



UNIUNEA EUROPEANĂ



GUVERNUL ROMÂNIEI



Instrumente Structurale
2014-2020

IOSUD – UNIVERSITATEA „DUNĂREA DE JOS” DIN GALAȚI
Școala doctorală de Inginerie Mecanică și Industrială



TEZĂ DE DOCTORAT
REZUMAT
CERCETĂRI PRIVIND REDUCEREA
POLUĂRII PE RUTELE DE NAVIGAȚIE ȘI
ÎN ZONELE COSTIERE DIN MAREA
NEAGRĂ

Doctorand,
Ing. Vasile RAȚĂ

Conducător științific,
Prof. univ.habil.dr.ing. Liliana Celia RUSU

Lucrare realizată în cadrul proiectului

„Excelență academică și valori antreprenoriale – sistem de burse pentru asigurarea oportunităților de formare și dezvoltare a competențelor antreprenoriale ale doctoranzilor și postdoctoranzilor – ANTREPRENORDOC”

Contract nr. 3655/23.05.2019 POCU 380/6/13 – Cod SMIS:123847

Seria: I6: Inginerie Mecanică Nr. 64

GALAȚI

2022



Universitatea
Ștefan cel Mare
Suceava



ICECON S.A.
INSTITUTUL DE CERCETĂRI PENTRU ECHIPAMENTE ȘI TEHNOLOGII ÎN CONSTRUCȚII
RESEARCH INSTITUTE FOR CONSTRUCTION EQUIPMENT AND TECHNOLOGIES



CAMERA DE COMERT, INDUSTRIE,
NAVIGATIE ȘI AGRICULTURA CONSTANȚA
Impresia pentru afacerea ta





UNIUNEA EUROPEANĂ



Lucrare realizată în cadrul proiectului

„Exelență academică și valori antreprenoriale – sistem de burse pentru asigurarea oportunităților de formare și dezvoltare a competențelor antreprenoriale ale doctoranzilor și postdoctoranzilor – ANTREPRENORDOC”

Contract nr. 3655/23.05.2019 POCU 380/6/13 – Cod SMIS:123847

IOSUD – UNIVERSITATEA „DUNĂREA DE JOS” DIN GALAȚI
Școala doctorală de Inginerie Mecanică și Industrială



TEZĂ DE DOCTORAT

REZUMAT

CERCETĂRI PRIVIND REDUCEREA POLUĂRII PE RUTELE DE NAVIGAȚIE ȘI ÎN ZONELE COSTIERE DIN MAREA NEAGRĂ

Doctorand,
Ing. Vasile RAȚĂ

Președinte,

Prof.univ.dr.ing. Elena MEREUȚĂ
Universitatea „Dunărea de Jos” din Galați

Conducător științific,

Prof.univ.habil.dr.ing. Liliana Celia RUSU
Universitatea „Dunărea de Jos” din Galați

Referenți Științifici,

Prof.univ.dr. ing. Daniel CONDURACHE
Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” din Iași

Prof.univ.dr.ing. Sorin-Ștefan BIRIȘ
Universitatea POLITEHNICA din București

Prof.univ.dr.ing. Leonard DOMNIȘORU
Universitatea „Dunărea de Jos” din Galați

Seria: I6: Inginerie Mecanică Nr. 64

GALAȚI

2022



Universitatea
Ștefan cel Mare
Suceava



INSTITUTUL DE CERCETĂRI PENTRU ECHIPAMENTE ȘI TEHNOLOGII ÎN CONSTRUCȚII
RESEARCH INSTITUTE FOR CONSTRUCTION EQUIPMENT AND TECHNOLOGY



CAMERA DE COMERT, INDUSTRIE,
NAVIGATIE SI AGRICULTURA CONSTANTA
Impulsivitate pentru succesul tău



CUVÂNT ÎNAINTE

Adresez pe această cale sincere mulțumiri conducătorului meu de doctorat, doamna prof. dr. habil. ing. Liliana Celia Rusu, care prin abilitățile sale profesionale și interpersonale m-a îndrumat cu o deosebită pricepere didactică, cu tact academic și răbdare în vederea finalizării tezei de doctorat. Trebuie să menționez și de încrederea domniei sale în mine, lucru care m-a motivat și încurajat să continuu până la final această călătorie reprezentată de parcursul studiilor mele doctorale. Doamna profesor a reprezentat pentru mine, în toți acești ani de colaborare, un real model de virtute profesională și personală deopotrivă. Îi doresc multă sănătate, să își păstreze sufletul întotdeauna tânăr pentru a putea îndruma cât mai multe generații de noi cercetători, care împreună cu mine să îi purtăm recunoștința, stima și considerația pe care doamna profesor le merită!

De asemenea, vreau să mulțumesc tuturor membrilor comisiei de îndrumare pentru efortul și timpul alocat în desăvârșirea lucrării de doctorat în forma în care este prezentată: doamnei prof. dr. habil. fiz. PICU Mihaela pentru spiritul critic, intransigent și constructiv care a ajutat la dezvoltarea lucrării, doamnei conf. dr. habil. ec. ing. GASPAROTTI Carmen, persoana care m-a ghidat spre domeniul cercetării și alături de care am avut onoarea să-i fiu coautor pentru o serie de articole, domnului conf. dr. ing. ONEA Florin pentru sfaturile utile acordate și răbdarea cu care a analizat lucrarea de față, domnului conf. dr. ing. CIORTAN Sorin pentru recomandările oferite pe parcursul realizării lucrării de față.

Nu pot să nu amintesc în acest moment întregul colectiv didactic care m-a format, de-a lungul celor optsprezece ani de studii, pentru a fi capabil să acced în ultima treaptă a sistemului de învățământ conform modelului Bologna.

Totodată, doresc să mulțumesc colectivului Șantierului Naval Damen Galați pentru pricepera și profesionalismul cu care m-au sprijinit în primii ani de formare profesională, dar și colectivului de profesioniști din ICEPRONAV Engineering SRL pentru înțelegerea, implicarea, sprijinul moral și material de care au dat dovadă față de mine pe parcursul dezvoltării tezei.

Această teză de doctorat a avut sprijinul proiectului *“Excelența academică și valori antreprenoriale - sistem de burse pentru asigurarea oportunităților de formare și dezvoltare a competențelor antreprenoriale ale doctoranzilor și postdoctoranzilor – ANTREPRENORDOC, cod proiect: SMIS123847, cod contract : POCU/380/6/13, contract nr 36355/23.05.2019”*

Nu aș fi reușit să ajung la destinația acestei călătorii minunate și deloc fără opreliști, fără sprijinul familiei. Mulțumesc soției, pentru înțelegerea și suportul arătate, fiicelor care au reprezentat o motivație suplimentară în definitivarea tezei, precum și părinților pentru educația, sprijinul moral și material acordate în decursul anilor.

Mii de mulțumiri tuturor celor care m-au sprijinit și pe care, fără intenție, i-am omis.

Ing.Vasile RAȚĂ

Galați Iulie 2022

CUPRINS

(Paginația corespunde tezei de doctorat)

CUVÂNT ÎNAINTE	IV
CUPRINS	V
INTRODUCERE	VIII
MOTIVAȚIA ALEGERII TEMEI ȘI OBIECTIVELE URMĂRITE	VIII
STRUCTURA TEZEI	VIII
INTRODUCTION	Error! Bookmark not defined.
THE MOTIVATION OF CHOOSING THE TOPIC AND THE OBJECTIVES.....	Error!
Bookmark not defined.	
THESIS STRUCTURE	Error! Bookmark not defined.
NOTAȚII ȘI ABREVIERI	- 10 -
LISTĂ FIGURI	- 12 -
LISTĂ TABELE	Error! Bookmark not defined.
Capitolul 1: EVIDENȚIEREA AGENȚILOR POLUANȚI DIN MAREA NEAGRĂ	- 13 -
1.1 Marea Neagră note descriptive	- 13 -
1.2 Caracteristici de vânt și val în Marea Neagră	- 13 -
1.2.1 Climatul de vânt și val din Marea Neagră	- 13 -
1.2.2 Analiza evenimentelor extreme semnalate în proximitatea porturilor din zona litoralului românesc	- 14 -
1.3 Poluarea în Marea Neagră, date istorice	- 16 -
1.4 Caracteristici ale navelor și a rutelor maritime din Marea Neagră.....	- 17 -
1.5 Concluzii	- 19 -
Capitolul 2: ANALIZA EMISIILOR GENERATE ÎN ATMOSFERĂ DE NAVELE COMERCIALE ÎN BAZINUL MĂRII NEGRE	- 19 -
2.1 Ecosisteme naturale protejate UNESCO – zone potențial afectate.....	- 19 -
2.2 Studiu de caz – Dimensionare volum de emisii rezultate în Portul Constanța.....	- 21 -
2.2.1 Navele care apelează la serviciile portuare	- 21 -
2.2.2 Metode.....	- 22 -
2.3 Studiu de caz – Dimensionare volum de emisii rezultate din industria offshore	Error!
Bookmark not defined.	
2.3.1 Exploatarea de petrol și gaze	- 24 -

2.3.2	Energie verde	- 25 -
2.3.3	Rezultate și discuții	- 25 -
2.4	Dimensionare volum de emisii rezultate în bazinul Mării Negre	- 25 -
2.4.1	Porturile de la Marea Neagră	- 26 -
2.4.2	Descrierea metodei folosite pentru determinarea volumului de emisii atmosferice	- 26 -
2.5	Influența emisiilor gazoase rezultate din activitățile portuare și calitatea aerului din zonele costiere specifice Mării Negre	- 27 -
2.5.1	Zona de coastă Nord-Vestică a Mării Negre	- 27 -
2.5.2	Compuși poluanți atmosferici	- 27 -
2.5.3	Impactul generat de virusul SARS-COV-2 asupra calității aerului în zona portului Constanța.....	- 29 -
2.5.4	Parametri considerați în evaluarea calității aerului	- 29 -
2.6	Concluzii	- 30 -
Capitolul 3: EVALUAREA CAUZALITĂȚII PRODUCERII ACCIDENTELOR DIN MAREA NEAGRĂ ÎN ULTIMELE TREI DECENII.....		- 31 -
3.1	Identificarea, evaluarea și analiza parametrilor stării mării în momentul accidentului.....	- 31 -
3.1.1	Incidentele navale din Marea Neagră.....	- 31 -
3.1.2	Poziționarea geografică a evenimentelor	- 31 -
3.1.3	Caracteristicile flotei active din Marea Neagră	- 32 -
3.1.4	Factorii naturali care duc la accidente navale în Marea Neagră	- 32 -
3.1.5	Metode și rezultate	- 34 -
3.2	Evaluarea din punct de vedere structural a navelor de tipul Cargou General, implicate în accidente cu risc de poluare.....	- 34 -
3.2.1	Ipoteze de lucru	- 35 -
3.2.2	Metode utilizate.....	- 35 -
3.2.3	Rezultate și discuții	- 37 -
3.3	Evaluarea volumului de hidrocarburi deversate în urma accidentelor navale studiate.....	- 38 -
3.4	Volumul de hidrocarburi la bordul unei nave de tip cargou general	- 38 -
3.5	Concluzii	- 39 -
Capitolul 4: EVALUAREA IMPACTULUI APELOR DE BALAST NETRATATE ÎN MAREA NEAGRĂ.....		- 39 -
4.1	Efectele deversărilor apei de balast netratate în Marea Neagră.....	- 39 -
4.2	Studiu de caz – dimensionare volum al apelor de balast potențial deversat în Portul Constanța	- 40 -
4.3	Dimensionarea volumului apelor de balast potențial deversat în Marea Neagră	- 41 -

4.4	Concluzii	- 41 -
Capitolul 5: SOLUȚII PRIVIND REDUCEREA IMPACTULUI POLUĂRII GENERATE DE INDUSTRIA MARITIMĂ ÎN MAREA NEAGRĂ		
5.1	Direcții de limitare a emisiilor în atmosferă rezultate din activități maritime	- 42 -
5.1.1	Scenariul considerat.....	- 42 -
5.1.2	Rezultate.....	- 42 -
5.2	Implementarea sistemelor de tratare a apei de balast în porturi și la bordul navelor	- 43 -
5.3	Digitalizarea domeniului de reparații și modernizări navale – impact în reducerea amprentei poluante.....	- 46 -
5.3.1	Tehnologia de scanare laser 3D.....	- 47 -
5.3.2	Studiu de caz	- 47 -
5.3.3	Rezultate și discuții	- 49 -
5.4	Determinarea indexului de eficiență energetic, EEXI, la nave de tip General Cargo și măsuri corective	- 49 -
5.5	Concluzii	- 51 -
Capitolul 6: CONCLUZII		
6.1	Concluzii generale.....	- 52 -
6.2	Contribuții proprii	- 53 -
6.3	Perspective privind studii viitoare	- 54 -
6.4	Diseminarea rezultatelor	- 55 -
BIBLIOGRAFIE.....		
ANEXE Error! Bookmark not defined.		
Anexa 1..... Error! Bookmark not defined.		
Anexa 2..... Error! Bookmark not defined.		

INTRODUCERE

MOTIVAȚIA ALEGERII TEMEI ȘI OBIECTIVELE URMĂRITE

În prezent, poluarea mediului este una dintre cele mai grave probleme la nivel global, dar care poate avea aspecte specifice fiecărei regiuni. Această problemă este una de interes major în cele mai înalte foruri decizionale din lume, în cercurile politice, dar și la nivel de individ. Poluarea are diferite forme de manifestare în mediul înconjurător. Majoritatea agenților poluanți sunt produși prin acțiuni antropice și sunt rezultatul activităților economice și sociale pe care oamenii le desfășoară. Totuși, există și importante surse naturale de poluare, ele diferențiindu-se prin ocazionalitatea apariției și manifestării lor. Este dovedit că acești agenți poluanți au un rol activ în degradarea mediului, fie că vorbim de sol, apă sau aer. Agenții poluanți au un impact direct asupra sănătății oamenilor și animalelor din zona afectată geografic. În cele din urmă, întreaga planetă este afectată de o rezultantă a acțiunii tuturor factorilor prezenți și trecuți.

Încălzirea globală este direct influențată de volumul emisiilor de gaze cu efect de seră care ajung în atmosfera terestră. Emisiile de gaze cu efect de seră, care în final sunt o serie de agenți poluanți, sunt în fapt efectul unor acțiuni de tip natural sau antropic ca de exemplu: marile incendii de vegetație, erupțiile unor vulcani sau activități economice industriale. În cadrul ultimei categorii putem menționa inclusiv transportul maritim al mărfurilor și persoanelor, dar lista nu se limitează doar la aceste exemple.

Pentru a menține orice tip de poluare sub control, sunt necesare acțiuni clare și rapide, aplicabile pentru orice tip de activitate. Când ne referim la zona costieră și cea dedicată rutelor maritime, putem lua în calcul poluarea apei, aerului și nu în ultimul rând a solului. Studiile din prezenta lucrare sunt direcționate pentru a identifica și a propune soluții de limitare a poluării rezultate din activitățile de transport maritim. De menționat că, nu au fost luate în calcul navele cu caracter militar, ele fiind exceptate din aria reglementărilor ce impun condiții de exploatare în concordanță cu anumite limite de poluare, la nivel internațional și național.

Au fost abordate mai multe direcții de cercetare cu privire la emisiile de gaze cu efect de seră din domeniul de operabilitate a navelor, atât în zona portuară cât și în larg. A fost studiată și problema ridicată de deversarea apelor de balast, operațiune ce poate reprezenta un factor activ al migrației a numeroase specii invazive, dintr-un ecosistem marin în altul. În același timp, au fost studiate cele mai recente accidente navale ce au avut loc în Marea Neagră, cu scopul de a putea identifica în primul rând dacă există un context comun pentru toate aceste incidente, în vederea limitării pierderilor de vieți omenești. Această abordare conduce și la identificarea impactului pe care l-au putut constitui deversările de hidrocarburi rezultate din aceste incidente navale grave.

STRUCTURA TEZEI

Teza de doctorat intitulată „CERCETĂRI PRIVIND REDUCEREA POLUĂRII PE RUTELE DE NAVIGAȚIE ȘI ÎN ZONELE COSTIERE DIN MAREA NEAGRĂ” este structurată în 6 capitole, după cum urmează:

În **Capitolul 1** este expus contextul existent care a motivat dezvoltarea acestei teze. Inițial au fost descrise limitele și particularitățile zonei geografice studiate, Marea Neagră. Aceste informații au fost completate cu date despre climatul de vânt și val, iar spre finalul capitolului au fost prezentate o serie de evenimente istorice privind poluarea marină rezultată din zona de transport maritim. Pentru o prezentare cât mai fidelă a contextului în care au avut loc aceste accidente au fost expuse și caracteristici ale navelor și rutele pe care acestea sunt active în Marea Neagră.

Capitolul 2 prezintă analizele realizate pentru determinarea volumului emisiilor atmosferice rezultate din industria transportului maritim, utilizând o metodă ce a abordat ca areal studiat mai întâi o zonă restrânsă (portul Constanța), apoi arealul studiat a fost extins la nivelul întregului bazin al Mării Negre. A fost analizat și impactul asupra calității aerului din zona de proximitate a portului Constanța pe perioada stării de urgență cauzată de virusul SARS-COV-2.

Capitolul 3 evidențiază pentru fiecare accident naval grav produs în Marea Neagră gradul în care starea mării (parametrii urmăriți au fost viteza vântului și înălțimea de val), au contribuit sau nu la producerea fiecărui naufragiu. În acest sens au fost simulate condițiile stării mării din trecut cu ajutorul modelului numeric SWAN pentru care au fost folosite ca date de intrare câmpurile de vânt furnizate de U.S. National Centers for Environmental Prediction, Climate Forecast System Reanalysis. Rezultatele obținute au un interval temporal de 3 ore și o rezoluție spațială 0,08°. O altă abordare a luat în considerare situația de fapt a navelor implicate în aceste accidente navale grave, având în vedere faptul că majoritatea au fost proiectate și construite cu mai multe decenii în urmă. A fost dezvoltată o analiză pentru colaps structural, luând în considerare acțiunea procesului de oxidare a metalului (coroziune) pentru un interval de 40 de ani. În acest sens s-a utilizat aplicația *MARS 2000* soluție software produsă de una dintre societățile de clasificare navală, respectiv Bureau Veritas. A fost evaluat riscul ce îl prezintă deversarea accidentală de hidrocarburi, rezultat al naufragiilor.

Capitolul 4 expune efectele introducerii accidentale a unor specii invazive în arealul Mării Negre. A fost realizată dimensionarea volumului de ape de balast cu potențial risc de biohazard în portul Constanța, studiul a fost extins pentru evaluarea volumului de apă de balast cu un potențial de risc la nivelul întregului bazin pontic. Volumul a fost determinat pe baza datelor statistice privind numărul de nave și a volumului de mărfuri ce tranzitează portul Bosfor spre și dinspre Marea Neagră.

Capitolul 5 cu titlul *Soluții privind reducerea impactului poluării generate de industria maritimă din Marea Neagră* expune direcții practice ce sunt recomandate a fi urmate de armatori sau echipa de management a navei. Sunt expuse soluții privind reducerea emisiilor rezultate în urma arderii combustibilului în motorul navei, precum dimensionarea unei alternative de producție a energie electrice pentru conectarea la mal, pentru activitățile portuare de la dană. De asemenea, au fost dimensionate soluții portuare pentru tratarea apelor de balast. A fost dezvoltată o aplicație pentru a calcula coeficientul energetic al navelor existente de tip cargou general.

Capitolul 6 al tezei prezintă concluziile rezultate în urma cercetărilor întreprinse, contribuțiile originale ale temei de cercetare doctorală, direcțiile viitoare de cercetare, dar și lucrările științifice în care au fost diseminate contribuțiile științifice ale lucrării.

Teza de doctorat a fost realizată cu sprijinul financiar al proiectului „Exelența academică și valori antreprenoriale - sistem de burse pentru asigurarea oportunităților de formare și dezvoltare a competențelor antreprenoriale ale doctoranzilor și postdoctoranzilor – ANTREPRENORDOC”, Contract nr. 36355/23.05.2019 POCU/380/6/13 - Cod SMIS: 123847.

NOTAȚII ȘI ABREVIERI

m	metru
mm	milimetru
μm	micrometru
km	kilometru
m^2	metru pătrat
ha	hectar
m^3	metru cub
s	secundă
h	oră
°	grad
kg	kilogram
mg	miligram
t	tonă
GT	gross tonnage
tdw	tonă deadweight
kN	kilonewton
kW	kilowatt
MW	megawatt
SO_x	oxizi de sulf
CO_x	oxizi de carbon
NO_x	oxizi de azot
PM_x	particule în suspensie
H_s	înălțimea semnificativă a valului
U_{10}	viteza vântului măsurată la altitudinea de 10 metri
ρ	densitatea apei
S_w	aria suprafeței udade a corpului navei
C_t	coeficientul rezistenței totale la înaintare
P_{ME}	puterea motorului principal
C_F	factor de conversie adimensional folosit la raportul dintre cantitatea de combustibil consumat și volumul de CO_2 rezultat
SFC	consumul de combustibil specific
P_{AE}	puterea generatoarelor auxiliare
P_{PTI}	puterea consumată de generatorul pe ax
P_{AEff}	reducerea puterii auxiliare datorită adoptării de soluții de eficiență electrică la bordul navei
P_{eff}	energia rezultată din utilizarea de tehnologie mecanică inovatoare eficientă
V_{ref}	viteza navei exprimată în noduri
f_i	factor de capacitate pentru orice reglementare ce ține de capacitate
f_c	factorul de corecție al volumului (nave de transport produse petroliere și gaze lichefiate)
f_w	coeficient ce ține de starea mării (înălțime de val, lungimea de val, viteza vântului)
STD	abatere standard
D_{WCC}	capacitatea mărfii la bordul navei

2D	Two Dimensional
3D	Three Dimensional
4D	Four Dimensional
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
BW	Ballast Water
ABS	American Bureau of Shipping
RIM	curent principal în Marea Neagră
SUA	Statele Unite ale Americii
SWAN	Simulating Waves Nearshore
DAMWAVE	Implementarea de metode de asimilare de date pentru a îmbunătăți predicția valurilor în zonele costiere românești ale Mării Negre
NCEP-CFSR	U.S. National Centers for Environmental Prediction, Climate Forecast System Reanalysis
DIF	Decembrie-Ianuarie-Februarie
MAM	Martie-Aprilie-Mai
IIA	Iunie-Iulie-August
SON	Septembrie-Octombrie-Noiembrie
S-AIS	Satellite-Automatic Identification Systems
AIS	Automatic Identification Systems
VTS	Vessel Traffic Services
EU-28	European Union (EU)
UN	United Nations
ECAs	Emission Control Areas
UE	Uniunea Europeană
SECA	Sulfur Emission Control Areas
EGR	Exhaust Gas Recirculation
NECA	Nitrogen Emission Control Area
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
GPS	Global Positioning System
IMO	International Maritime Organization
EGR	Exhaust Gas Recirculation
MARPOL	International Convention for the Prevention of Pollution From Ships
RAMSAR	Convention On Wetlands
OPEC	Organizației Țărilor Exportatoare de Petrol
UAE	Emiratele Arabe Unite
PSV	Platform Supply Vessel
ERRV	Emergency Response and Rescue Vessel
EEXI	Energy Efficiency Existing Ship Index
EEDI	Energy Efficiency Design Index
GNL	Gaz Natural Lichefiat
GPL	Gaz Petrolier Lichefiat
MDO	Marine Diesel Oil
UTM	Ultrasonic Thickness Measurement
ANR	Autoritatea Navală Română
RNR	Registrul Naval Român
FEM	Finite Element Method
CSC	Common Structural Rules
IACS	International Association of Classification Societies
BWT	Ballast Water Treatment
BWTS	Ballast Water Treatment System

UV	Ultraviolet
FPSO	Floating Production Storage and Offloading
BWM	Ballast Water Management
MEPC	Marine Environment Protection Committee
UCS	User Coordinate System
ITTC	International Towing Tank Conference
EPL	Engine Power Limitation

Capitolul 1: EVIDENȚIEREA AGENȚILOR POLUANȚI DIN MAREA NEAGRĂ

1.1 Marea Neagră note descriptive

Marea Neagră face parte din categoria mărilor semi-închise, având o formă eliptică cu desfășurare est-vest [1], [2]. Marea Neagră comunică cu Marea Mediterană prin intermediul celor două strâmtoari care delimitează Marea Marmara de Marea Neagră, pe de-o parte, și de Marea Mediterană de cealaltă parte. Strâmtoarea Bosfor reprezintă calea de acces în Marea Marmara [3], iar strâmtoarea Dardanele reprezintă calea de acces dintre Marea Marmara și Marea Mediterană. Având acces la Marea Mediterană, putem considera că Marea Neagră comunică cu Oceanul Planetar prin intermediul strâmtoării Gibraltar care face conexiunea Mării Mediterane la Oceanul Atlantic de Nord. Marea Neagră comunică în zona de nord-est cu Marea Azov, acest lucru fiind posibil prin intermediul strâmtoării Kerçi. În același timp, Marea Neagră are un număr de șase țări riverane: România, Bulgaria, Turcia, Georgia, Rusia și Ucraina.

Marea Neagră ocupă un loc important în rândul mărilor europene, având suprafața cea mai mare comparat cu cea a mărilor care intră în componența Mării Mediterane. Bazinul Mării Negre se întinde pe o suprafață de 466.200 km², această valoare reprezentând un procent de 34% din totalul Mării Mediterane [1]. Din punct de vedere geografic Marea Neagră este situată între două continente (Europa și Asia), având drept limite cardinale următoarele coordonate geografice: între 40°55' și 46°32' latitudine nordică, și între 27°27' și 41°42' longitudine estică. Având în vedere limitele geografice între care se întinde Marea Neagră, aceasta se află în emisfera nordică, la est de meridianul Greenwich. Această dispunere spațială corespunde cu impactul direct al unei serii de factori: considerând valoarea de 45° latitudine nordică care străbate Marea Neagră, și valoarea de 43° latitudine nordică care tranzitează zona centrală a Mării Negre, putem să menționăm că prezența celor patru anotimpuri, caracteristică țării noastre, o regăsim și în bazinul Mării Negre.

1.2 Caracteristici de vânt și val în Marea Neagră

Marea Neagră este cunoscută încă din cele mai vechi timpuri de navigatori ca fiind o mare care prezintă numeroase probleme transportului maritim. Totuși, în noua perspectivă dată de fenomenul macroclimatic numit "încălzirea globală", însoțită de efectele aferente care conduc la schimbări climatice majore, este necesară o analiză a modului în care au acționat principalii factori care caracterizează condiția stării mării. Ceea ce părea doar o ipoteză cu ani în urmă, acum începe să devină o realitate recunoscută de din ce în ce mai mult la nivel internațional, iar ultimele rapoarte ale IPCC confirmă acest fapt [6].

