



UNIVERSITATEA ECOLOGICĂ DIN BUCUREȘTI

**FACULTATEA DE ECOLOGIE ȘI
PROTECȚIA MEDIULUI**



Program de studii universitare de licență: Ecologie și Protecția Mediului

Forma de învățământ: învățământ cu frecvență redusă

Suport de curs pentru disciplina:

HIDROBIOLOGIE



Titular de disciplină:

dr. Gabriela Staicu

Cuprins

Introducere	5
a. Date privind titularul de disciplină	5
b. Date despre disciplină	5
c. Obiectivele disciplinei.....	5
d. Competențe acumulate după parcurgerea cursului	6
e. Resurse și mijloace de lucru	6
f. Structura cursului	7
g. Cerințe preliminare	8
h. Durata medie de studiu individual.....	8
i. Evaluarea	8
Capitolul 1 Introducere in Hidrobiologie	9
1.1. Introducere.....	9
1.2. Conținut.....	9
1.2.1. Obiectul hidrobiologia	9
1.2.2. Istoricul Hidrobiogiei	10
1.2.3. Relația hidrobiologie-ecologie	12
1.2.4. Utilitatea hidrobiologiei.....	12
1.2.5. Caracteristicile apei	13
1.2.6. Proprietățile fizico-chimice ale apei.....	16
1.2. Rezumat.....	28
1.3. Test de autoevaluare a cunostințelor	29
1.4. Bibliografie recomandată.....	29
Capitolul 2. ECOSISTEMELE de IZVOARE	29
2.1. Introducere.....	29
2.2. Conținut.....	30
2.2.1. Studiul ecologic al izvoarelor.....	30
2.2.2. Categori hidrobiologice de izvoare	31
2.2.3. Caracterizarea hidrogeologică a izvoarelor.....	32
2.2.4. Izvoare termale, gheizere.....	33
2.2.5. Viața în ape termale submarine	35
2.2.6. Risc de contaminare-Izvoare	36
2.3. Rezumat	36
2.4. Test de autoevaluare a cunostințelor	37
2.5. Bibliografie recomandată.....	37

CAPITOLUL 3 LACURILE (Ecosistemele lenitice)	38
3.1. Introducere.....	38
3.2. Conținut.....	38
3.2.1. Factorii abiotici din lacuri.....	38
3.2.2. Regimul termic.....	40
3.2.3. Chimismul apei.....	41
3.2.4. Asociații de organisme din lacuri.....	43
3.2.5. Plantele din lacuri.....	47
3.2.6. Productivitatea biologică a lacurilor.....	49
3.2.7. Deteriorarea naturală și antropică a lacurilor.....	50
3.2.8. Eutrofizarea.....	50
3.2.9. Balta – clasificare, caracteristici specifice	52
3.3. Rezumat	53
3.4. Test de autoevaluare a cunoștințelor	53
3.5. Bibliografie recomandată.....	54
CAPITOLUL 4 RÂURILE (Ecosistemele lotice)	55
4.1. Introducere.....	55
4.2. Conținut.....	55
4.2.1. Ecosistemele lotice-caracterizare generală	55
4.2.3. Factori fizico-chimici determinanți.....	59
4.2.4. Asociații de organisme din râuri.....	61
4.2.5. Zonarea ecologică a apelor curgătoare zonarea piscicolă.....	66
4.2.6. Teorii privind evoluția ecosistemelor lotice.....	71
4.2.7. Factorii abiotici ce caracterizează viața în râuri.	73
4.2.8. Driftul.....	75
4.2.9. Evaluarea calitatii apei raurilor.....	79
4.3. Rezumat	82
4.3. Test de autoevaluare a cunoștințelor	83
4.4. Bibliografie recomandată.....	83
CAPITOLUL 5 ZONELE UMEDE	84
5.1. Introducere.....	84
5.2. Conținut.....	84
5.2.1. Clasificarea zonelor umede	84
5.2.2. Hidrologia zonelor umede	87
5.2.3. Indicatorii de teren ale hidrologiei wetland-urilor.....	91
5.2.4. Plantele de zone umede.....	93
5.2.5. Solurile zonelor umede.....	96
5.2.6. Serviciile zonelor umede.....	100

5.2.7. Restaurarea zonelor umede	102
5.2.7. Efectele indiguirilor luncii inundabile a Dunarii	104
5.2.8. Reconstrucția zonelor umede	106
5.3. Rezumat	110
5.4. Test de evaluare a cunoștințelor	111
5.5. Bibliografie recomandată.....	111
CAPITOLUL 6 MEDIUL MARIN.....	111
6.1. Introducere.....	111
6.2. Conținut.....	113
6.2.1. Originea oceanului	113
6.2.2. Ecosistemele marine	114
6.2.3. Asociațiile de organisme pelagice și bentonice	118
Planctonul.....	118
6.2.4. Zonarea oceanului.....	127
6.2.5. Adaptări ale viețuitoarelor la viața marină	128
6.2.5. Asociații de organisme pelagice și bentonice	131
6.2.6. Principalele probleme ale mediului marin.....	131
6.2. Rezumat.....	134
6.3. Test de evaluare a cunoștințelor	135
6.4. Bibliografie recomandată.....	135
Capitolul 7. MONITORIZAREA SISTEMELOR ACVATICE	136
7.1. Introducere.....	136
7.2. Conținut.....	136
7.2.1. Structura unui sistem de monitorizare a ecosistemelor acvatice	136
7.2.2. Sisteme de monitorizare. Monitorizarea integrată. Biomonitorizarea	137
7.2.2. Bioindicatori.....	141
7.2.3. Zonarea biologică a apelor curgătoare – sistem de monitorizare.....	143
7.2.4. Probele hidrobiologice.....	144
7.3. Rezumat	147
7.4. Test de evaluare a cunoștințelor	147
7.5. Bibliografie recomandată.....	148
Răspunsuri la teste.....	148
Bibliografie curs	150

Introducere

Cursul este destinat, în principal, studenților Facultății de Ecologie și Protecția Mediului din cadrul Universității Ecologice din București – învățământ cu frecvență redusă (IFR), dar poate constitui un util material de studiu și pentru studenții la învățământ cu frecvență (IF).

a. Date privind titularul de disciplină

Nume și prenume:	Staicu Gabriela
E-mail:	gstaicu@yahoo.com

b. Date despre disciplină

Anul de studiu:	II
Semestrul:	II

c. Obiectivele disciplinei

Obiectivul general al disciplinei	• Cunoasterea structurii și funcționării ecosistemelor acvatice
Obiectivele specifice	• Crearea unei viziuni de ansamblu a diversității sistemelor acvatice în privința caracteristicilor lor biotice și abiotice; • Discutarea unor aspecte fundamentale legate de funcționarea ecosistemelor acvatice; • Exersarea unor tehnici de colectare și sortare, interpretare a grupelor funcționale din rauri, lacuri, zone umede.

d. Competențe acumulate după parcurgerea cursului

Competențe profesionale	• Dezvoltarea capacității de identificare a organismelor care trăiesc în sisteme lotice și lenitice; • Abilitatea de evaluare a stării ecosistemelor lotice și lenitice pe baza populațiilor speciilor bioindicatoare; • Dezvoltarea capacității de orientare cu ușurință în domeniul ecologiei acvatice și al aspectelor practice: monitorizare, evaluarea stării de sănătate, proiectare de studii de ecologie acvatică
Competențe transversale	• Competența de a utiliza chimia analitică și hidrologia în studiul hidrobiologiei • Abilitatea de a identifica și explica legătura dintre nivelul populațional și cel individual • Capacitatea de a formula, selecta sau adapta metode specifice de investigare a lumii vii în mediul acvatic, pe baza cunoașterii unor procese fizice relevante din mediul acvatic • Abilitatea de a formula obiective transdisciplinare, de a organiza munca de cercetare, investigare și monitorizare a lumii vii în mediul acvatic

e. Resurse și mijloace de lucru

Pentru o pregătire temeinică, vă sugerăm să parcurgeți toate testele de autoevaluare astfel încât rezultatul pregătirii dumneavoastră să fie cât mai obiectiv. De asemenea, vă sugerăm să vă alcătuiți propriile dumneavoastră planuri și scheme, acestea ajutându-vă la o mai bună sistematizare a cunoștințelor dobândite.

Fiecare curs debutează cu prezentarea obiectivelor pe care trebuie să le atingeți – din punctul de vedere al nivelului de cunoștințe – prin studierea temei respective. Vă recomandăm să le citiți cu atenție și apoi, la sfârșitul cursului, să le revedeți pentru a verifica dacă le-ați atins în întregime.

Testele de evaluare prezente la sfârșitul fiecărui curs vă vor ajuta să verificați modalitatea specifică de învățare și să vă îmbunătățiți cunoștințele. Timpul recomandat rezolvării testelor este de 30 de minute. Rezolvați testele numai după studierea în întregime a unui curs și nu vă uitați la răspunsuri decât după rezolvarea testului și numai dacă nu reușiți să găsiți răspunsul prin

recitirea cursului. La fiecare curs există indicată o bibliografie selectivă pe care vă sfătuim să o parcurgeți.

f. Structura cursului

Cursul de Hidrobiologie este alcătuit din 7 capitole (fiecare capitol poate fi aferent uneia sau două **unități de învățare**):

Capitolul 1 face o introducere în disciplina de Hidrobiologia și realizează o trecere în revistă a proprietăților apei necesară pentru înțelegerea funcționării diverselor tipuri de ecosisteme acvatice .

Capitolul 2 prezintă un tip de ecosisteme acvatice, și anume cele de izvoare atât cele de suprafață cât și cele de adâncime.

Capitolul 3 abordează ecosistemele lotice atât din punct de vedere al structurii cât și al funcționării acestora, teoriile principale privind structura ecosistemelor de apă curgătoare. Încadrarea organismelor acvatice în grupe funcționale completează problematica apelor curgătoare.

Capitolul 4 se referă la ecosistemul lacustru la caracteristici fizico-chimice (termica lacurilor, transparența, chimismul) la caracteristicile biocenozelor lacustre (planctonul, bentosul, nectonul) și la probleme legate de fenomenul de eutrofizare.

Capitolul 5 are ca obiect definirea și clasificarea zonelor umede, funcționarea acestora și prezentarea unor metode de reconstrucție a zonelor umede.

Capitolul 6 prezintă mediul marin, caracteristici fizico-chimice ale apei și substratului. asociațiile de organisme pelagice și bentonice precum și principalele probleme de mediu: eutrofizarea, poluarea, dispariția speciilor, specii invazive, eroziunea costiera.

Capitolul 7 abordează structura unui sistem de monitorizare a sistemelor acvatice, monitorizare integrate, sisteme de monitorizare existente în ecosistemele acvatice precum și biomonitorizarea.

La sfârșitul fiecărui capitol beneficiați de modele de teste de autoevaluare care vă vor ajuta să stabiliți singuri ritmul de învățare și necesitățile proprii de repetare a unor teme. La sfârșitul suportului de curs sunt prezentate răspunsurile corecte la testele de autoevaluare a cunoștințelor.

Cursul de Hidrobiologie poate fi studiat în întregime, potrivit ordinii prestabilite a capitolelor, dar se poate și fragmenta în funcție de interesul propriu mai ridicat pentru anumite teme. Însă, în vederea susținerii examenului este obligatorie parcurgerea tuturor celor 7 capitole și efectuarea prezentate.

g. Cerințe preliminare

Pentru o mai bună înțelegere a materiei, este necesară coroborarea cunoștințelor dobândite în cadrul acestei discipline cu cele acumulate la cursul Ecologie Generală, având în vedere că disciplina se studiază în anul II, semestrul II.

h. Durata medie de studiu individual

Durata medie de învățare estimată este de aproximativ 28 de ore, iar pentru examen ar fi necesar un studiu de o săptămână. Studiarea fiecărui capitol necesită un efort de 2 ore, astfel încât să se fixeze temeinic cunoștințele specifice acestui domeniu.

i. Evaluarea

Înainte de examen este indicat să parcurgeți din nou toată materia, cu atenție, durata estimată pentru această activitate fiind de aproximativ o săptămână. Colocviu de laborator este o etapa eliminatorie, care condiționează intrarea în examen.

Forma de evaluare (E-examen, C-colocviu/test final, LP-lucrări de control)		Colocviu de laborator Examen
Stabilirea notei finale (procentaje)	- evaluarea finală	100%
	- activități aplicative /laborator/lucrări practice/proiect etc.	C (eliminatoriu)
	- teste pe parcursul semestrului	
	- teme de control	-

Capitolul 1 Introducere în Hidrobiologie



1.1. Introducere

Folosită zilnic, adesea risipită, apa este privită în general ca un lichid banal, abundent, disponibil în orice cantitate. Sunt însă destui oameni, mai cu seamă în țări sărace, pentru care procurarea apei de baut este o problemă permanentă. Nu există destulă apă pe Terra? Există, desigur însă în cea mai mare parte este apă sărată, apa mărilor și ocnelor. Apa dulce reprezintă doar 2%!

Pentru populația umană apa este o resursă vitală dar pentru multe populații de plante, animale și microorganisme apa este mediul lor de viață. Astfel, o apă încărcată cu deșeuri nu înseamnă doar consum mare de energie pentru a fi curățată în vederea folosirii dar și pierderi însemnate în acele populații amintite. Cunoașterea proprietăților apei, înțelegerea ei ca mediu de viață, cunoașterea organismelor acvatice sunt necesități determinate de satisfacerea nevoilor de consum.



1.2. Conținut

1.2.1. Obiectul hidrobiologia

Hidrobiologia (gr. *hydor* = apă) este studiul vieții în mediul acvatic. Termenul **hidrobiologie** este folosit în concordanță cu termenul **ecologie acvatică**. Hidrobiologia clasică era mai mult o disciplină descriptivă, referindu-se la taxonii acvatici și la caracterizarea condițiilor de viață în mediul dulcicol, marin, suprasărat, ape stagnante sau ape curgătoare. **Hidrobiologia modernă** este mai apropiată de ecologie, urmărind cunoașterea habitatelor și ecosistemelor acvatice, atât a componentei abiotice cât și a componentei biologice.

Apa este una din resursele fundamentale pentru existența și funcționarea economiei umane. Industria și agricultura sunt mari consumatoare de apă dulce și la acestea trebuie adăugat consumul casnic. În același timp, apa este un mediu de viață, remarcându-se bogăția în specii a

mediului marin. Multe specii acvatice sunt resurse vitale de hrană (pește, crustacee, moluște) astfel încât cunoașterea lor este obligatorie pentru asigurarea exploataării durabile.

1.2.2. Istoricul Hidrobiologiei

ISTORIA OCEANOGRAFIEI

Istoria oceanografiei ca știință se leagă de primele călătorii importante ale fenicienilor și apoi ale grecilor, navigatori care au furnizat primele informații despre mediul marin, mai ales în privința curenților oceanici. Oceanografia modernă începe cu călătoriile căpitanului Cook, urmat apoi de Darwin și de Wyville Thompson, comandantului celebrei nave *Challenger* care a explorat oceanele lumii aducând mii de specii marine și primele date științifice privind curenții și regimul termic și realizând hărți ale ocenelor și sedimentelor oceanice. Volumele cuprinzând informațiile expedițiilor navei *Challenger* însumează peste 30.000 pagini.



Figura 1 Nava *Challenger*

Studierea oceanelor a necesitat înființarea unor stațiuni de cercetare, cea mai veche, Stațiunea biologică Roscoff (Franța) datând din 1859. În 1871 s-a înființat în SUA Centrul Național de Pescuit Oceanic și stațiunea de cercetări Woods Hole, Massachusetts care a devenit mai târziu Institut Oceanografic, unul din cele mai importante din lume. Celebru este și Institutul de oceanografie Scripps al Universității din California, înființat în 1903.

Explorarea zonelor abisale ale oceanelor a început în 1934 când W. Beebe și O. Barton au coborât până la adâncimea de 923 m, lângă coastele Bermudelor, folosind o batisferă. În 1960, echipa formată din A. Piccard, E.J. Piccard și D. Walsh au coborât cu batiscaful *Trieste* în

groapa Marianelor, la adâncimea de 10.916 m. Expedițiile cu batiscaful au culminat cu descoperirile, din anii 1970 (batiscaful *Alvin*) a remarcabilei faune din zonele izvoarelor hidrotermale formate pe dorsala medio-atlantică. Să amintim că unul din cei mai importanți exploratori ai oceanelor a fost comandantul J.Y. Cousteau care a contribuit și la perfecționarea echipamentului autonom de scufundare.

În România, studiile oceanografice au fost începute de Gr. Antipa prin cercetările sale asupra Mării Negre și urmate, mai târziu de M. Băcescu care a înființat, la Constanța, o școală de oceanografie.

ISTORIA LIMNOLOGIEI

Apele dulci au fost dintotdeauna foarte importante pentru oameni, atât ca resursă de apă cât și pentru peștele și nevertebratele folosite în alimentație. Astfel, în timp s-au acumulat multe cunoștințe privind speciile acvatice dulcicole mai frecvente. Cercetările de limnologie au fost fundamentate de P.E. Muller care a descoperit planctonul, apoi A. Fritsch a studiat lacurile din Boemia (1871). F.A. Forel, profesor la Universitatea din Lausanne, Elveția este recunoscut a fi fondatorul limnologiei moderne (începutul sec. XX), publicând o monografie a lacului Lemman.

În 1887, S. Forbes a descris lacul ca fiind un microcosmos, devansând oarecum ideea de ecosistem: a prezentat reciclarea nutrienților în mediul lacustru, producția și descompunerea materiei organice, efectele condițiilor fizice asupra comunităților biologice. E.E. Watson și Lord Kelvin au identificat stratificarea termică în lacul Loch Ness. În 1908, R. Kolkwitz și M. Marsson au dezvoltat sistemul saprobiilor - aprecierea calității apelor pe baza unor bioindicatori.

Unul din cei mai importanți limnologi a fost A. Thienemann care a dezvoltat studiul insectelor acvatice. G. E. Hutchinson (1903-1991) a aplicat conceptele ecologice în limnologie și a dezvoltat metode experimentale de cercetare.

În sec. XX limnologia s-a dezvoltat ca o știință interdisciplinară fiind susținută prin activitatea unor societăți internaționale de specialitate.

În România, Gr. Antipa a pus bazele limnologiei prin studiile asupra Dunării și Deltei Dunării. Universitățile importante au constituit centre de cercetare dedicate ecologiei acvatice, înființându-se și o stațiune de cercetări hidrobiologice la Brăila și alta la Sulina (Universitatea din București).

1.2.3. Relația hidrobiologie-ecologie

Ecologia=studiază modul în care factorii abiotici și biotici influențează distribuția și abundența organismelor în sistemele ecologice

Hidrobiologia=studiază toți factorii aflați în interrelație care influențează mediul acvatic

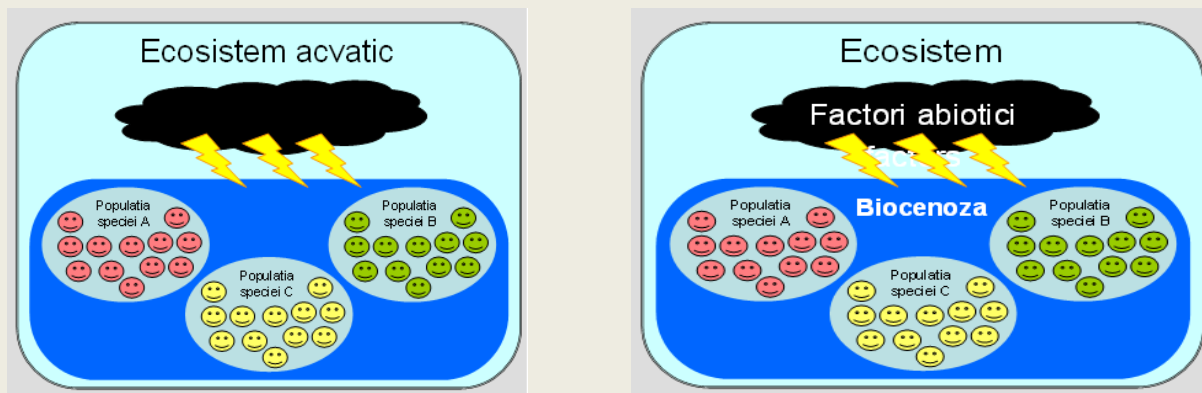


Figura 2 Relația hidrobiologie-ecologie

1.2.4. Utilitatea hidrobiologiei

Cunoștințele de hidrobiologie pot fi utile la:

- Cercetare fundamentală care stă la baza dezvoltării cunoașterii;
- Fundamentează sistemele de monitorizare a mediului- biomonitorizarea este pilonul central al monitorizării sistemelor acvatice
- Elaborarea de studii pentru sectorul de afaceri (exploatarea resurselor acvatice);
- Prognoze și predicții pe baza modelelor matematice (amenajarea teritoriului).

1.2.5. Caracteristicile apei

Apa este abundentă pe suprafața Terrei și se găsește mai ales în stare lichidă. Multe din proprietățile apei, fie termice fie că este vorba de capacitatea de dizolvare, favorizează viața. De exemplu, pentru a crește sau scădea temperatura apei este necesară o cantitate foarte mare de energie deoarece apa conduce rapid căldura. Din această cauză, temperatura organismelor acvatice este în general constantă și omogenă.

Apa trece din faza lichidă în cea gazoasă sau în cea solidă cu mare consum de energie: de pildă, pentru a provoca evaporarea apei este necesară o cantitate de energie de 500 ori mai mare decât pentru a-i crește temperatura cu 1 ° C.

O altă proprietate curioasă a apei este legată de faptul că densitatea maximă o are la temperatura de 4°C, în timp ce alte substanțe ating această maximă în starea de îngheț. Apa, odată înghețată, devine mai ușoară și plutește, totodată formând un fel de scut protector care împiedică înghețarea restului de apă dintr-un lac (ceea ce permite refugierea organismelor acvatice).

Apa are o imensă capacitate de a dizolva compuși anorganici făcându-i astfel disponibili organismelor și totodată permițând formarea de noi compuși.

Proprietățile termice ale apei

Căldura specifică: cantitatea de energie termică necesară pentru a ridica temperatura unui gram de apă cu 1°C(1 calorie sau 4,2 Jouli)

Căldura latentă de topire: cantitatea de energie termică necesară pentru a dezgheța 1 g de apă la 0°C(80 cal sau 335 J)

Căldura de evaporare: cantitatea de energie termică necesară pentru a evapora 1 g de apă (597 cal sau 2498 J la 0°C; 536 cal sau 2243 J la 100°C)

Conductivitatea termică: fluxul de căldură ce traversează o secțiune de 1 cm² (în J/cm) este de 0,0055 la 0°C, 0,0060 la 20°, 0,0063 la 40°, 0,022 pentru gheață.

Densitatea: la 30°C, 0,99565 g/cm; la 20°C, 0,99821 g/cm; la 10°C, 0,99970 g/cm; la 4°C, 0,99997 g/cm (densitate maximă); la 0°C, 0,99984 g/cm; în stare de gheață, la 0°C, 0,917 g/cm.

Proprietățile menționate mai sus indică faptul că forțele de atracție dintre moleculele apei lichide, respectiv coeziunea sa internă, sunt relativ mari. Forțele intermoleculare puternice din apa lichidă se datoresc distribuției specifice a electronilor în molecula de apă care determină și asimetria. Atomul de oxigen puternic electronegativ tinde să atragă electronii unici ai atomilor de hidrogen, lăsând nucleul de hidrogen dezgolit. Ca urmare, fiecare din cei doi atomi de hidrogen are o încărcare locală parțial pozitivă. Atomul de oxigen are o încărcare locală parțial negativă (în zona orbitalilor nepuși în comun). Astfel, deși molecula de apă nu are o încărcare netă, ea este un dipol electric.

Când două molecule de apă se apropie puternic una de alta, se produce o atracție electrostatică între încărcarea parțial negativă al atomului de oxigen al unei molecule și încărcarea parțial pozitivă a unui atom de hidrogen al moleculei adiacente. Aceasta este însoțită de o redistribuire a încărcărilor electronice în ambele molecule, ceea ce crește semnificativ atracția dintre ele. O astfel de asociere electrostatică complexă se numește **legătură de hidrogen**. Datorită aranjamentului aproape tetraedric al electronilor în jurul atomului de oxigen, fiecare moleculă de apă este potențial capabilă să formeze legături de hidrogen cu 4 molecule de apă vecine. Din această proprietate rezultă marea coeziune internă a apei lichide.

Datorită structurilor osoase, sărurilor dizolvate, țesuturilor, organismele acvatice tind să se scufunde și ele și-au perfecționat mecanisme de reducere a propriei densități sau de micșorare a vitezei de scufundare: peștii au bășică înotătoare, algele mari au structuri de tip parenchimos care le asigură plutirea, celenteratele sifonofore au organe plutitoare (sunt de fapt membri foarte specializați ai coloniei). Multe alge unicelulare conțin uleiuri a căror densitate este mai mică decât a apei iar multe crustacee au prelungiri filamentoase sau ramificate care măresc suprafața de plutire. Trebuie menționat că mediul acvatic marin este mult mai puțin stressant pentru organisme decât mediul dulcicol și această constatare pare uneori exagerată pentru că noi, oamenii, avem nevoie de apă dulce pentru a supraviețui. Totuși, nu trebuie să uităm că viața a apărut în mediul marin, sărat și nu în mediul dulcicol, acesta fiind ceva mai nou în evoluția Terrei.

Peștii marini au mediul intern **hipotonic** în comparație cu mediul extern și datorită diferenței de presiune osmotică apa din țesuturi tinde să iasă. Ei trebuie să bea apă în mod activ pentru a echilibra pierderile iar prin urină elimină ionii Mg^{2+} și SO_4^{2-} .

Peștii dulcicoli au mediul intern **hipertonic** (achiziție de la strămoșii lor marini) și ei se confruntă cu tendința apei exterioare de a pătrunde în celule pentru a echilibra presiunea osmotică.

Diferențele mari dintre domeniile marin și dulcicol au determinat două ramuri diferite de studiu: **oceanologia** (de la lat. *Okeanos*, corespondentul roman al zeului mărilor la vechii greci, Poseidon) și **limnologia** (de la gr. *limne*, lac), fiecare cu metode proprii de investigare, adaptate la particularitățile celor două medii de viață. De asemenea s-a dezvoltat și **studiul apelor subterane** ca o ramură de sine stătătoare a biologiei și ecologiei acvatice.

ORIGINEA ORGANISMELOR ACVATICE

Originea animalelor de apă dulce

Conform părerii specialiștilor, evoluția primară a protistelor, a plantelor și animalelor a avut loc în mediul marin și de aici s-au desprins ramurile terestre și acvatice dulcicole. De altfel, dintre încrengăturile actuale numai *Onychophora* cuprinde exclusiv reprezentanți tereștri localizați în emisfera sudică.

Adaptarea la mediul terestru a avut loc în mod independent pentru diferite ramuri evolutive de animale acvatice, fie marine fie dulcicole (amfibienii primitivi provin din strămoși dulcicoli asemănători peștilor). Pe de altă parte, multe linii evolutive terestre s-au readaptat secundar la mediul dulcicol.

Animale dulcicole de origine marină (primar acvatice): protozoare, metazoare inferioare, lamelibranhiate și gasteropode prosobranhiate, crustacee, agnate și pești.

Animale dulcicole de origine terestră (secundar acvatice): insecte acvatice, hidracarieni, gasteropode pulmonate, unele oligochete și izopode oniscoide.
--

Gradul de euhalinitate diferă uneori destul de mult astfel că unele grupe pot trăi atât în ape dulci cât și în ape sărate dar devin strict stenohaline în perioada de reproducere. Mulți pești și crevette sunt **diadromi**, ciclul lor de viață cuprinzând în mod obligatoriu atât mediul marin cât și

mediul dulcicole. Animalele dulcicole sunt destul de vag delimitate de cele terestre. În cazul multor grupe larvele sunt acvatice iar adulții tereștri.

Categorii de organisme dulcicole

Animale primar acvatice epigee. Nu se pot deplasa pasiv și răspândirea lor este limitată de bazinul acvatic. Grupul cuprinde pești, crustacee superioare, multe moluște, triclade epigee și alți “viermi”. Nu pot depăși bariera reprezentată de cumpăna apelor și nu pot trece de bariera apei marine.

Animale dulcicole hipogee. Au areale restrânse care reflectă modul în care strămoșii lor au colonizat apele interioare. Speciile freatice și hiporeice sunt adesea răspândite punctual și pot reprezenta modalități de refugiu din apele de suprafață.

Animale primar acvatice din bălți temporare. Aici sunt cuprinse crustacee anostrace, concostrace, copepode și ostracode.

1.2.6. Proprietățile fizico-chimice ale apei

1.2.5.1 Temperatura în râuri

În sistemele lotice temperatura este determinată de o multitudine de factori hidrologici, topografici și meteorologici. Izvoarele de munte au temperatura apei subterane din care provin și de obicei această temperatură este mai mică cu 1° decât temperatura medie anuală a regiunii. În cazul pâraielor montane există o strânsă corelație între temperatura apei și temperatura aerului dar există și mari diferențe, mai ales în perioada de îngheț sau de topire a gheții.

În perioadele de topire a zăpezii și gheții, apa foarte rece din partea superioară a râurilor influențează temperatura apei mult în aval, aceasta și ca urmare a debitelor ridicate.

De asemenea, eliberarea unei mari cantități de apă dintr-un lac de baraj montan, în timpul verii, poate produce o scădere bruscă a temperaturii receptorului ceea ce determină un adevărat șoc termic pentru multe organisme, fiind favorizate cele euriterme.

Radiația solară influențează temperatura apei râurilor dar în raport cu aspectul bazinului de drenaj, vegetația riverană și forma albiei. Râurile care curg prin pădure au vara temperatura mai mică decât cea a aerului.

Afluenții, precipitațiile pot determina răcirea sau încălzirea apei râurilor.

Râurile aflate în regim natural, din regiunile temperate, pot înregistra o variație termică anuală cuprinsă între 0 și 25°C. În regiunile de climă continentală intervalul poate fi mai mare iar în cele cu influență oceanică, mai mic.

O mare importanță din punct de vedere ecologic o are durata temperaturii minime. Astfel, râurile de la mare altitudine sau de la latitudini înalte sunt înghețate cam 7 luni pe an în timp ce râurile din zonele influențate de ocean nu îngheață.

Suma temperaturilor. Organismele acvatice răspund atât la suma temperaturilor (grade zile) cât și la temperatura absolută. Gradele zile anuale se calculează prin însumarea temperaturilor medii zilnice care trec de 0. În funcție de durata sezonului rece, numărul de grade zile este determinat mai ales de lunile calde. De exemplu, în cazul Bigoray River, Alberta, unde temperatura de 0° este prezentă timp de 6 luni, 58% din totalul gradelor zile este dat de lunile iulie, august și septembrie. Într-un pârau de altitudine din Michigan gradele zile anuale au fost distribuite astfel: 21 % în primăvară, 51 % în vară, 22 % în toamnă și 6 % în iarnă. Acumularea unui anumit număr de grade zile este un factor important pentru insectele acvatice și acesta este realizat cu 4 săptămâni mai repede după o iarnă caldă.

Amplitudinea zilnică.

Variația anuală	Variația zilnică
0 - 4,2	1,5
0 - 12,4	5,9
1 - 13	5,0
0 - 19	10,0
0 - 22	6,1
2,5 - 17,5	7,0
8 - 10	1,0
10 - 30	10,0
22,5 - 32,5	5,0

Apele de munte au variații zilnice mici mai ales dacă sunt umbrite de vegetație și aprovizionate permanent cu apă din freatic. În aval variațiile zilnice devin din ce în ce mai mari până când volumul de apă este suficient de mare pentru a “tampona” aceste variații (amintiți-vă proprietățile apei).

Amplitudinea variației termice zilnice este de 1° pentru izvoare sau pentru sectorul acoperit cu gheață și poate ajunge la 15° în cazul sectoarelor de joasă altitudine. Variații zilnice mari sunt asociate cu debite mici și cu o influență redusă a apei freatice.

Fluctuațiile termice sunt recunoscute ca determinând în bună măsură distribuția organismelor din râuri și există *coeficientul Kamler* al variației zilnice: raportul dintre temperatura zilnică maximă și cea minimă. De exemplu, în Carpații din Polonia valoarea acestui coeficient este de 1,09 - 2,66.

În bazinele naturale rata de creștere a temperaturii este mai mare decât rata de răcire.

Variații termice la scară spațială redusă. Deși curgerea apei ar trebui să asigure o uniformizare spațială a temperaturilor în masa apei există totuși diferențe: pot exista variații de 13° între talveg și apa de la mal. Pe fundul apei există de asemenea diferențe, mici, între suprafața bentosului și profunzimea acestuia, care este influențată de biotopul hiporeic. În privința acestui biotop se aproximează în general variații mici de temperatură, fiind un mediu foarte stabil.

Temperatura în apele stagnante

În 1956 Hutchinson și Löffler au dezvoltat un sistem de clasificare termică a lacurilor în funcție de altitudine, latitudine, morfometrie etc. Pentru cele mai multe lacuri principala sursă de căldură este radiația solară directă; în cazul bălților o cantitate mare de căldură este absorbită și de sedimente.

În apele stagnante mici ca și în zona litorală a lacurilor se remarcă influența puternică a temperaturii aerului, cel puțin într-o anumită parte a anului. Zona litorală a lacurilor este mai rece iarna și mai caldă vara decât zona profundală. Primăvara devreme, apa se încălzește mai repede la mal ceea ce favorizează dezvoltarea organismelor.

Variații termice anuale. Variațiile înregistrate pentru apele de suprafață se încadrează în următoarele intervale: 0 - 24°C pentru Lacul Erie, Ohio; 0 - 20°C pentru Lacul Windermere, Anglia; 0 - 12,5°C pentru un lac arctic; 0 - 15°C pentru un lac subalpin; 14 - 28,5°C pentru Lacul Kinneret din Israel. În adâncimea lacurilor variațiile termice anuale sunt mai mici: în L. Baikal,

mai jos de 300 m nu există nici-un fel de variație termică iar în L. Lemn, mai jos de 60 m temperatura se menține în tot cursul anului la valoarea de $4 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$.

Lacurile temperate manifestă o mare diferență între temperatura de suprafață și ce de fund (de la $20 - 25^{\circ}$ la 4°) iar cele tropicale o diferență redusă (numai $3 - 4^{\circ}$, apa de fund fiind în general cu 20° mai caldă decât cea a lacurilor temperate).

Deși bălțile sunt în general bine amestecate de vânturi totuși, și aici se pot forma diferențe termice, în perioadele de calm. Astfel, într-o mică baltă de numai 35 cm adâncime diferența dintre suprafață și fund poate ajunge la 16°C . Într-o baltă din tundra alpină s-a înregistrat în timpul verii o temperatură a apei de fund cu 20° mai scăzută decât temperatura apei de suprafață. În aceste cazuri, organismele, datorită mișcării lor, pot suporta o gamă largă de condiții termice.

Modelul variației termice diferă de la un lac la altul și totodată diferă spațial și temporal în cadrul aceluiași lac.

Numărul de grade zile în apele stagnante este mult mai mult influențat de factorii spațiali decât în râuri ceea ce determină un alt model de distribuție a organismelor. Golfurile ferite ale L. Baikal acumulează de 2-3 ori mai multe grade zile decât zonele litorale deschise, mai puțin ferite de influența vântului.

Durata de acoperire cu gheață și zăpadă are un rol important în definirea regimului termic al apelor stagnante. În lacurile norvegice s-a estimat o corelație directă între durata în care apa este liberă de gheață și numărul de specii de insecte din ordinul Ephemeroptera.

Acest fapt este legat de perioada de ecloziune a dulților care au nevoie de suprafața liberă a apei pentru a ieși din lac și a-și îndeplini funcția reproducătoare.

Organismele acvatice din lacurile de mare altitudine sau de la latitudini înalte pot suporta temperaturi foarte scăzute: bălțile arctice îngheață până la fund iar mătul rămâne câteva luni la o temperatură de -20 până la -30° , condiții în care larvele de chironomide, care formează cea mai mare parte a bentosului, supraviețuiesc în stare inactivă.

Variații zilnice. În lacuri, cele mai importante variații termice zilnice au loc în pătura de apă de la suprafață și în zonele litorale. Cu cât este mai mic volumul de apă cu atât mai mari sunt aceste variații zilnice.

Ciclul anual de temperatură al lacurilor temperate

Sursa de căldură în apele stagnante este reprezentată de:

- radiația solară care încălzește apa direct sau indirect, prin intermediul aerului cald
- căldura terestră
- condensarea vaporilor de apă la suprafața lacului

Pierderile de căldură au loc prin radiație, evaporare și conducție către aer sau sedimente. Considerând că sursa principală de căldură a unui lac este radiația solară am putea considera că în cazul unui bazin absolut nederanjat are loc o scădere accentuată de temperatură de la suprafață spre fund datorită diferenței de absorbire a radiației (în raport cu reducerea transparenței apei, măsurată cu discul Sechi). Curba termică obținută prezintă o discontinuitate evidentă care reflectă tocmai scăderea rapidă a temperaturii în stratul de la 10 la 30 m. Această discontinuitate se numește *termoclină*. Termoclina corespunde unui strat numit *metalimnion*; deasupra lui se află *epilimnion* iar dedesubt, până la sedimente, *hipolimnion*.

Stratul metalimnion indică de fapt limita până la care acționează curenții de amestecare generați de vânturile de suprafață.

Existența temperaturii de 4°C în hipolimnion se explică prin imposibilitatea pierderii de căldură din acest strat situat la mare adâncime. Astfel, datorită unui câștig foarte mic de căldură în timpul verii, acest strat poate menține condiții pentru desfășurarea vieții.

