

ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»  
Факультет автоматизації виробництва та цифрових технологій  
Кафедра цифрових технологій та проектно-аналітичних рішень

«Допущено до захисту»  
Гарант ОПП  
Дмитро ЖЕРЛІЦИН

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня магістра

за підсумками виконання  
освітньо-професійної програми  
«Бізнес-процеси та операційна ефективність»  
за спеціальністю 051 Економіка

на тему:

**«Виявлення та реалізація потенціалу операційних покращень  
основних та допоміжних бізнес-процесів на прикладі  
розподільчого центра «Петрівське»**

Керівник роботи

Дмитро ЖЕРЛІЦИН

Консультант від  
бази практики

Валерій БОЙКО

*Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень.  
Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають  
посилання на відповідне джерело*

Здобувач

Євген КІБА

Підсумкова оцінка за атестацію			
--------------------------------	--	--	--

Голова ЕК

Юлія РЯХОВСЬКА

Запоріжжя 2025

ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»

Факультет	<u>автоматизації виробництва та цифрових технологій</u>
Кафедра	<u>цифрових технологій та проектно-аналітичних рішень</u>
Ступінь вищої освіти	<u>магістр</u>
Спеціальність	<u>051 Економіка</u>
ОПП	<u>Бізнес-процеси та операційна ефективність</u>

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант ОПП

Дмитро ЖЕРЛІЦІН

«14» жовтня 2024 р.

**ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА**

*Кіба Євген Петрович*

1. Тема роботи «Виявлення та реалізація потенціалу операційних покращень основних та допоміжних бізнес-процесів на прикладі розподільчого центру «Петрівське»

керівник роботи Жерліцин Дмитро Михайлович, проф, докт. екон. наук,

затверджені наказом Університету від 14.10.2024 р. №238/14.10.2024

2. Термін подання роботи 10.02.2025 р.

3. Вихідні дані до роботи Навчальна література, література з спеціальних дисциплін, науково-дослідницькі роботи з тематики управління проектами, літературні джерела, дані ТОВ «Метінвест-СМЦ», результати власних досліджень, та готових інвестпроектів поданих на розгляд за моєю участю.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань) Анотація. Зміст. Вступ. Теоретичні основи виявлення та реалізації потенціалу операційних покращень основних та допоміжних бізнес-процесів розподільчого центру. Аналіз діючих бізнес-процесів на складі металоконструкції «Петрівське». Розробка та впровадження операційних покращень. Висновки. Перелік використаних джерел.

5. Перелік графічного (демонстраційного) матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): Діаграми типу AS-IS з

декомпозицією до другого рівня, таблиці дисконтованих показників ефективності проєкту (NPV, IRR, DPP, PI), графіки та діаграми аналізу ключових показників ефективності бізнес-процесів, схема матеріальних і фінансових потоків у розподільчому центрі «Петрівське», логістична схема складу та розподільчого центра з оптимізованими маршрутами руху товарів та транспорту.

6. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи, що стосуються їх.

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта
1	
2	
3	

7. Дата видачі завдання 14.10.2024

#### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи
1	Вступ, зміст, Розділ 1. Теоретичні основи виявлення та реалізації потенціалу операційних покращень основних та допоміжних бізнес-процесів розподільчого центру.	02.12.2024 – 09.12.2024
2	Розділ 2. Аналіз діючих бізнес-процесів на складі металоконструкції «Петрівське».	02.12.2024 – 17.12.2024
3	Розділ 3. Розробка та впровадження операційних покращень.	09.12.2024 – 22.12.2024
4	Висновки, перелік посилань	16.12.2024 – 04.02.2025
5	Подання завершеної роботи	04.02.2025 – 05.02.2025
6	Остаточне оформлення роботи, презентаційного матеріалу, автореферату	06.02.2025 – 10.02.2025
7	Рецензування завершеної роботи. Захист	11.02.2025 – 17.02.2025

Здобувач

Євген КІБА

Керівник  
роботи

Дмитро ЖЕРЛІЦИН

## АНОТАЦІЯ

*Кіба Євген Петрович. Виявлення та реалізація потенціалу операційних покращень основних та допоміжних бізнес-процесів на прикладі розподільчого центра «Петрівське». Кваліфікаційна праця на правах рукопису.*

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 051 «Економіка», освітньо-професійна програма «Бізнес-процеси та операційна ефективність». ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», Запоріжжя, 2024.

Об'єктом дослідження є основні та допоміжні бізнес-процеси розподільчого центра «Петрівське»

Предметом дослідження є теоретико-методичні підходи, механізми та методи вдосконалення операційної ефективності підприємства шляхом аналізу основних та допоміжних бізнес-процесів розподільчого центра «Петрівське».

Мета роботи полягає у розробці рекомендацій щодо підвищення ефективності основних та допоміжних бізнес-процесів розподільчого центра «Петрівське» шляхом впровадження сучасних методів оптимізації операційних процесів.

В першому розділі роботи розглянуто теоретичні засади виявлення та реалізації потенціалу операційних покращень основних та допоміжних бізнес-процесів розподільчого центру. Описано принципи ефективного управління складськими процесами, а також методології та інструменти підвищення операційної ефективності, зокрема Lean, Kaizen, 5S та Six Sigma. Визначено ключові показники ефективності складу, такі як оборотність запасів, час обробки замовлень і витрати на зберігання. Досліджено методи виявлення проблемних зон у

складських операціях, включаючи VSM, аналіз KPI та Root Cause Analysis.

В другому розділі роботи проведено аналіз діючих бізнес-процесів на складі металопродукції розподільчого центру «Петрівське». Розглянуто загальну характеристику бізнес-процесів розподільчих центрів ТОВ «Метінвест-СМЦ» та особливості їх функціонування. Проаналізовано допоміжні бізнес-процеси, що впливають на операційну ефективність складу, зокрема логістичні, управлінські та облікові операції. Виявлено основні проблемні зони та неефективності, що впливають на швидкість обробки замовлень, витрати на зберігання та використання ресурсів.

В третьому розділі роботи розроблено та впроваджено заходи з оптимізації операційних процесів розподільчого центру «Петрівське». Визначено ключові напрями удосконалення управління бізнес-процесами, включаючи автоматизацію складських операцій, реорганізацію логістичних потоків та впровадження методів Lean-менеджменту. Проведено оцінку ефективності інвестицій у модернізацію бізнес-процесів із використанням фінансово-економічних показників, таких як NPV, IRR та DPP. Запропоновані рішення спрямовані на підвищення продуктивності, зниження витрат і скорочення часу обробки замовлень.

**Ключові слова: БІЗНЕС-ПРОЦЕСИ, ОПЕРАЦІЙНА ЕФЕКТИВНІСТЬ, ОПТИМІЗАЦІЯ, LEAN-МЕТОДОЛОГІЯ, АНАЛІЗ ПРОЦЕСІВ, РОЗПОДІЛЬЧИЙ ЦЕНТР.**

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП.....</b>	<b>7</b>
<b>РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВИЯВЛЕННЯ ТА РЕАЛІЗАЦІЇ ПОТЕНЦІАЛУ ОПЕРАЦІЙНИХ ПОКРАЩЕНЬ ОСНОВНИХ ТА ДОПОМІЖНИХ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ РОЗПОДІЛЬЧОГО ЦЕНТРУ ...</b>	<b>10</b>
1.1. Принципи ефективного управління складськими процесами розподільчого центру .....	10
1.2. Методології та інструменти підвищення ефективності бізнес-процесів: Lean, Kaizen, 5S, Six Sigma .....	18
1.3 Ключові показники ефективності складу .....	27
1.4. Методи виявлення проблемних зон у складських операціях .....	38
Висновки за розділом 1.....	44
<b>РОЗДІЛ 2 АНАЛІЗ ДІЮЧИХ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ НА СКЛАДІ МЕТАЛОПРОДУКЦІЇ "ПЕТРІВСЬКЕ" .....</b>	<b>47</b>
2.1. Загальна характеристика бізнес-процесів розподільчих центрів ТОВ «Метінвест-СМЦ» .....	47
2.2. Аналіз допоміжних бізнес-процесів розподільчих центрів ...	59
2.3. Ідентифікація основних вузьких місць .....	63
Висновки за розділом 2.....	79
<b>РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА ТА ВПРОВАДЖЕННЯ ОПЕРАЦІЙНИХ ПОКРАЩЕНЬ.....</b>	<b>82</b>
3.1. Напрями удосконалення управління бізнес-процесами розподільчого центра .....	82
3.2. Оцінка ефективності інвестицій у модернізацію бізнес- процесів розподільчого центру.....	95
Висновки за розділом 3.....	110
<b>ВИСНОВКИ .....</b>	<b>113</b>
<b>ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....</b>	<b>116</b>

## ВСТУП

**Актуальність теми** Зростаюче значення розподільчих центрів у забезпеченні безперервності ланцюга постачання та підвищенні конкурентоспроможності підприємств у сучасних ринкових умовах зумовлює необхідність їх оптимізації. Постійне посилення вимог до швидкості обслуговування, скорочення витрат і покращення якості послуг спонукає компанії шукати нові шляхи вдосконалення складських і логістичних бізнес-процесів. У цьому контексті використання сучасних підходів до управління операційною діяльністю (Lean, Kaizen, 5S, Six Sigma) допомагає виявляти приховані резерви для покращення, мінімізувати втрати та підвищувати ефективність як основних, так і допоміжних процесів.

Аналіз і дослідження цих процесів на прикладі конкретного розподільчого центру дозволяє сформулювати ефективні рекомендації щодо раціонального використання ресурсів, оптимізації логістики, скорочення часу обробки замовлень і зниження витрат. Враховуючи важливість складської діяльності, як ключового елемента ланцюга постачання, вдосконалення операційної ефективності безпосередньо впливає на конкурентоспроможність підприємства, рівень задоволеності клієнтів і зростання рентабельності. Саме тому питання підвищення ефективності основних і допоміжних бізнес-процесів розподільчого центру є актуальним і перспективним як з наукової, так і з практичної точки зору.

**Мета** роботи полягає у розробці рекомендацій щодо підвищення ефективності основних та допоміжних бізнес-процесів розподільчого центра «Петрівське» шляхом впровадження сучасних методів оптимізації операційних процесів.

Завдання дослідження:

- вивчити теоретичні основи виявлення та реалізації потенціалу операційних покращень основних та допоміжних бізнес-процесів розподільчого центру;
- провести аналіз діючих бізнес-процесів на складі металопродукції "Петрівське"
- розробити та визначити напрямки впровадження операційних покращень

Об'єктом дослідження є основні та допоміжні бізнес-процеси розподільчого центра «Петрівське»

Предметом дослідження є теоретико-методичні підходи, механізми та методи вдосконалення операційної ефективності підприємства шляхом аналізу основних та допоміжних бізнес-процесів розподільчого центра «Петрівське».

**Методи дослідження та інформаційна база.** У процесі дослідження використовувалися загальнонаукові та спеціальні методи аналізу. Зокрема, методи системного аналізу та синтезу застосовувалися для виявлення взаємозв'язків між основними та допоміжними бізнес-процесами розподільчого центру «Петрівське». Методи економічного аналізу використовувалися для оцінки ефективності запропонованих змін. Методи статистичного аналізу, зокрема аналіз динаміки ключових показників ефективності (KPI), були застосовані для оцінки впливу запропонованих покращень на операційну діяльність підприємства. Методи бізнес-моделювання (Value Stream Mapping, BPM) допомогли структурувати процеси та визначити потенційні точки оптимізації.

Інформаційною базою дослідження є наукова література, спеціалізовані статті, нормативно-правові акти, а також первинні дані розподільчого центра «Петрівське», включаючи фінансові та

операційні показники, результати аудиту бізнес-процесів та звіти про логістичні операції. Важливим джерелом також стали аналітичні матеріали ТОВ «Метінвест-СМЦ» та результати власних досліджень і спостережень.

**Наукова новизна** отриманих результатів полягає у комплексному підході до оптимізації бізнес-процесів розподільчого центру, що базується на поєднанні сучасних методів управління та операційного аналізу.

**Практична цінність роботи** полягає у можливості застосування результатів для підвищення операційної ефективності розподільчих центрів.

**Структура та обсяг кваліфікаційної роботи.** Кваліфікаційна робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел з 29 найменувань. Зміст роботи викладено на 111 сторінках друкованого тексту, включаючи 16 таблиць, 30 рисунків

#### **Список публікацій здобувача.**

1. Кіба Є. П. ВИЯВЛЕННЯ ТА РЕАЛІЗАЦІЯ ПОТЕНЦІАЛУ ОПЕРАЦІЙНИХ ПОКРАЩЕНЬ ОСНОВНИХ ТА ДОПОМІЖНИХ БІЗНЕС ПРОЦЕСІВ\\ CURRENT TRENDS IN SCIENTIFIC RESEARCH DEVELOPMENT, р. 614-621, Proceedings of VII International Scientific and Practical Conference Boston, USA 13-15 February 2025. URL: <https://sci-conf.com.ua/wp-content/uploads/2025/02/CURRENT-TRENDS-IN-SCIENTIFIC-RESEARCH-DEVELOPMENT-13-15.02.25.pdf>

## РОЗДІЛ 1

# ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВИЯВЛЕННЯ ТА РЕАЛІЗАЦІЇ ПОТЕНЦІАЛУ ОПЕРАЦІЙНИХ ПОКРАЩЕНЬ ОСНОВНИХ ТА ДОПОМІЖНИХ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ РОЗПОДІЛЬНОГО ЦЕНТРУ

### 1.1. Принципи ефективного управління складськими процесами розподільчого центру

Організація прибуткового бізнесу неможлива без належного зберігання товарів у спеціально відведених приміщеннях. Таке приміщення повинно бути технічно обладнане та пристосоване для розподілу запасів між споживачами.

Склад - спеціалізоване приміщення або комплекс, призначений для приймання, зберігання, обробки, комплектації, переміщення та відвантаження товарів у межах ланцюга постачання. Основна функція складу – забезпечення безперервного та ефективного руху товарів від постачальників до кінцевих споживачів з мінімальними витратами на зберігання та логістику [1].

З точки зору розподільчих центрів, склад виконує розширені функції, які включають [15]:

1. Консолідацію товарних потоків – приймання продукції від різних постачальників та формування оптимальних партій для відправлення кінцевим споживачам.

2. Крос-докінг – швидке переміщення товарів через склад без довготривалого зберігання, що зменшує час логістичного циклу.

3. Сортування та перерозподіл – підготовка товарів до подальшого транспортування на основі вимог клієнтів.

4. Контроль якості та упаковка – перевірка відповідності стандартам перед відправленням, перепакування або маркування. Формування складських мереж здійснюється на основі системного підходу і залежить від [14]:

- цілей, завдань і функцій підприємства;
- його становища в системі матеріально-технічного забезпечення;
- типу і характеристики потоку матеріалу;
- розташування мереж зберігання даних;
- відносин між постачальниками та клієнтами;
- характеристик транспортного засобу;
- мережі інфраструктури;
- матеріально-технічної бази підприємства;
- наявності інформаційної системи усередині складської мережі.

Ефективне управління складськими процесами є ключовим фактором для підвищення продуктивності, зниження витрат і забезпечення безперебійної роботи складу. Науковці виділяють такі основні принципи [15]:

1. Організація складського простору
2. Автоматизація та цифровізація
3. Оптимізація складських процесів
4. Контроль запасів та аналітика
5. Підвищення ефективності персоналу
6. Використання сучасної техніки та обладнання

**Організація складського простору** - система заходів, спрямована на ефективне використання площі складу, оптимізацію руху товарів і мінімізацію витрат на зберігання та обробку вантажів. Вона включає раціональне планування зон складу, правильне

розміщення товарів і застосування сучасних методів управління запасами [14].

Основними цілями організації складського простору є [15]:

- 1) Оптимізація логістичних процесів – зменшення часу на обробку вантажів.
- 2) Раціональне використання площі – максимальне завантаження корисного простору складу.
- 3) Зниження витрат – мінімізація витрат на переміщення, зберігання та комплектацію товарів.
- 4) Підвищення продуктивності персоналу – забезпечення ефективного виконання складських операцій.

Основними компонентами організації складського простору є:

- 1) Раціональне зонування – поділ складу на функціональні зони (приймання, зберігання, комплектування, відвантаження) для покращення логістики руху товарів.
- 2) Правильне розміщення товарів – частіше використовувані товари знаходяться ближче до зони відвантаження, важкі товари – на нижніх рівнях, легкі – вище.
- 3) Використання ABC/XYZ-аналізу – методика розподілу товарів за частотою обігу та попитом для оптимального управління запасами.
- 4) Автоматизація процесів – застосування WMS-систем, RFID, штрих-кодування для ефективного контролю товарних потоків[2].

Правильна організація складського простору дозволяє підвищити ефективність роботи складу та знизити операційні витрати підприємства.

Автоматизація та цифровізація - процеси впровадження сучасних інформаційних технологій та автоматизованих систем у

складське господарство з метою підвищення ефективності, точності та швидкості виконання складських операцій. Автоматизація передбачає використання спеціального обладнання, програмного забезпечення та роботизованих систем для виконання рутинних операцій без безпосереднього втручання людини [8].

Основні складові автоматизації [3]:

- Системи управління складом (WMS – Warehouse Management System) – програмне забезпечення для контролю руху товарів, автоматизації обліку та оптимізації зберігання.
- RFID (радіочастотна ідентифікація) та штрих-кодування – технології для швидкого сканування та відстеження товарів.
- Роботизовані комплекси та конвеєрні системи – автоматизовані механізми для транспортування та комплектації вантажів.
- Pick-to-Light та Voice Picking – системи підбору замовлень із підсвічуванням або голосовими командами для зменшення людських помилок [3].

Цифровізація передбачає використання цифрових технологій для покращення аналітики, управління даними та прогнозування складських операцій.

Основні аспекти цифровізації [4]:

1) Big Data та аналітика – використання великих масивів даних для прогнозування попиту та оптимізації запасів.

2) IoT (Інтернет речей) – впровадження датчиків та підключених пристроїв для контролю температури, вологості та місцеположення товарів.

3) Хмарні технології – інтеграція складських даних у хмарні платформи для доступу з будь-якої точки світу.

4) ERP-системи (Enterprise Resource Planning) – комплексні програми для управління всіма бізнес-процесами, включаючи складську логістику [4].

Автоматизація та цифровізація складів дозволяють значно підвищити продуктивність, знизити операційні витрати, скоротити кількість помилок та забезпечити ефективний контроль за товарними запасами. Впровадження новітніх технологій є ключовим фактором конкурентоспроможності сучасних підприємств.

3. Оптимізація складських процесів – це комплекс заходів, спрямованих на підвищення ефективності роботи складу, мінімізацію витрат, скорочення часу на обробку товарів і покращення якості обслуговування клієнтів [5].

Основними напрямками оптимізації складських процесів є [5]:

1. Впровадження сучасних методів управління складом

- Lean-логістика – усунення всіх видів втрат у складських процесах (надлишкові запаси, зайві переміщення, неефективне використання простору).
- Методика 5S – система організації робочого місця: сортування, порядок, чистота, стандартизація, дисципліна.
- Kaizen (безперервне покращення) – регулярний аналіз і вдосконалення складських операцій [5].

2. Стандартизація операцій – впровадження чітких регламентів для кожного процесу (приймання, зберігання, комплектація, відвантаження).

3. Метод "just-in-time" (точно вчасно) – мінімізація запасів і швидке переміщення товарів для зниження витрат на зберігання.

4. Зменшення кількості переміщень товару – чим менше разів товар переноситься, тим швидше і безпечніше проходить процес обробки.

Оптимізація складських процесів дозволяє підвищити продуктивність, знизити витрати, мінімізувати час обробки товарів і покращити обслуговування клієнтів. Використання сучасних методик, автоматизація та правильне зонування складу є ключовими факторами ефективної роботи складського господарства [6].

4. Контроль запасів та аналітика це система моніторингу, управління та прогнозування рівня товарних запасів на складі з метою забезпечення безперебійної роботи підприємства, мінімізації витрат і покращення обслуговування клієнтів [7]. Ключовими інструментами системи є:

1. Регулярні інвентаризації – перевірка відповідності фактичних залишків із записами у системі.

2. Аналіз KPI (ключових показників ефективності) – контроль таких показників, як оборотність запасів, швидкість комплектації, рівень браку та помилок.

3. Прогнозування попиту – використання історичних даних для прогнозування необхідних обсягів товару.

4. Метод EOQ (економічно обґрунтований розмір замовлення) – оптимізація обсягу закупівель для зниження витрат на зберігання та поповнення запасів.

5. Метод "just-in-time" (точно вчасно) – мінімізація залишків товарів завдяки точному прогнозуванню попиту.

Контроль запасів та аналітика відіграють ключову роль у забезпеченні ефективного функціонування складу. Використання сучасних методів управління запасами, автоматизації та прогнозування дозволяє підприємствам оптимізувати складські процеси, зменшити витрати та підвищити рівень обслуговування клієнтів [7].

5. Підвищення продуктивності персоналу на складі є критичним фактором для забезпечення ефективності логістичних процесів та досягнення стратегічних цілей підприємства. Наукові дослідження в цій сфері акцентують увагу на кількох ключових аспектах, які сприяють оптимізації роботи персоналу [21].

Оптимізація маршрутів переміщення працівників на складі/ Раціоналізація маршрутів переміщення персоналу дозволяє скоротити час на виконання операцій та підвищити загальну ефективність роботи. За допомогою методів аналізу робочих процесів вирішіть неефективні ділянки та розробіть ваші оптимальні шляхи переміщення. Дослідження, проведене на підприємстві ТОВ «Краматорський залізобетон», показало, що впровадження таких заходів сприяє значному підвищенню продуктивності праці.[8].

Використання мотиваційних програм та навчання персоналу. Мотивація та професійний розвиток працівників є підвищенням їхньої продуктивності. Наукові підходи до стимулювання ефективної праці підкреслюють наявність системи впровадження матеріального та нематеріального захисту, а також організації регулярних навчальних програм для підвищення кваліфікації персоналу [9].

Чіткий розподіл обов'язків та автоматизація рутинних процесів. Ясне визначення ролі та обов'язків працівників завдяки уникненню дублювання зусиль та підвищенню ефективності роботи. Автоматизація рутинних та повторюваних завдань дозволяє зменшити навантаження на персонал і зосередитися на більш складних операціях. Дослідження теоретичних основ підвищення рівня продуктивності праці підкреслюють використання сучасних технологій та чіткого розподілу обов'язків для досягнення високих показників ефективності [14].

Застосування цих науково обґрунтованих підходів сприяє підвищенню продуктивності персоналу на складі, що, у свою чергу, забезпечує ефективність складських процесів та конкурентоспроможність ринку підприємства.

6. Використання сучасної техніки та обладнання є важливим фактором ефективного управління логістичними процесами та підвищення продуктивності складу. Новітні технології дозволяють мінімізувати витрати, автоматизувати рутинні процеси та зменшити ймовірність помилок [21].

Автоматизовані системи зберігання та пошуку (Automated Storage and Retrieval Systems, AS/RS) забезпечують високу швидкість і точність обробки товарів на складі. Вони складаються з роботизованих кранів-штабелерів, конвеєрних систем і програмного забезпечення, яке координує роботу.

Багаторівневі стелажні системи та автоматизовані палетні рішення. Сучасні стелажні системи дозволяють максимально використовувати вертикальний простір складу, збільшуючи його місткість. Деякі склади впроваджують автоматизовані системи палетного зберігання, що працюють за принципом "товар до людини".

Робототехніка та автономні транспортні системи (AGV, AMR)

Сучасні склади все частіше використовують автономних роботів (Automated Guided Vehicles, AGV) та мобільних роботів (Autonomous Mobile Robots, AMR). Вони переміщують товари між зонами складу, виконуючи завдання без участі людини.

Система "Pick-to-Light" і "Voice Picking" – технології для швидкого та точного комплектування замовлень [10].

Використання сучасного складського обладнання дозволяє суттєво покращити продуктивність складських процесів, мінімізувати витрати та підвищити рівень обслуговування клієнтів. Інвестиції у

автоматизацію та роботизацію складу дають змогу компаніям залишатися конкурентоспроможними в умовах зростаючих вимог ринку.

## **1.2. Методології та інструменти підвищення ефективності бізнес-процесів: Lean, Kaizen, 5S, Six Sigma**

Оптимізація бізнес-процесів є ключовим фактором підвищення ефективності роботи складських комплексів і розподільчих центрів. У сучасній логістиці та управлінні операціями широко застосовуються методології Lean, Kaizen, 5S та Six Sigma, які допомагають зменшити втрати, підвищити продуктивність і покращити якість виконання процесів [17].