În ultimii ani, evenimentele meteorologice extreme au cunoscut o accelerare îngrijorătoare a aparițiilor cât și a intensității lor, atât pe apă cât și pe uscat. Drept exemple putem aminti anul 2003, în care seceta a afectat întregul continent Europa, cu temperaturi record [7]. Valoarea daunelor provocate de dezastrele naturale pe teritoriul SUA în medie anual se ridică la ordinul zecilor de miliarde de dolari [8]. Nu putem să uităm că deseori aceste evenimente meteorologice extreme se soldează cu victime.

1.2.1 Climatul de vânt și val din Marea Neagră

Starea mării este influențată în mod direct de viteza vântului și înălțimea valului propriu. Condițiile de navigație în sine sunt rezultate parametrice ce țin de starea efectivă a mării. Pentru

a identifica modul de desfășurare a evenimentelor pe mare, într-un areal geografic definit prin coordonate geografice de poziție, într-un anumit interval orar, este necesară utilizarea rezultatelor obținute în urma simulărilor realizate cu un sistem de modelare a valurilor.

Modelul SWAN cu care s-au realizat simulările utilizate în acest studiu a fost calibrat pentru bazinul Mării Negre în cadrul proiectului „Implementarea de metode de asimilare de date pentru a îmbunătăți predicția valurilor în zonele costiere Românești ale Mării Negre” (acronim DAMWAVE, <https://www.damwave.ugal.ro/index.htm>), în care parametrizarea modelului s-a realizat cu câmpuri de vânt de rezoluție înaltă furnizate de U.S. National Centers for Environmental Prediction, Climate Forecast System Reanalysis (NCEP-CFSR). Câmpurile de vânt au o rezoluție spațială de $0,312^{\circ} \times 0,312^{\circ}$ și o rezoluție temporală de 3 ore.

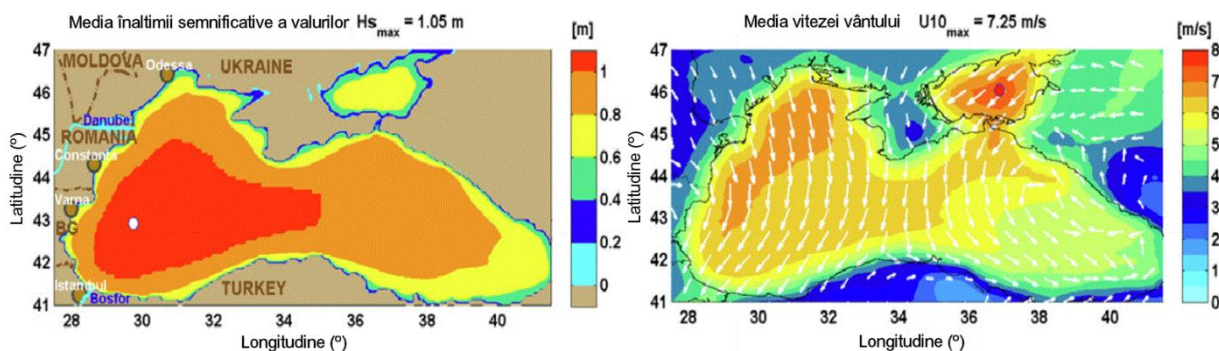


Figura 1.2 Valorile medii ale înălțimii semnificative a valurilor (stânga) și viteza vântului (dreapta) în perioada 1987-2016 [25]

1.2.2 Analiza evenimentelor extreme semnalate în proximitatea porturilor din zona litoralului românesc

Pentru a identifica posibile evenimente extreme în apropierea litoralului românesc, datele rezultate din simulările cu modelul SWAN au fost prelucrate statistic.

Pentru efectuarea studiului au fost identificate șapte puncte, câte două în apropierea fiecărui port studiat (Figura 1.1). Prin alegerea a câte două puncte geografice pentru fiecare din zonele de interes vizate, datele rezultate au fost validate utilizând tehnica verificării comparative. A fost necesară adoptarea acestei strategii de selecție a punctelor geografice pentru a crește capacitatea de a determina eventuale erori care pot apărea în procesele de manipulare și procesare a datelor de intrare. Totodată, utilizarea abordării de selecție a punctelor geografice permite remarcarea posibilelor schimbări ale condiției stării mării rezultate din eventuale diferențe de batimetrie. Starea mării și condițiile atmosferice sunt analizate în apropierea a patru porturi evidențiate în figurile următoare: Mangalia (Figura 1.6a), Constanța (Figura 1.6b), Midia (Figura 1.6c) și Sulina (Figura 1.6d).

Au fost utilizate diferite metode statistice de prelucrare a datelor privind înălțimile semnificative de val (H_s), precum: media eșantioanelor, maximul eșantioanelor, indicatorul Skewness (distribuția formei eșantioanelor), abaterea standard a eșantioanelor (STD), intervalul de încredere de 95%, iar rezultatele sunt prezentate în Tabelul 1.1.

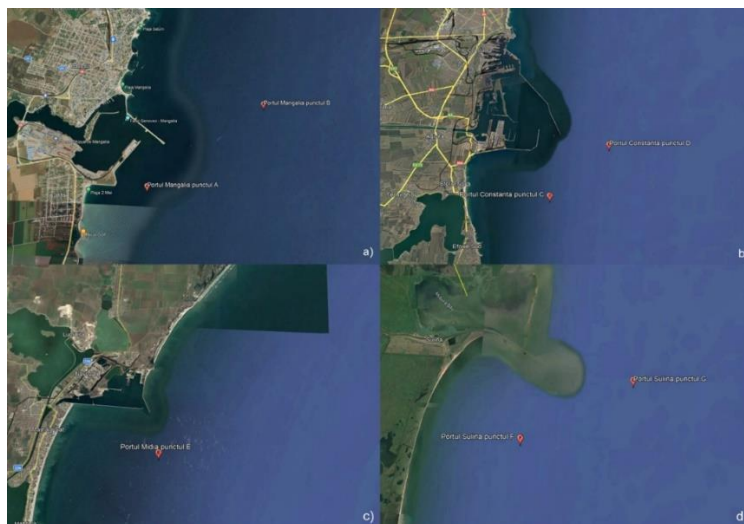


Figura 1.6 Porturile românești și poziția punctelor de referință: a) Mangalia (punctele A și B); b) Constanța (punctele C și D); c) Midia (punctul E); d) Sulina (punctele F și G).

Tabelul 1.1 Principalele caracteristici ale H_s (înălțimii semnificative de val) în punctele de referință

Puncte	A	B	C	D	E	F	G
Longitudine (°)	28,62	28,65	28,71	28,75	28,70	29,84	29,87
Latitudine (°)	43,76	43,81	44,05	44,09	44,30	45,04	45,12
Adâncime (m)	14	23	34	32	22	30	27
Media (m)	0,59	0,66	0,72	0,74	0,50	0,77	0,77
Max (m)	4,39	5,41	6,14	6,19	4,70	6,12	6,01
Std (m)	0,47	0,50	0,53	0,55	0,39	0,56	0,56
95th (m)	1,51	1,66	1,76	1,82	1,26	1,88	1,88
Skew	2,28	2,19	2,18	2,16	2,17	1,95	1,92

Viteza medie a vântului în cele șapte puncte selectate de-a lungul litoralului românesc are o valoare de aproximativ 5,5 m/s, cu mențiunea că în punctul *E* valoarea coboară spre valoare de 5 m/s. Abaterea standard este și ea cuprinsă în intervalul 2,5-3 m/s.

Explicația pentru diferența sesizabilă dintre valorile punctelor *A*, *B*, *C*, *D*, *F*, *G* și *E* este aceea că în cazul punctului *E*, aferent portului Midia, la nord există formațiuni terestre înalte. Zona cuprinsă între lacul Corbu și plajă, reprezintă o faleză naturală cu altitudini medii de 20 de metri [256]. Astfel, la punctul 10 metri deasupra luciului apei, cum este măsurată viteza vântului U_{10} , în studiul de față, punctul geografic *E* este protejat natural de vânturi puternice ce sunt dezvoltate în mod predominant pe direcția N-S. A se consulta roza vânturilor din punctul *E*.

Pentru a stabili modul în care bate vântul în cele patru centre de interes studiate au fost realizate patru roze de vânt. Roza vânturilor este o reprezentare grafică din care reiese frecvența cu care vântul acționează ca dispoziție pe cele patru direcții cardinale (N-S-E-V) și patru direcții sub cardinale (NE-NV-SE-SV). În Tabelul 1.2 pot fi identificate atât poziția geografică, prin coordonate GPS cât și valorile maximelor lunare ale înălțimii semnificative a valurilor și ale vitezei vântului, la înălțimea de 10 metri deasupra nivelului mării (U_{10}).

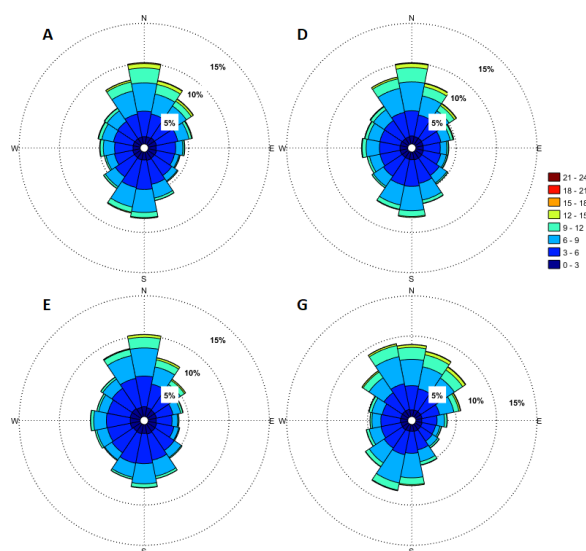


Figura 1.8 Diagramele de vânt pentru locațiile studiate

Tabelul 1.2 Valori și coordonate ale maximelor lunare H_s , prognoză pentru intervalul de timp 2021-2050 [31]

Luna	Data	Long (°)	Lat (°)	H_s (m)	U_{10} (m/s)
Ianuarie	2022/01/24	36,22	44,60	7,62	21,05
Februarie	2042/02/06	37,90	44,36	9,74	27,26
Martie	2031/03/31	33,10	44,04	9,84	22,28
Aprilie	2031/4/01	34,38	43,88	9,12	21,54
Mai	2050/05/13	30,46	43,16	6,40	19,58
Iunie	2038/06/25	38,30	44,04	5,80	22,79
Iulie	2038/07/03	37,10	44,20	6,04	22,71
August	2033/08/23	32,62	43,08	4,38	18,00
Septembrie	2025/09/27	29,50	44,12	10,93	32,70
Octombrie	2040/10/28	38,38	44,04	11,45	30,75
Noiembrie	2047/11/11	37,74	44,44	10,89	30,60
Decembrie	2026/12/11	29,34	43,64	8,36	23,33

1.3 Poluarea în Marea Neagră, date istorice

Activitățile antropice sunt în general surse constante de poluare, fie că sunt accidentale sau operaționale. Prin procesul de mișcare a mărfurilor pe calea apei, dintr-un punct în altul pe planetă, au apărut noi efecte negative: rezultate ale poluării sau efecte datorate unor dezechilibre naturale nou create. Fie că vorbim despre deversări accidentale sau operaționale de hidrocarburi, de introducerea unor specii invazive dintr-un ecosistem natural în alt ecosistem natural, industria maritimă produce anumite efecte negative asupra mediului.

Speciile invadatoare sunt acele organisme care sunt introduse antropic într-un mediu nou, unde reușesc să se adapteze, să se înmulțească și să se răspândească, astfel devenind dăunătoare pentru sistemele naturale din acel mediu gazdă. Astfel, urmările acestor tipuri de efecte pot leza interesele economice ale statelor din regiunea afectată.

În anul 1982 avut loc naufragiul petrolierului românesc UNIREA. Evenimentul s-a produs la patruzeci de mile marine sud-est de Cap Kaliakra. În urma exploziei integritatea structurală a navei a fost afectată, la fel și etanșeitatea acesteia. Nava s-a scufundat la scurt timp. Cel mai probabil nava nu transporta produse petroliere în tancurile de marfă, astfel doar combustibilul necesar operabilității navei pe timpul voiajului a fost deversat accidental în mediul marin [42], [43].

În anul 2019, nava de tip cargou de mărfuri vii, QUEEN HIND, s-a înclinat spre bordul tribord având la bord șaisprezece mii patru sute capete de ovine, în stare vie. Nava sub pavilion Palau urma să transporte ovinele din România către Arabia Saudită, dar aceasta a naufragiat în zona portuară Midia-Năvodari la o distanță mică de dana de ambarcare. Ulterior, nava a fost ranfluată și îndepărtată din zona accidentului, iar resturile animalelor care nu au supraviețuit au fost îndepărtate spre a fi incinerate [49].

1.4 Caracteristici ale navelor și a rutelor maritime din Marea Neagră

Transportul naval este certificat în zona Mării Negre încă din cele mai vechi timpuri. Astfel, există dovezi istorice care atestă această activitate încă din perioada incipientă a epocii neolitice. Pe aria localității Sava, din regiunea Varna – Bulgaria, s-a descoperit un obiect de cult în formă de “ambarcațiune”, artefactul fiind realizat din lut roșu [50].

Au mai fost descoperite, în zona țărmului Mării Negre, o serie de pietre prelucrate cu una, două sau trei găuri. Aceste pietre se presupune că reprezintă ancore antice, folosite de primii navigatori în intervalul mileniul II înainte de Hristos – secolul I înainte de Hristos [50]. În secolul VII înainte de Hristos a fost înființată cetatea grecească Histria, în nordul Dobrogei. Istoricii presupun că acest eveniment a fost precedat de numeroase expediții grecești în Marea Neagră, fie că vorbim despre coasta nordică de la ieșirea din strâmtoarea Bosfor sau de coasta sudică [51]. După înființarea celor trei cetăți dobrogene de pe actuala suprafață a României: Histria (Istria), Tomis (Constanța) și Callatis (Mangalia) și a celor de pe teritoriul Bulgariei: Antheia – Apollonia (Sozopol), Mesembria (Nessebar) au urmat numeroase cetăți pe țărmurile sudice ale Mării Negre (actuala Turcie de astăzi): Sinope (Sinop), Trapezunța (Trabzon), Kotyora (Ordu) și Kerasunța (Giresun) [52].

În zilele noastre, rutele maritime pot fi descrise utilizând baze de date imense. Bazele de date amintite utilizează date recepționate de la sateliți (S-AIS), privind locația navelor, dar mai ales informații primite de la stațiile costiere care folosesc un sistem automat de identificare (AIS). Sistemele automate de identificare (AIS) utilizează un set de emițătoare-receptoare, de tip radar, ele fiind instalate la bordul navelor sub denumirea de „servicii de trafic naval” (VTS).

Folosind datele prelucrate ale unei astfel de baze de date publice, s-a putut evidenția un model grafic ce relevă densitatea traficului maritim. Evident, acest model grafic a fost aplicat regiunii Marea Neagră. Trebuie menționat că au fost folosite date relativ recente, utilizând intervalul de timp: 2015-2016. Astfel, în Figura 1.13 (partea dreaptă) au fost evidențiate principalele rute maritime contemporane din Marea Neagră.

Media valorii vârstei navelor din portul Constanța este chiar mai îngrijorătoare. Aici au fost luate în calcul toate navele și ambarcațiunile obligate legislativ să utilizeze sistemul automat de identificare (AIS). Astfel, regăsim multe nave de dimensiuni relativ mici, printre ele chiar ambarcațiuni de agrement și multe nave cu atribuții în zona serviciilor portuare. Un exemplu ce poate fi dat este “Bricul Mircea”, nava școală a Academiei Navale “Mircea cel Bătrân”, construită în anul 1938 [56]. În Figura 1.16 poate fi identificată o altă caracteristică a flotei active din Marea Neagră, aceasta este dată de tipul navelor. Preponderent se poate observa un număr foarte mare de nave tip cargou general, vrachiere și petroliere. Aceste nave asigură în mod general procesul

de export al produselor din regiunea Mării Negre. Astfel, putem înțelege că este exportată foarte multă materie brută: țiței, cereale, produse mineraliere, cherestea, etc.

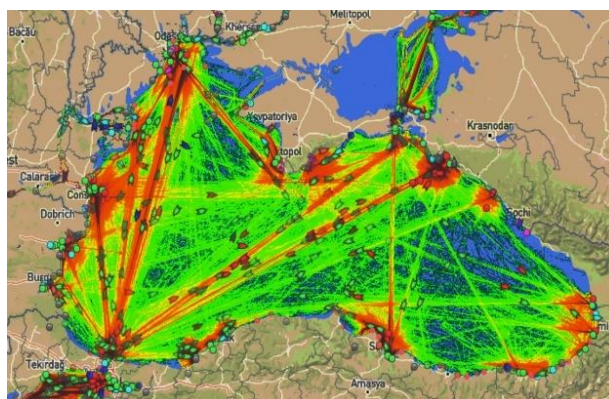


Figura 1.13 Rute de transport maritim în Marea Neagră, utilizând densitatea traficului în perioada 2015-2016 [56]

Tabelul 1.3 Navele care operau în Marea Neagră alese aleatoriu (13.06.2017)

Nr.	Pavilion	Nume	Tip	L (m)	Deadweight	Anul c.
1	Grecia	Providence	T. Chimic	103	6450	2009
2	S. Leone	Princess H	Cargou General	92	2934	1985
3	Panama	Ibrahim Konan	Cargou General	108	8107	2006
4	Turcia	Nazlim	Cargou General	146	11300	1978
5	Rusia	Mekhanik Kharitonov	T. Petrolier	141	5565	2011
6	Liberia	Sea Power	Vrachier	225	74665	2001
7	Rusia	Kapitan Barmin	T. produse petroliere	134	5742	2002
8	Rusia	Mekhanik Paramonov	T. produse petroliere	141	5537	2011
9	Rusia	Kivach	Cargou General	105	3997	1985
10	S. Leone	Ranyus Sea	Cargou General	98	3732	1985

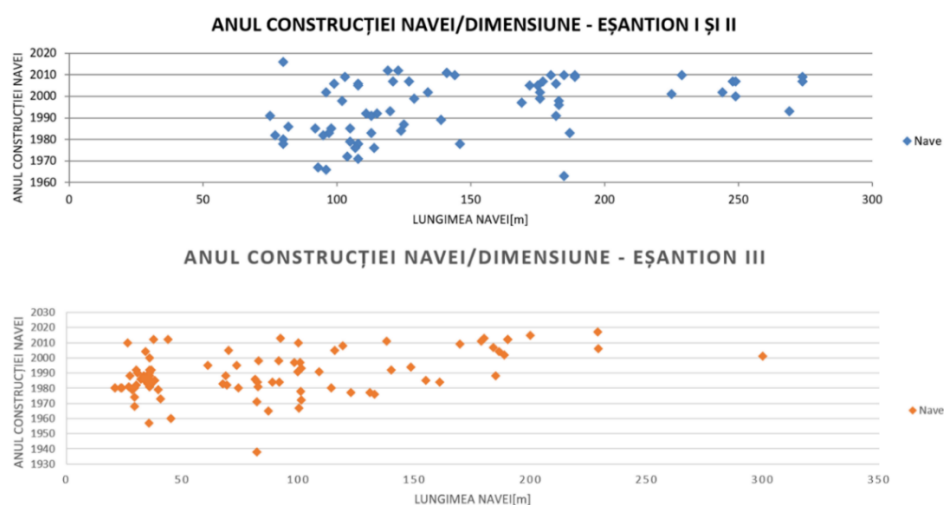


Figura 1.15 Anul construcției celor două eșantioane de nave în corespondență cu dimensiunea acestora

Navele de dimensiuni mari, cele mai nou construite, realizează curse spre destinații mai îndepărtate. Navele mai mici ca dimensiuni și mai vechi realizează de obicei curse pe rute maritime mai scurte, dar nu este o regulă [58].

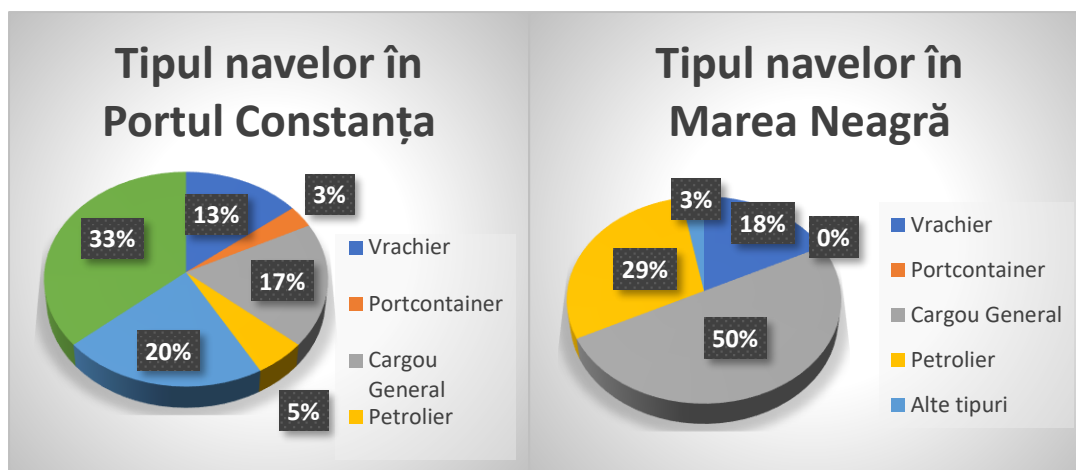


Figura 1.16 Tipul navelor din cele două eșantioane Portul Constanța/Marea Neagră

1.5 Concluzii

În primele paragrafe ale acestui capitol au fost evidențiate caracteristicile și particularitățile arealului geografic studiat, respectiv bazinul Mării Negre. Pe baza obiectivelor urmărite în realizarea tezei au fost solicitate informații privind starea mării din cadrul proiectului DAMWAVE, pentru a identifica valorile medii ale vitezei vântului și ale înălțimii semnificative de val pentru perioada istorică, corespunzătoare intervalului de timp de 30 de ani 1987-2016.

Pe baza acestor rezultate putem concluziona că Marea Neagră este un mediu dinamic în care raportul energiei valurilor se modifică la scară sezonieră sau interanuală. Aceste variații aduc cu sine o serie de factori ce influențează în mod negativ siguranța și productivitatea sectoarelor maritime și *offshore* [60]. De asemenea, există numeroase alte studii care confirmă existența unei dinamici mai pronunțate în sectorul vestic al Mării Negre [59], [61].

Se poate concluziona că în apropierea porturilor românești de la Marea Neagră pot apărea o serie de factori naturali extremi, precum vânturi de o intensitate și desfășurare ca durată mare dar și valuri cu înălțimi semnificative de val care pot afecta negativ operațiunile maritime. Riscul privind introducerea de noi specii din anumite ecosisteme în acvatoriul Mării Negre, este unul existent și ridicat. Acest potențial de risc este confirmat de evenimente istorice petrecute în bazinul Mării Negre, dar și de probabilitatea ridicată prin care navele transportă aceste ființe vii prin intermediul apelor de balast netratate.

Capitolul 2: ANALIZA EMISIILOR GENERATE ÎN ATMOSFERĂ DE NAVELE COMERCIALE ÎN BAZINUL MĂRII NEGRE

2.1 Ecosisteme naturale protejate UNESCO – zone potențial afectate

În apropierea Mării Negre se află numeroase rezervații naturale naționale, delimitate și protejate de cele cinci state cu care se învecinează. Totuși, cele mai proeminente trei locații naturale care sunt incluse și în Patrimoniul Mondial Cultural și Natural al UNESCO sunt

“Rezervația Biosferei Delta Dunării”, “Vestul Munților Caucaz” și “Rezervația Naturală Srebarna”. Cele trei zone naturale, protejate sub egida UNESCO, sunt localizate grafic pe harta din Figura 2.3 sub formă de puncte verzi. În imediata apropiere a celor trei puncte verzi sunt asociate și denumirile acestor locații pentru o mai ușoară identificare.

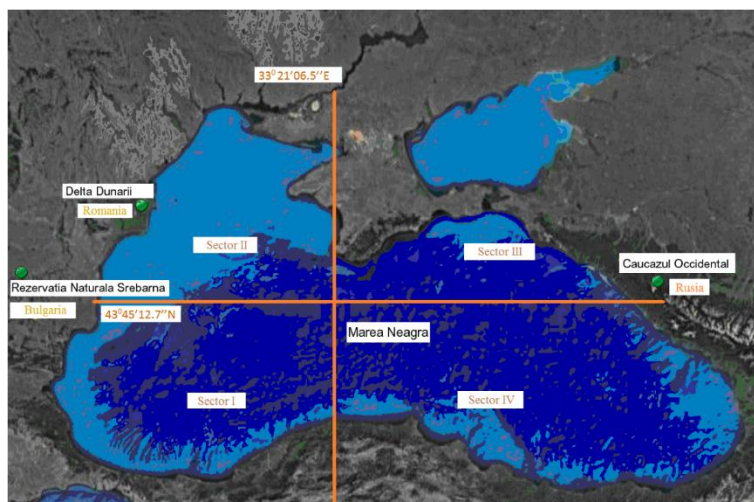


Figura 2.3 Principalele patru sectoare din zona Mării Negre și a zonelor naturale protejate de UNESCO [70]

Pentru a evidenția potențialul de risc în ceea ce privește poluarea cu emisii de natură gazoasă a acestor regiuni, și eventualul impact asupra acestora, a fost studiată direcția de acțiune a vântului în zona bazinului Mării Negre. De asemenea, a fost evaluată acțiunea maselor de aer timp de 7 zile, în perioada 05.06.2017-11.06.2017.

Rezultatul arată că, în mai mult de jumătate din timpul studiat, vântul suflă către zona protejată “Rezervația Biosferei Delta Dunării”, iar aceste mase de aer au potențial de a transporta emisiile gazoase și în suspensie rezultate de la navele ce efectuează operațiuni economice în Marea Neagră. Trebuie luat în considerare în principal traficul maritim ce se desfășoară în apropierea țărmului.

