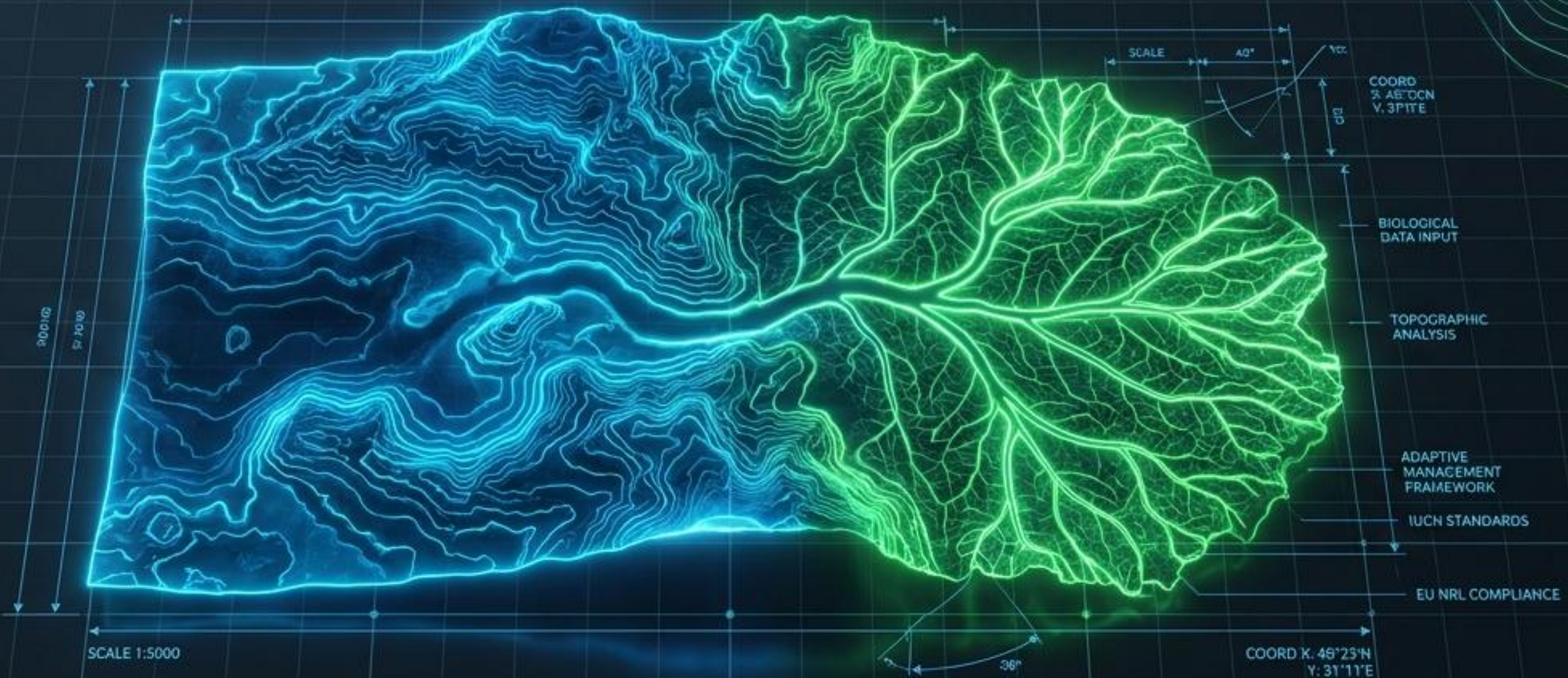


# Інженерія природи: Діагностика та дизайн природоорієнтованих рішень

Відновлення екосистем: від оцінки проблеми до адаптивного управління (Магістерський курс)

