

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Факультет механіко-технологічний**

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри

транспортних технологій та засобів у АПК

_____ к.т.н. Савченко Л.А.

«_____» _____ 2026 р.

БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**на тему: Удосконалення транспортного процесу перевезення
будівельних матеріалів в умовах Леруа Мерлен**

Спеціальність 275.03 «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)»

Гарант освітньої програми

к. т. Н.Опалко В.Г

Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи

к.т.н. Савченко Л.А.

Виконав

Балаклієць Я.

КИЇВ – 2026

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Факультет механіко-технологічний**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

транспортних технологій та засобів у АПК

к.т.н. Савченко Л. А.

« ____ » _____ 2026

ЗАВДАННЯ

на виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи студенту

Балаклійцю Ярославу Валерійовичу

Спеціальність 275.03 Транспортні технології (на автомобільному транспорті)

Тема випускної бакалаврської кваліфікаційної роботи: Удосконалення
транспортного процесу перевезення будівельних матеріалів в умовах Леруа
Мерлен

затверджена наказом ректора НУБіП України від «__» _____

Термін подання завершеної роботи на кафедру _____

Вихідні дані до випускної бакалаврської роботи:

1. Теоретичні основи перевезення будівельних матеріалів.
2. Аналіз транспортного процесу в умовах Leroy Merlin.
3. Удосконалення транспортного процесу на основі транспортної задачі.
4. Оцінка ефективності запропонованих рішень та безпека праці.

Дата видачі завдання «08» 09.2025 р.

Керівник випускної бакалаврської роботи _____ (доц. Савченко Л.А.)

Завдання прийняв до виконання _____ (Балаклієць Ярослав)

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	5
ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1	11
ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ОРГАНІЗАЦІЇ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕСУ ПЕРЕВЕЗЕННЯ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ	11
1.1. Сутність та особливості транспортного процесу перевезення будівельних матеріалів	11
1.2. Класифікація будівельних матеріалів та вимоги до їх транспортування	12
1.3. Методи оцінки ефективності транспортного процесу	14
1.4. Зарубіжний досвід організації перевезень будівельних матеріалів у торгових мережах.....	17
РОЗДІЛ 2	20
АНАЛІЗ ІСНУЮЧОГО ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕСУ В УМОВАХ ЛЕРУА МЕРЛЕН.....	20
2.1. Загальна характеристика підприємства Leroy Merlin та його логістичної системи ..	20
2.2. Аналіз номенклатури будівельних матеріалів та обсягів перевезень	22
2.3. Характеристика рухомого складу та існуючих маршрутів доставки	24
2.4. Аналіз техніко-експлуатаційних показників використання транспортних засобів ...	25
2.4.1. Аналіз складської техніки, що використовується при вантажно- розвантажувальних роботах	25
2.4.2 Аналіз рухомого складу для перевезення будівельних матеріалів.....	29
2.5. Пошук проблем та недоліків існуючого транспортного процесу.....	30
РОЗДІЛ 3.	33
УДОСКОНАЛЕННЯ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕСУ НА ОСНОВІ ТРАНСПОРТНОЇ ЗАДАЧІ	33
3.1. Обґрунтування напрямів удосконалення транспортного процесу	33
3.2. Постановка транспортної задачі для оптимізації перевезень будівельних матеріалів	34
3.2.1. Визначення постачальників, споживачів та умов задачі	34
3.2.2. Математична модель транспортної задачі	35
3.3. Формування матриці витрат та вихідних даних	36
3.3.1. Збір та обробка вихідних даних про вантажопотоки	37
3.3.2. Побудова матриці транспортних витрат	37
3.4. Розв'язання транспортної задачі.....	39
3.4.1. Знаходження початкового опорного плану методом північно-західного кута ...	39
3.4.2. Оптимізація плану перевезень методом потенціалів	41
3.5. Аналіз оптимального плану перевезень та розподіл вантажопотоків.....	46

3.6. Вибір та обґрунтування оптимального типу рухомого складу	48
3.7. Удосконалення системи управління транспортними перевезеннями	51
РОЗДІЛ 4.	54
ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАПРОПОНОВАНИХ ЗАХОДІВ	54
4.1. Розрахунок техніко-експлуатаційних показників після впровадження удосконалень	54
4.2. Економічна ефективність запропонованих рішень	58
4.3. Оцінка впливу заходів на якість обслуговування клієнтів	61
4.4. Охорона праці та безпека життєдіяльності при організації транспортного процесу перевезення будівельних матеріалів	64
4.4.1. Аналіз умов праці водіїв та працівників складу при перевезенні будівельних матеріалів	64
4.4.2. Вимоги безпеки при виконанні вантажно-розвантажувальних робіт	66
4.4.3. Заходи пожежної безпеки та охорони праці	68
ВИСНОВКИ	70
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	74
ДОДАТОК	76

РЕФЕРАТ

Дипломна робота присвячена дослідженню організації транспортного процесу перевезення будівельних матеріалів та розробці заходів щодо його удосконалення на прикладі підприємства Leroy Merlin. Актуальність обраної теми обумовлена тим, що на сьогоднішній день сфера будівництва активно розвивається, а разом із цим постійно збільшується попит на будівельні матеріали. Це створює додаткове навантаження на транспортно-логістичні системи підприємств, які займаються постачанням, зберіганням і доставкою товарів. Для великих торговельних мереж особливо важливо організувати процес перевезення таким чином, щоб забезпечити своєчасну доставку продукції, зменшити витрати та покращити якість обслуговування клієнтів.

Перевезення будівельних матеріалів має свої особливості, оскільки вантажі можуть значно відрізнятися між собою за габаритами, вагою, фізичними властивостями та умовами транспортування. Частина матеріалів потребує спеціальних умов зберігання і захисту від впливу зовнішнього середовища, інші потребують використання спеціалізованого транспорту або вантажно-розвантажувальної техніки. Саме тому ефективна організація транспортного процесу дозволяє не лише забезпечити безперебійну роботу підприємства, а й скоротити витрати, пов'язані з доставкою продукції.

Метою дипломної роботи є дослідження організації транспортного процесу перевезення будівельних матеріалів та розробка рекомендацій щодо підвищення його ефективності на прикладі підприємства Leroy Merlin.

Для досягнення поставленої мети у роботі було виконано ряд завдань: проаналізовано теоретичні основи транспортного процесу перевезення будівельних матеріалів, розглянуто класифікацію будівельних матеріалів і вимоги до їх транспортування, досліджено особливості логістичної системи підприємства Leroy Merlin, виконано аналіз рухомого складу та маршрутів доставки, оцінено техніко-експлуатаційні показники транспортних засобів,

виявлено проблеми існуючого транспортного процесу та запропоновано шляхи їх вирішення.

Об'єктом дослідження є транспортний процес перевезення будівельних матеріалів у логістичній системі торговельного підприємства. Предметом дослідження є методи організації та оптимізації перевезень, які дозволяють підвищити ефективність транспортного процесу.

У першому розділі дипломної роботи розглянуто теоретичні основи організації транспортного процесу перевезення будівельних матеріалів. Проаналізовано сутність транспортної логістики, її роль у забезпеченні ефективної роботи підприємства, а також особливості організації перевезення будівельних вантажів. Особливу увагу приділено вимогам до транспортування різних видів будівельних матеріалів та сучасним підходам до управління матеріальними потоками.

У другому розділі наведено загальну характеристику підприємства Leroy Merlin та особливості його логістичної діяльності. Проведено аналіз номенклатури будівельних матеріалів, досліджено обсяги перевезень, охарактеризовано рухомий склад і маршрути доставки. Крім того, виконано оцінку техніко-експлуатаційних показників транспортних засобів та визначено основні недоліки існуючої системи перевезень, серед яких простой транспорту, нерівномірне завантаження транспортних засобів і значні витрати часу на виконання вантажно-розвантажувальних операцій.

У третьому розділі проведено оптимізацію транспортного процесу перевезення будівельних матеріалів. Для цього застосовано економіко-математичні методи, зокрема транспортну задачу та метод потенціалів, що дозволило визначити більш ефективний варіант організації перевезень. У результаті було запропоновано оптимальний план доставки вантажів, який забезпечує зниження транспортних витрат, покращення використання вантажопідйомності транспортних засобів та підвищення ефективності логістичних процесів.

У четвертому розділі розглянуто питання охорони праці та безпеки життєдіяльності при виконанні транспортних і вантажно-розвантажувальних робіт. Визначено основні небезпечні фактори, що можуть виникати під час роботи водіїв і працівників складу, а також запропоновано заходи щодо забезпечення безпечних умов праці, дотримання правил пожежної безпеки та охорони праці.

Практичне значення дипломної роботи полягає у можливості використання запропонованих рекомендацій для вдосконалення транспортного процесу перевезення будівельних матеріалів у діяльності підприємства Leroy Merlin. Запропоновані заходи можуть сприяти скороченню витрат на перевезення, більш ефективному використанню транспортних засобів і підвищенню якості логістичного обслуговування споживачів.

Ключові слова: транспортний процес, будівельні матеріали, логістика, транспортна логістика, перевезення вантажів, маршрут доставки, рухомий склад, оптимізація перевезень, Leroy Merlin, охорона праці.

ВСТУП

Актуальність теми. Розвиток будівельної галузі та активне виконання ремонтних робіт зумовлюють постійне збільшення потреби у своєчасної доставки будівельних матеріалів. Для торговельних підприємств це означає необхідність організовувати значні вантажопотоки, забезпечувати безперервну роботу складів і своєчасно доставляти продукцію споживачам. У великих мережах така діяльність ускладнюється широким асортиментом товарів, різними фізичними характеристиками вантажів та нерівномірністю замовлень.

Через це перевезення будівельних матеріалів не може здійснюватися випадково, а потребує продуманої системи планування, вибору відповідного транспорту, узгодження роботи складу та контролю за збереженням вантажу під час доставки.

Особливо актуальною дана проблема є для підприємств типу Leroy Merlin, де логістична система повинна забезпечувати своєчасну доставку товарів зі складу до магазинів або кінцевих споживачів. У таких умовах важливим є раціональне використання рухомого складу, зменшення простоїв під час навантаження і розвантаження, оптимізація маршрутів, скорочення транспортних витрат та підвищення якості обслуговування клієнтів. Недоліки в організації транспортного процесу можуть призводити до затримок доставки, перевитрат пального, неповного використання вантажопідйомності автомобілів та зниження ефективності роботи складу.

Таким чином, удосконалення транспортного процесу перевезення будівельних матеріалів в умовах Leroy Merlin є важливим та актуальним завданням, спрямованим на підвищення ефективності перевезень, скорочення логістичних витрат, покращення використання рухомого складу та забезпечення своєчасного обслуговування клієнтів.

Обґрунтування необхідності змін. Існуючий стан транспортного процесу при перевезенні будівельних матеріалів має певні недоліки, які

впливають на ефективність роботи підприємства. До основних проблем можна віднести тривале завантаження і розвантаження автомобілів, нерівномірне прибуття транспорту на склад, можливі простої рухомого складу, недостатньо раціональний розподіл вантажопотоків та не завжди повне використання вантажопідйомності транспортних засобів.

Особливу увагу потрібно приділити організації вантажно-розвантажувальних робіт, оскільки саме на цьому етапі часто виникають затримки. При великій кількості замовлень або одночасному прибутті кількох автомобілів збільшується навантаження на працівників складу та складську техніку. Це може впливати не тільки на тривалість обробки автомобілів, а й на якість доставки будівельних матеріалів. У зв'язку з цим виникає необхідність удосконалення транспортного процесу, оптимізації маршрутів та раціонального розподілу вантажопотоків.

Мета роботи: підвищення ефективності транспортного процесу перевезення будівельних матеріалів в умовах Leroy Merlin шляхом аналізу існуючої логістичної системи, виявлення її недоліків та розробки заходів з оптимізації перевезень на основі транспортної задачі.

Завдання дослідження полягають у тому, щоб проаналізувати теоретичні основи організації транспортного процесу перевезення будівельних матеріалів, розглянути їх класифікацію та вимоги до транспортування, дослідити методи оцінки ефективності транспортного процесу, надати загальну характеристику підприємства Leroy Merlin та його логістичної системи, проаналізувати номенклатуру будівельних матеріалів і обсяги перевезень, охарактеризувати рухомий склад, складську техніку та існуючі маршрути доставки, визначити основні проблеми й недоліки існуючого транспортного процесу, сформулювати транспортну задачу для оптимізації перевезень, побудувати матрицю транспортних витрат і виконати розрахунок оптимального плану перевезень, обґрунтувати вибір

оптимального типу рухомого складу, оцінити техніко-експлуатаційну та економічну ефективність запропонованих заходів, а також розглянути питання охорони праці, безпеки життєдіяльності та екологічної безпеки транспортного процесу.

Об'єкт дослідження — транспортний процес перевезення будівельних матеріалів в умовах підприємства Leroy Merlin.

Предмет дослідження — методи, показники та організаційні заходи удосконалення транспортного процесу перевезення будівельних матеріалів.

Практична значущість отриманих результатів полягає в можливості застосування запропонованих рішень для вдосконалення транспортного процесу перевезення будівельних матеріалів в умовах Leroy Merlin.

Реалізація розроблених заходів може сприяти скороченню транспортних витрат, зменшенню простоїв автомобілів, покращенню використання рухомого складу, підвищенню якості доставки та загальної ефективності логістичної системи підприємства.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ОРГАНІЗАЦІЇ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕСУ ПЕРЕВЕЗЕННЯ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

1.1. Сутність та особливості транспортного процесу перевезення будівельних матеріалів

Транспортний процес є невід'ємною складовою логістичної системи та відіграє важливу роль у забезпеченні безперервного функціонування будівельної галузі. Він забезпечує переміщення матеріальних ресурсів від місць їх виробництва або зберігання до кінцевих споживачів, що дозволяє підтримувати необхідні темпи будівельних робіт та ефективність виробничих процесів [3; 4].

У загальному вигляді транспортний процес розглядається як сукупність взаємопов'язаних операцій, що включають підготовку вантажу до перевезення, його навантаження, транспортування, розвантаження та передачу споживачу. Крім того, до складу транспортного процесу входять супутні операції, такі як оформлення документації, контроль стану вантажу та інформаційне забезпечення перевезень [3].

Структура транспортного процесу має послідовний характер і передбачає виконання ряду етапів, кожен з яких впливає на загальну ефективність перевезення. На етапі підготовки здійснюється формування партії вантажу, визначення способу його транспортування та вибір відповідного маршруту. Наступні етапи включають безпосереднє переміщення вантажу та його передачу на об'єкті призначення, що супроводжується контролем якості та кількості доставлених матеріалів [3; 4].

Особливістю транспортного процесу є його складність та багатокомпонентність, що обумовлено необхідністю узгодження дій різних учасників перевезення, зокрема постачальників, перевізників та споживачів.

У ряді випадків процес транспортування може включати використання кількох видів транспорту, що формує мультимодальні або інтермодальні перевезення та підвищує гнучкість логістичної системи [4; 5].

