



UNIUNEA EUROPEANĂ



GUVERNUL ROMÂNIEI
MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI,
PROTECȚIEI SOCIALE ȘI
PERSOANELOR VĂRSTNICE
AMPOSDRU



Fondul Social European
POSDRU 2007-2013



Instrumente Structurale
2007-2013



MINISTERUL
EDUCAȚIEI
NAȚIONALE
OIPOSDRU



Universitatea „Dunărea de Jos” din Galați
Școala doctorală de Inginerie



REZUMATUL TEZEI DE DOCTORAT

STUDII ȘI CERCETĂRI PENTRU FUNDAMENTAREA ȘI ASIGURAREA EXPLOATĂRII DURABILE A POPULAȚIILOR DE CIPRINIDE DIN DUNĂREA PREDELTAICĂ

Doctorand,

Ing. CĂLIN (SANDU) PETRONELA GEORGIANA

Conducător doctorat,

Prof. univ. dr. ing. OPREA LUCIAN

Seria I 4. Inginerie Industrială Nr. 11

GALAȚI

2013



UNIUNEA EUROPEANĂ



GUVERNUL ROMÂNIEI
MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI,
PROTECȚIEI SOCIALE ȘI
PERSOANELOR VĂRSTNICE
AMPOSDRU



Fondul Social European
POSDRU 2007-2013



Instrumente Structurale
2007-2013



Universitatea „Dunărea de Jos” din Galați
Școala doctorală de Inginerie



REZUMATUL TEZEI DE DOCTORAT

**STUDII ȘI CERCETĂRI PENTRU
FUNDAMENTAREA ȘI ASIGURAREA EXPLOATĂRII
DURABILE A POPULAȚIILOR DE CIPRINIDE DIN
DUNĂREA PREDELTAICĂ**

Doctorand,

Ing. CĂLIN (SANDU) PETRONELA GEORGIANA

Conducător științific:

Prof. univ. dr. ing. OPREA LUCIAN

Referenți științifici:

Prof. univ. dr. PĂȘĂRIN BENONE
CS I Prof. univ. dr. ing. PATRICHE NECULAI
CS I dr. ing. NĂVODARU ION

Seria I 4. Inginerie Industrială Nr. 11

GALAȚI

2013



UNIUNEA EUROPEANĂ



GUVERNUL ROMÂNIEI
MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI,
PROTECȚIEI SOCIALE ȘI
PERSOANELOR VÂRSTNICE
AMPOSDRU



Fondul Social European
POSDRU 2007-2013



Instrumente Structurale
2007-2013



Seriile tezelor de doctorat sustinute public în UDJG începând cu 1 octombrie 2013 sunt:

Domeniul ȘTIINȚE INGINEREȘTI

Seria I 1: **Biotehnologii**

Seria I 2: **Calculatoare și tehnologia informației**

Seria I 3: **Inginerie electrică**

Seria I 4: **Inginerie industrială**

Seria I 5: **Ingineria materialelor**

Seria I 6: **Inginerie mecanică**

Seria I 7: **Ingineria produselor alimentare**

Seria I 8: **Ingineria sistemelor**

Domeniul ȘTIINȚE ECONOMICE

Seria E 1: **Economie**

Seria E 2: **Management**

Domeniul ȘTIINȚE UMANISTE

Seria U 1: **Filologie- Engleză**

Seria U 2: **Filologie- Română**

Seria U 3: **Istorie**



ROMÂNIA
Universitatea „Dunărea de Jos” din Galați



MINISTERUL
EDUCAȚIEI
NAȚIONALE

26736/28.10.2013

C ă t r e

Universitatea „Dunărea de Jos “ din Galați vă face cunoscut că, în data de **28.11.2013** ora **13.00**, în sala **Q 27 a Facultății de Știința și Ingineria Alimentelor**, va avea loc susținerea publică a tezei de doctorat intitulată: **„STUDII ȘI CERCETĂRI PENTRU FUNDAMENTAREA ȘI ASIGURAREA EXPLOATĂRII DURABILE A POPULAȚILOR DE CIPRIDINE DIN DUNĂREA PREDELTAICĂ”**, elaborată de doamna/domnul **CĂLIN PETRONELA-GEORGIANA (SANDU)**, în vederea conferirii titlului științific de doctor în domeniul de doctorat **Inginerie industrială**.

Comisia de doctorat are următoarea componență :

- 1. Președinte** **Prof.univ.dr.ing. Petru ALEXE**
Universitatea „Dunărea de Jos” din Galați
- 2. Conducător de doctorat** **Prof.univ.dr.ing. Lucian OPREA**
Universitatea „Dunărea de Jos” din Galați
- 3. Referent oficial** **Prof.univ.dr. Benone PĂȘĂRIN**
Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară ”Ion Ionescu de la Brad” din Iași
- 4. Referent oficial** **Cercet.șt.gr.I dr.ing. Neculai PATRICHE**
Director - Institutul de Cercetare-Dezvoltare pentru Ecologie Acvatică,
Pesceuit și Acvacultură Galați
- 5. Referent oficial** **Cercet.șt.gr.I dr.ing. Ion NĂVODARU**
Institutul Național de Cercetare și Dezvoltare „Delta Dunării” din Tulcea

Cu această ocazie vă transmitem rezumatul tezei de doctorat, și vă invităm să participați la susținerea publică. În cazul în care doriți să faceți eventuale aprecieri sau observații asupra conținutului lucrării, vă rugăm să le transmiteți în scris pe adresa universității, str. Domnească nr. 47, 800008 Galați, Fax 0236 / 461353, e-mail rectorat@ugal.ro.

R e c t o r,

Prof. univ. dr. ing. Iulian Gabriel BÎRSAN



CUPRINS

Introducere.....	9	8
-------------------------	----------	----------

Partea întâi - STADIUL CUNOAȘTERII ÎN DOMENIU

Capitolul 1. Dinamica sectorului de pescuit și acvacultură în perioada 2002 – 2011.....	13	9
--	-----------	----------

1.1. Pescuitul și acvacultura în lume.....	13	9
1.2. Pescuitul și acvacultura în România.....	20	10
1.3. Pescuitul și acvacultura ciprinidelor în România.....	22	

Capitolul 2. Bazinul Hidrografic al Dunării.....	25	11
---	-----------	-----------

2.1. Etimologie.....	25	11
2.2. Geografie și hidrologie.....	25	11
2.3. Clima și precipitațiile.....	28	12
2.4. Flora și fauna.....	29	12
2.5. Resursele și activitățile economice.....	30	12
2.6. Protecția Dunării.....	31	13

Capitolul 3. Particularități ecobiologice ale ciprinidelor din Dunărea predeltaică.....	33	13
--	-----------	-----------

3.1. Considerații generale privind taxonomia, ecologia și biologia ciprinidelor.....	33	
--	----	--

Partea a doua - CERCETĂRI PRIVIND MONITORINGUL IHTIOCENOZEI ȘI DINAMICA POPULAȚIILOR PISCICOLE DIN DUNĂREA PREDELTAICĂ

Capitolul 4. Material și metode de lucru.....	65	13
--	-----------	-----------

4.1. Alegerea și caracterizarea stațiilor de prelevare.....	65	13
4.2. Metode de pescuit și unelte utilizate.....	67	14
4.3. Monitorizarea calității apei fluviului Dunărea.....	68	14
4.3.1. Regimul hidrologic și fizico – chimic.....	68	
4.3.2. Regimul hidrobiologic.....	70	
4.4. Eșantionarea materialului biologic.....	70	15
4.4.1. Biometrie și gravimetrie.....	71	
4.4.2. Determinarea vârstei	71	
4.5. Calculul indicilor ecologici.....	72	15
4.5.1. Calculul indicilor analitici și sintetici.....	73	
4.5.2. Calculul indicilor de diversitate.....	74	
4.5.3. Indicele de similaritate Bray - Curtis	78	
4.6. Indicatorii pescuitului (captură, efort, CPUE).....	78	16
4.7. Metode de estimare a parametrilor de creștere	79	17
4.7.1. Determinarea relației lungime totală (Lt) – masă corporală (Wt).....	79	

4.7.2. Estimarea parametrilor de creștere.....	81	
4.8. Estimarea ratelor de mortalitate a stocului.....	83	18
4.9. Estimarea mărimii stocului.....	85	19
4.10. Starea exploatării stocurilor de pești.....	87	19
4.11. Producția și predicția stocului.....	88	20
Capitolul 5. Influența factorilor de mediu asupra structurii calitative și cantitative a ihtiiofaunei din Dunărea predeltaică.....	91	21
5.1. Introducere.....	91	21
5.2. Material și metode.....	91	21
5.3. Rezultate și discuții.....	92	21
5.3.1. Analiza factorilor abiotici.....	92	
5.3.2. Analiza factorilor biotici.....	99	
5.4. Concluzii.....	121	32
Capitolul 6. Evaluarea ecologică a ihtiocenozelor din Dunărea predeltaică.....	123	33
6.1. Introducere.....	123	33
6.2. Material și metode.....	123	33
6.3. Rezultate și discuții.....	124	34
6.3.1. Indicatorii ecologici, analitici și sintetici	125	
6.3.1.1. Abundența numerică absolută	130	
6.3.1.2. Dominanța.....	133	
6.3.1.3. Constanța.....	135	
6.3.1.4. Indicele de semnificație ecologică	137	
6.3.2. Diversitatea ecologică.....	139	
6.3.2.1. Heterogenitatea (diversitatea).....	140	
6.3.2.2. Echitabilitatea.....	141	
6.4. Concluzii.....	142	43
Capitolul 7. Evaluarea stării stocurilor de ciprinide cu valoare comercială din Dunărea predeltaică.....	145	44
7.1. Introducere.....	145	44
7.2. Material și metode.....	146	44
7.3. Rezultate și discuții.....	148	45
7.3.1. Indicatorii pescuitului (captură, efort, CPUE).....	148	
7.3.2. Evaluarea stării stocurilor la populația de plătică.....	151	
7.3.2.1. Analiza structurii populației, pe clase de lungimi și mase corporale...	151	
7.3.2.2. Estimarea valorilor coeficienților creșterii; relația lungime-masă.....	157	
7.3.2.3. Estimarea parametrilor de creștere Von Bertalanffy.....	160	
7.3.2.4. Estimarea mortalității și determinarea ratei de exploatare.....	165	
7.3.2.5. Analiza Populației Virtuale.....	167	
7.3.2.6. Randamentul și biomasa relativă per recrut.....	169	
7.3.2.7. Producția și predicția stocului (Thompson-Bell).....	171	

7.3.3. Evaluarea stării stocurilor la populația de crap.....	173	
7.3.3.1. Analiza structurii populației, pe clase de lungimi și mase corporale...	173	
7.3.3.2. Estimarea valorilor coeficienților creșterii; relația lungime-masă.....	178	
7.3.3.3. Estimarea parametrilor de creștere Von Bertalanffy.....	181	
7.3.3.4. Estimarea mortalității și determinarea ratei de exploatare.....	185	
7.3.3.5. Analizei Populației Virtuale.....	187	
7.3.3.6. Randamentul și biomasa relativă per recrut	188	
7.3.3.7. Producția și predicția stocului (Thompson-Bell).....	190	
7.3.4. Evaluarea stării stocurilor la populația de caras.....	191	
7.3.4.1. Analiza structurii populației, pe clase de lungimi și mase corporale...	191	
7.3.4.2. Estimarea valorilor coeficienților creșterii; relația lungime-masă.....	196	
7.3.4.3. Estimarea parametrilor de creștere Von Bertalanffy	199	
7.3.4.4. Estimarea mortalității și determinarea ratei de exploatare.....	203	
7.3.4.5. Analizei Populației Virtuale.....	205	
7.3.4.6. Randamentul și biomasa relativă per recrut	206	
7.3.4.7. Producția și predicția stocului (Thompson-Bell).....	207	
7.3.5. Evaluarea stării stocurilor la populația de mreană.....	208	
7.3.5.1. Analiza structurii populației, pe clase de lungimi și mase corporale...	208	
7.3.5.2. Estimarea valorilor coeficienților creșterii; relația lungime-masă.....	213	
7.3.5.3. Estimarea parametrilor de creștere Von Bertalanffy.....	215	
7.3.5.4. Estimarea mortalității și determinarea ratei de exploatare.....	219	
7.3.5.5. Analizei Populației Virtuale	221	
7.3.5.6. Randamentul și biomasa relativă per recrut	222	
7.3.5.7. Producția și predicția stocului (Thompson-Bell).....	224	
7.4. Concluzii.....	226	82
Capitolul 8. Concluzii generale și propuneri de măsuri pentru fundamentarea planului de management.....	233	87
Capitolul 9. Elemente de originalitate și contribuții personale.....	241	91
Bibliografie.....	247	94

Lista principalelor abrevieri

A – abundență;
D – dominanță;
C – constanță;
W – indice de semnificație ecologică;
 H_S – indice de diversitate Shannon-Wiener;
 H_R – diversitatea relativă;
D – indicele de diversitate Simpson;
 E_{1-D} – echitabilitatea Simpson;
B - indicele de similaritate Bray-Curtis;
 L_∞ - lungimea asimptotică;
 W_∞ - masa corporală asimptotică;
k - coeficient de creștere în lungime și greutate;
 t_0 - vârsta teoretică la care lungimea este 0 (nu are semnificație biologică);
VBGF - ecuația de creștere von Bertalanffy;
 t_{max} - longevitatea probabilă;
M – indicele mortalității naturale;
Z – indicele mortalității totale;
F – indicele de mortalitate prin pescuit;
E – rata de exploatare;
 $E_{0,1}$ – rata optimă de exploatare a unui stoc, egal cu 10%;
 $E_{0,5}$ – rata de exploatare în care stocul se reduce la 50% din biomasa pe recrut;
 E_{max} - rata maximă admisibilă de exploatare;
 L_c - lungimea la prima captură;
VPA - analiza populației virtuale;
 Y'/R - randament relativ per recrut;
 B'/R - biomasa relativă per recrut;
MSY - producția maximă sustenabilă;
CPUE - captura pe unitatea de efort;
BRP - puncte biologice de referință;
UP - unitate de pescuit;

MULȚUMIRI

*La final de activitate științifică, doresc să adresez cuvinte de mulțumire sinceră și alese sentimente de considerație Domnului Prof. Univ. Dr. Ing. **Lucian OPREA** care, în calitate de conducător științific, prin sfaturile pertinente și sprijinul constant acordat în activitatea mea, a contribuit la realizarea acestei lucrări și căruia îi datorez, în mare măsură, formarea mea profesională. Vă mulțumesc, Domnule Profesor, pentru înțelegerea și căldura cu care m-ați călăuzit !*

*Mulțumesc membrilor comisiei de susținere publică a tezei de doctorat: Domnului Prof. Univ. Dr. Ing. **Petru ALEXE**, Președinte al comisiei, decan al Facultății de Știința și Ingineria Alimentelor, precum și referenților oficiali, Domnului Prof. Univ. Dr. **Benone PĂSĂRIN**, de la Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară „Ion Ionescu de la Brad”, Iași, Domnului Prof. Univ. Dr. Ing. CS I **Neculai PATRICHE**, director al Institutului de Cercetare-Dezvoltare pentru Ecologie Acvatică, Pescuit și Acvacultură, Galați și Domnului Cercet. Șt. grd. I, Dr. Ing. **Ion NĂVODARU**, de la Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare Delta Dunării, Tulcea, pentru onoarea de a accepta participarea la lucrările comisiei de susținere, precum și pentru analizele obiective făcute în cadrul referatelor asupra tezei de doctorat.*

*Gânduri de recunoștință și mulțumire se îndreaptă către Domnul Prof. Univ. Dr. Ing. **Victor CRISTEA**, pentru incurajările permanente și îndrumările acordate pe durata realizării tezei de doctorat. Sprijin deosebit și înțelegere am primit și din partea Doamnei Conf. Dr. Ing. **Luiza FLOREA** și a Domnului Prof. Univ. Dr. Ing. **Georgel Petrișor RĂZLOG**, în calitate de membri ai comisiei de îndrumare, cărora le adresez mulțumirile mele.*

*Mulțumesc întregului colectiv al Departamentului de Acvacultură, Știința Mediului și Cadastru, din cadrul Universității „Dunărea de Jos” din Galați, pentru mediul științific și prietenos creat. În mod special, îi mulțumesc Doamnei Șef lucrări Dr. Ing. **Daniela IBĂNESCU**, pentru sfaturile și ajutorul acordat.*

*Prezenta tematică de cercetare a fost finanțată în cadrul proiectului „Calitatea și continuitatea formării în cadrul ciclului de studii doctorale” - TOP ACADEMIC, contractul POSDRU/107/1.5/S/76822. Adresez sincere mulțumiri întregii echipe de management și implementare a proiectului, coordonată de Domnul Prof. Univ. Dr. Ing. **Lucian Puiu GEORGESCU**, pentru sprijinul informațional și disponibilitatea de care au dat dovadă.*

Mulțumesc de asemenea, conducerii și colegilor de la Institutul de Cercetare-Dezvoltare pentru Ecologie Acvatică, Pescuit și Acvacultură, Galați, de la care am învățat „primele taine ale cercetării”, iar în acești trei ani mi-au furnizat date utile în elaborarea acestei lucrări.

*Sincere mulțumiri Domnului Dr. Ing. **Vasile BOCĂNEALĂ**, șeful Filialei Galați din cadrul Agenției Naționale de Pescuit și Acvacultură, pentru informațiile importante privind datele de la pescuitul comercial.*

Le mulțumesc colegilor doctoranzi, dar și generațiilor mai mari, pentru colaborarea fructuoasă, prietenia și momentele memorabile petrecute împreună; mulțumesc celor care au știut să-mi asculte frământările și m-au ajutat cu o vorbă bună adresată când aveam nevoie.

Îmi exprim, cu dragoste, recunoștința față de soțul și familia mea, pentru înțelegerea și suportul moral acordat în această perioadă, când am fost nevoită să acord exclusivitate muncii mele profesionale.

Nu pot încheia, fără a adresa sincere mulțumiri tuturor acelor pe care n-am reușit să-i menționez în această listă, dar care, direct sau indirect, m-au sprijinit în finalizarea acestei lucrări.

Data: 20.11.2013

Drd. Ing. Călin (Sandu) Petronela Georgiana

**„Dunărea este cea mai mare comoară
cu care natura a înzestrat țara noastră”
(Grigore Antipa).**

INTRODUCERE

Pescăria este un sistem complex format din trei componente interactive: *habitatul*, *biota* și *oamenii*. *Habitatul* reprezintă mediul de viață, abiotic și biotic, în care un organism trăiește; *biota* reprezintă totalitatea organismelor vii, animale și vegetale, dintr-un ecosistem (mamifere, păsări, pești, insecte acvatice, plancton etc.); *oamenii (noosfera)* sunt utilizatorii finali ai bioresurselor acvatice, permanent implicați în competiția pentru exploatarea mediului acvatic.

Managementul pescăriilor constă în manipularea celor trei componente ale sale cu scopul de a ajunge la îndeplinirea unor obiective economice, sociale, politice și ecologice prestabilite. Pentru îndeplinirea acestui deziderat trebuie parcurși cinci pași extrem de importanți: 1) definirea scopului, 2) selectarea obiectivelor, 3) identificarea problemelor de rezolvat, 4) implementarea acțiunilor și 5) evaluarea acțiunilor. Stabilirea scopului/scopurilor și a obiectivelor nu este o sarcină ușoară, datorită forțelor interne și externe care pot afecta procesul de management. Fenomenul este explicabil deoarece există diferite grupuri de utilizatori care au diferite scopuri pentru aceeași pescărie, unele în contradicție cu structurile administrative care o gestionează. În cele din urmă, însă, administratorii sunt responsabili pentru stabilirea priorităților și alegerea soluțiilor optime (Murphy B.R. et al., 1996).

Managementul pescăriei se bazează pe cunoștințele și competențele cercetătorilor din domeniu. Pentru o evaluare cât mai completă a valorii tuturor componentelor pescăriei, din punct de vedere al diversității și calității stocurilor și al ratei de regenerare a bioresurselor, respectiv pentru a pune bazele unui management eficient și responsabil, sunt necesare date bine fundamentate din punct de vedere științific. Rolul cercetării științifice în colectarea, analiza și interpretarea acestor date este determinant. Administratorii pescăriei pot lua decizii raționale doar printr-o bună colaborare cu specialiștii în domeniu; astfel se vor îmbunătăți metodele de exploatare, va fi redus riscul supraexploatării, vor fi respectate măsurile de protecție și de conservare a biodiversității și se va asigura o exploatare durabilă a tuturor resurselor (Radu E., Maximov V., 2006).

Importanța economică a Dunării, reflectată în principal de statutul de rută comercială și de transport, de resursele de apă, de hrana și materialele pe care le oferă, este recunoscută și apreciată din cele mai vechi timpuri. Lucrările de regularizare, de îndiguire, construirea de baraje, lucrările de drenare și desecare, extracția de agregate minerale, poluarea apei etc., care au luat o amploare fără precedent în ultima jumătate de secol, au afectat serios integritatea ecologică a fluviului. De aceea, în ultimele decenii, a devenit tot mai evidentă funcția ecologică a Dunării și a zonelor adiacente ei. Astăzi, Dunărea este considerată nu numai o valoroasă resursă economică, dar și un „coridor ecologic”, iar gestionarea durabilă a acestei resurse implică luarea în considerare a ambelor componente.

Scopul tezei de doctorat constă în prezentarea studiilor și cercetărilor, efectuate în perioada 2010-2012, privind structura calitativă și cantitativă a ihtiocenozei, precum și aprecierea stării de exploatare a patru specii de ciprinide cu valoare economică. Rezultatele obținute au servit la fundamentarea planului de management al pescăriei din Dunărea predeltaică, pe sectorul Gura Siretului – Gura Prutului.

Obiectivele principale:

- Influența factorilor de mediu, abiotici și biotici, asupra structurii calitative și cantitative a ihtiofaunei din Dunărea predeltaică;
- Stabilirea compoziției taxonomice a ihtiofaunei;
- Evaluarea ecologică a populațiilor piscicole;
- Dinamica populațiilor de ciprinide (creșterea, recrutarea, mortalitatea, rata exploatarei);
- Stabilirea unor măsuri de management în vederea exploatarei durabile a resurselor pescărești.

Capitolul 1

DINAMICA SECTORULUI DE PESCUIT ȘI ACVACULTURĂ ÎN PERIOADA 2002-2011

Anual, Organizația Națiunilor Unite pentru Agricultură și Alimentație (FAO) publică date statistice privind evoluția capturilor și a producțiilor acvacole pe plan mondial și regional. Ultimul raport a fost publicat în anul 2013. Acesta conține date importante privind capturile și producția de pește, moluște, crustacee, alge și alte plante acvatice, obținute în anii 2002-2011.

1.1. Pescuitul și acvacultura în lume

În anul 2011, prin pescuit și acvacultură, pe Terra s-au produs 178,2 milioane tone de pește, moluște, crustacee și plante acvatice. Din această cantitate, 94,5 milioane tone (53,03 %) reprezintă sectorul de pescuit (captura) în apele dulci și marine iar 83,7 milioane tone (46,97 %) reprezintă contribuția sectorului de acvacultură. În ceea ce privește captura de organisme acvatice animale, din cele 93,5 milioane tone, din mări și oceane s-au recoltat 82,4 milioane tone, în timp ce din apele continentale s-au recoltat doar 11,06 milioane tone (figura 1.1).

Rata creșterii medii anuale a sectorului de pescuit a fost de 3,1 %/an (1980-1990), 2,6%/an (1990-2000), 0,42%/an (în perioada 2001-2005) și aproape a stagnat în perioada 2006-2009. Captura mondială, în anul 2010, a scăzut cu 1,19 % față de anul 2009. În schimb, în anul 2011, pentru prima dată în ultimul deceniu, a crescut cu 5,1 % față de anul precedent.

Rata creșterii anuale a sectorului de acvacultura are valori semnificativ mai mari: 10,8 %/an (în perioada 1980-1990), 9,5 %/an (în perioada 1990-2000), 6,4 %/an (în perioada 2000-2007) și 6,2 %/an (în perioada 2007-2008) (Băcanu M.G., Oprea L., 2011). În anul 2010, producția acvacolă a crescut cu 7,95 % comparativ cu anul 2009 (Bădălan C., Oprea L., 2012). În anul 2011, creșterea producțiilor acvacole față de anul 2010 a fost de numai 4,95 %.

Analizând dinamica producțiilor acvacole globale, comparativ cu cea a capturilor globale, prezentate în figura 1.2, se remarcă o plafonare a capturilor în perioada 1995-2011 în jurul valorilor de 90 - 93 milioane tone. În aceeași perioadă, acvacultura a avut cea mai mare creștere (de la 24 milioane tone la peste 62 milioane tone).

La o cantitate globală de 129 milioane tone destinate consumului uman și o populație a globului de șapte miliarde locuitori, rezultă un consum mediu de 18,4 kg/capita. Pe continente, consumul mediu cel mai mare se înregistrează în Oceania (24,6 kg/capita), Europa (22,1 kg/capita), America de Nord (22,0 kg/capita) și Asia (20,8 kg/capita). Continentele cele mai slab clasate în această statistică sunt America Latină (9,9 kg/capita) și Africa, cu cea mai scăzută valoare (9,3 kg/capita) (FAO, 2013, Bădălan C., Oprea L., 2012).

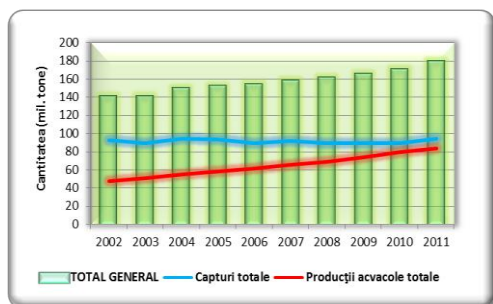


Figura 1.1. Evoluția capturilor și producțiile acvacole globale (2002-2011)

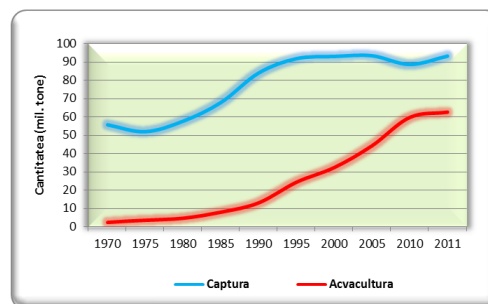


Figura 1.2. Evoluția capturilor și producțiile acvacole globale (1970-2011)

În Europa, consumul de organisme acvatice variază în limite foarte largi, de la 88,3 kg/capita (Islanda) la 4,6 kg/capita (Bulgaria). Pe locul al doilea în topul European, se situează Portugalia cu un consum mediu de 61,5 kg/capita, iar pe locul al treilea este Norvegia, cu 50,6 kg/capita. Norvegia este țara europeană cu cele mai mari succese în domeniul pescuitului și al acvaculturii, fiind printre primele în topul mondial. Demn de remarcat este faptul că, în această țară, principalele ramuri economice sunt industria petrolieră, apoi pescuitul, pe locul al doilea și acvacultura, pe locul al treilea.

În România, în anul 2009, consumul de pește și alte organisme acvatice a fost de 5,4 kg/capita, fiind de 2,75 ori mai mare decât în anul 1999, când s-a înregistrat un consum de 1,96 kg/capita. În anul 2009, în România, ponderea proteinei din pește, raportată la proteina animală și vegetală totală consumată, a fost de doar 1,4 %. În țările dezvoltate din Occident acest indicator ajunge la 10-20 % (FAO, 2013; Bădălan C., Oprea L., 2012).

1.2. Pescuitul și acvacultura în România

Piața românească de pește și produse din pește este în dezvoltare, creșterea consumului reprezentând un obiectiv strategic pentru România. În același timp, însă, trebuie redusă dependența față de importuri și acoperirea necesarului cu produse locale.

În România, producția piscicolă maximă s-a obținut în anul 1988 când, împreună cu pescuitul în apele naturale, s-a înregistrat o cantitate de 77.264 tone pește. După anul 1989, s-a înregistrat un recul însemnat al capturilor și producțiilor acvacole, ajungându-se în numai câțiva ani la mai puțin de jumătate (34.510 tone, în anul 1992) și la doar 15% în anul 2011 (11.594

tone, conform statisticilor FAO pe anul 2013). În ultimii cinci ani cantitatea totală, obținută prin pescuit și cultură, a oscilat în intervalul 11.000 – 18.000 tone/an (figura 1.3).

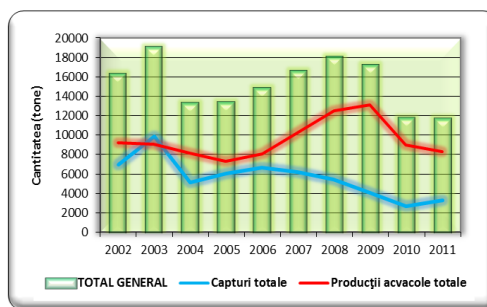


Figura 1.3. Evoluția capturilor și a producțiilor acvacole în România, în perioada 2002-2011

România importă mari cantități de pește și alte organisme acvatice. Balanța comercială este, din nefericire, negativă. În perioada 2000-2009, România a exportat între 224 și 2.968 tone/an. Importurile însă au fost și de peste o sută de ori mai mari, variind între 55.834 tone/an (în anul 2000) și 103.827 tone/an (în anul 2008). Valoric, an de an, am importat produse acvacole, variind de la 30,728 milioane USD (în anul 2000) până la 214,271 milioane USD (în anul 2008). Valoarea încasată la export a variat între 2,034 milioane USD (în anul 2003) până la 12,73 milioane USD (în anul 2006).

Capitolul 2

BAZINUL HIDROGRAFIC AL DUNĂRII

2.1. Etimologie

Numele fluviului Dunărea este străvechi, moștenire de la strămoșii noștri daci sau geți; aceștia îi spuneau „*Dunaris*” (Giurescu C.C, 1964). De-a lungul timpului a avut mai multe denumiri: „*Istros*” (fiul oceanului), „*Danaistru*” la vechii greci, „*Phisos*” la fenicieni, „*Danare*” la traci „*Danubius*” („*Danuvius*”) (zeul fluviului), „*Ister*” („*Hister*”) la români. În zilele noastre, sunt utilizate mai multe denumiri: Donau, Dunaj, Dunav, Duna, Danube. Nicolae Iorga o caracteriza ca fiind „*cea mai bogată în daruri*”.

2.2. Geografie și hidrologie

Dunărea se formează în Germania, la Donaueschingen, la o altitudine de 679 m. Rezultă prin unirea a doi afluenți de dimensiuni reduse (Breg - 49 km și Brigach - 43 km), ce izvorăsc din munții Pădurea Neagră. Este considerat al doilea fluviu al Europei din punct de vedere al lungimii (după Volga), al zonei traversate și al volumului de apă și al douăzeci și patru al din lume. Are o lungime de 2.860 km, fiind navigabilă pe mai mult de 2.300 km. În drumul său udă teritoriul a 10 țări (figura 2.1). Bazinul Hidrografic al Dunării are o suprafață de 817.000 km², reprezentând a douăsprezecea parte din suprafața teritoriului continental, cu o rețea hidrografică formată din 120 afluenți mai importanți. Bazinul Dunării acoperă cinci din cele opt regiuni biogeografice ale Europei: regiunea alpină, continentală, panonică, stepică și marină.



Figura 2.1. Fluviul Dunărea de la izvor la vărsare

2.3. Clima și precipitațiile

În sectorul **Dunării Inferioare**, clima este influențată de Dunăre și relieful jos, de luncă. Clima este în general continentală, doar în defileul Cazane și Porțile de Fier are aspect montan, cu ușoare influențe mediteraneene. Temperatura medie anuală este, pentru **Lunca Dunării**, cea mai ridicată din țară (peste 11°C) datorită temperaturilor medii ridicate din iulie (+24°C) și ianuarie (-1°C). Precipitațiile scad spre est, cele mai mici fiind în Dobrogea, cca. 400 mm/an, iar cele mai ridicate în zona Carpatică, de cca 1400 mm/an.

2.4. Flora și fauna

Principala bogăție faunistică a Bazinului fluviului Dunării este peștele, reprezentat de peste 110 specii cum ar fi: crapul (*Cyprinus carpio*), somnul (*Silurus glanis*), șalăul (*Sander lucioperca*), știuca (*Esox lucius*), avatul (*Aspius aspius*), bibanul (*Perca fluviatilis*), babușca (*Rutilus rutilus*), roșioara (*Scardinius erythrophthalmus*), morunul (*Huso huso*), nisetrul (*Acipenser gueldenstaedtii*), păstruga (*Acipenser stellatus*), cega (*Acipenser ruthenus*), plătica (*Abramis brama*), batcă (*Blicca bjoerkna*), morunaș (*Vimba vimba*), văduviță (*Leuciscus idus*), mreană (*Barbus barbus*), ghiborț (*Gymnocephalus cernuus*), răspăr (*Gymnocephalus shraetzer*), carasul (*Carassius gibelio*), caracuda (*Carassius carassius*), cosaș (*Ctenopharyngodon idella*), sânger (*Hypophthalmichthys molitrix*), novac (*Hypophthalmichthys nobilis*), anghila (*Anguilla anguilla*), chefal (*Mugil cephalus*), scrumbia de Dunăre (*Alosa immaculata*), pietrar (*Zingel zingel*), fusar (*Zingel streber*), obleț (*Alburnus alburnus*), guvizi (*Neogobius fluviatilis*) etc.

2.5. Resursele și activitățile economice

Regiunea Dunării este un zonă care oferă bunuri și servicii ale ecosistemelor neprețuite (alimente, fibre și apă potabilă, reglarea cantității de apă dintr-un anumit teritoriu și protejarea solului). În această regiune se află o mare parte a zonelor sălbatice ale Europei și oferă conexiuni ecologice esențiale pentru sănătatea mediului. Resursele Dunării sunt reprezentate de potențialul hidroenergetic, apă industrială, apă pentru irigații, faună piscicolă precum și unele resurse secundare: nisip, lemn, stuf, fondul funciar din bazinul fluviului, posibilitățile de navigație, potențialul turistic.

2.6. Protecția Dunării

Accentuarea distrugerii și degradării ecosistemelor asociate *zonelor umede*, cu precădere începând cu sec al XX-lea, a evidențiat nevoia dezvoltării unui cadru legal și a unor instrumente care să stopeze această tendință și să determine statele lumii să ia măsuri ferme de refacere și de conservare a acestora. Cadru legal de cooperare pentru asigurarea protecției apei și resurselor ecologice, precum și pentru utilizarea lor durabilă în bazinul hidrografic al Dunării este oferit de *Convenția privind cooperarea pentru protecția și utilizarea durabilă a fluviului Dunărea*, semnată la Sofia în 1994 de 11 dintre statele situate din bazinul Dunării.

Capitolul 3

PARTICULARITĂȚI ECOBIOLOGICE ALE CIPRINIDELOR DIN DUNĂREA PREDELTAICĂ

Dintre vertebrate, peștii sunt grupul cel mai bine reprezentat, ca număr de specii. În prezent, în toate apele Terrei se găsesc peste 32000 specii. Anual, sunt descoperite cca 200 specii noi. Din punct de vedere taxonomic, datorită legăturii filogenetice cu tetrapodele, peștii sunt considerați un grup parafiletic. Utilizarea nomenclaturii filogenetice (cladistică), a permis în ultimii ani o mai corectă clasificare a peștilor.

În lucrare sunt descrise cele mai importante specii de ciprinide din Dunărea predeltaică, specii care au făcut obiectul cercetărilor noastre. Fiecare descriere cuprinde: denumirea speciei, încadrarea în sistematică, răspândirea generală, răspândirea în România, caracteristici morfologice, ecologie, biologie, importanță economică, amenințări majore asupra efectivului populațiilor, dimensiunea minimă admisă pentru pescuit și categoria în Lista Roșie.

Capitolul 4

MATERIALE ȘI METODE DE LUCRU

4.1. Alegerea și caracterizarea stațiilor de prelevare

Zona supusă cercetărilor noastre este un sector din Dunărea predeltaică, cuprins între confluența râului Siret. Acest sector are o lungime de aproximativ 22 km și reprezintă lungimea cursului Dunării în județul Galați, din care 13,4 km sunt distribuiți pe 7-8 toane de pescuit științific și comercial. Suprafața totală pescuibilă este de 1,26 km² (10,36 %) din suprafața totală a sectorului de 12,160 km² (GPS).

În perioada 2010-2012, s-au efectuat măsurători sistematice, lunare, în patru zone de pescuit (toane) (figura 4.1): Toana Faleza (km 150-151), Toana Condrea (Mm 77-78), Toana Mureșanu (Mm 76-77), Toana Plopi (Mm 74-74,5). Toanele se caracterizează printr-o pantă mică (0,028%) și o viteză redusă a apei. Substratul este nisipos sau acoperit cu mîl, cu bentos bogat și plancton bine reprezentat.



Figura 4.1. Aria de cercetare, sectorul Gura Siretului (Km 155) - Gura Prutului (Mm 72,5)
(Sursă: Google Earth)

4.2. Metode de pescuit și unelte utilizate

Activitatea de pescuit de cercetare, în cei trei ani, s-a realizat cu unelte filtrante de tip setcă (plase cu sirec). În funcție de sezon, de condițiile hidrografice ale zonei de pescuit și de grupul de specii urmărit, caracteristicile constructive ale acestor unelte au variat astfel:

- setci de scrumbie, cu sirec dublu: lungimea posădită (Lp): 100- 150 m; înălțimea posădită (Hp): 2,5 - 3,5 m; dimensiunea ochiului de plasă $a=30-32\text{ mm}$;
- setci pentru plătică, morunaș, caras, cosac, batcă, mreană, cu sirec dublu: lungimea posădită (Lp): 100- 150 m; înălțimea posădită (Hp): 2,5 - 3,5 m; dimensiunea ochiului de plasă $a=40\text{ mm}$;
- setci pentru crap, mreană, avat, somn, cu sirec dublu: lungimea posădită (Lp): 150- 200 m; înălțimea posădită (Hp): 2,5 - 4,0 m; dimensiunea ochiului de plasă $a=50-60\text{ mm}$.

4.3. Monitorizarea calității apei fluviului Dunărea

4.3.1. Regimul hidrologic și fizico – chimic

În perioada 2010-2012, s-au monitorizat și analizat următorii parametri fizico-chimici și hidrologici: temperatura apei, turbiditatea apei, pH-ul apei, indicele de permanganat, conductivitatea, clorurile, ionul amoniu, azotații, azotiții, nivelul și debitul apei. Măsurătorile s-au efectuat în stația Galați (km 150-151), iar măsurătorile de debit la Porțile de Fier II.

4.3.2. Regimul hidrobiologic

Structura calitativă a fitoplanctonului, zooplanctonului și a zoobentosului a fost determinată prin prelucrarea datelor obținute la prelevările lunare, efectuate în perioada 2010 - 2012, din zona Galați (km 150-151). Probele hidrobiologice, de apă și sol, au fost prelevate din apropierea malului stâng al fluviului, la o adâncime a apei de un metru. În urma prelevării, probele au fost conservate cu soluție Lugol, prelucrate și analizate în laboratoarele de specialitate ale Departamentului de Acvacultură, Știința Mediului și Cadastru de la Facultatea de Știință și Ingineria Alimentelor și Institutul de Cercetare-Dezvoltare pentru Ecologie Acvatică, Pescuit și Acvacultură, Galați.

4.4. Eșantionarea materialului biologic

Datele de captură provin din două surse: pescuitul științific efectuat de pescarii coordonați de cercetători de la I.C.D.E.A.P.A., Galați și pescuit științific efectuat de pescarii Universității „Dunărea de Jos” din Galați. Metoda utilizată pentru obținerea datelor de captură este eșantionajul randomizat simplu, care reflectă cât mai exact structura și compoziția capturii.

4.4.1. Biometrie și gravimetrie

Biometria a constat în efectuarea de măsurători somatice (lungime-Lt, înălțime-H,h, masă corporală-W) și meristice (numărarea de solzi, radii, spini branhiali etc.). Datele obținute au fost prelucrate statistic.

4.4.2. Determinarea vârstei

Pentru determinarea vârstei, au fost recoltați solzi de la câte 100-200 indivizi, reprezentând cca 10% din efectivul numeric al fiecărei specii, pe criteriul cuprinderii tuturor claselor de vârstă. În laborator, pentru citirea propriu-zisă a inelelor anuale de pe solzi, s-au folosit documatorul și binocularul.

4.5. Calculul indicilor ecologici

Pe baza compoziției specifice și a abundenței numerice absolute, pentru fiecare an, s-au calculat indicii ecologici analitici (abundența, dominanța, constanța) și sintetici (indicele de semnificație ecologică), dar și indicii de diversitate și echitabilitate, ce permit caracterizarea mai completă a rolului speciilor în activitatea biocenozelor și evaluarea structurii asociațiilor piscicole. Pentru determinarea gradului de asociere s-a utilizat indicele de similaritate Bray - Curtis (B).

4.5.1. Calculul indicilor analitici și sintetici

Abundența (A), reprezintă numărul absolut al indivizilor unei specii date ce populează un biotop. Este caracteristica de bază a fiecărei populații, fiind punctul de plecare pentru calculul celorlalți indici. Dacă abundența tinde către limita optimă, atunci sistemul este bine organizat și contribuția populației în funcționalitatea ecosistemului este eficientă (Varvara M., et. al. 2001).

Dominanța (D), exprimă așa-numita abundență relativă a unei specii, reprezentând raportul dintre efectivele unei specii și suma celorlalte specii cu care se asociază, din aria studiată. Este un indicator al productivității, deoarece arată procentul de participare al fiecărei specii la realizarea producției de biomasă din biocenoză.

Constanța (C) exprimă continuitatea unei specii într-un anumit biotop și importanța ei la realizarea structurii biocenozelor, reprezentând raportul procentual dintre numărul de probe în care apare o anumită specie și numărul total de probe analizate. Valorile constanței se exprimă prin frecvență. Cu cât valoarea constanței este mai mare, cu atât se consideră că specia dată este mai bine adaptată la condițiile oferite de biotop (Varvara M., 2001).

Indicele de semnificație ecologică (W), reprezintă relația între indicatorul structural (constanța, C) și indicatorul productiv (dominanța, D) arătând poziția unei specii în ihtiocenoză.

