

Програма розвитку потенціалу у сфері «блакитного вуглецю» (BSCap)

Програма розвитку потенціалу у сфері «блакитного вуглецю» (BSCap): Навчальний посібник)

Головний бенефіціар: Університет ім. Наміка Кемаля в Текірдазі - Туреччина

Цей навчальний матеріал було підготовлено в рамках проєкту «Зв'язування блакитного вуглецю в Чорному морі (BlueC)».

ВССар Навчальний посібник

Це навчальний матеріал складається з п'яти основних розділів:

1. **У першому розділі** наведено загальну інформацію щодо визначення, глобального поширення та екосистемних послуг морських трав. Особливу увагу приділено здатності до поглинання вуглецю та концепції «блакитного вуглецю».
2. **У другому розділі** розглядаються загрози для екосистем морських трав; детально аналізуються загрози, що походять з суші, з моря та ті, що пов'язані зі зміною клімату.
3. **У третьому розділі** розглядаються стратегії захисту екосистем морських трав, міжнародні конвенції та практика проведення оцінки впливу на навколишнє середовище (ОВНС) у країнах Середземномор'я.
4. **Четвертий розділ** присвячений методам, технологіям та управлінню даними щодо картографування та моніторингу морських трав.
5. **П'ятий і останній розділ** містить детальну інформацію про варіанти політики та управління, методи відновлення, а також залучення зацікавлених сторін до збереження екосистем морських трав.

Шановні освітяни,

Було заплановано навчальну програму з метою підвищення обізнаності та розуміння екосистем морських трав серед фахівців державного та приватного секторів, які беруть участь у процесах ОВД. Нижче описано процес розробки та створення навчальних матеріалів, що використовуватимуться в рамках цієї програми.

Зміна клімату загрожує морським екосистемам у всьому світі, а Чорноморський регіон є особливо вразливим через численні антропогенні навантаження. Морська трава є однією з найефективніших природних систем поглинання вуглецю на планеті, здатна накопичувати вуглець у 35 разів швидше, ніж тропічні ліси. Незважаючи на їх екологічне та кліматичне значення, луки морської трави в Чорноморському регіоні стикаються з численними загрозами, зокрема з забудовою прибережних територій, забрудненням, руйнівними методами риболовлі та наслідками зміни клімату.

Підвищення рівня обізнаності окремої особи чи суспільства з будь-якого питання означає, в певному сенсі, формування ставлень, поведінки та переконань цієї особи чи суспільства. Підвищення обізнаності серед фахівців, які обіймають посади, пов'язані з прийняттям рішень у рамках процесів ОВД щодо екосистем морських трав, має вирішальне значення для захисту цих вразливих середовищ існування.

Ця навчальна програма використовує модель «Сім дверей змін». У рамках цієї моделі застосовано підхід до навчання, що базується на вирішенні проблем та дослідницькій діяльності.

У рамках підходу, що базується на вирішенні проблем, учасники стикаються з реальними проблемами та спільно працюють над пошуком рішень. Цей підхід сприяє змістовному та тривалому навчанню, оскільки дозволяє учасникам брати активну участь у навчальному процесі та самостійно керувати своєю роботою.

Підхід, заснований на дослідницькому навчанні, додає до взаємодії між викладачем та учасником елемент дослідження та розслідування. Викладачі, які використовують цю стратегію, повинні висвітлювати тему глибоко та всебічно, щоб підвищити здатність учасників до прогнозування та перевірити цю здатність з метою закріплення правил, пов'язаних із даною темою.

Сім дверей змін

1. **Знання:** перший крок до змін. Учасники повинні усвідомлювати важливість екосистем морської трави та загрози, з якими вони стикаються.
2. **Бажання:** уявлення себе в іншому майбутньому. Учасники повинні бути здатні уявити майбутнє, в якому морська трава ефективно захищається в рамках процесів ОВД.
3. **Навички:** Знання того, що робити. Учасники повинні володіти необхідними навичками картографування, моніторингу та оцінки екосистем морської трави.
4. **Оптимізм:** Впевненість у собі. Учасники повинні вірити, що можуть зробити свій внесок у захист морської трави в рамках процесів ОВД.
5. **Сприяння:** Отримання допомоги ззовні. Учасники повинні отримувати інформацію про міжнародні конвенції, директиви ЄС та національне законодавство.
6. **Стимулювання:** Переконливий стимул, що спонукає до дії. Глобальні проблеми, такі як зміна клімату, втрата біорізноманіття та берегова ерозія, є потужними стимулами для започаткування заходів із збереження морських трав.
7. **Підкріплення:** Регулярні комунікації, що підкріплюють повідомлення. Програми моніторингу, історії успіху та постійні навчальні заходи забезпечують постійну обізнаність.

Результати навчання

Програма розвитку потенціалу у сфері «блакитного вуглецю» (BSCap)

Очікується, що учасники, які завершать програму, досягнуть таких результатів:

- **Пояснити**, що морські трави — це квіткові рослини, пристосовані до морського середовища, та описати їхні основні біологічні характеристики.
- **Визначити** поняття «блакитного вуглецю» та здатність морських трав до накопичення вуглецю.
- **Розуміти** екосистемні послуги, що надаються морськими травами (місця розмноження, якість води, захист узбережжя), та їхню економічну цінність.
- **Класифікувати** загрози для морських трав, що походять з суші, з моря та зумовлені кліматичними змінами.
- **Пояснити** роль міжнародних конвенцій та процесів ОВД у збереженні морських трав.
- **Знати** основні принципи картографування морських трав та методи їх моніторингу.
- **Оцінювати** варіанти політики та управління щодо збереження морських трав та **враховувати** їх при прийнятті рішень щодо ОВД.

1. Що таке морська трава?

Морські трави — це квіткові рослини (покритонасінні), які пристосувалися до морського середовища. Вони пристосовані до життя, повністю занурені в солону або солонувату воду. Як і наземні рослини, вони мають жилки в листі (провідну тканину, що транспортує поживні речовини та воду по всій рослині), стебла, коріння (заглиблені в субстрат) та репродуктивні органи, такі як квіти та плоди.