## Лекція 6.

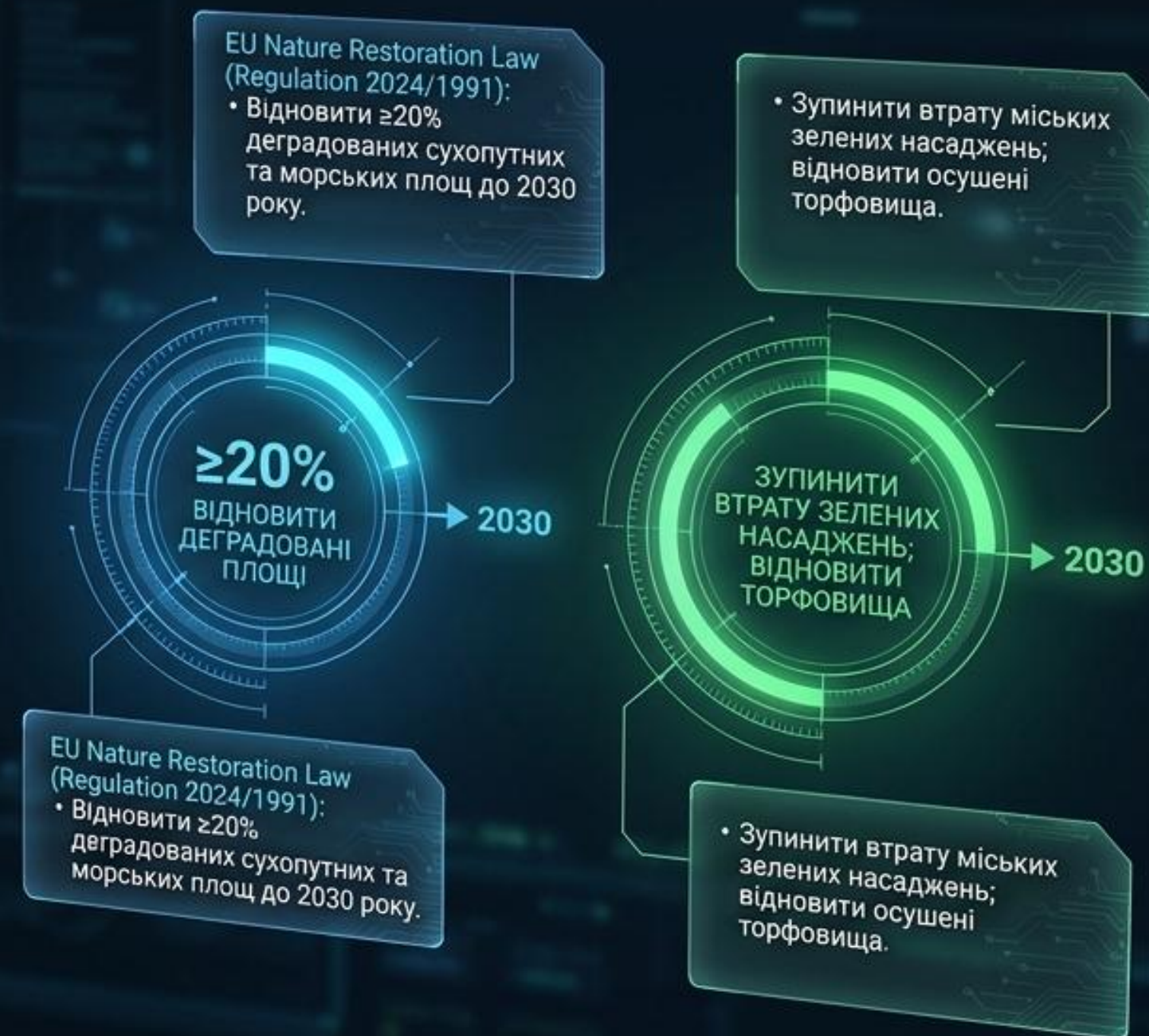


На основі стандартів IUCN  
та EU Nature Restoration Law.

Автор: к.вет.н., доцент Фещенко Д.В.

# Системна криза потребує системних рішень

Глобальна деградація екосистем перевищує швидкість їхнього еволюційного відновлення. Втрата середовищ існування та зміна клімату створюють синергетичний негативний ефект на біорізноманіття.



Традиційна «сіра» інфраструктура (дамби, бетонні канали) більше не здатна компенсувати ці втрати.

# Парадигма природоорієнтованих рішень

Природоорієнтовані рішення | Nature-based Solutions (NbS)

Визначення: Дії щодо захисту, сталого управління та відновлення природних або змінених екосистем, які ефективно та адаптивно вирішують суспільні виклики. Вони одночасно забезпечують добробут людей та переваги для біорізноманіття.

