Virgil Iordache

Lucrări practice de ecologie



2006

Cuprins

Introducere	1
1 Analiza critică a cunoaşterii	3
2 Elaborarea proiectelor	11
3 Delimitare unităților hidrogeomorfologice	16
4 Determinarea parametrilor abiotici	25
5 Metode generale pentru determinarea mărimii populațiilor	33
6 Determinarea unor parametri structurali ai populațiilor de producători primari	45
7 Determinarea unor parametri structurali ai populațiilor de animale	54
8 Identificarea biocenozei	60
9 Caracterizarea fluxului de energie	68
10 Caracterizarea circuitelor biogeochimice	75
11 Deteriorarea sistemelor ecologice	80
12 Analiza valorică a sistemelor ecologice	92
13 Elaborarea unui articol ştiinţific	96
14 Influențarea deciziilor cu privire la mediu	103
Bibliografie	105
Anexa 1 Noțiuni de bază pentru înțelegerea metodei ştiinţifice	108
Anexa 2 Informații generale cu privire la elaborarea unui proiect	113
Anexa 3 Matricea cadrului logic	116
Anexa 4 Exemplu de proiect de cercetare fundamentală şi aplicativă	122
Anexa 5 Tehnici pentru nevertebrate, peşti, reptile şi păsări	133
Anexa 6 Distribuția şi dinamica carabidelor	174
Anexa 7 Dinamica ratei de denitrificare	178
Anexa 8 Nevertebrate din sisteme acvatice poluate	182
Anexa 9 Analiza critică a literaturii despre metodele de predare	187
Anexa 10 Programa analitică	190

Introducere

Scopul şi contextul manualului

Scopul acestui manual este de a introduce studentele şi studenţii în domeniul practicii cercetării sistemelor ecologice.

În mod tradiţional atunci când se vorbeşte despre lucrări practice se are în vedere cel mai adesea crearea unor abilităţi de aplicare a metodelor pentru obţinerea datelor. Ca urmare a acestei abordări a predării studenta sau studentul rămân cu impresia că ceea ce este practic într-un domeniu al cunoaşterii ştiinţifice este doar acest aspect singular, obţinerea datelor. Dacă se întâmplă aşa atunci persoana respectivă va face faţă cu greu situaţiilor profesionale cu care se va confrunta după absolvire. Pentru că în aceste situaţii îşi va da seama pas cu pas că a şti să faci ceva „practic" înseamnă cu mult mai mult decât să şti să obţii date. După ce va câştiga puţină experienţa va sesiza că însăşi obţinerea unor date de calitate este condiţionată de cunoaşterea multor alte chestiuni practice.

Dacă absolventul se va putea adapta problemelor practice reale mult mai repede decât a putut-o face un absolvent din generaţiile anterioare atunci scopul acestui manual va fi atins. Pentru a atinge acest scop am considerat că metodele de interes în rezolvarea problemelor practice circumscrise dezvoltării şi aplicării cunoaşterii ştiinţifice sunt de patru tipuri: metoda ştiinţifică, metode manageriale, metode de obţinere şi prelucrare a datelor şi metode de comunicare a cunoaşterii ştiinţifice. Nu se punea problema aprofundării fiecăreia dintre cele patru categorii de metode, şi cu atât mai puţin a primelor două şi a ultimului, care sunt relevante pentru orice domeniu ştiinţific. Am încercat însă să prezint în mod unitar cum sunt conexate toate aceste metode.

Abordarea nu este nouă, în literatura de specialitate observându-se o tendinţă către predarea lucrărilor practice în acest fel. Ilustrativă este de exemplu compararea primei ediţii a cunoscutului manual „General ecology laboratory manual" al lui Cox (1985) cu ediţia a opta (2002). În urma comparării am constatat că în timp ce în prima ediţie a manualului sunt prezentate exclusiv metode de obţinere şi prelucrare a datelor, în cea de a opta există capitole dedicate modului de efectuare a analizei critice a cunoaşterii existente şi felului cum se elaborează un articol ştiinţific. O altă tendinţă este ilustrată de Ennos şi Bailey (1995), care au realizat o culegere de probleme pentru biologi în măsură să stimuleze formarea abilităţilor calculatorii şi de interpretare a datelor în contexte practice. Nu în ultimul rând, formarea unei gândiri critice a devenit o prioritate educaţională, după cum arată vasta literatură referitoare la acest subiect. Autumn (2000), de exemplu, ţine seamă de această prioritate atunci când concepe modul de predare a disciplinelor biologice.

În literatura de specialitatea românească, pe cât mi-am putut da seama[1], accentul a fost pus pe metodele de obţinere şi prelucrare a datelor. O astfel de opţiune era firească, având în vedere nevoia de lucrări româneşti referitoare la acest tip de metode. Această nevoie era mai urgentă decât cea de formare critică şi antreprenorială a studenţilor.

Cui este adresat acest manual

Manualul este elaborat pentru studenţi care au un singur curs de ecologie în planul lor de învăţământ. El poate fi folosit şi pentru lucrările practice asociate unui curs introductiv urmat de studenţi care se specializează în ecologie şi protecţia mediului. Părţile din manual referitoare la

[1] Consultând manualele menţionate în bibliografia acestui capitol.

metoda ştiinţifică, metode manageriale şi metode de comunicare a cunoaşterii ştiinţifice pot fi folosite de orice student în domeniul ştiinţelor vieţii şi pământului până la apariţia unor lucrări româneşti dedicate exclusiv acestor subiecte.

Cum este structurat acest manual

Manualul nu este un tratat metodologic, ci este proiectat să servească derularea unor lucrări practice desfăşurate pe parcursul unui an universitar. Selectând o parte din lucrări el poate fi folosit şi pentru lucrări practice derulate pe parcursul unui singur semestru. De asemenea, manualul poate fi utilizat complementar cu cele deja existente, la care de altfel am şi făcut trimiteri pe parcurs pentru detalii referitoare la anumite metode de obţinere a datelor.

Scenariul manualului este structurat pe o controversă dintre un investitor şi o ecologistă[2]. Controversa se referă la oportunitatea unei investiţii într-o zonă neafectată până atunci de dezvoltarea industrială. Pentru a tranşa disputa cei doi vor face apel la un posesor al cunoaşterii ştiinţifice, un ecolog[3]. Ecologul va dezvolta şi implementa un proiect de cercetare pentru a stabili beneficiile care rezultă din funcţionarea naturală a zonei respective. Din păcate pentru ecologistă concluzia la care ajunge ecologul este că aceaste beneficii sunt mai mici decât cele pe care investitorul estimează că le va aduce implementarea proiectul său industrial. Deşi e dezamăgit de concluziile furnizate de ecolog, ecologista nu abandonează lupta civică şi va încerca să îşi susţină cauza în continuare. Persoanele care utilizează cartea vor putea descoperi singure cum anume.

[2] Un ecologist este un susţinător al politicilor de conservare a naturii şi este motivat de faptul că aceste politici corespund unor preferinţe personale. Ecologistul este un militant, un actor politic. Ecologismul este o ideologie, nu o ştiinţă. Un ecologist poate utiliza argumente ecologice pentru a susţine punctele sale de vedere.

[3] Un ecolog este un om de ştiinţă, iar ecologia este un domeniu ştiinţific. Ecologia se ocupă cu cercetarea sistemelor biologie supraindividuale şi a sistemelor ecologice.

1 Analiza critică a cunoaşterii[4]

Obiectivele capitolului

- să arate sub ce formă este disponibilă cunoaşterea
- să arate ce inseamnă analiza critică a cunoaşterii (ACC)
- să prezinte condiţiile necesare pentru efectuarea ACC
- să arate cum anume se face ACC

Introducere

Conflictele datorate unor interese diferite apar în orice domeniu. Din întâmplare am fost martorul unei dispute destul de interesante pe care v-o relatez mai jos.

Un domn (la care din motive de confidenţialitate am să mă refer în continuare cu numele de "investitorul") identificase posibilitatea dezvoltării unei afaceri de success într-o insulă din lunca inundabilă a Dunării. Afacerea respectivă presupunea dezvoltarea unei infrastructure portuare, iar pentru aceasta avea nevoie de teren care să nu fie utilzat în alte scopuri. Ce loc ar putea fi mai potrivit pentru aşa ceva decât o insulă pustie ? Insula nu părea deloc frumoasă investitorului. În figura 1 o poţi vedea şi tu. Ţi se pare frumoasă ? Investitorul se gândea mai degrabă la profitul anual pe care afacerea respectivă l-ar fi putut aduce pentru fiecare hectar de insulă utilizat conform planurilor lui. Profitul estimat de dânsul era de 2000 USD/ha/an. Se impunea aşadar efectuarea investiţiei.



Figura 1.1 Insula pe care investitorul dorea să îşi amplaseze investiţia. Suprafaţa insulei este de aproximativ 20 km^2.

Dar o doamnă (să-i spunem "ecologista") avea o părere complet diferită. În opinia sa insula trebuia păstrată în stare naturală, deoarece este rău să strici ceva frumos. Ecologista nu fusese niciodată pe insula, dar era convinsă că tot ce se află în stare naturală nu poate fi decât frumos[5]. Dânsa obişnuia să urmărească ce au de gând să facă investitorii şi să se opună ori de câte ori aceştia doreau, în opinia sa, să distrugă natura. Totuşi acum avea o problemă, deoarece investiţia părea foarte profitabilă. Ecologista avea nevoie de argumente solide pentru a-l putea convinge pe investitor să renunţe la planurilor lui. Dar aceste argumente îi cam lipseau.

După câteva întrevederi investitorul şi ecologista au constatat că nu pot ajunge la un punct de vedere comun. Investitorul ar fi putut cu uşurinţă să ignore opinia ecologistei şi să demareze investiţia, numai că risca să aibă parte de o intensă reclamă negativă din partea iubitorilor naturii, pe care ecologista i-ar fi mobilizat rapid. La rândul ei ecologista simţea că dacă va cataliza un

[4] În funcţie de opţiunea cadrului didactic această lucrare practică poate fi plasată la început sau într-o etapă mai avansată a întâlnirilor, după ce unele aspecte referitoare la organizarea în teren şi laborator a cercetării vor fi deja cunoacute. În fapt, după cum se va vedea în capitolul următor, analiza critică a cunoaşterii este o activitate *continuă* a unui cercetător. Alegerea momentului când aceste lucruri vor fi discutate se poate face şi în funcţie de nivelul la care se află deja studenţii, evaluat printr-o dezbatere test cu privire la, de exemplu, o problemă de mediu. Oricum, analiza critică a cunoaşterii trebuie lucrată înainte de metodologia de elaborare a proiectelor. În condiţiile în care evaluarea finală constă într-un miniproiect de cercetare este preferabil ca lucrarea să fie plasată în prima parte a întâlnirilor. Personal am preferat plasarea ei după 2-3 întâlniri cu studenţii şi o eventuală teren, iar tema a fost reluată apoi în cadrul fiecărei lucrări practice ori de câte ori se ivea ocazia.

[5] Ecologistul avea aşadar anumite convingeri etice şi estetice.

protest de amploare fără să aibă argumente foarte solide s-ar putea să primească o mulțime de reproşuri de la oamenii din partea locului. Aceştia deja vedeau investiția ca pe o oportunitate de a-şi găsi locuri de muncă bine plătite.

S-a întâmplat însă că pe insula respectivă mai veneau din când în când şi oameni de ştiință, ca să facă tot felul de măsurători. Ei obişnuiau ca după munca de teren să se odihnească la o terasă dintr-un sat aflat în apropiere şi să mai stea de vorbă cu sătenii[6]. În felul acesta au aflat despre disputa pe care v-am relatat-o mai sus.

Imediat cercetătorii şi-au dat seama că ar putea să fie de folos investitorului şi ecologistei şi au luat legătura cu ei. Investitorul şi ecologista au fost şi ei încântați că vor putea tranşa disputa referitoare la oportunitatea investiției pe baze ştiințifice. Unele reticențe au apărut doar în momentul în care cercetătorii le-au spus că serviciile lor nu sunt oferite gratis. Însă, după un moment de cumpănă, investitorul se gândi că mai bine plăteşte nişte cercetători decât să aibă parte de un scandal de presă. Oricum, cercetătorii nu cereau prea mult în comparație cu valoarea investiției, iar el era convins că insula nu se poate dovedi mai valoroasă decât afacerea pe care o plănuia.

Ce au făcut cercetătorii ? Primul lucru pe care l-au făcut a fost să analizeze toată cunoaşterea disponibilă cu privire la insulă. Nu însă oricum, ci de o manieră critică, foarte atenți să nu se lase păcăliți de opiniile neîntemeiate ale altor persoane.

Felul cum se face o astfel de analiză este prezentat în această primă lecție.

Formele sub care este disponibilă cunoaşterea

Cunoaşterea ştiințifică este disponibilă sub forma unor surse scrise (primare, secundare şi mixte) şi a unor surse orale. Sursele orale se referă de obicei la autorități în domeniu. Nu voi discuta despre acest tip de surse, deşi ele sunt deosebit de importante atunci când funcționează ca modele, repere la care se ne raportăm dezvoltarea personală. Sursele primare sunt texte ale autorilor care îşi susțin propriile opinii. Sursele secundare sunt cele în care autorul relatează ce a spus un altul.

Articolele ştiințifice originale cuprind atât o parte primară, cât şi una secundară. Partea secundară este utilizată cel mai mult în introducere şi în capitolul de discuții, dar uneori şi în capitolul de metode (pentru a nu mai relua pe larg descrierea unei metode dezvoltate de un alt cercetător). Articolele ştiințifice de sinteză (eng. reviews) reprezintă în întregime o sursă secundară. La fel şi cea mai mare parte a cărților.

Cunoaşterea dintr-un domeniu ştiințific poate fi teoretică sau metodologică. Cunoaşterea teoretică se referă la ansamblul de fapte, legi şi teorii. Cunoaşterea metodologică se referă la metodele prin care au fost obținute cunoştințele teoretice. În absența accesului la cunoaşterea metodologică este imposibil să faci o analiză critică pertinentă a surselor, în special a celor primare.

Metodele prin care se obțin cunoştințele teoretice sunt de patru feluri: metoda ştiințifică, metode manageriale, şi metode de obținere şi prelucrare a datelor. Primele două tipuri de metode sunt generale, iar al treilea tip este specific fiecărui domeniu ştiințific. Pentru a putea face o bună analiză critică a cunoaşterii este necesară cunoaşterea metodei ştiințifice şi a metodelor de obținere şi prelucrare a datelor. În anexa 1 sunt prezentate câteva elemente referitoare la metoda

[6] Discuțiile nu erau o simplă politețe, pentru că cercetătorii aflau şi tot felul de lucruri interesante despre locurile pe care le investigau. Posesorii cunşterii ecologice tradiționale sunt o sursă importantă de informații.

ştiinţifică.

Ce este analiza critică cunoaşterii

Analiza critică a cunoaşterii (ACC) este o încercare de a înţelege literatura de specialitate şi de a emite aprecieri personale cu privire la ea. Dar aprecierile personale trebuie făcute argumentat.

Dincolo de critica propriu-zisă aprecierile personale pot consta şi în identificarea unor lacune sau incertitudini urmată de emiterea unor ipoteze ştiinţifice[7]. Testarea unei ipoteze ştiinţifice poate fi considerată o problemă. Critica poate să ducă aşadar şi la identificarea de noi probleme.

ACC este o activitate intelectuală de nivel superior. Caracteristicile gândirii critice evaluată din perspectiva ştiinţei cogniţiei sunt următoarele (van Gelder 2005):

- gândirea critică este dificilă ; majoritatea oamenilor nu au capacitatea să o stăpânească (dar nu poţi şti dacă ai această capacitate sau nu înainte de a încerca). Stăpânirea gândirii critice este aproape la fel de grea ca cea a unei a unei limbi străine
- stăpânirea gîndirii critice necesită o perioadă lungă de timp (cam zece ani) şi presupune un antrenament continuu şi deliberat. Nu poţi ajunge să joci bine şah uitându-te cum joacă alţii şah sau citind cărţi despre şah. Trebuie să joci tu. Partea bună a lucrurilor este că fiind aşa de grea şi luând atât de mult timp nu este niciodată prea târziu să începi să exersezi gândirea critică. Stadiile gândirii critice sunt prezentate în tabelul 1.1.
- este dificil, dar foarte important să încerci cât mai des să transferi modul de a gândi critic de la un domeniu la altul. Aceasta te va ajuta să îl înveţi mai repede, deoarece gândirea critică nu este apanajul unui domeniu anume.
- Deşi nu poţi învăţa şah doar citind cărţi despre acest joc, nu vei putea trece peste un anumit nivel dacă nu faci şi acest lucru. La fel este şi cu gândirea critică: pentru a depăşi un anumit nivel de performanţă trebuie să şti câte ceva şi despre teoria care stă în spatele ei.
- Este mai uşor să înveţi să gândeşti critic atunci când îţi faci scheme ale argumentelor din textele pe care le analizezi. Schemele te ajută să vizualizezi ceea ce urmează să critici şi astfel să o faci mai uşor. Mulţi oameni care dau răspunsuri bune la întrebări dificile folosesc "algoritmi" personali care presupun o astfel de vizualizare mentală a căii de rezolvare (şi pe care cu greu o pot descrie în cuvinte atunci când li se cere să o facă).
- Trebuie să fi gata să îţi supui judecăţii critice şi propriile opinii. S-a constatat că până şi cei care au o gândire critică performantă atunci când au în vedere textele altora tind să fie mult mai toleranţi în ce priveşte propriile texte.

Gândirea critică nu trebuie confundată cu creativitatea în rezolvarea problemelor (pentru o comparaţie a se vedea tabelul 1.2). Ea este însă o etapă necesară în cadrul procesului de rezolvare a problemelor şi duce la identificarea de noi probleme, mai puţin evidente.

Condiţiile necesare pentru efectuarea ACC

De la bun început trebuie spus că ACC, fiind o activitatea intelectuală de nivel superior, nu poate avea loc în absenţa unui solid bagaj de cunoştinţe în domeniul în care dorim să facem respectiva analiză critică. Acumularea respectivului bagaj de cunoştinţe se face prin memorare şi utilizare a respectivelor cunoştinţe. De fapt ACC este un mod particular de utilizare a bagajului de cunoştinţe. De aici rezultă că a pune un accent exagerat pe ACC în activitatea de educare ar fi o eroare la fel de mare cu a o ignora. Studenta sau studentul care ar avea un spirit critic foarte dezvoltat, dar nu ar dispune de suficiente cunoştinţe ar fi dependent de sursele de cunoştinţe, de cei care le gestionează. Riscul de manipulare ar fi la fel de mare ca în cazul incapacităţii

[7] Ce înseamnă o ipoteză ştiinţifică ? Răspunsul îl găsiţi în anexa 1.

revizuirii cunoştinţelor acumulate. Ceea ce ar diferi ar fi doar mecanismele prin care manipularea ar avea loc.

Tabelul 1.1 Stadiile ale gîndirii critice (adaptat după Kellar, 2003).

	Stadii ale gândirii critice			
	Dualism	Multiplicitate	Relativism contextual	Cunoaştere responsabilă
Abilităţi cheie	Memorarea faptelor	Dezvoltarea unor opinii personale	Înlegerea criteriilor utilizate pentru testarea ipotezelor şi asumarea opiniilor	Evaluarea critică a unor ipoteze sau opinii care se află în competiţie
Convingeri caracteristice trecerii de la un stadiu la altul	Incertitudinea este reală	Opinia este insuficientă	Este necesară o evaluare personală echilibrată şi bazată pe o bună informare	

Tabelul 1.2 Comparaţie a rezolvării creative a problemelor cu gândirea critică (după Bell 2005).

Etapa	Rezolvarea creativă a problemelor	Gândirea critică
1	Căutarea situaţiilor problematice	Identificarea sursei mesajului
2	Identificarea problemei	Rezumarea mesajului
3	Investigarea problemei	Analiza definiţiilor
4	Producerea de idei	Identificarea dovezilor
5	Punerea în practică a celei mai bune soluţii	Evaluarea dovezilor
6	Evaluarea eficienţei soluţiei	Luarea deciziei cu privire la ceea ce crezi

Trebuie să cunoaşteţi cel puţin o limbă străină. Dacă sunteţi dispuşi să învăţaţi doar o singură limbă străină alegeţi engleza. Majoritatea literaturii de specialitate în domenii biologice este în engleză. Recomand însă cunoaşterea cel puţin a încă unei limbi străine (de exemplu germana, franceza sau spaniola). Pe lângă accesul la literatura de specialitate publicată în acea limbă (adesea importantă mai ales în cazul francezei sau germanei), aceasta vă va permite o bună comunicare cu specialişti străini, vă va asigura o respiraţie culturală mai largă şi mai multe şanse de angajare într-o Europă multinaţională. Cel mai bine este să cunoaşteţi trei limbi străine. Unele fundaţii care oferă burse substanţiale solicită cunoaşterea a minim două limbi străine, recomandabil trei. Cu engleza pusă la punct şi încă două limbi în care să citiţi bine şi să vă descurcaţi în vorbire aveţi cele mai mari şanse de succes. Nu neglijaţi aceste recomandări.

Cum se face analiza critică a cunoaşterii

Pentru efectuarea ACC este recomandabilă utilizarea fişelor de lectură. Ce înseamnă o fişă, de câte tipuri sunt fişele, cum se utilizează şi alte aspecte importante cu privire la tehnologia muncii intelectuale pot fi găsite în lucrarea recentă a lui Solcan (2004). Lucrare este disponibilă gratuit pe internet la adresa indicată în bibliografie.

Pentru a evita pericolul efectuării unui plagiat involuntar (a se vedea capitolul 20) în notele de lectură trebuie să distingem cu mare grijă între parafrazări şi extrase.

Tabelele 1.3, 1.4 şi 1.5 includ etapele care trebuie parcurse pentru a evalua critic surse secundare şi primare. Ele nu reflectă toate opiniile cu privire la felul cum trebuie să aibă loc analiza critică a cunoaşterii, dar le-am ales pentru că mi se par foarte bine structurate şi cred că vă vor ajuta să

faceţi primii paşi în această direcţie. Un cercetător matur nu mai are nevoie să aibă în faţă astfel de tabele pentru a gândi critic. O face deja de o manieră mai mult sau mai puţin reflexă, naturalizată. Dar naturalizarea este ultima etapă din învaţarea a ceva.

Cu aceasta cred că aveţi suficiente elemente pentru a putea începe procesul de învăţare a gândirii critice.

Tabelul 1.3 Etapele evaluării critice ale unui text secundar fără a utiliza alte surse (după Bell[8] 2005).

Etapa	Conţinutul
I	**Identificarea sursei comunicării**
I A	Identificarea sursei de comunicare se poate face în formă extinsă prima oară (în fişe bibliografice), iar apoi în formă prescurtată (în fişe de lectură). Forma prescurtată va fi menţionată şi în fişa bibliografică.
I B	Este autorul un expert, o autoritate cunoscută în domeniu? De unde şti? Care sunt dovezile?
I C	Este autoarea demnă de încredere în acel text? De unde şti? Care sunt dovezile? Unii autori pot fi autorităţi în anumite domenii, dar pot exprima opinii şi cu privire la domenii în care nu sunt autorităţi.
I D	Autorul descrie cercetările sale sau ale altora?
I E	Cât de recentă este sursa? Citează alte surse recente?
II	**Înţelegerea mesajului comunicat**
II A	Care este ideea centrală?
II B	Care sunt elementele cheie care susţin idea centrală? Ce anume spune autoarea, ce încearcă să argumenteze, să arate?
II C	Ce presupoziţii are autorul?
III D	Cum este organizată informaţia?
III E	Ideile sunt prezentate de o manieră obiectivă?
III F	Judecăţile de valoare, inerent subiective, sunt indicate în mod clar?
III G	Există dovezi care intră în conflict cu punctul de vedere al autorului?
III H	Există informaţii importante care nu au fost incluse?
III	**Interpretarea, analiza şi evaluarea mesajului comunicat**
III A	Cum sunt trataţi termenii cheie? Sunt definiţi? Sunt imprecişi? Sunt folosite tehnici propagandistice? Există un limbaj emoţional evident?
III B	Sunt prezentate dovezi?
III C	Ce fel de dovezi sunt prezentate? • Distinge între diferite tipuri de dovezi: dovezi ştiinţifice aduse de alţii, citări din cercetările ştiinţifice ale autoarei, mărturii ale unor experţi nesusţinute de dovezi, dovezi neştiinţifice (opinii şi experienţe personale, afirmaţii de bun simţ, tautologii, afirmaţii nesusţinute) • Distinge între ipoteze, dovezi şi concluzii. • Evaluează cât de demne de încredere sunt dovezile ştiinţifice. A fost programul de cercetare organizat bine? (la acest punct nu vei putea răspunde acum, ci mai degrabă la sfărşitul parcurgerii lucrărilor practice).
III D	Cât de raţională este prezentarea argumentelor? Exemplele date sunt relevante? Dovezile sunt relevante pentru ideea centrală şi elementele cheie care o susţin? Este prezentarea logică, există vreum raţionament invalid din punct de vedere logic? Concluziile extrase din dovezi sunt rezonabile? Instrumentele statistice sunt utilizte corect?
IV	**Decizia cu privire la ce anume să crezi**
IV A	Accept concluziile autorului deoarece dovezile sunt demne de încredere şi raţionamentul este solid.
IV B	Resping o parte dintre concluziile autorului deoarece .....
IV C	Resping concluziile autorulu deoarece dovezile nu sunt demne de încredere iar raţionamentul este precar.

[8] Pe pagina web a acestui autor găsiţi şi numeroase alte trimiteri la resurse disponibile pentru formare unei gândiri critice.

Tabelul 1.4 Etape suplimentare a căror parcurgere este necesară atunci când folosim mai multe surse secundare.

Etapa	Conținutul
V	**Folosirea mai multor surse secundare**
V A	Aprecierea unei surse secundare prin evaluarea critică a felului cum sursa respectivă utilizează sursele primare care sunt citate.
V B	Aprecierea unei surse secundare prin comparație cu alte surse secundare
V C	Aprecierea unei surse secundare folosind atât surse primare cât şi alte surse secundare
V D	Compararea şi acoperirii domeniului de către surse. Aceasta se poate face folosind titlurile capitolelor (arătând ce capitole sunt acoperite în ambele surse şi care sunt acoporite doar în câte una dintre surse), folosind indicele lucrăriii (arătând ce probleme sunt mai frecvent discutate în fiecare sursă şi ce probleme sunt discutate în doar câte o singură sursă) sau folosind capitole comune. Atunci când foloseşti capitole comune trebuie să faci următoarele: • Identifică aspectele discutate (fă lista celor discutate în ambele cărți sau doar în una singură, evaluează numărul de pagini şi procentul din capitol dedicat fiecărui aspect, compară procentele) • Identifică controversele discutate (fă lista lor, vezi care sunt tratate în ambele căriți şi care doar în una, identifică aspectele considerate controversate de o sursă dar necontroversate de cealaltă) • Identifică termenii cheie (fă lista lor şi a definițiilor lor, evidențiază inconsistențele din definiții şi termenii cheie care nu sunt definiți sau sunt imprecişi). Există aspecte subiective în tratarea termenilor cheie de către autori? • Evaluează dovezile ştiințifice şi neştiințifice precum şi aspectele controversate. În cazul dovezilor ştiințifice fă o listă a lor (cu o scurtă descriere) şi comentează-le critic (cât de la zi sunt dovezile, cât de complet este acoperit domeniul şi ce anume aspect poate fi criticat din planul de cercetare). Compară dovezile în cazul fiecărui aspect. Ce fapte ştiințifice sunt menționate în ambele surse? În ce privințe sursele concordă cu privire la ce prezintă şi în ce privințe diferă? Ce fapte ştiințifice sunt menționate de o singură sursă? Cercetările prezentate ridică probleme etice? • Evaluează modul de a raționa în cele două surse. • Scrie un comentariu evaluativ (critic dacă este cazul) cu privire la aspectele discutate în fiecare sursă şi apoi fă o comparație între surse. Care este mai intersant de citit? Care este mai credibilă (prezintă dovezile cele mai solide)? Care este cea mai uşor de înțeles? Care ajută cel mai mult studenții să studieze domeniul? Care este cea mai adusă la zi? Din care simți că ai învățat cel mai mult? Pe care ai recomanda-o şi altor studenți?

Tabelul 1.5 Etapele evaluării critice a unui surse primare (articole de cercetare).

Etapa	Conținutul
A	Cine a scris articolul?
B	Ce anume spune rezumatul?
C	Ce ipoteze au fost testate
D	Cum a fost organizat planul de cercetare? Sunt respectate exigențele cu privire la organizarea spațială şi prelucrarea datelor? (la acest punct vei putea răspunde satisfăcător abia la finele lucrărilor practice).
E	Descrie pe scurt procedura de lucru. Ce întrebări ai avea cu privire la procedură? Variabilele independente sunt clar specificate şi măsurate? Apar probleme de ordin etic?
F	Care sunt rezultatele? Sunt diferențele constatate semnificative statistic?
G	Ce aspecte sunt discutate în capitolul de discuții?
H	Care sunt limitele cercetării comunicate de autor?
I	Studiul respectiv are vreo relevanță pentru o perspectivă teoretică anume?
J	Care este relația studiului cu alte cercetări din domeniu?
K	Apreciază studiul la modul general
L	Există cercetări mai recente care critică acest studiu?
M	Compară şi pune în contrast studiul cu alte surse primare din acelaşi domeniu

Sumar

Atunci când avem de rezolvat o problemă primul pas este să facem o sinteză cu privire la cunoaşterea pe care o putem utiliza pentru rezolvarea acelei probleme. Această sinteză trebuie să fie critică, pentru că altminteri ne-am putea baza pe lucruri nesigure în rezolvarea problemei. Chiar dacă până la urmă va trebui să ne bazăm şi pe lucruri nesigure, este bine cel puţin să ştim care sunt acestea. În urma analizei critice putem de asemenea să identificăm o mulţime de alte probleme mai de detaliu, care să ne ajute în rezolvarea celei de la care am pornit.

Cunoaşterea ştiinţifică este disponibilă în special sub formă de surse secundare şi primare. Analiza critică însemnă formularea de opinii argumentate cu privire la cunoaşterea conţinută în aceste surse. Analiza critică nu înseamnă neapărat respingerea opiniilor celor pe care îi analizăm, dar orice acceptare trebuie să fie bine argumentată. Pentru a putea efectua analiza critică avem nevoie de un solid bagaj de cunoştinţe teoretice şi metodologice şi să cunoaştem limba în care este scris textul analizat. Chiar dacă voi acumulaţi acum acest bagaj de cunoştinţe este bine să începeţi deja să exersaţi analiza critică, pentru că învăţarea ei este un proces de durată. În practică analiza critică se face de către cercetătorii formaţi de o manieră mai mult sau mai puţin nediscursivă, adesea urmând o mulţime de scurtături (eng. short-cut). Cercetătorul practician posedă mai mult un "a şti cum" (eng. know-how), o cunoaştere tacită, decât un "a şti ce" (eng. know-what), o cunoaştere explicită. Dar toţi cei care fac analiză critică parcurg următoarele etape: identificarea sursei comunicării, înţelegerea mesajului comunicat, interpretarea, analiza şi evaluarea mesajului comunicat şi luarea deciziei cu privire la ce anume să crezi.

Exerciţii, întrebări şi probleme

- Studenta sau studentul va evalua o sursă secundară (carte, articol de sinteză) fără să utilizeze alte surse.
- Studenta sau studentul va evalua o sursă secundară utilizând alte surse.
- Studenta sau studentul va evalua o sursă primară.
- Cum puteţi aplica gândirea critică atunci când citiţi un ziar sau urmăriţi o emisiune în care este prezentată o problemă cu implicaţii de mediu ?
- Comparaţi proiectele Roşia Montana si Dracula Park pe baza informaţiilor din media. Argumentaţi în grupuri de 3-4 persoane oportunitatea şi lipsa de oportunitate a lor folosind cunoştinţele generale pe care le aveţi. Comparaţi rezultatele obţinute de grupuri diferite. Puteţi evalua care este cel mai bun răspuns ? Faceţi acest exerciţiu şi după parcurgerea tuturor lucrărilor practice. Comparaţi felul cum aţi rezolvat acum cu cel în care aţi rezolvat la finalul lucrărilor practice. Cum vă explicaţi diferenţele ?
- Studiaţi în grupuri de 3-4 persoane taxonomia domeniilor învăţării a lui Bloom (de exemplu pe baza documentelor disponibile la <http://www.nwlink.com/~donclark/hrd/bloom.html> şi <http://www.coun.uvic.ca/learn/program/hndouts/bloom.html> accesate în ianuarie 2005). Vi se pare pertinentă această taxonomie ? Cum aţi putea-o critica ?

Lecturi suplimentare recomandate studenţilor

- Solcan, M.-R., 2004, Eseul filosofic – tehnici de elaborare a manuscrisului şi elemente de editare şi tehnoredactare computerizată, Ed. Universităţii din Bucureşti, Bucureşti, material disponibil la < www.ub-filosofie.ro/~solcan >.

Cartea include detalii cu privire la tehnologia muncii intelectuale, informaţii cu privire la modul de clasificare a lucrărilor în biblioteci, cum se fac citările şi semnificaţia lor în aprecierea valorii articolelor ştiinţifice. modul de lucru cu calcalatorul pentru editarea de texte. Merită citită complet.

- Lomborg, B., 2001, The Skeptical Environmentalist: Measuring the Real State of the World, Cambridge University Press, Cambridge

Cartea include analize critice ale literaturii referitoare la problemele globale de mediu. Parcurgerea ei poate fi foarte utilă pentru a înțelege cum pot fi folosite în interes economic şi politic partizan cunoştințe din domeniul biologiei şi al altor ştiințe ale mediului şi cât de uşor este să ne lăsăm manipulați de astfel de retorici dacă nu posedăm o gândire critică. Cartea se poate citi fragmentar (de exemplu parțile dedicate subțierii stratului de ozon sau organismelor modificate genetic). Dacă nu o găsiți la bibliotecă vă pot pune la dispoziție un exemplar pe durata lucrărilor practice.

- Ford, D. E., 2000, Scientific method in ecological research, Cambridge University Press, Cambridge

Aceasta este singura carte despre metoda ştiintifică scrisă pentru biologi pe care o cunosc. Lămureşte pas cu pas toate problemele. Este o carte cam mare, dar poate fi consultată ori de câte ori vă loviți de o problemă particulară. Expunere este didactică, pe înțelesul tuturor. Dacă nu o găsiți la bibliotecă vă pot pune la dispoziție un exemplar pe durata lucrărilor practice.

În afară de aceste lucrări recomand studenților şi studentelor studierea unui manual elementar de logică, pentru liceu, dacă nu au făcut-o deja Cunoştințe elementare de logică sunt absolute necesare pentru a putea gândi critic.

2 Elaborarea proiectelor

Obiectivele capitolului

- Să arate că învățarea biologiei nu înseamnă în primul rând memorare, ci mai ales rezolvare de probleme.
- Să arate că proiectele sunt instrumente necesare pentru rezolvarea problemelor.
- Să prezinte cum anume se elaborează un proiect şi cine îl finanţează.

Introducere

În urma analizei critice a cunoaşterii ecologii ajung la concluzia că insula propusă ca amplasament al investiției este un complex local de ecosisteme. Fiind un complex local, insula poate oferi în principiu o mulțime de resurse şi servicii naturale. Insula poate avea şi un rol important în furnizarea de resurse şi servicii de către complexul regional care o integrează. E posibil ca ea să susțină mecanismele prin care sunt produse resursele şi serviciile de nivel regional. Resursele şi servicile potențiale la nivel local şi regional sunt prezentate în tabelul 2.1.

Tabelul 2.1 Resurse şi servicii produse de sistemele ecologice fluviale şi indicatori utilizabili pentru evaluarea lor (după Iordache şi Bodescu 2005). Partea gri a tabelului include informațiie referitoare la resurse şi servicii produse în mod potențial la nivelul insulei şi al subsistemelor sale. Legendă: MTD = modul trofodinamic[9].

Tip de sistem	Resurse şi servicii furnizate sistemelor socio-economice	Indicators to be assessed
Complex regional	Menținerea diversității complexelor locale	Număr de complexe locale din fiecare tip şi caracteristicile lor morfologice
	Menținerea diversității speciilor asociate unor MTD emergente la nivel regional	Număr de populații ale speciilor migratoare (peşti, păsări)
	Resurse regenerabile	Niveluri de recoltare a indivizilor compatibile cu menținerea populațiilor speciilor migratoare
	Îmbunătățirea climatului regional şi alimentarea apelor subterane	Retenția apei şi evapotranspirația
	Îmbunătățirea calității apei	Retenția sedimentului şi poluanților
	Cale de transport	Caracteristici morfologice ale sistemelor acvatice
Complex local	Menținerea diversității ecosistemice	Număr de ecosisteme din fiecare tip şi caracteristicile lor morfologice
	Menținerea diversității speciilor asociate unor MTD emergente la nivel local	Număr de populații ale speciilor cu mobilitate mare la nivel de complex local (peşti, reptile, amfibieni, mamifere, păsări)
	Contribuție la îmbunătățirea climatului regional	Parametrii pentru determinarea bilanțului hidrologic local
	Contribuție la îmbunătățirea calității apei	Retenția sedimentului, retenție poluanților, exportul de poluanți prin utilizarea terenului, exportul de poluanți prin denitrificare
	Resurse regenerabile	Niveluri de recoltare a indivizilor compatibile cu menținerea populațiilor speciilor cu mobilitate mare la nivel de complex local
Ecosistem	Menținerea diversității specifice	Număr de MTD şi de populații ale speciilor cu mobilitate mică sau sesile (peşti, macronevertebrate, plante, microorganisme).
	Resurse regenerabile	Niveluri de recoltare a biomasei plantelor (lemn, stuf, plante medicinale), a macronevertebratelor şi peştilor compatibile cu menținerea populațiilor respective

[9] Modulul trofodinamic reprezintă o grupare de populații cu localizări spațio-temporală şi roluri similare. Pentru mai multe detalii a se vedea capitolul 15.

Totuşi cunoaşterea disponibilă în literatură s-a dovedit a nu fi suficientă. Ecologii nu puteau să dea un răspuns care să tranşeze disputa, deoarece nu existau suficiente cunoştinţe cu privire la cantitatea de resurse şi servicii furnizate de insulă. Necunoscând în ce cantitate erau furnizate reursele şi serviciile ecologii nu puteau calcula valoarea lor economică pentru a o compara cu beneficiile rezultate în urma investiţiei.

Când a primit raportul incluzând informaţiile investitorul a fost mulţumit. Rezultatele preliminare obţinute permiteau să se întrevadă clar felul cum cunoaşterea poate fi utilizată la luare deciziei.

Dar e necesară obţinerea de cunoştinţe suplimentare. Prin urmare investitorul cere ecologilor un proiect de cercetare pe baza căruia să îi poată finanţa şi să poată urmări felul cum ei cheltuie resursele financiare[10]. Rezumatul proiectului este prezentat în caseta de mai jos.

Caseta 1 Rezumatul proiectului de cercetare pentru evaluarea insulei.

Ignorarea valorii zonelor umede a dus la eliminarea lor pe scară largă prin îndiguire, desecare sau umplere. Prin urmare cunoaşterea ofertei de resurse şi servicii a zonelor umede rămase este o prioritate de cercetare. În acest context scopul proiectului este analiza funcţională[11] şi evaluarea economică[12] a insulei X. Obiectivele proiectului sunt :

1. Evaluare serviciilor hidrologice
2. Evaluare serviciilor de producţie de biomasă şi de menţinere a diversităţii specifice
3. Evaluarea serviciilor biogeochimice

Protocoalele de lucru includ activităţi pentru caracterizarea regimului hidrologic[13] şi a consecinţelor sale, activităţi pentru caracterizarea structurii complexului de ecosisteme, activităţi pentru caracterizarea populaţiilor de microorganisme, producători primari, nevertebrate terestre, nevertebrate acvatice, peşti, amfibieni şi reptile, păsări şi mamifere, pentru identificarea biocenozelor, pentru evaluarea producţiei primare şi secundare şi pentru evaluarea retenţiei poluanţilor. Proiectul este implementat de o echipă care include cercetători cu experienţă de lucru în sisteme fluviale, doctoranzi şi studenţi. Calendarul proiectului acoperă o perioadă de doi ani, iar bugetul solicitat este de 60000 Euro.

În următoarele lucrări practice voi detalia fiecare dintre activităţile desfăşurate în cadrul proiectului al cărui rezumat a fost prezentat mai sus.

Dar până atunci va trebui să înveţi şi tu câteva lucruri despre cum se elaborează un proiect.

Biologia înseamnă rezolvarea de probleme

Foarte multe persoane au opinia greşită că învăţarea biologiei presupune mai ales memorare. Dar de fapt biologia, se ocupă cu rezolvarea problemelor; a acelor probleme pentru a căror rezolvare avem nevoie de cunoaşterea sistemelor biologice şi ecologice. Aceste probleme pot fi fundamentale sau aplicative.

Opinia că biologia presupune mai ales memorare este datorată fazei mai incipiente în care această ştiinţă se află în raport cu alte ştiinţe cum sunt fizica şi chimia. Într-o fază incipientă de dezvoltare o ştiinţă se ocupă în special de descrierea faptelor caracteristice obiectelelor studiate. Dar la ora actuală biologia tinde să depăşească faza descriptivă şi să devină o ştiinţă matură. Testarea de ipoteze capătă un rol tot mai important, iar aparatul matematic este tot mai intens utilizat, atât la nivel molecular şi individual, cât şi la nivel supraindividual. Biologii au tot mai multe ipoteze de testate, deci tot mai multe probleme fundamentale de rezolvat.

[10] Un investitor este întotdeauna grijuliu cu felul cum îşi plasează capitalul.

[11] Analiza funcţională reprezintă tehnica prin care se evaluează (calitativ, cantitativ sau prin modelarea dinamicii) oferta de bunuri şi servici a capitalului natural (Cristofor şi colab. 1999).

[12] Evaluarea economică a capitalului natural reprezintă cuantificarea valorii monetare a ofertei de resurse (bunuri) şi servicii a capitalului natural. Evaluarea economică presupune să fie deja efectuată analiza funcţională.

[13] Accentul este pus pe regimul hidrologic deoarece acesta este factorul de comandă cheie în funcţionarea zonelor umede.

Chiar şi în faza descriptivă este foarte util ca acumularea de cunoştinţe cu privire la fapte să se facă în context problematizant. De fapt rareori ne angajăm în cercetări doar din simplă curiozitate. Chiar dacă nu avem de rezovat o problemă teoretic (fundamentală), vrem să rezolvăm o problemă practică (aplicativă). Nu vom putea să convingem pe nimeni să ne finanţeze cercetare dacă ceea ce vom face nu va contribui la rezolvarea unei probleme care să îl intereseze.

Rezolvarea de probleme se face folosind proiecte

Complexitatea problemelor actuale nu mai permite rezolvare lor fără să ai un plan clar cu privire la cum anume le poţi rezolva. Cercetătorii au nevoie de o cantitate mare de resurse, iar cei care pot furniza aceste resurse. La rândul lor, cei care ar pot da aceste resurse au nevoie de un instrument cu ajutorul căruia să se asigure că resursele vor fi bine utilizate. Acest instrument este proiectul de cercetare.

Proiectele de cercetare sunt planurile de management operaţionale pentru dezvoltarea cunoaşterii ştiinţifice. Mai multe detalii despre proiect în general sunt prezentate în anexa 2.

Cum sunt elaborate proiectele

După efectuarea analizei critice a cunoaşterii (lecţia 1) am ajuns la problema pe care dorim să o rezolvăm. Dacă problema noastră este fundamentală, proiectul va fi de cercetare fundamentală, iar dacă este aplicativă, proiectul va fi unul de cercetare aplicativă. Adesea un proiect adresează atât probleme fundamentala cât şi aplicative.

Argumentarea felului cum ales problema pe care vrem să o rezolvăm este foarte importantă. Ea se plasează în prima parte a proiectului. În a doua lui parte amplasăm descrierea felului cum vrem să rezolvăm problema.

Proiectul trebuie să convingă pe baza unor argumente raţionale. Unul dintre instrumentele care sintetizează raţionalitatea proiectului este matricea cadrului logic al proiectului. Am optat pentru prezentarea MCL în anexă (anexa 3). Folosind acest instrument asigurăm o conexiune foarte clară între scopul, obiectivele, activităţile şi bugetul proiectului.

Scopul şi obiectivele proiectelor de cercetare fundamentală sunt reformulări din punct de vedere managerial ale ipotezelor avansate, iar activităţile specifice prevăzute în programul de cercetare reflectă metodele de testare a ipotezelor pentru care s-a optat. Dacă programul de cercetare are o structură mixtă, fiind dedicat atât dezvoltării cunoşterii, cât şi dezvoltării de instrumente pentru asistarea deciziilor, obiectivele se vor referi atât la ipotezele ştiinţifice, cât şi la dezvoltarea instrumentelor respective, sau chiar, dacă este cazul, asitarea unor anumite decizii.

Metoda ştiinţifică se reflectă în structura proiectelor la nivelul stabilirii ipotezelor şi a protocoalelor de lucru pentru testarea ipotezelor (metode în sens restrâns), iar metoda managerială se regăseşte la nivelul scopului, obiectivelor şi a felului cum activităţile din protocoalele de lucru sunt astfel organizate încât obiectivele să fie atinse în limitele resurselor existente şi solicitate.

O altă problemă cheie este planificarea activităţilor, resurselor şi bugetului. Prezentarea problemei planificării depăşeşte cadrul unei lucrări cu caracter introductiv cum este aceasta. Unele informaţii cu caracter general pot fi găsite în sursele bilbliografie disponibile pe internet (European Commission 2001, 2004) sau în cursuri de management. Dobândirea abilităţii de a planifica activităţile, resursele şi bugetul unui proiect se poate face urmând un curs de

managementul ciclului de proiect şi exersând elaborarea de proiecte pornind de la cunoştinţele acumulate astfel. Recomand studentelor şi studenţilor să participe la un astfel de curs.

Foarte pe scurt, în planificare sunt folosite diagrame Gant şi diagrame Pert. Diagrama Gant este un tabel care pe coloane include unităţile de timp iar pe rânduri include activităţile avute în vedere pentru rezolvarea problemei.[14] Ideea este simplă, dar este greu de completat deoarece trebuie să ştim când anume începe şi când se termină fiecare activitate. Dacă am reuşit acest lucru diagrama Gant ne este foarte folositoare din următoarele motive:

- dacă avem un plan rămâne posibil să nu realizăm proiectul, dar dacă nu avem nici un plan vom eşua sigur;
- o vom putea folosi ca să ne dăm seama ce resurse avem nevoie şi în ce cantitate pentru fiecare perioadă de tim;
- o dată ce cunoaştem distribuţia în timp a resurselor vom şti câţi bani avem nevoie pentru fiecare periodă de timp;
- cunoscând momentul când urmează să se încheie fiecare activitate avem nişte repere pentru a controla felul cum avansează derularea proiectului. Acest lucru este foarte util atunci când în proiect lucrează un număr mare de oameni.
- putem să ajustăm diagrama pe măsură ce avansăm în derulare proiectului[15], în funcţie de ce se întâmplă. Avem ce ajusta.

Diagrama Pert are rolul să evidenţieze relaţiile dintre activităţi. De cele mai multe ori activităţile sunt interconexate, în sensul că rezultatul uneia contribuie la derularea alteia. Există un flux de producţie al cunoaşterii ştiinţifice similar cu cel al oricărei alte activităţi economice.

În diagrama Pert reprezentăm cu căsuţe activităţile sau grupurile de activităţi (protocoale de lucru, eng. workpackages) şi cu săgeţi fluxul de rezultate între activităţi. Eu personal prefer să nu mai fac o diagramă Pert separată pe cea Gant şi pun săgeţile direct pe diagrama Gant. Acest lucru îl recomand pentru situaţiile când proiectul nu este deosebit de complicat. Un exemplu îl găsiţi în anexa 4. Când proiectul este foarte complicat poate fi necesar să avem chiar mai multe diagrame Gant şi mai multe diagrame Pert. Altminteri evaluatorul nu ar mai înţelege cu uşurinţă schema.

În anexa 4 puteţi găsi un exemplu de proiect[16] de cercetare fundamentală şi aplicativă.

Cine finanţează proiectele

Originea resurselor disponibile pentru finanţarea proiectelor este în majoritate la organizaţiilor private. Există trei căi majore prin care resursele pot ajunge la cercetători la cei care le posedă. Prima cale este cea directă, aşa cum este în cazul proiectului pentru insula noastră. A doua cale presupune intermedierea unei fundaţii private. Uneori finanţatorii nu doresc să piardă timpul cu negociere şi monitorizarea proiectelor şi apelează la fundaţii special constituite ca să facă aceste lucruri. Fundaţiile for gestiona programe de finanţare în domeniile pe care le doresc finanţatorii. A treia cale presupune ca intermedierea să se facă de către stat. Statul colectează resurse de la contribuabili şi dezvoltă programe de finanţare în domenii care sunt de interes pentru ansamblul contribuabililor. În fine, în relativ puţine cazuri finanţatori pot fi şi instituţiile public, inclusiv statul, folosind resurse proprii.

[14] Pentru un exemplu a se vedea anexa 4.
[15] Presupunând că a fost finanţat.
[16] De fapt este prezentată doar partea care se numeşte „Descrierea proiectului". Proiectul ca întreg este mai mare şi include tot felul de informaţii cu privire la calitatea resursei umane şi a instituţiei. Dar aceste informaţii sunt mai puţin importante pentru voi, deşi sunt foarte importante pentru evaluator.

Sumar

În viața oamenilor există multe probleme a căror rezolvare presupune cunoştințe biologice. Astfel de probleme sunt de exemplu cele legate de sănătate, de mediu, de hrană (probleme aplicative), de umplere a unor lacune din cunoaşterea teoretică şi de clarificare a unor incertitudini (probleme fundamentale). Dezvoltarea cunoaşterii biologice se face în contextul rezolvării de probleme. O dată cu avansarea cunoaşterii biologice problemele au devenit tot mai complexe şi nu mai pot fi rezolvate fără a avea un plan clar. Proiectele de cercetare reprezintă tocmai astfel de planuri pentru rezolvarea problemelor biologice.

Elaborarea unui proiect presupune utilizarea metodei ştiințifice şi a celor manageriale. Proiectul include un rezumat al analizei critice a cunoaşterii, ipotezele şi problemele aplicative pe care le are în vedere, scop, obiective, activități organizate în protocoale de lucru, calendar al activităților şi buget. Forma exactă a proiectului depinde de exigențele finanțatorului şi adesea este impusă de acesta. Finanțatorii pot fi publici sau privați, iar relația dintre cei care fac proiectul şi finanțator este una similară celei dintre un prestator de servicii şi un beneficiar.

Exerciții, întrebări şi probleme

- Analizați critic un articol ştiințific primar. Care este următorul pas logic pe care ar trebui să îl facă cercetătorii respectivi pentru a duce cunoaşterea mai departe ? Elaborați o scrisoare de intenție folosind ideile din anexa 2 şi având drept scop efectuarea pasului logic pe care l-ați identificat.
- Cine credeți că ar trebui să evalueze dacă proiectele finanțate de o fundație sau de stat servesc interesele finanțatorilor privați sau ale contribuabililor ?
- Elaborați pînă la finele lucrărilor practice un proiect de cercetare după modelul celui din anexa 4. Scopul proiectului va fi testarea unor ipoteze fenomenologice referitoare la populații din speciile aparținând unor grupe de organisme[17].

Lecturi suplimentare recomandate studenților

Nu cunosc un manual de managementul proiectelor pentru biologi. De aceea recomand citirea oricărui manual bun de management. Numeroase astfel de manuale sunt disponibile în biblioteci. Spre exemplu eu am folosit Albanese (1998).

Studierea managementului trebuie făcută de către studente şi studenți încă din primii ani de facultate. Ideea că managementul trebuie cunoscut doar la master şi doctorat cred că nu este bună. Chiar dacă studenta nu va dori să urmeze masterul sau doctoratul şi va preferea să lucreze ca executant în cadrul unei echipe conduse de oameni mai calificați cunoaşterea managementului îi va fi foarte utilă. Va putea fi un mult mai bun membru al echipei pentru că va avea imaginea de ansamblu cu privire la funcționarea organizației. Şi va putea contracara mult mai uşor eventualele abuzuri ale managementului superior, contribuind astfel la menținerea unui climat de lucru favorabil bunei funcționări a organizației. Iar managementul superior va fi mai puțin tentat să încalce regulile etice, ştiind că are de-a face cu oameni avizați. Nu în ultimul rând, studenta sau studentul odată licențiat îşi poate construi propria firmă de consultanță, în care caz cunoştințele de management sunt esențiale.

[17] Pentru un prim proiect testarea unor astfel de ipoteze este suficient de dificilă. Nu vă avântați de la început la testarea unor ipoteze foarte complicate, chiar dacă vi se par mult mai interesante.

3 Delimitarea unităților hidrogeomorfologice

Obiectivele capitolului

- Să prezinte cum are loc pregătirea activității de teren pentru delimitarea unităților hidrogeomorfologice (UHGM)
- Să prezinte etapele activității din teren.

Introducere

Unitatea hidrogeomorfologică elementară (sau biotopul) reprezintă componenta abiotică a unui ecosistem. Dacă în ce priveşte localizarea spațială a unui biocenoze lucrurile sunt ceva mai complicate atât din punct de vedere teoretic, cât şi practic, şi nu pot fi tranşate operațional în primele etape ale cercetării, localizarea exactă şi delimitarea UHGM este abordabilă practic.

Prin UHGM înțelegem o zonă omogenă din punct de vedere geomorfologic, hidrologic şi pedologic. Cum omogenitatea (în natură) nu este o noțiune cu înțeles absolut, ci doar relativ la un organism care o percepe ca atare, şi omogenitatea UHGM va fi relativă la cel care o percepe, adică la cercetătorul uman. Ne putem imagina că alte tipuri de organisme, cu o altă scară de acțiune, percep diferit o UHGM pe care noi o identificăm drept omogenă. Fie că ele nu sesizează comportamental diferențe între UHGM pe care noi le percepem ca distincte, dacă scara de acțiune a lor este mult mai ridicată decât a noastră, fie percep în cadrul unei UHGM heterogenități care pentru noi nu sunt evidente, dacă scara lor de acțiune este mult mai mică decât a noastră. Aceste considerații au consecințe importante în ce priveşte felul cum gândim localizarea spațială a unei UHGM şi a unei biocenoze. Nu există încă un răspuns consolidat din punct de vedere ştiințific la această problemă. Unele elemente ale discuției vor fi menționate în capitolul 5 („Analiza structurii complexelor de ecosisteme").

Cu toate neajunsurile menționate în paragraful anterior, delimitarea UHGM rămâne o etapă necesară, pentru că în definitiv cercetarea trebuie să înceapă cumva, şi preferabil pe baze cât mai simple, deci mai sigure. Ori distribuția spațială a elementelor de biotop este mult mai simplu de stabilit decât cea a elementelor de bioceonoză (a populațiilor).

Delimitarea UHGM se face în teren. Orice activitate de teren are trei etape:

- Pregătirea deplasării în teren
- Deplasarea propriu-zisă
- Prelucrarea probelor şi datelor din teren

Primul obiectiv al lucrării practice se adresează primei etape de mai sus, iar al doilea obiectic celei de a doua etape. A treia etapă va fi discutată în cadrul capitolului 5.

Obiectivul 1 Pregătirea deplasării în teren[18]

Pregătirea deplasării în teren pentru delimitarea UHGM include următoarele etape:

- Obținerea de informații cu componentă spațială, deja existente, prin studiu de bibliotecă.
- Asigurarea faptului ca avem drept de acces la zona de studiu.
- Pregătirea echipamentelor de teren.

[18] Conținutul capitolelor referitoare la pregătirea deplasării şi deplasare propriuzisă este adaptat după Maltby, E. (ed.), 1998, Functional analyses of European wetland ecosystems, Royal Holloway Institute for Environmental Research, University of London

Informaţiile cu componentă spaţială se găsesc pe hărţi. Primul lucru pe care trebuie să îl procurăm este o hartă fizică adecvată a zonei de studiu. Ea reprezintă harta de bază. Prin „adecvată" înţelegem că trebuie să aibă scară potrivită mărimii zonei de studiu (nici prea mică, nici prea mare, ci suficientă ca să putem schiţia înăuntrul zonei observaţiile noastre în teren). De asemenea, prin „adecvată" mai înţelegem că trebuie să fie o hartă cât mai recentă, deoarece complexele de ecosisteme naturale au o dinamică destul de accentuată, iar o hartă veche de, să zicem, 50 de ani, e posibil să fie destul de departe de realitatea din teren. Hărţile fizice se pot achiziţiona de la directiile topografice militare sau alte instituţii specializate şi trebuie depozitate în anumite condiţii de secretizare.

O dată ce am obţinut o hartă fizică adecvată vom face câteva copii de lucru ale ei, pe care să putem lucra în teren. Putem eventual să face o copie electronică şi să lucrăm cu variante imprimate ale hărţii. Întotdeanua când multiplicăm o hartă trebuie să includem şi zona cu scara în ea, deoarece adesea facem şi o mărire sau o micşorare prin copiere sau prelucrare electronică.

Pe harta de bază delimităm zona noastră de studiu, complexul local de ecosisteme pe care urmează să îl cercetăm. Nu dispunem de criterii deosebit re riguroase pentru a delimita zona de studiu, decât dacă a existat un proiect de cercetare mai amplu în care s-a efectuat delimitare complexelor locale din structura complexului regional. Rareori ne aflăm în această situaţie. Prin urmare ne orientăm după limite naturale obişnuite, ceea ce în cazul insulei Fundu Mare este foarte simplu, deoarece malul este evident. În alte situaţii, de exemplu la munte, identificarea unor limite naturale neechivoce poate să fie mult mai dificilă, ceea ce face ca delimitarea complexului de ecosisteme să fie o influenţată de subiectivitatea, şi experienţa, cercetătorului. Îm fine, în alte situaţii trebuie să ne orientăm după limite administrative sau alte criterii antropice, în funcţie de problema specifică pe care o avem de rezolvat.

După ce am delimitat zona de maxim interest trebuie să delimităm în jurul ei o zonă despre care avem informaţii că ar putea avea un rol deosebit de important în influenţarea felului cum funcţionează complexul local cercetat. Este o zonă pe care trebuie să o cercetăm într-un regim mai puţin intensiv decât complexul local, dar suficient ca să avem o imagine asupra factorilor de comandă externi ai complexului local. De exemplu în cazul insulei Fundu mare ea trebuie să includă braţele Dunării în amonte, aval si lateral, precum şi sursele de impact antropic cele mai importante. În cazul unui lac glaciar înconjurat de zone umede ea ar trebui să includă microbazinul hidrografic în care se află acele ecosisteme montane. Zona adiacentă complexului nu trebuie să fie nici prea mare, pentru că atunci evaluarea influenţei ei nu mai este operaţională, dar nici prea mică, pentru că atunci riscăm să nu surprindem factori de comandă externi deosebit de importanţi. Delimitarea zonei adicente trebuie aşadar făcută cu rezonabilitate şi discernământ, în funcţie de problema care trebuie rezolvată şi resursele disponibile.

Următorul pas este să obţinem hărţi tematice relevante pentru complexul nostru, cum sunt hărţile pedologice, geologice, hidrologice, sau de distribuţie a vegetaţiei. Ne interesează şi vegetaţia deoarece în multe cazuri distribuţia ei reflectă foarte bine variaţiile hidrogeomorfologice. Sursele de la care pot fi obţinute aceste hărţi sunt institutele de cercetare de specializate, bibliotecile universitare şi academice, şi uneori internetul. Din aceste hărţi vom extrage informaţii informaţiile pe care le considerăm utile şi le vom transfera pe harta de bază. În mod tradiţional acest lucru se făcea manual, iar pentru o cercetare fără mari pretenţii se poate face tot aşa şi acum. Într-o cercetare profesionalizată se va face folosind sistemul informaţional geografic (SIG), o tehnică software care reclamă o înaltă specializare. Dacă doreşte să lucreze cu SIG, lucru foarte recomandabil, biologul va trebui fie să se specializeze pe această direcţie (o carieră în sine), fie să colaboreze cu specilişti în SIG (mai probabil). Alte elemente referitoare la utilizarea SIG sunt menţionate în capitolul 5.

Dacă putem obține şi fotografii aeriene sau imagini satelitare este de asemenea foarte folositor. Putem beneficia cu adevărat de posibilitățile oferite de aceste surse de informații doar dacă folosim şi SIG. Cum costurile obținerii de fotografii aeriene şi imagini satelitare, ca si ale utilizării SIG, sunt foarte mari, le putem acoperi doar dacă avem proiecte consistente.

Vreau să precizez că utilizarea SIG nu ridică prin sine însăşi calitate cercetării, ci doar în funcție de datele pe care le furnizează biologul. Ori aceste date sunt furnizate de el după consultarea surselor clasice, cum sunt hărțile, şi după ce a fost în teren. Aceasta înseamnă că a şti să lucrezi cu sursele clasice de informație rămâne ceva necesar şi care deschide calea către o cooperare cu specialiştii în SIG bine fundamentată.

Mai vreau sa precizez că biologul trebuie să fie şi un naturalist. Separare instituțională între biologie, geografie, pedologie, geologie este mai mult sau mai puțin artificială. Cunoaşterea fie şi puțin aprofundată a unor elemente din alte ştiințe ale naturii îi deschide biologului calea către o mult mai bună înțelegerea a propriilor elemente de specialitate, precum şi către posibilitatea de a coopera cu alt fel de specialişti în rezolvarea unor probleme concrete.

Să presupunem că am reuşit să obținem şi să sintetizăm toate sursele de informație menționate mai sus. Acum trebuie să ne asigurăm că putem avea acces la zona de studiu. Dacă sunt terenuri aflate în proprietate privată va trebui să discutăm cu proprietarii şi să obținem permisiunea de acces pe proprietatea lor. Dacă este vorba de o zonă localizată într-o rezervație naturală trebuie să contactăm administrație rezervației respective. Sau dacă este o zonă de graniță, ca lunca Dunării sau munții Maramureşului, trebuie să avem aprobare instituțiilor grănicereşti. Cu aceasta nu am epuizat situațiiel care pot apărea ci am dat doar câteva exemple. Neacordarea atenției cuvenite acestor aspecte poate să ducă la eşecul deplasării în teren.

Ultima, dar nu cea mai puțin importantă activitate pregătitoare este legată de echipamentele care urmează să fie utilizate în teren. Hărțile de lucru în teren trebuie incluse în suporturi care să le protejeze. Pentru notații putem folosi un caiet cu pagini plastifiate şi markere speciale sau, mai la îndemână, un suport de coli, creioane colorate şi folii de plastic pentru protecția colilor împotriva umezelii. De multe ori s-au pierdut date şi observații datorită felului neglijent în care a fost ales suportul pe care au fost scrise. Pentru deplasări pe vreme foarte nefavorabilă (de exemplu ger) se poate utiliza eventual şi un reportofon. Încălțămintea şi îmbrăcămintea trebuie să fie adecvate tipului de ecosistem în care vom merge. Vom avea în rucsac sau în buzunare câteva dispozitive simple cum sunt o ruletă, o lupă, pungi de stocare a unor probe de sol si plante, o busolă, un sfredel pentru prelevare solului până la 50 cm adâncime. Un aparat de fotografiat, un determinator de plante şi un aparat GPS[19] pot fi de asemenea foarte utile. Dacă deplasarea urmează să dureze mai mult timp nu trebuie să uităm să luăm şi provizii la noi. Este dovedit că disconfortul accentuat, fizic sau psihic, duce la reducerea calității observațiilor în teren. Dacă deplasarea se face în zone în care accestul este foarte dificil şi avem nevoie de mijloace speciale de transport, ca maşini de teren sau navă, organizarea ei devine o chestiune care nu se mai poate face decât într-o echipă, cu implicarea unor cadre tehnice ajutătoare (şoferi, marinari, etc).

Obiectivul 2 Deplasarea în teren

Odată ajunşi în teren primul lucru pe care trebuie să îl facem este să verificăm acuratețea informațiilor din harta de bază. Pentru aceasta este de dorit să identificăm un punct care ne oferă o perspectivă vizuală asupra zonei de cercetat, sau mai multe. Dacă acest lucru nu este posibil ne putem consulta cu localnici cu privire la elementele de pe hartă. Consultare cu localnicii este de dorit şi dacă suntem siguri de acuratețea hărții, pentru a construi relații cât mai bune cu ei. Dacă

[19] Un aparat care indică latitutidena, longitudinea şi altitudinea locului în care te afli.

nici consultarea nu este posibilă (de exemplu datorită sălbăticiei zonei) va trebui să avem o primă inspecție a zonei independent de problema delimitarii propriu-zise a UHGM.

Când suntem siguri că harta este adecvată putem să stabilim pe hartă rutele pe care le vom urma pentru delimitarea UHGM. Vom stabili o serie de *transecte* folosind următoarele criterii:

- Să surprindă gradienții hidrologici, morfologici sau pedologici şi să evită pe cât posibil urmare unor direcții care de obicei constituie limite ale UHGM (de exemplu structuri antropice)
- Să fie situate la distanțe unul de altul care să permită extrapolarea informațiilor cu uşurință pe distanțele dintre transecte (de la o sută la câteva sute de metri în funcție de condițiile specifice din teren),
- Să fie uşor de identificat în teren
- Să fie posibil de urmat în teren, fără să ridice probleme mari de siguranță şi de efort,

Pentru ilustrare voi oferi cazul insulei Fundu Mare. În insulă există două tipuri majore de gradienți: gradienți succesionali, localizați între țărm şi centrul insulei, şi un gradient de hidroconectivitate, localizat între gura canalului care face conexiune cu Dunărea şi ultimul lac din insulă. Prim urmare vom amplasa două tipuri de transecte: transecte radiale, de la țărm spre lacuri, şi un transect longitudinal, de-a lungul canalelor şi lacurilor insulei. Figura 3.1 arată amplasarea transectelor.

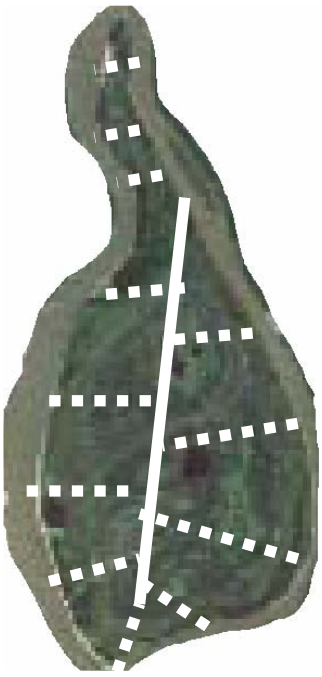


Figura 3.1 Exemple de amplasare a transectelor pe insulă: transect longitudinal, cu linie continuă, şi transecte transeversale, cu linii discontinue.

Ce criterii luăm în considerare pentru delimitarea UHGM ? Avem următoarele tipuri de criterii:

- criterii morfologice (forme şi microforme de relief, reflectate de panta terenului şi direcția de dispunere a acesteia)
- criterii geologice (schimbări în substratul geologic, în măsura în care observarea acestuia ne este accesibil – de exemplu în zonele montane)
- criterii pedologice (schimbări în caracteristicile solului, observate la suprafață sau până la o adâncime care poate fi inspectată rapid . de exemplu 50 cm)
- criterii hidrologice (nivelul apei de suprafață sau subterane, umiditatea solului[20]).
- structura covorului vegetal ca indicator al condițiilor hidrogeomorfologice
- impactul antropic (prezența sau absența unui anumit tip de utilizare sau management al zonei).

Atunci când unul sau mai multe criterii variază suficient de mult într-un anumit loc vom considera că în acel loc se află o limită între două UHGM elementare, vom indica punctul pe hartă pe harta de lucru cu un anumit cod şi vom face observații în caietul de lucru sau in fişele standardizate de teren pe care le avem cu noi. Deşi atenția ne este îndreptată prepoderent către elementele de biotop, vom fi „cu un ochi" şi la biocenoză, ale cărei schimbări de structură le putem observa la nivel calitativ dacă avem o cultură biologică corespunzătoare. Vom face toate observațiile naturaliste pe care le putem face şi ni le vom nota în caietul de teren, deoarece ne pot fi de mare ajutor în fazele ulterioare ale programului de cercetare, când vom trece la studiul componentelor biologice.

[20] Pentru o caracterizare mai riguroasă a regimului hidrologic a se vedea următorul capitol.

În figura 2 sunt prezentate imagini ale câtorva UHGM tipice delimitate în insula Fundu Mare.

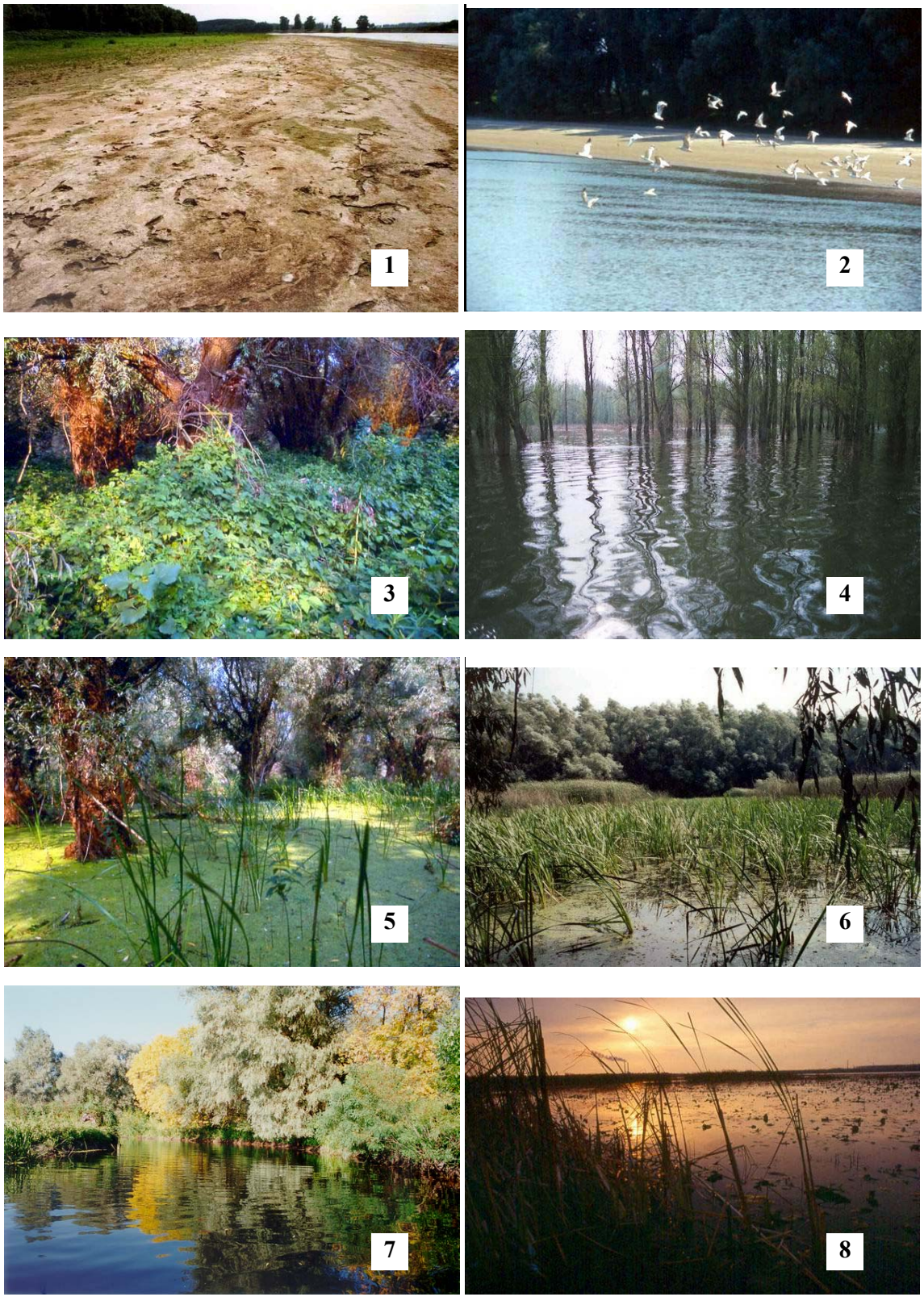


Figura 3.2 Imagini ale unor UHGM din Insula Fundu Mare. 1-2 Țărm depoziționale (întinsură), 3-4 Grind în fază terestră (stânga) şi acvatică (dreapta), 5 Depresiune împădurită, 6 Mlaştină, 7 Canal, 8 Lac

Sumar

Verificarea hărții complexului local de ecosisteme cercetat şi delimitarea unităților hidrogeomorfologice în interiorul lui sunt primele activități pe care ecologul trebuie să le facă în teren. De felul cum sunt ele făcute depinde buna organizare spațială a programului de cercetare. Înainte de a merge în teren trebuie derulate o serie de activități pregătitoare. Prima este obținerea de informații cu componentă spațială şi integrarea lor într-o hartă de bază a complexului de ecosisteme. Această hartă va fi ulterior folosită în teren. A doua este obținere aprobărilor necesare pentru acces în zona de cercetare, iar a ultima este pregătirea tuturor echipamentelor necesare în teren. Toate aceste activități preliminare sunt la fel de importante şi condiționează succesul muncii de teren. În teren vom verifica harta de bază, iar apoi vom amplasa pe ea transectele de-a lungul cărora ne vom deplasa. În deplasarea noastră vom observa discontinuități geologice, morfologice, hidrologice, pedologice, ale covorului vegetal şi ale impactului antropic. Aceste observații le vom nota în fişe standardizate, pentru a uşura prelucrare datelor, şi pe baza lor vom delimita unitățile hidrogeomorfologice din structura complexului cercetat.

Exerciții, întrebări şi probleme

- Dacă timpul avut la dispoziție pentru implementare proiectului este foarte scurt putem merge direct în teren, fără o pregătire a deplasării ?
- Încercați să identificați surse de imagini satiletare ale unor zone din România pe internet.
- După ce a făcut numeroase deplasări în teren un ecolog va acumula o cantitate foarte mare de imagini fotografice. Imaginează un mod de ordonare a fotografiilor făcute în teren astfel încât să le poți găsi foarte uşoor pe cele pe care le cauți la un moment dat.
- Alege un complex de ecosisteme accesibil şi delimitează unitățile hidrogeomorfologice din structura lui folosind în teren copii ale fişele anexate.

Lecturi suplimentare recomandate studenților

- Maltby, E. (ed.), 1998, Functional analyses of European wetland ecosystems, Royal Holloway Institute for Environmental Research, University of London

Lucrarea este un ghid de evaluare a zonelor umede. În prima sa parte include un îndrumar foarte bun pentru delimitarea UHGM din sistemele fluviale. Celor interesați o pot furniza pentru copiere în scop de folosire personală.

- Florea, N., 1964, Cercetarea solului pe teren, Ed. Ştiințifică, Bucureşti

Aceasta este o excelentă carte de metodologie a delimitării tipurilor de sol care include multe sugestii utile pentru felul cum să îți organizezi activitatea în teren. O puteți găsi în bibliotecile academice, iar dacă veți începe să o citiți nu o sa vă mai vină să o lăsați din mână, pentru că este scrisă cu profesionalism şi pasiune.

Fişa 1

Numele cercetătorului _____ **Data** _____

Complex local: _____

Schița complexului, amplasarea transectelor, localizarea discontinuităților, limitele UHGM

Ora începerii activității în teren :_____

Ora finalizării activității în teren : _____

Condiții meteo pe durata activității în teren : _____

Fişa 2 Exemplarul ___
Numele cercetătorului _____ **Data** _____

Complex local: _____

Transect Nr (1,..,n)	**Discontinuitate**		
	Nr (1,..,n)	**Tip** (G, M, H, P, V, A)	**Descriere**

Fişa 3 Exemplarul ___
Numele cercet`torului _____ **Data** _____

Complex local: _____

Parametru	**Unitate hidrogeomorfologică**		
Nume comun			
Cod pe schița complexului (1, …, n)			
Panta UHGM			
Heterogenități interne (Da, nu, detalii la observatii)			
Apă de suprafață (Nu, lotic, lentic)			
Nivelul apei subterane (profund, superficial)			
Culoarea solului			
Umiditatea solului (umed, uscat)			
Stratul de litieră (da, nu, detalii la observații)			
Num`r de straturi vegetale (detalii la observații)			
Impact antropic (detalii la observații)			
Tipuri de ecotoni (natural, antropic, detalii la observații)			
Observa\ii: heterogenități, litieră	**Observații:** straturi vegetale, impact antropic, ecotoni		
Observații: organisme animale			

4 Determinarea parametrilor abiotici

Obiectivele capitolului

- să arate de ce este importantă măsurarea parametrilor abiotici
- să prezinte ca studiu de caz ce înseamnă regimul hidrologic
- să arate cum pot fi caracterizați nivelul apei subterane şi unii parametri abiotici puternic dependenți de acesta

De ce este importantă măsurarea parametrilor abiotici

Utilizarea tehnicilor de măsurare a parametrilor abiotici presupune adesea cunoştințe destul de solide din discipline ale ştiințelor naturii diferite de biologie. Cum însuşirea acestor cunoştințe nu este uşoară un biolog în formare s-ar putea întreba de ce trebuie să facă un astfel de efort. În cele ce urmează voi încerca să dau un răspuns convingător la această întrebare.

Punctul de plecare în argument este ceea ce numim curbă de toleranță a unei specii (figura 4.1)

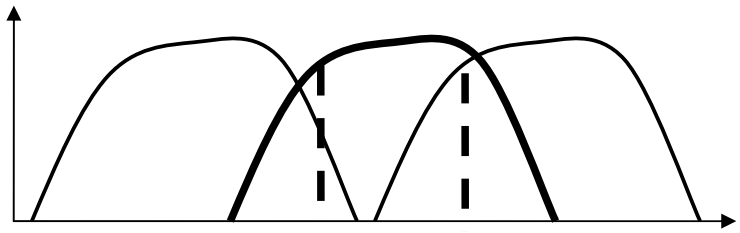


Figura 4.1 Schema curbelor de toleranță a trei specii. Pe axa orizontală sunt reprezentate valorile unui parametru[21] abiotic (de exemplu temperatura, altitudinea, sau nivelul apei), iar pe axa verticală valorile unui parametru prin care se descrie felul cum indivizii dintr-o anumită specie răspund pozitiv la valorile parametrului abiotic respectiv. Zona centrală a curbei din mijloc (dintre liniile verticale întrerupte) reprezintă zona de optim pentru indivizii din specia respectivă, iar zonele marginale ale curbei din mijloc zone de suboptim. La valori ale parametrului abiotic mai mari sau mai mici decât un anumit prag (în afara curbei din mijloc) indivizii din specia respectivă nu mai pot exista.

Este important să reținem din figura 1 şi faptul că diferite specii au curbe de toleranță diferite la valorile unui acelaşi parametru. Mai reținem şi faptul că un paramatru față de care o specie are o curbă de toleranță este un *parametru de control* al populațiilor din specia respectivă.

O dată ce am înțeles ce înseamnă o curbă de toleranță mai trebuie să ne dăm seama că variația valorilor unui parametru în spațiu, în natură, este un gradient al acelui parametru. Şi ne aducem aminte din lecția precedentă că primul criteriu pentru amplasarea transectelor în teren era să surprindă gradienți abiotici.

Cum vor fi amplasate populațiile din specii diferite pe un gradient spațial al unui parametru abiotic ? Aşa cum se observă în figura 2, dacă gradientul este continuu va fi foarte greu să delimităm grupurile de populații (biocenozele) unele de altele, deoarece curbele de toleranță se suprapun foarte mult. Dacă însă gradientul are o discontinuitate puternică grupurile de populațiii se vor delimita net unele de altele, deoarece în zona de discontinuitate curbele de toleranță e

[21] Trebuie făcută distincția dintre un parametru şi valorile acelui parametru. În limbajul comun această distincție este adesea eludată. De exemplu dacă la întrebarea „ai temperatură ?" dai răspunsul „da", de obicei vrei să spui că valoarea temperaturii tale este mai mare decât cea normală, nu faptul că ai proprietatea temperatură, ca orice corp macroscopic.

puțin probabil să se mai suprapună. Cu cât discontinuitatea este mai puternică, mai abruptă, cu atât este mai mică şi şansa să existe organisme din aceeaşi specie distribuite şi de o parte şi de alta a discontinuității pe gradient.

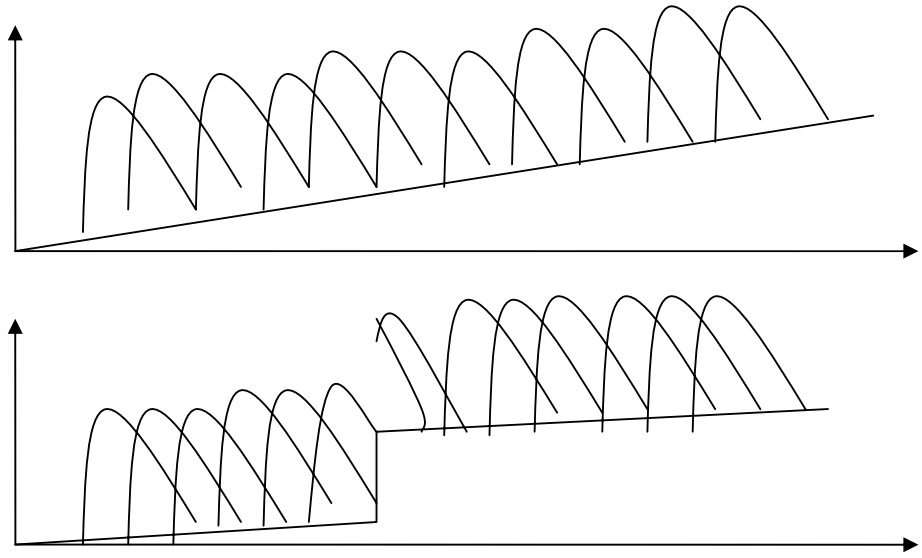


Figura 4.2 Schema distribuției indivizilor din specii diferite pe un gradient continuu (sus) sau cu discontinuitate puternică (jos). Axa orizontală indică poziția spațială pe transect iar axa verticală valoarea parametrului abiotic. Axele corespunzătoare parametrilor biologici nu sunt reprezentate.

În concluzie determinarea parametrilor abiotici este foarte importantă deoarece ei reprezintă factori de comandă ai populațiilor din diferite specii. Limitarea studiului strict la aspectele biologice ale acestor populații ne va împiedica să înțelegem cauzele distribuției spațiale a organismelor. Prin urmare trebuie să avem o imagine asupra tehnicilor de determinare a parametrilor abiotici şi, în măsura în care ele ne depăşesc nivelul de expertiză, să includem în echipa de cercetare specialişti din alte domenii ale ştiințelor naturii.

Scurtă caracterizare a regimului hidrologic

Pentru a înțelege mai bine în ce constau efectele parametrilor abiotici poate că este bine să discutam un caz particular. Am ales regimul hidrologic deoarece în lunca Dunării, unde se află insula noastră, regimul hidrologic este principalul factor de comandă extern al funcționării sistemelor ecologice.

Regimul hidrologic induce gradienții abiotici cei mai puternici, în timp ce parametrii geologici şi pedologici sunt mai mult sau mai puțin uniformi. Între aceste două extreme se află, din punct de vedere al intensității gradienților, parametri morfologici.

Regimul hidrologic constă în ansamblul parametrilor prin care se caracterizează circuitul hidrologic. Figura 3 (pe pagina următoare) prezintă schema circuitului hidrologic la o scară regională sau locală (după Danielescu 1999). Fiecare dintre stocurile şi fluxurile menționate în această schemă reprezintă un parametru hidrologic care poate fi determinat prin metode specifice.

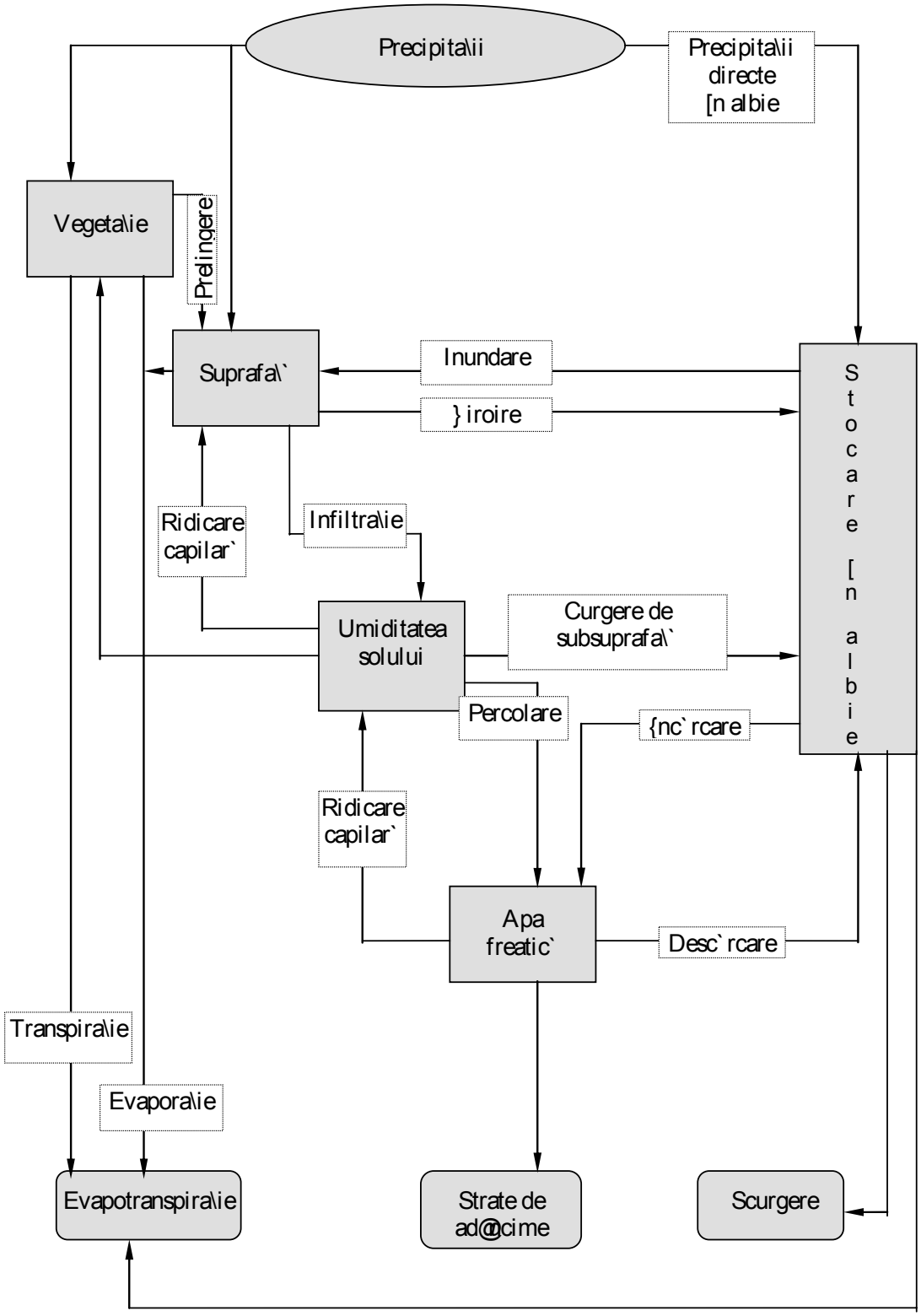


Figura 4.3 Diagrama circuitului hidrologic la o scară locală sau regională (după Danielescu 1999).

Când am menționat că regimul hidrologic este factorul de comandă cel mai important pentru funcționarea zonelor umede în condiții naturale, în particular a celor din sistemele fluviale, am vrut să spun succint că procesele biologice, ritmul desfăşurării lor, mecanismele producției biologice, circuitele de substanță, dinamica ecosistemelor din luncă, toate sunt în mare măsură

determinate de ritmul şi intensitatea inundaţiilor (Antipa 1910, Botnariuc şi Beldescu 1961, Amoros şi Petts 1993). Figura 4 prezintă schematic efectele regimului hidrologic asupra sistemelor ecologice de zonă umedă.

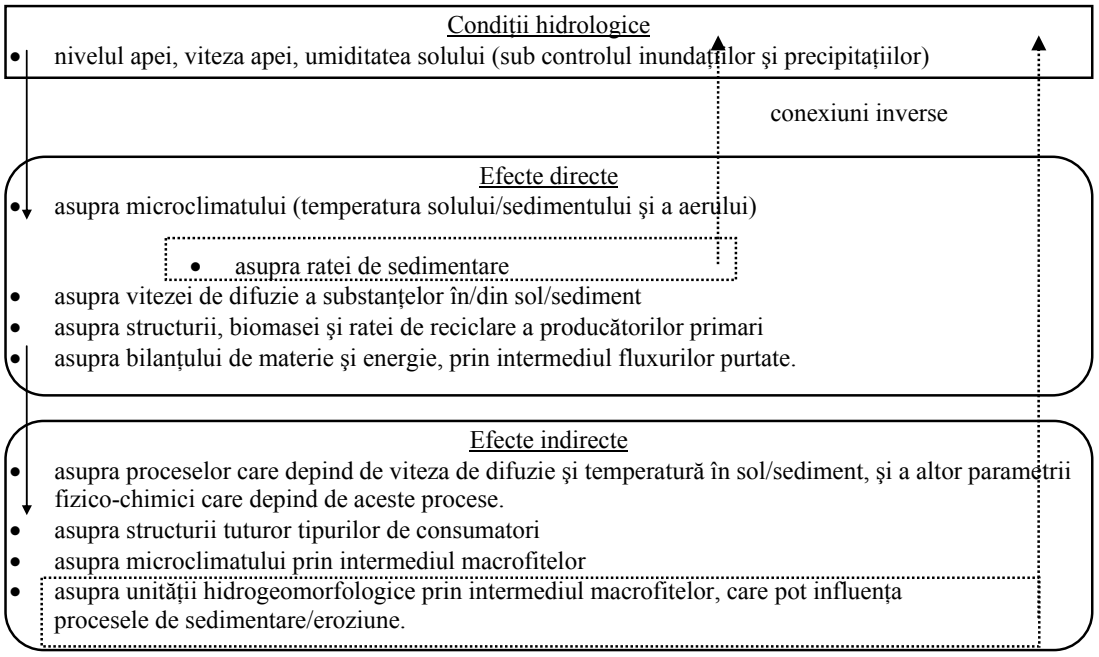


Figura 4.4 Efectele regimului hidrologic ecosistemelor (după Iordache şi colab. 1997a).

Ideea cu care trebuie să rămâneţi după această scurtă introducere în problemă este că parametrii hidrologici sunt interconectaţi, că au o cascadă de efecte în ecosistem şi că între majoritatea parametrilor prin care caracterizăm unitatea hidrogeomorfologică există legături cauzale directe, indirecte şi inverse.

Măsurarea nivelului apei subterane şi a unor parametrii abiotici puternic dependenţi de acesta

Dată fiind complexitatea problemei evaluării parametrilor care caracterizează regimul hidrologic şi a parametrilor influenţaţi direct şi indirect de acesta, nu ne putem propune aici decât să oferim un exemplu. Acesta se referă la determinarea rapidă a nivelului apei subterane, şi a unor parametrii ai solului puternic dependenţi de acesta. Metodologia prezentată mai jos este cea folosită în cadrul unui proiect de cercetare real din lunca Dunării în anii 1995-1997 şi iar textul este compilat după cel din protocoalele de lucru ale proiectului.

Nivelul apei subterane

Una din metodele folosite este cea cu piezometre. Pentru investigaţii hidrologice la mare adâncime la fabricarea piezometrelor sunt folosite tuburi sudate şi foarte lungi. Totuşi pentru studiile din lunci, unde apa este relativ aproape de suprafaţa solului este foarte adecvată construirea şi instalarea piezometrelor ieftine, din materiale plastic.

