

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

**Інститут (факультет) автоматизації і комп'ютерних систем  
Кафедра автоматизації та комп'ютерних технологій систем управління**

**«До захисту в ЕК»**  
Директор інституту(декан факультету)  
\_\_\_\_\_ Андрій ФОРСЮК  
(підпис) (ім'я та прізвище)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**«До захисту допущено»**  
Завідувач кафедри  
\_\_\_\_\_ Ярослав СМІТЮХ  
(підпис) (ім'я та прізвище)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА  
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

зі спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми «Комп'ютерні технології та програмування  
в автоматизованих системах управління»

на тему: Керування виробничими запасами з використанням технології RFID

Виконав: здобувач б курсу, групи ІА-2-2М

\_\_\_\_\_ Кислюк Дмитро Іванович \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник \_\_\_\_\_ Пупена Олександр Миколайович \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

Консультанти \_\_\_\_\_  
(ім'я та прізвище) (підпис)

\_\_\_\_\_ (ім'я та прізвище) (підпис)

\_\_\_\_\_ (ім'я та прізвище) (підпис)

Рецензент \_\_\_\_\_ Сергій ГРИБКОВ \_\_\_\_\_  
(ім'я та прізвище) (підпис)

Я як здобувач(ка) Національного університету харчових технологій розумію і підтримую політику університету з академічної доброчесності. Я не надавав(-ла) і не одержував(-ла) недозволеної допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Здобувач \_\_\_\_\_  
(підпис)

Київ - 2023р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ  
Факультет Автоматизації і комп'ютерних систем  
Кафедра Автоматизації та комп'ютерних технологій систем управління  
Освітній ступінь магістр  
Спеціальність 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»  
(код і назва)  
Освітньо-професійна програма «Комп'ютерні технології та  
програмування в автоматизованих системах управління»  
(назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**Завідувач**

кафедри Ярослав Смітюх

“ ” \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_ року

## **ЗАВДАННЯ**

### **НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА**

Кислюка Дмитра Івановича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Керування виробничими запасами з використанням технології RFID

керівник роботи Пупена Олександр Миколайович доц

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “16” листопада 2022 року № 820-кв

2. Строк подання здобувачем роботи 1 лютого 2023 року

3. Вихідні дані до роботи Проблематика керування виробничими запасами на виробництві. Матеріали переддипломної практики.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)  
Вступ. Розділ 1. Аналітичний огляд літератури та мета магістерської роботи. 1.1. Аналітичний огляд літератури 1.2. Управління запасами (Inventory Management) та управління складом (Warehouse Management). 1.3. Проблематика. 1.4. WMS та RFID. 1.5. Inventory Management. 1.6. Функціональна структура MOM. Розділ 2. Управління запасами. 2.1. Означення. 2.2. Зберігання. 2.3. Керування матеріалами та енергією. 2.4. Керування відвантаженням продукції. 2.5. Ресурси керування виробничими операціями. 2.6. Відомість матеріалів. 2.7 Сегмент продукту. Розділ 3. Технологія RFID. 3.1 Означення RFID. 3.2 Компоненти RFID. Розділ 4. Управління запасами у Momentum. 4.1 Управління запасами. 4.2 Конфігурація модуля WMS. Розділ 5. Розробка системи керування виробничими запасами з використанням Momentum. 5.1 Технічна структура. 5.2 Реалізація у Momentum з використанням додаткового ПС Visual Studio 2022.

## 5. Консультанти розділів роботи

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата   |                  |
|--------|---|----------------|------------------|
|        |   | завдання видав | завдання прийняв |
|        |   |                |                  |
|        |   |                |                  |

6. Дата видачі завдання 16 листопада 2022 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| №  | Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи   | Строк виконання етапів роботи         | Примітка |
|----|---|---------------------------------------|----------|
| 1. | <i>Видача та затвердження завдання</i>  | <i>Перед переддипломною практикою</i> |          |
| 2. | <i>Розділ 1. Аналітичний огляд літератури та мета магістерської роботи.</i>               | <i>Захист переддипломної практики</i> |          |
| 3. | <i>Розділ 2. Управління запасами</i>  | <i>3 тиждень</i>                      |          |
| 4. | <i>Розділ 3. Технологія RFID</i>  | <i>5 тиждень</i>                      |          |
| 5. | <i>Розділ 4. Управління запасами у Momentum</i>   | <i>7 тиждень</i>                      |          |
| 6. | <i>Розділ 5. Розробка системи керування виробничими запасами з використанням Momentum</i> | <i>9 тиждень</i>                      |          |
| 7. | <i>Підготовка матеріалів до захисту</i>   | <i>11 тиждень</i>                     |          |

**Здобувач**

\_\_\_\_\_ (підпис)

**Керівник роботи**

\_\_\_\_\_ (підпис)

**Кислюк Д. І.**

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

**Пупена О. М.**

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

## Анотація

Дана кваліфікаційна робота присвячена дослідженню проблеми **керування виробничими запасами** під час виробництва.

В процесі розробки були розкриті теми **управління виробничими та складськими запасами** з точки зору стандарту ІЕС 62264.

В проєкті було розглянуто технологію **RFID** як інструмент для вирішення певних вузькоспеціалізованих проблем **управління запасами**.

Для реалізації демонстраційного проєкту було використано устаткування від компанії **Siemens**, програмне забезпечення **Momentum** компанії **Brighteye** та програмне забезпечення **Visual Studio 2022** з використанням мови програмування **CSharp** як додатковий інструмент розробки системи для **Momentum**.

**Ключові слова:** CSharp, C#, Brighteye, Momentum, ІЕС 622, RFID, Siemens, керування виробничими запасами, управління складськими запасами.

## **Annotation**

This qualification work is devoted to the study of the problem of **managing** production **stocks** during production.

In the process of development, the topics of **management** of production and **warehouse stocks** were revealed from the point of view of the **IEC 62264** standard.

The project considered **RFID** technology as a tool for solving certain highly specialized problems of inventory management.

For the implementation of the demonstration project, equipment from **Siemens**, **Momentum** software from **Brighteye** and **Visual Studio 2022** software using the **CSharp** programming language were used as an additional system development tool for **Momentum**.

**Keywords:** CSharp, C#, Brighteye, Momentum, IEC 622, RFID, Siemens, inventory management, warehouse management.

## Зміст

|  |     |
|--|-----|
| Вступ.....   | 7   |
| Розділ 1. Аналітичний огляд літератури та мета магістерської роботи .....                        | 8   |
| 1.1. Аналітичний огляд літератури.....   | 8   |
| 1.2. Управління запасами(Inventory Management) та управління складом(Warehouse Management) ..... | 12  |
| 1.3. Проблематика .....  | 17  |
| 1.4 WMS та RFID.....   | 22  |
| 1.5. Inventory Management .....  | 24  |
| 1.6. Функціональна структура MOM .....   | 30  |
| Розділ 2 – Управління запасами .....   | 34  |
| 2.1. Означення .....   | 34  |
| 2.2. Зберігання .....  | 38  |
| 2.3. Керування матеріалами та енергією .....   | 41  |
| 2.4. Керування відвантаженням продукції .....  | 44  |
| 2.5. Ресурси керування виробничими операціями.....   | 49  |
| 2.6. Відомість матеріалів .....  | 50  |
| 2.7. Сегмент продукту.....   | 51  |
| Розділ 3. Технологія RFID.....   | 54  |
| 3.1. Означення RFID .....  | 54  |
| 3. 2. Компоненти системи RFID .....  | 58  |
| Розділ 4. Управління запасами у Momentum.....  | 69  |
| 4.1. Управління запасами .....   | 69  |
| 4.2. Конфігурація модуля WMS.....  | 72  |
| Розділ 5. Розробка системи керування виробничими запасами з використанням Momentum .....         | 94  |
| 5.1. Технічна структура .....  | 94  |
| 5.2. Реалізація у Momentum з використанням додаткового ПС Visual Studio 2022.....                | 97  |
| Висновок .....   | 105 |
| Список використаної літератури .....   | 106 |

## Вступ

Системи оперативного диспетчерського управління виробництвом знаходяться у фокусі уваги керівників багатьох підприємств, але попри стабільний інтерес, вони не надто розповсюджені в Україні. Причинами цього є складність систем(за умови повної реалізації функціоналу) та їхня висока вартість. Виробники прагнуть встановлення більш повних і сучасних систем управління підприємством (Manufacturing Operation Management – MOM), здатних здійснювати не тільки оперативно-диспетчерський контроль стану виробництва, але й забезпечувати виконання функцій контролю якості, складських запасів, планування виробництва, технічного обслуговування тощо.

У найсуворішому розумінні MOM відноситься до третього рівня автоматизації згідно стандарту ISA-95, розробленого Міжнародним товариством автоматизації, який використовується для точного порівняння рівнів виробництва в різних цілях. Цей набір стандартів було введено приблизно в 2005 році, щоб точніше описати можливості нових цифрових рішень.

Рівень ISA MOM включає ряд систем, життєво важливих для управління виробництвом, включаючи контроль якості, управління матеріалами тощо. Це також охоплює логістичні проблеми, такі як безпека платформи та планування персоналу.

# **Розділ 1. Аналітичний огляд літератури та мета магістерської роботи**

## **1.1. Аналітичний огляд літератури**

Управління запасами є важливою частиною прийняття всіх рішень щодо поводження з запасами в організації, таких як діяльність, яку необхідно виконати, політика управління запасами та процедури поводження з запасами, щоб забезпечити достатню кількість кожного елемента, що зберігається в склад в будь-який час. Крім того, організація докладає багато зусиль для контролю витрат на запаси через управління запасами. Таким чином, удосконалення управління запасами в організації значно підвищить якість кінцевих результатів діяльності. Іншими словами, мета управління запасами полягає в тому, щоб переконатися в наявності ресурсів в організації[1].

Управління запасами є критично важливою операцією у процесах виробництва та ланцюга постачання. Виробничий процес використовує сировину та проміжні компоненти для створення готових продуктів, які зберігаються як запаси або продаються, деякі з яких також можуть бути використані в подальших операціях. Запаси є найважливішим активом багатьох організацій, що становить майже половину витрат компанії або навіть половину загальних капіталовкладень. Крім того, згідно з веб-сайтом публікації Science Direct, за останні два десятиліття спостерігається зростання інтересу до досліджень управління запасами. Як показано на рисунку 1, публікація статей про управління запасами зросла більш ніж на 525 відсотків, причому кількість опублікованих статей зросла з 2 544 у 1998 році до 13 381 у 2020 році[2].

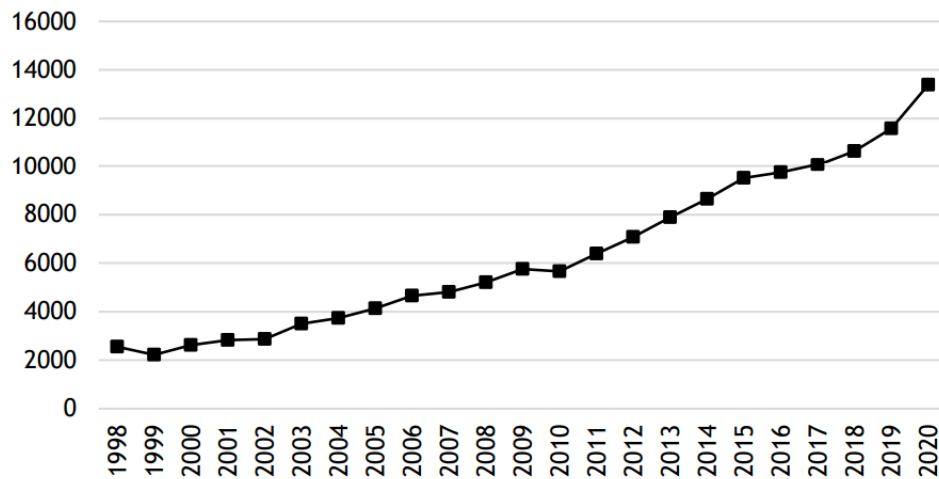


Рис. 1.1.1. Публікації Science Direct з управління запасами, 1998—2020[2]

Існують фактори, які впливають на практику управління запасами. Основними серед них є організаційні та людські фактори, фінансові обмеження та, останнім часом, зростання темпів впровадження технологій. У фінансовому плані «запаси» вважаються найбільшим і найважливішим активом організації — становить близько 50% від загального обсягу капіталовкладень активів компанії. У гуманітарних операціях інвентар є не тільки значним фінансовим активом, але й безпосередньо впливає на порятунок життів. У промисловому секторі фірми, що використовують практики управління товарними запасами, можуть збільшити загальну норму прибутку, а отже, підвищити рівень виробничого капіталу та загальну задоволеність клієнтів[2].

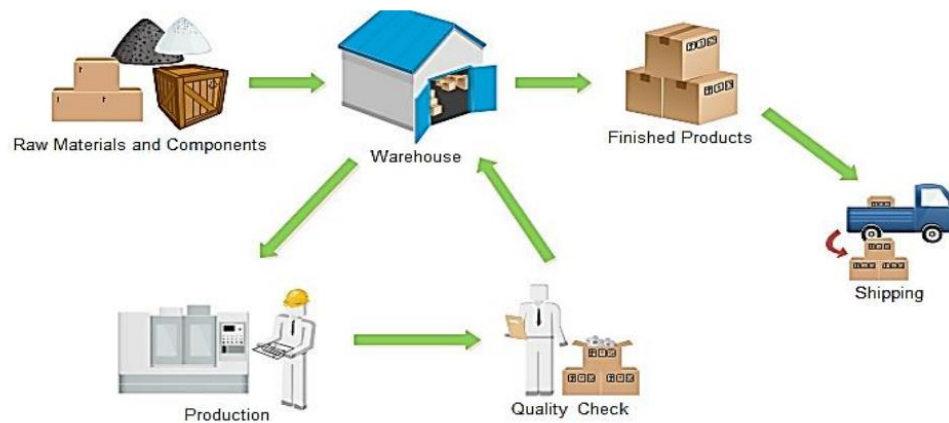


Рис. 1.1.2. Базова блок-схема системи управління запасами[2]

По суті, управління запасами — це система, яка використовується для організації та відстеження всіх товарів компанії протягом часу, протягом якого компанія ними володіє. Після продажу запаси перетворюються на дохід.

У деяких галузях управління запасами також називають управлінням запасами. Це поширене явище, наприклад, у секторі роздрібної торгівлі, де запаси одягу чи товарів для дому вважаються наявними на складі.

Незалежно від розміру підприємства, від невеликої місцевої сувенірної крамниці до транснаціональної корпорації, ефективне управління запасами може зробити різницю між провалом і успіхом. Навіть базова система управління запасами може гарантувати, що необхідний рівень продукції буде під рукою для обслуговування клієнтів, не прив'язуючи капітал у непродуктивний спосіб.

На жаль, кілька емпіричних правил можна застосувати в галузях промисловості. Для компаній, які мають тривалий час виготовлення великогабаритних виробів, має сенс мати запаси, щоб клієнти не

розчарувалися. Інші галузі працюють за принципом «точно вчасно», щоб зменшити витрати на зберігання запасів.[5]

Кожен бізнес використовує принаймні певний рівень системи управління запасами. Найкращі системи управління запасами не лише ведуть підрахунок продуктів, але й нададуть ефективну бізнес-аналітику, наприклад ідентифікацію продуктів із низькою та високою ефективністю та надсилання сповіщень про повторне замовлення, коли запаси невеликі.

Система управління запасами допомагає впоратися з проблемою забезпечення належного рівня запасів у потрібному місці в потрібний час. Бурхливий розвиток електронної комерції, багатоканальне виконання завдань і розширення відносин із національними та глобальними торговими партнерами створили нові проблеми для точного управління запасами.

Спектр методів управління запасами варіюється від повністю аналогового ручного паперового журналу, який використовувався протягом сотень років, до найновішої інтелектуальної системи, яка відстежує продукти автономно. Все ще існує дивовижна кількість великих компаній, які керують запасами за допомогою спеціальної колекції електронних таблиць і застарілих програм, які просто не спілкуються одна з одною[5].

## **1.2. Управління запасами(Inventory Management) та управління складом(Warehouse Management)**

Хоча управління запасами та управління складом може здатися взаємозамінними термінами, це не так. Система управління складом (WMS) підтримує всю роботу складу, включаючи управління запасами. Простіше кажучи, управління складом — це загальний термін для всього, що відбувається на складі, одним з яких є інвентаризація[5].

WMS включатиме управління запасами, забезпечуючи видимість інвентаризації організації в будь-якому місці. WMS також може керувати всіма операціями ланцюга поставок і часто інтегрується з системою управління транспортуванням (TMS).

### **Особливості системи управління складом (WMS)**

- **Дизайн складу:** оптимізує розподіл запасів і налаштуйте робочий процес і логіку комплектування.
- **Відстеження запасів:** використовуйте технологію автоматичної ідентифікації та збору даних (AIDC), таку як штрих-коди або RFID, щоб відстежувати місцезнаходження товарів.
- **Отримання та приймання:** керує складським складом та вилученням, часто використовуючи технологію pick-to-light або pick-to-voice.
- **Підбір і пакування:** допомагає працівникам складу відбирати товари та пакувати їх найефективнішим способом.
- **Доставка:** створює транспортні накладні, пакувальні листи та рахунки-фактури для відправлень і може надсилати попередні сповіщення про відправлення.
- **Управління працею:** відстежує продуктивність співробітників за ключовими показниками ефективності.

- Двір і док: допомагає водіям знайти правильний вантажний док і може допомогти з операцією крос-докінгу.
- Інструменти звітності: аналізує складські операції, щоб відстежувати KPI та знаходити області для покращення.

### **Особливості управління запасами.**

- Підбір і пакування: направляє працівників, які збирають і пакують, у правильні місця складу.
- Відвантаження: керує транспортними накладними, рахунками-фактурами, пакувальними листами та іншими пов'язаними документами.
- Керування розташуваннями: керує розміщенням предметів на складі для найкращого використання простору та ресурсів.
- Отримання замовлень: керує вхідними замовленнями для спрямування операцій виконання.
- Відстеження рівнів запасів: зберігає поточний загальний статус запасів для кожного товару або SKU.
- Підрахунок циклу: підтримує стратегії інвентаризації циклічного підрахунку для підтримки актуальних підсумків.
- Відстеження штрих-кодів: керує скануванням штрих-кодів і інтегрується з системами доставки, бухгалтерського обліку та іншими системами.
- Інструменти звітування: генерує дані для оперативної розвідки для прийняття тактичних і стратегічних рішень.

Програмне забезпечення для управління складом буває різних типів і методів впровадження, і тип зазвичай залежить від розміру та характеру організації. Вони можуть бути автономними системами або модулями у більшій системі ERP або пакеті виконання ланцюга поставок[3].

WMS також можуть сильно відрізнятися за складністю. Деякі невеликі організації можуть використовувати просту серію паперових копій документів або файлів електронних таблиць, але більшість великих організацій – від малого та середнього бізнесу (SMB) до корпоративних компаній – використовують складне програмне забезпечення WMS. Деякі налаштування WMS розроблено спеціально для розміру організації, і багато постачальників мають версії продуктів WMS, які можна масштабувати до різних розмірів організації. Деякі організації створюють власну WMS з нуля, але більш поширеним є впровадження WMS від відомого постачальника.

WMS також може бути розроблений або налаштований відповідно до конкретних вимог організації; наприклад, постачальник електронної комерції може використовувати WMS, який має інші функції, ніж звичайний роздрібний продавець. Крім того, WMS також може бути розроблений або налаштований спеціально для типів товарів, які продає організація; наприклад, роздрібний продавець спортивних товарів матиме інші вимоги, ніж мережа продуктових магазинів[2].



Рис. 2.2.1 Структура WMS в ланцюжку поставок

Термін запас стосується товарів або матеріалів, що використовуються фірмою з кінцевою метою створення та укладання угоди. Він також включає в себе речі, які використовуються як стійкі матеріали для роботи з творінням. Є три основні види запасів: сирі матеріали, незавершене виробництво та готові товари. **Сирі матеріали** - це речі, куплені фірмами для використання в процесі завершеного виробу. Незавершена робота складається з усіх речей прямо зараз протягом часу, витраченого на створення. Це цілком зроблені речі. Завершені товари складаються з речей, які фактично були створені, але ще не продані. Відстеження запасів часто базується на частинах, розділених спільною ознакою: датою виготовлення, групою постачальника, серіалізованими тримачами пучка тканини та/або серіалізованими особами. Справжнє навчання та (регулярно вручну) зусилля потрібні для виконання такої відстежуваності деталей. Ці зусилля підвищують потребу в праці та збільшують витрати на оплату праці. Саме те, що витягнуто, регулярно змушує адміністрацію звертатися до поваги до відстеження запасів. Організації запитують, чи їхні клієнти готові платити за форми, що стосуються відстеження запасів. Хоча клієнти не завжди однозначно заявляють про це, переконливим доказом є те, що відстежуваність запасів є постійно зростаючою необхідною умовою для багатьох компаній, і це стає бажанням постачальників[7].

У минулому відстеження запасів у виробництві включало фізичний запис деталей продукту на паперових етикетках-тримачах і зберігання цих архівів для відновлення. Такі стратегії надають помірні та неправильні дані під час деформації. Удосконалені інфраструктури зміцнюють ці передумови завдяки вдосконаленому штриховому кодуванню, фільтрації та програмі. Використання RFID продовжує зростати, і найпрекрасніші механізми ERP підтримують адміністрування запасів на рівні власника або особи. Завдяки перевагам таких інновацій

відстежуваність запасів зменшується, а час на відстеження значно збільшується. Інноваційне підприємство окупає себе, надаючи більш точні дані та змінюючи темпи обертання запасів. Дослідження зосереджено на комп'ютеризації процесу управління запасами за допомогою використання веб-архітектури та технології штрих-кодів. Технологія штрих-коду використовуватиме одновимірні штрих-коди та віддалені шнурові сканери штрих-кодів. Технологія штрих-кодів перевершує інші технології, такі як радіочастотна ідентифікація (RFID) і зв'язок ближнього поля (NFC), оскільки це зріла, дешевша та проста у використанні технологія[7].

### 1.3. Проблематика

На складах компаній доставка замовлень є одним із найважливіших процесів. Навіть після доставки важливо мати можливість відстежувати упаковані замовлення, щоб забезпечити достовірність того, чи всі предмети або продукти упаковані відповідно до даного замовлення. Якщо це ручна система інвентаризації, товари будуть втрачені через людську помилку в процесі закупівель, що зрештою призведе до втрати всього замовлення. Через відсутність належної автоматизації це може спричинити довіру до компанії щодо термінів доставки замовлення[7].

#### **Штрих-код**

Технологія штрих-коду використовується для комп'ютеризації операцій у різних сферах застосування. Мета полягає в тому, щоб використовувати сканер для сканування імпорту та експорту товарів за допомогою штрих-коду, щоб досягти ефективності, результативності та оптимального доходу від бізнесу. Технологія складається зі штрих-коду та пристрою для зчитування штрих-кодів, також відомого як сканер.

Штрих-код — це надрукований машиночитаний символ даних, який містить інформацію про товар, щоб полегшити ідентифікацію та відстеження товару. Сучасне програмне забезпечення для управління запасами, як правило, є більш оптимізованим, менш складним, має веб-інтерфейс і дозволить вам використовувати ваш смартфон/2D штрих-код для керування запасами. Технологічний прогрес справив величезний вплив на штрих-коди, і ринок пропонує багато різних варіантів. Можливо, найбільшим проривом у технології штрих-кодів став винахід двовимірних штрих-кодів, що є величезним покращенням у порівнянні з одновимірними штрих-кодами, які використовувалися раніше. Двовимірні або 2D штрих-коди використовуються для систематичного опису даних за допомогою двовимірних символів і форм. Вони мають

можливість зберігати більше інформації, такої як ціни, кількість продуктів, веб-адреси веб-сайтів продуктів і навіть зображення, ніж їх 1D аналог. Двовимірні штрих-коди мають перевагу в тому, що містять більше даних на одиницю площі, і тому можуть допомогти приймати кращі бізнес-рішення. Пристрій для зчитування штрих-кодів – це електронний прилад, який сканує штрих-коди, надруковані на предметах продажу або інших етикетках для ідентифікації. Він використовується для отримання оптичної інформації зі штрих-кодів. Зберігаючи дані в штрих-кодів для замовлень, упакованих в інший, ми можемо реалізувати відстеження для відстеження замовлень, упакованих чи ні.

