



**UNIVERSITATEA „OVIDIUS” CONSTANȚA
FACULTATEA DE ȘTIINȚE ALE NATURII ȘI ȘTIINȚE AGRICOLE
SPECIALIZAREA: ECOLOGIE ȘI PROTECȚIA MEDIULUI**

**Impactul activităților militare de rutină și în situații de conflict asupra ecosistemelor marine costiere și măsurile ce se impun în vederea reducerii/anihilării efectelor negative.
Studiu de caz: emisiile acustice în mediul marin costier și efectele asupra speciilor reprezentative**

Rezumatul tezei de doctorat



CONDUCĂTOR ȘTIINȚIFIC:

Prof. dr. Marian–Traian GOMOIU

Membru corespondent al Academiei Române

DOCTORAND:

**Cpt. cdor. ing. Dinu - Vasile
ATODIRESEI**

Constanța, 2012

CUPRINSUL TEZEI

INTRODUCERE.....	6
PARTEA I – STADIUL ACTUAL AL CUNOAȘTERII	
1. MAREA NEAGRĂ – CONSIDERAȚII GENERALE	7
1.1. Repere istorice în cunoașterea Mării Negre.....	7
1.2. Caracteristici fizico-geografice și hidrologice.....	11
1.3. Caracteristicile biologice	15
1.4. Repere geopolitice privind securitatea Mării Negre.....	28
2. CONTRIBUȚII LA CUNOAȘTEREA ACTIVITĂȚILOR MILITARE CU EFECTE ASUPRA ECOSISTEMELOR MARINE COSTIERE.....	36
2.1. Prezentarea potențialului militar distructiv asupra zonelor costiere și analiza principalilor parametri descriptivi privind utilizarea forțelor, mijloacelor de luptă și de descoperire cu efecte asupra ecosistemelor marine costiere.....	36
2.2. Activitățile militare pe timp de pace cu efecte colaterale asupra ecosistemelor marine costiere și necesitatea simulării acțiunilor militare cu impact major asupra mediului.....	48
3. STUDIUL EMISIILOR SONORE ÎN MEDIUL MARIN SI EFECTELE ACESTORA ASUPRA SENSIBILITĂȚII ACUSTICE ALE UNOR HIDROBIONȚI.....	57
3.1. Potențiale surse de emisii sonore în mediul marin generate de activități curente	57
3.2. Regimul acustic în mediul marin și impactul sau ecologic	60
PARTEA A II-A – CONTRIBUȚII PERSONALE/ORIGINALE	
4. OBIECTIVE URMĂRITE.....	78
5. MATERIAL ȘI METODĂ.....	79
5.1. Configurația experimentală și metoda propusă pentru determinarea teoretică a parametrilor exploziei submarine în cazul întrebuințării mijloacelor de luptă în zonele (raioanele) costiere din NV Mării Negre în situații de rutină (antrenamente/lansări experimentale) în vederea estimării efectelor asupra hidrobionților.....	79
5.2. Materiale și metode utilizate în cercetări experimentale privind emisiile acustice în mediul marin costier, generate de traficul naval si determinarea efectelor acestora asupra unor specii caracteristice pentru zona de nord - vest a Mării Negre.....	81
5.3. Descrierea condițiilor experimentale privind măsurarea zgomotului de fond generat de traficul naval în zona de intrare a portului Constanța și implicațiile/efectele acestora asupra sunetelor emise de către grupurile de delfini din zonă.....	91
5.4. Stabilirea mijloacelor informatice (simulatoare, softuri), folosite pentru dezvoltarea modelului general destinat simulării impactului acțiunilor militare în situații de conflict și prezentarea algoritmului operațiilor (metoda) privind utilizarea acestora în cadrul modelului selectat.....	93
6. STUDIUL EFECTELOR ACTIVITATILOR MILITARE DE RUTINA (EXPLOZII SUBACVATICE SI LA INTERFATA AER - APA, EMISII HIDRO - ACUSTICE DE LA BORDUL NAVELOR MILITARE) ASUPRA HIDROBIONȚILOR.....	96
6.1. Efecte estimate induse de folosirea mijloacelor de luptă sub apă pe baza rapoartelor și măsurărilor realizate asupra hidrobionților din zona de NV a Mării Negre	96
6.2. Principalele efecte estimate asupra ecosistemelor marine costiere din zona de NV a Mării Negre induse de folosirea mijloacelor de luptă de suprafață pe baza rapoartelor și	

măsurătorilor existente	116
6.3 Efectele emisiilor hidro - acustice de la bordul navelor militare asupra mediului marin în general	120
7. INFLUENȚA EMISIILOR SONORE ASUPRA UNOR SPECII REPREZENTATIVE DE LA LITORALUL ROMÂNESC AL MĂRII NEGRE - SUPUNEREA UNOR LOTURI EXPERIMENTALE DE <i>Mytilus galloprovincialis</i> ȘI <i>Apollonia (Neogobius) melanostomus</i> ÎN LABORATOR ȘI IN SITU LA DIVERSE SURSE DE ZGOMOT PRODUS DE NAVE ȘI ECHIPAMENTE DE HIDROLOCAȚIE (HIDROFON).....	124
7.1 Măsurători (înregistrări) efectuate ale emisiilor sonore și efectele acestora asupra speciei <i>Mytilus galloprovincialis</i> conform condițiilor experimentale	124
7.1.1 Măsurători (înregistrări) efectuate ale emisiilor sonore.....	124
7.2 Rezultate și discuții privind emisiile sonore și efectele acestora asupra speciei <i>Neogobius melanostomus</i>	141
8. IDENTIFICAREA NIVELULUI ZGOMOTULUI SUB APĂ ÎN ZONA PORTULUI CONSTANȚA ȘI RĂSPUNSUL SONOR AL DELFINILOR (<i>Sp. Tursiops truncatus</i>).....	152
8.1 Măsurători efectuate și interpretarea acestora, privind nivelul zgomotului de fond și al emisiilor acustice sub apă în condițiile traficului costier aferent zonelor portuare.....	153
8.2 Măsurători efectuate și interpretarea acestora privind emisiile sonore ale speciei de delfin <i>Tursiops truncatus</i> în condițiile traficului naval costier.....	165
9. SIMULAREA IMPACTULUI ACȚIUNILOR MILITARE ÎN SITUAȚII DE CONFLICT PRIN UTILIZAREA SIMULATORILOR <i>PROTEUS</i>, SIMULATORUL PENTRU MĂRFURI PERICULOASE ȘI SIMULATORUL INTEGRAT DE CONDUCERE A NAVEI "NAVI - TRAINER PROFESSIONAL 5000".....	178
9.1 Conceperea modelului procesului de simulare: etape de elaborare a acestuia și realizarea studiilor necesare asupra adaptabilității modelului plecând de la situațiile de rutină.....	178
9.2 Rezultatele obținute pentru validarea modelului prin simularea „în cascadă” a unei activități militare în situații de conflict cu generarea unei situații de poluare cu substanțe chimice și intervenția pentru limitarea/anihilarea efectelor asupra ecosistemelor marine costiere.....	195
10.CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI.....	205
BIBLIOGRAFIE	213
ANEXE	230

Cuvinte cheie: zgomot sub apă, emisii acustice, explozii sub apă, Marea Neagră, activități militare, impact, ecosisteme marine, spectograme sonore, protecția mediului, *Mytilus galloprovincialis*, *Apollonia (Neogobius) melanostomus*, *Sprattus sprattus*, *Engraulis encrasicolus ponticus*, *Tursiops truncatus*

MULȚUMIRI

Sunt ofițer de marină și cadru didactic și pot să afirm că, la finalizarea muncii de elaborare a acestei teze, am avut pe deplin șansa să studiez sub îndrumarea unor reputați specialiști și de a beneficia de sprijinul și înțelegerea colegilor și a familiei. În primul rând, îi sunt profund recunoscător și aduc cele mai sincere mulțumiri coordonatorului științific al acestei lucrări, domnului Prof. univ. dr. Marian – Traian GOMOIU – membru corespondent al Academiei Române, pentru tot ce am învățat de la domnia sa pe parcursul celor 13 ani de îndrumare în calitate de dascăl, dintre care 7 ani pe parcursul studiilor de doctorat, 13 ani în care sugestiile, răbdarea și profesionalismul cu care m-a îndrumat de-a lungul fiecărei etape (licență, masterat și mai ales în elaborarea tezei de doctorat) mă vor călăuzi întreaga viață.

Doresc să adresez mulțumiri conducerii Universității „OVIDIUS” din Constanța și Facultății de Științe ale Naturii și Științe Agricole / Catedra de Biologie-Ecologie-Geografie, care mi-a oferit posibilitatea pregătirii mele la nivelul tuturor ciclurilor universitare într-o specializare ce ar putea să pară „exotică” pentru un militar, dar atât de frumoasă ca profunzime, aceea de ecolog. Aduc mulțumiri conducerii Academiei Navale „Mircea cel Bătrân” Constanța pentru condițiile oferite și bunăvoința acordată: D-lui cdor. prof. univ. dr. ing. Vergil CHITAC și D-lui prorector cdor. conf. univ. dr. ing. Mihail PRICOP

De asemenea, doresc să le mulțumesc tuturor ofițerilor și colegilor din academie, cu care am colaborat de-a lungul anilor în cadrul diverselor proiecte de cercetare științifică și care m-au susținut permanent: Cdor. conf. univ. dr. ing. Vasile Dobref, Cdor. prof. univ. dr. ing. Ali Beazit, Cdor conf. univ. dr. ing. Florin Nicolae, Cpt cdor conf. univ. dr. ing. Octavian Tărabuță , Cpt. cdor lect. univ. dr. ing. Valentin Oncică, Lt. Cdor. dr. ing. Cătălin Clinci, Lect. univ Tiberiu Pazara, Cpt. ing. Sergiu Lupu, întregului colectiv al catedrei de Științe Nautice.

Aduc recunoștință profundă d-nei decan conf. univ. dr. ing. Liliana Panaitescu domnului prof. univ. dr. Dragomir Coprean, d-nei conf. univ. dr. Daciana Sava și d-lui conf. univ. dr. Marius Skolka pentru sprijinul acordat în vederea finalizării tezei, iar nu în ultimul rând vreau să mulțumesc, în mod special d-nei conf. univ. dr. Teodora Onciu pentru tot ce a însemnat pentru mine, în pregătirea mea ca specialist, dar mai ales ca om.

În încheiere, mulțumesc familiei mele care a fost întotdeauna alături de mine, pentru răbdarea de care au dat dovadă pe parcursul realizării și elaborării lucrării și fără a căror dragoste și sprijin nu aș fi reușit să finalizez această lucrare.

Tuturor le mulțumesc călduros!

Introducere

Activitățile militare, dintotdeauna, au fost asociate cu distrugerea...Viitoarele acțiuni militare, datorită rapidității, complexității utilizării mijloacelor de luptă, indiferent de natura conflictului (acțiuni teroriste, război continuu, asimetric, în rețea, geofizic, genetic etc.) vor avea efecte asupra mediului greu de estimat și mai ales de controlat. Există un număr mare de articole, cărți sau publicații în literatura de specialitate la nivel internațional care abordează în mod unilateral (un singur factor poluant) sau în ansamblu (evaluarea mai multor factori), fenomenele asociate activităților militare cu impactul aferent asupra mediului marin. Cu toate acestea, la noi în țară la această dată, nu există lucrări care să arate fenomenul în ansamblul său, și mai ales care sunt cauzele care duc la efectele observate în lucrări similare pe plan mondial.

Prezenta lucrare își propune în prima parte, în vederea stabilirii cadrului general în care s-au efectuat observațiile și experimentele precum și a stadiului actual al cunoașterii, prezentarea zonei de lucru (zona sudică, respectiv de mică adâncime a litoralului românesc al Mării Negre), a reperelor geopolitice privind securitatea Mării Negre și a aspectelor teoretice privind potențialul activităților militare cu caracter distructiv asupra ecosistemului marin, cât și studiul și efectul emisiilor sonore asupra sensibilității acustice a unor hidrobionți.

Partea a doua a fost dedicată analizei impactului activităților militare asupra ecosistemelor marine costiere în situații de rutină (prin studii teoretice și experimentale ale exploziei submarine, explozii la interfața aer - apă și emisii acustice ale sonarelor) și conflict (simularea impactului acțiunilor militare prin utilizarea simulatoarelor), urmată de studiul caz referitor la emisiilor acustice (ca unul dintre principalii factori perturbatori) asupra mediului marin și efectele acestora asupra speciilor reprezentative, cuprinzând studii de pionerat la noi în țară în acest domeniu prin prelucrarea semnalelor acustice emise, respectiv efectele induse. Abordarea celei de-a doua părți a tezei, nu se putea realiza, decât prin stabilirea unor obiective specifice, astfel:

- Studiul efectelor activităților militare de rutină asupra hidrobionților;
- Influența emisiilor sonore asupra unor specii reprezentative de la litoralul românesc al Mării Negre;
- Identificarea nivelului zgomotului sub apă în zona portului Constanța și răspunsul sonor al delfinilor (*Tursiops truncatus*);
- Simularea impactului acțiunilor militare în situații de conflict prin utilizarea simulatoarelor *Proteus*, *Simulatorul de mărfuri periculoase* și *Simulatorul integrat de conducere a navei TRANSAS*.

Lucrarea aduce o contribuție nevoii de cunoaștere în acest domeniu, materializându-se prin intermediul mijloacelor științifice obiective, sub forma unor simulări grafice și numerice care se pot rapid implementa în aplicațiile militare și nu numai, cu estimarea efectelor asupra mediului marin ca un suport solid pentru eventuale activități reale din timpul ducerii acțiunilor de luptă. Prin noile metode propuse pentru analiza spectrală a zgomotului sub apă generat în condițiile traficului naval, a studiului efectului emisiilor acustice asupra speciilor selectate în condiții de laborator sau de captivitate în mediul natural, precum și a semnalelor emise de delfini (specia *Tursiops truncatus*) ca răspuns sonor la emisiile acustice generate în vecinătatea zonelor portuare, s-a încercat realizarea primelor studii de acest gen la noi în țară și încadrarea acestora în raport cu literatura de specialitate existentă la nivel internațional.

1. MAREA NEAGRĂ – CONSIDERAȚII GENERALE

În primele două subcapitole se prezintă un scurt istoric al cercetărilor - instituții și oameni de știință reprezentativi, dar și programe de cercetare, urmat de o caracterizare fizico - geografică și hidrologică a Mării Negre (**Fig. 1. 1**), ca zonă de desfășurare a scenariilor tactice, a observațiilor și măsurărilor pentru exploziile submarine și emisiile acustice.



Fig. 1. 1 - Marea Neagră – Harta hidro-geografică (Antipa, 1941)

Cel de-al treilea subcapitol prezintă speciile reprezentative ecologic, dar și economic, de la litoralul românesc al Mării Negre. În ultimul subcapitol, se face o analiză a situației geopolitice din Balcanii de Vest și Marea Neagră, în urma căreia se evaluează potențialele riscuri și amenințări la adresa securității naționale în Zona Extinsă a Mării Negre, inclusiv riscurile de natură ecologică.

În urma semnalării acestor riscuri și amenințări, se stabilesc principalele tipuri de misiuni și acțiuni militare pe care Forțele Navale le pot executa și raportarea acestora la principiile de protecția mediului (**Fig. 1. 2**), factori care vor sta la baza conceperii modelului procesului de simulare a unei activități militare în caz de conflict și a elaborării diagramei relaționale - activități militare/acțiuni asupra ecosistemelor marine (**subcap. 9. 1**)

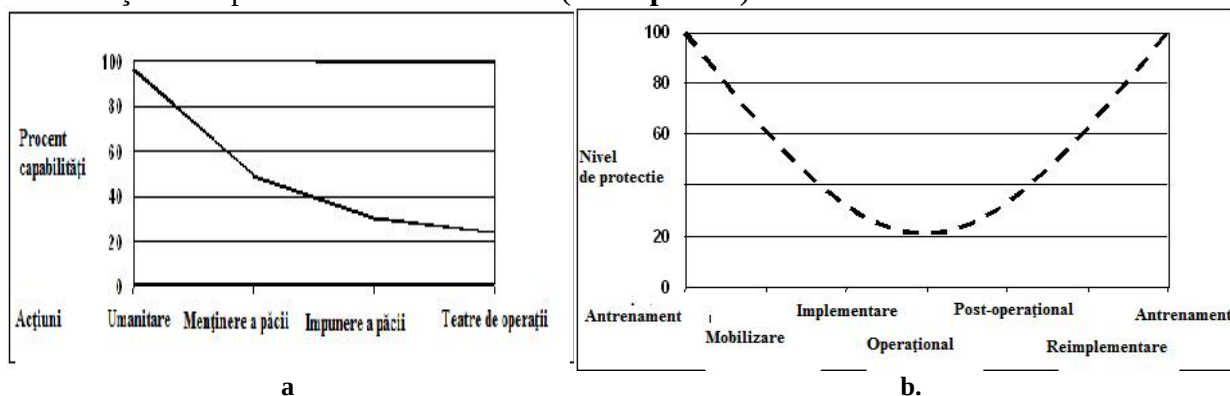


Fig 1. 1 - Considerațiile privind protecția mediului raportate la: a. tipul misiunii; b. fazele misiunii (adaptare după www.globalsecurity.org)

Obiectivele strategice majore privind protecția mediului marin costier în contextul viitoarei strategiei maritime pot fi definite astfel (Chițac și Atodiresei, 2011):

1. Asigurarea caracterului unitar al procedurilor de identificare, desemnare și protecție a infrastructurilor critice navale.
2. Evaluarea corectă a nivelului de vulnerabilitate a infrastructurilor critice și identificarea măsurilor necesare pentru intervenția preventivă și diminuarea efectelor asupra mediului marin.
3. Implementarea unui sistem de avertizare timpurie a riscurilor privind factorii de mediu la nivelul forțelor navale.
4. Dezvoltarea relațiilor de cooperare la nivel național, regional și internațional în domeniul protecției mediului marin în vederea realizării unui management integrat al zonelor costiere, dar și a infrastructurii critice de la Marea Neagră.

2. CONTRIBUȚII LA CUNOAȘTEREA ACTIVITĂȚILOR MILITARE CU EFECTE ASUPRA ECOSISTEMELOR MARINE COSTIERE

Capitolul este sistematizat pe două componente în care sunt dezvoltate:

2.1 Potențialul militar distructiv asupra zonelor costiere și analiza principalilor parametri descriptivi privind utilizarea forțelor, mijloacelor de luptă și de descoperire cu efecte asupra ecosistemelor marine costiere, și

2.2 Activitățile militare pe timp de pace cu efecte colaterale asupra ecosistemelor marine costiere și necesitatea simulării acțiunilor militare cu impact major asupra mediului.

În prima parte, se abordează 4 tipuri de mijloace militare cu impact asupra ecosistemelor:

- mijloacele de luptă sub apă care au ca efect distructiv explozia submarină: mina marină, torpila, materialul de dragaj și bomba antisubmarin ([Anexele 2.1- 2.6](#));
- mijloacele de luptă de suprafață care au ca efect distructiv producerea de explozii în aer sau la interfață aer/apă: instalațiile navale de artilerie și rachetele navale de luptă ([Anexele 2.9 - 2.10](#));
- utilizarea sonarelor și producerea emisiilor hidro -acustice: stații de hidrolocație și sisteme de sonare ([Anexele 2.11](#));
- mijloace aferente sistemului de comunicații și descoperire în cadrul mediului electromagnetic general: Principalele sisteme și mijloace electronice precum și cazul particular al sistemului de senzori și traductoare integrat de la bordul unei nave militare (F-221)

O analiza separată a fost rezervată exploziei sub apă, întrucât toate mijloacele de luptă sub apă sau de la suprafață, ca și cele de dragaj, au în multe cazuri ca finalitate explozia sub apă ([Anexele 2.7 - 2.8](#)), caracterizată printr-o serie de parametri (presiune, impuls și energia fluxului de densitate) cu efecte letale, în special asupra populațiilor de pești și mamifere.