Instalarea piezometrelor se face într-un orificiu cu diametrul de 6 cm făcut cu un burghiu olandez, cu câţiva centimetrii mai adâncă decât piezometrul. Fundul gropii este umplut cu pietriş necalcaros până la adâncimea cerută de tub, care are diametrul de 2 cm. Tuburile pot avea diverse lungimi, de la 1 m până la 4m. Tubul este aşezat cu un capăt pe patul de pietriş şi cu celălalt capăt la suprafaţa solului, sau puţin deasupra lui, pentru a-l repera mai uşor (dar în zonele cu circulaţie intensă a persoanelor este preferabil să îl mascăm sub nivelul solului, pentru a evita distrugerea). După inserarea tubului se mai adaugă câţiva centimetri de pietriş pentru ca baza tubului să fie înconjurată. Aceast va facilita intrarea liberă a apei,

prevenind în acelaşi timp şi blocarea tubului cu sol. Orificiul săpat este apoi umplut cu sol, tasând cu fermitate cu o bară sau o vergea. Înaintea atingerii adâncimii echivalente cu nivelul orizontului în care baza tubului este aşezată, este adăugat un strat de bentonită de cel puţin 5 cm grosime sub formă de pudră uscată sau bulgări pentru a asigura etanşeitatea.

Citirea nivelului apei în piezometru se face folosind o ruletă care are instalat la capăt un senzor electric care la atingerea apei determină producerea unui semnal vizual sau luminos. O altă variantă este folosirea unui flotor şi racordarea acestuia printr-un dispozitiv electromecanic la un înregistrator automat de date (eng. data-logger). La acelaşi înregistrator pot fi conectaţi şi numeroşi alţi senzori pentru determinarea unor parametri abiotici (de exemplu cei microclimatici).

Piezometrul poate fi folosit şi pentru prelevarea unor probe de apă subterană folosind o pompă cu vid sau o pompă peristaltică.

Conţinutul în oxigen al aerului din sol

Această metodă de teren a fost dezvoltată pentru a fi rapidă şi pentru a măsura cu acurateţe oxigenul din sol la o adâncime variabilă în profilul solului. O mică parte din aerul din sol este retrasă (aspirată), intr-o celulă care conţine un electrod oxigeno-polarografic care este conectat la un aparat portabil de măsurare a oxigenului.

Rezervorul de aer (de aproximativ 75 cm^3) este instalat la adâncimea selectată în profilul solului. Rezervoare separate sunt folosite pentru diferite adâncimi şi trebuie să aibă un spaţiu lateral de aproximativ 1m între ele. Rezervorul este conectat la un tub din cupru sau din plastic prin care aerul din rezervor va fi aspirat către suprafaţa solului în momentul măsurătorii. Pentru completa izolare a aerului din rezervor de cel de la suprafaţă pământul de deasupra rezervorului se tasează bine şi se foloseşte eventual un strat de bentonită, iar tubul se închide cu un sistem de robineţi de plastic.

Măsurătoarea se face cu un analizator polarografic de oxigen. Este folosită o celulă construită special din oţel inoxidabil sau alte materiale inerte, care are un orificiu pentru intrarea şi unul pentru ieşirea aerului. Celula este instalată la capătul electrodului de oxigen şi este construită în aşa fel încât volumul intern al celulei să fie <1cm^3. Diferiţi fabricanţi folosesc electrozi de mărimi diferite de aceea celula trebuie fabricată la comandă, pentru a se putea potrivi cu electrodul. Înainte să fie folosită celula de analiză este calibrată prin aspirarea unei probe de aer în interiorul celulei, cu o concentraţie de oxigen cunoscută (21%). Punctul zero al oxigenului este verificat prin circulare prin interiorul celulei a azotului sau argonului. Verificarea este făcută periodic în laborator, în timp ce calibrarea oxigenului 21% trebuie făcută frecvent în teren, înainte şi după măsurători. În mod normal mici recalibrări sunt necesare după fiecare măsurare.

Aerul din rezervorul subteran este aspirat încetişor în interiorul celulei cu o siringă de plastic de 20 cm^3, care aplică un uşor vid în interiorul celulei. Dacă este necesar un vid prea înaintat pentru aspirarea probei membrana electrodului va fi afectată şi calibrarea va fi schimbată.

Procedura descrisă mai sus nu va funcţiona dacă masa de apă se află deasupra rezervorului de aer, un anumit volum de apă fiind aspirat în interiorul celulei.

Potenţialul redox al solului

Ulterior inundaţiei şi epuizării oxigenului, respiraţia anaerobă a microorganismelor din sol oxidează materia organică şi utilizează NO_3^-, Mn^{4+}, Fe^{3+} şi SO^{4-}ca acceptori alternativi de electroni în procesul respiraţiei. Potenţialul oxido-reducerii (redox) este o măsură cantitativă a disponibilităţii electronilor şi indică intensitatea oxidării sau reducerii în sistemel. Potenţialul redox poate fi măsurat chiar în sol folosind un electrod de platină permanent instalat şi un voltmetru portabil.

Pentru construcţia electrodului sunt tăiate segmente din fir de platină (18 segmente, 1,3 cm / segment) cu un cleşte care este folosit numai pentru tăierea platinei. Aceste segmente sunt aşezate într-un suport ce conţine amestec concentrat de acid azotic şi acid clorhidric, pentru cel puţin 4 ore pentru a îndepărta contaminanţii de pe suprafaţa metalului care s-au depus în timpul tăierii sau manipulării. Apoi segmentele sunt înmuiate în apă distilată şi de-ionizată (timp de o noapte).

Pot fi utilizate două metode pentru construcţie.

- în prima, platina este sudată direct la sârme de cupru şi sudura este protejată (impermeabilizată) cu răşină epoxidică. Este important ca această sudură (şi cuprul adăugat) să fie complet izolate de orice contact cu

mediul înconjurător, după ce electrodul este instalat. Această sudură este potrivită pentru studii cu durată de aproximativ un an. Perioade mai lungi de măsurători sunt mai bine suportate de către electrodul cu joncțiune de mercur, descris mai jos.

- în a doua metodă, cunoscută ca electrodul cu joncțiune de mercur, un tub de sticlă pyrex (cu diametru de aproximativ 1 cm) formează corpul electrodului. Tubul de sticlă este tăiat la o lungime de 20 cm şi capătul spart se netezeşte la focul produs de o flacără de propan. Celălalt capăt al tubului este încins într-o flacără de propan, cu rotații continue, până când sticla devine moale şi deschizătura se restrânge la un diametru interior tocmai bun pentru a intra un fir de platină. După răcire firul de platină este plasat în capătul restrâns al tubului de sticlă astfel încât 0,65 cm din firul de platină să rămână în afara tubului de sticlă. Acest capăt este încălzit din nou, cu rotații, până când tubul de sticlă se lipeşte pe firul de platină până la aproape 0,3 cm de centrul segmentului de platină. Rezultatul este că aproape 0,65 cm de fir de platină este expus în afara corpului de sticlă pentru a servi drept conector electric pentru electrod. Această lungime nu este critică, dar poate fi considerată cantitatea minimă necesară. Lungimi mai mari antrenează cheltuieli mai mari datorită costului firului de platină. Joncțiunea poate fi testată introducând electrodul cu capătul respectiv într-un vas cu apă şi conectând celălalt capăt la o sursă de presiune uşoară. Dacă spărtura nu a fost complet lipită se vor observa bule de aer. Pentru a sigila permanent joncțiunea sticlă-platină este folosită o mică cantitate de ceară care este încălzită şi picurată în capătul tubului de sticlă. Capătul tubului de sticlă este încălzit din nou pentru ca ceara să producă joncțiunea completă între sticlă şi platină. Atenție, ceară topită se poate transforma în spumă sau poate produce o izolare insulară. Când ceara se solidifică se obține o izolare care poate rezista unor contractări şi dilatări ale sticlei, care au loc sub influentă temperaturii din teren.. Mercur triplu distilat este turnat în capătul deschis al tubului de sticlă pentru a servi drept contact electric cu firul de platină. Apoi sârme de cupru sunt introduse în mercur prin capătul deschis al tubului de sticlă. Lungimea acestor sârme conductoare va depinde de adâncimea instalării electrodului şi de gradul de inundare al solului.O apărătoare de cauciuc siliconic este folosită pentru a închide joncțiunea dintre electrod şi sol, astfel încât apa din sol să nu producă scurt circuite care să ducă date eronate. Siliconul se suprapune peste capătul tubului de sticlă şi îl acoperă pe aproape 2,5 cm, izolând firele deasupra tubului de sticlă. Ele asigură suplimentar o izolare permanentă a acestui capăt al tubului de sticlă care a fost în prealabil închis la cald. Aproape 2,5 cm de izolație din capătul firului de cupru sunt smulşi pentru a permite prinderea unui contactor („crocodil„) care în momentul măsurătorii este ataşat la un potențiometru portabil.

  Înainte de instalarea în teren electrozii sunt testați prin măsurarea potențialului redox în soluție de quinhidronă cu pH tamponat la valorile 4 şi 7.

  Procedura de instalare pentru electrodul cu sudură este foarte simplă. O tijă din metal ascuțită este folosită pentru a face o gaură în sol uşor mai largă decât diametrul electrodului şi cu 2,5 cm mai scurtă decât adâncimea dorită. Electrodul este introdus în groapă şi capătul cu fir de platină este împins în solul nederanjat, la adâncimea dorită. Această împingere duce la un bun contact între sol şi platină. Capătul gropii este închis în jurul conductorului de cupru. Pentru electrodul cu joncțiune de mercur, o tijă din metal ascuțită, uşor mai mare decât electrodul, este folosită pentru a face o groapă în sol cu 2,5 cm mai mică decât adâncimea dorită. Apoi o țeavă de PVC de lungime apropiată cu a electrodului este plasată peste conductorul electrodului până când capătul țevii de PVC este fixat la nivelul umflăturii formate de apărătoarea de silicon şi capătul tubului de sticlă. Această țeavă de PVC facilitează împingerea electrodului la o adâncime de 2,5 cm în sol, astfel încât firul de platină să facă un bun contact cu solul. Odată instalat la adâncimea propice, un material argilos uscat este vărsat în gaură şi este tasat în jurul firului conductor. Restul găurii este umplută cu mixtură de mortar tasat. Mixtura are rol de izolant împotriva umezelii de la suprafața solului, care ajunsă pe suprafața electrodului poate duce la rezultate eronate.

  Pentru o caracterizare generală a solului este recomandată instalarea electrozilor la 15, 30, 60 şi 90 cm adâncime. Acest domeniu de adâncimi surprinde zona unde se dezvoltă rădăcinile plantelor.

  Ocazional valorile măsurate cu unii electrozi devin suspecte şi electrozii respectivi trebuiesc înlocuiți. Nu este posibil să se testeze cu quinhidronă electrozii permanent instalați în teren, deci caracterul « suspect » al unui electrod se stabilieşte prin comparație cu măsurătorile de la alți electrozi (replicate) şi alte adâncimi sau localizări. Pentru fiecare adâncime sunt recomandate triplicate de electrozi dacă timpul şi banii o permit; duplicatele de electrozi sunt minimul acceptabil.

  Măsurătorile de teren ale potențialului redox sunt făcute periodic folosind un pH/mV-metru portabil. Drept electrod de referință se foloseşte electrodul de calomel saturat, sau un electrod de clorură de argint. Electrodul de referință este introdus în sol şi pentru a se realiza un contact bun se umezeşte cu apă distilată în cazul în care solul este uscat. Rezultatul analizei poate fi obținut imediat, dar de obicei stabilizarea valorii măsurate durează aproximativ 2 minute. Citirile se fac atunci când echilibrul s-a realizat sau dacă mărimea citită nu se stabilizează se citeşte valoarea obținută după două minute cu specificarea acestui lucru în fişa de teren. În interpretarea măsurătorilor făcute un factor important îl constituie potențialul electrodului de

referință (-244 mV pentru calomel, -222 mV pentru clorura de argint), iar valoarea obținută se raportează la valoarea potențialului electrodului standard de hidrogen şi eventual se corectează pentru un pH=7 pentru a avea în final rezultate comparabile între ele. Dacă pH-ul solului este diferit de 7 se aplică un factor de corecție egal cu 59 mV pentru fiecare unitate de pH până la valoarea 7 astfel:

- pentru pH<7 (mediu acid) se scade acest factor;
- pentru pH>7 (mediu bazic) se adună acest factor.

De exentru pentru o măsurătoare efectuată la pH=5, electrodul de referință fiind cel de calomel, s-a obținut valoarea diferenței de potențial egală cu +100 mV. Valoarea corectată este: 100-(-244)-(2x59) = +226 mV.

Valoarea potențiului redox în teren variază în domeniul +400 -300 mV. Cu cât valoarea este mai mare, cu atât solul este mai bogat în acceptori de electroni, +400 de exemplu indicân un sol bine oxigenat.

Sumar

Cunoaşterea parametrilor abiotici este necesară pentru a putea înțelege distribuția populațiilor de organisme, care reacționează la aceşti parametri de control după modelul unei curbe de toleranță. Cei mai importanți parametri abiotici pentru un sistem ecologic sunt cei care manifestă cei mai puternici gradienți şi cele mai ample variații temporale. În cazul sistemelor din luncile inundabile rolul de factor de comandă cheie îl are regimul hidrologic. Deşi determinarea parametrilor abiotici este principial mai simplă decât caracterizarea populațiilor de organisme, în realitate situația este complicată de numeroasele corelații şi cauzalități directe, indirecte şi inverse dintre parametri abiotici, adesea modulate şi de componenta biologică. Gama de metode pentru determinarea parametrilor abiotici este uriaşă, ceea ce face necesară cooptarea în echipa de cercetători a unor specialişti care să aibă o pregătire solidă şi în domenii conexe biologiei. Oricum, nu vom începe o activitatea de cercetare în teren serioasă fără să putem determina noi înşine cei mai importanți parametri abiotic sau fără să cooperăm cu oameni pregătiți să facă acest lucru.

Exerciții, întrebări şi probleme

- efectuați un experiment cu şase ghivece, trei cu plante şi trei doar cu sol. În fiecare dintre ele instalați câte trei sonde cu platină pentru determinarea potențialului redox în sol şi faceți un set de măsurători după ce ghivecele nu au mai fost udate de o săptămână. Apoi udați câte un ghiveci cu plante şi doar cu sol după cum urmează: foarte abundent, puțin abundent, deloc. Peste o zi efectuați încă un set de măsurători, iar după trei zile încă un set. Interpretați datele.
- Interpretați datele din tabelul de mai jos, obținute în lunca Dunării pe un transect care pornea de la Dunăre, trecea printr-un grind înalt (stația H2), o pădure frecvent inundabilă (stația H3), o primă mlaştină (H3), o a doua mlaştină, mai inundabilă decât prima (H4) şi se încheia într-un lac din centrul insulei. Datele reprezintă valori medii a trei replicate. Credeți că ora la care a fost făcută fiecare măsurătoare în parte are importanță pentru interpretarea datelor ? Ce alte informații v-ar mai fi necesare pentru o bună interpretare a lor ? Grosimea stratului de gheață pe sol ar fi fost de interes ? Un astfel de strat era prezent în ecosistemele de mlaştină.

Data	Stația	Temperatura aerului (^oC)	Temperatura solului (^oC)	Potențialul redox (mV)		
				la 5 cm	la 40 cm	la 80 cm
9 mar 1996	H2	2,2	0	439,97	441,4	259,93
	H3	0,3	0,8	-212,94	-198,27	-249,94
	H4	0,4	1	-156,45	-129,82	65,12
	H5	-2,5	1	-185,98	-83,68	-46,38
6 aug 1996	H2	32,6	26,5	384,29	572,86	133,39
	H3	31,3	23,7	38,13	-30.87	-97,87
	H4	34	22,4	2,58	-206.09	-26,76
	H5	33,5	22,4	-137,79	-76,62	-87,12

- Credeți că piezometrele pot fi utilizate şi pentru cercetare organismelor care trăiesc în apa

subterană ? Imaginați o metodă de prelevare a acestor organisme, şi o metodă de monitorizare *in situ* a lor. Cautați pe internet si identificați o personalitate ştiințifică de origine română care a avut o contribuție deosebită la cunoaşterea ecologiei organismelor din apa subterană. Scrieți-i un mesaj electronic şi solicitați-i informații despre literatura de specialitate cu privire la metodele de cercetare a organismelor din apa subterană.

- Alcătuiți o listă de plante indicatoare ale unor anumite condiții abiotice (plante hidrofile, nitrofile, etc).
- Intrați pe catalogul internet la Bibliotecii Centrale Universitare din Bucureşti şi alcătuiți o listă de lucrări care tratează metode de determinare a parametrilor abiotici ai mediului.
- Ce credeți că reprezintă fotografia de mai jos ?



Lecturi suplimentare recomandate studenților

- Botnariuc, N., P. Neacşu, A. Vădineanu, 1978, Caiet de lucrări practice Ecologie Generală, Partea I-A, Ed. Universității din Bucureşti, Bucureşti
- Neacşu, P., 1987, Lucrări practice de ecologie, Ed. Universității din Bucureşti, Bucureşti

Lucrările sunt disponibile la biblioteca facultății de biologie şi includ câteva capitole dedicate metodelor de determinare a unor parametri abiotici.

- Avery, B. W., C. L. Bascomb, 1982, Soil survey laboratory methods, Harpenden

Lucrarea descrie metode pentru caracterizarea parametrilor solului. Pot pune la dispoziția celor interesați o copie pentru uz personal. O alternativă în română la lucrarea de mai sus este o lucrare de uz intern disponibilă la biblioteca Institutului de cercetări pedologice şi agrochimice şi dedicată metodologiei standard de caracterizarea a solului.

- Sutherland, W. J. (editor), 1996, Ecological census techniques – a handbook, Cambridge University Press, Cambridge

Ultimul capitol al acestei excelente lucrări prezintă metode de determinare a parametrilor abiotici. Sinteza este foarte accesibilă şi concepută special pentru studenții generaliști. Pot pune la dispoziția celor interesați o copie pentru uz personal.

- Reeve, R. N., 1994, Environmental analyses, John Wiley & Sons, Chicester

Un excelent manual despre determinarea parametrilor chimici ai probelor de mediu lichide, solide şi gazoase. Sintetizează principiile metodelor, fără să detalieze protocoalele de lucru. Include numeroase exerciții. O recomand ca lectură pentru inițierea în domeniu. Pot pune la dispoziția celor interesați o copie pentru uz personal.

5 Metode generale pentru determinarea mărimii populațiilor

Obiectivele capitolului

- Să prezinte principalele clase de metode de evaluare a mărimii populațiilor
- Să arate cum se poate face prelevarea probelor pentru evaluarea mărimii populațiilor
- Să arate cum se selectează metodele care vor fi utilizate într-un proiect

Cu această lecție trecem în domeniul metodelor utilizabile pentru caracterizarea serviciilor direct dependente de funcționarea compartimentelor biologice ale ecosistemelor. Metodele pentru evaluarea mărimii populațiilor sunt esențiale pentru caracterizarea serviciilor de menținere a biodiversității şi de producție a resurselor regenerabile.

Aplicarea lor presupune în prealabil cunoaşterea speciilor respective (cum să le identificăm) precum şi a particularităților lor (ciclu de viață, comportament, mobilitate etc). Prin urmarea încurajez studentele şi studenții care posedă astfel de cunoştințe să se dezvolte şi în direcția rezolvării problemelor de mediu legate de cele două servicii naturale menționate în paragraful anterior.

Elementele prezentate în acest capitol sunt traduse din două lucrări : Ennos şi Bailey (1995) şi Sutherland (1996).

Principalele clase de metode de evaluare a mărimii populațiilor

Sutherland (1996):

Numărătoarea directă

Aceasta este cea mai evidentă metodă, dar nu este întotdeauna aşa de simplă cum ar putea părea. Este adesea uşor să nu observăm organismele, în special când vremea nu este favorabilă. Numărătoarea poate fi mai uşoară atunci când animalele sunt concentrate la un loc, cum este cazul peştilor migratori care traversează o parte mai îngustă a unui râu, a stolurilor de păsări, sau a focilor de pe o plajă. Dar cu cât animalele sunt mai înghesuite, cu atât va fi mai dificil să le numărăm. Dacă avem posibilitatea, e preferabil să le fotografiam şi să numărăm în linişte în laborator. Plantele le putem eventual marca pentru a şti că le-am numărat o dată.

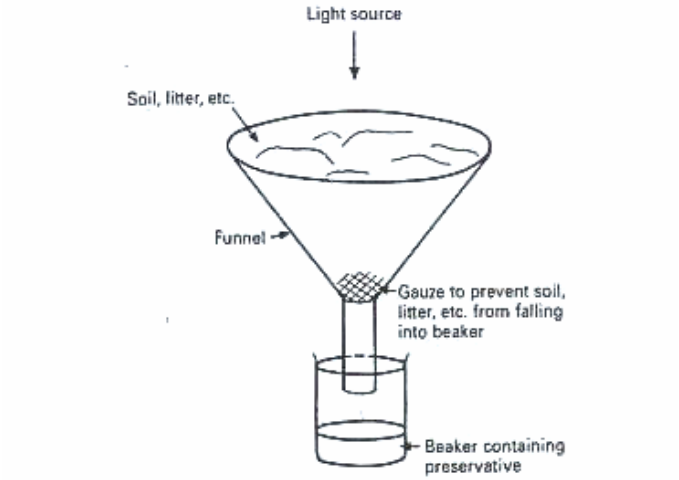


Figura 1 Schema unei pâlnii Tulgren.

În cazul organismelor mici putem recurge la prelevare de probe din teren, urmată de numărătoare completă în laborator. Putem preleva apă, sol sau frunze ale unei plante, iar în laborator să ne folosim de diferite instrumente pentru a vizualiza organismele. Însăşi extragerea lor din proba poate reprezenta o problemă, de

exemplu în cazul nevertebratelor din sol (în acest caz se foloseşte aşa numita pâlnie Tulgren, vezi figura de mai jos). Atunci când animalele sunt prea numeroase se poate face o prelevare de sub-probe din animalele extrase. Nu este necesar ca aceste probe să fie randomice, este însă foarte important ca ele să fie reprezentative.

O altă posibilitate este numărarea completă în timp, aplicabilă în cazul animalelor la care este posibilă recunoaşterea indivizilor. Se poate continua numărarea până când nu mai sunt găsiți indivizi noi. O prblemă generală a numărării este efortul mare necesar pentru a fi sigur că ai numărat toți indivizii. Metodele bazate pe prelevare sunt în general mai eficiente decât cele bazate pe numărare.

Ennos şi Bailey (1995):

Metode cu marcare şi recapturare

Plantele şi multe animale sesile pot fi prelevate folosind tehnici de prelevare statice (cuadrate, transecte, etc), dar aceste tehnici nu sunt folositoare în cazul animalelor mobile. Tehnica de marcare, eliberare şi recapturare este utilizată de obicei în cazul acestor animale.

Pentru a înțelege această metodă să ne imaginăm următoarea situație:

- Avem o într-o pungă neagră un număr de piese (sau dulciuri). Eliminăm 10 piese, punem căte un semn pentru fiecare, le introducem înapoi în sac, şi scuturăm bine sacul pentru a amesteca piesel marcate şi nemarcate. Apoi scoatem 8 piese. Dacă patru dintre ele sunt marcate şi patru sunt nemarcate, câte piese erau în sac la început ?

Răspunsul cel mai probabil este că erau 20, deoarece dacă proba conținea 50% piese marcate, şi ştim că 10 piese au fost marcate, atunci acelaşi număr, alte 10 piese, ar trebui să fie nemarcate, şi atunci 10 + 10 = 20. Spunem „cel mai probabil" deoarece ar fi posibil să extragem o proporție diferită de piese marcate şi nemarcate. Dacă avem de a face cu o „populație" mai mare, atunci estimările noastre devin mai sigure, cu condiția ca piesele marcate să fie bine amestecate cu celelalte înainte de prelevare, ca marcajele să nu se piardă, şi ca marcajele să nu crească sau reducă probabilitatea ca o piesă se fie extrasă. Din punct de veder formal, estimatorul mărimii populației este cunoscut sub denumirea de indicele Lincoln[22].

Indicele Lincoln, LI

LI1 = (n1 x n2)/m2

Unde LI1 este estimatorul mărimii populației în prima zi, n1 numărul de capturi din prima zi, n2 numărul de capturi din a doua zi, iar m2 numărul de indivizi marcați în prima zi şi recapturați în a doua zi. În exemplul de mai sus, n1=10, n2=8 şi m2=4, deci LI1=20. Indicele Lincoln presupune că indivizii marcați se amestecă bine cu restul, că nu se pierd marcajele (de exemplu prin năpârlire), şi că indivizii marcați se comportă la fel ca cei nemarcați (nefiind mai susceptibili sau mai puțin susceptibili la capturare de către cercetător sau consumare de către prădători). Mai presupune de asemenea faptul că nu există intrări de indivizi nemarcați prin naştere sau imigrare.

Metoda Jolly

Metodele Jolly şi Manly & Parr pentru estimarea mărimii populației necesită cel puțin trei zile de capturi. Aceste metode implică ideea estimării numărului de animale disponibile pentru captură în ziua a doua, dar care nu au fost capturate (adică numărul de animale prins în prima şi a treia zi, dar nu şi în cea de a doua). Acest număr se notează cu Z2. Această metodă compensează pentru animalele care au intrat sau au ieşit din populație.

Metoda Jolly începe prin construirea unui „eşafodaj" (a se vedea tabelul 1). Numerele plasate în căsuțele eşafodajului (15, 10 şi 20 în exemplul de mai jos) sunt introduse în funcție de data în care animalul a fost văzut ultima dată, şi anume 15 animale capturate în ziua a doua au marcaje din ziua 1, 10 capturate doar în ziua a treia au marcaje din ziua 1, şi 20 capturate în ziua a treia au marcaje din ziua a doua (indiferent dacă au sau nu marcajul din ziua 1).[23]

[22] Iar această metodă de evaluare a mărimii populației se mai numeşte metoda Petersen.
[23] În cercetarea reală se poate ajunge până la peste 10 marcări, eliberări şi recapturări succesive.

Tabelul 1 Exemplu de tabel construit în cazul aplicării metodei Jolly.

	Mărimea probei extrasă din populație (ni)	Animale marcate în Ziua 1	Ziua 2	Animale marcate
Ziua 1	30 = n1			
Ziua 2	35 = n2	15		m2 = 15
Ziua 3	40 = n3	10 = Z2	20	m3 = 30
Recapturare de animale marcate		R1 = 25	R2 = 20	

Z2 este numărul de animale disponibile pentru capturare în ziua a doua care au evitat capturarea, adică cele 10 animale care au fost prinse în zilele 1 şi 3, dar nu şi în ziua 2. Aşadar Z2 = 10.

Estimatorul mărimii populației în ziua a doua este P2:

P2 = (n2 x M2) / m2

unde n2 şi m2 sunt cele din tabelul 1. M2 este un estimator al numărului de animale disponibile pentru captură în ziua 2, care poate fi estimat cunoscând Z2, numărul de animale capturate în zilele 1 şi 3, dar nu în ziua 2:

M2 = [(n2 x Z2)/R2] + m2

R2, Z2 şi m2 sunt cele obținute din căsuțele „eşafodajului" (tabelul 1).

În acest exemplu

n2 = 35 R2 = 20 Z2 = 10 şi m2 = 15

prin urmare

M2 = [(35 x 10) / 20] + 15 = 32,5

şi deci

P2 = (35 x 32,5) / 15 = 76

Metoda Manly & Parr

Principiul aceste metode constă în a considera că cel mai bun estimator al populației din ziua 2 este numărul total de indivizi capturat în acea zi multiplicat cu fracția de prelevare (numărul disponibil pentru a fi capturat împărțit la numărul capturat de fapt). Animalele capturate în fiecare zi sunt înregistrate într-un tabel, în care se notează cu x animalele capturate în acea zi, cu y animalele capturate în acea zi şi cu o zi înainte şi după, iar cu z animalele care nu au fost găsite în acea zi dar au fost găsite înainte şi după (deci erau disponibile să fie capturate). Pare complicat, dar este uşor în practică. Să urmărim exemplul de mai jos.

În prima zi au fost capturate 20 de animale.

	Ziua 1	Ziua 2	Ziua 3
20	x		

În ziua 2, au fost găsite 30 de animale nemarcate şi 5 animale marcate. Cele 5 animale găsite în zilele 1 şi 2 reduc numărul total de animale de pe primul rând la 15.

	Ziua 1	Ziua 2	Ziua 3
15	x		
5	x	x	
30		x	

În ziua 3 au fost găsite 27 de animale, după cum urmează: 15 nemarcate, 2 marcate în prima zi, 8 marcate în a doua zi, iar 2 marcate atât în prima, cât şi în a doua zi.

Cele 2 animale găsite în zilele 1 şi 3 reduc numărul de 15 de pe primul rând la 13, iar introducând şi cele 15

nemarcate găsite în ziua 3 avem următoarea situație:

	Ziua 1	Ziua 2	Ziua 3
13	x		
5	x	x	
30		x	
15			x
2	x	z	x

(z indică faptul că animele trebuie să fi fost acolo în ziua 2, dar nu au fost prinse.)

Cele 8 animale prinse în zilele 2 şi 3 reduc pe 30 la 22, iar introducând şi pe cele 2 prinse în prima şi a doua zi avem:

	Ziua 1	Ziua 2	Ziua 3
13	x		
5	x	x	
22		x	
8		x	x
15			x
2	x	z	x
2	x	y	x

(unde y reprezintă un x care are x-uri de ambele părți.)

Dar cele 2 animale găsite în toate cele 3 zile trebuie să reducă numărul de 5 găsite în primele 2 zile la 3. Prin urmare forma finală a tabelului este următoarea:

	Ziua 1	Ziua 2	Ziua 3
13	x		
3	x	x	
22		x	
8		x	x
15			x
2	x	z	x
2	x	y	x

Estimatorul populației în cea de a doua zi, P2, este:

$$P2 = n_2 \times \frac{\left(\sum z + \sum y\right)}{\sum y}$$

Unde $\left(\sum z + \sum y\right) / \sum y$ este fracția de prelevare. În tabelul de mai sus $\sum y$ = 2 şi $\sum z$ = 2, prin urmare fracția de prelevare este egală cu 2. Numărul de animale capturate în a doua zi este 35, deci P2 = 70.

Sutherland (1996):

Alte metode bazate pe capturare şi marcare

Metoda eliminărilor

Daca am prinde animale dintr-o populație care nu are intrări şi ieşiri şi le-am elimina din populație, cu timpul mărimea capturilor ar scădea. Reprezentînd grafic această scădere putem extrapola curba de regresie estimând astfel mărimea totală a populației (figura 2). O problemă majoră a acestei metode este că spațiul vacant lăsat liber de animalele prinse ar putea să fie umplut cu imigranți. Este mai bine de aceea ca animalele prinse să fie marcate şi eliberate, ele nemaifiind socotite atunci când sunt prinse din nou.

Metoda rețelelor de capcane

O rețea de capcane constă dintr-un set de cercuri concentrice de capcane. Ideal, dacă cercul intern are raza R, atunci cercurile externe ar trebui să aibă razele 3R, 5R, etc. Animalele sunt prinse într-o serie de sesiuni de capturare, până când nu mai apar animale noi în capcanele centrale. În cazul în care numărul de animale prinse în capcanele de pe cercurile marginale este mult mai mare decât cel din cercurile interne, atunci cele 1-2 cercuri externe sunt eliminate din calcul, considerând că acolo se manifestă un fenomen de imigrare. Formalismul matematic disponibil, care nu este prezentat aici, permite evaluarea densității animalelor în zona acoperită de cercurile luate în considerare.

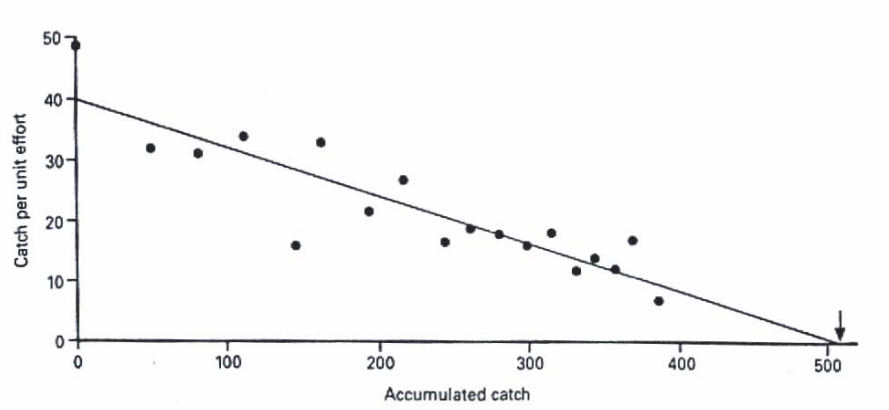


Figura 2 Metoda eliminării aplicată în cazul unei populații de Rattus rattus. Capturile au avut loc în 70 de case timp de 17 zile. Săgeata indică mărimea estimată a populației.

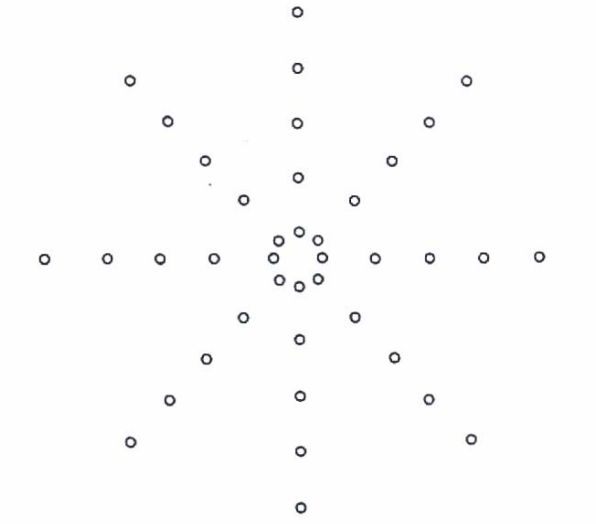


Figura 3 O rețea reprezentativă de capcane.

Metode bazate pe transecte

Aceste metode presupun înregistrarea distanței dintre observator şi animal (se mai numesd de aceea şi metode de prelevare la distanță). Sunt aplicabile de exemplu în cazul păsărilor, al mamiferelor mari terestre, sau al balenelor. La fel ca şi metoda rețelelor de capcane, metodele bazate pe transecte furnizează o estimare directă a densității. Teoria acestor metode presupune că toate animalele situate la un punct de observare sau pe o linie de observare sunt detectate. Dacă detectarea animalelor diferite nu este independentă, de exemplu atunci când păsările tind să cânte în acelaşi timp, sau când animalele sunt în grupuri, variabilitatea rezultatelor va fi mai mare. În acest caz grupul respectiv de animale poate fi considerat ca unitatea de prelevare, şi nu fiecare animal individual.

Transecte de puncte

Un transect de puncte presupune că observatorul rămâne într-un anumit punct pentru un timp dat şi înregistrează animalele pe care le vede sau le detectează în alt mod. Distanțele pot fi notate în termeni de zone concentrice (până la 50m, 50-100m, 100-200m, etc), până la limita dincolo de care animalele nu mai pot fi identificate. În mode alternativ, se poate măsura sau estima distanța exactă până la animal. Teorie metodei presupune că nu are loc imigrare în zonă în timpul perioadei de observare. Calculele pot fi bazate pe diferite formalisme matematice. Un exemplu simplu ține seamă doar de numărul de animale detectat înăuntrul şi în afara unei zone fixe şi se bazeazp pe ideea că detectabilitatea scade exponențial cu distanța.

r = raza primei zone (cea de a doua se extinde de la r la infinit)
n1 = număr de animale numărate în interiorul zonei r
n2 = număr de animale numărate în afara zonei r
m = număr de replicate (puncte de numărare)
Modalitatea de calcul este următoarea:

$$\text{Densitatea} = \frac{n_1 + n_2}{\pi r^2 m} \log_e \left(\frac{n_1 + n_2}{n_2} \right)$$

Transecte de linii

Un dezavantaj al transectelor în puncte este că se pierde foarte mult timp. O soluție alternativă este să observăm animalele în timp ce ne deplasăm. Aceasta este posibil în special în cazul păsărilor, al mamiferelor mari în savană când ne deplasăm cu avionul, sau în cazul balenelor. Animalele pot fi înregistrate într-o serie de benzi de o parta şi de alta a liniei de transect, sau se pot estima distanțele exacte.

De remarcat că transectul de linii nu este acelaşi cu transectul de benzi, în care se înregistrează toate animalele care se găsesc într-o anumită bandă care traversează zona, dar fără a include nici un animal din afara zonei. De asemenea, nu este acelaşi lucru cu interceptările în linie (eng. „line intercepts"), în care sunt numărate organismele sesile atinse de o linie care traversează zona investigată.

Estimarea densității în cazul transectelor de linii este asemănătoare celei făcute pentru transectele în puncte, cu diferența că se folosesc mai distanțele şi nu suprafețele.

Metode ale distanțelor (eng. „plotless sampling").

Această clasă de metode este adecvată pentru organismele sesile care sunt relativ rare dar ocupă o suprafață mare, ceea ce ar face ca numărarea completă să fie prea mare consumatoare de timp. (ar putea fi aplicată spre exemplu pentru numărarea unei specii puțin abundente într-o pădure). Paşii uneia dintre aceste metode (introdusă de Besag şi Gleaves[24]) sunt următorii (a se vedea şi figura 4):

- Se alege un punct în mod randomizat (P)
- Se măsoară distanța (x) de la punct la cel mai apropiat individ al speciei respective (O)
- Se trage o linie în unghi drept cu linia OP
- Se măsoară distanța z de la O la cel mai apropiat copac situat de cealaltă parte a liniei față de P
- Se fac minimum 10 astfel de măsurători, fiecare dintre ele bazate pe un punct ales în mod randomic.
- Zona în care sunt plasate cele zece puncte alese randomic trebuie să fie ceva mai mică decât întreg ecosistemul, deoarece este posibil ca unii dintre cei mai apropiați indivizi să fie localizați în afara zonei.

Estimarea densității se face folosind formula: $d = \frac{m^2}{2.828 \sum x_i \sum z_i}$, m fiind numărul de măsurători

Este recomandabil de asemenea să se facă şi un test al distribuției randomizate, folosind următoarea formulă: $t' = \left\{ \sum \left[x_i^2 / \left(x_i^2 + z_i^2 / 2 \right) \right] - m/2 \right\} \sqrt{(12/m)}$. Dacă t' este mai mare decât 1.96, atunci distribuția este semnificativ mai regulată decât cea întâmplătoare. Dacă t' este mai mic decât -1.96, atunci distrubuția este semnificativ mai grupată. În ambele cazuri densitatea estiamată este deplasată față de valoarea reală.

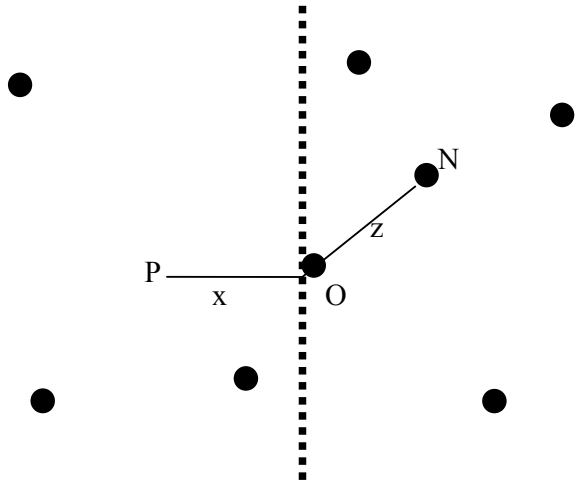


Figura 4 Metoda Besag şi Gleaves. Cercurile negre reprezintă indivizii speciei studiate. O este cel mai apropiat individ de punctul randomic P. N este cel mai apropiat individ de partea opusă a perpendicularei pe linia PO.

[24] După cum ne informează Krebs (1999) la p. 173

Cum se poate face prelevarea probelor

Sutherland (1996):

Atunci când nu este posibilă numărarea tuturor indivizilor dintr-o populație sau când această numărare este prea costisitoare, se poate face o prelevare de probe din populație. Pentru ca evaluarea prin prelevare să funcționeze trebuie ca aceste probe să fie reprezentative pentru populația ca întreg. Altminteri generalizarea la nivelul întregului va produce rezultate deplasate. Pentru ca probele să fie reprezentative trebuie mai întâi să se stabilească foarte clar în ce constă o probă şi care este zona de studiu. Este de asemenea important să ştim că prelevarea se poate face la mai multe niveluri. Spre exemplu, la un prim nivel, un lac poate reprezenta o probă dintr-un complex care include mai multe lacuri, iar la al un al doilea nivel pentru a evalua mărimea populațiilor de peşti dintt-un lac este nevoie să luam probe de peşti din acel lac.

Replicarea

Pentru a avea o precizie şi o reprezentativitate acceptabile este necesară prelevarea unui număr de probe (replicate). Replicarea unităților de probă are şi rolul de a permite generalizarea precisă a rezultatelor la întreaga zonă evaluată (de exemplu la întregul ecosistem), şi mai ales de stabilire a intervalului de încredere al valorii medii estimate. Precizia valorii medii estimate pentru întreaga zonă de studiu va fi cu atât mai mare cu cât estimarea probelor individuale va fi mai precisă. Dar precizia generală nu va depinde doar de precizia individuală, ci şi de mărimea variației dintre unitățile de probă individuale.

Precizia estimării depinde de rădăcina pătrată a numărului de replicate. Prin urmare pentru a înjumătăți lărgimea intervalului de încredere este necesar să se crească de patru ori numărul de replicate. Dar creşterea numărului de replicate antrenează creşterea costurilor cercetării !

Prelevarea randomică

Să presupunem că vrem să numărăm copacii în 10 cuadrate de câte un hectar dintr-o pădure a cărei suprafață este 50000 ha. Cum vom alege cele 10 replicate din 50000 posibile ? Alegerea subiectivă a ceea ce ne pare că este tipic (reprezentativ pentru pădure) nu duce la rezultate bune. Nici alegerea la întâmplare (de exemplu punctând cu un creion pe o hartă, legați la ochi sau privind în altă parte) nu satisface cerințele unei analize statistice.

Randomizarea presupune ca fiecare probă potențială să aibă o şansă egală să fie prelevată. Cea mai bună metodă pentru a asigura acest lucru este să se folosească un tabel de numere randomice (aleatoare). Într-un astfel de tabel fiecare cifră are o şansă de apariție de 10% în fiecare loc din tabel, astfel încât nu există nici un fel de tipar (regularitate) în apariția numerelor. Tabelul 2 (mai jos) include 250 de numere aleatoare.

Tabelul 2 Numere aleatoare.

Block no.	1	2	3	4	5
	41530	97900	58557	73058	28651
	06574	10732	62978	09675	33356
1	86198	54445	05595	08445	23506
	03381	62043	59755	55082	69309
	44452	98628	96650	70454	29352
	79317	34204	19936	01927	44427
	92933	55336	05370	54991	41203
2	18645	24577	87864	94257	30397
	48784	64416	71630	66256	17507
	91095	31323	45772	12202	84280

Modul de utilizare a tabelului este următorul:

- Se alege un punct de plecare din tabel, fie la întâmplare, fie folosind un zar. De exemplu se dă cu zarul de patru ori, notând numerele obținute. Dacă a fost obținut cumva numărul 6 atunci se ma dă o dată până când apare alt număr (pentru că în tabelul nostru avem doar câte 5 rânduri şi câte 5 coloane). Primul număr corespunde blocului principal pe orizontală (de la 1 la 5), al doilea număr desemnează coloana din acel bloc, al treilea număr defineşte blocul principal orizontal, iar ultimul număr rândul din acel bloc orizontal. De exemplu secvența de numere 4, 4, 1, 2 conduce la punctul de plecare 7 conținut în secvența 09675 situată pe rândul al doilea.
- Pentru a alege câteva unități de probă din 10, acestea se numerotează în ordine şi se citesc cifrele aflate în continuarea cifrei 7. De exemplu dacă trebuie alese 3 unități de probă acestea vor fi cele numerotate cu 7,

5 şi 3. În situaţiile în care unul dintre numere s-ar fi repetat, acesta ar fi trebuit sărit până când ar fi fost întâlnit un număr nou.

- Dacă dorim să alegem dintr-un număr mai mare de probe, de exemplu din 100, vom numerota probele de la 1 la 100 iar apoi vom citi numere formate din câte 2 cifre, pornind cu cifra de început aleasă: 75, 33, 35 etc. La sfârşitul unei linii se continuă neîntrerupt pe linia cealaltă. Numere de tipul 08 se citesc 8, iar numere aflate în afara domeniului care ne interesează se sunt ignorate.
- În mod analog se procedează atunci când ne interesează numere alcătuite din trei cifre. Dacă însă epuizăm tabelul şi ajungem să trebuiască să selectăm aceleaşi numere este mai bine să alegem un tabel mai mare de numere aleatoare.
- Alegerea unităţilor de probă în cazul distribuţiei bidimensionale se face efectuând un caroiaj de tipul celui prezentat în figura 1. După efectuarea caroiajului se aleg perechi de numere aleatoare conform procedurii menţionate anterior. Fiecare pereche de numere va defini un cuadrat. În cazul în care cuadratul se află în afara zonei de interes, se trece la următoarea pereche de numere. Pentru ca un cuadrat să fie considerat bun este de ajuns ca cel puţin o parte din el să acopere zona de interes. O tehnică similară poate fi folosită atunci când unităţile de probă se bazează pe puncte şi nu pe suprafeţe (de exemplu în studii în care se folosesc reţele de capcane sau transecte de puncte). Metoda se poate extinde şi la transectele de linii, conform figurii 5. Nu este necesară şi randomizarea direcţiei transectelor. Se reţin acele puncte alese randomizat pentru care transectul de o lungime dată atinge cel puţin suprafaţa de interes.

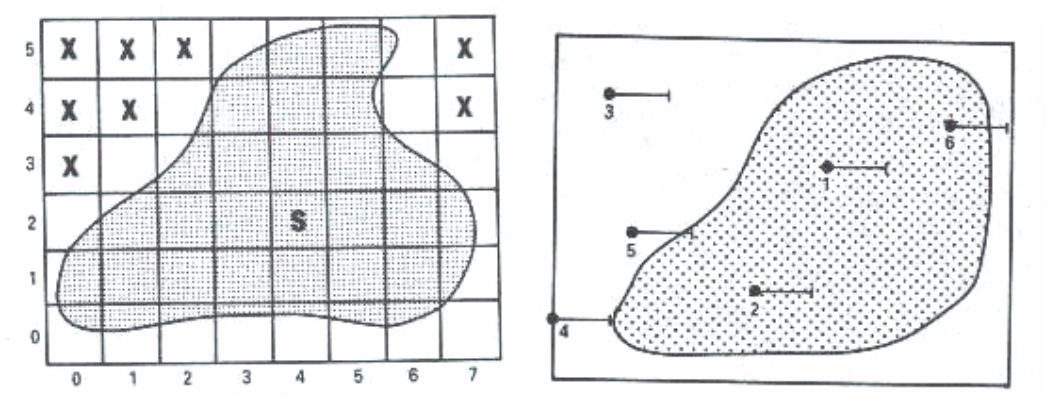


Figura 5 Stânga: alegerea randomizată a cuadratelor într-o zonă de studiu. Pătratul marcat cu s este cel corespunzător perechii de numere aleatoare 4, 2. Dreapta: Distribuirea randomizată a liniilor de transect se face pornind de la punctele de intersectare a unor coordonate rectangulare (nereprezentate în figură, dar similare cu cele din figura din stânga). De remarcat că marginea din stânga a careului de coordonate trebuie să fie la o distanţă de zona de studiu mai mare sau egală cu lungimea unui transect. Se va investiga doar partea din transect care intră în zona de studiu.

Prelevarea sistematică

Prelevarea sistematică înseamnă să prelevăm la intervale regulate de timp şi/sau de spaţiu. Prelevarea sistematică este justificată atunci când ne interesează cartarea variaţiei abundenţei organismelor în zona de studiu şi când în acelaşi timp ne interesează şi abundenţa totală.

Din punct de vedere al corectitudinii estimării mărimii populaţiei ridică însă două probleme: pe de o parte intervalul de regularitate ales se poate suprapune cu variaţii periodice, spaţiale sau temporale, ale mărimii sau densităţii populaţiei şi, pe de altă parte, intervalul de încredere asociat mărimii estimate a populaţiei nu mai este la fel de sigur din considerente statistice.

Problema zonelor inaccesibile

În cazul în care unele zone de interes sunt inaccesibile ele trebuie pentru început excluse din organizarea spaţială a programului de cercetare. După ce avem o estimare bună a mărimii populaţiei pentru zonele accesibile putem însă trece la o evaluare mai puţin precisă a caracteristicilor populaţionale şi în zona inaccesibila. Pentru aceasta putem folosi diferite forme de cunoaştere mai puţin precisă (observaţii nesistematice, indici de prezenţă a organismelor respective care pot fi decelaţi de la distanţă, etc). Acest mod de abordare a problemei se poate adopta şi în situaţiile în care costurile asociate prelevării într-o anumită parte a zonei de interes sunt deosebit de mari şi vrem să le evităm. Separarea zonelor de studiu în funcţie de astfel de criterii este un exemplu de stratificare a zonei de studiu (a se vedea mai jos prelevarea stratificată).

Deviaţii de la randomizare care nu pot fi evitate

Dacă pentru a preleva o probă perturbăm foarte mult ecosistemul în imediata apropiere a locului de unde

luăm proba, atunci este evident că nu mai putem preleva strict randomic, deoarece am risca să prelevăm dintr-o zonă foarte perturbată. Un exemplu de astfel de situație este când prelevăm probe de sediment dintr-o zonă mlăştinoasă. Ca să ajungem la locul de prelevare deranjăm foarte mult pe drum structura sedimentului. Un alt exemplu de deviație de la randomizare este când proprietarul terenului ne interzice accesul pe el. De asemenea, când apelăm la voluntari ei ar putea să nu fie interesați să inspecteze zone unde estimează ca nu vor găsi organismele de care sunt pasionați. Iar dacă ne interesează prelevarea unor paraziți, de exemplu ai peştilor, iarăşi nu vom putea avea strict o prelevare randomică deoarece prezența paraziților este de presupus că afectează uşurința cu care putem prinde peştii respectivi, şi practic proba extrasă de peşti va avea o densitate de paraziți mai mare decât cea pe care o are populația de peşti.

Mărimea probei şi numărul de unități de probă

Mărimea probei poate fi dată de suprafață, volum, lungimea unui transect în linie, timpul dedicat numărării, numărul de capcane dintr-o rețea, numărul de puncte dintr-un transect de puncte. Dacă probele sunt definite în mod natural (de exemplu terenuri agricole într-un complex de ecosisteme) este acceptabilă o variație a mărimii probei. Dacă însă se poate controla mărimea probei atunci este preferabil ca toate probele să aibă aceeaşi mărime.

Dacă unitățile de probă sunt prea mici, atunci ele vor fi puternic afectate de efectul de margine. Efectul de margine are variate cauze (de exemplu în cazul rețelelor de organisme era datorat imigrării organismelor situate în afara rețelei).

Pe de altă parte, dacă probele sunt prea mari analiza lor va necesita un volum de muncă foarte mari şi nu vom putea preleva un număr sufient de probe care să ne permită precizia dorită. De la caz la caz vom alege să prelevăm mai multe probe mici sau mai puține mari. Eventual putem opta pentru o prelevare în grupuri (eng. clusters), discutată mai jos.

Numărul de probe care trebuie prelevate depinde de precizia relativă procentuală dorită şi de costurile de prelevare. Pentru calcularea lui este necesară cunoaşterea sau estimarea preliminară a raportului dintre deviația standard a numărului de organisme pe unitate de probă şi numărul mediu de organisme pe unitatea de probă. Acest raport în general variază între 0,5 şi 1. Se poate utiliza o valoarea în acest domeniu, sau, dacă există resursele de timp şi financiare necesare se poate efectua un studiu preliminare pentru estimarea lui în cazul populației studiate. Vom prezenta în continuare modalitatea de calcul pentru cazul în care raportul menționat este cunoscut dinainte.

Estimarea numărului[25] *necesar de probe în cazul unei prelevări randomice pentru a atinge o precizie relativa procentuală dorită*

Q = precizia relativă procentuală dorită
N = număr mediu de organisme pe unitatea de probă
s = deviația standard a numărului de organisme pe unitatea de probă
m' = mărime probei necesară pentru a exista o şansă de 95% de obținere a unei precizii relative procentuale cu valoare egală sau mai mică decât Q.

Se calculează mai întâi o primă aproximare a lui m', pe care o notăm m_0.

$m_0 = (200/Q)^2 \times (s/N)^2$

Dacă $m_0 < 25$, $m' = m_0 + 2$; daca $50 > m_0 > 25$, $m' = m_0 + 1$; daca $m_0 > 50$, $m' = m_0$

Estimarea preciziei care poate fi atinsă pentru un cost fix

Ct = costul total fixat
c = costul de prelevare a unei probe
Q' = precizia relativă procentuală care poate fi atinsă cu o probabilitate de 95% pentru un cost total fix.

$Q' = (200s/N) \times \sqrt{(c / Ct)}$

[25] De reținut că în literatură prin mărimea probei se mai înțelege şi numărul de probe prelevat. A nu se confunda acest fel de a ne referi la mărimea probei cu cel care are în vedere mărimea fiecărei probe în parte, şi care a fost discutat în prima parte a subcapitolului.

Prelevarea în grupuri

Să presupunem că numărăm ferigi în cuadrate de 10 x 10m într-o pădure lungă de 50 km şi lată de 30 km. Datorită mărimii pădurii ne ia mult timp să ajungem de la o localizare aleasă randomic la o alta. Dar o dată ajunşi acolo numărăm ferigile din cuadrat destul de repede. Nu ar fi mai eficient să luăm mai multe probe din acelaşi loc ? De exemplu să numărăm toate cuadratele 10 x 10m dintr-o suprafață de 40 x 40 m ? Acesta este un exemplu de prelevare în grupuri. Există instrumentele matematice care să ne permită să stabilim cât de mare să fie grupul (clusterul)

Prelevarea pe mai multe niveluri

Revenind la exemplul cu ferigile, putem să nu prelevăm toate cuadratele de pe suprafața de 40 x 40 m (16 în total), ci doar trei dintre ele, alese randomic. Avem aşadar două niveluri de randomizare, ambele relevante pentru activitatea din teren. Alteori putem avea nevoie să prelevăm randomic subprobe în laborator, de exemplu când vrem să estimăm densitatea microorganismelor în probe de sol mari. Nu vom putea să facem culturi decât pornind de la subprobe, care reprezintă un nivel de prelevare diferit de cel din teren. Există instrumentele matematice pentru a alege cea mai eficientă variantă dintre prelevarea randomică simplă, în clustere, sau pe mai multe niveluri.

Prelevarea stratificată

Am vazut deja că în anumite părți ale zonei de studiu este mai greu de ajuns şi de prelevat. Mai general, zona de studiu poate fi împărțită în straturi, adică părți care sunt relativ omogene din punct de vedere ale caracteristicilor de prelevare, fie că este vorba de caracteristici ale parametrilor populației, fie de costuri ale prelevări (adesea ambele). Straturile pot fi localizate pe orizontală, sau pe verticală (de exemplu într-un lac adânc). Fiecare dintre straturi poate fi tratat diferit din punct de vedere al prelevării. Putem alege straturile astfel încât să minimizăm variabilitatea densității organismelor în cadrul unui strat (ce ce ne permite să luăm mai puține probe pentru a atinge a precizie dată) şi, respectiv, să o maximizăm între straturi. Dacă numărul de straturi este prea mare, numărul de probe din fiecare strat, în cazul în care este limitat de costuri, va fi prea mic. Cel mai adesea sunt suficiente 3-6 straturi. Există instrumente matematice pentru a aloca optim efortul în prelevarea stratificată. Un exemplu este dat în figura 6.

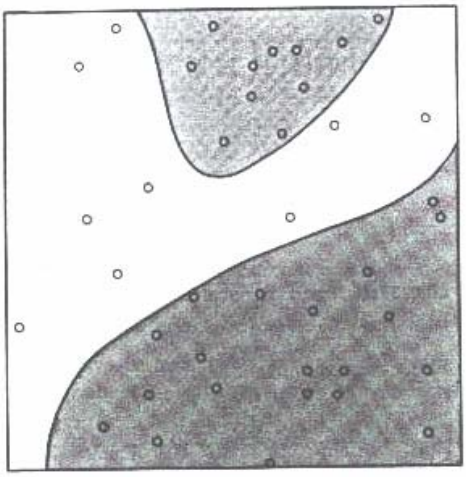


Figura 6 Zona de studiu este divizată în straturi care diferă din punct de vedere al valorii medii a densității organismelor, iar probele se prelevează randomizat din fiecare strat. Stratul cu densitate mai mare este în acest caz cel gri, corespunzând întâmplător la două suprafețe separate, şi el a fost prelevat mai intens.

Prelevarea pe transecte

Uneori poate fi avantajos ca în loc de cuadrate pătrate să folosim unele foarte alungite. De exemplu e mai uşor să numărăm ferigi din mers 2 m în stânga şi în dreapta pe o lungime de 400m (1600m^2 în total) decât să le numărăm într-un pătrat cu latura de 40 m. Când folosim astfel de transecte cel mai adesea traversăm zone care au caracteristici diferite ale populației organismelor respective, altfel spus traversăm straturi (a se vede prelevarea stratificată). O situație interesantă apare atunci când zona noastră prezintă un gradient (de umiditate, altitudinal, etc). Cum este mai bine să plasăm transectele: transversal față de liniile de gradient (în acelasi strat), sau paralel cu acestea (traversand straturile; a se vedea figura 7) ? Dacă nu stim prea bine cum să plasăm straturile şi vrem să obținem şi mai multe informații despre influența gradientului asupra distribuției organismelor, atunci plasarea transectelor paralel cu liniile de gradient este de preferat.

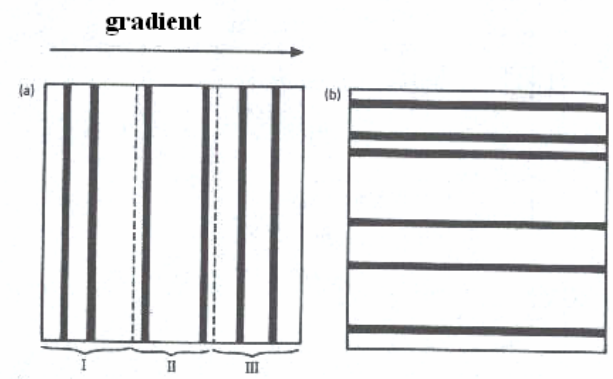


Figura 7 Modalități alternative de plasare a transectelor pe un gradient (eng. cline) de densitate a organismelor. Stânga: poziții randomice în fiecare strat (I-III). Dreapta: poziții randomice paralele cu gradientul.

Cum se selectează metodele care vor fi utilizate într-un proiect

Sutherland (1995):

> Primul pas este să stabilim care este obiectivul proiectului nostru. Ce ipoteze vrem să testăm? În funcție de obiective ne vom da seama dacă este nevoie să numărăm toți indivizii dintr-o zonă (sau cel puțin să estimăm acelor număr), sau este suficient să avem un indice al acelui număr. Prin indice se înțelege o măsurătoare care este proporțională cu numărul total de animale sau plante, cum ar fi numărul de ouă al unei specii de insecte lasate pe frunzele unei plante, sau numărul de excremente al unor iepuri într-o anumită zonă. Tot obiectivele pe care le avem vor influența și faptul dacă ne interesează să cunoaştem numărul de indivizi din diferite categorii (de vărstă, de dimensiune, de sex) sau este suficientă o evaluare globală a mărimii populației.
>
> Al doilea element care ne va influența în alegerea metodei este organismul pe care vom lucra. Trebuie să îl cunoaştem cât mai bine. În acest scop putem să discutăm cu specialişti în grupul respectiv de organisme, putem consulta literatură şi, nu în ultimul rând, este foarte bine dacă putem să facem una sau mai multe vizite preliminare în teren ca să îl vedem cu ochii noştrii.
>
> În continuare trebuie să ne decidem dacă avem nevoie de un recensământ complet, sau ne este suficientă o evaluare prin prelevarea unor probe şi extrapolarea rezultatelor (cel mai adesea). În cazul în care optăm pentru o evaluare, detaliile statistice devin foarte importante în alegerea tehncii celei mai bune.
>
> Cu ce precizie avem nevoie să evaluăm valoarea medie? Dacă ne interesează un coeficient de variație mic, atunci numărul de probe pe care va trebui să le prelevăm va fi mai mare, şi implicit şi volumul de muncă. Pe de altă parte, deciziile manageriale care se bazează pe o cunoaştere relativ mai precisă a mărimii populației sunt mai sigure şi mai utile, aducându-ne în mod potențial beneficii mai mari. De aici rezultă că va trebui să găsim un echilibru între nevoia de a avea o precizia cât mai mare şi nevoia de a cheltui cât mai puține resurse pentru evaluarea mărimii populației.
>
> Ne mai interesează apoi exactitatea metodei. Cât de mult se apropie valoarea estimată de valoarea reală a mărimii populației? Nu întotdeauna avem nevoi de o estimare exactă. De exemplu atunci când vrem să comparăm aceeaşi populație la două momente de timp diferite, sau populații diferite la acelaşi moment de timp, ne poate fi suficientă şi o estimare deplasată, dacă deplasare este în aceeaşi direcție. Alteori e posibil pur şi simplu să nu avem la dispoziție o metodă exactă, şi să fim obligați să folosim o metodă inexactă, care practic ne furnizează doar un indice.
>
> În cazul în care nu avem resurse suficiente pentru a atinge gradul de precizie şi/sau exactitate de care avem nevoie, nu avem decât două soluții: fie facem rost de mai multe resurse, fie abandonăm cercetarea. În nici un caz nu investim puținele resurse pe care le avem irosindu-le practic pentru obținerea unor date care nu sunt utile ca să ne atingem obiectivele proiectului. Acesta este un lucru care adesea se uită, tentația fiind să derulăm proiectul oricum, să ne cramponăm de ideea, ipoteza inițială, în loc să ne reorientăm către un proiect mai puțin ambițios, dar mai bine fundamentat ştiințific.

Dar nimeni nu este încântat de ideea de a abandona un proiect, întrucât ar pierde munca pe care a investit-o în elaborarea proiectului respectiv. De aceea este recomandabil ca proiectul să fie

structurat în aşa fel încât să poată avea loc o reducere de buget fără afectarea calităţii ştiinţifice a proiectului. De exemplu se pot diferenţia mai multe obiective care să poată fi abordate şi distinct, nu doar împreună, şi care să fie subsumate problemei mai generale pe care vrem să o rezolvăm. În cazul în care finanţatorul nu poate acorda tot bugetul solicitat îi propunem să atingem mai puţin obiective decât cele menţionate în proiectul iniţial. Această etapă a derulării proiectului se numeşte faza de negociere şi este la fel de importantă ca şi celelalte pentru succesul proiectului.

Sumar

Ecologii au dezvoltat metode de evaluare a mărimii populaţiilor lucrând pe grupuri specifice de organisme. Totuşi atunci când cineva învaţă aceste metode este preferabil să aibă mai întâi o imagine de ansamblu asupra metodelor. Această imagine de ansamblu nu îi dă posibilitatea să se descurce într-o situaţie concretă, dar îi uşurează înţelegerea metodelor aplicabile în situaţii concrete. Principalele clase de metode, în sensul că cele mai multe metode se încadrează aici, sunt numărarea şi estimarea directă, pe de o parte, şi tehnicile cu marcare şi recapturare, pe de altă parte. Când este vorba să alegem ce metodă vom folosi trebuie în primul rând să ne raportăm la problema pe care o avem de rezolvat, apoi la tipul de organism şi nu în ultimul rând la precizia şi exactitatea dorite. Ideea este de a alege acea metodă şi acel mod de aplicare a ei care au costuri minime, dar totuşi permit rezolvarea problemei.

Exerciţii, întrebări şi probleme

- Construiţi o suprafaţă fictivă pe o foaie de matematică şi alegeţi randomic un număr de 15 cuadrate pe această suprafaţă.
- Imaginaţi un exemplu de prelevare a unor probe de pe suprafeţe de mărimi diferite (de exemplu lacuri) şi calculaţi media simplă şi media ponderată a densităţii organismelor prelevate din lacurile respective. Comentaţi diferenţele dintre cele două medii.
- Calculaţi numărul de probe care trebuie prelevate pentru a atinge o precizie relativă procentuală de 20%, considerând că raportul s/N are valoarea 0,8. Refaceţi calculul pentru situaţia în care precizia dorită este 2 %. Refaceţi primul calcul pentru cazul în care raportul s/N este egal cu 1,2. Dacă prelevarea unei probe ia 30 min şi costă 50000 lei, iar prelucrarea unei probe ia 3 zile şi costă 800000 lei, calculaţi bugetul de timp şi bani necesar pentru fiecare dintre variante. Comentaţi rezultatele.
- Un finanţator vă solicită estimarea densităţii unor organisme cu o precizie de 8% şi vă pune la dispoziţie un buget de prelevare de 100000000 lei. Cunoaşteţi că prelevarea unei probe costă 50000 lei şi că raportul s/N are în cazul acestei populaţii valoarea 2. Vi se oferă se oferă o retribuţie de 60000000 lei pentru această activitate. Puteţi accepta oferta ?
- Daţi exemple de straturi pentru estimarea populaţiei de mamifere mici în sectorul investigat în grădina botanică. Unde în grădina botanică aţi putea folosi metoda transectelor şi în ce scop ?

Lecturi suplimentare recomandate studenţilor

- Rîşnoveanu, G., 1999, Metode şi tehnici în ecologia populaţiei, Ed. Universităţii din Bucureşti, Bucureşti
- Cogălniceanu, D., 1997, Practicum de ecologie a amfibienilor: metode şi tehnici în studiul ecologiei amfibienilor: pentru uzul studenţilor, Ed. Universităţii din Bucureşti, Bucureşti

Lucrările sunt disponibile la biblioteca facultăţii de biologie şi permit şi celor care nu cunosc limba engleză să îşi formeze o imagine asupra metodelor de evaluare a mărimii populaţiilor.

- Krebs, J. C., 1999, Ecological methodology, Addison Wesley Longman, Inc

Este o lucrare de referinţă în domeniu. Acoperă toate metodele şi include tot aparatul matematic necesar. O pot furniza celor interesaţi pentru copierea unor fragmente în scop de utilizare personală.

6 Metode pentru determinarea unor parametri ai populațiilor de producători primari

Obiectivele capitolului

- să arate care sunt avantajele şi dezavantajele metodelor utilizabile pentru evaluarea mărimii populațiilor de producători primari tereştri şi acvatici
- să arate cum se determină tipul de distribuție în spațiu a organismelor

Metode pentru evaluarea mărimii populațiilor de producători primari

Tabelul 1 sintetizează informațiile referitoare la metodele caracterizate pe scurt în acest capitol. Am inclus în mod operațional în acest capitol şi ciupercile macroscopice şi lichenii deoarece grupele respective de organisme sunt abordabile prin aceleaşi metode ca şi producătorii primari. Unele dintre metode sunt aplicabile de altfel şi pentru organisme animale sesile.

Tabelul 6.1 Metode utilizabile pentru producători primari, ciuperci şi licheni (după Bullock 1996). *Legendă*: * aplicabil de obicei, + aplicabil adesea, ? aplicabil uneori. Abența simbolului indică faptul că nu metoda nu este aplicabilă.

Metoda	Arbori	Arbuşti	Ierburi	Muşchi	Ciuperci şi licheni	Alge	Semințe
Numărare totală	+	+	?				
Estimări vizuale	*	*	*	*	*	+	
Cuadrate cu cadru	+	+	*	*	*	+	
Transecte	*	*	*	?	?		
Cuadrate punctiforme			*	*			
Recoltare	?	?	*	+	?	+	
Metoda distanțelor	*	+	?				
Carote de sol							*
Capcane de semințe							*
Metode pt. Fitoplancton						*	
Metode pt. Alge bentonice						*	

Bullock (1996):

Elemente introductive

O problemă specifică numărării plantelor este că uneori este foarte dificil să faci diferența între indivizi ai unei plante clonale (răspândite vegetativ) şi indivizi diferiți din punct de vedere genetic. În astfel de situații se optează pur şi simplu pentru numărarea indivizilor distincți, indiferent dacă au acelaşi genom sau au genomuri diferite.

O altă problemă specifică este mărimea foarte variabilă a indivizilor din specii diferite. Prin urmare nu doar numărul indivizilor este relevant pentru a putea compara populații din specii diferite, ci şi alte modalități de caracterizare a mărimii populației.

Una dintre aceste modalități este suprafața de sol acoperită de părțile supraterane ale speciei respective (pe scurt "acoperirea"). Adesea suma acoperirilor diferitelor specii dintr-o comunitate vegetală este mai mare de 100%,

deoarece se diferențiază mai multe straturi vegetale (de ex. ierbos, al arbuştilor, al arborilor). O altă modalitate de caracterizare este biomasa, care de obicei are în vedere doar partea supraterană. În fine, o altă modalitate este frecvența, adică ponderea procentuală din probe în care specia respectivă este prezentă. Deşi foarte utilizată, frecvența nu este un parametru prea adecvat, deoarece depinde nu doar de acoperirea speciilor respective, ci şi de tipul de distribuție în spațiu (mai omogen sau mai grupat).

Caracterul sesil al plantelor face ca distribuția lor în spațiu să prezinte tipare destul de clare şi care se modifică lent în timp. Este esențial ca prelevare probelor să țină seama de tipul de distribuție în spațiu al plantelor, îndeosebi atunci când distribuția este grupată.

Plantele, ca şi alte grupe de organisme, pot fi aparente doar în anumite perioade ale anului (sezoane, anotimpuri). Prin urmare este foarte importantă şi organizarea temporală a programului de cercetare, care trebuie să surprindă distribuția temporală a speciilor de plante.

Cel mai adesea plantele se determină la nivel de specie, dar uneori este utilă şi determinarea la niveluri de rezoluție mai grosiere, cum este cea a formelor de viață. Clasificări ale formelor de viață pot fi găsite în Borza şi Boşcaiu (1965) sau Kent şi Coker (1998).

Numărarea completă
Metoda este avantajoasă în cazul populațiilor care au o densitate scăzută şi ai căror indivizi pot fi observați cu uşurință. Dezavantajele metodei sunt legate de faptul că timpul necesar poate fi prea mare dacă suprafața de cercetat este prea mare. În schimb exactitatea metodei este maximă, întrucât nu este bazată pe o prelevare care ar putea induce erori de estimare a densității organismelor.

Estimarea vizuală a acoperirii
În estimarea vizuală pentru caracterizarea fiecărei populații se foloseşte o scală semicantitativă. Există mai multe astfel de scale, dar cea mai utilizată este scala Braun-Blanquet. În această scală codurile care se pot aloca populațiilor sunt sunt următoarele : + (dacă acoperirea este mai mică de 1%), 1 (pentru acoperire între 1 şi 5%), 2 (6-25%), 3 (26-50%), 4 (51-75%) şi 5 (76-100).

Estimarea acoperirii şi alocarea codurilor este recomandabil să se facă separat pentru fiecare strat vertical de vegetație (ierbos, arbustiv, arboricol) prezent în zona studiată.

Un alt element practic important este să nu folosim o scală care presupune intervale de acoperire prea mici (de exemplu un cod la fiecare 5%), pentru că nu vom putea să decelăm vizual diferențe aşa de mici între populații.

Estimarea vizuală se poate face fie în întreaga zonă de cercetat, fie pe anumite porțiuni, delimitate de exemplu cu ajutorul cuadratelor. Recomandabil este să utilizăm cuadratele, deoarece estimarea va fi mai bună.

Principalul avantaj al metodei este rapiditatea ei. Dezavantajul major este doza ei mare de subiectivitate. Lipsa de acurateție poate fi deosebit de mare atunci când vegetația este înaltă, sau chiar trebuie să o privim de jos în sus (cazul arborilor).

Speciile cu flori în momentul vizitei în teren şi speciile distribuite foarte grupat tind să fie supraevaluate din punct de vedere al acoperirii, mai ales până căpătăm suficientă experiență.
Cuadrate cu cadru
Aceasta este metoda cea mai veche şi mai utilizată pentru plante. Cadrul poate fi construit dintr-un material uşor sau poate fi delimitat în teren cu țăruşi şi sfoară. Forma cuadratului poate fi pătrată, dreptunghiulară sau circulară.

Există tehnici de determinare a mărimii optime a cuadratului. Importanța practică a lor este însă destul de redusă. În principal mărimea cuadratului este determinată de structura comunității vegetale şi de fezabilitatea şi costurile utilizării cuadratului respectiv. Mărimile cele mai frecvent utilizate sunt : 0,01-0,25 m^2 pentru muşchi şi licheni, 0,25-16 m^2 pentru ierburi, arbuşti mici şi macrofite acvatice, 25-100 m^2 pentru arbuşti înalți, şi 400-2500 m^2 pentru arbori.

Folosind cuadrate se poate evalua densitatea indivizilor, se poate face o estimare vizuală a acoperirii (subcapitolul precedent), se poate recolta şi măsura biomasa, sau se poate determina frecvența (procentul din cuadrate în care apare o anumită specie).

O problemă specifică acestei metode este cea a indivizilor localizați la limita cuadratului. Criteriul de includere al acestor indivizi este să aibă rădăcina înăuntrul zonei delimitate de cadru.

Principalul avantaj al cuadratelor cu cadru este că sunt foarte uşor de utilizat într-o gamă foarte variată de studii. Numărarea indivizilor se face de obicei doar când studiem o singură populaţie. În cuadrate mare numărarea tuturor indivizilor din specii toate speciile poate lua foarte mult timp. În cazul populaţiilor cu distribuţie grupată valoarea frecvenţei va depinde puternic de mărimea cuadratului.

Transecte
În cazul transectelor în linie (eng. line intercept method) se numără toate plantele care ating o linie virtuală (linia transectului). Dacă transectele sunt foarte lungi se poate decide să se numere doar la anumite intervale, de exemplu de 10 m. Pe baza datelor obţinute se poate calcula densitatea plantelor. În mod alternativ se poate calcula lungimea din transect ocupată de fiecare specie şi pornind de aici acoperirea procentuală a speciilor.

Transectul în bandă constă dintr-o succesiune de cuadrate distribuite de-a lungul unei linii de transect. În fiecare cuadrat se determină acoperirea sau frecvenţa locală[26], iar variaţia acestui parametru de-a lungul transectului se corelează cu variaţia parametrilor abiotici.

În vegetaţie înaltă transectul în linie poate fi mai uşor de utilizat decât cuadratele cu cadru sau cele punctiforme. Dacă însă vegetaţia este foarte deasă numărarea plantelor va dura însă foarte mult timp. Estimarea lungimii din transect acoperită de plante din anumite specii poate fi foarte uşoară dacă acestea indivizii din aceeaşi specie sunt distribuiţi foarte grupat. Nu şi atunci când indivizii din specii diferite sunt foarte amestecaţi.

Exactitatea estimărilor bazate pe transectele în linie este afectată de înălţimea la care plasăm linia virtuală, deoarece specii diferite de plante au înălţimi diferite.

Transectele în benzi presupun un efort foarte mare. De aceea uneori se optează pentru o distribuire discontinuă a cuadratelor de-a lungul transectului.

Cuadrate punctiforme
Ideea care se află la baza tehnicii cuadratelor punctiforme este să reducem atât de mult suprafaţa unui cuadrat cu cadru încât acesta să devină un punct. În mod practic el nu poate să devină un punct matematic, ci doar un cerc de o suprafaţă foarte mică.

Un cuadrat punctiform este o tijă foate subţire şi ascuţită, construit din metal. Diametrul tijei nu poate coborî sub 1,5-2 mm, deoarece tija ar deveni prea vulnerabilă la distrugere în teren. Este foarte important să se utilizeze acelaşi tip de tijă în tot programul de prelevare, pentru că acoperirea estimată variază cu grosimea tijei.

Tija respectivă se coboară vertical în vegetaţie şi se notează toate speciile atinse în timpul coborârii. Vegetaţia nu trebuie să treacă de înălţimea la care se află cuadratul punctiform. Ne putem ajuta de un suport pentru tije. Suportul constă dintr-o bară orizontală fixată de o bară verticală, aceasta din urmă fiind înfiptă în pământ. Bara orizontală are un număr de orificii (în mod tradiţional 10) prin care se poate cobârâ tija. Măsurătorile făcute într-un singur loc prin cele 10 orificii nu reprezintă probe independente în sens statistic.

Baza teoretică pentru utilizarea cuadratelor punctiforme la evaluarea acoperirii este mult mai bună decât cea a estimării vizuale. Metoda este deosebit de utilă în special pentru vegetaţie puţin înaltă. Numărul de probe necesar pentru a determina speciile foarte rare poate să fie foarte mare. Dacă vegetaţia este foarte deasă şi încurcată utilizarea acestor cuadrate poate deveni dificilă şi timpul de măsurare va fi lung.

Recoltarea
În această metodă plantele dintr-un cuadrat cu cadru se taie deasupra solului, se usucă şi se cântăresc. Niciodată nu se măsoare greutatea umedă, deoarece aceasta variază cu stare fiziologică a plantei. Acurateţea cântăririi trebuie să coboare la 0,01 g în cazul plantelor ierboase. Uscarea se poate face la etuvă la 90^{o}C, dar pentru o estimare mai grosieră se poate face şi la soare. Determinarea plantelor şi sortarea lor trebuie să se facă înainte de uscare.

Determinarea biomasei subterane este mult mai dificilă şi se face folosind carote de sol. După prelevare se face separarea şi sortarea rădăcinilor în vii şi moarte, doar cele vii fiind considerate parte a biomasei subterane.

Principalul dezavantajal al recoltării este faptul că este distructivă. Totuşi rămâne singura metodă pentru situaţiile în care este necesară determinarea biomasei. Cu cât plantele sunt mai mici, cu atât este mai mare eroare indusă de înălţimea la care facem tăierea plantelor. Ca principiu, trebuie să tăiem la suprafaţa solului, însă uneori

[26] Frecvenţa locală se poate estima folosind un cuadrat care este împărţit în mai multe cuadrate mici, de exemplu folosind o reţea de zăbrele. Dacă avem 25 sau 100 de cuadrate mici este foarte uşor să estimăm rapid frecvenţa locală a diferitelor specii.

această suprafață este neomogenă în teren. În fine, sortarea speciilor poate să ia foarte mult timp, iar uneori pot fi prezente fragmente pe care nu le putem identifica.

Metoda distanţelor
În afara metodei prezentate în capitolul anterior mai menționez aici două metode foarte simple utilizate pentru arbori. Ambele presupun alegerea randomică a unui număr de puncte în zona de cercetat. Numărul de puncte nu trebuie să fie mai mic de 50.

Prima este metoda celui mai apropiat vecin. De la un punct se măsoară distanța până la cel mai apropiat copac, iar apoi se calculează media distanțelor. Dacă D_1 este această medie, atunci densitatea copacilor este dată de formula $1/(2D_1)^2$.

A doua este metoda cadranelor[27]. Din punctul ales randomic se trasează două axe perpedinculare imaginare, care vor delimita patru cadrane. Axele trebuie să aibă aceeaşi direcție în toate punctele din care se fac măsurători. În fiecare cadran se măsoară distanța de la punct la cel mai apropiat copac, iar apoi se face media celor patru distanțe măsurate. După terminarea măsurătorilor din toate punctele se face media tuturor mediilor. Dacă D_2 este această medie finală, atunci densitatea copacilor este dată de formula $1/(D_2)^2$.

Principalul avantaj al acestor metode este rapiditatea lor, iar principalul dezavantaj faptul că nu are lor o prelevare aleatoare a probelor. Dacă plantele sunt foarte rare timpul necesar pentru aflarea celei mai apropiate poate să fie destul de mare. Dificultăți apar şi atunci când vrem să discriminăm între specii, iar numărul de specii este mare. Numărul de măsurători din fiecare punct va fi mare, iar în cazul speciilor rare găsirea celui mai apropiat exemplar va fi dificilă.

Carotele de sol
Această metodă este singura disponibilă pentru determinarea băncii de semințe. Cunoaşterea structurii băncii de semințe este crucială pentru înțelegerea dinamicii structurii covorului vegetal într-o anumită zonă. Metoda e aplicabilă şi pentru comunitățile acvatice.

Oricare ar fi varianta de metodă adoptată volumul de muncă este deosebit de mare. Numărul de probe care trebuie luate trebuie să fie mare, deoarece banca de semințe este foarte heterogen distribuită. Diametrul standard al carotelor variază între 2 şi 20 cm. Diametrul se alege în funcție de densitatea şi mărimea semințelor. De exemplu pentru pajişti se poate utiliza un diametru între 2 şi 5 cm. Adâncimea de prelevare variază între 5 şi 20 cm. Majoritatea semințelor viabile sunt localizate în primii 2-3 cm.

După prelevare solul este transportat în pungi în laborator şi analizat pe straturi (de exemplu 0-2 cm, 2-5 cm şi sub 5 cm). Daca solul e acoperit de litieră, aceasta se separă şi semințele din ea se analizează separat.

Banca de semințe din carote se determină cu acuratețe prin teste de germinare sau prin numărarea semințelor.

Pentru germinare straturile de sol se usucă la aer, iar apoi se întinde pe o tavă, fie amestecat cu sol steril, fie cu un mediu de creştere (de exemplu compost). Tăvile se plasează în condiții similare cu cele din teren şi se menține umed. Pe măsura ce plantulele apar ele sunt identificate folosind cheile disponibile (pentru unele specii), sau crescându-le până când devin identificabile. Cu timpul ne putem crea o colecție de plantule de referință care să ne ajute la identificare. Solul trebuie monitorizat continuu până când nu a mai apărut nici o plantulă timp de câteva săptămâni. Pentru a forța apariția plantulelor semințele pot fi supuse unui şoc termic (răcire timp de câteva săptămâni), unei lumini de intensitate foarte mare sau chiar unei temperaturi foarte ridicate pe termen scurt (foc). Acestea pot simula fenomene din natură care induc apariția plantulelor.

Pentru numărarea semințelor se foloseşe o serie de site de dimensiuni tot mai mici, ultima având un diametru al găurilor de 150-200 μm. Sitarea se poate face mai rapid sub un jet de apă şi fărâmițând pământul cu degetele. După separare semințele pot fi identificate la binocular folosind chei pentru semințe, apelând la specialişti sau se pot face teste de germinare. După identificare trebuie luate subprobe din fiecare tip de semințe pentru a le evalua viabilitate (doar semințele vi fac parte din banca de simțe). Evaluare viabilității se poate face folosind coloranți cum sunt tetrazoliu (colorează în roşu semințele vi secționate) şi indigocarmin (colorează în albastru semințele moarte secționate).

Nu toate semințele viabile vor germina în timpul testelor de germinare, iar semințele foarte mici vor fi cu siguranță pierdute la separeare semințelor pentru numărarea lor. Exactitatea metodei depinde de adâncimea până la care s-a făcut prelevare. Speciile care au produs cel mai recent semințe vor tinde să fie surprinse mai bine, şi

[27] După Krebs (1999) aceasta este una din cele mai bune metode bazate pe distanțe, deoarece este mai puțin influențată de tipul de distribuția a arborilor.

de aceea este recomandabilă prelevarea la mai multe momente de timp.

Capcanele de semințe
Capcanele de semințe se plasează pe sol pentru a estima densitatea semințelor care cad. Capcanele trebuie fixate bine, dacă nu sunt destul de grele. Diametrul lor trebui să fie de 10-30 cm, iar marginile să nu fie prea înalte. La amplasare în teren se acoperă cu o soluție lipicioasă care nu se usucă (de exemplu bazată pe petrol). Soluția trebuie să includă şi un repelent pentru păsări.

O alternativă este să se plaseze o hârtie de filtru într-un vas Petri, iar hârtia de filtru să fie impregnată cu soluția lipicioasă.

Oricare ar fi varianta aleasă, capcana nu trebuie să rețină apă (se fac găuri în ea)

Capcana se înlocuieşte la câteva zile sau săptămâni, în funcție de cantitatea de semințe care cad.

După prelevare semințele se scot cu o penste sau un solvent netoxic, sunt numărate, identificate şi li se testează viabilitatea. Semințele neviabile proaspete sunt de obicei foarte uşoare.

O variantă a metodei este să se plaseze în teren tăvițe de germinare cu un mediu nutritiv, de exemplu compost. Semințele vor cădea în tăvițe, iar numărul de semințe va fi estimat direct pe baza numărului de plantule.

Numărul de capcane necesar este foarte mare pentru a acoperi heterogenitatea distribuției semințelor, iar numărul de momente de timp trebuie de asemenea să fie suficient pentru a acoperi heterogenitatea temporală. Prin urmare volumul de muncă va fi foarte mare. Semințele foarte mici vor fi de obicei pierdut în capcanele standard (fără germinare).

Metode pentru fitoplancton
La ora actuală metodele cele mai profesionale presupun utilizarea unor echipamente de înaltă tehnologie capabile de măsurători *in situ*. Astfel de metode oferă informații asupra unor grupuri mari de alge planctonice. Însă nu s-au inventat încă aparate care să determine *in situ* speciile de alge şi abundența lor relativă, şi deci pentru această chestiune rămân valabile tehnicile clasice.

Se poate face fie o numărarea a celulelor, fie o estimare indirectă a biomasei lor (de exemplu prin intermediul concentrației de clorofilă a).

Prelevarea probelor se face fie cu un container de volum fix, fie cu o plasă de plancton. Dacă se foloseşte o plasă de plancton volumul de apă care este filtrat prin ea trebuie standardizat (depinde de suprafața plasei şi de timpul şi viteza de circulare a plasei prin apă).

Imediat după prelevare probele trebuie fixate. Cel mai comun fixator este soluția Lugol (se adaugă 1-2 ml la fiecare 100 ml de probă, iar la calcularea densității celulelor se face corecția pentru creşterea de volum datorată adăugării fixatorului).

Densitatea speciilor sau a tipului de celule se poate calcul folosind un microscop şi eventual un citometru în flux.

Determinare concentrației de clorofilă a nu permite diferențierea între specii, dar este utilă atunci când vrem să comparăm rapid două ecosisteme acvatice. Se filtrează o cantitate cunoscută de probă printr-un filtru (de exemplu un filtru de sticlă sau de acetat de celuloză). Proba nu trebuie să fi fost fixată, deci filtrarea se face imediat duoă prelevare, în teren. Volumul optim filtrat depinde de densitatea fitoplanctonului şi se stabileşte printr-o investigație preliminară. Filtrul se plasează în 8-10 ml de soluție de acetonă 90% şi apoi la frigider timp de o zi. În timpul incubării extractul se agită de câteva ori. Se scoate apoi de la frigider şi se aduce la temperatura camerei, după care se citeşte la spectrofotometru având drept martor o soluție de 90% acetonă. Lungimile de undă la care se face citirea sunt 664 nm, 647 nm şi 630 nm. Se face eventual şi o corecție pentru turbiditate scăzând din extincțiile citite valoarea citită la 750nm. Concentrația aproximativă de clorofilă a se poate calcula folosind următoarea relație:

$C_a = 11,85\ E_{664} – 1,54\ E_{647} – 0,08\ E_{630}$; E_i este extincția corectată citită la lungimea de undă i

Avantajul acestor metode este că sunt simple şi ieftine. La folosirea plaselor de plancton nanoplanctonul este în general pierdut. Simpla numărare a celulelor nu o oferă o imagine adecvată a comunității, deoarece celulele variază foarte mult în dimensiune. În timpul extracției clorofila a se degradează parțial, iar unele alge (de exemplu cele albastre-verzi) sunt incomplet extrase, ceea ce induce o subestimare a concentrației de clorofilă a. Exactitatea metodelor depinde de modul de prelevare, şi în special de surprinderea distribuției stratificate pe

adâncimi a diferitelor specii de fitoplancton.

Metode pentru alge bentonice
Dacă algele bentonice sunt macroscopice se poate evalua acoperirea folosind metode specifice plantelor terestre. Dacă algele sunt microscopice ele se vor recolta de pe o suprafață cunoscută (un cuadrat) iar apoi se va face o numărare a celulelor sau o estimare a concentrației de clorofilă a la fel ca în cazul fitoplanctonului.

Tehnica de îndepărtare a algelor de pe substrat depinde de tipul de substrat. Dacă acesta e noroios sau nisipos se poate folosi o siringă mare. Dacă este rigid (bolovani) se scoate substratul şi este spălat şi eventual periat sau răzuit. Substratul care nu poate fi scos este răzuit *in situ*, iar algele dizlocate sunt colectate cu o siringă mare. Pentru substratul aflat la adâncime mare sunt necesare tehnici speciale de prelevare (eventual cu scafandri).

Numărarea celulelor va fi foarte dificilă deoarece ele sunt amestecate cu particule anorganice. O parte din celule vor fi pierdute datorită razuirii. Celulele foarte mici vor fi pierdute, iar unele specii nu vor putea fi dizlocate de pe roci.

Caracterizarea distribuției organismelor în spațiu

Dată fiind influența foarte mare a tipului de distribuție spațială asupra rezultatelor estimării altor parametri ai populațiilor de plante cred că este bine să indic aici şi câteva modalități de caracterizare a tipului de distribuție.

Deja în capitolul anterior am menționat cum se poate caracteriza distribuția organismelor sesile folosind o metodă a distanțelor.

În cazul când avem date obținute prin metoda cuadratelor cu cadru, un indice de dispersie foarte bun este cel al lui Green[28]:

$G = \frac{\left(s^2 / \bar{x}\right) - 1}{\sum (X) - 1}$, unde $\bar{x}$ = densitatea medie, s^2 = varianța, iar X = densitatea în fiecare cuadrat

Valorile negative ale lui G indică o distribuție uniformă, iar cele pozitive o distribuție grupată.

Sumar

Metodele de evaluare a mărimii populațiilor de organisme sesile macroscopice sunt mai simple decât cele folosite pentru alte grupe de organisme. Organismele sesile „stau şi aşteaptă să fie numărate”. Totuşi există şi în cazul plantelor probleme specifice. Aceste probleme sunt legate în special de faptul că uneori este dificil să identificăm indivizii în sens genetic, precum şi de faptul că formele de viață ale plantelor sunt foarte diverse. Cele mai folosite metode sunt estimarea vizuală şi metoda cuadratelor cu cadru. Aceste metode sunt bune atât pentru arbori, cât şi pentru arbuşti sau ierburi, muşchi sau licheni. Există şi metode des folosite dar foarte specializate, cum sunt cea a cuadratelor punctiforme pentru ierburi, sau metodele pentru semințe, fitoplancton şi alge bentonice. Fiecare categorie de metode are aventaje şi dezavantaje specifice, de care trebuie să ținem seamă în momentul în care facem alegerea. O dată ce am ales categorie de metode va trebuie să alegem înăuntrul categoriei între diferitele variante posibile. Toate metodele (exceptând numărarea totală) sunt influențate de tipul de distribuția a plantelor, şi de aceea este important să cunoaştem şi felul cum se poate estima acest parametru.

Exerciții, întrebări şi probleme

- Distribuiți randomic şi sistematic câte 15 puncte de prelevare într-un ecosistem de pajişte. Caracterizați structura stratului ierbos al vegetației folosind metoda cuadratelor cu cadru (de dimensiune 1 x 1,5m), în cele două modalități de distribuire a punctelor de prelevare. Cu

[28] Este aproape independent de densitatea populației şi de mărimea probei (Krebs 1999 la p. 215).

datele obținute calculați densitatea şi frecvența speciilor, precum şi indicele de dispesie al lui Green în cele două variante. Comentați diferențele observate.

