Cofinanțat de Uniunea Europeană

Finanțat de Uniunea Europeană. Opiniile și punctele de vedere exprimate aparțin exclusiv autorului/autorilor și nu reflectă în mod necesar poziția Uniunii Europene sau a Agenției Executive Europene pentru Climă, Infrastructură și Mediu (CINEA). Nici Uniunea Europeană și nici autoritatea finanțatoare nu pot fi considerate responsabile pentru acestea.

BLACK SEA SIERRA

Black Sea SIERRA

Proiect 101124670 – Black Sea SIERRA

Curriculum de formare pentru consolidarea capacității de răspuns

INCDPM IO – BAS ARCES ORDU UkrSCES MBNAR TUIASI

Black Sea SIERRA

Proiectul 101124670 – Black Sea SIERRA
Curriculum de formare pentru consolidarea capacității de răspuns

Cofinanțat de Uniunea Europeană

Finanțat de Uniunea Europeană. Opiniile și punctele de vedere exprimate aparțin exclusiv autorului/autorilor și nu reflectă în mod necesar poziția Uniunii Europene sau a Agenției Executive Europene pentru Climă, Infrastructură și Mediu (CINEA). Nici Uniunea Europeană și nici autoritatea finanțatoare nu pot fi considerate responsabile pentru acestea

DETALIILE DOCUMENTULUI

Acronimul proiectului	Black Sea SIERRA
Titlul proiectului	Consolidarea pregătirii curriculare complementare prin management sustenabil, ca răspuns la poluarea civilă și militară a litoralului, afluenților și lagunelor din zonele de nord, vest și sud ale Mării Negre
Numărul acordului de grant	101124670
Coordonatorul consorțiului	Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Protecția Mediului București (INCDPM)
Durata proiectului	36 de luni (01.10.2023 – 30.09.2026)
Autoritatea finanțatoare	Agenția Executivă Europeană pentru Climă, Infrastructură și Mediu (CINEA)
Programul	Fondul european pentru afaceri maritime, pescuit și acvacultură (EMFAF)
Apelul	EMFAF-2023-PIA-FLAGSHIP – Proiecte-fanion regionale care sprijină economia albastră sustenabilă în bazinele maritime ale UE
Tema	EMFAF-2023-PIA-FLAGSHIP-2-BLACK – Consolidarea pregătirii și a răspunsului la poluarea marină în Marea Neagră
Titlu document	Curriculum de formare pentru consolidarea capacității de răspuns
Pachetul de lucru	WP5 – Sarcina 5.5 / WP6 – Sarcina 6.2
Nivelul de diseminare	PU – Public
Autori	Pernice Alessandro, Terranova Melinda (*ARCES*) Vizureanu Petrică, Sandu Andrei, Burduhos-Nergis Dumitru Doru - *Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi" din Iași (TUIASI)* DEÁK György, Matei Monica, Boboc Mădălina, Holban Elena, Tudor Georgeta, Popa Alexandra, Prangate Raluca, Istrate Iulia, Harabagiu Alexandra, Gheorghe Ionut, Chirescu Alexandra - *Institutul National De Cercetare-Dezvoltare Pentru Protectia Mediului Bucuresti (INCDPM)* Samoilescu Gheorghe, Pazara Tiberiu, Apetroaei Manuela Rossemary, Alecu Toma, Nedelc Andra - *Academia Navală „Mircea cel Bătrân" (MBNAR)*

DECLINAREA RĂSPUNDERII (DISCLAIMER)

Finanțat de Uniunea Europeană. Opiniile și punctele de vedere exprimate aparțin exclusiv autorului/autorilor și nu reflectă în mod necesar poziția Uniunii Europene sau a Agenției Executive Europene pentru Climă, Infrastructură și Mediu (CINEA). Nici Uniunea Europeană, nici autoritatea finanțatoare nu pot fi considerate responsabile pentru acestea.

MEMBRII CONSORȚIULUI

Coordonator

INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU PROTECȚIA MEDIULUI BUCUREȘTI – INCDPM

România

P1

INSTITUTE OF OCEANOLOGY BAS – IO-BAS

Bulgaria

P2

E.M. ASSOCIAZIONE A.R.C.E.S. – ARCES

Italia

P3

ORDU UNIVERSITESI – ORDU

Turcia

P4

UKRAINIAN SCIENTIFIC CENTRE OF ECOLOGY OF THE SEA – UkrSCES

Ucraina

P5

ACADEMIA NAVALĂ „MIRCEA CEL BĂTRÂN" – MBNAR

România

P6

UNIVERSITATEA TEHNICĂ „GHEORGHE ASACHI" DIN IAȘI – TUIASI

România

CUPRINS

Introducere 5

1. Abordarea metodologică 7

2. Contextul științific și de mediu al Mării Negre 9

3. Justificarea celor patru cursuri de formare 10

4. Provocări în bazinul Mării Negre 12

5. Poluarea marină asociată conflictului în Marea Neagră 14

6. Necesități de formare și analiza lacunelor 15

7. Obiectiv general 18

8. Obiective specifice 21

9. Grupuri-țintă (GT) 25

   9.1 România 25

   9.2 Bulgaria 26

   9.3 Turcia 27

   9.4 Ucraina 27

10. Format 28

11. Metodologii de monitorizare și evaluare digitală a mediului 31

Concluzii 32

Referințe bibliografice 34

Introducere

Marea Neagră este una dintre regiunile marine cele mai fragile din punct de vedere ecologic și cele mai sensibile din punct de vedere geopolitic din Europa. În ultimele decenii, aceasta s-a confruntat cu o degradare tot mai accentuată a mediului, cauzată de poluarea industrială, transportul maritim, supraexploatarea resurselor marine, schimbările climatice, deșeurile marine și, mai recent, efectele conflictelor armate [1]. Aceste presiuni cumulate au transformat bazinul într-un sistem socio-ecologic complex, care necesită soluții integrate ce combină protecția mediului, inovarea tehnologică și cooperarea regională.

În acest context, proiectul Black Sea SIERRA a fost creat pentru a consolida capacitățile operaționale și instituționale ale țărilor riverane Mării Negre în ceea ce privește prevenirea, monitorizarea și răspunsul la poluarea marină [2]. Proiectul promovează cooperarea interdisciplinară între universități, instituții științifice, autorități de mediu și agenții maritime din România, Bulgaria, Turcia, Ucraina și Italia. Prin cercetare, activități de monitorizare, inovare digitală și inițiative educaționale, proiectul contribuie la dezvoltarea unui cadru regional comun pentru reziliența mediului marin.

Prezentul curriculum de formare, elaborat în cadrul sarcinii T5.5, reprezintă componenta educațională a proiectului. Acesta integrează prioritățile tematice și expertiza științifică a partenerilor, păstrând coerența cu obiectivele generale ale inițiativei Black Sea SIERRA. Documentul constituie atât un cadru academic, cât și unul operațional, care sprijină formarea profesională, învățarea instituțională și transferul transfrontalier de cunoștințe în domeniul protecției mediului marin.

Curriculumul abordează teme interconectate, precum deșeurile marine, contaminarea cu metale grele, deversările de petrol, poluarea fonică subacvatică, contaminanții asociați războiului, schimbările climatice, strategiile economiei circulare, sistemele digitale de monitorizare, guvernanța de mediu și tehnologiile inovatoare de remediere [3]. Prin reunirea acestor teme într-un program educațional

unitar, curriculumul urmărește consolidarea atât a competențelor tehnice, cât și a gândirii strategice pe termen lung pentru o guvernanță marină sustenabilă.

Programul se bazează pe interdisciplinaritate, aplicabilitate practică și integrare regională. Deoarece poluanții se pot răspândi rapid dincolo de frontierele maritime, ca urmare a caracteristicilor hidrodinamice ale Mării Negre, răspunsurile naționale izolate sunt insuficiente. O protecție eficientă necesită, prin urmare, sisteme coordonate de monitorizare, metodologii armonizate și proceduri operaționale comune.

Curriculumul abordează și importanța tot mai mare a securității mediului în contexte geopolitice. Conflictul ruso-ucrainean a introdus noi riscuri asociate minelor navale, exploziilor subacvatice, infrastructurii petroliere avariate, deșeurilor militare și zgomotului subacvatic [4]. Aceste evoluții evidențiază necesitatea includerii amenințărilor de mediu generate de conflicte în strategiile de gestionare a poluării marine.

Din perspectivă academică, programul susține obiectivele Pactului verde european, ale Directivei-cadru „Strategia pentru mediul marin”, ale Directivei-cadru privind apa și ale Obiectivelor de Dezvoltare Durabilă, în special ODD 14 privind protecția ecosistemelor marine și utilizarea sustenabilă a resurselor marine [5].

