

НАСЪРЧАВАНЕ НА ИЗСЛЕДВАНИЯТА И ИНОВАЦИИТЕ В ЧЕРНО МОРЕ КЪМ УСТОЙЧИВА СИНЯ ИКОНОМИКА



BRIDGE Black Sea (BRIDGE-BS)

BRIDGE-BS е проект по програма „Хоризонт 2020“, който повишава капацитета за морски изследвания и иновации в Черно море, за съвместното разработване на пътища за синя икономика при множество стресови фактори за устойчивото използване на екосистемните услуги. В проекта е разработена рамка за управление, основана на екосистемния подход, която да подпомогне приемането на политики и да насърчи ангажираността на гражданите. Проектът се реализира в периода от юни 2021 г. до ноември 2025 г.

Партньорски организации по проект BRIDGE-BS

Консорциумът се състои от 31 партньори от 14 държави:



Въведение

Черно море е полужатворен воден басейн с 10 големи, вливащи се в него, реки. То има максимална дълбочина 2210 m и е най-голямото аноксично-сулфидно¹ водно тяло на Земята. С уникални местообитания, изобилие от ресурси и богато културно наследство, Черно море е от жизненоважно значение за крайбрежните общности и за повече от 160 милиона души, които обитават водосборните му басейни. Екосистемните услуги на Черно море² подпомагат динамична синя икономика³, като новите технологични иновации предлагат значителен потенциал за по-нататъшно повишаване на нейната устойчивост.

Редица стресови фактори оказват негативно въздействие върху Черно море, включително такива, свързани с климатичните промени (т.е. затопляне, закисляване, деоксигенация), както и еутрофикацията, морските отпадъци, химическото замърсяване, прекомерния риболов, навлизането на инвазивни чужди видове и въздействията, свързани с войната⁴. Те водят до загуба на биологично разнообразие и представляват заплаха за социално-екологичната устойчивост⁵. Между 70-те и началото на 90-те години неустойчивите нива на риболов, замърсяването с хранителни вещества и инвазивните видове доведоха до отслабване на устойчивостта на екосистемата на Черно море, което причини срив на риболовните му дейности,

широко разпространение на еутрофикацията и повишена деоксигенация. Екосистемата постепенно се стабилизира и частично се възстановява от 2000 г. насам⁶, вероятно поради по-добро управление, въпреки че все още е далеч от предишното си по-здравословно състояние.

Въз основа на минали и текущи проекти и инициативи, BRIDGE Black Sea (BRIDGE-BS) разработи нови инструменти и възможности за прогнозиране на дългосрочното въздействие и възникващите рискове от множество стресови фактори. Това дава възможност за идентифициране на зона на безопасна експлоатация, като се спазват границите на екосистемата, в рамките на която може да се развива устойчива синя икономика. Това включва иновации в мониторинга на околната среда, интегриране на данни, моделиране на климатични сценарии, анализ на устойчивостта на екосистемите на Черно море, техните екосистемни услуги и критични екологични точки⁷, както и оценки на риска в подкрепа на управлението, основано на екосистемите. Чрез съвместно разработване с местните общности и определящите политиките, бяха идентифицирани ключови управленски мерки за постигане на устойчиво и продуктивно Черно море, с цел гарантиране на дългосрочната устойчивост (до 2050 г. и 2100 г.) на Черноморската синя икономика.

¹ Липсва кислород в дълбоките водни слоеве (т.е. е аноксичен) и е богат на сероводород, токсичен газ, произведен от микроорганизми при аноксични условия.

² Ползите, предоставени от процесите, функциите и структурата на морската среда, които пряко или косвено допринасят за общественото благосъстояние, здравето и икономическите дейности (<https://www.marineboard.eu/valuing-marine-ecosystems>).

³ Добре установените индустрии в Черно море включват корабостроене, транспорт, пристанищни операции и логистика, корабостроене и ремонт, рибарство и аквакултури и туризъм. Нововъзникващите отрасли включват енергийни и офшорни ресурси, синя биотехнология, отбрана и морска сигурност.

⁴ За повече информация относно замърсяването, свързано с войната, в Черно море вижте: <https://black-sea-maritime-agenda.ec.europa.eu/safeguarding-black-sea-region-results-regional-roundtable-war-related-pollution>

⁵ Капацитетът на природните и социално-икономическите системи да се запазят, адаптират или трансформират, когато са изправени пред смущения, като същевременно запазват основните си функции (<https://www.marineboard.eu/publications/building-coastal-resilience-europe> p14).

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

⁷ Конкретният момент, в който се задейства преход към ново състояние, а връщането към предишното състояние е трудно или невъзможно (<https://www.marineboard.eu/publications/building-coastal-resilience-europe>).