Переваги технології штрих-кодів включають: оскільки два основні компоненти, які використовуються для виготовлення штрих-кодів, це папір і чорнило, тому штрих-коди відносно дешевші, ніж технологія RFID із використанням кремнієвих чіпів, вона проста у використанні, вона масштабована, вона надійніша. і точніше, ніж ручні дані, і надає інформацію в реальному часі.

Недоліки технології штрих-кодів включають: Оскільки зчитувачі штрих-кодів використовують пряму видимість до надрукованого штрих-коду під час сканування штрих-коду, це робить цю технологію складною та нечуваною. практичні в інших додатках. Промислові середовища відрізняються, і звичайні штрих-коди можуть зберігати лише невелику кількість статичної інформації, зазвичай близько 20 символів[7].

### **Мітки RFID натомість штрих-кодів для управління запасами**

RFID може бути корисним для деяких програм, але для більшості компаній, які шукають точне, зручне та економічно ефективне рішення для управління запасами, етикетки зі штрих-кодом є перевіреним і надійним рішенням. Деякі етикетки зі штрих-кодами, достатньо міцні, щоб витримувати жорсткі умови використання як усередині, так і на

вулиці, а також забезпечують відмінну стійкість до хімікатів, розчинників і стирання.

Порівняно з мітками RFID штрих-коди такі ж точні – якщо не кращі, і їх можна прикріпити до будь-якого поверхневого матеріалу без шкоди для точності. Навпаки, такі матеріали, як метал, можуть перешкоджати здатності мітки RFID передавати дані, а рідина може перешкоджати сигналу мітки RFID. Хоча можна використовувати мітки RFID на металевих поверхнях або предметах, це вимагає використання спеціального типу мітки з блоком RFID, щоб запобігти перешкодам, що збільшує загальну вартість[5].

### **Як працює RFID у виробництві**

Оскільки існує безліч застосувань RFID у виробництві, ми збираємося охопити деякі з основних областей у межах технології, яка впроваджується протягом усього процесу. Це дасть вам краще уявлення про те, наскільки важливою стала ця технологія в сучасному виробництві.

#### **Забезпечення безпеки**

Радіочастотна ідентифікація також може бути використана для забезпечення безпеки на виробництві, для багатьох різних речей, більшість людей можуть думати про контроль доступу людей. Наприклад, RFID можна використовувати замість паролів для ідентифікації різних співробітників.

Зробивши ще один крок далі, якщо виникне помилка, ви зможете відстежити проблему назад до джерела та з'ясувати, хто або що відповідальний за проблему.

#### **Контроль якості**

Використання технології RFID може гарантувати збереження якості в суворих і складних умовах, певні мітки можна використовувати для відстеження змін і будь-яких пошкоджень. Дані можуть надсилатися в систему протягом усього виробничого процесу та висвітлювати будь-які недоліки або зміни стану.

### **Виконання виробництва**

Наявність можливості доступу до інформації про виконання продукту в реальному часі дозволяє заводу пришвидшити свої процеси та обмежити час простою.

Мітки RFID дозволяють визначати, керувати та змінювати етапи виробництва для кожного унікального проекту. Якщо ви є компанією, яка виконує багато нестандартних робіт, це може ефективно надати вашому обладнанню або працівникам інформацію.

### **Логістика та відстеження**

Наприкінці виробничого процесу відбувається транспортування та можливий продаж або використання предметів, технологія RFID також є важливою на цьому етапі. Мітки RFID можна використовувати для відстеження активів і надання додаткової інформації про логістичну сторону виробничого процесу.

### **Управління запасами**

RFID у виробництві також може відігравати важливу роль в управлінні запасами. Можливість швидкого та точного сканування вашого інвентарю не лише економить час і зусилля, але може мати додаткові переваги.

Розуміння вашого інвентарю дасть вам краще уявлення про незавершені роботи (WIP) і допоможе вам легше керувати запасами або

запчастинами. Це призводить до зменшення відходів і забезпечує безперебійну роботу WIP[6].

RFID з'являється на зображенні кожного разу, коли товари надходять на склад. Кожний товар у вантажі позначено чіпом RFID IC, або іноді весь піддон позначений одним чіпом. Чіп містить інформацію про товар, звідки його було відправлено, що він містить, деталі виробництва тощо, оскільки об'єкти перебувають на складі, інформація всередині мітки RFID оновлюється. Ви можете перезаписувати та переглядати знання, наявні всередині мітки, за допомогою зчитувача RFID. Ці пристрої доступні в різних формах; ручний і застряг. ви зможете вибрати той пристрій, який вам більше підходить. знання, наявні в мітці RFID, реєструються в базі даних, розташованій у мережі складу. База даних оновлюється за допомогою технології RFID, щойно на склад надходить вантаж для заміни[7].

## 1.4 WMS та RFID

WMS відіграє життєво важливу роль в управлінні ланцюгом постачання, керуючи процесами виконання, від отримання сировини до відвантаження готової продукції, і допомагаючи забезпечити переміщення товарів і матеріалів через склади найбільш ефективним і рентабельним способом. WMS обробляє функції, які забезпечують ці рухи, включаючи відстеження запасів, комплектування, отримання та приймання.

Враховуючи особливості сучасного управління складом, пропонується система управління складом (WMS) на основі радіочастотної ідентифікації (RFID). WMS використовуватиме проміжне програмне забезпечення RFID як платформу підтримки, охоплюватиме введення товарів, комплектування, перевірку, доставку та багато інших процесів операцій, а також зможе збирати, доставляти, перевіряти та оновлювати масові дані про часті надходження та доставку на склад, щоб зменшити інтенсивність праці, уникати сканування помилок, пропусків сканування, повторного сканування та інших штучних помилок, а також покращує ефективність і точність. WMS на основі RFID допоможе підвищити ефективність управління складом, швидко самофіксувати прийом і видачу[3].

Основні функції сучасного управління складом включають: традиційне управління складом, перехресне транспортування або комбінування в дорозі, потік послуг з доданою вартістю, повернення товарів, гарантія якості та динамічне обслуговування клієнтів. У ланцюжку постачання склад завжди знаходиться на стику процесів, наприклад, між закупівлею та виробництвом, між попередньою обробкою та фінішною обробкою, між виробництвом та продажем, між оптовою та роздрібною торгівлею, а також між транспортуванням.

З розвитком концепцій глобальної операційної стратегії та управління ланцюгом поставок управління складом стає все більш важливим у ланцюзі поставок. Комп'ютеризація та автоматизація все більше і більше впроваджуються в управління складом для підтримки всіх процесів ланцюга постачання. Будучи сучасним інструментом збору даних, RFID буде широко застосовуватися в системі управління складом із його чудовою перевагою. WMS у цьому документі спрямована на створення експрес-смуги в складській системі на основі RFID для реалізації вискоелективного управління складом і високошвидкісного самозапису надходження та доставки товарів. WMS прийме проміжне програмне забезпечення RFID як платформу підтримки, включаючи прийом товарів, складування, комплектування, зіставлення, інвентаризацію, вилучення, визначення місцезнаходження та відправлення навантажувачів і багато інших пакетів потоків, які можна гнучко збирати та налаштовувати для нових пакетів функцій якими можна керувати незалежно або плавно підключити[1].

## 1.5. Inventory Management

Проблема контролю запасів є однією з найважливіших в організаційному менеджменті. Стандартного рішення, як правило, немає – умови в кожній компанії чи фірмі унікальні та містять багато різних особливостей та обмежень. З цією проблемою пов'язана актуальна задача розробки математичних моделей і визначення оптимальної стратегії управління запасами. Особливості моделей управління запасами полягають у тому, що отримані оптимальні рішення можуть бути реалізовані в ситуації, що швидко змінюється, коли, наприклад, умови змінюються щодня. Існує потреба в нових і ефективних методах моделювання систем, пов'язаних з управлінням запасами, в умовах невизначеності. Щодо об'єкта управління існує невизначеність, оскільки процес отримання необхідної інформації про об'єкт не завжди можливий. Вирішення таких складних завдань вимагає застосування системного аналізу, розробки системного підходу до проблеми управління в цілому. Моделі запасів відрізняються припущеннями, зробленими щодо ключових змінних: попиту, структури витрат, фізичних характеристик системи. Ці припущення можуть не відповідати реальному середовищу. Існує велика кількість невизначеності та мінливості[6].

По-справжньому ефективна система управління запасами зведе до мінімуму комплекси, пов'язані з плануванням, виконанням і контролем мережі постачання, що є критично важливим для успіху бізнесу. Можливості, доступні завдяки вдосконаленню управління запасами компанії, можуть значно підвищити результативність бізнесу. Часто запаси є найбільшими статтями в балансі виробника чи дистриб'ютора. Як наслідок, керівництво приділяє велику увагу зниженню запасів, щоб вони не споживали надто багато готівки.

Запаси життєво важливі для успішного функціонування виробничих і роздрібних організацій. Це пояснюється тим, що багато компаній зберігають запаси як частину своєї господарської діяльності. Запаси складають найбільш значну частину поточних активів більшості компаній, особливо виробничих компаній. Неможливо переоцінити потребу керівництва в забезпеченні контролю запасів за умови належного управління. Фірма, яка нехтує управлінням запасами, поставить під загрозу свою прибутковість і в кінцевому підсумку може зазнати краху у своєму бізнесі. Визначення інвентаризації було визначено багатьма професійними організаціями та вченими по-різному. Премія Microsoft Encarta визначила її як кількість наявних товарів і матеріалів. Інвентар виробника представляє ті товари, які готові та доступні для продажу[6].

### **Що таке управління запасами**

Управління запасами стосується процесу замовлення, зберігання, використання та продажу запасів компанії. Це включає управління сировиною, компонентами та готовою продукцією, а також складування та обробку таких предметів. Існують різні типи управління запасами, кожен зі своїми плюсами та мінусами, залежно від потреб компанії[7].

Інвентар компанії є одним з її найцінніших активів. У роздрібній торгівлі, виробництві, громадському харчуванні та інших інвентаризаційно-інтенсивних секторах ресурси та готова продукція компанії є основою її діяльності. Дефіцит запасів може бути надзвичайно шкідливим. Водночас запаси можна розглядати як зобов'язання (якщо не в бухгалтерському сенсі). Великий запас несе ризик псування, крадіжки, пошкодження або зміни попиту. Запаси повинні бути застраховані, і якщо вони не будуть продані вчасно, їх, можливо, доведеться утилізувати за роздрібними цінами або просто знищити[7].

З цих причин управління запасами є важливим для підприємств будь-якого розміру. Знати, коли поповнювати запаси, яку кількість купувати чи виробляти, яку ціну платити, а також коли продавати та за якою ціною, може легко стати складним рішенням. Малі підприємства часто відстежують запаси вручну та визначають точки повторного замовлення та кількість за допомогою формул електронної таблиці (Excel). Більші підприємства використовуватимуть спеціалізоване програмне забезпечення для планування ресурсів підприємства (ERP) та MOM системи[7].

Для компаній зі складними ланцюгами поставок і виробничими процесами особливо складно збалансувати ризики надлишку запасів і дефіциту. Щоб досягти цих балансів, фірми розробили кілька методів управління запасами, включаючи оперативне планування (JIT) і планування потреби в матеріалах (MRP)[7].

Запаси представляють поточний актив, оскільки компанія зазвичай має намір продати свою готову продукцію протягом короткого проміжку часу, як правило, за рік. Запаси повинні бути фізично підраховані або виміряні, перш ніж їх можна буде поставити на баланс. Компанії зазвичай підтримують складні системи управління запасами, здатні відстежувати рівень запасів у реальному часі.

Облік товарно-матеріальних запасів ведеться за одним із трьох методів: калькуляція за першим надходженням (FIFO); калькуляція за останнім прибув - першим вийшов (LIFO); або середньозважена калькуляція.

Обліковий запис запасів зазвичай складається з чотирьох окремих категорій:

**Сировина** — це різні матеріали, які компанія купує для свого виробничого процесу. Ці матеріали повинні пройти значну роботу, перш ніж компанія зможе перетворити їх на готовий товар, готовий до продажу.

**Незавершене виробництво** — це сировина, яка перебуває в процесі перетворення в готовий продукт.

**Готова продукція** — готова продукція, готова для продажу клієнтам компанії.

**Товари** — це готові товари, які компанія купує у постачальника для подальшого перепродажу.

Залежно від типу бізнесу або продукту, що аналізується, компанія використовуватиме різні методи управління запасами. Деякі з цих методів управління включають своєчасне виробництво (JIT), планування потреби в матеріалах (MRP), економічну кількість замовлення (EOQ) і денний продаж запасів (DSI). Є й інші, але це чотири найпоширеніші методи аналізу запасів.

**Оперативне планування (JIT).** Ця виробнича модель виникла в Японії в 1960-1970-х роках. Найбільший внесок у його розвиток зробила Toyota Motor (TM). Цей метод дозволяє компаніям заощадити значні суми грошей і зменшити відходи, зберігаючи лише ті запаси, які їм необхідні для виробництва та продажу продукції. Такий підхід зменшує витрати на зберігання та страхування, а також витрати на ліквідацію або утилізацію надлишкових запасів.

Управління запасами JIT може бути ризикованим. Якщо попит несподівано зростає, виробник може не мати змоги знайти запаси, необхідні для задоволення цього попиту, що завдасть шкоди його репутації серед клієнтів і спрямує бізнес на конкурентів. Навіть найменші

затримки можуть бути проблематичними; якщо ключове введення не надходить «точно вчасно», може виникнути вузьке місце.

**Планування потреб у матеріалах (MRP).** Цей метод управління запасами залежить від прогнозу продажів, тобто виробники повинні мати точні записи про продажі, щоб забезпечити точне планування потреб у запасах і своєчасно повідомляти про ці потреби постачальникам матеріалів. Наприклад, виробник лиж, який використовує систему інвентаризації MRP, може забезпечити наявність таких матеріалів, як пластик, скловолокно, дерево та алюміній, на основі прогнозованих замовлень. Неможливість точно спрогнозувати продажі та спланувати придбання запасів призводить до нездатності виробника виконувати замовлення.

**Економічна кількість замовлення (EOQ).** Ця модель використовується в управлінні запасами шляхом розрахунку кількості одиниць, які компанія повинна додати до свого запасу з кожним пакетним замовленням, щоб зменшити загальну вартість свого запасу, припускаючи постійний споживчий попит. Витрати на запаси в моделі включають витрати на утримання та налаштування.

Модель EOQ спрямована на те, щоб замовляти потрібну кількість запасів на партію, щоб компанії не доводилося робити замовлення надто часто, і не було надлишку запасів. Припускається, що існує компроміс між витратами на утримання запасів і витратами на встановлення запасів, і загальні витрати на запаси мінімізуються, коли мінімізуються як витрати на встановлення, так і витрати на утримання.

**Продаж запасів у днях (DSI).** Цей фінансовий коефіцієнт вказує на середній час у днях, який потрібен компанії, щоб перетворити свої запаси, включно з незавершеними товарами, у продажі. DSI також відомий як середній вік запасів, кількість днів у незавершеному запасі (DIO),

кількість днів у запасі (DII), кількість днів продажу в запасі або кількість днів у запасі, і тлумачиться різними способами.

Вказуючи на ліквідність запасів, цифра показує, на скільки днів вистачить поточних запасів компанії. Як правило, нижчий DSI є кращим, оскільки він вказує на меншу тривалість очищення запасів, хоча середній DSI відрізняється від однієї галузі до іншої[4].

## 1.6. Функціональна структура MOM

Функціональна структура MOM Виробництво (Manufacturing) – це не тільки процес виготовлення продукції (Production). До виробничих діяльностей також відносяться операції по:

- технічному обслуговуванню устаткування (Maintenance), зокрема ремонт, діагностування і т.п.;
- керуванню якістю (Quality), зокрема проведення аналізів матеріалів, перевірка відповідності стандартам і т.п.;
- керуванню запасами (Inventory), зокрема постачання сировини, логістика і т.п.; та інші.

Цими операціями на підприємстві як правило займаються різні служби (підрозділи) і для їх автоматизації часто використовуються різні програмні продукти. Але ці операції взаємопов'язані через спільні ресурси та завдання. Згідно стандарту ІЕС 62264 для кожної з наведених вище категорій виробничих операцій означена модель діяльностей (функцій). Це означає, що керування кожною з операцій зводиться до виконання наступних взаємопов'язаних діяльностей:

- керування означенням проведення операції; контроль ресурсів; детальний план-графік;
- диспетчерування;
- керування виконанням операції;
- збір даних про операцію; стеження за виконанням операції; аналіз ефективності операції.
- Лінії зі стрілками на рис. 3 вказують на інформаційні потоки між діяльностями.

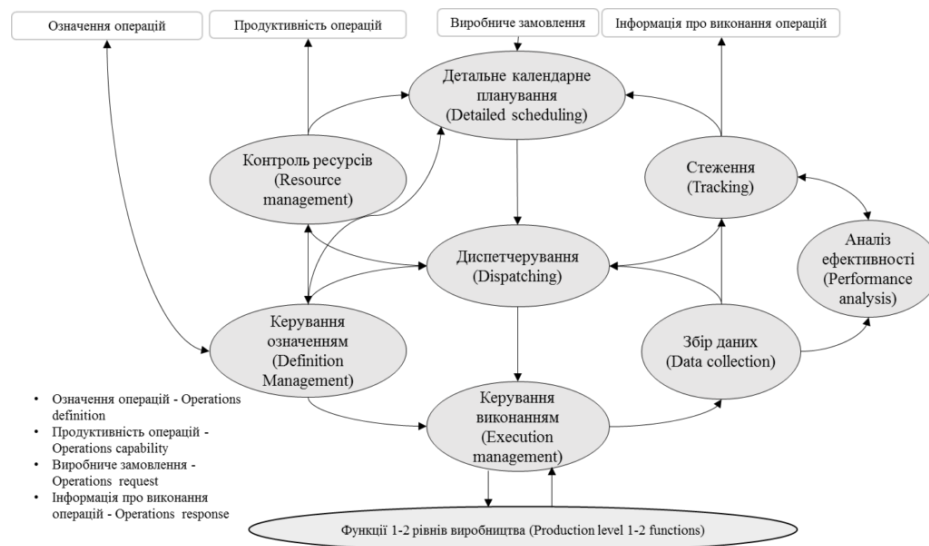


Рис. 2.6.1 Загальна модель діяльностей керування виробничими операціями[3]

Управління операціями у виробництві охоплює не лише вдосконалення виробництва, але й пов'язані сфери управління запасами та процесів кадрового забезпечення.

Копаючи трохи глибше, MOM включає планування виробництва та контроль виробництва (постійний моніторинг виробничого процесу та втручання, щоб виправити або змінити процес, коли щось йде не так). Це також включає контроль і моніторинг запасів і контроль якості.

У цифровому контексті програмне забезпечення для керування виробничими операціями – це будь-яке рішення, яке використовується для моніторингу, відстеження та вдосконалення процесів MOM. Це включає в себе програмне забезпечення для управління виробництвом, яке відстежує робочі місця та стан машин на заводі, аж до рішень щодо відповідності та управління якістю, а також технології людино-машинного інтерфейсу (НМІ), які подолують розрив між робочою силою заводу та технологіями на виробництві.

Незалежно від того, чи ми говоримо про процеси чи програмне забезпечення, мета MOM полягає в забезпеченні постійного вдосконалення у виробничому середовищі. Важливість MOM полягає в тому, що вона бере участь у визначенні ефективності процесу в усіх аспектах управління операціями у виробництві: від управління запасами до виробництва, контролю якості та технічного обслуговування.

Без планування запасів і моніторингу підприємство ризикує залишитися без сировини, що призведе до зупинки виробництва.

### **Переваги MOM**

Мета MOM полягає в забезпеченні постійного вдосконалення діяльності виробника. Удосконалюючи процеси в усьому бізнесі, виробники можуть отримати низку переваг, зокрема:

- Підвищення якості продукції: завдяки оцифровці робочих процесів і покращенню відстеження виробництва виробники можуть виявляти та усувати джерело проблем із якістю. Окрім покращення якості виробництва в цеху, системи MOM також можуть відстежувати зусилля з управління складом і запасами, забезпечуючи покращення джерел постачання та зберігання сировини.

- Зменшення відходів: покращена видимість у всьому виробництві дозволяє керівникам визначати джерела відходів у виробничому процесі. Наприклад, зосередження на операційному вдосконаленні, швидше за все, призведе до кращого використання сировини, а отже, до зменшення відходів, що призведе до скорочення витрат.

- Простіша відповідність нормативним вимогам: ефективний моніторинг є важливою частиною забезпечення відповідності низці нормативних актів, яким підпорядковуються виробники. Рішення MOM можуть не тільки допомогти підвищити продуктивність на виробничому

підприємстві, але й зменшити ймовірність штрафів та інших регуляторних санкцій. Краще використання персоналу: коли працівники мають доступ до розширеної видимості рішень MOM, вони мають кращі можливості для прийняття обґрунтованих рішень, які можуть ще більше підвищити ефективність виробництва. Забезпечуючи доступ до даних у всій організації, системи MOM також сприяють кращому обміну інформацією та співпраці між відділами, що знову ж таки призводить до прийняття рішень, орієнтованих на вдосконалення.

- Підвищення задоволеності клієнтів: здатність продемонструвати прагнення до постійного вдосконалення процесу та скорочення відходів надасть виробнику, орієнтованому на MOM, конкурентну перевагу та залишить клієнтів задоволеними в довгостроковій перспективі.

- Збільшення рентабельності: усі перераховані вище переваги разом покращують результативність бізнесу [5].

## Розділ 2 – Управління запасами

### 2.1. Означення

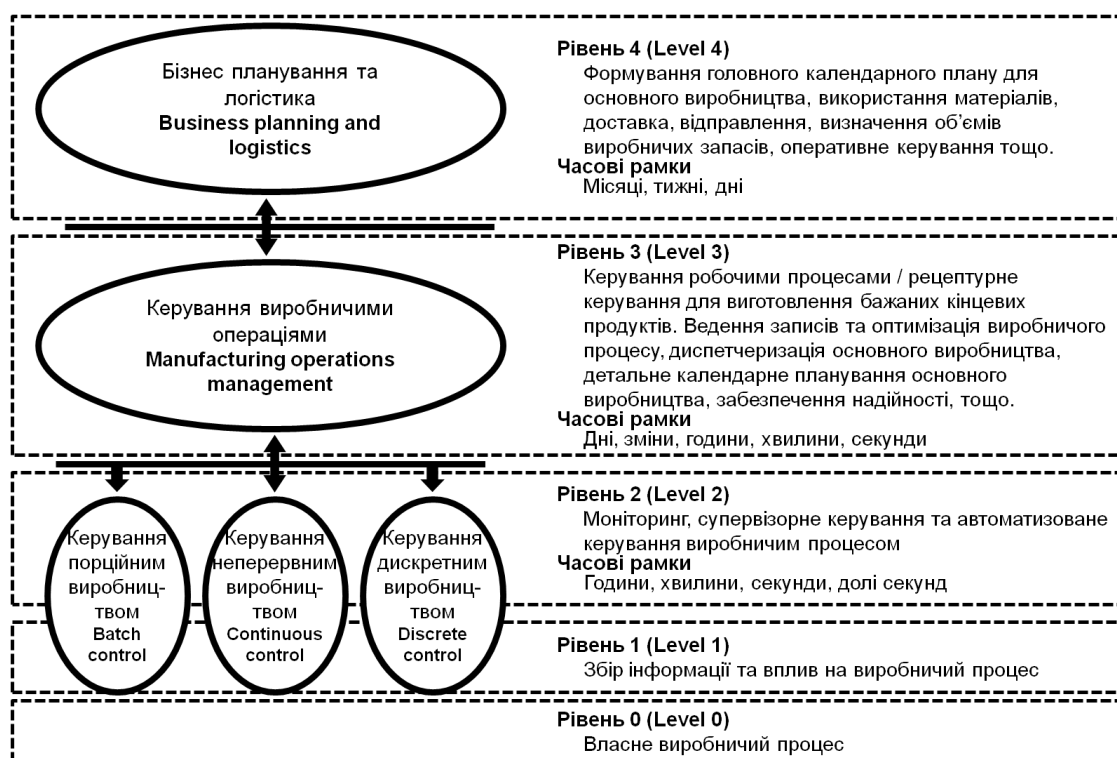


Рис. 2.1.1. Функціональна ієрархія

Рівень 3 означає діяльності керування робочими процесами з метою виготовлення бажаних продуктів. Він включає діяльності із ведення записів та координації процесів. Рівень 3 зазвичай працює в часових рамках днів, змін, годин, хвилин і секунд.