În ansamblu, documentul este conceput nu doar ca un ghid tehnic de formare, ci și ca un instrument educațional strategic, destinat sprijinirii rezilienței regionale, cooperării instituționale și guvernanței maritime sustenabile în întregul bazin al Mării Negre.

1. Abordarea metodologică

Curriculumul complementar de formare a fost elaborat printr-o metodologie integrată și orientată către cerere, aliniată realităților operaționale din regiunea Mării Negre. Abordarea adoptată de consorțiul Black Sea SIERRA pornește de la ideea că gestionarea eficientă a poluării marine necesită integrarea cunoștințelor științifice, coordonării instituționale, pregătirii operaționale și inovării educaționale.

Prima etapă metodologică s-a bazat pe rezultatele sarcinii T5.1, care a cartografiat părțile interesate, structurile de guvernanță și sistemele operaționale din țările participante. Analiza a evidențiat diferențe majore în ceea ce privește capacitatea instituțională, infrastructura tehnică și sistemele de monitorizare a mediului. În timp ce unele țări dispun de tehnologii avansate și instituții specializate, altele se confruntă încă cu responsabilități fragmentate, acces limitat la date de mediu și coordonare operațională insuficientă.

Sarcina T5.2 a analizat sistemele de formare existente și practicile educaționale privind protecția mediului marin. Rezultatele au arătat că, deși în regiune există o expertiză solidă, activitățile de formare rămân în principal naționale și insuficient armonizate la nivel regional. Cooperarea educațională transfrontalieră este încă limitată, ceea ce reduce capacitatea părților interesate de a răspunde eficient la evenimente de poluare transfrontalieră. În plus, numeroase programe se bazează în mare măsură pe teorie și includ puține exerciții practice, simulări și instrumente digitale.

Sarcina T5.3 a contribuit, de asemenea, prin identificarea scenariilor de poluare asociate accidentelor industriale, incidentelor maritime și amenințărilor de mediu legate de conflicte. O atenție deosebită a fost acordată noilor forme de poluare generate de activitățile militare, inclusiv exploziilor subacvatice, minelor navale, deversărilor de hidrocarburi, deșeurilor militare și poluării acustice produse de drone și sisteme sonar [6].

Pe baza acestor constatări, curriculumul adoptă un model educațional bazat pe scenarii și orientat spre competențe. Modulele includ studii de caz, scenarii de

risc, simulări practice și exerciții interdisciplinare concepute pentru a reproduce situații realiste de poluare marină în regiunea Mării Negre.

Metodologia combină, de asemenea, diferite formate educaționale pentru a asigura accesibilitatea și flexibilitatea. Activitățile de formare includ sesiuni față în față, învățare online, abordări mixte, prezentări digitale, materiale video educaționale și instrumente interactive precum Mentimeter, Google Forms și Educaplay. Acest model hibrid sprijină învățarea colaborativă și permite participanților din diferite țări și instituții să acceseze eficient programul.

Un alt principiu important este integrarea expertizei partenerilor și a priorităților naționale. Fiecare instituție a contribuit cu un conținut tematic care reflectă competențele sale științifice și preocupările regionale. Partenerii români s-au concentrat asupra contaminanților asociați războiului, legislației de mediu și poluării cu metale grele, în timp ce partenerii bulgari au pus accent pe deșeurile marine, protecția biodiversității și reziliența ecosistemelor [7]. Ceilalți parteneri au contribuit cu expertiză în monitorizarea mediului marin, sustenabilitate, ingineria mediului și sistemele operaționale de răspuns.

Metodologia include și mecanisme de evaluare continuă și îmbunătățire adaptivă. Feedbackul participanților, evaluările și exercițiile practice sunt utilizate pentru a aprecia eficacitatea programului și pentru a identifica domeniile care necesită dezvoltări suplimentare. Instrumentele digitale de evaluare sprijină îmbunătățirea conținutului și a metodelor de predare pe baza dovezilor.

În cele din urmă, abordarea metodologică reflectă obiectivul mai larg de consolidare a cooperării regionale în bazinul Mării Negre. Curriculumul este conceput nu doar ca material educațional, ci și ca instrument pentru promovarea colaborării instituționale pe termen lung, a practicilor operaționale armonizate și a unei culturi comune a responsabilității față de mediu în rândul părților interesate din regiunea Mării Negre [8].

2. Contextul științific și de mediu al Mării Negre

Structura semiînchisă a Mării Negre, schimbul limitat de apă prin strâmtoarea Bosfor și întinsele ape anoxice de adâncime o fac extrem de sensibilă la poluare și la presiunile antropice [9]. Aproximativ 90% din bazin este caracterizat de condiții anoxice, care influențează puternic productivitatea biologică și persistența contaminanților în sedimentele și apele marine.

Caracteristicile hidrodinamice ale bazinului îi sporesc și mai mult vulnerabilitatea. Circulația de suprafață în sens antiorar transportă poluanții pe distanțe mari, transformând evenimentele locale de contaminare în amenințări transfrontaliere pentru mediu [10]. În consecință, poluarea produsă într-o zonă de coastă poate afecta rapid țările învecinate, evidențiind necesitatea unor sisteme regionale coordonate de monitorizare și gestionare.

Ecosistemul este expus unor presiuni multiple asociate deversărilor industriale, poluării fluviale, transportului maritim, exploatării resurselor piscicole, urbanizării și turismului. Dunărea introduce în mare cantități importante de nutrienți, metale grele, pesticide și contaminanți industriali, contribuind la eutrofizare, epuizarea oxigenului și pierderea biodiversității [11].

Instalațiile industriale de-a lungul coastelor românești și bulgărești, inclusiv rafinăriile de petrol, porturile, șantierele navale și uzinele petrochimice, reprezintă, de asemenea, riscuri majore pentru mediu din cauza posibilelor deversări de petrol și substanțe chimice. Intensificarea traficului maritim crește suplimentar probabilitatea producerii unor accidente cu consecințe ecologice grave.

Schimbările climatice au introdus noi forme de instabilitate a mediului prin creșterea temperaturii apei mării, modificări ale salinității, eroziune costieră și fenomene meteorologice extreme mai frecvente [12]. Aceste procese interacționează cu presiunile antropice existente, reducând reziliența ecosistemelor și amenințând biodiversitatea marină.

Începând din 2022, conflictul ruso-ucrainean a introdus riscuri suplimentare de mediu și geopolitice, inclusiv mine navale în derivă, infrastructură petrolieră

avariată, explozii subacvatice și deșeuri militare [13]. Aceste amenințări pot genera efecte ecologice pe termen lung asupra ecosistemelor marine.

Poluarea acustică subacvatică produsă de sistemele sonar, exercițiile navale și vehiculele subacvatice autonome reprezintă o altă preocupare tot mai importantă. Cercetările științifice arată că zgomotul subacvatic cronic poate perturba comunicarea mamiferelor marine, poate modifica migrația peștilor și poate afecta echilibrul ecosistemelor [14]. Utilizarea tot mai frecventă a dronelor subacvatice și a tehnologiilor militare a intensificat, prin urmare, interesul pentru strategiile de monitorizare și reducere a poluării acustice.

Deșeurile marine și microplasticele reprezintă, de asemenea, provocări majore pentru mediu. Deșeurile din plastic provenite din scurgerile urbane, pescuit, turism și râuri se acumulează pe plaje, pe fundul mării și în organismele marine. Studiile efectuate de-a lungul coastelor românești și bulgărești au identificat o creștere a contaminării cu microplastice în speciile de pești de interes comercial și în organismele bentonice [15].

În acest context complex, curriculumul Black Sea SIERRA urmărește să le ofere participanților o înțelegere cuprinzătoare a dinamicii ecologice, a mecanismelor de poluare și a provocărilor operaționale din regiune, sprijinind gestionarea mediului și elaborarea politicilor pe baza dovezilor.

3. Justificarea celor patru cursuri de formare

În ultimele decenii, poluarea provenită din agricultură, activități offshore, transport maritim și gestionarea necorespunzătoare a deșeurilor s-a intensificat în bazinul Mării Negre. Râuri precum Dunărea transportă în mare nutrienți, materiale plastice, pesticide, hidrocarburi și metale grele, în timp ce infrastructura industrială de coastă, porturile și rafinăriile contribuie la presiuni cronice de poluare care afectează biodiversitatea, resursele piscicole și sănătatea ecosistemelor [16].

Litoralul românesc ilustrează aceste vulnerabilități prin prezența rafinăriilor, șantierelor navale, porturilor și instalațiilor militare, importante din punct de vedere

economic, dar și potențiale surse de poluare. Presiuni similare există de-a lungul coastelor bulgărești, turcești și ucrainene. Împreună, aceste efecte cumulative amenință sustenabilitatea pe termen lung a ecosistemului Mării Negre și a comunităților de coastă [17].

