

CERCETĂRI ASUPRA PROCESULUI DE AUTOEPURARE ÎN BAZINUL HIDROGRAFIC BEGA

Teză destinată obținerii
titlului științific de doctor inginer
la Universitatea "Politehnică" din Timișoara
în domeniul INGINERIE CIVILĂ
de către

Biolog Muntean Hanelore

Conducător științific:
Referenți științifici:

prof. univ. dr. ing. Gheorghe Crețu
prof.univ.dr.ing. Ion Giurma
Conf. dr. Biolog. Laura Momeu
Prof.univ.dr.ing. Ion Mirel

Ziua susținerii tezei: 12.06.2013

Seriile Teze de doctorat ale UPT sunt:

- | | |
|---|--|
| 1. Automatică | 9. Inginerie Mecanică |
| 2. Chimie | 10. Știința Calculatoarelor |
| 3. Energetică | 11. Știința și Ingineria Materialelor |
| 4. Ingineria Chimică | 12. Ingineria sistemelor |
| 5. Inginerie Civilă | 13. Inginerie energetică |
| 6. Inginerie Electrică | 14. Calculatoare și tehnologia informației |
| 7. Inginerie Electronică și Telecomunicații | 15. Ingineria materialelor |
| 8. Inginerie Industrială | 16. Inginerie și Management |

Universitatea "Politehnica" din Timișoara a inițiat seriile de mai sus în scopul diseminării expertizei, cunoștințelor și rezultatelor cercetărilor întreprinse în cadrul școlii doctorale a universității. Seriile conțin, potrivit H.B.Ex.S Nr.14/14.07.2006, tezele de doctorat susținute în universitate începând cu 1 octombrie 2006.

Copyright © Editura Politehnica-Timișoara, 2013

Această publicație este supusă prevederilor legii dreptului de autor. Multiplicarea acestei publicații, în mod integral sau în parte, traducerea, tipărirea, reutilizarea ilustrațiilor, expunerea, radiodifuzarea, reproducerea pe microfilme sau în orice altă formă este permisă doar cu respectarea prevederilor Legii române a dreptului de autor în vigoare și permisiunea pentru utilizare obținută în scris din partea Universității "Politehnica" din Timișoara. Toate încălcările acestor drepturi vor fi penalizate potrivit Legii române a drepturilor de autor.

România, 300159 Timișoara, Bd. Republicii 9,
Tel.0256 403 823, fax. 0256 403221
e-mail: editura@edipol.upt.ro

Cuvânt înainte

Teza de doctorat a fost concepută și elaborată în urma observațiilor obținute din activitatea desfășurată în cadrul Laboratorului de Calitate a Apei Timișoara pe parcursul anilor 2007-2012 și elaborată în cadrul Universității "Politehnica" din Timișoara, Departamentul Hidrotehnica sub îndrumarea directă a domnului **prof. univ. dr. ing. Gheorghe Crețu**.

Doresc să îi mulțumesc în special conducătorului de doctorat prof.univ.dr.ing. Gheorghe CREJU pentru înțelegerea, sprijinul și ajutorul acordat în perioada elaborării tezei de doctorat.

Mulțumesc membrilor din comisia de îndrumare ș.l.dr.ing. Constantin FLORESCU, ș.l.dr.ing. Codruța BĂDĂLUJĂ, ș.l.dr.ing. Corneliu PODOLEANU din cadrul Departamentului Hidrotehnica, precum și membrilor din comisia de doctorat, domnului președinte de comisie prof.univ.dr.ing. Daniel GRECEA, prof.univ.dr.ing. Ion GIURMA, conf.dr.biolog. Laura MOMEU, prof.univ.dr.ing. Ion MIREL, pentru raspunsul pozitiv la invitația de a face parte din comisia de analiză a tezei de doctorat și pentru timpul acordat lucrării.

Pentru colaborare, mulțumesc colegei mele Laura ALEXOAIIE din cadrul Departamentului Hidrotehnica. Mulțumesc doamnei ing. Dana MUNTEAN pentru înțelegerea și sprijinul acordat, pentru ajutor colegilor: Gheorghe TÂLVAN, Ecaterina LUPU, Cristina GROZA din cadrul Laboratorului de Calitate a Apelor-ABAB. Le mulțumesc, prietenului meu Victor BRAD pentru că m-a ajutat, înțeles și susținut necondiționat, prietenei mele Amalia Dumbravă și părinților mei pentru ajutor, înțelegere și sprijin.

Această lucrare a fost realizată cu ajutorul Administrației Bazinale de Apă Banat-Timișoara.

Timișoara, iunie 2013

Hanelore-Elena Muntean

Muntean, Hanelore-Elena

Cercetări asupra procesului de autoepurare în Bazinul Hidrografic Bega

Teze de doctorat ale UPT, seria 5 , Nr. 106 , Editura Politehnica, 2013, pagini 125, figuri 81, tabele 13.

ISSN : 1842-581X

ISBN :987-606-554-673-8

Cuvinte cheie: autoepurare, poluare, alge bentonice, indicatori chimici

Rezumat: Cursul râului Bega a suferit deprecieri calitative a apei pe tronsonul Timișoara-Otelec, principala sursă care a dus la poluarea acestui tronson este evacuarea apelor uzate epurate necorespunzător. Studiul procesului de autoepurare s-a realizat pe parcursul a 4 ani, prin analizarea și interpretarea factorilor fizico-chimic, biologici, hidrologici și a caracteristicilor hidromorfologice ale cursului Bega.

În fiecare an, începând cu anul 2008 acest tronson a suferit modificări calitative pozitive, s-a autoepurat treptat, principalul element care a intensificat autoepurarea este debitul apei alături de elementele fizico-chimice, biologice și hidrologice care acționează împreună sau separat în acest proces.

Dintre substanțele poluatoare, pe cursul râului Bega, detergenții au avut un aport important, iar din această cauză au fost monitorizați în 4 secțiuni în două sezoane diferite pentru a observa evoluția lor ținându-se cont de debitul și viteza cursului în momentul studiului.

Pentru intensificarea procesului de autoepurare pe cursul râului Bega pe tronsonul studiat s-au elaborat prin folosirea programului unidimensional HEC-RAS trei situații în care autoepurarea se poate intensifica, ținându-se cont de temperatura apei, oxigenul dizolvat, consumul biochimic de oxigen, amoniu, azotiți și azotați precum și de dispersie-advecție.

Cuprins

REZUMAT.....	5
1. INTRODUCERE.....	7
1.1.Generalități.....	7
1.2.Necesitatea problemei.....	8
1.3.Obiective.....	9
2. CADRU LEGISLATIV.....	11
2.1. Legea apelor 107/1996.....	11
2.2.Directiva Cadru a Apei.....	14
2.3. Ordinul 161 privind încadarea apelor în clase de calitate.....	17
2.4.Gospodărirea durabilă a resurselor de apă.....	17
3. CARACTERIZAREA APELOR DE SUPRAFAȚĂ.....	23
3.1.Noțiuni de hidrologie.....	23
3.2. Compoziția chimică a apei.....	28
3.3.Biologia apelor curgătoare.....	35
3.4.Monitoringul apelor curgătoare.....	39
4. AUTOEPURAREA APELOR CURGĂTOARE.....	44
4.1.Factorii care modifică starea inițială a râurilor.....	44
4.1.1. Modificările hidromorfologice	44
4.1.1.1.Țăierea meandrelor.....	44
4.1.1.2.Îndiguirile râurilor.....	44
4.1.1.3.Betonarea albiilor.....	45
4.1.1.4.Dragarea albiilor.....	45
4.1.2.Modificările calitative ale apelor.....	46
4.1.2.1.Impurificarea naturală.....	46
4.1.2.2.Impurificarea antropică.....	47
4.1.3.Surse de impurificare.....	48
4.1.3.1. Surse punctiforme.....	48
4.1.3.2.Surse difuze.....	48
4.1.4. Tipuri de impurificare.....	49
4.1.4.1.Impurificarea fizică.....	49
4.1.4.2.Impurificarea chimică.....	49
4.1.5. Toxicologie acvatică.....	52
4.2.Procesul de restabilire a echilibrului inițial în ecosistemele acvatice.....	53
4.3.Soluții și măsuri.....	59
5. AUTOEPURAREA ÎN BAZINUL HIDROGRAFIC BEGA-râul Bega.....	62
5.1.Caracterizarea generală a râului Bega.....	62
5.1.1.Istoric.....	62
5.1.2.Asezarea raului Bega.....	63
5.1.3.Relieful.....	64
5.1.4. Geologia.....	66
5.1.5. Clima.....	67
5.1.6. Caracterizarea generală a calității apei pe râul Bega.....	67
5.2. Studiu de caz.....	69

5.2.1. Monitorizarea râului Bega.....	69
5.2.2. Materiale și metode.....	70
5.2.3. Procesul de autoepurare pe cursul râului Bega.....	72
5.2.3.1. Chimia râului Bega.....	72
5.2.3.2. Biologia râului Bega.....	83
5.2.3.3. Model propriu.....	92
6. CONCLUZII. CONTRIBUȚII PERSONALE.....	106
7. Bibliografie.....	111

1. Introducere

1.1 Generalități și motivație

În anul 1965 romanul "Dune" publicat de Frank Herbert vorbește despre un viitor îndepărtat în care Pământul suferă din cauza lipsei apei. Astăzi acest scenariu a devenit realitate, peste un miliard de oameni nu au acces la apă potabilă, iar peste 20 de ani numărul s-ar putea tripla.[24]

Reprezentanții acestui domeniu discută despre "aurul albastru", elaborează strategii și legislative pentru a readuce apa la starea inițială.

Ecosistemele acvatice sunt unități ecologice cu o fizionomie și caracter bine conturate și din această cauză se diferențiază clar față de alte tipuri de ecosisteme. [27]

Apa reprezintă element vital de pe Pământ, nicio activitate nu se poate desfășura fără prezența apei atât pentru civilizația umană cât și pentru industrie și agricultură.

Cu trecerea timpului, dezvoltarea societății, prin creșterea populației și dezvoltarea agriculturii și a diferitelor ramuri ale industriei au făcut să crească folosințele de apă, însă apa folosită și returnată nu a mai fost la aceeași calitate cu cea prelevată înainte de folosire, astfel calitatea și cantitatea apei au devenit o reală problemă la nivel mondial.

Schimbarea climatică din secolul 21 duce la deșertificarea Africii și face ca imigrarea populației să crească în zonele unde nu sunt afectate de lipsa apei potabile cum este Europa.

Deși în Europa sunt provizii suficiente de apă și acest continent se confruntă cu probleme grave legate de poluare a apelor datorate depozitărilor neadecvate a deșeurilor, evacuarea apelor uzate neepurate sau epurate necorespunzător în emisari, folosirea nerațională a resurselor de apă în restul domeniilor-industriei, agricultură.

De exemplu, Dunărea este amenințată din cauza poluării, din cauza evacuării apelor uzate și a transportului pe cursul fluviului, ceea ce are ca rezultat afectarea a 20 de milioane de oameni.

Distribuția apei pe Glob este inegală însă dreptul la accesul acesteia este egală, susțin deputații europeni. [35]

Spre deosebire de alte resurse, apa este regenerabilă și teroretic inepuizabilă, însă procesele poluatoare se produc mult mai repede decât pot ele să se regenereze.

Un studiu realizat de World Wildlife Fund (WWF) și intitulat Raportul "Living Planet 2012" arată și subliniază faptul ca deteriorarea apelor din râuri se face mai repede decât se pot ele regenera. [76]

Râurile sunt sisteme ecologice deschise la ambele capete, sunt alimentate de izvoare, prin acestea fiind în contact direct cu apele subterane și au deschidere la Oceanul Planetar. Principalul avantaj al acestora este capacitatea de a curge, de a se mișca cu rol esențial în gradul de regenerare.

Curgerea turbulentă a apei favorizează gradul de amestec și de diluție al substanțelor chimice, mai ales în cazul unde sunt deversate în emisar ape impurificate.

Impurificarea se poate realiza natural, când substanțele care se găsesc în mod natural în apă suferă modificări care duc la modificarea echilibrului normal al ecosistemelor acvatice, însă impactul nu este la fel de mare ca și în impurificarea antropică. În cazul impurificării antropice introducerea unei substanțe care nu există în mod natural în compoziția ecosistemelor acvatice poate avea efecte negative ireversibile. [76]

Autoepurarea este procesul prin care are loc refacerea echilibrului în mediul acvatic prin participarea simultană sau într-o anumită succesiune a factorilor fizico-chimici, biologici, hidraulici și a caracteristicilor hidromorfologice ale cursului de apă.

Prin procesul de autoepurare se reface starea inițială a apelor curgătoare însă fără intervenția omului. Apele curgătoare reprezintă sursă de apă potabilă pentru populație și pentru folosințele umane. O calitate proastă a apei o face improprie pentru folosință.[37]

1.2.Necesitatea problemei

Având în vedere că apa este sursa vitală pentru umanitate și că alimentările cu apă potabilă a populației se realizează în cea mai mare parte din apele curgătoare și este esențial a se cunoaște starea corpurilor de apă, mai ales a celor puternic modificate.

Impurificarea apelor curgătoare și procesul de autoepurare sunt o problemă cu care se confruntă întreg Pământul. Conform cercetărilor în hidrologie, s-a arătat că singurele zone de pe Glob unde se păstrează o constantă a debitelor râurilor este în zona Arcticii.

Dacă pentru impurificarea apei este de ajuns ca o singură substanță să ajungă în masa apei și să îi modifice echilibrul, pentru autoepurare este necesar ca toate procesele care au loc în mediul acvatic, inclusiv de caracteristicile hidromorfologice ale cursului să participe.[6]

Pentru identificarea impurificării se analizează indicatorii care indică poluarea apei conform DCA 2000/60/EC:

- indicatori biologici- bentosul și planctonul;
- indicatorii chimici-regimul oxigenul, nutrienții, substanțele prioritare periculoase;
- indicatorii fizici-pH-ul, temperatura;
- indicatori hidraulici debit, viteza apei;
- caracteristicile hidromorfologie-morfologia albiei, panta;

O analiză integrată a acestor factori ne oferă informații complexe despre sănătatea apei și pentru elaborarea unor măsuri care să contribuie la remedierea calității acesteia s-au să prevină degradarea. Există locuri în lume în care apa potabilă este un lux și greu de achiziționat. Lipsa și criza apei înseamnă problema vitală a umanității.

Calitatea proastă a apei provine din dezvoltarea urbană și rurală, a industriei și a agriculturii, dar mai ales al consumului de apă, iar rezultatul final fiind apele uzate evacuate în emisari.

Apele uzate au evoluat și ele, îmbogățindu-se din zi în zi cu diferite substanțe (detergenții), iar acestea nefiind epurate sau epurate necorespunzător odată ajunse în emisar provoacă dezechilibre majore la nivelul ecosistemelor acvatice. Deși apa are capacitatea de a se autoepura, în unele cazuri impurificarea se realizează mai repede și la un grad mult mai ridicat încât depășește capacitatea apelor de a se autoreface.

Pentru prevenirea, conservarea și protejarea resurselor de apă, trebuie să se respecte apa ca un element vital nu ca pe unul economic. Trebuie respectată legislația în vigoare atât de autoritățile în domeniu, cât și de populație. Populația trebuie informată în privința problemelor legate de resursele de apă și a importanței ei pentru viață .[70]

1.3. Obiective

- ▶ modul de desfășurare a procesului de autoepurare în apele curgătoare prin:
 - cunoașterea stării actuale a râului și a surselor de impurificare;
 - abordarea integrată și corelația de dependență a factorilor analizați;
 - cunoașterea gradului și capacității de autoepurare a unui râu;
- ▶ măsuri de accelerare a procesului de autoepurare a unui râu;
- ▶ măsuri și limite propuse în vederea desfășurării eficiente a procesului de autoepurare în Bazinul Hidrografic Bega-râul Bega:
 - modelarea matematică a propagării unui poluant în diferite concentrații pe cursul râului prin advecție- dispersie pentru a obține limite de desfășurare eficiente a procesului de autoepurare.

2. Cadru legislativ

2.1. Legea Apelor 107 din 25 septembrie 1996 modificată și completată cu O.U.G 3 din 5 februarie 2010

Apa este o sursă regenerabilă, vulnerabilă, limitată cu o complexitate fizico-chimică mult mai mare decât mediul terestru.

Apele fac parte din domeniul public, iar protejarea și folosirea durabilă a acestora este de interes general. În timp, apa a suferit modificări calitative majore, integralitatea ecosistemelor acvatice scăzând, astfel pentru rezolvarea acestor probleme s-a emis Legea Apelor.

Scopurile Legii sunt:

- resursele de apă, malurile și albiile sunt folosite atât de persoanele fizice, cât și de cele juridice, conform prevederilor acestei legi;
- trebuie să se asigure curgerea liberă a apelor, conservarea, protejarea și dezvoltarea resurselor de apă;
- toate lucrările care se construiesc și au legătură cu resursele de apă și pot produce modificări trebuie să respecte prevederile prezentei Legi;
- pentru protejarea, conservarea și dezvoltarea durabilă a resurselor de apă trebuie să se bazăm pe precauție, prevenire și evitare a poluării resurselor de apă;
- protecția față de oricare sursă de poluare cu substanțe prioritare, reducerea, încetarea și eliminarea treptată a acestora când este cazul;
- protecția oricărei surse de poluare a resurselor de apă, a malurilor și a albiilor;
- protejarea, prevenirea, conservarea ecosistemelor acvatice, precum și a zonelor umede și a ecosistemelor terestre;
- să se ia în considerare atât aspectele calitative, cât și cantitative pentru apele de suprafață și subterane care aparțin aceluiași sistem ecologic, hidrologic și hidrogeologic;
- satisfacerea cerințelor pentru alimentările cu apă potabilă, pentru agricultură, industrie, agrement, transport, producere de energie etc.;
- gospodărirea durabilă a resurselor de apă prin repartitia ratională și echilibrată a acestora astfel încât resursele de apă să aibă capacitatea de regenerare naturală;
- managementul corespunzător împotriva inundațiilor;
- protecția, îmbunătățirea și refacerea corpurilor de apă puternic modificate pentru atingerea unui potențial ecologic bun până în 22 decembrie 2015.
- prevenirea degradării corpurilor de apă de suprafață.
- Obiectivele pentru zonele protejate trebuie îndeplinite până în 22 decembrie 2015 cu anumite excepții bine stabilite, acestea sunt:
- Registrul Zonelor Protejate trebuie să cuprindă toate zonele pentru captarea apelor în vederea alimentării cu apă potabilă și a zonelor pentru protecția speciilor, zonele sensibile la nutrienți, inclusiv zonele vulnerabile, zonele desemnate pentru protecția habitatelor sau a speciilor.
- Gospodărirea durabilă a apelor trebuie să se facă rațional și într-un mod integrat calitativ și cantitativ la nivel de bazin hidrografic. Pentru eficiența maximă a

- protecției resurselor de apă, gospodărirea resurselor de apă trebuie să se facă în cooperarea și colaborarea atât a instituțiilor în domeniu, cât și a populației.[73]

În anul 2010 prin Ordonanța de Urgență 3 din 5 februarie 2010 a fost modificată și completată Legea apelor nr.107/1996 într-un termen cât mai scurt astfel încât România să se conformeze scrisorii Comisiei Comunităților Europene referitoare la faptul că România nu a îndeplinit transpunerea corectă și completă a Directivei Cadru a Apei 2000/ 60/ CE a Parlamentului European.

Datorită neadoptării modificărilor cerute de Comisia Europeană, aceasta a transmis un aviz motivat României privind neîndeplinirea obligației de implementare corectă și completă a Directivei Cadru a Apei 2000/60/CE, acest lucru având efect negativ asupra României, următorul pas al Comisiei Europene fiind faza contencioasă împotriva României.

Prin O.U. 3 din 5 februarie 2010 s-au modificat și completat în Legea Apelor 107/1996:

-obiectivele de mediu pentru corpurile de apă de suprafață și subterane, managementul riscului la inundații și consecințele acestora asupra mediului, a omului, a economiei.

Obiectivele de mediu pentru corpurile de apă de suprafață sunt:

- prevenirea deteriorării tuturor corpurilor de apă de suprafață;
- protecția și îmbunătățirea calității corpurilor de apă de suprafață în scopul atingerii stării bune a acestora până la data de 22 decembrie 2015;

Desemnarea corpurilor de apă artificiale sau puternic modificate, inclusiv motivele desemnării vor fi prezentate în planurile de management ce se constituie ca parte componentă de gospodărire calitativă a schemelor directe de amenajare și management ale bazinelor hidrografice denumite în continuare scheme directe și ulterior revizuite la fiecare 6 ani în conformitate cu prevederile din Lege.

Măsurile identificate pentru îmbunătățirea stării corpurilor de apă nu pot fi realizate prin mijloace tehnic fezabile, precum și din considerente economice până la termenul-limită stabilit din cel puțin unul dintre următoarele motive:

- nivelul îmbunătățirilor cerute poate fi realizat, din considerente tehnice numai în etape care depășesc termenul-limită;
- finalizarea implementării măsurilor până la termenul-limită este extrem de costisitoare, ducând la costuri disproporționate;
- condițiile naturale nu permit îmbunătățirea stării corpului de apă până la termenul-limită;

În situația în care se constată că anumite corpuri de apă sunt foarte afectate de activitatea umană sau condițiile naturale identificate potrivit Legii 107/1996 sunt de asemenea natură încât obiectivele prevăzute sunt nerealizabile din punct de vedere tehnic ori implică costuri disproporționate, pot fi adoptate obiective mai puțin severe numai dacă sunt îndeplinite cumulativ condițiile următoare:

-necesitățile socio-economice și de protecție a mediului determinate de astfel de activități umane nu pot fi realizate prin alte mijloace care constituie o opțiune semnificativ mai bună din punctul de vedere al protecției mediului și care nu implică cheltuieli disproporționate;

-se asigură atingerea **stării ecologice bune** sau a **potențialului ecologic bun** pentru corpurile de apă de suprafață, având în vedere impactul ce nu poate fi evitat în mod rezonabil din cauza naturii activității umane sau poluării;

-nu se produce deteriorarea ulterioară a stării corpurilor de apă;

-obiectivele mai puțin severe stabilite, precum și motivele deciziei de stabilire a acestora sunt menționate în mod specific în planurile de management prevăzute în Legea 107/1996, iar aceste obiective sunt revizuite la fiecare 6 ani.

Deteriorarea temporară a stării corpurilor de apă nu se consideră încălcarea prevederilor prezentei legi, dacă acesta este rezultatul unor circumstanțe cu cauze naturale sau de forță majoră care apar în mod excepțional ori care nu pot fi anticipate în mod rezonabil, cum ar fi inundațiile excepționale și seceta prelungită sau dacă este rezultatul circumstanțelor datorate accidentelor care nu pot fi anticipate în mod rezonabil și numai dacă sunt îndeplinite cumulativ următoarele condiții:

-sunt luate toate măsurile pentru prevenirea deteriorării suplimentare a stării corpurilor de apă și pentru a nu se compromite atingerea obiectivelor de mediu pentru alte corpuri de apă de suprafață care nu au fost afectate de aceste circumstanțe;

-sunt stabilite în planurile de management al bazinului hidrografic condițiile în care pot fi declarate circumstanțele excepționale sau care nu pot fi prevăzute în mod rezonabil, inclusiv adoptarea indicatorilor adecvați;

-sunt incluse în programul de măsuri din schema directoare măsurile ce trebuie luate în astfel de circumstanțe excepționale, care nu trebuie să compromită refacerea calității corpului de apă odată ce circumstanțele încetează;

-sunt reanalizate anual efectele circumstanțelor care sunt excepționale sau care nu pot fi în mod rezonabil și sunt luate toate măsurile fezabile în scopul aducerii corpului de apă la starea sa anterioară efectelor acelor circumstanțe, de îndată ce este posibil ca acestea să fie implementate;

-este cuprins un rezumat al efectelor circumstanțelor și al măsurilor luate sau ce urmează a fi luate în schema directoare la următoarea reactualizare a acesteia.

Trebuie îndeplinite următoarele condiții:

-sunt luate toate măsurile pentru reducerea impactului negativ asupra stării corpurilor de apă;

-motivele acestor modificări sau alterări sunt stabilite și explicate în mod specific în Planul de Management, iar obiectivele sunt revizuite la fiecare 6 ani;

-motivele acestor modificări sau alterări sunt de interes public deosebit și/sau beneficiile aduse mediului ori societății de realizarea obiectivelor prevăzute și sunt depășite de beneficiile noilor modificări sau alterări aduse sănătății umane, menținerii siguranței populației ori dezvoltării durabile;

-deservirea folosințelor beneficiare, care a condus la acele modificări sau alterări ale corpurilor de apă, nu poate fi realizată, din motive de fezabilitate tehnică sau din cauza costurilor disproporționate, prin alte mijloace care sunt o opțiune semnificativ mai bună din punctul de vedere al protecției mediului."

În vederea protecției și conservării resurselor de apă de suprafață, evacuările în aceste ape sunt reglementate până la data de 22 decembrie 2012, prin utilizarea unei abordări combinate, prin stabilirea și implementarea controlului emisiilor, bazat pe cele mai bune tehnici disponibile sau a valorilor-limită ale emisiilor ori, în cazul presiunilor difuze, a controlului și a celor mai bune practici din punctul de vedere al mediului stabilite în conformitate cu Ordonanța de urgență a Guvernului nr. 152/2005 privind prevenirea și controlul integrat al poluării, aprobată cu modificări și completări prin Legea nr. 84/2006, Hotărârea Guvernului nr. 188/2002 pentru aprobarea unor norme privind condițiile de descărcare în mediul acvatic a apelor uzate, cu modificările și completările ulterioare, Hotărârea Guvernului nr. 964/2000 privind aprobarea Planului de acțiune pentru protecția apelor împotriva poluării cu nitrați proveniți din surse agricole, cu modificările și completările ulterioare, Hotărârea Guvernului nr. 351/2005 privind aprobarea Programului de eliminare treptată a evacuărilor, emisiilor și pierderilor de

substanțe prioritare periculoase, cu modificările și completările ulterioare și cu orice altă reglementare națională relevantă conform cu legislația comunitară.

În cazul în care un obiectiv de calitate sau un standard de calitate stabilit în conformitate cu prevederile prezentei legi și ale Hotărârii Guvernului nr. 351/2005, cu modificările și completările ulterioare sau ale oricărei alte reglementări naționale relevante conforme cu legislația comunitară necesită condiții mai stricte decât cele rezultate ca urmare a aplicării prevederilor din legislație, se stabilesc controale mai stricte ale emisiilor.

La nivelul fiecărui bazin hidrografic se va stabili un registru al zonelor protejate, care va include toate corpurile de apă folosite pentru prelevare în scopul potabilizării, precum și celelalte zone protejate. Registrul zonelor protejate va fi realizat și reactualizat prin grija Administrației Naționale «Apele Române».

Autoritățile publice, persoanele fizice și juridice au acces la informațiile ce Schemele directe fixează într-o manieră integrată obiectivele de mediu pentru corpurile de apă de suprafață urmărind să se asigure:

- o stare bună a apelor de suprafață sau pentru corpurile de apă artificiale sau puternic modificate, un bun potențial ecologic și o stare chimică bună a apelor de suprafață;
- realizarea obiectivelor special definite pentru zonele protejate cu scopul de a reduce tratamentul necesar pentru producția de apă destinată consumului uman, cu respectarea cerințelor prevăzute în Legea nr. 458/2002, cu modificările și completările ulterioare;
- protecția și apărarea împotriva acțiunii distructive a apelor.[79]

2.2. Directiva Cadru a Apei- DC 2000/60 CE

Pe parcursul anilor, datorită dezvoltărilor industriale și creșterii numărului de oameni, resursele de apă au suferit modificări calitative și cantitative.

Astfel, în 1988, în cadrul Seminarului Ministerial de la Frankfurt, au fost scoase în evidență problemele legate de apă, precum și necesitatea unei abordări ecologice. În același an, Consiliul a cerut Comisiei să propună soluții pentru îmbunătățirea calității ecologice a resurselor de apă de suprafață din Comunitate.

În anul 1991, pentru evitarea pe termen lung a deprecierii calitative și cantitative a apelor dulci s-a ridicat problema implementării până în anul 2000 a unui program în ceea ce privește gospodărirea durabilă a resurselor de apă.

În anul 1995, pe data de 10 noiembrie, în raportul "Mediul în Uniunea Europeană", elaborat de Agenția Europeană de Mediu, este prezentată situația la zi a resurselor de apă, concluzia fiind necesitatea de a acționa în privința protejării calitative și cantitative a apelor din Comunitate.

Pentru menținerea și îmbunătățirea mediului acvatic, controlul calitativ și cantitativ al apelor, Directiva trebuie să dezvolte principii și structuri pentru utilizarea durabilă a resurselor de apă pe o perioadă lungă de timp.

Directiva trebuie să contribuie la reducerea emisiilor poluanților în apă pentru controlul problemelor apelor transfrontiere și pentru protecția ecosistemelor acvatice.

Trebuie stabilite obiectivele de mediu, toate Statele Membre trebuie să le implementeze pentru ca apele să atingă "**starea bună**" din punct de vedere calitativ și cantitativ.

Scopul final al Directivei este eliminarea substanțelor prioritare periculoase și încadrarea celorlalte substanțe în limite apropiate celor existente în mod natural în natură. [1]

O abordare integrată privind elementele calitative, cantitative, dar și a condițiilor de curgere hidrologice ale apelor contribuie la o mai bună acțiune pentru protecția mediului.

La nivel de bazin hidrografic, apele transfrontiere trebuie să îndeplinească cerințele de mediu, conform acestei Directive, precum și toate măsurile ce trebuie îndeplinite la nivelul întregului District al bazinului hidrografic.

Directiva trebuie să contribuie la aplicarea obligațiilor ce revin Comunității provenite din convenții internaționale privind protecția resurselor și gospodărirea resurselor de apă, dar mai ales din Convenția O.N.U.

Pentru elaborarea unor măsuri de protecție și gospodărire a resurselor de apă trebuie realizată o monitorizare a evoluției calității apelor în mod sistematic și comparabil la nivelul Comunității.

Evoluția calității apelor caracterizează bazinul hidrografic, impactul antropic precum și analiza economică a folosințelor de apă.

În programul de măsuri al Directivei se încadrează și partea economică, recuperarea costurilor de apă, cheltuielile și daunele asupra mediului acvatic și se bazează pe principiul "*poluatorul plătește*". Trebuie, de asemenea, luate măsuri și în cazul în care se produc poluări accidentale. Pentru prevenirea și controlul poluării trebuie să se bazeze pe o abordare combinată prin stabilirea valorilor limită și elaborarea unor standarde de calitate a mediului.

Din punct de vedere cantitativ trebuie ca toate principiile să se refere la alimentarea și captarea de apă potabilă și la dezvoltarea durabilă a ecosistemelor acvatice.

Poluarea prin descărcări, emisii sau pierderi de substanțe prioritare periculoase trebuie să înceteze sau să se facă treptat, iar Parlamentul European și Comisia decid care sunt aceste substanțe pentru care măsurile de combatere trebuie aplicate prioritare.

Aplicarea Directivei Cadru a Apei înseamnă protecția resurselor de apă, controlul poluării cu substanțe periculoase, precum și implementarea deplină a cadrului legislativ privind protecția apelor și aplicarea unor penalități pertinente, eficiente, proporționale și descurajante.[70]

Scopul Directivei :

1. Protecția apelor de suprafață interioare, tranzitorii, a apelor subterane și costiere prin:

- prevenirea deteriorării, protejarea și îmbunătățirea stării ecosistemelor acvatice, a cerințelor de apă, a ecosistemelor terestre și a zonelor umede care depind de ecosistemele acvatice;
- utilizarea durabilă a resurselor de apă;
- protecția avansată și îmbunătățirea mediului acvatic cu ajutorul măsurilor de reducere sau oprire a evacuărilor, emisiilor sau a pierderilor de substanțe prioritare periculoase în ape.

2. Organizarea administrativă la nivel de bazin hidrografic:

- identificarea bazinelor hidrografice individuale;

-16- 2. Cadru legislativ

- organizarea administrativă și a autorităților competente adecvate pentru îndeplinirea măsurilor impuse de Directivă;

3. Obiectivele de mediu pentru apele de suprafață:

- aplicarea măsurilor prevăzute de Directivă pentru prevenirea deteriorării apelor;
- protejarea, îmbunătățirea și conservarea corpurilor de apă de suprafață și a celor puternic modificate de către fiecare Stat Membru cu scopul final de a atinge o "stare bună" în cel mult 15 ani de la intrarea în vigoare a acestei Directive.
- adoptarea de măsuri eficiente pentru reducerea poluării din cauza substanțelor prioritare periculoase și oprirea treptată a emisiilor, evacuărilor și a pierderilor acestora în apele de suprafață.
- Statele Membre trebuie să îndeplinească și să nu încalce prevederile acestei Directive.
- pentru zonele din bazinul hidrografic care necesită protecție specială trebuie ca Statele Membre să elaboreze registre în care să fie incluse toate corpurile de apă și toate ariile protejate. Aceste registre trebuie menținute și revizuite la zi.

4. Captarea apei

- pentru captarea apei potabile trebuie identificate toate corpurile de apă folosite în acest scop din fiecare bazin hidrografic ;
- aceste corpuri de apă trebuie monitorizate;
- toate corpurile de apă care deservește pentru alimentările cu apă trebuie să îndeplinească toate obiectivele Directivei, ale standardelor de calitate stabilite la nivelul Comunității Europene, iar după tratarea apei în vederea alimentării cu apă potabilă trebuie să îndeplinească cerințele Directivei 80/778/EEC.
- trebuie asigurată protecția corpurilor de apă identificate pentru alimentări cu apă astfel încât să se evite deteriorarea calitativă și pentru ca tratamentul pentru purificarea ei să fie cât mai redus.

5. Monitoringul apelor de suprafață și a ariilor protejate

- monitoringul apelor de suprafață constă în volumul și nivelul debitului și starea ecologică, starea chimică și potențialul ecologic.
- pentru ariile protejate sunt adăugate câteva specificații care se găsesc în legislația Comunitară;
- pentru analiza și monitorizarea apelor se folosesc specificații tehnice și metode standardizate conform procedurii în vigoare;

6. Abordarea combinată a surselor difuze și punctiforme de poluare a apelor

- evacuarea apelor uzate în apele de suprafață trebuie controlate conform Directivei;
- trebuie să se stabilească și să se implementeze controlul emisiilor, valorile maxime admise stabilite în următoarele Directive:
- Directiva Consiliului 96/61/EC din 24/09/1996 – Controlul și prevenirea integrată a poluării;- Directiva Consiliului 91/271/EEC DIN 21/05/1991 –Epurarea apelor orășenești;
- Directiva Consiliului 91/676/EEC din 12/09/1991 –Protecția apelor împotriva poluării cu nitrați proveniți din surse agricole;

- Directivele elaborate conform art.16 din Directiva 60/2000/EC;
- Directivele prezentate în Anexa IX a Directivei 60/2000/EC;
- toate reglementările Comunității Europene;

7. Stabilirea măsurilor

-statele membre trebuie să stabilească măsuri pentru fiecare bazin hidrografic și pentru parte a bazinului hidrografic internațional;
 - programul de măsuri trebuie să cuprindă măsuri de bază și măsuri suplimentare, dacă este necesar.

8. Gospodărirea resurselor de apă la nivel de bazin hidrografic

-în cadrul fiecărui bazin hidrografic trebuie să existe un Plan de management al resurselor de apă în vederea atingerii obiectivelor impuse de Directivă;
 În România, din punct de vedere legislativ, au fost transpuse toate Directivele Uniunii Europene. [70]

Tab.2.1. Termene pentru implementarea Directivei Cadru a Apei [34]

Actiune	Finalizare	Reactualizare
Caracterizarea B.H	La 3 ani după intrarea în vigoare a Directivei(2004)	2013
Publicarea P.M.B	2009	2015
Planuri de măsuri	2012	2019
Atingerea obiectivelor de mediu	2015	2021

2.3. Ordinul nr.161 din 16 februarie 2006

Acest Ordin se referă la clasificarea calității apelor de suprafață cu scopul de a caracteriza starea ecologică a corpurilor de apă. S-au stabilit elementele biologice, hidromorfologice, chimice și fizico-chimice pentru caracterizarea ecologică a râurilor și a lacurilor.

Caracterizarea ecologică a apelor-râuri, lacuri se face pe baza elementelor biologice însoțite de indicatorii hidromorfologici, chimici și fizico-chimici, dar și de poluanții prezenți în apă, care modifică compoziția biologică.

În urma analizelor, starea ecologică a apei poate fi: foarte bună(I), bună(II), moderată(III), slabă(IV) și proastă(V), iar pentru lacuri se va calcula și gradul de troficitate ultraoligotrof, oligotrof, mezotrof, eutrof și hipertrof.

Prelevarea probelor, analiza probelor și stabilirea stării ecologice și chimice se fac conform standardelor de calitate în vigoare. Pentru caracterizarea chimică a apei se stabilesc două stări: starea bună când indicatorii se încadrează în limite și starea proastă când are loc depășirea acestor limite. [78]

2.4. Gospodărirea durabilă a resurselor de apă

Una dintre marile probleme ale planetei este degradarea calitativă a apei precum și cantitativă. Pentru o gestionare eficientă și durabilă a resurselor de apă trebuie să se realizeze un management integrat prin corelarea elementelor

economice, sociale, culturale și de mediu prin folosirea diferitelor metode, mijloace și tehnici.

Managementul integrat al resurselor de apă (IWRM) urmărește evoluția și dezvoltarea integrată a resurselor de apă prin costuri eficiente.

În 1992, la Dublin în cadrul Conferinței Internaționale a Apei și a Mediului Înconjurător s-au adoptat următoarele principii:

- gospodărirea resurselor de apă la nivel de bazin hidrografic;
- gospodărirea resurselor de apă să se facă unitar din punct de vedere calitativ și cantitativ;
- solidaritatea între stat-populație;
- principiul 'poluatorul plătește';
- din punct de vedere economic 'beneficiarul plătește', principii care stau și la baza Managementului integrat a resurselor de apă(IWRM).

La nivel global s-a înființat Parteneriatul Global al Apei (GWP) în vederea găsirii unei soluții pentru o mai ușoară gospodărire a resurselor de apă, a terenului și a resurselor adiacente.

Alocarea eficientă și o reglementare socială se realizează printr-o guvernare care este profund politică.

Guvernarea reprezintă relația dintre societate și guvernul său, guvernul conținând legi, norme, instituții. IWRM solicită schimbări în cadrul legilor, instituțiilor, politici, societatea civilă, iar aceste schimbări depind de guvernare.

Conform Parteneriatului Global de Apă (2002) guvernarea apei se face la nivel economic, politic, social și administrativ pentru dezvoltarea și gospodărirea resurselor de apă și pentru furnizarea diferitelor servicii legate de apă.

Guvernarea are impact direct asupra efectelor economice, sociale și a mediului înconjurător, guvernare care se face prin responsabilitate, caracter integrat, participare, transparență, receptivitate.

La Forumul Mondial al Apei în anul 2000 de la Haga, GWP(2000)a susținut că, " *criza apei este o criză a guvernării*". [76]

Gospodărirea resurselor de apă se realizează la nivel de "corp de apă" din cadrul unui bazin hidrografic. [34]

Se urmărește gospodărirea durabilă a apelor prin aplicarea legislației Uniunii Europene în ceea ce privește apa, adică Directiva Cadru a Apei 2000/60/CE prin amendarea Legii apelor 107/1996(Legea 310/2004).

Directiva Cadru a Apei 2000/60/EC este cel mai important instrument legislativ din Uniune pentru protecția și managementul durabil al apei prin care se asigură gestiunea calitativă și cantitativă a ecosistemelor acvatice și a resurselor de apă în vederea atingerii "stării bune" apelor până în anul 2015. Realizarea politicii și strategiei în ceea ce privește apa, cuprind schema directoare de amenajare și management integrat la nivel de bazin hidrografic.

Implementarea Directivei Cadru a Apei se realizează la nivel de Bazin Hidrografic prin Planul de Management al Bazinului Hidrografic în care sunt stabilite obiectivele pentru o perioadă de 6 ani și măsurile propuse pentru atingerea "stării bune".

La același nivel de bazin hidrografic trebuie identificate și caracterizate toate "corpurile de apă", ținându-se cont de modificările hidro-morfologice, hidro-dinamice și calitative ale apei. Corpul de apă de suprafață este alcătuit din masa apei, patul albiei, zona riverană râului. [2]

Prima condiție de identificare a unui corp de apă este ca să facă parte dintr-o singură categorie de apă de suprafață și să nu depășească limita altei categorii de apă de suprafață(râu,lac). Unde se întâlnesc două corpuri de apă diferite trebuie să

fie stabilită limita, cum ar fi râu-lac. Un bazin hidrografic poate conține unul sau mai multe corpuri de apă. Pentru ca un corp de apă nu-și poate depăși limitele unui anumit tip identificat, un alt mod de indentificare al corpurilor de apă este tipologia cursurilor de apă.[34]

Directiva Cadru a Apei prevede ca pentru fiecare categorie de apă suprafață, corpurile de apă dintr-un bazin sau district hidrografic sa fie diferențiate după tipul lor.

Clasificarea tipologică a cursurilor de apă :

- abordare *top-down*, această tipologie se bazează pe descrierea abiotică, factori care se presupun a fi în relație indirectă cu biologia, relație de tip cauză-efect;
- abordare *bottom-up*, se realizează prin măsurători directe asupra biologiei pentru verificarea biologică a tipologiei abiotice, relatie de tip efect-cauză;
- aboradrea finală facută din analiza celor două abordări pentru definirea tipurilor de corpuri de apă. [34]

Pentru caracterizarea tipologică abiotică a cursurilor de apă din România (Anexa II a Directivei Cadru a Apei 2000/60/EC):

- ▶ obligatorii – ecoregiunile
 - altitudinea bazinului
 - caracteristicile geologice
 - suprafața bazinului de recepție
- ▶ opționali – structura litologică a patului albiei
 - debitul specific mediu multianual
 - debitul specific mediu lunar minim anual cu asigurare de 95%
 - caracteristicile climatice: precipitațiile medii multianuale si temperatura
 - medie multianuala
 - panta medie a cursului de apa

Un element cheie în descrierea corpurilor de apă este " starea".

