

UNIVERSITATEA „DUNĂREA DE JOS” DIN GALAȚI
ȘCOALA DOCTORALĂ DE INGINERIE MECANICĂ ȘI INDUSTRIALĂ



**TEZĂ DE DOCTORAT
-REZUMAT-**

**Dinamica spațio-temporală a
comunității mezozooplanctonice de la
litoralul românesc al Mării Negre și
contribuția acesteia în hrănirea unor
specii de pești pelagici cu valoare
economică**

Conducător științific,

Prof. univ. Emerit. dr. ing. Victor CRISTEA

Universitatea "Dunărea de Jos" din Galați
*Membru Corespondent al Academiei de
Științe Agricole și Silvicultură*

Doctorand,

BIȘINICU Elena

Seria I 4: Inginerie industrială nr. 86

Galați, 2022

CUPRINS

| | |
|---|-------------|
| INTRODUCERE | 1 |
| OBIECTIVELE ȘI SCOPUL LUCRĂRII | 2 |
| LISTA CU FIGURI | xiii |
| LISTA CU TABELE | xxii |
| CAPITOLUL 1. Zooplanctonul Mării Negre | 1 |
| 1.1. Caracteristicile ecologice ale zooplanctonului..... | 3 |
| 1.2. Importanța cercetării mezozooplanctonului..... | 6 |
| 1.3. Istoricul cercetării mezozooplanctonului la Marea Neagră | 9 |
| CAPITOLUL 2. Peștii pelagici de la litoralul românesc | 12 |
| 2.1. Familia Clupeidae..... | 12 |
| 2.2. Familia Engraulidae..... | 17 |
| CAPITOLUL 3. Material și metode de lucru | 19 |
| 3.1. Comunitatea mezozooplanctonică..... | 19 |
| 3.2. Peștii pelagici | 27 |
| 3.3. Analiza conținutului stomacal | 30 |
| 3.4. Metode de analiză, prelucrare și interpretare a datelor | 33 |
| CAPITOLUL 4. Evoluția comunității mezozooplanctonice de la litoralul românesc în perioada 2013-2020 | 35 |
| 4.1. Analiza calitativă a populației mezozooplanctonice de la litoralul românesc | 35 |
| 4.1.1. Ecobiologia speciilor mezozooplanctonice identificate în perioada analizată | 46 |
| 4.2. Analiza cantitativă a mezozooplanctonului în perioada 2013-2020 | 59 |
| 4.3. Distribuția și dinamica sezonieră a mezozooplanctonului în perioada 2013-2020..... | 136 |
| CAPITOLUL 5. Interacțiuni între factorii de mediu și comunitatea mezozooplanctonică | 144 |
| CAPITOLUL 6. Comunitatea mezozooplanctonică ca indicator al stării ecologice pentru mediul marin în conformitate cu principiile Directivei Cadru Strategie Pentru Mediul Marin | 165 |
| CAPITOLUL 7. Dinamica peștilor pelagici în raport cu mezozooplanctonul trofic de la litoralul românesc în perioada 2013-2020 | 174 |
| 7.1. Dinamica <i>Sprattus sprattus</i> (Linnaeus, 1758) în raport cu mezozooplanctonul trofic de la litoralul românesc în perioada 2013-2020..... | 174 |
| 7.2. Dinamica <i>Alosa tanaica</i> (Grimm, 1901) în raport cu mezozooplanctonul trofic de la litoralul românesc în perioada 2019-2020..... | 187 |
| CAPITOLUL 8. Analiza conținutului stomacal la <i>Sprattus sprattus</i> (Linnaeus, 1758) și <i>Alosa tanaica</i> (Grimm, 1901) | 189 |
| 8.1. Conținutul stomacal la <i>Sprattus sprattus</i> (Linnaeus, 1758) în perioada 2018-2020..... | 189 |
| 8.2. Conținutul stomacal la <i>Alosa tanaica</i> (Grimm, 1901) în perioada 2019-2020..... | 212 |
| 8.3. Analiza comparativă a hranei la <i>Sprattus sprattus</i> (Linnaeus, 1758) și <i>Alosa tanaica</i> (Grimm, 1901) | 226 |

| | |
|---|------------|
| CONCLUZII..... | 228 |
| CONTRIBUȚII PERSONALE | 231 |
| BIBLIOGRAFIE..... | 236 |
| ANEXA 1. Lista stațiilor de prelevare pentru componenta mezozooplanctonică | 248 |
| ANEXA 2. Lista taxonilor mezozooplanctonici identificați la litoralul românesc în perioada 2013-2020 | 250 |
| ANEXA 3. Lista stațiilor de prelevare pentru conținutul stomacal la șprot | 252 |
| ANEXA 4. Lista stațiilor de prelevare pentru conținutul stomacal la rizeafcă..... | 252 |

INTRODUCERE

Zona pelagică constituie cel mai mare habitat din lume și are o importanță ecologică foarte mare, deoarece majoritatea organismelor și a speciilor de pești își petrec cel puțin o parte din viață în această zonă, fie ca larve, fie ca adulți.

Comunitatea zooplanctonică este reprezentată de organisme animale care plutesc în masa apei, fără a se deplasa activ în coloana de apă și care se găsesc de obicei în zona pelagică. Aceste comunități sunt foarte importante în rețelele trofice marine, fiind consumatori principali ai fitoplanctonului și sursă de hrană pentru pești, controlând astfel producția de fitoplancton și modelând procesele din cadrul ecosistemelor pelagice (Harris și colab., 2000). Zooplanctonul poate fi împărțit în clase de mărime, această teză de doctorat axându-se pe fracția mezozooplanctonică (între 0.2-20 mm), constituind o parte importantă a zooplanctonului în rețele trofice pelagice.

Aceste organisme sunt cruciale în rețelele trofice marine, nu numai datorită abundenței lor absolute și diversității mari, ci și pentru funcțiile vitale ale ecosistemului trofic pe care le îndeplinesc - în special în rețeaua trofică pelagică - fie că sunt principalii consumatori ai fitoplanctonului sau ca pradă principală pentru mulți pești și alte niveluri trofice superioare. Organismele zooplanctonice ajută la modelarea amplitudinii schimbărilor climatice prin fixarea carbonului prin intermediul pompei biologice, dar, în mod paradoxal, sunt foarte susceptibile la schimbarea climei. Diferite componente ale ecosistemului (grupuri trofice) răspund fenologic la schimbările condițiilor de mediu (eutrofizare, creșterea temperaturii), acest lucru poate duce la nepotriviri între nivelurile trofice succesive și poate perturba sincronia dintre producătorii primari, secundari și terțiari. Peștii pelagici sunt și ei influențați direct și indirect de variația climatică, deoarece creșterea temperaturii apei provoacă schimbări în migrațiile peștilor și duc la modificări în prezența și dezvoltarea prăzii lor zooplanctonice. Prin urmare, zooplanctonul reprezintă un potențial indicator pentru poluarea apei (Ismail și colab., 2016). Orice variație a biomasei zooplanctonice are implicații asupra pescuitului și asupra serviciilor generate de ecosistem (Caroppo și colab., 2013).

Astfel, deoarece eutrofizarea determină schimbări la nivelul structurii calitative și cantitative a zooplanctonului, utilizarea acestuia ca indicator al modificărilor ce pot apărea la nivel trofic și al condițiilor ecologice cauzate de dinamica nutrienților are un rol foarte important (Jurczak și colab., 2019).

Dinamica populațiilor zooplanctonice, ciclurile lor de reproducere, creșterea și rata de supraviețuire sunt factori importanți care influențează recrutarea în stocurile de pești. Acest ultim rol a făcut ca ecologia zooplanctonului să fie de un interes deosebit pentru cercetare.

O serie de organisme marine se hrănesc cu plancton fie la un moment dat al ciclului lor de viață, fie pe tot parcursul vieții. Prin urmare, importanța planctonului în transferul de energie la nivelurile trofice superioare prin diferite lanțuri trofice nu poate fi subestimată, acesta reprezentând baza rețelei trofice marine și, prin urmare joacă un rol esențial în pescuit. Productivitatea primară și creșterea planctonului sunt strâns legate de parametrii fizico-chimici ai apei de mare (Dira și colab., 2018).

În Marea Neagră, zooplanctonul are rolul de "industrie-cheie", convertind în substanță organică o cantitate mare de producție primară, dar și de material proteic neviu, în acest mod, materia și energia generate în ecosistem de autotrofele fotosintetizante, pe de o parte, dar și substanța organică particulată ori solvită din masa apei devin accesibile și pentru organismele care nu sunt fitofage sau care nu dispun mecanisme de capturare a agregatelor organo-bacteriene (Stugren, 1994). Astfel, zooplanctonul devine principala sursă de hrană pentru juvenili și adulții peștilor pelagici planctonofagi, specii care în Marea Neagră constituie elemente esențiale în baza trofică a delfinilor, dar și în compoziția calitativă a pescuitului industrial (Onciu și colab., 2006).

Zooplanctonul joacă un rol considerabil în producția oricărui ecosistem acvatic. Într-o măsură confirmată, eșecul și succesul în domeniul pescuitului - în special în cazul speciilor

pelagice sunt în strânsă legătură cu disponibilitatea planctonului, stocurile mari de pește găsindu-se în regiuni cu abundență și biomasă mare planctonică.

Datorită rolului cheie al zooplanctonului în etapele timpurii de dezvoltare a peștilor, modificări ale acestora în compoziția și abundența speciilor au implicații semnificative pentru recrutarea și dinamica peștilor. Prin urmare, înțelegerea abundenței, compoziției speciilor și distribuției zooplanctonului este foarte valoroasă în sprijinul cercetării asupra producției piscicole și schimbările în ecosisteme (Liu și colab., 2014; Richardson, 2008). În fazele larvare și juvenile, peștii consumă zooplancton ca hrană, sincronia dintre vârful abundenței mezozooplanctonului și larvele de pești fiind crucială în determinarea recrutării și dinamicii populațiilor peștilor (Liu și colab., 2017).

OBIECTIVELE ȘI SCOPUL LUCRĂRII

Scopul general al acestui studiu de doctorat este extinderea și actualizarea cunoștințelor despre comunitatea mezozooplanctonică (0,2-20 mm) de la litoralul românesc al Mării Negre în perioada 2013-2020 și caracterizarea rolului trofic al acesteia pentru peștii pelagici.

Mai precis, studiul se concentrează pe următoarele obiective:

1. Identificarea compoziției calitative a populațiilor mezozooplanctonice de la litoralul românesc
2. Evaluarea dinamicii și distribuției temporale și spațiale a populațiilor mezozooplanctonice
3. Evaluarea factorilor de mediu ce influențează componenta mezozooplanctonică
4. Evaluarea corpurilor de apă de la litoralul românesc conform Directiva-cadru Strategia pentru mediul marin pe baza indicatorilor mezozooplanctonici stabiliți
5. Realizarea unor hărți de distribuție pentru aglomerările peștilor pelagici (șprot și rizeafcă) și densitatea componentei trofice a comunității mezozooplanctonice
6. Consolidarea cunoștințelor cu privire la hrana speciilor de pești pelagici prin analiza conținutului stomacal la *Sprattus sprattus* (Linnaeus, 1758)- șprot, și *Alosa tanaica* (Grimm, 1901)- rizeafcă

Valoarea științifică a acestei teze de doctorat constă în faptul că s-a analizat nu numai structura comunității mezozooplanctonice de la litoralul românesc (detalii temporale și spațiale), ci și dinamica clupeidelor în raport cu abundența hranei în coloana de apă prin realizarea unor hărți de distribuție și disponibilitatea prăzii prin analiza conținutului stomacal a două specii de pești pelagici cu valoare comercială: *Sprattus sprattus* (Linnaeus, 1758) , *Alosa tanaica* (Grimm, 1901).

CAPITOLUL 1. Zooplanctonul Mării Negre

Primul capitol al tezei prezintă informații cu privire la zooplancton în general, cu referire la caracteristicile ecologice ale acestuia (**subcapitolul 1.1**), la importanța pe care acesta o exercită în cadrul ecosistemului (**subcapitolul 1.2**), fiind prezentat și un scurt istoric al cercetării zooplanctonului la litoralul românesc (**subcapitolul 1.3**).

Zooplanctonul este clasificat în funcție de mărime sau de stadiul de dezvoltare (Figura 1), categoriile de mărimi (Harris și colab., 2000) includ:

- picoplanctonul, care măsoară mai puțin de 2 micrometri,
- nanoplancton (între 2-20 micrometri),
- microzooplancton (între 20-200 micrometri),
- mezozooplancton (între 0.2 - 20 milimetri)
- macrozooplancton (între 20-200 milimetri)
- megaplancton (care măsoară peste 200 de milimetri).

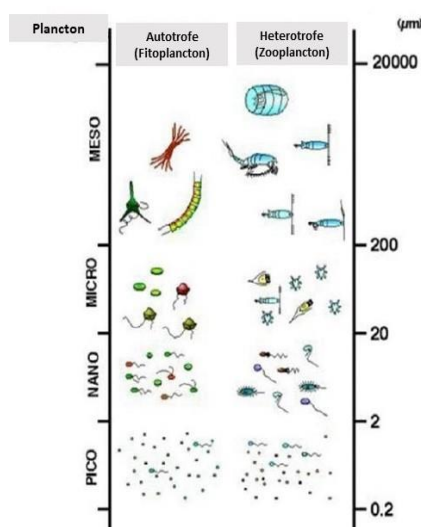


Figura 1. Împărțirea planctonului în clase de mărime, grupuri funcționale (Alcaraz și colab., 2003)

CAPITOLUL 2. Peștii pelagici de la litoralul românesc

Capitolul debutează cu informații privitoare la peștii pelagici, punând accent pe rolul acestora în ecosistem, făcându-se apoi descrierea speciilor de pești din Ordinul Clupeiformes, prezente la Marea Neagră (**subcapitolul 2.1 și 2.2**).

CAPITOLUL 3. Material și metode de lucru

3.1. Comunitatea mezozooplanctonică

Colectarea probelor de mezozooplancton s-a executat prin tractarea pe verticală, cu o viteză de 0,5-1 m/s, a fileului în masa apei, pe orizonturi standard (10-0 m, 25-10 m, 50-25 m, 100-50 m) în perioada caldă a anului și din întreaga coloană de apă, în sezonul rece.

Rețeaua de stații ce are un număr de 45 puncte de prelevare, se întinde pe întreaga platformă continentală a litoralului românesc și constă în 13 profile perpendiculare pe linia de

Dinamica spațio-temporală a comunității mezozooplanctonice de la litoralul românesc al Mării Negre și contribuția acesteia în hrănirea unor specii de pești pelagici cu valoare economică
Drd. Bișinicu Elena

coastă: Sulina, Mila 9, Sf.Gheorghe, Portița, Gura Buhaz, Cazino Mamaia, Constanța Nord, Est Constanța, Constanța Sud, Eforie, Costinești, Mangalia, Vama Veche (Figura 2).

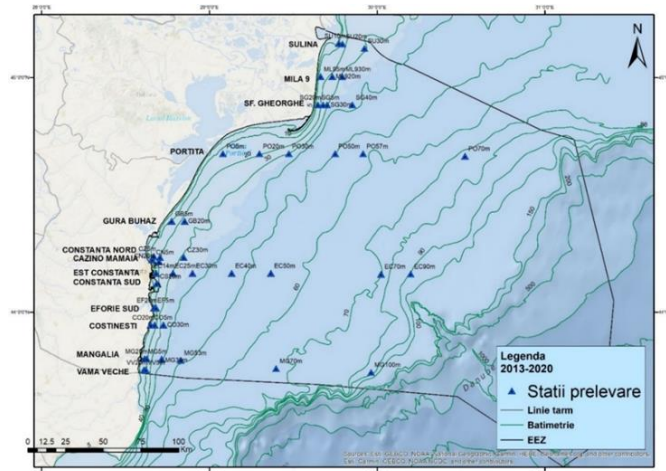


Figura 2. Harta cu stațiile de prelevare a probelor mezozooplanctonice în intervalul 2013-2020

3.2. Peștii pelagici

Prelevarea probelor de pești pelagici a fost efectuată cu ajutorul traului pelagic de 36 m lungime, prin traulare la suprafață (0-5m), la viteza navei de 2,8-3,2 Nd, durata traulării fiind de 30 minute, deschiderea orizontală a traului de 24 m, 12 m verticala.

Stațiile de eșantionare pentru șprot au fost la adâncimi cuprinse între 10 m (Zăton) și 60-70 m (Mangalia), în perioada 2013-2020 (Figura 3) iar pentru rizeafcă traulările au fost efectuate doar în sectorul nordic al litoralului, la adâncimi de până la 40m, în perioada 2019-2020 (Figura 3).

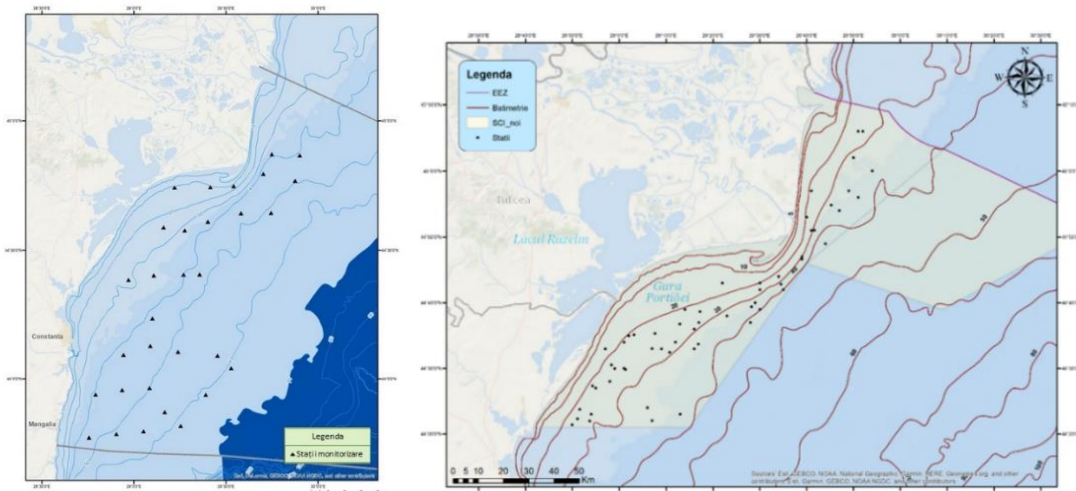


Figura 3. Harta cu distribuția stațiilor de eșantionare pentru șprot (stânga) și pentru rizeafcă (dreapta) (INCDM)

3.3. Analiza conținutului stomacal

Pentru identificarea conținutului stomacal la peștii pelagici, au fost studiate două specii de pești : șprotul - *Sprattus sprattus* (Linnaeus, 1758) și rizeafca *Alosa tanaica* (Grimm, 1901). Pentru a stabili contribuția componentei mezozooplanctonice în nutriția peștilor pelagici studiați, s-a utilizat metoda analizei conținutului stomacal la cele două specii menționate. Probele au fost colectate de pe platforma continentală a Mării Negre, eșantionarea șprotului acoperind

Dinamica spațio-temporală a comunității mezozooplanctonice de la litoralul românesc al Mării Negre și contribuția acesteia în hrănirea unor specii de pești pelagici cu valoare economică
Drd. Bișinicu Elena

Întreaga platformă continentală (Figura 4), pentru rizeafcă prelevându-se probe exclusiv din stații situate în sectorul nordic al litoralului, până la izobata de 40m (Figura 4).