Stratul metalimnion are o importanță deosebită nu numai pentru mecanismele de formare a curenților și de amestec a apei dar și pentru organisme. Acest strat împarte lacul în două zone foarte diferite. Epilimnion-ul, care rămâne permanent sub influența vânturilor care determină turbulențe nu poate menține o stratificare decât pentru un timp foarte scurt. Între epilimnion și metalimnion are loc o comunicare doar prin intermediul particulelor (inclusiv planctonice) care tind să cadă spre fund. Astfel, pătura intermediară, metalimnion, joacă rolul unei bariere între suprafață și fund, între organismele din pătura superioară și cele din pătura de adânc.

Primăvara, datorită densității maxime și temperaturii repartizată uniform în toată masa apei (4°C) lacul este unistratificat. Această stare este menținută de regimul vânturilor care amestecă imediat apa de suprafață, care tinde să se încălzească ca urmare a radiației solare, cu apa de fund, mai rece. Pe măsură ce vremea se încălzește tot mai mult stratul de suprafață devine tot mai cald și în absența vânturilor se produce *stratificarea de vară* sau *stagnarea estivală*. În această perioadă, apa de fund poate păstra temperatura de 4°C. Toamna, pierderile de căldură sunt mai mari decât câștigurile și are loc o “distrugere” a stratificării de vară: ca urmare a răcirii din epilimnion, pătura intermediară coboară și totodată are loc o reducere a diferenței termice dintre cele două strate. Se formează curenți de amestec care acționează până la uniformizarea termică.

Iarna, datorită formării gheții apa de suprafață este mai rece, are doar 0°, decât cea de fund care are 4°. Această stare, prezentă doar în cazul formării stratului de gheață, se numește *stagnare de iarnă*.

Tipuri de lacuri în funcție de stratificare:

- * Monomictice reci: lacuri polare și subpolare care au o singură perioadă de circulație, vara
- * Dimictice: lacuri temperate, cu circulație de primăvară și toamnă
- * Monomictice calde: lacuri sub-tropicale cu o circulație de iarnă
- * Oligomictice: lacuri tropicale cu rare perioade de circulație a apei
- * Polimictice calde: lacuri tropicale cu perioade de circulație frecvente
- * Polimictice reci: lacuri tropicale montane cu o circulație continuă

Distribuția organismelor acvatice în raport cu temperatura

În cazul multor insecte acvatice răspândirea pe latitudine este determinată de gradientul termic. Efemeropterele din genul *Ephoron* sunt în general răspândite între 40 și 50° lat.N: limita nordică este determinată de durata minimă de 2,5 luni cu temperatura peste 18°, perioadă necesară pentru maturarea nimfelor; limita sudică este determinată de frigul iernii, necesar pentru

menținerea ouălor. Răspândirea țânțarului *Aedes aegypti* (vectorul febrei galbene) este delimitată de izotermele de 10° din cele două emisfere.

Salmonidele sunt limitate la cursul superior al râurilor cel puțin pentru depunerea pontelor. Broaștele din genul *Bombina* nu pot trăi decât în acumulări de apă rece, chiar dacă acestea sunt de volum mic dar sunt bine umbrite în perioada verii.

Regimul termic al habitatului este deosebit de important pentru organismele care nu au capacitatea de a-și menține o rată metabolică relativ constantă (cum sunt insectele acvatice).

Conform ipotezei echilibrului termic, a lui Vannote și Sweeney, mărimea corpului adultului, eficiența metabolică, fecunditatea și abundența sunt maxime în zona centrală a domeniului latitudinal de răspândire a speciei, acolo unde regimul termic este optim.

Dimpotrivă, populațiile aflate la nord sau la sud de optimul termic consumă mai mult pentru menținere ceea ce determină dimensiuni mai mici ale corpului, fecunditate și competitivitate mai reduse.

Modificările climatice majore, incluzând ultimele glaciațiuni, au jucat un rol important în macrodistribuția insectelor acvatice. În cursul perioadelor calde apele de multe au servit ca refugii pentru formele adaptate la ape reci. Particularitățile geografice ale Europei au determinat o mare fragmentare a faunei acvatice în Pleistocen; în America de Nord acest lucru nu s-a produs datorită orientării N-S a masivelor muntoase ceea ce a permis migrații frecvente ale faunei pe această direcție.

1.2.5.2. Lumina

Fluxul radiant reprezintă cantitatea de energie electromagnetică exprimată în cuante (fotoni) pe secundă (watt, joule/sec). Intensitatea sau densitatea fluxului de energie (radianța) reprezintă fluxul radiant pe unitate de suprafață (cuante/sec/mp). Rata energiei incidente se exprimă în diferite feluri: în sistemul metru-kilogram-secundă ca jouli/mp-sec; watt pe unitatea de suprafață; gram-calorii pe unitatea de suprafață și timp. Radianța este exprimată în microeinstein/mp-sec ($1\mu \text{ Einst} = 6,02 \times 10^{17}$ fotoni sau cuante).

Radiația fotosintetic activă este acea parte a spectrului radiant cuprinsă între 390 și 710 nm și reprezintă 46-48% din totalul energiei luminoase care atinge (vine în contact cu) suprafața apei.

Energia care vine în contact cu suprafața apei este influențată, cantitativ și calitativ, de durata zilei, anotimp, latitudine, starea de transparență a atmosferei, condițiile meteorologice. O parte semnificativă a luminii este reflectată de suprafața apei și astfel devine inaccesibilă sistemului acvatic. Într-o zi clară de vară 5-6% din energia radiantă este reflectată de suprafața unui lac; iarna, gheața reflectă până la 10%. Zăpada proaspătă, uscată, reflectă până la 70% din lumina incidentă.

Energia solară care pătrunde în apă este parțial absorbită chiar de apă și parțial de substanțele dizolvate sau aflate în suspensie. O parte importantă a energiei este dispersată datorită moleculelor de apă, substanțelor dizolvate sau aflate în suspensie.

Apa pură absoarbe o cantitate mare de radiații infraroșii ceea ce duce la încălzirea ei rapidă; din energia solară care penetrează apa, aproape 53% este transformată în căldură, în stratul de 1 m grosime de la suprafață. Capacitatea de absorbție a apei pure (distilată) scade spre culoarea albastră a spectrului și crește din nou spre violet și UV. Cu cât crește încărcarea în substanțe dizolvate crește și capacitatea apei de a absorbi radiațiile cu lungime mică de undă (albastre).

1.2.5.4. Oxigenul dizolvat

Stratificarea oxigenului este totodată dependentă și de viteza de cădere a particulelor organice: dimensiunile acestora determină timpul lor de retenție în hipolimnion. De asemenea, un rol important îl au profilul fundului ca și mărimea bazinului acvatic: într-un lac mare zona hipolimnion este extinsă ceea ce determină diluția produșilor de descompunere.

Uneori, modelul de stratificare este perturbat de apariția unor valori maxime sau minime de oxigen în pătura intermediară a lacurilor, metalimnion. În cazul unui maximum de oxigen în metalimnion există următoarea explicație: dacă sunt condiții pentru fotosinteză atunci oxigenul produs este menținut în acest strat până ce intervin turbulențele. Cantitatea astfel acumulată nu poate fi considerată a determina o supradaturare deoarece presiune hidrostatică permite o mai mare solubilizare a oxigenului.

Prezența unui minimum de oxigen în metalimnion s-ar putea explica prin acumularea de materiale oxidabile în acest strat.

Pe fundurile măloase se înregistrează de asemenea o "cădere" a oxigenului ca și un gradient de la suprafața sedimentului spre profunzime. Deci, în sediment se poate vorbi despre o *micro-stratificare* a oxigenului: valori mai mari la suprafață care se diminuează spre stratele inferioare.

1.2.5.5. Materia organică

Multă vreme, cercetările de limnologie au susținut că apa pură a lacurilor și râurilor poate fi considerată o soluție anorganică cel puțin atât timp cât nu este contaminată cu resturi produse de industria umană sau cu dejecții ale animalelor crescute de om. De asemenea se considera că materia organică conținută de apă este predominant constituită din organisme acvatice și detritus organic, adică material particulat.

În practică, conținutul apei în materie organică este exprimat prin consumul sau necesarul de oxigen pentru procesele de oxidare, folosindu-se metoda oxidării cu permanganat de potasiu. Trebuie avut în vedere că folosirea KMnO_4 nu oferă o evaluare a carbonului organic deoarece valorile obținute depind de starea de oxidare a materiei aflate în soluție. Consumul biochimic al oxigenului (CBO) care reprezintă consumul bacterial de oxigen oferă informații privind fracțiunea organică cea mai ușor de asimilat.

Dar apa conține totodată cantități considerabile de materie organică dizolvată care depășește cantitatea de materie organică particulată, formată mai ales din celule planctonice. De exemplu, L. Mendota conține 12,5 mg materie organică dizolvată/litru și doar 1,5 mg în plancton. Chiar lacurile oligotrofe conțin 5 mg materie organică dizolvată / litru și numai 1 mg de plancton.

Materia organică din ecosistemele acvatice cuprinde deci o gamă largă de compuși, de la cei dizolvați până la agregate de particule organice și de la materie vie până la materie moartă. Cea mai mare parte a materiei organice, în stare dizolvată sau particulată este reprezentată de detritus. Metabolizarea materiei organice și interacțiunile chimice și biochimice sunt în principal determinate de mărimea acestei materii organice. Materia organică dizolvată este prea puțin

(practic deloc) utilizată de animalele acvatice în schimb cea particulată reprezintă o resursă trofică majoră.

Descompunerea materiei dizolvate duce la formarea de gaze și produși finali. Materia organică particulată trebuie convertită enzimatic în compuși organici solubili de anumiți componenți ai microflorei acvatice.

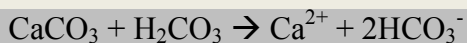
Aproape tot carbonul organic din bazinele acvatice se găsește sub formă dizolvată (DOC) și particulată (POC). Această cantitate de carbon detritic depășește cu mult cantitatea de carbon conținută de viețuitoare: atât în lacuri cât și în apele curgătoare raportul dintre DOC și POC pe de o parte și carbonul viu, pe de altă parte, este cuprins între 6 : 1 și 10 : 1.

1.2.5.6. Complexul carbon organic: alcalinitate, aciditate, CO₂, pH, carbon anorganic total, duritate

Precipitațiile care cad pe suprafața Pământului sub formă de ploaie sau zăpadă conțin o mulțime de gaze. De asemenea, din aer ajung la nivelul solului aerosoli și particule de praf care se pot dizolva în apă. Deci, apa care ajunge pe Pământ nu este pură iar în sol ori în plante continuă să dizolve diferiți compuși, mai ales CO₂ și substanțe minerale. Prin dizolvarea CO₂ în apă se formează acid carbonic și pH-ul scade.



Multe minerale sunt puțin solubile în apă și o mare cantitate din acestea se găsește în stare nedizolvată. Calcarul este puțin solubil în apă pură dar este mult mai solubil în prezența acidului carbonic:



Bioxidul de carbon dizolvat are astfel efecte importante asupra proprietăților apei formând o soluție carbonică acidă care modifică pH-ul și dizolvă mineralele ceea ce determină creșterea alcalinității și conferă apei duritate. Cantitatea de săruri dizolvate în apă este deosebit de importantă pentru menținerea vieții și necesită, în anumite cazuri, tratamente speciale pentru folosințele casnice ori industriale.

Salinitatea

Salinitatea apelor interioare (continentale) este dominată complementar de 4 cationi (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+) și de principalii anioni (carbonați, sulfati și cloruri: CO_3^{2-} , HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^-). Concentrațiile acestor ioni determină 99% din valoarea salinității.

Salinitatea apei este variabilă și este determinată de structura rocilor din bazinul de drenaj, umezeala atmosferică, depunerile uscate, raportul dintre evaporare și precipitații. Concentrațiile ionilor de Mg, Na și Cl sunt relativ stabile pe când cele de Ca, K, carbon anorganic și SO_4 sunt foarte variabile și puternic influențate de activități metabolice.

Conductanța specifică (conductivitatea)

Se știe că apa care conține o cantitate de săruri conduce mult mai bine curentul electric decât apa pură. Astfel, cu cât apa este mai pură, cu atât va opune o rezistență mai mare la trecerea curentului electric.

Prin definiție, conductanța electrică a unui electrolit este reciproca rezistenței specifice a unei soluții și se exprimă în *mos* (reciproca pentru ohmi) sau $\mu\text{S}/\text{cm}$. Cantitatea de curent condus este proporțională cu concentrația ionilor în soluție și implicit cu concentrația și disocierea sărurilor dizolvate. Celula standard de conductanță constă în doi electrozi de platină neagră cu suprafața de 1 cm^2 și situați la distanța de 1 cm unul față de celălalt.

Conductanța crește odată cu temperatura, aproximativ cu 2-3% pentru 1°C .

pH

Ionii dintr-o soluție au capacitatea de a conduce curentul electric. Chiar și apa pură poate conduce un curent electric foarte slab deoarece în mod obișnuit un mic număr de molecule disociază în ioni:

$\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}^+ + \text{OH}^-$ Se formează un număr egal de ioni de hidrogen și ioni hidroxil și astfel apa nu este nici acidă, nici alcalină ci neutră.

Prin măsurători de mare finețe s-a descoperit că o apă pură, la temperatura de 25°C , care se ionizează, eliberează $0,0000001\text{ g H}^+$ la 1 litru. Deoarece 1 mol de protoni cântărește 1 g, concentrația protonilor în apa pură este $1 \times 10^{-7}\text{ mol/l}$ ceea ce se poate exprima pe o scară

logaritmică negativă ca 7. Scara de pH cuprinde valori de la 0 la 14, de la foarte acid la foarte alcalin.

$$\text{pH} = \log 1 / \text{concentrația } \text{H}^+ \text{ și } \log 1 / 10^{-7} = 7$$

Valoarea 7 arată pH-ul unei ape pure, cu o concentrație a ionilor de hidrogen de 10^{-7} , la temperatura de 25°C.

Alcalinitatea

În sens istoric termenul de alcalinitate se referă la capacitatea de tamponare manifestată în apă de sistemul carbonaților. Mai exact, în sensul actual, alcalinitatea este înțeleasă drept capacitatea de neutralizare a acizilor și se datorează prezenței mai ales a anionilor slab acizi care pot accepta și neutraliza protonii. Deoarece CO_2 este relativ abundent în apă, atât sub formă gazoasă cât și dizolvată iar carbonații sunt minerale comune, cele mai multe ape dulci se caracterizează prin alcalinitate bicarbonatică. Dacă există cantități mari de carbon organic dizolvat, anionii organici pot spori alcalinitatea.

Alcalinitatea poate fi înțeleasă ca un dezechilibru între acid (H^+) și anionii slabi, mai ales bicarbonați (la care se adaugă ceva carbonați și hidroxizi). Alcalinitatea reprezintă numărul de protoni care pot fi neutralizați de toți anionii slabi după scăderea (extragerea) protonilor deja prezenți și se poate scrie astfel:

$$\text{Alcalinitatea} = (\text{HCO}_3^- + 2\text{CO}_3^{2-} + \text{OH}^-) - (\text{H}^+)$$

Termenii alcalinitate, alcalinitate carbonatică, rezerva alcalină, capacitate de neutralizare a acizilor se folosesc frecvent pentru a exprima cantitatea totală de baze care este titrată cu o soluție standard a unui acid puternic (0,1 N H_2SO_4).

Aciditatea și bioxidul de carbon

Într-un anumit sens, aciditatea este o valoare opusă alcalinității. Reprezintă cantitatea totală de acizi care trebuie titrată cu o bază puternică.

Să ne reamintim

Obiectul de studiu al hidrobiologiei este ecosistemul acvatic din punct de vedere al structurii și funcțiilor acestuia. Proprietățile apei permit înțelegerea desfășurării proceselor care au loc la nivelul apei, ca mediu de viață pentru organismele acvatice.



1.2. Rezumat

Deși considerată un lichid banal, apa este una din cele mai fascinante substanțe. Datorită legăturilor de hidrogen, molecula simplă a apei este foarte puternică și desfacerea ei necesită o cantitate mare de energie. Apa are cea mai mare densitate la temperatura de 4°C ceea ce face ca prin fenomenul stratificării termice, corpurile de apă stagnantă să păstreze, în timpul iernii, la adâncime, condiții de viață minime pentru supraviețuirea organismelor acvatice.

Apa are o mare putere calorică, se încălzește greu și se răcește lent ceea ce o face un factor important pentru controlul climatului zonelor riverane.

Apa are o mare capacitate de dizolvare și practic, toate corpurile de apă conțin soluții mai mult sau mai puțin concentrate ale diferitelor elemente și substanțe chimice. Conținutul în săruri face ca apa să fie bună conducătoare de electricitate, proprietate folosită pentru măsurarea cantității de săruri dizolvate prin aprecierea conductivității. Salinitatea este expresia cantității de săruri dizolvate și apele se clasifică, în funcție de salinitate în ape dulci, slămate, sărate și suprasărate. Totodată, apa conține și diferite cantități de materie organică, dizolvată sau în suspensie (particule). Apa dizolvă oxigenul din aer, cantitatea dizolvată fiind direct proporțională cu turbulența apei și invers proporțională cu temperatura (apa conține mai mult oxigen la temperaturi scăzute) și conținutul în săruri.

Corpurile de apă oferă condiții atât organismelor plutitoare și înotătoare cât și celor care sunt dependente de substratul dur, nisipos, mlașcos etc.



1.3. Test de autoevaluare a cunostințelor

2. La ce temperatura are apa densitatea maximă?
3. Ce este alcalinitatea?



1.4. Bibliografie recomandată

Brezeanu G., Cioboiu O., Ardelean A. 2011 Ecologie acvatică (Hidrobiologie). Vasile Goldiș University Press, Arad, 236 pp.

Capitolul 2. ECOSISTEMELE de IZVOARE



2.1. Introducere

La începutul mileniului al III-lea, izvoarele au fost recunoscute ca găzduind tipuri diferite de ecosisteme față de alte ecosisteme acvatice, de zone umede sau ripariene, ca rezultat al formării unor microhabitate specifice (Lawrence E. Stevens, 2005). În ultimele decenii, izvoarele au început să fie studiate nu numai din punct de vedere geologic, în funcție de straturile geologice străbătute, cât și din punct de vedere biologic și ecologic.

Orice curs de apă pornește dintr-un punct în care apa subterană ajunge la suprafața pământului. Acest lucru are loc, de regulă, fie prin formarea unui pârâiaș cu pietriș pe fund (în acest caz izvorul se numește *reocren*), fie prin intermediul unui mic ghiol, ce funcționează ca un fel de bazin de acumulare, din care apele se scurg mai departe formând un pârâiaș cu mâl sau nisip pe fund (în acest caz izvorul se numește *limnocren*). Izvoarele se pot forma și în mlaștini sau alte asemenea terenuri (izvoare *helocrene*). Avându-și originea în rezervele subterane, izvoarele se caracterizează prin calitatea deosebită a apei și prin prezența unor organisme acvatice specifice. Menținute în stare naturală, izvoarele își mențin caracteristicile ecologice mult

mai mult timp decât alte ecosisteme acvatice. Chiar dacă astăzi izvoarele nu mai reprezintă decât o sursă ocazională de apă potabilă, păstrarea lor nealterată este foarte importantă pentru conservarea unei flore și faune acvatice unice.



2.2. Conținut

2.2.1. Studiul ecologic al izvoarelor

Studiul organismelor care trăiesc în izvoare și în vecinătatea lor se numește crenobiologie (din limba greacă: krene=izvor, bios = viață, logos - știință).

Mai multe condiții de mediu concură la formarea caracteristicilor fizico-chimice și biologice ale izvoarelor, astfel încât în cadrul aceleiași categorii (recocren, limnocren sau helocren) pot exista diferențieri notabile, evidențiate atât în microhabitatele respective cât și în asociațiile de viețuitoare ce le populează.

Diferențierea ecologică în interiorul acestor categorii de izvoare face obiectul unor studii de monitorizare biologică pe termen mediu și lung a unui număr suficient de mare de izvoare pentru a trage concluzii reprezentative.

Aceste studii se derulează de regulă în arii protejate, pentru a se asigura menținerea aceluiași condiții în timp și absența unei influențe antropice puternice asupra ecosistemelor izvoarelor.

Un exemplu de astfel de studiu este cel derulat între anii 1992 și 1996 în Parcul Natural Adamello-Brenta (Trentino), ce a cuprins 30 de izvoare din toate cele trei categorii, situate la diverse altitudini (între 1073m și 2172m) și formate pe diverse substraturi litologice (roci cristaline de Adamello și carbonați de Brenta).

Izvoarele limnocrine pot conține un număr mare de taxoni caracteristici numai zonei respective, dintre care cele mai studiate sunt diatomeele. Astfel, în limnocrenul carstic al Izvoarelor Albastre (Niebieskie Źródła) din Polonia au fost identificate într-un studiu de monitorizare pe termen lung (1963-1990) 152 de taxoni de diatomee. Specificitatea poate ajunge

până la prezența unor taxoni rar întâlniți – în cazul citat specia de diatomee *Navicula Hasta* a fost identificată cu certitudine numai în acea zonă.

2.2.2. Categoriile hidrobiologice de izvoare

Caracteristicile fizico-chimice ale **izvoarelor reocrene** sunt următoarele: apa limpede, ce se oxigenează intens pe parcurs, cu oscilații termice între 1⁰ și 6⁰C. Izvoarelor *reocrene* le este caracteristică prezența larvelor de trichoptere, de viermi turbelariați și de crustacee.

Izvoarele limnocrene prezintă o oxigenare ridicată și au oscilații de temperatură între vară și iarnă mai pronunțate, ajungând până la 10⁰C. Izvoarele *limnocrene* sunt mult mai bogate în faună și floră: trichoptere, plecoptere, crustacee, viermi, broaște și chiar forme tinere de salamandă.

O prezentare comparativă a celor 3 categorii de izvoare este redată în Tabel 1 – Categoriile biogeologice de izvoare.

Tabel 1 – Categoriile biogeologice de izvoare

Categoria izvorului	Caracteristici geologice	Caracteristici ale biocenozei
Izvor <i>reocren</i>	Formează un pârâiaș cu pietriș pe fund, apa țâșnește cu putere din stâncă, se întâlnesc în zone calcaroase.	Biocenoză săracă. Populate de o faună redusă ca număr de specii: Planarii (<i>Dugesia</i> , <i>Polycelis</i>), crustacei (<i>Gammarus</i>), gasteropode mici (<i>Ancylus</i>); larve de trichoptere (<i>Agapetus</i> , <i>Hydropsyche</i>). Viteza curentului este mare, vegetația proprie lipsește, fauna este săracă.
Izvor <i>limnocren</i>	Formează un pârâiaș cu mâl sau nisip pe fund, pornind din apa acumulată într-un mic bazin intermediar; apa iese în plan vertical sau lateral, cu un debit	Biocenoză bogată. Populate de specii de apă stătătoare cum ar fi: larve de diptere, larve și adulți de coleoptere, larve de trichoptere, crustacei (<i>Candona</i>),

	moderat	viermi (<i>Tubifex</i> , <i>Lumbriculus</i>), mormoloci de broască și forme tinere de <i>Salamandra maculosa</i>
Izvor helocren	Format în mlaștină sau turbărie, apa mustește din sol	Vegetație și faună săracă

Unele râuri prezintă izvoare ce au caracteristici aparținând la două sau trei din aceste categorii. De exemplu, izvorul râului Moldova din România este *limoreohelocren*. Izvoarele au de obicei debite reduse, dar organizarea lor este complexă și sunt bogate în taxoni. Ele releva o structură mozaică, o specificitate ridicată, datorate în special unei stabilități fizico-chimice deosebite. Izvoarele sunt zone de ecoton ce fac legătura dintre un acvifer și un curs de apă de suprafață. Din cauza adaptărilor, dintre care stenotermia este cea mai întâlnită și mai importantă, multe grupe de plante și animale își găsesc în izvoare habitatul lor exclusiv (organismele crenobionte) sau favorit (organismele crenofile). Acest fenomen conduce la o distribuție specială a organismelor de-a lungul izvoarelor. [10]

Parametrii fizico-chimici ai izvoarelor se caracterizează prin fluctuații sezoniere limitate și determinate în special de caracteristicile acviferului. [10]

2.2.3. Caracterizarea hidrogeologică a izvoarelor

Din punct de vedere **hidrogeologic**, izvoarele se pot clasifica după debitul pe care îl prezintă. Clasificarea propusă de O. Menzer în 1923 este încă utilizată pentru ilustrarea debitului izvoarelor. Aceasta clasificare este redată în Tabel 2 – Clasificarea geologică a izvoarelor după debit (Menzer, 1923).

Tabel 2 – Clasificarea geologică a izvoarelor după debit (Menzer, 1923)

Magnitudine	Debit (L/s –mL/s)
Magnitudine 1	>2800 L/s
Magnitudine 2	280 - 2800 L/s
Magnitudine 3	28 - 280 L/s
Magnitudine 4	6.3 - 28 L/s

Magnitudine 5	0.63 - 6.3 L/s
Magnitudine 6	63 - 630 mL/s
Magnitudine 7	8 - 63 mL/s
Magnitudine 8	<8 mL/s
Magnitudine 0	Izvoare secate

Concentrația în săruri minerale a izvoarelor este o altă caracteristică de diferențiere eologică a acestora, distingându-se următoarele tipuri de izvoare:

- cu apă saraca în ioni;
- cu apă bogata în ioni ("dura");
- cu apă cu concentrație foarte ridicata de săruri (izvoare cu apă sărată).

2.2.4. Izvoare termale, gheizere

În cazul în care temperatura straturilor geologice străbătute de apa izvoarelor este ridicată, se formează așa-numitele *izvoare termale*, a caror temperatură depășește 30°C. În vecinătatea izvoarelor termale trăiesc taxoni care sunt adaptați acestor temperaturi, dintre care în România se pot întâlni speciile: protozoarul *Nasula elegans* (50-52°C), crustaceul *Cipris balnearis* (45°C), insecta *Hydrobius orbicularis* (50°C) și chiar pești cum ar fi *Scardinius racovitzai* (28-40°C).

Apele termale și termominerale sunt legate genetic de apele de adâncime, cantonate de-a lungul faliilor majore, așa cum se poate observa pe hartă. Termalismul se leaga ori de tectonica accentuata (ca în cazul faliilor din vestul țării) ori de efectul remanent al activitatilor vulcanice neogene (ca cele din regiunea Carpatilor Orientali).

Chiar și în apele termale traiesc o serie de organisme, din categoria extremofilelelor. Cele mai multe extremofile sunt bacterii sau archaea (materialul genetic este imprastiat în masa celulei în loc să fie concentrat în nucleu). Un grup de organisme termofile este reprezentat de Strain 121.

Strain 121 (tulpina 121)

Acest organism este foarte interesant. Întâi de toate se folosește de fier așa cum noi ne folosim de oxigen ca un mijloc de generare a energiei. Cel mai repede crește la 103 de grade Celsius, cu un timp de producere a unei generații de aproximativ o oră (timp generație este momentul în care o populație de organisme vii are nevoie să se reproducă). La 121⁰ C, aceste organisme au un timp de generare a unei generații de 24 de ore.

Microorganismul este rotund sau coccoid ca formă, cu un diametru de aproximativ 1 micron. Acesta a fost determinat că fiind membru al *Archaea*. El trăiește în condiții de căldură extremă, frig, presiune, salinitate și alcalinitate/aciditate.

Acest organism nu se dezvoltă foarte bine la temperaturi sub 85⁰ C și nu poate provoca o boală în corpul oamenilor sau animalelor, deoarece temperatura noastră de 37⁰ C este prea scăzută pentru acesta.

Nimeni nu știe modul în care aceste organisme sunt în măsură să crească la astfel de temperaturi ridicate. Mulți au spus că limitele de temperatura ale vieții au fost cauzate de incapacitatea proteinelor și ADN-ului să rămână funcționale la temperatură ridicată. Cu toate acestea, aceste organisme au ADN și proteine care par a fi funcționale la temperaturi ridicate.

Strain 121 a fost colectat de o echipă de cercetători din falia *Juan de Fuca*, ce separă plăcile tectonice în Pacific la o adâncime de 2,400 m, unde se găsesc compuși de sulf și fier. Strain 121 este doar unul dintre organismele extremofile, la o temperatură apropiată trăind și *Pyrolobus fumarii*, descoperit în 1997 pe fundul Oceanului Atlantic în condiții asemănătoare.

Până la ce temperatură există viață?

Se crede, deși încă nu s-a dovedit, că temperatura maximă la care s-ar putea întâlni micro-organisme este de aproximativ 150°C.

La 150°C legăturile chimice ale unor biomolecule esențiale pentru viață (cum ar fi amino-acizii) încep să se desfacă.

Gheizere

Un gheizer este o subcategorie de izvoare, caracterizat prin descărcarea intermitentă a apei, însoțită de abur. În general, gheizerele sunt localizate în zone vulcanice active, și chiar

efectul de gheizer este cauzat de apropierea magmei. Apa străbate peste 2000 de metri până la suprafață. Multe se întâlnesc în Islanda, dar și în Rusia (Kamceatka).

În apa caldă a gheizerelor se întâlnesc procariote termofile (nici un organism eucariot nu poate supraviețui unor temperaturi mai ridicate de 60 °C). Observațiile au demonstrat că viața poate exista și la temperaturi mai ridicate decât 73 °C, temperatura la care ADN este distrus, unele chiar la temperaturi mai ridicate de 100 °C (termofile).



Figura 3 Tokaanu geyser-inconjurat de bacterii -Foto: Duncan Graham

2.2.5. Viața în ape termale submarine

Viața în apele termale submarine are drept caracteristică absența luminii solare și a oxigenului, astfel că inițierea lanțurilor trofice va avea la bază procesul de chemosinteză. Geologii marini au studiat variația temperaturii în Riftul Galapagos, la o adâncime de 2500 metri – au identificat cu certitudine izvoare submarine termale în mai 1976.

Un vehicul subacvatic suspendat pe cablu (“Alvin”) a detectat la 40 de metri de muchiile vulcanice o pană de descărcare (“plume of vent discharge”) voluminoasă, și a început să fotografieze fundul oceanului. Spre surpriza tuturor, în fotografiile s-a observat o densă și productivă comunitate bentică ce trăia în imediata vecinătate a gurilor de descărcare. Viermii

tubulari marini nu au gură, nici tract digestiv. În schimb, bacteriile chemosintetice ce trăiesc în țesuturile lor le furnizează hrana; Hemoglobina (care transportă hidrogenul sulfurat de la aceștia la bacterii) colorează viermii în roșu.

2.2.6. Risc de contaminare-Izvoare

Un exercițiu pentru a evalua riscul de contaminare al izvoarelor cuprinde următoarele întrebări:

- Este izvorul localizat mai jos sau în aval față de o sursă de poluare recunoscută?
- Apa de ploaie dispare în sol foarte repede?
- Pânza de apă subterană este foarte aproape de sol în locurile unde se găsesc ferme de animale, zone de pășunat sau alte asemenea?
- Operatorul rețelelor de alimentare cu apă potabilă și de canalizare răspunde și de calitatea apei subterane?
- Este zona din apropierea izvorului prevăzută cu un gard care împiedică pătrunderea animalelor?
- Este semnalizată zona corespunzător pentru a atrage atenția oamenilor să nu efectueze în apropierea sa diverse operațiuni contaminante?

Să ne reamintim

Izvoarele sunt corpuri de apă sărace în săruri minerale, bogate în oxigen și având o floră și o faună specifice. În general sunt ape reci dar există și izvoare termale de suprafață și izvoare hidrotermale pe fundul oceanelor.



2.3. Rezumat

Prin studierea izvoarelor a luat ființă domeniul crenobiologiei (krene=izvor). Cele trei categorii de izvoare, reocrene, limnocrene și helocrene adăpostesc o floră și o faună caracteristice, unele specii fiind strict localizate în aceste ecosisteme.



2.4. Test de autoevaluare a cunostiințelor

1. Cum se clasifică izvoarele?
2. Cum se numește domeniul de studiu al izvoarelor ?



2.5. Bibliografie recomandată

- a. Brezeanu G., Cioboiu O., Ardelean A. 2011 Ecologie acvatică (Hidrobiologie). Vasile Goldiș University Press, Arad, 236 pp.

CAPITOLUL 3 LACURILE (Ecosistemele lenitice)



3.1. Introducere

Împreună cu apele curgătoare, lacurile reprezintă principalele rezerve utilizabile de apă dulce și o resursă importantă de hrană, prin exploatarea ihtiofaunei. Sub numele de lacuri sunt cunoscute atât corpurile de apă mai adânci, care prezintă o stratificare termică de vară și de iarnă dar și corpurile de apă puțin adânci, de tipul bălților. Fiind ecosisteme bine delimitate și relativ ușor de abordat, lacurile au reprezentat unul din primele obiecte de studiu ale sistemelor ecologice.



3.2. Continut

3.2.1. Factorii abiotici din lacuri

Principalii factori abiotici care condiționează viața în ecosistemele lacustre sunt ***regimul hidrologic, dinamica apelor, regimul termic, lumina, chimismul apei și natura substratului bentonic.***

Regimul hidrologic al lacurilor depinde de zona geografică, de cantitatea de precipitații din zonă, de condițiile climatice locale, de gradul de acoperire cu vegetație a bazinului de alimentare; de forma și adâncimea cuvetei lacustre și de alți factori.

În funcție de raportul dintre cantitatea de apă care intră în lac și cea pierdută prin scurgere, evaporare sau infiltrare în sol, lacurile pot avea un **regim hidrologic excedentar, relativ constant sau deficitar**.

În regiunile temperate cantitatea maximă de apă din lacuri depinde de altitudinea la care sunt situate și de cantitatea de precipitații din zonă, prezentând variații sezoniere. În timp ce lacurile montane au niveluri maxime în *perioada mai-iunie*, datorită topirii zăpezilor, lacurile colinare și de șes au nivele maxime mai devreme, în lunile *martie-aprilie*, condiționate de precipitațiile lichide.

Mișcările apei influențează caracteristicile fizice, chimice și biologice ale apei. Ele pot avea:

- *caracter ondulator (valurile),*
- *de curenți (orizontali sau verticali) sau*
- *caracter haotic, turbulent.*

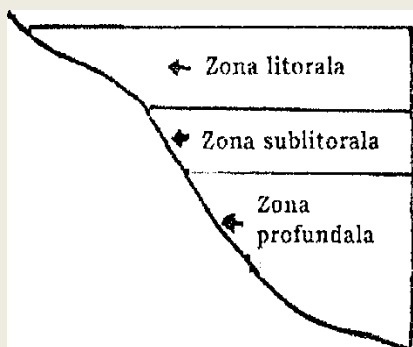
Din punct de vedere biologic, lacurile se caracterizează printr-o mare bogăție și diversitate a formelor de viață planctonice (de la alge, protozoare și până la pești) și de o oarecare uniformitate a habitatelor bentonice.

În lacuri, vegetația palustră și acvatică se repartizează în funcție de anumite cerințe și depinde în primul rând de adâncimea apei. De la țărm spre adâncime se observă trecerea de la higrofilie la hidrofilie.

Zona de coastă a ecosistemului lacustru include diferite tipuri de comunități vegetale: vegetația riverană (palustră), influențată de prezența pânzei freatice la adâncime mică și de zona inundabilă; vegetația litorală (acvatică) care cuprinde 4 formații: plante fixate, emerse, cu frunzele și florile deasupra sau sub nivelul apei; plante fixate, cu frunze plutitoare; plante fixate, submerse; plante libere, fără rădăcini, plutind la suprafața apei sau în pătura de apă.

Plantele acvatice propriu-zise se repartizează în funcție de adâncime.

În zona ecotonală lac-țărm se pot observa două sectoare: sectorul **riveran**, corespunzător diviziunii supralitorale; nu face parte din domeniul lacustru; sectorul **litoral**, delimitat de nivelul cel mai înalt al apei și adâncimea de la care începe dezvoltarea macrofitelor și microfitelor.



Covorul de macrofite și microfite permite delimitarea spre larg a zonei litorale: adâncimea maximă de colonizarea a fundului de către macrofite depinde de transparența

În ecosistemul de tip lac se desfășoară două fluxuri principale (canale) de scurgere a energiei: (a) canalul pelagic (masa apei), fitoplancton → zooplancton → pești și (b) canalul bentonic, fitoplancton → sedimentare → zoobentos; fitobentos → zoobentos.

3.2.2. Regimul termic

Regimul termic al lacurilor este *condiționat de așezarea lor geografică, clima regiunii, altitudine, aport alohton de ape, de substratul cuvetei lacustre*. În zonele temperate, datorită variațiilor termice, în apa lacurilor apare o adevărată circulație sezonieră cu efecte asupra caracteristicilor fizice și chimice ale apei și asupra biocenozelor din aceste ecosisteme.

Circulația sezonieră a apei în lacuri cuprinde **patru etape** distincte:

-Circulația de primăvară. Odată cu încălzirea aerului are loc topirea gheții de la suprafața apei și creșterea treptată a temperaturii apei până la valori apropiate de 4°C, când apa cu densitate maximă cade spre adânc. Vânturile de primăvară amestecă masele de apă de la suprafață cu cele din adânc și egalizează pentru puțin timp temperatura în toată masa apei.

-Stagnația estivală. Pe măsură ce înaintăm în vară păturile superficiale ale apei lacului se încălzesc mai mult decât cele din profundal care având 4°C, deci densitate maximă, rămân la fund. Temperatura apei scade de la suprafață spre fund, instalându-se o **stratificație termică directă** care împiedică amestecul păturilor de apă.

