

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО
ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА

Навчально-науковий інститут енергетичної, інформаційної та транспортної
інфраструктури

Кафедра транспортних систем і логістики

Пояснювальна записка

до дипломної роботи
бакалавра

на тему **Формування логістичного ланцюга просування
матеріального потоку питної води у м. Пологи
Запорізької області**

Виконав: студент 4 курсу, групи ЛОГІС 2020-2
спеціальності 073 «Менеджмент»,

освітньо-професійної програми «Логістика»

Вшивков Д. А.

Керівник Воронько В. В.

Рецензент Левада В. П.

Харків - 2024 року

**Харківський національний університет міського господарства
імені О.М. Бекетова**

Інститут Навчально-науковий інститут енергетичної, інформаційної та
транспортної інфраструктури
Кафедра Транспортних систем і логістики
Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр
Спеціальність 073 «Менеджмент»
Освітньо-професійна програма «Логістика»

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри _____

Доц. Куш Є.І. _____

“ _____ ” _____ 20 __ року

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ

Вшивкову Даніілу Андрійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Формування логістичного ланцюга просування
матеріального потоку питної води у м. Пологи Запорізької області

керівник проекту (роботи) Воронько В.В., к.т.н., професор

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від 10.05.24 року № 399-03

Строк подання студентом проекту (роботи) 19 червня 2024 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Параметри учасників логістичної
системи. Параметри матеріалопотоку. Параметри району розміщення
логістичної системи

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно
розробити) Вступ. Теоретичні аспекти формування логістичного
ланцюга поставок. Формування ланцюга поставок реагенту для очищення
води. Побудова логістичних моделей маршрутів. Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Основні положення і результати роботи представлені у електронному
вигляді з використанням офісного пакету Microsoft Excel

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
	Антиплагіат доц. Прасоленко О.В.		

7. Дата видачі завдання 10.04.24

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Теоретичні аспекти формування логістичного ланцюга поставок	28.02-15.05	
2	Формування ланцюга поставок реагенту для очищення води	16.05-29.06	
3	Побудова логістичних моделей маршрутів	30.05-12.06	
4	Висновки	13.06-14.06	
5	Оформлення пояснювальної записки	15.06-17.06	

Студент

_____ Вшивков Д.А.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

_____ Воронько В.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Дипломна робота - 102 стор., 36 рис, 59 табл., 18 джерел.

Об'єкт дослідження – логістичний ланцюг поставок матеріального потоку питної води

Мета роботи: формування логістичного ланцюга для матеріального потоку питної води

Метод дослідження: аналітичний.

Отримані результати: проаналізовано теоретичні аспекти формування логістичного ланцюга поставок. Проведено формування ланцюга поставок реагенту для очищення води. Побудовано логістичні моделі маршрутів.

Рекомендації з впровадження: розроблені заходи можуть бути впроваджені при проектуванні логістичного ланцюга поставок.

ЛОГІСТИЧНИЙ ПРОЦЕС, ЕФЕКТИВНІСТЬ, МАРШРУТ, ТРАНСПОРТНІ
ВИТРАТИ, СКЛАДСЬКІ ВИТРАТИ, ОПТИМАЛЬНІ ВИТРАТИ

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
Розділ 1 ТЕОРИТИЧНІ АСПЕКТИ ФОРМУВАННЯ ЛОГІСТИЧНОГО ЛАНЦЮГА ПОСТАВОК.....	6
1.1 Визначення та концепція логістичного ланцюга поставок.....	6
1.2 Основні елементи та етапи логістичного ланцюга поставок.....	10
1.3 Висновки по розділу.....	13
Розділ 2 ФОРМУВАННЯ ЛАНЦЮГА ПОСТАВОК РЕАГЕНТУ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ.....	15
2.1 Загальна характеристика підприємства	15
2.2 Опис продукції підприємства.....	16
2.3 Ланцюг постачання коагулянту «Polvak» від виробника до кінцевого споживача.....	19
2.4 Висновки по розділу.....	42
Розділ 3 ПОБУДОВА ЛОГІСТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ МАРШРУТІВ.....	47
3.1 Моделювання логістичного процесу для ефективного управління логістикою.....	47
3.2 Аналіз потреб та визначення цілей моделювання.....	48
3.3 Побудова логістичної моделі	50
3.4 Аналіз результатів моделювання	85
3.5 Висновки по розділу.....	99
ВИСНОВКИ.....	100
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	101

					<i>ННІЕІТІ ТСЛ ЛОГІС 2020-2 ЛОГІС ХХХ...Х ПЗ</i>					
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>						
<i>Розроб.</i>		<i>Вишков Д.А.</i>			<i>Пояснювальна записка</i>	<i>Лім.</i>		<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>	
<i>Перевір.</i>		<i>Воронько В.В.</i>				д	р	р	4	102
<i>Реценз.</i>						<i>ХНУМГ</i>				
<i>Н. Контр.</i>		<i>Бурко Д.Л.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Куш Є.І.</i>								

ВСТУП

Логістичний ланцюг просування матеріального потоку питної води в сучасних умовах стає важливим фактором для забезпечення населення якісною та безперебійною постачанням цієї життєво важливої ресурсу. Місто Пологи Запорізької області не є винятком і вимагає ретельного аналізу та вдосконалення логістичного ланцюга постачання води. Дана дипломна робота спрямована на вивчення, аналіз та оптимізацію логістичного ланцюга просування матеріального потоку питної води у м. Пологи Запорізької області.

В умовах зростаючої конкуренції на внутрішньому ринку важливо впроваджувати логістичну концепцію у практичну діяльність підприємств. Це дозволить досягти синергетичного ефекту, який проявляється у прискоренні матеріального потоку, зниженні витрат за рахунок усунення конфліктів часткових витрат, підвищенні рівня логістичного сервісу та формуванні додаткових конкурентних переваг. З урахуванням прискорення процесів інтеграції і глобалізації, які є актуальною тенденцією світової економіки, виникають важливі завдання оптимізації вітчизняного підприємництва та використання відповідних методологічних способів для їх вирішення.

У даній дипломній роботі буде проведено аналіз та оптимізація логістичного ланцюга просування матеріального потоку питної води у м. Пологи Запорізької області. Дослідження передбачає вивчення поточного стану логістичного процесу, виявлення проблемних аспектів та пропозиції щодо його удосконалення. Основні завдання включають в себе аналіз ефективності інфраструктури та технологій, визначення оптимальних маршрутів та режимів доставки, а також розробку стратегій управління запасами.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРИТИЧНІ АСПЕКТИ ФОРМУВАННЯ ЛОГІСТИЧНОГО ЛАНЦЮГА ПОСТАВОК

1.1 Визначення та концепція логістичного ланцюга поставок

Ланцюг поставок є загальнозживаним поняттям у практиці господарських операцій. Він охоплює всі процеси, пов'язані з придбанням і транспортуванням сировини для виробництва, виготовленням товарів, доставкою готової продукції кінцевому споживачу та остаточним розрахунком угоди. По суті, ланцюг поставок (ланцюг поставок) складається з планування, реалізації та контролю всіх заходів, пов'язаних з виробництвом і доставкою продукту споживачу. У складі визначення ланцюга поставок також враховується потік інформації, що стосується всього процесу. Діаграма ланцюга поставок може бути представлений у вигляді маршруту від постачальника сировини, через прийом сировини, виробництво, зберігання, перевезення, продаж після доставки кінцевому споживачу.

Ланцюги поставок зараз це надзвичайно складні процеси, які можуть враховувати багато сутностей і складні мережі зв'язків між різними елементами системи. Цей процес додатково ускладнюється широкомасштабною глобалізацією, яка включає в систему багатьох підрядників з віддалених куточків світу.

Ланцюги поставок грають ключову роль у функціонуванні підприємства, забезпечуючи ефективне та своєчасне переміщення матеріалів, продуктів та інформації. Вони допомагають оптимізувати процеси постачання та виробництва, знижуючи витрати та час на виконання замовлень, що дозволяє підприємствам зосередитися на своїй основній діяльності та підвищити продуктивність. Ефективне управління ланцюгом поставок також дозволяє знизити витрати на зберігання, транспортування та закупівлю матеріалів завдяки кращій координації, плануванню та використанню

технологій. Крім того, це сприяє поліпшенню якості обслуговування клієнтів шляхом забезпечення своєчасної доставки продукції, що підвищує задоволеність клієнтів та конкурентоспроможність підприємства на ринку.

Глобальний ланцюг поставок можна розбити на три основні кроки. Перший – це постачання. В тому числі елемент ланцюга поставок отримана та доставлена сировина, необхідна для запуску виробничих процесів. Інший ланка в ланцюзі поставок це виробництво товарів, яке дозволяє випускати готову продукцію. Фінальний, третій елемент ланцюгів поставок є розподіл товарів. На цьому рівні задіяно багато суб'єктів, пов'язаних із зберіганням, реалізацією та розподілом товарів споживачам.

Тут варто підкреслити, що сьогodнішній ланцюг поставок вони характеризуються великою складністю і великою динамікою. Вони також повинні приділяти увагу зростаючій індивідуальності, необхідної кінцевим клієнтам, більшій точності роботи та зростаючій потребі в ефективності, спрямованій на постійне підвищення конкурентоспроможності підприємства. Складність процесів змушує використовувати все більш досконалі інструменти планування та впровадження. Точне управління запасами та точне відстеження продукції стають ключовими. Оскільки складність процесів зростає, необхідно використовувати програмне забезпечення, яке зможе ефективно відстежувати показники ефективності проекту.

У такому складному світі також важливо краще інтегрувати всіх учасників, які беруть участь у реалізації ланцюг поставок. Уніфікація процесів і прагнення до спільного планування дозволяє безперешкодно втілювати окремі проекти елементи ланцюга поставок.

Зі збільшенням виробництва виникає необхідність впровадження автоматизації процесів, метою якої буде підвищення точності та швидкості виконання окремих елементів у кожному з ланки ланцюга поставок. Тут ключовими будуть автоматизація управління складськими процесами, управління внутрішніми логістичними процесами на складах і оптимізація управління транспортом [1].