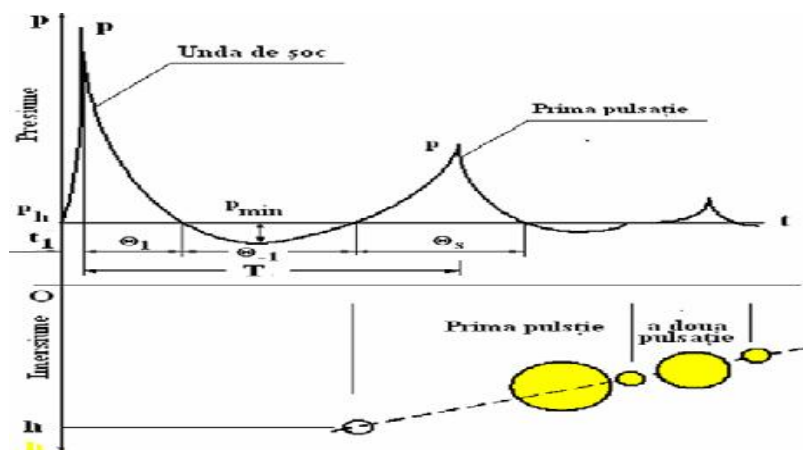


Fig. 2. 1 - Evoluția profilului de presiune în timpul unei explozii subacvatice (Goga, 2004, Ichimoei 2006, Toma, 2010)

Efectele colaterale asupra ecosistemelor marine costiere, generate de activitățile militare operaționale cu utilizarea mijloacelor de luptă prezentate anterior, sunt analizate distinct în cadrul capitolului 6.

În partea a doua a capitolului sunt discutate activitățile militare pe timp de pace pe baza analizei critice a literaturii existente, avându-se în vedere potențialele efecte estimate asupra ecosistemelor marine costiere din zona de NV a Mării Negre (**Tabelul 2. 1**).

Tabelul nr. 2. 1
Gradul de compatibilitate existent dintre diferiții “utilizatori” ai resurselor ecosistemelor marine costiere, raportat la activitățile militare

UTILIZATOR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	Platforme eoliene	Rezervații marine	Pescuitul	Marea ca bun public	Cabluri submarine	Navigație	Porturi și amenajări	Agricultura costieră	Exploatare minieră	Exploatare petroliere șgaze naturale	Activități de dragaj amenajări hidrotehnice	Maricultură	Turism	Centre de servicii costiere	Protejarea mediului marin	Protejarea rezervațiilor costiere
Activități militare																

Legenda :

	- grad ridicat de incompatibilitate;
	- situat la limita compatibilității;
	- compatibil;

Capitolul se încheie cu argumentarea necesității simulării acțiunilor militare cu impact major asupra mediului, ca o cerință majoră a realizării unei acțiuni unice, integrate, unitare și valide din punct de vedere operațional care să sprijine desfășurarea tuturor operațiunilor militare simultan cu reducerea/limitarea unor efecte negative asupra mediului (*Strategia de dezvoltare a domeniului modelare - simulare în Armata României*, 2003).

3. STUDIUL EMISIILOR SONORE ÎN MEDIUL MARIN SI EFECTELE ACESTORA ASUPRA SENSIBILITĂȚII ACUSTICE ALE UNOR HIDROBIONȚI

Capitolul cuprinde două părți:

1. Descrierea surselor de emisii sonore in mediul marin ca urmare a activităților curente - zgomotul produs de deplasarea navelor, de activitățile de construcții hidrotehnice și amenajări hidrografice, de echipamentele subacvatice de cercetare oceanografică, inclusiv prelevarea de carote geologice etc.

2. Regimul acustic în mediul marin și impactul sau ecologic, cu:

- prezentarea componentelor și mecanismelor auditive generale implicate în emisia/recepția undelor sonore de către organismele marine - nevertebrate, pești și mamifere.
- clasificarea speciilor de pești, conform sensibilității acustice ([Anexa 3.1](#));
- evaluări preliminare privind impactul zgomotului antropic asupra sensibilității acustice la pești și mamifere;

O atenție specială a fost acordată studiilor privind metodologia și analiza răspunsului la emisiile sonore a peștilor ținuți în cuști în mediul lor natural pentru scopuri experimentale (*Neogobius melanostomus*) și analiza posibilelor efecte măsurabile. Ultima parte se ocupă de selectarea speciilor reprezentative pentru realizarea experimentelor - midiile (*Mytilus galloprovincialis*) și guvizii (*Neogobius (Apollonia) melanostomus*); la ora actuală, asupra mamiferelor din Marea Neagră (*Tursiops tursiops*, *Dephinus delphis* și *Phocena phocena*) la noi este aproape imposibil de realizat cercetări adecvate datorită lipsei de echipament și a absenței unor exemplare menținute în captivitate.

4. OBIECTIVE URMĂRITE

În vederea elaborarea lucrării mi-am propus un program de lucru, având două etape distincte: 1. analiza impactului activităților militare asupra ecosistemelor marine costiere în situații de rutină (prin studii teoretice și experimentale ale exploziei submarine, explozii la interfața aer - apă și emisii acustice ale sonarelor) și conflict (simularea impactului acțiunilor militare prin utilizarea simulatoarelor), și 2. studiul emisiilor acustice în mediul marin costier și efectele acestora asupra unor specii comune. Realizarea programului propus a avut în vedere îndeplinirea următoarelor obiective specifice:

- Studiul efectelor activităților militare de rutină (explozii subacvatice, explozii la interfața aer - apă, emisii hidro - acustice de la bordul navelor militare) asupra hidrobiotilor ([Ob. 1](#));
- Influența emisiilor sonore asupra unor specii reprezentative de la litoralul românesc al Mării Negre ([Ob. 2](#));
- Identificarea nivelului zgomotului sub apă în zona portului Constanța și răspunsul sonor al delfinilor (*Tursiops truncatus*) ([Ob. 3](#));
- Simularea impactului acțiunilor militare în situații de conflict prin utilizarea simulatoarelor *Proteus*, *Simulatorul de mărfuri periculoase* și *Simulatorul integrat de conducere a navei TRANSAS* ([Ob. 4](#)).

Pentru realizarea obiectivelor activitățile desfășurate au cuprins:

- măsurători, prelucrarea datelor statistice precum și a observațiilor din timpul exercițiilor militare în zona de studiu în perioadele 1997-1998 și 2005-2010;

- supunerea unor loturi experimentale de *Mytilus galloprovincialis* si *Apollonia (Neogobius) melanostomus* în laborator și *in situ* la diverse surse de zgomot produs de nave și echipamente de hidrolocație (hidrofoane), având drept efect instalarea stressului oxidativ;
- programele de modelare - simulare în domeniu.

Studiul emisiilor acustice a plecat de la informațiile existente la această dată pe plan internațional si au fost realizate măsurători proprii prin utilizarea celor mai noi metode și echipamente în domeniu.

5. MATERIAL ȘI METODĂ

Pentru realizarea tezei, am utilizat o serie de echipamente si metode adaptate la nivelul obiectivelor stabilite. O parte din echipamentele întrebuințate pentru măsurătorile *in situ* au fost achiziționate în cadrul unor contracte de cercetare științifică; pentru simulare am folosit un complex de simulatoare cu programele aferente din dotarea Academiei Navale „Mircea cel Bătrân”.

5.1. Configurația experimentală și metoda propusă pentru determinarea teoretică a parametrilor exploziei submarine în cazul întrebuințării mijloacelor de luptă în zonele (raioanele) costiere din NV Mării Negre în situații de rutină (antrenamente/lansări experimentale) în vederea estimării efectelor asupra hidrobionților.

Pentru calculul teoretic al parametrilor ce pot fi determinați pentru explozia submarină, în situații de rutină pentru estimarea efectelor asupra principalelor categorii de hidrobionți, am elaborat și aplicat următoarea metodă:

1. Selectarea raioanelor de întrebuințare a diferitelor mijloace de luptă în situații de rutină, făcută în conformitate cu normele impuse de marina militară, a ținut cont de caracteristicile tehnico - tactice ale acestora și specificul exercițiilor, așa cum se observă din schița dispunerii raioanelor pentru aplicații pe harta 1.250.01 pentru determinarea potențialelor efecte asupra mediului marin costier (**Fig. 5. 1, Anexa 5. 1.**). Destinația generală a raioanelor, așa cum sunt figurate pe hartă, este următoarea:

a₁. Lansări de bombe antisubmarin: Mangalia III; Midia III; Constanța III.

a₂. Lansări torpile antisubmarin sau torpilelor împotriva navelor de suprafață: Mangalia IV-V.

a₃. Lansări rachete și trageri de artilerie: Mangalia II; Constanța III; Midia II.

a₄. Exerciții de dragaj: Mangalia II; Midia II; Constanța II.

2. Selectarea mijloacelor de luptă specifice fiecărui raion, avându-se în vedere posibilitățile de utilizare (bombe antisubmarin, torpile, mine marine) (**Tabelul 5. 1**)

3. Stabilirea distanțelor de măsurare a parametrilor exploziei față de locul de producere a acesteia (m) în conformitate cu normele existente;

4. Calculul valorii presiunii dinamice (Pd) în frontul undei de șoc (daN/cm^2 sau bar) raportată la distanța măsurată față de locul de producere a exploziei (m) pe baza formulei selectate;

5. Analiza efectelor estimate asupra principalelor categorii de hidrobionți în cazul utilizării mijloacelor de luptă pe diferite tipuri, pe baza evaluării cantitative si calitative a speciilor și raportarea la valorile determinate (calculate) ale presiunii dinamice (Pd) în frontul undei de șoc.

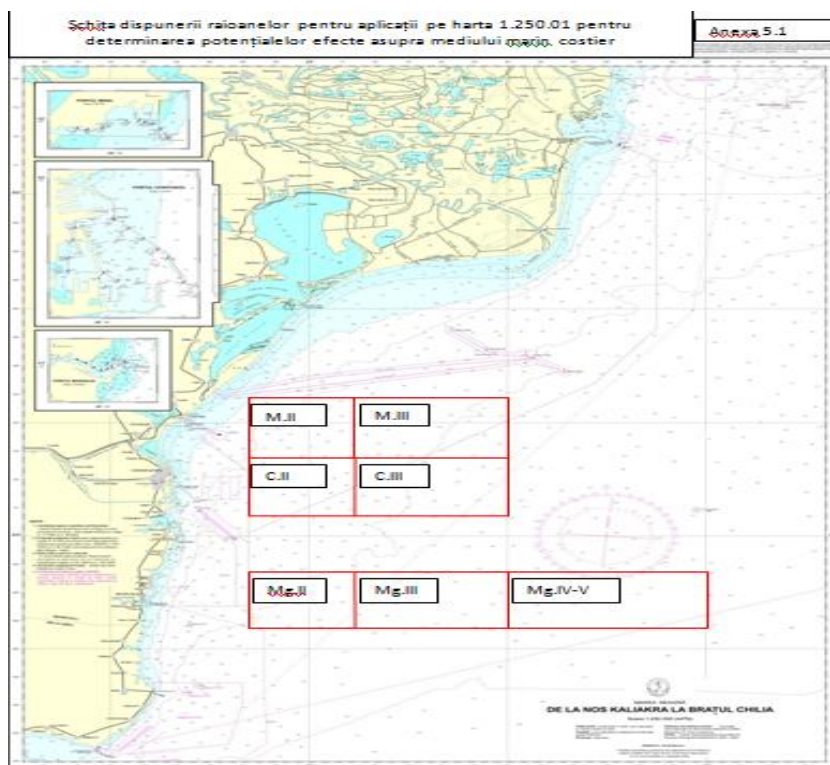


Fig 5. 1 - Schița dispunerii raioanelor pentru aplicații pe harta 1.250.01

Tabelul 5. 1

Selectarea mijloacelor de luptă sub apă pe tipuri de raioane

Nr crt	Tipul raionului	Mijlocul de luptă selectat	Observații – descrierea mijloacelor de luptă
1	Raion destinat lansărilor de bombe antisubmarin	BR-1200, BR-2500, BR-6000, BAS-66	Caracteristicile tehnico –tactice și constructive conform subcap. 2.1.1 - Prezentarea principalelor mijloacele de luptă sub apă care au ca efect distructiv explozia submarină
2	Raion destinat lansărilor de torpile antisubmarin sau torpilelor împotriva navelor de suprafață	T 53-VA, T53-KE, SET 53, SET 53 M	
3	Raion destinat exercițiilor de dragaj (distrugerii minelor)	MMCA-1, MMA – 2, MAD – 1, MAD – 2	

Analiza efectelor asupra hidrobionților, s-a realizat pe baza evaluării cantitative a două specii de pești pelagici (*Sprattus sprattus* și *Engraulis encrasicolus ponticus*) și raportarea la valorile calculate ale presiunii dinamice (Pd) în frontul undei de șoc în cadrul exploziilor ce au avut loc în două locații (zone) diferite, localizarea raioanelor, selectarea numărului și a tipurilor mijloacelor de luptă, schema lansării realizându-se cu ocazia desfășurării unor aplicații specifice desfășurate de către marina militară (**ZONA I:** Localizare: Raion Constanța III; **ZONA II:** Localizare: Raion Mangalia III).

Colectarea exemplarelor moarte s-a realizat folosind metoda “pătratelor” (cadru rectangular de lemn) pe suprafața apei pentru un număr de 2 x 10 parcele dispuse pe două șiruri la

distanța de 50 m, începând din axul deplasării navei pe drumul de lansare spre exteriorul zonei și “pescuirea” acestora din suprafața respectivă pentru zona I, respectiv prin așezarea cadrului de lemn pe suprafața apei pentru un număr de 2 x 10 parcele dispuse pe două șiruri la distanța de 50 m, începând din axul semiaxei mari spre exteriorul semiaxei mici pentru zona II. Ulterior exemplarele au fost măsurate și încadrate pe clase de lungime.

5.2 Materiale și metode utilizate în cazul realizării cercetărilor experimentale privind emisiile acustice în mediul marin costier, generate de traficul naval și determinarea efectelor acestora asupra unor specii caracteristice pentru zona de nord-vest a Mării Negre.

Echipamentul utilizat în cadrul experimentelor a fost achiziționat în cadrul contractului RoNoMar, provenind de la firma Bruel & Kjaer (B & K) și a fost folosit pentru a efectua măsurătorile de zgomot sub apă. Bruel & Kjaer este o companie lider la nivel mondial atât în domeniul instrumentelor, cât și a software-ului produs, de aceasta sunt precise și oferă date fiabile în domeniul zgomotului și măsurarea vibrațiilor precum și a analizelor acestora (Anexa 5.2). Au fost folosite următoarele echipamente (Fig. 5. 2): 3 hidrofoane tip 8106; 2 hidrofoane tip 8104; amplificator de putere tip 2713; sistem de achiziție date LAN XI; laptop cu software 14 PULSE; cabluri; calibrator tip 4229.

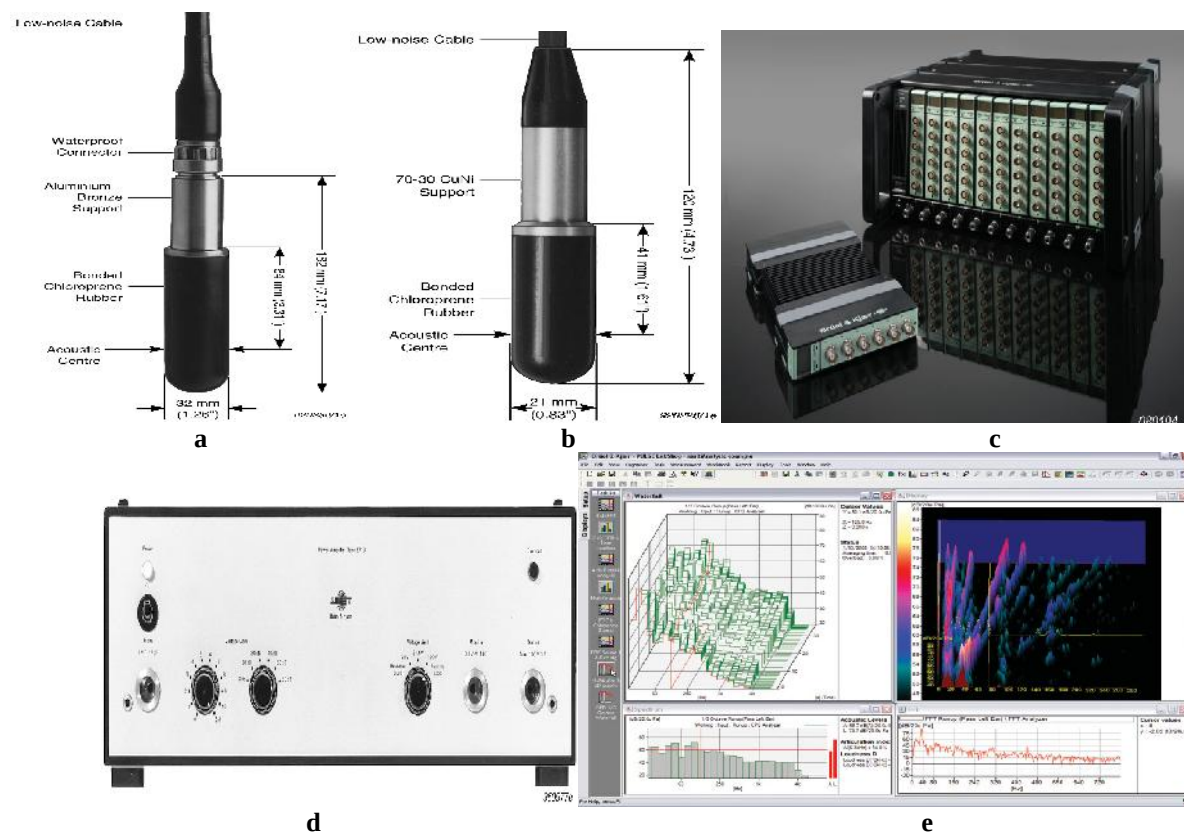


Fig 5. 2 - Echipamente utilizate în cazul realizării cercetărilor experimentale privind emisiile acustice în mediul marin costier: a- componentele hidrofonului tip 8106; b- componentele hidrofonului tip 8104; c- sistemul de achiziție a datelor LAN-XI; d- amplificatorul de putere tip 2713; e- captura de ecran reprezentând software-ul PULSE 14 de la Bruel&Kjær's

Măsurătorile sunetului sub apă au fost procesate și analizate prin intermediul analizei FFT (Fast Fourier Transform) și analizei Wavelet.

În scopul de a studia influența vibrațiilor (ca sursă de zgomot), cu privire la activitatea fiziologică a midiilor albastre de la Marea Neagră (*Mytilus galloprovincialis*, Lamarck, 1819), indivizii sănătoși au fost colectați prin răzuirea epibiozei de midii de la dana nr. 79 situată în partea de sud a Portului Constanța, mai puțin influențată de activitățile portuare (**Fig. 5. 3 a și b**). O cantitate de 180 l apă de mare a fost luată din aceeași zonă pentru a umple bazinele experimentale / acvarii.



Fig. 5. 3 - Locul de prelevare a probelor de midii (a) prin răzuire de pe epibioză (b)

Nivelul de vibrații în zona de eșantionare a fost determinat (16.03.2010 și 09.04.2010) (**Fig. 5. 4**) precum și a parametrilor biochimici ai midiilor colectate, acestea fiind considerate ca valori de referință pentru cele două serii de experimente.