În structura pelagialului lacului se delimitează pătura superioară, **epilimnionul**, în care temperatura apei suferă oscilații circadiene, urmată de **metalimnion sau pătura saltului termic** în care are loc o scădere evidentă a temperaturii și de pătura profundă, **hipolimnionul**, cu temperatură mai scăzută și constantă. Dacă metalimnionul - pătura saltului termic - este sub adâncimea de pătrundere a luminii (orizontul de compensație) concentrația oxigenului din hipolimnion scade mult datorită reducerii intensității fotosintezei făcută de fitoplancton și imposibilității difuziei oxigenului din atmosferă. În aceste condiții în hipolimnion apare **hipoxia** cu efecte grave asupra tuturor organismelor hidrobionte.

-Circulația de toamnă. Odată cu răcirea aerului are loc și **răcirea apei de la suprafață** care mărindu-și densitatea cade spre adâncimi la care se găsește apă de aceeași densitate, în locul ei ridicându-se apele calde, mai ușoare. Are loc astfel o circulație verticală a apei care pune în mișcare întreaga masă de apă din lac, astfel încât pentru o perioadă scurtă de timp întreaga coloană de apă are o temperatură de 4°C.

-Stagnația hivernală. Răcirea apei continuă încât stratul de apă de la suprafață are o temperatură **sub 4°C**, devine **mai ușor și nu mai cade spre fund**. Se stabilește astfel o stagnație de iarnă, cu o **stratificație termică inversă: temperatura crește de la suprafață spre adânc**. Această stratificare durează până la topirea gheții când **apele de suprafață se încălzesc, ating 4°C, cad spre adânc**, vântul amestecă masele de apă, așadar începe din nou circulația de primăvară.

Vara majoritatea lacurilor din zona temperată au o **stratificare termică directă**, cu excepția celor **helioterme** la care se observă fenomenul de **dichotermie sau mezotermie: un strat de apă caldă între două straturi mai reci**. Așa este **Lacul Ursu (Sovata)** în care apele de suprafață au 25-27°C, stratul cuprins între 1-4 m are 30-35°C iar stratul de apă de la fund are sub 20°C.

3.2.3. Chimismul apei

Biotopul influențează biocenoza prin cantitatea disponibilă de *nutrienți anorganici* - în primul rând fosforul și azotul. Sursele de alimentare și circuitul local diferă de la un nutrient la altul.

Fosforul este antrenat în apa lacului de apelor curgătoare care se varsă în el și provine din surse multiple: dezagregare rocilor eruptive (apatita); îngrășământele administrate pe terenurile agricole; scurgeri menajere; anumite cantități de nutrienți ajung în lacuri odată cu apa din precipitații.

Cea mai mare cantitate de fosfor din ecosistemul lacului este încorporată în biomasă sau fixată pe suspensii; în apa lacului este dizolvat 35-40% din fosforul total existent în ecosistem. Fosforul din lac este antrenat în circuitul biogeochimic local care constă din două cicluri interconectate: circuitul biologic determinat de metabolismul algelor din fitoplancton; circuitul geochimic determinat de interacțiunea sedimentelor cu compușii fosforului dizolvați în apă.

Ieșirile fosforului din ecosistemul lacului se realizează prin: fixarea definitivă în sedimente; scurgerea odată cu apa efluenților.

Azotul ajunge în apa lacului prin multiple căi: dizolvarea azotului atmosferic în apă (15 mg/l la 20°C); oxizii de azot rezultați din descărcările electrice sunt antrenați de precipitații (până la 1 mg/l apă de precipitație); apele care alimentează lacul (afluenți, scurgeri de suprafață) transportă azotul sub formă de compuși amoniacali, azotați și azot organic (dizolvat sau din detritusul organic antrenat de curent).

Ajuns în apa lacului azotul intră pe mai multe căi în circuitul biogeochimic: azotul liber dizolvat poate fi parțial fixat de către unele alge și bacterii; compușii azotului dizolvați în apa sunt în parte preluați de către alge și bacterii, iar altă parte este fixată în sedimente; lantele utilizează în primul rând compușii amoniacali și abia după consumarea acestora sunt utilizați și azotații; cca. 13% din greutatea uscată a algelor este reprezentată de azot.

După moartea algelor, cea mai mare parte a azotului este reciclat de către bacterii, iar o parte poate ajunge în sedimente; mineralizarea azotului se face în mai multe etape, care sunt reversibile (amoniac $\leftrightarrow$ azotiți $\leftrightarrow$ azotați $\leftrightarrow$ azot molecular). Circuitul algal și bacterian determină reciclarea azotului de 10-20 ori pe an.

3.2.4. Asociații de organisme din lacuri

Lacul este un ecosistem cu un mare grad de autonomie și complexitate în care se găsesc asociații caracteristice și dependente unele de altele.

Planctonul

Planctonul lacurilor este format aproape exclusiv din elemente autohtone, este mai variat și mai abundent decât planctonul apelor curgătoare și populează întreaga zonă pelagică . **Organismele planctonice** din lacuri sunt prezente în toate cele trei niveluri trofice ale biocenozei:

- *producători (fitoplanctonul),*
- *consumatori (zooplanctonul) și*
- *descompunători (bacterioplanctonul).*

Fitoplanctonul din lacuri este format din alge microscopice din încrengăturile *Chlorophyta*, *Cyanophyta*, *Bacillariophyta* și *Pyrophyta*.

- Din încrengătura **Chlorophyta (alge verzi)** sunt întâlnite frecvent specii de *Scenedesmus quadricauda*, *S. acutus*, *Chlorella vulgaris*, *Monoraphidium griffithii*, *Pediastrum duplex*, etc.

- Din încrengătura **Cyanophyta (alge albastre)** în perioada caldă a anului sunt prezente în lacurile cu o troficitate ridicată specii de *Oscillatoria granulata*, *Microcystis aeruginosa*, *Anabaena flos-aquae*, *Aphanizomenon*.

- Din încrengătura **Bacillariophyta (diatomee)** începând de primăvara timpuriu se dezvoltă diatomee din speciile *Asterionella formosa*, *Nitzschia palea*, *Diatoma vulgare*, *Synedra ulna*, *Navicula sp.*, *Gomphonema sp.* etc.

- Algele din încrengătura Pyrophyta sau Dynophyta sunt reprezentate prin speciile *Ceratium hirundinella*, *Peridinium tabulatum*, etc

Fitoplanctonul din lacuri prezintă o dinamică sezonieră ca număr de specii și ca abundență. **Iarna** datorită temperaturilor scăzute și transparenței reduse se înregistrează un minim în

dezvoltarea fitoplanctonului, în timp ce **în perioada caldă maximum de dezvoltare** depinde de grupul sistematic:

- *diatomeele* au maxim primăvara și toamna,
- *cloroficeele* și *cianoficeele* vara.

În apa lacurilor dezvoltarea populațiilor algale are loc într-o anumită **succesiune**, legată de stadiul în care iernează diferitele grupe de alge, de temperatura apei și de prezența sau absența anumitor substanțe în apă.

- Primăvara se dezvoltă primele *diatomeele* datorită faptului că iernează în **stadii vegetative**, necesită cantități mai mari de **siliciu și fier**, substanțe prezente în apa lacurilor primăvara în concentrații sporite.
- Odată cu încălzirea apei se dezvoltă *cloroficeele* care iernează sub forma de **spori sau chiști** și se transformă mai greu în forme vegetative.
- În plină vară, cu temperaturi ridicate ale apei și cantități mai mari de substanțe organice, se dezvoltă *cianoficeele*. Dezvoltarea cianoficeelor este legată și de absența **manganului** din apă în timpul perioadei de stagnație de vară, element **toxic** pentru cianoficee, care rămâne în sedimentele bentonice creând astfel condiții de proliferare a *algelor albastre*. Dezvoltarea explozivă și pentru o perioadă scurtă de timp a unor populații algale care realizează densități foarte mari este cunoscută ca "**înflorirea planctonului**". Fenomenul are loc **în lacurile eutrofe** și foarte rar în cele oligo și mezotrofe. Cele mai periculoase pentru hidrobionți sunt **înfloririle cu cloroficee și cianoficee** datorită consumului unei cantități sporite de oxigen din apă prin respirația acestora și toxinelor eliberate în apă de unele specii de cianoficee.
- *Diatomeele proliferază primăvara și mai rar toamna iar cloroficeele și cianoficeele vara.*

Zooplanctonul este format din **protozoare (ciliate), viermi (rotifere) și crustacee (copepode și cladocere).**

- Din **încrengătura Ciliata** sunt prezente în apa lacurilor specii de *Paramecium aurata*, *Tintinnidium lacustris*, *T. fluviatilis*.
- Din **încrengătura Nemathelminthes clasa Rotatoria** sunt întâlnite specii de *Brachionus*

calyciflorus, *Keratella cochlearis*, *Asplachna priodonta*, *Testudinella sp.*, *Hexarthra sp.*, etc.

- Din **clasa Crustaceea** sunt prezente în apa lacurilor organisme din **ordinul Cladocera si Copepoda**. Dintre **cladocerele** frecvent întâlnite cităm: *Daphnia longispina*, *Bosmina longirostris*, *Leydigia leydigi*, *Chydorus sphaericus*, *Alona guttata*, *Diaphanosoma*, *Simocephalus*, etc. **Copepodele** sunt reprezentate prin *Acanthocyclops viridis*, *A. vernalis*, *Eudiapctomus vulgaris*, *Eurytemora velox*, *Cyclops vicinus*, *Mesocyclops crassus*.

Și în cazul **organismelor zooplanctonice** se constată o anumită **succesiune** a diferitelor grupe sistematice **legată de termica apei si de dezvoltarea populațiilor de fitoplancteri** care le servesc ca hrană.

- **Rotiferele** se dezvoltă mai timpuriu, odată cu *diatomeele*, iar
- **cladocerele** mai târziu odată cu dezvoltarea *cloroficeelor si cianoficeelor*.

La populațiile de zooplancton din lacuri se observă o **dinamică sezonieră** evidentă. Ating maximum de dezvoltare **vara** si minimum **iarna**. Distribuția zooplancterilor în masa apei este grupată, neuniformă, spre deosebire de fitoplancteri care au o distribuție relativ uniformă.

La zooplanctonul din lacuri există și o **dinamică sezonieră legată de lumină, hrană și termica apei**. Noaptea se ridică în **orizontul superficial al lacului** iar ziua coboară spre **adânc**. Acumulările de zooplancton urmează stric izotermele lacului, mai ales în cele adânci unde temperatura scade evident.

Amplitudinea migrațiilor pe verticală făcute de zooplancteri este foarte diferită. În timp ce unele specii nu se deplasează decât în grosimea *epilimnionului*, altele fac **migrații pe verticală** de peste **50 m/zi**.

Neustonul lacurilor este format din organisme care sunt legate de **pelicula superficială** a apei, trăind fie pe suprafața ei fie sub aceasta.

- **Epineustonul** lacustru este format din *insecte*

- *heteroptere : Geris, Velia, Hydrometra,*
- specii de *colembole și coleoptere (Gyrinus).*
- **Hiponeustonul** din lacuri cuprinde
 - heteroptere (*Notonecta*),
 - specii de coleoptere (*Hydrous, Hydrophylus*),
 - gasteropode (*Limnea, Planorbis*) si
 - *larve de diptere* care stau suspendate de pelicula superficială a apei.

Pleustonul este format din organisme animale și vegetale care au corpul parțial imersat în apă și plutesc la suprafață :

plantele cu frunze plutitoare, nefixate prin rădăcini, din bălțiie din Delta Dunării:

- *lintița (Lemna),*
- *iarba broaștei (Hydrocaris),*
- *peștișoara (Salvinia),*
- *Spirodella, Wolffia, Azola*

Nectonul lacurilor este în mare parte format din

- **pești** la care se alătură un număr redus de
- **amfibieni,**
- **adulți și larve de insecte** iar în lacurile mari
- **mamifere acvatice.**

Ihtiofauna diferă în funcție de zona geografică, de temperatura apei și de gradul lor de trofie.

În lacurile oligotrofe montane fauna piscicolă este formată din **salmonide:**

- *pâstrâv de lac (Salmo trutta lacustris),*
- *coregon (Coregonus albula, C. lavaretus),*
- *lostriță (Hucho hucho).*

În lacurile eutrofe de câmpie domină **ciprinidele:**

- *caracuda (Carassius carassius),*
- *crapul (Cyprinus carpio),*
- *roșioara (Scardinius erythrophthalmus),*
- *plătica (Abramis brama),*

- *linul (Tinca tinca)*
- *babușca (Rutilus rutilus).*

Alături de acestea sunt *răpitorii de însoțire*:

- *bibanul (Perca fluviatilis),*
- *șalăul (Lucioperca lucioperca),*
- *știuca (Exox lucius).*

BENTOSUL

Populațiile bentonice se caracterizează printr-o mare diversitate specifică și abundență numerică și au o dezvoltare maximă în zona litorală și sublitorală comparativ cu cea profundă.

Fauna specifică acestor zone depinde de natura substratului bazinului și a sedimentelor.

- *Zonele litorale nisipoase, cu cantități reduse de detritus organic*, sunt populate cu specii psamofile:
 - *oligochete (Proppapus volki),*
 - *larve de diptere (Bezia, Culicoides),*
 - *bivalve (Anodonta).*
- *Zonele litorale cu cantități mari de detritus adăpostesc specii de*
 - *oligochete (Tubifex, Peloscolex),*
 - *larve de chironomide (Chironomus, Cryptochironomus),*
 - *larve de efemeroptere,*
 - *bivalve (Anodonta, Pisidium).*
- *În zonele profunde zoobentosul* este mai sărac și

reprezentat prin detritifagi și pelofagi care trăiesc fie la suprafața sedimentelor (epibentosul) fie în grosimea lor (endobentosul) până la adâncimea de 30-40 cm. În această zonă se dezvoltă specii de

- *oligochete din genurile Tubifex, Limnodrilus, Peloscolex, Lumbriculus,*
- *larve de diptere din genurile Chironomus și Chaoborus,*
- bivalve din genul Pisidium.*

3.2.5. Plantele din lacuri

În raport cu suprafața apei pot fi **parțial emerse, emerse sau submerse.**

Repartiția macrofitelor bentonice pe substratul bazinului este legată de adâncimea bazinului, transparența apei, natura sedimentelor și gradul de trofie al lacului. În lacurile **eutrofe** macrofitele sunt prezente până la adâncimi de **45 m**, în timp ce în lacurile **oligotrofe și mezotrofe adânci**, cu transparență ridicată (Baikal) se găsesc până la adâncimi de 25-30 m.

- **Plantele amfibii parțial emerse** cresc în apropierea malului, dar pot coborî în etajul litoral până la adâncimi de 1-1,5 m și formează **flora dură a lacurilor**.

- **Stuful (*Phragmites communis*)** se dezvoltă în

lacurile mai adăpostite de vânturi și valuri, favorizează înțelenirea malurilor și fixarea aluviunilor. Pe terenurile inundabile din Delta Dunării formează adevărate filtre naturale pentru aluviuni. Se dezvoltă bine pe plaurii ce acoperă suprafețele imense din bălțile Deltei.

- **Papura (*Typha latifolia* și *T. angustifolia*)** este prezentă alături de stuf în **asociațiile de *Phragmitetum***.
- **Speciile de pipirig (*Scirpus lacustris*, *S. tabernae montani*, *S. maritimus*)** cresc pe malurile lacurilor dar sunt prezente și în etajul litoral al bentalului. Din **categoria plantelor parțial emerse** mai fac parte:
 - **rogozul (*Carex riparia*),**
 - **iarba mlaștinii (*Juncus effusus*),**
 - **mana apei (*Glyceria aquatica*),**
 - **săgeata apei (*Sagittaria sagittifolia*),**
 - **buzduganul (*Sparganium ramosus*).**

- **Plantele cu frunze plutitoare, fixate prin rădăcini**, formează **asociații de *Nupharetum***. Frunzele sunt dispuse orizontal la suprafața apei și împiedică pătrunderea luminii spre zonele profunde.

- **Nufărul alb (*Nymphaea alba*)** și
- **nufărul galben (*Nymphaea lutea*)** au rădăcini fixate la 3-4 m, frunze mari, bogate în țesuturi aerifere, plutesc pe suprafața apei.

Comune în Delta Dunării sunt

- **plutnita (*Nymphoides peltata*),**
- **troscotul de apă (*Polygonum amphibium*),**
- **ciulinul de baltă (*Trapa natans*).**

- **Plantele submerse formează flora moale sau buruiana apelor**. Au rădăcinile înfipte în

substrat, frunzele lenticulare sau puternic fidate iar inflorescențele se ridică deasupra apei.

Majoritatea acestor plante sunt perene, sărurile nutritive sunt luate în mica măsură prin rădăcini din sedimente, majoritatea sărurilor și gazelor sunt luate pe cale osmotică direct din apă.

Condițiile de dezvoltare a plantelor submerse sunt diferite de a celor emerse. Cantitatea de lumină disponibilă este relativ redusă, variațiile termice sunt mici, bioxidul de carbon utilizat în fotosinteză este luat din CO₂ dizolvat în apă, din descompunerea bicarbonatului de calciu din apă. Oxigenul necesar respirației este luat din apă și din oxigenul produs prin fotosinteză și înmagazinat în aerenchimuri.

Cele mai comune plante submerse din lacuri sunt:

- broscarița (*Potamogeton crispus*, *P. pectinatus*, *P. pusillus*, *P. filiformis*, *P. perfoliatus*, *P. lucens*, *P. gramineus*),
- brădișul (*Myriophyllum spicatum*, *M. verticillatum*),
- rizacul (*Stratiotes sp.*),
- sârmulița (*Vallisneria spiralis*),
- ciuma apelor (*Elodea canadensis*),
- cosorul apei (*Ceratophyllum demersus*, *C. submersus*),
- inarita (*Najas marina* și *N. minor*, etc.

3.2.6. Productivitatea biologică a lacurilor

Din punct de vedere practic, productivitatea lacurilor este rezumată la capacitatea acestor corpuri de apă de a produce pește. Cercetările au în vedere aspectele de hidrografie, calitatea sedimentelor, vegetația țărmului și vegetația acvatică macrofitică, fitoplanctonul și zooplanctonul, chimismul apelor.

De foarte multe ori, productivitatea lacurilor este strict corelată cu cantitatea planctonului existent la un moment dat (se știe că stadiile tinere ale celor mai multe specii de pești se hrănesc cu plancton). O altă tendință este aceea de a corela productivitatea cu detritusul organic existent pe fundul apei.

Pentru productivitatea lacurilor este importantă și cantitatea și calitatea particulelor organice din masa apei (așa numitul seston) care constituie hrana pentru crustaceele cladocere și copepode și pentru rotiferi. În abordarea clasică se consideră că productivitatea este dependentă de cantitatea

optimă de nutrienți (azot și fosfor) care asigură dezvoltarea fitoplanctonului dar, în același timp este importantă și disponibilitatea luminii (dependentă de gradul de turbiditate a apei).

Compararea productivității între diferite corpuri de apă se poate face luând în considerație conceptul de cascadă trofică: creșterea biomasei peștilor scade biomasa zooplanctonului, crește biomasa ierbivorelor și scade biomasa fitoplanctonului. Astfel, productivitatea unui anumit nivel trofic este maximizată de predatorii acelui nivel. Productivitatea totală atinge cele mai mari valori dacă predatorismul se manifestă pe toate nivelele trofice.

Interacțiunile cascadei trofice sunt complementare cu mecanismele care asigură o încărcare optimă cu nutrienți a apei.

3.2.7. Deteriorarea naturală și antropică a lacurilor.

3.2.8. Eutrofizarea.

Eutrofizarea reprezintă o tendință a unui corp de apă de a se încărca cu nutrienți (în principal săruri de azot și fosfor) peste limita necesară producătorilor primari.

Termenul eutrof se referă la o anumită stare trofică a unui corp de apă, adică la gradul de încărcare cu nutrienți necesari dezvoltării producătorilor primari. Acest termen trebuie înțeles în cadrul sistemului de clasificare trofică a apelor. Astfel, în raport cu câțiva parametri - indicele trofic, cantitatea de clorofilă, cantitatea de fosfor, turbiditatea măsurată cu discul Secchi (Carlson, 1996), apele se clasifică în:

- oligotrofe - cu un conținut redus de săruri, limpezi, sărace în fitoplancton
- mezotrofe - conținut mai bogat de săruri, turbiditate crescută, mai mult fitoplancton
- eutrofe - conținut optim de săruri, turbiditate moderată, fitoplancton bine dezvoltat; trebuie precizat că **termenul eutrof se referă la o stare optimă a unei apei din punct de vedere trofic și nu este același lucru cu eutrofizare.**
- hipertrofe - conținut excesiv de săruri, turbiditate mare, fitoplancton bogat cantitativ dar sărac în specii. **Starea de hipertrofie este rezultatul procesului de eutrofizare.**

- distrofe - apele din această categorie sunt ape *bolnave*, care au trecut printr-un stadiu de hipertrofie puternică, cantitatea de săruri este foarte redusă, fitoplanctonul este slab dezvoltat, valorile de pH sunt mici (apă acidă). Ape distrofe sunt și cele caracteristice unor zone umede reci, având aceleași caracteristici amintite și în plus o concentrație mare de humus.

De multe ori se face confuzie între termenul eutrof și termenul eutrofizare. Să reținem că **starea de eutrofie** este o stare optimă a unui corp de apă, cantitatea de săruri dizolvate permițând dezvoltarea în bune condiții a producătorilor primari iar **eutrofizarea** este o tendință, un proces de încărcare a apei cu un exces de săruri minerale. Eutrofizarea trebuie înțeleasă ca o trecere de la starea de eutrofie la starea de hipertrofie.

O apă eutrofizată prezintă fenomenul cunoscut sub numele de **înflorire algală** (algal blooming) ceea ce înseamnă că un număr mic de specii (mai ales algele albastre-verzi) se dezvoltă în exces formând aglomerări compacte și conferind apei aspectul de supă de mazăre. O apă eutrofizată poate înflori periodic, mai ales în sezonul cald iar dezvoltarea în masă a algelor albastre-vezi are ca efecte reducerea drastică a oxigenului dizolvat și acumularea de toxine rezultate atât din metabolismul acestor organisme cât și descompunerea resturilor organice.

Eutrofizarea poate duce la moartea în masă a organismelor acvatice și poate cauza pierderi importante în privința productivității piscicole.

De cele mai multe ori eutrofizarea are cauze antropogene - deversări de reziduuri industriale sau din agricultură, ape menajere. Eutrofizarea se poate produce și în mod natural ca urmare a unor procese intense de descompunere a resturilor organice acumulate în masa apei sau în sedimente.

Controlul acestui fenomen este foarte dificil și poate avea efecte secundare nedorite (de exemplu folosirea unor săruri de cupru împotriva algelor) astfel încât mai importantă este prevenirea eutrofizării prin monitorizarea permanentă a calității apelor și aplicarea de măsuri care să evite excesul de nutrienți minerali.

3.2.9 Balta – clasificare, caracteristici specifice

Bălțile sunt corpuri de apă puțin adânci, care pot avea suprafețe mari, de ordinul zecilor de hectare dar și suprafețe mici sau foarte mici. Pentru terminologia românească balta este echivalentul termenului pond și nu trebuie asimilată categoriei lacurilor (lacurile se caracterizează prin adâncimea care permite stratificarea apei și implicit stratificarea termică de vară și de iarnă). Trebuie să precizăm că majoritatea apelor stagnante din România sunt de tipul bălților, adesea primind în mod exagerat denumirea de lac. Lacuri adevărate sunt unele dintre cele glaciare (de pildă Bucura, Gemenele din Retezat), lacurile de baraj, Lacul Snagov.

Bălțile pot fi permanente și temporare. Cele permanente păstrează apă tot timpul anului chiar dacă ele se micșorează în sezonul cald. Vara, cantitatea de oxigen dizolvat scade chiar până la anoxie ceea ce provoacă moartea organismelor acvatice, acumularea de substanță organică în sedimente, procese de fermentație și eliberare de metan.

Bălțile permanente sunt înconjurate de o centură de vegetație palustră care se poate extinde uneori ajungând să acopere aproape toată suprafața bălții. De asemenea este bine dezvoltată vegetația plutitoare și cea submersă care concurează fitoplanctonul. Zooplanctonul este foarte asemănător calitativ celui din lacuri iar ihtiofauna poate fi foarte bogată. Sedimentele bălților temporare sunt mâloase și adesea amestecate cu resturi vegetale.

Bălțile permanente sunt aprovizionate fie din izvoare subterane, fie din râurile apropiate, o contribuție importantă având și precipitațiile.

Bălțile temporare sunt ochiuri de apă care seacă în timpul verii, păstrându-se totuși măcar o parte din vegetația palustră. Dacă balta nu se reface în sezonul ploios următor, vegetația palustră dispare. O categorie aparte de bălți temporare este reprezentată de ochiurile de apă formate în păduri, după topirea zăpezii și care acoperă, în mici depresiuni, stratul de frunze aflate în diferite stadii de decompunere. Aceste bălți temporare adăpostesc o faună foarte specială, mai ales crustacee care sunt dependente strict de condițiile bălții (temperatura, pH). Multe bălți temporare de pădure reprezintă habitatul preferat al amfibienilor pentru depunerea pontei (sunt frecvenți tritonii și mormolocii).

Delta Dunării este, în momentul de față cea mai bogată zonă în bălți de diferite mărimi și forme, existența lor depinzând de aportul de apă adus prin brațele Dunării. Până în anii 1960 cea mai mare zonă de bălți a fost lunca inundabilă a Dunării.

Să ne reamintim

Apele stagnante sunt reprezentate de lacuri și bălți și existența lor depinde de alimentarea cu apă din izvoare subterane, din râuri sau din precipitații. Caracterul stagnant le face sensibile la temperatura aerului iar multe bălți dar și unele lacuri înregistrează în sezonul cald valori foarte scăzute ale oxigenului dizolvat. Flora lacurilor este reprezentată de fitoplancton și de macrofite iar fauna de numeroase grupe de nevertebrate, pești, amfibieni, reptile, păsări acvatice și mamifere acvatice.



3.3. Rezumat

Regimul hidrologic al lacurilor depinde atât de sursele din freatic cât și de precipitații. În general, mișcările apei lacurilor sunt haotice (turbulente) dar pot exista și curenți orizontali sau verticali. Regimul termic al lacurilor adânci determină fenomenul de stratificare a apei, observându-se o stratificare de vară și una de iarnă și două perioade de amestec, primăvara și toamna.

Dintre elementele care caracterizează chimismul lacurilor, cele mai importante sunt azotul și fosforul, vitale pentru dezvoltarea algelor și macrofitelor și determinând, atunci când se află în exces, fenomenul de eutrofizare.

Organismele din lacuri aparțin compartimentelor planctonului (fitoplancton și zooplancton) și bentosului (fitobentos și zoobentos). Plantele din lacuri (macrofitele acvatice) sunt emerse sau submerse și în sezoanele favorabile se pot dezvolta masiv, acoperind suprafața apei și ocupând masa apei.



3.4. Test de autoevaluare a cunoștințelor

1. Denumiți sectoarele din zona ecotonală lac-țârm.

2. Care sunt etapele circulației sezoniere din lacuri?



3.5. Bibliografie recomandată

- a. Iușan C., Seni A. 2014 Ghidul lacurilor glaciare din Parcul Național Munții Rodnei. Exclus Publishing, București, 150 pp.
- b. Doroftei M., Covaliov S. 2013 Manual de ... Delta Dunării. Ghid pentru personalul de teren al ARBDD și Gărzii de Mediu. Edit. Centrul de informare tehnologică Delta Dunării, Tulcea, 485 pp.
- c. Dimitriu R.G et coll. 2008 O caracterizare interdisciplinară a stării geoecologice a complexului lagunar Razelm-Sinoie la începutul secolului XXI. Ge-Eco-marina, 14, 69-74.
- d. * * * 2013 Delta Dunării, paradisul aproape pierdut. Asociația Salvați Dunărea și Delta, București, 247 pp.

CAPITOLUL 4 RÂURILE (Ecosistemele lotice)



4.1. Introducere

Râurile sunt de o importanță imensă punct de vedere geologic, biologic, istoric și cultural. Deși acestea conțin doar aproximativ 0,0001% din cantitatea totală de apă din lume, la orice moment dat, râurile sunt operatorii de transport de apă și nutrienți la toate zonele din jurul pământului. Acestea sunt componente critice ale ciclului hidrologic, în calitate de canale de scurgere pentru apele de suprafață – prin râurile din lume se scurge aproape 75% din suprafața terestră a pământului. Ele oferă un habitat, hrană și mijloace de transport pentru multe organisme.



4.2. Conținut

4.2.1. Ecosistemele lotice-caracterizare generală

Râurile mișcă și modelează depozite de sedimente, cum ar fi nisip și pietriș, formând zone de inundare iar puterea lor oferă o mare parte din energia electrică se utilizează în viețile noastre de zi cu zi. Râurile sunt esențiale pentru multe dintre aspectele de mediu ce au legătură cu societatea și ca urmare sunt studiate de o gamă largă de specialiști, inclusiv hidrologi, inginerii și geomorfologi.

Râurile sunt cursurile de apă naturale, care curg pe suprafață în formațiuni extinse tubulare (de exemplu, canale) și alimentează zone distincte de continent, cu o pantă naturală.

Existența unui râu depinde de trei lucruri: **disponibilitatea de apă de suprafață, un canal în pământ și o suprafață înclinată.** În acest sens, termenul de *râu* include toate tipurile de cursuri de apă, de la cele mai mici pâraie de la cea mai mare a râurilor („stream” este termenul folosit alternativ cu „râu” atunci când descrie caracteristici ale cursului de apă). În esență, un râu reprezintă excesul de precipitații după evaporare pentru o anumită suprafață de teren .

Caracteristici generale. Râurile sunt ecosisteme acvatice cu caracter permanent formate din confluența mai multor pâraie. Au o albie largă, adâncă și stabilă, cu maluri mai joase și mai puțin abrupte. Debitul apelor este crescut prin aportul afluenților, viteza apei se reduce, variațiile termice sunt mari.

Sursa primară de apă a râurilor o constituie precipitațiile atmosferice. Lungimea râurilor este variabilă, se varsă în râuri mai mari, în lacuri, fluvii sau direct în mare.

Mărimea bazinului hidrografic trebuie să depășească câțiva km² în regiunile împădurite și câteva mii de km² în zonele de stepă (Papadopol, 1987).

În lungul unui râu, de la izvor la vărare, se delimitează cursul superior, mijlociu și inferior. Cursul superior se caracterizează prin viteză mai mare a curentului, substratul și sedimentele sunt antrenate în aval. În cursul mijlociu, în zonele de câmpie, configurația albiei se poate schimba datorită eroziunii malurilor fapt ce duce la formarea de meandre. Uneori albia minoră a râului se îndreaptă și meandrele pierd legătura cu aceasta transformându-se în brațe moarte.

Apa unui râu curge printr-o albie minoră de mărime variabilă. În perioadele cu debite crescute (precipitații, topirea zăpezii) apele ies din albia minoră și se extind în albia de inundație sau albia majoră.

Râurile (și pâraiele) se caracterizează ca fiind ape curgătoare și sunt numite *sisteme lotice* - spre deosebire de *sistemele de lentic*, cum ar fi lacurile. Sistemele lotice au fost descrise ca având patru “dimensiuni”: **o dimensiune longitudinală**, cu o zonare pronunțată de substanțe chimice, factori fizici și biologici (comparabilă cu stratificarea pe verticală, în lacuri), **o dimensiune laterală** care implică schimburi de materie organică, nutrienți și biota/biocenoza între canalul de curgere și lunca adiacente, **o dimensiune verticală** constând dintr-o conexiune hidraulică care leagă canalul

râului cu apele subterane, precum și **o a patra dimensiune-** timp- care ține de viteza de curgere a apei.

Râurile sunt sisteme foarte dinamice și au o variație foarte mare în timp și spațiu.

Forma, mărimea și structura unui râu sunt în continuă schimbare, formând o strânsă și mutuală între râu și suprafața de teren pe care o traversează.

Imaginați-vă un râu de la un firicel mic în munți, care trece peste praguri și cascade, prin zone de apă liniștită, aproape nemișcat, până la varsarea în mare. Pe drum, un râu poate săpa prin muni, poate genera chei adânci și canioane, văi, câmpii, toate oferind în același timp un mediu de viață pentru o diversitate de comunități biologice.

În timp, se poate schimba radical de la un curs cu exces de apă în primăvară, la o stare înghețată-impul iernii.

Râurile sunt foarte dependente de climă și caracteristicile lor sunt strâns legate de precipitații și de regimul prin evaporare în zonele de drenaj ale acestora.

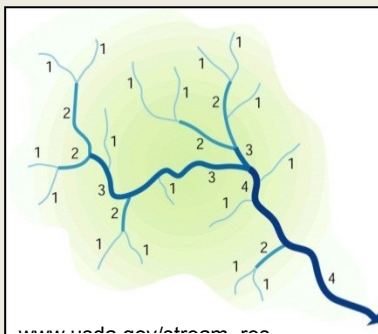
Luând în considerare caracteristica de timp, sunt recunoscute trei tipuri de râuri:

- Râuri perene sau permanente
- Râuri periodice
- Râuri episodice

Ordonarea raurilor

Este necesară o metodă de clasificare sau de ordonare a ierarhiei canalelor naturale.

Sistemul Strahler (1957) este cel mai utilizat sistem.



Ordinul râurilor

Ordinul râurilor se corelează bine cu zona de drenaj, dar este, de asemenea, la nivel regional controlat de topografie și geologie.

Ordonarea râurilor ajută la organizarea râurilor într-un bazin acvatic. Odată cu creșterea ordinului râurile cresc și în lungime (exponential).

Sistemul Strahler (1952) pentru ordonarea râurilor este o metodă simplă de clasificare a segmentelor de râu bazate pe numărul de afluenți în amonte.

Un râu fără afluenți (izvorului râului), este considerat un râu de prim ordin. Un segment din aval de confluența a două râuri de ordinul întâi este un râu de ordinul al doilea. Astfel, un râu de ordinul n este întotdeauna situat în aval de confluența a două râuri de ordinul $(n-1)$.

La nivel mondial, aproximativ 70-75% apar ca râuri de ordinul întâi.

Elementele componente ale unui râu sunt:

- zona de luncă inundabilă,
- coridorul râului,
- albia principală.
- Zona inundabilă este formată din:
 - zona mlaștinoasă,
 - lac de meandru,
 - meandre abandonate,
 - diguri naturale.

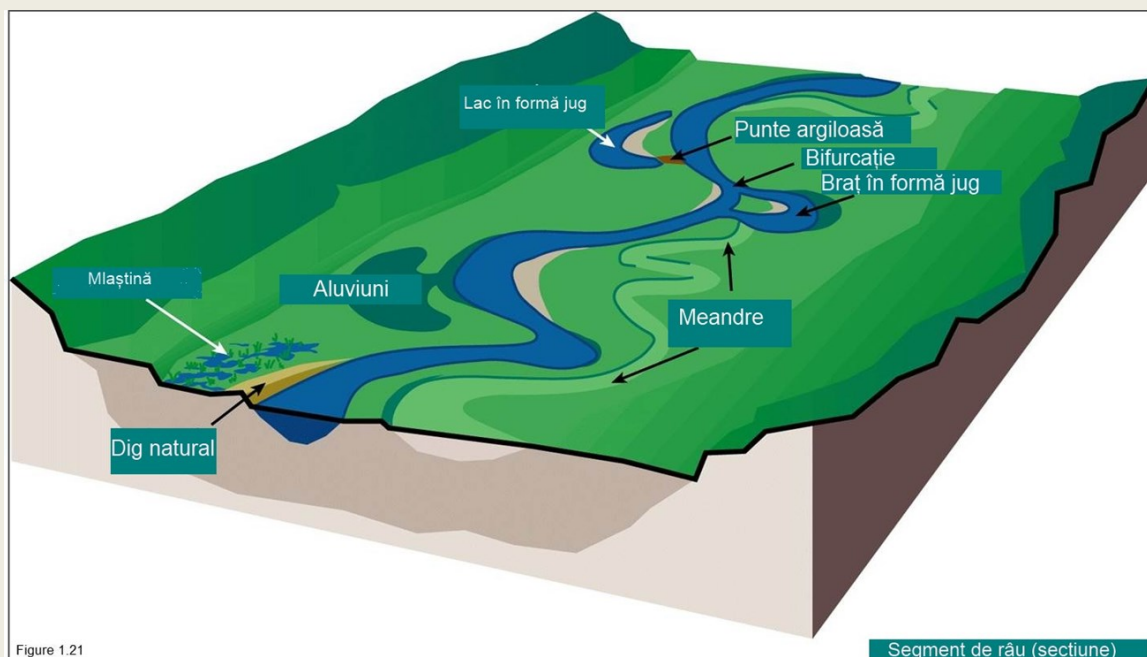


Figura 4 Elementele unui râu (preluare și adaptare din literatura de specialitate)

4.2.3. Factori fizico-chimici determinanți

Rolul detritusului în ecosistemele acvatice

Detritusul organic cuprinde toate formele de material organic neviu, de la fragmente mari până la compusi dizolvați. Detritusul conține energie și nutrienți utilizabili mai ales de microorganisme. Rezultatul colonizării microbiene a particulelor detritice este un complex de bacterii, fungi și alge, sursa de hrană pentru diferite specii acvatice de consumatori.

Rolul detritusului în ecologia acvatică a fost analizat încă de la începutul sec. XX, dar studiile au fost la început dificile din cauza lipsei tehnicilor potrivite de analiză. Pe la 1930 a fost apreciat rolul bacteriilor ca sursă de hrană pentru nevertebrate. Astfel, a apărut nevoia de a diferenția substanța organică asimilată direct din detritus de substanța organică asimilată din bacteriile care colonizează detritusul. Întrebarea care s-a pus și se pune în continuare este dacă nevertebratele detritivore depind mai mult de bacteriile care cresc pe substratul detritic decât de detritusul ca atare.

