

УДК 004:[678.027.3]

Ігор Чихіра, канд. техн. наук, доц.; Юрій Микитів; Назар Худецький; Владислав Яцюк
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ СТРАТЕГІЇ РЕГУЛЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ПРИ РОБОТІ СКЛАДСЬКИХ СИСТЕМ

Анотація. В роботі було досліджено дві альтернативні стратегії оптимізації: одна зосереджена на мінімізації теплового та вологісного стресу, а інша спрямована на скорочення середнього часу циклу зберігання. Встановлено, що пріоритет екологічних показників призводить до помірного збільшення часу циклу зберігання, але досягає значних покращень з точки зору впливу температурних та вологісних коливань. І навпаки, мінімізація часу зберігання може поставити під загрозу безпеку продукції через розміщення в кліматично нестабільних районах.

Ключові слова: складування; розподіл місць зберігання; оптимізація; контроль температури; контроль вологості

Ihor Chykhira; Yurii Mykytiv; Nazar Khudetskyi; Vladyslav Yatsiuk
Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ukraine

RESEARCH ON TEMPERATURE CONTROL STRATEGY IN THE OPERATION OF WAREHOUSE SYSTEMS

Зі зростанням обізнаності споживачів та посиленням правил щодо якості та безпеки швидкопсувних товарів, ретельне управління умовами навколишнього середовища в усьому ланцюжку поставок стає важливим. Серед цих факторів температура зберігання відіграє вирішальну роль у збереженні фізико-хімічних характеристик продукції. Тому ефективним підходом до забезпечення якості та безпеки товарів аж до кінцевого споживача є постійний моніторинг температури на складах, використовуючи спеціальні методи картографування та методи оптимізації запасів. У роботі запропоновано динамічну модель оптимізації для задачі розподілу місць зберігання, що інтегрує як температурні, так і вологісні обмеження в складських приміщеннях. Модель працює в багатоперіодній, багатопродуктовій структурі та використовує дані датчиків у режимі реального часу для врахування просторової температурної стратифікації та мінливості навколишнього середовища на складі, що сприяє зниженню споживання енергії. В роботі було досліджено дві альтернативні стратегії оптимізації: одна зосереджена на мінімізації теплового та вологісного стресу, а інша спрямована на скорочення середнього часу циклу зберігання.

Методологічна база поділена на різні основні етапи (рис. 1)

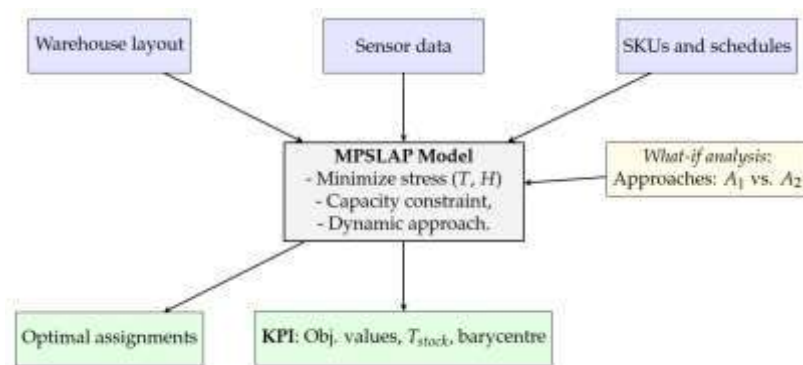


Рисунок 1. Параметри моделі, які підлягали оптимізації

Процес починається зі збору ключових операційних та екологічних даних від компанії. Це включає геометричне планування складу, вимірювання температури та вологості в режимі реального часу, що фіксуються вбудованими давачами, а також інформацію про вхідні одиниці вантажів, включаючи графік їх прибуття та характеристики. Ці дані складають основу для всіх наступних кроків оптимізації та визначення сценарного аналізу.

В основі методології лежить багатоперіодна задача розподілу місць зберігання для багатьох продуктів, яка інтегрує в процес прийняття рішень екологічні обмеження, такі як теплова стратифікація та пороги вологості.

