



Co-funded by
the European Union



Koordinator na projekt 101124670 – INCDPM

Инж. DEÁK György, Ph.D. Habil

Асоцииран член на О.С.Р. Академия (INCDPM)

Учебни програми за повишен капацитет за реакци Black Sea SIERRA

Учебни програми за повишен капацитет за реакция

Koordinator na projekt
Инж. DEÁK György

ISBN 978-606-28-2352-8



www.editurauniversitara.ro



EDITURA UNIVERSITARĂ



УЧЕБНИ ПРОГРАМИ ЗА ПОВИШЕН КАПАЦИТЕТ ЗА РЕАКЦИЯ

Black Sea SIERRA



Co-funded by the
European Union

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily express those of the European Union or European Climate, Infrastructure and Environment Executive Agency (CINEA). Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them.

Koordinator na proekt 101124670 – Black Sea SIERRA

Инж. DEÁK György, Ph.D. Habil

асоцииран член на О.С.Р. Академия (INCDPM)

УЧЕБНИ ПРОГРАМИ ЗА ПОВИШЕН КАПАЦИТЕТ ЗА РЕАКЦИЯ

Black Sea SIERRA



**EDITURA UNIVERSITARĂ
București**

Redactor: Laura Nicolescu
Tehnoredactor: Ameluța Vișan
Coperta: Monica Balaban

Editură recunoscută de Consiliul Național al Cercetării Științifice (C.N.C.S.) și inclusă de Consiliul Național de Atestare a Titlurilor, Diplomelor și Certificatelor Universitare (C.N.A.T.D.C.U.) în categoria editurilor de prestigiu recunoscut.

Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României

Učebni programi za povišen kapaciet za reakciã / koordinirane:

György Deák. - București : Editura Universitară, 2026

Conține bibliografie

ISBN 978-606-28-2352-8

I. Deák, György (coord.)

504

556

DOI: (Digital Object Identifier): 10.5682/9786062823528

© Toate drepturile asupra acestei lucrări sunt rezervate, nicio parte din această lucrare nu poate fi copiată fără acordul Editurii Universitare

Copyright © 2026

Editura Universitară

Editor: Vasile Muscalu

B-dul. N. Bălcescu nr. 27-33, Sector 1, București

Tel.: 021.315.32.47

www.editurauniversitara.ro

e-mail: redactia@editurauniversitara.ro

Distribuție: tel.: 021.315.32.47 / 0745 200 718/ 0745 200 357

comenzi@editurauniversitara.ro

www.editurauniversitara.ro

DOCUMENT DETAILS

Акроним на проекта	Black Sea SIERRA
Заглавие на проекта	Harnessing complementary curricular preparedness via sustainable management in response to civil and military pollution on the coastline, tributaries and lagoons in Black Sea's North, West, South zone
Номер на договора за безвъзмездна помощ	101124670
Координатор на консорциума	Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Protecția Mediului București (INCDDPM)
Продължителност на проекта	36 months (01.10.2023 – 30.09.2026)
Оправомощаващ орган	European Climate, Infrastructure and Environment Executive Agency (CINEA)
Програма	European Maritime, Fisheries and Aquaculture Fund (EMFAF)
Обадете	EMFAF-2023-PIA-FLAGSHIP - Regional flagships projects supporting sustainable blue economy in EU sea basins
Тема	EMFAF-2023-PIA-FLAGSHIP-2-BLACK - Harnessing preparedness and response to marine pollution in the Black Sea
Заглавие на документа	<i>Учебни програми за повишен капацитет за реакция</i>
Работен пакет	WP6
Ниво на разпространение	PU - Public
Автори	Екип на ARCES: Алесандро Перниче и Мелинда Теранова
Превод и редакция	Доц. д-р Димитър Петков Димитров, ИО-БАН
Сътрудници	DEÁK György, Tudor Georgeta, Boboc Mădălina, Harabagiu Alexandra, Istrate Iulia - <i>Национален институт за изследване и развитие в областта на опазването на околната среда, Букурещ (INCDDPM)</i> Aydin Mehmet, Tunca Evren - <i>Университет Орду (ORDU)</i> Komorin Viktor, Kotelnikova Yuliia - <i>Украински научен център по екология на морето (UkrSCES)</i> Pazara Tiberiu, Apetroaei Manuela Rossemary, Samoilescu Gheorghe, Toma Alecu, Nedelcu Andra - <i>Военноморска академия „Мирча чел Бътран“ (MBNAR)</i> Vizureanu Petrică, Sandu Andrei, Burduhos-Nergis Dumitru Doru - <i>Технически университет „Георге Асачи“ в Яси (TUIASI)</i>



Co-funded by the
European Union

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily express those of the European Union or European Climate, Infrastructure and Environment Executive Agency (CINEA). Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them.

ДЕКЛАРАЦИЯ ЗА ОТКАЗ ОТ ОТГОВОРНОСТ

Финансирано от Европейския съюз. Изразените възгледи и мнения обаче са само на автора(ите) и не е задължително да изразяват тези на Европейския съюз или на Европейската изпълнителна агенция за климат, инфраструктура и околна среда (CINEA). Нито Европейският съюз, нито предоставящият орган могат да бъдат държани отговорни за тях.



Co-funded by the
European Union

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily express those of the European Union or European Climate, Infrastructure and Environment Executive Agency (CINEA). Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them.

CONSORTIUM MEMBERS

Coordinator

**INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE-DEZVOLTARE
PENTRU PROTECȚIA MEDIULUI BUCUREȘTI - INCDPM
România**



P1

**INSTITUTE OF OCEANOLOGY-BULGARIAN ACADEMY
OF SCIENCES - IO-BAS
Bulgaria**



P2

**E.M. ASSOCIAZIONE A.R.C.E.S. - ARCES
Italy**



P3

**ORDU UNIVERSITESI - ORDU
Türkiye**



P4

**UKRAINIAN SCIENTIFIC CENTRE OF ECOLOGY OF
THE SEA - UkrSCES
Ukraine**



P5

**ACADEMIA NAVALĂ MIRCEA CEL BĂTRÂN - MBNAR
România**



P6

**UNIVERSITATEA TEHNICĂ GHEORGHE ASACHI DIN
IAȘI - TUIASI
România**



Co-funded by the
European Union

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily express those of the European Union or European Climate, Infrastructure and Environment Executive Agency (CINEA). Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them.

СЪДЪРЖАНИЕ

Въведение	11
1. Методологичен подход	13
2. Научен и екологичен контекст на Черно море	16
3. Обосновка за четирите курса на обучение	18
4. Предизвикателства в басейна на Черно море	21
5. Замърсяване на морската среда в Черно море, свързано с конфликти	23
6. Анализ на нуждите от обучение и пропуските	25
7. Главна цел	29
8. Специфични цели	32
9. Целеви групи (ЦГ)	37
9.1 Румъния	38
9.2 България	38
9.3 Турция	39
9.4 Украйна	39
10. Формат	41
11. Методологии за мониторинг и дигитална екологична оценка	45
Заклучение	46
Литература	48



Co-funded by the
European Union

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily express those of the European Union or European Climate, Infrastructure and Environment Executive Agency (CINEA). Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them.

ВЪВЕДЕНИЕ

Черно море е един от най-екологично крехките и геополитически чувствителни морски региони в Европа. През последните десетилетия то е изправено пред нарастваща екологична деградация, причинена от промишлено замърсяване, морски транспорт, свръхексплоатация на морските ресурси, изменение на климата, морски отпадъци и, напоследък, последиците от въоръжени конфликти. [1]. Тези комбинирани напрежения са превърнали басейна в сложна социално-екологична система, изискваща интегрирани решения, съчетаващи опазване на околната среда, технологични иновации и регионално сътрудничество.

В този контекст беше създаден проектът SIERRA за Черно море, за да се засили оперативният и институционалният капацитет на черноморските страни за предотвратяване, мониторинг и реагиране на замърсяване на морската среда [2]. Проектът насърчава интердисциплинарното сътрудничество между университети, научни институции, екологични органи и морски агенции от Румъния, България, Турция, Украйна и Италия. Чрез изследвания, мониторингови дейности, цифрови иновации и образователни инициативи, проектът допринася за споделена регионална рамка за устойчивост на морската среда.

Настоящите учебни програми, разработени по Задача T5.5, представляват образователния компонент на проекта. Те интегрират тематичните приоритети и научния опит на партньорите, като същевременно запазват съгласуваност с общите цели на инициативата SIERRA за Черно море. Документът служи както като академична, така и като оперативна рамка, подкрепяща професионалното обучение, институционалното обучение и трансграничния трансфер на знания в областта на опазването на морската среда.

Учебните програми обхващат взаимосвързани теми като морски отпадъци, замърсяване с тежки метали, нефтени разливи, подводно шумово замърсяване, замърсители, свързани с войната, изменение на климата, стратегии за кръгова икономика, цифрови системи за мониторинг, управление на околната среда и



Co-funded by the
European Union

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily express those of the European Union or European Climate, Infrastructure and Environment Executive Agency (CINEA). Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them.

иновативни технологии за отстраняване [3]. Чрез комбиниране на тези теми в единна образователна програма, учебните програми целят да укрепят както техническите умения, така и дългосрочното стратегическо мислене за устойчиво управление на морската среда.