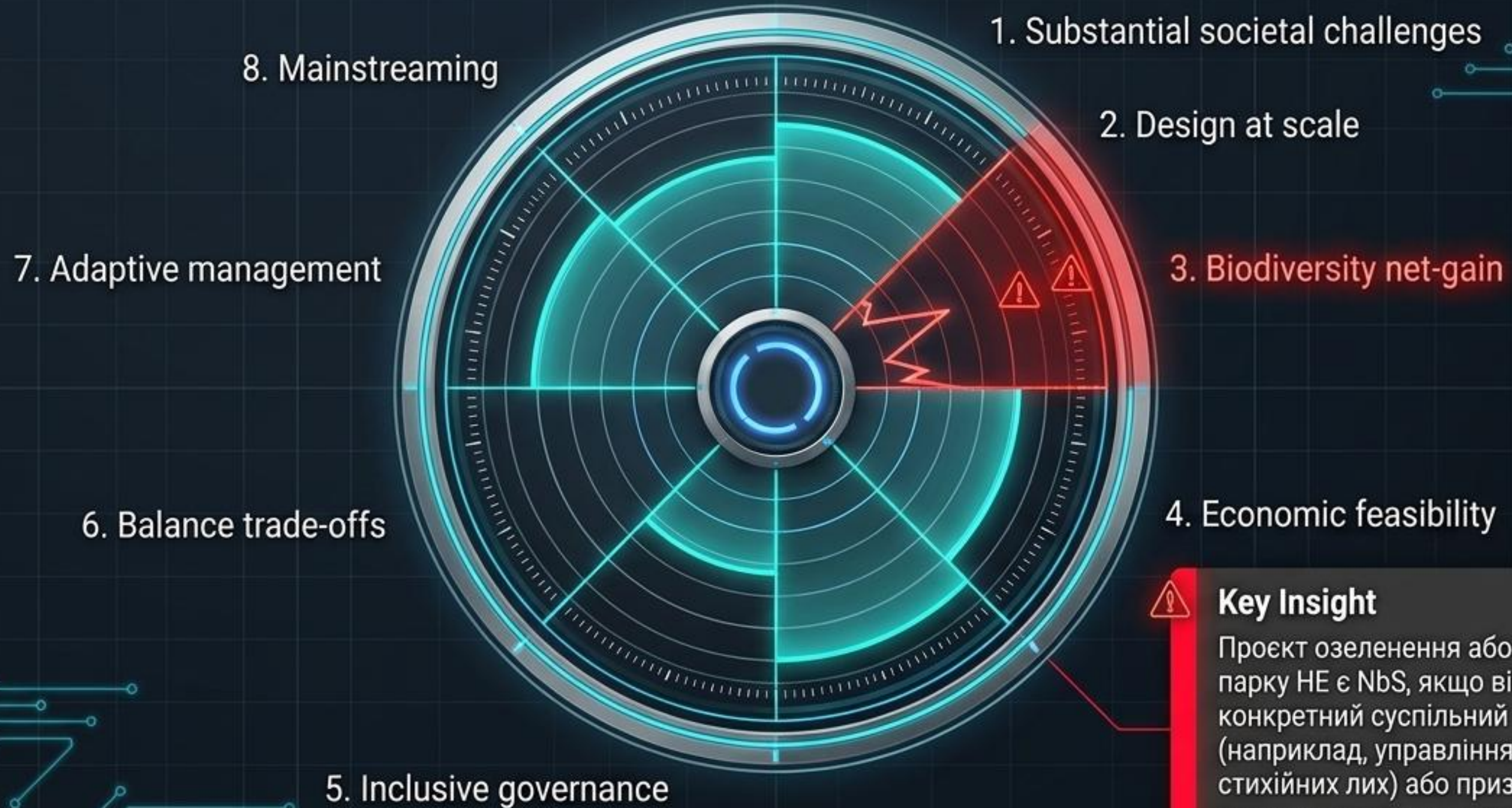
«Що саме ми відновлюємо?»

NbS

**Приклад:** Замість будівництва бетонної дамби для захисту від повеней, відновлюється природна заплава річки, яка акумулює надлишкову воду, створює рекреаційну зону та відновлює нерестовища риб.

# Анатомія справжнього NbS: Стандарт IUCN

«Чи є це NbS?» (Чому висадка монокультури сосни — це не NbS)



## Key Insight

Проект озеленення або створення парку НЕ є NbS, якщо він не вирішує конкретний суспільний виклик (наприклад, управління ризиками стихійних лих) або призводить до зменшення локального біорізноманіття (впровадження інвазійних видів).

# Спектр втручання: Від незараження до повної екосистеми

Ступінь втручання людини

## Ремедіація | Remediation

Видалення або нейтралізація забруднювачів із середовища (біоремедіація).

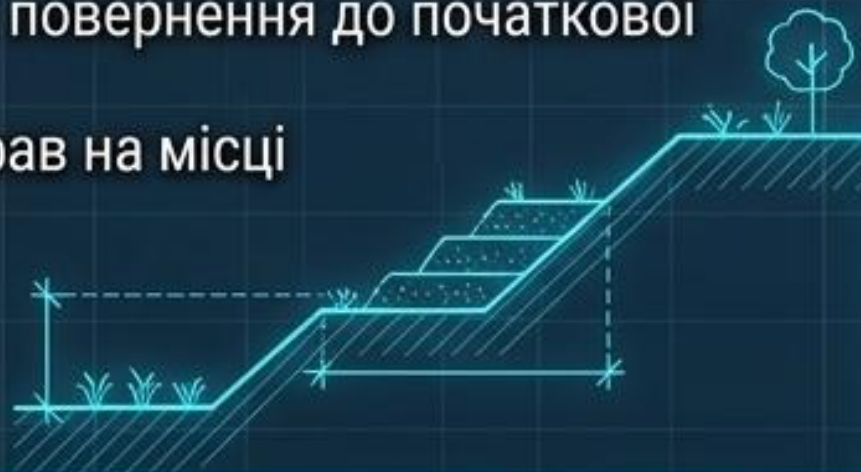
**Приклад:** Очищення ґрунтів Love Canal від токсичних хімікатів.



## Рекультивація | Reclamation

Стабілізація сильно деградованих земель для базової безпеки, без повернення до початкової екосистеми.

**Приклад:** Висадка трав на місці колишнього кар'єру.



## Реабілітація екосистем | Rehabilitation

Відновлення базових екосистемних функцій та продуктивності, але не всієї структури видів.

**Приклад:** Перетворення деградованого пасовища на агролісівництво.



## Екологічне відновлення | Ecological restoration

Процес повернення деградованої екосистеми до її історичної, повноцінної природної траєкторії.