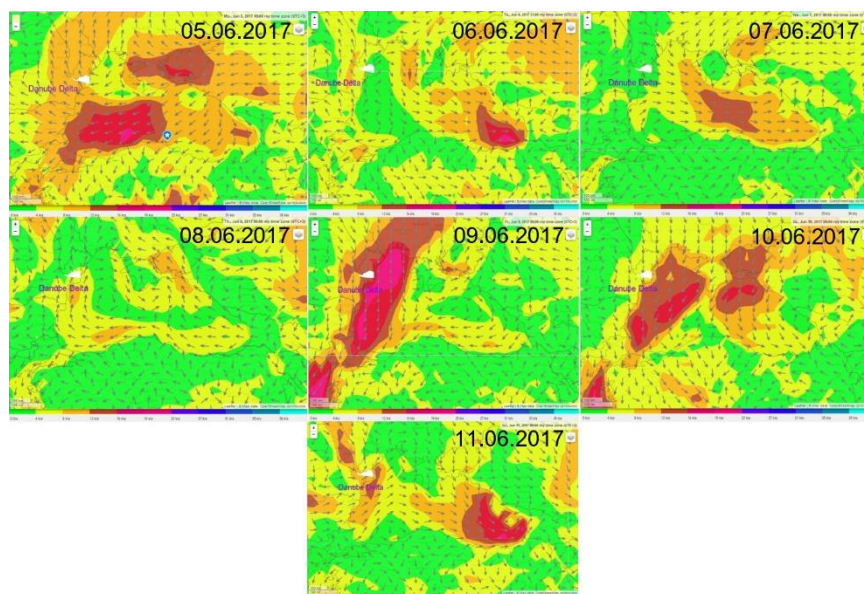


Figura 2.5 Direcția vântului în Marea Neagră (05.06.2017)/(06.06.2017)/(07.06.2017)/(08.06.2017)/(09.06.2017)/(10.06.2017)/(11.06.2017) [73]

În Figura 2.6 pentru lunile de iarnă și în cele de toamnă regăsim valori medii ale vitezei vântului U_{10} de 8,44 m/s, respectiv 7,59 m/s. În ceea ce privește regimul de acțiune a maselor de aer, se observă că acestea variază în funcție de caracteristicile geografice locale. Direcția predominantă a vântului în cazul litoralului românesc este dată de vectorul N-S [74], [75].

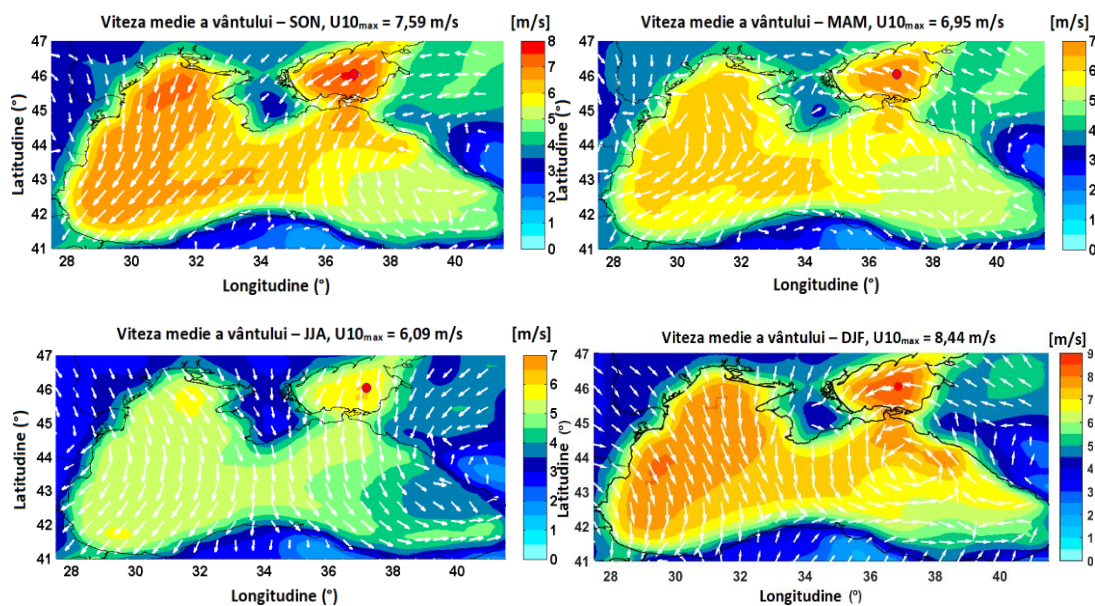


Figura 2.6 Evoluția vitezei medii a vântului în bazinul Mării Negre, sezonier [74]

2.2 Studiu de caz – Dimensionare volum de emisii rezultate în Portul Constanța

Portul Constanța este situat în apropierea orașului cu același nume, oraș situat în partea de sud-est a României și în partea de nord-vest a bazinului Mării Negre. Poziționarea portului și orașului Constanța reiese și din Figura 1.6 b). Portul Constanța reprezintă pentru UE cel mai mare și cel mai important port de la Marea Neagră. În același timp, a fost catalogat în anul 2012 ca fiind al doilea port ca importanță din această regiune, după portul rus Novorossiysk [79]. Datorită poziției pe care o ocupă portul Constanța ca importanță în cadrul Uniunii Europene, tendința actuală a traficului maritim este una de creștere.

Luând în considerare posibilitatea de creștere a activităților maritime în portul Constanța, cel mai mare port al României, este necesară evaluarea calității aerului în zonele locuite. Scopul acestui capitol este de a evalua influența activităților maritime asupra calității aerului din zonele apropiate portului.

2.2.1 Navele care apelează la serviciile portuare

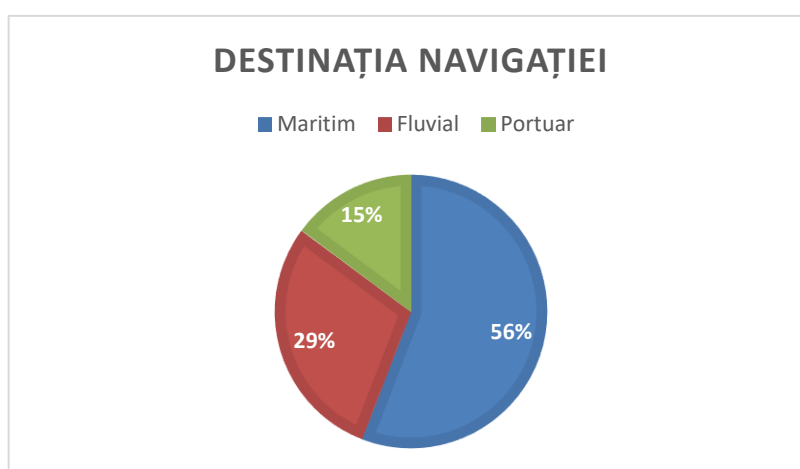
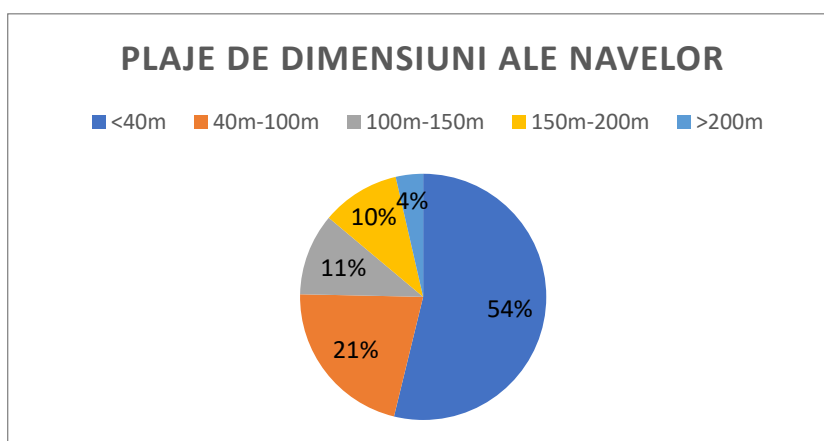
Anual, portul Constanța primește un număr considerabil de apeluri portuare. Între anul 2014 și anul 2017, volumul mediu al apelurilor a fost de aproximativ 14.400 într-un singur an, a se vedea Tabelul 2.1.

Au fost identificate 300 de nave ce se aflau în incinta portului Constanța în anul 2019, potrivit datelor furnizate de o bază de date internațională, care oferă public, gratuit și în timp real, informații despre poziția navelor [57]. Procesul de prelucrarea datelor a condus la un procent de 25% date ce nu puteau fi validate, acest lucru fiind motivat de faptul că nu au putut fi identificate datele necesare aferente navelor în cauză. S-a lucrat în continuare numai cu date validate care au reprezentat 75% din informațiile identificate anterior, aceste valori reies din graficul din Figura 2.9.

Tabelul 2.1. Apeluri portuare în Constanța 2014-2017 [82]

Anul	Apeluri maritime	Apeluri fluviale	Total apeluri
2014	4.771	10.053	14.824
2015	4.605	9.765	14.370
2016	4.331	10.203	14.534
2017	4.093	9.272	13.365

Din perspectiva destinației navelor care utilizează serviciile portului Constanța, se poate observa în figurile următoare anumite particularități ce țin de destinația navigației și dimensiuni. Astfel aflăm că lungimea medie a navelor identificate este în mare măsură redusă. Astfel, 54% dintre nave au lungimi mai mici de 40 m și doar 4% dintre nave depășind 200 de metri în lungime. Nave între 40 și 200 metri lungime au fost identificate în procent de 42%, așa cum se arată în Figura 2.11.

**Figura 2.10** Distribuția navelor în funcție de tipul de navigație**Figura 2.11** Distribuția navelor în funcție de lungime

2.2.2 Metode

În stadiul incipient s-a recurs la identificarea întregii flote de nave care au beneficiat de serviciile portuare din Constanța. După identificarea lor, a fost creată o bază de date în format tabelar. În Tabelul 2.2, au fost introduse date de identificare a navelor și caracteristici tehnice

ale navelor după cum urmează: nr. crt., nume, anul construcției, lungime, plajă de dimensiuni, tipul navei, destinația, putere instalată, puterea portuară instalată.

Informațiile din Tabelul 2.2 sunt necesare pentru a determina volumul de gaze cu efect poluant, rezultate din arderea combustibililor folosiți pentru a asigura necesarul de putere electrică și mecanică la bordul navelor.

Tabelul 2.2. Nave identificate în portul Constanța, selecție din Anexa 1

Nr. Crt.	1	2	3	4
Nume	Neptune KEFALONIA	MIRCEA	MICHEL A	KAMPALA
Anul construcției	2009	1938	2007	2001
L (m)	169,59	82,0	183,98	299,99
Plajă de dimens.	150<L<200	40<L<100	150<L<200	L>200
Tipul navei	RO-RO	Navă școală	Portcontainer	Portcontainer
Destinația navei	Maritim	Maritim	Maritim	Maritim
Deadweight (t)	11361	1144	22014	88700
Putere (kW)	12000	809	14000	49000
Putere în port (kW)	700	809	10500	36750

Utilizând datele din Tabelul 2.2 corelate cu informațiile din Figura 2.12 se poate determina, pentru fiecare navă, puterea instalată la bord. Datele furnizate de IMO susțin că pentru nave de tip petrolier de dimensiuni medii, puterea necesară la cheu este de 400 kW [83].

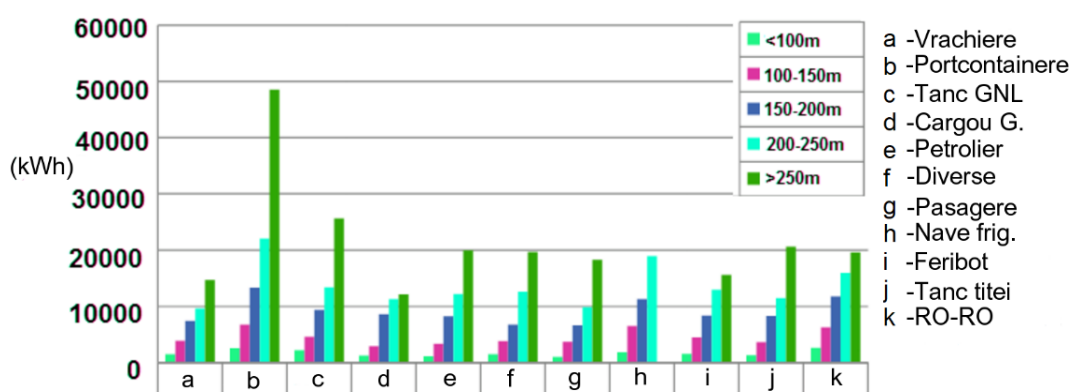


Figura 2.12 Puterea instalată la bordul navei în funcție de tip și lungime (kWh) [68]

De cele mai multe ori astfel de calcule se fac în conformitate cu relația (2.1), unde emisiile sunt notate cu E , FC reprezintă consumul de combustibil și EF este factorul de emisie. În acest caz a fost adoptată o altă abordare pentru a determina volumul emisiilor rezultate din operațiunile navelor din Portul Constanța [84].

$$E=FC \cdot EF \quad (2.1)$$

Scenariile ce au luat în calcul diferite posibilități și reglementări au fost calculate folosind relația (2.2). În același timp au fost utilizate scenariile individuale pentru fiecare din emisiile de SO_x , NO_x și particule fine în suspensie (PM_x). Rezultatele sunt destul de impresionante având în vedere că într-o oră de operațiuni portuare, în Constanța, sunt emise în atmosferă pentru cel mai plauzibil caz: 2 – 2,5 tone de SO_x , între 1 tonă și 2,4 tone de NO_x și aproximativ 12 kg de PM .

$$E=PN \cdot EC \quad (2.2)$$

2.3.2 Energie verde

O altă tendință tehnologică care va influența cu siguranță piața hidrocarburilor este migrația consumatorilor la toate nivelurile, atât casnici cât și industriali, către electricitate. Astfel, producția de energie verde a migrat către zone din largul mării, *offshore*. Multe studii încearcă să evalueze oportunitatea de a dezvolta astfel de soluții în largul Mării Negre de-a lungul coastei României și oportunitatea de a instala parcuri eoliene *offshore*. Totodată sunt evaluate și soluții hibride care sunt capabile să transforme în electricitate: energia valurilor, vântului și chiar cea solară [97], [98], [99], [100].

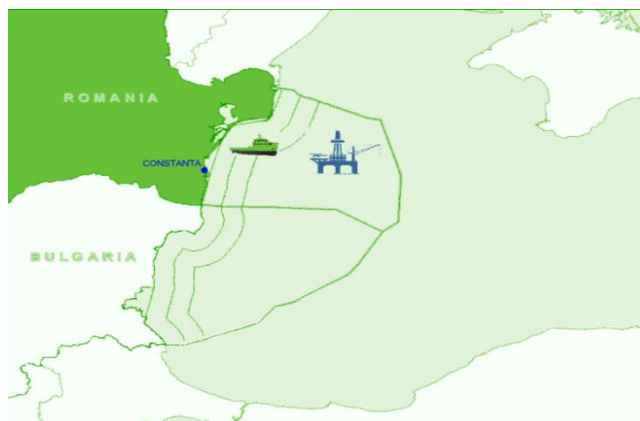


Figura 2.16 Apele teritoriale ale UE, România și Bulgaria [101]

2.3.3 Rezultate și discuții

În Tabelul 2.6, coloana *a* arată consumul și emisiile pentru flota de nave de tip *offshore* *Simon Møkster*, valori aferente pentru anul 2018. Pentru a realiza acest studiu a fost luată în calcul metoda comparativă. Prin metoda comparativă a fost considerată *Simon Møkster* flota de nave etalon, iar rezultatele acelei flote au fost prelucrate spre a fi atribuite flotei de nave *offshore* din Marea Neagră.

Tabelul 2.6 Consum / emisie [103], [104], [105]

Scenarii	a	b	c	d	e	Total	S.I.
MDO	30573	6253	360	1170	93,94	7877	t
Combustibil GNL	1888	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	t
Energie echiv.	391	79,98	4,60	14,96	1,20	100,75	GWh
CO ₂	100888	22699	1306	4246	341	28594	t
NO _x	885,9	199,33	11,47	37,29	6,33	254,43	t
SO _x	36,2	8,89	0,51	1,66	0,43	11,49	t
PM	45,9	11,27	0,65	2,11	0,17	14,19	t

2.4 Dimensionare volum de emisii rezultate în bazinul Mării Negre

Calitatea aerului a devenit o preocupare reală din două perspective majore: în primul rând din cauza riscului ridicat de sănătate pentru întreaga populație [106], iar al doilea rând din cauza conexiunii directe pe care o are în tendința crescândă a efectelor de încălzire globală. Studii

recente estimează că aproximativ 3% din toate bolile cardio-pulmonare și 5% din toate decesele provocate de cancerul pulmonar sunt rezultate ale efectelor PM_{2,5} și PM₁₀ la nivel global [107]. În cele două scenarii prezentate această problemă de mediu trebuie abordată de factorii de decizie [108], [109], care pot pune în aplicare măsuri concrete și sunt responsabili pentru ele. În prezent, poluarea aerului reprezintă una dintre cele mai importante și analizate probleme științifice.

2.4.1 Porturile de la Marea Neagră

Pe zona de coastă a Mării Negre, sunt situate un număr mare de porturi. În același timp, aceste porturi aparțin diferitelor țări care se învecinează cu Marea Neagră. Țările vecine ale Mării Negre sunt în număr de șase: România, Bulgaria, Turcia, Georgia, Rusia și Ucraina. În Tabelul 2.8 sunt prezentate volumul apelurilor portuare, pentru fiecare port vizat, pe primul rând.

Tabelul 2.8 Apeluri portuare în porturile Mării Negre la data de 15 iulie 2020 [57]

Port	Constanța	Burgas	Varna	Samsun	Trabzon	Batumi	Poti	Novorossiysk	Sevastopol	Odesa
Apeluri portuare	162	33	67	38	8	2	18	134	69	51
Sosiri programate	58	11	15	18	3	7	9	36	2	15
Total identificate	299	69	184	73	17	35	53	259	413	109

2.4.2 Descrierea metodei folosite pentru determinarea volumului de emisii atmosferice

Pentru a determina volumul de agenți poluanți rezultat din activitățile portuare au fost luate în considerare caracteristici ce țin de activitățile portuare, așa cum sunt prezentate în Figura 2.13. După ce s-a făcut o estimare aproximativă, luând în considerare literatura de specialitate, s-au făcut câteva ajustări. În cazul puterii maxime, aceasta a fost ajustată cu 25 %.

Tabelul 2.9 Estimarea puterii instalate la bordul navelor din porturile Mării Negre

Port	Constanța	Burgas	Varna	Samsun	Trabzon	Batumi	Poti	Novorossiysk	Sevastopol	Odesa
Puterea principală [Mw/h]	1000,4	203,8	413,7	234,7	49,4	12,4	111,2	827,5	426,1	314,9
Puterea portuară [Mw/h]	119,1	24,3	49,2	27,9	5,9	1,5	13,2	98,5	50,7	37,5

În același timp, folosind informațiile din diagrama prezentată în Figura 2.13, s-a asumat o ipoteză prin care perioadele aferente activităților portuare au fost clar delimitate, între timpul de acostare și restul activităților portuare. Aceste valori au fost ajustate astfel: a fost redusă cu 25%

puterea utilizată, reprezentând procent din puterea de maximă instalată la bordul navelor. Ca perioade de timp a fost alocat 75% din totalul perioadei petrecută de navă în zona portuară și pentru timpul de acostare. Pe baza ipotezelor prezentate, a fost dezvoltată o „Putere medie a operațiunilor portuare”.

Procentajele scenariilor ce sunt incluse în valoarea medie actuală sunt reprezentate astfel: 20% pentru nave în conformitate cu reglementările de TIER2, 40% pentru nave în conformitate cu reglementările de TIER1, restul de 40% pentru navele care nu întrunesc solicitările pentru normele TIER și sunt aferente navelor construite înainte de anul 2000.

Tabelul 2.10 Volumul emisiilor rezultate într-o oră de operațiuni portuare în porturile Mării Negre

Port	Constanța	Burgas	Varna	Samsun	Trabzon	Batumi	Poti	Novorossiysk	Sevastopol	Odesa
PM_x (kg)	24,9	5,1	10,3	5,8	1,2	0,3	2,8	20,6	10,6	7,8
CO_2 (t)	247,5	50,4	102,4	58,1	12,2	3,1	27,5	204,7	105,4	77,9
NO_x (t)	3,4	0,7	1,4	0,8	0,2	0,04	0,4	2,8	1,4	1,1
SO_x (t)	4,8	1,0	2,0	1,1	0,2	0,1	0,5	3,9	2,0	1,5

2.5 Influența emisiilor gazoase rezultate din activitățile portuare și calitatea aerului din zonele costiere specifice Mării Negre

Acest capitol își propune să determine impactul transportului maritim asupra calității aerului în zona adiacentă portului Constanța, în ceea ce privește măsurile impuse de guvernul român pentru reducerea răspândirii virusului SARS-CoV-2 în România. În România, starea de urgență a fost oficial declarată prin Ordonanța militară emisă de Ministerul Afacerilor Interne, care a fost pusă în aplicare începând cu 18 martie 2020. În perioada cuprinsă între începutul și sfârșitul stării de urgență au fost aplicate câteva ordonanțe militare emise de Ministerul Afacerilor Interne, care descriau o serie de restricții și proceduri care trebuiau urmate de toți cei din interiorul aerului terestru și frontierele maritime, pentru a preveni răspândirea SARS-CoV-2. Aceste măsuri au fost aplicate chiar și pentru industria de transport maritim. Urgența de stat a fost încheiată printr-o Ordonanță militară similară, care anunța starea de alertă în România începând cu 14 mai 2020 [117].

2.5.1 Zona de coastă Nord-Vestică a Mării Negre

În fiecare zi, regiunea este tranzitată de peste 300 de nave, datorită unui număr considerabil de porturi de pe litoralul românesc, din care se pot menționa: portul Constanța – (Agigea), Mangalia, Midia-Năvodari, Sulina. Navele care călătoresc spre regiunea ucraineană Odesa și au ca origine a plecării Bulgaria sau tranzitează strâmtoarea Bosfor, parcurg și perimetrul rotund prezentat în Figura 2.21. Acest număr reprezintă aproximativ 40% din volumul total al traficului maritim zilnic efectuat în întreaga zonă a Mării Negre.

2.5.2 Compuși poluanți atmosferici

Pe teritoriul județului Constanța există șapte locații în care calitatea aerului este evaluată

din perspectiva diferiților parametri. Toate cele șapte locații sunt situate în perimetrul delimitat de grila din Figura 2.22 a). Doar șase locații sunt aproape de coastă și, de asemenea, în apropierea porturilor românești. Aceste șase locații sunt prezentate în Tabelul 2.12. În județul Tulcea nu există stații fixe situate aproape de coastă.

Tabelul 2.12 Stații fixe de monitorizare a calității aerului amplasate pe țărmul României - Figura 2.22 b)

Nr. Crt.	Identificare stație fixă	Locație
1	CT1	Constanța
2	CT2	Constanța
3	CT3	Năvodari
4	CT4	Mangalia
5	CT5	Constanța
6	CT6	Năvodari

Emisii de CO_x

Oxizii de carbon rezultă din arderea combustibililor fosili precum: produse petroliere și GNL. Emisiile de CO sunt direct proporționale cu consumul de combustibil.

Emisii de NO_x

Oxizii de azot sunt rezultatul reacției dintre doi compuși chimici obișnuiți, oxigenul și azotul, într-un mediu cu temperatură ridicată. Cel mai comun mod de producere este prin arderea combustibililor, cum ar fi arderea combustibilului în interiorul motoarelor de combustie. Motoarele navale masive reprezintă o sursă semnificativă de emisii.

Emisii de SO_x

Oxizii de sulf se formează în timpul procesului de ardere în motoarele navale, și apar din cauza prezenței sulfului în combustibil. Este recunoscută ca o emisie care contribuie la poluare și care dăunează tuturor vietăților.

Particule fine de materie în suspensie

Emisiile de tip PM sunt asociate cu procesele de emisii de gaze datorate arderii combustibililor fosili și a uleiurilor lubrifiante. Aceste produse reziduale de ardere reprezintă o problemă internațională care amenință sănătatea umană [122].

După analiza datelor disponibile în fiecare locație, prezentate în Tabelul 2.12, în ultimii șase ani (din octombrie 2014 până în octombrie 2019), au fost alese doar două locații (CT4 și CT5).

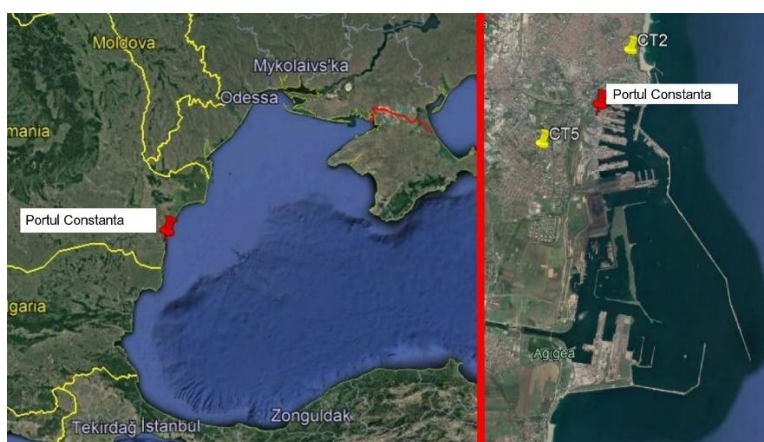


Figura 2.23 Localizarea stațiilor fixe de monitorizare a aerului, portul Constanța (CT2, CT5) [70]

Din Figura 2.24 se poate observa că numai valorile emisiilor de PM₁₀ au atins de multe ori valori critice în anul 2017 și în primele două trimestre din anul 2019.

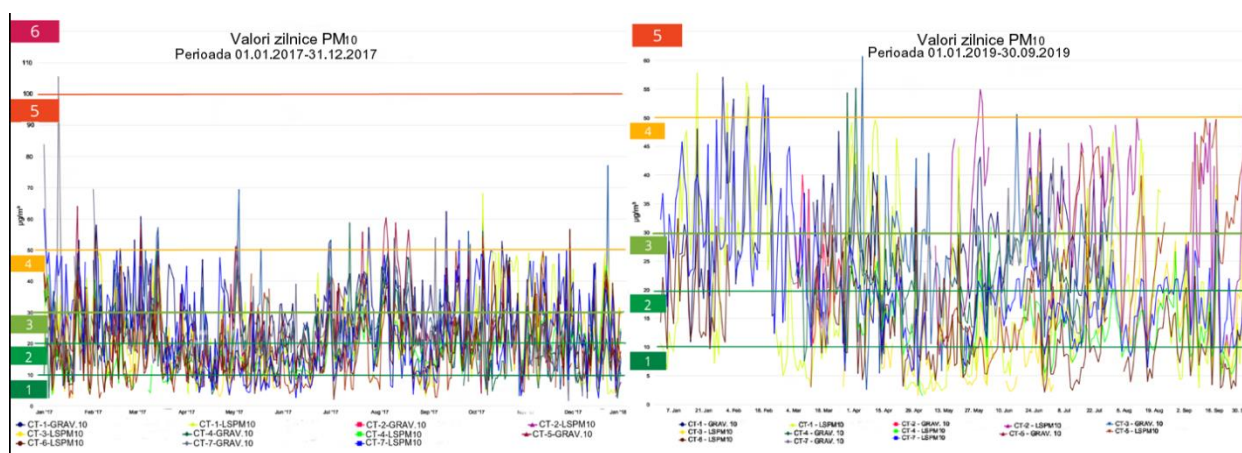


Figura 2.24 Variația zilnică a PM10 în stațiile fixe de măsurare a calității aerului 2017/2019

Referindu-ne la Tabelul 2.13 și luând în considerare tendința de extindere a flotei globale, care aduce cu sine un consum mai mare de combustibil, reducerea emisiilor este susținută doar de abordarea la nivel mondial a reglementărilor stricte și impunerea lor pentru a reglementa activitatea de transport maritim.