1. Lean (ощадливе виробництво). Суть Lean-підходу [28] полягає у наступному:

Lean-менеджмент спрямований на усунення всіх видів втрат (waste) у процесах, що не додають цінності для кінцевого споживача. Концепція Lean вперше була розроблена в Toyota Production System (TPS) і зараз активно використовується у складській та логістичній діяльності.

Концепція Lean у складській логістиці – це підхід, спрямований на усунення марнотратства, оптимізацію операційних процесів і підвищення ефективності управління запасами та переміщеннями вантажів у складських приміщеннях. Завдяки впровадженню Lean-підходів у складській логістиці підприємства можуть скоротити витрати, знизити час обробки замовлень та підвищити рівень обслуговування клієнтів.

Основні принципи Lean у складській логістиці

1. Усунення марнотратства

Lean орієнтований на ідентифікацію та усунення видів марнотратства (waste) у всіх процесах. У контексті складської логістики це може означати:

- Надлишкові запаси: мінімізація запасів за рахунок точного прогнозування попиту та оптимізації рівнів запасів.
- Непотрібні переміщення: оптимізація маршрутів переміщення вантажів та персоналу всередині складу.
- Час простою: зменшення часу очікування між операціями, що сприяє безперебійному потоку товарів [11].

## 2. Оптимізація потоку створення цінності

Lean спрямований на організацію безперервного потоку, що означає:

- Раціоналізацію операцій: організація робочих процесів таким чином, щоб товар рухався від прийому до відвантаження без затримок.
- Впровадження систем «pull»: виробництво та комплектація замовлень відбувається за запитом, що дозволяє зменшити обсяги невикористаних запасів [12].

## 3. Впровадження систем 5S та Kaizen

У складській логістиці часто інтегрують інструменти Lean, зокрема:

- 5S: Сортування, систематизація, прибирання, стандартизація та дисципліна допомагають підтримувати чистоту і порядок, що сприяє зменшенню часу на пошук товарів і мінімізує помилки.
- Kaizen: Постійне вдосконалення процесів залучає всіх співробітників до регулярного аналізу та покращення робочих процесів.[13]

## 4. Автоматизація та цифровізація

Інтеграція Lean з сучасними інформаційними технологіями дозволяє:

- Впровадження WMS (Warehouse Management System): автоматизація обліку, контролю за запасами та оптимізації процесів зберігання.

- Використання RFID та штрих-кодування: забезпечення точного відстеження вантажів у режимі реального часу.[14]

Практичним застосування концепції Lean у складській логістиці є:

Оптимізація розташування та зонування складу

Впровадження Lean допомагає організувати простір складу таким чином, що:

- Зони приймання, зберігання, комплектації та відвантаження розташовані оптимально для мінімізації переміщень.

- Правильне розміщення товарів (згідно з принципом ABC/XYZ-аналізу) дозволяє пришвидшити операції комплектації.

Скорочення операційних витрат

За рахунок оптимізації потоку товарів, мінімізації надлишкових запасів та впровадження систем контролю, Lean дозволяє:

- Знизити витрати на зберігання та обробку вантажів.

- Підвищити продуктивність персоналу завдяки чітко визначеним процесам та зменшенню часу на виконання операцій.

Забезпечення високої якості обслуговування

Lean сприяє підвищенню рівня обслуговування клієнтів за рахунок:

- Швидшого оброблення замовлень.

- Зменшення кількості помилок при комплектації.

- Забезпечення безперебійності логістичного ланцюга.

Впровадження концепції Lean у складській логістиці дозволяє створити конкурентоспроможну систему управління, що мінімізує

марнотратство, оптимізує потоки товарів і сприяє підвищенню якості обслуговування.

Системний підхід підвищення ефективності бізнес-процесів, який включає використання методології 5S, Kaizen, автоматизації та цифровізації, доведено підвищує ефективність операцій, що підтверджується як науковими дослідженнями, так і практичними кейсами з виробничих та логістичних систем

Методологічні інструменти для складів спрямовані на підвищення ефективності операцій, усунення марнотратства, оптимізацію процесів зберігання та переміщення товарів, а також покращення якості обслуговування. Впровадження цих інструментів дозволяє створити гнучку, адаптивну та конкурентоспроможну систему управління складським господарством. Розглянемо основні інструменти, що застосовуються на складах:

1. Метод 5S. Дослідження Kumar et al. (2013) показують, що впровадження 5S сприяє підвищенню продуктивності та покращенню умов праці, що особливо актуально для середовищ із високим рівнем операційної активності, таких як склади [20].

Метод 5S базується на п'яти японських принципах, що сприяють організації робочого простору [20]:

- Seiri (Сортування): усунення непотрібних предметів, що займають простір і не сприяють продуктивності.
- Seiton (Систематизація): організація та впорядкування залишкових предметів для зручного доступу.
- Seiso (Прибирання): регулярне очищення робочих зон, що сприяє виявленню дефектів та підтриманню безпеки.
- Seiketsu (Стандартизація): встановлення стандартів організації робочого простору для підтримки досягнутих результатів.

– Shitsuke (Дисципліна): підтримка встановлених стандартів через навчання та мотивацію співробітників.

Переваги для складів включають покращення організації робочого місця, що сприяє ефективнішому використанню простору. Це також дозволяє значно скоротити час, необхідний для пошуку інструментів, документів чи товарів. Крім того, впровадження ефективних систем управління підвищує безпеку, зменшуючи кількість аварійних ситуацій. Важливим аспектом є і зменшення втрат, що забезпечує кращий контроль за запасами та оптимізує їх використання.

## 2. Канбан

Канбан – це система візуального управління потоком матеріалів, яка дозволяє контролювати поповнення запасів за принципом "точно вчасно". Система використовує візуальні сигнали (картки, екрани або електронні сигнали) для ініціювання замовлення нових товарів або переміщення їх між різними ділянками складу.

Широке застосування Канбан у виробничих системах та логістиці підтверджується дослідженнями Shah & Ward (2007), які демонструють, що впровадження систем візуального управління сприяє зниженню операційних витрат та підвищенню ефективності процесів[19].

Перевагами для складів є:

- Оптимізація рівня запасів;
- Зниження надлишкових запасів та витрат на їх зберігання;
- Підвищення оперативності реакції на зміну попиту;
- Забезпечення безперебійного потоку товарів від приймання до відвантаження.

## 3. Kaizen (безперервне покращення)

Kaizen – це підхід до постійного вдосконалення, який передбачає залучення всіх співробітників до виявлення та усунення неефективних процесів. За допомогою невеликих, але постійних змін можна досягти значних покращень у роботі складу.

За даними дослідження, опублікованого в *Journal of Manufacturing Technology Management*, компанії, що впровадили Kaizen, спостерігали підвищення продуктивності на 10–20% за рахунок систематичних покращень.

Перевагами для складів є[20]:

- Постійне вдосконалення процесів на всіх рівнях організації;
- Залучення персоналу до прийняття рішень і покращення умов праці;
- Швидка реакція на проблеми, що виникають у повсякденній діяльності;
- Підвищення мотивації співробітників та зниження рівня помилок.

#### 4. Value Stream Mapping (VSM)

Value Stream Mapping – це метод візуалізації всіх етапів процесу переміщення товарів через склад з метою ідентифікації неефективних операцій і витрат. За допомогою VSM можна створити карту потоку матеріалів та інформації, що дозволяє побачити, де виникають затримки та втрати[18].

Дослідження у сфері виробничого менеджменту свідчать, що застосування VSM дозволяє знизити час обробки замовлень та скоротити операційні витрати, що підтверджується роботою Womack & Jones (1990).

Перевагами для складів є[18]:

- Ідентифікація «вузьких місць» у процесах;

- Оптимізація робочих потоків та зменшення часу циклу;
- Можливість прийняття рішень на основі візуального аналізу;
- Підвищення загальної ефективності логістики.

#### 5. Стандартизація операцій

Стандартизація операцій у контексті Lean передбачає розробку чітких стандартних операційних процедур (SOP) для всіх складських процесів – від приймання товарів до їх відвантаження. Це дозволяє уникнути помилок, забезпечити послідовність і передбачуваність процесів.

Наукові роботи в галузі операційного менеджменту демонструють, що стандартизація допомагає забезпечити сталість процесів та знижує рівень дефектів у логістичних операціях[27].

Перевагами для складів[21]:

- Забезпечення стабільності та передбачуваності операцій;
- Підвищення якості обслуговування клієнтів;
- Скорочення часу навчання нового персоналу;
- Покращення контролю за виконанням стандартів.

#### 6. Автоматизація та цифрові технології

Хоча автоматизація та цифровізація не є суто Lean-інструментами, їхня інтеграція з Lean-підходами значно покращує ефективність складських процесів. Використання систем управління складом (WMS) дозволяє автоматизувати облік і контроль за запасами, що підвищує точність і зменшує витрати часу. Технології RFID та штрих-кодування забезпечують можливість відстеження товарів у режимі реального часу, що сприяє кращому контролю за логістичними операціями. Додатково, застосування Інтернету речей (IoT) дозволяє за допомогою датчиків моніторити умови зберігання, такі як

температура і вологість, оптимізуючи логістичні процеси та забезпечуючи збереження якості продукції[8.10].

Перевагами для складів є[10]:

- Підвищення точності обліку товарів;
- Скорочення часу на виконання рутинних операцій;
- Зниження людського фактора та помилок;
- Забезпечення швидкого доступу до даних для прийняття

оперативних рішень.

7.Six Sigma — це методологія управління якістю, спрямована на зниження дефектності процесів та підвищення їх ефективності шляхом систематичного усунення причин варіацій і дефектів. Вона була розроблена компанією Motorola у 1980-х роках і з тих пір була успішно впроваджена в різних галузях, включаючи виробництво, логістику, фінанси та інші сфери бізнесу [16]

.Основними принципами Six Sigma є:

- Цільова дефектність

Основна ідея Six Sigma полягає у зниженні рівня дефектів до 3.4 дефектів на мільйон можливостей (DPMO). Це означає, що процеси повинні працювати з надзвичайно високим рівнем точності та надійності.

- Орієнтація на клієнта

Ключовою метою Six Sigma є задоволення вимог клієнтів шляхом оптимізації процесів. Для цього важливо визначити, що клієнт вважає цінним, і спрямувати зусилля на досягнення цих критеріїв якості.

- Використання даних та статистичного аналізу

Six Sigma базується на прийнятті рішень на основі фактичних даних. Статистичні методи дозволяють ідентифікувати варіації у

процесах, аналізувати їхні причини та впроваджувати відповідні заходи для усунення дефектів.

- Структурований підхід (DMAIC) [18]

Основною методологією для впровадження Six Sigma є цикл DMAIC, який включає наступні етапи:

- Define (Визначення): формулювання проблеми, визначення цілей проекту та ідентифікація ключових процесів.

- Measure (Вимірювання): збір даних про поточний стан процесу та встановлення базових показників.

- Analyze (Аналіз): виявлення основних причин дефектів за допомогою статистичного аналізу та інструментів, таких як діаграма Парето, аналіз причинно-наслідкових зв'язків (Fishbone Diagram) та інші.

- Improve (Покращення): розробка та впровадження заходів, спрямованих на усунення виявлених дефектів і оптимізацію процесів.

- Control (Контроль): встановлення систем моніторингу для забезпечення стабільності покращених процесів і запобігання поверненню до попереднього рівня дефектності. [19]

Порівняння методів підвищення ефективності бізнес-процесів у складських операціях представлено у табл. 1.2

Таким чином, Lean-інструменти для складів забезпечують системний підхід до оптимізації операцій, що сприяє зниженню витрат, підвищенню продуктивності та забезпеченню високого рівня обслуговування, що є критично важливим для сучасних логістичних систем.

Lean підходить для швидкої оптимізації складських процесів, мінімізуючи втрати.

Kaizen допомагає залучити персонал до постійного вдосконалення операцій.

5S дозволяє покращити організацію складу та зробити роботу більш ефективною.

Six Sigma допомагає покращити якість складських операцій, використовуючи аналіз даних.

### **1.3 Ключові показники ефективності складу**

Ефективне управління складом є критичним фактором для успішної логістики та загальної операційної ефективності підприємства. Одним із засобів оцінки ефективності роботи складу є використання ключових показників ефективності (KPI). KPI дозволяють керівникам контролювати різні аспекти діяльності складу, приймати обґрунтовані рішення для оптимізації процесів та досягати поставлених цілей[12].

Таблиця 1.1 - Порівняння методів підвищення ефективності бізнес-процесів у складських операціях

Метод	Основна концепція	Основні процеси, де застосовується	Ключові переваги	Обмеження
Lean (Бережливе виробництво)	Усунення всіх видів втрат (часу, ресурсів, дефектів), оптимізація процесів	Прийом товару, розподіл, відвантаження, комплектація замовлень	Скорочення простоїв, мінімізація надлишкових операцій, підвищення продуктивності складу	Потребує повного перегляду процесів і залучення всіх рівнів персоналу
Kaizen (безперервне вдосконалення)	Поступове покращення процесів шляхом залучення персоналу та малих змін	Всі складські процеси, включаючи управління запасами, безпеку, облік	Залучення персоналу до покращень, поступове підвищення ефективності, мінімальні інвестиції	Результати можуть бути не миттєвими, вимагає постійної уваги керівництва
5S (Сортування, організація, чистота, стандартизація, дисципліна)	Організація робочого простору та підвищення ефективності шляхом усунення непотрібного	Зонування складу, контроль якості, робоче місце персоналу	Покращення безпеки, скорочення часу пошуку товарів, збільшення продуктивності	Вимагає регулярного контролю та підтримки з боку персоналу
Six Sigma (Шість Сигм)	Мінімізація дефектів та варіативності процесів за допомогою статистичного аналізу	Контроль якості, зниження помилок у відвантаженні, точність інвентаризації	Підвищення точності операцій, зменшення кількості помилок, покращення рівня обслуговування клієнтів	Висока складність впровадження, потребує навчання персоналу, довготривалі проекти
BPM (Business Process Management)	Оптимізація та автоматизація процесів на основі аналізу показників ефективності	Всі складські процеси: комплектація, документообіг, контроль замовлень	Системний підхід до покращення, інтеграція з цифровими технологіями, автоматизація	Вимагає значних інвестицій у IT-інфраструктуру та зміну підходів до управління
VSM (Value Stream Mapping)	Візуалізація всіх процесів для виявлення «вузьких місць» та усунення втрат	Оптимізація маршрутів руху товарів, усунення затримок, скорочення витрат	Чітке розуміння структури процесів, зменшення часу на виконання операцій	Не завжди підходить для складних складських процесів без глибокого аналізу

Розглянемо три основні KPI для складів

### 1. Оборотність запасів

Оборотність запасів (Inventory Turnover) визначає, як часто запаси на складі перетворюються на продаж протягом певного періоду. Цей показник є важливим, оскільки відображає ефективність використання капіталу, зменшення застарілих запасів і оптимізацію логістичних процесів.

Наукові дослідження вказують на те, що підприємства з високою оборотністю запасів демонструють кращу рентабельність та ефективність управління ланцюгами постачання. [20; 21]

Оборотність запасів розраховується по наступній формулі [20; 21]:

$$\text{Оборотність запасів} = \frac{\text{собівартість реалізованої продукції (витрати на закупівлю)}}{\text{середній залишок запасів}} \quad (1.1)$$

– Собівартість реалізованої продукції (Cost of Goods Sold, COGS) – це витрати, пов'язані з виробництвом або закупівлею товарів, які були продані за певний період.

– Середній залишок запасів обчислюється як середнє значення запасів на початку і в кінці періоду.

Високий рівень оборотності запасів свідчить про ефективне управління запасами, що дозволяє мінімізувати витрати на зберігання, зменшити ризик застарілості продукції та покращити грошовий потік.

Низький показник оборотності запасів може свідчити про надлишкові запаси, погану організацію логістичних процесів або слабе прогнозування попиту.

Практичне використання оборотності запасів

### 1. Оцінка ефективності управління запасами

- Оптимізація рівнів запасів: Висока оборотність запасів свідчить про те, що підприємство ефективно управляє своїми запасами, швидко реагує на попит і уникає надлишкових запасів, які призводять до зростання витрат на зберігання.

- Визначення застарілості: Низький показник може вказувати на накопичення застарілих або надлишкових товарів, що може негативно впливати на грошовий потік і збільшувати витрати на зберігання та утилізацію. [22; 23]

## 2. Фінансова ефективність і ліквідність

- Покращення грошового потоку: Швидке обертання запасів дозволяє підприємству швидше отримувати готівку від продажу товарів, що покращує ліквідність і фінансове становище.

- Зменшення витрат на зберігання: Зниження часу перебування товарів на складі зменшує витрати на оренду приміщення, страхування, опалення/охолодження та обслуговування запасів.

## 3. Планування закупівель та прогнозування попиту

- Підвищення точності прогнозування: Аналіз оборотності запасів допомагає зрозуміти, які товари користуються попитом, а які – накопичуються. Це сприяє точнішому прогнозуванню попиту і своєчасному плануванню закупівель.

- Своєчасне поповнення: Завдяки системам, що інтегрують дані про оборотність, підприємства можуть впроваджувати системи «pull» (наприклад, Канбан), які дозволяють поповнювати запаси у потрібному обсязі саме в той момент, коли це необхідно.

## 4. Порівняння з галузевими стандартами

- Бенчмаркінг: Аналіз оборотності запасів дозволяє порівняти ефективність управління запасами між підприємствами всередині однієї галузі. Це допомагає виявити сильні та слабкі

сторони, розробити стратегії покращення і встановити цільові показники.

– Оптимізація ланцюга постачання: Порівняння показників із галузевими стандартами сприяє виявленню неефективних ділянок у ланцюзі постачання і прийняттю відповідних управлінських рішень. [23, 24]

Оборотність запасів є надзвичайно важливим індикатором для оцінки ефективності управління запасами. Її практичне використання дозволяє підприємствам оптимізувати запаси, підвищити ефективність логістики, знизити витрати та покращити фінансові результати, що підтверджується численними науковими дослідженнями та практичними кейсами.

Час обробки замовлень (Order Processing Time) – це період, який проходить від моменту отримання замовлення клієнтом до моменту його готовності до відвантаження (або фактичного відправлення). Він включає всі етапи, що забезпечують перетворення замовлення у готовий до відправлення товар чи послугу.

Час обробки замовлень можна розбити на кілька ключових компонентів:

- Прийом замовлення: отримання даних про замовлення через електронні системи, телефон або інші канали.
- Верифікація та підтвердження замовлення: перевірка коректності даних, підтвердження наявності товарів або ресурсів.
- Комплектація товарів: вибір товарів зі складу відповідно до замовлення.
- Пакування: підготовка товарів до транспортування (упаковка, маркування, оформлення документів).
- Відвантаження: організація доставки або відправлення замовлення клієнту.

Час обробки замовлень є важливим показником, який визначає ефективність роботи складу. Швидка обробка замовлень дозволяє підприємству раціональніше використовувати свої ресурси, що позитивно впливає на його продуктивність. Висока оперативність також сприяє підвищенню рівня задоволеності клієнтів, оскільки своєчасна доставка та точна інформація про статус замовлення формують позитивний імідж компанії. Крім того, скорочення часу обробки замовлень допомагає оптимізувати логістичні процеси, підвищуючи оборотність запасів, зменшуючи витрати на зберігання та покращуючи грошовий потік. У сучасних ринкових умовах швидкість та ефективність виконання замовлень стають ключовими факторами конкурентоспроможності, забезпечуючи стабільний розвиток і успіх компанії.

Практичне впровадження автоматизованих систем, візуальних інструментів управління та цифрових технологій дозволяє суттєво скоротити час обробки замовлень, що підтверджується як численними науковими дослідженнями, так і практичними кейсами з різних галузей.

Практичне значення часу обробки замовлень

#### 1. Підвищення задоволеності клієнтів

– Швидка доставка: Чим коротший час обробки замовлення, тим швидше клієнт отримує товар. Це є важливим чинником конкурентоспроможності, особливо в епоху електронної комерції, де швидкість доставки часто вирішує, чи повернеться клієнт.

– Покращення комунікації: Чітко структурований процес обробки дозволяє клієнтам отримувати точну інформацію про стан їх замовлення (наприклад, за допомогою систем відстеження), що підвищує довіру до компанії.

#### 2. Ефективність управління ресурсами

- Оптимізація використання робочої сили: Систематизація процесу обробки замовлень дозволяє розподілити завдання між співробітниками так, щоб уникнути «вузьких місць» та забезпечити рівномірне навантаження.

- Зниження витрат: Скорочення часу обробки замовлень допомагає зменшити витрати на робочу силу та зберігання товарів. Чим швидше замовлення виконується, тим менше часу товари «зависають» на складі, що позитивно впливає на загальні операційні витрати.

### 3. Вплив на оборотність запасів

- Покращення грошового потоку: Швидке оброблення замовлень сприяє швидшому обертанню запасів, що дозволяє підприємству оперативно отримувати кошти від продажів і використовувати їх для поповнення асортименту або інвестування в розвиток.

- Зниження ризику застарілості: Менший час перебування товарів на складі знижує ризик їх застарілості або пошкодження, що особливо актуально для швидкозмінних або сезонних продуктів.

### 4. Підвищення конкурентоспроможності

- Ринкова реактивність: Підприємства, здатні швидко обробляти замовлення, краще реагують на зміни попиту та можуть швидше адаптуватися до вимог ринку.

- Позитивний імідж бренду: Сучасні клієнти очікують оперативного обслуговування; швидкість обробки замовлень впливає на репутацію компанії та її позицію н

#### Методи оптимізації часу обробки замовлень

##### 1. Впровадження автоматизованих систем управління (WMS)

Системи управління складом (Warehouse Management System, WMS): дозволяють відстежувати стан замовлень у режимі реального

часу, автоматизувати процес комплектації, пакування та контролю за запасами.

Наукове підтвердження: Antony et al. (2007) зазначають, що автоматизація процесів за допомогою WMS може значно скоротити час обробки та зменшити помилки[20].

## 2. Використання візуальних інструментів (Канбан, VSM)

Канбан: Використання візуальних сигналів для організації потоку матеріалів дозволяє оперативно поповнювати запаси та знижувати затримки у процесі обробки.

Value Stream Mapping (VSM): Візуалізація потоку створення цінності допомагає виявити «вузькі місця» та надлишкові затримки, що дозволяє впроваджувати корективні заходи.

## 3. Оптимізація логістичних процесів

Стандартизація операцій: Розробка чітких стандартних операційних процедур (SOP) для всіх етапів обробки замовлень сприяє зниженню часу на прийняття рішень і виключенню дублювання зусиль.

Навчання персоналу: Регулярне навчання та підвищення кваліфікації співробітників дозволяє оптимізувати виконання завдань і зменшити час на виконання рутинних операцій.

## 4. Інтеграція з цифровими технологіями

Інтернет речей (IoT) та RFID: Використання датчиків та систем відстеження дозволяє отримувати точні дані про переміщення товарів і зменшувати час на їх ідентифікацію.

Аналітичні платформи: Впровадження систем аналітики для моніторингу часу обробки замовлень допомагає виявляти проблемні ділянки та оперативно реагувати на них.[16]

Таким чином, час обробки замовлень є критично важливим показником для оцінки оперативності та ефективності роботи складу.

Його оптимізація сприяє підвищенню рівня задоволеності клієнтів, покращенню управління запасами та зниженню операційних витрат, що в сукупності забезпечує конкурентоспроможність підприємства на ринку.

Витрати на зберігання (Storage Costs) – це всі витрати, які підприємство несе у процесі зберігання товарів або матеріалів на складі. Вони включають як прямі, так і непрямі витрати, що впливають на фінансові показники та конкурентоспроможність компанії.

До основних категорій витрат на зберігання належать:

- Орендна плата або амортизація приміщення: Вартість використання складів або приміщень, де зберігаються товари.

- Енергозабезпечення: Витрати на електроенергію, опалення, охолодження, вентиляцію, що забезпечують оптимальні умови зберігання.

- Заробітна плата персоналу: Оплата праці співробітників, залучених до управління, обслуговування та контролю за запасами.

- Страхування: Витрати на страхування майна, товарів, а також систем безпеки, що зменшують ризик пошкодження або втрати товарів.

- Обслуговування обладнання: Витрати на технічне обслуговування, ремонт систем зберігання, конвеєрів, стелажів, автоматизованих систем тощо.

- Інші витрати: Адміністративні витрати, витрати на пакування, логістичні витрати, пов'язані із зберіганням запасів.[24]

Практичне значення витрат на зберігання

1. Фінансова ефективність та прибутковість

- Зменшення операційних витрат: Оптимізація витрат на зберігання дозволяє зменшити загальні операційні витрати підприємства, що позитивно впливає на прибутковість.