Prin corpul de apă se stabilește, raportează și verifica modul de atingere al obiectivelor propuse de Directiva Cadru a Apei, iar delimitarea corectă a acestora este deosebit de importantă:

- ▶ criterii de bază pentru delimitarea corpurilor de suprafață
 - categoria de apă de suprafață
 - tipologia apelor de suprafață
 - caracteristicile fizice ale apelor de suprafață
- ▶ criterii adiționale pentru delimitarea apelor de suprafață
 - starea apelor
 - zonele protejate

Conform Directivei Cadru a Apei 2000/60/EC și a Legii Apelor 107/1996, modificată și completată prin Legea 310/2004 a zonelor protejate care au strânsă legatură cu mediul acvatic, în Spațiul Hidrografic Banat zonele protejate sunt:

- zone de protecție pentru captările de apă destinate potabilizării;
- zone pentru protecția speciilor acvatice importante din punct de vedere economic;
- zone destinate pentru protecția habitatelor și speciilor unde apa este un factor important;
- zone vulnerabile la nitrați.

În Spațiului Hidrografic Banat la nivelul anului 2010 au fost identificate 38 captări de apă de suprafață, din care 16 (42,11%) au **zone de protecție cu regim sever** și respectiv 212 captări de apă subterană, dintre care 181 (85,38%) au desemnate **zone de protecție cu regim sever**. [49]

Zone pentru protecția speciilor acvatice importante din punct de vedere economic localizate pe râuri Fig.2.1.

Cursurile de apă în care se găsește păstravul comun (*Salmo trutta fario*) și lipanul (*Thymallus thymallus*) sunt incluse în categoria zonelor protejate, având în vedere importanța lor pentru activitățile de pescuit și turism.

În Spațiul Hidrografic Banat zonele pe cursurile de apă pentru protecția păstravului comun și lipanului au o lungime totală 1176,2 km.

Zonele destinate pentru protecția habitatului sau speciilor unde apa este un factor important, desemnate până în prezent în număr de 20 de fișe cu zone protejate, au la baza legislația românească și au o suprafață de 3351 km² care reprezintă 18,2% din suprafața Spațiului Hidrografic Banat față de 14,6% cât era suprafața în registrul precedent Fig.2.1..

Zone vulnerabile la nitrați din surse agricole au fost desemnate perimetrele a 135 localități din Spațiul Hidrografic Banat.

Cursurile de apă în care se găsește păstravul comun (*Salmo trutta fario*) și lipanul (*Thymallus thymallus*) sunt reprezentate de râurile și pârâurile de munte.

Limita superioară a zonei cu specii de pești care au potențial economic (zona salmonicolă) poate să coincidă cu limita superioară a pădurilor, însă în general este situată mai jos. Limita din aval a arealului zonei de protecție este mult mai variabilă, în funcție de relieful regiunii și de apropierea de munte. Limita din aval este situată în general la o altitudine de circa 900 - 500 m, dar în cursurile din Spațiul Hidrografic Banat, este mult mai joasă. Pe râul Bega, limita din aval este situată la 180 m altitudine, pe râul Timiș la 350 m, iar în unele râuri din sudul Banatului chiar sub 100 m. Păstrăvul coboară într-o serie de râuri mai jos decât lipanul. [49]

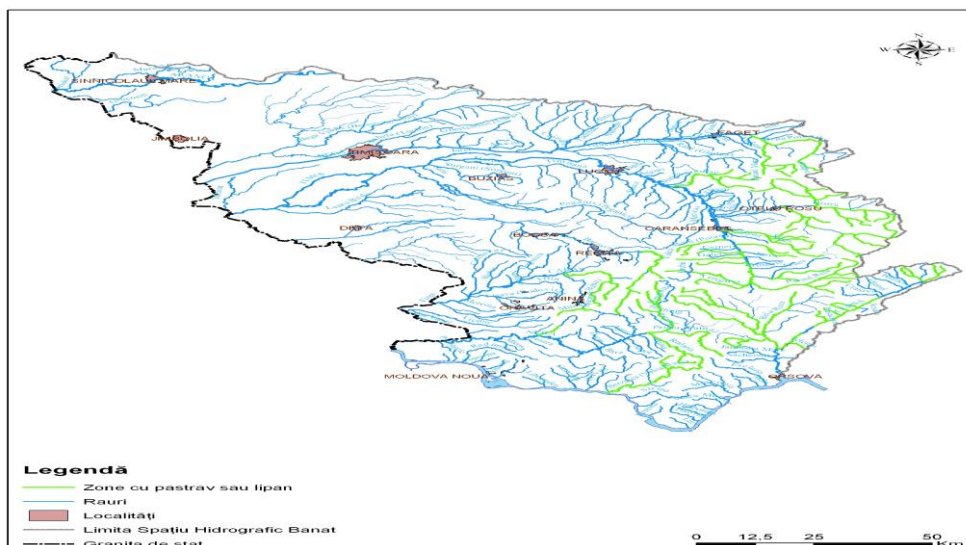


Fig.2.1. Zone pentru protecția speciilor acvatice importante din punct de vedere economic [49]

Râurile desemnate ca zone cu specii de pești care au potențial economic se caracterizează printr-o temperatură destul de constantă și rece, apă cu viteză mare de curgere, saturată în oxigen, aproape în permanență limpede.

Pe Râul Bega, păstrăvul se găsește aproape de izvoare-Luncani de Jos, acolo apa rece și viteza mare și curgerea turbulentă fac condiții favorabile pentru dezvoltarea păstrăvului care iubește cantitățile mari de oxigen dizolvat.

Din punct de vedere al protejării habitatelor, pe cursul Râului Bega nu sunt declarate arii naturale protejate, doar în împrejurimi **Fig.2.2.**

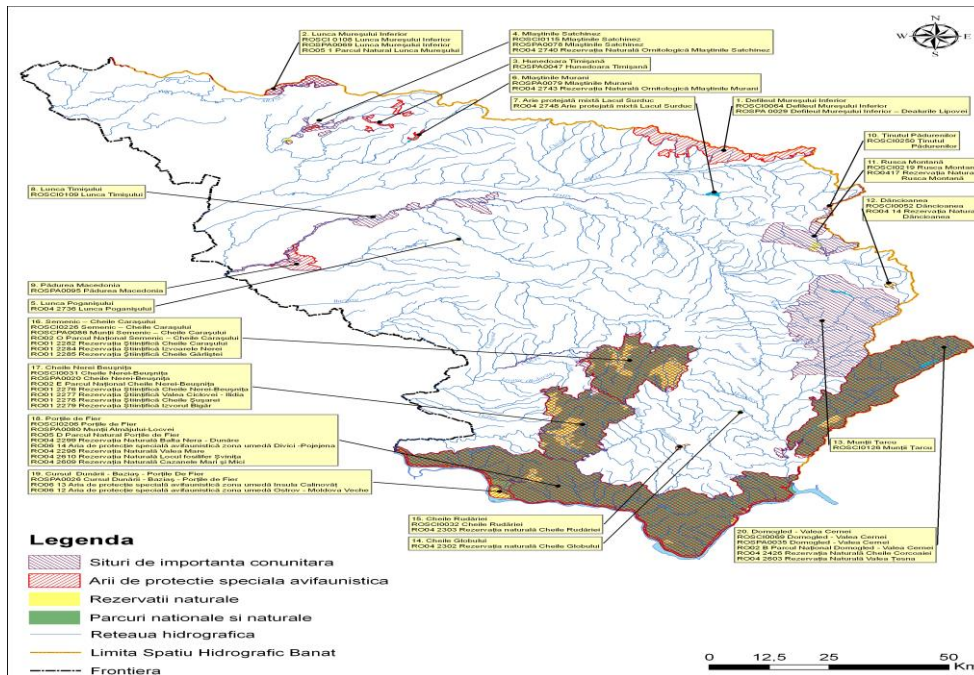


Fig. 2.2. Zone protejate pentru habitate și specii unde apa este un factor important[49]

Dacă pentru habitate și specii protejate nu sunt probleme pe Raul Bega, în ceea ce privește nutrienții situația este alta: Zonele vulnerabile la poluarea cu nitrați sunt suprafețele de teren agricole de pe teritoriul țării prin care se drează scurgerile difuze în apele poluate sau expuse poluării cu nitrați din surse agricole și care contribuie la poluarea acestor ape, definite în conformitate cu prevederile **Directivei 91/676/CE privind protecția apelor împotriva poluării cu nitrați proveniți din surse agricole** transpusă în legislația națională prin Hotărârea de Guvern nr. 964/2000 *privind protecția apelor împotriva poluării cu nitrați proveniți din surse agricole*. Și porțiuni din cursul Râului Bega sunt afectate de concentrațiile mari de nitrați, atât de la sursele difuze, cât și de cele punctiforme.

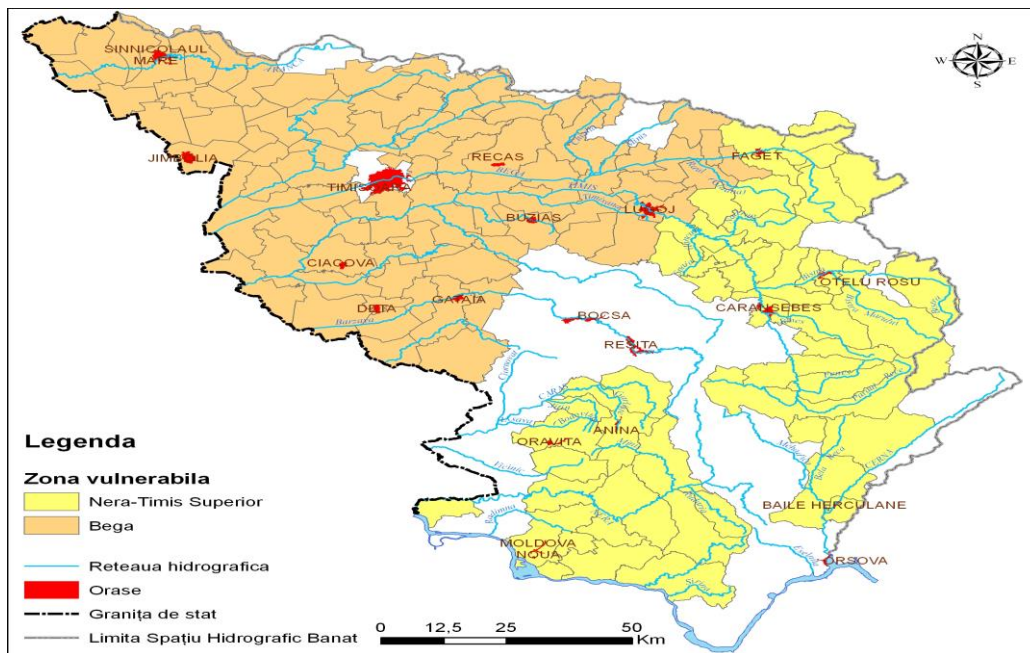


Fig.2.3. Zone vulnerabile la poluarea cu nitrați în Spațiul Hidrografic Banat[49]

Azotații provin în ape din:

► surse naturale

-precipitații(arderea combustibililor fosili, spălarea de roci și cenușă de vegetație ajunsă în apă, etc.)[39]

-nitrificarea amoniului(prin Nitrosomonsa și Notrosococcus) și a nitriților(Nitrobacter)

-din izvoare din dizolvarea lor la adâncime în roci;

-din eroziunea solurilor ce conțin azotat

► surse antropice

-ape uzate evacuate cu conținut de nitrați

Cantitățile mari de azotați în ape au efect toxic asupra organismelor acvatice, iar pentru apa potabilă îndepărtarea acestora este foarte scumpă și complicată. [49]

3. Caracterizarea apelor de suprafață

3.1. Noțiuni de hidrologie

Apele curgătoare permanente naturale sunt sisteme ecologice deschise, ocupă văi și albie și curg datorită înclinării pantei, dinspre amonte-izvoare spre aval-zone mai coborâte și se varsă în alte sisteme hidrologice –fluvii, lacuri, mări, oceane.

Alimentarea râurilor se face de la izvoare, dar și din precipitațiile care cad pe suprafața Pamântului.

Curgerea liberă poate să aibă o variabilitate în spațiu a parametrilor de curgere prin:

-mişcarea uniformă a apei, este întâlnită doar la canalele prismatice.

Se definește ca având mărime și direcție a vectorului viteză constante pe toată lungimea albiei.

-mişcarea neuniformă, în acest caz vectorul viteză, adâncimea râului, mișcarea și alți parametri se modifică foarte des.

Această curgere neuniformă se întâlnește la cursurile de apă naturale și este determinată de diferite obstacole sau construcții de pe cursul râului.

Curgerea liberă a apei mai poate varia și în timp și poate să fie:

-curgere permanentă (3.1.) este reprezentată de invariația în timp a mărimilor care caracterizează curgerea fluidelor (viteza medie, viteza locală, adâncimea curentului):

$$\frac{\partial P}{\partial t} = 0; \quad \frac{\partial v}{\partial t} = 0; \quad \frac{\partial \rho}{\partial t} = 0 \quad (3.1.)$$

unde,

t-timpul

v-vitezele locale

P-numarul Peclet(expresie adimensională între mărimea medie a vitezei la nivelul unui element, lungimea elementului, densitatea fluidului)

-curgerea nepermanentă (3.2.), toți parametri variază într-o secțiune transversală dată. Această curgere se întâlnește aproape tot timpul la râurile care au curgere pe albie naturale și la canale.

$$\frac{\partial P}{\partial t} \neq 0; \quad \frac{\partial v}{\partial t} \neq 0; \quad \frac{\partial \rho}{\partial t} \neq 0 \quad (3.2.)$$

Unde,

t-timpul

v-vitezele locale

P-numarul Peclet (expresie adimensională între mărimea medie a vitezei la nivelul unui element, lungimea elementului, densitatea fluidului)

În funcție de intensitatea curgerii, cursul apei poate avea un regim laminar sau turbulent de curgere (Reynolds), iar trecerea de la curgerea laminară la curgerea turbulentă nu este netă și se face printr-un regim de tranziție/regim intermediar, astfel:

-regimul laminar $Re < 500$

-regimul intermediar $Re < 2000$

-regimul turbulent $Re > 2000$

Mișcarea laminară este determinată de curgerea paralelă a firelor de apă, viteza apei fiind mare la suprafață și descrescând treptat spre fundul cursului de apă.

În momentul în care are loc creșterea debitului și vitezei apei, mișcarea laminară devine dezordonată trecând în turbulentă, iar prin scăderea vitezei de curgere a apei trece înapoi în curgere laminară.

Mișcările dezordonate produc vârtejuri sau turbioane, viteza și direcția apei modificându-se continuu. Mișcarea turbulentă Fig.3.1 a apei are un rol important în amestecul poluanților cu apa, dar și în omogenizarea temperaturii, în aerarea apei etc.

Mișcarea laminară Fig.3.1. are un rol important în procesul de sedimentare, procesul de sedimentare al materiilor coloidale și al poluanților, având un rol primordial în procesul de autoepurare. [16]

Din cauza factorilor naturali (precipitații, propagare, evaporare, infiltrație) și antropici, regimul inițial de curgere al unui curs de apă se modifică, considerat permanent trece în regim de curgere nepermanent, variind în timp la nivel de debit și de suprafața liberă într-o secțiune dată. Toate aceste modificări produc unde care se deplasează de-a lungul albiei.

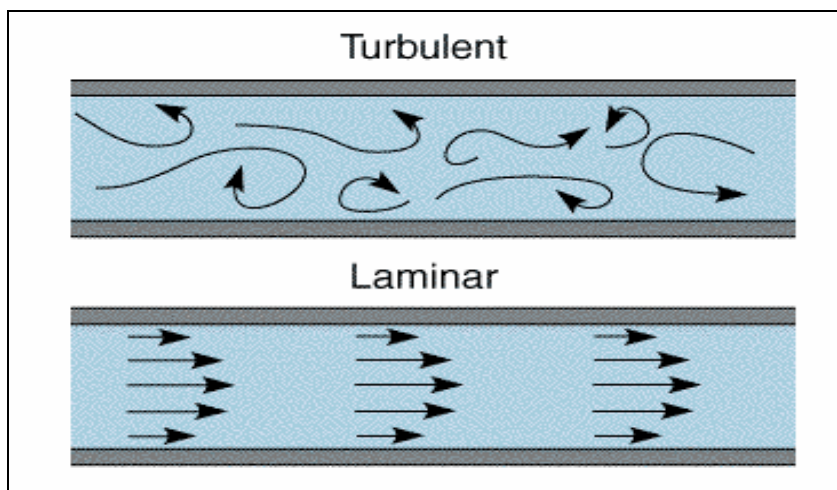


Fig.3.1. Mișcarea laminară și turbulentă a apei [16]

După **Certousov M.D**(1996) undele se clasifică astfel:

- după sensul de propagare: ► directă, evoluează spre aval
► invers, evoluează spre amonte
- după cum afectează debitul: ► unda pozitivă sau de umplere, produce creșterea debitului spre aval
► unda negativă sau de flux, producerea debitului și nivelelor spre aval.

De-a lungul albiilor râurilor există forțe bine determinate de panta cursului și de rocile care se găsesc în albie, acești curenți făcând din mișcarea apei un proces complex. Din aceasta cauză au loc modificări la curburile râurilor unde are loc o adâncire a albiei pe malul concav și o depunere de nisip pe malul convex. [14]

Acești curenți pot fi:

- curent superficial
- curent de fund

Curentul superficial, este convergent și se formează datorită vitezei mari a apei din zona centrală a cursului și împinge astfel apa și spre maluri, curenții sunt circulari.

Curburile mai mari sau mai mici de pe cursul unui râu se numesc meandre. Adâncimea cea mai mare se găsește în cadrul meandrelor de pe malul concav. Malurile concave apar datorită forței de gravitație, forței Coriolis, forței centrifuge, cea din urmă fiind și cea mai importantă calculându-se cu formula (3.3.)[56]

Calcularea forței centrifuge:

$$C = \frac{mV^2}{R}. \quad (3.3.)$$

unde:

m = masa apei;

V = viteza;

R = raza de curbura a concavității.

Curenții care nu pot învinge puterea unor curenții mai mari din cauza vitezei mai mici a curgerii apei coboară spre fundul apei, formând circulația de profunzime. Oricare ar fi punctul curentului, viteza apei este dezordonată, mereu schimbându-și direcția și intensitatea.

Curenții din cursul râului, împreună cu debitul și viteza apei au rol principal în procesul de amestec al apei, precum și în reducerea lungimii râului, dar și de creștere a pantei și a vitezei care duc la eroziunea patului și astfel au loc dezechilibre la nivelul întregului sistem de exploatare care este un mare dezavantaj.

Presupunem ca avem la un moment dat o secțiune transversală de râu, iar cantitatea de apă care trece prin această secțiune activă într-o unitate de timp reprezintă debitul.

Acesta se calculează ca fiind produsul din secțiunea de scurgere (ω)-mp și viteza apei (V)-m/s, $Q = \omega V$.

Panta longitudinală a albiei este caracteristica principală a unui râu, astfel ar fi bălți, lacuri. Datorită pantei apa are un sens de curgere și este în mișcare.

Debitul se poate măsura cu morișca hidrometrică și măsurătorile pot fi :

- măsurători complete când se măsoară toate punctele ;
- măsurători la 0,6h când se măsoară viteza la 0,6 din adâncimea fiecărei verticale;
- măsurători la suprafață, se măsoară viteza la suprafața fiecărei verticale
- măsurători integrale, viteza medie a fiecărei verticale se determină prin metoda integrării vitezelor; [16]

Debitul total se determină prin metoda analitică, prin debitele parțiale pentru suprafețele cuprinse între verticalele de viteză și însumarea lor efectuându-se următorii pași:

- se calculează viteza medie pentru fiecare verticală;
- se calculează suprafețele parțiale dintre verticalele de viteze (metoda figurilor geometrice);
- se calculează viteza medie, ca medie aritmetică pentru vitezele medii ale verticalelor vecine, pentru fiecare din suprafețele parțiale;
- determinarea debitului parțial (se înmulțește fiecare suprafață cu viteza medie);
- suma debitelor parțiale a întregii secțiuni reprezintă debitul total.

Clasificarea debitelor:

1. Debitul catastrofal **Q_{cat}** , este debitul care nu s-a înregistrat încă, dar poate surveni;
2. Debitul maxim absolut sau maximorum **$Q_{max.abs}$** . este cel mai mare debit înregistrat în perioada de observații directe;
3. Debitul extraordinar **$Q_{max.ex.}$** , cel mai mare debit care s-a înregistrat în ultimii 30 de ani;
4. Debitul de inundație maxim **$Q_{max.in.}$** , se realizează când apele depășesc cota de inundație și patrund în albia majoră;
5. Debitul maxim anual **$Q_{max.an.}$** este cel mai mare debit înregistrat într-una din cele 365 de zile ale unui an;
6. Debitul maxim normal **$Q_{max.norm.}$** , este debitul care durează 10 zile pe an, este debitul care s-a menținut 10 zile pe an sau care a fost depășit;
7. Debitul anual **$Q_{m.an.}$** , reprezintă media aritmetică a debitelor din fiecare zi a anului;
8. Debitul modul **Q_0** , este dat de media aritmetică a debitelor medii anuale de-a lungul mai multor ani consecutivi;
9. Debitul mediu **Q_m** , se poate efectua pe o anumită perioadă a anului, o lună, un anotimp.
10. Debitul de etiaj **Q_e** reprezintă debitul măsurat pe durata a 355 de zile;
11. Debitul minim anual **$Q_{min.an.}$** este cel mai mic debit care a fost înregistrat într-una dintre 365 de zile ale unui an;
12. Debitul minim minimorum **$Q_{min.min}$** este cel mai mic debit înregistrat până la data respectivă;
13. Debitul specific reprezintă cantitatea de apă scurs de pe versanți care poate să fie raportat la suprafața bazinului hidrografic de pe care se colectează. [56]

- pentru a se calcula constanta debitului unui râu sau coeficientul de torențialitate se face raportul dintre debitul maxim și debitul minim, care au fost înregistrate.

Pe parcursul anului râurile suferă variații majore în ceea ce privește debitul, aceste variații având efecte nefavorabile asupra economiei, asupra ecosistemelor acvatice și asupra altor ramuri care depind de apă.

Primăvara, datorită topirii zăpezii și a precipitațiilor, cotele apelor cresc, crește și viteza acestora și au loc inundații.

Vara, apele au un debit mic și nu se pot realiza toate necesitățile, alimentarea populației cu apă, irigații, apa necesară în industrii, navigație etc. Toate aceste neuniformități de debite se pot controla prin compensări cu apă.

Compensările se realizează cu ajutorul lacurilor de acumulare, care în perioadele secetose alimentează râurile cu apă.[35]

Pe cursul Râului Bega, necesarul de apă în cazul în care este nevoie este alimentat de canalul Timiș-Bega de la Coștei și Canalul de la Topolvățul mare, prin aceste canale, Timișul mărește debitul Begăi când este nevoie, Lacul Surduc, în caz de necesitate extremă.

Se mai realizează lacuri și pe cursul râurilor, prin bararea acestora în punctele în care valea prezintă cea mai mică lățime.

Profilul transversal al albiei râului Fig.3.2. este foarte important și are rol în capacitatea de curgere a apei, a vitezei apei, direcția curenților transversali și longitudinali.

Profilul transversal este limitat de două componente :

- la partea inferioară de fund;
- lateral de maluri

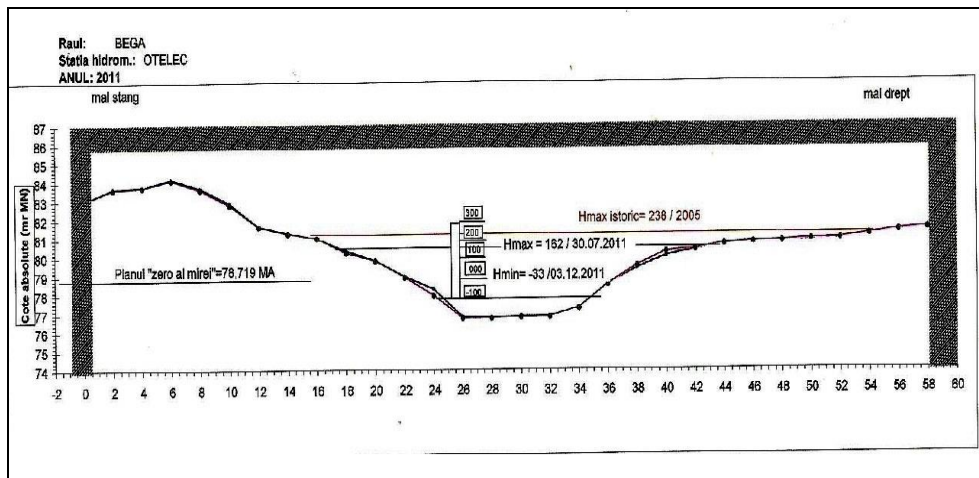


Fig. 3.2. Profil transversal în secțiunea Otelec-râul Bega

La un profil transversal se disting:

- suprafața secțiunii transversale a albiei până la nivelul maxim;
- suprafața secțiunii transversale a apei la un moment dat.

Profilul longitudinal al râului depinde de caracteristicile reliefului, natura și structura geologică, climă, forma văii și debitul.

În zona de munte profilul longitudinal este accentuat, curgerea este rapidă și turbulentă cu pantă mare, prezintă cascade, repezișuri, sunt foarte rari meandrele față de cele de la câmpie.

Cursul râurilor din zona de câmpie au un profil longitudinal mai simplu, cu pantă redusă astfel formându-se meandrele. Panta râurilor poate să fie panta albiei și panta oglinzii apei.

Panta unui râu reprezintă raportul diferenței de nivel dintre izvoare și vărsare și lungimea râului. Cu cât diferența dintre cele două este mai mare cu atât panta este mai accentuată. Valoarea pantei se exprimă în grade.[58]

3.2. Compoziția fizico-chimică a apei

Cunoașterea caracteristicilor fizico-chimice ale apei are rol esențial în cunoașterea proceselor care se desfășoară în mediul acvatic, care influențează dezvoltarea și funcționalitatea biocenozelor acvatice precum și posibilitatea de a folosi resursele de apă în diferite folosințe:

- parametrii de bază: temperatura, pH, conductivitate și regimul oxigenului;
- parametrii care indică o poluare permanentă: cadmiu, mercur, uleiuri minerali, compuși organo-halogenai.
- parametrii care arată poluare: detergenți anionici, carbon organic total, consum biochimic de oxigen, metale grele.

Valorile acestor parametrii încadrează apa în clase de calitate conform ORDIN nr. 161 din 16 februarie 2006 pentru aprobarea Normativului privind clasificarea calității apelor de suprafață în vederea stabilirii stării ecologice a corpurilor de apă.

pH-ul apei are un rol foarte important în procesele care se desfășoară în mediul acvatic. De obicei pH-ul în apele curgătoare de suprafață are valori cuprinse între 3,4 și 6,95 pentru mediul acid, 6,95-7,3 pentru mediul neutru și peste 7,3 sunt ape cu pH bazic.

Există variații ale pH-ului noaptea și ziua, noaptea datorită respirației organismelor și eliminarea în apă a bioxidului de carbon are loc scăderea pH-ului, iar ziua are loc creșterea acestuia datorită procesului de fotosinteză.

Vara în locurile unde sunt înfloriri, pH-ul este mare și scade spre fundul cursului de apă.

Organismele acvatice la un pH acid sau bazic nu se găsesc în cantități foarte mari, ele preferă pH-ul neutru spre ușor alcalin.

Duritatea apei este dată în principal de prezența în apă a ionilor de calciu și magneziu, plus a cationilor metalici cu excepția metalelor alcaline și a ionului de hidrogen, acestea fiind în cantități ne semnificative și nu influențează duritatea apei.

Duritatea apei poate fi:

- temporară, este dată de prezența în apă a bicarbonaților de calciu și magneziu;
- duritatea permanentă este dată de prezența celorlalte săruri de calciu și magneziu (azotați, fosfați, sulfați, cloruri);[6]
- duritatea totală este dată de suma durității temporare și permanente.

Duritatea apei:

- între 0-5° dGH este o apă foarte moale;
- între 5-10° dGH este o apă moale;
- între 10 -20° dGH este o apă semidură;
- între 20-30° dGH este o apă dură;
- peste 30° dGH este o apă foarte dură.

Duritatea apei depinde de natura substratului, dacă substratul este de granit, bazalt apa este moale, iar dacă substratul este calcaros apa este dură. Duritatea unui bazin variază, astfel vara crește duritatea datorită evaporării apei, iar primăvara scade din cauza ploilor și topirii zăpezilor.

Regimul oxigenului cuprinde concentrația de oxigen saturat și grupa substanțelor care se biodegradează prin reacții biochimice cu consum de oxigen.

Oxigenul dizolvat este cel mai important parametru în ecosistemele acvatice, supraviețuirea organismelor este limitată de lipsa acestuia, dar este și cel mai important parametru pentru calitate.

Cantitatea oxigenului exprimă și gradul de oxidare a reziduurilor și efectul acestei oxidări asupra ecosistemelor acvatice, capacitatea ecosistemelor acvatice de a se echilibra prin procesul de autocurățare. [3]

Oxigenul dizolvat din apă provine din schimbul gazelor dintre apă și atmosferă (exogen), din urma procesului de fotosinteză a algelor (endogen).

Mișcarea apei, temperatura influențează gradul de oxigenare al apei, prin mișcarea turbulentă are loc schimbul de gaze dintre apă și atmosferă, acesta este antrenat la adâncimi mai mari, temperatura scăzută contribuie la creșterea cantității de oxigen, iar temperatura mare a apei face ca oxigenul să fie în cantități mai mici.

Cantitatea de oxigen consumată de organismele acvatice sau în diferite procese este înlocuită de altă cantitate din atmosfera sau din fotosinteză. Consumul biochimic de oxigen apare în urma mineralizării biologice a unor substanțe organice.

În apele în care cantitatea de oxigen este mare, oxidarea se realizează în două faze, faza carbonului și faza de nitrificare.

Faza de carbon se petrece în 20 de zile, începe imediat și se termină la temperatura de 20 °C, sunt oxidați compușii de carbon și se obține bioxid de carbon și prin oxidarea compușilor cu azot se obține amoniacul.

Faza de nitrificare începe după 10-11 zile și se consumă pe parcursul a 70-100 de zile, timp în care nămolul care conține compuși ai azotului și nămolul se descompune. Faza de nitrificare se realizează datorită bacteriilor nitrificatoare prin transformarea amoniacului în nitriți și nitrați.

În prima fază are loc formarea azoților, iar prin continuarea oxidării nitrații. Descompunerea azoților și azotaților se numește denitrificare, iar oxigenul obținut din aceste procese are rol important în ciclul de viață al bacteriilor anaerobe, care au rol esențial în fermentarea nămolurilor din stațiile de epurare.

Nămolurile din stațiile de epurare au un rol negativ dacă sunt evacuate în emisar, deoarece cantitatea de oxigen necesară pentru nitrificare ar depăși cantitatea de saturație naturală în oxigen a apelor.

Varianta cea mai bună este ca fermentarea nămolurilor să se facă în stațiile de epurare prin procesele anaerobe decât prin procesele aerobe din emisar. Consumul biochimic de oxigen este influențat și de activitatea biologică care are loc în ecosistemele acvatice, dar și unor factori fizici și chimici. [37, 66].

Consumul chimic de oxigen (CCO)

Se cunosc două tipuri de indicatori:

- CCO_{Mn} reprezintă consumul chimic de oxigen prin oxidare cu $KMnO_4$ în mediu de H_2SO_4 . Acest indicator se corelează cel mai bine cu CBO_5 , cu observația că sunt oxidate în plus și cca 30-35% din substanțele organice nebiodegradabile.

- CCO_{Cr} reprezintă consumul chimic de oxigen prin oxidare cu $K_2Cr_2O_7$ în mediu acid.

Acest indicator determină în general 60-70% din substanțele organice, inclusiv cele nebiodegradabile. Prin aceste metode, prezentate anterior nu se pot determina substanțele organice volatile. [3]

Carbonul organic total (COT)

Reprezintă cantitatea de carbon legat în materii organice și corespunde cantității de dioxid de carbon obținut prin oxidarea totală a acestei materii organice. Se utilizează pentru determinarea unor compuși organici aromatici, a căror randament de oxidare nu depășește 60% cu metodele prezentate anterior. Pentru determinarea acestora se utilizează oxidarea catalitică la temperaturi ridicate (800-1100 °C) [66].

Sărurile minerale

Cea mai relevantă importanță a mineralelor este pentru utilizarea apei în diferite folosințe ca alimentări cu apă potabilă, pentru industrie și irigații Tab.3.1..

Tab.3.1. Ionii și cationii care se găsesc în mod natural în apă [66]

Principalii ioni din apele naturale CATIONI		ANIONI	
Denumire	Formula	Denumire	Formula
Hidrogen	H ⁺	Hidroxid	OH ⁻
Sodiu	Na ⁺	Bicarbonat	HCO ₃ ⁻
Potasiu	K ⁺	Clorură	Cl ⁻
Amoniu	NH ₄ ⁺	Hidrosulfit	HS ⁻
Calciu	Ca ²⁺	Nitrit	NO ₂ ⁻
Magneziu	Mg ⁺	Nitrat	NO ₃ ⁻
Fier bivalent	Fe ²⁺	Fluorură	F ⁻
Fier trivalent	Fe ³⁺	Sulfat	SO ₄ ²⁻
Bariu	Ba ²⁺	Silicat	SiO ₃ ²⁻
Aluminiu	Al ³⁺	Ortofosfat	PO ₄ ³⁻

Calciul și magneziul sunt cei mai importanți cationi în apă, iar următorii sunt sodiul și potasiul.

Cei mai importanți cationi sunt Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺, K⁺ și anioni HCO₃⁻, SO₄²⁻,

Cl⁻ ceilalți găsindu-se în cantități nesemnificative. Clorurile se pot găsi în cantități foarte mari, fie provenind din sol, fie din cauza poluării.

În funcție de conținutul în săruri minerale apele se împart în: ("Sistemul Venetian", 1958):

- 1) ape dulci sau limnetice (ahaline)
- 2) ape salmastre (mixohaline)
 - oligohaline
 - mezohaline
 - polihaline

3) ape marine (euhaline)

4) ape suprasărate (hiperhaline)

Speciile stenohaline sunt adaptate la salinitate constantă pe parcursul întregului lor ciclu ontogenetic, fie la salinități mici și constante (stenohalinii de apă dulce), fie la

salinități mari și constante (stenohalinii de apă sarată). Creșterea sau scăderea salinității duc la moartea lor prin șocuri osmotice.

Organismele eurihaline pot trăi în medii acvatice, în care salinitatea variază în limite foarte mari, în toate fazele ciclului ontogenetic. Speciile de apă dulce care ajung din întâmplare în ape salmastre sau sărate și au capacitatea de a supraviețui sunt organisme haloxene. Organismele iubitoare de apă sarată sunt halofile. [12]

Substanțele biogene sau nutriții

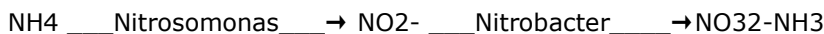
Aceste substanțe cuprind elemente chimice cu caracter limitativ care contribuie la dezvoltarea organismelor acvatice.

Azotul și combinațiile azotului sunt prezente în apă atât sub formă anorganică: azot molecular sub forma de gaz, azotați, azotiți, săruri de amoniu, cât și în forma organică: uree, sub forma coloidală sau molecule de aminoacizi, polipeptide care rezultă din activitatea metabolică a microorganismelor acvatice sau din putrefacția acestora.

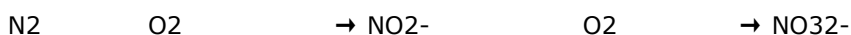
Acesta are rol esențial în susținerea vieții. Amoniacul, nitriții și nitrații constituie etape importante ale prezenței azotului în ciclul său biogeochimic din natură și implicit din apă.

Azotiții și azotați

Azotiții (NO_2^-) și azotații (NO_3^-) constituie o etapă importantă în metabolismul compușilor azotului, ei intervenind în ciclul biogeochimic al azotului ca fază intermediară între procesul de nitrificare al sărurilor de amoniu (NH_4^+) și/sau a amoniacului (NH_3) și nitrați. Prezența lor se datorește fie oxidării bacteriene a amoniacului, fie reducerii nitraților.



Azotiți și azotați pot rezulta și din reacții chimice simple, fotochimice prin oxidarea azotului la NO_2^- sau NO_3^- :



Amoniacul constituie o fază intermediară în ciclul biogeochimic al azotului.

Azotul amoniacal decelat în cursurile de apă poate proveni dintr-un mare număr de surse:

- din ploaie și zapadă, care pot conține urme de amoniac ce variază între 0,1 - 2,0 mg/l;
- în apele de profunzime, curate din punct de vedere biologic și organic, amoniacul poate apărea prin reducerea nitriților de către bacteriile autotrofe sau de către ioni feroși conținuți; [66]

- în apele de suprafață apar cantități mari de azot amoniacal în urma evacuării apelor reziduale din diferite industrii. Sărurile de amoniu nu sunt toxice pentru pești, toxicitatea crește proporțional cu pH-ul, cu creșterea pH-ului.

Toxicitatea amoniacului mai depinde și de cantitatea de bioxid de carbon liber din apă, creșterea bioxidului de carbon determină scăderea toxicității amoniacului.

Sărurile de amoniu se obțin din hidratarea amoniacului care rezultă din hidroliza ureei, din descompunerea anaerobă sub acțiunea bacteriilor de putrefacție a materiilor organice moarte din apă. [37]

Fosforul

Este o substanță biogenă găsindu-se în natură sub formă organică și anorganică. În apele naturale fosforul se găsește în cantități mai mici decât în cele fecaloide menajere.

Dacă apele străbat terenuri bogate în humus în care fosfatul este legat în compuși organici, acestea se îmbogățesc în fosfați. [37]

De asemenea, o pondere importantă revine poluării difuze din agricultură datorată administrării de îngrășăminte pe bază de azot și fosfor. Fosfatul monocalcic poate proveni în apă mai ales prin mineralizarea resturilor vegetale sau animale. Fosfatul monocalcic este solubil în apă și reprezintă o formă de fosfor asimilabil.

Fosforul este element esențial pentru viața tuturor organismelor, intervenind în procesele energetice care au loc în celule, fiind legatura structurală în materialele genetice (ADN și ARN) și este element component în fosfolipidele din membranele peretilor celulari, ca și în structura oaselor, dinților și a altor învelișuri calcaroase ale animalelor (mai ales sub forma de fosfat de calciu). [3]

Unul din principalii factori limitativi ai producției și productivității ecosistemelor în bazinele acvatice continentale este fosforul și se prezintă atât sub forma minerală (CaPO_4), cât și sub formă organică (de particule sau fosfor organic dizolvat).

Concentrații mai mari de 0,5 mg/l P exprimat în PO_4^{3-} în apele de suprafață determină eutrofizarea progresivă a lacurilor, prin favorizarea dezvoltării algelor. Conținuturi mai mari de fosfați în apele subterane sau de suprafață pot să constituie un indiciu asupra poluării de origine animală, mai ales dacă se corelează cu dezvoltarea faunei microbiene.

Fosforul sub formă de combinații, poate fi prezent în apele de suprafață, fie dizolvat, fie în suspensii sau sedimente [66]

Circuitul fosforului în natura Fig. 3.3.

Nivelul de troficitate al apelor (fertilitatea) se apreciază după cantitatea de compuși cu azot și fosfor, precum și după raportul N/P în apă și în corpul organismelor.

Acest raport se menține în ecosistemele acvatice naturale între limite constante, specifice pentru diverse tipuri de ecosisteme.

În organismele acvatice, în mod normal valoarea raportului N/P este de 7/1 (ca greutate azot și fosfor sau de 16/1 ca și elemente azot sau fosfor), epuizarea fosforului în multe ecosisteme acvatice cu apă dulce însumează valori ridicate de azotați, uneori mai mari de 100 $\mu\text{g/l}$.

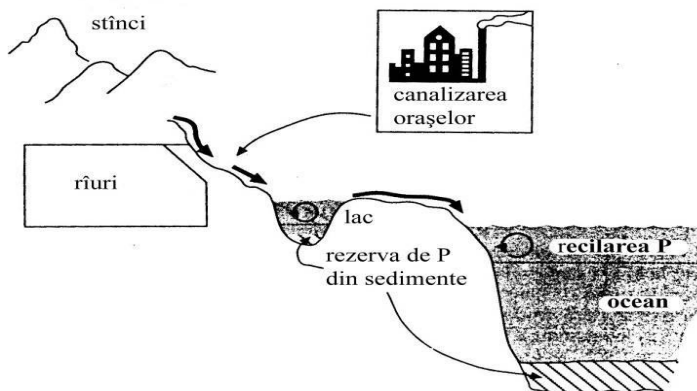


Fig. 3.3. Circuitul fosforului in natura[3]

În general, dacă raportul N/P din apă este mai mare de 10, ca greutate se consideră că fosforul este factor limitativ pentru creșterea producătorilor primari, iar dacă N/P este mai mic decât 10, azotul este factor limitativ.