Tabelul 2.13 Emisiile din Marea Mediterană și Marea Neagră 2009 și 2030

Marea Mediterană și Marea Neagră					
<i>Anual\Emisii (kilotone)</i>	NO_x	SO_2	CO	$PM_{2.5}$	PM_{10}
2009	1701	1194	188	137	144
2030	1735	264	188	31	33

2.5.3 Impactul generat de virusul SARS-COV-2 asupra calității aerului în zona portului Constanța

În noul context global generat de răspândirea virusului SARS-CoV-2, economia a fost afectată. Din cauza măsurilor luate de cele mai multe state, pentru a limita răspândirea acestui virus în rândul oamenilor, activitatea de producție a fost oprită în multe sectoare economice și, în consecință, a fost afectată și industria transportului maritim. Măsurile care au fost luate în sectorul navigabil din România sunt cunoscute, similar s-a întâmplat și la nivel mondial. În perspectiva reducerii numărului navelor din porturi, va fi urmărită evoluția unor parametri ai calității aerului în zona județului Constanța. Această evoluție va fi corelată cu evoluția volumului de apeluri portuare, ale navelor internaționale, către serviciile portuare din Constanța și prezentată în acest capitol.

2.5.4 Parametri considerați în evaluarea calității aerului

Parametrii datelor privind calitatea aerului au fost furnizați de platforma publică pusă la dispoziție de Rețeaua Națională de Monitorizare a Calității Aerului, subordonată Ministerului Mediului din România [116].

Starea de urgență, în România, a fost oficial declarată de guvernul român în perioada 18 martie – 14 mai. Aceste două date sunt indicate în Figura 2.27, cu o linie neagră verticală pentru fiecare dintre cele două. Astfel, a fost aleasă ca perioadă de investigație 1 martie – 31 mai 2020 [117]. Pentru a putea detecta mai ușor dacă s-a întâmplat ceva complet diferit în perioada stării de urgență.

Linia roșie cu puncte verzi reprezintă valorile zilnice ale SO₂, aferente perioadei din anul 2020. În același timp, linia albastră reprezintă valorile zilnice ale SO₂ pentru perioada similară în anul 2019. Pentru o mai bună înțelegere, a fost creată o curbă polinomială, ce are drept rol de a arăta tendința pentru fiecare perioadă în parte. Poate fi observat că în Figura 2.27 curba verde deschis, având tendință descrescătoare, este dedicată valorilor din anul 2020 din perioada selectată. Curba dedicată anului 2020 arată pentru data de 31 mai, comparativ cu 1 martie, a aceluiași an, o scădere cu 30% a emisiilor de dioxid de sulf.

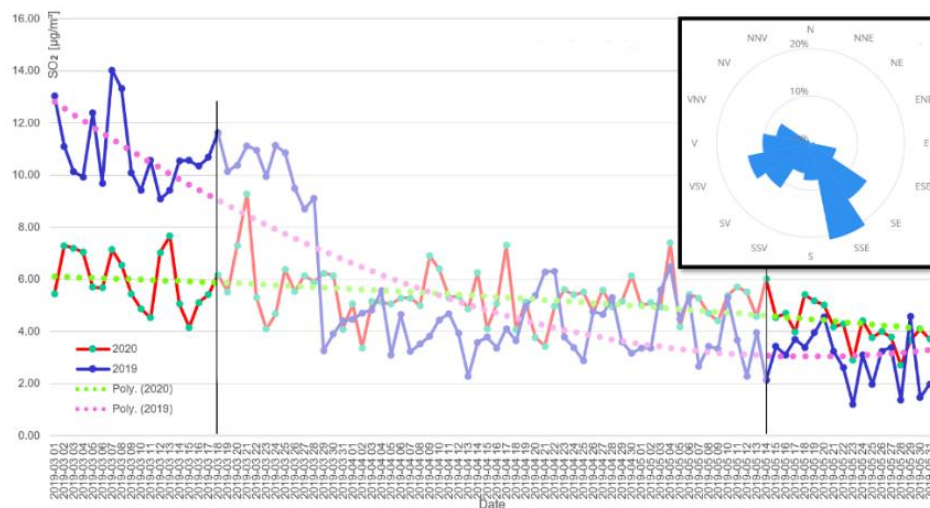


Figura 2.27 SO₂ în CT2 în perioada 1 martie – 31 mai (2020 și 2019)

În primă fază am fi putut atribui această diferență favorabilă informațiilor care susțineau că fabricile din China și-ar fi oprit activitatea. Acest lucru ar fi condus la efect major transpus în livrarea mărfurilor către Europa cu mari întâzieri. De aici și această prezumție prin care am fi putut să credem că traficul a scăzut ca volum în Portul Constanța. Ar fi fost o ipoteză greșită, cele mai apropiate statistici perioadei studiate au prezentat o creștere de 3,31% în primele patru luni ale anului 2020, pentru portul Constanța. Aceste diferențe au luat naștere prin comparația cu anul precedent, a tonajului mărfurilor operate. Pe de altă parte, numărul de nave care au apelat la serviciile portuare a fost de 4450 în primele patru luni din anul 2020 (+ 6,7%), comparat cu 4152 în anul 2019 [129].

2.6 Concluzii

Există o serie de măsuri pentru combaterea acestor efecte și care pot fi luate în considerare:

- Utilizarea în porturi a unor soluții precum cele de conectare electrică la facilitățile portuare. Aceste facilități ar putea fi completate de stații de producție a energiei utilizând GNL.
- “Reducerea turației” – „SLOW STREAMING”.
- Utilizarea combustibililor de calitate (cu un procent scăzut de sulf) / schimbarea tipului de combustibil.
- Soluții tehnice pentru reducerea emisiilor prin filtrare (Scrubber).

Capitolul 3: EVALUAREA CAUZALITĂȚII PRODUCERII ACCIDENTELOR DIN MAREA NEAGRĂ ÎN ULTIMELE TREI DECENII

3.1 Identificarea, evaluarea și analiza parametrilor stării mării în momentul accidentului

Marea Neagră este cunoscută de industria navală, chiar și din istorie, că este o zonă care prezintă numeroase probleme pentru navigație. Astfel, în bazinul Mării Negre se produc periodic accidente navale grave.

Având în vedere că din anul 2001 până în prezent, nu mai puțin de douăzeci de nave au naufragiat în Marea Neagră și cinci dintre ele în anul 2017, este necesară o analiză generală a cauzelor care au condus la derularea acestor evenimente nedorite. Astfel, pentru o serie de accidente identificate în timp și spațiu, au fost analizate caracteristicile de val și vânt pe baza rezultatelor obținute din simulări cu modele numerice. Pentru a identifica cât mai corect posibil factorii externi care au afectat navele implicate în aceste accidente, sunt evaluați parametrii principali ai valurilor. Astfel valurile au fost simulate cu ajutorul unui sistem de modelare numerică a valurilor implementat în Marea Neagră. În acest fel, în întregul bazin al Mării Negre, dar și pentru locația cunoscută a navei implicate într-un incident major, sunt identificate mai multe seturi de informații privind starea mării cu câteva zile/ore înainte de eveniment, în timpul evenimentului, cât și după catastrofă.

3.1.1 Incidentele navale din Marea Neagră

Pentru realizarea acestui studiu au fost identificate toate incidentele navale grave din zona geografică a Mării Negre și care s-au încheiat ca naufragii. În Tabelul 3.1 au fost identificate 21 de înregistrări [56], [136], [137], [138], [139]. Toate aceste incidente au fost verificate din diferite surse, pentru a confirma faptele pentru fiecare navă și incident în parte, Anexa 2.

3.1.2 Poziționarea geografică a evenimentelor

Pozițiile geografice au fost identificate în conformitate cu rapoartele fiecărui eveniment. Astfel, locațiile aproximative în care au avut loc evenimentele sunt reprezentate grafic pe harta Mării Negre, Figura 3.1. Numerotarea din prima coloană a Tabelului 3.1 a fost utilizată pentru a identifica fiecare eveniment.

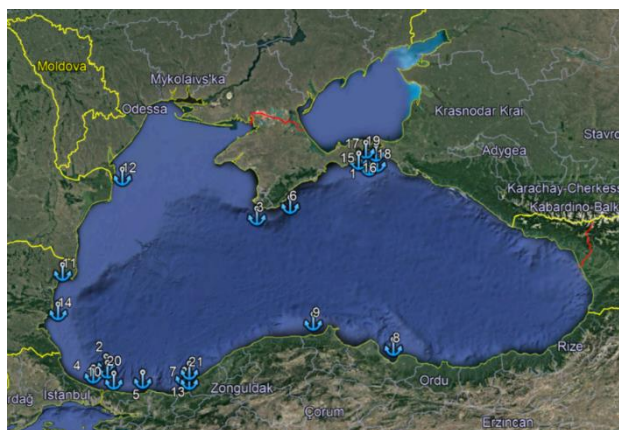


Figura 3.1 Reprezentarea incidentelor navale din Marea Neagră din perioada 2001-2017

3.1.3 Caracteristicile flotei active din Marea Neagră

Rezultatele arată că această cauzalitate este strâns legată de momentul construirii navei. Chiar și procentele, prin dimensiunea valorilor lor, arată clar influența vârstei navei asupra posibilității sau riscului ridicat de implicare a anumitor nave, din intervale de vechime clare, într-un eveniment naval sever.

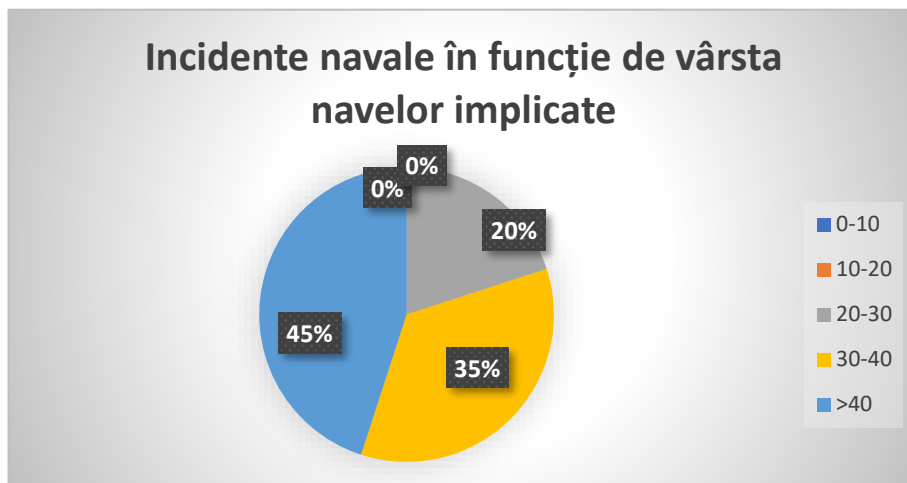


Figura 3.2 Intervale de vârstă a navelor implicate în accidente navale 2001-2017, Marea Neagră

Figura 3.4 arată evoluția vârstei navelor implicate în evenimente navale grave în timp și incidența acestor evenimente nedorite, se poate observa că un număr tot mai mare de nave încep să iasă din utilizare.

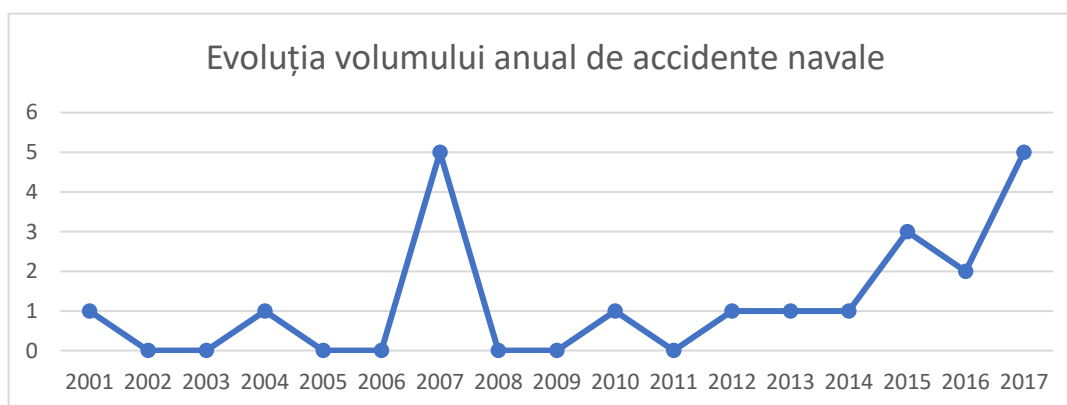


Figura 3.4 Evoluția volumului anual de accidente navale 2001-2017, Marea Neagră

Navele de transport mărfuri generale, denumite cargouri generale, ocupă primul loc. Peste 80% din accidentele petrecute în perioada 2001-2017 au implicat o navă de transport mărfuri generale. Vrachierele, navele care transportă mărfuri vrac, sunt pe locul doi ca incidență, cu un procent mai mic de 9%.

3.1.4 Factorii naturali care duc la accidente navale în Marea Neagră

Pentru fiecare incident, condițiile de vânt și val au fost simulate pentru o perioadă de 48 de ore cu o rezoluție temporală de timp de 3 ore. Viteza vântului este la altitudinea de zece metri

deasupra nivelului mării și este notată cu U_{10} (m/s). Celălalt parametru de interes pentru acest studiu este înălțimea semnificativă a valurilor, fiind notată cu H_s (m). Datorită bazei de date istorice, simulările au putut fi efectuate numai în perioada 2001-2016, astfel că din cele douăzeci și unu de incidente menționate în Tabelul 3.1, doar șaisprezece evenimente au fost verificate pentru starea mării, cele care pot fi identificate atât în Tabelul 3.1 și în Tabelul 3.2 cu valori numerice cuprinse între 6 și 21. Rezultatele sistemului de simulare numerică au fost analizate pentru fiecare caz, rezultând o serie de reprezentări grafice în funcție de parametrul ales pentru coordonata de timp indicată, ca în Figurile 3.7 și 3.8.

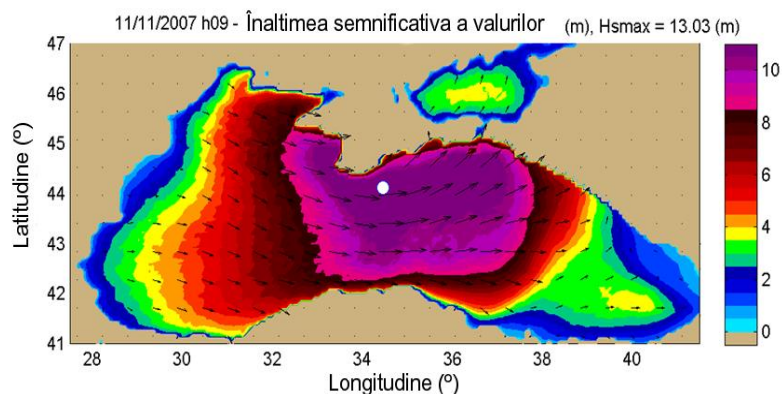


Figura 3.7 Distribuția spațială a câmpurilor medii semnificative ale înălțimii semnificative a valurilor și direcția medie a valului în bazinul Mării Negre (11.11.2017)

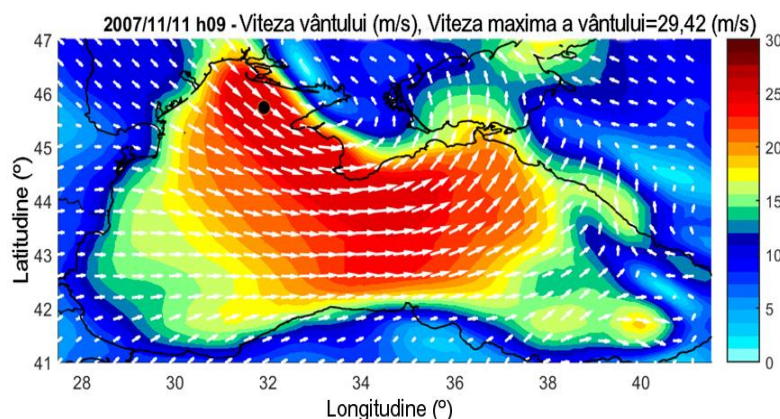


Figura 3.8 Distribuția spațială a maselor de aer și direcția acțiunii lor în Marea Neagră (11.11.2017)

Rezultatele din Figurile 3.7 și 3.8 au fost prelucrate în Tabelului 3.2. Valoarea maximă a înălțimii semnificative a valurilor a fost identificată și notată pe primul rând din tabel, iar al doilea rând este destinat pentru valoarea maximă a vitezei vântului. Au fost identificate valorile maxime ale acestor parametri, deoarece a fost luat în calcul cel mai nefavorabil scenariu. Accidentele corespunzătoare fiind identificate în Tabelul 3.2 având valori cuprinse între 15 și 19.

Tabelul 3.2 Parametrii valului și vântului în Marea Neagră în momentul producerii accidentelor navale 2001-2016

Nr.crt.	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
H_s [m]	1,5	1,5	1,5	3,5	5,5	5	2,5	5	3	13	13	13	13	13	8,5	6
U_{10} [m/s]	10	9	7,5	15	18	15	12	17	15	29	29	29	29	29	22	20

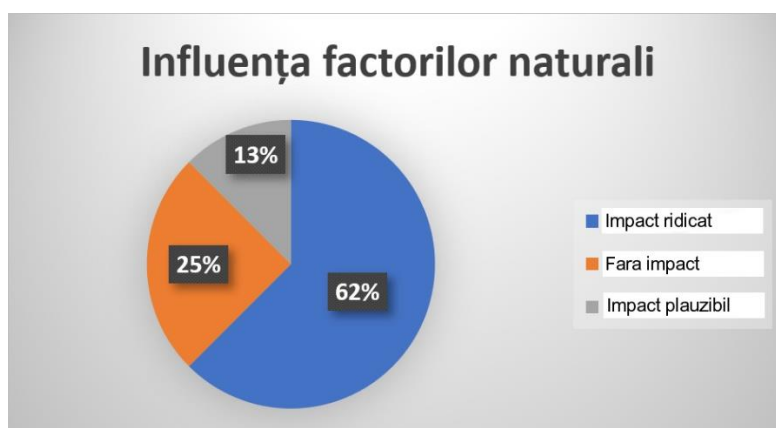


Figura 3.9 Influența factorilor naturali asupra accidentelor maritime 2001-2017, Marea Neagră

Principalul obiectiv al domeniului maritim internațional, compus din cele trei industrii complementare: proiectarea navelor, construcția navelor și exploatarea navelor (transportul maritim), este reprezentat de siguranța pe mare [23]. În această direcție, sunt evaluați factorii care duc la dezvoltarea evenimentelor care pot pune în pericol viețile umane, mărfurile transportate, dar și integritatea navei în sine [28]. Principalii trei factori care pot duce la apariția unui accident naval sunt: starea stării mării, starea tehnică a navei și acțiunile echipajului. Continuând în profunzime studiul din prezentul capitol [9] reiese faptul că pentru o anumită serie de evenimente navale, starea mării și condițiile atmosferice au avut un rol semnificativ în desfășurarea într-o direcție negativă a evenimentelor prezentate.

3.1.5 Metode și rezultate

Câmpurile înălțimii semnificative a valurilor (H_s) și vitezei vântului (U_{10}) au fost identificate pentru fiecare eveniment. În cazul primului eveniment indicat în Tabelul 3.3 (care a avut loc în decembrie 2014), acestea sunt ilustrate în Figura 3.11, la fiecare trei ore. Înălțimile semnificative ale valurilor și vitezele vântului pot fi găsite în Tabelul 3.4

Este evident că în zona Mării Negre pot apărea furtuni violente din când în când, acestea putând să atingă local o intensitate comparabilă cu cea a unui uragan. Acesta afirmație reiese din rezultatele vitezei vântului mai mari de 20 m/s. În același timp, în cazurile studiate în bazinul Mării Negre, au fost identificate înălțimi semnificative ale valurilor de peste 11 m. Simulările realizate indică faptul că există și o intensificare rapidă a condițiilor meteorologice pe mare care poate lua prin surprindere echipajele navelor ce navighează în zona afectată la un anumit moment.

3.2 Evaluarea din punct de vedere structural a navelor de tipul Cargou General, implicate în accidente cu risc de poluare

Acest capitol are ca obiectiv realizarea unui studiu care să contribuie la crearea unui mediu mai sigur pentru ecosistemul marin și pentru siguranța și siguranța membrilor echipajelor navelor care operează în Marea Neagră. Necesitatea evaluării riscurilor de oboseală structurală apare din faptul că diferite nave care au fost implicate în incidente maritime grave nu au rezistat din punct de vedere structural, navele rupându-se chiar în două bucăți. Douăzeci și unu de naufragii grave au avut loc între 2001 și 2017, dintre care un număr de cinci s-au petrecut în anul 2017. Unele dintre nave au naufragiat ori s-au scufundat din cauza daunelor de natură structurală cauzate de furtuni extreme. Se poate menționa tot aici că vârsta medie a navelor implicate a fost de peste treizeci și șapte de ani.

Tabelul 3.4 Rezultatele pentru H_s și U_{10} ale fiecărui eveniment au avut loc în Marea Neagră

Interval de timp/ID		I		II		III		IV		V	
		H_s	U_{10}	H_s	U_{10}	H_s	U_{10}	H_s	U_{10}	H_s	U_{10}
DB	00:00:00	2	10.5	1	8	7	16	1	11	4	17
	03:00:00	2	10.5	1	8	6.5	21	1	12	4	19.5
	06:00:00	2	10.5	1	8	8	19	1	12	3	15
	09:00:00	2	10.5	1.5	8	11	22	2	8	2.5	12
	12:00:00	2.5	11	1.5	9.5	10.5	23	3.5	6	2	12
	15:00:00	2.5	11	1.5	9.5	8	20	4.5	15	2	8
	18:00:00	3	14	1.5	8	4.5	14	5	17	2.5	6
	21:00:00	3.5	14.5	1.5	7	3	9	7	18	2	14
D	00:00:00	4	14.5	1.5	6	2.5	5	7.5	19.5	1.5	14
	03:00:00	4.5	15	2	13	2	7	8	20	1.5	14
	06:00:00	4.5	14.5	2.5	12	2	7	8.5	22	1.5	10
	09:00:00	4	13	2.5	11.5	2	9	7.5	21	1.5	9
	12:00:00	3.5	14	2.5	9	3	9	6	19	1.5	14
	15:00:00	4	14.5	2.5	8	3	16	5.5	18	1.5	11
	18:00:00	4	10	2.5	7	2.5	12	4.5	15	1.5	8
	21:00:00	3	10	2.5	11.5	2.5	13	4	14	1.5	10
	00:00:00	2.5	9	2.5	11.5	3.5	10	3.5	13	1.5	12

3.2.1 Ipoteze de lucru

Din 21 de nave identificate în Figura 3.1, un număr de 17 nave de tip cargou general au suferit unul dintre următoarele trei incidente: naufragiu, scufundare sau o problemă de propulsie din cauza motorului. Ca urmare a acestei operațiuni, în Tabelul 3.1 putem identifica: numărul de identificare al navei, numele navei, tipul incidentului, anul accidentului, anul construcției navei, pavilionul navei, lungime (L) și tipul navei. În acest studiu tipul navei este reprezentat exclusiv de nave de tip cargou general. Data exactă (zi.lună.an) a desfășurării evenimentului există ca dată de intrare, dar nu a putut fi prezentată din cauza lipsei de spațiu în Tabel 3.1. Totuși, această informație poate fi regăsită în ANEXA 2. După medierea aritmetică a dimensiunilor generale de construcție (lungime și lățime) ale celor 16 nave, cărora le sunt cunoscute aceste date, au rezultat următoarele caracteristici: Lungime = 103,43 m, lățime = 13 m.

3.2.2 Metode utilizate

În faza inițială, au fost identificate caracteristicile generale ale navelor. Apoi, s-au consultat baze de date existente/arhive, ale companiilor de proiectare navală pentru a găsi o navă cu caracteristici similare. Nava identificată are următoarele caracteristici, Cargou General 5000 Tdw, lungime maximă 101,5m, lățime 16,4m, pescaj 7m, viteză 14 noduri. Pot fi observate caracteristici sensibil apropiate, ceea ce a confirmat posibilitatea validării ipotezei de lucru care implică o serie de operații care vor fi prezentate în paragrafele următoare. După identificarea ipotezelor de lucru și validarea modelului navei identificate pentru analiza rezistenței grinzii-navă, s-a efectuat modelarea secțiunii transversale a navei la "cuplul maestru". Acest lucru a fost

realizat în software-ul *MARS 2000* [155].

Al doilea pas este de a utiliza modulul de “scantling”, sau sistemul de rigidizare propriu-zis al navei, reproducând fidel secțiunea de la cuplul maestru. În prima fază s-au determinat nodurile pentru foile de tablă, acestea sunt prezentate în Figura 3.16. Apoi, s-au adăugat grosimile acestora. În a doua fază au fost introduse elementele de rigidizare longitudinale și transversale, parte din structura grinzii navă [159].

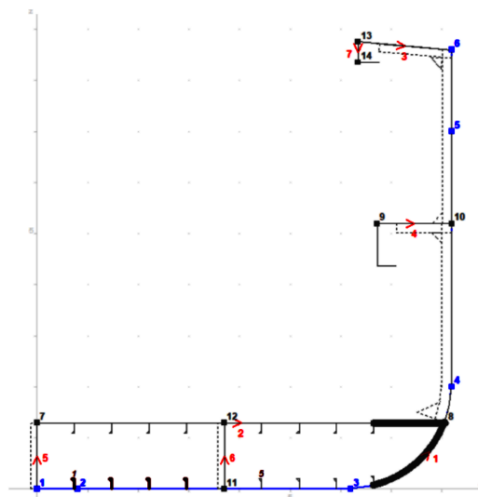


Figura 3.16 Secțiune la cuplul maestru a unei nave tip cargou proiectat în anii '70 - '80

Valorile din Tabelul 3.6 sunt teoretice și reprezintă cea mai nefavorabilă valoare rezultată în calcul, având în vedere modelele de coroziune adoptate de societățile de clasificare navală, bazate pe metode empirice, dar validate practic. Aceste ipoteze completează doar impactul unei coroziuni uniforme aplicate la nivel global asupra acestei nave, dar în cazuri reale, coroziunea poate avea o dezvoltare diferită în timp și spațiu, ca în exemplele prezentate în Figura 3.18. Acest lucru depinde de modul în care este utilizată nava, dacă și cum sunt realizate procesele de întreținere și reparație.