- Distribuiți randomic şi sistematic câte 30 puncte de prelevare într-un ecosistem de pădure. Aplicați apoi trei metode ale distanțelor folosind cele două seturi de puncte (metoda celui mai apropiat vecin, metoda cadranelor şi metoda Besag-Glieves).
- [29]S-a efectuat numărarea pinului negru japonez într-un pătrat cu latura de 4 m localizat într-o zonă cu latura de 5.7 m. Au fost efectuate 10 măsuratori printr-o metodă a distanțelor, varianta Besag şi Gleaves. Datele obținute sunt prezentate în tabelul de mai jos şi sunt exprimate în metri. Calculați densitatea şi verificați dacă distribuția poate fi considerată întâmplătoare sau nu. Formulele necesare se găsesc în capitolul anterior (metode generale de evaluare mărimii populațiilor).

x_i	z_i
0,1	0.3
0,3	0,2
0,1	0,4
0,8	0,5
0,3	0,1
0,7	0,7
0,6	0,7
0,9	0,7
0,7	0,3
0,5	0,3

- În Insula Mică a Brăilei s-a efectuat o cercetare a structurii covorului vegetal în complexul de ecosisteme prezentat în figura 1. Au fost investigate o unitate hidrogeomorfologică de țărm depozițional (I1), un grind extern (I2), un canal colmatat (prival – I3) şi un grind intern (I4). Ipoteza a fost că regimul hidrologic afectează puternic structura covorului vegetal, şi în particular că biomasa totală şi diversitatea plantelor creşte o dată cu altitudinea UHGM.

  Pentru caracterizarea vegetației s-a folosit metoda cuadratelor, iar datele obținute sunt prezentate tabelul 2. Neincluse în tabel mai sunt următoarele informații: la I2 era prezentă o pădure tânără de salcie dominată 100% de *Salix triandra* L. (1753), iar la I4 era prezentă o pădure matură de salcie dominată de aceeaşi specie în proporție de 90%, restul de 10 % ca biomasă fiind dator plopului – *Populus nigra* L. (1753).

  Calculați abundența relativă[30] a speciilor de plante (procentul din biomasa totală a tuturor speciilor de plante) în fiecare ecosistem investigat în mai multe variante. Faceți aceste calcule separat pentru ierburi şi pentru arbuşti (pentru arbori deja aveți rezultatul în paragraful anterior). Ce forme de viață au speciile dominante (cu cele mai mari abundențe relative) în fiecare ecosistem ? Există o corelație cu caracteristicile fiecărei UHGM ?

  Notă: Clasificarea formelor de viață ale plantelor folosită în tabel este cea dezvoltată de Braun-Blanquet după Raunkiær[31]. Terofitele îşi desfăşoară întreg ciclul de vegetație într-un singur an şi se înmulțesc numai prin semințe sau spori, neavând capacitatea de a forma muguri de iarnă. Hemiterofitele includ şi plante bienale, care rezistă prin rădăcini de la un an la altul. Geofitele rezistă în cursul iernii prin organe ascunse în sol (rizomi, bulbi, etc). Hemicriptofitele sunt plante ale căror organe de renînnoire se formează la nivelul solului, iar părțile aerien pier o dată cu venirea iernii. Camefitele sunt plante ai căror muguri de reînnoire se găsesc părțile apropiate de sol ale lăstarilor, iar fanerofitele au mugurii de reînnoire expuşi, adică se găsesc la cel puțin 25-30cm deasupra solului. Nanofanerofitele includ arbuştii, iar megafanerofitele arborii.

  Calculați numărul de specii în fiecare ecosistem şi încercați să corelați acest parametru

[29] Exercițiu preluat din Krebs 1999.
[30] Pentru modalitatea de calcul a unor indici de bază cu sunt abundența şi frecvența a se vedea Botnariuc şi Vădineanu (1982).
[31] Borza şi Boşcaiu (1965) la p. 77-79

(bogăția specifică) cu caracteristicile morfo-hidrologice ale UHGM. Are vreo influență asupra bogăției specifice faptul că cele două grinduri sunt împădurite ?

Scrieți o comunicare științifică pe baza acestor date şi a felului cum le-ați prelucrat şi interpretat. Utilizați ca îndrumar de elaborare a comunicării capitolul despre scrierea articolelor științifice.

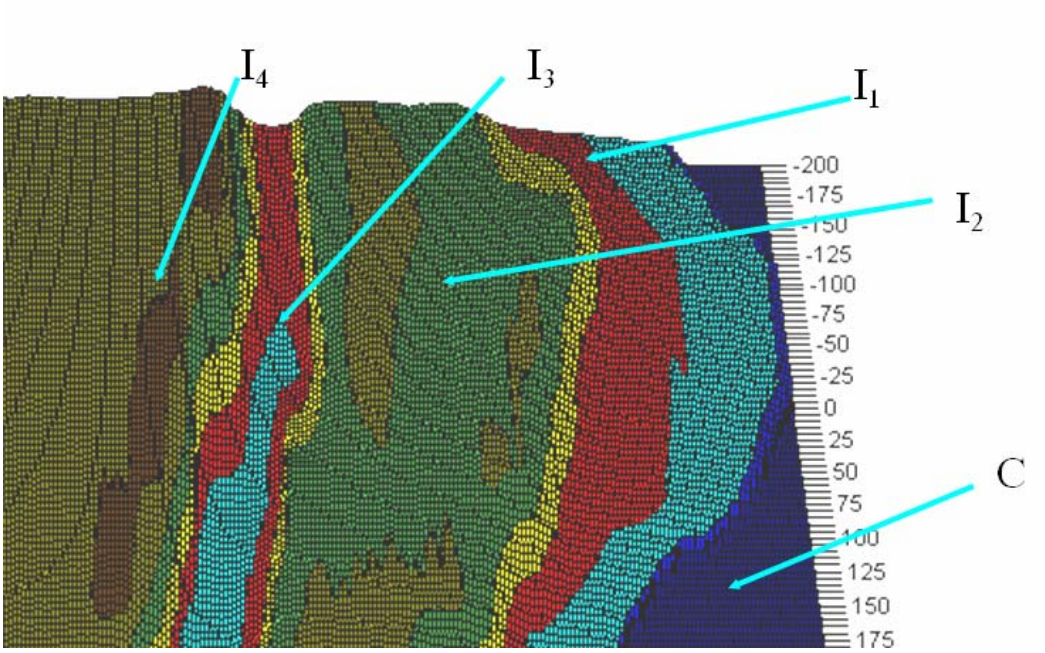


Figura 1 Grafic tridimensional al complexului de ecosisteme din Insula Mică a Brăilei şi localizarea ecosistemelor investigate (după Iordache 2003). Legendă: C – braț secundar al Dunării; cifrele din dreapta indică distanța în metri in raport cu un punct arbitrar de referință; culorile indică o inundabilitate tot mai scăzută, de la albastru închis (inundat între 365.2 şi 358.6 zile/an, altitudine între 184 şi 254 cm), la albastru deschis (inundat între 358.6 şi 276.4 zile/an, altitudine între 254 şi 324 cm), bleu (inundat între 276.4 şi 222.8 zile/an, altitudine între 324 şi 394 cm), roşu (inundat între 222.8 şi 169.4 zile/an, altitudine între 394 şi 464 cm), galben (inundat între 169.4 şi 111.2 zile/an, altitudine între 464 şi 534 cm), verde (inundat între 58 şi 10.4 zile/an, altitudine între 604 şi 674 cm) şi kaki (inundat între 58 şi 10.4 zile/an, altitudine între 604 şi 674 cm).

Lecturi suplimentare recomandate studenților

- Krebs, J. C., 1999, Ecological methodology, Addison Wesley Longman, Inc, capitolele 4-6

Lucrarea tratează în detaliul probleme specifice metodei cuadratelor, metodei distanțelor şi evaluării tipului de distribuție spațială. Foarte matematizată, ca pentru profesionişti.

- Borza, A., N. Boşcaiu, 1965, Introducere în studiul covorului vegetal, Edit. Acad. RPR, Bucureşti

Lucrare clasică, de referință pentru caracterizare structurii covorului vegetal. Perspectiva este fitogeografică. Foarte utilă în special pentru metoda estimărilor vizuale şi pentru a înțelege istoricul domeniului.

- Cristea, V., D. Gafta, F. Pedrotti, 2004, Fitosociologie, Presa Universitară Clujeană, Cluj Napoca

Cea mai recentă lucrare românească de fitosociologie. Recomandabilă celor care intenționează să se specializeze în ecologia plantelor.

- Rîşnoveanu, G., 1999, Metode şi tehnici în ecologia populației, Ed. Universității din Bucureşti, Bucureşti

Lucrarea are un capitol dedicat caracterizării distribuției spațiale a organismelor şi este uşor accesibilă.

- Kent, M., P. Coker, 1998, Vegetation description and analyses – a practical approach, John Willey & Sons, Chicester

Excelentă lucrare de ecologia plantelor cu numeroase studii de caz. Informativă mai ales pentru metoda estimărilor vizuale şi a cuadratelor cu cadru şi punctiforme. Cea mai mare parte a cărţii este dedicată metodelor specifice de prelucrare a datelor.

Tabelul 6.2 Biomasa plantelor (pe m^2) în complexul de ecosisteme studiat în Insula Mică a Brăilei. Legendă: ierburi (T - therophyta, Ht - hemyterophyta, G - geophyta, H - hemycryptophyta, Ch - chamaephyta), arbuşti (nPh - nanophanerophyta), arbori (MPh - megaphanerophyta). Alte informaţii cu privire la arbori sunt furnizate în textul problemei. Date după Sârbu şi Cristofor (1997) şi Cristofor şi colab. (1997).

		I1		I2		I3		I4	
Forma	Nume	iun.96	iul.96	iun.96	iul.96	iun.96	iul.96	iun.96	iul.96
T	*Amaranthus lividus* L. (1753)	0,017	0,022		0,978		0,011		
T	*Amaranthus retroflexus* L. (1753)					0,078			
Ht	*Arctium lappa* L. (1753)							10,444	33,444
H	*Artemisia vulgaris* L. (1753)		0,012				0,012		
T	*Atriplex tatarica* L. (1753)		2,333						
T	*Bidens frondosa* L. (1753)			8,333	124,247		6,211	69,444	173,321
T	*Bidens tripartita* L. (1753)		0,211						
T	*Bidens vulgata* Greene (1899)								11,222
G	*Butomus umbellatus* L. (1753)					7,531			
T	*Cuscuta campestris* Yuncker (1932)						2,333		
G	*Cynodon dactylon* (L.) Pers. (1805)		2,300						
T	*Cyperus michelianus* (L.) Link subsp. michelianus (1827)		1,844				1,580		
T	*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv. (1812)		3,211		4,489		36,522		
G	*Elymus repens* (L.) Gould (1947)			2,148	4,133		3,067		1,000
G	*Equisetum palustre* L. (1753)	0,247	0,222	0,033	6,860	3,378	1,567		
H	*Lolium perenne* L. (1753)					1,333			
H	*Lycopus europaeus* L. (1753)			1,222		3,400		4,556	14,078
H	*Lythrum salicaria* L. (1753)				13,333	3,778			
H	*Mentha aquatica* L. (1753)					1,889			
H	*Mentha longifolia* (L.) Hudson (1762)			0,800	0,111		1,300	2,556	
H	*Nasturtium officinale* R.Br. (1812)				0,011				
G	*Petasites spurius* (Retz) Reichenb (1831)							2,500	
H	*Plantago majo* r L. (1753)					2,000			
T	*Polygonum aviculare* L. (1753)			0,133					
T	*Polygonum hydropiper* L. (1753)	0,233	35,211					6,733	8,944
T	*Polygonum mite* Schrank (1789)						0,778		0,133
MPh	Populus sp. (plantule)		0,011						
H	*Rorippa amphibia* (L.) Besser (1822)		7,233			3,556			
T	*Rorippa islandica* (Oeder) Borbas (1900)						1,333		
H	*Rorippa sylvestris* (L.) Besser (1822)		0,578			1,667	2,467		
nPh	*Rubus caesius* L. (1753)								15,333
H	*Rumex conglomeratus* Murray (1770)							14,667	
H	*Rumex crispus* L. (1753)			1,222				2,444	
H	*Rumex sanguineus* L. (1753)								2,089
MPh	Salix sp. (plantule)	0,030	2,044				1,167		
G	*Scirpus maritimus* L. subsp. maritimus (1753)		0,322				0,344		
H	*Scutellaria galericulata* L. (1753)			2,222	12,111				
H	*Sedum acre* L. (1753)	2,667	0,011						
Ch	*Solanum dulcamara* L. (1753)			4,778	13,111	1,778			
T	*Solanum nigrum* L. (1753)								0,333
T	*Sonchus asper* (L.) Hill (1769)				0,067	0,244			
H	*Urtica dioica* L. (1753)				0,433			0,333	
T	*Xanthium strumarium* L. subsp. italicum (Moretti) D.Love (1976)	4,000	42,033	1,889	48,089	34,111	92,533		

7 Determinarea unor parametri strcturali ai populaţiilor de animale

Obiectivele capitolului

- să dea o imagine cu privire la avantajele şi dezavantajele metodelor utilizabile în cazul grupurilor majore de animale.

Metode specifice populaţiilor animale

Caracterizarea populaţiilor de animale presupune cunoaşterea unei game foarte vaste de metode. Aşa stând lucrurile, este uşor de înţeles de ce nu există specialişti în ecologia populaţiilor animale ca domeniu, ci doar în ecologia diferitelor grupuri şi subgrupuri.

Să produci o sinteză a metodelor disponibile pentru caracterizarea nevertebratelor presupune o expertiză cu totul deosebită, care mie personal îmi lipseşte. Iată de ce am preferat să mă raportez *ad literam* la o lucrare a unui grup de specialişti. Anexa 5 include tehnici specifice nevertebratelor, peştilor, reptilelor şi păsărilor, după Sutherland (1996). Am considerat utilă traducerea în română a acestui text pentru a-l face uşor disponibil studenţilor care încă nu stăpânesc engleza. Tehnici pentru amfibieni pot fi găsite pe larg în Cogălniceanu (1997).

Accentul tehnicilor prezentate în anexa 5 cade în special pe modul de capturare a organismelor. Într-un proiect real de cercetare aceste tehnici specifice trebuie coroborate cu metodele generale de caracterizare a populaţiilor, precum şi cu metodele generale de organizare spaţială şi temporală a programului de prelevare (prezentate în capitolul 5).

Populaţiile de animale au o dinamică foarte acccentuată, mai mare decât populaţiile de plante. Nu numai efectivul populaţional se poate modifica, ci şi structura pe vârste şi pe sexe, fără a mai menţiona structura genetică.

Există metode specifice pentru caracterizarea acestor dinamici. Dintre acestea, metoda tabelele de viaţă ocupă un rol foarte important pentru descrierea dinamicii pe termen scurt (la o scară de timp corespunzătoare ciclului de viaţă al organismului). Construirea şi utilizarea tabelelor de viaţă a fost deja prezentată în literatura didactică românească, la fel şi modul de caracterizarea a structurii pe vârste şi pe sexe (de exemplu Botnariuc şi Vădineanu 1982, Râşnoveanu 1999). Nu mai reluăm aceste informaţii aici, ci trimitem cititoarea şi cititorul la sursele menţionate.

Pentru a cunoaşte dinamica pe termen lung trebuie să avem proiecte de cercetare sau de monitoring pe termen lung a sistemelor ecologice. Elaborarea unor astfel de proiecte presupune cunoştinţe avansate de ecologie, dar este important să reţineţi că de succesul lor depinde gestionarea adecvată a capitalului natural. Pentru a putea spune că serviciul de menţinere a diversităţii specifice are loc la un anumit nivel într-un complex de ecosisteme, trebuie să avem o imagine asupra dinamicii pe termen lung a populaţiilor din respectivul complex. De aceea în acest capitol găsiţi şi un exerciţiu de interpretare a unor date obţinute pe termen lung.

Sumar

Numărul de grupe de animale este foarte mare şi, prin urmare, există o gamă largă de metode pentru caracterizarea mărimii populaţiilor de animale. Ceea ce este specific diferitelor grupe de animale din punct de vedere metodologic este modul de capturare a lor şi modul de caracterizare a dinamicii populaţionale. Într-un proiect de cercetare metodele specifice animalelor trebuie cuplate cu metodele generale de caracterizare a populaţiilor şi cu metodele generale de

organizare spaţio-temporală a programului de prelevare. O singură persoană nu se poate specializa în ecologia animalelor în ansamblu şi nici măcar a unui grup major, ci doar în ecologia unui subgrup relativ restrâns.

Exerciţii, întrebări şi probleme

- Efectuaţi o deplasare în teren într-un complex de ecosisteme care include ecosisteme de pajişte şi de pădure. Amplasaţi reţele de capcane pe bază de gropi pentru caracterizarea nevertebratelor mobile de la suprafaţa solului. Reveniţi după una-două săptămâni şi recoltaţi nevertebratele. Sortaţile apoi pe grupe mari şi comparaţi structura comunităţii de nevertebrate din pădure cu cea a comunităţii din pajişte. Vă poate da această metodă informaţii cantitative cu privire la abundenţa caracteristică populaţiilor de nevertebrate ?
- Efectuaţi o deplasare în teren în lunca unui râu de câmpie şi prelevaţi nevertebrate bentonice din râu şi dintr-un sistem lotic aflat în luncă folosind sonde cilindrice pentru bentos. Separaţi organismele de sediment şi detritus şi sortaţi-le pe grupe mari. Comparaţi structura comunităţii de nevertebrate bentonice din râu cu cea din lacul din lunca râului. Vă poate da această metodă informaţii cantitative cu privire la abundenţa numerică a populaţiilor de nevertebrate ? Dar cu privire la abundenţa în termeni de biomasă ?
- [32]Un grup de studente şi studenţi a fost implicat în capturarea şi recapturarea unor greieri de pădure, *Nemobius sylvestris*, timp de trei zile succesive într-o zonă de 14 x 14 m delimitată în zona de margine a unei păduri de stejar. În prima zi toţi greierii prinşi de studenţi timp de o oră au fost puşi în patru containere, ţinându-se socoteala numărului de greieri prinşi. La sfârşitul prelevării greierii au fost narcotizaţi cu dioxid de carbon şi marcaţi pe protorace cu o mică pată de vopsea roşie. Apoi li s-a permis să îşi revină şi au fost eliberaţi în patru locuri din zona de studiu. În prima zi au fost prinşi, marcaţi şi eliberaţi 487 de greieri.

  În ziua următoare toţi greierii din aceeaşi zonă de pădure au fost capturaţi din nou timp de o oră de acelaşi grup de studenţi. Numărul de greieri nemarcaţi şi marcaţi cu roşu a fost înregistrat separat. A fost capturat un număr total de 592 greieri, din care 154 erau marcaţi cu o pată roşie, iar 438 nu nu aveau nici o pată. La sfârşitul prelevării toţi greierii au fost narcotizaţi, marcaţi cu o pată albastră şi eliberaţi.

  În a treia şi ultima zi, studenţii au colectat din nou greieri timp de o oră în aceeaşi zonă şi au înregistrat separat numărul de greieri care avea diferte marcaje cu vopsea. A fost colectat un număr total de 314 greieri: 171 fără nici nu fel de marcaj, 32 doar cu câte o pată roşie, 91 doar cu câte o pată albastră, şi 20 atât cu o pată roşie cât şi cu una albastră. În final toţi greierii au fost eliberaţi.

  Folosind elementele din acest capitol şi din capitolul 5, calculaţi totalul populaţiei de greieri prezenţi în a doua zi folosind a) indicele Lincoln, b) metoda Jolly şi c) tehnica Manly şi Parr. Comentaţi cu privire la limitele acestor metode de estimare a efectivului populaţional. Care dintre următoarele specii vi se par mai potrivite pentru evaluare efectivului populaţional prin marcare, eliberare şi recapturare, şi ce interval de timp între capturări aţi stabili ? a) afide, b) melci de grădină, c) păduchi de lemn, d) lăcuste şi e) crabi de pe ţărmul mării.
- Într-un complex de ecosisteme din Insula Mică a Brăilei au fost capturate carabide din două în două săptămâni folosind reţele de capcane Barber. Datele sunt prezentate în anexa 6. Folosind informaţiile din capitolul 4 (despre regimul hidrologic), din capitolul 5 (problema referitoare la distribuţia vegetaţiei în acelaşi complex), din anexa 6, din capitolul următor (despre identificarea biocenozelor), şi despre biologia speciilor de carabidae din literatura de specialitate (de exemplu din volumul corespunzător de faună a României):

[32]Problemă preluată din lucrarea lui Ennos şi Bailey (1995).

- caracterizaţi dinamica populaţiilor de carabide. În ce măsură credeţi că este o dinamică reală şi în ce măsură un artefact datorat metodei de prelevare ? Ce influenţă credeţi că are regimul hidrologic asupra acestei dinamici ? Există particularităţi ale speciilor care apar primele după inundaţie (de exemplu apar mai întâi detritivorele) ? Cum interpretaţi dinamica speciilor foarte rare ?
- comparaţi între ele cele patru ecosisteme din punct de vedere al diversităţii specifice şi al numărului de niveluri trofice pe care le ocupă speciile de carabide. Se poate constata o corelare a acestor diferenţe cu cele datorate regimului hidrologic ? Sunt ecosistemele la fel de diferite ca din punct de vedere al vegetaţiei ?

- [33] Într-o plantaţie de conifere s-au efectuat 326 de numărări a câte 5 minute fiecare prin metoda transectelor în puncte, ceea ce a dus la identificarea a 421 indivizi din specia de pasăre *Phylloscopus trochilus* în zona mai aproape de 30 m, şi a 504 individizi în zona mai depărtată de 30 m. Folosind elementele din acest capitol şi din capitolul 5, calculaţi densitatea indivizilor.
- [34]Populaţiile europene de *Riparia riparia* iernează în Africa (Sahel) şi ajung la coloniile de cuibărire din Europa în lunile martie şi aprilie. Păsările încep să se reproducă în primul an de viaţă şi au două ponte pe an, cu o medie de 4.78 ouă pentru fiecare pontă. Rata de supraficţuire de la stadiul de ou la cel de pui este de 0.88, iar de la cel de pui la cel de părăsire a cuibului este de 0.78. Supravieţuirea în primul an de viaţă este de 0.23, iar supravieţuirea anuală a adulţilor variază între 0.25 şi 0.35. Estimările provin din diferite surse bibliografice.

  Folosind aceste estimări ale succesului reproductiv şi luând în considerare cazul ipotetic al unei colonii stabile formate din 100 de perechi, avem:

200 birds (100 pairs) lay two clutches of 4.78 eggs	= 956 eggs
0.88 of those eggs hatch	= 841 chicks
0.78 of those chicks fledge	= 656 juveniles
0.22 of those juveniles survive their first year	= 144 first year adults
0.28 of the old adults survive each year	= 56 old adults
144 first-year adults + 56 old adults	= 200 birds

  Valoarea de 0.28 a ratei de supravieţuire a adulţilor a fost calculată pe baza datelor care caracterizează o anumită colonie (tabelul 1). Rata de supravieţuire a juvenililor (0,22) a fost calculată astfel încât populaţia să fie stabilă, adică: 56 adulţi + 656 x rata de supravieţuire a juvenililor = 200. Această estimare este foarte apropiată de cea menţionată în literatură (0,23).

  Să luăm în discuţie populaţia reală a cărei caracterizare este prezentată în tabelul 1:
  - Pentru început reprezintă datele din tabelul 1 pe un singur grafic, cu anii pe axa x.
  - Compară procentul de juvenili din colonia teoretică stabilă de 200 de păsări cu cel din colonia reală, folosind pentru calcul valorile medii multianuale din tabelul 1.
  - Comentează asupra problemelor implicate de amestecarea datelor cu diferite origini (teoretică sau reală). Nu induce această amestecare o circularitate inacceptabilă ?
  - Nu ai primit nici un fel de informaţie asupra erorilor standard ale estimărilor. Cum le-i putea folosi în cazul în care le-ai cunoaşte ? Cum te-ar putea influenţa interpretarea datelor ?

  În continuare presupune că toate variaţiile în timp observate sunt reale, chiar dacă nu cunoaşteţi erorile standard.
  - Cât de relevante sunt valorile medii multianuale în condiţiile în care fluctuaţiile anuale sunt atât de mari ?

[33] Exerciţiu preluat din Krebs (1999).
[34] Problemă preluată din lucrarea lui Ennos şi Bailey (1995).

- Datele din tabelul 1 indică faptul că variațiile în numărul de indivizi adulți sunt datorate variațiilor în intrările de juvenili, variațiilor ratei de supraviețuire a adulților, sau ambelor cauze ?
- Pe baza datelor din tabelul 1 putem spune că variațiile în intrările de juvenili sunt datorate: succesului de cuibărire din anul precedent, variațiilor în supraviețuirea din primul an, sau imigrării din alte colonii ?
- Dacă ai fi responsabilă de managementul rezervației unde se află colonia, de ce alte informații ai mai avea nevoie pentru a evalua importanța aparentei descreşteri a intrărilor de juvenili (evidențiată şi de rate de supraviețuire mai mică decât ce din modelul teoretic).
- Crezi că această colonie se va menține pe termen lung ? Argumentează-ți opinia.

Tabelul 1 Estimări ale populației de *Riparia riparia* obținute prin tehnici de marcare şi recapturare. Rata de supraviețuire a adulților şi numărul de juvenili intrați în populație sunt estimate între ani. Liniile indică faptul că nu s-a putut estima valoarea parametrului.

Year	Population	Survival	Ingress
1968	—		
1969	787	0.1733	
1970	1629	0.2953	1397
1971	1023	0.1705	745
1972	737	0.2221	510
1973	299	0.1362	199
1974	496	0.4258	369
1975	1326	0.5036	1076
1976	542	0.3181	121
1977	808	0.3827	600
1978	951	0.2736	730
1979	1300	0.3403	977
1980	827	0.3013	436
1981	818	0.3033	567
1982	794	0.3438	513
1983	700	0.2632	491
1984	167	0.1518	60
1985	169	0.2866	122
1986	260	0.3796	195
1987	257	0.3137	176
1988	353	0.3025	275
1989	642	0.4266	491
1990	306	0.1942	181
1991	—	—	—
Mean	691	0.2800	487

- [35]Recoltarea peştilor afectează foarte mult dinamica acestor populații. Din cauza eliminării unui număr mare de adulți sunt produşi mai puțini juvenili, ceea ce poate antrena oscilații puternice ale efectivului populațional şi eventual colapsarea acesteia. Figura 1 şi tabelul 2 prezintă situația stocului de cod (*Godus morhua*) în Atlanticul de nord-est în perioada 1946 – 1980. Înainte de 1977 a exista un acord internațional care fixa captura totală permisă la 0.75 milioane tone pe an, iar după 1977 captura permisă a fost redusă la 0.3 milioane tone pe an.
  - Descrie principalele tendințe de variație în timp ale biomasei stocului, producției de ouă şi capturilor în perioada 1946 – 1980
  - Interpretează tendințele de variație în timp ale biomasei stocului şi ale producției de ouă prin prisma datelor de capturilor. Discută dificultatea utilizării datelor de acest tip pentru determinarea efectelor expoatării asupra stocului.
  - Investighează (alcătuind un grafic) şi comentează relația dintre numărul total de ouă

[35] Problemă preluată din lucrarea lui Ennos şi Bailey (1995).

produse în fiecare an şi numărul de indivizi cu vârsta de un an care supraviețuiesc un an mai târziu.

- Ce sfat ai fi dat pentru managementul stocului de cod în anii `80 ? Justifică-ți sugestiile.

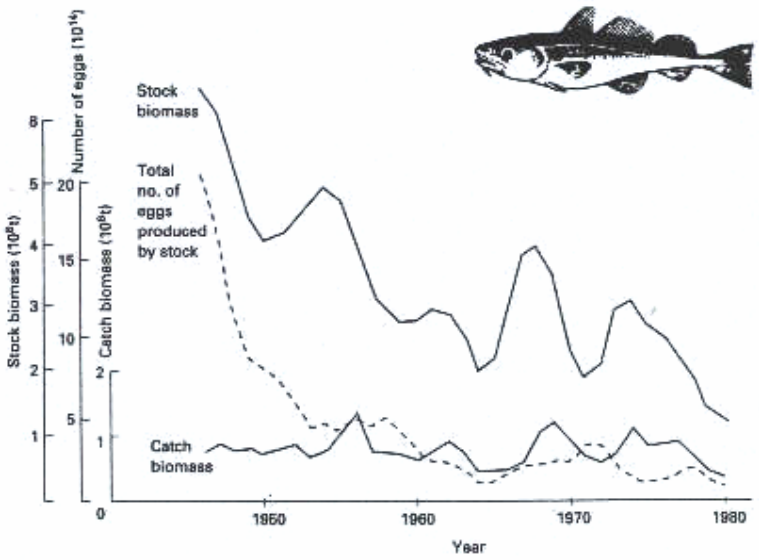


Figura 1 Nivelurile biomasei stocului, a numărului de ouă produse şi al capturilor de cod arctic în perioada 1946 – 1980.

Tabelul 2 Date pentru caracterizarea codului arctic.

Year	Total number of eggs produced/(10^{14})	Number of individuals aged 1 year/(10^6)
1946	20.5	—
1947	16.9	7.0
1948	11.8	10.6
1949	8.9	16.2
1950	8.0	17.8
1951	7.4	23.8
1952	6.0	16.6
1953	4.6	10.4
1954	4.7	6.6
1955	4.4	12.0
1956	5.0	7.5
1957	4.7	10.3
1958	5.1	11.8
1959	4.4	13.8
1960	3.1	10.9
1961	2.6	7.1
1962	2.4	5.1
1963	1.9	11.6
1964	1.2	7.7
1965	1.1	11.1
1966	1.7	2.5
1967	2.3	1.7
1968	2.2	2.9
1969	2.4	6.0
1970	2.4	15.2
1971	3.4	8.3
1972	3.4	7.8
1973	2.0	9.3
1974	1.2	9.2
1975	1.1	5.2
1976	1.2	9.8
1977	1.6	3.2
1978	2.0	2.2
1979	1.2	2.5
1980	0.8	2.0

Lecturi suplimentare recomandate studenților

Parcurgerea oricărui manual bun de limnologie sau ecologie marină poate fi deosebit de utilă pentru înțelegerea metodologiei specifice cercetării ecosistemelor acvatice şi implicit a animalelor acvatice. Multe informații utile despre caracterizarea nevertebratelor acvatice pot fi găsite de asemenea în practicum-urile de hidrobiologie.

Metodologia pentru caracterizarea animalelor terestre este extrem de disipată şi se concentrează în general pe grupe restrânse de organisme. În momentul în care vei dori să te specializezi într-un grup caracteristic ecosistemelor terestre va trebui să efectuezi o analiză critică a cunoaşterii metodologice relevantă pentru acel grup, iar primul pas va fi să contactezi un expert în grupul respectiv.

8 Identificarea biocenozei

Obiectivele capitolului
- Să arate cum se poate caracteriza structura unei biocenoze
- Să arate cum pot fi comparate două biocenoze
- Să arate semnificația schimbării structurii biocenozei

Introducere

Biocenozele sunt sisteme complexe. In secolul 20 putem identifica trei perioade de interes cu privire la complexitate: prima, interbelica, este caracterizata de termeni ca 'holism', 'evolutie creativa'; cea de a doua, din anii 50-60 aduce in centrul atentiei teoria generala a sistemelor, teoria informatiei si cibernetica, accentul punandu-se pe rolul conexiunii inverse si a homeostaziei in mentinerea stabilitatii sistemului; in perioada actuala cercetarea se focalizeaza pe cauze, mecanisme si metode, existand o mare diversitate de puncte de vedere caracterizate de termeni cheie cum sunt 'haos', 'catastrofa', 'fractal', 'retele neurale', 'ierarhie', 'auto-organizare', 'sisteme adaptative complexe'. Dezvoltarea modelarii ecologice urmeaza aceasta traiectorie cu trei etape caracterizata succint mai sus (Wu si Marceaub, 2002). Elementele propuse în această lecție reflectă abordarea prin teoria generală a sistemelor.

Identificare ecosistemelor şi implicit a biocenozei are drept scop modelarea matematică a acestora. La modul cel mai general, in dezvoltarea de modele socio-ecologice pot fi decelate doua tipuri de abordari, ca extreme (Keesman, 1994): una teoretica, bazata din principii (premize simplificatoare) relativ independente de cunoasterea empirica (asa cum spre exemplu se intampla in economia neoclasica), si alta bazata pe asa numita 'identificare a sistemului'. Identificarea sistemului presupune, in primul rand, selectarea unei structuri a modelului pornind de la cunoasterea existenta (empiric si teoretizata) si de la scopul pentru care este construit modelul, si, in al doilea rand, estimarea parametrilor necunoscuti ai modelului. De interes pentru dezvoltarea cuoasterii referitoare la sistemele ecologice si implicit pentru asistarea deciziilor referitoare la dezvoltarea durabila sunt *ambele* categorii de modele (in sensul de si unul si celalalt, nu de ori unul, ori celalalt).

Concentrându-ne cu discuția asupra celei de a doua categorii de modele, în particular asupra identificării sistemului, să observam ca pentru identificarea sistemelor socio-ecologice, ca prima etapa a modelarii lor, este necesara o metodologie de identificare a sistemelor socio-ecologice. Dar o astfel de metodologie general acceptata *nu există*. In particular, nu exista nici o lucrare, pe plan internațional sau național care sa trateze unitar metodologia de identificare a sistemelor ecologice. Nu mă refer aici la formalizarea matematica, ci la modul cum trebuie caracterizata empiric structura sistemelor care urmeaza a fi modelate. Exista însă numeroase încercări, propuneri, la nivel ecosistemic, dintre care cea mai promițătoare este a lui Pahl-Vostl (1995), dezvoltată de Vadineanu (1998) pentru cazul sistemelor ecologice naturale si adaptată de Georgescu si colab. (2001) pentru cazul sistemelor socio-economice. Există de asemenea o literatura in dezvoltare cu privire la metodologia de caracterizare a complexelor de ecosisteme (Turner si Gardner, 1991, Hansen si di Castri, 1992), dar care nu este coerntizata cu cea de identificare a ecosistemelor.

Caracterizarea structurii biocenozei
Modul de caracterizare a structurii biocenozei pe care îl prezint aici este cel propus de Pahl-Vostl (1995).

Să ne imaginăm că după ce am aplicat metodele şi tehnicile din capitolele anterioare am reuşit să

caracterizăm mărimea tuturor populațiilor din ecosistem. Se pune acum problema grupării populațiilor şi stabilirii relațiilor dintre ele astfel încât să avem o imagine suficient de simplă, dar şi de clară a biocenozei.

Pentru gruparea populațiilor aplicăm trei criterii: rata de reciclare a biomasei, localizarea spațio-temporală şi nişa funcțională.

Rata de reciclare a biomasei este invers corelată cu mărimea organismelor din populație şi cu durata ciclului de viață al acestora. Aplicân acest criteriu populațiile se vor grupa în clase dinamice. Fiecare clasă va include populațiile formate din organisme care au o rată de reciclare a biomasei cam de acelaşi ordin de mărime. Am spus *cam* deoarece cât de asemenătoare trebuie să fie populațiile incluse în aceaşi clasă depinde de decizia cercetătorului. De exemplu, dacă va stabili un interval foarte strâns al ratelor de reciclare prin care defineşte o clasă, atunci va obține mai multe clase dinamice. Rezoluția modelului (cât de detaliat trebuie să fie el) depinde de scopul pentru care este construit modelul şi de constrângeri de ordin practic (de exemplu resursele necesare pentru parametrizarea lui ulterioară).

În continuare populațiilor dintr-o anumită clasă dinamică li se aplică cel de al doilea criteriu, al localizării spațio-temporale. Localizarea spațială se referă la poziția ocupată de populație în unitatea hidrogeomorfologică. Într-un lac, de exemplu, poate să fie în zona litorală sau în larg, în zona pelagială (masa apei), sau în bentos (în sedimentul de la fundul lacului). Localizarea temporală se referă la perioada de timp când este prezentă populația. De exemplu unele specii pot fi prezente doar în anumite anotimpuri ale anului. Aplicând acest criteriu fiecare clasă dinamică va fi împărțită în mai multe module dinamice.

Populațiilor din fiecare modul dinamic le va fi aplicat criteriul nişei funcționale. În practică se aplică de fapt criteriul nişei trofice, al poziției populațiilor în rețeaua trofică. În urma aplicării acestui criteriu fiecare modul dinamic va fi împărțit în module trofodinamice (MTD).

MTD este aşadar unitatea de bază de grupare a populațiilor dintr-o biocenoză. Această grupare nu trebuie gândită însă în mod simplist, deoarece de fapt o populație poate să facă parte simultan din mai multe module trofo-dinamice. Astfel:

- Anumite părți ale populațiilor pot avea rate de reciclarea a biomasei foarte diferite, intrând astfel în clase dinamice diferite. Gândiți-vă de exemplu la populațiile de arbori în care indivizii au rată de reciclare a biomasei anuală în cazul frunzelor şi uneori de ordinul sutelor de ani în cazul trunchiurilor.
- Anumite părți ale populaților pot avea localizări spațiotemporale diferite, ceea ce le va face să aparțină unor module dinamice diferite. De exemplu la unele insecte larvele se găsesc în bentos, iar adulții în ecosistemele ripariene şi terestre adiacente celui acvatic.
- Anumite părți ale populațiilor pot ocupa nişe funcționale diferite, aparținând astfel unor MTD diferite. De exemplu mormolocii consumă materie organică particulată din apă, în timp ce broaştele adulte consumă nevertebrate.

Compararea biocenozelor

Este momentul acum să discutăm noțiunea de biodiversitate. În primul rând să ne aducem aminte că menținerea biodiversității era unul dintre serviciile furnizate de complexul de ecosisteme pe care l-am luat ca studiu de caz, în primul capitol. Să ştim în mod riguros ce înseamnă biodiversitatea este aşadar un lucru important.

Biodiversitatea are patru componente: diversitatea ecologică, diversitatea specifică, diversitatea genetică şi diversitatea etno-culturală. Diversitatea ecologică se referă la numărul de tipuri de

sisteme ecologice dintr-un complex integrator. Insula noastră include, de exemplu, câteva tipuri de păduri, un tip de lacuri, un tip de canale, un tip de pajişti, două tipuri de mlaştini. O insulă mai mică s-ar putea să aibă o diversitate ecosistemică mai mică, iar una mai mare s-ar putea să fie mai complexă (deşi suprafaţa insulei nu este singurul factor care influenţează diversitatea ecologică). Diversitea genetică se referă la cât de diferiţi sunt din punct de vedere genetic indivizii unei populaţii. Cu cât diversitatea genetică este mai mare, cu atât populaţia va avea şanse mai mari să se menţină sub influenţa unor factori perturbatori (aceasta deoarece sunt şanse mai mari să existe indivizi care să aibă un bagaj genetic care să le permită să supravieţuiască şi să se reproducă în acele condiţii). Diversitatea etno-culturală se referă nu la sisteme naturale, ci la cele socio-economice (dominate de populaţia umană).

Diversitatea specifică este dată de următoarele aspecte:
- Numărul de MDT dintr-un sistem ecologic.
- Numărul de specii din fiecare MDT
- Felul în care este distribuită biomasa şi numărul de indivizi între speciile dintr-un MDT.

Dacă discutăm de ecosisteme, rezultă că atunci când dorim să comparăm diversitatea specifică a celor două biocenoze trebuie să ne referim la cele trei aspecte de mai sus. Totuşi în literatura de specialitate vom găsi că diversitatea specifică, în sens restrâns, se referă doar la ultimele două aspecte. Dacă ne uităm însă la modul de aplicare a diferiţilor indici de diversitate din literatură vom constata că ei sunt aplicaţi doar pe grupe de organisme de acelaşi tip, niciodată pe biocenoze în ansamblu. Ceea ce sugerez aici este că grupurile de organisme de acelaşi tip este cel mai indicat să fie modulele trofo-dinamice.

În continuare să trecem la chestiuni mai tehnice. Voi exemplifica două căi de comparare a MDT, şi anume prin indici de similaritate şi prin indici de diversitate.

[36]Prin indicii de similaritate cercetătorul încearcă să evalueze cât de asemănătoare sunt două comunităţi de organisme. Cea mai simplă modalitate de măsurare a similarităţii face apel la date de prezenţă absenţă (estimatori binari). Se poate construi un tabel ca cel de mai jos.

		comunitatea A	
		Nr de specii prezente	Nr de specii absenta
comunitatea B	Nr de specii prezente	a	b
	Nr de sepcii absente	c	d

unde
a = numărul de specii întâlnite atât în A cât şi în B
b = număr de specii din B care lipsesc din A
c = număr de specii din A care lipsesc din B
d = număr de specii care lipsec atât din A cât şi din B

Nu există un acord cu privire la semnificaţia biologică a lui d şi prin urmare se utilizează doar a, b şi c. Există peste 20 de estimatori binari în litaratură. Un exemplu este coeficientul de similaritate al lui Soerensen :

$Ss = 2a / (2a + b + c)$

Acest coeficient acordă o pondere mai mare speciilor care sunt în ambele comunităţi decât celor care sunt doar în una dintre ele. Coeficientul este recomandabil cînd presupunem că în comunitate se află şi multe alte specii pe care noi nu am reuşit să le prelevăm. Pentru un alt coeficient (Jaccard, a se vedea problema referitoare la evaluarea gradului de poluare al sistemelor acvatice[37]).

Alţi indici de similaritate ţin seamă şi de abundenţele relative ale indivizilor. Un exemplu este indicele de

[36] Textul despre indici este preluat din Krebs, C.J., 1999, Ecological Methodology, Addison Wesley Longman, Menlo Park, California
[37] Atenţie, notaţiile de acolo sunt diferite. Problema se găseşte în capitolul 11.

similaritate al lui Morisita[38] :

$$C_\lambda = \frac{2\sum X_{ij} X_{ik}}{(\lambda_1 + \lambda_2) N_j N_k}$$

Unde
C = indicele Morisita de similaritate între probele j şi k
X_{ij}, X_{ik} = numărul de indivizi din specia i în proba j şi în proba k
N_j = numărul total de indivizi din proba j
N_k = numărul total de indivizi din proba k

$$\lambda_1 = \frac{\sum \left[X_{ij}\left(X_{ij} - 1\right)\right]}{N_j\left(N_j - 1\right)}$$

$$\lambda_2 = \frac{\sum \left[X_{ik}\left(X_{ik} - 1\right)\right]}{N_k\left(N_k - 1\right)}$$

Indicele Morisita variază de la 0 (absența similarității) la 1 (similaritate completă).

Diversitatea specifică în sens restrâns este un concept dual care include numărul de specii dintr-o comunitate şi echitabilitatea cu care indivizii sunt distribuiți între speciile diferite. Există multe modalități de a măsura diversitatea specifică şi de asemenea controverse cu privire la cei mai buni indici.

Bogăția specifică, sau numărul de specii dintr-o comunitate, este uşor de determinat doar în comunitățile care au un număr mic de specii. În celelalte cazuri se constată că pe măsura ce numărul de unități de probă sau mărimea probei cresc se lungeşte şi lista speciilor. Pentru a putea compara în aceste condiții bogăția specifică între prelevări se foloseşte tehnica rarefacției. Aceasta permite ajustarea unei serii de prelevări la o mărime a probei comună (acelaşi număr de indivizi). Pentru prelevarea cu cuadrate se poate face o estimare jackknife a bogăției specifice pornind de la numărul de specii care este găsit într-un singur cuadrat.

Indicii de heterogenitate încearcă să surprindă în aceeaşi valoare atât bogăția cât şi echitabilitatea. Data de abundență specifică au fost caracterizate făcând apel la două distribuții statistice: seria logaritmică şi seria log-normală. Pentru caracterizarea heterogenității s-au folosit şi metode neparametrice, care au avantajul că nu presupun o anumită distribuție statistică. Indicii de heterogenitate de tipul 1 acordă o pondere mai mare speciilor rare din probă (de exemplu funcția Shannon.Wiener). Indicii de heterogenitate de tipul 2 acordă o pondere mai mare speciilor comune (de exemplu indicele Simpson). Pentru indicii de heterogenitate se pot stabili intervale de încredere prin metode jacknife[39].

În ce priveşte echitabilitatea, ideea cheie este de a relaționa abundența observată a speciilor cu heterogenitatea maximă posibilă, apărută atunci când speciile au un număr egal de indivizi. Sunt disponibili indici de echitabilitate buni, însă înainte a alege unul trebuie ca cercetătorul să se decidă dacă pune accent sau nu pe speciile rare.

Nu există un singur mod de abordare a estimării diversității specifice care poate fi recomandat pentru toate comunitățile. Decizia se va lua pe baze empirice în funcție de experiența practică acumulată la un moment dat. Cunoaşterea acesteia se poate face doar studiind în detaliu literatura de specialitate referitoare la tipul de comunitate care ne interesează.

Indicele Simpson
Este un indice de diversitate neparametric

$(1\text{-}D) = 1 - \sum p_i^2$

Unde (1-D) = indicele de diversitate Simpson, D = indicele Simpson, iar p_i = proporția speciei i în comunitate

O alta modalitate de estimare a diversitatii Simpson este prin calculare raportului 1/D.

Valoarea maximă posibilă a indicelui Simpson, D, este egală cu 1/s, unde s este numărul de specii din probă. Indicele de diversitate Simpson variază între 0 (diversitate scăzută) şi 1-1/s

[38] A nu se confunda cu indicele de dispersie al lui Morisita.
[39] Nu detaliem aici aceste metoda deaorece depăşesc nivelul unor lucrări practice introductive. Studenta interesată este încurajată să consulte volumul menționat în nota 1.

Indicele Shannon-Wiener
Este un indice bazat pe teoria informației.

$$H` = -\sum_{i=1}^{s} (p_i)(\log_2 p_i)$$

Unde H` = informația conținută în probă (biți / individ) = indice de diversitate specifică
s = număr de specii
p_i = proporție din proba totală care aparține speciei i
Valoarea acestui indice creşte cu numărul de specii şi teoretic poate ajunte la valori foarte mari. În practică nu pare să depăşească valoarea 5. Valoarea maximă teoretică este log (S), iar valoarea minimă (atunci când N << S, unde N este numărul de indivizi) este log [N/(N-S)].

Echitabilitatea
Cea mai obişnuită modalitate de evaluare a echitabilității se face prin raportarea heterogenității la valoarea maximă posibilă a acesteia.

Sunt două formulări posibile:

Echitabilitatea = D / Dmax *sau*
Echitabilitatea = (D-Dmin) / (Dmax-Dmin)
unde
D = indicele de divesitate specifică observat
Dmax = valoarea maximă posibilă a divesității la valori date ale numărului de specii S şi numărului de indivizi N
Dmin = valoarea minimă a indicelui de diversitate la valori date ale numărului de specii S şi numărului de indivizi N

Aplicând cele de mai sus la indicele de diversitate Simpson şi Shannon obtinem in varianta cea mai simplă:

Echitabilitatea Simpson = (1/D)/s, unde s = numărul de specii din probă.

Echitabilitatea Shannon = H`/Log (s), baza logaritmului fiind 2 în varianta aleasă aici.

Semnificația schimbării structurii biocenozei

Compoziția biocenozelor într-o anumită zonă este rareori stabilă, în special în cazul celor influențate puternic de om. Ecosistemele aflate în stadiul succesional incipient, cum ar fi mlaştinile sărate sau dunele de nisip, pot fi colonizate de către plantele pioniere. Acestea schimbă condițiile de biotop, ceea ce permite colonizarea ulterioară de către alte specii, care eventual le vor elimine pe cele instalate inițial. Tiparele de schimbare a structurii biocenozei, şi în particular al structurii covorului vegetal, poartă numele de succesiune primară. Un proces similar care are loc atunci când biomasa este eliminată aproape complet dintr-un ecosistem, pe căi naturale sau antropice (de exemplu printr-o despădurire) poartă numele de succesiune secundară. Speciile colonizează din zonele adiacente şi are loc o continuă schimbare a structurii comunității, până când eventual este atins un stadiu de climax. Intervenția omului poate întrerupe sau altera acest proces.

Pe măsură ce ecosistemul trece în faze succesionale mai avansate are loc o creştere a numărului de MTD, şi, cel puțin în prima parte a procesului, şi o creştere a diversității specifice în sens restrâns înăuntrul fiecărui MTD. În etape succesionale avansate e posibil ca, în anumite condiții ale factorilor de comandă abiotici, diversitatea în cadrul fiecărui modul să scadă (anumite specii tind să devină dominante şi scade echitabilitatea).

Sumar

O dată cunoscute populațiile dintr-un ecosistem, structura biocenozei poate fi caracterizată grupând populațiile pe baza a trei criterii: rata de reciclare a biomasei, localizarea

spațiotemporală şi nişa funcțională. În urma acestei grupări va rezulta un model structural al biocenozei. Cât de complicat trebuie să fie acest model depinde de scopul pentru care îl construim şi de mijloacele pe care le avem la dispoziție sau este rezonabil să credem că le putem obține. O dată ce avem astfel de modele pentru biocenozele studiate putem cu uşurință caracteriza serviciul de menținere a diversității specifice furnizat de complexul care include biocenoezele şi putem compara diversitatea biocenozelor respective. Pentru comparație ne vom raporta la numărul şi tipurile de module trofodinamice şi la diversitatea specifică în sens restrâns în cadrul fiecărui MTD. Putem folosi şi indici de similaritate, deşi aceştia sunt mai puțin riguroşi ca diversitatea din punct de vedere al teoriei sistemelor ecologice. Dacă analizăm ce se întâmplă cu o biocenoză sau un complex de biocenoze în timp vom constată că au loc puternice modificări. Modelul structural şi diversitatea se modifică. Procesul natural prin care au loc aceste modificări pornind de la o unitatea hidrogeomorfologică necolonizată poartă numele de succesiune primară. Dacă se porneşte de la un sistem puternic perturbat ca urmare a activităților antropice avem de a face cu o succesiune secundară.

Exerciții, întrebări şi probleme

- [40]Calculați coeficientul Soerensen şi indicele Morisita pentru datele din tabelul 1. De ce diferă cele două măsurări ale similarității ?
- Calculați indicele Simpson şi Shannon-Wiener pentru datele din tabelul 1. Estimați echitabilitatea celor două comunități. Vi se pare că echitabilitatea a fost corect estimată ?
- Estimați indicele de divesitate Simpson pentru o comunitate de mamifere mici descrisă de datele din tabelul 2. Calculați valoarea maximă şi minimă posibilă pentru aceste date (1287 de indivizi, 10 specii).
- [41]Figura 1 prezintă tiparul abundenței relative a speciilor de plante la diferite momente de timp după ce un teren agricol a fost abandonat. Figura 2 prezintă tiparul abundenței relative a speciilor de plante într-o parcelă experimentală după ce a început aplicarea fertilizatorului cu azot.

  1 Interpretează tiparele de vegetație descrise în figura 1.

  1.1 Cum se schimbă diversitatea plantelor din teren în timp şi de ce ?

  1.2 Descrieți schimbările în strategia ciclului de viață al plantelor respective în zona cercetată. De ce are loc aceasta ?

  1.3 Cum te-ai aştepta să se schimbe vegetația după un timp şi mai lung ? Schițează abundența relativă a speciilor după 200 de ani.

  2 Interpretează tiparele de vegetație descrise în figura 2. Cum s-a schimbat diversitate plantelor din parcela experimentală în timp şi de ce ?

  3 Recent sunt propuse politici de scoatere temporară a unora dintre ecosisteme agricole din regimul de producție agricolă. Se speră care prin aceste politici să aibă loc o creştere a diversității biologice în complexele de ecosisteme respective. Timpul de scoatere din producție propus este de până la 5 ani. Folosind informație din cele două exemple studiate mai sus şi cunoaştere botanică pe care o ai, comentează cu privire la eficiența acestor politici în ce priveşte diversitatea comunităților de plante.

[40] Primele trei exerciții sunt după Krebs (1999).
[41] Problemă preluată din lucrarea lui Ennos şi Bailey (1995).

Tabelul 1 Păsări de mare cuibărind pe două insule din Marea Bering

Specia	Insula St. Paul		Insula St. George	
	Număr de indivizi	Proporție	Număr de indivizi	Proporție
Norther fulmar	700	0,0028	70000	0,0278
Red-faced cormorant	2500	0,0099	5000	0,0020
Black-legged kittiwake	31000	0,1221	72000	0,0286
Red-legged kittiwake	2200	0,0087	220000	0,0873
Common murre	39000	0,1537	190000	0,0754
Thick-billed murre	110000	0,4334	1500000	0,5955
Parakeet auklet	34000	0,1340	150000	0,0595
Crested auklet	6000	0,0236	28000	0,0111
Least auklet	23000	0,0906	250000	0,0992
Horned puffin	4400	0,0173	28000	0,0111
Tufted puffin	1000	0,0039	6000	0,0024
Total	253800		2519000	

Tabelul 2 Structura unei comunități de mamifere mici din Yukon, USA

Specia	Numărul de indivizi
Deer mouse	498
Northern red-backed vole	495
Meadow vole	111
Tundra vole	61
Long-tailed vole	45
Singing vole	40
Heather vole	23
Northern bog lemming	5
Meadow jumping mouse	5
Brown lemming	4

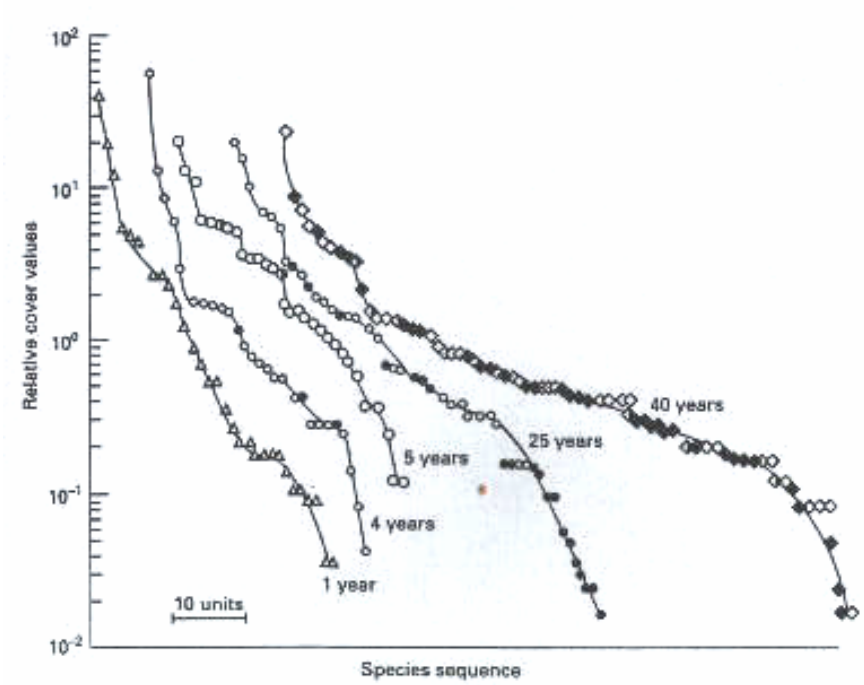


Figura 1 Tiparul abundenței relative a speciilor de plante la diferite momente de timp după ce un teren agricol a fost abandonat.Tiparul este exprimat (axa y) ca procentul cu care o anumită specie contribuie la suprafața totală acoperită de către toate speciile dintr-o comunitate, iar speciile sunt ordonate de la cele mai abundente la cele mai puțin abundente. Simbolurile goale reprezintă plante erbacee, cele pe jumătate pline arbuşti, iar cele pline arbori.

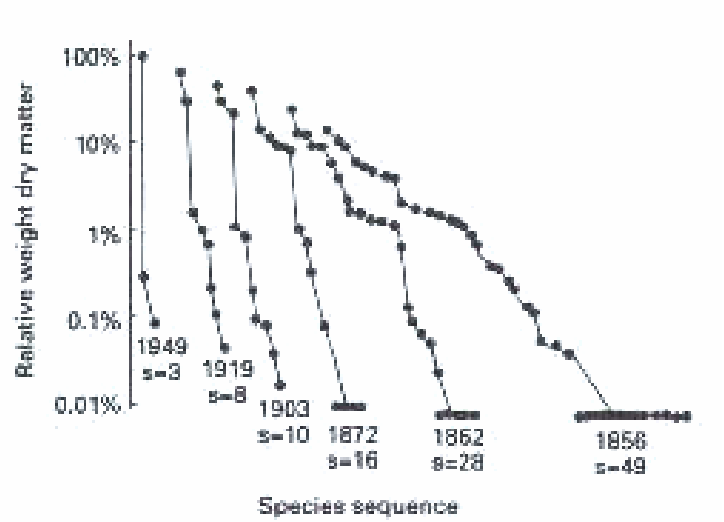


Figura 2 Schimbări în tiparele de abundență relativă a plantelor într-o parcelă experimentală folosită pentru păşunat şi în care se aplică în mod continu fertilizatori cu începere din 1856. Speciile cu abundență mai mică decât 0.01 % au fost înregistrate ca având abundența 0.01.

Lecturi suplimentare recomandate studenților

- Pahl-Vostl, C., 1995, The dynamic nature of ecosystems, J. Willey and Sons, New York

Singura carte de autor pe care o cunosc care are drept scop dezvoltarea aparatului conceptual care să permită identificarea sistemelor ecologice.

- Stanciulescu, F., 2005, Modelling of high complexity systems with applications, Boston, WIT Press

O importantă lucrare despre potențialul şi limitele modelării matematice a sistemelor ecologice, cu numeroase studii de caz.

- Krebs, C.J., 1999, Ecological Methodology, Addison Wesley Longman, Menlo Park, California

Capitolele referitoare la estimarea diversității şi a similarității oferă o imagine foarte bună asupra indicilor disponibili şi a avantajelor şi dezavantajelor lor.

Parcurgerea acestor lucrări presupune o solidă pregătire matematică.

9 Caracterizarea fluxului de energie

Obiectivele capitolului

- Să arate cum se caracterizează bugetul energetic al unei populații
- Să prezinte avantajele şi dezavantajele metodelor pentru estimarea producției şi productivității primare

Folosind metodele prezentate în ultimele patru capitole putem evalua cantitativ serviciul de menținere a biodiversității şi parțial serviciul de producție de resurse regenerabile. O caracterizarea mai bună a serviciului de producție a resurselor regenerabile se poate face cuplând metodele de evaluare a efectivelor populaționale cu cele prezentate în acest capitol.

Cunoaşterea ştiințifică cu privire la circulația energiei în ecosisteme este esențială pentru managementul rațional al resurselor. De exemplu din 1964 până în 1974 s-a derulat Programul Biologic Internațional (IBP) cu scopul de a strânge informație cu privire la productivitatea sistemelor ecologice şi a determina factorii care o influențează. Înainte însă de a înțelege procesele la nivel ecosistemic este necesară cunoaşterea proceselor de nivel populațional.

Bugetul energetic al unei populații

Ecuația standard cu privire la bugetul energetic populațional este următoarea:

$C = Pg + Pr + R + F + U$

Unde C este consumul, Pg este creşterea somatică, Pr este investiția în reproducere, R este respirația, F sunt fecalele iar U este excreția.

Asimilare (A) este dată de relația:

$A = Pg + Pr + R + U$

Un astfel de buget energetic poate contribui la înțelegerea transferului de energie în ecosistem dacă este construit cu grijă.

Metodele pentru caracterizarea componentelor bugetului energetic sunt disponibile în limba română în Botnariuc şi Vădineanu (1992) şi Rîşnoveanu (1999).

Estimarea producției şi productivității primare

Cuantificarea producției şi productivității primare în ecosisteme este esențială, pentru că ea condiționează producție secundară. Cazacu (2003) face o excelentă analiză critică a metodelor utilizabile în acest scop (tabelul 1). Din inspecția tabelului se poate constata metodele calsice pot fi grupate în trei categorii: metode alometrice, metode distructive şi metode metabolice.

La acestea se adaugă metodele care utilizează teledetecția şi imaginile satelitare (Sala şi colab. 2000). Prin cuplajul acestei ultime categorii de metode cu informațiile furnizate de metodele clasice poate fi caracterizată cu mare eficiență structura şi productivitatea covorului vegetal la nivelul complexelor de ecosisteme locale şi regionale. Un exemplu de rezultat obținut în acest mod este prezentat în figura 1.

Tabelul 1 Metode utilizate pentru estimarea producţiei şi productivităţii primare (Cazacu 2003). Sursele bibliografice menţionate în tabel pot fi găsit în lucrarea autoarei citate.

	Metode alometrice (bazate pe marcare)			
	Determinarea ratei de turnover	Măsurarea creşterii unor organe	Însumarea maximului de tulpini	Metoda cohortei
Descriere	Producţia se determină prin înmulţirea ratei anuale de turnover calculată ca raport între numărul celor nou produse anual şi maximul prezente la orice moment de timp cu valoarea biomasei maxime determinate prin recoltarea de indivizi din vecinătatea cuadratelor.	Se marchează fiecare frunză la un anumit nivel deasupra substratului faţă de o ramă sau un jalon, sau la o anumită distanţă de baza tulpinii. Greutăţile combinate ale frunzele nemarcate produse în intervalul dintre momentele de prelevare şi materialul vegetal care reprezintă creşterea vechilor frunze reprezintă producţia netă a frunzelor.	Metoda utilizează relaţia stabilită între lungimea tulpinilor şi greutate pe baza indivizilor aflaţi în imediata apropiere a cuadratelor permanente pe care se determină numărul de tulpini nou apărute în intervalul dintre două vizite în teren.	Se numără toţi indivizii cohortei la scurt timp după apariţie, şi pe baza regresiei mărime/greutate obţinute pe indivizi recoltaţi din afara cuadratelor permanente se determină greutatea medie. Pentru estimarea producţiei nete anuale se construieşte curba număr de indivizi-greutate medie şi se determină aria de sub grafic.
Aplicabilitate	plante ierboase şi macrofite emerse a căror indivizi sunt uşor de separat, uşor de numărat, iar dimensiunile unor organe (frunzelor) sunt constante.	plante terestre ierboase şi macrofite a căror frunze îşi modifică dimensiunile în cursul sezonului de vegetaţie şi arborilor şi arbuştilor de talie mare.	macrofite emerse, plante terestre ierboase şi arbuşti.	plante care prezintă o pierdere masivă de biomasă imediat după atingerea maximului de vegetaţie.
Dezavantaje	Nu ţine cont de procesele de translocare a substanţelor şi de pierderile datorate consumatorilor primari.	Necesită vizitarea la intervale scurte de timp a cuadratelor.	Nu ţine cont de pierderile de biomasă	Nu se poate aplica pentru plantele bianuale şi perene.
Citări	***. 1989	***. 1989	Wetzel şi Pickard, 1996	Wetzel şi Pickard, 1996
Comentarii	Toate metodele bazate pe marcare sunt mari consumatoare de timp în teren.			

Tabelul 1 Continuare

	Metode distructive (metoda cuadratelor)				
	PSC (Peak Standing Crop)	Metoda Smalley (1958)	Metoda Wiegert-Evans (1964)	Metoda Milner -Hughes (1968)	Metoda Lomnicki şi colab. (1968)
Descriere	Metoda constă în prelevarea probelor pentru estimarea biomasei la momentul maximului aparent de vegetaţie (ales ca moment la care se produce înflorirea plantelor). Există o serie de modificări ale metodei.	Metoda estimează producţia primară netă pe baza prelevării materialului vegetal mort şi viu (pe unitate de suprafaţă) la intervale regulate de timp (3-6 săptămâni).	Metoda se bazează pe prelevarea atât a biomasei vii cât şi a celei moarte (pe unitate de suprafaţă) din "cuadrate pereche" şi realizează şi o corecţie a pierderilor de material vegetal prin descompunere în perioada dintre prelevări	Metoda constă în determinarea diferenţei în biomasă înregistrate în intervalul dintre momentele de prelevare succesive	Metoda reprezintă o îmbunătăţire a metodei Wiegert-Evans (1964). Mortalitatea este direct estimată prin determinarea cantităţii de biomasă moartă produsă în cuadratul în care a fost îndepărtata biomasa moartă iniţială.
Aplicabilitate	plante ierboase şi macrofite.	vegetaţie ierboase şi macrofite emerse.	macrofite emerse, plante terestre ierboase.	macrofite, plante terestre ierboase, arbuşti.	macrofite emerse, plante terestre ierboase.
Dezavantaje	Nu ia în considerare pierderile de biomasă care au loc înainte de maximul de vegetaţie şi nici producţia de după acest moment	Subestimează producţia dacă materia moartă provine din zone adiacente sau dacă mortalitatea este mult mai mare decât formarea de biomasă; Este sensibilă la frecvenţa de prelevare şi necesită arii omogene	Necesită o selectare riguroasă a amplasării cuadratelor; Este sensibilă atunci când are loc o intrare de biomasă moartă din zone adiacente "cuadratelor pereche".	Metoda nu estimează bine producţia pe perioade caracterizate de o mare mortalitate pentru că nu ia în calcul producerea de biomasă	Este afectată atunci când are loc o pierdere de biomasă moartă din "cuadratele pereche", ceea ce impune ca intervalul dintre prelevări să fie scurt. Necesită o selectare riguroasă a amplasării cuadratelor
Citări	Milner şi Hughes, 1968	Singh şi colab., 1975; McClaugherty şi colab., 1982	Wiegert şi Evans, 1964	Milner şi Hughes, 1968	Lomnicki şi colab., 1968
Comentarii	Toate metodele sunt mari consumatoare de timp în teren. Cele mai bune metode sunt Wiegert-Evans şi Lomnicki şi colab. (Kaswadji şi colab., 1990).				

Tabelul 1 Continuare

	Metode metabolice					
	Dinamica O2		Dinamica CO2			Metoda C14
	Metoda sticluțelor	Metoda sistemului deschis	Măsurarea continuă	Măsurarea discretă	Metoda potențiometrică	
Descriere	Metoda se foloseşte în ecosisteme acvatice şi constă în determinarea modificării cantității de oxigen dizolvat (DO) rezultate în urma fotosintezei şi respirației în incinte închise.	Metoda se bazează pe analiza curbei oxigenului pe perioada unei zile. Modificarea concentrației DO este rezultatul activității metabolice a comunității cât şi a difuziei O_2 la interfața apă-aer. De aceea se impune o corectare a metodei cu coeficientul de reaerare (k).	Metoda se bazează pe măsurarea modificării concentrației CO_2 rezultat din fotosinteză şi respirație dintr-un curent de aer care trece peste proba. Modificarea concentrației CO_2 se determină din diferența între concentrația în aerul de referință şi cel final.	Metoda se bazează pe măsurarea modificării concentrației CO_2 rezultat din fotosinteză şi respirație pe subprobe din incinte închise după o perioadă de incubare.	Principiul metodei este relația fizico-chimică a sistemului tampon carbonat din ecosistemele acvatice, Modificările pH-ului apei pot fi folosite pentru determinarea schimbului de C anorganic dizolvat. Metoda utilizează titrarea Gran.	Metoda constă în determinarea cantității de ^{14}C asimilat de plante după o perioadă de incubare în incinte transparente şi opace în care s-a injectat $Na_2{}^{14}CO_3$ pentru mediu acvatic şi $^{14}CO_2$ pentru cele terestre.
Aplicabilitate	fitoplancton, perifiton şi macrofite submerse	fitoplancton, perifiton şi macrofite submerse	macrofite emerse, plante terestre.	fitoplancton, perifiton, macrofite,	fitoplancton, perifiton şi macrofite submerse	fitoplancton, perifiton, macrofite si plante terestre.
Dezavantaje	Incubarea exclude circulația apei modificând condițiile reale din teren; Perioada de incubare şi momentul zilei la care se montează experimentul conduc la valori care trebuie extrapolate cu atenție.	Estimarea coeficientului K ridică probleme.	Incubarea determina modificări ale ratelor metabolice.	Incubarea determină modificări ale ratelor metabolice şi ale condițiilor reale din teren.	Manevrarea probelor trebuie făcută cu atenție pentru a nu se produce schimburi cu atmosfera.	Incubarea determină modificări ale ratelor metabolice şi ale condițiilor reale din teren.
Citări	Vollenweider, 1969	***. 1989	***. 1989	Vollenweider, 1969	Vollenweider, 1969	Vollenweider, 1969
Comentarii	Toate metodele metabolice necesită costuri mari datorită echipamentelor.					

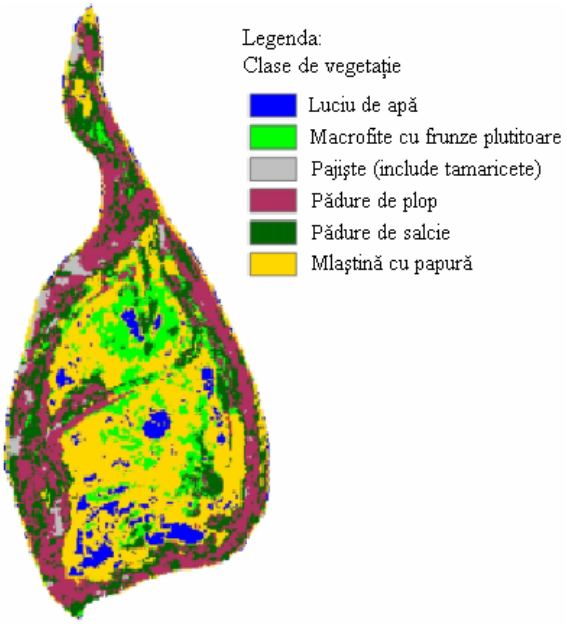


Figura 1 Tipuri de vegetaţie din insula studiată, rezultate în urma clasificării pe imaginile satelitare multispectrale (Cazacu 2003).

Sumar

Evaluarea producţiei şi productivităţii sistemelor ecologice este o activitate complexă prin care se cuplează metodele de estimare a efectivelor populaţionale şi a dinamicii acestora cu metode speficice. Există trei categorii de metode clasice: metode alometrice, metode distructive şi metode metabolice. La aceste se adaugă în cazul producţiei şi productivităţiii primare metode bazate pe analiza spaţială a imaginilor sateliare multispectrale, cuplată cu modelarea matematică.

Exerciţii, întrebări şi probleme

- Pentru caracterizarea biomasei arborilor o metodă nedustructivă constă în măsurarea dimensiunii arborilor şi utilizarea tabelelor dendrometrice. Efectuaţi o deplasare în teren într-un grup de 10 persoane într-o zi cu soare dimineaţa într-o pădure echienă şi faceţi câte şase măsurători la un număr de arbori astfel direcţia de măsurare să fie orientată către toate punctele cardinale. Repetaţi deplasarea într-o zi înnorată după-amiaza şi măsuraţi aceiaşi copaci din aceleaşi poziţii. Comparaţi rezultatele din cele două deplasări folosind doar primele trei măsurători iar apoi folosind toate cel şase măsurători. Comentaţi. Evaluaţi într-una din deplasări densitatea arborilor prin metode distanţelor (capitolul 6). Calculaţi biomasa la hectar a arborilor cu ajutorul informaţiilor dintr-un tabel dendrometric, cu măsurătorile de înăţime obţinute în cele două zile, iar apoi calculaţi valoarea de piaţă a lemnului care ar putea fi obţinut de pe un hectar dacă ar avea loc o defrişare în cele două variante. Comentaţi rezultatele.
- [42]Doi cercetători au considerat că producţia de mucus a speciei *Patella vulgata* pe un ţărm al unei insule reprezintă 8% din energia asimilată prin hrană. Ei au inclus această energie în termenul U al bugetului energetic populaţional. Bugetul energetic la care au ajuns a fost următorul:

  1605 = 68 + 96 + 498 + 884 + 59

  Cs Pg Pr R F U

[42] Problemă preluată din lucrarea lui Ennos şi Bailey (1995).

Unitatea de măsură este kj m^{-2} an^{-1}, iar Cs reprezintă suma termenilor din bugetul energetic. Însă valoarea energetică măsurată a energiei consumate, Cm, a fost de 2227 kJ m^{-2} an^{-1}. Întrucât această valoare venea în contradicție cu Cs, cei doi cercetători au considerat că a avut loc o supraestimare la măsurarea valorii energiei consumate şi nu au mai luat-o în considerare.

10 ani mai târziu un alt cercetător a măsurat producția de mucus a scoicilor pe acelaşi țărm, în şi agăsit că atunci când sunt expuse atmosferei[43] (şi de deci nu se deplasează) cantitatea de mucus produsă de fiecare individ era:

$y = 7{,}237 * 10^{-6} * x^{1{,}19}$ g substanță uscată oră$^{-1}$

iar în apă era

$y = 8{,}51 * 10^{-6} * x^{1{,}90}$ g substanță uscată oră$^{-1}$, unde x = lungimea cochiliei exprimată în mm. Lugimea medie a cochiliilor scoicilor de pe țărm era de 38 mm, iar densitatea populației era de 12,6 m^{-2}.

1. Calculați producția zilnică de mucus pe metru pătrat de țărm (a) în aer şi (b) în apă
2. Presupunând că scoicile stau în aer 12 ore pe zi, iar în apă celelalte 12 ore, calculați producția anuală de mucus a scoicilor pe metru pătrat de țărm.
3. Dacă valoarea calorică a mucusului (determinată cu o microbombă calorimetrică) este de 8,98 kJ g^{-1} substanță uscată, calculați energia cheltuită anual prin producția de mucus.
4. Recalculați Cs folosind datele primilor doi cercetători, dar adăugând termenul reforitor la mucus evaluat de al treilea cercetător (fără a uita să eliminați cantitatea corespunzătoare eliminării inițiale a producției de mucus).
5. Exprimați producția de mucus ca proporție din energia asimilată şi comentați.

- [44]Una dintre soluțiile posibilie pentru controlarea efectului de seră este plantarea unor suprafețe mari de teren cu copaci. Pădurile vor absorbi dioxidul de carbon pe măsură ce cresc, sechestrându-l sub formă de lemn şi astfel reducând concentrația din atmosferă. Unele studii au urmărit să stabilească în ce măsură o astfel de idee poate fi pusă în practică sau nu.

  La o uzină de producere a energiei electrice lucrează 100 de oameni. Până în anul 1994 emisiile de carbon (sub formă de dioxid de carbon) ale acestei uzine au fost de 246 tone C an^{-1}. În anul 1994 a fost schmbat procesul de producție trecându-se de la arderea petrolului la cea a motorinei, ceea ce a redus emisiile la 190 t an^{-1}. De asemenea, managerii uzinei intenționa să planteze în 1994 o suprafață de teren cu pin de un an. Ei doresc ca suprafața să fie suficient de mare astfel încât după 20 de ani copacii să fi fixat (în trunchi, rădăcini, etc), o cantitate de dioxid de carbon egală cu cea pe care uzina o va fi emis în cei 20 de ani cu începere din 1994.

  Cantitate de carbon care poate fi fixată de pini la diferite vârste la o densitate optimă de plantare este prezentată în tabelul 2.

Tabelul 1 Relația dintre vârsta copacilor şi rata de fixare a carbonului.

Vârsta copacilor	Fixarea carbonului (kg C m^{-2} an^{-1})
5	0.02
10	0,7
15	1,4
20	2,1

[43] Țărmul acelei insule era supus mareelor.
[44] Problemă preluată din lucrarea lui Ennos şi Bailey (1995).

1. Calculați numărul de hectare care trebuie plantate cu pin de 1 an pentru ca sistemul format din uzină şi pădure să aibă emisii cumulate 0 de-a lungul perioadei de 20 de ani.
2. Să presupunem că o țară are 55 milioane de locuitori şi că suprafața totală de teren cultivabil este de 15 milioane ha. Să presupunem de asemenea că două treimi din populație nu este lucrătoare în industrie (copii, casnici, etc), că persoanele care lucrează în industrie produc emisii similare cu ale lucrătorilor din uzina discutată mai sus, şi că fiecare persoană care nu lucrează în industrie produce un sfert din emisiile unui lucrător în industrie. Pe baza acestor elemente calculați ce procent din suprafața totală de teren cultivabil al trebui plantată cu pădure de pin pentru ca întreaga țară să aibă emisii 0 cumulate în primii 20 de ani după plantare.

Lecturi suplimentare recomandate studenților

- Sala, O.E., R.B. Jackson, H.A. Mooney, R.W. Howarth (eds.), 2000, Methods in Ecosystem Science, Springer, NY.

Cartea include sinteze ale celor mai noi metode de evaluare a producției primare şi secundare, cu prezentarea avantajelor şi dezavantajelor

10 Caracterizarea circuitelor biogeochimice

Obiectivele capitolului

- Să prezinte cum se organizează un proiect de cercetare pentru caracterizarea retenției metalelor
- Să prezinte unele tehnici utilizate în caracterizarea circuitului azotului

Evaluarea serviciilor biogeochimice furnizat de un complex de ecosisteme este o activitate deosebit de complexă, care nu poate avea loc decât în condițiile în care sunt deja caracterizate structura bioceneozelor (capitolele 5-8) şi condițiile hidrologice (capitolele 3-4)

Un exemplu de proiect de cercetare pentru caracterizarea serviciului de retenție a metalelor în insula studiată de noi este prezentat în anexa 4. În acest capitol vom ilustra doar cu câteva exemple de organizarea a procedurilor de lucru pentru investigarea unor aspecte ale circuitului biogeochimic al azotului şi anume mineralizarea azotului în sol şi denitrificarea.

Caracterizarea doar a acestor procese fără a cunoaşte şi valorile unei multitudini de parametri chimici şi fizico-chimie ar fi lipsită de sens, deoarece nu am putea înțelege motivele pentru care ratele proceselor respectice au valorile şi dinamica pe care le observăm.

Procedura de lucru presupune atât o latura de teren (prelevare, experimente), cât şi o latură de laborator (experimente, analize). În figura 1 este ilustrată procedura de lucru pentru estimarea ratei de mineralizarea azotului din sol.

În spatele unei astfel de proceduri se află numeroase protocoale detaliate de lucru. De exemplu pentru evaluarea ratei de denitrificare protocolul de lucru presupune prelevarea in flacoane de sticlă care să permită închiderea etanşă a acestora având grijă să fie îndepărtate toate resturile de rădăcini (aceasta putând afecta corectitudinea rezultatelor). Probele prelevate sunt tratate folosind metoda inhibiției cu acetilenă. Acetilena blochează reducerea N_2O la N_2 în timpul denitrificării şi acumularea N_2O în proba expusă la acetilenă este în raport direct cu rata denitrificării. Se face apoi o incubare a probelor tratate cu acetilenă aproximativ 2 ore pentru a facilita difuzia acesteia în toată proba. După incubare sunt extraşi cu seringa aproximativ 20ml de gaz care se trec apoi în tuburile de colectare (venoject). Pentru determinarea emisiilor naturale de N_2O se folosesc incinte din PVC îngropate la 5cm în sol. Fluxul de gaz de la suprafața solului este determinat prin colectarea din partea superioară a camerei a gazului după 1-4 ore de incubare. Probele colectate cu seringa prin septum sunt trecute în tuburile de colectare. Probele de gaz colectate în teren sunt aduse în laborator unde analizat conținutul de N_2O prin gaz cromatografie. La calcularea ratei de denitrificare trebuie luate în calcul umiditatea solului, greutate solului prelevat şi volumul spatiilor de aer din probă.

Paragraful de mai sus, deşi mai detaliat decât schema din figura 1, încă nu coboară la nivelul de rezoluție care să permită cuiva să efectueze activitatea fără a mai afla şi numeroase alte informații. Acest nivel final de detaliere este ilustrat de protocol de lucru pentru determinarea concentrațiilor de protoxid de azot în probe de aer prezentat în caseta 1.

Din cele de mai sus rezultă că evaluarea serviciilor biogeochimice presupune un grad foarte mare de specializare şi cooperarea unui număr mare de cercetători şi tehnicieni în cadrul echipelor proiectelor de cercetare.

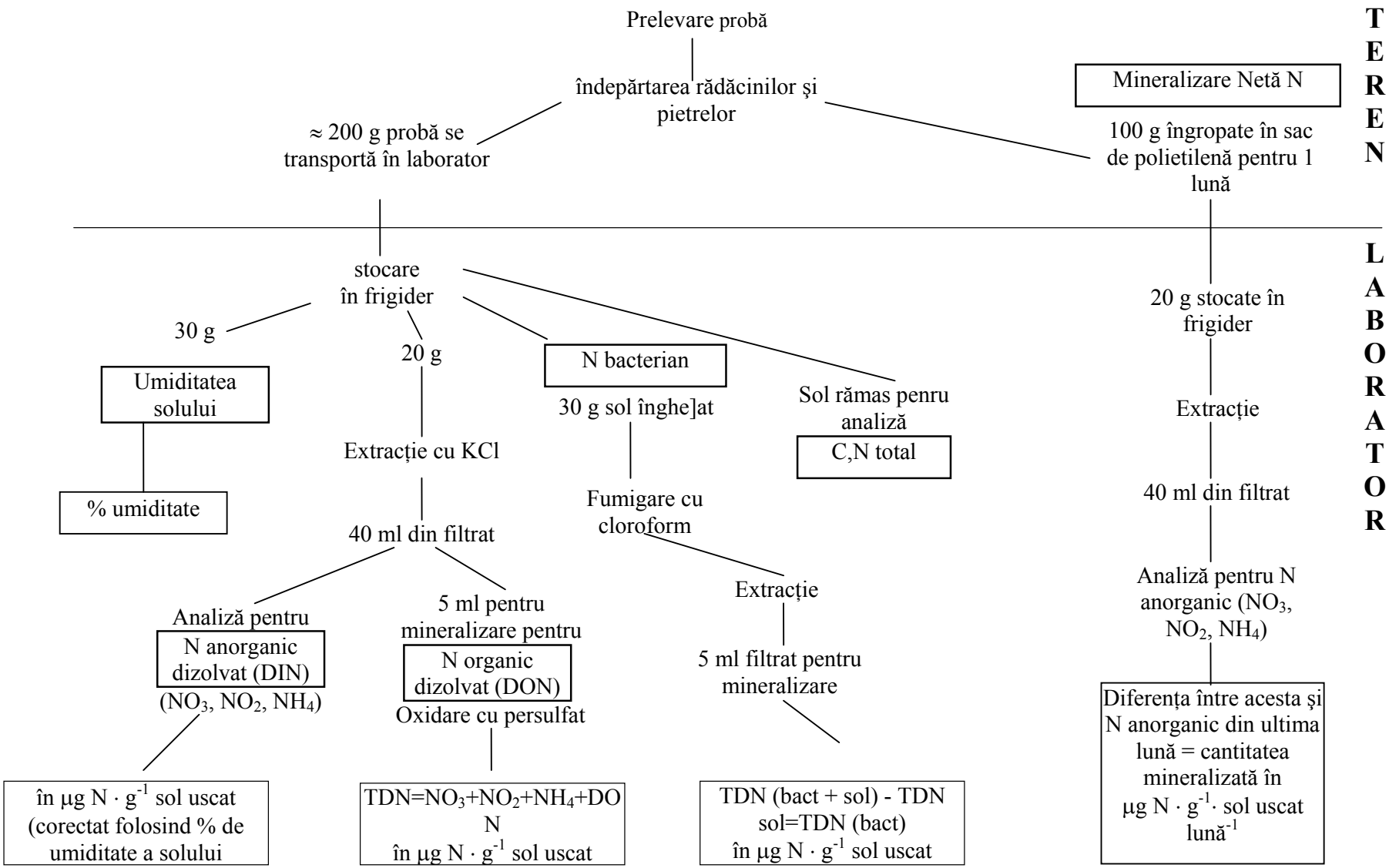


Figura 1 Schema de procesare a probelor de sol pentru determinarea formelor de azot, a ratei de mineralizare şi a stocului din biomasa microbiană.

Caseta 1 Protocol de lucru pentru determinarea concentraţiilor de protoxid de azot în probe de aer.

Determinarea concentraţiilor de N_2O poate fi utilă pentru evaluarea ratei următoarelor procese: emisii de N_2O din sol, denitrificare actuală în sol prin metoda inhibării cu acetilenă, denitrificarea potenţială în sol, denitrificarea actuală în apă prin metoda inhibării cu acetilenă. Metoda de determinare cea mai larg utilizată este gaz cromatografia.

Aparatul aflat în dotare este un gaz cromatograf Varian tip 3400CX. Configuraţia aparatului este următoarea:

- Injector on-column
- Coloană cu fază staţionară tip Porapak Q (granulometrie 80/100) condiţionată 10h la 240^{O}C sub flux de azot
- Valvă back-flush
- Detector cu captură de electroni

Gazul purtător este azot puritate 99,9999%. În dotare se află două butelii de azot funcţionale. Debitul de gaz recomandat prin sistem este de 30 ml/min (un debit prea slab permite difuzia oxigenului la nivelul detectorului şi determină oxidarea sa prematură) şi poate fi asigurat utilizând regulator de presiune cu două etaje. Două regulatoare de presiune dedicate celor două butelii se află în dotare. Măsurarea debitului se face cu ajutorul unui debtimetru. Pentru purificarea suplimentară a gazului se utilizează, în afara filtrelor interne, un filtru suplimentar de oxigen şi vapori de apă, inserat între butelii şi aparat. Durata de viaţă a filtrului suplimentar este variabilă, în funcţie de calitatea gazului, dar ca o regulă de bază trebuie schimbat la maxim 6 butelii consumate. O calitate slabă a gazului face imposibilă analiza, sau, în cel mai bun caz, creşte costurile prin consumarea rapidă a filtrelor. În afară fltrelor instalate pe aparat, care au încă un compartament satisfăcător, se află în dotare două filtre interne şi un filtru extern.

Detectorul este foarte sensibil la oxigen la temperaturi înalte, şi una din piesele cele mai scumpe din configuraţia aparatului. Ca urmare protejarea sa este esenţială. Două reguli de bază trebuiesc aplicate:

- nu se va lăsa niciodată sistemul la cald fără flux de gaz purtător. Este absolut necesar ca presiunea din butelie să fie verificată cu regularitate, pentru a putea raci detectorul în timp util (răcirea de la temperatura de lucru la cea ambiantă durează 2-3 ore; nu se mai lucrează în regim de temperatură înaltă dacă presiunea din butelie a scăzut sub 50 kpas/cm^2)
- se va evita trecerea prin detector a compuşilor oxidanţi separaţi care se află în concentraţii înalte în probă. Un astfel de compus este acetilena, care este utilizată pentru inhibarea ultimei etape a denitrificării în cadrul metodei de evaluare a ratelor de denitrificare actuale şi potenţiale. Deorece acetilena are un timp de retenţie mai lung decât protoxidul de azot, după apariţia picului de protoxid de azot pe cromatogramă, se comută imediat valva back-flush. Această comutare face ca restul probei introduse să iasă din sistem fără să treacă prin detector, prin detector trecând doar gaz purtător.

Un element de bază în activitatea practică, fără de care determinarea concentraţiilor, în special a celor mici, este imposibilă, este asigurarea unui zgomot de fond minim (linia de bază). Principalele cauze ale perturbării curentului de bază sunt următoarele:

- slaba etanşeitate a sistemului. Orice variaţie de presiune dă un semnal pe detector. Ca urmare trebuie întotdeauna verificată etanşeitatea sistemului, utilizând lichidul special în dotare (recomandat de producător – minimizează riscul de contaminare organică). Periodic trebuie înlocuite anumite piese care asigură conexiunea dintre părţi ale sistemului.
- injector, coloană şi/sau detector murdare. Orice contaminare cu compuşi organici va determina o perturbare a semnalului dat de detector. Ca urmare se va evita orice contaminare organică a sistemului. Spre exemplu, septumurile de cauciuc prin care se face injectarea, şi care se schimbă la 80-100 injectări, se condiţionează în cuptor la 150^{o}C 30 min prealabil introducerii în injector, pentru a elimina eventualii contaminanţi organici volatili.
- gaz de proastă calitate sau filtre deficiente.

Achiziţia datelor se face prin intermediul calculatorului, dotat cu o placă de achiziţie şi un soft specific.

Injectarea probelor se face cu o siringă etanşă la gaz. Mai multe seringi şi ace de înlocuire se află în dotare.

Durata de viaţă a unei coloane nu este încă evaluată (coloana iniţială este funcţională). O coloană de schimb se află în dotare.

PARAMETRI DE LUCRU

- gaz purtător: azot de înaltă puritate
- debit de gaz: 30 ml/min
- Temperatura injectorului: 80-100^{o}C
- Temperatura coloanei: 80^{o}C
- Temperatura ECD: 350^{o}C
- Volumul de injectare: 400microl
- Standard utilizat la ora actuală: 10ppm N_2O în He

MOD DE LUCRU

- Se deschide butelia de gaz şi se reglează debitul
- Se purjează sistemul câteva ore (o noapte dacă circuitele au fost în prealabil deschise, de exemplu pentru schimabarea coloanei sau a unui filtru). În acest timp se verifică etanşeitatea sistemului de la butelie până la detector. În caz de constatare a unor scurgeri se etanşeizează sistemul, prin strângerea piuliţelor respective sau înlocuirea conexiunii, dacă este cazul. Se înlocuieste septumul de cauciuc, condiţionat în prealabil, dacă este necesar.
- Se pune aparatul sub tensiune si se lasa sa se stabilizeze pe o metodă 40:40:40 ca temperaturi pentru injector:coloana:detector (prin metodă se intelege grupul de parametrii instrumentali care caracterizează cromatograful la un moment dat). Se lasă să se stabilizeze câteva ore.
- Se aplică o metodă 40:40:350. Întotdeauna se ridică mai întâi temperatura detectorului, pentru a evita condensarea pe el a eventualelor substanţe organice eluate de coloană.
- Dupa stabilizare, se aplică o metodă 40:180:350 timp de 1h. Are loc astfel o condiţionare suplimentară a coloanei.
- Se aplică o metodă 80:80:350. Aceasta este metoda de lucru.
- Se deschide computerul şi soft-ul de achiziţie a datelor. Se urmăreşte linia de bază până la stabilizare (câteva ore până la o noapte, dacă este necesar)
- Se setează durata unei cromatograme (optimizată, pe configuraţia actuală, la 1min). Se începe analiza probelor, introducând un standard la 10-20 probe.
- Modul de acţiune la introducerea probelor: se pune valva back-flush la stânga (pe coloana activă), se verifica daca soft-ul este gata sa

inregistreze semnalul ("ready"), se extrage probă în siringă pâna la 500 microlitri (6s timp de echilibrare), se dă afară din siringă pana la 400 microlitri (1-2s), se injectează cu viteză constantă (5s, lasandu-se siringa in septum; atentie ! acul trebuie introdus pana la baza in injector), se da start din soft pentru citirea cromatogramei (max 7-8 s de la injectare; teoretic se poate da start-ul cromatogramei din GC, dar in aceasta privinta acesta nu comunică cum ar trebuie cu soft-ul), se scoate siringa, se urmareste cromatograma si se mută valva dupa apariția piculuI de N_2O, se lasa 2min pe back-flush dupa care se reintroduce in fluxul principal coloana activa.

- Se identifică picurile în funcție de timpul de retenție (considerand t_0 picul de presiune) şi se notează aria picului de interes. Sensibilitatea detectorului poate să scadă uşor în timp, ceea se reflectă în modificarea ariei picului dat de standard. La calcularea concentrației de protoxid de azot din probe se ține seama de acest fapt.

PROBLEME PRACTICE ŞI SOLUȚII

- Presiunea a scăzut prea mult: se activează metoda 40:40:40 si se ia capacul de la detector.
- Soft-ul afişează "not-ready" şi "fault": se resetează soft-ul
- Nu se mai vede cromatograma în timpul derulării unei separări: la 45 s după injectare se comută valva (soft-ul continuă achiziția, problema este doar de imagine); după ce soft-ul anunță terminarea înregistrării se dă comanda "resume plot". Dacă aceasta nu funcționează, se restartează programul de operare sau computerul.

Sumar

Evaluarea serviciilor biogeochimice este o activitate deosebit de importantă pentru managementul eficient al capitalului natural, deoarece aceste servicii au o valoare monetară mare comparativ cu celelalte categorii de servicii naturale (a se vedea în acest sens capitolul 12). Dar investigarea circuitelor biogeochimice nu poate avea loc înainte de caracterizarea structurală de detaliu a sistemelor ecologice de interes, şi de obținerea unor informații suficient de detaliate cu privire la circuitul hidrologic local. Metodele de investigare a circuitelor biogeochimice se organizează pe patru niveluri de complexitate, de la cel al proiectelor de cercetare, la cel al schemelor de lucru, la cel al protocoalelor de ansamblu pentru determinarea unui parametru şi până la cel al protocoalelor analitice.