Modificarea acestui raport constituie un indice de alterare, de modificare a circuitului general al celor două elemente. Aceste modificări determinate de creșteri ale cantității de compuși cu N și P, cunoscute sub denumirea de eutrofizarea apelor au drept cauze de natură antropică deversări de ape uzate, spălarea îngrășămintelor de pe terenurile agricole, eroziunea solurilor în urma defrișărilor etc. [9]

Eutrofizarea este una dintre cele mai importante probleme în ceea ce privește resursele de apă și care a fost rezolvată de ec hidrologie.

Cele mai afectate resurse de apă sunt acumulările, deoarece în interiorul acestora se înmagazinează nutrienții. Cauzele reale ale eutrofizării sunt sursele punctiforme și sursele difuze.

Eutrofizarea se produce mai rar în râuri decât în lacuri. Avantajul râurilor este curgerea care diluează și amestecă poluantul.

Prin dezvoltarea în exces a algelor care produc eutrofizarea are loc și consumul de oxigen, rezultatul fiind moartea peștilor și organismelor cu afinitate la oxigen. Unele alge produc toxine cu efect devastator asupra faunei acvatice[25]

Metalele grele

Sărurile metalelor grele (Mn, Co, Cr, As, Cd, Pb, Fe, Sn, Au, Ag, Cu, Hg) au un grad de toxicitate mare, iar poluarea produsă de acestea este una foarte serioasă pentru apele de suprafață.

Prezența acestora în apă duc la dezechilibre, duc la încetinirea procesului de autoepurare. Prezența metalelor grele în instalațiile biologice de epurare pot reduce capacitatea acestora prin distrugerea microorganismelor din corpul acestora, iar prezența metalelor grele în nămolul rezultat au efecte negative asupra fermentării mecanice a acestora.

În râurile în care au loc depășiri ale limitelor în ceea ce privește metalele grele, efectele se reflectă în numărul de specii, este mult mai mic, rezistența lor la metale grele scade.

Sensibilitatea organismelor pentru ionul Pb scade la următoarele grupe de organisme: pești, moluște, malacostracee, oligochaete, hirudinee, larve de trichoptere.

Un rol important și benefic în scăderea concentrațiilor de metale grele îl au plantele acvatice cu rolul de a acumula metalele grele din apă, rol în detoxicarea apei, rol primordial în autoepurare[37].

Metalele pot fi dizolvate și nedizolvate și active și pasive. De obicei forma activă răspunde la speciile filtrabile, iar cea pasivă la cele nefiltrabile, proporțiile dintre cele două clase ale aceleiași metal diferind de la un curs de apă la altul.

Din experimente, cele mai mari proporții de fier, cobalt, mercur sunt nefiltrabile, proporții de bariu și strontiu sunt filtrabile, iar cadmiul, cromul, manganul, nichelul, plumbul și zincul se comportă diferit de la un curs de apă la altul.

Metalele grele nefiltrabile prin poluarea difuză ajung în particulele de sol și în depozitele minerale și metale nefiltrabile, proprii mediului acvatic sunt precipitate sau adsorbite.

Compoziția chimică a materiilor în suspensie și a sedimentelor și dimensiunile particulelor are rol esențial în reținerea metalelor grele.

În ultimii ani, metalele grele și-au făcut tot mai mult loc în ecosistemele acvatice, contribuțiile principale pentru cantitatea mare a acestora în ape se datorează surselor de poluare punctiforme.

Acestea au efecte foarte grave asupra sănătății umane, astfel ca s-au impus limite foarte stricte pentru Hg, cadmiu, plumb prin standardele de calitate impuse de Uniunea Europeană prin Directiva Cadru a Apei 2000/60/EC.

Din punct de vedere ecologic, efectele metalelor grele au efecte importante asupra creșterii speciilor de organisme –Fe, Mn.

Dar sunt și metale grele care au efecte dăunătoare asupra organismelor acvatice, implicit a ecosistemelor acvatice, pot conduce la poluare terțiară prin resolubilizarea din sedimente și detritus la scăderea pH-ului și pot duce la poluări secundare prin bioconversie de către organismele acvatice[66].

Cianurile au efecte nocive asupra ecosistemelor acvatice, mai ales asupra peștilor. Intensitatea toxicității cianurilor scade odată cu creșterea pH-ului. Intensitatea toxicității cianurilor mai depinde și de oxigenul dizolvat.

Astfel lipsa oxigenului agravează anoxia și împiedică oxidarea cianurilor în tiocianați astfel afectând mecanismul de apărare al organismului.

În apele care sunt afectate de poluarea organică, oxigenul se găsește în cantități mai mici, iar gradul de toxicitate al cianurilor este mai mare. [37]

Fenolii sunt însoțiți de anumite substanțe care sunt mult mai nocive decât aceștia: acizi organici, aldehide, cetone, alcooli, piridina, chinoleina, naftalina, cianuri, rodanuri, hidrogen sulfurat, sulfuri, amoniac, saruri de amoniu.

Fenolii produc schimbări la nivelul ecosistemelor acvatice prin:

- consumarea oxigenului dizolvat din apă;
- apa primește un gust și miros caracteristic, mai ales când apa este tratată cu clor și se formează clorfenolii;
- gustul și mirosul sunt de carne de pește;
- distrugerea faunei acvatice și implicit o calitate proastă a apei.
- sensibilitatea organismelor pentru fenoli variază de la o specie la alta, flora este mai rezistentă decât fauna;
- toxicitatea fenolilor crește o dată cu creșterea temperaturii;
- fenolii combinați între ei sau cu alte substanțe chimice au o acțiune toxică cumulativă. [37]

Detergenții sunt substanțe tensioactive, fiind folosiți în gospodărie, industrie. Nu se găsesc în mod natural în chimia apei, ajung în ape prin intermediul evacuărilor de ape uzate.

Acțiunea acestora asupra apelor de suprafață se răsfrâng asupra caracterelor organoleptice, au acțiune devastatoare asupra ecosistemelor acvatice prin distrugerea florei și faunei, detergenții anionici și neionici produc axfixia peștilor, tulburări ale echilibrului, apoi la moartea acestora.

Datorită conținutului de fosfor aceștia produc și eutrofizări. Detergenții cationici au acțiune bactericidă, dar produc leziuni ale branhiilor la pești și axfixie.

Problema gradului de toxicitate a detergenților stă în modul de epurare al acestora, aceștia ar trebui epurați până în momentul în care își pierd tensioactivitatea.

Sunt detergenți care se pot biodegrada-alchilsulfonații și detergenții care nu se pot biodegrada- alchilarilsulfonații, dar cel mai probabil biodegradabilitatea detergenților variază în funcție de compoziția fiecăruia în parte. [37]

3.3. Biologia apelor curgătoare

Mediul acvatic este deosebit de vast, cu variate caractere fizico-chimice care determină diferite condiții ecologice, astfel repartizarea organismelor acvatice de origine animală și vegetală este diferențiată.

Ecosistemele acvatice reprezintă unitati structurale și funcționale, alcătuite din biotop și biocenoză care desfășoară o activitate integrată, rezultatul fiind producția-distrucția biologică.

Bentosul este alcătuit din totalitatea organismelor care trăiesc pe fundul apelor și nu sunt capabile să înoate în masa apei mult timp.

Bentosul râurilor este repartizat și structurat în funcție de curentul apei, de cantitatea de oxigen, temperatura apei, chimismul apei, lumina, adâncime etc.

Bentosul este alcătuit din zoobentos, fitobentos, bacteriobentos. Aceste organisme bentonice pot să fie stenedafice- trăiesc pe un anumit tip de sediment și euridafice-trăiesc pe diferite sedimente și substraturi. [37]

Bentosul poate fi:

-fixat sau sesil, cea mai mare parte a fitobentosului intră în această categorie, indivizii trăiesc fixați de substrat și de cele mai dese ori în colonii. Animalele bentonice care trăiesc fără a fi mobile, se fixează cu ajutorul ventuzelor, cârligelor și se hrănesc din plancton.

-bentos sedentar, organismele din această categorie stau mai mult nemișcate pe substrat, au corpul aplatizat (moluște, bivalve, crustacei, pești);

-bentos săpător- fac parte oligochete, polichete, crustacei, bivalve, pești, larve de ephemeroptere etc.

-bentosul forant-sunt sfredelite rocile de către organismele animale, dar și de unele alge.

-bentos erant sau vagil, multe animale se deplasează pe substrat cu ajutorul picioarelor, cili, pseudopode.

Organismele din bentos sunt bioindicatori ai calității apelor având următoarele avantaje:

-larg răspândite și abundente, se colectează cu ușurință și se determină relativ ușor
-sunt expuse pentru mai mult timp substanțelor poluatoare datorită ciclului lor mai lung de viață

-organismele bentonice au contact direct cu sedimentul râului și astfel și cu poluanții care se acumulează în substrat, mai mult decât în masa apei.

Flora din mediul acvatic reprezintă sursa de oxigen, elementul chimic cel mai important din mediul acvatic cu ajutorul căruia fauna supraviețuiește și contribuie la autoechilibrarea, autoepurarea resurselor de apă și, iată cum toate elementele depind unele de altele, nu există independență între elementele hidrologice, fizico-chimice și biologice. [55]

Algele sunt componente obligatorii ale ecosistemelor acvatice cu aport mare în procesul de autoepurare, dar și în procesul de autopoluare prin „înflorirea apei”.

Algele participă la circuitul substanțelor în mediul acvatic, iar substanțele care se formează în mediul algelor sunt eliberate în mediul acvatic.

Dintre aceste substanțe cele mai importante sunt aminoacizii, hidrații de carbon, acizii organici și alcolii acestea echilibrând dinamica dintre compoziția chimică a mediilor interne și externe din algocenozele naturale.

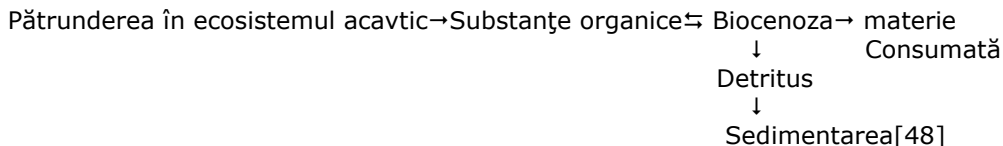
Substanțele organice se găsesc în cantități mici în timpul verii, iar acestea sunt implicate în aprovizionarea bacteriilor heterotrofe, legătura dintre bacterii și alge fiind următoarea:

Metaboliți externi ai

Algele ⇔ algelor și bacteriilor ⇔ Bacterii însoțitoare

Algele elimină în mediul exterior substanțe organice și absorb minerale și CO₂. Bacteriile prelucrează materia organică până în stadiul în care alte organisme pot să o filtreze.

Circuitul materiei organice în mediul acvatic este următorul:



Algele bentonice sunt menționate în anexa V a Directivei Cadru alături de alte elemente biologice ca fiind utilizate pentru clasificarea stării ecologice a râurilor și lacurilor.

Algele bentonice populează sedimente fine, pietre, mal sau orice fel de obiecte care sunt în apă.

Algele bentonice au rolul de a stabiliza depozitele de sedimente și creează habitate pentru alte organisme. Algele bentonice populând substratul, ele sunt afectate direct de acțiunea poluanților prin procesul de sedimentare, de regimul hidrologic, de tipul substratului, de lumina, de chimia apei, temperatura etc.

Algele bentonice răspund la sursele de poluare, iar răspândirea acestora într-o anumită zonă este dată de hidrologia și chimia apei în acea zonă, de aceea ele sunt folosite pentru caracterizarea stării ecologice și/sau a potențialului ecologic.

Comunitățile de alge bentonice sunt alcătuite din diatomee, cianoficee și cloroficee, dar ultimele doar se întâlnesc mai mult în fitoplancton.

Acestea reprezintă componente de bază în multe rețele trofice din ecosistemele acvatice, de exemplu unele alge constituie substratul trofic pentru unele nevertebrate și pești. [55]

Natura substratului are o însemnătate foarte importantă pentru diatomee bentale și în repartiția speciilor din aceasta comunitate.

Algele bentonice pot fi :

- epipsamice care se dezvoltă pe suprafața nisipului;
- epipelice-se dezvoltă pe suprafața malului;
- epilitice-se dezvoltă pe suprafața pietrelor;
- epifite-se dezvoltă pe plante
- epizoice-se dezvoltă în interiorul unor animale.

Utilizarea algelor bentonice prezintă următoarele avantaje:

- au cicluri scurte de viață și rate rapide de reproducere și sunt indicatori pe termen scurt ai impactelor;
- fiind producători primari sunt direct afectați de factorii chimici și fizici;
- algele bentonice sunt afectate direct de prezența unor poluanți care nu afectează direct alte comunități sau doar la concentrații foarte mari (ierbicidele).

Macronevertebratele au o importanță deosebită în procesul de curățire al apei. Singurul rol negativ al acestora este consumul de oxigen din apă, însă nu consumă atât de mult încât să afecteze economia generală a râului. Zoobentosul este una din cele mai importante verigi cu rol în procesele care se desfășoară în mediul acvatic și care asigură productivitatea acestora.

Au rol esențial în ciclurile biogeochimice, mai ales în circuitul nutrienților care stau la baza troficității acvatice. Macronevertebratele au capacitatea de a filtra apa, rețin metale grele, detergenți, pesticide și alți poluanți și contribuie la limpezirea ei și la modificarea compoziției chimice a apei.

Pentru aprecierea calității apei nu este necesară doar cunoașterea taxonomică, ci și abundența lor. Populația zoobentosului în bazinele acvatice este influențată de factori biotici și abiotici, viteza apei, natura substratului etc.

Adaptările macronevertebratelor la diferite condiții de mediu sunt variate:

- macronevertebratele din zona de munte prezintă numeroase adaptări prin care ele se fixează de substrat pentru a face față mișcării turbulente a apei și vitezei mari.

Aceste modificări se găsesc în special la speciile litoreofile, corpul este turtit dorso-ventral, iar larva efemeropterului *Ecdyonurus* prezintă corp turtit, capul este protejat de un scut larg și puternic și picioarele articulate într-un plan orizontal face ca și contactul cu substratul să fie cât mai mare.

La unele insecte, hirudinee sunt prezente ventuze cu care se fixează de substrat. La *Simulium* organele care ajută la fixarea, agățarea de substrat sunt cârligele, țepii, perii, ventuzele, pedunculul, bissusul.

Gasteropodele au cochilia aplatizată-*Ancylus fluviatilis*, dar cel mai des fixarea se face cu ajutorul talpei piciorului late *Viviparus viviparus*, *Viviparus acerosus*. Se întâlnesc și dispozitive puțin ieșite din tipar întâlnite la *Rhyacophila*, are corpul turtit, picioarele prezintă numeroase cârlige și secretă fire subțiri care formează o plasă subțire pentru a le fixa pe substrat și care își învelesc corpul, acest lucru întâmplându-se încă din stadiile tinere casute. [36]

Organismele pelofile care intra în compoziția endofaunei are ca principală adaptare mediul cu puțin oxigen. Multe oligochete au branhiile situate în treimea posterioară a corpului. *Anodonta*, *Unio* sunt înfundate în mal, dar partea superioară pe care sunt localizate sifoanele este la suprafață, într-un strat mai oxigenat pentru a se hrăni.

Zoobentosul reprezintă și sursa de hrană pentru pești, unele specii au valoare nutritivă deosebită pentru fauna piscicolă. Cea mai consumată bază trofică

sunt organismele animale care se găsesc în bencenozele litoreofile din zona de munte curgătoare și pelofile din zonele de ses.

Cele mai preferate grupe taxonomice sunt: insectele, crustaceii, oligochetele, moluștele, gasteropode, lamelibranhiate. Trichopterele nu pot oferi o masă productivă datorită căsuței.

Larvele de efemeroptere și de plecoptere sunt biomasa productivă, foarte consumate de fauna piscicolă. [37]

Planctonul

Caracteristicile hidrologice ale râurilor (turbulența, panta, adâncimea), caracteristicile chimice, influențează întreaga viață din apele curgătoare.

Planctonul din râuri-potamoplancton, este format atât din elemente autohtone, cât și alohtone și este slab reprezentat în râuri datorită curgerii apei. Elementele alohtone, ajunse în apele curgătoare din apele stătătoare, suferă modificări sau dacă nu se pot adapta la noile condiții mor repede. De obicei la o viteză mai mare de 1 m/s acesta nu supraviețuiește. Varietatea potamoplanctonului crește de la izvoare spre vărsare, la izvoare planctonul este aproape inexistent. [4]

În perioadele în care sunt inundații, fitoplanctonul, datorită viiturii este spălat dinspre amonte spre aval și nu mai poate fi luat în considerare ca indicând starea apei deoarece speciile din aval sunt înlocuite de speciile din amonte sau confundate cu speciile de fitobentos desprinse de pe substrat și cărate de viitura [42].

În bazinele mijlocii și inferioare, se formează locuri cu apă stătătoare iar dezvoltarea planctonului este avantajată, însă în zonele unde există praguri și viteza apei este prea mare, planctonul se distruge prin acțiune mecanică.

În râuri, fitoplanctonul este format în principal de diatomee, în număr mult mai mic din cloroficee, euglenofite, cianobacterii etc. [36]

Prin analiza probelor de fitoplancton în secțiunile amonte Timișoara și Otelec de pe cursul râului Bega în lunile mai și iulie din anul 2011 avem următoarele specii de diatomee:

-specii prezente doar în secțiunea Otelec : *Achnanthes microcephala*, *Actinocyclus normanii*, *Amphora pediculus*, *Asterionella formosa*, *Bacillaria paxillifer*, *Caloneis bacillum*, *Cocconeis pediculus*, *Cocconeis placentula* var. *euglypta*, *Cyclotella comta*, *Cymbella affinis*, *Cymbella cistula*, *Cymbella helvetica*, *Cymbella prostrata*, *Diploneis elliptica*, *Gomphonema intricatum*, *Gomphonema olivaceum*, *Gomphoena parvulum*, *Gomphonema truncatum*, *Hantzschia amphioxys*, *Navicula capitata*, *Navicula capitatoradiata*, *Navicula cryptocephala*, *Navicula goppertiana*, *Navicula gracillis*, *Navicula viridula*, *Nitzschia acicularis*, *Nitzschia apiculata*, *Nitzschia fruticosa*, *Nitzschia intermedia*, *Nitzschia levidensis*, *Nitzschia linearis*, *Nitzschia microcephala*, *Nitzschia palea* var. *Debillis*, *Nitzschia recta*, *Nitzschia sinuata*, *Nitzschia stagnorum*, *Pinnularia brebisonii*, *Surirella ovata*, *Stauroneis smithii*, *Stephanodiscus astrea*, *Stephanodiscus hantzschii*, *Synedra acus* var. *angustissima*, *Synedra puchella*, *Synedra vaucheriae*.

-specii determinate doar în secțiunea amonte Timișoara: *Achnanthes affinis*, *Achnanthes hungarica*, *Amphora ovalis*, *Cocconeis pediculus*, *Didymospahenia geminata*, *Diatoma ehrenbergii*, *Diatoma mesodon*, *Ephitemia zebra*, *Eunotia exigua*, *Melosira granulata* var. *angustissima*, *Melosira varians*, *Navicula trivialis*, *Surirella ovata* var. *apiculata*, *Synedra acus*, *Synedra parasitica*, *Synedra rumpens*.

În secțiunea amonte Timișoara, viteza apei este mai mare decât în secțiunea Otlec, unde debitul este mare și viteza apei este mică și acest lucru se evidențiază asupra populației de fitoplancton care este limitată de viteza apei[43]

3.4. Monitoringul apelor curgătoare

Pentru o evaluare și o gospodărire eficientă și durabilă a resurselor de apă este necesar un program de supraveghere a apelor.

Pentru implementarea DC 2000/60/DC trebuie elaborat Planul de Management pentru fiecare Bazin Hidrografic. Planul de management conține printre alte obiective și implementarea programului de monitoring Fig.3.4. a resurselor de apă.

Monitoringul resurselor de apă se face pentru evaluarea stării corpurilor de apă în vederea protejării, conservării și a remedierii acestora când este cazul.

Evaluarea riscurilor și managementul resurselor de apă se face printr-un sistem integrat de monitoring (SMIR) care constă din măsurători, observații.

SMIR asigură monitorizarea, avertizarea, prognoza, intervenția și evaluarea resurselor de mediu pentru a cunoaște starea acestora și pentru a interveni cu măsuri de protecție unde este cazul. Cele mai folosite resurse de apă sunt apele de suprafață curgătoare, ele fiind folosite pentru alimentări cu apă, evacuări de ape uzate.

Pentru un monitoring eficient trebuie avută o imagine clară asupra stării ecologice și chimice în fiecare bazin hidrografic. Programul de monitoring poate să fie:

- program de monitoring de supraveghere
- program de monitoring operațional
- program de monitoring de investigare. [64]

Monitoringul de supraveghere se realizează prin monitorizarea indicatorilor fiecărui element de calitate. Monitoringul de supraveghere furnizează informații pentru:

- procedura de evaluare a impactului;
- pentru proiectarea programelor de monitoring;
- pentru evaluarea schimbărilor pe termen lung a condițiilor naturale;
- evaluarea schimbărilor produse din cauza omului.

Monitoringul de supraveghere trebuie să se facă pe un număr, cât mai mare de corpuri de apă pentru a avea o analiză globală a stării apelor de suprafață în fiecare bazin.

Pentru a alege aceste corpuri de apă trebuie să se țină cont de:

- debitul cursului de apă
- volumul de apă prezent
- corpurile de apă care traversează frontiera;
- locuri identificate conform legislației pentru schimb de informații
- puncte unde necesară estimarea încărcării cu poluanți.

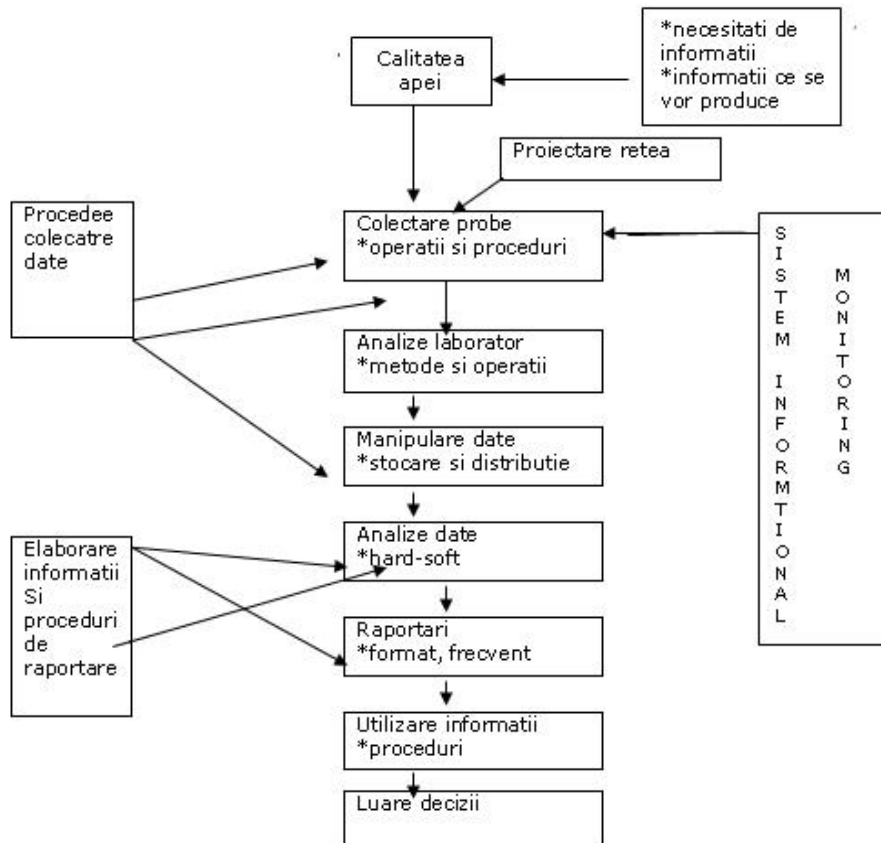


Fig.3.4. Sistemul informațional de monitoring și activitățile implicate[64]

Monitoringul de supraveghere se realizează timp de 1 an pentru:
 -parametrii care indică toți parametrii hidromorfologici, fizico-chimici și biologici.
 -lista poluanților prioritari care sunt evacuați în bazinul respectiv; [17]

Monitoringul operațional

-se realizează în momentul în care corpurile de apă nu îndeplinesc obiectivele de mediu, de protecție a mediului acvatic. Identificarea acestora se face în urma monitoringului de supraveghere și tot pentru monitorizare operațională sunt și corpurile de apă unde sunt evacuate substanțe prioritare.

Trebuie să se monitorizeze:

- elementele de biologie de calitate cele mai sensibile la presiunile la care sunt supuse din cauza prezenței substanțelor poluante;
- substanțele prioritare evacuate și alți poluanți evacuați în cantități mari;
- parametrii caracteristici hidromorfologici de calitate cei mai sensibili la presiunile respective. [64]

Monitoringul de investigare se realizează acolo unde:

- nu se cunosc depășirile parametrilor de calitate;
- pentru stabilirea cauzelor și impactului la poluările accidentale

-monitoringul operațional arată că obiectivele stabilite pentru un corp de apă nu se pot realiza.

Corpurile de apă care conțin habitate și specii cu protecție specială trebuie să fie incluse în programul de monitoring operațional în cazul în care obiectivele de mediu nu pot fi îndeplinite. [64]

Recoltarea probelor

Principalele elemente care trebuie luate în considerare în sistemul informațional de monitoring Fig., dar se poate extinde în momentul în care intervin procesele specifice pentru apele uzate sau a celor de suprafață în concordanță cu necesitatea de a obține datele și informațiile necesare.

Organizarea monitoringului pentru evacuările de ape uzate este abordată într-un mod integrat: captare-folosințe-restituire. La monitoringul pentru ape uzate se iau în considerare:

-temperatura, consum de oxigen, salinitate, substanțe toxice, complexitatea efluentului și regimul de deversare-continuu sau discontinuu. [64]

Biomonitoringul

Prin biomonitoring se înțelege monitorizarea bioacumulărilor prin măsurători ale concentrațiilor chimice din materiale biologice, monitorizarea toxicității prin răspunsurile organismelor la acestea, monitorizarea ecosistemelor prin inventarierea peștilor, densității, diversității speciilor indicatoare.

Principalul obiectiv al monitorizării răspunsului ecosistemelor la agenții poluatori este evidențierea integralității ecologice *in situ*.

Monitoringul biologic are următoarele avantaje:

-măsurarea biodisponibilității unor compuși chimici prin integrarea concentrațiilor acestora cu toxicitatea lor intrinsecă

-integrarea efectelor la un număr mare de procese individuale și interactive;

-sensibilitatea acestora este mai mare, deși răspunsul este unul integrat costurile sunt mai mic [11];

Efectele sunt:

-pe termen scurt sau lung;

-efecte locale- la scară regională;

-la nivele scăzute-nivele superioare de organizare din punct de vedere ecologic.

Monitorizarea calității apelor în Bazinul Hidrografic Bega se realizează în cadrul Administrației Bazinale de Apă Banat prin măsurători hidromorfologice, analize fizico-chimice, biologice și bacteriologice conform Manualului de Operare a Sistemului de Monitoring. [49]

În Bazinul Hidrografic Bega sunt monitorizate următoarele subsisteme:

-subsistemul râuri-flux lent-monitoring de supraveghere

-monitoring operațional

-secțiuni de referință

-secțiuni de potabilizare

-flux rapid

Cursul râului Bega Fig.3.5. se caracterizează astfel:

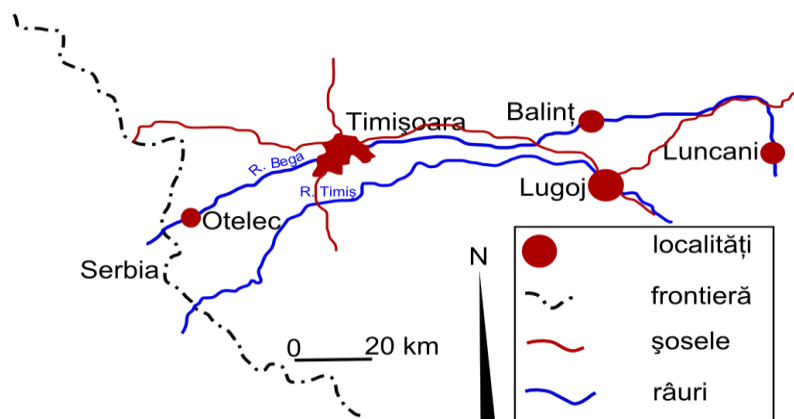


Fig. 3.5. Secțiunile monitorizate pe cursul râului Bega

Flux lent:

- secțiune referință-amonte localitate Luncanii de Jos;
- secțiuni de supraveghere în secțiunile amonte localitate Balinț și amonte Timișoara;
- secțiune de monitoring operațional amonte localitate Otelec;
- secțiune acorduri internaționale, secțiune transfrontarieră- localitate Otelec;
- secțiuni potabilizare amonte localitate Tomești și Municipiul Timișoara

Flux rapid- amonte localitate Otelec.

- subsistemul lacuri
- subsistemul ape subterane
- subsistemul ape uzate –surse de poluare reprezentative

În aval de Municipiul Timișoara –sistemul centralizat de canalizare al Municipiului Timișoara reprezintă principala sursă de poluare astfel că tronsonul aval Timișoara-amonte localitate Otelec este puternic modificat, din această monitoringul este de tip operațional.

Biomonitorizarea nu se poate realiza fără cunoașterea concentrațiilor substanțelor chimice și a caracteristicilor hidromorfologice a unui corp de apă, fiecare influențându-se reciproc. [45]

Monitorizarea răspunsului ecosistemelor la poluanți

Organismele acvatice funcționează ca monitoare continue ale calității apelor, în care se integrează și amestecul poluanților.

Cu toate acestea cauza care a determinat toxicitatea nu se poate determina decât printr-o serie de măsurători în paralel:

- factori fizici: adâncime, compoziție substrat, debit, turbiditate, temperatura etc;
- factori chimici: regimul oxigenului, regimul nutrienților, substanța regimul oxigenului, regimul nutrienților, regimul poluanților, pH.
- factori biologici: realizarea inventarului biologic (lista floristică și faunistică a speciilor acvatice) și funcționalitatea acestora, incidente biochimice și derivații morfologice.

Se disting următoarele tipuri de monitoring:

- monitoringul elementelor structurale ale ecosistemelor:

- abundență și distribuția speciilor
- compoziția speciilor
- structura trofică
- ▶ monitoringul elementelor funcționale ale ecosistemelor
- productivitatea primară
- respirație
- producție-respirație
- nitrificare
- degradare

În Olanda biomonitoringul se realizează prin aceleași stații ca și pentru monitoringul chimic, iar observațiile se referă la abundența, biovolumul și speciile de fitoplancton, abundență, biomasa și speciile de zooplancton, densitatea și speciile de macronevertebrate, inventar pești, scoici și pante. [37]

4. Autoepurarea apelor curgătoare

Autoepurarea râurilor și lacurilor este definită de **Ehrlich** (1992) ca fiind un serviciu oferit de ecosistem datorită proceselor interne. Ei sugerează de asemenea că organismele oferă servicii oamenilor pentru controlul amestecului gazos dintre atmosfera și apă, pentru funcționarea ciclurilor biochimice. [18]

Procesele care fac parte din autoepurare sunt procesele fizice și fizico-chimice ca și diluția poluanților, adsorbția poluanților din particulă și sedimentarea particulelor, procesele chimice ca hidroliza, transformările fotochimice și oxidarea chimică a poluanților, precum și procesele biologice ca adsorbția substanțelor nutritive de către organisme, filtrarea apei de către nisip și cernerea particulelor de către macrofite[53].

Corpurile de apă au capacitatea de a se "auto-regla" prin echilibrarea eroziunii, a sedimentării, a debitului și a calității apei. [50]

Capacitatea unui râu de a se autoepura este, probabil, evidentă în aval de sursa de evacuare, imediat în aval de sursa de evacuare concentrația oxigenului scade și doar câteva organisme pot supraviețui.

Pe o distanță mai mare în aval de sursa de evacuare, există o succesiune a biotei, până la o anumită distanță față de evacuare, biota respectivului corp de apă este capabilă de a se reface. [33]

4.1. Factorii care modifică starea inițială a râurilor

4.1.1. Modificările hidromorfologice

4.1.1.1. Tăierea meandrelor -prin tăierea meandrelor, care este cea mai întâlnită măsură, crește viteza apei, eroziunea este mai puternică și are loc astfel lățirea și/sau adâncirea albiei.

4.1.1.2. Îndiguirile râurilor-prin îndiguire se urmărește scăderea efectelor produse de inundații și eroziunea râurilor, însă trebuie să se facă doar în zonele unde este absolut necesar, în apropierea localităților, iar zonele inundabile trebuie păstrate pentru apele mari.

Îndiguirile au efecte negative asupra zonelor umede care sunt distruse, implicit asupra organismelor acvatice. Este afectat procesul de autoepurare, datorită vitezei mari a apei unele specii dispar și dispare și capacitatea lor de a filtra apa, procesul de sedimentare este afectat, iar eroziunea are loc la fundul albiei și erodează în adâncime cu efecte negative asupra stabilității digurilor, dar și a pânzei freatice.

Râul Bega este îndiguit Fig.4.1. pe porțiunile mari, tronsonul Timișoara-frontieră cursul râului este supus lucrărilor de ecologizare-43,974 km, lucrări care constau din dragarea fundului albiei. Ecologizarea are ca scop principal apărarea împotriva inundațiilor și alimentarea cu apă.

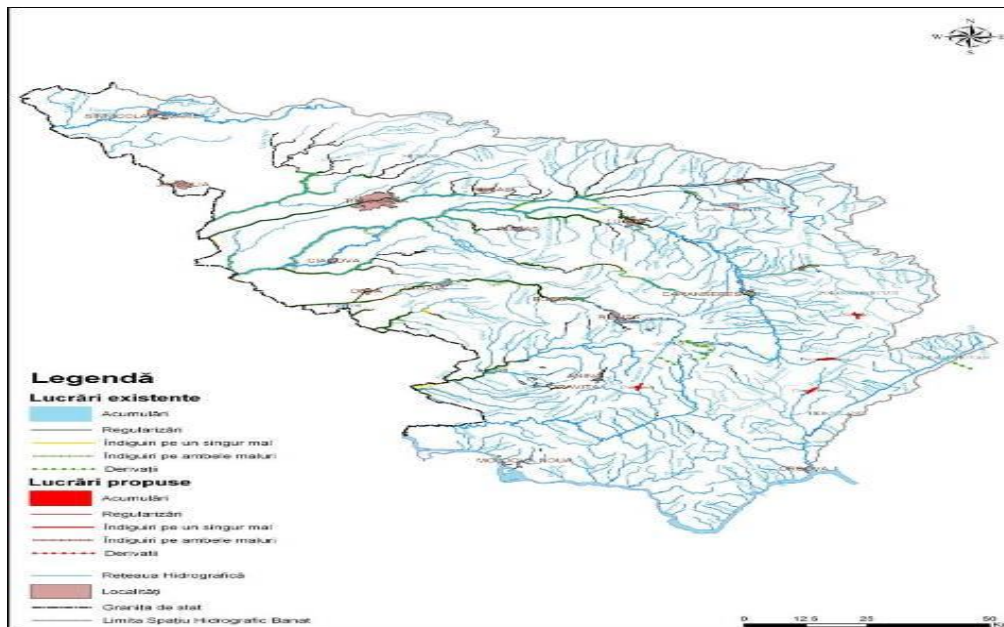


Fig. 4.1. Evidențierea lucrărilor hidrologice din Bazinul Hidrografic Bega[49]

4.1.1.3. Betonarea albiilor-aceasta este una dintre cele mai dăunătoare măsuri, se distruge peisajul prin defrișarea malurilor, vegetația de pe maluri este distrusă ceea ce înseamnă că habitatele unor specii dispar, fiind afectat și procesul de autoepurare prin persistența poluării. Din cauza acestor lucrări, curgerea uniformă a apei face din râu doar un canal.

Exista și variante mai acceptabile, în locul betonării să fie puse cuști cu pietre, blocuri de piatră. Impermeabilitatea betonării albiei duce la o sărăcire a debitului și la o proastă comunicare a râului cu apele subterane din împrejurimi, scăderea nivelului freatic, iar în perioada anului când precipitațiile sunt în cantități mari drenajul slab duce la înmlăștinirea zonelor din împrejurimi. [49]

4.1.1.4. Dragarea albiilor-cea mai comodă soluție de igeinizare a albiilor este dragarea. Prin igeinizare se înlătură obstacolele și vegetația din albie pentru a se îmbunătăți curgerea și estetica râului. Această practică este dăunătoare și dovedește neînțelegerea râului ca un ecosistem. Obstacolele din apă, pietrele, bolovanii constituie atât habitate pentru multe specii, dar și contribuie la curgerea apei, în zonele cu obstacole sunt repezișuri și contracurenți benefici în schimbul de oxigen dintre atmosferă și apă.

Exploatarea și regularizarea foarte controlată a debitelor râurilor au consecințe grave asupra sistemelor de apă, multe dintre ele necunoscute încă. Cursurile de apă nu mai funcționează în regim natural, ci după metode inginerești pentru a satisface cerințele de apă. [49]

Dezvoltările hidrotehnice au efecte negative asupra florei și faunei care intră în componența ecosistemelor acvatice. De exemplu, păsările de apă sunt

dependente pentru procurarea hranei, dar și pentru a habita în zonele cu apă, astfel în California între 1950 și 1995 păsările au scăzut de la 60 milioane la 3 milioane.

Peștii care reprezintă și sursă de hrană, dar și indicatori pentru calitatea apei, suferă din cauza barajelor care sunt construite pe cursul râurilor, împiedicându-le posibilitatea de migrare în amonte și de depunere a icrelor.

Un exemplu foarte cunoscut de amenajare hidrotehnică și efectele negative pe care le are este amenajarea barajului Assuan. Modificarile hidrotehnice au făcut ca din cele 47 de specii de pești care se găseau înaintea barării, după 10 ani de la barare să se mai găsească doar 17 specii de pești[4].

Râul Bega nu a fost ferit nici de betonarea albiilor și nici de dragare și ecologizare.

O bună parte din cursul râului se știe că este canal, dar în ultimii ani s-au mai făcut lucrări de consolidare a malurilor prin betonarea acestora pentru prevenirea inundațiilor.

Râul Bega, din punct de vedere hidromorfologic a suferit multe și diferite modificări, calitativ tronsonul aval Timisoara-frontieră fiind afecat, în această depreciere calitativă intervenind factorii hidromorfologici și chimici, nu doar evacuările de ape uzate.

4.1.2. Modificările calitative

Impurificarea apei duce la modificarea compoziției apei cum se găsește ea în mod natural în natură, efectele pot fi permanente, temporare sau accidentale.

Poluarea apelor poate fi produsă de surse punctiforme: stații de epurare cu sau fără tratare a apei, surse industriale, deversări accidentale, surse difuze-au loc spălările terenurilor agricole, din construcții, sedimente atmosferice.

Poluarea apelor este definită în diferite moduri, astfel că la Conferința de la Geneva din 1961 poluarea apelor este definită ca modificarea directă sau indirectă a compoziției sau stării apelor unei surse oarecare, ca urmare a activității omului, astfel încât apele devin inadecvate utilizărilor pe care le au în mod obișnuit, ridicând risc pentru sănătatea omului și pentru integritatea ecosistemelor acvatice".

Poluarea apelor reprezintă o problemă la nivel mondial și care progresează din cauza orașelor care nu au salitație corespunzătoare, industria chimică, agricultura cu tot mai mult uz de produși chimici și minerit cu tehnologii cu grav impact de mediu

și a procesului de autoepurare. [45]

4.1.2.1. Impurificarea naturală:

Poluarea naturală a apelor este un proces natural din care omul nu face parte. Această poluare se produce în urma interacțiunii dintre apă și atmosferă, litosferă și organismele vii din apă.

Cea mai frecventă poluare este eutrofizarea. Datorită creșterii concentrațiilor de nutrienți, algele fitoplanctonice se dezvoltă excesiv, apa primind un miros specific și culoare în funcție de algele ce produc înfloririle.

"Înflorirea apei" poate fi determinată de dezvoltarea uneia sau a mai multor specii de alge.

Rezultatele acestui proces acționează negativ asupra organismelor acvatice din cauza anoxiei și datorită toxinelor produse de alge, dar și cu efect asupra animalelor terestre prin conumul acestei ape.

Specii de alge care produc înfloriri sunt : *Anabaena circinalis*, *Aphanizomenon flos-aque*, *Gomphospaheria lacustris*, *Oscillatoria curviceps*, *Chara vulgaris*, *Cladophora insignis*, *Cosmarium portianum*, *Pediastrum tetras*, *Scenedesmus abundans*, *Asterionella gracillima*, *Cyclotella comta*, *Diatoma vulgare*, *Fragilaria construens*, *Synedra ulna*, *Tabellaria fenestrata*, *Ceratium hirundinella*, *Synura uvella*, *Volvox aureus*, *Peridinium cinctum*. [10]

Toxinele sunt:

- neurotoxine, afectează transmiterea fluxului nervos prin neuroni;
- hepatotoxine, afectează ficatul;
- toxine care afectează peștii și omul
- toxine care au o structură necunoscută și omoară peștii.

Datorită dezvoltării industriei și a populației în ultimii ani, deși doar apele stătătoare erau supuse acestui proces, iată că și în râuri se produce eutrofizarea. Eutrofizarea pe cale naturală se produce mult mai lent decât cea produsă în urma impactului antropic.

Didymosphenia geminata este o specie boreală, nord-alpina sau montană, invazivă care se fixează pe substraturile apelor curgătoare. Această algă determină înfloriri ale apelor curgătoare[68]

Procesul de eutrofizare este o problemă și pentru țările dezvoltate, iar costurile pentru rezolvarea problemelor privind acest proces sunt enorme.