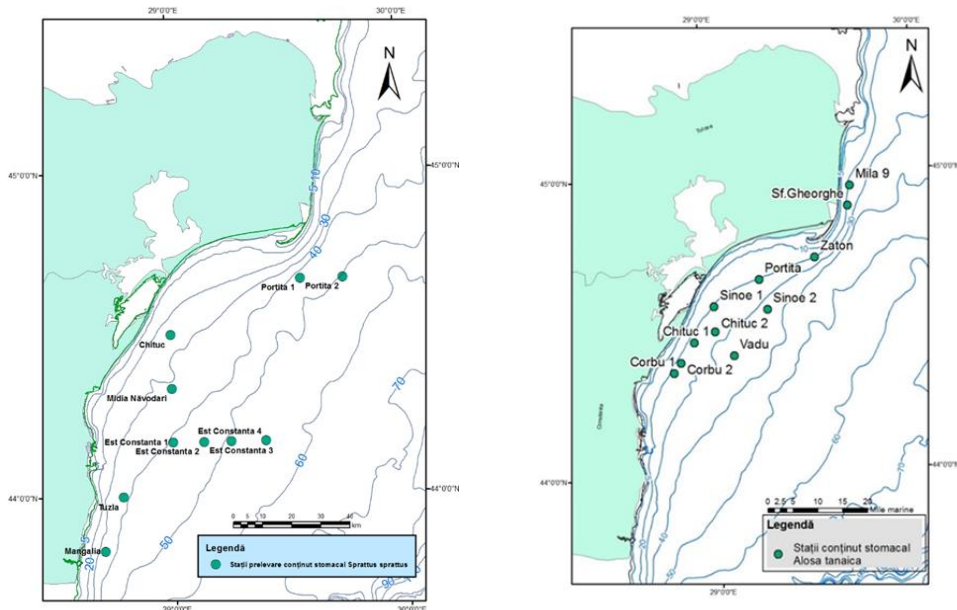


Figura 4. Harta cu distribuția stațiilor din care au fost colectate exemplare de *Sprattus sprattus* (Linnaeus, 1758) și *Alosa tanaica* (Grimm, 1901) în vederea analizării conținutului stomacal

Eșantioanele de pește au fost măsurate și cântărite, iar studiul conținutului stomacal a fost efectuat prin analiza conținutului și determinarea cât mai exactă a tipului de alimente găsit în stomac, prin determinarea grupelor. Conținutul stomacal a fost determinat prin disecția abdominală a exemplarului de pește, urmată de extracția stomacului. Stomacul a fost cântărit, disecat și articolele alimentare constitutive au fost separate și enumerate sub microscop (Figura 5).

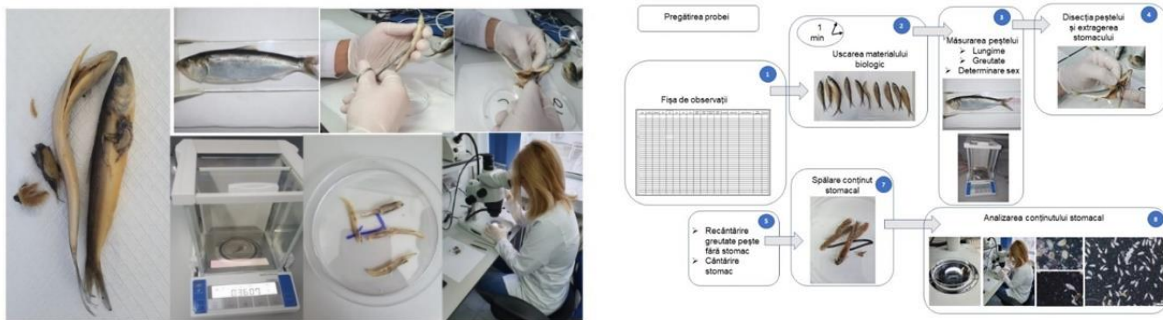


Figura 5. Analiza conținutului stomacal la speciile de pești pelagici

3.4. Metode de analiză, prelucrare și interpretare a datelor

STATISTICA 14.0.0.15 (TIBCO) a fost utilizat în vederea analizării interacțiunilor dintre componenta abiotică și comunitatea mezozooplanctonică.

Datele au fost prelucrate utilizând și programul PRIMER 7 (v.7.0.17) (Clarke, 2014) pentru analiza variațiilor spațiale și temporale ale șirurilor de date pentru componenta mezozooplanctonică și a conținutului stomacal al peștilor în toții anii de investigații.

ARCGIS PRO – software profesional de cartografiere este cea mai nouă aplicație profesională (desktop) GIS (Geographic Information System) de la Esri, cu care s-au creat hărțile de distribuție.

Au fost aplicați indici ecologici caracteristici care definesc starea ecologică a ecosistemului marin pe baza elementului biologic mezozooplancton, în concordanță cu cerințele Directivei Cadru Strategie Marină – DCSMM.

CAPITOLUL 4. Evoluția comunității mezozooplanctonice de la litoralul românesc în perioada 2013-2020

În cadrul acestui capitol a fost analizată variația calitativă a mezozooplanctonului (**subcapitolul 4.1**), au fost descrise speciile mezozooplanctonice identificate (**subcapitolul 4.1.1**) și s-a efectuat și analiza cantitativă a mezozooplanctonului în perioada 2013-2020 (**subcapitolul 4.2**) precum și distribuția și dinamică sezonieră a comunității (**subcapitolul 4.3**).

4.1. Analiza calitativă a populației mezozooplanctonice de la litoralul românesc

În perioada 2013-2020, la litoralul românesc au fost identificați 27 de taxoni mezozooplanctonici, de natură holoplanctonică și meroplanctonică, aparținând la diferite clase și ordine.

În ceea ce privește structura calitativă pe grupe ecologice (Figura 6), se observă că pe toată perioada de studiu analizată, ponderea cea mai mare au deținut-o copepodele (între 33% și 43%), fiind urmate de grupul cladocercilor și de componenta meroplanctonică. Categoria alte grupe a înregistrat valori procentuale mai mici iar categoria netrofică a înregistrat aceeași valoare de 5% dat fiind faptul că este reprezentată de o singură specie și anume dinoflagelatul *Noctiluca scintillans*.

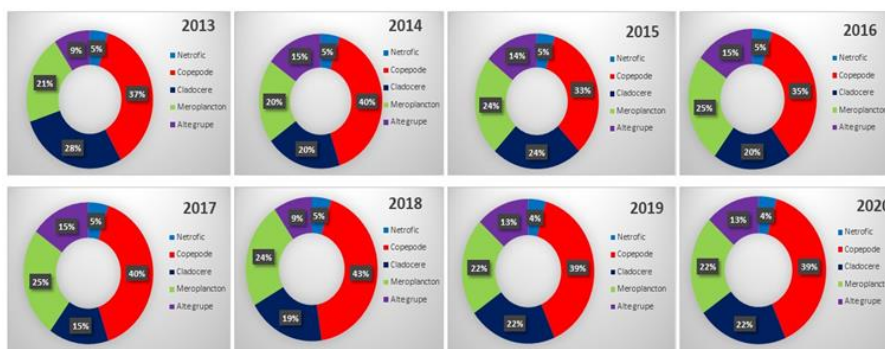


Figura 6. Structura calitativă a mezozooplanctonului total în perioada 2013-2020

4.2. Analiza cantitativă a mezozooplanctonului în perioada 2013-2020

Dinamica mezozooplanctonului este influențată de aportul de nutrienți al Dunării, de salinitate și de direcțiile de transport a comunităților mezozooplanctonice de către curenți. Datorită variabilității condițiilor de mediu de la litoralul românesc, a fost luată în considerare o împărțire a litoralului românesc în trei sectoare: **sectorul nordic -N** (profilele Sulina, Mila 9, Sf. Gheorghe, Portița) – zonă puternic influențată de Dunăre, **sectorul central- C** (profilele Gura Buhaz, Cazino,Constanța Nord, Est Constanța Constanța Sud), **sectorul sudic- S** (profilele Eforie Sud, Costinești, Mangalia, Vama Veche).

Din diagramele box plot pentru densitățile medii ale grupelor mezozooplanctonice se observă că există variații între cele trei sectoare analizate (Figura 7) ceea ce face oportună analiza acestei componente în funcție de sectoare.

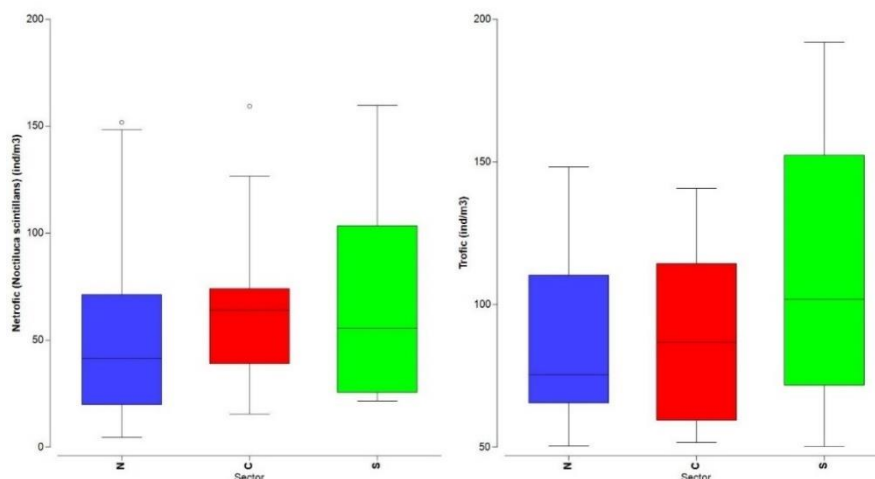


Figura 7. Diagramele box plot pentru valorile medii ale densității mezozooplanctonului total (trofic și netrotic) în funcție de sectoare în perioada 2013-2020

4.3. Distribuția și dinamica sezonieră a mezozooplanctonului în perioada 2013-2020

Analiza SIMPER pentru sezonul cald și rece scoate în evidență contribuția mare pe care componenta netrotică reprezentată de *Noctiluca scintillans* a avut-o în sezonul cald, în sezonul rece fiind mai slab reprezentată din punct de vedere al densității dar dominând din punct de vedere al biomasei (Tabel 1). Copepodul *Acartia clausi* a înregistrat valori medii mai mari atât în sezonul cald cât și în cel rece, dominând în sezonul rece (Tabel 1). Elementele meroplanctonice *Balanus* și *Bivalvia* au contribuit în sezonul cald la comunitatea mezozooplanctonică, iar în sezonul rece doar *Bivalvia* a mai contribuit la valorile medii ale densității (Tabel 1).

Tabel 1. Rezultatele analizei SIMPER pe baza densităților medii a taxonilor mezozooplanctonici, pe sezoane, în perioada 2013-2020

| Sezon Cald | | | | | |
|--------------------------------|---------------------------------------|-----------|--------|----------|-------|
| Taxoni | Densitate medie (ind/m ³) | Sim medie | Sim/SD | Contrib% | Cum% |
| <i>Noctiluca scintillans</i> | 68,12 | 12,39 | 1,49 | 19,92 | 19,92 |
| <i>Acartia clausi</i> | 45,82 | 8,97 | 2,73 | 14,43 | 34,35 |
| <i>Balanus</i> | 39,78 | 7,57 | 2,16 | 12,18 | 46,52 |
| <i>Bivalvia</i> | 37,77 | 7,34 | 2,69 | 11,8 | 58,33 |
| <i>Pleopis polyphemoides</i> | 24,7 | 5,31 | 3,24 | 8,54 | 66,87 |
| <i>Pseudocalanus elongatus</i> | 15,76 | 3,87 | 3,41 | 6,22 | 73,09 |
| Sezon Rece | | | | | |
| <i>Acartia clausi</i> | 39,41 | 15,66 | 3,72 | 26,78 | 26,78 |
| <i>Noctiluca scintillans</i> | 36,4 | 12,22 | 4,01 | 20,9 | 47,68 |
| <i>Pseudocalanus elongatus</i> | 23,67 | 9,82 | 5,29 | 16,8 | 64,48 |
| <i>Bivalvia</i> | 14,56 | 4,84 | 6,82 | 8,28 | 72,76 |

Analizând dominanța mezozooplanctonului total în sezonul cald și rece, se observă că din punct de vedere al valorilor medii de densitate au existat variații pentru componenta trofică și netrotică în sezonul cald. Astfel, în unele stații se remarcă dominanța troficului iar în altele cea a netroticului (Figura 8). În sezonul rece, componenta trofică a mezozooplanctonului a fost

Dinamica spațio-temporală a comunității mezozooplanctonice de la litoralul românesc al Mării Negre și contribuția acesteia în hrănirea unor specii de pești pelagici cu valoare economică
Drd. Bișinicu Elena

mult mai bine reprezentată, atingând valorile medii cele mai mari, componenta netrofică fiind mai puțin dezvoltată din punct de vedere cantitativ (Figura 8).

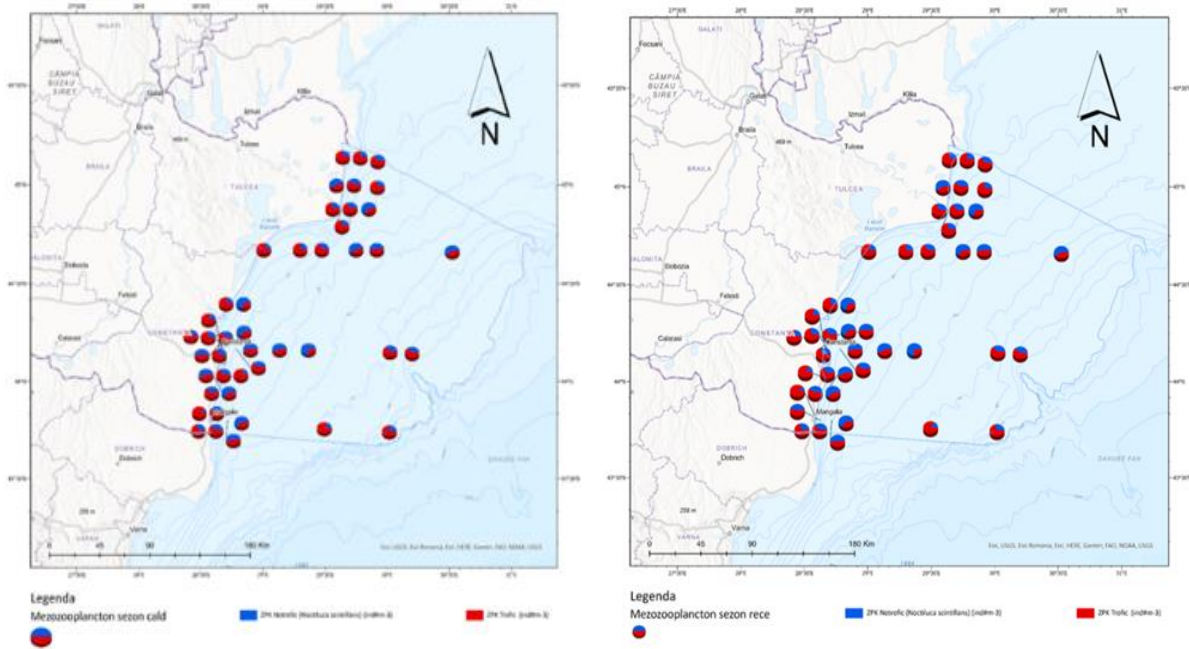


Figura 8. Distribuția spațială a densității medii a mezozooplanctonului total în sezonul cald și rece al perioadei 2013-2020

CAPITOLUL 5. Interacțiuni între factorii de mediu și comunitatea mezozooplanctonică

Variația climatică, fie că este naturală sau rezultă din cauze antropice, poate altera condițiile ecologice locale ale habitatului pelagic, afectând abundența speciilor și compoziția comunităților biologice (Beaugrand și colab., 2018).

Deoarece distribuția comunităților mezozooplanctonice este strâns legată de evoluția factorilor de mediu abiotici (Peterson și colab., 1979) am analizat variația principalilor parametri fizico-chimici (temperatura (T), salinitatea (S) și oxigenul dizolvat (O_2) precum și a nutrienților (fosfați (PO_4), silicați (SiO_4), azotați (NO_3), azotiți (NO_2) și amoniu (NH_4) dizolvați în apa de mare, în perioada 2013-2020 (Tabel 2), în sezonul cald (mai-octombrie) și rece (noiembrie-aprilie)

Tabel 2. Statistica descriptivă a factorilor de mediu de la litoralul românesc, 2013-2020

| Variabila | N | Media | Mediana | Min. | Max. | Percentila 25 | Percentila 75 | Dev. Std. | Coefficient de variație (%) |
|---------------------|-----|-------|---------|-------|--------|---------------|---------------|-----------|-----------------------------|
| T [°C] | 387 | 18,58 | 20,28 | 5,20 | 27,12 | 12,98 | 23,79 | 6,35 | 34,2 |
| S [‰] | 387 | 14,66 | 15,58 | 0,11 | 19,91 | 13,52 | 17,36 | 3,80 | 25,9 |
| O_2 [μM] | 392 | 319,0 | 314,6 | 119,2 | 495,6 | 284,8 | 354,8 | 49,4 | 15,5 |
| PO_4 [μM] | 391 | 0,34 | 0,24 | 0,01 | 3,04 | 0,10 | 0,44 | 0,38 | 111,8 |
| SiO_4 [μM] | 391 | 14,22 | 6,49 | 0,05 | 168,32 | 3,07 | 15,58 | 20,77 | 146,1 |
| NO_2 [μM] | 391 | 1,84 | 0,41 | 0,01 | 50,85 | 0,14 | 1,06 | 4,97 | 270,1 |
| NO_3 [μM] | 391 | 5,21 | 2,53 | 0,01 | 69,23 | 1,49 | 5,59 | 7,46 | 143,2 |
| NH_4 [μM] | 391 | 7,71 | 5,45 | 0,12 | 64,41 | 1,93 | 11,02 | 7,94 | 103,0 |

Dinamica spațio-temporală a comunității mezozooplanctonice de la litoralul românesc al Mării Negre și contribuția acesteia în hrănirea unor specii de pești pelagici cu valoare economică
Drd. Bișinicu Elena

Analiza componentelor principale (PCA - Principal Component Analysis) (Figura 9) explică, prin primii doi factori identificați, 54,5 % din variația factorilor de mediu (PC1 – 31,8 %, PC2 -22,7 %). PC1 include efectul salinității scăzute (-) și a conținutului crescut (+) de fosfor și siliciu din aport fluvial [1] în timp ce PC2 ia în calcul creșterea temperaturii [2].

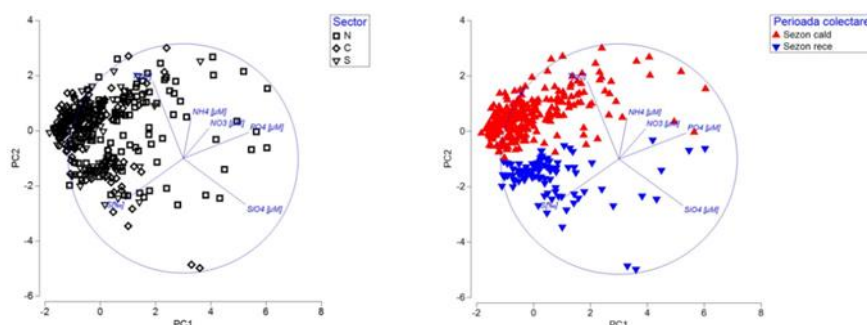


Figura 9. Analiza componentelor principale (PCA) pentru factorii de mediu de la litoralul românesc, 2013-2020

Temperatura și salinitatea reprezintă combinația de factori semnificativi ($r=0,302$) care explică cel mai bine densitatea mezozooplanctonului de la Marea Neagră din perioada 2013-2020 (Figura 10).