Важливою характеристикою транспортного процесу є його інтегрованість у загальну систему логістики, де він виступає елементом єдиного матеріального потоку. Це означає, що ефективність перевезень залежить не лише від самого процесу транспортування, але й від узгодженості з іншими логістичними операціями, такими як складування, управління запасами та планування постачання [2; 3].

До основних особливостей транспортного процесу перевезення будівельних матеріалів належать безперервність постачання, залежність від часових параметрів та значний вплив зовнішніх факторів. Зокрема, на організацію перевезень впливають стан транспортної інфраструктури, інтенсивність дорожнього руху, погодні умови та інші фактори, що можуть спричиняти відхилення від запланованих графіків [1; 5].

Крім того, транспортний процес характеризується наявністю невизначеності та ймовірнісного характеру, оскільки його результати залежать від великої кількості випадкових факторів. Це зумовлює необхідність застосування системного підходу до управління перевезеннями та використання сучасних методів планування і контролю [1; 3].

Таким чином, транспортний процес перевезення будівельних матеріалів являє собою складну організаційно-технологічну систему, що забезпечує переміщення матеріальних ресурсів у межах логістичного ланцюга. Його ефективна організація є важливою умовою своєчасного виконання будівельних робіт, зниження витрат та підвищення загальної результативності функціонування будівельної галузі [1–4].

1.2. Класифікація будівельних матеріалів та вимоги до їх транспортування

Будівельні матеріали класифікуються за різними ознаками, зокрема за фізичним станом, способом транспортування, масою, габаритами та умовами перевезення. Такий підхід дозволяє визначити оптимальні умови доставки матеріалів і забезпечити ефективність транспортного процесу [2–4].

За фізичним станом будівельні матеріали поділяються на сипучі, штучні та рідкі. До сипучих матеріалів належать пісок, щебінь, гравій, керамзит та інші вантажі, які перевозяться навалом і потребують запобігання втратам під час транспортування. Штучні матеріали, такі як цегла, бетонні блоки та інші вироби, мають визначену форму і розміри, тому їх транспортують у впорядкованому вигляді — переважно на піддонах або з використанням спеціальних пристроїв. Рідкі та в'язкі матеріали потребують герметичних умов перевезення для збереження своїх властивостей.

До мінерально-будівельних матеріалів відносять пісок, піщано-гравійну суміш, гальку, гравій, щебінь, вапняк, крейду, шлак, камінь, керамзит і ґрунт. Такі матеріали можуть перевозитися як навалочні або сипучі вантажі, що впливає на вибір транспортного засобу та спосіб організації перевезення.

Окрему групу становлять великогабаритні та великовагові вантажі, до яких належать залізобетонні конструкції, металеві елементи та інші масивні будівельні вироби. Такі перевезення мають свої особливості та здійснюються за спеціальними правилами, тоді як вантажі, параметри яких не перевищують встановлені обмеження, перевозяться у загальному порядку [1].

Вимоги до транспортування будівельних матеріалів визначаються їх фізико-механічними властивостями та умовами збереження якості. Зокрема, необхідно забезпечити цілісність вантажу, запобігти його пошкодженню або втратам, а також правильно розмістити і закріпити матеріали в транспортному засобі. Для окремих видів матеріалів встановлюються спеціальні вимоги: цеглу перевозять на піддонах, залізобетонні конструкції

— у визначеному положенні, а цемент — у герметичних умовах із захистом від вологи.

Таким чином, класифікація будівельних матеріалів дозволяє визначити раціональні способи їх транспортування, а дотримання нормативних вимог забезпечує збереження якості вантажу та безпеку перевезень [1–4].

1.3. Методи оцінки ефективності транспортного процесу

Ефективність транспортного процесу є одним із ключових показників діяльності транспортної системи, оскільки вона безпосередньо впливає на своєчасність доставки вантажів, рівень витрат, продуктивність транспортних засобів та загальну організацію логістичного процесу. Особливо важливим є оцінювання ефективності під час перевезення будівельних матеріалів, де будь-які затримки можуть спричинити порушення графіка будівельних робіт [1–3].

Оцінка ефективності транспортного процесу здійснюється за допомогою комплексу методів, які базуються на аналізі техніко-економічних показників, часових витрат та експлуатаційних характеристик транспортних засобів.

Одним із основних методів є економічний метод оцінки, який передбачає визначення витрат на перевезення вантажів. До таких витрат належать витрати на паливо, технічне обслуговування, амортизацію транспортних засобів, оплату праці водіїв, витрати на ремонт та експлуатацію. Ефективність у цьому випадку визначається через мінімізацію собівартості перевезення одиниці вантажу.

Собівартість перевезення визначається за формулою:

$$C = \frac{B}{Q}, \quad (1.1)$$

Де C — собівартість перевезення одиниці вантажу;

B — загальні витрати на перевезення;

Q — обсяг перевезеного вантажу.

Ще одним важливим методом є часовий метод оцінки, який базується на аналізі тривалості транспортного циклу. До транспортного циклу входять час навантаження, руху, розвантаження та повернення транспортного засобу.

Тривалість транспортного циклу визначається як:

$$T = t_H + t_p + t_{розв} + t_{пов}, \quad (1.2)$$

Де t_H — час навантаження;

t_p — час руху;

$t_{розв}$ — час розвантаження;

$t_{пов}$ — час повернення.

Чим меншим є транспортний цикл, тим вищою вважається ефективність транспортного процесу.

Широко використовується також метод оцінки продуктивності транспортного засобу, який визначає кількість вантажу, перевезеного за певний проміжок часу.

$$P = \frac{Q}{T}, \quad (1.3)$$

Де P — продуктивність;

Q — обсяг перевезеного вантажу;

T — час роботи.

Окрему увагу приділяють коефіцієнтному методу, який передбачає використання системи коефіцієнтів, зокрема коефіцієнта використання пробігу:

$$k = \frac{L_3}{L_{заг}}, \quad (1.4)$$

Де L_3 — завантажений пробіг;

$L_{\text{заг}}$ — загальний пробіг.

Чим ближче значення коефіцієнта до 1, тим ефективніше використовується транспортний засіб.

Також застосовується порівняльний метод, який полягає у співставленні фактичних показників перевезення з нормативними або плановими значеннями. Це дозволяє виявити відхилення та визначити резерви підвищення ефективності.

Сучасні методи аналізу ефективності транспортного процесу включають використання АВС-аналізу, який дозволяє класифікувати витрати або вантажопотоки за ступенем їх впливу на загальний результат. Суть методу полягає у розподілі об'єктів на три групи: А — найбільш значущі, В — середньої важливості, С — менш значущі.

Таблиця 1.1 – Приклад застосування АВС-аналізу

Група	Частка об'єктів	Частка витрат	Характеристика
А	20%	70–80%	Найбільш важливі вантажі або маршрути
В	30%	15–25%	Середній рівень впливу
С	50%	5–10%	Найменш значущі

Застосування АВС-аналізу дозволяє зосередити увагу на найбільш витратних або критичних фелементах транспортного процесу [2–4].

Крім того, використовується DEA-аналіз (Data Envelopment Analysis), який дозволяє оцінити відносну ефективність транспортних систем або окремих маршрутів на основі співвідношення витрат і результатів.

Таблиця 1.2 – Приклад оцінки за DEA-методом

Об'єкт	Витрати (В)	Обсяг перевезень (Q)	Ефективність
Маршрут 1	100	200	0,50
Маршрут 2	120	300	0,40
Маршрут 3	90	150	0,60

DEA-аналіз дозволяє визначити, які об'єкти працюють найбільш ефективно, а які потребують оптимізації [1–3].

Таким чином, методи оцінки ефективності транспортного процесу дають можливість комплексно проаналізувати економічні, часові та технічні показники перевезень, що є необхідним для оптимізації транспортної діяльності та підвищення якості логістичного забезпечення будівельних робіт [1–3].

1.4. Зарубіжний досвід організації перевезень будівельних матеріалів у торгових мережах

У сучасних умовах розвитку будівельної галузі важливим є вивчення зарубіжного досвіду організації перевезень будівельних матеріалів у торгових мережах. У країнах Європи та США активно впроваджуються сучасні логістичні підходи, спрямовані на скорочення витрат, підвищення швидкості доставки та оптимізацію управління матеріальними потоками [2–4].

У країнах Європейського Союзу великі торгові мережі DIY-сегменту, такі як OBI, Bauhaus та Leroy Merlin, застосовують централізовану модель логістики. Постачання товарів здійснюється через розподільчі центри та логістичні хаби, з яких будівельні матеріали доставляються до магазинів або безпосередньо споживачам. Це дозволяє оптимізувати транспортні потоки, зменшити витрати на перевезення та забезпечити стабільність поставок.

Особливо показовим є досвід Німеччини, де мережі Bauhaus та OBI використовують регіональні логістичні центри, що обслуговують одразу кілька торгових точок. Такий підхід забезпечує ефективне планування маршрутів, скорочення холостого пробігу транспортних засобів та підвищення рівня використання їх вантажопідйомності.

Важливою особливістю європейської практики є використання міських логістичних хабів (urban logistics hubs), які дозволяють консолідувати вантажі на околицях міст і здійснювати подальшу доставку малотоннажним або екологічним транспортом. Це сприяє зменшенню транспортного навантаження на вулично-дорожню мережу та підвищенню ефективності перевезень.

Таблиця 1.3 – вплив urban logistics hubs на транспортну систему

Показник	До впровадження	Після впровадження	Зміна
Кількість вантажівок у центрі	100%	60–70%	↓ 30–40%
Загальний транспортний потік	100%	80–85%	↓ 15–20%
Викиди CO ₂	100%	70–80%	↓ 20–30%
Час доставки	100%	75–90%	↓ 10–25%
Завантаженість транспорту	50–60%	70–90%	↑ 20–30%

Додатково ефективність впровадження міських логістичних хабів підтверджується економічними показниками.

Таблиця 1.4 – Економічні показники впровадження urban logistics hubs

Показник	Значення
Зменшення витрат на перевезення	10–20 %
Зниження витрат на паливо	15–25 %
Скорочення витрат на обслуговування транспорту	10–15 %
Окупність проєкту	3–7 років

Орієнтовна вартість створення хабу	1–10 млн €
------------------------------------	------------

Практичне застосування таких підходів підтверджується результатами впровадження в окремих містах Європи. Так, у Парижі спостерігається зниження вантажного трафіку в центрі міста на 25%, зменшення викидів CO₂ на 20% та підвищення ефективності доставки на 15%. У Берліні кількість рейсів вантажівок скоротилася на 30%, а коефіцієнт завантаження транспортних засобів зріс з 60% до 85%. У Лондоні відзначено зменшення заторів у центральній частині міста на 10–15% та скорочення часу доставки на 20%.

У США компанія Home Depot використовує розвинену систему дистрибуційних центрів, яка поєднує постачання товарів у магазини з прямою доставкою клієнтам. Важливою особливістю є інтеграція онлайн-замовлень із логістичною системою, що дозволяє ефективно управляти товарними потоками та скорочувати час виконання замовлень.

Сучасні логістичні системи базуються на використанні цифрових технологій. Зокрема, застосовуються системи управління транспортом, GPS-моніторинг, автоматизоване планування маршрутів та спеціалізоване програмне забезпечення, таке як Transporeon TMS, 1С:Логістика. Управління перевезеннями, Barcode Studio та мобільні термінали збору даних, що дозволяє підвищити ефективність транспортного процесу.

Таким чином, зарубіжний досвід свідчить, що ефективна організація перевезень будівельних матеріалів досягається за рахунок централізації логістичних процесів, впровадження міських логістичних хабів, цифрових технологій та оптимізації маршрутів. Використання таких підходів в умовах України дозволить зменшити транспортні витрати, скоротити час доставки та підвищити ефективність організації дорожнього руху.

РОЗДІЛ 2

АНАЛІЗ ІСНУЮЧОГО ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕСУ В УМОВАХ ЛЕРУА МЕРЛЕН

2.1. Загальна характеристика підприємства Leroy Merlin та його логістичної системи

Leroy Merlin є міжнародною торговельною компанією, що спеціалізується на продажу товарів для будівництва, ремонту, облаштування житла, саду та господарських потреб. Основною метою діяльності підприємства є задоволення потреб споживачів у якісних товарах за доступними цінами, а також отримання прибутку в умовах конкурентного ринку.

Компанія входить до складу міжнародної групи ADEO, яка об'єднує декілька торговельних брендів у сфері DIY (Do-It-Yourself — «зроби сам»). До складу цієї групи входять гіпермаркети, магазини середнього формату, складські комплекси та інноваційні торговельні платформи. Така структура дозволяє охоплювати різні сегменти ринку та забезпечувати комплексне обслуговування клієнтів.

Мережа Leroy Merlin представлена у багатьох країнах світу, зокрема в країнах Європи, Азії та Південної Америки. Компанія займає провідні позиції серед підприємств роздрібної торгівлі будівельними матеріалами, що обумовлено широким асортиментом продукції, ефективною організацією торгівлі та розвиненою логістичною системою.

Основним форматом діяльності компанії є великі торговельні гіпермаркети площею від 8 000 до 20 000 м², які розміщуються у вигідних з точки зору транспортної доступності місцях. Таке розташування забезпечує високий рівень відвідуваності та зручність для споживачів. Крім того,

важливим фактором є орієнтація підприємства на потреби клієнтів, що проявляється у широкому асортименті товарів, зручній організації торгового простору та високому рівні обслуговування.

Асортимент продукції підприємства включає декілька основних напрямів: будівельні матеріали, товари для ремонту, оздоблювальні матеріали, товари для дому та інтер'єру, а також продукцію для саду і тераси. Така структура дозволяє підприємству забезпечувати комплексне обслуговування клієнтів — від початкового етапу будівництва до завершення ремонтних робіт і облаштування житла.

Важливим елементом діяльності підприємства є ефективна логістична система, яка забезпечує безперебійне постачання товарів, їх зберігання та розподіл. Логістична система Leroy Merlin включає сукупність взаємопов'язаних процесів, що охоплюють закупівлю товарів, їх транспортування, складування, обробку та доставку до кінцевого споживача.

Основу логістичної системи становлять матеріальні потоки, які переміщуються від постачальників до складів, а потім до торговельних точок або безпосередньо до клієнтів. Управління цими потоками здійснюється з урахуванням попиту, обсягів продажів та особливостей товарів. Це дозволяє мінімізувати витрати та забезпечити своєчасне поповнення запасів.

Одним із ключових елементів логістичної системи є складська інфраструктура. Склади виконують функції приймання, зберігання, сортування та підготовки товарів до реалізації. Рациональна організація складських процесів дозволяє зменшити час обробки вантажів і підвищити ефективність використання ресурсів.

Транспортна логістика підприємства забезпечує переміщення товарів між постачальниками, складами та магазинами, а також доставку продукції кінцевим споживачам. Для цього використовується різний рухомий склад, що дозволяє адаптувати перевезення до характеристик вантажів і обсягів поставок.