Fig. 5. 4 - Determinarea nivelului de vibrații din mediul marin în momentul de prelevare a probelor: a – privire generală asupra echipamentului utilizat; b – înregistrarea vibrațiilor pe ecranul laptop-ului

Un număr de 80-90 midii (clasa de lungime de 35-40 mm și 45-50 mm) au fost ținute în bazine/acvarii de 40 L respectiv 60 L din sticlă (**Fig. 5. 5 a**), la temperaturi variind între 10-13° C, salinitate între 14,1-14,6, pH-ul = 8,2-8,4 UI, hrana fiind asigurată prin cultură de alge obținută din diatomee existente în apa de mare îmbogățită prin cultură de sp. *Tetraselmis*. Oxigenarea apei în bazine a fost asigurată prin barbotare cu aer.

Pentru fiecare etapă experimentală, au fost folosite 2 rezervoare de diferite dimensiuni: primul cu o capacitate de 30 litri, iar al doilea de 50 litri. În toate experimentele un bazin "martor" a fost folosit pentru a monitoriza evoluția midiilor în condiții normale (**Fig. 5. 5 b, c**).

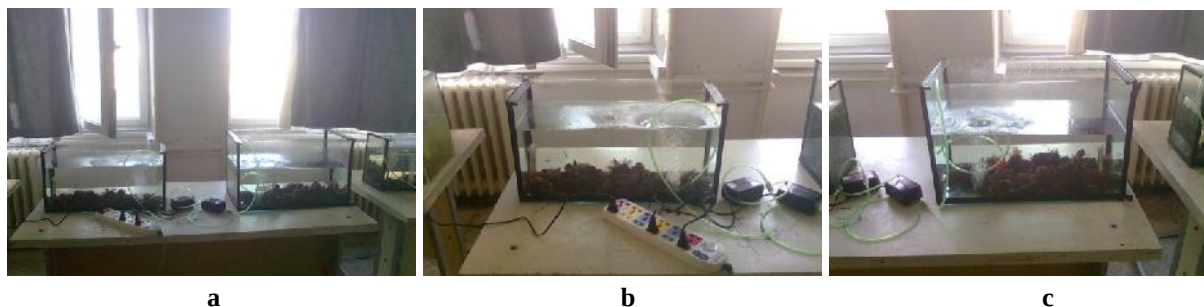


Fig. 5.5 - Bazine (acvarii) utilizate în experiment: a experimentale; b, c martor

Experimentul a fost efectuat pe o perioadă de 4 săptămâni, respectiv două repetiții de câte 2 săptămâni fiecare. În această perioadă, midiile au fost "stresate" cu semnale acustice de frecvențe diferite. Prin utilizarea programului PULSE de la B & K a fost generat și transmis un semnal de 7,071 V RMS prin intermediul DAQ LAN XI, iar prin amplificatorul de putere tip 2713 la cele 2 hidrofoane de tip 8104. Zgomotul a fost măsurat cu 2 hidrofoane tip 8106, care au fost conectate la DAQ și apoi semnalele au fost transmise la laptop (**Fig. 5. 6**). Poziția hidrofoanelor tip 8106 în rezervoare a fost la aproximativ 6-7 cm din partea de jos și de 8-9 cm de la partea laterală



Fig. 5. 6 - Configurația experimentală

În primul experiment, frecvența de emisie a semnalului a fost 300 Hz, iar în al doilea a fost 16000 Hz. Semnalele au fost generate folosind tipul de hidrofoane 8104 ca emițătoare. A doua sursă de zgomot a fost pompa de aer, cu o frecvență fundamentală de 50 Hz. În concluzie, în timpul experimentului au existat permanent în rezervoare două surse de zgomot.

În scopul studierii influenței vibrațiilor (ca sursă de zgomot), cu privire la activitatea fiziologică la pesti, exemplare sănătoase din specia de guvizi *Apollonia (Neogobius) melanostomus* (Pallas, 1814) au fost colectate de pe fundul stâncos a litoralului românesc de sud și transportate în butoaie de 100 l cu apă de mare la 16 ° C (**Fig. 5. 7**).



Fig. 5. 7 - Pregătirea guvizilor pentru transport

Experimentul a avut loc zona gării maritime (**Fig. 5. 8**) , unde nava «Noordkaap» a fost legată la cheu; trei cuști experimentale s-au dispus la bordul navei (**Fig. 5. 9**).

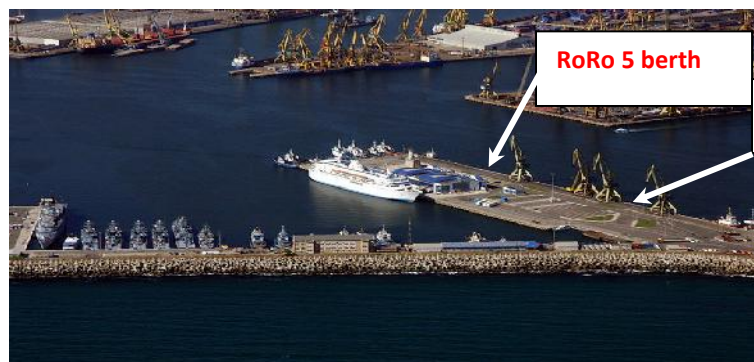


Fig. 5. 8 - Zona în care a avut loc experimentul
(www.joie.ro/2010/07/gara-maritima-constanta/)



Fig. 5. 9 - Nava «Noordkaap» și locația cuștilor :

1, 2, 3 – cuștile cu grupurile experimentale 1, 2 și 3; 4, 5 – hidrofoane; 6 – sursă de zgomot

Cuștile au fost făcute din plasă de pescuit de două categorii: una, cu ochiuri de 12 mm a fost folosită pentru a construi pereții laterali ai unui cub cu dimensiunea de 1 m. Același material a fost folosit pentru a face peretele superior, care prezintă și o trapă, ce permite accesul în cușcă. O a doua plasă de pescuit cu ochiuri de 7 mm a fost folosită pentru a face partea de jos a cuștii (pentru a permite așezarea midiilor necesare hranei). Pereții cuștii au fost consolidați prin tije de metal cu diametrul de 7 mm (**Fig. 5. 10**).

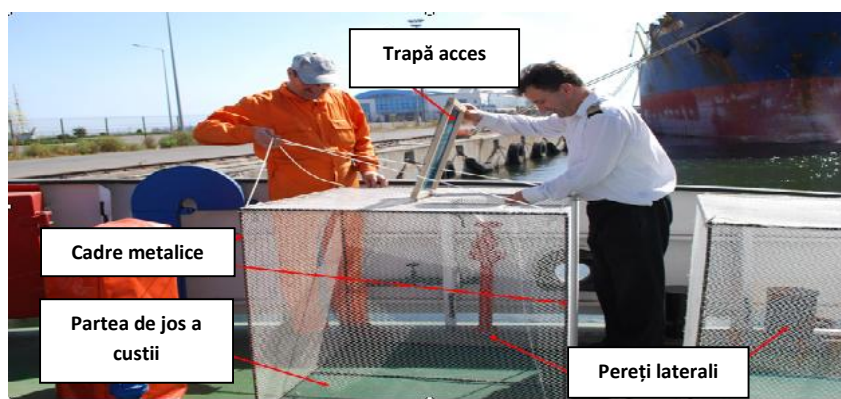


Fig. 5. 10 - Structura cuștilor

În fiecare cușcă, cu ajutorul minciocului au fost plasați 30 de guvizi cărora li s-a administrat hrana preferată (Bănărescu, 1964): midii vii, precum și bucățele de carne de pește și carne de vită (**Fig. 5. 11 a - c**).

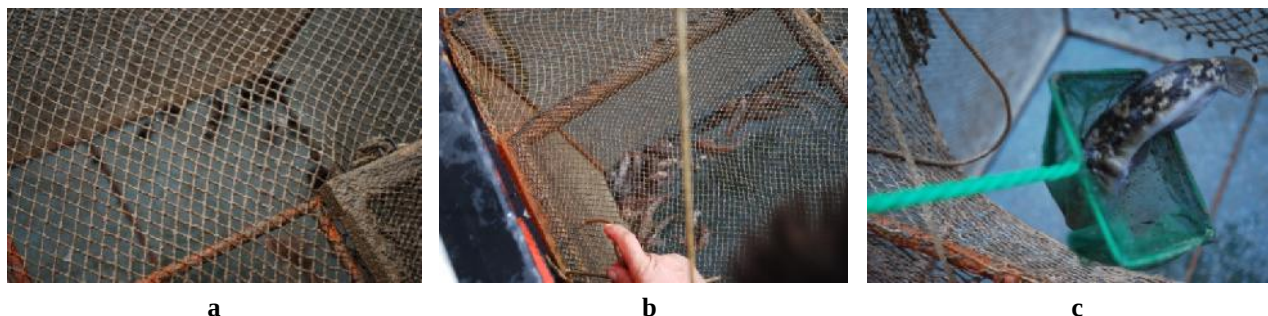


Fig. 5. 11 - *Apollonia (Neogobius) melanostomus* în cuști: a = colonie de midii asezate pe fundul cuștii; b = peștii în cușcă; c = capturarea peștilor cu ajutorul unui mic fileu (mincioc)

Cuștile au fost suspendate în coloana de apă, la 12 m adâncime, un metru deasupra fundului mării. O cușcă, care conținea grupul de control (GC), a fost amplasată în tribordul unei alte nave - ("Pompier -8") situată la aproximativ 200 m de sursa de zgomot.

Cele trei cuști cu grupuri experimentale (GE) cu guvizi au fost suspendate, după cum urmează: GE-1, la prova, GE-2 de lângă sala mașinilor și GE-3 la pupa (**Fig 5. 9**). Experimentul a fost efectuat între 8 și 18 octombrie, marea era calmă și nu s-au înregistrat ploi sau vânt puternic. Temperatura apei la suprafață a variat între 15,5 ° C și 18 ° C (valoarea medie 16.9 ° C). Echipamentele utilizate în experiment au constat din 2 hidrofoane tip 8106 (având un traductor de uz general cu o gamă de frecvență de la 7Hz la 80 kHz) (Bruel & Kjaer), o rețea LAN XI pentru sistemul de achiziție (Bruel & Kjaer), precum și un laptop cu software-ul Pulse 14 instalat pe el.

Ca sursă de zgomot sub apă, am utilizat un mecanism hidro - pneumatic bazat pe un compresor cu aer (11 bari), cu frecvența fundamentală de 61 - 90 Hz, situat în apropierea de EG-2, la 0,5 m de partea de sus a cuștii. Acesta a fost folosit 8 ore pe zi, în etape succesive de 1 oră emisie - două ore pauză. Hidrofoanele au fost plasate la 1 m distanță de cușcă, pe partea laterală. Sursa de zgomot a trebuit să fie plasată în apropierea cuștii nr. 2, deoarece sunetul este atenuat rapid: primul hidrofon (cel amplasat în apropierea sursei) a înregistrat un nivel mai ridicat de zgomot față de al doilea hidrofon (plasat la 5-6 m de sursă). Diferența între cele două hidrofoane a variat de la 6 dB la 9 dB, în funcție de variația presiunii aerului din rezervorul compresorului (când presiunea aerului scade în rezervorul compresorului sub 6 bari, motorul acestuia pornește în mod automat, readucând presiunea la 11 bari - 11 atmosfere) .

După o perioadă de 72 de ore de la începutul experimentului, guvizii au fost sacrificați pentru analiza țesutului lor hepatic privind unii parametri metabolici ai stressului oxidativ: activitatea superoxid dismutazei, catalaza, concentrația de glutatión redus (GSH) și concentrația de proteine. Parametri metabolici ai stressului oxidativ au fost determinați cu ajutorul cadrelor didactice de la disciplina «fiziologie animală», după cum urmează:

- Superoxid dismutaza (SOD) - metoda bazată pe abilitatea sa de a inhiba reducerea sării tetrazoliu - Nitro Blue Tetrazoliu (NBT) cu radicalii superoxid (Winterbourne, 1979).
- Activitatea catalazei (CAT) - metoda cinetică bazată pe descompunerea radicalului peroxid de hidrogen existent în mediul de reacție, ca o consecință a activității catalazei, cu utilizarea unui spectrofotometru la 240 nm și 25 ° C, dt = 60 de secunde (Beers și Sizer, 1952).

- Glutationalul redus (GSH) - metoda clasică colorimetrică bazată pe reacția DTNB în prezența GSH în mediu, cu utilizarea unui spectrofotometru la 412 nm (Beutler, 1975).
- Malonildialdehida (MDA) - metoda colorimetrică convențională, descrisă de Drapper și Hadley, 1990 (Bircan et al., 2008).

Toți reactivii folosiți pentru finalizarea acestor experimente au fost achiziționați de la Sigma-Aldrich (Steinheim, Germania). Datele au fost interpretate statistic cu ajutorul programului de analiză statistică Origin Pro75. Diferența este considerată semnificativă statistic când $p \leq 0,05$.

5.3. Condițiile experimentale privind măsurarea zgomotului de fond generat de traficul naval în zona de intrare a portului Constanța - implicațiile/efectele zgomotului asupra emisiilor sonore ale delfinilor din zonă

Studiile de măsurare a zgomotului de fond și ale emisiilor acustice ale navelor s-au desfășurat în apropiere de farul roșu de intrare al portului Constanța în perioada mai - iunie 2010 (între 08 mai și 07 iunie). În fiecare studiu, s-a determinat nivelul de zgomot cauzat de traficul de nave în acel moment. În timpul măsurătorilor, condițiile hidro - meteorologice au fost de mare calmă, temperatura aerului 20-23 °C, temperatura apei 16-17 °C, nu au existat precipitații sau alte fenomene meteo generatoare de zgomot.

Măsurătorile au fost efectuate în două puncte, pe 08 mai (pct. 1) și pe 24 mai (pct. 1 și 2) (**Fig. 5. 14**), în scopul de a identifica principalele surse de zgomot existente la intrarea în Portul Constanta, zgomotul de fond și ulterior implicațiile/efectele acestora asupra sunetelor emise de către grupurile de delfini din zona de intrare în portul Constanța.

Informațiile despre existența grupurilor de delfini le-am obținut de la poliția de frontieră în cursul ieșirilor navelor de intervenție, pentru a putea corela măsurătorile din zona de intrare cu deplasarea ambarcațiunii Academiei Navale (cutter) la locațiile din zona unde au fost observați delfinii și înregistrarea sunetelor emise de către aceștia pentru prelucrarea ulterioară.



Fig 5. 12 - Intrarea în portul Constanța Nord (foto), cu punctele de măsurare luate în considerare (1 și 2)

Măsurătorile au fost realizate în următoarele condiții:

- la 8 mai, 10:45: marea calmă, T - 23° C aer, 14° C apă; două hidrofoane (de tip 8106) au amplasate la 2 - 2,5 m adâncime, 5 m distanță de cheu și la 2,5 m distanță unul față de celălalt;
- la 24 mai, 06:45: marea calmă, T - 20° C aer, 15° C; un hidrofona (de tip 8104), amplasat la 3 m adâncime și la o distanță de 3m față de cheu;
- pentru delfini, la 24 mai 2010, 09:00 – 11:00: cu o ambarcațiune, în zona de separare a traficului, la 2,5 km de intrare port (**Fig. 5. 13**); 25 m adâncimea apei în punctul de ancorare; 5 delfini (*Tursiops truncatus*), adulți și juvenili; T°C apa 16° C, starea mării - 2 grade Beaufort.

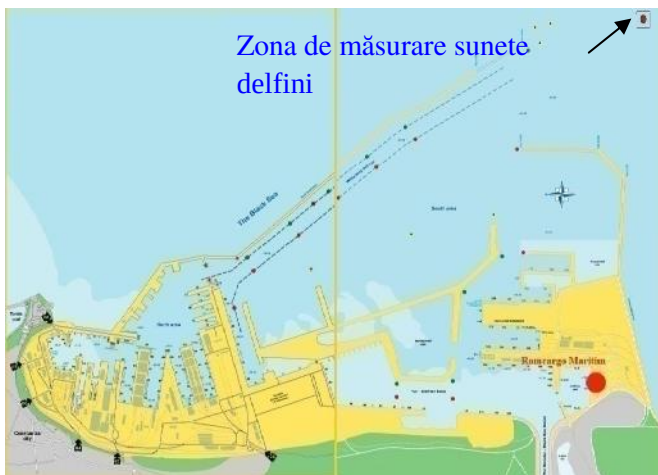


Fig. 5. 13 - Zona de înregistrare al semnalelor sonore emise de către delfini, situată la o distanță de 1,5 mile față de port – punctul roșu (colțul dreapta sus)

Echipamentele utilizate în experimente provin de la Briel & Kjaer: 5 hidrofoane de tip 8106 și 8104, sistem de achiziție de date LAN XI, laptop cu software-ul PULSE 14, 3 X 100 m cablu, calibrator tip 4229 (**Fig. 5. 14**). Hidrofoanele au fost calibrate cu un preamplificator încorporat, astfel încât au fost conectate direct la sistemul LAN DAQ-XI. calibrator de tip Briel & Kjaer 4229, fiind conectate la sistemul de diagnosticare 9727.



Fig. 5. 14 - Aparatura utilizată pentru măsurarea zgomotului de fond, emisiilor acustice ale navelor și emiteria sunetelor de către delfini

Măsurătorile sunetului sub apă au fost procesate și analizate prin intermediul analizei FFT (Fast Fourier Transform) și analizei Wavelet. Pentru analiza sunetelor emise de delfini, am utilizat suplimentar Transformata Fourier pentru perioade scurte (Short Time Fourier Transform –STFT) sau Transformata Rapidă Fourier (spectrograma).

5.4. Stabilirea mijloacelor informatice pentru dezvoltarea modelului general destinat simulării impactului acțiunilor militare

Pentru simularea impactului acțiunilor militare, s-a avut în vedere modelarea unui proces de poluare majoră generat în situații de conflict (procesul de poluare modelat se poate utiliza cu succes și în situații de rutină) în zona de NV a Mării Negre. Au fost utilizate următoarele simulatoare aflate în dotarea Academiei Navale „Mircea cel Bătrân”:

- Simulatorul tactic Proteus cu toate softurile livrate și instalate de producător ([Anexa 5. 4](#));

- Simulator pentru marfuri periculoase – cu utilizarea programelor de simulare spatio-temporală a incidentelor de poluare marina GNOME ([Anexa 5. 5](#)) ;
- Sistemului integrat SIMIN de elaborare si prezentare a prognozelor hidro-meteorologice din cadrul Direcției Hidrografice Maritime;
- Simulatorul integrat de conducere a navei "Navi-Trainer Professional 5000" cu softul de predicție a poluarii cu hidrocarburi ADIOS-2 ([Anexa 5. 6](#)).

Gradul de noutate a utilizării modelului pentru o acțiune militară cu efecte asupra mediului marin și a intervenției în vederea limitării acestora, rezultă din alegerea configurației sale (mai multe simulatoare și softuri ce lucrau inițial independent fără a fi interconectate) și folosirea sa în situații militare (cât și de accident naval) specifice Forțelor Navale, ale căror finalitate este să ofere teoretic posibilitatea estimărilor cantităților de poluanți de natură lichidă (toata gama de hidrocarburi) și soluții practice de intervenție în limitarea efectelor acestora. Spre deosebire de uscat, mediul în care este deversat poluantul este un mediu lichid (mediul marin), astfel încât utilizarea programelor de modelare și a simulatoarelor au vizat strict acest mediu.