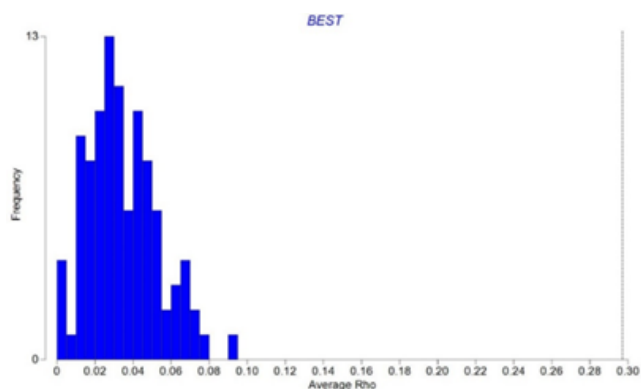


Figura 10. Histograma BEST – factori de mediu cu densitatea mezozooplanctonului – 2013-2020

Analizând mezozooplanctonul netrotic reprezentat de dinoflagelatul *Noctiluca scintillans* în raport cu temperatura din sezonul cald al perioadei 2013-2020 se observă că densitățile cele mai mari (80315-151789 ind/m³) au fost înregistrate în sectorul nordic la temperaturi cuprinse între 15.49-19.31 °C și în cel sudic la temperaturi de 19.32-21.53 °C (Figura 11). *Noctiluca scintillans* a înregistrat valori asemănătoare în toate cele trei sectoare la valori ale temperaturii cuprinse între 23.6-24.89 °C. În ceea ce privește salinitatea din sezonul cald, se observă că la salinități cuprinse între 16.99-18.94 PSU, *N.scintillans* a înregistrat cele mai mici valori ale densității, dinoflagelatul fiind mult mai bine reprezentat cantitativ la salinități cuprinse între 8.93 PSU și 16.98 PSU, maximul de densitate fiind atins în sectorul nordic la o salinitate de 12.65-15.39 PSU (Figura 11).

Dinamica spațio-temporală a comunității mezozooplanctonice de la litoralul românesc al Mării Negre și contribuția acesteia în hrănirea unor specii de pești pelagici cu valoare economică
Drd. Bișinicu Elena

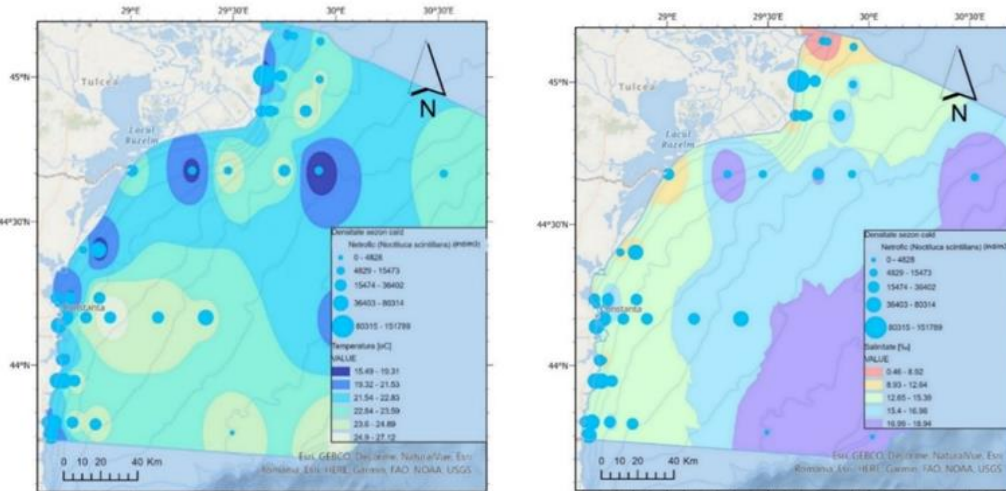


Figura 11. Distribuția spațială a densității mezozooplanctonului netrotic, temperaturii apelor și salinității de la litoralul românesc– sezon cald, 2013-2020

Mezozooplanctonul trofic din sezonul cald a fost bine reprezentat din punct de vedere cantitativ, înregistrând valori mari ale densității. Se observă că în stațiile de mai mică adâncime au fost înregistrate valorile cele mai mari (60893-114494 ind/m³) (Figura 12). Distribuția mezozooplanctonului în funcție de adâncime este influențată în principal de factori abiotici precum temperatura apei și de factori biotici precum disponibilitatea alimentelor și stresul generat de prădători (Hembre și colab., 2003).

Densitatea mezozooplanctonului trofic din sezonul cald a prezentat variații în raport cu valorile de salinitate, cele mai mari valori ale densității fiind înregistrate în sectorul sudic și central, la salinități de 12.65-15.39 PSU (Figura 12). Se observă că cele mai mici densități au fost atinse în zona de larg unde salinitatea a fost cuprinsă între 16.99-18.94 PSU (Figura 12).

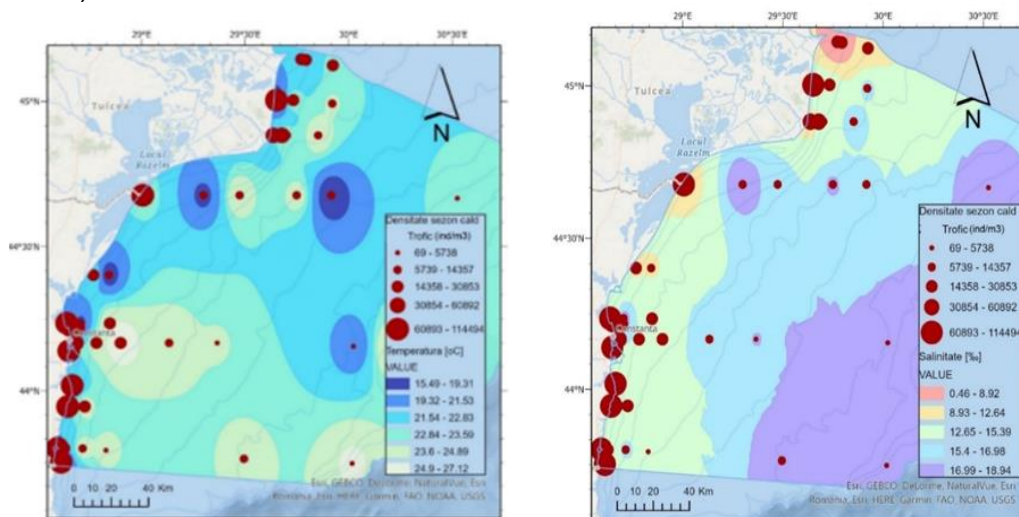


Figura 12. Distribuția spațială a densității mezozooplanctonului trofic, temperaturii apelor și salinității de la litoralul românesc– sezon cald, 2013-2020

Deși cu valori ale densității mult mai mici decât cele din sezonul cald, dinoflagelatul *Noctiluca scintillans* a fost prezent și în sezonul rece 2013-2020. De remarcat este faptul că specia s-a dezvoltat în toate cele trei sectoare în toate intervalele de temperatură înregistrate în sezonul rece (Figura 13), *Noctiluca scintillans* apărând în intervale mari de temperatură, de la temperaturi sub 0-30 °C (Ollevier și colab., 2021). Aceeași situație este întâlnită și în cazul

Dinamica spațio-temporală a comunității mezozooplanctonice de la litoralul românesc al Mării Negre și contribuția acesteia în hrănirea unor specii de pești pelagici cu valoare economică
Drd. Bișinicu Elena

salinității, unde specia a fost întâlnită în toate intervalele de salinitate din sezonul rece, chiar și la 0.59-8.92 PSU, interval specific sectorul nordic al litoralului românesc al Mării Negre (Figura 13). Deși creșterea abundențelor *N. scintillans* este în general afectată de temperatură și salinitate, este cunoscut a fi un organism euriterm și eurihalin (Elbrachter și colab., 1998). Multe rezultate ale cercetărilor anterioare au arătat că temperatura optimă și cererile de salinitate ale *N. scintillans* sunt diferite în fiecare ecosistem (Huang și colab., 1997, Tada și colab., 2004, Miyaguchi și colab., 2006).

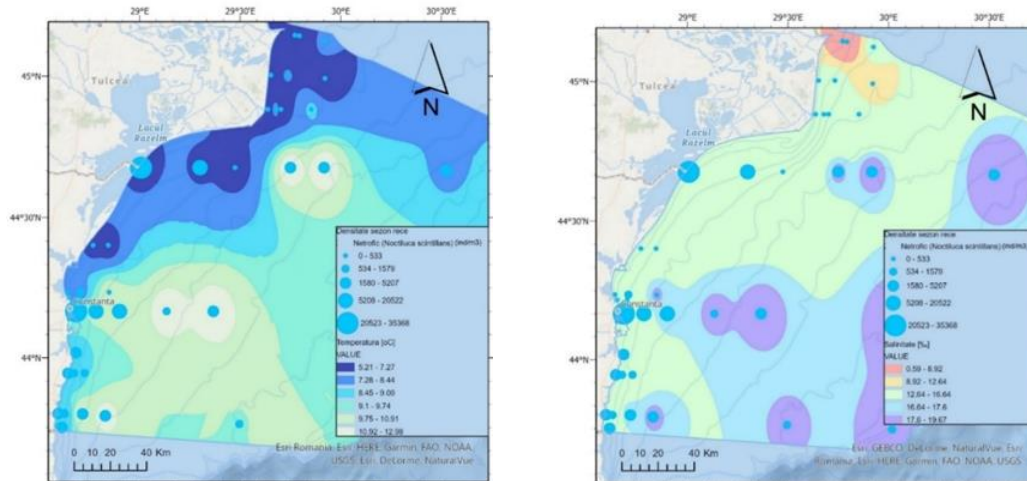


Figura 13. Distribuția spațială a densității mezozooplanctonului netrofic, temperaturii apelor și salinității de la litoralul românesc– sezon rece, 2013-2020

Modificările abundenței mezozooplanctonului sunt foarte clare în sezonul rece al perioadei 2013-2020, valorile maxime de densitate fiind mult mai mici în comparație cu cele din sezonul cald. Se observă faptul că în sezonul rece, comunitatea mezozooplanctonică a înregistrat valori ale densității cuprinse între 5164-25028 ind/m³, indiferent de valoarea temperaturii (Figura 14) și a salinității (Figura 14).

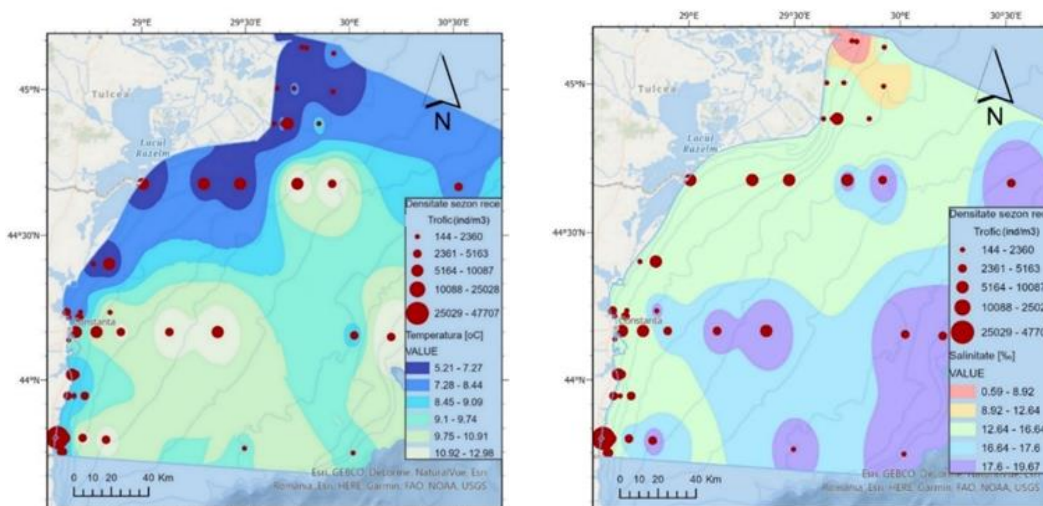


Figura 14. Distribuția spațială a densității mezozooplanctonului trofic, temperaturii apelor de și salinității la litoralul românesc– sezon rece, 2013-2020

CAPITOLUL 6. Comunitatea mezozooplanctonică ca indicator al stării ecologice pentru mediul marin în conformitate cu principiile Directivei Cadru Strategie Pentru Mediul Marin

Obiectivul Directiva-cadru privind strategia marină 2008/56 / CE (DCSMM) este „protejarea și restaurarea mărilor și oceanelor europene și asigurarea că activitățile umane sunt desfășurate într-o manieră durabilă, astfel încât generațiile actuale și viitoare să se bucure și să beneficieze de oceane și mări dinamice din punct de vedere biologic, sigure, curate, sănătoase și productive.

Pentru caracterizarea habitatelor pelagice din punctul de vedere al comunității mezozooplanctonice, s-a stabilit un număr de doi indicatori pentru Criteriul D1C6 și un indicator pentru Criteriul D5C3.

Biomasa mezozooplanctonului ($\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$) -D1C6

În sezonul rece, corpurile de apă cu salinitate variabilă, costiere și marine au atins starea ecologică bună în procentaje mari, după cum urmează: apele cu salinitate variabilă au atins GES în proporție de 88%, apele costiere au atins un procentaj de 82% iar cele marine au atins starea ecologică bună în proporție de 94% (Figura 15).

În sezonul cald, starea ecologică bună nu a fost atinsă în niciunul din cele trei corpuri de apă, stare ecologică proastă fiind dominantă (Figura 15). Apele cu salinitate variabilă au atins starea ecologică proastă în proporție de 72%, cele costiere au înregistrat un procentaj de 52% iar cele marine s-au încadrat în starea Non-GES cu 56% (Figura 15).

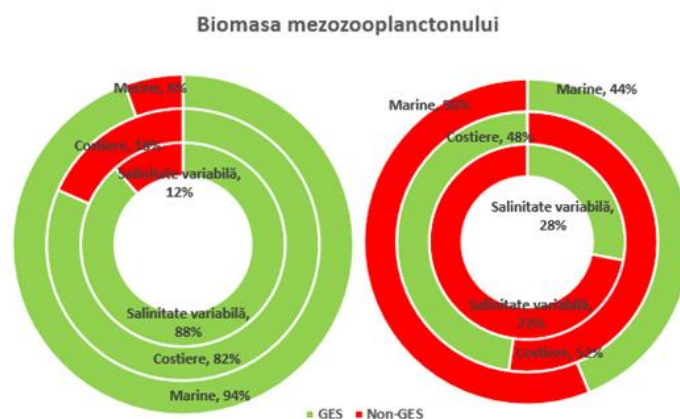


Figura 15. Starea ecologică a corpurilor de apă în baza indicatorului Biomasa mezozooplanctonului în sezonul rece (stânga) și cald (dreapta) perioada 2013- 2020

Biomasa copepodelor ($\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$)-D1C6

În sezonul rece al perioadei 2013-2020, în baza biomasei copepodelor, s-a atins starea ecologică bună în toate cele trei corpuri de apă. În apele cu salinitate variabilă, GES s-a atins în proporție de 73%, în apele costiere a atins 72% iar în apele marine s-a înregistrat cel mai mare procentaj pentru GES- 92% (Figura 16). În sezonul cald, s-a atins starea ecologică proastă în toate cele trei corpuri de apă. În apele cu salinitate variabilă starea ecologică proastă a fost în proporție de 65%, în apele costiere s-a înregistrat un procentaj de 59% iar în apele marine 61% (Figura 16).

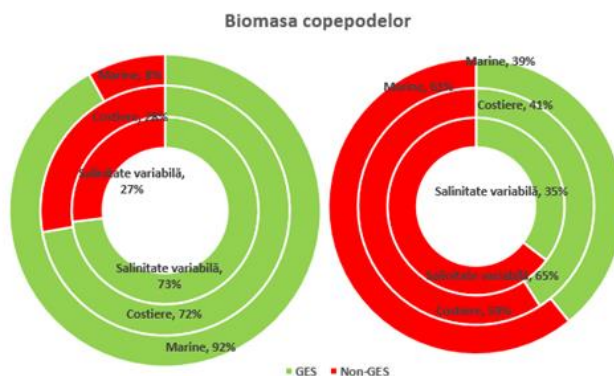


Figura 16. Starea ecologică a corpurilor de apă în baza indicatorului Biomasa copepodelor în sezonul rece (stânga) și cald (dreapta) perioada 2013- 2020

Biomasa *Noctiluca scintillans* (mg·m⁻³) - D5C3

În sezonul rece al perioadei 2013-2020, starea ecologică bună s-a atins în toate cele trei corpuri de apă. În apele cu salinitate variabilă starea ecologică bună s-a atins în proporție de 100%, în cele costiere în proporție de 75% iar în cele marine în proporție de 54% (Figura 17). În sezonul cald, pe baza indicatorului biomasa *Noctiluca scintillans* s-a atins starea ecologică bună în cele trei corpuri de apă. În apele cu salinitate variabilă procentul de GES a fost de 72%, în apele costiere de 58% iar în cele marine a atins o valoare de 65% (Figura 17).

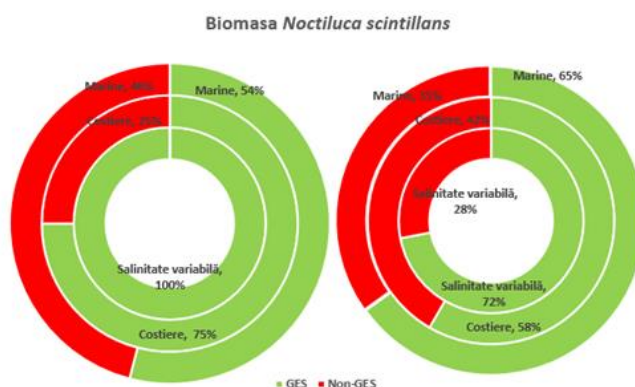


Figura 17. Starea ecologică a corpurilor de apă în baza indicatorului Biomasa *Noctiluca scintillans* în sezonul rece (stânga) și cald (dreapta) perioada 2013- 2020

CAPITOLUL 7. Dinamica peștilor pelagici în raport cu mezozooplanctonul trofic de la litoralul românesc în perioada 2013-2020

În unele ecosisteme, peștii pelagici joacă un rol trofodinamic proeminent, exercitând atât control de sus în jos asupra zooplanctonului, fiind și o resursă de pradă abundentă pentru alte specii de pești (Peck și colab., 2012).