Особливістю логістичної системи Leroy Merlin є її інтегрованість, тобто всі етапи — від закупівлі до продажу — розглядаються як єдиний процес. Такий підхід дозволяє забезпечити узгодженість дій між підрозділами підприємства та підвищити загальну ефективність діяльності.

Важливу роль у функціонуванні логістичної системи відіграє процесний підхід до управління. Згідно з цим підходом, діяльність підприємства розглядається як сукупність взаємопов'язаних процесів, кожен з яких має свою мету та результат. Це дозволяє більш ефективно організувати роботу підприємства, визначити відповідальність за виконання окремих операцій та забезпечити контроль за їх виконанням.

Логістична система підприємства також орієнтована на задоволення потреб споживачів. Це проявляється у забезпеченні наявності товарів, скороченні термінів доставки та підвищенні якості обслуговування. У сучасних умовах конкуренції саме ефективна логістика є одним із ключових факторів успіху підприємства.

Таким чином, Leroy Merlin є сучасним торговельним підприємством із розвиненою логістичною системою, яка забезпечує ефективне управління матеріальними потоками та сприяє підвищенню конкурентоспроможності компанії на ринку.

2.2. Аналіз номенклатури будівельних матеріалів та обсягів перевезень

Номенклатура товарів підприємства характеризується широким асортиментом, що охоплює як безпосередньо будівельні матеріали, так і супутні товари для ремонту, облаштування житла та господарських потреб. Відповідно до структури асортименту, представленого на офіційному сайті Leroy Merlin Україна, можна виділити основні товарні групи:

- будівельні матеріали;
- лакофарбові матеріали;

- матеріали для оздоблення;
- двері та вікна;
- підлогові покриття і плитка;
- сантехніка;
- електротовари;
- освітлення;
- інструменти та обладнання;
- водопровід і каналізація;
- кліматична техніка;
- меблі та товари для інтер'єру;
- сад і тераса;
- побутова техніка та супутні товари.

З логістичної точки зору дану номенклатуру доцільно класифікувати за фізичними характеристиками вантажів, що визначають умови транспортування:

масові та важкі вантажі (будівельні матеріали, плитка, суміші) — формують найбільші обсяги перевезень і транспортуються великими партіями;

палетовані вантажі (фарби, плитка, електротовари) — потребують механізованого навантаження;

габаритні вантажі (двері, вікна, меблі) — вимагають спеціальних умов перевезення;

дрібноштучні товари (інструменти, електрика, побутова хімія) — перевозяться малими партіями, переважно в малотоннажному транспорті.

Найбільшу частку в обсягах перевезень займають будівельні матеріали, оздоблювальні матеріали та підлогові покриття, оскільки вони мають значну масу та реалізуються у великих кількостях. Значні обсяги також припадають на сантехнічну продукцію та товари для ремонту.

Інші категорії, такі як інструменти, освітлення, електротовари та побутова техніка, формують менші за масою, але більш часті перевезення через широкий асортимент і високий попит.

Обсяги перевезень мають сезонний характер: у весняно-літній період вони зростають у зв'язку з активізацією будівельних і ремонтних робіт, тоді як у зимовий період спостерігається їх зниження.

Таким чином, структура номенклатури підприємства є різномірною, що ускладнює організацію транспортного процесу та вимагає використання різних типів транспортних засобів і підходів до доставки. Це безпосередньо впливає на формування маршрутів перевезень та вибір рухомого складу.

2.3. Характеристика рухомого складу та існуючих маршрутів доставки

Для перевезення будівельних матеріалів на підприємстві використовується автомобільний транспорт, який забезпечує доставку як у межах міста, так і між складами та постачальниками. Рухомий склад сформований з урахуванням обсягів перевезень і характеристик вантажів.

Рухомий склад поділяється на малотоннажні, середньотоннажні та великотоннажні автомобілі.

Малотоннажні вантажівки використовуються для доставки по місту та адресної доставки клієнтам. До них належать Mercedes-Benz Sprinter (фургони та тентовані модифікації), Iveco Daily, Ford Transit, Volkswagen Crafter, Renault Master. Вони застосовуються для перевезення невеликих партій товарів та роботи в умовах міської забудови.

Середньотоннажні вантажівки використовуються для переміщення товарів між складами та магазинами, а також для перевезення більших обсягів вантажів. До цієї групи належать MAN TGL/TGM, DAF LF, Renault Trucks D-series, Volvo FL.

Великотоннажні вантажівки застосовуються для постачання продукції зі складів постачальників. До них належать DAF XF, Renault Trucks T-series, MAN TGX, Volvo FH. Вони використовуються для перевезення великих партій вантажів на значні відстані.

Вантажопідйомність транспортних засобів становить приблизно від 3 до 20 тонн, що дозволяє перевозити як дрібні, так і великі партії будівельних матеріалів. Така структура забезпечує ефективне використання транспорту залежно від типу перевезень.

Транспортна система підприємства функціонує як сукупність взаємодіючих елементів (транспортні засоби та персонал), що працюють як єдина система .

Доставка здійснюється за маятниковими та кільцевими маршрутами. Маятникові маршрути використовуються при доставці вантажів одному клієнту, кільцеві — при обслуговуванні кількох точок за один рейс. Маршрути формуються з урахуванням обсягів замовлень і відстаней перевезення.

Перевезення здійснюються регулярно залежно від потреб підприємства та клієнтів. Логістична система забезпечує транспортування і розподіл матеріальних потоків у межах єдиного процесу .

Таким чином, на підприємстві використовується різнотипний рухомий склад та організована система маршрутів доставки, що забезпечує перевезення будівельних матеріалів різних обсягів.

2.4. Аналіз техніко-експлуатаційних показників використання транспортних засобів

2.4.1. Аналіз складської техніки, що використовується при вантажно-розвантажувальних роботах

Для забезпечення транспортного процесу на складі будівельних матеріалів компанії LEROY MERLIN використовується різна складська техніка, яка виконує операції з переміщення, підйому та складування вантажів. Основні характеристики техніки наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Характеристика складської техніки

Показник	Jungheinrich EJC 110	Linde R 16 G	Staxx RPT 254	Linde L16
Тип техніки	Електроштабелер	Річтрак	Електровіз ок	Електроштабелер
Тип двигуна	Електричний	Електричний	Електричний	Електричний
Вантажопідйомність, кг	1000	1600	2500	1600
Висота підйому, мм	3600	5750	85–200	4200
Тип конструкції	Пішохідний	Кабінний	Повідковий	Пішохідний
Тип щогли	Дуплекс	Триплекс	-	-
Потужність двигуна, кВт	-	6,5 / 14	2,2 / 3	-
Напруга АКБ, В	24	48	24	-
Ємність АКБ, А·год	-	620	210	-
Маса, кг	814	3346	700	-
Рік випуску	2016	2013	-	2008

На складі підприємства використовується така кількість складської техніки: рокли — 5 од., електророкли — 3 од., ручні штабелери — 4 од., електроштабелери — 2 од. вилочні навантажувачі (кари) — 2 од.

Склад будівельних матеріалів LEROY MERLIN використовує не один вид техніки, а поєднання різних засобів механізації, що пояснюється різним характером складських операцій. На складі одночасно необхідно виконувати горизонтальне переміщення вантажів, їх підйом на стелажі, зняття з верхніх ярусів, а також транспортування важких і габаритних будівельних матеріалів. Саме тому кількість техніки є неоднаковою: більше тих засобів, які застосовуються щоденно та масово, і менше спеціалізованої техніки, яка використовується для окремих операцій.

Наявність 5 рокл пояснюється тим, що вони є найпростішим і найдоступнішим засобом для переміщення палет на короткі відстані. Вони не потребують заряджання, прості в експлуатації та зручні для допоміжних складських робіт. Проте через ручний принцип дії їх кількість не є надто великою, оскільки основне навантаження на складі будівельних матеріалів доцільно передавати більш продуктивній техніці.

3 електророкли використовуються для швидкого горизонтального перевезення вантажів усередині складу. Це більш ефективний засіб у порівнянні зі звичайними роклами, особливо при роботі з важкими палетами. За таблицею (2.1) електровізок Staxx RPT 254 має вантажопідйомність 2500 кг, що робить його придатним для транспортування значної маси будівельних матеріалів. Водночас висота підйому в нього становить лише 85–200 мм, тому його функція полягає саме в перевезенні, а не у штабелюванні вантажів.

4 ручні штабелери потрібні для виконання нескладних операцій підйому на невелику висоту або для роботи в окремих зонах складу, де недоцільно застосовувати дорожчу електротехніку. Їх кількість більша, ніж електроштабелерів, оскільки вони можуть використовуватись як допоміжне

обладнання в різних секціях складу, однак через меншу продуктивність не є основною технікою.

2 електроштабелери використовуються для підйому та опускання вантажів зі стелажів. Їх кількість є меншою, оскільки це вже спеціалізована техніка, яка виконує більш складні операції. У таблиці (2.1) наведено два електроштабелери: Jungheinrich EJC 110 та Linde L16. Вони схожі за призначенням, але відрізняються своїми технічними можливостями. Jungheinrich EJC 110 має вантажопідйомність 1000 кг і висоту підйому 3600 мм, тоді як Linde L16 має більшу вантажопідйомність — 1600 кг і висоту підйому 4200 мм. Отже, Linde L16 є більш потужним і придатним для роботи з важкими вантажами та на більшій висоті, тоді як Jungheinrich EJC 110 доцільніше використовувати для менш важких палет і операцій у зонах із нижчими стелажимами. Крім того, для Jungheinrich EJC 110 у таблиці зазначено, що він є супроводжуваним, має дуплексну щоглу, масу 814 кг і живлення 24 В, що свідчить про його компактність і зручність у вузьких проходах складу.

Окремо важливу роль відіграють 2 кари, тобто виловні навантажувачі. Саме вони забезпечують переміщення великих і важких вантажів по складу та виконують найбільш навантажені транспортні операції. У логіці складського процесу робота техніки виглядає послідовно: штабелер або річтрак знімає товар з верхніх ярусів стелажів, після чого навантажувач або електровізок переміщує його до зони комплектування, відвантаження або тимчасового зберігання. Такий розподіл функцій дозволяє уникнути перевантаження одного виду техніки та забезпечує безперервність складського процесу.

Важливо також звернути увагу на річтрак Linde R 16 G, який хоча і не називається штабелером, але виконує подібну функцію роботи на висоті. Його вантажопідйомність становить 1600 кг, а висота підйому — 5750 мм, що є найбільшим показником серед наведеної техніки. Це означає, що саме

він використовується для роботи з верхніми ярусами стелажів, де звичайного електроштабелера може бути недостатньо. Таким чином, річтрак доповнює роботу штабелерів і забезпечує можливість обслуговування високих зон зберігання.

Отже, кількість складської техніки на складі LEROY MERLIN обумовленою функціональними потребами складу будівельних матеріалів. Більша кількість рокл і ручних штабелерів пояснюється необхідністю виконання допоміжних і локальних операцій у різних зонах складу. Менша кількість електророхл, електроштабелерів і карів пов'язана з тим, що це більш продуктивна техніка, яка виконує основні транспортно-складські операції.

Два електроштабелери відрізняються між собою насамперед вантажопідйомністю та висотою підйому: Jungheinrich EJC 110 призначений для легших вантажів і нижчих стелажів, а Linde L16 — для важчих вантажів і більшої висоти підйому. Річтрак Linde R 16 G забезпечує роботу на ще більшій висоті, а електровізок Staxx RPT 254 виконує ефективне горизонтальне перевезення важких палет. У сукупності така структура техніки є доцільною для складу будівельних матеріалів, оскільки дозволяє розподілити операції між різними видами обладнання та забезпечити ефективний рух вантажів на всіх етапах складського процесу. Отже, для більш детального розгляду ефективності організації транспортного процесу доцільно проаналізувати існуючі проблеми та недоліки, що виникають у процесі роботи складу.

2.4.2 Аналіз рухомого складу для перевезення будівельних матеріалів

Таблиця 2.2 – Техніко-експлуатаційні характеристики рухомого складу

Тип автомобіля	Приклад моделі	Вантажопідйомність, т	Об'єм кузова, м ³	Тип кузова
----------------	----------------	-----------------------	------------------------------	------------

Малотоннажний фургон	Mercedes-Benz Sprinter / Ford Transit	1,0–1,5	10–17	Фургон
Малотоннажний тентований автомобіль	Iveco Daily / Renault Master	1,5–3,0	18–25	Тент / фургон
Середньотоннажний автомобіль	MAN TGL / DAF LF	5,0–8,0	35–45	Тент / бортовий
Середньотоннажний автомобіль з гідробортом	Volvo FL / Renault D-series	5,0–10,0	35–50	Фургон / тент з гідробортом
Великотоннажний автомобіль	MAN TGM / Mercedes-Benz Atego	10,0–15,0	45–60	Тент / бортовий
Сідловий тягач з напівпричепом	DAF XF / MAN TGX / Volvo FH	20,0–22,0	82–92	Тентований напівпричіп

Наведені типи рухомого складу можуть використовуватися для перевезення різних груп будівельних матеріалів залежно від маси, об'єму та габаритів вантажу. Малотоннажні фури доцільні для міської доставки невеликих партій товарів, середньотоннажні автомобілі — для перевезення палетованих і середньогабаритних вантажів, а великотоннажні автомобілі та сідлові тягачі з напівпричепами — для доставки великих партій важких або об'ємних матеріалів.

2.5. Пошук проблем та недоліків існуючого транспортного процесу

Аналіз існуючого транспортного процесу в умовах Leroy Merlin показав, що основні проблеми пов'язані з різноманітністю будівельних

матеріалів, нерівномірністю вантажопотоків та недостатньо раціональним розподілом вантажів між напрямками доставки. Оскільки підприємство працює з широкою номенклатурою товарів, до одного транспортного процесу можуть одночасно входити легкі об'ємні вантажі, середньогабаритні товари та важкі будівельні матеріали. Така структура ускладнює вибір рухомого складу та планування перевезень.

У подальших розрахунках прийнято умовний добовий вантажопотік у розмірі 22 т. До нього входять три основні групи вантажів: легкі об'ємні вантажі, середньогабаритні товари та важкі будівельні матеріали. Легкі об'ємні вантажі становлять 4 т, середньогабаритні товари — 6 т, а важкі будівельні матеріали — 12 т. Найбільшу частку займають саме важкі матеріали, тому помилки в їх розподілі можуть суттєво збільшувати загальні транспортні витрати.

Основним недоліком існуючого транспортного процесу є те, що вантажі можуть розподілятися між напрямками доставки без попереднього економічного розрахунку. У такому випадку частина вантажів направляється за маршрутами з більшою вартістю перевезення. Особливо це стосується важких будівельних матеріалів, оскільки при їх перевезенні навіть невелика різниця у вартості 1 т вантажу суттєво впливає на загальну суму витрат.

Ще однією проблемою є складність правильного підбору рухомого складу. Для мінеральної вати та монтажною піни важливим є об'єм кузова, оскільки ці вантажі мають невелику масу, але займають багато місця. Для шаф важливими є закритий або тентований кузов, надійне кріплення та захист від пошкоджень. Для газоблоків і торфу головним показником є вантажопідйомність автомобіля. Якщо ці особливості не враховувати, автомобіль може бути або недовантажений, або використаний не за призначенням.