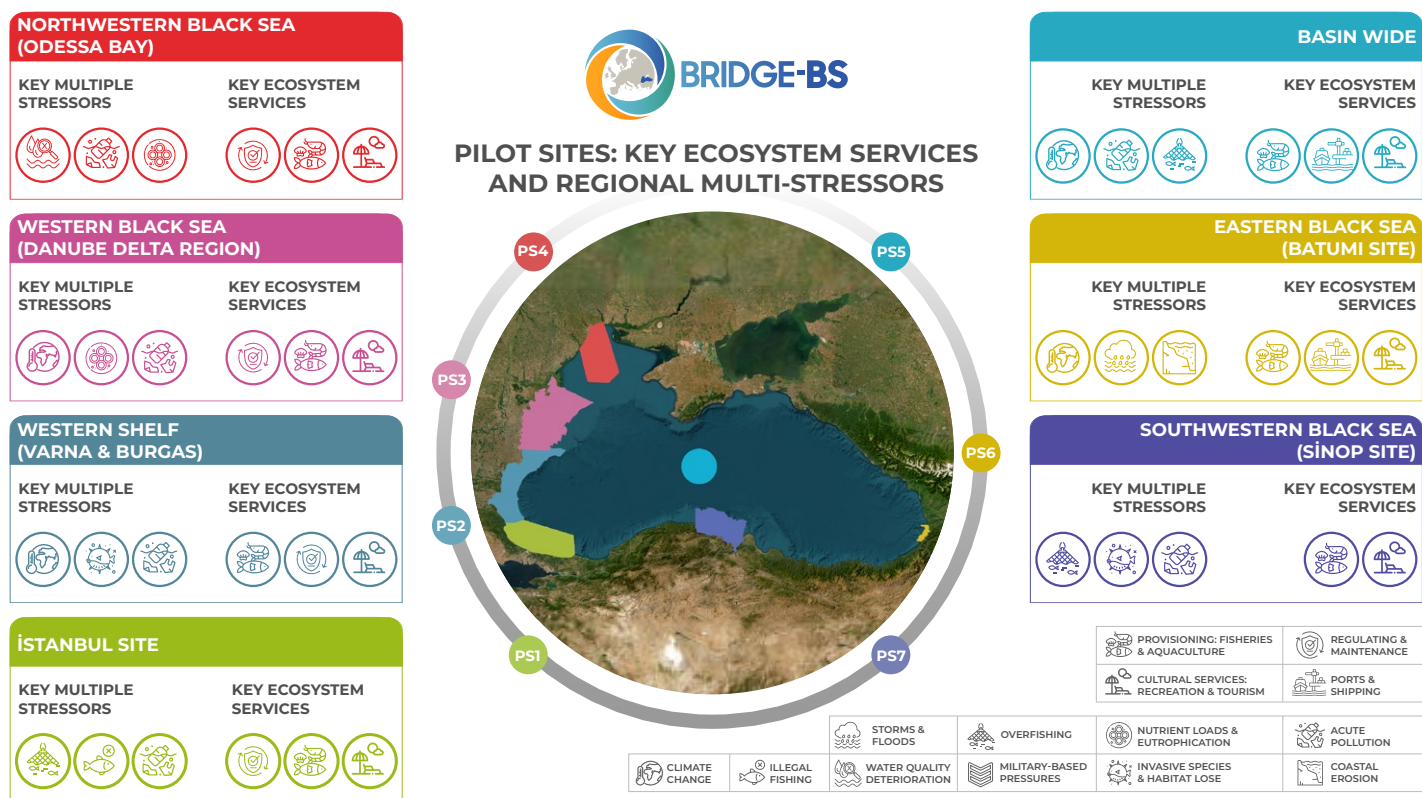
Нови знания и инструменти за прогнозиране за оценка на рисковете от множество стресови фактори

Експедициите, проучванията и резултатите от моделите на BRIDGE-BS предоставиха актуализирано разбиране за текущото състояние на Черно море и въздействието на множество стресови фактори (multi-stressors). Пилотните обекти (вж. фигура 1) бяха използвани като ключови локации за научни изследвания, обследвани бяха и различни офшорни зони. В допълнение, бяха разработени хармонизирани методи за морски мониторинг за изпълнение в целия регион.

Екологичните оценки⁸ показват, че:

- Черно море се е затоплило с най-малко 2,6°C от 1980 г. насам, което е по-бързо от средната стойност в световен мащаб от 0,6°C;

- Предварителните данни от Западночерноморския регион показват, че нивата на нитратите са спаднали от 8 на 5 µm между 1988 г. и 2022 г., но все още се наблюдават локални събития на еутрофикация;
- Черно море продължава да бъде бедно на кислород, а бъдещото затопляне⁹ може допълнително да свие горния богат на кислород слой; и
- Токсичният водороден сулфид се наблюдава на дълбочина до 80 m в централните части на Черно море, което представлява риск за секторите на синята икономика. Притокът на богата на кислород вода от Средиземно море обаче, ограничава натрупването му и следва да бъде включен в бъдещия кислороден баланс, за да се предвиждат по-добре рисковете.



Фигура 1. Пилотните обекти (pilot sites), използвани като ключови локации за научни изследвания, ангажиране на заинтересованите страни и разработване на сценарии за устойчива синя икономика (sustainable blue economy). Всеки обект има уникални екосистемни услуги (ecosystem services) и стресови фактори. Извършени са и оценки в мащаб на целия басейн.

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

⁹ За обяснение на връзката между затоплянето и деоксигенацията вижте стр. 12: <https://marineboard.eu/publications/ocean-oxygen>

Биотехнологичният потенциал¹⁰ на морските ресурси на Черно море е демонстриран чрез идентифицирането на хиляди индустриални ензимни кандидати от седиментни микроби с потенциална употреба в биорафинерии, биоремедиация, фармацевтични продукти и преработка на храни и процеси (напр. сулфидно окисление, денитрификация).

Оценката на устойчивостта в мащаба на басейна¹¹ показва, че екосистемата на Черно море е преминала критична точка около 2005 г. От края на 80-те години на миналия век екосистемата се характеризира с еутрофикация, голям брой медузи и ниска популация на зоопланктон и риби. След 2005 г. рибните запаси започват да се възстановяват, а броят на фитопланктона и медузите намалява, което показва промяна към частично възстановяване, подобро състояние на морската среда и по-устойчива екосистема, възможна благодарение на по-добро управление и положителни промени в структурата на екосистемата. Въпреки това, преминаването на бъдещи критични точки остава възможно, ако температурите продължат да се повишават. Първоначалните оценки, базирани на данни от риболовните улови, показват различия в динамиката на критичните точки между северозападната и южната част на Черно море. Поради това са необходими оценки на устойчивостта, както в мащаба на целия басейн, така и на местно ниво. Това ще изисква допълнителни изследвания върху функционирането на екосистемата и услугите на местно и регионално ниво, подобряване на местния мониторинг и обмен на данни, както и по-добро използване на данни от дистанционни наблюдения и моделиране.