Conflictul ruso-ucrainean a intensificat și mai mult riscurile de mediu prin introducerea unor noi forme de poluare asociate războiului. Începând din 2022, operațiunile militare au provocat avarierea infrastructurii, deversări de petrol, mine navale în derivă, explozii subacvatice, deșeuri militare și contaminare cu explozivi și metale grele [18]. Aceste evenimente au crescut riscul contaminării marine pe termen lung și al perturbării ecosistemelor.

Echipamentele și munițiile militare conțin substanțe periculoase precum plumb, mercur, cadmiu, arsen, TNT și RDX, care pot persista în sedimente și pot pătrunde în lanțurile trofice acvatice. Procesele de coroziune eliberează treptat acești compuși în ecosistemele marine, generând riscuri cronice pentru viața marină și, posibil, pentru sănătatea umană prin consumul de produse marine [19].

Utilizarea tot mai frecventă a dronelor subacvatice, sistemelor sonar și tehnologiilor navale avansate a intensificat, de asemenea, poluarea acustică subacvatică. Speciile marine sunt foarte sensibile la perturbările acustice, care pot afecta migrația, reproducerea și comportamentul de hrănire. În pofida relevanței crescânde a acestei probleme, metodele de monitorizare și formarea specializată rămân limitate în multe țări riverane Mării Negre [20].

Aceste provocări au evidențiat deficiențe importante în pregătirea și capacitățile regionale de răspuns. Deși țările riverane Mării Negre dispun de o expertiză valoroasă, sistemele de monitorizare și formare rămân fragmentate, cu o armonizare limitată a metodologiilor, protocoalelor operaționale și cooperării transfrontaliere [21]. Această situație reduce eficacitatea răspunsurilor la incidentele de poluare transfrontalieră.

Proiectul Black Sea SIERRA a fost creat pentru a răspunde acestor limitări prin consolidarea cooperării regionale, îmbunătățirea monitorizării mediului și dezvoltarea unor sisteme integrate de formare, capabile să răspundă atât riscurilor convenționale, cât și celor asociate conflictelor [22].

Justificarea curriculumului este, așadar, de natură ecologică, operațională, instituțională și strategică. Din punct de vedere ecologic, Marea Neagră se confruntă cu presiuni cumulative fără precedent, care necesită abordări integrate de gestionare. Din punct de vedere operațional, incidentele de poluare devin mai frecvente și mai complexe. Instituțional, există o nevoie majoră de armonizare a competențelor și metodologiilor între țările riverane Mării Negre. Strategic, programul sprijină obiectivele europene mai ample privind dezvoltarea economiei albastre, reziliența mediului și stabilitatea regională [23].

Curriculumul reflectă și recunoașterea tot mai accentuată a legăturii profunde dintre protecția mediului și securitate. Inițiative internaționale precum Principiile Comisiei de Drept Internațional privind protecția mediului în legătură cu conflictele armate (PERAC) evidențiază importanța integrării considerentelor de mediu în cadrele de guvernanță a securității [24].

În plus, cursul sprijină direct prioritățile Uniunii Europene privind protecția mediului marin, reziliența climatică și dezvoltarea sustenabilă a economiei albastre. Acesta este aliniat unor instrumente esențiale, precum Directiva-cadru „Strategia pentru mediul marin”, Directiva-cadru privind apa și Pactul verde european, care urmăresc atingerea unei stări ecologice bune a apelor marine europene [25].

Din aceste motive, curriculumul Black Sea SIERRA nu este doar o inițiativă academică, ci și un instrument strategic de consolidare a capacităților, conceput pentru a întări reziliența regională, cooperarea interdisciplinară și sustenabilitatea pe termen lung a ecosistemului Mării Negre.

4. Provocări în bazinul Mării Negre

Marea Neagră este unul dintre cele mai vulnerabile bazine marine semiînchise din lume. Schimbul limitat de apă cu Marea Mediterană prin strâmtoarea Bosfor, întinsele ape anoxice de adâncime, gradientele reduse de salinitate și circulația în sens antiorar o fac extrem de sensibilă la poluare și la contaminarea transfrontalieră [26]. Aceste condiții reduc capacitatea naturală de autoepurare și

favorizează reținerea și redistribuirea pe termen lung a poluanților în ecosistemele costiere.

Bazinul este afectat de multiple surse de poluare, inclusiv deversări industriale, transport maritim, scurgeri agricole, deversări de petrol, activități militare și aporturi fluviale din râuri importante precum Dunărea [27]. Odată introduși, poluanții tind să persiste perioade îndelungate, sporind riscurile ecologice și afectând stabilitatea ecosistemului.

O preocupare majoră o reprezintă contaminarea sedimentelor și organismelor marine cu metale grele. Elemente precum plumbul, cadmiul, mercurul, arsenul, cuprul, cromul și nichelul au fost detectate în mai multe zone de coastă, în special în apropierea zonelor industriale și a regiunilor influențate de activități militare [28]. Aceste substanțe se pot bioacumula și se pot transfera prin lanțurile trofice, afectând potențial viața marină și sănătatea umană prin consumul de produse marine.

Deșeurile marine și microplasticele reprezintă o altă presiune în creștere. Urbanizarea, turismul, pescuitul, transportul maritim și gestionarea necorespunzătoare a deșeurilor contribuie la acumularea plasticului în apa mării, sedimente și organisme. Studiile efectuate pe coastele românești și bulgărești indică o creștere a concentrațiilor de microplastice în sedimente și în speciile de pești comerciali [29], cu efecte precum ingerarea de către faună, degradarea habitatelor și contaminarea chimică.

Schimbările climatice intensifică suplimentar vulnerabilitatea ecosistemului prin modificarea temperaturii, salinității, dinamicii costiere și tiparelor fenomenelor meteorologice extreme. Aceste schimbări influențează comportamentul poluanților, cresc riscurile de eutrofizare și reduc reziliența ecosistemelor.

Proiectul Black Sea SIERRA adoptă o abordare integrată, bazată pe ecosistem, care combină științele mediului, ingineria, monitorizarea digitală, cadrele juridice și pregătirea operațională pentru îmbunătățirea răspunsurilor regionale la poluarea marină.

5. Poluarea marină asociată conflictului în Marea Neagră

Conflictul în desfășurare din Ucraina a introdus riscuri de mediu fără precedent pentru ecosistemul marin al Mării Negre, transformând activitățile militare într-o sursă importantă de poluare marină. Începând din 2022, intensificarea operațiunilor navale, distrugerea infrastructurii costiere, amplasarea minelor navale și atacurile asupra instalațiilor energetice au generat multiple căi de contaminare, cu posibile consecințe ecologice pe termen lung [30].

Una dintre cele mai vizibile amenințări este reprezentată de minele navale în derivă și munițiile neexplodate dispersate în întregul bazin. Aceste dispozitive nu prezintă doar riscuri directe pentru navigația maritimă și comunitățile costiere, ci contribuie și la eliberarea unor compuși toxici în sedimentele marine și apa mării prin coroziune și degradare treptată [31]. Substanțe explozive precum TNT (2,4,6-trinitrotoluen) și RDX (1,3,5-trinitro-1,3,5-triazină) pot persista în mediul marin perioade îndelungate, afectând organismele bentonice și biodiversitatea marină.

Poluarea asociată activităților militare include și deversări de hidrocarburi rezultate din atacuri asupra depozitelor de combustibil, conductelor, terminalelor petroliere și navelor. Astfel de incidente eliberează hidrocarburi petroliere și hidrocarburi aromatice policiclice (HAP) în apele marine, afectând negativ populațiile de pești, comunitățile planctonice, păsările marine și habitatele costiere [32]. Consecințele ecologice ale acestor deversări se pot extinde mult dincolo de frontierele naționale, din cauza tiparelor de circulație transfrontalieră ale Mării Negre.

O altă preocupare emergentă este poluarea acustică subacvatică generată de tehnologiile de război naval. Sistemele sonar, exploziile subacvatice, vehiculele subacvatice autonome (AUV), vehiculele subacvatice fără pilot (UUV) și dronele militare produc perturbări acustice capabile să afecteze mamiferele marine, comportamentul peștilor și stabilitatea ecosistemului [33]. Dovezile științifice indică faptul că expunerea cronică la zgomot subacvatic poate interfera cu comunicarea cetaceelor, rutele de migrație, comportamentul de hrănire și modelele de reproducere [34].

Distrugerea infrastructurii costiere a crescut suplimentar eliberarea de substanțe periculoase din instalațiile industriale și sistemele urbane de apă uzată. Porturile, rafinăriile, instalațiile de depozitare și complexele industriale avariate pot deveni surse secundare de poluare în timpul conflictelor armate, contribuind la dispersarea metalelor grele, contaminanților chimici și microplasticelor în mediul marin [35].