Критерієм для означення діяльності, яка повинна включатись як рівень 3, 2 або 1, є те, що діяльність бере безпосередню участь у виробництві і включає інформацію про персонал, технологічне устаткування чи матеріали та відповідає будь-якій з наступних умов.

- Діяльність має вирішальне значення для безпеки заводу.
- Діяльність має вирішальне значення для надійності заводу.

в) Діяльність має вирішальне значення для ефективності заводу.

г) Діяльність має вирішальне значення для якості продукту.

д) Діяльність має вирішальне значення для забезпечення дотримання регулятивних документів.

**Діяльності Рівня 3 зазвичай включають:**

а) звітність про виробництво у цеху, включаючи змінні виробничі витрати на основі моделі стандартної вартості підприємства;

б) збір та підтримка даних про виробництво, запаси, робочу силу, сировину, якість продукту, запасні частини та використання енергії;

в) проведення збору даних та офлайн-аналізу відповідно до інженерних функцій. Це може включати статистичний аналіз якості та пов'язані з ним функції керування;

г) виконання необхідних кадрових функцій, таких як: статистика періоду роботи (наприклад час, завдання), графік відпусток, календарне планування роботи персоналу, правила роботи профспілки, внутрішня підготовка та кваліфікація персоналу;

д) встановлення негайного детального оперативно-календарного плану виробництва для власного цеху, включаючи технічне обслуговування, транспортування та інші потреби, пов'язані з виробництвом;

е) локальна оптимізація витрат на його окремий виробничий цех під час виконання оперативно-календарного плану виробництва, встановленого функціями рівня 4;

ж) зміни оперативно-календарного плану виробництва для компенсації перебоїв у виробництві, які можуть статися в зоні

відповідальності.

з) керування виробничими операціями

и) керування технічним обслуговуванням виробничого устаткування

к) керування лабораторними перевірками та перевірками якості матеріалів

л) керування пересуванням і зберіганням матеріалів

м) перетворення інформації, орієнтованої на бізнес, що використовується для обміну даними рівня 4–3, в інформацію, орієнтовану на керування виробничими операціями, що використовується на рівнях 3 і нижче.

Домен MOM повинен включати функціональність керування ресурсами, безпосередньо пов'язаними з керуванням та виробництвом. До ресурсів у домені MOM належать персонал, технологічне устаткування та матеріали, а також інші об'єкти, такі як документи, необхідні для початку роботи та її завершення. Керування цими ресурсами може включати резервування місцевих ресурсів для досягнення цілей оперативного - календарного планування основного виробництва.

MOM повинен забезпечити належне налаштування устаткування для обробки, включаючи будь-яке надання, необхідне для налаштування. Домен MOM повинен надавати статуси ресурсів у режимі реального часу та детальну історію використання ресурсів.

MOM повинен включати функціональність керування потоком виробництва у вигляді завдань, замовлень, партій, партій матеріалу та робочих завдань шляхом направлення виробництва на конкретне технологічне устаткування та персонал.

МОМ може змінювати встановлені оперативно-календарні плани в узгоджених межах, виходячи з місцевої доступності та поточних умов. Диспетчеризація виробництва повинна включати можливість керування кількістю виконуваної роботи в будь-якій точці за допомогою буферного керування та керування процесами переробки та виправлення.

Домен МОМ повинен включати функціональні можливості надання вимірювань у реальному часі, зібраних у процесі виробництва та аналізу, щоб забезпечити належний контроль якості продукту та виявляти проблеми, що потребують уваги. Він може рекомендувати дії для виправлення проблеми, включаючи кореляцію ознак, дій та результатів для визначення причини.

МОМ повинен включати статистичне керування процесом/статистичне керування якістю (SPC / SQC), стеження та керування в режимі офлайн, он-лайн або в режимі он-лайн перевірок, а також аналіз записів з систем керування лабораторною інформацією.

Домен МОМ повинен включати деякі функції керування та стеження за рухом та зберіганням матеріалів, предметів, що перебувають у процесі обробки та готової продукції, а також за передачами між робочими центрами та всередині них. У деяких випадках ці функції можуть також включати отримання матеріалу, певні типи випробування матеріалу, обробку або перетворення та підготовку матеріалу до відвантаження.

## **2.2. Зберігання**

Зони зберігання та вузли зберігання належать до технологічного устаткування найнижчого рівня, призначене для руху матеріалів, Календарне планування використання такого устаткування здійснюється функціями Рівня 4, Рівня 3 для виробничих процесів дискретного, порційного та неперервних виробництв. Зона зберігання – це тип робочого центру, а вузол зберігання – це тип робочого вузла, який є структурним елементом в межах цеху. Вони виступають елементами нижнього рівня ієрархії технологічного устаткування, які використовуються в діяльностях зберігання і руху матеріалів.

Зона зберігання зазвичай забезпечує отримання, зберігання, повернення, рух та відвантаження матеріалів. Функції зони зберігання можуть включати рух матеріалів від одного робочого центру до іншого в межах одного підприємств або між ними.

Вузли зберігання, як правило, знаходяться на більш низькому рівні внаслідок декомпозиції, ніж зона зберігання. Фізичне розташування вузла зберігання може змінюватися з часом; наприклад, у зв'язку з переміщенням продукції.

Вузли зберігання можуть бути прив'язні до певного матеріалу, групи матеріалів або способу зберігання.

Вузли зберігання можуть бути додатково поділені, щоб відповідати будь-якій ієрархічній схемі керування зберіганням.

### **Обробка замовлень**

Загальні функції обробки замовлення зазвичай включають:

а) обробку замовлення, прийняття та підтвердження замовлення;

- б) прогнозування збуту;
- в) відміну та обробку попередніх замовлень;
- г) звітування по валовому прибутку;
- д) визначення виробничих замовлень.

Зазвичай немає прямого інтерфейсу між функціями обробки замовлень та виробничими операціями і функціями керування.

#### Керування операціями основного виробництва

Керування операціями основного виробництва – це сукупність функцій, які керують усім виробництвом у межах виробничого майданчика або цеху.

Функції керування операціями основного виробництва, як правило, включають:

- а) Виготовлення продукту відповідно до календарного плану та специфікації.
- б) Звітування про виробництво, проходження технологічного процесу, та інформація про ресурси.
- в) Моніторинг технологічного устаткування, перевірка операційних вимірювань, визначення необхідності в технічному обслуговуванні.
- г) Підготовка технологічного устаткування до обслуговування і його повернення до експлуатації після обслуговування.
- д) Виконання діагностики та самоперевірки технологічного устаткування для виробництва і керування.

е) Оптимізація виробництва в межах виробничого майданчика або цеху.

ж) Локальне керування трудовими ресурсами та документообігом в межах виробничої площадки або цеху.

Функції керування основним виробництвом, як правило, генерують або змінюють наступну інформацію для використання в інших функціях керування:

а) статус виробничих замовлень;

б) вибрані виробничі дані, такі як дані для розрахунку вартості та продуктивності виробництва;

в) вибрані дані процесу, такі як технічний відгук щодо продуктивності технологічного устаткування;

г) статус ресурсів;

д) статус замовлень технічного обслуговування;

е) замовлення технічного обслуговування;

ж) результати діагностики та самотестування;

з) історія процесу;

и) замовлення технічної підтримки процесу;

к) замовлення аналізу матеріалу.

### 2.3. Керування матеріалами та енергією

Функції керування матеріалами та енергією зазвичай включають:

- а) Керування виробничими запасами, трансферами та якістю матеріалів та енергії;
- б) Створення запитів на придбання матеріалів та енергії на основі коротко- та довгострокових вимог;
- в) обчислення та звітність про залишки виробничих запасів та втрати сировини та енергії;
- г) отримання вхідних матеріалів та енергоносіїв та створення запиту на перевірку якості;
- д) повідомлення про придбання необхідних матеріалів та енергоносіїв.

Функції керування матеріалами та енергією, як правило, генерують або змінюють наступну інформацію для використання в інших функціях керування.

- а) замовлення матеріалів та енергії;
- б) вхідне підтвердження отриманих матеріалів та енергії;
- в) звіт про запаси матеріалів та енергії;
- г) інструкції ручного або автоматизованого переміщення для функції керування операціями.

Деякі функції в межах керування матеріалами та енергією можуть бути у домені MO&C на основі місцевих організаційних структур. Отже, вибрані вхідні і вихідні потоки даних функції керування матеріалами та енергією відображаються, оскільки вони можуть перетинати межу між

системою керування та підприємством.

**Функції керування запасами готової продукції зазвичай включають:**

- а) керування запасами готової продукції;
- б) резервування конкретного продукту відповідно до директив збуту продукції;
- в) підготовку упакованого готового продукту відповідно до календарного плану доставки;
- г) звітність про запаси для планування основного виробництва;
- д) звітність про залишки та збитки для розрахунку вартості продукту;
- е) організація завантаження/відвантаження продукції у координації з керуванням поставками продукції.

Функції керування запасами продукції, як правило, генерують або змінюють наступну інформацію для використання в інших функціях керування:

- а) запаси готової продукції;
- б) залишки запасів;
- в) календарний план упакування;
- г) відпуск на відвантаження;
- д) підтвердження відвантаження;
- е) вимоги до зберігання.

Деякі функції в межах керування запасами продукту можуть бути у домені MO&C на основі місцевих організаційних структур; Отже, вибрані вхідні і вихідні потоки даних функції керування запасами продукту відображаються, оскільки вони можуть перетинати межу між системою керування та підприємством

## **2.4. Керування відвантаженням продукції**

Функції керування відвантаженням продукції зазвичай включають:

- а) організація транспорту для відвантаження продукції відповідно до прийнятих вимог замовлень;
- б) ведення переговорів та розміщення замовлень з транспортними компаніями;
- в) приймання вантажів на виробничому майданчику та відпуск матеріалів для відвантаження;
- г) підготовка супровідних документів для відвантаження (коносамент, митне оформлення);
- д) підтвердження відвантаження та відпуску для виставлення рахунків на загальний облік;
- е) звітування про витрати на відвантаження для розрахунку вартості продукції.

### **Вимоги до замовлення матеріалів та енергії**

Інформація про вимоги до замовлення матеріалів та енергії передається від функцій керування матеріалами та енергією до функцій закупівель.

Вимоги до замовлення матеріалів та енергії визначають майбутні вимоги до матеріалів та енергії, необхідні для задоволення короткострокових та довгострокових вимог, виходячи з наявної кількості.

### **Довгострокові матеріальні та енергетичні потреби**

Інформація про довгострокові матеріальні та енергетичні потреби передається від функцій оперативно-календарного планування основного виробництва до функцій керування матеріалами та енергією.

Довгострокові матеріальні та енергетичні потреби – це, як правило, часові послідовності визначення матеріальних та енергетичних ресурсів, які знадобляться для планового виробництва.

### **Короткострокові матеріальні та енергетичні потреби**

Інформація про короткострокові матеріальні та енергетичні потреби передається від функцій керування виробництвом до функцій керування матеріалами та енергією.

Короткострокові матеріальні та енергетичні потреби – це вимоги до ресурсів, які необхідні для поточного запланованого або виконуваного виробництва. Вони, як правило, включають:

- а) запити на матеріали, які можуть містити строки;
- б) бронювання матеріалів;
- в) вказівки фактичного споживання;
- г) скасування бронювань;
- д) коригування споживання.

### **Матеріальні та енергетичні запаси**

Інформація про запаси матеріальних та енергетичних ресурсів передається від функцій керування матеріалами та енергією до функцій керування виробництвом.

Інформаційні потоки матеріальних та енергетичних запасів – це наявні в даний час матеріали та енергія, які використовуються для

короткострокового планування та виробництва. Ця інформація зазвичай стосується сировини.

### **Поточна інформація основного виробництва та витрати**

Поточна інформація основного виробництва та інформація про витрати передається від функцій керування виробництвом до функцій обліку витрат на продукти.

Поточна інформація основного виробництва та витрати – це фактичне використання та результати, пов'язані з конкретною виробничою діяльністю. Вона, як правило, включає матеріали, людино-години, використання енергії та устаткування. Результати зазвичай ідентифікуються за продуктами, побічними продуктами, супутніми продуктами та відходами. Ця інформація буде досить детальною, щоб визначити всі витрати за продуктами, супутніми продуктами та відходами.

### **Вхідний матеріал та надходження енергії**

Інформація про надходження матеріалів та енергії надходить від функцій керування матеріалами та енергією до функцій обліку витрат на продукти.

Надходження матеріалів та енергії – це повідомлення про отримання матеріалу чи енергії та додаткова інформація, необхідна для обліку витрат. Вона може включати коносамент, лист з технічної безпеки (MSDS) та сертифікат аналізу. Ця інформація узгоджується з інформаційним потоком вхідного замовлення.

### **Запаси готової продукції**

Інформація про запаси готової продукції передається від функцій керування запасами продукту до функцій календарного планування виробництва.

Запаси готової продукції – це інформація про поточні запаси готової продукції, яка ведеться за допомогою керування запасами продукту. Зазвичай вона включає інформацію про кількість, якість та місце розташування, яка використовується для планування нового виробництва та як зворотній зв'язок щодо раніше запланованого виробництва. Це загальна готова продукція, доступна для розповсюдження або відвантаження.

### **Підтвердження відвантаження**

Інформація про підтвердження відвантаження передається від функцій керування запасами продукту до адміністрування відвантаження продукту.

Підтвердження відвантаження – це інформація про фактичну відправку товару.

### **Діяльності керування виробничими операціями**

Діяльності керування виробничими операціями – це такі види діяльностей засобів виробництва, які забезпечують координацію персоналу, технологічного устаткування, матеріальних та енергетичних ресурсів при перетворенні сировини та/або деталей в продукцію. Керування виробничими операціями включає діяльності, які може виконувати фізичне устаткування, трудові ресурси та інформаційні системи.

Керування виробничими операціями повинне охоплювати діяльності керування інформацією про календарне планування,

використання, продуктивність, означення, історію та стан усіх ресурсів (персоналу, технологічного устаткування та матеріалів), які формують собою та пов'язані з засоби виробництва.

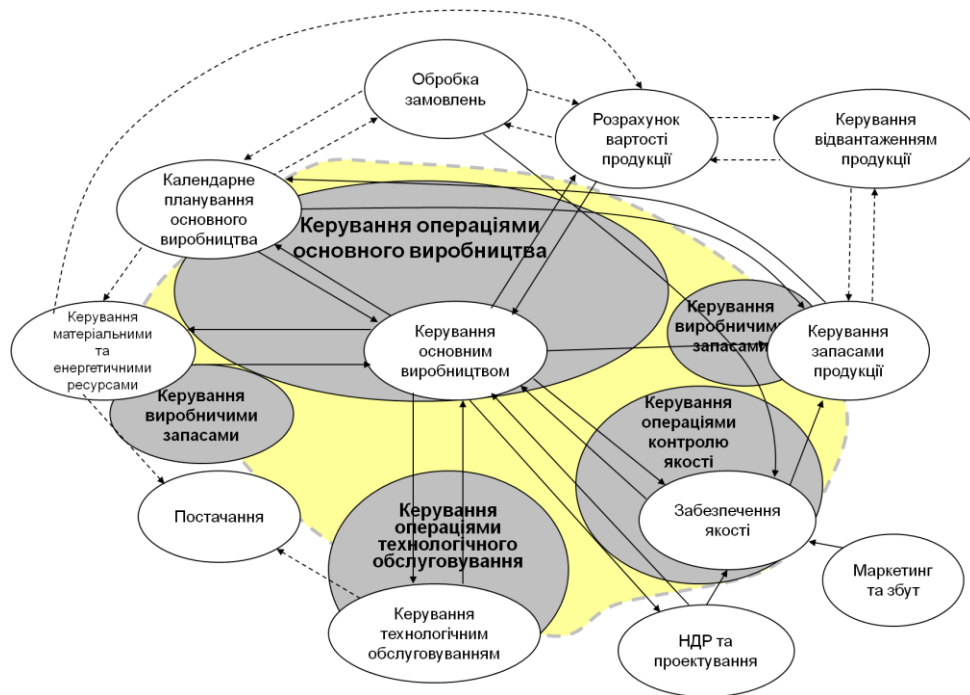


Рис. 2.4.1. Модель керування виробничими операціями

## 2.5. Ресурси керування виробничими операціями

Ресурс – це суб'єкт господарювання, який надає деякі або всі можливості, необхідні для виконання діяльностей підприємства та/або бізнес-процесів. До типів ресурсів, які беруть участь в оперативному керуванні виробництвом належать персонал, матеріальні ресурси, технологічне устаткування та сегменти процесу:

- персонал: персонал, який бере участь в керуванні виробничими операціями;

- матеріальні ресурси: матеріал, який задіяний в керуванні виробничими операціями;

- технологічне устаткування: устаткування (на основі ролей та фізичні активи), яке бере участь в керуванні виробничими операціями;

- сегмент процесу: означення персоналу, технологічного устаткування, фізичних активів та матеріальних ресурсів із конкретними продуктивностями, необхідними для сегмента виробництва, незалежно від будь-якого конкретного продукту на рівні деталізації, необхідної для підтримки бізнес-процесів, які також можуть бути незалежними від будь-якого конкретного продукту.

## 2.6. Відомість матеріалів

Відомість матеріалів – це список усіх матеріальних ресурсів, необхідних для виготовлення продукту із зазначенням кількості. До списку можуть входити сировина, проміжні матеріали, вузли, деталі та витратні матеріали. У відомості матеріалів не вказується місце та час використання матеріалів, проте цей документ може бути організований ієрархічно, що відображає деякі етапи виготовлення продукту. До складу відомості матеріалів часто входить матеріал, який не пов'язаний з виробництвом продукту, наприклад, допоміжні матеріали для відвантаження або включена документація. Відомість матеріалів – це частина відомості ресурсів.

Виробнича відомість – це підмножина відомості матеріалів, яка пов'язана з виробництвом.

Відомість ресурсів – це перелік усіх ресурсів, необхідних для виробництва продукту. До ресурсів можуть входити матеріальні ресурси, персонал, технологічне устаткування, енергетичні ресурси та витратні матеріали. Відомість ресурсів не містить конкретних етапів виробництва, проте цей документ може бути організований ієрархічно, що відображає деякі етапи виробництва.

## 2.7. Сегмент продукту

Сегмент продукту – це інформація, яка відображає точки перетину між виробничою інструкцією продукту та відомістю ресурсів. Сегмент продукту описує завдання та задачі, що складаються з одного або декількох робочих елементів, які зазвичай виконуються в одному місці. Сегмент продукту – це найбільш детальний вигляд процесу керування матеріальними ресурсами, трудовими ресурсами, використанням ресурсів, затратами та якістю з метою керування виробництвом з точки зору бізнес систем. Сегмент продукту повинен посилається на сегмент процесу.

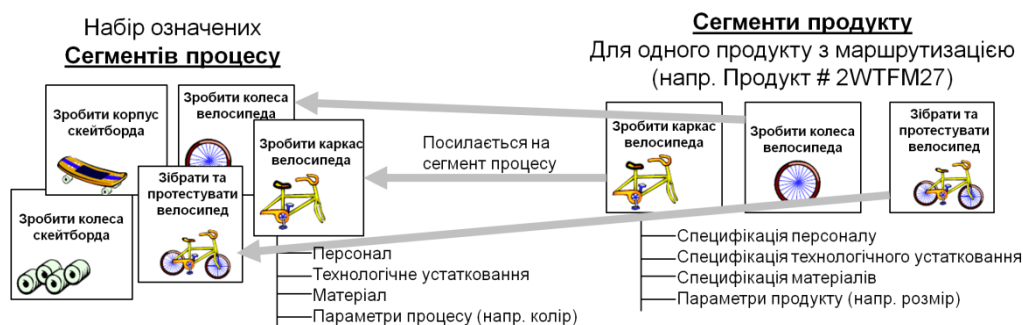


Рис. 2.7.1. Відношення сегмента продукту до сегмента процесу

Маршрутизація виробництва – це інформація, яка відображає точки перетину між виробничою інструкцією та відомістю ресурсів, не враховуючи відомість матеріалів. Маршрутизація виробництва представляє собою всі нематеріальні аспекти виробництва, такі як технологічне устаткування, трудові та енергетичні ресурси. Маршрутизація виробництва включає впорядковану послідовність сегментів продукту.

Маршрутизація матеріальних ресурсів – це інформація, яка відображає точки перетину між виробничою інструкцією та відомістю матеріалів. Це перекривання представляє як вхідні матеріальні потоки, так і місця їх використання в сегментах продукту.

## **Використання сегментів продукту та процесу**

Сегменти продукту і процесу відображають виробничі процеси з точки зору бізнесу і не призначені для подання детального огляду, необхідного для керування виробничими операціями в межах Рівня 3.

### **Інформація про історію виробництва**

Інформація про історію виробництва – це вся зафіксована інформація про виробництво продукту. До таких записів інформації належать журнал партій, журнал продукту або маршрутна карта.

### **Інформація про виробничі ресурси**

Інформація про виробничі ресурси – це вся інформація про доступність матеріальних ресурсів, устаткування, персоналу та інших ресурсів.

Як правило, інформація про всі використані та виготовлені матеріальні ресурси, а також проміжні продукти, якщо вони потрібні для фінансової оцінки, зберігається в інформації про виробничі ресурси. У деяких галузях промисловості сюди може входити ще й інформація про енергетичні ресурси.

### **Архівна інформація про виробничі ресурси**

Архівна інформація про виробничі ресурси – це частина інформації про історію виробництва, яка містить інформацію про ресурси, які були використані у виробництві.

### **Зв'язки між сегментами**

Інші типи інформації в моделях представляють зв'язки між різними типами сегментів, що стосуються ресурсів та операцій. Наприклад, на рисунку 22 зображено взаємозв'язок наступних сегментів:

– сегмент процесу – це ідентифікація ресурсів із конкретними продуктивностями, необхідними для сегменту виробництва, незалежно від визначення конкретного продукту чи операцій,

– сегмент продукту – еквівалентна назва сегмента операцій, який є специфічним для виробництва та визначений у цій частині МЕК 62264, сегмент операцій - це ідентифікація кадрових ресурсів, ресурсів устаткування та специфікацій матеріалів, необхідних для завершення сегмента процесу. операційний крок для конкретного продукту,

– вимоги до сегмента – це ідентифікація кадрових ресурсів, ресурсів устаткування та матеріальних специфікацій, необхідних для запланованих операцій (визначених в МЕК 62264-2),

– поточна інформація сегменту – це ідентифікація кадрових ресурсів, ресурсів устаткування та специфікацій матеріалів, що фактично використовуються в операціях (визначених в МЕК 62264-2).

Набір взаємозв'язків між сегментами такий, що в сегменті продукту посилається на відомий для виробництва сегмент процесу, вимога до сегменту посилається на відомий сегмент продукту виробленого продукту або на сегмент технологічного процесу, а сегмент посилається на відомий сегмент продукту виробленого продукту або сегмент процесу.

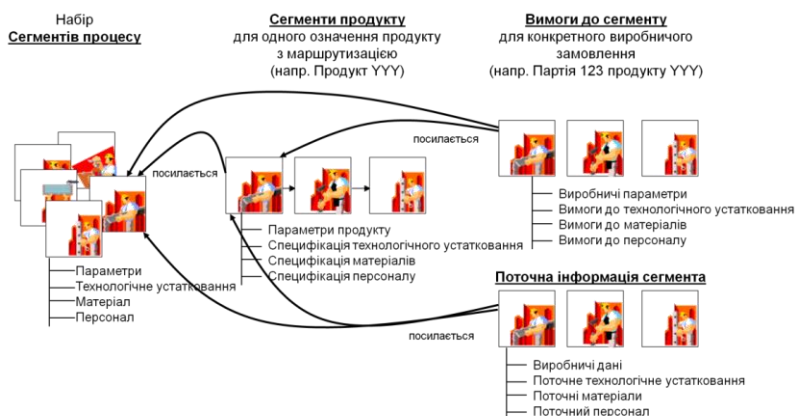


Рис. 2.7.2. Взаємозв'язки сегментів

## **Розділ 3. Технологія RFID**

### **3.1. Означення RFID**

Радіочастотна ідентифікація (RFID) знайшла безліч застосувань від систем безпеки до заміни квитків у тематичних парках. Технологія RFID популярна в усьому світі, і всі бачили, як місцеві підприємства до міжнародних компаній досліджують її впровадження.