Їх не слід плутати з водоростями (морськими водоростями). Водорості не мають жилок у листі, замість коренів мають прикріпні органи, а також не утворюють квітів чи насіння. Ці фундаментальні відмінності визначають морські трави як справжні рослини, на відміну від водоростей.

Їх називають «морською травою», оскільки багато з них мають стрічкоподібне, трав'янисте листя. Однак у різних видів форма листя може бути овальною, схожою на папороть, довгою, схожою на спагетті, або стрічкоподібною. Розмір листя може варіюватися від розміру нігтя до 7 метрів.

У світі налічується приблизно 60 видів морських трав. У європейських водах у природних умовах ростуть чотири види: *Zostera marina* (морська трава), *Zostera noltii* (карликова морська трава), *Cymodocea nodosa* (трава «морських коників») та *Posidonia oceanica* (трава Нептуна). У Чорному морі переважають види *Zostera marina* та *Zostera noltii*.

2. Що таке «блакитний вуглець» і як морські трави накопичують вуглець?

Термін «блакитний вуглець» позначає вуглець, що поглинається та накопичується в прибережних і морських екосистемах (морські трави, мангрові зарості, солоні болота). Це поняття використовується для визначення вирішальної ролі морських трав у пом'якшенні наслідків зміни клімату.

Здатність морських трав до накопичення вуглецю: Морські трави поглинають вуглекислий газ з атмосфери в процесі фотосинтезу та накопичують його у своїй біомасі (листі, коренях, кореневищах). Відмерла рослинна маса потрапляє в осади, і завдяки анаеробним (безкисневим) умовам вуглець може зберігатися без розкладання протягом тисяч років.

Ключові показники:

- Морські трави можуть накопичувати вуглець у **35 разів швидше**, ніж тропічні ліси.
- За оцінками, вони накопичують **19,9 Пг (петаграм)** органічного вуглецю в усьому світі.
- За поточних темпів втрат прогнозується вивільнення приблизно **299 Тг (тераграм)** вуглецю на рік.

Значення для процесів ОВД: Міжурядова група експертів з питань зміни клімату (МГЕЗК) опублікувала рекомендації щодо включення даних про викиди парникових газів, що виникають внаслідок перетворення та відновлення луків морської трави, до національних інвентаризацій країн. Тому в рамках процесів ОВД вплив проєктів необхідно оцінювати з точки зору вуглецевого балансу.

3. Які екосистемні послуги надають морські трави?

Екосистеми морських трав надають широкий спектр послуг, що сприяють добробуту людей у всьому світі. За оцінками, понад 1 мільярд людей, які проживають у радіусі 100 км від луків морських трав, отримують користь від цих послуг.

- **Забезпечення місць вирощування та розмноження:** Морські трави є домівкою для великої різноманітності фауни, надаючи притулок, джерело їжі та місця для розмноження. Листяний полог захищає молодь риб від хижаків і становить основу харчового ланцюга.
- **Поліпшення якості води:** Вони покращують якість води, фільтруючи поживні речовини та забруднювачі через своє листя та коріння. Вони діють як природний біофільтр для амонію, що утворюється внаслідок інтенсивного вирощування устриць. Вони можуть зберігати забруднювачі, такі як мікроелементи, в осаді протягом тисяч років.
- **Захист узбережжя:** Зменшуючи швидкість течії та енергію хвиль, вони захищають прибережні райони від ерозії, повеней та штормових припливів. Їхнє коріння та кореневища стабілізують осад.
- **Боротьба з хворобами:** Усуваючи мікробіологічне забруднення з води, вони зменшують ризик зараження бактеріальними патогенами для риб, людей та безхребетних. Вони виробляють біоактивні вторинні метаболіти з антибактеріальною та протигрибковою дією.
- **Підтримка рибного господарства:** Вони забезпечують цінні місця для вирощування молодняка для понад однієї п'ятої з 25 найбільших рибних господарств світу.

4. Для яких організмів морська трава є життєво важливим середовищем існування?

Екосистеми морської трави є незамінним середовищем існування для багатьох морських організмів. Ці середовища існування мають особливо важливе значення для видів, що перебувають під загрозою, зникаючих або харизматичних видів.

- **Морські черепахи:** Зелені морські черепахи (*Chelonia mydas*) використовують морську траву як основне джерело їжі. Збереження цього виду безпосередньо залежить від захисту місць проживання з морською травою.
- **Морські коники (*Hippocampus*):** Морські коники є характерними мешканцями луків з морською травою. Саме тому вид *Cymodocea nodosa* іноді називають «травою морських коників».
- **Комерційно важливі види риб:** Більше ніж п'ята частина з 25 найбільших риболовних господарств світу залежить від місць зростання морської трави. До цих видів належать морський окунь, морський лящ та багато прибережних рибних видів.
- **Дугони та ламантини:** Ці великі морські ссавці (сирени) харчуються майже виключно морською травою.
- **Акули та скати:** Багато видів акул і скатів використовують луки морської трави як місця годування та розмноження.
- **Безхребетні:** У екосистемах морської трави мешкають креветки, краби, молюски та багато інших видів безхребетних.
- **Птахи:** Гуси-бранти та численні водоплавні птахи використовують ділянки морської трави як місця годування.

5. Яка економічна цінність екосистем морських трав?

Економічна оцінка екосистемних послуг морських трав має вирішальне значення для аналізу витрат і вигод у рамках процесів ОВД.

Розрахована економічна цінність: Попередня оцінка економічної цінності послуг, що надаються екосистемами морських трав, становить щонайменше **15 837 €/га/рік**. Ця величина на два порядки (у сотні разів) перевищує оцінки, отримані для сільськогосподарських угідь.

Джерела економічної цінності:

- **Рибальство:** забезпечує комерційне, натуральне та рекреаційне рибальство; має життєво важливе значення для задоволення щоденних потреб у протеїні в Індо-Тихоокеанському регіоні.
- **Туризм та рекреація:** дайвінг та сноркелінг; туризм, пов'язаний із взаємодією з зеленими черепахами та дюгонями; спостереження за птахами.
- **Захист узбережжя:** гасіння енергії хвиль; запобігання ерозії; захист від штормових припливів; недорогий природний захист порівняно з інженерними рішеннями.
- **Накопичення вуглецю:** ринкова вартість вуглецю за тонну CO₂; внесок у пом'якшення наслідків зміни клімату.