În acest context, curriculumul Black Sea SIERRA urmărește consolidarea capacității părților interesate din regiune de a identifica, evalua, monitoriza și reduce scenariile de poluare marină asociate conflictelor. Un accent deosebit este pus pe cooperarea interdisciplinară, pregătirea operațională, monitorizarea mediului și aplicarea cadrelor juridice internaționale care reglementează protecția mediului în timpul conflictelor armate.

6. Necesități de formare și analiza lacunelor

Regiunea Mării Negre beneficiază de numeroase inițiative de monitorizare a mediului, programe de cercetare și activități educaționale axate pe protecția mediului marin. Cu toate acestea, în pofida acestor eforturi, persistă deficiențe importante care limitează eficacitatea capacităților regionale de prevenire și răspuns la poluarea marină [36]. Analizele realizate în cadrul sarcinilor T5.1 și T5.2 ale proiectului Black Sea SIERRA au arătat că principala provocare nu este lipsa informațiilor, ci fragmentarea, distribuția inegală și integrarea insuficientă a sistemelor de cunoaștere existente.

Între țările riverane Mării Negre există diferențe semnificative în ceea ce privește infrastructura tehnică, coordonarea instituțională, capacitățile de monitorizare, digitalizarea și accesul la formare specializată. Unele instituții dispun de laboratoare avansate, sisteme de monitorizare prin satelit și personal științific cu experiență, în timp ce altele continuă să se confrunte cu limitări privind echipamentele, resursele financiare, interoperabilitatea și expertiza tehnică [37].

Aceste asimetrii reduc coerența regională și îngreunează coordonarea transfrontalieră în timpul incidentelor de poluare marină.

Una dintre principalele deficiențe structurale identificate este predominanța sistemelor de formare fragmentate la nivel național. Programele existente sunt adesea dezvoltate independent, în funcție de prioritățile naționale, și includ rareori metodologii armonizate sau perspective operaționale transfrontaliere [38]. Această situație devine deosebit de problematică în cazul evenimentelor de poluare transfrontalieră, al deversărilor de petrol sau al urgențelor de mediu asociate accidentelor maritime și conflictelor militare.

O altă lacună importantă este integrarea insuficientă a tehnologiilor digitale în sistemele de formare. Gestionarea modernă a poluării marine depinde din ce în ce mai mult de imagini satelitare, platforme GIS, teledetecție, senzori acustici, modele predictive și baze de date de mediu [39]. Cu toate acestea, utilizarea practică a acestor tehnologii rămâne inegală și nu este integrată sistematic în curriculumurile existente. În consecință, numeroși profesioniști întâmpină încă dificultăți în transformarea datelor de mediu în decizii operaționale eficiente.

Analiza necesităților a evidențiat și faptul că multe programe de formare nu abordează în mod adecvat riscurile emergente asociate instabilității geopolitice și activităților militare din Marea Neagră. Educația tradițională privind poluarea marină s-a concentrat în principal asupra poluării industriale, deversărilor accidentale și conservării ecosistemelor, în timp ce conflictele armate recente au introdus amenințări de mediu complet noi, care necesită expertiză specializată [40].

Aceste amenințări includ contaminarea cu muniții explozive, mine navale în derivă, hidrocarburi militare, metale grele provenite din muniții, infrastructură avariată, perturbări acustice subacvatice și deșeuri militare pătrunse în ecosistemele marine. Sistemele educaționale existente nu sunt, în general, pregătite să abordeze astfel de riscuri hibride de mediu și securitate [41]. Prin urmare, curriculumul SIERRA integrează poluarea marină asociată conflictelor în cadre mai largi de guvernanță a mediului și răspuns la situații de urgență.

O altă deficiență este integrarea limitată a schimbărilor climatice în strategiile de prevenire a poluării. Schimbările climatice acționează ca un factor de multiplicare a riscurilor, influențând temperatura mării, salinitatea, eroziunea costieră, furtunile și circulația hidrologică [42]. Aceste schimbări afectează comportamentul

poluanților și cresc vulnerabilitatea ecosistemelor marine și a comunităților costiere. În pofida dovezilor științifice tot mai numeroase, strategiile de adaptare climatică rămân insuficient incluse în multe sisteme de formare.

Proiectul a identificat și deficiențe în aplicarea principiilor economiei circulare în sectoarele maritime. Gestionarea poluării rămâne adesea reactivă, nu preventivă, concentrându-se mai mult pe remediere decât pe reducerea generării de deșeuri, îmbunătățirea sistemelor de reciclare și promovarea modelelor de producție sustenabile [43]. Curriculumul include, prin urmare, abordări ale economiei circulare orientate spre reducerea poluării la sursă.

Lacunele legate de inovare au reprezentat o altă constatare importantă. Tehnologii precum inteligența artificială, sistemele de modelare a mediului, vehiculele subacvatice autonome și materialele geopolymerice pentru remediere prezintă un potențial ridicat de îmbunătățire a protecției mediului marin, însă nivelul de conștientizare și cunoștințele operaționale rămân limitate în rândul multor părți interesate [44]. Curriculumul abordează această problemă prin introducerea tehnologiilor inovatoare și a soluțiilor sustenabile de remediere.

Fragmentarea interdisciplinară a fost, de asemenea, identificată drept o provocare majoră. Guvernanța poluării marine necesită cooperare între științele mediului, inginerie, drept maritim, studii de securitate, ecologie, economie și administrație publică [45]. Totuși, numeroase programe educaționale rămân limitate la granițe disciplinare înguste, reducând capacitatea de învățare integrată și de soluționare multidisciplinară a problemelor.

Proiectul a evidențiat și deficiențe în ceea ce privește conștientizarea publică și implicarea societății. Poluarea marină este percepută adesea în principal ca o problemă tehnică, și nu ca o provocare mai amplă care afectează sănătatea publică, securitatea alimentară, biodiversitatea și stabilitatea regională. Activitățile educaționale destinate comunităților locale și societății civile rămân, prin urmare, insuficient dezvoltate. Curriculumul urmărește consolidarea culturii de mediu și încurajarea unei participări sociale mai largi la protecția mediului marin.

O altă problemă importantă este lipsa metodologiilor standardizate de monitorizare a contaminanților asociați conflictelor. Deși legislația europeană oferă

cadre generale pentru monitorizarea mediului marin, există puține standarde operaționale pentru evaluarea poluanților asociați activităților militare, exploziilor subacvatice sau deșeurilor de război [46]. Programul SIERRA contribuie la dezvoltarea unor metodologii regionale mai coerente pentru monitorizarea acestor poluanți.

Din 2022, conflictul din Marea Neagră a modificat și tiparele traficului maritim și a intensificat activitățile navale, generând noi presiuni asupra mediului. Utilizarea în creștere a dronelor marine, vehiculelor subacvatice autonome și sistemelor de supraveghere a introdus preocupări suplimentare privind poluarea fonică subacvatică și riscurile asupra infrastructurii critice [47].

Cercetările privind poluarea acustică subacvatică sunt încă relativ puțin dezvoltate, în pofida dovezilor științifice tot mai numeroase privind impactul său ecologic. Mamiferele marine, peștii și speciile bentonice sunt foarte sensibile la zgomotul antropic generat de transportul maritim, sistemele sonar, activitățile de foraj și exploziile subacvatice [48]. Monitorizarea continuă a zgomotului subacvatic devine, prin urmare, o componentă esențială a gestionării ecosistemelor marine și a securității maritime.

Curriculumul SIERRA răspunde acestor lacune multiple printr-un cadru de formare cuprinzător, interdisciplinar și operațional. Prin integrarea cunoștințelor științifice, competențelor digitale, culturii juridice, principiilor sustenabilității, inovării tehnologice și abordărilor de gestionare a crizelor, programul urmărește consolidarea pregătirii și rezilienței regionale în bazinul Mării Negre [49].

7. Obiectiv general

Obiectivul general al curriculumului de formare Black Sea SIERRA este consolidarea capacității instituționale, științifice, operaționale și sociale a țărilor riverane Mării Negre de a preveni, monitoriza, gestiona și reduce poluarea marină prin abordări integrate, interdisciplinare și transfrontaliere. Programul urmărește creșterea nivelului de pregătire atât pentru scenariile convenționale de poluare, cât

și pentru cele emergente, inclusiv cele asociate activităților industriale, transportului maritim, schimbărilor climatice, acumulării deșeurilor marine și conflictelor armate.

Cadrul de formare a fost conceput ca un instrument strategic de consolidare a capacităților, capabil să sprijine sustenabilitatea și reziliența pe termen lung a bazinului Mării Negre. Prin combinarea științelor mediului, tehnologiilor digitale, guvernanței maritime, studiilor juridice, soluțiilor inginerești și metodologiilor operaționale de gestionare a crizelor, curriculumul urmărește să ofere participanților competențele necesare pentru abordarea provocărilor tot mai complexe ale mediului marin.