4.5.2. Calculul indicilor de diversitate

Indicii de diversitate reprezintă un instrument de bază pentru evaluarea și monitorizarea biodiversității. *Indicii clasici de diversitate Shannon-Wiener și Simpson*, combină informații privind bogăția speciilor și uniformitatea acestora într-un concept numit heterogenitate. Acești doi indici, derivă din teoria informației și sunt foarte utilizați, deoarece sunt relativ ușor de calculat (Krebs, 1999). *Echitabilitatea* se referă la modelul de distribuție a indivizilor între specii. În teză, s-au calculat atât indicele de echitabilitate Shannon (diversitatea relativă H_R) cât și indicele de echitabilitate Simpson E_{1-D} .

Indicele de diversitate Shannon-Wiener (H_S) reprezintă raportul între numărul total de specii și indivizii dintr-o biocenoză; este o măsură a gradului de stabilitate structurală al unei biocenoze (Gomoiu M.T., Skolka M., 2001). Acest indice se bazează pe probabilitatea existenței speciilor într-o anumită zonă: astfel ia valoarea 0 când există o singură specie în probă și valoarea maximă când speciile din probă sunt distribuite echitabil. În cele mai multe studii ecologice, valorile indicelui Shannon-Wiener sunt cuprinse între 1,5 și 3,5, rareori 4 (Magurran A.E., 2004; Margalef R., 1972) și nu depășește în practică valoarea 5 (Washington H.G, 1984; May R. M., 1975). *Diversitatea maximală* ($H_S \max$), reprezintă valoarea care se atinge în situația în care toate speciile dintr-o biocenoză ar avea aceeași abundență. *Diversitatea relativă* sau *echitabilitatea* (H_R), reflectă gradul de echilibru sau dezechilibru al biocenozei; trebuie menționat că o biocenoză cu diversitate maximă are o stabilitate maximă.

Diversitatea relativă este maximă, egală cu 1, când toate speciile au frecvențe egale și minimă, egală cu 0, dacă între efectivele speciilor apar diferențe mari. O condiție importantă la calcularea acestui indice este neselectivitatea maximală a uneltelor de pescuit folosite.

Indicele Simpson (D), printre primii indici ai diversității, a fost descris de Simpson (1949) și ne ajută la aproximarea speciilor din biotop. Intervalul de variație a indicelui de diversitate Simpson ($1-D$) este cuprins între 0 și 1, iar la baza construcției sale se află ideea potrivit căreia o biocenoză este cu atât mai diversă cu cât există un număr mai mare de perechi de indivizi extrași la întâmplare, din specii diferite. *Echitabilitatea* (E) variază între 0 și 1. Ea tinde spre 0 atunci când majoritatea indivizilor aparțin unei singure specii și spre 1, în cazul în care fiecare specie este reprezentată prin același număr de indivizi.

4.5.3. Indicele de similaritate Bray – Curtis (B)

Indicele de similaritate Bray–Curtis (B) se bazează pe prezența/absența speciilor în probe dar și pe numărul de exemplare al acestora. Acest indice ia valori cuprinse între 0 (corelație maximă) și 1 (necorelație).

4.6. Indicatorii pescuitului (captură, efort, CPUE)

Efortul de pescuit este exprimat în numărul uneltelor de pescuit, setci în cazul acestui studiu, utilizate anual în exploatarea resurselor pescărești. Estimarea capturii este utilizată pentru ilustrarea structurii pe specii a pescăriei, ponderea grupelor de vârste a speciilor în capturi, monitorizarea sistemului de cote admisibile, estimarea mortalităților prin pescuit și calculul CPUE.

În lucrare, s-a utilizat următoarele elemente de calcul: fondul total de timp (365 zile/an), timpul neproductiv dintr-un an de zile: 185 zile, la pescuitul commercial (60 zile prohibiție, 90 zile de iarnă, 35 zile libere) sau 125 zile, la pescuitul științific (90 zile de iarnă, 35 zile libere), timpul productiv dintr-un an de zile (180 zile/an la pescuitul commercial sau 240 zile/an la pescuitul științific), timpul efectiv de pescuit științific cu o unitate de pescuit-UP (240 zile*2 ore/zi=480 ore/UP), numărul unităților de pescuit (UP), numărul toanelor de pescuit (zone de pescuit), efortul de pescuit (ore unealtă/an).

4.7. Metode de estimare a parametrilor de creștere

Parametrii de creștere pot fi obținuți prin metode grafice și prin metode analitice; acestea presupun reprezentări bazate întotdeauna pe conversia unei ecuații liniare. Pentru determinarea creșterii, au fost utilizate atât șirurile de lungime totală - masă corporală, cât și lungime totală-vârstă, obținute din eșantioane. Pentru o interpretare mai sigură a datelor obținute, au fost combinate metodele de laborator cu modelele matematice de estimare a parametrilor de creștere la populațiile de pești din Dunărea predeltaică.

4.7.1. Determinarea relației lungime totală (Lt) – masă corporală (Wt)

Relația lungime-masă corporală, descrie cel mai bine modificările ce au loc în creșterea și dezvoltarea peștilor (metamorfoza, dimensiunea la prima maturare, dezvoltarea gonadelor, reproducerea etc.) (Serajuddin M. *et al.*, 2013). Formula generală de calcul a fost descrisă de către Ricker W.E., 1973 și Pauly D., 1983. Ea este de forma: $Wt = a * Lt^b$, unde:
Wt – masa totală individuală (g); a – coeficient ce indică intersecția liniei de regresie; Lt - lungimea totală (cm); b – coeficient alometric, respectiv panta care indică rata de creștere;

Valorile indicelui *b* exprimă caracterul creșterii și conform literaturii de specialitate, acestea sunt cuprinse între 2 și 4, dar cel mai adesea apropiat de 3 (Năvodaru I., 1997).

- valoarea lui $b=3$, indică o creștere izometrică (creșterea în greutate este direct proporțională cu creșterea în lungime);
- valoarea lui $b \neq 3$, indică o creștere alometrică (dacă $b < 3$, alometrie negativă - creșterea în greutate este mai rapidă decât creșterea în lungime; dacă $b > 3$, alometrie pozitivă - creșterea în lungime e mai rapidă decât creșterea în greutate).

4.7.2. Estimarea parametrilor de creștere

Modelul de creștere a lui von Bertalanffy a devenit piatră de temelie în biologia pescărească, fiind folosit în modele mai ample ce descriu dinamica populațiilor (Gheorghe R., 2006). Metoda pentru estimarea parametrilor de creștere a fost sugerată de Bertalanffy în anul 1934 și constă în determinarea lungimii corpului în funcție de vârstă.

Ecuția de creștere Von Bertalanffy

Pe baza eșantioanelor de lungime-masă corporală, s-au calculat parametrii de creștere (L_{∞} , k , t_0) cu ajutorul ecuației von Bertalanffy (Sparre P., *et al.*, 1992; Pauly D., 1983; Ricker W. E., 1975) de forma: $L(t) = L_{\infty} (1 - e^{-k(t-t_0)})$ unde:

$L(t)$ - lungimea la vârsta t (cm); L_{∞} - lungimea maximă pe care o pot atinge exemplarele, la care creșterea încetează (cm); sau lungimea asimptotică; k - parametru de curbă, determină rapiditatea cu care se apropie peștele de L_{∞} , (ani^{-1}); t_0 - vârsta teoretică la care lungimea este 0 (nu are semnificație biologică); mai este numit și parametru de stare inițială (ani).

Datele de intrare pentru estimarea parametrilor de creștere, din capturile pe cei trei ani de studiu, sunt atât date obținute din citirea inelelor anuale de pe solzi (citiri personale și din literatura de specialitate) combinate cu măsurători de lungime, prin metoda grafică Von Bertalanffy, cât și date bazate pe analiza frecvenței pe lungimi a eșantioanelor prelevate din capturi, cu ajutorul modelului ELEFAN I din programul FISAT II.

Ecuția de creștere a lui Von Bertalanffy bazată pe unități de masă corporală

Pornind de la ecuația de creștere Von Bertalanffy: $L(t) = L_{\infty} (1 - e^{-k(t-t_0)})$ în combinație cu relația lungime-masă corporală: $Wt = q * Lt^3$, rezultă masa corporală a peștelui în funcție de vârstă: $W(t) = q * L_{\infty}^3 (1 - e^{-k(t-t_0)})^3$ unde: q - factor de condiție.

Masa corporală asimptotică (W_{∞}) corespunde lungimii asimptotice (L_{∞}): $W_{\infty} = q * L_{\infty}^3$

Astfel, ecuația de creștere Von Bertalanffy, bazată pe masă corporală, poate fi scrisă:

$$W(t) = W_{\infty} (1 - e^{-k(t-t_0)})^3$$

Longevitatea potențială (t_{\max}) a speciilor, în funcție de k , a fost calculată folosind ecuația lui Pauly (1980): $t_{\max} = 3/k$ (ani)

Indicele performanței de creștere (phi-prim ϕ'), bazat pe date de frecvențe de lungimi, a fost calculat empiric (Sparre P., Venema S.C., 1992; Pauly D., Munro J., 1984) cu ecuația următoare: $\phi' = \ln k + 2 \ln L_{\infty}$

Testul phi-prim (ϕ') care, de fapt, reflectă performanța de creștere globală, a fost utilizat pentru a evalua fiabilitatea parametrilor de creștere (Bulut S. *et al.*, 2013).

4.8. Estimarea ratelor de mortalitate a stocului

Cauzele mortalității populațiilor piscicole se clasifică în două categorii: mortalitatea naturală (M), pierderi datorate prădătorilor, bolilor, factorilor de mediu abiotici, concurenței la hrană și mortalitatea prin pescuit (F). Efectul combinat al mortalității naturale și al celei din pescuit constituie mortalitatea totală (Z). $Z = M + F$

Mortalitatea naturală (M) s-a estimat prin metoda empirică propusă de Pauly (1980), pe baza lungimii infinite, de forma: $\ln(M) = -0.0066 - 0.279 \ln(L_{\infty}) + 0.6543 \ln(k) + 0.463 \ln(T^{\circ}\text{C})$

și pe baza masei corporale infinite: $\ln(M') = -0.2107 - 0.0824 \ln(W_{\infty}) + 0.6757 \ln(k) + 0.4687 \ln(T^{\circ}\text{C})$

unde: L_{∞} , W_{∞} și k - parametri de creștere von Bertalanffy; T - temperatura medie a apei în arealul de distribuție a stocului (pentru fluviul Dunărea s-a considerat o temperatură de 12°C).

Estimarea mortalității totale (Z)

Pentru calculul mortalității totale (Z), în această lucrare s-a folosit metoda curbei capturii liniarizate bazată pe structura frecvenței pe lungimi, utilizând programul FISAT II.

Conform literaturii de specialitate, predominanța creșterii față de mortalitate se reflectă în raportul Z/k . Dacă rezultatul este mai mic de 1 stocul este subexploatat; în cazul în care

raportul este egal cu 1, stocul este într-o stare de echilibru, în timp ce un raport mai mare de 1 înseamnă că stocul este în declin; în cazul în care acest raport este mult mai mare decât 2, stocul este supraexploatat.

Estimarea probabilității în capturi

Lungimea la prima captură (L_c) a fost estimată prin analiza curbei de captură, folosind metoda lui Pauly (1984). Probabilitatea în capturi, pentru fiecare grup de lungime, s-a reprezentat grafic, rezultând: L_{25} - lungimea la care 25% din peștii care întâlnesc unealta sunt pescuiți, L_{50} - lungimea la care 50% din peștii care întâlnesc unealta sunt pescuiți și L_{75} - lungimea la care 75% din peștii care întâlnesc unealta sunt pescuiți. Din curba rezultată, L_c (lungimea la prima captură) s-a luat ca fiind corespunzătoare probabilității cumulative de 50%.

Estimarea mortalității prin pescuit (F)

Valoarea mortalității cauzate de pescuit (F) a fost calculată prin scăderea mortalității naturale din mortalitatea totală: $F = Z - M$

Rata de exploatare (E) a fost obținut din relația: $E = F / Z = F / (F + M)$

În funcție de valorile ratei de exploatare, rezultate din calcule, se determină starea stocurilor: supraexploatare (când $E > 0,5$), exploatare normală, echilibrată (când $E = 0,5$), subexploatare ($E < 0,5$).

4.9. Estimarea mărimii stocului (a biomasei exploatabile)

Analiza Populației Virtuale (VPA)

Metoda utilizată în prezentul studiu este **Analiza Populației Virtuale (VPA)** sau **Analiza Cohortelor (AC)**, după clasele de lungimi (Jones R., 1984; Pauly D., 1984; Fry F.E.J., 1949), utilizând software-ul FiSAT II, respectiv aplicația încorporată "*Length-structured VPA*".

Intrările pentru aplicarea modelului au fost estimate în prealabil: șirul frecvențelor claselor de lungimi, coeficienții a și b din corelația lungime totală-masă corporală, mortalitatea naturală M , L_{∞} , k , dar și F_t (care poate fi calculată în funcție de rata de exploatare).

VPA este o metodă retrospectivă prin care se analizează datele istorice pentru estimarea parametrilor stocului în vederea determinării strategiei optime de pescuit, care, pe termen lung, dă cea mai mare producție a stocului.

4.10. Starea exploataării stocurilor de pești

Randamentul relativ per recrut (Y'/R) și biomasa relativă per recrut (B'/R)

Pentru stabilirea stării de exploatare a stocurilor, în această lucrare, s-a folosit modelul randamentului relativ per recrut (Y'/R) și al biomasei relative per recrut (B'/R) pe structura de lungimi, pentru patru specii de ciprinide (crap, plătică, caras, mreană), prin transformarea vârstelor în lungimi. Calculele s-au efectuat cu ajutorul pachetului FiSAT II, aplicația încorporată "*Relative Y'/R and B'/R* ", analiză care folosește selecția pe muchie de cuțit ("*knife-edge*").

Prin variația lui L_c și a lui F , programul FiSAT II poate construi graficul curbei capturilor pe recrut, sau al "izopletelor", reprezentate de un număr infinit de puncte de aceeași valoare

Y'/R , respectiv B'/R ; pe grafic se trasează linia orizontală pe care se află prezenta exploatare, în funcție de mărimea actuală a raportului L_c/L_∞ și valoarea E . În urma analizei, limita maximă admisibilă de exploatare (E_{max}), corespunde cu producția maximă pe recrut. De asemenea, se estimează rata de exploatare, $E_{0,1}$, ca fiind rata de exploatare optimă (deci mărimea ideală a nivelului de exploatare a unui stoc, egal cu 10 %). Rata de exploatare în care stocul se reduce la 50% din biomasa neexploată (B'/R) este $E_{0,5}$.

4.11. Producția și predicția stocului

Modelul predictiv bazat pe lungimi (Thompson-Bell)

Primul model de prognoză a fost dezvoltat de către Thompson și Bell (1934), în vederea formării unei legături directe între evaluarea stocurilor de pești și managementul resurselor pescărești. În FiSAT II, acest model combină caracteristicile modelului Beverton-Holt (Y'/R și B'/R) cu cele ale analizei populației virtuale (VPA) (Sparre P., Willmann R., 1993). Modelul poate fi folosit pentru a analiza, fie o singură specie, exploatăată de o singură unitate de pescuit, sau mai multe specii, exploătate de mai multe unități de pescuit.

Estimarea producției maxime sustenabile (MSY)

Valoarea producției maxime sustenabile (durabile) (MSY) este obținută prin simulare, inserând variația valorii L_c (lungimea la prima captură) și E (rata de exploatare). Producția maximă sustenabilă (MSY) a fost estimată și cu ajutorul formulei Cadima (Trodec J.P., 1977).

Prelucrarea statistică a datelor obținute în perioada de studiu s-a realizat computerizat cu ajutorul programului *Microsoft Office Excell 2010*, din cadrul căruia s-au utilizat următoarele teste statistice: Descriptive Statistics, prin care s-au determinat mediana, eroarea standard, abaterea standard, nivelul de confidență (95%); Regression Statistics, pentru estimarea indicelui de corelație a și coeficientului de regresie b din relația lungime-masă corporală.

S-a folosit software-ul *WinStat* în vederea obținerii histogramelor cu frecvențele pe lungimi și greutatea a exemplarelor de ciprinide dominante în capturi. Pentru reprezentarea grafică a speciilor în funcție de abundență, pe ranguri și stabilirea similarității dintre biocenozele piscicole, s-a folosit software-ul statistic pentru ecologie - *BioDiversity Pro Professional*, proiectat și dezvoltat de Neil McAleece (1997).

Pentru a estima parametrii de creștere, ratele de exploatare și analiza exploatării populațiilor de pești din Dunărea predeltaică, precum și mărimea stocului, s-a utilizat programul *FiSAT II, Version 1.2.2*. Din cadrul programului, prin introducerea frecvențelor pe lungimi, pe cei trei ani de cercetări, s-au aplicat: *Modelul ELEFAN I*, pentru determinarea lungimii asimptotice (L_∞); *Indicele performanței de creștere* (phi-prim) Φ' ; *Ecuția empirică Pauly*, pentru estimarea valorii mortalității naturale (M); *Curba capturii liniarizate*, pentru estimarea mortalității totale (Z), rata de exploatare (E) și probabilitatea în capturi; *Analiza Populației Virtuale* (VPA), pentru analiza cohortelor bazate pe frecvențele de lungimi (Length-structured VPA); *Randamentul și biomasa relativă per recrut* (Y'/R , B'/R), pentru reprezentarea curbelor de izoproducție pe recrut; Modelul predictiv Thompson-Bell, pentru prognoza (MSY).

Capitolul 5

INFLUENȚA FACTORILOR DE MEDIU ASUPRA STRUCTURII CALITATIVE ȘI CANTITATIVE A IHTIOFAUNEI DIN DUNĂREA PREDELTAICĂ

5.1. Introducere

Un ecosistem acvatic se caracterizează printr-un ansamblu de factori ecologici, biotici și abiotici. Factorii abiotici sunt reprezentați de caracteristicile fizico-chimice ale apei (temperatura, turbiditatea, pH-ul, oxigenul dizolvat, duritatea, nutrienții etc.) și hidrologice (viteza apei, nivelul, debitul). Factorii biotici sunt constituiți din ansamblul interacțiunilor dintre indivizii aceleiași specii sau de la specii diferite (fitoplanctonul, zooplanctonul, zoobentosul, ihtiofauna etc.) (Gergely I. *et al.*, 2011; Gutierrez E.J.C. *et al.*, 2008; Tenciu M., *et al.*, 2003).

Scopul cercetărilor, ce vor fi prezentate în acest capitol, este de a aprecia influența factorilor de mediu asupra structurii calitative și cantitative a populațiilor piscicole din Dunărea predeltaică, în perioada 2010-2012.

5.2. Material și metode

Zona de pescuit

Cercetările s-au efectuat pe un sector de 22 km din Dunărea predeltaică, cuprins între Gura Siretului (km 155) și Gura Prutului (Mm 72,5). Pe acest sector sunt analizate datele de captură înregistrate în patru toane (zone) de pescuit: Galați (km 150-151), Condrea (Mm 77-78), Mureșanu (Mm 76-77) și Plopi (Mm 74-74,5).

Factorii de mediu

Pentru caracterizarea influenței factorilor de mediu abiotici asupra capturilor de pește s-au determinat următorii parametri fizico-chimici și hidrologici: temperatura apei, turbiditatea, pH-ul apei, indicele de permanganat, conductivitatea, clorurile, ionul amoniu, azotații, azoțiții, nivelul și debitul apei. Principalii factori biotici au fost analizați în laboratoarele de specialitate ale Departamentului de Acvacultură. Structura calitativă a fitoplanctonului, zooplanctonului și zoobentosului a fost determinată prin prelucrarea datelor obținute la prelevările lunare din zona Galați. Compoziția calitativă și cantitativă a ihtiofaunei s-a determinat prin analiza datelor de captură, rezultate la pescuitul din lunile aprilie-decembrie.

Materiale și unelte de pescuit

Activitatea de pescuit de cercetare, s-a realizat cu unelte filtrante de tip setcă (plase cu sirec). În funcție de sezon, de condițiile hidrografice ale zonei de pescuit și de grupul de specii urmărit, caracteristicile constructive ale uneltei au variat (detalii în cap.4).

5.3. Rezultate și discuții

5.3.1. Analiza factorilor abiotici

Regimul termic al apei fluviului este strict influențat de temperatura aerului, variază odată cu aceasta imprimând temperaturii apei același ritm de creștere sau descreștere. Astfel,

În perioada 2010-2012, temperatura medie a apei, în sezonul de primăvară, a variat în intervalul 4,0 - 17,4°C, vara între 20,2 - 26,3°C, toamna între 10,8 - 23,8°C iar iarna între 0,6 - 6,6°C (figura 5.1). În zona Galați, din lunile aprilie-mai și până în octombrie-noiembrie, temperatura apei Dunării variază în limitele 15 - 25°C, optime pentru creșterea ciprinidelor.

În perioada analizată, turbiditatea medie a apei, în sezonul de primăvară, a variat în intervalul 19,3 - 59,1 unități nefelometrice de turbiditate (UNT), vara a variat între 15,3 - 56,4 UNT, toamna între 12,9 - 35,0 UNT, iar iarna între 12,2 - 74,1 UNT (1 UNT = 0,13 mg SiO₂) (figura 5.2). Maxima absolută anuală a ajuns însă și la 350 UNT, valoare foarte mare, dacă ținem cont că legislația în vigoare prevede valori de 1 - 5 UNT pentru apa potabilă, destinată consumului uman și de 50 UNT pentru viața organismelor acvatice. Valorile medii, în toate cele patru anotimpuri, sunt acceptabile pentru viața acvatică.

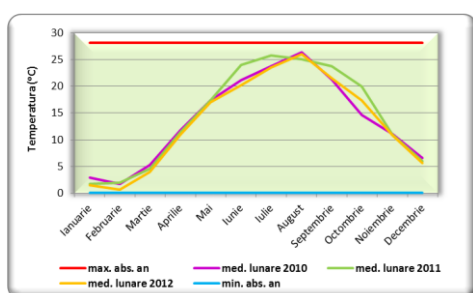


Figura 5.1. Variația temperaturii apei

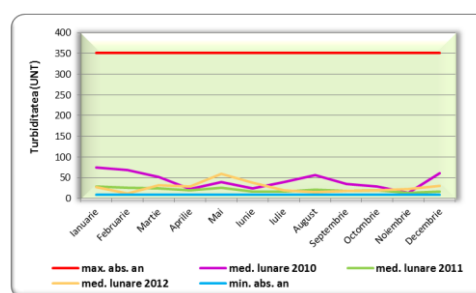


Figura 5.2. Variația turbidității apei

Aciditatea medie a apei (pH-ul), în toate sezoanele, a oscilat în intervalul 7,7 - 8,1 unități, valori ce încadrează apa fluviului în categoria apelor neutre-slab alcaline, normale pentru apele piscicole (figura 5.3).

Oxidabilitatea medie a apei (indicele de permanganat/CCO-Mn), în sezonul de primăvară, a variat în intervalul 3,19 - 3,84 mgO₂/l, vara a variat între 2,85 - 4,52 mgO₂/l, toamna între 2,63 - 3,60 mgO₂/l și iarna între 2,75 - 4,35 mgO₂/l. Cele mai ridicate valori au fost în anul 2010 (figura 5.4). De menționat ca standardul în vigoare, stabilește limita de 10 mgO₂/l pentru apele din clasa a II-a de calitate.

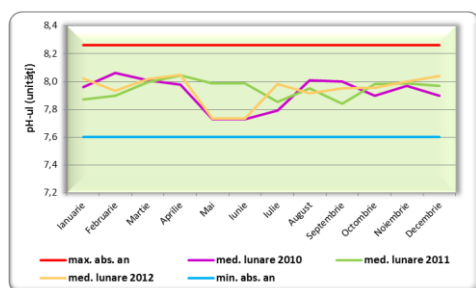


Figura 5.3. Variația pH-ului apei

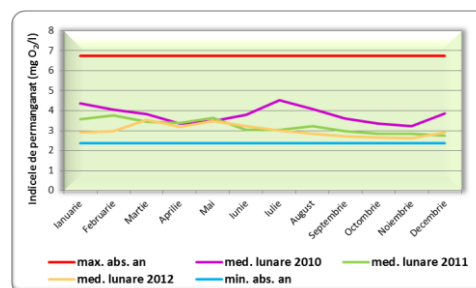


Figura 5.4. Variația indicelui de permanganat

Conductivitatea medie a apei fluviului, în sezonul de primăvară, a variat în intervalul 373 - 564 μS/cm², vara a variat între 336 - 436 μS/cm², toamna între 358 - 480 μS/cm² și iarna între 403 - 503 μS/cm² (figura 5.5).

În ceea ce privește valorile medii ale clorurilor din apă, în sezonul de primăvară, acestea au variat în intervalul 22,39 - 31,58 mg/l, vara între 18,13 - 26,89 mg/l, toamna între 20,63 -

25,28 mg/l și iarna între 18,71 - 29,09 mg/l (figura 5.6). Cu foarte mici excepții, în anul 2011, valorile de mai sus se încadrează în standardele de calitate pentru apele de suprafață.

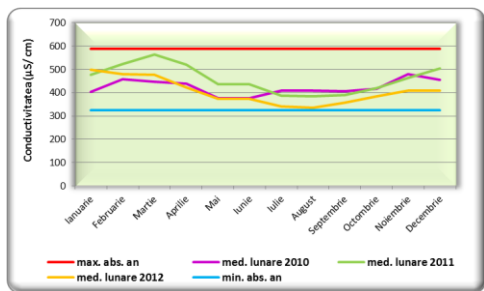


Figura 5.5. Variația conductivității apei

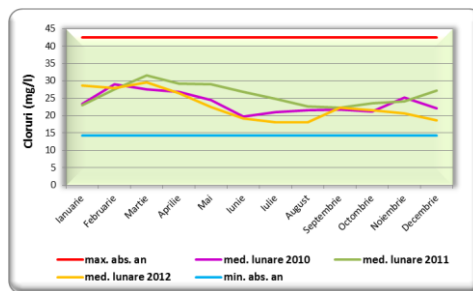


Figura 5.6. Variația clorurilor din apă

Dintre compușii azotului, doar ionul amoniu (azotul amoniacal total/ $N-NH_4^+$) a oscilat în limitele normale prevăzute de standarde (max. 0,8 mg/l). Pe sezoane, valorile medii au variat astfel: primăvara, în intervalul 0,095 - 0,176 mg/l, vara între 0,085 - 0,20 mg/l, toamna între 0,080 - 0,17 mg/l și iarna între 0,138 - 0,258 mg/l (figura 5.7).

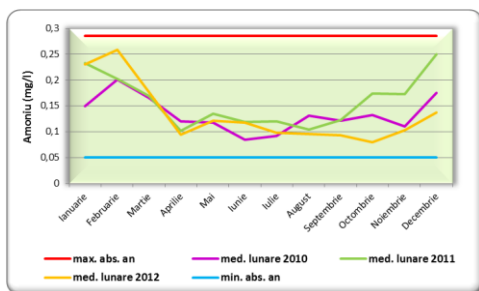


Figura 5.7. Variația amoniului din apă

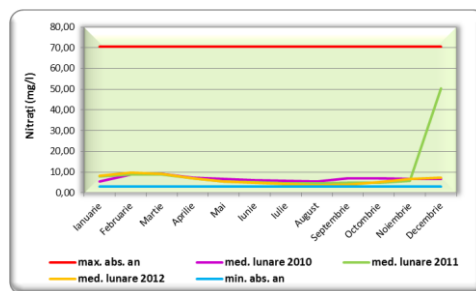


Figura 5.8. Variația nitraților din apă

Azotații contribuie în mod direct la dezvoltarea normală a hranei naturale din bazinele acvatice; indirect influențează dezvoltarea ihtiofaunei. Azotații ($N-NO_3^-$), au depășit valorile medii normale pentru viața peștilor (3 mg/l) în toate sezoanele: primăvara, au variat în intervalul 5,5 - 8,98 mg/l, vara între 3,52 - 6,088 mg/l, toamna între 3,78 - 6,928 mg/l și iarna între 5,2 - 9,76 mg/l (figura 5.8).

La fel, azoții ($N-NO_2^-$), au depășit valorile medii normale (0,03 mg/l) în toate sezoanele: primăvara, au variat în intervalul 0,065 - 0,114 mg/l, vara între 0,065 - 0,13 mg/l, toamna între 0,059 - 0,11 mg/l și iarna între 0,069 - 0,151 mg/l (figura 5.9). Valorile cele mai mari au fost la sfârșitul anului 2010, peste 0,15 mg/l. Însă, variațiile sezoniere păstrează aceeași dinamică; mai ridicate vara și iarna și mai scăzute primăvara și toamna.

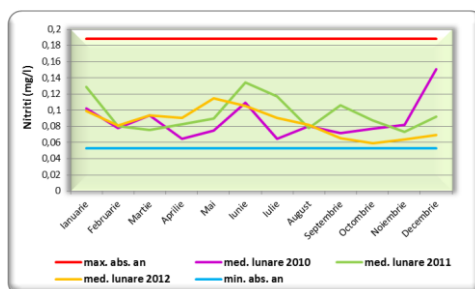


Figura 5.9. Variația nitriților din apă în anii 2010 - 2012 (stația Galați)

Nivelul Dunării, măsurat în stația Galați, a oscilat astfel: primăvara, în intervalul 219 - 541 cm, vara între 136 - 591 cm, toamna între 90 - 326 cm, iarna între 78 - 491 cm (figura 5.10). Se remarcă nivelele mai mari din anul 2010, în toate anotimpurile. Tendința generală este aceeași; nivele mai ridicate primăvara, vara și iarna, nivele mai scăzute toamna.

Debitul Dunării a variat astfel: primăvara, în intervalul 3907-9001 m³/s, vara 2911-11910 m³/s, toamna între 2369 - 5761 m³/s, iarna între 2855 - 9615 m³/s (figura 5.11). Tendința este aceeași ca în cazul variației nivelului apei; debite mai ridicate primăvara, vara și iarna, debite mai scăzute toamna. Debitele din anul 2010 au fost mult mai mari decât în anii 2011 - 2012.

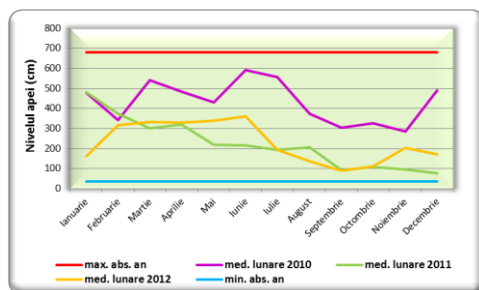


Figura 5.10. Variația nivelului fluviului Dunărea

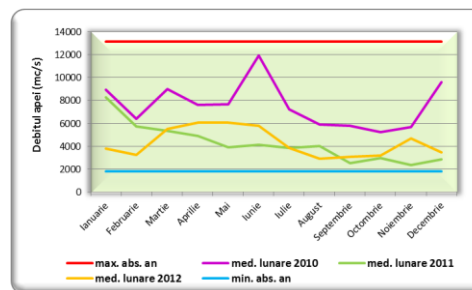


Figura 5.11. Variația debitului (PF II defluent)

5.3.2. Analiza factorilor biotici

În structura calitativă a fitoplanctonului din fluviu, s-au identificat 38 de specii din familiile *Cyanophyceae* (alge albastre), *Bacillariophyceae* (diatomee), *Chlorophyceae* (alge verzi), *Euglenophyceae* (flagelate) și *Cryptophyceae*. Frecvența lor variază de la foarte mare la exemplare izolate. Din punct de vedere calitativ, în structura zooplanctonului s-au evidențiat 17 specii ce aparțin la trei grupe sistematice (clase): *Rotatoria*, *Copepoda* și *Cladocera*. Frecvența lor variază de la foarte mare la exemplare izolate, cele mai multe se găsesc tot în sezonul cald.

Distribuirea organismelor bentonice este în strânsă dependență cu tipul de substrat. Structura calitativă a zoobentosului evidențiază prezența a 10 specii ce aparțin la patru grupe sistematice (clase): *Bivalva*, *Gasteropoda*, *Insecta*, *Vermes*.

Structura calitativă și cantitativă a capturilor

În anul 2010, prin pescuit științific, s-a recoltat o cantitate de 12064,23 kg pește, respectiv 14692 exemplare, grupate în 6 familii și 29 specii. Dintre acestea, cea mai bine reprezentată a fost familia *Cyprinidae*, cu 16 specii (55,17 %). Alte familii au avut următoarele ponderi: *Percidae* (17,24 %) cu 5 specii, *Acipenseridae* (13,79 %) cu 4 specii, *Clupeidae* (6,9 %) cu 2 specii și familiile *Siluridae* și *Esocidae* (3,45 %), cu câte o singură specie.

În anul 2011, s-a recoltat o cantitate de 6027 kg pește, respectiv 4805 exemplare, grupate în 6 familii și 23 specii. Tot familia *Cyprinidae* a fost dominantă, cu 14 specii (60,87 %). Alte familii au avut următoarele ponderi: *Acipenseridae* și *Percidae* (13,04 %) cu câte trei specii fiecare, *Clupeidae*, *Siluridae* și *Esocidae* (4,35 %), cu câte o singură specie.

În anul 2012, s-au recoltat 4910 kg pește, respectiv 7121 exemplare din 31 specii și 7 familii. Dintre acestea, familia *Cyprinidae* a fost dominantă, cu 17 specii și o pondere în capturi de 54,84 %. Alte familii au avut următoarele ponderi: *Percidae* (16,13 %) cu 5 specii, *Acipenseridae* (12,90 %) cu 4 specii, *Clupeidae* (6,45 %) cu 2 specii și familiile *Siluridae*, *Esocidae*,

Salmonidae (3,23 %), cu câte o singură specie. În figura 5.12 este prezentată structura ihtiofaunei, pe familii și număr de specii (tabelele 5.1, 5.2, 5.3).

În anul 2010, numărul total de exemplare, pe familii, a variat astfel: *Clupeidae* cu 8665 exemplare (58,98 %), *Cyprinidae* cu 5045 exemplare (34,34 %), *Acipenseridae* cu 379 exemplare (2,58 %), *Siluridae* cu 375 exemplare (2,55 %), *Percidae* cu 221 exemplare (1,50 %) și *Esocidae* cu 7 exemplare (0,05%). În anul 2011, numărul total de exemplare, a oscilat astfel: *Cyprinidae* cu 2281 exemplare capturate (47,47 %), *Clupeidae* cu 2035 exemplare (42,35 %), *Acipenseridae* cu 205 exemplare (4,27 %), *Siluridae* cu 186 exemplare (3,87 %), *Percidae* cu 86 exemplare (1,79 %) și *Esocidae* cu doar 12 exemplare (0,25%). În anul 2012, efectivul numeric, a variat astfel: *Cyprinidae* cu 3337 exemplare (46,99 %), *Clupeidae* cu 3249 exemplare (45,75 %), *Acipenseridae* cu 178 exemplare (2,51 %), *Siluridae* cu 163 exemplare (2,30 %), *Percidae* cu 158 exemplare (2,23 %), *Esocidae* cu 12 exemplare (0,21%) și *Salmonidae* cu un singur exemplar (0,01%)

În ceea ce privește structura cantitativă, exprimată în biomasa totală, în anul 2010, situația pe familii se prezintă astfel: cantitățile cele mai mari pescuite aparțin familiei *Cyprinidae* cu o biomasă totală de 7222,92 kg (59,87 %), urmată de familia *Clupeidae* cu 2259,05 kg (18,73 %), *Siluridae* cu 1568,99 (13,01 %), *Acipenseridae* cu 642,68 kg (5,33 %), *Percidae* cu 363,09 kg (3,01 %) și *Esocidae* cu doar 7,50 kg (0,06 %). Cea mai mare captură a fost de 8217,62 kg (68,12 %), în sezonul de primăvară (martie-mai), urmată de sezonul de toamnă (septembrie-noiembrie), cu 1437,56 kg (11,92 %) (figura 5.13, tabelul 5.4).

În anul 2011, compoziția cantitativă, pe familii, a fost următoarea: cantitățile cele mai mari pescuite aparțin tot familiei *Cyprinidae* cu o biomasă totală de 3465,35 kg (57,49 %), *Clupeidae* cu 1502 kg (24,92 %), *Acipenseridae* cu 323,6 kg (5,37 %), *Percidae* cu 186,8 kg (3,1 %) și *Esocidae* cu 13 kg (0,22 %). Pe sezoane, cea mai mare captură a fost în primăvară (aprilie-mai), de 2728,5 kg (45,29 %), urmată de sezonul de toamnă (septembrie-noiembrie), cu 560,45 kg (9,29 %) (tabelul 5.5).

În anul 2012, compoziția cantitativă, pe familii, a fost următoarea: ca și în anii precedenți, cele mai mari cantități au fost date de specii din familia *Cyprinidae* cu o biomasă totală de 2822,95 kg (57,49 %), *Siluridae* cu 838,12 kg (17,06 %), *Clupeidae* cu 800,49 kg (16,30 %), *Acipenseridae* cu 246,49 kg (5,02 %), *Percidae* cu 183,29 kg (3,73 %), *Esocidae* cu 18,90 kg (0,38 %) și *Salmonidae* cu doar 0,08 kg (0,01 %). Cea mai mare captură a fost de 2977,93 kg (60,65 %), în timpul sezonului de primăvară (aprilie-mai), urmată de sezonul de toamnă (septembrie-noiembrie), cu 992,39 kg (20,21 %) (figura 5.13, tabelul 5.6).