Tabelul 3.6 Acțiunea coroziunii asupra elementelor structurale ale navei de marfă (25 ani, 50 ani)

Localizare	Punți	Chila	Fund	Gurna	Bordaj	String. bordaj	Sup. cen.	Sup. lat.
Proiectare inițială (mm)	20	15	12	13	12	17	13	11
25 ani (mm)	19	13.5	10.5	11.5	11	16	11	9
50 ani (mm)	18	12	9	10	10	15	9	7.2
% (l proiectare – 50 ani)	10%	20%	25%	23.08%	16.67%	11.76%	30.77%	34.55%



Figura 3.18 Navă cu un grad avansat de coroziune, structura de rezistență fiind grav afectată

3.2.3 Rezultate și discuții

Din informațiile rezultate, urmând algoritmul de calcul al colapsului structural în aplicația dezvoltată de Bureau Veritas, putem identifica valori acceptabile pentru efectul Hogging pentru nava proiectată spre a fi utilizată timp de 25 de ani (N25, H25). Nota „N” este utilizată pentru a reprezenta situația în care nava se află în cazul navigației și 25 înseamnă perioada de 25 de ani de funcționare. Notația „H” este utilizată pentru cazul în care calculul se efectuează pentru nava în apă calmă, în port. Pentru cazul favorabil, în care starea mării este similară cu cea din rada portului, valoarea Hogging nu depășește 50% din limita maximă admisibilă. Rezultatul fiind valid atât pentru ipoteza de 25 de ani de exploatare, cât și pentru a doua ipoteză utilizată în studiu.

Tabelul 3.7 Verificarea finală a rezistenței pentru navele Cargou General în 25 și 50 de ani

Condiții	Momentul încovoietor (kN·m)	Mu	Maxim	Aplicat	%
N25	Hogging	472 328	449 579	318 152	70,77
	Sagging	-319 381	-303 999	-323 466	106,4
H25	Hogging	472 328	449 579	217 211	48,31
	Sagging	-319 381	-303 999	-219 743	72,28
N50	Hogging	435 413	414 442	318 152	76,77
	Sagging	-296 841	-282 544	-323 466	114,48
H50	Hogging	435 413	414 442	205 221	49,52
	Sagging	-296 841	-282 544	-207 752	73,53

Pentru cazul mai puțin favorabil, atunci când nava se află în condiții de mare reală, sub acțiunea valurilor, efectul de hogging nu depășește 77% din valoarea maximă acceptată pentru astfel de cazuri. Curba din Figura 3.19, în partea dreaptă sus, reprezintă influența efectului de hogging asupra grinzii navă, atunci când se calculează pentru a doua ipoteză, pentru 50 de ani.

Apariția momentului prezentat în Figura 3.21 rezultă în mare parte din utilizarea unui sistem simplu de osatură în zona bordajului. Sistemul de încadrare transversală utilizat pentru aceste nave proiectat și construit în anii '70 și '80 a fost o soluție tehnică ușor de utilizat. Această problemă a fost soluționată în timp prin aplicarea regulilor CSR IACS (reguli structurale comune) [162], [163], folosind un sistem de dublu bordaj și un sistem mixt de osatură.

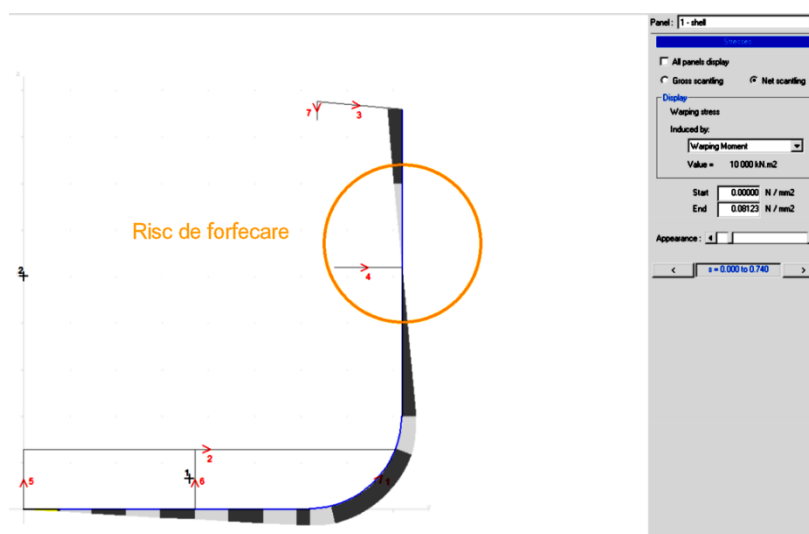


Figura 3.21 Momentul de torsiune din zona de bordaj la o navă Cargou General de 50 de ani

3.3 Evaluarea volumului de hidrocarburi deversate în urma accidentelor navale studiate

Cel mai mare impact și probabil cel mai rapid, din punct de vedere al impactului mediatic dar și real ce ține cont de efectele imediate asupra mediului marin, este atribuit poluării cu hidrocarburi. Ținând cont, în aceeași măsură, de faptul că un litru de ulei vegetal (3.1) utilizat poate să contamineze un milion de litri de apă [164], putem deduce faptul că hidrocarburi au un potențial de dispersie foarte mare.



Diferite studii arată că în Marea Neagră ajung peste 100000 de tone de hidrocarburi [23]. Există estimări care arată că volumul din zona continentală este considerabil mai însemnat decât cel din zona exploatărilor maritime. Totuși, există un procent, în volumul de hidrocarburi menționat, dedicat și zonei de exploatare a structurilor plutitoare. În Marea Neagră sunt deversate anual în jur de 12000 de tone de hidrocarburi urmare a proceselor de operare a navelor [40].

3.4 Volumul de hidrocarburi la bordul unei nave de tip cargou general

Ținând cont de procentul semnificativ de nave de tip cargou implicate în accidente navale [166], în Marea Neagră s-a considerat drept navă de referință același exemplu din capitolul 3.2.2.

Astfel, în contextul prezentat volumul de hidrocarburi la bordul navei poate varia de la un maxim posibil de 595,3 mc. Modul în care variază volumul de hidrocarburi, dedicate zonei de operabilitate depinde în mod clar de momentul în care are loc evenimentul pe perioada desfășurării voiajului. În calcule putem considera 85% din volumul maxim posibil de hidrocarburi ce poate fi acomodat la bordul navei. Luând în calcul navele din Tabelul 3.1, aflăm că în perioada de timp studiată un volum de 11000 mc de hidrocarburi cel mai probabil au ajuns în mediul acvatic din Marea Neagră.

Tabelul 3.8 Volum de hidrocarburi din "Lista de tancuri" ale unei nave Cargou General existente

Tancuri ulei ungere		Tancuri comb. greu		Tancuri motorină	
<i>Denumire tc.</i>	<i>mc</i>	<i>Denumire tc.</i>	<i>mc</i>	<i>Denumire tc.</i>	<i>mc</i>
<i>Tc.rezervă MP Bb</i>	6,5	<i>Tc. rezervă df. Centru</i>	198,5	<i>Deep tanc rezervă Bb</i>	54
<i>Tc.rezervă MP Ps</i>	6,5	<i>Deep tanc rezervă Bb</i>	59,5	<i>Deep tanc rezervă Tb</i>	54
<i>Tc.rezervă DG TB</i>	8	<i>Deep tanc rezervă Tb</i>	59,5	<i>Tc. rezervă df Bb</i>	36,7
<i>Tc.rezervă reductor Bb</i>	3,1	<i>Tanc decantare</i>	8,4	<i>Tc. rezervă df Tb</i>	48,8
<i>Tc.ulei lucrat DG Bb</i>	4,9	<i>Tanc serviciu MP</i>	8,4	<i>Tanc decantare</i>	6,5
<i>Tc. postungere</i>	2,6	<i>Tc.preaplin comb. greu df centru</i>	3,8	<i>Tanc serviciu</i>	6,5
<i>Tc.circulație MP</i>	7,8			<i>Tc. preaplin df Bb</i>	2,6
<i>Tc.ulei lucrat MP</i>	8,7				
<i>Total ulei</i>	48,1	<i>Comb. greu</i>	338,1	<i>Motorină</i>	209,1

3.5 Concluzii

Există o tendință de creștere în ultimii ani a numărului de accidente maritime. Noile condiții de navigație reprezintă un factor important în contextul în care acestea sunt într-o continuă schimbare, prin prisma schimbărilor climatice. Navele interacționează pe rutele maritime clasice cu noile condiții de navigație, efect al schimbărilor climatice. În ultimii 30-40 de ani, în zona geografică studiată, au loc mai des și sunt mai pronunțate, atât ca durată cât și ca intensitate, furtuni care se dezvoltă atât local cât și pe suprafețe însemnate din Marea Neagră [18], [167].

Este adevărat că în Marea Neagră pot avea loc furtuni extreme comparabile cu un uragan, luând în considerare viteza vântului și înălțimea semnificativă a valurilor, date obținute pentru cazurile studiate. În acest context, poate exista riscul ca anumite nave să fie predispuse implicării în incidente de natura celor studiate în prezentul capitol, de exemplu, cele cu o destinație de navigație costieră, cele cu o mentenanță realizată foarte slab din punct de vedere structural, cele cu un echipaj neprofesionist, care nu a respectat planul de încărcare a mărfii la bordul navei.

De asemenea, este clar că rezistența structurală este afectată în timp, iar cazul prezentat pentru calcularea valorilor efectului de sagging ia în considerare doar un factor diferit pentru cazul în care nava funcționează timp de 50 de ani, față de cei 25 de ani, pentru care nava a fost inițial proiectată.

În Marea Neagră au avut loc în istorie deversări accidentale de hidrocarburi, totuși navele comerciale care nu au ca destinație transportul de produse petroliere sau chimice nu au la bord volume însemnate de agenți cu caracter poluant. Un incident care implică o nava de dimensiuni reduse precum ale unui cargou general, în mare parte poate fi gestionat de autorități din punct de vedere al deversărilor accidentale de hidrocarburi în mediul marin.

Capitolul 4: EVALUAREA IMPACTULUI APELOR DE BALAST NETRATATE ÎN MAREA NEAGRĂ

4.1 Efectele deversărilor apei de balast netratate în Marea Neagră

Potrivit studiilor efectuate până în prezent [33], [34], [35], [36], [37], [38] a reieșit că peste 29 de specii au ajuns accidental în Marea Neagră, din diferite alte zone geografice. Două dintre acestea au avut un impact considerabil în anii 1980 și 1990 asupra ecosistemului marin din Marea Neagră. În anii '80, Marea Neagră s-a confruntat cu o specie invazivă, meduza "*Mnemiopsis leidyi*". Originară din zona coastei de vest a Atlanticului, această meduză a găsit un mediu propice în Marea Neagră și, neavând un prădător natural, aceasta a cunoscut o dezvoltare explozivă a numărului de efective. Aceasta a reușit să se înmulțească și să se răspândească într-un timp relativ scurt în tot arealul studiat, afectând întregul lanț trofic din acest ecosistem marin. Implicațiile acestui episod au avut urmări în numărul efectivelor de specii de pești care se hrănesc cu plancton, dispariția planctonului conducând la o reacție în lanț [37]. Mai întâi au fost afectate efectivele de pești care se hrăneau cu acele specii de pește care se hrăneau cu plancton și care dispăreau din lipsa hranei. Efectul s-a perpetuat în lanțul trofic, din Marea Neagră, conducând într-un final la afectarea numărului de mamifere marine [168], numărul delfinilor din Marea Neagră fiind afectat considerabil în ultimii 40 de ani.

4.2 Studiu de caz – dimensionare volum al apelor de balast potențial deversat în Portul Constanța

Transportul maritim în Marea Neagră a crescut ca volum în ultimii ani. Din acest motiv, sunt necesare măsuri adecvate pentru siguranța navigației și protecția mediului. Operațiunile maritime sunt de obicei foarte dinamice în zonele de coastă. Toate navele trebuie să aibă o stabilitate adecvată pe mare. Balastul este utilizat pentru controlul stabilității navei și, de asemenea, pentru a menține un pescaj corespunzător. Balastul nu este un element dorit, dar pentru eficiența transportului maritim și necesitatea de a opera în siguranță nava se impune utilizarea acestuia.

Cererea de transport maritim există. Acest lucru este prezentat în Tabelul 4.3 (date prelucrate din studiile [182], [183], [184], [185], unde putem vedea necesitatea serviciilor de transport maritim în funcție de volumul mărfurilor exportate, exprimat în tone. Pentru cele mai importante porturi din Marea Neagră, cererea de export pentru 2016 a fost de aproximativ 110 milioane de tone de marfă. În general, capacitatea apei de balast, ca proiectare preliminară a navei, urmează următoarele formule de calcul [187], [188]:

$$BW = \frac{37.72}{100} D_W, \quad (4.1)$$

$$D_W CC = \frac{94}{100} D_W, \quad (4.2)$$

$$BW = \frac{37.72}{94} D_W CC. \quad (4.3)$$

Tabelul 4.3 Raportul anual al exporturilor de tonaj din porturile Mării Negre

Port / Export*1000 tone	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Constanța	16195	16260,8	21176,3	21782,4	19439,4	21631,8
Odesa					19020,88	18999,06
Novorossiysk				64137,6	66259,8	68460,6
Samsun	553,52	725,78	770		790	800
				TOTAL	105510,1	109891,5

Astfel, apa de balast (BW) reprezintă apa transportată în rezervoarele navelor pentru a îmbunătăți stabilitatea navelor în condiții de mare reală, asieta, sau tensiunile structurale. Deadweight (D_W) indică capacitatea de transport a navei, care nu include greutatea navei în sine. Capacitatea de încărcare cu marfă a navei ($D_W CC$) indică cantitatea de marfă pură care poate fi încărcată, fără provizii, lubrifianți și combustibili pentru navă, etc.

Tabelul 4.5 Capacitatea de tratare a apei de balast a navelor din portul Constanța

Portul Constanța	Apă de balast (*10 ⁶ tone/anual)	Apă de balast (*10 ³ tone/zilnic)
Apă de balast	7,60	20,82
Nave cu capacitate de tratare în 2017 (15%)	1,14	3,12
Nave cu capacitate de tratare în 2020 (40%)	3,04	8,33
Nave cu capacitate de tratare în 2022 (80%)	6,08	16,66

4.3 Dimensionarea volumului apelor de balast potențial deversat în Marea Neagră

Din punct de vedere geografic, principala cale de intrare a potențialelor specii cu risc de pericol pentru ecosistemul marin din Marea Neagră este strâmtoarea Bosfor [191].

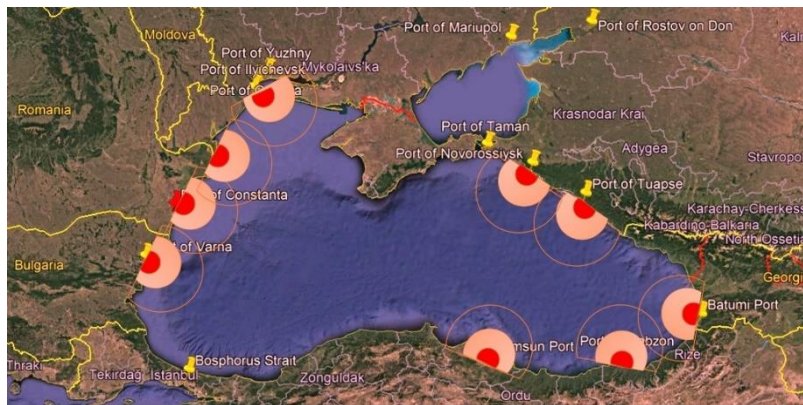


Figura 4.5 Impactul potențial al speciilor invazive în porturile Mării Negre [70]

Din zona Mării Negre se exportă în principal: hidrocarburi, cereale, produse chimice (îngrășăminte), cărbune, fier vechi și altele.

Valoarea rezultată, pentru volumul de apă de balast care trece prin strâmtoarea Bosfor în și din Marea Neagră, din aplicarea ecuației (3) este de $262,5M \text{ m}^3$. Pentru a calcula volumul de apă de balast care prezintă un potențial de risc pentru Marea Neagră, s-a adoptat ipoteza în care procentul dintre importuri și exporturi în anul 2019 este dat la nivel regional de cel mai important port din arealul studiat. În acest sens, au fost luate în considerare statisticile publice ale portului Constanța pentru anul 2019 [115]. Estimarea riscului potențial al apei de balast în Marea Neagră în 2019, reiese din raportarea valorii de $262,5M \text{ m}^3$ la raportul dintre marfa exportată și marfa importată 50,8%. Valoarea finală a volumului de apă de balast cu potențial ridicat de risc este $133,35M \text{ m}^3$ (unde M reprezintă milioane).

4.4 Concluzii

Este necesară adoptarea unanimă, de către toate statele riverane la Marea Neagră, de politici împotriva deversărilor necontrolate de apă de balast în bazinul Mării Negre. Modelul de calcul prezentat poate fi aplicat tuturor porturilor Mării Negre, precum și altor porturi din lume. Există incidente istorice cu impact imens legate de speciile invazive în Marea Neagră în ultimii 50 de ani, care au fost documentate și studiate. Problema apei de balast este cunoscută și la nivel internațional și există măsuri concrete care au fost puse în aplicare.

Capitolul 5: SOLUȚII PRIVIND REDUCEREA IMPACTULUI POLUĂRII GENERATE DE INDUSTRIA MARITIMĂ ÎN MAREA NEAGRĂ

Creșterea nivelului de trai la nivel global a produs schimbări în stilul de viață al fiecărui individ, iar în mod direct acest lucru se poate observa prin creșterea consumului de bunuri și servicii. Acest lucru a afectat în mod direct activitățile de transport maritim de mărfuri și de croazieră.

5.1 Direcții de limitare a emisiilor în atmosferă rezultate din activități maritime

Pentru a suplini necesarul suplimentar de putere destinată consumului navelor acostate la dană, este necesară o abordare pe cât posibil non-poluantă sau cât mai puțin poluantă. Navele de croazieră și navele de tip portcontainer au fost luate drept exemple fiindcă consumul de electricitate specific al fiecărui tip din cele două este unul sensibil, fiind mai mare față de cazul altor tipuri de nave comerciale. Consumul de electricitate ridicat în cazul navelor de croazieră este dat de necesarul de energie din zona aflată în regim hotelier, destinată pasagerilor, dar și a numărului considerabil mai mare a membrilor echipajului [201]. În celălalt caz, navele portcontainer prezintă un necesar ridicat de energie datorat deservirii containerelor frigorifice. Astfel, poate fi descris contextul unui scenariu pentru dimensionarea unei centrale electrice terestre sau plutitoare care utilizează gaze naturale lichefiate (GNL), în cadrul portului Constanța, din România.

5.1.1 Scenariul considerat

În Scenariul A este asumată ipoteza că noile nave, regăsite în carnetul de comenzi, sunt destinate navigării pe rute consacrate, cazul cel mai probabil. Marea Neagră nu face parte, ca destinație turistică, din oferta niciunui operator de croaziere clasic. Cu toate acestea, din cauza situației pandemice care a început la nivel mondial la sfârșitul anului 2019, și care continuă și în prezent într-o formă mai ușoară dar care poate induce frica de a călători, operatorii de nave de croazieră au trimis multe nave în Marea Neagră. Totuși, aceste nave nu au ajuns în Marea Neagră pentru a opera activități economice, ci pentru a fi "casate" în șantierul de acest tip de pe țărmul nordic al Turciei.

Scenariul B consideră că noile nave sunt construite pentru a ridica noi standarde în domeniul serviciilor de croazieră. Astfel, sporind concurența și oferind pachete mult mai atractive pentru publicul larg, navele din generații mai vechi vor rămâne active tot pentru destinații și rute foarte solicitate și consacrate. Acest lucru poate fi susținut prin prețuri mult mai competitive/reduce, decât în prezent.

Scenariile prezentate se raportează la o prognoză ce nu lua în calcul tensiunile geopolitice și chiar acțiunile armate din zona Nordului Mării Negre, care au început în februarie 2022, ținând cont de natura lor maritimă sau/și terestră. Pentru stoparea acțiunilor militare ce au loc, nu există un termen rezonabil de timp prognozat în acest moment, și nici pentru redresarea condițiilor pentru a ajunge la parametri similari perioadei de timp ce a precedat aceste evenimente militare.

5.1.2 Rezultate

Luând în considerare posibilitatea construirii unei centrale electrice de tip GNL pentru portul Constanța, pentru dimensionarea acesteia încât să corespundă cerințelor, este necesar să se estimeze necesarul de energie destinat operațiunilor portuare. În acest scop, au fost analizate datele din literatura de specialitate pentru a identifica potențialii consumatori.

A fost parametrizată o navă „tip”, folosind caracteristicile principale a unui număr de șase nave de croazieră diferite. Toate cele șase nave erau programate să acosteze în intervalul de timp studiat în Portul Constanța. Prin medierea valorilor obținute s-a identificat că nava tip avea o vechime de 35 de ani, o putere instalată de bord de 16 MW și un sistem de alimentare cu energie electrică auxiliar de 13,5 MW. Toate aceste valori au rezultat din medierea valorilor navelor amintite mai sus și prezente în Tabelul 5.2.

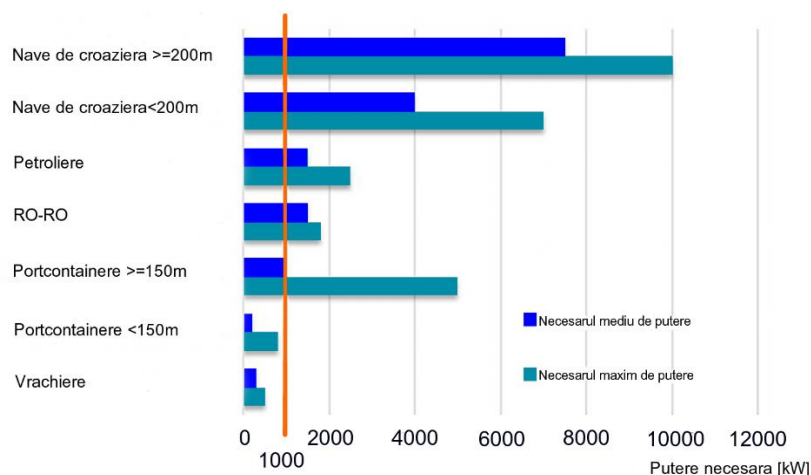


Figura 5.4 Puterea necesară [kW], funcție de tipul navei [203]

Conform statisticilor anuale din Portul Constanța, zilnic putem identifica câte două nave de tip portcontainer la danele dedicate zonei de transport mărfuri containerizat [82]. Având în vedere că o navă este staționată pentru operațiuni de încărcare și descărcare a containerelor pentru o medie de două zile, rezultă că 4 nave se găsesc zilnic în port, pentru operațiuni de manipulare a containerelor.

Prin urmare, modul clasic de abordare al operațiunilor portuare are ca efect producerea și dispersia în atmosferă a unui volum însemnat de emisii de gaze cu efect de seră. Acest lucru fiind o urmare directă a utilizării generatoarelor auxiliare de la bordul navei. Un exemplu este prezentat în Tabelul 5.3 (date prelucrate din [205]). Aceste valori reprezintă o medie pentru 6 măsurători empirice efectuate la bordul navelor în condiții de operare portuară.

Pentru dimensionarea unei centrale electrice proprii pe GNL, în portul Constanța, se va considera ca moment de maximă solicitare scenariul în care două nave de croazieră cu o lungime mai mare de 150 de metri, precum navele din Tabelul 5.2 a căror lungime medie tinde la 200 m. Astfel puterea medie necesară ce va trebui să fie suplinită de noua centrală este de 20 MW. Pentru a putea face față nivelurilor cele mai ridicate de solicitare, ținând cont și de prognoza privind volumul în creștere al navelor de tip portcontainer, se recomandă o centrală electrică de 30 MW.

Tabelul 5.3 Cantitatea de emisii rezultate în urma măsurătorilor

<i>PeI</i> (kW)	<i>NO_x</i> (kg/h)	<i>SO_x</i> (kg/h)	<i>CO</i> (kg/h)	<i>CO₂</i> (kg/h)
1000	14,1	6,7	1,2	794,3

5.2 Implementarea sistemelor de tratare a apei de balast în porturi și la bordul navelor

În prezent pe piață, există zeci de soluții tehnice care pot fi puse în aplicare pentru a rezolva problema poluării biologice, prin prevenirea migrării organismelor marine dintr-o zonă geografică în alta. Toate aceste soluții se află într-un stadiu avansat de cercetare și dezvoltare. Soluțiile tehnice agreate de către autorități și instituții capabile să ia astfel de decizii sau să acorde aprobări pot fi consultate în Figura 5.5. Astfel există multiple soluții care filtrează, tratează și dezinfectează apa care ajunge și care este deversată în/din rezervoarele de balast. Tratarea apei de balast poate fi realizată: mecanic, chimic sau fizic. De cele mai multe ori soluțiile tehnice

abordează soluții hibrid ca de exemplu: filtrare+UV, filtrare+electroclorinare, etc.

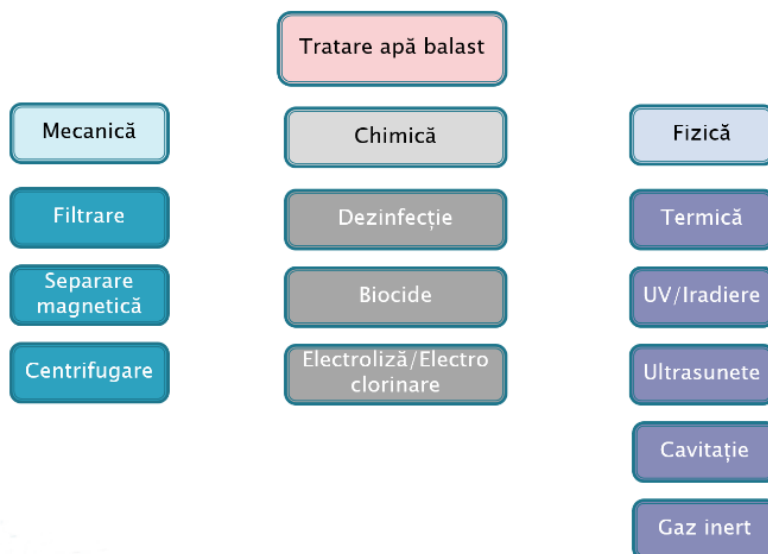


Figura 5.5 Soluții tehnice disponibile pe piață

Pe de altă parte, soluția agreată de armatori ar fi cea a dezvoltării infrastructurii portuare precum în coloana din stânga din Figura 5.6. Acest tip de abordare poate fi întâlnit în zona Mării Nordului și a Mării Baltice [176].