У процесах ОВД ці значення слід використовувати для виявлення справжньої вартості втрати середовищ існування, спричиненої проєктом.

6. Наскільки скоротилися запаси морської трави у світі?

Морська трава є надзвичайно важливим морським середовищем існування, запаси якого скорочуються у всьому світі з 1930-х років. Такі темпи втрати підкреслюють нагальність заходів із збереження морської трави.

Глобальні коефіцієнти втрат :

- **Щорічно втрачається приблизно 7 %.**
- Цей показник еквівалентний втраті площі розміром з футбольне поле кожні 30 хвилин.
- Серйозні втрати фіксуються з 1930-х років.
- У багатьох регіонах втрати, ймовірно, є більшими, ніж зафіксовано, оскільки на карті позначено менше чверті світових запасів морських трав.

Історичні втрати: Епідемія «виснажливої хвороби» у 1930-х роках у північній півкулі спустошила популяції *Zostera marina*. Ця подія вважається важливим історичним прикладом, що демонструє вразливість екосистем морських трав.

Ситуація в Чорному морі: Регіон Чорного моря особливо вразливий до втрат морських трав через його напівзакриту морську структуру, тиск евтрофікації та проекти розвитку прибережних територій.

Важливість для ОВД: Ці показники втрат підкреслюють надзвичайну важливість захисту кожного гектара решти ареалів морської трави. У процесах ОВД принцип «уникнення» набув більшого значення, ніж будь-коли раніше.

7. Як евтрофікація загрожує морським травам?

Евтрофікація – це стан надмірного росту рослин і водоростей у водоймі, спричинений надмірним надходженням поживних речовин (особливо азоту та фосфору) із сільськогосподарських та міських територій. Цей процес є однією з найсерйозніших наземних загроз для морських трав.

Механізм евтрофікації:

- Надмірне надходження поживних речовин через сільськогосподарські добрива, побутові стічні води та промислові скиди.
- Цвітіння фітопланктону та макроводоростей (великих водоростей).
- Підвищення каламутності у водному стовпі.
- Зменшення кількості світла, що досягає морських трав.
- Пригнічення фотосинтезу та загибель морських трав.

Наслідки евтрофікації:

- Цвітіння водоростей вкриває листя морських трав, зменшуючи проникнення світла.
- Розпад відмерлих водоростей споживає кисень, що призводить до гіпоксії (нестачі кисню).
- Погіршується якість донних відкладень.
- Зміщується баланс екосистеми.

Оцінка в рамках процесів ОВД:

- Аналіз потенціалу проєкту щодо викидів поживних речовин.
- Оцінка сукупних наслідків (існуюча евтрофікація + наслідки реалізації проєкту).
- Розробка програм моніторингу якості води.
- Визначення вимог до очищення стічних вод.

8. Як морська діяльність загрожує морській траві?

Мілководні прибережні райони, де зазвичай росте морська трава, характеризуються високою концентрацією промислової та рекреаційної діяльності. Ця діяльність загрожує морській траві через прямі фізичні пошкодження або непряме погіршення стану середовища існування.

- **Траловий промисел:** Тралення розриває морське дно, вириваючи морську траву з корінням. У зоні тралення відбувається повне знищення середовища існування. Повторне тралення перешкоджає відновленню.
- **Днопоглиблювальні роботи:**
 - Знищення середовища існування шляхом безпосереднього виривання ґрунту.
 - Засипання морської трави на місцях складування виритого ґрунту.
 - Повторне підняття дрібних відкладень та підвищення каламутності.
 - Наслідки можуть поширюватися на десятки кілометрів від місця днопоглиблювальних робіт.
- **Якірні стоянки суден та пошкодження від гвинтів:**
 - Якорі та ланцюги виривають морську траву з корінням.
 - Пошкодження від гвинтів завдають тривалого збитку лугам морської трави.
 - Енергія хвиль, що утворюється внаслідок руху суден, спричиняє повторне підняття осаду.
- **Інвазивні види:**
 - Інвазивні види водоростей, такі як *Caulerpa taxifolia*, конкурують із морськими травами.
 - Інвазивні трав'яні тварини можуть зменшувати біомасу морських трав.
 - Занесення збудників хвороб та інвазивних видів через баластні води суден.
- **Аквакультура:**
 - Фізичне витіснення та затінення.
 - Збільшення кількості поживних речовин та забруднюючих речовин.
 - Занесення екзотичних видів та збудників хвороб.

9. Як зміна клімату впливає на морські трави?

Зміна клімату створює численні та взаємопов'язані загрози для екосистем морських трав. Ці загрози діють у глобальному масштабі та ускладнюють місцеві природоохоронні заходи.

- **Підвищення температури моря :**
 - Фізіологічний вплив на фотосинтез, дихання та репродуктивний успіх.
 - Найбільшому ризику піддаються види, що межують зі своїм ареалом поширення.
 - Хвилі спеки можуть спричиняти масові випадки загибелі.
 - Епідемію виснажувальної хвороби 1930-х років пов'язують із незвично високими температурами.
- **Закислення океану :**
 - Поглинання океаном зростаючої кількості атмосферного CO₂.
 - Зниження рН морської води.
 - Негативний вплив на кальцифікуючі організми (молюски, корали).
 - Реакція морських трав на закислення є складною і досі досліджується..
- **Підвищення рівня моря:**
 - Морські трави, як правило, мігрують, щоб зберегти оптимальні глибинні зони.
 - Укріплені берегові лінії (набережні, підпірні стіни) можуть перешкоджати цій міграції.
 - Явище «стиснення прибережної зони» призводить до втрати середовища існування.
 - Покращення прозорості води може частково компенсувати ці втрати.
- **Екстремальні погодні явища:**
 - Урагани та сильні шторми виривають морську траву з корінням.
 - Інтенсивні опади збільшують стік прісної води та осаду.
 - Процес відновлення може тривати роками.

10. Як прибережні будівельні та портові проєкти впливають на морські трави?

Проєкти розвитку прибережних зон створюють прямі та непрямі впливи на середовища існування морської трави. Ці впливи є центральним елементом процесів ОВД.