Exerciții, întrebări şi probleme

- Efectuați un experiment pentru determinarea ratei de denitrificare în sol. Folosiți mai multe variante experimentale: sol uscat, sol uscat cu adăugare de azotat, sol uscat cu adăugare de azotat şi glucoză, sol uscat cu adăugare de azotat, glucoză şi săruri de cupru, sol umed în cele patru variante anterioare. Interpretați rezultatele.
- În Insula Mică a Brăilei s-a determinat rata de denitrificare în sol şi parametri de control ai acesteia de-a lungul unui an. S-a lucrat în două ecosisteme inundabile: Ai şi Aii (Ai corespunde stației I2 (figura 1 în capitolul 6), iar stația Aii corespunde stației I4). În fiecare ecosistem s-au stabilit câte nouă parcele cu diferite caracteristici morfometrice şi de covor vegetal. Datele pentru caracterizarea parcelelor şi rezultatele obținute sunt prezentate în anexa 7. Ipotezele de cercetare au fost că regimul hidrologic are o importanță majoră în controlul ratelor de denitrificare şi că tiparul anual al ratei de denitrificare este corelat şi cu diversitatea covorului vegatal. În timpul cercetării au avut loc două inundații: în luna mai şi în luna august. Prelucrați datele din anexa şapte şi evaluați în ce măsură ipotezele de cercetare au fost confirmate.
- [45]Azotul este necesar tuturor organismelor fiind o coponentă importantă a unor macromolecule (proteine, acizi nucleici). Însă în ciuda abundenței atmosferice azotul este adesea o resursă limitantă a creşterii. Azotul atmoseric este convertit în forme utilizabile prin procesul de fixare, în care sunt implicate doar câteva bacterii. Prin urmare multe ecosisteme au intrări foarte mici de azot. În aceste ecosisteme pentru ca productivitatea biologică să se mențină este esențial să aibă loc o ciclare a azotului, prin intermediul descompunerii organismelor moarte şi a mineralizării azotului organic rezultat.

  Să luam cazul unei păduri mature de conifere în care nu se mai înregistrează o creştere netă a biomasei. În tabelul 1 sunt prezentate biomasa componentelor dominante ale ecosistemului şi concentrația medie de azot a fiecărei componente. Sunt prezentate de asemenea fluxurile care traversează fiecare dintre componente: cădere frunzelor către stratul de litieră (are loc în

[45] Problemă preluată din Ennos şi Bailey (1995).

special toamna) şi descompunerea sa ulterioară; creşterea micorizelor (cu un maxim la începutul primăverii) şi descompunerea lor ulterioară; creşterea ciupercilor (cu un maxim în timpul iernii) şi descompunerea lor ulterioară. Toate aceste valori au fost obţinute prin cercetări pe termen lung (multianuale) ale variaţiei biomasei fiecărei componente de-a lungul anului. În cazul acestui ecosistem fixarea azotului este neglijabilă, iar percolarea azotului în pânza freatică de asemenea, ceea ce înseamnă că din punct de vedere practic putem considera sistemul ca fiind închis.

Tabelul 1 Biomasa compartimentelor, fluxurile de biomasă care le traversează şi concentraţiile medii de azot într-o pădure matură de conifere.

	Biomasa (kg ha^{-1})	Fluxuri care traversează compartimentul(kg ha^{-1})	Conţinutul de azot (%)
Părţi aeriene	260000	3200	0,16
Rădăcini	49000	0	0,08
Micorize	25000	14600	0,62
Stratul de litieră	19000	3000	0,47
Ciuperci	23000	9200	0,8
Materia organică din sol	450000	nedeterminat	1,7

1a Calculaţi cantitatea de azot stocată în fiecare dintre compartiementele ecosistemului. Unde se află cea mai mare parte din azot.

1b Estimaţi cantitatea de azot care traversează fiecare dintre compartimentele ecosistemului. Ce presupoziţii aţi folosit. Sunt ele justificate ?

2 Folosiţi rezultatele de la punctul 1 pentru a caracteriza cât mai complet posibil circuitul azotului în pădure. Care este cea mai importantă componentă a acestui circuit al azotului ?

Lecturi suplimentare recomandate studenţilor

- Sala, O.E., R.B. Jackson, H.A. Mooney, R.W. Howarth (eds.), 2000, Methods in Ecosystem Science, Springer, NY.

Cartea include o sinteză a celor mai noi metode de caracterizare a circuitelor biogeochimice, cu precizarea avantajelor şi dezavantajelor

11 Deteriorarea sistemelor ecologice

Obiectivele capitolului

- Să arate cum se interpretează datele prin prisma conceptului de deterioare a sistemelor ecologice
- Să arate cum se poate estima gradul de poluare al sistemelor acvatice.

Să presupunem că, folosind metodele prezentate în capitolele anterioare, am reuşit să cuantificăm întreaga ofertă de resurse şi servicii naturale a insulei. Cunoaştem producţia de resurse regenerabile în tone la hectar, cunoaştem serviciile hidrologice (de exemplu capacitatea de reţinere a apei de inundaţie, în kilometri cubi) şi avem o imagine asupra menţinerii biodiversităţii (număr de tipuri de ecosisteme, număr de module trofodinamice, diversitate specifică în fiecare modul şi, eventual, diversitatea genetică a populaţiilor[46]).

Deşi dispunem de cunoştinţe de detaliate şi obiective, încă nu putem spune care este valoarea acestor resurse şi servicii. Pentru că valoare lor nu de depinde doar cantitatea lor ci şi de felul cum sunt evaluate de către utilizatori. Fără a cunoaşte valoarea în termeni monetari nu putem să facem o comparaţie cu beneficiile care ar fi produse în urma implementării planului investitorului. Investitorul are o imagine foarte exactă asupra beneficiilor asociate proiectului (investiţia sa va aduce beneficii de 2200 USD/ha/an[47]).

Grupul de ecologişti se opune proiectului deoarece percep că ar avea loc o *deteriorare* inacccptabilă a mediului în urma implementării proiectului investitorului. Dar investitorul nu percepe că ar avea loc o astfel de deterioare. De aici rezultă că noţiune de deteriorare nu este una strict obiectivă. Ea reflectă scăderea ofertei de resurse şi servicii naturale, dar nu doar atât. Pentru a putea analiza situaţia şi lua o decizia cât mai bună cu privire la insulă trebuie să înţelegem ce înseamnă deteriorarea unui sistem ecologic.

Conceptul de deteriorare

Deteriorarea unui sistem ecologic este acea modificare structurală a sistemului ecologic care duce la scăderea valorii resurselor şi serviciilor naturale furnizate de acesta.

În definiţie putem distinge două elemente. Primul este cel de modificare structurală. Nu orice modificare structurală este şi o deteriorare, dar orice deteriorare are loc prin modificare structurală. Vor exista atâtea tipuri de deteriorare câte tipuri de modificări structurale ale sistemelor ecologice sunt posibile. O analiză a acestei tipologii este prezentată în acest capitol. Al doilea element este cel de valoare a resurselor şi serviciilor naturale. Atunci când valoarea scade în urma unei modificări structurale vorbim despre deteriorare. Modul cum se caracterizează valoarea este prezentat în capitolul următor.

Analiza modificărilor structurale posibile o voi face folosind schema din figura 1. Despre strucutra oricărui sistem ecologic de rang mai mare decât cel ecosistemic putem vorbi în două feluri: în termeni de complex de biocenoze şi complex de unităţi hidrogeomorfologice, sau în termeni de subsisteme ecologice (de exemplu de ecosisteme dacă este vorba de un complex local de ecosisteme). Prin urmare un complex de ecosisteme se poate deterior în mod potenţial pe două căi:

- prin modificarea tipurilor de ecosisteme, a ponderii acestora sau a relaţiilor dintre ecosisteme

[46] Deşi nu am discutat aici metodele pentru caracterizare acesteia.
[47] Exemplul este fictive, dar plauzibil.

- prin modificare complexelor de biocenoze sau de unităţi hidrogeomorfologice.

În cadrul primului mod de deteriorare intră marile amenajări de teritorii (de exemplu îndiguirea luncii, prin care se transformă complexe întregi), eliminarea ecosistemelor (de exemplu prin despădurire), conversia ecosistemelor (de exemplu de la pădure naturală la pădure plantată) şi modificarea relaţiilor dintre ecosisteme (de exemplu prin separare datorată infrastructurii de transport).

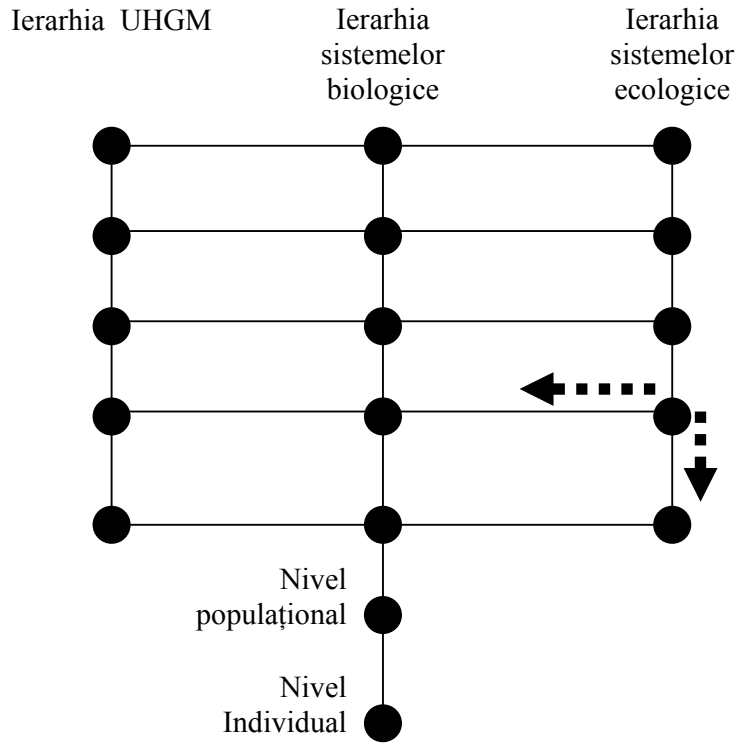


Figura 1 Reprezentare schematică a ierarhiilor hidrogemorfologice, abiotice şi ecologice. Săgeţile punctate indică direcţii de interpretare a structurii sistemelor ecologice şi implicit a mecanismelor posibile de deteriorare a acestora. Explicaţii în text.
Schema cadru pentru deteriorare

Modificarea biocenozelor şi a unităţilor hidrogeomorfologice poate avea loc atât prin eliminarea unor componente, cât şi prin adăugare unora noi. De exemplu, în cazul biocenozelor, supraexploatarea resurselor regenerabile şi introducerea de specii noi, şi, în cazul unităţilor hidrogeomorfologice, supraexploateare resurselor abiotice (de exemplu apa) şi poluarea. Un tip particular de deteriorare poate avea loc prin modificarea subsistemelor biocenozelor, de exemplu reducerea diversităţii genetice.

Din cele de mai sus rezultă că există o gamă foarte largă de căi potenţiale de deteriorare. Estimarea ponderii fiecăreia dintre ele presupune o cunoaştere specializată, iar ponderea fiecărui tip va varia de la caz la caz. În continuare voi ilustra metodele de estimare în cazul poluării sistemelor acvatice.

[48]Estimarea gradului de poluare al ecosistemelor acvatice

Studiul poluării sistemelor ecologice implică cunoaşterea cât mai precisă a distribuţiei

[48] Subcapitol preluat din Ion (2001), o lucrare de licenţă coordonată de autorul cărţii şi Dr. Elena Preda.

poluanților cât şi a efectelor lor biocenotice.

Pentru prevenirea efectelor negative ale poluanților asupra sistemelor ecologice şi populației umane s-au dezvoltat sisteme de monitorizare la nivel național. Biomonitoringul sau monitoringul biologic implică utilizarea speciilor indicatoare sau comunităților indicatoare şi constă în utilizarea răspunsurilor biologice la evaluarea modificărilor factorilor de mediu datorate, în general, cauzelor antropice.

Fiabilitatea unui indicator, respectiv eficacitatea cu care prezintă o estimare a concentrației substanțelor poluante în mediu este controlată de numeroşi factori ce pot fi grupați în două categorii (Ramade, 1992):

- factori intrinseci, caracteristici speciilor bioindicatoare, respectiv ratele de acumulare şi de excreție, caracteristicile fiziologice ale indivizilor, vârsta şi talia indivizilor speciilor indicatoare, interferențele dintre poluanți ce se manifestă prin efectele lor toxicologice asupra speciilor considerate;
- factori extrinseci, respectiv factorii ecologici abiotici cum ar fi temperatura, pH-ul, salinitatea, etc.

Modificările biochimice, genetice, morfologice şi fiziologice ale anumitor organisme se pot datora anumitor factori perturbatori de mediu şi pot fi utilizate ca indicatori.

De asemenea, prezența sau absența unui indicator (specie sau comunitate indicatoare) reflectă condițiile de mediu.

Absența unei specii nu este aşa de importantă dacă pare să aibă alte cauze decât poluarea (prădătorism, competiție, bariere geografice). Absența mai multor specii sau diferitelor ordine cu nivcle similare de toleranță, care anterior au fost prezente, este mai elocventă pentru poluare decât absența unei singure specii. În mod clar este necesară cunoaşterea compoziției specifice a biocenozei ecosistemului respectiv.

Speciile indicatoare ce acumulează poluanți în țesuturi din mediu sau din hrană sunt, de asemeni, elemente importante în biomonitoring. Filtratorii, cum ar fi bivalvele (moluşte şi midii), tind să concentreze metale în branhii sau alte țesuturi. De exemplu, *Mytilus edulis* a devenit o specie monitorizată atât în Statele Unite cât şi pe plan mondial pentru surprinderea schimbărilor nivelului de poluare datorită faptului că acumulează metale în anumite țesuturi.

Anumite specii de macrofite acvatice au fost utilizate ca specii indicatoare pentru poluanți, inclusiv pentru îmbogățirea în nutrienți.

Macrofitele acvatice (*Fucus* sp.) acumulează de asemenea metale. Țesuturile algale mai bătrâne pot fi comparate cu țesuturile mai tinere ale aceluiaşi individ pentru a determina evoluția în timp a contaminării în zonă (Phillips and Rainbow, 1993). Speciile de peşti care nu migrează (ştiuca-*Esox lucius* şi bibanul-*Perca fluviatilis*) pot fi utilizate pentru indicarea cu precizie a poluării sistemelor acvatice cu Hg şi compuşi organoclorurați.

Grupele de organisme utilizate ca indicatori

În general, se utilizează macronevertebratele bentonice, peştii şi/sau algele. Utilizarea fiecăreia din grupele menționate prezintă avantaje şi dezavantaje. Cu toate acestea macronevertebratele sunt cele mai utilizate.

Populații piscicole

Avantaje:

- sunt buni indicatori ai efectelor pe termen lung şi ai condiţiilor de habitat
- reprezintă diferite niveluri trofice, substanţele toxice sunt bioconcentrate şi astfel structura comunităţii de peşti reflectă "sănătatea" comunităţii
- sunt interceptaţi de către populaţia umană prin consumul direct
- sunt relativ uşor de colectat şi identificat
- cerinţele de mediu, ciclul de viaţă şi distribuţia sunt bine cunoscute pentru cele mai multe specii

Dezavantaje:
- motilitatea şi migraţia determină dificultăţi în identificarea poluantului ce cauzează perturbări ale indivizilor sau populaţiei
- monitorizarea anumitor specii de peşti nu va surprinde schimbările comunităţilor bentonice sau altor specii în comunitate care în timp vor avea efecte asupra comunităţilor piscicole
- peştii nu sunt atât de sensibili ca şi hrana lor (nevertebratele bentonice) la poluare, iar monitorizarea acestora nu poate reflecta schimbările severe la nivelul comunităţii bentonice

Evaluarea singulară a comunităţilor piscicole nu va reflecta în mod corect starea sistemului respectiv.

Comunităţi algale

Creşterea şi dezvoltarea algelor este dependentă de lumină şi de concentraţia nutrienţilor. Abundenţa numerică ridicată a algelor este un indicator al eutrofizării. Algele sunt sensibile la anumiţi poluanţi la niveluri care pe termen scurt nu pot afecta alte organisme sau la concentraţii mai mari pot afecta alte comunităţi.

Avantaje:
- au cicluri de viaţă foarte scurte şi reproducere rapidă. Acesta poate fi şi un dezavantaj
- tind să fie cele mai afectate în mod direct de către factorii fizici şi chimici
- prelevarea este relativ uşoară şi necostisitoare, necesită câteva persoane şi are impact minim asupra altor organisme
- există metode standard pentru evaluarea caracterisicilor structurale netaxonomice (măsurători de biomasă şi clorofilă) şi funcţionale
- comunităţile algale sunt sensibile la anumiţi poluanţi care nu afectează în mod vizibil alte comunităţi acvatice sau le pot afecta numai la concentraţii foarte mari (erbicidele).

Analiza structurii comunităţii algale se poate face din două puncte de vedere: taxonomic şi netaxonomic. Analiza taxonomică se foloseşte în mod frecvent şi cuprinde indici de diversitate, bogăţie de specii, specii indicatoare. Determinările netaxonomice, cum ar fi biomasa şi clorofila, pot fi de asemeni utile în detectarea efectelor care nu sunt indicate de către analiza taxonomică. De exemplu poluanţii toxici pot determina efecte subletale (reproductive) care nu ar putea fi detectate imediat prin analiza taxonomică cum ar fi bogăţia de specii, dar ar putea fi indicate de biomasa scăzută. Se pot evalua de asemeni aspecte funcţionale ale comunităţilor algale, cum ar fi rata productivităţii primare. Aceste analize se pot efectua la nivel taxonomic (determinări ale ratei de colonizare a speciilor) sau la nivel netaxonomic (respiraţia comunităţii) în evaluarea efectelor elementelor toxice sau îmbogăţirii în nutrienţi.

Populaţii de nevertebrate bentonice

Avantaje:
- se găsesc în majoritatea habitate acvatice
- există un număr mare de specii, iar factorii perturbatori diferiţi conduc la formarea de comunităţi diferite de nevertebrate
- adesea, cursurile de apă de ordin mic nu suportă specii de peşti ci comunităţi extinse de

nevertebrate

- nevertebratele bentonice au, în general, mobilitate limitată. Astfel acestea sunt indicatori ai condițiilor de mediu
- deoarece nevertebratele reţin (bioacumulează) substanţe toxice, va fi posibilă detectarea acestora în organisme atunci când nivelurile din mediu sunt nedetectabile
- prelevarea se face relativ uşor, necesită personal puțin şi echipament minimal, nu afectează negativ celelalte organisme
- constituie sursa de hrană de bază pentru speciile de peşti de importanță comercială şi turistică; un impact asupra nevertebratelor ar afecta rețeaua trofică şi utilizările prognozate ale resursei de apă
- au dimensiuni destul de mici pentru a fi uşor de colectat şi identificat.
- agențiile de stat care monitorizează calitatea apei au tendința de a colecta date de nevertebrate

Dezavantaje:

- nevertebratele bentonice nu răspund tuturor impactelor
- variațiile sezonale pot împiedica comparații ale probelor prelevate în diferite anotimpuri
- fenomenul de drift poate aduce nevertebratele bentonice în ape în care în mod normal nu există; cunoaşterea comportamentului în drift al anumitor specii poate evita acest dezavantaj
- anumite grupuri sunt dificil de determinat la nivel de specie

Metodologia de evaluare

Eficiența utilizării indicatorilor biologici este ridicată iar costurile sunt mai mici atunci când se cunosc atât tipul de poluant cât şi mecanismele sale de acțiune asupra sistemului respectiv sau asupra componentelor acestuia.

Când factorii perturbatori nu sunt cunoscuți sau se cunoaşte destul de puțin despre nivelul de toleranță al speciilor se impun evaluarea la niveluri de organizare diferite precum şi efectuarea unor studii intensive, mai costisitoare, care pot include chiar şi teste de toxicitate. Evaluarea la niveluri de organizare diferite implică monitorizarea indicatorilor şi schimbărilor comportamentale ale organismelor. Indicatorii pot prezenta modificări biochimice, genetice, morfologice sau fiziologice.

Efectele factorilor perturbatori poluanți asupra comunităților de nevertebrate bentonice

Mai jos sunt prezentate efectele unora dintre cele mai importante modificări abiotice care pot avea loc în sistemele acvatice.

a) Îmbogățirea în nutrienți ⟶ -creşterea raportului oligochete/insecte acvatice
-creşterea raportului chironomide/alte insecte acvatice
-creşterea efemeropterelor erbivore şi chironomidelor

b) Conținut scăzut de oxigen dizolvat ⟶ -creşterea raportului oligochete/insecte acvatice
-creşterea raportului chironomide/alte insecte acvatice

c) Contaminarea cu metale grele ⟶ -creşterea raportului oligochete/insecte acvatice
-creşterea raportului chironomide/alte insecte acvatice
-creşterea abundenței hemipterelor şi coleopterelor acvatice
-creşterea raportului prădători/ ierbivori şi detritivori

d) Sedimentare ⟶ -scăderea diversității efemeropterelor şi chironomidelor

e) pH scăzut ⟶ -scăderea diversității melcilor, scoici, midii, dafnii, efemeroptere,

chironomide

f) Temperatură ⟶ -eliberări ale efluenților cu temperaturi ridicate tind să reducă bogăția de specii a comunității

Aspecte tehnice referitoare la biomonitoring

Biomonitoringul la nivelul comunității furnizează informații asupra magnitudinii şi efectelor ecologice ale factorilor perturbatori. Relațiile cauză-efect sunt greu de stabilit datorită prezenței altor factori care pot crea confuzii. Utilizarea indicatorilor la diferite niveluri de organizare (individ, specie, comunitate, ecosistem) poate constitui o măsură eficientă.

Determinările specifice asociate biomonitoringului se pot utiliza la niveluri diferite de analiză. {n figura 1 sunt prezentate determinările specifice biomonitoringului asociate fiecărui nivel de organizare a sistemelor biologice.

Există diferiți indici utilizați în evaluarea efectelor factorilor perturbatori asupra populațiilor şi comunităților acvatice: indici biotici, indici de diversitate, indici de similaritate.

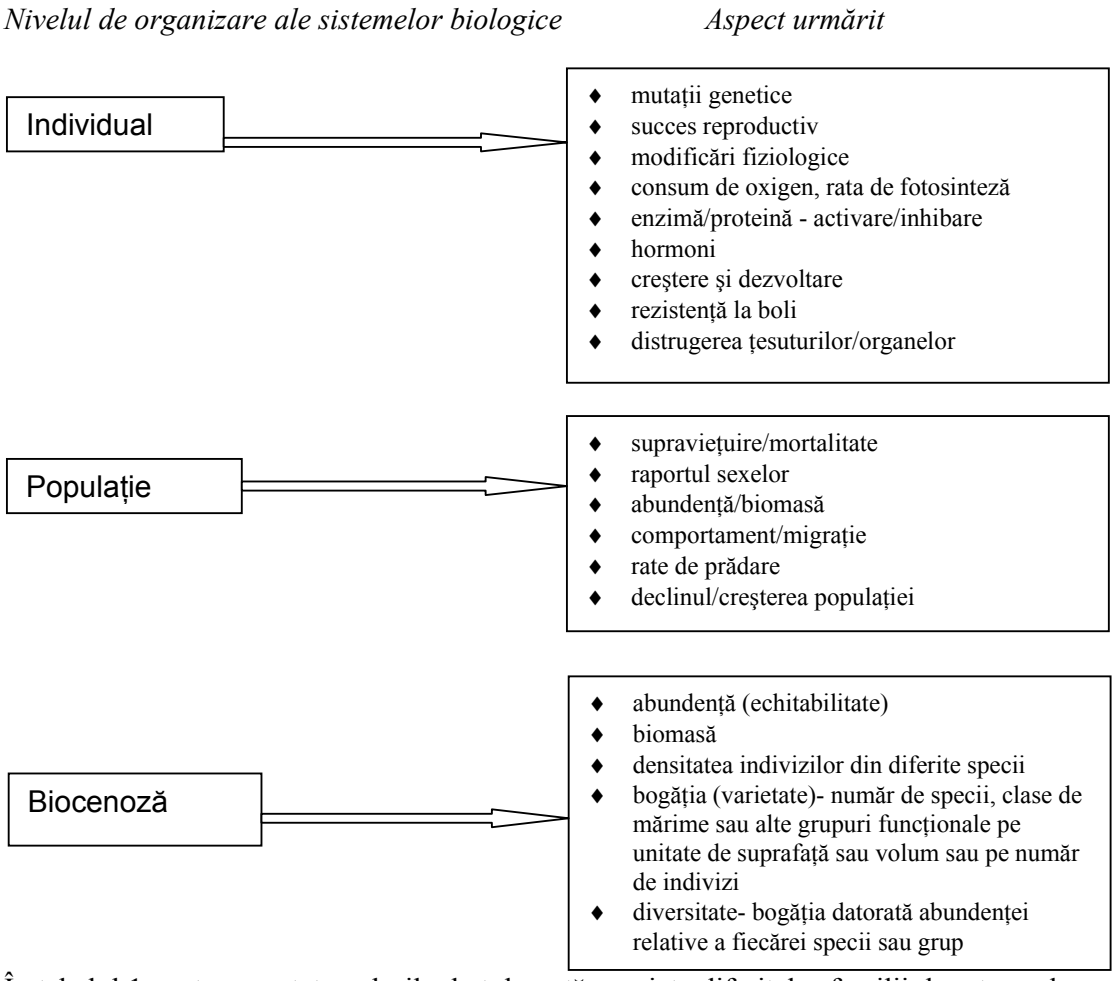
Indicii biotici sunt în general specifici unui anumit tip de poluare sau zone geografice. Aceştia sunt utilizați pentru clasificarea gradului de poluare prin determinarea toleranței unui indicator la un anumit poluant. Speciilor indicatoare li se atribuie scoruri pentru nivelul lor de toleranță. Utilizarea indicilor biotici presupune că siturile sau sistemele poluate vor conține mai puține specii decât siturile neafectate, iar speciile prezente vor reflecta sensibilitatea specifică la un anumit poluant. Determinările pot include indici ca bogăția de specii, toleranța la poluare, prezența diferitelor niveluri trofice, abundența şi modificările morfologice. Aceşti indici au fost elaborați şi utilizați în special pentru poluarea organică. Descriem în continuare cei mai utilizați indici biotici.

- **indicele EPT;** valoarea indicelui este dată de numărul de taxoni distincți în cadrul grupelor Ephemeroptera, Plecoptera şi Trichoptera, în raport cu numărul total de taxoni de acelaşi nivel existenți. Indicele EPT însumează informația referitoare la bogăția taxonomică a grupelor de insecte considerate ca cele mai sensibile la poluare. Valoarea indicelui EPT creşte odată cu îmbunătățirea calitatii apei. Chiar dacă identificarea nu s-a realizat la nivel de specie, conceptul este aplicabil şi la nivel de familie.
- **raportul dintre EPT şi abundența chironomidelor**; indicele utilizează abundența relativă a grupelor indicatoare (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera şi Chironomidae) ca măsură a stării echilibrate a comunității. Starea biologică bună este reflectată de comunitate printr-o distribuție omogenă a taxonilor, adică prin prezența la niveluri semnificative a grupelor foarte sensibile Ephemeroptera, Plecoptera şi Trichoptera. Comunitățile cu o distribuție asimetrică, având o pondere mare a chironomidelor în raport cu grupele mai sensibile de insecte este posibil să se afle sub stress (Ferrington 1987, Shackleford 1988, după Plafkin 1989).
- **indicele biotic Hilsenhoff** a fost dezvoltat pentru a sintetiza toleranța comunității de artropode bentonice într-o singură valoare. Indicele a fost dezvoltat pentru detectarea efectelor poluării organice asupra comunităților dezvoltate pe substrat cu bolovani sau pietriş (tabelul 1). Valorile care indică toleranța variază de la 0 la 10, şi cresc pe măsură ce calitatea apei scade.

Formula pentru calcularea indicelui biotic Hilsenhoff este:

$HBI=\sum (x_i * t_i / n)$ unde x_i = număr de indivizi dintr-o specie; t_i = valoare care indică toleranța unei familii; n = număr total de indivizi într-o probă.

Figura 1 Tipuri de determinări asociate monitoringului biologic.



În tabelul 1 sunt prezentate valorile de toleranță asociate diferitelor familii de artropode acvatice pentru calcularea indicelui biotic Hilsenhoff's (după Klemm, 1990).

Diversitatea comunității se poate de asemenea utiliza în evaluarea calității apei (a se vedea capitolul 8). Absența grupurilor de nevertebrate bentonice sensibile la poluare (Ephemeroptera, Plecoptera şi Trichoptera) şi dominanța grupurilor tolerante la poluare (Oligochaeta şi Chironomidae) este un indicator de poluare. Pretutindeni, bogăția de specii scăzută a nevertebratelor bentonice poate indica deteriorarea sistemului respectiv. Totuşi, nivelul natural scăzut al nutrienților în cursurile superioare ale râurilor poate fi cauza productivității scăzute şi a faptului că doar câteva specii de nevertebrate bentonice pot exista în aceste condiții.

Factorii perturbatori poluanți afectează depunerile de aluviuni şi productivitatea algelor filamentoase precum şi diversitatea speciilor de peşti, numărul acestora fiind mai mic iar speciile mai tolerante decât se estima. Pe baza acestor indicatori se poate efectua chiar şi o analiză a deteriorării sistemelor acvatice respective.

Indicele de similaritate (S) dintre două probe a fost utilizat pentru a detecta care este tiparul local al modificărilor în structura comunității bentonice pe gradientul amonte-aval şi în raport cu sursele de poluare punctiformă. Indicele de similaritate poate fi folosit şi ca un instrument pentru asigurarea calității datelor prin evaluarea diferențelor dintre două zone de control sau de referință. Pentru calcularea indicelui de similaritate se poate folosi relația simplă: $S = 2C / A+B$ unde A= nr. de specii din proba 1; B= nr. de specii din proba 2; C= nr. de specii prezente în

ambele probe.

Tabelul 1 Valori de toleranță la poluare pentru calcularea indicelui HBI.

Ordin	Familie	Valoare de toleranță
Plecoptera	Capniidae	1
	Chloroperlidae	1
	Leuctridae	0
	Nemouridae	2
	Perlidae	1
	Perlodidae	2
	Pteronarcyidae	0
	Taeniopterygidae	2
Ephemeroptera	Baetidae	4
	Baetiscidae	3
	Caenidae	7
	Ephemerellidae	1
	Ephemeridae	4
	Heptageniidae	4
	Leptophlebiidae	2
	Metretopodidae	2
	Oligoneuriidae	2
	Polymitarcyidae	2
	Potomanthidae	4
	Siphlonuridae	7
	Tricorythidae	4
Odonata	Aeshnidae	3
	Calopterygidae	5
	Coenagrionidae	9
	Cordulegastridae	3
	Corduliidae	5
	Gomphidae	1
	Lestidae	9
	Lbellulidae	9
	Macromiidae	3
Trichoptera	Brachycentridae	1
	Glossosomatidae	0
	Helicopsychidae	3
	Hydropsychidae	4
	Hydroptilidae	4
	Lepidostomatidae	1
	Leptoceridae	4
	Limnephilidae	4
	Molannidae	6
	Odontoceridae	0
	Philopotamidae	3
	Phryganeidae	4
	Polycentropodidae	6
	Psychomyiidae	2
	Rhyacophilidae	0
	Sericostomatidae	3
Megaloptera	Corydalidae	0
	Sialidae	4
Lepidoptera	Pyralidae	5
Coleoptera	Dryopidae	5
	Elmidae	4
	Psephenidae	4
Diptera	Athericidae	2
	Blepharoceridae	0
	Ceratopogonidae	6
	Blood-red Chironomidae	8
	other Chironomidae	6
	Dolochopodidae	4
	Empididae	6
	Ephydridae	6
	Psychodidae	10
	Simuliidae	6
	Muscidae	6
	Syrphidae	10
	Tabanidae	6
	Tipulidae	3
Amphipoda	Gammaridae	4
	Talitridae	8
Isopoda	Asellidae	8

Atât indicii de diversitate cât şi indicii de similaritate se pot calcula, în principiu, şi în raport cu numărul de specii dintr-un anumit grup funcțional (trofic), dar acest mod de calcul, deşi mai relevant ecologic, este foarte rar aplicat datorită cunoştințelor limitate în ce priveşte nişa trofică a diferitelor specii.

La nivel de individ sau specie pot fi examinați indicatorii biochimici şi fiziologici. Anumite grupe de macronevertebrate bentonice cum ar fi Plecoptera, Ephemeroptera, Trichoptera şi Crustacea prezintă variații ale anumitor enzime, schimbări ale DNA, RNA, aminoacizi şi producerea proteinelor, variații ale consumului de oxigen şi ale concentrației ionilor ca răspuns la acțiunea factorilor perturbatori de mediu cum ar fi schimbările de temperatură, poluarea cu metale şi pesticide. Indicatorii fiziologici de contaminare includ modificările morfologice, leziunile asupra organismelor.

Sumar

Deteriorarea sistemelor ecologice este un concept care include atât o dimensiune obiectivă, şi anume modificarea structurală a sistemului ecologic, cât şi una subiectivă, şi anume perceperea unei scăderi a valorii sistemului respectiv în urma modificării structurale. Calea majoră de deteriorare a sistemelor ecologice este cea la scară mare, prin amenajarea teritoriului, eliminarea şi conversia ecosistemelor şi reducerea conectivității dintre sistemele ecologice. La nivel local cea mai importantă cale de deteriorare variază de la caz la caz, poluare fiind adesea printre cele mai importante. Estimarea gradului de deteriorare prin poluare se poate face folosind bioindicatori la multiple niveluri de organizarea biologică, de la cel individual la cel al biocenozelor.

Exerciții, întrebări şi probleme

- Într-o zonă poluată minier a fost evaluată calitatea apei în diferite ecosisteme acvatice folosind ca bioindicatori organismele bentonice. Datele obținute sunt prezentate în tabelele 1 şi 2. Evaluați indicele EPT şi indicele HBI pentru toate stațiile şi estimați gradul de poluare.
- În ultimele decenii a avut lor o distrugere fără precedent a pădurilor tropicale şi temperate, atât pentru exploatarea lemnului cât şi pentru obținerea de teren utilizabil pentru agricultură. În insulele Asiei de sud-est predomină despădurirea pentru exploatarea lemnului, populația umană fiind mică şi concentrată în zonele costiere.

  Unul dintre efectele despăduririi pădurilor este expunere solului denudat la precipitații. S-a sugerat că aceasta duce la o puternică eroziune a solului, care este apoi transportat de râurile care drenează zona.

  Într-una dintre insulele afectate s-au întreprins studii pentru evaluarea importanței problemei eroziunii. S-a ales un râu care drenează un bazin de 3000 km^2 în care avusese loc o intensă exploatare a lemnului. Acest râu a fost monitorizat timp de un an pentru a surprinde cele mai variate condiții hidrologice (niveluri mari ale apei asociate perioadelor ploioase şi niveluri mici asociate perioadelor secetoase). În figura 1 (stânga şi centru) este prezentat modul în care au variat debitul apei în canal şi concentrația de sediment în apă. Densitatea medie a solului este de 1.4×10^3 kg m^{-3}.

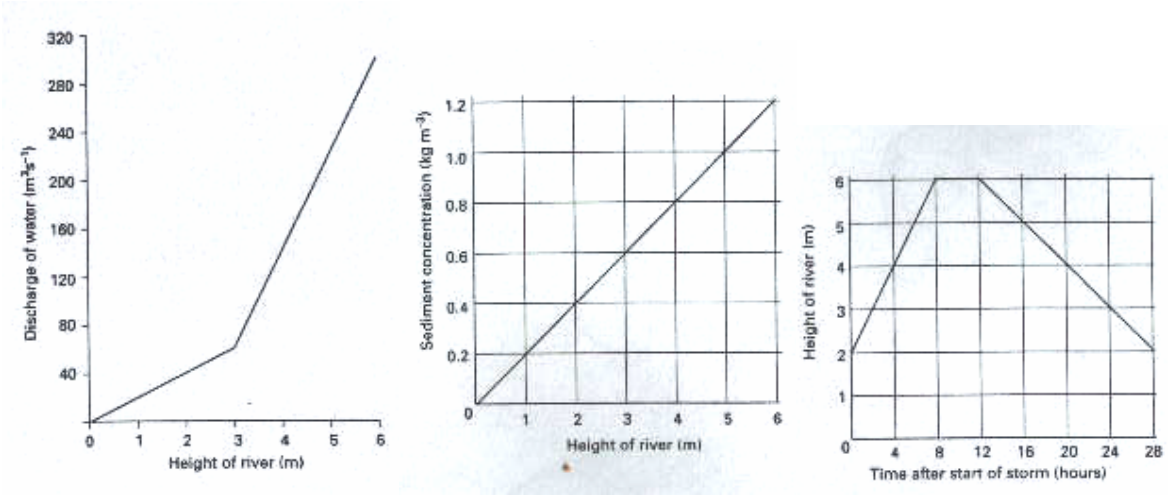


Figura 2 *Stânga* Relația dintre nivelul apei în râu şi debitul său; *Centru* Relația dintre nivelul apei în râu şi concentrația de sediment; *Dreapta* Variația nivelului râului în timpul unei furtuni.

În timpul furtunii menționate mai sus au fost efectuate şi experimente de teren care au măsurat cantitatea de sol spălată de pe parcele de sol denudat datorită despăduririi. Fiecare parcelă a avut 20 m lungime şi 2 m lățime. S-a constatat că în medie de pe fiecare parcelă s-au pierdut 90 kg de sol.

1. Ce măsurători trebuie făcute pentru a determina debitul apei ?
2. Reprezentați grafic relația dintre debitu de sediment care transportat de râu şi nivelul apei în râu. Care este debitul de sediment la un nivel al râulu de 4m ?
3. În timpul unei furtuni puternice în care au căzut 32 mm de precipitații a fost înregistrat nivelul apei din două în două ore timp de 28 de ore. În timpul furtunii râul arăta foarte noroios. Datele obținute sunt prezentate în figura 1 (dreapta). Calculați cantitatea de sediment care a fost transportată de râu în timpul acestei furtuni.
4. Ce grosime a avut solul erodat în timpul acestei furtuni ? Este această grosime importantă ?
5. Ce alte efecte negative ar mai putea apărea ca urmare a cantității mari de sediment transportată de râu ?
6. Calculați grosimea stratului de sol pierdut de pe fiecare parcelă. Comentați diferențele dintre rezultatele obținute prin cele două metode.

- În zona de est a Bucureştiului există o importantă sursă de poluare cu metale. Figura 3 prezintă o imagine de ansamblu a zonei investigate. Figura 4 prezintă modelul digital al terenului în zona investigată şi amplasarea sursei de poluare. Modelul digital a fost construit folosind patru hărți topografice 1:5000. Se poate constata că, deşi relieful general este de câmpie, există variate unități hidrogeomorfologice. Imediat din apropierea plaformei industriale porneşte un curs temporar de apă, iar în partea de sud a zonei se află o depresiune care se drenează către lacurile Pantelimon şi Cernica. În aceste condiții, este de aşteptat ca dispersia poluanților în jurul sursei să fie influențată nu doar de circulația atmosferică, ci şi de fluxurile hidrologice de suprafață. Folosind aceste informații propuneți un mod de organizare a programului de prelevare a probelor pentru a caracteriza distribuția poluanților în jurul acestei surse.



Figura 3 Imagine de ansamblu a zonei de investigat. Zona încercuită indică sursa de poluare.

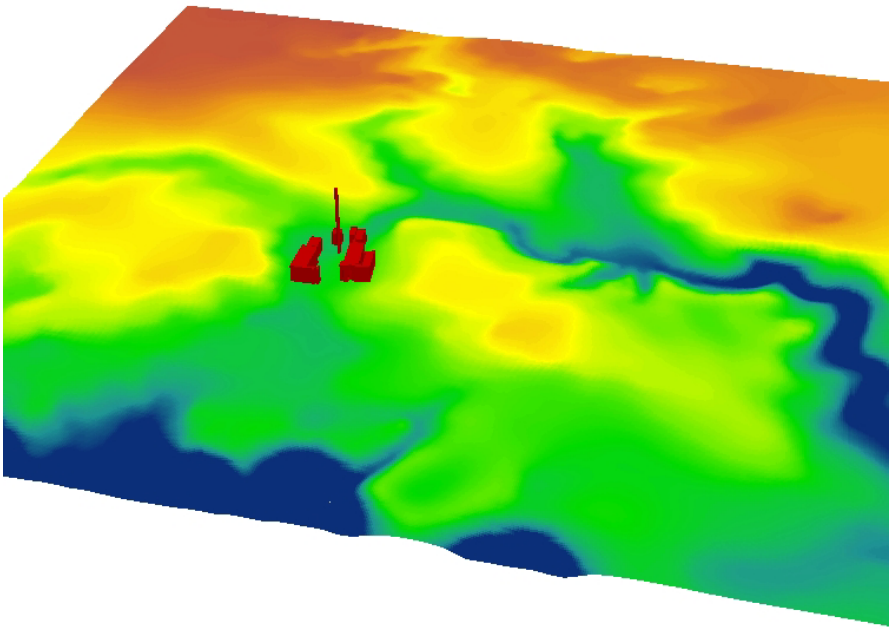


Figura 4 Modelul digital al terenului (vedere tridimensională) şi localizarea sursei de poluare. Culorile indică o creştere a altitudinii, de la albastru la maro.

Lecturi suplimentare recomandate studenților

Nu există cărți care să sintetizeze informația referitoare la toate tipurile de deteriorare a sistemelor ecologice şi cu atât mai puțin cu privire la metodele de caracterizare a ei. Sunt disponibile însă volume care tratează deterioarea prin anumite mecanisme. Identificarea celor mai semnificative lucrări se poate face în urma unei analizei critice a cunoaşterii din domeniul respectiv, în contextul unei specializării în acel domeniu. De exemplu deterioarea prin poluare este excelent tratată de:

- Ramade, F., 1992 Precis d'ecotoxicologie, Masson, Paris

12 Analiza valorică a sistemelor ecologice

Obiectivele capitolului

- Să arate ce este analiza valorică a capitalului natural
- Să prezinte câteva elemente despre metodele prin care se face evaluare monetară a capitalului natural.

Introducere

Valoarea este o proprietate relațională, depinde atât de sistemul ecologic, cât şi de cel care evaluează (a se vedea anexa 1 şi Georgescu şi colab. 2001). Exemple de tipuri de valori ale capitalului natural sunt prezentate în tabelul 1. Un pitoresc personaj implicat în exploatarea resurselor din insula noastră îl puteți vedea în figura 1.

Tabelul 1 Exemple de tipuri de valoari ale capitalului natural.

Tip de valoare	Se referă la	Observații
Valoare de consum	Consum direct de resurse naturale	Utilizare a sistemului ecologic similară cu alte populații animale. Depinde mult de sistemul ecologic. Evaluarea necesită în prealabil cuantificarea ofertei de resurse.
Valoare de producție	Utilizare a resurselor pentru a produce alte resurse şi servicii	Depinde mult de sistemul ecologic. Evaluarea necesită în prealabil cuantificarea ofertei de resurse.
Valoare de conservare	Utilizare a serviciilor naturale	Depinde mult de sistemul ecologic. Evaluarea necesită în prealabil cuantificarea ofertei de servicii.
Valoare opțională	Resurse şi servicii naturale nedescoperite	Reflectă recunoaşterea dezvoltării continue a cunoaşterii comune şi ştiințifice. Evaluarea necesită în prealabil cuantificarea ofertei de resurse şi servicii.
Valoarea testamentară	Preocuparea de a păstra resurse şi servicii naturale pentru generațiile viitoare	Reflectă grija pentru descendenți (Botnariuc, 2003), similară cu a altor populații animale, dar şi particularități culturale. Evaluarea necesită în prealabil cuantificarea ofertei de resurse şi servicii.



Figura 1 Localnic implicat în exploatarea lemnului în insula studiată.

Analiza valorică este procedura prin care se stabileşte valoarea resurselor şi serviciilor naturale. Procedura se aplică după ce avem o imagine cantitativă a ofertei de resurse şi servicii, iar aplicare ei este absolut necesară pentru a putea discuta în mod riguros despre gradul de

deteriorare a unui sistem ecologic, actual sau previzionat (de exemplu în urma implementării unui proiect).

Analiza valorică presupune şi participarea publicului în cazul evaluării resurselor cu valoare testamentară, oferind astfel elemente care să susţină un eventual lobby privind modalitatea de utilizare a bunurilor şi serviciilor, mai ales în contextul în care se demonstrează că menţinerea în regim natural sau seminatural a unui sistem ecologic aduce beneficii mai mari decât în cazul convertirii sale (Daily şi colab., 1997). Ca urmare este absolut necesar să se menţină colaborarea dintre părţile implicate: specialişti în ecologie sistemică, economişti, public, factori de decizie. Dimensiunea şi complexitatea fenomenelor arată că, deşi gestionarea mediului necesită un suport economic care să facă posibilă o soluţie eficientă pentru alocarea şi utilizarea resurselor, teoria economică prezintă numeroase limite legate de exprimarea lor în termeni monetari ca şi de simularea unei pieţe în acest scop (Negrei, 1996). Mecanismul actual al pieţei nu poate surprinde „preferinţele" pentru bunurile publice componente ale capitalului natural, iar soluţionarea nu poate fi proiectată în afara problemelor sociale. Costurile sociale includ efecte directe sau indirecte ale activităţii economice asupra bunăstării indivizilor, suportate de o colectivitate sau de societate. De aceea, este necesar ca diferitele politici să fie evaluate atât din punct de vedere al eficienţei lor, cât şi al celorlalte implicaţii (ex. cele sociale) pentru a se evita luarea unor decizii eronate favorizate de acordarea unei valorii monetare la un moment de timp şi care pot duce la costuri sociale mult mai mari.

În ultimii ani au fost multe încercări de elaborare a unor metode eficiente de cuantificare monetară a ofertei de bunuri şi servicii corespunzătoare diferitelor sisteme ecologice (Constanza şi colab., 1997).

1. Metoda preţurilor de piaţă utilizează preţurile bunurilor şi serviciilor de pe piaţă. Această metodă reflectă disponibilitatea de a plăti, iar preţurile sunt relativ uşor de obţinut. Imperfecţiunile pieţei sau ale diferitelor politici adoptate pot să distorsioneze preţurile de pe piaţă, astfel încât nu vor mai reflecta valoarea economică reală a resurselor. De asemenea, variaţiile sezoniere au efecte asupra preţurilor.
2. Metoda preţurilor umbră constă în ajustarea preţurilor pieţei pentru eliminarea dezavantajelor metodei anterioare. Preţurile umbră pot fi calculate şi pentru bunurile necomercializabile. Preţul umbră reflectă valoarea economică reală sau costul de oportunitate al bunurilor şi serviciilor comercializate. Calculul preţului umbră presupune informaţii substanţiale şi este dificil de acceptat de către factorii de decizie, fiind considerat preţ „artificial".
3. Metoda preţului hedonic Preţul hedonic poate fi calculat pentru anumite servicii (ex. protecţia în caz de inundaţii) în funcţie de efectul lor asupra preţului terenului. Este necesară existenţa unei pieţe surogat care să reflecte preţul hedonic. Aplicarea acestei metode nu este posibilă dacă există constrângeri legate de venituri şi cunoştinţe limitate despre structura şi funcţionarea sistemelor ecologice.
4. Metoda costurilor de călătorie reflectă disponibillitatea de a plăti pentru anumite servicii, calculată în funcţie de informaţiile privind perioada de timp şi numărul turiştilor. Metoda se utilizează în special pentru a estima valoarea recreativă (ex. disponibilitatea de a plăti pentru ecoturism) a unor parcuri, rezervaţii etc., însă necesită volum mare şi costisitor de informaţii, precum şi presupuneri asupra comportamentului consumatorului.
5. Metoda funcţiei de producţie estimează valoarea unor resurse necomercializabile în termenii modificării activităţii economice prin modelarea contribuţiei acestora la rezultatul economic. Cu ajutorul metodei se poate estima impactul deteriorării sistemelor ecologice asupra activităţilor economice productive. Tehnica constă în modelarea relaţiei „doză - răspuns" dintre resursa evaluată şi rezultatul economic. Aplicabilitatea sa este însă redusă datorită pericolului luării în calcul de două ori a resursei considerate.
6. Metoda bunurilor utilizează informaţii despre relaţia dintre bunuri şi servicii necomercializabile şi un produs comercializabil. Există două posibilităţi de evaluare

economică: substituția directă prin care un produs economic cu valoare de piață poate substitui un bun fără valoare de piață, sau substituția indirectă. Această abordare oferă un indicator al valorii economice pe baza gradului de similaritate sau de substituire între bunuri. Totuși, această metodă presupune informații privind măsura în care bunurile pot fi substituite, precum şi contribuția bunului substituit la rezultatul economic.

7. Metoda pieţelor ipotetice este o metodă de evaluare directă a funcției cererii prin intermediul unei piețe fictive. Disponibilitatea de a plăti se măsoară prin intervievarea indivizilor asupra preferințelor lor. Această metodă dispune de mai multe tehnici: cea a simulării pieței destul de complicată şi dificil de aplicat, dar prin care se determină factorii care influențează preferințele; tehnica valorii contingente, singura care măsoară valorile opțională şi de existență, dând astfel o estimare mai apropiată de realitate a valorii economice totale; tehnica rangurilor care oferă o imagine calitativă a preferințelor, fără a fi necesară determinarea disponibilității de a plăti. Tehnica valorii contingente este utilizată pe scară largă, fiind o tehnică care se bazează pe baza informațională, percepția, atitudinea şi preferința indivizilor cu privire la disponibilitatea de a plăti sau cea de a accepta compensații pentru a avea acces sau pentru pierderea unor resurse (Brouwer şi colab., 1999), mai ales dacă se ține seama că este posibil ca beneficiile să nu revină celor care suportă costurile.
8. Metoda bazată pe costuri. Tehnicile caracteristice acestei metode sunt: costul indirect de oportunitate care utilizează veniturile obținute prin introducerea în producție a resurselor necomercializabile. Există pericolul subevaluării acestora în cazul unui surplus al consumatorului. Tehnica costului de reconstrucție reflectă costurile pe care le presupune reconstrucția unui sistem ecologic, în scopul refacerii ofertei de bunuri şi servicii. Deşi este utilă în evaluarea unor servicii, este dificil de utilizat, mai ales dacă se are în vedere faptul că sistemul ecologic nu va reveni la starea de referință. Tehnica costului de substituire se referă la costul unor substituienți ai bunurilor şi serviciilor. Tehnica costurilor preventive evaluează costul prevenirii deteriorării sistemelor prin intermediul beneficiilor obținute în urma utilizării de tehnologii cu potențial redus de deteriorare. Dezavantajul acestei tehnici constă în faptul că poate conduce la determinarea unor valori false ale disponibilității de a plăti. Tehnica cheltuielilor de protecție furnizează un ordin de mărime pentru pagubele de mediu, însă nu suficient de precis, având în vedere că se aplică atunci când este posibilă protecția individuală.

În general, limitele metodelor de estimare a valorii economice sunt datorate:

1. lacunelor din baza de cunoştințe a ecologiei sistemice privind unele categorii de servicii;
2. gradului de informare al indivizilor pe baza preferințelor cărora este calculată valoarea economică a bunurilor şi serviciilor;
3. faptului că valorile diferitelor bunuri şi servicii nu sunt calculate luând în considerare scenariul utilizării lor în funcție de capacitatea productivă şi de suport a sistemelor ecologice;
4. resurselor financiare, umane şi de timp limitate;
5. faptului că prețurile actuale nu includ valoarea multor bunuri şi servicii;

Limitele bazei de cunoştințe ale ecologiei sistemice fac ca o serie de bunuri şi servicii să fie ignorate sau subevaluate, ceea ce împiedică luarea de decizii eficiente din punct de vedere economic şi acceptabile din punct de vedere social şi cultural, iar caracteristicile socio-economice influențează modalitatea de evaluare econommică (Vădineanu, 1999, de Groot, 1997).

Majoritatea metodelor de analiză valorică au fost dezvoltate pe baza teoriei economice neoclasice care consideră valoarea bunurilor şi serviciilor în funcție de contribuția lor la bunăstarea societății. Cu toate măsurile teoretice şi practice, evaluarea rămâne încă un obiectiv dificil, deoarece bunurile şi serviciile sunt heterogene şi dificil de comparat între ele pentru a stabili o valoare teoretică (Negrei, 1996). Cuantificarea şi decelarea modalităților de exprimare a

valorii componentelor capitalului natural rămâne o problemă actuală mult studiată şi dezbătută.

[49]Evaluarea resurselor şi serviciilor furnizate de insulă

Evaluarea economica parțiala a ecosistemelor din cadrul insulei s-a făcut prin intermediul diferitelor metode de evaluare a bunurilor cu valoare pe piata, iar în cazul serviciilor prin prin: i) valoarea directa pe piata ii) evaluarea indirecta pentru retentia nutrientilor sau pentru evaluarea controlului inundatiilor si iii) evaluarea prin intermediului "dorinței de a plati" pentru conservarea biodiversitatii.

Tabelul 2 Valorile estimate ale unui hectar de zona umeda (USD $ha^{-1}an^{-1}$). După Adamescu şi colab. (2001).

Tipuri de bunuri si servicii	**Metoda de evaluare**			
	Directa (tradable goods)	**Indirecta (mitigation cost)**	**WP – willingness to pay**	**Total**
Biomasa piscicola	**100**			
Produse animale	**50**			
Hrana (legume si cereale)	**150**			
Biomasa lemnoasa	**50**			
Miere de albine + Plante medicinale	**20**			
Turism	**150**			
Subtotal	520			**520**
Retentia nutrientilor		**1270**		**1270**
Controlul inundatiilor		**200**		**200**
Mentinerea biodiversitatii			**110**	**110**
TOTAL				**2100**

În acest moment proiectul de cercetare implementat de ecologii angajați de investitor şi ecologişti s-a încheiat. Comparând valoarea rezultată din investigația științifică, 2100 USD /hectar de insulă / an, cu cea rezultată din studiul de fezabilitate al investitorului, 2200 USD/hectar de insulă / an, ar rezulta că trebuie să aibă câştig de cauză investitorul.

Sumar

Analiza valorică este procedura prin care se stabileşte valoarea resurselor şi serviciilor naturale. Ea se aplică după ce avem o imagine cantitativă a ofertei de resurse şi servicii. Aplicarea ei este absolut necesară pentru a putea discuta în mod riguros despre gradul de deteriorare a unui sistem ecologic. Există o gamă largă de metode de cuantificarea monetară a ofertei de resurse şi servicii furnizate de diferite sisteme ecologice, dar identificare celor mai potrivite metode rămâne o problemă actuală mult studiată şi dezbătută.

Exerciții, întrebări şi probleme

- Elaborați un chestionar pentru caracterizare valorii de conservare a unor specii periclitate din România prin intermediul dorinței de a plăti. Aplicați acest chestinar în clasă şi discutați rezultatele.

Lecturi suplimentare recomandate studenților

- Negrei C., 1996, Bazele economiei mediului, Ed. Didactică şi Pedagogică, Bucureşti, 197pp

Este o lucrare accesibilă care oferă suficiente cunoştințe în acest domeniu unei studente la biologie

[49] După Adamescu şi colab. (2001).

13 Elaborarea unui articol ştiinţific[50]

Obiectivele capitolului

- Să arate ce este comunicarea
- Să arate care este locul comunicării în dezvoltarea cunoaşterii ştiinţifice
- Să prezinte structura unui articol ştiinţific
- Să descrie cum se scrie un articol ştiinţific

Introducere

Am văzut în capitolul anterior că valoarea serviciilor naturale furnizate de insulă este mai mică decât cea care ar fi obţinută în urma investiţiei. Dar cât de credibile sunt aceste rezultate ? Putem avea încredere deplină în munca ecologilor ? Atunci când implicaţiile concluziilor la care au ajuns ei ne afectează foarte mult viaţa este firesc să fim sceptici. Însă cât de sceptici ? Ecologista şi grupul ei de susţinători ar fi dorit să supună unei verificări munca ecologilor. Să fie repetată toată munca ar fi fost prea scump. Soluţia a fost propusă chiar de ecologi, sub forma publicării rezultatelor într-o revistă cu referenţi. Revistele cu referenţi nu acceptă orice spre publicare, ci supun propunerile de articole unei evaluări din partea unor cercetători independenţi. Sistemul de publicaţii cu referenţi este cel care asigură calitatea cunoaşterii ştiinţifice. Cine nu publică în reviste cu referenţi nu există (ca om de ştiinţă, desigur). În lumea anglo-saxonă a apărut de altfel următorul dicton : *publish or perish*. În această lecţie vom învăţa cum trebuie să scriem un articol pentru o revistă cu referenţi şi de ce este atât de importantă publicarea rezultatelor ştiinţifice în acest fel.

Ce este comunicarea

Comunicarea este un act intenţional[51] prin care o persoană (sursa) încearcă să transmită unei alte persoane (adresantul) conţinuturi mentale (idei, stări sufleteşti, etc). Comunicarea presupune două minţi sau suflete care se află în legătură. Când comunicăm trebuie aşadar să fim atenţi nu la noi, ci la ceilalţi.

Conţinutul mesajului transmis în cadrul comunicării referitoare la cunoaşterea ştiinţifică se rezumă la idei obţinute prin metoda ştiinţifică. Dar niciodată nu se pot comunica *doar* idei. Acest fapt poate părea surprinzător, dar este real. Felul cum este codificat conţinutul mesajului trădează sau induce întotdeauna şi anumite stări sufleteşti.

Totuşi persoana care doreşte să comunice poate face efortul de a construi mesajul astfel încât acesta să fie cât mai puţin „contaminat" cu elemente care nu au relevanţă pentru cunoaşterea ştiinţifică transmisă. În urma acestui efort comunicarea de interes ştiinţific va fi mai aridă decât alte modalităţi de comunicare, dar ideile transmise vor fi mai uşor de înţeles de către adresant.

Etapele comunicării sunt următoarele:

- sursa codifică ideile pe care doreşte să le transmită. Pentru codificare foloseşte un limbaj. Pentru ca această etapă să poată avea loc sursa trebuie să dispună de idei şi să cunoască modalitatea de codificare, adică limbajul. Rezultatul codificării este un mesaj.

[50] Mă voi referi exclusiv la articolele în care se raportează rezultate originale. Scrierea articolelor de sinteză are alte exigenţe (în principiu ea presupune expunerea pe larg a unei analize critice a cunoaşterii într-un anumit subdomeniu al cunoaşterii, cu rolul de uşura accesul cercetătorilor la literatura din acel subdomeniu).
[51] Adică efectuat pentru atingerea unui scop.

- sursa transmite mesajul folosind un canal de comunicare. De exemplu transmite sub forma unor articole, a unor cărți sau a unei pagini internet;
- adresantul recepționează mesajul (de exemplu primeşte articolul sau deschide pagina internet), iar apoi îl decodifică (în cazul exemplului dat citeşte articolul sau textul de pe internet):
- adresantul intepretează conținutul mesajului decodificat, îl înțelege.

Un act de comunicare are succes complet atunci când conținuturile din mintea/sufletul sursei, pe care aceasta a vrut să le transmită, sunt identice cu cele din mintea/sufletul adresantului[52]. Un act de comunicare nu are niciodată succes complet. În diferite etape ale comunicării pot apărea erori, modificări sau efecte neprevăzute. Nu le vom detalia aici pentru că ele fac obiectul unei literaturi foarte specializate.

Mulți studenți sunt prea atenți la ceea ce vor să spună sau să scrie ca să mai aibă în vedere şi *cum* anume spun ceea ce vor să transmită. Mai general, mulți oameni vorbesc şi scriu fără să dea atenție faptului că se adresează cuiva anume, unei persoane cu anumite nevoi de înțelegere şi anumite limite în a decodifica şi a înțelege mesajul. Această situație îmi pare că are două cauze principale. Una este aceea că adesea sursele nu stăpânesc ceea ce vor să spună; uneori pur şi simplu doresc să spună lucruri pe care nu le-au înțeles nici ele însele prea bine. A doua cauză este că uneori avem o presupoziție greşită, şi anume că persoana căreia i te adresezi va înțelege cu mare uşurință ceea ce vrem să comunicăm.

Ideea pe care trebuie să o rețineți din această prezentare sumară este următoarea: trebuie să fim conştienți că atunci când scriem un text ştiințific sau pregătim o prezentare orală ceea ce intenționăm să facem este să comunicăm. Vrem să ne adresăm cuiva şi vrem ca acesta să ne înțeleagă.

Rolul comunicării în dezvoltarea cunoaşterii ştiințifice

Vă amintiți că prima etapă a oricărui demers de dezvoltare a cunoaşterii ştiințifice este analiza critică a cunoaşterii (lecția 1). Atunci când efectuează analiza critică a cunoaşterii cercetătoarea se află în rolul destinatarului dintr-un proces de comunicare. Sursa este în acest moment reprezentată de cercetătorii care au scris articolele şi cărțile analizate critic.

La finalul implementării proiectului de cercetare situația se inversează. Este rândul cercetătoarei să devină sursă, să transmită cunoaşterea ştiințifică nouă rezultată din proiect.

Rolul acestui act de comunicare de la finalul proiectului este dublu. Pe de o parte prin transmitere publică se asigură calitatea cunoaşterii respective. Oricine va dori să repete activitățile din proiect ca să verifice validitatea adevărurilor comunicate o va putea face. Pe de altă parte cunoaşterea transmisă va putea funcționa ca sprijin pentru lansarea de noi ipoteze şi dezvoltarea de noi cunoştințe ştiințifice de către alți cercetători, în alte proiecte.

Parcurgerea etapelor cercetării fără a publica nu este ştiință (Toft şi Jaeger 1998).

Care este structura unui articol ştiințific

Un articol ştiințific are următoarele capitole: introducere, metode, rezultate, discuții, concluzii, mulțumiri şi lista lucrărilor citate. Aceasta este structura standard. Ea poate varia puțin în funcție

[52] Nu discutăm aici chestiunea eficienței unor tipuri particulare de comunicare, cum ar fi manipularea destinatarului. Deşi foarte importante pentru comunicarea între oameni, astfel de chestiuni nu sunt specifice comunicării cunoaşterii ştiințifice.

de revista aleasă şi de particularităţile cercetării efectuate. Spre exemplu, la metode pot exista subcapitole care să faciliteze urmărirea modului cum a fost organizată cercetarea, dacă cercetarea a fost deosebit de complexă.

Introducerea include la început analiza critică a cunoaşterii, lacunele şi incertitudinile identificate. După aceasta urmează ipotezele avansate, preferabil cu o scurtă explicaţie a motivului pentru care au fost alese[53]. În finalul introducerii pot fi menţionate obiectivele manageriale ale proiectului de cercetare, pentru a facilita înţelegerea modului de testare a ipotezelor avansate. Dacă cercetarea efectuată este foarte incipientă, deosebit de descriptivă, şi nu avem practic ipoteze, se vor menţiona doar obiectivele manageriale. În acest caz este de dorit ca în capitul de discuţii să fie menţionate ipotezele care pot fi avansate pornind de la cunoaşterea pur descriptivă acumulată şi prezentată în capitolul de rezultate.

Capitolul de metode prezintă felul cum a fost organizată cercetare, metodele folosite. Ne vom limita la metodele specifice articolului nostru, şi anume la cele de obţinere şi prelucrare a datelor (inclusiv metodele statistice). Celelalte tipuri de metode (manageriale, ştiinţifică, de comunicare) sunt generale. Nu este necesară prezentarea lor în articol, deşi stăpânirea lor a fost esenţială pentru obţinerea cunoştinţelor prezentate în articol.

În capitolul de rezultate prezentăm datele fără să le comentăm în nici un fel.

Comentarea datelor se face în capitolul de discuţii, în două feluri.

Primul fel se referă la semnificaţia datelor: ce cunoştinţe pot fi obţinute din ele ?

Dacă am avut ipoteze de cercetare este foarte simplu: cunoştinţele sunt afirmarea sau negarea ipotezelor testate, după cum ele au fost validate sau infirmate. La aceasta se pot adăuga anumite consecinţe ale acceptării sau respingerii ipotezei. Consecinţele pot fi deduse folosind ipoteza şi alte elemente al bazei de cunoştinţe disponibile în literatura de specialitate. Uneori ipotezele pot să fie nuanţate: să rezulte că în anumite condiţii sunt valide, iar că în altele nu sunt valide.

Dacă nu am avut ipoteze putem să precizăm tiparele şi corelaţiile spaţiale sau/şi temporale observate în timpul cercetării în sistemul cercetat. O dată precizate aceste tipare putem emite ipoteze cu privire la existenţa şi apariţia lor. Confirmarea existenţei tiparelor este absolut necesară deoarece noi le-am observat fără să le căutăm în mod special şi s-ar putea ca la o cercetare mai atentă, dedicată lor, să ne nuanţăm concluziile.

Al doilea fel de discutare a datelor se referă la compararea datelor şi a cunoştinţelor extrase din date cu date şi cunoştinţe publicate de alţi cercetători. E vorba de aspecte din articolele pe care le-ai analizat critic, şi la care acum te poţi referi de o manieră mult mai concretă. Acest fel de discutare este foarte important deoarece unul dintre criteriile valorii unui domeniu al cunoaşterii este coerenţa sa. Iar coerenţa vine din felul cum se relaţionează elementele propuse de diferiţi autori.

Tot în capitolul de discuţii pot fi prezentate viitoarele direcţii de cercetare, dacă se poate sub forma unor ipoteze.

În capitolul de concluzii se enunţă foarte pe scurt principalele cunoştinţe rezultate din cercetare.

Mulţumirile se vor referi la persoanele care au avut contribuţii la cercetare, dar nu sunt autori,

[53] Aşa numitul „rationale”, în engleză.

precum şi la cei care au ajutat prin critici la elaborarea formei finale a articolului. Tot aici sunt menționați cei care au finanțat proiectul.

Lista lucrărilor la care s-a făcut referire în text include toate lucrările aflate în această situație. Nici mai multe, nici mai puține.

Cum se scrie un articol ştiințific

Turk şi Kirkman (1996) au o figură de stil sugestivă cu privire la scrierea textelor. Ei compară o foaie albă de hârtie cu o farfurie goală. Cea mai mare parte a oamenilor, spun ei, consideră firesc să se aşeze în fața unei pagini goale şi să încerce să scrie pe ea. Dar atunci când ne este foame şi intrăm în bucătărie cu gândul să mâncăm care este primul lucru pe care îl facem ? Ne aşezăm la masă şi ne punem o farfurie goală în față ? Cu siguranță că nu, ar fi absurd. Ce facem prima oară este să pregătim mâncarea, ca să avem ce pune în farfurie. La fel şi cu scrierea, concluzionează autorii menționați: primul lucru pe care trebuie să îl facem este să pregătim ceea ce avem de scris. Abia apoi ne apucăm de scris.

Să pregătim ce avem de scris înseamnă să facem fişe bibliografice şi fişe de idei proprii, să concepem şi să elaborăm graficele şi tabelele cu date, interpretarea datelor, să schițăm planul lucrării. Având toate acestea gata vom putea să acordăm atenția cuvenită felului cum scriem, clarității şi stilului.

Introducerea se concepe şi se scrie la început. Ea este un capitol la fel de important ca toate celelalte şi constrânge felul cum sunt redactate celelalte articole.

Pentru scrierea introducerii primul lucru pe care îl avem de făcut este să aducem la zi analiza critică a cunoaşterii. Să ne aducem aminte că primul capitol al proiectului de cercetare include tocmai această analiză. Numai că de când am scris proiectul până când publicăm rezultatele lui a trecut un timp destul de lung. Prin urmare trebuie să ne asigurăm că nu s-a publicat ceva important între timp, ceva la care avem obligația să ne referim. Totuşi numărul de articole citate în introducere nu trebuie să fie mai mare decât e necesar pentru a caracteriza contextul în care se plasează cercetarea noastră.

Scrierea introducerii nu ridică probleme deosebite dacă ai scris un proiect bun. Dacă însă proiectul a fost superficial, sau nu a existat deloc, introducerea articolului devine o mare problemă. Ne uităm pe datele obținute, încercăm să vedem „ce a ieşit" şi în funcție de aceasta decidem să declarăm ce am vrut să cercetăm... Pare incredibil, dar o astfel de practică încă este adoptată de unii membrii ai comunității ştiințifice româneşti. Este specifică aşa numitei cercetări „pe obiective", definite vag şi neavând ipoteze în spate. Dacă uneori un proiect care are astfel de obiective va primi finanțare, iar derularea lui va fi mai uşoară, pentru că putem ascunde eşecul în spatele obiectivelor vagi, un articol construit pe datele rezultate dintr-o astfel de cercetare nu va putea fi publicat într-o revistă de mare valoare.

Principiul redactării capitolului de metode este să oferim suficient de multe detalii ca să poate fi refăcute activitățile de către cel care ar dori. Desigur însă că nu trebuie să precizăm şi lucrurile cunoscute de toată lumea. Unitățile de măsură folosite trebuie să fie în sistemul internațional. În articolele de ecologie un subcapitol obligatoriu al metodelor este cel referitor la organizarea spațială a cercetării. Aici este de dorit să prezinți şi modelul homomorf al complexului de ecosisteme în care ai lucrat. Nu este obligatoriu, dar sugerează mai clar cadrul în care a avut loc cercetarea şi pregăteşte cititorul pentru felul cum va avea lor interpretarea datelor.

Principiul care constrânge redactarea capitolului de rezultate este cel al parcimoniei. Prezintă

datele într-un singur loc, fie în text, fie în tabel, fie în grafic. Dacă datele pentru caracterizarea unui parametru sunt puține, prezintă-le în text. Alegi să prezinți datele sub formă de tabel sau de grafic după cum este mai sugestiv unul sau celălalt.

Singura redundanță acceptabilă în articol este legată de ideile de bază ale articolului, ipotezele. În fond la ipoteze te vei referi de patru ori: în introducere (de ce ele ?), la metode (cum le testezi ?), la discuții (sunt susținute sau invalidate de rezultate ?) şi la concluzii (au fost validate sau respinse ?).

Cu privire la discuții aş menționa două chestiuni.

În general se recomandă ca în capitolul de discuții să nu speculezi, ci să te limitezi la ce este absolut sigur. Eu aş nuanța şi aş recomanda să nu speculezi excesiv. Mi se pare mai grav să nu extragi din date tot ce ar putea fi spus în mod rezonabil decât să te avânți prea tare. Elanul exagerat ți-l poate tăia un critic al articolului, dar ce nu ai spus şi ai fi vrut să spui nu îți poate spune nici un critic. În plus cele mai multe studente sau studenți suferă de neîncredere în forțele proprii şi în mod natural au rețineri să se avânte în speculații. Deci sfatul meu este ca în prima fază de redactare să încerci să arăți cât mai pe larg semnificația rezultatelor obținute.

Al doilea aspect important la capitolul de discuții este cum abordezi compararea cu rezultatele altor autori. O extremă este să cauți acordul. Deşi confortabilă, aceasta situație indică faptul că nu ai spus un lucru cu adevarat nou. Ori cunoaşterea se dezvoltă spunând lucruri noi. O altă extremă este să punctezi în special dezacordul. Riscul de contrareacție este mare, dar satisfacția ca cercetător este şi ea mare. Ca întotdeauna, calea cea mai bună este cea de mijloc, în care punctăm atât elementele de consonanță cât şi pe cele de disonanță cu literatura deja existentă.

După discuții, limitează concluziile la elementele de noutate ale articolului. Concluziile nu sunt un rezumat al articolului, nu includ referire la metode, la lucrări ştiințifice şi nu reiau prezentarea rezultatelor.

La începutul unui articol există adesea şi un rezumat. Rezumatul se scrie însă la sfârşit. Unii cercetători sub presiunea timpului „dau" un rezumat la o conferință iar apoi se chinuie să producă o prezentare sau un articol care să aibă acel rezumat. Se poate evita aşa ceva doar dacă nu laşi lucrurile pe ultima clipă.

Rezumatul trebuie să fie extrem de informativ, deoarece adesea este singurul care este citit. Literatura ştiințifică este enormă şi cercetătorii citesc mai întâi rezumatele articolelor. În funcție de ce găsesc acolo decid dacă investesc timp în citirea articolului tău, sau nu. Prin urmare tratează scrierea rezumatului cu deosebită atenție. Rezumatul include ipoteza testată, principiul metodei, enunță rezultatele, menționează semnificația lor, şi punctează viitoarele direcții de cercetare. Rezumatul nu include referiri la alte lucrări.

Standardele de redactare a listei de lucrări ştiințifice variază de la o revistă la alta. Ele sunt menționate în instrucțiunile pentru autori ale revistei respective.

Alături de elementele pe care le-am prezentat pentru fiecare capitol în parte voi adăuga şi câteva sfaturi de ordin general, aplicabile oricărui capitol sau articolului ca întreg.

Păstrează un stil concis. În particular, ține seamă de următoarele sugestii (Gopen şi Swan 1990):
- paragrafele trebuie să fie centrate în jurul unei singure idei;
- este preferabil ca frazele să fie scurte, incluzând una-două idei;
- în prima parte a frazelor aşează ceea ce face legătura cu elementele prezentate anterior, iar în

partea a doua informaţia nouă. Cititorul se aşteaptă ca ceea ce este nou să se afle spre sfârşit (un banc bun nu are poanta la început şi nici o introducere prea lungă)
- distanţa dintre subiectul gramatical şi predicat trebuie să fie cât mai scurtă.

Dacă păstrăm un stil concis permitem cititorului să îşi concentreze energia pe înţelegerea a ceea ce dorim să spunem, adică pe ipoteze, pe modul de testare a lor, pe rezultatele testării şi pe semnificaţia rezultatelor.

Am auzit din partea cuiva un argument de felul următor: scriu complicat, cu fraze lungi şi alambicate tocmai pentru a evidenţia complexitatea mesajului pe care vreau să îl transmit. Dar o frază complexă pusă între mintea ta şi a cititorului este ca un geam cu modele complicate aşezat între vizitatorul muzeului şi opera de artă pe care el doreşte să o admire: complexitatea estetică a tabloului nu va fi ilustrată de geam, ci mascată.

Citeşte şi critică textele ştiinţifice redactate de colegi. Aceasta te va ajuta foarte mult şi în elaborarea propriilor tale articole. Critică-ţi şi propriile texte ştiinţifice mai vechi. Eu personal am învăţat mult citind critic ceea ce scrisesem cu câţiva ani în urmă. Nu trebuie să îţi fie ruşine de textele tale vechi, ele reflectă ceea ce ştiai să faci la un moment dat. Trebuie să îţi fie jenă doar dacă rămâi la acel nivel, sau dacă nu îţi mai place ce ai scris acum o lună[54].

Primeşte criticile altora, inclusiv pe cele ale profesorului, cu politeţe, dar şi în mod critic. Dacă simţi că ai argumente pentru a nu accepta anumite sugestii de modificare a textului tău prezintă-le şi susţine-ţi punctul de vedere. Nu fă modificările cerute decât atunci când ai înţeles pe deplin de ce trebuie să le faci. Dacă explicaţiile oferite de critic nu te satisfac păstrează varianta ta de text. Nu accepta un stil autoritarist din partea criticului. Disconfortul de moment va fi recompensat de satisfacţii pe termen lung.

Citeşte literatură beletristică de calitate şi respectă regulile de gramatică. Din experienţa de corectare a lucrărilor de control am constatat că unele studente şi studenţi nu ştiu să scrie corect şi clar în limba română. Cine simte că are astfel de probleme va trebui să facă un efort suplimentar să le depăşească. Stilul ştiinţific este un stil al limbii române şi nu poate fi stăpânit fără cunoaşterea acesteia.

Dacă redactezi articolul într-o limbă străină trebuie să cunoşti foarte bine limba respectivă şi să citeşti un îndrumar de stil cu privire la redactarea în acea limbă.

În fine, dar nu în cele din urmă, un ultim sfat: nu plagia. Plagiatul înseamnă să prezinţi textele sau ideile altuia ca fiind al tale[55]. Toleranţa la plagiere variază de la o universitate la alta. În universităţile americane limita de identitate acceptabilă între două texte concepute independent este de cinci cuvinte consecutive (Dragomirescu Liviu, comunicare personală). Standardele de la noi pot fi uneori mai joase, dar viitorul este al standardelor înalte, al cercetării ştiinţifice şi textelor academice autentice. Iar voi vă pregătiţi pentru viitor.

Pentru a putea reda ideile din articolul altcuiva cu cuvintele tale există o metodă foarte simplă[56]: explică unor colegi ce crezi că ai înţeles şi roagă-i să îţi pună întrebări. Dacă poţi să răspunzi la toate întrebările înseamnă că ai înţeles. Atunci poţi să scri despre ce au spus acei autori fără să mai foloseşti cuvintele lor. Nu vei uita desigur să îi menţionezi. Ideile sunt tot ale lor, chiar dacă nu şi cuvintele în care sunt exprimate.

[54] Chiar dacă ţi se întâmplă asta, nu dispera. Uneori avem şi perioade mai proaste.
[55] Conform definiţiei date la adresa http://www.georgetown.edu/honor/plagiarism.html.
[56] După <http/classweb.gmu.edu/biologyresources/writingguide/GenIntro.htm>.

Sumar

Prin comunicarea cunoaşterii ştiinţifice dorim să transmitem idei din mintea noastră în mintea cititorilor textului pe care îl scriem. Acest lucru nu este atât de uşor pe cât am putea crede, pentru că sunt o mulţime de căi prin care cititorul poate înţelege altceva decât dorim noi să spunem. Unele dintre aceste căi le putem controla, altele nu. Comunicarea are un rol esenţial în dezvoltarea cunoaşterii ştiinţifice. Când începem un proiect de cercetare suntem în postura de destinatar al comunicării deoarece facem o analiză critică a cunoaşterii existente aşa cum a fost transmisă de alţi cercetători. Iar când încheiem proiectul suntem în situaţia de sursă a comunicării, pentru că scriem articole pe care le supunem atenţiei celorlalţi cercetători. Un articol are în structura sa o introducere, un capitol de metode, unul de rezultate, discuţii, concluzii şi o listă de lucrări la care s-a făcut referire. Scrierea articolului presupune o etapă de pregătire a conţinutului, una de redactare propriuzisă şi una de ajustare în urma criticilor primite. Stilul în care se face redactarea trebuie să fie clar şi concis, astfel încât efortul cititorului să se poate concentra pe înţelegerea conţinutului articolului.

Exerciţii, întrebări şi probleme

- Elaboraţi un mic articol ştiinţific (maxim 6 pagini) pornind de la rezultatele obţinute în urma derulării uneia din lucrările practice anterioare. Refaceţi articolul de câteva ori consecutiv pornind de la criticile primite.
- Criticaţi articole ştiinţifice elaborate de colegi.
- Alegeţi articole ştiinţifice din reviste de specialitate şi evaluaţi în ce măsură răspund exigenţelor de claritate şi concizie.
- Au etica şi onoarea vreo legătură cu comunicarea cunoaşterii ştiinţifice ?
- Este oportun vreodată ca cercetătorul să comunice stări sufleteşti ?

Lecturi suplimentare recomandate studenţilor

Există numeroase cărţi despre scrierea textelor ştiinţifice. Din păcate, din câte ştiu, nici una dintre ele nu este disponibilă în limba română sau în bibliotecile noastre.

Două cărţi relativ recente scrise special pentru biologi sunt cea a lui Pechenik (1997) şi cea a lui McMillan (1997). Mai accesibile până ce acestea vor fi disponibile în biblioteca facultăţii este site-ul universităţii George Mason <http/classweb.gmu.edu/biologyresources/writingguide/GenIntro.htm>. La această adresă găsiţi un ghid de scriere conceput special pentru studenţi şi numeroase exemple bune extrase din lucrările studenţilor.

Celor interesaţi le pot pune la dispoziţie, mulţumită colegului Dan Cogălniceanu, un număr special al revistei Herpetologica. Acest număr include articole pe probleme didactice, inclusiv două cu referire la scrierea articolelor pentru reviste cu referenţi. Cele două articole sunt excelente şi vi le recomand cu căldură.

Turk şi Kirkman (1996) au scris o carte utilă pentru îmbunătăţirea stilului de redactare a textelor ştiinţifice. Şi pe ea o pot împrumuta celor interesaţi.

Detalii despre plagiat şi despre cum poate fi evitat plagiatul involuntar le puteţi găsi la adresa de internet <http://www.georgetown.edu/honor/plagiarism.html>.

14 Influențarea deciziilor cu privire la mediu

Obiectivele capitolului

- Să arate importanța sistemelor de valori ale persoanelor în luarea deciziilor cu privire la mediu
- Să arate că există tehnici prin care aceste sisteme de valori pot fi modificate sau folosite pentru atingerea scopurilor ecologiste

Din păcate pentru ecologişti rezultatele obținute de ecologi s-au dovedit a fi solide. Ele au fost publicate în reviste internaționale cotate ISI şi în cărți publicate la edituri internaționale de prestigiu.

În aceste condiții rămânea de luat decizia finală cu privire la soarta insulei. În acest capitol vreau să arăt ce loc au sistemele de valori ale oamenilor în luare deciziilor.

În primul rând ar trebuie să ne întrebăm dacă cei chestionați pentru evaluarea unor servicii prin aplicarea metodei voinței de a plăti, nu ar fi putut să răspundă altfel. Să spună că oferă mai mult decât au oferit. Presupunând că aveau suficiente resurse, ar fi oferit mai mult doar dacă valorizau mai mult respectivele servicii. Acesta este un primul punct de conexiune între sistemele de valori ale oamenilor şi luarea deciziilor cu privire la mediu.

Al doilea punct de conexiune este la nivelul celor care iau efective deciziile. Într-o situație de genul celei prezentate în această carte decizia nu o ia nici investitorul şi nici grupul de ecologişti. Pentru că dacă ar fi fost la nivelul lor decizia ar fi luat-o de la bun început, în interesul lor. Decizia o ia o persoană sau un grup de persoane dintr-o instituție publică. Şi aceste persoane au propriile sisteme de valori: pot fi mai pragmatici, ca investitorul, sau pot avea nevoi emoționale legate de natură, ca ecologiştii. Contează foarte mult ce valori adoptă persoanele publice, în practică, deşi în mod teoretic ar trebui să fie obiective.

Atât despre importanța sistemelor de valori. Să vedem acum în ce mod putem influența decizia folosind aceste sisteme de valori.

În primul rând am putea să influențăm publicul larg, să încercăm să modificăm sistemul de valori al oamenilor în sensul dorit de noi. Presupunând că valorile pe care vrem să le promovăm sunt bune, şi sunt, aceasta se face prin educație. După cum şti, dacă ai absolvit modulul pedagogic, educația are nu doar o componentă informativă, ci şi una formativă[57]. Modificarea sistemului de valori ține de latura formativă. Şi tu vei avea un rol foarte important în formare oamenilor la nivel preuniversitar, iar modul cum îi vei forma va avea consecințe majore asupra luării deciziilor de mediu.

Dar educația nu se poate face pe termen scurt, deci această strategie nu ne poate ajuta în rezolvarea problemei insulei.

Alternativ, putem încerca să infleunțăm factorul de decizie, să facem lobby pentru soluția care ne interesează. Pentru aceasta trebuie să formăm coaliții, întrucât singuri nu avem prea multe şanse, să cunoaştem valorile personale ale actorilor cheie, pentru a şti cum să punem problema, să ştim cum să negociem cu parteneri dificili, cum e de presupus a fi un investitor căruia nu vrem să îi cedăm. Există cărți care tratează fiecare dintre activități, şi pe care merită să le consultăm chiar daca simțim că avem talent în domeniu şi suntem foarte hotărâți să ne susținem punctul de

[57] În anexa 10 poți vedea cum am gândit componenta formativă a acestei cărți.

vedere.

Dar este moral să influenţăm factorii de decizie ? Cineva ar putea spune că am acceptat regula evaluării capitalului natural al insulei, iar acum că am pierdut încercăm să schimbăm regulile din mers. Este moral cu condiţia să oferim o soluţie alternativă, ceva care să mulţumească şi pe investitori şi interesele noastre de conservare a naturii.

Cum stabilim care este această soluţie variază de la caz la caz şi ţine de creativitatea noastră.

De exemplu ecologista s-a gândit în felul următor: dacă tot se va distruge o parte din natură deorece investiţia pare suficient de profitabilă, atunci nu ar fi bine măcar să minimizez această distrugere ? Ce-ar să caut o localizare alternativă pentru proiectul investitorului, undeva unde valoarea resurselor şi serviciilor naturale să fie mai mică decât în cazul insulei.

Prin intermediul unui proiect de cercetare pentru caracterizarea structurii complexului regional de ecosisteme din care face parte insula s-a identificat în imediata apropiere a insulei un complex de ecosisteme mult mai deteriorat decât era insula, şi care în cele din urmă a fost acceptat de investitor ca locaţie pentru proiectul său, cu acordul factorilor publici de decizie.l

Încheiere

Ecologista:
- Acum că problemele s-au rezolvat trebuie totuşi să recunosc că nu pot să te înţeleg. Cum de îţi doreai să sacrifici o insulă atât de frumoasă ?
Investitorul stătu puţin pe gânduri şi răspunse:
- Cred că important nu este atât să ne înţelegem unul pe altul, cât mai ales că am învăţat să trăim unul cu altul.

Sumar

Omul de ştiinţă nu ia decizii cu privire problemele de mediu, ci doar furnizează informaţii care să permită luarea unor decizii cât mai bune. Dar cercetătorii nu sunt doar oameni de ştiinţă, ci şi cetăţeni. În calitate de cetăţeni ei se pot implica în influenţarea modului cum se iau deciziile. Influenţare se face la nivelul sistemului de valori al oamenilor. Una dintre modalităţile cheie este educaţia formativă la nivel preuniversitar. Responsabilitatea aparţine profesorilor de biologie, iar efectele se văd pe termen lung. Dacă se doreşte influenţarea deciziilor pe termen scurt singura soluţie morală este găsirea soluţiilor de compromis, ceea ce presupun abilităţi de negociere şi de relaţii publice. În relaţiile dintre oameni cale de mijloc este cea mai bună.

Exerciţii, întrebări şi probleme

- Folosind cunoştinţele de la modului pedagogic şi informaţiile din anexa 9 concepeţi câte un plan de lecţie pe probleme de ecologie la nivel de gimnaziu şi liceu astfel încât să aibă atât o dimensiune informativă, cât şi una formativă.

Lecturi suplimentare recomandate studenţilor

Nu cunosc o singură carte pe această problemă. Din puzderia de cărţi existente multe sunt contaminate ideologic: ori fac excese raţionaliste, ori cad în extrema cealaltă, susţinând ideea predominanţei politicilor de putere. Poate că ai putea începe cu următoare carte, în special cu capitolul dedicat definiţiei puterii:

- Albanese, R., 1988, Management, South-Western Publishing Co., Cincinnati

Este un volum scris cu seriozitate şi umor.