Natura și originea detritusului

Particulele detritice pot fi suspendate în coloana de apă, depozitate pe fundul apei, pe macrofite sau pe alte suprafețe. În funcție de curenți și de turbulența apei aceste particule pot

trece de pe un substrat pe altul. Particulele sedimentate contin un procent mai mic de substanta organica decat particulele in suspensie. Astfel, *triptonul* (totalitatea particulelor din masa apei) in suspensie contine 20-80% substanta organica, detritusul epifitic aproximativ 40% iar detritusul din sedimente aproximativ 15 % (Berrie, 1975).

Substanța organică dizolvată rezultă în urma metabolismului bacteriilor, plantelor și animalelor acvatice și din spălarea tesuturilor în descompunere aflate în apa sau pe mal. De asemenea, apa de ploaie, după ce a spălat coronamentul poate duce un aport de substanta organica dizolvată (pana la 800 mg C). Afluenții aduc și ei cantități importante de substanta organica dizolvată.

Coloniile bacteriene se dezvoltă rapid pe substraturi organice (în 72 ore) folosind compuși labili, ușor de descompus, ai carbonului și azotului. Frunzele căzute în apă reprezintă un excelent mediu de creștere pentru bacterii astfel încât râurile care curg prin zone împădurite au o mare capacitate de a prelucra compuși organici naturali dizolvați.

În funcție de caracteristicile chimice ale apei, un râu poate avea un aport mai mare de detritus din descompunerea macrofitelor acvatice (râurile bogate în calciu) sau din surse allohtone (litiera malului). Odată ajunse în apă, frunzele suferă mai întâi un proces de spălare care extrage până la 15 % din substanța organică fiind apoi colonizate de bacterii și fungi; urmează faza a doua, când macrovertebratele maruntitoare fragmentează materialul organic; aceasta fază poate fi **rapidă**, în câteva săptămâni rămânând doar nervurile frunzelor sau **lentă**, atunci când sunt disponibile prea puține maruntitoare iar frunzele rămân întregi un an sau chiar mai mult.

Nevertebratele care mărunțesc materialul organic îl fac disponibil pentru alți consumatori, în două moduri:

- produc particule fine (deșeuri) pe care nu le ingerează, dar care sunt consumate de nevertebrate microfage care nu pot folosi fragmente mari;
- materialul organic trece prin intestinul lor, este parțial digerat și eliminat sub formă de pelete fecale rapid utilizate de alte nevertebrate.

Datorită acestor procese, descompunerea litierii este mult mai rapidă în ecosistemele acvatice decât în cele terestre în cazul cărora umiditatea este un factor limitant al descompunerii.

Oxigenul din sistemele lotice

Oxigenul dizolvat într-un râu poate varia de la 0 mg / l la 18 mg / l. Citirile de peste 18 mg / l sunt fizic imposibile. Oxigenul dizolvat ajunge în apă prin difuziune din atmosferă,

aerarea apei realizandu-se prin caderea apei pe praguri și ca un produs rezidual de fotosinteza al producătorilor primari din râuri.

Ce factori afectează nivelul de oxigen dizolvat?

Nivelul oxigenului dizolvat poate fi redus în apa râurilor este prea caldă. Activitatea moleculară crescută a apei calde împinge moleculele de oxigen afară din spațiile dintre moleculele de apă în mișcare.

Scăderea nivelului de oxigen poate de asemenea indica prea multe bacterii și un exces de cerere de oxigen biologic - BOD ("Biological Oxygen Demand") - evacuări de apă netratată, apă parțial parțial tratată, evacuările organice, evacuările anoxice), care folosesc o cantitate mare de oxigen dizolvat.

Un al treilea motiv pentru o cantitate scăzută de oxigen dizolvat poate consta în scurgerile de îngrășământ din culturile agricole. Același îngrășământ care a fost destinat plantelor din culturile agricole este utilizat și de plantele acvatice. În cazul în care vremea devine noroasă pentru mai multe zile, plantele vor folosi mai mult, deoarece fotosinteza scade. În cazul în care un număr mare de plante acvatice mor în cele din urmă, apare o cantitate tot mai mare bacterii care folosesc cantități mari de Oxigen dizolvat.

4.2.4. Asociații de organisme din râuri

În apele curgătoare cu regim complex și bazin hidrografic relativ întins se disting două zone ecologice distincte (Papadopol, 1978):

- zonă cu ape mici și curent puternic, albia este formată din roci dure iar bentalul este lipsit de mîl; zona este populată cu organisme sesile, fixate pe substrat (biotecton și zoobentos) și cu specii nectonice bune înotătoare. Zona corespunde biotopului lotic;
- zonă cu ape mai adânci, curent mai slab, substrat bentonic moale și mobil format din nisip și zona este populată cu hidrobionți endobentonici, iar în pelagial se dezvoltă organisme planctonice (producători, consumatori și reducători) alături de cele nectonice. Zona ar corespunde biotopului lentic.

Comunitățile de organisme specifice râului sunt

- planctonul și nectonul, în pelagial și
- perifitonul și bentosul, în bental.

Planctonul râurilor poartă numele de potamoplancton, are o origine heterogenă fiind format din forme autohtone, proprii râului și forme alohtone, aduse de afluenți. Numărul de specii planctonice crește de la izvor spre vărsare odată cu scăderea vitezei curentului de apă.

Fitoplanctonul râurilor este reprezentat prin diatomee care constituie peste 50% din fitoplancton, cloroficee, cianoficee, conjugate heterocontе și dinoflagelate.

În perioadele reci ale anului domină diatomeele dar odată cu creșterea temperaturilor predomină cloroficeele și cianoficeele.

- Dintre diatomee sunt frecvent întâlnite specii ale genurilor *Melosira*, *Asterionella*, *Cyclotella*.
- Cloroficeele sunt reprezentate prin specii ale genurilor *Pediastrum*, *Scenedesmus*, *Eudorina*, iar
- cianoficeele prin specii de *Microcystis*, *Anabaena*, *Aphanizomenon*.

Zooplanctonul din râuri este format din specii de:

- rotifere din genurile *Keratella*, *Poliarthra*, *Brachionus*,
- cladocere precum *Daphnia*, *Bosmina*, *Leptodora* și
- copepode din genurile *Eucyclops*, *Diaptomus*, *Mesocyclops*.

Bacterioplanctonul din râuri este mai dezvoltat în zonele de câmpie comparativ cu cele montane. Densitatea bacterioplanctonului este maximă în perioada de viituri și scade la minim în perioada dintre acestea.

Bentosul din râuri este format în principal din:

- bioderma (perifiton)
- zoobentos.
- Macrofitele bentonice se dezvoltă numai în zone cu ape limpezi și curent slab.

Componența specifică a comunităților bentonice depinde de tipul de râu și are o distribuție în mozaic, fără o succesiune longitudinală evidentă.

Bioderma este format din hidrobionți sesili, plante și animale, de obicei microscopici.

Producătorii din Bioderma sunt reprezentați prin specii de:

- diatomee (*Synedra*, *Cymbella*, *Gomphonema*),
- cloroficee (*Cladophora*, *Oedogonium*),
- cianoficee (*Nostoc*, *Ligbya*),

- mușchi (*Fontinalis*).

Consumatorii sunt prezenți prin

- rotifere, oligochete, briozoare, gasteropode, insecte.

Zoobentosul râurilor de munte constă din specii de:

- turbelariate, oligochete, gasteropode, amfipode (Gammaridae), insecte efemeroptere, plecoptere, trichoptere, spongieri, briozoare, hidracarieni.

Nectonul râurilor din zona temperată este format din:

- pești și un număr mic de specii de
- crustacee superioare,
- amfibieni și
- mamifere acvatice.

Organismele din râuri sunt reprezentate din punct de vedere funcțional astfel:

Producatorii primari

Producătorii primari din râuri sunt reprezentați de :

Fitoplancton reprezentat prin diatomee care constituie peste 50% din fitoplancton, cloroficee, cianoficee;

Producatorii din bioderma (perifiton) –comunități de alge care sunt atașate de suprafața sedimentelor sau de vegetația de macrofite;

Macrofite submerse și emerse.

Perifiton-Biofilm

Periphyton înseamnă "plante" în jurul unui alt obiect (de exemplu, diatomee, ciuperci, bacterii, alge filamentoase), de obicei anexat la resturile lemnoase pietriș, nisip / silts,

Biofilm - o peliculă subțire organic compus dintr-un amestec de organisme.

Macrofite

Mai puțin de 10% din macrofite sunt consumate direct. În cazul macrofitelor raportul C: N este scăzut, peretii celulelor sunt duri (formați din lignină). Cea mai mare parte sunt mâncate de păsări, mamifere, raci. Sunt totuși mâncate și de insecte (de reflectat de ce). Macrofitele au o valoare nutritivă scăzută. Macrofitele sunt de origine terestră, astfel încât au mijloace de apărare diverse - chimice și/sau structurale (morfologice).

Termenul de macrofite include:

- Angiospermelor acvatice (plante cu flori)
- Pteridophytes (ferigi)
- Briofite (mușchi)

Macrofite sunt împărțite în trei categorii bazate pe obiceiul lor de creștere;

Plante plutitoare neatașate: radacinile pot fi prezente, atârna liber în apă și nu sunt ancorate în partea de jos (*Lemna sp*);

Macrofite acvatice submerse-intreaga suprafata a plantei este sub apa. *Potamogeton sp, Elodea sp*

Macrofite acvatice emerse sunt plante care au tulpinile și frunzele la suprafața apei

Macrofite acvatice joacă un rol vital în ecosistemele acvatice:

- Ei sunt producătorii primari;
- Acestea furnizează un substrat pentru alge și nevertebrate și adăpost pentru pești din stadii tinere.
- Ele ajuta la reciclarea de nutrienți.
- Ele prind sedimentul și ajuta la stabilizarea râu și a malurilor .

2. Consumatori

Zoobentosul râurilor de munte constă din specii de : turbelariate, oligochete, gasteropode, amfipode (Gammaridae), insecte efemeroptere, plecoptere, trichoptere, spongieri, briozoare, hidracarieni.

Principalele ordine de nevertebrate din cursurile de apă:

- Coleoptera (gândacii)
- Crustaceii și Păianjenii

- Diptere (muște)
- Efemeroptere
- Hemiptere
- MegaloptereMegaloptera
- Odonata (libelule) Odonata
- Plecoptere the stoneflies
- Trichoptere - the caddisflies
- Viermi

Macronevertebratele bentonice sunt o componenta esentiala a lanturilor trofice – sustin viata in rauri; Supravietuirea lor depinde puternic de calitatea apei si de conditiile de curgere – sunt indicatori de poluare foarte buni; Contribuie la modificarea substratului.

Macronevertebratele bentonice

Clasificarea macroneveretbratelor bentonice după modul de hrănire (Cummins, 1973):

1. filtratori de suspensii (suspension feeders –engl.) – filtrează apa si rețin suspensiile (particule sau organisme marunte); lamelibranhiate, spongieri, briozoare, larve de Hydropsyche (Insecta, Trichoptera).
2. maruntitori (shredders si grazers) – rup si fragmenteaza bucati de plante sau frunze/litiera; crustacee gamaride, trihoptere.
3. maturatori (gatherers) si razuitori (scrapers) – larve de efemeroptere, plecoptere.
4. predatori – odonate, plecoptere perlide, trihoptere riacofilide, megaloptere, nematode.

shred = a sfășia (eng.)

scrape = a razui, a racla (eng.)

gather = a strange, a aduna (eng.)

graze = a paște, a pășuna; a zdreli, a jupui (eng.)

Peștii reprezintă o categorie de consumatori

4.2.5. Zonarea ecologică a apelor curgătoare zonarea piscicolă

Distribuția speciilor de pești în lungul unei ape curgătoare se face în funcție de viteza apei și factorii ecologici care îi determină (temperatură, oxigen, etc). Astfel, în lungul unei ape curgătoare se disting mai multe zone caracterizate prin prezența anumitor specii de pești. În România pot fi distinse următoarele zone piscicole:

1. Zona păstrăvului, 2. Zona lipanului, 3. Zona scobarului, 4. Zona mrenei, 5. Zona crapului.

1. Zona păstrăvului este cantonată în ape curgătoare cu pante pronunțate, cu debit relativ constant, viteză mare de curgere, cu maluri neregulate și neconsolidate. În albie sunt bolovani și din loc în loc nisip. Apa **nu îngheață iarna**, iar vara este rece și bine oxigenată.

Zona păstrăvului cuprinde zona pâraielor și râurilor de munte, limita superioară fiind **limita superioară a pădurilor, iar cea inferioară este Bistrița Moldovenească (900 m altitudine), iar în Banat coboară până la altitudinea de 180 de metri.**

Specii caracteristice acestei zone sunt:

- ***Salmo trutta fario* (păstrăvul de râu)** specie criofilă și oxifilă cu dimensiuni medii de 20-30 cm și 200-300 g. **Hrana constă în insecte acvatice și aeriene, pești marunți din zona (zglâvoc, grindel, boiștean) sau chiar puiet de păstrăv;**
- ***Cottus gobio* (zglăvoaca)**, pește de talie mică cu dimensiuni medii de 8-10 cm. Trăiește exclusiv în pâraie de munte mai rar în lacurile de munte. Reproducerea are loc primăvara (martie-aprilie), maturitatea sexuală este atinsă la 2 ani, fecundația este internă;
- ***Noemacheilus barbatulus* (grindel sau molan)** este un pește de talie mică (obișnuit 10-15 cm), colorația este foarte variabilă. Maturitatea sexuală este atinsă la 1 an, reproducerea are loc din aprilie până în iunie. Hrana este formată din **nevertebrate bentonice, perifiton și detritus organic;**
- ***Phoxinus phoxinus* (boiștean, crai)** este un pește de talie mică (obișnuit 9-10 cm). Colorația este vie în perioada de reproducere când apar și tuberculi nupțiali. Reproducerea are loc din aprilie până în iunie, hrana este formată din **insecte aeriene și acvatice, crustacee și mai rar vegetație sau detritus.** În perioada de reproducere masculii se înnegresc foarte mult; partea ventrală devine portocalie sau roșiatică, iar

spatele verde irizat. Înotătoarele sunt incolore, iar baza lor bate în portocaliu. În epoca de reproducere apare și o erupție de tuberculi nuptiali pe corp la ambele sexe, dar la masculi sunt mai pronunțate.

2. Zona lipanului este zona apelor de munte cu albia mai largă, cu viteza curentului mai moderată, cu debit crescut. Fundul albiei este acoperit cu pietris și nisip, variațiile medii de temperatură sunt de **5-10°C**. Speciile de pești caracteristice zonei sunt:

- ***Thymallus thymallus (lipanul)***, pește de talie mijlocie, cu dimensiuni obișnuite de 30-35 cm. Reproducerea are loc primăvara, în martie-aprilie, icrele sunt depuse pe pietriș. **Puietul se hrănește cu plancton, iar adulții cu larve de insecte, crustacei și ocazional cu icre și puiet de pește;**
- ***Barbus meridionalis (mreana vânăță sau moioaga)*** este o specie de talie mijlocie, cu dimensiuni maxime de 28 cm. Arealul ei se extinde și în partea superioară a zonei colinare. Reproducerea are loc primăvara, iar hrana este formată din **nevertebrate acvatice bentonice;**
- ***Leuciscus cephalus (cleanul)*** este un pește de talie mijlocie spre mare cu dimensiuni obișnuite de 25-30 cm dar poate ajunge și până la 75 cm și 4 kg. Arealul lui se întinde din zona lipanului până la vărsarea râurilor în Dunăre. Reproducerea se desfășoară din aprilie până în iunie, hrana este formată din **nevertebrate acvatice și puiet de pește;**
- ***Hucho hucho (lostrița)*** este o specie de talie mare, dimensiunile obișnuite sunt de 2-3 kg, dar poate ajunge și la 1 m și 10-12 kg. Trăiește în râurile de munte mari, cu apă adâncă și curent puternic. Este prezentă și în lacurile de acumulare montane. Reproducerea se desfășoară primăvara la temperaturi ale apei de 7-8°C. Femelele depun între 3 și 12.000 de icre, în funcție de talie. Maturitatea sexuală are loc la 5 ani. **Puietul se hrănește cu zooplancton apoi cu larve de insecte acvatice iar adulții sunt aproape exclusiv ihtiofagi.**

3. Zona scobarului se întinde în zona colinară, în ape cu fundul pietros, nisipos și uneori argilos. Apa rămâne tulbure mare parte din an cu oscilații termice sezoniere de **18-20°C**. Speciile caracteristice zonei scobarului sunt:

- ***Chondrostoma nasus* (scobarul)** este o specie de talie mare, obișnuit 40 cm și 1 kg, dar poate ajunge la 60-70 cm și 6 kg. Gura este inferioară, transversală; falca inferioară este acoperită cu o placă cornoasă cu care rade bioderma de pe pietre. Trăiește în zona colinară până la vărsarea râurilor în Dunăre, este o specie reofilă, intră în bălți rareori.
Reproducerea are loc primavara, în aprilie-mai, la temperaturi ale apei de 8-10°C. Hrana este **preponderent vegetală** formată din bioderma algală, alge filamentoase, detritus organic;
 - ***Gobio gobio* (porcușorul)** este un pește de talie mică, cu variabilitate dimensională și coloristică foarte pronunțată. Trăiește în apele din zona submontană și colinară dar este prezent uneori și în ape stătătoare, bălți sau iazuri alimentate din râuri;
 - ***Vimba vimba carinata* (morunașul)** este o specie de talie mijlocie, cu dimensiuni obișnuite de 30-35 cm. Este o specie reofilă, arealul se întinde din zona colinară, până în Dunăre. Este prezentă uneori și în apele salmastre de la gurile Dunării sau în Razelm. Hrana constă din **gamaride, chironomide, viermi, resturi vegetate și mai rar puiet de pește.**
1. **Zona mrenei** cuprinde zona colinară și de șes a apelor curgătoare, cu fundul albiei acoperit cu nisip și mâl, albia formează numeroase meandre. Apa este tulbure în mare parte a anului, cu debite mari, oxigenarea este moderată, variațiile termice anuale sunt de **10-15°C**. Speciile caracteristice zonei mrenei sunt:
- ***Barbus barbus* (mreana)** este o specie de talie mare cu dimensiuni obișnuite de 40-50 cm și 1 kg, dar poate ajunge până la 85 cm și 810kg. Trăiește exclusiv în apele curgătoare mari din zona colinară și de șes. Preferă apele adânci, cu fund nisipos, relativ curate. Este o specie în regres. Reproducerea are loc în perioada mai-iulie, în ape adânci. Maturitatea sexuală este atinsă la 3-5 ani. Femelele depun icrele pe nisip sau crengi. Hrana mrenei constă din **insecte acvatic, viermi, crustacee, rar consumă plante sau icrele altor specii;**
 - ***Aspius aspius* (avatul)** este un pește de talie mijlocie-mare, cu dimensiuni obișnuite

30-40 cm, uneori până la 80 cm. Trăiește în zona colinară și de șes, în Dunăre, în bălțile mari, în lacuri dulci și salmastre. Reproducerea are loc în aprilie-mai la temperaturi de 6-10°C, maturitatea sexuală este atinsă la 4-5 ani. Puietul se hrănește cu **plancton**, adulții sunt **ihtiofagi de zi**. Avatul este singurul ciprinid răpitor din apele noastre;

- ***Alburnus alburnus* (obleț, sorean)** este o specie de talie mijlocie mică, cu dimensiuni obișnuite de 12-15 cm. Trăiește din regiunea submontană până în Delta Dunării dar și în lacuri dulci sau ușor salmastre. Hrana este constituită din **plancton și insecte aeriene și acvatice**;
- ***Silurus glanis* (somnul)** este un pește de talie mare, greutatea obișnuită a adulților pescuiți este de 30-40 kg. În mod excepțional poate ajunge la 5 m și 400-500 kg. Este o specie reofilă, trăiește în râurile mari din zona colinară până în Dunăre, intră în bălțile Dunării primăvara pentru reproducere apoi se retrage. Reproducerea are loc în aprilie-mai, la temperaturi ale apei de 18-20°C. Femelele depun icrele pe plante, în iocuri cu curent slab de apă. Icrele sunt toxice. Puietul se hrănește cu larve de **diptere și efemeride**, **pești** de talie mică iar adulții **cu pești, alte animale vâdate noaptea**.

5. Zona crapului cuprinde cursul inferior al râurilor de șes, Dunărea românească și bălțile din lungul ei. Apele au curs lent, sunt tulburi cea mai mare parte a anului, slab oxigenate, cu fund nisipos, argilos sau mâlos. Variațiile termice anuale ating **20°C**.

Speciile dominante din zona crapului sunt:

- ***Cyprinus carpio*** - este o specie de talie mare, cu dimensiuni obișnuite de 50 cm și 2-3 kg, maxim 1 m și 27 kg. Crapul sălbatic prezintă **trei vărietăți** diferite prin formația corpului (**gibbosus, hungaricus și oblongus**) iar crapul de cultură cel puțin **trei rase principale (Lausitz, Galiteana și Aischgrund)**. Arealul său cuprinde zona colinară și de șes a apelor curgătoare, Dunărea și bălțile adiacente. Reproducerea are loc pe terenuri întinse proaspăt inundate, în ape curgătoare sau ușor stătătoare, în perioada aprilie-mai la temperaturi ale apei de 18°C. Puietul de crap este **zooplanctonofag** apoi trece la **hrana bentonică**, iar adulții au un regim de **hrană omnivor**;

- ***Carassius auratus gibelio* (carasul argintiu)** este o specie de mărime mijlocie, cu dimensiuni obișnuite de 20-25 cm. Trăiește în toate apele stătătoare din zona colinară și de șes, chiar în zona scobarului. Reproducerea are loc în aprilie-mai, la temperaturi ale apei de 18-20°C. Masculii sunt rari sau lipsesc în unele populații. Fecundația este ginogenetică, icrele sunt "fecundate" de spermatozoizi de crap sau caracudă. Hrana constă din **zooplancton, alge, nevertebrate bentonice**;
- ***Tinca tinca* (linul)** este un pește de talie mijlocie, dimensiunile obișnuite fiind de 25-30 cm, uneori 40 cm și 1 kg. Trăiește aproape exclusiv în ape stătătoare cu vegetație bogată; foarte rar este întâlnit în râuri;
- ***Scardinius erythrophthalmus* (roșioara)** este o specie de talie mijlocie, cu dimensiuni obișnuite de 20-25 cm. Trăiește în apele stagnante din zona colinară până în bălțile Dunării dar este prezentă și în cursul inferior al râurilor mici de șes;
- ***Abramis brama danubii* (platica)** este un pește de ape stătătoare sau ușor curgătoare, prezentă în Dunăre și bălțile ei dar și în cursul inferior al râurilor. Dimensiunile obișnuite sunt de 25-50 cm dar uneori poate ajunge la 70 cm și 4 kg. Puietul se hrănește cu **zooplancton și zoobentos**, iar adulții cu animale bentonice: **larve de chironomide, nematode, oligochete**;
- ***Perca fluviatilis* (bibanul)** este o specie de ape stătătoare și lin curgătoare, prezentă în râuri din zona colinară și de șes, dar și în lacuri și bălți. Dimensiunile obișnuite sunt de 20-30 cm maxim 50 cm. Puietul de biban se hrănește inițial cu **zooplancton apoi cu alevinii altor specii**, iar adulții cu **nevertebrate acvatice și pești**;
- ***Stizostedion lucioperca* (șalăul)** este o specie de ape stătătoare și lin curgătoare dar suportă și apele salmastre. Preferă apele relativ curate și bine oxigenate. Dimensiunile obișnuite sunt de 40-70 cm și de 2-3 kg dar uneori ajunge la 1,3 m și 12-15 kg. Reproducerea are loc în aprilie-mai, la temperaturi ale apei de 14-16°C, icrele sunt depuse pe vegetație sau crengi. Alevinii și puii se hrănesc cu zooplancton și crustacee mici iar adulții sunt aproape exclusiv ihtiofagi;
- ***Esox lucius* (știuca)** este o specie dulcicolă, puțin oxifilă, trăiește în râuri din zona colinară și de șes dar și în apele stătătoare și salmastre. Greutatea obișnuită este de 2-

3 kg dar poate ajunge la 1 m și 15-16 kg. Reproducerea are loc la sfârșitul lui februarie - începutul lunii martie la temperaturi ale apei de 6-8°C. Maturitatea sexuală este atinsă la 3-4 ani. Alevinii și puii se hrănesc inițial cu **zooplancton apoi cu puiet de pește iar adulții sunt exclusiv ihtiofagi.**

Această împărțire în zone piscicole nu este absolută, adesea ele se întrepătrund sau există ape în care una sau alta din zonele prezentate lipsesc sau lipsesc anumite specii considerate caracteristice acelei zone. Între viteza apei, mărimea bazinului, unghiul pantei și speciile de pești din acel bazin se stabilesc anumite corelații concretizate în **regula pantei: într-un spațiu biogeografic dat, apele curgătoare de aceeași importanță în ce privește lungimea și adâncimea lor și având pante comparabile au caractere biologice asemănătoare, în special în ceea ce privește populațiile piscicole.**

4.2.6 Teorii privind evoluția ecosistemelor lotice

4.2.6.1. Teoria Continuumului Lotic

Teoria Continuumului Lotic descrie structura și funcțiile comunităților de-a lungul râului. Acest concept propune o înțelegere a strategiilor biologice și a dinamicii râului cerând să fie luate în considerare gradientul factorilor fizici formați în cadrul rețelei de drenaj. De aceea inputul de energie și transportul, stocarea și folosirea materiei organice de către grupele funcționale pot fi modulate de procesele geomorfologice fluviale. Modelul de folosire al materiei organice este analog celui al cheltuirii energiei fizice, propus de geomorfologi.

Structura sistemului lotic împreună cu ciclul hidrologic formează un tipar pentru răspunsurile biologice sau altfel spus acestea rezidă într-un anumit model al structurii și funcționării comunităților precum și al circuitului materiei organice suspendate, (transportate, utilizate și stocate) în lungul cursului râului.

De unde a pornit acest concept?

Teoria ciclică ce a încercat explicarea evoluției formei uscatului și a râului (tânar, matur, bătrân) s-a dovedit a fi nesatisfăcătoare, conceptele sale de bază au fost în mod treptat modificate și înclouite ca urmare a înțelegerii principiului echilibrului dinamic.

Conceptul sistemului fizic al râului și distribuția bazinelor hidrografice ca sisteme deschise într-un echilibru dinamic a fost prima dată propus de Leopold și Maddock (1953) pentru a descrie modele sau a ajustări în legătură cu adâncimea, lățimea, viteza și încărcarea cu sedimente. Aceste sisteme aflate în echilibru dinamic sunt foarte rar caracterizate de un echilibru exact și în general râul și canalul său au tendința de evoluție către medie, defintă doar în termenii mediei statistice și extremelor. De aici ideea *echilibrului dinamic*.

Acest concept al echilibrului a fost mai târziu dezvoltat să includă cel puțin 9 variabile fizice și a fost în mod progresiv dezvoltat în termenii intrărilor de energie, eficienței în utilizarea ei și a ratei câștigului de entropie. Din acest punct de vedere echilibrarea morfologiei râului și hidraulicii este atribuită ajustărilor dintre tendința râului de maximalizare a eficienței utilizării energiei și tendința opusă către o folosire a unei rate uniforme a energiei.

Bazându-se pe aceste considerații geomorfologice Vannote formulează ipotezele conform cărora caracteristicile funcționale și structurale ale comunităților reofile distribuite în lungul unui gradient al râului sunt selectate conform celei mai probabile poziții sau spre media sistemului fizic.

4.2.6.2. Teoria spiralei nutrienților

- Propune o cadru pentru cuantificarea relațiilor între procesele biogeochimice și transportul hidrodinamic al materiei-propune un indice numit “*lungimea spiralei*”

Spirala nutrienților este rezultatul:

- încetinerii realizată de biocenoză (retenție și reciclare);
- transportul hidrodinamic în aval al nutrienților

4.2.6.3. Teoria stratului hiporeic

Fluxul Rheic = apa curgătoare vizibilă, pe care o denumim pârâu, râu sau fluviu;

Fluxul Hyporheic = apa ce percolează prin straturile permeabile cum ar fi nisip, pietriș sau sedimente, pe sub albia cursului de apă

Zona Hyporheică = zona situată sub canalul cursului de apa și a bazinului acvatic. Sursa fluxului hyphoreic (sau “interstitial”) = cursul de apă sau apa ce percolează de pe suprafețele situate în apropierea cursului de apă .

Volumul fluxului hyphoreic = poate fi egal cu fluxul cursului de apa de suprafață. Fluxul hyphoreic= poate cuprinde toată apa dintr-o zona (ex. cursurile de apa secate din desert- au totuși hyphoreic). In hyphoreic materia organică se transformă în compuși anorganici (nitrați, fosfați). Hiporeicul purifică apa – din cauza timpilor de retenție mari și a suprafețelor întinse.. Bacterii și larve de insecte trăiesc în hiporeic, contribuind la purificarea apei. Plantele își întind rădăcinile în zona hiporeică, deoarece aici găsesc cantități ridicate de nutrienți. Astfel, zona hiporeică este importantă pentru îndepărtarea nutrienților din cursul de apă

4.2.7. Factorii abiotici ce caracterizează viața în râuri.

Populațiile și biocenozele din râuri sunt influențate în dezvoltarea și existența lor de regimul hidrologic, de viteza curentului, de termica apei, de chimismul ei, de cantitatea și calitatea suspensiilor purtate de râu și se proprietățile substratului.

Regimul hidrologic. În funcție de sursele de alimentare și oscilațiile sezoniere ale debitului pot fi deosebite:

- râuri cu **regimuri simple**, când anual există o perioadă cu debite mari **din ploi sau zăpezi** urmată de o perioadă cu debite relativ reduse;
- râuri cu **regimuri complexe**, care se alimentează **din precipitații, ghețari și ape subterane** și au debite variabile în timpul anului, în funcție de factorii climatici.

După regimul lor de alimentare Lvovici (1969), citat de Pricope 2000, împarte râurile în două categorii:

- râuri mici sau **elementare**, cu un regim puțin variat în cuprinsul bazinului lor hidrografic;
- râuri cu **regim mixt sau complex**, cu bazine hidrografice mari _ce cuprind zone climatice diferite, cu mare varietate de forme de relief.

Viteza curentului râului este determinată de: înclinația pantei, adâncimea-lățimea albiei, oscilațiile debitului, neregularitățile substratului. Viteza curentului este invers proporțională cu suprafața secțiunii transversale a șuvoiului de apă: în zonele cu albia largă și adâncă **curentul scade**, iar în zonele înguste, la praguri, **viteza crește**.

În zona montană a râurilor viteza este de **5-6 m/s**, mai crescută la praguri și cascade. În zona de șes viteza curentului este în jur de **1 m/s**, mai crescută în perioada viiturilor (1,5-2 m/s). Curentul de apă în râuri are un **caracter turbulent** și determină **omogenizarea apei** sub aspect termic, salin, gazos.

Regimul termic al râurilor depinde de climatul regiunilor pe care le străbat, de energia solară incidentă, de schimbul caloric aer-apă și apă-substrat și de modul de alimentare al acestora.

Temperatura râurilor suferă:

- **variații sezoniere** care nu depășesc 20-25°C și
- **variații cicardiene** cuprinse între 5 și 10°C, cu atât mai mici

cu cât râul este mai mare (3,6°C Mureșul de Arad).

Transparența apei râurilor depinde în principal de natura substratului bentonic, de structura lui granulometrică, de viteza curentului, de debitul acestora și de densitatea organismelor planctonice.

În râuri de munte cu albie pe roci dure și sărace în plancton, transparența este maximă, în timp ce în râurile de câmpie transparența este redusă și variabilă în funcție de cantitatea de precipitații din bazinul hidrografic al râului și de cantitatea de aluviuni cărată de pe versanți.

Există o corelație strânsă între **cantitatea de suspensii** cărate de apă, pe de o parte și **altitudinea medie a bazinului de recepție, structura solului, înclinarea pantei și gradul de împădurire a bazinului** pe de altă parte (Diaconu, 1967). Astfel, în regiuni cu roci rezistente la eroziune (sisturi cristaline, roci eruptive) **cantitatea de suspensii este sub 100 g/m³ de apă** iar în cele de piemont în condiții de pante mari ajunge la **2.500-5.000 g/m³**.

Chimismul râurilor este dominat de **carbonați (cca 60%), sulfati (10%), cloruri (cca 5%) și alte săruri minerale (cca. 25%)**.

După conținutul de săruri solvite și dominația unuia din ioni **râurile pot fi împărțite în trei clase:**

- carbonat (C),
- sulfat (S) și
- clorurat (Cl).

Duritatea apei râurilor depinde de gradul lor de mineralizare, în raport cu sursele de alimentare, natura substratului bazinului de recepție, etc.

Duritatea râurilor prezintă o **dinamică sezonieră** în funcție de temperatura apei și de aciditatea ei. *Duritatea este*

- ***minimă în lunile calde și secetoase, când solubilitatea CO_2 în apă scade și este***
- ***maximă în perioadele ploioase când apele încărcate cu CO_2 dizolvă cantități mari de săruri din substrat în special săruri de calciu.***

Cantitatea de gaze dizolvate în apa râurilor este în concentrații suficiente pentru desfășurarea în bune condiții a vieții hidrobionților (prin hidrobiont se înțelege orice organism viu din apă, indiferent de regn – adică plantă, nevertebrat etc.). Condiții de hipoxie apar uneori în perioada de iarnă cu pod de gheață când este împiedicată difuzia oxigenului din atmosferă.

Bioxidul de carbon, bicarbonații și carbonații se găsesc într-un echilibru dinamic determinând puterea de tamponare a apei.

4.2.8. Driftul

Compoziție și periodicitate: “Deplasarea” nevertebratelor din bentos, în coloana de apă, și transportul acestora în aval are loc fie datorită comportamentului normal al organismelor, fie datorită unor fenomene accidentale. Se pare că fiecare individ al faunei bentonice poate la un moment dat să fie afectat de drift iar unii taxoni sunt foarte comuni pentru acest fenomen.

Dintre insecte, multe efemeroptere și diptere, în special simulide ca și unele plecoptere și trichoptere sunt elemente supuse frecvent driftului. Crustaceele amfipode și isopode au fost și ele găsite în componența organismelor antrenate de drift. Este greu de spus că unele specii sunt

total “ferite” de acest fenomen dar s-a înregistrat dominanța indivizilor tineri. Alte studii arată însă că driftul este mai comun în stadiile târzii decât în cele tinere al ciclului de viață: atunci, necesarul sporit de energie poate duce la o creștere a competiției intraspecifice care, prin mișcarea indivizilor mărește riscul driftului.

Periodicitatea Numărul organismelor care sunt supuse driftului este mai mare noaptea decât ziua. *Driftul comportamental* este în special nocturn. *Driftul catastrofic* este urmarea viiturilor sau altor evenimente majore ca seceta, temperatura ridicată și înghețul. Driftul catastrofic poate fi un indice important al modificărilor antropice.

Driftul nocturn atinge de obicei un maximum imediat după înserare, după care descrește în timpul nopții și mai are o mică creștere tocmai în zori. Intensitatea luminii servește ca semnal pentru driftul comportamental. Lumina lunii poate suprima driftul.

Mișcarea în amonte

Deplasarea în amonte a larvelor și evident a adulților insectelor acvatice contribuie substanțial la colonizarea bazinelor acvatice. Nu poate fi vorba de o migrație activă a diatomeelor au alte componente ale perifitonului, dar transportul pasiv de către alte organisme pe suprafața corpului lor sau intern poate demonstra existența unui astfel de fenomen. S-a constatat că speciile de amfipode au o abilitate mare de a depăși toate barierele din calea lor.

Câteva investigații încearcă să cuantifice deplasarea în amonte folosind capcane direcționate . Elliot a găsit că în timpul celei mai mari părți a anului , deplasarea în amonte a fost disproporționat concentrată la indivizii de mici dimensiuni față de cele de dimensiuni mici. În timpul iernii Elliot a estimat deplasarea în amonte ca fiind de 30%. În timpul perioadei de drift puternic vara și primăvara, estimările arată că ele ar fi cam de 7-10%. Aceste rezultate sugerează că deplasarea în amonte a stadiilor acvatice este inadecvată în raport cu balanța realizată de mișcarea datorată driftului, de aceea este probabil să asigure populațiilor persistența în amonte .

Măsurarea ratei deplasărilor în amonte este mai dificilă decât probarea driftului și este probabil ca estimările cu ajutorul capcanei să fie foarte scăzute.

Efemeropterele au două năpârliri în timpul emergenței din apă, prima de la nimfă la forma aeriană nereproductivă subimago, și cu o năpârlire în timpul stadiului de imago sau stadiul reproductiv. Roos observă că zborul în amonte este mai pronunțat la femelele în stadiu de imago ale speciei *Baetis* și de asemenea la femelele care poartă ouă mature ale speciei de trichopter *Cheumatopsyche lepida* și *Rhyacophila nubila*. În contrast subimago de la efemeroptere și femelele de la trihoptere ale căror ouă nu sunt maturate nu arată direcția zborului sau zboară în amonte. Roos arată că această tendință de a zbura în amonte a fost limitat de ovipoziția femelelor și și trebuie să se țină cont de acest lucru când se face colectarea.