7.1. Dinamica *Sprattus sprattus* (Linnaeus, 1758) în raport cu mezozooplanctonul trofic de la litoralul românesc în perioada 2013-2020

Dinamica trofică a mezozooplanctonului și a peștilor pelagici mici ocupă o poziție semnificativă în rețelele trofice pelagice marine (Shannon și colab., 2010). Abundența mezozooplanctonului poate fi luată ca un bun indice al disponibilității resurselor piscicole (Nair

Dinamica spațio-temporală a comunității mezozooplanctonice de la litoralul românesc al Mării Negre și contribuția acesteia în hrănirea unor specii de pești pelagici cu valoare economică
Drd. Bișinicu Elena

și colab., 1980). Copepodele sunt componentă majoră a zooplanctonului marin și astfel sunt principala sursă de hrană a larvelor de pești (Poulet și colab., 1991), favorizând supraviețuirea, creșterea și dezvoltarea peștilor juvenili (Hansen, 2017).

Dinamica șprotului în raport cu mezozooplanctonul trofic de la litoralul românesc în primăvara anului 2013

În sezonul de primăvară al anului 2013, populația de șprot a înregistrat cea mai mare valoare a capturilor în stațiile din sectorul nordic și central al Mării Negre, sectorul sudic fiind caracterizat de valori mai mici ale capturilor (Figura 18). Analizând valorile de densitate ale mezozooplanctonului trofic se observă că în sectorul central și nordic s-au înregistrat cele mai mari valori ale abundenței, mai ales în zonele de mică adâncime, în aceste condiții de hrană corespunzătoare asigurată, șprotul migrează spre țarm. Copepodele, parte a componentei trofice mezozooplanctonice și prada majoră a peștilor juvenili din habitatul natural datorită valorii nutritive adecvate (Gamboa și colab., 2019) au fost foarte bine reprezentate din punct de vedere cantitativ, atingând valori maxime ale densității chiar în zonele în care șprotul a format aglomerări, ceea ce indică o bună bază trofică.

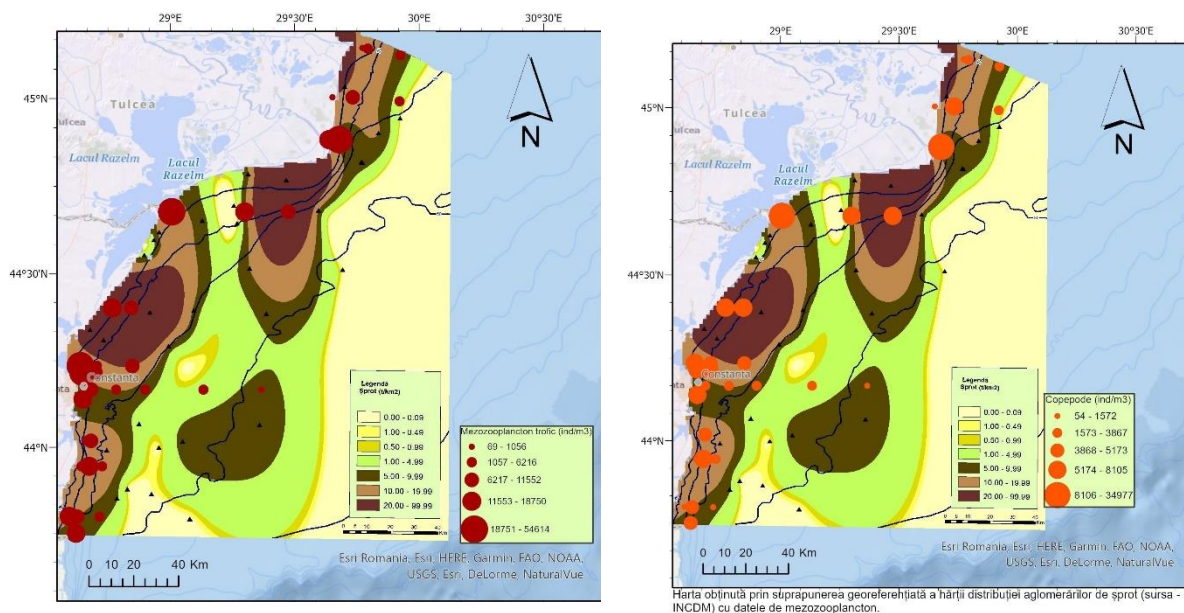


Figura 18. Distribuția stocurilor de șprot (sursa: Romanian Annual Report on the National Data Collection Programme for Fisheries), a densității mezozooplanctonului trofic și a copepodelor în primăvara lui 2013

Dinamica șprotului în raport cu mezozooplanctonul trofic de la litoralul românesc în vara anului 2014

Populația de șprot din vara anului 2014 a fost caracterizată de valori mari a capturilor în partea centrală și nordică a litoralului, valoarea maximă a capturii fiind înregistrată în sectorul nordic (Figura 19). Deosebirile cantitative ce se înregistrează la aglomerările de șprot din cele trei sectoare de la litoralul românesc se datorează biologiei șprotului, un pește crioofil ce nu suportă temperaturi ridicate.

În ceea ce privește mezozooplanctonul trofic, se observă că densitatea acestuia a atins valori mari în sectorul central și nordic, în stațiile de mai mică adâncime, unde și aglomerările de

Dinamica spațio-temporală a comunității mezozooplanctonice de la litoralul românesc al Mării Negre și contribuția acesteia în hrănirea unor specii de pești pelagici cu valoare economică
Drd. Bișinicu Elena

șprot au atins valori mari ale capturilor. Grupul copepodelor a fost cel mai bine reprezentat în zona nordică și centrală ceea ce indică o bună disponibilitate a hranei.

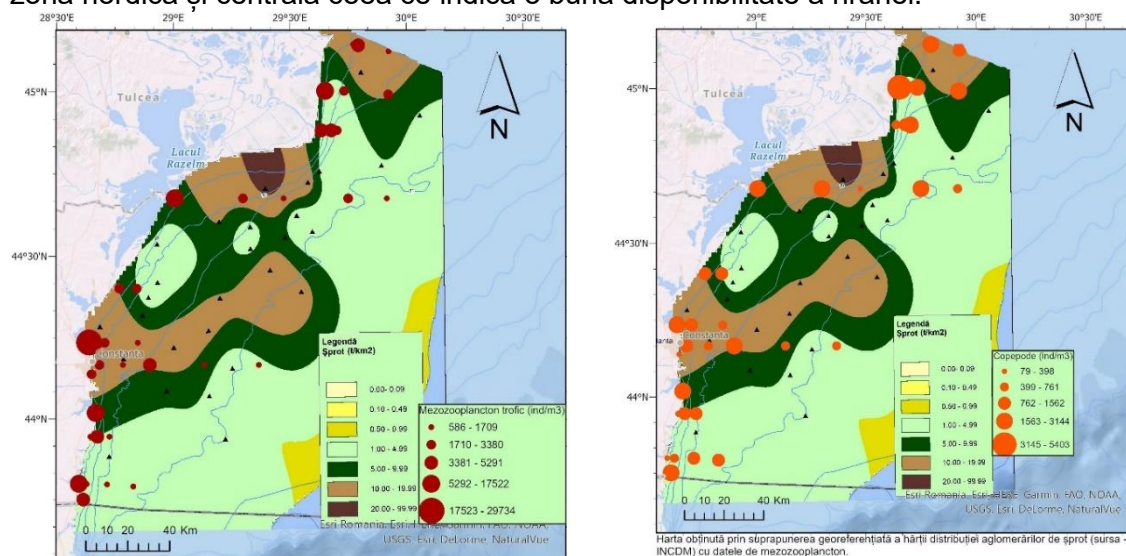


Figura 19. Distribuția stocurilor de șprot (sursa: Romanian Annual Report on the National Data Collection Programme for Fisheries) a densității mezozooplanctonului trofic și a copepodelor în vara lui 2014

Dinamica șprotului în raport cu mezozooplanctonul trofic de la litoralul românesc în primăvara anului 2015

În sezonul de **primăvară** al anului 2015, populația de șprot a variat cantitativ, înregistrând valori mari în partea centrală a Mării Negre. În sectorul sudic valorile de captură pentru șprot s-au încadrat între 0.50-0.99 t/km², cu excepția unei stații unde valoarea capturilor a fost mai mare (10-19.99 t/km²) (Figura 20). Mezozooplanctonul trofic a atins valori mari ale densității în stațiile de mai mică adâncime situate în sectorul central și sudic, în sectorul nordic fiind mai slab reprezentat din punct de vedere cantitativ (Figura 20). În ceea ce privește structura cantitativă a copepodelor se observă că acestea au atins valori mari ale densității în toate cele trei sectoare, fiind mult mai bine reprezentate cantitativ în sectorul central (Figura 20) acolo unde și populația de șprot a fost cel mai bine dezvoltată, formând aglomerări mari ce ar putea fi generate de abundența hranei în coloana de apă.

Dinamica spațio-temporală a comunității mezozooplanctonice de la litoralul românesc al Mării Negre și contribuția acesteia în hrănirea unor specii de pești pelagici cu valoare economică
 Drd. Bișinicu Elena

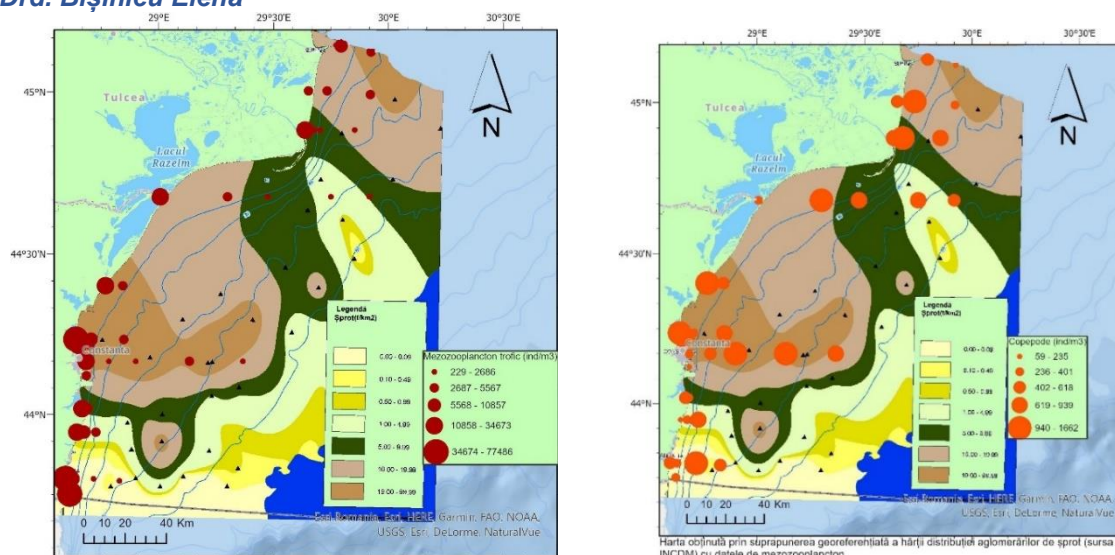


Figura 20. Distribuția stocurilor de șprot (sursa: Romanian Annual Report on the National Data Collection Programme for Fisheries) a densității mezozooplanctonului trofic și a copepodelor în primăvara lui 2015

Dinamica șprotului în raport cu mezozooplanctonul trofic de la litoralul românesc în 2016

Populația de șprot din **primăvară** a variat din punct de vedere cantitativ, cele mai mari valori ale capturilor fiind înregistrate în stațiile situate în sectorul nordic al platformei continentale (Figura 21). În sectorul nordic, deplasarea apelor superficiale de la adâncimi mici spre larg este aproape permanentă (datorită acțiunii curentului fluvial), urcarea maselor de apă de adânc către țărm fiind mai accentuată. De aceea cantitățile pescuite de șprot, în sezonul cald sunt mai mari în sectorul nordic, spre deosebire de cel central și sudic unde scăderile de temperatură în stratul de suprafață sunt destul de rare și pe o perioadă scurtă de timp (Cautiș, 1958). De remarcat este faptul că în acest an, populația de șprot a înregistrat valori ale capturilor aproximativ egale în sectorul central și sudic în stațiile localizate până la izobata de 40m, în apele mai adânci populația fiind mai slab reprezentată (Figura 21). Mezozooplanctonul trofic a prezentat o distribuție uniformă în cele trei sectoare, cu valori ale densității cuprinse în intervalul 3935-8359 ind/m³, aceeași distribuție relativ uniformă prezentând-o și copepodele care au înregistrat densități între 2114-4842 ind/m³ în majoritatea stațiilor (Figura 21), abundența prăzii pentru populația de șprot fiind una optimă.

Dinamica spațio-temporală a comunității mezozooplanctonice de la litoralul românesc al Mării Negre și contribuția acesteia în hrănirea unor specii de pești pelagici cu valoare economică
Drd. Bișinicu Elena

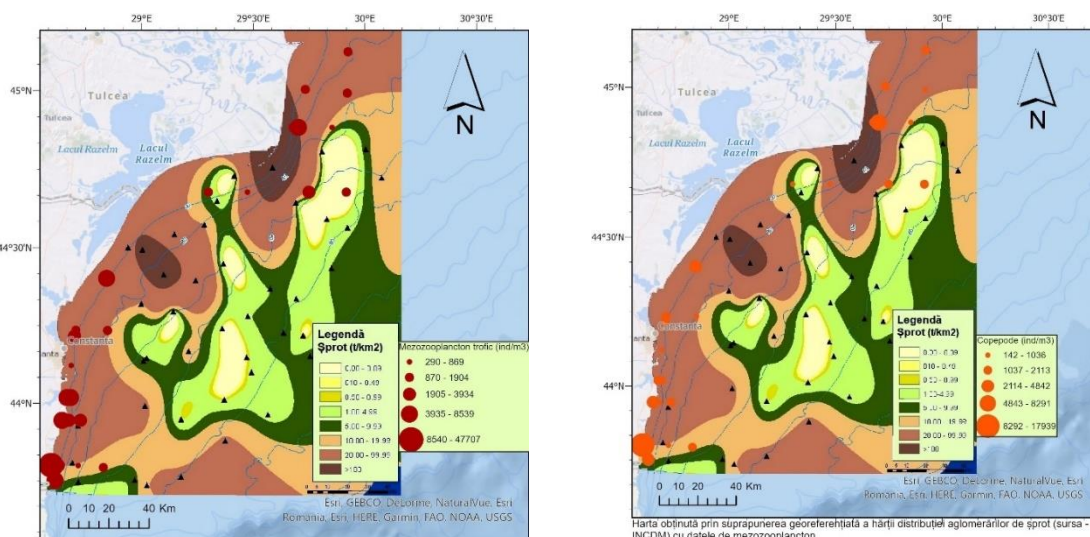


Figura 21. Distribuția stocurilor de șprot (sursa: Romanian Annual Report on the National Data Collection Programme for Fisheries) a densității mezozooplanctonului trofic și a copepodelor în primăvara lui 2016

Aglomerările de șprot din **toamna** lui 2016 au atins cele mai mari valori în stațiile situate în sectorul sudic (3 stații) și în cel nordic (1 stație) (Figura 22). Se observă faptul că în sectorul central populația de șprot a fost cel mai slab reprezentată. Mezozooplanctonul trofic a înregistrat valori cuprinse între 4356-8593 ind/m³, fiind mai bine reprezentat în cadrul unei singure stații din sectorul sudic iar copepodele au atins valori mai mari ale densității în stațiile din sectorul central și nordic (Figura 22). De remarcat este faptul că în zonele în care șprotul a fost mult mai bine reprezentat cantitativ și anume în apele de larg, disponibilitatea hranei a fost una mai redusă, componenta trofică mezozooplanctonică și copepodele fiind prezente în cantități mai mici (Figura 22).

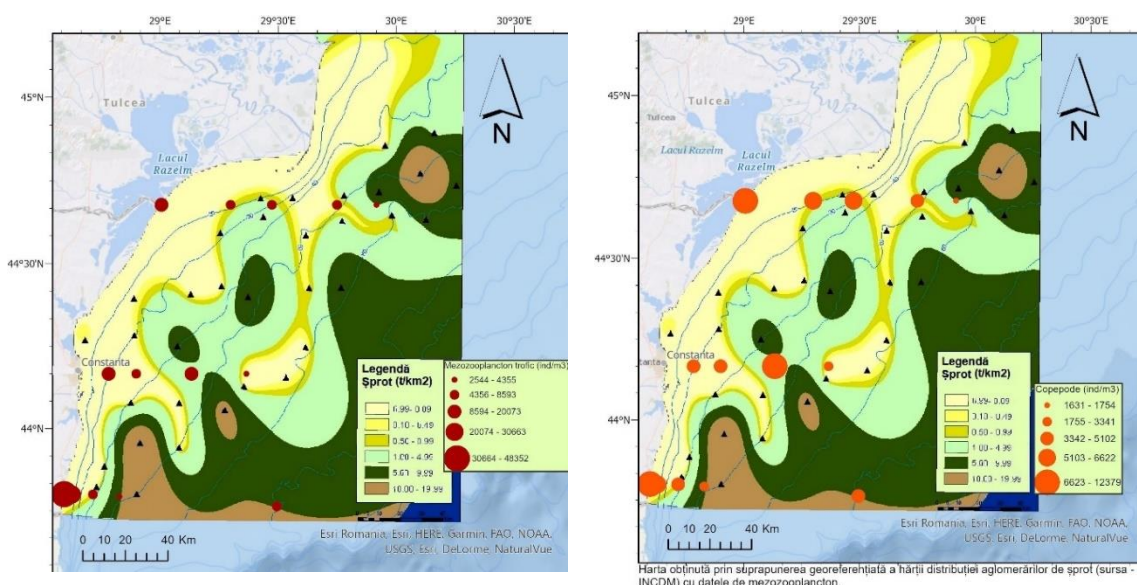


Figura 22. Distribuția stocurilor de șprot (sursa: Romanian Annual Report on the National Data Collection Programme for Fisheries) a densității mezozooplanctonului trofic și a copepodelor în toamna lui 2016

Dinamica șprotului în raport cu mezozooplanctonul trofic de la litoralul românesc în 2017

Șprotul **din primăvară** a fost caracterizat de cele mai mari valori mari ale capturilor în partea nordică și centrală a platformei continentale românești. De remarcat este faptul că s-au atins valori mari de captură pe izobata de 30m în stațiile situate în sectorul central și nordic, sectorul sudic fiind caracterizat de valori mici pentru aglomerările de șprot (Figura 23). Baza trofică mezozooplanctonică a fost una bine reprezentată cantitativ, valorile cele mai mari atât pentru toată componenta trofică inclusiv copepode fiind atinse în stațiile de mai mică adâncime, acolo unde și capturile de șprot au fost mai mari (Figura 23).