Програмата се основава на интердисциплинарност, практическа приложимост и регионална интеграция. Тъй като замърсителите могат бързо да се разпространяват през морските граници поради хидродинамичните характеристики на Черно море, изолираните национални реакции са недостатъчни. Следователно ефективната защита изисква координирани системи за мониторинг, хармонизирани методологии и споделени оперативни процедури.

Учебните програми разглеждат и нарастващото значение на екологичната сигурност в геополитически контекст. Руско-украинският конфликт въведе нови рискове, свързани с военноморски мини, подводни експлозии, повредена петролна инфраструктура, военни отломки и подводен шум. [4]. Тези развития подчертават необходимостта от включване на свързаните с конфликта екологични заплахи в стратегиите за управление на замърсяването на морската среда.

От академична гледна точка, програмата подкрепя целите на Европейския зелен пакт, Рамковата директива за морска стратегия, Рамковата директива за водите и Целите за устойчиво развитие, особено ЦУР 14 относно защитата на морските екосистеми и устойчивото използване на морските ресурси [5].

Като цяло, документът е замислен не само като техническо ръководство за обучение, но и като стратегически образователен инструмент в подкрепа на регионалната устойчивост, институционалното сътрудничество и устойчивото морско управление в целия Черноморски басейн.



1. МЕТОДОЛОГИЧЕН ПОДХОД

Допълнителните учебни програми бяха разработени чрез интегрирана и ориентирана към търсенето методология, съобразена с оперативните реалности на Черноморския регион. Подходът, възприет от консорциума Black Sea SIERRA, се основава на идеята, че ефективното управление на замърсяването на морската среда изисква интегриране на научни знания, институционална координация, оперативна готовност и образователни иновации.

Първата методологична фаза се основаваше на резултатите от Задача T5.1, която картографира заинтересованите страни, структурите на управление и оперативните системи в участващите страни. Анализът разкри големи разлики в институционалния капацитет, техническата инфраструктура и системите за мониторинг на околната среда. Докато някои страни притежават напреднали технологии и специализирани институции, други все още се сблъскват с фрагментирани отговорности, ограничен достъп до данни за околната среда и недостатъчна оперативна координация.

Задача T5.2 анализира съществуващите системи за обучение и образователни практики, свързани с опазването на морската среда. Констатациите показват, че въпреки наличието на солиден експертен опит в региона, дейностите по обучение остават предимно национални и недостатъчно хармонизирани на регионално ниво. Трансграничното образователно сътрудничество все още е ограничено, което намалява способността на заинтересованите страни да реагират ефективно на трансгранични замърсявания. Освен това много програми разчитат в голяма степен на теория и включват ограничени практически упражнения, симулации и цифрови инструменти.

Задача T5.3 допринесе допълнително чрез идентифициране на сценарии на замърсяване, свързани с промишлени аварии, морски инциденти и екологични заплахи, свързани с конфликти. Специално внимание беше обърнато на новите форми на замърсяване, генерирани от военни дейности, включително подводни експлозии,



Co-funded by the
European Union

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily express those of the European Union or European Climate, Infrastructure and Environment Executive Agency (CINEA). Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them.

военноморски мини, разливи на въглеводороди, военни отломки и акустично замърсяване, причинено от дронове и сонарни системи [6].

Въз основа на тези открития, учебните програми възприемат образователен модел, базиран на сценарии и ориентиран към компетентностите. Модулите включват казуси, рискови сценарии, практически симулации и интердисциплинарни упражнения, предназначени да възпроизведат реалистични ситуации на замърсяване на морската среда в Черноморския регион.

Методологията комбинира различни образователни формати, за да осигури достъпност и гъвкавост. Обучителните дейности включват присъствени сесии, онлайн обучение, смесени подходи, дигитални презентации, образователни видеоклипове и интерактивни инструменти като Mentimeter, Google Forms и Educaplay. Този хибриден модел подкрепя съвместното обучение и позволява на участници от различни страни и институции да имат ефективен достъп до програмата.

Друг важен принцип е интегрирането на експертния опит на партньорите и националните приоритети. Всяка институция допринесе с тематично съдържание, отразяващо нейните научни компетенции и регионални проблеми. Румънските партньори се фокусираха върху замърсители, свързани с войната, екологично право и замърсяване с тежки метали, докато българските партньори наблегнаха на морските отпадъци, опазването на биоразнообразието и устойчивостта на екосистемите [7]. Други партньори допринесоха с експертен опит в областта на морския мониторинг, устойчивостта, екологичното инженерство и оперативните системи за реагиране.

Методологията включва също непрекъсната оценка и механизми за адаптивно подобрене. Обратната връзка, оценките и практическите упражнения на участниците се използват за оценка на ефективността на програмата и идентифициране на области за по-нататъшно развитие. Инструментите за цифрово оценяване поддържат основани на доказателства подобрения както на съдържанието, така и на методите на преподаване.



Накрая, методологичният подход отразява по-широката цел за укрепване на регионалното сътрудничество в басейна на Черно море. Учебните програми са предназначени не само като образователни материали, но и като инструменти за насърчаване на дългосрочно институционално сътрудничество, хармонизирани оперативни практики и споделена култура на екологична отговорност сред заинтересованите страни в Черно море [8].



НАУЧЕН И ЕКОЛОГИЧЕН КОНТЕКСТ НА ЧЕРНО МОРЕ

Полузатворената структура на Черно море, ограниченият водообмен през Босфорския проток и обширните аноксични (безкислородни, анаеробни) зони в дълбоководната част го правят силно чувствително към замърсяване и човешки натиск [9]. Около деветдесет процента от басейна се характеризира с аноксични условия, които силно влияят върху биологичната продуктивност и устойчивостта на замърсителите в морските седименти и води.

Хидродинамичните характеристики на басейна допълнително увеличават неговата уязвимост. Повърхностната циркулация, която се движи обратно на часовниковата стрелка, пренася замърсители на големи разстояния, превръщайки локалните замърсявания в трансгранични екологични заплахи [10]. В резултат на това замърсяването, генерирано в една крайбрежна зона, може бързо да засегне съседните страни, което подчертава необходимостта от координирани регионални системи за мониторинг и управление.

Екосистемата е изложена на множество натоварвания, свързани с промишлени зауствания, замърсяване на реките, морски транспорт, експлоатация на рибарството, урбанизация и туризъм. Река Дунав внася значителни количества хранителни вещества, тежки метали, пестициди и промишлени замърсители в морето, допринасяйки за еутрофикация, изчерпване на кислорода и загуба на биоразнообразие [11]..

Промишлените съоръжения по румънското и българското крайбрежие, включително нефтепреработвателни заводи, пристанища, корабостроителници и нефтохимически заводи, също представляват сериозни екологични рискове поради потенциални разливи на нефт и изхвърляне на химикали. Засиленият морски трафик допълнително повишава вероятността от аварии с тежки екологични последици.

Изменението на климата добави нови форми на екологична нестабилност чрез повишаване на температурите на морето, промени в солеността, ерозия на бреговете и по-чести екстремни метеорологични явления [12]. Тези процеси взаимодействат със



Co-funded by the
European Union

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily express those of the European Union or European Climate, Infrastructure and Environment Executive Agency (CINEA). Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them.

съществуващите антропогенни натоварвания, намалявайки устойчивостта на екосистемите и заплашвайки морското биоразнообразие.

От 2022 г. насам руско-украинският конфликт е довел до допълнителни екологични и геополитически рискове, включително плаващи военноморски мини, повредена петролна инфраструктура, подводни експлозии и военни отломки [13]. Тези заплахи могат да доведат до дългосрочни екологични последици за морските екосистеми.

Подводното акустично замърсяване, причинено от сонарни системи, военноморски учения и автономни подводни апарати, е друг нарастващ проблем. Научните изследвания показват, че хроничният подводен шум може да наруши комуникацията на морските бозайници, да промени миграцията на рибите и да повлияе на баланса на екосистемата [14]. Поради това нарастващото използване на подводни дронове и военни технологии засили интереса към акустичния мониторинг и стратегиите за смекчаване на замърсяването.

Морските отпадъци и микропластмасите също представляват сериозни екологични предизвикателства. Пластмасовите отпадъци от градските отпадъчни води, рибарството, туризма и реките се натрупват по плажовете, морското дъно и в морските организми. Проучвания по румънското и българското крайбрежие са установили нарастващо замърсяване с микропластмасите в търговски важни видове риби и бентосни организми [15].

В този сложен контекст, учебните програми на Black Sea SIERRA имат за цел да предоставят на участниците цялостно разбиране за екологичната динамика, механизмите на замърсяване и оперативните предизвикателства в региона, подкрепяйки управлението на околната среда, основано на доказателства, и устойчивото разработване на политики.



3. ОБОСНОВКА ЗА ЧЕТИРИТЕ КУРСА НА ОБУЧЕНИЕ

През последните десетилетия замърсяването от селското стопанство, офшорните дейности, корабоплаването и неадекватното управление на отпадъците се засили в басейна на Черно море. Реки като Дунав пренасят хранителни вещества, пластмаси, пестициди, въглеродороди и тежки метали в морето, докато крайбрежната промишлена инфраструктура, пристанищата и рафинериите допринасят за хронично замърсяване, засягащо биоразнообразието, рибарството и здравето на екосистемите [16].