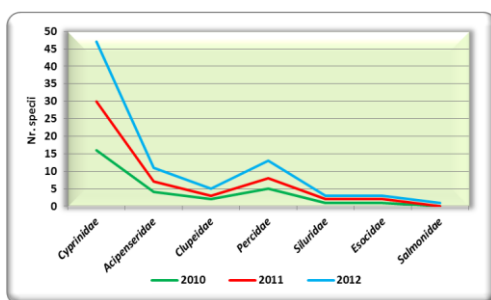


Figura 5.12. Structura ihtiofaunei pe familii și număr de specii (2010 - 2012)

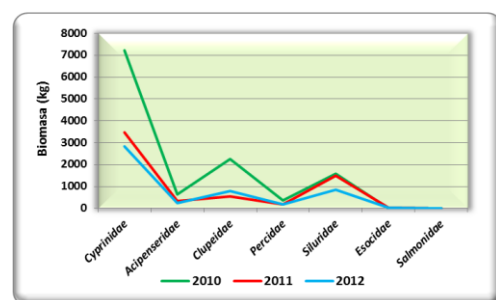


Figura 5.13. Structura cantitativă a ihtiofaunei (2010 - 2012)

Tabelul 5.1. Structura calitativă și cantitativă a ihtiiofaunei în anul 2010, în Dunărea predeltaică (pe specii și număr de exemplare)

Nr. crt.	Specia	Număr indivizi										Total
		Mar	Apr	Mai	Iun	Iul	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	
CYPRINIDAE												
1	Avat	0	72	38	19	11	23	23	64	28	10	288
2	Batcă	0	33	9	8	3	3	0	0	0	0	56
3	Caras	15	148	278	91	58	74	17	34	7	1	723
4	Cosac bot	0	29	26	23	35	28	8	0	13	6	168
5	Cosaș	0	0	1	0	0	0	3	0	0	0	4
6	Crap	149	341	340	111	33	26	31	24	15	11	1081
7	Morunaș	1	14	9	27	21	18	24	57	19	4	194
8	Mreană	8	123	146	62	51	39	46	76	24	9	584
9	Novac	0	23	18	18	7	8	6	10	8	3	101
10	Plătică	10	103	219	327	167	154	124	152	69	19	1344
11	Sabiță	44	166	65	50	8	0	0	0	0	0	333
12	Sânger	0	14	11	2	1	0	7	7	2	2	46
13	Scobar	0	1	0	0	5	5	2	0	0	0	13
14	Vaduviță	0	6	15	3	5	8	15	4	0	0	56
15	Rosioara	0	0	0	24	0	1	0	4	0	0	29
16	Babuscă	0	2	20	0	0	3	0	0	0	0	25
	TOTAL	227	1075	1195	765	405	390	306	432	185	65	5045
ACIPENSERIDAE												
17	Cegă	10	60	32	9	17	12	17	29	6	9	201
18	Morun	0	3	0	27	2	1	2	5	0	0	40
19	Păstrugă	4	48	32	6	14	0	2	6	2	1	115
20	Nisetru	5	6	4	4	0	1	1	1	1	0	23
	TOTAL	19	117	68	46	33	14	22	41	9	10	379
CLUPEIDAE												
21	Scrumbie	304	4360	1841	474	40	0	0	0	0	0	7019
22	Rizeafcă	3	1447	35	96	65	0	0	0	0	0	1646
	TOTAL	307	5807	1876	570	105	0	0	0	0	0	8665
PERCIDAE												
23	Fusar	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
24	Pietrar	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
25	Biban	0	0	0	21	0	0	0	0	0	0	21
26	Răspăr	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
27	Șalău	0	39	18	9	13	26	15	37	21	19	197
	TOTAL	0	39	18	31	14	26	15	37	22	19	221
SILURIDAE												
28	Somn	4	78	109	36	30	43	20	23	19	13	375
	TOTAL	4	78	109	36	30	43	20	23	19	13	375
ESOCIDAE												
29	Știucă	0	0	0	3	0	4	0	0	0	0	7
	TOTAL	0	0	0	3	0	4	0	0	0	0	7
TOTAL GENERAL		557	7116	3266	1451	587	477	363	533	235	107	14692

Tabelul 5.2. Structura calitativă și cantitativă a ihtiofaunei în anul 2011, în Dunărea predeltaică (pe specii și număr de exemplare)

Nr. crt.	Specia	Apr	Mai	Iun	Iul	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	Total
		Număr indivizi									
CYPRINIDAE											
1	Avat	6	39	13	8	34	12	1	0	7	120
2	Batcă	3	8	0	7	10	9	8	0	6	51
3	Caras	1	108	34	43	10	21	0	2	2	221
4	Cosac cu bot	46	16	23	19	20	23	19	15	18	199
5	Cosaș	0	8	0	0	0	0	0	0	0	8
6	Crap	10	137	305	29	19	14	10	0	0	524
7	Morunaș	17	18	7	13	34	28	15	14	10	156
8	Mreană	34	87	85	16	31	39	30	11	8	341
9	Novac	0	22	8	4	3	0	0	0	1	38
10	Plătică	10	125	119	123	57	55	36	14	20	559
11	Sabiță	9	4	0	0	6	5	0	0	0	24
12	Sânger	6	5	12	4	2	1	2	0	0	32
13	Scobar	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
14	Văduviță	1	0	0	3	1	1	0	0	0	6
	TOTAL	145	577	606	269	227	208	121	56	72	2281
ACIPENSERIDAE											
15	Cegă	7	54	42	9	11	17	9	0	0	149
16	Morun	0	0	17	0	0	0	0	0	0	17
17	Păstrugă	0	32	7	0	0	0	0	0	0	39
	TOTAL	7	86	66	9	11	17	9	0	0	205
CLUPEIDAE											
18	Scrumbie	460	876	617	82	0	0	0	0	0	2035
	TOTAL	460	876	617	82	0	0	0	0	0	2035
PERCIDAE											
19	Fusar	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2
20	Pietrar	0	0	0	0	1	0	0	2	0	3
21	Șalău	5	36	13	4	5	9	7	1	1	81
	TOTAL	5	36	13	4	8	9	7	3	1	86
SILURIDAE											
22	Somn	8	18	88	9	27	31	11	0	0	186
	TOTAL	8	18	88	9	27	31	11	0	0	186
ESOCIDAE											
23	Știucă	0	6	0	6	0	0	0	0	0	12
	TOTAL	0	6	0	6	0	0	0	0	0	12
TOTAL GENERAL		619	1599	1390	379	273	265	148	59	73	4805

Tabelul 5.3. Structura calitativă și cantitativă a ihtiofaunei în anul 2012, în Dunărea predeltaică
(pe specii și număr de exemplare)

Nr. crt.	Specia	Apr	Mai	Iun	Iul	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	Total
		Număr indivizi									
CYPRINIDAE											
1	Avat	72	34	10	20	37	9	21	9	2	214
2	Batcă	15	2	4	8	12	0	3	2	0	46
3	Caras	152	63	130	62	65	36	33	57	161	759
4	Cosac b.t.	90	27	21	7	30	47	9	18	0	249
5	Cosaș	1	1	0	0	0	0	0	1	0	3
6	Crap	83	71	50	35	14	23	18	14	15	323
7	Morunaș	41	24	6	6	23	18	39	10	21	188
8	Mreană	39	29	28	20	38	33	31	21	19	258
9	Novac	4	10	3	5	8	4	5	3	6	48
10	Plătică	115	181	76	84	127	76	44	35	123	861
11	Sabiță	131	116	1	0	3	1	0	0	0	252
12	Sânger	11	3	1	4	3	6	3	3	8	42
13	Scobar	2	2	3	0	0	0	0	2	0	9
14	Vaduviță	2	2	11	3	4	3	1	4	0	30
15	Rosioara	3	0	24	10	9	0	0	0	0	46
16	Babuscă	0	0	3	4	0	0	0	0	0	7
17	Obleț mic	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2
	TOTAL	761	565	373	268	373	256	207	179	355	3337
ACIPENSERIDAE											
18	Cegă	39	22	23	5	6	11	3	1	0	110
19	Morun	2	0	21	5	3	0	2	0	0	33
20	Păstrugă	3	9	3	6	3	1	5	0	0	30
21	Nisetru	3	0	2	0	0	0	0	0	0	5
	TOTAL	47	31	49	16	12	12	10	1	0	178
CLUPEIDAE											
22	Scrumbie	1578	1133	417	4	0	0	0	0	0	3132
23	Rizeafcă	92	24	1	0	0	0	0	0	0	117
	TOTAL	1670	1157	418	4	0	0	0	0	0	3249
PERCIDAE											
24	Fusar	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
25	Pietrar	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
26	Biban	0	0	21	0	1	0	0	0	0	22
27	Răspăr	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2
28	Șalău	21	12	10	8	15	30	12	10	34	132
	TOTAL	23	12	32	9	16	30	12	10	34	158
SILURIDAE											
29	Somn	21	36	9	11	12	21	23	12	18	163
	TOTAL	21	36	9	11	12	21	23	12	18	163
ESOCIDAE											
30	Știucă	0	4	6	0	1	3	0	0	1	15
	TOTAL	0	4	6	0	1	3	0	0	1	15
SALMONIDAE											
31	Păstrăv de mare	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
	TOTAL GENERAL	2522	1806	887	308	414	322	252	202	408	7121

Tabelul 5.4. Structura calitativă și cantitativă a ihtiofaunei din Dunărea predeltaică, în anul 2010

Nr. crt.	Specia	Mar	Apr	Mai	Iun	Iul	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	Total
CYPRINIDAE												
1	Avat	0	95,6	83,25	36,00	21,40	31,40	36,60	96,80	44,90	9,22	455,17
2	Batcă	0	5,85	4,93	1,06	0,83	0,36	0	0	0	0	13,03
3	Caras	4,31	48,79	119,80	38,67	22,33	22,71	5,63	5,88	2,65	0,20	270,97
4	Cosac b.t.	0	3,69	10,40	3,40	5,21	3,83	1,30	0	2,36	1,17	31,36
5	Cosaș	0	0	5,00	0	0	0	9,00	0	0	0	14,00
6	Crap	113,7	1445,6	1361,7	446,55	80,45	49,16	87,30	57,30	41,10	38,90	3721,82
7	Morunaș	0,20	7,94	3,78	7,82	14,30	13,16	21,20	33,29	7,52	2,10	111,31
8	Mreană	17,46	330,42	314,65	123,56	81,15	57,68	80,91	139,1	45,49	17,15	1207,61
9	Novac	0	117,20	107,20	75,20	47,80	24,40	12,50	56,75	19,80	8,80	469,65
10	Plătică	1,26	45,69	83,17	126,88	81,59	65,63	72,78	89,70	38,59	4,95	610,24
11	Sabiță	4,74	44,64	12,27	17,40	4,00	0	0	0	0	0	83,05
12	Sânger	0	73,30	46,60	2,59	1,50	0	24,70	15,34	6	4,80	174,83
13	Scobar	0	0,30	0	0	1,44	1,62	0,87	0	0	0	4,23
14	Vaduviță	0	3,40	11,27	2,10	3,10	6,12	6,00	1,80	0	0	33,79
15	Rosioara	0	0	0	7,00	0	0,10	0	0,51	0	0	7,61
16	Babuscă	0	1,00	11,62	0	0	1,63	0	0	0	0	14,25
	TOTAL	141,6	2223,4	2175,6	888,23	365,10	277,8	358,7	496,5	208,4	87,29	7222,92
ACIPENSERIDAE												
17	Cegă	4,81	66,57	33,97	4,36	9,69	7,66	15,62	14,68	3,64	11,44	172,44
18	Morun	0	0,31	0	2,50	0,02	0,01	0,11	0,43	0	0	3,38
19	Păstrugă	17,00	223,80	158,50	30,00	0,19	0	4,40	4,70	1,44	4	444,03
20	Nisetru	2,05	6,30	10,63	1,60	0	0,74	0,38	0,38	0,74	0	22,82
	TOTAL	23,86	296,98	203,10	38,46	9,90	8,41	20,51	20,19	5,82	15,44	642,67
CLUPEIDAE												
21	Scrumbie	81,38	1351,6	493,31	127,49	17,10	0	0	0	0	0	2070,92
22	Rizeafcă	0,24	165,89	3,80	10,97	7,23	0	0	0	0	0	188,13
	TOTAL	81,62	1517,5	497,11	138,46	24,33	0	0	0	0	0	2259,05
PERCIDAE												
23	Fusar	0	0	0	0,27	0	0	0	0	0	0	0,27
24	Pietrar	0	0	0	0	0,50	0	0	0	0	0	0,5
25	Biban	0	0	0	0,48	0	0	0	0	0	0	0,48
26	Răspăr	0	0	0	0	0	0	0	0	0,12	0	0,12
27	Șalău	0	92,29	46,03	14,60	22,87	34,55	19,60	62,40	38,66	30,72	361,72
	TOTAL	0	92,29	46,03	15,35	23,37	34,55	19,60	62,40	38,78	30,72	363,09
SILURIDAE												
28	Somn	14,50	449,91	453,90	206,80	97,15	71,88	67,80	80,85	57,90	68,30	1568,99
	TOTAL	14,50	449,91	453,90	206,80	97,15	71,88	67,80	80,85	57,90	68,30	1568,99
ESOCIDAE												
29	Știuca	0	0	0	5,50	0	2,00	0	0	0	0	7,5
	TOTAL	0	0	0	5,50	0	2,00	0	0	0	0	7,5
TOTAL GENERAL		261,6	4580,1	3375,7	1292,8	519,85	394,6	466,7	659,9	310,9	201,7	12064,2

Tabelul 5.5. Structura calitativă și cantitativă a ihtiofaunei din Dunărea predeltaică, în anul 2011

Nr. crt.	Specia	Apr	Mai	Iun	Iul	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	Total
CYPRINIDAE											
1	Avat	7,4	52,4	22,5	8	33,1	10,3	2	0	7	142,7
2	Batcă	0,6	1,4	0	1,6	3,8	3,15	4,4	0	2,1	17,05
3	Caras	0,5	28,3	16	20	3,5	5,7	0	0,7	0,4	75,1
4	Cosac b.t.	10,1	3,7	5,9	5,5	6,5	6,5	5,3	4,4	6,5	54,4
5	Cosaș	0	40	0	0	0	0	0	0	0	40
6	Crap	52,1	633,8	1247,2	27,9	59,4	21,3	52,2	0	0	2093,9
7	Morunaș	4,4	4,7	1,6	3,5	17,7	15,9	10,5	8,6	4,9	71,8
8	Mreană	28,3	213,6	163,6	15,5	38,4	58,8	48,4	13,3	4,6	584,5
9	Novac	0	93,1	30,8	7,5	6	0	0	0	0,5	137,9
10	Plătică	2,3	44,7	57,5	25,8	25	17,8	22,1	10,3	9,6	215,1
11	Sabiță	1,6	1,2	0	0	1,2	1,2	0	0	0	5,2
12	Sânger	1,3	16,4	2,6	2,2	0,6	0,3	1,6	0	0	25
13	Scobar	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0,4
14	Vaduviță	0,3	0	0	1,1	0,4	0,5	0	0	0	2,3
	TOTAL	109,3	1133,3	1547,7	118,6	195,6	141,4	146,5	37,3	35,6	3465,35
ACIPENSERIDAE											
15	Cegă	3,5	80,3	34,5	4,2	3,8	11,4	6,9	0	0	144,6
16	Morun	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0,6
17	Păstrugă	0	158,7	19,7	0	0	0	0	0	0	178,4
	TOTAL	3,5	239	54,8	4,2	3,8	11,4	6,9	0	0	323,6
CLUPEIDAE											
18	Scrumbie	110,4	236,9	170,9	18,4	0	0	0	0	0	536,6
	TOTAL	110,4	236,9	170,9	18,4	0	0	0	0	0	536,6
PERCIDAE											
19	Fusar	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0,5
20	Pietrar	0	0	0	0	0,2	0	0	0,6	0	0,8
21	Șalău	3,1	101,2	36	1,4	8	10,4	23,2	1,9	0,3	185,5
	TOTAL	3,1	101,2	36	1,4	8,7	10,4	23,2	2,5	0,3	186,8
SILURIDAE											
22	Somn	4,5	781,8	407,2	17,4	110,3	123,4	57,4	0	0	1502
	TOTAL	4,5	781,8	407,2	17,4	110,3	123,4	57,4	0	0	1502
ESOCIDAE											
23	Știucă	0	6,5	0	6,5	0	0	0	0	0	13
	TOTAL	0	6,5	0	6,5	0	0	0	0	0	13
	TOTAL GENERAL	230,8	2498,7	2216,6	166,5	318,4	286,6	234	39,8	35,9	6027,35

Tabelul 5.6. Structura calitativă și cantitativă a ihtiofaunei din Dunărea predeltaică, în anul 2012

Nr. crt.	Specia	Apr	Mai	Iun	Iul	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	Total
		Biomasa (kg)									
CYPRINIDAE											
1	Avat	50,02	44,26	14,71	25,9	40,5	19,4	37,3	12,25	0,78	245,11
2	Batcă	7,14	0,14	0,23	1,7	1,94	0	0,48	0,6	0	11,15
3	Caras	23,18	19,12	38,92	22,99	17,81	14,27	8,23	13,76	62,59	220,87
4	Cosac b.t.	13,61	4,25	2,4	0,77	4,39	7,16	1,48	3,48	0	37,549
5	Cosaș	5,66	3	0	0	0	0	0	5,4	0	14,06
6	Crap	345,1	252,3	132,8	61,6	29,9	52,85	59,8	37,85	46,3	1018,5
7	Morunaș	11,25	6,38	5,25	3,9	7,59	12,04	19,38	3,96	10,29	80,035
8	Mreană	64,19	51,94	52,6	25,8	59,48	58,9	51,42	31,09	39,3	434,72
9	Novac	29,95	47	14,7	25,95	25	26,1	9,6	19,6	23,2	221,1
10	Plătică	35,88	78,09	36,57	25,54	48,27	31,66	19,3	25,89	47,35	348,56
11	Sabiță	34,26	18,22	0,13	0	0,6	0,2	0	0	0	53,42
12	Sânger	19,94	6,66	0,99	14,69	12,2	19,52	11	10,7	13,5	109,19
13	Scobar	0,84	0,19	0,88	0	0	0	0	0,54	0	2,45
14	Vaduviță	1,17	0,47	6,23	2,1	2,4	2,82	0,7	2,3	0	18,201
15	Rosioara	0,48	0	0,7	0,3	3,4	0	0	0	0	4,88
16	Babuscă	0	0	0,24	1,8	0	0	0	0	0	2,042
17	Obleț mic	0	0	0,012	0	0	0	0	0	0	0,012
TOTAL		642,67	532,05	307,3	213,0	253,4	244,9	218,6	167,41	243,31	2821,8
ACIPENSERIDAE											
18	Cegă	25,14	22,8	19,26	3,7	2	5,91	3,42	1,5	0	83,733
19	Morun	0,101	0	1,22	0,19	0,18	0	81,3	0	0	1,691
20	Păstrugă	11,5	39,18	6,55	6,29	7,4	4,8	0,96	0	0	76,675
21	Nisetru	2,1	0	1	0	0	0	0	0	0	3,1
TOTAL		38,841	61,98	28,03	10,17	9,58	10,71	85,68	1,5	0	162,739
CLUPEIDAE											
22	Scrumbie	429,61	263,0	94,22	1	0	0	0	0	0	787,851
23	Rizeafcă	10,03	2,56	0,045	0	0	0	0	0	0	12,642
TOTAL		439,64	265,5	94,26	1	0	0	0	0	0	800,493
PERCIDAE											
24	Fusar	0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0,12
25	Pietrar	0	0	0	0,26	0	0	0	0	0	0,26
26	Biban	0	0	0,48	0	0,18	0	0	0	0	0,66
27	Răspăr	0,06	0	0,08	0	0	0	0	0	0	0,14
28	Șalău	40,42	12,89	17,93	12,6	7,48	22,97	19,85	9,7	38,27	141,755
TOTAL		40,6	12,89	18,49	12,86	7,66	22,97	19,85	9,7	38,27	142,935
SILURIDAE											
29	Somn	174,55	254,0	53,9	72,1	37,8	69,45	80,8	58,2	37,25	838,12
TOTAL		174,55	254,0	53,9	72,1	37,8	69,45	80,8	58,2	37,25	838,12
ESOCIDAE											
30	Știucă	0	3,9	9	0	1	2,5	0	0	2,5	18,9
TOTAL		0	3,9	9	0	1	2,5	0	0	2,5	18,9
SALMONIDAE											
31	Păstrăv de mare	0	0,08	0	0	0	0	0	0	0	0,08
TOTAL		0	0,08	0	0	0	0	0	0	0	0,08
TOTAL GENERAL		1336,31	1130,5	511,0	309,1	309,5	350,5	405,0	236,82	321,33	4910,3

În perioada studiată, s-a observat o corelație sezonieră inversă între variația nivelului, respectiv a debitului fluviului și captură (exprimată în biomasa totală). În mod normal, la nivele și debite de apă mai mici, captura este mai mare (figurile 5.14., 5.15, 5.16., 5.17, 5.18, 5.19).

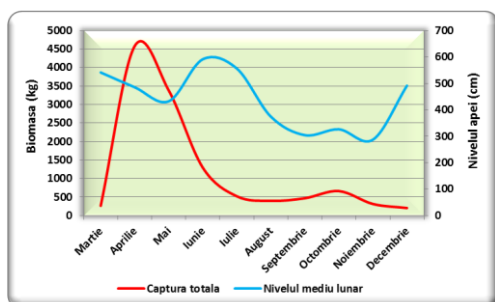


Figura 5.14. Influența nivelului apei asupra capturii în anul 2010

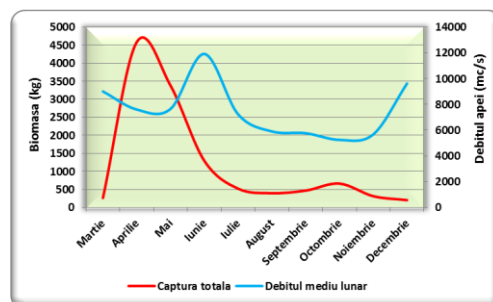


Figura 5.15. Influența debitului apei asupra capturii în anul 2010

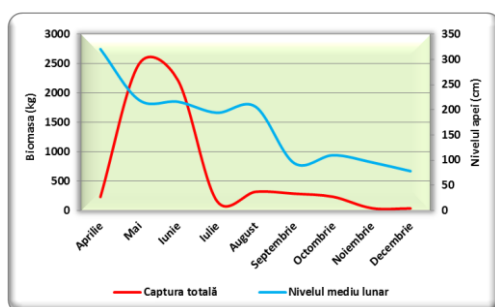


Figura 5.16. Influența nivelului apei asupra capturii în anul 2011

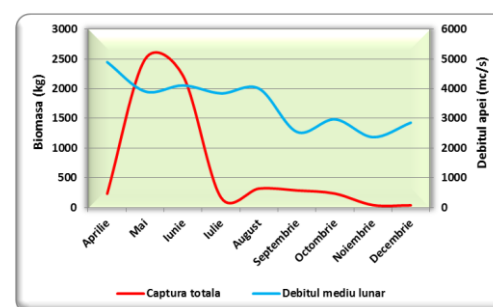


Figura 5.17. Influența debitului apei asupra capturii în anul 2011

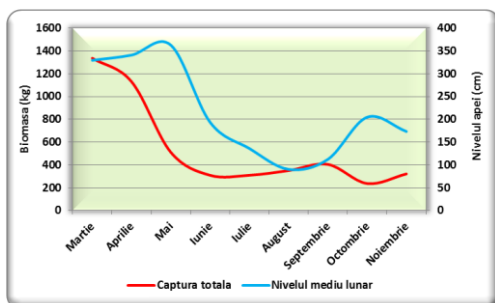


Figura 5.18. Influența nivelului apei asupra capturii în anul 2012

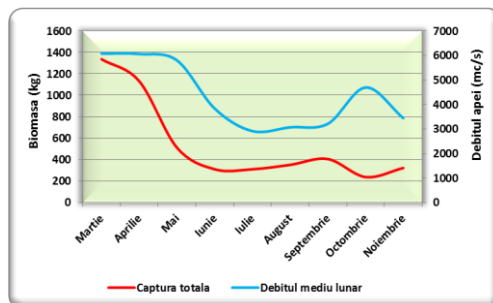


Figura 5.19. Influența debitului apei asupra capturii în anul 2012

Capturi mult mai mari au fost realizate în sezonul de primăvară (aprilie-mai, uneori în iunie). Cantitățile mari de pește pescuit primăvara, comparativ cu celelalte sezoane, se explică prin alocarea unui efort de pescuit mult mai mare, având în vedere faptul că pescuitul științific se exercită și în perioada de prohibiție, când nu apare concurența pescuitului comercial.

5.4. Concluzii

Influența factorilor de mediu, abiotici și biotici, asupra compoziției calitative și cantitative a populațiilor piscicole din Dunărea predeltaică, a fost analizată pe un sector de 22 km, cuprins între Gura Siretului și Gura Prutului. Cu mici excepții, valorile parametrilor fizico-chimici ai apei fluviului s-au situat în limitele optime prevăzute de standardele de calitate. Conform Normativului 161/2006 al Ministerului Mediului privind clasificarea calității apelor de

suprafață în vederea stabilirii stării ecologice, apa Dunării se încadrează în clasa a II-a de calitate (stare ecologică bună pentru viața peștilor).

În perioada 2010-2012, s-au pescuit 13395 exemplare pește, însumând o biomasă de 23001,89 kg. Au fost identificate 31 specii, repartizate în 7 familii. Dominantă a fost familia *Cyprinidae*, reprezentată de 17 specii (*Cyprinus carpio*, *Carassius gibelio*, *Barbus barbus*, *Abramis brama*, *Abramis sapa*, *Blicca bjoerkna*, *Leuciscus idus*, *Vimba vimba*, *Aspius aspius*, *Pelecus cultratus*, *Chondrostoma nasus*, *Ctenopharingodon idella*, *Hypophthalmichthys molitrix*, *Hypophthalmichthys nobilis*, *Scardinius erythrophthalmus*, *Rutilus rutilus*, *Alburnus alburnus*). Celelalte familii au avut următoarea structură: *Clupeidae* cu 2 specii (*Alosa immaculata*, *Alosa tanaica*), *Acipenseridae* cu 4 specii (*Huso huso*, *Acipenser gueldenstaedtii*, *Acipenser stellatus*, *Acipenser ruthenus*), *Percidae* cu 5 specii (*Sander lucioperca*, *Zingel zingel*, *Zingel streber*, *Gymnocephalus schraetzer*, *Perca fluviatilis*), *Siluridae* cu o specie (*Silurus glanis*), *Esocidae* cu o specie (*Esox lucius*) și *Salmonidae* cu o specie (*Salmo labrax*). Capturile din anul 2010 au fost mai mari, comparativ cu anii 2011 și 2012, fiind influențate de calitatea apei și de variația nivelelor și a debitelor Dunării. Peștii pot fi considerați buni bioindicatori întrucât sensibilitatea lor la influența factorilor abiotici diferă de la specie la specie.

Cercetările au demonstrat că structura calitativă și cantitativă a ihtiofaunei, distribuția sezonieră și abundența peștilor, depind de caracteristicile ecosistemului acvatic, a cărui stare este influențată de evoluția proceselor ecologice. Cunoașterea compoziției comunităților piscicole este un aspect ecologic fundamental, ce stă la baza unei solide fundamentări a planurilor de management în vederea exploataării durabile a bioresurselor acvatice.

Capitolul 6

EVALUAREA ECOLOGICĂ A IHTIOCENOZEI DIN DUNĂREA PREDELTAICĂ

6.1. Introducere

Problema păstrării biodiversității este una din cele mai acute în relațiile natură-om. Un bun management al componentelor interactive ale pescăriei (habitatul, biota, factorul antropic) ar trebui să ducă întotdeauna la o exploatare durabilă, în condiții de conservare și protecție a biodiversității. În ultimele decenii, însă, din nefericire, supraexploatarea comunităților piscicole, concomitent cu continua degradare a habitatelor, au dus la declinul și chiar dispariția unor specii de pești. De aceea, în vederea luării unor măsuri de conservare eficiente, este necesară o bună cunoaștere a ecobiologiei speciilor și a interacțiunilor acestora cu mediul lor de viață.

6.2. Material și metode

Zona de pescuit

Cercetările s-au efectuat în perioada 2010-2012, pe un sector de 22 km din Dunărea predeltaică, cuprins între Gura Siretului (km 155) și Gura Prutului (Mm 72,5).

Efortul de pescuit, materiale și unelte de pescuit

Activitatea de pescuit de cercetare s-a realizat cu unelte filtrante de tip setcă și ave. Caracteristicile constructive ale uneltelor de pescuit au diferit în funcție de speciile vizate a fi capturate (detalii în cap.4).

Analiza datelor de captură

Metoda utilizată pentru obținerea datelor de captură a fost eşantionajul randomizat simplu. Exemplele pescuite au fost identificate și separate pe specii; au fost efectuate măsuratori somatice și gravimetrice.

Calculul indicilor ecologici și interpretările statistice

Modificările structurale de la nivelul ihtiocenozelor sunt caracterizate prin utilizarea unor indici ecologici analitici (abundența, dominanța, constanța) și sintetici (indicele de semnificație ecologică), dar și indici de diversitate și echitabilitate.

6.3. Rezultate și discuții

Pe durata a trei ani de zile, s-au capturat 13395 exemplare pești, însumând o biomasă de 23001,89 kg. Au fost identificate 31 specii, repartizate în 7 familii și 6 ordine. Dominantă a fost familia *Cyprinidae*, reprezentată de 17 specii, urmată de familia *Percidae* cu 5 specii, familia *Acipenseridae* cu 4 specii, familia *Clupeidae* cu 2 specii și familiile *Siluridae*, *Esocidae* și *Salmonidae* cu câte o specie (figura 6.1).

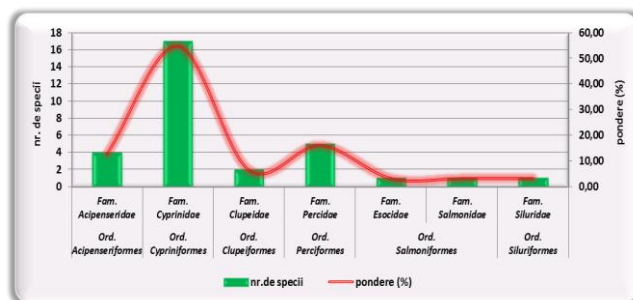


Figura 6.1. Structura calitativă a ihtiofaunei identificate în Dunărea predeltaică (2010 – 2012)

Preferințele peștilor pentru un anumit habitat depind în mare măsură de particularitățile lor ecofiziologice. Din punct de vedere ecologic, după preferința față de curentul apelor, speciile dulcicole sunt incluse în complexul reofil-limnofil, din care fac parte reofilii tipici (mreană, morunaș, avat, cosac cu bot turtit, văduviță, novac, sânger, cosaș, scoabar, somn, cegă, pietrar etc.) și limnofilii tipici (crap, caras, plătică, batcă, babușcă etc.).

Salinitatea apei este un parametru chimic extrem de important care influențează comportamentul peștilor, respectiv migrația unora din Dunăre în Marea Neagră și invers. Sunt specii care suportă variații mari de salinitate (eurihaline), pe care le găsim atât în Dunărea predeltaică dar și la gurile Dunării, în apă salmastră, cum sunt însă și specii care nu suportă variațiile mari și se găsesc doar în apă dulce (stenohaline).

6.3.1. Indicatorii ecologici, analitici și sintetici

În ceea ce privește indicatorii ecologici, analitici și sintetici, valorile calculate pentru perioada 2010 - 2012 sunt prezentate în tabelele 6.1, 6.2, 6.3.

Tabelul 6.1. Valorile indicilor ecologici ai ihtiocenozei din Dunărea predeltaică, în anul 2010

Nr. Crt.	Specia	Abundența (A)		Indici ecologici					
				Dominanța (D)		Constanța (C)		Semnificația ecologică (W)	
		Nr. indivizi	Biomasa (kg)	%	Clasa	%	Clasa	%	Clasa
1.	Avat	288	455,17	1,96	D2	75,00	C3	1,470	W3
2.	Batcă	56	13,03	0,38	D1	41,67	C2	0,159	W2
3.	Caras	723	270,97	4,92	D3	83,33	C4	4,101	W3
4.	Cosac b.t.	168	31,36	1,14	D2	66,67	C3	0,762	W2
5.	Cosaș	4	14,00	0,03	D1	16,67	C1	0,005	W1
6.	Crap	1081	3721,82	7,36	D4	83,33	C4	6,131	W4
7.	Morunaș	194	111,31	1,32	D2	83,33	C4	1,100	W3
8.	Mreană	584	1207,61	3,97	D3	83,33	C4	3,312	W3
9.	Novac	101	469,65	0,69	D1	75,00	C3	0,516	W2
10.	Plătică	1344	610,24	9,15	D4	83,33	C4	7,623	W4
11.	Sabiță	333	83,05	2,27	D3	41,67	C2	0,944	W2
12.	Sânger	46	174,83	0,31	D1	66,67	C3	0,209	W2
13.	Scobar	13	4,23	0,09	D1	33,33	C2	0,029	W1
14.	Vaduviță	56	33,79	0,38	D1	58,33	C3	0,222	W2
15.	Rosioara	29	7,61	0,20	D1	25,00	C1	0,049	W1
16.	Babuscă	25	14,25	0,17	D1	25,00	C1	0,043	W1
17.	Cegă	201	172,44	1,37	D2	83,33	C4	1,140	W3
18.	Morun	40	3,38	0,27	D1	50,00	C2	0,136	W2
19.	Păstrugă	115	444,04	0,78	D1	75,00	C3	0,587	W2
20.	Nisetru	23	22,82	0,16	D1	66,67	C3	0,104	W2
21.	Scrumbie	7019	2070,92	47,7	D5	41,67	C2	19,906	W5
22.	Rizeafcă	1646	188,13	11,2	D5	41,67	C2	4,668	W3
23.	Fusar	1	0,27	0,01	D1	8,33	C1	0,001	W1
24.	Pietrar	1	0,50	0,01	D1	8,33	C1	0,001	W1
25.	Biban	21	0,48	0,14	D1	8,33	C1	0,012	W1
26.	Răspăr	1	0,12	0,01	D1	8,33	C1	0,001	W1
27.	Șalău	197	361,72	1,34	D2	75,00	C3	1,006	W3
28.	Somn	375	1568,99	2,55	D3	83,33	C4	2,127	W3
29.	Știucă	7	7,50	0,05	D1	16,67	C1	0,008	W1

D1 - specii subrecedente (< 1.1%); **D2** - specii recedente (1.2-2%); **D3** - specii subdominante (2.1-5%);

D4 - specii dominante (5.1-10%); **D5** - specii eudominante (>10%);

C1 - specii accidentale (1-25%); **C2** - specii accesorii (25.1-50%);

C3 - specii constante (50.1-75%); **C4** - specii euconstante (75.1-100%);

W1 - specii subrecedente (accidentale) (<0.1%); **W2** - specii recedente (0.1-1%); **W3** - specii subrecedente (accesorii) (1.1-5%); **W4** - specii dominante (5.1-10%); **W5** - specii eudominante (caracteristice) (>10%);

Tabelul 6.2. Valorile indicilor ecologici ai ihtiocenozei din Dunărea predeltaică, în anul 2011

Nr. crt.	Specia	Abundența (A)		Indici ecologici					
				Dominanța (D)		Constanța (C)		Semnificația ecologică (W)	
		Nr. indivizi	Biomasa (kg)	%	Clasa	%	Clasa	%	Clasa
1.	Avat	120	142,7	2,49	D3	66,66	C3	1,66	W3
2.	Batcă	51	17,05	1,06	D1	58,33	C3	0,62	W2
3.	Caras	221	75,1	4,6	D3	66,66	C3	3,06	W3
4.	Cosac bot turtit	199	54,4	4,14	D3	75	C3	3,1	W3
5.	Cosaș	8	40	0,16	D1	8,33	C1	0,014	W1
6.	Crap	524	2093,9	10,9	D5	58,33	C3	6,36	W4
7.	Morunaș	156	71,8	3,25	D3	75	C3	2,43	W3
8.	Mreană	341	584,5	7,09	D4	75	C3	5,32	W4
9.	Novac	38	137,9	0,79	D1	41,66	C2	0,33	W2
10.	Plătică	559	215,1	11,63	D5	75	C3	8,72	W4
11.	Sabiță	24	5,2	0,5	D1	33,33	C2	0,16	W2
12.	Sânger	32	25	0,66	D1	58,33	C3	0,38	W2
13.	Scobar	2	0,4	0,04	D1	8,33	C1	0,0034	W1
14.	Vaduviță	6	2,3	0,12	D1	33,33	C2	0,041	W1
15.	Cegă	149	144,6	3,1	D3	58,33	C3	1,8	W3
16.	Morun	17	0,6	0,35	D1	8,33	C1	0,029	W1
17.	Păstrugă	39	178,4	0,81	D1	16,66	C1	0,13	W2
18.	Scrumbie	2035	536,6	42,35	D5	33,33	C2	14,11	W5
19.	Fusar	2	0,5	0,04	D1	8,33	C1	0,0034	W1
20.	Pietrar	3	0,8	0,062	D1	16,66	C1	0,0104	W1
21.	Șalău	81	185,5	1,68	D2	75	C3	1,26	W3
22.	Somn	186	1502	3,87	D3	58,33	C3	2,26	W3
23.	Știucă	12	13	0,25	D1	16,66	C1	0,041	W1

D1 - specii subrecedente (< 1.1%); **D2** - specii recedente (1.2-2%); **D3** - specii subdominante (2.1-5%);

D4 - specii dominante (5.1-10%); **D5** - specii eudominante (>10%);

C1 - specii accidentale (1-25%); **C2** - specii accesorii (25.1-50%); **C3** - specii constante (50.1-75%);

C4 - specii euconstante (75.1-100%);

W1 - specii subrecedente (accidentale) (<0.1%); **W2** - specii recedente (0.1-1%); **W3** - specii subrecedente (accesorii) (1.1-5%); **W4** - specii dominante (5.1-10%); **W5** - specii eudominante (caracteristice) (>10%);

Tabelul 6.3. Valorile indicilor ecologici ai ihtiocenozei din Dunărea predeltaică, în anul 2012

Nr. crt.	Specia	Abundența (A)		Indici ecologici					
		Nr. indivizi	Biomasa (kg)	Dominanța (D)		Constanța (C)		Semnificația ecologică (W)	
				%	Clasa	%	Clasa	%	Clasa
1.	Avat	214	245,12	3,00	D3	75,00	C3	2,254	W3
2.	Batcă	46	11,15	0,64	D1	58,33	C3	0,377	W2
3.	Caras	759	220,87	10,6	D5	75,00	C3	7,994	W4
4.	Cosac bot turtit	249	37,55	3,49	D3	66,67	C3	2,331	W3
5.	Cosaș	3	14,06	0,04	D1	25,00	C1	0,011	W1
6.	Crap	323	1018,51	4,53	D3	75,00	C3	3,402	W3
7.	Morunaș	188	80,04	2,64	D3	75,00	C3	1,980	W3
8.	Mreană	258	434,72	3,62	D3	75,00	C3	2,717	W3
9.	Novac	48	221,10	0,67	D1	75,00	C3	0,506	W2
10.	Plătică	861	348,56	12,0	D5	75,00	C3	9,068	W4
11.	Sabiță	252	53,42	3,53	D3	41,67	C2	1,475	W3
12.	Sânger	42	109,19	0,59	D1	75,00	C3	0,442	W2
13.	Scobar	9	2,45	0,12	D1	33,33	C2	0,042	W1
14.	Vaduviță	30	18,20	0,42	D1	66,67	C3	0,281	W2
15.	Rosioara	46	4,88	0,64	D1	33,33	C2	0,215	W2
16.	Babuscă	7	2,04	0,09	D1	16,67	C1	0,016	W1
17.	Oblete	2	0,01	0,02	D1	8,33	C1	0,002	W1
18.	Cegă	110	83,73	1,54	D2	66,67	C3	1,030	W2
19.	Morun	33	1,69	0,46	D1	41,67	C2	0,193	W2
20.	Păstrugă	30	76,68	0,42	D1	58,33	C3	0,246	W2
21.	Nisetru	5	3,10	0,07	D1	16,67	C1	0,012	W1
22.	Scrumbie	3132	787,85	43,9	D5	33,33	C2	14,661	W5
23.	Rizeafcă	117	12,64	1,64	D2	25,00	C1	0,411	W2
24.	Fusar	1	0,12	0,01	D1	8,33	C1	0,001	W1
25.	Pietrar	1	0,26	0,01	D1	8,33	C1	0,001	W1
26.	Biban	22	0,66	0,30	D1	16,67	C1	0,051	W1
27.	Răspăr	2	0,14	0,02	D1	16,67	C1	0,005	W1
28.	Șalău	152	141,76	2,13	D3	75,00	C3	1,601	W3
29.	Somn	163	838,12	2,28	D3	75,00	C3	1,717	W3
30.	Știucă	15	18,90	0,21	D1	41,67	C2	0,088	W1
31.	Păstrăv de mare	1	0,08	0,01	D1	8,33	C1	0,001	W1

D1 - specii subrecedente (< 1.1%); **D2** - specii recedente (1.2-2%); **D3** - specii subdominante (2.1-5%);

D4 - specii dominante (5.1-10%); **D5** - specii eudominante (>10%); **C1** - specii accidentale (1-25%);

C2 - specii accesorii (25.1-50%); **C3** - specii constante (50.1-75%); **C4** - specii euconstante (75.1-100%);

W1 - specii subrecedente (accidentale) (<0.1%); **W2** - specii recedente (0.1-1%); **W3** - specii subrecedente (accesorii) (1.1-5%); **W4** - specii dominante (5.1-10%); **W5** - specii eudominante (caracteristice) (>10%).

6.3.1.1. Abundența numerică absolută

În anul 2010, în perioada martie-decembrie, s-au pescuit 14692 exemplare de la 29 specii de pești, repartizate în 6 familii și 6 ordine. Biomasa totală a variat în intervalul 0,12 - 3721,82 kg/specie. Familia cea mai bine reprezentată a fost *Cyprinidae* cu 16 specii. După densitatea

numerică și distribuția spațială a populațiilor de pești, abundența numerică a variat între specii rare, cu numai un singur exemplar (pietrar, fusar și răspăr) și specii foarte abundente (scrumbia de Dunăre, cu 7019 exemplare) (figura 6.2).

În ceea ce privește anul 2011, în perioada aprilie-decembrie s-au capturat 4805 exemplare de pești, cu o biomasă totală de 6027,35 kg, respectiv între 0,4 - 2093,9 kg/specie, aparținând la 23 de specii, grupate în 6 familii și 6 ordine. Cea mai bine reprezentată este familia *Cyprinidae*, cu 14 specii. Abundența numerică a variat între specii rare, cu câte două exemplare (fusar, scobar) și specii foarte abundente (scrumbia de Dunăre, cu 2035 exemplare) (figura 6.3).

În anul 2012, în aceeași perioadă, aprilie-decembrie, s-au capturat 7121 exemplare de pești, cu o biomasă totală de 4910,34 kg, aparținând la 31 specii, grupate în 7 familii și 6 ordine. Cea mai bine reprezentată a fost tot familia *Cyprinidae*, cu 17 specii. Abundența numerică a variat între specii rare, cu un singur exemplare (pietrar, fusar, păstrăv de mare) și specii foarte abundente (scrumbia de Dunăre, cu 3132 exemplare) (figura 6.4).

S-a confirmat faptul că, pentru ecosistemele naturale, într-o biocenoză există mai puține specii foarte abundente și abundente decât specii rare (Gomoiu T.M., 2001).

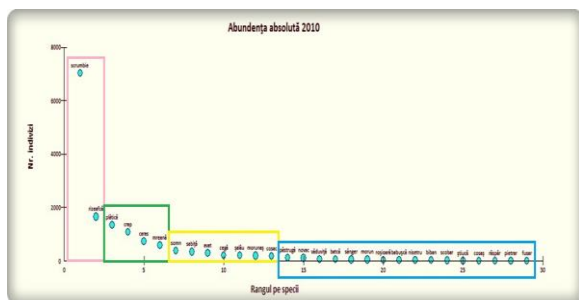


Figura 6.2. Abundența numerică absolută, în 2010

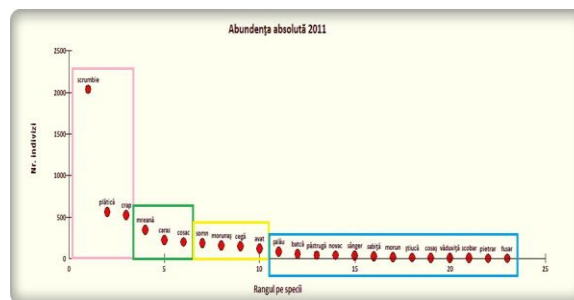


Figura 6.3. Abundența numerică absolută, în 2011

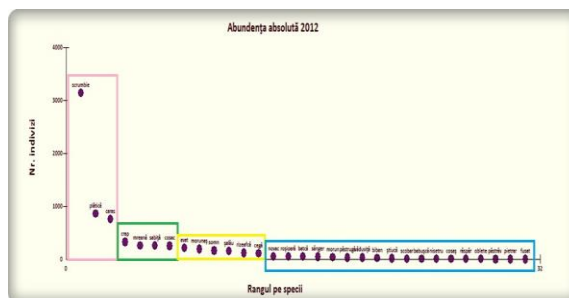


Figura 6.4. Abundența numerică absolută, în anul 2012

6.3.1.2. Dominanța

Cele 29 specii pescuite în anul 2010, au o contribuție diferită la productivitatea ecosistemului. Scrumbia de Dunăre (47,77 %) și rizeafca (11,20 %) sunt specii eudominante, clasa D5, influențând decisiv capturile. Urmează apoi speciile dominante, plătica (9,15 %), crapul (7,36 %), din clasa D4 și speciile subdominante caras, mreaună, sabiță, somn, cu valori situate în intervalul 2,1 - 5 %, clasa D3. Avatul, cega, șalăul, morunașul și batca sunt specii recedente (1,2 - 2 %). În ultima clasă, D1, specii subrecedente, se găsesc alte 16 specii cu valori ale dominanței sub 1,1 % (figura 6.5).

În anul 2011, indicii de dominanță a variat astfel: scrumbia de Dunăre (42,35 %), plătica (11,63 %) și crapul (10,9 %), au fost specii eudominante (D5 peste 10 %); aceste specii influențează decisiv productivitatea piscicolă. Urmează ca specie dominantă un alt ciprinid important, mreana (7,09 %, clasa D4). Carasul (4,6 %), cosacul cu bot turtit (4,14 %), somnul (3,87 %), morunașul (3,25 %), cega (3,1 %) și avatul (2,49 %) sunt specii subdominante (clasa D3). Șalăul (1,68 %) este specie recedentă (clasa D4), iar alte douăsprezece specii sunt subrecedente, cu procente sub 1,1 % (figura 6.6).

În anul 2012, dominanța a variat astfel: scrumbia de Dunăre (43,98 %), plătica (12,09 %) și carasul (10,65 %) au fost specii eudominante, influențând substanțial productivitatea piscicolă. În clasa D4, specii dominante, nu există nicio specie; în schimb sunt opt specii în clasa D3, specii subdominante (crap, mreană, sabiță, cosac cu bot turtit, avat, morunaș, somn, șalău), cu valori ale dominanței cuprinse între 2,1 - 5 %. Doar două specii (cega și rizeafca) sunt recedente (clasa D4) iar alte 18 specii sunt subrecedente, cu procente sub 1,1 % (figura 6.7).