Розділення ланцюгів поставок на етапи є необхідним для забезпечення ефективного управління та контролю над усім процесом постачання. Це дозволяє оптимізувати процеси, знижуючи витрати та підвищуючи ефективність на кожному етапі. Крім того, це сприяє підвищенню прозорості та передбачуваності, дозволяючи швидше виявляти і вирішувати проблеми. Кожен етап може бути детально проаналізований для виявлення можливостей для покращення, що загалом підвищує якість продукції чи послуг, а також задоволеність клієнтів.

Також розділення ланцюгів поставок на етапи також дозволяє підприємствам краще координувати дії між різними відділами та партнерами, забезпечуючи узгодженість у всьому ланцюгу. Це полегшує управління запасами, планування виробництва та логістики, а також покращує взаємодію з постачальниками і клієнтами. Таким чином, підприємства можуть швидше адаптуватися до змін на ринку, покращувати рівень обслуговування клієнтів і забезпечувати стабільний потік товарів і послуг, що є ключовим фактором для досягнення конкурентних переваг.

Ланцюг поставок і логістичний ланцюг вони часто використовуються як синоніми, але де-факто логістичний ланцюг є одним із ланки ланцюга поставок. як ланцюга постачання охоплює всі процеси від збору сировини до кінцевої доставки кінцевому споживачу, так логістичний ланцюг Це стосується всіх процесів після стадії виробництва, тобто зберігання, транспортування та розподілу виробленої продукції.

Для легшого розуміння проблеми ланцюг поставок давайте використовувати приклад виробництво та продаж автомобілів. Ланцюг поставок він охоплюватиме збір сировини для виробництва комплектуючих і цілих автомобілів, потім виробництво транспортних засобів, їх зберігання, доставку дилерам і кінцевий продаж споживачам. В випадку логістичний ланцюг це буде лише закупівля моделей різних автомобілів для 1 автосалону, їх презентація на майданчику, продаж та обслуговування клієнтів та передача придбаної моделі споживачеві [1].

Розуміння різниці між ланцюгом поставок та логістичним ланцюгом є важливим для ефективного управління бізнес-процесами. Ланцюг поставок охоплює всі етапи від постачання сировини до доставки готової продукції кінцевому споживачу, включаючи планування, управління запасами, виробництво, і маркетинг. Він враховує взаємодію між різними відділами та зовнішніми партнерами, фокусуючись на створенні вартості на кожному етапі.

Логістичний ланцюг, з іншого боку, є частиною ланцюга поставок і зосереджується на фізичному переміщенні товарів та управлінні матеріальними потоками. Це включає транспортування, складування, обробку вантажів та управління запасами. Логістичний ланцюг забезпечує, щоб товари були доставлені в потрібний час, у потрібне місце і з мінімальними витратами.

Розуміння цієї різниці дозволяє керівникам краще планувати та координувати свої дії, оптимізувати процеси та ефективніше використовувати ресурси. Це також допомагає визначити, які аспекти бізнесу потребують більше уваги, щоб забезпечити безперебійне функціонування всієї системи постачання і покращити загальну ефективність підприємства.

1.2 Основні елементи та етапи логістичного ланцюга поставок

Сучасні ринкові умови вимагають від підприємств швидкої адаптації до змін, гнучкості і високої ефективності в управлінні ресурсами. Знання про основні елементи та етапи логістичного ланцюга поставок допомагає менеджерам приймати обґрунтовані рішення, що стосуються закупівель, виробництва, зберігання та транспортування товарів. Це, в свою чергу, забезпечує стабільність постачань, своєчасне виконання замовлень та підвищення рівня задоволення клієнтів, що є критичним для успішної діяльності підприємства в умовах глобальної конкуренції.

Друга підтема присвячена основним елементам та етапам логістичного ланцюга поставок, є надзвичайно важливою для розуміння загальної структури і функціонування логістичних систем. Вона дозволяє виділити

ключові компоненти, такі як постачання, виробництво, складування, транспортування та дистрибуція, а також визначити їхню взаємодію і вплив на ефективність ланцюга поставок. Глибоке розуміння кожного етапу сприяє оптимізації процесів, зниженню витрат і підвищенню продуктивності підприємства.

У практиці логістичної діяльності сформувалося два основних підходи до проектування ланцюга постачань. Перший підхід, більш загальний, передбачає опис процесу проектування у вигляді послідовності певних кроків зі створення ланцюга постачань (рис. 1.1) Цей підхід передбачає формування альтернативних варіантів структури ланцюга постачань, їх оцінювання та вибір найбільш оптимального[2].

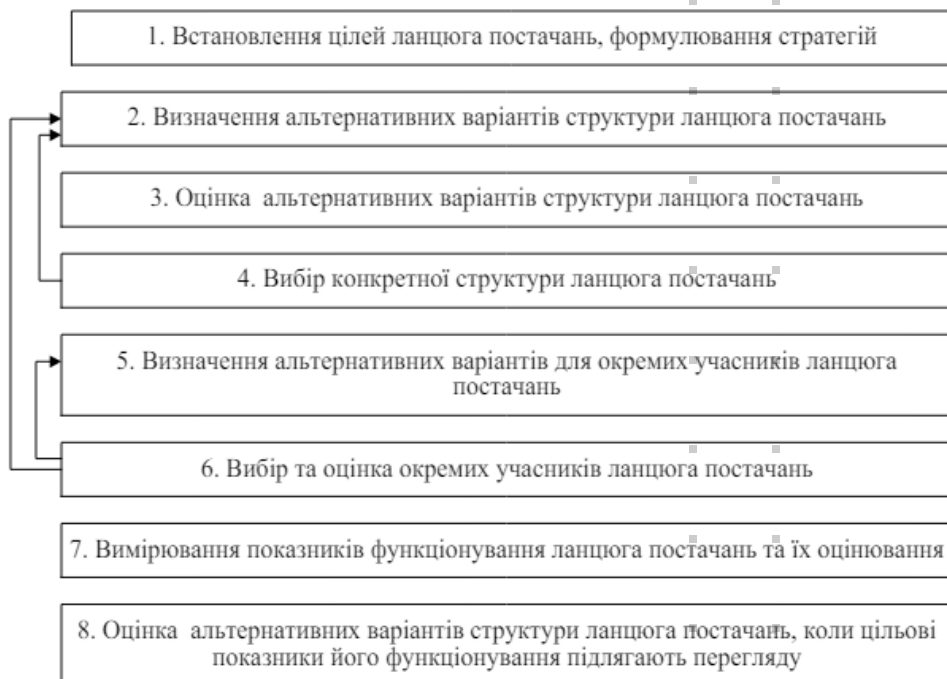


Рисунок 1.1 - Алгоритм проектування ланцюга постачань

Другий підхід є більш конкретизованим. Алгоритм побудови ланцюга поставок передбачає ітераційну процедуру з урахуванням взаємозв'язку і взаємовпливу блоків транспортування та управління запасами і логістики складування. Ітераційна процедура означає, що отриманий на кожному етапі проміжний результат є, з одного боку, вихідним варіантом для подальшого

етапу в кожному розглянутому блоці (транспортування або управління запасами і складування), а з іншого боку, вихідним варіантом для вирішення завдань у «сусідньому» блоці (рис. 1.2) [2].



Рисунок 1.2 - Узагальнений алгоритм проектування ланцюга поставок

Блок завдань транспортування в ланцюгах постачань включає:

- вибір виду транспорту для унімодального способу доставки або для окремої ділянки змішаного транспортування;
- вибір транспортного засобу та розрахунок їхньої кількості;
- вирішення транспортної задачі за відомим місцерозташуванням постачальників і споживачів, а також з урахуванням наявних складів у конкретному регіоні;
- розробку маршрутизації перевезень;
- оцінку верхньої та нижньої меж часу доставки товару відповідно до логістичної концепції "точно в строк".

Блок управління запасами і логістики складування включає вирішення таких завдань:

- визначення кількості складів, регіональних та інших розподільчих центрів та їхнього розташування, що може суттєво вплинути на вирішення завдань транспортування, оскільки склади можуть розглядатися як проміжні пункти в схемі доставки;

- розрахунок оптимальної величини замовлення для визначення необхідної кількості транспортних засобів з урахуванням їхньої вантажопідйомності. При цьому можуть враховуватися модифікації моделі, зважаючи на знижки, фізичні обмеження та інші параметри;

- застосування моделей багатомноменклатурних замовлень, що впливають на оптимальне завантаження транспортних засобів;

- виокристання моделей і стратегій управління запасами в діяльності споживачів;

- застосування моделей управління запасами в ешелонованих логістичних системах.

Добре побудований логістичний ланцюг поставок може мати ряд позитивних ефектів для підприємства. Він дозволяє знизити витрати, підвищити швидкість доставки та покращити якість обслуговування. Грамотне управління логістичними процесами допомагає мінімізувати ризики і підвищити ефективність виробництва. В результаті, підприємство стає більш конкурентоспроможним на ринку і може привертати більше клієнтів, що сприяє його успішному розвитку.

І може мати ряд позитивних ефектів для підприємства:

- зниження витрат. Ефективний логістичний ланцюг дозволяє оптимізувати процеси постачання, виробництва та доставки, що призводить до зниження загальних витрат

- підвищення швидкості. Швидка доставка продукції або послуг дозволяє більш швидко реагувати на зміни в попиті та забезпечує конкурентні переваги на ринку.

- покращення якості обслуговування: Постачальники та клієнти отримують товари вчасно і в гарному стані, що позитивно впливає на їхню довіру та лояльність.

- мінімізація ризиків: Грамотне управління логістичним ланцюгом дозволяє підприємству уникнути проблем з постачанням, запасами та іншими ризиковими ситуаціями.

- підвищення ефективності виробництва: Оптимізований логістичний ланцюг допомагає забезпечити постачання необхідних матеріалів та компонентів для виробництва без затримок і перебоїв.

- зростання конкурентоспроможності: Всі ці ефекти в сукупності дозволяють підприємству бути більш конкурентоспроможним на ринку і залучати більше клієнтів.