Bibliografie

1. Adamescu, M., A. Vădineanu, S. Cristofor, Rezultate parțiale ale analizei valorice a capitalului natural al Sistemului Dunării Inferioare, în Cristofor, S, (coordonator), 2001, Rețeaua ecologică a Dunării Inferioare, raport anual la proiectul major de cercetare C89/2000, beneficiar CNCSIS, 166-169
2. Albanese, R., 1988, Management, South-Western Publishing Co., Cincinnati
3. Amoros C., G. E. Petts, 1993. Hydrosystemes fluviaux, Masson, Paris, 300 pagini
4. Antipa, G., 1910. Regiunea inundabilă a Dunarii. Starea ei actuală şi mijloacele de a o pune în valoare, Instit. de Arte Grafice Carol Gobl, Bucuresti. 318 pagini
5. Autumn, K., 2003, Teaching, material disponibil la <http://www.lclark.edu/~autumn/KA_Teach.html>, accesat în martie 2005
6. Avery, B. W., C. L. Bascomb, 1982, Soil survey laboratory methods, Harpenden
7. Bell, J., 2005, Critical thinking: teaching college and university students to think critically and evaluate, material disponibil la <classweb.howardcc.edu/jbell/booklets/Ch1_Critical_Thinking_F01.pdf>, accesat în februarie 2005
8. Borza, A., N. Boşcaiu, 1965, Introducere în studiul covorului vegetal, Edit. Acad. RPR, Bucureşti
9. Botnariuc, N., 2003, Evoluția sistemelor biologice supraindividuale, Editura Academiei Române
10. Botnariuc, N., A. Vădineanu, 1982, Ecologie, Ed. Didactică şi Pedagogică, Bucureşti
11. Botnariuc, N., Beldescu, S., 1961, Monografia complexului de bălți Crapina-Jijila, Hidrobiologia, 2, 5-46
12. Botnariuc, N., P. Neacşu, A. Vădineanu, 1978, Caiet de lucrări practice Ecologie Generală, Partea I-A, Ed. Universității din Bucureşti, Bucureşti
13. Brouwer R., Langford I.H., Bateman I.J., Turner R.K., 1999, A meta-analysis of wetand continget valuation wetland studies. Regional Environmental Change, 1(1), 47-57
14. Brower, J. E., J. H. Zar, C. N. von Ende, 1997, Field and laboratory methods for general ecology, 4th ed., McGraw-Hill, Boston
15. Bullock, J., 1996, Plants, în „Ecological census techniques", editor Sutherland, W. J., Cambridge University Press, Cambridge, 111-138
16. Cazacu, S. R., 2003, Structura şi rolul producătorilor primari – (studiu de caz) Sistemul Danubian Inferior, Teză de doctorat, Univeristatea din Bucureşti, Departamentul de Ecologie Sistemică şi Dezvoltare Durabilă.
17. Ciubuc, C., 1997, Carabidele din Insula Mică a Brăilei, în Vădineanu, coordonator, "Raport final la programul FAEWE", Univ. Bucureşti, Dep. de Ecologie Sistemică şi Dezvoltare Durabilă, 137-163
18. Cogălniceanu, D., 1997, Practicum de ecologie a amfibienilor: metode şi tehnici în studiul ecologiei amfibienilor: pentru uzul studenților, Ed. Universității din Bucureşti, Bucureşti
19. Constanza R., d'Arge R., de Groot R., Farber S., Grasso M., Hannon B., Limburg K., Naeem S., O'Neill R.V., Paruelo J., Raskin R.G., Sutton P., van den Belt M., 1997, The value of the world's ecosystem services and natural capital. Nature. 387, 253-260
20. Cox, G. W., 1985, Laboratory manual of general ecology, WM. C. Brown Company Publishers, Dubuqe, Iowa
21. Cox, G. W., 2002, Laboratory manual of general ecology, 8th ed. McGraw-Hill, Boston
22. Cristea, V., D. Gafta, F. Pedrotti, 2004, Fitosociologie, Presa Universitară Clujeană, Cluj Napoca
23. Cristofor S., V. Iordache, A. Vadineanu, 1999, Analiza funcțională a sistemelor ecologice, în "Dezvoltarea durabilă – metode şi instrumente", vol 2., editori A. Vădineanu, C. Negrei, P. Lisievici, Editura Universității din Bucureşti, 227-251
24. Cristofor, S., A. Sarbu, A. Vadineanu, G. Ignat, V. Iordache, C. Postolache, C. Dinu, C. Ciubuc, 1997, Effects of Hydrological Regimen on Riparian Vegetation in the Lower

Danube Floodplain, *Internat. Assoc. Danube Res.,* 32, 40-44
25. Daily G.C., Alexander S., Ehrlich P.R., Goulder L., Lubchenco J., Matson P.A., Mooney H.A., Postel S., Schneider S.H., Tilman D., Woodwell G.M., 1997, Ecosystem services: Benefits supplied to human societies by natural ecosystems. Issues in Ecology. 2, 1-12
26. Danielescu, Ş., 1999, Organizarea programului de cercetare în vederea caracterizării regimului hidrologic al sitului Glavacioc, Dizertaţie de Master, Universitatea din Bucureşti, Departamentul de Ecologie Sistemică şi Managementul Capitalului Natural, 41 pagini
27. de Groot R.S., 1997, Valuing natural ecosystems: from local services to global capital, European Symposium on Environmental Valuation, France, 1-20
28. Ennos, A. R., S. E. R. Bailey, 1995, Problem solving in environmental biology, Longman Group Limited, Harlow, England
29. European Commision, 2001, Project Cycle Management Handbook, disponibil în 2001 la <http://europa.eu.int/comm/europeaid/evaluation/methods/pcm.htm>
30. European Commission, 2004, Project Cycle Management Guidelines, disponibil la <http://europa.eu.int/comm/europeaid/qsm/project_en.htm>
31. Florea, N., 1964, Cercetarea solului pe teren, Ed. Ştiinţifică, Bucureşti
32. Ford, D. E., 2000, Scientific method in ecological research, Cambridge University Press, Cambridge
33. Georgescu, D., V. Iordache, M. Botezatu, 2001, Ecologie umana, Ed. Ars Docendi, Bucuresti
34. Gomoiu, M.-T., M. Skolka, 2001, Ecologie: metodologii pentru studii ecologice, Ed. Universităţii Ovidius, Constanţa
35. Gopen, D. G., J. A. Swan, 1990, The science of scientific wrinting, American Scientist, 78, 550-558
36. Grasman, J., G. van Straten, 1994, Predicatability and nonlinear modelling in natural sciences and economics, Kluver Academic Publishers, Dordrecht
37. Hansen, J. A., F. di Castri, 1992, Landscape boundaries, Sringer, New York
38. ILGPS, 1995, Guidebook to proposal writing in CEE and the former Soviet Union, The institute for local government and public service (affiliated to The Open Society Institute), Budapest, Hungary, ISBN 963 7316 01 9
39. Ion, A., 2001, Evaluarea impactului ecologic, Lucrare de licenţă coordonată de Iordache V. şi E. Preda, Universitatea din Bucureşti, Departamentul de Ecologie Sistemică şi Dezvoltare Durabilă.
40. Iordache V., M. Adamescu, F. Bodescu, S. Cristofor, A. Vadineanu, 1997a, Hydrological modeling of Fundu Mare Island (Danube floodplain), Proceedings of the 7th Danube Delta Institute Symposium, 551-562
41. Iordache, V., 2003, Ecotoxicologia metalelor grele în complexul de ecosisteme din Insula Mică a Brăilei, Teză de doctorat, Universitatea din Bucureşti, Departamentul de Ecologie Sistemică şi Dezvoltare Durabilă
42. Iordache, V., F. Bodescu, 2005, Emergent properties of the Lower Danube River System: consequences for the integrated monitoring system, Arch. Fur Hydrobiologie. Suppl. 158 (Large Rivers 16), ISSN 0945-3784, in press
43. Keesman, K. J., 1994, Set-membership identification of non-linear conceptual models, in Grasman si van Straten (1994), 377-388
44. Kent, M., P. Coker, 1998, Vegetation description and analyses – a practical approach, John Willey & Sons, Chicester
45. Klemm, D.J., Lewis, P.A., Fulk, F., Lazorchak, J.M.1990. Macroinvertebrate field and laboratory methods for the biological integrity of surface waters – U.S.Environmental Protection Agency EPA/600/4-90/030, Cincinnati, Ohio
46. Krebs, J. C., 1999, Ecological methodology, Addison Wesley Longman, Inc
47. Lomborg, B., 2001, The Skeptical Environmentalist: Measuring the Real State of the World, Cambridge University Press, Cambridge
48. Mahner, M., M. Bunge, 1997, Foundations of biophilosophy, Springer, Berlin

49. Maltby, E. (ed.), 1998, Functional analyses of European wetland ecosystems, Royal Holloway Institute for Environmental Research, University of London
50. McMillan, V. E., 1997, Writing papers in the biological sciences, 2nd Edition, Bedford Books, Boston
51. Neacşu, P., 1987, Lucrări practice de ecologie, Ed. Universității din Bucureşti, Bucureşti
52. Negrei C., 1996, Bazele economiei mediului, Ed. Didactică şi Pedagogică, Bucureşti, 197pp
53. Pahl-Vostl, C., 1995, The dynamic nature of ecosystems, J. Willey and Sons, New York
54. Pechenik, J. A., 1997, A short guide to writing about biology, 3rd Edition, Longman Press, New York
55. Phillips, D.J.H., P.S. Rainbow, 1993, Biomonitoring of trace aquatic contaminants – Elsevier Applied Science, New York
56. Plafkin, J.L., Barbour, M.T., Porter, K.D., Gross, S.K., Hughes, R.M.1989. Rapid assessment protocols for use in streams and rivers: benthic macroinvertebrates and fish - U.S.Environmental Protection Agency, Washington
57. Ramade, F., 1992 Precis d'ecotoxicologie, Masson, Paris
58. Reeve, R. N., 1994, Environmental analyses, John Wiley & Sons, Chicester
59. Rîşnoveanu, G., 1999, Metode şi tehnici în ecologia populației, Ed. Universității din Bucureşti, Bucureşti
60. Sala, O.E., R.B. Jackson, H.A. Mooney, R.W. Howarth (eds.), 2000, Methods in Ecosystem Science, Springer, NY.
61. Sârbu, A., S. Cristofor, 1997, Capitolul de vegetație din raportul ştiințific la proiectul „Functional analyses of European Wetland Ecosystems – Romania", coordonator A. Vădineanu, Universitatea din Bucureşti, Departamentul de Ecologie Sistemică
62. Solcan, M.-R., 2004, Eseul filosofic – tehnici de elaborare a manuscrisului şi elemente de editare şi tehnoredactare computerizată, Ed. Universității din Bucureşti, Bucureşti, material disponibil la <www.ub-filosofie.ro/~solcan>.
63. Stănciulescu, F., 2005, Modelling of high complexity systems with applications, Boston, WIT Press
64. Sutherland, W. J. (editor), 1996, Ecological census techniques – a handbook, Cambridge University Press, Cambridge
65. Toft, C. A., R. G. Jaeger, 1998, Writing for scientific journals I: the manuscript, Herpetologica, 54 (Suppl.), S42-S54
66. Turk, C., J. Kirkman, 1996, Effective writing. Improving scientific, technical and business communication, Chapman & Hall, London, ISBN 0419 146601
67. Turner, M. G., R. H. Gardner, 1991, Quantitative methods in landscape ecology, Springer, New York
68. van Gelder, T., 2005, Teaching critical thinking: some lessons from cognitive sciences, material disponibil la <www.philosophy.unimelb.edu.au/reason/papers/Teaching_CT_ Lessons.pdf>, accesat în februarie 2005
69. Vădineanu, A., 1998, Dezvoltarea durabila, Ed. Universitatii din Bucuresti, Bucuresti
70. Vădineanu, A., 1999, Decision making and decision support systems for balancing Socio-Economic and Natural Capital Development, material prezentat la Conferința Ecology and Economy. Bridging the Worlds, Tilburg. Olanda. 24-26 noiembrie. P:22
71. Vădineanu, A., 1999, Raport final la proiectul de cercetare ERMAS 2, Universitatea din Bucureşti, Departamentul de Ecologie Sistemică şi Dezvoltare Durabilă.
72. Waite, S., 2000, Statistical Ecology in Practice, Prentice Hall, Edinburgh Gate
73. Wu, J., D. Marceaub, 2002, Modelling complex ecological systems: an introduction, Ecological Modelling, 153(1-2), 1-6

Anexa 1 Noţiuni de bază pentru înţelegerea metodei ştiinţifice.

Un cercetător ştiinţific foloseşte o serie de presupoziţii referitoare la ce fel de obiecte există în lume (presupoziţii ontologice) şi cum pot fi ele cunoscute (presupoziţii epistemologice). Ele sunt prezentate în caseta 1. Folosirea acestor presupoziţii este obligatorie dacă vrea să aibă succes în dezvoltarea cunoaşterii ştiinţifice. În alte domenii ale vieţii însă asumarea lor s-ar putea să nu mai fie la fel de potrivită. De aici rezultă aceste asumpţii nu trebuie privite ca adevărul cu "A".

Caseta 1 Termeni şi premize ontologice şi epistemologice (după Mahner şi Bunge 1997).

Orice **obiect** este fie material, fie conceptual. Doar obiectele materiale sunt reale. Obiectele materiale nu au proprietăţi conceptuale (de ex. logice sau matematice) iar cele conceptuale nu au proprietăţi substanţiale, materiale (de ex. ideile nu evoluează). Totalitatea obiectelor materiale formează lumea (sau universul), care există de sine stătător, independent de subiectul cercetător[58].

- Obiectele materiale **pot fi cunoscute** de subiecţii cercetători, cel puţin parţial[59]
- Un obiect material este alcătuit din entitatea ca atare şi toate **proprietăţile** sale cunoscute şi necunoscute. Proprietăţile pot fi intrinseci (independente de alte obiecte materiale) sau relaţionale (posedate datorită relaţiei cu alte obiecte materiale). Nu există proprietăţi independente de obiectele materiale. Proprietăţile satisfac legi obiective, ale naturii.
- Conceptualizarea proprietăţilor se face prin intermediul **predicatelor** (atributelor). Nu toate predicatele emise de subiectul cunoscător reprezintă proprietăţi reale ale obiectelor materiale. Predicatele satisfac legi ale logicii.
- O proprietate este **esenţială** dacă obiectul o pierde doar când se transformă într-un obiect de un alt tip. Orice proprietate esenţială este corelată legic cu alte proprietăţi esenţiale. **Legile** sunt relaţii constante între două sau mai multe proprietăţi. Conceptualizarea legilor se face prin intermediul propoziţiilor care reprezintă legi.
- **Starea** unui obiect material reprezintă totalitatea proprietăţilor pe care acesta le are la un moment dat. La un moment dat sunt cunoscute doar unele proprietăţi din starea sistemului. Fiecare proprietate cunoscută poate fi reprezentată ca o **funcţie (parametru) de stare**. Spaţiul abstract care corespunde stărilor posibile ale unui obiect material reprezintă **spaţiul de stare**. Porţiunea din spaţiul de stare care este compatibilă cu legile obiectului material respectiv se numeşte **spaţiu nomologic**.
- Un **eveniment** înseamnă o trecere de la o stare la alta. **Schimbarea** înseamnă trecerea de la o stare la alta printr-o succesiune de evenimente. Orice obiect material se schimbă în timp. Schimbările nu pot avea loc decât respectând legile care corelează proprietăţile esenţiale, adică în spaţiul nomologic al obiectului material.
- Un **proces** este o succesiune de două sau mai multe evenimente care privesc un singur obiect material şi sunt descrise printr-o traiectorie în spaţiul său de stare. Procesele nu pot exista în absenţa obiectelor care se schimbă. O succesiune de stări ale unui obiect material nu reprezintă un obiect material, dar cunoaşterea succesiunii de stări este necesară pentru înţelegerea starii actuale.
- Schimbarea poate fi **cantitativă** dacă are loc în cadrul aceluiaşi spaţiu de stare, sau **calitativă** dacă spaţiul de stare se schimbă prin apariţia/dispariţia unor proprietăţi.
- **Sistemele** sunt obiecte complexe formate din alte obiecte între care există legături puternice care le conferă coeziune. Orice obiect material este un sistem sau o componentă a unui sistem. Orice sistem, cu excepţia universului, este un subsistem[60]. Sistemele pot fi atât obiecte materiale, cât şi conceptuale (de ex. o bază de cunoştinţe a unei discipline ştiinţifice). Subsistemele unui sistem sunt organizate pe **niveluri de integrare**.
- Analiza unui sistem (**analiza sistemică**) presupune cunoaşterea compenentelor sale, a obiectelor externe cu care are relaţii directe, a relaţiilor dintre componente (relaţii interne) şi a relaţiilor cu obiectele externe (relaţii externe). Devierile de la analiza sistemică reprezintă forme de **reducţionism**.
- O proprietate a unui obiect real este **emergentă** dacă ea nu este avută de componentele sale (proprietate emergentă intrinsecă) sau dacă obiectul o are doar ca parte a sistemului care îl integrează (proprietate emergentă relaţională). Existenţa proprietăţilor emergente este independentă de cunoaşterea obiectelor materiale. Mecanismele de apariţie a proprietăţilor emergente sunt foarte diverse si au în comun doar faptul că generează proprietăţi noi.
- Orice proces prin care un sistem este format spontan din componentele sale se numeşte auto-asamblare. Procesul de auto-asamblare este unul de **auto-organizare** dacă sistemul rezultat este format din subsisteme care nu existau înainte de începerea procesului.
- **Funcţionarea** (eng. "function", fr. "fonctionement") unui sistem se referă la setul de procese care au loc în el.

[58] Acestea reprezintă premizele de bază ale unui **realism ontologic** şi **dualism metodologic**.
[59] Această premiză defineşte un **realism epistemologic** moderat.
[60] Aceste afirmaţii definesc **sistemismul**, conform căruia orice obiect material este asociat cu unul sau mai multe obiecte materiale. Sistemismul este o concepţie intermediară între atomism (conform căruia obiectele reale sunt independente) şi holism (conform căruia toate obiectele reale sunt dependente unele de altele).

Rolul (eng. "role", fr. "fonction") unui sistem se referă la felul cum acesta este implicat în funcționarea sistemului integrator.

- Un **fapt** este fie o stare a unui obiect real, fie un eveniment sau proces. Faptele **macro** se referă la sistemul ca întreg, iar faptele **micro** se referă la părțile sistemului.
- **Fenomenele** sunt percepții ale faptelor. Percepția faptelor este un câștig datorat evoluției, care a emers odată cu apariția primelor organisme capabilă să simtă. Fenomenele sunt reale (relații subiect-obiect, fapte semisubiective). }tiința trebuie să investigheze pe cât posibil faptele obiective şi să explice fenomenele în termenii acestora.
- O **ipoteză** este o afirmație formulată explicit şi testabilă cu privire la un fapt (o ipoteză confirmată nu este un fapt, ci se referă la un fapt). Sistemul format din ipoteze organizate astfel încât să furnizeze o imagine comprehensivă şi coerentă a realității este o **teorie**.
- O ipoteză este **fenomenologică** dacă tratează sistemul ca pe o "cutie neagră", neținând seama de procesele din el, de relațiile sale interne. Ipotezele care sugerează care sunt procesele prin care apare un fenomen se numesc ipoteze **mecanismice**.
- Investigația științifică începe cu ipoteze fenomenologice care sunt ulterior înlocuite cu ipoteze mecanismice. Ipotezele cu referire la fapte macro sau micro sunt ipoteze fenomenologice, iar cele cu referire la conexiuni între fapte micro şi macro, prin care s-ar produce fenomenele respectiv, sunt ipoteze mecanismice.
- Percepția selectivă şi direcționată a unui fapt reprezintă o **observație**. Observațiile directe sunt influențate de ipoteza avansată cu privire la faptul respectiv. Observațiile indirecte (mediate de instrumente) sunt dependente de ipoteza emisă şi cadrul teoretic în care a fost emisă.
- **Datele** reprezintă propoziții cu privire la starea obiectelor materiale şi evenimentele în care sunt implicate, rezultate în urma obervațiilor. Datele sunt utilizate pentru testarea ipotezelor.
- **Ipoteza de nul** este un tip de ipoteză fenomenologică. Ea afirmă că datele care evidențiază un fenomen sunt datorate întâmplării. Formularea ipotezelor de nul este indispensabilă în prima fază a cercetării, când trebuie să respingem ipoteza de nul, ceea ce ne va permite să avansăm ipoteze mai substanțiale cu privire la felul în care apare fenomenul respectiv.
- **Înțelegerea ştiințifică** are trei niveluri: **descrierea** faptelor, **subsumarea** acestor fapte unor tipare generale şi **explicarea** tiparelor generale.
- Ipotezele fenomenologice au putere descriptivă şi subsumativă. Ele se pot referi la: existența unor proprietăți sau procese, diferențe între proprietățile sau procesele unor sisteme de acelaşi tip, corelații între proprietățile unui sistem. Ipotezele mecanismice au putere explicativă.
- Termenul de **mecanism** se referă la procese de orice tip (fizice, chimice sau biologice, cauzale sau stochastice) utilizate în explicare. Explicarea poate fi **microreductivă** ("top-down") sau **macroreductivă** ('bottom-up"). Explicarea microreductivă a unui fapt macro înseamnă deducerea propozițiilor referitoare la acest fapt din propoziții care descriu faptele micro din componentele sistemului în care are loc faptul macro. Explicarea macroreductivă a unui fapt micro înseamnă deducerea propozițiilor care îl descriu din propoziții care descriu faptele macro din sistemul ca întreg.
- Explicațiile microreductive sunt utilizate pentru a înțelege funcționarea unui sistem. Explicațiile macroreductive sunt utilizate pentru a înțelege rolul unui sistem. Explicarea care se face în termenii analizei sistemice utilizează atât macroreducerea, cât şi microreducerea şi poartă numele de **explicare sistemică**[61].
- Atât ipotezele cât şi datele pot fi corectate în timp. Prin urmare înțelegerea ştiințifică este **relativă**.

Elementele de epistemologie prezentate mai sus caracterizează o ştiință fundamentală. Rezultatele ştiinței fundamentale pot avea utilitate practică, dar nu sunt obținute pentru aceasta (utilitatea practică nu este întrevăzută pe termen scurt). O ştiință aplicată încearcă să dezvolte cunoaşterea pe aceleaşi căi, dar cu scopul explicit ca rezultatele să fie aplicate în soluționarea unor probleme practice. Domeniul ştiinței aplicate este mai restrâns decât cel al ştiinței fundamentale din care face parte. Ecologia sistemică are atât caracter fundamental cât şi aplicativ. Caseta 2 include termenii şi premizele specifice ecologiei sistemice.

Dezvoltarea cunoaşterii ştiințifice se face prin emiterea şi testarea de **ipoteze**. Stabilirea setului de ipoteze este prima etapă a pregătirii unui program de cercetare. Atunci când o disciplină ştiințifică se află într-un stadiu incipient de dezvoltare cunoaşterea ştiințifică poate fi obținută şi prin inducție pornind de regularitățile faptelor observate. Totuşi o astfel de inventariere nedirecționată a faptelor nu este prea eficientă din punct de vedere a eficienței de utilizare a resurselor. În fond nimic nu ne asigură că vom observa anumite regularități, oricâte fapte am

[61] Să observăm că ipoteza mecanismică nu se referă doar la un proces (fapt micro) din componentele unui sistem (dacă ar fi aşa, ar fi o ipoteză fenomenologică), ci la raportul (dintre proces şi proprietăți macro) utilizat în explicarea microreductivă sau macroreductivă (şi datoritş căruia procesul este considerat mecanism).

caracteriza. De aceea este preferabil ca imediat ce avem o idee cu privire la felul cum sunt structurate faptele observate[62] să trecem la restructurarea activității de cercetare

Avansarea de ipoteze nu depinde doar de logica internă a metodei ştiinţifice, ci este parte a activității de cercetare în scopul producerii de cunoştinţe pentru optimizarea funcționării sistemului socio-economic. Această situație există indiferent dacă se urmăreşte în mod explicit ca rezultatele cercetării să fie utilizate în luarea şi implementarea deciziilor (cercetare aplicativă), sau nu (cercetare fundamentală).

Caseta 2 Termeni şi premize specifice ecologiei sistemice.

- "**Ecologie sistemică**" desemenează faza de maturitate a ecologiei ca ştiință, în care mediul este interpretat ca ierarhie de sisteme ecologice. Atributul "sistemic", aparent redundant, vine să precizeze că ne referim la baza teoretică a aceastei faze, şi este necesar deoarece o mare parte din comunitatea experților încă se raportează la faze premergătoare.
- Sistemele ecologice sunt rezultatul interacției dintre ierarhia unităților hidrogeomorfologice şi a sistemelor biologice şi sunt organizate pe cel puțin cinci **niveluri** (ecosistem, complex local, complex regional, complex macroregional, ecosferă).
- Termenul de **structură** a unui sistem ecologic se referă la componentele sale şi la relațiile interne (relațiile dintre componente). Conexiunile, relațiile, dintre sisteme ecologice sau componente ale lor sunt reprezentate de fluxuri de materie, energie şi informație. Termenul "materie" se referă la obiecte materiale, termenii "energie" şi "informație" se referă la anumite proprietăți ale obiectelor materiale.
- **Fluxurile** reprezintă grupuri de componente de acelaşi tip care se transferă între sisteme ecologice sau subsisteme ale acestora. Fluxurile pot fi biotice sau abiotice, active sau pasive. Fluxurile emise de un sistem ecologic care intră în alt sistem ecologic pot reprezenta factori de comandă **externi** pentru acesta din urmă. **Factorii de comandă** controlează felul în care are loc schimbarea unui sistem ecologic. Componentele unui sistem ecologic pot genera factori de comandă **interni**.
- **Identificarea** unui sistem ecologic presupune stabilirea structurii sistemului, a factorilor de comandă externi receptați şi emişi de acesta, a sistemelor ecologice emițătoare de factori de comandă receptați şi a sistemelor ecologice receptoare de factori de comandă emişi.
- **Funcțiile** unui sistem ecologic sunt fluxul de energie, circulația materiei şi autoreglarea. Funcțiile unui sistem reprezintă funcționarea sa (în sensul menționat în caseta 1).
- O dată ce identificarea sau analiza unui sistem ecologic a fost făcută, cunoştințele obținute pot fi extrapolate la alte sisteme de acelaşi tip. Precizarea valorilor concrete ale parametrilor într-un sistem ecologic de un tip deja cunoscut poate fi de interes aplicativ (managerial).

Ipotezele vor fi emise doar în măsura în care se întrevede posibilitatea testării lor în cadrul unor programe de cercetare, iar programele de cercetare (ca orice alte planuri de management) nu pot fi derulate în absența unor resurse de diferite tipuri.

Se poate spune că în etapa actuală de dezvoltare a ştiinței emiterea de ipoteze nu mai este o activitate strict individuală, ci simultan individuală şi de grup, întrucât complexitatea cercetării ştiințifice presupune existența unor echipe

Factorii care influențează felul cum sunt formulate ipotezele într-o echipă de cercetare sunt următorii:

1 Lacunele identificate în baza de cunoştințe
- 1.1 Resursele disponibile pentru identificarea corectă a lacunelor
  - 1.1.1 Resursa umană
  - 1.1.2 Resursa informațională
- 1.2 Etapa de dezvoltare a ştiinței

2 Existența resurselor interne necesare testării ipotezelor
- 2.1 Resursa materială (laboratoare cu dotare de bază, echipamente majore)
- 2.2 Resursa umană

[62] Altfel spus putem pune o întrebare clară sau suntem în măsură să emitem o ipoteză.

3 Existența resurselor externe necesare testării ipotezelor. Oportunitățile de finanțare a programelor de cercetare

3.1 Problemele a căror finanțare este considerată prioritară la nivelul organizațiilor finanțatoare (majoritatea publice)

3.2 Existența unui nivel de finanțare în acord cu problemele care trebuie rezolvate

Dimensiunea subiectivă, individuală, a emiterii ipotezelor (setul de motivații psiho-sociale care pot influența formularea ipotezelor şi rolul intuiției) este esențială şi luată în considerare prin intermediul conceptului de resursă umană. Între diferiții factori implicați exista relații, pe care, însă, nu este cazul să le dezvoltăm aici.

Abordarea sistemică consideră că înțelegerea faptelor de nivel ecosistemic şi al complexelor este condiționată de, dar nu se reduce la, cunoaşterea faptelor interne sistemului investigat. La rândul ei, semnificația profundă a faptelor interne nu poate fi înțeleasă fără cunoaşterea rolului lor în funcționarea sistemului integrator. Ipotezele referitoare la funcționarea mediului vor reflecta structura ierarhică a sa.

Am văzut anterior că două tipuri de ipoteze (fenomenologice şi mecanismice) sunt necesare pentru înțelegerea unui sistem. Ipotezele fenomenologice evidențiază fenomene care pot fi explicate doar prin intermediul unui pachet de ipoteze mecanismice. În situația în care sistemul are mai multe niveluri de integrare în structura sa, poate fi necesar ca mecanismele să fie elucidate la toate nivelurile de integrare.

În ce priveşte caracterul "macro" şi "micro" al ipotezelor unui program de cercetare, acesta este într-o anumită măsură relativ, în sensul că ipoteze care sunt "macro" pentru un program de cercetare care îşi propune investigarea unui ecosistem sau complex local, pot fi micro pentru un program care adresează sisteme regionale sau macroregionale. Situația poate să apară şi în cazul aceluiaşi program de cercetare. Dacă, spre exemplu, se doreşte investigarea unor fenomene specifice unui complex local de ecosisteme, ipotezele macro se vor referi la complexul local, iar ipotezele micro la ecosisteme din structura; dar pentru înțelegerea fenomenelor de nivel ecosistemic va fi necesar încă un set de ipoteze referitoare la componentele de biotop şi biocenoză ale ecosistemelor.

În formularea ipotezelor referitoare la un anumit nivel ierarhic sunt utilizate concepte specifice nivelului ierarhic respectiv. În literatura ecologică pot fi identificate două situații în ce priveşte ipotezele referitoare la componentele unui ecosistem. În prima din ele existența fenomenelor la care se referă ipoezele şi legitățile după care au loc acestea nu sunt cunoscute. Astfel de ipoteze sunt avansate:

- ulterior etapei identificării sistemului, când ele se referă la relațiile cauză-efect necesare înțelegerii unor procese "macro" (în acest caz ele reprezintă ipoteze mecanismice). Ca în cazul oricărei ipoteze mecanismice, ea poate fi precedată de ipoteze fenomenologice referitoare la componenta respectivă, dacă existența sau proprietăți ale acesteia nu sunt deja cunoscute
- în cadrul unei abordări reducționiste, când ipotezele se referă la componente şi procese studiate în sine (ca şi cum ar fi independente de obiectul real în care au loc). În acest caz cadrul conceptual va fi cel al unei discipline ecologice sau înrudite aflată într-o etapă de dezvoltare premergătoare celei sistemice, iar distincția "macro" – "micro" nu este operantă.

Am ținut să evidențiem şi posibilitatea emiterii ipotezelor într-un cadru conceptual reducționist deorece o bună parte din baza de cunoştințe a ecologiei a fost obținută printr-un astfel de demers. Această bază poate fi utilizată în emiterea de ipoteze specifice etapei sistemice a ecologiei printr-o analiză critică (interpretare prin prisma modelului conceptual al ecologiei sistemice).

În a doua situație, legitățile după care au loc fenomenele interne la care ele se referă sunt deja cunoscute şi se pune doar problema evaluării[63] unor proprietăți sau procese în componentele[64] din sistemul particular care este investigat. Evaluarea poate fi făcută utilizând ipoteze care se referă la aspecte cantitative (diferențe spațiale, temporale, sau față de anumite valori de interes deosebit). Aceste ipoteze (micro) sunt fenomenologice. Un astfel de demers este specific cercetării aplicative, interesată în caracterizarea unor fenomene sau compartimente (deja cunoscute) în diferite (tipuri de) sisteme ecologice pentru a înțelege particularitățile lor, ale funcționării sistemului în ansamblu (dacă abordarea e sistemică) şi a furniza informații necesare managementului.

[63] Aici termenul de evaluare are sensul de descriere cantitativă.
[64] Termenul "compartiment" este utilzat cu sensul de componentă.

Anexa 2 Caracteristici generale ale unui proiect

Elementele de mai jos sunt preluate din ILGPS (1995), un manual introductiv pentru organizații neguvernamentale.

Ce este un proiect ?

Este un plan.
Proiectul reprezintă un plan pe care l-ai creat tu. Scopul lui este să rezolve o problemă reală şi presantă. Dacă nu există o astfel problemă atunci nu poți propune un proiect ca să o rezolvi. Un proiect reprezintă ideile şi soluțiile tale. Un proiect este un plan de acțiune pas cu pas. Un plan pe care l-ai creat şi pe care îl vei urma exact aşa cum l-ai scris, cu excepția situațiilor în care finanțatorul este de acord să faci altfel. Acest plan trebuie să reflecte subiectul proiectului.

Este o cerere.
Trebuie să nu uiți că un proiect este o cerere. Ceri fonduri, asistență tehnică, echipamente, cărți, orice altceva. Un proiect nu este o rugăminte pentru a obține fonduri. El este o solicitare foarte bine exprimată. Bine exprimată înseamnă că este planificată în aşa fel încât în nici un caz nu transpare că este o goană panicată după fonduri.

Este un instrument de persuasiune.
Un proiect este un instrument cu care încerci să convingi pe cineva să gândească în felul în care o faci tu, sau să înțeleagă punctul tău de vedere, sau să fie de acord cu tine şi cu proiectul tău astfel încât să ți-l finanțeze. Este de asemenea un mod de a-l face să se simtă în siguranță, să creadă ca a luat o decizie bună finanțându-ți proiectul.

Este o promisiune şi un angajament.
În proiectul tău promiți să rezolvi o problemă. De asemenea, te angajezi să respecți programul pe care l-ai propus. Promisiunea şi angajamentul tău sunt morale în momentul înaintării proiectului, dar ele devin legale o dată cu acordarea finanțării.

Ce trebuie să faci înaintea elaborării proiectului ?
1. *Clarifică intențiile proiectului. Ce problemă urmează să rezolvi ? Fi foarte specific (ce ipoteze urmează să testezi?).*
2. *Fă investigații preliminare în domeniul finanțatorilor. Găseşte cât mai mulți finanțatori interesați care ar putea fi interesați de proiectul şi organizația ta (centre culturale ale unor țări străine, camere de comerț, ministere, companii mari, alte guverne).*
3. *Regândeşte proiectul. Colaborarea cu alte organizații ți-ar deschide accesul la mai mulți finanțatori?*
4. *Fi specific în ce priveşte zonele de finanțare. Cei mai mulți finanțatori nu finanțează domenii foarte largi, ci subdomenii foarte specifice.*
5. *Fi sigur că aplici către un finanțator care este activ în zona ta geografică.*
6. *Nu cere mai mulți bani decât finanțatorul ți-ar putea da.*
7. *Fă investigații preliminare în domeniul problemei pe care o ai de rezolvat (analiza critică a cunoaşterii).*

Nu uita că finanțatorii la care aplici au la fel de multă nevoie de tine pe câtă ai tu de ei. Timpul pe care trebuie să îl aloci diferitelor etape ale proiectului este: investigații cu privire la problemă şi finanțator 25%, scrierea proiectului 10%, administrarea proiectului 45%, evaluarea rezultatelor 10% şi scrierea rapoartelor 10%.

Când nu trebuie să aplici pentru fonduri?
- *Dacă finanțatorul nu finanțează în zona ta de interes.*
- *Dacă costurile sau calendarul nu sunt realiste.*
- *Dacă nu ai o problemă clară şi identificabilă pe care să o rezolvi.*
- *Dacă finanțatorul nu finanțeazp în țara sau regiunea ta.*
- *Dacă ai mai fost finanțat de multe ori de către acelaşi finanțator (în cazul finanțatorilor neguvernamentali).*
- *Dacă nu ai prea multe cunoştințe despre domeniul de finanțare şi doar „speri" să obții fonduri.*

Scrisoarea de intenție
Aceasta este o scrisoare care trebuie trimisă unui finanțator pentru a vedea dacă poate fi trimis un proiect.

Nu toți finanțatorii solicită scrisori de intenție, dar majoritatea celor neguvernamentali le cer. Structura scrisorii de intenție este similară cu cea a unui proiect, dar este mai scurtă (înjur de cinci pagini) şi nu include scheme. În general următoarele elemente trebuie să se regăsească în scrisoare:

- *Un paragraf de deschide sau rezumat.*
- *Unul sau două paragrafe despre instituția implicată în proiect (de cât timp funcționează organizația, ce face, care sunt realizările majore şi scopurile).*
- *Unul sau două paragrafe despre problema care trebuie rezolvată (a se vedea capitolul Scop, Obiective şi metodologie după cum este detaliat în următorul subcapitol al acestui material, Elemente cheie ale unei propuneri bune).*
- *Unul sau două paragrafe despre experiența anterioară pe care o ai în domeniul de finanțare (dacă ai mai derulat proiecte, dacă ai mai avut colaborări sau dacă ai publicat, dacă tu sau instuția are realizări speciale în domeniu) şi despre motivul pentru care tocmai tu eşti potrivit pentru rezolvarea problemei.*
- *5-6 paragrafe despre calendarul proiectului, detaliind ce şi când se întâmplă).*
- *Un buget cât mai detaliat posibil şi corect întocmit din punct de vedere aritmetic.*
- *Un paragraf de încheiere, în care mulțumeşti finanțatorilor pentru timpul acordat şi le menționezi unde ar putea să te contacteze.*

<u>Elemente cheie ale unei propuneri bune</u>

Pagina de gardă şi/sau sumarul.

Pagina de gardă este prima pagină a proiecutului, în timp ce sumarul, atunci când este solicitat este de obicei ultima pagină a proiectului. Ele sunt asemănătoare ca scop şi au aceeaşi structură ca şi scrisoare de intenție. Aceasta este pagina pe care o citeşte finanțatorul atunci când are timp să citească doar o pagină. Prin urmare în ea trebuie enunțată clar problema şi cum o vei rezolva. Nu uita de asemenea să menționezi data şi numărul de telefon sau fax ca să poți fi contactat.

Scop şi obiective

Scopul se referă la rezultatul pe care vrei să îl atingi. Obiectivele pot fi concepute ca paşi desfăşurați în vederea atingerii scopului. Figura 1 arată poziția scopului şi obiectivelor în cadrul unui proiec de cercetare real.

Metodologia/Programul de activitate

Aici se ajunge la chestiuni şi mai specifice ca în cazul obiectivelor.

Cum îți vei atinge obiectivele ? Pentru fiecare obiectiv diferențiezi un număr de activități pe care trebuie să le desfăşori, iar activitățile asemănătoare care deservesc obiective diferite le grupezi în protocoale de lucru, de care să poată răspundă un anumit tip de specialist. Managerul care răspunde de atingerea obiectivelor va colabora cu responsabilii de protocol de lucru în cadrul derulării proiectului. Fiecare activitate va presupune existența unor oameni care au un anumit tip de calificare pentru un anumit număr de ore, zile sau luni, şi în acest fel vei evalua resursa umană necesară proiectului. La fel vei putea evalua şi celelalte tipuri de resurse necesare pentru activități. Nu uita să evaluezi şi resursele necesare pentru activitățile de coordonare. O dată ce ai evaluat toate resursele necesare poți trece la elaborarea bugetului proiectului, în care transformi în unități monetare cantitățile de resurse de alte feluri identificate. Astfel finanțatorul va şi exact de ce în proiect ceri suma de bani pe care o ceri.

Calendarul de activități.

Acesta este un tabel în care se arată modul de derulare în timp a proiectului. El poate fi cuplat şi cu o diagramă care arată fluxul de informații în cadrul proiectului.

***Bugetul** descrie proiectul în termeni financiari.*

Stilul, claritatea, limba

Stilul permite finanțatorului să simtă tipul de cultură al organizației tale. De aceea nu este recomandabil să angajezi pe cineva să îți scrie proiectul, exceptân situațiile când este vorba de proiecte foarte tehnice şi complexe. În orice caz, nu amesteca mai multe stiluri în textul proiectului. Un proiect nu trebuie să fie scris într-un stil informal de adresare, chiar dacă acest material este deschis şi prietenos în adresare. El este aşa pentru ca tu să îl citeşti cu uşurință.

De asemenea, claritatea proiectului este esențială. El trebuie scris într-o limbă pe care o stăpâneşti bine, de unde concluzia că trebuie să stăpâneşti bine cel puțin una. Nu neglija lecturile de calitate şi formarea ta culturală; oricât de interesant ar fi subiectul unui proiect, el va fi discreditat de prezența unor greşeli de gramatică sau de un stil de scriere greoi. Dacă este nevoie ca proiectul să

fie aplicat într-o limbă pe care nu o stăpâneşti, poţi apela la traducători după ce ai redactat complet proiectul în limba pe care o cunoşti. Dar chiar dacă vei trimite proiectul în limba în care l-ai redactat, dă-l şi altcuiva să îl mai citească. Întotdeauna mai sunt unele greşeli pe care nu le observi singur.

Anexele

Anexele furnizează informaţii care susţin proiectul. Trebuie să incluzi tot ceea ce cere finanţatorul şi eventual alte elemente, dacă ţi se lasă această posibilitate. De exemplu:

- *CV-urile principalelor persoane implicate în proiect.*
- *O listă cu alţi finanţatori la care ai mai aplicat şi când anume aştepţi răspunsul.*
- *Broşuri, informaţii de presă,*
- *Oferte de preţ de la furnizori de echipamente în cazul în care soliciţi în proiect cumpărarea unor echipamente.*
- *Scrisori de Acord şi Scrisori de Susţinere de la parteneri*
- *Scrisori de Cofinanţare dacă proiectul este finanţat parţial de alţi finanţatori.*

Verificarea finală

Chiar dacă eşti obosit după ce ai elaborat proiectul şi ai pregătit anexele, nu te grăbi să îl expediezi. Mai citeşte-l o dată cu atenţie.

1. *Verifică formularea problemei. Există o identificare clară a problemei. Există a analiză critică a domeniului problemei? Sau mai degrabă propunerea sună neclar şi denotă lipsă de informare.*
2. *Apare clar din text care este diviziunea muncii şi care sunt responsabilităţile? Cine ce face ?*
3. *Este clară conexiune dintre problemă şi soluţie?*
4. *Calculează bugetul încă o dată. Iese socoteala?*
5. *Calendarul activităţilor este uşor de urmărit? Succesiunea evenimentelor este clară?*
6. *Verifică gramatica. Este uşor de înţeles proiectul?*
7. *Verifică lucrurile care sunt uitate de obicei: data, numerele de telefon şi fax, adresa de e-mail.*
8. *Anexele includ toate informaţiile solicitate?*
9. *Cum este tonul tău? Profesional şi inteligent? Aşa ar trebui să fie.*
10. *Cum arată propunerea? Este imprimată curat şi formatată bine, sau este uşor mototolită, cu pete şi puţin confuză?*

Dacă ai reuşit să treci cu bine şi de această etapă, nu mai continua cu alte verificări. Niciodată un proiect nu este perfect. Expediază-l astfel încât să ajungă înainte de termenul limită menţionat de finanţator, iar apoi felicită-te pentru treaba făcută şi relaxează-te.

Anexa 3 Matricea cadrului logic[65]

Ce este matricea cadrului logic

Matricea cadrului logic (MCL) sintetizează raționalitatea („logica") proiectului. Elaborarea MCL este doar una dintre etapele unui proces mai amplu, abordarea printr-un cadru logic (ACL, „logical framework approach" eng.). ACL este o tehnică de identificare şi analiză a unei situații negative şi de identificare a activităților care trebuie desfăşurate pentru a îmbunătății acea situație (EC 2001).

În cazul proiectelor de cercetare fundamentală şi aplicativă abordarea printr-un cadru logic include următoarele etape:

- Analiza utilizatorilor. Această etapă este relevantă doar pentru proiectele de cercetare care au o componentă de cercetare aplicativă. Constă în identificarea principalilor utilizatori, grupuri ţintă şi beneficiari interesați de rezolvarea problemei aplicative pe care o are în vedere proiectul.
- Analiza critică a cunoaşterii. Această etapă este relevantă doar pentru proiectele de cercetare care au o componentă de cercetare fundamentală. Constă în identificarea lacunelor şi incertitudinilor (probleme fundamentale) dintr-un anumit domeniu şi formularea unui pachet de ipoteze fenomenologice şi mecanismice.
- Analiza problemelor aplicative. Această etapă este relevantă doar pentru proiectele de cercetare care au o componentă de cercetare aplicativă. Constă în identificarea pachetului de probleme de a căror rezolvare ar fi interesați utilizatorii.
- Analiza strategică. Această etapă şi următoarele sunt valabile pentru toate tipurile de proiecte. Etapa constă în alegerea setului restrâns de probleme fundamentale şi/sau aplicative care vor fi rezolvate în cadrul proiectului
- Elaborarea matricii cadrului logic.
- Planificarea activităților. În această etapă se estimează durata şi ordinea de desfăşurare a activităților, se stabilesc momentele cheie în derularea lor (eng. „milestones") şi se alocă responsabilitățile.
- Planificarea resurselor. În această etapă se stabileşte necesarul de resurse pentru derularea fiecărei activități, calendarul necesarului de resurse, şi bugetul proiectului.

Aceste etape trebuie privite ca părți ale unui proces iterativ, fiecare dintre ele putând fi reluată şi rezultatele ei ajustate în lumina rezultatelor unei etape ulterioare. Abordarea printr-un cadru logic este aşadar un proces. Spre exemplu ori de câte ori MCL a unui proiect cu dimensiune aplicativă trebuie ajustată se impune şi o reconsiderare a analizei utilizatorilor.

ACL este utilizată în faza de pregătire a proiectului, în faza de elaborarea a cererii de finanțare, în faza de implementare a proiectului şi în faza de evaluare a lui. Prin urmare parcurgerea etapelor ACL trebuie să aibă loc de la bun început, pentru a nu apărea contradicții între produsele ACL şi, de exemplu, cererea de finanțare. Lucrul cu întreaga echipă a proiectului atunci când are loc ACL (elaborarea participativă) condiționează eficiența acestei proceduri.

Care este structura MCL

Structura MCL este prezentată în tabelul 1. Matricea nu include presupoziții ale obiectivelor programului de finanțare (ultima celulă de pe rândul al doilea), iar precondițiile (ultima celulă de pe coloana a cincea) se aplică întregului ansamblu al proiectului. MCL este un produs al procesului ACL.

[65] Aces text este compilat şi adaptat după EC 2001 şi 2004.

Tabelul 1 Structura matricii cadrului logic. Numerele din celule indică ordinea de completare a matricii.

	Logica acțiunii	Indicatori verificabili în mod obiectiv	Căi prin care se face verificare	Presupoziții
Rolul în atingerea Obiectivelor programului de finanțare	1	8	9	
Obiectivele proiectului	2	10	11	7
Rezultate	3	12	13	6
Activități	4 (opțional[66])	Mijloace (opțional)	Costuri (opțional)	5 (opțional)
				Precondiții

Ce informații sintetizează MCL.

Logica[67] verticală a matricii identifică ceea ce se intenționează a se face în cadrul proiectului, clarifică relațiile cauzale şi specifică premizele importante şi riscurile care se află dincolo de controlul managerului de proiect. Logica orizontală se referă la măsurarea efectelor prin specificarea unor indicatori şi a felului cum atingerea lor poate fi verificată.

Matricea cadrului logic sintetizează informații referitoare la următoarele aspecte ale proiectului:
- de ce este realizat proiectul (logica acțiunii)
- ce trebuie să realizeze proiectul (logica acțiunii şi indicatorii)
- cum se vor realiza cele dorite (activități, mijloace)
- ce factori externi (necontrolați în cadrul proiectului) sunt foarte importanți pentru succesul proiectului (presupoziții)
- unde pot fi găsite informațiile necesare pentru a verifica succesul proiectului (căi prin care se face verificarea)
- care sunt mijloacele necesare (mijloace)
- care vor fi costurile de implementare a proiectului (costuri)
- ce precondiții trebuie îndeplinite înainte ca proiectul să înceapă (precondiții)

MCL trebuie distinsă de contractul propriuzis. Contractul are în vedere din MCL în special rezultatele proiectului (ca rezultate care trebuie produse conform contractului) şi activitățile proiectului (ca activități contractate şi ale căror costuri vor fi decontate).

Care este logica acțiunii ?

Rolul proiectului în atingerea obiectivelor programului de finanțare se găseşte la nivelul scopului său. Scopul proiectului poate începe cu expresi „să contribuie la ....". De asemenea, cei mai mulți finanțatori prevăd în formularul de aplicare un subcapitol distinct în care aplicantul trebuie să explice detaliat cum anume proiectul va contribui la atingerea obiectivelor programului de finanțare. Pentru a explica acest lucru aplicantul trebuie să cunoască prioritățile programului de finanțare şi politicile publice la care finanțatorul îi cere să se raporteze.

Scopul proiectului trebuie să fie unic. În spatele lui se pot afla însă un pachet de câteva obiective,

[66] Spre deosebire de ediția din 2001, în ediția din 2004 a lucrării nu se mai recomandă includerea mijloacelor şi scopurilor în MCL, iar includerea activităților şi a premizelor acestora are caracter opțional.
[67] Această folosire a termenului „logică" este improprie, dar o păstrăm pentru a fi în acord cu tehnica managerială pe care o prezentăm.

selectate în cadrul analizei strategice. În cadrul analizei strategice sunt folosite următoarele criterii pentru selectarea obiectivelor proiectului dintr-un pachet de obiective posibile:

- atractivitatea şi caracterul prioritar al obiectivelor proiectului pentru utilizatorii ţintă, în cazul obiectivelor de cercetare aplicativă
- timpul necesar testării ipotezelor sau necesar atingerii obiectivelor aplicative, în raport cu timpul pe care este dispus finanţatorul să îl accepte[68]
- disponibilitatea resurselor interne şi externe, inclusiv a cofinanţărilor, fezabilitatea proiectului
- gradul de relevanţă pentru obiectivele programului de finanţare
- complementaritatea cu alte proiecte ale aplicantului în derulare
- contribuţia la consolidarea organizaţiei aplicante
- acceptabilitatea socială şi etică
- contribuţia la reducerea inegalităţilor (de exemplu de gen)
- urgenţa

În formularea obiectivelor nu trebuie să apară relaţia dintre mijloace şi finalităţi (conjuncţii cum ar fi „prin", „ca urmare a" etc). Obiectivele nu trebuie să reformuleze suma rezultatelor, ci să indice o realizare de nivel mai ridicat[69].

În funcţie de amploarea pachetului de obiective selectate de către un aplicant sau un finanţator acesta poate susţine elaborarea de către aplicant a unui singur proiect, sau a unui portofoliu de proiecte (ansamblu de proiecte derulate de către o organizaţie), şi, respectiv, finanţarea de către finanţator a unui singur proiect sau a unui întreg program (ansamblu de proiecte finanţate).

Următorul pas în caracterizarea logicii acţiunii este identificarea rezultatelor la care proiectul trebuie să ducă. În cazul cercetării fundamentale este vorba de cunoaştere obţinută în urma testării ipotezelor, cu calitate asigurată prin publicare în publicaţii cu referenţi. În cazul cercetării aplicative este vorba de instrumente utilizabile de către grupul ţintă al proiectului[70].

Ultimul pas în caracterizarea logicii acţiunii este descrierea activităţilor care vor duce la obţinerea rezultatelor avute în vedere de proiect. Formularea activităţilor se face cu verbul în faţă (de exemplu „prelevarea ...''). Diferenţierea activităţilor necesare pentru testarea ipotezelor ştiinţifice presupune o analiză critică a metodologiei de specialitate şi o testare preliminară a metodelor sau chiar inventarea de noi metode de obţinere a datelor sau de prelucrare a lor. În proiectele de cercetare descrierea activităţi se face în cadrul unor protocoale de lucru (eng. „workpackages"). Protocoalele de lucru pot reuni activităţi care deservesc atingerea unor obiective diferite, implicit testarea unor ipoteze diferite, gruparea activităţilor în protocoale făcându-se în funcţie de criterii manageriale.

Se recomandă ca activităţile să nu fie incluse în MCL, ci mai degrabă să fie descrise separata, utilizând de exemplu un calendar al activităţilor şi o prezentare a protocoalelor de lucru. Motivele care stau la baza acestei recomandări sunt următoarele:

- în felul acesta MCL va fi mai simplă şi focalizată pe rezultate; MCL ar trebui să se încadreze în 1-4 pagini.
- activităţile sunt revizuite cu regularitea în cursul implementării proiectului, ceea ce ar conduce la revizuire MCL

Chiar dacă vor fi prezentate separat, activităţile trebuie corelate explicit cu obiectivele şi

[68] De exemplu majoritatea finanţatorilor nu finanţează proiecte mai lungi de 2-5 ani, în funcţie de categoria de proiect.
[69] Pentru exemple a se vedea proiectele model furnizate.
[70] Reiterăm faptul că adesea proiectele de cercetare includ ambele componente, cea fundamentală şi cea aplicativă.

rezultatele proiectului. După cum vor fi corelate de asemenea cu resursele şi costurile.

Cum se poate utiliza MCL pentru elaborare unui proiect în care se testează ipoteze referitoarele la mai multe niveluri din ierarhia sistemelor biologice şi ecologice

Un caz particular este utilizarea MCL pentru proiectarea unor activităţi de cercetare deosebit de complex. Ideea este de a condiţiona activităţile de testare a ipotezelor referitoare la un nivel ierarhic superior de rezultatele sau chiar obiectivele refitoare la un nivel ierarhic inferior. Un exemplu este furnizat în tabelul 2.

Tabelul 2 Cuplarea logicilor acţiunii pentru cercetarea unor entităţi de niveluri ierarhice diferite. Săgeţile reprezintă constrângeri de proiectare.

Nivel al complexelor de ecosisteme		Nivel ecosistemic şi populaţional		Nivel individual
Obiective$_1$	↔	Rol în atingerea obiectivelor$_1$		
Rezultate$_1$	↔	Obiective$_2$	↔	Rol în atingerea obiectivelor$_2$
Activităţi$_1$ (tehnici de analiză spaţială, modelare)	↔	Rezultate$_2$	↔	Obiective$_3$
		Activităţi$_2$ (tehnici de teren şi experimentale la nivel ecosistemic şi populaţional)	↔	Rezultate$_3$
				Activităţi$_3$ (tehnici experimentale la nivel individual, fiziologic/ biochimic)

Indicatorii

Indicatorii pentru rezultate (eng. deliverables) trebuie să îndeplinească condiţiile SMART[71]:

- specifici obiectivelor pe care trebuie să le măsoare
- măsurabili (fie cantitativ, fie calitativ)
- disponibili la un cost acceptabil
- relevanţi pentru nevoile de informare manageriale
- clar plasaţi în timp, pentru a şti când obiectivul a fost realizat.

Indicatorii nu trebuie să fie nici prea mulţi nici prea puţini. Ca o regulă, trebuie strânsă cantitatea minimă de informaţie care este necesară pentru a ne da seama dacă obiectivele au fost atinse.

Indicatorii pentru activităţi (eng. milestones) nu sunt incluşi în MCL, ci sunt menţionaţi în tabelul de planificare a activităţilor.

Indicatorii şi căile de verificare ale rolului proiectului nu sunt de competenţa directorului proiectului ca atare, ci de cea a celor gestionează programul de finanţare.

Căi prin care se face verificarea indicatorilor

Sursele care stau la baza verificării indicatorilor trebuie să specifice cum trebuie strânsă

[71] Eng. **s**pecific, **m**easurable, **a**vailable, **r**elevant, **t**ime-bound. A se retine si regula de comunicare manageriala KISS: **k**eep it **s**hort and **s**imple.

informaţia şi care sunt documentele disponibile care includ informaţia, cine trebuie să strângă informaţia, şi când sau cu ce frecvenţă trebuie ea furnizată. Ca o regulă, este de dorit evitarea sistemelor informaţionale paralele şi trebuie construit cât mai mult pornind de la sursele existente înainte de a crea unele noi.

Presupoziţiile şi precondiţiile proiectului

Precondiţiile[72] diferă de premize prin faptul că ele trebuie să fie îndeplinite înainte ca proiectul să înceapă (de exemplu încheierea unui acord între partenerii proiectului în cazul proiectelor la care participă mai multe instituţii). Premizele au două surse: pe de o parte este vorba de acele probleme care au fost considerate neprioritare în momentul analizei strategice, şi ca urmare au fost deselectate, în măsura în care rezolvarea lor influenţează atingerea obiectivelor proiectului şi obţinerea rezultatelor scontate; pe de altă parte este vorba despre aspecte descoperite după analiza strategică pe măsură ce are loc elaborarea proiectului. Un exemplu de presupoziţie care influenţează activităţile (testarea ipotezelor) este că se va obţine acordul de a se desfăşura o cercetare ecologică într-un complex de ecosisteme care include zone deţinute în proprietate privată, că echipamentele instalate nu vor fi distruse cu o rata mai mare decât cea cu care pot fi înlocuite, sau, în cazul unui experiment care depinde de inundarea zonei, că în acel nivelul apelor râului nu va fi deosebit de scăzut, făcând ca inundaţia aşteptată să nu mai aibă loc. O presupoziţie care influenţează rezultatele (obţinerea cunoaşterii ştiinţifice) poate fi de exemplu că un colaborator extern va furniza în mod amiabil, fără să fie inclus în proiect, date complementare sau softuri care să permită interpretarea datelor proprii. Presupoziţiile la nivelul obiectivelor proiectului sunt legate în special de comportamentul unor utilizatori ai rezultatelor cercetărilor aplicative (de exemplu că îşi vor menţine preferinţele pentru rezolvarea problemei respective). Toate aceste presupoziţii reprezintă riscuri pentru proiect.

Evaluarea presupoziţiilor se face conform procedurii descrise în figura 1[73].

O dată ce proiectul a fost elaborat, ACL devine un instrument util pentru monitorizarea proiectului, internă şi externă.

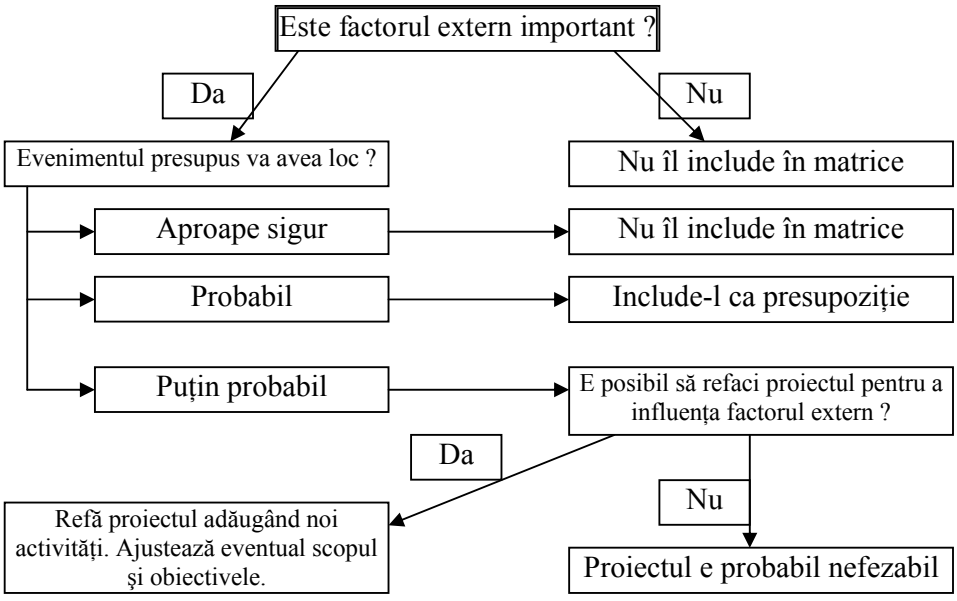


Figura 1 Evaluarea presupoziţiilor[74].

[72] În sensul pe care îl are acest termen în MCL.
[73] Reprodusă după sursele menţionate în prima notă a acestui text.

Dificultăţile întâmpinate în utilizarea practică a ACL

Principalele dificultăţi sunt următoarele:

- La nivelul identificării problemelor şi a stabilirii obiectivelor: obţinerea unui consens cu privire la prolemele şi obiectivele prioritare, abordarea simplistă a relaţiei dintre obiective, detalierea inadecvată (o prea mare sau o prea mică detaliere)
- La nivelul indicatorilor şi a surselor de verificare: găsirea unor indicatori pentru obiective ăn special când e vorba de proiecte care au învedere activităţi mai puţin concrete (material) cum sunt educaţia sau chiar dezvoltarea cunoaşterii[75]; stabilirea unor ţinte nerealiste pentru activităţi prea devreme în procesul de planificare; apelul exagerat la rapoarte ca sursă principală de verificare şi nedetalierea locului concret de unde vin informaţiile, cine trebuie să le colecteze şi cât de frecvent.
- La nivelul formatului şi al utilizării: MCL poate fi privită ca birocratică şi poate fi „umplută" fără să se facă o identificare a problemelor şi o analiză strategică; eventual poate deveni mai mult o modă decât un ajutor real; cercetătorii neobişnuiţi cu terminologia pot să se simtă stresaţi; în fine, MCL poate fi folosită pentru exercitarea unui control exagerat din partea managementului superior sau al finanţatorilor

[74] Fezabilitatea se referă la probabilitate de succes. Un proiect poate să fie nefezabil în circumstanţe actuale, dar fezabil dacă împrejurările se schimbă.

[75] Dificultatea apare în special în cazul când cunoaştere se obţine prin cercetare pe termen lung, iar proiectele sunt derulate doar pe termen scurt (cazul multor proiecte în ecologie).

Anexa 4 Exemplu de proiect de cercetare fundamentală şi aplicativă.

Acest proiect a fost aplicat în anul 1999 la Consiliul Naţional al Cercetării ştiinţifice din Învăţământul Superior (CNCSIS) şi s-a derulat în perioada 2000-2002. Am păstrat codurile subcapitolelor din proiectul orginal.

***

8.1. RELEVANTA DOMENIULUI ABORDAT IN CONTEXTUL PRIORITATILOR CERCETARII STIINTIFICE SI AL PROGRAMELOR INSTITUTIEI DE INVATAMANT SUPERIOR

8.1.1 Relevanta domeniului abordat in contextul prioritatilor cercetarii stiintifice.
Pentru a furniza argumente cu privire la relevanta domeniului abordat in contextul prioritatilor cercetarii stiintifice, vom prezenta principalele repere ale analizei critice a cunoasterii.

Sistemul Dunarii Inferioare (SDI) include sectoarele Dunarii localizate pe distanta de 1080 km, intre Marea Neagra si partea amonte a lacului de baraj Portile de Fier I, precum si lunca si delta asociate. SDI este un complex regional de ecosisteme. Lunca este formata din complexe locale ripariene si insulare (Vadineanu si colab. 2000a). SDI este o componenta cheie a capitalului natural romanesc, fapt evidentiat si de includerea a trei din componentele sale in reteaua de cercetare ecologica pe termen lung (Vadineanu si colab., 2000b), si anume: Delta Dunarii, ansamblul de ostroave Insula Mica a Brailei si complexul riparian Ciuperceni.

Circuitele biogeochimice ale elementelor in complexele locale includ trei tipuri de procese: ciclarea intraecosistemica, fluxurile dintre ecosistemele unui complex local, si fluxurile dintre complexele locale (Vadineanu, 1998). Pentru a putea evalua efectele interactiilor dintre ecosisteme asupra functionarii lor, ca si asupra functionarii complexului ca intreg, este necesara studierea atat a ciclarii intraecosistemice, cat si a fluxurilor dintre ecosisteme (Van der Peijl si Verhoeven, 2000). Cercetarile de biogeochimie a sistemelor fluviale desfasurate din aceasta perspectiva sunt relativ putine (de ex. Finlayson, 1994). Pe de alta parte, capacitatea zonelor umede fluviale de a imbunatatii calitatea apei prin indepartarea unei parti din incarcatura de nutrienti, metale si sedimente mediata de fluxurile hidrolgice longitudinale este larg recunoscuta (Mitsch si Gosselink, 1986, Amoros si Petts, 1993). Exista opinia dominanta ca zonele umede ripariene sunt importante in imbunatatirea calitatii apei pe termen scurt, insa nu exista un consens cu privire la eficienta lor pe perioade mai lungi de timp (Kraus, 1988). Cea mai mare parte din ceea ce este cunoscut despre rolul tampon al zonelor umede se bazeaza pe modificari in concentratiile apei fluviale amonte si aval de complexul local care include zone umede (Pucket si colab., 1993). Sunt putine informatii pe termen lung referitoare la ciclarea poluantilor in zone umede (Khan si Brush, 1994).

Se cunoaste ca lunca si Delta Dunarii functioneaza ca zone tampon ale fluxurilor longitudinale de azot, fosfor, sedimente (Cristofor si colab., 1993, Vadineanu si colab., 1997). Studii ale circuitelor biogeochimice ale metalelor in SDI la nivel de ecosistem si la nivel de complex local au fost implementate in lunca si Delta Dunarii (Nafea Al-Azzawi, 1987, Iordache si colab., 1998), dar evaluari ale capacitatii de retentie a zonelor umede au fost raportate numai recent (Iordache si colab., 2000). Retentia totala a metalelor studiate in Ostrovul Fundu Mare (tabelul 1) a fost de 29.585 t/an. Acest ostrov are o suprafata de 21.11 km^2, face parte din Insula Mica a Brailei si se afla in regim natural de inundare. Valoarea retentiei totale trebuie interpretata cu prudenta, deoarece exportul de metale asociat eroziunii nu a fost evaluat. Pentru calcularea bilantului au fost evaluate intrarile si iesirile in forma particulata abiotica si dizolvata mediate de apa de inundatie, iar dintre fluxurile biologice, iesirile prin recoltarea pestelui si lemnului. Fluxurile biologice si fluxurile metalelor in forme dizolvate au fost evaluate in perioada 1995-1996, iar cele in forme particulate abiotice in perioada 1995-1998.

Tabelul 1 Fluxuri de metale in Ostrovul Fundu Mare, rata de retentie in forma particulata si dizolvata (tone/an) si rata de retentie prin exploatare antropica a lemnului si pestelui (% din intrari). Dupa Iordache si colab., 2000.

	Flux (t / an)		Retentie (t /an)			Retentie (%)	
	Intrari	Iesiri	Total	Dizolvat	Particulat	Total	Prin recoltare
Zn	31.386	17.915	13.471	-0.523	14.385	42.92	1.246
Cu	24.808	18.102	6.706	0.574	6.184	27.03	0.209
Cr	19.157	14.772	4.384	-0.750	5.137	22.89	0.016
Cd	1.543	1.420	0.122	-0.035	0.157	7.93	0.011
Pb	17.354	12.454	4.900	0.607	4.300	28.24	0.041

Se observa ca in cazul Zn, Cr si Cd ar putea exista un export net de metale in forma dizolvata, ceea ce, in masura in care descrie un fenomen real, are o importanta deosebita din punct de vedere ecotoxicologic. Forma dizolvata a metalelor are o mare biodisponibilitate, metalele respective putand fi usor acumulate si concentrate de organismele acvatice. Remarcam in acest context si cresterea importanta a concentratiilor de metale semnalate in pestii din

Dunare (Vadineanu si colab, 2000c), concentratii explicate ipotetic prin influenta surselor punctiforme de poluare cu metale asociate conflictului din Iugoslavia, dar care ar putea avea si alte cauze avand in vedere ca valorile de comparatie proveneau din 1996, iar conflictul s-a derulat in 1999.

Bilantul prezentat mai sus evidentiaza rolul important de filtre ale sedimentului (si elementelor asociate) jucat de complexele ripariene, ceea ce este in acord cu literatura publicata (de ex. Brunet si colab., 1994). Insa este prima oara cand, dupa cunostinta noastra, este raportat un export net de metale dizolvate in sisteme fluviale de scara celui danubian. Saturarea zonelor umede in ce priveste retentia metalelor si exportul net de metale dizolvate s-au raportat recent pentru zone umede artificiale, utilizate la tratarea apelor reziduale (Dombeck si colab., 1998). Exportul de Zn, Cr si Cd este plauzibil datorita mobilitatii lor mai ridicate decat in cazul Pb si Cu in conditii de potential redox scazut in sol/sediment (Timothy si Shelley, 1999), specifice fazei inundate a ecosistemului de zona umeda.

Existenta exportului net de metale dizolvate din complexele inundabile ale SDI nu este o certitudine, avand in vedere ca evaluarea s-a facut pe durata unui singur an, iar exigentele analizei sistemice reclama un program de cercetare de minim 2 ani (Botnariuc si Vadineanu, 1982), indeosebi in conditiile regimului hidrologic variabil de la un an la altul al luncii Dunarii (Iordache si colab, 1997). De asemenea, pe durata cercetarii nu au fost cercetate si mecanismele care ar putea sa conduca la un export net de metale si nu au fost analizate metale importante cum sunt de ex. Hg si As.

Consideram ca aceasta incertitudine trebuie clarificata, avand in vedere, pe planul cercetarii fundamentale, importanta intelegerii mecanismelor retentiei metalelor in zone umede fluviale si, pe planul cercetarii aplicative, relevanta ecotoxicologica si pentru sanatatea populatiei umane. De asemenea, credem ca, in contextul in care se pune problema restaurarii unor foste zone inundabile, actualmente indiguite (Vadineanu, 2000), **trebuie investigate in detaliu mecanismele care controleaza mobilizarea metalelor din sol/sediment si trecerea lor in apa de inundatie, pentru a putea anticipa eventuale mobilizari de metale toxice din solul incintelor indiguite.**

Pentru a argumenta felul cum este organizat programul de cercetare mentionam principalele mecanisme care ar putea determina un export net de metale in forma cu biodisponibilitate mare.

- mecanism direct: mobilizarea metalelor din sediment prin procese fizico-chimice. Caseta 1 prezinta cateva aspecte legate de parametrii de control ai mobilitatii metalelor in compartimente abiotice.
- mecanisme indirecte: mobilizarea metalelor din sediment prin intermediul producatorilor primari (plante cu radacini ancorate in sol/sediment) si eliberarea acestora in masa apei prin procesul de descompunere (detalii suplimentare in caseta 2)

Caseta 1 Parametrii de control ai mobilitatii metalelor in compartimente abiotice.

Sedimentele sunt rezervorul final al celor mai multe metale poluante. Ele furnizeza o inregistrare pe termen lung a intrarilor naturale si antropice, atunci cand procese post-depozitionale nu au avut loc. Eficienta acumularii la nivelul acestui rezervor va depinde de conditiile redox de la interfata sediment-apa si de viteza de sedimentare. In conditii reducatoare are loc o imbogatire a lor cu metale, datorita precipitarii sulfurilor si legarii la materia organica ce se acumuleaza. Fazele solide oxidate de fier si mangan se vor dizolva, iar materialul adsorbit se va redistribui intre fazele nou formate si solutie. Fara a intra in detalii, dar pentru a putea justifica parametrii a caror determinare o vom propune, mentionam ca intre parametrii de control a biodisponibilitatii metalelor in sol si sediment sunt pH-ul, continutul de materie organica, capacitatea de schimb cationic. Elemente majore si minore din sol pot avea efecte semnificative asupra mobilitatii anumitor metale toxice. Efectele vin in primul rand din schimbarea proprietatilor solutiei reprezentate de apa intestitiala. In sistemele acvatice o productie primara foarte mare (cazul lacurilor din O. Fundu Mare, Adamescu si colab, 1999), va fi urmata de o disponibilitate mare a agentilor complexanti (acizi uronici si alte polizaharide), ceea ce poate duce la chelarea si eliberarea din sediment a metaleler grele, cum ar fi Cd si Cu. Efectul, obeservat de Sfriso si colab, 1995, s-ar putea datora si reducerii potentialului redox al sedimentului superficial in timpul descompunerii masei vegetale. Ca urmare, mobilitatea metalelor poate varia sezonier, putand fi maxima toamna (Krantzberg, 1994). Atunci cand metalele grele sunt blocate sub forma de sulfuri (AVS) toxicitatea lor scade mult ca rezultat al scaderii biodisponibilitatii (Pesch si colab., 1995). AVS apar ca un factor important in interpretarea concentratiei de la nivelul sedimentului, o concentratie mare de AVS fata de metale grele ducand la reducerea drastica a concentratiei acestora in apa interstitiala. Pe de alta parte, AVS insele prezinta un anumit grad de toxicitate atunci cand raportul (de echivalenti) cu metalele este mai mare de 1 (Brouwer si Murphy, 1995).In ce priveste rezervorul acvatic, pentru diferite metale grele fractia coloidala este predominanta in fractia asa-numit “dizolvata”. A fost demonstrat ca materialul coloidal (10 kD - 0,4 μm) joaca un rol important in determinarea comportamentului metalelor grele (Dai si Martin, 1995). In ce priveste materia particulata in suspensie, Kerner si Krogman (1994) recomanda analizarea separata a continutului de metale grele in fractiile particulate permanent si temporar suspendate, deoarece fractia permanent suspendata contine mai mult carbon organic si poate lega cantitati mai mari de metale grele.

Caseta 2 Detalii referitoare la mobilizarea metalelor prin intermediul producatorilor primari.

Daca descompunerea are loc in timpul fazei terestre, metalele vor fi transferate in prima instanta orizontului superficial al solului aluvial, iar apoi, in timpul inundatiei va intra in functiune mecanismul direct. Descompunere biomasei in faza acvatica poate avea loc fie in zona de producere (si atunci avem de a face cu un export de metale in forma dizolvata), fie in Dunare, si atunci are loc un export de metale sub forma de biomasa vegetala. S-a raportat ca exportul de metale prin biomasa resturilor de macrofite antrenate de apa de inundatie poate fi important (Stewart si colab., 1992). In timp ce rolul vegatatiei specifice fazelor terestre in mobilizarea si eliberarea metalelor prin descompunere este bine caracterizat (Iordache si colab, 1999b, Neagoe si colab, 2000), mobilizarea metalelor prin procese de la interfata sediment/apa si prin interventia macrofitelor acvatice nu a fost caracterizata pana acum.

In baza consideratiilor de mai sus avansam in tabelul 2 un pachet de ipoteze pe care le propunem pentru a fi testate in cadrul acestui program de cercetare.

Tabelul 2 Ipotezele programului de cercetare (tipuri de ipoteze dupa Mahner si Bunge, 1998).

Ipoteza	Nivele ierarhice la care se refera
Exportul longitudinal de metale in forma dizolvata din O. Fundu Mare este mai mare decat importul (Ipoteza fenomenologica)	Complex local
Exportul net de metale este datorat mobilizarii metalelor in apa de inundatie din solul/sedimentul ecosistemelor prin procese la interfata si prin intermediul macrofitelor (ip. mecanismica)	Complex local/ecosistem
Cantitatea de metale dizolvate exportata datorita descompunerii macrofitelor *in situ* este mai mare decat cantitatea de metale exportata prin antrenarea resturilor vegetale (ip. fenomenologica)	Complex local
Cantitatea de metale mobilizata pe unitate de suprafata datorita schimburilor de interfata in ecosistemele de grind si depresiune interioara este mai mica decat cea mobilizata din lacuri si mlastini prin acelasi mecanism (ip. fenomenologica)	Ecosistem
Rolul direct al macrofitelor in mobilizarea metalelor in ecosistemele acvatice este cel putin la fel de important ca cel al schimburilor la interfata sediment/apa (ip. fenomenologica)	Ecosistem
Scaderea timpului de retentie a apei de inundatie duce la cresterea cantitatii de metale exportate prin schimburi la interfata sol/sediment apa (ip.fenomenologica)	Compartiment

In afara de contributia la clarificarea unor mecanisme ale retentiei metalelor in zone umede, deja evidentiata mai sus, implementarea programului de cercetare va contribui la dezvoltarea cunoasterii pe doua directii de cercetare evidentiate recent ca prioritare (Vadineanu si colab, 2000c), si anume:

- evaluarea timpului de retentie a poluantilor de importanta ecotoxicologica in lunca si Delta Dunarii
- evaluarea importantei relative a retentiei in comparatie cu fluxurile longitudinale (dinspre amonte spre aval)

Ambele directii apartin domeniului biogeochimiei complexelor de ecosisteme, in care au avut loc dezvoltari recente la nivel de sistem riparian si de bazin (Kelman Wieder si colab., 1998, Garnier si Mouchel, 2000).

Vom analiza in continuare **dimensiunea aplicativa** a programului de cercetare. Retentia sedimentelor si elementelor asociate (inclusiv metale) reprezinta un serviciu asigurat de zonele umede ripariene (Maltby si colab., 1994, Vadineanu si colab, 1997). In cazul retentiei substantelor toxice se pune problema posibilelor efecte negative ale acestora asupra altor bunuri si servicii oferite de sistemul care efectueaza retentia, altfel spus a depasirii capacitatii de suport a acestuia in ce priveste substantele respective. Existenta acestor efecte negative ar scadea valoarea serviciului de retentie a metalelor. Un exemplu concret de efect negativ este exportul net de metale dizolvate, foarte disponibile pentru populatiile ecosistemului fluvial si care creste riscul de transfer catre consumatorul uman. Pe de alta parte, valoarea pozitiva a serviciului de retentie este accentuata de datele existente (Vadineanu si colab., 2000), care sugereaza o crestere a poluarii cu metale in zona de coasta a Marii Negre in ultimii ani, indeosebi in contextul recentelor fenomene de poluare acuta asociate conflictului din Iugoslavia. Prin urmare, in vederea asistarii deciziilor cu privire la restaurarea zonelor umede, se impune analiza valorica de detaliu a retentiei metalelor, atat a aspectelor pozitive, cat si a celor negative. Aceasta analiza presupune existenta cunoasterii referitoare la diferitele aspecte ale retentiei metalelor. Aceasta este in parte deja disponibila (retentia prin sedimentare), sau in parte propunem sa fie dezvoltata, asa cum a fost argumentat mai sus.

Prin obiectivele de dezvoltare a cunoasterii stiintifice tema propusa este relevanta in mod direct pentru prioritatile CNCSIS 2.3 (Circuitul apei si capacitatea de regenerare a resurselor de apa pe teritoriul Romaniei) si 2.4 (Capacitatea productiva si de suport a ecosistemelor naturale si seminaturale). Prin obiectivul de analiza valorica rezultatele implementarii programului vor fi relevante pentru prioritatea 4 (Dezvoltarea sistemelor suport pentru managementul capitalului natural si a relatiilor dintre acesta si sistemul socio-economic romanesc).

Programul propus se adreseaza mecanismelor circuitelor biogeochimice din sistemele fluviale si se incadreaza astfel in Actiunea Cheie ("key action") 1.1 Managementul durabil si calitatea apei al Programului Cadru 5 (Comunitatea Europeana, Directoratul General XII), asigurand cunoastere necesara pentru domeniul prioritar 1.1.1 "Metodologii si instrumente de management integrat si planificare strategica la scara de sistem fluvial si de bazin".

8.1.2 Relevanta domeniului abordat in contextul programelor institutiei de invatamant superior

Universitatea Bucuresti, unul din centrele de invatamant superior cu cea mai veche traditie pe plan national, si-a propus atingerea pe termen mediu si lung a unui nivel de varf in randul universitatilor din Romania. Una dintre directiile de baza din cadrul programului de reforma in care este implicata Universitatea Bucuresti consta in *deschiderea si dezvoltarea unor noi directii de cercetare care sa raspunda problemelor tranzitiei sistemului socio-economic* catre dezvoltarea durabila. In acest context, Universitatea pune accentul atat pe lansarea si dezvoltarea unor programe de cercetare fundamentala si aplicata corespunzatoare, cat si pe *formarea resursei umane capabila sa le puna in practica* (capitolul 8.2). Intelegerea mecanismelor si prezicerea capacitatii productive si de suport a sistemelor ecologice reprezinta preocupari de prim plan, datorita importantei pe care astfel de cercetari o au pentru dezvoltarea durabila a sistemelor socio-economice. Mecanismele pe care le abordam aici au relevanta directa pentru intelegerea capaciatatii de suport a zonelor umede fluviale, o componenta importanta a capitalului natural al Romaniei. Precizam, de asemenea, ca activitatea de cercetare propusa aici este complementara cu cea din programele major si anual (tip C si tip A) ale Departamentului de Ecologie Sistemica avand ca obiect Sistemul Dunarii Inferioare si Insula Mica a Brailei. Nu in ultimul rand, prin problematica abordata proiectul se inscriere in cele mai noi tendinte ale cercetarii in biogeochimie si ecotoxicologie, ceea ce dezvolta premizele deja existente

pentru integrarea in consortii europene in vederea aborbtiei de resurse financiare externe (in particular EC DGXII), in conformitate si cu obiectivele strategice ale Universitatii din Bucuresti.

8.2. CONTRIBUTII LA DEZVOLTAREA INFRASTRUCTURII PENTRU CERCETARE A UNITATII DE INVATAMANT SUPERIOR SI LA FORMAREA RESURSEI UMANE PENTRU CERCETARE

Contributia directa a acestui proiect la dezvoltarea bazei materiale de cercetare a Departamentului de Ecologie Sistemica si Managementul Capitalului Natural este limitata, reprezentand numai 10% din bugetul prevazut. In acest sens, sunt prevazute cheltuieli pentru reinnoirea unora dintre echipamentele din dotarea de baza, care conditioneaza utilizarea eficienta a echipamentelor majore. *Contributia indirecta* consta in faptul ca proiectul participa la amortizarea echipamentelor majore, de ultima generatie, din Baza de Cercetare cu Utilizatori Multipli in Ecologie Sistemica (laborator de analiza elementala incluzand spectrofotometre de absorbtie atomica, sistem de digestie umeda cu microunde si moara analitica necontaminanta, analizor CHNS si analizor TOC), la amortizarea unor echipamente de baza (centrifuga, aparat de producere a apei ultrapure, balante, etuve, cuptor de calcinare, etc) si la acoperirea unei parti din cheltuielile de utilizare si intretinere.

Formarea resursei umane necesare desfasurarii activitatii de cercetare, ca si a celei pentru utilizarea bazei de cunostinte a ecologiei sistemice in asistarea actelor de decizie, a devenit o prioritate pe plan mondial, fapt reflectat de numeroasele curriculum-uri constituite (la nivel de baza, de studii apofundate, sau doctoral), inclusiv in cadrul Universitatii din Bucuresti. Educatia post-graduala, in special, este indisolubil legata de existenta unor programe de cercetare adecvate, cum este si acesta pe probleme de ecologie sistemica. Implementarea programului de cercetare, odata finantat, se va face cu implicarea celor care urmeaza programele de studii aprofundate si doctorat dezvoltate de Departamentul de Ecologie Sistemica si Managementul Capitalului Natural. Va exista, asadar, o importanta contributie nu numai pe directia dezvoltarii cunoasterii, ci si pe cea a formarii resursei umane de inalta calificare necesara in activitatile didactice si de cercetare.

8.3. CONTRIBUTII LA DEZVOLTAREA CUNOASTERII STIINTIFICE.

In subcapitolul 8.1.1 am argumentat si evidentiat o serie de contributii la dezvoltarea cunoasterii stiintifice, pe care le reluam sintetic aici:

- proiectul va permite testarea unui pachet de sase ipoteze, in urma careia se va cunoaste daca zonele inundabile insulare reprezinta o sursa de metale in forma dizolvata, si daca da, care sunt mecanismele care stau la baza acestui fenomen.
- rezultatele testarii vor avea relevanta pentru evaluarea timpului de retentie a poluantilor de importanta ecotoxicologica in lunca si Delta Dunarii si pentru evaluarea importantei relative a retentiei in comparatie cu fluxurile longitudinale, directii de cercetare considerate prioritare.
- rezultatele testarii vor avea relevanta si pentru evaluarea biodisponibilitatii metalelor din compartimentul major de stocare al ecosistemelor din lunca inundabila, solul/sedimentul.
- cercetarea se incadreaza in cele mai noi directii de cercetare in domeniului biogeochimiei, si anume biogeochimia complexelor de ecosisteme (sisteme ripariene si bazine).

8.4. CONTRIBUTII ANTERIOARE ALE COLECTIVULUI IN DOMENIUL TEMEI PROPUSE SI/SAU IN DOMENII CONEXE

Membrii colectivului au lucrat in domeniul circuitelor biogeochimice si ecotoxicologiei in ultimii sase ani intr-o serie de programe de cercetare nationale si internationale, dintre care pe cele mai importante le prezentam in tabelul 3.

Tabelul 3 Experienta colectivului in domeniul temei propuse (participare la proiecte de cercetare).

Nume	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Pregatire
Director	x		x		x	x	x	x	x	doctor
Membru 1	x		x	x		x	x	x	x	doctorand
Membru 2		x					x	x	x	doctorand
Membru 3							x	x		doctorand
Membru 4									x	masterand

Legenda: 1 = European River Margins 1 (ERMAS 1, 1994-1995, finantator EC DG XII, domeniu: circuitul N), 2 = Programul National de Cercetare 31: "Schimbarea Climei si Catastrofe Naturale" FNS/Elvetia, 1995-1996,.3 = Analiza funtionala a zonelor umede europene (FAEWE, 1995-1997, finantator EC DG XII, domeniu: circuitele N si P), 4 = Circuitele biogeochimice ale metalelor in lunca Dunarii (1996-1998, finantator CNCSIS, domeniu: circuitele metalelor), 5 = Efectele cotaminarii cu gudorn asupra circuitelor metalelor in zona Rositz, Turingia (1996-1998, finantator guvernul Germaniei, domeniu: circuitele metalelor), 6 = European River Margins 2 (1997-1999, finantator EC DG XII, domeniu: circuitul N), 7 = Rolul functional al biodiversitatii Sistemului Dunarii Inferioare (RFB, 1995-2000, finantator CNCSIS, circuitele N, P si metalelor, teste de toxicitate), 8 = Controlul fluxurilor de azot prin structura complexelor de ecosisteme (NICOLAS, 1998-2000, finantator EC DG XII, domeniu: circuitele N, P si S), 9 = Efectele conflictului din Iugoslavia asupra Sistemului Dunarii Inferioare (ECI, 1999-2000, finantator MAPPM, circuitele metalelor si teste de toxicitate),

In urma activitatilor de cercetare membrii echipei au experienta atat in activitatea de teren (monitorizare, prelevare si experimente), cat si in activitatea de laborator (experimente si analize de parametrii chimici). O buna parte din experienta de teren este acumulata in complexele din Insula Mica a Brailei. In urma activitatii de cercetare au fost publicate peste 20 lucrari stiintifice in domeniu, independent sau in comun. Teza de doctorat a directorului de proiect este in domeniul circuitelor biogeochimice ale metalelor iar subiectele tezelor doctoranzilor sunt in domeniul circuitelor metalelor, N, P si S. Lucrarea de licenta a masterandului a avut ca subiect luarea deciziilor cu privire la efectele ecotoxicologice in Sistemul Dunarii Inferioare. Colectivul de cercetare este format din membrii care au experienta de lucru in comun in domeniu si functioneaza ca o echipa.

8.5. OBIECTIVELE DE CERCETARE DIN CADRUL PROIECTULUI, RAPORTATE LA CELE MAI RECENTE CITATE DIN LITERATURA DE SPECIALITATE.

Daca in capitolul 8.1.1 am inclus prima parte a metodei stiintifice (respectiv felul cum am stabilit ipotezele programului de cercetare), a doua parte a metodei stiintifice fiind cea de obtinere a datelor (capitolul 8.6, metodologia cercetarii), in acest capitol vom prezenta aspecte legate de managementul cercetarii, respectiv felul cum sunt organizate ativitatile de cercetere astfel incat fie asigurata testarea ipotezelor in timpul estimat si cu resursele existente si solicitate.
Activitatile de cercetare asociate testarii ipotezelor sunt subsumate la trei obiective:

1 Evaluarea fluxurilor de metale dizolvate care intra si ies din ecosistem.
2 Evaluarea rolului schimburilor de la interfata sol/sediment apa in exportul de metale.
3 Evaluarea rolului macrofitelor in exportul de metale.

La acestea se adauga obiectivul de analiza valorica a serviciului de retentie a metalelor.

Raportarea obiectivelor la cele mai recente citate ale literaturii de specialitate s-a facut in capitolul 8.1.1. Prin atingerea obiectivelor pe care le-am enuntat va fi indeplinit scopul programului de cercetare, si anume:

- **Evaluarea retentiei metalelor in Ostrovul Fundu Mare (lunca Dunarii).**

Obiectivele vor fi atinse prin parcurgerea unei serii de activitati (mentionate in figura 1) in succesiunea temporala prezentata in tabelul 4 (capitolul 8.7).

8.6. METODOLOGIA CERCETARII.

Protocoalele de lucru prin aplicarea carora vor fi obtinute, prelucrate si interpretate datele sunt descrise mai jos.

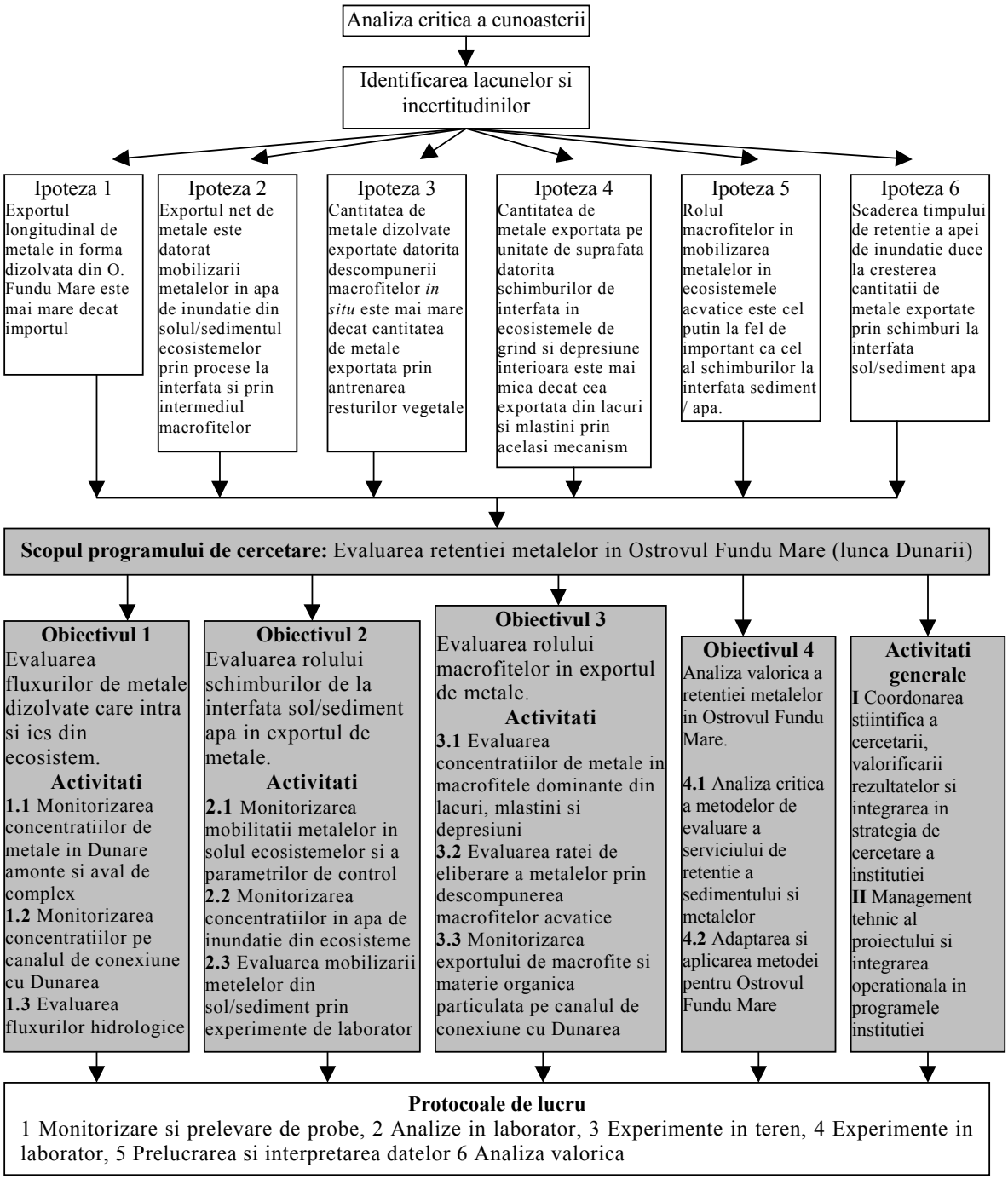
Protocolul monitorizare si prelevare de probe

Organizarea spatiala a programului de cercetare este prezentata in figura 2. Activitatea de monitorizare si de prelevarea de probe va avea loc in statii amplasate pe 7 transecte:

- trei transecte pe Dunare. Cele trei transecte vor consta din cinci statii fiecare, iar din fiecare statie probele vor fi prelevate pe doua orizonturi de adancime pentru statiile centrale si un orizont pentru statiile apropiate de tarm (24 probe lunar). In timpul inundatiei majore (5-14 zile in perioada de primavara) prelevarea se va face la doua zile. Monitorizarea va avea loc pe parcursul celor doi ani. Parametrii analizati vor fi: concentratiile de As, Cd, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Zn in forma dizolvata (dupa filtrarea 0.45 microni si acidifiere la pH 2), pH, Eh, conductivitate, temperatura, carbon total dizolvat, carbon organic dizolvat, materie particulata in suspensie.
- trei transecte transversale si un transect longitudinal pe insula. Fiecare transect transversal va avea statii in ecosistemele de grind, depresiune si mlastina. Transectul longitudinal va avea statii amplasate in trei lacuri. Din fiecare statie vor fi prelevate de doua ori (atunci cand solul este redus si atunci cand este oxidat) 10 unitati de proba de sol din orizontul supreficial (primii 10 cm) in primul an al proiectului (total 260 probe). Parametrii analizati in toate unitatile de proba vor fi: concentratia totala a metalelor mentionate mai sus, granulometria solului, pH, potential redox, umiditate, carbon anorganic, carbonul organic total, carbon organic disponibil, sulfat, sulfuri volatile, Fe, Mn, Ca. Din unitatile de proba se vor prepara probe medii (total 26 probe) care vor fi analizate pentru capacitatea de schimb cationic si concentratiile de metale in forme cu mobilitate diferita. In perioada de inundatie (pe durata de doi ani) vor fi prelevate probe din toate statiile saptamanal in prima luna si lunar ulterior (maxim 13 probe la un moment de timp). Pe aceste probe vor fi determinati urmatorii parametrii: concentratiile de metale dizolvate, pH, Eh, conductivitate, temperatura, carbon total dizolvat, carbon organic dizolvat, materie particulata in suspensie. Din lacuri vor fi prelevate probe de macrofite la trei momente de timp pe parcursul sezonului de crestere din speciile dominante (3 unitati de proba pentru minim 3 specii, total estimat 27 unitati de proba).
- o statie pe canalul de conexiune a lacurilor cu Dunarea. Din aceasta statie vor fi prelevate probe de apa cu frecventa saptamanala in periodele de golire rapida a depresiunii interioare a insulei, si lunara in

perioadele de golire lenta, pe durata a doi ani, cu trei unitati de proba. Din experienta anterioara durata perioadelor de golire rapida este de maxim 2 luni pe an, iar cea de golire lenta de maxim 3 luni pe an. Pe aceasta baza estimam un numar maxim 33 de probe/an. De asemenea, se vor instala capcane pentru a evalua rata exportului de macrofite sub forma de fragmente sau in diferite faze de descompunere. Probele de apa vor fi analizate pentru urmatorii parametrii: concentratiile de metale dizolvate, pH, Eh, conductivitate, temperatura, carbon total dizolvat, carbon organic dizolvat, materie particulata in suspensie, concentratii de metale in materia particulata in suspensie. Probele din capcane vor fi analizate pentru concentratiile totale de metale (maxim 33 unitati de proba pe an).

Figura 1 Relatia dintre metoda stiintifica (text in casete cu fond alb) si managementul cercetarii (text in casete cu fond gri) in acest proiect.