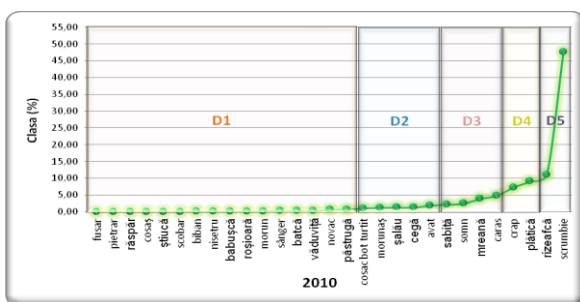


Figura 6.5. Dominanța speciilor în ihtiocenoza anului 2010

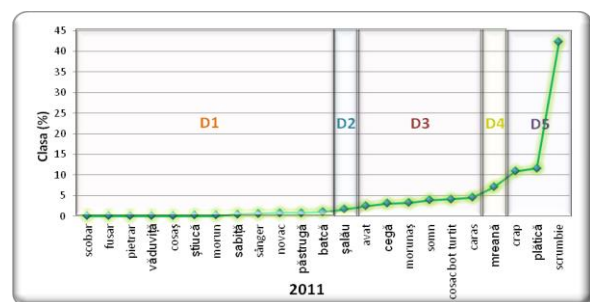


Figura 6.6. Dominanța speciilor în ihtiocenoza anului 2011

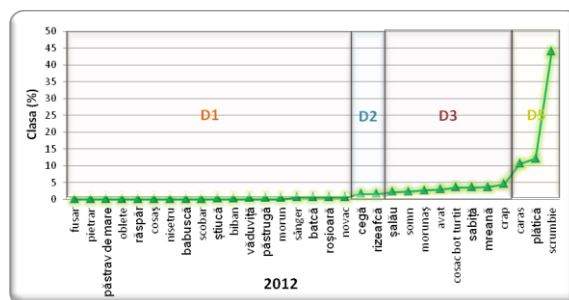


Figura 6.7. Dominanța speciilor în ihtiocenoza anului 2012.

D1 - specii subrecedente; D2 - specii recedente; D3 - specii subdominante;
D4 - specii dominante; D5 - specii eudominante.

6.3.1.3. Constanța

Constanța exprimă continuitatea unei specii într-un anumit teritoriu. Este un indicator de tip structural, ce reprezintă raportul procentual dintre numărul de probe (luni de zile, în cazul nostru) în care apare o anumită specie și numărul total de probe analizate (luni/an).

În anul 2010, în funcție de valoarea constanței (C), speciile au fost împărțite în următoarele categorii (figura 6.8): *euconstante* - C4, (carasul, crapul, morunașul, mreana, plătica, cega, somnul, toate cu un procent de 83,33 %), *constante* - C3 (avatul, novacul, păstruga, șalăul, toate cu un procent de 75 %, apoi cosacul, sângerul, nisetru, cu 66,67 % și văduvița, cu 58,33 %), *accesorii* - C2 (morun, scrumbie, rizeafcă, batcă, sabiță, scobar) și specii

accidentale - C1 (roșioară, babușcă, cosaș, știucă, fusar, pietrar, biban, răspăr). Ciprinidele au cea mai mare continuitate pe sectorul cercetat, având probabilitatea cea mai mare să se regăsească în capturi.

În anul 2011, nu au existat specii *euconstante*-C4 (figura 6.9). Foarte multe specii se regăsesc însă în clasa C3 (specii *constante*). Acestea sunt: plătica (75 %), mreana (75 %), morunașul (75 %), cosacul cu bot turtit (75 %), șalăul (75 %), avatul (66,66 %), carasul (66,66 %), batca (58,33 %), crapul (58,33 %), sângerul (58,33 %) și cega (58,33 %). Speciile *accesorii* - C2 (25,1 - 50 %) sunt novacul, sabița, văduvița și scrumbia. În fine, au mai rezultat și șapte specii *accidentale*-C1, puțin întâlnite în capturi, în procente de 1 - 25 % (păstrugă, pietrar, știucă, cosaș, scoabar, fusar și morun), aproape la fel ca în anul 2010.

În anul 2012, au rezultat următoarele clase: specii *constante* - C3, prezente în 50,1 - 75 % din probele lunare (avat, caras, crap, morunaș, mreană, novac, plătică, sânger, șalău, somn, cosac cu bot turtit, văduvița, cegă, batcă, păstrugă). Speciile *accesorii* - C2, cu o continuitate de 25,1 - 50 %, au fost sabița, morunul, știuca, scoabarul, roșioara și scrumbia de Dunăre. De remarcat faptul că specia scrumbie de Dunăre, foarte abundentă în capturi în sezonul de primăvară, nu are o constanță bună, ea nemairegăsindu-se în capturi în celelalte sezoane. Accidental (1 - 25 %) s-au pescuit alte zece specii: cosașul, rizeafca, babușca, nisetrul, bibanul, răspărul, oblețul, pietrarul, fusarul și păstrăvul de mare (figura 6.10).

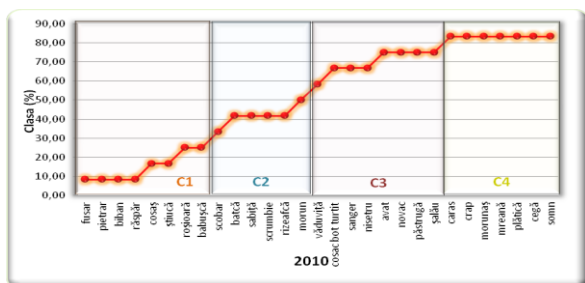


Figura 6.8. Constanța speciilor în ihtiocenoza anului 2010

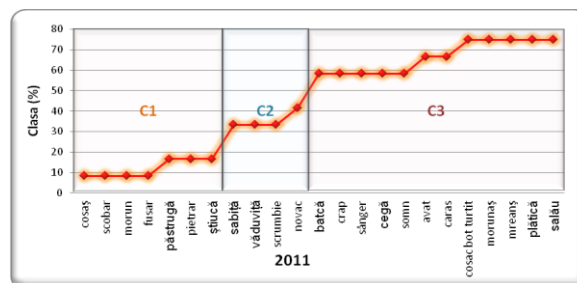


Figura 6.9. Constanța speciilor în ihtiocenoza anului 2011

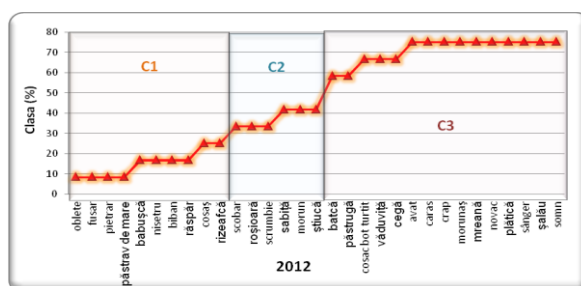


Figura 6.10. Constanța speciilor în ihtiocenoza anului 2012

C1 - specii accidentale; C2 - specii accesorii; C3 - specii constante; C4 - specii euconstante.

6.3.1.4. Indicele de semnificație ecologică (Dzuba)

Indicii de semnificație ecologică arată importanța unei specii sau a unui grup taxonomic în asociația din care face parte, indicând ierarhizarea acesteia. Este un indice ecologic sintetic ce oferă o imagine de ansamblu asupra interrelațiilor dintre speciile unei ihtiocenoze.

În anul 2010, valorile indicelui de semnificație ecologică (W) au arătat că scrumbia de Dunăre este o specie *eudominantă* (W5), în timp ce plătica și crapul sunt *dominante* (W4)

(figura 6.11). Toate speciile din clasele W4 și W5 se mai numesc și *caracteristice* (peste 5,1 %). Urmează apoi 17 specii *accessorii* (0,1 - 5 %): rizeafca, carasul, mreana, somnul, avatul, cega, morunașul, șalăul (W3 - *subdominante*) și sabița, cosacul cu bot turtit, păstruga, novacul, văduvița, sângeruș, batca, morunul, nisetrul (W2 - *recedente*). În categoria W1 - *accidentale* sunt nouă specii cu un indice sub 0,1 % (roșioara, babușca, scobarul, bibanul, știuca, cosașul, răspărul, pietrarul și fusarul).

În anul 2011, valorile indicelui de semnificația ecologică ne arată că scrumbia (14,11 %) (W5 - *specii eudominante*), plătica (8,72 %), crapul (6,36 %) și mreana (5,32 %) (W4 - *specii dominante*) sunt specii *caracteristice* acestui sector de Dunăre (peste 5,1 %). Speciile *accessorii* (0,1 - 5 %) sunt treisprezece la număr; din clasa W3 - *specii subdominante* fac parte: cosacul cu bot turtit, carasul, morunașul, somnul, cega, avatul și șalăul, iar din clasa W2 - *specii recedente*: batca, sângerul, novacul, sabița, păstruga și pietrarul. În clasa W1 - *specii subrecedente* sunt șase specii accidentale, cu indicele mai mic de 0,1 % (cosaș, scobar, văduvița, morun, fusar și știucă) (figura 6.12).

În anul 2012, valorile indicelui de semnificația ecologică ne arată că scrumbia de Dunăre, asemenea anului 2011, se încadrează în clasa W5 - *specii eudominante*, în timp ce plătica și carasul sunt în clasa W4 - *specii dominante*. Toate trei sunt specii *caracteristice* acestui sector de Dunăre (peste 5,1 %). Speciile *accessorii* (0,1 - 5 %) sunt șaptesprezece la număr; din clasa W3 - *specii subdominante* fac parte: crapul, mreana, cosacul cu bot turtit, avatul, morunașul, somnul, șalăul, pietrarul și cega, iar din clasa W2 - *specii recedente*: sângerul, novacul, rizeafca, batca, văduvița, păstruga, roșioara și morunul. În clasa W1 - *specii subrecedente* sunt unsprezece specii accidentale, cu indicele mai mic de 0,1 % (știucă, biban, scobar, babușcă, nisetrul, cosaș, răspăr, obleț, pietrar, fusar și păstrăv de mare) (figura 6.13).

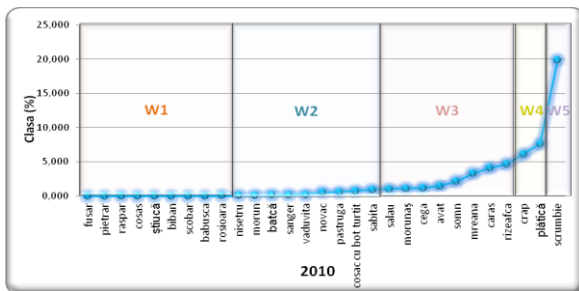


Figura 6.11. Indicele de semnificație ecologică în ihtiocenoza anului 2010

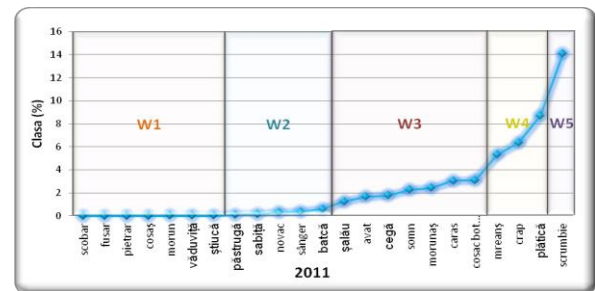


Figura 6.12. Indicele de semnificație ecologică în ihtiocenoza anului 2011

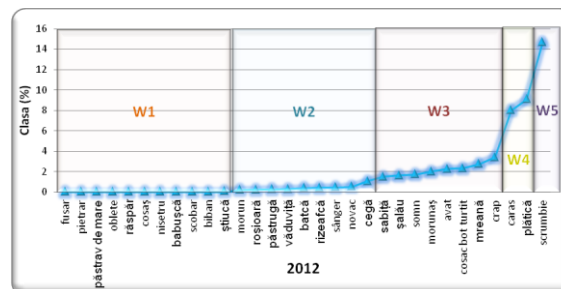


Figura 6.13. Indicele de semnificație ecologică în ihtiocenoza anului 2012
W1 - specii subrecedente; W2 - specii recedente; W3 - specii subdominante;
W4 - specii dominante; W5 - specii eudominante.

6.3.2. Diversitatea ecologică

Conceptul de diversitate ecologică este complex, incluzând o serie de aspecte ca diversitatea specifică, genetică, diversitatea ecosistemelor, a resurselor mediului etc. În cele ce urmează, ne vom referi la ihtiodiversitate, ca fiind diversitatea specifică în interiorul unei ihtiocenoze (diversitate ecologică de tip α , heterogenitate sau echitabilitate).

6.3.2.1. Heterogenitatea (diversitatea)

Este al doilea aspect al diversității, după bogăția în specii. În literatura de specialitate sunt descriși mai mulți indici (indicele diversității α , indicele Brillouin, indicele de heterogenitate Margalef, indicele Simson etc.). Pentru a aproxima cât mai aproape de realitate biodiversitatea (ihtiodiversitatea) dintr-un areal, s-a calculat indicele Simson (figura 6.14).

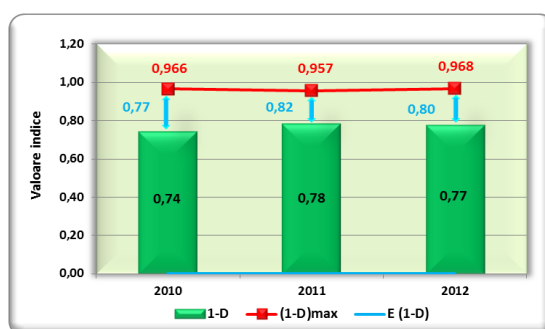


Figura 6.14. Variația indicelui de diversitate Simpson (1-D) și a echitabilității ($E_{(1-D)}$)

În anul 2010, indicele Simpson (1-D) a avut valoarea 0,74; valoarea teoretică maximă a fost de 0,966. Având în vedere că acest indice poate oscila în intervalul 0 - 1, rezultă că valoarea din anul 2010 este bună. Echitabilitatea Simson ($E_{(1-D)}$) a fost 0,77 (77 % din diversitatea reală maximă). În anul 2011, indicele de diversitate Simpson (1-D), a avut o valoare, de asemenea bună, (0,78), valoarea teoretică maximă fiind 0,957. Echitabilitatea ($E_{(1-D)}$) a avut valoarea 0,82, adică 82 % din diversitatea reală maximă. În anul 2012, indicele de diversitate Simpson (1-D), a avut o valoare bună, apropiată de a celorlalți doi ani (0,77), valoarea teoretică maximă fiind 0,968. Echitabilitatea ($E_{(1-D)}$) a avut valoarea 0,80, adică 80 % din diversitatea reală maximă (Sandu Călin P.G., *et al.*, 2013). A rezultat că, în zona studiată, în perioada 2010 - 2012, diversitatea specifică este relativ ridicată (valori cuprinse în intervalul 0,74 - 0,80), demonstrând o ihtiocenoză stabilă.

6.3.2.2. Echitabilitatea

Un indice foarte mult utilizat în analiza diversității și a echitabilității este indicele Shannon-Wiener. Determinarea acestui indice se bazează pe probabilitatea de întâmplare a evenimentelor înlănțuite (în cazul nostru capturarea speciile de pești dintr-o anumită zonă) și descrie media gradului de incertitudine în precizarea speciei la care aparține următorul exemplar care va fi capturat (Gomoiu M.T, 2001). Valorile indicelui Shannon-Wiener, calculate pentru anii 2010 - 2012, sunt prezentate în figura 6.15.

În anul 2010, indicele Shannon-Wiener (H_S) a avut valoarea 1,97, în timp ce valoarea maximă teoretică (H_S max) a foat de 3,367. Literatura de specialitate menționează că H_S variază

între 0 (zero) (când în eșantion există doar o singură specie) și 5 (cinci) (când într-un eșantion sunt mai multe specii) (Gheorghe D.C. *et al.*, 2010; Ticalo I., 2010). Echitabilitatea Shannon (H_R) este 0,59 (semnificând 59 % din diversitatea reală maximă).

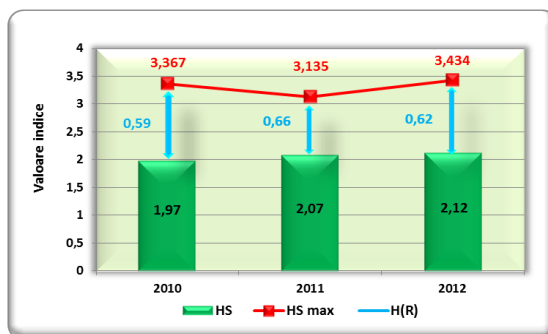


Figura 6.18. Variația indicelui de diversitate Shannon-Wiener (H_S , H_S max) și a echitabilității (H_R)

În anul 2011, indicele Shannon-Wiener (H_S) a avut valoarea 2,07, în timp ce valoarea maximă teoretică (H_S max) a fost 3,135. Echitabilitatea Shannon (H_R) a fost mai mare ca în anul 2010, respectiv 0,66 (66 % din diversitatea reală maximă). În anul 2012, indicele Shannon-Wiener (H_S) a avut valoarea 2,12, în timp ce valoarea maximă teoretică (H_S max) a fost 3,433. Echitabilitatea Shannon (H_R) a fost 0,62 (62 % din diversitatea reală maximă). Știind că valoarea indicelui de diversitate scade odată cu creșterea instabilității unei biocenoză, constatăm că acest sector al fluviului prezintă condiții favorabile pentru ihtiofaună.

6.4. Concluzii

Scopul cercetărilor, prezentate în capitol, a fost de a caracteriza schimbările structurale apărute la nivelul ihtiocenoză din Dunărea predeltaică, sectorul dintre Gura Siretului și Gura Prutului, utilizând indici ecologici analitici, sintetici și de diversitate. Din punct de vedere taxonomic, în anul 2010, s-au pescuit 29 specii de pești, din 6 familii și 6 ordine. Astfel, din ordinul *Cypriniformes*, dominantă a fost familia *Cyprinidae*, reprezentată de 16 specii. În anul 2011, din punct de vedere taxonomic, s-au pescuit numai 23 specii, repartizate tot în 6 familii și 6 ordine. Din ordinul *Cypriniformes*, dominantă a fost tot familia *Cyprinidae*, reprezentată de 14 specii. În anul 2012, s-a pescuit cel mai mare număr de specii, 31, repartizate în 6 ordine și 7 familii. Din ordinul *Cypriniformes*, dominantă a fost tot familia *Cyprinidae*, reprezentată de 17 specii.

Pentru evaluarea ecologică a ihtiocenoză, s-au calculat indicii ecologici analitici (abundența absolută, constanța, dominanța) și sintetici (semnificația ecologică). Valoarea acestora, ca de altfel și a indicilor de diversitate, indică, pentru toți anii cercetați, o bună stabilitate a comunității piscicole, în sensul că multe specii trăiesc și cresc normal. De asemenea, s-a constatat că printre cele mai adaptate specii la condițiile de mediu din arealul studiat se numără ciprinidele, în primul rând plătica, crapul, carasul și mreana. Aceste specii contribuie substanțial la productivitatea ecosistemului.

Este important de menționat că determinarea acestor indici oferă informații coerente și comparabile despre poziția fiecărei specii din întreaga ihtiocenoză. Prin urmare, utilizarea

acestor indici este motivată prin oferirea informațiilor de importanță majoră în cazul reconstrucției ecologice și valorificării ecosistemelor acvatice.

Deși structura populațiilor piscicole este variată și relativ bine echilibrată, totuși, a rezultat că impactul activităților antropice asupra stării ihtiofaunei este semnificativ. De aceea, cunoașterea diversității comunității piscicole este un aspect ecologic fundamental, de care depinde corecta gestionare a resursei pescărești și fundamentarea planurilor de management.

Capitolul 7

EVALUAREA STĂRII STOCURILOR DE CIPRINIDE CU VALOARE COMERCIALĂ DIN DUNĂREA PREDELTAICĂ

7.1. Introducere

Resursa pescărească este una dintre cele mai importante și valoroase resurse naturale regenerabile, cu o importanță majoră, economică, socială și de mediu. Evaluarea stocurilor de pești este impusă de necesitatea optimizării activității de pescuit, în sensul stabilirii unui nivel optim al efortului de pescuit, care să asigure o producție durabilă, astfel încât să nu afecteze existența în timp a stocului supus exploatații (Năvodaru I., 2008).

7.2. Material și metode

Zona de pescuit

Au fost analizate datele de captură înregistrate în patru toane de pescuit: Galați (km 150-151), Condrea (Mm 77-78), Mureșanu (Mm 76-77) și Plopi (Mm 74-74,5). Detalii sunt prezentate în capitolul 4.

Efortul de pescuit, materiale și unelte de pescuit

Activitatea de pescuit științific s-a realizat prin utilizarea unor unelte filtrante de tip setcă. O unitate de pescuit a fost formată din ambarcațiunea de pescuit, unealta de pescuit și doi pescari (detalii în cap.4).

Eșantionarea capturilor

Eșantionajul a constat în prelevarea randomizată a unui număr cât mai mare de exemplare din fiecare specie din familia *Ciprinidae*. Peștii au fost mășurați ($Lt \pm 1$ mm) și cântăriți ($Wt \pm 1$ g); au fost măsurate 10510 exemplare din 17 specii. Estimarea parametrilor de creștere și mortalitate s-a făcut pentru principalele patru specii de interes comercial: crap, caras, plătica și mreață. Pentru determinarea vârstei, de la cele patru specii au fost recoltați solzi de la câte 100-200 indivizi, reprezentând cca. 10% din efectivul numeric al fiecărei specii, pe criteriul cuprinderii tuturor claselor de vârstă.

Evaluarea relației lungime – masă ($Lt-W$)

Estimarea valorilor coeficienților a , b din ecuația alometrică (Pauly D., 1983; Ricker W.E., 1973): $W = a * Lt^b$ pentru populațiile de ciprinide, s-a făcut pentru fiecare an de studiu; ele exprimă rezultatul proceselor fiziologice anuale de creștere și îngrășare (detalii în capitolul 4).

Estimarea parametrilor creșterii

Modelele de estimare a parametrilor creșterii sunt considerate ca submodele în metodele de descriere a dinamicii populațiilor de pești. Pentru studiul creșterii s-a utilizat ecuația grafică a lui von Bertalanffy (1934).

Estimarea ratelor de mortalitate

Estimarea ratei mortalității naturale (M) s-a realizat utilizând formula de calcul a lui Pauly (1983). Temperatura medie a apei fluviului, în anii analizați, a fost $T=12^{\circ}\text{C}$. Având în vedere reprezentativitatea ciprinidelor pentru sectorul de Dunăre studiat, în funcție și de mărimea capturii, s-au calculat valorile indicilor de mortalitate pentru plătică, crap, caras și mreană. În funcție de valorile ratei de exploatare, rezultate din calcule, se determină starea stocurilor: **supraexploatare** (când $E>0,5$), **exploatare normală, echilibrată** (când $E=0,5$), **subexploatare** ($E<0,5$). Metodele sunt prezentate detaliat în capitolul al 4-lea.

Calculul și interpretările statistice

Prelucrarea statistică a datelor obținute s-a realizat utilizând programele MSOffice Excell, WinStat și FISAT II (Instrumente de Evaluare a Stocurilor de Pești) incluzând aplicațiile următoare: modelul ELEFAN I, indicele performanței de creștere, ecuația empirică Pauly, curba capturii liniarizate, Analiza Populației Virtuale (VPA), Randamentul relativ și biomasa relativă per recrut (Y'/R și B'/R), Modelul predictiv Thompson-Bell.

7.3. Rezultate și discuții

7.3.1. Indicatorii pescuitului (captură, efort de pescuit, CPUE)

Zona de pescuit are o lungime totală de aproximativ 22 km și o suprafață totală de 9,7 km², măsurată GPS (Răzlog G., *et al.*, 2008). Cele patru toane de pescuit care au făcut obiectul cercetărilor au o lățime ce poate fi acoperită cu un șir de setci alcătuit din 5 piese, ce însumează 175 m. În medie, lungimea fiecărei toane ajunge la cca. 900 metri. Ar rezulta o suprafață de pescuit de 0,1575 km²/toană (0,9 km*0,175 km), respectiv 0,63 km² pentru toate toanele.

Structura unităților de pescuit

Uneltele folosite la pescuitul științific și comercial sunt unelte tip setcă, în următoarele variante constructive: setci de scrumbie, cu sirec dublu și dimensiunea ochiului de plasă $a=30-32$ mm; setci pentru plătică, morunaș, cosac, batcă, mreană, cu sirec dublu și $a=40$ mm; setci pentru crap, mreană, avat, somn, cu sirec dublu și $a=50-60$ mm.

Efortul de pescuit

În funcție de lungimea toanei și de viteza apei, un ciclu complet de pescuit durează cca 80-120 minute. De regulă, pe o toană operează mai multe unități de pescuit (UP). În medie, pe parcursul anului, o unitate de pescuit efectuează 2 operațiuni/ziua de pescuit, într-un timp total de cca. 4 ore, din care pescuit efectiv cca. 2 ore (două lansări/zi*1 oră plutire/lansare).

Toate elementele de calcul și valorile CPUE sunt prezentate în tabelul 7.1. Pentru compararea datelor obținute la pescuitul științific, în tabelul 7.2 se prezintă elementele de calcul și CPUE-ul rezultat la pescuitul comercial.

Tabelul 7.1. Elementele de calcul și valorile CPUE, la pescuitul științific

Anul	Timp productiv (zile)	Efort pescuit/zi (ore)	Timp efectiv (ore/UP)	UP (nr. barci)	Nr. toane	Efortul de pescuit/an (ore/unealta)	Captura (kg/an)	CPUE (kg/ora)
2010	240	2	480	3	4	5760	12064,20	2,09
2011	240	2	480	3	4	5760	6027,35	1,05
2012	240	2	480	3	4	5760	4910,34	0,85
Media	240	2	480			5760	7667,30	1,33

Tabelul 7.2. Elementele de calcul și valorile CPUE, la pescuitul comercial

Anul	Timp productiv (zile)	Efort pescuit/zi (ore)	Timp efectiv (ore/UP)	UP (nr. barci)	Nr. toane	Efortul de pescuit/an (ore/unealta)	Captura (kg/an)	CPUE (kg/ora)
2010	180	2	360	4	7	10080	11071	1,10
2011	180	2	360	4	7	10080	5970	0,59
2012	180	2	360	3	7	7560	4808	0,64
Media	180	2	360			9240	7283	0,78

Analizând datele din cele două tabele, constatăm că sunt diferențe semnificative între valorile CPUE de la pescuitul științific (0,85-2,09 kg/ora de pescuit, cu o medie de 1,33 kg/oră) și cele de la pescuitul comercial (0,64-1,10 kg/ora de pescuit, cu o medie de 0,78 kg/oră).

7.3.2. Evaluarea stării stocurilor la populația de plătică

7.3.2.1. Analiza structurii populației, pe clase de lungimi și mase corporale

În perioada 2010-2012, au fost capturate și măsurate 2764 exemplare din specia plătică (*Abramis brama*), cu o biomasă de 1173,90 kg (tabelul 7.3, tabelul 7.4). Mediile pentru lungimea totală și pentru masa corporală sunt calculate pentru întreaga populație cu un grad de încredere de 95%.

Tabelul 7.3. Datele biometrice medii ale populației de plătică din Dunărea predeltaică

Anul	N	– Lt (cm)	Deviația standard	– Wt (g)	Deviația Standard
2010	1344	32,02 ± 0,32 (31,71 ÷ 32,34)	5,93	454,05 ± 15,54 (438,50 ÷ 469,59)	290,49
2011	559	31,19 ± 0,36 (30,84 ÷ 31,56)	4,33	384,79 ± 15,02 (369,77 ÷ 399,81)	180,80
2012	861	30,35 ± 0,40 (29,95 ÷ 30,75)	6,00	404,83 ± 17,03 (387,81 ÷ 421,86)	254,56
Total plătică	2764	31,34 ± 0,21 (31,12 ÷ 31,55)	5,71	424,71 ± 9,77 (414,94 ÷ 434,48)	262,01

Numărul de indivizi (N), lungimea medie totală (Lt), masa corporală medie totală (Wt);
[± Interval de confidență (95%); (Minim ÷ Maxim)]

Tabelul 7.4. Structura eșantioanelor de plătică

t (ani)	N	Lt (cm)	N	W (g)
1	-	-	-	-
2	45	15,71 ± 0,35 (15,37 ÷ 16,06)	56	66,79 ± 3,61 (63,17 ÷ 70,40)
3	283	22,27 ± 0,10 (22,17 ÷ 22,37)	418	163,19 ± 1,82 (161,37 ÷ 165,02)
4	661	27,31 ± 0,06 (27,25 ÷ 27,37)	1322	344,94 ± 1,52 (343,42 ÷ 346,44)
5	887	31,95 ± 0,05 (31,90 ÷ 32,00)	729	532,21 ± 2,27 (529,94 ÷ 532,48)
6	738	36,26 ± 0,04 (36,22 ÷ 36,30)	101	833,37 ± 5,70 (827,67 ÷ 839,07)
7	127	41,89 ± 0,12 (41,77 ÷ 42,01)	115	1126,83 ± 9,55 (1117,28 ÷ 1136,38)
8	11	46,32 ± 0,34 (45,98 ÷ 46,66)	10	1557,00 ± 25,04 (1531,96 ÷ 1582,04)
9	12	51,75 ± 0,5 (51,26 ÷ 52,24)	13	2202,31 ± 64,49 (2137,82 ÷ 2266,80)

Grupa de vârstă (t), Numărul de indivizi (N), lungimea medie totală (Lt), masa corporală medie totală (Wt); [± Eroarea standard; (Minim - Maxim)]

Distribuția frecvențelor pe clase de lungimi și masă, pentru fiecare an în parte și cumulat pentru toată perioada, este redată în figurile 7.1-7.8.

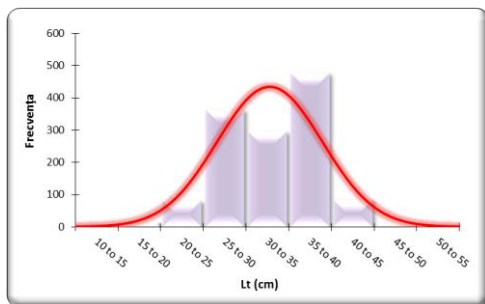


Figura 7.1. Frecvența lungimilor, în anul 2010

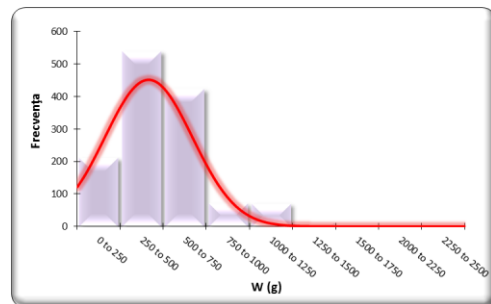


Figura 7.2. Frecvența maselor corporale, în 2010

În anul 2010, cele 1344 exemplare de plătică capturate, au fost grupate în nouă clase de lungimi, cuprinse în intervalul 13-54 cm, respectiv nouă clase de greutate, cuprinse în intervalul 35-2500 g, corespunzătoare la nouă clase de vârstă, cuprinse în intervalul 1-9 ani. Cele mai mari frecvențe în capturi s-au înregistrat la clasele de lungime cuprinse în intervalul 25-40 cm (84,82%), respectiv masă corporală de 250-750 g (71,73%). Lungimea medie a exemplarelor capturate a fost de 32,02 ± 0,32 cm, iar masa corporală medie de 454,05 ± 15,54 g. Valorile sunt aferente vârstelor mature de 4-6 ani. Această distribuție este asemănătoare cu distribuția generală obținută pentru întreaga perioadă cercetată (2010-2012).

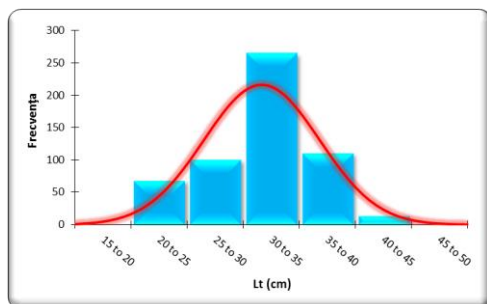


Figura 7.3. Frecvența lungimilor, în anul 2011

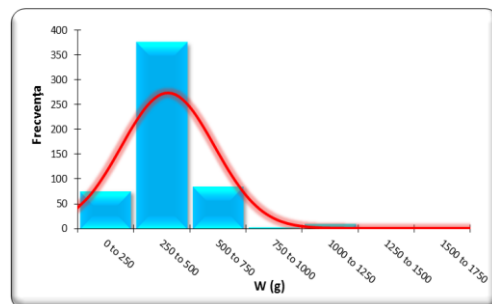


Figura 7.4. Frecvența maselor corporale, în 2011

În anul 2011, au fost capturate 559 exemplare de plătică, repartizate în șapte clase de lungimi (19-48 cm), respectiv șapte clase de greutate (100-1700 g) și opt grupe de vârstă (1-8 ani); cele mai mari frecvențe în capturi s-au înregistrat la clasele de lungime cuprinse în intervalul 30-35 cm (47,41%), respectiv masă corporală de 250-500 g (67,44%). Urmează clasele de lungime 35-40 cm (19,68%) și cele de masă corporală 500-750 g (15,38%). Lungimea medie a indivizilor din acest eșantion este de $31,19 \pm 0,36$ cm, iar masa corporală medie de $384,79 \pm 15,02$ g. Toate valorile acestor intervale corespund vârstelor mature de 3-6 ani. Putem considera că și această distribuție este asemănătoare cu distribuția generală obținută pentru întreaga perioadă cercetată.

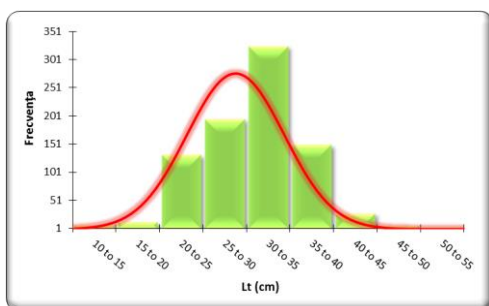


Figura 7.5. Frecvența lungimilor, în anul 2012

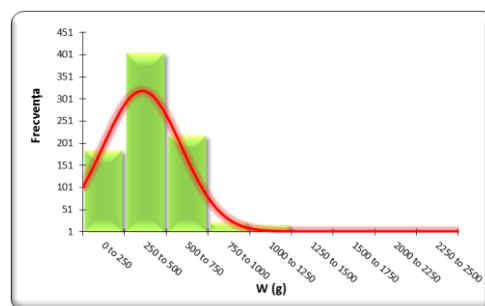


Figura 7.6. Frecvența maselor corporale, în 2012

În anul 2012, din efectivul de 861 exemplare, grupate în nouă clase de lungimi (13-55 cm), respectiv nouă clase de greutate (30-2500 g) și nouă grupe de vârstă (1-9 ani), cele mai mari frecvențe în capturi s-au înregistrat tot la clasele de lungime cuprinse în intervalul 25-35 cm (60,51%) și masă corporală de 250-750 g (72,47%). Lungimea medie a exemplarelor a fost de $30,35 \pm 0,40$ cm și masa corporală medie de $404,83 \pm 17,03$ g. Valorile obținute sunt aferente vârstelor de 3-6 ani.

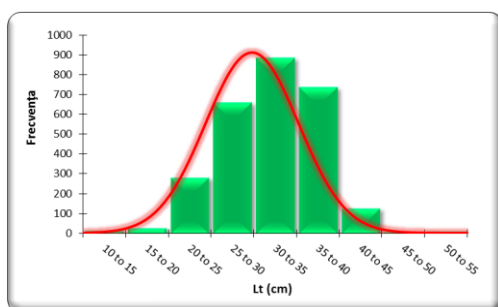


Figura 7.7. Frecvența lungimilor (2010-2012)

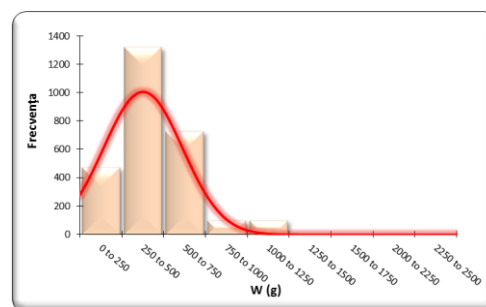


Figura 7.8. Frecvența maselor corporale (2010-2012)

Pentru întreaga perioadă de cercetare, efectivul numeric de 2674 exemplare de plătică, a fost reprezentat în capturi prin nouă clase de lungimi cuprinse între 13-55 cm, respectiv nouă clase de greutate între 30-2500 g, corespunzătoare la nouă clase de vârstă (1-9 ani). Lungimea medie a exemplarelor capturate a fost de $31,34 \pm 0,21$ cm, iar masa corporală medie de $424,71 \pm 9,77$ g. Cele mai mari frecvențe în capturi s-au înregistrat la clasele de lungime cuprinse în intervalul 25-40 cm (82,71%), respectiv masă corporală de 250-750 g (74,20%). Ambele intervale corespund vârstelor mature de 3-6 ani, cumulând un procent de 92,95% în distribuția pe lungimi și 74,20% în distribuția pe masă corporală (figurile 7.9.-7.10.). Această specie ajunge

la maturitate sexuală la 3-4 ani și putem concluziona că o parte mică din stoc a fost pescuită înainte de prima reproducere.

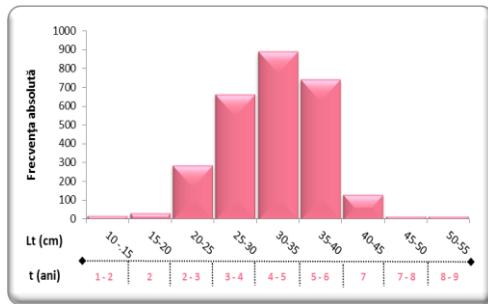


Figura 7.9. Distribuția frecvenței pe lungimi și grupe de vârstă la plătică (2010-2012)

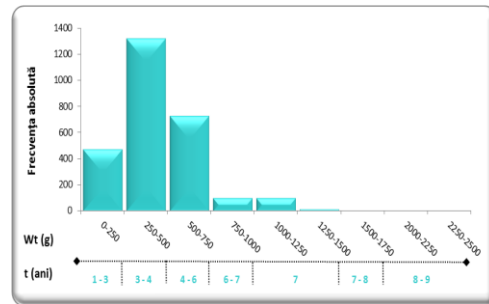


Figura 7.10. Distribuția frecvenței pe masele corporale și grupe de vârstă la plătică (2010-2012)

Curbele de frecvență obținute, atât la lungimi cât și la masa corporală, cu mici excepții, aproape că se suprapun cu curbele normale de distribuție. Abundența în capturi a exemplarelor mature de 3-6 ani este un aspect pozitiv, fiind în corelație cu selectivitatea uneltelor de pescuit, care prin lege trebuie să aibe latura ochiului de cel puțin 30 mm.

7.3.2.2. Estimarea valorilor coeficienților creșterii; relația lungime – masă (Lt-W)

Lungimea și masa corporală sunt parametri ce se utilizează la calculul selectivității uneltelor de pescuit și implicit la dimensionarea corespunzătoare a ochiurilor de plasă pentru o mai bună captură pe unitatea de efort. Prin utilizarea metodei analitice de calcul s-au obținut date importante privind creșterea peștilor în fluviul Dunărea, permițând realizarea comparațiilor între populațiile diferitelor specii din același ecosistem acvatic.

Valorile coeficienților a , b din ecuația $Wt = a * Lt^b$, pentru populația de plătică, s-au determinat pentru fiecare an de studiu și s-a reprezentat grafic, cumulat pentru întreaga perioadă 2010-2012, folosind regresia neliniară (figura 7.11).

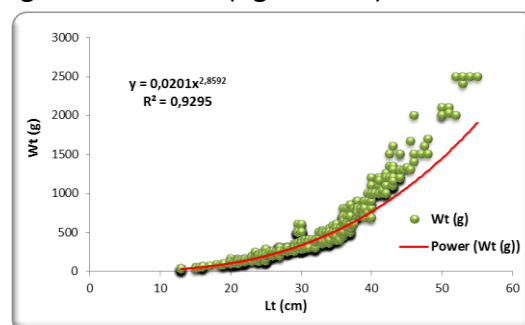


Figura 7.11. Regresia lungime - masă la populația de plătică, în perioada 2010-2012

Valorile coeficienților creșterii a și b , rezultate din grafice, pentru fiecare an de studiu și cumulat pentru întreaga perioadă, sunt centralizate în tabelul 7.5.

Cu excepția anului 2011, în ceilalți doi ani valorile coeficientului b , cel care dă indicii despre cum evoluează creșterea peștilor, pe seama greutateii sau a lungimii, sunt mai mici de 3. Se poate afirma că la plătică, creșterea corpului se face mai mult pe seama masei corporale decât a lungimii, ceea ce presupune prezența unor condiții de mediu normale de creștere și dezvoltare a speciei.

Tabelul 7.5. Valorile coeficienților a și b ai relației lungime-masă la populația de plătică

Anul	a	b
2010	0,0299	2,7553
2011	0,0116	3,0154
2012	0,0426	2,6310
Total 2010-2012	0,0201	2,8592

Cunoscând valorile celor doi coeficienți, relația dintre lungimea totală și masă ($Lt-W$) pentru populația de plătică, este: $Wt = 0,0201 * Lt^{2,8592}$

7.3.2.3. Estimarea parametrilor creșterii, Von Bertalanffy (L_{∞} , W_{∞} , k , t_0)

Datele inițiale necesare estimării parametrilor creșterii k și t_0 prin metoda grafică von Bertalanffy sunt prezentate în tabelul 7.6. Pentru calculul expresiei din coloana trei, $-\ln(1-Lt/L_{\infty})$, s-a ales lungimea infinită (asimptotică) generată în prealabil de programul FiSAT II, metoda ELEFAN I, în urma introducerii șirurilor de date de lungimi totale, pe cei trei ani de studiu. A rezultat pentru specia plătică o lungime infinită (L_{∞}) de 57,75 cm.

În figura 7.12 este prezentată ecuația regresiei liniare, care a stat la baza determinării constantelor a și b , ce se folosesc la calculul parametrilor de creștere k și t_0 .