Коли ми говоримо про RFID у виробництві, ми говоримо про використання радіосигналів для допомоги в різних сферах, від ланцюга постачання до управління запасами, до виробництва.

Теги RFID можуть зберігати широкий асортимент даних, які можна використовувати кількома способами у виробництві, і можуть допомогти спростити й оптимізувати весь виробничий процес. Виробничий процес можна зробити більш гнучким у межах низки різних категорій, як відомо, автомобільна промисловість використовує багато RFID для покращення всього робочого боку.

#### **Як RFID працює на складі**

Основна відмінність між активною та пасивною системами інвентаризації RFID полягає в тому, як мітки живляться під час роботи, але основний робочий процес на складі однаковий для обох конфігурацій. Перед тим, як вантаж буде відправлено на склад, він матиме RFID-мітку або чіп, прикріплений до окремих предметів або цілої палети. Цей тег RFID зберігає важливу інформацію про предмет.

Коли відправлення прибуде до місця призначення, кожна RFID-мітка передаватиме свою інформацію на зчитувальні пристрої, встановлені на складі. Ці зчитувачі будуть розміщені в стратегічних місцях у зонах прийому та зберігання, щоб отримати найкращий сигнал.

Дані передаються за допомогою електромагнітних хвиль і ретранслюються від зчитувачів до центральної системи управління складом. Звідти інформацію можна змінити та надіслати назад до міток RFID для подальшого відкликання в будь-який час. Це дає операторам складів можливість виконувати такі завдання, як підрахунок активів у реальному часі та розширені транзакції інвентаризації.

Показано, що використання системи інвентаризації RFID покращує точність інвентаризації до 13% порівняно з традиційними методами відстеження запасів і ручними перевітками інвентаризації в деяких ситуаціях. Особливо в галузі роздрібно́ї торгівлі, де підтримка точності інвентаризації є постійною проблемою, впровадження більш автоматизованої системи має деякі переваги. У складському середовищі в деяких випадках витрати на впровадження можуть перевищувати вигоди. Це може бути корисним у ситуаціях, коли потрібна дуже висока точність інвентаризації, але завжди потрібно враховувати баланс між витратами на апаратне забезпечення та робочою силою.

Для компаній, які бажають застосувати рішення для відстеження запасів, важливо провести ретельний аналіз відмінностей між усталеними технологіями, такими як етикетки зі штрих-кодом і теги, призначені для контролю запасів, і новішими рішеннями, такими як RFID, щоб переконатися, що ви досягнете бажаної рентабельності інвестицій. Для більшості компаній етикетки зі штрих-кодом є розумним і практичним вибором для управління запасами.

### **Управління запасами за допомогою RFID**

Використання тегів RFID для управління запасами дає кілька переваг, таких як зниження витрат на робочу силу та швидше сканування. Ось погляд на те, як мітки RFID можуть бути корисними в процесі управління запасами.

- Покращена видимість і швидке сканування. Оскільки RFID-мітки не вимагають сканування «прямої видимості», як штрих-коди, їх можна зчитувати на відстані для швидкої обробки запасів. Їх також можна читати в будь-якій орієнтації та дають вам покращену видимість вашого інвентарю з можливістю більш частого оновлення та сканування місць.

- Зменшені трудовитрати. Оскільки витрати на оплату праці становлять 50-80% витрат розподільчого центру, RFID пропонує потенційні переваги в цій сфері. Перевірку запасів, підрахунок і перевірку відправлення можна виконати дуже швидко й автоматично за кілька сканувань без необхідності залучення кількох працівників для їх обробки. Цю економію потрібно порівняти з вартістю інвестування в рішення для інвентаризації RFID, яке ми обговоримо більш детально нижче.

- Відстеження поворотних активів. Для тих компаній, які використовують парк активів, що повертаються, таких як контейнери та піддони, часто потрібно захистити значні капіталовкладення. Використання RFID дозволяє відстежувати ці активи в усьому ланцюжку постачання та забезпечувати кращу видимість місць інвентаризації. Це має додаткову перевагу покращення прибутку та зменшення крадіжок або недбалості.

Хоча є деякі переваги використання тегів RFID для управління запасами, ця технологія також має кілька недоліків, які перешкоджають зручності використання та створюють інші проблеми, наприклад безпеку. Ось погляд на явні недоліки використання тегів RFID для управління запасами.

- Неможливість використовувати мобільні телефони як сканери. Незважаючи на те, що доступні стаціонарні та дистанційні зчитувачі RFID, їх неможливо сканувати за допомогою телефону, як це можна зробити зі штрих-кодами. Це особливо обмежує, оскільки вимагає від водіїв або співробітників на місцях мати при собі спеціальні зчитувачі

RFID для будь-якого сканування, а телефони не можна використовувати як резервну копію, якщо надані зчитувачі вийдуть з ладу.

- Непомірні витрати при масштабуванні. Мітки RFID коштують значно дорожче етикеток зі штрих-кодом. Крім того, вони використовують спеціальні зчитувачі, які необхідно придбати в обмеженої кількості виробників обладнання RFID. Це може призвести до значних витрат при масштабуванні цих рішень з вимогою додаткових спеціалізованих сканерів і тегів RFID.

- Вимогливі потреби в інфраструктурі. Налаштування цих систем потребує інтеграції зчитувачів, тегів, системи управління запасами, мережі та електропроводки будівлі, що може зайняти значну кількість часу та ресурсів. У деяких випадках компаніям може знадобитися повністю оновити свою систему управління запасами, оскільки деякі програмні платформи не підтримують RFID. Крім того, якщо потрібне відстеження активів у режимі реального часу, системі з підтримкою RFID потрібно буде використовувати GPS і стільникові дані для зв'язку, що може створити значне навантаження на вашу систему.

### 3. 2. Компоненти системи RFID

Система RFID в основному складається з тегів (транспондер), зчитувачів (трансивер) і проміжного програмного забезпечення (хост-комп'ютер).

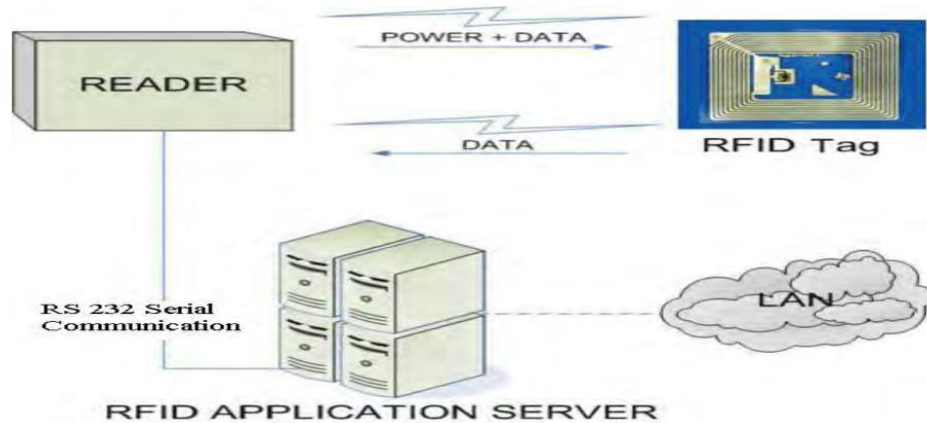


Рис. 3.2.1. Основні компоненти RFID системи

#### RFID-мітка

RFID-мітка – це пристрій, який зберігає певну унікальну інформацію. Тег, також відомий як транспондер, від терміна передавач і відповідач, містить дані, які передаються між тегом і зчитувачем. Мітка складається з інтегральної схеми (IC) із пам'яттю (для зберігання та обробки інформації, модуляції та демодуляції радіочастотного (RF) сигналу, збору живлення постійного струму від падаючого сигналу зчитувача та інших спеціалізованих функцій) та антени для прийому і передачі сигналу. Коли позначений об'єкт потрапляє в зону опитування зчитувача (зону зчитування), і зчитувач надсилає радіохвилю до мітки, тоді тег включається, а дані з його пам'яті витягуються та передаються на зчитувач, у деяких випадках новий інформація надсилається від зчитувача до тегу. Зчитувач надсилає інформацію до бази даних, яка відповідним чином обробляє дані з тегу. Оскільки RFID використовує

радіохвилі, немає необхідності мати пряму видимість між антеною зчитувача та міткою.

Відстань між транспондером і зчитувачем залежить від зв'язку та частоти, які використовуються. Можна досягти відстані від кількох сантиметрів до 100 метрів. Швидкість, з якою дані можуть передаватися між тегом і зчитувачем, також залежить від частоти, яка використовується; нижчі частоти не можуть передавати дані так швидко, як вищі частоти, через вищу тактову частоту, дозволена на вищих частотах. Це означає, що якщо необхідно зчитувати багато тегів одночасно, перевага віддається вищій частоті.

Ключовою класифікацією тегів RFID є джерело живлення. Однак є деякі недоліки використання живлення для схеми мітки. Термін служби мітки залежить від акумулятора; він перестає працювати, коли батарея розряджається. Активні RFID-мітки також більші та дорожчі за пасивні RFID-мітки. Це особливо важливо в середовищах, які можуть мати особливі вимоги та різні потреби відстеження, наприклад, заклади охорони здоров'я та лікарні, які можуть відстежувати великі та дорогі активи за допомогою активних тегів RFID, але менші, менш дорогі або одноразові предмети інвентарю за допомогою пасивних або напівміток. - технології пасивних тегів.

### **Типи міток**

RFID-мітки можуть бути пасивними, активними або пасивними з підтримкою батареї. Оскільки мітки мають індивідуальні серійні номери, конструкція системи RFID може розрізняти кілька міток, які можуть бути в радіусі зчитування RFID, і зчитувати їх одночасно.

### **Пасивна мітка RFID**

Пасивна мітка не має батареї; вони використовують енергію, яку електромагнітна хвиля від зчитувача індукує в антені, щоб живити чіп і передавати дані назад до зчитувача. Пасивні мітки відображають енергію від зчитувача або отримують і тимчасово зберігають енергію, щоб генерувати відповідь мітки на зчитувач. Пасивний тег дешевший і менший, оскільки не має акумулятора. Натомість тег використовує радіоенергію, яку передає зчитувач, як джерело енергії. Запитувач має бути близько, щоб радіочастотне поле було достатньо сильним для передачі достатньої потужності на тег.

Цілком можна покладатися на зчитувач як джерело енергії. Ці мітки можуть зчитуватися на відстані до 10 метрів залежно від типу матеріалу, до якого вони прикріплені, і мають менші витрати на виробництво. Відповідно, їх можна прикріпити до товару меншої вартості, більшого обсягу або одноразового використання. Ці бирки можуть виготовлятися одноразовими разом із предметами, на які вони нанесені. Нещодавня різновид пасивних тегів містить електронні елементи для зберігання та збереження енергії, отриманої від зчитувача, подібно до того, як працюють акумуляторні батареї. Потім теги можуть використовувати живлення з цього джерела для передачі даних на більшій відстані до 15 метрів.

Пасивні системи RFID складаються з трьох компонентів: запитувача (зчитувача), пасивної мітки та головного комп'ютера. Мітка складається з антенної котушки та кремнієвої мікросхеми, яка включає базову схему модуляції та енергонезалежну пам'ять. Мітка живиться змінною в часі електромагнітною радіочастотною (РЧ) хвилею, яку передає зчитувач. Цей радіочастотний сигнал називається несучим сигналом. Коли радіочастотне поле проходить через котушку антени, на котушці генерується змінна напруга. Ця напруга випрямляється для живлення мітки. Інформація, що зберігається в мітці, передається назад

до зчитувача. Це часто називають зворотним розсіюванням. Виявивши сигнал зворотного розсіювання, можна повністю ідентифікувати інформацію, що зберігається в мітці. Пасивні RFID-пристрої також використовують послідовну шину, але живлення, годинник і дані передаються в одному сигналі. Замість проводів цей сигнал передається через бездротові засоби.

### **Активна RFID-мітка**

Активні RFID-мітки мають власне внутрішнє джерело живлення, яке використовується для живлення інтегральних схем і періодично передає свій ідентифікаційний сигнал. Він дозволяє отримувати сигнали дуже низького рівня та може генерувати сигнал високого рівня для передачі назад на зчитувач. Активні мітки RFID несуть акумулятор або інше живлення, що забезпечує розумнішу функцію; може надсилати більше інформації, ніж простий ідентифікаційний код, або має більший радіус дії, ніж версії із запитувачем. Ці теги зарезервовано для більш дорогих предметів, які зчитуються на більшій відстані. Вони транслюють високі частоти від 850 до 950 МГц і діапазон ISM 2,4 ГГц, який можна зчитувати з відстані 10 метрів або більше. Додаткові батареї можуть збільшити радіус дії мітки до 100 метрів. Активний тег знаходиться в сплячому режимі, поки не отримає сигнал пробудження від зчитувача. Як тільки тег отримує сигнал пробудження, носій даних переходить в робочий режим. Після завершення транзакції даних тег знову переходить у сплячий режим. Тому вони мають набагато більший діапазон читання, ніж пасивний тег. З іншого боку, оскільки вони мають акумулятор, вони мають кінцевий термін служби. Активні мітки завдяки своєму вбудованому джерелу живлення також передають на вищих рівнях потужності, ніж пасивні мітки, що дозволяє їм бути більш ефективними в середовищах із «загрозою радіочастотного випромінювання», таких як вода (включаючи людей/велику рогату худобу, які здебільшого

складаються з води), метал (транспортні контейнери). , транспортні засоби) або на більшій відстані, генеруючи сильні відповіді на слабкі запити (на відміну від пасивних тегів, які працюють навпаки).

### **Напівпасивні RFID-мітки**

Напівактивна або напівпасивна залежно від виробника також має вбудований акумулятор. Напівпасивна RFID використовує внутрішнє джерело живлення для моніторингу умов навколишнього середовища, але вимагає радіочастотної енергії, що передається від зчитувача/запитувача, подібно до пасивних міток, щоб забезпечити відповідь мітки. Напівпасивні мітки відрізняються від пасивних тим, що напівпасивні мітки мають внутрішнє джерело живлення (акумулятор) для схем мітки, що дозволяє мітці виконувати інші функції, такі як моніторинг умов навколишнього середовища (температура, удар) і що може розширити діапазон сигналу. Як і активні мітки, напівпасивні мітки також зарезервовані для дорогих предметів, які зчитуються на великій відстані – транслюють високі частоти від 850 до 950 МГц, які можна зчитувати на відстані 30 метрів або більше. Якщо необхідно зчитувати мітки навіть на великій відстані, додаткові батареї можуть збільшити радіус дії мітки до 100 метрів.

### **Пам'ять тегів**

Теги можна розрізнити на основі типу пам'яті. Транспондери з функціями пам'яті варіюються від простих тегів RO до міток з інтелектуальними криптологічними функціями. Доступні теги з діапазоном пам'яті від кількох байтів до приблизно 4 МБ пам'яті. Це залежить від типу тегу, пасивного чи активного, який ви виберете та якого стандарту ви будете дотримуватися. Є багато компаній, які дотримуються стандарту Electronic Product Code (EPC), який допускає 96 біт пам'яті.

## **Read Only**

Тег лише для читання (RO) має попередньо запрограмований серійний номер, записаний у пам'яті. Серійний номер вводиться під час виробництва мікросхеми. Користувач не може змінити цей серійний номер або записати нові дані в тег. Коли тег потрапляє в зону опитування зчитувача, він миттєво починає надсилати свій унікальний ідентифікаційний номер і робитиме це безперервно, доки не вийде із зони зчитування. Передача даних односпрямована; передача даних від зчитувача до мітки неможлива. При використанні тегів RO необхідно пов'язати серійний номер тега, з яким продуктом він пов'язаний, з відповідним програмним забезпеченням.

## **Read-Write**

Теги RW часто називають смарт-тегами. За допомогою тегу ви можете записувати нову інформацію в тег або записувати поверх наявної інформації. Записати інформацію в тег можна тільки тоді, коли він знаходиться в зоні опитування зчитувача. Звичайно, ви також можете читати інформацію з тегу.

Теги RW зазвичай мають попередньо запрограмований серійний номер, який не можна переписати. Але на відміну від тегів RO, тег RW також має простір пам'яті, куди користувач може помістити свою власну інформацію. Тег RW має обмежені цикли запису залежно від типу пам'яті, який він використовує.

## **Write Once Read Many**

WORM — це тег, який є чимось середнім між RO і RW. Ви можете, як вказує назва, написати тег один раз і прочитати його скільки завгодно. Коли ви записуєте в тег, дані в ньому стають заблокованими, і ви можете

лише читати з них. Теги WORM можуть мати додаткові дані (наприклад, інший серійний номер), додані один раз, але їх не можна перезаписати.

### Зчитувач RFID

Система RFID використовує мітки або мітки, прикріплені до об'єктів, які потрібно ідентифікувати. Двосторонні радіопередавачі-приймачі, звані запитувачами або зчитувачами, посилають сигнал до мітки та зчитують її відповідь. Він створює зону читання між тегами та читачами. Нижче зчитувач «закриває» чіп радіохвилею, чіп відповідає своїм EPC.

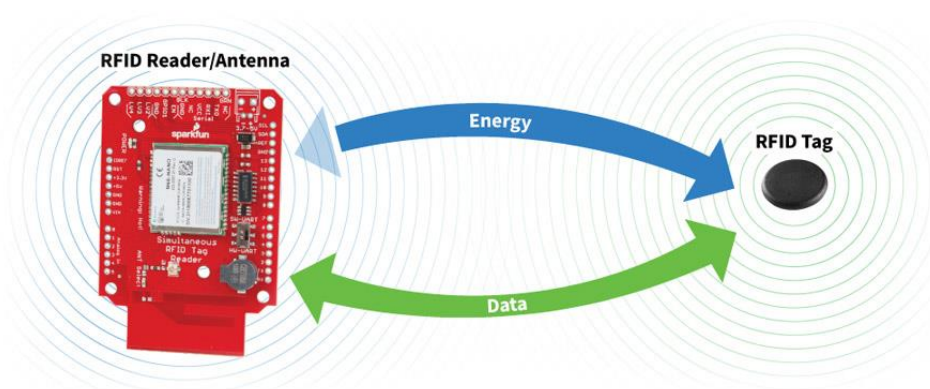


Рис. 3.2.2. Базовий принцип роботи RFID-зчитувача

Зчитувач з'єднується з тегом і головним комп'ютером. Зчитувач отримує інформацію про тег і надсилає її через стандартний інтерфейс на головний комп'ютер. Мітки випромінюють ідентифіковані радіохвилі, і зчитувачі отримують цю інформацію через свої внутрішні антени. Діапазон зони зчитування залежить від потужності зчитувача та частоти, яка використовується для зв'язку, а також від використовуваного тегу. Низькочастотні мітки можна зчитувати з менших відстаней, а високочастотні – з більших відстаней.

Зчитувачі зазвичай передають свої спостереження в комп'ютерну систему, на якій працює програмне забезпечення RFID або проміжне

програмне забезпечення RFID. Коли позначений предмет рухається або проходить повз електромагнітних полів, чіпи в цьому мітку стимулюються радіохвилями. Чіп включається, а потім транслює свої дані. Незважаючи на те, що більшість тегів працюють однаково, їх застосування відрізняються залежно від розташування зчитувача та типів зчитувачів, що використовуються. Існує три основних типи установок зчитувача RFID: ручний, фіксований зчитувач, встановлений на місці, і фіксований зчитувач, встановлений у точці заглушення.

### **Ручний зчитувач**

Портативний зчитувач — це невеликий легкий пристрій, який використовується для швидкого та зручного пошуку позначених елементів. Користувачі можуть легко взяти ручний зчитувач і носити його, поки користувачі шукають потрібні речі у великих і складних областях. Користувач може визначити, на якій відстані розташовані бажані позначені тегамі елементи за допомогою вимірювання та відображення індикатора отриманої потужності сигналу (RSSI).

### **Фіксований зчитувач встановлений у цеху**

Стаціонарний зчитувач встановлюється на нерухомій точці, як-от стіна чи стеля, для зчитування руху, розташування або внутрішніх даних об'єктів у цій зоні. Читач постійно збирає інформацію. Залежно від розміру зчитувача (особливо його антени), діапазон і точність вищі, ніж у ручних зчитувачів. Іншими словами, розмір антени мітки та зчитувача важливий для розгляду дальності, оскільки більша антена може збирати та транслювати більше енергії. Отже, фіксовані зчитувачі використовуються в основному з активними RFID-мітками.

### **Фіксований зчитувач встановлений на Chokepoint**

Стационарний зчитувач у chokepoint є найпоширенішим застосуванням RFID. Принцип роботи зчитувача полягає в тому, щоб зчитувати сигнал щоразу, коли позначені об'єкти прибувають або відбувають. Таким чином, користувачі можуть легко бачити потік активів. Крім того, це ефективно, тому що всі об'єкти повинні проходити через дросель. Стационарні зчитувачі, встановлені на дросельних точках, використовуються переважно з пасивними RFID-мітками.

### Стандарти RFID

Розвиток RFID у промисловості, стандартизація RFID стає все більш важливою. Метою RFID є зручне та швидке застосування, але якщо не просто взаємодіяти з різними місцями чи предметами, він не служитиме своїй меті. Таким чином, тут розглядаються два типи стандартів: стандарти даних і стандарти технологій.

Стандарти даних можуть надавати уніфіковані дані через EPC. EPC — це унікальний кодовий номер, який має однакову структуру в кожному тегу. Цей код, який був винайдений MIT Auto-ID Center, розділений на 4 частини. Двозначний номер заголовка визначає довжину, тип, структуру, версію та покоління EPC. Номер менеджера EPC означає компанію, що міститься у виробництві виробника. Завдяки 28 бітам менеджер EPC може охоплювати аж 228 компаній. Клас об'єкта представляє одиницю зберігання запасів (SKU) у застосуванні до роздрібних продуктів. Для ідентифікації кожного продукту використовується серійний номер; він може спільно використовувати близько 68 мільярдів елементів. Тому EPC не повторюватиметься для різних товарів.



Рис. 3.2.3. Електронний уніфікований код (EPC)

Технологічні стандарти, які відрізняються від структури даних EPC, пов'язані з радіоінтерфейсом (частотою) між мітками RFID і зчитувачами. Існує декілька стандартів, зокрема такі: ISO 15693 (розумні етикетки), ISO 14443 (безконтактні платежі) та ISO 11784 (худоба), але сімейство стандартів ISO 18000 використовується найбільш широко.

- ISO 18000-2 (LF): до 135 KHz
- ISO 18000-3 (HF): 13.56 MHz
- ISO 18000-4 (Microwave): 2.45 GHz
- ISO 18000-7: 433 MHz

### Частоти RFID

Так само, як телевізійне мовлення в діапазоні VHF або UHF, системи RFID також використовують різні діапазони для зв'язку. Оскільки системи RFID генерують і випромінюють електромагнітні хвилі, їх справедливо класифікують як радіосистеми. Функціонування інших радіослужб ні за яких обставин не повинно порушуватися або погіршуватися роботою систем RFID. Отже, розуміння зв'язку між RFID і частотою може надати кращі знання про застосування RFID. Системи RFID зазвичай працюють на трьох різних частотах. Це низька частота (НЧ), висока частота (ВЧ) і надвисока частота (УВЧ). У всіх цих частотах є переваги та недоліки.

| LF                 | HF                     | UHF             | Microwave             |
|--------------------|------------------------|-----------------|-----------------------|
| Access control     | Supply chain           | Supply chain    |                       |
| Livestock Tracking | Ticketing              | Logistics       | Emerging technologies |
| Race timing        | Wireless commerce      | Warehousing     | Asset tracking        |
| Auto immobilizers  | Product authentication | Pallet tracking |                       |
| Wireless commerce  |                        | Asset tracking  |                       |

Рис. 3.2.4. Типове використання міточок для різної частоти

**Низько частотними (LF)** зазвичай називають мітки які працюють в діапазоні приблизно 30-300 кГц. RFID в основному використовує частоти 125 - 134 кГц. Типова дальність зчитування LF-мітки RFID зазвичай становить менше 0,5 метрів і передає невеликі дані зі швидкістю менше 1 Кбіт/с. Теги LF RFID менш чутливі до перешкод, тому вони, як правило, працюють краще в суворих умовах, на металевих поверхнях і в присутності рідин.

