

## **Лекція 6: Водні ресурси і місто**

Вода є основою життя, а для міста — це критичний ресурс і одночасно потенційна загроза. Традиційна міська інженерна парадигма розглядала воду лінійно: забрати чисту воду з природи → використати → забруднити → відвести подалі. Цей підхід призвів до серйозних екологічних та ресурсних криз: виснаження джерел, забруднення водойм, руйнівні повені. Сучасний сталий підхід розглядає місто як складову частину природного водного циклу. Мета — мінімізувати порушення цього циклу, створити замкнену, ефективну систему водокористування та інтегрувати водні об'єкти як цінний компонент міського середовища. Ця лекція досліджує принципи раціонального водокористування, інноваційні системи управління дощовими водами та стратегії відновлення міських водних екосистем.

### **Раціональне використання води**

Раціональне водокористування в місті спрямоване на зменшення обсягів споживання питної води та зменшення обсягів стічних вод шляхом ефективності, повторного використання та зміни моделей споживання.

### Ефективність та збереження (Water Efficiency & Conservation)

Технології, що економлять воду:

- Сантехнічні прилади. Встановлення змішувачів з аераторами, душевих головок з низькою витратою, унітазів з двокнопковим зливом (3-6 літрів замість 9-12) та пісуарів з нульовою витратою.
- Системи автоматичного поливу. Використання «розумних» систем поливу на основі датчиків вологості ґрунту та погодних прогнозів для запобігання надмірного поливу.
- Виявлення та усунення витоків. Автоматизовані системи моніторингу тиску та витрати в мережах дозволяють оперативно виявляти аварії.

## Повторне використання води (Water Reuse)

Ключовий принцип циклічної економіки у водопостачанні. Воду різної якості використовують для цілей, що не вимагають води питної якості.

Сіра вода (Greywater). Це стічні води від умивальників, душів, ванн та пральних машин (не від туалетів та кухонь). Після локального очищення її можна використовувати для:

- Зливу в унітазах
- Миття вулиць

Системи рециркуляції сірої води можуть бути як централізованими (для багатоквартирного будинку або району), так і децентралізованими (в окремому будинку).

Зворотна вода (Reclaimed Water). Це стічні води, що пройшли повне біологічне очищення на очисних спорудах міста. Їх використовують для технічних потреб промисловості, поливу сільськогосподарських угідь та городів, поповнення водоносних горизонтів (штучне наповнення) та для обводнення річок.

## Зміна підходів до озеленення (Xeriscaping)

Ландшафтний дизайн, орієнтований на мінімізацію використання води. Основні принципи:

- Вибір місцевих, посухостійких (засухостійких) видів рослин.
- Правильне планування зон поливу (групування рослин за потребами у воді).
- Використання мульчі для зменшення випаровування вологи.
- Скорочення площі традиційних газонів, що вимагають інтенсивного поливу.

## **Системи збору дощових вод (Stormwater Management)**

Історично міське планування прагнуло якнайшвидше відвести дощову воду з території за допомогою каналізаційних труб. Це призводить до перевантаження очисних споруд (якщо каналізація загальна) або забруднення водойм (якщо вода скидається без очищення), а також до зниження рівня ґрунтових вод. Сучасний підхід — **\*\*управління дощовими водами на основі природних рішень (Nature-based Solutions)\*\*** — прагне максимально забрати воду в ґрунт, затримати та використати її там, де вона випала.

### Децентралізовані системи (Low Impact Development - LID)

Це підхід, при якому управління стоком відбувається на рівні кварталу, ділянки або окремої будівлі.

#### Збір та використання дощової води (Rainwater Harvesting)

Покрівельний збір. Вода з дахів збирається у водостічні труби і направляється в наземні або підземні резервуари-збірники. Після фільтрації її використовують для поливу, миття, технічних потреб або поповнення водойм.

Інфільтрація та затримання води:

- Проникні покриття. Спеціальний асфальт, бруківка або щебінь, що дозволяють воді проникати в ґрунт, а не стікати.
- Дощові сади (Rain Gardens). Неглибокі заглибини з пухким ґрунтом і спеціально підбраною рослинністю, які поглинають і фільтрують стік з прилеглих територій (дахів, доріг, парковок).
- Біодренажні канави (Bioswales). Витягнуті, порослі травою або рослинами канави, що сповільнюють, направляють і фільтрують поверхневий стік.
- Підвищені дерева (Raised Planters). Посаджені дерева в спеціальних конструкціях, куди направляється дощова вода для поливу.

### Зелені дахи (Green Roofs)

Як було розглянуто в попередній лекції, зелені дахи значно затримують та випаровують дощову воду, розвантажуючи систему водовідведення.

### Зміна норм та підходу

Стале водокористування вимагає змін у регуляторній базі: заохочення децентралізованих систем, введення плати за відведення дощових вод, обов'язковість використання проникних покриттів на парковках.

## **Відновлення міських річок і водойм**

Міські річки та водойми є ключовим елементом екологічного каркасу міста, що формує мікроклімат, впливає на біорізноманіття, якість середовища та здоров'я мешканців. У процесі урбанізації ХХ ст. більшість малих річок і водойм були закриті у колектори, забетоновані або використані як технічні дренажні канали. Це призвело до втрати їх природної, рекреаційної та культурної ролі.

### Сучасні екологічні проблеми міських річок і водойм

#### 1. Каналізація та зарегулювання течій

- природні річки часто перетворені на колектори або бетонні канали;
- втрачена самоочисна здатність водних систем;
- зникнення природних заплав.