За да се премине към икономически ефективна, интегрирана система за ранно предупреждение при множество стресови фактори, BRIDGE-BS тества и потвърди приложимостта на комбинация от **интелигентни сензорни технологии**¹² (фигура 2). Резултатите показваха висока степен на приложимост и технологична готовност за внедряване в пълен оперативен мащаб. Препоръчва се адаптиран подход за интегрирането на тези методи в системите за наблюдение и националните програми за мониторинг. Тестваните сензорни технологии включват:

- Биогеохимични сензори (biogeochemical sensors) за pH, въглероден диоксид и сероводород (hydrogen sulphide), съобразени със специфичните екологични условия на Черно море. Те могат да бъдат използвани от местните общини, националните програми за мониторинг и офшорните сектори, за по-добро управление на рисковете, свързани с изменението на климата;
- eDNA¹³ като неинвазивен, бърз и икономически ефективен метод за оценка на биологичното разнообразие¹⁴. Това може да допълни традиционните техники за тралване като част от програмите за мониторинг, които подпомагат опазването на биологичното разнообразие, устойчивото управление на рибарството и идентифицирането на области за защитни мерки;
- ДНК метабаркодиране¹⁵ (DNA metabarcoding) като инструмент за бързо наблюдение на биоразнообразието на фитопланктона (phytoplankton) и видовете вредни водорасли (HAB monitoring), с по-голяма чувствителност в таксономичното разделяне от традиционните подходи, използващи микроскопия. Това може да подобри оценките на биологичното разнообразие, извършвани от агенциите за околна среда и органите за мониторинг;
- Комбинация от подводни акустични (acoustic) и въздушни методологии, базирани на дронове (drones), за бързо и неинвазивно откриване на медузи (jellyfish), които може да бъдат приложени към дейностите по мониторинг;
- Метагеномно¹⁶ изследване на нови ензими с биотехнологичен потенциал, които може да бъдат мащабираны за промишлени приложения; и
- Автономни платформи, като например глайдери (gliders) и теглени устройства тип скенфиш (scanfish), както и стационарни (бентосни) платформи, свързани с мобилни платформи чрез технологии на „Интернет на нещата“ (IoT)¹⁷.

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

¹¹ Резултат 3.2 ще бъде достъпен на <https://zenodo.org/communities/bridge-bs/records?q=&list&p=1&s=10>

¹² Резултат 5.5 ще бъде достъпен на <https://zenodo.org/communities/bridge-bs/records?q=&list&p=1&s=10>

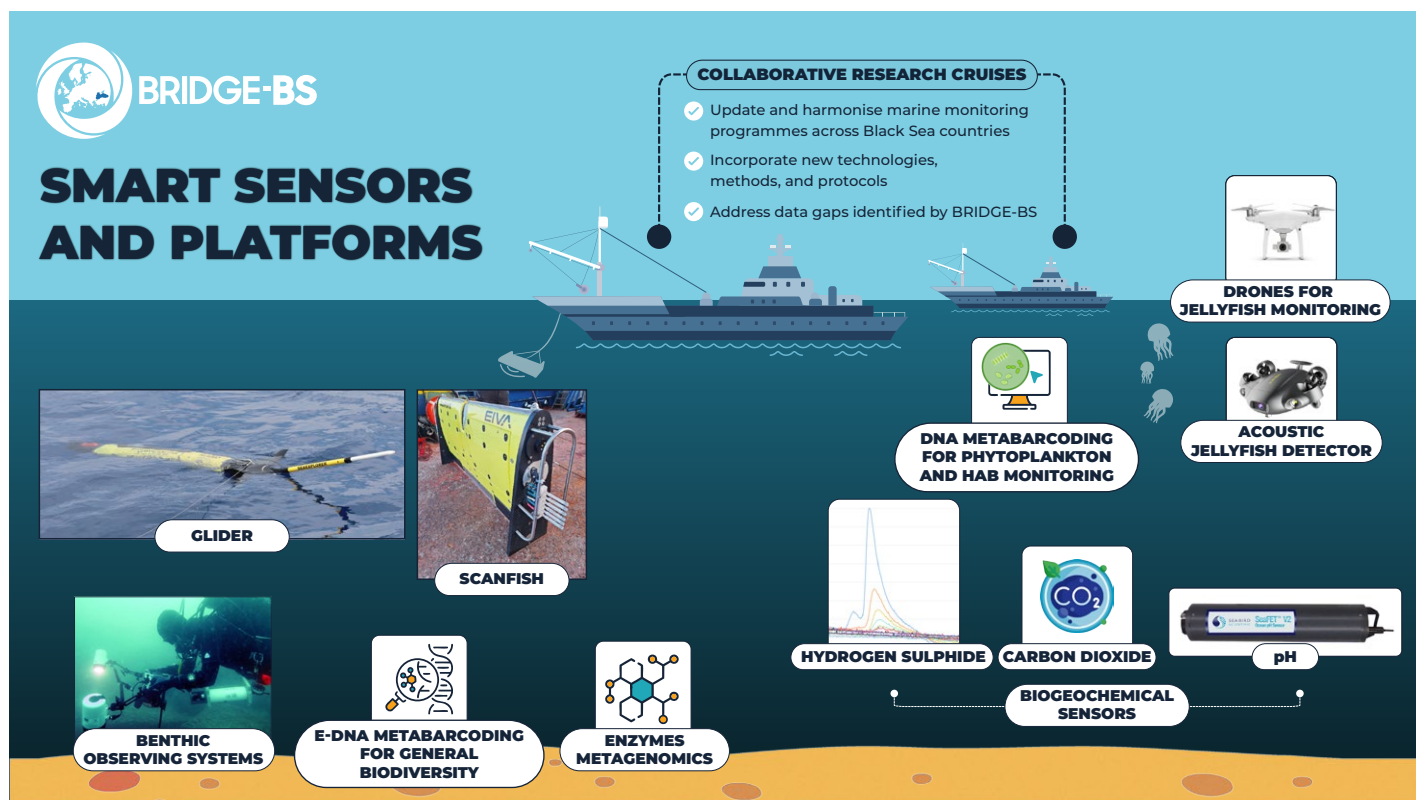
¹³ Генетичен материал, получен от проби от околната среда, като утайка или вода, без видими признаци на биологичен изходен материал. Използва се като индикатор за наличието на видове.

¹⁴ Резултат 5.3 ще бъде достъпен на <https://zenodo.org/communities/bridge-bs/records?q=&list&p=1&s=10>

¹⁵ Секвениране на генетични „баркодове“ за идентифициране на видове от екологична проба (напр. проби от вода или утайки, съдържащи eDNA) и е в състояние да идентифицира множество видове едновременно (т.е. общности) и тяхното изобилие.

¹⁶ Изследване на структурата и функцията на ДНК от всички организми в екологична проба.