Частота **високочастотних міток (HF)** становить 3 - 30 МГц. ВЧ-системи зазвичай працюють на частоті 13,56 МГц. Вони мають вищу швидкість зчитування та більший діапазон зчитування, ніж системи LF RFID. Діапазон зчитування для HF RFID зазвичай становить 1 метр. HF може передавати дані при бл. 25 кбіт/с. Як і НЧ, ця частота проходить крізь воду, а також метал.

Надвисокочастотні (UHF) працюють на частоті 300 МГц - 3 ГГц. Системи UHF RFID зазвичай працюють на частоті 868 МГц – Європа, 902 – 928 МГц – США. Вони мають вищу швидкість зчитування та більший діапазон зчитування, ніж системи ВЧ RFID. Діапазон зчитування для UHF RFID зазвичай становить 3 метри і передає 1 Кбіт/с, але він не може проникати через воду та метал.

### **Інтерфейси між Reader і програмним забезпеченням**

Обмін даними між блоком керування та програмним забезпеченням здійснюється по інтерфейсу RS232 або RS485. Інші використовуються інтерфейси: Bluetooth, Ethernet (TCP/IP), WLAN і Zig Bee.

## **Розділ 4. Управління запасами у Momentum**

### **4.1. Управління запасами**

Запас має ієрархічну структуру і розділений на кілька зон зберігання. Кожна зона має одну або більше одиниць зберігання. Ці складські зони та блоки мають різні типи залежно від виду зберігаються товарів і призначення: стелаж, резервуар, буфер, силос, заїзд.... Блоки далі поділяються на місця зберігання; кожен з них має свою унікальну адресу. Не всі типи одиниць зберігання мають розташування, наприклад, буферні зони, де продукти тимчасово зберігаються під час виробничого процесу, не підтримують розташування. Буфери зазвичай розташовуються біля зон прийому, відвантаження та виробничих ліній.

Для візуалізації складу є можливість створити графічне представлення складу з повним відображенням усіх місць зберігання та їх номерів, партій та контейнерів, що зберігаються.

Фонд підтримує режими, створені на основі мети зберігання. Наприклад, режим підготовки, що містить кілька зон або одиниць, де продукт може бути підготовлений до комплектування на лінію або відвантаження.

Доставка продукту на лінію включає більше однієї операції. Система аналізує, які складські операції необхідно виконати для запланованих операцій, терміни, наявність і кількість необхідних матеріалів і пакувальних матеріалів на складі. Цей аналіз згаданих вимог та інших індивідуальних вимог клієнта відбувається автоматично відповідно до бажаної схеми в логістичних робочих процесах, які запускаються на певному етапі виробничого процесу. Логістичні потоки піклуються про правильне резервування продукції для операцій на виробничих лініях, створення завдань комплектування, їх своєчасне

виконання, призначають ресурси (мобільні термінали), які задіяні в переміщенні продукції зі складу до буфера лінією. Усі ці завдання виконуються поетапно на основі умов, заданих у логістичних потоках. Дані про рух запасів і виробництво зберігаються в базі даних, і їх можна переглянути в будь-який час, щоб у будь-який час отримати повний огляд усього потоку товарів і матеріалів.

**Пристосування запасів до попиту.** Модуль Stock гарантує як спрощене управління прийманням, так і контроль запасів усіх напівфабрикатів і готової продукції. Momentum координує рух усіх матеріалів під час виробничого процесу, щоб у будь-який час запаси могли бути скориговані відповідно до фактичних потреб виробництва.

**Спеціальна конфігурація для клієнта.** Складські одиниці та зони зберігання є віртуальними еквівалентами доступних складських приміщень на вашому складі. Momentum підтримує всі типи складських одиниць з їх специфічними характеристиками та гарантує керування вашими стелажми, силосами, резервуарами та контейнерами, мобільними стелажми та автоматичними кранами.

**Інтеграція з виробничим процесом.** Усі складські одиниці інтегровані в план виробничого процесу. Таким чином, взаємозв'язок з іншими робочими центрами також визначає, коли продукти в зоні зберігання можна розмістити в ній або витягти з неї. За допомогою відповідних листів завдання передаються завідувачому складом за пріоритетністю.

**Вхідна та вихідна логістика.** Усі рухи товарів реєструються в режимі реального часу за допомогою передачі даних зі сканерами штрих-кодів або обладнанням RFID. Переміщення входу/виходу розглядаються як операції та транслуються до списків комплектування. На основі

зарезервованих кількостей продуктів для запланованих замовлень і замовленої сировини Momentum розраховує потенційний запас.

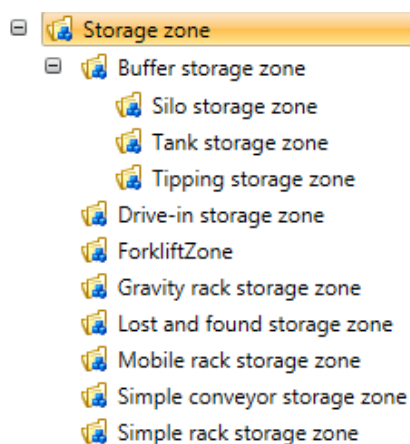
## 4.2. Конфігурація модуля WMS

### Структура:

Склад розділений на кілька зон зберігання. Кожна зона має одну або більше одиниць зберігання. Ці складські зони та одиниці мають різні типи залежно від виду зберігаються товарів і призначення: стелаж, резервуар, буферна складська зона/блок.... Одиниця далі поділяється на місця зберігання, кожна з яких має свою унікальну адресу. Не всі зони зберігання підтримують розташування: буферні зони не підтримують розташування.

### Типи зон та одиниць зберігання

#### Типи зон зберігання:



#### Типи вузлів зберігання

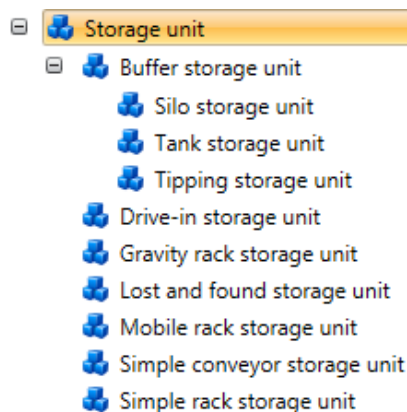




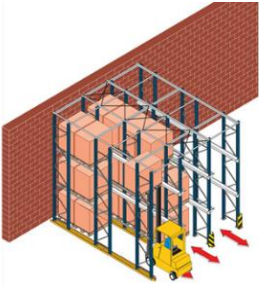


Рис. 4.2.1 та 4.2.2 Типи зон та вузлів зберігання

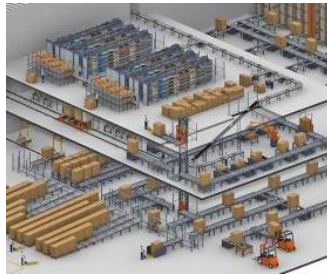
Зони та вузли зберігання можуть бути різного типу. Тип визначає властивості зони зберігання або одиниці. Блоки зберігання зазвичай мають той самий тип, що й зона зберігання, до якої вони належать.

| Тип зберігання  | Опис і властивості   |
|---|--|
| <p data-bbox="336 286 440 324">Буфер</p>     | <p data-bbox="884 286 1366 324">Зони тимчасового утримання.</p> <ul data-bbox="788 387 1310 815" style="list-style-type: none"> <li data-bbox="884 387 1310 483">• Не має обмежень по місткості</li> <li data-bbox="884 517 1225 555">• Не має локацій</li> <li data-bbox="884 589 1214 685">• Не має правил зберігання</li> <li data-bbox="884 719 1235 815">• Може зберігати матеріали різного типу</li> </ul> |
| <p data-bbox="336 875 440 913">Силос</p>    | <p data-bbox="884 875 1129 913">Підтип буфера.</p> <ul data-bbox="788 976 1267 1279" style="list-style-type: none"> <li data-bbox="788 976 1267 1077">• Склад сипучих матеріалів</li> <li data-bbox="788 1111 1267 1211">• Має ємність і тип вимірювання</li> <li data-bbox="788 1245 1187 1279">• Має правила</li> </ul> <p data-bbox="788 1301 1353 1339">зберігання: FIFO/LIFO/Proportional</p>               |
| <p data-bbox="336 1400 419 1438">Танк</p>  | <p data-bbox="884 1400 1129 1438">Підтип буфера.</p> <ul data-bbox="788 1503 1267 1805" style="list-style-type: none"> <li data-bbox="788 1503 1267 1603">• Зберігання рідин і стиснених газів</li> <li data-bbox="788 1637 1267 1738">• Має ємність і тип вимірювання</li> <li data-bbox="788 1771 1187 1805">• Має правила</li> </ul> <p data-bbox="788 1827 1353 1865">зберігання: FIFO/LIFO/Proportional</p> |

|  |   |
|--|---|
| <p>Бункер</p>               | <p>Підтип буфера.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Бункери для перекидання рідких або сипучих продуктів</li> <li>• Має ємність і тип вимірювання</li> <li>• Має правила зберігання: FIFO/LIFO/Proportional</li> </ul>   |
| <p>Фронтальний стелаж</p>  | <p>Конфігурація стелажа, яка дозволяє транспортному засобу в'їжджати в конструкцію з одного боку, щоб підбирати або складати піддони на безпервну рейку. Оскільки система стелажів із заїздом має лише один вхід, вона використовує так званий метод зберігання LIFO (останній прийшов, перший вийшов). Маючи лише один вхід, останній піддон, поставлений у ряд, обов'язково першим виймається.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Має місця зберігання.</li> <li>• Кожна локація має конфігурацію - позиції та висоту кожної позиції.</li> <li>• Має ємність і тип вимірювання</li> </ul> |

|   |   |
|---|---|
| <p style="text-align: center;">Гравітаційний<br/>стелаж</p>  | <p style="text-align: center;">Спосіб зберігання, який дозволяє піддонам або ящикам переміщатися ззаду в передню частину системи зберігання.</p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Має місця зберігання</li> <li>• Має ємність і тип вимірювання</li> </ul> |
| <p style="text-align: center;">Мобільний стелаж</p>         | <p style="text-align: center;">Моторизовані мобільні стелажі, які дають максимальне використання складського простору, забезпечуючи 100% доступ до піддонів</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Має місця зберігання</li> <li>• Має ємність і тип вимірювання</li> </ul>   |
| <p style="text-align: center;">Простий стелаж</p>          | <p style="text-align: center;">Одно- або двосторонні прогони стелажів розділені проходами. Висота стелажа обмежена лише розмірами будівлі та типом використовуваного навантажувача.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Має місця зберігання</li> <li>• Має ємність і тип вимірювання</li> </ul>   |

## Конвеєр



Конвеєрні системи для піддонів, призначені для транспортування, накопичення та/або розподілу піддонів у певних місцях на складі.

- Не має локацій
- Має ємність і тип вимірювання

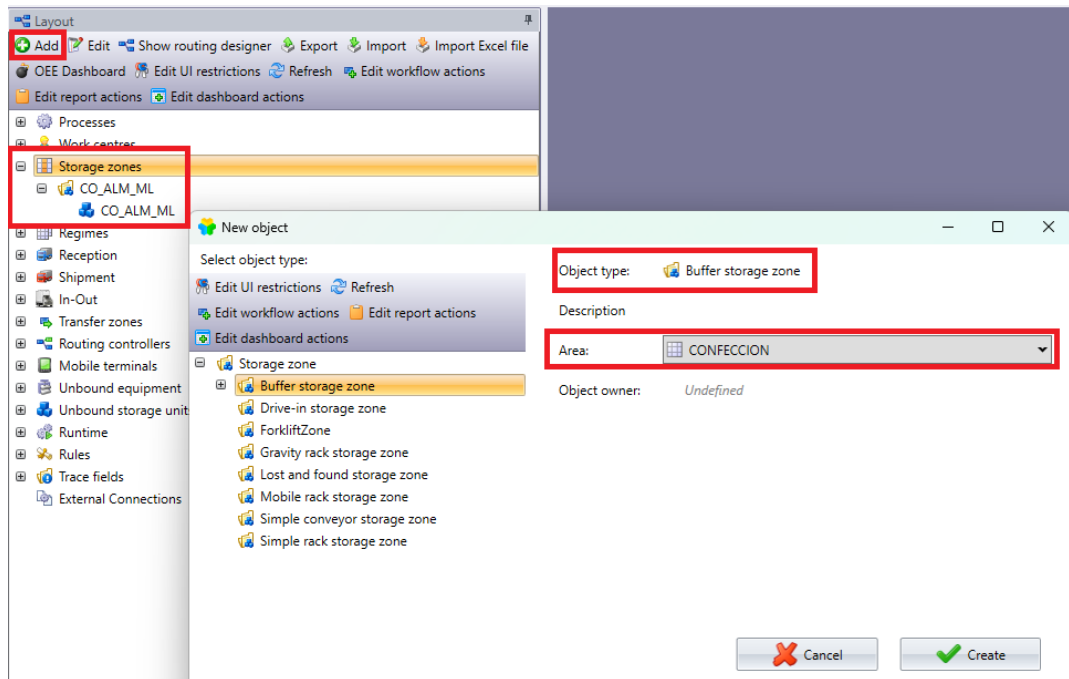


Рис. 4.2.3. Приклад створення нової зони зберігання

Загальні властивості зони зберігання

Після створення зони встановіть такі властивості:

- Назва зони зберігання

- Адреса зони зберігання: дозволені всі символи. Ця адреса допоможе вам знайти зону в різних сітках запасів, може використовуватися в логістичних потоках і логістичних завданнях. Адреса зони зберігання буде частиною повної адреси підрозділу та місць розташування



Рис. 4.2.4. Приклад зконфігурованої Storage Zone

## Проходи і балки

**Прохід** - прохід між складськими стелажми, між складськими стінами і стелажми і т. д. Ширина проходу залежить від розмірів складських товарів, виду використовуваного FLT (та іншого транспортного обладнання - ричтраків, палетмоверів) та інших факторів.



Рис. 4.2.5 Балки та проходи

**Балки** - горизонтальні поперечини, які створюють рівні полиці для розміщення піддонів



Рис. 4.2.6 Стойки та балки

### **Обладнання зони зберігання**

Обладнання складської зони може бути створено так само, як і обладнання робочого центру. Обладнанням зони зберігання можна керувати з екрана оператора, якщо для властивості підключення «Керування обладнанням» між зоною зберігання та робочим центром встановлено значення True. Параметри обладнання зони зберігання можуть бути надіслані після початку роботи та зафіксовані індикатори обладнання.

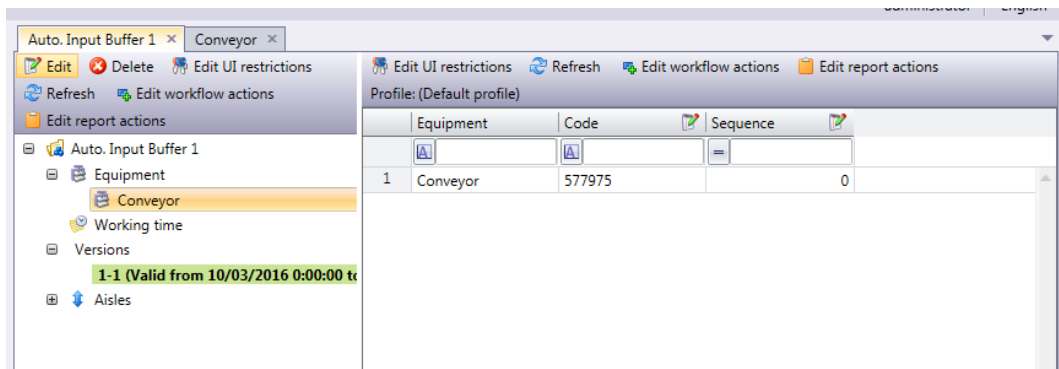


Рис. 4.2.7. Приклад обладнання зони зберігання

Конвеєр має параметр «Швидкість конвеєра» з режимом відправки «OnOperationStart»:

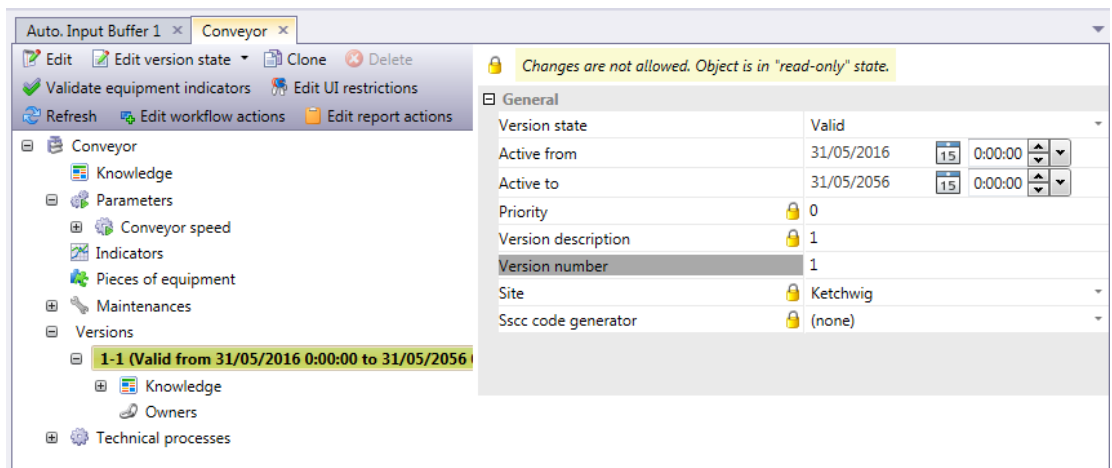


Рис. 4.2.8. Обладнання

### Час роботи зон зберігання

Можна вказати час роботи зони зберігання. Правила часу можна використовувати в робочих процесах для створення завдань комплектування.

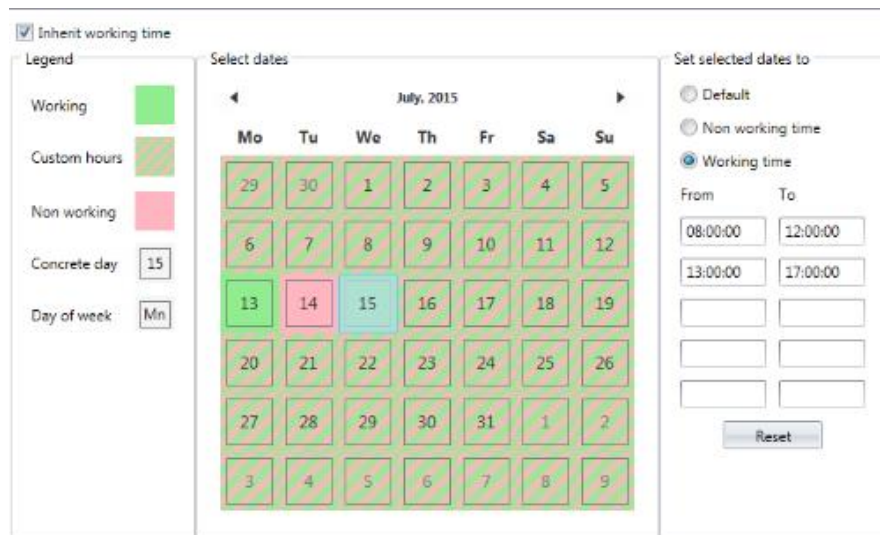


Рис. 4.2.9 Час роботи зон зберігання

## Вузли зберігання

Зона зберігання може мати один або декілька вузлів зберігання.

Вузли зберігання зазвичай мають той же тип, що і зона зберігання.

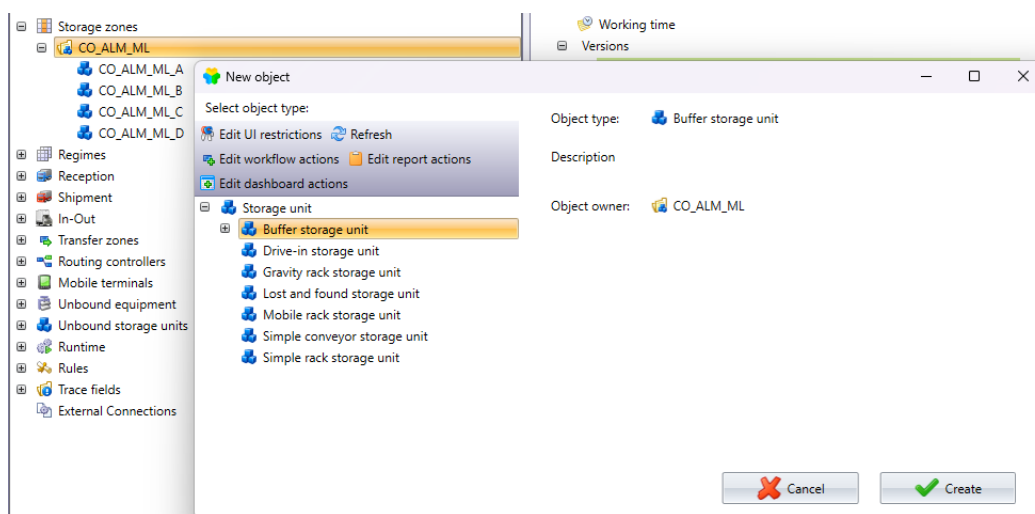


Рис. 4.2.10. Приклад створення вузла зберігання

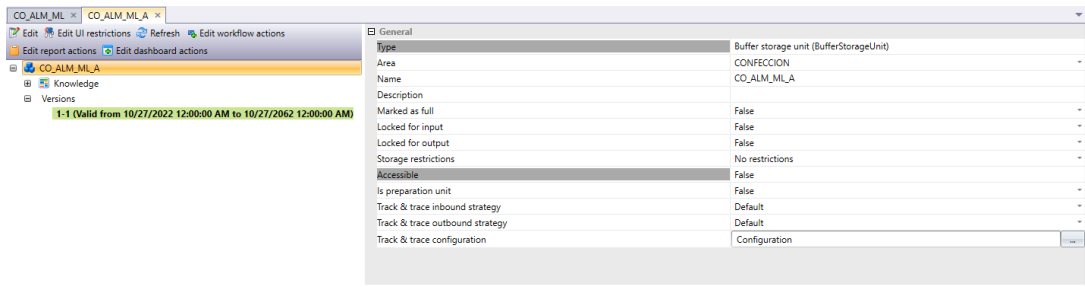


Рис. 4.2.11. Приклад зконфігурованого вузлу зберігання

Деякі типи вузлів (резервуар, силос) мають додаткову властивість - правило зберігання. Існує 3 правила зберігання: FIFO, LIFO і пропорційне.

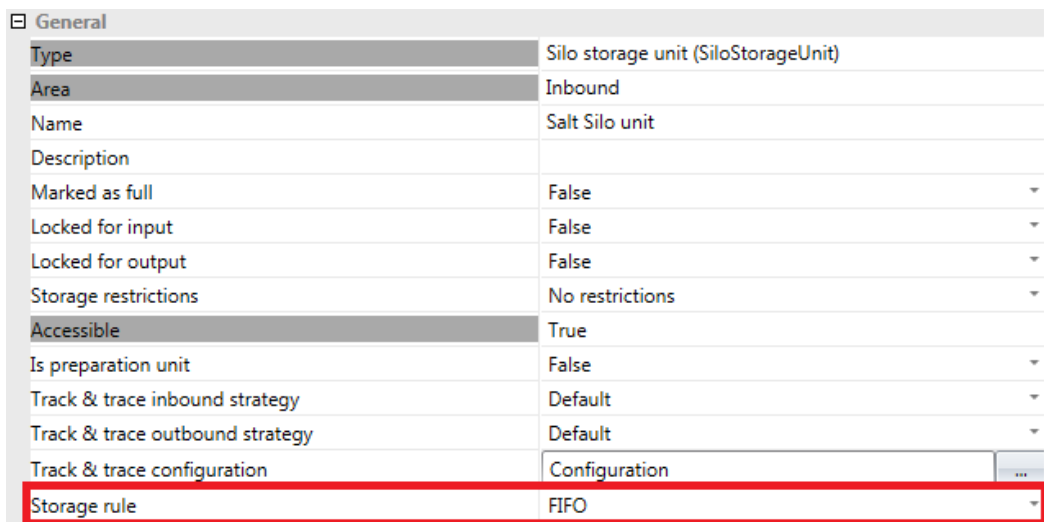


Рис. 4.2.12. Приклад зконфігурованого вузлу зберігання з правилом зберігання FIFO

Усі вузли зберігання, крім буфера, мають ємність.

