**Практична робота №4-5**

**Енергоефективність переробки відходів з урахуванням регіональних особливостей і логістики**

**Мета роботи:** навчитися проводити комплексний аналіз потоків відходів в регіоні; розробити енергоефективну модель відходів; врахувати регіональні особливості (населеність, клімат, інфраструктура, наявність ринків збуту вторсировини) та логістику (маршрути, частота вивозу, об’єми); розвинути навички командної роботи, презентації проєктних рішень та економічно-екологічного обґрунтування.

**Завдання:** розділитися на групита обрати тематику для розробки проекту.

**План роботи**

1. Характеристика фракцій (скло, пластик, органіка, папір, метал): потенціал переробки, ризики та обмеження.
2. Ключові технології (коротко): сортувальні лінії, прес-балери, дробарки для скла, шредери для пластику, компостери/анаеробні установки, магнітні/індукційні сепаратори для металу.

**Примітка:** Прес-балери з пресуванням заліза-це спеціалізована машина, яка використовується в утилізаційних установах для укладання та введення залізних банок в керовані та космічні одиниці. Це обладнання має вирішальне значення для поводження з відходами, оскільки воно допомагає зменшити обсяг матеріалів брухту, що полегшує їх транспортування та зберігання.

1. Енергоефективні підходи: оптимізація маршрутів (мінімізувати пусті рейси), використання вантажних авто з низьким споживанням, частково електрифікований транспорт, сонячні панелі на сортувальних майданчиках, теплова рекуперація (з обережністю для spal) та внутрішня оптимізація (зменшення кількості пересосортовок).

**Збір даних по регіону**

Команди отримують/збирають інформацію (реальна або умовна):

* Населення (місто/село), густота населення, відстані між населеними пунктами.
* Існуюча інфраструктура (полігон, сортувальна лінія, станції прийому вторсировини).
* Орієнтовні щоденні/тижневі об’єми відходів (можна задати: наприклад, 0.6–1.2 кг/особа/добу).
* Кліматичні особливості (морози, дощі — впливають на органіку/зберігання).
* Наявність ринків збуту (склі у місцевому склозаводі, метал — металобрухт, папір — макулатура заводу тощо).

**Вправа:** кожна команда заповнює коротку анкету-матрицю (шаблон нижче): обсяг відходів по фракціях, відстані до найближчого пункту переробки, обмеження.

**Розробка проєкту**

Команди розробляють концепцію:

* Система збору: контейнерні майданчики (типи контейнерів для 5 фракцій), частота вивезення, схема двостороннього сортування (домашнє сортування або централізоване).
* Сортувальне обладнання: що потрібно і для яких обсягів (малий прес-балер для паперу, дробарка скла, шредер для ПЕТ, компостер для органіки, магнітний сепаратор).
* Логістика: розклад маршрутів, тип транспорту (мікроавтобус, маленька вакуумна вантажівка, електричне авто для міста), оптимізація (запропонувати правила: наприклад, збирання органіки частіше в літній період).
* Енергоефективність: джерела (сонце, тепло, рекуперація), заходи з мінімізації енергоспоживання (перевантаження, пресування одразу на майданчику тощо).
* Економічна модель: картування капітальних вкладень (CAPEX) та операційних витрат (OPEX), джерела доходів (продаж вторсировини, гранти, плата від мешканців/компаній), коротка оцінка окупності (ROI).
* Соціальна складова: заохочення населення, інформаційна кампанія, система стимулів (знижки на вивіз сміття, бонуси за правильну сортування).