- Покращення грошового потоку: Менший час перебування товарів на складі знижує витрати на зберігання та дозволяє швидше отримувати кошти від продажів, що сприяє покращенню ліквідності.

## 2. Управління запасами

- Оптимальний рівень запасів: Високі витрати на зберігання можуть свідчити про надлишкові запаси. Оптимізація запасів дозволяє не тільки знизити витрати, але й зменшити ризик застарілості товарів.

- Покращення процесів: Витрати на зберігання часто є сигналом для перегляду логістичних процесів, впровадження систем автоматизації та цифрових технологій, які сприяють ефективнішому управлінню запасами.

## 3. Конкуренентоспроможність

- Зниження витрат є конкурентною перевагою: Компанії, які зуміли оптимізувати витрати на зберігання, мають можливість пропонувати конкурентні ціни, інвестувати заощаджені кошти у розвиток або інновації, що сприяє утриманню ринкових позицій.

- Підвищення якості обслуговування: Зниження витрат за рахунок ефективного управління запасами дозволяє компаніям швидше обертати товари, що позитивно впливає на рівень сервісу і задоволеність клієнтів [25].

### Методи оптимізації витрат на зберігання

#### 1. Впровадження систем управління складом (WMS)

- Автоматизація процесів: Сучасні WMS допомагають відстежувати запаси в режимі реального часу, оптимізувати розташування товарів, контролювати обороти і автоматизувати поповнення запасів.

- Зниження людського фактора: Автоматизовані системи зменшують ймовірність помилок, пов'язаних з ручним обліком, що сприяє зниженню витрат на управління запасами.

## 2. Використання цифрових технологій (IoT, RFID)

- Інтернет речей (IoT): Датчики температури, вологості та руху дозволяють забезпечувати оптимальні умови зберігання і своєчасно виявляти проблеми.

- RFID та штрих-кодуювання: Забезпечують точний облік товарів і швидке їх відстеження, що дозволяє мінімізувати витрати, пов'язані з пошуком і неправильним обліком запасів.

## 3. Оптимізація рівня запасів

- Метод Just-In-Time (JIT): Застосування принципів JIT допомагає мінімізувати обсяги зберігання, знижуючи витрати на зберігання, за рахунок отримання товарів "точно вчасно".

- ABC/XYZ-аналіз: Сегментація товарів за їх оборотністю дозволяє визначити оптимальні рівні запасів для кожної категорії, що зменшує зайві витрати.

## 4. Енергоефективність і оптимізація приміщень

- Оптимізація енергоспоживання: Використання енергоефективних технологій (LED-освітлення, сучасні системи опалення та охолодження) дозволяє знизити витрати на електроенергію.

- Раціональне використання простору: Планування та оптимізація розташування товарів дозволяють зменшити площу, необхідну для зберігання, що може позитивно вплинути на орендну плату та інші пов'язані витрати [25].

Таким чином, витрати на зберігання є ключовим показником управління запасами, оптимізація якого сприяє зниженню операційних витрат, покращенню грошового потоку та підвищенню

конкурентоспроможності підприємства. Ефективне впровадження сучасних технологій, автоматизованих систем управління та методів оптимізації запасів дозволяє суттєво зменшити витрати на зберігання, що підтверджується як науковими дослідженнями, так і практичними кейсами.

Кожен із розглянутих KPI взаємопов'язаний. Висока оборотність запасів сприяє зниженню витрат на зберігання, а зменшення часу обробки замовлень покращує оперативність роботи, що сприяє більш ефективному використанню складів та зменшує ризик накопичення надлишкових запасів. Оптимізація витрат на зберігання дозволяє інвестувати заощаджені кошти у вдосконалення інших процесів, що сприяє підвищенню загальної продуктивності складу.

Комплексний аналіз KPI дозволяє визначити слабкі місця в управлінні складом, розробити план заходів для покращення показників, приймати обґрунтовані управлінські рішення на основі даних.

Таким чином, ключові показники ефективності складу, такі як оборотність запасів, час обробки замовлень та витрати на зберігання, є важливими інструментами для оцінки, контролю та вдосконалення логістичних процесів. Використання системного підходу до аналізу цих KPI дозволяє підприємствам досягати високої ефективності, знижувати витрати та підвищувати рівень обслуговування клієнтів, що підтверджується численними науковими дослідженнями та практичними кейсами.

#### **1.4. Методи виявлення проблемних зон у складських операціях**

Сучасне управління складськими операціями вимагає постійного моніторингу та аналізу процесів для виявлення «вузьких місць» (bottlenecks) та інших проблемних зон, що впливають на оперативність, якість обслуговування клієнтів і загальну ефективність логістики. Виявлення та усунення таких зон дозволяє оптимізувати використання ресурсів, знизити витрати та покращити конкурентоспроможність підприємства.

Наукові дослідження демонструють, що системний підхід до аналізу операцій дозволяє не лише виявити проблеми, але й розробити ефективні стратегії для їх усунення

Основними методами виявлення проблемних зон є візуалізація процесів та мапування потоку створення цінності (Value Stream Mapping, VSM) , аналіз ключових показників ефективності (KPI), аналіз причинно-наслідкових зв'язків (Root Cause Analysis, RCA), спостереження та аудит операцій, використання симуляційних моделей та аналізу сценаріїв.[26]

Value Stream Mapping (VSM) – це інструмент візуалізації всіх етапів логістичного процесу – від прийому товарів до їх відвантаження. Створення карти потоку дозволяє побачити послідовність операцій, час виконання кожного етапу, точки затримки, надлишкові запаси та інші невирішені проблеми.

Практичне значення цього підходу полягає у виявленні «вузьких місць», де виникають затримки, що дозволяє усувати проблемні ділянки та підвищувати ефективність роботи. Також аналізується рівень надлишкових запасів або простоїв, які можуть негативно впливати на оборотність і збільшувати витрати. Окрім цього, дослідження процесів дає змогу визначити потенційні можливості для їхньої оптимізації, що сприяє підвищенню продуктивності та ефективному використанню ресурсів.[27]

Використання KPI (ключових показників ефективності) – це кількісний підхід до оцінки роботи складу. До таких показників належать оборотність запасів, час обробки замовлень, витрати на зберігання, точність прогнозування попиту тощо.

Практичне значення цього підходу полягає у можливості здійснювати моніторинг ефективності операцій у режимі реального часу, що дає змогу швидко реагувати на зміни та коригувати процеси. Завдяки виявленню відхилень від нормальних показників можна ідентифікувати проблемні зони та усувати їх ще до виникнення серйозних наслідків. Крім того, зібрані дані створюють основу для порівняння з галузевими стандартами та проведення бенчмаркінгу, що допомагає визначити напрямки для вдосконалення й підвищення конкурентоспроможності..[28]

Root Cause Analysis (RCA) – це методологія, що допомагає визначити основні причини виникнення проблем у процесах. Серед інструментів RCA – діаграма Ішікави (Fishbone Diagram), аналіз 5 Why (п'ять «чому») та інші.

Практичне значення цього підходу полягає у проведенні глибокого аналізу причин виникнення проблемних зон, що дозволяє не лише виявити окремі недоліки, а й зрозуміти системні помилки, які впливають на ефективність процесів. Завдяки цьому можна не просто усувати видимі симптоми, а й працювати над ліквідацією основних причин дефектів. Такий підхід сприяє розробці ефективних заходів, спрямованих на довгострокове вдосконалення роботи та підвищення загальної якості процесів.

Спостереження та аудит операцій пряме спостереження за роботою складу та регулярні аудити операцій дозволяють ідентифікувати проблемні зони, які не завжди відображаються в

статистичних даних. Це можуть бути неформальні зустрічі, інтерв'ю зі співробітниками, аналіз робочих процесів на місці.

Практичне значення цього підходу полягає у виявленні недоліків у комунікації та організації роботи, що дозволяє краще розуміти слабкі місця в управлінні процесами. Аналіз також дає змогу оцінити вплив людського фактора на ефективність операцій, визначаючи, як саме дії персоналу впливають на результати роботи. На основі отриманого зворотного зв'язку розробляються рекомендації, спрямовані на вдосконалення процесів, що сприяє підвищенню продуктивності та покращенню координації всередині команди.

Використання симуляційних моделей та аналізу сценаріїв симуляційне моделювання дозволяє створити віртуальну копію складських операцій для аналізу різних сценаріїв та виявлення потенційних проблемних зон. Методи, такі як дискретне симулювання (Discrete Event Simulation, DES), дозволяють протестувати вплив змін у процесах без ризику для реальної системи.

Практичне значення цього підходу полягає у здатності прогнозувати вплив змін у процесах на загальну ефективність, що дозволяє приймати обґрунтовані рішення для покращення роботи системи. Завдяки аналізу можливих сценаріїв можна заздалегідь виявляти потенційні проблеми ще до їхнього фактичного виникнення, що допомагає запобігти збоям та неефективності. Отримані результати моделювання дають змогу оптимізувати параметри системи, забезпечуючи її стабільну та продуктивну роботу.[29]

Також існують більш традиційні методи аналізу, такі як аналіз ланцюжка створення вартості (Value Chain Analysis) або . SWOT-аналіз

Аналіз ланцюжка створення вартості (Value Chain Analysis) – це метод, запропонований Майклом Портером, і дозволяє розбити

діяльність підприємства на низку взаємопов'язаних процесів (первинних та підтримуючих), кожен з яких додає певну вартість кінцевому продукту чи послугі. Основна ідея полягає в тому, щоб визначити, які з процесів є ключовими для створення конкурентної переваги, а де виникають можливості для оптимізації або зниження витрат.

Основні етапи аналізу є ідентифікація первинних процесів: логістика вхідних ресурсів, операції з виробництва, логістика вихідної продукції, маркетинг і продаж, обслуговування; аналіз підтримуючих процесів: інфраструктура, управління людськими ресурсами, технології, закупівлі; оцінка доданої вартості: визначення, які процеси створюють найбільшу вартість для споживача, а які – породжують марнотратство або надмірні витрати.

SWOT-аналіз – це метод стратегічного планування, який дозволяє визначити внутрішні сильні (Strengths) та слабкі (Weaknesses) сторони підприємства, а також зовнішні можливості (Opportunities) і загрози (Threats). Цей аналіз є універсальним інструментом для оцінки загального стану бізнесу та його позицій на ринку.

Основними етапами аналізу є визначення сильних сторін: аналіз ресурсів, унікальних компетенцій, ефективних процесів; ідентифікація слабких сторін: визначення недоліків, що обмежують конкурентоспроможність; оцінка можливостей: аналіз зовнішнього середовища, ринкових трендів, потенціалу для розвитку; виявлення загроз: аналіз конкурентного середовища, змін у законодавстві, економічних умов.[30]

Порівняльний аналіз традиційних методів та сучасних підходів представлений в таб 1.2

Традиційні методи аналізу, такі як аналіз ланцюжка створення вартості та SWOT-аналіз, надають стратегічне розуміння сильних і слабких сторін підприємства та його конкурентного середовища. Сучасні підходи, зокрема BPM та VSM, орієнтовані на детальний аналіз і оптимізацію операційних процесів. Інтеграція цих методів сприяє глибшому розумінню процесів, дозволяючи комплексно оцінювати їхню ефективність. Це дає можливість не лише ідентифікувати стратегічні та операційні проблеми, а й знайти оптимальні шляхи їх вирішення. Завдяки цьому можна розробити та впровадити дієві заходи, спрямовані на підвищення продуктивності та зниження витрат, що позитивно впливає на загальну ефективність роботи.

*Таблиця 1.2* - Порівняльний аналіз традиційних методів та сучасних підходів

	Переваги	Обмеження
Традиційні методи: Value Chain Analysis та SWOT	<ul style="list-style-type: none"> <li>1.Простота застосування та висока універсальність.</li> <li>2.Добре підходять для стратегічного аналізу та визначення конкурентних переваг.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1.Менш деталізовані у вимірі операційних аспектів.</li> <li>2.Недостатньо орієнтовані на процесну оптимізацію у реальному часі.</li> </ul>
Сучасні підходи: BPM та VSM	<ul style="list-style-type: none"> <li>1.Забезпечують глибокий аналіз операційних процесів та можливість їх оптимізації.</li> <li>2.Інтегрують автоматизацію, цифровізацію та безперервний моніторинг.</li> <li>3.Дозволяють виявити вузькі місця і розробити конкретні заходи для їх усунення.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1.Можуть вимагати значних ресурсів для впровадження та навчання персоналу.</li> <li>2.Необхідність у постійному оновленні даних для збереження актуальності аналізу.</li> </ul>

Розгляд традиційних методів аналізу (аналітика ланцюжка створення вартості, SWOT-аналіз) у поєднанні з сучасними підходами (BPM, Value Stream Mapping) дозволяє досягти глибокого розуміння як стратегічних, так і операційних аспектів бізнес-процесів. Такий інтегрований підхід сприяє виявленню проблемних зон, розробці ефективних заходів для їх усунення і, як наслідок, підвищенню загальної ефективності та конкурентоспроможності підприємства.

### **Висновки за розділом 1**

У першому розділі кваліфікаційної роботи було розглянуто теоретичні основи виявлення та реалізації потенціалу операційних покращень основних та допоміжних бізнес-процесів складу. Аналіз наукової літератури дозволив визначити, що складська логістика відіграє ключову роль у забезпеченні ефективного функціонування ланцюгів постачання, а ефективне управління складськими процесами сприяє мінімізації витрат, підвищенню швидкості виконання замовлень та загальному покращенню сервісу.

Проаналізовано основні методи оптимізації складської діяльності, серед яких найбільш поширеними є Lean, Kaizen, 5S, Six Sigma, BPM та Value Stream Mapping. Lean-методологія орієнтована на усунення всіх видів втрат і підвищення продуктивності, тоді як Kaizen передбачає поступові покращення через залучення персоналу. Методика 5S дозволяє оптимізувати простір складу, покращуючи організацію робочих зон, а Six Sigma спрямована на мінімізацію дефектів у складських процесах. Водночас BPM та VSM надають інструменти для системного аналізу бізнес-процесів та усунення вузьких місць у логістичних операціях.

Дослідження також дало змогу визначити ключові показники ефективності складу (KPI), що є важливими для оцінки продуктивності складських операцій. Оборотноість запасів дозволяє оцінити, наскільки швидко товари переміщуються через склад, тоді як час обробки замовлення характеризує швидкість виконання клієнтських запитів. Витрати на зберігання є критичним фінансовим показником, що визначає економічну ефективність складської діяльності.

Особлива увага приділена методам виявлення проблемних зон у складських операціях. Традиційні підходи, такі як SWOT-аналіз та аналіз ланцюжка створення вартості, допомагають оцінити внутрішні та зовнішні чинники, що впливають на ефективність складу. Root Cause Analysis (RCA) дозволяє виявити першопричини проблем, а сучасні BPM та VSM надають можливість глибокого аналізу бізнес-процесів з метою усунення неефективності.

Проведений аналіз наукових підходів до вдосконалення складських процесів дозволяє сформувавши основу для подальших досліджень і розробки конкретних заходів оптимізації. Впровадження автоматизованих систем управління складом (WMS), використання цифрових технологій, таких як IoT, RFID та Big Data, а також застосування Lean-методологій сприятиме покращенню складської логістики та підвищенню конкурентоспроможності підприємства. Отримані в цьому розділі теоретичні знання створюють передумови для розробки практичних заходів з підвищення ефективності складських операцій на базі розподільчого центру «Петрівське».

З'ясовано, що впровадження автоматизованих систем управління складом (WMS), використання цифрових технологій, таких як IoT, RFID та Big Data, а також застосування Lean-методологій сприятиме покращенню складської логістики та підвищенню конкурентоспроможності підприємства. Отримані в цьому розділі

теоретичні знання створюють передумови для розробки практичних заходів з підвищення ефективності складських операцій на базі розподільчого центру «Петрівське».

## РОЗДІЛ 2

### АНАЛІЗ ДІЮЧИХ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ НА СКЛАДІ МЕТАЛОПРОДУКЦІЇ "ПЕТРІВСЬКЕ"

#### 2.1. Загальна характеристика бізнес-процесів розподільчих центрів ТОВ «Метінвест-СМЦ»

ТОВ «Метінвест-СМЦ» є одним із найбільших постачальників металопрокату в Україні. Компанія входить до групи «Метінвест», що є вертикально інтегрованою гірничо-металургійною компанією, яка контролює повний цикл виробництва сталі – від видобутку руди до реалізації готової продукції.

Головний офіс компанії розташований у м. Київ, вул. Острозьких, 8. Компанія була заснована у 2003 році і на сьогодні має 18 сервісних металлоцентрів по всій Україні, включаючи такі міста, як Київ, Дніпро, Львів, Одеса та Харків. Завдяки розгалуженій мережі та ефективній логістиці, підприємство забезпечує безперебійні поставки продукції клієнтам у різних регіонах.

Основний вид діяльності ТОВ «Метінвест-СМЦ» – неспеціалізована оптова торгівля металопрокатом (КВЕД 46.90). Компанія пропонує понад 1000 видів продукції, зокрема: Листовий прокат (холоднокатаний, гарячекатаний, оцинкований), Сортовий прокат (арматура, кутники, швелери, балки), Фасонний прокат, Трубний прокат, Рулонний прокат

Окрім оптової торгівлі металопрокатом, компанія також здійснює такі види діяльності: Виробництво будівельних металевих конструкцій (КВЕД 25.11), Оптова торгівля залізними виробами, водопровідним та опалювальним устаткуванням (КВЕД 46.74), Роздрібна торгівля в

неспеціалізованих магазинах (КВЕД 47.19), Вантажні автомобільні перевезення (КВЕД 49.41), Оренда та експлуатація власного або орендованого нерухомого майна (КВЕД 68.20)

Компанія демонструє стабільний ріст доходів протягом останніх років. У 2022 році виторг підприємства становив 29,9 млрд грн. У 2023 році цей показник збільшився до 40,7 млрд грн, а чистий прибуток сягнув 881,6 млн грн. Такі показники свідчать про високу рентабельність бізнесу та ефективне управління операційною діяльністю.

Розподільчий центр у селі Святопетрівське є одним із ключових логістичних вузлів компанії, який забезпечує: Приймання та зберігання продукції, Відвантаження клієнтам, Різання металопрокату під індивідуальні замовлення, Формування та пакування замовлень.

Для виконання замовлень компанія використовує власний автопарк, що включає 5 вантажних автомобілів (Ford і МАЗ) вантажопідйомністю від 15 до 22 тонн с можливістю відвантаження прокату довжиною до 12 метрів.

Після початку війни в Україні «Метінвест-СМЦ» активно підтримує гуманітарні ініціативи. З 24 лютого 2022 року компанія спрямувала понад 3,1 млрд грн на допомогу країні, з яких 1,6 млрд грн було виділено на потреби Збройних Сил України.

ТОВ «Метінвест-СМЦ» займає провідні позиції на ринку металопрокату України, забезпечуючи стабільні поставки продукції для таких галузей, як будівництво, машинобудування, енергетика та інші промислові сектори. Завдяки ефективній логістичній системі, високим стандартам якості та постійному вдосконаленню бізнес-процесів, компанія залишається одним із лідерів ринку.

Розподільчий центр у селі Святопетрівське виконує наступні функції мережі ТОВ «Метінвест-СМЦ»: приймання товару отримання

відбувається у більшості випадків с підприємств виробників відповідного виду продукції (Наприклад: Запоріжсталь, Юністіл, КРМЗ, ДМК), його зберігання на двох площадках відкритої та в критому складі, комплектація замовлень отриманих від клієнтів менеджерами після перевірки наявності прокату у відповідній кількості та відвантаження або безпосередньо доставку ТМЦ клієнтам.

На підприємстві впроваджено автоматизовану систему обліку запасів SMC MID Cloud, яка дозволяє мінімізувати затримки в обробці вантажів, зменшення ризику відвантаження не вірно обраного прокату і покращити контроль за товарними залишками.

#### 1. Приймання товару

Приймання продукції здійснюється у відповідності до затверджених логістичних стандартів та включає такі етапи:

Реєстрація прибуття вантажу – відбувається за допомогою працівників з виписки документів якій перевіривши наявність та відповідність супровідної документації на вантаж вимогам компанії видають відомсть на розвантаження вагону або авто транспорту. Вантажовідправник має надати супровідну документацію (накладні, сертифікати якості) у випадку не відповідності вимогам авто або вагон з вантажем не приймається до розвантаження та постачальнику про це повідомляється.

Завідувач складу перевіряє наявність фактичного вантажу та відповідність його наявній документації при постановці для розвантаження авто або при постановці вагонів на жд шлях підпорядкований базі.

Ідентифікація та перевірка продукції виконується майстром під час розвантаження авто при цьому зважується кожен підйом вантажу перевіряються заводські бирки та при необхідності виконуються

вимірювання розмірів прокату також здійснюється візуальний огляд металопродукату на предмет пошкоджень наявності іржі та інших відбраковочних ознак. У випадку їх наявності або відхилення маси вантажу більш ніж на 0,5% викликається завідувач складу с представниками охорони які з фотофіксацією наявних відхилень створюють акт порушення який віддається представнику транспортної компанії, відправляється на завод виробник та зберігається безпосередньо на базі.

Майстер використовує автоматизовану систему SMC MID Cloud де після зважування фіксує фактичну масу вантажу та місце зберігання кожної партії матеріалу в підсумку отримує бирку де вказані всі характеристики матеріалу та є QR код відсканувавши який терміналом можна його підтягнути при відвантаженні замовлення. При цьому вся інформація по типу, геометрії, плановій вазі підтягується по номеру партії прокату із SAP ERP дані які вводять при формуванні потреби співробітники відділу постачань.

Розподіл продукції за зонами зберігання відбувається наступним чином весь склад поділений на ряди (Рис. 2.1.), кожен ряд поділений на комірки, комірка ще має яруси зберігання при отриманні товару або його переміщенні майстер в ручну забиває номер ряду, комірки та ярус зберігання прокату. Продукція, що пройшла контроль, сортується за видами, розмірами та подальшим призначенням та відправляється у відповідні адреси складу. В залежності від характеристик продукції, вона розміщується у відкритих або критих складських зонах наприклад арматура труба кругла або профільна довжиною більше 6 метрів зберігається на відкритій площадці у спеціально сконструйованих комірках кожне місце зберігання при цьому дозволяє зберігати наприклад до 3х вагонів (до 210т) арматури.

Автоматизація процесу приймання товару дозволяє мінімізувати ризики помилок, пов'язаних із людським фактором, та підвищує операційну ефективність.