Прямі впливи:

- **Знищення ареалів проживання:** Проєкти меліорації (засипання) назавжди знищують ділянки з морськими травами. Портові басейни та пристані для яхт призводять до безпосередньої втрати ареалів проживання. Будівництво інфраструктури (набережні, пірси, хвилерізи) змінює морське дно.
- **Фізичні порушення:** підняття осаду з дна під час будівництва; забивання стовпів і днопоглиблювальні роботи; пошкодження від будівельного транспорту.

Непрямі впливи:

- **Зменшення проникнення світла:** споруди можуть затінювати ділянки морської трави. Каламутність, спричинена будівництвом, зменшує проникнення світла. Постійні споруди створюють довгострокове затінення.
- **Гідродинамічні зміни:** зміна характеру течій; порушення динаміки перенесення осаду; зміни у розподілі енергії хвиль.
- **Стиснення прибережної зони:** неможливість міграції морських трав углиб суші у міру підвищення рівня моря; штучні прибережні споруди, що блокують природні шляхи міграції; довгострокова втрата середовища існування.

Вимоги щодо ОВД: Ці потенційні впливи прибережного будівництва та проєктів портової інфраструктури на середовища існування морських трав повинні бути всебічно оцінені в рамках процедур ОВД.

11. Як міжнародні конвенції забезпечують правові рамки для охорони морських трав?

Численні міжнародні конвенції забезпечують важливу правову базу для захисту екосистем морських трав. Ці конвенції формують основу для розробки національного законодавства та вдосконалення процесів ОВД.

- **Рамсарська конвенція (Конвенція про водно-болотні угіддя):** сприяє збереженню та раціональному використанню водно-болотних угідь. Морські луки включені до визначення водно-болотних угідь. Резолюція XIII.20 (2018) прямо підтримує збереження припливно-відпливних водно-болотних угідь та екосистем морських луків.
- **Конвенція про біологічне різноманіття (КБР):** збереження та стале використання біорізноманіття. Куньмінсько-Монреальська глобальна рамкова угода з біорізноманіття (цілі 1, 2 та 3). Зобов'язання щодо розробки національних стратегій та планів дій у сфері біорізноманіття (NBSAP).
- **Барселонська конвенція:** Захист Середземного моря від забруднення. Протокол щодо особливо охоронюваних територій та біологічного різноманіття. Прямий захист *Posidonia oceanica*.
- **Рамкова конвенція ООН про зміну клімату (РКЗК ООН) та Паризька угода:** механізм національно визначених внесків (НВВ). Включення екосистем «блакитного вуглецю» до заходів зі зменшення наслідків зміни клімату. Керівні принципи МГЕЗК щодо інвентаризації парникових газів.
- **Всесвітній день морської трави:** 1 березня було проголошено Всесвітнім днем морської трави згідно з резолюцією Генеральної Асамблеї ООН № 76/265. Це символізує міжнародне визнання глобального значення екосистем морської трави.

12. Як слід оцінювати морські трави в рамках процедур ОВД?

Потенційні впливи прибережних проєктів на ареали морських трав повинні комплексно оцінюватися в рамках процедур ОВД.

Ключові складові дослідження ОВД:

- **Аналіз вихідної ситуації:** картографування поширення морських трав на території проєкту та в його околицях. Визначення видового складу та щільності покриття. Оцінка стану здоров'я екосистеми.
- **Аналіз впливу:** Прямі впливи (втрата ареалів, фізичне пошкодження); Непрямі впливи (замутнення води, затінення, гідродинамічні зміни); Кумулятивні впливи (існуючі навантаження + впливи проєкту); Тимчасові та постійні впливи.
- **Заходи щодо пом'якшення наслідків:** Стратегії уникнення; Методи мінімізації; Плани відновлення; Компенсаційні заходи.
- **Програма моніторингу:** базовий моніторинг до початку реалізації проєкту; моніторинг на етапі будівництва; довгостроковий моніторинг на етапі експлуатації.
- **Вимоги законодавства ЄС:** Директива про природні середовища існування (зарості Посидонії є типом середовища існування, зазначеним у Додатку I); Директива про ОВД (оцінка впливу на навколишнє середовище певних проєктів); Рамкова директива про воду (вимоги щодо належного екологічного стану).

13. Як морські природоохоронні зони (МПЗ) використовуються для збереження морських трав?

Створення МПЗ є ефективним інструментом управління для збереження екосистем морських трав. Ці зони становлять основу просторового підходу до охорони природних середовищ існування.

Типи МПЗ :

- **Зони повної заборони вилову:** території, де заборонені будь-які видобувні заходи. Повний захист екосистем морських трав. Виконують функцію наукових еталонних територій.
- **Заповідні зони багатоцільового використання:** зони, де певні види діяльності дозволені, а інші — обмежені. Підхід на основі зонування. Баланс між сталим використанням та збереженням.
- **Морські зони під місцевим управлінням:** зони, управління якими здійснюється за участю місцевої громади. Інтеграція традиційних знань. Захист місцевих джерел існування.

Принципи проєктування МПЗ:

- Належний розмір (для підтримки екологічних процесів).
- Представництво середовищ існування (охоплення різних видів морської трави).
- Зв'язність (екологічний зв'язок з іншими морськими природоохоронними територіями).
- Відстань від джерел загроз або заходи щодо управління цими загрозами.
- Можливість довгострокового управління та моніторингу.

Зв'язок з ОВД: Проєкти, що плануються в межах або поблизу морських природоохоронних територій, можуть підлягати особливим вимогам щодо ОВД. Згідно із законодавством ЄС, проєкти, що впливають на території Natura 2000, можуть вимагати дозволу на центральному рівні.

14. Як відбувається картографування та моніторинг морських трав?

Супутникові знімки, дрони та польові дослідження (спостереження під час дайвінгу та снорклінгу) — це основні методи, що використовуються для картографування та моніторингу ділянок морських трав.

Оптичний дистанційне зондування:

- **Супутникові знімки:** просторова роздільна здатність 0,30–30 м. Широке охоплення території. Можливість регулярного повторного знімання (1–17 днів). Глибина до 40 м залежно від прозорості води.
- **Дрони (безпілотні літальні апарати):** Дуже висока роздільна здатність (менше дециметра). Низька вартість та висока гнучкість. Збір даних для наземної верифікації. Можливість повторювати один і той самий маршрут для регулярного моніторингу.

