

PROMOVAREA CERCETĂRII ȘI INOVĂRII LA MAREA NEAGRĂ

PENTRU O ECONOMIE ALBASTRĂ DURABILĂ



BRIDGE Black Sea (BRIDGE-BS)

BRIDGE-BS a fost un proiect Horizon 2020 care a avansat capacitatea de cercetare și inovare marină a Mării Negre pentru a dezvolta concomitent căi ale economiei albastre sub factori multipli de stres pentru utilizarea durabilă a serviciilor ecosistemice. A dezvoltat un cadru de management bazat pe ecosistem pentru a facilita adoptarea politicilor și pentru a încuraja implicarea cetățenilor. Proiectul s-a derulat în perioada iunie 2021 - noiembrie 2025.

Organizații partenere BRIDGE-BS

Consortiul a fost format din 31 de parteneri din 14 țări:



Introducere

Marea Neagră este un bazin semi-închis, cu 10 râuri mari care se varsă în acesta. Are o adâncime maximă de 2.210 m și este cel mai mare corp de apă anoxic-sulfidic¹ de pe Pământ. Cu habitate unice, resurse abundente și patrimoniu cultural bogat, Marea Neagră este vitală pentru comunitățile sale de coastă și pentru cei > 160 de milioane de oameni care locuiesc în bazinele sale hidrografice. Serviciile ecosistemice² din Marea Neagră sprijină o economie albastră³ vibrantă, cu noi inovații tehnologice care oferă un potențial semnificativ de a-i spori și mai mult durabilitatea.

Mai mulți factori de stres au un impact negativ asupra Mării Negre, inclusiv cei legați de schimbările climatice (adică încălzirea, acidifierea, dezoxigenarea), precum și eutrofizarea, deșeurile marine, poluarea chimică, pescuitul excesiv, introducerea de specii străine invazive și impactul aferente războiului⁴. Acestea duc la pierderea biodiversității și reprezintă o amenințare la adresa rezilienței socio-ecologice⁵. Între anii 1970 și începutul anilor 1990, pescuitul excesiv, poluarea cu nutrienți și răspândirea speciilor invazive au dus la slăbirea rezilienței ecosistemului Mării Negre, provocând declinul resurselor piscicole, eutrofizarea pe scară largă și accentuarea procesului de dezoxigenare.

Cu toate acestea, ecosistemul s-a stabilizat și s-a recuperat parțial începând cu anii 2000⁶, probabil ca urmare a unei gestionări mai eficiente, deși este încă departe de starea sa mai sănătoasă din trecut.

Bazându-se pe proiectele și inițiativele trecute și actuale, BRIDGE Black Sea (BRIDGE-BS) a dezvoltat noi instrumente și capacități pentru a prezice impactul pe termen lung și riscurile emergente cauzate de factori multipli de stres. Acest demers permite identificarea unui spațiu operațional sigur, care respectă limitele ecosistemului, în cadrul căruia o economie albastră durabilă (sustainable blue economy) poate prospera. Printre elementele-cheie se numără inovații în monitorizarea mediului, integrarea datelor, modelarea scenariilor climatice, analiza rezilienței ecosistemelor Mării Negre, a serviciilor ecosistemice și a punctelor critice⁷ ale acestora, precum și evaluări de risc menite să sprijine managementul bazat pe ecosistem. Prin dezvoltare concomitentă cu comunitățile locale și factorii de decizie politică, au fost identificate măsuri-cheie de gestionare pentru o Marea Neagră rezilientă și productivă cu scopul de a asigura sustenabilitatea pe termen lung (până în 2050 și 2100) a economiei albastre a Mării Negre.

¹ Îi lipsește oxigenul în apele sale inferioare (adică este anoxică) și este bogată în hidrogen sulfurat, un gaz toxic produs de microbi în condiții anoxice.

² Beneficiile oferite de procesele, funcțiile și structura mediului marin care contribuie direct sau indirect la bunăstarea societății, la sănătate și la activitățile economice (<https://www.marineboard.eu/valuing-marine-ecosystems>).

³ Industriile bine stabilite în Marea Neagră includ transportul maritim, transportul, operațiunile portuare și logistica, construcțiile și reparațiile navale, pescuitul și acvacultura și turismul. Industriile emergente includ energia și resursele din larg, biotehnologia albastră, apărarea și securitatea maritimă.

⁴ Pentru mai multe informații despre poluarea asociată războiului în Marea Neagră, a se vedea: <https://black-sea-maritime-agenda.ec.europa.eu/safeguarding-black-sea-region-results-regional-roundtable-war-related-pollution>

⁵ Capacitatea sistemelor naturale și socio-economice de a persista, de a se adapta sau de a se transforma atunci când se confruntă cu perturbații, menținându-și în același timp funcțiile esențiale (<https://www.marineboard.eu/publications/building-coastal-resilience-europe> p14).

⁶ <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27643946/>

⁷ Punctul critic în care se declanșează o tranziție către o nouă stare și o revenire la starea anterioară este dificilă sau imposibilă (<https://www.marineboard.eu/publications/building-coastal-resilience-europe>).

Noi cunoștințe și instrumente predictive pentru evaluarea riscurilor cauzate de factori multipli de stres

Expedițiile, studiile și rezultatele modelărilor realizate în cadrul BRIDGE-BS au oferit o înțelegere actualizată a stării actuale a Mării Negre și a impactului factorilor de stres multipli. Site-urile pilot (Figura 1) au fost utilizate ca puncte focale pentru cercetare și de asemenea, s-au studiat diverse zone offshore. În plus, s-au elaborat metode armonizate de monitorizare marină pentru implementarea la nivelul întregii regiuni.

Evaluările de mediu⁸ arată că:

- Marea Neagră s-a încălzit cu cel puțin 2,6 °C din 1980, adică mai rapid decât media globală de 0,6 °C;

- Datele preliminare din vestul Mării Negre indică faptul că nivelurile de nitrați au scăzut de la 8 la 5 μm între 1988 și 2022, însă evenimente locale de eutrofizare continuă să apară;
- Marea Neagră rămâne săracă în oxigen, iar încălzirea viitoare⁹ ar putea micșora și mai mult stratul superior bogat în oxigen; și
- Hidrogenul sulfurat toxic este prezent la o adâncime de 80 m în părțile centrale ale Mării Negre, prezentând un risc pentru sectoarele economiei albastre. Cu toate acestea, afluxul de apă bogată în oxigen din Marea Mediterană limitează acumularea acestuia și ar trebui inclus în bugetele viitoare de oxigen pentru a anticipa mai bine riscurile.