Отже, логістичний ланцюг поставок відіграє важливу роль у успішному функціонуванні підприємств. Його правильна побудова дозволяє знижувати витрати, підвищувати ефективність виробництва та обслуговування клієнтів, мінімізувати ризики та підвищувати конкурентоспроможність на ринку. Грамотне управління логістичними процесами, включаючи транспортування та управління запасами, є ключовим для досягнення успіху в сучасному бізнес-середовищі. Тому розуміння та впровадження ефективних стратегій управління логістичним ланцюгом поставок є важливим завданням для будь-якого підприємства, що прагне досягти стабільності, зростання і визнання на ринку.

1.3 Висновки по розділу

Узагальнюючи блок завдань транспортування в ланцюгах постачань, можна виділити наступні ключові аспекти. Вибір виду транспорту є основоположним етапом для унімодального способу доставки або для окремої ділянки змішаного транспортування. Це забезпечує ефективне поєднання різних видів транспорту для оптимізації логістичних витрат. Вибір

транспортного засобу та розрахунок їхньої кількості дозволяє забезпечити належну продуктивність та ефективність перевезень. Вирішення транспортної задачі за відомим місцерозташуванням постачальників і споживачів, а також з урахуванням наявних складів у конкретному регіоні, забезпечує оптимізацію логістичних маршрутів. Розробка маршрутизації перевезень та оцінка верхньої та нижньої меж часу доставки товару відповідно до логістичної концепції "точно в строк" забезпечують своєчасне і точне постачання продукції.

Блок управління запасами і логістики складування включає визначення кількості складів, регіональних та інших розподільчих центрів та їхнього розташування, що може суттєво вплинути на вирішення завдань транспортування, оскільки склади можуть розглядатися як проміжні пункти в схемі доставки. Розрахунок оптимальної величини замовлення для визначення необхідної кількості транспортних засобів з урахуванням їхньої вантажопідйомності дозволяє ефективно використовувати ресурси. При цьому можуть враховуватися модифікації моделі, зважаючи на знижки, фізичні обмеження та інші параметри. Застосування моделей багатомноменклатурних замовлень впливає на оптимальне завантаження транспортних засобів та підвищує ефективність логістичних операцій.

Отже, логістичний ланцюг поставок відіграє важливу роль у успішному функціонуванні підприємств. Його правильна побудова дозволяє знижувати витрати, підвищувати ефективність виробництва та обслуговування клієнтів, мінімізувати ризики та підвищувати конкурентоспроможність на ринку. Грамотне управління логістичними процесами, включаючи транспортування та управління запасами, є ключовим для досягнення успіху в сучасному бізнес-середовищі. Тому розуміння та впровадження ефективних стратегій управління логістичним ланцюгом поставок є важливим завданням для будь-якого підприємства, що прагне досягти стабільності, зростання і визнання на ринку.

РОЗДІЛ 2

ФОРМУВАННЯ ЛАНЦЮГА ПОСТАВОК РЕАГЕНТУ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ

2.1 Загальна характеристика підприємства

Пологівський хімічний завод «Коагулянт»

Підприємство хімічної галузі України, яке спеціалізується на розробці і промисловій адаптації сучасних технологій в областях водо підготовки, очищення стічних вод, згущення і зневоднення шламів з використанням реагентів власного виробництва. Загальну характеристику можна відобразити у табл. 2.1 [3].

Таблиця 2.1 – Інформація про підприємство «Коагулянт»

Інформація про підприємство	
Скорочена назва:	ТДВ ПХЗ «Коагулянт»
ЄДРПОУ:	03327724
Юридична адреса:	70605, Запорізька область, Пологівський р-он, місто Пологи, вулиця Лесі Українки, буд. 243
КОАТУУ:	2324210100
Галузева належність (1):	20.13 Виробництво інших неосновних неорганічних хімічних речовин.
Керівник:	Торшин Олександр Євгенович
Електронна поштова адреса:	office@coagulant-producer.com

Крім цього, підприємство здійснює повний цикл виробництва хімічних реагентів спеціального призначення, які використовуються в процесах:

- обробки промислових зворотних вод відкритих і замкнених систем водопостачання;
- миття та дезінфекції поверхонь обладнання харчових виробництв;
- підтримання сталого водно-хімічного режиму приватних та громадських плавальних басейнів;
- технологічної переробки мінеральної рудної та нерудної сировини з подальшим поліпшенням якості транспортування кінцевої продукції;
- надання нових властивостей бетонним та залізобетонним конструкціям
- збільшену міцність, гідрофобність, рухливість бетонної маси, морозостійкість та інше;
- очистки та деемульгації нафтової сировини.

Підприємство постійно розширює лінійку продукції, яку випускає, використовуючи власний науковий потенціал в поєднанні з виробничим досвідом провідних профільних компаній Європейського Союзу, Австралії та Китаю.

Інтегрована система менеджменту ТДВ «ПХЗ «Коагулянт» атестована відповідно до вимог міжнародних стандартів ISO 9001, ISO 14001 та ISO 45001 [3].

2.2 Опис продукції підприємства.

Алюміній (Al) потрапляє в природні води природним шляхом при частковому розчиненні глини і алюмосилікатів, а також в результаті шкідливих викидів окремих виробництв, з атмосферними опадами або стічними водами. Солі алюмінію також широко використовуються в якості коагулянтів у процесах водопідготовки для комунальних потреб. Алюміній присутній в природній воді. Посідаючи третє місце за поширеністю в земній корі, алюміній міститься практично у всіх водах природного походження. У природних умовах, в воді зростає його концентрація шляхом часткового розчинення алюмосилікатів і глини, в результаті антропогенної діяльності людини

(авіаційне, хімічне, машинобудівне, нафтопереробне виробництво і т.д.), а також через атмосферні опади та стічні води. Уміст металу і, особливо, його сполук у ґрунтових породах може досягати 600 мг/кг і тривале окиснення цих порід сприяє збільшенню концентрації алюмінію [4].

Як вже згадувалося вище на станціях водоочищення для коагуляції використовують гідроксихлорид і сульфат алюмінію (коагулянти), а природні цеоліти часто застосовують під час фільтрації і кондиціонування води. Хлоралгідрат алюмінію застосовується для дефторування води (у регіонах з високим вмістом фтору у природних водах). Коагулянти на основі алюмінію, з яких найбільш поширені сульфат алюмінію, гідроксихлорид алюмінію, композитний.

Давайте розглянемо які реагенти нам потрібні для очистки води та які має підприємство «Коагулянт». На сайті підприємства стосовно очищення води є доступні реагенти:

Реагент для амонізації питної води «АМОПОЛ» – це кристали білого кольору без запаху.

«АМОПОЛ» добре розчинний у воді навіть при низьких температурах (42,9 г / 100 г води при -11°C). Не гігроскопічний.

Коагулянти «POLVAK» являють собою водні розчини гідроксихлоридів алюмінію загальною формулою:

$\text{Al}_2(\text{OH})_n\text{Cl}_{6-n}$, що відповідають у європейській класифікації коагулянтам типу PAC.

Органічні коагулянти є поліелектролітами. На відміну від неорганічних коагулянтів механізм дії органічних коагулянтів ґрунтується на явищі адсорбції молекулярних ланцюжків на частинках забруднень з подальшим утворенням сполучних містків (зв'язків) між ними. Вибір типу і марки коагулянту здійснюється на підставі практичного досвіду застосування полімерних реагентів і коригується шляхом лабораторних та промислових випробувань.

Компанія виробляє органічні коагулянти на основі полідіалілдиметиламоній хлориду (поліДАДМАХ) і сополімеру епіхлоргідрину і диметиламіну (поліамін).

Реагенти представляють собою розчинні у воді кристали білого кольору з гранулометриєю 0,1–0,3 мм.

Сульфат алюмінію, загальної формули $Al_2(SO_4)_3 \cdot nH_2O$, – це тверда кристалічна речовина білого кольору, яка виробляється у формі шматків різних фракцій від 0 до 40 мм і більше. Очищений технічний сульфат алюмінію призначається для очищення води господарсько-питного та промислового призначення, а також для використання в паперовій, текстильній, шкіряній та інших галузях промисловості.

Послідовність застосування реагентів у процесі очищення води зазвичай виглядає наступним чином:

Коагулянт: Перший етап включає додавання коагулянта (наприклад, сульфату алюмінію) для згортання дрібних частинок і утворення більших згортків або флокул. Це полегшує їх подальше видалення.

Флокулянт: Наступний етап включає додавання флокулянта, щоб допомогти утворити ще більші флоки з коагульованих частинок. Це покращує ефективність видалення забруднень.

Дезінфікуючий засіб: Після очищення води від частинок забруднень може бути застосований дезінфікуючий засіб, такий як гідроксихлорид, для знищення бактерій та вірусів та забезпечення безпеки питної води.

Реагент для амонізації води: У разі потреби усунення аміаку та інших амінів може бути застосований реагент для амонізації води, такий як АМОПОЛ.

При дослідженні діяльності підприємства було визначено що основним продуктом підприємства є коагулянт «Polvak», маршрут перевезення якого і буде розглянутий у даній роботі.

2.3 Ланцюг постачання коагулянту від виробника до кінцевого споживача.

ПХЗ «Коагулянт» має основний склад за адресою своїх виробничих потужностей, а саме Запорізька область, Пологівський р-он, місто Пологи, вулиця Лесі Українки, буд. 243.

Для зберігання гідроксохлориду алюмінію використовується устаткування з корозійнотривким полімерним покриттям із поліетилену, поліпропілену, полівінілхлориду, фторопласту й ін. Якщо в ємностях для приготування коагулянту або витратних баках раніше був інший коагулянт, то устаткування слід ретельно відмити від його залишків для запобігання можливого утворення осаду. Рекомендується періодична перевірка і промивання устаткування для зберігання гідроксихлоридів алюмінію.

Більш простими словами для зберігання гідроксохлориду Polvak використовувались спеціально призначені для цього цистерни (рис. 2.1). Та загалом його транспортують в автоцистернах або у вагонах – цистернах. Сульфат алюмінію в свою чергу перевозили в звичайних бегах, в більшості випадків теж в вагонах, іноді в звичайних фургонах.