Mai sunt și metode chimice: dragarea malului de pe substrat și metode biologice: eliminarea macrofitelor, introducerea unor specii alohtone pentru refacerea echilibrului ecologic. [25]

4.1.2.2. Impurificarea antropică

Dacă impurificarea naturală este un dezechilibru pe termen scurt al ecosistemelor acvatice, cea antropică poate uneori să fie ireversibilă.

Impurificarea artificială este cauzată de introducerea de ape uzate în apele de suprafață, de natura și cantitatea substanțelor poluante introduse.

Față de poluarea naturală, unde substanțele intruse în apă se găsesc în mod natural în natură, doar au loc depășiri ale unor concentrații, la poluarea artificială intervin substanțe străine cu care organismele acvatice nu au venit nicodată în contact, dar se pot adapta până la anumite limite de concentrații.

Impurificarea antropică se datorează în cea mai mare parte deversărilor de ape uzate, rezultate din activitățile umane, acestea producând deprecieri calitative ale apei și dezechilibre la nivelul ecosistemelor acvatice.

Apele uzate evacuate, cele menajere conțin cantități ridicate de cloruri provenite din urină, bacterii, hormoni, vitamine, săpunuri, dar mai ales detergenți. Aceste substanțe se regăsesc apoi în apă sub forma de particule plutitoare sau în suspensie, disperseii coloidale sau soluții adevărate. După descompunerea acestora apar compuși ca și hidrogenul sulfurat, amoniac, acizi grași, hidrocarburi aromatice.

Apele uzate industriale conțin materii organice și anorganice. Cele organice provin din industria alimentară (fabrici de zahăr, abatoare) cu evacuarea diferiților compuși în apă: cantități mari de CBO₅, amoniac, penoze, bacterii patogene, detergenți.

Materiile organice au capacitatea de a se biodegrada, dar are ca rezultat scăderea cantității de oxigen dizolvat care influențează direct organismele acvatice, implicând ecosistemele acvatice.

Cele anorganice provin din industriile siderurgică, industria metalurgică etc. Ele se găsesc în suspensie sau dizolvat în apele uzate industriale, predomină metalele grele, cloruri, sulfați. Acestea duc la o duritate mai mare și o salinitate mai mare.

Metalele grele au efecte toxice asupra organismelor acvatice și un rol negativ în procesul de autoepurare. [37]

4.1.3. Surse de impurificare antropică

4.1.3.1. Surse punctiforme (ape uzate menajere, industria și meteorice)

Sunt apele uzate din stațiile de epurare și deversate în emisar prin conducte sau canale de evacuare.

Apele uzate menajere conțin substanțe minerale și substanțe organice, ambele conținând suspensii sedimentabile, substanțe coloidale și substanțe dizolvate în cantități diferite în funcție de consumul specific de apă folosit pentru alimentare pe zi/om.

Apele meteorice au conținut mare de materii în suspensie și un consum biochimic de oxigen foarte mare, până la 80 mg/l. Acestea pot fi evacuate în ape subterane, injectate în sol și în ape de suprafață.

Apele uzate evacuate în apele de suprafață produc deprecieri calitative majore, uneori impactul fiind atât de mare încât zona cursului de apă afectată nu mai are capacitatea de a se epura natural.

Substanțele poluatoare sunt detergenții, substanțe fitofarmaceutice, hormoni, vitamine, săpunuri, etc.

Apele uzate menajere și orășenești conțin materiale organice putrescibile de origine animală sau vegetală, săruri minerale cu cantități mari de clorură de sodiu, bacterii și unele substanțe care variază în funcție de tipul industriei cum sunt fosfații din detergenți, săruri de metale grele. [37]

4.1.3.2. Surse difuze

Surse difuze de poluare majoră sunt agricultura, depunerile atmosferice, materiale de construcții, traficul auto, etc.

Acestea nu sunt evacuate direct în receptor prin conducte sau canale de evacuare ci sunt dispersate în natură, nu sunt locații fixe pentru ca acestea să fie descărcate în emisar. Poluările accidentale apar mai rar, dar efectele pot fi devastatoare.

În Franța au avut loc poluări accidentale în anii 1986-1988, și care au afectat surse de apă ce deserveau peste 500000 locuitori:

- incendiu la uzina Sandoz, apa utilizată de pompieri a antrenat în Rin produse organofosforice și organomercurice;
- prăbușirea în apele Loirei a unui camion încărcat cu detergent;
- deversarea, în urma unui accident rutier, a 20000 l benzină ușoară dintr-o cisternă.

În Berlin un poluant organo-clorurat a ajuns în canalizare și a dizolvat materialul de etanșare dintre segmentele de conducte, ducând la exfiltrări masive ale apelor uzate în sol, deci o catastrofă în lanț. [37]

4.1.4. Tipuri de impurificare

Apele de suprafață în care au loc deversări în cantități mici și nu modifică semnificativ compoziția mediului acvatic și acesta are capacitatea de a se autoepura suferă o impurificare cronică, în momentul în care impurificarea unui râu trece peste capacitatea acestuia de a se autoepura, impurificarea este una acută.

În ultimul exemplu, rezultatul este unul negativ major, are loc moartea peștilor, distrugerea habitatului și a ecosistemelor acvatice.

4.1.4.1. Impurificarea fizică

Temperatura – unele ape pot suferi modificări semnificative datorită evacuării în emisar a unor ape uzate cu temperaturi ridicate utilizate în diferite industrii;

Suspensiile – reprezintă o impurificare frecventă, provin din evacuarea apelor uzate în emisar care conțin materii organice, anorganice și solide în suspensie, dar și din reacții chimice și biochimice.

Sedimentarea suspensiilor are un rol foarte important în procesul de autoepurare, astfel ele se depun în funcție de densitate, mărime și unele caracteristici ale cursului de apă.

Sedimentarea suspensiilor influențează procesul de fotosinteză al plantelor clorofiliene din apă, are efecte negative asupra peștilor și a restului de animale acvatice.

Sedimentarea are și un rol negativ asupra organismelor acvatice, modifică habitatul speciilor bentonice, unele fiind eliminate, depunerile fine de mâl afectează locurile de unde peștii își depun pontă.

Suspensiile în apă produc o turbiditate a acesteia care de obicei indică o apă poluată, dar există și ape în care turbiditatea nu este rezultatul unei impurificări, iar organismele din această zonă sunt adaptate.

Culoarea apei – compuși organici și compuși ai fierului, cromului colorează apa și împiedică unele radiații să pătrundă în apă influențând regimul normal de funcționare al bazinului având consecințe negative asupra florei și faunei acvatice implicit asupra calității apei.

Radioactivitatea – provine din deșeurile din industria nucleară sau din rocile radioactive. Poluarea radioactivă se realizează din depuneri radioactive în apă prin intermediul ploii, din uzinele atomice și deșeurile atomice.

Cei mai importanți radionuclizi sunt cei cu viață lungă care prezintă riscuri pentru sănătatea umană și a animalelor, afectează fotosinteza și scade densitatea algei din apă, scăderea capacității de reproducere a peștilor[37].

4.1.4.2. Impurificarea chimică

Poluarea chimică se datorează deversărilor de ape uzate în emisar. Substanțele poluatoare sunt nitriții, nitrații, fosfații, detergenții, grăsimi, coloranți, metalele grele etc.

Poluanții care modifică caracteristicile chimice ale apelor sunt:

- compuși toxici anorganici, plumb, mercur, zinc, cianuri, amoniac, hidrogen sulfurat; amoniac, clor liber și cloramine.
- compuși toxici organici greu degradabili, detergenți, pesticide, ierbicide;
- săruri fertilizatoare, azot, fosfor;
- săruri organice, săruri din exploatarea miniere;

Unele săruri ale metalelor grele odată ajunse în apă pot precipita în funcție de duritatea acesteia, apa putând să le scadă concentrația prin diluție pe parcursul cursului de apă.

Au efecte negative asupra organismelor acvatice, a omului și a economiei. Sulfatul de magneziu crește duritatea apei, dar și o duritate scăzută face ca apa să aibă un gust neplăcut.

Prezența clorului în apă o face improprie pentru alimentarea populației cu apă potabilă și pentru irigații.

Metalele grele au un impact negativ major asupra procesului de autoepurare și a organismelor acvatice implicit al omului prin intermediul ciclului apei în natură.

Clorura de sodiu provenită din urină și găsindu-se în cantități ridicate în apele uzate menajere are un rol important în deprecierea calitativă a apelor făcând-o improprie de consumat sau folosit în diverse activități.

În condiții de anaerobioză sulfații sunt reduși la hidrogen sulfurat apoi prin oxidare se obține acid sulfuric.

Compușii organici greu degradabili au efecte dăunătoare asupra florei și faunei acvatice. Detergenții sunt produși tensioactivi folosiți în gospodărie și industrie, dar ajung în apă prin poluare și au efecte asupra florei și faunei acvatice.

Datorită conținutului de fosfor a detergenților duc la creșterea troficității și producerea înfloririlor.

Detergenții au o structură moleculară care are legătură cu capacitatea acestora de a se biodegrada și trebuie să ajungă până în momentul în care se pierde proprietatea tensioactivă a acestora.

Sunt și detergenți care se biodegradează-alchilsulfonații, dar și care nu se pot degrada- alchilarisulfonații.

Insecticidele, pesticidele sunt folosite în combaterea dăunătorilor, iar prin spălarea solului datorită precipitațiilor căzute pe sol aceste substanțe ajung în resursele acvatice și distrug organisme și modifică compoziția apei.

Insecticidele prezintă un grad ridicat de toxicitate și prin faptul că persistă o perioadă mare de timp în apă și mlaș și prin acumularea lor în organisme acvatice. Ierbicidele ajung în apă tot datorită precipitațiilor și au efecte negative asupra ecosistemelor acvatice, dar și a omului. Substanțele biogene, compușii azotului și ai fosforului sunt esențiale vieții.

În ciclul azotului în natură, amoniacul, azotii și azotații au roluri primordiale în procesele biogeochimice din natură, implicit din apă.

Azotul apare sub formă de azot organic, molecular, amoniac, azotii și azotați. Amoniacul face parte din faza intermediară a ciclului biogeochimic al azotului și trebuie să se găsească în cantități foarte mici în resursele de apă datorită posibilelor efecte nocive asupra plantelor, animalelor și omului. Nitriții reprezintă o fază intermediară în procesul biogeochimic între amoniac și azotați. Azotul din amoniac, azotii și azotații reprezintă sursă de hrană pentru plante.

Compușii fosforului, fosfații se găsesc în cantități mici în apă. Apa primește surse de fosfați din solurile învecinate cursurilor de apă de care fosfații sunt legați și din spălările terenurilor agricole care au fost tratate cu îngrășăminte pe bază de fosfor și azot. [37]

Impurificarea cu compuși organici

Prin evacuarea apelor uzate ajung în emisari diferite substanțe printre care și substanțe organice: proteine, hidrați de carbon, grăsimi, săpunuri, coloranți care au efect direct sau indirect asupra organismelor.

Pentru evaluarea acestei poluări se determină consumul biochimic de oxigen, consumul chimic de oxigen și oxigenul dizolvat.

Mulți cercetători susțin că doar prin evaluarea acestor parametri nu este relevantă informația asupra poluării. Cele mai dese poluări organice rezultă din evacuarea apelor fecaloide-menajere în emisari.

Alte poluări organice provin din industria celulozei, alimentară. Capacitatea de a se biodegrada a acestor substanțe organice este inhibată de prezența în apă a unor substanțe toxice.

Compușii organici din râu se oxidează sau se depun pe fundul albiilor, iar dacă există oxigen dizolvat degradarea acestora se face într-un mediu aerob cu consum de oxigen și producere de bioxid de carbon, dacă nu există oxigen, degradarea se face anaerob are loc denitrificarea, dezaminarea, fermentarea și produc oxigenul necesar descompunerii acestor substanțe, dar mai ales a hidrogenului sulfurat și a metanului.

În râuri poluarea organică Fig. 4.2 este mai rar întâlnită, dar dacă există este de dorit ca să fie și poluat cu nitrați prin care bacteriile denitrificatoare obțin oxigenul necesar pentru a le descompune.

Presiunile exercitate de poluarea cu materii organice ocupă o suprafață mare din râul Bega Fig.4.2. :

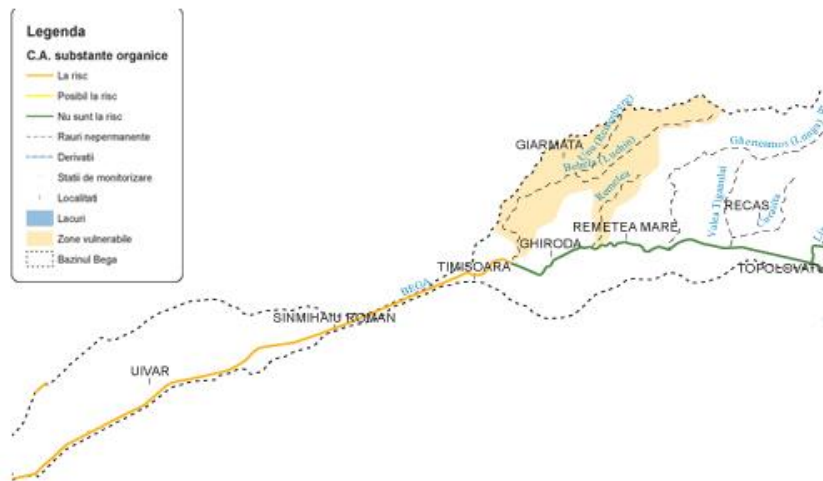


Fig.4.2. Zonele unde sunt presiuni cu materii organice pe râul Bega[49]

Poluarea cu săruri

Este mai întâlnită la apele subterane, dar indirect la apele dulci. Principala sursă de introducere a sărurilor în apă sunt irigațiile excesive, dar provin și din dezghețarea zăpezii, dizolvarea mineralelor, evaporția crescută.

Dintre sărurile solubile netoxice sunt clorurile, sulfații, azotații, bicarbonații și fosfații care ajunși în emisar nu sunt descompuși pe cale chimică sau biochimică, doar prin diluție.

Clorura de sodiu care provine din apele menajere e cea mai importantă substanță și duce la creșterea salinității în emisar, ducând la degradarea organoleptică și nu mai poate fi folosită în irigații, industrie și alimentări cu apă.

Sărurile de azot, fosfor și potasiu joacă un rol foarte important în această poluare. Ele provin în mare parte din spălarea terenurilor agricole și foarte puțin din evacuările apelor uzate.

Sărurile de calciu și magneziu în cantități mari provoacă creșterea durtății apei și afectează biocenozele acvatice și alimentarea cu apă.

Dintre cele toxice, clorul, cloraminele, amoniacul, hidrogenul sulfurat, sărurile de metale grele au efecte deosebit de grave asupra ecosistemelor acvatice, calității apei și în procesul de autoepurare, ele scăzând în concentrație doar prin diluție[37].

Micropoluantii

Din această categorie fac parte compușii organoclorurați, fenolii. Mulți fac parte din pesticide, fungicide, pesticide, cei mai folosiți sunt în industrie, iar posibilitatea să ajungă în apă este foarte mare.

Nu se pot monitoriza și controla toți acești compuși, doar cei mai importanți, iar lista se găsește în legislație.

DDT-ul și unele pesticide au fost interziși datorită efectelor foarte dăunătoare, efectele acestor substanțe pot să fie sau nu letale, pot avea efecte cancerigene.

Există substanțe care se degradează în foarte puțin timp-săptămâni și există substanțe care se degradează în ani de zile, DDT-ul se degradează în 10 ani. [37]

4.1.5. Toxicologie acvatică

Substanțele toxice au proprietatea de a modifica compoziția mediului acvatic și de a modifica sau împiedica unele procese.

Cel mai important efect al poluării se răsfrânge asupra speciilor din flora și fauna acvatică, uneori efectele asupra ecosistemelor acvatice pot fi ireversibile.

Impactul substanțelor toxice asupra organismelor acvatice depinde și de specie și de mărimea indivizilor.

Gastropodele și crustaceele sunt sensibile la cupru, peștii sunt mai puțin sensibili decât acestea, iar larvele de chironomide au vulnerabilitate scăzută.

Acțiunea substanțelor toxice este influențată de mai mulți factori, temperatura apei, conținutul de oxigen dizolvat, conținutul de dioxid de carbon, săruri minerale, lumină, viteza apei și turbiditate.

Temperatura are un rol important în procesele care au loc în apă și este unul dintre cei mai importanți factori care influențează substanțele toxice. Prin creșterea temperaturii crește cantitatea tuturor substanțelor și scade cantitatea de oxigen dizolvat, toate acestea având impact asupra corpului și metabolismului la animale, crește permeabilitatea branhială care permite pătrunderea substanțelor toxice în corp și a metabolismului, deci creșterea consumului de oxigen.

Creșterea temperaturii favorizează și dezvoltarea bacteriilor aerobe.

Consumul oxigenului și cantitatea oxigenului dizolvat din apă are impact direct asupra organismelor acvatice. O cantitate redusă de oxigen dizolvat în apă combinat cu substanțe toxice din apele uzate evacuate au impact devastator asupra organismelor acvatice și a peștilor.

În apele unde cantitatea de oxigen este mare, acesta oxidează substanța toxică având loc o curățire a apei. Cantitatea crescută de dioxid de carbon din apă favorizează, prin scăderea pH-ului, creșterea gradului de impurificare cu substanțe toxice în apă.

Când pH-ul crește, gradul de toxicitate a sărurilor de amoniu crește, iar toxicitatea sărurilor metalelor grele crește cu cât pH-ul este mai mic.

Conținutul apei în săruri minerale este foarte important, în apele cu duritate mare fixarea ionilor toxici se realizează mult mai bine decât în apele cu duritate scăzută, iar duritatea apei variază în funcție de sezoane, iarna și toamna este crescută, primăvara și vara este scăzută.

Specii sensibile de pești sunt păstrăvul, bibanul, ghiborțul, mai puțin sensibile crapul, linul, carasul. Chiar dacă sunt indivizi din aceeași specie, impactul substanței toxice diferă din cauza mărimii individului.

Unele specii sunt mai mult sau mai puțin afectate în funcție de lungimea corpului, de greutatea corpului, în funcție de vârstă[37,48].

4.2. Procesul de restabilire a echilibrului inițial în ecosistemele acvatice printr-o abordare integrată

Dacă impurificarea apei este cauzată doar de una sau mai multe substanțe introduse prin evacuări sau ajunsă accidental în cursul de apă, în procesul de autoepurare este nevoie de toți factorii să intervină –hidrologici, fizico-chimici și mai ales biologici pentru a readuce apa la starea inițială.

Wuhrman descrie procesul de autoepurare ca fiind rezultatul tuturor proceselor fizice, chimice și biologice prin care cantitatea de poluanți scade. [69]

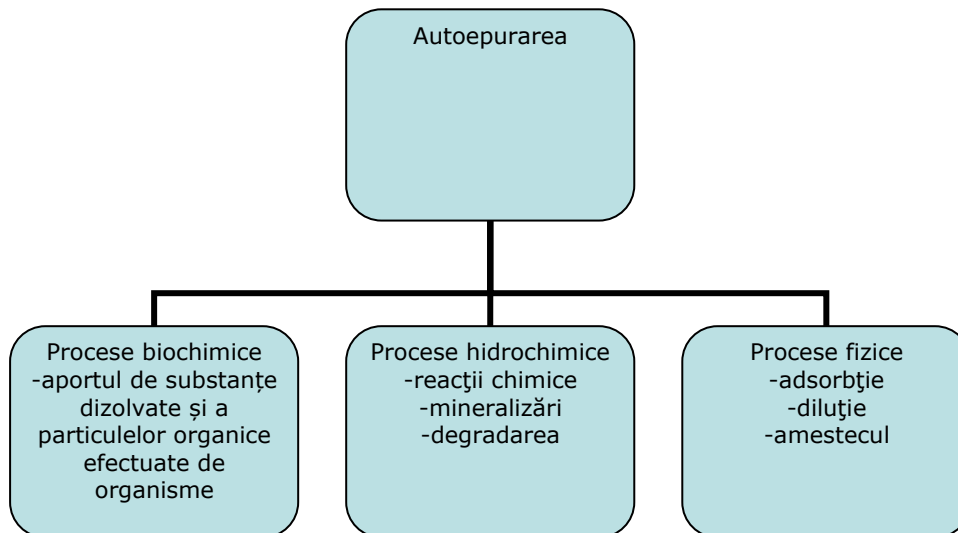


Fig.4.3. Schematizarea procesului de autoepurare[23]

Biodegradarea substanțelor organice până la mineralizare, denitrificare, nitrificare contribuie la procesul de autoepurare Fig.4.3..

Asimilarea substanțelor organice și a nutrienților de către bacterii, plante și animale, precum și diluția și procesele de amestec fac posibil ca autocurățirea apei să fie la un grad cât mai mare. [23]

În această schemă lipsește una dintre cea mai importantă parte a procesului de autoepurare și anume biologia, precum și hidromorfologia cursului de apă care au un rol foarte important. [23]

Orice proces chimic, biochimic, hidrochimic, fizico-chimic contribuie la procesul de autoepurare, activitatea organismelor acvatice nu pot fi excluse sau înlocuite, având în vedere aportul lor în acest proces și nici hidromorfologia cursului de apă care este de asemenea foarte importantă în acest proces, astfel aș schematiza procesul de autoepurare astfel Fig.4.4.:

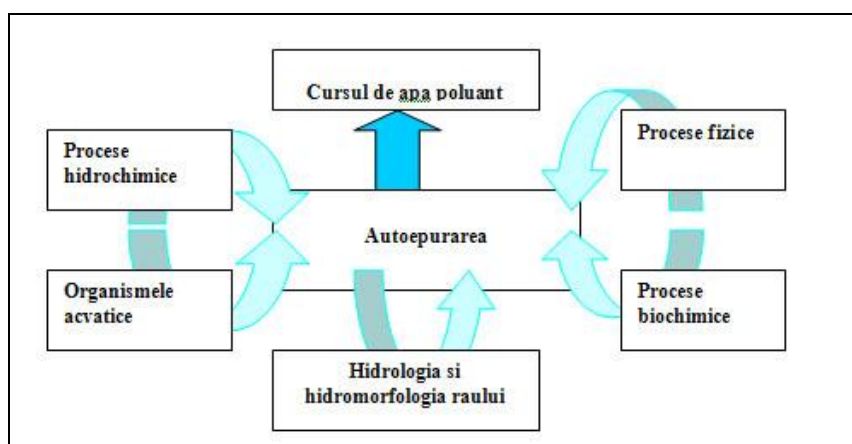


Fig.4.4. Schematizarea procesului de autoepurare

În urma deversărilor apelor uzate crește turbiditatea datorită substanțelor coloidale și a materiilor în suspensie, suspensiile depunându-se pe fundul albiei.

Sedimentarea este influențată și se realizează în funcție de natura suspensiilor, de viteza apei, de temperatură, particulele mari se depun mai repede decât cele fine.

Debitul emisarului are rol foarte important în procesul de amestec și de diluție al apelor deversate în emisar.

Debitul emisarului se ia în considerare și în formulele matematice de calculare a autoepurării.

Debitul unui râu depinde de mărimea bazinului hidrografic, de natura solului și înclinarea pantei, precum și condițiilor meteorologice.

Natura albiei este de asemenea foarte importantă în procesul de autoepurare, iar principalii factori legați de aceasta sunt volumul, suprafața și adâncimea apei pentru anumite debite precum și timpul și viteza de trecere medie prin secțiune.

Timpul de trecere de-a lungul cursului, mai precis într-o anumită secțiune nu trebuie confundată între masa principală de apă cu punctul hidraulic. Deoarece pe

baza acesteia se realizează timpul de trece, iar punctul hidraulic depășește în deplasare masa principală a apei Fig.4.5..

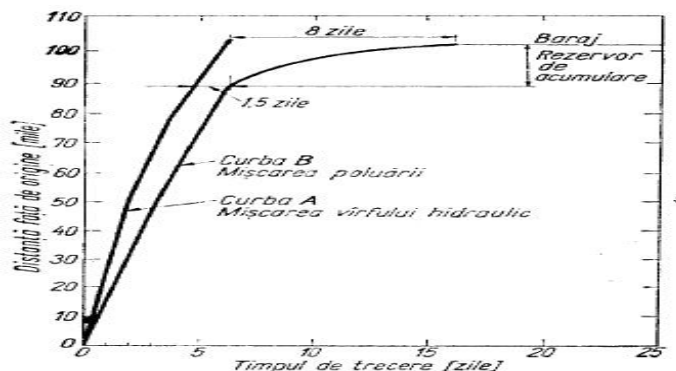


Fig.4.5. Mișcarea vârfului hidraulic și a masei de apă[14]

-curba A este timpul de trecere al vârfului hidraulic

-curba B este timpul de trecere al masei principale

În timpul autoepurării de-a lungul cursului de apă este importantă mișcarea masei principale a apei din secțiune în secțiune, pe baza acesteia stabilindu-se timpul de trecere. Vârful hidraulic depășește în timpul mișcării masa principală a apei, mai ales când au loc treceri de cantități mari de apă prin rezervoare de acumulare naturale sau artificiale din fața unor baraje. [59]

Datorită barajului și rezervorului de acumulare, panta curbei B, față de verticală, se mărește și masa principală de apă și trece peste baraj cu o întârziere de 8 zile. Cei doi timpi corespunzători curbei A și B au un rol deosebit, de pe curba A are rol în interpretarea determinărilor chimice pe râu, iar cel de pe curba B în procesele de autoepurare. Apariția și acumularea nămolului pe fund în albiile de suprafață este determinată de viteza critică **v_{cr}**, astfel viteze mai mici decât viteza critică duc la sedimentarea nămolului pe fund, iar mai mari la antrenarea lui.[67]

Viteza mare a apei împiedică procesul de sedimentare împiedicând lumina să pătrundă în adâncime ceea ce are un efect negativ asupra organismelor acvatice, a proceselor chimice și biologice precum și în procesul de fotosinteză.

Sedimentarea este limitată și de temperatură, de asemenea toate procesele fizice, chimice, biologice care se desfășoară în ecosistemele acvatice, implicit în procesul de autoepurare sunt influențate de regimul termic.

Sedimentarea joacă rol important în calitatea ecosistemelor acvatice și a apei. Prin sedimentarea unor particule se formează un mediu nou, proprietățile acestuia depinzând de limita de separare apă-depuneri de fund.

Sedimentarea este limitată de dispersie, de conținutul de materie organică, de conținutul de oxizi de fier și mangan, populația bacteriană. Aceste depuneri prin procesele ce au loc în apă pot deveni poluatoare și se pot forma poluanți noi.

Procesele de transformare au loc în stratul de nămol activ, acesta variind de la 5 la 20 de cm. Troficitatea bazinului determină creșterile de depuneri pe fund, iar cu cât se sedimentează mai mult cu atât se mineralizează mai mult în depuneri și se reîntoarce în apă. [6]

În evaluarea ecologică a stării apelor se iau în considerare următoarele caracteristici: starea redox a depunerilor de fund, viteza de formare și conținutul diversilor compuși care se formează în acest strat de depuneri.

Procesele de oxido-reducere în bazinele acvatice care suferă dezechilibre pot duce la formarea unor produși toxici, particule "fierbinți" care duc la formarea agenților "superoxidanți".

Starea "superoxidantă" apare în urma poluării cu ioni de mangan, în urma proceselor radicalice și a proceselor fotochimice, aceste procese având un rol important în autoepurarea ecosistemelor acvatice [61].

Oxigenul din apă este elementul esențial pentru viața acvatică, pentru procesele care se desfășoară în apă. Regimul oxigenului este oglinda productivității bazinului respectiv și a capacității sale de a se autoepura.

Regimul oxigenului este influențat de temperatură, cantitatea de oxigen scade la creșterea temperaturii, de dinamica aerării și dezoxigenării, apele curgătoare sunt mult mai avantajate din acest punct de vedere decât cele stătătoare.

Condiția unui curs de apă poluat este echilibrul dintre resursele de oxigen și cererea făcută de materiile organice, cerere făcută după un lung șir de procese biochimice. În lipsa unei noi poluări are loc o descreștere progresivă a acestor substanțe organice datorită creșterii cantității de oxigen obținut din schimbul apei cu atmosfera (exogen).

În acest caz există două stări, una de moment și una care arată direcția și amploarea schimbărilor care este starea de viitor.

Scăderea oxigenului dizolvat din apă are loc datorită respirației organismelor acvatice, a proceselor de descompunere bacteriană a materiilor organice și oxidarea unor compuși chimici.

Un element important este bioxidul de carbon, este principala sursă de carbon pe care plantele o sintetizează. Bicarbonatul de calciu are capacitatea să facă un sistem tampon care neutralizează acizii și bazele aduse de apele uzate. Bioxidul de carbon stabilizează ionii de hidrogen, având un rol foarte important pentru mediul acvatic.

Toți acești factori favorizează sau nu dezvoltarea organismelor în apă, iar autoepurarea depinde de calitatea și cantitatea acestor organisme.

Sănătatea unui ecosistem este dată de integralitatea acestuia în cadrul biocenozelor. Speciile dominante formează lanțuri trofice principale cu lanțuri slab secundare. [57]

Pe cursul Râului Bega, secțiunea aval punct de evacuare ape uzate, speciile dominante sunt cele β -mezosaprobe și α -saprobe, aici speciile oligosaprobe se întâlnesc doar în condițiile în care au fost aduse de apă dintre amonte, din zonele unde acestea predomină.

Cel mai întâlnit tip de impurificare este impurificarea organică. În procesul de autoepurare a apelor impurificate organic, mineralizarea organică și descompunerea organică au rol esențial.

Oxigenul are rol principal în procesul de mineralizare. Mineralizarea este rezultatul oxidării substanțelor organice când se consumă oxigen în apă și a reaerării când se îmbospătează apa cu oxigen.

În prima fază, când se consumă oxigen se poate spune că a fost consumată întreaga cantitate de materie organică. [37]

Phelps (1912) a arătat că viteza de scădere a concentrației de materie organică în prezența oxigenului și a bacteriilor urmează legea reacțiilor

monomoleculară, viteza de reacție este direct proporțională cu concentrația substanței cu care reacționează.

Materiile organice care conțin azot se descompun pe cale aerobă sau anaerobă în amoniac. Amoniacul este oxidat de bacterii în nitriți și apoi în nitrați prin procesul de nitrificare. Factorii care le condiționează sunt prezența fosfaților, a oxigenului dizolvat și a unei baze care neutralizează acidul azotos și azotic.

Nitrații formați reprezintă hrana plantelor, iar în mediu anaerob aceștia sunt reduși la nitriți și apoi în amoniac, procesul fiind de denitrificare și se realizează cu ajutorul bacteriilor nitrat-reducătoare în prezența materiilor organice care conțin carbon.

Pe lângă azot, fosforul este tot o substanță biogenă și se găsește sub formă organică și anorganică, în concentrații de 0,16 mg/l în apele de suprafață neimpurificate și în concentrații mari sau foarte mari în apele impurificate, mai ales cele fecaloid-menajere. Cantitățile mari de fosfați produc înfloririle (eutrofizarea), dar în cantități normale, alături de azotați fac parte din hrana florei și ajută la dezvoltarea acesteia-alge, macrofite.

Consumul biochimic de oxigen este influențat de factorii biologici, chimici și fizici. În a doua fază, reaerarea apei se face atât endogen cât și exogen. Reoxigenarea este influențată de temperatura apei, de viteza apei, de adâncimea și de turbulența acesteia. [57] După **Streeter(1926)**, în apele poluate dizolvarea oxigenului de la suprafață are loc simultan cu dezoxigenarea.

Nămolul are un rol foarte important în procesul de oxigenare și dezoxigenare a apei, în râuri acesta apare în zona de câmpie unde cursul este lin, viteza apei este mică și în concavitățile meandrelor.

În nămol au loc importante procese fizico-chimice și biologice, având o bicocenoză caracteristică. Organismele care trăiesc în nămol *Oligochete*, *Chironomide* favorizează pătrunderea oxigenului în adâncime, determină procese aerobe, iar în adâncime, unde nu poate pătrunde oxigenul procesele sunt anaerobe.

Un rol foarte mare în aportul de oxigen în apă îl are procesul de fotosinteză realizat de către plantele clorofilene.

Toate plantele, inclusiv diatomeele absorb substanțe organice și pot prelucra produși intermediari ca: peptone, aminoacizi, uree, acizi grași, iar prin hrănirea cu azotați, fosfați readuc echilibrul chimic în apă.

În procesul de aerare al apei, contează densitatea acestora, în bilanțul râurilor în antotimpul cald când debitul este mic, temperatura ridicată și oxigenul scade, acestea prin fotosinteză produc oxigen.

S-au făcut studii pe cursul râului Ohio din S.U.A. în ceea ce privește procesul de autoepurare punându-se accentul pe oxidarea și aerarea apei. S-au identificat sursele de poluare, s-au realizat analize bacteriologice și analize a-i parametrilor chimici. Acest râu este folosit atât în navigație, dar mai ales în alimentarea populației cu apă potabilă, însă potabilitatea este redusă de poluarea bacteriologică și chimică.

Capacitatea unui râu de a oxida substanțele poluatoare depinde de cantitatea de oxigen pe care acesta o deține, astfel pentru o autoepurare eficientă este necesar de echilibru între cantitatea de apă uzată introdusă și cantitatea de oxigen existent.

Oxigenul scade progresiv cantitatea de materie poluantă în lipsa unei noi poluări aceasta fiind starea de echilibru. Prin urmare există două faze principale ale stării apei, starea reală, de moment și condițiile care indică starea de viitor.

În acest studiu a fost evidențiat rolul major al oxigenului și că autoepurarea oxigenului este un fenomen măsurabil guvernat de legi bine definite și fundamentat de procesele biochimice.

O problemă în autoepurare pe cursul raului Ohio a fost în secțiunea unde sărurile de fier se găsesc în cantități mari, stadiul este acut, iar orice abordare este doar teoretică. Cele mai critice condiții ale dezoxigenării au fost vara, din cauza temperaturii.

S-a evidențiat faptul că dacă evacuarea apelor uzate are loc într-un singur punct, amestecul cu apa receptorului face ca oxigenul dizolvat să revină la starea inițială.

Cel mai important lucru evidențiat este că natura nu urmează tot timpul legile matematice, observațiile asupra evoluției apelor trebuie făcute cât mai des și ținând cont de cât mai mulți parametri și mai ales de turbulența cursului de apă, de viteza apei și adâncimea acesteia.[62]

În zona poluată, plantele verzi” producătorii” lipsesc și lipsesc și organismele care consumă ”consumatorii”.

Dupa **Knopp(1964)** un rol important în procesul de autoepurare îl au producătoarele prin valorificarea sărurilor minerale din materiile organice.

Dupa **knopp** autoepurarea are două faze:

-oxidativă, materiile organice sunt mineralizate de bacterii prin oxido-reducere;
-sinteza organică, cu ajutorul materiilor minerale și a energiei solare se sintetizează materie organică, ecosistemul acvatic restabilindu-și echilibrul.

Rolul cel mai important îl au bacteriile care descompun substanțele organice și organismele autotrofe care sintetizează materie organică cu ajutorul sărurilor minerale și a luminii.

În apele impurificate prezența organismelor, mai ales a bacteriilor, acționează asupra mediului și îl aduc treptat la o stare acceptabilă, prin transformări biochimice ale materiilor organice și prin creșterea oxigenului, astfel integralitatea ecosistemelor crește, biocenozele revin la starea inițială sau aproape de starea inițială, toate acestea constituind procesul de autoepurare.

Bacteriile au rol esențial în procesul de autoepurare, iar eficiența și ritmul proceselor de descompunere bacteriană depind de condițiile de mediu existente.

Bacteriile suportă variații mari de temperatură, suportă temperaturile ridicate și un interval al pH-ului între 5,5 și 8,5, iar unele substanțe toxice le limitează activitatea sau chiar le omoară.

În zonele impurificate, descompunerea materiilor organice se realizează în mediu anaerob, iar descompunerea acestora are ca rezultat produși toxici și miros greu. În zonele în care cantitatea de oxigen este mare descompunerea se realizează în mediu aerob cu participarea atât a bacteriilor cât și a altor microorganisme.

Procesele anaerobe pentru realizarea autoepurării se fac prin degradarea proteinelor, a hidraților de carbon și a grăsimilor în compuși simplii, transformarea ureei în amoniu și reducerea sulfaților în hidrogen sulfurat și a zotaților în azotiți și amoniac. În procesele aerobe care intervin în autoepurare pe lângă bacterii participă și restul organismelor.

În această etapă nu mai apar compușii intermediari, substanțele organice sunt mineralizate complet până la bioxid de carbon și apă. Excepție fac detergenții și pesticidele care nu se oxidează complet sau deloc pe cale biochimică. Fenolii deși au acțiune toxică asupra organismelor în cantități mici sunt descompuși de bacterii ca *Achromobacter*, *Micrococcus*, *Pseudomonas*. [60]

În anul 2004 **A.L.Macivor** a arătat rolul moluștelor în procesul de autoepurare prin capacitatea acestora de a filtra diferite particule din apă.

4.2. Procesul de restabilire a echilibrului inițial în ecosistemele acvatice -59-

Majoritatea moluștelor care trăiesc în apele de suprafață sunt unioide, cele mai multe sedentare, îngropate în substrat[38].

Cu ajutorul branhiilor ele pompează apa în substrat agitându-l și astfel își filtrează hrana.

Churchill and Lewis (1923) au observat că acestea se hrănesc cu fitoplancton(alge, flagellate, cianobacterii), nisip, resturi organice și anorganice. Mai trebuie studiat mult pentru natura hranei acestora, însă în urma cercetărilor făcute de **Silverman(1997)** acesta a apreciat aportul mult mai mare de filtrare a moluștelor în râuri decât în lacuri[15].

Organismele bentale mai au rol și de stabilizatori ai mълului, larvele de chironomide au capacitatea de a răscoli mълul mult mai mare decât tubifidele. Prin răscolire are loc aerarea și irigarea substratului.

Sunt organisme care și consumă mъл organic, tubificidele au capacitatea de a consuma cantități mari de mъл organic, de exemplu în estuarul Tamisei, cu o populație de 400 tubificide/m² care consumau 100-200 g mъл/ m²/zi[37].

Este evident rolul organismelor, atât animale cât și vegetale în procesul de autoepurare, eficiența acestora fiind întregită de restul elementelor care iau parte în acest proces, fizice, fizico-chimice, hidrologice.

4.3. Soluții și măsuri pentru diminuarea poluării apelor de suprafață și pentru intensificarea autoepurării

Creșterea populației, dezvoltarea economică au avut ca rezultat modificarea caracterului inițial al surselor de apă, dar mai ales al celor de suprafață. Aceste modificări au schimbat calitatea apei făcând-o nefolosibilă, uneori cu efecte negative asupra omului. Din această cauză, dorința de a readuce starea inițială a apelor puternic modificate este o problemă la nivel mondial. Protecția și gospodărirea durabilă a apelor de suprafață sunt obiective de mediu esențiale pentru viață. Apa este o sursă finită și vulnerabilă, iar protejarea și conservarea ei este una dintre cele mai importante probleme ale societății.

Protecția apelor nu se realizează doar prin evitarea ajungerii în apă a unor poluanți, ci și prin menținerea cursurilor de apă cât mai naturale, cu capacitatea de a se epura natural.

Apele curgătoare sunt folosite atât pentru alimentările cu apă a populației, pentru agricultură, cât și pentru evacuarea în cursul lor a apelor uzate menajere, industriale.

Cantitatea și calitatea apei folosite în aceste domenii nu este restituită la același nivel emisarului cum a fost prelevată, prelevările de apă sunt în cantități mai mici și cu o calitate mai bună decât la restituire, fapt ce are efect daunător asupra calității apei și a ecosistemelor acvatice.

Presiunile pot fi fizico-chimic și hidromorfologice(Cap.4). În anul 2000 a fost elaborată Directiva Cadru a Apei 2000/60/EC, instrument legislativ pentru toate țările membre ale Uniunii Europene și are ca scop atingerea „stării bune” a apei, atât ecologic cât și chimic până în anul 2015.

Directiva Cadru a impus măsuri doar pentru presiunile chimice, însă pentru presiunile hidromorfologice rezultate din lucrările hidrotehnice nu sunt încă măsuri de remediere a zonelor afectate.

Măsurile de diminuare a impurificării râurilor și de intensificare procesului de autoepurare sunt:

► **măsurile nestructurale** (reducerea cantității și concentrațiilor de poluanți, modificări legislative, standarde, educație, modificarea regimului de epurare, refacerea zonelor umede,)

-reducerea cantității și concentrației de poluanți prin folosirea unor tehnologii cu consum mai mic de apă, reutilizarea apei în același circuit după epurări parțiale sau totale;

-recircularea apelor uzate duce la micșorarea debitelor de alimentare și evacuare, deci la scăderea impurificării receptorilor;

-epurarea apelor uzate prin procedee avansate care folosesc echipamente și tehnologii moderne, fiabile, eficiente. Principalii poluanți din apele uzate sunt suspensiile solide, materiile organice, substanțele poluatoare care nu sunt epurați sau epurați necorespunzător ajung în emisar cu impact negativ asupra resurselor de apă și a omului.

-mărirea capacității de autoepurare prin mărirea diluției la deversarea efluenților în cursurile naturale;

-aplicarea standardelor europene de calitate și în România. În România sunt în vigoare parțial STAS 4708 / 88 ca și cadru general și o serie de reglementări sectoriale care treptat înlocuiesc prevederile STAS 4708 / 88.

-îndepărtarea digurilor pentru reconstrucția zonelor umede care are un rol foarte important în procesul de autoepurare prin capacitatea lor de a reține particule solide de diferite dimensiuni și mai ales poluanți, refacerea habitatelor pentru multe specii și refacerea integralității lanțului trofic. Însă soluția cea mai bună este ca îndiguirile să fie locale, iar zonele umede să nu fie afectate.