Numarul total maxim de probe (unitati de proba) estimat este de:

- 260 unitati de proba de sol (toate in primul an), din care se vor prepara 26 probe medii pentru extractii secventiale.
- 768 probe apa din Dunare (in cei doi ani), 260 probe de apa de inundatie (in cei doi ani), 66 unitati de proba de apa din canalul de conexiune (in cei doi ani)
- 66 unitati de proba de materie particulata in suspensie din canalul de conexiune (in cei doi ani)
- 66 probe din capcanele pentru macrofite (in cei doi ani)
- 27 unitati de proba de macrofite (in al doilea an)

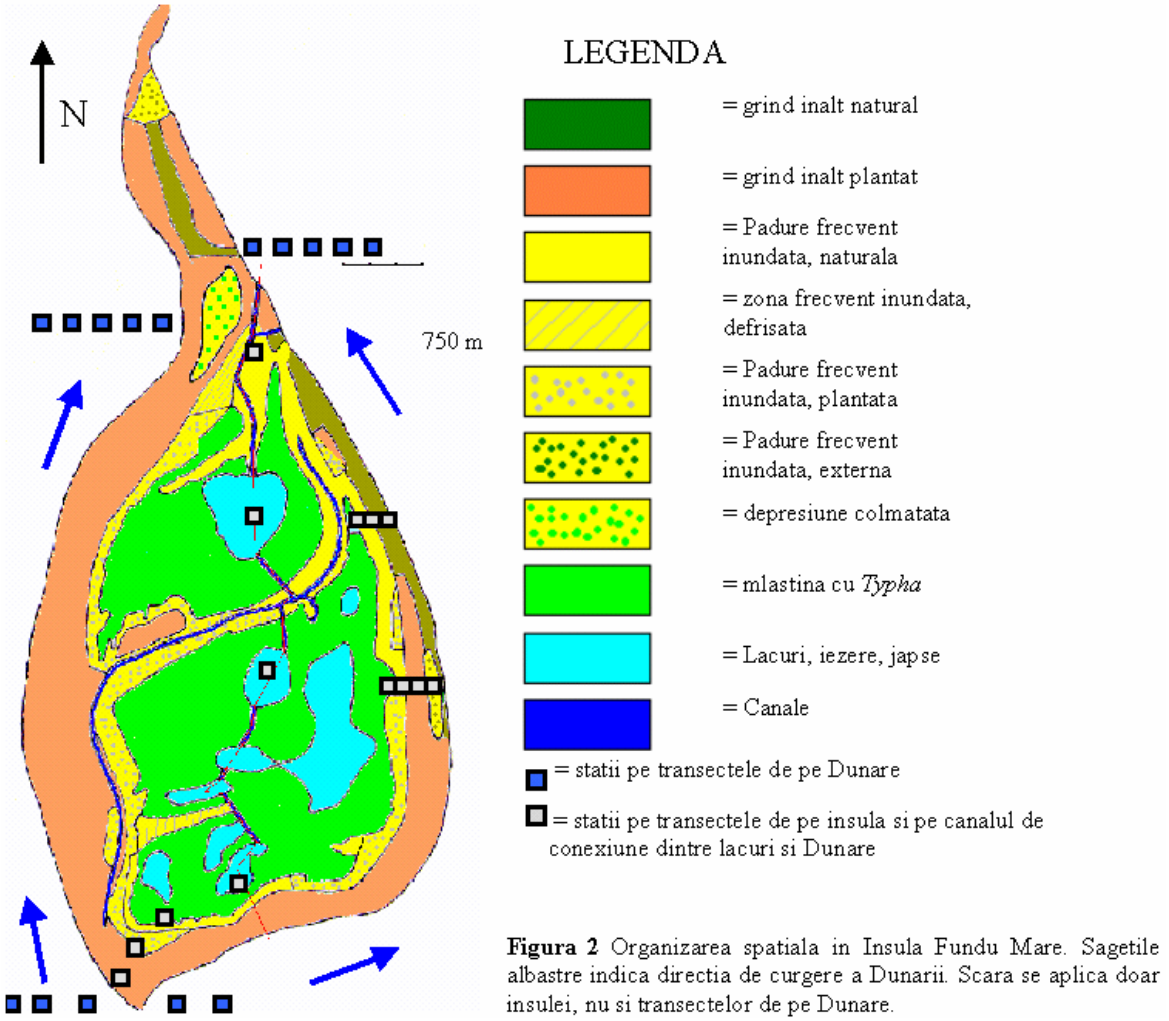


Figura 2 Organizarea spatiala in Insula Fundu Mare. Sagetile albastre indica directia de curgere a Dunarii. Scara se aplica doar insulei, nu si transectelor de pe Dunare.

Protocolul experimental de teren

Experimentul de teren se va derula in al doilea an al proiectului. Pentru a evalua rata de descompunere a litierei acvatice va fi instalat un experiment de descompunere a litierei utilizand metoda saculetilor de descompunere. Pentru experiment vor fi utilizate speciile dominante (maxim 3, din observatiile preliminare). Vor fi pregatiti 18 saculeti pentru fiecare specie (3 martori si cate trei unitati de proba pentru prelevare dupa una, 2, 4, 8, 16 saptamani. Instalarea se va face intr-unul din lacurile traversate de transectul longitudinal. Numarul total de unitati de proba estimat este de 54.

Protocolul experimental de laborator

Experimentul de laborator se va derula in al doilea an al proiectului. Numarul total de variante experimentale va depinde de rezultatele primului an al proiectului. Se va avea in vedere acoperirea heterogenitatii tipurilor de sol din ecosistemele investigate. Carote din orizontul superficial (primii 10 cm) dintr-un sol de un anumit tip va fi incubat cu apa de inundatie. Durata de incubare va fi similara duratei de inundatie in teren (stabilita pe baza observatiilor existente si facute in primul an). Incubarea se va face in doua variante: fara inlocuirea apei, cu inlocuirea periodica a apei la prelevare (periodicitatea inlocuirii apei se va stabili in functie de rata de reinnoire a apei de inundatie, stabilita pe baza observatiilor din teren). In

ipoteza ca patru tipuri de sol vor fi investigate, ca durata de incubare va fi de o luna, ca frecventa medie de prelevare/inlocuire va fi saptamanala, numarul maxim estimat de probe de apa este de 98. Solul incubat va fi analizat pentru continutul total de metale la incubare, ceea ce in ipoteza de mai sus inseamna un numar total de 24 de probe.

Protocolul analitic de laborator

Concentratiile totale de metale in sol vor fi evaluate prin digestie umeda cu apa regala, verificata cu un material de referinta. Probele bioogice vor fi mineralizate prin digestie umeda cu acid azotic, utilizand un cupor cu microunde Perkin Elmer. Metoda analitica de determinare a metalelor din probele de apa si din cele mineralizate va fi spectrometrie de absorbtie atomica cu atomizare in flacara sau cuptor (F-AAS, GF-AAS Perkin-Elmer model 100 respectiv 600.), in functie de concentratia gasita.

Evaluarea concentratiilor de metale in forme cu mobilitatea chimica diferita se va face utilizand metoda de extractii secventiala propusa de Tessier si colab (1979). Aceasta metoda este cea mai frecvent utilizata , conform literaturii de specialitate. Metoda presupune determinarea metalelor in 5 fractii:

1. Fractia adsorbita slab la suprafata pariculelor din sol si extractabila prin cresterea tariei ionice
2. Fractia legata sub forma de carbonati si exctractabila prin modificarea pH-ului
3. Fractia legata la oxizii de Fe si Mn si extractabila prin inducerea de conditii anoxice
4. Fractia legata la materia organica si sulfuri, extractabila prin oxidare cu acizi tari diluati
5. Fractia reziduala, formata din metale prezente in structura cristalina a particulelor minerale, extractabila prin digestie cu acizi concentrati.

Parametrii de control care caracterizeaza solul vor fi evaluati astfel: granulometria prin sitare si metoda pipetarii, pH-ul si potentialul redox in teren dupa metodele descrise de Faulkner si colab, 1989 , umiditatea prin pierdere la incubarea la 105^{o}C, carbonul anorganic si carbonul organic total utilizand un analizor CHNS, carbonul organic disponibil colorimetric prin evaluarea concentratiilor de hexoze libere, sulfatul extractabil colorimetric, sulful total prin analizor CHNS, sulfuri volatile prin metoda de purjare (Koh si colab., 1990).

Parametrii de control ce caracterizeaza apa vor fi evaluati astfel: pH, Eh, conductivitate si temperatura, cu un multimetru in teren, carbonul total dizolvat si carbonul organic dizolvat cu un analizor TOC Shimadzu, materie particulata in suspensie gravimetric prin filtrarea (0.8um) unui volum cunoscut de apa. In cazul probelor din canalul de conexiune cu Dunarea, filtrul si sedimentul vor fi supuse unei mineralizari umede cu acid azotic pentru determinarea concentratiei de metale in materia particulata.

Prelucrarea si interpretarea datelor

Datele brute vor fi discutate prin comparatie cu date obtinute in acelasi sistem si date din literatura. Prelucrarea datelor se va face utilizand softul Statistica 4.5 (StatSoft, Inc., 1993). Interpretarea datelor se va face prin prisma ipotezelor progrmului de cercetare. Rezultatele testatarii ipotezelor vor fi discutate in raport cu cele mai recente lucrari de specialitate.

Analiza valorica

Nu vom detalia in aceasta etapa metodologia de efectuarea analizei valorice, deoarece ea va depinde de analiza critica a metodelor existente, prima activitate prevazuta la obiectivul 4. Analiza critica se va face folosind literatura de specialitate disponibila si nou obtinuta, in special cea cu referire la metodele de analiza valorica a zonelor umede (Barbier si colab., 1997).

8.7. DETALIATI ACTIVITATILE DE CERCETARE DIN CADRUL PROIECTULUI, PREVAZUTE PE FAZE.

In tabelul 4 este prezentat calendarul activitatilor proiectului de cercetare, iar in tabelul 5 bugetul evaluat in baza numarului de probe, a cheltuielilor asociate prelevarii si determinarii parametrilor, si a altor cheltuieli directe si indirecte ale proiectului. Sunt precizate si activitatile generale ale proiectului, relevante pentru toate obiectivele, si anume **I** Coordonarea stiintifica a cercetarii, valorificarii rezultatelor si integrarea in strategia de cercetare a institutiei, si **II** Managementul tehnic al proiectului si integrarea operationala in programele institutiei

8.8. MODUL DE VALORIFICARE A REZULTATELOR.

Rezultatele vor fi valorificate pe parcursul implementarii proiectului si dupa incheierea cercetarii prin:

- elaborarea de referate si rapoarte de cercetare care vor fi distribuite gestionarilor nationali si internationali ai fondurilor de cercetare aplicata in domeniu (CNCSIS, ANSTI, EC-DGXII, EC-DGXI, etc.), partenerilor nationali si internationali din cadrul consortiilor in activitate (Universitati si Institutii de cercetare, Organizatii Internationale Profesionale - ECNC, IAD), ONGuri etc.;

- elaborarea de lucrari stiintifice care vor fi prezentate la conferinte si simpozioane nationale si internationale si publicate in reviste cu referenti;
- includerea rezultatelor in manuale universitare din domeniul ecologiei si managementului capitalului natural;
- includerea rezultatelor in teze de doctorat si dizertatii de master.

Tabelul 4 A Calendarul activitatilor direct asociate obiectivelor de cercetare. Prima cifra a codului unei activitati corespunde obiectivului, a doua cifra numarului activitatii (* = momente de prelevare). **B** Activitati relevante pentru toate obiectivele (x = rapoarte interne, X = rapoarte catre finantator).

A Activitati direct asociate obiectivelor	Anul 1						Anul 2					
1.1 Monitorizarea pe Dunare	Lunar si la doua zile in perioadele de inundatie majora											
1.2 Monitorizarea pe canal	Saptamanal la retragerea apei de inundatie											
1.3 Evaluarea fluxului hidrologic	Continuu pe Dunare; pe canalul de conexiune la intrarea si retragerea apei											
2.1 Evaluarea mobilitatii metalelor in solul/sedimentul ecosistemelor	Bianual, in faze acvatice si terestre ale ecosistemului											
2.2 Monitorizarea apei de inundatie	La doua zile in prima saptamana de inundatie, saptamanal ulterior											
2.3 Evaluarea mobilizarii metalelor prin experiment de laborator												
3.1 Evaluarea concentratiilor de metale in macrofite									*	*	*	
3.2 Evaluarea ratei de eliberare a metalelor in timpul descompunerii												
3.3 Monitorizarea exportului de macrofite si MOP	Saptamanal la retragerea apei de inundatie											
4.1 Analiza critica si adaptarea metodelor de evaluarea a retentiei sedimentelor si metalelor												
4.2 Analiza valorica a retentiei metelor												
B Activitati generale ale proiectului	Anul 1						Anul 2					
I Coordonarea stiintifica	continuu pe toata durata proiectului											
II Management tehnic			x			X			x			X

Tabelul 5 Bugetul grantului evaluat pentru fiecare activitate in parte (milioane lei)

	Anul 1								Anul 2						
Obiective si activitati / Tip de cheltuieli	E	P	I	M	V	C	S	R	K	I	M	V	C	S	R
1.1 Monitorizarea pe Dunare	17			10		48.4	18		17		10		48.4	18	
1.2 Monitorizarea pe canal	15			13		7.2	9		15		13		7.2	9	
1.3 Evaluarea fluxului hidrologic	1		3	2		2	2		1	3	2		2	2	
2.1 Evaluarea mobilitatii metalelor in solul/sedimentul ecosistemelor	12			3		71.2	16								
2.2 Monitorizarea apei de inundatie	7			5		18	16		7		5		18	16	
2.3 Evaluarea mobilizarii metalelor prin experiment de laborator									5.5		2		25	8	
3.1 Evaluarea concentratiilor de metale in macrofite									2.5		7		5.5	8	
3.2 Evaluarea ratei de eliberare a metalelor in timpul descompunerii											7		8.9	8	
3.3 Monitorizarea exportului de macrofite si MOP	4			3		9	4		4		3		9	4	
4.1 Analiza critica si adaptarea metodelor			10				5								
4.2 Analiza valorica a retentiei metalelor											5			5	
I Coordonarea stiintifica	4	2.5	5	11	4	4	4		6	5	12	6	4	4	
II Management tehnic	4	2	2	2		3	4	7.8	5	2	3		3	4	8.6
Total pe tip de cheltuieli	64	4.5	20	49	4	162.8	78	7.8	63	10	69	6	131	86	8.6
Total pe ani	390.1								373.6						

Legenda: E = echipamente (dotari de completare; inclusiv costuri de utilizare a echipamentului); P = pachete software/upgrading; K = cheltuieli de capital (E + P), I = cheltuieli de informare, documentare (materiale pentru bibliotecă); M = mobilitati (vizite de studiu, participari la manifestări ştiinţifice interne şi internaţionale, în concordanţă cu tematica grantului, asigurandu-se acoperirea taxelor de acces, cheltuielilor de transport si acomodare); V = costuri de valorificare a rezultatelor cercetarii (cheltuieli de editare-publicare, organizare de simpozioane, conferinte etc.); C = materiale consumabile (inclusiv reactivi, componente, circuite etc.); S = salarii; R = cheltuieli indirecte, regie.

8.9. PERSPECTIVE DE CONTINUARE A CERCETARII IN DIRECTIA DE CERCETARE PROPUSA, DUPA FINALIZAREA PROIECTULUI.

Continuarea activitatii de cercetare se va putea face pe urmatoarele directii:

- aprofundarea unor mecanisme in acelasi complex de ecosisteme
- evaluarea posibilitatii de extrapolare a cunoasterii obtinute la alte complexe ale Sistemului Dunarii Inferioare
- evaluarea potentialului export de metale la reinundare zonelor actualmente indiguite utilizand cunoasterea obtinuta.
- evaluarea posibilitatii de extrapolare a cunoasterii la sisteme ripariene cu grad de impact antropic mult mai ridicat (aval de zone miniere sau in zone cu depuneri atmosferice foarte intense).

Nu in ultimul rand, cunoasterea obtinuta va fi foarte utila pentru evaluarea efectelor pe termen lung ale unor fenomene de poluare acuta pe termen scurt, cum au fost cele asociate conflictului din Iugoslavia sau accidentului de la bazinul de decantare de la Baia Mare.

Din punct de vedere al suportului financiar, sursele avute in vedere sunt urmatoarele:

- CNCSIS, pentru programe de cercetare fundamentala
- Academia Romana, pentru programe de cercetare fundamentala
- ANSTI, pentru programe de cercetare aplicativa
- MAPPM, pentru programe de cercetare aplicativa asociate unor probleme de mediu acute, prin subcontractare la institutele MAPPM
- EC DGXII, pentru programe care integreaza aspecte ale cercetarii fundamentale si aplicative, utilizand relatiile existente la Universitati din Europa in vederea constituirii retelei necesare.

Din punct de vedere al modalitatii de aplicare, pentru programe de mai mica anvergura se are in vedere aplicare in colectiv restrans, eventual valorificarea oportunitatilor existente pentru cercetatorii tineri, iar pentru programele majore, integrarea in colective mai largi ale Departamentui de Ecologie Sistemica si Managementul Capitalului Natural.

8.10. MASURILE PREVAZUTE PENTRU RESPECTAREA NORMELOR DEONTOLOGICE ALE CERCETARII UNIVERSITARE.

Proiectul propus, de cercetare fundamentala in domeniul ecologiei sistemice, depaseste abordarea reductionista, din pacate frecvent intalnita in ecologie si "stiintele mediului", si deci a limitelor severe ale abordarii experimentale in teren (inducerea de perturbari experimentale in cadrul sistemelor ecologice complexe este imorala, ilegala si nepractica, iar scara de experimentare in timp si spatiu este cu totul necorespunzatoare caracteristicilor sistemelor mari si complexe). Desi programul include si o serie de experimentari in teren si laborator, acestea implica fie tehnici nedistructive, fie marimea si numarul unitatilor de proba, precum si frecventa de prelevare nu afecteaza starea populatiilor si ecosistemelor studiate.

REFERINTE BIBLIOGRAFICE

1. Adamescu M., C. Cazacu, A. Vadineanu, S. Cristofor, A. Sarbu & V. Iordache, 1999, Relationship between plankton and submerged macrophytes in the Lower Danube Floodplain. Proceedings of the 10th Macrophyte Group Meeting IAD/SIL, Danube Delta, 3-15
2. Amoros and G. E. Petts, "Hydrosystemes fluviaux", Masson, Paris, 300 pages (1993)
3. Barbier, E. B., M. Acreman, D. Knowler, 1997, Economic valuation of wetlands: A guide for policy makers and planners, Ramsar convention bureau, 127 pages
4. Botnariuc, N., A. Vadineanu, 1982, Ecologie, Editura didactica si pedagocia, Bucuresti
5. Brunet, R. C., G. Pinay, F. Gazelle, and L. Roques, Reg. rivers: Res. and Manag., **9**: 55-63 (1994)
6. Cristofor S., A. Vadineanu, G. Ignat, 1993, Importance of flood zones for nitrogen and phosphorus dynamics in the Danube Delta, *Hidrobiologia* **251** 143-148
7. Dai, M.-H., J.-M. Martin, 1995 First data on trace metal level and behaviour in two major Arctic river-estuarine systems (Ob and Yenisey) and in the adjacent Kara Sea, Russia *Earth Planet Sci Lett* 131, 127-141
8. Dombeck, G. D., M. W. Perry, J. T. Phinney, Ecological Engineering, **10**: 313-339 (1998)
9. FAULKNER, S.P., POTRICK, W. H. and GAMBRELL, R.P., 1989, *Field Techniques for Measuring Wetland Soil Parameters*; Published in Soil Sci. Am. J., 883-890.
10. Finlayson, M. C., "A metal budget for a monsoonal wetland in the Northern Australia". In: S. M. Ross (ed.), Toxic Metals in Soil Plant Systems, John Willey and Sons, 433-451 (1994)
11. Garnier, J., J.-M. Mouchel (Eds.), Man and River Systems - the Functioning of River Systems at the Basin Scale, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 408 pp, (2000)
12. Iordache V., F. Bodescu, M. Onete, C. Florescu, A. Neagoe, M. Adamescu, A. Vadineanu, 1997, Effects of hydrology on redox potential in the lower Danube wetlands, in Proceedings of the 7th Danube Delta Institute Symposium, 449-459.
13. Iordache V., M. Onete, A. Vadineanu, 1999b, Heavy metals dynamic in litter from the Danube floodplain, *Proceedings of the 8th Danube Delta Institute Symposium*, 351-355
14. Iordache, V, A. Neagoe, A. Cernatoni, M. State, T. Altorfer, E. Preda, S. Cristofor, A. Vadineanu, 2000, Heavy metals in the Danube floodplain related to the Yugoslavian conflict, in *Proceedings of the 5th Symposium on Environmental Contamination*, Prague, Czech Republic, *in press*
15. Iordache, V., C. Postolache, S. Cristofor, G. Ignat and A. Vadineanu, 1999a, Heavy metals distribution in the ecosystems of the Danube floodplain, in Proceedings of the 8th Danube Delta Institute Symposium, 356-364
16. Kelman Wieder, R., Martin Novák, Jirí Cerny (Eds.), Biogeochemical Investigations at the Watershed,

Landscape, and Regional Scales, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 512 pp, (1998)
17. Kerner, M., D. Krogmann, 1994 Partitioning of trace metals in suspended matter from the Elbe estuary fractioned by a sedimentation method *Netherlands J. Sea Res*. 33, 19-27
18. Khan, H. and G. S. Brush, Estuaries, 17: 345-360 (1994)
19. Koh., T., Miura, Y., Yamamuro, N., Takaki, T., 1990, The Analyst, **115**, 1133-1137
20. Krantzberg, G., 1994 Spatial and temporal variability in metal bioavailability and toxicity of sediments from Hamilton Harbour, Lake Ontario *Environ. Toxicol. Chem*. 13, 1685-1698 (55)
21. Kraus, M. L., 1988, "Wetlands: Toxicant sinks or reservoirs ?", In: J. A. Kusler, R. Novitzki (Eds.), Proceedings of the National Wetland Symposium: Wetland Hydrology, Chicago, Illinois Berne, NY, 192-196 (1988).
22. Mahner, M, M. Bunge, 1997, Foundations of Biophilosophy, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 423 pp
23. Maltby, E., D. V. Hogan, C. P. Immirzi, J. H. Tellam, M. J. van der Peijl, 1994 Building a new approach to the invetigation and assessment of wetland ecosystem functioning Global wetlands: Old World and New, edited by W. J. Mitsch, Elsevier Science B. V., 637-658p
24. Mitsch, W. J, J. G. Gosselink, "Wetlands", Van Nostrand Reinhold, New York, 513 pages (1986)
25. Nafea Al-Azzawi, M., Biogeochemical cycles of some mineral elements in aquatic ecosystems from Danube Delta. Doctoral thesis, Bucharest University, 104 pages (1987)
26. Neagoe, A., V. Iordache, T. Altorfer, M. Pescaru, A. Vadineanu, 2000, Trace elements in vegetation of the Danube floodplain, in Proceedings of the 4th Symposium on "Metals elements in Environment, Medicine and Biology", *in press*
27. Pesch, C.E., D.J. Hansen, W.S. Boothman, W.J. Berry and J.D. Mahony, 1995 The role of acid-volatile sulfide and interstitial water metal concentrations in determining bioavailability of cadmium and nickel from contaminated sediments to the marine polychaete *Neanthes arenaceodentata Environ. Toxicol. Chem.* 14, 129-141
28. Pucket, L. J., M. D. Woodside, B. Libby and M. R. Schening, Wetlands, 13: 105-114 (1993)
29. Sfriso, A., A. Marcomini, M. Zanette, 1995 Heavy Metals in Sediments, SPM snd Phytozoobenthos of the lagoon of Venice *Mar. Pollut. Bull.* 30, 116-124
30. Stewart, A. J., G. J. Haynest, M. I. Martinez, 1992, Fate and biological effects of contaminated vegetation in a Tennessee stream *Environ. Toxicol. Chem* 11, 653-664
31. Tessier, A., P. G. C. Campbell, M. Bisson, Anal. Chem. **51**, 844-854
32. Timothy, T. S., M. L. Shelley, Ecological Engineering, **12**: 231-252 (1999)
33. Vadineanu A., S. Cristofor and V. Iordache, "Lower Danube River System biodiversity changes", In: B. Gopal, W. J. Junk and J. A. Davis (Eds), Biodiversity in Wetlands: Assessment, Function and Conservation, Backhuys Publishers, *in press* (2000a)
34. Vadineanu A., S. Cristofor, C. Postolache, I. Barbu, M. Pauca-Comanescu, "The long term ecological research network in Romania" in Cooperation in long term ecological research in central and Eastern Europe, Proceedings of the ILTER Regional Workshop, Budapest, Hungary, 47-60 (2000b)
35. Vadineanu A., S. Cristofor, G. Ignat, V. Iordache, A. Sarbu, C. Ciubuc, G. Romanca, I. Teodorescu, C. Postolache, C. Adamescu, C. Florescu, 1997. Functional assessment of the wetlands ecosystems in the Lower Danube River System. *Proceedings 32nd Conference IAD Viena*: 463-466
36. Vadineanu, A., 2000, Lower Danube Wetlands System, in "Wetlands Handbook", edited by E. Maltby, *in press*
37. Vadineanu, A., M. Constantinescu, S. Cristofor, A. Varduca, C. David, V. Piescu, I. Pecheanu, V. Iordache, C. Postolache, A. Neagoe, 2000c, Results of the monitoring program in the Lower Danube River System related with Yugoslavian conflict, in *Proceedings of the 5th Symposium on Environmental Contamination*, Prague, Czech Republic, *in press*
38. Vadineanu, A.,1998, Sustainable Development, Bucharest University Press, 247 pages (1998)
39. Van der Peijl, M. J, and J. T. A. Verhoeven, Biogeochemistry **50**: 45-71 (2000)

Anexa 5 Tehnici specifice populaţiilor de nevertebrate, peşti, reptile şi păsări.

Tehnicile prezentate în această anexă reflectă particularităţile grupurilor de organisme respective şi se referă în multe cazuri la modul de capturare. Aceste tehnici trebuie utilizate în mod complementar cu metodele generale de evaluare a mărimii populaţiilor (prezentate în capitolul 5).

Textul de mai jos este tradus după Sutherland (ed. 1996).

Nevertebrate

Nevertebratele, datorită dimensiunilor lor reduse, sunt capabile de a utiliza/exploata zone foarte mici din mediu, cu caracteristici specifice. Aceste zone sunt cunoscute şi sub numele de microhabitate. Mulţi taxoni de nevertebrate, îndeosebi insecte, ocupă de asemenea microhabitate diferite în decursul diferitelor stadii din ciclul lor de viaţă, fiind prin urmare prezente în cadrul microhabitatelor respective doar pentru perioade scurte de timp de-a lungul unui an, (de exemplu, există câteva coleoptere care îşi desfăşoară stadiile larvare în canalele de exsudare ale sevei din copacii afectaţi de diverşi factori). Datorită acestui fapt, este frecvent necesară stabilirea de strategii de colectare a probelor de nevertebrate, la o scară mai redusă decât cea folosită în cazul multor vertebrate. Aceasta înseamnă că pentru observarea/studiul asupra nevertebratelor de pe un anumit teritoriu (de exemplu o suprafaţă împădurită) va fi necesară luarea de probe dintr-o paletă largă de tipuri de microhabitate din cadrul zonei forestiere (de exemplu lemn mort, aparţinând diferitelor specii de arbori, aflaţi în variate stadii de descompunere şi cu diferite nivele ale umidităţii; frunzele diverselor specii de arbori şi arbuşti, litieră foliară umedă şi uscată, sol, pământ sterp, etc.). Mai poate fi necesară colectarea de probe de mai multe ori de-a lungul unui an, în scopul obţinerii unei selecţii reprezentative pentru speciile prezente în zona studiată. De asemenea, în cazul comparaţiei efectuate între nevertebrate provenite din situri diferite, sau din acelaşi amplasament, dar în perioade diferite, este necesară certitudinea unei comparaţii între populaţii faunistice din microhabitate similare, şi a desfăşurării colectării în aceleaşi perioade/momente ale anului.

În vederea colectării de probe din populaţiile de nevertebrate, a fost concepută o paletă largă de tehnici de capturare prin amplasarea de capcane. Multe dintre acestea sunt bazate pe componente mari şi costisitoare ale echipamentului de captură, uneori acestea reprezentând doar modificări ale unor componente/piese deja existente. Metodele alese pentru prezentarea în cadrul acestui capitol sunt ieftine şi uşor de folosit, putând fi utilizate practic pe o scară mai largă în scopul colectării de probe din populaţiile de nevertebrate (tabelul 1).

Activitatea celor mai multe nevertebrate, îndeosebi a insectelor, este deseori influenţată de către condiţiile meteorologice şi de momentul din decursul zilei. Nivelul activităţii poate hotărî în care habitat sau microhabitat este prezent un anumit individ la un moment dat (de exemplu, dacă vizitează surse de nectar, sau se odihneşte în vegetaţia înaltă); cât de uşoare pot fi localizarea sau capturarea individului, sau posibilitatea să fie prins în capcană. Atunci când se face o comparaţie privind tipurile/mostrele de faună din diferite situri, sau din momente diferite la nivelul aceluiaşi site, este de obicei necesară standardizarea condiţiilor meteo şi a momentului zilei în care luarea de probe are loc. Acestea au o mai mare importanţă îndeosebi în cazul folosirii de capcane.

Toate metodele de captură a nevertebratelor prin capcane sunt bazate pe mişcarea activă a animelelor, care le poate aduce în capcană. Din acest motiv, capturile de indivizi vor reflecta atât abundenţa şi activitatea speciiilor considerate, cât şi vulnerabilitatea acestora din punctul de vedere al capturării. Mai mult, capturările realizate prin folosirea de atractanţi (capcane luminoase, substanţe adezive, capcane ce folosesc curenţi de aer, capcane-gropi cu momeală şi capcane bazate doar pe momeli) pot avea rezultate confuze datorită speciilor atrase de de un anumit tip de atractant. În aceste cazuri, capturile vor reflecta de asemenea parametri precum distanţa maximă de acţiune a atractantului respectiv, acesta fiind o variabilă a condiţiilor meteo şi diferitelor amplasări ale capcanelor. De aceea, metodele de captură prin capcane dau indicii asupra abundenţei; ele nu pot fi utilizate în vederea estimărilor abundenţei absolute. Este important de luat în calcul acest fapt în momentul interpretării rezultatelor.

Dificultatea identificării multor specii de nevertebrate, alăturată necesităţii de a împiedica nevertebratele să se devoreze reciproc, sau să moară, fiind ulterior descompuse, duc deseori la uciderea şi conservarea acestora. Orice plan de folosire a capcanelor trebuie să ia în calcul efectul pe care prelevarea unor indivizi îl poate avea asupra populaţiilor locale de nevertebrate. Acesta este un aspect important îndeosebi în cazul capturării de nevertebrate de dimensiuni mari, mature sexual, cum ar fi libelule, fluturi şi greieri, în cazul cărora colonia include un număr foarte mic de adulţi. Efectul aşezării de capcane asupra taxonilor care nu sunt revelatori din punctul de vedere al unui studiu dat trebuie de asemenea luat în considerare.

Tabelul 1 Metode utilizabile pentru nevertebrate. *Legendă*: * aplicabil de obicei, + aplicabil adesea, ? aplicabil uneori. Abența simbolului indică faptul că nu metoda nu este aplicabilă.

Metodă	Spongieri, Celenterate sesile echinoderme, cefalopode (octopode, nautiloide), taxoni sesili/cu deplasare lentă	Meduze, ctenofore şi cefalopode decapode	Planarii	Oligochete terestre (Lumbricide în special)	Oligochete acvatice şi polichete	Hirudinee	Aranee şi opilionide	Pseudoscorpioni	Scorpioni şi alte arahnide	Crabi, raci şi alți crustacei mari	Copepode,notostraci, zooplancton în genere
Căutare directă	*	*	*	*	+	*	*	+	*	*	+
Capcane acvatice											
Capcane pentru zbor											
Capcane luminoase											
Capcane prin aderență (în cleiere)											
Capcane cu atractanți aerieni											
Capcane pentru emergența adulților											
Prelevarea de probe de sol				*							
Extracție chimică				?							
Separarea nevertebratelor din sol				*			?	*			
Capcane-gropi							*				
Scuturare							*				
Fileu entom.							*				
Capcane cu aspirare							+				
Plase pentru bălți		*									*
Prelevatoare cilindrice											*
Prelevatoare Robertson											
Capcane cu momeli			*			*				*	
Prelevări de probe bentice			?		*						
Prelevari în fluxuri rapide			?			+					
Prelevare prin răsturnare			?			+					

Tabelul 1 (continuare)

Metodă	Alți crustacei acv.	Izopode şi amfipode terestre, diplopode, chilopode, simfile şi pauropode	Protura, Collembola, Diplura, Thysanoptera şi Psocoptera	Plecoptera şi Ephemeroptera adulți	Odonate adulte	Larve de trichoptere, efemeroptere şi plecoptere	Odonate larve	Ortoptera	Phasmida şi Mantodea	Blattaria, Isoptera şi Dermaptera (Dictioptera)
Căutare directă	+	*	+	+	*	+	+	*	+	*
Capcane acvatice										
Capcane pentru zbor										
Capcane luminoase								?		
Capcane aderente										
Cu atractanți aerieni										
Capcane pentru emergența adulților				+						
Prelevarea de probe de sol										
Extracție chimică										
Separarea nevertebratelor din sol		*	*							*
Capcane-gropi		+	?							+
Scuturare			?					?	*	
Fileu entom.			?	*				*	+	
Capcane cu aspirare			+			*	*			
Plase pentru bălți	*									
Prelevatoare cilindrice										
Prelevatoare Robertson						?	?			
Capcane cu momeli										
Prelevări de probe bentice	+									
Prelevari în fluxuri rapide	?						*	+		
Prelevare prin răsturnare	?						*	+		

Tabelul 1 (continuare)

Metodă	Aphaniptera şi Phtiraptera	Hemiptera	Coleoptera adulţi	Coleoptera larve	Neuroptere adulte (plannipenia)	Lepidoptere diurne adulte	Lepidoptere nocturne adulte	Diptera adulte	Diptera larve	Tenthredinidae, Ichneumonidae şi diverse hymenoptere parazitoide	Furnici	Apoidea şi Vespoidea	Gastropode pulmonate terestre	Moluşte acvatice
Căutare directă	*	+	*	*	+	*	+	*	*	*	*	*	*	*
Capcane acvatice		?	+					*		*		+		
Capcane pentru zbor		?	?					?		*				
Capcane luminoase					?		*	?		?				
Capcane aderente							+							
Cu atractanţi aerieni						+		+						
Capcane pentru emergenţa adulţilor								+						
Prelevarea de probe de sol				+					+					
Extracţie chimică										?				
Separarea nevertebratelor din sol			+	*						*			+	
Capcane-gropi		+	*	*					+	*	+			
Scuturare		*	*	+	*			+					?	
Fileu entom.		*	*	+	*		+	+	*		*		?	
Capcane cu aspirare		*	+	?					*		+			
Plase pentru bălţi		*	*	+						+				*
Prelevatoare cilindrice														
Prelevatoare Robertson		+	+											
Capcane cu momeli														
Prelevări de probe bentice										+				+
Prelevari în fluxuri rapide										+				
Prelevare prin răsturnare										+				

Depozitarea temporară a nevertebratelor vii

Nevertebratele în stare vie trebuie, în mod ideal, depozitate în tuburi/eprubete din sticlă sau plastic sau în borcane de gem. Dacă acestea nu sunt la îndemână, pot fi utilizate şi pungi de plastic curate.

Trebuie adăugată în containere şi o cantitate mică de vegetaţie, ca suport de aderenţă pentru nevertebrate în timpul transportului. Multe insecte, îndeosebi cele cu aripi neacoperite, trebuie transportate în condiţii de uscăciune, astfel încât să nu existe riscul lipirii lor de pereţii conteinerului. Condensarea în interiorul conteinerului poate fi împiedicată prin absorbirea umidităţii de către o sugativă plasată în interior. Taxonilor prelevaţi din medii umede le trebuie asigurată, în timpul depozitării şi transportului, o masă mică de sol sau vegetaţie umede.

Nevertebratele acvatice trebuie menţinute în conteinere umplute parţial cu apă luată din mediul din care au fost prelevate. Speciile de apă dulce nu trebuie ţinute în apă sărată sau salmastră, sau invers. Speciile acvatice, îndeosebi cele din apele curgătoare cu viteză mai mare, sunt foarte sensibile la supraîncălzire, din acest motiv conteinerele nu trebuie niciodată menţinute în lumina directă a soarelui. Probele de mâl sau de alte elemente benthice trebuie menţinute în pungi de plastic sigilate aşezate într-un refrigerator (la temperaturi sub 4°C) şi sortate, preferabil în decurs de patru zile şi cel puţin odată pe săptămână. Dacă nu se procedează astfel, organismele pot muri, ulterior descompunându-se şi devenind nerecognoscibile taxonomic.

Conteinerele trebuie plasate într-un loc ferit de lumină şi răcoros, pentru a se reduce stressul exercitat asupra fiinţelor conţinute în el. Evident, indivizii aparţinând speciilor prădătoare trebuie ţinuţi într-un loc separat.

Nevertebratele trebuie eliberate în acelaşi loc în care au fost capturate, iar în cazul grupelor precum albinele şi al altor insecte, aproape de florile din care se pot hrăni imediat, dacă au devenit între timp înfometate.

Uciderea şi conservarea nevertebratelor

Toate insectele şi nevertebratele cu schelet dur pot fi ucise şi conservate prin introducerea lor într-o soluţie de alcool etilic 70%. Deşi cele mai multe dintre celelalte grupe de nvertebragte pot fi conservate în mod adecvat în alcool, multe sunt mai bine fixate dacă acţiunea se desfăşoară mai repede, mai ales dacă trebuie să fie destinate colecţiilor de referinţă. Fixarea este definită ca procesul prin care constituienţii proteici sunt stabilizaţi în ţesutul corporal în vederea menţinerii unei condiţii cât mai aproape de cea a animalului viu. Este folosită în acest scop o varietate largă de substanţe chimice, acestea fiind adecvate uneori funcţie de grupul taxonomic avut în vedere.

Insectele pot fi ucise şi prin expunerea lor la vapori de acetat de etil. Această operaţiune se poate face cel mai bine utilizându-se un recipient special destinat. Acesta poate consta într-un flacon de sticlă (nu din plastic, deoarece acetatul de etil îl poate ataca) conţinând un strat de gips calcinat pe care sunt aşezate câteva picături de acetat de etil. Acetatul mai poate fi picurat şi pe o sugativă aşezată pe fundul flaconului.

În cazul folosirii soluţiei de alcool pentru stocarea nevertebratelor, conteinerele/recipientele trebuie închise ferm, deoarece alcoolul se evapoarează rapid. Dopurile de plută nu sunt adecvate acestui scop, deoarece porii plutei sunt accesibili pentru vaporii de alcool. În cazul stocării pe o perioadă mai lungă de un an, este preferabilă adăugarea de glicerol 5% în soluţia de alcool, pentru împiedica fragilizarea lor sau completa lor uscare, în cazul evaporării întregii soluţii de alcool.

Fluturii şi moliile (lepidopterele) trebuie conservaţi prin înfigere în ac, pentru a se evita lezarea solzilor prenţi pe aripile lor. Alături de încleierea unui specimen pe o suprafaţă de hârtie, această tehnică este deseori utilizată în scopuri expoziţionale. Detaliile acestor tehnici pot fi găsite în multe lucrări de entomologie.

Cea mai adecvată cale de a marca specimenele conservate în alcool este ataşarea de corpul animalului a unei bucăţi de hârtie pe care au fost scrise datele respective. Etichetele lipite în exteriorul flacoanelor se degradează aproape întotdeauna, în decursul timpului.

Nevertebratele trebuie ucise doar în absenţa oricărei metode alternative de evaluare populaţională.

Căutare directă

Aplicabilă la toate grupele de nevertebrate.

Descriere

Cea mai uşoară cale de găsire a celor mai multe dintre nevertebrate este căutarea lor în habitatele sau microhabitatele adecvate. Multe grupe terestre de nevertebrate necesită microclimate umectate, adăpostite, din acest motiv pot fi găsite sub pietre buşteni, scoarţă, în jurul părţilor inferioare ale plantelor, în crăpăturile din ziduri şi pietre, în litiera compusă din frunze, cuiburi, litiera malurilor râurilor, fungi morţi şi aflaţi în proces de descompunere, excremente şi cadavre. Atunci când aceste organisme sunt căutate pe sub pietre sau buşteni, este importantă aducerea acestor obiecte la poziţia lor iniţială, pentru a evita deshidratarea animalelor rămase în locul respectiv.Trebuie de asemenea avut grijă în privinţa unei dereglări minime a habitatului.

Peticele de iarbă sau de alt tip de vegetaţie susţin un mare număr de nevertebrate, îndeosebi în timpul iernii, atunci când multe dintre ele hibernează în interiorul acestora. Nevertebratele pot fi colectate prin felierea suprafeţei ierboase la nivelul rădăcinilor prin folosirea unui cuţit pentru pâine, apoi scuturându-se şi ţinându-le pe o suprafaţă de culoare albă (de exemplu, o foaie de hârtie sau un film fotografic). Nevertebratele mai mici pot fi prin prelevarea

tufişurilor şi sortarea lor la lumina unei lămpi puternice.

Limacşii şi melcii sunt mai vizibili pe vreme umedă, îndeosebi noaptea, atunci când pot fi găsiţi cu ajutorul unei lanterne. Scorpionii pot cel mai bine căutaţi cu ajutorul unei lantene cu un bec emiţător de radiaţii UV, deoarece scorpionii emit fluorescenţă dacă sunt expuşi la lumină UV.

Nevertebratele mai active, îndeosebi insecte, pot necesita o căutare mai activă şi capturarea de către observator, îndeosebi insectele cu aripi, de dimensiuni mai mari, cum sunt libelulele (Anisoptera şi Zygoptera), fluturii şi moliile. În cazul insectelor zburătoare este deseori necesară utilizarea unei plase. Diversele insecte cu zbor rapid, precum libelulele zygoptere, sunt cel mai uşor de prins în primele ore ale dimineţii sau în condiţii de cer înnorat, atunci când ele sunt mai puţin active, deşi pot fi mai greu de localizat în atari condiţii. Un dispozitiv de aspirare din fire de pensulă uşor umectate este util pentru capturarea rapidă şi eficace a arachnidelor şi insectelor mici. Dispozitivele de aspirare nu trebuie folosite niciodată pentru a aspira nevertebrate din excremente sau cadavre deoarece există riscul de a inhala spori bacterieni sau fungici. Căutarea directă este de asemenea cea mai bună metodă de găsire a speciilor acvatice, mai puţin dinamice. Cele mai profitabile locuri din acest punct de vedere sunt: pe/sub pietre (pentru efemeroptere, plecoptere, megaloptere sialide, plannipenii, trichoptere şi lipitori), prin vegetaţia acvatică (îndeosebi în axilele frunzelor plantelor emergente, şi în tecile de frunze ale monocotiledonatelor înalte), precum şi printre tulpinile şi rădăcinile vegetaţiei mărginaşe.

Nevertebratele care trăiesc în vegetaţia acvatică pot fi colectate prin plasarea vegetaţiei pe o peliculă de film fotografic, şi prin prelevarea nevertebratelor dispuse pe acesta. În vederea unei eficienţe sporite, pelicula poate fi desenată pe margini cu un model de tablă de şah alb-negru, deoarece unele nevertebrate sunt mai uşor de observat pe un fond negru, decât pe unul alb. Cea mai mare varietate de nevertebrate poate găsită prin lăsarea peste noapte a ierburilor într-un vas umplut cu apă şi acoperit. Scăderea concentraţiei de oxigen, astfel produsă, şi uşoara tulburare a apei determină nevertebratele anterior ascunse să iasă la suprafaţă, unde sunt mai uşor de observat.

Pe malul mării este posibilă găsirea multor nevertebrate prin cercetarea suprafeţelor intertidale în timpul refluxului, în special în timpul mareelor de primăvară (de exemplu, la lună nouă şi plină) atunci când spectrul tidal este la maximum, permiţând investigarea marginii celei mai apropiate de mal a fundului apei. Cele mai profitabile spaţii, din acest punct de vedere, sunt printre alge, tulpini, stabilopozi şi pe sub pietre în zonele stâncoase. Crabii pot fi găsiţi cel mai bine de-a lungul plajei, folosindu-se o lanternă.

Multe nevertebrate acvatice au o constituţie delicată şi trebuie culese prin folosirea unei mici pipete sau a unei pensule fine, sau cu un fir de iarbă sau cu un beţigaş.

Metoda marcării-recapturării este o metodă adecvată de estimare a populaţiilor anumitor taxoni de nevertebrate cu exoschelet dur. Cea mai larg utilizată metodă este de marcare a exoscheletului (dar nu şi articulaţiile sau organele de simţ) prin folosirea unei vopseli uleioase. Aceasta poate fi uşor aplicată prin intermediul capătului ascuţit al unui băţ de chibrit. Alte metode includ: marcarea aripilor fluturilor şi moliilor cu un vârf de stilou, consecutiv eliminării unei părţi din solzii aripilor, şi lipirea de etichete cu numere pe carapacea crabilor, de exemplu.

În anumite cazuri este posibilă standardizarea, într-o anumită măsură, a căutării directe, în scopul obţinerii de estimări relative ale populaţiilor. Astfel de exemple sunt tratate în cele ce urmează.

Caracterizarea numărului de indivizi per unitatea de efort

Căutările cronometrate sunt cel mai frecvente în cazul habitatelor acvatice, fiind utilizate în vederea estimărilor rapide ale faunei de nevertebrate din bălţi. Un exemplu al folosirii acestei metode constă în investigarea unor suprafeţe acvatice reduse (< 1 ha) într-un interval total de trei minute, prin folosirea mâinilor şi a unei plase, şi căutând în fiecare habitat din baltă într-un interval de timp proporţional cu suprafaţa sa. În cazul habitatelor terestre, numărul de indivizi număraţi într-o perioadă de timp determinată a fost utilizat, de exemplu, pentru obţinerea de estimări relative ale taxonilor mai uşor vizibili, precum fluturii aflaţi la diferite înălţimi în coroana pădurilor tropicale umede.

Caracterizarea numărului de indivizi per unitatea de masă vegetală

Nevertebratele şi galele plantelor pot fi cercetate având în vedere frunze considerate individual, tulpini (la monocotiledonate), sau plante întregi. Cea mai uşoară cale este de a verifica ambele feţe ale unei frunze, de la o extremitate la cealaltă a unei ramuri. Acest lucru poate fi realizat mai simplu prin considerarea de loturi de câte zece frunze, de exemplu, şi marcarea poziţiei ultimei frunze cercetate cu un cârlig de rufe.

Ca alternativă, probe de frunziş provenite din copaci sau tufişuri pot fi tăiate cu grijă (cel mai uşor cu un tăietor de frunze) şi plasate într-o sacoşă largă din polietilenă, sau un coş de plastic, având grijă să nu se îndepărteze, în timpul acestei operaţiuni, nevertebratele prezente pe ramură sau frunze. Mărimea probelor poate fi standardizată pe baza următoarelor criterii: (a) numărarea frunzelor sau mugurilor per probă, după ce au fost investigaţi în ce priveşte prezenţa de nevertebrate sau (b) cântărirea mugurilor sau frunzelor. Prima metodă este mai adecvată în cazul plantelor care au frunze individualizate, a doua fiind potrivită celor cu frunze mici sau care nu pot fi uşor distinse, cum este cazul coniferelor.

Odată aduse în laborator, frunzele trebuie scoase din sacoşă, aceasta închisă repede, iar frunzişul întins pe o folie mare, de culoare albă (de preferinţă o foaie de hârtie) aşezată pe podea. Nevertebratele respective pot fi dislocate din masa foliară prin scuturarea vegetaţiei deasupra foliei, apoi aspirate. Frunzişul ttrebuie cercetat din

nou cu atenţie pentru a se găsi eventualele organisme care au rămas pe el. În final, punga care conţine nevertebratele prelevate iniţial trebuie deschisă cu atenţie, iar organismele eliberate.

Densităţile nevertebratelor şi/sau galele produse de ele în anumite părţi ale plantelor pot fi obţinute prin colectarea respectivelor ramuri, frunze sau rădăcini ale plantelor şi disecarea lor. Acest procedeu poate fi folosit în vederea obţinerii de estimări ale densităţilor populaţionale de plante, de exemplu în bulbii florali sau în tulpinile unor plante precum trestia (*Phragmites australis*).

Caracterizarea numărului de indivizi per unitatea de suprafaţă

Nevertebratele mai uşor vizibile pot fi cuantificate prin cercetarea atentă a unei suprafeţe definite, de exemplu, cazul căutării masculilor de odonate, care îşi survolează teritoriile cu bălţi. Ca alternativă, suprafeţele mai reduse pot fi stabilite în cadrul habitatului, de exemplu, prin plasarea de pătrate dispuse randomic pe suprafaţa acestuia. Aceste suprafeţe, arbitrar delimitate, pot fi cercetate imediat, în vederea descoperirii de taxoni cu o motilitate mai redusă, precum scoicile Mytilidae sau Unionidae, care stau îngropate sau legate prin byssus, sau urmele de viermii policheţi sau găurile datorate sifoanelor unor specii de bivalve. Urmele de policheţi sunt formate de obicei imediat după reflux, apoi ele sunt degradate, în diferite măsuri, funcţie de umiditatea substratului. Numărul de urme de policheţi trebuie măsurat în decursul unui interval de timp standardizat în care mareea a acoperit substratul, de exemplu timp de 3-4 ore. În cazul unor taxoni mai mobili, precum lăcustele şi greierii, cea mai bună cale este de a lăsa suprafaţa pătrată neatinsă, cu câtva timp înaintea căutării, pentru a permite indivizilor deranjaţi în timpul stabilirii coordonatelor respectivei suprafeţe să revină pe teritoriile lor specifice. O altă metodă este de a utiliza un pătrat cu margini înalte (un cuadrat-cutie) pentru a accelera strângerea indivizilor, atunci când aceştia sunt număraţi

Cuantificarea exuviilor reprezintă o metodă utilă pentru obţinerea de indicii privind productivitatea insectelor care îşi lasă exuviile la loc vizibil, pe suprafeţe care pot fi cercetate cu grijă şi vreme îndelungată, precum libelulele. Exuviile trebuie colectate cât de des este posibil; colectările acestui tip de material trebuie să continuie pe toată durata respectivei faze a ciclului vital al insectelor studiate. Calendarul precis al acestei acţiuni variază de la an la an, funcţie îndeosebi de condiţiile meteorologice. În cazul Odonatelor, colectarea de exuvii poate fi cel mai bine efectuată prin aşezarea de beţe în apă în locuri uşor accesibile, în scopul de a ajuta nimfele care ies.

[...]

Capcane de apă

Aplicabile la insecte zburătoare, îndeosebi diptere şi hymenoptere

Descriere

Multe insecte zburătoare sunt atrase de anumite culori şi pot fi prinse în recipiente colorate, umplute cu apă. Recipientele de culoare galbenă sunt cel mai adecvate pentru captura de diptere şi hymenoptere. Culoarea albă atrage dipterele, dar are un efect repelent asupra hymenopterelor. Ca o alternativă, culorile "neutre" din acest punct de vedere, precum maro, gri, sau albastru, au efectul cel mai redus, atât atractant, cât şi repelent, asupra insectelor, ceea ce duce la o scădere a selectivităţii capturilor.

Componenţa în specii a capturilor pe bază de capacane cu apăvariază cu înălţimea la care este situată capcana. Din acest motiv, în cazul folosirii acestei metode pentru controlul unei suprafeţe date, trebuie aşezate mai multe capcane, la diferite înălţimi, în vederea capturării unui spectru cât mai larg de specii. În consecinţă, în cazul utilizării pentru compararea capturilor din diferite amplasamente, sau din acelaşi amplasament la moente diferite, înălţimea la care capacana este situată deasupra vegetaţiei trebuie menţinută constantă. Capturile totale, pe bază de capcane, sunt mai bogate atunci când capcana este deasupra nivelului vegetaţiei înconjurătoare.

Atunci când sunt luate probe din păduri este necesară amplasarea unei plase cu ochiuri largi deasupra capcanelor, în scopul împiedicării căderii frunzelor pe capcane, şi minimalizării, în acest mod, a efectului atractant.

Capcanele trebuie golite cel puţin o dată pe săptămână. Nevertebratele pot fi scoase din capacane prin turnarea conţinutului printr-o bucată de tifon într-un vas. Pânza care conţine specimenele poate fi apoi îndepărtată şi plasată într-o eprubetă care conţine o soluţie de alcool etilic 70%, iar lichidul din capcana de apă este turnat la loc.

Avantaje şi dezavantaje

Capcanele de apă pot fi folosite pentru a colecta nevertebrate provenite, teoretic, din toate tipurile de habitat. Capcanele pot fi descărcate de conţinut la intervale dese de timp, în caz contrar conţinutul se va descompune, în absenţa unei substanţe cu rol conservant. Conservanţii pot afecta atractivitatea capcanei pentru insectele zburătoare. De asemenea, capcanele pot necesita o verificare constantă pentru a se împiedica uscarea sau supraîncărcarea lor cu apă.

Capcanele cu apă sunt imposibil de protejat de turmele de erbivore, îndeosebi de către vaci, care pot paşte prin apropiere şi care le pot folosi ca recipiente pentru apa de băut. Protejarea cu garduri a capcanelor, faţă de

erbivorele mari, poate modifica dispunerea vegetației din imediata apropiere a capcanei, ceea ce duce la afectarea randamentului capturilor. De asemenea, capcanele de acest tip sunt foarte uşor vizibile; poate fi deranjată de către trecători. Insectele prinse în capcanele cu apă sunt uneori consumate de păsări mici, care odată informate asupra acestei surse bogate de hrană, se vor hrăni cu regularitate cu un mare număr de insecte prinse în capcane.

Distorsiuni

Ca în cazul tuturor tipurilor de capcane, numărul de insecte prinse în capcane depinde de activitatea lor şi de preferința lor pentru culoarea capcanei, precum şi de abundența lor în regiune. Agitarea apei din capcane de către vânt afectează de asemenea atractivitatea capcanei.

Capcane bazate pe interceptarea zborului, pentru insectele zburătoare

Descriere

Capcanele de interceptare a zborului funcționează prin oprirea zborului insectelor cu ajutorul unui ecran de pânză neagră fină. Insectele blocate cad apoi în cutiile de colectare aşezate dedesubtul plasei, sau sunt conduse în sus într-o sticlă colectoare (în cazul capcanelor Malaise). Acest din urmă tip de capcane sunt structuri complicate şi costisitoare.

Capcanele sunt cel mai bine situate în zone frecventate de mase mari de insecte zburătoare, cum sunt lizierele pădurilor sau a drumurilor forestiere, sau în apropierea gardurilor vii. Capcanele de interceptare a zborului pot fi verificate doar o dată pe săptămână.

Avantaje şi dezavantaje

Capcanele sunt mari şi uşor vizibile, din acest motiv sunt vulnerabile la acțiunile trecătorilor. Capcanele de intercepție a zborului sunt rareori folosite pentru a compara numărul de insecte găsite în amplasamente diferite sau în acelaşi amplasament, la momente diferite de timp, deoarece dimensiunea lor tinde să le reducă caracterul practic.

Distorsiuni

Capcanele de interceptare a zborului capturează puține insecte active de dimensiuni mici, şi proporțional mai multe insecte mai grele şi cun zbor mai greoi, cum sunt coleopterele mari. Capcanele Malaise sunt mai apte pentru captura de insecte zburătoare mici şi mai agile, îndeosebi diptere şi hymenopter mici. Ca în cazul tuturor metodelor bazate pe capcane, capturile reflectă atât abundența, cât şi activitatea diferitelor specii.

Capcane bazate pe lumină

Aplicabilă în special pentru molii**,** dar şi pentru alte insecte care zboară noaptea.

Descriere

Multe insecte zburătoare de noapte, îndeosebi noctuidele, notodontidele şi restul familiilor de lepidoptere cu activitate total sau predominat nocrurnă sau crepusculară, sunt atrase de lumină, îndeosebi de capătul ultraviolet al spectrului. Ele pot fi fie prinse în mod activ, fie atrase într-o capcană.

Cea mai simplă capcană de lumină constă dintr-o sursă luminoasă aflată pe un cablu, atârnată în afara spațiului unei clădiri. Orice lumină strălucitoare, albă sau albăstruie, este potrivită deşi cea mai bună opțiune este un bec cu vapori de mercur la presiune înaltă. Cele mai multe becuri cu vapori de mercur la presiune înaltă funcționează în absența unei surse directe de curent, astfel încât este necesară prezența unui adaptor pentru a deplasa lampa în afara rețelei. În afara strălucirii foarte intense, becurile cu vapori de mercur emit şi radiații aflate în spectrul ultraviolet. Eficacitatea capcanei poate fi îmbunătățită dacă sursa de lumină este aşezată în fața unui perete alb, sau a unei bucăți mari de hârtie albă atârnate în spatele ei. Lumina mai poate fi aşezată pe un trepied aflat deasupra unei hârtii; în acest caz trepiedul trebuie legat la pământ. capcanele luminoase nu trebuie puse în funcție pe vreme ploioasă, deoarece există riscul arderii becului fierbinte datorită căderii ploii pe el. În cazul în care nu este accesibilă o sursă de electricitate, se poate folosi în loc o lampă cu vapori de parfină sau cu gaz.

Randamentul capturilor de molii poate fi crescut dacă este folosită o capcană pentru molii. Acestea pot lăsate în funcție perioade lungi de vreme, fără să necesite prezența observatorului.

Capcanele trebuie, în mod obişnuit, să fie situate astfel încât lumina lor să nu fie obturată de către frunzişul înconjurător, deoarece acesta ar putea reduce aria de vizibilitate a luminii capcanei pentru insectele zburătoare, şi deci eficacitatea acesteia. Capcanele pentru molii atrag cea mai mare parte a acestor insecte în nopțile fierbinți, noroase, cu vânt puțin, şi în special când fulgeră.

În cazul în care moliile sunt reținute în stare vie pentru examinare, ele trebuie eliberate în momentul apusului. Dacă acest lucru nu este posibil, ele trebuie eliberate în recipiente acoperite şi nu pe suprafețe deschise sau

pe pajişti, unde pot fi uşor expuse acţiunii predatoare a păsărilor.

Avantaje şi dezavantaje

Capcanele pentru păsări sunt capabile să prindă cantităţi foarte mari de molii, în condiţii favorabile. De exemplu, în cadrul unui program de captură care a avut loc în Kenya, la o singură captură nocturnă au fost înregistrate 49000 exemplare. Randamentele de prindere prin folosirea de capcane luminoase sunt foarte variate ca rezultat, în funcţie de condiţiile meteo, astfel că nu pot fi folosite pentru a monitoriza populaţii mari de molii, cu excepţia situaţiei în care sunt folosite în fiecare noapte, timp de mulţi ani.

Distorsiuni

Capturile pe baza capcanelor de lumină sunt distorsionate în privinţa speciilor atrase de lumină, precum şi acelor care sunt pasibile de a intra şi de a rămâne în capcană. Ca şi în cazul tuturor tehnicilor de captură, capturile reflectă activitatea fiecărei specii în parte.

Încleierea

Aplicabilă la fluturi nocturni ("molii")

Descriere

Această metodă constă în atragerea moliilor pe o soluţie dulce, care conţine alcool, lăcuită cu alcool, care reduce mobilitatea/agilitatea acestor organisme.

Zahărul are un efect atractant asupra majorităţii speciilor de molii pe vreme caldă şi înnorată. Soluţia dulce constă îndeosebi din melasă neagră (sau zahăr din melasă) fiartă împreună cu banane supracoapte sau alte fructe intrate în faza de putrezire. Imediat înaintea utilizării, trebuie adăugată puţină bere (sau altă sursă de alcool), şi (opţional) câteva picături de acetat amilic pentru a conferi amestecului un miros puternic.

Amestecul dulce trebuie aplicat odată cu apusul soarelui pe frunziş, trunchiurile copacilor, pe stâlpi de lemn, prin folosirea unei bidinele cu lăţimea de 2-3 cm, sau cu mâinile. Locurile adăpostite sunt cele mai indicate, mai ales dacă este un vânt puternic. Capcana cleioasă trebuie inspectată odată la o oră. O lanternă de putere slabă trebuie utilizată pentru a căuta moliile aflate în imediata vecinătate a capcanei, sau chiar pe capcana aderentă, dacă animalele sunt de dimensiuni prea mici.

Avantaje şi dezavantaje

Producerea unei aderenţe dulci necesită prezenţa permanentă a experimentatorului. Deoarece randamentele capturilor variază în mare măsură în funcţie de amplasamentul capcanei şi de condiţiile meteo, încleierea nu poate fi utilizată pentru studii comparative între diferite amplsamente, sau în cadrul aceluiaşi amplasament, la momente diferite de timp. Încleierea cu substanţe dulci atrage deseori specii de lepidoptere nocturne, care nu sunt atrase de lumină.

Distorsiuni

Capturile sunt restrânse la un număr redus de specii, şi anume cele care sunt atrase mirosul/gustul maestecului. Numerul de insecte astfel capturate constituie o reflectare atât a activităţii speciilor, cât şi a distanţei peste care ele sunt capabile de mirosi, acestea fiind la rândul lor, funcţii ale condiţiilor meteo.

Capcane aeriene cu atractanţi

Aplicabilă la diptere şi lepidoptere

Descriere

Dipterele (îndeosebi muşte) pot fi atrase în conteinere care conţin momeli adevate, fiind ulterior prinse în recipientele respective sau direcţionate spre o sticlă cu rol colector. Poate fi folosit un spectru larg de momeli: fructe putrede, pentru reprezentanţii familiei Drosophilidae şi altor grupe asemănăntoare; excremente, pentru dipterele coprofage (Lucillia, Calliphora, etc.); cadavre, pentru dipterele necrofage; dioxid de carbon (sub formă de "gheaţă uscată") învelit în polietilenă pentru a fi eliberat în vedrea capturării speciilor hematofage; ciuperci, carne de peşte, ouă stricate, etc. În scopul capturării unei varietăţi cât mai mari de specii, în cazul speciilor atrase de mirosul cărnii aflate în proces de descompunere, trebuie folosit un număr mai ridicat de momeli, deoarece diferite specii de diptere cyclorafe şi brachycere sunt atrase de diferite stadii ale degradării cărnii. Unele specii de fluturi din zonele tropicale pot fi atraşi în capcană prin folosirea de momeli cu fructe aflate în proces de putrefacţie (în special banane

supracoapte) sau cu excremente.

Avantaje şi dezavantaje

Viespile şi alţi reprezentanţi de dimensiuni mari ai ordinului Hymenoptera pot intra în capcane, îndeosebi în cele care conţin ca momeli fructe, şi pot ucide sau provoca leziuni altor insecte, deja capturate. Îndeosebi în zonele tropicale, furnicile pot de asemenea să intre în capcane, unde ucid şi iau insectele deja prinse.

Distorsiuni

Capturile pot fi distorsionate în privinţa dipterelor care sunt atrase de anumite momeli, şi pentru care există o posibilitate însemnată de a intra şi rămâne în capcană, fiind influenţată de asemenea de dinamica activităţii diferitelor specii. Dipterele deja capturate pot, la rândul lor, constitui surse de atracţie pentru alte specii de dipre (de exmplu, pentru speciile răpitoare din familia Asilidae.

Capcane pentru insectele care ies din stadii juvenile aflate în sol sau apă

Potrivită îndeosebi pentru diptere, dar şi pentru efemeroptere şi trichoptere.

Descriere

Capcanele destinate acestei categorii de insecte pot fi folosite în vedrea capturării de insecte adulte care ies din stadiile lor pupale aflate în apă, bentos, sol, lemn putred, etc. Structura comună a tutror acestor capcane este asemănătoare, constând într-un conteiner care este aşezat de o manieră potrivită pe suprafaţa substratului sau a apei, din care ies insectele adulte. Acest conteiner prezintă de obicei o deschidere către lumină, aflată la capătul său cel mai ridicat, care va avea rolul de a direcţiona deplasarea insectei. Insectele capturate în capcane lipsite de sticle colectoare pot fi îndepărtat prin pulverizarea unei soluţii de alcool 70% cu un pulverizator de grădină, sau prin menţinerea capcanei în direcţia luminii, şi îndepărtarea insectelor folosind o pensulă fină muiată în soluţie de alcool 70%.

Acest tip de capcane poate furniza estimări absolute sau relative ale numărului de insecte care ies din stadii preadulte, în funcţie de eficienţă. În scopul standardizării pierderilor, capcanele trebuie golite la intervale regulate.

Avantaje şi dezavantaje

Capcanele de energenţă pentru insectele acvatice pot fi stricate de către acţiunea undelor apei, fiind de obicei greu de utilizat în cazul unui nivel al apei, care prezintă fluctuaţii largi. Capcanele terestre sunt deseori prea evidente şi din acest motiv, pot fi deranjate de către trecători.

Erori/Distorsiuni

Larvele pe cale să iasă pot fi atrase în capcană (datorită condiţilor adăpostite, favorabile ieşirii din stadiul pre-adult care sunt astfel create), ceea ce conduce la o supraestimare a numărului de insecte care ies, sau, dimpotrivă, larvele pot respinge capcana (multe larve sunt atrase de lumină şi din acest motiv pot ocoli orice umbră aruncată de către capcană), ceea ce conduce la o subestimare. Numărul de insecte capturate va depinde d asemenea de frecvenţa colectării. Chiar în condiţii foarte favorabile, proporţia insectelor nerecuperate din capcane va creşte proporţional cu timpul în care capcanele sunt neglijate. Pierderea are loc îndeosebi prin descompunere şi scufundare, precum şi activitatea prădătorilor, şi va creşte odată cu acţiunea valurilor.

Colectarea de probe de sol

Ptrivită pentru nevertebrate din sol de talie mare, îndeosebi râme, larve de diptere şi larve de coleoptere.

Descriere

Această metodă implică prelevarea de probe de sol cu un volum cunoscut. Se poate săpa prin folosirea unei lopeţi (o cale rapidă de a măsura suprafaţa probelor este de a săpa în jurul exteriorului unui pătrat din sârmă), sau prin utilizarea unui prelevator de mostre de sol, atunci când solul este moale.

Majoritatea râmelor şi a nevertebratelor de dimensiuni mari, precum larvele de diptere şi coleoptere pot fi prelevate prin sfărâmarea solului cu mâna liberă. În vederea recuperării indivizilor mai greu vizibili, proba poate fi trecută printr-o sită umedă cu ochiuri de 2 mm. Proporţia de organisme în plus eliminate prin trecerea prin sită umedă depinde de natura solului şi de dimensiunile şi de vizibilitatea nevertebratelor prelevate. În multe cazuri, cea mai eficientă cale este de a sorta manual întreaga probă, dar de atrece prin sita umedă doar porţiunea din probă care conţine stratul cu rădăcini, care este mai dificil de sortat pe cale manuală şi care conţine de obicei o mare proporţie

de indivizi din proba totală, îndeosebi mici specii de oligochete, greu vizibile, care trìesc la suprafaţa solului.

În vederea sortării de nevertebrate de dimensiuni şi mai reduse decât cele menţionate, este necesară sortarea probelor cu mâna, urmată de trecerea printr-o sită umedă, şi în final sortarea prin plutirea în masa apei.

Avantaje şi dezavantaje

În generale sortarea probelor săpate furnizează estimări mai de încredere ale nuărului de oligochete terestre şi a biomasei, în general, decât extragerea chimică, alternativa la această metodă. Totuşi, acţiunea de săpare şi transport a unui mare număr de probe de sol este cronmofagă şi obositoare.

Distorsiuni

Proporţia de râme extrase prin folosirea acesteim metode variază în funcţie de tipul de sol. Râmele mici şi colorate închis sunt sub-capturate, în comparaţie cu folosirea metodei de extracţie chimică.

Extracţia chimică

Aplicabilă la râme şi larve de diptere Tipulidae.

Descriere

Soluţia de formaldehidă are un efect iritant pentru oligochetele terestre şi pentru larvele de Tipulidae, ceea ce o face utilă pentru extragerea acestor organisme din sol. Cea mai potrivită este o concentraţei de 0,2% a soluţiei de formaldehidă. Trebuie avută o mare grijă la manipularea acestei substanţe; sunt necesare o mască şi mănuşi de protecţie. Soluţia trebuie aplicată uniform, prin folosirea unei stropitori de grădină prevăzute cu o sită de eliminare a picăturilor, pe o suprafţă de 0,5 m^2, de exmplu, astfel încât solul este infiltrat încet de către soluţie, fără ca aeasta să mai rămână la suprafaţă. Toate nevertebratele care ies de-a lungul unei perioade standard de timp (de exemplu, în 10 minute) trebuie colectate. Trebuie avut grijă să nuse utilizeze o soluţie prea puternică, deoarece ar putea să ucidă nevertebratele prezente în sol. Nevertebratele extrase din sol trebuie culese (de preferinţăprin folosirea unui forceps, deoarece prezenţa formaldehidei la determină să secrete cantităţi mari de mucus) şi spălate rapid în apă curată, astfel încât să-şi revină.

Avantaje şi dezavantaje

Extracţia pe cale chimică este o metodă rapidă, dar prezintă dezavantajul necuantificării suprafeţei solului afectat de soluţie, îndeosebi în privinţa adâncimii. Rezultă imposibilitatea calculării densităţilor de nevertebrate per volum cunoscut de sol. Suprafaţa solului afectat de substanţele chimice variază în funcţie de gradulde umiditate al solului, astfel încât această metodă nu poate fi folosită în scopul comparării densităţilor de nevertebrate în soluri cu diferite grade de umiditate.

Distorsiuni

Metoda este inferioară sortării cu mâna, în cazul extragerii speciilor de râme care trec prin perioade de diapauză (de obicei în perioadele de secetă ale anului), deoarece în această stare ele nu răspund la soluţia de formaldehidă.

Separarea nevertebratelor din sol, litieră şi din alte tipuri de resturi

Aplicabilă nevertebratelor care trăìesc în sol şi în litieră

Descriere

Trecerea prin sită poate fi folosită pentru sortarea nevertebratelor prezente în orice tip de substrat care poate fi sfărâmat în bucăţi mai mici. Materialul uscat poate fi filtrat prin folosirea unei pânze albe, a unei bucăţi de hârtie, sau de polietilenă, având deasupra o sită cu ochiuri de 3-4 mm, sub care este aşezată o sită cu orificii de 0,5 mm. Unele nevertebrate precum coleopterele şi pseudoscorpionii rămân nemişcaţi atunci când sunt deranjaţi, astfel încât este mai bine să se aştepte un timp, înainte de a arunca materialul sortat. Este de asemenea utilă o lumină puternică, în momentul trecerii prin sită. Aceasta nu are doar rolul dea spori vizibilitatea, dar, deaorece unele grupe de nevertebrate au fototactism negativ, fiind în acelaşi stimulate de o sursă de căldură, devin mai active în vecinătatea unei lumini puternice, fiind mai uşor de de găsit.

Substratul foarte fin, îndeosebi cel umed, cum este cazul mâlului sau nisipului din foraje este deseori mai uşor de sortat prin direcţionarea unui jet de apă prin acesta în timpul sortării prin sită, prin folosirea unei ţevi scurte legate de un material adecvat tapării substratului.

Nevertebratele pot fi selectate din sol, litieră, etc., prin agitarea acestuia într-un volum de apă şi prin colectarea specimenelor, atunci când acestea plutesc pe suprafaţa apei. În cazul existenţei unei cantităţi mari de litieră foliară printre resturile din probă, este necesară continuarea agitării, în vederea cercetării amănunţite a litierei şi expunerii nevertebratelor , astfel încât acestea să ajungă să plutească la suprafaţă. Specimenele de dimensiuni mici pot fi cel mai uşor culese prin folosirea unei pipete sau a unei pensule. Această metodă este adecvată pentru recuperarea coleopterelor, dar pentru plutirea altor nevertebrate este necesară creşterea greutăţii specfice a apei, prin adăugare de sare sau de zahăr. Dacă specimenele trebuie colectate în stare vie, atunci trebuie culese de pe suprafaţa apei şi spălate în apă curată, cât de repede este posibil.

Dacă soluţia este folosită pentru compararea numărului de nevertebrate între amplasamente diferite, sau între diferitele perioade ale aceluiaşi amplasament, este important ca forţa soluţiei de plutire să rămână constantă, astfel încât proporţia de nevertebrate determinate să plutească să rămână aceeaşi. Acest lucru poate fi obţinut prin măsurarea greutăţii specifice a soluţiei, folosind un hidrometru pentru producerea de vin sau de bere. Trecerea prin sită a materialului în vederea unei sortări prealabile poate duce la îndepărtarea particulelor, ceea ce duce la creşterea eficienţei metodei.

Pâlniile de desicare, precum pâlnia Tullgren, pot fi folosite pentru extragerea nevertebratelor dintr-o varietate de substrate inconsistente, cu dimensiuni particulate mari, precum solul, litiera, resturile de mâl rămase în urma inundaţiilor, sau cuiburi vechi de păsări. Aceste ustensile funcţionează prin crearea de condiţii de căldură, uscăciune şi lumină la capătul pâlniei, care determină nevertebratele iubitoare de umbră, răcoare şi umezeală să se deplaseze în josul pâlniei, departe de sursa luminoasă, până ce cad din pâlnie într-o sticlă colectoare. Dacă sunt necesare specimene în stare vie, este necesară prezenţa unei bucăţi de hârtie de filtru în vasul de colectare. Pâlniile sunt de obicei lăsate în funcţie timp de o săptămână, sau un interval de timp asemănător, iar în cazul colectării de specimene în stare vie, dispozitivele trebuie inspectate zilnic.

A fost creată o largă varietate de tipuri ale acestui aparat, inclusiv "pâlnia Berlese", care prezintă, în locul sursei de lumină aflate deasupra, o pâlnie metalică, de dimensiuni mai reduse, dispusă la exterior, şi prin care trece un jet de apă caldă, precum şi "pâlnia Baermann", care este folosită îndeosebi pentru colectarea de nematode şi a altor grupe de dimensiuni mici, precum rotiferele.

Avantaje şi dezavantaje

Trecerea prin pâlnii umede şi recuperarea nevertebratelor prin flotaţie pot fi dezordonate şi cronofage, astfel încât trebuie efectuate fie în exterior, fie necesită un mare vas care nu trebuie blocat de către sediment în apa de drenaj. Folosirea pâlniilor de desicare nu este laborioasă, deoarece sortarea poate fi lăsată nesupravegheată.

Distorsiuni

Nevertebratele mici şi mai greu observabile pot fi trecute cu vederea în timpul trecerii prin sită. Îndeosebi speciile care sunt recuperate pot fi scocotite greşit, în comparaţie cu cel care se deplasează în cadrul procesului de trecere prin sită. În cazul morţii unor nevertebrate în timpul stocării, este puţin probabilă notarea şi înregistrarea acestora.

Proporţia în care organismele capturate ajung la suprafaţa apei, fiind ulterior recuperate, depinde de masa şi natura materiei solide prezente în soluţia de flotaţie, deoarece aceşti parametri vor afecta măsura în care calea către suprafaţă este obturată de particule solide de material. În consecinţă, proporţia de material biologic recuperat în intervalul de timp îafectat operaţiunii este influenţată de către cantitatea şi calitatea de material brut sortat.

Captura din pâlnie poate fi afectată de mărimea pâlniei, pâlniile de dimensiuni mai mari având tendinţa de a selecta nevertebrate mai mari. Acest fapt se poate datora unei proporţii mai mari de nevertebrate de dimensiuni reduse care se usucă în interiorul pâlniei mari, înainte de a atinge tubul de colectare.

Capcane pe bază de gropi

Aplicabilă nevertebratelor active, care trăiesc la suprafaţă în vegetaţia joasă sau direct pe sol.

Descriere

Capcanele pe bază de gropi sunt construite din recipiente cu margini drepte, care sunt îngropate în sol cu deschiderea lor aflată la nivelul solului, astfel încât nevertebratele pot cădea (uneor se numesc şi capcane Barber). Poate fi folosită orice dimensiune a unui container, care să prezinte margini drepte şi netede. Capcanele cu circumferinţe largi pot captura mai multe nevertebrate, dar acest avantaj este umbrit de necesitatea amplasării mai multor capcane, într-un număr suficient, şi în microhabitate diferite pentru a lărgi spectrul speciilor căutate, astfel încât capturile, în ansamblu, să fie reprezentative pentru zona aleasă.

În capcane poate fi amplasată o varietate de soluţii chimice, cu rol de conservanţi. Există mai multe soluţii chimice, care au un efect conservant adecvat. Etilen glicolul (antigelul) prezintă avantajul că nu se evaporă, astfel încât capcanele care îl conţin pot fi verificate chiar şi numai o dată pe lună. Această substanţă este, în principiu, periculoasă pentru ochi şi piele, fiind necesară purtarea de mănuşi şi ochelari de protecţie. Accesibilitatea

materialului poate reprezenta o problemă în timpul lunilor de vară sau în ţările tropicale. Marcarea cu vopsea poate fi dificilă în cazul necesităţii păstrării unor specimene cu constituţie moale, în scop expoziţional. Alcoolul nu are acţiune negativă, dar se evapoară repede, astfel încât capcanele care conţin alcool trebuie inspectate cel puţin săptămânal, şi chiar mai frecvent pe vreme caldă şi cu vânturi puternice. Printre alternative se numără soluţia de formaldehidă şi insecticidele coemrciale. Formaldehida trebuie manipulată cu extremă atenţie, deoarece este o substanţă chimică corozivă. Insecticidele comerciale pot fi de asemenea periculoase, din acest motiv indicaţiile afişate de producător pe recipient trebuie urmate cu strictețe.

Componenţa capturilor variază cu designul şi dimensiunea capcanelor, tipul de conservant ales, de condiţiile meteo şi de acoperirea sau nu a capcanei. În consecinţă, aceste aspecte trebuie standardizate dacă capturile sunt comparate între situri diferite sau în cadrul aceluiaşi site, la momente diferite de timp.

Capcanele de gropi acţionează asemenea capcanelor de apă destinate capturii insectelor zburătoare precum dipterele sau hymenopterele. Totuşi, ele nu ar trebui folosite în vederea comparării numărului de organisme capturate, ce aparţin celor două grupe, deoarece capturarea poate fi influenţată de către culoarea capcanei şi de gradul de vizibilitate al acesteia. Aceşti factori variază în mare măsurăîntre situri/amplasamente diferite sau între perioade diferite de la nivelul aceleiaşi capcane. Vizibilitatea poate fi profund influenţată de către tipul de vegetaţie înconjurătoare, iar culoarea capcanei-groapă se poate schimba cu timpul, pe măsură ce sunt capturate tot mai multe nevertebrate.

Acest tip de capcane pot fi prevăzute cu momeli constuite din carne crudă, peşte, brânză, fructe fermentate, etc., în scopul atragerii insectelor. În cazul folosirii de momeli, nu mai trebuie utilizaţi conservanţi, inclusiv din motivul mascării mirosului momelii respective de către mirosul specific diverşilor conservanţi. Capcanele cu momeli trebuie inspectate zilnic.

În cazul în care capcanele trebuie golite în mod repetat, o cale rapidă de a realiza acest lucru este golirea capcanei printr-o pânză. Lichidul din capcană poate fi refolosit, deşi poate fi necesară acoperirea sa cu conservanţi, îndeosebi în cazul folosirii alcoolului, care poate fi diluat de către apa de ploaie, sau, dimpotrivă, evaporat. Consecutiv golirii capcanelor este importantă curăţirea/ştergerea conţinutului lor cu o cârpă, pentru a le menţine în stare curată şi netede (îndeosebi în cazul pătruderii în interior a limacşilor sau a melcilor, aceste intruziuni ducând la depuneri de mucus). Aceste operaţiuni vor duce la menţinerea eficacităţii capcanelor.

Cea mai eficace amplasare a capcanelor-gropi este lineară, sau în formă de cruce, în vederea unei relocări mai uşoare. O regulă de bază este de menţinerea independenţei capcanelor, prin dispunerea lor la câte cel puţin 2 metri distanţă. În cele mai multe cazuri marcarea poziţiei poate fi facilitată de amplasarea unei pancarte mici, deoarece creşterea vegetaţiei, în anotimpurile în care creşterea plantelor este dominantă, poate duce la obturarea capcanelor şi la creşterea dificultăţii poziţionării acestora. Marcarea lor cu pancarte le face totuşi mai vizibile pentru trecători sau pentru turmele de erbivore, care le pot strica.

Avantaje şi dezavantaje

Capcanele pe bază de gropi sunt probabil metoda cea mai folosită în vederea studierii nevertebratelor, fiind o metodă ieftină de captură a unui mare număr de nevertebrate cu un efort minim. Folosită ca metodă de comparare a capturilor din situri diferite, sau din acelaşi site la momente diferite, prezintă dezavantajul variaţiei proporţiei capturilor în funcţie de natura vegetaţiei înconjurătoare. Acest fapt se datorează ponderii mari a activităţii nevertebratelor în determinarea eficienţei tuturor tipurilor de capcane, deplasarea organismelor fiind împiedicată de către tipul şi nivelul dezvoltării vegetaţiei înconjurătoare.

Scuturarea

Aplicabilă nevertebratelor din frunziş.

Descriere

Scuturarea este o metodă simplă care implică scuturarea puternică a ramurilor prin folosirea unui beţigaş şi prinderea vertebratelor astfel dislocate într-un recipient acoperit cu o cârpă, care se îngustează uşor către centrul său. Acest recipient poate fi cumpărat sau confecţionat dintr-o umbrelă veche sau dintr-o mătură. Nevertebratele pot fi colectate din cutie prin folosirea unui aspirator.

Variaţiile tehnicii principale de scuturare constă în scutrurarea crengilor şi capturarea cu plasa a insectelor, pe măsură ce acestea îşi iau zborul, precum şi agitarea peticelor de iarbă din mlaştini peste o cutie albă pentru colectarea melcilor care trăiesc în habitate mlăştinoase.

Avantaje şi dezavantaje

Scuturarea este o cale foarte rapidă şi foarte uşoară de a colecta cantităţi mari de nevertebrate. Poate fi utilizată în scopul realizării unor estimări relative ale numărului de organisme nevertebrate, de exemplu prin scuturarea fiecărei crengi de un număr de ori, convenit în prealabil ca standard.

Distorsiuni

Metoda este nesigură în privința speciilor care nu pot fi uşor dislocate şi care nu zboară când sunt deranjate.

Folosirea fileului entomologic

Aplicabila nevertebrate din vegetația joasă.

Descriere

Această metodă implică trecerea unui fileu entomologic prin vegetație, folosind mişcări de cosire. Plasa trebuie să fie prevăzută cu un cadru întărit. Plasele rotunde sau făcute din bannere nu sunt potrivite. După efectuarea unei serii de mişcări de măturare, nevertebratele capturate în plasă pot fi determinate să se deplaseze către capătul apropiat al plasei, prin apropierea acesteia de lumină. În cazul căutării unor anumite grupe sau specii de nevertebrate, acestea pot fi aspirate. În cazul când toate componentele capturii sunt necesare, conținutul fileului entomologic este răsturnat într-un flacon cu soluție cu efect letal.

Avantaje şi dezavantaje

Folosirea fileului entomologic este o metodă rapidă, cu cost scăzut şi eficace de colectare a unui mare număr de nevertebrate, ceea ce o face adecvată pentru scopuri de supraveghere a unui anumit teritoriu. Totuşi, această ehnică nu poate fi folosită n cazul în care vegetația este umedă şi nu este eficientă în petice de vegetație mai joase de 15 cm, sau care au fost culcate de către vânt, ploaie sau călcate în picioare. Prezintă o valoare mai scăzută în cazul în care obiectivul este efectuarea de comparații, datorită variațiilor în eficiență cauzate de diferitele pattern-uri de vegetație. Captura astfel realizată poate fi influențată de către viteza, adâncimea şi unghiul la care fileul este deplasat prin masa vegetală. De exemplu, multe diptere pot reuşi să evite o plasă care este deplasată cu viteză mai redusă, dar nu vor scăpa în cazul unor mişcări mai rapide. În concluzie, pentru a putea face comparațiii eficiente, modul de efectuare al acestei metode trebuie standardizat, iar probele preluate de către o singură persoană. O cale uşoară de standardizare este ca fiecare probă să fie culeasă printr-o serie de mişcări de aproximativ 1 metru lungime, efectuate odată cu fiecare pas făcut într-o deplasare cu viteză obişnuită prin vegetație.

Distorsiuni

Această metodă tinde să producă subestimări ale numărului de nevertebrate care sunt strâns ataşate de vegetație (de exemplu larvele de Lepidoptere) şi de asemenea care pot realiza acțiuni de evadare, precum saltul către sol sau zborul (ortopterele, respectiv dipterele).

Colectarea de probe prin absorbție

Aplicabilă nevertebratelor din vegetația joasă.

Descriere

Prelevarea de probe prin sucțiune presupune aspirarea acestora dintr-o suprafață acoperită cu vegetație deja investigată într-o plasă. Cel mai comun aparat destinat acestui scop este un aparat de dimensiuni mari, care poate fi purtat pe spatele unei persoane. Un alt aparat poate fi realizat prin transformarea unui aparat de aspirat destinat inițial îndepărtării frunzişului căzut. Acest din urmă tip are o putere comparabilă, şi în unele cazuri mai mare, decât aspiratoarele portabile. Ele sunt disponibile în unle magazine pentru grădinărit. Aceste unelte sunt mai bune decât maşinile în doi timpi.

Există două metode de a monitoriza nevertebratele prin utilizarea acestor aparate: țeava colectoare a aparatului poate fi aşezată vertical în masa vegetală şi menținută în locul respectiv o durată standard de timp (de exemplu 10 secunde) pentru a aspira nevertebratele dintr-o zonă de vegetație de o suprafață comparabilă cu a țevii aparatului (multe prelevatoare culeg şi nevertebrate din afara suprafeței menționate, îndeosebi dacăsunt mişcate în sus sau în jos). Această operațiune poate fi repetată de un număr de ori. Este necesară oprirea funcționării prelevatorului între diferitele arii afectate sucțiunii, pentru a nu permite evadarea unor organisme deja capturate. Ca o alternativă, o suprafață de vegetație deja investigată poate fi stabilită şi îngrădită, iar tubul colector utilizat pentru colectarea de nevertebrate la intervale regulate de timp. În general, aparatul care prezintă o țeavă colectoare cu diametrul mai mare de 10-15 cm în diametru este mai adecvată pentru prima metodă, în vreme ce cele care prezintă țevi mai reduse ca dimensiuni sunt mai potrivite pentru a doua metodă.

După ce proba a fost luată, plasa în care sunt prezente nevertebratele trebuie să fie închisă şi plasată într-un vas de ucis, iar conținutul vasului respectiv scos şi păstrat. Deoarece plasa va conține inevitabil şi mari cantități de resturi de plante aspirate odată cu nevertebratele, conținutul plasei de colectare trebuie sortat, eventual în apă şi/sau prin flotație.

Avantaje şi dezavantaje

Prelevarea de probe pe această cale este eficientă doar într-o pătură devegetație mai puțin înaltă de 15 cm, care nu a fost culcată de către vânt, ploaie sau călcată în picioare. Ca şi în cazul metodei bazate pe fileul entomologic, nu poate fi folosită în cazul unei vegetații umede. Metoda colectează mai puține organisme în unitatea de timp şi în teren decât metoda anterioară. Totuşi, deşi eficiența extracției variază într-o anumită măsură în diferite patternuri ale vegetației, aceasta reprezintă o problemă mai puțin stringentă decât în cazul metodei anterior menționate. În concluzie, prelevarea prin aspirare poate fi deseori o opțiune preferabilă pentru monitorizarea nevertebratrelor în vegetația joasă, în timp ce "cosirea" cu fileul entomologic reprezintă doar o corectură/verificare a metodei sucționale.

Prelevatoarele prin aspirare pot fi grele iar transportul lor, obositor pe distanțe lungi, necesitând o realimentare cu combustibil (amestec de gaz şi petrol) la intervale dese de timp. Deoarece sunt dispozitive mecanice, sunt vulnerabile prin spargere. În special prelevatoarele modificate, precum cel prezentat în Fig.4.9. sunt susceptibile de blocare a carburatorului cu resturi provenite din rezervorul de petrol. Din acest motiv, este importantă folosirea unei pâlnii prevăzute cu un filtru fin în scopul realimentării rezervorului. De asemenea, aceste aparate pot fi costisitoare.

Distorsiuni

Această metodă duce la recoltări sărace în nevertebrate cu dimensiuni mai mari de 3mm, care pot să se adăpostească (de exemplu, păianjenii care vânează) sau care sunt puternic ataşate de vegetație, cum este cazul cu larvele de lepidoptere. Ele pot probabil să subevalueze şi specuii care trăiesc la nivele foarte joase în vegetație, precum şi speciile care pot realiza acțiuni de evadare, atunci când percep zgomotul apropierii prelevatorului.

Plase pentru bălți şi plase de dragare

Îndeosebi pentru nevertebrate nectonice şi zooplancton, precum şi acelea care se odihnesc pe suprafața substratului.

Descriere

Plasele pentru bălți pot fi folosite ca o metodă rapidă de prindere a unui mare număr de nevertebrate acvatice. În cazul monitorizării nevertebratelor, este o idee bună testarea unui număr cât mai mare de tehnici: deplasarea plasei în formă de "opt" la un nivel aflat chiar deasupra fundului apei, astfel încât organismele nevertebrate aflate pe substrat (de exemplu, heteroptere acvatice, sau larvele acvatice ale altor insecte) sunt răscolite şi capturate pe măsură ce se deplasează prin înnot, presând marginea plasei pe pietrele acoperite de mușchi în vedrea capturării de nimfe puternic ancorate, şi deplasarea plasei la diferite adâncimi şi cu diferite viteze atât prin ochiurile deschise de apă, cât şi prin peticele de vegetație acvatică. Plasa trebuie răsturnată la sfârşitul deplasării prin apă, astfel încât plasa să se deplaseze peste cadru, împiedicând astfel materilul biologic să evadeze.

După scoaterea plasei din apă, trebuie permisă drenarea iar conținutul trebuie golit într-o cutie albă (sau pe unfilm fotografic) având grijă să se îndepărteze toate specimenele (unele larve se ataşează foarte strâns). Specimenele pot fi culese prin folosirea unei pipete de dimensiuni reduse şi plasate în conteinere pentru depozitare temporară. Este important ca plasa să fie spălată cu grijă înaintea deplasării către următorul amplasament, pentru a evita înregistrări eronate. Filtre de ceai de dimensiuni mici pot fi utilizate pentru capturarea de coleoptere şi heteroptere acvative.

Prelevarea prin folosirea plaselor poate fi standardizată în scopul comparării numărului nevertebratelor capturate fie în locuri diferite, fie la momente diferite, prin efectuarea unui număr stabilit de prelevări de lungime identică, sau prin prelevarea de probe pentru o anumită perioadă de timp. O cale uşoară de a măsura lungimea unei utilizări a plasei este de a marca două puncte în apă prin folisrea de trestii ca marcaje, şi apoim să se tragă plasa la o viteză constantă între acestea. În cazul substratelor foarte moi, cu apă mai puțin adâncă de 2 metri, se pot folosi plase de mână pentru colectarea de probe bentonice. Dimensiunile probelor pot fi stardardizate prin agitarea bentosului şi prelevarea unei subprobe, de dimensiun i mai mici din acesta.

Se pot folosi două plase de către personalul aflat în bărci pentru a realiza estimări cantitagtive ale zooplanctonului în apă deschisă. A fost folosit un mare număr de variante, cel menționat în figura 3.5 fiind un exemplu. Variațiile echipamentului standard includ adăugarea de înnotătoare pentru stabilizarea plasei, o "bară de pliere " pentru menținerea sticlei de colectare la distanță de cadrul plasei pentru a ține plasa tensionată, precum şi adăugarea unui aparat de măsură pentru flux, care va măsura distanța pe luingul căreia plasa a fost deplastă. Este important ca deschiderea plasei să die menținută perpendiculară pe suprafața fuxului de apă, astfel încât să se reducă turbulența şi să rămână aceeaşi valoare a dimensiunii deschiderii plasei la fiecare probă.

Odată ce o prelevare a fost încheiată, conținutulsticlei colectoare este golit într-un conteiner, astfel încât zooplanctonul lipit în interiorul plasei să fie spălat prin turnarea de paă către exteriorul plasei. Aceasta poate lua un timp îndelungat. Cea mai bună cale de sortare a zooplanctonului este de subdivizare a probelor din conteiner. Acest lucru se poate realiza cel mai uşor prin agitarea uşoară a apei, astfel încât nevertebratele prezente în apă să fie dispersate cât de uniform este posibil, această operațiune fiind urmată de eliminarea unor volume de apă stabilite în prealabil. Nevertebratele din aceste subdiviziuni ale probei inițialepot fi ulterior numărate şi identificate prin

turnarea fiecărei probe într-un vas Petri aflat pe un fond negru sau alb, eventual şi cu ajutorul unui microscop.