Рисунок 2.1 – Зберігання та вивантаження коагулянту «Polvak»

Коагулянт відвантажується в контейнери iso-bulk місткістю 1 м³ (рис. 2.2) на палеті, каністри по 20 дм³, а також у автомобільні або залізничні цистерни з корозійнотривким покриттям. Перевезення здійснюється всіма видами транспорту, крім повітряного, у критих транспортних засобах відповідно до правил перевезень вантажів, що діють на транспорті даного виду.



Рисунок 2.2 – Тара для перевезення реагенту «Polvak»

Коагулянт «Polvak» Згідно із Законом України «Про перевезення небезпечних вантажів» від 6 квітня 2000 р. № 1644-III (далі — Закон № 1644), є небезпечним вантажем, а небезпечний вантаж — речовини, матеріали, вироби, відходи виробничої та іншої діяльності, які внаслідок притаманних їм властивостей за наявності певних факторів можуть під час перевезення спричинити: вибух, пожежу, пошкодження технічних засобів, пристроїв, споруд та інших об'єктів, заподіяти матеріальні збитки та шкоду довкіллю, призвести до загибелі, травмування, отруєння людей, тварин, і які за міжнародними договорами, згода на обов'язковість яких надана Верховною Радою України, або за результатами випробувань в установленому порядку залежно від ступеня їх впливу на довкілля або людину віднесено до одного з класів небезпечних речовин [5].

Згідно з класифікацією небезпечних вантажів (рис. 2.3). Коагулянт що буде перевозитись має 8 клас ADR, що означає що до його перевезень будуть

застосовані спеціальні умови перевезення та транспорт і водій мають відповідати цим умовам.

Класи небезпечних речовин:	
● клас 1 — вибухові речовини та вироби;	
● клас 2 — гази;	
● клас 3 — легкозаймисті рідини;	
● клас 4.1 — легкозаймисті тверді речовини;	
● клас 4.2 — речовини, схильні до самозаймання;	
● клас 4.3 — речовини, що виділяють легкозаймисті гази при взаємодії з водою;	
● клас 5.1 — речовини, що окислюють;	
● клас 5.2 — органічні пероксиди;	
● клас 6.1 — токсичні речовини;	
● клас 6.2 — інфекційні речовини;	
● клас 7 — радіоактивні матеріали;	
● клас 8 — корозійні речовини;	
● клас 9 — інші небезпечні речовини та вироби.	

Рисунок 2.3 – Класифікація небезпечних речовин

Основними замовниками ПХЗ «Коагулянт» були КП «Дніпроводоканал», КП «Чернівці водоканал», КП «Черкаси водоканал», ПрАТ АК «Київ водоканал». Поставка на водоканали залежала від населеного пункту та потреб у воді і також це могло залежати від сезону замовлення. На водоканали поставлялись як сульфат алюмінію в бегах так і коагулянт Polvak в цистернах. Другим рівнем замовників були м'ясокомбінати такі як «Наша ряба», «Вінницька птахофабрика», «Гаврилівські курчата». Вони використовували виключно коагулянт Polvak для видалення забруднень, підвищення якості води та захист від мікроорганізмів. Також замовниками з харчової промисловості були цукрові заводи такі як ПрАТ «Поділля», ТОВ «Зоря Поділля» (Гайсинський цукровий завод), ТзОВ «Радехівський цукор». Також з замовників можна виділити Київський картонно – паперовий комбінат та підприємства з очистки басейнів. Отже, замовники нашої продукції діляться на три групи. Перша група це водоканали, що є найбільшими замовниками

продукції. Друга група це харчові підприємства такі як м'ясокомбінати та цукрові заводи та третя група це виробництво паперу і очистка басейнів.

Необхідно визначити отримувача вантажу та точки вивантаження. Нашим отримувачем буде КП «Дніпроводоканал». Що використовує коагулянт для очистки питної води на водоочисних станціях і має постійний попит на продукцію. Перша точка вивантаження це склад продукції який транспортує коагулянт до водоочисних станцій. Склад знаходиться на лівому березі Дніпра за адресою Одеський провулок 29н. Другий склад знаходиться на правому березу Дніпра, де теж зберігається продукція і потім перевозиться до водоочисних станцій. Наступний склад знаходиться за адресою вулиця Танцюрина Балка, 15Б.

При розрахунку попиту на продукцію було визначено що для стабільної роботи водоочисних станцій та забезпечення попитом населення необхідно 32 м³ коагулянта на два склади. Для перевезення буде використовуватись вантажний автомобіль Mercedes Actros 2016 з автоцистерною ємністю 25м³. Зображення автомобіля можна побачити на рис. 2.4.



Рисунок 2.4 – Автомобіль для міжрегіональних перевезень

Наступним етапом було визначення місцезнаходження водоочисних станцій та їхню потребу в хімічному реагенті. Адреси та їх координати можна

побачити в табл. 2.2. де було відображено 20 точок вивантаження тобто водоочисні станції, 2 точки складів реагенту в місті Дніпро і також склад виробника від якого починає рухатись вантажний потік.

Нам відомо що обсяг перевезень складає 32 м³ на тиждень, що складає 1.6 м³ на кожну станцію. Враховуючи точки розташування на лівому та правому березі (рис. 2.5 та 2.6). На перший склад вантажо-отримувача буде надходити реагенту. Якщо конвертувати необхідний попит складу у вантажні перевезення то виходить дві автоцистерни в тиждень.

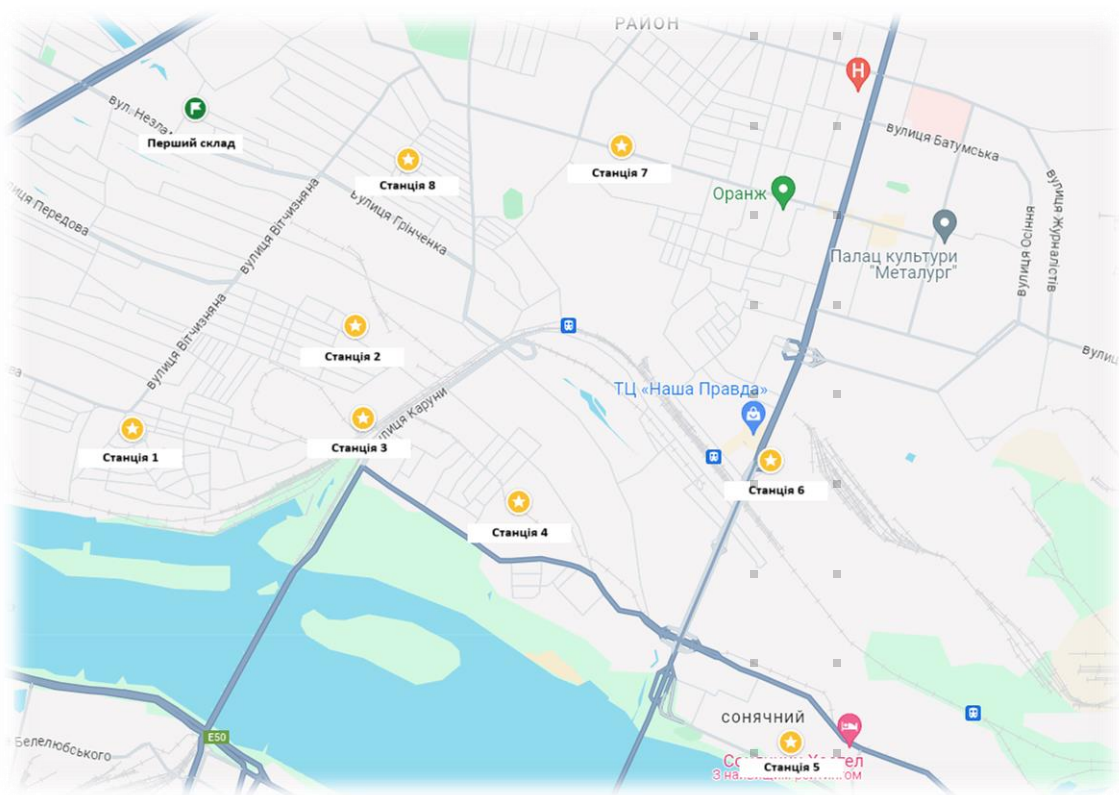


Рисунок 2.5 – Схема маршруту на лівому березі Дніпра

Наступним етапом був розрахунок попиту на коагулянт «Polvak» на правому березі міста Дніпро з розташованими 12 точками вивантаження. За допомогою нескладних математичних розрахунків ми знаємо що на другий склад вантажо-отримувача необхідно 22.8 м³ реагенту по 1.6 м³ на кожну станцію.