-participarea și educarea publicului în privința protecției și conservării resurselor de apă;

► **măsurile structurale** (remodelarea albiilor, manipularea vegetației)

-pentru combaterea inundațiilor tot mai multe cursuri de râuri au fost suspendate lucrărilor hidrotehnice, mai cu seamă a îndiguirilor. Îndiguirile au efecte asupra regimului natural de curgere prin creșterea nivelurilor, a debitelor cu impact asupra florei și faunei acvatice.

Pentru că importanța lor împotriva inundațiilor este foarte mare, acestea nu pot fi înlăturate, dar pot fi repositionate la o distanță cât mai mare de albia minoră a râului prin analiza condițiilor din zona respectivă sau deschiderea totală a albiei majore și construirea de diguri de contur unde este necesar (în jurul localităților, terenurilor).

-manipularea vegetației are un rol important în procesul de autoepurare, arborii și plantele au rol semnificativ pentru ecosistemele acvatice, umbra arborilor reglează temperatura apei, plantele reprezintă habitate pentru numeroase organisme acvatice, dar au și rol în absorbția unor poluanți [26,34].



Fig.4.6. Cursul natural al râului Bega



Fig. 4.7. Cursul râului Bega puternic modificat

În Fig.4.6. este cursul râului Bega în aval de Municipiul Timișoara, nemodificat, iar în Fig.4.7. este cursul râului Bega în aval de Faget, malurile sunt betonate, vegetația și arborii sunt inexistenți, acest lucru având un efect negativ asupra ecosistemelor acvatice. Pentru mărirea capacității de autoepurare cursul râului trebuie să fie amenajat astfel încât să existe vegetație și arbori pe maluri Fig. 4.6.

Alte măsuri sunt:

- controlul și avizarea lucrărilor ce se realizează pe cursul apelor;
- depoluarea tronșoanelor afectate de evacuările de ape uzate menajere și industriale și respectarea și încadrarea în limitele maxime admise a apelor introduse în emisari;
- controlul poluărilor difuze prin folosirea rațională și riguroasă a îngrășămintelor și pesticidelor;

Dezvoltarea durabilă a resurselor de apă este un aspect primordial pentru dezvoltare durabilă a vieții pe Pământ.

5. Autoepurarea apelor curgătoare din Bazinul Hidrografic Bega-cursul râului Bega

Spațiul Hidrografic Banat cuprinde Județul Caraș-Severin și Județul Banat și este așezat în sud-vestul României între 20°18 și 22°52, longitudine estică și între 44°26, și 46°08, latitudine nordică.

Râurile din această zonă au caracteristici specifice zonei de sud-vest, regimul de curgere al apei fiind influențat în mare măsură de activitatea umană, iar influența umană are un rol bine definit în scurgerea apei în acest spațiu, unele amenajări hidrotehnice au vechimi de cateva sute de ani.

Spațiul Hidrografic Banat se învecinează cu Uniunea Statală Serbia la vest, iar la nord-vest cu Ungaria, în nord cu Mureșul și granița cu Ungaria, la sud cu Dunărea și în est cu Mureșul și Jiul.

Spațiul Hidrografic Banat este alcătuit din șase bazine hidrografice, iar rețeaua hidrografică are o lungime de 6245 km[49].

5.1. Caracterizarea generală a râului Bega

5.1.1. Istoric

Timișoara și canalul Bega s-au condiționat reciproc de-a lungul secolelor. Ca în multe alte cazuri, în Evul Mediu, așezarea a fost întemeiată în apropierea cursului unui râu, care constituia o sursă importantă de apă, iar amplasamentul așezării a fost ales astfel încât apărarea ei să fie ușurată de zona mlăștinoasă și de brațele Timișului Mic, care îngreunau atacurile dinspre sud.

Orașul era protejat de fortificații înconjurate de șanțuri cu apă, alimentate de brațele Timișului Mic (canalul Bega de astăzi). În afara fortificațiilor se aflau câteva mahalale care au fost întărite cu redate de pământ și palisade (palănci) și au

devenit ulterior cartierele Palanca Mică (lasud de castel, actualul Muzeu al Banatului) și Palanca Mare (în estul și nordul orașului fortificat). Toate zonele locuite erau cuprinse între brațele Timișului Mic[7].

Primul canal navigabil construit în România a fost Canalul Bega, situat între Municipiul Timișoara și orașul Titel din Serbia cu o lungime de 116 km în ambele țări.

În anul 1728 contele Claudius Mercy dispune să se facă un canal Fig. 5.1. care să ajute la eliminarea apei din zonele inundabile din jurul Timișoarei până la Făget. Mai apoi, lucrări de regularizare și îndiguire a râului Bega (Begheului) sunt realizate de Maximilian Fremaut, astfel se reduc riscurile de inundații.

În anul 1752 în zona Iosefin din Timișoara se menționează Portul, astfel are loc comerțul pe Bega.



Fig.5.1.a



Fig.5.1. b

Fig.5.1. a, b Lucrările de construire a canalului Bega [7]

În anul 1758 are loc construirea primului nod hidrotehnic la Coștei de către Fremaut. Prin intermediul acestui nod are loc transferul de apă din râul Timiș în râul Bega, astfel este rezolvată problema debitului mic de pe Bega.

În anul 1859 au loc inundații, debitul apei pe canalul Bega fiind de 455 m³/s, râul având o capacitate de 85 m³, mult teren agricol și case fiind acoperite de apă. Masurile luate sunt înaltarea digurilor cu un metru, dar un an mai târziu inundațiile revin și le rup. Una dintre cele mai vechi hidrocentrale din România este Uzina Hidroelectrică din Timișoara, producătoare de curent. [22]

În anul 1937 este înființat Oficiul de port de la Otelec. În timpul celui de-al Doilea Razboi Mondial, podurile de la Otelec și Timișoara sunt distruse, transportul pe Bega este afectat, iar în anul 1958 are loc încetarea transportului de mărfuri.

În anul 1990 au avut loc discuții pentru redeschiderea canalului navigabil, dar din cauza lipsei de fonduri pentru dragarea canalului, nu mai are loc. În anul 2005 în zona de vest a Banatului au loc inundații catastrofale.

În anul 2008 au început lucrările de dragare și curățare a canalului Bega, pe cursul Râului Bega, porturile și ecluzele sunt în Timișoara, Utvin, Sanmihaiul Roman, Uivar, Otelec[49, 65]

5.1.2. Așezarea râului Bega

Bega izvorăște din Munții Poiana Ruscăi (890 m) de sub varful Padeș. Munții Poiana Ruscăi sunt așezați în nord-estul Banatului, iar versanții vestici sunt străbătuți de Bega superioară și afluenții Bistrei și Timișului, din Timișoara se continuă cu Canalul Bega Tab.5.1. Până la ieșirea din munți, râul are un caracter de râu montan, iar în cursul său mijlociu, până la ieșirea din zona piemontană are o vale largă cu albia majoră bine dezvoltată.

Cursul inferior al Begăi este caracterizat de pante reduse. Pentru combaterea inundațiilor s-a mărit capacitatea de transport a albiilor, s-au contruit diguri pentru protecția malului albiei minore în zonele cu eroziune active.

Pe râul Bega a fost amenajat cursul inferior al râului, construindu-se canalul navigabil Bega care duce cursul râului Bega la Timișoara și apoi pe teritoriul Serbiei.

Au fost construite și două canale care să facă legătura dintre râul Bega și Timiș, unul la Coștei-Chizătău prin care Timișul asigură necesarul de apă al râului Bega pentru ca acesta să alimenteze Timișoara cu apă potabilă și pentru desfășurarea navigației, un canal la Topolovăț-Hitiaș pentru evitarea inundațiilor în Timișoara, canal prin care Timișul preia apa din Bega.[49]

Tab.5.1. Afluenții râului Bega [49]

Afluenți de stânga	Afluenți de dreapta
Bega Luncanilor (Bega Mare), <u>Pârâul Carpenului,</u> <u>Șopot,</u> <u>Vădana,</u> <u>Bucovăț,</u> <u>Zopana,</u> <u>Bălășina,</u> <u>Gladna,</u> <u>Timișel,</u> <u>Canalul Coșteiu - Chizătău,</u> <u>Bistra Orășenilor</u>	Bega Poieni (Bega Mică), <u>Homojdia,</u> <u>Năndrăneasca,</u> <u>Icui,</u> <u>Zidileasca,</u> <u>Pădurani,</u> <u>Topla,</u> <u>Fântâneaua Rece,</u> <u>Cladova,</u> <u>Nieregiș,</u> <u>Fădimac,</u> <u>Miniș,</u> <u>Hezeriș,</u> <u>Chizdia,</u> <u>Temeșiț,</u> <u>Mociur,</u> <u>Valea Cărășița,</u> <u>Vale,</u> <u>Gherteamoș,</u> <u>Potoc-Remetea,</u> <u>Rastova,</u> <u>Behela,</u> <u>Bega Veche</u>

Din punct de vedere morfologic, munții din care izvorăște Bega nu sunt foarte înalți, cu relief format din cristalini și calcare, erodați cu trepte.

Rețeaua hidrografică este caracterizată de văi înguste, fără albie majoră cu pantele principalelor râuri care nu depășesc 15m.

Bazinul de recepție are o suprafață de 4470 m² și are o orientare E-V.

Cursul râului se întinde pe un traseu cu formațiuni silicioase, iar substratul este format din bolovăniș, pietriș, nisip și mâl.

Coeficientul de sinuozitate este de 1,34 și panta medie este de 5/mie. Ultimii 44 de km din cursul râului Bega este canal navigabil.

Lungimea Râului Bega este de 170 km până la graniță și se varsă în râul Tisa de pe teritoriul Serbiei.

5.1.3. Relieful

În Banat se găsesc toate formele de relief Fig.5.2., cele mai mari altitudini se găsesc în Munții Godeanu (2229 m), dar în Banat se găsesc doar prelungirile acestora : Muntele Olanu în vest cu Vârful Olanu (1991 m), Culmea Gorhale și Culmea Prislopului care fac legătura cu Munții Țarcului (2196 m).

Cursul rapid al apelor este dat de diferența mare de nivel din Munții Cernei (Vârful Dobrii). În partea centrală și sudică a Banatului se situează Munții Banatului (1446 m) cu o altitudine destul de redusă, dar au un aport destul de semnificativ în rețeaua hidrografică.

Munții care fac parte din Munții Banatului sunt: Munții Semenicului, Munții Aninei cu vârful Leordis (1160 m) și au altitudinea maximă în Bazinul Hidrografic Banat, Munții Almăjului (1224 m), Munții Locvei (735 m).

Munții Poiana Ruscăi (1374 m) se întind pe culoarul nordic al Bistrei. Dealurile (Dealurile Bozoviciului, Dealurile Oraviței, Dealurile Lipovei, Dealurile Tirolului, Dealurile Sacoș-Zăgujeni) în Spațiul Hidrografic Banat se află situate în prelungirile munților, sunt puține și cu o altitudine scăzând de la est spre vest (170-800m).

Cea mai mare suprafață din suprafața Banatului este ocupată de câmpia Banatului- 50%, altitudinea fiind mică (77 m). Curgerea râurilor pe tronsonul de câmpie se face în trepte în direcția est-vest.

Piemonturile bănățene ocupă suprafața între Dunăre și Mureș, în zona de centru a Banatului și sunt traversate de principalele râuri din Banat.

Piemonturile Bănățene sunt dealuri prelungite formate din depozite monoclinale sau slab cutate intercalate cu formațiuni cristaline sau eruptive și care sunt traversate de văi cu terase largi.

Rețeaua este alcătuită din cursul Begăi, Timișului, Pogănișului, Bârzavei, Carașului și Nerei, caracterizate de văi largi cu terase pe cursul Begăi, Timișului.

Dealurile (Dealurile Lipovei, Dealurile Sacoș-Zăgujeni, Dealurile Tirolului, Dealurile Oraviței, Dealurile Bozoviciului) au o răspândire relativ restrânsă în cadrul bazinelor hidrografice din Spațiul Hidrografic Banat. Aflate în prelungirea munților și scăzând și ele în altitudine de la est spre vest, piemonturile bănățene au altitudini cuprinse între 170 și 800 m, iar fragmentarea reliefului se înscrie între 50-300 m.

Câmpia Banatului acoperă aproximativ 50% din suprafața S.H. Banat, fiind o câmpie joasă (altitudinea minimă 77 m în zona de frontieră), care în zona ei centrală, până la amenajarea interfluviului Timiș-Bega, era o întinsă zonă mlăștinoasă. Relieful tronsonului de câmpie străbătut de râurile bănățene prezintă anumite particularități cum ar fi căderea în trepte pe direcția est-vest, fiecare din aceste trepte reprezentând faze de stagnare ale apelor Lacului Panonic în retragerei[49]

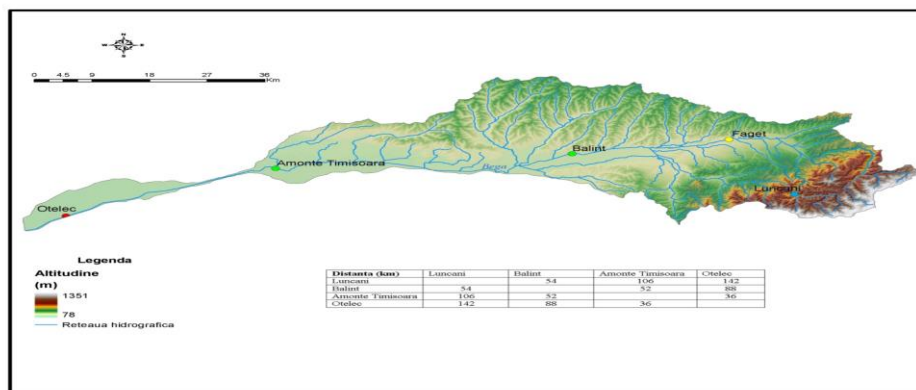


Fig.5.2. Evidențierea formelor de relief străbătute de Râul Bega

5.1.4. Geologia

În Spațiul Hidrografic Banat Fig.5.3. predomină solurile de tip silicios, rocile calcaroase sunt prezente pe sinclinalul Resița-Moldova Nouă și pe Valea Cernei. În zona Doman-Anina și Cozla-Bigăr se găsesc pe suprafețe restrânse roci organice.

Formațiunile sedimentare care aparțin tortonianului(nisipuri, argile, calcare și gresii), sarmațianului(marne, nisipuri, marne nisipoase), panonianului(marne, argile, nisipuri, pietrișuri) s-au sedimentat peste blocurile cristaline din fundament, iar depozitele cuaternare acoperă toată câmpia Banatului (pietrișuri, nisipuri, argilă roșie, loessuri).

Din punct de vedere litologic, suprafața acestei zone montane este formată predominant din șisturi cristaline de spizonă și catazonă, roci puțin permeabile, acestea favorizând scurgerile superficiale.

În bazinul superior al Begăi, suprafețe mari de teren sunt acoperite de calcare, acestea având un rol important în infiltrarea apei în pământ și formarea scurgerilor în subteran.

În piemonturile Banațene solurile sunt brune de pădure sau brune de pădure podzolite caracterizate de lut-argilă sau lut și erodate până la puternic. Zona de pădure și silvostepă este caracterizată de pietrișuri, nisipuri și argile, acoperite pe interfluvii cu leossuri și lehmuri.La adâncimi de 10 m, la baza leossurilor se găsesc freaticuri, iar în zone depresionare straturile freactice se găsesc la adâncimi mai mici.

Solurile sunt cernoziomuri levigate sau cernoziomuri levigate de fâneață și lacovișuri, predomina argila. Această zonă de câmpie este caracterizată de aluviuni de argilă, nisipuri, leossuri și lut. Datorită unor straturi impermeabile și a râurilor îndiguite, straturile freactice se formează aproape de suprafața solului.

În zona de stepă solurile sunt formate în principal de lacoviști și cernoziomuri levigate și freactice umede. Predomină în orizonturi argila și lutul cu eroziune scazută.[39,49].

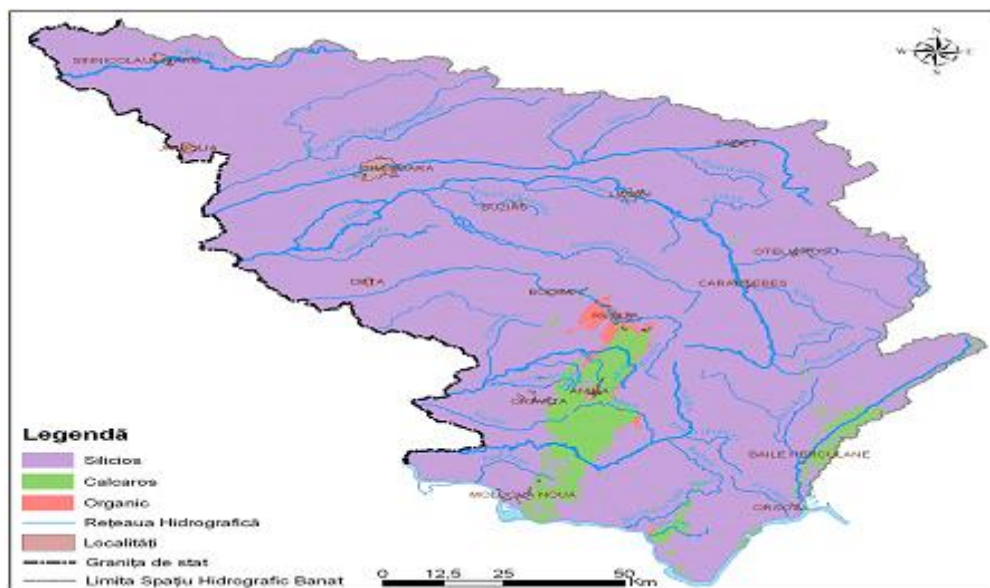


Fig.5.3. Principalele tipuri de soluri in Bazinul Hidrografic Bega[49]

5.1.5. Clima

Clima în regiunea de vest a țării este temperat continentală cu influențe submediteraneene. Din această cauză au loc încălzirile termice din timpul iernii precum și cantitățile mari de precipitații din timpul anului (600-1400 mm/an).

Temperatura în diverse locații este diferită, la câmpie temperatura medie anuală este de 10-11 °C, iar în zona montană până la -2°C. În Munții Poiana Ruscăi temperatura medie anuală este între 6-8°C, temperaturile medii lunare -3°C în ianuarie și 16-18°C în iulie.

Precipitațiile medii sunt de 1000 mm, iar la altitudini mari depășesc 1200 mm, iar valorile evapo-transpirațiilor de 600 mm (medii). Piemonturile Bănățene sunt caracterizate de o temperatură medie anuală de 10°C, în ianuarie de -2°C și în iulie de 20-22°C și cantități medii anuale de precipitații de 700 mm, evapotranspirația medie anuală 670 mm.

În zona de pădure și silvostepă temperaturile medii anuale sunt de 10°C, mediile lunare de 21-22°C în iulie și -1°C în ianuarie. Precipitațiile medii sunt de 600 mm, iar evapotranspirația medie anuală de 690 mm.

Climatul în zona de stepă este caracterizat de o temperatură medie anuală de 10,5°C, iar valorile medii lunare de -1,-2°C în ianuarie și 22° C în iulie. Cantitatea medie de precipitații anuale este de 600 mm, iar evapotranspirația de 700 mm. [49]

5.1.6. Caracterizarea generală a calității apei pe Râul Bega

Din resursele de apă teoretice din Spațiul Hidrografic Banat sunt de $4,58 \times 10^9$ m³/an, din care $0,56 \times 10^9$ m³/an în Bazinul Hidrografic Bega.

Dintre resursele utilizabile sunt în total $1,50 \times 10^9$ m³/an din care $30,10 \times 10^6$ m³/an în Bazinul Hidrografic Bega.

Starea râurilor s-a stabilit printr-un program de monitorizare a acestora în flux lent și în flux rapid Tab.5.2. și Tab.5.3.:

Tab.5.2. Monitorizare în flux lent:

Nr. crt.	Cursul de apă	Denumirea secțiunii de control	Ordinul
FLUX LENT			
1.	Bega	Luncani	I
2.	Bega	Balinț	I
3.	Bega	Amonte Timișoara	I
4.	Bega	Otelec	I

Tab.5.3. Monitorizare în flux rapid:

Nr. crt.	Cursul de apă	Denumirea secțiunii de control
FLUX rapid		
1.	Bega	Amonte Timișoara
2.	Bega	Otelec

Secțiunea amonte localitate Luncanii de Jos se încadrează din punct de vedere biologic în starea ecologică foarte bună prin analiza indicatorilor macrozoobentosului și fitobentos.

Din punct de vedere chimic apa se încadrează în starea bună, iar în ceea ce privește poluanții, starea apei este foarte bună. În această zonă speciile de fitobentos sunt oligosaprobe și β-mezosaprobe: *Ceratoneis arcus*, *Diatoma mesodon*, *Fragilaria crotonensis*, etc.

Secțiunea amonte Timișoara Fig.5.5. este una dintre cele mai importante secțiuni de control din bazin și este situată în dreptul prizei de captare a apei pentru potabilizare la Uzinele 1 și 2 a Municipiului Timișoara, debitul prelevat fiind de 2,2 m³/s.

Calitatea apei în această secțiune se menține bună la toți indicatorii, cu ușoare depășiri a unor poluanți. În această secțiune speciile de fitoplancton sunt majoritatea betamezosaprobe: specii din genurile *Fragilaria*, *Cymbella*, *Navicula*, *Surirella*, *Cyclotella*, *Pinnularia*, etc. Macrozoobentosul este reprezentat de specii β-mezosaprobe din clasele: *Gasteropoda*, *Crustacea*, *Insecta*.

Secțiunea amonte localitate Otelec Fig.5.4. este amplasată aproape de frontiera cu Serbia. Din punct de vedere biologic și chimic potențialul ecologic este moderat. Chimic, probleme apar la regimul oxigen, nutrienți, poluanți.

Calitatea apei în această secțiune este afectată de evacuările de ape uzate de la stația de epurare a Municipiului Timișoara, apa nefiind epurată sau epurată necorespunzător.

Se evacuează un debit mediu de 2,2 m³/s(1837,96 l/s) de ape uzate în Râul Bega ceea ce produce impurificarea apei de pe tronsonul aval de Municipiul Timișoara-frontieră. Nămolul evacuat în cursul râului Bega, sedimentarea acestuia pe patul albiei, viteza mică a apei au efecte negative, acest lucru afectând regimul de oxigen, implicit calitatea apei și capacitatea de autoepurare a râului.

Toate aceste modificări negative au influențe negative și asupra speciilor de floră și faună, acestea fiind α -mezosaprobe, chiar și polisaprobe. [49]



Fig.5.4. Secțiunea Otelec [43]



Fig.5.5. Secțiunea Timișoara [43]

Conform evaluării stării ecologice a Râului Bega (2011), din lungimea totală de 719, 98 km a fost monitorizată 255.96 km din care:

- 166,59 km ating starea ecologică bună
- 89.37 km –starea ecologică moderată,

iar pentru evaluarea stării chimice:

- 255.95 km atinge starea chimică bună.

5.2. Studiu de caz

5.2.1. Monitorizarea Râului Bega

Cursul Râului Bega se întinde pe o lungime de 170 de km în România. O bună parte din lungimea cursului a fost afectată de activitățile desfășurate de om, astfel stabilirea stării apei precum și a măsurilor pentru atingerea stării bune sunt absolut necesare, dar și impuse de DCA-2000/60/EC. [49]

Pentru că, pe tronsonul care se întinde de la izvoare până în aval de Municipiul Timișoara apa atinge starea bună atât din punct de vedere chimic cât și ecologic, în acest studiu de caz a fost monitorizată partea de curs a Râului Bega care este afectată de impactul antropic în vederea analizării capacității de autoepurare a acestui tronson (amonte Timișoara-frontieră):

- punct de recoltare probe amonte sursă de evacuare ape uzate și menajere;
- punct de prelevare evacuare ape uzate și menajere;
- punct de recoltare aval de sursa de evacuare ape uzate și menajere;

S-au realizat măsurători hidromorfologice, s-au prelevat probe chimice și biologice pe parcursul anilor 2008,2009,2010,2011de 3/an și 2012 de 2/ an.

Datorită presiunilor antropice (surse de poluare difuze și punctiforme, presiuni hidromorfologice) acest tronson al râului Bega este puternic modificat și necesită un program de monitoring operațional prin care se urmăresc și se analizează următorii parametri:

►elementele biologice:

-algele bentonice, conform DCA 2000/60/EC constituie un grup principal în determinarea calității apelor în ecosistemele acvatice naturale, antropizate, cu ape curgătoare sau stătătoare.

-macrozoobentos-fini bioindicatori ai calității apei(DCA 2000/60/EC)

►elementele fizico-chimice

-regim de oxigen

-regim nutrienți și poluanți

►măsurători hidromorfologici

-debitul cursului

-viteza apei

În anul 2012, după modernizarea stației de epurare a sistemului centralizat de canalizare al Municipiului Timișoara, pentru cunoașterea evoluției concentrațiilor de detergenți, care în anii anteriori erau o problema, s-au prelevat probe de 2/an, din 4 puncte :

-amonte(1,5 km) față de punctul de evacuare a apelor uzate în emisar;

-în punctul de amestec al apei evacuate cu emisarul;

-aval (1 km) față de punctul de amestec dintre apa evacuată și apa emisarului;

-aval (2 km) față de punctul de amestec dintre apa evacuată și apa emisarului;

-aval (8 km) față de punctul de amestec dintre apa evacuată și apa emisarului;

5.2.2 Materiale și metode

Prelevarea probelor pentru analizele chimice se face conform standardelor în vigoare, prevazute de DCA 2000/60/EC.

Datele chimice au fost obținute în urma analizelor apei în cadrul Administrației Bazinale de Apă Banat-Laborator Calitatea Apei Timișoara.

Standardele folosite pentru analiza parametrilor chimici monitorizați în această lucrare sunt:

•pentru regimul oxigenului

-SR EN 25813/2000- Calitatea apei. Dozarea oxigenului dizolvat. Metoda iodometrică

-SR EN 1899-1/2003- Calitatea apei. Determinarea consumului biochimic de oxigen după n zile. Metoda prin diluare și însămânțare cu aport de alitiomee

-SR EN 1899-2/2002- Calitatea apei. Determinarea consumului biochimic de oxigen după n zile. Metoda pentru probe diluate

•**pentru regimul nutrienților**

-SR EN ISO 6878/2005- Calitatea apei. Determinarea fosforului. Metoda spectrofotometrică cu molibdat de amoniu

-SR ISO 10048 / 2001 - - Calitatea apei. Determinarea conținutului de azot . Mineralizare catalitică

după reducere cu aliaj Devarda

-SR ISO 7890-1/ 1998 – Calitatea apei. Determinarea conținutului de azotați. Metoda

spectrometrică cu 2.6 dimetilfenol

-SR ISO 7150-1- 2001-Calitatea apei. Determinarea conținutului de amoniu

Partea 1-Metoda spectrometrică manuală

-SR EN 26777/C91/ 2006 – Calitatea apei. Determinarea conținutului de nitriți-

Metoda prin spectrometrie de absorbție moleculară

•**pentru detergenți:**

-SR ISO 7875 – 2/1996 - Calitatea apei. Determinarea agenților de suprafață Partea 2: Determinarea agenților de suprafață neionici folosind reactiv Dragendorff;

-SR EN 903/2003- - Calitatea apei. Determinarea agenților de suprafață anionici prin măsurarea indicelui de albastru de metilen MBAS;

Probele de detergenți au fost recoltate din cursul râului Bega prin introducerea unui recipient din plastic de 1L direct în masa apei în secțiunile monitorizate.

•**pentru metale grele:**

- SR ISO 8288 Determinarea conținutului de cobalt, nichel, cupru, zinc, cadmiu, plumb;

Datele biologice au fost obținute din prelevarea probelor pentru indicatorii macrozoobentos și fitobentos din secțiunile monitorizate și analizate în cadrul Administrației Bazinale de Apă Banat-Laborator Calitatea Apei Timișoara.

Pentru probele de macrozoobentos :

Investigarea macrozoobentosului de pe substraturile râurilor necesită diverse procedee de prelevare(conform standardelor în vigoare) pentru stabilirea biotopului dominant. Probele de macrozoobentos conțin organisme animale acvatice majoritatea vizibile cu ochiul liber. Acestea se prelevă în funcție de natura albiei cu diferite dispozitive: draga, ciropac. După prelevare are loc spălarea probei pentru îndepărtarea sedimentului, iar apoi trierea indivizilor din probă. După trierea probei se realizează determinarea speciilor de macrozoobentos pe baza literaturii de specialitate folosind ca aparatură stereomicroscopul și microscopul.

Pentru probele de **alge bentonice** s-a procedat astfel:

-s-au prelevat probe calitative și cantitative din cele trei stații principale, Luncani, Timișoara și Otelec;

-probele au fost recoltate **în anul 2011** în două sezoane diferite -mai

-octombrie

-**în anul 2012** în luna mai s-au recoltat probe de pe diferite substraturi existente(mâl,pietre și vegetație) în zona studiată,in secțiunea Otelec care este cea mai afectată de evacuările de ape uzate.

-pentru prelevare a fost nevoie de recipiente din plastic-250 ml, dispozitiv de răzuire a substratului format din pietre, pipeta din plastic pentru substratul format din mâl, iar pentru recoltarea algelor epifite s-a introdus vegetația direct în recipient.

-conservarea probelor s-a realizat cu Etanol 70% și apoi s-au etichetat și au fost transportate în tavi din plastic.

Probele biologice au fost recoltate și prelucrate conform standardelor în vigoare:

Pregătirea probelor:

-se face o pregătire în prealabil a probei neprelucrate pentru ca apoi proba să fie curățată propriu-zis.

-dacă în compoziția probei sunt doar forme fine, nu se folosesc pentru a le îndepărta substanțe agresive, dacă în probă se observă forme motile acestea se pot îndepărta prin intermediul unui filtru prin care formele motile vor trece. [29]

-dacă proba este bogată în calciu aceasta se fierbe în acid clorhidric diluat urmată de clătire și aducerea la pH neutru.

-prelucrarea probelor are ca scop principal îndepărtarea conținutului organic al diatomeelor și obținerea frustulelor clare pentru a se determina microscopic cât mai bine specia.

Pentru obținerea preparatelor de diatomee sunt metode variate, alegerea unei metode făcându-se în funcție de diferiți factori-în funcție de speciile de diatomee, în funcție de cantitatea acestora în preparat precum și de cantitatea de material alohton prezentă.

În acest studiu s-a folosit metoda la cald, astfel:

-într-o eprubetă cu 20 ml apă oxigenată 30% se pun 5 ml din proba omogenizată și se fierbe 2-3 ore în baia de apă la o temperatură de 90°C. Se înlătură apa oxigenată prin spălări repetate cu apă distilată, prin centrifugare, sedimentare sau distilare.

Pentru obținerea preparatelor permanente de diatomee, pe o placă de azbest sau inox se așază lamela pe care se pun 1-2 picături din materialul suspendat în apa distilată și agitat puțin în prealabil pentru o distribuție uniformă.

-materialul conținând frustule de diatomee nu trebuie să fie nici prea diluat nici prea concentrat pentru a putea surprinde toate speciile de diatomee. Se încălzește placa astfel încât apa să se evapore, dar să nu ajungă la fierbere.

După evaporare se adaugă câteva cristale din materialul de includere și se așteaptă să se topească, după care se întoarce lamela pe suprafața lamei fierbinți(a se evita apariția bulelor de aer). [40]

În acest stadiu lama se etichetează cu datele necesare. Preparatul fix este pus pe masa microscopului, iar cu ajutorul uleiului de imersie se începe citirea și determinarea speciilor.

Aparatura folosită:

Microscop Olympus CX 31 cu cameră foto digitală și sistem de captura a imaginii:

-obiectiv 100X cu imersie

-micrometru obiectiv

5.2.3. Procesul de autoepurare pe cursul râului Bega

Cursul râului Bega este caracterizat de o compoziție fizico-chimică și biologică foarte diversificată, atât datorită formelor de relief pe care le străbate, dar mai ales din pricina modificărilor hidromorgologice și a impactului antropic.

5.2.3.1. Chimia cursului Bega la izvoare, datorită pantei mari determină o curgere turbulentă a apei, ceea ce are un impact benefic asupra schimbului de oxigen dintre aer și apă, are loc o buna aerare a apei.

Astfel cantitatea de oxigen dizolvat se găsește în cantități mari, iar consumul biochimic de oxigen în cantități foarte mici.

Lipsa impactului antropic încadrează și restul elementelor chimice într-o stare bună sau foarte bună de calitate.

Presiunile asupra apei și deprecierea calitativă ale apei încep să apară unde au loc creșteri ale folosințelor de apă, astfel apa prelevată nu este restituită cursului la aceeași calitate.

Anul 2008

În anul 2008, punând accentul pe două stații de pe cursul râului Bega, dar și asupra efluenților avem următoarele rezultate Tab.5.1..

Valorile parametrilor chimici în secțiunea Timișoara încadrează apa într-o calitate bună, însă de la iesirea din oraș, unde au loc evacuări de ape uzate și menajere, situația se complică.

Majoritatea substanțelor depășesc limitele maxime admise la evacuare, dar prin amestecul cu apa receptorului concentrațiile acestora devin mai mici Tab.5.1..

Tab.5.1. Valorile parametrilor chimici în anul 2008

Parametrii	Amonte evacuare				Evacuare		Aval evacuare			
	V	VII	IX	XI	V	VII	V	VII	IX	XI
Odiz mg/l	7,1	7,93	7,58	8,3	-	-	2,55	1,95	1,32	4,44
CB05 mg/l	1,3	1,45	1,05	2,95	225,21	169,8	9,44	6,56	7,16	6,35
CCOCr mg/l	8,125	4,375	9,52	28,38	300	346,5	18,75	15	29,8	9,03
Cloruri mg/l	9,21	8,5	11,34	9,22	75,15	102,0 9	19,85	17,01	31,9	22,69
Amoniu mg/	0,164	0,03	0,04	0,082	22,8	19,57	3,75	2,86	6,35	3,165
Fosfor total mg	0,137	0,059	0,056	0,26	4,06	4,98	1,175	0,62	1,194	0,618
Azot total mg/l	1,68	1,68	1,68	1,96	19,61	17,37	4,48	3,92	6,16	4,48
Detergenti mg/l	87,6	75,4	51,7	62,4	1979,2	3197, 6	292,8	258,8	384,7	244,8
Fenoli mg/l	-	1,4	<2	-	15,9	45,9	2	3	<2	1,9
Plumb mg/l	4,8	4,7	5,33	4,6	18,6	42,3	5,5	13	2,07	9,3

Semnificația culorilor din tabel:

- ▶ calitatea apei foarte buna
- ▶ calitatea apei buna
- ▶ calitatea apei proasta

Sistemul centralizat de canalizare al Municipiului Timișoara, are cel mai mare aport în poluarea tronsonului aval Timișoara-frontiera Fig.5.6.:



Fig.5.6.a (Google Earth)



Fig.5.6.b

Fig.5.6. a,b Secțiunea cu punctul de evacuare al apelor uzate în râul Bega

În Tab.5.4. sunt evidentiuate concentrațiile indicatoriilor care depășesc limitele maxime admise, dar și care încadrează apa într-o clasă bună de calitate.

În secțiunea de evacuare ape uzate, substanțele evacuate în emisar depășesc cu mult limita maximă admisă atât în lunile mai și iulie. Acest lucru duce la o impurificare a apei deși se realizează amestecul cu emisarul.

Este evidentă trecerea de la o calitate bună a apei în secțiunea amonte de evacuare la o calitate proastă sau foarte proastă în secțiunea de amestec a apei evacuate cu emisarul și apoi în aval de evacuare, chiar după 50 de km distanță.

Cel mai dăunător pentru apa emisarului este introducerea prin apă evacuată a unor substanțe care nu se găsesc în mod normal în apă: detergenți, fenoli, metale grele. Aceste substanțe au efecte devastatoare asupra ecosistemelor acvatice, implicit asupra calității apei și apoi a omului.

În 2008 au avut loc depășiri la amoniu, detergenți și plumb pe tronsonul aval Timișoara- frontieră. Cantitatea mică de oxigen dizolvat și cantitatea mare de CBO5 are efect direct asupra organismelor din apă, organismele din apă având rol primordial în procesul de autoepurare.

Concentrația de oxigen are rol în intensitatea proceselor de descompunere a materiilor organice, a oxidării unor substanțe minerale și de popularea mediului acvatic cu organisme.

În secțiunea aval de evacuare, descompunerea bacteriană a materiilor organice și oxidarea unor compuși chimici are ca rezultat cantitatea infimă de oxigen dizolvat și concentrație ridicată a consumului biochimic de oxigen.

În luna mai, debitul este mai mare decât în luna iulie, și gradul de diluție este mai mare, 7,04 în mai și 4,02 în iulie, acesta s-a redus aproape la jumătate.

Debitul mic are efect negativ asupra amestecului și diluției apelor evacuate cu emisar.

Este evidentă diferența dintre lunile mai și iulie, cantitatea de detergenți în secțiunea amonte evacuare se găsesc în limite admisibile, în schimb în secțiunea unde are loc amestecul, cantitatea de detergenți rămâne foarte mare, scăzând pe parcurs., dar la 50 de km de la secțiunea de amestec, cantitatea acestora încă depășește limita maximă admisă.

În luna iulie, debitul și gradul de diluție fiind mici, amestecul nu se realizează la fel de eficient ca în luna iunie când debitul și gradul de diluție sunt mai mari.

Anul 2009

Cu importanță majoră în activitatea și evoluția acvatică sunt debitele Fig. 5.7. , în anul 2009 debitele sunt aproape identice în ambele secțiuni, lucru favorabil pentru diluția și amestecul poluanților din apele uzate evacuate cu apele emisarului.

În comparație cu anul 2008 secțiunea situată în amonte de secțiunea de evacuare se încadrează tot într-o clasă bună de calitate, chiar se observa o îmbunătățire la concentrațiile indicatorilor monitorizați.

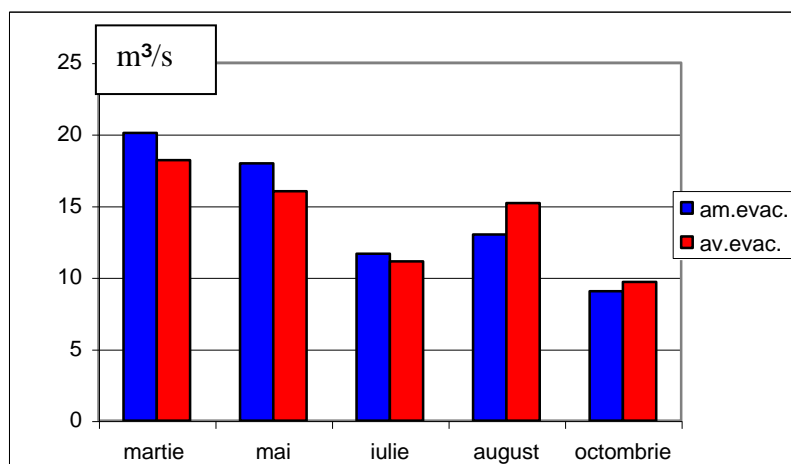


Fig.5.7. Debitul mediu Q_{med} (m³/s) pentru secțiunile monitorizate în anul 2009

În aceste condiții hidrologice, chimia tronsonului studiat este următoarea în anul 2009 Tab.5.5. :

Tab.5.5. Valorile parametrilor chimici în anul 2009

Indicatori	Timisoara				Otelec			
	III	V	VIII	X	III	V	VIII	X
Odiz mg/l	8,84	7,57	7,33	8,61	6,07	2,36	2,5	2,12
CB05 mg/l	3,07	0,88	2,06	0,8	8,6	5,54	6,04	9,44
CCOCr mg/l	7,36	10,45	7,04	5,76	44,375	27,06	17,92	16
Cloruri mg/l	12,05	10,63	6,38	9,92	24,82	18,43	19,85	23,39
Amoniu mg/l	0,22	0,048	0,04	0,029	2,6	2,51	2,77	4,24
Fenoli mg/l	<2	<2	<2	<2	2,1	2	2,5	<2
Detergenti mg/l	<50	<36	<36	59	60,17	89,4	<36	247
Azot total mg/l	1,96	1,12	1,12	1,12	4,48	2,8	2,52	4,76
Plumb mg/l	6,9	5,08	4,7	11,8	4,7	5,5	8,3	10,2
Fosfor total mg	0,112	0,065	0,335	0,086	0,445	0,488	0,534	0,514

Dacă se face o corelație între anii 2008 și 2009 în ceea ce privește debitele și concentrațiile substanțelor, se observă că odată cu creșterea debitelor în anul 2009 are loc și îmbunătățirea concentrațiilor substanțelor din apă. Tab. 5.5.

În secțiunea din aval de evacuare se înregistrează o îmbunătățire semnificativă la indicatorul chimic -detergenți, înrăutățire la CCOCr față de 2008.

Cantitatea mare de CCOCr arată faptul ca oxidarea K₂Cr₂O₇ nu s-a realizat, acesta reprezentând 60-70 % din substanțele organice, chiar și cele nebiodegradabile.

Cantitatea mică de oxigen dizolvat se menține, precum și cantitatea mare de consum biochimic de oxigen.

Dacă în 2008 fosforul a depășit limita maximă admisă, în 2009 azotul se găsește în cantități mari, însă și poluarea difuză își spune cuvântul, având în vedere faptul că râul Bega străbate terenuri agricole. Cantitatea crescută de amoniu persistă și în 2009 din cauza apelor care se evacuează în emisar.