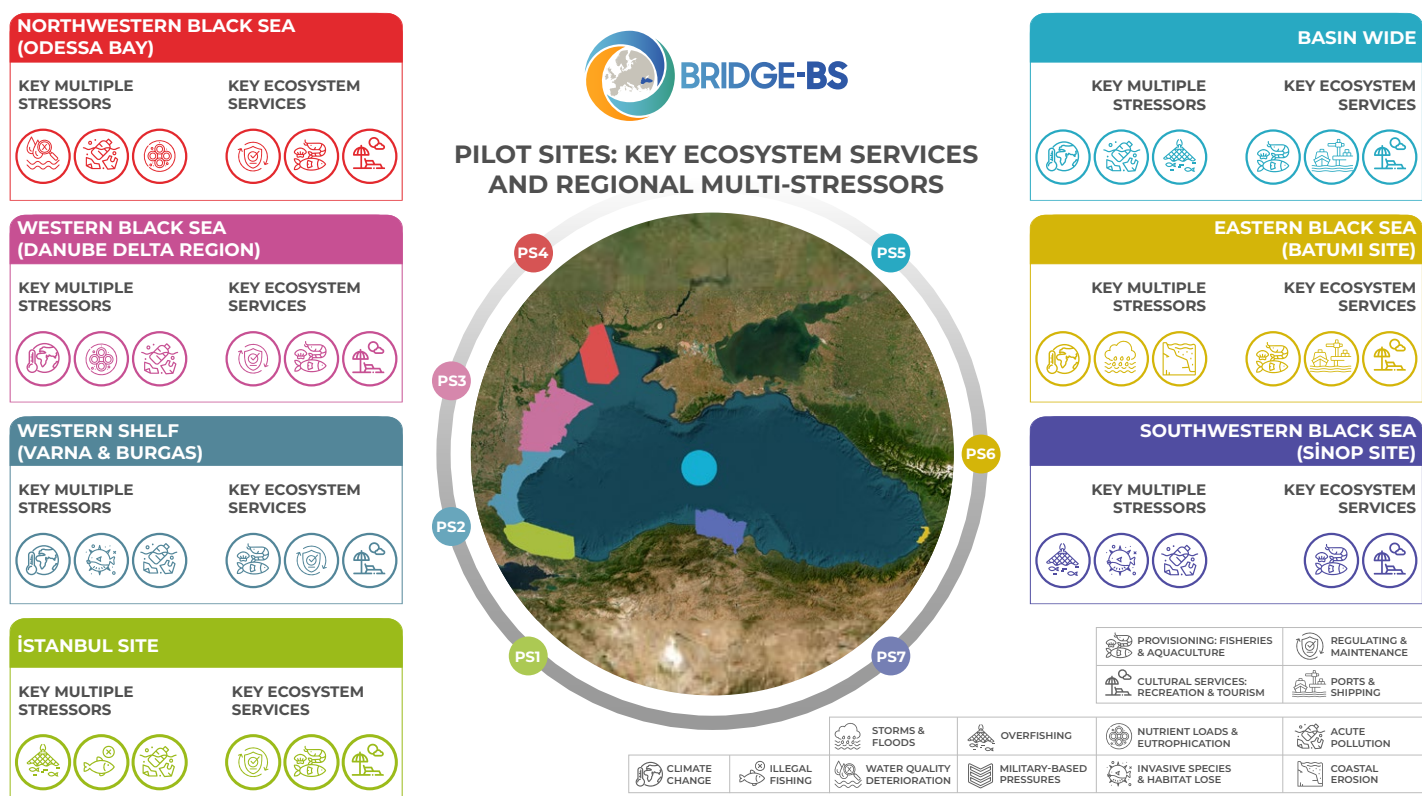


Figura 1: Situri pilot (pilot sites) s-au utilizat ca puncte focale pentru cercetare, implicarea părților interesate și dezvoltarea de scenarii durabile privind economia albastră. Fiecare locație are servicii ecosistemice (ecosystem services) și factori de stres unici. De asemenea, s-au efectuat evaluări la nivel de bazin.

⁸ Livrabil 5.2: <https://doi.org/10.5281/zenodo.17229148>

⁹ Pentru o explicație a legăturii dintre încălzire și dezoxigenare, consultați pag. 12: <https://www.marineboard.eu/publications/ocean-oxygen>

Potențialul biotehologic¹⁰ al resurselor marine din Marea Neagră a fost demonstrat prin identificarea a mii de enzime provenite din microorganisme din sedimente cu potențial pentru utilizare în procese industriale precum biorafinare, bioremediere, industria farmaceutică, și prelucrarea și procesarea alimentelor (de exemplu, oxidarea sulfului, denitrificarea).

O **evaluare a rezilienței la nivelul întregului bazin**¹¹ a arătat că ecosistemul Mării Negre a depășit un punct critic în jurul anului 2005. Începând cu sfârșitul anilor 1980, ecosistemul s-a caracterizat prin eutrofizare, un număr mare de meduze și un număr scăzut de zooplancton și pești. După 2005, stocurile de pește au început să se refacă, iar nivelurile de fitoplancton și meduze au scăzut, indicând o trecere către recuperarea parțială, îmbunătățirea sănătății și un ecosistem mai rezilient, susținut de o gestionare mai bună și schimbări pozitive în structura ecosistemului. Cu toate acestea, atingerea punctelor critice viitoare este încă posibilă dacă temperaturile continuă să crească. Evaluările inițiale bazate pe datele privind capturile de pește arată diferențe în dinamica punctelor critice între nord-vestul și sudul Mării Negre; prin urmare, sunt necesare evaluări ale rezilienței atât la scară de bazin, cât și la scară locală. Acest lucru va necesita cercetări suplimentare privind funcționarea și serviciile ecosistemice la scară locală și regională, îmbunătățirea monitorizării locale și a schimbului de date și o mai bună utilizare a teledetecției și a datelor modelate.

Pentru a trece la un sistem integrat de avertizare timpurie uscat-mare eficient din punct de vedere al costurilor care să acopere factori de stres multipli (multi-stressors), BRIDGE-BS a testat și verificat utilizarea unei combinații de **tehnologii cu senzori inteligenți**¹² (Figura 2). Aceștia au arătat o fezabilitate ridicată pentru adoptare și un nivel de pregătire tehnologică suficient pentru implementare la scară operațională completă. Se recomandă o abordare adaptată pentru integrarea acestor metode în sistemele de observare și programele naționale de monitorizare. Tehnologiile cu senzori testate includ:

- Senzori biogeochimici (biogeochemical sensors) pentru pH, dioxid de carbon și hidrogen sulfurat (hydrogen sulphide) adaptați la condițiile de mediu ale Mării Negre. Aceștia pot fi utilizați de autoritățile locale, programele naționale de monitorizare și sectoarele offshore pentru a ajuta la gestionarea riscurilor legate de schimbările climatice;
- eDNA¹³ ca metodă neinvazivă, rapidă și rentabilă pentru evaluarea biodiversității¹⁴. Această metodă poate completa tehnicile tradiționale de traulare ca parte a programelor de monitorizare care sprijină conservarea, gestionarea durabilă a pescuitului și identificarea zonelor care necesită măsuri de protecție;
- Metabarcodarea ADN-ului¹⁵ (DNA metabarcoding) ca instrument de monitorizare rapidă a biodiversității fitoplanctonului (phytoplankton) și a speciilor de microalge dăunătoare (HAB), cu o sensibilitate mai mare în identificarea taxonomică decât abordările tradiționale bazate pe microscopie. Acest lucru poate îmbunătăți evaluările biodiversității efectuate de agențiile de mediu și autoritățile de monitorizare;
- O combinație de metodologii acustice subacvatice și drone aeriene pentru detectarea rapidă și neinvazivă a meduzelor, care pot fi aplicate activităților de monitorizare (jellyfish monitoring);
- Explorarea metagenomică¹⁶ a unor enzime noi cu potențial biotehologic care pot fi dezvoltate pentru aplicații industriale; și
- Platforme autonome, cum ar fi planoare (glider) și scanfish (radar de pești) și platforme fixe (benthic) conectate la platforme mobile cu tehnologii Internet of Things (IoT)¹⁷.