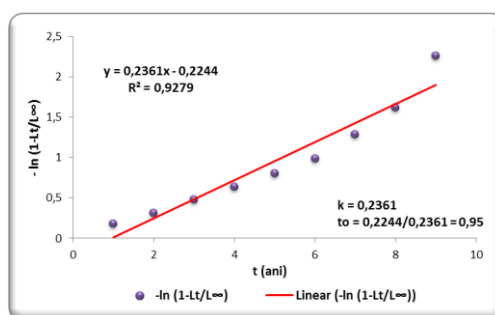


Figura 7.12. Metoda grafică von Bertalanffy pentru estimarea lui k și t_0 la populația de plătică

Tabelul 7.6. Date inițiale pentru estimarea parametrilor creșterii k și t_0 prin metoda grafică, la populația de plătică

t (ani)	Lt (cm)	$-\ln(1-Lt/L_{\infty})$
1	9,96	0,189307
2	15,71	0,317502
3	22,27	0,487154
4	27,31	0,640366
5	31,95	0,805749
6	36,26	0,988536
7	41,89	1,292323
8	46,32	1,619882
9	51,75	2,264364

Valoarea coeficientului de creștere (k) ne dă informații despre dinamica creșterii peștilor în ecosistem și ne ajută la compararea populațiilor care trăiesc în diferite habitate. În final, au rezultat valorile parametrilor creșterii (tabelul 7.7).

După cum reiese din grafic, valorile celor două variabile sunt:

$$k = b = 0,2361/\text{an}$$

$$t_0 = -a/b = 0,95 \text{ ani}$$

Tabelul 7.7. Valorile parametrilor de creștere L_∞ , k și t_0 pentru populația de plătică

L_∞ (cm)	k (an^{-1})	t_0 (ani)
57,75	0,2361	0,95

În final, ecuația de creștere von Bertalanffy, rezultată prin introducerea valorilor determinate pentru L_∞ , k și t_0 , la populația de plătică, este de forma:

$$L_{t_{VBGF}} = 57,75 * (1 - e^{-0,2361 * (t - 0,95)})$$

Pe baza acestei ecuații s-a calculat lungimea medie corespunzătoare vârstelor ($L_{t_{VBGF}}$), așa numita lungime recalculată. Curba de creștere, recalculată, este prezentată în figura 7.13. Având ecuația regresiei, se poate determina lungimea la orice vârstă.

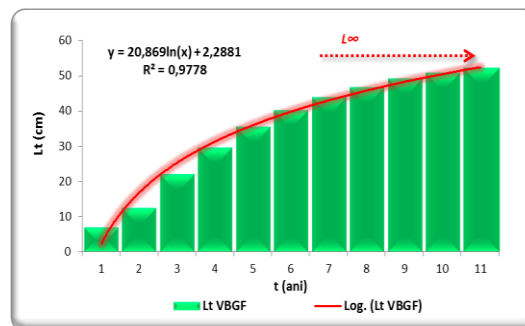


Figura 7.13. Curba de creștere în lungime von Bertalanffy, recalculată

Estimarea ecuației de creștere în unități de masă von Bertalanffy

La paragraful precedent s-au obținut valorile constantelor de creștere: $L_\infty = 57,75$ cm, $k = 0,2361 \text{ an}^{-1}$ și $t_0 = 0,95$ ani. Masa corporală asimptotică (W_∞) s-a determinat cu relația:

$$W_\infty = q * L_\infty^3, \text{ unde: } q = a = 0,0201 \text{ (valoarea calculată la paragraful 7.3.2.2, tabelul 7.6).}$$

Înlocuind valorile, a rezultat $W_\infty = 3871,26$ g. În acest caz, ecuația de creștere von Bertalanffy în unități de masă poate fi scrisă sub forma:

$$W_{t_{VBGF}} = 3871,26 * (1 - e^{-0,2361 * (t - 0,95)})^3.$$

Înlocuind în relația de mai sus vârsta t cu valorile corespunzătoare (2-9 ani), se obține curba de creștere în greutate, recalculată (figura 7.14). De asemenea, pe figură apare și curba corespunzătoare regresiei polinomiale, cu formula aferentă și coeficientul de determinare, foarte bun ($R^2 = 0,9885$).

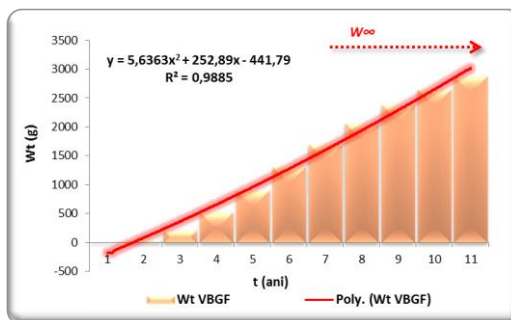


Figura 7.14. Curba de creștere a masei corporale la populația de plătică, recalculată

Cumulând informațiile din figurile precedente, poate fi determinată creșterea în lungime și masă corporală la populația de plătică din Dunărea predeltaică, la orice vârstă (figura 7.15).

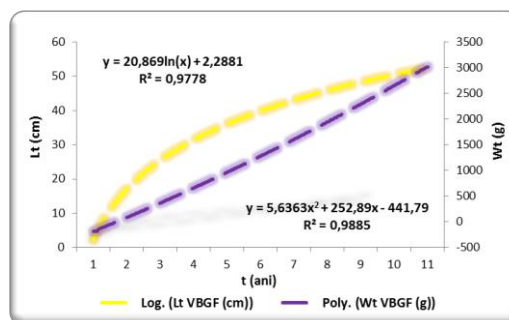


Figura 7.15. Creșterea în lungime și masă corporală la populația de plătică

7.3.2.4. Estimarea mortalității și determinarea ratei de exploatare (M, Z, F, E)

Estimarea mortalității naturale (M)

Estimarea ratei mortalității naturale se poate realiza prin mai multe metode. Utilizând formula de calcul a lui Pauly (1983) și elementele de calcul deja cunoscute (temperatură medie a apei Dunării de 12°C, $L_{\infty} = 57,75$ cm, $k = 0,2361/\text{an}$) a rezultat o mortalitate naturală **M = 0,39/an**.

Luând în calcul masa corporală și aceeași relație a lui Pauly (1980) și elementele cunoscute (temperatură medie a apei Dunării de 12°C, $W_{\infty} = 3871,26$ g, $k = 0,2361/\text{an}$) a rezultat o valoare apropiată a mortalității naturale **M' = 0,38/an**.

Raportul dintre mortalitatea naturală (M) și parametrul creșterii (k) este egal cu 1,65 valoare ce se încadrează în domeniul 1,5 - 2,5, interval sugerat de Beverton și Holt, cu valoarea ideală de 2,0; orice exces față de această valoare expune peștele la o vulnerabilitate considerabilă la mortalitatea naturală, înainte de a ajunge la stadiul de îmbătrânire.

Estimarea mortalității totale (Z)

Așa cum s-a menționat în capitolul al 4-lea, pentru calculul mortalității totale în această lucrare s-a folosit metoda curbei capturii liniarizate bazată pe structura frecvenței pe lungimi. Din programul FISAT II a rezultat graficul prezentat în figura 7.16.

În curba capturii s-a luat în calcul numai partea descendentă, partea cuprinsă în intervalul de lungimi 25 cm (3 ani) și 40 cm (6 ani). Partea ascendentă nu se analizează, deoarece se consideră că peștii nu au recrutat pe deplin pentru pescuit, iar ultima grupă se

excluse deoarece numărul peștilor vârstnici este mic (când lungimea peștelui se apropie de L_{∞} relația dintre vârstă și lungime devine nesigură).

Ecuția dreptei din figură este: $y = -1,19x + 9,605$. Coeficienții ecuației au următoarele valori: $a = 9,605$, $b = -1,19$. Mortalitatea totală (Z) este $Z = -b$, deci $Z = 1,19/\text{an}$.

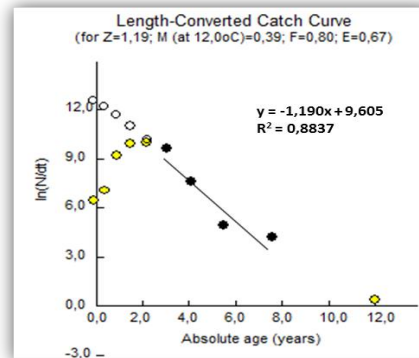


Figura 7.16. Estimarea mortalității totale (Z) prin metoda curbei capturii liniarizate

Estimarea probabilității în capturi

Relația dintre clasele de lungime și probabilitatea în captură a acestora este reprezentată în figura 7.17. Așa cum reiese și din grafic, valorile estimate pentru L_{25} , L_{50} și L_{75} au fost 21,91 cm, 26,16 cm și respectiv 30,34 cm. Din curba rezultată, $L_c=26,16$ cm (lungimea la prima captură) s-a luat ca fiind corespunzătoare probabilității cumulative de 50%.

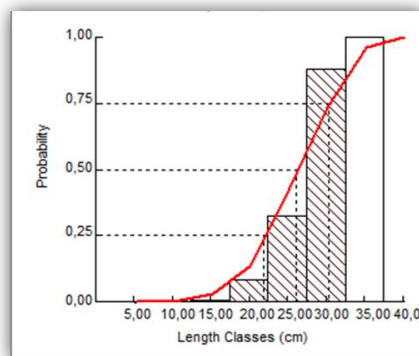


Figura 7.17. Estimarea probabilității în capturi la plătică

Calculul mortalității prin pescuit (F)

Coeficientul mortalității prin pescuit se determină ca diferența dintre mortalitatea totală (Z) și mortalitatea naturală (M): $F = Z - M$

Luând în calcul valoarea $M = 0,39/\text{an}$ pentru mortalitatea naturală, a rezultat:

$$F = 1,19 - 0,39 = 0,80/\text{an}.$$

Rata de exploatare curentă (E) se calculează cu formula: $E = F / Z = 0,80/1,19 = 0,67$.

Această rată de exploatare ($E=0,67$), demonstrează că stocul populației de plătică este supraexploatat ($E>0,5$). În tabelul 7.8 sunt prezentate valorile centralizate ale ratelor de mortalitate și exploatare.

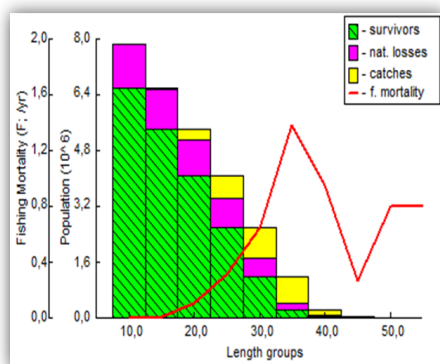
Tabelul 7.8. Ratele de mortalitate și de exploatare pentru populația de plătică

M (an ⁻¹)	Z (an ⁻¹)	F (an ⁻¹)	E	k (an ⁻¹)	M/k	Z/k
0,39	1,19	0,80	0,67	0,2361	1,65	5,04

7.3.2.5. Analiza populației virtuale pe clase de lungime (VPA)

Intrările pentru aplicarea modelului au fost datele de captură determinate în prealabil: șirul frecvențelor claselor de lungimi, coeficienții $a = 0,0201$ și $b = 2,8592$ din corelația lungime totală-masă corporală, mortalitatea naturală $M = 0,39/\text{an}$, $L_\infty = 57,75$ cm, $k = 0,2361/\text{an}$, dar și F_t (mortalitatea terminală prin pescuit, aferentă clasei de lungime cea mai mare) care trebuie calculată în funcție de o rată de exploatare E t aleasă. Rezultatele obținute din această analiză sunt estimări absolute ale stocului și ale mortalității prin pescuit, pentru fiecare grupă de lungime, reprezentate grafic în figura 7.18.

Rezultatele cecetărilor noastre, au arătat că mortalitatea prin pescuit (F), la plătică, a fost mare în clasele de lungime 30-40 cm; presiunea cea mai mare la pescuit se exercită asupra exemplarelor cu lungimea de 35 cm, când $F = 1,3803/\text{an}$ (tabelul 7.9).



Tabelul 7.9. Rezultate numerice VPA (FiSAT II)

	Mid-Length	Catch (in numbers)	Population (N)	Fishing mortality (F)	Steady-state Biomass (tonnes)
1	10,0	15000,00	7838563,00	0,0047	244,80
2	15,0	30000,00	6578739,00	0,0101	702,43
3	20,0	283000,00	5394587,50	0,1070	1413,74
4	25,0	661000,00	4080264,25	0,3111	2139,31
5	30,0	887000,00	2590650,25	0,6485	2313,21
6	35,0	738000,00	1170233,88	1,3803	1402,85
7	40,0	127000,00	223707,73	0,9516	512,44
8	45,0	12000,00	44656,52	0,2632	244,95
9	50,0	10001,00	14876,49	0,8000	216,64
10	55,0	0,00	0,00	0,8000	0,00

Figura 7.18. Analiza populației virtuale pe clase de lungimi

7.3.2.6. Analiza randamentului relativ per recrut (Y'/R) și a biomasei relative per recrut (B'/R)

Pentru stabilirea stării de exploatare a stocurilor, s-a folosit modelul Beverton-Holt (1966), pentru randamentul relativ per recrut (Y'/R) și biomasa relativă per recrut (B'/R) pe structura de lungimi. Datele de intrare sunt valorile L_c/L_∞ (între 0,05 și 0,95) și M/k (0,10 și 9,99). Lungimea la prima captură (L_c), echivalentă cu lungimea medie la care 50% din peștii intrați în setcă sunt reținuți, corespunzătoare vârstei la plătica de 3 ani, este de 26,16 cm. Raportul $L_c/L_\infty = 0,45$, iar $M/k = 1,65$.

În funcție de poziția punctului curent, față de zona de echilibru din graficul izopletelor randamentului per recrut, se poate stabili strategia de pescuit pentru obținerea randamentului maxim durabil. Curbele de izoproducție (Y'/R) și (B'/R), în funcție de variația ratei curente de exploatare (E), sunt prezentate în figura 7.19. Valorile obținute au fost 0,039 pentru Y'/R și 0,133 pentru B'/R . Valorile lui L_c/L_∞ reprezintă diferite scenarii care depind de dimensiunile ochiului de plasă, în timp ce E depinde de nivelurile de F/Z , practic de efortul de pescuit.

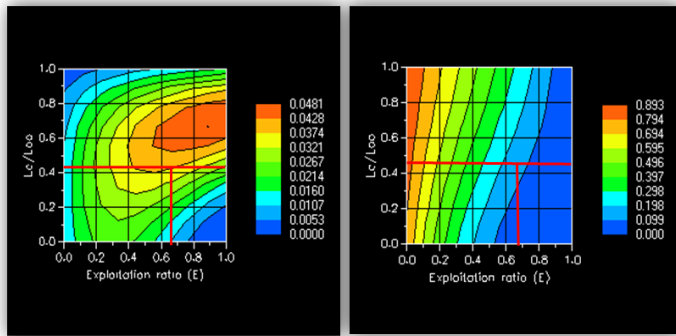


Figura 7.19. Diagrama izopletelor Y'/R și B'/R

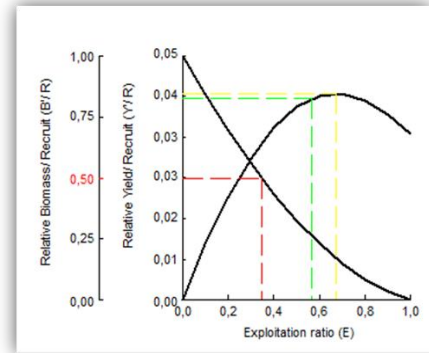


Figura 7.20. Curbele Y'/R și B'/R

În figura 7.20 sunt prezentate curbele randamentului relativ per recruta (Y'/R) și biomasei relative per recruta (B'/R). Pentru diferite lungimi la prima captură (L_c) și rate de exploatare (E), randamentul relativ per recruta (Y'/R) crește la un maxim și apoi scade. Din analiză, se observă că valoarea maximă s-a obținut la $E_{max} = 0,672$; pe măsură ce rata de exploatare crește peste valoarea lui E_{max} , (Y'/R) se apropie de zero, indicând starea de suprapescuit. Majoritatea experților în domeniu, care preferă să fie mai precauți în determinarea cotelor de pescuit sugerează utilizarea ratei de exploatare $E_{0,1}$ (conceptul de pescărie responsabilă). Rata de exploatare ($E_{0,1}$) indică de fapt, că ar trebui exploatarea o biomasă reprezentând doar 10% din biomasa inițială. La plătică, rata de exploatare optimă (deci mărimea ideală a nivelului de exploatare a unui stoc) este corespunzătoare unei valori $E_{0,1} = 0,566$. Având în vedere că rata curentă de exploatare, rezultată din calcule, este $E = 0,67$, rezultă că aceasta este practic egală cu rata de exploatare maximă, indicând faptul că s-a ajuns la randamentul maxim al exploatații. Peste această valoare apare suprapescuitul.

7.3.2.7. Producția și predicția stocului (Thompson-Bell)

În figura 7.21, sunt prezentate grafic modelul MSY, factorul f și biomasa corespunzătoare. Modelul previzionează că, la un efort de pescuit $f = 0,8$ față de efortul curent ($f=1$), din stoc se va extrage o producție maximă sustenabilă, după care se trece în zona de supraexploatare. Cu alte cuvinte, actualul efort de pescuit depășește cu 20 % efortul de pescuit corespunzător lui MSY, marcat cu un cerculeț pe curba randamentului, indicând o ușoară stare de suprapescuit.

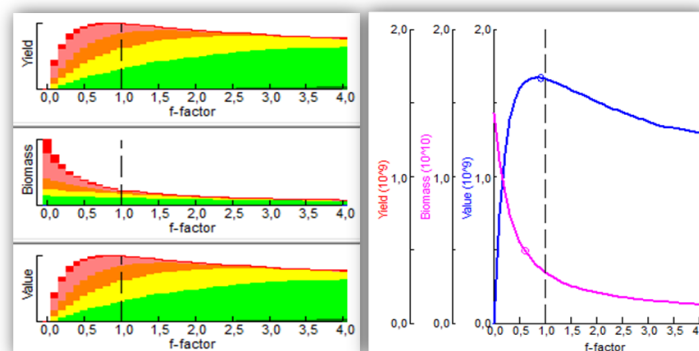


Figura 7.21. Predicția stocului de plătică (Thompson-Bell)

Schimbând valorile lui L_c (dependent de mărimea laturii ochiului plasei) sau/și a lui f (dependent de efortul de pescuit) se poate muta linia verticală întreruptă astfel încât să se ajungă la nivelul punctului maxim de pe curba randamentului. În acest mod, se pot imagina diferite scenarii pentru optimizarea pescuitului, cu condiția să nu se depășească producția maximă sustenabilă (MSY). Din același grafic mai rezultă că, la o valoare a lui f de aproximativ 0,3, stocul se reduce la 50% din biomasa neexploată (inițială).

7.3.3. Evaluarea stării stocurilor la populația de crap

7.3.3.1. Analiza structurii populației, pe clase de lungimi și mase corporale

În perioada 2010-2012, au fost capturate și măsurate 1928 exemplare din specia crap (*Cyprinus carpio*), cu o biomasă de 6834,2 kg (tabelul 7.10, tabelul 7.11).

Tabelul 7.10. Datele biometrice medii ale populației de crap din Dunărea predeltaică

Anul	N	\bar{L}_t (cm)	Deviația standard	\bar{W}_t (g)	Deviația standard
2010	1081	58,07 ± 0,61 (57,46 ÷ 58,68)	10,20	3442,92 ± 111,6 (3331,34 ÷ 3554,54)	1870,03
2011	524	57,69 ± 1,72 (55,97 ÷ 59,41)	20,03	4001,66 ± 285,96 (3715,70 ÷ 4287,63)	3332,15
2012	323	54,74 ± 1,31 (54,08 ÷ 56,05)	11,93	3153,27 ± 228,77 (2924,5 ÷ 3382,04)	2089,88
Total crap	1928	57,65 ± 1,71 (55,94 ÷ 59,37)	19,98	3995,94 ± 285,3 (3710,64 ÷ 4281,24)	3324,39

Numărul de indivizi (N), lungimea medie totală (L_t), greutatea medie totală (W_t);
[± Interval de confidență (95%); (Minim ÷ Maxim)]

Distribuția frecvențelor pe clase de lungimi și masă corporală, pentru fiecare an în parte și cumulat pentru toată perioada, este redată în figurile 7.22.-7.29.

Tabelul 7.11. Structura eșantioanelor de crap

t (ani)	N	L_t (cm)	N	W_t (g)
2	71	25,24 ± 0,40 (24,84 ÷ 25,64)	79	281,39 ± 12,44 (268,95 ÷ 293,83)
3	75	36,59 ± 0,35 (36,24 ÷ 36,94)	203	928,05 ± 9,81 (918,24 ÷ 937,86)
4	168	42,90 ± 0,07 (42,83 ÷ 42,97)	164	1397,08 ± 9,85 (1387,23 ÷ 1406,93)
5	926	53,5 ± 0,16 (53,34 ÷ 53,66)	738	2638,97 ± 21,71 (2616,26 ÷ 2660,68)
6	178	63,27 ± 0,11 (63,16 ÷ 63,38)	234	4055,94 ± 13,70 (4042,24 ÷ 4069,64)
7	239	68,23 ± 0,08 (68,15 ÷ 68,31)	236	5344,17 ± 29,74 (5316,43 ÷ 5373,91)
8	77	72,87 ± 0,13 (72,74 ÷ 73,00)	95	6668,42 ± 30,45 (6637,97 ÷ 6698,87)
9	65	78,23 ± 0,17 (78,06 ÷ 78,40)	105	8246,48 ± 51,42 (8195,06 ÷ 8297,90)
10	65	83,25 ± 0,13 (83,12 ÷ 83,38)	70	9781,43 ± 39,84 (9741,95 ÷ 9662,27)
15	43	87,16 ± 0,19 (86,97 ÷ 87,35)	1	11000
20	18	92,22 ± 0,30 (91,92 ÷ 92,52)	-	-
25	3	97,00 ± 0,58 (96,42 ÷ 97,58)	3	13833,33 ± 166,67 (13666,66 ÷ 13333,32)

Grupa de vârstă (t), Numărul de indivizi (N), lungimea medie totală (L_t), greutatea medie totală (W_t);
[± Eroarea standard; (Minim - Maxim)]

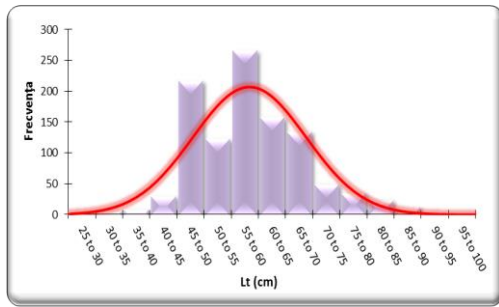


Figura 7.22. Frecvența lungimilor, în anul 2010

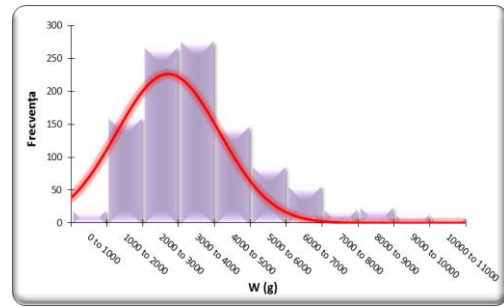


Figura 7.23. Frecvența maselor corporale, în anul 2010

În anul 2010, cele 1081 de exemplare de crap capturate, au fost grupate în cincisprezece clase de lungimi cuprinse între 26-97 cm, respectiv unsprezece clase de greutate în 300-14000 g, corespunzătoare la nouă clase de vârstă, cuprinse în intervalul 2-10 ani. Cele mai mari frecvențe în capturi s-au înregistrat la clasele de lungime cuprinse în intervalul 45-65 cm, cu un procentaj cumulativ de 83,63% și respectiv masă corporală de 1000-4000 g (78,63%). Lungimea medie a exemplarelor capturate a fost de $58,07 \pm 0,61$ cm, iar masa corporală medie de $3442,92 \pm 111,6$ g. Valorile sunt aferente vârstelor mature de 3-7 ani. Această distribuție este asemănătoare cu distribuția generală obținută pentru întreaga perioadă cercetată (2010-2012).

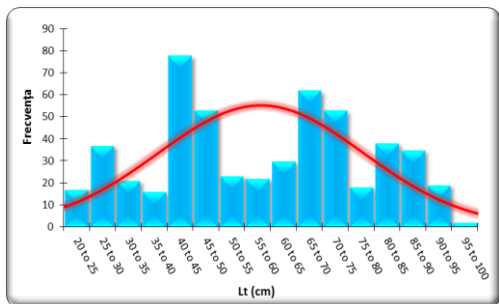


Figura 7.24. Frecvența lungimilor, în anul 2011

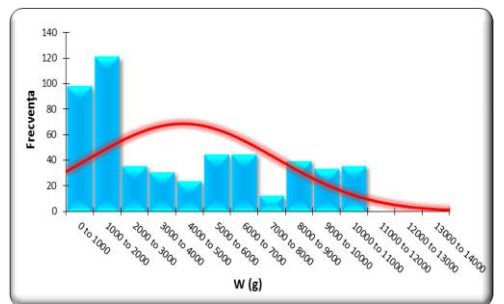


Figura 7.25. Frecvența maselor corporale, în anul 2011

În anul 2011, au fost capturate 524 exemplare de crap, repartizate în șaisprezece clase de lungimi (20-96 cm), respectiv paisprezece clase de greutate (120-13500 g) și douăsprezece grupe de vârstă (2-25 ani); cele mai mari frecvențe în capturi s-au înregistrat la clasele de lungime cuprinse în intervalul 40-50 cm (25%), respectiv masă corporală de 1000-2000 g (41,79%). După acestea, urmează clasele de lungime 65-70 cm (21,95%) și cele de masă corporală 5000-7000 g (17,18%). Lungimea medie a indivizilor în acest eșantion este de $57,69 \pm 1,72$ cm, iar masa corporală medie de $4001,66 \pm 285,96$ g. Aproape toate valorile sunt aferente vârstelor mature de 3-7 ani. Putem considera că și această distribuție este asemănătoare cu distribuția generală obținută pentru întreaga perioadă.

În anul 2012, situația este asemănătoare cu a anilor precedenți. Astfel, din efectivul de 323 exemplare, cele mai mari frecvențe în capturi s-au înregistrat tot la clasele de lungime cuprinse în intervalul 40-65 cm (85,45%) și respectiv masă corporală de 1000-5000 g (77,40%), intervale aferente aceluiași vârste de 3-7 ani.

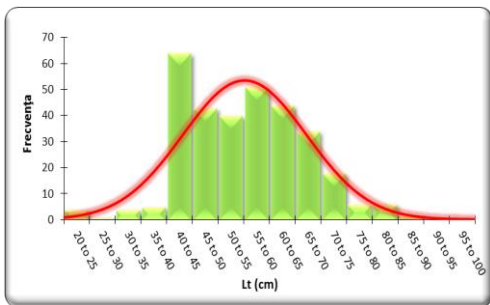


Figura 7.26. Frecvența lungimilor, în anul 2012

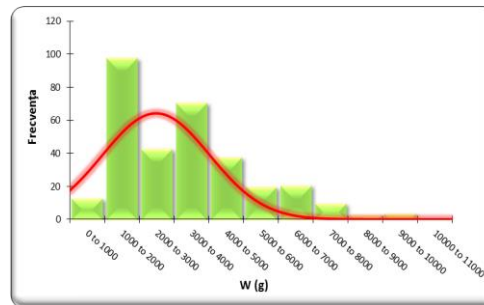


Figura 7.27. Frecvența maselor corporale, în 2012

Lungimea medie a exemplarelor este de $54,74 \pm 1,31$ cm și masa corporală medie $3153,27 \pm 228,77$ g. Această distribuție este asemănătoare cu distribuția generală obținută pentru întreaga perioadă cercetată.

În perioada 2010-2012, efectivul numeric de 1928 exemplare de crap, a fost reprezentat în capturi prin șaisprezece clase de lungimi cuprinse între 20-98 cm, respectiv paisprezece clase de greutate între 120-14000 g, corespunzătoare a douăsprezece clase de vârstă cuprinse între 2 și 25 ani. Lungimea medie a exemplarelor capturate a fost de $57,65 \pm 1,71$ cm, iar masa corporală medie de $3995,94 \pm 285,3$ g. Dominante sunt clasele de lungime cuprinse în intervalul 55-60 cm (17,63%) și 45-50 cm (16,29%), respectiv masă corporală de 1000-4000 g (57,21%).

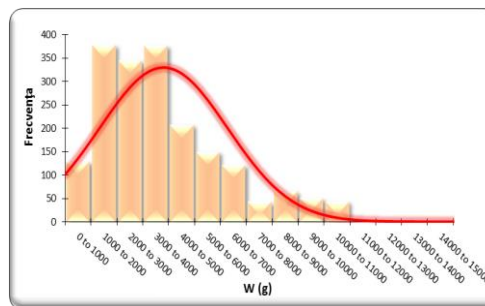
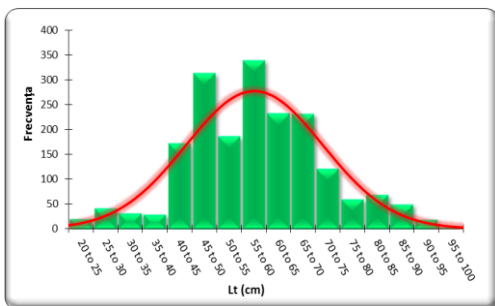


Figura 7.28. Frecvența lungimilor (2010-2012) Figura 7.29. Frecvența maselor corporale (2010-2012)

Din figurile 7.30 și 7.31 se poate observa că ambele intervale sunt aferente vârstelor mature de 3-7 ani, cumulând un procentaj de 83% în distribuția pe lungimi și 89% în distribuția pe masă corporală. Această specie ajunge la maturitate sexuală la 3-4 ani și putem afirma că o parte relativ mică din stoc a fost pescuită înainte de prima reproducere.

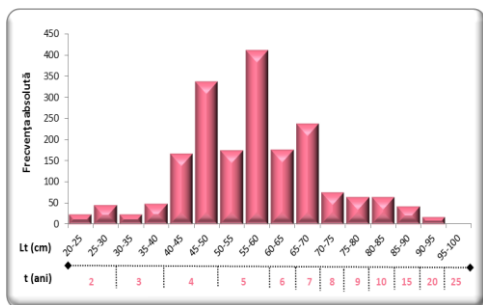


Figura 7.30. Distribuția frecvenței pe lungimi și grupe de vârstă la populația de crap, (2010-2012)

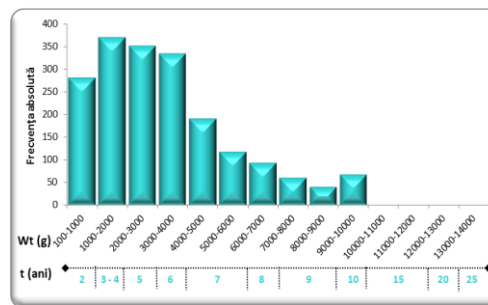


Figura 7.31. Distribuția frecvenței pe masele corporale și grupe de vârstă la crap, (2010-2012)

Curbele de frecvență obținute, atât la lungimi cât mai ales la masa corporală, cu excepția anului 2011, aproape că se suprapun cu curbele normale de distribuție. Faptul că în capturi predomină exemplarele mature de 3-7 ani, indică o exploatare rațională a stocurilor de crap. La acest rezultat contribuie și selectivitatea uneltelor de pescuit, care prin lege trebuie să aibe latura ochiului de cel puțin 30 mm, în timp ce lungimea minimă legală admisă la pescuitul crapului este de 35 cm.

7.3.3.2. Determinarea valorilor coeficienților creșterii; relația lungime - masă (Lt-W)

Prin utilizarea acestei metode analitice de calcul s-au obținut date importante privind creșterea peștilor în fluviul Dunărea, permițând realizarea comparațiilor între populațiile diferitelor specii din același ecosistem acvatic.

Valorile coeficienților a , b din ecuația $Wt = a * Lt^b$, pentru populația de crap, s-au determinat, grafic, pentru fiecare an de studiu, dar și cumulativ pentru întreaga perioadă 2010-2012, în vederea obținerii unor rezultate cât mai apropiate de realitate a acestor coeficienți; au fost introduse șirurile lungime totală-masă corporală ca date de intrare, folosind regresia neliniară (figura 7.32). În cei trei ani de cercetări, valorile coeficientului alometric b , sunt mai mari de 3; creșterea corpului se face mai mult pe seama lungimii decât a masei corporale, ceea ce este specific crapului din Dunăre și dovedește existența unor condiții mediale normale de creștere și dezvoltare a speciei.

Valorile coeficienților creșterii a și b , rezultate din grafice, pentru fiecare an de studiu și cumulativ pentru întreaga perioadă, sunt centralizate în tabelul 7.12. S-a obținut o valoare bună a lui b de 3,0548 care indică o creștere ușor alometrică pentru indivizii din eșantion, alometrie pozitivă ($b > 3$).

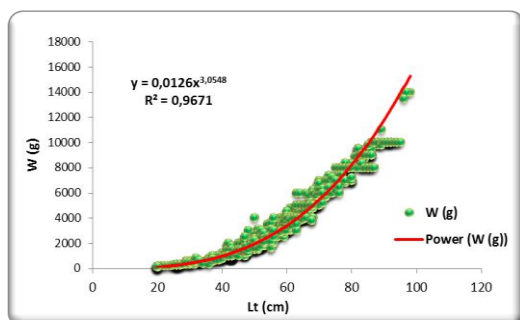


Figura 7.32. Regresia lungime - masă (2010-2012)

Tabelul 7.12. Valorile coeficienților a și b ai relație lungime-masă la populația de crap

Anul	a	b
2010	0,0150	3,0151
2011	0,0137	3,0250
2012	0,0066	3,2275
Total 2010-2012	0,0126	3,0548

După determinarea valorilor celor doi coeficienți, se poate afla masa corporală a crapului la orice lungime. Relația generală dintre lungimea totală și masă (Lt-W) pentru populația de crap în perioada de studiu este: $Wt = 0,0126 * Lt^{3,0548}$

7.3.3.3. Estimarea parametrilor creșterii, Von Bertalanffy (L_{∞} , k , t_0)

Pentru estimarea parametrilor de creștere k și t_0 prin metoda grafică von Bertalanffy, au fost necesare datele, prezentate în tabelul 7.13. Lungimea asimptotică (L_{∞}) generată de programul FISAT II, pentru specia crap, este egală cu 105 cm.

Tabelul 7.13. Date inițiale pentru estimarea parametrilor de creștere k și t_0 prin metoda grafică, la populația de crap

t (ani)	Lt (cm)	$-\ln(1-Lt/L_\infty)$
1	10,15	0,101664
2	25,24	0,274938
3	36,59	0,428441
4	42,90	0,525214
5	53,5	0,712379
6	63,27	0,92274
7	68,23	1,049278
8	72,87	1,18417
9	78,32	1,370046
10	83,25	1,574347
15	87,16	1,772517
20	92,22	2,106079
25	97	2,574519

În figura 7.33 este prezentată ecuația regresiei liniare, care a stat la baza determinării constantelor a și b , ce se folosesc la calculul parametrilor de creștere k și t_0 . În final, au rezultat valorile parametrilor creșterii (tabelul 7.14).

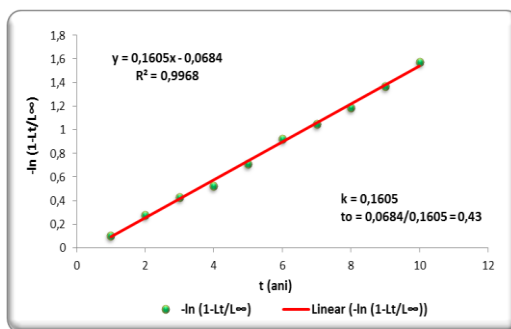


Figura 7.33. Metoda grafică von Bertalanffy pentru estimarea lui k și t_0 la populația de crap

Valorile obținute din grafic, pentru cele două variabile sunt:

$k = b = 0,1605 \text{ (an}^{-1}\text{)},$

$t_0 = -a/b = 0,43 \text{ (ani)}.$

Tabelul 7.14. Valorile parametrilor de creștere L_∞ , k și t_0 pentru populația de crap

L_∞ (cm)	k (an ⁻¹)	t_0 (ani)
105	0,1605	0,43

Ecuația de creștere von Bertalanffy pentru populația de crap are forma:

$Lt_{\text{VBGF}} = 105 \cdot (1 - e^{-0,1605(t-0,43)}).$

Curba de creștere recalculată este prezentată în figura 7.34. Având ecuația regresiei, se poate determina lungimea la orice vârstă.

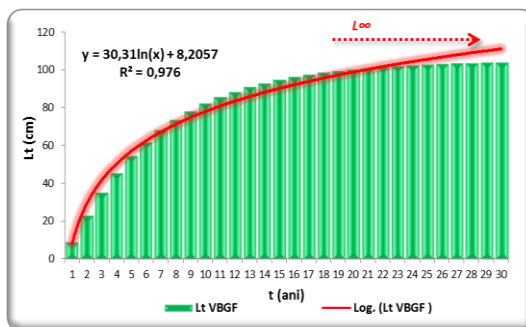


Figura 7.34. Curba de creștere în lungime von Bertalanffy, recalculată

Estimarea ecuației de creștere în unități de masă, von Bertalanffy

Valorile obținute anterior, pentru constantele de creștere sunt: $L_{\infty} = 105$ cm, $k = 0,1605/\text{an}$ și $t_0 = 0,43$ ani iar $q = a = 0,0126$. Masa corporală asimptotică rezultată este $W_{\infty} = 14586,08$ g. Ecuația de creștere von Bertalanffy în unități de masă poate fi scrisă sub forma:

$$Wt_{\text{VBGF}} = 14586,08 * (1 - e^{-0,1605 * (t - 0,43)})^3$$

Înlocuind în relația de mai sus vârsta t cu valorile corespunzătoare (1-25 ani), se obține curba de creștere în greutate, recalculată (figura 7.35). De asemenea, pe figură apare și curba corespunzătoare regresiei polinomiale, cu formula aferentă și coeficientul de determinare foarte bun ($R^2 = 0,9928$).

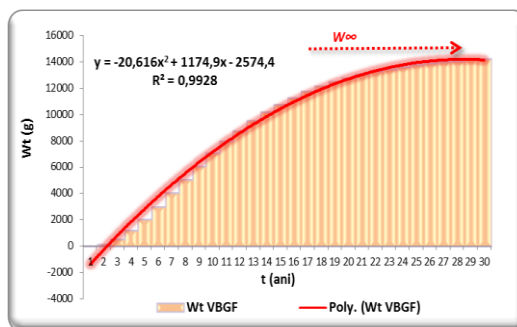


Figura 7.35. Curba de creștere a masei corporale von Bertalanffy, recalculată

Cumulând informațiile din figurile precedente, poate fi determinată creșterea în lungime și masă corporală la populația de crap din Dunărea predeltaică, la orice vârstă (figura 7.36).

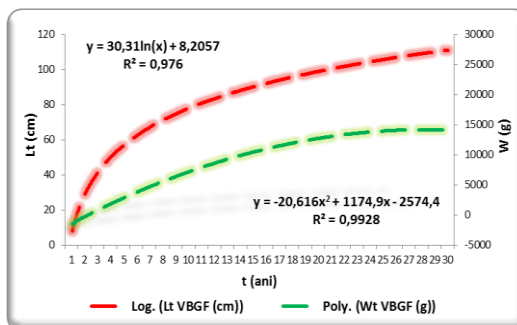


Figura 7.36. Creșterea în lungime și masă corporală la populația de crap

7.3.3.4. Estimarea mortalității și determinarea ratei de exploatare (M, Z, F, E)

Estimarea mortalității naturale (M)

Pe baza lungimii asimptotice și a elementelor de calcul deja cunoscute (temperatura medie a apei Dunării de 12°C, $L_{\infty} = 105$ cm, $k = 0,1605/\text{an}$, aplicând formula de calcul a lui Pauly (1983), s-a obținut o mortalitate naturală **M = 0,26/an**.

Luând în calcul masa corporală și elementele cunoscute (temperatura medie a apei Dunării de 12°C, $W_{\infty} = 14586,08$ g, $k = 0,1605/\text{an}$) a rezultat o valoare apropiată a mortalității naturale **M' = 0,2601/an**. Pentru crap, raportul M/k este 1,60, raport ce se încadrează în domeniul 1,5-2,5, interval sugerat de Beverton și Holt.

Estimarea mortalității totale (Z)

Din programul FiSAT II a rezultat graficul prezentat în figura 7.37. Ecuația regresiei liniare din figură este: **$y = -0,531x + 8,674$** cu un coeficient de determinare relativ bun de 0,8949. În curba capturii liniarizate s-a luat în calcul numai partea descendentă, partea cuprinsă în intervalul de lungimi 35 cm (3-4 ani) și 85 cm (10 ani).

Coeficienții ecuației au următoarele valori: $a = 8,674$, $b = -0,531$. Mortalitatea totală (Z) este $Z = -b$, deci **Z = 0,53/an**.

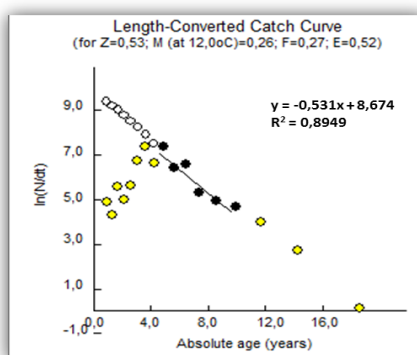


Figura 7.37. Estimarea mortalității totale (Z) prin metoda curbei capturii liniarizate

Estimarea probabilității în capturi

Relația dintre clasele de lungime și probabilitatea în captură a indivizilor este reprezentată în figura 7.38, iar valorile estimate pentru L_{25} , L_{50} și L_{75} au fost 33,37 cm, 37,24 cm și respectiv 41,14 cm.

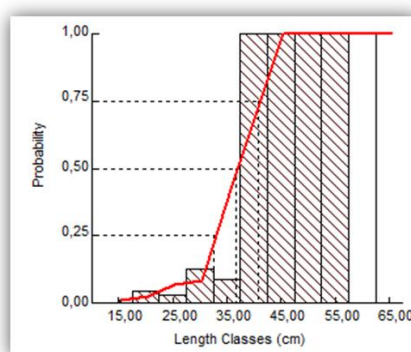


Figura 7.38. Probabilitatea apariției în capturi la crap

Estimarea mortalității prin pescuit (F)

Coeficientul mortalității prin pescuit se estimează prin diferența dintre mortalitatea totală (Z) și mortalitatea naturală (M). Luând în calcul valoarea $M = 0,26/\text{an}$ pentru mortalitatea prin pescuit, a rezultat: $F = 0,27/\text{an}$. Prin calcul, a rezultat rata de exploatare (E) de 0,52, valoare mai mare decât rata de exploatare de echilibru (0,5). În tabelul 7.15 sunt prezentate valorile ratelor de mortalitate și de exploatare.