Anul 2010

În anul 2010 din punct de vedere hidrologic avem următoarea situație:

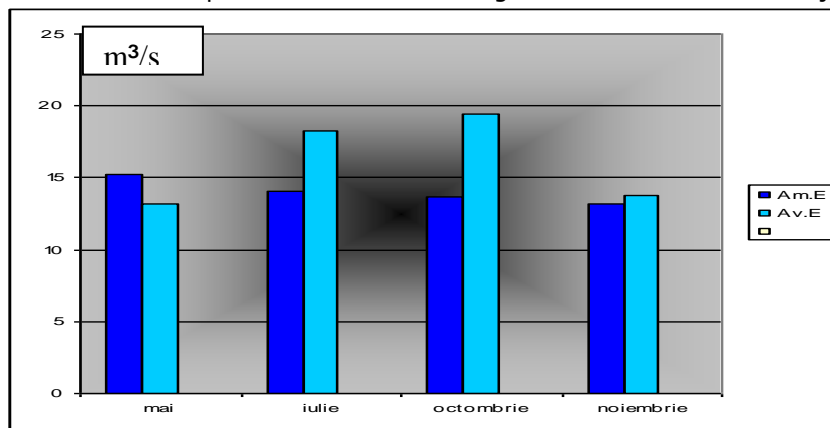


Fig.5.8. Variația debitului Qmed (m³/s) în 2010

Dacă în anul 2008 și anul 2009 debitele în secțiunea din amonte de punctul de evacuare erau mai mari decât în secțiunea din aval, în anul 2010 debitele în secțiunea aval sunt mult mai mari decât în amonte. În ceea ce privește viteza apei Fig.5.9., în luna mai în aval este mult mai mare decât în amonte, în iulie sunt aproximativ egale. În luna octombrie viteza apei în amonte este mai mare decât în aval, iar în luna noiembrie viteza apei este mai mare în aval decât în amonte. Se observă o evoluție a debitelor și a vitezei apei în secțiunile monitorizate, acestea având rol esențial în autoepurare.

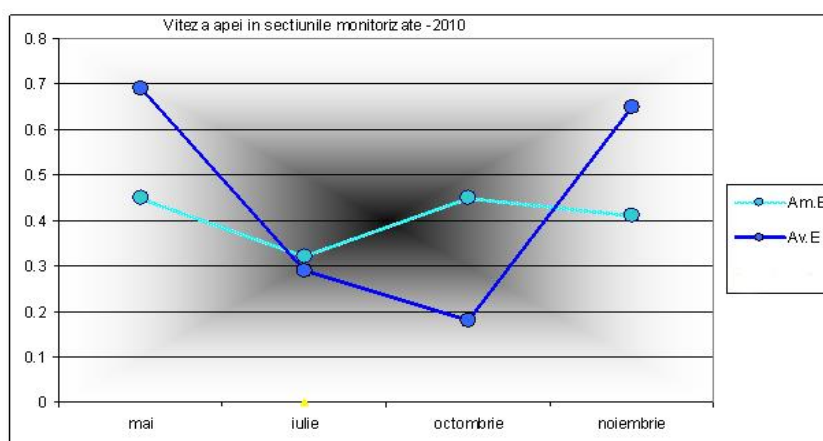


Fig.5.9. Viteza apei m/s în 2010

Tab.5.6. Valorile parametrilor chimici în anul 2010

Indicatori	Amonte evacuare				Evacuare		Aval evacuare			
	V	VII	X	XI	VI	XI	V	VII	X	XI
Odiz mg/l	8,76	8,5	10,6	10,01	0		4,57	4,5	6,36	3,57
CB05 mg/l	2,46	2	2,52	2,03	111,25	71	5,66	6,35	4,92	6,2
CCOCr mg/l	20	16,9	9,52	10,08	288	186	18,125	20,47	13,335	17,01
Cloruri mg/l	6,81	6,81	0	5,11	79,7	54,17	19	22,98	11,34	14,18
Amoniu mg	0,084	0,058	0,016	0	19,1	20,2	2,42	2,21	2,92	2,77
Fenoli mg/l	0	0	0	0	1,2	12,4	0	0	0	0
Detergenti r	0	0	0	0	1017	2144	321	200	256	334
Azot total m	<LD	<LQ	<LQ	<LQ	16,25	18,21	3,92	3,92	3,36	3,08
Plumb mg/l	0	<LD	0	0	15	28	0	0	0	0
Fosfor total	0,421	0,404	0,039	0,061	3,91	2,55	0,52	0,312	0,345	0,358

În anul 2010 în secțiunea amonte de punctul de evacuare, avem o îmbunătățire a calității apei față de anii 2008 și 2009, depășiri ale concentrațiilor se observă Tab.5.6., la fosfor, această creștere se datorează și sezonului de cultivare a terenurilor agricole, ceea ce înseamnă și folosirea îngrășămintelor, sursa de nutrienți în râul Bega.

Concentrațiile substanțelor evacuate se mențin în aceleași cantități mari ca și în anii precedenți, însă din cauza creșterii debitului și a vitezei apei pe tronsonul aval Timișoara-Otelec are loc intensificarea procesului de autoepurare dovada fiind scăderea cantității de consum biochimic de oxigen, ceea ce arată și reducerea poluării organice.

Deși cantitatea de cloruri evacuate în emisari este foarte mare, în secțiunea aval evacuare ajunge într-o cantitate care încadrează ap în clasa I de calitate, autoepurarea se realizează total pentru cloruri. Are loc o creștere semnificativă a cantității de detergenți față de anul 2009, an în care doar în luna octombrie au avut loc depășiri la acest indicator. Substanțele biogene se mențin în cantități mari și în acest an.

Anul 2011

Față de ceilalți ani monitorizați în acest studiu, în acest an debitele Fig.5.10. în secțiunile monitorizate sunt aproximativ egale, doar în lunile iulie și august în secțiunea din aval are loc o depășire a debitelor și a vitezei apei față de secțiunea din amonte .

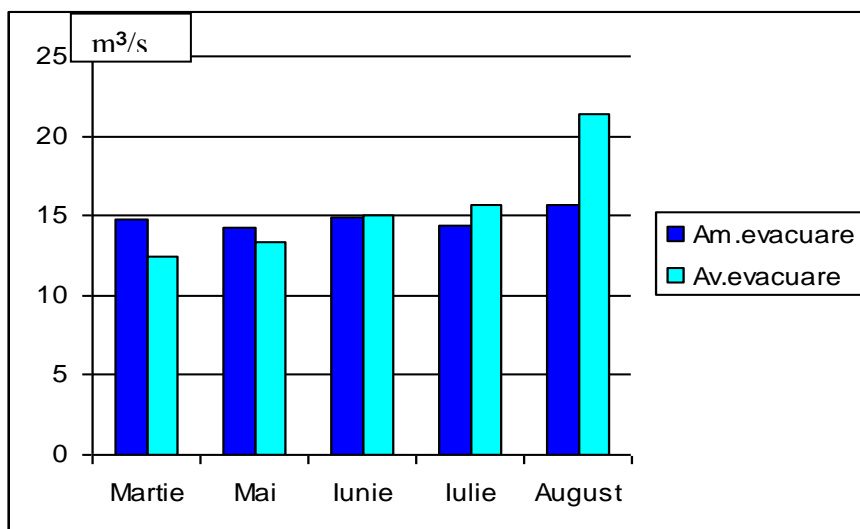


Fig.5.10. Debiturile medii Q_{med} (m³/s) în anul 2011

În condițiile hidrologice prezentate în Fig.5.10. chimia secțiunilor studiate este:

-în secțiunea amonte evacuare nu există depășiri ai parametrilor investigați, chiar o îmbunătățire a concentrațiilor acestora față de anii trecuți, fosforul are

valoare mai ridicată în luna iunie, în restul lunilor monitorizate calitatea indicatorilor, inclusiv a fosforului, fiind buna și foarte buna Tab.5.7.

În secțiunea din aval de evacuare, debitul și viteza ridicate ale apei și-au spus cuvântul asupra calității acesteia, îmbunătățirea este evidentă în Tab.5.7 față de anii anteriori. Regimul oxigenului s-a îmbunătățit considerabil, mai sunt depășiri în câteva luni la amoniu, detergenți și fosfor.

Tab.5.7. Valorile parametrilor chimici în anul 2011

Indicatori	Amonte evacuare					Aval evacuare				
	III	V	VI	VII	VIII	III	V	VI	VII	VIII
Odiz mg/l	11,19	9,38	7,69	7,32	7,18	8,23	4,44	6,33	6,57	5,98
CB05 mg/l	2,83	1,45	0,9	1,08	0,93	4,23	5,46	3,48	3,74	2,83
CCOCr mg/l	12,6	<LQ	11,25	10,1	7,53	17,1	14,38	13,13	10,73	24,5
Cloruri mg/l	8,8	5,39	7,09	5,68	4,25	18,72	17,02	13,62	15,6	13,89
Amoniu mg/l	0,066	0,038	0,061	0,033	0,033	2,45	2,45	2,33	0,025	0,15
Fenoli mg/l	0	0,5	0,5	0,35	0,7	2,3	0,55	2,2	8,5	1,2
Detergenți mg/l	0	2,3	53	50	46	244	329	65	46	59
Azot total mg/l	<LQ	0,75	8,5	1,2	2,52	4,2	3,64	3,92	1,2	2,8
Plumb mg/l	6,2	6,2	2,5	7,5	6,1	0	7,3	6,1	9	12,3
Fosfor total mg/l	0,014	0,064	0,143	0,065	0,065	0,165	0,63	0,107	0,148	0,337

În urma monitorizării celor două secțiuni pe parcursul anilor 2008, 2009, 2010, 2011 observăm că în secțiunea situată amonte de punctul de evacuare și amestec al apelor uzate cu emisarul, apa se încadrează din punct de vedere chimic într-o calitate bună și foarte bună, iar în fiecare an calitatea concentrațiilor indicatorilor monitorizați se îmbunătățește în funcție de creșterea debitului și a vitezei apei, cu mici depășiri la unii parametri.

În secțiunea aval de punctul de amestec ape uzate, majoritatea parametrilor chimici depășesc limitele maxime admise, inclusiv substanțele poluatoare. Acest lucru evidențiază efectul apelor uzate asupra calității apelor, a ecosistemelor acvatice, a mediului. Dar este evidentă și o îmbunătățire a calității apei din punct de vedere chimic în această secțiune în fiecare an, condițiile hidrologice având rol primordial.

Sunt evidențiate concentrațiile parametrilor chimici din apa uzată Tab.5.6. ce se evacuează în emisar într-un volum mediu de 2,2 m³/s.

Pe baza acestor valori și ținându-se cont de măsurătorile hidromorfologice se calculează gradul de amestec al acestora cu emisarul precum și distanța pe parcursul căreia are loc un anumit grad de amestec al substanțelor, precum și concentrația unei anumite substanțe după amestecul cu emisarul.[17]

Pentru aflarea gradului de amestec și a distanței pe care se realizează amestecul apelor uzate evacuate cu emisarul s-au folosit următoarele relații matematice:

1) gradul de diluție:

$$d = \frac{Q}{q} \quad (5.1.)$$

, unde

Q- debitul emisarului

q-debitul apei uzate evacuate

2) Coeficientul de amestec se calculează cu formula lui J.D.Rodziler :

$$Q = \frac{1 - e^{-\alpha \sqrt[3]{L}}}{1 + \frac{Q}{q} e^{-\alpha \sqrt[3]{L}}} \quad (5.2.)$$

Coeficient de amestec

,unde

L- distanța dintre secțiunea de evacuare și cea de calcul;

, unde

$$\alpha = \varepsilon \cdot \varphi \cdot 3 \sqrt{\Delta T / q} \quad (5.3.)$$

ε = este un coeficient ce variază în funcție de locul de evacuare al apelor uzate în emisar:

- 1 -dacă evacuarea se face la mal ,
- 2,5 pentru deversările în zona cu viteză maximă de curgere a apei
- 3 pentru deversare printr-un sistem cu dispersie.

φ =coeficient de sinuozitate, este raportul dintre lungimea albiei râului și linia dreaptă ce unește punctul de deversare a apei uzate în emisar și punctul considerat.

ΔT =coeficient de difuzie turbulentă :

$$\Delta T = vH / 200 \quad (5.4.)$$

Unde,

v-viteza medie a apei în zona considerată m/s;

H- adâncimea medie a cursului de apă în zona considerată(m);

Pornind de la ecuația lui **J.D. Rodziler** a coeficientului de amestec , a' , se poate determina distanța La unde , $a'=1$ (teoretic, amestec total):

$$\text{Lac} = \left[2.3 \frac{1}{\alpha} \lg \frac{Q}{\left(\frac{100}{p} - 1 \right) q} \right]^3 \quad (5.5.)$$

Unde,

Q-debitul emisarului

q-debitul efluentului

p- procentul de amestec complet

-dacă introducem pentru valoarea lui „a” cifra 1, fapt ce înseamnă o amestecare totală rezultă pentru lungimea de amestecare la valoarea infinit.

De aceea în practică se utilizează valori ale lui „a” cuprinse între 0,7 și 0,8 și în cazuri deosebite 0,85.[62]

Tab.5.8. Distanțele de amestec pentru tronsonul punct evacuare și Otelec.:

	06. 2008	08. 2008	07. 2009	08. 2009	07. 2010	11. 2010	05. 2011	08. 2011
d =	7.04	4.02	5.3	5.9	6.36	6.27	6.45	7.13
Q=	0.3	0.48	0.36	0.31	0.26	0.46	0.59	0.46
Lac 75%	8.39	2.803	6.27	4.92	10.808	3.163	1.667	3.105
Lac 80 %	10.981	3.915	8.409	9.82	14.446	4.168	2.191	4.047

Calcularea gradului de amestec dintre apele uzate evacuate cu apele emisarului și lungimea pe care are loc amestecul a 75% respectiv 80% din fiecare substanță evidențiază rolul debitului și vitezei apei în procesul de autoepurare a cursului de apă.

În luna mai 2011 amestecul se realizează pe distanța cea mai mică, iar în iulie 2010 amestecul se realizează pe distanța cea mai mare Fig. 5.11. :

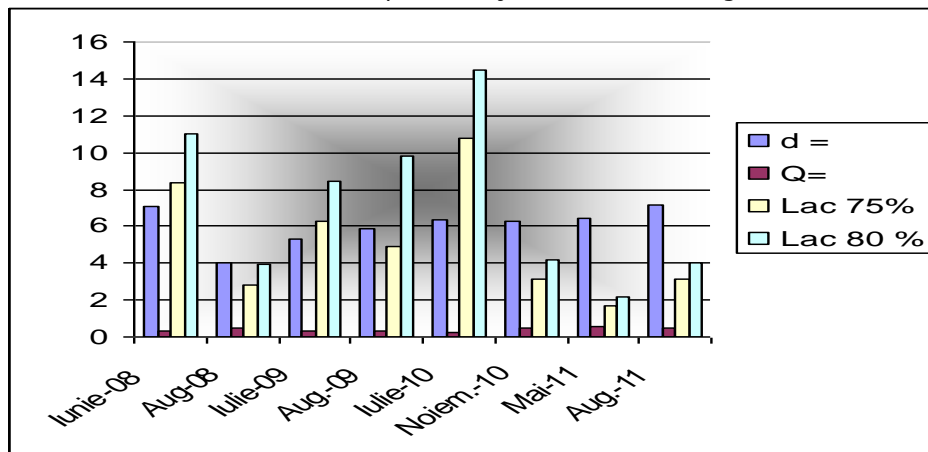


Fig.5.11. Evidențierea rezultatelor pentru *Gradul de amestec* și pentru *Lungimea de amestec*

Condițiile pentru ca amestecul apelor uzate cu emisarul să se realizeze pe o distanță cât mai mică sau cât mai mare, ținând cont de rezultatele obținute, sunt :

1) în mai 2011 amestecul total de 75% s-a realizat pe o distanță de 1,667 km, iar pentru 80% s-a realizat pe 2, 191 km în următoarele condiții:

$$\mathbf{d=6,45; Cam=0,59; Q=14,2\ m^3/s; v=0,45\ m/s}$$

2) în iulie 2010 amestecul total de 75% s-a realizat pe distanța de 10, 808 km, iar pentru 80% s-a realizat pe parcursul a 14,446 km în următoarele condiții:

$$\mathbf{d=6,36; Cam=0,26; Q=14\ m^3/s; v=0,321}$$

Având în vedere condițiile pentru cea mai mică distanță de amestec și cea mai mare distanță de amestec, putem spune că distanța pe care are loc amestecul este influențată de coeficientul de amestec, pentru luna mai 2011 coeficientul de amestec este dublu față de iulie 2010.

Pentru calcularea coeficientului de amestec s-au folosit valori identice pentru coeficientul de sinuozitate și pentru adâncimea medie a cursului, parametrii care au diferit sunt cei mășurați concomitent cu prelevările chimice, biologice: debitul apei în secțiunea respectivă, viteza apei, debitul apelor evacuate. [37]

Deși amestecul se realizează pe o distanță mică 1), gradul de diluție este aproximativ la fel în ambele cazuri 1) și 2), ceea ce e un dezavantaj pentru cazul 1) având în vedere ca aceeași cantitate de poluant se sedimentează pe 1, 667 km, iar în cazul 2) pe 10, 808 km. În cazul 1) concentrația mare a materiilor sedimentate pe o distanță mică are efect negativ mult mai mare asupra mediului acvatic față de cazul 2) unde aceeași cantitate de poluant se sedimentează pe o distanță de aproape 5 ori mai mare.

Anul 2012 aduce o funcționare performantă a stației de epurare a sistemului centralizat de canalizare al Municipiului Timișoara, acest fapt reflectându-se și asupra chimiei apei. Pentru acest lucru s-au monitorizat 4 secțiuni în luna iulie și în luna august pentru indicatorul detergenti, iar rezultatele sunt Fig. 5.12. :

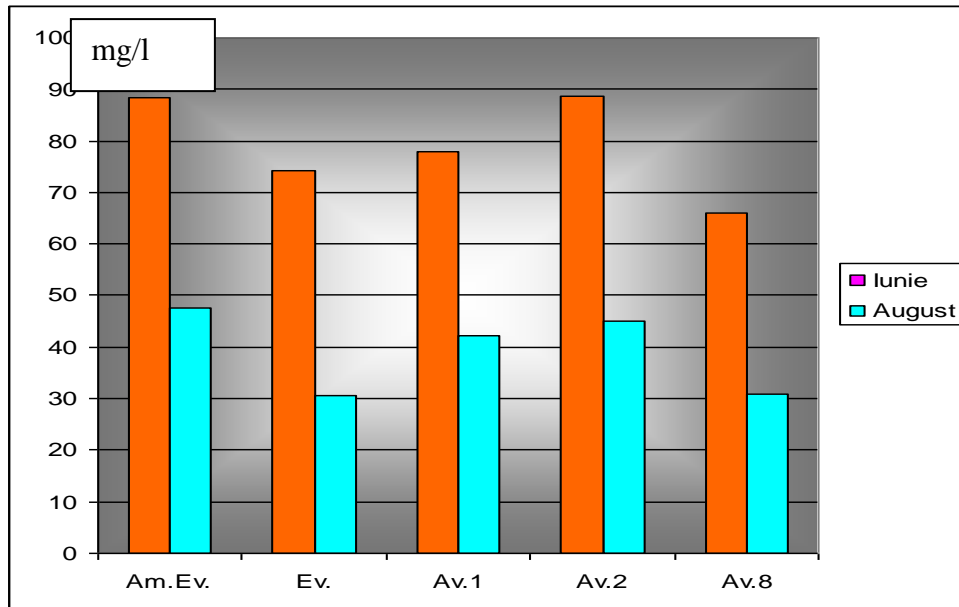


Fig.5.12. Detergenții din secțiunile monitorizate

-la un debit de $13,90 \text{ m}^3/\text{s}$ și viteza apei de $0,410 \text{ m/s}$ în iunie și $17,9 \text{ m}^3/\text{s}$ și $0,470 \text{ m/s}$ în august distanța necesară pentru amestec este Fig.5.13. :

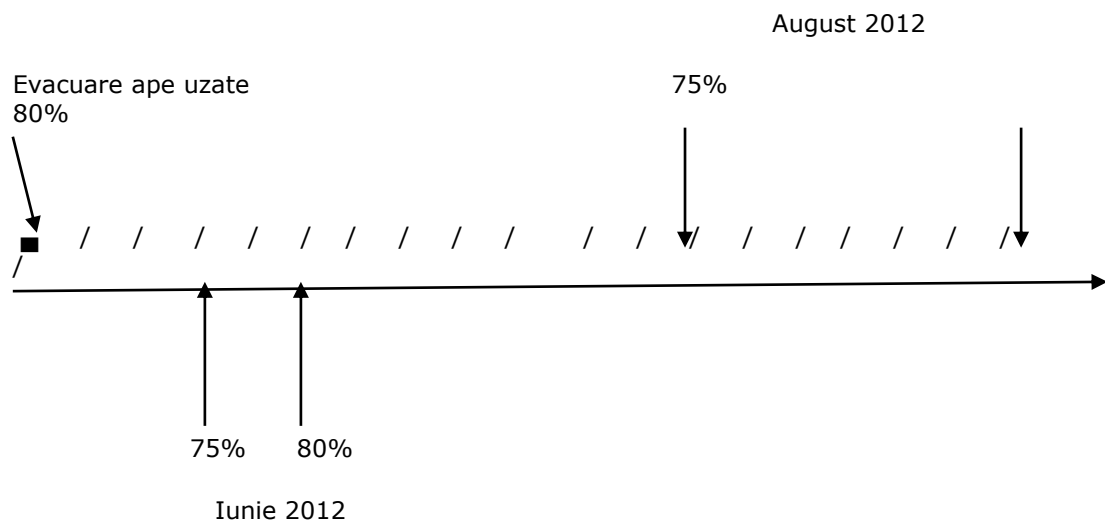


Fig.5.13. Schematizarea distanței de amestec

- în iunie în punctul de amestec al apelor uzate cu ale emisarului cantitatea de detergenți este $74,3 \mu\text{g/l}$, iar după 7 km concentrația de detergenți este de $78,3 \mu\text{g/l}$ ceea ce arată că deși amestecul se realizează în proporție de 75% din 100%, nu s-a realizat și diluția, cantitatea de detergenți fiind mai mare

- dupa 7 km ca și în secțiunea unde se fac evacuările și amestecul cu emisarul. Acest lucru are efect negativ mai ales în procesul de sedimentare, depunerile de concentrații mari de detergenți pe fundul albiei afectează ecosistemele acvatice, mai ales detergenții care sunt substanțe poluatoare.
- amestecul de 80% din 100% a substanței se realizează pe distanța de 8 km, cu aceeași cantitate de 73,3 $\mu\text{g/l}$ în punctul de amestec al apelor uzate cu emisarul, iar după 8 km cantitatea de detergenți este de 66 $\mu\text{g/l}$, începe să se realizeze diluția.
 - în luna august, la o cantitate de 88,3 $\mu\text{g/l}$ în punctul de amestec al apelor uzate cu emisarul și cu un debit și o viteză a apei mai mari decât în luna iunie, amestecul de 75% din 100% se realizează pe o distanță de 18,652 km, însă doar după 2 km concentrația detergenților ajunge la 45 $\mu\text{g/l}$, iar după 18 km la 31 $\mu\text{g/l}$. Acest lucru arată ca cu cât debitul și viteza apei sunt mai mari, gradul procesului de autoepurare a apei este mai mare.
 - amestecul de 80% din 100% se realizează pe o distanță de 25,655 km și ajunge la o concentrație a detergenților de 30,7 $\mu\text{g/l}$. Este evidentă diluția detergenților mult mai mare în luna august decât în luna iunie, iar acest lucru se datorează vitezei apei și a debitului care au fost mult mai mari în august.
 - diluția mare a acestora face ca și cantitatea sedimentată să nu fie foarte mare și să se poată degrada într-un timp mult mai scurt astfel încât să nu fie afectate ecosistemele acvatice și procesul de autoepurare să se poată realiza, în schimb, în luna iunie cantitatea mare de detergenți care se sedimentează afectează procesul de autoepurare și afectează ecosistemele acvatice și mai ales calitatea apei.

Detergenții au fost o problemă în secțiunea de evacuare și în cea din aval, cantitatea acestora fiind foarte mare până în luna mai -2011, iar începând din luna iulie a aceluiași an cantitatea acestora scade semnificativ.

Este evident că odată cu creșterea debitului și vitezei apei, funcționarea eficientă a stației de epurare chimia apei este din ce în ce mai bună, detergenții ajungând din clasa a III-a sau a IV-a de calitate, în clasa I.

În fiecare an chimia râului Bega a suferit modificări pozitive ale calității apei, atât în amonte de sursa de evacuare care atingea "starea chimică bună", dar cel mai important este tronsonul aval Timișoara-Otelec, tronson puternic modificat din punct de vedere calitativ. Acest tronson s-a îmbunătățit semnificativ datorită procesului de autoepurare, prin creșterea debitelor și a vitezei apei, implicat a gradului de amestec și diluție care au rol primordial în autoepurare, dar și datorită îmbunătățirii apelor uzate evacuate.

5.2.3.2. Biologia

În aceste condiții hidrologice și chimice date, fauna și flora acvatică se modifică în funcție de hidromorfologia cursului și de chimia acestuia.

Atunci când intervin dezechilibre majore din aceste puncte de vedere, mai ales din punct de vedere chimic flora și fauna acvatică luptă doar până la un anumit punct să restabilească echilibrul.

Organismele acvatice de natură animală filtrează apă, implicând poluanții, iar flora prin fotosinteză eliberează oxigen în apă. În cazul în care gradul de impurificare depășește capacitatea acestora de a funcționa acestea sunt înlocuite cu speciile care suportă variații mari ale substanțelor chimice.

Din punct de vedere biologic, în acest studiu, am luat în considerare **macrozoobentosul și algele bentonice**, deoarece prin sedimentarea substanțelor chimice și a poluanților reacționează direct la aceștia, iar prin speciile bioindicatoare se caracterizează gradul de impurificare al apei.

Și din punct de vedere biologic, ca și în cazul compoziției chimice, are loc trecerea de la o apă bună la una proastă și influența poluanților asupra macrozoobentosului și a fitobentosului. Influența și impactul elementelor hidrologice, și chimice din mediul acvatic asupra macrozoobentosului din cele două secțiuni monitorizate se evidențiază astfel:

-în secțiunea **amonte de punctul de evacuare** macrozoobentosul încadrează apa în clasa a II-a de calitate, din anul 2008 până în anul 2012.

Speciile care predomină în această secțiune sunt : *Bythinia tentaculata*, *Physa acuta*, *Viviparus viviparus*, *Haemopsis sanguisuga*, *Ecdyonurus dispar*, *Asellus aquaticus*.

În 2008 și 2009 predomină speciile *Bythinia tentaculata* și *Viviparus viviparus*, *Hirundinaea-Haemopsis sanguisuga*, *Amphipoda-cu Gammarus fossarum*, *Odonata-Lestes viridis* precum și *Heteroptera*, *Trichoptera*, *Coleoptera*, *Bivalvia*.



Fig.5.14. *Caenis robusta*



Fig.5.15. *Acroloxus lacustris*



Fig.5.16. *Lithoglyphus naticoides*



Fig.5.17. *Ceratopogonidae*

Densitatea acestora este mai mare în anii 2008, 2009, 2010, dar cu specii mai puține, în anul 2011 și 2012 densitatea este mai mică, dar speciile sunt mult mai multe ceea ce arată un lanț trofic care mărește integralitatea mediului acvatic. Cu cât numărul de specii este mai mare și ciclurile mai lungi, cu atât stabilitatea biocenozelor este mai mare. [37]

În anul 2011 predomină speciile din clasa *Gasteropoda* Fig.5.15., Fig.5.16., *Insecta* Fig.5.14., *Diptera* Fig.5.17. În anul 2012 aceleași clase predomină în apa din secțiunea monitorizată.

Secțiunea situată în aval de punctul de evacuare este populată de specii de macrozoobentos, majoritatea α -saprobe și polisaprobe, apa încadrându-se în această secțiune în clasa a IV-a și a V de calitate, în cel mai bun caz în clasa a III-a

În anul 2008 *Tubifex tubifex*, specie polisaprobă indică gradul mare de impurificare al apei, în anul 2009 *Tubifex* este înlocuit de *Chironomus plumosus* Fig.5.18, o specie α -polisaprobă, care indică de asemenea o impurificare majoră a apei, o poluare organică la nivel de substrat.

În anul 2011 această secțiune, aval Timișoara-Otelec, din punct de vedere chimic și-a mai recuperat din echilibrul pierdut, însă macronevertebratele încadrează apa în clasa a IV-a de calitate ceea ce înseamnă ca substratul acestui tronson încă este poluat, față de masa apei care indică o clasă superioară de calitate.

Speciile sunt α -polisaprobe-*Limnodrilus hoffmeisteri*, *Chironomus plumosus* Fig.5.18., Fig.5.20, *Asellus aquaticus* este α -saprob și predomină în această secțiune cu o densitate de 909,4 exp/m².



Fig.5.18. *Chironomus plumosus*



Fig.5.19. *Oligochaeta*



Fig.5.20. *Chironomus plumosus* în substratul de la Otelec

Deși în anul 2012 substanțele poluante nu mai depășesc limitele maxime admise, din punct de vedere chimic, apa are o stare bună, macrozoobentosul indică

încă o apă poluată, clasa a IV-a de calitate cu o dominanță a speciei *Chironomus plumosus* Fig.5.20, restul speciilor fiind și ele α și p-saprobe.

Din punct de vedere biologic echilibrul nu s-a restabilit, sedimentul încă este poluat. Este nevoie de timp pentru ca macrozoobentosul să facă curățenie în substrat, iar algele prin fotosinteză să îmbogățească apa cu oxigen, acesta fiind vital pentru macrozoobentos.

Impurificarea se realizează și are impact într-un timp scurt, în schimb autoepurarea necesită timp îndelungat cu participarea tuturor elementelor și proceselor laolaltă.

În anul 2011 prin monitorizarea și determinarea algelor fitobentonice din cele 4 secțiuni de pe râul Bega s-au determinat [33] un număr de 107 specii în cele 4 secțiuni monitorizate. Prin calcularea Indicelui Biotic de Diatomee (IBD) pe baza speciilor (Anexa 1) și densitatea speciilor avem următoarea evoluție a calității apei Fig.5.21. :

Clasa de calitate	Foarte bună	Bună	Acceptabilă	Mediocră	Inferioară
Secțiune	Luncani	Balint, Timisoara		Otelec	

Fig.5.21. Starea secțiunilor monitorizate prin calcularea IBD-ului

Speciile bioindicatoare de apă curată-oligosaprobe Fig.5.22., Fig.5.23., Fig.5.24., Fig.5.25. și o- β -mezosaprobe prezente în secțiunea Luncani sunt înlocuite treptat de specii β -mezosaprobe și β - α mezosaprobe la Balint și Timișoara apoi de specii α -saprobe în secțiunea Otelec din cauza impurificării chimice a apei.



Fig.5.22. *Ceratoneis arcus*



Fig.5.23. *Meridion circulare*



Fig.5.24. *Diatoma mesodon*

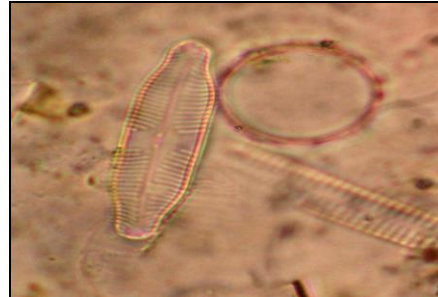


Fig.5.25. *Pinnularia microstauron*

-speciile oligosaprobe, indicatoare de apă curată, predomină în zona de munte și se găsesc în cantități mici sau deloc în zonele de câmpie.



Fig.5.26. *Cymbella lanceolata*



Fig.5.27. *Surirella biseriata*



Fig.5.28. *Gomphonema truncatum*

Fig.5.29. *Gomphonema acuminatum*

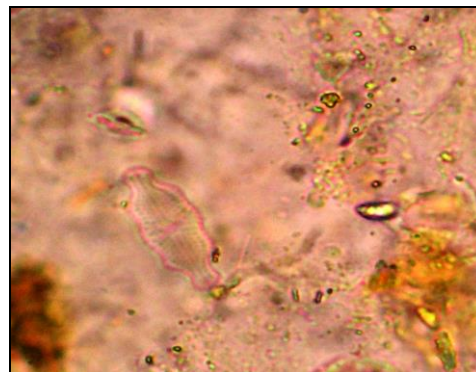


Fig.5.30. *Luticola nivalis*

-aceste specii Fig.5.26, Fig.5.27., Fig.5.28., Fig.5.28., Fig.5.29., Fig.5.30., sunt specii β -mezosaprobe sunt euribionte cosmopolite, ele constituie baza populațiilor de

diatomee, diferența fiind făcută de speciile stenobionte care sunt și bioindicatori de calitate.

-aceste specii se găsesc atât în apele curate cu un grad scăzut de saprobitate, cât și în apele cu un grad mare de impurificare.

-dintre speciile β - α mezosaprobe și α -saprobe avem *Craticula cuspidata* Fig.5.31, *Hantzschia amphioxys* Fig.5.32, *Stephanodiscus hantzschii* Fig.5.33 și *Stephanodiscus rotula* Fig.5.34 :



Fig.5.31. *Craticula cuspidata*



Fig.5.32. *Hantzschia amphioxys*



Fig.5.33. *Stephanodiscus hantzschii*

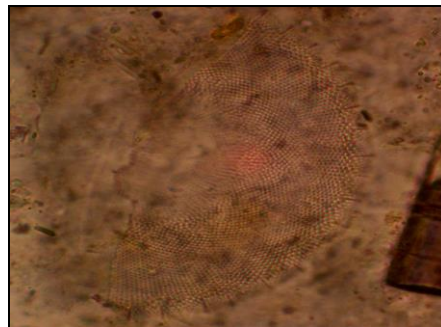


Fig.5.34. *Stephanodiscus rotula*

-acestea sunt specii care indică apă poluată, ele nu se găsesc în ape curate, în secțiunea aval de evacuare aceste specii au predominat ceea ce indică poluarea pe acest tronson de râu. În anul 2012 s-au recoltat probe de alge bentonice de pe substraturile existente din secțiunea afectată de evacuările apelor uzate pentru a evidenția afinitatea lor de dezvoltare și impactul poluării asupra lor. Au fost identificate 81 de specii (Anexa 2), 24 de genuri, dintre care genul *Navicula*, *Nitzschia*, *Gomphonema* și *Cymbella* au predominat cu cele mai multe specii. Numărul de indivizi a predominat la genurile *Stephanodiscus*, *Navicula*, *Cymbella*, *Synedra*, *Nitzschia*. Au predominat speciile β -mezosaprobe și α -mezosaprobe, ceea ce a evidențiat impactul poluării și asupra algelor bentonice. În anul 2010, în secțiunea Otelec a apărut specia *Dydimosphenia geminata* Fig.5.35., specie boreal-alpină, prezentă în râurile de la mică sau mare altitudine și indică un nivel saprobic critic. Prezența ei în secțiunea Otelec (frontieră) evidențiază preferințele acestei specii pentru apele impurificate. [53] Până în acest an nu a mai fost prezentă în apele din județul Timiș sau în alte secțiuni de pe râul Bega. La următoarea campanie, această specie și-a făcut apariția în secțiunea amonte Timișoara.

Didymosphenia geminata a fost identificată pentru prima dată în râul Prut, apoi în râul Bistrița și în rezervorul barajului Bicaz. Date recente arată că *Didymosphenia geminata* apare brusc în jurul anului 2000 și se găsește în abundență în câteva râuri din Transilvania, ca: Someșul Rece, Someșul Cald, Someșul Mic, Crișul Repede, Valea Drăganului, râul Arieș, râul Mureș și râul Olt. Situația actuală din România, caracterizată de lipsa programelor de monitorizare a comunităților algale din multe ecosisteme acvatice fac imposibilă evaluarea impactului cauzat de această specie asupra comunităților deja existente.

Rezultatele aparținând diferiților autori din Europa, Asia, Noua Zeelanda, America de Nord referitoare la comportamentul invaziv al *D. geminata* arată dezvoltarea masivă a acestei specii că afectează habitatul speciilor de macronevertebrate bentonice și a peștilor. S-a observat o descreștere a numărului și abundenței unor grupe de nevertebrate Chironomide sau Oligochaete care se hrănesc cu alge, dar nu pot consuma *Didymosphenia geminata*. Dezvoltarea în cantități mari a acestei specii produce "înflorirea apei" și are efect asupra oxigenului dizolvat nu numai în perioada de vegetație, dar și în perioada când au loc descompunerile materiei organice, datorită pedunculilor mucilaginoși. *Didymosphenia geminata* provoacă probleme și oamenilor, iritații la nivelul ochilor.[41]

A fost identificată și pe râul Timiș, a apărut în secțiunea Grăniceri (frontieră) migrând înspre amonte, dar doar până în secțiunea din localitatea Lugoj unde s-a oprit să mai migreze. În urma rezultatelor și observațiilor făcute asupra acestei specii, putem spune că preferă apele cu o calitate proastă, apele cu o viteză mică de curgere, având în vedere că nu migrează în secțiunile din amonte cu altitudini mari, nici pe Bega, nici pe Timiș.

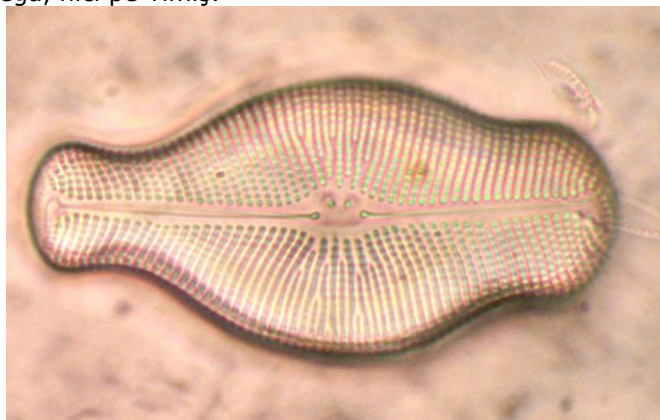


Fig.5.35. *Didymosphenia geminata*

Utilizând programul **OMNIDIA** versiunea 5.3 s-au calculat indicii pentru evaluarea stării ecologice din punct de vedere al fitobentosului.

Programul OMNIDIA 5.3 rulează în cadrul Laboratorului de Calitate a Apei Timișoara-ABAB.

Programul Omnidia este un software care ajută cercetătorii care studiază diatomeele să managerieze probele de apă precum și datele privind diatomeele prin calcularea tuturor indicilor de diatomee.

Astfel, am calculat indicii pentru diatomeele care se dezvoltă pe substraturile existente în secțiunea respectivă:

→ alge epipelice **care se dezvoltă pe substrat constituit din nisip Fig.5.36.**

-prin calcularea indicilor folosind diatomeele epipelice, apa se încadrează în starea mediocră IBD=13,5 și un grad mare de troficitate TDI=6,7, eutrof, gradul de degradare este moderat, IDSE=3.22, poluarea organică este moderată 30, 63%, iar eutrofizarea antropică este de 18,51%, adică la un nivel slab.

Indicele de diversitate Shannon Weaver este 5.6, arătând o diversitatea relativ mare a speciilor, ținând cont că valoarea minimă ar fi 0, cu o singură specie.

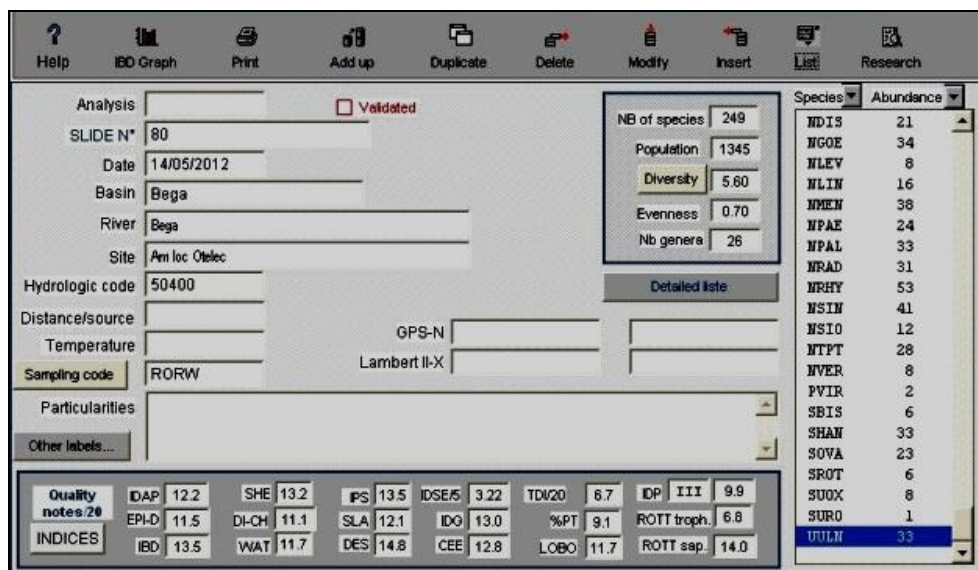


Fig.5.36. Rezultatul indicilor pentru diatomeele epipelice

→ Algele epilittice care se dezvoltă pe substrat constituit din pietre Fig.5.37.



Fig.5.37. Rezultatul indicilor folosind diatomeele epilittice

- prin calcularea indicilor folosind diatomeele epilitice, apa se încadrează într-o stare mediocră conform IBD=13, iar trofic TDI=6,7 -eutrof, gradul de degradare este moderat IDSE=3.09, poluarea organică este moderată 31, 43%, iar eutrofizarea antropică este de 20,76 %.

Indicele de diversitate Shannon Weaver este 5.38, diversitatea speciilor fiind relativ mare.

→algele epifitice **care se dezvoltă pe substrat constituit din plante Fig. 5.38.**

-IBD=12,9 indicând poluare moderată, troficitatea TDI=6,7-eutrof, gradul de degradare este moderat IDSE=3.05. Poluarea organică este moderată-36.22 %, iar eutrofizarea antropică este scăzută 20%.

Indicele de diversitate Shannon Weaver este 5,47 indicând tot o diversitate relativ mare.