Avantaje şi dezavantaje

Plasele pentru bălți sunt uşor de folosit în orice ochi de apă care este suficient de aproape de mal sau destul de puțin adâncă pentru a intra în apă. Aceste plase sunt utile îndeosebi pentru realizarea de inventarieri rapide ale siturilor Unii cercetători au constatat, de exemplu, că prelevarea de probe din bălți, prin folosirea unei plase de mână doar timp de numai trei minute a dus la colectarea de aproximativ 62% din familiile şi 50% din speciile care potr fi găsite în 18 minute de folosire a unei plase mai mari. Dacă se are în vedere monitorizarea, cel mai serios dezavantaj al acestei metode este dificultatea standardizării modului de deplasare al plasei prin apă.

Plasele de dragare sunt practice doar pe suprafețe relativ mari de apă deschisă, fără alge. Acestea trebuie utilizate dintr-o barcă, din acest motiv necesită o echiopă din doi oameni: unul care să conducă vasul în timp ce celălalt supraveghează plasa de dragare. Viteza bărcii poate fi dificil de controlat. Plasele pot să să se umple cu sediment şi fito şi zooplancton, ceea ce poate reduce eficiența capturării. Poate fi de asemenea dificil de aranjat poziția plasei, astfel încât aceasta să nu fie afectată de către turbulența apei, determinată de către barcă. Plasele de dragare au avantajul de a preleva suprafețe mari dehabitat, ceea ce este util dacăeste colectat zooplancton, care are o distribuție în petice.

Distorsiuni

Capturile variază odată cu viteza cu care plasa este târâtă în apă. Mişcarea lentă duce la incapacitateea de a captura nevertebrate capabile de a evita plasa care se apropie. Mişcarea rapidă va împinge înainte apa în fața plasei şi, de asemenea, un număr semnificativ de nevertebrate vor scăpa necapturate. Fauna de nevertebrate variază în funcție de adâncime, iar adâncimea la care este târâtă plasa poate fi cu greu menținută constantă. Cu excepția cazurilor în care este în mod expres târâtă pe fundul apei, folosirea standardn aplasei poate duce la subestimări ale numărului de nevertebrate care se odihnesc pe substrat (de exemplu, creveți sau corixidae) .

Prelevatoare cilindrice

Potrivită pentru crustacei nectonici de dimensiuni mici, precum şi alte tipuri de zooplankton.

Descriere

Cilindrii pot fi folosiți pentru a delimita şi îndepărta coloane de apă cu diametru şi adâncime cunoscute, care conțin crustacei de dimensiuni mici, precum şi alte tipuri de zooplancton. Cilindrul trebuie cufundat vertical sau orizontal (de exemplu, în cazul preluării de probe de nevertebrate în spațiile dintre plantele acvatice), suficient de rapid astfel încât nevertebratele să nu fugă de cilindrul care se apropie, dar prea rapid, pentru a nu dtermina o turbulență inutilă a apei. Trebuie plasat un capac cu mâner la unul sau la ambele capete ale cilindrului (dacă cilindrul este plasat orizontal), cilindrul scos, iar conținutl să fie turnat în vase de depozitare tempotrară. Nevertebratele de dimensiuni mici sunt cel mai bine sortate prin subdivizarea probelor de apă colectate, conform metodei anterioare.

Avantaje şi dezavantaje

Prelevatoarele cilindrice sunt practice doar în cazul folosirii în ape destul de puțin adânci, astfel încât pot permite păşirea pe fundul lor sau pe suprafețe foarte apropiate de malul apei, dar spre deosebire de plasele de dragare, pot fi utilizate pentru prelevarea de probe din ape relativ colmatate de plante subacvatice. Această metodă foloseşte volume relativ mici de apă, zooplanctonul având deseori o distribuție în petice. Din acest motiv este necesară prelevarea unui mare număr de probe.

Distorsiuni

Anumite specii de zooplancton pot să fugă sau să evite captura datorită turbulenței provocate de către prelevarea de probe. Alte organisme pot evita în mod activ paropierea cilindrului. Viteza cu care cilindrul este deplasat prin apă va influența captura.

Prelevatorul bazat pe coş de praf Robertson

Aplicabilă nevertebrate nectonice şi cele care se odihnesc pe suprafața substratului.

Descriere

Prelevatorul Robertson trebuie să fie rapid scufundat în apa puțin adâncă, cu plasa târâtă în mijlocul fundului prelevatorului. În vederea eliberării de nevertebratele acvatice, este cel mai bine să se păşească încet prin

apă, şi apoi să scufunde rapid rapid preelvatorul pe lungimea braţului perpendicular pe direcţia de deplasare. Corzile marginii prelevatorului trebuie să fie ridicate, astfel încât plasa să se întindă pe fundul prelevatorului. În acest punct întregul prelevator trebuie ridicat din apă, iar nevertebratele prinse în plasă identificate şi numărate.

Avantaje şi dezavantaje

Acest aparat poate fi folosit rapid şi este adecvat pentru orice ochi de apă cu un fund relativ uniform, unde este posibilă deplasarea pe fundul apei.

Distorsiuni

Multe nevertebrate acvatice, îndeosebi creveţi, pot încerca să evadeze şi din acest motiv pot fi subevaluate datorită disturbării provocate de către observator, alături de cea provocată de prelevatorul însuşi cufundat în apă.

Capcane bazate pe momeli

Aplicabilă la planarii consumatoare de cadavre, lipitori şi crustacei.

Descriere

Capcanele bazate pe momeli pot fi folosite pentru o varietate de nevertebrate care execută activităţi de scavengeri. Momeala (de ex. o râmă tăiată, ficat proaspăt) trebuie plasată într-un vas cu unul sau mai multe orificii în capac. Diametrul deschiderii/deschiderilor poate fi folosit pentru a determina dimensiunea şi apartenenţa taxonomică a organismelor capturate (de exemplu, orificiile mici pot permite strecurarea tricladelor, dar exclud lipitorile şi crustaceii mari). Capcana trebuie verificată la intervale regulate.

Avantaje şi dezavantaje

Metoda este ieftină şi uşoară, dar greu de standardizat în vederea folosirii pentru efectuarea de comparaţii între diferite amplasamente sau momente diferite.

Distorsiuni

Există o imprecizie a metodei în privinţa speciilor atrase de o anumită momeală, şi în privinţa speciilor care pot intra şi rămâne prinse în capcană. Numărul de organisme capturate este o reflectare atât a activităţii, cât şi adistanţei la care nevertebratele pot percepe momeala, şi, într-o anumită măsură, a accesibilităţii surselor alternative de hrană.

Săparea şi prelevarea de probe bentice

Pentru nevertebrate existente în apă stătătoare sau în apă puţin adâncă încet-curgătoare, nisip şi mâl.

Descriere

Populaţiile de nevertebrate de dimensiuni mai mari, cu densităţi mai reduse, cum sunt cele ale diferitelor speciide oligochete sau polichete aflate în estuare sau lângă maluri nisipoase sau mâloase, pot fi ţinute sub observaţei şi monitorizate prin probe de substrat săpate în acelaşi mod descris în cazul săpării probelor din sol. Nevertebratele pot fi ulterior extrase prin trecerea printr-o sită umedă. Polichetii de dimensiuni mari se retrag repede în substrat atunci când percep o turbulenţă în masa apei, astfel încât trebuie acţionat cu mare viteză atunci când este necesară capturarea acestor organisme. În cazul prelevării de probe cuprinzând moluşte sau viermi de dimensiune mare, probele pot fi sortate doar folosind mâna.

Nevertebratele de dimensiuni mai reduse, precum şi cele care prezintă densităţi mai mari sunt cel mai bine capturate prin prelevarea unor probe cilindrice de substrat. Aparatul cu care este operat acest gen de prelevări trebuie scufundat în substrat până la dâncimea necesară. În cazul unei consistenţe mai ridicate a substratului, aparatul poate fi pur şi simllu ridicat. În caz contrar, o bucată subţire de metal sau de lemn trebuie aşezată pe fundul prelevatorului, pentru a împiedica căderea materialului; odată ce acest lucru este împiedicat, prelevatorul poate fi ridicat la suprafaţă.

Nevertebratele bentice, aflate în apă adâncă, pot fi prelevate dintr-un vas şi folosind un prelevator similar celui descris deja, dar de o lungime mai mare şi cu un capac care este ferm ataşat la capătul său de jos. Aparatul trebuie presat pe fundul apei, apoi trebuie împins capacul către capătul său inferior, pentru a crea vid, în scopul de a menţine materialul prelevat în aparat. Aparatul trebuie ulterior scuturat puţin, în scopul eliberării din masa substratului, apoi scos la suprafaţă. Adâncimea la care aparatul trebuie să ajungă în substrat trebuie să fie mai mare decât cea la care sunt găsite efectiv organismele căutate (de exemplu, 10-15 cm pentru o probă care necesită 5 cm).

Materialul bentonic trebuie extras cu atenție din prelevator, având grijă să nu fie distruse nevertebratele prezente în materialul prelevat, care pot avea o constituție delicată,. Părțile aflate în partea inferioară a probei, care nu sunt necesare studiului, neconținând speciile urmărite, pot fi eliminate. O atenție aparte trebuie acordată recuperării organismelor prezente în apa din aparat. Acest lucru se poate face prin filtrarea apei respective printr-o sită cu ochiuri fine. Nevertebratele din bentos pot fi cel mai bine extrase prin filtrarea umedă, de exemplu, prin folosirea unor site cu diametre ale ochiurilor de 2,0, 1,0 şi 0,5 mm, în vederea recuperării nevertebratelor până la o lungime de 1 mm (acestea pot să treacăprin ochiuri de 1 mm, dar nu şi prin celem de 0,5 mm). Sortarea poate fi efectuată mai repede şi mai eficient prin adăugarea unei soluții de vopsea Rose Bengal, care conferă o culoare roz nevertebratelor translucideă.

Avantaje şi dezavantaje

Aceasta este o metodă relativ rapidă şi ieftină, deşi prelevarea de probe bentice din apa adâncă poate fi dificilă.

Distorsiuni

Anumite nevertebrate active, de dimensiuni mai mari, pot detecta turbulența provocată de prelevare, retrăgându-se ulterior la o adâncime mai mare în substrat, astfel încât nu mai pot fi capturate. De asemenea, nevertebratele bentice pot fi dislocate din bentos în cadrul prelevării probelor; nici aceste organisme nu trebuie pierdute din materialul furnizat de aparat.

Prelevatoare cilindrice folosite în cazul unor cursuri rapide de apă şi a râurilor

Pentru nevertebratele din bălți şi vârtejurile din râurile cu curgere rapidă.

Descriere

Aceste aparate pot fi folosite de asemenea pentru prelevarea de nevertebrate din fundurile pietroase ale fluxurilor rapide de apă (pâraie şi râuri). Deoarece, în mod obişnuit, nu este posibilă utilizarea sa pentru a preleva o probă din patul pietros al unui râu, metoda descrisă anterior este uşor modificată. Un aparat de dimensiuni mai mari este folosit pentru delimitarea unei suprafețe a patului curentului de apă. Odată ce aparatul a fost cufundat în substrat, la adâncimea maximă la care poate ajunge, suprafața fundului râului în prealabil delimitată studiului este puternic răscolită cu ajutorul picioarelor sau prin folosirea unei furci mici de mână. pietrele din aparat trebuie examinate iar nevertebratele ataşate de ele vor fi prelevate. Între timp, apa din aparat trebuie trecută permanent printr-o sită în vederea capturării tuturor nevertebratelor răscolite de pe fundul râului.

Avantaje şi dezavantaje

Această metodă poate fi utilizată pentru extragerea de probe atât din ape cu curgere înceată, cât şi din vârtejurile din pârâuri şi râuri, spre deosebire de metoda descrisă în cele ce urmează, care poate fi folosită doar pentru extragerea de probe din vârtejuri. Nevertebratelor pot fi uşor rănite în timpul operațiunilor de prelevare.

Distorsiuni

În cazul în care este făcută cu grijă, această metodă nu este, probabil, supusă unor prea mari distorsiuni ale interpretărilor.

Prelevarea de probe prin răsturnări

Pentru nevertebratele din vârtejurile curenților rapizi de apă.

Descriere

Majoritatea nevertebratelor din curenții rapizi de apă şi râuri pot fi găsite printre pietre mari şi pietriş pe fundul râului. Acest tip de prelevare presupune dislocarea nevertebratelor de pe fundul apei prin răscolirea cu picioarele a fundului apei şi a pietrelor mari, urmată de capturarea nevertebratelor într-o plasă care este ținută la o distanță mică, aflată în aval de locul răscolirii. Această tehnică este uşor de standardizat şi utilizată pe larg, în vederea obținerii de "scoruri" de macronevertebrate, care sunt utile în estimarea calității apei. O variantă standard des folosită este răscolirea tuturor microhabitatelor de-a luingul râului prin folosirea unei plase de râu cu ochiuri de 0,9 mm, într-un interval de trei minute. "Scorurile"individuale de taxoni macronevertebrate, bazate pe toleranța lor relativă față de scăderea cantității de oxigen, sunt ulterior însumate pentru a obține o sumă, reprezentând "scorul" biotic reprezentativ pentru respectiva porțiune a albiei râului. Nevertebratele sunt cel mai uşor sortate într-o cutie

albă sau neagră.

O metodă mai rafinată constă în prelevatorul Surber. Este folosită aceeaşi metodă, suprafaţa patului albiei fiind delimitată de către cadrul aşezat pe substrat.

Avantaje şi dezavantaje

Metoda este rapidă, dar deoarece este capturată doar o proporţie din nevertebratele bentice din albia râului, eficienţa sa este relativă; nu poate fi folosită în vederea obţinerii de estimări ale densităţilor populaţionale.

Distorsiuni

Ambele metode de răscolire cu picioarele tind să să conducă la subestimări ale speciilor de nevertebrate puternic ataşate de pietre şi a speciilor cu masă mai mare care nu pot fi antrenate de curenţi şi aduse în plasă, cum este cazul larvele litofile ale Trichopterelor.

Peşti

Peştii sunt cel mai abundent, larg răspândit şi diversificat grup de vertebrate. În vederea exploatării acestei surse de hrană potenţaiă, oamenii au dezvoltat o mare varietate de unelte destinate capturii acestora. Ecologii se bazează în mare măsură pe modificări/adaptări ale acestor metode, în vederea cuantificării populaţiilor piscicole, deoarece peştii sunt deseori greu de observat în mediul lor natural.

Prelevarea de organisme piscicole necesită un mare număr de resurse (timp, muncă, costul echipamentului, în tre altele), aceste nevoi fiind proporţionale cu mărimea habitatului (de exemplu, de la nivelul unei bălţi, până la cel al mării). Multe tehnici de captură, destinate capturii comerciale a peştilor (de exemplu, treilerele şi plasele de mare adâncime) nu corespund scopului ecologilor, dar pot adaptate, prin reducerea la o scară mai mică. Cuantificarea populaţiilor piscicole la nivelul celor mai mari ecosisteme acvatice trbuie bazată pe datele furnnizate de către pescuitul comercial, atunci când acestea sunt accesibile, sau prin vizitarea de piețe de peşte, unde peştele este expus. Folosirea resurselor locale, în privinţa tehnologiei şi a informaţiilor, în special în cazuil în care resursele proprii ale echipei sunt limitate, este întotdeauna recomandabilă.

Metodele de captură a peştilor sunt împărţite în două categorii: metode pasive, care sunt bazate pe mişcările de înnot ale peştelui, care aduc animalul într-o plasă sau capcană, şi cele active, în cazul cărora peştii sunt urmăriţi. Faptul că peştii sunt organisme poikiloterme influenţează alegerea metodei şi timpul afectat prelevăriilor de probe. De exemplu, în cazul zonelor cu climă temperată, metodele active pot avea mai mare succes decât cele pasive în timpul iernii, atunci când peştii sunt mai puţin mobili, în timp ce tehnicile pasiovepot avea un succes mai ridicat în periaoada caldă a anului, (de exemplu, vara, când peştii sunt mai activi). Alegerea metodei este dictată de asemenea de selcţia uneltelor de pescuit. Cele mai multe metode sunt de tip selctiv, iar limitele multor dintre ele, chiar dacă au o utilizare largă, nu sunt rezolvate. Există puţine tehnici într-adevăr cantitative, astfel încât statisticile de captură per efort (CPUE) să fie frecvent folosute pentru producerea unor indici de abundenţă. Selectivitatea derivă din caracteristicile fizice ale uneltei de pescuit, de exemplu mărimea ochiurilor plasei, dar este influenţată şi de ecologia speciei avute în vedere. Variabilitatea în privinţa vitezei de înnot, caracterul sezonal care derivă din migraţie, activitatrea nocturnă/dirună, precum şi caracterul comun sau în petice al distribuţiei în teritotriusunt factori care influenţeaază, cu toţii, măsura în care o specie poate fi mai uşor sau mai greu capturată. Din acest motiv este vitală cunoşterea, chiar într-o micămăsură a ecologiei speciei respective, precum şi a comportamentului acesteia.

În cele din urmă, selectarea tehnicii pentru captură va depinde de natuira habitatului în care se va desfăşura operaţuinea. Factorii precum adâncimea, claritateas apei, prezenţavegetaţiei sau viteza curentului trebuie luaţi în considerare. Poate fi necesră o inventariere hidrografică a zonei respective, înaintea desfăşurăfrii operaţiunii propriu-zise.

Acest capitol furnizaeză o prezentare generală a tehnicilor care sunt cel mai probabile de a fi utilizate în cursul cuantificării ecologice a populaţiilor piscicole. Metode precum otrăvurile (rotenona) şi explozivii sunt metode care au fost folosite în vedera estimării populaţiilor piscicole, totuşi, le considerăm prea destructive la un nivel mai larg, astfel nu sunt incluse în descrierea de faţă. Cele mai multe metode au ca scop cuantificarea indivizilor adulţi şi juvenuili, dar multe pot fi modificate şi în vederea capturii de stadii larvale. De asemenaea, mai există mai multe metode pentru numărarea de icre.

Tabelele 2 şi 3 prezintă sintetic tehnicile care vor fi prezentate în continuare.

Tabelul 2 Tehnici de investigare a dimensiunilor populaţiilor de peşti şi fezabilitatea lor în diverse condiţii de mediu. *, aplicabilă în mod obişnuit; +, aplicabilă în mod frecvent; ?aplicabilă doar în unele condiţii. N.T: Nu am inclus şi traducerea pescuitului electric din considerente etice.

Metodă	Apă mică	Apă adâncă	Apă stătătoare	Curgere înceată	Curgere rapidă	Apă dulce/salmastră	Sărată	Deschisă	Invadată de plante	Recif de corali
Numărare de pe mal	*		*	*		*		*		
Observaţii subacvatice	+	*	*	*	?	*	*	*	?	*
Pescuitul electric	*		*	*	+	*		*	*	
Folosirea de plase Seine	*		*	*		*	*	*		
Traulere		*	*	*		*	*	*		
Plase de tras şi aruncat	*	+	*	+		*	*	*	+	+
Plase de împingere	*		*	*		*	*	*		
Undiţă şi cârlig	*	*	*	*	*	*	*	*		*
Plase pentru operculi	*	*	*	+		*	*	*	+	+
Capcane	*	*	*	*		*	*	*	+	*
Ecolocaţie sonică		*	*	*		*	*	*	+	

Tabelul 3 Tehnici de numărare a icrelor. *, aplicabilă în mod obişnuit

	Icre bentice, depuse în cuib	Icre pelagice
Evaluare vizuală	*	
Estimare volumetrică	*	
Plase pentru plancton		*
Capcane de emergenţă (pentru larvele în curs de eclozare)	*	

Cuantificarea dimensiunilor bancurilor

Se aplică în cazul peştilor vizibili din bălţi, ape cu curgere lentă şi râuri mici.

Descriere

Uneori este posibilă estimarea populaţiilor de peşte fără a-i captura şi fără a deveni ud. Numărarea bancurilor reprezintă o teghnică adecvată în cazul unor bălţi cu ape curate, limpezi şi cucurgere înceată şi o prezenţă minimă a vegetaţiei, cum sunt râurile cu curgere lentă sau chair malurile lacurilor.

Întinderea de apă care trebuie supravegheată este de obicei împărţită în sectoare care sunt învecinate, dar nu se suprspun. Sectoarele trebuie să fie suficient de mici pentru a permite numărarea tuturor peştilor dintr-un singur unghi de vedre. Folosirea de marcaje pe mal ajută la delimitatea sectoarelor. Observatorii, prevăzuţi cu ochelari de soare polarizaţi, pentru a reduce impactul luminii solare şi cu haine colorate tern, trebuie să se deplaseze încet către punctul strategic şi să se ascundă în spatele vegetaţiei de pe mal. Structuri artificiale, precum docuri sau poduri, pot fi folosite, dacă sunt prezente la faţa locului. Odată aşezaţi, observatorii trebuie să aştepte nemişcaţi cel puţinn cinci minute înainte de a număra, pentru a minimiza efectele tulburării. Numărătorile sunt cel mai bine efectuate în zile însorite sau cel puţin în zile noroase, dar strălucitoare. Lumina intensă a soarelui poate crea probleme datorită prea puternicei reflecţii, iar umbrele produse pot trăda prezenţas observatorului, în timp ce ploaia, vântul şi undele de la suprafaă pot face observaţţile aproape imposibile. După numărare, observatorul se îndepărtează de banc, apropiindu-se de următorul post de observaţie. Densitatea peştilor poate fi calculată prin măsurarea ariei supravegheate.

Avantaje şi dezavantaje

Observarea de pe mal a peştilor este o metodă rapidă, uşoară, şi ieftină. Este adecvată îndeosebi atunci când apa este prea mică pentru a putea fi supusă cu uşurinţă prelevării prin folosirea altor tehnici, şi are ca scop îndeosebi cuantificarea peştilor pe clase de vârstă,(de exemplu, peştii în vârstă de un an, care caută ape puţin adânci).

Observarea directă (vezi metoda următoare) permite evaluarea unor parametri precum: dimensiunea şi sexul peştilor, precum şi a multor aspecte ale mediului (de exemplu, adâncimea apei, viteza curentului, tipul de substrat, covorul vegetal). De asemenea permite efectuarea unor observaţii asupra comportamentului peştilor. Stressul asupra acestora este redus la minim.

O problemă potenţială este aceea că peştii sunt foarte conştienţi de prezenţa omului, şi orice perturbare a lor va reduce eficienţa estimărilor vizulale. Peştii pot sta multă vreme adăpostiţi şi îşi reiau târziu activităţile afectate de perturbare. Numărările vizuale efectuate de pe bancuri au un mare grad de subiectivism al rezultatelor, în funcţie de persoana care observă, deşi prezenţa câtorva persoane care cunosc peştii poate rezolva această problemă.

Erori/Distorsiuni

Peştii de dimensiuni mari şi intens coloraţi sunt mai uşor vizibili decât cei de dimensuiuni mai reduse şi cu o coloraţie mai ternă. Acest fapt poate întroduce o eroare în privinţa sexului, deoarece masculii sunt deseori mai mari şi mai strălucitor coloraţi decât femelele. Comportamemtul influenţat de vârsta peştelui poate de asemenea determina o eroare, în cazul în care peştii de o anume vârstă caută zone mai acoperite, spre deosebire de cei aparţinând altor grupe de vârstă. Peştii prezenţi în apă adâncă, turbulentă, cu turbiditate ridicată, sau cu suprfeţe cu reflecţie putrernică a lumini soarelui, sau provenind dintr-un habitat puternic populat pot să fie trecuţi cu vederea.

Observaţii efectuate sub apă

Se aplică în ape calme, limpezi, cu adâncime redusă.

Descriere

Există două căi de a strânge obsevaţii pe cale subacvatică asupra peştilor: folosirea dispozitivelor de respirare a aerului atmosferic, sau scufundarea cu ajutorul scafandrului autonom. Alegerea este dictată în mare măsură de lipezimea apei, şi de adâncimea maximă la care pot fi efectuate observaţiile. Observaţiile efectuate la o adâncime mai mare de 1-1,5 m în lacuri cu apă dulce tulbure sau la 3-4 m în ape tropicale limpezi necesită în general scafandrul autonom.

În cazul ambelor tehnici, pot fi folosite metode de secţionare transversală sau de numărare la nivelul punctiform. În cazul primei variante, observatorul se deplasează prin înnot de-a lungul unui lanţ sau al unei frânghii întinse pe substrat, marcate la intervale de câte 1-5 metri. Numărul şi dimensiunile peştilor din fiecare specie care sunt găsiţi la nivelul unei distanţe date a liniei de secţionare sunt înregistrate. În cazul apelor tropicale limpezi, acestea pot fi până la 5 metri distanţă de linia de transect, în timp ce în cazul apelor temperate, vizibilitatea scăzută poate reduce distanţa la 1-2 m. Cel mai bine este să fie înregistraţi peştii care sunt la o distanţă oarecare în faţa observatorului (distanţa variază în funcţie de vizibilitate), deoarece unele specii vor părăsi coridorul de secţionare a bazinului, dacă observatorul se apropie prea mult. Viteza de înnot e importantă în cazul deplasării de-a lungul transectelor, deoarece acurateţea observaţiei scade odată cu creşterea vitezei. Din acest motiv, viteza deplasării trebuie să fie menţinută înceată şi constantă.

Cea mai uşoară înregistrare a datelor este bazată pe scrierea cu un creion pe o hârtie perspex de pe care partea vitroasă a fost îndepărtată prin abraziune (cu şmirghel sau cu perie de sârmă). Scrisul poate fi şters ulterior cu o gumă.

Observarea din puncte anume alese este efectuată dintr-o locaţie dată, aflată sub apă, şi este efectuată în general prin folosirea scafandrului autonom. Este cel mai adecvat pentru un scufundător să stea pe fundul apei, timp de mai multe minute, înainte de a începe numărătoarea, pentru a permite obişnuirea peştilor cu prezenţa sa. După numărătoare, este necesară estimarea razei vizibilitatăţii în scopul calculării suprafeţei investigate.

Ambele metode produc măsurători adecvate ale abundenţei, densităţii, şi diversităţii speciilor. Calibrarea dimensiunii estimărilor efectuate subacvtic poate fi necesară, de aceea poate necesita şi captura de peşti care au fost observaţi vizual. Obiectele aflate sub apă par cu 30% mai mari decât în realitate.

Avantaje şi dezavantaje

Observaţiile efectuate sub apă sunt o cale favorizată de estimare a populaţiilor piscicole, deoarece sunt obţinute şi informaţii ecologice, prin prezenţa observatorului uman în mediul de viaţă al peştelui. Observaţile astfel efectuate nu sunt destructive şi nu produc o tulburare majoră în mediul acvatic. Este relativ uşoară antrenarea oamenilor să se scufunde cu ajutorul scafandrului sau fără acesta, dar gradul de încredere acordat observaţiilor depinde de recunoaşterea precisă a speciilor. Acest aspect poate fi o problemă, mai ales în zonele tropicale, în care diversitatea speciilor poate fi mare. Sub apă, pot fi observate mai multe aspecte ale mediului acvatiic.

Echipamentul de scufundare cu respiraţie aeriană este ieftin în comparaţie cu scafandrul autonom. Deşi există riscuri inerente ambelor tehnici (de exemplu, înnecul sau a fi mâncat de către un rechin)**,** totuşi există mai multe griji în privinţa scafandrului autonom. Acesta necesită o autntificare adecvată, prezenţa unui partener de scufundare, facilităţi de reumplere a buteliei precum şi o cameră de decompresie. În timp ce nu există o limită de timp în privinţa celuilalt tip de scufundare sau a scufundării imediat sub suprafaţă, există reguli stricte privind

timpul care poate fi afectat unei adâncimi mai amri de 10 m. Cu cât e mai adâncă scufundarea, cu atât mai scurt va fi timpul petrecut de către scufundător pe fundul apei, ceaa ce va limita durata observaţilor. Deseori udarea duce la răceli, chiar şi în apele tropicale, deşi folosirea de haine uscate duce la eliminarea acestei probleme.

Erori

Speciile, vârstele şi sexele mai uşor vizibile sunt cel mai uşor de observat. Timpul afectat cuantificării populaţiei piscicole este important; componenţa comunităţilor de specii de peşti se poate schimba pronunţat odată cu ciclul circadian. În cazul zonelor în care are loc un pescuit intens, îndeosebi pe bază de harpon, peştii mari de consum pot fugi de observator.

[…]

Capturarea cu ajutorul plasei cu greutăţi

Se aplică peşti pelagici şi/sau de fund aflaţi în ape deschise, liniştite, sau încet-curgătoare

Descriere

Acest tip de plasă are forma unui zid din material de plasă care preizntă flotoare la o margine (linia de plutire) şi o margine îngreunată (linia de plumb) ln partea inferioară, şi care prezintă în lateral o pungă destinată menţinerii capturii.

Prima etapă în utilizarea acestui tip de plasă este delimitarea unei suprafeţe a ochiului de apă. Pentru a realiza acest lucru, plasa este în general fixată la un capăt, care poate fi reprezentat de mal, un vas, sau de o geamandură, în timp ce restuil plasei este întins dintr=o barcă, sau dinj mers, chiar în apă foarte mică, de o manieră curbă sau semicirculară, urmatăde întoracerea la punctul iniţial. În apa scăzută, acest tip de plase poate fi târât prin apă de către două persoane, aflate fiecare al câte un capăt, care au ca ţintă comună o barcă sau malul. O problemă potenţială majoră este aceea a fugii peştilor din zonă în timpul amplasării plasei. O cale de a evita acest lucru este de a fixa primaparte a plsei cât de încet posibil, închiderea golului către punctul fix urmându-se a fi făcutăcât de repede se poate.

A doua etapă, dragarea, este de obicei efectuată de către două persoane, fiecare trăgând de câte un capăt al plasei (numărul de persoane depinde de lungimea plasei şi a dragării). În cazul în care plasa acoperă întreaga coloană de apă, cum este cazul apei puţin adânci, doar linia de plutire este trasăla început, în vederea asigurării că linia de plumb rămâne în contact cu fundul apei. În etapele de încheiere ale procesului, linia plumbuită este trasă în faţa liniei de plutire şi în sus, prinzând peştii în plasă. În cazul în care plasa acoperă doar porţiunea din vârful coloanei de apă, de exemplu, în apa mai adâncă, ambele extremităţi ale plasei trebuie dragate cu mare viteză şi simultan, până ce punga rămâne în apă. În timpul dragării, pot fi folosiţi înotători sau bărci pentru direcţiona peştii către plasă şi în pungă. Această variantă este utilă îndeosebi atunci când peştii încearcă să sară peste linia de plutire. În cazul în care dragarea se desfăşoară prea încet, peştii pot scăpa din gura plasei. Dacă acţiunea se desfăşoară prea rapid, fie linia de plumb se poate ridica de pe fund, fie linia de plutire se poate duce la fund, ambele situaţii permiţând peştilor să scape. Acest lucru are loc îndeosebi atunci când sedimentele fine sau macrofitele cresc rezistenţa opusă de către apă.

În cazul întâlnirii unui buştean, cea mai bună opţiune este încetarea dragării şi trimiterea unui scufundător sau a unei bărci pentrru investigaţii. Tragerea din dfierite unghiuri, îndeosebi vertical, poate fi eficace, şi dragarea poate fi reluată. Totuşi, dacă aceasta este lipsită de succes, este cel mai bine să se abandoneze pescuitul şi plasa urcată în barcă, deoarece stricarea unei plase este neconvenabilă şi costă.

Etapa finală, care constă în scoaterea capturii, poate fi cel mai bine realizată în etape mici:prelevarea peştelui cu plase de scufundare, tragerea puţin mai aproape a plasei, din nou prinderea de peşti, etc. În cazul întâlnirii unor depozite mari de sediment, eliminarea apei din plasă sau scuturarea plasei înainte şi înapoi poate fi o cale eficientă, deşi trebuie să existe atenţie să nu fie afectaţi peştii. Odată ce cea mai mare parte a peştilor au fost prelevaţi, plasa poate fi trasă din nou la ţărm, sau în barcă. Plasa trebuie curăţită şi pliată ca un acordeon (flotoarele şi plumbii separaţi) şi pregătită pentru altă operaţie.

Acest tip de plase prezintă o mare varietate de dimensiuni (lungime şi înălţime). Dacă cineva prelevează probe aflate în apă mică, plasa trebuie să fie de 1,5 ori mai înaltă decât adâncimea apei. Această caracteristică tinde să împiedice ridicarea plasei de pe fund, în timpul tractării. În apele mai adânci, o plasă în formă de pungă poate fi mai adecvată capturii de peşti din apele de mijloc sau din profunzime. Acest tip de plase prezintă inle ataşate de linia cu plumb, prin care trce o coardă. Odată ce plasa este aşezată, coarda este trasă şi fundul plasei este strâns şi tras în sus, capturând astfel peştii.

Dimensiunea plasei trebuie legată de mărimea ochiului de apă. În cazul sistemelor largi, se pot folosi plase oricât de mari, dar cu cât este mai mare plasa, cu atât este mai mare efortul de a o draga. În bălţi şi în lacuri, doi oameni pot fi capbili să tragă o plasă de 50 metri lungime, dar una lungă de 200 metri necesită de obicei în tre 6 şi 8 oameni. Plasele mari pot fi dragate mecanic, dar dragarea manuală este de obicei preferabilă, deoarece asigură o mai

mare sensibilitate a operatorilor în privința funcționării plasei, naturii fizice a fundului apei, şi a întâlnirii eventualleor obstacole.

Trebuie efectuate cât mai multe dragări, pentru a culege un număr suficient de probe.

Avantaje şi dezavantaje

Acest tip de plase poate fi adaptat pentru a se potrivi în multe situații, şi câtă vreme plasa este de dimensiuni mici, este eficace ca şi cost şi efort. În cazul plaselor mari, metoda devine în mod rapid costisitoare şi energofagă. Mai mult, plasele trebuie proiectate pentru tipuri specifice de ochiuri de apă (cu adâncime cunoscută, lungime stabilită, o anumită mărime a ochiurilor, în scopul evitării sedimentelor, etc.); de aici rezultă că nu există un scop cu adevărat general al construcției acestui tip de plase. O cale de a face aceste plase mai versatile este construirea lor din porțiuni detaşabile, eventual cu diferite mărimi ale ochiurilor, astfel încât o lungime mai mare poate fi obținută prin asamblarea mai multor secțiuni diferite laolaltă.

Aceste plase pot fi folоiste doar în ape care nu prezintăobstrucțiuni naturale (copaci, stânci, macrofite dense, etc.) sau artificaile (deşeuri, etc.). Este de dorit să se efectueze o investigație hidrografică a zonei ce urmează să fie studiată. Această meotdă poate determina o mare perturbare a habitatului investigat, îndeosebi datrorită absorbitrii de macrofite şi de sediment în plasă. Mai mult, plasele pot lovi şi răni peştii, îndeosebi dacă rămâne pietriş şi sediment în plasă. Sedimentele fine pot duce la o sărăcire rapidă în oxigen a apei, peştii pot să se sufoce din acest motiv, în timp ce aşteaptă să fie colectați în stadiile finale ale operațiunii. Repararea plaselor stricate este o oacțiune care necesităprezența unor specialişti, deîi reparațiile minore pot fi realizate rapid cu ajutorul unor frânghii de nailon sau cu cu cabluri.

Erori/Distorsiuni

Aceasta este o tehnică în mare măsură neselectivă care dă puține erori, deşi peştii care trăiesc către maluri nu sunt prelevați de o manieră adecvată. Poate exista o tendință de eludare a speciilor care se mişcă rapid în timpul aşezării plasei şi a acelor peşti care se ascund în substrat în timpul dragării.

Folosirea de traulere

Se aplică speciilor demersale cu viteză înceată şi care trăiesc pe fundul apei în râuri mari, lacuri şi în mare.

Descriere

Această metodă implică tractarea unei plase în formă de con pe fundul apei sau pri coloana de apă la o anuimită adâncime. În cazul traulerelor efectuate în apă mijlocie sau la suprafață, gura plasei este prevăzută cu flotoare, iar partea inferioară cu plumbi, pentru a-i menține deschiderea constantă. Cel mai simplu tip de trauler de fund, traulerul cu bară, are o bară orizontală la nivelul părții cu flotoare, şi uneori un cadru rectangular care menține gura deschisă, precum şi lanțuri grele în fața părții inferioare, pentru a perturba peştii care se adăpostesc pe substrat, îngropați în sedimente. O altă variantă este "traulerul-vidră" în care gura plasei târâte este menținută deschisă de către presiunea apei exercitată asupra unor plăci ataşate la un anumit unghi prin noduri. Traulerele de fund sunt montate uneori pe patine , ceea ce le permite o deplasare mai puțin abruptă pe substrat.

În cazul atât al traulerelor de fund, cât şi a celor de apă mijlocie, plasa este coborâtă fie din partea din spate a bărcii, fie din lateral. Este esențail ca suprafața bordului să fie curată iar plasa să fie pliată în mod adecvat pescuitului. Îndeosebi, trebuie nodurile trebuie aşezați înfăşurați adecvat în conteinere. Deplasarea tre buie să fie efectuată încet, capătul inferior, marcat cu o geamandură, trebuie introdus primul. Plasa trebuie introdusă ulterior în apă manula de către cle puțin doi oameni, fiecare de câte o parte a plsei şi menținând-o tensionată. Atunci când plasa este afară, plăcile (în cazul ultimului tip de plasă, plasa-vidră) trebuie cufundate în apă, şi aşezate în poziție corectă prin menținerea a tensiunii nodului. Nodurile trebuie menținute în tensiune de către o persoanăaflată la fiecare capăt al nodului. Terbuie efectuate marcaje, astfel încât să fie cunoscută adâncimea la care la care plasa trebuie cufundată. Unghiul în care sunt poziționate nodurile indică dacă plăcile mențin plasa deschisă.

Plasa trebuie trasă cu o viteză mai rapidă decât înnotul peştilor. Această viteză poate varia de 1,5 noduri în cazul peştilor care trăiesc pe fundul apei, la 5 noduri, în cazul celor care se deplasează mai rapid. Lungimea dintre noduri/bucle în cazul traulerelor de fundtrebuie să fie aproximativ detrei ori mai mare de cât adâncimea apei. În cazul traulerelor de apă mijlocie, lungimea buclelor respective depinde de adâncimea probei. Târârea unui trauler la o adâncime specifică este în funcție atât de viteza de tracțiune, cât şi de viteza cu care se scufundă plasa. o cale rapidă de a determina dacă adâncimea traulerelor este cea corectă este măsurarea unghiului ϕ dintre bucle şi linia verticală. Adâncimea la care sunt amplasate traulerele este egală cu cu produsul din tre lungimea buclelor şi $\sin(90°-\phi)$.

Odată ce traulerul este pregătit, motorul este oprit sau trecut în ralanti, iar buclele sunt desfăcute cu mâna, câte o persoană la fiecare dintre ele, strângându-le pe măsură ce se apropie fiecare de celălălt. Plăcile-vidră trebuie deasemenea să fie puse deoparte, imediat ce au ajuns la bord. Odată ce plasa se apropie de barcă, trebuie avut grijă să nu înconjoare barca. Trebuie avut de asemenea grijă ca plasa să nu fie afectată de către propulsor. În cazul în care

captura este abundentă, plasa trebuie golită cu ajutorul plaselor manuale înainte să se ajungă la capătul ei. În cazul în care captura este redusă, capătul plasei trebuie ridicat direct la bord. Dacă au fost culese cantități mari de detritus, de exmeplu litieră, vârful plasei şi întregul ei corp trebuie aruncate pe mal, iar captura sortată acolo.

În vederea estimării volumului apei (în cazul traulerelor de apă mijlocie) sau a suprafeței fundului (în cazul celor de fund), trebuie cunoscută distanța acoperită de către plasă. Aceasta poate fi determinată fie prin tractarea între două marcaje stabilite pe mal, fie fie conferind tractării o viteză dată o anumită perioadă de timp. Folosirea traulerelor este cel mai adecvată ca metodă semicantitativă de estimare a numărului şi biomasei; altfel, captura per unitatea de efort este cea mai adecvată măsură.

Avantaje şi dezavantaje

Această tehnică conduce prin ea însăşi la o cuantificare a populației piscicole din întinderi mari de apă, suprefețele mari pot fi acoperite în scurtă vreme. Este importantă în cazul sistemelor cu curgere înceată, în cazul cărora curentul poate afecta desfăşurarea plaselor cu greutăți.

Tehnica este limitată la ape care sunt relativ libere de obstrucții. Este cronofagă, necesită echipament scump, şi foloseşte cantități considerabile de combustibil (îndeosebi în cazul plaselor-vidră). Lanțurile traulerelor de adâncime sunt desori grele şi pot afecta considerabil biotopul. Impactul poate fi redus prin folosirea de traulerea cu lumină electrică. Peştii tind să fie răniți în plase, datorită aglomerării şi abraziunii.

Erori/Distorsiuni

Peştii care se deplasează încet şi cei incapabili de a evada sunt mult mai uşor de capturat, îndeosebi în traulerele de apă mijlocie. Speciile de adâncime sunt prelevate cel mai bine.

Plase care sunt ridicate, aruncate şi împinse

Peşti de dimensiuni mici aflați în ape scăzute (sau la suprafață), sau din ape cu curgere înceată

Descriere

Plasele care sunt ridicate sunt împărțite în două categorii: plase ținute manual, în formă de lingură care sunt pur şi simplu introduse sub suprafața apei şi ridicate brusc, şi plase plutitoare, care pot sta pe fund un timp, înainte de a fi brusc remorcate la suprafață. După cum implică denunmirea lor, ele plutesc datorită structurii lor. Această caracteristcă poate fi contracarată prin atşarrwa unui cadru greu sau unei greutăți printr-o bandă dizolvantă, formatădin dulciuri găurite. Odată ce lipiciul este dizolvat, plasa urcă prinzând peşte în calea către suprafață.

Plasele care sunt aruncate reoprezintă lase circulare, cu greutăți în juruil perimertrului. Ele prezintă de obicei o linie centrală care este ținută în mână pentru a tracta plasa, după ce a fost aruncată. Aruncarea plasei din barcă sau de pe un vas special necesită o mare dexteritate manuală şi o prcaticăpentru a obține distanța şi forma corectă luată de plasă în aer, în vedrea amaximiză ri suprafeței prelevate. peştii sunt prinşi î ochiurile plasei, pe măsură ce plasa este strânsă în momentul tractării. Un design eficient constă în amplsarea unei corzi la gura plasei, astfel încât aceasta să fie strânsă în vederwa îmopiedicării evadării peştilor.

Plasele care sunt împinse sunt aemănătorare trualerelor, deoarece au o plasă în formă de pungă ataşată de un cadru în formă de triunghi sau al literei D, care menține deschisă gura plasei. Cadrul este deseoir prevăzut cu role pentru a facilita deplasarea. Efortul de prelevare al probelor cu acest gen de plase poate fi cu uşurință standardizat prin efectuarea aceluiaşi număr de paşi în timpul acțiunii de împingere.

Aceste tehnici sunt de obicei folosite încazul peştilor de dimensiune mică, care se apropie de mal, şi care trăiesc în ape puțin adânci, sau aproape de suprafață în apele mai profunde. Metoda menționată poate prioduce măsurări absolute al eproductivității sau biomasei prin prelevare discretă d probe.

Avantaje şi dezavantaje

Acester trtei tipuri de palse sunt uşor de folosit şi nu necesită mult antrenament. Echipam,entul este ieftin, îndeosebi dacăeste făcut din marerile care pot fi găsite pe plan local. toate aceste metode sunt folosite pe scară largă în țările î curs de dezvoltare, iar intrarea în legătură cu branşa locală de pescari ăşi obținerea cunoştințelor acestora este un mare avantaj.

În cazul unui mare număr de priobe, metodele pot de veni energofage. Plasele care sunt ridicate şi aruncate pot de folos în cazul habitatelor invadate de vegetației care sunt difcil de investigatprin alte metode. Plasele care sunt împinse sunt limitate la condiții de vegetației acvatică puțin densă, cu fundul peietros. Un dezaavantaj major al plaselor care suint aruncate sau ridicate este acela că nu se ştie prea mult despre selectivitattea şi eficacitatea lor.

Erori/Distorsiuni

În cazul în care suprafața astfel cercetată este mai redusă, doar peştiimici sunt capturați eficient. Peştii cu vitreză mai marea înnotului sunt mai greu de prins.

Prinderea cu undița cu cârlig
Peşti prădători mari cu o densitate populațională redusă, îndeosebi în cazul râurilor cu curgere rapidă, lacurilor adânci, şi a mării

Descriere

Această tehnică este bazată pe capturarea peştilor cu ajutorul unei momeli înfipte într-un cârlig. În cazul peştilor prădători momeala poate consta în nevertebrate vii, precum vierni, sau în bucăți de carne, peşte, etc. Momeli artificiale care imită momeli reale, precum viermi, muşte, peşti, broaşte şi mamifere pot fi deasemenea folosite. Pâinea, furctele, şi semințaele pot fi utilizate pentru capturarea altor grupe de peşti.

Undița poate fi scurtă şi fie ținută direct în mână, fie mai lungă şi ataşată de un băț. Pot fi folosite şi bețe cu mosoare. În cazul primelor aceasta înseamnă că peştii nu trebuie aduşi atât de aproape, fiind mai puțin perturbați. Deasemenea, există un mai mare control asupra câligului. Undița poate fi aruncată dintr-un vas, sau de pe mal. Firul trebuie periodic tras, atfel încât să se imite mişcarea naturală a unei momeli vii. Pot fi folosite mai multe cârlige, în sciopul creşterii şanselor de captură a peştilor.

În momentul în care un peşte muşcă momeala, firul devine tensionat şi trebuie tras imediat. Un flotor ataşat la linie poate da o indicație clară dacă peştele muşcă, deoarce se va scufunda dacă peştele trage cârligul. Tragerea rapidă în sus asigură rămânerea cârligului în gura peştelui. Imediat ce peştele atinge suprafața, trebuie cules într-o plasă de mână. Cârligul trenbuie scos cu grijă din gura peştelui. Peştii prinşi trebhyie menținuți în conteinere umplute cu apă sau în plase de păstrare până ce proba este efectuată.

Folosirea undiței poate genera statitisci de capturăper unitaterea de efot destinate anumitor grupe de peşti vizate. Cu ajutorul metodologiei de marcare şi recapturare este de asemenea posibil să se obțină mai multă informațioe cantitivă asupra parametrilor.

Ca o regulă generală, trebuie întotdeauna cunsocute particularitățile locale prin discuțai cu pescarii din zonă, se pot obține sfaturi privitoare la momeli şi echipamente. De asemenena, este important de ştiut dacă metoda este potrivită pentru capturarea speciei de interes Cei care participă la concursuri de pescuit pot ajuta echipa, în schimbul unei sume

Avantaje şi dezavantaje

Folosirea undiței este o metodă ieftină şi poate fi adecvată pentru estimarea populațiilor de specii mari, prădătoare, a celor care nu au o densitate mare, sau a celor care trăiesc în habitate greu de investigat prin alte metode. Nu este portrivită pentru monitorizarea unor comunități întregi de peşti datorită selectivității sale ridicate. În cazul folosiri unuim mare număr de undițe şi cârlige, metoda poate deveni energofagă. Dezavantajul principal al acestei metode este inevitabila lezare a peştelui şi supunerera sa la un stress considerabil. Folosirea de cârlige fără vârf, care pot fi scoase din gura peştelui mai uşor, reduce rănirea peştilor.

Erori/Distorsiuni

Această metodă are o selectivitate înaltă, fiind eficace doar în cazul anumitor specii. tipul de momeală va determina ce speciei este capturată. Succesul metodei depinde în mare măsură de condițiile de mediu, precum temperatura apei, şi de comportamentul peştilor (îndeosebi momentele când se hrăneşte). De asemenea, este o funcție a experienței şi capacității pescarului.

Prinderea în plase pentru opercul
Specii mobile de peşti în apă dulce sau sărată, în condiții calme.

Descriere

Aceasta este o tehnică pasivă care este bazată pe tentativa peştelui de a înota prin aperturi în formă de diamant, făcute într-o plasă aşezatăvertical în coloana de apă. Teoretic, deschiderile sunt destul de mari pentru permite peştelui să-şi introducă capul, dar nu şi restul corpului, rămânând blocat datorită operculelor care sunt mai groase decât capul. O plasă de restrângere e alcătuită din trei plase, una cu cochiuri mici, care atârnă lejer între două plase cu ochiuri mai mari. Atunci când peştele atinge plasa, din oricare parte, el trege prin plasa cu ochiuri mari, atrenând-o pe cea cu ochiuri mici în cealaltăplasăcu ochiuri mari, formându-se astfel o pungă în care peştele este capturat. În practică, în cazul folosirii ambelor tipuri de plase peştii pot fi prinşi la nivelul centrului corpului sau blocați de către înotătoare sau spini.

Acest tip de plase prezintă de as emenea o linie de flotoare la suprafață, şi o linie de plumb în partea inferioară. prin modularea greutății liniei de plumb, aceste plase pot fi determinate să se scufunde sau să se ridice la suprafață, permițând captura de peşti aflați la adâncimi diferite. În apa puțin adâncă, aceste plase pot fi ancorate de fundul apei, pentru a preleva materail biologic din întreaga coloană de apă.

Pentru adesface această plasă, un capăt al ei trebyuie legat de un obiect cu poziție fixă(geamandură, mal, etc.). Pe măsură ce barca se deplasează încet plasa este desfăşurată sau lăsată să cadă din containerul în care este ținută. În cazul în care plasa este desfăcută prea repede, există puține şanse de corectură aunor eventuale dereglări

ale poziției acesteia. Odat1ă ce plasa este aproape complet desfăcută, al doilea punct de ancorare este stabilizat. Plasa trebuie să fie tensionată, altfel peştii se vor lovi de ea şi se vor întoarce. În cazul apelor puțin adânci, cu fund pietros, aceste plase pot fi aşezate prin păşirea pe fundul papei, deşi verificarea şi recuperearea ulterioare pot fi făcute cel mai bine dintr-o barcă. Poziția acestor plase trebuie să fie marcată cu ajutorul geamandurilor la ambele capete.

Pentru menținerea în viață a peştilor, plasa trebuie să fie verificată în mod regulat în timp ce e pusă, prin aplecare peste marginea bărcii şi ridicarea plasei în vederea urmăririi stadioului capturii. În cazul în care plasa a prins destui peşti, sau după ce a trecut o perioadă suficientă de timp, plasa este retrasă, începând cu partea din aval, şi depozitând fiecare secțiune într-un conteiner sau atârnând-o într-un cârlig pentru plase. Peştii trebuie apoi scoşi din plasă, pe măsură ce aceasta este scoasă din apă. Un cârlig de mici dimensiuni poate fi folosit pentru a trece ochiul peste operculul peştelui, alunecând pe cap. Deşi viteza este importantă pentru minimiza strssul creat peştilor, trebuie ca peştii să fie scoşi cu grijă din plasă, pentru a se evita rănirea lor. Plasa trebuie să fie curățată de resturi.

În scopul cunatificărilor, capturile efectuate pe această cale sunt de obicei exprimate ca şi capturi per unitaterea de efort (CPUE), unde efortyul este calculat ca produs al lungimii plasei şi al timpului în care plasa a fost în lucru. Deşi aparent caîptura este proporțională cu lungimea plasei şi timpul de lucru, aceste variabile nu sunt în mod necesar direct cauzale.

Avantaje şi dezavantaje

Aceasta este o metodă de estimare care implică costuri mici. plasele dde acest ipt sunt relativ ieftine şi cu o mare rezistență, totuşi o întreținere la intervale regulate este necesară. colectarea peştilor capturați în acest mod, precum şi a resturilor (detritus, bețe, plante) din plasă este cronofagă, îndesoebi dacă plasa are o lungime amre.m

Aceasta este cea mai selectivă dintre metodele car e utilizaează plase, deoarce mărimea ochiurilor determină în mod exact diametrul corpului peştelui care trebuie capturat (mai cur2nd decât mărimea minimă a acestuia, în cazul altor tipuri de plase). Acesta îpoate fi un avantaj, în cazul; în care este avut în vedre un anumit segment al populațieie piscicole, sau un dezavantaj, în cazul unei prelevari cu un scop mai general. O cale de a scădea selectivitatea este aceea de a introduce plase cu mărimi variabile ale ochiurilor. Aceste plase au zece sau mai multe mărimi ale ochiurilor aranjate în blocuri de-a lungul plasei. O altă cale este de a folosi mai multe plase cu diferite valori ale mărimi ochiurilor. Plasele triple sunt mai puțin selective.

Deşi există numeraose studii publicate asupra măsurătorilor de selctivitate pentru multe specii şi mărimi ale plasei, trebuie stabilită selectivitatea unui anumit tip de plasă față de o anume specie investigată. Această acțiune poate fi foarte cronofagă.

Un dezavantaj major al plaselor de acest gen este faptul că deseori peştii prinşi mor, îndeosebi dacă plasa a fost în lucru prea multă vreme sau au fost prinşi prea mulți peşti. În cazul în care peştii sunt prinşi doar de opercule sau de spini sau înotătoare, speciile robuste precum percidele pot să fie prelevate fără un stress şi o mortalitate ulterioare prea mari, însă specile care îşi pierd uşor solzii, cum este cazul multor ciprinide, au şanse mai reduse de supraviețuire ulterioară. Plasele triple tind să rănească mai puțin peştii, decât cele care şi prind de operculi. De asemenea, plasele pentru opercule pot captura animale care nu sunt avute în vedere, deexemplu, țestoase, păsări şi mamifere. Pierderea unei astfel de plase poate fi dezastruoasă, deoarece va continua să captureze peşti şi alte animale, până ce se prăbuşeşte la fund.

Aceste plase sunt mai eficiente în lacurile şi în râurile cu curent redus, în care speciile de interes prezintă o mare mobilitate. Vizibilitatea redusă scade eficiența capturii. În cazul volumelor de apăcu un curent rapid, aceste plase sunt mai puțin eficiente, deoarece fie linia de plumb poate fi ridicatăde pe substrat, fie linia de plutire este scufundată, atfel încât vasul nu poate fi menținută în poziție verticală. Vântul şi undele de asemenea fac desfăşurarea plasei mai dificilă. Aceste plase pot fi aşezate în zone puternic invadate de vegetație, deşi îndepărtarea materialului vgetal din plasă poate fi o acțiune cronofagă.

Erori/Distorsiuni

Plasele de acest tip sunt de o selectivitate înaltă în privința mărimii peştilor şi pot distorsiona capturile în favoarea unor peşti mai activi mobili, cu viteză mare de înnot. Peştii care trăiesc pe fundul apei nu sunt, în general, prinşi. Plasele cu multifilamente prind mai uşor peşti mai mari, deât cele cu monofilament.

Prinderea în capcane

Cele mai multe specii, în cele mai multe condiții

Metodă

Capcanele pentru estimarea efectivului populațiilor de peşti sunt împărțite în trei categorii: plase în formă de cupă, plase în formăde pungă şi garduri de captură. Deşi foarte diversificate în privința designului şi a materialelor de construcție, toate aceste tipuri de capcane operează pe baza principiului pâlniei sau al labirintului; peştii intră în mod pasiv printr-un capăt al plasei, şi sunt deruitați de falsele ieşiri aflate în capcană, astfel încât nu pot să iasă. Plasele în formă de pungă exploatează principiul acesta, dar prezintă o succesiune de pâlnii, care

concentrează peştii către sectorul final al plasei. Pot fi uneori ataşate, la nivelul primului cadru circular al plasei, câte două aripi din material de plasă, destinate să direcţioneze peştii către intrarea în capcană. Aceate capcane sunt folosite temporar, în timp ce gardurile reprezintă structuri mai permanente, deseori utilizate de-a lungul coastelor mării sau ale râurilor pentru a captura speciile migratoare precum salmonidele.

Capcanele în formă de cupă pot fi uşor dispuse prin simpla aruncare din bărci sau de pe mal, sau prin păşirea în apa puţin adâncă. În funcţie de materialul de construcţie, ele pot necesita îngreunarea cu pietre sau cărămizi. Poziţia fiecărei capcane trebuie însemnată cu un flotor, iar în cazul în care apa este adâncă, capcana trebuie ataşată de o frânghie, pentru a putea fi scoasă mai uşor la suprafaţă. Ca o alternativă, capcanele în formă de cupă pot fi aşezate în curentul median şi susţinute de cadre pentru a exploata acţiunea curentului care facilitează aducerea peştilor în capcane. Această alternativă este utilă îndeosebi pentru speciile migratoare.

Plasele în formă de pungă necesită mai multă atenţie când sunt desfăcute. Atunci când sunt aruncate dintr-o barcă, ele trebuie plasate pe partea curbă, cu leaderii în sus. […] Plasele în formă de pungă pot fi aşezate fie singular, fie câte două, fie în linii (sau alcătuind "tuneluri").

Capcanele sunt deseori prevăzute cu momeli din carne de peşte sau de altă natură, în scopul de a atrage speciile prădătoare, sau p\ine, orez sau fructe în cazul speciilor omnivore sau erbivore. Capcanele etrebuie verificate cel puţin zilnic, pentru împiedica prădarea sau canibalismul exercitat de către unele specii şi de a reduce stresul general şi mortalitatea. Capcanele trebuie menţinute în poziţie cel puţin de la răsărit la apus, pentru a sesiza efectele, privind captura, ale variaţiilor pe termen scurt ale parametrilor precum condiţiile meteo şi temperatura apei.

În cazul tuturor tipurilor de capcane menţionate la această metodă, se pot utiliza statistici bazate pe captură per efort, câtă vreme designul capcanei şi dimensiunea acesteia sunt standardizate. Mai mult, în ceea ce priveşte capcanele individuale, tehnicile de marcare-recapturare pot fi folosite pentru produce estimări absolute ale mărimii populaţiei sau biomasei.

Avantaje şi dezavantaje

Prinderea în capcane este una dintre cele mai adaptabile metode de evaluare a populaţiilor piscicole. Poate fi folosită într-un mare număr de habitate, de la râuri cu o curgere puternică, la lacuri cu apă liniştită şi zone umede dominate de vegetaţie, la estuare lipsite de mulţi parametri, în vederea capturării unei mari vaietăţi de specii. Este eficace îndeosebi îpn cazul speciilor care sunt în densităţi reduse sau care sunt activer noapte. Deoarece peştii sunt capturaţi în mod pasiv, raportul dintre efortul cheltuit şi rezultatele obţinute poate fi bun. Capcanele sunt în general ieftine, şi chiar mai uşor de confecţionat. Deoarece acest gen de captură a fost folosit de secole în cele mai ulte zone ale lumii, adoptarea tehnicilor locale de captură prin capcane poate economisi timp şi bani.

Capturarea prin capcane poate deveni laborioasă dacă sunt foliste foarte multe capcane, capturile sunt abundente, sau dacă este necesară o întreţinere regulată a capcanelor. În zonele mlăştinoase cu o vegetaţie puternic dezvoltată, pot fi numeroase pagube provocate plaselor-capcană de către mustelide, în cazul în care acestea trăiesc în zonă. Capcnele pot fi dease menea puternic selctive, ceea ce poate fi un avantaj, în cazul în care o specie anume este avută în vedere, sau dimpotrivă, dacă scopul, din punct de vedre al structurii pe specii a capturii, este mai general. Deoarece succesul folsirii capcanelor varaiză funcţie de modul în care aceasta este construită, locul de un de sunt extrase probele şi tim;pul afectat, toţi aceşti factori trebuie standardizaţi pentru a produce statistici CPUE din care să rezulte concluzii.

Erori/Distorsiuni

Selectivitatea capcanelor este dependentă de dimensiunea gurii capcanei şi de mărimea ochiurilor. eficienţa capturilor diferă de la specie laspecie, deoarece acestea prezintă tipare diferite ale mobilităţii şi activităţii lor, teritorialităţii şi curiozităţii. Chiar şi în cadrul aceleiaşi specii, măsura în care peştii pot fi prinşi în capcană este dependentă de sezon, vârstă, sex, accesibilitatrea habitatului, etc. Se cunoaşte prea puţin despre aceste erori.

Plasa în formă de cupă este cea mai eficientă în cazul capturării de specii care locuiesc pe substrat şi sunt în cùtare de hrană sau adăpost. Plasele în formă de pungă de asemenea pot fi adecvate pentru speciile care caută adăpost, dar pentru specii mai mobile decât cel prinse de prima categorie de capcane. Gardurile capturează de obicei specii migratoare care urmează linia malului.

Hidroacustica

Cei mai mulţi peşti din ape adânci, dulci şi marine

Descriere

Metoda hidroacustică este bazată pe un sistem de sonar. Un transmiţator produce un puls de electricitate care este convertit de către un difuzor subacvtic (trnsductorul) într-un sunet audibil (de obicei un ping sau un beep). Acest sunet călătoreşte ca un fascicul prin masa apei, şi odată ce atinge un obstacol, se întoarce înapoi ca ecou la sursa aflată pe vas. Ecoul este preluat de către transductor şi reconvertit la semnale electrice. Acesta este ulterior modificat şi amplificat de către un receptor şi înfăţişat pe un osciloscop sau pe un tub catodic.

Intensitatea ecoului este legată de mărimea peştelui şi de timpul necesar pentru ecou pentru a se întoarce la sursă, care depinde de adâncime. Explorările hidroacustice pot, din acest motiv, dă informaţii nu doar asupra numărului şi dimensiunilor peştilor, ci şi asupra distribuţiei acestora. Numărul peştilor prezenţi poate fi evaluat prin estimarea numărului de ecouri, dacă acestea provin de la un peşte sau de la mai mulţi, sau prin integrarea ecourilor, dacă aceatea provin de la mai mulţi peşti, constituienţi ai unui banc. Integrarea ecourilor este complexă din punct de vedere matematic şi poate fi în mare măsură afectată de către erori în estimarea naturii ţintei.

Echipamentul de sonare subacvatică prin ecouri este de obicei instalat pe coca unui vas şi folosit vertical pentru evalua populaţia piscicolă aflată dedesubtul vasului. Poate fi reglat astfel încât să scaneze coloana de apă pe direcţie orizontală, ceea ce este mai util în râuri, deoarece peştii sunt orientaţi în general împotriva curentului. Investigarea poate fi realizată din bărci aflate în mişcare, sau din puncte fixe (o geamandură sau un banc de nisip). Mărimea suprafeţei cercetate poate fi calculată pe baza dimensiunilor fascicului, deşi în cazul în care barca este în mişcare, durata menţinerii fascicului în fascicului sonor trebuie calculată pe baza vitezei vasului. Ecolocarea permite acoperirea întregii suprafeţe de apă, fie prin împărţirea în sectoare transversale, fie prin prelevări efectuate punctiform.

Avantaje şi dezavantaje

Deşi costul iniţial al echipamentului poate fi foarte ridicat, costurile operaţiunilor de investigare hidroacustică, considerate în termeni de timp şi efort al navei sunt relativ scăzute, dând informaţii cu cost scăzut asupra densităţii şi biomasei peştilor. Mărimea absolută a populaţiei poate fi estimată, chiar şi în locuri în mod obişnuit dificile, precum râurile mari, cu curgere rapidă, aflate la câmpie, lacurile mari şi adânci şi în mare. Tehnica nu este destructuivă şi peştii pot fi evaluaţi *in situ*. Rezultatele pot fi obţinuite mai repede, iar variaţiile între mărimea diferitelor rezultate sunt de obicei mici.

Un dezavantaj serios este incapacitatea de distincţie cu uşurinţă între specii. Orice discriminare este bazată pe cunoaşterea în detaliu a distribuţiei speciei, claselor de mărime şi a compoziţiei stocurilor, determinate pe baza altor metode. Echipamentul trebuie să fie calibrat în cadrul teritoriului de investigat, astfel încât să poată fi efectuate corecturi eficace ale zgomotelor de mediu care perturbă semnalele. Unii autori ilustrează diferenţele dintre diferite metode de sonare, influenţa pattern-urilor de activitate diurnă precum şi orientarea peştilor, pe baza datelor hidroacustice.

Echipamentul hidroacustic este complex şi necesită un nive înalt de antrenament din partea operatorului. Trebuie cunoscute intensităţile de semnal specifice tuturor speciilor de peşti care pot fi întâlnite, în vederea unei convertiri corecte a numărului de ecouri în estimări ale mărimii populaţiei. Evaluarea intensităţilor semnalelor specifice pentru fieacare specie poate fi dificilă şi cronofagă.

Erori/Distorsiuni

Peştii cu înotătoare mari au o intensitate a semnalului cu 10 decibeli mai mare decât în cazul peştilor de aceeaşi dimensiune, dar care nu prezintă înotătoare mari. Aceasta poate distorsiona lungimile şi biomasa în cazul în care nu sunt cunoscute valorile intensităţilor de semnale specifice de specie. Peştii care înoată la suprafaţă sau care stau pe fund nu sunt cuprinşi în raza de acţiune a sonarului, în cazul în care acesta funcţionează prin ecolocare pe verticală. Aceasta se poate rezolva parţial prin ecolocare pe orizontală. Unii peşti pot evita vasele aflate în mişcare şi înoată cu o viteză prea mare pentru a putea fi investigaţi.

Estimări pe cale vizuală ale pontei

Ouăle bentice depuse în masă sau într-un singur strat

Descriere

Numărul de ouă poate fi estimat pe cale vizuală printr-o varietate de mijloace destinate speciilor care depun icre în cuiburi. În cazul speciilor care depun icre într-un singur strat, (precum bleniidele, gobiidele, pomacentridele), spaţiul din cuib acoperit de icre poate fi măsurat şi apoi convertit la numărul de icre dacă diametrul icrelor este cunoscut. În cazul speciilor care depun icre în masă (de exemplu, la centrarchide), poate fi realizat un sistem de evaluare al rezultatelor în care numere crescătoare de la 1 la 5 reprezintă un număr crescător de icre. Toate cuiburile pot fi socotite pe această cale, şi dacă scala este mai curând absolută decât relativă, scorurile de icre pot fi comparate între zone şi ani. Scorurile pot fi ulterior validate prin colectarea şi numărarea de icre din maimulte cuiburi (3-5) pentru fiecare scor al icreleor. Cuibuiri întregi pot fi colectate cu un aparat de sucţiune, pipete mari, sau linguri, şi şi conţinutul transferat în pungi de plastic marcate. Poate fi necesară şi colectarea de vegetaţie, stânci, şi resturi provenite din cuib, în cazul în care ouăle au aderat la acestea. Icrele trebuie numărate în ziua următoare într-un laborator.

Avantaje şi dezavantaje

Estimarea pe cale vizuală este făcută rapid şi devine mai precisă pe măsură ce se câştigă experienţă. Consistenţa scorului, atât a fiecărui observator în parte, cât şi a tuturor la un loc, poate fi problenmatică. Corelaţiile dintre diferiţi observatori trebuie examinate în cazul în care mai mult de o persoană colectează datele. Validarea tehnicii este cronofagă.

Erori/Distorsiuni

Dimensiunea masei icrelor relativ la dimensiunea cuibului poate distorsiona aprecierele efectuate vizual: masele mici din cuiburile de dimensiuni mari pot părea mai mici decât masele de aceeaşi mărime din cuiburi de dimensiune mai mică.

Estimări volumetrice ale icrelor
Icre depuse bentic într-o masă compactă

Descriere

Cuiburile întregi pot fi colectate conform descrierii anrerioare, şi volumul masei de icre este determinat prin aşezarea icrelor într-un cilindru gradat. Numărul prea mare de icre poate depăşi capacitatea cilindrului şi poate necesita o divizare. Volumul aglomerării de icre poate fi convertit ulterior la un număr dd icre prin măsurarea volumului unui număr mai mic de icre, care este cunoscut (50-200, în funcţie de mărimea oului) în acelaşi mod.

Avantaje şi dezavantaje

Metoda este este relativ rapidă, dar în cazul apelor mai adânci de 0,75 metri va necesita folosirea scafandrului autonom.

Erori/Distorsiuni

Prezenţa resturilor de diferite naturi, de care icrele sunt ataşate, poate determina o supraestimare.

Plase de plancton pentru recoltarea de icre
Icre pelagice

Descriere

Plasele folosite pentru plancton pot fi folosite şi pentru capturarea icrelor plutitoare. Aceste plase constă dintr-o pâlnie cu ochiuri mici menţinută deschisă cu ajutorul unui cadru circular, de natură metalică. Plasele pot fi târâte, împinse, trase, sau lăsate să plutească, sau menţinute în starer staţionară în apa curgătoare. Pe măsură ce apa este filtrată prin ochiurile plasei, organismele mai mari decât mărimea ochiurilor sunt concentrate la capătul plasei. Plasele variază foarte mult în privinţa diametrului deschiderii, dar unii autori sugerează că plasele cu un diametru de un metru prelevă icre pelagice mai curând decât oricare alt tip de plasă.

Plasele cu un singur filament cu deschideri în general pătrate sunt în general preferate. Mărimea ochiurilor folosită în general în scopul prelevării de icre sunt cuprinse între 0,3 şi 0,5 mm (până la 1 mm în apele de interior). Capătul codului poate consta într-o pungă sau recipient, demontabil, care prezintă ferestre transparente. Al doilea tip este preferabil în cazul colectării de icre deoarece permite o concentrare mai eficientă a filtratului.

Pentru a face posinbilă convertirea marelui număr de icre capturat în tr-un termen de măsurătoare cantitativă, este necesară cunoaşterea volumului de apă filtrată. Acest lucru poate fi obţinut cel ami bine prin legarea unui măsurător de flux la niveleul gurii plasei. Rata fluxului va fi ulterior înmulţită cu suprafaţa gurii plasei şi cu durata de timp a procesului.

Icrele pot fi uşor avariate; din acest motiv, trebuie avută o mare grijă în momentul transferului filtratului într-un conteiner de depozitare. Icrele pot fi depozitate într-o soluţie de 3-5 % formalină (1-2 % formaldehidă) în apă. Alcoolul nu este recomandat deoarece determină scăderea dimensiunilor icrelor, ori diametrul şi forma acestora sunt importante pentru identificarea speciilor. Numărul de icre poate fi ulterior cuantificat pe cale vizuală, sau cu ajutorul unui numărător electronic.

Avantaje şi dezavantaje

Plasele permit inventarierea unui mare volum de apă în tr-un timp scurt. Ele sunt deasemenea fie ieftine, fie moderat de scumpe. Aderenţa poate reprezenta o problemă majoră, ducând la evitarea pasivă a icrelor şi a larvelor de peşte de către plasă. Performanţa este de asemenea puternic dependentă de caracteristicile hidrografice, precum turbulenţa. Densitatea icrelor poate fi utilizată în scopul estimării biomasei de icre depuse, în cazul în care sunt cunoscute raportul dintre sexe în cadrul populaţiei piscicole, proporţia de femele cu icre, precum şi relaţia dintre fecunditate şi dimensiunea peştilor.

Erori/Distorsiuni

Densitățile icrelor pot părea mai scăzute dacă unele din ele au fost scoase din plasă folosindu-se presiunea.

Capcane pentru larvele proaspăt eclozate
Icre bentice

Descriere

Capcanele de emergență, de tipul celor folosite în cazul nevertebratelor acvatice, pot fi utilizate pentru capturarea de larve de peşti în momentul ecloziunii. Icrele în cauză provin de pe fundul apei. Aparatul este ancorat pe fundul apei pe suprafața ocupată de cuib, consecutiv depunerii. Această metod1 este cea mai adecvată pentru prelevarea de probe de icre aparținând unor specii precum salmonidele, care îşi împrăştie sau îngroapă icrele bentice şi nu au grijă de acestea până în momentul ecloziunii. Salmonidele tinere pot înota înapoi în pietriş, şi unel dintre ele pot fi pierdute, dacă marginile apartului nu sunt adânc înfundate în susbtrat.

Avantaje şi dezavantaje

În cazul unei amplasări discrete a cuiburilor, fiecare dintre acestea va necesita propria sa capcană. Aceasta are avantajul de a furniza o estimare a numărului de icre prentru fiecare cuib, dar poate deveni scump, deoarece vor fi necesare multe capcane în vedrea unei probe de dimensiuni corecte a pontei din cuiburi. Există riscul ca aceste capcane să fie dislocate de către curent, în cazul în care sunt lăsate prea multă vreme deasupra cuiburilor.

Erori/Distorsiuni

Capcanele pot să nu acopere întreaga arie a unui cuib în cazul unor dimensiuni mai mari ale acestuia, ceea ce duce la o subestimare a numărului de icre depuse. Metoda măsoară de fapt numărul de icre eclozate şi nu icrele depuse.

Reptile

Multe metode de studiu al abundenței reptilelor sunt bazate pe capturarea de indivizi. Aceasta din două motive: (a) reptilele tind să fie mobile şi/sau timide şi ascunse, astfel încât nu toți membrii unei populații pot fi vizibili şi (b) se poate obține mai multă informație de la un animal capturat decât de la un animal care a fost doar văzut. De exemplu, animalul poate fi cântărit, măsurat, stabilite sexul şi maturitatea sexuală, şi determinat nivelul de parazitare. Se poate marca animalul, astfel în cât la o recapturare să fie recunoscut.

Reptilele sunt ectoterme, aceasta înseamnă că sunt puternic dependente de condițiile meteo pentru ritmurile activității lor, deci orice planificare de investigare a unei populații de reptile trebuie săia în calcul vremea ca un factor extrem de important.

Trebuie folosite în general metode statistice de marcare şi recapturare.

Captura manuală
Aplicabilă la şerpi tereştri de dimensiuni mici, şopârle şi chelonieni

Descriere

Cea mai simplă metodă de a captura şopârle, precum şi alte reptile terestre mici, este de a cerceta intens microhabitatele acestora, şi de a le captura manual. Şerpii şi şopârlele mici sunt găsiți în locuri unde caută adăpost, de exemplu sub pietre sau buşteni, sau pe scoarță în cazul speciilor arboricole. Uneori, ele pot fi găsite pe bucăți de metal provenite de la autoturisme dezafectate; în cazul acestor habitate artificiale, reptilele sunt atrase de metalul încălzit de către soare.

În cazul răsturnării de pietre sau buşteni, trebuie purtată o pereche de mânuşi de grădinărit, deoarece există riscul muşcării de către diferite artropode veninoase (păianjeni, scorpioni, scolopendre, insecte). În cazul căutării unor specii de şerpi veninoşi, atunci când este răsturnat un bolovan sau un buştean, obiectul trebuie răsturnat pe partea pe care se află cercetătorul, pentru a menține întotdeauna un obiect între un eventual animal veninos şi persoana care caută animalele. Pentru căutarea în găuri sau în fisuri sunt necesare o lanternă de mică putere şi o oglindă cu un mic orificiu în centru, care să împiedice ca umbrele aruncate de observator să obtureze o vedere completă.

În căutarea de şerpi şi şopârle mici, este de asemenea utilă o grapă, pentru a găsi animalele sub frunzişul sub care se ascund deseori, când sunt perturbate. Trebuie examinate atât pietrele, cât şi frunzele de sub ele. Toate aceste ascunzişuri trebuie întoarse în poziția lor inițială, odată cercetarea încheiată, pentru a reduce la minimum perurbarea adusă habitatului.

Unele metode pot fi distructive pentru habitat şi pentru reptile şi alte organisme, astfel încât trebuie evitată orice perturbare nedorită. Metodele de investigare trebuie alese cu atenţie, pentru a nu duce la o asemenea deranjare a habitatului, încât şi estimările ulterioare să fie viciate. Acest lucru este important atunci când sunt avute în vedre reptile rare sau periclitate.

Multe şopârle şi mulţi şerpi pot fi capturaţi în timpul perioadelor lor de activitate, mai curând decât atunci când sunt ascunşi în adăpost. Pentru multe specii diurne, perioada adecvată este mijlocul dimineţii, atunci când reptilele îşi fac baia de soare, necesară creşterii temperaturii corporale. Deplasarea trebuie să fie înceată, cu soarele în spate şi căutând microhabitate adecvate.

Speciile nocturne pot fi găsite deseori la lumina lanternei, în acelaşi mod ca în cazul amfibienilor. Unele specii pot fi recunoscute după reflexia luminii lanternei în ochii lor. Alte specii de emit o lumină fluorescentă la lumină ultravioletă şi pot fi localizate cu ajutorul unei lanterne cu UV.

Odată localizat animalul, cea mai simplă cale este de a-l captura cu mâna în formă de cupă, având grijă să nu fie strivit. Trebuie avut grijă să nu se apuce de coadă animalele care practică autotomia (Anguidae, Lacertidae). Mânuşile au funcţia de protecţie, chiar şi în cazul unor specii neveninoase de squamate, deoarece chiar şi acestea pot avea muşcături foarte neplăcute (genurile Coronella, Elaphe, Coluber, etc).

În cazul localizării poziţiei unui şarpe veninos, acesta poate fi capturat prin prinderea sa de ceafă cu ajutorul unei furci în formă de Y, care conţine între braţe o perniţă din bumbac sau alt material moale. }arpele poate fi apoi apucat cu mâna, cu gâtul ţinut strâns între opozabil şi index, dar având grijă să nu fie sufocat. Unele specii mai mari trebuie întâi apucate de coadă, apoi ţintuite de g!t. Unelte mari, asemănătoare forcepsului, "limbi de şarpe", manipulate de un trăgaci, poate fi deasemenea util. Trebuie întotdeauna folosită întotdeauna o perniţă, pentru a se evita rănirea şarpelui. Manipularea şerpilor veninoşi trebuie învăţată întâi pe şerpi neveninoşi, iar cei care se ocupă cu aceste capturi trebuie să cunoască procedurile de prim-ajutor, care diferă de la o familie la alta. Nici un cercetător nu trebuie să ia iniţiativa unor expediţii în zone izolate, pe cont propriu, dacă în zonele respective sunt semnalaţi şerpi veninoşi.

Odată ce animalul a fost capturat, se pot obţine date despre el (prin cântărire), apoi poate fi eliberat, sau poate fi pus într-un sac în vederea obţinerii de informaţii la un moment ulterior. Pentru specimene mari trebuie folosite pungi din stofă, iar de plastic pentru cele mai mici. Trebuie ca punga de plastic să fie plină cu aer şi să conţină litieră foliară pentru adăpost. Într-o sacoşă poate fi ţinut mai mult de un exemplar, totuşi, nu pot fi ţinute laolaltă mai multe exemplare din specii canibale sau agresive. Reptilele nu pot fi ţinute în pungi mai mult de câteva ore, şi pungile nu trebuie lăsate în lumina soarelui sau într-un vehicul parcat, deoarece pot muri rapid datorită căldurii.

Chelonienii tereştri pot fi găsiţi şi capturaţi în acelaşi mod ca şi şopârlele, totuşi speciile acvatice necesită tehnici diferite de captură. Speciile de apă dulce care trăiesc în ape limpezi pot fi capturate deseori când respiră la suprafaţă, deşi anumite Trionychidae sunt prea iuţi, chiar şi pentru cei mai puternici înotători. O tehnică alternativă de captură manuală a ţestoaselor acvatice este de a le captura folosind o plasă cu mâner lung, manipulată dintr-o canoe. Necesită multă practică, dar este o tehnică eficace. |estoasele marine pot fi numărate când femelele vin la mal pentru a depune ouă. Puii de ţestoasă proaspăt eclozaţi pot fi număraţi când părăsesc cuibul şi migrează pe plajă spre ocean. Ţestoasele imature sau cele de sex masculin pot fi capturate cu mâna prin scufundare dintr-un vas cu motor; totuşi, această tehnică necesită ceva antrenament.

Crocodilii şi aligatorii sunt de obicei capturaţi manual noaptea, deoarce ochii lor reflectă lumina emisă de către lanterne, ceea ce permite o localizare uşoară a lor. Crocodilii de dimensiuni mai mici (<1,5 m) pot fi capturaţi sărind pe ei şi imobilizându-i, în timp ce animalele mai mari pot fi imobilizate cu ajutorul unor harpoane mici, care se înfig în armura lor dorsală de solzi. Unii cercetători folosesc o buclă cu cârlige, aflată la capătul uni băţ de pescuit, şi prin aplicarea rapidă a acesteia prin spatele aligatorului, cârligele înfipte în solziiarmurii măresc aderenţa uneltei. Chiar şi crocodilii mai mici pot provoca răni considerabile dacă sunt capabili să muşte, astfel încât antrenarea prealabilă şi multă grijă sunt esenţiale.

Avantaje şi dezavantaje

Capturarea manuală a şopârlelor mici şi a şerpilor necesită puţin echipament specializat, şi multe specii comune pot fi localizate şi capturate relativ repepde şi uşor. Locurile de odihnă ale animalelor pot fi localizate şi caracterizate. Totuşi, această tehnică este laborioasă. Adăposturi potrivite trebuie să fie prezente dacă reptilele trebuie capturate din ascunzători. Este de asemenea dificilă standardizarea efortului de lucru între diverşii cercetători. Această metodă poate duce la o perturbare a habitatului, în cazul în care adăposturile nu au fost întoarse în poziţia lor iniţială.

Erori/Distorsiuni

În cazul speciilor terestre, această metodă este distorsionată în privinţa speciilor care folosesc buşteni, pietre, scoarţa, etc., ca adăpost şi nu este o metodăadecvată pentru captura celor care nu utilizează aceste microhabitate, de exemplu speciile care sapă şi se îngroapă în pământ (de exemplu, Amphisbenidaele). Animalele care trăiesc sub pietre sau buşteni cu masă prea mare sunt de asemenea inaccesibile metodei.

Unele specii pot prezenta diferenţe legate d sex sau de mărime/vârstă în uşurinţa de capturare, cea ce sunt determinate de de folosirea difeită a habitatului de către cele două sexe sau de către modelele de activitate. Totuşi, e posibilă modificarea planului de lucru pentru alua în calcul aceste diferenţe.

Capturarea cu lasoul
Aplicabilă la multe şopârle.

Descriere

Multe şopârle sunt cel mai vizibileatunci când sunt active. Totuşi, ele sunt conştiente de apropierea unui eventual agresor, în cazul de faţă al cercetătorului, şi scapă de aplicarea metodei anterioare prin fugă. De asemenea, unele şopârle, precum varanidele, iguanidele şi agamidele pot dormi sau lua bì de soare în locuri greu accesibile, cum sunt coroana copacilor înalţi, sau în gropi săpate de ele. În aceste situaţii, un băţ cu frânghie poate fi folosit pentru a captura şopârlele fără o paproiere prea strânsă de animal. Lassourile pentru speciile mai mici pot fi construite dintr-o undiţă de pescuit. Pentru speciile mari, sunt necesare un băţ de pescuit mai solid şi o frânghie mai uşoară. Acest din urmă tip este adecvat îndeosebi pentru varni, iguane şi agamide mari.

Se poate ataşa un elastic, care să întărească tensiunea frânghiei; odată trăgaciul declanşat, respectiva frâghie din jurul membrelor suprioare şi gâtului reptilei va fi mai strânsă. Trebuie avut grijă să nu fie rănit animalul prin această procedură.

Pentru utilizarea acestei unelte, trebuie apropiat de animal încet, şi apoi bucla trecută peste capul animalului. Când bucla este deja în jurul gâtului, băţul trebuie tras rapid. Deseori animalul se poate lupta violent, astfel încât frânghia trebuie slăbită şi şopârla elibberată cât de repede se poate.

O tehnică înrudită este aceea folosită pentru a captura scincidele mici (de exmplu, din genul *Emoia*, din insulele din Pacific), care constă în folosirea unei "ündiţe" care prezintă la capăt o momeală reprezentată de o insectă, care va fi mişcată prin faţa animalului. Acesta va ataca invariabil insecta, încercând s-o înghită, astfel încât odată suspendată în aer, şopârla poate fi prinsă cu mâna.

Avantaje şi dezavantaje

Această tehnică este adecvată pentru prinderea de şopârle active, sau şopârle aflate în locuri greu accesibile, cum sunt intrarea în gropi, sau în copaci. Este utilă pentru speciile de care aporopierea este problematică. Este mai uşoară dacă porţiunea gâtului este distinctă la specia vizată. Beţe cu lasouri mai simple sunt uşor de construti. Este totuşi o tehnică laborioasă şi cronofagă, şi astfel generează probleme similare celor întâlnite în captura pe cale manuală.

Erori/Distorsiuni

Estre o tehnică care este potrivită doar pentru speciile uşor de localizat pe cale vizuală. Nu este adecvată pentru speciile car se ascund sau sapă în pământ.

Prinderea în capcane
Aplicabilă la multe reptile mici.

Descriere

În cazul reptileor terestre, cea mai comun utilizată capcană este cea de tip pitfall, constând într-un vas îngropat în sol, cu gura la nivelul acestuia. În interior trebuie să existe un adăpost natural, reprezentat de frunziş. De asemenea, în aceste capcane pot ajunge artropode, care la rândul lor sunt momeli pentru şopârle.

Orice recipient, indiferent de mărime, poate fi folosit; esenţial este faptul că mărimea şi diametrul acestuia decid compoziţia în specii a reptilelor capturate. De aceea unele experimentări prealabile sunt necesare. […] Capcanele pot fi lăsate în loc permanent, sau folosite doar pe durata studiului. În primul caz, trebuie folosite capace care să nu permită căderea unui animal în perioadele în care nu se desfăşoară studii. Dacă sunt folosite într-o pădure capcanele pot fi umplute cu crenguţe, astfel încât orice animal care intră să se poate urca pe ele. În zonele ploaioase, capcanele trebuie să prezinte găuri de drenaj pe fund, astfel încât apa să se poată scurge; totuşi, nu trebuie să fie destul de mari, pentru a permite şopârlei să iasă prin gaură.

Aceste gropi-capcană pot fi aşezate în vecinătatea adăposturilor naturale folosite de către şopârle sau şerpi (pietre, buşteni, etc.). Deasemenea, tehnica poate fi conjugată cu cea care utilizează garduri, pentru a creşte succesul capturii. Gardurile sunt joase (≈ 30 cm) şi făcute din polietilenă sau alt material ieftin, şi ţinute ridicate de către cârlige. Partea inferioară este îngropată câţiva centrimetri în sol, pentru a nu permite evadarea animlului prin săparea pe sub gard. Gardurile trebnuie să ghideze reptilele în capcanele-gropi. Este important ca materialul folosit să nu permită căţărarea şopârlelor şi şerpilor să urce.

Capcanele trebuie verificate şi animalele capturate cel puţin odată pe zi. Capcanele trebuie verificate de mai multe ori pe zi în cazul unui mediu extrem (de exemplu, în deşert) pentru a evita stressul şi mortalitateea animlelor

capturate, sau în cazul unei capturi abundente. Distanţa dintre capcane sau mărimea acestora sau folosirea gardurilor au fost discutate pe larg în literatura de specialitate. Trebuie purtate mânuşi în mometul verificării capcanelor, pentru a se evita muşcăturile din partea unor artropode.

O alternativă ce poate fi folosită în cazul unor zone stâncoase, unde nu pot fi săpate gropi, este pâlnia aflată la capătul unui tub. Aceasta este un cilindru cu o pâlnie la unul sau la ambele capete. Un gard poate direcţiona reptila în pâlnie, şi de aici în capcană. Este posibil un spectru larg de dimesniuni, în funcţie de specia care trebuie capturată. Speciile mari necesită dispozitive mai rezistente, în timp ce speciile micipot if prinse în cutii de plastic care au ataşată o pâlnie la buză.

Capcanele-pâlnie cu momeală sau plasele în formă de tobă sunt foarte eficiente pentru captura multor specii de chelonieni acvatici dulcicoli. Momeala este de obicei carne sau peşte, şi capcana trebuie aşezată astfel încât să ajungă şi în afara apei. Aceasta le dă posibilitatea să respire, altfel se pot îneca.

Este o problemă de responsabilitate verificarea regulată a capcanelor. O capcană pierdută sau abandonată va continua să prindă şi să ucidă animale timp de multe decenii.

Avantaje şi dezavantaje

Capcanele deseori permit captura unui mare număr de indivizi, cu un efort minim din partea investigatorului. Acest efort poate fi standardizat în spaţiu şi timp, satisfăcând postulatele multor modele statistice de estimare a ratei de supravieţuire sau a mărimii populaţiei. Gardurile şi capcanele pot să necesite construcţia şi instalarea chiar la locul investigaţiei, ceea ce poate cere efort, timp şi bani în mod considerabil. Capcanele trebuie inspectate în modregulat, şi închise sau eliminate dacănu sunt folosite.

Erori/Distorsiuni

Doar animalele care se deplasează activ pot fi cuantificate prin această tehnică, deaorece doar ele vin în contact cu gardurile şi capcanele. De aceea, această tehnică are un rezultat slab în condiţii meteo care nu permit activitatea reptilror. Speciile puternic sedentare nu sunt prelevabile.

Marcarea indivizilor
Aplicabilă tuturor reptilelor.

Descriere

Marcările pot fi aplicate reptilelor pentru perioade scurte, mai lungi, sau permanent. Ele pot fi realizate pe baza unui sistem de codare, sau mai pot fi folosite combinaţii între lee (Woodbury, 1956) .

Cea mai simplă tehnică este de amarca animalul cu o vopsea; se poate folosi şi oja.

Cea mai comună tehnică este aceea de eliminare a unor falange de la unul sau mai multe picioare. De asemenea se poate realiza un cod, al poziţiei şi numărului de falange amputate. Marcări permananete pot fi aplicate prin tăierea de solzi şi cauterizarea lor cu un fier. Solzii fie nu vor creşte la loc, fie vor creşte într-o culoare diferită de cea naturală, dacă stratul de celule pigmentare a fost distrus. O metodă alternativă este marcarea cu fierul roşu. |estoasele pot fi marcate prin tăierea de solzi de la marginea carapacei. Crocodilienii pot fi marcaţi prin îndepărtarea de plăci de pe coadă. Reptilel mai pot fi tatuate.

Trasmiţătoarele pasive integrate au devenit recent accesibile pentru marcarea animalelor, şi sunt o metodă eficace pentru marcarea reptileor. Aceste emiţătoare pot fi inserate subcutanat sau în cavitatea abdominală a specimenelor mici. Fiecare dintre ele are un cod unic care poate fi citi cu ajutorul unui scaner portabil.

Avantaje şi dezavantaje

Marcarea cu vopsea are avantajul că animalul nu este rănit în vrerun fel. Totuşi, poate face reptilele mai vizibile prădătorilor lor. De asemenea, vopseaua se poate şterge după câteva zile, astfel încât este utilă doar în cazul studiilor pe termen scurt.

Modul lor de viaţă trebuie luat în considerare atunci când se decide tehnica folosită. Amputarea degetelor reprezintă o metodă crudă şi inadecvată mai ales în cazul şopârlelor arboricole, sau a celor cu degete groase şi cărnoase. Totuşi, multe specii terestre nu par a fi afectate de această tehnică.

În afara metodei de marcare cu vopsea, toate metodele menţionate provoacă modificări fizice, de un fel sau altul, la aceste organisme. Aceste metode duc la marcări de durată lungă sau permanente; trebuie însă avut în vedere posibilul impact negativ asupra organismului animal. Tehnici precum amputarea degetelor sau tatuajul trebuie efectuate de herpetologi cu experienţă, sub supravegherea unui veterinar. Cercetătorii trebuie să fie conştienţi de consideraţiile etice în momentul investigării populaţiilor de reptile, deoarece o inventariere mai exactă necesită o anumită perturbare a populaţiilor animale. Metodele de studiu trebuie supuse aprobării comitetelor de etică animală, dacă acest lucru este cerut de lege.

Erori/Distorsiuni

Marcajele care sunt cu un sens ambiguu sau sunt pierdute pot face analiza datelor de marcare-recaptură foarte dificile. O presupunere importantă de la care porneşte această tehnică este unicitatea modelului marcajului, şi că cele mai multe nu vor fi pierdute cu vremea. De asemena, se presupune că nu le vor afecta comportamentul. În caz contrar, estimările privind dimensiunile populației şi probabilitățile de supraviețuire vor fi grav distorsionate. Pierderea marcajelor poate fi corectată prin marcarea de două ori a indivizilor, şi calculul ulterior al ratei pierderii. O soluție mai bună este conceperea unei alte tehnici, superioare, pentru specia avută în vedere.