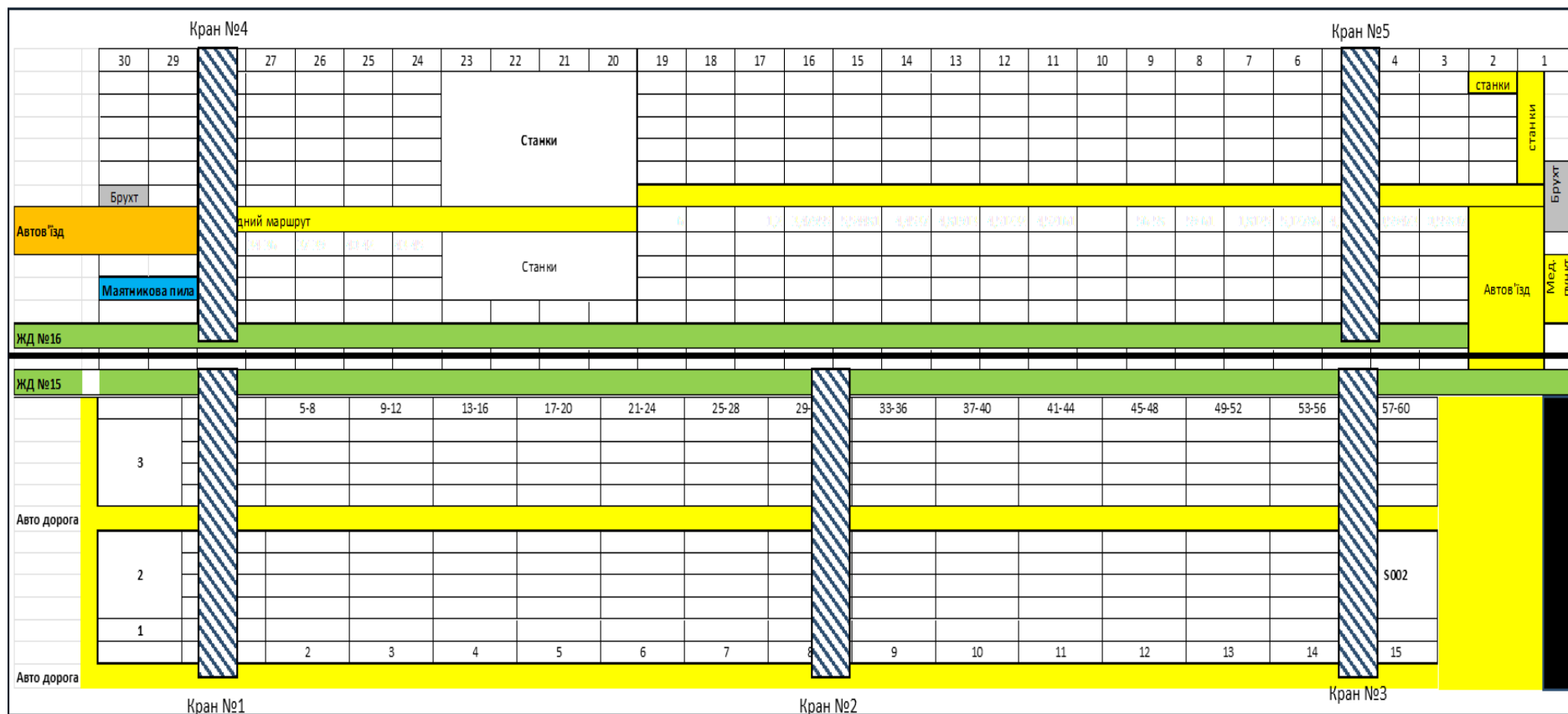


Рис 2.1. Схема складів

## 2. Зберігання товару

Основні принципи зберігання металопродукції базуються на максимальному використанні складських площ за рахунок адресного розподілення прокату по типам та використанні спеціалізованих місць зберігання, дотриманні умов зберігання. Наприклад оцинкований рулон арматура А800 холоднокатані листи зберігаються в критому складі і тп. та забезпеченні зручного доступу до продукції за можливості в кожній комірці зберігається лише один тип продукції або продукція декількох видів зберігається не перекриваючи доступ одне до одного

Основні аспекти складського зберігання:

Вертикальне та горизонтальне складування: Розроблені схеми складування які дозволяють зберігати більшість матеріалів в декілька шарів наприклад таким чином рулони зберігаються в два шари при цьому нижній зберігається на піддонах з якими постачається а верхній шар спирається безпосередньо на нижчестоящі рулони при цьому піддони зберігаються окремо або пачки листів які не мають пакування яке дозволяє складати його оди на одній зберігаються в стопці де кожна пачка зміщена відносно іншої на 15-20 см в різні боки. При цьому кожна позиція має власну трьох вимірну адресу: ряд, комірка, ярус яка дозволяє з витрачанням мінімуму часу зайти потрібний товар.

Також є розподілення по типу матеріалу по площадкам відкрита або критий склад наприклад листовий та рулонний металопродукат зберігається в критих приміщеннях з відсутністю вологи яка потрапляє безпосередньо на поверхню та кородує її та більш менш рівномірним температурним режимом. Сортовий прокат (кутники, балки, швелери) розміщується на стелажах у відкритих складських зонах.

Контроль залишків та автоматизована система обліку SMC MID Cloud, SAP ERP

Впроваджена система Warehouse Management System (SMC MID Cloud), яка дозволяє вести чіткий контроль отриманих та відвантажених позицій а наявність товарних залишків та оптимізувати складські процеси автоматично пов'язана з системою обліку SAP ERP.

Використання RFID-міток та штрих-кодів для автоматичної ідентифікації продукції дозволяє не переплутати матеріал який відвантажуюється.

Запобігання корозії як таке не має ефективною реалізацією тому близько 10-15 відсотків прокату які зберігаються на вулиці вкриваються шаром іржі для їх реалізації компанії доводиться робити знижку що зменшує маржинальний прибуток. Для захисту нижньої поверхні металопрокат розміщується на піддонах в комірках або на дерев'яних підкладках для захисту від вологи.

Один із ключових викликів – нерівномірне завантаження складських зон, особливо у пікові періоди, що може призводити до логістичних затримок.

### 3. Комплектація замовлень

Комплектація – це важливий етап складської логістики, що впливає на оперативність виконання замовлень та рівень задоволеності клієнтів . (Рис. 2.2) Основні етапи комплектації замовлень:

Обробка замовлення – виконується менеджерами з продажу які дізнавшись потреби клієнта перевіряють наявність прокату та відсутність помітки резерв від інших менеджерів. За відсутності матеріалу на відповідному складі СМЦ створюють запит на постачання з виробництва або при наявності його на іншій базі створюють замовлення на внутрігосподарче переміщення (далі по

тексту ВГП). Після чого формують замовлення в SAP ERP на сам прокат та в 1С логістика замовлення на авто за відсутності у клієнта власного транспорту. Після чого інформація по прокату передається в SMC MID Cloud де по номеру транспортного засобу замовлення можна знайти. Система WMS автоматично формує перелік позицій які дозволяють закрити комплектацію на основі наявних товарних залишків. Вибір продукції здійснюється за FIFO-принципом (першим надійшло – першим видано). Проте відвантаження готується з урахуванням доступності ТМЦ робочим краном.

Для підготовки продукції до відвантаження використовується вантажно-розвантажувальна техніка (козлові крани, автовантажувачі). На поточний момент в одночас в роботі знаходяться 2 крани та 1 навантажувач (по фактично наявному персоналу) у зв'язку з чим деякі позиції потребують пересадки машиніста на інший кран. В разі потреби, металопрокат піддається додатковій обробці різанню та пакуванню.

#### Перевірка та контроль якості

Кожне замовлення проходить контроль на відповідність специфікації.

В разі виявлення дефектів або наявності оксидів на поверхні – стан продукції погоджується менеджером з продажу з клієнтом у випадку незадоволення якістю при отриманні прокату продукція повертається на базу власним авто СМЦ. Комплектація на складі автоматизована на 70%, що дозволяє скоротити час обробки документів на замовлення до 20–30 хвилин.

#### 4. Відвантаження продукції

Процес відвантаження товару клієнтам є фінальним етапом складських операцій (Рис. 2.2) та включає наступні кроки:

##### Формування логістичного маршруту

У клієнтів є можливість забрати замовлення власним транспортом в іншому випадку менеджером с продажу створюється потреба в доставці продукції в 1С логістика. В залежності від місця доставки, вибирається оптимальний маршрут транспортування. Для перевезень на відстань до 70 км використовується власний автопарк (Ford, МАЗ) який має нижчу вартість доставки для клієнтів, для міжрегіональних перевезень або перевезень на більші відстані – залізничний транспорт або автомобілі сторонніх логістичних компаній які контракуються по запиту логістами «Метінвест шіппінг».

Завантаження продукції - виконується двома бригадами з використанням кранового обладнання використання автотранспорту для відвантаження безпосередньо на авто не виконується по причині ризику ушкодження кузову авто. Майстер використовуючи робочий термінал знаходить наряд на відвантаження де бачить лише позиції які підходять для закриття наряду с фактичним місцем їх розташування. Перед тим як подати матеріал на кузов авто він сканує бирки з пачок які він відвантажує. По факту закінчення списує матеріали в системі SMC MID Cloud при чому формується звіт який наліплюється на наряд на відвантаження та відповідна інформація передається в SAP ERP. Тому що відвантаження виконується краном автівки які подаються мають бути або без криші або криша має зніматись. Під продукцію вкладається брус який вторинно використовується після розвантаження вагонів для зменшення ризику зсуву вантажу. Після чого продукція фіксується водієм авто з використанням спеціальних кріплень та ременів для безпечного транспортування.

Подальше оформлення супровідних документів робиться спеціалістами з виписки документів формується товаротранспортна накладна, готується комплект сертифікатів якості, наданих заводом

виробником, або їх копій. Оформлення накладних, сертифікатів відповідності, митних документів (у разі експорту).

В середньому за добу з розподільчий центр має можливість відвантажити до 1000 тонн металопрокату, що свідчить про високу продуктивність складських процесів

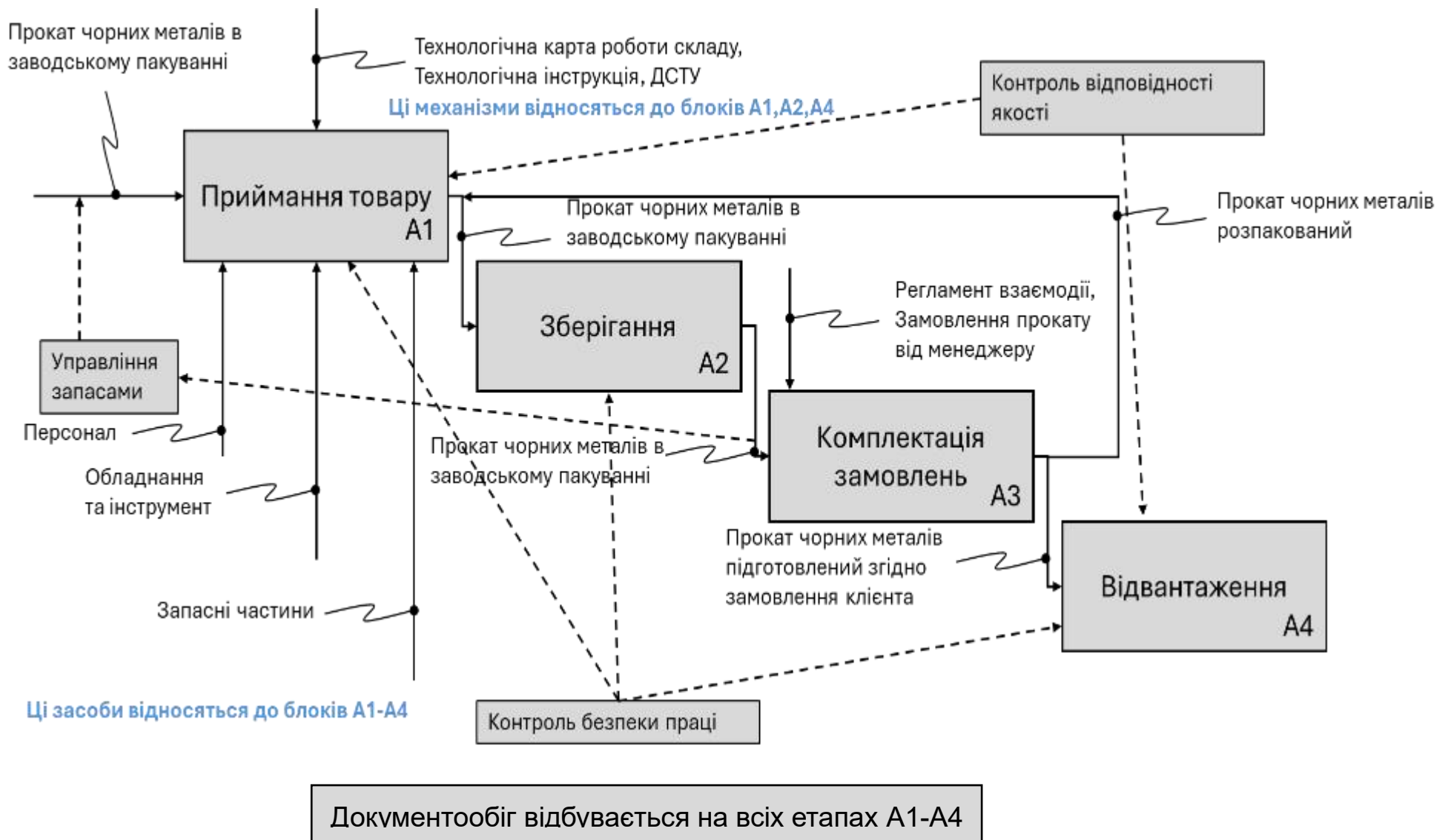


Рис. 2.2 Модель AS IS СМЦ Свято Петрівське

Таким чином, розподільчий центр у Святопетрівському демонструє високу ефективність складської логістики завдяки використанню автоматизованих систем управління, сучасного технічного обладнання та оптимально організованих логістичних потоків.

## **2.2. Аналіз допоміжних бізнес-процесів розподільчих центрів**

Допоміжні процеси є важливою складовою ефективного функціонування розподільчого центру ТОВ «Метінвест-СМЦ» (Рис 2.2) у Святопетрівському. До таких процесів належать управління запасами, документообіг, контроль якості та заходи з безпеки праці. Вони забезпечують оптимальну організацію складської діяльності, сприяють зменшенню логістичних витрат та підвищенню загальної продуктивності підприємства.

Сучасні тенденції управління логістикою передбачають автоматизацію допоміжних процесів, що дозволяє мінімізувати вплив людського фактора, покращити контроль за рухом товарів місцями їх зберігання та оптимізувати витрати на транспортування.

### **1. Управління запасами.**

Ефективне управління запасами є критично важливим аспектом діяльності підприємства, що дозволяє забезпечити безперервність постачання продукції та зменшити ризик утворення дефіциту чи надлишкових залишків товарів.

Основні завдання управління запасами:

Контроль рівня товарних залишків для уникнення нестачі або перенавантаження складських приміщень. На поточний момент реалізовано в умовах СМЦ Святопетрівське.

Використання автоматизованих систем прогнозування попиту для своєчасного поповнення запасів.

Мінімізація витрат на зберігання та оптимізація складських площ.

Підвищення швидкості обробки замовлень за рахунок раціонального розташування продукції.

Автоматизована система управління запасами

На підприємстві функціонує система управління складськими операціями (Warehouse Management System, SMC MID Cloud), яка дозволяє:

Відстежувати залишки продукції у режимі реального часу.

Формувати аналітичні звіти для оптимізації процесу закупівлі.

Використовувати штрих-коди та RFID-мітки для автоматичної ідентифікації продукції.

Проблеми та рекомендації:

Відсутність автоматизованої системи прогнозування попиту може спричиняти нестачу продукції у пікові періоди. Запровадження прогнозуючих алгоритмів дозволить своєчасно поповнювати запаси та уникати надлишків.

Оптимізація зон зберігання шляхом перепланування складських площ та впровадження багаторівневих стелажних систем сприятиме підвищенню ефективності використання приміщень.

## 2. Документообіг

Раціональна організація документообігу забезпечує оперативність виконання логістичних операцій, мінімізує ризик помилок та підвищує ефективність управління товаропотоками.

Основні документи, що використовуються:

Вхідні документи: товарно-транспортні накладні, сертифікати відповідності, відомості на розвантаження.

Операційні документи: внутрішні складські ордери, замовлення на комплектацію, реєстри приймання та відвантаження.

Вихідні документи: видаткові накладні, податкові накладні, митні документи (у разі експорту продукції).

Автоматизація документообігу

На підприємстві впроваджено електронну систему обліку, яка забезпечує:

Цифрову обробку документації для уникнення втрат та дублювання.

Використання електронного підпису для скорочення часу на узгодження документації.

Інтеграцію з WMS для відстеження статусу замовлень у реальному часі.

Проблеми та рекомендації:

Деякі документи досі оформлюються вручну, що збільшує тривалість адміністративних процедур. Впровадження повністю безпаперового документообігу дозволить зменшити витрати часу та ресурсів.

Використання хмарних технологій сприятиме прискоренню обміну документами між структурними підрозділами підприємства.

### 3. Контроль якості

Контроль якості металопрокату є важливим етапом складської діяльності, що дозволяє запобігти реалізації продукції, яка не відповідає встановленим стандартам.

Основні етапи контролю якості:

Прибутковий контроль: перевірка відповідності продукції супровідній документації, оцінка фізичних характеристик, тестування хімічного складу.

Операційний контроль: контроль процесу порізки, перевірка точності маркування, оцінка параметрів пакування.

Вихідний контроль: остаточна перевірка якості перед відвантаженням, контроль за цілісністю упаковки, документальна перевірка відповідності вимогам клієнтів.

Проблеми та рекомендації:

Відсутність автоматизованих систем контролю якості може призводити до суб'єктивних помилок під час оцінки продукції. Впровадження систем автоматичного сканування дозволить підвищити точність перевірки.

Використання сучасних методів обробки металу, таких як лазерне очищення, сприятиме покращенню якості кінцевої продукції.

#### 4. Безпека праці

Забезпечення безпечних умов праці є пріоритетним завданням у діяльності розподільчого центру, оскільки робота з металопрокатом та вантажопідйомною технікою передбачає значні ризики.

Основні заходи безпеки:

Використання спеціального захисного одягу, касок, рукавичок та взуття з антиковзкою підошвою.

Контроль справності вантажопідйомного обладнання та засобів забезпечення проведення регулярного технічного обслуговування.

Встановлення датчиків руху та камер відеоспостереження у критичних зонах складу.

Організація регулярних інструктажів та навчань з охорони праці.

Проблеми та рекомендації:

Використання ручного переміщення важких рулонів металу підвищує ризик травматизму. Впровадження автоматизованих маніпуляторів сприятиме зменшенню кількості виробничих травм.

Недостатня кількість евакуаційних виходів у критичних зонах може ускладнювати швидку евакуацію у разі надзвичайної ситуації. Оптимізація розміщення виходів підвищить рівень безпеки працівників.

Допоміжні процеси, такі як управління запасами, документообіг, контроль якості та заходи з безпеки праці, відіграють ключову роль у забезпеченні ефективного функціонування розподільчого центру ТОВ «Метінвест-СМЦ».

Запровадження автоматизованих систем управління складом, цифрового документообігу, вдосконалення методів контролю якості та покращення умов безпеки дозволить підприємству підвищити продуктивність, знизити витрати та забезпечити відповідність сучасним логістичним стандартам.

Виявлення вузьких місць та потенціалу покращень

В процесі аналізу операційної діяльності розподільчого центру ТОВ «Метінвест-СМЦ» у Святопетрівському було визначено ключові фактори, які впливають на ефективність бізнес-процесів. Ідентифікація цих обмежень є важливим кроком у розробці заходів щодо їх усунення, що дозволить підвищити операційну ефективність, знизити витрати та оптимізувати логістичні потоки.

Основними критеріями оцінки продуктивності стали аналіз використання складських площ, рівень автоматизації, ефективність управління запасами, швидкість виконання логістичних операцій, а також організація роботи персоналу та транспортної логістики.

### **2.3. Ідентифікація основних вузьких місць**

Аналіз операційної діяльності розподільчого центру дозволив визначити основні обмеження, які впливають на ефективність складських операцій та управління логістичними процесами. (Рис. 2.3)

На базі аналізу завантаження складських площ по функціонуванню Однією з ключових проблем є нерівномірне навантаження на складські потужності.(Рис 2.4)

Цільовий рівень відвантаження 150 тн/чол. досягається за умови виключення допоміжного персоналу

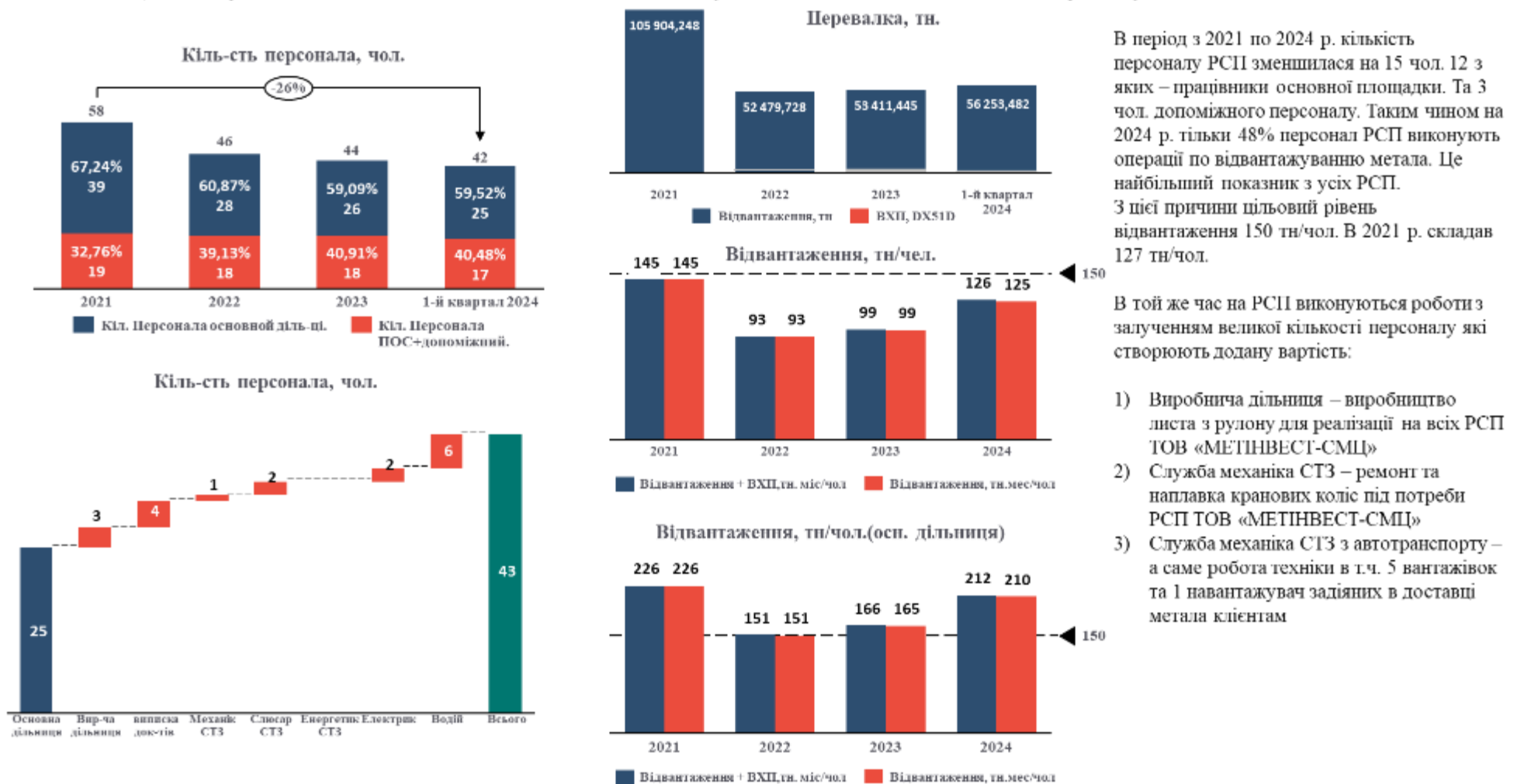


Рис. 2.3 Аналіз ключових показників СМЦ Свято Петрівське

Кран 4														Кран 5															
Середній тонаж на операцію																													
1-5	6-11	12-17	18-22	23-27	28-30	31-33	29-32	33-36	37-40	41-44	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	
0,938	0,938	0,938	0,157	0,649							7	1,860	1,883	5,142	4,820	4,858	4,678	4,121	4,265	4,750	4,303	4,149	3,748	2,910	1,218	0,622	1,538	0,942	
1,936	1,936	10,576	0,991	0,682																									
0,123	1,029	0,123	1,820	1,801	1,829	1,698																							
0,328	0,633	0,328	1,512	1,865	0,865	2,344																							
3,365	2,603	3,365	0,596	0,766																									
Брут	1,613																												
Автодорога																													
5	Станки	34-36	37-39	40-42	43-45	46-48	49-51	52-54	55-57											56-58	59-61								
		0,918		7,497	0,911	0,493	2,127	1,644	1,503											1,578	1,745								
		1,630		4,297	2,055	0,910	0,897	1,217	1,578											3,040	1,685								
		1,865		2,512	3,637	2,011	1,345		3,040											1,477	1,470								
ЖД №16																													
4		3,848725		5,99047619			3,12875		7,538333333						5,138974359					4,4526									
ЖД №15		1		2			3		4						5					6									
Кількість операцій																													
3	0	3	3	9							7	5	42	26	44	69	38	47	49	30	6	24	40	30	31	26	14	11	
9	0	9	9	2	0	3																							
2	4	2	2	2	8	4																							
2	2	2	2	3	1	6																							
3	5	3	3	0																									
Брут	4																												
Автодорога																													
5	Станки	34-36	37-39	40-42	43-45	46-48	49-51	52-54	55-56											57-58	59-61								
		2	0	6	18	6	4	4	19											16	8								
		16	0	3	11	21	32	11	16											4	15								
		7	0	2	7	2	4	0	4											25	27								
ЖД №16																													
4		40		21		44		3		39					5														
ЖД №15		1		2		3		4		5					6														

Кран 1														Кран 2														Кран 3																				
Середній тонаж на операцію																																																
1-4	5-8	9-12	13-16	17-20	21-24	25-28	29-32	33-36	37-40	41-44	45-48	49-52	53-56	57-60	1-4	5-8	9-12	13-16	17-20	21-24	25-28	29-32	33-36	37-40	41-44	45-48	49-52	53-56	57-60	1-4	5-8	9-12	13-16	17-20	21-24	25-28	29-32	33-36	37-40	41-44	45-48	49-52	53-56	57-60				
	2,0297647		2,4900385	6,923333	0,1575	5,3336	3,9045		4,5985	10,1384	2,6025	3,0481																																				
3	2,4852593	2,84925	4,1081818		0,214		5,106667	2,46425		2,97		6,35625	0,447667																																			
	5,4065278	10,510615	4,2745	11,3	2,08775	2,685857	3,605571		4,607667	4,48475	1,6675		0,595																																			
	1,8257	10,255563		2,7785	0,433571				5,448118		2,686875	2,783375	7,276																																			
Автодорога																																																
2	1,2873077	4,4948525	0,37	3,1042308	1,905	6,004162	0,7898	4	7,685938	1,3712	2,057111	2,79125	0,303143																																			
	5,6281818	6,5912	3,5135714	3,8728333	6,228852	4,567778	4,326818	1,37	8,2906	2,3861	2,36		2,163333																																			
	4,587367	3,8914286	2,624	7,2473333	6,335875	3,802545	37,58786		1,259			0,408	0,043667																																			
	3,5390741		6,0331739		1,836267		4,397667	1,25718	1,247333	0,185		5,56537																																				
1	3,8672381	0,7898	5,3336	6,2251429	1,800625	2,814857	3,3255	0,7975	1,2041	3,867238	3,867238	3,867238	3,867238	3,867238																																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15																																	
Автодорога																																																
Кількість операцій																																																
3	0	17	0	26	3	2	15	4	0	12	10	6	10	0	0																																	
	27	12	11	0	1	0	12	4	0	1	0	4	3	0	0																																	
	36	13	2	5	4	14	7	0	3	8	6	0	0	0	3																																	
	10	16	0	4	7	0	0	17	0	8	8	5	0	0	0																																	
Автодорога																																																
2	13	61	5	39	1	37	15	1	16	10	9	4	7	0																																		
	11	25	42	6	27	9	22	1	15	10	1	0	3	0																																		
	109	14	6	15	8	11	7	0	5	0	0	1	3	0																																		
	54	0	23	0	15	0	3	50	9	1	0	0	27	0																																		
1	42	15	15	14	8	7	10	4	10	17	4	2	35	62	42																																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15																																	
Автодорога																																																

Рис 2.4. Аналіз частоти відвантажена та середньої маси відвантажена за позицію по всіх комірках складу

Під час пікових періодів виникає перевантаження складських зон, що спричиняє затримки у прийманні, зберіганні та відвантаженні продукції. Нерівномірний розподіл вантажопотоків також призводить до простоїв у періоди низького навантаження, що негативно впливає на ефективність використання ресурсів.