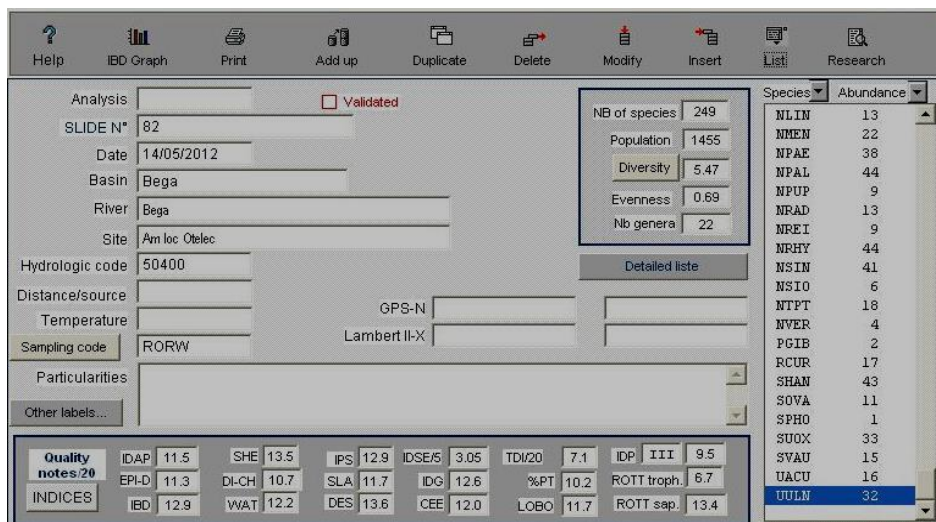


Fig.5.38. Rezultatul indicilor folosind diatomeele epifitice

Prin folosirea programului Omnidia rezultatul confirmă poluarea organică care există în secțiunea aval de evacuare din localitatea Otelec.

Nu există schimbări ale stării apei, a troficității sau a gradului de poluare organică, în toate cele trei substraturi situația este aceeași, însă speciile difera în aceste substraturi (Anexa 2).

Indicele Shannon Weaver arată diversitatea mare a speciilor în toate cele trei cazuri.

În urma analizei celor 5 ani studiați, este evidentă transformarea pe care o suferă cursul râului Bega în fiecare an.

Dintre anii studiați, anul 2008 are gradul de impurificare cel mai mare, însă în următorii ani se observă o îmbunătățire a calității apei.

Din punct de vedere hidrologic prin calcularea distanței de amestec și a diluției, am evidențiat faptul ca deși amestecul total se realizează pe o distanță foarte mică, diluția substanțelor nu se realizează eficient pentru ca procesul de autoepurare să se desfășoare eficient. Însă amestecurile care se desfășoară pe o distanță mai mare, în condițiile de debit și viteza apei mari, fac ca și diluția să se realizeze într-un procent mult mai mare.

Este evidentă autoepurarea pe parcursul anilor, însă deși stația de epurare a Timișoarei a fost modernizată, iar substanțele evacuate prin apele uzate se încadrează în limitele maxime admise, din punct de vedere biologic autoepurarea se realizează mai greu, organismele arată încă o apă poluată.

Studiind organismele bentonice care trăiesc în substraturile existente, dar și care s-au format în urma sedimentării materiilor în suspensie și a poluanților se evindețiază faptul că deși masa apei este curată, substratul este cel afectat de poluare. Masa apei se autoepurează mult mai ușor prin procesul de sedimentare a materiilor în suspensie și a poluanților în condiții hidrologice favorabile pentru acest proces, în schimb substratul primește toate aceste materii sedimentate, impactul fiind mult mai mare asupra organismelor bentonice și procesul de autoepurare realizându-se mult mai greu.

5.2.3.3. Model propriu

Pentru cunoașterea evoluției unor substanțe în masa apei am realizat cu ajutorul programului HEC-RAS un model propriu de simulare al evoluției unor substanțe pe cursul râului, dar și efectul acestuia asupra altor substanțe.

Principala problemă care apare la aceste presiuni este lipsa datelor în privința substanțelor prioritar periculoase care ajung în emisar prin intermediul apelor evacuate și evoluția lor pe cursul râului. De aceea pentru mai multe informații, în această lucrare se urmărește modelarea calității apei pe tronsonul amonte Timișoara până la km 31+000 înainte de Sânmihaiu Român (Anexa 3).

Pentru modelarea matematică a calității apei s-a utilizat programul HEC-RAS care are la baza o schemă iterativă în diferite finite.

Acest program este unul hidraulic și vine în ajutorul hidrologilor în vederea analizării apelor. HEC-RAS este un model unidimensional de calcul cu flux continuu destinat calculării profilelor apelor de suprafață. Cu ajutorul lui se pot realiza simulări pentru transportul sedimentelor, module de calcul pentru debitele instabile.[72]

Modul pentru Modelarea Calității Apei folosește schema numerică explicită Quickest-Ultimate [74,75] pentru a rezolva ecuația unidimensională **advecție-dispersie**. Modelul simulează transportul și soarta temperaturii apei, a unor constituenți arbitrari sau nearbitrari, oxigen dizolvat, nutrienți dizolvați, consum biochimic de oxigen, oxigen dizolvat, alge, etc.

Parametrii hidraulici:

-pentru caracterizarea debitului unidimensional se alege metoda calculului hidraulic folosind ecuația lui Manning.

-**coeficientul lui Manning** este foarte sensibil și trebuie să fie foarte precis, el depinzând de exactitatea geometriei secțiunii, de vegetație.

Pentru relația directă de propagare s-a ales metoda dezvoltată de Leopold și Maddock(1953), metoda prin care se modelează debitul, viteza, adâncimea și lățimea râului. Ecuațiile care se aplică pentru râurile naturale sunt:

$u = \alpha Q^1$
 $h = \alpha$
Fig.5.64
u- viteza medie(m/s)
Q-debitul (m³/s)
h-adancimea(m)
b-latimea raului(m)

Prin cunoașterea nivelului suprafeței libere, geometria profilelor transversale și restul parametrilor hidraulici se poate realiza modelarea matematică.

Realizarea modelului matematic prin fenomenul de **transport adevectiv-dispersiv** al unei substanțe s-a realizat pe tronsonul de râu de la Remetea până la Sânmihaiul Român (Anexa 3).

Prin folosirea profilelor transversale ale râului Bega s-a obținut urmatorul sector de râu Fig.5.39. :

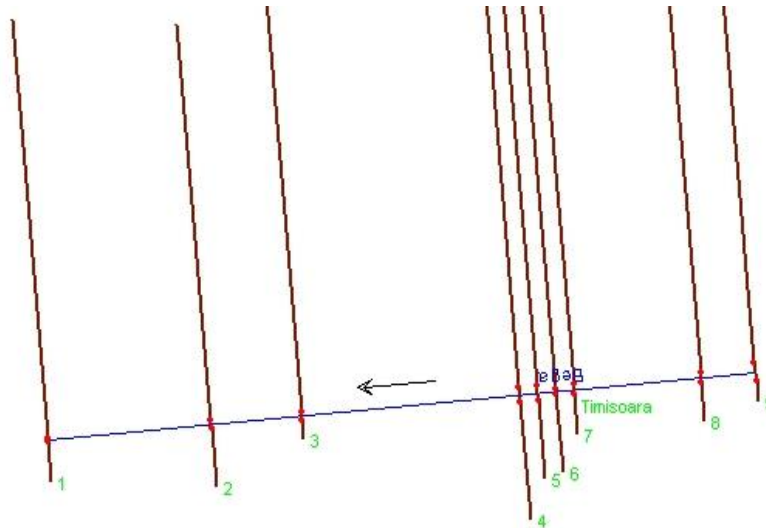


Fig.5.39.Tronsonul Remetea până la Sânmihaiul Român

- profilul transversal definește geometria canalului;
- secțiunile transversale sunt definite de Stația(x) și altitudinea(y) în planul secțiunii transversale perpendicular pe debit;
- secțiunea râului, de-a lungul secțiunii în aval și traversează secțiunea cotei talvegului pentru a defini panta canalului;
- rezistența de curgere este definită de coeficienții lui Manning și pentru canalul de curgere și pentru zona umedă;
- coeficienții de diluție și contracție definesc energia pierdută asociată cu viteza dintre secțiunile transversale;

Prin introducerea datelor geometrice ale profilelor transversale și restul parametrilor necesari în HEC-RAS am obținut:

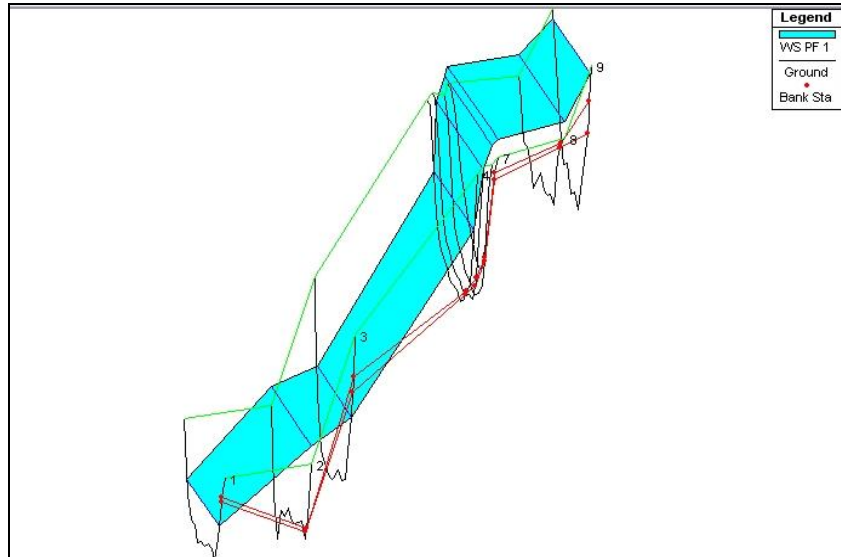


Fig.5.40. Profil longitudinal 3 D al tronsonului studiat Timișoara-Otelec

Pentru secțiunile transversale avem următoarele rezultate:

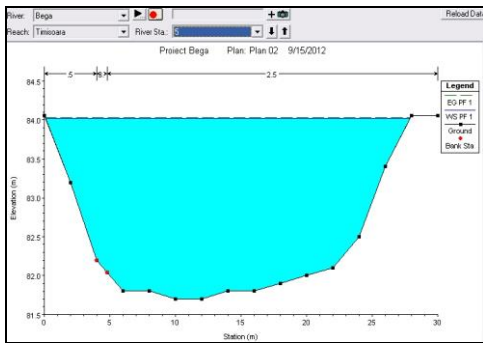


Fig.5.41. Profil transversal nr.5

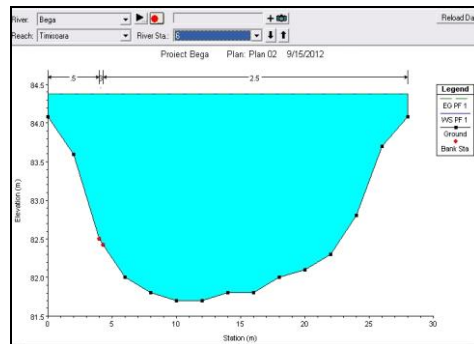


Fig.5.42. Profil transversal nr.6

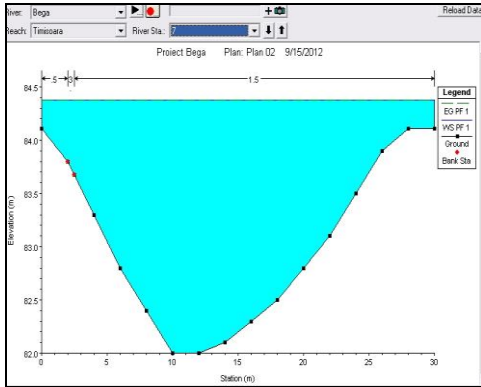


Fig.5.43. Profil transversal nr.7

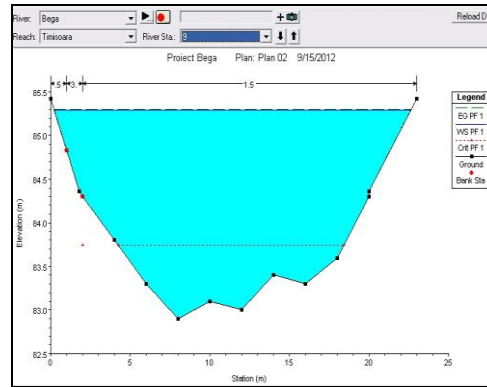


Fig.5.44. Profil transversal nr.9

-am realizat profilul longitudinal al tronsonului studiat Fig.5.40. și profilele transversale Fig.5.41, Fig.5.42, Fig.5.43, Fig.5.44 ale tronsonului studiat prin introducerea datelor hidrologice necesare în program cu scopul de a obține o simulare a evoluției unei substanțe pe cursul real al râului și pentru obținerea unor informații reale.

Ecuatia pentru modelarea dispersiei coeficientilor este.:

$$D = m \cdot 0,011 \frac{u^2 w^2}{yu^*} \quad (5.6.)$$

unde,

- D-dispersie de la 19-1
- m-utilizator atribuit de multiplicare
- u-viteza medie (m/s)
- w-latimea medie a canalului (m)
- y-adancimea medie a canalului (m)

Calcularea dispersiei advectice:

$$v^{n-1} \phi^{n-1} = v^n \phi + \Delta t \left[Q_{up} \phi_{up}^* - Q_{dn} \phi_{dn}^* + \Gamma_{dn} A_{dn} \frac{\partial \phi^*}{\partial x_{up}} \right] + \Delta t \frac{\partial \phi}{\partial t} SS \quad (5.7.)$$

Unde,

- ϕ^{n+1} concentrația în timpul dat (kg/m³)
- ϕ^n concentrația inițială (kg/m³)
- ϕ_{up}^* Concentrația QUICKEST în amonte (kg/m³)

- $\frac{\partial \phi^*}{\partial x_{up}}$ derivația QUICKEST în amonte(kg/m³)
- Γ_{up} coeficient de dispersie în amonte(m²/s)
- V^{n+1} volumul calitativ al apei în pasul următor(m³)
- V^n volumul calitativ de apa în pasul curent(m³)
- Q_{up} denitul în amonte(m³/s)
- A_{up} secțiunea amonte(secțiune transversală) (m²)
- $\frac{\partial \phi}{\partial t s s}$ celula de energie(C/ m³/s)

Astfel, în condițiile hidrologice date, prin introducerea concentrațiilor chimice se poate realiza simularea pentru a obține rezultate în ceea ce privește propagarea unei substanțe pe cursul râului, iar rezultatele sunt:

➔ variația oxigenului dizolvat și a temperaturii apei

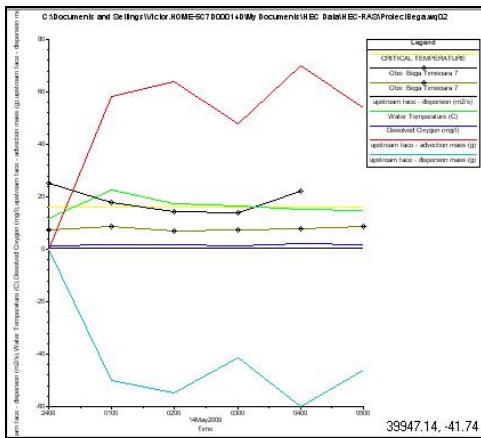


Fig.5.45. Variația oxigenului dizolvat și a temperaturii apei în punctele 9,8,7

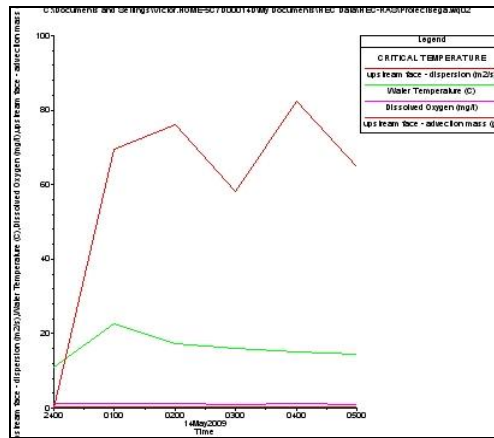


Fig.5.46. Variația oxigenului dizolvat și temperaturii apei în punctele 6,5

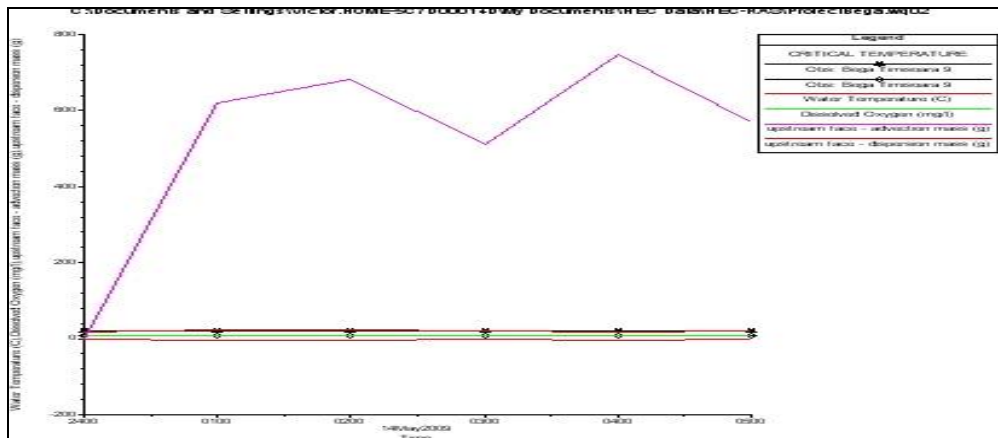


Fig.5.47. Variația oxigenului dizolvat și a temperaturii apei în punctele 4,3,2,1

-advecția se realizează la același nivel în toate punctele, dispersia scade în punctele 6, 5 foarte mult, sub 0.

-în punctele 9,8,7 Fig.5.45. oxigenul evoluează constant, iar în punctele 6,5 Fig.5.46 oscilează continuu, iar în punctele 4,3 Fig.5.47 acesta evoluează din nou constant. Este evident efectul temperaturii asupra oxigenului, prin oscilarea acestuia precum și influența advecției și dispersiei asupra lui.

-având în vedere modul cum acționează dispersia și advecția, oxigenul dizolvat variază în funcție de temperatura astfel Fig.5.48.:

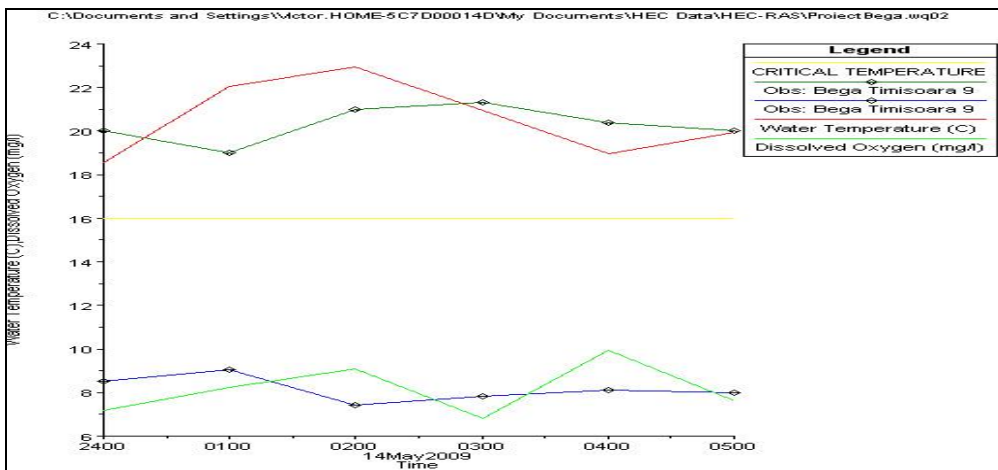


Fig.5.48. Variația oxigenului în funcție de temperatura apei în secțiunea 9

-în Fig.5.48. la un debit de 8.5 m³/s și la 20°C, oxigenul dizolvat are valoarea de 7 mg/l, iar la un debit constant de 7 m³/s, oxigenul dizolvat variază în funcție de temperatură, astfel la 23 °C oxigenul dizolvat scade la 7 mg/l, iar la 19 °C acesta crește cu 1mg/l.

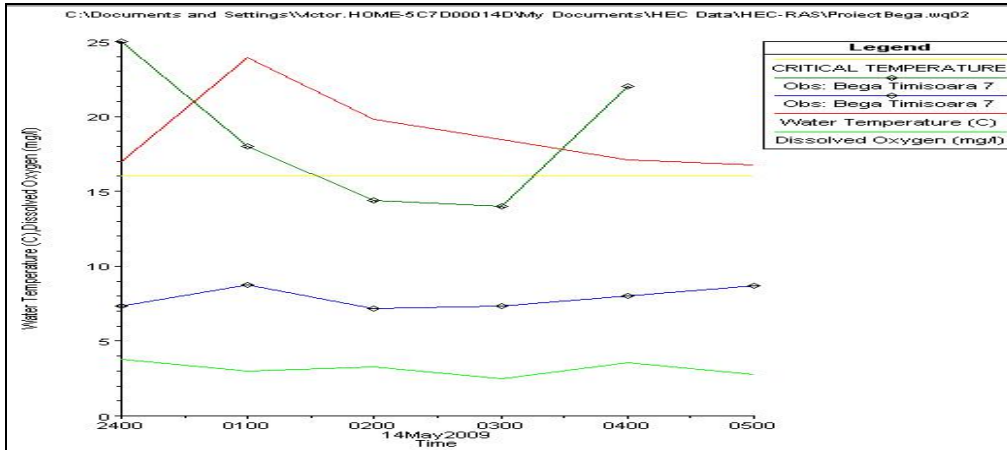


Fig.5.49. Variația oxigenului în funcție de temperatura apei în secțiunea 7 -în Fig.5.49. în stația 7 la un debit constant de 7,5 m³/s, și o temperatură cu vârful maxim de 25 °C oxigenul dizolvat variază constant, nu suferă modificări mari.

➔ variația consumului biochimic de oxigen

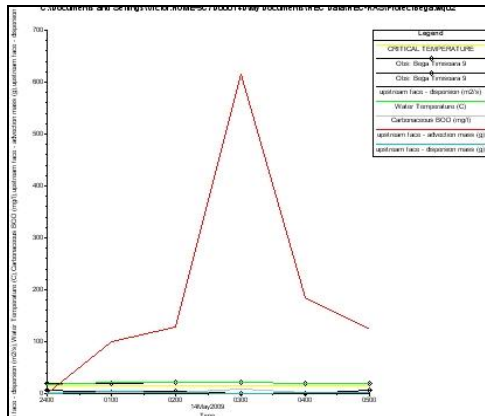


Fig.5.50. Variația CBO în punctele 9,8,7

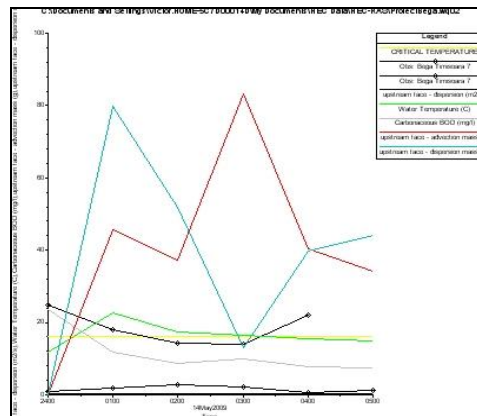


Fig.5.51. Variația CBO în punctele 6,5

În Fig.5.50. se observă că la o temperatură scăzută cantitatea de CBO crește foarte mult, scăzând dispersia și advecția, în schimb în Fig.5.51. o dată cu creșterea temperaturii crește dispersia și advecția și scade cantitatea de consum biochimic de oxigen.

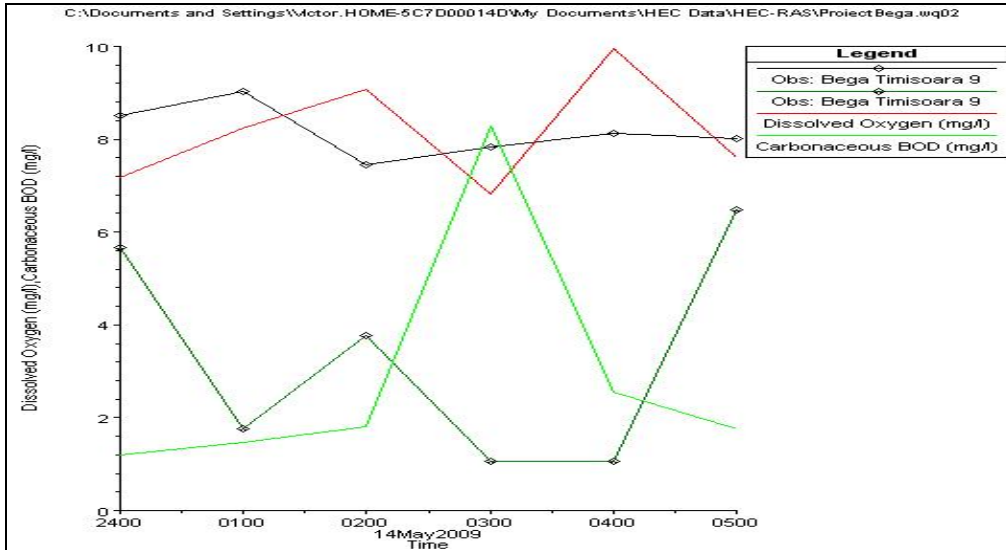


Fig.5.52 Variația oxigenului dizolvat în funcție de CBO5 în stația 9

În Fig. 5.52. consumul biochimic de oxigen atinge vârful de 8, 5 mg/l la un debit de $Q_{med}=1m^3/s$ ceea ce arată debitul mic face ca și cantitatea de oxigen dizolvat să scadă și să crească considerabil consumul biochimic de oxigen, indicând o poluare organică.

Însă odată cu creșterea debitului, scade consumul biochimic de oxigen și crește oxigenul dizolvat, acest lucru evidențiază faptul ca procesul de autoepurare este controlat de debit și de temperatura apei. Din Fig.5.50. și Fig.5.51. temperatura are rol și în gradul de dispersie și advecție a substanței, astfel ca o temperatură scăzută împiedică aceste procese.

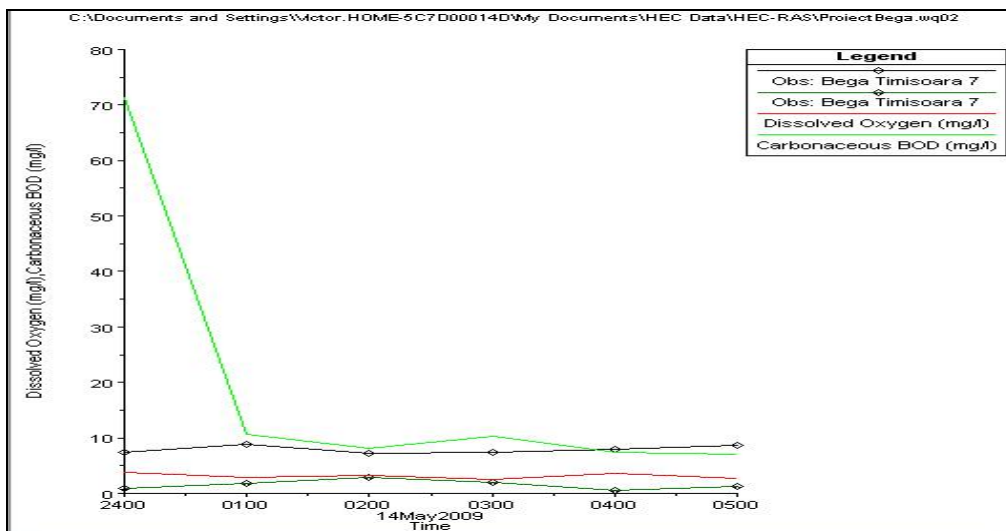


Fig.5.53 Variația oxigenului dizolvat în funcție de CBO5 în stația 7

În acest caz Fig. 5.50. momentul când dispersia și advecția poluantului au valoare foarte mică Fig.5.53. consumul biochimic de oxigen este foarte mare, odată cu creșterea gradului de dispersie are loc și scăderea consumului biochimic de oxigen, adică a poluării cu materii organice, are loc autoepurarea.

Ecuția pentru dispersia adactivă a nutrienților:

$$\frac{\partial}{\partial t}(V\phi) = -\frac{\partial}{\partial x}(Q\phi)\Delta x + \frac{\partial}{\partial x}\left\langle \Gamma A \frac{\partial \phi}{\partial X} \right\rangle \Delta X \pm S \quad (5.8.)$$

, unde

V-volumul apei (m³)

Γ -coefixien de dispersie (m²/s)

Φ-temperatura(°C)

Q-debit(m³/s)

A- suprafata

A- suprafata secțiunii transversale(m²)

S-sursa poluant(kg)

➔ Amoniu în acest tronson se găsește în cantități care depășesc limitele maxime admise datorită evacuărilor apelor uzate, prin modelarea matematică am obținut următoarele rezultate:

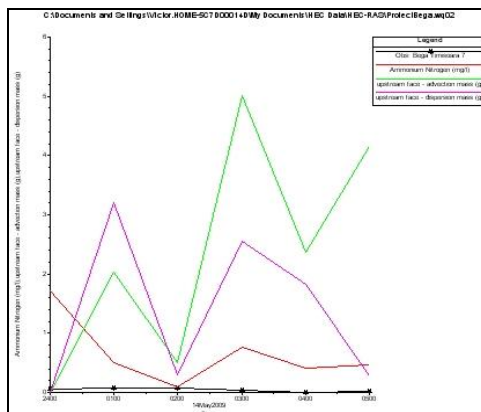


Fig.5.54. Variația amoniului în punctele 9,8,7

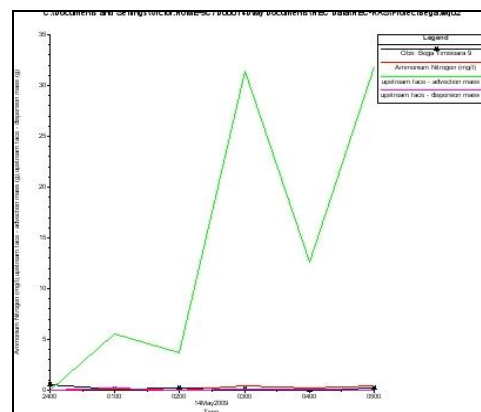


Fig.5.55. Variația amoniului în punctele 6,5

-în Fig.5.54. se observă cantitatea de amoniu variază în funcție de dispersie și advecția, însă în Fig.5.55. doar advecția este foarte mare, ceilalți parametri evoluând în linie dreaptă.

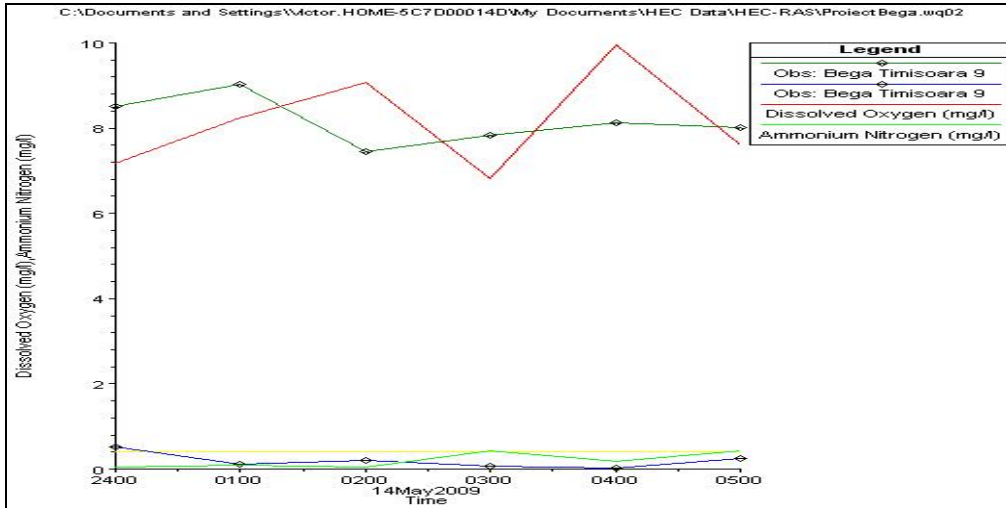


Fig.5.56. Variația oxigenului dizolvat în funcție de amoniu în secțiunea 9

O dată cu creșterea gradului de dispersie și advecție crește și cantitatea de amoniu Fig.5.56, fapt ce arată că aceste două procese nu determină autoepurarea amoniului. Oxigenul dizolvat se găsește în cantități mari, 10 mg/l la o cantitatea de amoniu de 0,5 mg/l și la un debit de 8 m³/s.

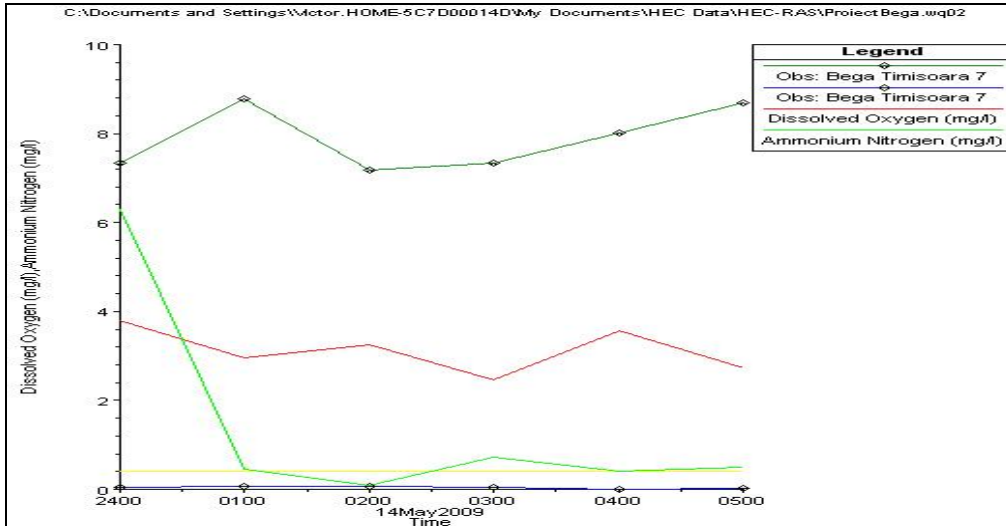


Fig.5.57. Variația oxigenului dizolvat în funcție de amoniu în secțiunea 7

În cazul în care dispersia lipsește Fig.5.55., este evident faptul ca advecția determină creșterea amoniului Fig. 5.57., iar când scade concentrația amoniului crește cantitatea oxigenului dizolvat și debitul apei.

➔ nitriții și nitrații variază la fel ca ceilalți parametri astfel:

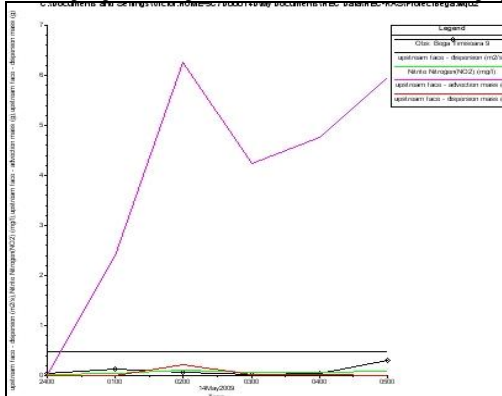


Fig.5.58. Variația nitriților în punctele 9,8,7

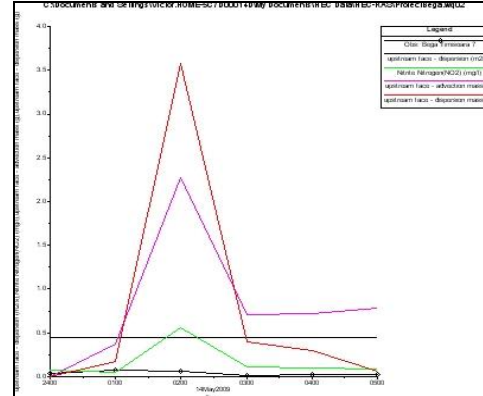


Fig.5.59. Variația nitriților în punctele 6,5

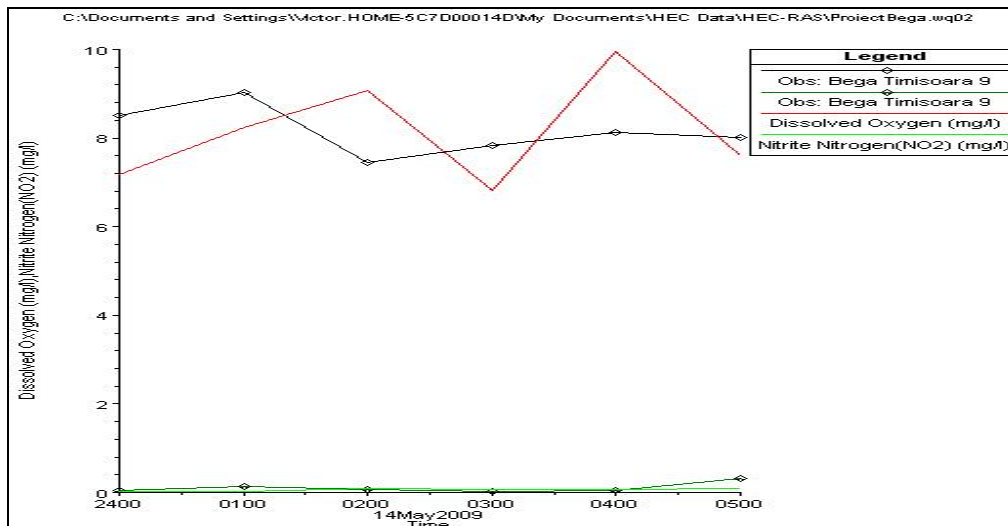


Fig. 5.60. Variația oxigenului în funcție de nitriți în secțiunea 9

În cazul din Fig. 5.58. în care doar dispersia poluantului are loc, autoepurarea nitriților se realizează foarte eficient, iar rezultatul unul foarte bun pentru ecosistemele acvatice, are loc creșterea oxigenului dizolvat până la 10mg/l .

În cazul în care dispersia este mai mare ca și advecția are loc o ușoară creștere a nitriților cu variații ale oxigenului dizolvat.

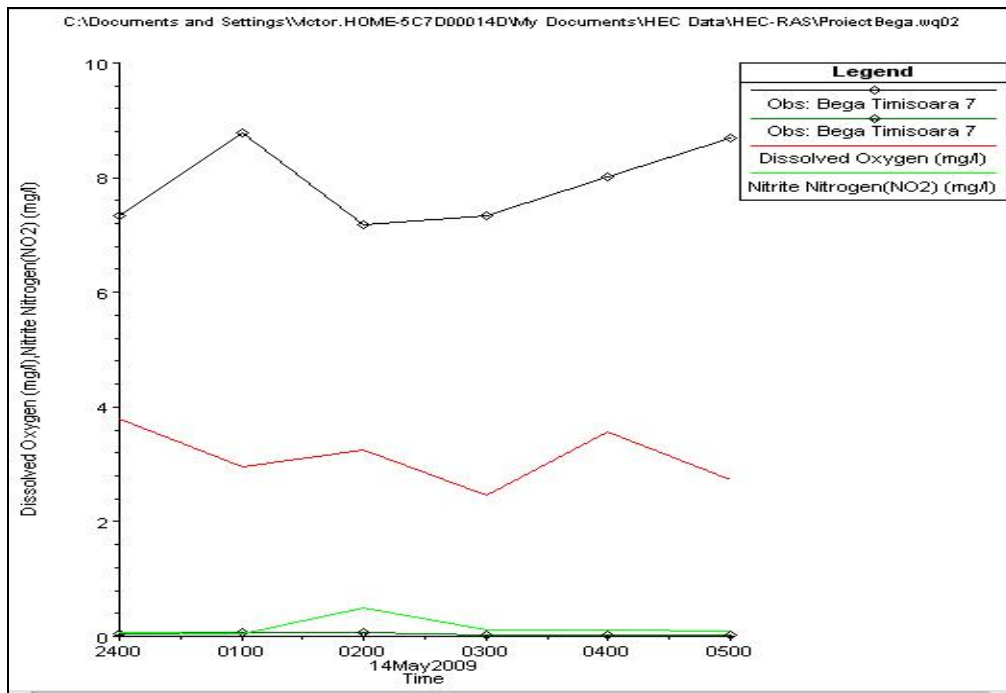


Fig.5.61. Variația oxigenului dizolvat în funcție de nitriți în secțiunea 7

-nitriții în Fig.5.58. au o advecție în creștere continuă și gradul de dispersie este de 0,5 și este constant, însa în Fig.5.60 aceasta scade brusc și evoluează constant, iar gradul de dispersie nu se observă. În Fig.5.59. dispersia este mai mare decât advecția, nitriții și gradul de dispersie sunt mari, dispersia scade și advecția scade, dar apoi continuă în linie dreaptă la fel ca și gradul de dispersie.