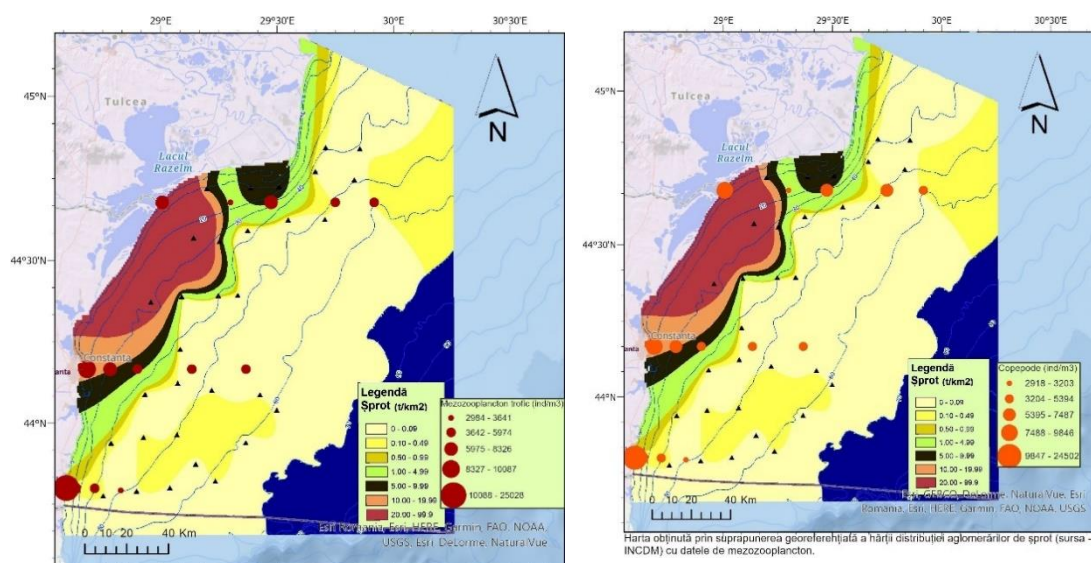


Figura 23. Distribuția stocurilor de șprot (sursa: Romanian Annual Report on the National Data Collection Programme for Fisheries) a densității mezozooplanctonului trofic și a copepodelor în primăvara lui 2017

Șprotul a fost bine reprezentat din punct de vedere cantitativ **în toamna** lui 2017, în toate cele trei sectoare ale litoralului românesc, înregistrând valori ale capturii de 5.00-9.99 t/km². Cea mai mare valoare a capturii (20.00-99.9 t km²) a fost atinsă într-o singură stație situată în sectorul sudic. Se observă că în stațiile de mică adâncime s-au înregistrat cele mai mici valori ale capturilor (0-0.99, 0.10-0.49, 0.50-0.99 t/km²). Componenta trofică a mezozooplanctonului a fost mai slab reprezentată din punct de vedere cantitativ, cu densități mai mari în doar câteva stații situate în apropiere țărmului, acolo unde populația de șprot a fost mai slab reprezentată. Aceeași situație este și în cazul copepodelor care s-au dezvoltat cantitativ doar în cadrul câtorva stații localizate în ape mai puțin adânci.

Dinamica spațio-temporală a comunității mezozooplanctonice de la litoralul românesc al Mării Negre și contribuția acesteia în hrănirea unor specii de pești pelagici cu valoare economică
Drd. Bișinicu Elena

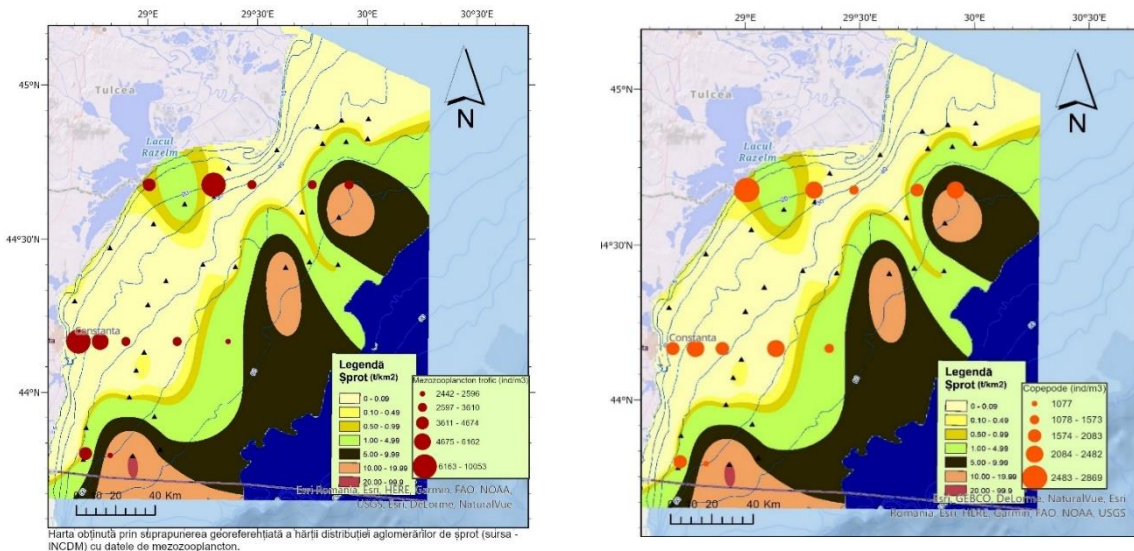


Figura 24. Distribuția stocurilor de șprot (sursa: Romanian Annual Report on the National Data Collection Programme for Fisheries) a densității mezozooplanctonului trofic și a copepodelor în toamna lui 2017

Dinamica șprotului în raport cu mezozooplanctonul trofic de la litoralul românesc în 2018

În acest an, populația de șprot **din primăvară** a fost cel mai bine reprezentată cantitativ în sectorul nordic unde a atins valoarea maximă a capturilor (20.00-99.99 t/km²) în majoritatea stațiilor localizate în acest sector. S-au atins valori cuprinse între 5.00-9.99 t/km² în stațiile localizate în sectorul central și cel nordic, sectorul sudic fiind caracterizat de cele mai mici valori pentru capturile de șprot (Figura 25). Mezozooplanctonul trofic a atins valori mari ale densității în aceleași stații în care șprotul a fost cel mai bine reprezentat, copepodele fiind elementele trofice bine reprezentate cantitativ, cel mai probabil contribuind la formarea unor aglomerări mari de șprot (Figura 25).

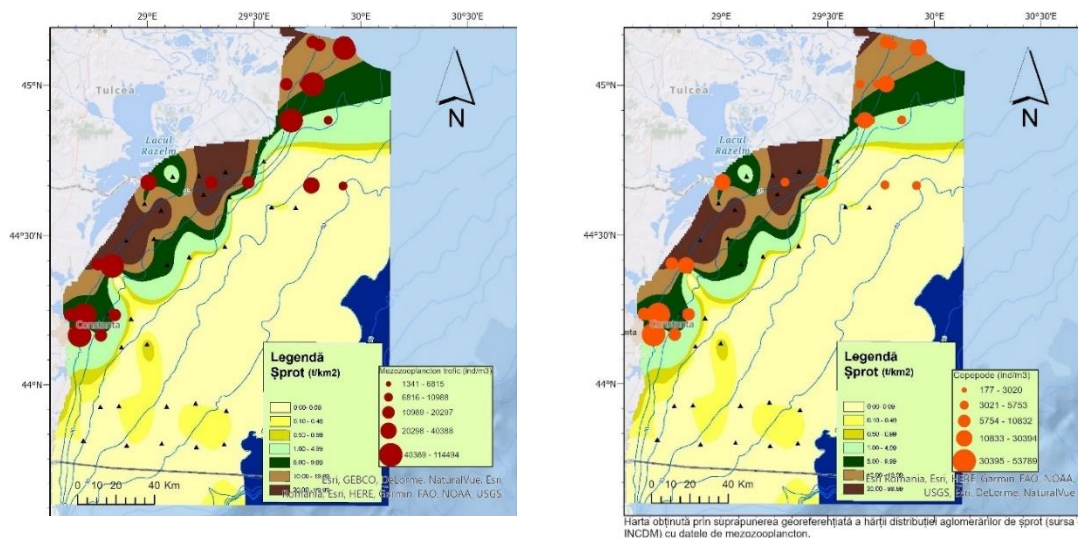


Figura 25. Distribuția stocurilor de șprot (sursa: Romanian Annual Report on the National Data Collection Programme for Fisheries) a densității mezozooplanctonului trofic și a copepodelor în primăvara lui 2018

În **toamna** anului 2018, populația de șprot a înregistrat maximul de dezvoltare în stațiile situate în sectorul nordic, cu o valoare a capturilor de 20.00-99.99 t/km². Aglomerările de șprot au fost mai mari și în stațiile localizate în sectorul sudic și central, înregistrând valori ale capturilor de 10.00-19.99 t/km² și 5.00-9.99 t/km² (Figura 26). De remarcat este faptul că s-au atins valori foarte mari ale capturilor în apele mai adânci. Șprotul, specie prin excelență criofilă, se îndepărtează de litoral când temperatura apei depășește 18°C și revine numai în cazul existenței curenților reci de fund (Cautiș, 1958, Șerpoianu, 1964). Structura trofică mezozooplanctonică în această perioadă nu a fost una propice pentru șprot, acesta cantonându-se în zonele de adâncime unde și mezozooplanctonul atinge valori ale densității mai mici.

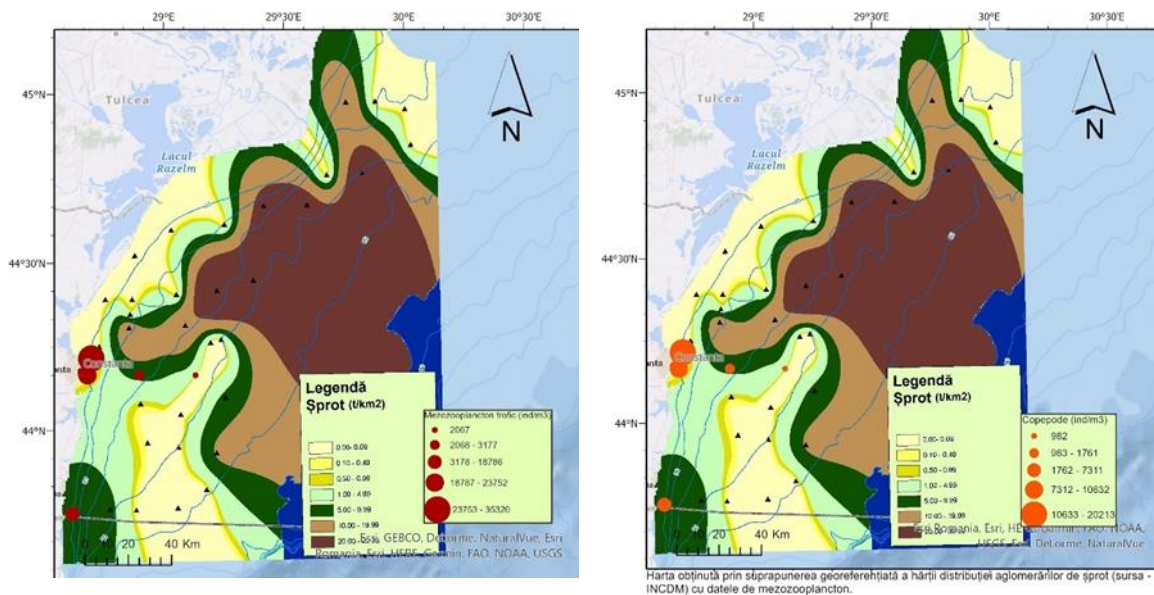


Figura 26. Distribuția stocurilor de șprot (sursa: Romanian Annual Report on the National Data Collection Programme for Fisheries) a densității mezozooplanctonului trofic și a copepodelor în toamna lui 2018

Dinamica șprotului în raport cu mezozooplanctonul trofic de la litoralul românesc în 2019

Agglomerările de șprot din **toamna** lui 2019 au atins valoarea maximă (20.00-99.99 t/km²) în sectorul nordic, în cadrul unei singuri stații. Sectorul central a fost caracterizat de valori mari pentru populația de șprot (5.00-9.99 t/km²) pe când în sectorul sudic șprotul a fost mult mai slab reprezentat (Figura 27). Se observă faptul că baza trofică mezozooplanctonică a fost una bine reprezentată cantitativ, valorile cele mai mari ale densității fiind atinse în stațiile din centru și nord, acolo unde șprotul a fost în cantități mari (Figura 27). Copepodele au atins valorile maxime ale densității în stațiile situate în toate cele trei sectoare (Figura 27), constituind o bază trofică adecvată pentru șprot.

Dinamica spațio-temporală a comunității mezozooplanctonice de la litoralul românesc al Mării Negre și contribuția acesteia în hrănirea unor specii de pești pelagici cu valoare economică
Drd. Bișinicu Elena

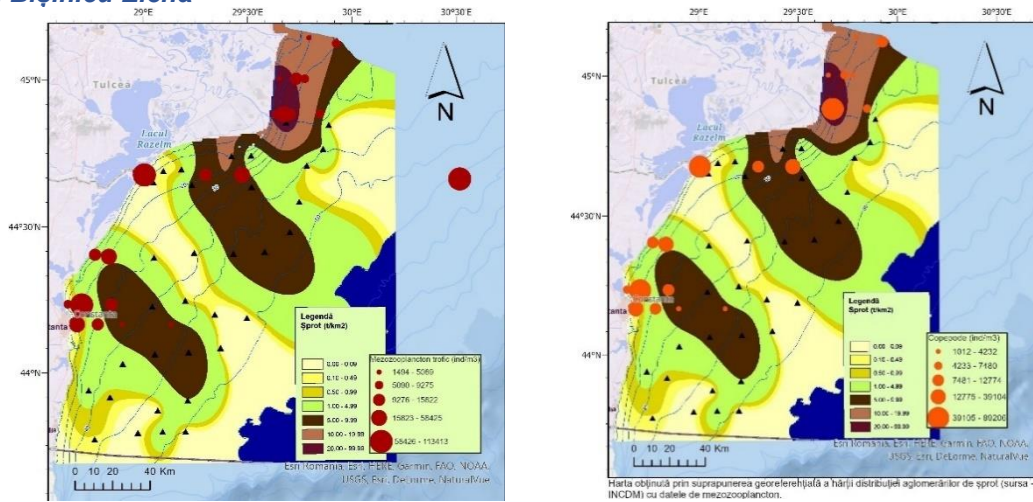


Figura 27. Distribuția stocurilor de șprot (sursa: Romanian Annual Report on the National Data Collection Programme for Fisheries) a densității mezozooplanctonului trofic și a copepodelor în toamna lui 2019

Dinamica șprotului în raport cu mezozooplanctonul trofic de la litoralul românesc în primăvara lui 2020

Populația de șprot a prezentat o distribuție relativ uniformă a capturilor în **sezonul de primăvară**, fiind găsit în cantități mari în toate cele trei sectoare, cu maximum înregistrat într-o singură stație situată în sectorul nordic. În sectorul central, populația de șprot a atins valori ale capturilor de 5.00-9.99 t/km², situație asemănătoare și în sectorul sudic (Figura 28). Densitatea mezozooplanctonului trofic a fost mai mare în sectorul nordic (Figura 28). În ceea ce privește valorile densității pentru copepode, se observă că acestea au fost mai mari în sectorul central și nordic acolo unde și șprotul a dominat (Figura 28) ceea ce ar putea indica o selectivitate a șprotului în ceea ce privește elementele de hrană, copepodele fiind preferate.

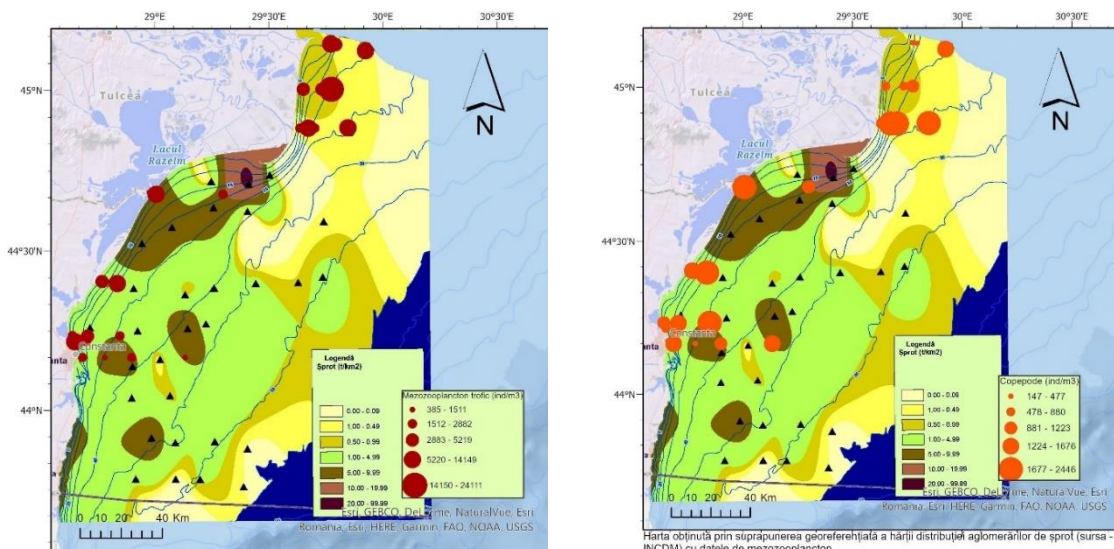


Figura 28. Distribuția stocurilor de șprot (sursa: Romanian Annual Report on the National Data Collection Programme for Fisheries) a densității mezozooplanctonului trofic și a copepodelor în primăvara lui 2020

7.2. Dinamica *Alosa tanaica* (Grimm, 1901) în raport cu mezozooplanctonul trofic de la litoralul românesc în perioada 2019-2020

Rizeafca, deși prezentă în cantități mici este frecvent colectată și apare în traulările efectuate în zona Deltei Dunării, în sectorul nordic al litoralului românesc al Mării Negre. În toamna lui 2019, această specie a înregistrat valori mici ale capturilor dar se observă faptul că acolo unde populația de rizeafcă a fost mai bine reprezentată cantitativ și componenta trofică a populației mezozooplanctonice și copepodele au înregistrat valori mari ale densității, formând astfel o bună bază trofică pentru hrănirea exemplarelor de pește (Figura 29).

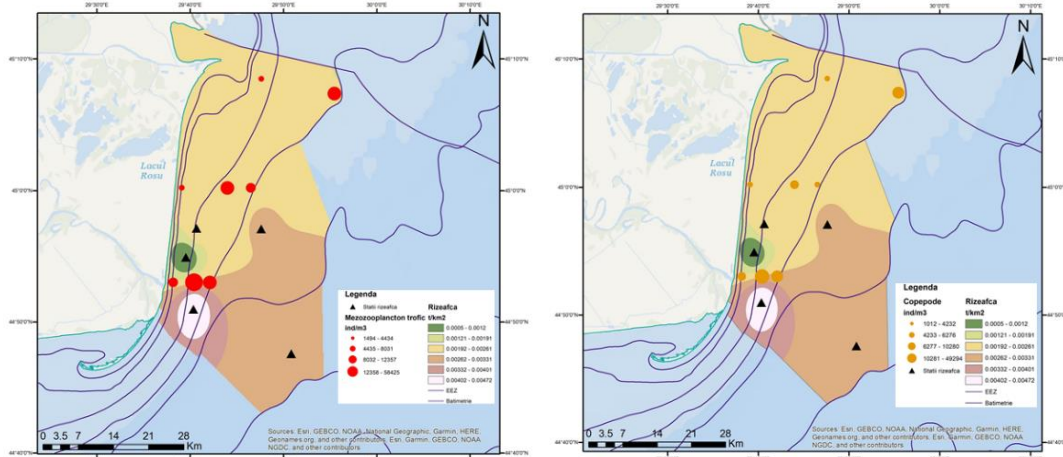


Figura 29 . Distribuția stocurilor de rizeafcă a densității mezozooplanctonului trofic și a copepodelor în toamna anului 2019

Populația de rizeafcă din primăvara lui 2020 a fost din nou slab reprezentată cantitativ dar componenta trofică mezozooplanctonică și grupul copepodelor au atins valori mari ale densității, ceea ce indică faptul că peștii din zona respectivă dispun de elemente de hrană în cantitate mare, susținând astfel dezvoltarea peștilor, aceștia având acces la o bază trofică de bună calitate (Figura 30).