¹⁷ Мрежа от интелигентни, взаимосвързани подводни обекти, които позволяват наблюдение на огромни, неизследвани райони на океана.



Фигура 2. Преглед на интелигентните сензори (smart sensors) и платформи, тествани по време на съвместните изследователски круизи на BRIDGE-BS.

Биологични индикатори са тествани като потенциални нови показатели за устойчивостта на екосистемата, за да се оцени колко близо е системата до преминаване на критична точка¹⁸. Те включват индикатори за структурата на хранителната мрежа (трофични нива¹⁹ на улова/популациите) и функцията на биологичните общности на морското дъно (биотурбация²⁰ и биоиригация²¹). Тези индикатори могат да подпомогнат разработването на планове за възстановяване, включително за крайбрежни местообитания на син въглерод, и могат да бъдат адаптирани за мониторинг на състоянието на околната среда. Необходимо е по-нататъшно изпитване на тези показатели за тяхното валидиране и бъдещо усвояване.

Демонстраторът BRIDGE-BS Дигитален двойник на океана (Digital Twin Ocean (DTO))²² (фигура 3) е един от ключовите резултати от BRIDGE-BS, съчетаващ множество от разработените инструменти. Той има за цел да представи виртуалното изображение на Черно море, за да подпомогне определящите политиките при вземането на информирани решения, използвайки хипотетични

сценарии „какво, ако“, анализи на компромисите и принос от различни сектори и заинтересовани страни. Той интегрира данни от портала (portal) и базата данни (database) на BRIDGE-BS, биофизични модели с висока разделителна способност на Черно море и неговия водосборен басейн, социално-икономически сценарии, оценки на устойчивостта (ecosystem resilience assessment), инструмента за подпомагане на вземането на решения (decision support tools), базиран на изкуствен интелект (AI), и инструмента за оценка на кумулативните ефекти, основан на анализа на риска (risk based cumulative effect analysis) (описани по-долу поотделно). Той определя текущото и бъдещото състояние и рискове за екосистемата и разработва контексти за управление на риска и цели на политиките за конкретни области, като се фокусира върху екосистемните услуги и бъдещите сценарии за натиск. Демонстраторът DTO може да се използва за определяне на екосистемните граници на безопасното оперативно пространство (safe operating space) за синята икономика на Черно море и за подпомагане на адаптивното управление.

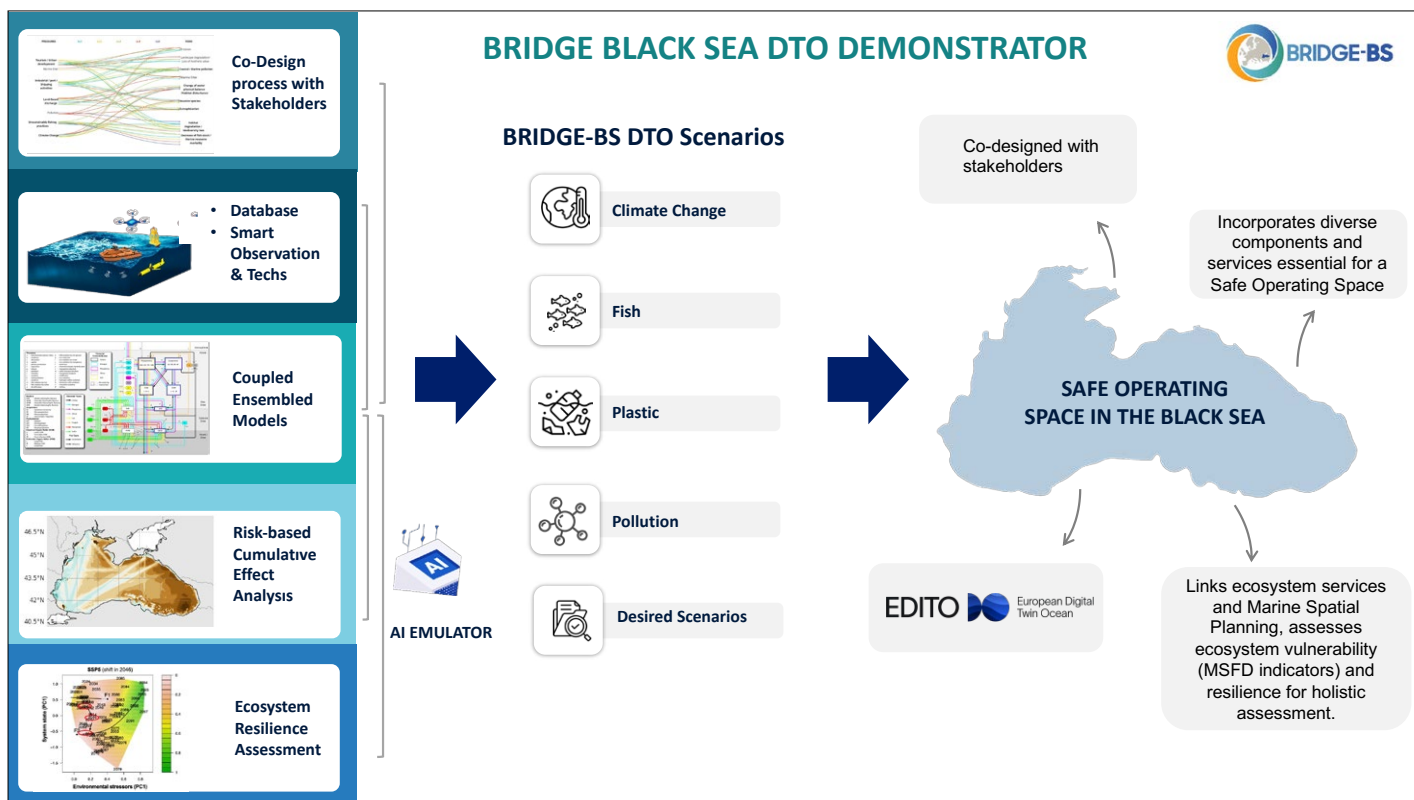
¹⁸ Резултат 3.1 ще бъде достъпен на <https://zenodo.org/communities/bridge-bs/records?q=&list&p=1&s=10>

¹⁹ Описва позицията на организма в хранителната верига или хранителната мрежа въз основа на начина, по който той получава енергия и хранителни вещества.