**Мікро-моделювання логістики та енергоефективності**

Практичні розрахунки (команда робить хоча б базові числа):

* Розрахунок кількості і об’єму контейнерів: формула: Потрібні контейнери = (Середній обсяг фракції в місяць) / (ємність одного контейнера \* кількість вивезень на місяць)
* Приклад розрахунків (шаблон):
	+ Населення: 10 000 осіб
	+ Перс. утв. відходів: 0.8 кг/добу → 8 000 кг/добу = 240 т/міс
	+ Доля фракції (орієнтир): органіка 40%, папір 20%, пластик 15%, скло 15%, метал 10% → щомісяця органіка 96 т.
* Розрахунок маршрутів: простий підхід — за відстанню й часом (з урахуванням частоти).
* Оцінка енергії: подайте приклади (в кВт·год) на 1 т обробки для різних технологій (орієнтовні значення, учасники можуть використовувати свої джерела): наприклад, прес-балер — 10–30 кВт·год/т, шредер пластику — 30–80 кВт·год/т, компостування — мінімальна електрика (для вентиляторів), анаеробне бродіння дає енергію (біогаз).
* Визначення точок енергоефективних втручання: сонячні панелі на майданчику, інтелектуальна диспетчеризація маршрутів.

**Анкета швидкого аналізу регіону (заповнюється командою)**

1. Населення: \_\_\_\_\_\_
2. Щоденний відхід на 1 особу (кг): \_\_\_\_\_\_ (приблизно)
3. Орієнтовні відсотки по фракціях: орг. \_\_\_% папір \_\_\_% пластик \_\_\_% скло \_\_\_% метал \_\_\_%
4. Відстані до найближчих пунктів переробки (км): скло \_\_\_, пластик \_\_\_, папір \_\_\_, метал \_\_\_, компост \_\_\_
5. Наявні переробні підприємства: (так/ні) \_\_\_\_\_\_
6. Клімат/сезони, що впливають на зберігання органіки: \_\_\_\_\_\_

**Шаблон таблиці контейнерів і вивезення**

| **Фракція** | **Щомісячний обсяг (т)** | **Ємність 1 контейнера (м³)** | **Кількість вивезень/міс** | **Потрібна кількість контейнерів** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Органіка |  |  |  |  |
| Папір |  |  |  |  |
| Пластик |  |  |  |  |
| Скло |  |  |  |  |
| Метал |  |  |  |  |

(примітка: 1 м³ приблизно = 200–300 кг залежно від щільності)

**Формула базового OPEX (місяць)**

* Топливо = км\_місяць \* витрата\_л/км \* ціна\_грн/л
* Зарплата = кількість працівників \* середня\_зарплата
* Електроенергія = (кВт·год/т \* т/міс) \* тариф
* Обслуговування обладнання = % від CAPEX або фіксована сума
* Вирахування доходів від продажу вторсировини = ціна\_грн/т \* т/міс
* Чистий OPEX = сума витрат − доходи

**Ідеї енергоефективних рішень (коротко, для натхнення):**

* Пресування паперу і пластику локально на майданчику → зменшення об’єму і рейсів.
* Використання сонячних панелей на дахах сортувальних пунктів → покриття електроенергії для ліній/освітлення.
* Компостери біоротаційного типу або анаеробні установки для органіки — виробляють тепло/біогаз (за потреби: можливе локальне використання газу для опалення теплиць).
* Електрифікація місцевого парку вантажівок/використання гібридів для зменшення витрат пального.
* Інтелектуальне управління маршрутами (GPS + алгоритм чергування) для зниження пустих пробігів.
* Модульні мобільні сортувальні установки для віддалених сіл (економічно вигідні при низьких обсягах).

**Регіональні особливості — що врахувати (перелік):**

* Щільність населення: у містах — контейнерна мережа, у селах — пунктові збірні станції або мобільний збір.
* Сезонність: наприклад, органіка навесні/осінню росте, влітку потрібні частіші вивезення.
* Дороги та доступність: погані дороги потребують витриваліших транспортних засобів або частіших мікро-станцій.
* Наявність підприємств-споживачів вторсировини: ближчий ринок знижує логістичні витрати.
* Соціальна готовність: в сільських громадах може бути вищий рівень готовності до компостування.

**Приклади ризиків і заходів з мінімізації:**

* Низький попит на вторсировину → укладання контрактів з переробниками, створення кооперативу.
* Контамінація фракцій (забруднений пластик/папір) → інформаційна кампанія, штрафи/стимулювання.
* Нестача фінансування → пілотний проєкт на 1-2 мікрорайони, пошук грантів/держпідтримки.