Також недоліком є можливе неповне використання вантажопідйомності та об'єму кузова транспортних засобів. Наприклад, при перевезенні легких

об'ємних вантажів автомобіль може бути заповнений за об'ємом, але не за масою. При перевезенні важких матеріалів ситуація протилежна: обмеженням стає не об'єм кузова, а допустима вантажопідйомність. Це може призводити до збільшення кількості рейсів і підвищення собівартості перевезення.

Окремо слід зазначити, що витрати на перевезення залежать не тільки від відстані, а й від виду вантажу, складності його навантаження, вимог до кузова та типу автомобіля. Тому однаковий підхід до всіх груп будівельних матеріалів є неефективним. Для зменшення витрат необхідно враховувати, який саме вантаж і в якому обсязі доцільно перевозити за конкретним напрямком.

Таким чином, основними недоліками існуючого транспортного процесу є нераціональний розподіл 22 т вантажу між напрямками доставки, можливе перевезення частини вантажів за дорожчими маршрутами, складність підбору автомобіля під конкретний вид вантажу, неповне використання вантажопідйомності або об'єму кузова та збільшення загальних транспортних витрат. Для усунення зазначених недоліків у подальших розрахунках доцільно застосувати транспортну задачу, яка дозволить визначити оптимальний план перевезень і зменшити витрати на доставку будівельних матеріалів.

РОЗДІЛ 3.

УДОСКОНАЛЕННЯ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕСУ НА ОСНОВІ ТРАНСПОРТНОЇ ЗАДАЧІ

3.1. Обґрунтування напрямів удосконалення транспортного процесу

Проведений аналіз транспортного процесу перевезення будівельних матеріалів на підприємстві показав, що система в цілому функціонує стабільно, однак має ряд суттєвих недоліків, які знижують її ефективність. Основною проблемою є значні витрати часу на операції завантаження та розвантаження транспортних засобів, що призводить до простою автомобілів, зниження їх продуктивності та збільшення загальних логістичних витрат.

Згідно з теоретичними положеннями ефективності транспортних процесів, результативність системи визначається відповідністю фактичних показників запланованим, зокрема за часом, витратами та рівнем обслуговування. У даному випадку перевищення нормативного часу обробки транспортних засобів свідчить про нераціональну організацію окремих елементів логістичного процесу.

З метою підвищення ефективності транспортного процесу доцільно запропонувати такі напрями його удосконалення.

По-перше, необхідно оптимізувати процеси навантаження та розвантаження. Це може бути досягнуто за рахунок більш раціонального розподілу складської техніки (рокли, штабелери, навантажувачі), а також чіткого планування черговості обслуговування транспортних засобів. Важливим є скорочення ручних операцій та підвищення рівня механізації.

По-друге, доцільно впровадити попереднє планування графіків прибуття транспортних засобів. Це дозволить уникнути скупчення автомобілів на складі та зменшити час очікування. Такий підхід відповідає

сучасним логістичним принципам координації матеріальних потоків і забезпечує більш рівномірне навантаження на складську інфраструктуру.

По-третє, слід удосконалити систему управління транспортними потоками за рахунок використання інформаційних технологій (TMS-систем, GPS-моніторингу). Це дасть змогу контролювати рух транспорту в режимі реального часу, коригувати маршрути та зменшувати непродуктивні пробіги.

По-четверте, необхідно підвищити рівень узгодженості між транспортною та складською логістикою. Як зазначається в наукових джерелах, ефективність транспортної системи значною мірою залежить від взаємодії всіх її елементів і узгодженості матеріальних та інформаційних потоків. У даному випадку покращення координації дозволить скоротити час обробки вантажів і підвищити загальну продуктивність системи.

По-п'яте, доцільно впровадити елементи сучасної міської логістики, зокрема використання проміжних логістичних центрів (urban logistics hubs). Це дозволить зменшити навантаження на основний склад, підвищити коефіцієнт завантаження транспорту та скоротити кількість рейсів.

Таким чином, запропоновані напрями удосконалення спрямовані на скорочення часу простою транспортних засобів, підвищення ефективності використання рухомого складу та зниження загальних логістичних витрат. Реалізація цих заходів дозволить підвищити конкурентоспроможність підприємства та забезпечити більш якісне обслуговування споживачів.

3.2. Постановка транспортної задачі для оптимізації перевезень будівельних матеріалів

3.2.1. Визначення постачальників, споживачів та умов задачі

У ролі постачальників виступають підприємства-виробники та оптові бази будівельних матеріалів, які забезпечують склад торговельної мережі продукцією. До них належать виробники сипучих матеріалів, будівельних

сумішей, оздоблювальних матеріалів, а також постачальники великогабаритної продукції. Їх розміщення впливає на довжину маршрутів та організацію перевезень.

Споживачами є роздрібні магазини мережі, будівельні об'єкти та кінцеві клієнти, які отримують продукцію зі складу. Основний обсяг перевезень припадає на доставку товарів від центрального складу до торгових точок і адресну доставку клієнтам.

Перевезення здійснюються автомобільним транспортом різної вантажопідйомності. Маршрути мають переважно радіальну структуру, при якій рух здійснюється від складу до пунктів доставки. Важливим фактором є час навантаження та розвантаження, який безпосередньо впливає на продуктивність транспорту.

Попит на перевезення є нерівномірним, що потребує гнучкого планування транспортного процесу. Також враховуються обмеження щодо вантажопідйомності транспортних засобів і обсягів перевезення.

3.2.2. Математична модель транспортної задачі

Для оптимізації перевезень будівельних матеріалів використовується транспортна задача, яка дозволяє визначити найефективніший план перевезення вантажів від постачальників до споживачів з мінімальними витратами(3.1)

$$z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min \quad (3.1)$$

Де x_{ij} — обсяг перевезення вантажу від i -го постачальника до j -го споживача;

c_{ij} — витрати на перевезення одиниці вантажу за відповідним маршрутом;

m — кількість постачальників;

n — кількість споживачів.

Модель має систему обмежень. Обмеження за постачальниками (обсяг відправлення не перевищує наявний запас):

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i, i = 1, 2, \dots, m, \quad (3.2)$$

Де a_i — обсяг продукції у i -го постачальника.

Обмеження за споживачами (забезпечення попиту):

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j, j = 1, 2, \dots, n, \quad (3.3)$$

Де b_j — потреба j -го споживача.

Додатково вводиться умова невід'ємності змінних:

$$x_{ij} \geq 0, \quad (3.4)$$

Економічний зміст даної моделі полягає у визначенні такого плану перевезень, при якому загальні транспортні витрати, що описуються цільовою функцією (3.1), будуть мінімальними, а всі потреби споживачів повністю задоволені відповідно до обмежень (3.3). При цьому обсяги перевезень не повинні перевищувати можливості постачальників, що враховується умовами (3.2), а також повинна виконуватись умова невід'ємності змінних (3.4).

Застосування даної моделі дозволяє раціонально розподілити вантажопотоки, зменшити витрати на транспортування та підвищити ефективність використання транспортних засобів. Це особливо важливо в умовах нерівномірного попиту та обмежених ресурсів підприємства.

3.3. Формування матриці витрат та вихідних даних

3.3.1. Збір та обробка вихідних даних про вантажопотоки

Вантажопотоки підприємства мають нерівномірний характер і залежать від обсягів поставок та попиту на будівельні матеріали. За наявними даними, протягом доби на склад надходить від 3 до 10 транспортних засобів, а відправлення продукції до магазинів здійснюється в середньому 3–4 автомобілями на добу.

Для подальшого моделювання транспортного процесу прийнято умовний варіант, при якому протягом доби на склад надходить 6 транспортних засобів. Для кожного з них сформовано товарно-транспортні накладні з урахуванням виду вантажу, його ваги та умов перевезення.

Зокрема, на склад надходять такі вантажі: мінеральна вата (утеплювач) вагою 300 кг, торф у великогабаритному обсязі (фура) вагою близько 20000 кг, монтажна піна вагою 200 кг, меблевi шафи вагою 800 кг, газоблоки вагою 1200 кг, а також додаткові будівельні матеріали середньої ваги. Вантажі відрізняються за масою, габаритами та умовами транспортування, що впливає на організацію вантажно-розвантажувальних робіт.

Кожне перевезення оформлюється відповідною товарно-транспортною накладною із зазначенням кількості місць, фактичної ваги та типу доставки. Для великогабаритних вантажів застосовується адресна доставка, тоді як менш габаритні можуть оброблятися через вантажні відділення.

3.3.2. Побудова матриці транспортних витрат

Для побудови матриці транспортних витрат у роботі прийнято, що основний розрахунок виконується для етапу доставки товарів зі складу до магазинів мережі. Надходження вантажів на склад розглядається як вхідний вантажопотік, а подальше розвезення продукції до торгових точок є основним етапом, який підлягає оптимізації.

У транспортній задачі витрати на перевезення позначаються як c_{ij} , де i — пункт відправлення, а j — пункт призначення. Обсяг вантажу, який перевозиться за певним маршрутом, позначається як x_{ij} . Основна мета полягає у виборі такого плану перевезень, за якого загальні транспортні витрати будуть мінімальними [1, с. 132–133].

Для розрахунку приймається, що склад підприємства забезпечує три магазини мережі Leroy Merlin у місті Києві:

V1 — магазин на вул. Полярна, 17А;

V2 — магазин на вул. Саперно-Слобідська, 26;

V3 — магазин на просп. Броварський, 3В.

З урахуванням умовного добового вантажопотоку було сформовано три групи вантажів, які відправляються зі складу: легкі об'ємні вантажі, середньогабаритні товари та важкі будівельні матеріали. До легких об'ємних вантажів належать мінеральна вата та монтажна піна, до середньогабаритних — шафи та інші товари для облаштування, до важких — газоблоки та торф.

Матриця транспортних витрат має такий вигляд:

Таблиця 3.1 – Матриця транспортних витрат

Група вантажу / магазин	V1 Полярна, грн/т	V2 Саперно- Слобідська, грн/т	V3 Броварський, грн/т	Обсяг вантаж, т
A1 Легкі об'ємні вантажі	1200	1800	900	4
A2 Середньогабаритні товари	1600	2100	1100	6
A3 Важкі будівельні матеріали	900	1300	2000	12
Потреба магазинів	6	7	9	22

Наведена матриця показує умовні витрати на перевезення 1 т вантажу зі складу до кожного магазину. Витрати відрізняються залежно від відстані, типу вантажу, складності навантаження та вимог до рухомого складу. Наприклад, перевезення важких будівельних матеріалів є дорожчим, оскільки потребує використання автомобілів більшої вантажопідйомності та додаткового часу на вантажно-розвантажувальні роботи.

Сформована матриця є вихідною основою для подальшого розв'язання транспортної задачі методом північно-західного кута та подальшої перевірки оптимальності методом потенціалів.

3.4. Розв'язання транспортної задачі

3.4.1. Знаходження початкового опорного плану методом північно-західного кута

Для розв'язання транспортної задачі спочатку необхідно побудувати початковий опорний план. Для цього використовується метод північно-західного кута. Його суть полягає в тому, що заповнення таблиці починається з верхньої лівої клітинки, після чого вантаж послідовно розподіляється між пунктами відправлення та пунктами призначення до повного задоволення потреб і використання наявних запасів. На кожному кроці в обрану клітинку заноситься мінімальне значення між залишком запасу та залишком потреби, після чого відповідний рядок або стовпець викреслюється з подальшого розгляду [7, с. 19–20].

У даній роботі транспортна задача розглядається для етапу доставки будівельних матеріалів зі складу до магазинів мережі. Умовними пунктами відправлення виступають групи вантажів, що формуються на складі, а пунктами призначення є магазини Leroy Merlin у місті Києві.

Загальний обсяг вантажів становить:

$$4 + 6 + 12 = 22\text{т}, \quad (3.5)$$

Загальна потреба магазинів становить:

$$6 + 7 + 9 = 22\text{т}, \quad (3.6)$$

Оскільки загальний обсяг вантажів дорівнює загальній потребі магазинів, задача є закритою. Тому немає потреби вводити фіктивного постачальника або фіктивного споживача.

Вихідна матриця транспортних витрат має такий вигляд:

Таблиця 3.2 – Вихідна матриця транспортних витрат

Група вантажу / магазин	В1 Полярна, грн/т	В2 Саперно- Слобідська, грн/т	В3 Броварський, грн/т	Обсяг вантажу, т
А1 Легкі об'ємні вантажі	1200	1800	900	4
А2 Середньогабаритні товари	1600	2100	1100	6
А3 Важкі будівельні матеріали	900	1300	2000	12
Потреба магазинів	6	7	9	22

Початковий опорний план формується таким чином: у клітинку А1В1 заноситься 4 т, у клітинку А2В1 — 2 т, у клітинку А2В2 — 4 т, у клітинку А3В2 — 3 т, у клітинку А3В3 — 9 т. Після цього всі обсяги вантажів повністю розподілені, а потреби магазинів задоволені.

Початковий опорний план має такий вигляд:

Таблиця 3.3 – Початковий опорний план

Група вантажу / магазин	В1 Полярна, грн/т	В2 Саперно- Слобідська, грн/т	В3 Броварський, грн/т	Обсяг вантажу, т

A1 Легкі об'ємні вантажі	4	0	0	4
A2 Середньогабаритні товари	2	4	0	6
A3 Важкі будівельні матеріали	0	3	9	12
Потреба магазинів	6	7	9	22

Кількість заповнених клітин становить 5. Для транспортної задачі з трьома групами вантажів і трьома магазинами кількість базисних клітин дорівнює:

$$m + n - 1 = 3 + 3 - 1 = 5, \quad (3.7)$$

Отже, отриманий початковий план є невиродженим, тому введення базисного нуля не потрібне.

Розрахуємо загальні транспортні витрати за початковим планом:

$$Z = 4 \cdot 1200 + 2 \cdot 1600 + 4 \cdot 2100 + 3 \cdot 1300 + 9 \cdot 2000, \quad (3.8)$$

$$Z_0 = 4800 + 3200 + 8400 + 3900 + 18000 = 38300 \text{ грн}, \quad (3.9)$$

Отже, початковий опорний план, отриманий методом північно-західного кута, є допустимим, оскільки всі вантажі розподілені, а потреби магазинів повністю задоволені. Загальні транспортні витрати за цим планом становлять 38300 грн. Надалі цей план перевіряється на оптимальність методом потенціалів.

3.4.2. Оптимізація плану перевезень методом потенціалів

Після побудови початкового опорного плану необхідно перевірити його на оптимальність. Для цього використовується метод потенціалів, який

дозволяє визначити, чи можна зменшити загальні транспортні витрати шляхом перерозподілу вантажопотоків між постачальниками та споживачами.