²⁰ Смесването и нарушаването на утайките и почвите от живи организми, като например чрез заравяне, хранене и активност на растителните корени.

²¹ Процесът, чрез който организмите, живеещи в утайки, активно обменят вода и разтворени вещества между покриващата водна колона и утайката чрез заравяне, изпомпване и хранене.

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



Фигура 3. Преглед на демонстратора BRIDGE-BS Digital Twin Ocean (DTO).

Порталът и базата данни на BRIDGE-BS²³ е интердисциплинарна платформа, която осигурява публичен достъп до методология, както и физически, химически и биологични набори от данни от наблюдения и моделиране на Черно море, генерирани от BRIDGE-BS, предишни проекти и други регионални, европейски и глобални бази данни (включително SeaDataNet²⁴, EMODnet²⁵, Sentinel²⁶ и базата данни за качеството на водата в Черно море²⁷). Центърът за морски екосистеми и климатични изследвания (DEKOSIM²⁸) на Близкоизточния технически университет ще поддържа портала BRIDGE-BS, базата данни и демонстратора на DTO. Той също така ръководи интеграцията на демонстратора DTO в инфраструктурата EDITO²⁹ като част от европейската инициатива за DTO.

Инструмент за подпомагане на вземането на решения, базиран на изкуствен интелект (AI)³⁰, използва прототипни модели за машинно обучение, за да анализира как екосистемата на Черно море реагира на множество стресори и да информира адаптивното управление. Инструментът предоставя анализ на регионално ниво и на ниво пилотни обекти на причинно-следствените връзки между натиска върху околната среда и прогнозираните биологични реакции. Той също така интегрира данни от наблюдения и модели в мащаба на басейна, за да се проучат по-

сложните взаимодействия в пространството и времето. За да се подобри точността на този инструмент, трябва да се запълнят пропуските във физическите и биогеохимичните данни, включително пълните пространствени времеви серии от наблюдения и/или резултати от модели. В бъдеще този инструмент може да се използва за подпомагане на тестването на сценарии и за разработване на системи за ранно предупреждение за вредни цъфтежи на водорасли (HAB) или сринове на риболовните дейности.

Разработен е инструмент за подпомагане на вземането на решения за оценка на кумулативните въздействия³¹, основан на анализа на риска (risk-based cumulative effects analysis), за да могат заинтересованите страни да разберат и прогнозираят пространствените горещи точки на въздействието върху околната среда в резултат на кумулативния натиск от секторите на синята икономика. Оценките на въздействието от конкретни сектори се генерират, за да се тестват и оценят бъдещите адаптивни стратегии за управление, които може да подкрепят морското пространствено планиране. По-нататъшното развитие на инструмента зависи от интегрирането на социално-икономически данни, за да се свържат кумулативните въздействия от различни източници с ефекта им върху екосистемните услуги.

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 Резултат 4.3 ще бъде достъпен на <https://zenodo.org/communities/bridge-bs/records?q=&l=list&p=1&s=10>

³¹ Резултат 4.4 ще бъде достъпен на <https://zenodo.org/communities/bridge-bs/records?q=&l=list&p=1&s=10>

Ансамбъл от специфични за Черно море модели (coupled ensemble models) с висока разделителна способност, обхващащи цялата морска система³², може да се използва за оценка на настоящото и бъдещото въздействие на множество стресови фактори, за да се помогне на лицата, отговорни за вземането на решения, да разберат текущото състояние на околната среда, да оценят компромисите, да разработят стратегии за управление и да преразгледат регионалните и националните морски политики.

Обсерваторията за синя икономика за Черно море³³ е онлайн платформа, която предоставя табло за управление за наблюдение на устойчивото развитие на синята икономика на Черно море. Тя предоставя преглед на текущото състояние на секторите на синята икономика във всяка черноморска държава и различни бъдещи сценарии, разработени от BRIDGE-BS. Институциите, занимаващи се с политики, изследователите и предприятията могат да използват платформата за получаване на информация, подпомагаща вземането на решения, основани на данни, в подкрепа на политики за синята икономика на регионално и национално равнище. Платформата също така помага за идентифициране на предизвикателства пред регионалната устойчивост, пропуски в данните и ограничения, свързани с достъпа до тях. Данните от обсерваторията се подават в демонстратора BRIDGE-BS DTO и се разработват бъдещи планове за дългосрочната поддръжка на обсерваторията.

Акселераторът BRIDGE-BS за Черно море (Black Sea Accelerator)³⁴ работи в сътрудничество с проекта DOORS за

Черно море³⁵ и подкрепя стартиращи предприятия, малки и средни предприятия и изследователи за развиване на иновативни решения и устойчиви предприятия в областта на синята икономика в различни сектори, вариращи от рибарство и аквакултури до морски транспорт. Две издания на BRIDGE-BS High Tech Summit за Черно море представят иновации пред по-широка регионална аудитория и насърчават диалога между различни участници в синята икономика. Проучени са идеи за нови услуги и продукти, които носят стойност и работни места, включително за управление на пластмаса, енергия, устойчиво местно производство на аквакултури и биотехнологии, свързани с водорасли.

Дейностите за обучение и изграждане на капацитет (фигура 4) укрепиха изследователската общност на Черно море. Те включват Виртуалния център за сини кариери (Virtual blue career centre)³⁶, докторската програма по синя икономика (PhD Students)³⁷, програмата³⁸ „Млади посланици на Черно море“ (Black Sea Young Ambassadors), летни и зимни училища (summer and winter schools)³⁹ както и и масов онлайн курс с отворен достъп⁴⁰ (MOOC) за наука, политика и технологии. Местните заинтересовани страни са ангажирани чрез живи лаборатории (living labs)⁴¹ институциите, занимаващи се с политики на местно и регионално ниво - чрез поредица от събития, а широката общественост е запозната с важноста на екологично балансирано Черно море и устойчивата синя икономика чрез дейности за океанска грамотност, Мрежата за океанска грамотност на Черно море⁴² и кампании наука за гражданите (citizen science campaigns)⁴³.