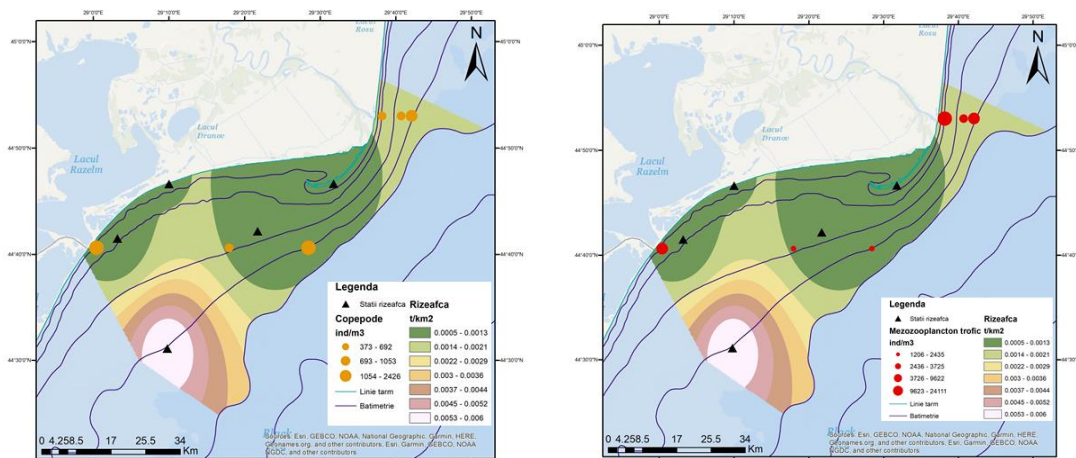


Figura 30. Distribuția stocurilor de rizeafcă, a densității mezozooplanctonului trofic și a copepodelor în primăvara anului 2020

CAPITOLUL 8. Analiza conținutului stomacal la *Sprattus sprattus* (Linnaeus, 1758) și *Alosa tanaica* (Grimm, 1901)

O înțelegere a relației dintre pești și organismele lor alimentare în special produsele alimentare preferențiale și distribuția lor pot ajuta la localizarea potențialelor locuri de hrănire și oferă, de asemenea, indicii despre predicția și exploatarea stocurilor de pește. Protecția mediului a atras atenția unei secțiuni largi de oameni din întreaga lume și acum a devenit o problemă globală în rândul oamenilor de știință și cercetători care lucrează în acest domeniu. Componenta biotă afectată, poate fi, de asemenea, responsabilă pentru schimbarea comportamentului de hrănire la pești (Krishna și colab.,2016).

8.1. Conținutul stomacal la *Sprattus sprattus* (Linnaeus, 1758) în perioada 2018-2020

Analizând numărul de elemente mezozooplanctonice identificate în conținutul stomacal al șprotului, se observă că în toți cei trei ani meroplanctonul și copepodele au fost cel mai mult consumate în majoritatea stațiilor analizate, cladocerele și alte grupe fiind preferate ca sursă de hrană ocazional (Figura 31). De remarcat este faptul că în anii 2019 și 2020 populația de șprot a consumat copepode în cantități foarte mari, spre deosebire de 2018 când copepodele au fost consumate într-o măsură mai mică. Consumul de meroplancton a fost relativ constant pe parcursul celor trei ani, fiind mai intens consumat în 2020 dar în doar câteva stații analizate (Figura 31).

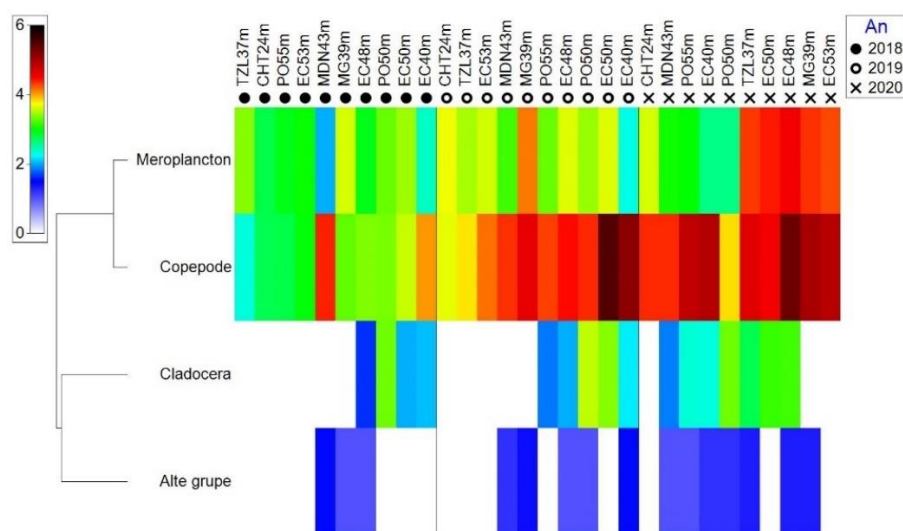


Figura 31. Matricea numărului de elemente mezozooplanctonice consumate de șprot în perioada 2018-2020

S-au înregistrat similarități de 80% între toți anii analizați, formându-se cluster pe baza numărului de elemente meroplanctonice identificate la exemplarele de șprot analizate. De menționat este formarea clusterului alcătuit din CHT24m-EC53m-EC50m-TZL37 în anul 2018 datorat consumului de meroplancton și copepode în egală măsură, anul 2018 fiind anul în care populația de șprot a consumat mai puține copepode și elemente meroplanctonice (Figura 32).

Dinamica spațio-temporală a comunității mezozooplanctonice de la litoralul românesc al Mării Negre și contribuția acesteia în hrănirea unor specii de pești pelagici cu valoare economică
Drd. Bișinicu Elena

Numărul total al elementelor de hrană identificate
 Non-metric MDS

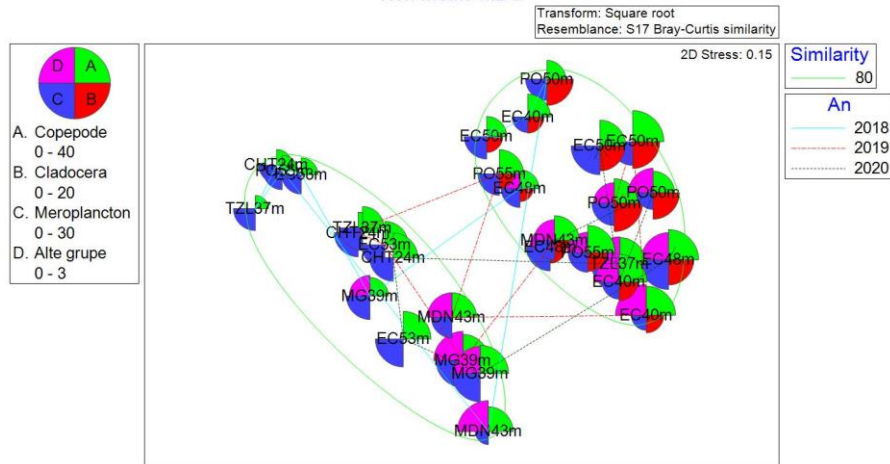


Figura 32 . Analiza bidimensională NMDS a numărului total de elemente mezozooplanctonice (pe grupe) consumate de șprot în 2018-2020

8.2. Dinamica *Alosa tanaica* (Grimm, 1901) în raport cu mezozooplanctonul trofic de la litoralul românesc în perioada 2019-2020

Se observă că rizeafca a consumat în 2020 copepode, cu maximum în stațiile SIN20m și CRB30m precum și elemente meroplanctonice în cantități similare în majoritatea stațiilor (Figura 33). În 2019 însă, rizeafca a consumat copepode în cantități mari într-o singură stație (SF.GH20m) iar elementele meroplanctonice au fost preferate ca hrană dar în cantitate mai mare, Decapoda mysis fiind elementul principal identificat în conținutul stomacal (Figura 33).

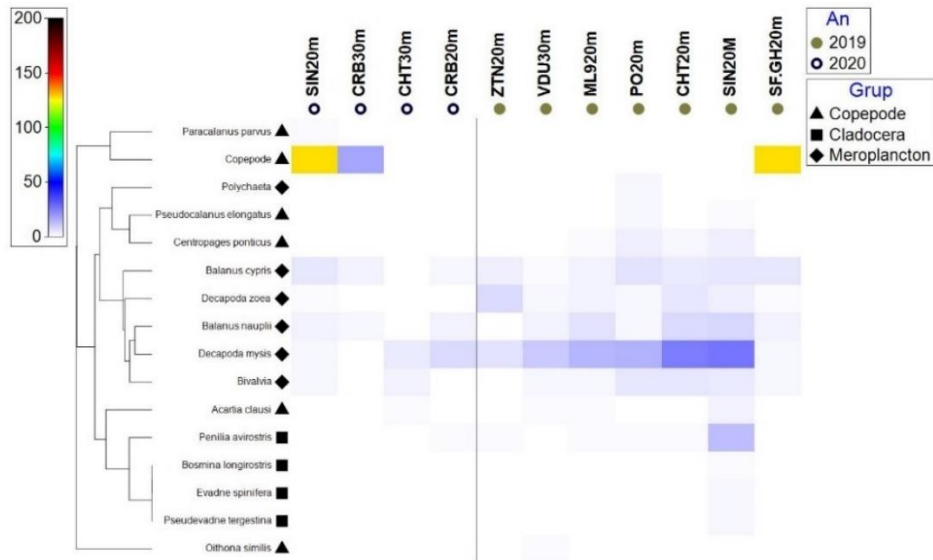


Figura 33. Matricea numărului de elemente mezozooplanctonice consumate de rizeafcă în perioada 2019-2020

Faptul că există diferențe de hrănire între cei doi ani analizați reiese și din diagrama NMDS, formându-se două clustere de 60% similaritate între stațiile din 2019, stațiile din 2020 nefiind incluse în clustere (Figura 34).

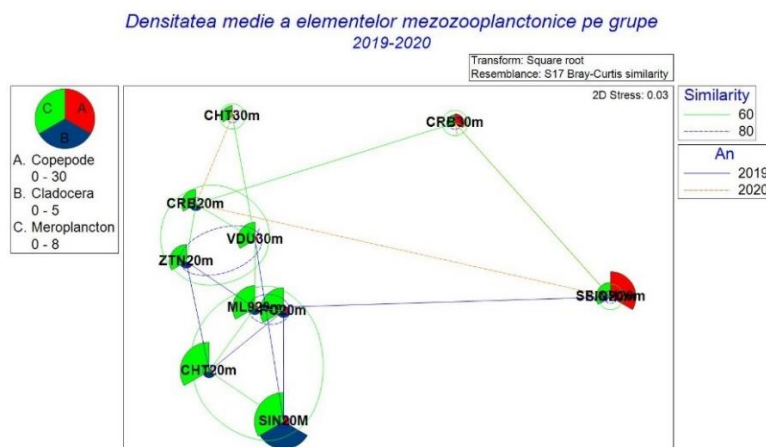


Figura 34. Analiza bidimensională NMDS a numărului total de elemente mezozooplanctonice (pe grupe) consumate de rizeafcă în 2019-2020

8.3. Analiza comparativă a hranei la *Sprattus sprattus* (Linnaeus, 1758) și *Alosa tanaica* (Grimm, 1901)

Speciile pelagice pot prezenta nișe ecologice diferite, minimindu-se astfel concurența pentru resurse. Acest lucru poate fi cauzat de distribuțiile verticale și sezoniere distincte ale peștilor (Zavala-Camin, 1982).

Utilizând funcția ANOSIM în PRIMER, pe matricea de similaritate Bray-Curtis, am testat diferențele în dietele celor două specii de pești pelagici, rezultând o valoare de 0.5 pentru R ceea ce indică, din punct de vedere statistic variabilitatea semnificativă privind elementele mezozooplanctonice preferate ca sursă de hrană (Figura 35).

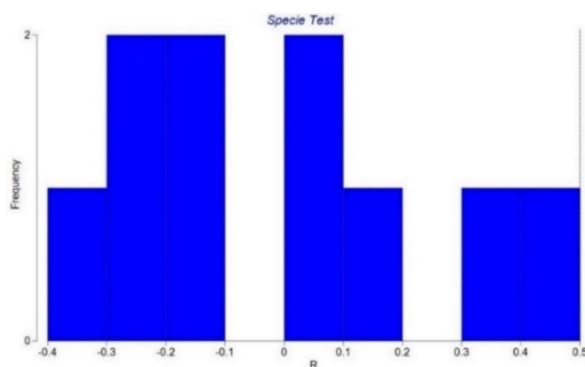


Figura 35. Analiza multivariată a similarităților (ANOSIM) între șprot și rizeafcă pe baza numărului de elemente de hrană consumate

Analizând spectrul trofic al celor două specii, se observă faptul că, spre deosebire de șprot, rizeafca a consumat doar taxoni ce aparțin grupului copepodelor, cladocerelor și

Dinamica spațio-temporală a comunității mezozooplanctonice de la litoralul românesc al Mării Negre și contribuția acesteia în hrănirea unor specii de pești pelagici cu valoare economică
Drd. Bișinicu Elena

meroplanctonului. Spre deosebire de rizeafcă, șprotul a consumat și preferat ca sursă de hrană și specii ce aparțin categoriei Alte grupe (Figura 36).

În ceea ce privește consumul elementelor mezozooplanctonice din punct de vedere cantitativ, se observă că pe parcursul anilor luați în studiu, șprotul a consumat în principal copepode urmate de elemente meroplanctonice, cladocerele și Alte grupe fiind consumate într-o mai mică măsură. Rizeafca a prezentat variații în hrănire, în anul 2019 consumând cu precădere taxoni ce aparțin meroplanctonului și cladocerelor, în anul 2020 meroplanctonul fiind din nou dominant, urmat de specii ce aparțin grupului copepodelor (Figura 36).

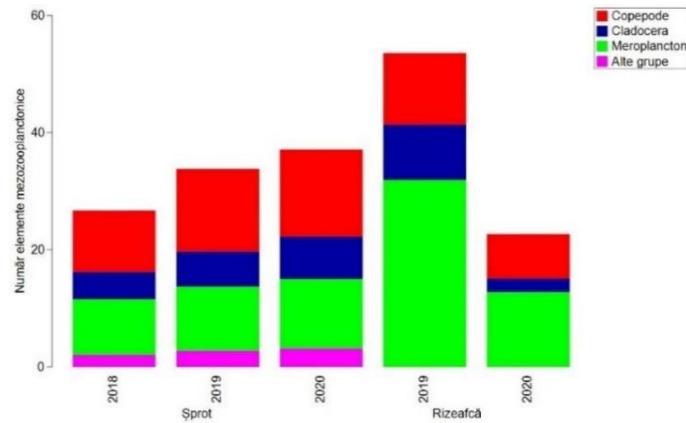


Figura 36. Numărul de elemente mezozooplanctonice consumate de cele două specii de clupeide

Diferențele în hrănire între cele două specii reies și din diagrama NMDS, de unde se observă că pentru șprot există un cluster de similaritate 80% între anii 2018-2019-2020 generat de abundența elementelor de hrană identificate în conținutul stomacal, 2019 și 2020 pentru specia de rizeafcă neformând niciun cluster de similaritate (Figura 37).

Este de menționat că variabilitatea în hrănire poate fi generată și de faptul că, pentru populația de șprot au fost colectate și analizate probe pentru trei ani, spre deosebire de rizeafcă, unde analiza s-a efectuat pe parcursul a doi ani și pentru un număr mai mic de exemplare.

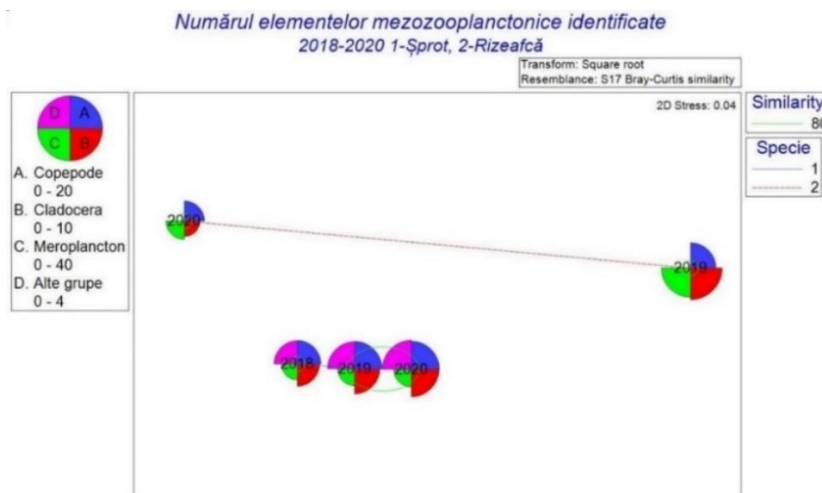


Figura 37. Analiza bidimensională NMDS a numărului total de elemente mezozooplanctonice (pe grupe) consumate de speciile de clupeide

CONCLUZII

Componenta mezozooplanctonică are un rol important pentru mediul marin, monitorizarea acesteia fiind un proces absolut necesar, în urma căruia se obțin informații referitoare la starea ecologică a mediului marin și la procesele ce au loc în cadrul rețelei trofice marine (interacțiunea cu peștii pelagici). Astfel, în urma cercetărilor efectuate și a interpretării rezultatelor obținute, următoarele concluzii au fost formulate:

1. În perioada 2013-2020, la litoralul românesc au fost identificate 27 de taxoni mezozooplanctonici, de natură holoplanctonică și meroplanctonică. S-a observat o scădere a numărului de specii față de perioada 1986-2010, această scădere fiind asociată cu impacturile antropice asupra ecosistemului Mării Negre.
2. Din punct de vedere calitativ, grupul copepodelor a dominat pe toată perioada, cu variații anuale a numărului de specii identificate. Un alt grup bine reprezentat a fost cel al cladocerelor, cu variații anuale a numărului de specii, urmat de componenta meroplanctonică, categoria alte grupe fiind mai slab reprezentată pe toată perioada luată în studiu. Componenta netrofică reprezentată de dinoflagelatul *Noctiluca scintillans* a fost prezentă în 2013-2020, pe întreaga perioadă analizată.
3. Pe toată perioada de studiu analizată, ponderea cea mai mare au deținut-o copepodele (între 33% și 43%), fiind urmate de grupul cladocerelor și de componenta meroplanctonică. Categoria alte grupe a înregistrat valori procentuale mai mici iar categoria netrofică a înregistrat aceeași valoare de 5% dat fiind faptul că este reprezentată de o singură specie și anume dinoflagelatul *Noctiluca scintillans*.
4. În urma analizei cantitative a comunității mezozooplanctonice din perioada 2013-2020 a reieșit faptul că există variații pentru valorile densității și biomasei pentru componenta trofică cât și pentru cea netrofică, inclusiv variații ale densității și biomasei pentru taxonii identificați. Aceste variații sunt datorate variabilității naturale a componentei, la care se adaugă numărul de probe colectate, perioada de colectare dar și sectoarele luate în studiu, unde condițiile de mediu sunt diferite, exercitând astfel o serie de presiuni asupra comunității.
5. Distribuția sezonieră a speciilor mezozooplanctonice a scos în evidență un număr mai mare de taxoni identificați în sezonul cald (25), sezonul rece fiind caracterizat de un număr maxim de 15 taxoni.
6. Din punct de vedere cantitativ, dinoflagelatul *Noctiluca scintillans* – reprezentant al componentei netrofice mezozooplanctonice s-a dezvoltat cantitativ în sezonul cald, când a atins cele mai mari valori ale densității și biomasei, în sezonul rece fiind caracterizat de valori mai mici ale densității și biomasei.
7. Din categoria trofică mezozooplanctonică, copepodele *Acartia clausi* și *Pseudocalanus elongatus* au fost cel mai bine reprezentate cantitativ atât în sezonul rece cât și în cel cald iar cladocerele au înregistrat valori mari pentru densitate și biomasă doar în sezonul cald. Componenta meroplanctonică a atins maximum dezvoltării tot în sezonul cald, această situație fiind identificată și pentru categoria Alte grupe.
8. Valorile de biomasă și densitate înregistrate de mezozooplanctonul total (trofic și netrofic) au generat formarea unor clustere de similaritate mare (80%) pentru anii 2013, 2016 și 2019 sezonul cald și pentru 2020, 2014, 2017 sezon cald și sezonul rece al anului 2017. Similaritatea de 80% între sezonul cald și rece 2017 este generată temperatura ridicată a apei înregistrată în anul 2017. Se remarcă anul 2014, sezonul rece datorită densităților și biomaselor medii foarte mici înregistrate de componenta trofică și netrofică mezozooplanctonică.