O ambiție centrală a programului este consolidarea unei culturi regionale a cooperării între autoritățile publice, instituțiile științifice, agențiile maritime, universități, structurile de răspuns la urgențe și organizațiile societății civile care activează în regiunea Mării Negre. Curriculumul contribuie, prin urmare, nu doar la transferul de cunoștințe tehnice, ci și la crearea unor limbaje operaționale comune, a unor metodologii comune de monitorizare și a unor capacități de răspuns armonizate dincolo de frontierele naționale [50].

Un accent deosebit este pus pe consolidarea capacității părților interesate de a interpreta riscurile de mediu în contextul mai amplu al guvernanței sustenabile a economiei albastre. Conceptul de economie albastră a devenit tot mai important în politicile europene și internaționale de mediu, promovând utilizarea sustenabilă a resurselor marine pentru creștere economică, incluziune socială și conservarea ecosistemelor. Cu toate acestea, regiunea Mării Negre continuă să se confrunte cu provocări serioase legate de supraexploatarea resurselor, pierderea biodiversității, poluare, instabilitate geopolitică și coordonare instituțională insuficientă. Curriculumul SIERRA abordează aceste preocupări prin promovarea unor metode de gestionare sustenabilă capabile să concilieze dezvoltarea economică și obiectivele de protecție a mediului [51].

Programul de formare urmărește și sprijinirea punerii în aplicare a obligațiilor juridice europene și internaționale privind protecția mediului marin. Participanții trebuie să dobândească o înțelegere mai aprofundată a principalelor instrumente juridice care reglementează prevenirea poluării marine, siguranța maritimă,

răspunderea pentru mediu, conservarea biodiversității și protecția mediului în timpul conflictelor armate. Printre acestea se numără Convenția Organizației Națiunilor Unite asupra dreptului mării (UNCLOS), Convenția MARPOL, Directiva-cadru privind apa, Directiva-cadru „Strategia pentru mediul marin”, Convențiile de la Geneva și protocoalele lor adiționale, precum și Principiile Comisiei de Drept Internațional privind protecția mediului în legătură cu conflictele armate [52].

Un alt obiectiv esențial este promovarea elaborării politicilor pe baze științifice și a deciziilor operaționale fundamentate pe dovezi. Programul urmărește îmbunătățirea capacității participanților de a utiliza date de mediu, sisteme digitale de monitorizare, sisteme informatice geografice (GIS), observații satelitare, măsurători acustice subacvatice și analize de laborator în cadrul gestionării mediului și al răspunsului la situații de urgență. Astfel de competențe sunt tot mai necesare, având în vedere complexitatea crescândă a amenințărilor asupra mediului marin și digitalizarea accelerată a sistemelor de guvernanță a mediului.

Curriculumul SIERRA contribuie și la consolidarea rezilienței față de consecințele de mediu ale instabilității geopolitice și conflictelor militare din regiunea Mării Negre. Evenimentele recente au demonstrat că războaiele pot genera efecte grave și de lungă durată asupra mediului prin distrugerea infrastructurii, contaminarea provenită din muniții, deversări de petrol, deșeuri marine, explozii subacvatice și perturbarea sistemelor de guvernanță a mediului. Prin urmare, programul de formare urmărește integrarea considerentelor privind protecția mediului în cadre mai largi de securitate și gestionare a crizelor, dezvoltând pregătirea pentru riscurile hibride de mediu și securitate.

O dimensiune la fel de importantă a programului este promovarea educației interdisciplinare și a inovării. Sistemele existente de formare privind poluarea marină sunt adesea fragmentate între diferite domenii, ceea ce limitează capacitatea profesioniștilor de a înțelege natura interconectată a proceselor ecologice, tehnologice, juridice și socio-economice. Curriculumul SIERRA răspunde acestei provocări prin încurajarea gândirii sistemice, învățării colaborative și abordărilor integrate de soluționare a problemelor, capabile să răspundă scenariilor multidimensionale de poluare marină.

În plus, programul sprijină diseminarea tehnologiilor inovatoare de mediu și a soluțiilor sustenabile de remediere. O atenție deosebită este acordată materialelor avansate, abordărilor economiei circulare, bioinovării, aplicațiilor inteligenței artificiale și soluțiilor ecotehnologice concepute pentru prevenirea sau reducerea efectelor poluării marine. Acest accent pe inovare reflectă importanța tot mai mare a dezvoltării tehnologice sustenabile în politicile europene de mediu și strategiile economiei albastre.

În cele din urmă, obiectivul general al curriculumului este de a contribui la dezvoltarea unei regiuni a Mării Negre mai reziliente, mai cooperative și mai sustenabile din punct de vedere ecologic, capabilă să răspundă eficient atât provocărilor actuale, cât și celor viitoare privind poluarea marină.

8. Obiective specifice

Obiectivele specifice ale curriculumului de formare Black Sea SIERRA derivă direct din vulnerabilitățile de mediu, necesitățile instituționale și lacunele operaționale identificate în activitățile analitice ale proiectului. Aceste obiective sunt menite să transforme viziunea strategică amplă a programului în rezultate educaționale concrete, capabile să producă îmbunătățiri măsurabile ale cunoștințelor, competențelor, mecanismelor de coordonare și pregătirii operaționale în întregul bazin al Mării Negre.

Unul dintre obiectivele principale este dezvoltarea „competențelor albastre”, în conformitate cu Cadrul de competențe BlueComp al Uniunii Europene [53]. Competențele albastre reprezintă ansamblul competențelor necesare pentru susținerea guvernanței sustenabile a oceanelor și a tranzițiilor reziliente ale economiei albastre. În cadrul SIERRA, acestea includ gândirea sistemică, conștientizarea problemelor de mediu, evaluarea sustenabilității, anticiparea strategică, comunicarea interdisciplinară și soluționarea colaborativă a problemelor. Participanții trebuie să dobândească o înțelegere mai aprofundată a ecosistemelor marine ca sisteme socio-ecologice interconectate, ale căror dimensiuni ecologice, economice și sociale nu pot fi abordate separat [54].

Programul urmărește și îmbunătățirea cunoștințelor participanților privind principalele surse de poluare marină care afectează ecosistemul Mării Negre. O atenție deosebită este acordată metalelor grele, hidrocarburilor, deșeurilor marine, microplasticelor, deversărilor de petrol, evacuărilor industriale, contaminanților asociați activităților militare și poluării acustice subacvatice. Prin înțelegerea căilor prin care poluanții circulă în ecosistemele marine și lanțurile trofice, participanții vor fi mai bine pregătiți să evalueze riscurile ecologice, să identifice zonele vulnerabile și să contribuie la strategiile preventive de gestionare a mediului. (INCDPM și UkrSCES)

Un alt obiectiv major este consolidarea competențelor digitale și de gestionare a datelor. Guvernanța modernă a mediului se bazează din ce în ce mai mult pe tehnologii digitale capabile să colecteze, proceseze, vizualizeze și interpreteze volume mari de informații de mediu. Cu toate acestea, persistă lacune semnificative privind utilizarea operațională a acestor tehnologii în rândul părților interesate din regiune. Curriculumul SIERRA urmărește, prin urmare, îmbunătățirea capacității participanților de a utiliza baze de date de mediu, sisteme de monitorizare prin satelit, aplicații GIS, senzori CTD, echipamente de monitorizare acustică, platforme de teledetecție și instrumente digitale de raportare [55].

Dezvoltarea acestor competențe digitale este strâns legată de obiectivul îmbunătățirii capacităților de luare a deciziilor pe baza dovezilor. Urgențele de mediu necesită adesea interpretarea rapidă a unor seturi complexe de date în condiții de incertitudine. Participanții sunt, prin urmare, încurajați să își dezvolte capacitatea de gândire analitică, astfel încât să poată integra mai multe surse de informații de mediu în răspunsuri operaționale coerente.

Un obiectiv specific suplimentar se concentrează asupra consolidării capacităților de sustenabilitate și reziliență în contextul schimbărilor climatice și instabilității mediului. Schimbările climatice reprezintă un factor important de multiplicare a riscurilor de poluare marină în regiunea Mării Negre, prin influențarea temperaturii mării, tiparelor hidrologice, distribuției biodiversității, eroziunii costiere și rezilienței ecosistemelor. Curriculumul promovează, în consecință,

abordări de gestionare adaptivă, capabile să integreze considerentele climatice în strategiile de prevenire și răspuns la poluarea marină. (IO-BAS)

Programul urmărește și consolidarea capacităților instituționale și operaționale pentru abordarea poluării generate de conflictele armate și activitățile militare. Acest obiectiv reflectă recunoașterea tot mai accentuată a faptului că degradarea mediului asociată războiului reprezintă nu doar o problemă ecologică, ci și una umanitară, economică și de securitate. Participanții trebuie să se familiarizeze cu efectele asupra mediului ale minelor navale, explozivilor, hidrocarburilor, deșeurilor militare, detonărilor subacvatice și perturbărilor acustice asociate tehnologiilor moderne de război [56].