Визии за бъдещето на Черно море

Разработени са ключови прогнози за бъдещото състояние на Черно море при различни сценарии за изменение на климата чрез използване на свързани физико-биогеохимични модели, адаптирани за предоставяне на информация в локален мащаб. Според тях температурата на повърхността на морето ще се увеличи между 0,9 и 3,8°C до 2100 г. в зависимост от бъдещите емисии на въглероден диоксид. Това ще се отрази на концентрацията на кислород, която се очаква да намалее с най-малко 9%. Предвижда се намаляване на биологичното разнообразие, както и промяна в динамиката на екосистемите и производителността на риболовните дейности. Освен това моделите BRIDGE-BS предоставят бъдещи прогнози за замърсяването с пластмаса въз основа на социално-икономически сценарии с различни нива на икономически растеж, численост на населението и потенциални политики в областта на околната среда, засягащи постъпването на пластмаса от реките и крайбрежните градове⁴⁴. Тези прогнозираните увеличения на стресовите фактори ще окажат

въздействие върху устойчивостта на Черно море, което увеличава необходимостта от повишено внимание, за да се гарантира устойчивото развитие на дейностите в областта на синята икономика.

Създадени са три вида сценарии (вж. параграфите по-долу), които да подпомогнат разработването на препоръки за адаптивно управление и бъдещи действия за секторите на синята икономика, за да се приведат в съответствие с желаните цели за устойчивост⁴⁵. Тези сценарии са включени в демонстратора DTO на Черно море и следва да се използват за актуализиране на стратегиите и политиките за устойчива синя икономика на Черно море. Те може да бъдат използвани и от операторите в областта на синята икономика за вземане на решения (decision making) за това къде да се насочат иновациите и инвестициите, както и за подходящи мерки за управление, за да се гарантира устойчивостта.

³² Резултат 2.3 ще бъде достъпен на <https://zenodo.org/communities/bridge-bs/records?q=&l=list&p=1&s=10>

³³ <https://blackseabeo.eu>

³⁴ <https://bridgeblacksea.org/index.php/black-sea-accelerator/>; Резултат 7.3 ще бъде достъпен на <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 Резултат 9.5 ще бъде достъпен на <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>

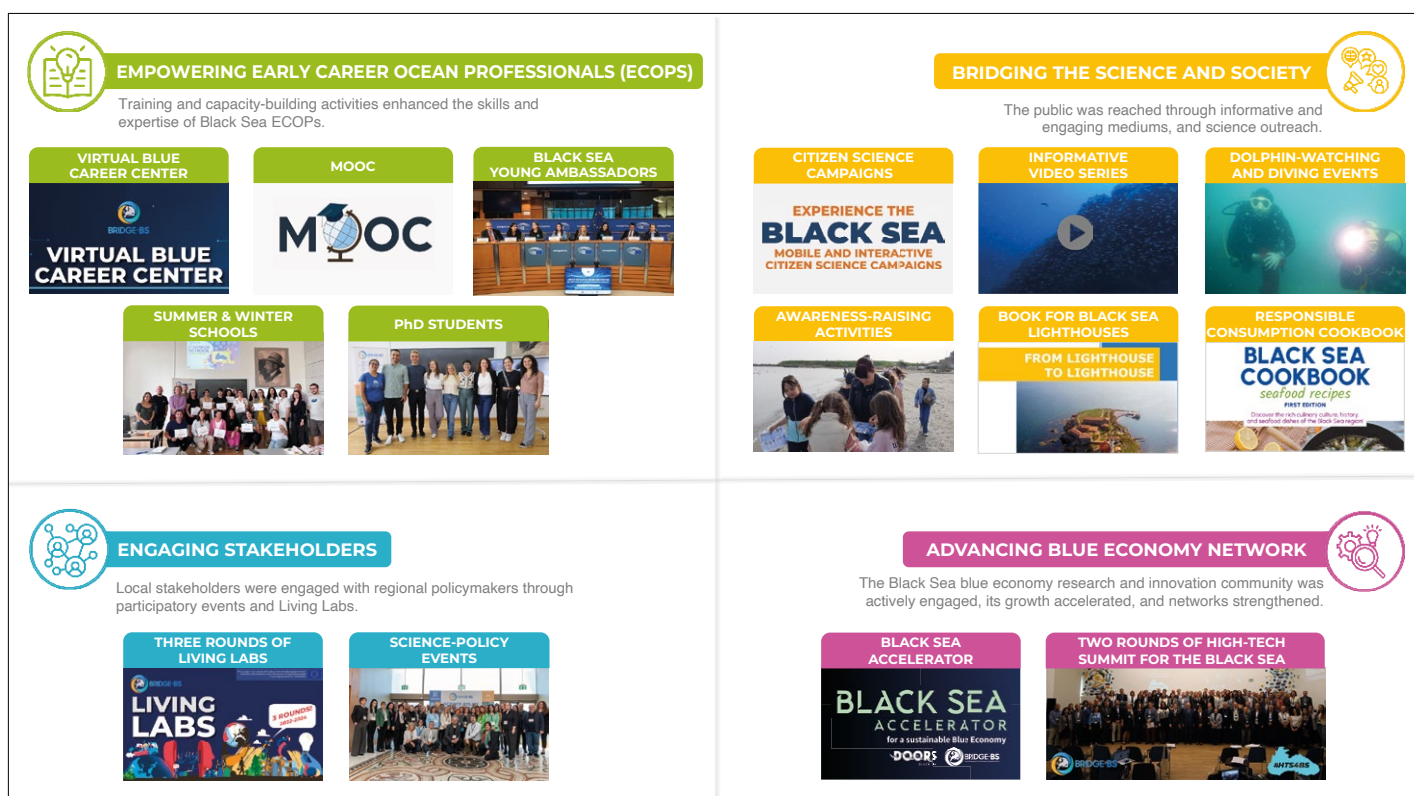
⁴¹ Пространство, в което местните общности, експерти и лица, отговорни за вземането на решения, се събират, за да разработват, тестват и подобряват идеи.