Tabelul 7.15. Ratele de mortalitate pentru populația de crap

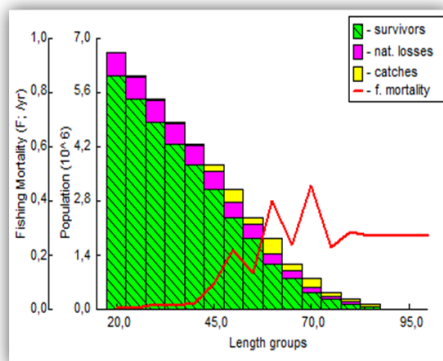
M (an ⁻¹)	Z (an ⁻¹)	F (an ⁻¹)	E	k (an ⁻¹)	M/k	Z/k
0,26	0,53	0,27	0,52	0,1605	1,60	3,30

Rata mortalității datorată pescuitului (0,27/an) este mai mare decât mortalitatea naturală (0,26/an). Pentru crap, raportul Z/k are valoarea 3,30; rezultă că stocul este exploatat peste pragul de echilibru.

7.3.3.5. Analiza populației virtuale pe clase de lungime (VPA)

Intrările pentru aplicarea modelului au fost determinate în prealabil: șirul frecvențelor claselor de lungimi, coeficienții $a = 0,0126$ și $b = 3,0548$ din corelația lungime totală-masă corporală, mortalitatea naturală $M = 0,26/\text{an}$, $L_{\infty} = 105$ cm, $k = 0,1605/\text{an}$ și F_t (mortalitatea terminală prin pescuit) egal cu 0,27/an. În urma introducerii acestor date în programul FISAT II, s-a obținut reprezentarea grafică din figura 7.39.

Rezultatele analizei populației virtuale au arătat că, la crap, cei mai vulnerabili la pescuit sunt indivizii cu lungimea de 60-70 cm (cu un maxim la 70 cm, $F = 0,4553/\text{an}$). Prin urmare, probabilitatea de captură crește odată cu vârsta, până atinge un punct critic la 6-7 ani, respectiv lungimea de 60-70 cm (tabelul 7.16).



Tabelul 7.16. Rezultate numerice VPA pentru crap

	Mid-Length	Catch (in numbers)	Population (N)	Fishing mortality (F)	Steady-state Biomass (tonnes)
1	20,0	18000,00	6635593,00	0,0078	1398,65
2	25,0	11000,00	6015155,00	0,0049	2641,58
3	30,0	41000,00	5425327,50	0,0193	4394,02
4	35,0	25000,00	4830925,50	0,0123	6683,75
5	40,0	50000,00	4279275,50	0,0261	9501,79
6	45,0	169000,00	3730742,00	0,0955	12556,79
7	50,0	338000,00	3101614,75	0,2196	15059,83
8	55,0	176000,00	2363387,50	0,1347	17092,65
9	60,0	411000,00	1847726,75	0,4000	17533,19
10	65,0	180000,00	1169542,88	0,2382	16462,14
11	70,0	238000,00	793043,88	0,4553	14277,32
12	75,0	78000,00	419119,03	0,2280	11530,75
13	80,0	65000,00	252188,48	0,2842	9390,38
14	85,0	65063,00	127716,25	0,2700	73281,67
15	90,0	0,00	0,00	0,2700	0,00

Figura 7.39. Analiza populației virtuale pe clase de lungimi

7.3.3.6. Analiza randamentului relativ per recruta Y'/R și biomasei relative per recruta B'/R

Rezultatele analizei randamentului relativ per recruta (Y'/R) și biomasei relative per recruta (B'/R), cu valorile obținute computerizat 0,036 și 0,264, sunt prezentate în diagramele izopletelor din figura 7.40, la valoarea curentă $M/k = 1,60$. Pe graficul izopletelor este marcată linia orizontală roșie, corespunzătoare raportului $L_c/L_{\infty} = 0,36$, pe care se află poziția exploatații în prezent.

Curbele randamentului relativ per recrut (Y'/R) și biomasei relative per recrut (B'/R), aferente valorii curente $L_c = 37,24$ cm, sunt prezentate în figura 7.41. Se observă, că rata de exploatare atinge valoarea maximă la $E_{max} = 0,571$. Stocul se reduce la jumătate din biomasa neexploatăată la $E_{0,5} = 0,321$. La crap, rata de exploatare optimă este corespunzătoare unei valori $E_{0,1} = 0,458$. Având în vedere că rata curentă de exploatare, determinată din calcule, este $E = 0,52$, rezultă o exploatare a stocului peste valorile optime, aproape de randamentul maxim.

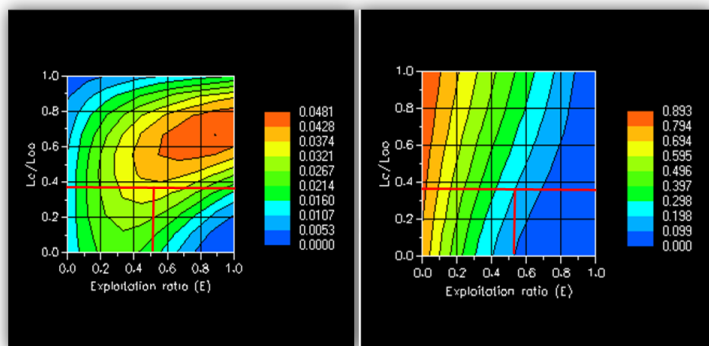


Figura 7.40. Diagrama izopetelor Y'/R și B'/R

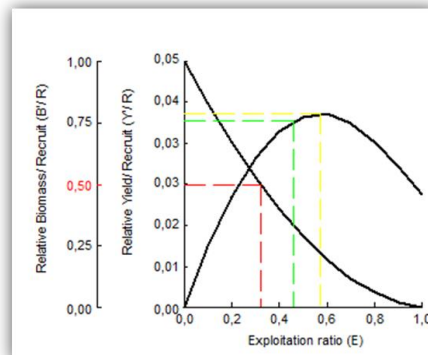


Figura 7.41. Curbele Y'/R și B'/R

7.3.3.7. Producția și predicția stocului (Thompson-Bell)

În figura 7.42, sunt prezentate grafic modelul producției maxime sustenabile (MSY), factorul f și biomasa corespunzătoare.

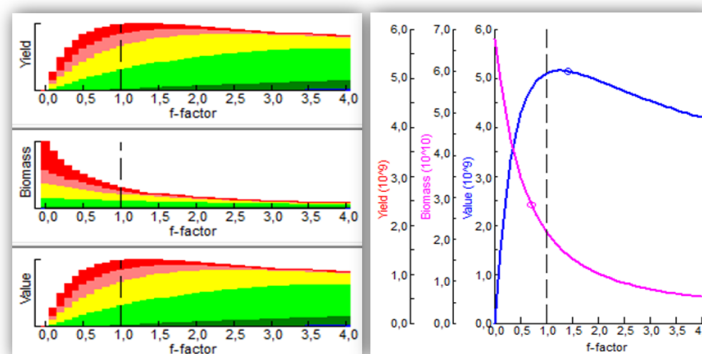


Figura 7.42. Predicția stocului de crap (Thompson-Bell)

Modelul previzionează că, la un efort de pescuit $f = 1,3$, stocul va da o producție maximă sustenabilă (MSY). Cu alte cuvinte, efortul de pescuit ar mai putea fi crescut cu 30 % față de efortul curent, pentru a se ajunge la randamentul maxim. La o valoare a lui f de 0,6, stocul se reduce la 50% din biomasa inițială, neexploatăată. Se poate concluziona că nivelul optim al producției per recrut a fost depășit, specia fiind pescuită aproape de limita de supraexploatare.

7.3.4. Evaluarea stării stocurilor la populația de caras

7.3.4.1. Analiza structurii populației, pe clase de lungimi și mase corporale

În perioada 2010-2012, au fost capturate și măsurate 1703 exemplare din specia caras (*Carassius gibelio*), cu o biomasă de 5669,4 kg (tabelul 7.17, tabelul 7.18).

Tabelul 7.17. Datele biometrice medii ale populației de caras din Dunărea predeltaică

Anul	N	$\bar{L}t$ (cm)	Deviația standard	$\bar{W}t$ (g)	Deviația standard
2010	723	27,34 ± 0,29 (27,05 ÷ 27,63)	13	374,79 ± 11,16 (363,63 ÷ 385,95)	152,80
2011	221	26,18 ± 0,50 (25,68 ÷ 26,68)	3,77	339,82 ± 19,14 (320,68 ÷ 358,96)	144,39
2012	759	24,24 ± 0,30 (23,94 ÷ 24,54)	4,15	291,00 ± 10,80 (280,20 ÷ 301,80)	151,62
Total 2010 - 2012	1703	26,81 ± 0,25 (25,60 ÷ 26,01)	4,3	332,91 ± 7,42 (325,49 ÷ 340,33)	156,11

Numărul de indivizi (N), lungimea medie totală (Lt), masa corporală medie totală (Wt);
[± Interval de confidență (95%); (Minim ÷ Maxim)]

Tabelul 7.18. Structura eșantioanelor de caras

t (ani)	N	Lt (cm)	N	Wt (g)
2	21	13,54 ± 0,10 (13,44 ÷ 13,64)	23	36,52 ± 1,84 (34,68 ÷ 38,37)
3	197	19,18 ± 0,07 (19,11 ÷ 19,25)	286	138,08 ± 1,21 (136,87 ÷ 139,29)
4	294	22,01 ± 0,05 (21,97 ÷ 22,06)	331	236,86 ± 1,59 (235,27 ÷ 238,45)
5	356	24,90 ± 0,04 (24,87 ÷ 24,94)	470	335,10 ± 1,63 (333,46 ÷ 336,73)
6	470	27,82 ± 0,04 (27,78 ÷ 27,86)	333	409,20 ± 1,02 (408,19 ÷ 410,22)
7	282	30,74 ± 0,04 (30,70 ÷ 30,79)	248	573,27 ± 6,16 (567,11 ÷ 579,43)
8	1135	33,79 ± 0,11 (33,68 ÷ 33,90)	12	1023,33 ± 32,18 (991,16 ÷ 1055,51)

Grupa de vârstă (t), Numărul de indivizi (N), lungimea medie totală (Lt), masa corporală medie totală (Wt); [± Eroarea standard; (Minim - Maxim)]

Distribuția frecvențelor pe clase de lungimi și masă, pentru fiecare an în parte și cumulat pentru toată perioada, este redată în figurile 7.43.-7.50.

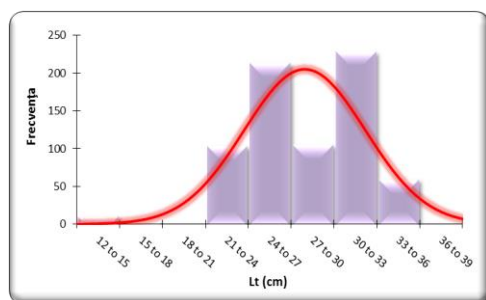


Figura 7.43. Frecvența lungimilor, în anul 2010

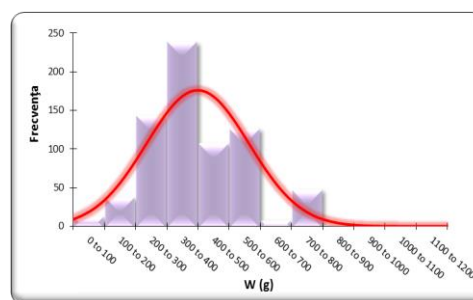


Figura 7.44. Frecvența maselor corporale, în 2010

În anul 2010, cele 723 de exemplare de caras capturate au fost grupate în nouă clase de lungimi cuprinse între 13-36 cm, respectiv douăsprezece clase de greutate între 30-1140 g, corespunzătoare la șapte clase de vârstă cuprinse între 2 și 8 ani. Cele mai mari frecvențe în capturi s-au înregistrat la clasele de lungime cuprinse în intervalul 30-33 cm (31,54%) și 24-27 cm (29,46%), respectiv masă corporală de 300-400 g (32,92%) și 200-300 g (19,78%). Lungimea medie a exemplarelor capturate a fost de 27,34 ± 0,29 cm, iar masa corporală medie de 374,79 ± 11,16 g. Valorile sunt aferente vârstelor mature de 4-7 ani.

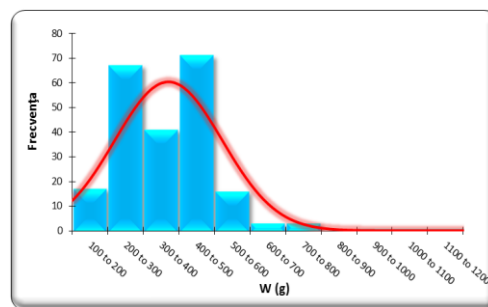
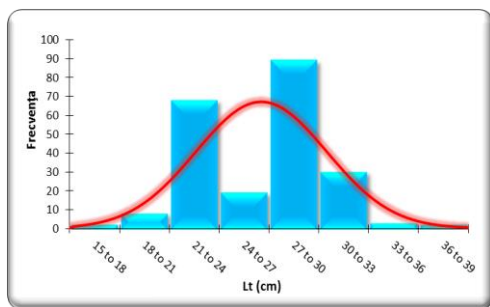


Figura 7.45. Frecvența lungimilor, în anul 2011 Figura 7.46. Frecvența maselor corporale, în 2011

În anul 2011, au fost capturate 221 exemplare de caras, repartizate în opt clase de lungimi (17-37 cm), respectiv unsprezece clase de greutate (120-1080 g) și șase grupe de vârstă (2-8 ani); cele mai mari frecvențe în capturi s-au înregistrat la clasele de lungime cuprinse în intervalul 27-30 cm (40,27%), respectiv masă corporală de 400-500 g (32,13%). După acestea urmează clasele de lungime 21-24 cm (30,77%) și cele de masă corporală 200-300 g (30,32%). Lungimea medie a indivizilor în acest eșantion este de $26,18 \pm 0,50$ cm, iar masa corporală medie de $339,82 \pm 19,14$ g. Aproape toate valorile sunt aferente vârstelor mature de 3-6 ani.

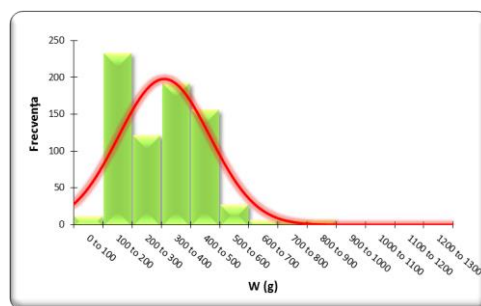
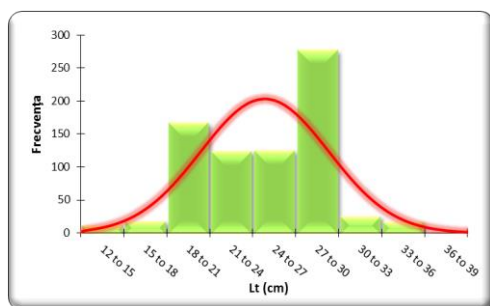


Figura 7.47. Frecvența lungimilor, în 2012 Figura 7.48. Frecvența maselor corporale, în 2012

În anul 2012, din efectivul de 759 exemplare, cele mai mari frecvențe în capturi s-au înregistrat tot la clasele de lungime cuprinse în intervalul 27-30 cm (36,36%), urmată de grupa 18-20 cm (21,87%); cele mai mari frecvențe în capturi s-au înregistrat la clasele de masă corporală din intervalele 100-200 g (30,57%) și 300-400 g (25,16%), intervale aferente acelorași vârste de 3-6 ani. Lungimea medie a exemplarelor este de $24,24 \pm 0,30$ cm și masa corporală medie $291,00 \pm 10,80$ g.

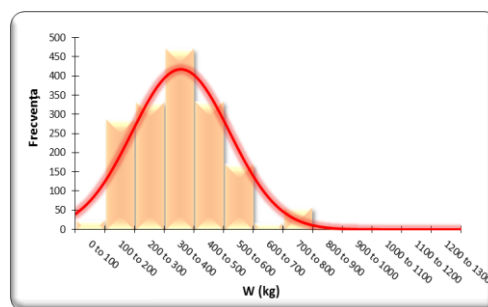
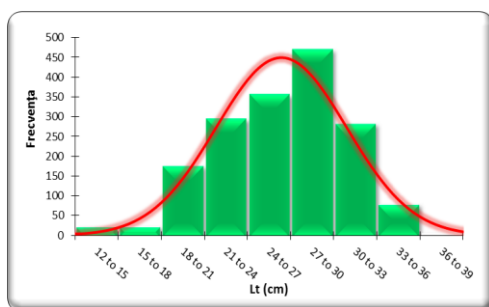


Figura 7.49. Frecvența lungimilor (2010-2012) Figura 7.50. Frecvența maselor corporale (2010-2012)

Pentru întreaga perioadă de cercetare, efectivul numeric de 1703 exemplare de caras a fost reprezentat în capturi prin nouă clase de lungimi cuprinse între 13-37 cm, respectiv

treisprezece clase de greutate între 30-1240 g, corespunzătoare la șapte clase de vârstă cuprinse între 2 și 8 ani. Lungimea medie a exemplarelor capturate a fost de $26,81 \pm 0,25$ cm, iar masa corporală medie de $332,91 \pm 7,42$ g. Cele mai mari frecvențe în capturi s-au înregistrat la clasele de lungime cuprinse în intervalul 27-30 cm (27,60%), respectiv masă corporală de 300-400 g (27,60%). După acestea urmează clasele de lungime 24-27 cm (20,90%) și cele de masă corporală 400-500 g (19,55%). Ambele intervale corespund vârstelor mature de 4-6 ani cumulând un procent de 48,50% în distribuția pe lungimi și 47,15% în distribuția pe masă corporală (figurile 7.51, 7.52). Curbele de frecvență obținute, atât la lungimi cât și la masa corporală, cu mici excepții, aproape că se suprapun cu curbele normale de distribuție, marcate cu linia roșie. Faptul că în capturi predomină exemplarele mature de 3-7 ani, indică o exploatare echilibrată a stocurilor de caras.

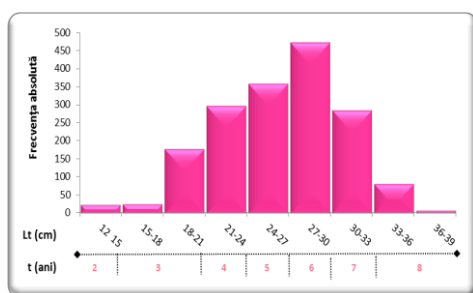


Figura 7.51. Distribuția frecvenței pe lungimi și grupe de vârstă la caras (2010-2012)

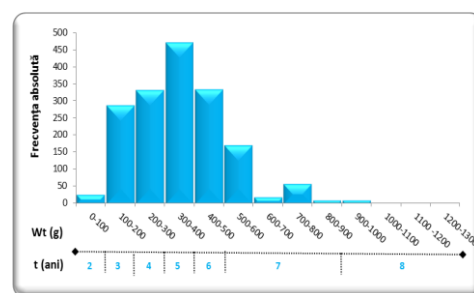


Figura 7.52. Distribuția frecvenței pe masele corporale și grupe de vârstă la caras (2010-2012)

7.3.4.2. Estimarea valorilor coeficienților creșterii; relația lungime – masă (Lt-W)

Valorilor coeficienților a , b din ecuația: $Wt = a * Lt^b$ pentru populația de caras, s-au determinat, grafic, pentru fiecare an de studiu și cumulativ pentru întreaga perioadă 2010-2012, folosind regresia neliniară (figura 7.53).

Cu excepția anului 2012, în ceilalți doi ani valorile coeficientului b , cel care dă indicii despre cum evoluează creșterea peștilor, sunt mai mici de 3. Se poate afirma că la caras, creșterea corpului se face mai mult pe seama masei corporale decât a lungimii, ceea ce presupune prezența unor condiții mediale normale de creștere și dezvoltare a speciei.

Valorile coeficienților creșterii a și b , rezultate din grafice, pentru fiecare an de studiu și cumulativ pentru întreaga perioadă, sunt centralizate în tabelul 7.19. Pentru cei trei ani de cercetare, coeficientul de determinare (R^2) rezultat din regresie este egal cu 0,9216. S-a obținut o valoare caracteristică a lui b de 2,8885, care indică o creștere alometrică pentru indivizii din eșantion, respectiv o alometrie negativă ($b < 3$).

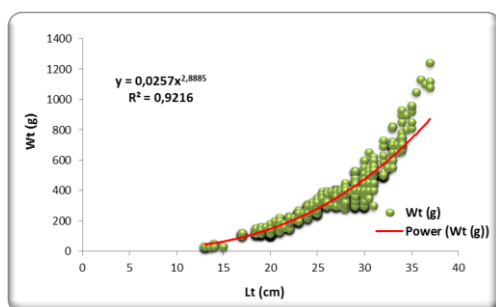


Figura 7.53. Regresia lungime - masă (2010-2012)

Tabelul 7.19. Valorile coeficienților a și b ai relației lungime-masă la populația de caras

Anul	a	b
2010	0,0263	2,8725
2011	0,5020	2,6852
2012	0,0159	3,0496
Total 2010-2012	0,0257	2,8885

Cunoscând valorile celor doi coeficienți, relația dintre lungimea totală și masă (Lt-W) pentru populația de caras în perioada de studiu este: $Wt = 0,0257 * Lt^{2,8885}$

7.3.4.3. Estimarea parametrilor creșterii, Von Bertalanffy (L_{∞} , W_{∞} , k , t_0)

Datele inițiale necesare estimării parametrilor de creștere k și t_0 prin metoda grafică von Bertalanffy sunt prezentate în tabelul 7.20. Pentru caras a rezultat lungimea infinită - 38,85 cm.

Tabelul 7.20. Date inițiale pentru estimarea parametrilor de creștere k și t_0 prin metoda grafică, la populația de caras

t (ani)	Lt (cm)	$-\ln(1-Lt/L_{\infty})$
1	9,60	0,283829
2	13,54	0,428509
3	19,18	0,680613
4	20,01	0,723726
5	21,90	0,82944
6	27,82	1,259089
7	30,74	1,56661
8	33,79	2,038342

În figura 7.54 este prezentată ecuația regresiei liniare, care a stat la baza determinării constantelor a și b , ce se folosesc la calculul parametrilor de creștere k și t_0 . În final, au rezultat valorile parametrilor creșterii (tabelul 7.21). Valoarea coeficientului de creștere (k) ne dă informații despre dinamica creșterii peștilor în ecosistem și ne ajută la compararea populațiilor care trăiesc în diferite habitate. După cum reiese din grafic, valorile celor două variabile sunt:

$$k = b = 0,2359 \text{ (an}^{-1}\text{)}$$

$$t_0 = -a/b = 0,36 \text{ (ani)}$$

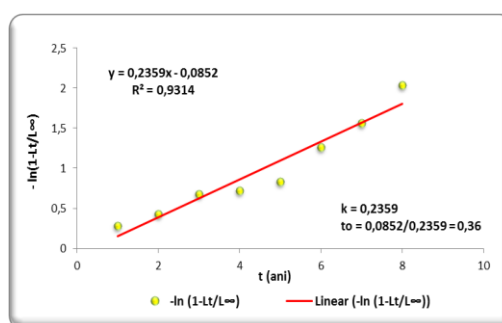


Figura 7.54. Metoda grafică von Bertalanffy pentru estimarea lui k și t_0 la populația de caras

Tabelul 7.21. Valorile parametrilor de creștere L_{∞} , k și t_0 pentru populația de caras

L_{∞} (cm)	k (an^{-1})	t_0 (ani)
38,85	0,2359	0,36

Ecuația de creștere von Bertalanffy, rezultată prin introducerea valorilor determinate pentru L_{∞} , k și t_0 , la populația de caras, este de forma: $Lt_{\text{VBGF}} = 38,85 * (1 - e^{-0,2359(t-0,36)})$

Pe baza acestei ecuații s-a calculat lungimea medie corespunzătoare vârștelor (L_t VBGF), așa numita lungime recalculată. Curba de creștere recalculată este prezentată în figura 7.55. Din ecuația regresiei, se poate determina lungimea la orice vârstă.

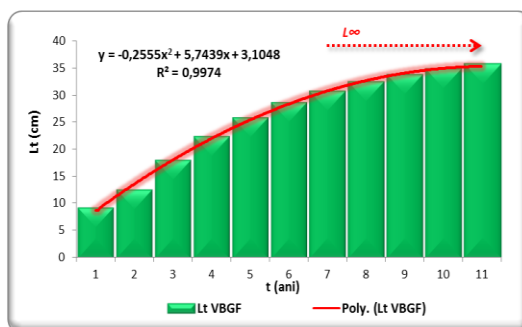


Figura 7.55. Curba de creștere în lungime von Bertalanffy, recalculată

Estimarea ecuației de creștere în unități de masă von Bertalanffy

În condițiile ecosistemului studiat avem următoarele valori ale constantelor de creștere: $L_{\infty} = 38,85$ cm, $k = 0,2359$ /an și $t_0 = 0,36$ ani. Masa corporală asimptotică (W_{∞}) s-a determinat cu relația: $W_{\infty} = q * L_{\infty}^3$, unde: $q = a = 0,0259$, rezultând $W_{\infty} = 1506,98$ g. Ecuația de creștere von Bertalanffy în unități de masă, poate fi scrisă sub forma: $Wt_{VBGF} = 1506,98 * (1 - e^{-0,2359 * (t - 0,36)})^3$.

Înlocuind în relație vârșta t cu valorile corespunzătoare (1-8 ani), se obține curba de creștere în greutate, recalculată și curba corespunzătoare regresiei polinomiale, cu formula aferentă și coeficientul de determinare foarte bun ($R^2 = 0,9919$) (figura 7.56).

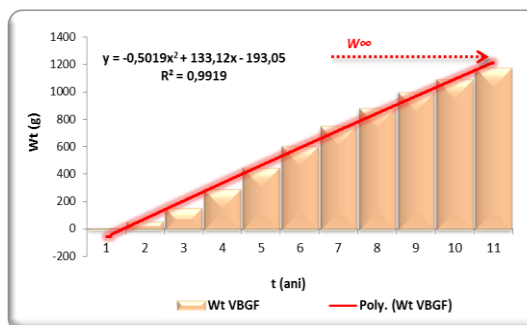


Figura 7.56. Curba de creștere a masei corporale la populația de caras, recalculată

Cumulând informațiile din figurile precedente, poate fi determinată creșterea în lungime și masă corporală la populația de caras din Dunărea predeltaică, la orice vârstă (figura 7.57).

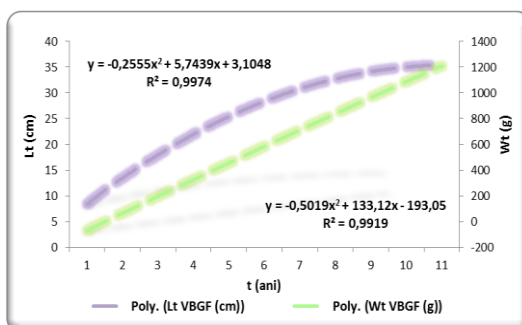


Figura 7.57. Creșterea în lungime și masă corporală la populația de caras

7.3.4.4. Estimarea mortalității și determinarea ratei de exploatare (M, Z, F, E)

Estimarea mortalității naturale (M)

Aplicând formula de calcul a lui Pauly (1983) și elementele de calcul deja cunoscute (temperatură medie a apei Dunării de 12°C, $L_{\infty} = 38,85$ cm, $k = 0,2359/\text{an}$) a rezultat o mortalitate naturală **M = 0,44/an**. Raportul M/k pentru caras are valoarea 1,85.

Estimarea mortalității totale (Z)

Din programul FiSAT II a rezultat graficul prezentat în figura 7.58, prin aplicarea metodei curbei capturii liniarizate. În curba capturii s-a luat în calcul numai partea descendentă, partea cuprinsă în intervalul de lungimi 21 cm (4 ani) și 36 cm (8 ani). Astfel au rezultat coeficienții ecuației: $a = 8,788$, $b = -0,614$ cu un coeficient de determinare $R^2 = 0,9188$. Mortalitatea totală (Z) este $Z = -b$, deci **Z = 0,61/an**.

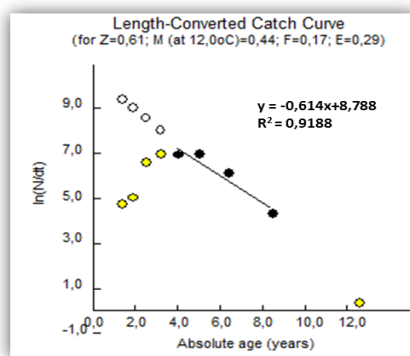


Figura 7.58. Estimarea mortalității totale (Z) prin metoda curbei capturii liniarizate

Estimarea probabilității în capturi:

Relația dintre clasele de lungimi și probabilitatea de captură a acestora este reprezentată în figura 7.59, iar valorile estimate pentru L_{25} , L_{50} și L_{75} au fost 19,76 cm, 22,06 cm și respectiv 24,67 cm. Din curba rezultantă, L_c (lungimea la prima captură) s-a luat ca fiind corespunzătoare probabilității cumulative de 50%.

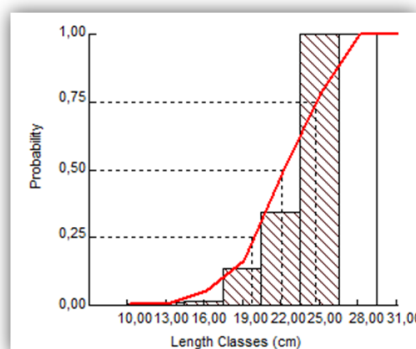


Figura 7.59. Probabilitatea apariției în capturi la caras

Estimarea mortalității prin pescuit (F)

Mortalitatea datorată pescuitului pentru această specie este mică, $F = 0,17/\text{an}$. Pentru rata de exploatare E , a rezultat valoarea $0,29$, valoare care ne demonstrează că stocul populației de caras este subexploatat, fiind departe de valoarea de echilibru ($0,5$). În tabelul 7.22 sunt prezentate valorile ratelor de mortalitate și exploatare.

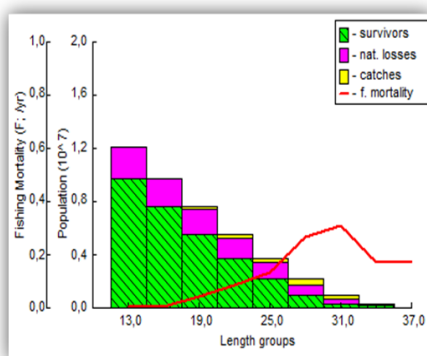
Tabelul 7.22. Ratele de mortalitate pentru populația de caras

$M \text{ (an}^{-1}\text{)}$	$Z \text{ (an}^{-1}\text{)}$	$F \text{ (an}^{-1}\text{)}$	E	$k \text{ (an}^{-1}\text{)}$	M/k	Z/k
0,44	0,61	0,17	0,29	0,2359	1,85	2,59

7.3.4.5. Analiza populației virtuale pe clase de lungime (VPA)

Intrările pentru aplicarea modelului au fost date determinate în prealabil: șirul frecvențelor claselor de lungimi, coeficienții $a = 0,0257$ și $b = 2,8885$ din corelația lungime totală-masă corporală, mortalitatea naturală $M = 0,44/\text{an}$, $L_{\infty} = 38,85 \text{ cm}$, $k = 0,2359/\text{an}$ și F_t (mortalitatea terminală prin pescuit) egală cu $0,17/\text{an}$. În urma introducerii acestor date, s-a obținut reprezentarea grafică din figura 7.60.

Rezultatele analizei populației virtuale, utilizând datele de frecvență pe lungime, pentru perioada cercetată, au arătat că mortalitatea prin pescuit (F), pentru caras, a fost maximă la lungimea de 31 cm , $F = 0,3115/\text{an}$. În mod firesc, pierderile datorate mortalității naturale (M) sunt mai mari la vârstele mici și lungimi sub 20 cm , apoi descresc progresiv spre vârstele și lungimile mari. Probabilitatea de rețineră în nealță a peștilor crește odată cu lungimea și vârsta, până se atinge un punct critic, care la caras este atins la $7-8 \text{ ani}$, vârste corespunzătoare lungimilor de $30-32 \text{ cm}$ (tabelul nr. 7.23).



Tabelul 7.23. Rezultate numerice VPA pentru caras

	Mid-Length	Catch (in numbers)	Population (N)	Fishing mortality (F)	Steady-state Biomass (tonnes)
1	13,0	21000,00	12107865,00	0,0039	689,89
2	16,0	32000,00	9730026,00	0,0067	1121,81
3	19,0	175000,00	7585693,00	0,0418	1604,07
4	22,0	294000,00	5567853,00	0,0845	2031,24
5	25,0	356000,00	3743682,75	0,1328	2263,35
6	28,0	470000,00	2207954,50	0,2659	2068,73
7	31,0	282000,00	960177,69	0,3115	1420,72
8	34,0	78005,00	279900,31	0,1700	2298,79
9	37,0	0,00	0,00	0,1700	0,00

Figura 7.60. Analiza populației virtuale pe clase de lungimi

7.3.4.6. Analiza randamentului relativ per recruta Y'/R și biomasei relative per recruta B'/R

Lungimea la prima captură (L_c) pentru caras, la vârsta de 4 ani , este egală cu $22,06 \text{ cm}$. Prin urmare, $L_c/L_{\infty} = 0,57$, iar $M/k = 1,85$. Izopletele (Y'/R) și (B'/R), în funcție de variația ratei de exploatare (E), sunt prezentate în figura 7.61. Valorile rapoartelor obținute computerizat au fost $0,023$ pentru Y'/R și $0,578$ pentru B'/R . Pe graficul izopletelor este marcată linia orizontală roșie, pe care se află poziția exploatarei în prezent, în funcție de L_c actual și de valoarea lui E .

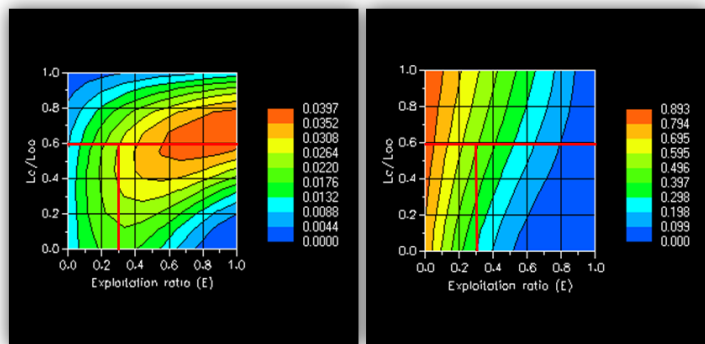


Figura 7.61. Diagrama izopletelor Y'/R și B'/R

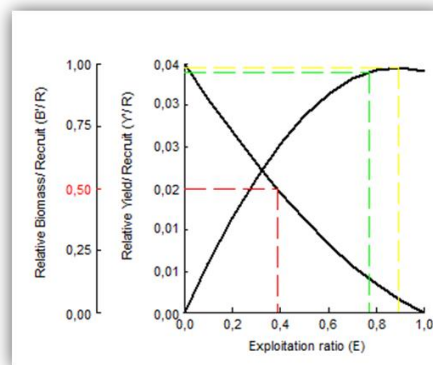


Figura 7.62. Curbele Y'/R și B'/R

În figura 7.62 sunt prezentate curbele randamentului relativ per recrut (Y'/R) și biomasei relative per recrut (B'/R). Pentru diferite lungimi la prima captură (L_c) și rate de exploatare (E), randamentul relativ per recrut (Y'/R) crește la un maxim și apoi scade. În urma analizei, se observă că valoarea maximă s-a obținut la $E_{max} = 0,890$. Rata de exploatare optimă $E_{0,1} = 0,770$. Rata de exploatare în care stocul se reduce la jumătate din biomasa neexploată este $E_{0,5} = 0,386$. Având în vedere că rata curentă de exploatare, rezultată din calcule, este $E = 0,29$, rezultă că aceasta este foarte departe de ratele de exploatare optimă și maximă, indicând o tendință de subexploatare a stocului.

7.3.3.7. Producția și predicția stocului (Thompson-Bell)

În figura 7.63, este prezentat grafic modelul producției maxime durabile (MSY), factorul f și biomasa corespunzătoare. Modelul previzionează că la un efort de pescuit $f = 3,6$ stocul va avea o producție sustenabilă maximă; ar însemna că, la caras, s-ar putea mări efortul de pescuit de 3,6 ori. La o valoare a lui f de 0,9 biomasa neexploată se reduce cu 50%.

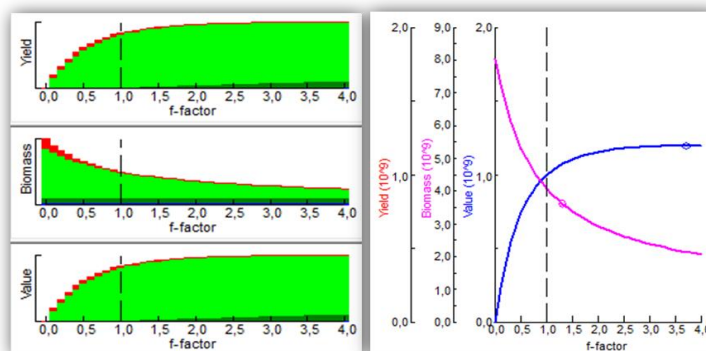


Figura 7.63. Predicția producției stocului de caras (Thompson-Bell)

7.3.5. Evaluarea stării stocurilor la populația de mreață

7.3.5.1. Analiza structurii populației, pe clase de lungimi și mase corporale

În perioada 2010-2012, au fost capturate și măsurate 1183 exemplare din specia mreață (*Barbus barbus*), cu o biomasă de 2226,83 kg (tabelul 7.24, tabelul 7.25).

Tabelul 7.24. Datele biometrice medii ale populației de mreană din Dunărea predeltaică

Anul	N	$\bar{L}t$ (cm)	Deviația standard	$\bar{W}t$ (g)	Deviația standard
2010	584	55,71 ± 0,54 (55,17 ÷ 56,26)	6,68	2067,86 ± 72,22 (1995,60 ÷ 2140,05)	888,65
2011	341	51,39 ± 0,84 (50,55 ÷ 52,23)	7,91	1714,08 ± 98,47 (1615,60 ÷ 1812,55)	924,49
2012	258	52,03 ± 0,50 (51,04 ÷ 53,01)	8,06	1684,96 ± 101,99 (1582,97 ÷ 1786,95)	831,92
Total 2010-2012	1183	53,66 ± 0,44 (53,22 ÷ 54,10)	7,64	1882,358 ± 51,64 (1830,72 ÷ 1934,00)	905,26

Numărul de indivizi (N), lungimea medie totală (Lt), masa corporală medie totală (Wt);
[± Interval de confidență (95%); (Minim ÷ Maxim)]

Tabelul 7.25. Structura eșantioanelor de mreană

t (ani)	N	Lt (cm)	N	W (g)
2	13	28,04 ± 0,29 (27,76 ÷ 28,32)	59	308,64 ± 10,04 (298,61 ÷ 318,68)
3	40	32,04 ± 0,23 (31,81 ÷ 32,26)	146	747,81 ± 10,27 (737,53 ÷ 758,08)
4	105	41,29 ± 0,30 (40,99 ÷ 41,58)	172	1224,24 ± 12,18 (1212,06 ÷ 1236,428)
5	343	51,43 ± 0,15 (51,28 ÷ 51,58)	266	1691,05 ± 9,34 (1681,72 ÷ 1700,39)
6	495	57,17 ± 0,06 (57,11 ÷ 57,23)	373	2314,53 ± 12,95 (2301,58 ÷ 2327,48)
7	161	61,20 ± 0,12 (61,08 ÷ 61,33)	123	3224,15 ± 27,82 (3196,33 ÷ 3251,97)
8	26	65,65 ± 0,09 (65,58 ÷ 65,74)	44	4071,82 ± 13,83 (4057,96 ÷ 4085,65)

Grupa de vârstă (t), Numărul de indivizi (N), lungimea medie totală (Lt), greutatea medie totală (Wt);
[± Eroarea standard; (Minim - Maxim)]

Distribuția frecvențelor pe clase de lungimi și masă, pentru fiecare an în parte și cumulat pentru toată perioada, este redată în figurile 7.64-7.72.

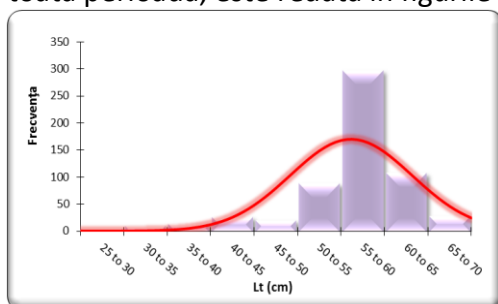


Figura 7.64. Frecvența lungimilor, în anul 2010

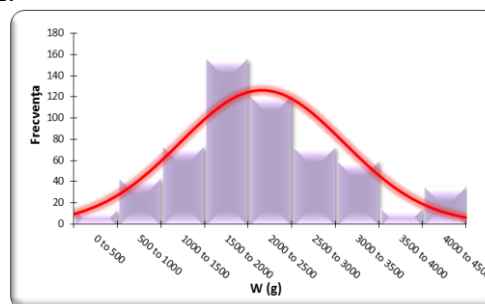


Figura 7.65. Frecvența maselor corporale, în 2010

În anul 2010, cele 584 de exemplare de mreană capturate, au fost grupate în nouă clase de lungimi cuprinse între 26-66 cm, respectiv nouă clase de greutateți între 90-4300 g, corespunzătoare la șapte clase de vârstă cuprinse între 2 și 8 ani. Cele mai mari frecvențe în capturi s-au înregistrat la clasele de lungime cuprinse în intervalul 55-65 cm (68,84%), respectiv masă corporală de 1500-2500 g (47,09%). Lungimea medie a exemplarelor capturate a fost de 55,71 ± 0,54 cm, iar masa corporală medie de 2067,86 ± 72,22 g. Intervalele sunt aferente

vârstelor mature de 4-7 ani. Această distribuție este asemănătoare cu distribuția generală obținută pentru întreaga perioadă cercetată (2010-2012).