¹⁰ Livrabil 5.4: <https://doi.org/10.5281/zenodo.17229461>

¹¹ Livrabilul 3.2 va fi disponibil la <https://zenodo.org/communities/bridge-bs/records?q=&l=list&p=1&s=10>

¹² Livrabilul 5.5 va fi disponibil la <https://zenodo.org/communities/bridge-bs/records?q=&l=list&p=1&s=10>

¹³ Material genetic obținut din probe de mediu, cum ar fi sedimente sau apă, fără semne evidente de material ca sursă biologică. Este utilizat ca indicator al prezenței speciilor.

¹⁴ Livrabilul 5.3 va fi disponibil la <https://zenodo.org/communities/bridge-bs/records?q=&l=list&p=1&s=10>

¹⁵ Secvențierea „codurilor de bare” genetice pentru identificarea speciilor dintr-o probă de mediu (de exemplu, probe de apă sau sedimente care conțin eDNA) și este capabilă să identifice simultan mai multe specii (adică comunități) și abundența acestora.

¹⁶ Studiul structurii și funcției ADN-ului de la toate organismele dintr-o probă de mediu.

¹⁷ O rețea de obiecte subacvatice inteligente, interconectate, care permit monitorizarea unor zone vaste, neexplorate ale Oceanului.

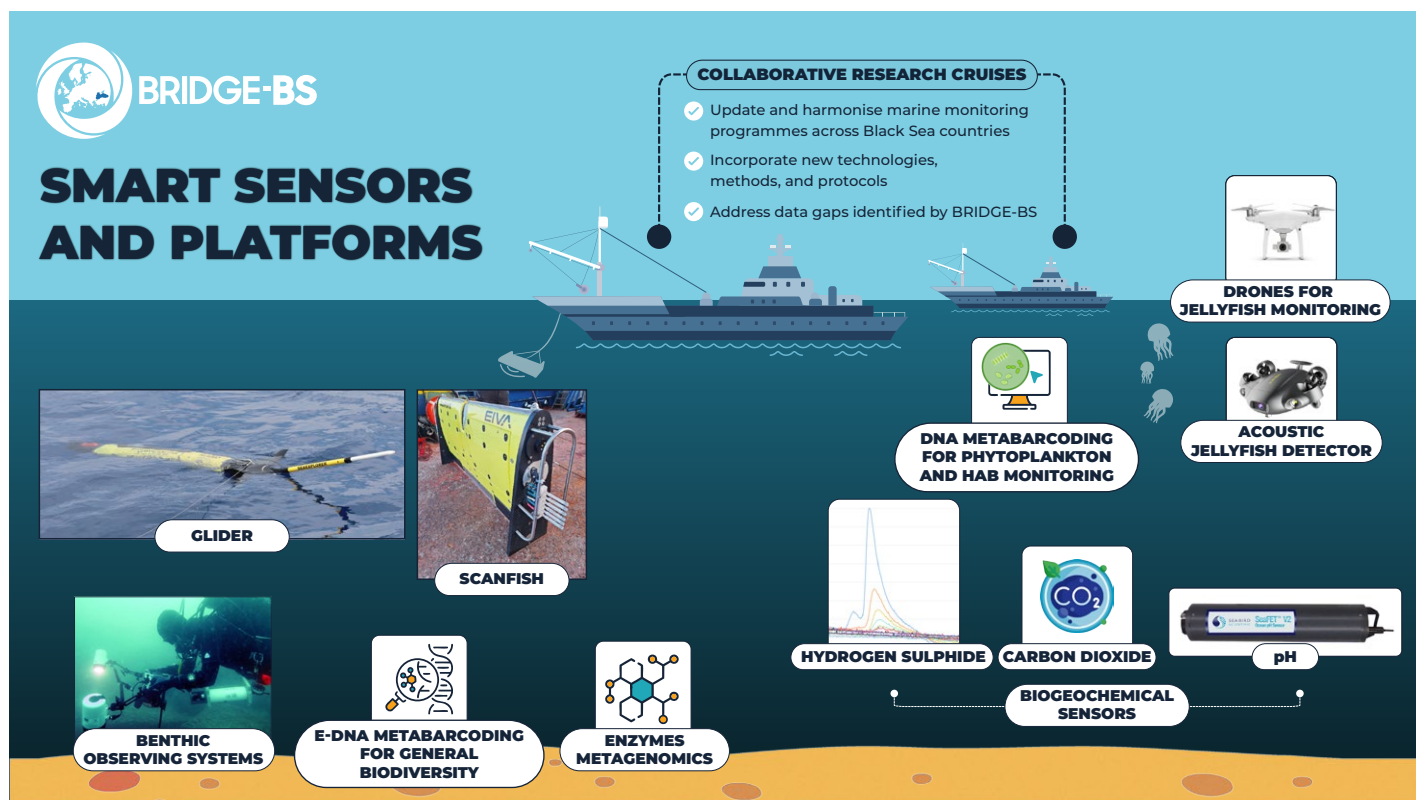


Figura 2: Prezentare generală a senzorilor și platformelor inteligente (smart sensors) testate în timpul expedițiilor comune de cercetare din cadrul proiectului BRIDGE-BS.

Indicatorii biologici au fost testați ca potențiali noi **indicatori ai rezilienței ecosistemului** pentru a ajuta în a evalua cât de aproape este sistemul de un punct critic¹⁸. Aceștia includ indicatori ai structurii rețelei trofice (nivelurile trofice¹⁹ ale capturilor/populațiilor) și ai funcționării comunităților biologice de pe fundul mării (bioturbație²⁰ și bioirigare²¹). Aceștia pot sprijini elaborarea planurilor de restaurare, inclusiv pentru habitatele costiere de tip „carbon albastru” și pot fi adaptați pentru monitorizarea stării ecologice. Este necesară testarea suplimentară a acestor indicatori pentru validarea și utilizarea lor viitoare.