Румънското крайбрежие илюстрира тези уязвимости чрез наличието на рафинерии, корабостроителници, пристанища и военни съоръжения, които са икономически важни, но също така и потенциални източници на замърсяване. Подобен натиск съществува по българското, турското и украинското крайбрежие. Заедно тези кумулативни въздействия заплашват дългосрочната устойчивост на екосистемата на Черно море и крайбрежните общности [17].

Руско-украинският конфликт допълнително засили екологичните рискове, като въведе нови форми на замърсяване, свързани с военните действия. От 2022 г. насам военните операции причиниха щети на инфраструктурата, нефтени разливи, дрейфувачи военноморски мини, подводни експлозии, военни отломки и замърсяване с взривни вещества и тежки метали [18]. Тези събития увеличиха риска от дългосрочно замърсяване на морската среда и нарушаване на екосистемите.

Военното оборудване и боеприпаси съдържат опасни вещества като олово, живак, кадмий, арсен, тротил и RDX, които могат да се задържат в седиментите и да попаднат във водните хранителни вериги. Корозионните процеси постепенно освобождават тези съединения в морските екосистеми, създавайки хронични рискове за морския живот и потенциално за човешкото здраве чрез консумацията на морски дарове. [19]

Нарастващото използване на подводни дроне, сонарни системи и усъвършенствани военноморски технологии също засили подводното акустично замърсяване. Морските видове са силно чувствителни към акустични смущения, които



Co-funded by the
European Union

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily express those of the European Union or European Climate, Infrastructure and Environment Executive Agency (CINEA). Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them.

могат да повлияят на миграцията, размножаването и хранителното поведение. Въпреки нарастващата актуалност на този проблем, методите за мониторинг и специализираното обучение остават ограничени в много черноморски страни [20].

Тези предизвикателства разкриха важни слабости в регионалната готовност и капацитет за реагиране. Въпреки че черноморските страни притежават ценен експертен опит, системите за мониторинг и обучение остават фрагментирани, с ограничена хармонизация на методологиите, оперативните протоколи и трансграничното сътрудничество [21]. Това намалява ефективността на реакциите при трансгранични инциденти с замърсяване.

Проектът „Black Sea SIERRA“ е създаден, за да се справи с тези ограничения чрез укрепване на регионалното сътрудничество, подобряване на мониторинга на околната среда и разработване на интегрирани системи за обучение, способни да реагират както на конвенционални, така и на свързани с конфликти рискове от замърсяване на морската среда [22].

Следователно обосновката за учебната програма е екологична, оперативна, институционална и стратегическа. От екологична гледна точка Черно море е изправено пред безпрецедентен кумулативен натиск, изискващ интегрирани подходи за управление. В оперативна гледна точка инцидентите със замърсяване стават все по-чести и сложни. Институционално има силна нужда от хармонизиране на компетенциите и методологиите между черноморските страни. Стратегически програмата подкрепя по-широки европейски цели, свързани с развитието на синята икономика, екологичната устойчивост и регионалната стабилност [23].

Учебният план отразява и нарастващото признание, че опазването на околната среда и сигурността са дълбоко взаимосвързани. Международни инициативи като Принципите за защита на околната среда във връзка с въоръжени конфликти (PERAC) на Комисията по международно право подчертават значението на интегрирането на екологичните съображения в рамките за управление на сигурността [24].

Освен това, курсът пряко подкрепя приоритетите на Европейския съюз, свързани с опазването на морската среда, устойчивостта на климатичните промени и



устойчивото развитие на синята икономика. Той е в съответствие с ключови инструменти като Рамковата директива за морска стратегия, Рамковата директива за водите и Европейската зелена сделка, които целят постигане на добро екологично състояние в европейските морски води [25].

Поради тези причини учебната програма на Black Sea SIERRA е не само академична инициатива, но и стратегически инструмент за изграждане на капацитет, предназначен да укрепи регионалната устойчивост, интердисциплинарното сътрудничество и дългосрочната устойчивост на екосистемата на Черно море.



4. ПРЕДИЗВИКАТЕЛСТВА В БАСЕЙНА НА ЧЕРНО МОРЕ

Черно море е един от най-уязвимите от екологична гледна точка полузатворени морски басейни в света. Ограниченият му водообмен със Средиземно море през Босфорския проток, силните аноксични дълбоки води, ниските градиенти на соленост и циркулацията обратно на часовниковата стрелка го правят силно чувствително към замърсяване и трансгранично замърсяване [26]. Тези условия намаляват естествения му капацитет за самопречистване и насърчават дългосрочното задържане и преразпределение на замърсителите в крайбрежните екосистеми.

Басейнът е засегнат от множество източници на замърсяване, включително промишлени изхвърляния, морски транспорт, селскостопански оттичания, нефтени разливи, военни дейности и речни замърсители от големи реки като Дунав [27]. Веднъж въведени, замърсителите са склонни да се задържат за дълги периоди, увеличавайки екологичните рискове и влияейки върху стабилността на екосистемите.

Основен проблем е замърсяването с тежки метали в седиментите и морските организми. Елементи като олово, кадмий, живак, арсен, мед, хром и никел са открити в няколко крайбрежни района, особено в близост до индустриални зони и региони, повлияни от военна дейност [28]. Тези вещества могат да се биоакумулират и да се придвижват по хранителните вериги, като потенциално оказват влияние върху морския живот и човешкото здраве чрез консумацията на морски дарове.

Морските отпадъци и микропластмасите представляват друг нарастващ натиск. Урбанизацията, туризмът, рибарството, морският транспорт и неадекватното управление на отпадъците допринасят за натрупването на пластмаса в морската вода, седиментите и организмите. Проучвания от румънско и българско крайбрежие показват нарастващи концентрации на микропластмаси в седиментите и търговските видове риби [29], с въздействия, включително поглъщане от фауната, деградация на местообитанията и химическо замърсяване.

Изменението на климата допълнително засилва уязвимостта на екосистемите, като променя температурата, солеността, крайбрежната динамика и екстремните



Co-funded by the
European Union

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily express those of the European Union or European Climate, Infrastructure and Environment Executive Agency (CINEA). Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them.

метеорологични модели. Тези промени влияят върху поведението на замърсителите, увеличават рисковете от еутрофикация и намаляват устойчивостта на екосистемите.

Проектът “Black Sea SIERRA” възприема интегриран екосистемен подход, съчетаващ екологична наука, инженерство, дигитален мониторинг, правни рамки и оперативна готовност за подобряване на регионалните реакции към замърсяването на морската среда.



5. ЗАМЪРСЯВАНЕ НА МОРСКАТА СРЕДА В ЧЕРНО МОРЕ, СВЪРЗАНО С КОНФЛИКТИ

Продължаващият конфликт в Украйна създаде безпрецедентни екологични рискове за морската екосистема на Черно море, превръщайки военните дейности в значителен източник на замърсяване на морската среда. От 2022 г. насам засилването на военноморските операции, разрушаването на крайбрежната инфраструктура, разполагането на военноморски мини и атаките срещу енергийни съоръжения са създали множество пътища на замърсяване с потенциално дългосрочни екологични последици [30].

Една от най-видимите заплахи се отнася до дрейфувашите военноморски мини и невзривените боеприпаси, разпръснати из целия басейн. Тези устройства не само представляват директен риск за морското корабоплаване и крайбрежните общности, но също така допринасят за отделянето на токсични съединения в морските седименти и морската вода чрез корозия и постепенно разграждане [31]. Взривни материали като TNT (2,4,6-тринитротолуен) и RDX (1,3,5-тринитро-1,3,5-триазин) могат да се задържат в морската среда за продължителни периоди, засягайки бентосните организми и морското биоразнообразие.

Замърсяването, свързано с военни дейности, включва и разливи на въглеводороди в резултат на атаки срещу горивни депа, тръбопроводи, нефтени терминали и плавателни съдове. Такива инциденти освобождават нефтени въглеводороди и полициклични ароматни въглеводороди (ПАВ) в морските води, което влияе негативно върху рибните популации, планктонните съобщества, морските птици и крайбрежните местообитания [32]. Екологичните последици от тези разливи могат да се разпростират далеч отвъд националните граници поради трансграничните модели на циркулация на Черно море.

Друг възникващ проблем е свързан с подводното акустично замърсяване, генерирано от технологиите за военноморска война. Сонарни системи, подводни експлозии, автономни подводни апарати (AUV), безпилотни подводни апарати (UUV) и



Co-funded by the
European Union

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily express those of the European Union or European Climate, Infrastructure and Environment Executive Agency (CINEA). Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them.

военни дроневи произвеждат акустични смущения, способни да повлияят на морските бозайници, поведението на рибите и стабилността на екосистемата [33]. Научните доказателства сочат, че хроничното излагане на подводен шум може да повлияе на комуникацията на китоподобните, миграционните пътища, хранителното поведение и репродуктивните модели [34].

Разрушаването на крайбрежната инфраструктура допълнително е увеличило изпускането на опасни вещества от промишлени съоръжения и градски системи за отпадъчни води. Повредените пристанища, рафинерии, складови съоръжения и промишлени комплекси могат да се превърнат във вторични източници на замърсяване по време на въоръжени конфликти, допринасяйки за разпространението на тежки метали, химически замърсители и микропластмаси в морската среда [35].

В този контекст, учебните програми на “Black Sea SIERRA” се стремят да укрепят капацитета на регионалните заинтересовани страни да идентифицират, оценяват, наблюдават и смекчават сценарии за замърсяване на морската среда, свързани с конфликти. Особен акцент е поставен върху интердисциплинарното сътрудничество, оперативната готовност, мониторинга на околната среда и прилагането на международните правни рамки, уреждащи опазването на околната среда по време на въоръжени конфликти.