9. Analiza PCA a factorilor de mediu a scos în evidență faptul că salinitatea și temperatura au fost principalii factori identificați ce influențează dezvoltarea comunității mezozooplanctonice.
10. Grupele mezozooplanctonice au răspuns diferit la factorii de mediu analizați. Categoria alte grupe s-a corelat negativ cu temperatura în larg, la fel și grupul cladocercilor dar pe adâncimi de 5 și 50m. Grupul copepodelor s-au corelat pozitiv cu salinitatea tot în zona de larg iar dinoflagelatul *Noctiluca scintillans* s-a dezvoltat în zonele cu variații mari ale salinității. O corelație cu salinitatea au prezentat și elementele meroplanctonice dar în ape mai puțin adânci.
11. Evaluarea habitatului pelagic din punct de vedere al comunității mezozooplanctonice conform DCSMM a scos în evidență faptul că pentru indicatorii Biomasa mezozooplanctonului și Biomasa copepodelor în sezonul cald nu a fost atinsă starea ecologică bună a corpurilor de apă, starea de GES fiind atinsă doar în sezonul rece. Valorile pentru indicatorul Biomasa *Noctiluca scintillans* atât în sezonul cald cât și în cel rece au plasat cele trei corpuri de apă în starea ecologică bună (GES).
12. Șprotul a fost foarte bine reprezentat din punct de vedere cantitativ, capturile din perioada 2013-2020 înregistrând valori mari ale biomasei.
13. Hărțile de distribuție a capturilor de șprot în raport cu densitatea mezozooplanctonului trofic și a copepodelor (categorie a mezozooplanctonului trofic) în perioada 2013-2020 au scos în evidență faptul că populația de șprot a dispus de o bază trofică abundentă și cu valoare nutritivă mare generată de copepode. Astfel, pe întreaga perioadă analizată s-a observat că în zona în care șprotul a înregistrat valori mari ale capturilor, componenta trofică și copepodele au înregistrat valori mari ale densității, susținând astfel dezvoltarea optimă a stocurilor de pești.
14. *Alosa tanaica* (Grimm, 1901) este mai puțin capturată, înregistrând valori mici de biomasă și fiind găsită exclusiv în partea nordică a litoralului românesc.
15. Hărțile de distribuție a aglomerărilor de rizeafcă în raport cu mezozooplanctonul trofic și copepodele au scos în evidență faptul că atât în 2019 cât și în 2020, populația de *Alosa tanaica* (Grimm, 1901) a dispus de o sursă de hrană bine reprezentată din punct de vedere cantitativ, favorizând astfel dezvoltarea în condiții optime a acestui clupeid.
16. Analiza conținutului stomacal la șprot a scos în evidență preferința acestei specii pentru copepode și meroplancton ca sursă principală de hrană, taxoni ce aparțin grupului copepodelor fiind intens consumați în 2019 și 2020, elementele meroplanctonice fiind consumate în egală măsură pe parcursul celor trei ani de studiu. Șprotul a consumat și cladocere ce au fost reprezentate de specia *Pleopsis polyphemoides* și tunicatul *Oikopleura dioica* ce aparține categoriei Alte grupe, dar aceste două specii au avut o frecvență mică de apariție în conținutul stomacal al șprotului.
17. Conținutul stomacal al *A. tanaica* a evidențiat un consum intens al copepodelor, cladocercilor și meroplanctonului, numărul de taxoni mezozooplanctonici identificați în conținutul stomacal prezentând variații pe parcursul celor doi ani de studiu, în anul 2019 intensitatea de hrănire a acestei specii fiind mult mai mare.
18. Rizeafca a consumat în 2020 copepode și elemente meroplanctonice în cantități similare în majoritatea stațiilor. În 2019 însă, rizeafca a consumat copepode în cantități mari doar în cadrul unei singure stații, elementele de hrană meroplanctonice fiind consumate în cantitate mai mare, Decapoda mysis fiind elementul principal identificat în conținutul stomacal.
19. Analizând spectrul trofic al celor două specii, se observă faptul că, spre deosebire de șprot, rizeafca a consumat elemente ce aparțin la trei grupe mezozooplanctonice – copepode, cladocere și meroplancton. Spre deosebire de rizeafcă, șprotul a consumat și preferat ca sursă de hrană și specii ce aparțin categoriei Alte grupe.

20. Diferențele de hrănire între cele două specii a fost dată de numărul elementelor mezozooplanctonice identificate în conținutul stomacal a celor două clupeide, șprotul preferând copepodele urmate de elemente meroplanctonice. Rizeafca a consumat cu precădere taxoni ce aparțin meroplanctonului și cladocercilor, copepodele fiind consumate într-o mai mică măsură. S-a remarcat faptul că există diferențe în ceea ce privește numărul de specii ce aparțin cladocercilor, rizeafca consumând mai multe specii ce aparțin acestui grup – *Penilia avirostris*, *Bosmina longirostris*, *Evadne spinifera*, *Pseudevadne tegestina*, spre deosebire de șprot care a consumat doar cladocercul *Pleopis polyphemoides*.

CONTRIBUȚII PERSONALE

În cadrul unui ecosistem marin, mezozooplanctonul este una din cele mai importante verigi. Structura calitativă și cantitativă a mezozooplanctonului sunt condiționate atât de factorii biotici cât și de cei abiotici, la rândul său determinând compoziția și dezvoltarea ihtiofaunei, constituind baza de hrănire pentru cei mai mulți pești pelagici cu valoarea comercială.

Importanța mezozooplanctonului în hrana peștilor și în productivitatea ecosistemului acvatic duce la necesitatea determinării rezervelor de pești exploatabili în raport cu baza trofică mezozooplanctonică din zonele respective, evoluția comunității mezozooplanctonice influențând producția pescărească.

Contribuția acestei teze constă în furnizarea de date recente cu referire la diversitatea și distribuția taxonilor mezozooplanctonici, evaluarea cantitativă a comunității mezozooplanctonice și a peștilor pelagici cu valoare comercială precum și în actualizarea și consolidarea informațiilor cu privire la relațiile existente între pești și elementele lor de hrană. Caracterul de noutate al acestei teze constă în evaluarea stării ecologice a ecosistemului marin conform DCSMM precum și în actualizarea informațiilor cu privire la rolul important pe care îl constituie baza trofică mezozooplanctonică în nutriția celor două specii de pești pelagici cu valoare comercială.

În baza cercetărilor de teren și laborator, s-au conturat obiectivele specifice ale tezei de doctorat și anume:

1. Stabilirea compoziției calitative actuale a comunității mezozooplanctonice de la litoralul românesc
2. Analiza distribuției cantitative a mezozooplanctonului în perioada 2013-2020
3. Evaluarea și stabilirea influenței factorilor abiotici asupra populației mezozooplanctonice
4. Analiza stării ecologice a mediului marin prin prisma indicatorilor mezozooplanctonici
5. Evaluarea aglomerărilor de pești pelagici în raport cu baza trofică existentă
6. Stabilirea rolului mezozooplanctonului în viața peștilor pelagici prin analiza conținutului stomacal la șprot și rizeafcă

Toate aceste obiective majore, împreună cu rezultatele obținute reprezintă baza științifică în vederea determinării rezervelor de pești exploatabili în raport cu baza trofică mezozooplanctonică.

DIRECȚII ULTERIOARE DE CERCETARE

Din datele și observațiile prezentate în teza de doctorat a reieșit că taxonii mezozooplanctonici joacă un rol de prim ordin în nutriția peștilor pelagici cu valoare comercială, dar rămân totuși o multitudine de aspecte necesare spre a fi elucidate în cadrul viitoarelor studii întreprinse în acest domeniu, precum:

- Monitorizarea în continuare a speciilor de pești pelagici pescuiți industrial și cercetați în prezenta teză de doctorat
- Identificarea și nominalizarea altor specii comerciale de la litoralul românesc în vederea analizei conținutului stomacal

Articole publicate în reviste cotate ISI

1. **Bișnicu Elena**, Niță V., Țotoiu A., Harcotă G.E., Țiganov G., Cristea V. (2022). The assessment of the mesozooplankton community and its contribution to the diet of *Alosa tanaica* (Grimm, 1901) from the Northern part of the Romanian Black Sea waters, *Acta zoologica bulgarica* 74 – in press.
2. Harcotă G.E., Țotoiu A., **Bișnicu Elena**, Tabarcea C., Boicenco, L., Timofte F. (2022). Abundance and Distribution of the Hyponeustonic Copepods *Anomalocera patersonii* and *Pontella mediterranea* in the South-western Part of the Black Sea. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 22(5), TRJFAS18987. <http://doi.org/10.4194/TRJFAS18987>
3. **Bișnicu Elena**, Timofte F., Tabarcea C., Harcotă G. E, Lazăr L. (2019). Spatio-Temporal Distribution of Mesozooplankton Community along Romanian shelf during 2013–2016, *Journal of Environmental Protection and Ecology* 20, No 2, 571–578, <https://scibulcom.net/en/article/yZjkiOWaoUHj88kmrF7j>
4. Tabarcea C., Bișnicu Elena, Harcotă G.E., Timofte F., Gomoiu M.T. (2019). Zooplankton Community Structure and Dynamics along the Romanian Black Sea Area in 2017, *Journal of Environmental Protection and Ecology* 20, No 2, 742–752, <https://scibulcom.net/en/article/rMmEu4JeuaUM8f3ePkxd>
5. Bișnicu Elena, Țotoiu A., Timofte F., Harcotă G., Oprea L. (2020). Inter-Relations between the Mesozooplankton Community and *Sprattus sprattus* from the Romanian Black Sea Area, *Scientific Papers, Series D. Animal Science*. Vol. LXIII, No. 2, 543-548, http://animalsciencejournal.usamv.ro/pdf/2020/issue_2/Art83.pdf
6. Nenciu M. I., Harcotă, G., Totoiu A., **Bișnicu Elena**, Filimon A., Niță V.N., Nicolae C. G. (2018). Prey preference of the long-snouted seahorse (*Hippocampus guttulatus* Cuvier, 1829) at the Romanian Black Sea coast. *Scientific Papers. Series D. Animal Science*, Vol. LXI, Issue 1, ISSN 2285-5750, 67-69, http://animalsciencejournal.usamv.ro/pdf/2018/issue_1/Art60.pdf

Articole publicate în baze de date internaționale – BDI

1. **Bișnicu Elena**, Abaza V., Cristea V., Harcotă G.E., Lazar L., Tabarcea C., Timofte, F. (2021). The Assessment of the Mesozooplankton Community from the Romanian Black Sea Waters and the Relationship to Environmental Factors. *Cercetări Marine - Recherches Marines*, 51(1), 108-128. <https://doi.org/10.55268/CM.2021.51.108>
2. Țoțoiu A., Niță V., Abaza V., Harcotă G.E., **Bișnicu Elena**, Cristea V. (2021). Degree of Nematodes Worm Infection in Pelagic Fish Populations from the Romanian Black Sea waters. *Cercetări Marine - Recherches Marines*, 51(1), 140-155. <https://doi.org/10.55268/CM.2021.51.140>
3. Țoțoiu A., Tabarcea C., **Bișnicu Elena**, Harcotă G.E., Timofte F., Oros A., Cristea, V. (2020). Ichthyoplankton Community Structure in Relation with Zooplankton Component in the Romanian Black Sea. *Cercetări Marine - Recherches Marines*, 50(1), 126-140. <http://www.marine-research-journal.org/index.php/cmrm/article/view/162>
4. Marin O., Abaza V., **Bișnicu Elena**, Boicenco L., Coatu V., Galațchi M., Lazăr L., Oros A., Pantea E., Tabarcea C., Țiganov G., Vlas, O. (2020). Performing First Integrative Evaluation of the Ecological Status of Romanian Black Sea Waters Using Nested Environmental Status Assessment Tool. *Cercetări Marine - Recherches Marines*, 50(1), 108-125, <http://www.marine-research-journal.org/index.php/cmrm/article/view/161>
5. Boicenco L., Lazăr L., **Bișnicu Elena**, Vlas O., Harcotă, G., Pantea E., Tabarcea C., Timofte, F. (2019). Ecological Status of Romanian Black Sea Waters according to the Planktonic Communities. *Cercetări Marine - Recherches Marines*, 49(1), 34-56, <http://www.marine-research-journal.org/index.php/cmrm/article/view/141>
6. Lazăr L., Boicenco L., Marin O., Culcea O., Pantea E., **Bișnicu Elena**, Timofte F., Abaza, V., Spînu, A. (2019). Black Sea Eutrophication Status - the Integrated Assessment Limitations and Obstacles. *Cercetări Marine - Recherches Marines*, 49(1), 57-73, <http://www.marine-research-journal.org/index.php/cmrm/article/view/142>

Cărți și capitole de carte

1. Valentina Todorova, Laura Boicenco, Yuriy Denga, Leyla Tolun, Arda M. Tonay, Andra Oros, Valentina Coatu, Luminița Lazăr, Valeria Abaza, Oana Marin, Alina Spînu, Florin Timofte, **Elena Bișnicu**, Oana Vlas, Adrian Filimon, Elena Stoica, Madalina Galatchi, George Tiganov, Marian Paiu, Costin Timofte, Angelica Paiu, Mihaela Mirea Cîndea, Anca Gheorghe, Marina Panayotova, Snejana Moncheva, Kremena Stefanova, Violeta Slabakova, Radoslava Bekova, Valentina Doncheva, Elitsa Stefanova, Svetlana Kovalinishina, Karina Vishnyakova, Tatyana Chuzhekova, Boris Linetskii, Yuri Olenik, Colpan Beken, Hakan Atabay, Fatma Bayram Partal, Güley Kurt, Levent Bat, Fatih Şahin, Aysah Öztekin, Saadet Karakulak, Uğur Uzer, Arda M. Tonay, Ayaka Amaha

- Ozturk, Zeynep Gülenç. ANEMONE Deliverable 1.3., (2021). "Black Sea monitoring and assessment guideline", Ed. CD PRESS, 190 pp. ISBN 978-606-528-527-9.
2. Luminița Lazăr, Laura Boicenco, Snejana Moncheva, Yuriy Denga, Hakan Atabay, Valeria Abaza, **Elena Bișinicu**, Valentina Coatu, Adrian Filimon, George Harcotă, Andra Oros, Elena Pantea, Alina Spînu, Cristina Tabarcea, Florin Timofte, Oana Vlas, Kremena Stefanova, Boryana Dzhurova, Natalia Slabakova, Elitsa Stefanova, Ivelina Zlateva, Nina Dzhembekova, Violeta Slabakova, Rada Mavrodieva, Ogniyana Hristova, Maria Grandova, Michail Nabokin, Yura Oleinink, Svetlana Kovalinishina, Tetyana Chuzhekov, Leyla Tolun, Colpan Beken, İbrahim Tan, Ertuğrul Aslan, Alper Evcen, Sabri Mutlu, Fatma Bayram Partal, Gökhan Kaman, Ömer Faruk Çiftbudak, Levent Bat, Güley Kurt, Fatih Sahin, Funda Üstün, Derya Ürkmez, Ayşegül Mülayim, Senem Çağlar, Sevgi Kuş, Ayşah Öztekin, Elif Arıcı. ANEMONE Deliverable 2.1, (2021). "Impact of the Rivers on the Black Sea Ecosystem", Ed. CD PRESS, 225 pp. ISBN 978-606-528-528-6.
 3. Luminița Lazăr, Laura Boicenco, Yuriy Denga, Leyla Tolun, Guley Kurt, **Elena Bișinicu**, Valentina Coatu, Adrian Filimon, Oana Marin, Andra Oros, Alina Spînu, Cristina Tabarcea, Florin Timofte, Oana Vlas, Maria Grandova, Michail Nabokin, Yura Oleinink, Svetlana Kovalinishina, Hakan Atabay, İbrahim Tan, Colpan Beken, Ertuğrul Aslan, Fatma Bayram Partal, Alper Evcen, Fatih Sahin, Funda Üstün, Levent Bat, ANEMONE Deliverable 2.2, (2021). Anthropogenic pressures and impacts on the Black Sea coastal ecosystem, Ed. CD PRESS, 167 pp. ISBN 978-606-528-529.
 4. Luminița Lazăr, Laura Boicenco, Valentina Todorova, Yuriy Denga, Hakan Atabay, Guley Kurt, Marian Paiu, Arda M. Tonay, Valeria Abaza, **Elena Bișinicu**, Valentina Coatu, Adrian Filimon, Mădălina Galațchi, George Harcotă, Oana Marin, Andra Oros, Alina Spînu, Cristina Tabarcea, Florin Timofte, Aurelia Toțoiu, Oana Vlas, Snejana Moncheva, Kremena Stefanova, Elitsa Stefanova, Natalia Slabakova, Maria Grandova, Michail Nabokin, Yura Oleinink, Svetlana Kovalinishina, Leyla Tolun, Ertuğrul Aslan, Gökhan Kaman, Çolpan Beken, Fatih Sahin, Funda Üstün, Levent Bat, Costin Timofte, Angelica Paiu, Mihaela Mirea Cîndea. ANEMONE Deliverable 2.3, (2021). "Black Sea state of environment based on ANEMONE Joint Cruise", Ed. CD PRESS, 185 pp. ISBN 978-606-528-530-9.
 5. Magliozzi C., Druon J., Palialexis A., Aguzzi L., Alexande B., Antoniadis K., Artigas L.F., Azzellino A., **Bișinicu Elena**, Boicenco L., Bojanic N., Borrello P., Boschetti S., Carmo V., Cervantes P., Coll M., Curmi M., Del Amo Y., Dutz J., Francé J., Garces E., Gea G., Giannakourou A., Goberville E., Goffart A., Gomes Pereira J.N., Gonzalez-Quiros R., Gorokhova E., Guglielmo L., Helaouet P., Henriques F., Heyden B., Jaanus A., Jakobsen H.H., Johansen M., Jurgensone I., Korpinen S., Kremp A., Kuosa H., Labayle L., Lazar L., Mcquatters-Gollop A., Nincevic Z., Pagou P., Penna A., Pettersson K., Ruiter H., Skejic S., Spada E., Spînu A., Tew-Kai E., Totti C., Tunesi L., Vadrucci M.R., Valavanis V., Varkitzi I., Vasiliades L., Veldeki G., Vidjak O., Vincent D., Zervoudaki S., (2021). Pelagic habitats under the MSFD D1: scientific advice of policy relevance, EUR 30671 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, ISBN 978-92-76-35958-6.