Strâns legată de acest obiectiv este necesitatea consolidării culturii juridice privind protecția mediului în timpul conflictelor armate. Curriculumul SIERRA prezintă participanților cadrele juridice internaționale relevante, inclusiv UNCLOS, MARPOL, Convențiile de la Geneva, Convenția de la Haga și principiile PERAC ale Comisiei de Drept Internațional. Participanții sunt încurajați să înțeleagă modul în care aceste instrumente juridice interacționează cu sistemele de guvernanță a mediului și mecanismele operaționale de răspuns. Curriculumul urmărește și îmbunătățirea capacităților privind monitorizarea mediului și metodologiile de evaluare ecologică. Un accent deosebit este pus pe utilizarea speciilor bioindicatoare relevante pentru ecosistemul Mării Negre, inclusiv Mytilus galloprovincialis, Rapana venosa și Pontogammarus maeoticus. Aceste organisme oferă informații valoroase privind nivelurile de contaminare, starea de sănătate a ecosistemului și modificările de mediu pe termen lung [57]. Prin exerciții practice și module științifice, participanții sunt familiarizați cu protocoalele de monitorizare, tehnicile de prelevare, analizele de laborator și metodologiile de evaluare a mediului bazate pe standarde europene și internaționale. (TUIASI și MBNAR)

Un alt obiectiv important este promovarea principiilor economiei circulare și a abordărilor de gestionare sustenabilă a resurselor în sectoarele maritime și costiere. Prevenirea poluării marine nu se poate baza exclusiv pe măsuri de remediere ulterioare incidentelor; aceasta necesită și schimbări sistemice în modelele de producție, consum, gestionare a deșeurilor și utilizare a resurselor. Curriculumul îi

încurajează, prin urmare, pe participanți să analizeze strategii de reducere a generării poluării la sursă prin reciclare, valorificarea deșeurilor, pescuit sustenabil, practici de proiectare ecologică și soluții inovatoare ale bioeconomiei.

Inovarea și dezvoltarea tehnologică reprezintă piloni suplimentari ai obiectivelor programului. Curriculumul promovează conștientizarea privind tehnologiile avansate de remediere, inclusiv materialele geopolymerice inteligente, concepute pentru reducerea poluării și refacerea ecosistemelor. Astfel de tehnologii reprezintă instrumente promițătoare pentru eforturile viitoare de protecție a mediului, în special în mediile marine puternic contaminate.

Cooperarea interdisciplinară și coordonarea părților interesate reprezintă, de asemenea, obiective educaționale centrale. Incidentele de poluare marină implică, de regulă, mai multe instituții care activează în sectoare administrative și la niveluri de guvernanță diferite. Răspunsurile eficiente depind, prin urmare, de capacitatea de comunicare, coordonare și schimb de informații între autorități, experți științifici, structuri de intervenție și actori ai societății civile. Curriculumul SIERRA urmărește consolidarea acestor capacități de colaborare prin exerciții de grup, simulări bazate pe scenarii și metodologii participative de învățare. (ORDU)

Toate programele urmăresc, de asemenea, sprijinirea diseminării conștientizării problemelor de mediu în rândul unor grupuri sociale mai largi, inclusiv studenți, cercetători, ONG-uri, comunități locale și organizații ale societății civile. Conștientizarea publică și cultura de mediu sunt considerate componente esențiale ale protecției pe termen lung a ecosistemelor marine și ale dezvoltării sustenabile.

În cele din urmă, curriculumul de formare SIERRA urmărește să contribuie la apariția unei culturi regionale comune privind mediul în bazinul Mării Negre. Prin promovarea cooperării între părțile interesate din România, Bulgaria, Turcia, Ucraina și Italia, programul sprijină dezvoltarea treptată a unor perspective comune, metodologii partajate și abordări coordonate ale guvernanței mediului marin. În acest sens, curriculumul contribuie nu doar la educația profesională, ci și la procese mai ample de integrare regională, consolidare a rezilienței și diplomație de mediu.

9. Grupuri-țintă (GT)

Curriculumul de formare Black Sea SIERRA este conceput pentru a răspunde necesităților unei game foarte diverse de grupuri-țintă, reflectând complexitatea guvernanței mediului marin în bazinul Mării Negre. Prevenirea poluării marine și răspunsul la aceasta necesită cooperarea multor actori instituționali care activează la niveluri diferite de guvernanță, în discipline științifice și sectoare operaționale diverse și la scări geografice diferite. În consecință, programul adoptă o abordare amplă și incluzivă în selectarea participanților, recunoscând că protecția eficientă a mediului poate fi realizată numai prin implicarea coordonată a mai multor categorii de părți interesate.

Principalele grupuri-țintă includ autoritățile naționale și regionale responsabile de guvernanța mediului, reglementarea maritimă, răspunsul la situații de urgență și gestionarea zonelor costiere. Aceste instituții au un rol central în aplicarea legislației de mediu, coordonarea operațiunilor de răspuns la poluare, monitorizarea stării ecosistemelor și asigurarea respectării standardelor europene și internaționale de mediu.

Diversitatea grupurilor-țintă reflectă filosofia interdisciplinară care stă la baza curriculumului. Poluarea marină nu reprezintă doar o problemă științifică sau tehnică, ci o provocare multidimensională de guvernanță, care implică dimensiuni ecologice, economice, juridice, sociale, tehnologice și geopolitice. Prin urmare, răspunsurile eficiente necesită participarea activă a părților interesate care dețin forme diferite de expertiză și experiență operațională.

9.1 România

În România, instituțiile relevante includ Ministerul Mediului, Apelor și Pădurilor, Agenția Națională pentru Protecția Mediului, Garda Națională de Mediu, Administrația Națională „Apele Române” și Administrația Rezervației Biosferei Delta Dunării. Aceste autorități sunt implicate direct în monitorizarea mediului,

prevenirea poluării, gestionarea apelor, conservarea biodiversității și punerea în aplicare a politicilor de mediu [58].

Actorii operaționali responsabili de siguranța maritimă și intervenția în situații de urgență constituie, de asemenea, grupuri-țintă esențiale. Instituții precum Autoritatea Navală Română, Forțele Navale Române, Garda de Coastă, autoritățile portuare și Inspectoratul General pentru Situații de Urgență au responsabilități directe privind securitatea maritimă, prevenirea accidentelor, limitarea poluării și gestionarea crizelor în mediile costiere și marine.

9.2 Bulgaria

Structuri instituționale similare sunt reprezentate în componenta bulgară a programului. Participanții bulgari includ reprezentanți ai Ministerului Mediului și Apelor, Ministerului Transporturilor și Comunicațiilor, Ministerului Agriculturii și Alimentației, Agenției Executive „Administrația Maritimă”, Direcției Bazinale a Mării Negre – Varna, Direcției Generale „Siguranță la incendii și protecție civilă”, Poliției de Frontieră/Gărzii de Coastă din Bulgaria și Forțelor Navale Bulgare. Aceste instituții contribuie cu expertiză privind guvernanța maritimă, monitorizarea mediului, pregătirea pentru situații de urgență și operațiunile de securitate națională în zonele marine.

Factorii de decizie și administratorii publici reprezintă o altă categorie importantă de participanți. Guvernanța eficientă a mediului marin necesită factori de decizie capabili să integreze dovezile științifice, obligațiile juridice, considerentele socio-economice și constrângerile operaționale în cadre coerente de politici publice. Instituțiile participante includ Academia Bulgară de Științe, Institutul de Oceanologie, Institutul pentru Biodiversitate și Cercetarea Ecosistemelor, universități tehnice, academii navale și centre de cercetare a mediului din țările participante [59]. Curriculumul urmărește, prin urmare, sprijinirea proceselor de elaborare a politicilor pe baza dovezilor și consolidarea capacității administrațiilor publice de a aborda provocările complexe de mediu.

9.3 Turcia

Sunt vizate în mod specific și părțile interesate care activează în sectoarele economiei albastre. Acestea includ reprezentanți ai pescuitului, transportului maritim, turismului, gestionării porturilor, industriilor offshore, operatorilor de infrastructură costieră și sectoarelor de gestionare a deșeurilor. Deoarece activitățile economice reprezintă atât factori care generează poluare marină, cât și componente esențiale ale dezvoltării regionale, implicarea lor în inițiativele de protecție a mediului este considerată fundamentală.

Instituțiile de cercetare, universitățile și organizațiile științifice reprezintă un alt grup-țintă central. Programul implică activ cercetători, oameni de știință, cadre didactice universitare, doctoranzi și studenți din instituții specializate în științe marine, ingineria mediului, drept maritim, ecologie, oceanografie, chimia mediului și studii de sustenabilitate.