**Приклад:** Повернення річці її природного русла після демонтажу дамби.



Схожість з еталонною екосистемою

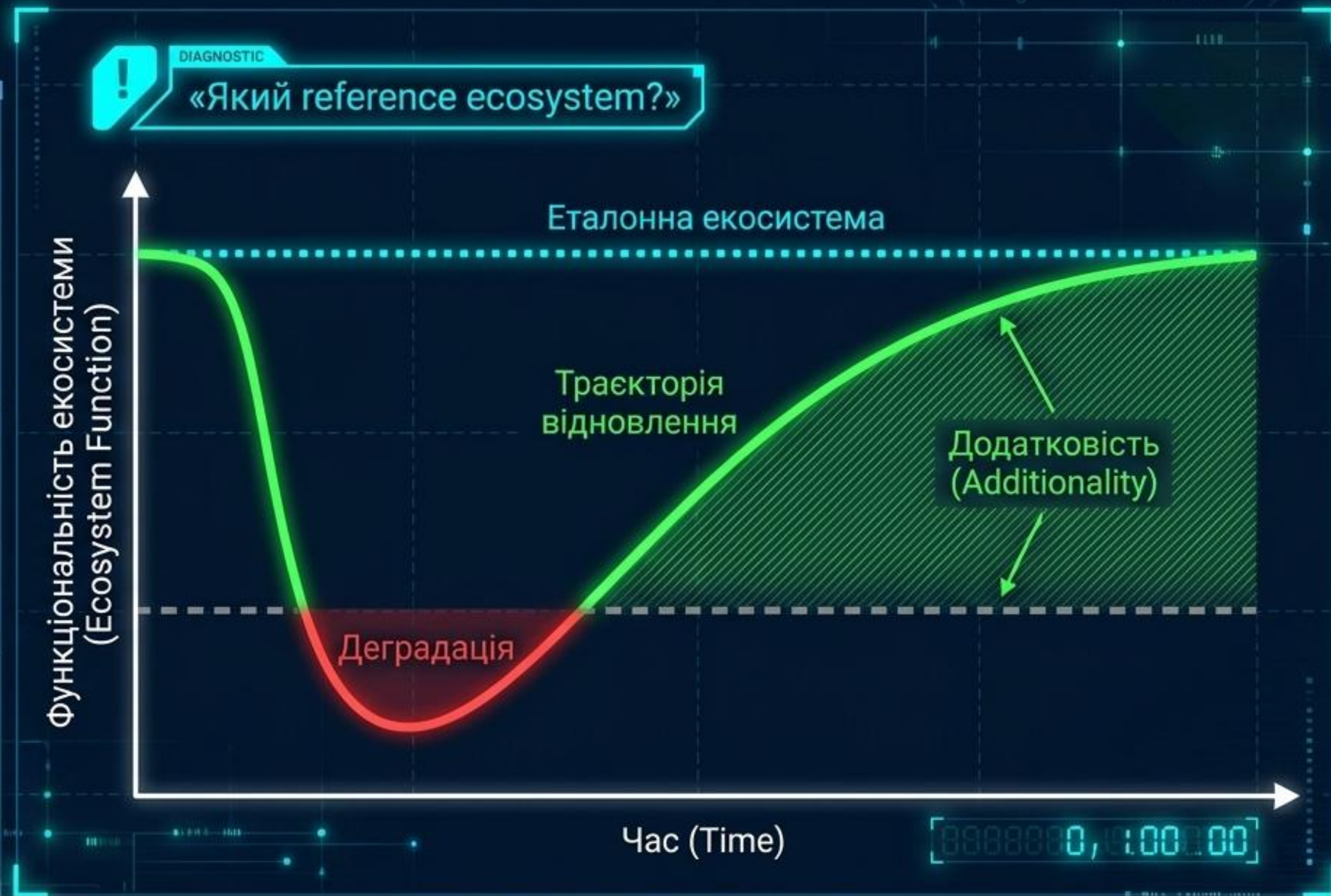
# Встановлення цілей: Еталони та додатковість

**Еталонна екосистема | Reference ecosystem:**  
Модель, що відображає стан екосистеми без деградації.

**Приклад:** Збережені праліси Карпат як орієнтир.

**Траєкторія відновлення | Recovery trajectory:**  
Динамічний шлях екосистеми в часі від деградованого стану до відновленого.

**Додатковість | Additionality:**  
Доказ того, що позитивні ефекти не відбулися б самі по собі без активного втручання.



# Ступінь втручання: Від спостереження до інженерії

Пасивне / Природне

- **Природне поновлення** | Natural regeneration: Процес, за якого екосистема відновлюється самостійно після зняття фактора стресу.  
**Приклад:** Повернення вовків у Єллоустоун зменшило популяцію оленів, дозволивши вербам природно поновитися.

- **Пасивне відновлення** | Passive restoration: Усунення антропогенного тиску (зупинка випасу), що дозволяє екосистемі відновитися самостійно.  
**Приклад:** Заборона рибальства у морському заповіднику.

- **Активне відновлення** | Active restoration: Пряме фізичне втручання людини для запуску процесів.  
**Приклад:** Реінтродукція видів або зміна рельєфу екскаваторами.