6. Țotoiu A., Harcotă G., **Bișinicu Elena.**, Timofte F., Boicenco L., (2020). Distribution of micro-and mesolitter in the southwestern part of the Black Sea, Marine Litter in the Black Sea, Turkish Marine Research Foundation (TUDAV) Publication No:56, Istanbul, 208-217, ISBN: 978-975-8825-48-6
7. Nicolaev S., Zaharia T., Oros A., (editori), (2019). Starea actuală a mediului marin și costier, editura CD Press Bucuresti, ISBN 978-606-528-447-0, 214 p.

Articole comunicate în cadrul Conferințelor Internaționale

- **Bișinicu Elena**, Boicenco L, Harcota G, Timofte F, **Cristea V.** (2021). Assessment of Mesozooplankton Community and its Role in Classifying the Environmental Status within the Marine Strategy Framework Directive in the Romanian Black Sea Waters- Conferința internațională SCDS-UDJG 2021, Galați, 10-11 iunie 2021, p.72
- **Bișinicu Elena**, Nita V., Totoiu A., Harcota G., Tiganov G., **Cristea V.** (2021). The Contribution of Mesozooplankton Community to the Trophic Spectrum of *Alosa tanaica* from the Romanian Black Sea Waters- prezentare orală, The 28th Symposium 'Deltas and Wetlands, 13 – 18 Septembrie 2021, Tulcea, p. 6
- **Bișinicu Elena**, Harcota G., Timofte F., Filimon A. (2021). Record of *Amphioxus Branchiostoma lanceolatum* in Mezozooplankton Samples from the Romanian Black Sea Area - prezentare orală, Scientific Conference, Academy of Romanian Scientists, București, p. 45
- **Bișinicu Elena**, Harcotă G, Timofte F., **Cristea V.** (2021). Ecological Status of the Romanian Black Sea Waters in the Frame of the Mesozooplankton Community in 2020 - prezentare orală , Conferința internațională „Interdisciplinaritate și cooperare în cercetarea transfrontalieră” 2-4 decembrie 2021, Chișinău, Republica Moldova
- **Bișinicu Elena**, Harcota G., Timofte F., Boicenco L., **Cristea V.** (2021). The spatio-temporal pattern of the mesozooplankton community from the Romanian Black Sea waters - prezentare orală International scientific conference “Marine ecosystems: research and innovations”, 27-29 October, 2021, Odessa, Ukraine, p. 14
- Bișinicu E., Niță V., Țotoiu A., Harcotă G., Țiganov G., Danilov C., Oprea L. - Interactions between Mesozooplankton and Clupeidae Fish Species from the Romanian Black Sea Area, Conferința internațională SCDS-UDJG 2020, Galați, 18-19 iunie 2020, p. 222
- **Bișinicu Elena**, Harcota G, Tiganov G, Oprea L. (2019). The Analysis of the Sprat Feeding Preferences from the Romanian Black Sea Area in 2017, Conferința internațională 9th International EuroAliment Symposium, Galați, September 5th-6, 2019
- **Bișinicu Elena**, Harcotă G, Tabarcea C., Timofte F. (2019). Romanian Black Sea Mesozooplankton in 2015-2017, Conferința Națională Romanian Society for Cell Biology 11th National Congress with International Participation and 37th Annual Scientific Session of Romanian Society for Cell Biology (under Romanian Academy aegis) Constanta, June 20th-23rd, 2019
- **Bișinicu Elena**, Timofte F, Harcotă G, Oprea L. (2019). Mesozooplankton- key role in small pelagic fish diet, Conferința internațională 7th Edition of SCDS-UDJG, 13th and 14th of June 2019, Galați, p 217

BIBLIOGRAFIE

1. Alcaraz, M., Calbet, A. (2003). Zooplankton ecology, in Marine Ecology. Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS), eds C. Duarte and A. LottHelgueras (Oxford: Developed under the Auspices of the UNESCO, Eolss Publishers), 295–318
2. Alexandrov, B., Arashkevich, E., Gubanov, A., Korshenko, A. (2014). Manual for mesozooplankton sampling and analysis in the Black Sea monitoring (Black Sea Commission), 41 p
3. Andersen, Jr H., Schlüter, L., Ærtebjerg, G. (2006). Coastal eutrophication: recent developments in definitions and implications for monitoring strategies, Journal of Plankton Research, Volume 28, Issue 7, July 2006, Pages 621–628, <https://doi.org/10.1093/plankt/fbl001>
4. Azani, N., Ghaffar, M.A., Suhaimi, H., Azra, M.N., Hassan, M. M., Jung, L. H., Rasdi, N. W. (2021). The impacts of climate change on plankton as live food: A review, IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 869 012005
5. **Bișnicu E.**, Harcotă G.-E., Țotoiu A., Timofte F., Radu G., 2017- Romanian Black Sea Zooplankton and Its Role in the Diet of *Sprattus* in 2016-2017. Cercetări Marine - Recherches Marines, 47(1), 185-193
6. **Bișnicu, E.**, Țotoiu, A., Timofte, F., Harcotă, G., Oprea, L. (2020). Inter-Relations between the Mesozooplankton Community and *Sprattus sprattus* from the Romanian Black Sea Area, Scientific Papers, Series D. Animal Science. Vol. LXIII, No. 2, 543-548
7. Boicenco, L., Abaza, V., Anton, E., **Bișnicu, E.**, Buga, L., Coatu, V., Damir, N., Diaconeasa, D., Dumitrache, C., Filimon, A., Galațchi, M., Golumbeanu, M., Harcotă, G., Lazăr, L., Marin, O., Mateescu, R., Maximov, V., Mihailov, E., Nenciu, M., Nicolaev, S., Niță, V., Oros, A., Pantea, E., Radu, G., Spinu, A., Stoica, E., Tabarcea, C., Timofte, F., Țiganov, G., Țotoiu, A., Vlas, O., Vlăsceanu, E., Zaharia, T. (2018). Studiu privind elaborarea raportului privind starea ecologică a ecosistemului marin Marea Neagră conform cerințelor art. 17 ale Directivei Cadru Strategia pentru mediul marin (2008/56/EC), pag . 331.
8. Cautiș, I. (1958). Contribuții la cunoașterea șprotului (*Sprattus sprattus phalericus* (Risso), Hidrobiologie, 141-164.
9. Cautiș, I. (1968). Migrațiile șprotului la litoralul românesc și cauzele care le determină. Bul.Inst. Cerc. Pesc., 27, 4, 5-15.
10. Cautiș, I. (1969). Dinamica populațiilor de șprot (*Sprattus sprattus phalericus* Risso) de la litoralul românesc al Mării Negre. Bul. Inst. Cerc. Pesc., 28, 3, 38-44.6.
11. Cautiș, I. (1970). Creșterea și structura populației de șprot (*Sprattus sprattus* L.) la litoralul românesc al Mării Negre, Bul. Inst. Cerc. Pesc., 29, 3, 29-58.
12. Chiba, S., Batten, S. D., Yoshiki, T., Sasaki, Y., Sasaoka, K., Sugisaki, H., & Ichikawa, T. (2015). Temperature and zooplankton size structure: climate control and basin-scale comparison in the North Pacific. Ecology and evolution, 5(4), 968–978. <https://doi.org/10.1002/ece3.1408>
13. Cury, P.M., Bakun, A., Crawford, R.J.M., Jarre, A., Quiñones, R.A., Shannon, L.J., Verheye, H.M. (2000). Small pelagics in upwelling systems: patterns of interaction and structural changes in “wasp-waist” ecosystems. ICES J. Mar. Sci. 57, 603–618. doi: 10.1006/jmsc.2000.0712
14. Cushing, D.H., Shipley, O.N., Siskey, M.R. (2019). Pelagic Fishes, Encyclopedia of Ocean Sciences (Third Edition), Academic Press, 290-296.
15. Daskalov, G.M. (2002). Overfishing drives a trophic cascade in the Black Sea. Marine Ecology Progress Series 225: 53- 63

16. Drira Z., Kmiha-Megdiche S., Sahnoun H., Pagano Marc, Tedetti Marc, Ayadi H. (2018). Water quality affects the structure of copepod assemblages along the Sfax southern coast (Tunisia, southern Mediterranean Sea). *Marine and Freshwater Research*, 69 (2), p. 220-231. ISSN 1323-1650, <https://doi.org/10.1071/MF17133>
17. Fonda Umani, S., Beran, A., Parlato, S., Virgilio, D., Zollet, T., De Olazabal, A., Lazzarini, B., Cabrini, M. (2004). *N. scintillans* Macartney in the Northern Adriatic Sea: long-term dynamics, relationships with temperature and eutrophication, and role in the food web. *J. Plankton Res.* 26, 545–561. doi: 10.1093/plankt/fbh045
18. Harris, R.P., Wiebe, P.H., Lenz, J., Skjoldal, H.R., Huntley, M. (2000). *Zooplankton Methodology Manual*, Academic Press, 684 p.
19. Heneghan, R.F., Everett, J.D., Blanchard, J.L., Richardson, A.J. (2016). Zooplankton Are Not Fish: Improving Zooplankton Realism in Size spectrum Models Mediates Energy Transfer in Food Webs. *Frontiers in Marine Science* 3, 1–15.
20. Highfield, J.M., Damien E., Conway, D.V.P., Lindeque, P.K., Attrill, M.J., Somerfield, P.J. (2010). Seasonal dynamics of meroplankton assemblages at station L4, *Journal of Plankton Research*, Volume 32, Issue 5, 681–691, <https://doi.org/10.1093/plankt/fbp139>
21. Krishna, P.V., Panchakshari, V., Prabhavathi, K. (2016). Feeding Habits and Stomach Contents of Asian seabass *Lates calcarifer* from Nizampatnam Coast, *International Journal of Advanced Research* (2016), Volume 4, Issue 4, 168-172
22. Lazar, L. (2017). *Contributii la cunoașterea și evaluarea fenomenului eutrofizării în apele marine costiere românești*, Editura Ex Ponto, Constanța
23. Liu, H., Zhang, X.S., Yang, Q., Zuo, T., Quigg, A. (2017). Mesozooplankton dynamics in relation to environmental factors and juvenile fish in a subtropical estuary of the Gulf of Mexico. *J. Coast. Res.* 33 (5), 1038–1050, <https://doi.org/10.2112/JCOASTRES-D-16-00155.1>
24. Liu, H.; Fogarty, M.J.; Hare, J.A.; Hsieh, C.-H.; Glaser, S.M.; Ye, H.; Deyle, E., and Sugihara, G. (2014). Modeling dynamic interactions and coherence between marine zooplankton and fishes linked to environmental variability. *Journal of Marine Systems*, 131, 120–129, doi: 10.1016/j.jmarsys.2013.12.003
25. Lomartire, S, Marques, J C., Gonçalves, A. M.M. (2021). The key role of zooplankton in ecosystem services: A perspective of interaction between zooplankton and fish recruitment, *Ecological Indicators*, Volume 129, , <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107867>
26. Loreau, M. (2001). Biodiversity and Ecosystem Functioning: Current Knowledge and
27. Magliozzi, C., Druon, J. N., Palialexis, A., Aguzzi, L., Alexandre, B., Antoniadis, K., Artigas, L.F., Azzellino, A., **Bișnicu, E.**, Boicenco, L., Bojanic, N., Borrello, P., Boschetti, S., Carmo, V., Cervantes, P., Coll, M., Curmi, M., Del Amo, Y., Dutz, J., Francé, J., Garces, E., Gea, G., Giannakourou, A., Goberville, E., Goffart, A., Gomes Pereira, J.N., Gonzalez-Quiros, R., Gorokhova, E., Guglielmo, L., Helauouet, P., Henriques, F., Heyden, B., Jaanus, A., Jakobsen, H.H., Johansen, M., Jurgensone, I., Korpinen, S., Kremp, A., Kuosa, H., Labayle, L., Lazar, L., Mcquatters-Gollop, A., Nincevic, Z., Pagou, P., Penna, A., Pettersson, K., Ruitter, H., Skejic, S., Spada, E., Spinu, A., Tew-Kai, E., Totti, C., Tunesi, L., Vadrucci, M.R., Valavanis, V., Varkitzi, I., Vasiliades, L., Veldeki, G., Vidjak, O., Vincent, D. and Zervoudaki, S. (2021). Pelagic habitats under the MSFD D1: scientific advice of policy relevance, EUR 30671 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, ISBN 978-92-76-35958-6, doi:10.2760/081368, JRC124882.
28. Mahesh, V., Rekha, J., Gop, A. (2019). *Stomach Content Analysis Techniques in Fishes*, Demersal Fisheries Division, ICAR-Central Marine Fisheries Research Institute
29. Mărgineanu, C., Iliescu, M. (1968). L'influence de la biomasse trophique du zooplancton sur les poissons planctonophages du littoral roumain de la mer Noire, *Rapp. Comm.int. Mer Médit*, CIESM, Monaco, 19, 3: 423-425.

30. Masunaga, A., Liu, A. W., Tan, Y., Scott, A., Luscombe, A.W. (2020). Streamlined sampling and cultivation of the pelagic cosmopolitan larvacean, *Oikopleura dioica*. Journal of Visualized Experiments, 160, e61279
31. Mee, L.D., Friedrich, J., Gomoiu, M.T. (2005). Restoring the Black Sea in times of uncertainty. Oceanography (Wash DC) 18:32–43
32. Mihneva, V., Raykov, V., Stefanova, K., Stefanova, E. (2018). Sprat in the Black Sea: links between fish population parameters and feeding, zooplankton abundance and weather factors variability
33. Miyaguchi, H., Fujiki, T., Kikuchi, T., Kuwahara, V.S., Toda, T. (2006). Relationship between the bloom of *Noctiluca scintillans* and environmental factors in the coastal waters of Sagami Bay, Japan, J. Plank. Res., 28 (3), 313–324, <http://dx.doi.org/10.1093/plankt/fbi127>
34. Năvodaru, I., Năstase, A. (2014)., Noi date privind studiul migrației scumbiei (*Alosa immaculata* Bennet1835) și scurgerii larvelor în Dunăre (New data on pontic shad (*Alosa immaculata* Bennet 1835)migration and drifting larvae in Danube River), DELTAICA, 3: 48 pp. IN: Torok (L.) ed., Noi date asupra prezenței marilor pești migratory anadromi în Marea Neagră – Zona marină a Rezervației Biosferei Delta Dunării (New data on presence of the great anadromous migratory fishes in BlackSea – marine zone of Danube Delta Biosphere Reserve), ISSN 2286 – 0789; doi:10.14590/DDI02.D03
35. Nikolsky. V. (2008). Food supply of small pelagic fish: trends and correlations, In: Moncheva S. (Eds):Climate change in the Black Sea - Hypothesis, Observations, Trends scenarios and mitigation strategyfor the ecosystem: Proceedings of 2nd Biannual and Black Sea SCENE EC Project Joint Conf.: Collected reprints, Sofia, Bulgaria, pp: 171-178
36. Oguz, T., Velikova, V. (2010). Abrupt transition of the northwestern Black Sea shelf ecosystem from a eutrophic to an alternative pristine state. Marine Ecology Progress Series 405, 231e242.
37. Ollevier, A., Mortelmans, J., Aubert, A., Deneudt, K., Vandegehuchte, M. (2021). *Noctiluca scintillans*: Dynamics, size measurements and relationships with small soft-bodied plankton in the Belgian Part of the North Sea. Front. Mar. Sci. 8: 777999.
38. Peck, M.A., Baumann, H., Bernreuther, M., Clemmesen, C., Herrmann, J.P., Haslob, H., Huwer, H., Kanstinger, P., Köster, F.K., Petereit, C., Temming, A., Voss, R. (2012). The ecophysiology of *Sprattus sprattus* in the Baltic and North Seas. Progress in Oceanography 103. 42–57.
39. Pestorić, B., Lučić, D., Joksimović, D. (2010). Cladocerans spatial and temporal distribution in the Coastal South Adriatic waters (Montenegro). Studia marina, 25(1): 101-120.
40. Porumb, F. (1968). Recherches sur le zooplancton au-dessus des fonds rocheux du littoral roumain de la mer Noire, Rapp. Com. int. Mer Médit., CIESM, Monaco, 19, 3: 417-419.
41. Porumb, F. (1972). Contributions à la connaissance de la dynamique des populations et à la production des Copépodes dans les eaux roumaines de la mer Noire, Cercetări marine, IRCM Constanța, 1: 129-147.
42. Porumb, F. (1973). Recherches sur le zooplancton au-dessus des fonds rocheux du littoral roumain de la mer Noire (aspect printanier), Rapp. Com. int. Mer Médit., CIESM, Monaco, 21, 8 : 533-535.
43. Porumb, F. (1977). Le zooplancton de la mer Noire. Biologie des eaux saumâtres de la mer Noire, red. PORA, A.E., BĂCESCU, M., I.R.C.M, Constanta, 1: 99-108.

Dinamica spațio-temporală a comunității mezozooplanctonice de la litoralul românesc al Mării Negre și contribuția acesteia în hrănirea unor specii de pești pelagici cu valoare economică
Drd. Bișinicu Elena

44. Porumb, F. (1986). Participation du zooplankton a la nutrition de la population du sprat dans les eaux devant le littoral roumain de la mer Noire, Cercetari marine nr. 19, 73-90
45. Porumb, F. (1995). L'histoire des recherches marines Roumaines en Mer Noire, Cercetări marine, 32-33: 5-372
46. Richardson, A. J. (2008). In hot water: zooplankton and climate change. – ICES Journal of Marine Science, 65: 279–295.
47. Romanian Annual Report on The National Data Collection Programme for Fisheries 2013, 104 p, <https://datacollection.jrc.ec.europa.eu/ars>
48. Romanian Annual Report on the National Data Collection Programme for Fisheries 2014, 144 p, <https://datacollection.jrc.ec.europa.eu/ars>
49. Romanian Annual Report on the National Data Collection Programme for Fisheries 2015, 78 p, <https://datacollection.jrc.ec.europa.eu/ars>
50. Romanian Annual Report on the National Data Collection Programme for Fisheries 2016, 104 p, <https://datacollection.jrc.ec.europa.eu/ars>
51. Romanian Annual Report on the National Data Collection Programme for Fisheries 2017, 104 p, , <https://datacollection.jrc.ec.europa.eu/ars>
52. Romanian Annual Report on The National Data Collection Programme for Fisheries 2018, 57 p, <https://datacollection.jrc.ec.europa.eu/ars>
53. Romanian Annual Report on The National Data Collection Programme for Fisheries 2019, 59 p, <https://datacollection.jrc.ec.europa.eu/ars>
54. Romanian Annual Report on The National Data Collection Programme for Fisheries 2020, 66 p, <https://datacollection.jrc.ec.europa.eu/ars>