Demonstratorul BRIDGE-BS Digital Twin Ocean (DTO)²² (Figura 3) este unul dintre rezultatele-cheie ale proiectului BRIDGE-BS, combinând multe dintre instrumentele dezvoltate. Acesta își propune să fie o reprezentare virtuală a Mării Negre care să sprijine factorii de decizie politică în luarea de decizii informate, utilizând scenarii ipotetice „ce-

ar fi dacă”, analize de compromis și contribuții din partea sectoarelor și părților interesate. Acesta integrează date din portalul și baza de date BRIDGE-BS, modele biofizice de înaltă rezoluție ale Mării Negre și ale bazinului său hidrografic, scenarii socio-economice, evaluări ale rezilienței, instrumentul de sprijin în luarea deciziilor (decision-making) bazat pe inteligența artificială și instrumentul de evaluare a efectelor cumulative bazat pe riscuri (a se vedea mai jos pentru descrieri individuale). Acest sistem definește starea și riscurile ecosistemului, atât în prezent, cât și în viitor, și dezvoltă contexte de gestionare a riscurilor și obiectivelor de politici pentru anumite zone, cu accent pe serviciile ecosistemice și pe scenarii viitoare de presiune asupra mediului. Demonstratorul DTO poate fi utilizat pentru a defini limitele ecosistemului în vederea menținerii unui spațiu de operare sigur (safe operating space) pentru economia albastră a Mării Negre și pentru a sprijini o gestionare adaptivă a resurselor.

¹⁸ Livrabilul 3.1 va fi disponibil la <https://zenodo.org/communities/bridge-bs/records?q=&l=list&p=1&s=10>

¹⁹ Descrie poziția unui organism într-un lanț trofic sau într-o rețea trofică pe baza modului în care obține energie și nutrienți.

²⁰ Descrie procesul de amestecare și perturbare a sedimentelor și solurilor de către organismele vii, cum ar fi prin săpături, hrănire și activitatea rădăcinilor plantelor.

²¹ Procesul prin care organismele care trăiesc în sedimente fac schimb activ de apă și substanțe dizolvate între coloana de apă superioară și sediment prin săpare, pompare și hrănire.

²² <https://bridgeblacksea.org/index.php/black-sea-dto/>; <https://dekosim.ims.metu.edu.tr/digitaltwin/>

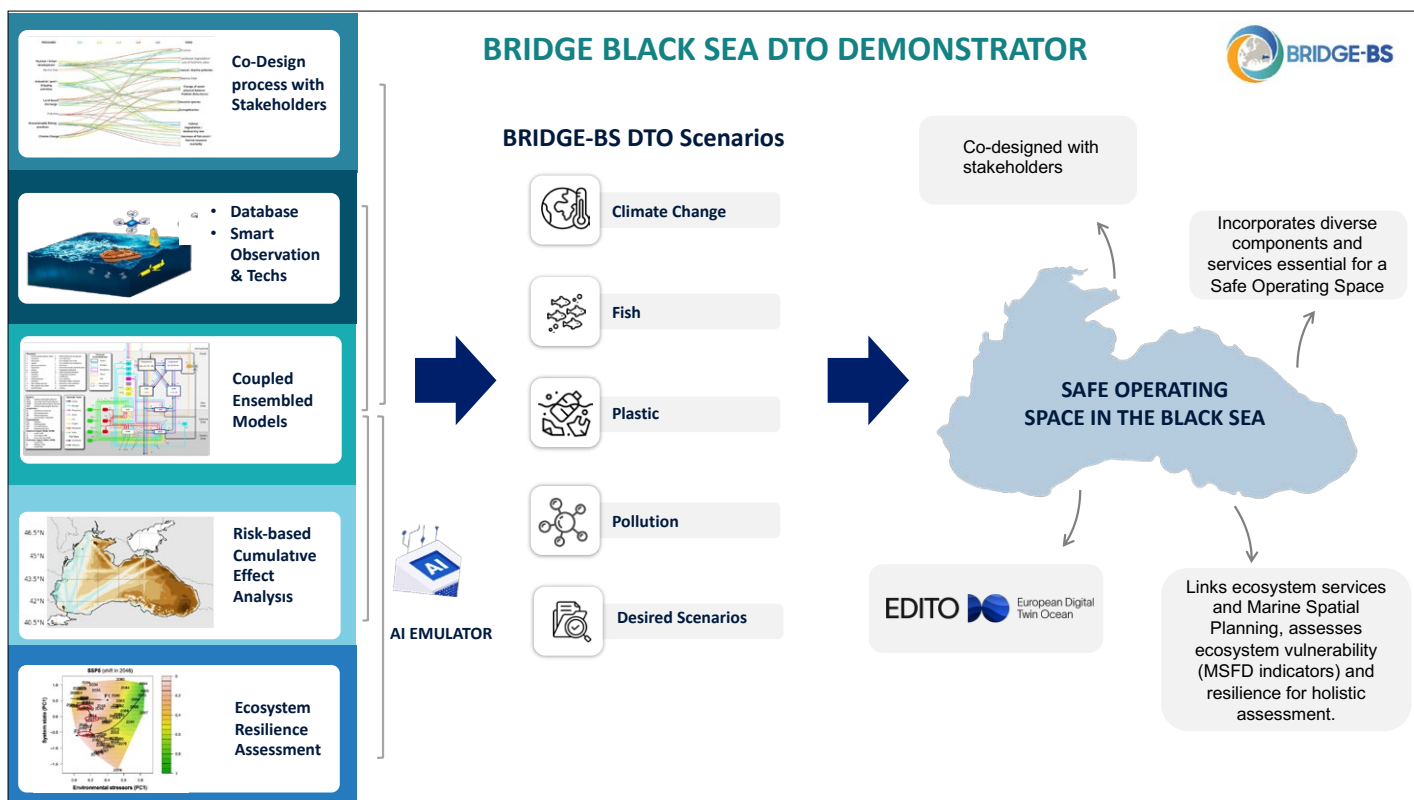


Figura 3: Prezentare generală a demonstratorului BRIDGE-BS Digital Twin Ocean (DTO).

Portalul și baza de date (database) BRIDGE-B²³ reprezintă o platformă interdisciplinară care oferă acces public la metodologie, precum și la seturi de date fizice, chimice și biologice obținute din observații și modelări privind Marea Neagră generate în cadrul BRIDGE-BS, al proiectelor anterioare și din alte baze de date regionale, europene și globale (inclusiv SeaDataNet²⁴, EMODnet²⁵, Sentinel²⁶ și Baza de date privind calitatea apei Mării Negre²⁷).

Centrul de Cercetare pentru Ecosisteme Marine și Climă (DEKOSİM²⁸) al Universității Tehnice din Orientul Mijlociu va administra portalul și baza de date BRIDGE-BS, precum și demonstratorul DTO. De asemenea, centrul conduce procesul de integrare a demonstratorului DTO în infrastructura EDITO²⁹, ca parte a inițiativei europene privind DTO.