6. STUDIUL EFECTELOR ACTIVITĂȚILOR MILITARE DE RUTINĂ ASUPRA HIDROBIONTIILOR

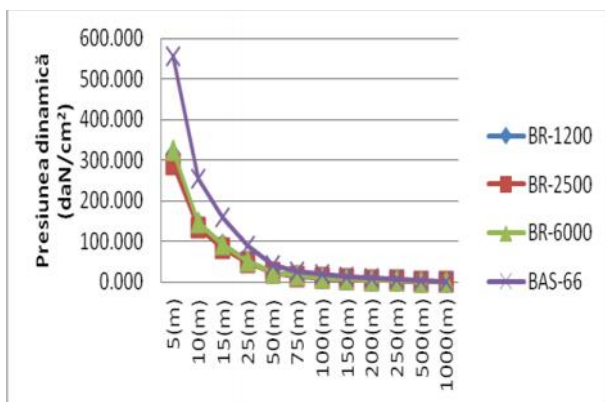
Capitolul tratează primul din cele patru obiective ale tezei, axându-se pe următoarele direcții majore:

A. Efecte estimate induse de folosirea mijloacelor de luptă sub apă pe baza rapoartelor și măsurătorilor realizate asupra hidrobionților din zona de NV a Mării Negre

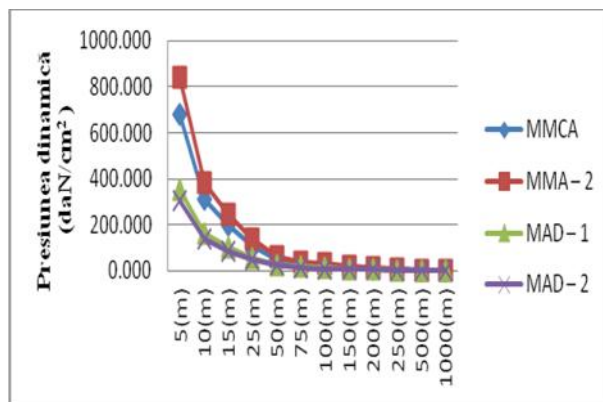
Plecând de la cunoașterea stadiului actual al efectelor principalilor parametri ai exploziei submarine asupra speciilor, s-au determinat în **prima etapă**, valorile teoretice ale parametrilor exploziilor submarine aferente mijloacelor de luptă sub apă utilizate în zonele costiere (**Fig. 6. 1**), pe baza relației de calcul stabilite și a tipurilor de mijloace de luptă selectate conform metodei, am obținut valorile teoretice pentru presiunea dinamică (P_d) în frontul undei de șoc (daN/cm^2 sau bar) raportate la distanța măsurată față de locul de producere a exploziei (m) pe tipuri de arme ([Anexa 6. 1](#)).

Stabilirea intervalelor de măsurare a presiunii în frontul undei de șoc, față de centrul exploziei, este impusă de următoarele condiții: cantitatea și natura explozibilului utilizat; efectele dorite a fi materializate asupra speciei țintă (mortalitate, rănire, prag de siguranță etc); caracteristicile raionului. Intervalele propuse pentru calculele teoretice, dar și pentru validarea experimentală *in situ*, după modelul propus la capitolul material și metodă, sunt următoarele :

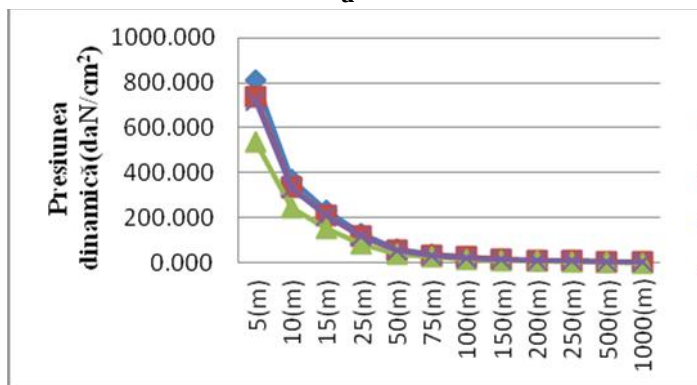
5(m) , 10(m), 15(m), 25(m), 50(m), 75(m), 100(m), 150(m), 200(m), 250(m), 500(m), 1000(m).



a



b



c

Fig. 6. 1 - Valoarea presiunii dinamice (P_d) în frontul undei de șoc (daN/cm^2 sau bar) raportată la distanța măsurată (m) față de locul de producere a exploziei pe tipuri de: a - bombe antisubmarine; b - mine marine; c - torpile.

Necesitatea calculării/măsurării acestor parametri a fost o condiție obligatorie a evaluării efectelor constatate în cazul experimentelor realizate în cea de a **doua etapă** pe cele două specii de pești pelagici - *Sprattus sprattus* și *Engraulis encrasicolus ponticus*.

În calitate de ofițer participant și responsabil cu armele de luptă sub apă, conform schemelor de dispunere a exploziilor submarine (Fig. 6. 2), în zonele (raioanele) de aplicații militare (a se vedea localizarea conform subcap. 5.1 și Anexei 5. 1), s-a urmărit în primul rând îndeplinirea obiectivelor specifice misiunilor (căutarea, descoperirea, atacul și “distrugerea submarinelor inamice”), de aici mențiunea că anumite date clasificate (perioada exactă, numărul de nave participante, caracteristici militare de funcționare a instalațiilor de lansare, elemente tehnico - tactice, imagini/fotografii etc.) au un caracter limitativ în prezentare. Prelevarea probelor pentru speciile de pești pelagiali s-a realizat începând cu linia mediană de lansare în cazul exploziei bombelor clasice (Fig. 6. 2a) și semi-axa mare a elipsei de împrăștiere în cazul bombelor reactive (Fig. 6. 2b) .

Conform relației lui O’Keefe (1984), pentru cele două specii prelucrate statistic pe baza observațiilor din zonele supuse exploziilor submarine, au fost estimate distanțele care corespund unui prag al mortalității de 10% (Tabelul 6. 1, Anexa 6. 2), distanțe pentru care vor fi extrase presiunile în frontul undei de șoc (Tabelul 6. 2) pe baza interpolării calculelor din Anexa 6. 1.

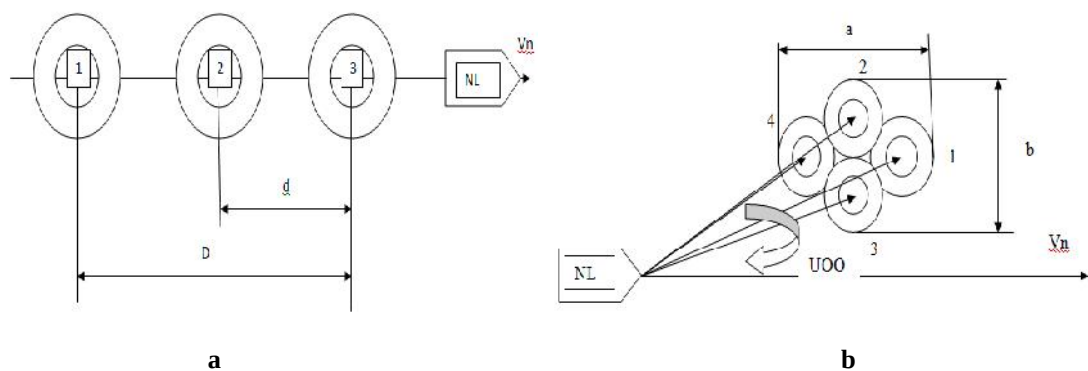


Fig. 6. 2 - Schemele de lansare generale:

a - pentru ZONA I, unde: NL- nava lansatoare; V_n - viteza navei pe timpul lansării -18,3 Nd; d - distanța dintre bombe (50-60 m: considerente tactice); D - lungimea liniei mediane de lansare (200 m); 1, 2,3 – Bombele BAS-66
b - pentru ZONA II, unde: NL - nava lansatoare; V_n - viteza navei pe timpul lansării -18 Nd; a- axa mare a elipsei de împrăștiere a bombelor (80 -100 m din considerente tactice); b- axa mică a elipsei de împrăștiere a bombelor (60 - 80 m din considerente tactice); UOO – unghi de ochire orizontal față de direcția navei; 1,2,3,4 – Bombele reactive tip BR 6000

Tabelul 6.1

Distanțele calculate orizontale maxime (H_{max}) conform relației lui O'Keefe (1984) care corespund unui prag al mortalității de 10% pentru speciile de pești pelagici *Sprattus sprattus* și *Engraulis enchrasicolus ponticus* în condițiile zonelor I și II supuse exploziilor submarine

Specia	Zona experi- mentală	Mijlocul de lupta sub apă	Cantitatea de exploziv (Kg)	Adâncimea de explozie (m)	Masa peștelui (grame)	Val. coef. k interpolat	Val. coef. a interpolat	H_{max} (m)
<i>Sprattus sprattus</i>	I	BAS-66	140	50	9-14	453	0,26	610
	II	BR 6000	33,04	55	9-14	463	0,26	428
<i>Engraulis enchrasicolus ponticus</i>	I	BAS-66	140	50	8-10	453	0,26	610
	II	BR 6000	33,04	55	8-10	463	0,26	428

Tabelul 6.2

Valorile estimate ale presiunii în frontul undei de șoc care corespund unui prag al mortalității de 10% pentru speciile de pești pelagici *Sprattus sprattus* și *Engraulis enchrasicolus ponticus* în condițiile zonelor I și II supuse exploziilor submarine

Valorile estimate ale presiunii în frontul undei de șoc		
Tipul bombei antisubmarin	H_{max} pentru o mortalitate de 10%	Pragul de presiune pentru o mortalitate de 10%
	m	KPa
BR-6000	428	211
BAS-1	610	244

Validarea valorilor estimate teoretic a fost realizată practic prin setul de probe prelevate (10 probe) pentru cele 2 recoltări (șiruri) la distanțe de 50 m pentru fiecare zonă experimentală.

Distanțele dintre probe au avut în vedere corelațiile dintre presiunea în frontul undei de șoc, specifică fiecărei bombe și punerea în evidență a mortalităților estimate (**Fig. 6. 3**)

Rezultatele evaluării cantitative a celor două specii de pești pelagici (*Sprattus sprattus* și *Engraulis encrasicolus ponticus*) pentru cele două zone supuse exploziilor submarine sunt prezentate în **Anexa 6. 3**. Ulterior, datele au fost prelucrate statistic folosind metodele uzuale: calcularea mediei aritmetice și a erorilor standard corespunzătoare, verificarea mediilor realizându-se pe baza criteriului Chauvenet, valorile individuale aberante au fost eliminate din calculul final al mediilor, calcularea testului “t” a lui Student (Senedecor și Cohram, 1980) s-a făcut pentru stabilirea gradului de semnificație a diferenței dintre mediile comparate, diferența fiind considerată semnificativă pentru valoarea pragului de semnificație (p) mai mic de 0,05.

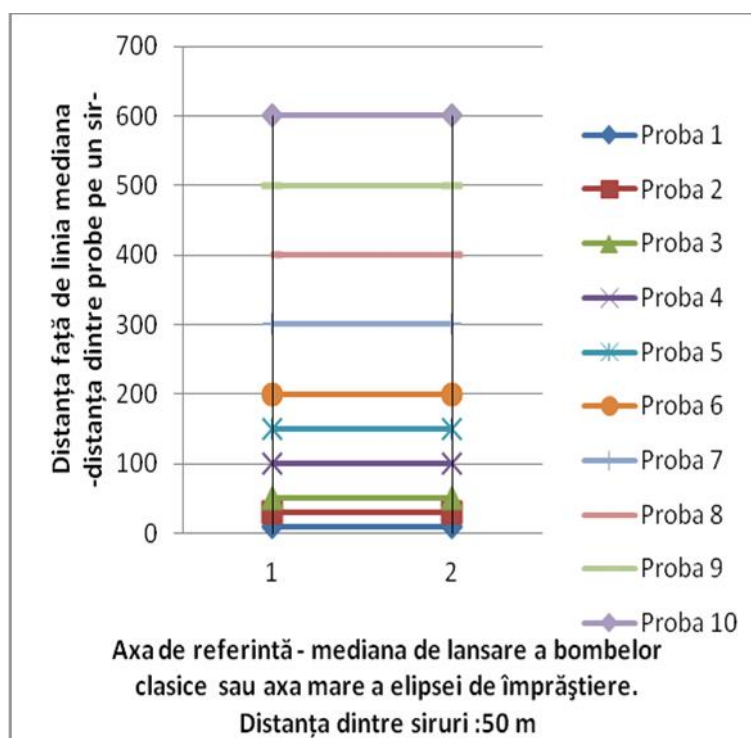


Fig. 6. 3 - Schema generală de prelevare a probelor pentru speciile de pești pelagici *Sprattus sprattus* și *Engraulis encrasicolus ponticus* în condițiile zonelor I și II supuse exploziilor submarine

Rezultatele prelucrării statistice obținute pentru cele 2 specii de pești pelagici (**Tabelul 6. 3; Tabelul 6. 4**) au evidențiat faptul că nu există diferențe semnificative pentru cele două seturi de măsurători efectuate la distanțe de 50 m pe lățime în cele 2 zone supuse experimentului.

Tabelul 6. 3

Valorile medii obținute pentru specia *Sprattus sprattus* în cazul celor două zone supuse exploziilor submarine

Specia /Zona experimentală	Numărul recoltării /sirului	Indici statistici	Clase de dimensiuni			
			< 8 cm	8-10 cm	10-12 cm	>12 cm
<i>Sprattus</i>	Recoltare I	$X \pm ES$	$0,60 \pm 0,51$	$0,8 \pm 0,29$	$0,40 \pm 0,16$	$0,20 \pm 0,13$
		n	10	10	10	10
	Recoltare II	$X \pm ES$	$0,90 \pm 0,56$	$1,00 \pm 0,29$	$0,40 \pm 0,16$	$0,30 \pm 0,15$

<i>sprattus</i> Zona experimentală 1	(distanța 50m)	n	10	10	10	10
		t	1,23	0,48	0,00	0,49
		p ≤	0,23/NS	0,63/NS	1,00/NS	0,62/NS
		± M%	+ 50,00	+25,00	= 1,00	+ 50,00
<i>Sprattus sprattus</i> Zona experimentală 2	Recoltare I	X ± ES	0,50 ± 0,21	0,10 ± 0,10	0,10 ± 0,10	0,00 ± 0,00
		n	10	10	10	10
	Recoltare II (distanța 50m)	X ± ES	0,60 ± 0,26	0,20 ± 0,13	0,10 ± 0,10	0,00 ± 0,00
		n	10	10	10	10
		t	0,28	0,60	0,00	0,00
		p ≤	0,77/NS	0,55/NS	1,00/NS	0,00/NS
		± M%	+ 20,00	+ 100,00	= 1,00	= 1,00

Tabelul 6.4

Valorile medii obținute pentru specia *Engraulis enchrasicolus ponticus* în cazul celor două zone supuse exploziilor submarine

Specia /Zona experimen- tală	Numărul recoltării /sirului	Indici statistici	Clase de dimensiuni			
			< 8 cm	8-10 cm	10-12 cm	>12 cm
<i>Engraulis enchrasicolus ponticus</i> Zona experimentală 1	Recoltare I	X ± ES	0,40 ± 0,22	0,00 ± 0,00	0,10 ± 0,10	0,20 ± 0,20
		n	10	10	10	10
	Recoltare II (distanța 50m)	X ± ES	0,50 ± 0,22	0,10 ± 0,10	0,20 ± 0,20	0,10 ± 0,10
		n	10	10	10	10
		t	0,31	0,00	0,40	0,44
		p ≤	0,75/NS	0,00/NS	0,66/NS	0,66/NS
		± M%	+ 25,00	+ 0,00	+ 100,00	- 50,00
<i>Engraulis enchrasicolus ponticus</i> Zona experimentală 2	Recoltare I	X ± ES	1,11 ± 0,37	0,10 ± 0,10	0,30 ± 0,15	0,60 ± 0,33
		n	10	10	10	10
	Recoltare II (distanța 50m)	X ± ES	1,40 ± 0,56	0,10 ± 0,10	0,40 ± 0,16	0,70 ± 0,39
		n	10	10	10	10
		t	0,44	0,00	0,44	0,19
		p ≤	0,66/NS	1,00/NS	0,66/NS	0,85/NS
		± M%	+ 26,12	= 1,00	+ 33,33	+ 16,66

NOTĂ: “X±ES” –media aritmetică și eroare standard, “n” - număr de probe individuale care au constituit în final media aritmetică, “t” - valoarea testului “t” a lui Student, “p” - pragul de semnificație stabilit pe baza valorii lui “t” (modificarea a fost considerată semnificativă din punct de vedere statistic pentru o valoare a lui “p” ≤0.05), “± M%” - diferența procentuală dintre lotul în cauză și lotul martor, “NS” - modificare nesemnificativă statistic.

Din analiza datelor obținute, putem observa că rezultatele teoretice estimate privind efectele letale datorită exploziei submarine asupra celor două specii de pești pelagici au fost confirmate și *în situ*, rezultând următoarele concluzii:

- în cazul exploziilor bombelor antisubmarin BR-6000, nu a fost înregistrată mortalitate în randul speciilor la distanțe mai mari de 500 m (1 exemplar din specia *Engraulis encrasicolus ponticus* la 400 m) confirmând astfel pragul de mortalitate de 10% pentru o distanță letală de 428m la o presiune în frontul undei de șoc de 211 KPa;

- în cazul exploziilor bombelor antisubmarin BAS-66, a fost înregistrată mortalitate în randul ambelor specii la distanțe mai mari de 500 m, confirmând astfel pragul de mortalitate de 10% pentru o distanță letală de 610 m la o presiune în frontul undei de șoc de 244 KPa;

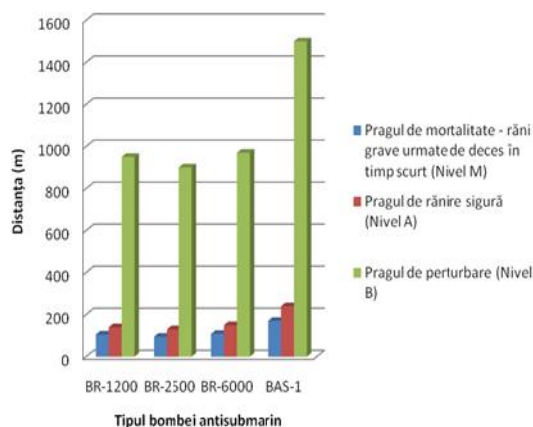
- mortalitatea la distanțe mai mari de 400 m a fost întâlnită preponderent în cazul exemplarelor tinere (masă mai redusă) mai ales în cazul speciei ***Sprattus sprattus***, confirmând afirmațiile lui Young (1991) care consemnează că exemplarele tinere vor fi mai vulnerabile decât exemplarele adulte;

- numărul exemplarelor moarte depinde foarte mult de localizarea spațială inițială a bancului de pești (mai ales a speciilor pelagice) față de centrul exploziei, astfel încât o estimare corectă a numărului total de exemplare moarte, a biomasei globale se poate realiza numai după un studiu inițial al compoziției calitative și cantitative a zonei experimentale;

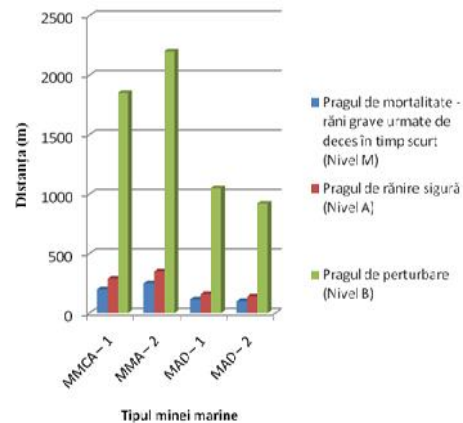
- analiza perioadelor critice din punct de vedere al vulnerabilităților speciilor, pentru perioadele anului raportate la adâncimea raionului, ne indică faptul că producerea exploziilor în perioada aprilie – iunie sub izobata de 60 m, ar avea efecte maxime asupra populațiilor de pești, întrucât în această perioadă au loc majoritatea migrațiilor pentru împerechere și hrană.