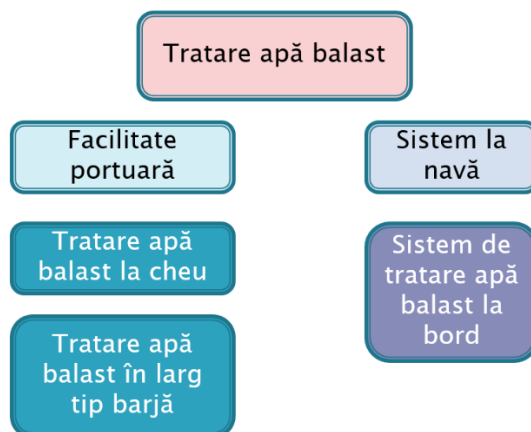


Figura 5.6 Facilități pentru combaterea speciilor invazive

Această problemă a fost dezbătută activ în ultimii zece ani la nivel global, în cadrul IMO, în cadrul departamentelor sale de competențe [179]. Intrarea în vigoare a Convenției Internaționale privind gestionarea apei de balast a fost la data de 8 septembrie 2017 [32]. Ca o concluzie la această cerință în vigoare, toate navele trebuie să pună în aplicare un plan de gestionare a apei de balast în conformitate cu standardul de deversare D-2, până la 8 septembrie 2024 [206].

Conform Figurii 5.7, este ușor de înțeles că, prin crearea facilităților portuare, transportul maritim va crește în aceste zone, sau cel puțin nu va scădea. Pornind de la premisa că nu toți armatorii vor reuși sau nu vor putea aduce întreaga lor flotă de nave la standardele impuse de IMO, porturile din regiunea Mării Negre ar trebui să le vină în ajutor. Realizarea unei modernizări a întregii flote, descrisă în Figura 5.6, implică o disponibilitate financiară destul de ridicată. Ținând cont de efortul financiar amintit se poate afirma că majoritatea armatorilor unor astfel de nave vor căuta să evite sau să întârzie pe cât posibil o astfel de investiție.

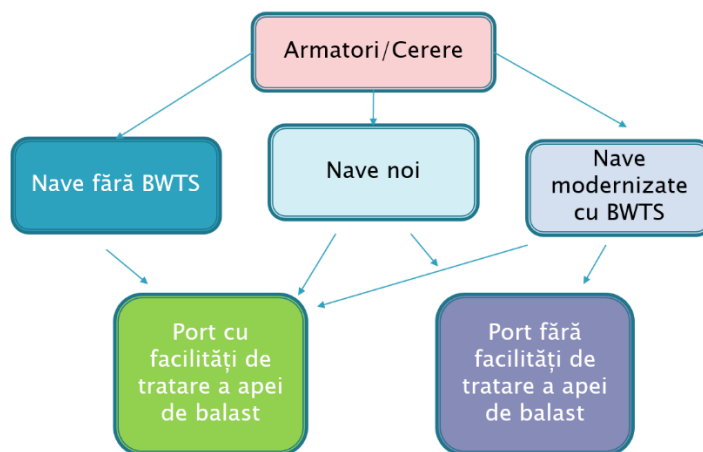


Figura 5.7 Strategia portuară

Dispozitivele de tratare a apei de balast ar trebui să fie prevăzute în planurile de investiții viitoare, deoarece există soluții pe piață. Trebuie făcută doar o evaluare/prognoză a cerințelor pentru acest tip de servicii, pe care portul îl poate oferi navelor care sosesc pentru a fi încărcate cu marfă. Odată stabilit un posibil scenariu pentru cerințele instalației, se va stabili tipul navelor care vor avea acces la aceste dispozitive de tratare a apei de balast.

Există posibilitatea de a achiziționa sisteme de tratare a apei de balast modulare, de tip containere, care pot fi transportate pe o remorcă la cheu. Această soluție implică o conexiune flexibilă externă navei, care va putea fi conectată la un set de flanșe dedicate pe puntea principală a navei, prezentate schematic în Figura 5.8. Avantajul acestei metode este că prezintă un scot scăzut în ceea ce privește deplasarea dispozitivului și chiar funcționează fără a produce o poluare suplimentară, deoarece va fi conectat la resursele de alimentare ale portului. Desigur, prețul inițial de achiziție este mult mai mic decât alte soluții. Dezavantajul ar fi timpul - posibilitatea de a condiționa operațiunile de marfă în timp util. Acest dezavantaj apărând în contextul în care numărul de dispozitive modulare nu ar fi unul care să deservească toți solicitanții într-un anumit moment.

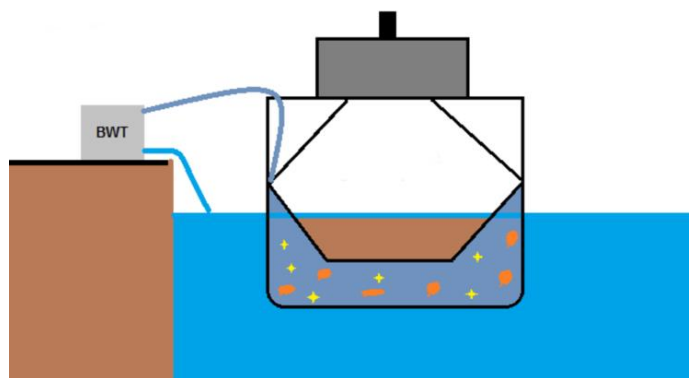


Figura 5.8 Facilitate portuară - echipament pentru tratarea apei de balast (BWT) [32]

A doua soluție prezintă o barjă dedicată tratamentului apei de balast, așa cum este prezentat în Figura 5.9. Principalul avantaj al acestei alegeri este posibilitatea de a economisi timp. Acest lucru realizându-se în intervalul de timp pentru manevre portuare, până la începerea manipulării efective a încărcăturii în port, deoarece barja poate însoți nava în afara portului. Barja poate funcționa în afara portului numai în condiții meteorologice favorabile acestei operațiuni. Se știe că Marea Neagră este o mare agitată, cel puțin în sezonul de iarnă, studii recente au arătat că această caracteristică va fi și mai accentuată în viitorul apropiat [207].

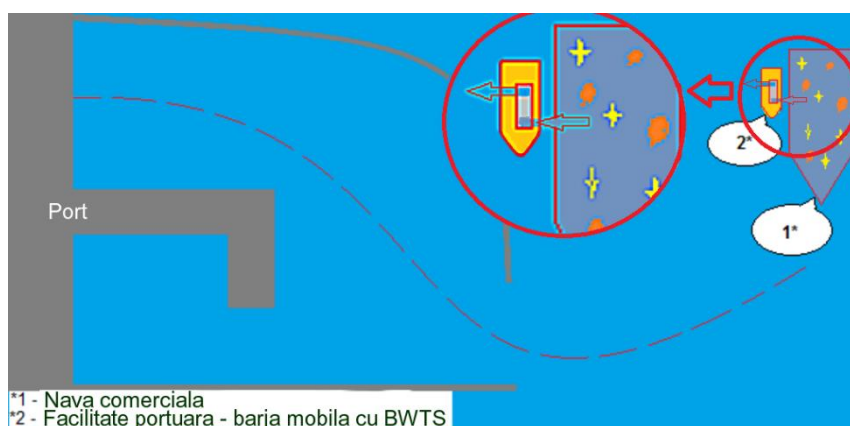


Figura 5.9 Facilitate portuară - barjă de tratare a apei de balast [32]

Unul din dezavantaje este timpul relativ lung până când serviciile portuare pot intra în posesia unei astfel de barje. Acest lucru se întâmplă deoarece implică etapele de construcție ale unei nave: proiectarea conceptului, oferta, proiectarea și construcția. De asemenea, apar costuri mai mari în ce constă întreținerea, operarea și achiziția soluției.

5.3 Digitalizarea domeniului de reparații și modernizări navale – impact în reducerea amprentei poluante

Acest capitol descrie tehnologia de scanare laser 3D și compară bugetul exprimat în ore cu timpul alocat practicii clasice de colectare a datelor de intrare în vederea proiectării noilor sisteme, menite să reducă impactul navelor asupra mediului. Astfel, informațiile de intrare se obțin prin inspecții la bordul navelor în mod clasic sau prin activitatea de scanare laser 3D. Compararea fiind realizată pe baza evaluării înregistrărilor din mai multe proiecte clasice și cu proces de scanare și a etapelor ulterioare de proiectare și execuție.

Pentru identificarea acestor informații în trecut erau mobilizate echipe complexe de inspectori la navă. În prezent, tehnologia permite un proces de digitalizare a mediului existent și reproducerea lui fidelă sub formă de „nori de puncte”, Figura 5.10.

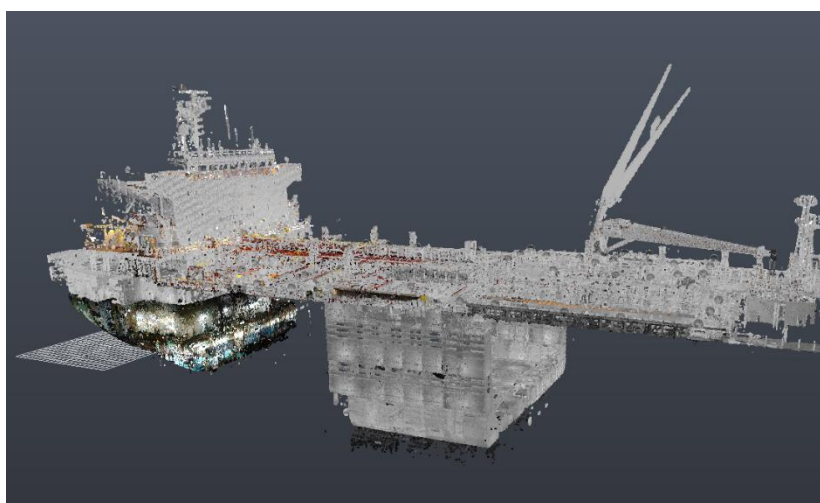


Figura 5.10 Navă comercială reprodușă digital pe baza „nori de puncte”

Procesul de realizare al „nori de puncte” implică, înainte de toate, tehnica de scanare laser 3D. După identificarea datelor primare, acestea sunt procesate în aplicații software

dedicate prelucrării norilor de puncte. Această tehnologie aduce beneficii din punct de vedere al timpului total consumat la bordul navei pentru inspecție și prin creșterea preciziei procesului de proiectare. Procesul de proiectare se îmbunătățește substanțial prin adaptarea noilor informații la cele existente la navă “așa cum este construită”. În zilele noastre, procesul clasic de achiziție de date este înlocuit din ce în ce mai mult prin utilizarea tehnologiei de scanare cu laser 3D, în zonele de interes, generând date de intrare denumite „nori de puncte”.

5.3.1 Tehnologia de scanare laser 3D

Această tehnologie este orientată către obiecte fizice, așa cum se poate vedea în abordarea din Figura 5.11, care se află în câmpul vizual al dispozitivului de scanare. Pentru a scana obiectul este creat un câmp de puncte, foarte apropiate între ele, produse de fasciculul laser emis de dispozitiv. Poziția fiecărui punct, în spațiul tridimensional, este determinată prin sistemul de coordonate polare. Ca rezultat al acestui proces de scanare, rezultă un „nor de puncte”, care redă cu o precizie ridicată obiectul fizic scanat din punct de vedere dimensional într-un format digitalizat. „Norul de puncte” conține informații reale, pentru o singură scanare acesta poate conține de la câteva mii de puncte, la zeci de milioane de puncte individuale. Fiecare punct are propriile informații într-un sistem de coordonate bidimensional de tip polar, care în urma prelucrării se transformă într-un sistem de coordonate tridimensional [212].

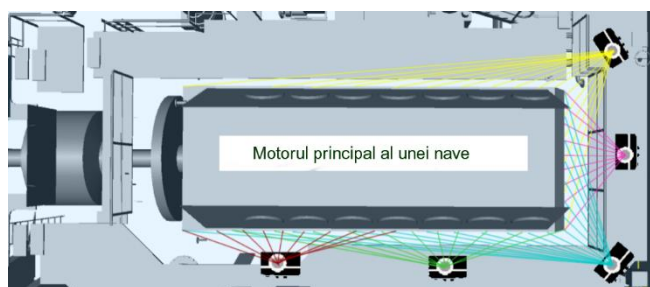


Figura 5.11 Scanare orientată către un subiect [211]

5.3.2 Studiu de caz

Mediul digital grafic obținut după post-procesarea unui număr de scanări laser în funcție de dimensiunea proiectului, arată ca în Figura 5.13. Numărul total de scanări variază în funcție de cerințele proiectului și reprezintă un compromis între dorința de a colecta cât mai multe informații și limitările impuse de: costuri, timpul de acces la bordul navei, data livrării, etc.

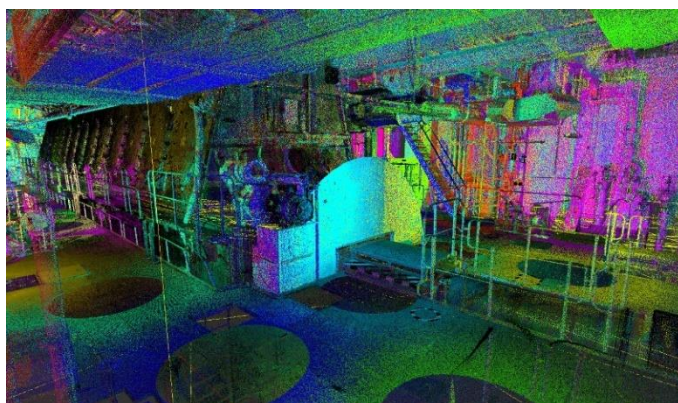


Figura 5.13 Nor de puncte procesat pentru compartimentul motor [212]

În Figura 5.14 sunt prezente bugetele, calculate în “ore de muncă”, comparabile pentru o serie de proiecte de modernizare pentru diferite nave realizate într-o companie de proiectare navală. Procesele legate de inspecție, atât clasice, cât și cu ajutorul tehnicilor de scanare laser 3D sunt: Pregătirea, Inspecția, Prelucrarea datelor scanate, Procesul de proiectare a modificărilor, Procesul de montaj la navă, Costul materialelor.

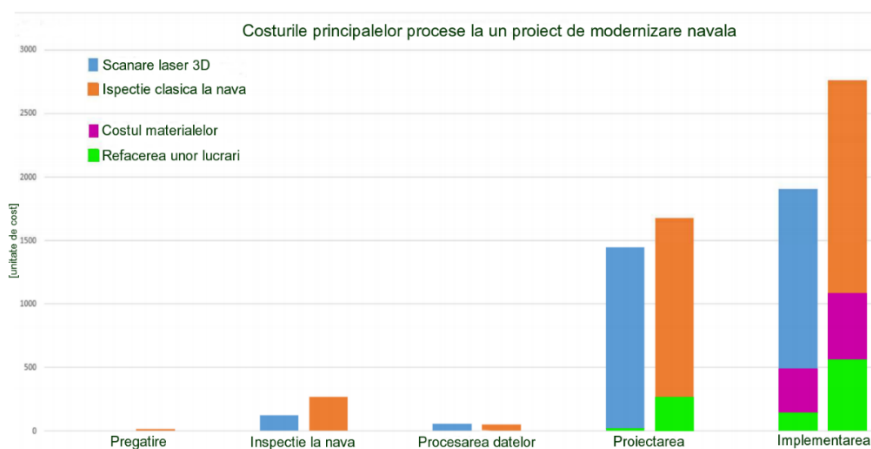


Figura 5.14 Exemplu de cost relativ pentru un proiect de modernizare al unei nave [212]

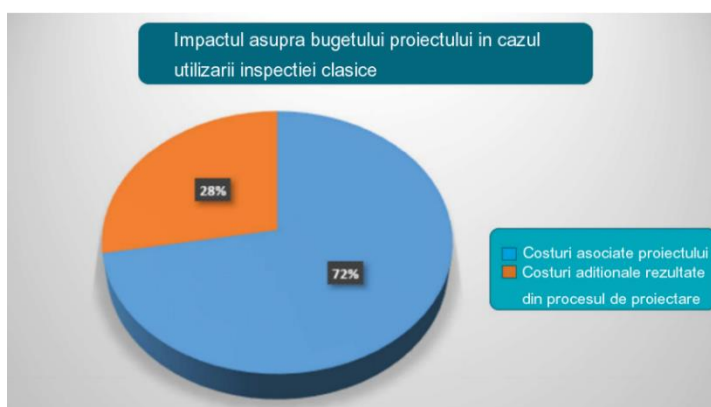


Figura 5.15 Buget alocat inspecției clasice din bugetul total al proiectului [212]

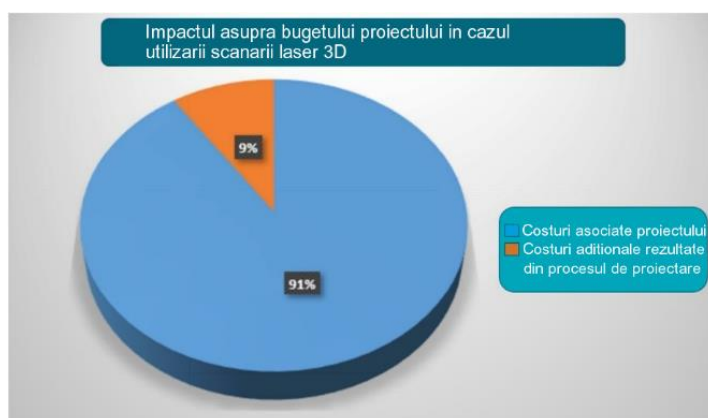


Figura 5.16 Buget alocat în cazul utilizării scanării laser 3D din bugetul total al proiectului [212]

După cum se poate observa din Figurile 5.15 și 5.16, utilizarea scanării laser poate reduce semnificativ efortul în cazul unei inspecții, ca o parte din totalul orelor de muncă implicate într-un proiect de modernizare naval. Acest lucru conduce într-un final la a reduce bugetul total al proiectului.

5.3.3 Rezultate și discuții

Din păcate, scanarea laser 3D nu este utilizată în mod obișnuit în construcția de nave noi, probabil pentru că factorii de decizie nu sunt bine informați cu privire la capacitățile informațiilor rezultate din astfel de procese. O posibilă cauză poate fi costul suplimentar; cu toate acestea, acest cost vine cu avantaje precum:

- Utilizarea “norului de puncte” ca instrument pentru a verifica calitatea lucrărilor livrate de șantierul naval (în beneficiul armatorului).
- Utilizarea norului de puncte ca dovadă în cazul incidentelor care apar în perioada de garanție (în beneficiul armatorului).
- Utilizarea norului de puncte pentru o mentenanță mai facilă, inclusiv instalarea a noi echipamente / sisteme la bordul navei, într-o etapă ulterioară.
- Utilizarea informațiilor din “norul de puncte” și a fotografiilor pentru a efectua tururi virtuale 360° la bordul navelor pentru proceduri de pregătire și instruire a echipajului.

5.4 Determinarea indexului de eficiență energetic, EEXI, la nave de tip General Cargo și măsuri corective

Reducerea poluării rezultate din activitățile maritime poate fi realizată numai prin adoptarea unui set de măsuri concrete și cu aplicabilitate vastă. Acest lucru este absolut necesar în vederea reducerii impactului pe care industria maritimă îl are asupra mediului înconjurător [64], [65], [101].

Ținta finală este similară obiectivelor asumate în Uniunea Europeană și anume neutralitate din punct de vedere a emisiilor cu efect de seră, în anul 2050 [77]. Pentru a putea pune în practică solicitările Organizației Maritime Internaționale [113], la bordul navelor existente trebuie implementate o serie de măsuri. Rezultatele acestor soluții trebuie să fie, și sunt, cuantificabile. În acest sens IMO a pregătit și o serie de modele de calcul, cu aplicabilitate mai ales în cazul navelor comerciale clasice.

Considerând că nava de tip cargou general, având caracteristicile principale enumerate în Tabelul 5.4, este o navă reprezentativă arealului studiat [146], respectiv bazinul Mării Negre.

Tabelul 5.4 Caracteristicile navei pentru care s-a efectuat calculul EEXI

Tip navă	Cargou General
<i>Anul construcției</i>	1998
<i>L (m)</i>	107.6
<i>L_{pp} (m)</i>	103
<i>B (m)</i>	18.2
<i>D (m)</i>	9
<i>T (m)</i>	5.5
<i>DWD (t)</i>	6750
<i>v (noduri)</i>	12

În vederea determinării coeficientului energetic al unei nave existente sunt necesare o serie de informații referitoare la nava studiată: tipul navei, lungimea navei, lățimea navei, pescajul navei, anul construcției, viteza navei, înălțimea de construcție, deadweight-ul, etc [220]. Aceste informații sunt necesare și trebuie livrate de către reprezentantul legal al navei, fie că este armatorul sau firma care se ocupă de managementul navei. Coeficientul de eficiență energetică a unei nave poate fi exprimat ca raport între emisiile de carbon rezultate în urma transportului unei cantități de marfă, formula (5.1) [221]:

$$EEXI = \frac{CO_2 \text{ emissions}}{\text{Transportation work}} \quad (5.1)$$

Formula (5.1) poate fi dezvoltată ca relație matematică exprimată mai jos în relația (5.2).

$$EEXI = \frac{(\prod_{j=1}^M \int i) (\sum_{i=1}^{nME} P_{ME(i)} \cdot C_{FME(i)} \cdot SFC_{ME(i)}) + (P_{AE} \cdot C_{AE} \cdot SFC_{AE})}{f_i \cdot f_c \cdot Capacity \cdot f_w \cdot v_{ref}} + \frac{((\prod_{j=1}^M \int i \cdot \sum_{i=1}^{nPT} P_{PTI(i)} - \sum_{i=1}^{nef} f_{eff(i)} \cdot P_{AE_{eff(i)}}) C_{FAE} \cdot SFC_{AE}) - (\sum_{i=1}^{nef} f_{eff(i)} \cdot P_{eff(i)} \cdot C_{FME} \cdot SFC_{ME})}{f_i \cdot f_c \cdot Capacity \cdot f_w \cdot v_{ref}}$$

Relația (5.3) descrie mult mai simplu și generalist elementele constitutive ale relației (5.2) prezentate mai sus.

$$EEXI = \frac{\text{Main engine emissions} + \text{Auxiliary engine emissions}}{\text{Transportation work} \cdot \text{speed}}$$

$$\frac{(\text{PTI} - \text{Innovative electrical energy technologies}) - \text{Innovative propulsion energy technologies}}{\text{Transportation work} \cdot \text{speed}} \quad (5.3)$$

Pentru a putea îmbunătăți valoarea indicelui de eficiență energetică, care se calculează utilizând informații din proiectare și nu din zona de operabilitate efectivă a navei [223], [224], o primă abordare este chiar cea care implică cele mai reduse costuri privind implementarea soluției și poate fi realizată prin reducerea vitezei [225]. Puterea necesară la bordul navei este o funcție ce depinde exponențial de valoarea vitezei pe care nava o poate dezvolta [226]. Astfel, puterea efectivă descrisă exprimată în relația (5.4) este raportată la densitatea apei (ρ), aria suprafeței udate a corpului navei (S_w), coeficientul rezistenței totale la înaintare (C_t) și cubul vitezei navei (V^3):

$$P_E = \frac{1}{2} \cdot \rho S_w C_t V^3 \quad [227] \quad (5.4)$$

Toate formulele agreate de IMO pentru determinarea puterii necesare au la bază metoda de predicție a performanței navelor ITTC 1978, prezentată la International Towing Tank Conference (ITTC).

Indicele de eficiență energetic al navei reprezintă în final cantitatea de emisii de gaze cu efect de seră care sunt produse, o primă abordare ar fi limitarea vitezei navei [228]. Pentru a identifica viteza optimă compatibilă cu noile cerințe de eficiență energetică a navei, a fost realizată o determinare a puterii pentru viteza dată din proiectare. Apoi au fost realizate determinări pentru +1 nod, utilizând un increment de 1/2 de nod și -5 noduri, utilizând același increment până la -3 noduri, după care s-a utilizat incrementul de 1 nod până la -5 noduri din viteza dată din proiectare.

În paralel au fost identificate valorile de referință pentru nava în cauză și anume indicele EEDI și indicele EEXI în Tabelul 5.6, pentru tipul de navă, gabarit și celelalte caracteristici. Pentru indicele EEDI de referință s-a obținut valoarea de 16.003 g/t*nod. Indicele EEDI a fost prelucrat cu noile cerințe EEXI aferente tipului de navă și caracteristicilor unice și a rezultat un indice EEXI de referință 14.503 g/t*nod.

Tabelul 5.6 Valorile rezultate în calculul EEXI pentru nava Cargou General

	Viteză (noduri)	EEXI index	Procent (%)
Baza de calcul EEDI	12	16.00	100.00
Cerința EEXI	12	14.50	90.63
EEXI al navei	11	14.37	99.10

Este evident că pentru fiecare din cazuri, la viteze mai mari valorile pentru rezistența la înaintare a navei, Puterea efectivă și Puterea instalată cresc de câteva ori, la diferență chiar și de două noduri. Au fost determinați indicii pentru diferitele viteze ale navei menționate mai sus și a rezultat că diminuarea vitezei de la 12 noduri la 11 noduri răspunde noilor cerințe privind eficiența energetică cel puțin până la noi reglementări din partea factorilor de decizie.

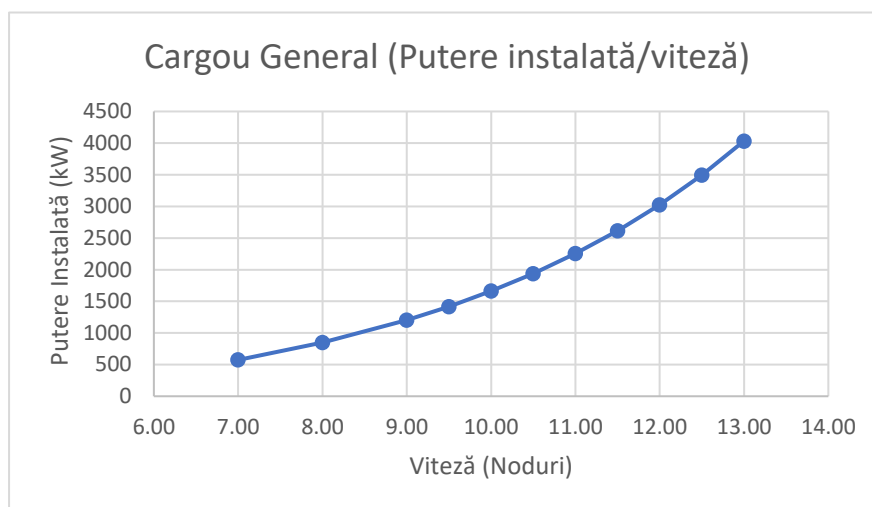


Figura 5.20 Puterea instalată a navei Cargou General funcție de viteză

Alte abordări pentru a corespunde noilor cerințe IMO ar fi îmbunătățirea eficienței elicei de propulsie, introducerea unei noi secții care ar avea rol de a mării volumul de marfă ce poate fi operat de navă, sau este posibilă chiar identificarea aportului adus suplimentar de un sistem de vele ce ajută la captarea forței vântului.

5.5 Concluzii

Se recomandă a fi urmate exemple de bune practici care au deja efecte, cum sunt măsurile luate de statele din zona Mării Baltice și a Mării Nordului, unde există implementate zone de control a emisiilor (ECAs) [229]. Amplasarea Portului Constanța în imediata apropiere a orașului [230] ridică îngrijorări serioase cu privire la sănătatea cetățenilor din perspectiva calității aerului în această zonă pe termen lung.