Din perspectiva populației se pare că este rezonabil să presupui că driftul este un mod de pierdere a indivizilor, dar nu atât de mare încât populația să nu fie în stare să se mențină. Din perspectiva individului aceasta poate fi un beneficiu pentru mișcarea în amonte. Indivizii care au tendința de a se muta în amonte vor reduce riscul lor pentru o eventuală ieseire din sistem și de asemenea de a atinge o condiție bună din punct de vedere reproductiv.

În general se apreciază ca o distanță moderată de mișcare din aval în amonte la unele populații ale speciilor de trichoptere adulte (*Hydropsyche peulcidulla*, *H. siltalai* și *Cheumatopsyche lepida*) este de 0.4-0.6 km, iar maxim de 3 Km.

Bazele funcționale ale driftului

Sunt câteva întrebări cu privire la cauzalitatea driftului:

- de ce driftul exercită o puternică periodicitate nocturnă?
- de ce organisme fac driftul și ce rol joacă driftul în funcționarea biologică a râurilor?

Studiile se concentrează pe suprapopulare și dizlocări accidentale ca, cauză primară a intrării în drift.

Explicația lui Muller (1954) pune accent pe evenimentele din ciclul de viață, incluzând împrăștierea în aval a stadiilor timpuri larvare și zborului de compensare în amonte. Water sugerează că driftul reprezintă excesul de producție, care deplasează surplusul de animale din bentos și le face disponibile nivelelor trofice superioare, în special la nivelul peștilor care se hrănesc cu organismele care fac drift.

A treia perspectivă ia în considerare costurile și beneficiile organismelor individuale care fac drift comparativ cu cele care nu fac. Înotătorii abili cum ar fi *Gammarus* și *Baetis* par să aibă un control considerabil asupra mișcării lor proprii iar periodicitatea nocturnă larg răspândită este văzută ca o dovadă a controlului comportamental. Studiile recente care examinează driftul din perspectiva selecției naturale care operează la nivelul organismelor individuale furnizează dovezi, că în cele din urmă pentru unii taxoni, driftul poate fi interpretat într-un context comportamental bazat pe oportunitățile de căutare activă a hranei și evitarea prădătorului.

Cauza periodicității nocturne

De ce este driftul nocturn?

Riscul prădării ca o expresie a driftului nocturn este greu de testat direct. Un număr mare de studii de laborator arată că periodicitatea nocturnă este păstrată într-un mediu fără prădători. O abordare a testării ipotezele bazate pe prădare se bazează pe 2 proprietăți a păstrăvilor prădători care poate fi considerat un model general pentru peștii care se hrănesc cu organisme care fac drift. Păstrăvii care se hrănesc cu *Baetis* au fost găsiți că se hrănesc cu un tip destul de larg de hrană și au o selectivitate mare privind mărimea prăzii când se hrănesc ziua. Ca o consecință este de așteptat ca riscul driftului în timpul zilei să fie mai mare pentru nevertebratele de mărime mai mare, decât pentru cele de dimensiuni mai mici. Folosind raportul dintre densitatea driftului nocturn pentru clase de dimensiuni diferite de *Baetis*, Allan a găsit că driftul nocturn este mult mai pronunțat la clasele de dimensiuni mari. Vulnerabilitatea relativă a prădătorismului realizat de pești se pare că este un predictor folositor a întinderii comportamentului de drift.

Această dependență a mărimii de riscul de prădare este foarte general pentru explicarea excepțiilor de la periodicitatea driftului nocturn. Chironomidele sunt de regulă aperiodice, ele au tendința de a rămâne mici și adesea nu prea intră în meniul peștilor

O dovadă mai puternică decât riscul prădării determină periodicitatea nocturnă a macronevertebratelor este adusă de comparațiile între diferitele localizări în populațiilor de pești. S-au făcut o serie de experimente, eliminând peștii dintr-un sector de râu. Driftul nu a fost afectat de absența peștilor demonstrând că, consumul direct nu explică driftul scăzut din timpul zilei. În unele râuri driftul relaizat de *Baetis* a fost nocturn, sugerând un răspuns evolutiv la riscul

prădării. Prădarea realizat peștii asupra organismelor care realizează driftul are un suport considerabil ca explicare pentru variației diurne a driftului.

De ce organismele intră în drift?

Pentru organismele individuale driftul este un mod eficient de a ajunge în locuri în care își caută activ hrana. Ciclul de colonizare pune accent pe înlocuirea în aval a cohortelor de indivizi în timpul ciclului de viață și pe “zborul de compensare” în amonte care joacă un rol important în menținerea populației. Aceasta cere și dovada că numărul de indivizi ajung să descrească în timp, și de aceea adulții zboară în amonte. Critici au fost aduse ciclului de colonizare, referindu-se la gammaridele amphipode, la care lipsește stadiul aerian și care realizează drift din abundență.

Pe de altă parte intrarea în drift poate fi o mișcare în scopul de a părăsi locurile neprofitabile din punct de vedere al căutării active a hranei și caută locuri bogate în hrană. Este o confuzie să te referi la formarea mecanismului de intrare în drift pasiv sau activ, pentru că amândouă se datorează căutării active a hranei. Din examinarea comportamentului organismelor animale, incluzând poziția în cursul zilei versus nopții și activitatea în funcție de influența variabilelor de mediu cum ar fi nivelul luminii și înfometarea, un număr de investigatori au încercat să trieze aceste interpretări conflictuale cu privire la motivul pentru care nevertebratele bentonice intră în drift.

Intrarea în drift accidental este așteptată la animalele care își petrec orele ziua în refugii, poate hrănindu-se, dar probabil inactive. Când resursele de hrană includ diatomee și pelicule organice care se găsesc în principal pe suprafața superioară a pietrelor, animalele trebuie să se miște pe această parte a suprafețelor substratului în timpul nopții ca să se hrănească și să se mute în căutarea unor locuri mai profitabile din punct de vedere al hranei. Sunt câteva dovezi în acest sens.

4.2.9. Evaluarea calitatii apei raurilor

Scopul si organizarea evaluarii calitatii apei

Evaluarea calitatii apei raurilor se realizeaza **in functie de utilizarea sa** (Water Quality Handbook, US-EPA):

- pentru petrecerea timpului liber/ imbaiere
- pentru industrie
- pentru agricultura
- pentru protectia vietii acvatice
- pentru furnizarea de apa potabila

Evaluarea calitatii, in special atunci cand urmareste mai multe variabile, are mai multe teluri (UNICEF Handbook on water quality):

- stabilirea calitatii apei, pentru un anumit scop
- predictia evolutiei calitatii apei
- stabilirea unor protocoale de investigare /monitorizare
- fundamentarea unor masuri administrative sau legislative
- fundamentarea limitelor de standarde

Pentru evaluarea calitatii apei raurilor exista de obicei 2 tipuri de organizare institutionala:

- agentii nationale (oficiale);
- sisteme bazate pe comunitati (voluntare) – din cauza lipsei fondurilor (in statele subdezvoltate sau in curs de dezvoltare) sau ca efect al controlului si/sau implicarii dorite de societatea civila (in statele dezvoltate)

Evaluarea calitatii apei se realizeaza fie in scopul determinarii posibilitatii de utilizare directa a apei, fie pentru stabilirea distantei fata de starea ecologica buna (obiectiv ecologic stabilit de Directiva Cadru Apa).

Calitatea apei râurilor se determină prin evaluarea a 3 tipuri de caracteristici: biologice, fizice si chimice.

Caracteristicile fizice si cele chimice se determina prin masurare directa –prelevare de probe reprezentative si masurare pe teren si/sau laborator.

Caracteristicile biologice se pot determina in mai multe moduri:

- prin specii indicator – a caror prezenta sau absenta indica organizarea unui anumit ecosistem si, prin urmare devine posibila evaluarea distantei fata de starea ecologica buna;
- prin prelevarea de probe cantitative care sa indice efectivul si raspindirea unor populatii – in general de macronevertebrate bentonice, de pesti, alge sau protozoare;
- prin monitorizarea efectivelor unor specii (Odonata- libelule: Reteua Europeana de Monitorizare a Libelulelor)

Libelulele sunt prădătoare. Ele mănâncă tot ce pot înghîti, astfel încât pe măsura ce cresc, dimensiunea prăzii lor crește și ea. Larvele tinere se hrănesc în special cu zooplancton, larvele mature se hrănesc cu alte macronevertebrate și chiar cu peștișori. Își capturează prada stînd și așteptînd în stratul de sediment. Adulții continuă să se hrănească cu alte insecte cum ar fi țânțarii.

Larvele de Odonate se găsesc cel mai adesea în mlaștini și lacuri, dar și pe porțiunile drepte ale râurilor și pâraielor. Unele se pot întîlni chiar în porțiuni cu curenți rapizi. Odonatele respiră oxigenul dizolvat prin branhiile de pe abdomen. Unele pot să supraviețuiască unei concentrații mai scăzute de oxigen dizolvat urcînd la suprafață și respirînd aerian.

Libelulele pot fi foarte sensibile pînă la foarte tolerante la stress ul de mediu reprezentat de exemplu prin scăderea cantității de oxigen dizolvat în apă. Cele sensibile sunt cele care așteaptă îngropate în sediment să-și prindă prada- locuri de unde oxigenul dispare primul.

Pentru a evalua caracteristicile biologice ale calității apei se folosesc în general macronevertebratele bentonice. Acestea sunt mult mai ușor de capturat decît peștii și mult mai ușor de identificat decît algele și protozoarele.

Evaluarea calitatii apei prin specii indicator – macronevertebrate

Speciile sunt impartite pe grupe, in functie de sensibilitatea la poluare (ex.sensibile, semisensibile, semi-tolerante, tolerante)

Macronevertebratele bentonice din sistemele lotice sunt ideale pentru biomonitorizare din următoarele motive:

- sunt ubicvitare;
- sunt relativ sedentare și au ciclu de viață lung;
- unele specii sunt sensibile la poluare și altele sunt tolerante;
- sunt ușor de colectat și identificat;

Abundenta macronevertebratelor aparținând ordinelor Ephemeroptera, Plecoptera și Trichoptera formează Indicele EPT (“EPT Index”)

Aceste ordine de macronevertebrate sunt foarte sensibile la poluare și sunt utilizate ca indicatori pentru calitatea apei.

Prezența lor indică o calitate bună a apei în timp ce absența lor arată faptul că apa poate fi poluată.

Să ne reamintim

Râurile sunt corpuri de apă complexe, cu o dinamică deosebită și având o mare importanță economică, atât ca resursă de apă cât și ca potențial hidroenergetic. Curgerea apei este factorul principal care determină prezența speciilor reofile iar bentosul este mult mai bogat decât planctonul.



4.3. Rezumat

Dintre apele dulci râurile formează cea mai complexă categorie de ecosisteme, datorită curgerii apei și variației condițiilor de substrat. Aceste ecosisteme numite lotice se caracterizează prin 4 dimensiuni: longitudinală (de la izvoare la vărsare), laterală (conexiunea râului cu lunca și zona riverană), verticală (conexiunea cu zona hiporeică și freatică) și dimensiunea temporală. Elementele componente ale unui râu sunt: zona de luncă inundabilă, coridorul râului, albia

principală. Zona inundabilă este formată din: zona mlăstinoasă, lac de meandru, meandre abandonate, diguri naturale.

În râuri, spre deosebire de ecosistemele dulcicole stagnante, resursa trofică principală nu este reprezentată de alge ci de detritus, în bună parte de origine alohtonă (din zona riverană).

Teorii privind sistemele lotice: teoria continuumului lotic descrie structura și funcțiile comunităților de-a lungul râului ; teoria spiralei nutrienților (ropune o cadru pentru cuantificarea relațiilor între procesele biogeochimice și transportul hidrodinamic al materiei-propune un indice numit “*lungimea spiralei*”) ; teoria stratului hiporeic.

Populațiile și biocenozele din râuri sunt influențate în dezvoltarea și existența lor de regimul hidrologic, de viteza curentului, de termica apei, de chimismul ei, de cantitatea și calitatea suspensiilor purtate de râu și de proprietățile substratului.

Longitudinal se pot delimita (relativ) zone ale râului caracterizate de prezența anumitor specii. Cel mai cunoscut și utilizat model de zonare a râurilor se bazează pe ihtiofaună.

Driftul este un fenomen caracteristic râurilor și constă în deplasarea nevertebratelor din bentos, în coloana de apă, și transportul acestora în aval are loc fie datorită comportamentului normal al organismelor, fie datorită unor fenomene accidentale.



4.3. Test de autoevaluare a cunoștințelor

1. Ce factori afectează cantitatea de oxigen dizolvat în apa râurilor?
2. Clasificarea macronevertebratelor bentonice.



4.4. Bibliografie recomandată

Bănățean-Dunea I. et coll. 2015 Ghid sintetic de monitorizare a speciilor comunitare de pești din România. Casa Cărții de Știință, Cluj Napoca, 129 pp.

CAPITOLUL 5 ZONELE UMEDE



5.1. Introducere

Ce sunt zonele umede?

Zonele umede sunt medii de viață speciale situate la limita dintre ecosisteme tipic terestre și cele tipic acvatice.

„Convenția asupra zonelor umede de importanță internațională, în special ca habitat al păsărilor acvatice” semnată la Ramsar –Iran, 2 februarie 1971, citată de obicei sub numele “Convenția Ramsar”, definește zonele umede în art.1.1.:

-“Întinderi de bălți, mlaștini, turbării, de ape naturale sau artificiale, permanente sau temporare, unde apa este stătătoare sau curgătoare, dulce, salmastră sau sărată, inclusiv întinderile de apă marină a căror adâncime de reflux nu depășește 6 m”

Zonele umede reprezintă aproximativ 6% din suprafața terestră a Pământului – aproximativ 570 milioane de hectare. După datele furnizate de Wetlands Conservation, un ONG dedicat conservării zonelor umede, 50% din zonele umede ale planetei au dispărut în secolul XX.



5.2. Conținut

5.2.1. Clasificarea zonelor umede

O primă posibilitate de clasificare a zonelor umede se bazează pe clasificarea resurselor de apă ce le alimentează sau pe care se formează. Aceasta posibilitate este folosită pe larg în SUA, având drept bază legală interpretarea termenului “apă” (Clean Water Act, 1975).

Astfel, există două abordări diferite a **clasificării resurselor acvatice**: una care este bazată pe indicatori de geografie și una care este independentă de geografie și este fundamentată pe caracteristicile de mediu și pe ecosistemele prezente (Detenbenck et al. 2000).

Scopul **clasificărilor geografice** este de a se reduce variabilitatea indusă de diferențele zonale de climat, geologie, vegetație, hidrologie și soluri.

Schemele bazate pe caracteristici de mediu (independente de geografie) sunt cele derivate din caracteristici bazinale, cum ar fi utilizarea terenului sau acoperirea terenului, cele bazate pe vegetație sau combinații ale acestora.

În Uniunea Europeană, zonele umede se clasifică în cadrul tipurilor de habitate, listate în Anexa I la Directiva Habitare. Manualul Habitarelor Uniunii Europene EU-27 (July 2007) reia și detaliază această clasificare a zonelor umede pe baza asociațiilor vegetale dominante și în unele cazuri pe baza unor seturi de caracteristici ecologice.

Manualul *Habitare* reprezintă o detaliere a celor aproximativ 40 de tipuri de habitate de zonă umedă listate în Directiva Habitat și care, pentru simplitatea înțelegerii, pot fi redată în general în 7 categorii largi:

- zone umede costale sau marine
- delte și estuare
- râuri și lunci
- lacuri marine
- mlaștini de apă dulce
- turbării
- zone umede create de om (lacuri de acumulare)

Convenția Ramsar clasifică zonele umede pe baza unor **caracteristici de mediu (apă și vegetație)**, după cum urmează:

I. Zone umede marine/de coastă

A – Ape marine puțin adânci, permanente (în cele mai multe cazuri sub 6 metri adâncime)

B – Paturi marine in zona de maree
 C – Recifuri de corali
 D –Tarmuri marine stancoase
 E – Tarmuri marine nisipoase sau cu pietris (inclusiv sisteme de dune)
 F – Ape de estuar
 G – Na
 moluri si nisipuri in zona de maree
 H – Mlastini mareice
 I – Zone umede mareice impadurite (inclusiv mangrovele)
 J – Lagune de coasta (saline)
 K – Lagune de coasta cu apa dulce (inclusiv delte)
 Zk(a) – Zone carstice sau alte sisteme de apa subterana marine/de coasta

Zone umede de ape interioare (apa dulce)

L – Delte permanente de ape interioare.
 M – Caderi de apa si cascade permanente
 N - Caderi de apa si cascade intermitente
 O – Lacuri permanente cu apa dulce (pste 8 ha)
 P – Lacuri intermitente (sezoniere) (pesteer 8 ha); includes floodplain lakes.
 Q – Lacuri saline permanente
 R – Lacuri saline intermitente
 Sp – Mlastini/tauri alcaline permanente
 Ss - Mlastini/tauri alcaline intermitente
 Tp –Mlastini permanente (turbarii) pe soluri anorganice acoperite cu vegetatie
 Ts - Mlastini permanente (turbarii) pe soluri anorganice acoperite cu vegetatie
 U – Mlastini deschise
 Va – Mlastini alpine
 Vt – Mlastini de tundra
 W –Mlastini cu tufarisuri
 Xf – Mlastini cu tufisuri si copaci
 Xp – Mlastini impadurite
 Y –Izvoare si oaze
 Zg –Zone umede geotermale
 Zk(b) –Zone carstice

Zone umede realizate de om

1 – Iazuri pentru Acvacultura (de exemplu, pește / creveți)
 2 – Iazuri pentru alte scopuri
 3 - Teren irigat; include canalele de irigații și câmpurile de orez.
 4 – Zone de terenuri agricole inundate sezonier
 5 - site-uri de sare de exploatare (inclusiv pentru sare de bucătărie si saline).

- 6 - zone de stocare a apei; lacuri de acumulare (în general peste 8 ha).
 - 7 - săpături; pentru pietris / caramida / argila gropi; bazine miniere.
 - 8 - zone de tratament a apelor reziduale; canalizare, iazuri de decantare, bazine de oxidare, etc
 - 9 - canale și canale de scurgere, șanțuri.
- ZK (c) – zone carstice realizate de om

Nota privind terminologia

În limba engleză, în care sunt scrise majoritatea articolelor de specialitate și a documentelor legale și programatice, termenul “mlaștină” cunoaște mai multe accepțiuni, ce se regăsesc în cuvinte diferite, dificil de tradus/redat în limba română. În continuare este prezentată o astfel de descriere a termenilor, în limba engleză:

- **Peatland** - an area with a naturally accumulated peat layer at the surface
- **Mire** - a peatland where peat is currently forming and accumulating
- **Bog** - a peatland which receives water solely from rain and/or snow falling on its surface
- **Fen** - a peatland which receives water and nutrients from the soil, rock and groundwater as well as rain and/or snow

Prin “peat” se înțelege vegetație parțial carbonizată. Adesea, în limba română acest termen este redat prin “turba”, respectiv “turbarie”.

5.2.2. Hidrologia zonelor umede

Termenul de “hidrologia zonelor umede” se referă în general la bilanțul aportului de apă și “ieșirii” de apă dintr-o zonă umedă și interacțiunea acestor fluxuri de apă cu alți factori (geologici, de sol sau de vegetație).

Solul este considerat a avea o hidrologie de zonă umedă când în circumstanțe normale suprafața solului este inundată sau partea superioară a solului este saturată cu apă cu o frecvență și o durată suficientă să creeze condiții anaerobe. Prezența sau absența hidrologiei zonei umede poate fi determinată numai prin identificarea pe teren a indicatorilor.

Cu toate că indicatorii de hidrologie a zonelor umede sunt dificil de identificat este esențial să se determine dacă zona este periodic inundată sau are un sol saturat pentru ca zona respectivă să îndeplinească cerințele identificării sale ca zonă umedă.

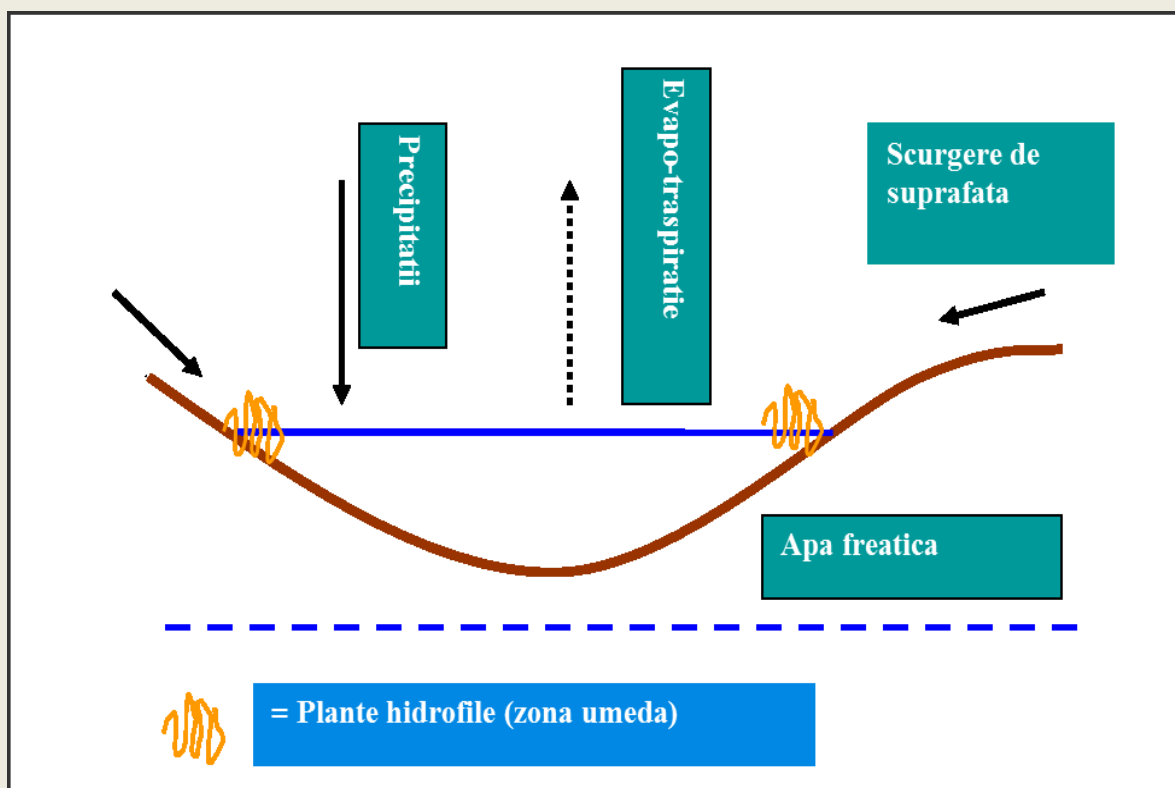


Figura 5 Zonă umedă formată pe o depresiune în care se află apa de suprafață (Adaptare după Novitski, 1979)

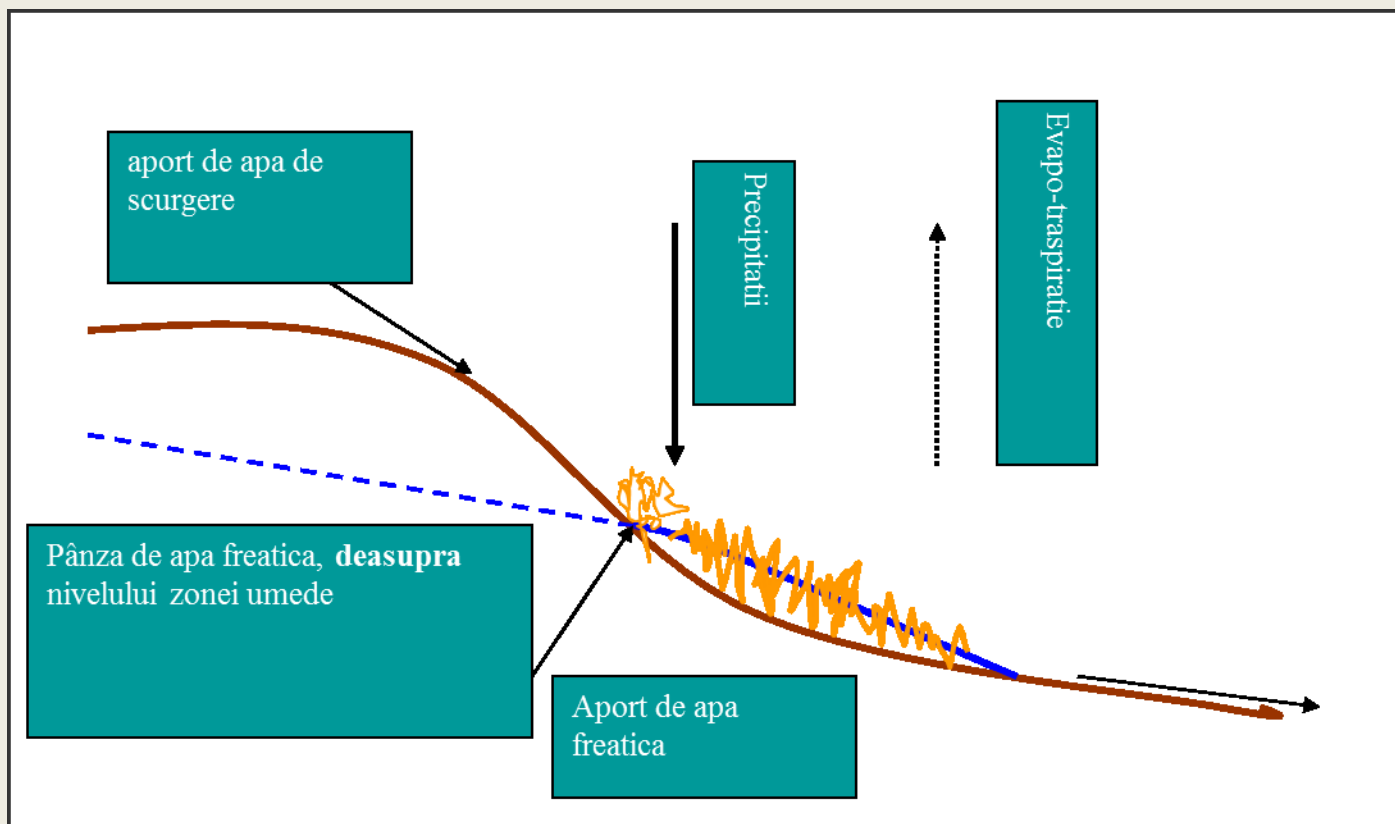


Figura 6 Zonă umedă formată pe o panta, alimentată de apa freatică (Adaptare după Novitski, 1979)

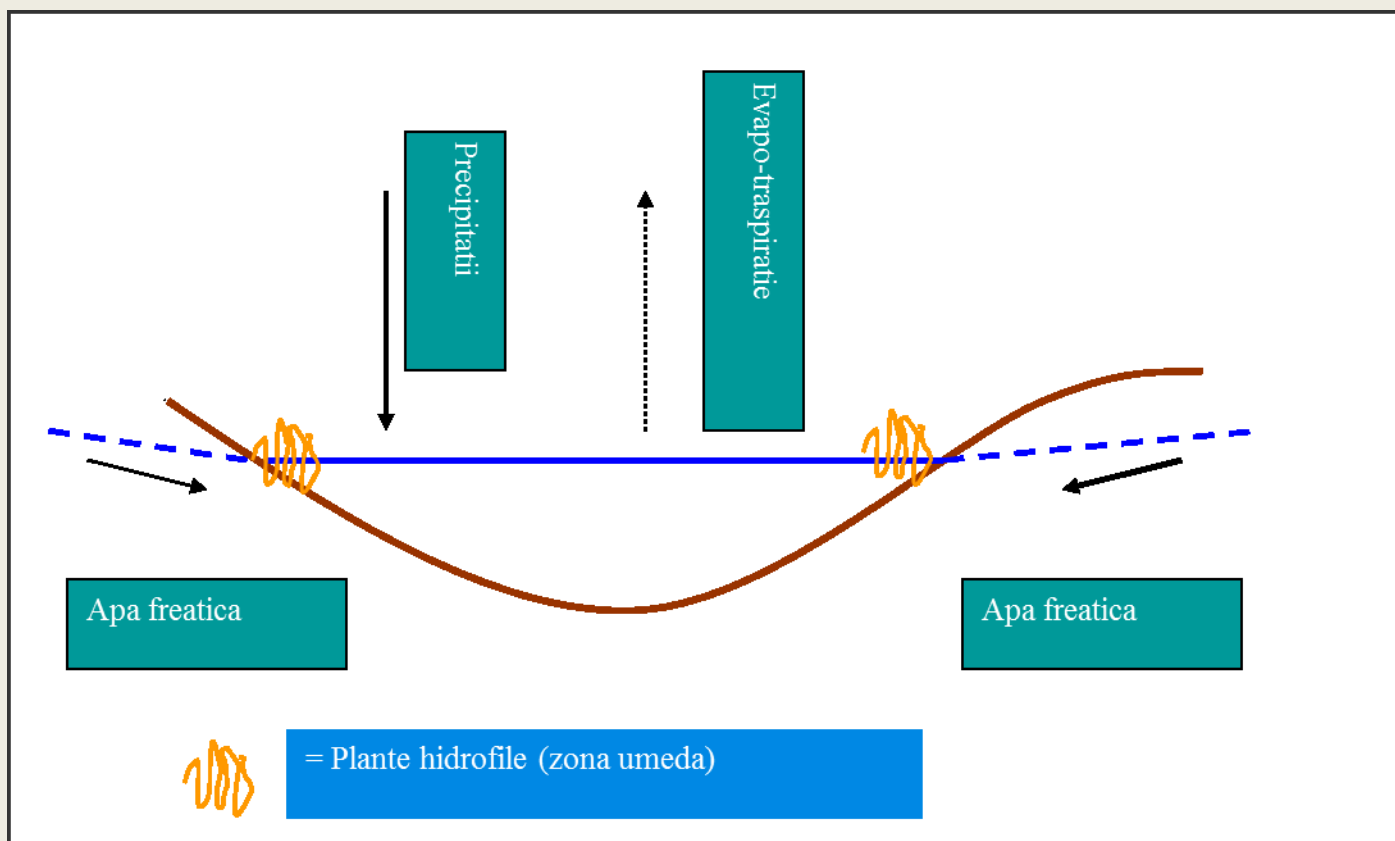


Figura 7 Zonă umedă formată pe o depresiune, alimentată de panza de apă freatică (Adaptare după Novitski, 1979)

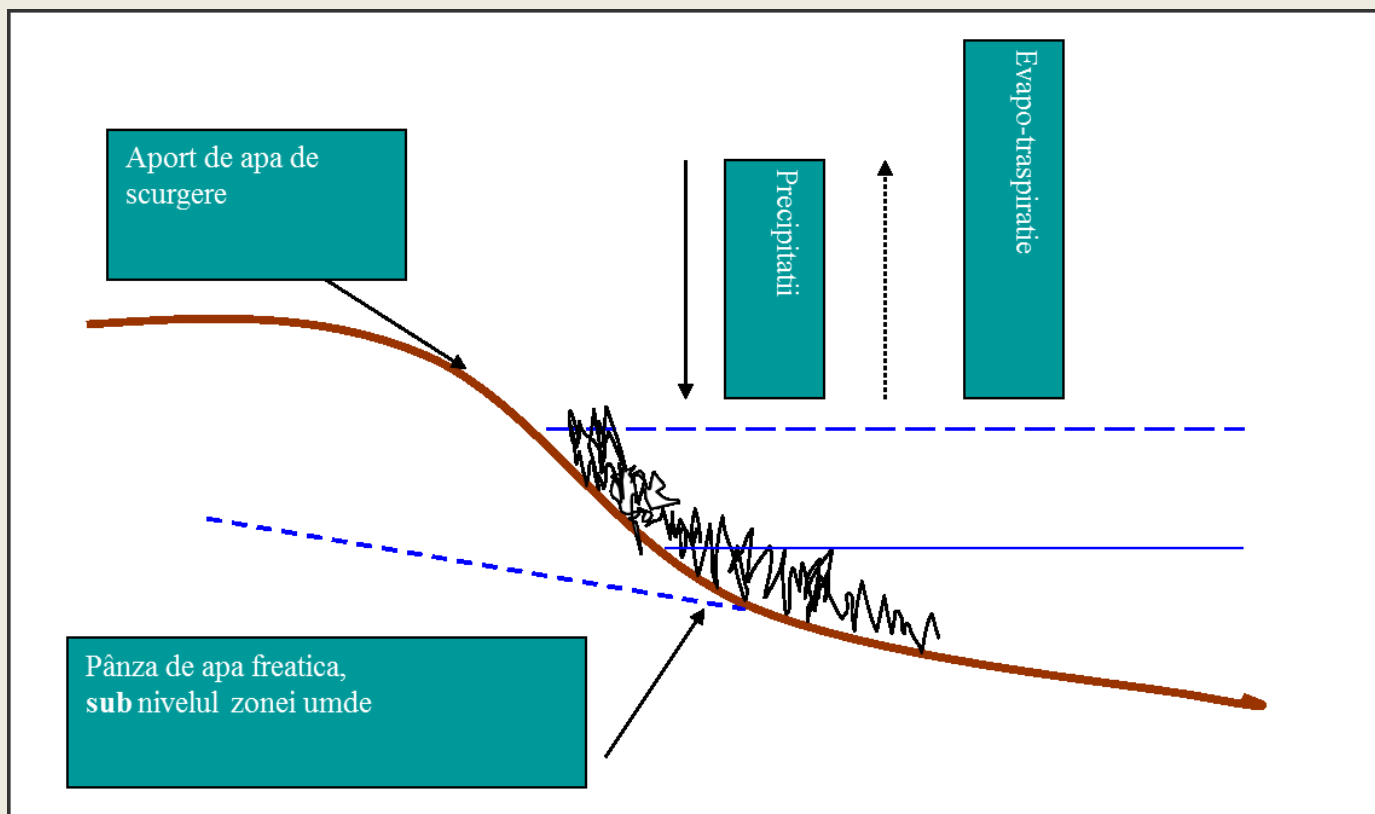


Figura 8 Zonă umedă formată pe o panta, alimentată preponderent de inundații și de panza de apă freatică situată sub nivelul zonei umede (Adaptare după Novitski, 1979)

5.2.3. Indicatorii de teren ale hidrologiei wetland-urilor

a. Observația vizuală a inundației

Cel mai evident și relevant indicator poate fi simpla observare a zonei de inundație. Variația sezonală și condițiile recente ale vremii pot contribui la apariția la suprafața a apei într-o zonă care nu este în nici un caz o zonă umedă.

b. Observația vizuală a saturației solului

Saturația în apă a solului poate fi apreciată prin săparea unei gropi în sol la o adâncime de 40 cm și observarea nivelului la care apa urcă în ea după un timp suficient pentru ca apa să fie drenată din sol.

Durata de timp necesară drenării variază în funcție de textura solului. În unele cazuri, nivelul la care apa urcă în gropa sapată poate fi determinat prin observarea pereților acesteia. Acest nivel reprezintă nivelul apei freatice. Nivelul apei va fi în cazul zonelor umede întotdeauna foarte aproape de suprafață din cauza capilarității.

Pentru ca saturarea în apa a solului să conducă la apariția unei vegetații specifice, hidrofile, ea trebuie să se întindă pe o porțiune majoră a zonei de înradăcinare a majorității vegetației prezente (de regulă, la aproximativ 30 de cm de suprafață). **Majoritate** înseamnă mai mult de jumătate din plantele prezente (ca număr de indivizi).

Atentie! În cazurile unor soluri argiloase, apa s-ar putea să nu se acumuleze atât de repede în groapă, chiar și în cazurile în care solul este saturat. Dacă apa s-a acumulat la fundul gropii, dar nu a urcat, umiditatea pereților săi este un indicator.

c. Amprente apoase (urme de apă)

Acestea se pot întâlni de obicei pe vegetația lemnoasă. Se găsesc sub forma unor “pete” pe stâlpi sau garduri de lemn. Când acestea sunt prezente, cele mai înalte arată nivelul celei mai recente inundații.

d. Semne de material antrenat de retragerea apei de inundație

Acestea se pot întâlni pe lângă paraie sau alte surse de apă de suprafață adiacente. Debrisul antrenat de retragerea apei de inundație constă de obicei în resturi vegetale, sedimente etc. depozitate în linii paralele cu cursul de apă.

Aceste linii reprezintă o indicație a suprafeței ce s-a inundat.

e. Depozite de sediment

În urma inundațiilor, plantele și alte obiecte verticale prezintă adesea straturi de material organic sau mineral depuse. Aceste straturi persistă mult timp, înainte de a fi înlăturate de precipitații sau de inundațiile următoare.

Când sedimentul este preponderent organic, detritusul se poate permanentiza prin în crustare, după uscarea sa pe suport.

f. Făgașe

Acestea reprezintă urmele firelor de apă de scurgere după retragerea inundației, formate perpendicular pe direcția de curgere a apei de suprafață adiacente.