Акустичні методи:

- **Гідролокатор бокового огляду:** Акустична візуалізація морського дна. Ефективний у глибоких або каламутних водах.
- **Багатопроменеві ехолоти:** тривимірне картографування морського дна. Оцінка структури пологоу.

Польові дослідження (in situ):

- **Спостереження під час занурень та снорклінгу:** ідентифікація на рівні видів. Підрахунок щільності пагонів. Вимірювання висоти пологоу. Оцінка покриття епіфітами.
- **Відбір проб за трансектами та квадратами:** стандартизований збір даних. Можливість довгострокового порівняння.

15. Які існують глобальні мережі моніторингу морських трав?

Глобальні мережі моніторингу, такі як SeagrassNet та Seagrass-Watch, відстежують стан морських трав за допомогою стандартних параметрів. Ці мережі підвищують ефективність та цінність скоординованого моніторингу.

Seagrass-Watch (з 1998 року):

- Глобальна програма наукового моніторингу за участю громадськості.
- 408 ділянок у 21 країні.
- Стандартизовані протоколи.
- **Вимірювання:** відсоток покриття, видовий склад, висота полог, покриття епіфітами, покриття макроводоростями, розмір зерен осаду.
- **Частота оцінювання:** залежить від місцевих можливостей (щоквартально, двічі на рік або щорічно).

SeagrassNet (з 2001 року):

- 126 ділянок у 33 країнах.
- 3 постійні 50-метрові трансекти на кожній ділянці, 12 повторюваних точок відбору проб.
- **Біологічні параметри:** види, покрив, висота полог, біомаса, квіти/плоди.
- **Екологічні параметри:** температура, освітленість, солоність, характеристики осаду.
- Веб-система подання даних (www.seagrassnet.org).

Основні океанічні змінні (EOV) за визначенням Глобальної системи спостереження за океаном (GOOS):

- Координація роботи GOOS.
- EOV щодо покриття та складу морських водоростей.
- www.oceanbestpractices.net

Значення для ОВД: Протоколи цих мереж слугують орієнтирами для розробки програм моніторингу в рамках ОВД. Стандартизовані методи забезпечують порівнянність даних між різними проєктами та регіонами.

16. Як підхід «громадянської науки» застосовується у моніторингу морських трав?

Місцеві громади та волонтери можуть брати участь у програмах моніторингу морських трав за допомогою підходу «громадянської науки».

Переваги «громадянської науки»:

- **Можливості збору даних:** ширший географічний охоплення; можливість частішого відбору проб; економічна ефективність; сталість довгострокового моніторингу.
- **Соціальні переваги:** підвищення обізнаності; формування почуття причетності; підтримка управлінських рішень; екологічна громадянська позиція.

Складові програми «громадянської науки»:

- **Навчання та розбудова потенціалу:** навчання ідентифікації видів; навчання технікам відбору проб; процедури реєстрації даних.
- **Контроль якості:** стандартизовані протоколи; довідкові картки та посібники; робота в парі з досвідченими спостерігачами; процедури перевірки даних.
- **Управління даними:** зручні системи введення даних; мобільні додатки; веб-платформи для подання звітів.
- **Зацікавлені групи:** місцеві рибалки (традиційні екологічні знання); клуби та організації дайвінгу; студенти університетів; екологічні НГО; мешканці прибережних територій.

Використання у процесах ОВД: Дані громадянської науки можуть слугувати підґрунтям для базових оцінок ОВД та бути інтегровані в програми моніторингу після завершення проєкту.

17. Яким Цілям сталого розвитку сприяє збереження морських трав?

Захист та відновлення екосистем морських трав сприяють досягненню **26 завдань та показників**, пов'язаних із **10 Цілями сталого розвитку (ЦСР) Організації Об'єднаних Націй**.

ЦСР, що мають прямий зв'язок:

- **ЦСР 13 — Боротьба зі зміною клімату:** пом'якшення наслідків зміни клімату шляхом уловлювання та зберігання вуглецю; підвищення стійкості прибережних територій до екстремальних погодних явищ.
- **ЦСР 14 — Життя під водою:** охорона морських та прибережних екосистем; підтримка сталого рибальства; зменшення забруднення морського середовища.
- **ЦСР 2 — Подолання голоду:** підтримка продуктивності рибальства; сприяння продовольчій безпеці.

ЦСР, що мають опосередкований зв'язок:

- **ЦСР 1 — Подолання бідності:** Захист засобів до існування прибережних громад.
- **ЦСР 5 — Гендерна рівність:** Підтримка видів діяльності, що забезпечують засоби до існування в прибережних районах, де переважають жінки.
- **ЦСР 6 — Чиста вода та санітарія:** Послуги з поліпшення якості води.
- **ЦСР 8 — Працевлаштування та економічне зростання:** Туризм та рибна економіка.
- **ЦСР 11 — Сталі міста та громади:** Послуги з охорони узбережжя.
- **ЦСР 12 — Відповідальне споживання та виробництво:** Підходи до управління, засновані на екосистемах.
- **ЦСР 17 — Партнерства на користь досягнення цілей:** Міжнародне співробітництво та обмін знаннями.

18. Як відновлюються деградовані ділянки морської трави?

Деградовані ділянки морської трави можна відновлювати за допомогою різних методів, таких як посів насіння та пересадка саджанців. Однак відновлення слід розглядати як крайній захід у ієрархії заходів щодо пом'якшення наслідків, визначеній в ОВД).

Методи відновлення :

- **Підходи на основі насіння:** збір насіння зі зрілих рослин; розкидання або посів насіння; системи перенесення насіння; можливість застосування на великих площах.
- **Пересадка саджанців:** вилучення саджанців із здорових донорських луків; висаджування на деградованих ділянках; методи «плаг» або «дерн»; перевага швидкого початку росту.
- **Модифікація середовища існування:** поліпшення субстрату; стабілізація осаду; усунення джерел загрози.

Фактори успіху:

- Попереднє усунення загроз (критична передумова).
- Близькість до донорських заростей морської трави.
- Висаджування у великих масштабах (невеликі ділянки більш схильні до невдач).
- Правильний вибір місця (освітлення, тип осаду, гідродинамічні умови).
- Довгостроковий моніторинг та догляд..