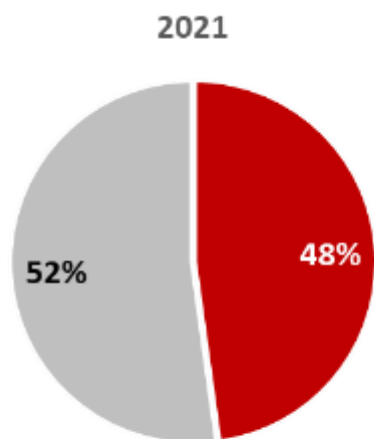
Ефективність використання складських площ також потребує вдосконалення. Частина складських зон зайнята обладнанням, яке не використовується за своїм призначенням, що обмежує доступну площу для зберігання продукції. Недостатня оптимізація розташування товарів збільшує час пошуку та комплектації замовлень.

Автоматизація процесів управління запасами залишається частково реалізованою. Незважаючи на впровадження автоматизованої системи обліку, система прогнозування попиту не забезпечує точного розподілу запасів, що може спричинити дефіцит або надлишкове накопичення товару. Відсутність повної інтеграції

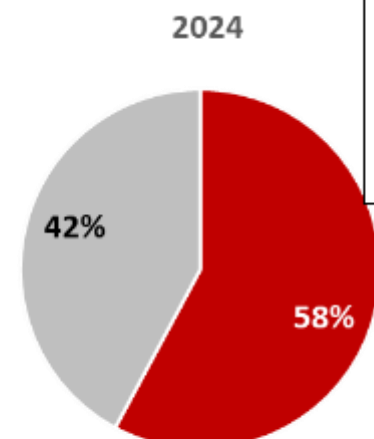
WMS у процесі управління залишками також впливає на швидкість обробки замовлень або потребує доставки продукції до клієнтів з інших структурних підрозділів СМЦ(Рис. 2.5).

Процеси обробки продукції потребують вдосконалення через необхідність частого налаштування обладнання. Наприклад, час на переналаштування виробничої лінії поперечного різання є досить значним, що зменшує загальну продуктивність операцій та впливає на швидкість виконання замовлень.

Організація транспортної логістики також є важливим аспектом підвищення ефективності роботи. Власний автопарк забезпечує лише частину потреб у перевезеннях, тоді як значна частина логістичних операцій виконується за допомогою сторонніх компаній. Це збільшує витрати та ускладнює контроль за виконанням доставок.



В 2021 році в середньому за місяць Київські бази виконували відвантаження в 947 авто за місяць із котрих 494 авто були по замовленнях в інші регіони



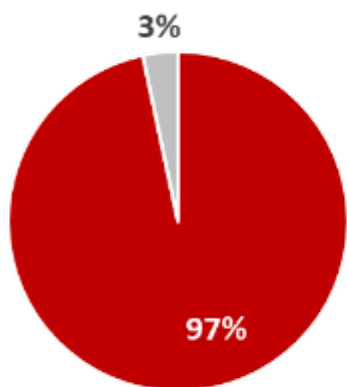
В 2024 році в середньому за місяць Київські бази виконували відвантаження в 337 авто за місяць із котрихлише 142 авто були по замовленнях в інші регіони

■ Київська область ■ Інші області

■ Київська область ■ Інші області

Таким чином можна зробити висновки що зменшення завантаження по області відбулось в 2,81 рази а по відвантаженням в інші області в 3,47 рази. Це пов'язано із перевосом розподільчих функцій на інші СМЦ.

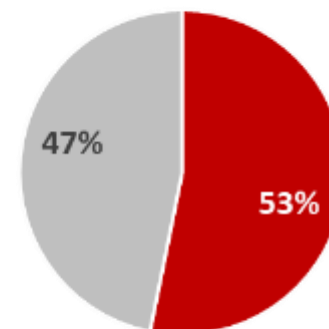
**Відвантаження в Київську область 2021**



В 2021 році в середньому за місяць Київським клієнтам виконували відвантаження в 511 авто за місяць із котрих 17 авто були з баз з інших регіонів

■ Київська область ■ Інші області

**Відвантаження в Київську область 2024**



В 2024 в середньому за місяць Київським клієнтам виконували відвантаження в 267 авто за місяць із котрих 125 авто були з баз з інших регіонів

■ Київська область ■ Інші області

Виконання замовлень в Київській області перекладось на інші СМЦ. Доля з інших СМЦ зростає до 47% або на 108 авто за місяць що при 22т. в автівці складає 2376 т відвантаження на місяць.

Рис. 2.5 Аналіз доставок СМЦ Свято Петрівське в Київ та область.

Потенціал покращень та запропоновані заходи

З метою підвищення ефективності роботи розподільчого центру передбачено впровадження низки оптимізаційних заходів.

Автоматизація управління запасами дозволить зменшити витрати часу на інвентаризацію, підвищити точність обліку товарних залишків та забезпечити ефективне планування закупівель. Інтеграція WMS з прогнозуючими системами дозволить скоротити час на аналіз потреб у поставках та забезпечити рівномірний розподіл продукції у складських приміщеннях.

Оптимізація складських зон дозволить збільшити ефективність використання наявних площ. Впровадження багаторівневих стелажних систем, перепланування розміщення товарів відповідно до частоти їх відвантаження, а також усунення зон простою сприятиме підвищенню загальної продуктивності складських процесів.

Модернізація обладнання для обробки продукції дозволить скоротити час на переналаштування технологічних ліній, що зменшить затримки у виробництві та підвищить швидкість замовлень виконання. Впровадження автоматизованих налаштувань для різного типу металопродукції дозволить знизити навантаження на персонал та підвищити рівень точності виконання операцій.

Вдосконалення транспортної логістики передбачає оптимізацію маршрутів перевезення, придбання додаткового транспорту та впровадження системи моніторингу логістичних процесів у реальному часі. Це дозволить скоротити витрати на доставку, зменшити ризики затримок та підвищити ефективність використання власного автопарку.

Раціональне планування роботи персоналу також є важливим аспектом покращення операційної ефективності. Перехід на змінний графік роботи в пікові періоди дозволить рівномірно розподіляти

навантаження та мінімізувати простой. Запровадження програм навчання щодо використання автоматизованих систем управління складом сприятиме підвищенню кваліфікації персоналу та зменшенню ймовірності помилок у виконанні логістичних операцій.

Виявлені вузькі місця у роботі розподільчого центру ТОВ «Метінвест-СМЦ» підтверджують необхідність комплексного вдосконалення бізнес-процесів. Основними напрямками покращення є автоматизація управління запасами, оптимізація складських приміщень, модернізація виробничого обладнання, вдосконалення транспортної логістики та підвищення кваліфікації персоналу.

Запровадження запропонованих заходів сприятиме зменшенню витрат на операційну діяльність, підвищенню продуктивності складських процесів та покращенню рівня обслуговування клієнтів. Оптимізація логістичних потоків дозволить забезпечити більш ефективне використання наявних ресурсів та створить передумови для подальшого розвитку підприємства.

Отримані результати аналізу дозволяють зробити висновки щодо необхідності впровадження стратегічних рішень, які сприятимуть підвищенню конкурентоспроможності компанії. Наступний розділ містить детальний звіт про виконані дослідження та впроваджені заходи з оптимізації операційних процесів.

У другому розділі кваліфікаційної роботи було проведено детальний аналіз операційної діяльності розподільчого центру ТОВ «Метінвест-СМЦ» у Святопетрівському, що є ключовою ланкою логістичної системи компанії. Досліджено структуру підприємства, особливості основних складських процесів, допоміжні операції, а також виявлено вузькі місця, які впливають на ефективність складської логістики.

Загальний аналіз підприємства показав, що «Метінвест-СМЦ» є одним із провідних постачальників металопрокату в Україні з розгалуженою мережею металлоцентрів та ефективною логістичною інфраструктурою. Розподільчий центр у Святопетрівському виконує функції приймання, зберігання, комплектації, відвантаження та різання металопрокату під замовлення клієнтів.

В ході аналізу основних складських процесів встановлено, що підприємство використовує сучасні автоматизовані системи управління запасами (SMC MID Cloud), які мінімізують затримки у процесах приймання та комплектації товарів, забезпечують точність обліку та знижують ризик помилок. Також виявлено, що значна частина складських операцій автоматизована, проте зберігається потенціал для подальшого вдосконалення, зокрема в оптимізації зон зберігання та прогнозуванні попиту.

Допоміжні процеси, такі як управління запасами, документообіг, контроль якості та безпека праці, відіграють ключову роль у забезпеченні стабільного функціонування складської логістики. Дослідження показало, що впровадження автоматизованої системи обліку товарів SAP ERP забезпечує високий рівень контролю за товарними залишками. Проте, відсутність прогнозуючих алгоритмів може призводити до нестачі продукції у пікові періоди або до накопичення надлишкових запасів.

Аналіз ідентифікації вузьких місць дозволив визначити основні фактори, що обмежують ефективність роботи складу. Серед ключових проблем – нерівномірне навантаження складських зон, недостатня автоматизація обробки замовлень, обмеженість власного транспорту для перевезень та недосконала система прогнозування попиту. Встановлено, що частина складських приміщень

використовується нераціонально, що може спричиняти затримки у відвантаженні та зниження продуктивності персоналу.

З метою підвищення ефективності складської діяльності рекомендовано впровадження додаткової автоматизації управління запасами, що дозволить оптимізувати логістичні потоки, зменшити час обробки замовлень і уникнути дефіциту продукції у періоди пікових навантажень. Оптимізація складських зон та використання багаторівневих стелажних систем сприятиме збільшенню ефективності використання площі складу. Також важливим напрямком є модернізація технічного оснащення та вдосконалення транспортної логістики, що дозволить скоротити витрати на перевезення та підвищити швидкість виконання замовлень.

Таким чином, результати аналізу складських процесів у розподільчому центрі «Метінвест-СМЦ» підтвердили необхідність удосконалення логістичних операцій для забезпечення стабільного розвитку компанії. Впровадження запропонованих заходів сприятиме підвищенню продуктивності, зниженню логістичних витрат та покращенню рівня обслуговування клієнтів. Отримані висновки формують основу для подальшого дослідження у наступному розділі, де будуть розглянуті конкретні заходи з оптимізації операційної діяльності складу.

Оцінка реалізованих заходів та обґрунтування запропонованих поліпшень

В процесі аналізу операційної діяльності розподільчого центру Святопетрівське було виявлено кілька ключових викликів, які впливають на ефективність бізнес-процесів:

1. Нерівномірне навантаження на складські зони під час пікових періодів, що спричиняє затримки у відвантаженні продукції.

Це пов'язано з:

- Відсутністю рівномірного розподілу замовлень протягом дня, що створює пікові навантаження на персонал і техніку.
- Обмеженою пропускною здатністю складу, яка не дозволяє обробляти велику кількість замовлень одночасно.
- Недостатньою кількістю вантажно-розвантажувального обладнання, що уповільнює процес обробки товарів.
- Відсутністю ефективного прогнозування попиту, через що неможливо завчасно розподілити ресурси для уникнення перевантаження складу.
- Неоптимальним плануванням робочих змін персоналу, що призводить до надмірного навантаження в окремі періоди та простоїв у менш завантажені години.

2. Відсутність автоматизованої системи прогнозування попиту, що призводить до нестачі продукції або її надлишку.

Це зумовлено:

- Відсутністю аналітичних алгоритмів для аналізу історичних даних продажів і прогнозування майбутнього попиту.
- Неможливістю враховувати сезонні коливання попиту, що призводить до нерівномірного забезпечення продукцією.
- Відсутністю інтеграції прогнозування попиту з системою обліку запасів, що ускладнює коригування рівня запасів у реальному часі.
- Неоптимальним плануванням поставок, через що виникають як дефіцит продукції, так і надлишкові запаси, що призводить до збільшення витрат на зберігання.
- Недостатньою автоматизацією процесів приймання та відвантаження продукції, що подовжує час операцій та збільшує черги на складі.

- Недостатнє використання складських площ, через що значна частина території є малоефективною.

- Високі витрати на облік запасів через використання ручного методу інвентаризації.

3. Недостатнє використання складських площ, через що значна частина території є малоефективною.

Це пов'язано з:

- Наявністю значної кількості «мертвих зон» на складі, що утворюються через неоптимальне розташування обладнання та товарів.

- Використанням застарілих систем зберігання, які не дозволяють ефективно використовувати вертикальний простір складу.

- Відсутністю чіткої системи категоризації продукції, що призводить до нерівномірного розподілу запасів і ускладнює пошук необхідних товарів.

- Обмеженою гнучкістю складської інфраструктури, що не дозволяє швидко адаптувати простір до змін у рівні попиту.

- Відсутністю ефективного програмного забезпечення для управління складським простором, яке могло б оптимізувати розміщення товарів та мінімізувати порожні зони.

- Нерівномірним розподілом завантаження складських зон, через що деякі ділянки складу перевантажені, а інші залишаються недостатньо задіяними.

Оцінка реалізованих заходів представлені в таб. 2.1-2.6

Таблиця 2.1 – Аналіз оптимізації обліку запасів

Позитивні результати:	Недоліки
1.Впровадження автоматизованої системи обліку запасів (SMC MID Cloud) дозволило значно покращити швидкість та точність управління товарними залишками	1.Потребує подальшого вдосконалення алгоритмів прогнозування попиту для зменшення ризику надлишкових запасів.
2.Зменшено ризик людських помилок під час інвентаризації, що сприяє зниженню кількості недостач або надлишків продукції	2. Необхідність навчання персоналу для ефективного використання всіх функціональних можливостей системи
3.Автоматизоване оновлення рівня запасів у режимі реального часу дозволяє швидше реагувати на зміни у попиті	3. Високі початкові інвестиції на впровадження та адаптацію системи.
4.Інтеграція з іншими інформаційними системами компанії дозволила синхронізувати облік з процесами закупівлі та логістики.	
5.Зменшено часові витрати на процеси обліку, що дозволило персоналу зосередитись на інших важливих завданнях.	
6.Покращена можливість прогнозування рівня запасів на основі даних про споживчий попит та сезонні коливання	

Таблиця 2.2 – Аналіз оптимізації складських процесів

Позитивні результати	Недоліки
Раціональне використання складських зон за рахунок перепланування та чіткого зонування робочих процесів	Недостатнє використання складських площ, через що значна частина території є малоефективною
Скорочення часу на обробку вантажів завдяки впровадженню автоматизованих процесів і покращеній координації операцій	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Наявністю значної кількості «мертвих зон» на складі, що утворюються через неоптимальне розташування обладнання та товарів.</li> <li>- Відсутністю ефективного програмного забезпечення для управління складським простором,</li> <li>- Нерівномірним розподілом завантаження складських зон, через що деякі ділянки складу перевантажені, а інші залишаються недостатньо задіяними</li> </ul>
Покращення логістики всередині складу за рахунок впровадження нових маршрутів переміщення товарів і оптимізації роботи вантажно-розвантажувальної техніки.	Використанням застарілих систем зберігання, які не дозволяють ефективно використовувати вертикальний простір складу
Використання програмного забезпечення для контролю розташування товарів і автоматизації інвентаризації, що зменшило ризик помилок і часу на пошук необхідної продукції	Відсутністю чіткої системи категоризації продукції, що призводить до нерівномірного розподілу запасів і ускладнює пошук необхідних товарів
Підвищення продуктивності персоналу завдяки більш ефективному розподілу обов'язків і застосуванню системи управління змінами	Обмеженою гнучкістю складської інфраструктури, що не дозволяє швидко адаптувати простір до змін у рівні попиту

Таблиця 2.3 – Аналіз використання власного автопарку

Позитивні результати	Недоліки
1. Використання власного автопарку дозволило значно знизити залежність від сторонніх логістичних компаній, що забезпечило гнучкість у плануванні перевезень	1. Високі початкові інвестиції на закупівлю та обслуговування транспортних засобів
2. Скорочення витрат на логістичні послуги завдяки зменшенню потреби у зовнішніх перевізниках	2. Необхідність утримання додаткового персоналу (водіїв, механіків, логістів) для забезпечення безперебійної роботи автопарку.
3. Скорочення витрат на логістичні послуги завдяки зменшенню потреби у зовнішніх перевізниках	3. Витрати на паливо та технічне обслуговування транспорту, що може збільшувати операційні витрати
4. Покращення оперативності доставки продукції за рахунок кращого контролю над транспортними маршрутами та графіками поставок	4. Обмеженість пропускнуєї спроможності власного автопарку у випадку різких змін у рівні замовлень, що може потребувати тимчасового залучення зовнішніх перевізників
5. Зменшення ризику затримок у постачанні, оскільки компанія має змогу швидко реагувати на зміни у замовленнях та адаптувати логістику	
6. Підвищення рівня обслуговування клієнтів завдяки можливості оперативного управління термінами та умовами доставки.	
7. Власний контроль за технічним станом транспорту дозволяє зменшити ризики, пов'язані з несправністю орендованих машин	

Таблиця 2.4 – Аналіз оптимізація обліку запасів

Позитивні результати:	Недоліки
1.Впровадження автоматизованої системи обліку запасів (SMC MID Cloud) дозволило значно покращити швидкість та точність управління товарними залишками	1.Потребує подальшого вдосконалення алгоритмів прогнозування попиту для зменшення ризику надлишкових запасів
2.Зменшено ризик людських помилок під час інвентаризації, що сприяє зниженню кількості недостач або надлишків продукції	2.Необхідність навчання персоналу для ефективного використання всіх функціональних можливостей системи
3.Автоматизоване оновлення рівня запасів у режимі реального часу дозволяє швидше реагувати на зміни у попиті	3.Високі початкові інвестиції на впровадження та адаптацію системи.
4.Інтеграція з іншими інформаційними системами компанії дозволила синхронізувати облік з процесами закупівлі та логістики	
5.Зменшено часові витрати на процеси обліку, що дозволило персоналу зосередитись на інших важливих завданнях	
6.Покращена можливість прогнозування рівня запасів на основі даних про споживчий попит та сезонні коливання	

*Таблиця 2.5 – Аналіз підтримки та оновлення процесів контролю якості*

Позитивні результати	Недоліки
1.Завдяки посиленому контролю вдалося знизити рівень рекламацій клієнтів, підвищити відповідність продукції технічним вимогам	2.Контроль якості залишається залежним від людського фактора, тому необхідно розглянути можливість автоматизації перевірок

*Таблиця 2.6 - Аналіз оцифрування документообігу*

Позитивні результати	Недоліки
1.Скорочено час оформлення товарно-транспортних накладних, зменшено кількість паперових документів, підвищено ефективність взаємодії між підрозділами	1.Деякі документи все ще оформлюються вручну, що сповільнює загальний процес документообігу

Попри ці позитивні зміни, залишаються деякі проблеми, які потребують подальшого вдосконалення.

## **Висновки за розділом 2**

У другому розділі було проведено аналіз поточних викликів та реалізованих заходів у процесах управління складськими операціями та контролю якості. Встановлено, що основні проблеми пов'язані з нерівномірним завантаженням складських зон, відсутністю автоматизованих систем прогнозування попиту, а також необхідністю підвищення ефективності контролю якості.

У ході аналізу діючих бізнес-процесів розподільчого центру «Петрівське» виявлено, що існуюча система управління складськими операціями не відповідає сучасним вимогам ефективності та має

низку недоліків, зокрема значні витрати часу на обробку замовлень та недостатній рівень автоматизації.

Було встановлено, що відсутність стандартизованих процедур для приймання, зберігання та відвантаження товарів призводить до підвищеної кількості помилок у процесах обліку та логістики. Це негативно впливає на рівень обслуговування клієнтів та підвищує загальні витрати підприємства.

Аналіз допоміжних бізнес-процесів продемонстрував, що існують значні можливості для оптимізації внутрішньої логістики складу. Зокрема, застаріла система зонування та розташування товарів ускладнює пошук необхідної продукції, що спричиняє затримки в обробці замовлень.

Аналіз ключових показників ефективності (KPI) показав, що середня тривалість обробки замовлень перевищує оптимальний рівень на 20-30%, що свідчить про необхідність модернізації логістичних процесів та покращення координації між структурними підрозділами складу.

Було визначено, що впровадження Lean-методологій, зокрема концепції 5S, дозволить оптимізувати використання складських площ, підвищити ефективність роботи персоналу та зменшити час на виконання рутинних операцій.

Оцінка економічної доцільності потенційних покращень продемонструвала, що заходи з модернізації бізнес-процесів можуть забезпечити зниження операційних витрат на 15-20% у довгостроковій перспективі, що робить їх фінансово виправданими.

Враховуючи отримані результати, рекомендується розробити поетапний план впровадження операційних покращень, що включатиме автоматизацію логістичних процесів, оптимізацію

системи зберігання товарів та підвищення рівня професійної підготовки персоналу складу.

Впровадження подальших заходів з автоматизації та оптимізації дозволить знизити операційні витрати, скоротити час виконання логістичних процесів і покращити якість продукції, що в результаті сприятиме підвищенню конкурентоспроможності компанії.

## РОЗДІЛ 3

### РОЗРОБКА ТА ВПРОВАДЖЕННЯ ОПЕРАЦІЙНИХ ПОКРАЩЕНЬ

#### 3.1. Напрями удосконалення управління бізнес-процесами розподільчого центра

Удосконалення складських процесів у розподільчому центрі Святопетрівське є необхідним кроком для підвищення ефективності операцій, скорочення витрат і мінімізації логістичних простоїв. Аналіз поточного стану виявив ряд проблем, які негативно впливають на використання складських площ, логістику та швидкість виконання операцій. Нижче наведено конкретні заходи, які сприятимуть усуненню виявлених недоліків.

##### Захід 1. Оптимізація використання площі критого складу

Критий склад розподільчого центру Святопетрівське має загальну площу 5400 м<sup>2</sup>, з яких ефективно використовується лише 2666,4 м<sup>2</sup>. Близько 1995,5 м<sup>2</sup> залишаються «мертвими зонами» через недоліки в організації складських площ, наявність застарілого або рідко використовуваного обладнання та обмежений доступ через роботу з залізничними вагонами. Крім того, у зоні складування знаходяться ремонтні верстати, які займають значну площу, що могла б використовуватись ефективніше. (Рис. 3.1,3.2)

Для максимального використання складських площ запропоновано такі заходи:

- 1) Перепланування складських зон: переміщення неактуального обладнання, токарних верстатів і ремонтних установок на інші бази (наприклад, до РСП у Броварах), що звільнить значні площі для зберігання товарів.