6. АНАЛИЗ НА НУЖДИТЕ ОТ ОБУЧЕНИЕ И ПРОПУСКИТЕ

Черноморският регион се възползва от множество инициативи за мониторинг на околната среда, изследователски програми и образователни дейности, фокусирани върху опазването на морската среда. Въпреки тези усилия обаче, важни слабости все още ограничават ефективността на регионалните капацитети за предотвратяване и реагиране на замърсяването на морската среда [36]. Анализите, проведени по задачи T5.1 и T5.2 на проекта SIERRA за Черно море, показаха, че основното предизвикателство не е липсата на информация, а по-скоро фрагментацията, неравномерното разпределение и недостатъчната интеграция на съществуващите системи от знания.

Съществуват значителни различия между черноморските страни по отношение на техническата инфраструктура, институционалната координация, капацитета за мониторинг, цифровизацията и достъпа до специализирано обучение. Някои институции разполагат с модерни лаборатории, сателитни системи за мониторинг и опитен научен персонал, докато други продължават да се сблъскват с ограничения, свързани с оборудването, финансовите ресурси, оперативната съвместимост и техническата експертиза [37].

Тези асиметрии намаляват регионалната съгласуваност и усложняват трансграничната координация по време на инциденти със замърсяване на морската среда.

Една от основните установени структурни слабости е преобладаването на национално фрагментирани системи за обучение. Съществуващите програми често се разработват независимо според националните приоритети и рядко включват хармонизирани методологии или трансгранични оперативни перспективи [38]. Това става особено проблематично по време на трансгранични замърсявания, нефтени разливи или екологични извънредни ситуации, свързани с морски аварии и военни конфликти.



Co-funded by the
European Union

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily express those of the European Union or European Climate, Infrastructure and Environment Executive Agency (CINEA). Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them.

Друг важен пропуск се отнася до недостатъчното интегриране на цифровите технологии в системите за обучение. Съвременното управление на замърсяването на морската среда все повече зависи от сателитни изображения, ГИС платформи, дистанционно наблюдение, акустични сензори, прогнозни модели и екологични бази данни [39]. Въпреки това, практическото използване на тези технологии остава неравномерно и не е систематично включено в съществуващите учебни програми. В резултат на това много специалисти все още срещат трудности при трансформирането на данните за околната среда в ефективни оперативни решения.

Анализът на нуждите също така разкри, че много програми за обучение не адресират адекватно възникващите рискове, свързани с геополитическа нестабилност и военни дейности в Черно море. Традиционното образование за замърсяването на морската среда се фокусира главно върху промишленото замърсяване, случайните разливи и опазването на екосистемите, докато неотдавнашните въоръжени конфликти въведоха изцяло нови екологични заплахи, изискващи специализирана експертиза [40].

Тези заплахи включват замърсяване от взривни боеприпаси, дрейфувачи военноморски мини, военни въгледороди, тежки метали от боеприпаси, повредена инфраструктура, подводни акустични смущения и военни отломки, попадащи в морските екосистеми. Съществуващите образователни системи като цяло не са подготвени да се справят с подобни хибридни рискове за околната среда и сигурността [41]. Поради това учебната програма на SIERRA интегрира свързаното с конфликтите морско замърсяване в по-широки рамки за управление на околната среда и реагиране при извънредни ситуации.

Друга слабост е ограниченото интегриране на изменението на климата в стратегиите за предотвратяване на замърсяването. Изменението на климата действа като мултипликатор на риска, като влияе върху температурите на морето, солеността, ерозията на бреговете, бурите и хидрологичната циркулация [42]. Тези промени влияят върху поведението на замърсителите и увеличават уязвимостта на морските екосистеми и крайбрежните общности. Въпреки нарастващите научни доказателства, стратегиите за адаптация към климата остават недостатъчно включени в много системи за обучение.



Проектът също така идентифицира недостатъци в прилагането на принципите на кръговата икономика в морските сектори. Управлението на замърсяването често остава реактивно, а не превантивно, като се фокусира повече върху отстраняването на замърсяването, отколкото върху намаляването на генерирането на отпадъци, подобряването на системите за рециклиране и насърчаването на устойчиви модели на производство [43]. Следователно учебната програма включва подходи на кръговата икономика, насочени към намаляване на замърсяването при източника му.

Друго важно откритие бяха пропуските, свързани с иновациите. Технологии като изкуствен интелект, системи за моделиране на околната среда, автономни подводни апарати и материали за рекултивация на базата на геополимери имат голям потенциал за подобряване на морската защита, но осведомеността и оперативните знания остават ограничени сред много заинтересовани страни [44]. Учебната програма разглежда този проблем чрез въвеждане на иновативни технологии и устойчиви решения за рекултивация.

Интердисциплинарната фрагментация също се очерта като основно предизвикателство. Управлението на замърсяването на морската среда изисква сътрудничество между науките за околната среда, инженерството, морското право, изследванията на сигурността, екологията, икономиката и публичната администрация [45]. Много образователни програми обаче остават ограничени в тесни дисциплинарни рамки, което ограничава интегрираното обучение и мултидисциплинарния капацитет за решаване на проблеми.

Проектът допълнително подчертава недостатъците в обществената осведоменост и обществената ангажираност. Замърсяването на морската среда често се възприема предимно като технически проблем, а не като по-широко предизвикателство, засягащо общественото здраве, продоволствената сигурност, биоразнообразието и регионалната стабилност. Поради това образователните дейности, насочени към местните общности и гражданското общество, остават недостатъчно развити. Учебната програма има за цел да повиши екологичната грамотност и да насърчи по-широкото обществено участие в опазването на морската среда.



Друг важен въпрос се отнася до липсата на стандартизирани методологии за мониторинг на замърсители, свързани с конфликти. Въпреки че европейското законодателство предоставя общи рамки за мониторинг на морската среда, съществуват малко оперативни стандарти за оценка на замърсителите, свързани с военни дейности, подводни експлозии или отломки от военно време [46]. Програмата SIERRA допринася за разработването на по-съгласувани регионални методологии за мониторинг на такива замърсители.

От 2022 г. насам конфликтът в Черно море промени и моделите на морски трафик и увеличи военноморските дейности, създавайки нов натиск върху околната среда. Нарастващото използване на морски дронове, автономни подводни апарати и системи за наблюдение доведе до допълнителни опасения, свързани с подводното шумово замърсяване и рисковете за критичната инфраструктура [47].

Изследванията върху подводното акустично замърсяване остават сравнително слабо развити, въпреки нарастващите научни доказателства за неговото екологично въздействие. Морските бозайници, рибите и бентосните видове са силно чувствителни към антропогенния шум, генериран от корабоплаването, сонарните системи, сондажните дейности и подводните експлозии [48]. Следователно непрекъснатото наблюдение на подводния шум се превръща в съществен компонент от управлението на морската екосистема и морската сигурност.

Учебният план на SIERRA разглежда тези многобройни пропуски чрез всеобхватна, интердисциплинарна и оперативна рамка за обучение. Чрез интегриране на научни знания, цифрови компетенции, правна осведоменост, принципи на устойчивост, технологични иновации и подходи за управление на кризи, програмата се стреми да засили регионалната готовност и устойчивост в басейна на Черно море [49].



7. ГЛАВНА ЦЕЛ

Главната цел на учебните програми на Black Sea SIERRA е да укрепят институционалния, научния, оперативния и обществения капацитет на черноморските страни за предотвратяване, наблюдение, управление и смекчаване на замърсяването на морската среда чрез интегрирани, интердисциплинарни и трансгранични подходи. Програмата се стреми да подобри готовността както за конвенционални, така и за нововъзникващи сценарии на замърсяване, включително тези, свързани с промишлени дейности, морски транспорт, изменение на климата, натрупване на морски отпадъци и въоръжени конфликти.

Рамката за обучение е замислена като стратегически инструмент за изграждане на капацитет, способен да подпомогне дългосрочната устойчивост и устойчивост на Черноморския басейн. Чрез комбиниране на науки за околната среда, цифрови технологии, морско управление, правни изследвания, инженерни решения и методологии за оперативно управление на кризи, учебната програма има за цел да предостави на участниците компетенциите, необходими за справяне с все по-сложните предизвикателства, свързани с морската среда.

Централна амбиция на програмата е консолидирането на регионална култура на сътрудничество между публичните органи, научните институции, морските агенции, университетите, органите за реагиране при извънредни ситуации и организациите на гражданското общество, действащи в района на Черно море. Следователно учебната програма допринася не само за трансфера на технически знания, но и за създаването на общи оперативни езици, споделени методологии за мониторинг и хармонизирани капацитети за реагиране през националните граници [50].

Особен акцент се поставя върху укрепването на способността на заинтересованите страни да интерпретират екологичните рискове в по-широкия контекст на управлението на устойчивата синя икономика. Концепцията за синя икономика придобива все по-голямо значение в рамките на европейските и международните политики в областта на околната среда, насърчавайки устойчивото



Co-funded by the
European Union

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily express those of the European Union or European Climate, Infrastructure and Environment Executive Agency (CINEA). Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them.