Păsări

Păsările sunt organismele cu populațiile cel mai uşor de observat şi cuantificat. Sunt deseori strălucitor colorate, relativ uşor de observat, şi produc multe sunete. Sunt deasemenea foarte mult studiate, ceea ce a dus la apariția a numeroase cărți despre munca în teren, şi a multor persoane care sunt pasionate, atât amatori cât şi profesionişti, şi care au acumulat numeroase cunoştințe în domeniu. Datorită acestei popularități, ele sunt cel mai bine observate dintre toți taxonii. Deşi se poate argumenta că păsările primesc o atenție oarecum supradimensionată, implicarea universală a voluntarilor în multe programe face ca observarea păsărilor să fie o cale de monitorizare a stării generale de sănătate a mediului foarte eficientă din punct de vedere al costurilor.

Păsările îşi manifestă deseori prezența pe cale vocală, şi multe specii de păsări sunt cel mai bine detectate pe calea sunetelor şi chemărilor. Există, totuşi, câteva potențiale lipsuri ale acestei metode. Aceste probleme afectează mai multe dintre metodele subliniate mai jos, îndeosebi cartarea teritoriului, numărătorile punctiforme şi studiile pe linii de transect. De obicei, doar masculii teritoriali cântă, aşa că restul populației, care nu poate fi detectată astfel, este dificil de cuantificat. Păsările pot să cânte mai puțin, dacă populația este mai puțin numeroasă. Masculii neîmperecheați ale unor specii cântă mai mult decât cei împerecheați. De exemplu, masculii neacuplați de *Seiurus aurocapillus* cântă de 3,5 ori mai des decât cei cuplați. Masculii necuplați de *Oporonis formosus* cântă de 5,4 ori mai des decât cei necuplați. Masculii de lăcar *Acrocephalus schoebaenus* încetează cântecul, odată ce au atras o femelă, dar masculii de *Acrocephalus scirpaceus* continuă să cânte, odată realizată acuplarea. Asemenea diferențe între specii necesită astfel o cunoaştere a modului de viață a speciei în studiu, altfel estimările privind dimensiunea populațiilor pot fi distorsionate, iar investigațiile habitatelor adecvate pentru cântec pot fi avea rezultate confuze. […]

Tabelul 4 listează metodele care au folosit pentru cuantificarea populațiilor de păsări. Deşi sunt enumerate mai multe metode, există două tipuri principale: cele destinate numărării speciilor care sunt distribuite uniform pe suprafața ocupată, şi a doua pentru speciile distribuite neuniform. De exemplu, cartarea teritoriului, investigațiile punctiforme şi pe linie de transect sunt cele mai adecvate pentru speciile distribuite uniform (de exemplu, în cazul speciilor teritoriale), în timp ce numărătorile de colonii, adăposturi de noapte, stoluri şi locuri de luptă între masculi sunt cele mai potrivite pentru speciile cu distribuție insulară. De asemenea, dispersia unei specii poate varia de-a lungul ciclului anual. De exemplu masculii multor specii de cocoşi de munte se strâng primăvara devreme în locurile de competiție şi reproducere dar sunt puternic dispersați în restul anului; păsările de mare desori se adună în colonii de reproducere primăvara, dar zboară deasupra mării pentru restul anului. Este mai simplu să se numere păsările atunci când sunt strânse decât atunci când au o distribuție uniformă.

Numărarea cuiburilor din cadrul coloniilor

Păsări care cuibăresc în colonii, îndeosebi păsări de mare şi stârci, unele passeriforme şi din ordine înrudite cu acesta

Descriere

Aproape a opta parte din speciile de păsări cuibăresc în colonii şi, prin urmare, sunt uşor de numărat în timpul perioadei de reproducere. Această tehnică este adoptată în funcție de amplasarea coloniei (pe un mal abrupt, pe sol, în gropi, în copaci sau tufişuri). […]

Multe păsări care cuibăresc colonial se reproduc sincron. Acest fapt este un avantaj, din punctul de vedere al cuantificării populațiilor, deoarece toate păsările apte de reproducere vor fi prezente în colonie în aceeaşi perioadă, având acelaşi stadiu în ciclul reproductiv. Cel mai potrivti moment pentru numărătoare este în general cuprins între mijlocul incubației şi începutul folosirii cuiburilor. Dacă studiul este început prea devreme, nu a început depunerea ouălor, dacă e prea târziu, unele perechi pot sdeja să fi peirdut puii şi golit locul cuibului, amabele situații ducând la subestimări ale ale numărului total al populației reproducătoare. În cazul speciiilor coloniale care au un anotimp de repoducere mai scurt, precum şi o rată înaltă de pierdere a cuiburilor, estimarea populației poate fi mai dificilă.

Tabelul 4 Folosirea de metode diferite pentru grupe diferite de păsări. *, o metodă care este folosită în mod uzual; +, metodă des aplicabilă; ?, metodă aplicabilă doar în anumite cazuri.

Metodă	Păsări acvatice dulcicole	Păsări acvatice marine	Păsări din ordine precum Ciconiiformes, Gruiformes şi Phoenicopteriformes	Păsări de pradă (Falconiformes şi Strigiformes)	Galliforme, Charadriiforme, etc. (păsări pentru vânat)	Ordine înrudite cu passeriformele (Trogoniiforme, Piciforme, etc.)	Passeriformes
Numărătoarea de cuiburi în colonii	+	*				+	?
Numărătoarea locurilor de competiţie şi confruntare					*		?
Numărarea locurilor de dormit	+		*				?
Numărarea stolurilor	+		+			?	?
Numărătoarea păsărilor migratoare				+			?
Cartarea teritoriului	+		+	+	+	+	*
Numărători punctiforme	?		?	?	?	+	*
Transecte liniare	+	*	+	+	+	+	*
Răspuns la redarea cântecului		+		+		?	?
Captura/unitatea de efort						?	+
Marcare-eliberare-recapturare	?	?	?	?	?	?	?
Numărători în scădere ???dropping	+				+		
Numărători cronometrate ale speciilor						?	+
Individualizare prin cântec	?	?	?	?	?	?	?

Pereţi abrupţi/râpe

Cea mai potrivită poziţiei din care se poate face numărătoarea este puţin deasupra colonei, dar faţă în faţă cu aceasta. Mulţi ornitologi au murit în timpul studiului efectuat pe păsări marine; este importantă asigurarea siguranţei poziţiei respective. Trebuie numărate perechile de păsări sau cuiburile ocupate (sau cel puţin aparent ocupate). În cazul unor specii care cuibăresc la densităţi înalte perechile de păsări sunt greu de numărat, deoarece aceasta necesită identificarea tuturor siturilor cu ouă, pui, sau adulţi care clocesc; aceasta poate dura ore. În cazul acestor specii, numărarea individuală a păsărilor este o tehnică mult mai eficace. În vederea uşurării numărătorii, este necesară divizarea coloniei în subunităţi. Observarea coloniilor poate varia în funcţie de anotimp şi de ritmul circadian, fiind importantă luarea unei decizii asupra momentului numărării.

În cazul unor specii coloniale care sunt foarte uşor vizibile fotografierea coloniei şi numărărea cuiburilor direct din fotografie este o cale mai simplă. Această metodă este utilă îndeosebi atunci când nu există o poziţie adecvată pentru o observare pe teren, dar o fotografie, de pe un vapor sau dintr-un avion, poate fi efectuată. În cazul unor specii fotografierea poate fi nepotrivită, deoarece păsările marine albe şi negre pot fi uşor confundate cu depozite de guano sau cu diverse umbre.

Gropi

Gropile pot fi cel mai bine numărate prin cuantificarea suprafeţelor cu gropi care par ocupate în cazul unor cuadrate randomice sau randomice stratificate, sau al unor linii de transect, urmată de numărarea efectivă a gropilor care par ocupate. Realizarea de cuadrate circulare de prelevare a probelor este o metodă uşor de aplicat practic. Lungimea stabilită a unei frânghii legată de un par va da o mărime determinată a cuadratului. Frânghia şi parul sunt uşor de transportat pe teren. Gropile ocupate pot fi deseori recunoscute după câteva trăsături, precum: pene, sol excavat, excremente, coji de ouă sparte şi miros (acesta din urmă, îndeosebi, denotă prezenţa puilor). Un endoscop poate fi utilizat pentru examinarea conţinutului cuibului, deşi, pe teren, în cazul unei lungimi prea mari a cuibului săpat sau prezenţei de prea multe ramificaţii, această determinare pe cale optică a compoziţiei cuibului este foarte

cronofagă sau imposibilă. Săparea, în vedrea dezvelirii camerei de cuibărit, nu este o practică adecvată. În cazul speciilor nocturne, poate fi utilă redarea unor chemări înregistrate, în vederea determinării unei reacții.

O problemă importantă în privința cuiburilor săpate în sol este distingerea stilului fiecărei specii şi deosebirea de vizuinile săpate de mamifere. Această distincție nu poate fi operată întotdeauna cu succes. Cea mai simplă cale de a depăşi problema este de a supraveghea în acele momente ale anului sau pe acele teritorii în care cuibăreşte doar specia de păsări investigată. Această abordare nu este întotdeauna adecvată, iar în cazul în care şi observarea prin endoscoape se dovedeşte dificilă, atunci trebuie încercat un alt gen de tehnici precum captura, marcarea şi recaptura de pui.

Coloniile speciilor care cuibăresc pe sol

Multe specii de păsări marine cuibăresc în colonii amplasate direct pe sol. În cazul unei mărimi reduse a coloniei (mai puțin de 200 de perechi) aceasta poate fi observată în întregime, iar numărul de cuiburi poate fi cuantificat cu uşurință. În cazul coloniilor mari este indicată împărțirea acestora pe sectoare, care sunt numărate separat. Cuiburile vechi, care sunt distinse prin absența urmelor albe de fecale, nu trebuie incluse în numărătoare.

Numărătorile trebuie efectuate în acel moment al anului în care există cea mai mare probabilitate a prezenței adulților în cuiburi (de obicei de la mijlocul incubării până la un moment ulterior eclozării) şi în acel moment al zilei în care prezența păsărilor este mai stabilă. Aceşti parametri variază funcție de specii şi colonie, dar, ca o regulă generală, trebuie evitate primele ore ale dimineții şi serile.

Coloniile foarte extinse sunt probabil cel mai uşor de urmărit prin folosirea de linii de transect şi de cuadrate. În vederea efectuării acestui lucru trebuie întâi cartografiate marginile coloniei şi calculată suprafața totală a acesteia. În cazul folosirii transectelor, trebuie stabilite coordonatele acestora, să fie făcută marcarea lor pe sol cu corzi de frânghie bătute în țăruşi, apoi efectuată deplasarea de-a lungul lor, şi apoi numărate toate cuiburile aflate la distanța de 1 metru de linia de transect. Nu trebuie numărat acelaşi cuib de două ori. O alternativă este folosirea de cuadrate, caz în care acestea trebuie localizate randomizat în interiorul coloniei, sau la distanțe egale de-a lungul unui transect, apoi numărate toate cuiburile ocupate aflate în interioul unui cuadrat. Este simplu de calculat dimensiunea coloniei pe baza suprafeței totale a acesteia şi a numărului total de cuiburi ocupate în interiorul tuturor transectelor şi cuadratelor.

Orice tehnică care presupune îndepărtarea păsărilor adulte de pe cuiburi este traumatică, atât pentru păsări, cât şi pentru observator. Este esențial ca perturbarea să fie menținută la un nivel minim, iar adulții să fie ținuți departe de cuib nu mai mult de 30 minute; este de dorit ca durata de timp să fie sub această valoare. Coloniile nu trebuie deranjate în cazul unor condiții meteo extreme (vreme foarte umedă, rece, sau fierbinte) datorită riscului de distrugere a ouălor şi puilor. Un alt efect al condițiilor meteo de genul ploilor torențiale, ceții sau vântului puternic, este afectarea preciziei datelor culese. Trebuie să existe grijă ca puii să nu fugă, prădătorii să nu profite de perturbarea coloniei, iar ouăle şi puii să nu fie striviți. Acest gen de tehnici nu este cel mai potrivit în preajma concentrărilor umane mari.

O metodă mai adecvată (mai rapidă şi mai puțin invazivă) decât mersul printre cuiburi constă în determinarea zborului tuturor adulților prin folosirea unui zgomot puternic. Toate păsările care zboară pot fi numărate. Prin această metodă dimensiunea coloniei poate fi estimată doar dacă este cunoscută relația numerică dintre păsările care sunt în zbor şi cel care sunt constituite în perechi reproducătoare. Această relație numerică variază funcție de specie.

Colonii din arbori

Mulți stârci, egrete, berze şi lopătari cuibăresc în colonii dense în copaci, deşi aceeaşi modalitate de cuibărire o au şi păsările aparținând altor grupe (de exemplu corbi). În cazul celor care cuibăresc în copaci cu frunziş caduc în perioade ale anului adecvate din puncte de vedre meteorologic, cuiburile pot fi numărate cel mai bine înainte de completa apariție a învelişului foliar, altfel vederea cuiburilor poate fi obstrucționată de frunze.

Cuiburile în uz pot fi deseori identificate prin prezența materialului proaspăt de construcție, a resturilor aruncate în cuib sau sub acesta, a adulților clocitori sau activi, sau a puilor care țipă în cuib. Mai poate fi necesară folosirea unei oglinzi de cuib (o oglindă aflată la capătul unui tub telescopic lung). Acest tip de oglinzi pot fi grele iar manipularea lor dificilă, îndeosebi pe o vreme cu vânt puternic, fiind necesari doi membri ai echipei, unul care să țină aparatul, iar celălalt care să privescă prin binocular. Multe specii de stârci, egrete, berze şi lopătari sunt sensibile la deranjuri, îndeosebi la începutul sezonului de împerechere. Aceste specii nu trebuie investigate decât o dată ce depunerea ouălor a început. Chiar şi în această condiție, trebuie multă grijă în vederea reducerii la minim a perturbării.

Din fericire, multe specii care cuibăresc în arbori sunt uşor vizibile de la distanțe mari, acest aspect ducând la găsirea mai uşoară a unei poziții avantajoase de observație, astfel încât rezultatele numărătorilor cuiburilor vizibile sunt sensibil de apropiate de valoarea reală a populațiilor. Efectuarea observațiilor din turnuri special construite este deseori cea mai bună metodă. În cazul în care un punct de observație adecvat, aflat pe sol, nu este accesibil, pot fi efectuate numărători din mijloace de deplasare aeriană, dacă sunt disponibile din punct de vedere financiar. […] Metodele de observație bazate pe mijloace aeriene de locomoție sunt considerate mai puțin

perturbatatoare decât cele având baza pe sol, mai precise şi cu o mare repetabilitate. Cea mai puțin perturbatoare metodă folosită este totuşi o numărătoare a cuiburilor folosite, ce are loc după încheierea perioadei reproductive.

Avantaje şi dezavantaje ale numărării cuiburilor din colonii

Cel mai important avantaj al acestei metode este momentul când se desfăşoară acest recesământ: într-o perioadă a anului în care întreaga specie este concentrată/agregată în anumite teritorii, astfel încât exemplarele pot fi numerotate de o manieră foarte eficace sub raportul costurilor (bani, timp, echipament, stres atât pentru animale cât şi pentru cercetători, etc.). În restul anului aceste specii pot fi disipate pe o suprafață foarte întinsă de o manieră care nu îngăduie o numărare uşoară. Printre dezavantaje se numără faptul că este o metodă adecvată doar pentru păsările care sunt în perioada reproductivă, astfel încât perturbarea trebuie menținută la nivelul minim. Fotografiile aeriene pot să ajute la evitarea deranjării animalelor, deşi există cazuri de colonii care au eşuat în urma prezenței unui elicopter care zboară deasupra lor. Identificarea ocupantului unui cuib săpat poate fi dificilă.

Erori/Distorsiuni

Gradul de coupare al coloniei poate varia, în funcție de momentul din ciclul circadian sau di perioada de reproducere; acest fapt trebuie să fie luat în considerare. Punctele de observație mai puține sau cu o perspectivă mai puțin avantajoasă pot conduce la erori ce nu pot fi corectate. Unle specii care cuibăresc în gropi săpate au mai multe cuiburi într-o singură groapă, astfel încât trebuie avut grijă ca populația să nu fie subestimată.

Anexa 6 Distribuţia şi dinamica carabidaelor într-un complex local din Insula mică a Brăilei.

Sursa datelor este Ciubuc (1997). Organizarea spaţială a programului de prelevare este prezentată în figura 1 din capitolul 6. Absenţa datelor la un anumit moment de prelevare indică faptul că staţia era inundată. Alte informaţii privind structura biotopului şi biocenozei sunt prezentate în problema referitoare la vegetaţie din capitolul 6.

Tabelul 1 Rezultatele prelevărilor la staţia I1.

No.	Specie / Data	2	3	4	5	6	9	TOTAL
1	*Agonum fuliginosum*					3		3
2	*Agonum versutum*					2		2
3	*Amara apricaria*			1				1
4	*Amara convexiuscula*				1			1
5	*Anisodactylus signatus*	2						2
6	*Asaphidion caraboides*					2		2
7	*Bembidion Pogonidium laticolle*						3	3
8	*Bembidion Metallina properans*		1					1
9	*Bembidion Lapha quadripustulatum*			1	3	1		5
10	*Brachinus bayardi*					1		1
11	*Broscus cephalates*		1			1		2
12	*Carabus cancellatus*	1	4	3		13		21
13	*Chlaenius festivus*		2	32	21	21		76
14	*Chlaenius nigricornis*				2			2
15	*Chlaenius nitidulus*	8	16	11	2	11		48
16	*Chlaenius spoliatus*	5	68	262	31	23		389
17	*Chlaenius tristis*					2		2
18	*Cylindera germanica*	7	3	1				11
19	*Dyschirius aeneus*				1			1
20	*Dyschirius globosus*				1	6		7
21	*Eupetedromus dentellum*	1		1		5	3	10
22	*Notaphus semipunctatus*		1	3		3	3	10
23	*Ophonus obscurus*		1					1
24	*Platynus assimilis*			1				1
25	*Poecilus coerulescens*			3		29		32
26	*Pogonidium laticolle*				1			1
27	*Pseudophonus rufipes*	22	16	57	58	524		677
28	*Pterostichus anthracinus*					11		11
29	*Pterostichus niger*					1		1
30	*Pterostichus vernalis*					1		1
31	*Pterostichus vulgaris*					3		3
32	*Stenolophus discophorus*	34	4	7		1		46
	Total	80	117	383	121	664	9	1374

Data	Cod
26-Jun-96	1
11-Jul-96	2
24-Jul-96	3
7-Aug-96	4
21-Aug-96	5
10-Sep-96	6
24-Sep-96	7
8-Oct-96	8
18-Oct-96	9
1-Nov-96	10
19-Nov-96	11
2-Dec-96	12
16-Dec-96	13

Tabelul 2 Rezultatele prelevărilor la stația I2. Codurile datelor de prelevare la fel ca în tabelul 1.

No.	Specie / Data	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	TOTAL
1	*Agonum fuliginosum*					2								2
2	*Agonum gracilis*	1			1									2
3	*Amara aulica*					1								1
4	*Anchus obscurus*	1					1							2
5	*Asaphidion caraboides*					1	2				16	5		24
6	*Bembidion Metallina properans*												1	1
7	*Bembidion Lopha quadripustulatum*	2				1								3
8	*Bembidion Emphanes tenellum*									1				1
9	*Brachinus bayardi*					1	4	3						8
10	*Brachinus ganglbaueri*		2											2
11	*Carabus cancellatus*	9	9	11	6	61	15	7	6					124
12	*Carabus granulatus*	1	1	6		1								9
13	*Chlaenius festivus*			12	6	15	7	2	1	2	1			46
14	*Chlaenius nigricornis*			2	2									4
15	*Chlaenius nitidulus*	7	18	12		1		1						39
16	*Chlaenius spoliatus*			6		6	5	14	4					35
17	*Chlaenius tristis*			1	1	3								5
18	*Dyschirius globosus*	1			1	37	4							43
19	*Eupetedromus dentellum*	6	2	2	2	1	1		1				1	16
20	*Licinus depressus*										1			1
21	*Notaphus semipunctatus*			2										2
22	*Platynus assimilis*	4	3	8			1	1	1					18
23	*Poecilus coerulescens*	3	1		2	33	2	3	3		1			48
24	*Pseudophonus griseus*					1								1
25	*Pseudophonus rufipes*	25	15	46	45	273	47	5	1		1			458
26	*Pterostichus anthracinus*									3				3
27	*Pterostichus aterrimus*						1							1
28	*Pterostichus niger*						2			1				3
29	*Pterostichus strenuus*							1					1	2
30	*Pterostichus vernalis*			1	1	2								4
31	*Stenolophus discophorus*	1						1						2
32	*Syntomus obscuraguttatus*										1			1
33	*Tachys bistriatus*					1				1			1	3
	Total	61	51	109	67	441	92	38	17	8	21	5	4	914

Tabelul 3 Rezultatele prelevărilor la stația I3. Codurile datelor de prelevare la fel ca în tabelul 1.

No.	Specie / Data	2	3	4	5	6	TOTAL
1	*Agonum viridicupreum*				1		1
2	*Anisodactylus signatus*	2					2
3	*Bembidion Emphanes latiplaga*		1				1
4	*Bembidion Lapha quadripustulatum*		2	5	3	4	14
5	*Brachinus bayardi*		9	4		9	22
6	*Brachinus ganglbaueri*				1		1
7	*Carabus cancellatus*	3	4	4	4	4	19
8	*Carabus granulatus*			1		4	5
9	*Chlaenius festivus*		5	7	23	23	58
10	*Chlaenius nigricornis*	21					21
11	*Chlaenius nitidulus*		9	15	9	7	40
12	*Chlaenius spoliatus*	8	4	60	7	9	88
13	*Chlaenius tristis*			1			1
14	*Dyschirius globosus*		2	1			3
15	*Dyschirius aeneus*			4			4
16	*Eupetedromus dentellum*		1	2		1	4
17	*Licinus depressus*					1	1
18	*Notaphus semipunctatus*		1	1		5	7
19	*Oodes helopioides*		1				1
20	*Panagaeus crux-major*		1	1			2
21	*Poecilus coerulescens*			3	2	24	29
22	*Polystichus connexus*				1		1
23	*Pseudophonus griseus*			1			1
24	*Pseudophonus rufipes*	10	7	22	60	347	446
25	*Pterostichus anthracinus*					21	21
26	*Pterostichus cursor*			1			1
27	*Pterostichus niger*					5	5
28	*Pterostichus nigrita*				1		1
29	*Pterostichus vernalis*					2	2
30	*Pterostichus vulgaris*					2	2
31	*Stenolophus discophorus*		1	1			2
32	*Syntomus obscuraguttatus*					1	1
	Total	44	48	134	112	469	807

Tabelul 3 Rezultatele prelevărilor la stația I4. Codurile datelor de prelevare la fel ca în tabelul 1.

No.	Specie / Data	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	TOTAL
1	*Agonum gracilis*				1										1
2	*Agonum versutum*			1				1		1					3
3	*Agonum viridicupreum*	1													1
4	*Amara similata*	1													1
5	*Anchomenus dorsalis*	4			1	1	1	3	1						11
6	*Anchus obscurus*		1												1
7	*Anisodactylus binotatus*	4		2											6
8	*Anisodactylus signatus*	1													1
9	*Asaphidion caraboides*	1			1	1		2	2	9	13	17	11	1	58
10	*Badister bipustulatus*		1												1
11	*Bembidion Lapha quadripustulatum*								1		1				2
12	*Brachinus bayardi*	9			12	12	12	2							47
13	*Brachinus ganglbaueri*	23	3	8	43	9	11	7							104
14	*Brachinus immaculicornis*						3								3
15	*Brachinus plagiatus*						1								1
16	*Calathus fuscipes*						1								1
17	*Carabus cancellatus*	55	5	12	29	3	5	2	3						114
18	*Carabus clathratus*	1					1								2
19	*Carabus granulatus*	2		3	2										7
20	*Chlaenius festivus*	13	3	13	109	69	16	5	3	1					232
21	*Chlaenius nigricornis*	1	3		2										6
22	*Chlaenius nitidulus*	53	18	12	6		1								90
23	*Chlaenius spoliatus*			1	26	7	2	1	2						39
24	*Chlaenius tristis*				2		5	1							8
25	*Dolichus halensis*			1	1	1									3
26	*Dyschirius globosus*	1	1	1		1	5								9
27	*Eupetedromus dentellum*						1	1							2
28	*Harpalus aeneus*				1										1
29	*Licinus depressus*						2	1			2		1		6
30	*Lionychus quadrillum*								1						1
31	*Notaphus semipunctatus*											1			1
32	*Oodes helopioides*				1										1
33	*Panagaeus crux-major*	11			3	1	1	3	2						21
34	*Pardileus calceatus*						1								1
35	*Platynus krynickii*	2													2
36	*Platynus assimilis*	3			1										4
37	*Poecilus coerulescens*	9		5	29	43	245	39	30	8	2				410
38	*Pseudophonus griseus*					1									1
39	*Pseudophonus rufipes*	59	48	213	525	820	2470	304	18	3					4460
40	*Pterostichus anthracinus*	8			1	3	4		1	2	1	3	1	1	25
41	*Pterostichus cursor*			5					1	1					7
42	*Pterostichus macer*								1						1
43	*Pterostichus strenuus*										1				1
44	*Pterostichus vernalis*	5			7	10	2	2							26
45	*Pterostichus vulgaris*					1									1
46	*Syntomus foveatus*									1					1
47	*Syntomus obscuraguttatus*							1	4	2					7
48	*Tachys bistriatus*												1		1
49	*Tachys scutellaris*							1							1
	Total	267	83	277	803	983	2790	376	70	28	20	21	14	2	5734

Anexa 7 Dinamica ratei de denitrificare şi a parametrilor de control ai acesteia.

Datele au fost obținute în cadrul proiectului de cercetare ERMAS 2 (pentru detalii a se vedea Vădineanu 1999). Organizarea spațială a programului de prelevare este prezentată în figura 1 din capitolul 6. Alte informații privind structura biotopului şi biocenozei sunt prezentate în problema referitoare la vegetație din capitolul 6.

Tabelul 1 Caracterizarea parcelelor din care s-a făcut prelevarea probelor (după Vădineanu 1999).

Statia	pH sol	Nivelul mediu al apei (cm)	% de fractii fine in sol	Biomasa vegetala (g s.u. /m2)	Nr de specii de plante	Diversitatea Shannon
Ai1	7.74	-155.344	38.75	24.53	2	0.50
Ai2	7.62	-153.944	52.49	15.54	6	1.95
Ai3	7.73	-146.844	65.53	21.74	5	1.11
Ai4	7.80	-149.644	44.35	13.8	3	1.16
Ai5	7.72	-138.944	39.99	27.56	7	2.33
Ai6	7.72	-146.244	52.49	15.11	8	2.69
Ai7	7.65	-156.644	85.62	39.97	5	1.64
Ai8	7.65	-161.844	58.29	36.91	4	0.78
Ai9	7.63	-161.644	69.09	90.47	2	0.26
Aii1	7.75	-115.622	73.83	66.47	2	0.98
Aii2	7.74	-147.222	80.89	28.27	4	1.44
Aii3	7.69	-146.622	82.38	71.47	2	0.95
Aii4	7.73	-163.422	83.45	22.51	2	0.85
Aii5	7.62	-163.522	78.28	45.81	3	0.90
Aii6	7.73	-136.522	61.35	35.62	4	1.15
Aii7	7.63	-146.722	87.68	10.25	3	0.78
Aii8	7.69	-148.622	76.98	85.31	2	0.89
Aii9	7.71	-141.222	84.32	16.8	6	1.91

Tabelul 2 Valorile ratelor de denitrificare şi a parametrilor de control (Cociug şi Iordache, date nepublicate). Castele goale indică absența datelor.

Statia	Data	Rata de denitrificare ngN/g s.u./h	azot bacterian ppm s.u.	azotat in sol ppm s.u.	amoniu in sol ppm s.u.	azotit in sol ppm s.u.	azot organic dizolvat in sol ppm s.u.	Umiditate %	Densitatea solului g s.u./ cm^3	Temperatura °C	Materia organica din sol %
Ai1	16-Dec-96	2.63	11.3	3.639	7.661	0.144	2.35	24.06	0.94	2	3.93
Ai1	12-Feb-97	0.65	18.1	2.833	1.981	0.195	16.03	23.76	1.61	1	4.17
Ai1	16-Mar-97		5.8	3.810	1.240	2.129	32.40	22.41		3	4.42
Ai1	13-Apr-97	3.2	11.7	1.517	2.453	0.400	27.67	31.24	0.80	7	7.11
Ai1	21-May-97	0	40.6	1.531	10.297	4.061	120.64	37.40	1.05	18	6.43
Ai1	22-Jun-97	6.58	16.6	3.058	4.326	1.125	2.72	23.21	1.28	21	7.23
Ai1	26-Aug-97	17.58	4.7	6.898	5.320	3.729	23.28	24.28	1.20	19	9.24
Ai1	24-Sep-97	0.86	5.6	8.043	3.025	3.163	1.94	20.07	0.90	13	5.53
Ai1	27-Oct-97	2.91	42.6	5.470	3.473	0.678	22.14	28.97	1.19	7	
Ai2	16-Dec-96	20.75	16.1	2.264	3.268	0.548	8.19	17.52	0.98	2	5.01
Ai2	12-Feb-97	1.27	6.5	5.193	4.012	0.619	57.28	31.55	1.64	1	5.03

Statia	Data	Rata de denitrificare ngN/g s.u./h	azot bacterian ppm s.u.	azotat in sol ppm s.u.	amoniu in sol ppm s.u.	azotit in sol ppm s.u.	azot organic dizolvat in sol ppm s.u.	Umiditate %	Densitatea solului g s.u./ cm^3	Temperatura ^oC	Materia organica din sol %
Ai2	16-Mar-97	0	48.3	3.414	0.798	0.678	19.42	26.74	1.31	3	6.37
Ai2	13-Apr-97	2.3	20.0	7.534	2.831	0.375	26.62	26.00	0.94	7	5.09
Ai2	21-May-97	49.57	10.3	3.446	11.115	2.109	40.77	36.34	1.12	18	5.44
Ai2	22-Jun-97	2.73	85.8	3.290	5.295	7.132	20.93	23.60	1.24	21	6.72
Ai2	26-Aug-97	1.92	7.4	5.196	5.703	2.106	23.71	26.62	1.17	19	6.30
Ai2	24-Sep-97	0.8	9.3	3.178	1.607	4.945	13.85	24.88	1.19	13	6.92
Ai2	27-Oct-97	2.38	33.0	11.131	3.829	0.595	13.81	26.24	1.52	7	
Ai3	16-Dec-96	2.69	14.1	5.229	4.012	0.284	14.85	24.88	0.91	2	5.12
Ai3	12-Feb-97	0.96	35.9	2.684	2.781	0.374	3.29	32.20	1.56	1	4.85
Ai3	16-Mar-97	2.16	16.6	7.997	0.554	1.434	19.92	19.49	1.16	3	5.32
Ai3	13-Apr-97	3.64	33.4	2.277	2.741	0.329	28.07	29.53	0.91	7	6.71
Ai3	21-May-97	23.01	71.3	1.453	10.291	4.269	12.94	36.50	1.06	18	5.06
Ai3	22-Jun-97	2.64	65.3	5.356	5.706	2.595	2.89	27.57	1.29	21	6.32
Ai3	26-Aug-97	2.14	8.8	14.837	9.198	2.509	26.89	26.93	1.25	19	5.83
Ai3	24-Sep-97	2.39	5.1	4.380	1.829	4.601	9.74	18.57	0.79	13	6.36
Ai3	27-Oct-97	3.17	18.6	24.255	2.509	0.544	7.79	24.85	1.31	7	
Ai4	16-Dec-96	0.7	7.4	1.415	3.991	0.263	10.49	23.43	0.96	2	4.47
Ai4	12-Feb-97	1.19	36.8	3.496	2.819	0.727	19.79	30.74	1.66	1	4.35
Ai4	16-Mar-97	1.72	25.0	3.584	0.940	1.435	33.17	22.85	1.50	3	4.75
Ai4	13-Apr-97	3.7	39.1	1.290	2.081	0.243	28.83	26.83	0.97	7	6.48
Ai4	21-May-97	69.27	118.2	1.213	5.250	2.791	9.38	34.49	0.98	18	4.22
Ai4	22-Jun-97	3.3	16.4	5.470	6.314	0.942	6.10	18.88	1.38	21	5.58
Ai4	26-Aug-97	5.05	43.7	5.065	8.772	3.649	19.12	25.84	1.48	19	5.85
Ai4	24-Sep-97	2.09	34.8	3.030	2.925	3.439	6.31	14.70	0.91	13	5.19
Ai4	27-Oct-97	1.09	18.9	2.123	1.724	0.512	15.78	20.62	1.41	7	
Ai5	16-Dec-96	0.98	19.0	1.112	7.488	0.160	1.88	27.35	1.02	2	5.30
Ai5	12-Feb-97	1.14	26.0	5.459	1.924	0.207	14.61	35.64	1.81	1	5.89
Ai5	16-Mar-97	1.27	23.9	6.484	1.066	0.579	36.14	22.87	1.41	3	4.02
Ai5	13-Apr-97	2.42	12.8	9.186	1.317	0.375	27.08	26.27	1.05	7	4.98
Ai5	21-May-97	9.49	59.7	1.341	10.621	3.104	15.47	34.83	1.08	18	5.65
Ai5	22-Jun-97	1.59	30.7	9.341	4.630	1.026	6.99	25.72	1.31	21	8.31
Ai5	26-Aug-97	9.27	7.0	19.303	6.448	1.839	12.98	29.73	1.57	19	5.46
Ai5	24-Sep-97	1.28	4.5	3.908	3.128	4.407	8.45	25.79	1.11	13	7.19
Ai5	27-Oct-97	1.49	16.1	6.416	1.737	0.511	21.61	27.00	1.41	7	
Ai6	16-Dec-96	0.73	12.6	2.274	3.057	0.342	9.03	23.57	0.92	2	3.64
Ai6	12-Feb-97	1.22	6.5	5.898	2.945	0.381	37.45	35.32	1.65	1	5.95
Ai6	16-Mar-97	1.7	53.7	7.284	1.397	2.434	23.10	26.46	1.49	3	5.66
Ai6	13-Apr-97	3.13	6.9	1.879	5.207	0.446	32.71	30.50	0.97	7	6.48
Ai6	21-May-97	20.05	40.7	0.744	17.360	3.703	25.47	36.18	1.22	18	6.01
Ai6	22-Jun-97	2.35	28.3	4.182	4.043	0.276	1.32	17.93	1.42	21	6.04
Ai6	26-Aug-97	10.45	5.7	10.524	8.196	2.202	33.41	27.30	1.50	19	5.98
Ai6	24-Sep-97	0.57	1.8	2.169	0.698	5.784	7.21	22.23	1.23	13	6.70
Ai6	27-Oct-97	1.39	19.8	0.698	2.321	0.384	19.85	22.63	1.51	7	
Ai7	16-Dec-96	1.77	2.2	7.537	3.946	0.249	11.48	26.19	1.10	2	4.45
Ai7	12-Feb-97	0.65	17.7	10.721	4.480	2.591	21.39	33.39	1.67	1	6.10
Ai7	16-Mar-97	2.2	7.1	8.451	0.729	0.709	25.59	25.07	1.32	3	5.00
Ai7	13-Apr-97	2.86	21.2	3.013	3.259	0.272	25.42	30.21	0.90	7	5.74
Ai7	21-May-97	9.54	48.9	2.000	8.906	3.100	35.95	30.94	1.15	18	4.00
Ai7	22-Jun-97	0.99	61.7	7.993	4.071	0.769	8.26	25.41	1.34	21	5.62
Ai7	26-Aug-97	13.2	18.0	11.825	8.003	2.539	30.95	28.27	1.32	19	7.24
Ai7	24-Sep-97	0.83	14.4	4.784	3.377	4.168	4.58	16.53	1.14	13	7.81
Ai7	27-Oct-97	1.46	33.4	14.141	2.097	0.554	18.40	26.32	1.30	7	
Ai8	16-Dec-96	1.1	15.2	4.300	3.089	0.275	15.69	28.30	1.12	2	3.93
Ai8	12-Feb-97	1.14	13.6	7.065	2.830	0.249	17.61	33.54	1.64	1	5.00
Ai8	16-Mar-97	1.66	27.9	5.186	1.555	0.561	27.59	27.44	1.44	3	5.04
Ai8	13-Apr-97	2.94	30.1	1.286	0.273	0.169	15.31	30.64	1.07	7	6.28
Ai8	21-May-97	3.99	30.8	2.098	21.959	2.779	27.24	36.93	1.24	18	5.00
Ai8	22-Jun-97	4.22	105.2	2.781	4.893	0.133	11.28	25.24	1.33	21	6.19
Ai8	26-Aug-97	1.37	27.1	3.163	5.730	1.477	10.19	26.33	1.45	19	6.16
Ai8	24-Sep-97	0.92	4.1	4.833	2.656	3.794	10.96	24.40	1.08	13	4.89
Ai8	27-Oct-97	1.67	43.4	4.593	2.063	0.468	22.39	26.07	1.44	7	
Ai9	16-Dec-96	5.93	2.0	4.788	5.137	0.856	17.41	28.77	1.06	2	4.76
Ai9	12-Feb-97	1.19	60.1	5.359	2.428	0.275	21.43	36.98	1.63	1	3.77
Ai9	16-Mar-97	5.22	2.8	13.849	2.186	5.058	42.27	48.46	1.42	3	3.93

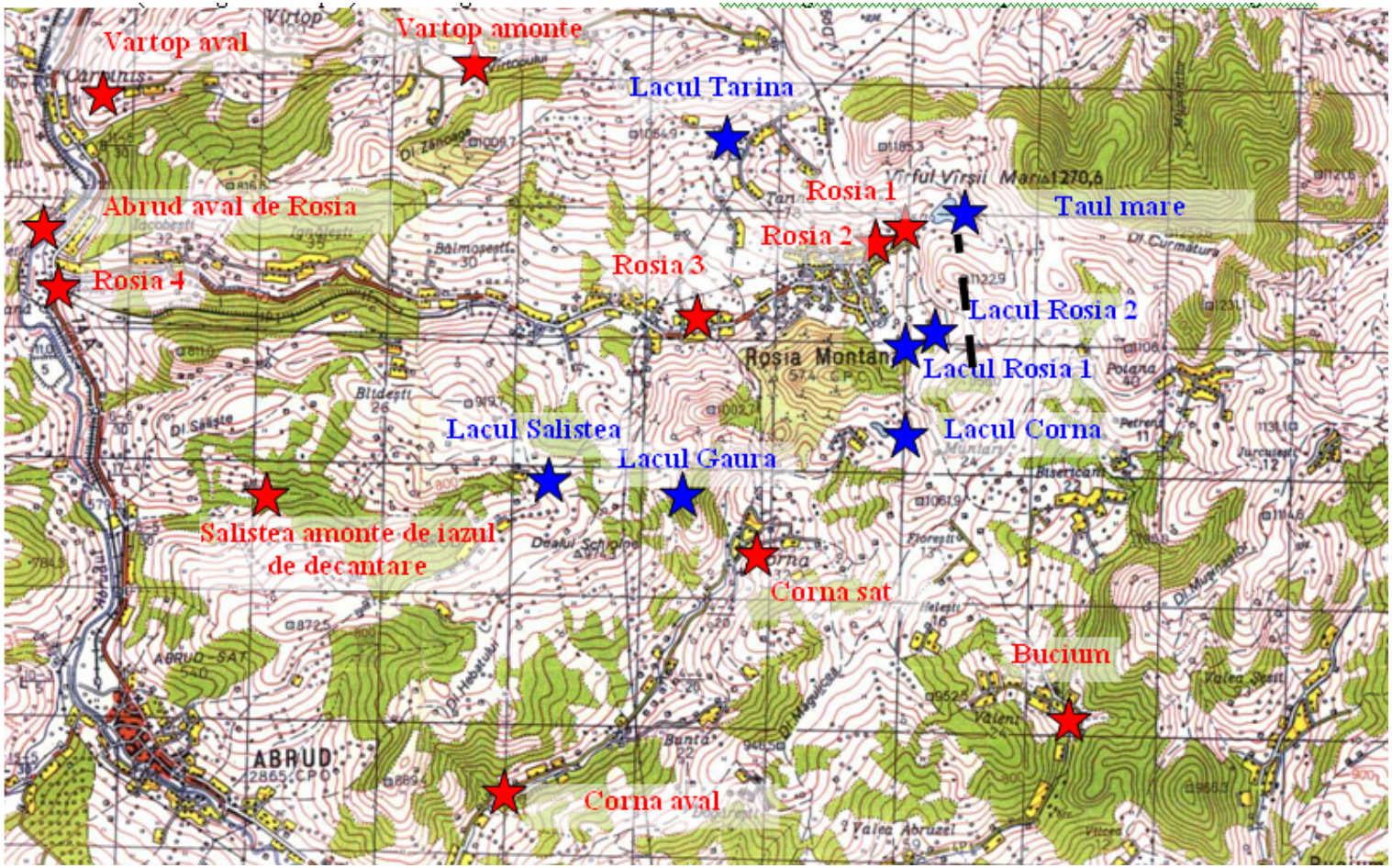
Statia	Data	Rata de denitrificare ngN/g s.u./h	azot bacterian ppm s.u.	azotat in sol ppm s.u.	amoniu in sol ppm s.u.	azotit in sol ppm s.u.	azot organic dizolvat in sol ppm s.u.	Umiditate %	Densitatea solului g s.u./ cm^3	Temperatura ^oC	Materia organica din sol %
Ai9	13-Apr-97	2.85	29.6	2.146	4.832	0.302	10.80	31.48	0.92	7	6.16
Ai9	21-May-97	10.27	133.6	5.738	7.119	9.683	30.53	26.66	1.13	18	7.17
Ai9	22-Jun-97	3.07	157.9	1.368	3.089	1.510	6.40	26.43	1.25	21	6.75
Ai9	26-Aug-97	4.25	19.1	9.850	5.965	1.679	13.83	24.03	1.17	19	6.76
Ai9	24-Sep-97	1.63	2.9	2.408	2.594	2.765	13.12	24.72	0.94	13	7.56
Ai9	27-Oct-97	2.18	37.0	6.469	2.407	0.452	23.42	27.37	1.40	7	
Aii1	16-Dec-96	1.38	25.5	1.612	3.728	0.412	10.33	27.96	0.93	2	7.04
Aii1	12-Feb-97	0.83	34.1	0.000	3.230	0.306	25.30	35.03	1.74	1	7.79
Aii1	16-Mar-97	1.74	11.8	2.266	0.978	0.898	29.85	24.07	1.50	3	
Aii1	13-Apr-97	4.11	7.2	5.383	3.984	0.265	36.16	33.67	0.83	7	6.21
Aii1	21-May-97	28.2	45.0	3.864	3.237	5.675	3.62	27.22	1.02	18	5.88
Aii1	22-Jun-97	4.38	0.3	20.500	13.474	10.131	3.94	29.26	1.35	21	6.42
Aii1	26-Aug-97	5.67	4.1	27.712	9.319	1.286	12.33	30.36	1.29	19	6.89
Aii1	24-Sep-97	1.6	36.1	48.958	3.625	0.533	8.70	29.76	1.05	13	7.34
Aii1	27-Oct-97	3.47	39.1	13.970	2.709	0.618	3.18	30.73	1.07	7	
Aii2	16-Dec-96	2.58	36.7	2.874	8.177	0.385	7.90	29.24	0.94	2	6.77
Aii2	12-Feb-97	0.74	9.7	5.085	2.928	0.387	20.60	23.90	1.71	1	5.56
Aii2	16-Mar-97	2.66	26.7	4.904	1.254	1.147	31.44	27.65	1.20	3	
Aii2	13-Apr-97	3.12	36.4	1.645	3.039	0.223	30.74	30.59	1.11	7	8.19
Aii2	21-May-97	36.53	20.5	4.288	2.750	5.890	11.12	35.11	1.20	18	4.76
Aii2	22-Jun-97	8.02	26.5	3.043	5.533	5.139	3.00	34.09	1.31	21	6.34
Aii2	26-Aug-97	2.07	2.1	3.576	4.666	1.189	31.77	28.94	1.50	19	8.63
Aii2	24-Sep-97	0.64	11.0	2.363	3.258	0.376	10.62	28.51	1.05	13	6.97
Aii2	27-Oct-97	1.48	32.5	3.177	0.975	0.661	19.36	27.29	1.47	7	
Aii3	16-Dec-96	1.67	26.7	2.629	4.968	0.636	14.57	28.13	0.94	2	6.57
Aii3	12-Feb-97	1.19	25.2	12.328	2.785	0.490	19.15	33.16	1.57	1	7.30
Aii3	16-Mar-97	1.24	20.8	5.996	1.944	1.662	27.66	27.92	1.41	3	6.97
Aii3	13-Apr-97	4.03	18.4	2.901	2.486	0.356	16.45	30.18	0.98	7	6.30
Aii3	21-May-97	13.9	50.1	1.908	18.715	10.474	11.70	41.71	1.16	18	5.14
Aii3	22-Jun-97	13.78	28.4	2.623	4.251	8.823	1.35	25.44	1.25	21	7.21
Aii3	26-Aug-97	3.23	1.1	7.534	7.531	1.906	18.52	28.85	1.26	19	8.94
Aii3	24-Sep-97	4.19	8.3	1.170	3.065	3.048	8.96	26.42	1.17	13	7.30
Aii3	27-Oct-97	0	29.1	7.097	1.756	0.506	16.52	26.91	1.41	7	
Aii4	16-Dec-96	1.11	13.6	1.550	5.522	0.504	11.79	29.70	1.04	2	6.56
Aii4	12-Feb-97	1.01	13.7	4.832	2.679	0.160	22.39	40.78	1.61	1	5.50
Aii4	16-Mar-97	2.66	32.2	9.286	0.731	0.843	44.94	29.79	1.09	3	6.53
Aii4	13-Apr-97	3.41	2.1	10.335	2.002	1.018	8.78	30.71	0.89	7	6.71
Aii4	21-May-97	7.51	36.2	3.172	9.354	15.011	9.36	33.11	1.19	18	5.87
Aii4	22-Jun-97	4.14	62.2	10.181	2.033	4.041	8.03	29.95	1.12	21	6.10
Aii4	26-Aug-97	5.53	4.0	7.634	5.115	1.991	29.45	28.82	1.39	19	10.41
Aii4	24-Sep-97	1.68	6.6	5.213	3.281	0.440	8.83	27.92	0.98	13	5.98
Aii4	27-Oct-97	2.38	33.0	2.611	2.120	0.441	24.74	29.72	1.28	7	
Aii5	16-Dec-96	0.57	30.4	2.160	3.386	0.294	8.58	31.06	0.96	2	6.27
Aii5	12-Feb-97	0.81	31.9	8.213	2.528	0.242	25.89	32.53	1.76	1	5.68
Aii5	16-Mar-97	1.97	21.3	2.470	0.840	0.611	32.47	28.03	1.25	3	8.27
Aii5	13-Apr-97	2.34	35.6	2.641	2.409	0.218	2.03	29.40	0.98	7	6.27
Aii5	21-May-97	2.76	29.8	1.348	10.351	3.961	11.54	36.95	1.26	18	5.52
Aii5	22-Jun-97	3.47	35.7	4.339	4.800	3.142	22.60	29.76	1.61	21	5.64
Aii5	26-Aug-97	4.39	2.9	6.659	6.949	2.682	24.46	28.95	1.35	19	6.44
Aii5	24-Sep-97	1.33	14.2	2.854	4.596	0.589	9.18	27.41	1.07	13	6.44
Aii5	27-Oct-97	1.24	30.2	3.471	1.082	0.372	20.38	28.63	1.46	7	
Aii6	16-Dec-96	0.77	15.5	4.975	4.455	0.345	21.47	29.19	0.79	2	6.08
Aii6	12-Feb-97	1.37	29.2	8.585	3.172	0.421	19.79	34.04	1.74	1	6.08
Aii6	16-Mar-97	1.74	27.4	9.503	1.081	3.033	22.89	25.81	1.33	3	7.21
Aii6	13-Apr-97	3.13	63.1	3.458	4.171	0.268	19.46	33.84	0.78	7	5.22
Aii6	21-May-97	17.13	70.8	0.662	7.079	3.675	10.32	31.88	1.18	18	2.71
Aii6	22-Jun-97	3.58	19.1	4.013	6.011	4.095	0.76	25.90	1.31	21	6.00
Aii6	26-Aug-97	2.96	55.7	7.262	8.011	2.678	27.55	34.16	1.24	19	9.00
Aii6	24-Sep-97	2.92	12.4	3.242	3.661	0.514	8.86	27.53	0.90	13	6.23
Aii6	27-Oct-97	1.71	27.2	1.842	2.215	0.394	12.63	27.67	1.38	7	
Aii7	16-Dec-96	1.25	35.6	4.461	4.051	0.321	8.40	27.88	1.09	2	5.20
Aii7	12-Feb-97	1.45	43.1	6.808	3.999	0.607	18.40	35.87	1.85	1	6.35
Aii7	16-Mar-97	1.38	7.5	2.908	1.094	1.462	34.96	26.98	1.54	3	6.63
Aii7	13-Apr-97	1.81	12.3	1.771	2.401	0.250	17.84	26.92	1.14	7	6.98

Statia	Data	Rata de denitrificare ngN/g s.u./h	azot bacterian ppm s.u.	azotat in sol ppm s.u.	amoniu in sol ppm s.u.	azotit in sol ppm s.u.	azot organic dizolvat in sol ppm s.u.	Umiditate %	Densitatea solului g s.u./ cm^3	Temperatura ^oC	Materia organica din sol %
Aii7	21-May-97	9.93	30.2	1.030	6.884	1.682	8.38	8.89	1.19	18	6.34
Aii7	22-Jun-97	2.87	15.0	0.491	4.685	3.884	3.62	26.67	1.48	21	5.03
Aii7	26-Aug-97	16.67	4.9	5.195	4.409	3.060	27.21	28.54	1.31	19	8.59
Aii7	24-Sep-97	1.26	9.9	4.231	3.209	0.238	7.40	26.74	1.14	13	7.91
Aii7	27-Oct-97	1.64	32.4	3.286	2.550	0.558	17.00	28.49	1.55	7	
Aii8	16-Dec-96	1.23	7.6	4.157	7.565	12.598	30.06	27.49	1.02	2	5.99
Aii8	12-Feb-97	2.18	54.9	5.209	2.574	0.351	23.34	36.15	1.54	1	5.17
Aii8	16-Mar-97	1.96	4.7	3.496	0.792	0.769	40.10	25.17	1.20	3	5.99
Aii8	13-Apr-97	2.38	14.6	1.307	4.966	1.277	13.10	31.37	0.95	7	5.97
Aii8	21-May-97	10.82	65.0	1.612	10.934	2.368	2.09	35.09	1.08	18	4.20
Aii8	22-Jun-97	1.69	8.2	2.364	3.262	3.387	6.51	26.18	1.25	21	7.36
Aii8	26-Aug-97	1.9	53.0	6.047	4.212	1.764	24.48	29.79	1.32	19	7.31
Aii8	24-Sep-97		14.5	10.044	4.330	0.323	17.81	28.88	1.45	13	5.67
Aii8	27-Oct-97	1.27	35.0	3.425	0.837	0.563	27.72	29.82	1.50	7	
Aii9	16-Dec-96	1.04	7.7	1.523	4.655	0.318	20.40	28.03	0.98	2	6.46
Aii9	12-Feb-97	1.07	55.7	7.143	4.299	0.766	12.63	37.53	1.67	1	4.66
Aii9	16-Mar-97	2.36	19.2	1.951	1.091	1.141	27.32	26.03	1.26	3	6.60
Aii9	13-Apr-97	1.36	76.5	4.493	1.016	0.372	15.16	34.41	0.84	7	6.13
Aii9	21-May-97	36.22	22.5	1.462	11.006	5.790	13.21	38.70	1.01	18	4.46
Aii9	22-Jun-97	1.8	22.2	10.481	5.145	3.335	2.85	32.06	1.38	21	6.50
Aii9	26-Aug-97	6.82	26.7	6.355	5.231	3.020	19.97	31.23	1.34	19	9.40
Aii9	24-Sep-97	1.4	21.7	20.056	3.271	0.339	10.36	26.26	1.00	13	5.70
Aii9	27-Oct-97	1.38	21.8	4.509	1.012	0.572	21.18	31.37	1.32	7	

Anexa 8 Date pentru caracterizarea stării sistemelor ecologice acvatice în zona Roşia Montana

Sursa informațiilor este Ion (2001).

Figura 1 Localizarea stațiilor de prelevare pentru caracterizarea râurilor (steluțe rosii), lacurilor (steluțe albastre).



Tabelul 1 Parametrii fizico-chimici ai apei la stațiile investigate. Legenda: L = lacuri, S = rauri

Statii de prelevare	Sistem acvatic	pH	Cond (microS)	Eh (mV)	Temp.apa ^{o}C	Alcalinitate (mmol/l)	O_2 dizolvat (mg/l)	Duritate (ppm $CaCO_3$)
Iazul de decantare Salistea	L	3.9	1090	329	14			
Taul Salistea	L	9.4	66	11.2	22.3	1.5	13.2	65
Taul Gaurii	L	7.8	510	176	21.6	2.5	11.5	321
Taul Cornei	L	8.7	234	126	23.4	2.1	13.4	174
Lacul Rosia 1	L	8.4	133	158	19.4	1.1	10.5	79
Lacul Rosia 2	L	9.7	88	92	19	0.6	8.4	32
Taul Tarina	L	9.5	120	82	23.9	1.8	9.6	65
Taul Mare	L	9.6	162	24	19.9	1.2	9.5	100
Abrud aval de confluenta cu Rosia	S	4.1	1231	323	18.1	No	3.4	No
Abrud amonte de varsarea in Aries	S	3.6	1268	430				
Abrud amonte de confluenta cu Corna	S	4.7	530	313				
Abrud amonte de confluenta cu Rosia	S	4.9	1197	245	18.1			
Abruzel amonte confluenta cu Bucium	S	3.9	1864	474				
Aries aval de confluenta cu Abrud	S	7.9	247	192	19.5	1.4	9.7	130
Aries amonte de confluenta cu Abrud	S	8.6	159	178	19.3	1.6	10.3	113
Bucium – sector superior	S	3.4	1816	524	13.2		2.5	
Bucium –sector inferior	S	3.5	1110	494	14.7			
Raul Corna - sat	S	4.7	1564	215	23	0.6	3.2	40
Corna aval	S	7.5	789	126	16.5	2.5	8.8	492
Corna amonte de varsarea in Abrud	S	7.2	340	207				
Rosia –statia 1	S	8.1	103	98	13.6	1.1	8.2	100
Rosia –statia 2	S	7.3	143	-27	14	1.1	9	100
Rosia 2 amonte de aparitia culorii rosii	S	7.6	208	19	14			
Rosia 2 aval de aparitia culorii rosii	S	7.3	122	-18	14			
Rosia –statia 3	S	4.3	635	380	15.7	No	7	No
Rosia 4 amonte de varsarea in Abrud	S	3	769	460	17.9	No	2.8	No
RaulSalistea -aval de iazul de decantare	S	3.8	1655	353				
Salistea –amonte de iazul de decantare	S	7.6	146	160	10.3	3.2	9.5	141
Raul Vartop amonte	S	7.4	297	143	12.9	3	5.7	28
Raul Vartop aval	S	7.8	205	188	10.7	3.6	8.3	185

Tabelul 2 Lista familiilor identificate si localizarea. Stațiile de prelevare corespunzatoare codurilor numerice sunt urmatoarele 1 = Rosia –statia 1, 2 = Rosia -statia 2 amonte de aparitia culorii rosiatice a apei, 3 = Rosia –statia 2, 4 = Rosia –statia 3, 5 = Rosia –statia 4, 6 = Abrud aval, 7 = Salistea amonte, 8 = Bucium, 9 = Vartop amonte, 10 = Vartop aval, 11 = Corna sat, 12 = Corna aval, 13 = Aries amonte, 14 = Aries aval, 15 = lacul Rosia 2 , 16 = Taul Cornei, 17 = Taul Salistea, 18 = Taul Tarina, 19 = Taul Gaurii, 20 = lacul Rosia 1, 21 = Taul Mare

Clasa	**Ordin**	**Familie**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**
Turbellaria		Euplanaria	x									x											
Gordiacea		Gordiaceae															x						
Oligochaeta		Naididae		x	x	x			x		x				x	x	x	x		x	x	x	
Oligochaeta		Tubificidae					x		x					x			x		x	x		x	x
Oligochaeta		Lumbricullidae						x															
Oligochaeta		Enchytreidae		x																			
Crustacea	Amphipoda	Gammaridae	x	x	x				x	x	x	x							x				
Arachnida	Acarina	Arrenuridae	x				x							x									
Arachnida	Acarina	Limnocharidae						x							x								
Arachnida	Acarina	Hydrachnidae													x	x							
Insecta	Collembola	Isotomidae						x	x	x		x											
Insecta	Collembola	Poduridae						x									x						x
Insecta	Heteroptera	Pleidae															x						
Insecta	Heteroptera	Micronectidae																x	x				
Insecta	Odonata	Libellulidae						x															
Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	x	x	x		x					x		x								x	
Insecta	Ephemeroptera	Ephemerellidae		x					x												x		
Insecta	Ephemeroptera	Ephemeridae									x												
Insecta	Ephemeroptera	Heptageniidae	x						x			x		x	x			x		x			
Insecta	Ephemeroptera	Oligoneuriidae										x											
Insecta	Plecoptera	Leuctridae							x			x											
Insecta	Plecoptera	Choloperlidae							x														
Insecta	Plecoptera	Perlidae		x					x												x		
Insecta	Plecoptera	Nemouridae										x											
Insecta	Megaloptera	Sialidae									x						x					x	
Insecta	Coleoptera	Dytiscidae																x					
Insecta	Coleoptera	Dytiscidae *larvae*	x									x				x							
Insecta	Coleoptera	Chrysomelidae							x			x											
Insecta	Coleoptera	Dryopidae							x														
Insecta	Coleoptera	Elmidae *larvae*		x	x				x		x	x				x						x	
Insecta	Coleoptera	Hydrophilidae																			x		
Insecta	Coleoptera	Hydrophilidae *larvae*						x	x														
Insecta	Coleoptera	Haliplidae *larvae*																x					
Insecta	Trichoptera	Polycentropodidae	x	x							x												
Insecta	Trichoptera	Psychomyidae							x														
Insecta	Trichoptera	Goeridae							x														
Insecta	Trichoptera	Limnephilidae									x												
Insecta	Trichoptera	Phryganeidae																			x		
Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae		x					x						x								
Insecta	Homoptera	Aphididae						x															
Insecta	Lepidoptera							x	x														
Insecta	Diptera	Chironomidae	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Insecta	Diptera	Psychodidae	x					x					x		x								
Insecta	Diptera	Rhagionidae	x																				
Insecta	Diptera	Tipulidae		x				x						x									
Insecta	Diptera	Muscidae						x															
Insecta	Diptera	Tabanidae												x									
Insecta	Diptera	Simuliidae	x	x										x									
Insecta	Diptera	Ceratopogonidae	x	x	x				x		x	x		x			x				x	x	x
Insecta	Diptera	Empididae			x																		

Tabelul 3 Densitatea unor familii de nevertebrate bentonice identificate (ind/m^2).

Ordin/ Clasa	Familie	Rosia 1	Rosia 2	Salistea amonte	Bucium	Vartop amonte	Vartop aval	Corna sat	Corna aval	Aries amonte	Aries aval	Rosia 2 lac	Salistea lac	Tarina lac	Gaura lac	Corna lac	Tau Mare lac	Rosia 1 lake
Collembola	Isotomidae	0	0	1500	33	0	1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Collembola	Poduridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	367	0	0	0	0	100	0
Amphipoda	Gammaridae	6667	133	3867	33	433	15367	0	0	0	0	0	33	0	0	0	0	0
Diptera	Chironomidae	1200	3133	767	600	2033	1800	33	22600	4033	967	700	700	866	3633	700	1800	633
Diptera	Psychodidae	167	0	0	0	0	0	33	0	33	0	0	0	0	0	0	0	0
Diptera	Rhagionidae	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Diptera	Tipulidae	0	0	0	0	0	0	0	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Diptera	Muscidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Diptera	Tabanidae	0	0	0	0	0	0	0	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Diptera	Simuliidae	33	0	0	0	0	0	0	700	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Diptera	Ceratopogonidae	33	67	133	0	400	33	0	33	0	0	33	0	0	67	0	100	67
Diptera	Empididae	0	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trichoptera	Polycentropodidae	33	0	0	0	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trichoptera	Psychomyidae	0	0	67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trichoptera	Goeridae	0	0	67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trichoptera	Limnophilidae	0	0	0	0	233	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trichoptera	Phryganeidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	67	0	0	0
Trichoptera	Hydropsychidae	0	0	67	0	0	0	0	0	133	0	0	0	0	0	0	0	0
Ephemeroptera	Baetidae	1400	100	0	0	0	33	0	2300	0	0	0	0	0	0	0	0	33
Ephemeroptera	Heptageniidae	100	0	200	0	0	566	0	233	33	0	0	0	67	0	100	0	0
Ephemeroptera	Ephemerellidae	0	0	67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0
Ephemeroptera	Ephemeridae	0	0	0	0	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ephemeroptera	Oligoneuriidae	0	0	0	0	0	167	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Turbellaria	Euplanaria	433	0	0	0	0	700	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Acarina	Arrenuridae	67	0	0	0	0	0	0	133	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Acarina	Limnocharidae	0	0	0	0	0	0	0	0	133	0	0	0	0	0	0	0	0
Acarina	Hydrachnidae	0	0	0	0	0	0	0	0	133	167	0	0	0	0	0	0	0
Oligochaeta	Naididae	0	3567	100	0	333	0	0	0	6200	1567	33	0	433	1000	100	0	67
Oligochaeta	Tubificidae	0	0	2300	0	0	0	0	167	0	0	267	100	267	0	0	5700	2667
Oligochaeta	Lumbricullidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oligochaeta	Enchytreidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Coleoptera	Elmidae larv.	0	33	67	0	100	167	0	0	0	33	0	0	0	0	0	0	33
Coleoptera	Hydrophilidae	0	0	67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Ordin/ Clasa	Familie	Rosia 1	Rosia 2	Salistea amonte	Bucium	Vartop amonte	Vartop aval	Corna sat	Corna aval	Aries amonte	Aries aval	Rosia 2 lac	Salistea lac	Tarina lac	Gaura lac	Corna lac	Tau Mare lac	Rosia 1 lake
	larv.																	
Coleoptera	Haliplidae larv.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	0	0
Coleoptera	Dryopidae larv.	0	0	67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Coleoptera	Dytiscidae larv.	333	0	0	0	0	100	0	0	0	33	0	0	0	0	0	0	0
Coleoptera	Chrysomelidae	0	0	67	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Coleoptera	Dytiscidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	0	0
Coleoptera	Hydrophilidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	0	0	0
Lepidoptera		0	0	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Plecoptera	Leuctridae	0	0	500	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Plecoptera	Chloroperlidae	0	0	300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Plecoptera	Perlidae	0	0	67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	0	0	0
Plecoptera	Nemouridae	0	0	0	0	0	1633	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33
Megaloptera	Sialidae	0	0	0	0	67	0	0	0	0	0	133	0	0	0	0	0	0
Nematoda	Gordiaceae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	67	0	0	0	0
Heteroptera	Pleidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	0	0	0	0	0	0
Heteroptera	Micronectidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	0	0	33	0	0

Anexa 9 Analiza critică a literaturii despre metodele de predare a ecologiei

Prima lucrare de didactica biologica in Romania este „Didactica stiintelor naturale" scrisa de profesorul Simionescu in 1905[76]. De interes direct pentru subiectul nostru, inca din aceasta lucrare este evidentiat rolul cheie al excursiilor, „unul din mijloacele cele mai placute si mai eficace in acelasi timp pentru ajungerea scopului educatic al St. Naturale". Sa notam si remarcile profesorului Simionescu din a doua editie a lucrarii (1931). Astfel, la pagina 5 spune: „Raceala, ori indiferenta celui care preda, in forma cea mai mestesugita, dupa idealele reguli ale didacticei speciale, nu starnesc vibratiuni in sufletul elevului, necesare si pentru retinerea cunostintelor, dar mai ales pentru cultura si educatia lui. Legile si regulile pot servi numai ca indrumare. Personalitatea profesorului le poate face eficace, dupa cum le poate anihila. Intr'aceasta sta toata taina scolara", iar la pagina 34 arata „cat de mult pacatuiesc acei profesori care nu-si dau osteneala sa inteleaga insemnatatea locului ce-l pot ocupa in inima copilului […] Copilul isi face cruce cand a scapat de sila memorizarei". Iata asadar o dimensiune a actului pedagogic a carei recuperare pe scara larga este esentiala, dar si extrem de dificila, dupa „raceala" de cateva decenii indusa de rationalismul exclusivist comunist, careia putini i-au putut rezista. De aceasta recuperare a dimensiunii afective, valorice, asumata prin raportare la modele si traditii, a actului pedagogic depinde si capacitatea profesorilor de biologie de a promova etica mediului. Promovarea exclusiv a argumentelor rationale care utilizeaza baza de cunostinte a ecologiei in vederea responsabilizarii elevilor fata de mediu nu poate avea succes in absenta componentei afectiv-emotionale, iar aceasta din urma nu poate fi indusa argumentativ, si cu atat mai putin impusa. Este datoria tinerelor generatii de profesori sa creeze aceasta punte valorica peste timp, sarcina dificila in conditiile remanentei sociale a mentalitatilor falimentare mentionate, dar de neevitat.

Avantajele si limitele tuturor metodelor didactice in predarea biologiei (inclusiv a ecologiei) sunt analizate de Ciolac-Rusu (1983a, informatie sintetizata sugestiv in Anexele 15 si 16 din Ciurchea si colab. 1983).

In literatura postbelica excursia ca forma de predare in biologie este analizata de Popovici (1964), Sipos (1968, 1980) si Iordache (1983a). Prima sursa mentionata se limiteaza la zoologie, dar furnizeaza o seama de sugestii utile atat cu privire la alegerea sistemelor ecologice si a grupelor de organisme (p146), cat si in ce priveste modalitatile de prelevare si prelucrarea a probelor (p149). Daca in 1968 Sipos nu face referire directa la relevanta excursiilor pentru transmiterea cunostintelor de ecologie[77], consideratiile generale cu privire la pregatirea excursiei si planul prezentat pentru excursia in padure pot fi adaptate pentru ceea ce ne intereseaza aici[78]. Ideea de baza este ca orice excursie trebuie sa aiba o faza pregatitoare, una de desfasurare, si una de continuare a ei in laborator sau clasa. Ciolac-Rusu (1983b) prezinta un exemplu de continuare in laborator a activitatilor de teren pentru studiul biocenozei unui rau poluat. La nivelul anului 1980 deja autoarea mentionata tine seama de necesitatea abordarii explicite a ecologiei in invatamantul preuniversitar (Sipos, 1980[79]), si de importanta metodelor de cercetare, in particular a observatiei pentru predarea stiintelor biologice. Cum sistemele care ar trebui observate in cazul predarii temelor de ecologie sunt sisteme biologice supraindividuale si sisteme ecologice, deplasarea in teren (excursia asadar) apare ca indispensabila. Subcapitolul referitor la excursii (p. 190) ofera un exemplu de organizare a unei astfel de lectii (in acest caz pentru tema sistemelor lacustre), consideratii utile cu privire la alte valente ale excursiilor, precum si sugestii de teme in domeniul protectiei mediului[80].

Iordache (1983a), considerand si el ca „unele lectii trebuie […] neconditionat sa fie desfasurate in natura", prezinta tipuri de echipamente necesare pentru desfasurarea diferitelor activitati in teren, precum si metodologia de desfasurare a unei excursi efectuate cu un cerc de biologie pentru cunoasterea unui ecosistem forestier[81]. Deplasarile elevilor in teren pot avea loc atat pentru sustinerea procusului didactic de baza, cat si in cadrul cercului de biologie (Iordache, 1983a, b, Sipos 1980 p239). Lucrarea profesoarei Negulescu (1970) este adresata exclusiv modului de organizare a unui cerc de biologie. Desi nu face o referire directa la ecologie, lucrarea poate furniza o seama de sugestii utile, in special in ce priveste activitatile organizatorice. Cercul de biologie poate fi foarte util si pentru promovarea eticii mediului, insa aceasta nu trebuie facuta doar cu elevii cei mai interesati, si prin urmare trebuie sa se regaseasca in programa de baza, dupa cum evidentiaza si Tiblea (1990). „Adevaratele excursiuni scolare [...] sunt cele facute cu toti elevii" (Simionescu, 1931, p50).

---

[76] A carei a doua editie (1931) poate fi consultata la BCU sediul central. Recomand tuturor studentilor parcurgerea acestei lucrari din care transpare amplitudinea culturala a profesorului interbelic.

[77] Desi in volumul respectiv la p318 se prezinta modul de predare a cunostintelor referitoare la biocenoze.

[78] Ignorand, fireste, componenta ideologica a textului.

[79] Lucrarea are si un interesant capitol referitor la istoricul predarii stiintelor biologice in scoala romaneasca.

[80] Alte sugestii apar la pag. 218. In preluarea unora dintre sugestiile autoarei trebui adaptat limbajul, uneori sectorial, la cel specific bazei de cunostinte a ecologiei sistemice.

[81] Transpare din text dragostea de natura a acestui professor, care fara indoiala va fi reusit sa transmita elevilor si valori asociate eticii mediului, desi nu mentioneaza in mod explicit aceasta dimensiune a activitatii didactice in text.

O alternativa la deplasarile in teren poate fi folosirea microcosomurilor si mezocosmurilor (acvarii, terarii, sau componente ale terenului experimental scolar Iordache 1983c, Sipos 1980 p221). Totusi aceasta nu poate substitui ecosistemul real, fiind inadecvata identificarii unor probeleme de mediu de catre elevi.

Cea mai sistematica lucrare dedicata didacticii ecologiei apartine lui Stugren si Killien (1975). Filtrata ideologic si actualizata din punct de vedere al bazei de cunostinte a ecologiei sistemice, aceasta lucrare poate reprezenta inca un bun indrumar pentru organizarea lectiilor de ecologie, inclusiv in ce priveste activitatea in teren. Capitolul „Lectii si aplicatii practice in afara clasei" (p. 85) furnizeaza utile sfaturi organizatorice si sugestii de teme. Capitolul „Calendarul de lucru al profesorului" (p136) pare a fi unic in literatura noastra de specialitate. Sunt prezentate in detaliu oportunitati de desfasurarea a activitatilor in teren pentru fiecare anotimp al anului. Se arata ca majoritatea lectiilor care se desfasoara pe teren se pot desfasura folosind procedeele de descoperire.

Invatamantul prin cercetare presupune ca elevii sa cunoasca si sa actioneze independent (Fries si Rosenberg, 1973). Ei trebuie sa identifice un fond de probleme, apoi sa gaseasca si sa formuleze o problema. Cioalac-Russu puncteaza importanta atragerii elevilor in activitati de investigare, de cautare si descoperire a ecologiei organismelor si a legilor care guverneaza lumea vie (Ciolac-Russu, 1983a), iar impreuna cu colaboratirii (1978, preluat de Ciolac-Russu, 1983a, pag 71) arata explicit cum activitatea de teren este parte componenta in utilizarea metodei experimentului cu scop de cercetare in studiul unui rau poluat (locul in planul unei astfel de lectii). Conceptul de invatamant prin cercetare al lui Fries si Rosenberg pare a fi diferit de cel al lui Ciolac-Russu, in sensul ca in cazul primilor autori pe de o parte cercetarea pare a implica si descoperire si problematizare (in timp ce in cazul autoarei mentionate problema este prezentata de cadrul didactic), si, pe de alta parte, profesorul nu numai ca nu prezinta o problema, dar nici nu incearca sa induca identificarea anumitor probleme, lasand elevului o mai mare libertate de stabilire a campului de probleme (caruia profesorul i se adapteaza ulterior). Ciolac-Russu (1990) face o caracterizare a posibilitatilor de utilizarea a invatarii prin descoperire directionata in biologie, fara a angaja exemple din ecologie.

Concentrand discutia pe activitatea din teren, credem ca aceasta poate fi astfel organizata incat, pe langa promovarea insusirii unor cunostinte de catre elevi (care poate fi directionata strict de catre professor), sa fie favorizata si identificarea unor probleme de mediu (in care caz elevului i se poate lasa o marja de optiune mai mare, aici fiind vorba si de sensibila problema a optiunilor valorice). Poate fi favorizata o astfel de identificare printr-o organizarea spatiala a activitatii care sa surprinda ecosisteme similare ca tip aflate insa sub impact antropic diferit. Stabilirea posibiltatilor de rezolvare a problemelor identificate de catre elevi poate fi subiectul unor discutii speciale ulterioare activitatii de teren si directionate catre inducerea unor atitudini compatibile cu etica mediului.

O limita majora a activitatilor de teren (sau excursii) din literatura didactica analizata (cu exceptia lui Stugren si Killien, 1974) este ca ele pe sunt vazute ca desfasurandu-se la un singur moment de timp. Ori surprinderea legitatilor de functionarea a sistemelor care fac obiectul de studiu al ecologiei presupune o investigarea derulata pe o perioada mai lunga de timp. Iar adesea chiar pentru caracterizarea valorii unui parametru la un moment dat (spre exemplu marimea populatiei prin tehnici de marcare recapturare sau prezenta/absenta unor specii prin capcane) nu este suficienta o singura deplasare in teren. De aceea credem ca deplasarea in teren trebuie sa capete noi valente in predarea cunostintelor de ecologie la nivel preuniversitar, urmand a se face in acord cu exigentele metodologice ale ecologiei sistemice, chiar daca nu la un nivel de rigurozitate similar activitatii de cercetare propriu-zisa. Teodorescu (1999) prezinta o serie de elemente cu privire la organizarea unor activitati de mini-cercetare ecologica in contextual metodologic mentionat anterior si sugereaza o serie de teme de minicercetare.

Sintetizand, in urma analizei facute credem ca se impun urmatoarele elemente:

- Cuplarea metodei cercetarii cu activitatea de teren, excursiile transformandu-se astfel in componente explicite ale metodei cercetarii. Aceasta este o necesitate pentru utilizarea metodei cercetarii in predarea cunostintelor de ecologie.
- Cuplarea predarii cunostintelor de ecologie cu formarea unor atitudini compatibile cu etica mediului. Prin urmare activitatea de teren nu trebuie sa fie utilizata doar pentru transmiterea unor cunostinte, ci si pentru transmiterea unor valori.

Merita mentionat ca daca la aceste doua elemente adaugam faptul ca in conditiile socio-economice precare actuale organizarea activitatilor de teren cu elevii nu se poate face exclusiv cu resursele disponibile in institutiile de invatamant publice[82], apare ca absolut necesara formarea la nivelul viitorilor profesori de biologie a unor abilitati de obtinere a resurselor necesare transmiterii cunostintelor de ecologie si valorilor asociate protectiei mediului. Aceste abilitati sunt

[82] Iar practica utilizarii resurselor private ale elevilor nu este acceptabila intr-un invatamant public.

cele de elaborare si implementare a proiectelor in vederea accesarii resurselor neguvernamentale disponibile pentru educatia ecologica[83].

Elevii nu desfasoara activitati in teren in numar sufficient de mare[84], pe masura necesitatilor disciplinelor biologice, si in particular ale ecologiei. Aceasta este problema majora pe care am identificat-o.

Bibliografie:

1. Anghel, O., 1968, Metodica predarii stiintelor biologice in scoala generala, Ed. Didactica si Pedagogica, Bucuresti (BCU sediul central, cota II 255233)
2. Ciolac-Russu, A., 1983a, Metode de invatamant si integrarea lor in lectia de biologie, in Ciurchea si colab., 1983, 64-114
3. Ciolac-Russu, A., 1983b, Anexa 7 (Experiment cu scop de cercetare), in Ciurchea si colab., 1983, 165-167
4. Ciolac-Russu, A., 1990, Invatarea prin descoperire in predarea-invatarea biologiei, corelatii cu alte strategii didactice, in Marascu si colab., 1990, 133-144
5. Ciolac-Russu, A., Z. Partin, N. Mocanu, 1978, Invatarea prin descoperire-cercetare in predarea unor teme de ecologie in liceu, in „Probleme metodico-stiintifice ale predarii biologiei". Inspectoratul scolar al Municipiului Bucuresti, Casa Corpului Didactic, Bucuresti (citat de Ciolac-Russu, A., 1983a; nu este in catalogul BCU)
6. Ciurchea, M., A, Ciolac-Russu, I. Iordache, 1983, Metodica predarii stiintelor biologice, Ed. Didactica si Pedagogica, Bucuresti (BCU sediul central, cota II 255233)
7. Fries, E., R. Rosenberg, 1973, Invatamantul prin cercetare, Ed. Didactica si Pedagogica, Bucuresti (BCU sediul central, cota II 255233)
8. Iordache, I, 1983a, Metodologia organizarii si desfasurarii activitatilor de teren, in Ciurchea si colab., 1983, 115-128
9. Iordache, I, 1983b, Metodologia organizarii si desfasurarii activitatilor in cercul de biologie, in Ciurchea si colab., 1983, 115-128
10. Iordache, I, 1983c, Organizarea si folosirea bazei didactico-materiale, in Ciurchea si colab., 1983, 115-128
11. Marascu, F., A. Ciolac-Russu, M. Matei, M. Andrei, Z. Partin (coord.), 1990, Probleme metodico-stiintifice al predarii biologiei si agriculturii, Societatea de stiinte biologice, Filiala Bucuresti (BCU sediul central, cota III 438487)
12. Negulescu, V., 1970, Indrumar privind organizarea si activitatea cercului de stiinte biologice, Ed. Didactica si Pedagogica, Bucuresti (BCU sediul central, cota II 220028)
13. Popovici, M. E., 1964, Metodica predarii zoologiei, Ed. Didactica si pedagogica, Bucuresti (BCU sediul central, cota II 209076)
14. Simionescu, I., 1931, Didactica stiintelor naturale, ed. a II-a, Cultura Romaneasca, Bucuresti (BCU sediul central, cota I 107211)
15. Sipos, F., 1968, Organizarea procesului instructiv-educativ la stiintele biologice, in Anghel, 1968, 51-102
16. Sipos, F., 1980, Metodologia predarii stiintelor biologice – cu notiuni de agricultura, Litografia Univ. din Bucuresti (BCU sediul central cota III 461143)
17. Strugren, B., H. Killyen, 1975, Ecologie, probleme generale si de tehnologie didactica (BCU sediul central, cota II 237293
18. Teodorescu, 1999, Ecologie, Editura Constelatii, Bucuresti
19. Tiblea, F., 1990, Educatia ecologica – parte componenta a procesului instructic educativ, in Marascu si colab., 1990, 243-248

Alte titluri pe care le-ai putea cauta:

20. Giurcaneanu, C., Z. Adamut, 1962, Excursia scolara, Editura didactica si Pedagogica, Bucuresti (nu este in catalogul BCU)
21. Szabo, I., 1974, Accentuarea caracterului formativ al excursiilor de studiu (zoologie anul II liceu), in „Orientari noi in metodica stiintelor naturii", Litografia Universitatii Babes-Boloyai, Cluj-Napoca (nu este in catalogul BCU)
22. Todor, V., 1982, Metodica predarii biologiei in clasele V-VIII, Ed. Didactica si Pedagogica, Bucuresti (nu este in catalogul BCU)

[83] Capacitatea de a elabora si implementa proiecte va fi utila profesorilor si dupa ce institutiile de invatamant vor avea un buget mult mai mare decat cel actual, de pilda pentru derularea activitatilor cercului de biologie.

[84] Spre exemplu, intrebati daca au avut vreo deplasare in terren pentru insusirea cunostintelor de biologie in invatamantul preuniversitar, studentele si studentii sectiei de biologie a facultatii de biologie a Universitatii din Bucuresti, anul III 2003-2004, 2004-2005 şi 2005-2006 au raspuns in mare majoritate ca nu au avut o astfel de deplasare.

Anexa 10 Programa analitică a lucrărilor practice de ecologie pentru biologi anul în anul universitar 2005-2006

Număr de ore pe săptămână: 2
Durata: două semestre

Obiectivele didactice generale

Obiectivul este ca la finalul lucrărilor practice studenţii să cunoască şi să fie capabili să utilizeze patru tipuri de metode:

Metoda	Explicaţie	Competenţe instrumental aplicative dobândite în urma stăpânirii metodei
Metoda ştiinţifică şi metode de analiza critică a cunoaşterii ştiinţifice	sunt metode generale necesare în orice domeniu ştiinţific	de a identifica în mod corect problema ecologică de rezolvat
Metoda de eleborare a proiectelor de cercetare	este o metodă generală necesară în orice domeniu ştiinţific	de a obţine resursele necesare pentru rezolvarea problemei ecologice
Metode de obţinere şi prelucrare a datelor referitoare la sisteme supraindividuale	sunt metode specifice ecologiei	de a rezolva la standarde ştiinţifice problema ecologică
Metode de comunicare	sunt metode generale necesare în orice domeniu ştiinţific	de a comunica eficient altor cercetători şi utilizatorilor rezultatele rezolvării problemei ecologice

Se urmăreşte de asemenea crearea următoarei competenţe atitudinale: atitudine pozitivă şi echilibrată în raport cu natura şi implicaţiile sale socio-economice.

Metode

Strategia este de a centra lucrările practice în jurul unui proiect de cercetare real, ca studiu de caz. Studentele şi studenţii au acces astfel pas cu pas, pe măsură ce aprofundează cunoaşterea metodelor, nu numai la propriile seturi de date, ci şi la rezultate ale unui proiect real, cu valoare ştiinţifică dovedită. Această abordare este necesară deoarece timpul avut la dispoziţie în cadrul lucrărilor practice (aproximativ 56 de ore în întreg anul universitar) este insuficient pentru ca studenţii să poată produce date cu valoare ştiinţifică.

Proiectul real avut în vedere ca studiu de caz a avut drept scop evaluarea cantitativă a serviciilor naturale furnizate de un complex de ecosisteme din lunca Dunării. Avantajul alegerii acestui caz este că poate contribui la formarea competenţelor atitudinale menţionate.

Dintre cele patru categorii de servicii naturale (servicii hidrologice, servicii de menţinare a diversităţii biologice şi ecologice, servicii de producere a resurselor regenerabile şi servicii biogeochimice), accentul în lucrările practice este pus pe metodele de obţinere şi prelucrare a datelor necesare pentru caracterizarea celui de al doilea şi a celui de al treilea serviciu natural. Am optat pentru această prioritizare deoarece ea corespunde cel mai bine cunoştinţelor şi perspectivelor profesionale ale studentelor şi studenţilor de la această secţie (biologie generală).

Operaţional, metodele folosite în procesul de învăţământ sunt conversaţia euristică, conversaţia de reactualizare, explicaţia, problematizarea, algoritmizarea, activitatea de teren, activitatea de laborator şi rezolvarea de exerciţii şi probleme. Echipamentele folosite includ mici echipamente de teren şi laborator, diaproiector, proiector de pe calculator, calculator. Echipamente majore vor fi prezentate doar demonstrativ, în cadrul unei vizite într-o bază de cercetare din domeniul ecologiei.

Timpul de studiu individual al studenţilor asociat lucrărilor (pregătire lucrări, efectuări teme, redactări proiecte, elaborare prezentări, pregătire colocviu) este de 14 ore pe semestru.

Lista lucrărilor (fiecare lucrare are 2 ore)

1 Analiza critică a cunoaşterii
Obiective: studentele şi studenţii să ştie
- sub ce formă este disponibilă cunoaşterea
- ce inseamnă analiza critică a cunoaşterii (ACC)
- condiţiile necesare pentru efectuarea ACC
- cum anume se face ACC

2 Elaborarea proiectelor
Obiective: studentele şi studenţii să ştie

- că învățarea ecologiei nu înseamnă în primul rând memorare, ci mai ales rezolvare de probleme.
- că proiectele sunt instrumente necesare pentru rezolvarea problemelor.
- cum anume se elaborează un proiect şi cine îl finanțează.

3 Delimitarea unităților hidrogeomorfologice
Obiective: studentele şi studenții să ştie
- cum are loc pregătirea activității de teren pentru delimitarea unităților hidrogeomorfologice (UHGM)
- etapele activității din teren.

4 Deplasare în teren pentru delimitarea unităților hidrogeomorfologice
Obiectiv: studentele şi studenții
- să efectueze delimitarea unităților hidromorfologice într-un complex de ecosisteme

5 Determinarea parametrilor abiotici
Obiective: studentele şi studenții să ştie
- de ce este importantă măsurarea parametrilor abiotici
- ce înseamnă regimul hidrologic
- cum pot fi caracterizați nivelul apei subterane şi unii parametri abiotici puternic dependenți de acesta

6 Experiment pentru caracterizarea influenței umidității asupra potențialului redox în sol
Obiectiv: studentele şi studenții
- să ştie cum se efecutează proiectarea experimentelor în ecologie
- să efectueze un experiment în urma căruia să poată caracteriza modul cum umiditatea solului este corelată cu potențialul redox al solului

7 Metode generale pentru determinarea mărimii populațiilor
Obiective: studenții şi studenții să ştie
- care sunt tehnicile de bază pentru determinarea mărimii populațiilor
- care sunt criteriile pe baza cărora este selectată tehnica de determinare a mărimii unei populații pentru un anumit proiect de cercetare

8 Modalități de prelevare a probelor pentru determinarea mărimii populațiilor
Obiective: studenții şi studentele
- să ştie care sunt modalitățile de organizare spațială a prelevării probelor
- să ştie care este relația dintre numărul de unități de probă, precizia dorită şi costul cercetării
- să efectueze exerciții de utilizare a numerelor aleatoare şi exerciții de calcul al numărului de unități de probă

8 Metode pentru determinarea unor parametri ai populațiilor de producători primari
Obiective: studenții şi studentele
- să ştie care sunt avantajele şi dezavantajele metodelor utilizabile în cazul producătorilor primari tereştri şi acvatici
- să ştie cum se determină tipul de distribuție în spațiu al organismelor
- să rezolve un exercițiu de prelucrare a unor date obținute în cadrul unui proiect de cercetare real

9 Deplasare în teren pentru determinarea densității plantelor prin metoda cuadratelor şi printr-o metodă fără cuadrate
Obiective: studenții şi studentele
- să determine densitatea speciilor ierboase prin metoda cuadratelor
- să determinarea densitatea arborilor printr-o metodă fără cuadrate

10 Elaborarea unui articol ştiințific
Obiective: studenții şi studentele să ştie
- ce este comunicarea
- care este locul comunicării în dezvoltarea cunoaşterii ştiințifice
- structura unui articol ştiințific
- cum se scrie un articol ştiințific

11 Elaborarea unei comunicări ştiințifice cu privire la distribuția plantelor pe un gradient hidrologic
Obiectiv: studentele şi studenții
- să elaboreze o comunicare ştiințifică pornind de la un set de date referitor la distribuția plantelor pe un gradient hidrologic din lunca Dunării

12 Metode pentru determinarea mărimii populațiilor de nevertebrate
Obiectiv: studenții şi studentele
- să ştie care sunt avantajele şi dezavantajele metodelor utilizabile în cazul nevertebratelor

13 Metode pentru determinarea mărimii populațiilor de nevertebrate – prelucrarea datelor
Obiective: studenții și studentele
- să efectueze un exercițiu de prelucrare a datelor obținute prin tehnici de marcare și recapturare
- să efectueze un exercițiu de prelucrare a datelor referitoare la fauna bentonică

14 Metode pentru determinarea mărimii populațiilor de pești
Obiective: studenții și studentele
- să știe care sunt avantajele și dezavantajele metodelor utilizabile în cazul peștilor
- să efectueze un exercițiu de prelucrare a datelor referitoare la dinamica unei populații de pești

15 Metode pentru determinarea unor parametri ai populațiilor de amfibieni și reptile
Obiective: studenții și studentele
- să știe care sunt avantajele și dezavantajele metodelor utilizabile în cazul amfibienilor și reptilelor
- să știe cum se caracterizează nișa trofică a unei populații
- să analizeze critic un articol științific referitor la populații de amfibieni

16 Metode pentru determinarea mărimii populațiilor de păsări
Obiective: studenții și studentele
- să știe care sunt avantajele și dezavantajele metodelor utilizabile în cazul păsărilor
- să rezolve exerciții de prelucrare și interpretare a datelor referitoare la populații de păsări

17 Metode pentru determinarea unor parametri ai populațiilor de mamifere
Obiective: studentele și studenții să știe
- care sunt avantajele și dezavantajele metodelor utilizabile în cazul mamiferelor
- cum se construiesc tabelele de viață

18 Identificarea biocenozelor
Obiectiv: studenții și studentele
- să știe cum se organizează un program de cercetare pentru identificarea biocenozei

19 Metode pentru compararea biocenozelor
Obiective: studentele și studenții
- să știe care sunt indicii pentru compararea biocenozelor și pentru caracterizarea diversității biocenozelor
- să rezolve exerciții de prelucrare și interpretare a datelor pornind de la seturi de date reale

20 Analiza structurii complexelor de ecosisteme
Obiective: studentele și studenții
- să știe ce tehnici GIS sunt utilizabile pentru caracterizarea structurii complexelor de ecosisteme
- să interpreteze schimbarea structurii complexelor de ecosisteme în timp pe baza unor hărți de distribuție a ecosistemelor

21 Metode pentru caracterizarea fluxului de energie – nivelul populațional
Obiective: studentele și studenții
- să știe cum se estimează bugetul energetic al unei populații
- să rezolve o problemă de prelucrare și interpretare a datelor pornind de la un set de date reale

22 Metode pentru caracterizarea fluxului de energie – nivelul ecosistemic
Obiective: studentele și studenții
- să știe cum se evaluează productivitatea producătorilor primari și rata de descompunere a litierei
- să rezolve probleme de prelucrare și interpretare a datelor pornind de la seturi de date reale

23 Metode pentru caracterizarea retenției elementelor în sisteme fluviale
Obiective: studentele și studenții să știe
- cum se organizează un program de cercetare pentru caracterizarea retenției elementelor
- cum se determină rata de denitrificare

24 Măsurarea ratei de denitrificare
Obiective: studentele și studenții
- să efectueze un experiment pentru determinarea ratei de denitrificare în sol
- să prelucreze un set de date reale

25 Deteriorarea sistemelor ecologice
Obiective: studenții și studentele
- să știe cum se interpretează datele prin prisma conceptului de deteriorare a sistemelor ecologice

- să compare două complexe de ecosisteme din punct de vedere al deteriorării pornind de la un set de date reale.

26 Evaluarea economică a sistemelor ecologice
Obiective: studentele şi studenţii
- să ştie metodele utilizabile pentru evaluarea economică a resurselor şi serviciilor naturale
- să conceapă şi să aplice un minichestionar pentru evalurea economică prin disponibilitatea de a plăti

27 Implicarea pubicului
Obiective: studenţii şi studentele
- să ştie tehnici de implicare a celor potenţialilor interesaţi în rezolvarea problemelor de mediu
- să ştie tehnici de negociere cu parteneri dificili
- să schiţeze coordonatele unui proiect de educaţie ecologică

28 Colocviu

Modalităţi de evaluare

Evaluare continuă
La fiecare lucrare studenţii vor primi câte o notă, în funcţie de felul cum au efectuat tema, de răspunsul la un test cu durata de 10 min bazat pe lucrarea anterioară şi bibliografie, şi de activitatea în timpul lucrării. În caz de absenţă nota primită va fi 0. Două note de 0 în fiecare semestru vor fi eliminate. Pe baza restului notelor se va face o medie, care va avea o pondere de 50% din nota finală.

Evaluarea finală
Evaluare finală va furniza 50% din nota finală şi se va face în trei feluri alternative, la alegerea studentei sau studentului:
- prin elaborarea unui miniproiect de cercetare pentru testarea unei ipoteze simple de interes ecologic, sau
- prin elaborarea unui miniarticol ştiinţific pornind de la un set de date reale, sau
- printr-un colocviu comprehensiv din materia celor 27 de lucrări.