2) Впровадження сучасних стелажних систем: встановлення багатоярусних стелажів, що дозволить ефективно використовувати вертикальний простір.(Рис. 3.3)

3) Очищення зон доступу: усунення логістичних бар'єрів, що сприятиме покращенню мобільності техніки, такої як кранові механізми та автотранспортувачі. (Рис. 3.3)

4) Реорганізація зони ЖД-операцій: зменшення площі, відведеної для роботи з залізничними вагонами, без шкоди для логістичних операцій. (Рис. 3.4)

5) Очікувані результати

6) Оптимізація використання простору: збільшення активної складської площі.

7) Збільшення зберігання: додатковий обсяг продукції для зберігання збільшиться.

8) Скорочення часу операцій: оптимізація проходів дозволить скоротити час на завантажувально-розвантажувальні роботи на 20%.

9) Зниження витрат: скорочення витрат на утримання обладнання та зменшення логістичних простоїв на 15%.

Захід 2 Модернізація приймального столу лінії поперечного різання рулонного металу

Лінія поперечного різання рулонного металу, що використовується на підприємстві, має ряд технічних обмежень, які впливають на якість кінцевої продукції. Основними проблемами є:

10) Деформація листа при падінні на стіл через удари об обмежувачі.(Рис. 3.5)

11) Горизонтальні зсуви листів у пачці на 1-2 мм, що погіршує товарний вигляд. (Рис. 3.6)

12) Високий ризик травматизму працівників через необхідність ручного стропування в зоні роботи рухомих елементів верстата.

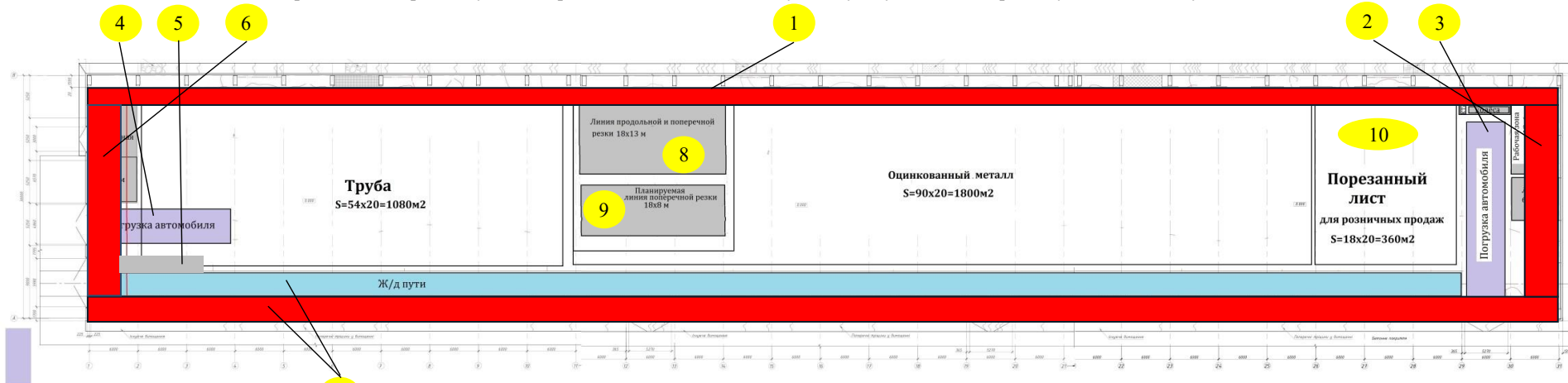
13) Деформація листів під час транспортування з приймального столу до місця зберігання..

## Захід 1: Оптимізація використання площі критого складу

### Аналіз поточного стану

Критий склад РЦ Святопетрівське має загальну площу 5400 м<sup>2</sup>, але лише 2666,4 м<sup>2</sup> використовується для ефективного складування. Решта площі є «мертвими зонами», зайнята ремонтним обладнанням або недоступна через організаційні недоліки. Виявлено кілька ключових проблем:

- «Мертві зони» (1995,5 м<sup>2</sup>) — зони, які не використовуються через розміщення неактуального обладнання або недоліки планування.
- Зона для роботи з ЖД колією — обмежує доступ до ділянок та ускладнює пересування техніки.
- Наявність ремонтних верстатів у зоні зберігання — займають значну площу, яку можна використовувати для складування.



7 **Загальна площа – 30\*180=5400 м<sup>2</sup>**

- 1 – «Мертва зона» – 2\*171,4=342,8 м<sup>2</sup>
  - 2 – «Мертва зона» – 4,3\*30=129 м<sup>2</sup>
  - 3 – Автов'їзд – 6\*22=132 м<sup>2</sup>
  - 4 – Автов'їзд – 6\*20=120 м<sup>2</sup>
  - 5 – Відрізний верстат – 2,4\*20=48 м<sup>2</sup>
  - 6 – «Мертва зона» - 15\*4,3=64,5 м<sup>2</sup>
  - 7 – «Мертва зона» + залізнична колія – 6,9\*168=1159,2 м<sup>2</sup>
- Разом «мертві зони» - 1995,5 м<sup>2</sup>**

**Площа під складування та виробництво = 5400 – 1995,2 = 3404,4 м<sup>2</sup>**

- 8 – Виробнича діляниця – 18\*13 = 234 м<sup>2</sup>
  - 9 – Додаткова виробнича діляниця – 18\*8 = 144 м<sup>2</sup>
  - 10 – Роздрібний склад – 18\*20=360 м<sup>2</sup>
- Разом виробництво та роздріб - 738 м<sup>2</sup>**

**Площа для складування = 3404,4-738 = 2666,4 м<sup>2</sup>**

Рисунок 3.1 – Візуалізація суті запропонованого заходу оптимізації використання площі критого складу



2



### Захід 1: Оптимізація використання площі критого складу

Електричний штабелер TOYOTA SWE200	
Модель STAXIO	SWE200
Номинальна вантажопідіймальність	2000 кг
Залашована вантажопідіймальність на висоті 3600 мм	1250 кг
центр ваги	600 мм
переміщення опоро	2-х секційне
висота підйому	3410 мм
висота в опущеному положенні - міні	2410 мм
висота в опущеному положенні - макс.	4142 мм
довжина вил	1150 мм
ширина по зовнішній кромці вил	570 мм
ширина шийки	790 мм
Ав. робочий коридор	2394 мм
Вд. радіус повороту	1504 мм
діаметр колеса	27 мм
тиск двигуна	1.8 кВт
двигун прямику	3.0 кВт
загальна вага штабелера	1430 кг
Вилы - іонка	240 210kg
Зарядний пристрій три-фазний	240 16A

**СТАНДАРТНЕ ОБЛАДНАННЯ:**

- Система доступу за допомогою ПІН-коду.
- Система приводу BT POWERDRIVE поєднує безконтактні органи управління, шину даних CAN BUS і електропривід з незалежним збудженням.
- Ходовий двигун з великою швидкістю.
- Максимально тихий рух на будь-яких поверхах, вилочачи навантажувальні

Перепланування передбачає розташування металевих комірок вздовж стін критого складу з розміщенням на них металопрокату з роздрібного складу за допомогою навантажувача.

На роздрібному складу знаходиться біля 72 позиції металопрокату вагою 600 т., які будуть розміщені в металевих комірках.

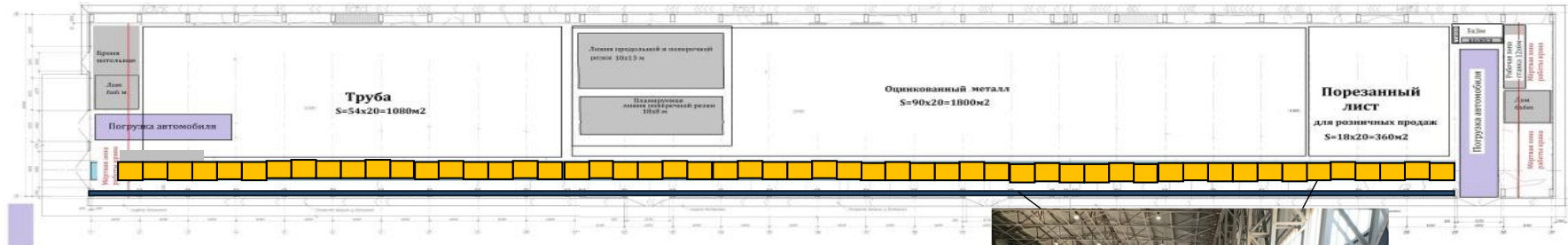
На місці комірок зараз знаходиться ремонтне обладнання, яке пропонується перемістити на РСП в м. Бровари (окремий ІП) та металобрухт, який в спеціальних коробах розташувати зовні складу.

**Додатково для реалізації проекту з оптимізації місць складування біля крану 5 проекту потрібно реалізувати проект по переносу токарного станку в критий склад СМЦ Бровари**

Рисунок 3.3 – Візуалізація суті запропонованого заходу оптимізації використання площі критого складу.

## Захід 1: Оптимізація використання площі критого складу

Цільова модель перепланування складського простору біля жд колії



1. Площа колії обкладена плитами =  $3,2 * 168 = 537,6 \text{ м}^2$
2. Звільнена «мертва зона» –  $1,7 * 168 = 285,6 \text{ м}^2$
3. «Мертва зона» яка залишається =  $2 * 168 = 336 \text{ м}^2$

**Звільнена площа –  $537,6 + 285,6 = 823,2 \text{ м}^2$**

Перепланування передбачає накриття ЖД шляху бетонними плитами та розміщенням на них металопрокату з допомогою мостового крану. В періоди коли жд не використовується по прямому призначенню. В середньому на колію ставиться близько 2 вагонів відповідно 80% цього складу буде функціонувати постійно а з підходу жд колії буде можливість зберігати листовий або рулонний прокат.

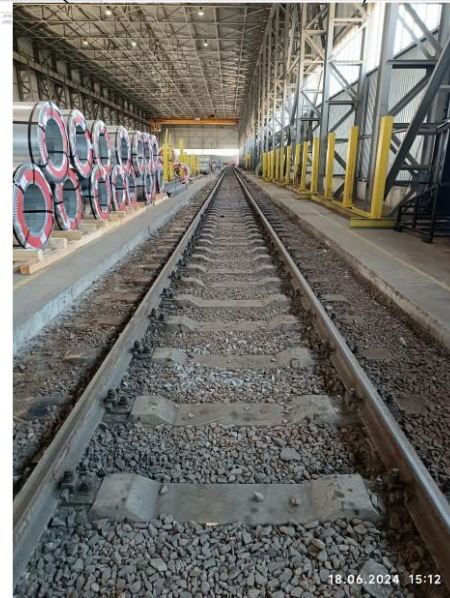


Рисунок 3.4 – Візуалізація суті запропонованого заходу оптимізації використання площі критого складу.

Для усунення зазначених недоліків передбачається модернізація приймального столу, що включає:

- Виготовлення розпашного столу рейкового типу, який дозволить зменшити удари металевих листів об тверду поверхню при падінні.
- Оснащення приймального столу викатною передавальною телегою з пневматичними укладчиками листа, що забезпечить плавне укладання та усуне горизонтальні зсуви пачок.
- Захист працівників за рахунок безконтактного стропування та пакування листів, що значно знизить ризик отримання травм під час роботи з рухомими елементами верстата.

Захід 3 Впровадження лазерного очищення металевих поверхонь

На даний момент очищення металевих поверхонь у розподільчому центрі здійснюється механічними методами, такими як шліфування або пікоструминна обробка. Ці способи мають низку недоліків:

- 1) Високий рівень зношення абразивних матеріалів, що підвищує витрати на обслуговування. (Рис. 3.8)
- 2) Нерівномірне очищення поверхонь, що може впливати на якість подальшої обробки. (Рис. 3.8)
- 3) Високий рівень пилу і відходів, що негативно позначається на умовах праці. (Рис. 3.8)
- 4) Ризик пошкодження металу через механічний вплив, що знижує ринкову вартість продукції. (Рис. 3.8)

## Захід 2: Модернізація приймального столу лінії поперечного різання рулонного металу

### Аналіз поточного стану

Лінія поперечного різання рулонного металу має технічні обмеження:

Товщина металу, що обробляється, — 0,5 мм до 3 мм. Довжина листа — до 3000 мм, ширина — до 1500 мм.

Контрольні випробування показали такі недоліки при різанні металу товщиною 0,4 мм:

Деформація листа під час падіння на стіл через удари об обмежувачі. Горизонтальні зсуви листів у пачці на 1-2 мм, що погіршує товарний вигляд.

Небезпечні умови стропування у зоні роботи рухомих елементів верстата. Деформація листів під час транспортування з приймального столу до місця зберігання.



Рисунок 3.5 – Візуалізація суті запропонованого заходу модернізація приймального столу лінії поперечного різання рулонного металу.

## Захід 2: Модернізація приймального столу лінії поперечного різання рулонного металу



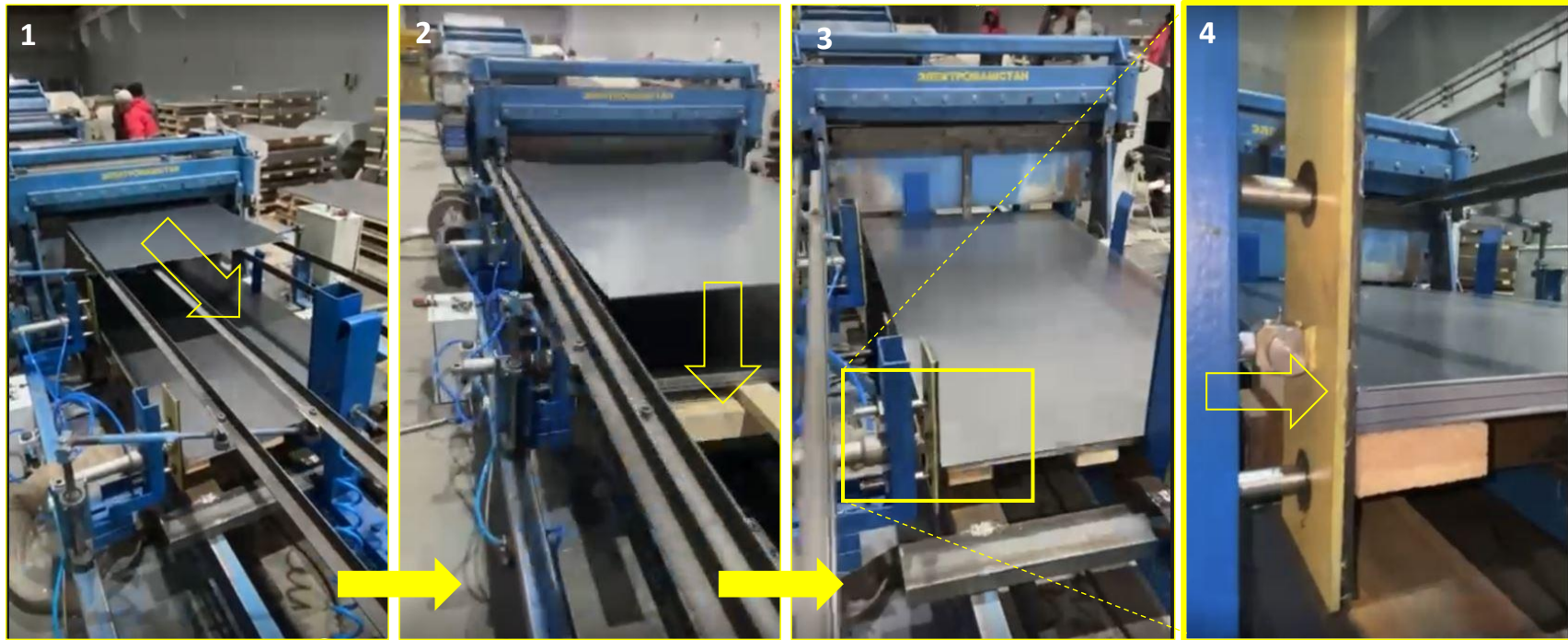
Для задоволення попиту на різання металу товщиною менше 0,5 мм співробітниками СМЦ Святопетрівське було проведено контрольне випробування з різання металу товщиною 0,4 мм, у результаті якого були виявлені такі недоліки: Різні види деформацій листа, які виникають внаслідок ударів об нерухомі упори під час падіння листа на приймальний стіл. Під час формування пачки спостерігаються горизонтальні зміщення листів один щодо одного на 1-2 мм, що погіршує товарний вигляд продукту. Стропування здійснюється в зоні роботи рухомих елементів верстата з повним відключенням обладнання та в обмеженому просторі. Лист при переміщенні з приймального столу до місця зберігання деформується об елементи обладнання.

### Кількість потенційних замовлень та можливий прибуток у разі їх виконання

Товщина	Матеріал	вага	Вартість послуги порубки, грн/т	Прибуток у випадку використання додаткового часу лише для надання послуги с порубки, грн.
0,4	Рулон оц.	124	500	62 000
0,45	Рулон оц.	69	500	34 500
<b>Загальний підсумок</b>		<b>193</b>	<b>500</b>	<b>96 500</b>

Рисунок 3.6 – Візуалізація суті запропонованого заходу модернізація приймального столу лінії поперечного різання рулонного металу.

## Захід 2: Модернізація приймального столу лінії поперечного різання рулонного металу



Для вирішення існуючої проблеми — забезпечення виконання виробничої програми з різання листів товщиною 0,390,5 мм та усунення описаних вище проблем — пропонується виконати модернізацію приймального столу штабелеукладача:

1. Виготовити відкидний стіл рейкового типу (Фото 1, 2).

2. Оснастити приймальний стіл висувним передавальним візком з пневматичними укладальниками листа (Фото 3, 4).

### Опис роботи:

Лист падає у вільному стані на висувний візок (є варіант — безпосередньо на піддон для його транспортування), не деформуючись обмежувачі, і пачка листів формується пневматичними укладальниками, що забезпечує необхідний товарний вигляд.

3. Наявність висувного візка дозволяє здійснювати стропування та пакування листа, не перебуваючи у зоні роботи рухомих елементів обладнання.

Рисунок 3.7 – Візуалізація суті запропонованого заходу модернізація приймального столу лінії поперечного різання рулонного металу.

Для покращення якості очищення металопрокату та підвищення екологічності виробничих процесів пропонується впровадити технологію лазерного очищення металевих поверхонь. Даний метод є безконтактним і дозволяє видаляти іржу, фарбу, мастило та інші забруднення без пошкодження основного матеріалу. Лазерне очищення (Рис. 3.9) має низку переваг у порівнянні з традиційними методами:

- Висока точність і контрольованість процесу, що особливо важливо при підготовці поверхонь перед зварюванням або фарбуванням.
- Мінімізація виробничих відходів, що сприяє покращенню екологічних показників.
- Відсутність потреби у витратних матеріалах (абразивах, хімічних розчинах), що зменшує експлуатаційні витрати.
- Безпечність для персоналу, оскільки відсутні шкідливі пилові або хімічні випаровування.

Захід 4 Придбання кантувача для рулонів металу.

На сьогодні перевертання рулонів металу з вертикального у горизонтальне положення та навпаки здійснюється вручну або за допомогою вантажопідіймальних механізмів, що не є ефективним. Використання цих методів має ряд суттєвих недоліків:

- 1) Високий ризик травматизму персоналу через виконання маніпуляцій вручну.
- 2) Висока ймовірність пошкодження рулонів під час перевертання, що може спричинити втрати продукції.
- 3) Затримки у виробничих процесах, оскільки ручні операції потребують більше часу.
- 4) Нерівномірне навантаження на працівників, що може спричинити перевтому та зниження продуктивності.

### Захід 3: Впровадження лазерного очищення металевих поверхонь

#### Аналіз поточного стану

Наразі очищення металевих поверхонь, таких як труба профільна, здійснюється механічними методами. Для реалізації труби в йржавому стані доводилось знижувати ринкову вартість продукції в середньому на 30%.

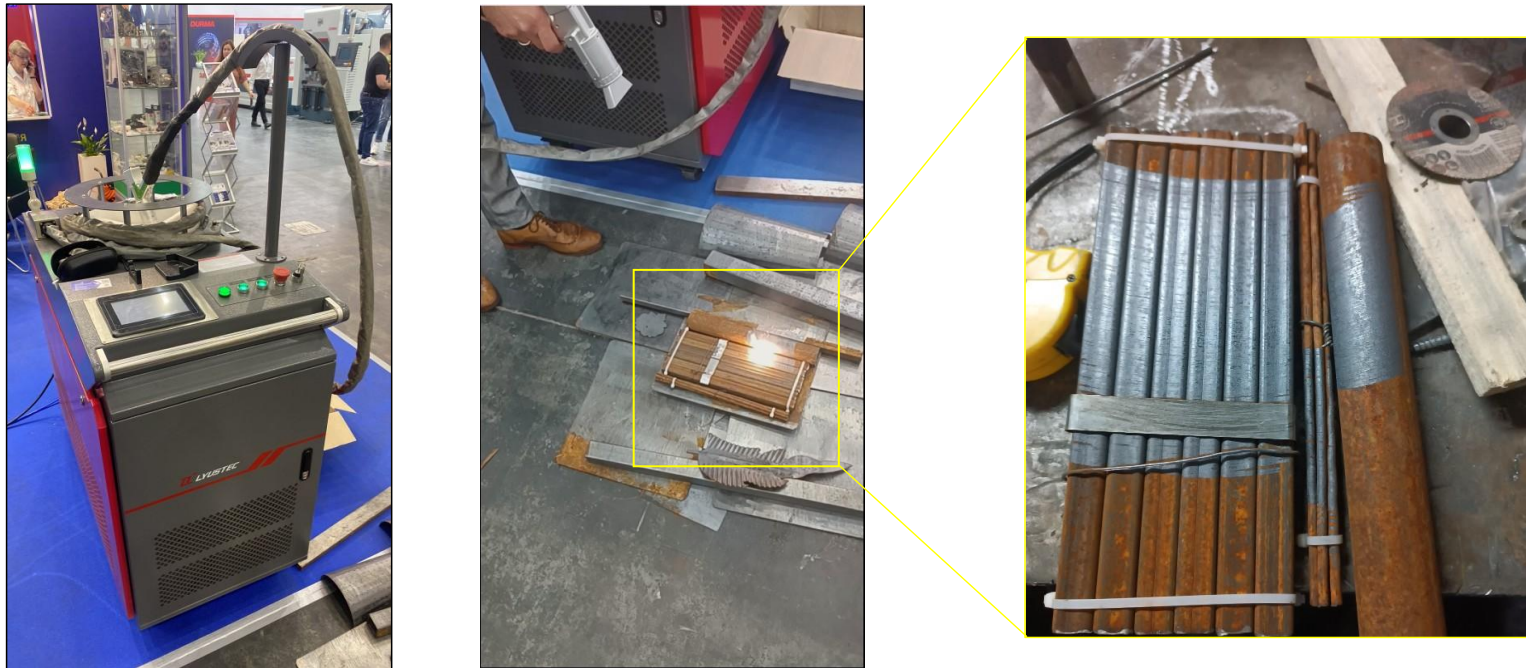


З початку 2023р. Було реалізовано захід по зниженню витрат на реалізацію продукції з тривалим терміном зберігання на відкритих площинах складів в м. Київ. Для цього була організована зачистка поверхні труб профільних абразивним шляхом. Хочу звернути Вашу увагу на значне покращення стану профільної труби після її зачистки що дозволило зменшити знижку для її реалізації с 30 до 5%. Та зменшити час знаходження на складах с 644,28 до 58,93 діб. Загалом з січня по жовтень 2024 було зачищено 130,33 т з них реалізовано 93,29 т. Що дозволило скоротити знижку та заробити компанії 909 321,52 грн.

На поточний момент відсутня можливість виконувати зачистку абразивними методами такого прокату як труба кругла, арматура, кутик та лист в результаті чого їх реалізація відбувається так саме із знижкою від вартості.

Рисунок 3.8 – Візуалізація суті запропонованого заходу впровадження лазерного очищення металевих поверхонь.

### Захід 3: Впровадження лазерного очищення металевих поверхонь



Пропонується впровадити технологію лазерного очищення для обробки металевих поверхонь. Лазерне очищення є безконтактним методом, який ефективно видаляє іржу, фарбу, мастило та інші забруднення без пошкодження основного матеріалу.