Активне



# Річкові заповоди та зменшення ризиків (Eco-DRR)

**Екосистемне зменшення ризиків стихійних лих |**  
Eco-DRR: Стійке управління та відновлення екосистем для пом'якшення наслідків стихійних лих.

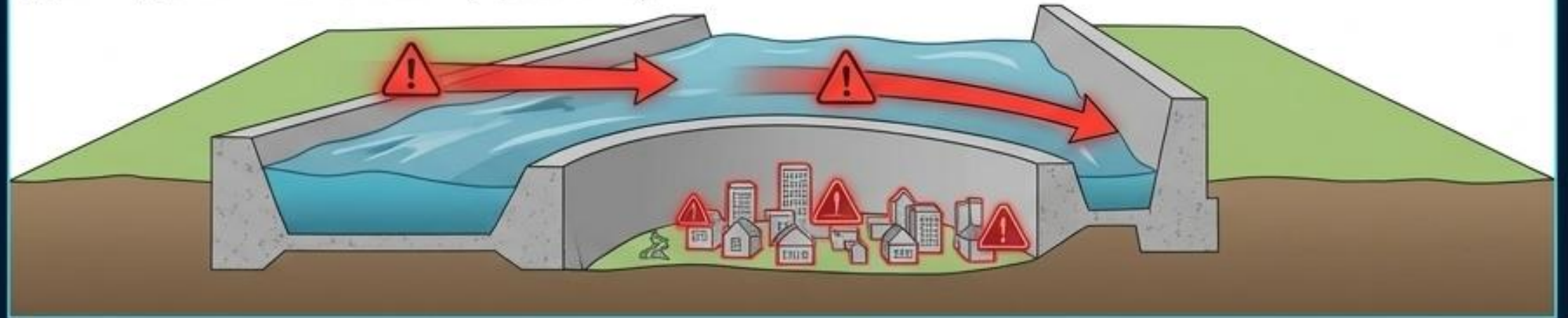
**Приклад:** Демонтаж дамб дозволяє річці знову меандрувати. Природні заповоди працюють як губка під час паводків, захищаючи поселення.



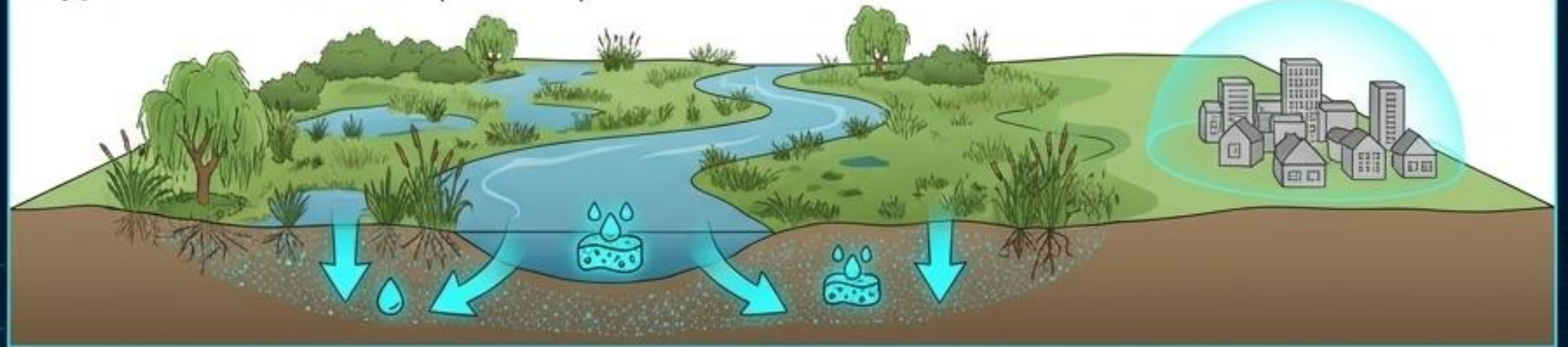
DIAGNOSTIC

«Який природний процес тут працює?»  
(Акумуляція та дисипація гідрологічної енергії)