A treia etapă a cuprins estimarea efectelor exploziilor submarine în cazul utilizării diferitelor mijloace sub apă asupra mamiferelor marine din zona costieră de NV a Mării Negre prin determinarea valorilor distanțelor calculate pentru pragul de apariție a nivelurile de impact conform literaturii de specialitate ([Anexa 6.4](#) ; [Anexa 6.5](#)), evidențiind următoarele rezultate :

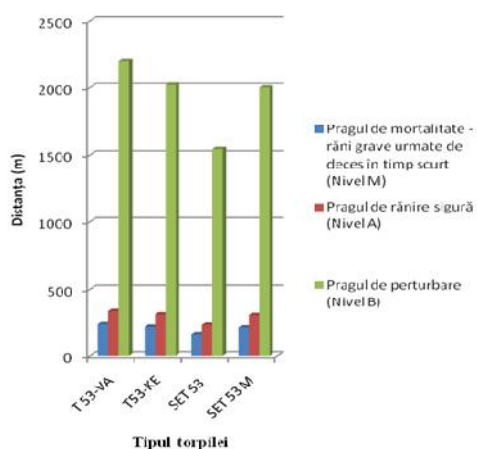
- Valorile obținute se încadrează în intervalele menționate pentru pragurile de apariție a nivelurilor de impact confirmate în literatura de specialitate la nivel internațional (MMPA, Parvin et al., 2007);
- Impactul cel mai pronunțat asupra celor trei specii de delfini (*Phocena phocena*, *Dephinus delphis* și *Tursiops Tursiops*) se va produce în situația în care vor fi utilizate mina tip MMA-2 și torpila T 53-VA, pragurile de mortalitate respectiv rănire sigură fiind estimate a fi atinse la distanțe de 240-250 (m) respectiv 335- 350(m), mamiferele fiind perturbate în cazul exploziilor celor 2 mijloace de luptă la distanțe de 2200 (m) (**Fig. 6. 4**);
- Impactul cel mai redus se estimează a fi întâlnit în cazul utilizării bombelor reactive (BR - 1200, BR-2500 și BR -6000), depinzând direct de cantitatea și natura explozibilului.



a



b



c

Fig. 6.4 - Estimarea efectelor exploziilor submarine asupra mamiferelor marine în cazul utilizării: a-bombelor antisubmarin; b-minelor marine; c- torpilelor

Valorile au fost calculate în cazul utilizării unei singure încărcături explozive (unui singur mijloc de luptă). În realitate, în cazul aplicațiilor, se utilizează (mai ales în cazul bombelor reactive) mai multe încărcături explozive pentru îndeplinirea obiectivului aplicației, astfel încât distanțele calculate pentru pragul de apariției a nivelurilor de impact pot fi “translate” cu distanțele dintre exploziile succesive la care se adaugă distanța calculată tabelar.

În cea de a **patra etapă**, au fost prezentate efectele estimate ale exploziei submarine asupra unor specii de nevertebrate din zona costieră de NV a Mării Negre pe tipuri de mijloace de luptă, concluzionând că efectele majore asupra nevertebratelor marine pot apărea în cazul utilizării bombelor antisubmarin și minelor marine.

În cazul detonației (minele MAD-1 sau MAD-2), pe fundurile nisipoase din nordul litoralului la adâncimi între 0,5 - 20,0 (m) (fig 6.11) vor fi afectate biocenozele cu *Lentidium mediterraneum* sau speciile asociate ce prezintă biomase importante ca alte specii de scoici endopsamice (*Cerastoderma edule*, *Chione galina*), sau organisme epipsamice: viermi segmentați (*Neanthes succinea*), melci (*Hinia reticulata*, *Cyclope neritea*) sau crabi (*Liocarcinus holsatus*), precum și speciile de scoici nou introduse: *Mya arenaria* și *Scapharca inaequivalvis*.



Fig. 6.5 - Explozia unei mine antidesant în apele puțin adânci la litoral (0-5m). Foto: Arhiva ANMB

Dacă detonația s-ar produce în zona de sud a litoralului românesc al Mării Negre, pe fundul tare, pietros, biocenozele afectate cele mai importante sunt date de midiile de piatră - *Mytilus galoprovincialis*. În macrozoobentos, vor suferi dislocarea substratului pe lângă unele specii sesile (*Actina equina*, *Mytilaster lineatus* și *Balanus improvisus*) și specii vagile: viermi segmentați (*Hediste diversicolor*), melci și crustacee.

B. Principalele efecte estimate asupra ecosistemelor marine costiere din zona de NV a Mării Negre induse de folosirea mijloacelor de luptă de suprafață pe baza rapoartelor și măsurătorilor existente

Studiile întreprinse pe această direcție, au vizat estimarea efectelor asupra ecosistemelor marine costiere din zona de NV a Mării Negre pe baza observațiilor din perioada 2005-2010 și raportarea acestora la rezultatele similare existente în literatura de specialitate, estimându-se că efectele tragerilor de artilerie și cu armamentul de infanterie vor avea un efect mult mai limitat asupra ecosistemelor marine costiere din zona de NV a Mării Negre decât impactul menționat anterior în literatura de specialitate. Rachetele utilizate împotriva țintelor aeriene ar avea un impact semnificativ asupra mediului marin, dacă ele ar lovi suprafața mării după terminarea cursei, producând unde de șoc care ar putea omorî sau produce leziuni grave populațiilor de pești sau mamifere. Focoasele explozive folosite în exercițiile de rachete aer-aer, determină explozia în aer, dezintegrarea, urmată de căderea în apa mării.

Principalul raion utilizat în cazul lansărilor de rachete navale din perioada 2005-2010, a fost poligonul de la Capul Midia – Năvodari (**Fig. 6. 6**)



Fig. 6.6 - Exercițiul "Vectorul 2010", lansare de rachetă -Capul Midia. Sursa: www.navy.ro

Până la această dată, nu au fost raportate mortalități/răniri ale exemplarelor de pești sau mamifere în această zonă, întrucât rachetele au fost dotate cu cap inert, ca atare putem observa că exercițiile cu lansări de rachete nu ar conduce la efecte adverse pentru biota din zonă.

C. Efectele emisiilor hidro-acustice de la bordul navelor militare asupra mediului marin în general

În cadrul studiului efectelor emisiilor hidro - acustice, se prezintă o recenzie a literaturii în domeniu axată pe efectele emisiilor sonarelor asupra hidrobionților pe trei mari categorii de frecvențe (de joasă frecvență <1 kHz; frecvență medie (1 kHz - 10 kHz) și ridicată >10 kHz) și a cazului general al sonarelor de intensitate înaltă, concluzionând că există o lipsă de informații bazate pe experimente cu privire la efectele expunerii la sunetele provenind de la sonare pentru marea majoritate a speciilor de pești și nevertebrate, în timp ce impactul zgomotului antropic asupra mamiferelor marine a fost studiat extensiv. Deasemenea, se observă că dintre sursele de zgomot și emisii ale undelor sonore sub apă, sonarele militare (sonarul de frecvență joasă < 1 kHz) sunt cele responsabile de efectele nocive cele mai puternice asupra organismelor marine, mai ales asupra speciilor de mamifere, întrucât peștii nu au vezică înotătoare suficient de mare pentru a rezona în banda de frecvență redusă, cu excepția câtorva specii (*Thunnus*).

7. INFLUENȚA EMISIILOR SONORE ASUPRA UNOR SPECII REPREZENTATIVE DE LA LITORALUL ROMANESC AL MĂRII NEGRE - SUPUNEREA UNOR LOTURI EXPERIMENTALE DE *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* ȘI *APOLLONIA (NEOGOBIUS) MELANOSTOMUS* ÎN LABORATOR ȘI IN SITU LA DIVERSE SURSE DE ZGOMOT PRODUS DE NAVE ȘI ECHIPAMENTE DE HIDROLOCAȚIE (HIDROFON)

Îndeplinirea celui de al doilea obiectiv al tezei, a cuprins două etape distincte:

A. Măsurători (înregistrări) efectuate ale emisiilor sonore și efectele acestora asupra speciei *Mytilus galloprovincialis*

Prin utilizarea unor echipamente și metodologii experimentale adecvate (valorile experimentale privind măsurătorile nivelului de zgomot au fost sintetizate pe număr de experimente, bazine și surse (**Fig. 7. 1**), am constatat că indicatorii biochimici pentru stressul oxidativ (superoxid dismutaza, catalaza, glutatión redus și malonildialdehidă) ai țesuturilor midiilor expuse la diferite emisii de zgomot scot în evidență faptul că acțiunea sunetelor de frecvență joasă (de la 300 Hz) în bazine experimentale, după 144 de ore, nu induce stress oxidativ (**Fig. 7. 2a**), creșterea concentrației de malonildialdehidă, în cazul unei expuneri mai mari (216 ore) la sunete de frecvență joasă sprijină ipoteza prezenței stressului oxidativ (**Fig. 7. 2b**)

Valorile măsurate ale nivelului de zgomot în cadrul primului experiment

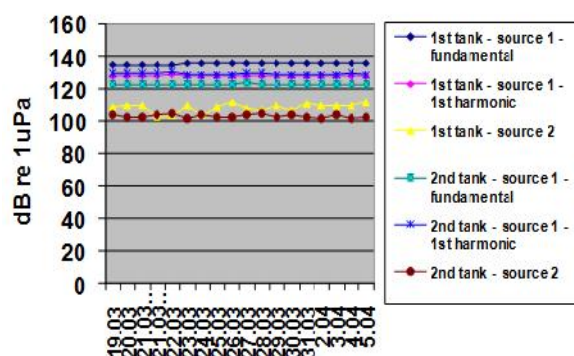
Ziua	Nivelul de zgomot (dB re 1μPa)							
	Bazinul 1				Bazinul 2			
	Sursa 1		SPL	SPL	Sursa 1		SPL	SPL
	Frecvența fundamentală $f = 50 \text{ Hz}$	Prima armonică $f = 100 \text{ Hz}$			Frecvența fundamentală $f = 50 \text{ Hz}$	Prima armonică $f = 100 \text{ Hz}$		
19.03	135	128	109	138	123	130	104	134
20.03	135	128	110	138	123	130	103	134
21.03	135	128	110	138	123	130	103	134
21.03	135	128	103	138	123	130	104	134
22.03	135	129	104	138	123	131	105	135
23.03	136	128	110	138	123	129	102	133
24.03	136	128	104	138	123	129	104	133
25.03	136	128	109	138	123	129	103	133
26.03	136	128	112	138	123	129	103	133
27.03	136	128	108	138	124	130	104	134
28.03	136	128	107	138	123	130	105	134
29.03	136	128	110	138	123	129	103	134
30.03	136	128	107	138	123	129	104	133
31.03	136	128	111	138	123	129	103	133
2.04	136	128	110	138	123	129	102	133
3.04	136	128	110	138	123	129	104	133
4.04	136	128	110	138	123	130	102	134
5.04	136	128	112	138	123	129	103	133

a

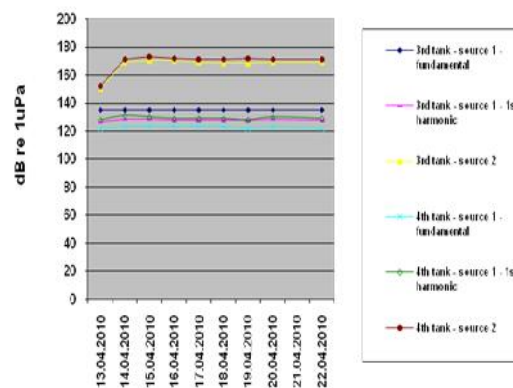
Valorile măsurate ale nivelului de zgomot în cadrul celui de-al doilea experiment

Ziua	Nivelul de zgomot (dB re 1μPa)							
	Bazinul 3				Bazinul 4			
	Sursa 1		SPL	SPL	Sursa 1		SPL	SPL
	Frecvența fundamentală $f = 50 \text{ Hz}$	Prima armonică $f = 100 \text{ Hz}$			Frecvența fundamentală $f = 50 \text{ Hz}$	Prima armonică $f = 100 \text{ Hz}$		
13.04	135	126	150	151	122	128	152	152
14.04	135	128	169	170	123	131	171	172
15.04	135	128	170	170	123	130	173	173
16.04	135	127	170	170	123	129	172	170
17.04	135	127	169	170	123	129	171	171
18.04	135	127	168	169	123	129	171	172
19.04	135	127	168	169	122	128	172	172
20.04	135	128	169	169	123	130	171	171
22.04	135	127	169	169	122	129	171	172

b



c



d

Fig. 7. 1 - Valorile măsurate ale nivelului de zgomot și reprezentarea grafică a evoluției acestuia în cazul celor două experimente: a – valorile măsurate ale nivelului de zgomot în cadrul primului experiment; b - valorile măsurate ale nivelului de zgomot pentru experimentul nr. 2; c - reprezentarea grafică a evoluției nivelului de zgomot pentru primul experiment; d - reprezentarea grafică a evoluției nivelului de zgomot pentru experimentul nr. 2.

Grupul experimental	Index statistic	SOD	CAT	GSH	MDA
		U/mg proteină		mcg/mg proteină	nmol/mg proteină
Grupul de control din laborator	X±ES	4.54 ± 2.93	1.04 ± 0.63	1.10 ± 0.28	2.59 ± 0.92
	n	9	9	10	10
	t	-	2.54	9.68	5.33
	P	NS	0.02	0.001	0.001
	+/- M%	+ 12.09	+ 116.66	- 141.81	+ 172.63
Grupul experimental 1	X±ES	5.80 ± 3.00	1.47 ± 1.09	2.91 ± 0.12	1.61 ± 0.31
	n	10	8	9	9
	t	-	-	2.06	3.16
	P	NS	NS	0.03	0.001
	+/- M%	+ 27.75	+ 41.34	+ 164.54	- 60.86
Grupul experimental 2	X±ES	2.82 ± 1.06	0.63 ± 0.30	1.17 ± 0.42	2.12 ± 0.84
	n	9	10	9	9
	t	2.29	-	-	-
	P	0.03	NS	NS	NS
	+/- M%	- 60.99	- 65.07	+ 6.36	- 22.16

a

Grupul experimental	Index statistic	SOD	CAT	GSH	MDA
		U/mg proteină		mcg/mg proteină	nmol/mg proteină
Grupul de control din laborator	X±ES	7.81 ± 2.54	1.41 ± 0.37	1.92 ± 0.30	2.03 ± 0.61
	n	10	10	10	10
	t	4.48	7.02	3.37	4.92
	P	0.001	0.001	0.003	0.001
	+/- M%	+ 92.63	+ 182.00	- 29.68	+ 113.68
Grupul experimental 1	X±ES	4.10 ± 1.02	0.65 ± 0.20	2.80 ± 0.80	4.61 ± 1.96
	n	10	10	9	10
	t	4.27	6.38	2.96	3.96
	P	0.001	0.001	0.001	0.001
	+/- M%	- 90.48	- 156.36	- 45.83	+ 127.09
Grupul experimental 2	X±ES	4.05 ± 1.47	0.83 ± 0.36	2.31 ± 0.46	4.65 ± 0.48
	n	10	10	10	10
	t	4.03	3.40	2.22	10.57
	P	0.001	0.003	0.03	0.001
	+/- M%	- 92.83	- 69.87	- 20.31	+ 129.66

b

Fig. 7. 2 - Valorile medii ale: superoxid dismutaza, catalaza, glutation redus și malonildialdehida după:
a – 144 ore de expunere la emisii acustice de 7 V RMS la 300 Hz; b - 216 de ore de expunere la emisii acustice de 7 V RMS la 300 Hz

În experimente, am ales o frecvență fixă pentru semnalul generat de hidrofoane peste un semnal de bandă largă, în scopul de a identifica contribuția hidrofoanelor la SPL. Pentru frecvențele mai mici, zgomotul injectoarelor de oxigen domină spectrul de frecvențe, iar atunci când avem frecvențe mai mari, zgomotul hidrofoanelor este principala sursă de zgomot.

În cazul expunerii midiilor la sunete de înaltă frecvență (de la 16 kHz), la durate mai mari de 72 de ore, se observă inducerea stressului oxidativ (**Fig. 7. 3a; Fig. 7. 3b**).

În ultima perioadă de 72 de ore de expunere la zgomotul de 173 dB (însușind 216 ore), valorile medii analizate ale parametrilor biochimici au arătat o implicare directă a sistemelor antioxidante celulare de apărare împotriva radicalilor liberi dar și faptul că acestea au intrat în incapacitate de a proteja celulele (**Fig. 7. 3b**), dovada instalării stressului oxidativ de nivel mediu

Grupul experimental	Index statistic	SOD U/mg proteină	CAT U/mg proteină	GSH mcg/mg proteină	MDA nmol/mg proteină
Grupul de control din laborator	X=ES	4.69±1.26	0.76±0.32	0.52±0.22	0.80±0.68
	n	10	10	10	10
	t	7.46	-	9.55	-
	P	0.001	NS	0.001	NS
Grupul experimental 3	X=ES	6.22±1.01	1.22±0.22	0.22±0.08	0.49±0.29
	n	10	10	10	10
	t	2.97	3.67	4.02	-
	P	0.008	0.001	0.001	NS
Grupul experimental 4	X=ES	6.09±1.79	1.46±0.15	0.36±0.18	0.51±0.24
	n	10	10	10	10
	t	2	6.12	-	-
	P	0.05	0.001	NS	NS

a

Grupul experimental	Index statistic	SOD U/mg proteină	CAT U/mg proteină	GSH mcg/mg proteină	MDA nmol/mg proteină
Grupul de control din laborator	X=ES	6.50±0.52	1.14±0.28	1.75±0.22	0.78±0.24
	n	10	10	10	10
	t	27.55	5.57	3.11	4.91
	P	0.001	0.001	0.005	0.001
Grupul experimental 3	X=ES	5.56±1.07	1.07±0.27	1.93±0.45	1.12±0.50
	n	10	10	10	10
	t	2.22	-	-	-
	P	0.03	NS	NS	NS
Grupul experimental 4	X=ES	3.86±1.98	1.10±0.43	2.04±0.33	1.43±0.20
	n	10	10	10	10
	t	4.07	-	2.30	6.52
	P	0.001	NS	0.03	0.001

b

Fig. 7. 3 - Valorile medii ale: superoxid dismutaza, catalaza, glutation redus și malonildialdehida după:
a – 144 ore de expunere la emisii acustice de 173 dB la 16 KHz; b - 216 de ore de expunere la emisii acustice de 173 dB la 16 KHz.

b. Rezultate și discuții privind emisiile sonore și efectele acestora asupra speciei *Neogobius melanostomus*

În timpul perioadei experimentale în ansamblu (zece zile de captivitate 08.10-18.10 2010) guvizii au suferit la un zgomot sub apă moderat și variat (**Fig. 7. 4a; Fig. 7. 4b; Fig. 7. 4c**), atât grupul de testare, cât și grupul de control (GC) fiind supuse de asemenea, zgomotului ambiental generat de traficul din port – a se vedea subcap 8.1 – înregistrări diferite cu zgomotele navelor. Nivelurile de zgomot ambientale însumate conform spectrogramei sunt relativ constante, între 121 - 123 dB re 1 Pa (**Fig. 7. 4d**). Între 10 și 12 octombrie, loturile experimentale de guvizi au fost expuse la zgomotul de la sursă (mecanismul hidro - pneumatic), cu un ritm de emisii ale sunetelor de o oră și 2 ore pauză. Nivelurile de zgomot au fost în intervalul de la 157 dB re 1 Pa la 163 dB re 1 Pa.F

Între 13 și 15 octombrie, ritmul de expunere a peștilor la vibrații a fost modificat. Generatoarele Diesel ale navei au fost folosite suplimentar ca surse de zgomot. Pe 14 octombrie, după măsurarea zgomotului ambiental, un generator diesel a fost pornit și a funcționat timp de aproximativ 25 de minute. Apoi, a fost pornit al doilea generator Diesel și am înregistrat un alt zgomot de 25 de minute. După o perioadă de 3 ore de pauză, sursa de zgomot a fost pornită. După 10 minute, primul generator a fost alimentat și după încă 10 minute, al doilea. Cu un generator Diesel, nivelul de zgomot a fost 139 dB, cu două generatoare Diesel -145 dB și atât cu generatoarele cât și cu sursa de zgomot nivelul a crescut la 159 dB (**Fig. 7. 4**).