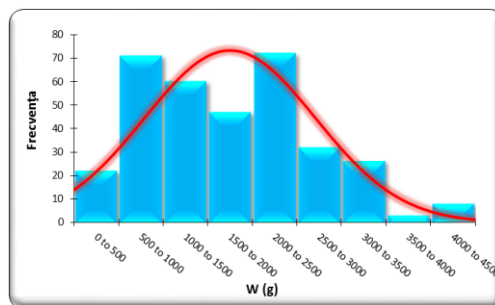
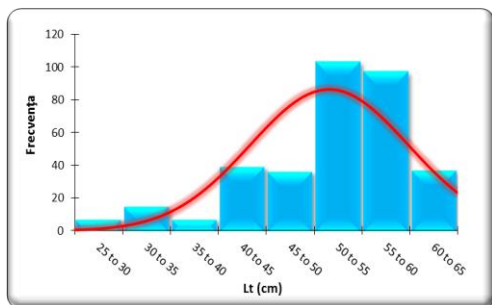


Figura 7.66. Frecvența lungimilor, în anul 2011 Figura 7.67. Frecvența maselor corporale, în 2011

În anul 2011, au fost capturate 341 exemplare de mreață, repartizate în opt clase de lungimi (28-66 cm), respectiv nouă clase de greutateți (250-4200 g) și șapte grupe de vârstă (2-8 ani); cele mai mari frecvențe în capturi s-au înregistrat la clasele de lungime cuprinse în intervalul 50-60 cm (58,65%), respectiv masă corporală de 2000-2500 g (21,11%). Urmează clasele de lungime 40-45 cm (11,44%) și cele de masă corporală 500-1500 g (38,42%). Lungimea medie a indivizilor în acest eșantion este de $51,39 \pm 0,84$ cm, iar masa corporală medie de $1714,08 \pm 98,47$ g. Toate valorile acestor intervale sunt aferente vârstelor mature de 3-6 ani.

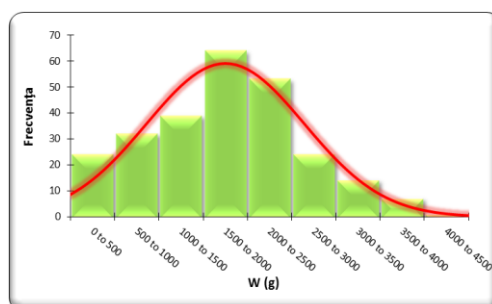
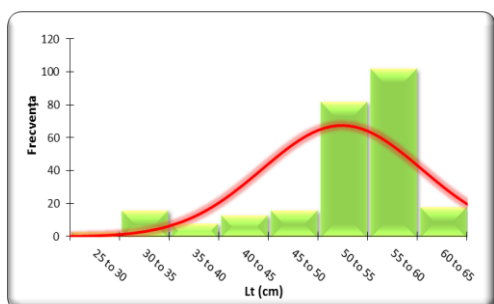


Figura 7.68. Frecvența lungimilor, în anul 2012 Figura 7.69. Frecvența maselor corporale, în 2012

În anul 2012, din efectivul de 258 exemplare, grupate în opt clase de lungimi (26-62 cm), respectiv nouă clase de greutateți (100-4080 g) și șapte grupe de vârstă (2-8 ani), cele mai mari frecvențe în capturi s-au înregistrat tot la clasele de lungime cuprinse în intervalul 50-60 cm (71,32%) și masa corporală de 1500-2500 g (45,35%), intervale aferente aceluiași vârste cuprinse între 4 și 6 ani. Lungimea medie a exemplarelor a fost de $54,03 \pm 0,50$ cm și masa corporală medie $1684,96 \pm 101,99$ g.

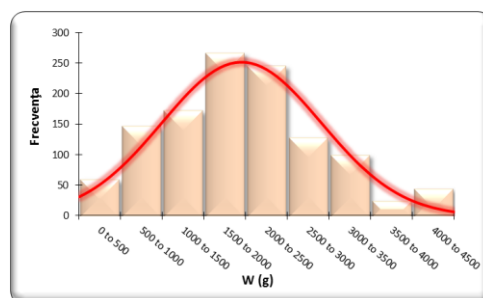
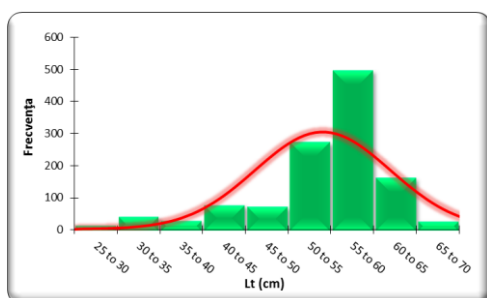


Figura 7.70. Frecvența lungimilor (2010-2012) Figura 7.71. Frecvența maselor corporale (2010-2012)

Pentru întreaga perioadă de cercetare, efectivul numeric de 1183 exemplare de mreață, a fost reprezentat în capturi prin nouă clase de lungimi cuprinse între 26-66 cm, respectiv nouă clase de greutate între 90-4300 g, corespunzătoare la șapte clase de vârstă (2-8 ani). Lungimea medie a exemplarelor capturate a fost de $53,66 \pm 0,44$ cm, iar masa corporală medie de $1882,358 \pm 51,64$ g. Cele mai mari frecvențe în capturi s-au înregistrat la clasele de lungime cuprinse în intervalul 50-60 cm (64,84%), urmează clasele de lungime 60-65 cm (13,61%) și respectiv masă corporală de 1000-2500 g (57,73%). Ambele intervale corespund vârstelor mature de 3-7 ani cumulând un procent de 84,45% în distribuția pe lungimi și 57,73% în distribuția pe masă corporală (figurile 7.72-7.73). Această specie ajunge la maturitate sexuală la 3-5 ani și putem concluziona că o parte mică din stoc a fost pescuită înainte de prima reproducere.

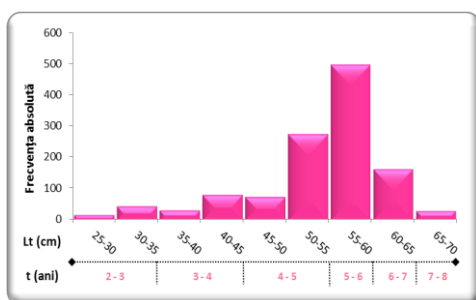


Figura 7.72. Distribuția frecvenței pe lungimi și grupe de vârstă la mreață, (2010-2012)

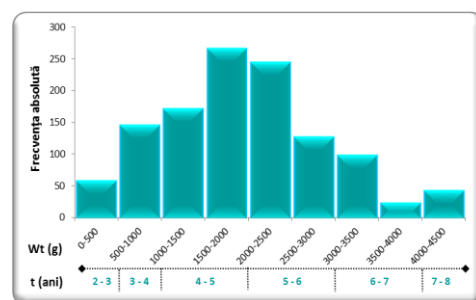


Figura 7.73. Distribuția frecvenței pe masele corporale și grupe de vârstă la mreață, (2010-2012)

7.3.5.2 Estimarea valorilor coeficienților creșterii; relația lungime - masă (Lt-W)

Valorile coeficienților a , b din ecuația $Wt = a * Lt^b$, pentru populația de mreață, s-au determinat, grafic, pentru fiecare an de studiu și cumulativ pentru întreaga perioadă 2010-2012, folosind regresia neliniară (figurile 7.74). În toți cei trei ani de studiu, valorile coeficientului b , sunt mai mari de 3. Se poate afirma că la mreață, creșterea corpului se face mai mult pe seama lungimii decât a masei corporale. Valorile coeficienților creșterii a și b , rezultate din grafice, pentru fiecare an de studiu și cumulativ pentru întreaga perioadă, sunt centralizate în tabelul 7.26. S-a obținut o valoare caracteristică a lui b de 3,5564, care indică o creștere alometrică pentru indivizii din eșantion, respective o alometrie pozitivă ($b > 3$).

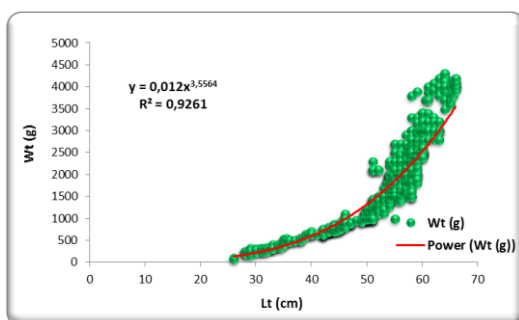


Figura 7.74. Regresia lungime - masă (2010-2012)

Tabelul 7.26. Valorile coeficienților a și b ai relației lungime-masă la populația de mreață

Anul	a	b
2010	0,008	3,6634
2011	0,012	3,5712
2012	0,015	3,5038
Total 2010-2012	0,012	3,5564

Cunoscând valorile celor doi coeficienți, relația dintre lungimea totală și masă (Lt-W) pentru populația de mreață în perioada de studiu este: $Wt = 0,012 * Lt^{3,5564}$

7.3.5.3. Estimarea parametrilor de creștere Von Bertalanffy (L_{∞} , W_{∞} , k , t_0)

Pentru estimarea parametrilor de creștere k și t_0 prin metoda grafică von Bertalanffy au fost utilizate datele prezentate în tabelul 7.27. A rezultat pentru specia mreață o lungime infinită (L_{∞}) de 73,5 cm. Verificând această valoare cu ajutorul ecuației empirice, datele sunt comparabile. Lungimea infinită (asimptotică), indică bune condiții de creștere, încadrându-se în valorile citate în literatura de specialitate: în râul Allier, Franța: 53,7 cm și în fluviul Rhône: 71,4 cm (Kraiem M.M., 1982), în râul Jihlava, Cehia: 58,3 cm (Prokes M., *et al.*, 2006).

Tabelul 7.27. Date inițiale pentru estimarea parametrilor de creștere k și t_0 prin metoda grafică, la populația de mreață

t (ani)	Lt (cm)	$-\ln(1-Lt/L_{\infty})$
1	10,90	0,16052013
2	28,04	0,48045259
3	32,04	0,5725563
4	41,29	0,82500844
5	51,43	1,20306619
6	57,17	1,5042815
7	61,20	1,78768614
8	65,65	2,23677187

În figura 7.75 este prezentată ecuația regresiei liniare, care a stat la baza determinării constantelor a și b , ce se folosesc la calculul parametrilor de creștere k și t_0 . În final, au rezultat valorile parametrilor creșterii (tabelul 7.28).

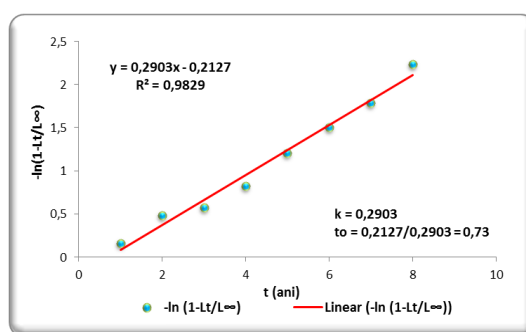


Figura 7.75. Metoda grafică von Bertalanffy pentru estimarea lui k și t_0 la populația de mreață

Valorile celor două variabile sunt:

$$k = b = 0,2903 \text{ (an}^{-1}\text{)}$$

$$t_0 = -a/b = 0,73 \text{ (ani)}$$

Tabelul 7.28. Valorile parametrilor de creștere L_{∞} , k și t_0 pentru populația de mreață

L_{∞} (cm)	k (an ⁻¹)	t_0 (ani)
73,5	0,2903	0,73

Ecuția de creștere von Bertalanffy, rezultată prin introducerea valorilor determinate pentru L_{∞} , k și t_0 , la populația de mreană, este de forma: $Lt_{VBGF} = 73,5 * (1 - e^{-0,2903(t-0,73)})$.

Curba de creștere recalculată este prezentată în figura 7.76. Având ecuația regresiei, se poate determina lungimea la orice vârstă a exemplarelor de mreană.

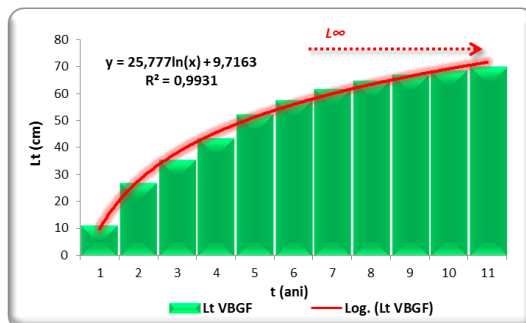


Figura 7.76. Curba de creștere în lungime von Bertalanffy, recalculată

Estimarea ecuației de creștere în unități de masă von Bertalanffy

Fiind cunoscute valorile constantelor de creștere: $L_{\infty} = 73,5$ cm, $k = 0,2903/\text{an}$ și $t_0 = 0,73$ ani, iar $q = a = 0,012$, $W_{\infty} = 4764,78$ g, se poate scrie ecuația de creștere von Bertalanffy în unități de masă: $Wt_{VBGF} = 73,5 * (1 - e^{-0,2903 * (t-0,73)})^3$.

Înlocuind în relația de mai sus vârsta t cu valorile corespunzătoare (2-8 ani), se obține curba de creștere în greutate, recalculată, curbă corespunzătoare regresiei polinomiale cu un coeficient de determinare foarte bun ($R^2 = 0,9882$), (figura 7.77).

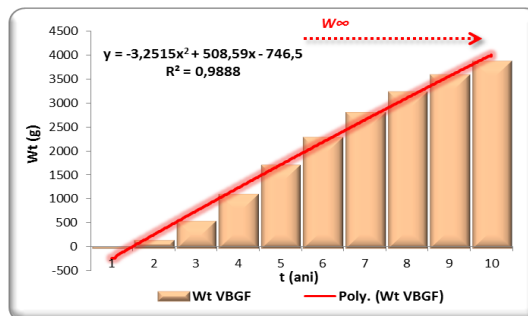


Figura 7.77. Curba de creștere a masei corporale la populației de mreană, recalculată

Cumulând informațiile din figurile precedente, poate fi determinată creșterea în lungime și masă corporală la populația de mreană din Dunărea predeltaică, la orice vârstă (figura 7.78).

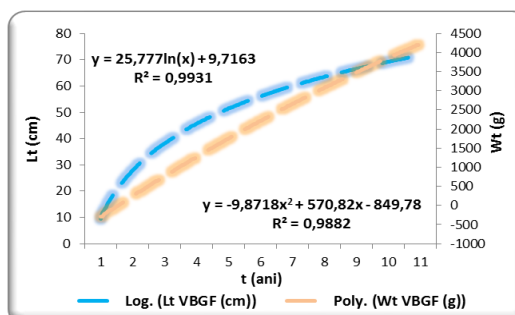


Figura 7.78. Creșterea în lungime și masă corporală la populația de mreană

7.3.5.4. Estimarea mortalității și determinarea ratei de exploatare (M, Z, F, E)

Estimarea mortalității naturale (M)

Utilizând formula de calcul a lui Pauly (1983) și elementele de calcul ($T = 12^{\circ}\text{C}$, $L_{\infty} = 73,5$ cm, $k = 0,2903/\text{an}$), s-a obținut o valoare a mortalității naturale **M = 0,42/an**. Raportul $M/k = 1,44$ nu ia valori în domeniul 1,5 – 2,5, interval sugerat de Beverton și Holt, dar este foarte aproape de limita inferioară a intervalului.

Estimarea mortalității totale (Z)

Din programul FiSAT II, a rezultat graficul prezentat în figura 7.79, aplicând metoda curbei capturii liniarizate bazată pe structura frecvenței pe lungimi; s-a luat în calcul partea descendentă, cuprinsă în intervalul de lungimi 30 cm (3 ani) și 65 cm (7 ani). Coeficienții ecuației au următoarele valori: $a = 9,288$, $b = -0,906$. Mortalitatea totală este **Z = 0,91/an**.

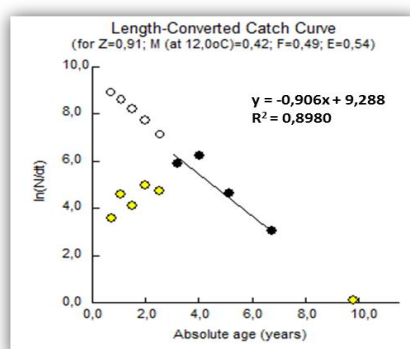


Figura 7.79. Estimarea mortalității totale (Z) prin metoda curbei capturii liniarizate

Estimarea probabilității în capturi

Relația dintre clasele de lungime și probabilitatea de captură, este reprezentată în figura 7.80, iar valorile obținute pentru L_{25} , L_{50} și L_{75} au fost 27,59 cm, 31,41 cm și respectiv 35,42 cm. Din curba rezultată, $L_c = 31,41$ cm (lungimea la prima captură) s-a luat ca fiind corespunzătoare probabilității cumulative de 50%.

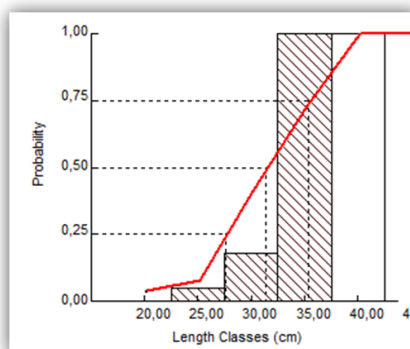


Figura 7.80 Probabilitatea apariției în capturi la mreață

Estimarea mortalității prin pescuit (F)

Coeficientul mortalității prin pescuit se estimează prin diferența dintre mortalitatea totală (Z) și mortalitatea naturală (M), rezultând: **F = 0,49/an**. Rata de exploatare (E) se calculează cu formula: $E = F/Z$, prin urmare $E = 0,54$, valoare care ne demonstrează că stocul de

mreană este în faza ușor exploatată, depășind cu puțin valoarea normală (0,5). În tabelul 7.29 sunt prezentate valorile ratelor de mortalitate și de exploatare.

Tabelul 7.29. Ratele de mortalitate pentru populația de mreană

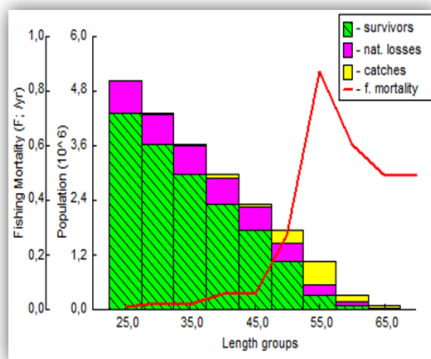
M (an ⁻¹)	Z (an ⁻¹)	F (an ⁻¹)	E	k (an ⁻¹)	M/k	Z/k
0,42	0,91	0,49	0,54	0,2903	1,44	3,13

7.3.5.5. Analiza populației virtuale pe clase de lungime (VPA)

Intrările pentru aplicarea modelului au fost determinate în prealabil: șirul frecvențelor claselor de lungimi, coeficienții $a = 0,012$ și $b = 3,5564$ din corelația lungime totală-masă corporală, mortalitatea naturală $M = 0,42/\text{an}$, $L_{\infty} = 73,5$ cm, $k = 0,2903/\text{an}$ și F_t egal cu $0,49/\text{an}$.

În urma introducerii acestor date, s-a obținut reprezentarea grafică din figura 7.81.

Rezultatele au arătat că mortalitatea prin pescuit (F) a fost maximă la lungimea de 55 cm ($F = 0,8697 \text{ an}^{-1}$) (tabelul 7.30). Mortalitatea datorată pescuitului crește treptat, odată cu dimensiunea și vârsta indivizilor, până la un moment dat, când se atinge un punct critic; la mreană acesta este atins la 5-6 ani și lungimi ale corpului de 50-60 cm. Din grafic rezultă și valoarea maximă a capturilor la aceste grupe de vârstă și lungimi.



Tabelul 7.30. Rezultate numerice VPA pentru mreană

	Mid-Length	Catch (in numbers)	Population (N)	Fishing mortality (F)	Steady-state Biomass (tonnes)
1	25,0	13000,00	5026057,50	0,0078	788,17
2	30,0	40000,00	4317008,50	0,0255	1405,95
3	35,0	28000,00	3618190,00	0,0190	2256,15
4	40,0	77000,00	2972162,75	0,0567	3315,56
5	45,0	71000,00	2325027,50	0,0581	4506,01
6	50,0	272000,00	1740343,13	0,2710	5342,48
7	55,0	495000,00	1046775,38	0,8697	4226,25
8	60,0	135000,00	312727,94	0,6023	2255,88
9	65,0	45007,00	83584,42	0,4900	3173,68
10	70,0	0,00	0,00	0,4900	0,00

Figura 7.81. Analiza populației virtuale pe clase de lungimi

7.3.5.6. Analiza randamentului relativ per recrut Y'/R și a biomasei relative per recrut B'/R

Pentru raportul L_c/L_{∞} , a rezultat o valoare egală cu $0,43$, pentru o lungime la prima captură a mreii de $L_c = 31,41$ cm; M/k este $1,44$. Reprezentările grafice obținute pentru curbele Y'/R și B'/R sunt prezentate în figura 7.82. Valorile rapoartelor, corespunzătoare ratei curente de exploatare (E), au fost $0,049$ pentru Y'/R și $0,345$ pentru B'/R . Pe graficul izopletelor este marcată linia orizontală roșie, pe care se află poziția exploatații în prezent, în funcție de mărimea L_c actuală și de valoarea lui E. Se observă că nu s-a atins randamentul maxim, corespunzător culorii portocaliu.

Analizând figura 7.83, se observă că valoarea maximă s-a obținut la $E_{\max} = 0,627$. La mreană, rata de exploatare optimă este corespunzătoare unei valori $E_{0,1} = 0,504$. Având în vedere că rata curentă de exploatare calculată $E = 0,54$, este mai mare față de mărimea ideală a nivelului de exploatare ($E_{0,1}$) dar mai mică decât rata de exploatare maximă (E_{\max}), rezultă că se exercită o presiune relativ mare asupra stocului, dar nu s-a ajuns la randamentul maxim posibil al exploatații.

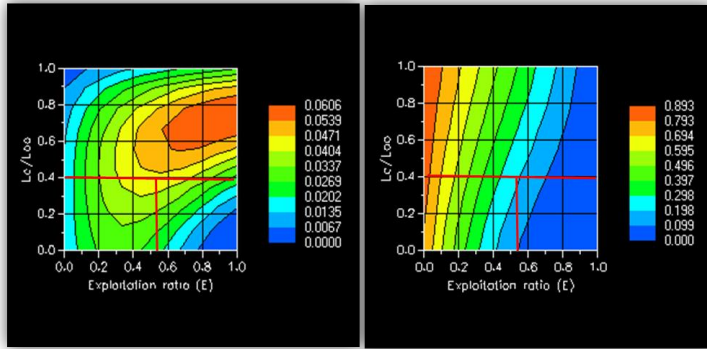


Figura 7.82. Diagrama izopletelor Y'/R și B'/R

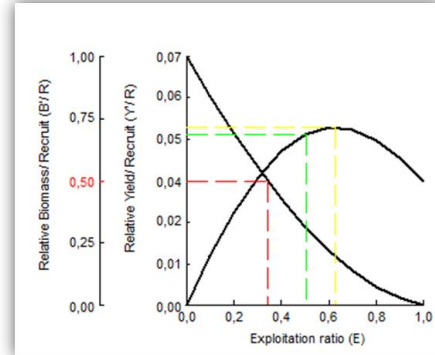


Figura 7.83. Curbele Y'/R și B'/R

7.3.5.7. Producția și predicția stocului (Thompson-Bell)

În figura 7.84, sunt prezentate grafic modelul producției maxime sustenabile (MSY), factorul f și biomasa corespunzătoare.

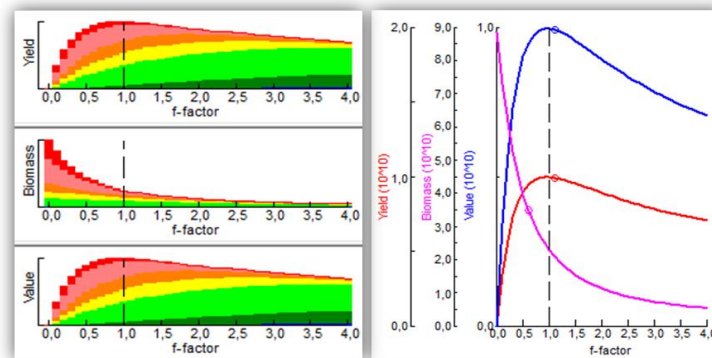


Figura 7.84. Predicția stocului de mreață (Thompson-Bell)

Modelul previzionează că la un efort de pescuit actual $f = 1,0$ aproape că s-a ajuns la producția maximă sustenabilă (MSY). Rezultă că orice mărire a efortului de pescuit, peste valoarea curentă, ne va deplasa spre zona de supraexploatare. Din același grafic mai rezultă că la o valoare a lui f de aproximativ 0,4-0,5, biomasa inițială se reduce cu 50%.

Centralizând toate valorile indicatorilor biologici de referință pentru populațiile de plătică, crap, caras și mreață a rezultat tabelul 7.40.

Tabelul nr. 7.40. Indicatorii biologici de referință pentru populațiile de ciprinide din Dunărea predeltaică (2010-2012)

Nr. crt.	Parametru	Valoarea estimată				Observație/ metodă	
		<i>Abramis brama</i>	<i>Cyprinus carpio</i>	<i>Carassius gibelio</i>	<i>Barbus barbus</i>		
1	Intervalul de lungime L_t (cm)	13-55	20-98	13-37	26-66	Măsurarea eșantionului	
2	Coeficienții relației lungime-masă	a	0,0201	0,0126	0,0257	0,012	Regresie liniară
		b	2,8592	3,0548	2,8885	3,5564	
3	Lungimea asimptotică, L_∞ (cm)	57,75	105,00	38,85	73,50	Metoda ELEFAN I	
4	Rata de creștere, k (an ⁻¹)	0,2361	0,1605	0,2359	0,2903	Metoda grafică von Bertalanffy (1934)	
5	Parametru de stare inițială, t_0 (ani)	0,95	0,43	0,36	0,73		
6	Indicele performanței creșterii, (phi-prim) ϕ'	2,896	3,248	2,552	3,195	Ecuția lui Pauly și Munro (1984)	
7	Masa corporală asimptotică, W_∞ (g)	3871,26	14586,08	1506,98	4764,78	Relația lungime-masă corporală	
8	Longevitatea potențială, t_{max} (ani)	12,70	18,69	12,72	10,33	Ecuția lui Pauly (1980)	
9	Mortalitatea naturală, M (an ⁻¹)	0,39	0,26	0,44	0,42	Ecuția empirică a lui Pauly (1980)	
10	Mortalitatea totală, Z (an ⁻¹)	1,19	0,53	0,61	0,91	Metoda curbei capturii liniarizate	
11	Mortalitatea prin pescuit, F (an ⁻¹)	0,80	0,27	0,17	0,49		
12	Rata de exploatare, E	0,67	0,52	0,29	0,54		
13	Lungimea la prima captură, L_c (cm)	26,16	37,24	22,06	31,41	Metoda lui Pauly (1984)	
14	$(L_c)/(L_\infty)$	0,45	0,36	0,57	0,43	Prin calcul	
15	M/k	1,65	1,60	1,85	1,44		
16	Z/k	5,04	3,30	2,59	3,13		
17	$E_{0,1}$	0,566	0,458	0,770	0,507	Modelul Y'/R și B'/R a lui Beverton și Holt (1966)	
18	$E_{0,5}$	0,348	0,321	0,386	0,341		
19	E_{max}	0,672	0,571	0,890	0,627		
20	Puncte de referință biologice (an ⁻¹)	F_{opt}	0,20	0,13	0,22	0,21	Ecuția lui Patterson (1992)
		F_{limit}	0,26	0,17	0,29	0,28	
21	Producția maximă sustenabilă, MSY (kg/an)	291,03	2619,79	339,05	789,26	Formula Cadima (1977)	

7.3. Concluzii

Evaluarea stocurilor de pești este impusă de necesitatea optimizării activității de pescuit, în sensul stabilirii unui nivel optim al efortului de pescuit, care să asigure o producție durabilă, astfel încât să nu afecteze existența în timp a stocului supus exploatării.

Evaluarea stării populației de plătică

Datele de lungime și masă reprezintă punctul de plecare pentru evaluarea stocurilor populațiilor piscicole prin metode analitice; ele pot fi considerate o "imagine" care reflectă interacțiunile dinamice între creștere, recrutare și ratele de mortalitate, esențiale în gestionarea pescuitului. Distribuțiile frecvențelor pe lungimi pot ajuta la înțelegerea dinamicii populațiilor, dar pentru ca acestea să fie cu adevărat semnificative trebuie îndeplinită o ipoteză de bază: lungimea peștelui în fiecare grupă de vârstă este distribuită în mod normal în jurul unei valori de vârf. Ca în orice populației piscicolă, acest parametru variază atât în spațiu, cât și în timp.

Pentru întreaga perioadă de cercetare, efectivul numeric de 2674 exemplare de plătică, a fost reprezentat în capturi prin nouă clase de lungimi cuprinse între 13-55 cm, respectiv nouă clase de greutate între 30-2500 g, corespunzătoare la nouă clase de vârstă (1-9 ani). Lungimea medie a exemplarelor capturate a fost de $31,34 \pm 0,21$ cm, iar masa corporală medie de $424,71 \pm 9,77$ g. Cele mai mari frecvențe în capturi s-au înregistrat la clasele de lungime cuprinse în intervalul 25-40 cm (82,71%), respectiv masă corporală de 250-750 g (74,20%). Ambele intervale corespund vârstelor mature de 3-6 ani, cumulând un procent de 92,95% în distribuția pe lungimi și 74,20% în distribuția pe masă corporală. Abundența în capturi a exemplarelor mature de 3-6 ani este un aspect pozitiv, fiind în corelație cu selectivitatea uneltelor de pescuit.

În ceea ce privește parametrii creșterii, valorile coeficientului alometric b , cel care dă indicii despre cum evoluează creșterea peștilor, pe seama greutății sau a lungimii, au arătat o alometrie negativă ($b < 3$), indicând că, la plătică, creșterea corpului se face mai mult pe seama masei corporale decât a lungimii. Este evident că există unele diferențe între caracteristicile de creștere de la un an la altul. Creșterea masei corporale este influențată de factori ecologici (temperatura, hrănirea, condițiile de reproducere) dar și de alți factori biologici și tehnologici (sexul, vârsta, momentul pescuitului și zona de pescuit, uneltele de pescuit etc.). Din punct de vedere biologic, conform datelor din literatura de specialitate, populațiile de plătică cu lungimea asimptotică cuprinsă între 52,5 și 59,0 cm, se caracterizează prin rate mai mari de creștere în primii ani de viață.

Raportul dintre mortalitatea naturală (M) și parametrul creșterii (k) este egal cu 1,65, valoare ce se încadrează în domeniul 1,5 - 2,5, interval sugerat de Beverton și Holt, cu valoarea ideală de 2,0; orice exces față de această valoare expune peștele la o vulnerabilitate considerabilă la mortalitatea naturală, înainte de a ajunge la stadiul de îmbătrânire. Rezultatele cercetărilor noastre, pentru perioada 2010-2012, au arătat că mortalitatea prin pescuit (F), la plătică, a fost mare în clasele de lungime 30-40 cm; presiunea cea mai mare la pescuit se exercită asupra exemplarelor cu lungimea de 35 cm, când $F = 1,3803/\text{an}$. Mortalitatea cauzată de pescuit crește treptat, odată cu dimensiunea indivizilor reținuți de unealta de pescuit, până la o limită maximă, aferentă clasei de lungime cea mai vulnerabilă, după care scade. Astfel,

probabilitatea de captură crește odată cu vârsta, până se atinge un punct critic, care la plătică este atins la 4-5 ani, respectiv lungimea de 35 cm. Mortalitatea naturală are o tendință de descreștere, deoarece peștii mai mari sunt mai puțin sensibili la prădători.

Rata curentă de exploatare ($E=0,67$), demonstrează că stocul populației de plătică este destul de intens exploatat ($E>0,5$). Din analiza noastră, a rezultat că valoarea maximă s-a obținut la $E_{max}= 0,672$; pe măsură ce rata de exploatare crește peste valoarea lui E_{max} , randamentul relativ per recruta (Y'/R) se apropie de zero, indicând starea de suprapescuit. Creșterea presiunii prin pescuit duce la o scădere a numărului de indivizi ajunși la o vârstă înaintată, iar clasa de tineret devine partea predominantă a stocului.

Majoritatea experților în domeniu, care preferă să fie mai precauți în determinarea cotelor de pescuit sugerează utilizarea ratei de exploatare $E_{0,1}$ (conceptul de pescărie responsabilă). Rata de exploatare ($E_{0,1}$) indică de fapt, că ar trebui exploatată o biomasă reprezentând doar 10% din biomasa inițială, neexploatăată. La plătică, rata de exploatare optimă (deci mărimea ideală a nivelului de exploatare a unui stoc) este corespunzătoare unei valori $E_{0,1}= 0,566$. Având în vedere că rata curentă de exploatare este practic egală cu rata de exploatare maximă, a rezultat că, la plătică, s-a ajuns la randamentul maxim al exploataării. Peste această valoare apare suprapescuitul.

Pe lângă modelele retrospective, bazate pe analiza cohortelor/populației virtuale și analiza randamentului relativ per recruta, în lucrare s-a utilizat și modelul de predicție al lui Thompson-Bell. Acest model poate fi aplicat pentru a prezice producția pe termen scurt și pe termen lung, cu scenarii diferite precum modificări ale dimensiunii minime a ochiurilor de plasă, scăderile sau creșterile efortului de pescuit, modificarea perioadei de prohibiție etc. Conform modelului, a rezultat că la un efort de pescuit $f = 0,8$ față de efortul curent ($f=1$), din stoc se va extrage o producție maximă sustenabilă, după care se trece în zona de supraexploatare. Cu alte cuvinte, actualul efort de pescuit depășește cu 20 % efortul de pescuit corespunzător lui producției sustenabile maxime (MSY). Modelul Thompson și Bell permite utilizarea a diferite scenarii pentru optimizarea pescuitului, cu condiția să nu se depășească producția maximă sustenabilă. Având în vedere că valoarea medie a capturilor reale a fost cu 26% mai mare decât valoarea producției maxime sustenabile, se poate concluziona că stocul de plătică este suprapescuit, fiind necesare unele măsuri restrictive de management cum ar fi reducerea efortului de pescuit.

Evaluarea stării populației de crap

Pentru întreaga perioadă de cercetare, efectivul numeric de 1928 exemplare de crap, a fost reprezentat în capturi prin șaisprezece clase de lungimi cuprinse între 20-98 cm, respectiv paisprezece clase de greutate între 120-14000 g, corespunzătoare a douăsprezece clase de vârstă cuprinse între 2 și 25 ani. Lungimea medie a exemplarelor capturate a fost de $57,65 \pm 1,71$ cm, iar masa corporală medie de $3995,94 \pm 285,3$ g. Dominante sunt clasele de lungime cuprinse în intervalul 55-60 cm (17,63%) și 45-50 cm (16,29%), respectiv masă corporală de 1000-4000 g (57,21%). Ambele intervale sunt aferente vârstelor mature de 3-7 ani, cumulând un procentaj de 83% în distribuția pe lungimi și 89% în distribuția pe masă corporală. Având în vedere că specia crap ajunge la maturitate sexuală la 3-4 ani, a rezultat că o parte relativ mică

din stoc a fost pescuită înainte de prima reproducere. Faptul că în capturi predomină exemplarele mature de 3-7 ani, indică o exploatare rațională a stocurilor de crap. La acest rezultat contribuie și selectivitatea uneltelor de pescuit, care prin lege trebuie să aibe latura ochiului de cel puțin 30 mm, în timp ce lungimea minimă legală admisă la pescuitul crapului este de 35 cm.

În cei trei ani de cercetări, valorile coeficientului b , indică o alometrie pozitivă ($b > 3$), respectiv creșterea corpului se face mai mult pe seama lungimii decât a masei corporale, ceea ce este specific crapului din Dunăre, dovedind existența unor condiții de mediu normale de creștere și dezvoltare a speciei. Lungimea asimptotică (L_{∞}), generată de programul FiSAT II, este egală cu 105 cm, în timp ce valoarea parametrului de creștere von Bertalanffy (k) este egală cu 0,1605/an. Aceste valori sunt în corelație cu valorile citate în literatura de specialitate; atunci când L_{∞} crește, k tinde să scadă și invers. Din punct de vedere biologic, crapul se caracterizează prin rate mici spre moderate de creștere în primii ani de viață, caracteristică speciilor cu longevitate ridicată.

Rata mortalității datorată pescuitului ($F = 0,27/\text{an}$) este mai mare decât mortalitatea naturală ($M = 0,26/\text{an}$). Pentru crap, raportul Z/k are valoarea 3,30; rezultă că stocul este exploatat peste pragul de echilibru. Rezultatele analizei populației virtuale au arătat că, la crap, cei mai vulnerabili la pescuit sunt indivizii cu lungimea de 60-70 cm (cu un maxim la 70 cm, $F = 0,4553/\text{an}$). Prin urmare, probabilitatea de captură crește odată cu vârsta, până atinge un punct critic la 6-7 ani, respectiv lungimea de 60-70 cm.

Rata de exploatare atinge valoarea maximă la $E_{\max} = 0,571$. Stocul se reduce la jumătate din biomasa neexploată la $E_{0,5} = 0,321$. La crap, rata de exploatare optimă este corespunzătoare unei valori $E_{0,1} = 0,458$. Având în vedere că rata curentă de exploatare, determinată din calcule, este $E = 0,52$, rezultă o exploatare a stocului peste valorile optime, aproape de randamentul maxim. Se poate concluziona că specia crap este pescuită destul de intens, aproape de supraexploatare, fără însă a se atinge valoarea E_{\max} .

Modelul de analiză Thompson-Bell previzionează că, la un efort de pescuit $f = 1,3$, stocul va da o producție maximă sustenabilă (MSY). Cu alte cuvinte, efortul de pescuit ar mai putea fi crescut cu 30 % față de efortul curent, pentru a se ajunge la randamentul maxim. Deși exploatarea stocului nu a ajuns la producția maximă sustenabilă, este de preferat să se respecte conceptul de pescărie responsabilă și să nu se renunțe la măsurile actuale privind numărul de licențe de pescuit, perioada de prohibiție și latura minimă a ochiurilor plasei.

Evaluarea stării populației de caras

Pentru întreaga perioadă de cercetare, efectivul numeric de 1703 exemplare de caras a fost reprezentat în capturi prin nouă clase de lungimi cuprinse între 13-37 cm, respectiv treisprezece clase de greutate între 30-1240 g, corespunzătoare la șapte clase de vârstă cuprinse între 2 și 8 ani. Lungimea medie a exemplarelor capturate a fost de $26,81 \pm 0,25$ cm, iar masa corporală medie de $332,91 \pm 7,42$ g. Cele mai mari frecvențe în capturi s-au înregistrat la clasele de lungime cuprinse în intervalul 27-30 cm (27,60%), respectiv masă corporală de 300-400 g (27,60%). După acestea urmează clasele de lungime 24-27 cm (20,90%) și cele de masă corporală 400-500 g (19,55%). Ambele intervale corespund vârstelor mature de 4-6 ani

cumulând un procent de 48,50% în distribuția pe lungimi și 47,15% în distribuția pe masă corporală. Această specie ajunge la maturitate sexuală la 2-3 ani și putem concluziona că o parte mică din stoc a fost pescuită înainte de prima reproducere. Faptul că în capturi predomină exemplarele mature de 3-7 ani, indică o exploatare echilibrată a stocurilor de caras. S-a obținut o valoare caracteristică a coeficientului de creștere b de 2,8885, care indică o creștere alometrică pentru indivizii din eșantion, respectiv o alometrie negativă ($b < 3$).

Pentru specia caras a rezultat o lungime infinită (L_{∞}) de 38,85 cm. Lungimea asimptotică, pentru sectorul de fluviu studiat, indică bune condiții de creștere, încadrându-se în valorile citate în literatura de specialitate. Valoarea parametrului de creștere von Bertalanffy pentru lungime $k = 0,2359/\text{an}$, denotă o creștere lentă, carasul fiind un ciprinid cu ritm de creștere scăzut.

Mortalitatea datorată pescuitului pentru această specie este mică ($F = 0,17/\text{an}$), în timp ce mortalitatea naturală este mai mare ($M = 0,44$). Rezultatele analizei populației virtuale, utilizând datele de frecvență pe lungime, pentru perioada cercetată, au arătat că mortalitatea prin pescuit (F), pentru caras, a fost maximă la lungimea de 31 cm ($F = 0,3115/\text{an}$). În mod firesc, pierderile datorate mortalității naturale (M) sunt mai mari la vârstele mici și lungimi sub 20 de cm, apoi descresc progresiv spre vârstele și lungimile mari. Probabilitatea de reținere în unealtă a peștilor crește odată cu lungimea și vârsta, până se atinge un punct critic, care la caras este atins la 7-8 ani, vârste corespunzătoare lungimilor de 30-32 cm.

Pentru diferite lungimi la prima captură (L_c) și rate de exploatare (E), randamentul relativ per recrut (Y'/R) crește la un maxim și apoi scade. În urma analizei, s-a obținut valoarea maximă a ratei de exploatare $E_{\max} = 0,890$; pe măsură ce rata de exploatare crește peste această valoare, randamentul exploatarei stocurilor se apropie de zero. Rata de exploatare optimă ($E_{0,1}$), este corespunzătoare unei valori $E_{0,1} = 0,770$. Având în vedere că rata curentă de exploatare, rezultată din calcule, este $E = 0,29$, rezultă că aceasta este foarte departe de ratele de exploatare optimă și maximă, indicând o tendință de subexploatare a stocului.

Modelul de analiză Thompson-Bell previzionează că la un efort de pescuit $f = 3,6$ stocul va avea o producție sustenabilă maximă; ar însemna că, la caras, s-ar putea mări efortul de pescuit. Deși starea stocului de caras a rezultat ca fiind de subexploatare, trebuie însă să fim precauți în interpretarea acestui rezultat, având în vedere că s-a pescuit cu unelte cu latura ochiului mare pentru această specie (în general setci cu $a = 40$ mm).

Evaluarea stării populației de mreață

Pentru întreaga perioadă de cercetare, efectivul numeric de 1183 exemplare de mreață, a fost reprezentat în capturi prin nouă clase de lungimi cuprinse între 26-66 cm, respectiv nouă clase de greutate între 90-4300 g, corespunzătoare la șapte clase de vârstă (2-8 ani). Lungimea medie a exemplarelor capturate a fost de $53,66 \pm 0,44$ cm, iar masa corporală medie de $1882,358 \pm 51,64$ g. Cele mai mari frecvențe în capturi s-au înregistrat la clasele de lungime cuprinse în intervalul 50-60 cm (64,84%), urmează clasele de lungime 60-65 cm (13,61%) și respectiv masă corporală de 1000-2500 g (57,73%). Ambele intervale corespund vârstelor mature de 3-7 ani cumulând un procent de 84,45% în distribuția pe lungimi și 57,73% în distribuția pe masă corporală. Această specie ajunge la maturitate sexuală la 3-5 ani și putem

concluziona că o parte mică din stoc a fost pescuită înainte de prima reproducere. Având în vedere că în capturi predomină exemplarele mature de 3-7 ani, indică o exploatare rațională a stocurilor de mreață.