Un instrument de sprijin decizional (decision support tool) bazat pe inteligența artificială (IA/AI)³⁰ utilizează modele prototip de învățare automată pentru a analiza modul în care ecosistemul Mării Negre răspunde la presiuni multiple și pentru a sprijini gestionarea adaptivă. Instrumentul oferă o analiză regională și la nivelul unor situri pilot privind relațiile cauză-efect dintre presiunile asupra mediului și răspunsurile biologice prognozate. De asemenea, integrează date și

modele la scară de bazin pentru a investiga interacțiuni mai complexe în spațiu și timp. Pentru a îmbunătăți precizia instrumentului, este necesară completarea lacunelor de date fizice și biogeochimice, inclusiv serii temporale spațiale complete din observații și/sau rezultate ale modelelor. În viitor, acest instrument ar putea fi utilizat pentru a sprijini testarea scenariilor și în dezvoltarea sistemelor de avertizare timpurie pentru HAB-uri sau colapsul stocurilor de pește.

A fost elaborat un instrument de sprijin decizional pentru evaluarea efectelor cumulative ale riscurilor³¹ (risk based cumulative effects) pentru a ajuta părțile interesate să înțeleagă și să prezică zonele cu impact ridicat asupra mediului rezultate din presiunile cumulative ale sectoarelor economiei albastre. Se generează scoruri de impact din sectoare specifice pentru a testa și evalua viitoarele strategii de management adaptiv, care pot sprijini amenajarea spațiului marin. Dezvoltarea ulterioară a instrumentului depinde de integrarea datelor socio-economice pentru a face legătura între presiunile cumulative și impactul asupra serviciilor ecosistemice.

Se poate utiliza un ansamblu de modele³² cuplate de înaltă rezoluție (coupled ensemble models) specifice Mării

²³ <https://bridgeblacksea.org/index.php/bridge-bs-database-logged/>

²⁴ <https://www.seadatanet.org/>

²⁵ <https://emodnet.ec.europa.eu/en>

²⁶ <https://sentinels.copernicus.eu/>

²⁷ <https://blackseadb.org/>

²⁸ <https://dekosim.metu.edu.tr/>

²⁹ <https://edito-infra.eu/>

³⁰ Livrabilul 4.3 va fi disponibil la <https://zenodo.org/communities/bridge-bs/records?q=&l=list&p=1&s=10>

³¹ Livrabilul 4.4 va fi disponibil la <https://zenodo.org/communities/bridge-bs/records?q=&l=list&p=1&s=10>

³² Livrabilul 2.3 va fi disponibil la <https://zenodo.org/communities/bridge-bs/records?q=&l=list&p=1&s=10>

Negre care acoperă întregul sistem marin pentru a evalua impactul actual și viitor al factorilor de stres multipli. Acest lucru ajută factorii de decizie să înțeleagă starea actuală a mediului, să evalueze compromisurile, să dezvolte strategii de management și să revizuiască politicile maritime la nivel regional și național.

Observatorul economiei albastre pentru Marea Neagră³³ este o platformă online care oferă un tablou de bord pentru monitorizarea dezvoltării durabile a economiei albastre a Mării Negre. Acesta oferă o imagine de ansamblu a stării actuale a sectoarelor economiei albastre din fiecare țară de la Marea Neagră, precum și a diferitelor scenarii viitoare dezvoltate în cadrul proiectului BRIDGE-BS. Factorii de decizie politică, cercetătorii și reprezentanții mediului de afaceri pot obține informații pentru luarea deciziilor bazate pe dovezi pentru a sprijini politicile regionale și naționale privind economia albastră. De asemenea, evidențiază deficiențele regionale actuale în materie de sustenabilitate, lacunele de date și problemele de acces la date. Datele din observator sunt introduse în demonstratorul BRIDGE-BS DTO și sunt în curs de elaborare planuri de viitor pentru menținerea pe termen lung a observatorului.

Acceleratorul **BRIDGE-BS Marea Neagră**³⁴ (Black Sea accelerator) a fost implementat în colaborare cu proiectul DOORS Marea Neagră³⁵, a sprijinit 15 startup-uri, întreprinderi mici și mijlocii și cercetători pentru a dezvolta soluții

inovatoare și afaceri durabile din economia albastră într-o varietate de sectoare, de la pescuit și acvacultură la transport maritim.

Două ediții ale **Summit-ului High Tech BRIDGE-BS pentru Marea Neagră** au prezentat inovații în fața unui public regional și au promovat dialogul între diverși actori ai economiei albastre. Au fost explorate idei pentru noi servicii și produse care aduc valoare și locuri de muncă, inclusiv în domeniul gestionării plasticului, energiei, acvaculturii locale durabile și biotehnologiei algelor.

Activitățile de formare și consolidare a capacităților (Figura 4) au consolidat comunitatea de cercetare a Mării Negre. Acestea includ Centrul Virtual de Cariere Albastre³⁶ (virtual blue career centre), programul de doctorat în economia albastră³⁷, Programul Tinerilor Ambasadori³⁸ (young ambassadors), Școlile de Vară și de Iarnă³⁹ (summer and winter schools) și un curs online de știință-politică-tehnologie Massive Open Online⁴⁰ (MOOC). Părțile interesate locale au fost implicate în întâlniri de tip „laboratoare vii”⁴¹ (living labs), factorii de decizie politică la nivel local și regional printr-o serie de evenimente participative, iar publicul larg a devenit conștient de importanța unei economii albastre durabile și sănătoase a Mării Negre prin activități de alfabetizare oceanică, în cadrul unor campanii de știință pentru cetățeni⁴² (citizen science campaigns) și prin Rețeaua de alfabetizare oceanică de la Marea Neagră⁴³.

Viziuni pentru viitorul Mării Negre

Proiecțiile-cheie privind starea viitoare a Mării Negre în funcție de diferite scenarii de schimbări climatice au fost dezvoltate utilizând modele fizico-biogeochimice cuplate care au fost redimensionate la scară locală pentru a oferi informații detaliate. Acestea indică faptul că temperatura suprafeței mării va crește cu valori cuprinse între 0,9 și 3,8 °C până în 2100, în funcție de emisiile viitoare de dioxid de carbon. Această creștere va afecta concentrația de oxigen, estimându-se că va scădea cu cel puțin 9%. Se preconizează o reducere a biodiversității, iar dinamica ecosistemelor și productivitatea pescăriilor vor suferi modificări. În plus, modelele BRIDGE-BS au oferit proiecții viitoare privind poluarea cu plastic pe baza scenariilor socio-economice ce iau în considerare diferite niveluri de creștere economică, populație și potențiale politici de mediu care afectează aportul de plastic din râuri și orașe de coastă⁴⁴. Aceste creșteri preconizate ale factorilor de stres

vor avea un impact asupra rezilienței Mării Negre, sporind nevoia de precauție pentru a asigura dezvoltarea durabilă a activităților economiei albastre.