Користувач повинен встановити значення ємності та тип вимірювання, перш ніж версія може бути встановлена на дійсну.

У цьому Storage Unit можна зберігати лише продукти, які мають той самий тип міри (або перетворення на цей тип міри), що й місткість одиниці зберігання.

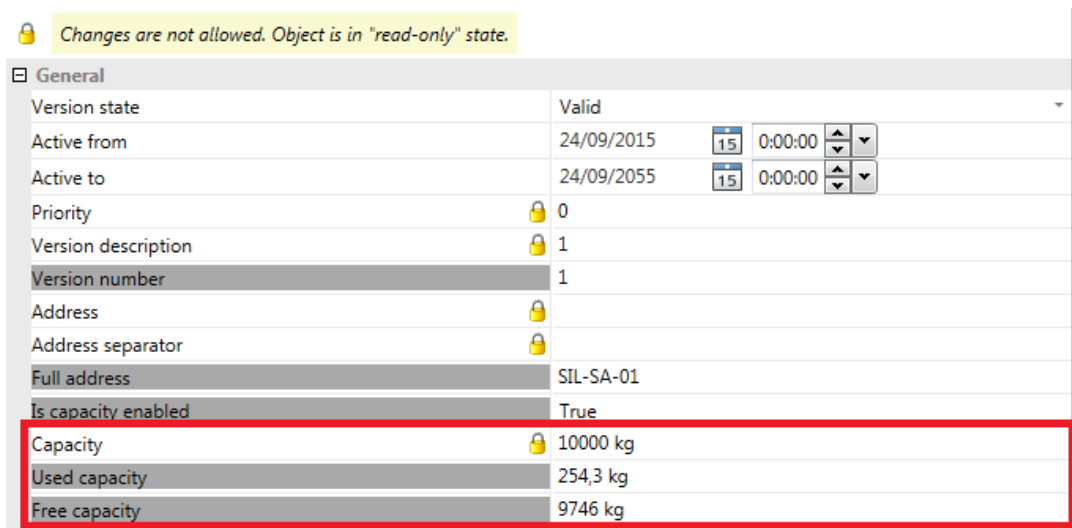


Рис. 4.2.13. Приклад зконфігурованого вузлу зберігання з встановленою ємністю

## Вузли зберігання робочого центру

Storage Unit робочого центру може бути створений для зберігання продуктів для подальшого їх використання на даному робочому центрі.

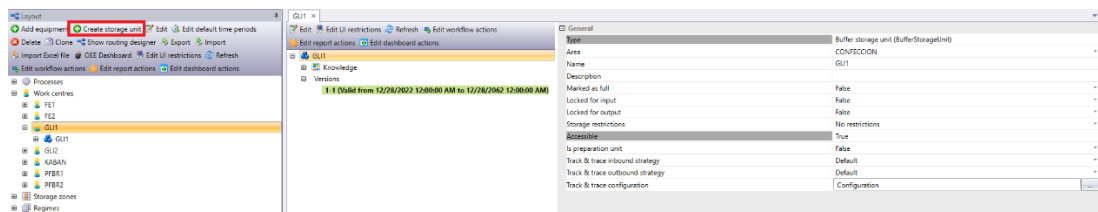


Рис. 4.2.14. Приклад створеного вузла зберігання для робочого центру GL11

## Routing connections

З'єднання між зоною входу-виходу/приймання та буферами для прийому.

Є 3 можливості отримати продукти в приймальний буфер:

- активний зв'язок між зоною прийому та буфером прийому

- визначені пункти призначення для продуктів у визначенні модуля продуктів «Керування пунктами призначення».

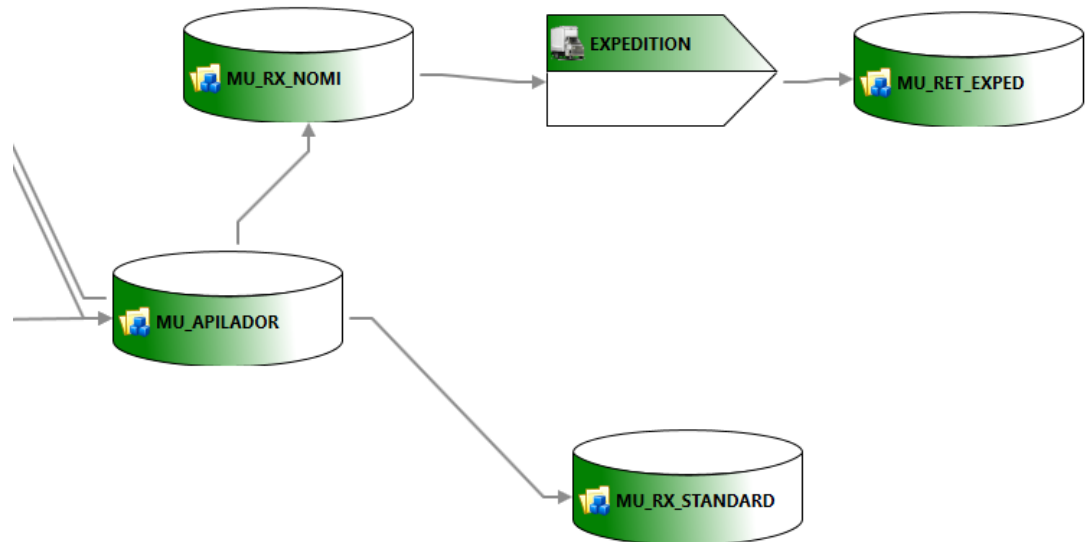


Рис. 4.2.15. Routing diagram

З'єднання між зоною входу-виходу/відвантаження та буферами для цілей відвантаження.

Як і для прийому, з'єднання з буфером відправлення потрібне з наступних 2 основних причин:

- автозапуск вантажів разом з вантажем
- завантажувати вантаж із підключених буферів

З'єднання між зонами зберігання та робочими центрами для планування через інвентаризацію.

Коли користувач планує замовлення клієнта, Momentum розбиває замовлення клієнта на необхідні робочі замовлення. Для кожного

визначення продукту замовлення складається з Momentum створює робоче замовлення. Робочі замовлення розподіляються між робочими центрами, де вони можуть бути виготовлені, відповідно до відповідних визначень продукту. Як тільки робочі замовлення розподіляються між робочими центрами, вони називаються операціями.

Планувальник може призначати робочі замовлення робочим центрам, лише якщо ці робочі центри мають з'єднання між собою. Це можуть бути прямі з'єднання від одного робочого центру до іншого або з'єднання «через інвентар», коли робочий центр спочатку під'єднується до зони зберігання, а потім ця зона з'єднується з наступним робочим центром.

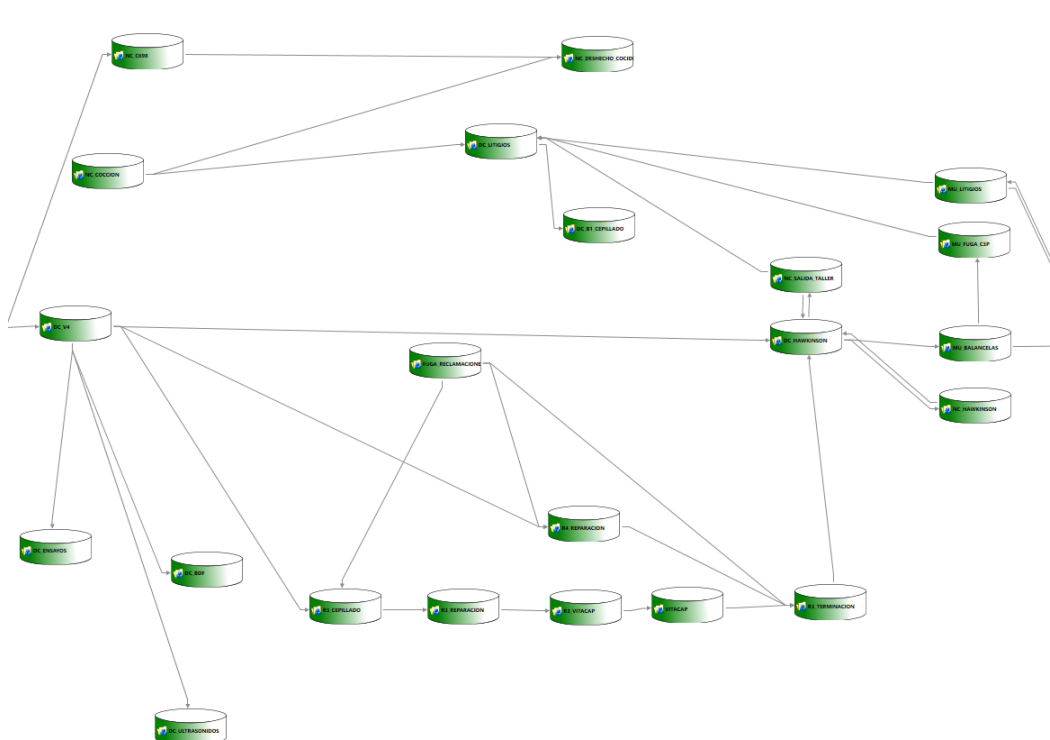


Рис. 4.2.16. Приклад Routing connection

### **Мобільні термінали прив'язані до сайту.**

Категорія транспортної одиниці та активна конфігурація - не обов'язкові. Їх можна використовувати в логістичних потоках. Категорії

транспортних одиниць створюються в модулі Товари, вікно «Транспортні одиниці». Активну конфігурацію можна вибрати з конфігурацій, створених для мобільного терміналу.

J

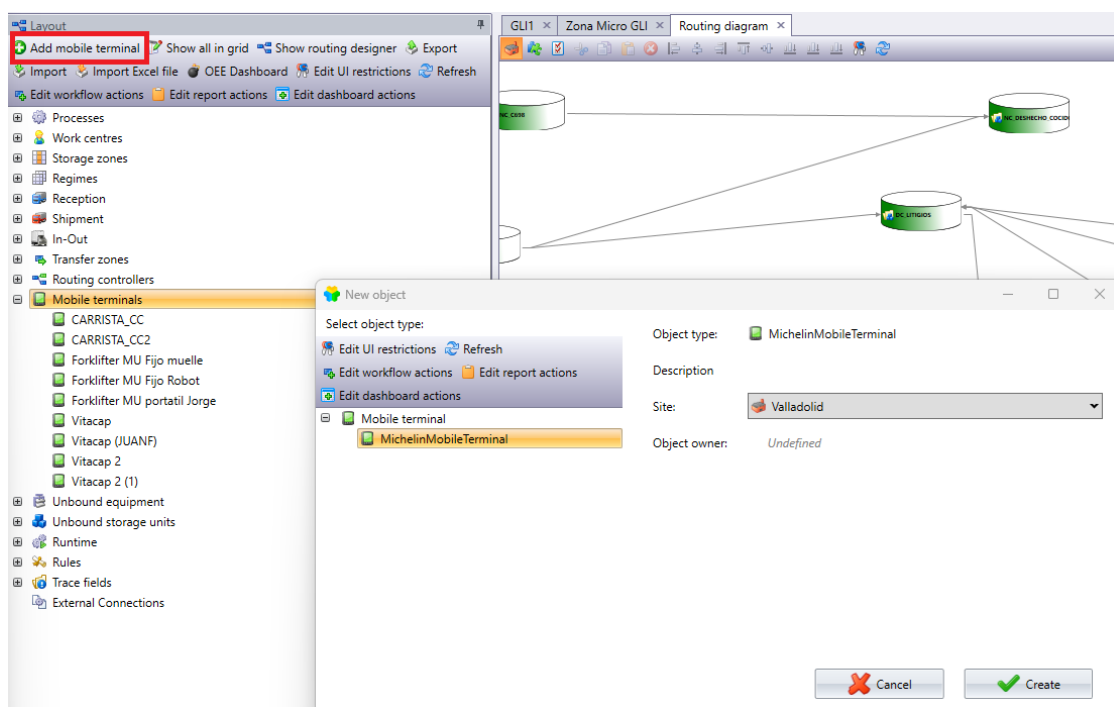


Рис. 4.2.17. Приклад створення MobileTerminal

Конфігурації - список транспортних одиниць, запланованих у часовий проміжок і пов'язаних з логістичним потоком

In - вказати зони та одиниці, куди мобільний термінал може приймати товари

Out - вкажіть зони та одиниці, куди мобільний термінал може привезти товари

In and Out важливий, якщо мобільний термінал не встановлено в завданні комплектування.

У цьому випадку обмеження входу та виходу визначатимуть, чи відобразатиметься завдання комплектування у списку завдань мобільного терміналу.

## Stock module

Модуль запасів включає деревовидне подання всіх зон зберігання, вузлів, місць для вибраного в об'єкті браузера розташування та сітки запасів для відкритої зони зберігання, вузла або місця

| Product type | Product code | DOCKET  | MATRICULE  | RFID               | Product version | Creation time        | Storage zone   | Storage unit      | Storage location | ProductState | PRESS | CC5 |
|--------------|--------------|---------|------------|--------------------|-----------------|----------------------|----------------|-------------------|------------------|--------------|-------|-----|
| CAR          | 606056       | 854K2C6 | LLU51028A  | 301854AAC28EF18... | VLD-628-005     | 9/2/2022 12:31:01... | R3_TERMINACION | R3_TERMINACION... | CUIT             | C15          | 25604 |     |
| CAR          | 593100       | 854VZ5T | KRA75293M  | 301854AAC3A2679... | VLD-627-078     | 9/2/2022 12:31:00... | R3_TERMINACION | R3_TERMINACION... | CUIT             | A01          | 25126 |     |
| CAR          | 259980       | 854W7EW | KRU71847L  | 301854AAC08F9C...  | VLD-210-030     | 9/2/2022 12:31:00... | R3_TERMINACION | R3_TERMINACION... | CUIT             | C14          | 23938 |     |
| CAR          | 606056       | 837ZK2H | KLC214968  | 001854AAC077B88... | VLD-611-005     | 9/2/2022 12:30:59... | R3_TERMINACION | R3_TERMINACION... | CUIT             | C08          | 13782 |     |
| CAR          | 593100       | 8305R2A | LRA56041M  | 301854AAC3A2679... | VLD-627-078     | 9/2/2022 12:30:58... | R3_TERMINACION | R3_TERMINACION... | CUIT             | A01          | 25126 |     |
| CAR          | 003734       | 854WZ2L | HRA71242L  | 301854AAC08F9C...  | VLD-338-067     | 9/2/2022 12:30:58... | R3_TERMINACION | R3_TERMINACION... | CUIT             | C12          | 23938 |     |
| CAR          | 103225       | 847NIZ4 | *DF10802F  | 301854AAC06E04...  | VLD-280-041     | 9/2/2022 12:30:57... | R3_TERMINACION | R3_TERMINACION... | CUIT             | A07          | 26684 |     |
| CAR          | 593100       | 854VBS2 | NRAB8466M  | 301854AAC3A2679... | VLD-627-078     | 9/2/2022 12:30:56... | R3_TERMINACION | R3_TERMINACION... | CUIT             | A01          | 25126 |     |
| CAR          | 479261       | 854VZR2 | RLU25452G  | 301854AAC244631... | VLD-231-082     | 9/2/2022 12:30:55... | R3_TERMINACION | R3_TERMINACION... | CUIT             | B14          | 14145 |     |
| CAR          | 259980       | 854UJUE | RUT06688J  | 301854AAC08F9C...  | VLD-140-030     | 9/2/2022 12:30:54... | R3_TERMINACION | R3_TERMINACION... | CUIT             | C14          | 23756 |     |
| CAR          | 606056       | 837ZK3E | NHU03510A  | 301854AAC28EF18... | VLD-628-005     | 9/2/2022 12:30:53... | R3_TERMINACION | R3_TERMINACION... | CUIT             | C10          | 25049 |     |
| CAR          | 479261       | 854TCSW | NLE10273M  | 001854AAC159D3...  | VLD-240-082     | 9/2/2022 12:30:53... | R3_TERMINACION | R3_TERMINACION... | CUIT             | B10          | 14090 |     |
| CAR          | 103225       | 854TVJ5 | EZN109548  | 301854AAC09EB7C... | VLD-459-041     | 9/2/2022 12:30:52... | R3_TERMINACION | R3_TERMINACION... | CUIT             | A07          | 25478 |     |
| CAR          | 606056       | 847NSMJ | *LE49354A  | 001854AAC06E38C... | VLD-255-005     | 9/2/2022 12:30:51... | R3_TERMINACION | R3_TERMINACION... | CUIT             | C08          | 13959 |     |
| CAR          | 259980       | 485YYO6 | KRU55560J  | 301854AAC398909... | VLD-221-030     | 9/2/2022 12:30:50... | R3_TERMINACION | R3_TERMINACION... | CUIT             | C04          | 24555 |     |
| CAR          | 606056       | 854K2DE | HLE10458M  | 001854AAC0118E1... | VLD-615-005     | 9/2/2022 12:30:50... | R3_TERMINACION | R3_TERMINACION... | CUIT             | C15          | 14060 |     |
| CAR          | 593100       | 837ZKPI | LHD03581B  | 001854AAC3A2678... | VLD-610-078     | 9/2/2022 12:30:49... | R3_TERMINACION | R3_TERMINACION... | CUIT             | B11          | 13960 |     |
| CAR          | 606056       | 837ZTDN | TLU12801N  | 001854AAC3650AE... | VLD-354-008     | 9/2/2022 12:30:48... | R3_TERMINACION | R3_TERMINACION... | CUIT             | C09          | 26166 |     |
| CAR          | 606056       | 854SZKD | HLV40127C  | 001854AAC27EFA4... | VLD-260-005     | 9/2/2022 12:30:46... | R3_TERMINACION | R3_TERMINACION... | CUIT             | C15          | 13719 |     |
| CAR          | 606056       | 4818FJD | RHF03686T  | 001854AAC0118E2... | VLD-630-008     | 9/2/2022 12:30:45... | R3_TERMINACION | R3_TERMINACION... | CUIT             | C07          | 24458 |     |
| CAR          | 259980       | 854VEYX | NRAB66447J | 301854AAC398909... | VLD-221-030     | 9/2/2022 12:30:44... | R3_TERMINACION | R3_TERMINACION... | CUIT             | C14          | 24555 |     |
| CAR          | 606056       | 4855AQK | GLA20808N  | 001854AAC3650AE... | VLD-354-008     | 9/2/2022 12:30:43... | R3_TERMINACION | R3_TERMINACION... | CUIT             | C06          | 26166 |     |

Рис. 4.2.18. Вигляд Stock grid

## Stock grid

Стокова сітка може бути показана для 4 об'єктів (якщо інше не вказано в configuration.exe):

- Material lots
- Containers
- Equipments parts
- Product version

Доступні стовпці gid можна активувати/деактивувати в «Виборі стовпців»

Доступні стовпці містять Trace Fields, які можна редагувати (якщо інше не вказано в налаштуваннях безпеки).

Stock grid можна переглянути на даний момент або по вибраній даті

Поточний час - відображаються всі об'єкти, які зараз знаходяться на складі

Custom - показує об'єкти в наявності на вибрану дату та час

## Material lots

Запас партій матеріалів представляє всі партії матеріалів на складі та їх властивості

Доступні стовпці можна активувати/деактивувати в інструменті вибору стовпців

Поточний час - відображаються всі лоти, які зараз є в наявності

| Product type   | Storage zone        | Product name      | Product code | Creation time | Remained quant... | Initial quantity |
|----------------|---------------------|-------------------|--------------|---------------|-------------------|------------------|
| 1 Sales unit   | SU Rack 1           | Mayo Normal 4...  | SU_MNO_4X    | 2016 11:27:03 | 32 Pieces         | 32 Pieces        |
| 2 Sales unit   | SU Rack 1           | Mayo Normal 4...  | SU_MNO_4X    | 2016 11:27:03 | 128 Pieces        | 128 Pieces       |
| 3 Raw material | Sugar Silo          | Sugar             | RM4          | 2016 18:01:00 | 4972 kg           | 5000 kg          |
| 4 Raw material | Floor               | Pepper            | RM7          | 2016 18:08:25 | 50 kg             | 50 kg            |
| 5 Raw material | Floor               | Pepper            | RM7          | 2016 18:09:09 | 50 kg             | 50 kg            |
| 6 Raw material | Vinegar Tank        | Vinegar           | RM2          | 2016 10:09:10 | 1593,35 l         | 2000 l           |
| 7 Intermediate | Man. Input Buffer 1 | Happy Mayonnai... | IP2          | 2016 12:05:51 | 4958 kg           | 5000 kg          |
| 8 Sales unit   | SU Rack 1           | Mayo Normal 4...  | SU_MNO_4X    | 2016 9:33:16  | 10 Pieces         | 10 Pieces        |
| 9 Sales unit   | SU Rack 1           | Mayo Normal 4...  | SU_MNO_4X    | 2016 9:37:50  | 9 Pieces          | 9 Pieces         |
| 10 Sales unit  | SU Rack 1           | Mayo Normal 4...  | SU_MNO_4X    | 2016 9:33:16  | 5 Pieces          | 5 Pieces         |
| 11 Sales unit  | SU Rack 1           | Mayo Normal 4...  | SU_MNO_4X    | 2016 9:37:05  | 10 Pieces         | 10 Pieces        |
| 12 Sales unit  | SU Rack 1           | Mayo Normal 4...  | SU_MNO_4X    | 2016 9:33:16  | 10 Pieces         | 10 Pieces        |
| 13 Sales unit  | SU Rack 1           | Mayo Normal 4...  | SU_MNO_4X    | 2016 15:37:32 | 5 Pieces          | 5 Pieces         |
| 14 Sales unit  | SU Rack 1           | Mayo Normal 4...  | SU_MNO_4X    | 2016 15:45:47 | 5 Pieces          | 5 Pieces         |
| 15 Sales unit  | SU Rack 2           | Mavo Normal 4...  | SU MNO 4X    | 2016 10:42:46 | 1 Pieces          | 1 Pieces         |

Рис. 4.2.19. Material lots в Stock grid

## Контейнери

Grid контейнерів показує контейнери на складі та партії матеріалів у вибраному контейнері.

Stock of Ketchwig

Show: Containers at Current time

|    | Creation time       | Storage zone        | Storage unit           | Address              | Identifier         | ContentQuantity | Block reason |
|----|---------------------|---------------------|------------------------|----------------------|--------------------|-----------------|--------------|
| 1  | 29/01/2016 11:37:29 | SU Rack 1           | SU Rack 1 Unit         | RAC-SAU-1            | 254110280000000078 | 32 Pieces       |              |
| 2  | 29/01/2016 11:44:41 | SU Rack 1           | SU Rack 1 Unit         | RAC-SAU-1            | 254110280000000085 | 128 Pieces      |              |
| 3  | 22/02/2016 18:08:25 | Floor               | Floor unit             | Floor                | 154110280000000156 | 50 kg           |              |
| 4  | 22/02/2016 18:09:09 | Floor               | Floor unit             | Floor                | 154110280000000163 | 50 kg           |              |
| 5  | 7/03/2016 13:11:45  | Rack Storage zone   | Rack Storage unit C    | Rack Storage zone... | C03                | 300 kg          |              |
| 6  | 7/03/2016 13:11:57  | Rack Storage zone   | Rack Storage unit D    | Rack Storage zone... | C04                | 200 kg          |              |
| 7  | 7/03/2016 16:26:32  | Man. Input Buffer 1 | Man. Input Buffer 1... | MB1                  | C01                | 4958 kg         |              |
| 8  | 8/03/2016 9:42:28   | SU Rack 1           | SU Rack 1 Unit         | RAC-SAU-1            | 254110280000000245 | 10 Pieces       |              |
| 9  | 8/03/2016 9:42:57   | SU Rack 1           | SU Rack 1 Unit         | RAC-SAU-1            | 254110280000000238 | 9 Pieces        |              |
| 10 | 8/03/2016 9:44:56   | SU Rack 1           | SU Rack 1 Unit         | RAC-SAU-1            | 254110280000000221 | 5 Pieces        |              |
| 11 | 8/03/2016 9:45:58   | SU Rack 1           | SU Rack 1 Unit         | RAC-SAU-1            | 254110280000000214 | 10 Pieces       |              |
| 12 | 8/03/2016 9:46:48   | SU Rack 1           | SU Rack 1 Unit         | RAC-SAU-1            | 254110280000000207 | 10 Pieces       |              |
| 13 | 8/03/2016 15:37:54  | SU Rack 1           | SU Rack 1 Unit         | RAC-SAU-1            | 254110280000000290 | 5 Pieces        |              |
| 14 | 8/03/2016 15:46:07  | SU Rack 1           | SU Rack 1 Unit         | RAC-SAU-1            | 254110280000000306 | 5 Pieces        |              |
| 15 | 11/03/2016 11:55:14 | SU Rack 2           | SU Rack 2 Unit         | RAC-SAU-2            | 254110280000000337 | 1 Pieces        |              |
| 16 | 11/03/2016 11:56:31 | SU Rack 2           | SU Rack 2 Unit         | RAC-SAU-2            | 254110280000000344 | 1 Pieces        |              |
| 17 | 15/03/2016 11:55:30 | SU Rack 1           | SU Rack 1 Unit         | RAC-SAU-1            | 254110280000000443 | 10 Pieces       |              |
| 18 | 21/03/2016 16:31:42 | SU Rack 1           | SU Rack 1 Unit         | RAC-SAU-1            | 254110280000000504 | 20 Pieces       |              |
| 19 | 21/03/2016 16:37:48 | SU Rack 1           | SU Rack 1 Unit         | RAC-SAU-1            | 254110280000000511 | 30 Pieces       |              |

1 row selected

|   | Creation time       | Product code | Product name | Remained quantity | Identifier | LotCode | Address | Storage zone | Storage unit |
|---|---------------------|--------------|--------------|-------------------|------------|---------|---------|--------------|--------------|
| 1 | 22/02/2016 18:08:25 | RM7          | Pepper       | 50 kg             | 211043     |         | Floor   | Floor        | Floor unit   |

Рис. 4.2.20. Containers в Stock grid

## Track & Trace

Модуль Track & Trace у Momentum реєструє споживання матеріалів і відстежує їх походження. Це гарантує, що у вас завжди буде доступна інформація про життєвий цикл у зв'язку з отриманими та обробленими партіями в робочих центрах.