5.2.4 Plantele de zone umede

Adaptările plantelor ce trăiesc în zonele umede

Plantele se adaptează la zone umede, în funcție de mediul de viață în care trăiesc:

a) **Plantele acvatice submerse** – cele mai numeroase adaptări:

- nu prezintă țesuturi de întărire mecanică în petiol (dacă sunt scoase din apă, acestea atârna libere)
- nu prezintă țesuturi care să limiteze pierderea de apă (epiderma prezintă cel mult o cuticulă foarte subțire)
- toate celulele de suprafață pot absorbi apă, oxigen dizolvat și nutrienți din apă înconjurătoare, astfel încât sistemul vascular este absent sau extrem de redus
- nu prezintă stomate (celule pentru respirație) pe frunze
- frunzele sunt puternic segmentate, pentru a face față curenților, mișcărilor apei
- rolul rădăcinilor este redus la a ancora planta de substrat; nu absorb nutrienți
- prezintă „cavități” interne ce rețin aerul și care sunt uneori utilizate ca un fel de „balon de oxigen”, de către insectele acvatice

b) **Plantele plutitoare**- 2 tipuri: înrădăcinate, cu frunze plutitoare și plutitoare în întregime-adaptări:

- stomatele și cloroplastele se găsesc numai pe fața superioară a limbului
- limbul este adesea acoperit cu o cuticulă ceară ce are rolul de a respinge apa de pe suprafața utilizată pentru fotosinteză și respirație

c) **Plante emergente** (partea inferioară a corpului este sub apă, „stuf”) – adaptări:

- frunzele sunt subțiri și rezistente la vânt
- corpul este înalt, pentru a face față inundațiilor

d) **Plantele „luxuriante”** („Marsh plants”)

- creștere luxuriantă
- frunze cu suprafață mare
- cavități pline cu aer

e) Arbori

- se ridică la înălțimi cat mai mari, pe o structura minimala, pentru a ajunge la lumina
- folosesc frunzele cazute pentru a bara drumul spre lumina plantelor plutitoare sau emergente

Plantele din zonele umede se regăsesc în sistemele de clasificare a vegetatiei nationale.

Tipurile de habitate ce se pot încadra la „zone umede conform definiției RAMSAR” se caracterizează prin următoarele:

- compoziția floristică (asociații de plante)
- distributia spațială a populațiilor vegetale
- topografia locului
- substratul cu care sunt aceste populații vegetale cel mai adesea asociate

Pentru o caracterizare completă, la aceste elemente se adaugă modelul conceptual al regimului hidrografic.

Există multiple modalități de descriere a asociațiilor de plante, acestea fiind de regulă standardizate la nivel național.

Clasificarea vegetatiei de zone umede in Marea Britanie

In Marea Britanie se utilizează un sistem național de clasificare a vegetației, ce identifica asociatiile vegetale (in numar de 286) prin 2-3 specii caracteristice. Principalele categorii sunt:

- Păduri
- Mlaștini
- Tufărisuri
- Pajisti mezotrofile
- Pajisiti calcicule
- Pajisti calcifuge si montane
- Asociatii acvatice

- Mlastini cu ierburi inalte
- Mlastini de apa sarata
- Asociatii vegetale de nisipuri
- Asociatii vegetale de faleza
- Teren arabil, agricol

Fiecare categorie se sub-imparte in „comunitati” desemnate prin doua litere ce arata categoria si un numar ce identifica fiecare comunitate descrisa.

Dintre acestea, în Marea Britanie au fost clasificate drept asociații tipice zonelor umede următoarele comunități:

- MG4 (*Alopecurus pratensis* - *Sanguisorba officinalis*)
- MG8 (*Cynosurus cristatus* - *Caltha palustris*)
- MG13 (*Agrostis stolonifera*-*Alopecurus geniculatus*)
- M13 (*Schoenus nigricans* - *Juncus subnodulosus*)
- M24 (*Molinia caerulea* - *Cirsium dissectum*)
- S2 (*Cladium mariscus*)
- S24 (*Phragmites australis*-*Peucedanum palustre*)
- PPc (*Peucedano-Phragmitetum* - *caricetosum*)
- S4 (*Phragmites australis*)
- S5 (*Glyceria maxima*)
- A3 *Spirodela polyrhiza*-*Hydrocharis morsus-ranae* .
- A4 *Hydrocharis morsus-ranae*-*Stratiotes aloides*
- A9 *Potamogeton natans* .

Si alte asociatii sunt posibile in zonele umede, studiile fiind in curs.

Australia

In Australia, o zona umeda este desemnata drept „de importnata nationala” daca raspunde pozitiv la urmatoarele 6 criterii:

- este un bun exemplu de zona umeda – este tipica
- joaca un important rol ecologic sau hidrologic

- furnizeaza habitate pentru fauna si flora, la stadiile de dezvoltare vulnerabile sau furnizeaza un refugiu atunci cand apar fenomene naturale periculoase (cum ar fi seceta)
- cuprinde (sustine) cel putin 1% din populatiile nationale de plante sau animale native
- sustine specii amenintate
- este un loc semnificativ din punct de vedere istoric sau cultural

In Australia se definesc doua tipuri de vegetatie tipica de zone umede:

- macrofite acvatice care plutesc sau care au doar o mica portiune din organism afara din apa (*Potamogeton* sp., *Lemna* sp.)
- macrofite “emergente” – care se inradacineaza intotdeauna in sediment si care au corpul aproape in intregime deasupra apei (*Baumea articulata*, *Typha orientalis*).

Speciile de arbori des intalnite in zonele umede din Australia sunt: *Melaleuca raphiophylla*, *Melaleuca preissiana*, *Eucalyptus rudis*. Pot tolera cativa ani de inundatie sau de seceta inainte de a disparea.

5.2.5. Solurile zonelor umede

Definiția solului și solurile zonelor umede

Solul este definit in general ca fiind un material natural neconsolidat, prezent la suprafata Pământului și care este capabil să suporte vegetația.

Proprietățile și caracteristicile unui tip de sol depind de factorii care au contribuit la formarea sa:

- climatul
- materialul geologic din care s-a format
- timpul
- topografia locului
- organisme vii

Proprietățile cheie ale solurilor ce prezintă importanță pentru dezvoltarea și identificarea solurilor caracteristice zonelor umede sunt:

- structura pe orizonturi
- continutul de materie organica
- textura
- permeabilitatea
- drenajul
- culoarea

Definirea solului ca fiind “hidric” depinde de zona in care se gaseste, dar si de setul de criterii utilizat pentru identificarea sa. In SUA a fost formata o comisie pentru solurile hidrice (National Technical Committee for Hydric Soils (NTCHS)) a dat urmatoarea definitie solurilor hidrice: *“Un sol format in conditii de saturatie [in apa], inundatie sau inmlastinire ce se intrunesc o perioada de timp suficient de indelungata ce se suprapune perioadei de crestere [a plantelor], pentru a se intruni conditii de mediu anaerob in partea sa superioara [aproape de suprafata].”*

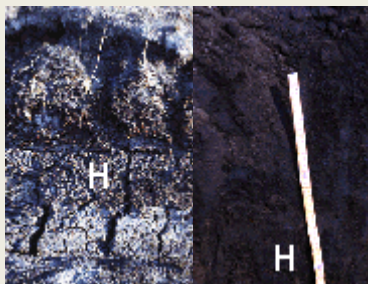
Nomenclatura "A B C" pentru orizonturile de sol

Desemnarea orizonturilor de sol reprezinta o etapa importanta in definirea solurilor.

Pentru desemnarea orizonturilor de sol se foloseste un ansamblu de litere si cifre.

Orizonturile principale

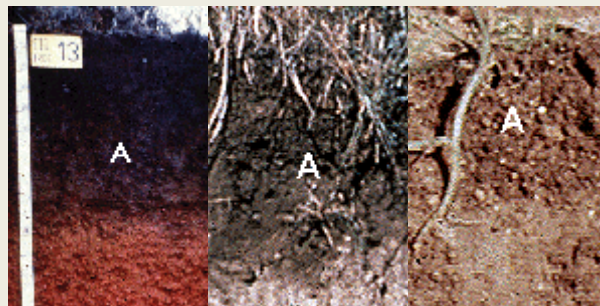
H. Acumulari de materie organica fara descompunere (>20-30%), saturate in apa pe perioade de timp indelungate. Este orizontul caracteristic turbariilor.



O. Cuvertura de frunzis de la suprafata, fara a fi saturata in apa (>35%), frecventa in paduri.

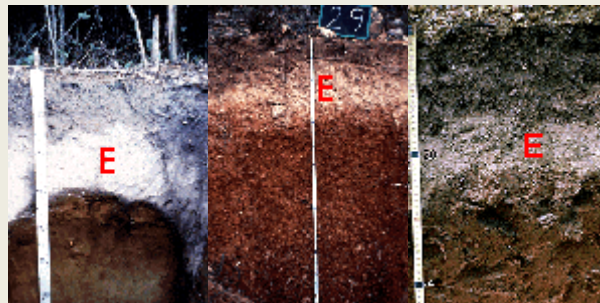


- A. Format la suprafață, cu materie organică transformată în procent mai ridicat decât straturile de sub acesta. Tipic are o culoare gri închis, spre negru, iar în cazurile în care conține puțină materie organică (de exemplu în cazurile de soluri cultivate) poate fi de culoare deschisă. Prezintă structura granulară.



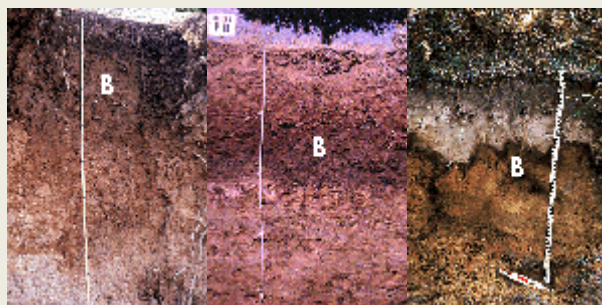
de la un grad de dezvoltare mai mare către unul mai scăzut

- E. Orizont de spălare puternică. Tipic este situat între un orizont A și un orizont B. Cu mai puțină argilă și oxizi de fier decât orizonturile A și B. Cu mai puțină materie organică decât orizontul A. De culoare clară, deschisă. Structura cu un grad scăzut de dezvoltare

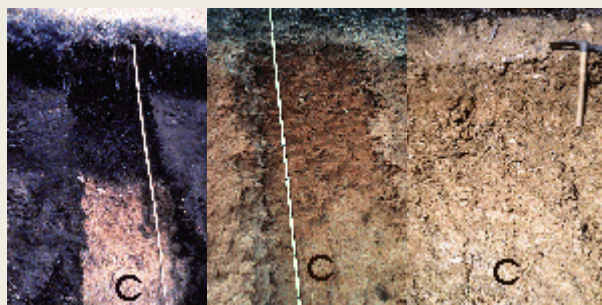


în ordine descreșterii dezvoltării

- B. Orizont îmbogățit în argilă (aluvială sau în situ), oxizi de fier și aluminiu (aluviali sau în situ) sau în materie organică (numai dacă solul este de origine aluvială, nu și în situ), și de asemenea prin îmbogățirea reziduală prin spălarea carbonatilor (dacă sunt prezenți în roca). De culoare roșie, structura edafică (în blocuri unghiulare, prismatice)



C. Material original. Fara dezvoltare de structura edafica. Se poate sapa.

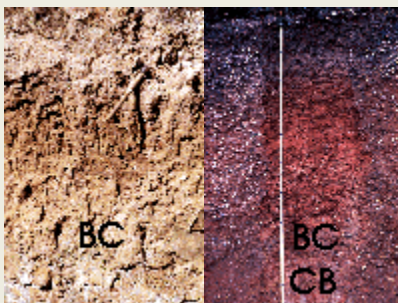


C. Material original. Roca dura. Nu se poate excava.



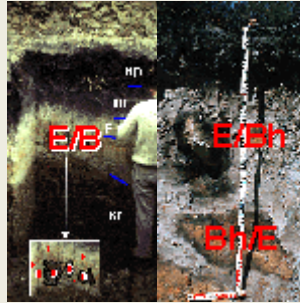
Orizonturi de tranzitie

Apar atunci cand limita dintre doua orizonturi invecinate este difuza, ca un strat de tranzitie. Se noteaza prin combinatie de doua litere majuscule (de ex., AE, EB, BE, BC, CB, AB, BA, AC si CA). Prima litera indica orizontul principal, cel cu care orizontul de tranzitie se aseamana cel mai mult.



Orizonturi amestecate

În unele situații apar orizonturi amestecate, în sensul că într-unul se găsesc porțiuni dintr-altul. Se desemnează prin două litere majuscule separate printr-o bară oblică; prima literă indică orizontul ce predomină (de ex. E/B, B/C).



Clasificarea solurilor caracteristice zonelor umede în Europa

Solurile caracteristice zonelor umede se caracterizează în Europa prin 4 proprietăți:

1. halomorfe
2. gypsimorfe
3. calcimorfe
4. redoximorfe

Pentru acestea se disting 4 tipuri de saturare în apă:

- a) saturare totală și permanentă (soluri submerse)
- b) saturare temporară și totală (soluri de inundare)
- c) saturare permanentă în subsol (solurile apelor subterane)
- d) saturare permanent-temporară în solul superficial

5.2.6. Serviciile zonelor umede

Descrierea serviciilor zonelor umede

Serviciile realizate de zonele umede pot fi descrise în 2 abordări distincte:

- **ecologică:** în funcționarea ecosistemelor (“funcții pentru ecosistem”);
- **economică:** în legătură cu activitatea oamenilor (“beneficii”).

Cele 2 abordări sunt adesea prezentate împreună (vezi tabelul următor)

Serviciile furnizate de zona umeda	Beneficiile pentru om
Furnizare de resurse	
Hrana	Peste, vanat, fructe de padure
Apa potabila	Retinerea si stocarea de apa pentru uz uman, industrial si agricol
Combustibil, fibre	Busteni, cherestea, lemn de foc
Produse biochimice	Produse biochimice cum ar fi cele de uz medical
Material genetic	Rezerva de gene rezistente la agenti patogeni, specii ornamentale
Reglare	
Reglarea climatului	Sursa, dar si cale de inlaturare a gazelor cu efect de sera; influentarea temperaturii, precipitatiilor si altor fenomene meteorologice locale si regionale
Reglarea fluxurilor hidrologice	Alimentarea si evacuarea apelor subterane
Epurarea apei	Inlaturarea excesului de nutrienti si a altor poluanti
Reglarea eroziunii	Fixarea solului si a sedimentelor
Reglarea riscurilor de pericol natural	Controlul inundatiilor, protectia impotriva furtunilor
Polenizare	Asigurarea de habitate pentru polenizatori
Servicii culturale	
Spiritual si inspirational	Sursa de inspiratie, multe religii recunosc valoarea spirituala si religioasa a unor componente ale zonelor umede
Recreational	Zonele umede prezinta oportunitati pentru activitati recreationale
Estetic	Multe persoane apreciaza frumusetea ecosistemelor de zone umede
Educational	Oportunitati pentru educatie si instruire formala si informala
Servicii de suport	
Formarea solului	Retinerea sedimentelor si acumularea de materie organica
Ciclurile de nutrienti	Stocarea, reciclarea, procesarea nutrientilor

Sursa: *Millennium Ecosystem Assessment, 2005. Ecosystems and Human-Well-being: Wetlands and Water Synthesis. World Resources Institute, Washington, DC.*

Conceptul de **utilizare inteligenta** (“wise use”) a zonelor umede, formulat in cadrul Conventia Ramsar, semnata de 153 de parti, recunoaste nevoia de a integra conservarea si dezvoltarea. Este recunoscut ca, mai degraba decat sa protejeze zonele umede de orice schimbari, dezvoltarea umana necesita adesea alterarea ecosistemelor de zone umede. Dar, pentru a evita impactul negativ al acestor schimbari asupra zonelor umede, procesele care sustin existenta si echilibrul ecosistemelor trebuie investigate stiintific.

- Dezvoltarea = alterarea ecosistemelor de zone umede => protejarea ecosistemelor = imposibila => evitarea impactul negativ al schimbarilor => investigarea stiintifica a ecosistemelor

Controlul inundatiilor

- Zonele umede captează apa și o eliberează mai lent
- Capacitatea zonelor umede de a stoca apa scade nivelul inundațiilor, reduce eroziunea și distribuie apa în mod uniform pe lună
- Prezența zonelor umede în aval de zonele locuite ajută la diminuarea efectului negativ de “spalare” de pe suprafețele pavate

5.2.7. Restaurarea zonelor umede

Chiar si cele mai mici modificari in regimul hidrografic (debit, calitatea apei) al zonelor umede poate afecta semnificativ populatiile de plante ce traiesc intr-o zona umdea, pot deteriora puternic habitatele specifice.

Principalele probleme de rezolvat in cazul restaurarii zonelor umede sunt:

- Disponibilitatea apei la debitul necesar atunci cand este nevoie;
- Formularea si intelegerea unor modele de functionare a zonelor umede cat mai aproape de realitate si capabile sa ofere cu acuratete suficienta rezultate utile, in special in ce priveste predictia regimului de functionare in anumite situatii
- Formularea unor masuri care sa conduca la gestionarea eficienta a aportului de apa si a regimului hidric in generat, care sa conduca la mentinerea umiditatii necesare a solului
- Masurile pentru reconectarea canalelor apelor de suprafata (raurilor) la lunca inundabila.

Intervenția umană asupra bazinului acvatic, pentru obținerea apei în scopuri agricole, industriale sau pentru consum uman a făcut ca adesea să fie imposibilă refacerea în întregime, ca suprafața, a unei zone umede. O soluție de compromis, care să refacă doar parțial o zonă umedă este adesea adoptată. Spre exemplu, nivelul pânzei freatice a fost menținut la cota necesară zonei umede de la Wicken Fen, Anglia, prin izolarea cu o membrană impermeabilă a zonei

Refacerea zonelor umede presupune și existența unei pânze freatice necontaminate. În cazurile (deloc rare) în care aceasta a fost poluată puternic, se impune tratarea sa (epurarea). Există două categorii de tehnici de epurare a apei din subteran:

- a) Cu extragerea și tratarea sa la suprafață, urmată de reintroducerea în subteran- metode *ex-situ*
- b) Cu tratarea sa acolo unde se afla (fără a fi extrasă) – metode *in-situ*

Suprafața ocupată de zone umede

Există în uz aproximativ 50 de definiții diferite ale zonei umede în Europa. Din această cauză, suprafața raportată ca fiind ocupată de către acestea depinde de definiția utilizată în fiecare caz particular.

Suprafața ocupată de zonele umede a scăzut continuu în ultimele decenii.

Reglarea climatică

Zonele umede prezintă o productivitate biologică semnificativă (aproximativ 10% din productivitatea netă globală), acumulând prin aceasta cantități mari de carbon organic.

În general, degradarea ecosistemelor generată de modificarea utilizării terenurilor conduce la scăderea dramatică a capacității acestora de a fixa dioxidul de carbon, comparabil cu capacitatea dinaintea schimbării respective.

Una dintre principalele cauze ale împiedicării fixării dioxidului de carbon (cel mai important gaz cu efect de seră) este drenarea zonelor umede.

Importanța arheologică a zonelor umede

Solul zonelor umede conține aluviuni care creează condiții excelente pentru conservarea materialului organic, cum ar fi resturi de obiecte confecționate de om din lemn, plante, semințe

care se pot constata în dovezi arheologice ale unor activități din trecut. Asemenea lucruri nu se pot conserva în zone uscate, din cauza proceselor biochimice ce le distrug.

În anul 2006 a fost realizată o hartă arheologică a zonelor umede de coastă în Planarch (Olanda, Belgia, UK) iar Scotia a finanțat un studiu de monitoring ecologic al zonelor umede Loch Arthur, Milton Loch, Barlockhart, Whitefield Loch și Cults Loch unde se găsesc importante morminte din epoca de fier.

După o primă etapă pilot de măsurare, următorii parametri au fost incluși într-un program de monitorizare pe termen lung, derulat din 2008: nivelul apei, pH, potențial redox, indicatori de chimia apei și biomonitoring bazat pe diatomee.

Situația zonelor umede în România

În anul 2003 erau raportate aproximativ 150 de zone umede în România, în urma a 3 studii de inventariere. Dintre acestea, 8 îndeplineau, în urma unor evaluări indirecte și preliminare, condițiile de a fi declarate Zone umede de importanță internațională statuate de Convenția Ramsar. La începutul anului 2015, în România existau 19 situri RAMSAR.

5.2.7. Efectele îndiguirilor luncii inundabile a Dunării

România gestionează 1.075 km curs navigabil din cei 2.860 km ai marelui fluviu european, luncile Dunării inferioare, care totalizează 573.000 ha, din care 432.000 ha îndiguite (75% din întreaga luncă a Dunării inferioare) și o deltă cu o suprafață de 432.000 ha, declarată rezervație naturală națională și protejată de legislația internațională.

Se remarcă ritmul alert al îndiguirilor Luncii Dunării după anul 1962, când se atingea suprafața de 106.000 ha, în 1964 – 306.000 ha, pentru ca în 1987 să se atingă maximum suprafeței îndiguite, de 432.000 ha, la un număr de 53 incinte îndiguite. În condițiile hidrologice excepționale ale anului 2006 s-a solicitat la nivel extrem tehnica românească a îndiguirilor, s-au verificat principiile de realizare a acestora și modalitățile de valorificare a teritoriilor de luncă amenajate complex cu lucrări de îmbunătățiri funciare.

Sectorul Dunării Inferioare, între Porțile de Fier și gurile de vărsare ale Deltei, este ultima porțiune caracterizată prin curgerea neîntreruptă a apei. Din acest motiv, pe acest sector fluviul prezintă încă numeroase brațe și ostroave cu plaje cu nisip fin și păduri naturale de plop, salcie și arin.

Însă și acest sector al Dunării a suferit modificări, în special din cauza îndiguirii luncii inundabile și desecării mlaștinilor și bălților aflate în lungul fluviului și transformarea lor în terenuri agricole. Toate aceste zone inundabile, denumite zone umede, erau importante pentru depunerea icrelor de către pești și zone de cuibărit pentru numeroase specii de păsări migratoare.

Astfel, zonele umede din lungul Dunării erau rezervoare importante de resurse naturale pentru localnici. Întreruperea legăturii fluviului cu lunca inundabilă a dus la pierderea acestor beneficii oferite de natură și a determinat reducerea drastică a capacității de stocare a apei la inundații.

Îndiguirea luncii inundabile a Dunării a determinat reducerea drastică a capacității de stocare a apei la inundații. Din acest motiv, la viiturile din ce în ce mai mari și mai dese, o mare cantitate de apă nu se mai revarsă în lunca fluviului, ducând la inundații catastrofale în zonele locuite. Lucrările de extracție a pietrișului și nisipului aduc modificări locale și regionale morfologiei fluviului. În plus, o serie de specii de pești și insecte sunt dependente de nisipul fin pentru a-și depune ouăle sau larvele. Din cauza dragării intense a albiei, fluviul se adâncește și determină scăderea nivelului apei subterane din luncă, fapt ce duce la uscarea pădurilor de luncă, dar și la creșterea costurilor cu irigarea terenurilor arabile în perioadele secetoase.

Vegetația de pe malurile râurilor, casă pentru o mulțime de specii, a fost puternic afectată, padurile de luncă au fost tăiate masiv pentru a face loc pădurilor de producție și culturilor agricole. Fără aceste păduri, sute de specii cum ar fi nenumărate păsări, amfibieni, fluturi și specii acvatice vor dispărea.

5.2.8. Reconstrucția zonelor umede

Metode de restaurare

1) Înlăturarea materialului de umplutură

Etape :

Înlăturarea materialului de umplutură - din zone agricole obținute din foste zone umede;

- Refacerea regimului hidric specific zonei umede are loc automat, prin umplerea naturală cu apă;
- Se poate lărgi suprafața inițială, prin săparea unei zone adiacente suplimentare.
- Malurile gropii nu se nivelează, ci se lasă cât mai neregulate, pentru a favoriza microtopografia



Figura 9 Înlăturarea materialului de umplutură pentru refacerea unei zone umede în Windy Lake, Minnesota Foto: Rod Marsh, Minnesota, SUA.

2. Înlăturarea tuburilor de drenare și a îndiguirilor

În scopuri de obicei agricole dar nu numai – sunt instalate tuburi de drenare care preiau apa din apropiere de suprafață și o conduc spre râuri => uscarea zonelor umede. Sunt construite diguri care împiedică apa să ajungă la zona umedă

Tehnica: înlăturarea conductelor și digurilor, astuparea capetelor de conductă.



Figura 10 Gură de evacuare a apei colectate din solurile de adancime ale unei foste zone umede

3. Pomparea și obturarea canalelor de evacuare a apei de suprafață

- Blocarea parțială a canalelor de suprafață cu pietre
- Pomparea dintr-o zonă cu apă suficientă
- Blocarea apei prin plantarea de vegetație specifică
- Largirea locală a canalelor de suprafață





Figura 11 Obturarea canalelor și pomparea apelor de suprafață

Cum se identifică prezența unor lucrări de drenaj

- Benzi de vegetație distincte față de restul vegetație – de-a lungul unor conducte de drenaj ;
- Gropi de explorare – se pot găsi resturi de conducte de drenaj sau chiar conductele ;
- Observarea vizuala sau auditivă a orificiilor de evacuare a apei drenate (în perioade ploioase) ;
- Harți sau fotografii aeriene.



Figura 12 Gropi de exploatare și canalele de drenaj

Studiu de caz - Norfolk Broads , The Trinity Broads (United Kingdom)

Metodele de restaurare aplicate la Trinity Broads

- Reducerea cantităților de nutrienți evacuate din stațiile de epurare din vecinătate.
- Înlăturarea ciprinidelor (pești) – excrementele lor sunt abundente și favorizează eutrofizarea.
- Utilizarea plantelor artificiale ca substrat pentru macronevertebrate
- Crearea de insule plutitoare pentru helophyte.
- Restaurarea vegetației helophyte pe malurile lacului prin înlăturarea *Alnus glutinosa* și *Salix cinerea*.

[finanțarea restaurării: Guvernul UK și EU LIFE]

Repopularea – cu specii native.

În sol rămân semințe ale speciilor specifice zonei umede și după conversia sa în teren agricol sau după drenare (“banca de semințe”) dar supraviețuiesc puțin timp și se răspândesc pe o arie restrânsă.

Zonele umede remanente– “insule într-o mare de habitat agricol ostil”.

Restaurarea vegetației – din mai puține specii (cu o diversitate mai mică) decât a unei zone umede de referință => echilibre mai fragile.

Să ne reamintim

Cunoscute sub numele generic de mlaștini, zonele umede sunt astăzi considerate a fi între cele mai importante dar și amenințate ecosisteme. Retenția apei, reciclarea nutrienților, epurarea biologică și adăpostirea unei flore și faune bogate sunt câteva dintre caracteristicile zonelor umede.



5.3. Rezumat

Principalele categorii de zone umede sunt: zone umede costale sau marine, delte și estuare, râuri și lunci, lacuri marine, mlaștini de apă dulce, turbării, zone umede create de om (lacuri de acumulare). În general, zonele umede sunt cunoscute sub denumirea de mlaștini.

Cu toate că indicatorii de hidrologie a zonelor umede sunt dificil de identificat este esențial să se determine dacă zona este periodic inundată sau are un sol saturat pentru ca zona respectivă să îndeplinească cerințele identificării sale ca zonă umedă.

Solurile și speciile de plante ale zonelor umede (specii palustre) au caracteristici particulare care reflectă prezența apei în cantitate mare pe anumite terenuri. În prezent zonele umede sunt mult apreciate pentru serviciile pe care le oferă sistemului economic beneficiind de măsuri de conservare și refacere.



5.4. Test de evaluare a cunoștințelor

1. In ce constau serviciile de reglare oferite de zonele umede?
2. Ce adaptări prezintă plantele acvatice submerse?



5.5. Bibliografie recomandată

- a. Torok J. 2001 Plante acvatice din Delta Dunării. Petarda, nr. 9, Tulcea, 16 pp
- b. * * * 2013 Delta Dunării, paradisul aproape pierdut. Asociația Salvați Dunărea și Delta, București, 247 pp
- c. Doroftei M., Covaliov S. 2013 Manual de ... Delta Dunării. Ghid pentru personalul de teren al ARBDD și Gărzii de Mediu. Edit. Centrul de informare tehnologică Delta Dunării, Tulcea, 485 pp

CAPITOLUL 6 MEDIUL MARIN



6.1. Introducere

Oceanografia reprezintă studiul fenomenelor legate de oceane, prin folosirea combinată a geofizicii, geochimiei și biologiei și cuprinde 4 secțiuni:

- oceanografia chimică (reacțiile chimice din masa apei și de pe fundul oceanului)
- oceanografia biologică (aparitia și distribuția vieții în ocean)

- oceanografia fizică (modificările și deplasările apei)
- geologia și geofizica marină (sedimentele și topografia fundului oceanelor)

Deși studierea oceanelor implică numeroase cunoștințe din aceste domenii totuși, ultimele decenii au impus specializarea cercetătorilor, urmare a dezvoltării deosebite a cunoașterii.

Ca de altfel toate științele și oceanografia a fost la început strict descriptivă. Pe măsură ce s-au acumulat date și s-au fundamentat metode experimentale de studiu, această știință a devenit complexă și sintetică fiind orientată spre rezolvarea unor nevoi ale populației umane și denumirea de oceanografie s-a schimbat în oceanologie. Aceasta este deosebirea dintre cei doi termeni (de natură istorică) deși unii specialiști vorbesc despre oceanografie ca studiul fizic al mediului oceanic iar despre oceanologie ca un ansamblu aparținând științelor naturii.

Începută ca o “adaptare” a cunoașterii la nevoile practice ale navigației, oceanografia a devenit o știință cu largi aplicații în industria petrolului, industria alimentară, climatologie, în politică și în strategiile militare. Sedimentele oceanice reflectă istoria geologică și biologică a planetei, curenții oceanici determină distribuția a numeroase grupe de organisme și influențează clima continentelor, abundența de viață reprezintă o importantă sursă de hrană pentru om iar cantitățile uriașe de substanțe chimice dizolvate o rezervă valoroasă.

Domeniul oceanografiei a fost dezvoltat cu precădere de marile puteri economice, cercetarea necesitând echipamente complicate și deci resurse financiare pe măsură. Să menționăm marile institute oceanografice americane, ca Institutul Oceanografic Scripps (La Jolla, California), Institutul Oceanografic Woods Hole (Woods Hole, Massachusetts), Observatorul Geologic Lamont-Doherty (Palisades, New York) ca și Institutul Oceanografic din Paris și cel din Monaco.

Începutul oceanografiei a fost legat de primele preocupări geografice ale omului și de dezvoltarea relațiilor comerciale. Fenicienii și grecii cunoșteau bine M. Mediterană pe la 800 î.e.n. iar în 600 î.e.n se făcuse prima călătorie în jurul Africii. Pe la 400 î.e.n. s-a făcut legătura între fazele lunii și fenomenul mareelor.



6.2. Conținut

6.2.1. Originea oceanului

Conform ipotezelor actuale, apa oceanului planetar poate proveni din:

1. atmosfera primordială a Pământului
2. descompunerea rocilor vulcanice
3. acumularea apei de-a lungul istoriei geologice

În primul caz se consideră că atmosfera primordială a suferit la un moment dat o condensare completă. Dar ar fi de așteptat ca apa oceanului să conțină o mare cantitate din presupușii componenți originari ai atmosferei: în realitate, neonul și argonul, de pildă se găsesc în cantități infime. Pe de altă parte, luând în considerație că greutatea atomică a neonului este 20 și n-a fost reținut în atmosferă decât ca urme, nu se poate înțelege de ce atmosfera ar fi putut reține apa, a cărei greutate atomică este 18, deci mai mică decât a neonului. Este posibil ca la început, gravitația terestră să fi fost mai mică și astfel atmosfera originară să fi fost pierdută. Oricum, trebuie reținut faptul că atmosfera actuală nu poate reține mai mult de 13.000 km³ de apă în timp ce volumul oceanului trece de 1 miliard de km³.

A doua ipoteză consideră că prin descompunerea rocilor vulcanice s-a eliberat apă (aceasta ar fi fost apa primordială, legată chimic în constituția rocilor vulcanice). Datele experimentale arată însă că aceste roci conțin doar 5% apă ceea ce reprezintă abia 50% din apa oceanului. Se pare că totuși, o parte din cationi (Na, Mg, Ca, Zn) ar proveni din aceste roci.

Cea mai acceptată de specialiști este a treia ipoteză: a avut loc o acumulare lentă dar nu uniformă, sursele fiind activitatea vulcanică, izvoarele termale și încălzirea rocilor intrusive. În apă s-au eliberat anioni (Cl, S).

Pe baza studierii unor fosile de origine aparent marină s-a emis ipoteza că oceanul (dar nu cel actual) exista acum 2 miliarde de ani. Tot pe baza datelor fosile este susținută ideea că apa oceanului este aproape neschimbată din punct de vedere chimic de aproximativ 600 milioane de

ani ceea ce reprezintă un punct important în demararea studiilor legate de originea și evoluția vieții.

În ocean au loc numeroase procese fizice și chimice care reglează compoziția chimică a apei. Aceste procese se petrec în zone de interfață:

- apă-atmosferă
- apă-biosferă
- apă-sediment

6.2.2. Ecosistemele marine

Ecosistemele marine sunt parte a celui mai larg sistem acvatic, ce acopera 70% din suprafața Pământului. Habitatele ce îl alcătuiesc se întind de la zonele de coasta productive, până la abisurile oceanului. Multe dintre procesele importante fizice și biologice din mediul marin (cum ar fi temperatura de suprafață, monitorizate prin satelit), arată schimbări graduale la scări spațiale mari.

De asemenea, în timp ce unele animale și plante trăiesc toată viața lor într-o zonă foarte localizată (câțiva kilometri pătrați), altele, cum ar fi balenele și peștii migratori, cum ar fi tonul, utilizează bazine întregi oceanice ca mediu de viață.

Cum atunci ne definim limitele spațiale în ecosistemul marin pentru a studia procesele și pentru a lua decizii la nivel regional?

Aceste scări spațiale diferite trebuie să fie luate în considerare, în special atunci când luăm în considerare interacțiunile dintre mediul fizic și de procesele biologice, inclusiv variații în sistemul climatic și efectele sale asupra biocenozelor. Un concept util este să abordăm oceanele lumii, la o scară intermediară cunoscută sub numele de ecosisteme marine largi (întinse), mari sau LMES. Mai multe studii au definit aproximativ 45 de LMES în oceanele lumii, cu opt dintre acestea având loc în apele teritoriale SUA și zona economică exclusivă (ZEE).

La scară de LMES, putem corela variațiile mediului fizic și chimic cu productivitatea biologică, cu starea de diferitele populații marine și cu un spectru larg de interacțiuni umane

care contribuie la schimbările observate. Totuși trebuie menționat că limitele interpretării sunt subiective.

Lanțul trofic al mediului marin, sau "rețeaua trofică", are la baza producției sale fitoplanctonul. La niveluri trofice succesive (1 = fitoplancton, 2 = zooplancton, etc), masa care poate fi susținută este de doar aproximativ 10 la suta din cea de la nivelul adiacent inferior. Acest lucru se datorează faptului că o energie considerabilă este necesară pentru creștere, mișcare și reproducere. Nutrienții eliberați de aceste procese sunt reciclați de ecosistem înapoi la baza lanțului trofic.

Activitățile umane ce influențează rețeaua trofică din mediul marin includ creșterea cantității de nutrienți în sistemele de coastă, ceea ce poate stimula producția de fitoplancton, ceea ce mai departe poate avea consecințe diverse pentru ecosisteme.

Transferul de materie la nivelurile superioare ale piramidei poate modifica, de asemenea, numărul de animale la niveluri trofice mai scăzute, ducând la schimbări în disponibilitatea speciilor marine pentru utilizări umane, precum și în dinamica ecosistemului.

Acest grafic este o imagine prin satelit compusă din "culoarea oceanului", care este un indiciu al prezenței fotosintezei. Fitoplanctonului marin (compus în principal din diatomee și dinoflagelate) este responsabil pentru fotosinteză în ocean, fiind totodată și baza rețelei trofice marine. Cerințele pentru fotosinteză sunt lumina soarelui și nutrienți, cum ar fi azot și fosfor, precum și urme de alte elemente, inclusiv fier.

Procesul de fotosinteză apare în partea superioară de 200 de metri a oceanului, și mai ales în partea superioară de 50 de metri. Aceasta are drept cauză incapacitatea luminii Soarelui de a pătrunde mai adânc.

"Zona fotică" (mai puțin de 200 de metri), reprezintă doar aproximativ 7% din volumul oceanelor, a căror adâncime medie este de aproximativ 2,3 km.

Fitoplanctonul neutilizat moare și se scufundă prin zona fotică, astfel încât cele mai mulți nutrienți din ocean ajung în zonele mai adânci, unde fotosinteză nu se mai poate produce.

Prin urmare, pentru a sprijini sistemele vii, nutrientii trebuie să fie transportati din adâncimea oceanului în zona fotică. Acest lucru se întâmplă în zonele de „up welling” și în zonele cu alte sisteme de curenți.

Din acest motiv zonele de „up welling”, cum ar fi cele din largul coastelor de vest ale Statelor Unite, America de Sud, și Africa, sunt printre cele mai productive ecosisteme din lume.

Prin upwelling (eng.) se înțelege fenomenul prin care vântul ce bate paralel cu coasta oceanului produce un curent de suprafață perpendicular pe țărm, fenomen ce dă naștere unei ascensiuni a straturilor inferioare spre suprafață. În oceanografie se utilizează termenul de transport Eckman, după numele descoperitorului său - Vagn Walfrid Ekman (începutul secolului XX).

Înțelegerea productivității sistemelor marine, implică nu numai înțelegerea proceselor din zona fotică, dar și înțelegerea sistemelor de curenți și de up welling și înțelegerea sistemelor biologice bazate pe nutrienți.

Pentru a înțelege modul în care diferite specii și medii lor fizice și chimice interacționează, trebuie să facem o serie de observații.

Observațiile suprafeței marine ale culorii oceanului dezvăluie vârtejuri complexe și "puncte fierbinți" ale productivității care rezultă din interacțiunea de curenți marini, geologia fundului mării și concentrațiile de nutrienți.