Суть методу полягає у визначенні потенціалів рядків u_i та стовпців v_j , після чого для вільних клітин транспортної таблиці розраховуються оцінки оптимальності. Якщо серед отриманих оцінок є від'ємні значення, це означає, що початковий план не є оптимальним і потребує покращення шляхом перерозподілу вантажів [8, с. 119–122].

$$Z_0 = 4 \cdot 1200 + 2 \cdot 1600 + 4 \cdot 2100 + 3 \cdot 1300 + 9 \cdot 2000, \quad (3.10)$$

$$Z_0 = 4800 + 3200 + 8400 + 3900 + 18000 = 38300 \text{ грн}, \quad (3.11)$$

Для перевірки оптимальності плану визначаються потенціали рядків і стовпців транспортної таблиці. Для базисних клітинок виконується умова:

$$u_i + v_j = c_{ij}$$

де u_i — потенціал рядка, v_j — потенціал стовпця, c_{ij} — вартість перевезення вантажу.

Після визначення потенціалів для вільних клітинок розраховуються оцінки оптимальності за формулою:

$$\Delta_{ij} = c_{ij} - (u_i + v_j), \quad (3.12)$$

Таблиця 3.4 – перевірка початкового плану методом потенціалів

$A_j \backslash B_j$	B_1	B_2	B_3	Запаси	U_i
A_1	1200 4	1800 +	900 -	4	0
A_2	1600 2	2100 4	1100 -	6	400

A_3	900 + \	1300 3 \	2000 9 \	12	-400
Потреби	6	7	9	22	
v_j	1200	1700	2400		

Якщо значення оцінки є від'ємним, це свідчить про можливість зменшення загальних транспортних витрат шляхом зміни існуючого плану перевезень. Детальні розрахунки потенціалів та таблиці ітерацій наведено в додатку Б.

Після перевірки початкового плану методом потенціалів встановлено, що він не є оптимальним, оскільки серед оцінок присутні від'ємні значення. Тому виконується перший перерозподіл вантажу за циклом:

$$A_2B_3 \rightarrow A_2B_2 \rightarrow A_3B_2 \rightarrow A_3B_3$$

Мінімальне значення у клітинках зі знаком «мінус» становить: $\theta = 4$ т

Після першого перерозподілу отримано новий план перевезень, для якого загальні транспортні витрати становлять: $Z_1 = 31\,500$ грн

Таблиця 3.5 – Після першого перерозподілу

$A_j \backslash B_j$	B_1	B_2	B_3	Запаси	U_i
A_1	1200 4 \	1800 + \	900 + \	4	0
A_2	1600 2 \	2100 + \	1100 4 \	6	400
A_3	900 - \	1300 7 \	2000 5 \	12	130
Потреби	6	7	9	22	
v_j	1200	0	700		

Вартість першого перерозподіленого плану становить:

$$Z_1 = 4 \cdot 1200 + 2 \cdot 1600 + 4 \cdot 1100 + 7 \cdot 1300 + 5 \cdot 2000, \quad (3.12)$$

Економія після першого перерозподілу:

$$38300 - 31500 = 6800 \text{ грн}, \quad (3.13)$$

Після повторної перевірки методом потенціалів виконується другий перерозподіл за циклом $A_3B_1 \rightarrow A_3B_3 \rightarrow A_2B_3 \rightarrow A_2B_1$

Мінімальне значення у клітинках зі знаком «мінус» становить: $\theta = 2$ т

Після другого перерозподілу отримано такий план:

Таблиця 3.6 – Після другого перерозподілу

$A_j \setminus B_j$	B_1	B_2	B_3	Запаси	U_i
A_1	1200 4	1800 +	900 -	4	0
A_2	1600 +	2100 +	1100 6	6	-1200
A_3	900 2	1300 7	2000 3	12	-300
Потреби	6	7	9	22	
v_j	1200	1600	2300		

Вартість другого плану становить:

$$Z_2 = 4 \cdot 1200 + 6 \cdot 1100 + 2 \cdot 900 + 7 \cdot 1300 + 3 \cdot 2000, \quad (3.14)$$

$$Z_2 = 4800 + 6600 + 1800 + 9100 + 6000 = 28300 \text{ грн}, \quad (3.15)$$

Додаткова економія становить:

$$31500 - 28300 = 3200 \text{ грн}, \quad (3.16)$$

Після наступної перевірки методом потенціалів виконується третій перерозподіл за циклом: $A1B3 \rightarrow A1B1 \rightarrow A3B1 \rightarrow A3B3$

Мінімальне значення у клітинках зі знаком «мінус» становить: $\theta = 3$ т
Після третього перерозподілу отримано оптимальний план перевезень:

Таблиця 3.7 – Після третього перерозподілу

Група вантажу / магазин	B1 Полярна	B2 Саперно- Слобідська	B3 Броварський	Обсяг вантажу, т
A1 Легкі об'ємні вантажі	1	0	3	4
A2 Середньогабаритні товари	0	0	6	6
A3 Важкі будівельні матеріали	5	7	0	12
Потреба магазинів	6	7	9	22

Загальні транспортні витрати за оптимальним планом становлять:

$$Z_{opt} = 1 \cdot 1200 + 3 \cdot 900 + 6 \cdot 1100 + 5 \cdot 900 + 7 \cdot 1300, \quad (3,17)$$

$$Z_{opt} = 1200 + 2700 + 6600 + 4500 + 9100 = 24100 \text{ грн}, \quad (3,18)$$

Загальна економія після оптимізації:

$$\Delta Z = 38300 - 24100 = 14200 \text{ грн}, \quad (3,19)$$

Отже, застосування методу потенціалів дозволило зменшити транспортні витрати з 38300 грн до 24100 грн. Економія становить 14200 грн за один умовний цикл перевезення. Отриманий план є оптимальним, оскільки після останньої перевірки всі оцінки вільних клітин є невід'ємними, а подальше зменшення витрат за заданою матрицею неможливе.

3.5. Аналіз оптимального плану перевезень та розподіл вантажопотоків

Після виконання розрахунків методом потенціалів було отримано оптимальний план перевезень, який забезпечує повне задоволення потреб магазинів при мінімальних транспортних витратах. На відміну від початкового плану, де вантажі розподілялися послідовно без урахування вартості маршрутів, оптимальний план передбачає перерозподіл вантажопотоків на більш вигідні напрямки.

Оптимальний план перевезень наведено в таблиці 3.8.

Таблиця 3.8 – Оптимальний план перевезень

Група вантажу / магазин	В1 Полярна	В2 Саперно- Слобідська	В3 Броварський	Обсяг вантажу, т
А1 Легкі об'ємні вантажі	1	0	3	4
А2 Середньогабаритні товари	0	0	6	6
А3 Важкі будівельні матеріали	5	7	0	12
Потреба магазинів	6	7	9	22

З таблиці видно, що легкі об'ємні вантажі у кількості 4 т розподіляються між магазинами В1 та В3. До магазину В1 направляється 1 т, а до магазину В3 — 3 т. Такий розподіл є доцільним, оскільки для цієї групи вантажів маршрут до В3 має нижчу вартість порівняно з іншими напрямками.

Середньогабаритні товари у повному обсязі 6 т направляються до магазину В3. Це пояснюється тим, що для цієї групи вантажів напрямок до магазину на просп. Броварський є найбільш економічно вигідним.

Важкі будівельні матеріали у кількості 12 т розподіляються між магазинами В1 та В2. До магазину В1 направляється 5 т, а до магазину В2 — 7 т. Такий розподіл дозволяє уникнути перевезення важких вантажів за найдорожчим напрямком до В3.

Перевіримо виконання потреб магазинів:

$$В1 = 1 + 5 = 6 \text{ т}$$

$$В2 = 7 \text{ т}$$

$$В3 = 3 + 6 = 9 \text{ т}$$

Отже, потреби всіх магазинів повністю задоволені. Магазин В1 отримує 6 т вантажів, магазин В2 — 7 т, а магазин В3 — 9 т. Загальний обсяг перевезень становить 22 т, що відповідає вихідним даним задачі.

Порівняння початкового та оптимального планів показує, що після оптимізації транспортні витрати зменшилися з 38300 грн до 24100 грн.

Загальна економія становить:

$$\Delta Z = 38300 - 24100 = 14200 \text{ грн}, \quad (3.20)$$

Таким чином, оптимізація дозволила зменшити витрати на перевезення на 14200 грн за один умовний цикл доставки. Це підтверджує доцільність застосування транспортної задачі для планування вантажопотоків у логістичній системі підприємства.

Отриманий оптимальний план показує, що найбільш раціональним є не рівномірний розподіл вантажів між усіма магазинами, а спрямування кожної групи вантажу на ті маршрути, де витрати є найменшими. Такий підхід дає змогу краще використовувати транспортні ресурси, зменшити непродуктивні витрати та підвищити ефективність доставки будівельних матеріалів.

У подальшому цей план може бути використаний для вибору відповідного типу рухомого складу. Для легких об'ємних вантажів доцільно застосовувати малотоннажні або середньотоннажні автомобілі, для середньогабаритних товарів — фургони або тентовані автомобілі, а для важких будівельних матеріалів — транспорт більшої вантажопідйомності. Детальне обґрунтування вибору рухомого складу наведено в наступному підрозділі.

3.6. Вибір та обґрунтування оптимального типу рухомого складу

Після визначення оптимального плану перевезень необхідно обґрунтувати вибір рухомого складу для перевезення окремих груп будівельних матеріалів. У попередніх розрахунках основними показниками були обсяг вантажу, вартість перевезення 1 т та загальні транспортні витрати. Однак для практичної організації доставки також потрібно враховувати вантажопідйомність автомобіля, об'єм кузова, тип кузова та характер вантажу.

У межах розрахунку вантажі були поділені на три основні групи:

- A1 — легкі об'ємні вантажі, 4 т;
- A2 — середньогабаритні товари, 6 т;
- A3 — важкі будівельні матеріали, 12 т.

Такий поділ є доцільним, оскільки кожна група вантажів має різні вимоги до транспортування. Легкі об'ємні вантажі, до яких належать мінеральна вата та монтажна піна, мають порівняно невелику масу, але займають значний об'єм у кузові. Середньогабаритні товари, зокрема шафи, потребують захисту від пошкоджень і надійного кріплення. Важкі будівельні матеріали, такі як газоблоки та торф, потребують автомобілів з достатньою вантажопідйомністю.

За результатами оптимального плану перевезень вантажі розподіляються таким чином:

A1: 1 т до В1 та 3 т до В3;

A2: 6 т до В3;

A3: 5 т до В1 та 7 т до В2.

Отже, за напрямком В1 Полярна необхідно перевезти 6 т вантажу, з яких 1 т становлять легкі об'ємні вантажі, а 5 т — важкі будівельні матеріали. Для такого напрямку доцільно використовувати середньотоннажний автомобіль вантажопідйомністю 5–8 т. Такий транспорт дозволяє перевезти вантаж за один рейс і не використовувати надмірно великий автомобіль.

За напрямком В2 Саперно-Слобідська необхідно перевезти 7 т важких будівельних матеріалів. Оскільки весь вантаж на цьому напрямку належить до важкої групи, основним критерієм вибору автомобіля є вантажопідйомність. Для цього напрямку доцільно використовувати середньотоннажний або великотоннажний автомобіль вантажопідйомністю 7–10 т.

За напрямком В3 Броварський необхідно перевезти 9 т вантажу, з яких 3 т становлять легкі об'ємні вантажі, а 6 т — середньогабаритні товари. Для цього напрямку важливо враховувати не тільки вантажопідйомність, а й об'єм кузова. Тому доцільно використовувати середньотоннажний тентований автомобіль або фургон вантажопідйомністю 8–10 т.

Таблиця 3.9 – Підбір автомобілів за напрямками оптимального плану

Напрямок доставки	Обсяг вантажу, т	Склад вантажу	Рекомендований тип автомобіля
В1 Полярна	6	1 т мінеральної вати та монтажної піни; 5 т газоблоків і торфу	Середньотоннажний автомобіль вантажопідйомністю 5–8 т

В2 Саперно-Слобідська	7	7 т газоблоків і торфу	Середньотоннажний або великотоннажний автомобіль вантажопідйомністю 7–10 т
В3 Броварський	9	3 т мінеральної вати та монтажної піни; 6 т шаф	Середньотоннажний тентований автомобіль або фургон вантажопідйомністю 8–10 т

З таблиці видно, що для виконання оптимального плану перевезень найбільш доцільно використовувати переважно середньотоннажні автомобілі. Вони мають достатню вантажопідйомність для перевезення партій обсягом 6–9 т і водночас не є надмірно великими для міської доставки. Це дозволяє краще використовувати вантажопідйомність транспортного засобу та уникати зайвих витрат.

Для важких будівельних матеріалів доцільно використовувати автомобілі з більшою вантажопідйомністю, оскільки при перевезенні газоблоків і торфу головним обмеженням є саме маса вантажу. Для легких об'ємних вантажів важливим є об'єм кузова, тому доцільно застосовувати тентовані автомобілі або фургони. Для середньогабаритних товарів необхідний закритий або тентований кузов, який забезпечує захист вантажу під час перевезення.

Таким чином, для виконання оптимального плану перевезень недоцільно використовувати один універсальний тип автомобіля для всіх вантажів. Більш раціональним є комбінований підхід, за якого тип рухомого складу підбирається залежно від маси, об'єму та характеру вантажу. Основним типом транспорту доцільно прийняти середньотоннажні автомобілі, а для важчих партій — залучати автомобілі підвищеної вантажопідйомності. Це дозволяє забезпечити виконання оптимального плану перевезень, зменшити кількість зайвих рейсів і підвищити ефективність транспортного процесу.

3.7. Удосконалення системи управління транспортними перевезеннями

Після побудови оптимального плану перевезень і вибору доцільного типу рухомого складу необхідно удосконалити систему управління транспортними перевезеннями. Основна мета такого удосконалення полягає у зменшенні транспортних витрат, кращому використанні автомобілів та більш чіткому плануванні доставки будівельних матеріалів.

У попередніх підрозділах було встановлено, що після оптимізації транспортні витрати зменшилися з 38300 грн до 24100 грн. Економія становить 14200 грн за один умовний цикл перевезення. Це показує, що правильний розподіл вантажопотоків між напрямками доставки безпосередньо впливає на ефективність транспортного процесу.

Першим напрямом удосконалення є попереднє планування вантажопотоків. Перед відправленням товарів необхідно визначати обсяг вантажу за кожним напрямком, його масу, тип вантажу та відповідний транспортний засіб. Такий підхід дозволяє уникнути ситуацій, коли автомобіль використовується нерационально або виконує рейс із неповним завантаженням.

Другим напрямом є групування вантажів за їх характеристиками. Легкі об'ємні вантажі, такі як мінеральна вата та монтажна піна, доцільно планувати з урахуванням об'єму кузова. Шафи та інші середньогабаритні товари потрібно перевозити транспортом із закритим або тентованим кузовом. Газоблоки та торф необхідно закріплювати за автомобілями більшої вантажопідйомності. Це дозволяє зменшити ризик пошкодження вантажу та краще використовувати можливості рухомого складу.