Таблиця 2.2 – Точки маршруту

Номер	Назва	Адреса	Координата
1	Склад виробника	вулиця Лесі Українки 243	47.4915463453961, 36.20140572904456
2	Перший склад вантажоотримувача	Одеський провулок 29н	48.517270163537944, 35.022028510161284
3	Другий склад вантажоотримувача	вулиця Танцюрина Балка, 15Б.	48.46224050121155, 34.9647529770553
4	Станція 1	вулиця Пресова 57	48.39849644150374, 35.007329365395655
5	Станція 2	вулиця Тополина 14	48.3925720024197, 35.02243936192603
6	Станція 3	вулиця Столетова 1Д	48.497464359638634, 35.07090075632214
7	Станція 4	вулиця Фруктова 4	48.49515644062847, 35.049501956785306
8	Станція 5	Провулок Василівський 1Н	48.49988972433464, 35.03628853009805
9	Станція 6	вулиця Старокозацька 19	48.46206466718377, 35.04205408214308
10	Станція 7	вулиця Набережна перемоги 46Б	48.438378952877194, 35.06861346760631
11	Станція 8	вулиця Полетехнічна 17	48.44782080891512, 35.01280570303767
12	Станція 9	вулиця Софії Ковалевської 61	48.516395319720125, 35.05817876004896
13	Станція 10	провулок Виборзький 6	48.46271482582558, 34.99074973589166
14	Станція 11	вулиця Калинова 74	48.5151653747517, 35.05825968421239

Продовження табл. 2.2

15	Станція 12	вулиця Високовольтна 33	48.42299560384947, 35.032471496707664
16	Станція 13	вулиця Будівельників 33	48.42567882489413, 34.99813965777847
17	Станція 14	вулиця Планетна 1	48.481629069383814, 35.07263608608367
18	Станція 15	вулиця Пожежна 62	48.499293075975146, 35.01665489786523
19	Станція 16	вулиця Надії Алексєнко 45	48.46225962740465, 35.01287498633539
20	Станція 17	вулиця Телевізійна 6	48.44549864804527, 35.04761211594629
21	Станція 18	вулиця Делегатська 7	48.50505212260592, 35.03565895505686
22	Станція 19	вулиця Криворізька 26Д	48.44098696392068, 34.98673315458246
23	Станція 20	вулиця Орловська 5	48.47284012041613, 34.99425654328677

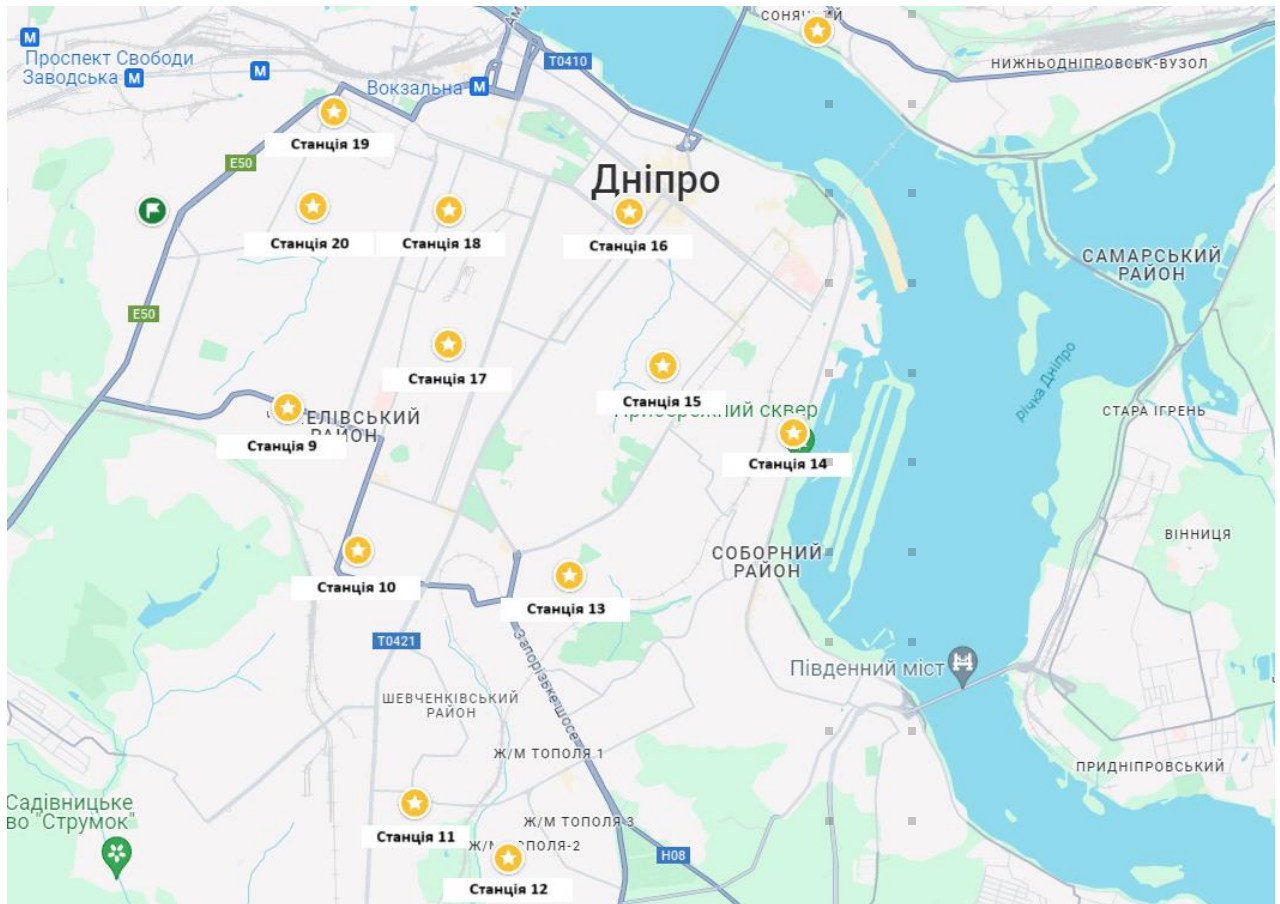


Рисунок 2.6 – Схема перевезень маршруту на правому березі Дніпра

Розташування водоочисних станцій тісно пов'язано з розташуванням жилих масивів та приватних секторів, оскільки таким чином необхідна потужність насосів для водопроводу буде зменшена як і кількість насосних станцій в місті. Що робить логістику питної води більш простою та якісною.

Перевезення небезпечних вантажів у місті потребує ретельного дотримання законодавчих і нормативних вимог, класифікації вантажів, планування маршрутів, безпеки та управління ризиками. Оскільки перевезення небезпечних вантажів регулюється як міжнародними, так і національними стандартами. Міжнародні угоди, такі як Європейська угода про міжнародне дорожнє перевезення небезпечних вантажів (ADR), визначають загальні правила і вимоги до перевезення таких вантажів. В Україні діють національні законодавчі акти та нормативні документи, які регулюють порядок транспортування небезпечних вантажів, включаючи вимоги до транспорту, водіїв та безпеки перевезень.

Маршрути перевезення небезпечних вантажів повинні бути ретельно сплановані, щоб мінімізувати ризики для населення та навколишнього середовища. Враховуються такі фактори, як густота населення, стан доріг, наявність аварійних служб та інших об'єктів інфраструктури. Також важливо уникати проїзду через густонаселені райони, школи та лікарні.

Безпека під час перевезення небезпечних вантажів є пріоритетом. Це включає регулярну технічну перевірку транспортних засобів, навчання водіїв, використання спеціального обладнання та дотримання заходів безпеки. Управління ризиками передбачає оцінку потенційних загроз і розробку планів дій у випадку аварійних ситуацій. Це включає наявність аварійних комплектів, інструкцій для водіїв і координацію з аварійними службами.

Для регіональних вантажних перевезень як було зазначено раніше буде використовуватись Mercedes Actros 2016. Для регіональних перевезень краще використовувати вантажні автомобілі великої тому що це забезпечує економічну ефективність. Великовантажні автомобілі дозволяють перевозити більшу кількість вантажу за один рейс, що знижує загальні витрати на перевезення, включаючи витрати на паливо, оплату праці водіїв та амортизацію техніки. Також вони забезпечують масштабну економію, що дозволяє знижувати собівартість перевезень та підвищувати конкурентоспроможність перевізників.

Для перевезень по місту краще використовувати вантажні автомобілі меншої вантажності з кількох важливих причин. По-перше, маловантажні автомобілі мають кращу маневреність, що дозволяє їм легко пересуватися вузькими міськими вулицями та в обмежених просторах, де великовантажним автомобілям може бути важко маневрувати. Їхні менші розміри також спрощують паркування в умовах обмеженого простору, що часто є проблемою в місті.

По-друге, для доставки малих партій вантажів або доставки безпосередньо до кінцевого споживача маловантажні автомобілі є більш ефективними. Вони дозволяють здійснювати доставку в режимі "останньої

милі" з мінімальними витратами. Такі автомобілі також можуть бути швидко адаптовані до різних типів вантажів та маршрутів, що робить їх більш універсальними для міських умов. Саме тому для маршрутів по місту був обраний автомобіль MAN TGM 18.250 2013 року (рис. 2.7). Тентований автомобіль вантажністю 10 тон, був обраний саме тентований автомобіль, а не автоцистерна. Оскільки набагато зручніше буде використовувати метод завантаження тарою що вказана на рис. 2.2. Це значно зручніше для дрібних перевезень по місту чим використання автоцистерни, склади дають можливість завантаження таким способом.



Рисунок 2.7 – Вантажний автомобіль для перевезень по місту

Загалом наше перевезення можна представити схемою зображеною на рис. 2.8, що відображає основні етапи досліджуваного ланцюга поставок від його вироблення до кінцевого споживача.

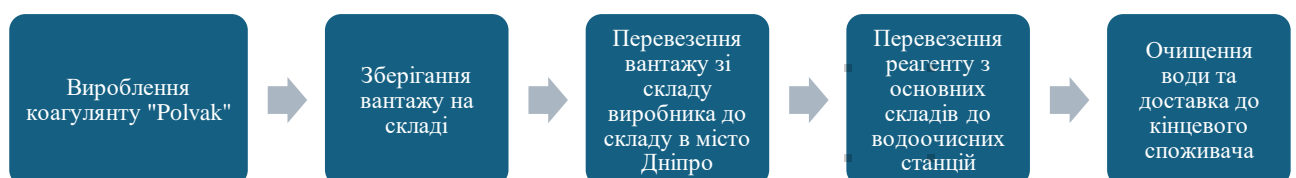


Рисунок 2.8 – Ланцюг поставки води

Наступним побудови ланцюга поставок це розрахунок необхідної кількості автомобілів на кожному з маршрутів та інтервал кожного з вантажних перевезень, як міжрегіональних так і по місту. Правильне планування частоти та інтервалів дозволяє забезпечити оптимальне використання транспортних засобів, що зменшує час простою та підвищує ефективність обслуговування, що є важливим для міських транспортних систем. Висока частота маршрутів зменшує час очікування пасажирів на зупинках, що підвищує їх задоволеність від користування транспортом. Економічно обґрунтоване планування частоти руху допомагає знизити експлуатаційні витрати, оскільки дозволяє оптимально використовувати ресурси, такі як паливо та робоча сила. Крім того, зменшення часу простою та більш ефективне використання транспорту сприяє зниженню викидів шкідливих речовин в атмосферу, що є важливим аспектом екологічної стійкості.