➔ **variația nitraților**

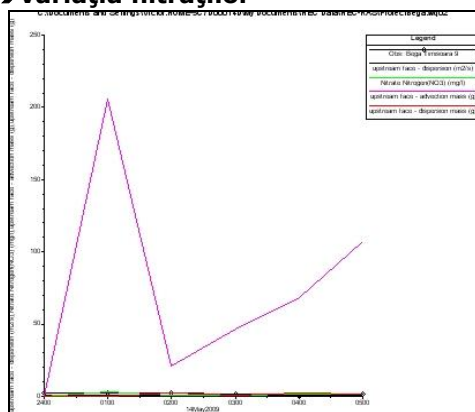


Fig.5.62. Variația nitraților în punctele 9,8,7

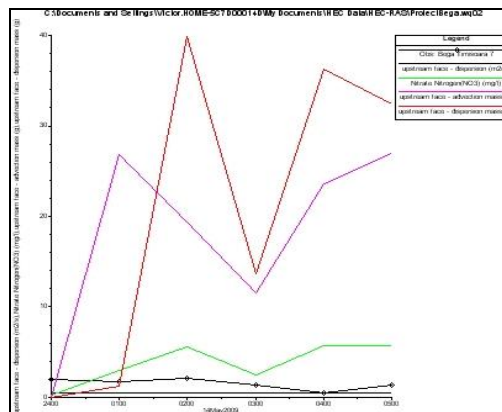


Fig.5.63. Variația nitraților în punctele 6,5

În Fig.5.63. dispersia crește mai mult ca și advecția, dar scade ca și la nitriți, pe când advecția continuă în linie dreaptă. În Fig.5.62. advecția crește și scade aproape constant, restul parametrilor se găsesc în cantități mici, dar constante

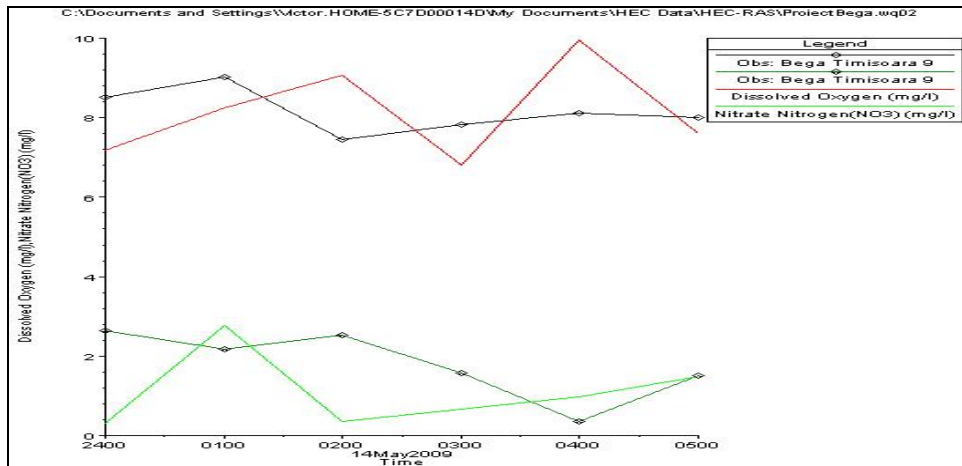


Fig.5.64. Variația oxigenului în funcție de nitriți în secțiunea 9

Cresterea azotaților Fig. 5.64. are loc odata cu creșterea debitului și scade odata cu scăderea acestuia, iar oxigenul dizolvat nu este afectat de creșterea azotaților, acesta gasindu-se în cantități mari Fig. 5.64..

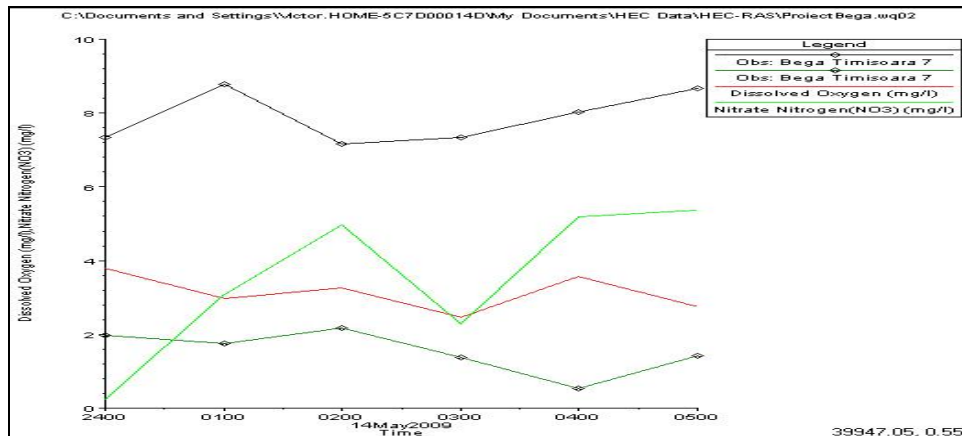


Fig. 5.65. Variația oxigenului dizolvat în funcție de nitrați în secțiunea 7

Cresterea advecției și dispersiei Fig.5.64 influențează creșterea azotaților și a oxigenului dizolvat Fig.5.65. În Fig. 5.65. , oxigenul este în creștere deși debitul este în scădere, dar crește cantitatea azotaților ceea ce face ca plantele să se dezvolte, iar acestea prin fotosinteză produc oxigenul dizolvat.

Modele matematice pentru studierea procesului de dispersie-advecție a substanțelor în mediul acvatic au la baza legea mișcării apei influențând transportul și transferul substanțelor în apă.

Modelarea numerica a proceselor de dispersie-advecție a aratat că evoluția în timp și spațiu a substantelor din apa este influențată direct de aceste procese și care au rol determinant în procesul de autoepurare a apelor de suprafață.

6. Concluzii. Contribuții personale

În această lucrare s-a urmărit studiul **procesului de autoepurare** al râului Bega prin analiza datelor într-un mod integrat evidențiindu-se interdependența **de tip calitate/cantitate/efluenți/emisar/surse difuze/surse punctiforme/biocenoze.**

Râul Bega este un curs de apă puternic modificat din punct de vedere hidrologic din cauza lucrărilor de amenajare, dar și chimic din cauza evacuării de ape uzate.

Cea mai mare parte din cursul râului atinge "**starea bună**" din punct de vedere chimic și ecologic conform Directivei Cadru a Apei 60/2000/EC, însă tronsonul aval Municipiul Timișoara-frontieră a suferit deprecieri calitative majore din cauza stației de epurare a Municipiului Timișoara, care nu a epurat sau a epurat necorespunzător apele uzate menajere și industriale.

Pe parcursul anilor, începând cu anul 2008, tronsonul Timișoara-Otelec este puternic impurificat, însă treptat se văd îmbunătățiri calitative ale apei, prin reducerea treptată a substanțelor poluatoare fenoli, metale grele, detergenți.

Anul 2012 începe cu o îmbunătățire a apelor uzate evacuate, acest lucru datorându-se modernizării stației de epurare.

Dintre anii luați în considerare în acest studiu și analizați, cea mai mare depreciere calitativă a apei are loc în anul 2008, iar din 2009 în fiecare an se observă o îmbunătățire a calității apei, mai ales din punct de vedere chimic.

Substanțele care au dus la modificarea echilibrului acvatic, sunt substanțe care se găsesc în mod natural în ecosistemele acvatice, dar care depășesc limitele maxime admise: nutrienții, clorurile, amoniul, creșterea consumului chimic de oxigen și scăderea oxigenului dizolvat, substanțele poluatoare, în cazul acesta metalele grele, fenolii și detergenții.

→nutrienții variază în toate secțiunile monitorizate fiind influențați și de poluările difuze, astfel ca primăvara și toamna când precipitațiile sunt mai abundente și au loc spălările terenurilor agricole aceste cantități cresc, însă nu persistă în apă.

→metalele grele și fenolii se găsesc în cantități care încadrează apa în clasa I, a II-a de calitate, însă detergenții ajung și până în clasa a III-a sau a IV-a de calitate.

→prin prelevarea și analizarea detergenților din 4 secțiuni ale cursului de apă în anul, a rezultat ca deși amestecul se realizează pe o distanță de aproximativ 7 km, diluția nu se realizează, concentrația acestora fiind aproape la fel după 7 km. La un debit mai mare și o viteză a apei mai mare, amestecul se realizează pe o distanță mai mare, însă și gradul de diluție este mai mare, astfel ca la un amestec realizat după aproximativ 18 km, detergenții se găsesc într-o cantitate mult mai mică față de concentrația din punctul unde au avut loc deversările.

→gradul de diluție cât mai mare are rol esențial în procesul de autoepurare, deoarece prin sedimentarea poluanților în concentrații cât mai mici pe fundul albiei nu este afectat ciclul normal de desfășurare al proceselor de autoreglare al ecosistemelor acvatice Fig.6.1.;

→în anul 2012 s-au prelevat și analizat probe de apă din 4 secțiuni în două sesiuni pentru indicatorul detergenți, iar rezultatul a fost ca aceștia încadrează apa în clasa I de calitate. Acest lucru arată efectul pozitiv al epurării corespunzătoare a apelor uzate și evacuate în emisar.

Q med emisar $> 17 \text{ m}^3/\text{s}$ Q med efluent $< 2,0 \text{ m}^3/\text{s}$ v emisarului $> 0,4 \text{ m/s}$	Q med emisar $< 17 \text{ m}^3/\text{s}$ Q med efluent $2,2 \text{ m}^3/\text{s}$ v emisarului $< 0,4 \text{ m/s}$
↓	↓
are loc creșterea gradului de diluție	diluția nu se realizează
↓	↓
starea de moment –autoepurarea	starea de moment-gradul de autoepurare scade odată cu condițiile hidrologice prezentate, uneori până la stoparea acestui proces, în unele
cazuri.	
↓	↓
starea de viitor bună	starea de viitor proastă până la foarte proastă

Fig.6.1. Limitele pentru desfășurarea eficientă a autoepurării pe cursul râului Bega

→efectul creșterii concentrațiilor diferitelor substanțe și prezența substanțelor prioritare periculoase în apă are efecte devastatoare asupra florei și faunei acvatice, implicit asupra calității apei și a omului.

Pentru a verifica și capacitatea de refacere a florei și faunei bentonice, deoarece procesul de autoepurare nu se poate realiza fără prezența acestora s-au analizat macronevertebratele bentonice și algele bentonice rezultatul arătând că deși, chimic, apa se autoepurează relativ repede, refacerea biologică se face într-un timp lung.

Dacă în anul 2008, chimia încadra sectorul de râu studiat într-o clasă foarte proastă, iar în anul 2012 aceasta arată o apă curată, biologia în acest sector de râu nu a suferit modificări pozitive majore în acești ani, încadrând apa din acest sector de râu tot într-o calitate proastă.

Prin utilizarea programului unidimensional **HEC-RAS** s-a realizat modelarea geometriei a unui sector din râul Bega prin introducerea a 12 profile transversale pentru a obține diferite situații de dispersie-advecție a unor substanțe.

S-a evidențiat evoluția oxigenului dizolvat, acesta având rol primordial în procesul de autoepurare, în funcție de concentrația

consumului biochimic de oxigen, a amoniului, a nitriților și a nitraților prin acțiunea advecției și dispersiei, iar rezultatele fiind:

-oxigenul dizolvat scade odata cu creșterea consumului biochimic de oxigen și cu scaderea debitului apei;

-dispersia determina scăderea concentrației de consum biochimic de oxigen, iar împreună cu advecția concentrația acestuia crește;

- prin advecție și dispersie amoniul nu se autoepurează, iar concentrația mare a acestuia determină scăderea concentrației de oxigen dizolvat;

-la nitriti scad odata cu creșterea debitului și a oxigenului dizolvat.

Gradul ridicat al dispersiei determină scăderea concentrației nitriților, însă apariția advecției duce la creșterea concentrației acestora;

Nitrații sunt prezenți în cantități mari în toate cazurile, însă cel mai important este ca în momentul când debitul scade, oxigenul dizolvat ar trebui să scadă, însă nitrații prin hrănirea organismelor vegetale din mediul acvatic grăbește și intensifică procesul de fotosinteză care are ca rezultat oxigen dizolvat.

Astfel, putem spune ca cel mai important element în autoepurarea apelor îl are debitul, în funcție de acesta majoritatea elementelor chimice se transformă. Temperatura determină modul de evoluție al acestuia, odată cu scăderea temperaturii are loc creșterea concentrației de oxigen, iar la creșterea temperaturii acesta scade. Nitriții scad odata cu creșterea debitului și a dispersiei, iar nitrații au rol pozitiv în procesul de autoepurare.

Prin modelarea numerică a proceselor de dispersie-advecție a substanțelor în apă, a fost evidențiată legătura strânsă dintre aceste procese și substanțele existente în apă, mai ales cele poluatoare.

Evoluția concentrațiilor acestor substanțe în apă a arătat faptul ca este absolut necesar ca o analiză a apei să se realizeze printr-o abordare integrată pentru a obține un set complex și relevant de informații asupra unui corp de apă.

Ca și în albiile naturale, în simularea numerică a evoluției unei substanțe, gradul de diluție este mai mare în momentul în care debitul și viteza apei sunt mari și mai mic la un debit și o viteză a apei mai mici.

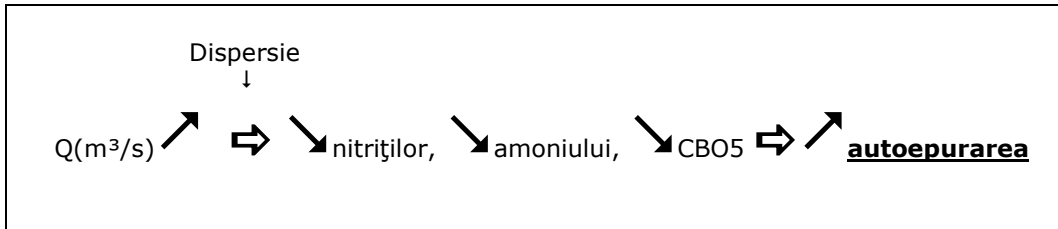
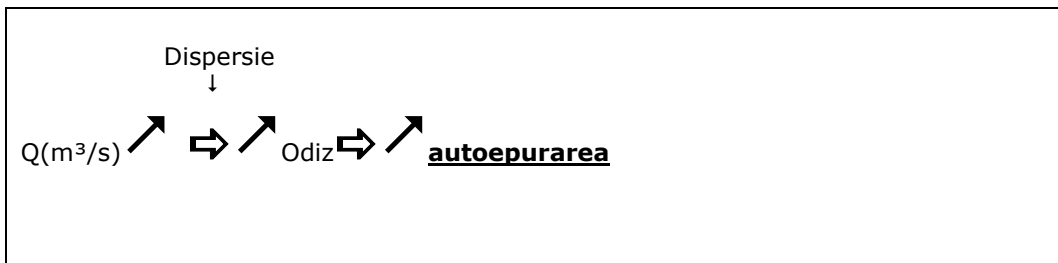
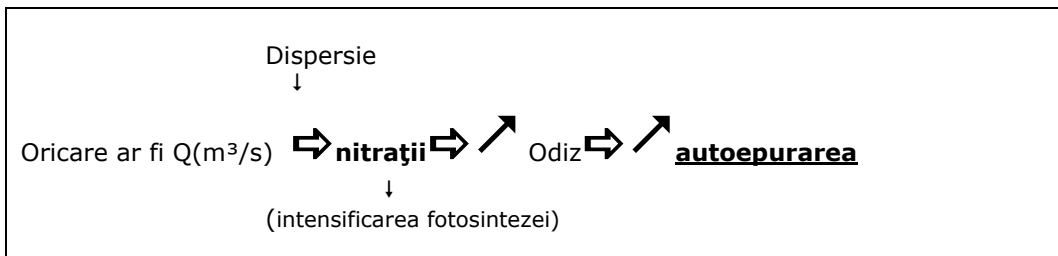
În urma modelării matematice prin advecție-dispersie a substanțelor în mediul acvatic intensificarea procesului de autoepurare are loc în următoarele condiții:



-creșterea concentrației unei substanțe



-scăderea concentrației unei substanțe

(6.1.)**(6.2.)****(6.3.)****Măsuri pentru intensificarea procesului de autoepurare:**

- ▶ păstrarea și readucerea în stare naturală a albiilor râului;
- ▶ prelevarea probelor chimice și biologice în același moment cu măsurătorile hidrologice în vederea obținerii unor rezultate reale pentru a avea o situație clară asupra evoluției calitative a apei, a poluanților;
- ▶ debitul mediu pentru evacuare a apelor uzate să fie mai mic de $Q_{med}=2,2 \text{ m}^3/\text{s}$ pentru ca emisarul să aibă capacitatea de a se autoepura până la următoarea poluare. La acest debit mediu $Q_{med}=2,2 \text{ m}^3/\text{s}$ de evacuare a apelor uzate, capacitatea râului Bega de a se autoepura a fost inhibată, dovadă fiind gradul de impurificare a tronsonului Timișoara-Otelec și gradul scăzut de autoepurare într-o perioadă mare de timp.

- ▶ re tehnologizarea stațiilor de epurare și construirea acestora unde nu sunt precum și dezvoltarea sistemului de canalizare
- ▶ introducerea mai multor secțiuni de monitorizare pe cursul râului Bega atât pentru un control al calității apei, dar și pentru delimitarea cât mai clară a corpurilor de apă;
- ▶ crearea unor zone tampon în aval de stația de epurare pentru înlăturarea diferitelor substanțe, nutrienți, substanțe poluatoare;
- ▶ refacerea zonelor sau dezvoltarea zonelor umede care au rol important în procesul de autoepurare prin absorbția unor poluanți, pentru dezvoltarea unor specii;
- ▶ refacerea malurilor cu arbori și vegetație pentru a regla termica cursului de apă, pentru speciile care se dezvoltă fiind condiționate de acestea.
- ▶ conservarea capacității corpurilor de apă de a se autoepura prin programe bine stabilite;
- ▶ conservarea biodiversității acvatică precum și cea terestră adiacentă corpurilor de apă vând rol deosebit de important în autoepurare.

Contribuții personale

- ▶ sinteza bibliografică pentru lărgirea cadrului informațional în ceea ce privește procesul de autoepurare al apelor de suprafață;
- ▶ s-a analizat procesul de autoepurare pe tronsonul râului Bega într-un mod integrat, analizând factorii chimici, biologici și hidrologici și interdependența dintre ei;
- ▶ participarea directă a autorului tezei la prelevarea probelor de apă analizate în toți anii studiați în această lucrare;
- ▶ s-a evaluat calitatea apei într-un mod integrat prin coroborarea tuturor factorilor în diferite condiții date;
- ▶ corelarea și interpretarea datelor în vederea evaluării impactului datorat presiunilor existente;
- ▶ s-a analizat parametrul detergenți în secțiuni diferite față de cele monitorizate în mod uzual pentru observații în privința evoluției acestora după modernizarea stației de epurare a Municipiului Timișoara și calcularea gradului de amestec și al distanței de amestec al acestora ținând cont de condițiile hidrologice;
- ▶ modelarea matematică a geometriei unui sector de râu prin folosirea datelor morfologice și simularea matematică a procesului de advecție-dispersie a unor substanțe în mediul acvatic;
- ▶ interpretarea rezultatelor obținute prin rularea diferitelor scenarii în programul unidimensional HEC-RAS ;
- ▶ s-a realizat lista taxonomică a speciilor de diatomee bentonice în 4 secțiuni, amonte Lunca de Jos, amonte Balinț, amonte Timișoara și amonte Otelec;
- ▶ s-a realizat lista taxonomică a speciilor de diatomee bentonice în secțiunea Otelec pentru diatomeele existente pe substraturile din această secțiune: alge epipelice, alge epilitice, alge epifitice și s-a evidențiat afinitatea de distribuție a acestora și impactul poluării asupra lor precum și a diferitelor presiuni hidrologice;
- ▶ prin introducerea speciilor de diatomee bentonice și a densității acestora în **programul Omnidia**, s-a calculat indicele de diatomee (IBD), indicele de troficitate, gradul de poluare organică și gradul de degradare.
- ▶ s-au propus măsuri de intensificare a procesului de autoepurare;

Bibliografie

- [1] Aldescu C., 2010, Studiul inundațiilor pe râul Timiș amenajat în conceptul mai mult spațiu pentru râuri, Teza doctorat, Editura Universitatii Politehnica, Timisoara
- [2] Bădăluța Codruța M., Crețu Gh., 2010, Implementation of the Ecohydrological Relationships in the Hydrological Engineering Calculus, Macedonia
- [3] Balaban A., 2008, Studii fizico-chimice și biologice referitoare la poluarea apelor Dunării, Teza de doctorat, Universitatea din București-Facultatea de Chimie, Bucuresti
- [4] Behning A.L., 1929, Über das Plankton der Wolga, Verhandlungen der International Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie, Vol. 4
- [5] Bertalot Lange H., 2001, Diatoms of Europe, Vol.2, A.R.G. Gatner Verlag K.G., Germany
- [6] Bica I., 2002, Protecția mediului, politici și instrumente, Editura *H*G*A*, București
- [7] Brihac L., Stoian D., 2009, Planul urbanistic zonal, Malurile Canalului Bega-Timișoara, Primaria Timișoara
- [8] Buruian P., 2002, Lacul de acumulare, Editura Universității de Farmacie și Medicină, Targu-Mures
- [9] Buta I., Pisota I., 1975, Hidrologie, Editura didactica si pedagogica, Bucuresti
- [10] Cărăuș I., 2002, Algae of Romania. Studii si Cercetari. Universitatea Bacau
- [11] Carabeț A., 2009, Monitoringul apelor, Facultatea Hidrotehnica, Timișoara
- [12] Ciolac A., 2004, Elemente fundamentale de Ecologie și Protecția Mediului, Editura Didactică și Pedagogică, București
- [13] Colin S. Reynolds, Vera Huszar, Carla Kruk, Luigi Naselli-Flores, Sergio Melo, 2002, Towards a functional classification of the freshwater phytoplankton, Journal Of Plankton Research, Volume 24,.
- [14] Certousov, M.D. 1966, Hidraulică, Editură Tehnică, București
- [15] Churchill E. Jr., Lewis S., 1924, Food and feeding in fresh-water mussels, U.S.A
- [16] Constantinescu V., Dănăilă S., Găletușe S., 2006, Dinamica fluidelor în regim turbulent, Editura Academiei Române
- [17] Cretu Gh., Badaluta Minda C., 2009, Gospodarirea calitatii apei, parte a managementului integrat al resurselor de apa, Buletinul AGIR
- [18] Darvas, A.I., 2006, Monitorizare in sistem integrat a masuratorilor privind calitatea apelor de suprafata, Referat, UTCB
- [19] Ehrlich, P. R. 1992. The irreplaceable resource (Review - The Diversity of Life by Edward O. Wilson, Harvard University Press, U.K
- [20] Germain H., 1981, Flore des diatomees-Diatomophycees, Societe nouvelle des editions boubee 11, place Saint-Michel, 75006 Paris;
- [21] Godeanu Preda S., 2002, Diversitatea lumii vii, Editura Bucura Mond, Bucuresti
- [22] Grisellini Francesco, 2006, Încercare de istorie politică și naturală a Banatului Timișoarei, Editura de Vest
- [23] Heidenwag I., Langheinrich U., Lüderitz V., 2001, Selfpurification in Upland and Lowland Streams, Germany
- [24] Herbert F., 1965, Dune, Washington, U.S.A
- [25] Husaru G., 2010, Probleme ale eutrofizarii lacurilor de acumulare, Editura Politehnica, Teza doctorat, Timisoara
- [26] Ionescu A., Peterfi L. St, 1981, Tretise of algology IV, Editura Academiei Republicii Socialiste Romania, Bucuresti.

- [27] Ionuș O., 2010, Potențialul geoecologic al apelor de suprafață în Bazinul Hidrografic Motru, Universitatea București
- [28] Krammer, K., Lange-Bertalot, H., 1986, 1988, 1991, Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 2. Bacillariophyceae, Teil 1-4, Gustav Fischer Verlag, Jena.
- [29] Krammer, K., 2000, 2002, 2003, Diatoms of Europe, Vol.1,3,4, A.R.G. Gatner Verlag K.G., Germany
- [30] Laurence Edward Schemel, Ted R. Sommer, Anke B. Müller-Solger & William C. Harrell, 2004, Hydrologic variability, water chemistry, and phytoplankton biomass in a large floodplain of the Sacramento River, CA, U.S.A., Hydrobiologia nr. 513, Kluwer Academic Publishers
- [31] Lungu A., 2008, Algcenozele bazinelor de filtrare de la fabricile de zahăr și rolul lor în procesul de epurare a apelor reziduale, Catedra de Ecologie, Botanică și Silvicultură, Universitatea de Stat din Moldova, Chișinău
- [32] Maciavo A.L., 2004, Fresh-water mussels as biofilters, Pedthesis, University of Cambridge, London
- [33] Mason C., 1996, Biology of Fresh-Water pollution, England
- [34] Madar M., 2007, Cercetari privind renaturarea corpurilor de apa puternic modificate, Teza doctorat, Editura Politehnica, Timisoara
- [35] Man Teodor E., 2010, Hidroameleorații, Editura Aprilia Print, Timișoara
- [36] Marcia Divina de Oliveira, Debora Fernandes Calheiros, 2000, Flood pulse influence on phytoplankton communities of the south Pantanal floodplain, Brazil, Hydrobiologia nr. 427, Kluwer Academic Publishers
- [37] Mălăcea I., 1969, Biologia apelor impurificate, Editura Academiei Române, București
- [38] McIvor, A.L. 2004, Freshwater mussels as biofilters, hD thesis, Dep't of Zoology, University of Cambridge
- [39] Mirel I., 2009, Protecția resurselor de apă, Facultatea Hidrotehnica, Timișoara
- [40] Momeu L., 2008, Evaluarea calității apelor de suprafață –râuri și lacuri pe baza analizei fitoplanctonului și a fitobentosului, suport curs, Cluj
- [41] Momeu L., 2009, Problems concerning the invasive species from continental aquatic ecosystems Case study: Didymosphenia geminata (Lyngb.) M. Schmidt In : Rakosy L, Momeu L (Eds.) Neobiota din România, Presa Universitară Clujeană
- [42] Muntean H., Alexoaie L., 2011, Flood effects on the biodiversity of Bega river (Banat region), Romanian Journal of Aquatic Ecology, România
- [43] Muntean H., 2011, The composition of diatomaceous communities in the Bega river, sections upstream of Timisoara and Otelec, Romanian Journal of Aquatic Ecology, România;
- [44] Muntean H., 2012, Bega river biomonitoring by using benthic algae as bioindicators, SGEM, Bulgaria
- [45] Muntean H., 2012, Impactul apelor impurificate, dezechilibru asupra ecosistemelor acvatice și asupra sănătății umane, Pitesti
- [46] Muntean H., 2012, Impactul apelor impurificate asupra ecosistemelor acvatice, Timișoara, pp
- [47] Muntean H., 2013, The process of selfpurification in the Rivers, SGEM, Bulgaria
- [48] Munteanu C., Dumitrașcu M., Iliuță A., 2011, Ecologie și protecția mediului, Editura Balneara, București
- [49] Nagy C., Șerban P., ș.a, Raportul 2004, Planul de Management al Spațiului Hidrografic Banat, Administrația Bazinală de Apă Banat, Timișoara
- [50] Malcolm David Newson, 1997, Land, Water and Development: Sustainable Management of River Basin Systems, New York, NY 10001

- [51]Ostroumov S.A., 2000, An Aquatic Ecosystem: A Large-Scale Diversified Bioreactor with a Water Self-Purification Function, Rusia
- [53]Ostroumov S.A., , 2003, Self-purification of Aquatic Ecosystems, Elements of Theory, Rusia
- [54] Ostroumov S.A., 1999, The concept of aquatic biota as a labile and vulnerable component of the water self-purification system, Rusia
- [55]Papadopol M., Stanescu R., 1980, Hidrobiologie, Bucuresti
- [56]Pişota I., Zaharia L., Diaconu Constantin D.,2010, Hidrologie, Editura Universitara, Bucureşti
- [57] Phelps Earle B., 1958, Enverimental and Water Resources, USA
- [58]Popa R., 1997, Elemente de hidrodinamica raurilor, Editura didactica si pedagogica, R.A, Bucuresti
- [59]Popa R., Drobot R., Popescu Delia M., Nistoran Delia E., Ionescu Cristina S., Popa B., 2006, Studiu teoretic și experimental al propagării unui poluant solubil pe sectorul Coşereni-Slobozia al râului Ialomița, Universitatea Ecologică Bucureşti, Facultatea de Ecologie
- [60]Southgate Bernard A., 1964, Advances in water pollution , University of Pennsylvania, SUA
- [61]Surpateanu M.,2004, Elemente de chimia mediului,Editura MatrixRom, Bucureşti, 2004
- [62] Streeter H.W., 1926, The dilution method of sweage dispersal, Cambridge University Press, London
- [63] Streeter H.W., 1958, A study of the pollution and natural purification of Ohio River, U.S Departament of Health , Education, SUA
- [64]Şerban P., 1997, Monitoringul integrat al apelor,. Rv. Hidrotehnica, nr. 10 – 12, Bucureşti
- [65]Ujvari, I., 1973, "Geografia apelor României", Edit. Ştiinţifică, Bucureşti;
- [66] Varaduca A., 1997,"Hidrochimie si poluarea chimica a apelor", Editura *H*G*A*, Bucuresti
- [67]Vladutu M., 2002, The anthropic influence on disrupting and destabilizing the ecological balance of the Vasan river, Pitesti
- [68]Voicinco N.,Momeu L., Peterfi L. St., 2004. Preliminary studies on the benthic diatom communities from Somesu Mare River, section Beclean(Transylvania, Romania), Cluj
- [69]Wuhrman I., 1972, Natural Self-Purification Procesesses in Rivers, U.S.A
- [70]*****-2000, Directia Cadru a Apei 2000/60/EC
- [71]*****Guide Méthodologique pour la mise en oeuvre de l'Indice Biologique Diatomées,2000, Ed. Cemagref,Bordeaux,;
- [72] *****Hydrologic Engineering Center, 2010," HEC-RAS River Analysis System –user manual", version 4.1.
- [73]***** „Legea 107/1996”,1996, Monitorul Oficial, Bucureşti
- [74] *****Leonard B. P. 1979. "A stable and accurate convective modeling procedure based on quadratic upstream interpolation." Comput. Methods Appl. Mech. Engrg., The University of Akron, Akron, OH, USA
- [75] *****Leonard, B. P.1991. "The ULTIMATE conservative difference scheme applied to unsteady one-dimensional advection." Comp. Methods Appl. Mech. Engrg., The University of Akron, Akron, OH, USA
- [76] *****Living Planet Report 2012
- [77]*****Nagy C., Anescu R., Butnăraşu A., Hoancă D., Kirlyay Z, 2009,2010, Registrul Zonelor Protejate, Administrația Bazinală de Apă Banat, Timișoara

[78]****Ordinul nr.161 din 16.02.2006 pentru aprobarea normativului privind clasificarea calității apelor de suprafață în vederea stabilirii stării ecologice a corpurilor de apă

[79]****O.U.G 3 din 5 februarie 2010 pentru modificarea și completarea Legii Apelor 107/1996

[80]****SR EN 14407-2005 Calitatea apei, Ghid pentru identificarea, numărarea și interpretarea probelor de diatomee benthice din ape curgătoare ;

[81]****SR EN 13946-2006 Calitatea apei, Ghid pentru prelevarea uzuală și pretratarea diatomeelor bentonice din râuri.

www.directiaapelorbanat.ro

www.dhl.ro

www.guv.ro

www.hidro.ro

www.hydrop.pub.ro

www.Interscience.com

www.rowater.ro

www.legestart.ro

www.Sciencedirect.com

Anexa 1. Lista speciilor de diatomee bentonice determinate în cele patru secțiuni monitorizate pe râul Bega

Specie	Mai				Octombrie			
	Luncani	Balinț	Timișoara	Otelec	Luncani	Balinț	Timișoara	Otelec
<i>Achnanthes affinis</i>	+	-	+	-	-	-	-	+
<i>A. hungarica</i>	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Amphipleura pellucida</i>	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Amphora ovalis</i>	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>A. pediculus</i>	+	+	-	+	-	-	+	-
<i>Asterionella formosa</i>	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Caloneis silicula</i>	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Cocconeis pediculus</i>	+	+	+	-	+	+	+	+
<i>C. placentula</i>	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Craticula cuspidata</i>	-	-	-	+	-	+	-	+
<i>Cyclotella comta</i>	-	-	-	+	+	-	-	-
<i>C. meneghiniana</i>	+	+	+	-	-	+	+	+
<i>C. radiosa</i>	-	-	-	+	-	-	-	+
<i>C. steligera</i>	-	-	-	-	-	-	+	+
<i>Cymatopleura solea</i>	-	+	+	+	-	+	+	+
<i>Cymbella affinis</i>	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>C. caespiosa</i>	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>C. cistula</i>	+	+	+	+	-	-	+	-
<i>C. helvetica</i>	-	-	+	-	-	-	-	-

<i>C. lanceolata</i>	+	-	-	-	+	-	-	+
<i>C. minuta</i>	+	-	-	-	+	-	-	-
<i>C. prostrata</i>	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>C. subcistula</i>	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>C. tumida</i>	-	-	+	+	+	+	+	-
<i>C. tumidula</i>	-	-	-	+	-	-	-	+
<i>C. turgida</i>	-	-	-	-	+	+	-	-
<i>Diatoma ehrenbergii</i>	-	-	-	+	-	-	-	+
<i>D. elongatum</i>	-	+	-	+	-	-	+	-
<i>D. mesodon</i>	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>D. vulgaris</i>	+	+	+	+	-	+	+	+
<i>Dydimospha enia geminata</i>	-	-	+	+	-	-	+	+
<i>Ephitemia turgida</i>	-	-	-	-	+	-	+	-
<i>Eunotia bilunaris</i>	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>E. lunaris</i>	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>E. pectinalis</i>	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Fragilaria capucina</i>	+	-	+	-	-	-	+	+
<i>F. construes</i>	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>F. crotonensis</i>	-	-	+	-	+	-	+	-
<i>F. parasitica var. subconst ricta</i>	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>F. pulchella</i>	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Frustulia vulgaris</i>	+	-	-	+	+	-	+	-
<i>Gomphonema acuminatum</i>	-	-	+	-	+	+	+	+

<i>G. angustatum</i> var. <i>producta</i>	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Gomphoneis</i> <i>olivacea</i>	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>G. constrictum</i>	-	-	+	-	-	+	+	-
<i>G. gracille</i>	-	-	-	+	-	-	-	+
<i>G. olivaceum</i>	-	+	-	+	-	-	-	+
<i>G. parvulum</i>	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>G. truncatum</i>	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Gyrosigma</i> <i>acuminatum</i>	+	+	+	+	-	+	+	+
<i>G. attenuatum</i>	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>G. scalproides</i>	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>G. strigile</i>	-	-	-	-	-	-	+	+
<i>Hannaea</i> <i>arcus</i>	+	+	+	-	+	-	+	+
<i>H. arcus</i> var. <i>amphioxys</i>	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Hantzschia</i> <i>amphioxys</i>	-	-	+	+	-	-	+	+
<i>Hantzschia</i> <i>amphioxys</i> var. <i>major</i>	-	-	-	-	+	-	+	-
<i>Luticola</i> <i>goppertiana</i>	-	+	+	-	-	-	-	-
<i>L. nivalis</i>	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Melosira</i> <i>italica</i>	+	-	-	-	+	-	-	-
<i>M. varians</i>	-	-	+	+	+	-	+	+
<i>Meridion</i> <i>circulare</i>	+	-	+	-	+	-	+	+
<i>Meridion</i> <i>circulare</i> var. <i>constricta</i>	-	+	-	-	-	-	-	-

<i>Navicula bacillum</i>	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>N. capitata</i>	-	+	+	+	+	-	-	-
<i>N. cryptocephala</i>	-	+	+	+	-	+	-	+
<i>N. decussis</i>	-	+	-	+	-	-	-	-
<i>N. menisculus</i>	+	+	+	-	-	+	+	+
<i>N. rhynchocephala</i>	-	+	+	+	-	+	-	+
<i>N. viridula</i>	-	-	-	-	-	+	-	+
<i>Neidum dubium</i>	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>N. productum</i>	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Nitzschia acicularis</i>	-	-	+	-	-	-	-	+
<i>N. amphibia</i>	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>N. constricta</i>	-	+	+	-	-	-	-	-
<i>N. dissipata</i>	+	+	+	-	+	-	+	-
<i>N. gracilis</i>	+	-	-	-	+	-	-	-
<i>N. levidensis</i>	-	-	+	+	-	-	+	-
<i>N. linearis</i>	-	+	+	-	-	-	-	-
<i>N. palea</i>	-	+	-	+	-	+	-	+
<i>N. paleacea</i>	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Nitzschia sigmoidea</i>	+	+	-	+	+	-	-	-
<i>N. umbonata</i>	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>N. vermicularis</i>	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Pinnularia brebrisonii</i>	-	-	-	+	+	-	-	-
<i>P. major</i>	-	-	-	-	-	-	-	+

<i>P. mesolepta</i>	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>P. viridis</i>	-	+	-	-	-	-	+	-
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>R. curvata</i>	+	+	+	-	+	-	+	+
<i>Rhopalodia gibba</i>	-	-	-	+	-	-	-	+
<i>Stauroneis phoenicenteron</i>	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Stephanodiscus hantzschii</i>	-	-	-	+	-	-	-	+
<i>Surirella angusta</i>	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>S. biseriata</i>	-	+	-	+	-	+	+	+
<i>S. capronii</i>	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>S. minuta</i>	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>S. ovata</i>	-	+	+	-	-	-	-	-
<i>S. ovalis</i>	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>S. robusta</i>	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>S. tenera</i>	-	-	-	+	-	+	-	+
<i>Synedra capitata</i>	-	-	-	-	+	-	+	+
<i>S. vaucherie</i>	-	-	+	-	-	-	+	+
<i>Ulnaria acus</i>	+	+	+	+	-	-	+	+
<i>U. acus var. angustissima</i>	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>U. ulna var. orxirhyncus</i>	-	-	-	+	-	-	-	+
<i>U. ulna</i>	-	-	+	+	+	+	+	+

Anexa 2. Lista speciilor de diatomee care se gasesc pe substraturile din secțiunea Otelec

Specia	Alge epipelice	Alge epilitice	Alge epifitice
<i>Achnanthes affinis</i>	+	+	-
<i>Amphora ovalis</i>	-	+	-
<i>A.pediculus</i>	+	-	-
<i>A.veneta</i>	+	-	-
<i>Asterionella formosa</i>	+	-	-
<i>Cocconeis pediculus</i>	+	+	+
<i>C. placentula</i>	+	+	+
<i>Craticula cuspidata</i>	+	-	+
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	+	+	+
<i>C.radiosa</i>	-	-	+
<i>Cymatopleura solea</i>	+	-	-
<i>Cymbella affinis</i>	+	+	+
<i>C.caespitosa</i>	+	+	+
<i>C.cistula</i>	+	+	+
<i>C. cymbiformis</i>	+	+	+
<i>C.helvetica</i>	+	+	+
<i>C.lanceolata</i>	+	-	-
<i>C.minuta</i>	+	+	+
<i>C.parva</i>	+	+	+
<i>C.prostrata</i>	+	+	+
<i>C.tumida</i>	+	+	+
<i>C.turgida</i>	+	+	+
<i>C.ventricosa</i>	+	+	+
<i>Diatoma ehrebergii</i>	+	+	+
<i>D. hiemale</i>	+	+	+
<i>D.vulgaris</i>	+	+	+
<i>Didymospahenia geminata</i>	+	+	
<i>Eunotia bilunaris</i>	+	+	+
<i>E.lunaris</i>	-	-	+
<i>Fragilaria capucina</i>	+	+	+
<i>F.construens</i>	-	+	-
<i>F. crotonensis</i>	+	+	+
<i>F. parasitica var. subconstricta</i>	+	-	-
<i>F.puchella</i>	-	-	+
<i>Frustulia vulgaris</i>	+	+	-
<i>Gomphonema acuminatum</i>	-	+	-
<i>G,affine</i>	-	-	+
<i>G.intricatum</i>	+	+	+

<i>Gomphonema intriatum</i> var. <i>lunata</i>	-	-	+
<i>G.olivaceum</i>	+	+	+
<i>G.parvulum</i>	-	-	+
<i>G.truncatum</i>	-	-	+
<i>Gyrosigma acuminatum</i>	+	+	+
<i>G. attenuatum</i>	+	+	+
<i>G.nodiferum</i>	+	+	+
<i>Hannaea arcus</i>	+	-	+
<i>H. arcus</i> var. <i>amphioxus</i>	+	-	-
<i>Hantzschia amphioxys</i>	-	-	+
<i>Melosira ambigua</i>	+	+	-
<i>M.varians</i>	+	+	+
<i>Navicula capitata</i>	+	-	+
<i>N. capitoradiata</i>	+	+	+
<i>N.cryptocephala</i>	+	+	+
<i>N.decussis</i>	+	+	+
<i>N.goppertiana</i>	+	+	+
<i>N.menisculus</i>	+	+	+
<i>N,pupula</i>	-	-	+
<i>N.reinhardtii</i>	-	-	+
<i>N.radiosa</i>	+	+	+
<i>N.rhynchocephala</i>	+	+	+
<i>N.tripunctata</i>	+	+	+
<i>Nitzschia acicularis</i>	-	-	+
<i>N.dissipata</i>	+	+	+
<i>N.levidensis</i>	+	-	+
<i>N. linearis</i>	+	+	+
<i>N.palea</i>	+	+	+
<i>N,paleacea</i>	+	+	+
<i>N.sigmoidea</i>	+	+	+
<i>N. sinuata</i>	+	+	+
<i>N.vermicularis</i>	+	+	+
<i>Pinnularia gibba</i>	-	-	+
<i>P.viridis</i>	+	-	-
<i>Rhoicospahenia curvata</i>	-	+	+
<i>Stauroneis phoenicenteron</i>	-	-	+
<i>Stephanodiscus hantzschii</i>	+	+	+
<i>S.rotula</i>	+	-	-
<i>Surirella biseriata</i>	+	-	-
<i>S.ovata</i>	+	+	+
<i>S.robusta</i>	+	+	-

<i>Synedra vaucheriae</i>	-	-	+
<i>Ulnaria acus</i>	-	+	+
<i>U.ulna var. oxyrhncus</i>	+	+	+
<i>Ulnaria ulna</i>	+	+	+

Anexa 3. Profilul sinoptic al râului Bega-tronsonTimișoara-Otelec