използване на морските ресурси за икономически растеж, социално приобщаване и опазване на екосистемите. Черноморският регион обаче продължава да е изправен пред сериозни предизвикателства, свързани с прекомерната експлоатация на ресурсите, загубата на биоразнообразие, замърсяването, геополитическата нестабилност и недостатъчната институционална координация. Учебната програма на SIERRA разглежда тези проблеми, като насърчава устойчиви управленски подходи, способни да съгласуват икономическото развитие с целите за опазване на околната среда [51].

Програмата за обучение има за цел също така да подпомогне изпълнението на европейските и международните правни задължения, свързани с опазването на морската среда. Очаква се участниците да развият по-добро разбиране на ключови правни инструменти, уреждащи предотвратяването на замърсяването на морската среда, морската безопасност, екологичната отговорност, опазването на биоразнообразието и опазването на околната среда по време на въоръжени конфликти. Те включват Конвенцията на ООН по морско право (UNCLOS), Конвенцията MARPOL, Рамковата директива за водите, Рамковата директива за морска стратегия, Женевските конвенции и техните допълнителни протоколи, както и Принципите на Комисията по международно право за опазване на околната среда във връзка с въоръжени конфликти [52].

Друга основна цел е насърчаването на научно обосновано разработване на политики и вземане на оперативни решения, основани на доказателства. Програмата се стреми да подобри способността на участниците да използват данни за околната среда, цифрови системи за мониторинг, географски информационни системи (ГИС), сателитни наблюдения, подводни акустични измервания и лабораторни анализи в рамките на управлението на околната среда и реагирането при извънредни ситуации. Такива компетенции са все по-необходими, предвид нарастващата сложност на заплахите за морската среда и ускорената цифровизация на системите за управление на околната среда.

Учебната програма на “Black Sea SIERRA” допринася и за укрепване на устойчивостта срещу екологичните последици от геополитическата нестабилност и



военните конфликти в Черноморския регион. Последните събития показаха, че въоръжените конфликти могат да генерират тежки и дълготрайни екологични последици чрез разрушаване на инфраструктурата, замърсяване от боеприпаси, нефтени разливи, морски отломки, подводни експлозии и нарушаване на системите за управление на околната среда. Поради това програмата за обучение се стреми да интегрира съображенията за опазване на околната среда в по-широки рамки за сигурност и управление на кризи, като насърчава готовността за хибридни рискове, свързани с околната среда и сигурността.

Също толкова важно измерение на програмата е насърчаването на интердисциплинарното образование и иновациите. Съществуващите системи за обучение по въпросите на замърсяването на морската среда често са фрагментирани в различните дисциплинарни сектори, което ограничава способността на специалистите да разбират взаимосвързания характер на екологичните, технологичните, правните и социално-икономическите процеси. Учебната програма на “Black Sea SIERRA” отговаря на това предизвикателство, като насърчава системното мислене, съвместното обучение и интегрираните подходи за решаване на проблеми, способни да се справят с многоизмерните сценарии на замърсяване на морската среда.

Освен това програмата подкрепя разпространението на иновативни екологични технологии и устойчиви решения за отстраняване на замърсяванията. Особено внимание е отделено на съвременните материали, подходите на кръговата икономика, биоиновациите, приложенията на изкуствения интелект и екотехнологичните решения, предназначени за предотвратяване или смекчаване на въздействието от замърсяването на морската среда. Този акцент върху иновациите отразява нарастващото значение на устойчивото технологично развитие в рамките на европейските екологични политики и стратегиите за синя икономика.

В крайна сметка, общата цел на учебната програма е да допринесе за развитието на по-устойчив, кооперативен и екологично устойчив Черноморски регион, способен да реагира ефективно както на настоящите, така и на бъдещите предизвикателства, свързани със замърсяването на морската среда.



8. СПЕЦИФИЧНИ ЦЕЛИ

Специфичните цели на учебните програми на “Black Sea SIERRA” произтичат пряко от екологичните уязвимости, институционалните нужди и оперативните пропуски, идентифицирани по време на аналитичните дейности по проекта. Тези цели имат за цел да трансформират широката стратегическа визия на програмата в конкретни образователни резултати, способни да доведат до измерими подобрения в знанията, компетенциите, механизмите за координация и оперативната готовност в целия Черноморски басейн.

Една от основните цели е разработването на „Сини умения“ в съответствие с рамката за компетентност BlueComp на Европейския съюз [53]. Сините умения се отнасят до набора от компетенции, необходими за подкрепа на устойчивото управление на океаните и устойчивите преходи към синя икономика. В рамките на “Black Sea SIERRA” тези умения включват системно мислене, екологична осведоменост, оценка на устойчивостта, стратегическо прогнозиране, интердисциплинарна комуникация и съвместно решаване на проблеми. Очаква се участниците да придобият по-задълбочено разбиране за морските екосистеми като взаимосвързани социално-екологични системи, чиито екологични, икономически и социални измерения не могат да бъдат разгледани поотделно [54].

Програмата се стреми също така да подобри знанията на участниците относно основните източници на замърсяване на морската среда, засягащи екосистемата на Черно море. Особено внимание е отделено на тежките метали, въглеродородите, морските отпадъци, микропластмасите, нефтените разливи, промишлените изхвърляния, замърсителите, свързани с военните дейности, и подводното акустично замърсяване. Чрез разбирането на пътищата, по които замърсителите циркулират в морските екосистеми и хранителните вериги, участниците ще бъдат по-добре подготвени да оценяват екологичните рискове, да идентифицират уязвими зони и да



Co-funded by the
European Union

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily express those of the European Union or European Climate, Infrastructure and Environment Executive Agency (CINEA). Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them.

допринасят за превантивни стратегии за управление на околната среда. (INCDPM & Ukr-SCES).

Друга основна цел е свързана с укрепването на цифровите и свързаните с данни компетенции. Съвременното управление на околната среда все повече разчита на цифрови технологии, способни да събират, обработват, визуализират и интерпретират големи обеми екологична информация. Въпреки това, все още съществуват значителни пропуски по отношение на оперативното използване на такива технологии сред регионалните заинтересовани страни. Поради това учебната програма на SIERRA има за цел да подобри капацитета на участниците за работа с екологични бази данни, системи за сателитен мониторинг, ГИС приложения, CTD сензори, оборудване за акустичен мониторинг, платформи за дистанционно наблюдение и инструменти за цифрово отчитане [55].

Развитието на тези цифрови компетенции е тясно свързано с целта за подобряване на капацитета за вземане на решения, основани на доказателства. Екологичните извънредни ситуации често изискват бързо тълкуване на сложни набори от данни в условия на несигурност. Поради това участниците се насърчават да развиват умения за аналитично мислене, способни да интегрират множество източници на екологична информация в съгласувани оперативни отговори.

Допълнителна специфична цел е насочена към укрепване на капацитета за устойчивост и устойчивост в контекста на изменението на климата и екологичната нестабилност. Изменението на климата представлява значителен мултипликатор на рисковете от замърсяване на морската среда в Черноморския регион, като влияе върху температурите на морето, хидроложките модели, разпределението на биоразнообразието, крайбрежната абразия и устойчивостта на екосистемите. Следователно учебната програма насърчава адаптивни подходи за управление, способни да интегрират климатичните съображения в стратегиите за предотвратяване и реагиране на замърсяването на морската среда. (IO-BAS)

Програмата се стреми също така да подобри институционалния и оперативния капацитет за справяне със замърсяването, причинено от въоръжени конфликти и



военни дейности. Тази цел отразява нарастващото осъзнаване, че влошаването на околната среда, свързано с войната, представлява не само екологичен проблем, но и хуманитарно, икономическо и предизвикателство за сигурността. Очаква се участниците да се запознаят с въздействието върху околната среда на военноморските мини, взривните вещества, въглеводородите, военните отломки, подводните детонации и акустичните смущения, свързани със съвременните военни технологии [56].

Тясно свързана с тази цел е необходимостта от засилване на правната грамотност относно опазването на околната среда по време на въоръжени конфликти. Учебната програма на SIERRA запознава участниците със съответните международни правни рамки, включително UNCLOS, MARPOL, Женевските конвенции, Хагската конвенция и принципите PERAC на Комисията по международно право. Участниците се насърчават да разберат как тези правни инструменти взаимодействат със системите за управление на околната среда и механизмите за оперативно реагиране. Учебната програма има за цел също така да подобри капацитета, свързан с мониторинга на околната среда и методологиите за екологична оценка. Особен акцент се поставя върху използването на биоиндикаторни видове, свързани с екосистемата на Черно море, включително *Mytilus galloprovincialis*, *Rapana venosa* и *Pontogammarus maeoticus*. Тези организми предоставят ценна информация относно нивата на замърсяване, здравето на екосистемата и дългосрочните промени в околната среда [57]. Чрез практически упражнения и научни модули участниците се запознават с протоколи за мониторинг, техники за вземане на проби, лабораторни анализи и методологии за екологична оценка, базирани на европейски и международни стандарти. (TUIASI & MBNAR)

Друга важна цел е свързана с насърчаването на принципите на кръговата икономика и подходите за устойчиво управление на ресурсите в морския и крайбрежния сектор. Предотвратяването на замърсяването на морската среда не може да разчита единствено на мерки за отстраняване след инциденти; то изисква и системни промени в производството, потреблението, управлението на отпадъците и моделите на използване на ресурсите. Поради това учебната програма насърчава участниците да изследват стратегии, насочени към намаляване на генерирането на замърсяване при



източника чрез рециклиране, оползотворяване на отпадъците, устойчиво рибарство, екодизайн практики и иновативни биоикономически решения.