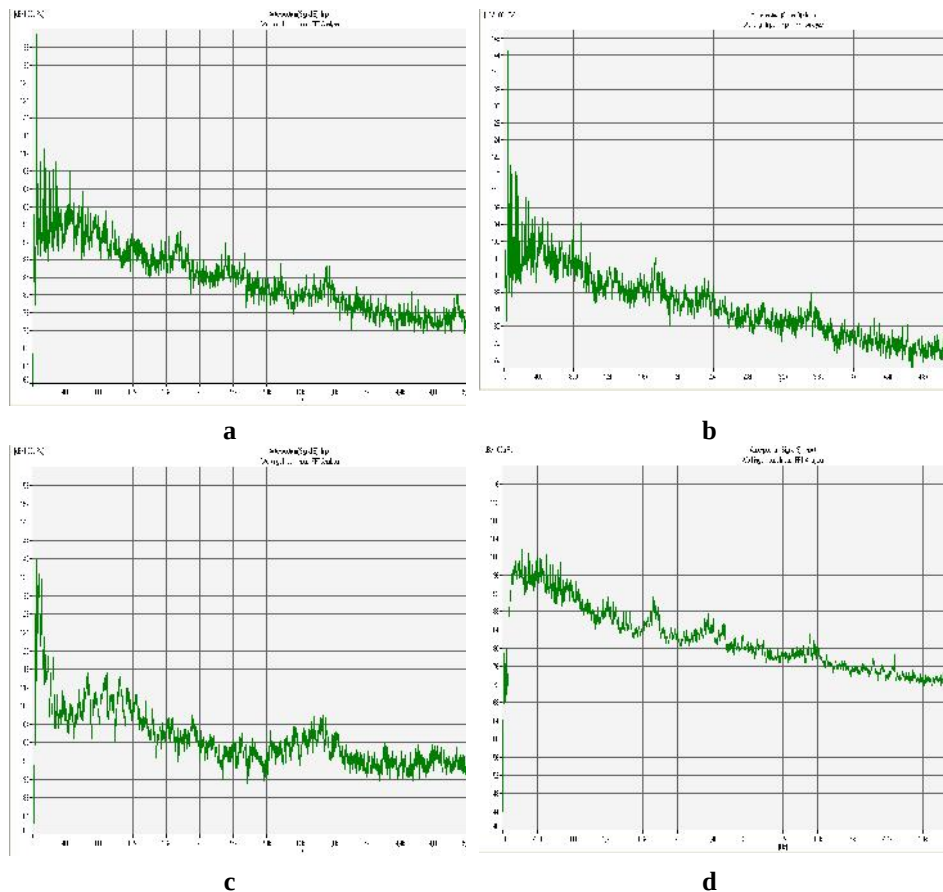


Fig. 7. 4 Spectrograma zgomotului măsurat : a - cu un generator : 139 dB re 1 Pa; b - cu două generatoare : 145 dB re 1 Pa; c - cu două generatoare și sursa de zgomot : 159 dB re 1 Pa; d – a mediului subacvatic înconjurător în zona grupului de control: 121 - 123 dB re 1 Pa

În ultimele 48 de ore, sursa de zgomot a fost stabilizată pentru a genera zgomot crescător. De asemenea, o cameră video subacvatică a fost plasată în partea din față a cuștii la grupul experimental 2. Mișcările guvizilor au fost înregistrate în timpul acestor emisii. Nivelurile maxime măsurate au fost de la 156 dB re 1 Pa la 167 dB re 1 Pa.

Creșterea intensității vibrațiilor (157 - 163 dB re 1 Pa), cu un ritm constant de expunere (o oră de activitate a mecanismului hidro - pneumatic, două ore pauză) determină instalarea stressului oxidativ după 72 de ore, dovedit de scăderea concentrației de superoxid dismutaza, catalaza, glutathion redus, ca urmare a creșterii concentrației radicalilor liberi ai oxigenului generați de stress (**Fig. 7. 5a, Fig 7. 6**) (unii pești captivi situați în proximitatea sursei de zgomot au murit după o expunere de 72 de ore (GE - 1).

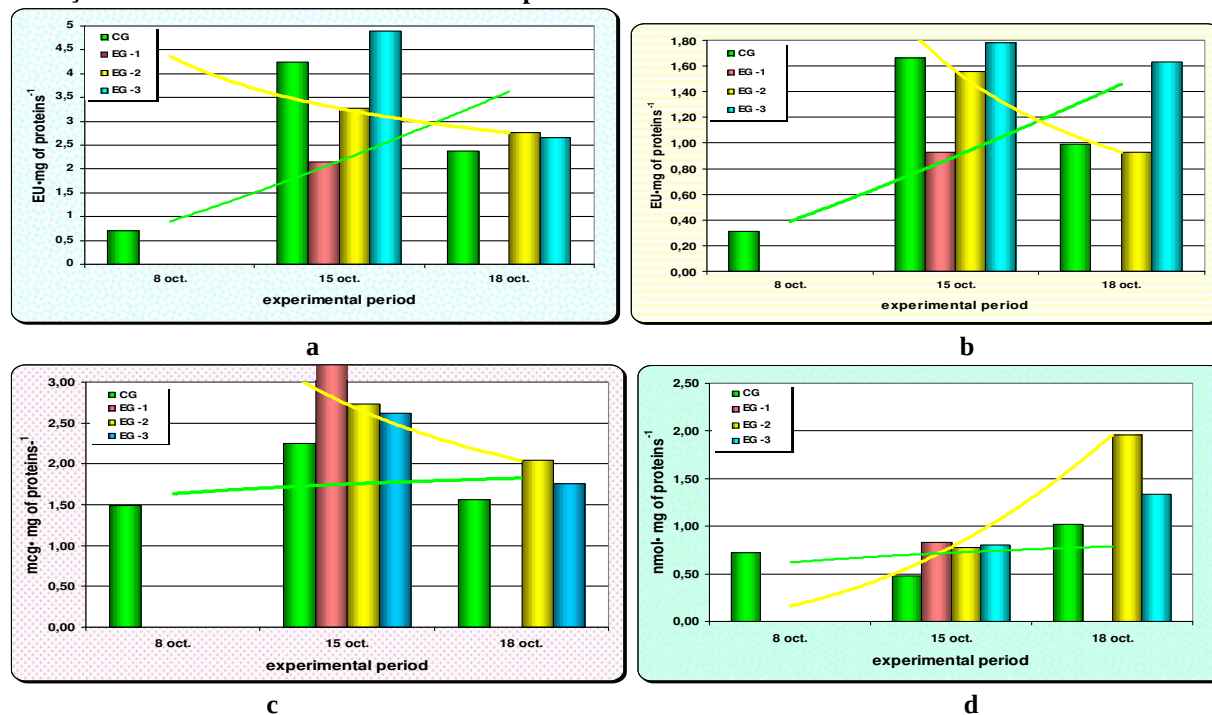
Expunerea guvizilor la o intensitate crescută și vibrații diferite (156 dB re 1 Pa și 167 dB re 1 Pa), pentru o altă perioadă de 72 de ore, induce stress oxidativ sever confirmat prin valorile indicatorilor specifici biochimici analizați, în special de concentrația de malonildialdehidă, care arată că apare, de asemenea, liză celulară (**Fig 7. 5b, Fig. 7. 6**)

Grupul experimental	Index statistic	SOD	CAT	GSH	MDA
		U/mg proteină	mcg/ mg proteină	nmol/ mg proteină	
Grupul de control (15.10.2010)	X=ES	4.25±0.17	1.66±0.12	2.25±0.15	0.48±0.05
	n	5	6	6	5
GE-1 (15.10.2010)	X=ES	2.15±0.32	0.93±0.12	3.21±0.19	0.83±0.03
	n	6	6	6	6
	t	5.10	6.67	5.79	4.13
	p≤	0.001	0.001	0.01	0.05
	+/-M%	-56.91	-53.73	-50.69	+23.88
GE-2 (15.10.2010)	X=ES	3.27±0.34	1.56±0.17	2.73±0.20	0.78±0.01
	n	6	6	6	6
	t	2.38	1.55	2.51	3.75
	p≤	0.05	NS(>0.05)	0.05	0.05
	+/-M%	-30.46	-22.38	-58.06	+16.41
GE-3 (15.10.2010)	X=ES	4.79±0.20	1.78±0.18	2.62±0.28	0.80±0.05
	n	6	6	6	6
	t	1.76	2.09	3.57	8.58
	p≤	NS(>0.05)	NS(>0.05)	0.05	0.01
	+/-M%	-2.00	-11.44	-59.75	+19.40

a

b

Fig. 7. 5 - Valorile medii ale: superoxid dismutaza (SOD), catalaza (CAT), glutation redus (GSH) și malonildialdehida (MDA) în ficat, pe parcursul celor 10 zile de expunere ritmică a guvizilor la zgomotul cuprins între: a- 157 - 163 dB re 1 Pa pentru o perioadă de 72 de ore (mecanism hidro-pneumatic), urmată de 72 de ore la 139/145/159 dB; b- intervale scurte de zgomot de intensitate variabilă (139 dB re 1 Pa, 145dB re 1 Pa și 159 dB re 1 Pa) pe parcursul ultimei perioade de 72 ore.



c

d

Fig. 7. 6 - Dinamica concentrației de SOD (a) și CAT (b) GSH (c) și MDA (d) în țesutul hepatic al guvizilor ce au fost expuși timp de 72 de ore la un zgomot ce a variat între 157 dB re 1 Pa și 163 dB re 1 Pa re iar în ultimele 72 de ore la 139/145/159 dB.

Nu există până la această dată, nicio audiogramă pentru speciile specifice de guvizi la Marea Neagră (ex *Neogobius melanostomus*, *Gobius niger*, etc), în cadrul cercetărilor efectuate neavând posibilitatea realizării unor astfel de studii. Cu toate acestea, există disponibilă în literatura de specialitate pentru specia guvidele cu gura roșie (*Gobius cruentatus*), care poate detecta sunetul între 100 și 700 de Hz (testat de frecvență 100-3000 Hz) (Fig. 7. 7) Wysocki et al., (2009).

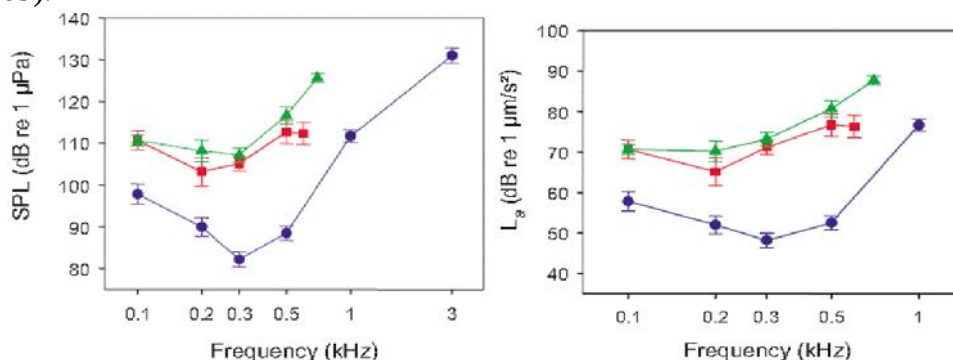


Fig. 7. 7 - Audiograme la SPLs medie (a) accelerarea particulelor (b) cu nivelurile de praguri auditive pentru trei specii investigate. Triunghi - *Gobius cruentatus*; pătrat - *Chromis Chromis*; cerc - *Sciaena umbra*. Figură după Wysocki et al., (2009)

Prin adaptarea acestei audiograme la condițiile concrete ale parametrilor măsurăți aferenți diferitelor surse de zgomot, se observă din analiza spectrogramelor înregistrate (Fig. 7. 7) în toate cele 3 cazuri, că intensitatea maximă a emisiilor acustice a avut loc în intervalul de frecvențe 0 - 800 Hz, ceea ce coincide cu intervalul de maximă receptivitate a speciei *Gobius cruentatus* luată ca prag de referință. Trebuie subliniat faptul, că rezultatele obținute în urma dezvoltării modelului experimental, scot în evidență că factorul generator de stres este rezultanta a două surse independente: **captivitatea și zgomotul**.

8. IDENTIFICAREA NIVELULUI ZGOMOTULUI SUB APĂ ÎN ZONA PORTULUI CONSTANȚA ȘI RĂSPUNSUL SONOR AL DELFINILOR (*Sp. TURSIOPS TRUNCATUS*)

În cadrul obiectivului 3 al tezei am efectuat măsurători și prelucrări ale semnalelor, în condițiile traficului costier, pe două direcții – evaluarea zgomotului de fond și evaluarea emisiilor sonore ale delfinilor.

a. Evaluarea nivelului de fond al zgomotului subacvatic

Experimentul a constat în măsurarea zgomotului de fond sub apă produs de diferitelor tipuri de nave comerciale și militare radiat în apă la adâncimi mici (20-30 metri) și la distanțe scurte până la medii (100-500 m până la 2 Mm) și realizarea spectrogramelor pentru perioada cu trafic naval maxim. Măsurătorile au fost efectuate pentru 22 nave (Anexele 8.1, 8.2, 8.3).

Prima serie de măsurători s-a realizat în apropierea farului de intrare în port într-o zonă din vecinătatea „canalului de trafic” naval și totodată zonă a interferențelor sonore de la valurile reflectate de dig (Fig. 5. 12 poz. 1, Fig. 8. 1a). La începutul măsurătorilor, zgomotul ambiental a fost de aproximativ **126 dB re 1 Pa**, nivel ridicat datorită interferențelor de la valurile reflectate de stabilopozii digului portuar. A doua serie de măsurători s-a făcut în rada interioară, mai depărtată de interferențele valurilor. Aici intensitățile din intervalul de frecvență 0 - 10 Hz au fost neglijabile în comparație cu nivelurile înregistrate la farul de intrare în port. La primul punct de

măsurare , chiar și cea mai mică navă produce o creștere a nivelului de zgomot sub apă de 23 dB. Cel mai înalt nivel a fost 151 ***dB re 1 Pa*** (Fig. 5. 12 poz 2, Fig. 8. 1b). Nivelurile cele mai ridicate ale intensității zgomotelor au fost înregistrate intervalul de frecvențe de 10 - 250 Hz.

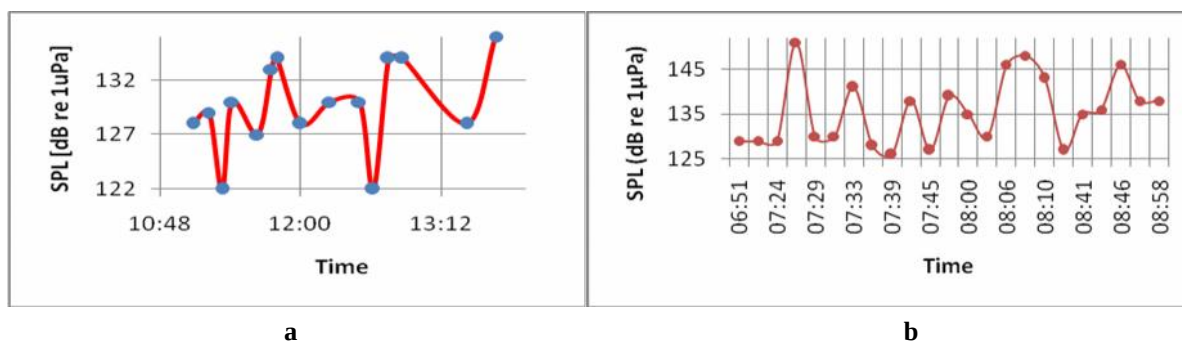


Fig. 8. 1 - Valorile determinate pentru nivelul zgomotului măsurat sub apă în zona de intrare a Portului Constanța Nord la data de: a - 08.05.2010; b - 24.05.2010

Analiza măsurătorilor zgomotului ambiental și estimarea tipului surselor de zgomot s-a realizat pe baza diagramelor FFT (Fig. 8. 2), precum și a tehnicilor de analiză timp - frecvență DWT (Fig. 8. 3)

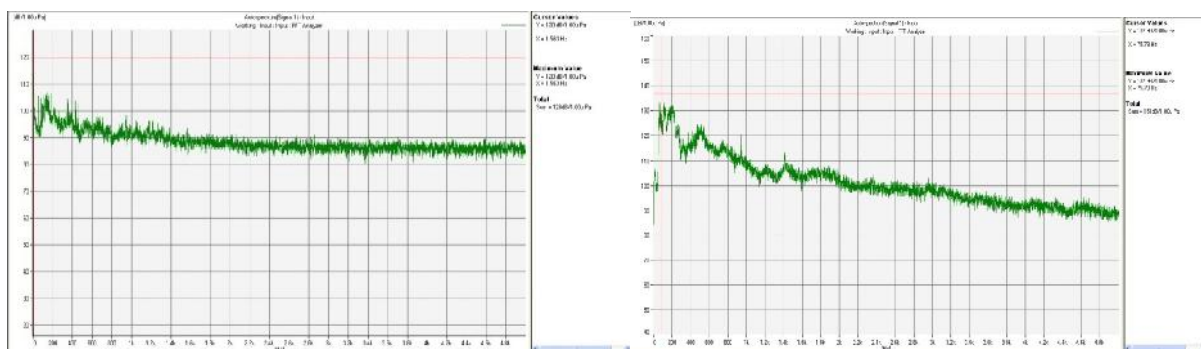


Fig. 8. 2 - Diagrama FFT pentru: a- nava Atasoylar (1,1 Nm la intrare); nava Oana (500m la intrare), înregistrată la orele 07.36; b- nava Eltem (100 m la intrare); nava Atasoylar (1,6 Nm la intrare) la orele 07.26

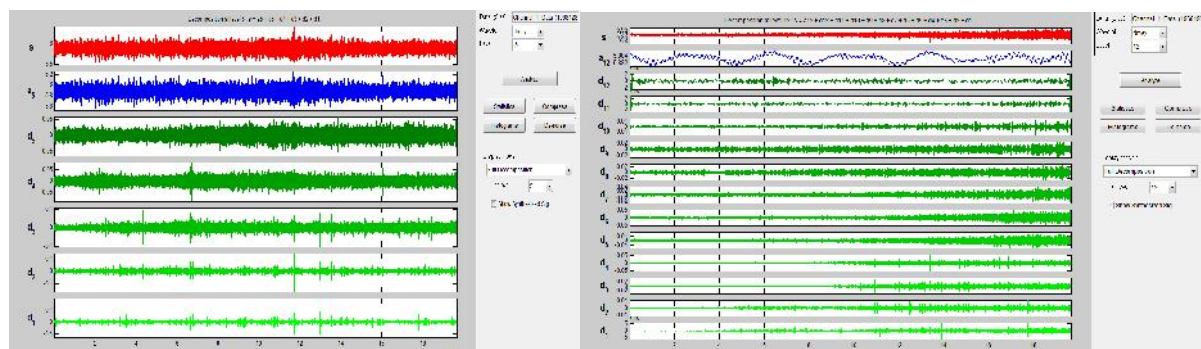


Fig. 8. 3 - Analiza DWT a semnalului acustic pentru: a - un cargou – pe 5 niveluri Meyer; b - un cargou – pe 12 niveluri Meyer.