Лазерне очищення підходить для різних металевих поверхонь, включаючи листи та арматуру. Воно забезпечує високу точність та контроль процесу, що особливо важливо для підготовки поверхонь перед зварюванням або нанесенням покриттів.

#### Очікувані результати

Підвищення якості очищення поверхонь, що забезпечить кращу адгезію при подальшому фарбуванні або зварюванні.

Зменшення часу на підготовку поверхонь до подальшої обробки.

Зниження витрат на витратні матеріали та обслуговування обладнання.

Підвищення безпеки праці завдяки відсутності потреби в хімічних реагентах та абразивних матеріалах.

Рисунок 3.9 – Візуалізація суті запропонованого заходу впровадження лазерного очищення металевих поверхонь.

Для підвищення ефективності роботи та забезпечення безпечного перевертання рулонів металу пропонується придбати гідравлічний кантувач (Рис. 3.10). Це спеціалізоване обладнання дозволяє безпечно та швидко здійснювати маніпуляції з рулонами без ризику пошкодження металу або травмування персоналу. Гідравлічні кантувачі широко використовуються у металообробній промисловості та забезпечують такі переваги:

- Можливість швидкого та контрольованого перевертання рулонів під кутом 90° для подальших виробничих маніпуляцій.
- Покращення безпеки завдяки механізмам захисту від падіння або неконтрольованого руху.
- Підвищення ефективності роботи складу та виробничих процесів шляхом автоматизації перевертання рулонів. Та надання можливості їх зберігання в 2-3 шари аналогічно оцинкованим рулонам.
- Мінімізація ризику пошкоджень продукції за рахунок рівномірного розподілу навантаження під час перевертання

### **3.2. Оцінка ефективності інвестицій у модернізацію бізнес-процесів розподільчого центру**

Аналіз поточного стану розподільчого центру Святопетрівське показав, що існуючі логістичні та складські процеси не є достатньо ефективними, що призводить до втрат продуктивності, затримок у виконанні замовлень та підвищених витрат. Впровадження запропонованих заходів потребує значних інвестицій, однак очікуваний економічний ефект дозволяє швидко окупити витрати та підвищити загальну ефективність підприємства.

Пропоновані інвестиційні заходи включають:

- Оптимізація використання площі критого складу.

#### Захід 4: Придбання кантувача для рулонів металу

Аналіз поточного стану

Поточні методи перевертання рулонів металу з вертикального у горизонтальне положення та навпаки є трудомісткими та небезпечними, що підвищує ризик травматизму серед працівників та пошкодження продукції.



Пропонується придбати кантовачель, що дозволить збільшити місткість складу та забезпечити безпеку під час виконання зазначених операцій.

Рисунок 3.10 – Візуалізація суті запропонованого заходу придбання кантувача для рулонів металу.

## Обґрунтування поліпшень

Ефективне використання простору: перепланування забезпечить можливість одночасного зберігання більшого обсягу продукції, спростить доступ до необхідних товарів і зменшить перевантаження в окремих зонах.

Сучасні стелажні системи: автоматизовані рішення покращать логістику складу, мінімізують час обробки замовлень та сприятимуть ефективному використанню складських площ.

Покращення внутрішньої логістики: скорочення зайвих переміщень між складськими зонами дозволить прискорити виконання операцій, знизивши витрати на переміщення вантажів.

Зменшення залежності від людського фактора: оптимізація розташування та поліпшення доступу до продукції дозволить уникнути простоїв через ручний пошук товарів чи незручності під час навантаження.

## Ключові рекомендації для реалізації

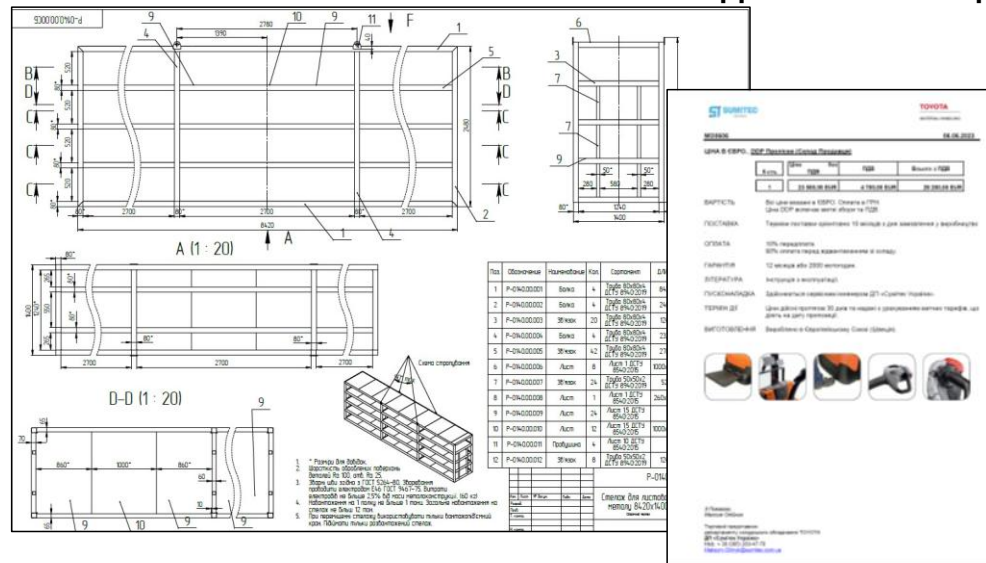
Моніторинг ефективності: встановлення системи моніторингу використання складських площ для подальшого коригування перепланування.

Навчання персоналу: регулярні тренінги для працівників щодо ефективної роботи з оновленими складськими зонами та технікою.

Оптимізація графіків поставок: розробка та впровадження гнучких графіків поставок для уникнення перевантаження складу та забезпечення рівномірного розподілу продукції.

Очікувані результати включають звільнення 847,76 м<sup>2</sup> для активного складування, можливість зберігання додаткових 970 тонн металопродукції, зниження витрат на утримання та скорочення часу вантажних операцій на 20%.

## Захід 1: Оптимізація використання площі критого складу



Є два варіанти стелажів для листа або для іншого прокату в залежності від того що буде зберігатись і будуть змінюватись розміри самого стелажа для листа

Вантажопідйомність складу =  $(71\% * 1,47 + 29\% * 3,59) / 1,3 / 1,4 = 1,14 \text{ т/м}^2$   
 3,59 т/м<sup>2</sup> – щільність зберігання листа та рулона  
 1,47 т/м<sup>2</sup> - щільність зберігання труби  
 1,3 - коефіцієнт на проходи  
 1,4 - коефіцієнт сезонності продажів  
 71% - кількість труби для реалізації  
 29% - кількість листів та рулонів для реалізації

Розрахунок ефекту за перший рік реалізації	Критий склад		
	1	2	3
№ п.п.			
Загальна звільнена площа		847,76	
Вантажопідйомність складу, т/м <sup>2</sup>	1,14	1,14	1,14
Кількість можливих позицій для зберігання в модернізованому складі, т		970,58	
Вид прокату	Труба	ХКР/Л	ОЦР
Фактичний відсоток заповнення складу	71%	24%	5%
Оборотність в місяць (45 днів)		1,5	
Кількість місяців		12	
Коефіцієнт сезонності продажів		1,4	
Необхідно місця для зберігання листа та рулона, м <sup>2</sup>	1,47	3,59	3,59
Коефіцієнт на проходи		1,3	
Загальний оберт металопрокату т/рік		7 765	
Доходність реалізації прокату, грн/т		480	
Загальний ефект, грн/рік		3727013	

Загалом площа оптимізації = 1440 м<sup>2</sup>; площа для роботи навантажувача -  $(6+1,4)*40+(6+1,4)*(30-6-1,4-5) = 326,24 \text{ м}$ , ЖД колія  $3*28 = 84 \text{ м}^2$ ; автов'їзд =  $3*22=66 \text{ м}^2$ ; пакувальний стіл =  $4*4=16 \text{ м}^2$   
 звільниться площа =  $1440-326,24-84-66-16 = 847,76$   
 Кількість можливих позицій для зберігання в автоматизованому складі –  $847,76 * 1,145 = 970,58 \text{ тн}$ .  
 Що дозволить обернути –  $970,685*365/45 = 7765 \text{ тн/рік}$ . Загальний прибуток збільшеного складу –  $7765*480 = 3727013 \text{ грн}$ .  
 Розрахунок всіх ефектів виконан аналогічним чином

Рисунок 3.11 – Результати розрахунку ефекту заходу оптимізація використання площі критого складу (за 1 повний рік роботи заходу).

MO0606

ЦІНА В ЄВРО., DDP Проліски (Склад Продавця)

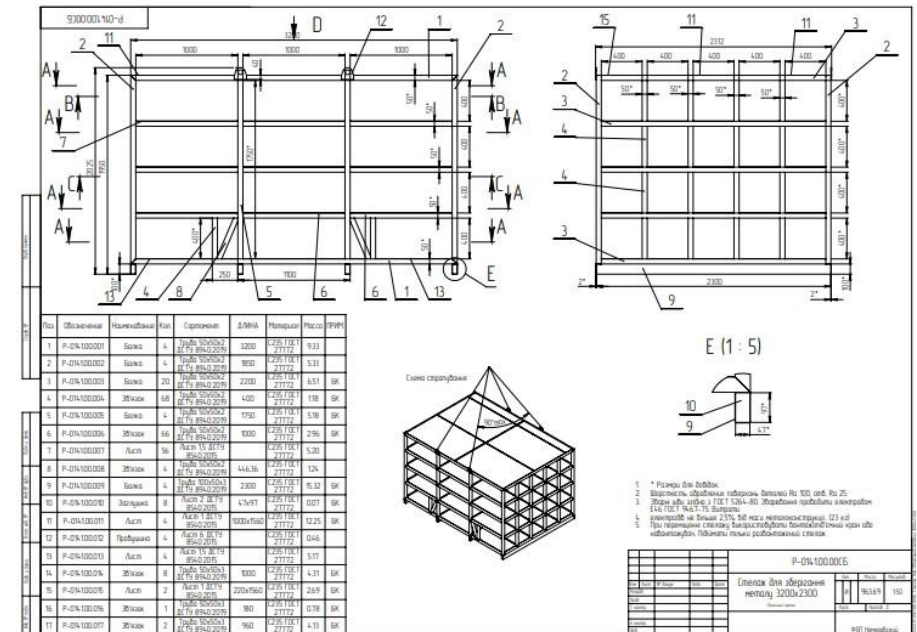
К-сть	Ціна без ПДВ	ПДВ	Всього з ПДВ
1	23 500,00 EUR	4 700,00 EUR	28 200,00 EUR

- ВАРТІСТЬ**      Всі ціни вказані в ЄВРО. Оплата в ГРН.  
Ціна DDP включає митні збори та ПДВ.
- ПОСТАВКА**      Терміни поставки орієнтовно 10 місяців з дня замовлення у виробництво
- ОПЛАТА**        10% передплата  
90% оплата перед відвантаженням зі складу.
- ГАРАНТІЯ**        12 місяців або 2000 мотогодин.
- ЛІТЕРАТУРА**    Інструкція з експлуатації.
- ПУСКОНАЛАДКА** Здійснюється сервісним інженером ДП «Сумітек Україна».
- ТЕРМІН ДІЇ**      Ціни дійсні протягом 30 днів та надані з урахуванням митних тарифів, що діють на дату пропозиції.
- ВИГОТОВЛЕННЯ** Вироблено в Європейському Союзі (Швеція).



Рисунок 3.12 – Результати розрахунку ефекту заходу оптимізація використання площі критого складу (витратна частина придбання навантажувача та комірок).

### Захід 1: Оптимізація використання площі критого складу



Загальні витрати на придбання навантажувача та виготовлення спеціалізованих комірок складуть 3 114 020 грн або 75 400 \$ згідно комерційних пропозицій та розрахунку вартості матеріалу на виготовлення комірок силами обслуговуючого персоналу бази.

## Захід 1: Оптимізація використання площі критого складу

Цільова модель перепланування складського простору біля жд колії

**Плита ж/д переїзду ПЖПР-50**

4 655.00 грн.

**Характеристики**

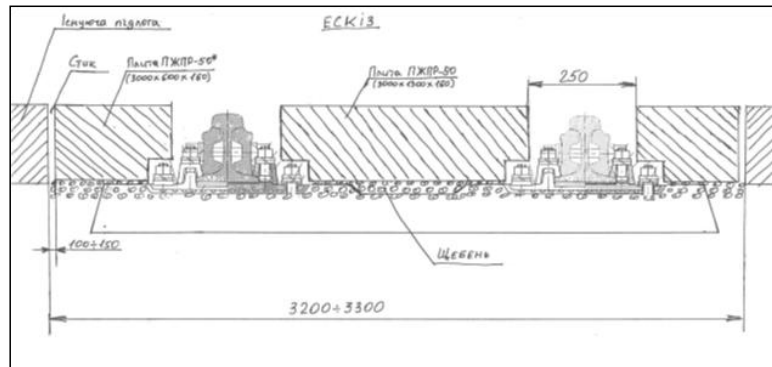
Производитель:	Завод ЖБИ
(L) Довжина ЖБИ:	3000 мм
(B) Ширина ЖБИ:	1300 мм
(H) Высота / товщина ЖБИ:	160 мм
Вес ЖБИ:	1470 кг
ГОСТ/Серия:	Рабочие чертежи
Загрузка в авто (20 т), шт.:	14
Класс бетона:	B30
Нормативная нагрузка на колесо, т.:	11
Объем бетона в изделии, м.куб.:	0.588

**Плита ж/д переїзду ПЖПР-50 \***

2 588.00 грн.

**Характеристики**

Производитель:	Завод ЖБИ
(L) Довжина ЖБИ:	3000 мм
(B) Ширина ЖБИ:	600 мм
(H) Высота / толщина ЖБИ:	160 мм
Вес ЖБИ:	650 кг
ГОСТ/Серия:	Рабочие чертежи
Загрузка в авто (20 т), шт.:	32
Класс бетона:	B30
Нормативная нагрузка на колесо, т.:	11
Объем бетона в изделии, м.куб.:	0.26



Ділянка, що перепланується залізнична колії №15, довжина 162м обсяг робіт: Обтяження заставних болтів 1000шт. За необхідністю замінити гайки М22 заставного болта (до 10 відсотків). Відсіпання щебнем (56м3) колії завдовжки 162м у рівень мінус 160мм від існуючого рівня підлоги складу. Трамбування. Монтаж плит залізничних для переїзду ПЖПР-50 (3000\*1300\*160) – 54шт. Монтаж плит залізничних для переїзду ПЖПР-50\* (3000\*600\*160) – 108шт. Залівка бетонним розчином С20/25 (4,3м3) стику між плитою ПЖПР-50\* та існуючою підлогою.  
**Заглом витрати складають: 1361748,0**

Рисунок 3.13 – Результати розрахунку ефекту заходу оптимізація використання площі критого складу (витратна частина придбання плит та накриття жд шляху).

Таблиця 3.1 – Результат розрахунку ефекту заходу оптимізація використання площі критого складу

Реорганізація критого складу Святопетрівське														
№ п/п	Показатель	Ед.изм	2024 (БАЗА)	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	Загалом
1	Збільшення оберту прокату на критому складі з метою збільшення його реалізації	т/рік	0,0	6 782,1	6 782,1	6 782,1	6 782,1	6 782,1	6 782,1	6 782,1	6 782,1	6 782,1	6 782,1	
2	Кількість робочих змін після реалізації проекту	діб	0,0	262,0	262,0	262,0	262,0	261,0	260,0	261,0	262,0	262,0	262,0	
4	Середнє місячне відвантаження	т/місяць	0	776,6	776,6	776,6	776,6	776,6	776,6	776,6	776,6	776,6	776,6	
5	Кількість робочих місяців після реалізації проекту	одиниць	0	7,00	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	
<b>Розрахунок ефекту:</b>														
9	Планова кількість додаткової реалізації металопрокату	т/рік	0,0	3 956,2	6 782,1	6 782,1	6 782,1	6 782,1	6 782,1	6 782,1	6 782,1	6 782,1	6 782,1	
12	Прибуток від реалізації	тис. грн/т	0,0	0,5	0,5	0,6	0,7	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	
13	<b>Економічний ефект</b>	<b>тис. грн/рік</b>	<b>0,0</b>	<b>1 899,0</b>	<b>3 678,6</b>	<b>4 046,5</b>	<b>4 451,1</b>	<b>4 896,2</b>	<b>5 385,8</b>	<b>5 924,4</b>	<b>6 516,9</b>	<b>7 168,6</b>	<b>7 885,4</b>	
	<b>Курс валют</b>	<b>грн/\$</b>	<b>38,3</b>	<b>41,3</b>	<b>43,3</b>	<b>44,7</b>	<b>45,8</b>	<b>47,0</b>	<b>48,4</b>	<b>49,8</b>	<b>51,2</b>	<b>52,7</b>	<b>55,7</b>	
	<b>Ефект від проекту</b>	<b>тис. \$/рік</b>	<b>0,0</b>	<b>45,9</b>	<b>85,0</b>	<b>90,5</b>	<b>97,2</b>	<b>104,1</b>	<b>111,3</b>	<b>118,9</b>	<b>127,2</b>	<b>136,0</b>	<b>141,6</b>	
<b>Витрати на зачистку</b>														
17	Витрати ел. енергії на роботу обладнання	кВт/година	0,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	
18	Вартість електроенергії	грн/кВт*година	5,5	5,8	6,4	6,9	7,4	7,7	8,1	8,5	8,9	9,4	9,8	
19	Витрати на електроенергію	тис. грн/рік	0,0	294,0	321,6	347,3	372,7	388,4	405,1	426,5	449,1	471,2	494,2	
20	Витрати на обладнання	тис. грн/рік	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
21	<b>Витрати на реалізацію заходу</b>	<b>тис. грн/рік</b>	<b>0,0</b>	<b>294,0</b>	<b>321,6</b>	<b>347,3</b>	<b>372,7</b>	<b>388,4</b>	<b>405,1</b>	<b>426,5</b>	<b>449,1</b>	<b>471,2</b>	<b>494,2</b>	
		<b>тис. \$</b>		<b>7,1</b>	<b>7,4</b>	<b>7,8</b>	<b>8,1</b>	<b>8,3</b>	<b>8,4</b>	<b>8,6</b>	<b>8,8</b>	<b>8,9</b>	<b>8,9</b>	
	<b>Ефект від проекту</b>	<b>тис. грн/рік</b>		<b>1 605,0</b>	<b>3 357,0</b>	<b>3 699,1</b>	<b>4 078,4</b>	<b>4 507,9</b>	<b>4 980,8</b>	<b>5 497,9</b>	<b>6 067,7</b>	<b>6 697,4</b>	<b>7 391,2</b>	<b>47 882,3</b>
	<b>Ефект від проекту</b>	<b>тис. \$/рік</b>		<b>38,8</b>	<b>77,6</b>	<b>82,7</b>	<b>89,0</b>	<b>95,9</b>	<b>102,9</b>	<b>110,3</b>	<b>118,4</b>	<b>127,1</b>	<b>132,7</b>	<b>975,5</b>

Модернізація приймального столу для лінії поперечного різання. Очікувані результати

1) Підвищення якості продукції: усунення деформацій листів під час обробки.

2) Поліпшення товарного вигляду металу: формування пачок без зсувів та пошкоджень.

3) Підвищення безпеки праці: мінімізація ризиків для персоналу завдяки впровадженню безконтактних технологій обробки та пакування.

4) Скорочення втрат продукції: зниження бракування металу та підвищення ефективності процесів виробництва.

Ключові рекомендації для реалізації

У процесі реалізації модернізації приймального столу необхідно впровадити систему контролю якості під час різання металу, що дозволить оперативно відстежувати параметри продукції та вчасно коригувати виробничі процеси.

Важливим аспектом є проведення навчання персоналу щодо використання модернізованого обладнання, що допоможе уникнути помилок під час експлуатації та забезпечить максимальну ефективність нового приймального столу.

Також слід здійснювати моніторинг ефективності впроваджених змін, аналізуючи рівень браку, швидкість пакування та загальну продуктивність праці впродовж перших шести місяців після модернізації.

Таблиця 3.2 – Результат розрахунку ефекту заходу модернізації приймального столу лінії поперечного різання рулонного металу

№ п/п	Показатель	Ед.изм.	2024 (БАЗА)	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	Загалом
1	Прокат рулонний товщиною 0,4-0,5мм який зараз не виробляється	т	0,0	573,8	573,8	573,8	573,8	573,8	573,8	573,8	573,8	573,8	573,8	
2	Швидкість порубки	т/год	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	
3	Час безперервної зачистки повного обсягу	годин	0	713,69	713,69	713,69	713,69	713,69	713,69	713,69	713,69	713,69	713,69	
4	Час безперервної зачистки у робочу зміну	годин/зміна	7	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	
5	Кількість потрібних робочих змін	сутки	0	101,96	101,96	101,96	101,96	101,96	101,96	101,96	101,96	101,96	101,96	
6	Середнє місячна зачистка	т/місяць	0	47,82	47,82	47,82	47,82	47,82	47,82	47,82	47,82	47,82	47,82	
7	Кількість робочих місяців після реалізації проекту	одиниць	0	6,00	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	
<b>Розрахунок ефекту</b>														
9	Планова кількість зачистки металопрокату	т/рік	0,0	573,8	573,8	573,8	573,8	573,8	573,8	573,8	573,8	573,8	573,8	
10	Середня вартість услуги порубки	грн/т	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	
11	<b>Економічний ефект</b>	<b>тис. грн/рік</b>	<b>0,0</b>	<b>286,9</b>	<b>286,9</b>	<b>286,9</b>	<b>286,9</b>	<b>286,9</b>	<b>286,9</b>	<b>286,9</b>	<b>286,9</b>	<b>286,9</b>	<b>286,9</b>	
12	<b>Курс валют</b>	<b>грн/\$</b>	<b>38,3</b>	<b>41,3</b>	<b>43,3</b>	<b>44,7</b>	<b>45,8</b>	<b>47,0</b>	<b>48,4</b>	<b>49,8</b>	<b>51,2</b>	<b>52,7</b>	<b>55,7</b>	
13	<b>Ефект від проекту</b>	<b>тис. \$/рік</b>	<b>0,0</b>	<b>6,9</b>	<b>6,6</b>	<b>6,4</b>	<b>6,3</b>	<b>6,1</b>	<b>5,9</b>	<b>5,8</b>	<b>5,6</b>	<b>5,4</b>	<b>5,2</b>	
<b>Витрати на зачистку</b>														
14	Витрати ел. енергії на зачистку	кВт/година		5,2	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	
15	Вартість електроенергії	грн/кВт*година	5,5	5,8	6,4	6,9	7,4	7,7	8,1	8,5	8,9	9,4	9,8	
16	Витрати на електроенергію при зачистці	тис. грн/рік		173,5	54,8	59,1	63,5	66,4	69,5	72,9	76,5	80,2	84,1	
17	Витрати на змінне обладнання	тис. грн/рік		1,80	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	
18	<b>Витрати на зачистку</b>	<b>тис. грн/рік</b>		<b>175,3</b>	<b>58,4</b>	<b>62,7</b>	<b>67,1</b>	<b>70,0</b>	<b>73,1</b>	<b>76,5</b>	<b>80,1</b>	<b>83,8</b>	<b>87,7</b>	
		<b>тис. \$</b>		<b>4,2</b>	<b>1,3</b>	<b>1,4</b>	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>	<b>1,6</b>	<b>1,6</b>	<b>1,6</b>	
	<b>Ефект від проекту</b>	<b>тис. грн/рік</b>		<b>111,6</b>	<b>228,5</b>	<b>224,2</b>	<b>219,9</b>	<b>216,9</b>	<b>213,8</b>	<b>210,4</b>	<b>206,8</b>	<b>203,1</b>	<b>199,2</b>	<b>2 034,4</b>
	<b>Ефект від проекту</b>	<b>тис. \$/рік</b>		<b>2,7</b>	<b>5,3</b>	<b>5,0</b>	<b>4,8</b>	<b>4,6</b>	<b>4,4</b>	<b>4,2</b>	<b>4,0</b>	<b>3,9</b>	<b>3,6</b>	<b>42,5</b>

Модернізація приймального столу дозволить значно покращити якість кінцевої продукції, зменшити ризик браку та підвищити рівень безпеки працівників у процесі роботи

3) Придбання лазерного очищувача для металевих листів.

Очікувані результати

1) Підвищення якості очищення поверхонь, що забезпечить кращу адгезію при подальшому нанесенні покриттів або зварюванні.

2) Зменшення часу на підготовку поверхонь до обробки, що дозволить прискорити виробничий цикл.