Иновациите и технологичното развитие представляват допълнителни стълбове на целите на програмата. Учебният план насърчава осведомеността относно съвременните технологии за възстановяване, включително интелигентни материали на базата на геополимери, предназначени за смекчаване на замърсяването и възстановяване на екосистемите. Такива технологии представляват обещаващи инструменти за бъдещи усилия за опазване на околната среда, особено в силно замърсени морски среди.

Интердисциплинарното сътрудничество и координацията на заинтересованите страни също представляват централни образователни цели. Инцидентите със замърсяване на морската среда обикновено включват множество институции, действащи в различни административни сектори и нива на управление. Следователно ефективните реакции зависят от комуникацията, координацията и капацитета за споделяне на информация между властите, научните експерти, екипите за реагиране при извънредни ситуации и участниците от гражданското общество. Учебната програма на “Black Sea SIERRA” се стреми да засили тези съвместни капацитети чрез групови упражнения, симулации на сценарии и методологии за учене с участието на обществеността. (ORDU)

Всички програми имат за цел да подкрепят разпространението на екологична осведоменост сред по-широки обществени групи, включително студенти, изследователи, неправителствени организации, местни общности и организации на гражданското общество. Обществената осведоменост и екологичната грамотност се считат за съществени компоненти на дългосрочното опазване на морската екосистема и устойчивото развитие.

И накрая, учебните програми на “Black Sea SIERRA” се стремят да допринесат за появата на споделена регионална екологична култура в рамките на Черноморския басейн. Чрез насърчаване на сътрудничеството между заинтересованите страни от Румъния, България, Турция, Украйна и Италия, програмата подкрепя постепенното



развитие на общи перспективи, споделени методологии и координирани подходи към управлението на морската среда. В този смисъл учебната програма допринася не само за професионалното образование, но и за по-широките процеси на регионална интеграция, изграждане на устойчивост и екологична дипломация.



9. ЦЕЛЕВИ ГРУПИ (ЦГ)

Учебните програми на “Black Sea SIERRA” са разработени, за да отговорят на нуждите на разнообразни целеви групи, отразяващи сложността на управлението на морската среда в басейна на Черно море. Предотвратяването и реагирането на замърсяването на морската среда изискват сътрудничество между множество институционални участници, действащи на различни нива на управление, научни дисциплини, оперативни сектори и географски мащаби. Следователно, програмата възприема широк и приобщаващ подход към подбора на участниците, като признава, че ефективното опазване на околната среда може да бъде постигнато само чрез координирано ангажиране на множество заинтересовани страни.

Основните целеви групи включват национални и регионални органи, отговорни за управлението на околната среда, морското регулиране, реагирането при извънредни ситуации и управлението на крайбрежните зони. Тези институции играят централна роля в прилагането на законодателството в областта на околната среда, координирането на операциите за реагиране при замърсяване, мониторинга на състоянието на екосистемите и осигуряването на съответствие с европейските и международните екологични стандарти.

Разнообразието от целеви групи отразява интердисциплинарната философия, залегнала в основата на учебната програма. Замърсяването на морската среда не представлява просто научен или технически проблем, а многоизмерно управленско предизвикателство, включващо екологични, икономически, правни, социални, технологични и геополитически измерения. Следователно ефективните реакции изискват активното участие на заинтересовани страни, притежаващи различни видове експертиза и оперативен опит.



Co-funded by the
European Union

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily express those of the European Union or European Climate, Infrastructure and Environment Executive Agency (CINEA). Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them.

9.1. Румъния

В Румъния съответните институции включват Министерството на околната среда, водите и горите, Националната агенция за опазване на околната среда, Националната екологична охрана, Националната администрация „Румънски води“ и Администрацията на биосферния резерват „Делтата на Дунав“. Тези органи са пряко ангажирани с мониторинга на околната среда, предотвратяването на замърсяването, управлението на водите, опазването на биоразнообразието и прилагането на екологичните политики [58].

Оперативните участници, отговорни за морската безопасност и аварийната намеса, също представляват важни целеви групи. Институции като Румънските военноморски власти, Румънските военноморски сили, бреговата охрана, пристанищните власти и Главната инспекция за извънредни ситуации носят преки отговорности относно морската сигурност, предотвратяването на аварии, ограничаването на замърсяването и операциите по управление на кризи в крайбрежни и морски среди.

9.2. България

Подобни институционални структури са представени и в българския компонент на програмата. Сред българските участници са представители на Министерството на околната среда и водите, Министерството на транспорта и съобщенията, Министерството на земеделието и храните, Изпълнителна агенция „Морска администрация“, Басейнова дирекция „Черноморски район“ – Варна, Главна дирекция „Пожарна безопасност и гражданска защита“, Българската гранична полиция/Брегова охрана и Българския военноморски флот. Тези институции допринасят с експертен опит, свързан с морското управление, мониторинга на околната среда, готовността за извънредни ситуации и операциите за национална сигурност в морските зони.



Политиците и публичните администратори представляват друга важна категория участници. Ефективното управление на морската среда изисква вземащи решения, способни да интегрират научни доказателства, правни задължения, социално-икономически съображения и оперативни ограничения в съгласувани политически рамки. Участващите институции включват, Института по океанология - Българска академия на науките, университети, технически университети, военноморски академии и центрове за екологични изследвания в участващите страни [59]. Следователно учебната програма има за цел да подпомогне процесите на разработване на политики, основани на доказателства, и да засили капацитета на публичните администрации за справяне със сложни екологични предизвикателства.

9.3. Турция

Заинтересованите страни, работещи в секторите на синята икономика, също са специално насочени. Те включват представители на рибарството, морския транспорт, туризма, управлението на пристанища, офшорните индустрии, операторите на крайбрежна инфраструктура и секторите за управление на отпадъците. Тъй като икономическите дейности са едновременно двигатели на замърсяването на морската среда и съществени компоненти на регионалното развитие, тяхното участие в инициативи за опазване на околната среда се счита за фундаментално.

Изследователските институции, университетите и научните организации представляват друга централна целева група. Програмата активно включва изследователи, учени, академичен състав, докторанти и студенти от институции, специализирани в морски науки, екологично инженерство, морско право, екология, океанография, екологична химия и изследвания на устойчивостта.

9.4. Украйна

Включването на студенти и изследователи в началото на кариерата отразява дългосрочната образователна визия на програмата. Изграждането на бъдеща експертиза



в управлението на морската среда изисква инвестиции в следващото поколение учени, инженери, политици и оперативни специалисти, способни да се справят с бъдещите екологични предизвикателства.

Организации на гражданското общество, неправителствени организации, технически експерти и екологични активисти също се считат за важни целеви групи. Неправителствените организации често играят важна роля в кампаниите за повишаване на обществената осведоменост, застъпничеството за околната среда, инициативите на гражданската наука, мобилизирането на общността и независимите дейности за мониторинг на околната среда. Тяхното участие допринася за засилване на обществената ангажираност и насърчаване на по-широка екологична отговорност в крайбрежните общности.

Програмата също така признава нарастващото значение на интердисциплинарното сътрудничество между гражданския и военния сектор при справянето с рисковете за морската среда, свързани с въоръжените конфликти. Следователно, представители на военноморските сили, бреговата охрана, отбранителните институции и агенциите за морска сигурност са включени сред целевите групи, особено в модулите, свързани с подводното шумово замърсяване, военните замърсители, оценката на морския риск и управлението на екологичната сигурност.

Особено внимание се отделя на насърчаването на трансграничното взаимодействие между участници от различни черноморски страни. Една от основните слабости, установени по време на анализа на нуждите на проекта, се отнася до фрагментацията на националните системи за обучение и ограничената интеграция на механизмите за трансгранично сътрудничество. Чрез обединяване на участници от различни институционални и национални среди, учебната програма на SIERRA допринася за развитието на мрежи за споделено знание и регионални култури на сътрудничество, способни да подкрепят бъдещи съвместни екологични инициативи.



10. ФОРМАТ

Учебните програми на “Black Sea SIERRA” се основават на гъвкава и мултимодална образователна структура, предназначена да увеличи максимално достъпността, адаптивността и оперативната ефективност в различни институционални и географски контексти [60]. Като се има предвид разнообразието от заинтересовани страни, участващи в управлението на замърсяването на морската среда, и различните възможности на участващите институции, програмата възприема подход на смесено обучение, който съчетава традиционни методи на преподаване с цифрови технологии и интерактивни инструменти за обучение.

Дейностите по обучение могат да включват присъствени сесии, онлайн модули за обучение, PowerPoint презентации, уебинари, образователни видеоклипове, практически упражнения, полеви демонстрации, симулации и интерактивни цифрови платформи като Mentimeter, Educaplay и Google Forms [61]. Тази гъвкава структура позволява на участници от различни черноморски страни да се включат в програмата въпреки географските или институционалните ограничения, като същевременно насърчава трансграничното сътрудничество и съвместното обучение.

Използването на методи за смесено обучение отразява по-широки промени в системите за висше образование и професионално обучение. Дигитализацията разширява възможностите за дистанционно участие, интердисциплинарно сътрудничество и бързо разпространение на научни и оперативни знания [62]. В областта на управлението на замърсяването на морската среда, където заинтересованите страни са разпръснати в различни крайбрежни региони и сектори, цифровите учебни среди са от съществено значение за поддържане на непрекъснато сътрудничество и дейности за изграждане на капацитет.