În general, în sectoarele îndepărtate de traficul naval, măsurătorile indică vârfuri doar pentru valurile mării. Dar, în punctul nostru de măsurare, din cauza interferenței, zgomotul de fond măsurat la 08.19 are un nivel de **127 dB re 1μPa**. Vârfurile în intervalul 0 - 600 Hz descresc rapid după 600 Hz și rămân constante. Deci, este corect să se presupună că zgomotul de fond real este mai scăzut de **100 dB re 1μPa**. Acest lucru conduce la concluzia că **zgomotul de fond** este ridicat cu aproximativ **25 dB re 1μPa** din cauza interferențelor (Pricop et al., 2010, 2011).

b. Evaluarea emisiile sonore ale delfinilor (*Tursiops truncatus*)

Acțiunea a avut în vedere 4 obiective majore:

1. Măsurarea emisiilor sonore ale delfinilor;
2. Diferențierea/corelarea semnalelor sonore ale delfinilor de zgomotul de fond;
3. Analiza comparativă a înregistrărilor proprii cu cele din literatură;
4. Evaluarea căilor de valorificare teoretică și aplicativă a rezultatelor obținute în premieră la litoralul românesc.

O parte din semnalele acustice emise de către delfini, înregistrate și prelucrate adecvat sunt reprezentate distinct la nivel de metode de analiză ([Anexa 8.4](#)).

Zgomotul de fond sub apă, nu are o valoare constantă și induce comportamente diferite organismelor marine. Utilizându-se metode matematice adecvate (Fast Fourier Transform - FFT, Transformata Discretă Wavelet - DWT și Short Time Fourier Transform – STFT), am încercat clasificarea semnalelor sonore emise de către grupul de delfini localizați în zona portuară Constanța nord (**Fig. 8. 4**) în condițiile traficului naval din zonă, oferind posibilitatea determinării unor parametri ce țin de funcționalitatea grupului pe baza analizelor semnalelor acustice individuale - sex, vârstă, talie și relevanță socială în cârd.

În cazul nostru, au fost înregistrate un număr de de aproximativ 200 de vocalize, din care s-a reușit prelucrarea (Diagrame FFT, spectrogramele DWT și STFT) unui număr de 120 de semnale. Repartițiile pe cele 3 clase („tonale”, „izbucniri în impulsuri scurte”, „izbucniri în impulsuri lungi”) ale celor 120 de semnale distincte, a fost de 48 de semnale în categoria „tonale”, iar celelalte 72 în categoriile aparținând „izbucnirilor în semnale scurte și lungi” - “short burst pulse” respectiv “long burst pulse”. O categorie aparte a fost reprezentată de semnalele combinate, spre exemplu „burst + twitter” ([Anexa 8.4](#)).

Parametri aferenți semnăturii acustice de tip “fluier” pot varia în funcție de vârstă, sex și context. Delfini tineri (atât masculi și femele) au rate mai mari ale semnăturii “fluierului” decât adulții, iar rata scade mai repede cu vârsta pentru masculi decât femelele (Esch et al., 2009). Delfinii adulți produc prin urmare mai multe bucle pe fluier decât juveniții, prin urmare, putem concluziona că anumitor parametri aferenți semnăturii de tip fluier (de exemplu, frecvența, numărul de bucle și durata acestora) putem asocia nivelul de dezvoltare, excitare a unui delfin raportat la nivel individual, în cazul nostru semnalele de tip “**whistle**” provenind de la adulți au fost mult mai distincte decât cele provenite de la delfinii tineri.

Pe baza studiilor existente, delfinii majorează semnificativ nivelul de „fluierături” imediat ce o ambarcațiune se „mută” în zona lor de acțiune, creșterea având loc numai atunci când bărcile (ambarcațiunile) au fost la mai puțin decât 1,5 km de grupuri (Parijs et al., 2001). În cazul nostru, grupul, inclusiv perechea mamă - pui, a indicat o creștere a numărului de „fluierături” ca răspuns la trecerea ambarcațiunii. Această probă, sugerează că zgomotului produs de navele aflate

în tranzit afectează coeziunea grupului la delfini, mai ales în cazul recepției frecvențelor înalte (peste 10 kHz) și o creștere a intensității zgomotului.

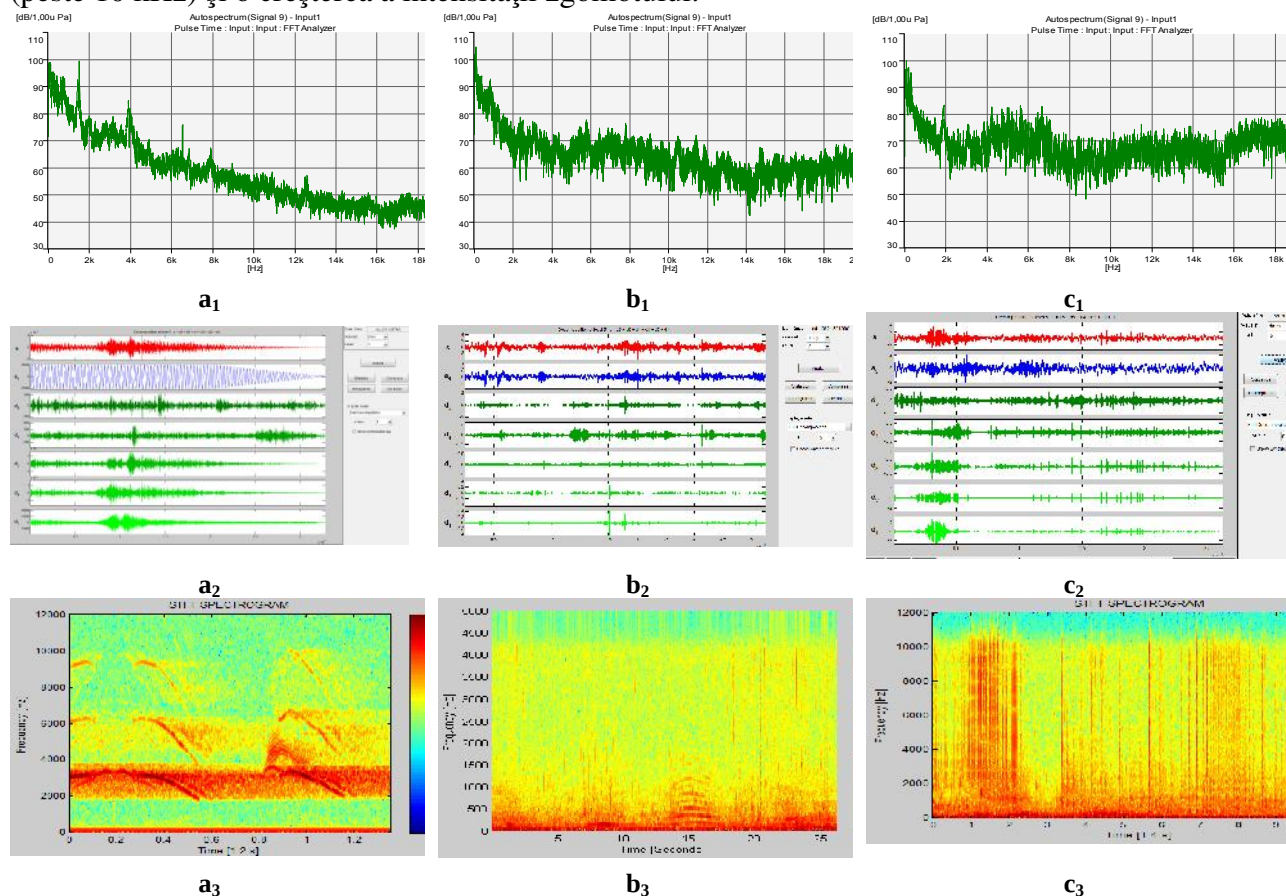


Fig. 8. 4 - Diagrame și spectrograme specifice pentru trei dintre semnalele înregistrate pentru specia de delfin *Tursiops truncatus* în zona portuară Constanța Nord la data de 24.05.2010: a - categoria “whistle” : a₁ Diagrama FFT; a₂ - Spectrograma DWT a₃ - Spectrograma STFT; b - categoria “twitter”: b₁-Diagrama FFT b₂ - Spectrograma DWT b₃ - Spectrograma STFT; c - categoria “short burst pulse”: c₁- Diagrama FFT c₂- Spectrograma DWT c₃- Spectrograma STFT.

9. SIMULAREA IMPACTULUI ACȚIUNILOR MILITARE ÎN SITUAȚII DE CONFLICT PRIN UTILIZAREA SIMULATORILOR *PROTEUS*, SIMULATORUL PENTRU MARFURI PERICULOASE SI SIMULATORUL INTEGRAT DE CONDUCERE A NAVEI "*NAVI-TRAINER PROFESSIONAL 5000*"

Dacă realizarea primelor trei obiective au avut la bază seturi de măsurători, prelucrări și interpretări ale rezultatelor, îndeplinirea celui de al patrulea obiectiv s-a bazat pe utilizarea pe scară largă a simulatorilor și softurilor aferente în cadrul unui model integrat conceput și validat printr-o simulare „în cascadă”, conform etapelor prezentate mai jos:

a. Conceperea modelului procesului de simulare – elaborarea modelului conceptual și realizarea studiilor privind adaptabilitatea modelului în situațiile de rutină

Pornind de la etapele alegerii nivelului procesului de simulare, s-a elaborat diagrama relațională privind activitățile/acțiunile militare asupra ecosistemelor marine costiere (Gomoiu și

Atodiresei, 2010), ce a fost aplicată unui caz general privind o bază militară denumit generic „*Analiza matricială a efectelor activităților militare asupra ecosistemelor marine costiere pe timp de pace în cazul general al bazelor militare*”.

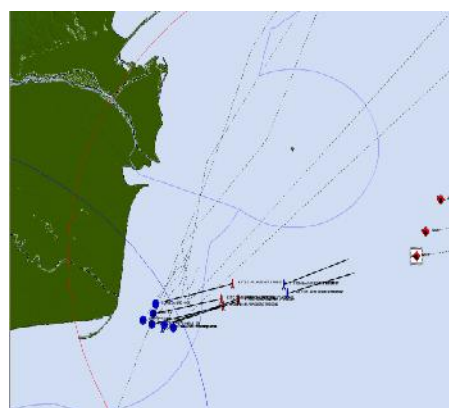
Rezultatele estimate pe baza punctajelor obținute, au evidențiat că apele uzate, radiațiile electromagnetice și poluarea sonoră sunt principalele categorii de poluanți rezultanți, având punctaje cumulate mari (40-51 din 90 posibile), iar la evaluarea componentelor bazelor a rezultat că unitățile navale (navele militare), poligoanele și raioanele de instrucție (inclusiv plajele de debarcare), precum și atelierele de reparații sunt componentele bazelor cu cel mai pronunțat potențial de poluare (39 - 48 din 80 puncte posibile).

Pe baza rezultatelor obținute, în teză sunt descrise pe larg măsuri pentru anihilarea sau limitarea efectelor activităților/acțiunilor militare pe timp de pace asupra ecosistemelor marine costiere.

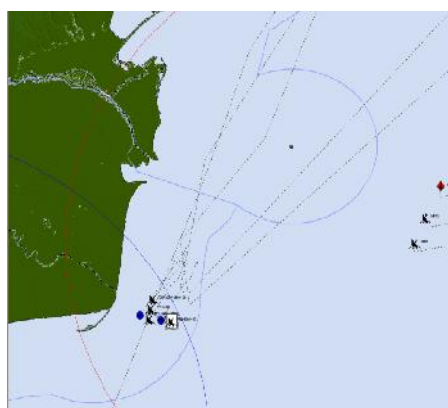
b. Validarea modelului prin simularea „în cascadă” a unei activități militare în situații de conflict cu generarea unei situații de poluare cu substanțe chimice și intervenția pentru limitarea/anihilarea efectelor asupra ecosistemelor marine costiere

Rezultatele modelării au constatat în:

- simularea la scară largă cu ajutorul simulatorului tactic PROTEUS a unei acțiuni militare ([Anexa 9.1](#), **Fig. 9.1**) cu generarea unei situații de poluare;
- urmărirea evoluției spațio-temporale a poluantului, cu ajutorul programului GNOME instalat pe simulatorul de mărfuri periculoase ([Anexei 9.2](#), **Fig. 9.2**);
- intervenția pentru limitarea / anihilarea efectelor, prin alegerea variantei optime de intervenție cu ajutorul programului ADIOS - 2 ([Anexele 9.3; 9.4; 9.5](#), **Fig. 9.3**);
- simularea variantelor pentru intervenție prin: simularea condițiilor de mediu și a configurației coastei; deplasarea navelor; intervenția efectivă (cu skimere și baraje, prin ardere) ([Anexa 9.6](#), **Fig. 9.4**).

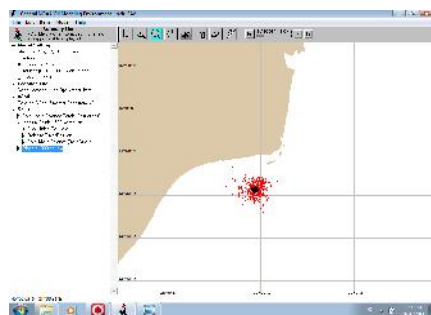


a

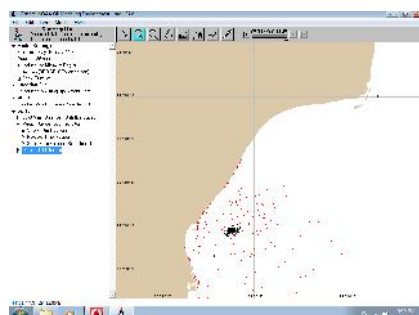


b

Fig. 9.1 - Simularea la scară largă cu ajutorul simulatorului tactic PROTEUS a unei acțiuni militare cu generarea unei situații de poluare: a - angajarea luptei; b - rezultatele angajării și desfășurării luptei cu generarea situației de poluare

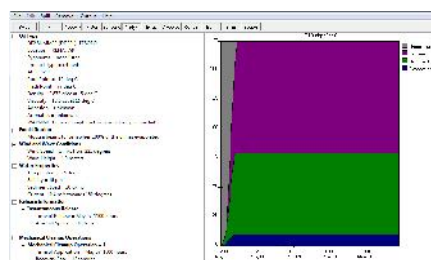


a

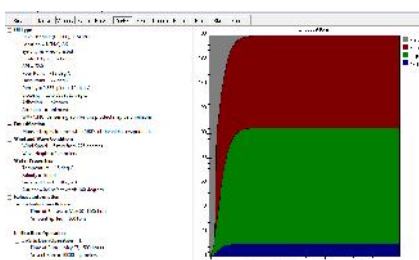


b

Fig. 9. 2 - Simularea poziției petei de hidrocarburi cu ajutorul programului GNOME: a - după 7 ore; b - după 96 de ore



a



b

Fig. 9. 3 - Rezultate simulate privind alegerea variantei de intervenție: a - cu ajutorul skimerelor; b - arderea peliculei de hidrocarburi;



a



b

Fig 9. 4 - Simularea situațiilor pentru intervenție: a. zona de coastă și a portului Midia în vederea intervenției cu skimerele; b situația post-conflict prin achiziționarea acestuia de la simulatorul Proteus și marcarea petei de hidrocarburi pe hartă; c - pata de petrol colectată cu ajutorul barajelor (dragaj mecanic) și absorbția cu ajutorul skimerelor; d - zona de ardere în situ



c



d

Conform modelului propus intervenția pentru limitarea efectelor poluării generate de acțiuni militare, eșuări, accidente navale, etc. se poate realiza cu succes și în timp real cu condiția instruirii permanente a echipajelor, specialiștilor și a factorilor de decizie.

10. CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI SELECTIVE

Cercetările desfășurate între anii 2004-2011 pentru cunoașterea mediului sonor submarin și a impactului activităților militare asupra ecosistemelor marine și măsurile ce se impun în vederea reducerii/anihilării efectelor negative, ca și abordarea studiului de caz - emisiile acustice în mediul marin costier și efectele acestora asupra speciilor reprezentative, m-au condus la tragerea câtorva **concluzii generale**, după cum urmează:

1. Tema studiată se poate constitui într-o temă abordată în premieră în țara noastră, care a solicitat atât experiența și cunoștințe de tehnică militară, cât și cunoștințele din domeniul biologiei, pentru a căror integrare a fost necesar un timp de 7 ani în care am căutat să folosesc pe deplin facilitățile oferite cu generozitate atât de Universitatea „Ovidius” din Constanța, cât și de Academia Navală „Mircea cel Bătrân”.

2. Dintre toate mijloacele de luptă analizate, mijloacele de luptă sub apă au potențialul distructiv cel mai pronunțat asupra ecosistemelor marine costiere - conțin cea mai mare cantitate de exploziv; pot fi imersate între 0 - 350 m; explozia produce 90% de efectele letale asupra speciilor marine; pot fi un pericol permanent, de lungă durată, odată lansate la apă.

2. Referitor la efectele letale ale exploziei submarine asupra peștilor, rezultatele teoretice estimate pentru litoralul românesc, confirmate și *în situ*, au arătat:

- exploziile bombelor antisubmarin BR - 6000, nu a determinat mortalitate în rândul speciilor de pești pelagici *Engraulis encrasicolus ponticus* și *Sprattus sprattus* la distanțe mai mari de 500 m confirmând astfel pragul de mortalitate de 10% pentru o distanță letală de 428m la o presiune în frontul undei de șoc de 211 KPa;
- în cazul exploziilor bombelor antisubmarin BAS - 66, a fost înregistrată mortalitate în rândul ambelor specii la distanțe mai mari de 500 m, confirmând astfel pragul de mortalitate de 10% pentru o distanță letală de 610 m la o presiune în frontul undei de șoc de 244 KPa;
- mortalitatea la distanțe mai mari de 400 m a fost întâlnită preponderent în cazul exemplarelor tinere (masă mai redusă), mai ales în cazul speciei *Sprattus sprattus*, confirmând afirmațiile lui Young (1991), care consemnează că exemplarele tinere vor fi mai vulnerabile decât exemplarele adulte;
- numărul exemplarelor moarte depinde foarte mult de localizarea spațială inițială a bancului de pești (mai ales a speciilor pelagice) față de centrul exploziei, astfel încât o estimare corectă a numărului total de exemplare moarte, a biomasei globale se poate realiza numai după un studiu inițial al compoziției calitative și cantitative din zona experimentală;
- analiza perioadelor critice, din punct de vedere al vulnerabilităților speciilor pentru perioadele anului raportate la adâncimea raionului, ne indică faptul că **producerea exploziilor în perioada aprilie – iunie, sub izobata de 60 m, ar avea efecte negative maxime asupra populațiilor de pești**, întrucât în această perioadă au loc majoritatea migrațiilor pentru împerechere și hrană.

3. Referitor la nivelurile de impact ale exploziei submarine asupra mamiferelor marine pot fi scoase în evidență următoarele:

- impactul cel mai pronunțat asupra delfinilor (*Phocena phocena*, *Dephinus delphis* și *Tursiops Tursiops*) se va produce în situația în care vor fi utilizate mina tip MMA - 2 și torpila T 53 - VA, pragurile de mortalitate producându-se la distanțe de 240-250 m, cele de rănire sigură la 335-350 m, iar cel de perturbare la o distanță de 2200 m;
- impactul potențial cel mai redus a fost evaluat în cazul utilizării bombelor reactive (BR - 1200, BR - 2500 și BR - 6000), depinzând direct de cantitatea și natura explozibilului;
- valorile prezentate, calculate pe baza utilizării unei singure încărcături explozive trebuie luate cu rezervă, în realitate, se utilizează mai multe încărcături explozive, astfel încât distanțele calculate pentru pragul de apariției a nivelurilor de impact pot fi „translatate” cu distanțele dintre exploziile succesive la care se adaugă distanța calculată tabelar.