În toți cei trei ani de studiu, valorile coeficientului b , cel care dă indicii despre cum evoluează creșterea peștilor, pe seama greutateii sau a lungimii, sunt mai mari de 3. Astfel, s-a obținut o valoare caracteristică a lui b de 3,5564, care indică o creștere alometrică pentru indivizii din eșantion, respective o alometrie pozitivă ($b > 3$); la mreață, creșterea corpului se face mai mult pe seama lungimii decât a masei corporale. Lungimea infinită ($L_{\infty} = 73,5$ cm), indică bune condiții de creștere, încadrându-se în valorile citate în literatura de specialitate. Valoarea parametrului de creștere von Bertalanffy ($k = 0,2903/\text{an}$) pentru lungime, ne indică o creștere moderată, caracteristică speciilor din familia ciprinide, cu longevitate relativ mare.

Coeficientul mortalității prin pescuit ($F = 0,49/\text{an}$) este puțin mai mare decât mortalitatea naturală ($M = 0,42/\text{an}$). Rezultatele analizei populației virtuale, utilizând datele de frecvență pe lungime, pentru perioada cercetată, au arătat că mortalitatea prin pescuit (F) a fost maximă la lungimea de 55 cm ($F = 0,8697 \text{ an}^{-1}$). Mortalitatea datorată pescuitului crește treptat, odată cu dimensiunea și vârsta indivizilor, până la un moment dat, când se atinge un punct critic; la mreață acesta este atins la 5-6 ani și lungimi ale corpului de 50-60 cm. Valoarea maximă a ratei de exploatare s-a obținut la $E_{\max} = 0,627$. La mreață, rata de exploatare optimă este corespunzătoare unei valori $E_{0,1} = 0,504$. Având în vedere că rata curentă de exploatare calculată ($E = 0,54$), este mai mare față de mărimea ideală a nivelului de exploatare ($E_{0,1}$) dar mai mică decât rata de exploatare maximă (E_{\max}), rezultă că se exercită o presiune relativ mare asupra stocului, dar nu s-a ajuns la randamentul maxim posibil al exploatării.

Modelul de analiză Thompson-Bell previzionează că la un efort de pescuit actual $f = 1,0$ aproape că s-a ajuns la producția maximă sustenabilă (MSY). Rezultă că orice mărire a efortului de pescuit, peste valoarea curentă, ne va deplasa spre zona de supraexploatare. Având în vedere că valoarea medie a capturilor reale este aproape de valoarea producției maxime sustenabile, se poate concluziona că specia este pescuită la limita permisibilă, trebuind luate măsuri adecvate de management cum ar fi menținerea actualului efort de pescuit, sau, și mai bine, scăderea lui pentru a intra în zona ideală de exploatare.

Capitolul 8

CONCLUZII GENERALE ȘI PROPUNERI DE MĂSURI PENTRU FUNDAMENTAREA PLANULUI DE MANAGEMENT

Evaluarea ecologică a ihtiocenozei din Dunărea predeltaică

Presiunile antropice, date de numeroasele folosințe ale apei Dunării, se află permanent într-un potențial conflict cu starea bioresurselor acvatice. Cunoașterea structurii și a diversității comunităților piscicole este un mijloc important în caracterizarea dinamicii populațiilor; schimbările în diversitate reflectă schimbările apărute în procesele ecologice cum ar fi productivitatea, fluxul energetic, stresul abiotic, interacțiunile dintre asociațiile de organisme.

Timp de trei ani, în perioada 2010-2012, a fost analizată influența factorilor de mediu, abiotici și biotici, asupra compoziției calitative și cantitative a ihtiocenozei din Dunărea predeltaică, sectorul cuprins între Gura Siretului și Gura Prutului, pe o lungime de 22 km. Cu mici excepții, valorile parametrilor fizico-chimici ai apei fluviului s-au situat în limitele optime prevăzute de standardele de calitate. Pe întreaga perioadă cercetată, s-au pescuit 13395 exemplare pește, însumând o biomasă de aproximativ 23 tone. Au fost identificate 31 specii, repartizate în 7 familii. Dominantă a fost familia *Cyprinidae*, reprezentată de 17 specii (*Cyprinus carpio*, *Carassius gibelio*, *Barbus barbus*, *Abramis brama*, *Abramis sapa*, *Abramis bjoerkna*, *Leuciscus idus*, *Vimba vimba*, *Aspius aspius*, *Pelecus cultratus*, *Chondrostoma nasus*, *Ctenopharingodon idellus*, *Hypophthalmichthys molitrix*, *Hypophthalmichthys nobilis*, *Scardinius erythrophthalmus*, *Rutilus rutilus*, *Alburnus alburnus*). Celelalte familii au avut următoarea structură: *Clupeidae* cu 2 specii (*Alosa immaculata*, *Alosa tanaica*), *Acipenseridae* cu 4 specii (*Huso huso*, *Acipenser gueldenstaedtii*, *Acipenser stellatus*, *Acipenser ruthenus*), *Percidae* cu 5 specii (*Sander lucioperca*, *Zingel zingel*, *Zingel streber*, *Gymnocephalus schraetzer*, *Perca fluviatilis*), *Siluridae* cu o specie (*Silurus glanis*), *Esocidae* cu o specie (*Esox lucius*) și *Salmonidae* cu o specie (*Salmo labrax*).

Pentru evaluarea ecologică a ihtiocenozei, s-au calculat indicii ecologici analitici (abundența absolută, constanța, dominanța), sintetici (semnificația ecologică) și de diversitate. Analiza lor a indicat, pentru toți anii cercetați, a demonstrat prezența unei ihtiocenoze stabile, în special pentru speciile din familia *Cyprinidae*. Cele mai adaptate specii la condițiile de mediu din arealul studiat sunt plătica, crapul, carasul și mreana. Aceste specii contribuie substanțial la productivitatea ecosistemului.

Cercetările întreprinse au demonstrat că structura calitativă și cantitativă a ihtiofaunei, distribuția sezonieră și abundența peștilor, depind de caracteristicile ecosistemului acvatic, a cărui stare este influențată de evoluția proceselor ecologice. Deși structura populațiilor piscicole este variată și relativ bine echilibrată, totuși, a rezultat că impactul activităților antropice asupra stării ihtiofaunei este semnificativ.

Evaluarea stării stocurilor de ciprinide cu valoare comercială din Dunărea predeltaică

Evaluarea stocurilor de pești este impusă de necesitatea optimizării activității de pescuit, în sensul stabilirii unui nivel optim al efortului de pescuit, care să asigure o producție durabilă, astfel încât să nu fie afectată existența în timp a stocului supus exploatării. Evaluarea este un proces complex, care necesită colectarea de date privind structura ihtiofaunei și efortul de pescuit. Prelucrarea ulterioară a informațiilor se bazează pe interpretarea statistică a seriilor de date și pe modele matematice de dinamica populațiilor.

În ceea ce privește rata de exploatare a stocurilor, majoritatea experților în domeniu, care preferă să fie mai precauți în determinarea cotelor de pescuit, sugerează utilizarea ratei de exploatare $E_{0,1}$ (conceptul de pescărie responsabilă) și nu rata de exploatare maximă (E_{max}), corespunzătoare producției maxime durabile (MSY). Rata de exploatare ($E_{0,1}$) indică de fapt, că ar trebui exploatarea o biomasă reprezentând doar 10% din biomasa inițială (neexploatăta).

Exploatarea stocului de plătică a depășit limita maximă sustenabilă, starea stocului fiind de supraexploatare. Rezultă că sunt necesare unele măsuri restrictive de management cum ar fi reducerea efortului de pescuit sau mărirea laturii ochiurilor plaselor.

Exploatarea stocului de crap nu a ajuns la producția maximă sustenabilă, dar este de preferat să se respecte conceptul de pescărie responsabilă și să nu se renunțe la măsurile actuale privind licențele de pescuit, perioada de prohibiție și latura minimă a ochiurilor plasei.

Deși starea stocului de caras a rezultat ca fiind de subexploatare, trebuie însă să fim precauți în interpretarea acestui rezultat, având în vedere că s-a pescuit cu unelte cu latura ochiului mare pentru această specie.

Având în vedere că valoarea medie a capturilor reale este aproape de valoarea producției maxime sustenabile, se poate concluziona că specia mreană este pescuită la limita permisibilă, fiind necesare măsuri adecvate de management cum ar fi menținerea actualului efort de pescuit, sau, și mai bine, scăderea lui pentru a intra în zona ideală de exploatare.

Fundamentarea planului de management

Planul de management reprezintă un pas important în formularea și implementarea reglementărilor/regulilor care vor governa activitatea pescărească cu scopul de a asigura continuitatea producerii resurselor și realizarea de venituri (Cristea V., Răzlog G., 2008).

Mecanismele care contribuie la elaborarea și implementarea unei strategii de dezvoltare durabilă sunt următoarele (Iorga V., Patriche N., Talpeș M., Trofimov A., 2008):

- mecanisme de comunicare și sensibilizare;
- mecanisme de urmărire și responsabilizare;
- mecanisme de gestionare a resurselor acvatice;
- asigurarea resurselor financiare;
- stabilirea priorităților, a mecanismelor de planificare și decizionale;
- negocierea și gestionarea conflictelor;
- evaluare strategică: de mediu, economică, socială;
- urmărirea tendințelor, nevoilor, problemelor;
- cercetare și analiza rezultatelor.

Activitățile prioritare pentru atingerea obiectivelor unui management durabil sunt:

Conservarea biodiversității:

- cercetări privind ecologia și biologia unor specii de pești de interes național și internațional;
- evaluarea stocurilor de pești;
- protecția habitatelor, restabilirea coridoarelor de migrație, conservarea zonelor de reproducere naturală, identificarea de zone noi.

Exploatarea durabilă a resurselor naturale:

- dezvoltarea activităților economice tradiționale (pescuit comercial, pescuit recreativ etc.);
- evaluarea stării principalelor bioresurse ale fluviului Dunărea;
- stabilirea capacităților suport de exploatare economică a bioresurselor acvatice;
- monitorizarea modului de valorificare a resurselor naturale.

Studii de monitoring pentru pescuitul comercial

- elaborarea unui program de monitorizare a surselor cu impact negativ asupra ecosistemelor naturale;
- elaborarea și implementarea unui program de monitoring;
- amplificarea măsurilor de conservare și continuarea lucrărilor de cercetare și monitorizare a populațiilor de pești;
- monitorizarea condițiilor sociale și economice.

Îmbunătățirea managementului pescăriilor și perfecționarea cadrului legal și instituțional nu se pot realiza fără a ține cont de reglementările comunitare. Pentru aceasta sunt necesare studii privind reglementările în domeniul politicilor pescarești, stabilirea gradului de conformare a prevederilor naționale și regionale, estimarea schimbărilor necesare în politica pescarească națională și regională, ca urmare a implementării Codului FAO de conduită pentru un pescuit responsabil și a abordării ecosistemice în managementul bioresurselor acvatice.

Propuneri de măsuri pentru protecția pescăriei din Dunărea predeltaică

În ultimele decenii, din nefericire, supraexploatarea stocurilor de pești, concomitent cu continua degradare a habitatelor, au dus la declinul și chiar dispariția unor specii de pești. În vederea luării unor măsuri de conservare eficiente, este necesară o bună cunoaștere a ecobiologiei speciilor și a interacțiunilor acestora cu mediul lor de viață. Iată doar câteva propuneri de măsuri, pe care noi le considerăm utile:

- ✓ Necesitatea elaborării unei strategii comune a statelor implicate în exploatarea stocurilor de pești din fluviul Dunărea și bazinele adiacente, care să reprezinte o bază de analiză a tendințelor și de aplicare a principiului precauționar de exploatare durabilă;
- ✓ Majoritatea strategiilor de evaluare și management se concentrează asupra unei singure specii sau stoc, dar în realitate toate speciile unei resurse acvatice sunt interdependente. Recoltarea oricărei specii este aproape cert că va avea impact asupra altora, fie prin interacțiune tehnologică (captura accidentală a altor specii decât specia de bază) sau prin efectul pescuitului asupra lanțului trofic (reducerea prădătorilor, prăzii sau a competitorilor la hrană). Impactul asupra relațiilor ecologice poate determina schimbări majore în dominanța speciilor, afectând echilibrul dinamic al sistemului de resurse. Luând în considerare aceste aspecte, se va urmări ca fiecare specie să nu fie pescuită peste nivelul exploatații durabile;

- ✓ Exploatarea rațională, responsabilă și durabilă a pescăriei în bazinul fluviului Dunărea nu se poate realiza fără stabilirea unui echilibru între efortul de pescuit și resursele disponibile și accesibile. Acordarea cotelor de pescuit în condițiile actuale de armonizare a reglementărilor naționale cu cele comunitare și a celor ce decurg din prevederile convențiilor și acordurilor internaționale care vizează pescuitul, trebuie să fie condiționată de obligativitatea finanțării măsurilor de populare a apelor Dunării cu material biologic, la valori care să asigure refacerea stocului de reproducători extras prin pescuit, ca o condiție impusă de menținerea biodiversității și asigurarea viabilității pe termen lung a pescăriei;
- ✓ La stabilirea cotelor de exploatare a stocurilor diferitelor specii de pești și a efortului de pescuit, trebuie luat în considerare și factorul de ordin social și anume dependența de veniturile provenite din pescuit ale populației riverane, în contextul particularităților socio-economice din perioada actuală;
- ✓ Este necesar ca măsurile care vizează acordarea cotelor de pescuit să fie armonizate cu politica sectorială a tuturor țărilor implicate în exploatarea stocurilor de pești din fluviul Dunărea;
- ✓ În vederea promovării unor măsuri cât mai eficiente de protejare a peștilor maturi, îndeosebi în timpul migrației de reproducere, este necesară promovarea de măsuri mai stricte de reglementare a pescuitului, în principal în ceea ce privește numărul uneltelor ce pot fi folosite simultan, mărimea laturii ochiului și finețea firului;
- ✓ Redresarea efectivelor unor populații piscicole prin refacerea habitatelor alterate, coroborate cu măsurile de limitare a pescuitului și repopulări cu puiet;
- ✓ Prevenirea pescuitului excesiv prin respectarea anumitor reguli; ar trebui pescuiți doar peștii adulți dintr-o populație, cei care au atins lungimea optimă specifică fiecărei specii și evitarea în capturi a exemplarelor care nu au ajuns la maturitate sexuală;
- ✓ Având în vedere că se utilizează mai multe tipuri de unelte de pescuit (setci și ave de diferite dimensiuni) este necesară standardizarea efortului de pescuit (alegera tipului de unealtă, exprimarea efortului de pescuit în ore sau zile/unealtă, evidențierea capturilor zilnice realizate efectiv pe tipuri de unelte);
- ✓ Respectarea legislației în vigoare în ceea ce privește lungimea minimă admisă la pescuit;
- ✓ Luarea de măsuri de control și penalizare pentru braconaj, inclusiv participarea pescarilor la diverse acțiuni de combatere a braconajului, salvarea puietului, populări ale Dunării;
- ✓ Interzicerea pescuitului cu unelte monofilament și a pescuitului electric;
- ✓ Monitorizarea și controlul permanent al activității de pescuit științific și comercial în vederea asigurării veridicității datelor din pescărie pentru estimarea și administrarea corectă a stocurilor. Strategia de pescuit trebuie aleasă în funcție de evaluarea stării curente a stocurilor bazată pe datele reale din capturi;
- ✓ Cooperare mai strânsă la nivel local, regional și național pentru menținerea și reabilitarea populațiilor unor specii de pești cu mare valoare economică și exploatarea lor durabilă;
- ✓ Continuarea cercetărilor pentru îmbunătățirea cunoștințelor privind dinamica populațiilor, migrația sezonieră între bazinele acvatice (Dunăre, bălțile din lunca inundabilă) și a factorilor de influență. Se impune o comunicare mai largă și deschisă între specialiști, manageri, factori de decizie, pescari etc., cu scopul de a se îmbunătăți managementul pescăriei;

- ✓ Elaborarea unui program de cercetare, care să includă cercetări fundamentale, aplicative și de dezvoltare tehnologică, în concordanță cu politicile de dezvoltare durabilă și de protecție a mediului.

Capitolul 9

ELEMENTE DE ORIGINALITATE ȘI CONTRIBUȚII PERSONALE

Teza de doctorat este o lucrare originală, elaborată pe baza cercetărilor proprii efectuate timp de trei ani de zile (2010-2012). Subiectul tezei, datorită complexității sale, este structurat pe nouă capitole, repartizate în două părți principale: analiza stadiului cunoașterii în domeniu, urmată de studii și cercetări privind monitoringul ihtiocenozei din Dunărea predeltaică. Lucrarea se întinde pe 259 de pagini, elementele de conținut fiind însoțite de 140 figuri, 71 tabele și 20 fotografii, majoritatea originale. La elaborarea tezei s-au utilizat 182 referințe bibliografice.

Structura calitativă și cantitativă a ihtiiofaunei a fost analizată pe baza cercetărilor expediționare și a măsurătorilor efectuate pe teren. În laborator, au fost analizate probele hidrobiologice și datele de biometrie; permanent s-au făcut corelații cu informațiile similare din literatura de specialitate. Capitolele principale sunt însoțite de concluzii privind efectele factorilor abiotici și biotici asupra structurii calitative și cantitative a ihtiiofaunei, evaluarea ecologică a ihtiocenozei și aprecierea stării stocurilor unor ciprinide cu valoare comercială. La final, au fost formulate propuneri de măsuri privind optimizarea activității de pescuit și sugestii pentru stabilirea unei strategii viabile pentru îmbunătățirea managementului pescăriei din Dunărea predeltaică, în vederea exploataării durabile a bioresurselor acvatice.

Elementele de originalitate constau în:

- ✓ Analiza statisticilor FAO, elaborate în anul curent 2013, cu o caracterizare sintetică și pertinentă a situației sectorului de pescuit și acvacultură pe plan mondial și în România, în perioada 2002-2011;
- ✓ Prezentarea elementelor de taxonomie, ecobiologie și legislație națională și europeană;
- ✓ Descrierea detaliată a tuturor materialelor și metodelor de cercetare care au dus la realizarea integrală a temei. Un loc aparte îl reprezintă utilizarea metodelor moderne de statistică și modelare matematică oferite de programul FiSAT II (Version 1.2.2.) pentru estimarea parametrilor creșterii, a ratelor de mortalitate și a mărimii stocurilor celor mai valoroase specii de ciprinide din Dunărea predeltaică;
- ✓ Descrierea zonei de pescuit, cu localizarea și caracterizarea celor mai productive toane. S-a analizat din punct de vedere climatic, hidrochimic, hidrologic și hidrobiologic un sector de Dunăre, de 22 km, cuprins între Gura Siretului (km 155) și Gura Prutului (Mm 72,5);
- ✓ Analiza corelațiilor dintre factorii abiotici (parametrii de calitate a apei, parametrii hidrologici) și biotici (parametrii hidrobiologici, structura calitativă și cantitativă a ihtiiofaunei);

- ✓ Evaluarea ecologică, prin utilizarea indicilor ecologici analitici, sintetici și de diversitate; s-au obținut informații importante în vederea caracterizării biodiversității sectorului și aprecierii gradului de stabilitate a ihtiocenozei;
- ✓ Definirea și analiza parametrilor biologici pentru patru specii de interes comercial din Dunărea predeltaică (structura pe clase de lungimi, masă corporală, vârstă și frecvența apariției în capturi), pe trei ani consecutivi;
- ✓ Evaluarea stării actuale a populațiilor de pești de interes comercial (crap, caras, plătică, mreană) prin calculul capturii pe unitatea de efort, estimarea ratelor de mortalitate, analiza cohortelor și predicția stocurilor;
- ✓ Fundamentarea planului de management și elaborarea unui set de propuneri de măsuri pentru exploatarea durabilă a pescăriei, deosebit de utile specialiștilor din domeniu (cercetare, învățământ, administrația locală și centrală).

Pe parcursul cercetărilor, în cei trei ani de doctorat, au fost elaborate următoarele lucrări științifice:

Lucrări ca prim autor, publicate în reviste BDI:

1. **Călin Sandu P.G.**, Oprea L., Gheorghe D., Patriche N., 2013. Structure and ecological assessment of fish communities from predeltaic Danube sector, between Siret River and Prut River mouth. Revista Lucrări Științifice-Seria Zootehnie, USAMV Iași, Vol. 59(18): 235-241;
http://www.uaiasi.ro/revista_zoo/ro/documente/Pdf_Vol_59/Petronela_Calin_Sandu.pdf.
2. **Călin Sandu P.G.**, Oprea L., Patriche N., Gheorghe D., 2013. The influence of environment conditions on the qualitative and quantitative composition of fish communities from predeltaic Danube sector, between Siret River and Prut River mouth. Revista Lucrări Științifice-Seria Zootehnie, USAMV Iași, vol. 60(18): 183-192;
http://www.uaiasi.ro/revista_zoo/ro/documente/Pdf_Vol_60/Petronela_Calin.pdf.
3. **Sandu (Călin) P.G.**, Oprea L., 2013. The influence of environmental abiotic factors on the qualitative and quantitative structure of ichthyofauna from predeltaic Danube area. Scientific Papers: Animal Science and Biotechnologies, USAMVB Timișoara, Vol. 46(1): 251-259;
<http://spasb.ro/index.php/spasb/article/view/220>.
4. **Sandu (Călin) P.G.**, Oprea L., 2013. Estimating fish communities structure and diversity from predeltaic Danube area. Scientific Papers: Animal Science and Biotechnologies, USAMVB Timișoara, Vol. 46(2): 227-233;
<http://spasb.ro/index.php/spasb/article/view/221>.
5. **Sandu (Călin) P.G.**, Oprea L., Cristea V., Tenciu M., 2013. The influence of hydrochemical and hydrological factors on the qualitative and quantitative structure of ichthyofauna from predeltaic Danube Area. Bulletin UASVM Animal Science and Biotechnologies, Cluj, Vol. 70(1): 159-167;
<http://journals.usamvcluj.ro/index.php/zootehnie/article/view/9310>.
6. **Sandu (Călin) P.G.**, Oprea L., Cristea V., Țiganov G., 2013. The structure and diversity of fish communities from predeltaic Danube Area. Bulletin UASVM Animal Science and Biotechnologies, Cluj, Vol. 70(1): 168-174.
<http://journals.usamvcluj.ro/index.php/zootehnie/article/view/9312>.

Lucrări publicate în reviste ISI:

1. C. Sion (Badalan), L. Oprea, V. Cristea, N. Patriche, **P. G. Calin**, G. M. Bacanu, E. Bocioc, I. Enache, T. Ionescu, 2011. "Influence of Stocking Density on the Growth of the Sterlet (*Acipenser ruthenus* Linnæus, 1758) in a Recirculating Aquaculture System", Journal of Environmental Protection and Ecology (JEPE), Vol 12, No.3: 1083-1088, ISSN 1311-5065; <http://www.jepe-journal.info/vol-12-no-3---2011>.
2. C. Sion (Badalan), L. Oprea, V. Cristea, N. Patriche, M. G. Bacanu, **P. G. Calin**, E. Bocioc, I. Enache, S. Ion (Placinta), 2011. "Influence of Feeding Level on the Growth of Sterlet (*Acipenser ruthenus* Linnæus, 1758) in Recirculating Aquaculture System", Journal of Environmental Protection and Ecology (JEPE), Vol 12, No.3: 1089-1094, ISSN 1311-5065; <http://www.jepe-journal.info/vol-12-no-3---2011>.

3. L. Oprea, V. Cristea, D. Oprea, M. Barbulescu, C. Sion (Badalan), **P. G. Calin (Sandu)**, M. G. Bacanu, I. Enache, S. Ion (Placinta), 2011. "Influence of Feeding Level on the Growth of Siberian Sturgeon (*Acipenser baerii* Brandt, 1869) in a Recirculating Aquaculture System". Journal of Environmental Protection and Ecology (JEPE), Vol 12, No 4: 1752-1758, ISSN 1311-5065; <http://www.jepe-journal.info/vol12-no4a>

Listă lucrări publicate în reviste BDI:

1. Sion C., **Călin P.G.**, Oprea L., Nica A., Băcanu G.M., 2011. The influence of pellets quality on the growth of sterlet, in recirculating aquaculture system. AACL Bioflux, Volume 4(2):130-136; <http://www.bioflux.com.ro/aac>.
2. Gergely I., Romocea J.E., Oprea L., Sion C., **Calin P. G** 2011. Comparative studies of the global ecological state variation of the aquatic environment in the Crisuri Hydrographic Space between 2007 and 2009. AACL Bioflux, Volume 4(2):159-169; <http://www.bioflux.com.ro/aac>.
3. Gergely I., Romocea J.E., Oprea L., Sion C., **Calin P.G.**, 2011. The influence of structural changes and ichthyofauna abundance on the ecological state of the Crisuri Hydrographic Area. AACL Bioflux, Volume 4(2):170-179; <http://www.bioflux.com.ro/aac>.
4. Coadă M.T., Patriche N., Cristea V., Costache M., Bocioc E., **Călin (Sandu) P.G.**, Sion (Bădălan) C., 2011. Preliminary results on the influence of the quality of feed on growth performance species *Polyodon spathula* (Walbaum, 1792) the conditions of a recirculating system. Seria Zootehnie, USAMV Iași, vol. 55: 341-345; http://www.univagro-iasi.ro/revista_zoo/ro/documente/Pdf_Vol_55/M.T_Coadă.pdf.
5. Enache (Bancu) I., Cristea V., Dediu L., Ionescu T., Sion (Badalan) C., **Calin (Sandu) G.P.**, Oprea L., Gheorghe D.C., 2011. The influence of genetic variability on the growth performance Common Carp in a recirculating aquaculture system. Seria Zootehnie, USAMV Iași, vol. 56: 305-311; http://www.uaiasi.ro/revista_zoo/ro/documente/Pdf_Vol_56/Ionica_Enache.pdf.
6. Băcanu M.G., Oprea L., **Calin (Sandu) G.**, Bahrim G., Dinica R., Maoreanu M., Maoreanu D., 2012. Aspects regarding the profile of intestinal microbiota on wild populations of starlet (*Acipenser ruthenus*, Linnaeus, 1758). The Annals of the University Dunarea de Jos of Galati, Fascicle VI-Food Tehnology, 36(2); http://www.ann.ugal.ro/tpa/Anale%202012/vol2/6_MBacanau.pdf.
7. Țiganov G., Maximov V., Oprea L., **Sandu (Călin) P.G.**, 2013. Qualitative and quantitative structure of alosa populations at the Romanian Black Sea Coast. Bulletin UASVM Animal Science and Biotechnologies, Cluj, Print ISSN 1843-5262; Electronic ISSN 1843-536X, Vol. 70(2): 359-368. <http://journals.usamvcluj.ro/index.php/zootehnie/article/view/9525>.

Lucrări susținute la conferințe naționale și internaționale:

1. **Sandu (Călin) P.G.**, Oprea L., "The influence of environmental abiotic factors on the qualitative and quantitative structure of ichthyofauna from predeltaic Danube area", Simpozionul Științific Internațional "Bioingineria Resurselor Animaliere 2013", 30-31 Mai 2013, Timișoara;
2. **Sandu (Călin) P.G.**, Oprea L., "Estimating fish communities structure and diversity from predeltaic Danube area", Științific Internațional "Bioingineria Resurselor Animaliere 2013", 30-31 Mai 2013, Timișoara;
3. **Sandu (Călin) P.G.**, Oprea L., Cristea V., Tenciu M., "The influence of environmental abiotic factors on the qualitative and quantitative structure of ichthyofauna from predeltaic Danube area", Conferința Științifică a Școlilor Doctorale din UDJG, 16-17 Mai 2013, Galați;
4. **Sandu (Călin) P.G.**, Oprea L., Cristea V., Țiganov G., "Estimating fish communities structure and diversity from predeltaic Danube area", Conferința Științifică a Școlilor Doctorale din UDJG, 16-17 Mai 2013, Galați;
5. **Sandu (Călin) P.G.**, Oprea L., Gheorghe D., Patriche N., "Structure and ecological assessment of fish communities from predeltaic Danube sector, between Siret River and Prut River mouth", Simpozionul Științific Internațional „Zootehnia Modernă - Strategii, Oportunități și Performanțe Europene”, 25 - 26 Aprilie 2013, Iași;
6. **Sandu (Călin) P.G.**, Oprea L., Patriche N., Gheorghe D., „The influence of environment conditions on the qualitative and quantitative composition of fish communities from predeltaic Danube sector, between Siret River and Prut River Mouth”, Simpozionul Științific Internațional „Zootehnia Modernă - Strategii, Oportunități și Performanțe Europene”, 25 - 26 Aprilie 2013, Iași;
7. Țiganov G., Maximov V., Oprea L., **Sandu (Călin) P.G.**, "Qualitative and quantitative structure of alosa populations at the Romanian Black Sea Coast", Conferința Științifică a Școlilor Doctorale din UDJG, 16-17 Mai 2013, Galați;

8. Băcanu M., Gianina, Oprea L., Bahrim G., Dinică R., Bădalan C., **Călin S. G.** „The influence of food quality on growth performance and intestinal microbiota of sterlet (*Acipenser ruthenus*, Linnaeus, 1758)”, Simpozionul Internațional de Biologie și Nutriție Balotești, România, 15 Noiembrie 2012, București;
9. Enache (Bancu) I., Cristea V., Dediu L., Ionescu T., Sion (Badalan) C., **Calin (Sandu) G.P.**, Oprea L., Gheorghe D.C., „The influence of genetic variability on the growth performance Common Carp in a recirculating aquaculture system”, 14-15 Aprilie 2011, Iași;
10. Coadă M.T., Patriche N., Cristea V., Costache M., Bocioc E., **Călin (Sandu) P.G.**, Sion (Bădălan) C., „Preliminary results on the influence of the quality of feed on growth performance species *Polyodon spathula* (Walbaum, 1792) the conditions of a recirculating system”, 14-15 Aprilie 2011, Iași;
11. Gergely I., Romocea J.E., Oprea L., Sion C., **Calin P.G.**, „The influence of structural changes and ichtyofauna abundance on the ecological state of the Crisuri Hydrographic Area” Aquaculture Scientific Symposium “ACVAPEDIA - 2010”, Third Edition, 3-4 of December 2010, Cluj-Napoca;
12. Gergely I., Romocea J.E., Oprea L., Sion C., **Calin P. G.**, „Comparative studies of the global ecological state variation of the aquatic environment in the Crisuri Hydrographic Space between 2007 and 2009”, Aquaculture Scientific Symposium “ACVAPEDIA - 2010”, Third Edition, 3-4 of December 2010, Cluj-Napoca;
13. Sion C., **Călin P.G.**, Oprea L., Nica A., Băcanu G.M., „The influence of pellets quality on the growth of sterlet, in recirculating aquaculture system”, Aquaculture Scientific Symposium “ACVAPEDIA - 2010”, Third Edition, 3-4 of December 2010, Cluj-Napoca;

BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ

1. Ahmet A.L.P., Süleyman B., 2000. Growth conditions and stock analysis of the carp (*Cyprinus carpio*, Linnaeus 1758) population in Gölhisar Lake. Turk. J. Zool. 24: 291-304.
2. Alp A., Balik S., 2000. Growth Conditions and Stock Analysis of the Carp (*Cyprinus carpio*, Linnaeus 1758) Population in Golhisar Lake, Turk. J. Zool. 24: 291-304.
3. Andreu-Soler A., Oliva-Paterna F.J., Torralva M., 2006. A review of length-weight relationships of fish from the Segura River basin (SE Iberian Peninsula). J. Appl. Ichthyol. 22: 295-296.
4. Backiel T., Zawisza J., 1968. Synopsis of biological data on the bream *Abramis brama* (Linnaeus, 1758). FAO Fish. Synop. p. 36.
5. Bagenal T.B., Tesch F.W., 1978. Age and growth. In Bagenal T.B. (eds.). Methods for Assessment of Fish Production in Freshwaters. Blackwell Scientific Publications, Oxford, London, 101-136.
6. Battes K., Măzăreanu C., Pricope F., Cărauş I., Marinescu V., Rujinschi R., 2003. Producția și productivitatea ecosistemelor acvatice, Ed. Ion Borcea, Bacău, p. 230-235.
7. Battes K.W., Pricope F., Ureche D., Ureche C., Stoica I., Răducanu D., Dogaru N., 2008. Evaluarea stării resurselor pescărești și capturilor durabile din apele interioare, în Năvodaru I., Estimarea stocurilor de pești și pescăriilor, Edit. Dobrogea, Constanța, p. 275-288.
8. Beverton R.J.H., Holt S.J., 1996. On the dynamics of exploited fish populations. Chapman and Hall, London.
9. Billard R., 1997 - Les poissons d'eau douce des rivières de France. Identification, inventaire et répartition des 83 espèces. Lausanne, Delachaux & Niestlé, 192 p.
10. Bulat D., 2009. Diversitatea, structura și starea funcțională a ihtiocenozelor lacului de acumulare Vatra (Ghidighici) în condițiile ecologice actuale. Teză de doctorat în biologie, Academia de Științe a Moldovei, Institutul de Zoologie, Chișinău.
11. Bulut S., Mert R., Algan B., Özbek M., Ünal B., Konuk M., 2013. Several Growth Characteristics of an Invasive Cyprinid Fish (*Carassius gibelio* Bloch, 1782). Not Sci Biol, ISSN 2067-32055, (2): 133-138.
12. **Călin (Sandu) P.G.**, Oprea L., Gheorghe D., Patriche N., 2013. Structure and ecological assessment of fish communities from predeltaic Danube sector, between Siret River and Prut River mouth. Revista Lucrări Științifice-Seria Zootehnie, USAMV Iași, Print ISSN 1454-7368, Electronic ISSN 2067-2330, Vol. 59(18): 235-241.

13. **Călin (Sandu) P.G.**, Oprea L., Patriche N., Gheorghe D., 2013. The influence of environment conditions on the qualitative and quantitative composition of fish communities from predeltaic Danube sector, between Siret River and Prut River mouth. *Revista Lucrări Științifice-Seria Zootehnie, USAMV Iași*, Print ISSN 1454-7368, Electronic ISSN 2067-2330, Vol. 60(18): 183-192.
14. Cernișencu I., Staras M., Năvodaru I., Năstase A., 2008. Evaluarea stării pescărești și capturile durabile admisibile din Delta Dunării, în Năvodaru I., *Estimarea stocurilor de pești și pescăriilor*, Edit. Dobrogea, Constanța.
15. Ciolpan O., 2005. *Monitoringul integrat al sistemelor ecologice*, Ed. Ars Docendi, Bucuresti.
16. Demirkalp F.Y., 2007. Growth characteristics of carp (*Cyprinus carpio* L., 1758) in Liman Lake (Samsun, Turkey). *Hacettepe Journal of Biology and Chemistry* 35(1): 1-8.
17. Eschmeyer W.N., Fricke R., 2011. Catalog of fishes. Updated internet version of 29 March 2011. Catalog databases of CAS cited in FishBase (website).
18. Florea L., Gheorghe D.C., 2008. The evolution of freshwater fish feeding groups in Danube River, Braila Areas. *Bulletin UASVM, pISSN 1843-5246; Agriculture* 65(2): 82-87.
19. Froese R., Binohlan C., 2000. Empirical relationships to estimate asymptotic length, length at first maturity and length at maximum yield per recruit in fishes, with a simple method to evaluate length frequency data. *J. Fish Biol.*, 56: 758-773.
20. Gergely I., Romocea J.E., Oprea L., Sion C., **Calin P.G.**, 2011. Comparative studies of the global ecological state variation of the aquatic environment in the Crisuri Hydrographic Space between 2007 and 2009. *AACL Bioflux, Volume 4(2): 159-169.*
21. Gergely I., Romocea J.E., Oprea L., Sion C., **Calin P.G.**, 2011. The influence of structural changes and ichthyofauna abundance on the ecological state of the Crisuri Hydrographic Area. *AACL Bioflux, Volume 4(2): 170-179.*
22. Gheorghe D.C., 2010. Cercetări privind fundamentarea exploataării durabile a resurselor pescărești din Dunăre și Lunca Dunării, Teza de doctorat, UDJ Galati.
23. Gomoiu M.T., Skolka M., 2001. *Ecologie - Metodologii pentru studii ecologice*, Ovidius University Press, Constanța, p.170.
24. Gutierrez-Estrada J.C., Vasconcelos R., Costa M.J., 2008. Estimating fish community diversity from environmental features in the Tagus estuary (Portugal): Multiple Linear Regression and Artificial Neural Network, *J. Appl. Ichthyol.* 24, p. 150-162.
25. Karataş M., Çiçek E., Baştusta A., Baştusta N., 2007. Age, Growth and Mortality of Common Carp (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) Population in Almus Dam Lake (Tokat-Turkey), *Journal of Applied Biological Sciences* 1 (3): 81-85.
26. Năvodaru I., 1997. Evoluția efectivelor scrumbiei de Dunăre în noile condiții ecologice ale fluviului și măsuri de menținere ale lor. Teză de doctorat, Univ. Dunărea de Jos, Galați.
27. Năvodaru I., 2008. *Estimarea stocurilor de pești și pescăriilor*, Edit. Dobrogea, Constanța.
28. Okogwu O.I., 2011. Age, growth and mortality of *Clarias gariepinus* (*Siluriformes: Clariidae*) in the Mid-Cross River-Floodplain ecosystem, Nigeria. *Rev. Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol. ISSN-0034-7744)* Vol. 59 (4): 1707-1716.
29. Oprea L., Rauta M., Coman I., 1992. Aspecte privind influența chimismului apei asupra ihtiofaunei Dunării, *Buletinul ICPDD Tulcea*.
30. Oprea L., Georgescu R., 2000. *Nutriția și alimentația peștilor*, Edit. Tehnică, București.
31. Oprea L., Gergely I., Sion (Badalan) C., Cristea D., 2011. Some Aspects Regarding the Ecological Monitoring of Aquatic Systems in the Crisul Alb River Basin, *Journal of Environmental Protection and Ecology*, ISSN 1311-5065, Vol.12/3: 841.

32. Oprea L., Gergely I., Sion (Badalan) C., Cristea D., 2011. Some Aspects Regarding the Ecological Monitoring of Aquatic Systems in the Barcau River Basin, *Journal of Environmental Protection and Ecology*, ISSN 1311-5065, Vol.12/3: 870.
33. Pauly D., 1980. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *J. du Conseil*, 39 (2): 175-192.
34. Pauly D., Soriano M.L., 1986. Some practical extensions to Beverton and Holt's relative yield per recruit model. In *First Asian Fisheries forum*, Ed. by Maclean J.L., Dizon L.B and Lilosillos L.V., Asian Fisheries Society, Manila, Philippines p. 149-495.
35. Patterson K., 1992. Fisheries for small pelagic species: an empirical approach to management targets. *Rev. Fish Biol. Fish.* 2: 321-338.
36. Pielou E.C., 1969. *An introduction to mathematical ecology*, New York: John Wiley, 326 p.
37. Radu E., Maximov V., 2006. *Ghid de eșantionaj pentru prelucrarea datelor și statistica pescărească*, Ed. Ex Ponto, Constanța.
38. Răzlog P.G., 2000. *Pescuit și recunoașteri pescărești*. Ed. Didactică și Pedagogică, București.
39. Ricker W. E., 1973. Linear regressions in fishery research. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 30: 409-434.
40. **Sandu (Călin) P.G.**, Oprea L., 2013. The influence of environmental abiotic factors on the qualitative and quantitative structure of ichthyofauna from predeltaic Danube area. *Scientific Papers: Animal Science and Biotechnologies, USAMVB Timișoara*, ISSN print 1841-9364, ISSN online 2344-4576, Vol. 46(1): 251-259.
41. **Sandu (Călin) P.G.**, Oprea L., 2013. Estimating fish communities structure and diversity from predeltaic Danube area. *Scientific Papers: Animal Science and Biotechnologies, USAMVB Timișoara*, ISSN print 1841-9364, ISSN online 2344-4576, Vol. 46(2): 227-233.
42. **Sandu (Călin) P.G.**, Oprea L., Cristea V., Tenciu M., 2013. The influence of hydrochemical and hydrological factors on the qualitative and quantitative structure of ichthyofauna from predeltaic Danube Area. *Bulletin UASVM Animal Science and Biotechnologies, Cluj*, Print ISSN 1843-5262; Electronic ISSN 1843-536X, Vol. 70(1): 159-167.
43. **Sandu (Călin) P.G.**, Oprea L., Cristea V., Țiganov G., 2013. The structure and diversity of fish communities from predeltaic Danube Area. *Bulletin UASVM Animal Science and Biotechnologies, Cluj*, Print ISSN 1843-5262; Electronic ISSN 1843-536X, Vol. 70(1): 168-174.
44. Simionescu V., 1984. *Lucrări practice de ecologie*, Litogr. Univ. "Al.I.Cuza", Iași, p.193.
45. Sparre P., Venema S.C., 1992. *Introduction to tropical fish stock assessment. Part 1, Manual*. FAO, Fish Tech. Pap. (306.1): 376.
46. Stăncioiu S., 1987. *Suport de curs - Ihtiologie sistematică*, Univ. Dunărea de Jos Galați.
47. Stăncioiu S., Patriche N., Patriche T., 2006. *Ihtiologie generală*, Ed. Didactică și Pedagogică, R.A., București, ISBN: 978-973-30-1527-7.
48. Terrance J.Q., R.B. Deriso, 1999. *Quantitative Fish Dynamics*, Oxford Univ. Press, SUA.
49. Tenciu M., Popa P., Patriche N., Pecheanu C., Florea L., 2002. Hydro-biological and Hydrochemical Characteristics of the Accumulation Lake Călimănești, *Analele Universității "Dunărea de Jos" din Galați, Fascicula VII - Pescuit și Acvacultură*, ISBN 1453-0821, p.5-9.
50. Ticalo I., 2010. *Cercetări comparative asupra structurii și dinamicii ihtiofaunei râurilor Bistrița și Jijia (Bazinul Superior)*, Teză de doctorat, UAIC Iași.
51. Țiganov G., Maximov V., Oprea L., **Sandu (Călin) P.G.**, 2013. Qualitative and quantitative structure of alosa populations at the Romanian Black Sea Coast. *Bulletin UASVM Animal Science and Biotechnologies, Cluj*, Print ISSN 1843-5262; Electronic ISSN 1843-536X, Vol. 70(2): 359-368.