Для оцінки стійкості та адаптивності запропонованої моделі проводиться аналіз «що, якщо» за кількома операційними сценаріями. Ці сценарії варіюють ключові параметри, такі як коефіцієнти заповнення складів та обсяги вхідного вантажу, що дозволяє порівняти задачу розподілу місць зберігання, яка мінімізує екологічне навантаження, та другий підхід, який спрямований на скорочення середнього часу циклу зберігання в реалістичних та динамічних умовах. Аналіз висвітлює компроміси між екологічними показниками та операційною ефективністю, підтримуючи прийняття обґрунтованих рішень у практичному застосуванні.

На заключному етапі генерується оптимізований план призначення та оцінюється результуюча продуктивність системи. Ключові показники включають середній час зберігання, значення цільової функції.

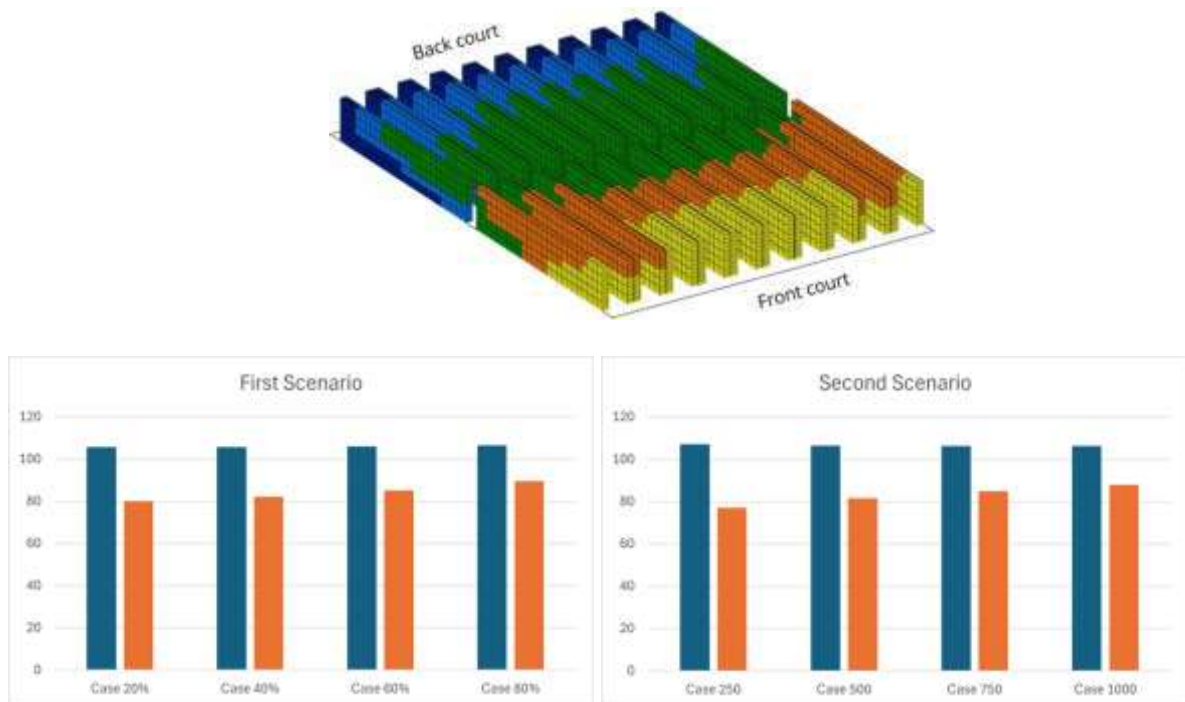


Рисунок 2. Тривимірна модель розташування холодильного складу та порівняння середнього часу циклу зберігання для двох сценаріїв

Результати моделювання (рис. 2) показують, що пріоритет екологічних показників (A1) призводить до помірного збільшення часу циклу зберігання, але досягає значних покращень з точки зору впливу температурних та вологісних коливань. І навпаки, мінімізація часу зберігання (A2) може поставити під загрозу безпеку продукції через розміщення в кліматично нестабільних районах. Ці результати надають менеджерам складів прозоре розуміння компромісів, пов'язаних з різними варіантами політики. Крім того, аналіз барицентричних зрушень, зміни швидкості заповнення та розподілу термічних напружень підтверджує стійкість моделі в різних експлуатаційних умовах.