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

⁴³ Резултат 9.6 ще бъде достъпен на <https://zenodo.org/communities/bridge-bs/records?q=&l=list&p=1&s=10>

⁴⁴ Резултат 2.4 ще бъде достъпен на <https://zenodo.org/communities/bridge-bs/records?q=&l=list&p=1&s=10>

⁴⁵ Резултат 4.5 ще бъде достъпен на <https://zenodo.org/communities/bridge-bs/records?q=&l=list&p=1&s=10>



Фигура 4. Преглед на дейностите за обучение и изграждане на капацитет, подкрепяни от BRIDGE-BS.

Визии за устойчива синя икономика 2050⁴⁶ предлагат възможни бъдещи траектории за развитие на синята икономика на Черно море за 2050 г., като се приема, че е постигната устойчивост. Те са разработени както в мащаб на целия басейн, така и на ниво пилотни обекти, като се използва прогнозна оценка, която отчита различните условия на иновациите (технологични до социални) и управлението (морски басейн до местно ниво) както и гледните точки на местните заинтересовани страни. Тези въображаеми сценарии предоставят възможност на лицата, отговорни за вземането на решения, и на по-широк кръг заинтересовани страни да насърчават колективното мислене и стратегическия диалог, за да се ориентират в бъдещите предизвикателства и възможности и да вземат решения в условията на несигурност. Те могат да бъдат използвани от националните администрации в подкрепа на разработването на стратегии за синя икономика.

Желаните сценарии⁴⁷ съчетават резултатите от физико-биогеохимичния модел, устойчивите представи за синята икономика и перспективите на местните участници, събрани чрез живите лаборатории. Те подчертават предпочитаните и реалистични сценарии за морски и сухоземни дейности, които влияят на морските екосистеми и ресурси, и помагат за подкрепа на развитието на устойчива синя икономика, отчитайки изменението на климата. Инструментът за оценка на кумулативния ефект е използван за прогнозиране на бъдещите въздействия върху околната среда на тези сценарии и показва, че в мащаб на целия басейн риболовът, морският транспорт и постъпленията на хранителни вещества от

сушата ще причинят най-голямо въздействие върху околната среда, докато аквакултурите или офшорната вятърна енергия ще имат по-локално въздействие. Тези сценарии следва да служат като основа за разработване на политики, основани на факти, например за морското пространствено планиране от националните администрации.

Трансформационните пътища⁴⁸ за синята икономика на Черно море са съвместно проектирани от заинтересованите страни от крайбрежната общност по време на шест живи лаборатории за участие в пилотните обекти, като бяха ангажирани общо 162 организации. Тези пътища могат да доведат до преход към по-устойчива, балансирана и справедлива система. Заинтересованите страни идентифицираха предизвикателствата пред устойчивата синя икономика, договориха се за визия за 2050 г. и идентифицираха действия за трансформиране на секторите на синята икономика, за да постигнат тази визия. Анализираният сектор включва аквакултури, туризъм, морска възобновяема енергия, наблюдение и управление на морската среда, рибарство и пристанищния и корабоплавателния сектор. Ключовите действия, които са идентифицирани, включват напредване на технологиите, дигитализация, обучение и ангажираност на общността. Въпреки че заинтересованите страни не идентифицираха необходимост от прилагане на холистичен системен подход, тези действия допринасят за социално-екологичната устойчивост на крайбрежните общности чрез обучение и участие (например мониторинг, изграждане на капацитет, ангажиране на заинтересованите страни).

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 Резултат 4.4 ще бъде достъпен на <https://zenodo.org/communities/bridge-bs/records?q=&l=list&p=1&s=10>

⁴⁸ Резултат 6.3 ще бъде достъпен на <https://zenodo.org/communities/bridge-bs/records?q=&l=list&p=1&s=10>

Бъдещи нужди в областта на научните изследвания и политиките

За да се ограничи въздействието на човешките дейности върху здравето и устойчивостта на Черно море, да се запазят основните екосистемни услуги и да се осигури безопасно

оперативно пространство за развитието на устойчива синя икономика, следните действия следва да бъдат постигнати в рамките на следващите пет години.

Препоръки към институциите, занимаващи се с политики:

- **Разработване и актуализиране на стратегии, регулации и механизми за прилагане в областта на синята икономика** на национално и регионално равнище, за да се приведат в съответствие с препоръките за адаптивно управление, разработени по проект BRIDGE-BS, включително за: приоритизиране на дребномащабния риболов; укрепване на политиките за устойчив риболов и управление на рибните ресурси, основано на екосистемния подход; въвеждане на екологосъобразни транспортни решения за плавателните съдове и пристанищната инфраструктура; развитие на офшорна вятърна енергия и устойчиви аквакултури; намаляване на замърсяването от водосборните басейни и крайбрежните зони; и насърчаване на иновативен и устойчив туризъм;
- **Допълнително укрепване на взаимодействието и диалога между науката и политиката** в Черноморския регион чрез подобряване на координацията и подкрепа на съществуващите механизми, например Черноморската комисия (BSC), Организацията за черноморско икономическо сътрудничество (BSEC) и Генералната комисия по рибарство за Средиземно и Черно море (GFCM);
- **Прилагане на системно мислене и подход, основан на устойчивостта при управлението** на синята икономика на Черно море както и интегриране на участнически подходи за включване на заинтересованите страни в стратегиите за адаптивно управление, като се използват методи за разработване на сценарии и ангажиране на заинтересованите страни на BRIDGE-BS;
- **Разработване на специална финансова рамка за безвъзмездни средства за синя икономика, финансови стимули и регионална координация** между участниците във финансирането на национално равнище и национални и регионални механизми за създаване и развитие на иновации (инкубатори/акселератори)⁴⁹. Следва да се създаде дългосрочна рамка в подкрепа на бъдещите издания на Черноморския акселератор и High Tech Summit, за да се затвърди ролята му като референтен форум за регионални иновации в Черно море;
- **Прилагане на последователен екосистемен подход към морското пространствено планиране** във всички черноморски държави и в мащаб на целия басейн, като се използват инструментите, разработени по проект BRIDGE-BS. Това ще укрепи и осигури ефективно управление на настоящата мрежа от морски защитени зони, включително регулирането на човешките дейности (напр. рибарство, транспорт, туризъм) в и около тях;
- **Актуализиране и хармонизиране на програмите за морски мониторинг** в черноморските страни въз основа на новотествани технологии, методи, протоколи и пропуски в данните, идентифицирани в рамките на BRIDGE-BS. Следващо действие е създаването на регионална рамка за мониторинг, която да уеднакви събирането на социално-икономически данни и осигуряването на отворен достъп до тях между черноморските държави, така че тези данни да хранят Обсерваторията за синя икономика и да се свързват с демонстратора BRIDGE-BS DTO; и
- **Подкрепа за продължаването и разширяването на дейностите за изграждане на капацитет**, разработени в рамките на BRIDGE-BS, включително масовия онлайн курс с отворен достъп, програмата „Млади посланици на Черно море“, Виртуален център за сини кариери и Мрежата за океанска грамотност на Черно море.