Для кожної партії можна виконати відстеження назад або вперед, що об'єднає велику кількість історичних даних виробництва за один рух. Ви відразу дізнаєтеся, які операції проводилися на яких партіях на яких машинах, яка сировина та пакувальні матеріали використовувалися в цьому процесі, а також усі рухи запасів, пов'язані з цим, навіть для напівфабрикатів.

Track & Trace у Momentum знає, у якому середовищі обробки – безперервному, дискретному чи пакетному – багато було оброблено та в який час. Плани маршрутизації створюють динамічний запис пов'язаних партій із послідовних процесів. Оскільки вся інформація пов'язана з операціями, Track & Trace забезпечує миттєвий огляд усіх ресурсів,

якості, сигналів тривоги тощо. Track & Trace також надає картину змінних областей перекриття між переходами партій у безперервному процесі. Точність або масштаб областей перекриття можна збільшити або зменшити клацанням миші.

### Starting point

Track and trace можна розпочати з об'єктів. Початкова точка залежить від доступної інформації: якщо це ідентифікатор партії матеріалу, діаграму слід починати «Від партії матеріалу», якщо ми знаємо номер СМР, тоді діаграму слід починати «Від отримання».

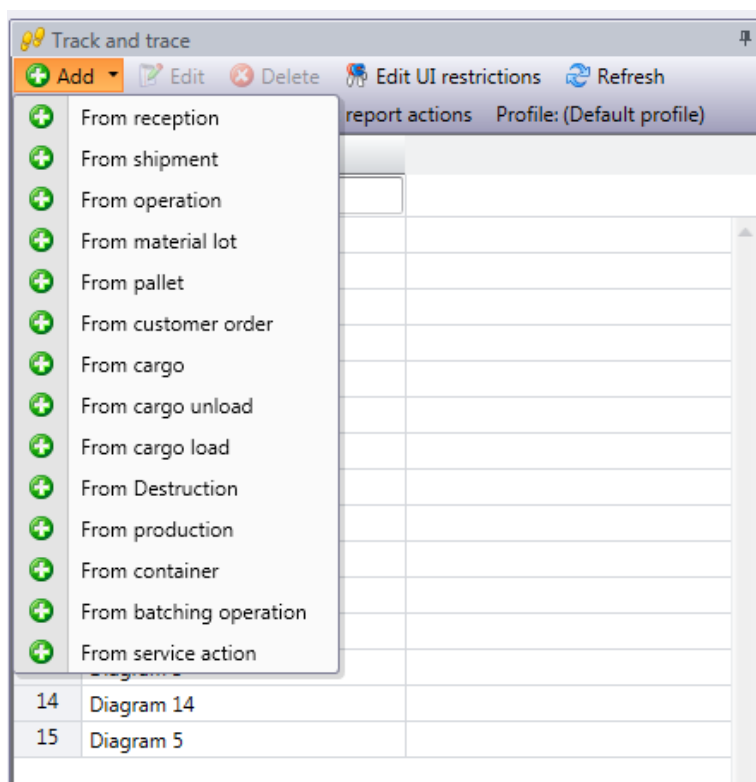


Рис. 4.2.21. Приклад Starting point

Залежно від вибраного об'єкта буде відкрито список з властивостями. Тут ми можемо вибрати об'єкт і почати діаграму відстеження та трасування.

| Unique identifier | Create time | Product code        | Product name  | Confirmed quantity  | Product version | Product type           | LotCode    | Internal ID | BestBeforeDate |
|-------------------|-------------|---------------------|---------------|---------------------|-----------------|------------------------|------------|-------------|----------------|
| 1                 | 290840      | 7/04/2016 11:34:46  | SU_KET_MNO_4X | Mix Bistro          | 8,5 Pieces      | 1 (Valid from 6/04/... | L160981134 | 290840      | 01/01/0001     |
| 2                 | 290902      | 7/04/2016 11:36:11  | SU_KET_MNO_4X | Mix Bistro          | 25,5 Pieces     | 1 (Valid from 6/04/... | L160981136 | 290902      | 01/01/0001     |
| 3                 | 290964      | 7/04/2016 11:37:00  | SU_KET_MNO_4X | Mix Bistro          | 33,5 Pieces     | 1 (Valid from 6/04/... | L160981137 | 290964      | 01/01/0001     |
| 4                 | 291543      | 7/04/2016 12:05:39  | SU_KET_MNO_4X | Mix Bistro          | 564 Pieces      | 1 (Valid from 6/04/... | L160981205 | 291543      | 01/01/0001     |
| 5                 | 291594      | 7/04/2016 12:06:42  | SU_KET_MNO_4X | Mix Bistro          | 574 Pieces      | 1 (Valid from 6/04/... | L160981206 | 291594      | 01/01/0001     |
| 6                 | 304086      | 11/04/2016 17:15:44 | SU_KET_MNO_4X | Mix Bistro          | 81,5 Pieces     | 1 (Valid from 6/04/... | L161021715 | 304086      | 01/01/0001     |
| 7                 | 304709      | 11/04/2016 17:28:13 | SU_KET_MNO_4X | Mix Bistro          | 46,5 Pieces     | 1 (Valid from 6/04/... | L161021728 | 304709      | 01/01/0001     |
| 8                 | 360941      | 19/04/2016 15:19:14 | SU_KET_MNO_4X | Mix Bistro          | 10,5 Pieces     | 1 (Valid from 6/04/... | L161101519 | 360941      | 19/04/2016     |
| 9                 | 364326      | 20/04/2016 11:19:36 | SU_KET_MNO_4X | Mix Bistro          | 61 Pieces       | 1 (Valid from 6/04/... | L161111119 | 364326      | 20/04/2016     |
| 10                | 365398      | 20/04/2016 11:51:35 | SU_KET_MNO_4X | Mix Bistro          | 22 Pieces       | 1 (Valid from 6/04/... | L161111151 | 365398      | 20/04/2016     |
| 11                | 373377      | 21/04/2016 7:07:28  | SU_KET_MNO_4X | Mix Bistro          | 81,5 Pieces     | 1 (Valid from 6/04/... | L161120707 | 373377      | 21/07/2016     |
| 12                | 373553      | 21/04/2016 9:38:03  | SU_KET_MNO_4X | Mix Bistro          | 158,5 Pieces    | 1 (Valid from 6/04/... | L161120938 | 373553      | 21/07/2016     |
| 13                | 464767      | 28/04/2016 12:48:01 | SU_KET_MNO_4X | Mix Bistro          | 124 Pieces      | 1 (Valid from 6/04/... | L161191248 | 464767      | 28/07/2016     |
| 14                | 508192      | 19/05/2016 12:28:14 | SU_KET_MNO_4X | Mix Bistro          | 537 Pieces      | 1 (Valid from 6/04/... | L261401228 | 508192      | 19/08/2016     |
| 15                | 647334      | 8/06/2016 18:00:35  | SU_KET_MNO_4X | Mix Bistro          | 210 Pieces      | 1 (Valid from 6/04/... | L161601800 | 647334      | 08/09/2016     |
| 16                | 647459      | 8/06/2016 18:13:49  | SU_KET_MNO_4X | Mix Bistro          | 31 Pieces       | 1 (Valid from 6/04/... | L261601813 | 647459      | 08/09/2016     |
| 17                | 645914      | 8/06/2016 16:17:40  | SU_MNO_12X    | Mayo Normal 12 p... | 125,1 Pieces    | 1 (Valid from 16/1...  | L361601617 | 645914      | 08/09/2016     |
| 18                | 654954      | 9/06/2016 10:23:23  | SU_MNO_12X    | Mayo Normal 12 p... | 104 Pieces      | 1 (Valid from 16/1...  | L361611023 | 654954      | 09/09/2016     |
| 19                | 654455      | 9/06/2016 14:43:46  | SU_MNO_12X    | Mayo Normal 12 p... | 109,2 Pieces    | 1 (Valid from 16/1...  | L361611443 | 654455      | 09/09/2016     |
| 20                | 658976      | 9/06/2016 17:42:47  | SU_MNO_12X    | Mayo Normal 12 p... | 31,25 Pieces    | 1 (Valid from 16/1...  | L361611742 | 658976      | 09/09/2016     |
| 21                | 662157      | 13/06/2016 9:38:00  | SU_MNO_12X    | Mayo Normal 12 p... | 160,1 Pieces    | 1 (Valid from 16/1...  | L361650938 | 662157      | 13/09/2016     |
| 22                | 664940      | 13/06/2016 11:56:37 | SU_MNO_12X    | Mayo Normal 12 p... | 130,2 Pieces    | 1 (Valid from 16/1...  | L361651156 | 664940      | 13/09/2016     |
| 23                | 672220      | 14/06/2016 9:09:45  | SU_MNO_12X    | Mayo Normal 12 p... | 42,08 Pieces    | 1 (Valid from 16/1...  | L361660909 | 672220      | 14/09/2016     |
| 24                | 673860      | 14/06/2016 9:46:16  | SU_MNO_12X    | Mayo Normal 12 p... | 29,58 Pieces    | 1 (Valid from 16/1...  | L361660946 | 673860      | 14/09/2016     |
| 25                | 681216      | 14/06/2016 17:35:01 | SU_MNO_12X    | Mayo Normal 12 p... | 204 Pieces      | 1 (Valid from 16/1...  | L361661735 | 681216      | 14/09/2016     |

Рис. 4.2.22. Приклад сітки з material lots

Коли ви вибираєте вузол на діаграмі, ви бачите всю інформацію про вузол у вікнах, розташованих під діаграмою. Якщо, наприклад, було обрано вузол робочого центру, ви побачите операції, замовлення клієнтів, створені партії та піддони тощо. Ми можете почати нову діаграму з вибраного вузла або з одного з об'єктів у сітках.

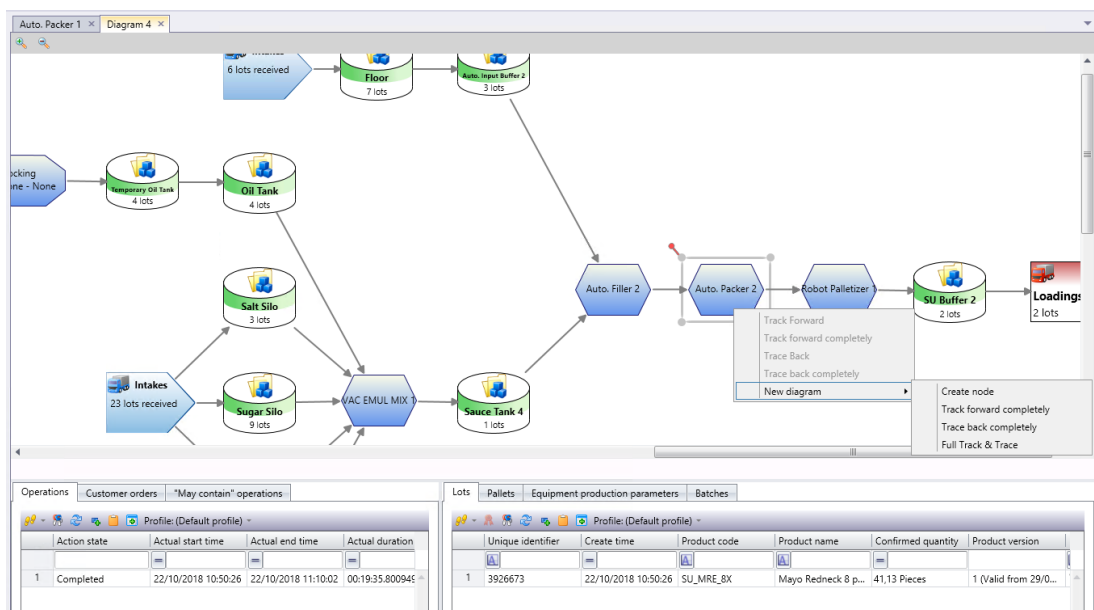


Рис. 4.2.23. Приклад Resulting diagram

## Resulting diagram

На діаграмах треків і трасування використовуються наступні вузли:

- Reception
- Shipment
- Storage zone
- Transfer zones
- Work center operation
- Change (change quantity, product)
- Block/Unblock
- Destruction

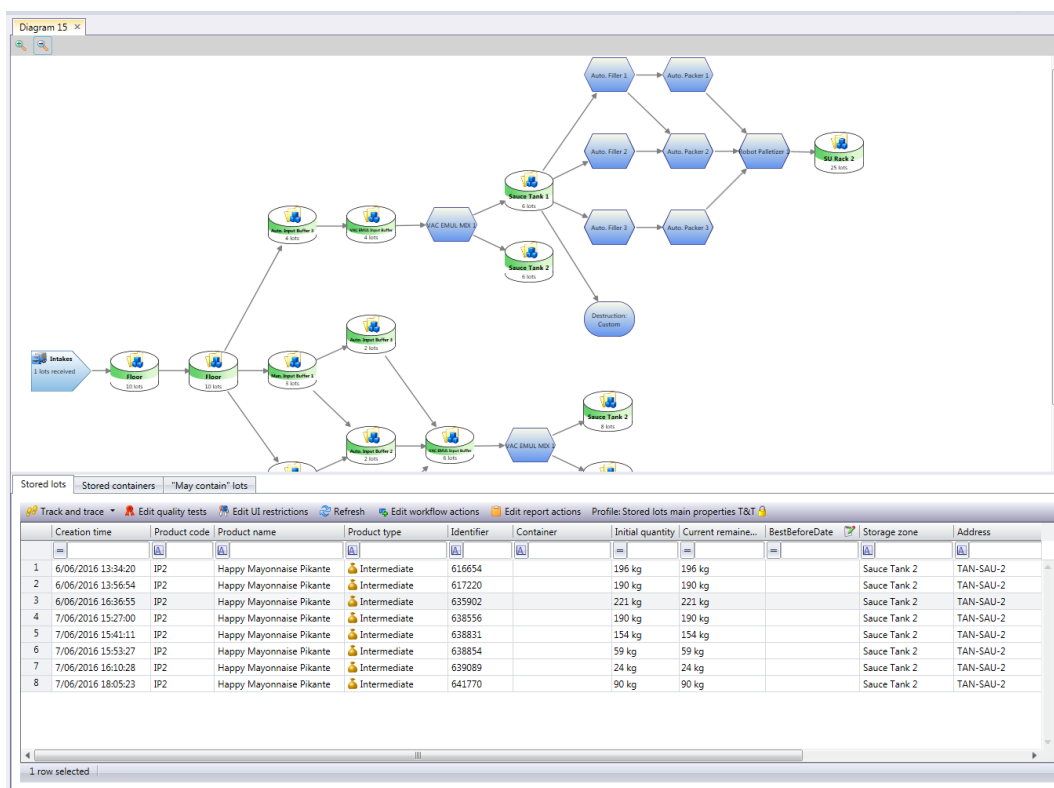


Рис. 4.2.24. Приклад Resulting diagram

Усі вузли на діаграмі можна вибрати, щоб побачити властивості. Нову діаграму можна почати з іншого об'єкта, вибраного на діаграмі. Ми можемо відслідковувати вперед, відслідковувати назад або створити повне відстеження та відстеження:

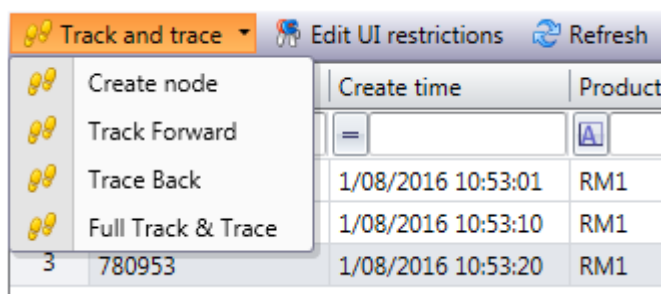


Рис. 4.2.25. Створення Track & trace

### Stock consumption configuration

Конфігурація Track & Trace може бути визначена для блоку зберігання.

Якщо для стратегії відстеження вихідних повідомлень встановлено значення за замовчуванням, можна вказати параметри споживання. Ці параметри визначають, які партії вважатимуться спожитими партіями, а які партії вважатимуться «можуть містити» партії

Це можна зробити в конфігурації Track and trace

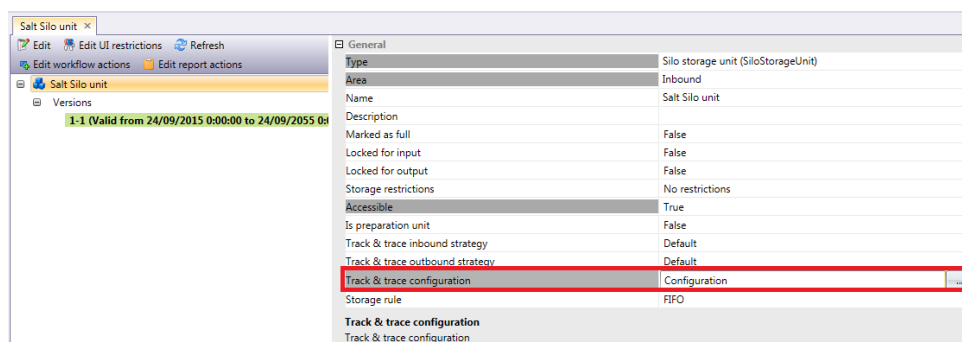


Рис. 4.2.6. Конфігурація Track & trace

Метод виявлення партій "Може містити":

За залишковою частиною партії - якщо відношення (у %) кількості партії, що залишилася, до її початкової кількості стало меншим за вказане значення, партія вважається такою, що "може містити" партію

За фіксованою кількістю - якщо споживана кількість партії менша за вказане значення, партія вважається такою, що може містити партію

За фіксованою кількістю (якщо є партії, які не "можуть містити") - якщо споживана кількість партії менша за вказане значення, партія вважається партією "може містити", але лише у випадку, коли той самий споживач спожив інші партії того самого продукту, не визначений як "може містити".

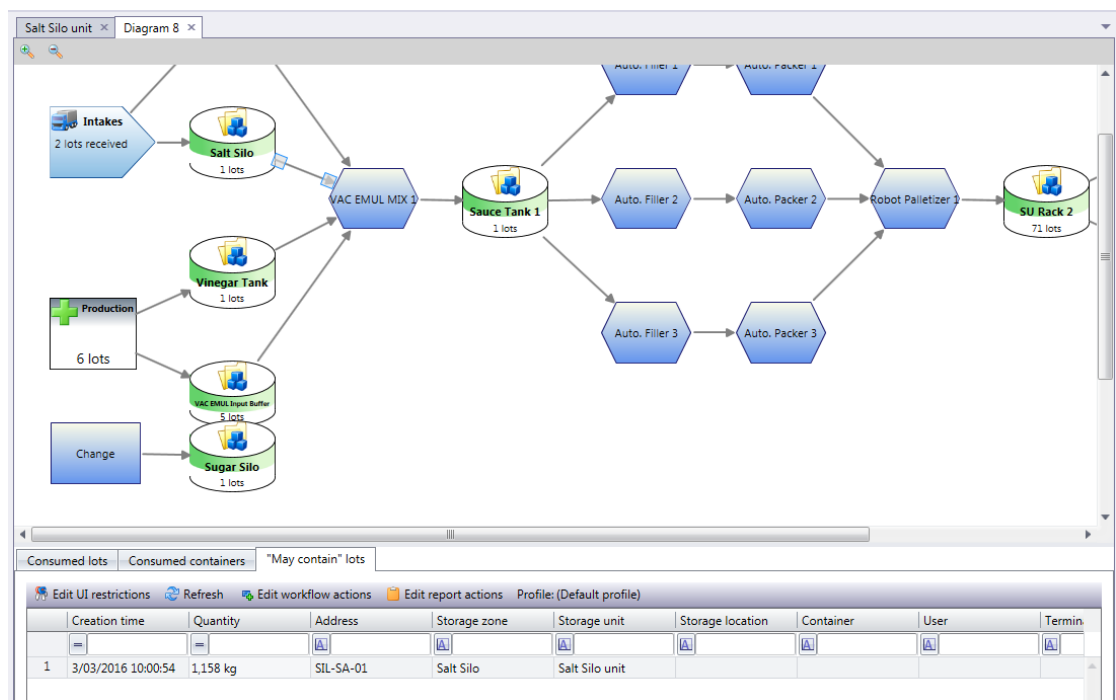


Рис. 4.2.27. Побудована Trace & trace діаграма

## Розділ 5. Розробка системи керування виробничими запасами з використанням Momentum

### 5.1. Технічна структура

#### RFID-мітка



Рис. 5.1.1. RFID-мітка Siemens SIMATIC RF650L

SIMATIC RF650L Smartlabel — це пасивний носій даних, що не потребує обслуговування, на основі технології UHF Class 1 Gen2, яка використовується для зберігання «Електронного коду продукту» (EPC). Smartlabel пропонує численні варіанти використання для широкого спектру застосувань і підтримує ефективну логістику в усьому технологічному ланцюжку.

Проста ідентифікація, наприклад заміна або доповнення штрих-коду, через логістику складів і розподілу, аж до ідентифікації продукту.

Пам'ять: EPC 96/240 bit

Дистанція read/write: від 0.2 м до 4 м

Мінімальна дистанція між мітками: 20 мм

Діапазон частот: від 865 до 868 MHz

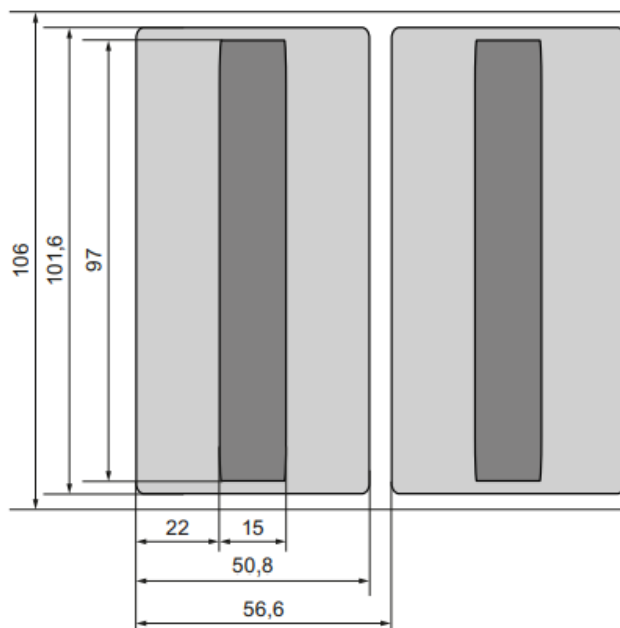


Рис. 5.1.2. Розміри RF650L

### RFID-зчитувач



Рис. 5.1.3. Зчитувач Siemens SIMATIC RF650R

Зчитувач SIMATIC RF650R — це потужний зчитувач UHF-RFID для використання з чотирма зовнішніми антенами. RF650R має один

інтерфейс Ethernet (RJ-45). Він використовується як для підключення до систем ПК, так і для конфігурації та діагностики, а також може використовуватися під час роботи. Програмне забезпечення вищого рівня спілкується зі зчитувачем за допомогою TCP/IP і протоколу XML.