3) Скорочення витрат на витратні матеріали, оскільки лазерне очищення не потребує абразивів чи хімічних речовин.

4) Поліпшення умов праці завдяки відсутності пилу та шкідливих випарів у виробничому середовищі.

Ключові рекомендації для реалізації

Для успішного впровадження лазерного очищення необхідно ретельно оцінити технічні параметри обладнання, обрати оптимальну потужність лазерної системи та інтегрувати її у виробничий процес.

Додатково слід провести навчання персоналу щодо роботи з новими технологіями, а також розробити систему контролю якості очищення, щоб забезпечити відповідність вимогам замовників і стандартам виробництва.

Впровадження цієї технології дозволить значно підвищити конкурентоспроможність підприємства та оптимізувати процеси підготовки металевих поверхонь, зменшити виробничі витрати та покращити екологічну ситуацію. Для максимально ефективного реалізації цього заходу важливо забезпечити відповідне навчання персоналу, інтегрувати технологію у виробничий процес та контролювати якість виконання операцій

Таблиця 3.3 – Результат розрахунку ефекту заходу модернізація приймального столу лінії поперечного різання рулонного металу

№ п/п	Показатель	Ед.изм.	2024 (БАЗА)	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	Загалом
1	Прокат профільний та труби довжиною 12м залишки під зачистку	т	237,6	101,7	203,4	203,4	203,4	203,4	203,4	203,4	203,4	203,4	203,4	
2	Загальна площа зачистки з урахуванням зачистки пачками	м2	36 945,9	15 813,0	31 626,0	31 626,0	31 626,0	31 626,0	31 626,0	31 626,0	31 626,0	31 626,0	31 626,0	
3	Швидкість зачистки	м2/година	18	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	
4	Час безперервної зачистки повного обсягу	годин	2 053	878,50	1 757,00	1 757,00	1 757,00	1 757,00	1 757,00	1 757,00	1 757,00	1 757,00	1 757,00	
5	Час безперервної зачистки у робочу зміну	годин/зміна	7	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	
6	Кількість потрібних робочих змін	сутки	293	125,50	251,00	251,00	251,00	251,00	251,00	251,00	251,00	251,00	251,00	
7	Середнє місячна зачистка	м2/місяць	3 079	1 318	2 636	2 636	2 636	2 636	2 636	2 636	2 636	2 636	2 636	
8	Кількість робочих місяців після реалізації проекту	одиниць	0	6,00	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	
<b>Розрахунок ефекту</b>														
9	Планова кількість зачистки металопрокату	т/рік	0,0	101,7	203,4	203,4	203,4	203,4	203,4	203,4	203,4	203,4	203,4	
10	Середня вартість реалізації	тис. грн/т	42,2	45,1	49,3	53,3	57,1	59,8	62,6	65,7	68,9	72,2	75,8	
11	Знижка на металопрокат під зачистку (поточна)	%	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	
12	Знижка на металопрокат під зачистку (після зачистки)	%		5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	
13	Економічний ефект	тис. грн/т		4,5	4,9	5,3	5,7	6,0	6,3	6,6	6,9	7,2	7,6	
14	<b>Економічний ефект</b>	<b>тис. грн/рік</b>	<b>0,0</b>	<b>458,4</b>	<b>1 003,0</b>	<b>1 083,2</b>	<b>1 162,3</b>	<b>1 215,8</b>	<b>1 272,9</b>	<b>1 335,3</b>	<b>1 400,7</b>	<b>1 469,4</b>	<b>1 541,4</b>	
	Курс валют	грн/\$	38,3	41,3	43,3	44,7	45,8	47,0	48,4	49,8	51,2	52,7	55,7	
	<b>Ефект від проекту</b>	<b>тис. \$/рік</b>	<b>0,0</b>	<b>11,1</b>	<b>23,2</b>	<b>24,2</b>	<b>25,4</b>	<b>25,9</b>	<b>26,3</b>	<b>26,8</b>	<b>27,3</b>	<b>27,9</b>	<b>27,7</b>	
<b>Витрати на зачистку</b>														
15	Зарплатня одного працівника	грн/місяць	23 200,4	24 787,0	27 117,0	29 286,3	31 424,2	32 869,8	34 414,6	36 100,9	37 869,9	39 725,5	41 672,1	
16	Витрати на ФОТ	тис.грн/рік		148,7	325,4	351,4	377,1	394,4	413,0	433,2	454,4	476,7	500,1	
17	Витрати ел. енергії на зачистку	кВт/година		1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	
18	Вартість електроенергії	грн/кВт*година	5,5	5,8	6,4	6,9	7,4	7,7	8,1	8,5	8,9	9,4	9,8	
19	Витрати на електроенергію при зачистці	тис. грн/рік		7,1	15,6	16,9	18,1	18,9	19,8	20,8	21,8	22,9	24,0	
20	Витрати на змінне обладнання	тис. грн/рік		1,80	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	
21	<b>Витрати на зачистку</b>	<b>тис. грн/рік</b>		<b>157,7</b>	<b>344,6</b>	<b>371,9</b>	<b>398,8</b>	<b>417,0</b>	<b>436,4</b>	<b>457,6</b>	<b>479,8</b>	<b>503,2</b>	<b>527,6</b>	
		тис. \$		3,8	8,0	8,3	8,7	8,9	9,0	9,2	9,4	9,5	9,5	
	<b>Ефект від проекту</b>	<b>тис. грн/рік</b>		<b>300,8</b>	<b>658,4</b>	<b>711,3</b>	<b>763,5</b>	<b>798,8</b>	<b>836,5</b>	<b>877,7</b>	<b>920,9</b>	<b>966,2</b>	<b>1 013,7</b>	<b>7 847,9</b>
	<b>Ефект від проекту</b>	<b>тис. \$/рік</b>		<b>7,3</b>	<b>15,2</b>	<b>15,9</b>	<b>16,7</b>	<b>17,0</b>	<b>17,3</b>	<b>17,6</b>	<b>18,0</b>	<b>18,3</b>	<b>18,2</b>	<b>161,5</b>

4) Придбання гідравлічного кантовача для рулонів.

Очікувані результати

Реалізація цього заходу дозволить значно покращити умови праці та підвищити рівень безпеки на підприємстві. Основні очікувані результати:

1) Зниження рівня травматизму серед працівників, оскільки усувається необхідність виконання фізично важких та небезпечних операцій вручну.

2) Скорочення часу на виконання операцій, що дозволить підвищити загальну продуктивність складу та виробничих ліній.

3) Покращення логістичних процесів, оскільки кантувач дозволить швидко готувати рулони для подальшої обробки або транспортування.

Ключові рекомендації для реалізації

Для ефективного впровадження кантувача необхідно здійснити вибір обладнання, що відповідатиме технічним вимогам виробництва, враховуючи розміри та вагу рулонів.

Додатково слід організувати навчання персоналу для правильної експлуатації нового обладнання та дотримання правил безпеки.

Також важливо інтегрувати кантувач у загальну систему логістики складу, що дозволить оптимізувати робочі процеси та мінімізувати час простою

Таблиця 3.3 – Результат розрахунку ефекту заходу модернізації приймального столу лінії поперечного різання рулонного металу

Реорганізація критого складу Святопетрівське														
№ п/п	Показатель	Ед.изм	2024 (БАЗА)	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	Загалом
1	Збільшення оборту прокату на критому складі з метою збільшення його реалізації	т/рік	0,0	384,0	384,0	384,0	384,0	384,0	384,0	384,0	384,0	384,0	384,0	
2	Кількість робочих змін після реалізації проекту	діб	0,0	262,0	262,0	262,0	262,0	261,0	260,0	261,0	262,0	262,0	262,0	
4	Середнє місячне відвантаження	т/місяць	0	44,0	44,0	44,0	44,0	44,0	44,0	44,0	44,0	44,0	44,0	
5	Кількість робочих місяців після реалізації проекту	одиниць	0	7,00	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	
<b>Розрахунок ефекту:</b>														
9	Планова кількість додаткової реалізації металопрокату	т/рік	0,0	224,0	384,0	384,0	384,0	384,0	384,0	384,0	384,0	384,0	384,0	
12	Прибуток від реалізації	тис. грн/т	0,0	0,5	0,5	0,6	0,7	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	
13	<b>Економічний ефект</b>	<b>тис. грн/рік</b>	<b>0,0</b>	<b>107,5</b>	<b>208,3</b>	<b>229,1</b>	<b>252,0</b>	<b>277,2</b>	<b>304,9</b>	<b>335,4</b>	<b>369,0</b>	<b>405,9</b>	<b>446,5</b>	
	<b>Курс валют</b>	<b>грн/\$</b>	<b>38,3</b>	<b>41,3</b>	<b>43,3</b>	<b>44,7</b>	<b>45,8</b>	<b>47,0</b>	<b>48,4</b>	<b>49,8</b>	<b>51,2</b>	<b>52,7</b>	<b>55,7</b>	
	<b>Ефект від проекту</b>	<b>тис. \$/рік</b>	<b>0,0</b>	<b>2,6</b>	<b>4,8</b>	<b>5,1</b>	<b>5,5</b>	<b>5,9</b>	<b>6,3</b>	<b>6,7</b>	<b>7,2</b>	<b>7,7</b>	<b>8,0</b>	
<b>Витрати на зачиску</b>														
17	Витрати ел. енергії на роботу обладнання	кВт/годин а	0,0	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	
18	Вартість електроенергії	грн/кВт*го дина	5,5	5,8	6,4	6,9	7,4	7,7	8,1	8,5	8,9	9,4	9,8	
19	Витрати на електроенергію	тис. грн/рік	0,0	30,6	33,5	36,2	38,8	40,5	42,2	44,4	46,8	49,1	51,5	
20	Витрати на обладнання	тис. грн/рік	0,0	295,00	29,50	29,50	29,50	29,50	29,50	29,50	29,50	29,50	29,50	
21	<b>Витрати на реалізацію заходу</b>	<b>тис. грн/рік</b>	<b>0,0</b>	<b>325,6</b>	<b>63,0</b>	<b>65,7</b>	<b>68,3</b>	<b>70,0</b>	<b>71,7</b>	<b>73,9</b>	<b>76,3</b>	<b>78,6</b>	<b>81,0</b>	
		<b>тис. \$</b>		<b>7,9</b>	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>	
	<b>Ефект від проекту</b>	<b>тис. грн/рік</b>		<b>-218,1</b>	<b>145,3</b>	<b>163,4</b>	<b>183,7</b>	<b>207,3</b>	<b>233,3</b>	<b>261,5</b>	<b>292,7</b>	<b>327,3</b>	<b>365,5</b>	<b>1 961,8</b>
	<b>Ефект від проекту</b>	<b>тис. \$/рік</b>		<b>-5,3</b>	<b>3,4</b>	<b>3,7</b>	<b>4,0</b>	<b>4,4</b>	<b>4,8</b>	<b>5,2</b>	<b>5,7</b>	<b>6,2</b>	<b>6,6</b>	<b>38,7</b>

Таблиця 3.5 - Інвестиційні заходи та оцінка їх ефективності

	Назва заходу	Мета заходу	Інвестиції	Очікувані результати	Термін окупності
1.	Перепланування складських площ і встановлення стелажних систем	Збільшення доступної площі для складування та підвищення ефективності використання простору	3,3 млн грн	- Звільнення додаткових 847,76 м <sup>2</sup> площі. - Збільшення місткості складу на 970 тонн металопродукції. - Підвищення доходів на 12%.	1,5 роки
2.	Модернізація приймального столу для лінії поперечного різання	запобігання деформаціям листів під час укладання та підвищення швидкості обробки.	0,8 млн грн	-Зменшення кількості дефектних листів на 25%. -Скорочення часу на приймання продукції на 20%.	2,8 роки.
3.	Придбання лазерного очищувача для металевих листів	Ефективна безконтактна зачистка поверхонь без пошкодження основного матеріалу.	1,6 млн грн	-Підвищення якості поверхонь. -Зменшення витрат на абразивні матеріали. -Скорочення часу очищення на 50%.	0,8 року.
4.	Придбання гідравлічного кантовача для рулонів	Забезпечення безпечного та швидкого перевертання рулонів вагою до 10 тонн.	0,3 млн грн	-Зниження травматизму на 90%. -Зменшення пошкодження рулонів на 70%. -Підвищення продуктивності на 35%.	2,3 роки

Успішне впровадження цього заходу підвищить ефективність обробки рулонного металу та сприятиме розвитку підприємства у напрямку автоматизації складських операцій.

Реалізація запропонованих заходів дозволить значно покращити організацію складських процесів, підвищити продуктивність підприємства та знизити витрати на обслуговування логістичних операцій.

Оцінка ефективності інвестицій. Перепланування складських площ та встановлення стелажних систем забезпечить збільшення загальної площі для зберігання продукції, що дозволить розмістити додаткові 970 тонн металопродукції. Це сприятиме зростанню доходів підприємства на 12%, а окупність цих інвестицій прогнозується протягом двох років.

Придбання гідравлічного кантовача для рулонів дозволить значно знизити рівень травматизму серед працівників, забезпечивши безпечне перевертання рулонів вагою до 10 тонн. Очікується, що пошкодження рулонів зменшаться на 70%, а продуктивність складу збільшиться на 35%. Інвестиції в цей захід складуть 300 тис грн, а термін окупності прогнозується на рівні 2,3 роки.

Модернізація приймального столу для лінії поперечного різання дозволить значно скоротити кількість дефектних листів завдяки мінімізації механічного впливу на метал. Очікується зменшення браку на 25% та скорочення часу на приймання продукції на 20%. Вартість цього заходу оцінюється у 800 тис грн, а окупність становитиме 2,8 років.

Придбання лазерного очищувача для металевих листів дозволить підвищити якість очищення поверхонь, скоротити витрати на абразивні матеріали та зменшити час очищення на 50%. Загальний обсяг інвестицій складе 1,6 млн грн, а термін окупності цього заходу прогнозується на рівні 0,8 року.

Впровадження запропонованих інвестиційних заходів дозволить значно підвищити ефективність складських і виробничих процесів.

Загальний обсяг інвестицій становить 6,1 млн грн, а середній термін окупності заходів – 1,9 років, що є економічно доцільним показником. Найшвидшу окупність матиме придбання лазерного очищувача для металевих листів (0,8 роки), що зумовлено значним скороченням часу на підготовку металевих поверхонь та зниженням витрат на витратні матеріали.

Перепланування складських площ та встановлення стелажних систем забезпечить довгостроковий ефект, оскільки дозволить зберігати більший обсяг продукції, покращить логістику та збільшить дохід підприємства на 12%. Придбання гідравлічного кантовача дозволить знизити ризик травматизму та підвищити продуктивність обробки рулонів на 35%, що є вагомим показником ефективності модернізації.

Таким чином, інвестиції у модернізацію розподільчого центру Святопетрівське дозволять досягти комплексного покращення всіх аспектів роботи складу, включаючи підвищення продуктивності, зниження витрат та підвищення рівня безпеки праці.

Запропоновані заходи спрямовані на оптимізацію складських процесів та підвищення ефективності операцій у розподільчому центрі Святопетрівське. Основні удосконалення включають оптимізацію використання площі критого складу, модернізацію приймального столу лінії поперечного різання рулонного металу, впровадження лазерного очищення металевих поверхонь та придбання кантувача для рулонів металу.

### **Висновки за розділом 3**

Аналіз операційних процесів розподільчого центру Святопетрівське дозволив визначити основні проблеми, що гальмують ефективність діяльності підприємства. Основними з них є

нерівномірне навантаження на складські зони, відсутність автоматизованих систем прогнозування попиту, недостатнє використання складських площ та висока залежність від ручної праці. Реалізовані заходи, такі як впровадження сучасних систем обліку, оптимізація розміщення товарів та покращення внутрішньої логістики, дали позитивні результати, проте ще залишається низка аспектів, які потребують подальшого вдосконалення.

Запропоновані напрями удосконалення управління складськими операціями включають оптимізацію використання площі складу, модернізацію ключових технологічних процесів та впровадження інноваційних методів обробки матеріалів. Перепланування складських зон та встановлення сучасних стелажних систем дозволить значно збільшити місткість складу, а впровадження автоматизованого обладнання для переміщення продукції підвищить рівень безпеки працівників та знизить рівень браку.

Розрахунок ефективності інвестицій у модернізацію показав, що загальний обсяг інвестицій у розмірі 6,1 млн грн є економічно обґрунтованим, а середній термін окупності становить 1,9 років.

З'ясовано, що найшвидшу окупність продемонструє лазерний очищувач для металевих листів, який дозволить скоротити виробничі витрати та покращити якість обробки металопродукції. Інші заходи, такі як придбання гідравлічного кантовача та модернізація приймального столу, суттєво підвищать ефективність логістичних процесів та сприятимуть зниженню операційних витрат.

Запропоновані заходи модернізації дозволять значно покращити ефективність роботи складу, мінімізувати витрати на обслуговування логістичних процесів, підвищити безпеку праці та адаптувати підприємство до сучасних ринкових вимог. Використання інноваційних технологій забезпечить підприємству конкурентні переваги та

дозволить підвищити якість обслуговування клієнтів, що є ключовим фактором успішності у сфері дистрибуції та логістики.

## ВИСНОВКИ

У процесі виконання кваліфікаційної роботи було проведено дослідження щодо підвищення ефективності бізнес-процесів розподільчого центра «Петрівське». На основі аналізу теоретичних підходів та практичних аспектів управління операційною діяльністю було сформовано комплекс рекомендацій щодо оптимізації бізнес-процесів підприємства.

В рамках дослідження були розглянуті основні методології підвищення ефективності бізнес-процесів, зокрема Lean, Kaizen, Six Sigma, а також сучасні інструменти автоматизації та цифровізації. Проведений аналіз діяльності розподільчого центра дозволив виявити основні проблемні зони, серед яких – неефективне використання складських ресурсів, зайві операційні витрати, низька швидкість обробки замовлень та недостатній рівень автоматизації.

Для вирішення виявлених проблем були запропоновані наступні заходи: впровадження методологій Lean та 5S для оптимізації складських процесів; автоматизація обліку та контролю за допомогою WMS-систем; удосконалення логістичних операцій та скорочення часу обробки замовлень; оптимізація системи управління запасами з використанням принципу Just-in-Time; запровадження програмного забезпечення для аналізу KPI та покращення прогнозування попиту.

Оцінка економічної ефективності показала, що запропоновані заходи сприятимуть підвищенню продуктивності, зниженню витрат на складські операції та покращенню загальної конкурентоспроможності підприємства.

Результати дослідження можуть бути використані для підвищення ефективності операційної діяльності розподільчого

центра «Петрівське» та можуть слугувати основою для подальших досліджень у сфері оптимізації бізнес-процесів.

Проведено всебічний аналіз бізнес-процесів розподільчого центру та запропоновано низку рішень, які мають новизну та можуть значно покращити ефективність складських операцій. Одним із таких нововведень є аналіз частот побудова ABC аналізу з використанням кольорової диференціації на мнемосхемі складу та розрахунок середньої ваги одного переміщення з використанням даних WMS системи впровадженої на складі в усіх комірках. Використання цього підходу дозволяє більш точно оцінити навантаження на складські зони, мінімізувати зайві переміщення та скоротити час обробки вантажів. Завдяки систематичному збору даних щодо частоти використання кожної комірки та середньої ваги переміщуваних вантажів стає можливим оптимізувати розташування товарів, визначити зони підвищеної активності та зменшити навантаження на персонал. Для наступного кроку потрібно розробити автоматично обновлювану мнемо схему згідно раніше відпрацьованих періодів з моделлю радника розміщення матеріалів згідно статистичних даних.

Ще одним інноваційним рішенням є впровадження технології лазерної очистки для забезпечення очистки прокату в пачках без розриву заводського пакування. Традиційні методи очистки часто потребують значних ресурсів та можуть спричиняти пошкодження матеріалів, тоді як лазерна технологія дозволяє екологічно чисто та ефективно видаляти забруднення з поверхонь прокату. Це рішення є особливо актуальним для складів, які працюють із металопродукцією та великогабаритними конструкціями, оскільки воно забезпечує кращий контроль якості, знижує ризик корозії та зменшує відсоток знижки яку потрібно зробити для пришвидшення оборту прокату.

Запропоновано новий підхід до збільшення критої складської площі шляхом використання залізобетонних плит, що зазвичай застосовуються для облаштування залізничних переїздів. Це рішення дозволяє оперативно розширити складську інфраструктуру без значних фінансових витрат на будівництво. Використання таких плит забезпечує швидкий монтаж і демонтаж, що дозволяє легко адаптувати простір відповідно до змін у логістичних потоках. Крім того, це сприяє покращенню захисту товарів від несприятливих погодних умов, що є важливим чинником для ефективної роботи розподільчого центру.

## ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Пісоцька О. В. Логістика та управління ланцюгами поставок: монографія. Київ, 2021. 320 с.
2. Крикавський Є. В. Логістичні системи: теорія і практика: монографія. Львів, 2021. 280 с.
3. Smith J., Johnson M. Logistics and Supply Chain Management. Pearson Education, 2022. 412 p.
4. Lambert D. M. Supply Chain Management: Processes, Partnerships, Performance. 5th ed. Supply Chain Management Institute, 2019. 350 p.
5. Chopra S., Meindl P. Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation. Pearson, 2021. 490 p.
6. Christopher M. Logistics & Supply Chain Management. Financial Times Prentice Hall, 2020. 390 p.
7. Ivanov D., Tsipoulanidis A., Schönberger J. Global Supply Chain and Operations Management. Springer, 2018. 420 p.
8. Simchi-Levi D., Kaminsky P., Simchi-Levi E. Designing and Managing the Supply Chain. McGraw-Hill, 2019. 380 p.
9. Monczka R. M., Handfield R. B., Giunipero L. C., Patterson J. L. Purchasing and Supply Chain Management. Cengage Learning, 2020. 450 p.
10. Council of Supply Chain Management Professionals. Supply Chain Management: Processes and Best Practices. Wiley, 2021. 370 p.
11. Rushton A., Croucher P., Baker P. The Handbook of Logistics and Distribution Management. Kogan Page, 2017. 450 p.
12. Waters D. Global Logistics: New Directions in Supply Chain Management. Kogan Page, 2019. 360 p.

13. Slack N., Brandon-Jones A., Johnston R. Operations and Process Management: Principles and Practice for Strategic Impact. Pearson, 2021. 520 p.

14. Мних Є. В., Долгий С. О. Логістика складу: сучасні підходи до управління запасами // Вісник економіки транспорту і промисловості. 2019. № 67. С. 40-55.

15. Гармаш О. М., Овдієнко О. В. Складська логістика. Оптимізація складських процесів // Економіка та суспільство. 2020. Вип. 37. С. 78-92.

16. Pande P. S., Neuman R. P., Cavanagh R. R. The Six Sigma Way: How GE, Motorola, and Other Top Companies are Honing Their Performance. McGraw-Hill, 2000. 420 p.

17. Dumas M., La Rosa M., Mendling J., Reijers H. A. Fundamentals of Business Process Management. Springer, 2013. 440 p.

18. Rother M., Shook J. Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate MUDA. Lean Enterprise Institute, 2003. 146 p.

19. Shah R., Ward P. T. Lean Production: Literature Review and Research Issues // International Journal of Operations & Production Management. 2007. Vol. 27, No. 9. P. 987–1008.

20. Kumar V., et al. The Impact of 5S Implementation on Productivity and Workplace Safety in Manufacturing // Journal of Manufacturing Technology Management. 2013. Vol. 24, No. 5. P. 702–720.

21. Antony J., et al. Six Sigma in Manufacturing: A Case Study Approach // International Journal of Productivity and Quality Management. 2007. Vol. 8, No. 3. P. 304–317.

22. Harry M., Schroeder R. Six Sigma: The Breakthrough Management Strategy Revolutionizing the World's Top Corporations. Currency, 2000. 450 p.

23. World Bank Logistics Performance Index. URL: <https://lpi.worldbank.org/> (дата звернення: 02.02.2025).
24. Deloitte Global Supply Chain Trends 2024. URL: <https://www2.deloitte.com/> (дата звернення: 12.12.2024).
25. McKinsey & Company. The Future of Logistics 2025. URL: <https://www.mckinsey.com/> (дата звернення: 02.02.2025).
26. European Logistics Association. Logistics Report 2023. URL: <https://www.elalog.org/> (дата звернення: 10.10.2024).
27. ISO 9001:2015 Quality management systems – Requirements. International Organization for Standardization.
28. Lean Enterprise Institute. Lean Thinking and Continuous Improvement. URL: <https://www.lean.org/> (дата звернення: 12.12.2024).
29. Harvard Business Review. Logistics and Supply Chain Strategy. URL: <https://hbr.org/> (дата звернення: 22.11.2025).