Розрахунок кількості автомобілів буде напряму пов'язаний з попитом на даний реагент. І ми вже знаємо що попит на реагент складає 80 м³ який розподілений на два склади. Перший склад потребує 32 м³ а на другий 48 м³. Набагато ефективнішим буде розбиття одного великого маршруту на два менших. Для міжрегіональних використовується автомобіль з місткістю цистерни 21 м³, і для нашого перевезення буде необхідно 2 автомобіля Mercedes Actross 2016. На рис. 2.9 зображено перший міжрегіональний маршрут.

Маршрут складає 188км, що при швидкості 90км\год приблизно буде складати 3 години, оскільки перевезення може бути затримане через завантаження чи розвантаження та інші ситуації пов'язані зі специфікою вантажу. Отже для перевезення будуть використані 2 автомобіля раз на тиждень. Доставка буде відбуватись на початку тижня.

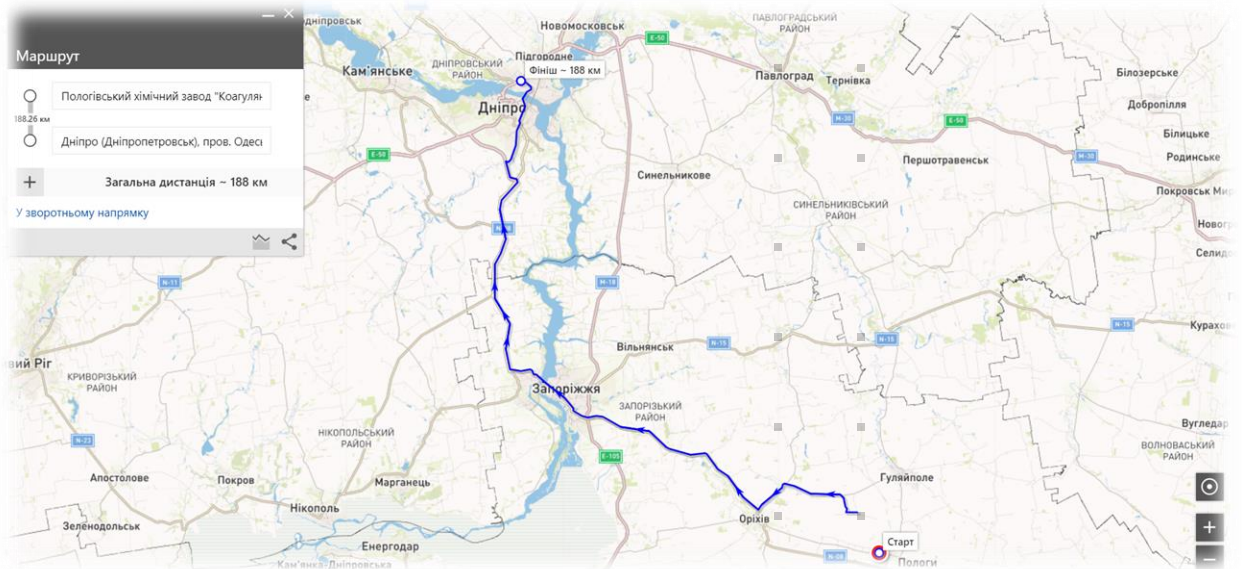


Рисунок 2.9 – Перший маршрут міжрегіональний маршрут

Другий маршрут це від складу виробника до другого складу «Дніпроводоканал», що знаходиться на правому березі Дніпра за адресою вулиця Танцюрина Балка, 15Б. За цим маршрутом обсяг перевезень складає 19.2 м3. Доставка буде 1 раз на тиждень. Також варто зазначити що перевезення буде виконуватись згідно вимогам чинного законодавства про перевезення небезпечних вантажів. Схему маршруту представлено на рис. 2.10

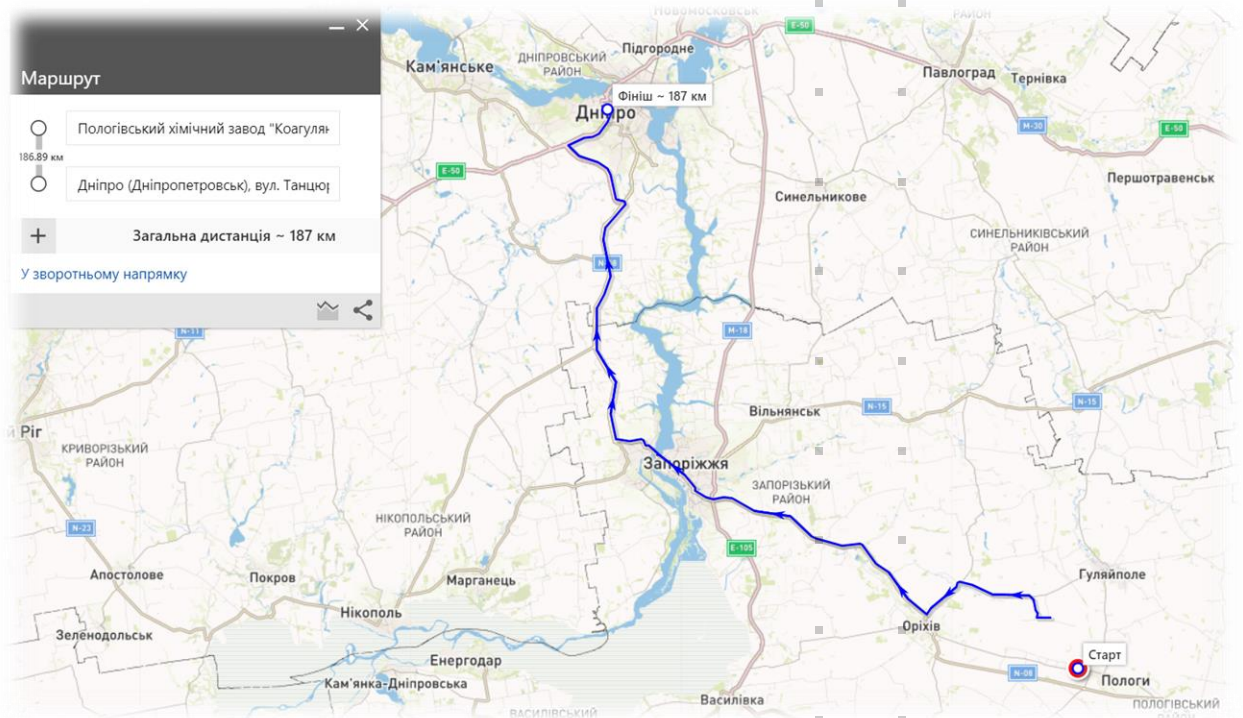


Рисунок 2.10 – Другий міжрегіональний маршрут

Наступним етапом буде формування маршруту по місту що представлено на рис. 2.11.

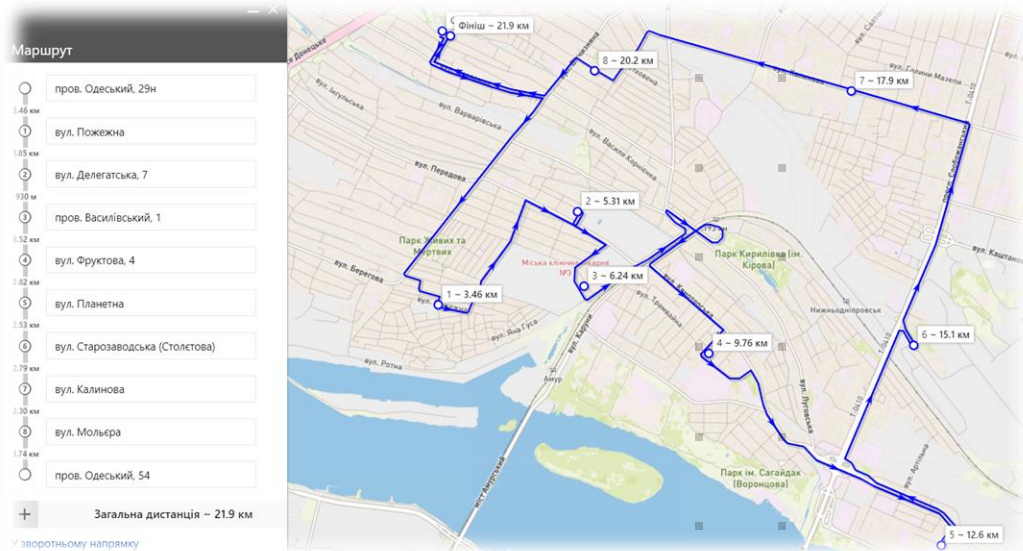


Рисунок 2.11 – Перший маршрут по місту (лівий берег Дніпра)

Наступним етапом буде систематизація та автоматизація руху автомобілів від складу виробника до розподільчих складів в місті Дніпро. Два автомобілі повністю забезпечують потребу двох складів. Склад що знаходиться на лівому березі Дніпра потребує 12.8 м³ реагенту, другий склад що знаходиться на правому березі Дніпра потребує 19.2 м³ реагенту. І виходячи з попиту автоцистерну першого автомобіля необхідно завантажити на 12.8 м³ і вона буде їхати на лівий берег Дніпра у той час як другу машину можна завантажити на 19.2 м³ і вона буде їхати на правий берег Дніпра. Таким чином машинам не доведеться робити зайвих перевезень, і вони повністю забезпечать реагентом два склади.

Важливим аспектом є також розробка графіку руху з урахуванням часу на завантаження та розвантаження, а також можливих затримок через погодні умови, дорожні роботи чи інші непередбачені обставини. Оптимальним є закладення додаткового часу для таких випадків.

Крім того, варто використовувати сучасні технології для моніторингу та управління маршрутами. Системи GPS, електронні карти та інші інструменти допоможуть слідкувати за місцезнаходженням транспорту в режимі реального часу, прогнозувати можливі затримки та швидко реагувати на зміну обставин.