9.4 Ucraina

Includerea studenților și cercetătorilor aflați la începutul carierei reflectă viziunea educațională pe termen lung a programului. Dezvoltarea expertizei viitoare în guvernanța mediului marin necesită investiții în următoarea generație de oameni de știință, ingineri, factori de decizie și profesioniști operaționali, capabili să abordeze provocările de mediu ale viitorului.

Organizațiile societății civile, ONG-urile, experții tehnici și activiștii de mediu sunt, de asemenea, considerați grupuri-țintă importante. Actorii neguvernamentali au adesea roluri semnificative în campaniile de conștientizare publică, advocacy de mediu, inițiative de știință cetățenească, mobilizare comunitară și activități independente de monitorizare a mediului. Participarea lor contribuie la consolidarea implicării societății și la promovarea unei responsabilități mai largi față de mediu în comunitățile costiere.

Programul recunoaște și importanța tot mai mare a colaborării interdisciplinare între sectoarele civil și militar în abordarea riscurilor asupra mediului marin asociate conflictelor armate. În consecință, reprezentanții forțelor navale, gărzilor de coastă,

instituțiilor de apărare și agențiilor de securitate maritimă sunt incluși în grupurile-țintă, în special în modulele privind poluarea acustică subacvatică, contaminanții militari, evaluarea riscurilor maritime și guvernanța securității mediului.

O atenție deosebită este acordată promovării interacțiunii transfrontaliere între participanții din diferite țări riverane Mării Negre. Una dintre principalele deficiențe identificate în analiza necesităților proiectului a fost fragmentarea sistemelor naționale de formare și integrarea limitată a mecanismelor de cooperare transfrontalieră. Prin reunirea participanților cu experiențe instituționale și naționale diferite, curriculumul SIERRA contribuie la dezvoltarea unor rețele comune de cunoaștere și a unor culturi de cooperare regională, capabile să sprijine viitoare inițiative comune de mediu.

10. Format

Curriculumul de formare Black Sea SIERRA se bazează pe o structură educațională flexibilă și multimodală, concepută pentru a maximiza accesibilitatea, adaptabilitatea și eficacitatea operațională în diferite contexte instituționale și geografice [60]. Având în vedere diversitatea părților interesate implicate în guvernanța poluării marine și capacitățile diferite ale instituțiilor participante, programul adoptă o abordare de învățare mixtă, care combină metodele tradiționale de predare cu tehnologiile digitale și instrumentele interactive de formare.

Activitățile de formare pot include, prin urmare, sesiuni față în față, module de învățare online, prezentări PowerPoint, webinare, materiale video educaționale, exerciții practice, demonstrații pe teren, simulări și platforme digitale interactive precum Mentimeter, Educaplay și Google Forms [61]. Această structură flexibilă permite participanților din diferite țări riverane Mării Negre să se implice în program în pofida constrângerilor geografice sau instituționale și, totodată, încurajează cooperarea transfrontalieră și învățarea colaborativă.

Utilizarea metodelor de învățare mixtă reflectă schimbările mai ample din sistemele de învățământ superior și de formare profesională. Digitalizarea a extins oportunitățile de participare la distanță, colaborare interdisciplinară și diseminare

rapidă a cunoștințelor științifice și operaționale [62]. În domeniul guvernanței poluării marine, unde părțile interesate sunt dispersate în diferite regiuni costiere și sectoare, mediile digitale de învățare sunt esențiale pentru menținerea cooperării continue și a activităților de consolidare a capacităților.

În același timp, formarea față în față rămâne o componentă esențială a curriculumului, în special pentru exercițiile practice, demonstrațiile de laborator, discuțiile între părțile interesate și simulările operaționale. Activitățile în persoană încurajează interacțiunea directă, dialogul interdisciplinar și crearea unor rețele profesionale care pot consolida cooperarea regională pe termen lung. Atelierele pot include prelevarea probelor de mediu, exerciții de monitorizare, cartografiere GIS, măsurători acustice, interpretarea datelor și simulări de gestionare a crizelor asociate evenimentelor de poluare marină [63].

Modulele online completează aceste activități, oferind acces flexibil la materiale teoretice, literatură științifică, cursuri înregistrate, documente juridice și resurse digitale. Această structură permite participanților să urmeze programul în funcție de programul lor profesional și asigură actualizarea continuă a conținutului educațional în raport cu evoluțiile științifice și schimbările regionale.

Instrumentele educaționale interactive constituie o altă caracteristică importantă a metodologiei SIERRA. Predarea tradițională bazată pe prelegeri este adesea insuficientă pentru abordarea naturii complexe și multidisciplinare a guvernanței mediului marin [64]. Curriculumul promovează, prin urmare, metode participative de învățare care încurajează implicarea activă, soluționarea colaborativă a problemelor și gândirea critică. Platforme precum Mentimeter și Educaplay susțin teste interactive, discuții în timp real, analiza scenariilor și colectarea feedbackului, îmbunătățind implicarea participanților și rezultatele învățării.

Simulările bazate pe scenarii reprezintă o componentă deosebit de importantă a formării. Incidentele de poluare marină apar adesea în condiții de incertitudine, presiune temporală și complexitate instituțională. Răspunsurile eficiente necesită, prin urmare, nu doar cunoștințe teoretice, ci și capacități practice de luare a deciziilor, comunicare și coordonare. Participanții sunt expuși unor scenarii simulate care implică deversări de petrol, materiale periculoase, deșeuri marine, explozii

subacvatice, mine navale în derivă și urgențe de mediu asociate conflictelor [65]. Aceste exerciții îi ajută să aplice cunoștințele științifice, juridice și operaționale în situații realiste de gestionare a crizelor.

Dimensiunea multilingvă a programului este, de asemenea, esențială. Deși limba engleză este limba principală de instruire, materialele de formare sunt traduse în limbile română, bulgară, ucraineană și turcă pentru a asigura accesibilitatea părților interesate locale și a facilita participarea mai largă în regiune [66]. Educația multilingvă este deosebit de importantă în guvernanța transfrontalieră a mediului, unde comunicarea eficientă între instituții poate îmbunătăți semnificativ răspunsurile coordonate.

Implicarea directă a partenerilor de proiect în calitate de furnizori de formare consolidează suplimentar relevanța practică a curriculumului. Universitățile, institutele de cercetare, academiile navale, autoritățile de mediu și agențiile operaționale contribuie nu doar cu expertiză științifică, ci și cu experiență practică dobândită în activități de monitorizare, proiecte de cercetare și operațiuni de răspuns la situații de urgență [67]. Astfel, programul rămâne strâns legat de provocările reale ale regiunii.

Mecanismele de evaluare sunt integrate pe întregul parcurs al procesului de formare. Rezultatele învățării sunt evaluate prin chestionare, teste, exerciții practice, discuții de grup și sisteme digitale de feedback [68]. Instrumente precum Google Forms sunt utilizate pentru măsurarea dobândirii cunoștințelor, evaluarea satisfacției participanților și identificarea domeniilor care necesită îmbunătățiri. Această abordare adaptivă permite actualizarea continuă a curriculumului în funcție de necesitățile participanților și de riscurile de mediu emergente.

În cele din urmă, structura de formare SIERRA susține sustenabilitatea și posibilitatea extinderii pe termen lung. Prin combinarea resurselor digitale, materialelor multilingve și metodologiilor transferabile, curriculumul poate fi actualizat continuu și, eventual, replicat în alte contexte regionale sau europene de guvernanță marină. În acest mod, programul contribuie nu doar la obiectivele imediate de consolidare a capacităților, ci și la dezvoltarea unor infrastructuri educaționale durabile, care să sprijine viitoare inițiative de cooperare în domeniul mediului.

11. Metodologii de monitorizare și evaluare digitală a mediului

Gestionarea eficientă a poluării marine necesită sisteme avansate de monitorizare, capabile să furnizeze date fiabile și interoperabile. Proiectul SIERRA promovează metodologii integrate care combină prelevarea tradițională a probelor de mediu cu tehnologiile digitale și instrumentele bazate pe date.

Activitățile de monitorizare respectă standarde recunoscute la nivel internațional, precum ISO 5667 pentru prelevarea probelor de apă și evaluarea mediului, asigurând coerența între țări. Campaniile de prelevare vizează apa de mare, sedimentele și materialul biologic din zone cu risc ridicat, precum zonele industriale, porturile, regiunile militare și gurile de vărsare ale râurilor, inclusiv Delta Dunării.

Speciile bioindicatoare, inclusiv Mytilus galloprovincialis, Rapana venosa și Pontogammarus maeoticus, sunt utilizate pentru evaluarea nivelurilor de contaminare și a tendințelor de bioacumulare, datorită sensibilității lor la poluanți.