Третім напрямом є впровадження графіка відправлення автомобілів. Для кожного напрямку доставки доцільно встановлювати орієнтовний час завантаження, виїзду та прибуття. Це дасть змогу зменшити простой

транспорту, краще організувати роботу складу та уникнути одночасного скупчення автомобілів біля зони завантаження.

Четвертим напрямом є використання інформаційних технологій для контролю перевезень. Доцільним є застосування GPS-моніторингу та TMS-системи для планування маршрутів, контролю руху автомобілів, обліку витрат і фіксації часу виконання рейсу. У логістиці важливим є управління матеріальними та інформаційними потоками, оскільки саме їх узгодження дозволяє підвищити ефективність роботи підприємства [2].

П'ятим напрямом є контроль транспортних витрат. Після кожного циклу перевезень необхідно порівнювати фактичні витрати з плановими. Якщо фактичні витрати перевищують розрахункові, потрібно визначити причину: неправильний вибір автомобіля, неповне завантаження, збільшення відстані, простій транспорту або нераціональний маршрут. Такий контроль дозволить своєчасно виявляти недоліки та коригувати організацію перевезень.

Також доцільно впровадити облік основних показників роботи рухомого складу. До них належать кількість виконаних рейсів, обсяг перевезеного вантажу, рівень використання вантажопідйомності, витрати на перевезення 1 т вантажу та тривалість транспортного циклу. Такі показники дозволяють оцінювати ефективність роботи автомобілів і приймати обґрунтовані управлінські рішення.

Удосконалена система управління транспортними перевезеннями повинна працювати за такою логікою: спочатку формується вантажна партія, потім визначається напрямок доставки, далі підбирається відповідний автомобіль, після цього складається графік рейсу і контролюється фактичне виконання перевезення. Така послідовність дозволяє зробити транспортний процес більш керованим і зменшити зайві витрати.

Таким чином, удосконалення системи управління транспортними перевезеннями повинно включати попереднє планування вантажопотоків,

групування вантажів за характеристиками, правильний вибір рухомого складу, складання графіків доставки, використання GPS/TMS-контролю та постійний аналіз транспортних витрат. Реалізація цих заходів дозволить закріпити результат оптимізації, зменшити витрати на перевезення та підвищити ефективність доставки будівельних матеріалів у логістичній системі Leroy Merlin.

РОЗДІЛ 4.

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАПРОПОНОВАНИХ ЗАХОДІВ

4.1. Розрахунок техніко-експлуатаційних показників після впровадження удосконалень

Після впровадження запропонованих заходів транспортний процес стає більш упорядкованим, оскільки вантажі розподіляються між напрямками доставки не випадково, а відповідно до оптимального плану. Основним результатом удосконалення є зменшення транспортних витрат при збереженні того самого загального обсягу перевезень.

У розрахунку загальний обсяг вантажу становить 22 т. Після оптимізації вантажі розподіляються між трьома напрямками доставки: до магазину В1 Полярна направляється 6 т, до магазину В2 Саперно-Слобідська — 7 т, до магазину В3 Броварський — 9 т.

Таблиця 4.1 – Розподіл вантажу після впровадження оптимального плану

Напрямок доставки	Обсяг вантажу, т	Рекомендована вантажопідйомність автомобіля, т	Коефіцієнт використання вантажопідйомності
В1 Полярна	6	8	0,75
В2 Саперно-Слобідська	7	10	0,70
В3 Броварський	9	10	0,90
Разом	22	28	0,79

Для оцінки використання рухомого складу розраховується коефіцієнт використання вантажопідйомності. Він показує, наскільки фактичне завантаження автомобіля відповідає його номінальній вантажопідйомності.

Чим ближче значення коефіцієнта до 1, тим повніше використовується автомобіль.

Коефіцієнт використання вантажопідйомності визначається за формулою:

$$K_B = \frac{Q_{\phi}}{Q_n}, \quad (4.1)$$

де: K_B — коефіцієнт використання вантажопідйомності;

Q_{ϕ} — фактичний обсяг вантажу, т;

Q_n — номінальна вантажопідйомність автомобіля, т.

Для напрямку В1 Полярна:

$$K_{B1} = \frac{6}{8} = 0,75, \quad (4.2)$$

Для напрямку В2 Саперно-Слобідська:

$$K_{B2} = \frac{7}{10} = 0,70, \quad (4.3)$$

Для напрямку В3 Броварський:

$$K_{B3} = \frac{9}{10} = 0,90, \quad (4.4)$$

Загальний коефіцієнт використання вантажопідйомності визначається за формулою:

$$K_{B.взаг} = \frac{Q_{заг}}{Q_{B.взаг}}, \quad (4.5)$$

де: $K_{B.взаг}$ — загальний коефіцієнт використання вантажопідйомності;

$Q_{заг}$ — загальний обсяг перевезень, т;

$Q_{n.взаг}$ — сумарна вантажопідйомність автомобілів, т.

Сумарна вантажопідйомність використаних автомобілів становить:

$$Q_{B.взаг} = 8 + 10 + 10 = 28 \text{ т}, \quad (4.6)$$

Тоді загальний коефіцієнт використання вантажопідйомності становить:

$$K_{\text{в.взаг}} = \frac{22}{28} = 0,79, \quad (4.7)$$

Отже, після впровадження оптимального плану загальний коефіцієнт використання вантажопідйомності становить 0,79, або 79%. Найвище значення спостерігається за напрямком В3 Броварський — 0,90. За напрямками В1 Полярна та В2 Саперно-Слобідська коефіцієнти становлять 0,75 і 0,70 відповідно. Це є прийнятним результатом, оскільки вантажі мають різні характеристики за масою, об'ємом і умовами перевезення.

Далі порівнюємо транспортні витрати до та після впровадження удосконалень. До оптимізації загальні транспортні витрати становили 38300 грн, після оптимізації — 24100 грн. Для оцінки економічного результату використовується собівартість перевезення 1 т вантажу. У підрозділі 1.3 вона визначалася як відношення загальних витрат на перевезення до обсягу перевезеного вантажу.

Собівартість перевезення 1 т вантажу до оптимізації визначається за формулою:

$$C_{\text{до}} = \frac{B_{\text{до}}}{Q_{\text{заг}}}, \quad (4.8)$$

де: $C_{\text{до}}$ — собівартість перевезення 1 т вантажу до оптимізації, грн/т;

$B_{\text{до}}$ — загальні транспортні витрати до оптимізації, грн;

$Q_{\text{заг}}$ — загальний обсяг перевезень, т.

Підставимо значення:

$$C_{\text{до}} = \frac{38300}{22} = 1741 \frac{\text{грн}}{\text{т}}, \quad (4.9)$$

Отже, до впровадження удосконалень собівартість перевезення 1 т вантажу становила 1741 грн/т.

$$C_{\text{після}} = \frac{B_{\text{після}}}{Q_{\text{заг}}}, \quad (4.10)$$

де: $C_{\text{після}}$ — собівартість перевезення 1 т вантажу після оптимізації, грн/т;

$B_{\text{після}}$ — загальні транспортні витрати після оптимізації, грн;

$Q_{\text{заг}}$ — загальний обсяг перевезень, т.

Підставимо значення:

$$C_{\text{після}} = \frac{24100}{22} = 1095 \frac{\text{грн}}{\text{т}}, \quad (4.11)$$

Отже, після впровадження удосконалень собівартість перевезення 1 т вантажу становить 1095 грн/т.

Зменшення собівартості перевезення 1 т вантажу визначається за формулою:

$$\Delta C = C_{\text{до}} - C_{\text{після}}, \quad (4.12)$$

де: ΔC — зменшення собівартості перевезення 1 т вантажу, грн/т.

Підставимо значення:

$$\Delta C = 1741 - 1095 = 646 \frac{\text{грн}}{\text{т}}, \quad (4.13)$$

Отже, собівартість перевезення 1 т вантажу зменшилася на 646 грн/т.

Загальна економія транспортних витрат визначається за формулою:

$$\Delta B = B_{\text{до}} - B_{\text{після}}, \quad (4.14)$$

де: ΔB — загальна економія транспортних витрат, грн;

$B_{\text{до}}$ — загальні транспортні витрати до оптимізації, грн;

$B_{\text{після}}$ — загальні транспортні витрати після оптимізації, грн.

Підставимо значення:

$$\Delta B = 38300 - 24100 = 14200 \text{ грн}, \quad (4.15)$$

Отже, загальна економія транспортних витрат становить 14200 грн за один умовний цикл перевезення.

Відсоток зменшення транспортних витрат визначається за формулою:

$$E = \frac{\Delta B}{B_{\text{до}}} \cdot 100, \quad (4.16)$$

де: E — відсоток зменшення транспортних витрат, %;

ΔB — загальна економія транспортних витрат, грн;

$B_{\text{до}}$ — загальні транспортні витрати до оптимізації, грн.

Підставимо значення:

$$E = \frac{14200}{38300} \cdot 100 = 37.1\%, \quad (4.17)$$

4.2. Економічна ефективність запропонованих рішень

Отже, транспортні витрати після впровадження удосконалень зменшилися на 37,1% наведені в таблиці 4.2

Таблиця 4.2 – Порівняння техніко-експлуатаційних показників до та після удосконалення

Показник	До удосконалення	Після удосконалення	Зміна
Загальний обсяг перевезень, т	22	22	Без змін
Загальні транспортні витрати, грн	38300	24100	-14200
Собівартість перевезення 1 т вантажу, грн/т	1741	1095	-646

Сумарна вантажопідйомність автомобілів, т	Не визначалась	28	Визначено після оптимізації
Загальний коефіцієнт використання вантажопідйомності	Не визначався	0,79	Визначено після оптимізації
Зменшення транспортних витрат, %	—	37,1	-37,1%

Аналізуючи таблицю 4.2, можна зробити висновок, що після впровадження запропонованих заходів загальний обсяг перевезень залишається незмінним і становить 22 т. При цьому транспортні витрати зменшуються з 38300 грн до 24100 грн, а економія становить 14200 грн.

Також з таблиці 4.2 видно, що собівартість перевезення 1 т вантажу знижується з 1741 грн/т до 1095 грн/т, тобто на 646 грн/т. Відносне зменшення транспортних витрат становить 37,1%. Отже, отримані результати підтверджують ефективність запропонованого оптимального плану перевезень.