Джерела та література.

1. Carlo Maria Aloe, Annarita De Maio. Balancing Temperature and Humidity Control in Storage Location Assignment: An Optimization Perspective in Refrigerated Warehouses. Sustainability. 2025, 17(16), 7477. <https://doi.org/10.3390/su17167477>.

УДК 628.4:504.06(477)

Юрій Юрик

Науковий керівник: Ігор Вітик, канд. юрид. наук.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

**ДО ПИТАННЯ ПОВЕРНЕННЯ ТЕРИТОРІЙ ЗАЙНЯТИХ ПІД СМІТТЄЗВАЛИЩА В
ЕКОНОМІЧНУ ЕКСПЛУАТАЦІЮ ДЕРЖАВИ**

***Анотація.** У статті розглядається критичний стан ситуації з відходами в Україні та проблема великих і стихійних сміттєзвалищ, які займають значні площі та становлять серйозну екологічну загрозу. Проаналізовано вплив російської агресії на різке збільшення обсягів відходів, зокрема небезпечних. Особливу увагу приділяється міжнародному досвіду переробки та повторного використання відходів, можливостям економічної вигоди від їх рекуперації та необхідності створення сучасної інфраструктури переробки в Україні. Доводиться, що ефективне вирішення проблеми можливе лише за умови комплексної взаємодії держави, місцевого самоврядування, бізнесу та громадянськості.*

***Ключові слова:** сміттєзвалища, управління відходами, екологічна безпека, переробка відходів*

Yurii Yuryk

Scientific Advisor: Ihor Vityk, PhD in Law

Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ukraine

Restoring Landfill-Occupied Territories to Productive Economic Use: Legal and Practical Challenges

На сьогодні в Україні склалась критична ситуація, пов'язана з утворенням, накопиченням, зберіганням, обробленням, відновленням та захороненням відходів, що характеризується подальшим розвитком екологічних загроз. Незважаючи на декларування пріоритетності проблеми відходів, розроблення відповідної нормативно – правової бази, а також впровадження різних цільових програм як на державному, так і на місцевому рівні, збільшення та накопичення відходів не зупинено.

Широкомасштабна збройна агресія рф проти України спричинила різке збільшення обсягів відходів, серед яких пошкоджені та покинуті транспортні засоби та обладнання, уламки снарядів, відходи від руйнувань будинків, інші відходи. Деякі з відходів є небезпечними, особливо медичні відходи, відходи із вмістом важких металів та відходи від руйнувань, що містять небезпечні компоненти, зокрема азбест. За даними Міндовкілля, станом на кінець 2024 року загальний обсяг відходів, що утворилися внаслідок агресії рф проти України, становив понад 800 тис. тонн.

Міжнародний і Європейський досвід свідчать про можливість зменшення таких збитків шляхом повторного використання матеріалів та відновлення відходів від руйнувань.

Довідково: офіційно в Україні зареєстровано більше тридцяти п'яти тисяч сміттєзвалищ. Найбільші з них знаходяться в Київській, Одеській, Тернопільській, Вінницькій, Запорізькій, Львівській, Харківській, Херсонській, Закарпатській областях.

В Україні переважна кількість побутових відходів зберігається на полігонах – спеціальних інженерних спорудах, які почали використовуватися з другої половини ХХ ст. Один з найбільших в Україні таких полігонів, що займає площу понад 60 га, знаходиться в Обухівському районі, що під Києвом. Київ щоденно продукує 3 тис. тонн сміття (для прикладу,