Diferite specii de alge sunt influențate de aceste diferențe locale din producție marină, care afectează abundența și distribuția lor. Observarea culorii suprafețelor marine și a temperaturii este mult simplă dar nu poate evidenția structura tridimensională a mediului fizic, precum și diverse specii de animale, pe cele care trăiesc pe fund ("bentosul"). Diverse metode pentru prelevare de probe sunt aplicate de către mai multe organizații spre a oferi o imagine integrată a variațiilor în ecosistemele marine.

Variațiile climatice pe termen lung, cum ar fi Oscilația Nord-Atlantic (NAO), pot induce anumite condiții marine care, la rândul lor să afecteze componentele biologice ale ecosistemelor. Astfel, gestionarea populațiilor marine implică nu numai contabilizarea impactului uman asupra lor ci și identificarea variațiilor sistemelor biologice cauzate de sistemele climatice regionale.

Ecosistemele sunt influențate nu numai de schimbările climatice regionale, ci și de o mare varietate de activități umane. Unele dintre cele mai importante sunt: îmbogățirea cu nutrienți al zonelor de coastă (cum ar fi Chesapeake Bay), modificări ale zonei de coastă (dragarea, minerit, pescuitul asupra habitatelor de fund), precum și de efectele directe de recoltare pentru unele animale.

Activități cum ar fi extragerea de indivizi în număr mare pentru scopuri economice (“recoltare”) influențează atât abundența unor specii importante (precum specia de cod din Atlantic), cât și distribuțiile lor geografice.

De exemplu, colapsul stocurilor de cod din largul Terra Nova a dus la reducerea distribuției lor, precum și la schimbări în abundența unor speciilor pradă. În special, speciile de nevertebrate marine, cum ar fi de creveți și crabi sunt acum mult mai abundente decât înainte, când specia de cod a înregistrat un declin din cauza pescuitului. Din aceste motive, sistemele de observație pentru ecosistemele marine trebuie să monitorizeze distribuția spațială a populațiilor de animale importante, precum și a factorilor care controlează abundența lor.

Unele elemente referitoare la ecosistemele marine sunt bine înțelese, altele sunt necunoscute. Avem acum o înțelegere semnificativă a dinamicii de suprafață și de producție de fitoplancton, cu ajutorul imaginilor satelitare.

Există cunoștințe abundente cu privire la unele specii importante de animale, inclusiv cele pentru obiective primare, de pescuit, precum și despre animale importante, cum ar fi mamifere marine, dar și cu privire la alte specii. Cunoștințele noastre de dinamica 3-D a sistemelor de ocean sunt relativ bune și a fost realizată o hartă a habitatelor oceanului.

Mai puțin cunoscute sunt numărul de specii din ocean în prezent și efectele variației climatice asupra dinamicii ecosistemelor. Mai puțin înțelese sunt probleme legate de reversibilitatea impactului uman asupra speciilor și a ecosistemelor, evaluarea corespunzătoare a produselor și serviciilor ecosistemelor marine. Unele probleme sunt fie foarte costisitoare de investigat (de exemplu, cartografierea completă a fundului mării), fie sunt conceptual greu de rezolvat (cum ar fi modele de prognoză ale dinamicii speciilor marine). Alte aspecte nu pot fi niciodată pe deplin

cunoscute, prin natura lor, cum ar fi structura și funcționarea de ecosistemelelor în regim natural (de exemplu, înainte de impactul uman).

Cele mai importante categorii de ecosisteme marine sunt:

- Oceanele
- Estuarele
- Recifurile de corali
- Zonele de coasta, inclusiv lagunele și sistemele inter-mareice

Ecosistemele marine au câteva proprietăți aparte care le diferențiază de alte ecosisteme acvatice, factorul cheie fiind prezenta compusilor dizolvați în apa marilor și oceanelor, în special sarea.

Totalitatea sărurilor dizolvate într-un kg de apă marină se numește salinitate. În general, aproximativ 85% din substanțele dizolvate sunt Na și Cl. În medie, apa de mare are o salinitate de 35 ppt grame.

6.2.3. Asociațiile de organisme pelagice și bentonice

Planctonul

Planctonul este alcătuit din bacterii autotrofe și heterotrofe, alge (fitoplancton) și animale (zooplancton). Bacteriile (cele heterotrofe) ating un maximum de densitate la o adâncime mai mare decât diatomeele (sub 50 m) fiind dependente de resturile organice care cad de la suprafață.

Clasificarea planctonului:

- După dimensiuni
 - sub 5 μ *Ultraplancton*
 - între 5 și 50 μ *Nannoplancton*
 - între 50 μ și 1 mm *Microplancton*
 - între 1 și 5 mm *Mesoplancton*
 - între 5 și 100 mm *Macroplancton*
 - peste 100 mm *Megaplancton*
- După repartiția orizontală
 - în zona platoului continental *Plancton neritic*
 - dincolo de platoul continental *Plancton oceanic*

- După repartiția verticală
 - de la 0 la 50 m *Euplankton*
 - de la 50 la 200 m *Mesoplankton*
 - de la 200 la 500-600 m *Infraplankton*
 - sub 500-600 m *Bathoplankton*

- După durata vieții pelagice
 - toată viața se desfășoară în pelagial *Holoplankton*
 - doar stadiile larvare sunt pelagiale *Meroplankton*

- După apartenența taxonomică
 - vegetal *Fitoplankton*
 - animal *Zooplankton*

6.2.3.1. Fitoplanktonul

Fitoplanktonul oceanic este dominat de Diatomee și Dinoflagelate. Diatomeele sunt alge silicioase, solitare sau formând colonii. Formele cele mai mici fac parte din nannoplankton iar cele mai mari în microplankton. Căsuța care învelește celula diatomeelor este de natură proteică și este impregnată cu siliciu; în funcție de cantitatea de siliciu această căsuță poate prezenta diferite ornamentații. La speciile coloniale se secretă un mucus care iese prin pori și lipește căsuțele una de alta. Pigmenții fotosintetici sunt clorofila și xantofila și există de asemenea un pigment accesoriu, brun, diatolina.

Fundul mărilor reci (înghețate) este în bună parte acoperit de căsuțele (frustulele) diatomeelor, acestea fiind favorizate de bogăția de elemente minerale.

Al doilea grup ca importanță din componența fitoplanktonului marin este reprezentat de dinoflagelate. Aceste alge au doi flageli, orientați perpendicular unul pe altul. Unele specii, cum este *Noctiluca miliaris*, au un înveliș celulozic, altele o căsuță formată din plăci distincte, sudate între ele. Conțin în cromoplaste clorofilă, xantofilă, peridinină, dinoxantină și carotenoizi.

Există părerea că dinoflagelatele sunt mixotrofe deoarece acestea pot absorbi odată cu nutrienții minerali și elemente figurate din apă (celule de ciliate sau flagelate).

Sunt abundente în mările reci și reprezintă hrana pentru sardine și anchois și uneori, datorită toxinelor secretate provoacă moartea moluștelor, crustaceelor și peștilor (înflorirea roșie a apelor).

Genurile *Noctiluca* și *Gonyaulax* includ și specii fosforescente. Luminiscenta este stimulată în mod normal de factori mecanici: o mișcare foarte slabă a apei, indusă de deplasarea unui copepod este suficientă pentru a o provoca.

În afară de aceste două grupe, fitoplanctonul mai cuprinde și alte organisme. Coccolithophoridaele sunt flagelate foarte mici (nannoplancton) care au un schelet calcaros extern format din mici plăcuțe numite coccolite. Coccolitele sunt produse, ca și în cazul scheletului coralilor, ca urmare a procesului de fotosinteză ce are loc în zooxantelele simbiote. Sunt abundente în apele tropicale și subtropicale, atingând uneori densități de 30 milioane indivizi la litru. În M. Mediterană formează 30-98% din componența fitoplanctonului ceea ce face ca această mare să fie numită și Marea flagelatelor.

Mălul cu coccolite este foarte răspândit în toate bazinele oceanice iar la formarea depozitelor de CaCO_3 participă și foraminiferele. În pelagial coccolitele domină numeric dar foraminiferele domină gravimetric.

Tot în nannoplancton sunt incluse și Silicoflagelatele, astăzi mai puțin răspândite dar foarte numeroase altă dată, în mările terțiare. Ele constituie hrana larvelor de echinoderme și ocazional a copepodelor și taliaceelor.

Fitoplanctonul conține de asemenea alge care au în celulă corpi lipidici în loc de amidon. Cea mai cunoscută este *Halosphaera viridis* (Prasinophyceae), întâlnită în toate apele de suprafață dar mai abundentă în mările antarctice (locul doi ca abundență după diatomee).

Trebuie menționate și cianoficeele care sunt răspunzătoare de fenomene de înflorire a apelor. Speciile de *Oscillatoria* au o tentă roșie și ele dau culoarea caracteristică a Mării Roșii.

Dimensiunile mici ale celulelor algale favorizează plutirea dar și absorbția de substanțe minerale (raportul suprafață/volum este mare); plutirea este favorizată și de diferitele prelungiri și excrescențe (*Ceratium* dintre Dinoflagelate). Diatomeele au frustule delicate în comparație cu

speciile bentonice care au învelișuri grele și prezintă chiar forme de vară și forme de iarnă adaptate la variațiile de vâscozitate ale apei.

6.2.3.2. Zooplanctonul

Nanoplanctonul (5-50 μ)

Include 4 grupe de protozoare: foraminifere, acantari, radiolari și tintinide.

Foraminiferele (foramen = gaură) au o cochilie numită test, calcaroasă, hialină, cu aspect porțelanos ori aglutinată. Deși sunt în general bentonice, au și forme planctonice: globigerinele (Orbulina, Hastigerina). După moarte, testele se depun la fund și formează mâlurile cu globigerine.

Acantarii se remarcă prin dispunerea radiară a spiculilor de sulfat de stronțiu care constituie scheletul. Pot fi găsiți de la suprafață până la 1000 m adâncime.

Radiolarii se caracterizează printr-o căsuță silicioasă acoperită de protoplasmă. În funcție de perforațiile membranei și caracterle scheletului, radiolarii se împart în spumelari (căsuță sferică -Acanthosphaera, Hexacanthium; unele sunt coloniale - Collozoum), naselari (orificiu unic și schelet rudimentar) și feodari (dublă capsulă centrală). Radiolarii se hrănesc cu celule vegetale pe care le capturează cu ajutorul pseudopodelor.

Aceste trei grupe sunt incluse în categoria protozoarelor rhizopode, din care mai fac parte amoebele. Tintinidele aparțin ciliatelor și sunt prevăzute cu numeroși cili. Au o căsuță sau lorică globuloasă, tubuliformă sau cupuliformă. Ciliile formează un fel de membrană cu care capturează prada (cocolitoforide, diatomee, dinoflagelate și radiolari).

Microplanctonul (50 μ -1 mm)

Această categorie planctonică include metazoare, mai ales larve de crustacee. Cele mai frecvente sunt copepodele (picior în formă de ramă), care se deplasează prin mișcări sacadate determinate de “bătaia” antenelor, perpendiculare pe corp. În bazinele oceanice copepodele constituie cea mai mare concentrare de proteine alimentare datorită populațiilor lor enorme. Sardinele și heringii se hrănesc aproape numai cu aceste crustacee.

Unele sunt erbivore (consumă diatomee) altele sunt carnivore (larve sau copepode minuscule) și au un ritm de creștere remarcabil. Speciile de *Calanus*, cu dimensiuni de câțiva mm, corp oval, transformă rapid fitoplanctonul în proteină animală și ar putea constitui o resursă de hrană și pentru om.

Copepodele întreprind migrații pe verticală: unele sunt fotonegative (ziua stau în pătura profundă și noaptea se ridică spre suprafață pentru hrănire) iar altele sunt fotopozitive.

În Pacificul de NE s-au înregistrat 15.000 copepode la metru cub de apă de suprafață iar la Murmansk o singură specie atinge un nivel de 28.000 indivizi la mc. Împreună cu formele lor larvare (nauplii și copepodiți) aceste crustacee ajung să constituie până la 90% din zooplancton.

Una din cele mai comune specii de copepode este *Calanus finmarchicus*, frecventă în mările nordului. Aceasta constituie hrana principală pentru heringi și macrouri. Femelele poartă cu ea ouăle fecundate câteva ore și după un interval de 15 ore este pregătită pentru o nouă fecundare.

Mesoplanctonul (1-5 mm)

Include crustacee copepode, cladocere și ostracode. Cladocerele marine se caracterizează prin antene mari și capacitatea de a incuba ouăle în interiorul carapacei. Una din cele mai comune specii din M.Mediterană este *Evadne spinifera*, ușor de recunoscut datorită unei prelungiri spiniforme a carapacei. Trăiește mai ales în apele superficiale și se hrănește cu flagelate și diferite larve. *Penilia avirostris* este un indicator de ape cu salinitate mai scăzută, sub 38‰.

Ostracodele au dimensiuni de câțiva mm iar carapacea are forma unei cochilii din două valve articulate. Se găsesc în ape dulci și marine, atât în plancton cât și în bentos. Genul *Conchoecia* este cel mai frecvent și abundent în plancton. Speciile de *Cypridina* sunt luminescente și ofițerii japonezi le foloseau în timpul ultimului război mondial pentru a descifra mesaje, evitând astfel să apeleze la o lumină puternică.

În afară de crustacee, mesoplanctonul include și chetognate, anelide și moluște.

Chetognatele sunt animale fusiforme și transparente, carnivore. Cel mai cunoscut gen este Sagitta. Sunt indicatoare pentru deplasarea maselor de apă de salinități diferite și sunt folosite pentru detectarea curenților care favorizează răspândirea peștilor.

Polichetele erante fac parte din plancton, cele sedentare și tubicole fiind bentonice. Unele specii bentonice prezintă fenomenul de epitochie: o parte a corpului, care conține ouăle, se detașează și devine planctonică. În largul insulelor Samoa și Fidgi, aceste părți planctonice (ale speciei Eunice palolo) apar la suprafață la apusul soarelui în cantități uriașe iar băștinașii le colectează pentru hrană. Un fenomen asemănător are loc în apele scandinave de NE, în aprilie, la lună plină, cu anelide din genul Nereis.

Moluștele planctonice fac parte din grupul pteropodelor. Dintre acestea, tecosomele au o cochilie. Se hrănesc cu fitoplancton pe care-l aglutinează cu ajutorul mucusului secretat. Sunt răspândite în apele tropicale.

Heteropodele sunt gasteropode adaptate la viața pelagică, piciorul este aplatizat. Se deplasează în bancuri în căutarea protozoarelor și diferitelor larve.

Macroplanctonul

Euphausiile. Sunt crevete cu lungimea cuprinsă între câțiva mm și 5 cm. În mările polare, Euphausia superba-krilul- care se hrănește exclusiv cu fitoplancton, formează aglomerări enorme care constituie hrana balenelor cu fanoane, a focilor, a numeroase păsări și a peștilor. O balenă în vârstă de doi ani, în greutate de 70t poate ingera 1-1,5 tone euphausii zilnic. Euphausia superba poate furniza o recoltă de 100-500 milioane tone anual în timp ce randamentul întregului pescuit mondial nu depășește 62-66 milioane tone.

Euphausiile se găsesc și în mările mai calde unde întreprind migrații pe verticală; unele ajung la 5000-6000 m adâncime.

Mysidele. Sunt prezente la adâncimi de la 100 la 1000 m. Femela poartă ouăle într-o cameră incubatoare de la baza apendicelor toracice.

Între crustaceele macroplanctonice sunt cuprinse și câteva amfipode.

Meduzele. Aparțin la două categorii: unele reprezintă generația sexuată a diferitelor hidrozoare altele sunt scifozoare. Sunt foarte bine adaptate la viața pelagică: corpul lor, transparent, conține 95% apă. Sunt carnivore, își paralizează prada cu ajutorul cnidoblastelor. Unele specii, mai ales dintre cubomeduze, sunt foarte periculoase pentru om.

Physaliile. Aparțin celenteratelor sifonofore și sunt animale coloniale. Filamentele lor foarte lungi, pline de cnidoblaste, sunt foarte periculoase. Ele fac parte din așa numitul pleuston, grupul de animale care trăiește la suprafața mării.

Alte celenterate planctonice sunt speciile de Velella și Porpita, care au un flotor discoidal sau triunghiular.

Ctenoforele. Formează o încrengătură diferită de cea a celenteratelor. Au șiruri lungi de cili și le lipsesc nematociștii, în locul acestora fiind prevăzute cu coloblaste sau celule adezive cu ajutorul cărora aglutinează prada. Cele mai cunoscute genuri sunt Pleurobrachia (se hrănește cu copepode și larve de pești), Cestus (cu specia Cestus veneris, centura Venerei) și Beroe (cu aspect saciform).

Tunicierii. În componența planctonului intră larve de ascidii (care sunt sedentare), pirosoame, salpe și appendiculare.

Pirosoamele sunt animale coloniale, luminescente, în general se deplasează pasiv dar și activ datorită unui curent de apă format între sifoane. Hrana lor de bază este microplanctonul.

Salpele, transparente și gelatinoase, formează uneori aglomerări de până la 2500 indivizi la metru cub de apă. Sunt mari consumatoare de fitoplancton și concurează copepodele erbivore.

Appendiculariile secretă un fel de cochilie gelatinoasă și se hrănesc cu nannoplancton.

Holoplanctonul și meroplanctonul

Meroplanctonul este format din stadii larvare ale diferitelor organisme.

Larvele de echinoderme sunt planctonice (dipleurula) și se încadrează în 4 tipuri principale:

- Bipinnaria (stele de mare)

- Auricularia (holoturii)
- Ophiopluteus (ofiuride)
- Echinopluteus (arici de mare)

Moluștele și anelidele au larvă de tip trochophora(larva veligeră la moluște, larva metatrochophoră la polichete) iar nemerțienii larvă de tip pillidium.

Crustaceele au o larvă primitivă, nauplius.

În afară de aceste larve de origine bentonică, meroplanctonul mai cuprinde ouă și larve care provin de la organismele nectonice, acelea care se pot mișca activ, împotriva curenților: ouă și alevini de pești (sardine, anghile etc). Leptocefalii, larvele de anghile au o răspândire foarte largă în Atlanticul de nord.

Planctonul neritic și planctonul oceanic

Planctonul neritic este format din larve de nevertebrate bentonice (moluște, echinoderme).

Planctonul oceanic este format mai ales din organisme holoplanctonice.

Subdiviziuni altitudinale

Toate organismele cantonate în pătura de apă de la 0 la 50 m adâncime formează epiplanctonul. Aici sunt incluse formele din pleuston.

Planctonul păturii intermediare, mesoplanctonul, cuprinde două grupe distincte:

- copepode mesopelagiale (50-200 m)
- euphausii, miside și decapode infrapelagiale (200-500 m); stratul acesta se numește și zona de refugiu diurn.

La adâncime mai mare de 500 m se găsește bathyplanctonul format din populațiile zonelor batipelagială, abisopelagială și hadopelagială. În batipelagial (500-2000 m) domină copepodele, alături de nemerțieni, sifonofore, amfipode; în abisopelagial (2000-6000 m) întâlnim chetognate, miside și decapode; în hadopelagial (sub 6000 m) trăiesc amfipode, ostracode și copepode.

6.2.3.3. Migrațiile zooplanctonului

Migrațiile nyctemerale

Amplitudinea migrației pe verticală depinde de lumina solară, fazele lunii, temperatură, sezon și particularitățile fiecărei specii. Periodicitatea este determinată de alternanța zi-noapte astfel că aceste migrații se numesc nictemerale. Aproape toate grupele zooplanctonice întreprind asemenea migrații: meduze, ctenofore, chetognate, copepode, euphausii etc. Viteza de deplasare la ridicare este de 17-30 m/oră la copepode, 100 m/ora la euphausii; scufundarea se face cu 50 m/oră la copepode și 140 m/oră la euphausii.

În cursul migrației animalele se pot abate de la traseul obișnuit dacă întâlnesc strate de apă mai reci sau cu oxigenare deficitară iar cele care stau la adâncime nu depășesc termoclina.

Odată ajunse spre suprafață, organismele planctonice pot fi luate de curenții oceanici și astfel au loc migrațiile pe orizontală.

Migrația pe verticală este un fenomen fototrop dar în același timp este determinat și de necesitățile trofice ale speciilor planctonice. Dacă luăm în considerație compoziția planctonului din pătura de la 500 la 2000 m vom observa o mulțime de specii erbivore care se ridică spre suprafață pentru a se hrăni cu fitoplancton. Coborând la nivelul de origine, acestea cedează o parte din energia acumulată în nivelul superior. Mai jos de 2000 m trăiesc specii carnivore și acestea urcă spre nivelul intermediar pentru a se hrăni cu organismele erbivore. Astfel se constituie o multitudine de lanțuri trofice care leagă pătura superficială de cea profundă dar trebuie remarcat faptul că spre zonele abisale este mai puțină energie disponibilă ceea ce face ca densitatea organismelor să fie mai redusă. Peștii abisali au guri enorme și stomac elastic ceea ce le permite capturarea oricăror prăzi care vin de la suprafață.

În mod clar există și migrații care nu sunt determinate de nevoile alimentare: euphausiile coboară ziua până la 30 m pentru a se feri de atacurile tonilor.

Repartiția pe verticală a grupelor de organisme planctonice poate fi observată și datorită fenomenelor de bioluminescență, produsă ca urmare a reacției luciferină-luciferază. Se cunosc 3 sisteme de producere a luminii în rândul organismelor planctonice:

1. Sursă intracelulară la protozoare, algele Noctiluca și Gonyaulax (acestea fiind responsabile de fosforescența mării), unele meduze și euphausii care au fotofori ;
2. Lumina este produsă la exteriorul celulelor, datorită unor secreții (la ostracode, copepode, crevete) ;
3. Lumina este produsă de bacterii simbiote (pești).

MEGAPLANKTONOFAGII (RECHINI ȘI BALENE)

Rechinul pelerin (*Cetorhinus maximus*) are o lungime medie de 9-11 m dar poate atinge până la 15 m. Se hrănește filtrând apa absorbită pe gură cu un sistem de branhictenidii, niște protuberanțe situate pe partea internă a arcurilor branhiale și care sunt papile ale mucoasei care leagă piesele cartilaginose de cele osoase. Acestea rețin atât nisipul care ar putea răni branhiile cât și particulele de hrană. În același fel se hrănește și rechinul balenă (*Rhincodon typus*).

Balenele cu fanoane consumă cu precădere krilul: balena de Biscaya (*Eubalaena glacialis*), balena de Groenlanda (*Balaena mysticetus*), specii de rorqual (genul *Balaenoptera*) și jubartul (*Megaptera novaeangliae*).

6.2.4. Zonarea oceanului

Zona EPIPELAGICA

Stratul de la suprafața oceanului cunoscut ca zona epipelagica se întinde de la suprafața până la 200 de metri adâncime. Mai este cunoscut și drept stratul “însorit” deoarece este pătruns de lumina solară din spectrul vizibil. Odată cu lumina stratul beneficiază și de căldura solară.

Zona MEZOPELAGICA

Sub zona epipelagica se găsește zona mesopelagică, de la 200 de metri până la 1000 de metri. Se mai numește și zona “apei de mijloc”. Este populată de viețuitoare bioluminiscente și de tot felul de pești stranii.

Zona BATIPELAGICA

Se mai numește și zona întunecată, se întinde de la 1000 de metri până la 4000 de metri adâncime. Aici singura lumină existentă este cea generată de vietuitoare. Presiunea apei este imensă, dar în ciuda acesteia, în zona batipelagica trăiesc surprinzător de multe vietuitoare.

Zona ABISOPELEAGICA

Aceasta mai este cunoscut și drept zona abisala sau abisul. Se întinde de la 4000 de metri adâncime până la 6000 de metri. Temperatura apei este aproape de punctul de îngheț și nu există absolut nici o lumină. Foarte puține creaturi pot supraviețui la asemenea adâncimi: nevertebrate cum sunt mici caracatite sau stele de mare.

Zona HADALPELAGICA

Sub zona abisală se întinde zona hadalpelagică, de la 6000 de metri adâncime până la cele mai adânci părți ale oceanului. Presiunea este imensă (1100 atm) iar temperatura este foarte apropiată de îngheț. Aici trăiesc nevertebrate cum ar fi viermii tubulari.

6.2.5. Adaptări ale viețuitoarelor la viața marină

Fiecare formă de viață marină s-a adaptat în timp la o nișă specifică, în care există variații relativ mici ale salinității, temperaturii și luminii. Viețuitoarele marine sunt nevoite să regleze și să contracareze și presiunea osmotica produsă de diferența de salinitate dintre corpul lor și apa marină în care trăiesc, prin rinichi adaptați, prin branhii sau alte funcții speciale ale organismelor lor. Aceste viețuitoare trebuie să absoarbă oxigenul din apă, pentru a-l folosi în procesul de transformare a hranei în energie. Viețuitoarele simple, cum ar fi viermii, absorb oxigenul prin întreaga suprafață a corpului lor, în timp ce animalele mai evoluate utilizează în același scop gili, protuberanțe special dezvoltate sau chiar plămâni.

Toate animalele marine eliberează dioxid de carbon în urma respirației, dioxid de carbon care este utilizat mai departe de plante.

Temperatura variază puternic odată cu adâncimea. Multe mamifere marine au tesuturi izolatoare ce le apara de frig, iar unii pești au substanțe în sânge asemănătoare antigelului care îi feresc de îngheț.

Tipuri de adaptari ale vietuitoarelor la viata marina:

- a) Structurale (ale fomei corpului, ale functiilor si reglajelor disponibile)
- b) Non-structurale (cum ar fi simbioza, camuflajul, comportamentul de aparare, strategiile reproductive, de contact si de comunicare)

Pestii sunt cei care au cucerit mediul marin încă din primele perioade geologice. Patru grupe de pesti:

- Placodermi (disparuti)
- Acanthodi (disparuti)
- Chondrichtheiti (rechinii)
- Osteichthyes (pesti ososi mai evoluati)

Ultimele două grupe au supraviețuit datorită adaptarilor și sunt astăzi prezenți în mări și oceane într-o vasta varietate de specii.

Rechinii prezinta doua tipuri de adaptari :

- rechinii pelagici se misca prin apa in mod constant, pentru a forta apa prin branhii, in scopul realizarii respiratiei.
- rechinii bentonici stau pe fundul oceanului si preiau un flux de apa printr-o pereche de orificii din varful capului, numite spiracle.

O adaptare comuna la viata in zone cu lumina slaba a fost aparitia liniei laterale, un organ senzorial ce poate masura distanta fata de prada, chiar si pe intuneric total.

Functionarea liniei laterale se bazeaza pe decelarea diferentei de presiune a apei. Aceste diferente de presiune pot fi datorate fie de adancime, fie de curenții produși de obiecte care se apropie.

Unitatea senzorială de baza este neuromastul, ce consta intr-un manunchi de celule senzoriale cu perisori incapsulati intr-o structura gelatinoasa. Neuromastii transmit continuu salve de impulsuri nervoase. Atunci cand valurile de presiune ale apei misca amintita capsula

gleatinoasa, indoind perisorii celulelor senzitive, frecventa impulsurilor nervoase scade sau creste, in functie de directia de curbare a neuromastului

In timpul înotului, peștii dau nastere la unde de presiune în apă, unde ce sunt percepute de alti pești. In acelasi timp, peștii initiaza in fata o zona de presiune mai ridicata decât pe partile laterale sau in spate. Aceste unde de presiune sunt distorsionate la apropierea de un obstacol, distorsiuni rapid detectate de receptorii liniei laterale. Deoarece aceste unde sunt similare celor sonore, pestii pot detecta si sunete de frecventa joasă, tot cu linia laterala.

O alta adaptare interesantă la mediul marin este reprezentata de ampulele lui Lortenzini, care pot detecta schimbările de câmp electric produse de un corp scufundat în apă. Spre exemplu, rechinul pisică poate detecta o cambulă îngropata în nisip. Limita inferioara de detectie este de 5 nV/cm, la unele specii de rechin.

Odată cu preluarea supremației pe uscat de către mamifere, **reptilele** au fost nevoite să se adapteze la viata in mediul marin. Carapacea Chelonidelor este un bun scut de aparare, dar si o modalitate de a impiedica osmoza. Carapacea le incetinea miscarile pe uscat, dar in apa povara sa scade datorita fortei lui Arhimede.

Mamiferele care au fost impinse spre viata in mediul marin au trebuit sa faca fata unei probleme esentiale: temperatura sangelui lor este mai ridicata decat ce a apei marilor si oceanelor. Principalele categorii de adaptari pentru a face fata acestei situatii sunt:

- reducerea raportului suprafata /volum, astfel incat suprafata de contact cu apa rece sa fie cat mai redusa
- aparitia unui strat de grasime subtegumentar care izoleaza termic
- reducerea fluxului de sange in apropierea suprafetei de contact cu apa

Se adaugă o serie întreagă de alte adaptări întâlnite la unele specii cum ar fi:

- bătaii de inima mai rare în timpul scufundării
- procente mai ridicate de hemoglobina in sange comparativ cu speciile similare ce traiesc pe uscat
- reducerea afluxului de sânge către organele non-vitale.

Peștii pot bea apă sărată și elimină sarea prin branhii. Păsările marine pot și ele să bea apă sărată, sarea fiind apoi eliminată prin “glandele salive” în cavitatea nazală, de unde este scuturată sau eliminată prin suflu de către pasăre. Balenele nu beau apa de mare, ci își preiau apa necesară din viețuitoarele pe care le mănâncă. Izolarea termică se realizează cu un strat de grăsimi. Deși acesta poate ajunge la unele specii până la 50% din greutate, nu grosimea este importantă pentru termoreglare, ci conținutul în lipide: cu cât proporția acestora este mai ridicată, cu atât izolarea termică este mai bună.

Mamiferele au preferat acest strat față de soluția cu blana (adoptată de focile marine), deoarece blana este termoizolantă numai cât timp există bule de aer în perișori.

6.2.5. Asociații de organisme pelagice și bentonice

Asociațiile de organisme bentonice se compun în principal din macronevertebrate, cum ar fi anelide, moluste și crustacei. Aceste organisme populează substraturile de fund ale estuarelor și joacă un rol crucial în menținerea sedimentelor și calitatii apelor.

Asociațiile bentonice sunt o sursă importantă de hrană pentru peștii de fund, nevertebrate și păsări.

Comunitățile de organisme bentonice sunt un indicator important al stresului de mediu deoarece sunt foarte sensibile la expunerea la poluanți.

6.2.6. Principalele probleme ale mediului marin

Marea Neagră

Variațiile de nivel sezoniere ale apei sunt cuprinse între 15-27 cm. Posedă curenți orizontali: în exterior unul circular paralel cu țărmul, având sensul invers acelor de ceasornic și unul interior care constă din 2 curenți ciclonali. Există și curenți verticali de mică amplitudine (curenți de convecție). Ei apar la finele iernii și vântură apa pe un strat gros de 180-200 de m. Temperatura apei variază sezonier. În sectorul românesc temperatura minimă coboară la 0°C și sub 0°C (-1,4 °C) când apa îngheață.

Apa cea mai caldă se întâlnește în luna august, fiind la țărm de 27-29 °C. Limitele oscilațiilor termice sunt de 20°C în larg și la țărm de 30°C. Pe verticală există o evidentă stratificație termică. Variațiile de temperatură cu inversarea lor între anotimpul cald și rece au loc

numai pana la adancimea de 75-100 de m. La aceasta adancime exista o temperatura constantă de 7 grade ce crește către fund pana la 9 grade. Transparența apei atinge in general 15 m in larg si 1 m la margine in zona deltei. Valurile au inaltimi variabile (maximum este de 4-5 m in timpul furtunilor).

Salinitatea este scazuta la suprafată in zona varsarii apelor dulci in mare (de exemplu, la Sulina salinitatea este de 0,5 g/l). Reactia mediului este alcalină. Oxigenarea apei variaza cu anotimpul și adancimea. In perioada rece păturile superficiale sunt suprasaturate in oxigen. Concentratia lui scade cu adancimea. De la 125-200 m pana la fundul marii gazul solvit este hidrogenul sulfurat. Aici oxigenul lipseste cu desavarsire. Bentalul este format din stanci, nisipuri, maluri, depuneri organice sau minerale etc.

Planctonul este reprezentat pana la adancimea 175 m. Fitoplanctonul cel mai bogat se afla intre 0-50 m adancime. Dominante sunt algele silicioase. Algele verzi (cloroficeele) si algele albastre-verzui (cianoficeele) sunt slab reprezentate. Fitoplanctonul este bine dezvoltat in zona litorala si mai slab dezvoltat in larg. In mare, in locurile unde se varsa apele curgatoare exista un amestec de alge dulcicole si marine. Se constata in fitoplancton o pronuntata variatie sezoniera.

Dinoflagelatele au o dezvoltare maximă în sezonul cald (iunie-august), iar diatomeele in sezonul rece (decembrie-februarie). Biomasa maximă a fost pusă în evidență în luna iunie și în luna noiembrie. Ea constituie un prețios material nutritiv pentru zooplancteri, dar si pentru pestii planctonofagi (hamsie, sport).

Zooplanctonul, mai sarac in specii decat fitoplanctonul, se compune din protozoare, celenterate, viermi etc. Pe anotimpuri, zooplanctonul cel mai bogat este intalnit iarna, iar cel mai sarac, vara. Mai ales, in partea a doua a toamnei zooplanctonul are o crestere continua vertiginoasa. Pe timp de primavara si vara zooplanctonul se diminueaza cantitativ din cauza consumarii lui de catre puietii de peste si pestii planctonofagi. Zooplanctonul scade cantitativ pe verticala.

Nectonul este format mai ales din pesti si din mamifere. Din cele 150 de specii identificate in Marea Neagra, pentru sectorul romanesc mai importante economic sunt scrumbia albastra (*Scomber scombrus*), palamida (*Sarda sarda*), hamsia (*Engraulis encrassichalus ponticus*), stavridul, morunul etc. Dintre mamifere in Marea Neagra traiesc delfinii si focile.

Bentonul este diversificat ca structura. Macrofitele sunt subacvatice si sunt reprezentate prin specii de alge din genurile *Zostera*, *Cystoseira*, *Phyllopora*, *Ceramium*, *Enteromorpha* etc.

Microfitobentosul este prezent in zona unde lumina ajunge la fundul apei. Este format din diferite specii de diatomee.

Zoobentosul este format din populații de animale ce traiesc pana la adancimea de 180-200 m. In functie de adancime se intalnesc anumite polichete, amfipode, moluste, crabi, pesti. Dupa tipul de substrat se creeaza o varietate a biocenozelor bentale. Unele specii de plante si animale traiesc pe stanci (biocenoze litofile), altele pe nisip (biocenoze psamofile), pe mal (biocenoze pelafile).

Sub adâncimea de 200 de m nu trăiesc decât bacteriile sulfuroase anaerobe.

Amenintari pentru mediul marin

Principalele surse de stress pentru mediul marin pe plan global sunt:

- sursele de poluanti de pe tarm
- scurgerile de produse petroliere
- eutrofizarea ca urmare a imbogatirii cu nutrienti
- speciile invazive
- compusii organici poluanti persistenti
- metalele grele
- acidificarea
- substantele radioactive
- deseurile de pe vase
- suprapescuitul
- distrugerea habitatelor marine si costale

Principalele amenintari pentru recifurile de corali sunt:

- evenimentele de climat extrem
- practici turistice nesustenabile

- pescuit pentru pesti ornamentali
- supraexploatare
- sedimentare
- colectarea de corali
- pescuitul cu dinamita
- poluarea

Exemplu: Efectivele de specii valoroase, Acipenseride si Salmonide s-au redus dramatic. In Georgia au fost puse pe lista rosie a speciilor amenințate 7 astfel de specii din Marea Neagra (*Acipenser guldenstaedti colchicus* –Colchic sturgeon, *Acipenser nudiventris* Lov.-spine, *Acipenser stellatus* Pall.-sevryuga, *Acipenser sturio* L.-Atlantic sturgeon, *Huso huso* L.-beluga, *Salmo trutta* L.-Black Sea salmon, *Anguila anguila*-freshwater eel).

Să ne reamintim

Mările și oceanele sunt sisteme ecologice de o mare complexitate cu impact major asupra climatului planetar. Condițiile particulare de viață, mai ales salinitatea și presiunea hidrostatică au determinat, în cursul erelor geologice, formarea unei flore și faune marine de o diversitate remarcabilă. Mările și oceanele reprezintă obiectul de studiu al oceanografiei, știință cu numeroase ramuri și domenii.



6.2. Rezumat

Ecosistemele marine sunt parte a celui mai larg sistem acvatic, ce acopera 70% din suprafata Pământului. Habitatele ce îl alcătuiesc se întind de la zonele de coasta productive, până la abisurile oceanului.

"Zona fotica" (mai puțin de 200 de metri), reprezintă doar aproximativ 7% din volumul oceanelor, a căror adâncime medie este de aproximativ 2,3 km. Fitoplanctonul neutilizat moare și se scufundă prin zona fotica, astfel încât cele mai multi nutrienți din ocean ajung în zonele mai adanci, unde fotosinteza nu se mai poate produce. Prin urmare, pentru a sprijini sistemele vii,

nutrientii trebuie să fie transportati din adâncimea oceanului în zona fotică. Acest lucru se întâmplă în zonele de „up welling” și în zonele cu alte sisteme de curenți.

Planctonul marin este alcătuit din bacterii autotrofe și heterotrofe, alge (fitoplancton) și animale (zooplancton). Bacteriile (cele heterotrofe) ating un maximum de densitate la o adâncime mai mare decât diatomeele (sub 50 m) fiind dependente de resturile organice care cad de la suprafață. Migrația pe verticală este un fenomen fototrop dar în același timp este determinat și de necesitățile trofice ale speciilor planctonice. Dacă luăm în considerație compoziția planctonului din pătura de la 500 la 2000 m vom observa o mulțime de specii erbivore care se ridică spre suprafață pentru a se hrăni cu fitoplancton.