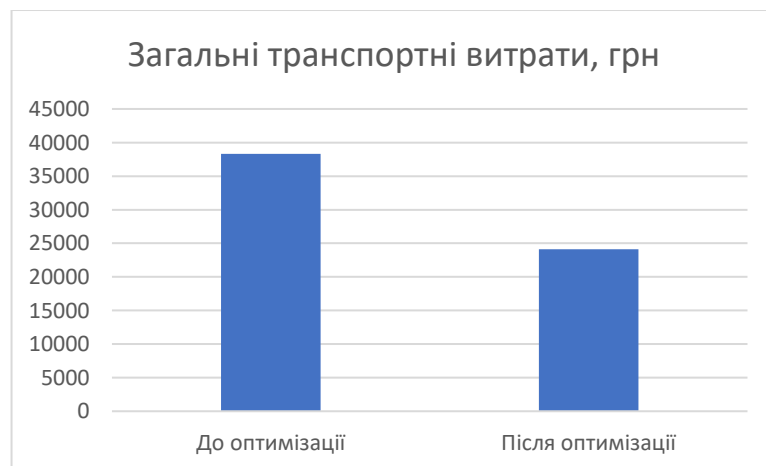


Рисунок 4.1. Загальні транспортні витрати до та після оптимізації

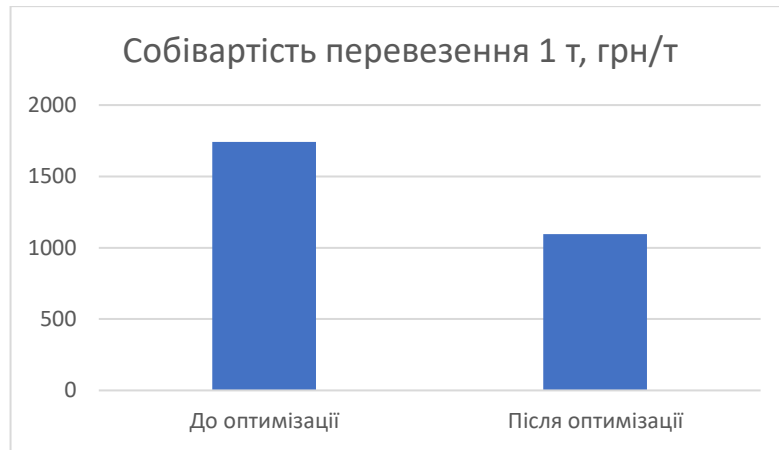


Рисунок 4.2. Собівартість перевезення 1 т вантажу

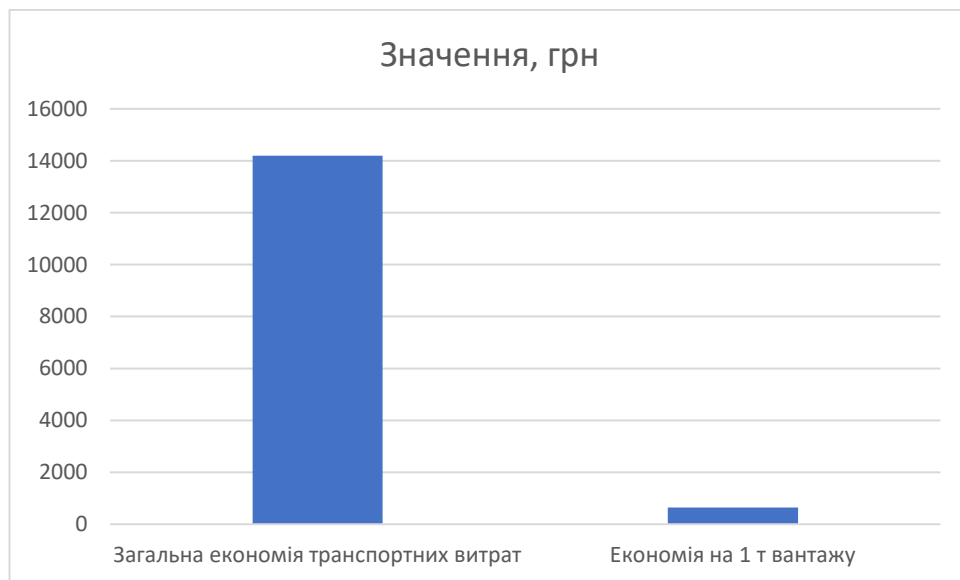


Рисунок 4.3. Економія транспортних витрат

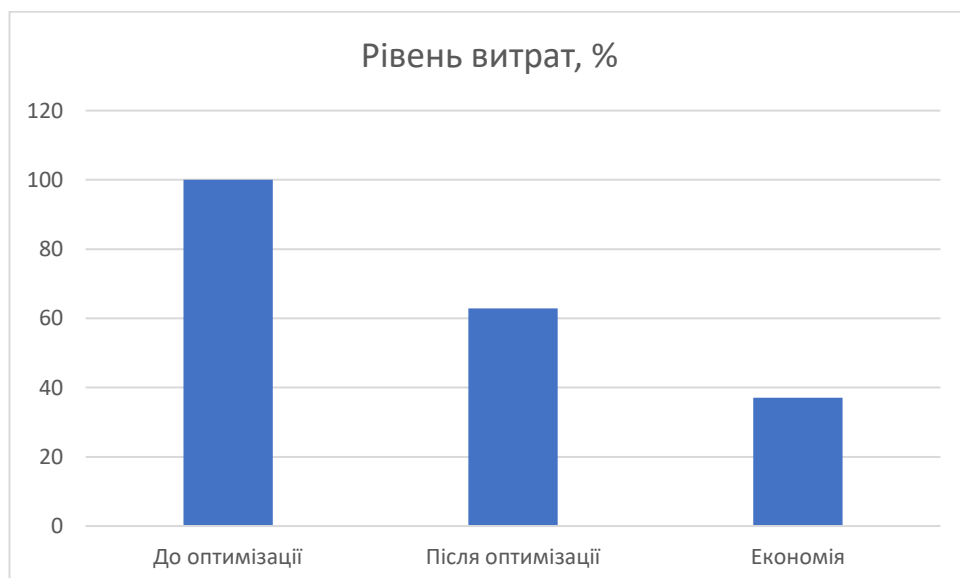


Рисунок 4.4. Рівень транспортних витрат у відсотках

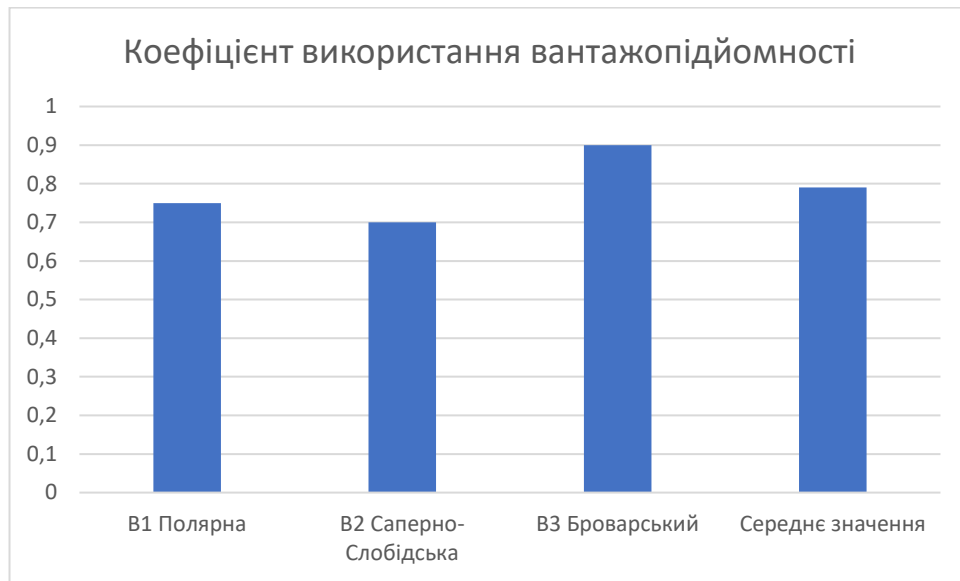


Рисунок 4.5. Коефіцієнт використання вантажопідйомності за напрямками



Рисунок. 4.6. Обсяг вантажу за напрямками доставки

4.3. Оцінка впливу заходів на якість обслуговування клієнтів

Запропоновані заходи з удосконалення транспортного процесу впливають не лише на зменшення витрат, а й на якість обслуговування клієнтів. Для торговельної мережі будівельних матеріалів якість доставки має

важливе значення, оскільки клієнти очікують своєчасного отримання товару, збереження його цілісності та можливості прогнозувати термін доставки.

Після оптимізації вантажопотоки розподіляються більш раціонально. Це дозволяє зменшити транспортні витрати, краще використовувати рухомий склад і підбирати автомобілі відповідно до виду вантажу. Для клієнтів це означає більш стабільне виконання замовлень і меншу ймовірність затримок під час доставки.

Особливо важливим є правильний підбір рухомого складу. Легкі об'ємні вантажі, такі як мінеральна вата та монтажна піна, потребують автомобіля з достатнім об'ємом кузова. Середньогабаритні товари, зокрема шафи, мають перевозитися з урахуванням захисту від пошкоджень. Важкі будівельні матеріали, такі як газоблоки та торф, потребують автомобілів із достатньою вантажопідйомністю. Якщо транспорт підібраний правильно, зменшується ризик пошкодження товару та повторної доставки.

Покращення транспортного процесу також впливає на швидкість обробки замовлень. Завдяки оптимальному плану перевезень вантажі направляються за більш вигідними напрямками, а автомобілі використовуються раціональніше. Це дозволяє підприємству краще планувати графік доставки та уникати зайвих рейсів.

Таблиця 4.3 – Вплив запропонованих заходів на якість обслуговування клієнтів

Показник якості обслуговування	До удосконалення	Після удосконалення	Очікуваний результат
Своєчасність доставки	Можливі затримки через нераціональний розподіл вантажів	Доставка планується за оптимальним планом	Зменшення ризику затримок

Збереження вантажу	Ризик пошкодження через невідповідний тип автомобіля	Автомобіль підбирається відповідно до типу вантажу	Менше пошкоджень товару
Використання рухомого складу	Можливе недовантаження або нераціональне використання авто	Вантажопідйомність використовується більш ефективно	Краще використання транспорту
Витрати на доставку	38300 грн	24100 грн	Зменшення витрат на 14200 грн
Собівартість перевезення 1 т	1741 грн/т	1095 грн/т	Зменшення на 646 грн/т
Загальна якість доставки	Нестабільна через різні типи вантажів	Більш контрольована та прогнозована	Підвищення рівня обслуговування

Аналізуючи таблицю 4.3, можна зробити висновок, що запропоновані заходи позитивно впливають на якість обслуговування клієнтів. Основний результат полягає у тому, що доставка стає більш прогнозованою, а транспортні витрати зменшуються без скорочення обсягу перевезень.

Зменшення витрат також може позитивно впливати на кінцеву вартість доставки для клієнта або на можливість підприємства підтримувати стабільні тарифи. Якщо підприємство витрачає менше коштів на перевезення, воно має більше можливостей для покращення сервісу, наприклад, точнішого планування часу доставки або швидшої обробки замовлень.

Таким чином, впровадження оптимального плану перевезень дозволяє підвищити не тільки економічну ефективність транспортного процесу, а й якість обслуговування клієнтів. Основними позитивними результатами є зменшення ризику затримок, кращий підбір автомобілів під конкретні вантажі, зниження ймовірності пошкодження товарів та підвищення стабільності доставки будівельних матеріалів.

4.4. Охорона праці та безпека життєдіяльності при організації транспортного процесу перевезення будівельних матеріалів

4.4.1. Аналіз умов праці водіїв та працівників складу при перевезенні будівельних матеріалів

Ефективність організації транспортного процесу перевезення будівельних матеріалів залежить не лише від правильно побудованих маршрутів та вибору рухомого складу, а й від умов праці персоналу, який бере участь у логістичних операціях. У діяльності підприємства Leroy Merlin важливу роль відіграє безпечна організація праці водіїв та працівників складу, оскільки саме вони забезпечують приймання, переміщення, комплектування та доставку будівельних матеріалів до споживачів.

Під час аналізу роботи складу будівельних матеріалів встановлено, що умови праці працівників мають певні особливості, пов'язані зі специфікою вантажів, інтенсивністю руху техніки та необхідністю виконання вантажно-розвантажувальних операцій. Одночасно на території складу можуть виконуватися приймання товару, переміщення палет, комплектування замовлень і завантаження транспортних засобів. Через це робоча зона характеризується високою динамічністю та потребує чіткої організації робочого процесу.

Праця водіїв при перевезенні будівельних матеріалів характеризується підвищеним фізичним та психологічним навантаженням. Значна частина робочого часу проходить у дорозі, що потребує постійної концентрації уваги, особливо під час перевезення великогабаритних або важких вантажів. На умови праці водіїв впливають тривалість робочої зміни, стан дорожнього покриття, погодні умови, рівень шуму, вібрації та інтенсивність транспортного руху. Крім цього, під час доставки будівельних матеріалів

водії часто беруть участь у контролі правильності розміщення та кріплення вантажу, що також впливає на рівень відповідальності та навантаження.

Особливу увагу потрібно приділяти безпечному перевезенню будівельних матеріалів, оскільки неправильне закріплення продукції або перевищення допустимої вантажопідйомності транспортного засобу може призвести до пошкодження товару, виникнення аварійних ситуацій або створення небезпеки для інших учасників дорожнього руху. Тому перед виїздом транспортного засобу необхідно проводити перевірку технічного стану автомобіля, надійності кріплення вантажу та відповідності умов перевезення встановленим вимогам.

Не менш важливими є умови праці працівників складу, які здійснюють приймання, зберігання, переміщення та відвантаження будівельних матеріалів. Робота складського персоналу пов'язана зі значними фізичними навантаженнями, особливо під час переміщення великогабаритних вантажів, таких як гіпсокартон, будівельні суміші, плитка, пиломатеріали або газоблоки. При виконанні таких операцій використовуються навантажувачі, рокли, штабелери та інша складська техніка, неправильна експлуатація якої може спричинити травмування працівників.

Під час виконання складських робіт працівники можуть піддаватися впливу пилу, шуму, вібрації, недостатнього освітлення, а також ризику механічних ушкоджень. Для зменшення виробничих ризиків важливим є дотримання правил безпечної роботи, використання технічно справного обладнання та організація робочих місць відповідно до вимог охорони праці.

Важливим елементом забезпечення безпечних умов праці є використання засобів індивідуального захисту, зокрема спеціального одягу, захисного взуття, рукавиць та сигнальних жилетів. Крім того, працівники повинні проходити інструктажі з охорони праці та знати порядок дій у разі виникнення небезпечних ситуацій.

Таким чином, умови праці водіїв та працівників складу при перевезенні будівельних матеріалів мають підвищений рівень виробничого ризику та потребують постійного контролю. Забезпечення безпечних умов праці, правильна організація вантажно-розвантажувальних робіт і дотримання вимог охорони праці дозволяють зменшити ризик травматизму, підвищити продуктивність праці та забезпечити ефективне функціонування транспортного процесу підприємства.

4.4.2. Вимоги безпеки при виконанні вантажно-розвантажувальних робіт

Під час перевезення будівельних матеріалів одним із найважливіших етапів транспортного процесу є виконання вантажно-розвантажувальних робіт. Саме на цьому етапі існує найбільший ризик травмування працівників, пошкодження товару або виникнення затримок у роботі транспорту. Це пов'язано з тим, що значна частина будівельних матеріалів має велику вагу, нестандартні розміри або потребує обережного поводження під час переміщення. Тому для забезпечення безпечної роботи необхідно дотримуватись установлених правил безпеки та правильно організовувати процес навантаження і розвантаження.

У процесі роботи складу Leroy Merlin вантажно-розвантажувальні операції виконуються як вручну, так і за допомогою складської техніки. Для переміщення товарів використовуються рокли, штабелери та навантажувачі, що значно спрощує роботу працівників і скорочує час обробки замовлень. Проте навіть використання сучасного обладнання не виключає ризиків, особливо якщо працівники не дотримуються правил експлуатації техніки або працюють неуважно.

Перед початком роботи працівники повинні перевіряти справність обладнання та переконатися, що навантажувачі або інша техніка перебувають у належному технічному стані. Використання несправного

обладнання може призвести до падіння вантажу, пошкодження товару або травмування персоналу. Також важливо стежити за тим, щоб робоча зона залишалася вільною від сторонніх предметів, які можуть заважати руху техніки або створювати небезпечні ситуації.

Особливу увагу потрібно приділяти правильному розміщенню вантажів. Будівельні матеріали повинні складатися таким чином, щоб виключити ризик падіння чи зміщення. Наприклад, важкі матеріали доцільно розміщувати в нижній частині стелажів або кузова автомобіля, а крихкі матеріали, такі як плитка чи скляні вироби, потребують більш обережного транспортування та додаткового захисту від ударів. Якщо вантаж розміщений неправильно, це може не лише пошкодити товар, а й створити небезпеку для працівників.

Під час завантаження транспортного засобу важливо правильно закріплювати вантаж. Для цього використовуються спеціальні ремені, упори або інші елементи фіксації. Це необхідно для того, щоб під час руху автомобіля матеріали не зміщувалися та не створювали аварійних ситуацій. Особливо це стосується великогабаритних вантажів або матеріалів із великою масою.

Не менш важливим є дотримання безпеки під час роботи складської техніки. Працівники не повинні перебувати поблизу піднятого вантажу, переходити перед рухомим навантажувачем або працювати в зоні його руху без потреби. Особи, які керують складською технікою, повинні пройти відповідне навчання та знати правила безпечної роботи.

Для зменшення ризику травмування працівники складу повинні використовувати засоби індивідуального захисту: рукавиці, спеціальне взуття, сигнальні жилети та робочий одяг. Це допомагає знизити ризик травм у разі падіння предметів, випадкових ударів або контакту з важкими матеріалами.

Отже, дотримання вимог безпеки при виконанні вантажно-розвантажувальних робіт є важливою складовою ефективною організації транспортного процесу. Правильне використання техніки, надійне закріплення вантажів, дотримання правил роботи на складі та використання засобів захисту дозволяє зменшити ризик травматизму, уникнути пошкодження продукції та забезпечити більш стабільну роботу транспортно-логістичної системи підприємства.

4.4.3. Заходи пожежної безпеки та охорони праці

Під час організації транспортного процесу перевезення будівельних матеріалів важливе значення має не лише безпечне виконання транспортних і вантажно-розвантажувальних робіт, а й дотримання вимог пожежної безпеки та охорони праці. Робота складу, використання навантажувальної техніки, зберігання великої кількості різноманітних матеріалів і постійний рух транспорту створюють певні ризики, які можуть негативно впливати як на працівників, так і на загальну ефективність діяльності підприємства.

На складах будівельних матеріалів частина продукції може належати до легкозаймистих або таких, що потребують особливих умов зберігання. Наприклад, лакофарбові матеріали, розчинники, монтажні піни, деякі види утеплювачів та інша продукція потребують дотримання відповідного температурного режиму й правил складування. Неправильне зберігання таких матеріалів або недотримання правил пожежної безпеки може призвести до займання та створити небезпеку для персоналу і майна підприємства.

Для забезпечення пожежної безпеки на території складу необхідно дотримуватися встановлених правил експлуатації електрообладнання, не допускати перевантаження електромережі та регулярно перевіряти технічний стан обладнання. Важливим є також підтримання вільного доступу до

евакуаційних виходів, пожежних щитів, вогнегасників та інших засобів пожежогасіння. Працівники повинні знати місця розташування засобів пожежної безпеки та порядок дій у разі виникнення надзвичайної ситуації.