Узагальнюючи, для успішної побудови міжрегіональних маршрутів важливо враховувати технічні, правові, екологічні, людські та технологічні аспекти, забезпечуючи тим самим безпечне, ефективне та своєчасне перевезення вантажів. В табл. 2.3 та 2.4 бачити графік руху для першого та другого автомобілів.

Згідно схеми можемо бачити маршрут що складається з 10 точок, та загальну дистанцію 22 км. Дистанція маршруту не є великою, але так як перевезення буде відбуватись автомобілем MAN TGM вантажопідйомність якого 10 тон. та габарити якого можна побачити на рис. 2.12.

Вантажопідйомність автомобіля:	до 10 т
Габарити кузова д/ш/в:	7,5*2,5*2,5м.
Кількість євро палет:	18 шт

Рисунок 2.12 – Розміри кузова MAN TGM 18.250

На рис.2.12 можемо спостерігати розмір кузова автомобіля у той час контейнер для перевезення кислоти має 1 метр та 20 сантиметрів у довжину та ширину і 1 метр у висоту. Згідно розміру кузова один автомобіль може помістити в себе 10 контейнерів у той час як на перший міський маршрут необхідно 13 контейнерів на 8 точок. Отже необхідно 2 автомобілі, кожен з яких завантажить в себе по 7 контейнерів коагулянту. І перевезення буде відбуватись у визначеній послідовності також варто зазначити методи завантаження та розвантаження автомобілів контейнерами.

Таблиця 2.3 – Графік руху першого автомобіля на міжрегіональному маршруті

День тижня	Назва пункту	Адреса	Час заїду	Час виїзду	Вивантажено, л.
Понеділок	Склад виробника	вулиця Лесі Українки 243	8:00	9:30	-
	Розподільчий склад	Провулок Одеський 29Н	13:30	15:00	12800
	Склад виробника	вулиця Лесі Українки 243	18:00	-	-

Таблиця 2.4 – Графік руху другого автомобіля на міжрегіональному маршруті

День тижня	Назва пункту	Адреса	Час заїду	Час виїзду	Вивантажено, л.
Понеділок	Склад виробника	вулиця Лесі Українки 243	8:00	9:30	-
	Розподільчий склад	вулиця Танцюрина Балка, 15Б.	13:30	15:00	12800
	Склад виробника	вулиця Лесі Українки 243	18:00	-	-

Наступним питанням було вибір навантажувального засобу що буде використовуватись для нашого вантажного перевезення. При виборі навантажувача у вантажних перевезеннях важливо враховувати кілька ключових факторів. По-перше, вантажопідйомність: оцінити максимальну вагу вантажу, який потрібно піднімати та транспортувати, і переконатись, що вантажопідйомність навантажувача відповідає або перевищує цю вагу, у нашому випадку вага одного контейнера 1 тонна, і згідно вихідних даних про маршрут, навантажувач виконує норму.

По-друге, висота підйому: визначити висоту, на яку потрібно піднімати вантаж, особливо якщо це стосується складських приміщень з високими стелями або навантаження на вищі рівні, в нашому випадку висота підйому буде складати не більше 1 метру при завантаженні, не враховуючи операції на складі, що теж підходить за нашими критеріями. По-третє, тип палива: вибір між дизельними, бензиновими, електричними та газовими навантажувачами залежить від умов експлуатації. Наприклад, електричні навантажувачі підходять для роботи в закритих приміщеннях завдяки відсутності викидів, тоді як дизельні краще для зовнішніх умов. По-четверте, розмір і маневреність: врахуйте розміри навантажувача та його здатність маневрувати у вузьких просторах чи проходах. Приклад моделі навантажувача можемо бачити на рис. 2.13 та технічні характеристики навантажувача табл 2.5



Рисунок 2.13 – Модель навантажувача що буде використовуватись

Таблиця 2.5 – Технічні характеристики навантажувача

Назва показника	Показник
Марка	Nissan
Модель	J01A15
Вантажопідйомність	1,5 т.
Висота підйому	3 м.
Тип приводу	Газ - бензин

Метод завантаження можна спостерігати на прикладі рис. 2.14



Рисунок 2.14 – Приклад завантаження контейнерами

Наступним етапом буде побудова графіку руху автомобіля на першому маршруті, можемо бачити що перший маршрут складається з 8 точок вивантаження, і отже графік руху і послідовність обслуговування станцій буде представлено в табл. 2.6 для першого автомобіля та в табл. 2.7 для другого автомобіля.

При побудові маршрутів та графіку маршруту важливо враховувати кілька ключових факторів. По-перше, слід аналізувати дорожні умови, включаючи стан доріг, наявність заторів та погодні умови, що можуть впливати на швидкість руху.

Таблиця 2.6 – Графік міського маршруту на лівому березі Дніпра для першого автомобіля

Номер точки	Адреса	Координати	Час заїзду, г:хвилини	Час виїзду, г:хвилини	Вивантажено, л.
Склад	Провулок Одеський 29Н	48.517270163537944, 35.022028510161284	8:00	9:30	-
Точка 1	вулиця Пожежна 62	48.499293075975146, 35.01665489786523	9:46	10:36	1600
Точка 2	вулиця Делегатська 7	48.50505212260592, 35.03565895505686	10:44	11:34	1600
Точка 3	Провулок Василівський 1Н	48.49988972433464, 35.03628853009805	11:38	12:28	1600
Точка 4	вулиця Фруктова 4	48.49515644062847, 35.049501956785306	12:43	13:33	1600
Склад	Провулок Одеський 29Н	48.517270163537944, 35.022028510161284	13:42	-	-

Таблиця 2.7 – Графік першого міського маршруту на лівому березі Дніпра для другого автомобіля

Номер точки	Адреса	Координати	Час заїзду, г:хвилини	Час виїзду, г:хвилини	Вивантажено, л.
Склад	Провулок Одеський 29Н	48.517270163537944, 35.022028510161284	9:30	11:00	-
Точка 1	Вулиця Мольєра 44	48.50505212260592, 35.03565895505686	11:16	12:06	1600
Точка 2	вулиця Калинова 74	48.5151653747517, 35.05825968421239	12:15	13:05	1600
Точка 3	вулиця Старокозацька 19	48.46206466718377, 35.04205408214308	13:09	13:59	1600
Точка 4	вулиця Планетна 1	48.481629069383814, 35.07263608608367	14:16	15:06	1600
Склад	Провулок Одеський 29Н	48.517270163537944, 35.022028510161284	15:15	-	-

По-друге, важливо враховувати безпеку, особливо при транспортуванні небезпечних вантажів, що вимагає дотримання спеціальних правил та маршрутів. Також необхідно враховувати логістичні аспекти, такі як оптимізація витрат на паливо, час доставки та зупинки для відпочинку водіїв. Крім того, потрібно координувати маршрути з графіками роботи пунктів призначення та завантаження-розвантаження товарів, щоб уникнути простоїв та затримок. Врахування всіх цих факторів допоможе забезпечити ефективність та безпеку перевезень.

Згідно табл. 2.6 та 2.7 перша машина починає свій маршрут о 8:00 закінчуючи його о 13:42, витрачаючи приблизно по 50 хвилин на завантаження та вивантаження реагенту. Друга машина починає маршрут на півтори години пізніше, а саме о 9:30 та закінчує його 15:15. Для розрахунку часу переміщення була врахована середня швидкість по місту 30 км\год.

Наступним етапом буде побудова графіку та схеми для другого міського маршруту точки якого знаходяться на правому березі Дніпра.

Дніпро, місто в Україні, розташоване на обох берегах річки Дніпро, має свої особливості на лівому і правому берегах. Правий берег є старішою частиною міста і містить історичний центр з багатьма архітектурними пам'ятками, культурними установами, адміністративними будівлями та торговими центрами. Він також має більш горбистий рельєф, що додає йому мальовничості.

Лівий берег, навпаки, є більш сучасним і менш густо забудованим. Тут розташовані житлові райони, промислові зони та нові мікрорайони. Лівий берег характеризується більш рівнинним рельєфом та новішою інфраструктурою.

Отже, основні відмінності між лівим і правим берегами Дніпра полягають в їхньому рельєфі, історичному розвитку та характері забудови.

Аналогічно з лівим берегом, ми визначимо маршрут для правого берегу що буде відображено на рис. 2.15 та потім складемо табл. графіку та послідовність обслуговування точок що буде відображено в табл. 2.8 та 2.9 для

кожного з автомобілів. Оскільки важливо обслуговувати кожну водоочисну станцію вчасно через постійний попит на воду в жилих районах, бо це є продуктом першої необхідності.

Згідно схеми маршруту можемо спостерігати 12 точок вивантаження не враховуючи склад, з загальною дистанцією 41.6 км що можна округлити до 42 км.