4. Studiarea impactului sunetelor/zgomotelor submarine asupra unor populații din Marea Neagră ne-a determinat a introduce în protocolul de lucru metoda experimentărilor; la midiile (*Mytilus galloprovincialis*) expuse experimental la diferite emisii sonore s-a constatat, conform analizelor efectuate pe țesuturi, modificarea unor indicatori biochimici pentru stressul oxidativ (superoxid dismutaza, catalaza, glutatation redus și malonildialdehida), pe baza cărora se pot trage următoarele concluzii:

- acțiunea sunetelor de frecvență joasă (de la 300 Hz) pentru 144 de ore nu induce stress oxidativ;
- creșterea concentrației de malonildialdehide, în cazul unei expuneri mai mari (216 ore) la sunete de frecvență joasă, sprijină ipoteza prezenței stressului oxidativ;
- expunerea midiilor la sunete de înaltă frecvență (de la 16 kHz), peste 72 de ore, induce stress oxidativ.

5. Ca urmare a expunerii, în portul Constanța, la diferite surse de zgomot a unui lot experimental de guvizi - *Apollonia (Neogobius) melanostomus*, rezultatele analizelor biochimice efectuate pe țesutul hepatic ne-au condus către următoarele concluzii:

- zgomotul ambiental din portul Constanța, care a variat între 121 și 123 **dB re 1 Pa** are predominant efecte adverse asupra guvizilor ținuti în condiții de captivitate (numai concentrația malonildialdehide rămâne constantă;
- creșterea intensității vibrațiilor (**157 - 163 dB re 1 Pa**), cu un ritm constant de expunere determină instalarea stressului oxidativ după 72 de ore, fapt dovedit de scăderea concentrației de superoxid dismutaza, catalaza, glutatation redus, ca urmare a creșterii concentrației radicalilor liberi de oxigen generați de stress; unii pești, cei situați în proximitatea sursei de zgomot, au murit după o expunere de 72 de ore (GE - 1).;
- expunerea guvizilor la o intensitate crescută și vibrații diferite (**156 dB re 1 Pa** și **167 dB re 1 Pa**) pentru o altă perioadă de 72 de ore, induce stress oxidativ sever confirmat de valorile indicatorilor biochimici, în special de concentrația de malonildialdehide, care pune în evidență apariția lizei celulare.

Pe baza acestor concluzii putem considera că, în apele Mării Negre de mică adâncime zgomotele / vibrațiile cu intensitate mare și expunerea îndelungată în timp sunt nocive pentru guvizi și am putea prelimina, chiar pentru ecosistem; trebuie însă a avea în vedere că factorul generator de stres

în cazul experimentului efectuat este rezultanta a două surse independente - **captivitatea și zgomotul**.

6. Analiza semnalelor sonore emise de delfini în condițiile traficului naval, permite formularea următoarelor concluzii:

- **zgomotul de fond** nu are o valoare constantă, prezentând oscilații care pot atinge 40-50 decibeli ce induc automat comportamente variate organismelor marine, nu neapărat numai mamiferelor; prin urmare, măsurarea prealabilă și cu acuratețe a nivelului acestui zgomot prin importanța sa este indispensabilă;
- **zgomotul de fond** influențează emisiile sonore ale delfinilor; măsurarea și prelucrarea semnalelor au dus la constatarea că semnalul de tip “**whistle**”, poate interveni atunci când mama își cheamă puiul, în condițiile unei amenințări potențiale semnalată prin creșterea semnificativă, bruscă, a nivelului de zgomot);
- clasificarea semnalelor sonore emise de delfinii localizați în zona portuară Constanța Nord, în condițiile traficului naval din zonă, folosind metodele Fast Fourier Transform (FFT) Transformata Discretă Wavelet (DWT) și Transformata pentru perioade scurte Fourier (Short Time Fourier Transform –STFT), reprezintă o tehnică adecvată pentru a determinarea unor parametri ce țin de structura și funcționalitatea cârdului de delfini (sex, vârstă, mărime), tehnică bazată pe analiza diferențiată a semnalelor acustice.

7. Modelarea efectelor acțiunilor militare navale asupra mediului marin s-a făcut într-o concepție nouă, prin integrarea și utilizarea într-o configurație "în cascadă" a simulatoarelor existente în dotare, care să satisfacă în timp optim obținerea deciziilor finale din lanțul de evenimente: acțiune militară → → generare situație de poluare → → primirea informațiilor hidro-meteorologice pentru raionul respectiv → → modelarea dispersiei poluanților → → intervenția pentru limitarea dispersiei pe baza predicției în cazul poluării cu hidrocarburi. Utilizarea modelului propus oferă alegerea soluției optime și luarea deciziei în aproximativ 20-30 minute de la comunicarea rezultatului acțiunii militare, pe variante de intervenție: utilizarea barajelor antipoluare cu intervenția skimerelor, utilizarea dispersanților sau utilizarea arderii poluanților.

RECOMANDĂRI:

În vederea asigurării unui management adecvat al mediului marin costier pe baza unei mai bune cunoașteri a regimului sonor submarin și având în vedere rezultatele obținute în decursul elaborării prezentei teze de doctorat facem următoarele RECOMANDĂRI:

- Introducerea în cadrul programelor de monitoring marin de la litoralul românesc a acțiunilor de observații și măsurători ale zgomotelor în mediul subacvatic marin și dulcicol;
- crearea hărților de zgomot submarin în spațiul litoralului românesc în general, și, cel puțin, în zona principalelor porturi, stațiunilor turistice și principalelor canale navigabile din Rezervația Biosferei Deltei Dunării, implicit Dunărea maritimă, în special;
- compararea hărților de zgomot hărțile principalelor rute ale migrației peștilor cu valoare comercială;
- analizarea ratelor de reproducere a peștilor în corelație cu sensibilitatea acustică a speciilor (audiogramele);

- limitarea zonelor de acțiune ale ambarcațiunilor sportive rapide pe a izobate și perioade anuale, în vederea menținerii condițiilor normale de migrație pentru reproducere și/sau hrănire a diferitelor specii de pești (calcan - *Psetta maxima maeotica*, sturioni - *Huso huso*, *Acipenser stellatus*, scrumbie - *Alosa pontica*, etc.);
- continuarea susținută a cercetărilor privind sunetele emise de delfini prin:
 - activităților ce țin de etologia speciilor (hrănire, joacă, prospecțiunea mediului marin, comunicare etc.); dezvoltarea tehnicile Wavelet în zone strict delimitate (bazine, delfinarii, etc.);
 - crearea unor baze de date aferente tipurilor de semnal emise (ampretele acustice) corespunzătoare;
 - Utilizarea potențialului tehnicilor acustice pentru diagnosticarea delfinilor bolnavi.
- Determinarea nivelului de zgomot emis de sursele punctiforme sau rețele de surse (construcții hidrotehnice, foraje submarine, aplicații militare – diferitele amprente acustice ale exploziilor sub apă, sonarele militare (datele au fost înregistrate, dar din păcate nu pot fi menționate în prezenta lucrare, întrucât amprente acustice ale navelor militare au caracter secret).
- Upgradarea și folosirea modelului bazat pe utilizarea simulatoarelor existente la această dată în Forțele Navale, în vederea asigurării intervențiilor eficiente în situații de urgență, în cooperare cu Poliția de frontieră, Autoritatea Navală Română, Prefectura etc.

Bibliografie selectivă

- [1] Akcha, F., Izuel, C., Venier, P., Budzinski, H., Burgeot, T., Narbonne, J.-F., 2000a - *Enzymatic Biomarker Measurement and Study of DNA Adduct Formation in Benzo Pyrene-Contaminated Mussels, Mytilus galloprovincialis*, Aquat. Toxicol, 49: 269–287.
- [2] Akcha, F., Izuel, C., Venier, P., Budzinski, H., Burgeot, T., Narbonne, J.-F., 2000b, *Pollution-Mediated Mechanism of Toxicity in the Common Mussel, Mytilus edulis L. and other molluscs*. Funct. Ecol. 4: 415–424.
- [3] Allen, R.G, Lamb, G.D, Westerblad, H., 2008 - Skeletal Muscle Fatigue: Cellular Mechanisms. Physiol. Rev. 88 : 287-332, as a Pollution-mediated Mechanism of Toxicity in the Common Mussel, *Mytilus edulis L.* and other molluscs. Funct. Ecol.,4: 415–424.
- [4] **Atodiresei D.V.**, Clinci,C., Dia,D., Crețu,G., Andriu,C.G., 2011 - *Designing a model based on existing simulators this time in use by the Romanian Navy to ensure effective interventions in limiting the effects of military activities on the environment under routine and war conditions*. “Mircea cel Batran” Naval Academy Scientific Bulletin, Volume XIV – Issue 1: MILITARY SCIENCE.
- [5] **Atodiresei, D.V.**, 2007 - *Principalele acțiuni și efecte asupra ecosistemelor marine generate de activitățile militare*. Conferința Internațională NAV-MAR-EDU-2007, volumul Știință și tehnică militară: 15-25.
- [6] Babich, H., Palace, M.R., Stern, A., 1993 - *Oxidative Stress in Fish Cells; in Vitro Studies*. Arch.Environ.Contam.Toxicol, 24: 173 – 178.
- [7] Bărbărie, Ș., Ichimoaei, Gh., Tărăbușă, O., Micu, M.I., 2011 – Bazele proiectării bombelor antisubmarine, Editura Academiei Navale “Mircea cel Bătrân” Constanța,: 66-72.
- [8] Bechdel, S.E., Mazzoil, M.S., Murdoch, M.E., Howells, E.M., Reif, J.S., McCulloch, S.D., Schaefer, A.M., Bossart, G.D., 2009 - *Prevalence and Impacts of Motorized Vessels on*

- Bottlenose Dolphins (Tursiops truncatus) in the Indian River Lagoon, Florida. Aquatic Mammals*, 35: 367–377.
- [9] Bejder, L., Samuels, A., Whitehead, H., Gales, N., Mann, J., Connor, R., Heithaus, M., Watson-Capps, J., Flaherty, C., Krützen, M., 2006 - *Decline in Relative Abundance of Bottlenose Dolphins Exposed to Long-term Disturbance*. *Conservation biology*, 20: 1791-1798.
 - [10] Belange, A. J., Bobeica, I., Higgs, D. M., 2006 - *The Effect of Stimulus Type and Background Noise on Hearing Abilities of the Round Goby Neogobius Melanostomus* — *Comp. Biochem. Phys. A* 144: 196-202.
 - [11] Belange, A. J., Higgs, D. M., 2005 - *Hearing and the Round Goby: Understanding the Auditory System of the Round Goby (Neogobius melanostomus)*, *Acoustical Society of America Journal*, 117, 4: 2467-2467.
 - [12] Bibikov, N. G., 1992 - *Auditory Brainstem Responses in the Harbor Porpoise Phocoena Phocoena*. In: Thomas, J.A., Kastelein, R.A. and Ya Supin, A. (eds.) *Marine Mammal Sensory Systems*. Plenum, New York, : 197-211.
 - [13] Bîrcan, A., Sutcu, R., Gokirmak, M., Hicizlmaz, H., Akkaya, A., Ozturk, O., 2008 -*Total antioxidant capacity and C-Reactive protein levels in patients with community – acquired pneumonia*. *Turk. J. Med. Sci.* 38 : (6): , 2008: 537 – 544.
 - [14] Chițac, V., Pricop, M., Pricop, Codruța., **Atodiresei, D.V.**, Pazară T., 2011a - *New methods of monitoring the number and species of singing bottlenose dolphins (Tursiops Truncatus Ponticus) behavior in the nw Black Sea area* - Anniversary scientific Conference with international participation „130 YEARS NAVAL ACADEMY, Varna 18-19 May.
 - [15] Chițac, V., **Atodiresei, D.V.**, Pazara, T., Gheorghe F.C., Popa A., Ristea M., Oncica V., Tărăbușă O., Băutu A., Stene Anne, Bakke S, Kennedy J, Coprean D., Onciu Teodora-Maria, Radu M.D., Pricop, Codruța, Gomoiu M.T., Slămnioiu G., Radu A.O., Roșca, V., 2011b - *Measurements of the underwater noise on the romanian continental platform of the black sea and the impact on the ecosystem with economical implications (MUNROM)*. Editura Academiei Navale “Mircea cel Bătrân”, ISBN 978-973-1870-93-9, Constanța 333 pag.
 - [16] Chitac, V., PRICOP,M., PAZARA, T., **Atodiresei, D.V.**, GHEORGHE,F., PRICOP, Codruța 2011c - *Noise measurement at the entrance of port constanta with its associated impact on acoustic emission from species of dolphins (Tursiosps truncatus)*. “Mircea cel Batran” Naval Academy Scientific Bulletin, Volume XIV – Issue 1: MILITARY SCIENCE
 - [17] Chitac, V., Pricop, M., **Atodiresei, D.V.**, Gheorghe, F., Ristea, M., Bautu, A., Pricop C., 2010 - *Sound Parameters Identification for the Bottlenose Dolphins from N-W Black Sea, Using Time-Frequency Analysis*, Publ. in Proc. WSEAS - Advanced in environmental and geological science and engineering, 3th International Conference on advanced in environmental and geological science and engineering (EG '10), Constantza Maritime University, Constantza, Romania, Sept 3-5, 2010, : 120-125.
 - [18] Chițac, V., **Atodiresei, D.V.**, 2011 - *Protecția mediului marin costier în contextul Strategiei maritime a României*. Conferința Doctrinară a Forțelor Navale, București
 - [19] David, J.A., 2006 - *Likely Sensitivity of Bottlenose Dolphins to Pile-driving Noise*. *Water and Environment Journal*, 20: 48-54.
 - [20] Daubechies, 1990 - *The Wavelet Transform, Time-Frequency Localization and Signal Analysis*. *IEEE Trans, Information Theory*, 36.
 - [21] Dzwilewski, P.T., Fenton, G., 2003 - *Shock wave/sound propagation modeling results for calculating marine protected species impact zones during explosive removal of offshore*

- structures. U.S. Dept. of the Interior, Minerals Management Service, Gulf of Mexico OCS Region, New Orleans, LA. OCS Study MMS 2003-059: 39 p
- [22] Esch H., Sayigh S. L., Wells S. R., 2009 *Quantifying parameters of bottlenose dolphin signature whistles* - Raport of research under NMFS Scientific 252 Research Permits No. 417, 655, 945, and 522-1569 issued to RSW
- [23] Gomoiu, M.T., **Atodiresei, D.V.**, 2010 - *Principalele acțiuni induse asupra ecosistemelor marine costiere în urma utilizării forțelor, mijloacelor de luptă și de descoperire. Studiu de caz-Analiza matricială a efectelor activităților militare asupra ecosistemelor marine costiere pe timp de pace în cazul bazelor militare*. Publicat în volumul amiralul dr. Gheorghe MARIN în elita armatei României. ISBN-978-606-524-095-7, : 554-568
- [24] Halliwell B, Gutteridge J., 2007 - *Free Radicals in Biology and Medicine*, Oxford, UK: Oxford Univ. Press.
- [25] Hastings, M., Popper, A. N., 2005 - *Effects of Sound on Fish*. Sacramento, CA, California Department of Transportation, Division of Research and Innovation: 85p
- [26] Ichimoei, G., **Atodiresei D.V.**, 2007 - *Studiu tehnic pentru laborator de explozii submarine pentru determinări ale efectelor exploziilor asupra mediului înconjurător-proiect în cadrul PSCD al Ministerul Apărării Naționale* - Departamentul pentru armamente. Nr A-10894 din 11.12.2007: 62 p.
- [27] López B. D. and Shirai Bernal A., 2009 - *Dolphins: Anatomy, Behavior and Threats*. Editor: Agustin G. Pearce and Lucía M. Correa © 2009 Nova Science Publishers, Inc. ISBN: 978-1-60876-849-3, Chapter 5 : 1-19.
- [28] Onciu, Teodora, 2009 *Habitats and species diversity: relationships in the Danube Delta*, by www.unige.ch/sciences/near
- [29] Onciu, Teodora, Skolka, M., Gomoiu, M.-T., 2006 – *Ecologia comunităților zooplanctonice din Marea Neagră*, Ovidius University Press, Constanța: 1-150.
- [30] Parvin, S.J., Nedwell, J. R., Harland, E., 2007 - *Lethal and physical injury of marine mammals, and requirements for Passive Acoustic Monitoring*. Subacoustech Report No. 565R0212 for Subacoustech Ltd: 43p.
- [31] Pricop, M., Chițac, V., Gheorghe, F., Pricop, Codruța, **Atodiresei, D.V.**, 2011 - *Underwater noise produced by merchants ships on the romanian Black Sea coast*, Anniversary scientific Conference with international participation „130 years Naval Academy, Varna 18-19, May.
- [32] Pricop M., Chitac V., Gheorghe F., Pazara T., Oncica V., **Atodiresei D.V.**, Pricop C., 2010 - *Underwater Radiated Noise of Ships' Machinery in Shallow Water*, Publ. in Proc. WSEAS - Advanced manufacturing engineering, quality and production systems, 2th International Conference on advanced manufacturing engineering, quality and production systems (MEQAPS'10), Constantza Maritime University, Constantza, Romania, Sept 3-5, , Electrical and Computer Engineering Series, A Series of Reference Books and Textbooks, Published by WSEAS PRESS, - (WSEAS –World Scientific and Engineering Academy and Society), pag 71-76.
- [33] Popper, A.N., Hastings, M.C., 2009a. - *The Effects of Anthropogenic Sources of Sound on Fishes*. Journal of Fish Biology, 75: 455-489.
- [34] Popper, A.N., Hastings, M.C., 2009b. - *The Effects of Human-generated Sound on Fish*. Integrative Zoology, 4: 43-52.
- [35] Popper, A. N., 2007a - *Effects of Mid- and High-Frequency Sonars on Fish*. Contract N66604- 07M- 6056, Naval Undersea Warfare Center Division, Newport, Rhode Island, February 21.

- [36] Reeves, R. R., di Sciara, G.N., 2006 - *The Status and Distribution of Cetaceans in the Black Sea and Mediterranean Sea*. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources
- [37] Wysocki, L.E., Codarin, A., Ladich, F., Picciulin, M., 2009 - *Sound Pressure and Particle Acceleration Audiograms in Three Marine Fish Species From the Adriatic Sea*. The Journal of the Acoustical Society of America, 126.
- [38] Young, G. A., 1991 - *Concise methods for predicting the effects of underwater explosions on marine life*. Naval Surface Warfare Center, Silver Spring, Maryland. NAVSWC NO 91-220.
- [39] *Strategia de dezvoltare a domeniului modelare-simulare în Armata României*, M.Ap.N București, 2003.
- [40] *Strategia de securitate națională a României*, Bucuresti, 2007 : 32-36.
- [41] *Strategia națională de management integrat al frontierei de stat a României în perioada 2011–2012–* HG 220/2011. Emitent: Guvernul României. Publicată: Monitorul oficial nr. 220/2011.
- [42] *Strategia națională privind protecția infrastructurilor critice*. Emitent: Guvernul României. Publicată: Monitorul oficial nr. 555/ 2011
- [43] *Study for Department of the Navy Commander*, U.S. Pacific Fleet, 2009 : 114-140