В същото време, обучението лице в лице остава ключов компонент от учебната програма, особено по отношение на практическите упражнения, лабораторните демонстрации, дискусиите със заинтересованите страни и оперативните симулации.



Co-funded by the
European Union

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily express those of the European Union or European Climate, Infrastructure and Environment Executive Agency (CINEA). Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them.

Дейностите лице в лице насърчават директното взаимодействие, интердисциплинарния диалог и създаването на професионални мрежи, които могат да укрепят дългосрочното регионално сътрудничество. Работилниците могат да включват вземане на проби от околната среда, упражнения за мониторинг, ГИС картографиране, акустични измервания, интерпретация на данни и симулации за управление на кризи, свързани със събития на замърсяване на морската среда [63].

Онлайн модулите допълват тези дейности, като предлагат гъвкав достъп до теоретични материали, научна литература, записани лекции, правни документи и цифрови ресурси. Тази структура позволява на участниците да следват програмата според професионалните си графици, като същевременно гарантира, че образователното съдържание може да се актуализира непрекъснато в отговор на научните развития и регионалните промени.

Интерактивните образователни инструменти са друга важна характеристика на методологията “Black Sea SIERRA”. Традиционното обучение, базирано на лекции, често е недостатъчно за справяне със сложния и мултидисциплинарен характер на управлението на морската среда [64]. Следователно учебната програма насърчава подходи за учене, основани на участието, които насърчават активното участие, съвместното решаване на проблеми и критичното мислене. Платформи като Mentimeter и Educaplay поддържат интерактивни викторини, дискусии на живо, анализ на сценарии и събиране на обратна връзка, подобрявайки участието на участниците и резултатите от обучението.

Симулациите, базирани на сценарии, представляват особено важен компонент от обучението. Инцидентите със замърсяване на морската среда често се случват в условия на несигурност, натиск във времето и институционална сложност. Следователно ефективните реакции изискват не само теоретични знания, но и практически умения за вземане на решения, комуникация и координация. Участниците са изложени на симулирани сценарии, включващи нефтени разливи, опасни материали, морски отпадъци, подводни експлозии, дрейфувачи военноморски мини и свързани с конфликти екологични извънредни ситуации [65]. Тези упражнения помагат на



обучаващите се да прилагат научни, правни и оперативни знания в реалистични ситуации на управление на кризи.

Многоезичното измерение на програмата също е от съществено значение. Въпреки че английският е основният език на обучение, учебните материали се превеждат на румънски, български, украински и турски, за да се осигури достъпност за местните заинтересовани страни и да се улесни по-широкото участие в региона [66]. Многоезичното образование е особено важно в трансграничното управление на околната среда, където ефективната комуникация между институциите може значително да подобри координираните реакции.

Прекият ангажимент на партньорите по проекта като доставчици на обучение допълнително засилва практическата значимост на учебната програма. Университети, изследователски институти, военноморски академии, екологични органи и оперативни агенции допринасят не само с научна експертиза, но и с практически опит от мониторингови дейности, изследователски проекти и операции за реагиране при извънредни ситуации [67]. Това гарантира, че програмата остава тясно свързана с реалните регионални предизвикателства.

Механизмите за оценка са интегрирани в целия процес на обучение. Резултатите от обучението се оценяват чрез въпросници, тестове, практически упражнения, групови дискусии и системи за цифрова обратна връзка [68]. Инструменти като Google Forms се използват за измерване на придобитите знания, оценка на удовлетвореността на участниците и идентифициране на области за подобрене. Този адаптивен подход за оценка позволява на учебната програма да се развива непрекъснато в отговор на нуждите на участниците и възникващите екологични рискове.

И накрая, структурата на обучението на “Black Sea SIERRA” подкрепя дългосрочната устойчивост и мащабируемост. Чрез комбиниране на цифрови ресурси, многоезични материали и преносими методологии, учебната програма може да се актуализира непрекъснато и потенциално да се възпроизвежда в други регионални или европейски контексти на морско управление. По този начин програмата допринася не



само за постигане на непосредствените цели за изграждане на капацитет, но и за развитието на трайни образователни инфраструктури, подкрепящи бъдещи инициативи за сътрудничество в областта на околната среда.



11. МЕТОДОЛОГИИ ЗА МОНИТОРИНГ И ДИГИТАЛНА ЕКОЛОГИЧНА ОЦЕНКА

Ефективното управление на замърсяването на морската среда изисква усъвършенствани системи за мониторинг, способни да предоставят надеждни и оперативно съвместими данни. Проектът “Black Sea SIERRA” насърчава интегрирани методологии, комбиниращи традиционното вземане на проби от околната среда с цифрови технологии и инструменти, основани на данни.

Дейностите по мониторинг следват международно признати стандарти като ISO 5667 за вземане на проби от вода и оценка на околната среда, осигурявайки съгласуваност между държавите. Кампаниите за вземане на проби са насочени към морска вода, седименти и биологичен материал във високорискови райони, като индустриални зони, пристанища, военни райони и речни притоци, като делтата на Дунав.

Биоиндикаторни видове, включително *Mytilus galloprovincialis*, *Rapana venosa* и *Pontogammarus maeoticus*, се използват за оценка на нивата на замърсяване и тенденциите в биоакмулирането поради тяхната чувствителност към замърсители.

Цифровите технологии играят централна роля в рамката за мониторинг. Сателитните системи, дистанционното наблюдение, ГИС, CTD сензорите, акустичните устройства и екологичните бази данни позволяват непрекъснато наблюдение и по-бърза реакция при замърсяване.

Изкуственият интелект и прогнозните модели допълнително подобряват управлението на околната среда, като подпомагат прогнозирането на разливи, откриването на модели и анализа на данни в голям мащаб. Тяхната интеграция засилва вземането на решения и оперативната ефективност.

Проектът също така насърчава оперативно съвместими регионални системи за мониторинг, споделени бази данни и хармонизирани протоколи за подобряване на трансграничното сътрудничество и капацитета за реагиране в Черно море.



Co-funded by the
European Union

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily express those of the European Union or European Climate, Infrastructure and Environment Executive Agency (CINEA). Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проектът SIERRA за Черно море представлява значителна регионална инициатива, насочена към укрепване на капацитета за предотвратяване, мониторинг и реагиране, свързани със замърсяването на морската среда в един от най-чувствителните от екологична и геополитическа гледна точка морски басейни в Европа. Учебните програми, разработени в рамките на Задача T5.5, предоставят интегрирана образователна рамка, способна да се справи както с конвенционалните, така и с нововъзникващите предизвикателства, свързани със замърсяването, засягащи екосистемата на Черно море.

Сложността на околната среда на Черно море изисква координирани интердисциплинарни отговори, включващи научни институции, публични органи, оперативни агенции, гражданското общество и заинтересовани страни от „синята икономика“. Промисленият натиск, натрупването на морски отпадъци, замърсяването с тежки метали, нефтените разливи, изменението на климата и замърсяването, свързано с конфликти, взаимодействат в рамките на крехка полузатворена екосистема, характеризираща се с ограничена устойчивост и силни трансгранични взаимозависимости.

Особено значение се отдава на нарастващите екологични последици от въоръжените конфликти в региона. Военните дейности, подводните експлозии, дрейфувашите мини, повредената инфраструктура, изпускането на въгледороди и подводните акустични смущения въведоха нови категории екологични рискове, изискващи специализирани методологии за мониторинг, правни рамки и капацитет за оперативна готовност.

По този начин проектът насърчава всеобхватен и ориентиран към бъдещето подход, съчетаващ екологична наука, цифрови иновации, управление на морската среда, принципи на устойчивост и регионално сътрудничество. Чрез интегрирането на цифрови системи за мониторинг, приложения за изкуствен интелект, обучение, базирано на сценарии, и механизми за трансгранична координация, учебните програми



Co-funded by the
European Union

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily express those of the European Union or European Climate, Infrastructure and Environment Executive Agency (CINEA). Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them.

допринасят за укрепване на институционалната устойчивост и оперативната готовност в целия Черноморски басейн.

В същото време проектът е в съответствие с по-широките европейски екологични приоритети, включително Европейския зелен пакт, Плана за действие за нулево замърсяване, Рамковата директива за морска стратегия и Цел 14 за устойчиво развитие относно опазването и устойчивото използване на океаните и морските ресурси [69]. Акцентът, поставен върху подходите на кръговата икономика, устойчивостта, екологичната устойчивост и технологичните иновации, отразява необходимостта от дългосрочни адаптивни стратегии за управление, способни да се справят с бързо развиващите се екологични заплахи.

В крайна сметка, учебните програми на “Black Sea SIERRA” целят не само да подобрят техническите компетенции, но и да подкрепят създаването на споделена регионална култура на екологична отговорност, научно сътрудничество и устойчиво управление на морската среда. Знанията, генерирани чрез тази инициатива, могат да допринесат за бъдещи европейски усилия за сътрудничество и да предоставят ценен модел за интегрирано управление на замърсяването на морската среда в други уязвими морски басейни.