Au fost create trei tipuri de scenarii (a se vedea paragrafele de mai jos) pentru a sprijini elaborarea recomandărilor de management adaptiv și a acțiunilor viitoare pentru ca sectoarele economiei albastre să se alinieze la obiectivele de durabilitate dorite⁴⁵. Aceste scenarii sunt incluse în DTO pentru Marea Neagră și ar trebui utilizate pentru a actualiza strategiile și politicile privind economia albastră durabilă a Mării Negre. De asemenea, ele pot fi utilizate de operatorii din economia albastră pentru a lua decizii cu privire la direcționarea inovării și a investițiilor, precum și cu privire la măsurile de gestionare adecvate pentru a asigura durabilitatea.

³³ <https://blackseabeo.eu>

³⁴ <https://bridgeblacksea.org/index.php/black-sea-accelerator/>; Livrabilul 7.3 va fi disponibil la <https://zenodo.org/communities/bridge-bs/records?q=&l=list&p=1&s=10>

³⁵ <https://www.doorsblacksea.eu/>

³⁶ <https://bridgeblacksea.org/index.php/virtual-blue-career-center/>

³⁷ <https://bridgeblacksea.org/index.php/2024/10/04/bridge-bs-phd-students-are-advancing-black-sea-research/>

³⁸ <https://bridgeblacksea.org/index.php/young-ambassadors/>

³⁹ Livrabilul 9.5 va fi disponibil <https://zenodo.org/communities/bridge-bs/records?q=&l=list&p=1&s=10>

⁴⁰ <https://bridgeblacksea.org/index.php/bridge-black-sea-mooc/>; <https://ocw.metu.edu.tr/course/view.php?id=365>

⁴¹ Un spațiu în care comunitățile locale, experții și factorii de decizie se reunesc pentru a dezvolta, testa și îmbunătăți ideile.

⁴² <https://bridgeblacksea.org/index.php/ocean-literacy-network/>

⁴³ Livrabilul 9.6 va fi disponibil <https://zenodo.org/communities/bridge-bs/records?q=&l=list&p=1&s=10>

⁴⁴ Livrabilul 2.4 va fi disponibil <https://zenodo.org/communities/bridge-bs/records?q=&l=list&p=1&s=10>

⁴⁵ Livrabilul 4.5 va fi disponibil <https://zenodo.org/communities/bridge-bs/records?q=&l=list&p=1&s=10>

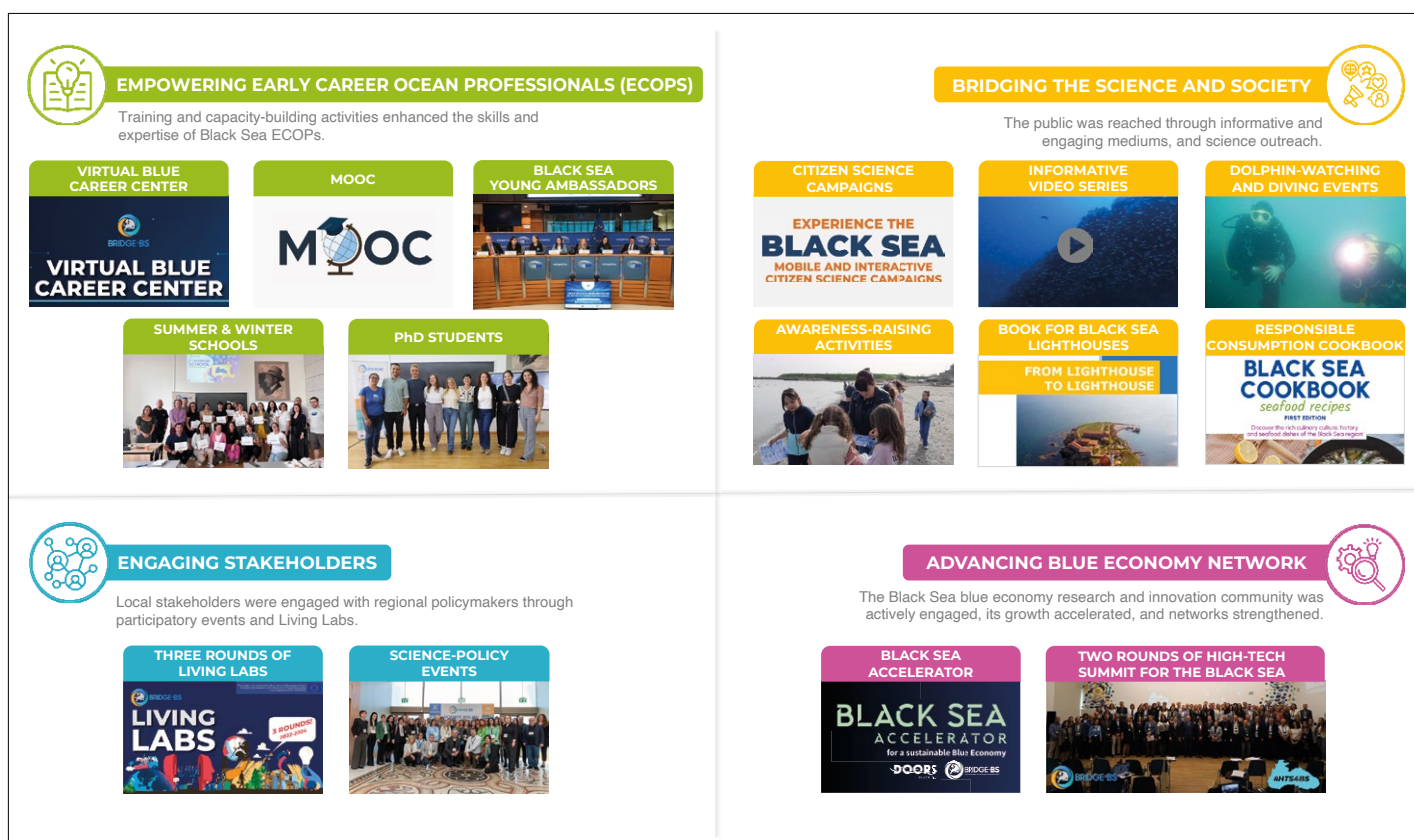


Figura 4: Prezentare generală a activităților de formare și consolidare a capacităților sprijinite de BRIDGE-BS.

Viziunile⁴⁶ economiei albastre durabile în 2050 oferă traiectorii viabile pentru viitorul economiei albastre a Mării Negre pentru 2050, presupunând că durabilitatea este atinsă. Acestea s-au dezvoltat la scară de bazin și la siturilor pilot, utilizând un exercițiu prospectiv care ia în considerare condițiile diferite de inovare (tehnologică până la socială) și guvernantă (de la nivelul întregului bazin până la nivel local), precum și perspectivele părților interesate locale. Aceste viziuni oferă factorilor de decizie și părților interesate o modalitate de a încuraja gândirea colectivă și dialogul strategic pentru a naviga printre provocările și oportunitățile viitoare și pentru a lua decizii în condiții de incertitudine. Ele pot fi utilizate de administrațiile naționale pentru a sprijini dezvoltarea strategiilor economiei albastre.