**ДЕГРАДОВАНА СИСТЕМА (Проблема)**



**ВІДНОВЛЕНА СИСТЕМА (Eco-DRR)**

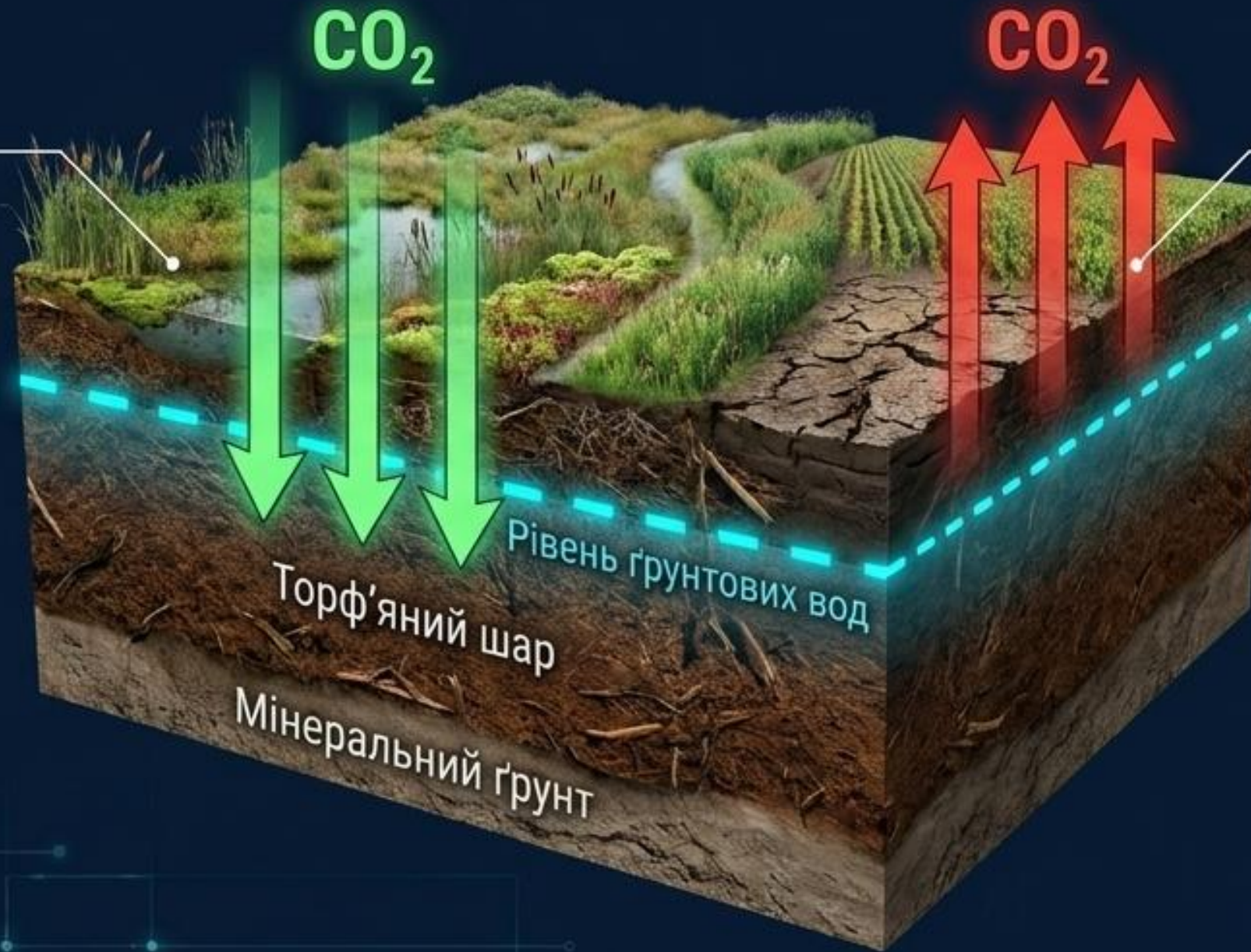


Відновлення поздовжньої та бічної зв'язності (longitudinal and lateral connectivity) — ключова вимога EU Nature Restoration Law.

# Агроландшафти та торфовища: Кліматична адаптація

**Екосистемна адаптація | Ecosystem-based adaptation:**  
Використання біорізноманіття для допомоги людям в адаптації до зміни клімату.

**Приклад:** Відновлення (rewetting) осушених торфовищ для утримання вологи під час посух.



**Зелена/блакитно-зелена інфраструктура | Green/blue-green infrastructure:**  
Стратегічно спланована мережа природних територій.

**Приклад:** Створення буферних смуг та водно-болотних угідь між орними землями для фільтрації агрохімікатів.

Палюдикультура (paludiculture) — вирощування біомаси на заводнених торфовищах як альтернатива традиційному осушенню.

# Захист узбережжя: Від «сірого» до «зеленого»

## Гібридні/зелено-сірі рішення | Hybrid/green-grey solutions:

Інтеграція інженерних конструкцій з природними процесами, коли чисто природних рішень недостатньо. Приклад: Бетонні хвилерізи зі спеціальними текстурами для устриць у поєднанні з луками Posidonia.

### Grey (Бетонна стіна)



Швидкий ефект, висока вартість обслуговування, нульове біорізноманіття.

Cost: HIGH

Resilience: MODERATE

Biodiversity: ZERO

### Green (Мангрові ліси / Водорості)



Довге становлення, здатність до самовідновлення, адаптація до рівня моря.

Cost: LOW

Resilience: HIGH

Biodiversity: MAX

### Hybrid (Пористий бар'єр + Посідонія)



Компроміс для урбанізованих узбереж, поєднання стійкості та біорізноманіття.