Ca viitoare direcție de studiu, trebuie efectuată o analiză economică pentru a determina ce tip de instalație de GNL este fezabilă să fie implementată în Portul Constanța, deoarece din punct de vedere al eficienței, numeroase calcule arată că nu există diferențe între o centrală electrică de tip GNL terestră și o centrală plutitoare [231]. De asemenea, pentru redimensionarea necesarului de energie al centralei GNL ar trebui să se aibă în vedere un potențial aport din zona de energie regenerabilă, care ar putea să rezulte dintr-un parc eolian instalat în largul mării.

Ingineria inversă [232], combinată cu beneficiile tehnologiei de scanare laser 3D și post-procesarea informațiilor din teren, este ideală pentru procese precum proiectarea, controlul sau măsurarea, în vederea adaptării de noi sisteme sau echipamente în cadrul unor structuri existente în industria construcțiilor navale [233]. Luând în considerare experiența acumulată în cadrul câtorva zeci de proiecte de scanare, se poate afirma că tehnologia de scanare laser aduce un aport de valoare în proiectele în care este utilizată. Această afirmație este întărită și de un număr mare de proiecte de inginerie în care au fost folosite datele de tipul „norilor de puncte”.

În privința obținerii indicelui de eficiență energetică a unei nave de tip Cargou General, prin reducerea vitezei navei cu 1 nod drept limitare este o soluție ce poate fi agreată în condițiile

actuale. Procentual diferența de viteză variază cu 8.34%, ceea ce este o valoare însemnată. Totuși, navele de tip Cargou General deși au un spectru larg de utilizare, sunt totuși nave cu un număr însemnat de ani de când se află în exploatare, prezentând totuși și anumite puncte slabe din prisma normelor de proiectare cât și de construcție.

Implementarea unui soft de tip EPL este o soluție viabilă datorită impactului redus asupra operabilității navei, a timpului și a costurilor reduse de implementare prin comparație cu alte soluții tehnice agreate. Rezultatul este în același timp unul predictibil, cuantificabil și real, spre deosebire de alte direcții ce pot avea un impact îndoielnic în rezultatul urmărit.

Capitolul 6: CONCLUZII

6.1 Concluzii generale

Bazinul Mării Negre este un areal geografic cu o suprafață delimitată spațial în care, pentru orice increment ca dimensionare temporală, au loc activități de natură comercială maritimă. Transporturile maritime, activitățile portuare, activitățile comerciale de tip „offshore” au un rol important pentru societate și pentru activitatea cotidiană din nenumărate puncte de vedere, dar aduc cu sine în mod direct un aport considerabil privind poluarea apelor, aerului, a solului, poluare de tipul emisiilor sonore și chiar prezintă un aport considerabil în crearea dezechilibrelor biologice. Din studiile realizate în cadrul tezei, precum și din bibliografia consultată, s-a constatat că poluarea rezultată din exploatarea navelor maritime are două cauze principale care sunt influențate de zona de operabilitate a navelor și de accidentele navale soldate cu naufragii.

Numeroase studii indică faptul că sectorul vestic al Mării Negre este caracterizat ca fiind unul foarte dinamic, prezentând frecvent condiții extreme caracterizate prin prezența unor valuri cu înălțimi semnificative mari. Aceste manifestări ale stării mării în bazinul pontic sunt puternic influențate de periodicitatea anotimpurilor.

Volumul de nave active în Marea Neagră variază în funcție de sezon, între 700 și 1000. Din acest volum de nave active, o proporție semnificativă este reprezentată de navele construite înainte de anul 2010. În același timp, un procent majoritar din total este reprezentat de nave de tip cargou general. Din acest volum de nave active, o parte sunt destinate operațiunilor portuare, altele operează în regim de navigație interioară, dar aproape toate au un impact direct sau indirect în răspândirea de specii invazive, dacă nu sunt prevăzute cu sisteme de filtrare, purificare și tratare a apei de balast. În aceeași zonă este inclusă și transportul de specii atașate la corpul exterior al navei cunoscut sub termenul de “fouling”. În cadrul tezei s-a realizat o evaluare a volumului de apă de balast cu potențial de risc privind migrația speciilor invadatoare, rezultat din operațiunile navelor de încărcare a mărfii în porturile din Marea Neagră.

Emisiile de gaze cu efect de seră rezultate din industria maritimă sunt un fapt real și cuantificabil. Este drept că o dimensionare extrem de exactă este destul de dificil de realizat din cauza unui număr foarte mare de factori de care trebuie să se țină cont în calculul realizat. Impactul industriei maritime asupra calității aerului în zona de coastă a putut fi urmărit cu precădere în perioada „stării de urgență SARS-COV-2”, deoarece emisiile rezultate în zona navală conțin concentrații semnificative de sulf prin comparație cu emisiile rezultate de la automobile, a căror activitate a fost limitată.

Flota activă din Marea Neagră are în componență nave care au depășit cu mult perioada de exploatare pentru care au fost proiectate. O parte din aceste nave nu corespund din punct de vedere constructiv cerințelor actuale. Acest lucru face ca în bazinul Mării Negre să aibă loc numeroase accidente navale, având drept rezultat naufragii ale navelor. Pentru toate accidentele recente, perioada studiată fiind 2001-2017, au fost realizate simulări privind condițiile stării mării

utilizând un model numeric pentru simularea valurilor, respectiv modelul SWAN. Rezultatele simulărilor au fost analizate și s-a putut constata că pentru o serie de accidente factorii externi care acționează asupra navelor au avut un procent ridicat în ceea ce privește cauzalitatea evenimentului. În urma acestor studii au fost evidențiate caracteristici ale mării: $H_s=11\text{m}$ și $U_{10}=20\text{ m/s}$, caracteristici specifice unei furtuni comparabile cu un uragan de clasă mică spre medie.

A fost identificat faptul că un procent semnificativ (81%) de nave implicate în accidente navale grave au fost de tipul cargou general, nave proiectate și construite într-un anumit interval de timp, respectiv perioada 1955-1991. Urmărind evoluția și frecvența accidentelor s-a constatat că studiul ar trebui focalizat pe tipul de navă cargou general. Din analiza privind colapsul structural s-a putut concluziona faptul că navele cargou general, proiectate înainte de 1990, prezintă un risc ridicat atunci când sunt utilizate în transportul maritim.

De asemenea, a fost realizat un studiu de fezabilitate pentru dimensionarea unei centrale tip gaz natural lichefiat GNL de producție a energiei electrice, destinată operațiunilor portuare din portul Constanța.

A fost prezentată oportunitatea digitalizării proceselor de achiziție de date de la navă, prin procese de inspecție utilizând tehnologia de scanare laser 3D, în vederea implementării la bordul navelor a sistemelor de reducere a impactului pe care îl au navele asupra mediului înconjurător din mai multe perspective: poluarea aerului, apei și solului, migrația organismelor dăunătoare, limitarea consumului de energie la bordul navelor, limitarea zgomotelor și vibrațiilor transmise în mediul marin, etc.

În vedere obținerii unui indice de eficiență energetică al unei nave de tip cargou general a fost efectuată o analiză prin care s-a constatat că prin reducerea vitezei de marș cu 1 nod, nava respectă noile cerințe privind gradul de eficiență energetică și implicit normele de poluare. A fost aleasă această abordare având ca principale constrângeri dorința armatorului de a obține maximum de eficiență cu un impact minim din punct de vedere al costurilor, dar și vechimea navei.

6.2 Contribuții proprii

Având ca obiectiv identificarea unor metode de reducere a poluării pe rutele maritime din Marea Neagră, în contextul unei creșteri accelerate a navigației în scopuri comerciale, contribuțiile proprii rezultate în cadrul studiilor realizate vor fi prezentate pe scurt în continuare.

1. Analiza traficului maritim din Marea Neagră caracterizat prin volumul de nave ce efectuează operațiuni în zona de studiu. În urma analizei a rezultat faptul că există o variație sezonieră, numărul de nave variază între 700 și 900 de nave active zilnic în Bazinul Mării Negre.
2. Analiza caracteristicilor flotei active din bazinul Mării Negre. În vederea realizării diverselor calcule, a fost necesară realizarea unei baze de date pentru navele active în Marea Neagră/portul Constanța. Din această analiză a rezultat faptul că cea mai mare parte a navelor care activează în Marea Neagră sunt construite înainte de anul 2000. În același timp un număr semnificativ de nave este reprezentat de tipul de navă cargo general.
3. Identificarea principalelor rute de navigație utilizate în scop comercial în Marea Neagră. Utilizând bazele de date publice ale marinetraffic.com [56] am evidențiat principalele rute maritime din Marea Neagră. Exceptând zona costieră, care este probabil cea mai intens utilizată pentru transportul maritim, se evidențiază o serie de alte rute, majoritatea plecând și având destinația strâmtoarea Bosfor.
4. Dimensionarea volumului emisiilor de gaze cu efect de seră rezultate din activități maritime. Având la bază datele privind numărul de nave, caracteristicile acestora și zonele de acțiune, precum și modul lor de operare, au fost realizate o serie de calcule

- privind puterea instalată la bordul navelor, valoare direct proporțională cu volumul de emisii dispersate în atmosferă.
5. Dimensionarea volumului de ape de balast rezultate din activități maritime. Utilizând baza de date creată, cât și informații din literatura de specialitate, s-au realizat calcule în vederea evaluării volumului de ape de balast care nu sunt neutralizate și prezintă un potențial risc patologic în ecosistemul Mării Negre.
 6. Identificarea tuturor accidentelor navale rezultate cu scufundări sau naufragii. Au fost identificate accidentele navale grave, într-o perioadă limitată în timp și relativ recentă. Aceste evenimente au fost detaliate în funcție de tipul navei și poziționate geografic în funcție de locația raportată pentru producerea accidentului.
 7. Dimensionarea volumului de hidrocarburi rezultate din accidentele navale grave. S-a realizat o evaluare de bază ce a identificat volumul de hidrocarburi rezultat din accidentele navale grave identificate în Marea Neagră în perioada studiată.
 8. Identificarea arealurilor sensibile la factori poluanți. Au fost identificate arealele naturale protejate UNESCO din proximitatea bazinului Mării Negre și a fost realizată o evaluare primară a potențialului de risc la factorii externi creați de industria maritimă din Marea Neagră.
 9. A fost realizată analiza structurală a unui tip de navă, cel mai des implicată în accidentele navale grave din Marea Neagră. În urma studiului a fost identificat faptul că, nava de tip cargou general a fost implicată în cele mai multe evenimente navale grave. Acest aspect a condus la necesitatea realizării unui studiu privind integritatea structurală a navei care era în operațiune de aproximativ 40 de ani. Pentru realizarea calcului s-a utilizat o aplicație software aparținând uneia dintre cele mai prestigioase societăți de clasificare din domeniul proiectării navale.
 10. Analiza stării mării într-un interval rezonabil de timp aferent fiecărui accident naval din Marea Neagră (în general cel puțin cu 48 ore înainte de producerea evenimentului). Această analiză a fost realizată pentru a identifica posibilitatea unei cauzalități directe între factorii externi (vânt, valuri etc.) și accidentele navale grave ce au avut loc în Marea Neagră. În urma studiului a rezultat faptul că, pentru o serie de evenimente, această ipoteză a fost validată.

6.3 Perspective privind studii viitoare

Prezenta lucrare deschide noi perspective de cercetare privind reducerea poluării rezultate din activitățile maritime comerciale, iar printre cele identificate pot fi amintite următoarele:

1. Realizarea unui studiu de rezistență structurală complex în vederea determinării și validării precedentei analize, care a avut drept scop evaluarea cauzelor principalelor naufragii produse în Marea Neagră, în perioada 2001-2018, a navelor de tip cargo general.
2. Efectuarea de măsurători la bordul unor nave în vederea eșantionării lor într-o nouă bază de date privind volumul de emisii rezultate în urma utilizării combustibililor fosili.
3. Realizarea de analize privind comportarea navelor comerciale pe rutele de navigație existente, în perspectiva modificărilor climatice.
4. Implementarea unui studiu privind analiza viitoarelor rute de navigație, din prisma schimbărilor climatice care afectează parametrii ce acționează asupra navelor în mare reală (vânt, val, etc.).
5. Identificarea aportului unui parc eolian în largul Mării Negre, în zona porturilor, cu scop de a suplini necesarul de energie pentru activitățile portuare.
6. Analiza oportunității de implementare la bordul navelor comerciale a tehnologiei de tip pilă de combustie cu hidrogen.

6.4 Diseminarea rezultatelor

O parte din cercetările expuse în cadrul tezei de doctorat au fost valorificate și diseminate prin publicarea de articole științifice:

Lucrări publicate în jurnale indexate Web of Science (ISI)

1. **V. Rață**, C. Gasparotti, L. Rusu, 2018. *Ballast water management in the Black Sea's ports*, Journal of Marine Science and Engineering, 6(2), 69; **IF2020 – 2.458 (Q2)**. <https://doi.org/10.3390/jmse6020069>
2. **V. Rață**, L. Rusu, 2020. *Impact on air quality of the offshore-ships which are operating in the Black Sea maritime borders of Romania*, Journal of Environmental Protection and Ecology, 21 (1), 19-27. **IF2020 – 0.577**.

Lucrări prezentate la conferințe internaționale și publicate în volume indexate Web of Science (ISI)

3. **V. Rață**, A. Hobjilă, L. Rusu, 2019. *LNG to power in the Romanian port of Constanta*, Proceeding of the 4th International Conference on Advances on Clean Energy Research (ICACER2019), 5-7 April 2019, Coimbra, Portugal, E3S Web of Conferences, Volume 103, Article 01007 <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201910301007>
4. **V. Rață**, L. Rusu, 2018. *Assessing the traffic risk along the main Black Sea maritime routes*, International Conference on Traffic and Transport Engineering ICTTE, 27-28 Septembe, Belgrad, Serbia, pp. 290-297. http://ijtte.com/article/102/ICTTE_Belgrade_2018.html

Lucrări prezentate la conferințe internaționale și publicate în volume indexate Scopus

5. **V. Rață**, E. Rusu, 2020. *Evaluation of entire volume of resulted emissions from the harbours activities in the Black Sea*, Proceeding of the 20th International Multidisciplinary Scientific GeoConference (SGEM 2020), 18 - 24 August, Albena, Bulgaria, Vol. 20, pp. 433-440. <https://doi.org/10.5593/sgem2020/4.1/s19.054>
6. **V. Rață**, L. Rusu, 2020. *Analysis of the sea state parameters of the time interval that preceded a series of naval accidents in the Black Sea*, Proceeding of the 20th International Multidisciplinary Scientific GeoConference (SGEM 2020), 18 - 24 August, Albena, Bulgaria, Vol. 20, pp. 801-806, <https://doi.org/10.5593/sgem2020/3.1/s15.103>
7. **V. Rață**, L. Rusu, 2019. *Air pollutant products resulting from port activity of ships in Constanta harbour*, Proceeding of the 19th International Multidisciplinary Scientific Geoconference (SGEM2019), 30 June - 6 July, Albena, Bulgaria, Volume 19, Issue 4.1, pp. 821-828. <https://doi.org/10.5593/sgem2019/4.1/S19.104>
8. **V. Rață**, L. Rusu, C. Gasparotti, 2018. *Analisis of the extreme events reported in the proximity of the Romanian harbours areas*, 18th International Multidisciplinary Scientific GeoConference (SGEM 2018), 02 June - 08 July, Albena, Bulgaria, Vol. 18, pp. 1071-1078. <https://doi.org/10.5593/sgem2018/3.2/S15.136>
9. A. Hobjila, **V. Rață**, L. Rusu, 2019. *Benefit of combined renewable energy farms in western Black Sea*, Proceeding of the 19th International Multidisciplinary Scientific

Geoconference (SGEM2019), 30 June - 6 July, Albena, Bulgaria, Vol. 19, Issue 4.1, 2, pp. 51-58. <https://doi.org/10.5593/sgem2019/4.1/S17.007>

Listă cu lucrări publicate în reviste BDI

10. **V. Rață**, A. Ivan, L. Rusu, 2020. *The impact generated by SARS-CoV-2 virus on the air quality in the Constanta port area*, Journal of Mechanical Testing and Diagnosis, Volume 3, pp. 26-30, https://www.mtd.ugal.ro/download/2020-3/5_MTD_Rata%20V,%20Rusu%20L,%20A%20Ivan_2020%20rev.pdf
11. **V. Rață**, L. Rusu, 2020. *Ballast water pollution risk assessment in the Black Sea*, Journal of Mechanical Testing and Diagnosis, Volume 4, pp. 29-34, https://www.mtd.ugal.ro/download/2020-4/5_MTD_Volume%204_Rata_DL%20xx.pdf
12. **V. Rață**, E. Rusu, 2020. *Can Air Quality be Influenced in Coastal Areas by Shipping?*, Journal of Marine Science, 2(1), Article ID: 1287, pp. 17-22. <https://doi.org/10.30564/jms.v2i1.1287>
13. **V. Rață**, S. Secobeanu, 2019. *Aspects of using 3-D laser scanning technology in ship retrofit projects*, Annals of „Dunarea de Jos” University of Galati. Fascicle XI, Shipbuilding, Volume 42, 157-162, e-ISSN 2668-3156. <https://doi.org/10.35219/AnnUGalShipBuilding.2019.42.21>
14. **V. Rață**, C. Gasparotti, L. Rusu, 2017. *The Importance of the Reduction of Air Pollution in the Black Sea Basin*, Journal of Mechanical Testing and Diagnosis, Volume 7 (2), 5-15. <https://www.gup.ugal.ro/ugaljournals/index.php/mtd/article/view/2238>

Listă cu lucrări prezentate și publicate la conferințe internaționale

15. **V. Rață**, L. Rusu, 2019. Assess the risk of shipping accidents in the Black Sea that may be based on structural damage, presented and published at *1st International Conference of Maritime Science & Technology Nase More 2019, Conference Proceedings*, pp 481-494, ISBN 978-953-7153-52-6, 17-18 October, Dubrovnik, Croatia.
16. **V. Rață**, 2018. *The influence of shipping to the air quality in the North-West Black Sea*, presented at 6th International Conference on Environment Pollution and Prevention (ICEPP 2018), 6-8 December, Brisbane, Australia.
17. **V. Rață**, 2017. *Black Sea sustainability - Ballast water treatment facilities in harbors*, presented at 4th International Conference on Environmental Systems Research (ICESR 2017), 14-16 December, Singapore.

Listă cu lucrări prezentate la conferințe naționale

18. **V. Rață**, L. Rusu, 2022. *Existing General Cargo Ship - EEXI Determination and Compensation Measures to Reduce Carbon Emissions*, presented at 10th edition of the Scientific Conference organized by the Doctoral Schools of “Dunărea de Jos” University of Galati (SCDS-UDJG), 9-10 June, Galati, Romania
19. **V. Rață**, L. Rusu, 2019. *Offshore operations effects on the Romanian coast air quality*, poster presentation at 7th edition of the Scientific Conference organized by the Doctoral Schools of “Dunărea de Jos” University of Galati (SCDS-UDJG), 13-14 June, Galati, Romania.
20. **V. Rață**, L. Rusu, 2018. *Evaluating the navigation of pleasure and fishery boats in the Black Sea coastal area în Romania*, presented at 6th edition of the Scientific Conference

organized by the Doctoral Schools of “Dunărea de Jos” University of Galati (SCDS-UDJG), 7-8 June, Galati, Romania.

Participarea în proiecte de cercetare

2018-2019 Membru în echipa proiectului de cercetare exploratorie ‘Evaluarea efectelor produse de schimbările climatice asupra condițiilor de val din Marea Neagră – ACCWA’, cod proiect PN-III-P4-IDPCE-2016-0028, director proiect Prof. Liliana Rusu, <https://accwa.ugal.ro/index.php>

2019-2020 Membru tânăr cercetător în proiectul Excelentă, performanța și competitivitate în activități CDI a Universitatea Dunărea de Jos din Galati, contract nr 14PFE/17.10.2018, <https://www.expert.ugal.ro/managementul-activitatilor-cdi>

Participarea în proiect POCU

2019-2020 Membru al grupului țintă în cadrul proiectului ANTREPENORDOC Cod Proiect: SMIS 123847

Participarea în proiecte de mobilitate obținute prin competiție națională, finanțate de UEFISCDI

2019 Proiect de Mobilitate depus la UEFISCDI pentru finanțare participare la conferință internațională, cod PN-III-P1-1.1-MC-2019-0132, suma 8,943 RON.

2018 Proiect de Mobilitate finanțat de UEFISCDI pentru participare la conferință internațională, cod PN-III-P1-1.1-MC-2018-2973, suma 20,844 RON.

2017 Proiect de Mobilitate finanțat de UEFISCDI pentru participare la conferință internațională, cod PN-III-P1-1.1-MC-2017-1146, suma 18,590 RON.

Premii și recunoaștere internațională

2019 Locul al II-lea pentru prezentarea de poster la Scientific Conference of the Doctoral Schools Seventh Edition, organizată de Universitatea „Dunărea de Jos” din Galați, pentru lucrarea intitulată: “Offshore operation effects on the Romanian coast air quality”.

2018 Moderator la două sesiuni ale conferinței internaționale: 18th International Multidisciplinary Scientific GeoConference (SGEM 2018), 2018, 30 June - 9 July, Albena, Bulgaria, Secțiunile 15. Marine and Ocean Ecosystems și 18. Recycling.

Profil Scopus <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57202626973>

Citări

1. **V. Rață**, C. Gasparotti, L. Rusu, 2018. *Ballast water management in the Black Sea's ports*, Journal of Marine Science and Engineering, 6(2), 69; **IF2020 – 2.458 (Q2)**. <https://doi.org/10.3390/jmse6020069>
 - 1.1. S. B. Kurniawan, D. S. A. Pambudi, M. M. Ahmad, B. D. Alfanda, M. F. Imron, S. R. S. Abdullah, 2022. *Ecological impacts of ballast water loading and discharge: insight into the toxicity and accumulation of disinfection by-products*, Heliyon, e09107.
 - 1.2. B. Sayinli, Y. Dong, Y. Park, A. Bhatnagar, M. Sillanpää, 2021. *Recent progress and challenges facing ballast water treatment—a review*, Chemosphere, 132776.

- 1.3. I. Goncharenko, M. Krakhmalnyi, V. Velikova, E. Ascencio, A. Krakhmalnyi, 2021. *Ecological niche modeling of toxic dinoflagellate Prorocentrum cordatum in the Black Sea*, Ecohydrology & Hydrobiology, 21(4), 747-759.
- 1.4. N. Baroiu, G.-A. Moroșanu, S. Ș. Chislitschi, V. Păunoiu, 2021. *Self-cleaning system filter treating installation of the ballast water for ships*, Tehnomus Journal New Technologies and Products in Machine Manufacturing Technologies, No.28 Year: 2021, P - ISSN-1224-029X, E - ISSN-2247-6016.
- 1.5. F. T. Hansen, A. P. Gabellini, A. Christensen, 2020. *Ranking of Danish ports according to shipping activities and to the potential of natural dispersal of non-indigenous species*, DTU Aqua Report no. 369-2020.
- 1.6. V. Novac, L. Moraru, F. Onea, E. Rusu, 2020. *Ballast water management in the Black Sea basin*, International Multidisciplinary Scientific GeoConference: SGEM, 20(3.1), 807-814.
- 1.7. M. Akın, 2020. *Yeşil limanlarda performans kriterlerinin değerlendirilmesi üzerine nicel bir araştırma* (Master's thesis, İskenderun Teknik Üniversitesi/Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü/Deniz Ulaştırma Mühendisliği Anabilim Dalı).
2. **V. Rață**, C. Gasparotti, L. Rusu, 2017. *The Importance of the Reduction of Air Pollution in the Black Sea Basin*, Journal of Mechanical Testing and Diagnosis, Volume 7 (2), 5-15. <https://www.gup.ugal.ro/ugaljournals/index.php/mtd/article/view/2238>
 - 2.1. C. Marinacci, S. Ricci, L. Rizzetto, 2022. *Effects of ships' dimension on emissions of container and cruise fleets*, INGEGNERIA FERROVIARIA 77(1):5-21.
 - 2.2. M. Şan, A. Akpınar, B. Bingölbali, M. Kankal, 2021. *Geo-spatial multi-criteria evaluation of wave energy exploitation in a semi-enclosed sea*, Energy, 214, 118997.
 - 2.3. U. Bucak, T. Arslan, H. Demirel, A. Balin, 2021. *Analysis of Strategies to Reduce Air Pollution from Vessels: A Case for the Strait of Istanbul*, Journal of ETA Maritime Science 2021;9(1):22-30, 10.4274/jems.2021.19327.
 - 2.4. A. Kortcheva, V. Galabov, J. Marinski, V. Andrea, C. Stylios, 2018. *New approaches and mathematical models for environmental risk management in seaports*, IFAC-PapersOnLine, 51(30), 366-371.
3. **V. Rață**, L. Rusu, 2020. *Impact on air quality of the offshore-ships which are operating in the Black Sea maritime borders of Romania*, Journal of Environmental Protection and Ecology, 21 (1), 19-27. **IF2020 – 0.577**.
 - 3.1. U. Isikdag, S. Apak, 2021. *Classification of haze in city images with convolutional neural networks and transfer learning*, Journal of Environmental Protection and Ecology, 22(4), pp. 1379-1385.
4. **V. Rață**, E. Rusu, 2020. *Can Air Quality be Influenced in Coastal Areas by Shipping?*, Journal of Marine Science, 2(1), Article ID: 1287, pp. 17-22. <https://doi.org/10.30564/jms.v2i1.1287>
 - 4.1. S. Laribi, E. Guy, E. 2022. *Marine energy transition with LNG and electric batteries: a technological adoption analysis of Norwegian ferries*, Maritime Business Review, ISSN: 2397-3757

5. **V. Rață**, L. Rusu, 2018. *Assessing the traffic risk along the main Black Sea maritime routes*, International Conference on Traffic and Transport Engineering ICTTE, 27-28 Septembe, Belgrad, Serbia, pp. 290-297. http://ijtte.com/article/102/ICTTE_Belgrade_2018.html
- 5.1. K. Tahtaci, A. Y. A. T. Berna, 2022. *Karadeniz'in fırtınalılığında uzun dönemli (1979-2019) değişimler*, Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 37(4), 2147-2162.
6. **V. Rață**, A. Ivan, L. Rusu, 2020. *The impact generated by SARS-CoV-2 virus on the air quality in the Constanta port area*, Journal of Mechanical Testing and Diagnosis, Volume 3, pp. 26-30, https://www.mtd.ugal.ro/download/2020-3/5_MTD_Rata%20V,%20Rusu%20L,%20A%20Ivan_2020%20rev.pdf
- 6.1. C. R. Popa, G. Tomoaia, G. A. Paltinean, A. Mocanu, I. Cojocar, M. Tomoaia-Cotisel, 2021. *Atmospheric Pollution and the Impact on the Respiratory Tract and Lungs*, Vol. 10 no 1 / 2021 Annals Series on Biological Sciences.

BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ

- [1] E. Vespremeanu, "Geografia Mării Negre", Editura Universității București, ISBN 973-575-925-X, 2004.
- [2] S. E. Poulos, "The Mediterranean and Black Sea Marine System: An overview on its physico-geographic and oceanographic characteristics", Earth-Science Reviews, Volume 200, 103004, doi.org/10.1016/j.earscirev.2019.103004, 2020.
- [3] A. Vespremeanu-Stroie, L. Preoteasa, F. Tătui, "Oceanografie fizică", Ars Docendi, ISBN 978-973-558-356-9, 2014.
- [4] E. M. Mihailov, "Dinamica maselor de apă în Nord-Vestul Mării Negre", Ex Ponto, ISBN 978-606-598-552-0, 2017.
- [5] V. S. Raykov, A. Oros, "Black Sea Transboundary Diagnostic Analysis 2007", BSERP, BSC, UNDP, GES, UNOPS, 2007.
- [6] P. A. Stott, D. A. Stone, M. R. Allen, "Human contribution to the European heatwave of 2003", Nature 432, 610–614 (2004). <https://doi.org/10.1038/nature03089>
- [7] O. V. Kalmykova, V. V. Fedorova, R. O. Fadeev, „Analysis of occurrence conditions of the waterspout outbreak over the Black Sea on July 16, 2019 and forecast skill assessment”, Hydrometeorological research and forecasts, No. 1 (379). S. 112-129, DOI: https://doi.org/10.37162/2618-9631-2020-4-112-129_2021.
- [8] B. V. Divinsky, R. D. Kosyan, "Spatiotemporal variability of the Black Sea wave climate in the last 37 years", Continental Shelf Research, vol. 136, pp 1-19, 2017.
- [9] N. Valchev, I. Davidan, Z. Belberov, A. Palazov, N. Valcheva, "Hindcasting and assessment of the western black sea wind and wave climate", Journal of Environmental Protection and Ecology, vol 11/issue 3, pp 1001-1012, 2010.
- [10] N. Booij, R. C. Ris, L. H. Holthuijsen, „A third generation wave model for coastal regions. Part 1: Model description and validation”, Journal of Geophysical Research, vol. 104/issue 4, pp 7649-7666, 1999.
- [11] A. V. Kislov, G. V. Surkova, V. S. Arkhipkin „Occurrence frequency of storm wind waves in the Baltic, Black, and Caspian Seas under changing climate conditions”, Russian Meteorology and Hydrology, vol. 41/issue 2, pp 121-129, 2016.

- [12] V. Galabov, A. Kortcheva, „*The influence of the meteorological forcing data on the reconstructions of historical storms in the Black Sea*”, the 13th SGEM GeoConference on Water Resources, Forest, Marine and Ocean Ecosystems, Bulgaria, pp 855 – 862, 2013.
- [13] F. Cardia, A. Lovatelli, “*Aquaculture operations in floating HDPE cages. A field handbook*”, FAO and Ministry of Agriculture of the Kingdom of Saudi Arabia, ISBN 978-92-5-108749-7 2015.
- [14] L. Rusu, “*Evaluarea efectelor produse de schimbările climatice asupra condițiilor de val din Marea Neagră – ACCWA*”. Accesat în septembrie 2021: www.accwa.ugal.ro/.
- [15] T. A. Shiganova, „*Ponto-Caspian: Invasions. In Encyclopedia of Biological Invasions*”, 3rd ed. Encyclopedia of the Natural World, No. 3 Simberloff, D., Rejmanek, M., Eds.; University of California Press: Berkeley/Los Angeles, CA, USA, pp. 549–556. ISBN 978-0-520-26421-2, 2011.
- [16] A. Jernelöv, „*The Warty Comb Jelly in the Black Sea. In The Long-Term Fate of Invasive Species*”, Springer: Cham, Switzerland, pp. 261–278. ISBN 978-3-319-55396-2, 2017.
- [17] M. Oral, „*Alien fish species in the Mediterranean–Black Sea Basin*”, J. Black Sea/Mediterr. Environ, 16, 87–132, 2010.
- [18] M. Skolka, C. Preda, „*Alien invasive species at the Romanian Black Sea coast—Present and perspectives*”, The Journal of “Grigore Antipa” National Museum of Natural History, 53, 443–467, 2011.
- [19] H. U. Riisgard, J. Goldstein, „*Jellyfish and ctenophores in limfjorden (Denmark)—Mini-Review—with recent new observations*”, J. Mar. Sci. Eng., 2, 593–615, 2014.
- [20] T. A. Shiganova, „*Invasion of the Black Sea by the ctenophore Mnemiopsis leidyi and recent changes in pelagic community structure*”. Fish. Oceanogr., 7, 305–310, 1998.
- [21] I. Milan, M. T. Gomoiu, „*Cauze și consecințe ale poluării mediului marin cu hidrocarburi*”, GEO-ECO-MARINA 14/2008 – SUPLIMENT NR. 1 153 Științele Pământului, Cunoaștere și Mediu – Sesiune anuală de comunicări științifice, pp 147-154, 2008.
- [22] A. M. Jones, S. Clergue, P. J. Pedlow, C. Holyst, V. Artus, A. Buck, D. Wake, W. Keij, „*Prelude FLNG Towing, Station-Keeping and Mooring Hook-Up*”, Offshore Technology Conference, Houston, Texas, USA, May 2020, OTC-30797-MS <https://doi.org/10.4043/30797-MS>, 2020.
- [23] S. Ünlü, B. Alpar, B. Oztürk, „*Oil Spill along the Turkish Straits Sea Area; Accidents, Environmental Pollution, Socio-Economic Impacts and Protection*”, Turkish Marine Research Foundation (TUDAV), ISBN: 978-975-8825-39-4, 2018.
- [24] G. C. Ceyhun, “*The impact of shipping accidents on marine environment: a study of turkish seas*” European Scientific Journal, vol.10, No.23 ISSN: 1857 – 7881 (Print) e - ISSN 1857-7431, 2014.
- [25] W. M. M. Wan Fatihah, Z. Libriati, M. N. Norhazilan, Y. Nordin, A. K. Nur Hafizah, “*Identification of environmental loss indicators due to oil Petrolier failures*” IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 220 (2019) 012032, doi:10.1088/1755-1315/220/1/012032, 2019.
- [26] C. Aşan, B. Özsoy, A. Şihmantepe, M. S. Solmaz, “*A case study on oil pollution in Istanbul Strait: Revisiting 1994 Nassia Petrolier accident by utilizing Potential Incident Simulation Control and Evaluation System (PISCES-II) simulation. What would be different in terms of response if Nassia accident happened today?*”, Marine Pollution Bulletin, 151, <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.110813>, 2020.
- [27] D. J. Fashchuk, M. V. Flint, B. N. Panov, G. A. Koluchkina, „*Interagency Field Research of the Consequences of the Wreck of the Petrolier Volgoneft139 in the Kerchenskii Strait*”, Okeanologiya, Vol. 50, No. 3, pp. 468–471, 2010.

- [28] T. Yurdun, F. Kaleağasioğlu, K. C. Güven, B. Öztürk, “*Investigations on the pollution of Istanbul Strait (Bosphorus) by M/S Rab Union-18 Sunk with Live Sheep*”, Turkish Journal of Marine Science, 1(1), 55–63, 1995.
- [29] P. Peev, „*Prehistoric Trade Routes In the Black Sea*”, SOMA 2005, Proceedings of the IX Symposium on Mediterranean Archaeology, Chieti (Italy), 24-26 February 2005, ISBN 978 1 4073 0181 5, 2005.
- [30] S. Andrews, „*Greek cities on the western coast of the Black Sea: Orgame, Histria, Tomis, and Kallatis (7th to 1st century BCE)*”, Graduate Theses and Dissertations. 11712, Iowa State University Capstones, <https://lib.dr.iastate.edu/etd/11712/>, 2010.
- [31] I. A. Khvalkov, „*The Colonies of Genoa in the Black Sea Region: Evolution and Transformation*”, Thesis submitted for assessment with a view to obtaining the degree of Doctor of History and Civilization of the European University Institute, Florence, 2015.
- [32] M. Bernardino, L. Rusu, C. Guedes Soares, “*Evaluation of extreme storm waves in the Black Sea*”, Journal of Operational Oceanography, ISSN: 1755-876X (Print) 1755-8778 (Online), 2020.
- [33] Y. Sun, L. Yang, J. Zheng, „*Emission control areas: More or fewer?*”, Transportation Research Part D: Transport and Environment, Volume 84, <https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102349>, 2020.
- [34] International Maritime Organization, „*Prevention of air pollution by ships (Emission Control Areas)*”, imo.org, Special Areas under MARPOL – Annex VI.
- [35] P. Campling, L. Janssen, K. Vanherle, J. Cofala, C. Heyes, R. Sander, „*Specific evaluation of emissions from shipping including assessment for the establishment of possible new emission control areas in European Seas*”, 2013. Accesat în iulie 2018: <https://ec.europa.eu/environment/air/pdf/Main%20Report%20Shipping.pdf>
- [36] S. Orestis, B. Jian, „*The impact of a possible extension at EU level of SECAs to the entire European coastline*”, ISBN 978-92-823-3749-3, DOI 10.2861/84453, 2012.
- [37] T. R. Karl, K. E. Trenberth, “*Modern global climate change*”, Science 302(5651), 1719-1723, 2003.
- [38] EMSA. Accesat în aprilie 2019: emsa.europa.eu/main/air-pollution/greenhouse-gases.html
- [39] EU climate action. Accesat în mai 2019: ec.europa.eu/clima/citizens/eu_en
- [40] D. Ljevaja, „*Impact of emissions of marine diesel engines to air pollution on the example of the Yugoslav river shipping*”, IJTTE, 1(3): 149 – 157, 2011.
- [41] G. Langella, P. Iodice, A. Amoresano, A. Senatore, “*Ship engines and air pollutants: emission during fuel change-over and dispersion over coastal areas*”, Int J Energy Environ Eng, 7:307–320, 2016.
- [42] C. Wang, Y. Ju, Y. Lu, “*Comparative life cycle cost analysis of low pressure fuel gas supply systems for LNG fueled ships*”, Energy, Volume 218, doi.org/10.1016/j.energy.2020.119541, 2021.
- [43] P. Balcombe, I. Staffell, I.G. Kerdan, J.F. Speirs, N.P. Brandon, A.D. Howkes, „*How can LNG-fuelled ships meet decarbonisation targets? An environmental and economic analysis*”, Energy, Volume 227, doi.org/10.1016/j.energy.2021.120462, 2021.
- [44] E. Rusu, „*Study of the Wave Energy Propagation Patterns in the Western Black Sea*”, Applied Sciences, 8, 993, 2018.
- [45] D. C. Shin, “*Health Effects of Ambient Particulate Matter*”, J Korean Med Assoc., 50(2):175-182, [doi: 10.5124/jkma.2007.50.2.175](https://doi.org/10.5124/jkma.2007.50.2.175), 2007.
- [46] T. Stolz, M. E. Huertas, A. Mendoza, “*Assessment of air quality monitoring networks using*

- an ensemble clustering method in the three major metropolitan areas of Mexico*”, Atmospheric Pollution Research Volume 11, Issue 8, pp 1271-1280, doi.org/10.1016/j.apr.2020.05.005 , 2020.
- [47] O. Merk, “*Shipping emissions in ports, 2014*”. Accesat în mai 2020: www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/dp201420.pdf
- [48] V. Eyring, H. W. Kohler, J. van Aardenne, A. Lauer, „*Emissions from international shipping: 1. The last 50 years*”, JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL. 110, D17305, doi:10.1029/2004JD005619, 2005.
- [49] I. M. Dumitru, G. Liliou, M. Arbune, “*Respiratory infections and airpollution, retrospective study over the past 10 years*”, J Environ Prot Ecol, 19 (4), 1445, 2018.
- [50] K. F. Boersma, G. C. M. Vinken, J. Tournadre, „*Ships going slow in reducing their NOx emissions: changes in 2005–2012 ship exhaust inferred from satellite measurements over Europe*”, Environmental Research Letters, Volume 10, Number 7, doi.org/10.1088/1748-9326/10/7/074007, 2015.
- [51] D. E. Constantin, M. Voiculescu, L. Georgescu, „*Satellite Observations Of No2 Trend Over Romania*”, The Scientific World Journal, Volume 2013, Article ID 261634, 10 pages, <http://dx.doi.org/10.1155/2013/261634>, 2013.
- [52] C. M. Dragomir, D. E. Constantin, M. Voiculescu, L. P. Georgescu, A. Merlaud, M. Van Roozendaal, „*Modeling results of atmospheric dispersion of NO2 in an urban area using METI-LIS and comparison with coincident mobile DOAS measurements*”, Atmospheric Pollution Research 3, 503-510, doi: 10.5094/APR.2015.056, 2015.
- [53] Ø. Endresen, E. Sørgard, J. K. Sundet, S. B. Dalsøren, I. S. A. Isaksen, T. F. Berglen, G. Gravir, „*Emission from international sea transportation and environmental impact*”, JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL. 108, NO. D17, 4560, doi:10.1029/2002JD0028982003.
- [54] M. Viana, P. Hammingh, A. Colette. X. Querol, B. Degraeuwe, I. de Vlieger, J. Aardenne, „*Impact of maritime transport emissions on coastal air quality in Europe*”, Atmospheric Environment, Volume 90, Pages 96-105, doi.org/10.1016/j.atmosenv.2014.03.046, 2014..
- [55] N. Butt, D. Johnson, K. Pike, N. Pryce-Roberts, “*15 Years of Shipping Accidents: A review for WWF*”, Southampton Solent University, Project Report, Southampton, 2013.
- [56] J. Weng, D. Yang, “*Investigation of shipping accident injury severity and mortality*”, Accident Analysis & Prevention, 76: 92-101, 2015.
- [57] S. Saha, S. Moorthi, X. Wu, „*The NCEP climate forecast system version 2*”, Journal of Climate, 27(6): 2185-2208, 2014.
- [58] A. Cocheril, “*Design Categories of Watercrafts*”, IP/A/IMCO/NT/2012-07 PE 475.122, 2012.
- [59] A. G. Kostianoy, O. Y. Lavrova, M. I. Mityagina, T. Y. Bocharova, K. T. Litovchenko, S. A. Lebedev, S. V. Stanichny, D. M. Soloviev, A. M. Sirota, „*Complex monitoring of oil pollution in the Baltic, Black and Caspian seas*”, Proceedings of the Envisat Symposium 2007, Montreux, SP 636, Switzerland, 2007.
- [60] B. V. Divinsky, V. V. Fomin, R. D. Kosyan, Y. D. Ratner, „*Extreme wind waves in the Black Sea*”, Oceanologia 62 (2020), pp 23-30, 2019.
- [61] R. Davy, N. Gnatiuk, L. Pettersson, L. Bobylev, “*Climate change impacts on wind energy potential in the European domain with a focus on the Black Sea*”, Renewable and Sustainable Energy Reviews 81, pp 1652-1659, 2018.
- [62] N. Stern, “*The transition in Eastern Europe and the former Soviet Union: some strategic lessons from the experience of 25 countries over six years*”, Lessons from the Economic

- Transition, Springer, Dordrecht, pp 35-57, (ISBN: 978-94-011-5368-3), DOI: doi.org/10.1007/978-94-011-5368-3_2, 1997.
- [63] J. J. Corbet, J. J. Winebrake, „*The impact of globalisation on international maritime transport activity: Past trends and future perspectives*”, Organisation for Environmental Cooperation and Development, 2008.
- [64] P. E. Hess, Y. Pu, H. S. Chan, A. Incecik, P. K. Das, „*Reliability-based performance assessment of damaged ships*”, Ship Structure Committee, Report No. 459; Ship Structure Committee: Washington DC, USA, 2011.
- [65] Y. Zheng, W. K. Talley, D. Jin, M. Ng, „*Crew injuries in container vessel accidents*”, Maritime Policy & Management, Volume 43, Issue 5, pp 541-551, DOI: 10.1080/03088839.2016.1150610, 2016.
- [66] C. Gueres Soares, J. Parunov, „*Advanced Ship Design for Pollution Prevention*”, Proceedings of the International Workshop “Advanced Ship Design for Pollution Prevention”, Split, Croatia, 23-24 November 2009, CRC Press, (ISBN: 978-0-415-58477-7), 2010.
- [67] D. J. Eyres, G. J. Bruce, „*17 - Shell plating and framing, Ship Construction*”, (Seventh Edition), Pp 189-205, DOI: 10.1016/B978-0-08-097239-8.00017-9, 2012.
- [68] W. Fricke, „*Fatigue and Fracture of Ship Structures*”, Encyclopedia of Maritime and Offshore Engineering, (ISBN: 978-1-118-47635-2) DOI: doi.org/10.1002/9781118476406.emoe007, 2017.
- [69] A. Prestileo, E. Rizzuto, A. P. Teixeira, C. Gueres Soares, „*Bottom damage scenarios for the hull girder structural assessment*”, Marine Structures, Volume 33, pp 33-55, DOI: j.marstruc.201304.001, 2013.
- [70] „*Common Structural Rules for Vrachier Carriers and Oil Tankers*”, Common Structural Rules - 1st January 2019 Issue IACS”. Accesat în martie 2019: www.iacs.org.uk.
- [71] A. W. Hussein, A. P. Teixeira, C. Gueres Soares, „*Impact of the new common structural rules on the reliability of a Vrachier carrier*”, Advance in Marine Structures - Proceedings of MARSTRUCT 12 March 2007, The 1st International Conference on Marine Structures 2007, pp 529-538, Glasgow, United Kingdom, 2007.
- [72] L. Zhang, H. Wang, Q. Meng, H. Xie, „*Ship accident consequences and contributing factors analyses using ship accident investigation reports*”, J Risk and Reliability, Vol. 233(1) 35–47, 2019.
- [73] J. Lin-Ye, M. García-León, V. Gràcia, V. Ortego, M. I. Stanica, A. Sánchez-Arcilla, „*Multivariate hybrid modelling of future wave-storms at the northwestern Black Sea*”, Water, 10: 221, 2018.
- [74] Y. P. Zaitsev, „*Recent changes in the trophic structure of the Black Sea*”, Fish. Oceanogr., Vol. 1, pp. 180-189, 1992.
- [75] S. Goodman, L. Dmitrieva, „*Pusa capsica*”, The IUCN Red List of Threatened Species, e.T41669A45230700. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T41669A45230700.en>, 2016.
- [76] W. A. Gerhard, K. Lundgreen, G. Drillet, R. Baumler, H. Holbech, C. K Gunsch, „*Installation and use of ballast water treatment systems – Implications for compliance and enforcement*”, Ocean and Coastal Management 181, 104907, 2019.
- [77] F. T. Hansen, A. Gabellini, A. Christensen, „*Ranking of Danish ports according to shipping activities and to the potential of natural dispersal of non-indigenous species*”, DTU Aqua Report no. 369-2020, 2020.
- [78] S. B. Kurniawan, D. S. A. Pambudi, M. M. Ahmad, B. D. Alfanda, M. F. Imron, S. R. S.

- Abdullah, "Ecological impacts of ballast water loading and discharge: insight into the toxicity and accumulation of disinfection by-products", *Heliyon* 8, e09107, 2022.
- [79] R. J. Williams, F. B. Griffiths, E. J. Van der Wal, J. Kelly, „Cargo vessel ballast water as a vector for the transport of non-indigenous marine species”, *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 26(4), 409-420, 1988.
- [80] T. K. Liu, C.H. Chang, M. L. Chou, „Management strategies to prevent the introduction of non-indigenous aquatic species in response to the Ballast Water Convention in Taiwan”, *Marine Policy*, 44, 187-195, 2014.
- [81] M. David, S. Gollasch, E. Leppäkoski, „Risk assessment for exemptions from ballast water management—the Baltic Sea case study”, *Marine pollution bulletin*, 75(1), 205-217, 2013.
- [82] D.R. Scriven, C. DiBacco, A. Locke, T. W. Therriault, „Ballast water management in Canada: a historical perspective and implications for the future”, *Marine Policy*, 59, 121-133, 2015.
- [83] S. J. Boyes, M. Elliott, A. Murillas-Maza, N. Papadopoulou, M. C. Uyarra, „Is existing legislation fit-for-purpose to achieve Good Environmental Status in European seas?”, *Marine pollution bulletin*, 111(1-2), 18-32, 2016.
- [84] M. T. Gomoiu, B. Alexandrov, N. Shadrin, Y. Zaitsev, “The Black Sea - a recipient, donor and transit area for alien species. In: *Invasive Aquatic Species of Europe*”. Distribution, Impacts and Management. Springer Netherlands, pp. 341-350, 2002.
- [85] D. E. Onwuegbuchunam, T. E. Ebe, L. I. Okoroji, A. E. Essien, „An Analysis of ship-source marine pollution in Nigerian seaports”, *Journal of Marine Science and Engineering*, 5, 39. doi:10.3390/jmse5030039, 2017.
- [86] G. Pieri, M. Cocco, O. Salvetti, „A marine information system for environmental monitoring: ARGO-MIS”, *Journal of Marine Science and Engineering*, 6(1), doi:10.3390/jmse6010015, 2017.
- [87] G. B. Alkan, T. Satir, „Ballast water problem in the Black Sea and Turkish straits”, *Proceedings of the 13 International Symposium, Thessaloniki, Greece*, 8-12, 2005.
- [88] F. Bojic, A. Gudelj, R. Bosnjak, "Port-Related Shipping Gas Emissions—A Systematic Review of Research", *Applied sciences, Appl. Sci.* 2022, 12, 3603. <https://doi.org/10.3390/app12073603>, 2022.
- [89] A. Tokuslu, "Estimating greenhouse gas emissions from ships on four ports of Georgia from 2010 to 2018", *Environ Monit Assess*, 193:385, <https://doi.org/10.1007/s10661-021-09169-w>, 2021.
- [90] A. Tokuslu, "Analysing shipping emissions of Turkish ports in the Black Sea and investigating their contributions to Black Sea emissions", *IJEGEO*, Vol 9, Issue 3, ISSN:2148-9173, 2022.
- [91] B. Bacalja, M. Krcum, M. Sliskovic, "A Line Ship Emissions while Manoeuvring and Hotelling—A Case Study of Port Split", *J. Mar. Sci. Eng.* 2020, 8, 953; doi:10.3390/jmse8110953, 2020.
- [92] D. Toscano, F. Murena, "Atmospheric ship emissions in ports: A review. Correlation with data of ship traffic", *Atmospheric Environment: X*, Volume 4, 100050, DOI: 10.7225/toms.v10.n01.016, 2019.
- [93] K. Bratic, L. Stazic, M. Vukicevic, B. Lalic, "Cruise Vessels Air Pollution Inventory for the Port of Kotor", *TRANSACTIONS ON MARITIME SCIENCE*, DOI: 10.7225/toms.v10.n01.016, 2021.
- [94] D. Tarnapowicz, S. German-Galkin, “International standardization in the design of “shore to ship” power supply systems of ships in port”, *Management Systems in Production*

- Engineering, 26(1), 9-13 DOI 10.2478/mspe-2018-0001, 2018.
- [95] T. Borkowsky, D. Tarnapowicz, “*Shore to ship*” system – an alternative electric power supply in port”, *Journal of Kones - Powertrain and transport*, 19(3):49-58, 2012.
- [96] A. B. E. Mostafa, “*3D LASER SCANNERS: HISTORY, APPLICATIONS, AND FUTURE*“, DOI: 10.13140/2.1.3331.3284, 2011.
- [97] W. Chao, K. C. Yong, “*Application of As-built Data in Building Retrofit Decision Making Process*”, *International Conference on Sustainable Design, Engineering and Construction*, *Procedia Engineering* 118 , 902 – 908, 2015.
- [98] R. J. Schoustra, „*Quality made to fit*”, *The Naval Architect*, October 2019.
- [99] Y. Arayici, “*An Approach for Real World Data Modelling with the 3D Terrestrial Laser Scanner for Built Environment*”, *Automation in Construction*, DOI: 10.1016/j.autcon.2007.02.008, September 2007.
- [100] “*2021 GUIDELINES ON THE METHOD OF CALCULATION OF THE ATTAINED ENERGY EFFICIENCY EXISTING SHIP INDEX (EEXI)*”, RESOLUTION MEPC.333(76), MEPC 76/15/Add.2 Annex 7, page 1.
- [101] D. Rutherford, X. Mao, B. Comer, „*Potential CO2 reduction under the Energy Efficiency Existing Ship*”, Working Paper 2020, 2020 INTERNATIONAL COUNCIL ON CLEAN TRANSPORTATION, November 2020.
- [102] N. Olmer, B. Comer, B. Roy, X. Mao, D. Rutherford, „*GREENHOUSE GAS EMISSIONS FROM GLOBAL SHIPPING, 2013–2015*”, International Council on Clean Transportation, 2017.
- [103] T. A. Tran, „*Calculation and Assessing the EEDI Index in the Field of Ship Energy Efficiency for M/V Jules Garnier*”, *J Marine Sci Res Dev* 2016, 6:6 DOI: 10.4172/2155-9910.1000212, 2016.
- [104] D. Woo, N. Im, “*Estimation of the Efficiency of Vessel Speed Reduction to Mitigate Gas Emission in Busan Port Using the AIS Database*”, *J. Mar. Sci. Eng.* 2022, 10, 435. <https://doi.org/10.3390/jmse10030435>, 2022.
- [105] I. N. Brown, M. F. Aldridge, „*Power models and average ship parameter effects on marine emissions inventories*”, *Journal of the Air & Waste Management Association*, VOL. 69, NO. 6, 752–763, <https://doi.org/10.1080/10962247.2019.1580229>, 2019.
- [106] F. H. Berthelsen, U. D. Nielsen, „*Prediction of ships’ speed-power relationship at speed intervals below the design speed*”, *Transportation Research Part D*, <https://doi.org/10.1016/j.trd.2021.102996> , 2021.
- [107] J. Faber, T. Huigen, D. Nelissen, „*Regulating speed: a short-term measure to reduce maritime GHG emissions*”, *Delft, CE Delft*, 17.7L90.155, June 2017.
- [108] F. Nicolae, I. Roman, A. Cotorcea, “*AIR POLLUTION FROM THE MARITIME TRANSPORT IN THE ROMANIAN BLACK SEA COAST*”, “*Cercetări Marine*“, Issue no. 47, Pages 260-266, 2017.
- [109] R. I. Chowdhury, P. Saha, M. Rahman, M. A. Hannan, „*Feasibility Study of Hybrid Floating Power Plant Concept at the Bay of Bengal*”, 6th International Youth Conference on Energy (IYCE), 2017.
- [110] M. Martelli, A. N. TASSETT, G. Buglioni, “*REVERSE ENGINEERING TECHNIQUES FOR TRAWLER HULL 3D MODELLING AND ENERGY EFFICIENCY EVALUATION*”, 18th International Conference on Ships and Shipping Research 2015, June 24th – 26th, Lecco, Italy, 2015.