Рівень успішності: У ході глобальної оцінки було проаналізовано 1 786 експериментів з відновлення та встановлено, що успішність значно варіюється залежно від зазначених вище факторів.

Важливі зауваження щодо ОВД:

- Відновлення не може повністю замінити природні луки.
- Успіх не гарантований і може зайняти роки.
- Запобігання та мінімізація завжди повинні передувати відновленню.
- Витрати на відновлення повинні бути включені до аналізу витрат та вигод у рамках ОВД .

19. Як застосовується ієрархія заходів щодо пом'якшення наслідків для морських трав у процесах ОВД?

Ієрархія заходів щодо пом'якшення наслідків є основоположним принципом ОВД і має суворо застосовуватися до місць існування морських трав. Ця ієрархія визначає порядок пріоритетності у управлінні впливом.

1. Уникнення (найвищий пріоритет):

- Вибір місця розташування проєкту подалі від луків морських трав.
- Оцінка альтернативних технологій.
- Коригування термінів будівництва з метою уникнення чутливих періодів (сезон розмноження).
- Встановлення мети «нульових втрат».
- Повне уникнення ареалів морської трави завжди є найкращим варіантом..

2. Мінімізація:

- Зведення площі впливу до мінімуму.
- Використання мулових завіс та бар'єрів для запобігання поширенню осаду.
- Моніторинг каламутності та перевірка граничних значень.
- Оптимізація методів будівництва.
- Мінімізація нічного освітлення та шуму.

3. Відновлення:

- Усунення наслідків тимчасового впливу.
- Реабілітація деградованих ділянок.
- Зобов'язання щодо довгострокового моніторингу та догляду.
- Визначення критеріїв успіху.

4. Компенсація/заміщення (крайній захід):

- Захист або створення еквівалентного середовища існування в іншій місцевості.
- Принцип «чистого приросту» (забезпечення більшого, ніж втрачено).
- Зобов'язання щодо довгострокового управління.
- Необхідна критична оцінка справжньої природоохоронної цінності компенсації.

Ключовий принцип: Кожен етап має бути повністю оцінений перед переходом до наступного. Відновлення та компенсація не можуть замінити варіанти запобігання та мінімізації.

20. Які основні рекомендації для осіб, що приймають рішення щодо ОВД?

Нижче наведено основні рекомендації, які слід враховувати особам, що приймають рішення, для ефективного захисту екосистем морської трави в рамках процесів ОВД.

- **Законодавство та процедури:** Забезпечити, щоб екосистеми морських трав були чітко зазначені в процедурах ОВД. Впровадити вимоги міжнародних конвенцій (Рамсарська, Конвенція про біологічне різноманіття, Барселонська). Перевірити дотримання директив ЄС (щодо природних середовищ існування, Рамкової директиви про воду, директив щодо ОВД).
- **Експертна оцінка:** Забезпечити, щоб дослідження в рамках ОВД проводилися або контролювалися експертами, компетентними в галузі морської біології. Оцінити якість даних картографування та моніторингу. Вимагати використання стандартизованих протоколів.
- **Ієрархія заходів щодо пом'якшення наслідків:** Суворо дотримуватися послідовності «Уникнення → Мінімізація → Відновлення → Компенсація». Прийняти ціль «Нульові втрати». Пам'ятати, що відновлення не може замінити природне середовище існування.
- **Кумулятивні впливи:** Оцінювати кумулятивні впливи декількох проєктів. Враховувати існуючі фактори стресу (евтрофікація, зміна клімату). Проводити оцінки в регіональному масштабі.
- **Моніторинг та подальші дії:** Вимагайте впровадження комплексних програм моніторингу на етапах до, під час та після реалізації проєкту. Забезпечте довгострокові зобов'язання щодо моніторингу. Застосовуйте адаптивний підхід до управління.
- **Залучення зацікавлених сторін:** Залучайте до процесу місцеві громади, рибалок та НГО. Цінують традиційні екологічні знання. Забезпечте прозорість процесів прийняття рішень.

Завершення

Шановний тренере,

- Ви завершили навчальну програму.
- Ми дякуємо Вам за успішне завершення цього процесу.
- Будь ласка, запитайте учасників, чи є у них якісь запитання або зауваження щодо тренінгу.
- Охорона екосистем морської трави є не лише екологічною відповідальністю, а й важливим інструментом у боротьбі зі зміною клімату та забезпеченні сталого управління прибережними територіями.
- Ефективна оцінка цих екосистем у рамках процесів ОВД є одним із фундаментальних кроків для збереження здорових морів для майбутніх поколінь.