Cost: MODERATE

Resilience: HIGH

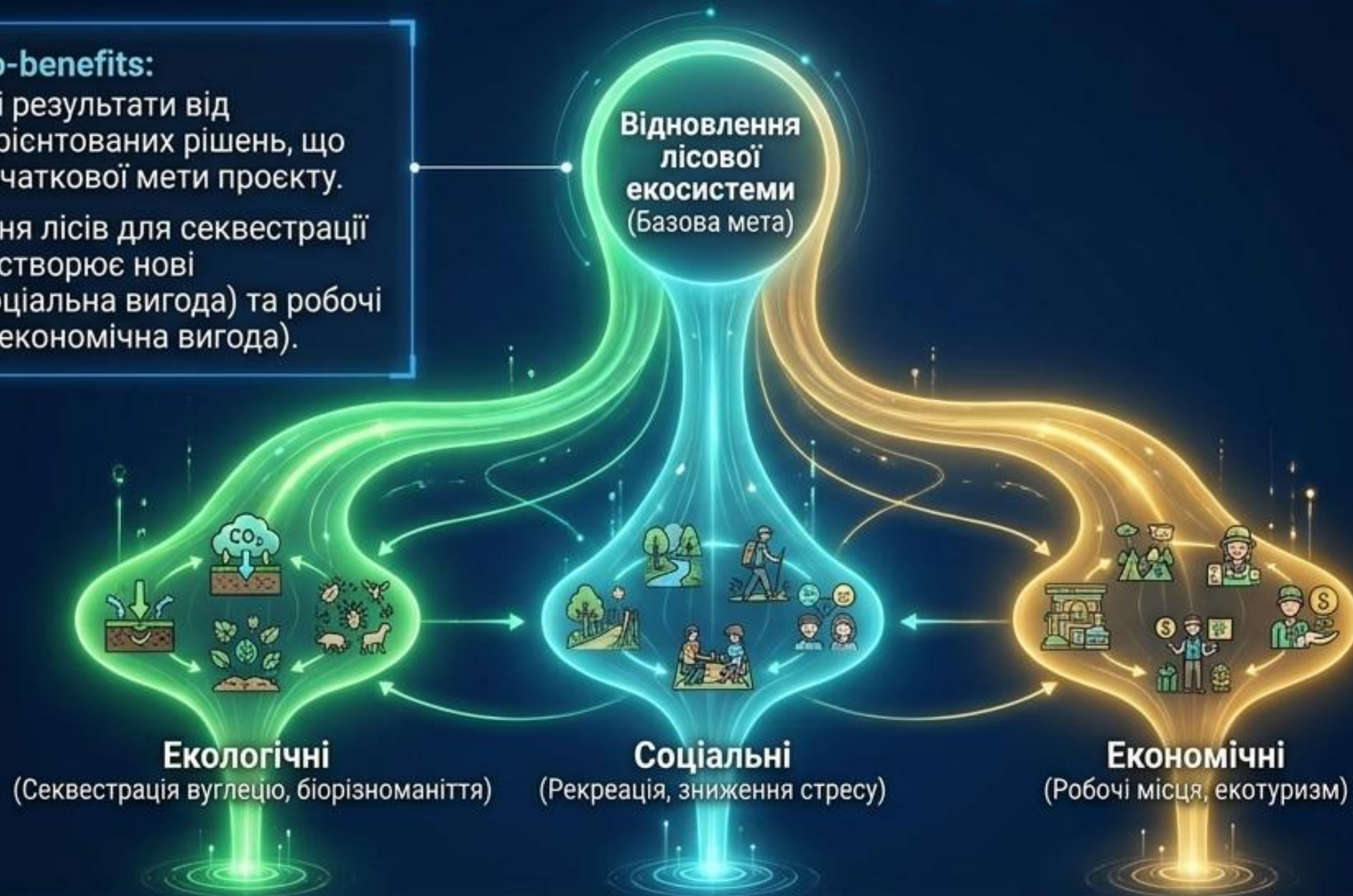
Biodiversity: MODERATE

# Багатовимірні ефекти: Супутні вигоди

## Супутні вигоди | Co-benefits:

Додаткові позитивні результати від реалізації природоорієнтованих рішень, що виходять за межі початкової мети проекту.

**Приклад:** Відновлення лісів для секвестрації вуглецю одночасно створює нові рекреаційні зони (соціальна вигода) та робочі місця в екотуризмі (економічна вигода).



**Системний підхід One Health:** відновлення екосистем знижує ризик передачі зоонозних інфекцій, поєднуючи здоров'я природи та людини.

# Обмеження та ризики: Темний бік втручання

## Екосистемні антипослуги | Ecosystem disservices:

Негативні наслідки функціонування екосистем для людини.

**Приклад:** Відновлення великих водно-болотних угідь біля поселень може призвести до спалахів популяції комарів або підтоплення підвалів.



## Деадаптація | Maladaptation:

Дії, спрямовані на адаптацію, які фактично збільшують вразливість системи.

**Приклад:** Висадка дерев у природних степових екосистемах для боротьби з кліматом знищує унікальне біорізноманіття та виснажує підземні води.

Без інклюзивного управління просторові trade-offs призводять до того, що екологічні вигоди отримують одні групи населення, а економічні збитки — інші.

# Моніторинг: Доказова база успішного відновлення

## «Як довести, що відновлення успішне?»



Оцінка екосистем вимагає інтегрованого підходу. Відповідно до системи еколого-економічного обліку (SEEA EA), ми вимірюємо протяжність, стан та послуги екосистем.