#### 2. Забруднення

- скиди неочищених побутових та промислових стоків;
- змив нафтопродуктів, солей та важких металів з міських вулиць;
- евтрофікація (надлишкове цвітіння води).

#### 3. Втрата доступності та культурного значення

- річки стають «невидимими» для мешканців;
- відсутність рекреаційних функцій;
- деградація прибережних ландшафтів.

#### 4. Зменшення біорізноманіття

- зникнення риб, птахів, прибережної флори;
- порушення екологічних коридорів.

#### 5. Ризики підтоплень і зміна клімату

- скорочення природних зон водоутримання;
- зростання частоти інтенсивних опадів;
- перевантаження каналізаційних мереж.

## Шляхи вирішення: відновлення та ренатуралізація

### 1. Відновлення природних русел (ренатуралізація)

- заміна бетонних укріплень на природні схили з рослинністю;
- відновлення меандрів (звивистості русла) для покращення екосистеми;
- створення прибережних буферних смуг.

### 2. «Daylighting rivers» – розкриття закритих річок

- повернення підземних колекторних річок на поверхню;
- інтеграція русел у міські парки та громадські простори;
- приклади: річка Чхонгечхон (Сеул, Корея), програма «Bachkonzert» у Цюриху.

### 3. Екологічне очищення води

- біофільтри, дощові сади, фітоочисні системи;
- попереднє очищення поверхневих стоків перед їх потраплянням у водойми.

### 4. Інтеграція річок у громадські простори

- створення екологічних набережних з пішохідними і велосипедними маршрутами;
- облаштування рекреаційних зон біля водойм;
- використання водойм як елементів «зелено-блакитної інфраструктури».

### 5. Управління ризиками повеней

- відновлення заплав і природних «губок» для утримання води;
- застосування систем «Sponge city» (Китай) – місто як губка, що накопичує дощову воду;
- створення водно-зелених коридорів для стоку й акумулювання опадів.

## Приклади реалізації

1. Сеул, Південна Корея – річка Чхонгечхон (Cheonggyecheon)
  - Демонтовано автостраду, відкрито 6 км річки.
  - Створено пішохідні маршрути, зелені насадження.
  - Результат: +25% біорізноманіття, зниження температури в центрі на 2–3 °С.
2. Цюрих, Швейцарія – програма «Bachkonzert»
  - Системне відновлення малих річок (близько 60 км).
  - Включення у житлові райони як екологічних коридорів.
  - Результат: відновлення природного дренажу, зменшення навантаження на каналізацію.
3. Лондон, Велика Британія – «London Rivers Action Plan»
  - Відновлення 25 км річок до 2025 року (Фліт, Тайберн, Бек).
  - Відкриття закритих русел («daylighting»).
  - Результат: нові парки, відновлення рибних популяцій.
4. Берлін, Німеччина – річка Шпрее і канали
  - Відновлення екологічних берегів, заміна бетонних укріплень на природні схили.
  - Використання плавучих біоплато для очищення води.
  - Результат: покращення якості води, зростання рекреаційної цінності.
5. Мельбурн, Австралія – річка Ярра
  - Відновлення прибережних парків, створення дощових садів для очищення стоків.
  - Інтеграція в урбаністичну інфраструктуру.
  - Результат: покращення доступності та туристичної привабливості.
6. Портленд, США – річка Джонсон-Крік (Johnson Creek)
  - Відновлення природного русла та заплави.
  - Перетворення промислової території на парк.
  - Результат: зменшення повеней, відновлення рибних популяцій (лосось).
7. Мадрид, Іспанія – проєкт «Madrid Río»

- Демонтаж автостради вздовж річки Мансанарес.
- Створення зеленого коридору з парками і велосипедними доріжками.
- Результат: новий громадський простір довжиною 10 км.

#### 8. Токіо, Японія – річка Канда

- Програма «renaturalization» міських водотоків.
- Використання біоінженерії для укріплення берегів.
- Результат: покращення мікроклімату, створення місць відпочинку.

#### 9. Копенгаген, Данія – система «Blue-Green Infrastructure»

- Відновлення міських струмків як частини протипаводкової стратегії.
- Створення багатофункціональних міських водойм.
- Результат: ефективне управління зливовими водами + рекреація.

#### 10. Київ, Україна – річка Либідь (проекти ренатуралізації)

- Ініціативи зі створення «зелено-блакитного коридору».
- Пропозиції щодо відкриття частини русла, облаштування екологічної набережної.
- Потенційний результат: відновлення історичної річки, новий громадський простір.

### Висновок

Стале управління водними ресурсами в місті ґрунтується на трьох фундаментальних принципах:

1. Замкнення циклу. Перехід від лінійної моделі «забрати-використати-викинути» до циклічної, де вода багаторазово використовується, а дощова вода розглядається як ресурс, а не як відхід.
2. Імітація природних процесів. Відмова від швидкого відведення води на користь її максимальної інфільтрації, випаровування та повторного використання на місці випадання за допомогою технологій, що базуються на принципах природних екосистем.

3. Інтеграція та багатофункціональність. Водні об'єкти не повинні бути ізольованими інженерними спорудами. Вони є ключовим елементом екологічного каркасу, соціального життя та естетики міста.

Місто, інтегроване в природний водний цикл, стає стійкішим до змін клімату (повені, посухи), економічно ефективнішим (зменшуються витрати на будівництво та експлуатацію магістральних мереж) і, що найважливіше, — більш здоровим і привабливим для життя. Вода повертається до міста не як загроза, а як життєдайне джерело.