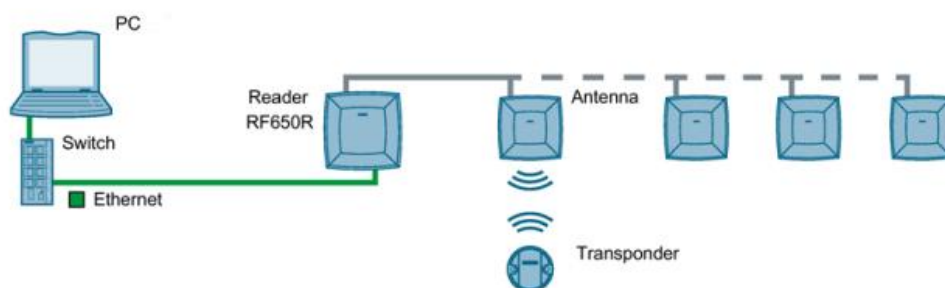


Рис. 5.1.4. Приклад підключення RF650R



Рис. 5.1.5. Siemens SIMATIC RF160B

SIMATIC RF160B RFID мобільний зчитувач - базовий пристрій для RF600 (UHF) з юзер інтерфейсом та акумуляторною батареєю.

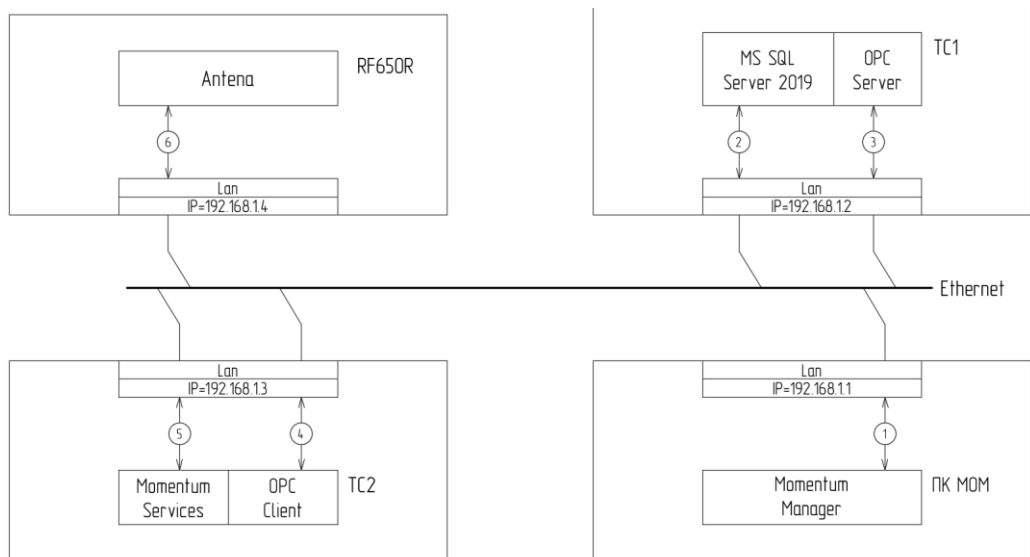


Рис. 5.1.4. Інформаційна структура мережі

## 5.2. Реалізація у Momentum з використанням додаткового ПС Visual Studio 2022

### Кастомізація моделі з використанням Visual Studio та C#

Для початку потрібно модифікувати модель, створивши об'єкт (Entity) необхідними параметрами. Для нас буде достатньо мати унікальний ідентифікатор мітки та StoredMaterialLot, з якого в майбутньому можна буде отримати всі необхідні параметри.

```

8 references | 0 changes | 0 authors, 0 changes
public class RFID : MesObject, IEntity, IMesObject
{
    [Field]
    3 references | 0 changes | 0 authors, 0 changes
    public long Id { get; set; }
    [Field]
    2 references | 0 changes | 0 authors, 0 changes
    public StoredMaterialLot StoredMaterialLot { get; set; }

    1 reference | 0 changes | 0 authors, 0 changes
    public void SetNewLocation(StorageLocation location)
    {
        StoredMaterialLot.SetProperty(nameof(StorageLocation), location);
    }

    2 references | 0 changes | 0 authors, 0 changes
    public RFID(long id, StoredMaterialLot storedMaterialLot)
    {
        this.Id = id;
        this.StoredMaterialLot = storedMaterialLot;
    }
}

```

Рис. 5.2.1. Імплементация RFID в кастомній моделі Momentum як об'єкт для бази даних

```

0 references | 0 changes | 0 authors, 0 changes
public class RfidHelper
{
    0 references | 0 changes | 0 authors, 0 changes
    public static RFID CreateRfid(long id, StoredMaterialLot storedMaterialLot)
    {
        return AllboxMesObjectFactory.CreateRFID(id, storedMaterialLot);
    }

    0 references | 0 changes | 0 authors, 0 changes
    public static void SetLocation(long id, StorageLocation location)
    {
        var rfid = Query.All<RFID>().Where(r => r.Id == id).FirstOrDefault();
        rfid.SetNewLocation(location);
    }

    0 references | 0 changes | 0 authors, 0 changes
    public static void DeleteRfid(long id)
    {
        var rfid = Query.All<RFID>().Where(r => r.Id == id).FirstOrDefault();
        rfid.Remove();
    }
}

```

Рис. 5.2.2. Створення RFID Helper для проміжних операцій

Для створення об'єктів за принципами ООП використовується паттерн фабрика(Factory).

```
0 references | - changes | -authors, -changes
public RFID CreateRFID(long id, StoredMaterialLot storedMaterialLot)
{
    return new RFID(id, storedMaterialLot);
}
```

Рис. 5.2.3. Створення метода в MesObjectFactory

```
1 reference | 0 changes | 0 authors, 0 changes
public static RFID CreateRFID(long id, StoredMaterialLot storedMaterialLot)
{
    AllboxMesObjectFactoryImplOverride imp = (AllboxMesObjectFactoryImplOverride)MesObjectFactoryImplProvider.GetObjectFactoryImpl(typeof(RFID));
    return new RFID(id, storedMaterialLot);
}
```

Рис. 5.2.4. Імплементція метода в MesObjectFactoryImpl

### Реалізація в Momentum

Як початкову точку беремо створення Unbound Equipment(устаткування не прив'язане до WorkCenter). Це устаткування буде представляти собою мобільний RFID зчитувач.

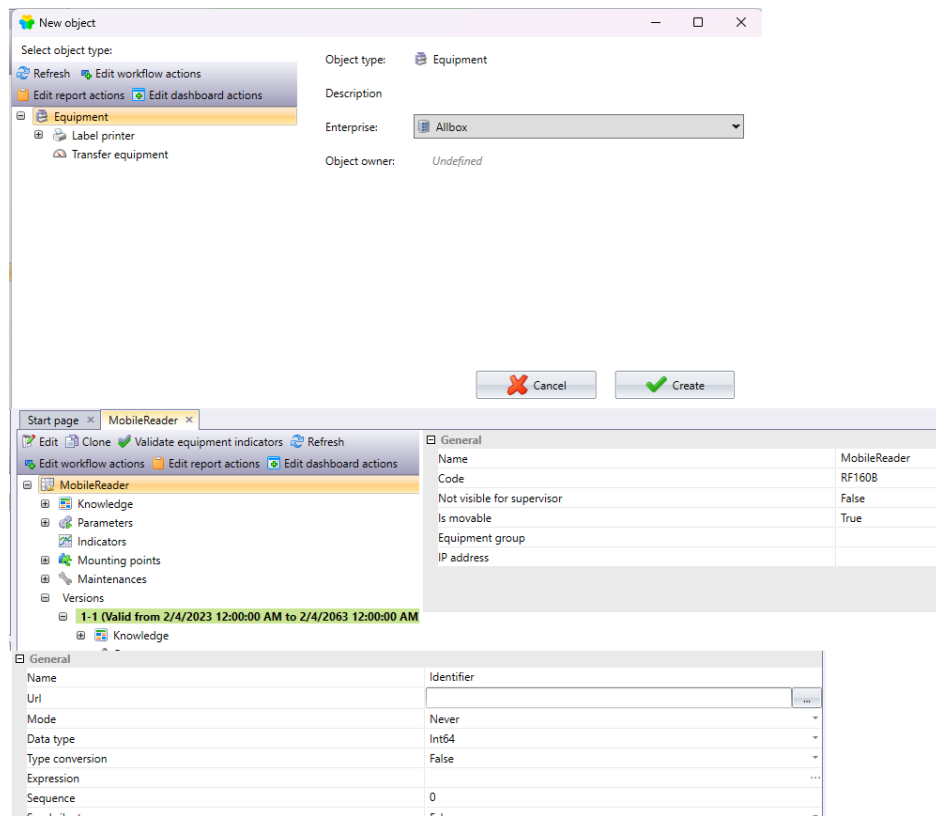


Рис. 5.2.5 Створення Unbound Equipment

Наступним кроком буде створення фіксованого обладнання та додавання його до StorageZone.

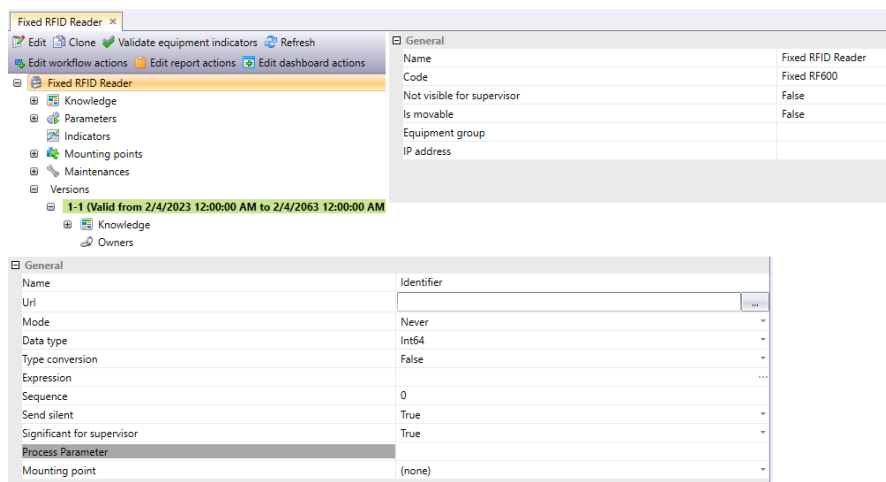


Рис. 5.2.6 Створення Equipment

Після чого устаткування потрібно додати до існуючих зон зберігання.

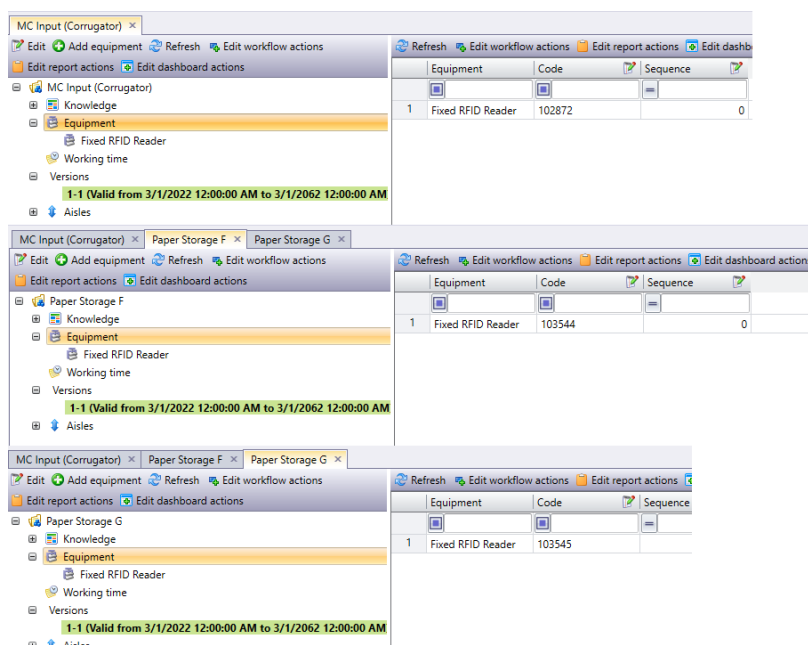


Рис. 5.2.7 Додавання Equipment до StorageZone

Створення Picking Task. Picking Tasks — це завдання для мобільних терміналів щодо переміщення партій матеріалів або контейнерів з одного місця на складі в інше.

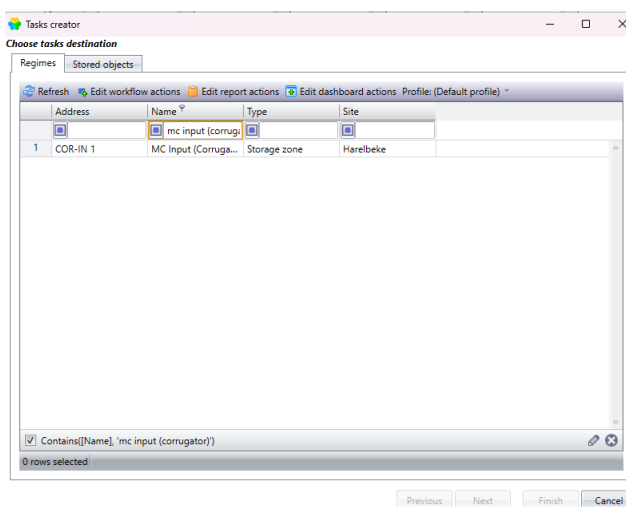


Рис. 5.2.8 Задання кінцевої точки переміщення

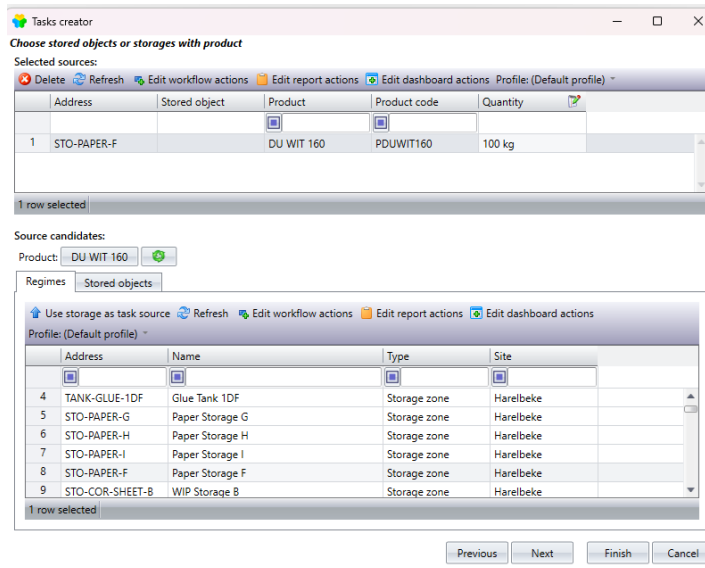


Рис. 5.2.9 Задання початкової точки переміщення та матеріалу

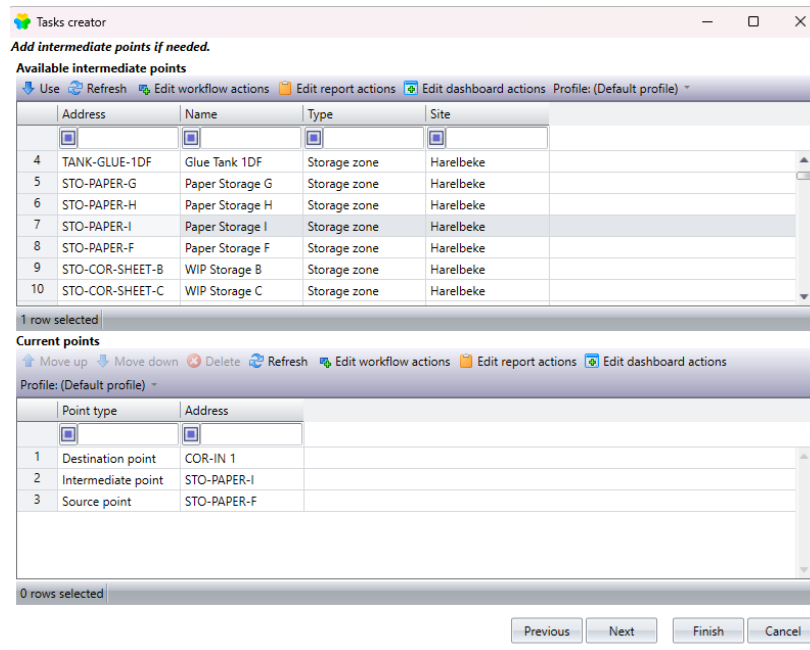


Рис. 5.2.10 Задання проміжної точки переміщення

Означення мобільних терміналів, які будуть виконувати Picking

Task:

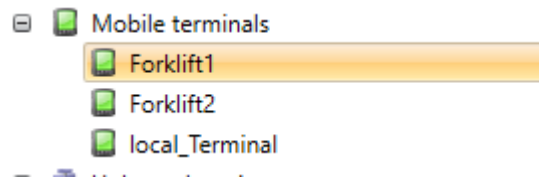


Рис. 5.2.11 Мобільні термінали

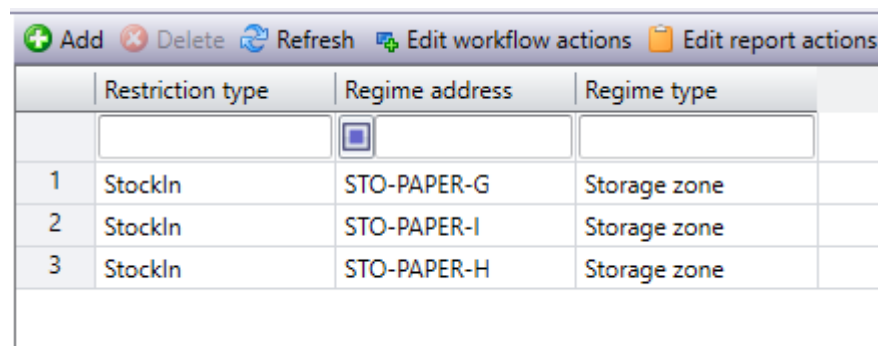


Рис. 5.2.12 Вхід мобільних терміналів(зони з яких будуть переміщуватися матеріали)

|   | Restriction type | Regime address | Regime type  |
|---|------------------|----------------|--------------|
| 1 | StockOut         | STO-PAPER-F    | Storage zone |

Рис. 5.2.13 Вихід мобільних терміналів.

### Переміщення матеріалу

|   | Creation time        | Storage start time   | Storage end time      | Remained quantity | Initial quantity | Address     | Storage zone    | Storage unit         | Storage location |
|---|----------------------|----------------------|-----------------------|-------------------|------------------|-------------|-----------------|----------------------|------------------|
| 1 | 2/4/2023 10:19:45... | 2/4/2023 10:19:45... | 12/31/9999 11:59:5... | 100 kg            | 100 kg           | STO-PAPER-G | Paper Storage G | Paper Storage G unit |                  |
| 2 | 2/4/2023 10:20:00... | 2/4/2023 10:20:00... | 12/31/9999 11:59:5... | 100 kg            | 100 kg           | STO-PAPER-G | Paper Storage G | Paper Storage G unit |                  |
| 3 | 2/4/2023 10:20:08... | 2/4/2023 10:20:08... | 12/31/9999 11:59:5... | 100 kg            | 100 kg           | STO-PAPER-G | Paper Storage G | Paper Storage G unit |                  |
| 4 | 2/4/2023 10:20:15... | 2/4/2023 10:20:15... | 12/31/9999 11:59:5... | 100 kg            | 100 kg           | STO-PAPER-G | Paper Storage G | Paper Storage G unit |                  |
| 5 | 2/4/2023 10:20:22... | 2/4/2023 10:20:22... | 12/31/9999 11:59:5... | 100 kg            | 100 kg           | STO-PAPER-G | Paper Storage G | Paper Storage G unit |                  |
| 6 | 2/4/2023 10:20:29... | 2/4/2023 10:20:29... | 12/31/9999 11:59:5... | 100 kg            | 100 kg           | STO-PAPER-G | Paper Storage G | Paper Storage G unit |                  |

Рис. 5.2.14 Матеріали в складі G.

|   | Creation time        | Storage start time   | Storage end time      | Remained quantity | Initial quantity | Address     | Storage zone    | Storage unit         | Storage location |
|---|----------------------|----------------------|-----------------------|-------------------|------------------|-------------|-----------------|----------------------|------------------|
| 1 | 2/4/2023 10:20:56... | 2/4/2023 10:20:56... | 12/31/9999 11:59:5... | 100 kg            | 100 kg           | STO-PAPER-F | Paper Storage F | Paper Storage F unit |                  |

Рис. 5.2.15 Матеріали складі F після переміщення.

|   | Creation time        | Storage start time   | Storage end time      | Remained quantity | Initial quantity | Address  | Storage zone        | Storage unit          | Storage location | Container |
|---|----------------------|----------------------|-----------------------|-------------------|------------------|----------|---------------------|-----------------------|------------------|-----------|
| 1 | 2/4/2023 10:21:42... | 2/4/2023 10:21:42... | 12/31/9999 11:59:5... | 100 kg            | 100 kg           | COR-IN 1 | MC Input (Corrua... | MC Input unit (Cor... |                  |           |

Рис. 5.2.16 Матеріали в складі MC Input Corrugator після переміщення.

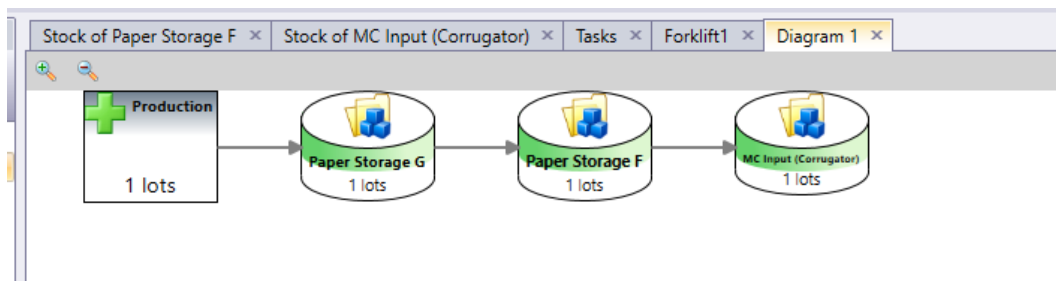


Рис. 5.2.17 Відстеження матеріалів.

## **Висновок**

У ході виконання кваліфікаційної роботи було виявлено, що запаси є основою існування будь-якої виробничої фірми, а ефективне управління запасами призведе до ефективного контролю над організацією.

Технологія RFID зараз використовується в багатьох корисних програмах. У цьому проекті було показано використання технології RFID в управлінні запасами. Навчальний набір зчитувача RFID та теги були використані для розробки запропонованого прототипу системи. Розроблено графічний інтерфейс для взаємодії з пристроєм зчитування RFID і мітками. Експериментальний результат підтверджує належну функціональність всієї системи. Дослідницько-конструкторські роботи можуть бути проведені для вдосконалення розробленої прототипної системи до комерційного продукту.

## Список використаної літератури

1. Factors Influencing the Effectiveness of Inventory Management in Manufacturing SMEs / Shiau Wei Chan – 2017 – 8 с.
2. Inventory management concepts and implementations: a systematic review / Jean-Claude Munyaka Baraka – 2022 – 36 с.
3. <https://tk185.appau.org.ua/>
4. DEVELOPMENT OF A RFID BASED INVENTORY MANAGEMENT SYSTEM / Zahid Hasan Chowdhury – 2013 – 72 с.
5. RFID Technology Applied in Warehouse Management System / B. Yan, Yiyun Chen – 2008 – 72 с.
6. EFFECTIVENESS OF INVENTORY MANAGEMENT IN A MANUFACTURING COMPANY / Ugwu Uchechi Esther– 2012 – 72 с.