ЛИТЕРАТУРА

- [1] UWECG, War and the Sea: How Hostilities Threaten the Coastal and Marine Ecosystems of the Black and Azov Seas (2022); Zoï Environment Network, Green Recovery of the Black Sea (2025).
- [2] ACCOBAMS Scientific Committee, Post-War Recovery Plan for Black Sea Cetaceans (2024).
- [3] Oros et al., “Recent Findings on the Pollution Levels in the Romanian Black Sea Ecosystem” (2024); Glevitzky et al., “Microplastic Pollution on the Beaches of the Black Sea in Romania and Bulgaria” (2025).
- [4] Lieber Institute West Point, “Damn the Torpedoes: Naval Mines in the Black Sea” (2022); Carnegie Endowment for International Peace, Tackling the Russia-Ukraine War’s Environmental Damage in the Black Sea (2025).
- [5] United Nations, Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development (2015).
- [6] Atake et al., “Operational Oil Spill Monitoring and Forecasting in the Kerch Strait Accident” (2025).
- [7] Zlateva et al., “Effects of Anthropogenic and Environmental Stressors on the Current Status of Red Mullet” (2023).
- [8] European Commission, BlueComp – the EU’s Flagship Competence Framework for the Blue Economy (2025).
- [9] Dimitrov D. Geology and Non-traditional Resources of the Black Sea (2010);
- [10] TUDAV, A War in the Black Sea and its Effects on Marine Environment (2022).
- [11] Zoï Environment Network, Green Recovery of the Black Sea (2025).
- [12] Oros, “Monitoring and Assessment of Heavy Metals in the Romanian Black Sea Ecosystem” (2019).
- [13] ITLOS, Advisory Opinion on Obligations of States in Respect of Climate Change (2024).
- [14] CEOBS, Evidencing a Recovery Plan for Black Sea Dolphins (2024).
- [15] Holmes, Carey & Lynch, “An Overview of Unmanned Underwater Vehicle Noise” (2010); Helal et al., “Advancing Glider-Based Acoustic Measurements” (2024).
- [16] Alexandrova et al., “Microplastic Bioaccumulation and Oxidative Stress in Key Species of the Bulgarian Black Sea” (2025); Glevitzky et al. (2025).
- [17] Oros, “Monitoring and Assessment of Heavy Metals in the Romanian Black Sea Ecosystem during 2006–2018” (2019); Oros et al., “Recent Findings on the Pollution Levels in the Romanian Black Sea Ecosystem” (2024).
- [18] Ristea et al., “Assessment of Heavy Metal Contamination of Seawater and Sediments Along the Romanian Black Sea Coast” (2025); Damir et al., “Chemical Status Evaluation of the Romanian Black Sea Marine Environment Based on Benthic Organisms’ Contamination” (2022).
- [19] UWECG, War and the Sea: How Hostilities Threaten the Coastal and Marine Ecosystems of the Black and Azov Seas (2022); Carnegie Endowment for International



Co-funded by the
European Union

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily express those of the European Union or European Climate, Infrastructure and Environment Executive Agency (CINEA). Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them.

- Peace, Tackling the Russia-Ukraine War's Environmental Damage in the Black Sea (2025); Lieber Institute West Point, "Damn the Torpedoes: Naval Mines in the Black Sea" (2022).
- [20] Belden et al., "Spread, Behavior, and Ecosystem Consequences of Conventional Munitions Compounds in Coastal Marine Waters" (2018); Maser et al., "Ecotoxicological Risk of World War Relic Munitions in the Sea" (2023); Minchenko et al., "Environmental and Health Hazards of Military Metal Pollution" (2021).
- [21] Holmes, Carey & Lynch, "An Overview of Unmanned Underwater Vehicle Noise in the Low to Mid Frequencies Bands" (2010); Picardi et al., "A Minimal Metric for the Characterization of Acoustic Noise Emitted by Underwater Vehicles" (2020); Helal et al., "Advancing Glider-Based Acoustic Measurements of Underwater-Radiated Ship Noise" (2024).
- [22] ACCOBAMS Scientific Committee, Post-War Recovery Plan for Black Sea Cetaceans (2024); CEOBS, Evidencing a Recovery Plan for Black Sea Dolphins (2024).
- [23] European Commission, BlueComp – the EU's Flagship Competence Framework for the Blue Economy (2025).
- [24] United Nations, Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development (2015); INDEMER, The Obligation of States to Protect and Preserve the Marine Environment (2023).
- [25] International Law Commission, Principles on the Protection of the Environment in Relation to Armed Conflicts (PERAC) (2022); ICRC, Protection of the Environment in Time of Armed Conflict (2020); CEOBS, The Due Regard Principle in IHL: Protecting the Environment amid Armed Conflict (2026).
- [26] United Nations Convention on the Law of the Sea (1982); ITLOS, Advisory Opinion on Obligations of States in Respect of Climate Change (2024); European Commission, BlueComp – the EU's Flagship Competence Framework for the Blue Economy (2025).
- [27] TUDAV, A War in the Black Sea and its Effects on Marine Environment (2022).
- [28] Oros et al., "Recent Findings on the Pollution Levels in the Romanian Black Sea Ecosystem" (2024).
- [29] Ristea et al. (2025); Dvorak et al., "Vulnerability Assessment of Wild Fish Population to Heavy Metals in Military Training Area" (2020).
- [30] Alexandrova et al., "Microplastic Bioaccumulation and Oxidative Stress" (2025); Glevitzky et al. (2025); Stoica et al. (2021).
- [31] Carnegie Endowment for International Peace. Tackling the Russia-Ukraine War's Environmental Damage in the Black Sea. 2025.
- [32] Lieber Institute West Point. Damn the Torpedoes: Naval Mines in the Black Sea. 2022.
- [33] Atake, I. et al. Operational Oil Spill Monitoring and Forecasting in the Kerch Strait Accident. EGU General Assembly, 2025.
- [34] Holmes, J.D., Carey, W.M., Lynch, J.F. An Overview of Unmanned Underwater Vehicle Noise in the Low to Mid Frequencies Bands. Proceedings of Meetings on Acoustics, 2010.
- [35] ITLOS (2024).



- [36] Science Magazine. Wartime Destruction of Ukraine Dam Has Set Off a ‘Time Bomb’. 2024.
- [37] Zoï Environment Network, Green Recovery of the Black Sea (2025); UWECG, War and the Sea (2022).
- [38] European Commission, BlueComp – the EU’s Flagship Competence Framework for the Blue Economy (2025).
- [39] ACCOBAMS Scientific Committee, Post-War Recovery Plan for Black Sea Cetaceans (2024).
- [40] Ivanova et al., “Environmental DNA for Fish Biodiversity Monitoring and Stock Assessment in the Black Sea” (2025); Atake et al., “Operational Oil Spill Monitoring and Forecasting” (2025).
- [41] Carnegie Endowment for International Peace, Tackling the Russia-Ukraine War’s Environmental Damage in the Black Sea (2025).
- [42] GICHD, Guide to Explosive Ordnance Pollution of the Environment (2021); Belden et al. (2018).
- [43] ITLOS, Advisory Opinion on Obligations of States in Respect of Climate Change (2024).
- [44] United Nations, Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development (2015).
- [45] Closset et al., Use of Underwater Gliders on Marine Surveillance and Observations (2025); Wang et al., “Acoustics-Driven Performance Enhancement in Underwater Vehicles” (2026).
- [46] INDEMER, The Obligation of States to Protect and Preserve the Marine Environment (2023).
- [47] International Law Commission, PERAC (2022); ISO, ISO 5667 Water Quality Standards.
- [48] Lieber Institute West Point, “Damn the Torpedoes” (2022); Dianwei Liu et al., “Underwater Acoustic Targets Tracking Method for Autonomous Docking of AUVs” (2025).
- [49] Holmes, Carey & Lynch (2010); Helal et al. (2024); Silva et al., “Measuring Underwater Noise with High Endurance Surface and Underwater Autonomous Vehicles” (2013).
- [50] European Commission, BlueComp (2025).
- [51] Black Sea SIERRA Project Consortium Documentation, 2025.
- [52] European Commission, Blue Economy Report, 2025.
- [53] International Law Commission, PERAC Principles, 2022.
- [54] European Commission, The competence framework to navigate the blue economy “Study to support and design skills development in the blue economy” CINEA/EMFAF/2023/3.5.2/LOT2/01/SC05/SI2.921634: <https://maritime-forum.ec.europa.eu/theme/ocean-literacy-and-blue-skills/blue-skills/study-support-and-design-skills-development-blue-economy/>
- [55] Ibid.
- [56] Marine Strategy Framework Directive (2008/56/EC).



- [57] Conflict and Environment Observatory (CEOBS), Environmental Consequences of the Ukraine Conflict, 2024.
- [58] Apetroaei, M.R. et al., “Significance of Bioindicators in Evaluating Pollution Factors on the omanian Black Sea Coast”, 2024.
- [59] Romanian Ministry of Environment, Waters and Forests, Institutional Framework Documentation.
- [60] Bulgarian Academy of Sciences, Institute of Oceanology Reports, 2025.
- [61] Ibid
- [62] Ibid.
- [63] United Nations, 2030 Agenda for Sustainable Development (2015).
- [64] Closset et al. (2025); Ivanova et al. (2025).
- [65] ACCOBAMS Scientific Committee (2024).
- [66] Atake et al. (2025); CEOBS, Evidencing a Recovery Plan for Black Sea Dolphins (2024).
- [67] European Commission, BlueComp (2025).
- [68] ACCOBAMS Scientific Committee (2024).
- [69] European Commission, BlueComp (2025).
- [70] United Nations. Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development. 2015.