Scenariile dorite⁴⁷ combină rezultatele modelării fizico-biogeochimice, viziunile pentru o economie albastră durabilă și perspectivele actorilor locali colectate prin „laboratoarele vii”. Acestea evidențiază scenarii preferate și realiste pentru activitățile marine și terestre care influențează ecosistemele și resursele marine și contribuie la sprijinirea dezvoltării unei economii albastre durabile, luând în considerare schimbările climatice. Instrumentul de evaluare a efectelor cumulative s-a utilizat pentru a prezice viitoarele impacturi asupra mediului ale acestor scenarii și a arătat că, la nivelul bazinului, pescuitul, transportul maritim și aportul de nutrienți din surse

terestre ar provoca cel mai mare impact asupra mediului, în timp ce acvacultura sau energia eoliană offshore ar provoca mai multe impacturi locale. Aceste scenarii ar trebui să stea la baza elaborării politicilor bazate pe dovezi, de exemplu în procesul de planificare spațială marină de către administrațiile naționale.

Căile de transformare⁴⁸ pentru economia albastră a Mării Negre au fost proiectate colaborativ de părțile interesate ale comunității de coastă în cadrul a șase „laboratoare vii” participative desfășurate în siturile pilot, implicând un total de 162 de organizații. Aceste căi pot duce la schimbări către o stare mai durabilă, mai rezilientă și mai echitabilă. Părțile interesate au identificat provocările pentru o economie albastră durabilă, au convenit asupra unei viziuni pentru 2050 și au stabilit acțiuni de transformare a sectoarelor economiei albastre pentru a atinge această viziune. Sectoarele analizate includ acvacultura, turismul, energia regenerabilă marină, observarea și gestionarea mediului marin, pescuitul și sectoarele portuar și maritim. Printre acțiunile-cheie identificate se numără tehnologiile avansate, digitalizarea, instruirea și implicarea comunității. Deși părțile interesate nu au identificat necesitatea unei abordări sistemice holistice, aceste acțiuni sprijină reziliența socio-ecologică a comunităților costiere prin învățare și participare (adică monitorizare, consolidarea capacităților, implicarea părților interesate).

⁴⁶ <https://bridgeblacksea.org/index.php/2025/03/14/bridge-bs-takes-you-to-the-future-of-the-black-sea-with-2050-sustainable-blue-economy-imaginaries-for-the-black-sea-report/>

⁴⁷ Livrabilul 4.4 va fi disponibil la <https://zenodo.org/communities/bridge-bs/records?q=&l=list&p=1&s=10>

⁴⁸ Livrabilul 6.3 va fi disponibil la <https://zenodo.org/communities/bridge-bs/records?q=&l=list&p=1&s=10>

Nevoi viitoare de cercetare și politici

Pentru a limita impactul activităților umane asupra sănătății și rezilienței Mării Negre, pentru a păstra serviciile ecosistemice de bază și pentru a oferi un spațiu de operare sigur pentru

dezvoltarea unei economii albastre durabile, următoarele acțiuni ar trebui realizate în următorii cinci ani.

Recomandări pentru factorii de decizie politică

- **Dezvoltarea și actualizarea strategiilor, reglementărilor mecanismelor de aplicare a economiei albastre** la nivel național și regional pentru a se alinia la recomandările de management adaptiv elaborate de BRIDGE-BS, inclusiv pentru: prioritizarea pescuitului la scară mică; consolidarea politicilor de pescuit durabil și a managementului bazat pe ecosistem; adoptarea soluțiilor ecologice de transport pentru nave și infrastructura portuară; dezvoltarea energiei eoliene offshore și a acvaculturii durabile; reducerea poluării din bazinele hidrografice și zonele de coastă; și promovarea turismului inovator și durabil;
- **Consolidarea în continuare a interfeței știință-politică și a dialogului** în regiunea Mării Negre prin îmbunătățirea coordonării și sprijinirea mecanismelor existente, de exemplu, Comisia Mării Negre (BSC), Cooperarea Economică a Mării Negre (CEMN) și Comisia Generală pentru Pescuit în Marea Mediterană și Marea Neagră (CGPM);
- **Implementarea unei abordări bazate pe sisteme și pe reziliență în gestionarea economiei albastre a Mării Negre** și integrarea metodelor participative a părților interesate în strategiile de management adaptiv utilizând dezvoltarea de scenarii și metodele de implicare dezvoltate în cadrul BRIDGE-BS;
- **Dezvoltarea unui cadru financiar dedicat granturilor pentru economia albastră, stimulentele financiare și coordonării regionale** între actorii de finanțare la nivel național și mecanismele naționale și regionale de accelerare/incubare⁴⁹. Ar trebui stabilit un cadru pe termen lung pentru a sprijini edițiile viitoare ale Acceleratorului Mării Negre și ale Summitului High Tech pentru a-și consolida rolul ca forum de referință pentru inovarea regională în Marea Neagră;
- **Implementarea unei abordări coerente bazate pe ecosistem a planificării spațiului marin** în fiecare țară de la Marea Neagră și la scară de bazin, utilizând instrumentele BRIDGE-BS. Acest lucru va consolida și va asigura gestionarea eficientă a rețelei actuale de zone marine protejate, inclusiv reglementarea activităților umane (de exemplu, pescuit, transport, turism) în jurul zonelor marine protejate;
- **Actualizarea și armonizarea programelor de monitorizare marină** în țările din regiunea Mării Negre pe baza tehnologiilor, metodelor, protocoalelor și lacunelor de date recent testate identificate în cadrul BRIDGE-BS. În plus, ar trebui instituit un cadru regional de monitorizare pentru a armoniza colectarea de date socio-economice și accesul deschis în țările din regiunea Mării Negre spre a fi introduse în observatorul economiei albastre și a fi conectate la demonstratorul BRIDGE-BS DTO; și
- **Sprijinirea continuării și extinderii activităților de consolidare a capacităților** dezvoltate în cadrul BRIDGE-BS, inclusiv cursul Massive Open Online, programul Tinerii Ambasadori ai Mării Negre, Rețeaua de alfabetizare a Mării Negre și Centrul Virtual pentru Cariere Albastre.