Asociațiile de organisme bentonice se compun în principal din macronevertebrate, cum ar fi anelide, moluste și crustacei. Aceste organisme populează substraturile de fund ale estuarelor și joacă un rol crucial în menținerea sedimentelor și calitatii apelor.



6.3. Test de evaluare a cunoștințelor

1. Care sunt principalele zone ale oceanelor?
2. Care sunt cei mai importanți taxoni care formează fitoplanctonul oceanic?



6.4. Bibliografie recomandată

- a. Moldoveanu M., Burnescu A., Prades T. 2008 Cartea Roșie a Mării Negre, pe înțelesul tuturor. Mare Nostrum, Constanța, 61 pp
- b. Skolka M., Gomoiu M-T. 2004 Specii invazive în Marea Neagră. Impactul ecologic al pătrunderii de noi specii în ecosistemele acvatice. Ovidius University Press, Constanța, 179 pp
- c.

Capitolul 7. MONITORIZAREA SISTEMELOR ACVATICE



7.1. Introducere

Directiva Cadru Apă (WFD, 60/2000) este unul din cele mai puternice instrumente propuse de Uniunea Europeană pentru managementul resurselor de apă și al ecosistemelor acvatice. Aplicarea directivei va însemna organizarea și dezvoltarea unui sistem de management integrat al bazinelor acvatice ceea ce va duce la reechilibrarea raportului dintre activitatea umană și procesele ecologice naturale, cu consecințe faste asupra circuitului hidrologic (Jones, 2001).

Directiva definește starea ecologică ca fiind expresia modului calitativ de funcționare a ecosistemelor acvatice (clasificate conform anexei V). Una din cerințele directivei este aplicarea unui sistem de monitorizare care să aibă în vedere atât parametrii fizico-chimici dar și starea ecologică și potențialul ecologic al sistemului acvatic. În anexa V sunt precizate elementele calitative care trebuie avute în vedere pentru clasificarea apelor din punct de vedere ecologic: compoziția și abundența florei acvatice, compoziția și abundența faunei de nevertebrate bentonice și compoziția, abundența și vârsta populațiilor de pești.

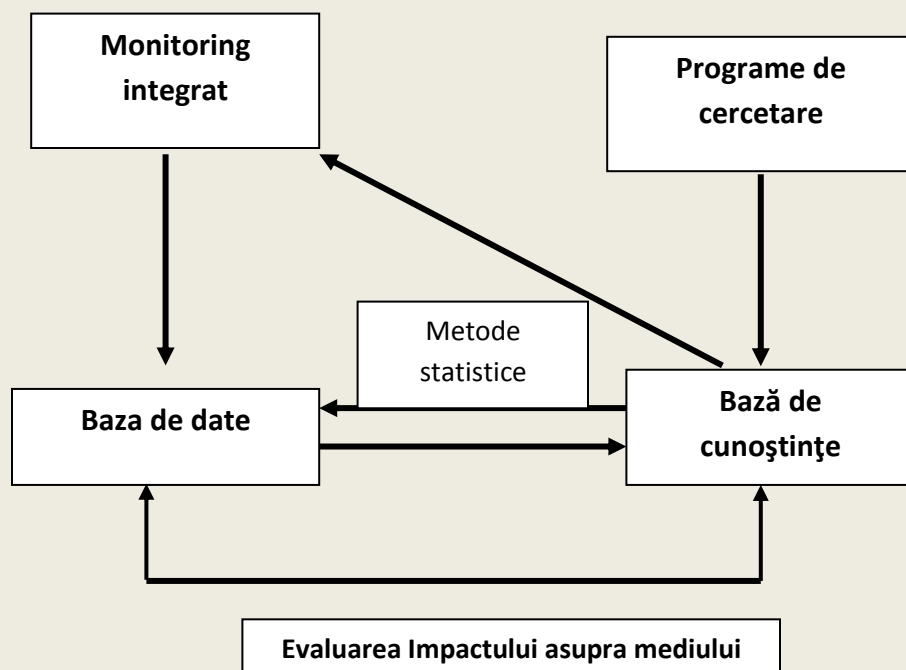
În domeniul ecologiei lotice abordarea unui bazin acvatic la nivelul complexelor de ecosisteme (landscape view) trebuie să țină seama de întreaga rețea de ape curgătoare dar și de conexiunile acestora cu sistemul subteran ca și cu ecosistemele terestre adiacente.



7.2. Conținut

7.2.1. Structura unui sistem de monitorizare a ecosistemelor acvatice

Monitoringul reprezintă un sistem de supraveghere continuă a sistemelor ecologice, care furnizează o serie de date (baza de date), care prin metode statistice sunt transformate în informație (bază de cunoștințe).



Prin interogarea bazei de cunoștințe se realizează evaluarea impactului asupra sistemelor ecologice și se poate determina aplicarea de măsuri de prevenire a pierderii de biodiversitate.

Există câteva caracteristici care trebuie avute în vedere pentru proiectarea unui sistem de monitorizare integrată:

- el trebuie organizat la scară spațială în așa fel încât să reflecte heterogenitatea structurii sistemelor ecologice
- să se ia în considerare în cadrul fiecărui tip de ecosistem variabilele de stare cele mai sensibile
- trebuie aleși parametri de stare sintetici, care să difere de la un tip de sistem ecologic la altul și care să țină cont nu numai de componentele abiotice, cât și de cele biotice (structura biocenozelor)
- să se folosească metode comparabile de lucru la scară națională (asocierea măsurărilor, comparații între date, stabilirea erorii cu care acceptăm să facem predicția) și un sistem de control a calității datelor.

7.2.2. Sisteme de monitorizare. Monitorizarea integrată. Biomonitorizarea

Sistemele de monitorizare integrate au ca “pilon central” pentru evaluarea stării mediului monitorizarea componentelor biologice ale sistemelor ecologice, și anume **biomonitoringul**. Biomonitoringul înseamnă folosirea organismelor în evaluarea și supravegherea condițiilor de mediu. La un anumit nivel fiecare specie poate fi privită ca un “instrument” care poate fi în mod particular sensibilă la substanțe sau condiții care necesită supravegherea ei ca atare, sau ca specie componentă a unei comunități, utilizată pentru monitorizarea unor efecte ale unor fenomene

complexe, cum ar fi surse nepunctiforme de poluare din agricultură. Mai importantă decât monitorizarea comunităților (compoziția specifică) sau speciilor (prezență/absență), este monitorizarea dinamicii populațiilor.

Sistemul de biomonitorizare ridică câteva probleme speciale:

1. Parametrii biologici aleși pentru monitorizare au ranguri taxonomice diferite. Sunt cercetători care cred ca taxonii de rang specie sunt cei care trebuie utilizați, alți care cred ca nivelul de ordin sau familie este suficient.

Folosirea taxonilor supraspecifici poate fi un compromis între obținerea unor rezultate rapide și acuratețea evaluărilor calității apei.

De exemplu, identificarea trihopterelor Hydropsychidae doar la nivel de familie presupune prezența speciilor din genurile *Hydropsyche* și *Cheumatopsyche* relativ tolerante, însă la acest nivel nu se poate deține controlul privind limitele de toleranță la poluare.

Identificările la nivel de gen/specie poate crește precizia monitorizării și astfel de identificări sunt esențiale pentru utilizarea “**comunităților indicatoare**” de poluare. Nivelul de familie poate fi inadecvat pentru identificarea schimbărilor în timp a sistemelor ecologice, evaluarea duratei de revenire a sistemelor în urma modificărilor și determinarea calității sistemului respectiv și poate fi inefficient pentru monitoringul pe termen lung.

Aceste probleme au însă un fundament foarte practic, pentru că supravegherea nu poate fi făcută întotdeauna cu specialiști care să poată identifica toate speciile respective. Problema este a stabilirii semnificației acestor taxoni de ranguri diferite în contextul funcționării unui ecosistem particular.

2. Cei mai multe specii indicatoare au fost desemnate de cercetători care erau cunoscători ai unui ordin și mulți din taxonii aleși ca bioindicatori au fost tratați ca fiind izolați unii de alții și neținându-se cont de faptul ca ei fac parte din structura biocenozei care conțin și alți taxoni. De exemplu sunt sisteme de biomonitoring a apelor curgătoare bazate pe larvele de chironomide. Ele pot induce o serie de erori pentru că nu se ia în considerare comunitatea din care larvele de chironomide fac

parte. De obicei diversitatea speciilor de Chironomidae nu este lineară în relație cu calitatea apei, dar valoarea lor de indicatori este foarte importantă atât pentru identificarea tipului de poluare și a nivelului de stress.

3. Parametrii biologici monitorizați sunt de obicei utilizați în studierea unor sisteme ecologice foarte diferite fără a se ține cont că semnificația lor poate să difere de la un sistem ecologic la altul și că ei trebuie să aibă o relevanță atât calitativă cât și cantitativă.

Evaluarea biologică a apelor curgătoare este un domeniu destul de vechi al limnologiei. Încă din 1902, Kolkwitz și Marsson au propus ca diferite grupe de organisme acvatice (diatomee, macrofite, nevertebrate, pești) să fie folosite ca indicatori ai calității apelor, prezența acestora fiind corelată cu anumite caracteristici fizico-chimice ale habitatului. Sistemul Kolkwitz și Marsson a funcționat mulți ani și mai este utilizat și astăzi. Totodată, ca urmare a accentuării fenomenului de poluare a apelor, mai ales cu substanțe organice, s-a dezvoltat domeniul saprobiologiei: diferiți taxoni sunt utilizați pentru a caracteriza grade diferite de descompunere a materiilor organice, în apă (Sladeczek, 1973).

De mai mult de 100 de ani se încearcă diferite modele de testare a calității apelor folosind organismele acvatice. Unul din cele mai utilizate grupuri este acela al macronevertebratelor bentonice (insecte acvatice, hidracarieni, moluște, crustacee și anelide) (Resh și coll., 1996). Acest grup de taxoni, foarte diferiți, prezintă următoarele avantaje practice (Rosenberg și Resh, 1993): sunt ubicviste (la nivel de taxoni supraspecfici) și sunt afectate de diferite perturbări în toate tipurile de habitate acvatice; numărul mare de specii oferă un spectru larg de răspuns la perturbări; multe specii sunt sedentare ceea ce permite analiza spațială a efectelor perturbărilor; au cicluri de viață destul de lungi pentru a suporta efecte temporare sau intermitente; pot fi colectate prin metode cantitative și calitative, foarte bine puse la punct; sistematica acestor organisme este bine cunoscută și există suficiente chei de determinare; s-au dezvoltat metode de analiză a datelor rezultate din prelucrarea materialului hidrobiologic colectat prin metode cantitative.

Există însă și câteva dezavantaje care trebuie menționate: analiza cantitativă necesită un număr mare de probe, ceea ce înseamnă costuri suplimentare de probare și prelucrare; există și alți factori, independenți de calitatea apei, care influențează abundența și distribuția taxonilor;

fenomenul de drift modifică permanent distribuția taxonilor; macronevertebratele nu reacționează la unii factori perturbanți ai ecosistemului, cum ar fi agenții patogeni periculoși pentru om sau anumite substanțe poluante.

În principiu, după ce s-a făcut o atentă evaluare a caracteristicilor fizico-chimice pentru un sector de râu, urmează colectarea de probe hidrobiologice de faună bentonică, așteptând ca după prelucrarea materialului în laborator să se poată face corelațiile necesare între parametrii abiotici și populațiile de macronevertebrate. Deși în aparență destul de simplă, această metodă ridică câteva probleme: (a) necesitatea unor cunoștințe de sistematică a grupelor investigate; (b) stabilirea unui număr optim de probe care să reflecte cât mai bine abundența și distribuția macronevertebratelor – uneori, sunt necesare multe probe dacă avem de-a face cu un substrat foarte heterogen; (c) metoda nu trebuie aplicată “uniform” ci adaptată pentru fiecare curs de apă investigat.

Una din problemele cheie este stabilirea numărului de unitati de proba care trebuie prelevate la un moment dat pentru a asigura estimarea parametrilor urmăriti cu o eroare de 20% și pentru a evita supradimensionarea programului de lucru. Stabilirea numărului de probe care trebuie colectate trebuie judecata în funcție de scopul urmărit, și anume studiul populațiilor de macronevertebrate bentonice în vederea identificării rolului lor la nivelul unor sisteme lotice. Numarul de unitati de proba variaza astfel în funcție de scopul urmărit.

Exemplificăm cu o ipoteză de lucru: câte unități de probă trebuie să se colecteze pentru a realiza studiul populațiilor de trioptere?

Având la bază studiile extensive efectuate în anii anteriori, de investigare a structurii faunei bentonice din diferite sisteme lotice din România, Staicu (date nepublicate) a pornit de la ideea că în general populațiile de trioptere sunt mici și pentru a asigura prezența acestui grup în probe și estimarea parametrilor cantitativi ai populațiilor trebuie să se lucreze cu un număr de 30 de unități de probă. Pentru probare s-a utilizat un Surber-sampler (numit uneori bentometru) cu latura de 40 cm.

Din analiza dinamica spatio-temporala a grupului trichopterelor în ansamblul faunei bentonice se poate constata că ponderea de reprezentare a acestora prezintă fluctuații semnificative mai ales din punct de vedere temporal. În general ponderea de reprezentare a

trichopterelor în cadrul bentosului se încadrează între 2 % și 19%. Este clar că acest grup de organisme nu este dominant din punct de vedere numeric. În general ecologii lucrează doar cu grupuri taxonomice sau cu specii dominante, dar având în vedere faptul că acest grup este prezent la nivelul bentosului majorității sistemelor lotice din România este important să se analizeze distribuția sa la nivelul compartimentului bentonic.

Biomonitorizarea are funcție **de semnal, predicție și control**.

7.2.2. Bioindicatori

Insectele acvatice și indicii biotici

Analiza EPT este o metodă mult utilizată și constă în aprecierea raporturilor numerice dintre trei grupe de insecte acvatice: Ephemeroptera, Plecoptera și Trichoptera. Primele două sunt ordine vechi de insecte, cu caractere de primitivitate în timp ce trihopterele (sau “fluturi acvatice”) sunt insecte “moderne”. Larvele lor populează, în mod diferențiat, toate categoriile de ape curgătoare și parțial apele stagnante. Discutăm în continuare folosirea acestor 3 taxoni în evaluarea calității și monitorizarea râurilor.

În aplicarea analizei EPT un aspect foarte important și adesea delicat este stabilirea nivelului taxonomic optim pentru obținerea unor informații de calitate. Dacă în cazul plecopterelor, prezența grupului în sine (deci, nivel taxonomic, ordinul) este satisfăcătoare, în schimb, pentru efemeroptere și trihoptere este adesea necesară identificarea cu precizie a speciilor. În acest sens, exemplul genului *Baetis* (Ephemeroptera, Familia Baetidae) este relevant: speciile *Baetis alpinus* și *B. melanonyx* se găsesc numai în zona montană, foarte curată și bine oxigenată a pâraielor; *B. rhodani*, specie relativ comună, confundată adesea cu *lutheri* și *vernus*, este mult mai frecventă la altitudini subalpine; specia *vernus* apare în zone mai sărace în oxigen, chiar poluate. Familia Heptageniidae, aparținând tot efemeropterelor, deși mai reofilă decât Baetidele, conține specii foarte diferite ca semnificație ecologică: genul *Epeorus* este tipic râurilor montane mai mari, cu pat bolovănos și curent puternic în timp ce speciile de *Rhithrogena* sunt caracteristice pâraielor.

Indicii biotici reprezintă cea mai bună metodă disponibilă pentru evaluarea biologică a apelor curgătoare. Construirea lor reprezintă însă un proces care implică studierea din punct de vedere structural a compartimentului bentonic la nivelul tuturor râurilor din România.

Indicii biotici se calculează cu ajutorul grupurilor indicatoare, efemeropterele, plecopterele și trichopterele, prin anumite specii (care se pot alege ca urmare a estimării structurii bentosului râurilor din România).

Cei mai moderni indici combină folosirea organismelor indicatoare cu măsurătorile de diversitate specifică. În ambele situații însă, identificarea speciilor și încadrarea lor în grupe funcționale este esențială. Folosirea organismelor indicatoare face ca indicii biotici să fie specifici din punct de vedere geografic, ceea ce pledează în favoarea cunoașterii structurii și dinamicii populațiilor de EPT din râurile din România.

În Europa, indicii biotici se aplică cu succes de mai mulți ani (Toman și Steinman, 1995; Skriver et coll., 2000) dar aceasta presupune o etapă preliminară de încercări și apoi de standardizare a procedurilor.

Probarea se face printr-o metodă standard. Deși în multe țări se aplică metoda “kick sampling”, din experiența noastră de teren și laborator am constatat că aceasta nu permite o apreciere satisfăcătoare a calității bentosului. Pentru a avea o imagine completă a structurii bentosului, probarea cantitativă (așa cum a fost explicată mai sus) trebuie completată cu o probare calitativă, folosindu-se o simplă dragă de mână.

Probele trebuie triate la stereomicroscop, într-o primă fază pe taxoni de rang ordin după care se identifică, pe baza caracterelor morfologice, speciile de Ephemeroptere, Plecoptere și Trichoptere. Apoi se estimează ponderea acestor taxoni în asociația faunei bentonice și se calculează indici de constanță și dominanță reprezentanți de frecvența de apariție în probe, (raportul procentual între numărul de probe în care specia este prezentă și numărul total de probe prelevate). Populațiile care au frecvențe mai mari de 50% sunt considerate componente constante în structura biocenozei. Pe baza valorilor abundenței numerice se stabilesc speciile dominante. De asemenea, pentru a caracteriza structura asociațiilor bentonice se recomandă calcularea indicelui de diversitate Shannon-Wiener.

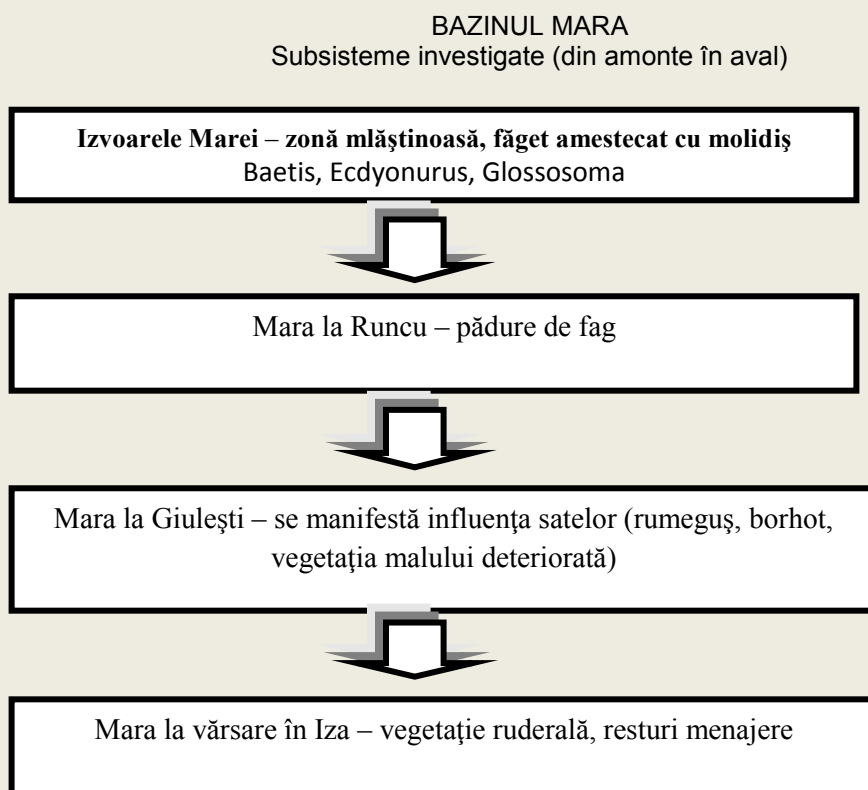
Studiul macronevertebratelor oferă o multitudine de oportunități practice între care menționăm estimarea producției populațiilor de efemeroptere (*Habroleptoides modesta*, *Rhythrogena semicolorata*, *Ephemerella ignita*, *Baetis rhodani*, *Caenis luctuosa*, *Potamanthus luteus*) din comunitățile bentonice (Petrovici, 2002). Aceasta este o metodă particulară ce poate

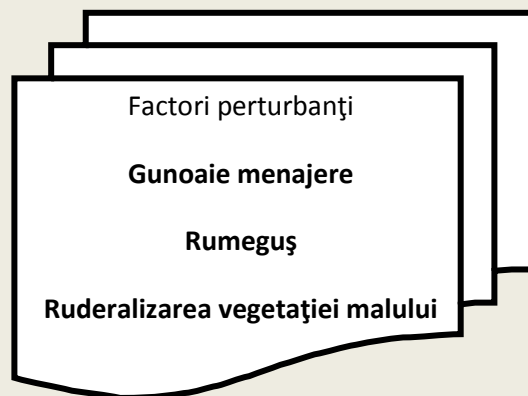
fi aplicată în evaluarea calității apelor. Valorile de producție obținute trebuie corelate cu datele privind calitatea apei din stațiile de lucru.

7.2.3. Zonarea biologică a apelor curgătoare – sistem de monitorizare

Un alt domeniu al limnologiei, zonarea biologică a apelor curgătoare, a oferit un bogat material pentru stabilirea valorii de indicatori biologici a speciilor acvatice bentonice (G. Prezența unui taxon sau a unui grup de taxoni, înrudiți sau nu, într-un anumit sector de râu este relevantă atât pentru calitatea apei cât și pentru caracteristicile patului albiei (tip de sediment, rugozitate, distribuția mozaică a microhabitatelor).

Cercetările întreprinse în perioada 1992-1998 în bazinul Someșului, bazinul Crișurilor și bazinul Săpânța au relevat anumite modele de distribuție a macronevertebratelor bentonice care pot servi ca sisteme de referință pentru cercetări viitoare :





În prezent are loc o accentuare a fenomenelor negative care afectează bazinele acvatice: exploatarea balastului (atât la scară industrială cât și local), regularizări de albie, construcția de praguri pentru oxigenare, construcții hidrotehnice de mari sau mici dimensiuni, reducerea debitelor în aval de baraje. La acestea se adugă seceta din ultimul deceniu care a contribuit suplimentar la reducerea debitelor.

Global, se poate aprecia că are loc o eutrofizare a apelor curgătoare din România, cu cauze complexe: nutrienții minerali din agricultură (efect remanent) care favorizează dezvoltarea algelor, briofitelor și macrofitelor, creșterea temperaturii apei în cursul verii, accentuată de dispariția perdelei de protecție a vegetației riverane arborescente. Subliniem că înfloririle algale din apele stagnante au drept corespondent în apele curgătoare dezvoltarea briofitelor, a unor specii de *Potamogeton* și a oligochetelor.

7.2.4. Probele hidrobiologice

Probele biologice reprezintă una din modalitățile de investigare a calității apelor folosite ca sursă de alimentare pentru scopuri industriale, agricole, urbane etc. Aceste probe pot fi totodată „martorii” evoluției unui bazin acvatic, râu, lac etc oferind o imagine complexă asupra variației condițiilor abiotice.

Metodele de colectare reprezintă una din etapele unui program de cercetare sau ale unui program de evaluare/monitorizare și presupun cunoașterea foarte clară a următoarelor probleme:

1. Stabilirea obiectivului propus înainte de începerea studiului/programului de lucru. Acesta trebuie să fie precis și limitat, formulat în termeni foarte clari. De exemplu, interesează obținerea unei imagini de ansamblu a comunităților de organisme planctonice sau bentonice ori obținerea de informații privind prezența/absența unor anumite grupe taxonomice, cu semnificație aparte.
2. Formularea ipotezelor de lucru și a modului prin care se urmărește verificarea lor. Ipoteza trebuie să reprezinte răspunsul pentru elucidarea obiectivului propus. Testarea unei ipoteze urmărește să descopere în ce măsură aceasta este confirmată de fapte reale. Ne așteptăm să găsim un anumit tip de distribuție a organismelor, anumite valori de abundență și frecvență, în funcție fie de datele existente fie de experiența în privința cunoașterii habitatului acvatic analizat.
3. Identificarea coordonatelor de timp și spațiu la care se desfășoară programul de cercetare/lucru. Dimensionarea unui program de cercetare în funcție de coordonatele de timp și spațiu se poate face între două extreme: A-program extins la scară de timp, dar restrâns la scară de spațiu, B-program extins la scară de spațiu, dar restrâns la scară de timp.
4. Selectarea metodelor de lucru, **a tehnicilor de colectare** și de analiză, înainte de începerea programului în teren. Identificarea metodelor de analiză statistică ce se preconizează a fi utilizate.

În continuare vom aborda câteva probleme legate de analiza probelor hidrobiologice de bentos.

Colectarea probelor de bentos. Repartiția organismelor bentonice este destul de diferențiată în raport cu habitatul caracteristic. În habitatele lenitice găsim mai puține microhabitate în comparație cu cele lotice. Pe de altă parte, în comparație cu habitatele terestre, probarea celor mai multe habitate acvatice este „oarbă”, observarea directă a unor organisme fiind posibilă doar în apele de munte, foarte

limpezi. Metoda de probare trebuie aleasă astfel încât proba obținută să ofere o cantitate optimă de informație. Din acest motiv recomandăm ca întotdeauna probarea cantitativă să fie dublată și de o probare calitativă, chiar dacă aceasta înseamnă un efort mai mare la triajul probelor.

Chiar dacă programul de lucru este simplu și standardizat este bine ca la fiecare probare să se noteze câteva date care pot servi ulterior la dezvoltarea unei teme de cercetare: aspectul

habitatului, starea vremii, eventuale evenimente anterioare care au influențat calitatea apei (o viitură, seceta etc); de asemenea este foarte utilă și descrierea probei în teren, spălarea în laborator ducând adesea la pierderea unor date privind aspectul natural al sedimentului. După spălare, proba trebuie descrisă din nou, fie direct fie după o primă evaluare la stereomicroscop.

O altă recomandare pe care o facem, din experiența proprie, este legată de utilizarea probei imediat după colectare. Deși se poate executa spălarea chiar în teren, la fața locului, reducând astfel cantitatea de material ce trebuie transportat în laborator, această metodă ar trebui evitată, din două motive: a) pierderea de informații privind aspectul general al probei, informații mai ușor de obținut în condiții de laborator; b) spălarea probei necesită condiții speciale, care nu pot fi îndeplinite pe teren. **CHIAR DACĂ SCOPUL PROBĂRII NU ESTE UNUL STRICT ȘTIINȚIFIC, MERITĂ SĂ „CONSERVĂM” CÂT MAI MULTE INFORMAȚII REFERITOARE LA HABITATUL INVESTIGAT.**

Exemplu de metodologie de lucru în ecosistemele acvatice

Obiectiv: Aplicarea bazelor teoretice ale ecologiei sistemice în aprecierea stării unui ecosistem de tip lotic, prin investigații de teren.

Observație: se ia în considerare compartimentul bentonic, considerându-se că acesta este cel care imprimă cele mai multe caracteristici întregii biocenoză lotice.

Metodele de studiu a compartimentului bentonic

1. Metoda calitativă, care constă în inventarierea grupurilor taxonomice (acolo unde este posibil până la nivel de specie), care alcătuiesc biocenoza respectivă. Această metodă oferă date importante cu privire la aprecierea diversității taxonomice a ecosistemului respectiv.

2. Metoda cantitativă care constă în inventarierea grupurilor taxonomice, dar permite realizarea studiilor populaționale (identificarea paramerilor de stare ai populației: structură pe vârste, mărimea)

Practic cele două metode se completează una pe cealaltă oferind o imagine cât mai completă asupra asociațiilor de organisme prezente în bentosul râurilor.

Să ne reamintim

Menținerea calității mediului acvatic nu se poate face fără folosirea unor sisteme de monitorizare. Monitoringul urmărește atât parametrii fizico-chimici dar mai ales speciile de plante, animale și microorganisme cu valoare de bioindicatori.



7.3. Rezumat

Corpurile de apă reprezintă o resursă vitală atât pentru sistemul economic cât mai ales pentru sistemele ecologice. Cunoașterea stării corpurilor de apă, a calității apei este o necesitate a managementului acestei resurse.

Monitorizarea se bazează atât pe indicatori fizico-chimici cât și pe indicatori biologici, aceștia din urmă având avantajul de a oferi nu doar informații de moment privind starea unei ape stagnante sau sector de râu ci și informații privind istoria și tendințele ecosistemului acvatic.

Sistemul *Kolkwitz și Marsson* a funcționat mulți ani și mai este utilizat și astăzi. Totodată, ca urmare a accentuării fenomenului de poluare a apelor, mai ales cu substanțe organice, s-a dezvoltat domeniul saprobiologiei: diferiți taxoni sunt utilizați pentru a caracteriza grade diferite de descompunere a materiilor organice, în apă

Există diferite modele de testare a calității apelor folosind organismele acvatice. Unul din cele mai utilizate grupuri este acela al macronevertebratelor bentonice (insecte acvatice, hidracarieni, moluște, crustacee și anelide).

Probele biologice reprezintă una din modalitățile de investigare a calității apelor folosite ca sursă de alimentare pentru scopuri industriale, agricole, urbane etc. Aceste probe pot fi totodată „martorii” evoluției unui bazin acvatic, râu, lac etc oferind o imagine complexă asupra variației condițiilor abiotice.

Metodele de colectare reprezintă una din etapele unui program de cercetare sau ale unui program de evaluare/monitorizare.



7.4. Test de evaluare a cunoștințelor

1. Metoda evaluării calității râurilor folosind organismele acvatice este foarte des utilizată. Totuși, această metodă are unele dezavantaje. Care sunt acestea?
2. Care este principalul instrument pentru managementul resurselor de apă utilizat de Uniunea Europeană?



7.5. Bibliografie recomandată

- a. Bănăţean-Dunea I. et coll. 2015 Ghid sintetic de monitorizare a speciilor comunitare de peşti din România. Casa Cărţii de Ştiinţă, Cluj Napoca, 129 pp
- b. Pârvulescu L. 2009 Ghid ilustrat pentru identificarea speciilor de raci din România. Edit. Univ. Oradea, 29 pp
- c. Pârvulescu L. 2011 Sistemica şi biologia nevertebratelor celomate. Ghid practic. Univ. de Vest din Timişoara, 149 pp
- d. Neculiseanu Z. et coll. 2015 Monitorizarea calităţii apei în baza macronevertebratelor acvatice. GEF-SGP, Chişinău, 112 pp

Răspunsuri la teste

Capitolul 1.

1. La temperatura de 4°C.
2. Capacitatea de tamponare manifestată în apă de sistemul carbonaţilor.

Capitolul 2.

1. Reocrene, limnocrene, helocrene.
2. Crenobiologie.

Capitolul 3.

1. Sectorul riveran şi sectorul litoral.
2. Circulaţia de primăvară, stagnaţia estivală, circulaţia de toamnă, stagnaţia hivernală.

Capitolul 4

1. Temperatura ridicată, numărul mare de bacterii, poluarea.
2. Filtratori de suspensii (*suspension feeders* –engl.) – filtrează apa și rețin suspensiile (particule sau organisme marunte); lamelibranhiate, spongieri, briozoare, larve de *Hydropsyche* (Insecta, Trichoptera); maruntitori (*shredders* și *grazers*) – rup și fragmentează bucăți de plante sau frunze/litiera; crustacee gamaride, trioptere; maturatori (*gatherers*) și razuitori (*scrapers*) – larve de efemeroptere, plecoptere; predatori – odonate, plecoptere perlide, trioptere riacofilide, megaloptere, nematode.

Capitolul 5.

1. Reglarea climatului: sursa, dar și cale de înlăturare a gazelor cu efect de seră; influențarea temperaturii, precipitațiilor și altor fenomene meteorologice locale și regionale; Reglarea fluxurilor hidrologice: alimentarea și evacuarea apelor subterane; Epurarea apei: Înlăturarea excesului de nutrienți și a altor poluanți; Reglarea eroziunii: fixarea solului și a sedimentelor; Polenizare: asigurarea de habitate pentru polenizatori.
2. Nu prezintă țesuturi de întărire mecanică în petiol; nu prezintă țesuturi care să limiteze pierderea de apă; toate celulele de suprafață pot absorbi apă, oxigen dizolvat și nutrienți din apă înconjurătoare, astfel încât sistemul vascular este absent sau extrem de redus; nu prezintă stomate; frunzele sunt puternic segmentate; rolul rădăcinilor este redus; prezintă „cavități” interne ce rețin aerul.

Capitolul 6.

1. Zonele epipelagica, mezopelagica, batipelagica, abisopelagica, hadalpelagica.
2. Diatomeele și dinoflagelatele.

Capitolul 7.

1. Analiza cantitativă necesită un număr mare de probe, ceea ce înseamnă costuri suplimentare de probare și prelucrare; există și alți factori, independenți de calitatea apei, care influențează abundența și distribuția taxonilor; fenomenul de drift modifică permanent distribuția taxonilor; macronevertebratele nu reacționează la unii factori perturbanți ai ecosistemului, cum ar fi agenții patogeni periculoși pentru om sau anumite substanțe poluante.
2. Directiva Cadru Apă.

Bibliografie curs

- 1] Buchanan, T.J, Somers, W.P. Discharge Measurements at gaging Stations, US Geological Survey, Techniques of Water Resources Investigations, Book 3, Chapter A8, disponibil la
<http://ga.water.usgs.gov/edu/measureflow.html> și
<http://pubs.usgs.gov/twri/twri3a8/html/pdf.html>
- 2] CANTONATI M. ; GERECKE R. ; BERTUZZI E. ; Springs of the Alps - sensitive ecosystems to environmental change : from biodiversity

- assessments to long-term studies, *Hydrobiologia* ISSN 0018-8158 CODEN HYDRB8 , 2006, vol. 562 (253 p.) [Document : 38 p.] (6 p.), pp. 59-96 [38 page(s) (article) Springer, Dordrecht, Olanda
- 3] Carlson R.E., Simpson J., 1996, A coordinator's guide to volunteer lake monitoring methods, North American Lake Management Society, p. 96.
 - 4] Carpenter, S.R., Kitchell J.F., Hodgson J.R. 1985 Cascading Trophic Interactions and Lake Productivity. *BioScience*, Vol. 35, No. 10, pp. 634-639
 - 5] Chiriac, E; Udrescu, M.; Ghidul naturalistului in lumea apelor dulci, Editura Stiințifică București, 1965 ;
 - 6] Chislock, M. F., Doster, E., Zitomer, R. A. & Wilson, A. E. 2013 Eutrophication: Causes, Consequences, and Controls in Aquatic Ecosystems. *Nature Education Knowledge* 4(4):10
 - 7] Khmeleva, Nina; Nesterovich, Andrey; Czachorowski, Stanislaw- The macroinvertebrate fauna of some Byelorussian, Karelian and Altaian springs and its relation with certain factors, *Acta Hydrobiologica*, 36, 1, 75-90 Cracovia, Polonia, 1994
http://www.connectedwater.gov.au/framework/stream_flow_velocityarea.php
 - 8] Malschi, Dana – Curs de hidrobiologie, Universitatea Babeș-Bolyai, Cluj-Napoca, 2009
 - 9] Museo Tridentino de Scienze Naturali – Indagini idrobiologiche su trenta sorgenti del Parco Naturale Adamello Brenta- Cercetare științifică colectivă fără autori citați, disponibilă la: www.alpenquellen.com/ și <http://www.mtsn.tn.it/sezioni/>.
 - 10] Naomi E. Detenbeck, Methods for evaluating wetland condition #7 Wetlands Classification, US- EPA, EPA-822-R-02-017, 2002;
 - 11] Pauli Bagge-Emergence and upstream flight of lotic mayflies and caddisflies (Ephemeroptera, Trichoptera) in a lake outlet in Finland. *Entomologica fennica*, 1995;
 - 12] Rakowska, Barbara , Departmentul de Algologie si Micologie al Universității din Łódź, Polonia , Diatom communities occurring in Niebieskie Źródła near Tomaszów Mazowiecki, Central Poland (1963-1990). *Fragm. Flor. Geobot.* 41(2): 639-655, 1996

- 13] Southern Colorado Plateau Network Project, National Park Service U.S. Department of the Interior, Intermountain Region Inventory & Monitoring Program, 2007
<http://www1.nature.nps.gov/im/units/scpn/index.cfm>
- 14] Unicef Handbook on Water Quality, 2008\
<http://www.maine.gov/dep/blwq/docmonitoring/biomonitoring/sampling/bugs/dragonsanddamsels>.<http://www.mchenry.edu/faculty/mgarriso/OdonataPhotoGalleryWeb/Dragonflies.htm>
- 15] VIȘINESCU I., BULARDA M., MODIFICĂRI SEVERE ÎN REGIMUL HIDROLOGIC AL DUNĂRII ȘI IMPACTUL ACESTORA ASUPRA AGRICULTURII ÎN LUNCA ÎNDIGUITĂ AN. I.N.C.D.A. FUNDULEA, VOL. LXXVI, 2008
- 16] Wetzel R. G., 2001, Limnology. Lake and River Ecosystems, Academic Press, San Diego, California, p. 1006.
- 17] What is a Spring? Raport despre protecția izvoarelor, disponibil la:
<http://www.kingcounty.gov/healthservices/health/ehs/water/springs.aspx?print=1>

Website-uri

- 1] <http://www.peatlandsni.gov.uk/formation/index.htm>
- 2] http://www.ramsar.org/ris/key_ris_types.htm
- 3] <http://ec.europa.eu/environment/life/publications/lifepublications/lifefocus/documents/wetlands.pdf>