⁴⁹ Резултат 7.2 ще бъде достъпен на <https://zenodo.org/communities/bridge-bs/records?q=&l=list&p=1&s=10>

Препоръки за изследователски и оперативни услуги:

- **По-нататъшно разработване, координиране и внедряване на интелигентни сензорни технологии, съчетани с традиционни системи за наблюдение;**
- **Продължаване на разработването на стандартизирана методология за интегрирана система за ранно предупреждение за множество стресови фактори за сушата и морето с цел хармонизиране на мониторинга;**
- **Консолидиране на интеграцията на данните от наблюденията, моделите и инструментите за прогнозно управление на BRIDGE-BS в BRIDGE-BS Digital Twin Ocean (DTO) и включване на нови сценарии, случаи на използване и функционалности, които отговарят на нуждите на заинтересованите страни. Връзките между BRIDGE-BS DTO, морската служба „Коперник“, EMODnet и европейския DTO следва да бъдат определени и организирани;**
- **Организиране на обучения за институциите, занимаващи се с политики относно инструментите, разработени в рамките на BRIDGE-BS;**
- **Включване на установените пропуски в знанията в актуализирана версия на Стратегическия дневен ред за изследвания и иновации в Черно море (SRIA), включително: бъдещи оценки на устойчивостта и критичните точки; недостатъчно наблюдавани източници на стресови фактори и подобрени връзки между натиск и движещи фактори; прецизиране на моделите за постигане на по-висока разделителна способност в локален мащаб; определяне на границите на безопасното оперативно пространство; по-нататъшно развитие на картографирането на кислорода и сероводорода; оценки на закисляването на океана; влияние на река Дунав върху Черно море; валидиране на индустриалния потенциал на биомолекулите; социално-екологични изследвания, използващи сценарии; и смекчаване на замърсяването, свързано с войната в Черно море; и**
- **Осигуряване на подкрепа за възстановяване на изследователския капацитет на Украйна.**

Тези препоръки подкрепят изпълнението на политики, стратегии и инициативи на глобално равнище (напр. Глобалната рамка за биологично разнообразие на Кунмин-Монреал, Десетилетието на ООН за науката за океана за устойчиво развитие, Целите за устойчиво развитие), на равнище ЕС (напр. Пактът на ЕС за океаните, Стратегията на ЕС за устойчивост на водите, Европейският зелен пакт, Стратегията на ЕС за биологичното разнообразие, Рамковата директива за морската стратегия, Директивата за морско пространствено планиране, Регламентът за възстановяване на природата, Директивите за птиците и местообитанията, Мисията за възстановяване на нашия океан и води) и на регионално равнище (напр. Букурещката конвенция, Стратегията на ЕС за Черно море, Стратегията на ЕС за Дунавския регион, Черноморската синергия, Общия дневен ред за Черно море, Стратегическия дневен ред за изследвания и иновации в Черно море и Планът за неговото прилагане). Тези препоръки ще подпомогнат прилагането и изпълнението на тази сложна политическа рамка в Черноморския регион от всички участници, особено на местно равнище. Повече информация за конкретни действия на заинтересованите страни за изпълнение на тези препоръки може да бъде намерена в „Синя пътна карта за Черно море до 2030 г.⁵⁰“.

⁵⁰ Резултат 8.4 ще бъде достъпен на <https://zenodo.org/communities/bridge-bs/records?q=&l=list&p=1&s=10>

Благодарности

Проектът BRIDGE-BS е финансиран от програмата на Европейския съюз за научни изследвания и иновации „Хоризонт 2020“ по договор за отпускане на безвъзмездни средства № 101000240. Изразените мнения и становища са единствено на авторите и не отразяват непременно възгледите на Европейския съюз или на финансиращия орган. Европейският съюз и финансиращият орган не носят отговорност за тяхното съдържание.

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

Координация и редактиране: Britt Alexander, Sheila J. J. Heymans

Външни рецензенти: Adrian Stanica, Mario Sprovieri, Andreea Strachinescu

Вътрешен рецензент: Pierre Yves Le Tron (член на консултативния съвет на BRIDGE-BS)

Допълнителен принос: 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

Дизайн: Zoeck

Превод: Translated & Irina Kircheva

Инфографика: Özgün Evrim Sayilkan

Изображение на корицата: Leewarrior, Pixabay.

Ключови думи

устойчива синя икономика, управление, основано на екосистемния подход, интелигентни наблюдения, инструменти за подпомагане на вземането на решения, социално-икономически сценарии

Цитиране

BRIDGE-BS (2025). 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

Авторско право и употреба

Това е публикация с отворен достъп, разпространявана съгласно условията на Международния лиценз Creative Commons Attribution 4.0 (CC BY 4.0). Използването, разпространението или адаптирането в други форуми е разрешено, при условие че оригиналните автори и собствениците на авторските права са посочени, оригиналната публикация е цитирана, предоставена е връзка към лиценза на Creative Commons и са посочени всички промени, които са направени в оригиналното съдържание. Не се разрешава използване, разпространение или възпроизвеждане, което не отговаря на тези условия.

Декларация относно изкуствен интелект

За превода на този документ е използван задвижваният от изкуствен интелект CAT инструмент на Translated – Matecat, а за езиковата редакция – ChatGPT. Изкуственият интелект не е използван за никакви свързани с писане ключови задачи, като например създаване на научни анализи, създаване на преглед на литературата, извличане на научни заключения или предоставяне на препоръки.

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.