Список літератури

- Amone-Mabuto, M., Bandeira, S., da Silva, A. (2017). Long-term changes in seagrass coverage and potential links to climate-related factors: the case of Inhambane Bay, southern Mozambique. *Western Indian Ocean Journal of Marine Science* 16 (2), 13–25.
- Asmala, E., Gustafsson, C., Krause-Jensen, D., Norkko, A., Reader, H., Staehr, P. A., & Carstensen, J. (2019). Role of eelgrass in the coastal filter of contrasting Baltic Sea environments. *Estuaries and Coasts*, 42(7), 1882–1895.
- Bester K (2000) Effects of pesticides on seagrass beds. *Helgoland Marine Research* 54: 95–98
- Björk, M., Short, F., Mcleod, E., Beer, S. (Eds.), 2008. *Managing Seagrasses for Resilience to Climate Change*. IUCN, Gland, Switzerland (56 pp.).
- Bortone SA (2000) *Seagrasses - monitoring, ecology, physiology and management*. CRC Press. 318 pp
- Coles, R. and Fortes, M.D. (2001). Protecting seagrasses – approaches and methods. In *Global Seagrass Research Methods*. Short, F.T. and Coles, R.G. (eds.). Amsterdam: Elsevier. Chapter 23. pp. 445–463.
- Dawes CJ (1981) *Marine Botany*. A WileyInterscience Publication. John Wiley & Sons, New York, Chichester, Brisbane, Toronto, Singapore. p.478
- de los Santos, C. B., A. Scott, A. Arias-Ortiz, B. Jones, H. Kennedy, I. Mazarrasa, L. McKenzie, L. M. Nordlund, M. de la T. de la Torre-Castro, R. K. F. Unsworth & R. AmboRappe, 2020. Seagrass ecosystem services: Assessment and scale of benefits. *Out of the blue: the value of seagrasses to the environment and to people* United Nations Environment 19–21.
- Den Hartog C (1970) *The Seagrasses of the World*. North Holland Publ. Co., Amsterdam.
- Duarte, B., Martins, I., Rosa, R., Matos, A.R., Roleda, M.Y., Reusch, T.B.H. et al. (2018). Climate change impacts on seagrass meadows and macroalgal forests: An integrative perspective on acclimation and adaptation potential. *Frontiers in Marine Science* 5, 190. <https://doi.org/10.3389/fmars.2018.00190>.
- European Commission. (2019). *The EU Blue Economy Report 2019*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Flindt, M.R., Rasmussen, E.K., Valdemarsen, T., Erichsen, A., Kaas, H. and Canal-Vergés, P. (2016). Using a GIS-tool to evaluate potential eelgrass reestablishment in estuaries. *Ecological Modelling* 338, 122–134. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2016.07.005>.
- Fourqurean, J.W., Duarte, C.M., Kennedy, H., Marbà, N., Holmer, M., Mateo, M.A. et al. (2012). Seagrass ecosystems as a globally significant carbon stock. *Nature Geoscience* 5, 505–509.
- Goodchild, M., Huadong, G., Annoni, A., Bian, L., de Bie, K., Campbell, F. et al. (2012). Next-generation digital Earth. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 109, 11088–11094. <https://doi.org/10.1073/pnas.1202383109>.
- Gorelick, N., Hancher, M., Dixon, M., Ilyushchenko, S., Thau, D. and Moore, R. (2017). Google Earth Engine: planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote Sensing of Environment* 202, 18–27. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.06.031>.
- Green EP, Short FT (2003) *World Atlas of Seagrasses: Present status and future conservation*. University of California Press.
- Hemminga MA, Duarte CM (2000) *Seagrass Ecology*. Cambridge Univ. Press, Cambridge, 298 pp
- Herr, D., Agardy, T., Benzaken, D., Hicks, F., Howard, J., Landis, E. et al. (2015). *Coastal “Blue” Carbon: A Revised Guide to Supporting Coastal Wetland Programs and Projects Using Climate Finance and Other Financial Mechanisms*. Gland: IUCN International Union for Conservation of Nature. <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2015.10.en>.
- Hind-Ozan, E.J., and B.L. Jones. 2017. Seagrass science is growing: A report on the 12th International Seagrass Biology Workshop. *Marine Pollution Bulletin* 134: 223–227.
- Holon, F., Boissery, P., Guilbert, A., Freschet, E. and Deter, J. (2015). The impact of 85 years of coastal development on shallow seagrass beds (*Posidonia oceanica* L. (Delile)) in South Eastern France: A slow but steady loss without recovery. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 165, 204–212.
- International Finance Corporation. (2016). *Climate Investment Opportunities in Emerging Markets*. Washington D.C.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (2013). *2013 Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Wetlands*. Switzerland.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (2019). *Summary for Policymakers*. In *IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate*. Abram, N., Adler, C., Bindoff, N.L., Cheng, L., Cheong, S.-M., Cheung, W.W.L. et al. (eds.).