Tehnologiile digitale au un rol central în cadrul de monitorizare. Sistemele satelitare, teledetecția, GIS, senzorii CTD, dispozitivele acustice și bazele de date de mediu permit observarea continuă și un răspuns mai rapid la evenimentele de poluare.

Inteligența artificială și modelele predictive îmbunătățesc suplimentar gestionarea mediului prin sprijinirea prognozei deversărilor, detectării tiparelor și analizei datelor la scară largă. Integrarea lor consolidează procesul decizional și eficiența operațională.

Proiectul promovează și sisteme regionale interoperabile de monitorizare, baze de date comune și protocoale armonizate, pentru îmbunătățirea cooperării transfrontaliere și a capacității de răspuns în întregul bazin al Mării Negre.

Concluzii

Proiectul Black Sea SIERRA reprezintă o inițiativă regională importantă, care urmărește consolidarea capacității de prevenire, monitorizare și răspuns la poluarea marină într-unul dintre cele mai sensibile bazine marine din Europa din punct de vedere ecologic și geopolitic. Curriculumul de formare elaborat în cadrul sarcinii T5.5 oferă un cadru educațional integrat, capabil să abordeze atât provocările convenționale, cât și pe cele emergente de poluare care afectează ecosistemul Mării Negre.

Complexitatea mediului Mării Negre necesită răspunsuri interdisciplinare coordonate, care să implice instituții științifice, autorități publice, agenții operaționale, societatea civilă și părțile interesate din economia albastră. Presiunile industriale, acumularea deșeurilor marine, contaminarea cu metale grele, deversările de petrol, schimbările climatice și poluarea asociată conflictelor interacționează într-un ecosistem semiînchis fragil, caracterizat prin reziliență limitată și interdependențe transfrontaliere puternice.

O importanță deosebită este acordată consecințelor de mediu tot mai grave ale conflictelor armate din regiune. Activitățile militare, exploziile subacvatice, minele în derivă, infrastructura avariată, eliberările de hidrocarburi și perturbările acustice subacvatice au introdus noi categorii de riscuri de mediu, care necesită metodologii specializate de monitorizare, cadre juridice și capacități de pregătire operațională.

Prin urmare, proiectul promovează o abordare cuprinzătoare și orientată spre viitor, care combină științele mediului, inovarea digitală, guvernanța marină, principiile sustenabilității și cooperarea regională. Prin integrarea sistemelor digitale de monitorizare, aplicațiilor inteligenței artificiale, învățării bazate pe scenarii și mecanismelor de coordonare transfrontalieră, curriculumul de formare contribuie la consolidarea rezilienței instituționale și pregătirii operaționale în întregul bazin al Mării Negre.

În același timp, proiectul este aliniat priorităților europene mai ample de mediu, inclusiv Pactului verde european, Planului de acțiune privind reducerea poluării la zero, Directivei-cadru „Strategia pentru mediul marin” și Obiectivului de Dezvoltare

Durabilă 14 privind conservarea și utilizarea sustenabilă a oceanelor și resurselor marine [69]. Accentul pus pe abordările economiei circulare, sustenabilitate, reziliența mediului și inovarea tehnologică reflectă necesitatea unor strategii adaptive de guvernanță pe termen lung, capabile să răspundă amenințărilor de mediu aflate în rapidă evoluție.

În cele din urmă, curriculumul de formare Black Sea SIERRA urmărește nu doar îmbunătățirea competențelor tehnice, ci și sprijinirea dezvoltării unei culturi regionale comune a responsabilității față de mediu, cooperării științifice și guvernanței marine sustenabile. Cunoștințele generate prin această inițiativă pot contribui la viitoare eforturi europene de cooperare și pot oferi un model valoros pentru gestionarea integrată a poluării marine în alte bazine maritime vulnerabile.

Referințe bibliografice

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. TUDAV, A War in the Black Sea and its Effects on Marine Environment (2022).
10. Zoï Environment Network, Green Recovery of the Black Sea (2025).
11. Oros, "Monitoring and Assessment of Heavy Metals in the Romanian Black Sea Ecosystem" (2019).
12. ITLOS, Advisory Opinion on Obligations of States in Respect of Climate Change (2024).
13. CEOBS, Evidencing a Recovery Plan for Black Sea Dolphins (2024).
14. Holmes, Carey & Lynch, "An Overview of Unmanned Underwater Vehicle Noise" (2010); Helal et al., "Advancing Glider-Based Acoustic Measurements" (2024).
15. Alexandrova et al., "Microplastic Bioaccumulation and Oxidative Stress in Key Species of the Bulgarian Black Sea" (2025); Glevitzky et al. (2025).
16. 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).
17. 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).
18. UWECG, War and the Sea: How Hostilities Threaten the Coastal and Marine Ecosystems of the Black and Azov Seas (2022); Carnegie Endowment for International 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).
19. 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).

20. 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).
21. ACCOBAMS Scientific Committee, Post-War Recovery Plan for Black Sea Cetaceans (2024); CEOBS, Evidencing a Recovery Plan for Black Sea Dolphins (2024).
22. European Commission, BlueComp – the EU's Flagship Competence Framework for the Blue Economy (2025).
23. 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).
24. 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).
25. 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).
26. TUDAV, A War in the Black Sea and its Effects on Marine Environment (2022).
27. Oros et al., "Recent Findings on the Pollution Levels in the Romanian Black Sea Ecosystem" (2024).
28. Ristea et al. (2025); Dvorak et al., "Vulnerability Assessment of Wild Fish Population to Heavy Metals in Military Training Area" (2020).
29. Alexandrova et al., "Microplastic Bioaccumulation and Oxidative Stress" (2025); Glevitzky et al. (2025); Stoica et al. (2021).
30. Carnegie Endowment for International Peace. Tackling the Russia-Ukraine War's Environmental Damage in the Black Sea. 2025.
31. Lieber Institute West Point. Damn the Torpedoes: Naval Mines in the Black Sea. 2022.
32. Atake, I. et al. Operational Oil Spill Monitoring and Forecasting in the Kerch Strait Accident. EGU General Assembly, 2025.
33. 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.
34. ITLOS (2024).
35. Science Magazine. Wartime Destruction of Ukraine Dam Has Set Off a 'Time Bomb'. 2024.
36. Zoï Environment Network, Green Recovery of the Black Sea (2025); UWECG, War and the Sea (2022).
37. European Commission, BlueComp – the EU's Flagship Competence Framework for the Blue Economy (2025).
38. ACCOBAMS Scientific Committee, Post-War Recovery Plan for Black Sea Cetaceans (2024).
39. 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).
40. Carnegie Endowment for International Peace, Tackling the Russia-Ukraine War's Environmental Damage in the Black Sea (2025).

41. GICHD, Guide to Explosive Ordnance Pollution of the Environment (2021); Belden et al. (2018).
42. ITLOS, Advisory Opinion on Obligations of States in Respect of Climate Change (2024).
43. United Nations, Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development (2015).
44. Closset et al., Use of Underwater Gliders on Marine Surveillance and Observations (2025); Wang et al., "Acoustics-Driven Performance Enhancement in Underwater Vehicles" (2026).
45. INDEMER, The Obligation of States to Protect and Preserve the Marine Environment (2023).
46. International Law Commission, PERAC (2022); ISO, ISO 5667 Water Quality Standards.
47. Lieber Institute West Point, "Damn the Torpedoes" (2022); Dianwei Liu et al., "Underwater Acoustic Targets Tracking Method for Autonomous Docking of AUVs" (2025).
48. Holmes, Carey & Lynch (2010); Helal et al. (2024); Silva et al., "Measuring Underwater Noise with High Endurance Surface and Underwater Autonomous Vehicles" (2013).
49. European Commission, BlueComp (2025).
50. Black Sea SIERRA Project Consortium Documentation, 2025.
51. European Commission, Blue Economy Report, 2025.
52. International Law Commission, PERAC Principles, 2022.
53. 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/
54. Ibid.
55. Marine Strategy Framework Directive (2008/56/EC).
56. Conflict and Environment Observatory (CEOBS), Environmental Consequences of the Ukraine Conflict, 2024.
57. Apetroaei, M.R. et al., "Significance of Bioindicators in Evaluating Pollution Factors on the omanian Black Sea Coast", 2024.
58. Romanian Ministry of Environment, Waters and Forests, Institutional Framework Documentation.
59. Bulgarian Academy of Sciences, Institute of Oceanology Reports, 2025.
60. Ibid
61. Ibid.
62. United Nations, 2030 Agenda for Sustainable Development (2015).
63. Closset et al. (2025); Ivanova et al. (2025).
64. ACCOBAMS Scientific Committee (2024).
65. Atake et al. (2025); CEOBS, Evidencing a Recovery Plan for Black Sea Dolphins (2024).
66. European Commission, BlueComp (2025).
67. ACCOBAMS Scientific Committee (2024).
68. European Commission, BlueComp (2025).
69. United Nations. Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development. 2015.