**Ключові інструменти:** Використання супутникових даних (Copernicus Land Monitoring Service) для вимірювання urban tree canopy cover або динаміки вологості ґрунтів на ренатуралізованих торфовищах.

Безперервний моніторинг базової лінії (baseline) порівняно з еталонною екосистемою є обов'язковим для підтвердження додатковості (additionality).

Динаміка вологості ґрунтів  
(Soil Moisture)



Покриття дерев (Tree Canopy)





**«Коли природного рішення недостатньо?»**

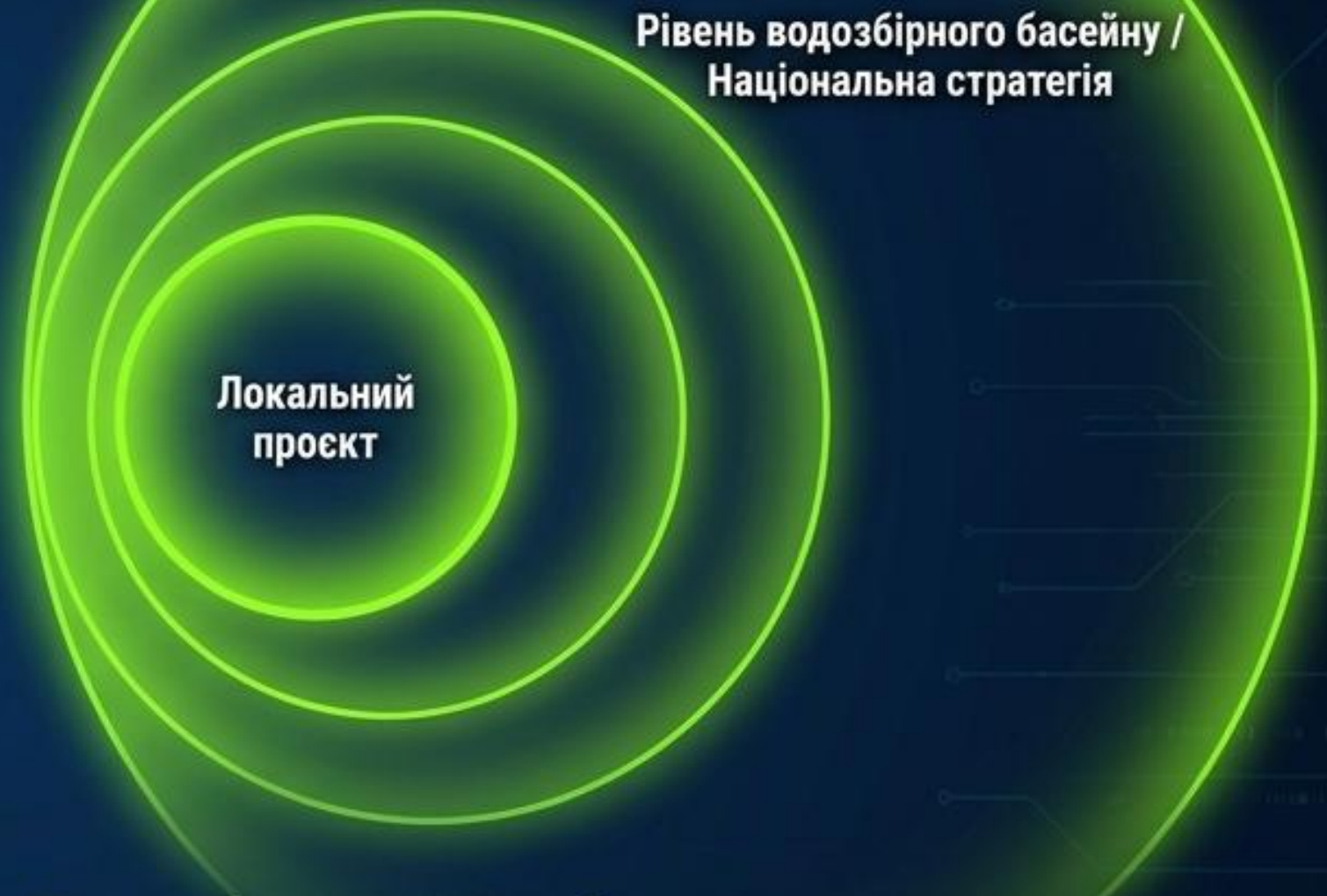
(Тоді ми переходимо до адаптивного управління або гібридних рішень).

## Адаптація та масштабування



### Адаптивне управління | Adaptive management

Ітеративний процес прийняття рішень на основі результатів моніторингу, коли початкова стратегія коригується відповідно до реакції екосистеми. Приклад: Зміна гідрологічного режиму на відновленому болоті через домінування інвазійних видів.



### Масштабування | Upscaling

Перенесення успішних локальних проєктів NbS на рівень великих водозбірних басейнів або національних стратегій. Приклад: Перехід від відновлення ділянки річки до інтегрованого управління всім водозбірним басейном через субсидії.

# Цикл екологічної інженерії: Синтез



Природоорієнтовані рішення — це не просто збереження залишків природи.  
Це складний інженерний та біологічний інструмент регенерації планетарних систем життєзабезпечення.