⁴⁹ Livrabilul 7.2 va fi disponibil la <https://zenodo.org/communities/bridge-bs/records?q=&l=list&p=1&s=10>

Recomandări pentru serviciile de cercetare și operaționale

- **Dezvoltarea, coordonarea și implementarea în continuare a tehnologiilor cu senzori inteligenți**, combinate cu sistemele de observație tradiționale;
- **Continuarea dezvoltării unei metodologii standardizate** pentru un sistem integrat uscat-mare de avertizare timpurie a factorilor de stres multipli pentru a armoniza monitorizarea;
- **Consolidarea integrării datelor de observare BRIDGE-BS, a modelelor și a instrumentelor de management predictiv din BRIDGE-BS în cadrul demonstratorului Digital Twin Ocean (DTO)** prin includerea de noi scenarii, cazuri de utilizare și funcționalități care să satisfacă nevoile părților interesate. Ar trebui definite și organizate legături între BRIDGE-BS DTO, Serviciul Marin Copernicus, EMODnet și DTO european;
- **Facilitarea instruirii factorilor de decizie politică cu privire la instrumentele dezvoltate în cadrul BRIDGE-BS;**
- **Includerea lacunelor de cunoștințe într-o versiune actualizată a Agendei strategice de cercetare și inovare a Mării Negre (SRIA)**, inclusiv: evaluări viitoare ale rezilienței și punctelor critice; surse de factori de stres insuficient monitorizate și îmbunătățirea legăturii dintre presiuni și factori determinanți; redimensionarea modelului pentru o rezoluție mai mare la scară locală; identificarea limitelor unui spațiu de operare sigur; avansarea în continuare a cartografierii oxigenului și hidrogenului sulfurat; evaluări ale acidifierii oceanelor; influența Dunării asupra Mării Negre; validarea potențialului industrial al biomoleculelor; cercetarea socio-ecologică bazată pe scenarii, și reducerea poluării asociate războiului în Marea Neagră; și
- **Acordarea de sprijin pentru reconstruirea capacității de cercetare a Ucrainei.**

Aceste recomandări sprijină punerea în aplicare a politicilor, strategiilor și inițiativelor la nivel global (de exemplu, Cadrul global privind biodiversitatea Kunming-Montreal, Deceniul ONU al științei oceanelor pentru dezvoltare durabilă, Obiectivele de dezvoltare durabilă), la nivelul UE (de exemplu, Pactul UE pentru Ocean, Strategia UE privind reziliența apelor, Pactul verde european, Strategia UE în domeniul biodiversității, Directiva cadru privind strategia pentru mediul marin, Directiva privind amenajarea spațiului marin, Regulamentul de restaurare a naturii, Directivele privind păsările și habitatele, Misiunea de restaurare a oceanelor și apelor noastre) și la nivel regional (de exemplu, Convenția de la București, Strategia UE privind Marea Neagră, Strategia UE pentru Dunăre, Sinergia Mării Negre, Agenda maritimă comună, Agenda strategică de cercetare și inovare a Mării Negre și Planul de implementare). Acestea vor sprijini implementarea și asigurarea respectării acestui cadru complex de politici în regiunea Mării Negre de către toți actorii, în special la nivel local. Mai multe informații despre acțiunile specifice pentru ca părțile interesate să pună în aplicare aceste recomandări pot fi găsite în „Foaia de parcurs albastră 2030 pentru Marea Neagră⁵⁰”.

⁵⁰ Livrabilul 8.4 va fi disponibil la <https://zenodo.org/communities/bridge-bs/records?q=&l=list&p=1&s=10>

Mulțumiri

Proiectul BRIDGE-BS a fost finanțat de programul de cercetare și inovare Horizon 2020 al Uniunii Europene în temeiul acordului de finanțare nr. 101000240. Punctele de vedere și opiniile exprimate aparțin însă exclusiv autorilor și nu le reflectă neapărat pe cele ale Uniunii Europene sau ale autorității finanțatoare. Nici Uniunea Europeană, nici autoritatea finanțatoare nu pot fi trase la răspundere pentru acestea.

Autori: Britt Alexander, Sheila J. J. Heymans, Barış Salihoğlu, Mustafa Yucel, Susa Niiranen, Andrea Barbanti, Alice Guittard, Frederick Herpers, Matteo Bocci

Coordonare și editare: Britt Alexander, Sheila J. J. Heymans

Recenzori externi: Adrian Stănică, Mario Sprovieri, Andreea Străchinescu

Revizor intern: Pierre Yves Le Tron (membru al consiliului consultativ BRIDGE-BS)

Contribuții suplimentare: Pinar Uygurer, Georgi Daskalov, Stefano Menegon, Dan Vasiliu, María Pérez Rodríguez, Georgia Chantzi, Rosa Fernández Otero, Marilaure Gregoire, Stefania Klayn, Dimitar Berov, Patrizio Mariani, Phoebe Koundouri, EMB Secretariat

Design: Zoeck

Traducere: Translated & Laura Boicenco

Infografic: Özgün Evrim Sayılkan

Imagine de copertă: Leewarrior, Pixabay.

Cuvinte cheie

economie albastră durabilă, management bazat pe ecosistem, observații inteligente, instrumente de sprijin decizional, scenarii socio-economice

Citare

BRIDGE-BS (2025). Advancing Black Sea Research and Innovation for a Sustainable Blue Economy. BRIDGE-BS Policy Brief, published by the European Marine Board, Ostend, Belgium. ISBN: 9789464206371. DOI: 10.5281/zenodo.17512752

Drepturi de autor și utilizare

Aceasta este o publicație cu acces deschis distribuită în conformitate cu termenii licenței internaționale Creative Commons Attribution 4.0 (CC BY 4.0). Utilizarea, distribuirea sau adaptarea în alte forumuri este permisă, cu condiția ca autorul (autorii) original(i) și proprietarul (proprietarii) drepturilor de autor să fie menționați, publicația originală să fie citată, să fie furnizat un link către licența Creative Commons și să fie indicate orice modificări aduse conținutului original. Nu este permisă nicio utilizare, distribuire sau reproducere care nu respectă acești termeni.

Declarație despre inteligența artificială

Instrumentul CAT matecat, de la Translated, bazat pe inteligența artificială, a fost utilizat pentru a ajuta la traducerea acestui document, iar ChatGPT pentru editarea limbajului. Inteligența artificială nu a fost utilizată pentru nicio sarcină esențială de scriere, cum ar fi generarea de informații științifice, crearea unei analize a literaturii de specialitate, formularea de concluzii științifice sau oferirea de recomandări.

This Policy Brief was written by the
EMB Secretariat and other partners
in the BRIDGE-BS project.

PUBLISHED NOVEMBER 2025

European Marine Board IVZW
Belgian Enterprise Number: 0650.608.890
Jacobsenstraat 1
8400 Ostend Belgium
Tel: +32 (0)59 56 98 00

www.marineboard.eu



**Funded by
the European Union**

This project has received funding from the European Commission's Horizon 2020 Research and Innovation programme under grant agreement N° 101000240. Project coordinator: Middle East Technical University (METU), Turkey. The information and views in this document lie entirely with the authors. The European Commission is not responsible for any use that may be made of the information it contains.