Окрему увагу потрібно приділяти організації робочих місць і загальному дотриманню вимог охорони праці. Для працівників складу та водіїв важливими є належне освітлення робочих зон, підтримання порядку на території складу, безпечне розміщення вантажів і відсутність сторонніх предметів у проходах. Захаращення робочої зони може ускладнювати рух техніки, збільшувати ризик падіння працівників та створювати аварійні ситуації.

Важливою складовою охорони праці є проведення інструктажів і навчання персоналу. Працівники повинні бути ознайомлені з правилами безпечної роботи, знати порядок користування складською технікою, правила пожежної безпеки та алгоритм дій у разі виникнення небезпечної ситуації. Перед початком роботи нові працівники проходять вступний та первинний інструктаж, а в подальшому — періодичне навчання й перевірку знань з охорони праці.

Крім цього, важливим елементом є використання засобів індивідуального захисту. Працівники повинні бути забезпечені спеціальним одягом, рукавицями, захисним взуттям та сигнальними жилетами, що дозволяє зменшити ризик травмування під час виконання робіт. Для окремих категорій працівників можуть застосовуватись додаткові засоби захисту залежно від характеру виконуваних робіт.

Також необхідно враховувати екологічну складову транспортного процесу. Під час перевезення будівельних матеріалів можливе утворення пилу, викидів від роботи транспортних засобів, шумового навантаження та накопичення відходів пакувальних матеріалів. Для зменшення негативного впливу на навколишнє середовище доцільно використовувати технічно

справний транспорт, своєчасно проводити його технічне обслуговування, а також дотримуватися правил поведінки з відходами.

Отже, дотримання вимог пожежної безпеки та охорони праці є важливою умовою стабільної та безпечної роботи підприємства. Проведення інструктажів, правильна організація робочих місць, забезпечення працівників засобами захисту та дотримання правил пожежної безпеки дозволяє знизити рівень виробничих ризиків, уникнути аварійних ситуацій і забезпечити ефективне функціонування транспортного процесу перевезення будівельних матеріалів.

ВИСНОВКИ

У дипломному проєкті було досліджено транспортний процес перевезення будівельних матеріалів в умовах підприємства Leroy Merlin та запропоновано заходи щодо його удосконалення. У процесі виконання роботи розглянуто теоретичні основи організації транспортного процесу, особливості перевезення будівельних матеріалів, методи оцінки ефективності перевезень, а також підходи до оптимізації вантажопотоків.

У першому розділі було встановлено, що транспортний процес є важливою складовою логістичної системи підприємства, оскільки забезпечує переміщення матеріальних ресурсів від постачальників до складів, магазинів або кінцевих споживачів. Будівельні матеріали мають різні фізичні властивості, масу, габарити та умови транспортування, тому для їх перевезення необхідно враховувати тип вантажу, спосіб пакування, вимоги до збереження якості та особливості навантажувально-розвантажувальних робіт.

У другому розділі було проаналізовано існуючий транспортний процес в умовах Leroy Merlin. Встановлено, що підприємство працює з широкою номенклатурою товарів, серед яких є легкі об'ємні вантажі, середньогабаритні товари та важкі будівельні матеріали. Для їх перевезення

використовується різний рухомий склад: малотоннажні, середньотоннажні та великотоннажні автомобілі. Також розглянуто складську техніку, яка використовується під час вантажно-розвантажувальних робіт: рокли, електророкли, ручні та електричні штабелери, річтраки і вилочні навантажувачі.

У результаті аналізу було визначено основні проблеми існуючого транспортного процесу. До них належать тривале завантаження і розвантаження автомобілів, нерівномірне прибуття транспорту на склад, можливі простої рухомого складу, складність підбору автомобіля під конкретний вид вантажу, неповне використання вантажопідйомності або об'єму кузова, а також нераціональний розподіл вантажопотоків між напрямками доставки. Саме ці недоліки знижують ефективність перевезень і збільшують транспортні витрати.

У третьому розділі було запропоновано удосконалення транспортного процесу на основі транспортної задачі. Для розрахунків було прийнято умовний добовий вантажопотік обсягом 22 т, який розподілено між трьома групами вантажів: легкі об'ємні вантажі, середньогабаритні товари та важкі будівельні матеріали. Потреби магазинів становили 6 т, 7 т і 9 т відповідно. Було побудовано матрицю транспортних витрат і сформовано початковий опорний план методом північно-західного кута.

Після перевірки початкового плану методом потенціалів було встановлено, що він не є оптимальним. У результаті послідовних перерозподілів отримано оптимальний план перевезень, за яким легкі об'ємні вантажі розподіляються між магазинами В1 і В3, середньогабаритні товари повністю направляються до магазину В3, а важкі будівельні матеріали розподіляються між магазинами В1 і В2. Такий розподіл дозволяє уникнути перевезення частини вантажів за дорожчими маршрутами та забезпечує повне задоволення потреб усіх магазинів.

У четвертому розділі було виконано оцінку ефективності запропонованих заходів. Встановлено, що після оптимізації загальні транспортні витрати зменшилися з 38300 грн до 24100 грн. Економія становить 14200 грн за один умовний цикл перевезення. Собівартість перевезення 1 т вантажу знизилася з 1741 грн/т до 1095 грн/т, тобто на 646 грн/т. Відносне зменшення транспортних витрат становить 37,1%, що підтверджує економічну доцільність запропонованого рішення.

Також було визначено коефіцієнт використання вантажопідйомності транспортних засобів після впровадження оптимального плану. Для напрямку В1 Полярна він становить 0,75, для напрямку В2 Саперно-Слобідська — 0,70, для напрямку В3 Броварський — 0,90. Загальний коефіцієнт використання вантажопідйомності становить 0,79, або 79%. Це свідчить про достатньо ефективне використання рухомого складу з урахуванням різних характеристик будівельних матеріалів.

Запропоновані заходи позитивно впливають не лише на витрати, а й на якість обслуговування клієнтів. Завдяки раціональному розподілу вантажів, правильному підбору рухомого складу та плануванню перевезень зменшується ризик затримок доставки, пошкодження вантажу та повторного виконання рейсів. Це дозволяє зробити доставку будівельних матеріалів більш прогнозованою, стабільною та зручною для клієнтів.

Екологічна безпека транспортного процесу забезпечується за рахунок оптимізації маршрутів, зменшення порожніх пробігів, контролю технічного стану автомобілів, правильного укріплення сипучих вантажів, недопущення розсипання матеріалів, збору відходів упаковки та зниження шумового впливу. Це дозволяє зменшити негативний вплив перевезень на довкілля та одночасно скоротити експлуатаційні витрати підприємства.

Отже, у дипломному проєкті досягнуто поставленої мети — підвищено ефективність транспортного процесу перевезення будівельних матеріалів в умовах Leroу Merlin шляхом застосування транспортної задачі, оптимізації

розподілу вантажопотоків і обґрунтування раціонального використання рухомого складу. Запропоновані рішення дозволяють зменшити транспортні витрати, покращити використання автомобілів, підвищити якість доставки та забезпечити більш ефективну організацію логістичного процесу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Давідіч Ю.О., Фалецька Г.І. Ефективність транспортних процесів. Харків: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2017.
2. Шостак Л.В. Комерційна логістика. Луцьк: ВНУ ім. Лесі Українки, 2023.
3. Тюріна Н.М., Гой І.В., Бабій І.В. Логістика. Київ: Центр учбової літератури, 2015.
4. Кислий В.М., Біловодська О.А. Логістика: теорія та практика. Київ, 2010.
5. Смокова Т.М. Транспортно-логістична інфраструктура // Вісник СНУ ім. В. Даля, 2019.
6. Дослідження операцій: навчальний посібник. Київ: ЛНУ імені Івана Франка, 2007. С. 132–168.
7. Іксанов О.М., Шевченко В.І. Транспортна задача, її властивості та методи розв'язування: навчальний посібник. Київ: Наукове видавництво «ТВіМС», 2010. 84 с.
8. Про охорону праці : Закон України від 14.10.1992 № 2694-ХІІ.
9. Про затвердження Правил охорони праці під час вантажно-розвантажувальних робіт : наказ Міністерства енергетики та вугільної промисловості України від 19.01.2015 № 21.
10. Про затвердження Правил охорони праці на автомобільному транспорті : наказ Міністерства надзвичайних ситуацій України від 09.07.2012 № 964.
11. Про затвердження Правил пожежної безпеки в Україні : наказ Міністерства внутрішніх справ України від 30.12.2014 № 1417.
12. Миротин Л.Б., Ташбаев Ы.Э. Логистика: обслуживание потребителей. Москва: ИНФРА-М, 2018. 190 с.
13. Окландер М.А. Логістика : підручник. Київ: Центр учбової літератури, 2008. 346 с.

14. Крикавський Є.В. Логістика для економістів : підручник. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2014. 476 с.
15. Національний стандарт України. ДСТУ ISO 39001:2015. Системи управління безпекою дорожнього руху. Вимоги та настанови щодо застосування.
16. ДБН В.2.3-5:2018. Вулиці та дороги населених пунктів. Київ: Мінрегіон України, 2018.
17. Державна служба статистики України. Транспорт і зв'язок України : статистичний збірник. Київ, 2024.
18. European Logistics Association. Logistics and Supply Chain Management Report. Brussels, 2022.

ДОДАТОК А

Таблиця 3.2 – Вихідна матриця транспортних витрат

Група вантажу / магазин	В1 Полярна, грн/т	В2 Саперно- Слобідська, грн/т	В3 Броварський, грн/т	Обсяг вантажу, т
А1 Легкі об'ємні вантажі	1200	1800	900	4
А2 Середньогабаритні товари	1600	2100	1100	6
А3 Важкі будівельні матеріали	900	1300	2000	12
Потреба магазинів	6	7	9	22

Додаток Б

Розв'язання транспортної задачі (таблиці ітерацій)

Таблиця 3.4 – перевірка початкового плану методом потенціалів

$A_j \backslash B_j$	B_1	B_2	B_3	Запаси	U_i
A_1	1200 4	1800 +	900 -	4	0
A_2	1600 2	2100 4	1100 -	6	400
A_3	900 +	1300 3	2000 9	12	-400
Потреби	6	7	9	22	
v_j	1200	1700	2400		

Таблиця 3.5 – Після першого перерозподілу

$A_j \backslash B_j$	B_1	B_2	B_3	Запаси	U_i
A_1	1200 4	1800 +	900 +	4	0
A_2	1600 2	2100 +	1100 4	6	400
A_3	900 -	1300 7	2000 5	12	130
Потреби	6	7	9	22	
v_j	1200	0	700		

Таблиця 3.6 – Після другого перерозподілу

$A_j \backslash B_j$	B_1	B_2	B_3	Запаси	U_i
A_1	1200 4	1800 +	900 -	4	0
A_2	1600 +	2100 +	1100 6	6	-1200
A_3	900 2	1300 7	2000 3	12	-300
Потреби	6	7	9	22	
v_j	1200	1600	2300		

Таблиця 3.7 – Після третього перерозподілу

Група вантажу / магазин	В1 Полярна	В2 Саперно- Слобідська	В3 Броварський	Обсяг вантажу, т
----------------------------	---------------	---------------------------	-------------------	---------------------

A1 Легкі об'ємні вантажі	1	0	3	4
A2 Середньогабаритні товари	0	0	6	6
A3 Важкі будівельні матеріали	5	7	0	12
Потреба магазинів	6	7	9	22

Таблиця 3.8 – Оптимальний план перевезень

Група вантажу / магазин	B1 Полярна	B2 Саперно-Слобідська	B3 Броварський	Обсяг вантажу, т
A1 Легкі об'ємні вантажі	1	0	3	4
A2 Середньогабаритні товари	0	0	6	6
A3 Важкі будівельні матеріали	5	7	0	12
Потреба магазинів	6	7	9	22

Додаток В

Таблиця В - Характеристики рухомого складу

Марка автомобіля	Вантажопідйомність, т	Об'єм кузова, м³	Витрата палива, л/100 км	Призначення
Mercedes-Benz Sprinter	3,5	17	10	Доставка легких об'ємних вантажів
MAN TGL	8	36	18	Середньогабаритні товари
DAF XF	20	82	28	Важкі будівельні матеріали

Додаток Д

Таблиця В.1- основні показники роботи машин.

Показник	До оптимізації	Після оптимізації	Відхилення
Загальний обсяг перевезень, т	22	22	0
Транспортні витрати, грн	38300	24100	-14200
Економія транспортних витрат, грн	—	14200	—
Коефіцієнт використання вантажопідйомності	0,79	0,87	+0,08
Кількість рейсів	(твоя цифра)	(твоя цифра)	—
Середня завантаженість ТЗ, %	79	87	+8
Ефективність використання транспорту	базова	підвищена	+

Додаток Е

Інструкція з охорони праці

1. Загальні положення

1.1. До вантажно-розвантажувальних робіт допускаються працівники, які пройшли інструктаж з охорони праці, медичний огляд та ознайомлені з правилами безпеки.

1.2. Працівники повинні використовувати спецодяг, захисне взуття та рукавиці.

1.3. Основні небезпечні фактори:

- падіння вантажу;
- травмування технікою;
- фізичне перевантаження;
- слизьке покриття.

2. Вимоги безпеки перед початком роботи

2.1. Перевірити справність транспортних засобів, механізмів і робочого обладнання.

2.2. Очистити робочу зону від сторонніх предметів та перевірити стан проходів.

2.3. Забороняється починати роботи при несправному обладнанні.

3. Вимоги безпеки під час роботи

3.1. Вантажі необхідно розміщувати рівномірно та надійно закріплювати.

3.2. Забороняється перевищувати допустиму вантажопідйомність техніки.

3.3. Забороняється перебувати під піднятим вантажем.

3.4. Під час переміщення вантажів необхідно дотримуватись безпечної відстані від техніки.

3.5. Ручне переміщення вантажів повинно здійснюватися в межах допустимих норм навантаження.

4. Вимоги безпеки після завершення роботи

4.1. Після завершення робіт необхідно прибрати робоче місце та вимкнути обладнання.

4.2. У разі виявлення несправностей повідомити керівника.

5. Дії в аварійних ситуаціях

5.1. У разі аварійної ситуації роботи необхідно припинити та повідомити керівника.

5.2. При травмуванні надати першу допомогу та викликати медичних працівників.

5.3. У разі пожежі використати засоби пожежогасіння та викликати пожежну службу.

Додаток И

Перелік умовних позначень

x_{ij} — обсяг перевезення вантажу від i -го постачальника до j -го споживача, т;
 c_{ij} — транспортні витрати на перевезення одиниці вантажу від i -го постачальника до j -го споживача, грн/т;
 u_i — потенціал i -го рядка транспортної таблиці;
 v_j — потенціал j -го стовпця транспортної таблиці;
 Δ_{ij} — оцінка вільної клітинки транспортної таблиці;
 θ — мінімальне значення вантажопотоку при перерозподілі, т;
 Z — загальні транспортні витрати, грн;
 Z_{opt} — оптимальні транспортні витрати, грн;
ТЗ — транспортний засіб;
ТЕП — техніко-експлуатаційні показники;
ПЗК — метод північно-західного кута.