- Jayathilake, D. R. M. & M. J. Costello, 2018. A modelled global distribution of the seagrass biome. *Biological Conservation*. 226: 120–126.
- Koch, M., Bowes, G., Ross, C. and Zhang, X-H. (2013). Climate change and ocean acidification effects on seagrasses and marine macroalgae. *Global Change Biology* 19(1), 103–132. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2012.02791.x>.
- Liquete, C., Piroddi, C., Drakou, E. G., Gurney, L., Katsanevakis, S., Charef, A., & Egoh, B. (2013). Current status and future prospects for the assessment of marine and coastal ecosystem services: a systematic review. *PloS one*, 8(7), e67737.
- Luque A, Templado JAY (2004) Praderas y bosques marinos de Andalucía Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía.
- Marbà N, Duarte CM, Cebrián J, Enríquez S, Gallegos ME, Olesen B, Sand-Jensen K (1996) Growth and population dynamics of *Posidonia oceanica* in the Spanish Mediterranean coast: elucidating seagrass decline. *Marine Ecology Progress Series* 137: 203-213.
- Martin, A., Landis, E., Bryson, C., Lynaugh, S., Mongeau, A. and Lutz, S. (2016). Blue Carbon – Nationally Determined Contributions Inventory. Norway: GRID-Arendal.
- McKenzie, L.J., Campbell, S.J. and Roder, C.A. (2003). *Seagrass-Watch: Manual for Mapping & Monitoring Seagrass Resources by Community (citizen) Volunteers*. Second edition. Cairns: Department of Primary Industries Queensland.
- McKenzie L.J., Nordlund L.M., Jones B.L., Cullen-Unsworth L.C., Roelfsema C., Unsworth R.K.F. (2020). The global distribution of seagrass meadows. *Environmental Research Letters*.
- McMahon, K., van Dijk, K.-J., Ruiz-Montoya, L., Kendrick, G.A., Krauss, S.L., Maycott, M. et al. (2014). The movement ecology of seagrasses. *Proceedings of the Royal Society B* 281, 20140878. <https://doi.org/10.1098/rspb.2014.0878>.
- Milchakova NA, Phillips RC (2003) Black Sea seagrasses. *Marine Pollution Bulletin* 46: 695-699
- Nahirnick, N.K., Reshitnyk, L., Campbell, M., Hensing-Lewis, M., Costa, M., Yakimishyn, J. et al. (2019). Mapping with confidence; delineating seagrass habitats using Unoccupied Aerial Systems (UAS). *Remote Sensing in Ecology and Conservation* 5, 121–135. <https://doi.org/10.1002/rse2.98>
- Nordlund, L.M., Unsworth, R.K.F., Gullström, M. and Cullen-Unsworth, L. C. (2018). Global significance of seagrass fishery activity. *Fish and Fisheries* 19, 399–412. <https://doi.org/10.1111/faf.12259>.
- O'Brien, K.R., Waycott, M., Maxwell, P., Kendrick, G.A., Udy, J.W., Ferguson, J.P. et al. (2017). Seagrass ecosystem trajectory depends on the relative timescales of resistance, recovery and disturbance. *Marine Pollution Bulletin* 134, 166–176. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.09.006>.
- Ondiviela, B., Losada, I.J., Lara, J.L., Maza, M., Galván, C., Bouma, T.J. et al. (2014). The role of seagrass in coastal protection in a changing climate. *Coastal Engineering* 87, 158–168. <https://doi.org/10.1016/j.coastaleng.2013.11.005>.
- Phillips RC, McRoy CP (1990) *Seagrass research methods*. Monographs on oceanographic methodology. UNESCO, Paris. 210 pp
- Reynolds, L.K., Waycott, M., McGlathery, K.J. and Orth, R.J. (2016). Ecosystem services returned through seagrass restoration. *Restoration Ecology* 24(5), 583–588.
- Serrano, O., Lavery, P., Masque, P., Inostrozka, K., Bongiovanni, J. and Duarte, C. (2016). Seagrass sediments reveal the long-term deterioration of an estuarine ecosystem. *Global Change Biology* 22(4), 1523–1531. <https://doi.org/10.1111/gcb.13195>.
- Topouzelis, K., Makri, D., Stoupas, N., Papakonstantinou, A. and Katsanevakis, S. (2018). Seagrass mapping in Greek territorial waters using Landsat-8 satellite images. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 67, 98–113. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2017.12.013>.
- Traganos, D., Aggarwal, B., Poursanidis, D., Topouzelis, K., Chrysoulakis, N. and Reinartz, P. (2018). Towards global-scale seagrass mapping and monitoring using Sentinel-2 on Google Earth Engine: the case study of the Aegean and Ionian Seas. *Remote Sensing* 10(8), 1227. <https://doi.org/10.3390/rs10081227>.
- Turner, S. and Schwarz, A.M. (2006). Management and conservation of seagrass in New Zealand: an introduction. *Science for Conservation* 264.
- United Nations Environment Programme World Conservation Monitoring Centre (2017). *Experimental Seagrass Ecosystem Accounts: A Pilot Study for One Component of Marine Ecosystem Accounts*.
- United Nations Environment Programme World Conservation Monitoring Centre (UNEP-WCMC) and Short, F.T. (2018). *Global Distribution of Seagrasses (version 6.0)*. Sixth update to the data layer used in Green and Short (2003). Cambridge. <https://data.unep-wcmc.org/datasets/7>
- Unsworth, R.K.F., Collier, C.J., Waycott, M., McKenzie, L.J. and CullenUnsworth, L.C.A (2015). framework for the resilience of seagrass ecosystems. *Marine Pollution Bulletin* 100, 34–46.

Unsworth, R.K.F, McKenzie, L.J., Collier, C.J., Cullen-Unsworth, L.C., Duarte, C.M., Eklöf, J.S. et al. (2019). Global challenges for seagrass conservation. *Ambio* 48(8), 801–815. <https://doi.org/10.1007/s13280-018-1115-y>.

van Katwijk, M.M., Thorhaug, A., Marbà, N., Orth, R.J., Duarte, C.M., Kendrick, G.A. et al. (2016). Global analysis of seagrass restoration: the importance of large-scale planting. *Journal of Applied Ecology* 53(2), 567–578. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12562>.

Veettil, B. K., R. D. Ward, M. D. A. C. Lima, M. Stankovic, P. N. Hoai & N. X. Quang, 2020. Opportunities for seagrass research derived from remote sensing: a review of current methods. *Ecological Indicators* 117: 106560.

Wolf, E., N. Arnell, P. Friedlingstein, J. M. Gregory, J. Haigh, A. Haines, E. Hawkins, G. Hegerl, B. Hoskins, G. Mace, I. C. Prentice, K. Shine, P. Smith, R. Sutton, C. Turley, H. Margue, E. Surkovic, R. Walker, A. J. Challinor, E. Dlugokencky, N. Gallo, M. Herrero, C. Jones, J. R. Porter, C. Le Quéré FRS, R. Pearson, D. Smith, P. Stott, C. Thomas, M. Urban, P. Williamson, R. Wood & T. Woollings, 2017. Climate updates: Progress since the fifth Assessment Report (AR5) of the IPCC Climate updates: what have we learnt since the IPCC 5th Assessment Report? The Royal Society, <https://eprints.whiterose.ac.uk/126326/>.

World Bank and United Nations Department of Economic and Social Affairs. (2017). *The Potential of the Blue Economy: Increasing Long-term Benefits of the Sustainable Use of Marine Resources for Small Island Developing States and Coastal Least Developed Countries*. Washington D.C.: World Bank.

Yaakub, S.M., McKenzie, L.J., Erfemeijer, P.L., Bouma, T. and Todd, P.A. (2014). Courage under fire: seagrass persistence adjacent to a highly urbanised city-state. *Marine Pollution Bulletin* 83(2), 417-424. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.01.012>.

Подяки

Головний бенефіціар проєкту «Зв'язування блакитного вуглецю в Чорному морі (BlueC) — BSB00020», Університет ім. Наміка Кемаля в Текірдазі, а також партнери проєкту висловлюють подяку всім науковцям, експертам, установам та окремим особам, які долучилися до розробки навчальної програми з морських трав.

- Programme: (Interreg VI-B) NEXT Black Sea Basin Programme
- The material editor: Tekirdag Namik Kemal University
- Material editor's contact details: lhtecer@nku.edu.tr / +905556422543 / <https://www.nku.edu.tr>
- Publishing date: 1th of November 2025
- The Interreg NEXT BSB Programme is jointly funded by the European Regional Development Fund (ERDF), the Neighbourhood, Development and International Cooperation Instrument (NDICI) and by the Instrument for Pre-accession (IPA), hereinafter referred to as Interreg funds, in the framework of the European Neighbourhood and the Cohesion policy.
- This publication has been produced with the financial assistance of the European Union. The contents of this publication are the sole responsibility of Tekirdag Namik Kemal University and can in no way be taken to reflect the views of the European Union.