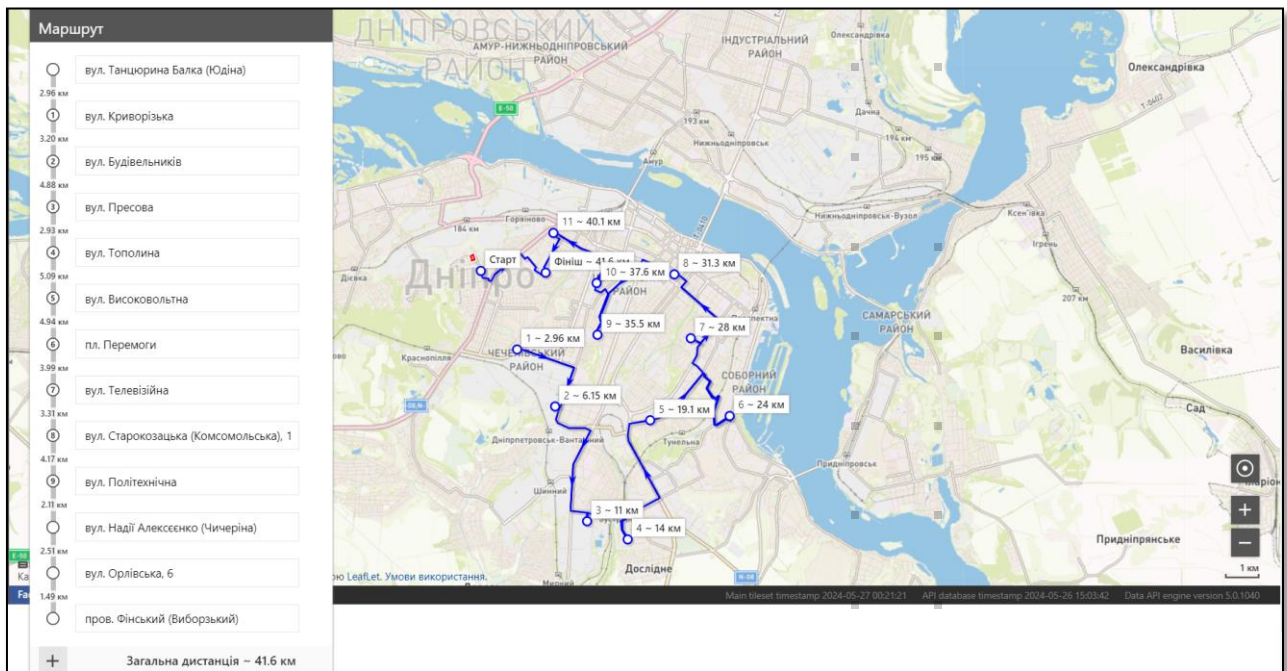


Рисунок. 2.15 – Схема другого міського маршруту для правого берега Дніпра

Обслуговування цього маршруту одним автомобілем, з урахуванням вивантаження та завантаження приблизно 50 хвилин займе 16 годин, що буде перевищувати норму робочого часу водія, що в Україні становить не більше 8 годин. Тож було прийняте рішення розділити маршрут на два автомобілі. Графік яких буде складений в один день та завантаження на складі буде здійснюватися по черзі. Всього на маршрут потрібно доставити 48 м³ реагенту. За розрахунками в один автомобіль можна завантажити 10 м³ реагенту, отже вантажопідйомності двох автомобілів вистачає для обслуговування маршруту двома автомобілями.

Таблиця 2.8 – Графік другого міського маршруту на правому березі Дніпра (перший автомобіль)

Номер точки	Адреса	Довгота	Широта	Час заїзду, г:хвилини	Час виїзду, г:хвилини	Вивантажено, л.
Склад	вулиця Танцюрина Балка, 15Б.	48.46224050121155,	34.9647529770553	8:00	10:00	-
Точка 1	вулиця Криворізька 26Д	48.44098696392068,	34.98673315458246	10:17	11:07	1600
Точка 2	вулиця Будівельників 33	48.42567882489413,	34.99813965777847	11:24	12:14	1600
Точка 3	вулиця Пресова 57	48.39849644150374,	35.007329365395655	12:31	13:21	1600
Точка 4	вулиця Тополина 14	48.392570947650235,	35.022441691514295	13:38	14:28	1600
Точка 5	вулиця Високовольтна 33	48.42299560384947,	35.032471496707664	14:45	15:35	1600
Точка 6	вулиця Полетехнічна 17	48.44782080891512,	35.01280570303767	15:52	16:42	1600
Склад	вулиця Танцюрина Балка, 15Б.	48.46224050121155,	34.9647529770553	17:02	-	-

Таблиця 2.9 – Графік другого міського маршруту на правому березі Дніпра (другий автомобіль)

Номер точки	Адреса	Довгота	Широта	Час заїзду, г:хвилини	Час виїзду, г:хвилини	Вивантажено, л.
Склад	вулиця Танцюрина Балка, 15Б.	48.46224050121155,	34.9647529770553	10:00	12:00	-
Точка 1	провулок Виборзький 6	48.46271482582558,	34.99074973589166	12:17	13:07	1600
Точка 2	вулиця Надії Алексєнко 45	48.46225962740465,	35.01287498633539	13:24	14:14	1600
Точка 3	вулиця Телевізійна 6	48.44549864804527,	35.04761211594629	14:31	15:21	1600
Точка 4	вулиця Набережна перемоги 46Б	48.438378952877194,	35.06861346760631	15:38	16:28	1600
Точка 5	вулиця Старокозацька 19	48.46206466718377,	35.04205408214308	16:45	17:35	1600
Точка 6	вулиця Орловська 5	48.47284012041613,	34.99425654328677	17:52	18:42	1600
Склад	вулиця Танцюрина Балка, 15Б.	48.46224050121155,	34.9647529770553	19:02	-	-

2.4 Висновки по розділу

У другому розділі було проведено проектування логістичного ланцюга просування матеріального потоку коагулянту для очищення води, виробник якого знаходиться у місті Пологи Запорізької області. І відповідно маємо два варіанти міжрегіональних маршрутів. Середня дистанція яких складає 185 км.

Доставка реагента відбувається у місті Дніпро яке розподілено на два береги, а саме праве та ліве. Відповідно наш маршрут був розподілений на ці два береги враховуючи попит на питну води у цих регіонах. Кожна водоочисна станція має попит 1600 літрів реагенту в один тиждень і всього по місту Дніпру знаходиться 20 водоочисних станцій.

Можемо бачити що для двох маршрутів по місту було використано два автомобілі MAN TGM 18.250 з вантажопідйомністю 10 тон. В середньому час маршруту складає 8 годин та його обсягу вистачає для забезпечення попитом коагулянту для правого та лівого берегу Дніпра.

Далі після очисних станцій, вода потрапляє до насосних станцій. Насосні станції використовуються для підняття води на вищий рівень або для подальшого транспортування води по трубопроводу. Насоси допомагають подолати гідростатичний тиск та пересувати воду через систему водопроводу.

Проектування логістичної системи було з урахуванням погодніх умов, обмеженої швидкості перевезення по місту та враховуючи габарити астомобіля вантажпідйомністю 10 тонн. Не менш важливу роль відіграє безпека при постачаннях, оскільки вантаж має 8 категорію небезпеки перевезень, оскільки є кислотою небезпечною для людини. Тому для даного вантажу діють спеціальні умови перевезень, що зазначені чинним законодавством України стосовно перевезень небезпечних вантажів, їхнього зберігання, вивантаження та завантаження на маршруті. Кожна водоочисна станція має необхідне обладнання та техніку для праці з таким видом вантажу.

РОЗДІЛ 3

ПОБУДОВА ЛОГІСТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ МАРШРУТІВ

3.1 Моделювання логістичного процесу для ефективного управління логістикою

Моделювання логістичного процесу є важливою складовою ефективного управління логістикою в будь-якій організації. Воно дозволяє створити віртуальну модель логістичної системи, оцінити її ефективність і внести необхідні зміни до реального процесу. Нижче наведено теоретичні аспекти моделювання логістичного процесу.

Логістичний процес охоплює всі етапи руху товарів та послуг від постачальника до кінцевого споживача, включаючи транспортування, складування, обробку замовлень, управління запасами, пакування та інформаційні потоки. Основною метою логістики є забезпечення своєчасної доставки товарів у потрібне місце, в потрібний час і з мінімальними витратами.

Далі, давайте визначимо етапи моделювання нашої логістичної моделі що була розглянута у розділі 2. У другому розділі ми мали необхідний попит та способи його забезпечення, у цьому розділі ми смодельємо різні типи доставок та забезпечення всього попиту у місті Дніпро питною водою. Етапи моделювання логістичної моделі:

1. Аналіз потреб або необхідного попиту включає в себе визначення потреб організації або проекту в логістичних послугах. Це включає аналіз вимог клієнтів, оцінку обсягу та частоти постачань, виявлення ключових пунктів доставки та отримання товарів.

2. Визначення цілей що включає в себе постановку чітких цілей для логістичного процесу. Це можуть бути цілі зниження витрат, підвищення ефективності, скорочення часу доставки, покращення якості обслуговування клієнтів тощо.

3. Збір даних що включає в себе збір та аналіз даних, необхідних для моделювання. Це можуть бути дані про обсяги товарообігу, маршрути доставки, витрати на транспорт, складські запаси, час виконання різних операцій.

4. Розробка моделі імітаційної моделі логістичного процесу. Це включає визначення змінних, обмежень, умов та параметрів, які необхідно враховувати в моделі.

5. Висновки що включають в себе оцінку результатів моделювання та його впровадження. Це включає підбиття підсумків щодо досягнення поставлених цілей, аналіз отриманих результатів, виявлення сильних та слабких сторін процесу. На основі висновків можна визначити подальші кроки для вдосконалення логістичного процесу та підвищення його ефективності.

3.2 Аналіз потреб та визначення цілей моделювання

У другому розділі дипломної роботи ми визначили попит на продукцію та запропонували один із способів доставки реагенту від міста Пологи запорізької області до міста Дніпро (правий та лівий берег). Маршрут у другому розділі не був автоматично побудований, а більш хаотичним. Що є достатньо незручним у його використанні без автоматизації та систематизації маршруту.

Автоматизація та систематизація маршрутів у логістичній системі є необхідними для підвищення ефективності та зниження витрат. Завдяки автоматизації, можна швидко та точно планувати маршрути, враховуючи всі можливі фактори, такі як відстань, час доставки, умови доріг та навантаження транспортних засобів. Це дозволяє оптимізувати використання ресурсів, зменшити витрати на паливо та обслуговування, а також скоротити час доставки.

Систематизація маршрутів сприяє стандартизації процесів та покращує контроль за виконанням завдань. Вона дозволяє легко відстежувати

місцезнаходження вантажів, планувати роботу водіїв та транспортних засобів, а також оперативно реагувати на зміни та непередбачені ситуації. Крім того, систематизовані маршрути допомагають уникнути дублювання та перетинання маршрутів, що знижує витрати і підвищує загальну ефективність логістичної системи.

Автоматизовані та систематизовані маршрути також покращують якість обслуговування клієнтів, забезпечуючи своєчасну доставку та точне виконання замовлень. Це підвищує рівень задоволеності клієнтів і створює конкурентні переваги для компанії на ринку. У цілому, автоматизація та систематизація маршрутів є ключовими факторами для забезпечення стабільної та ефективної роботи логістичної системи, зменшення витрат і підвищення якості обслуговування.

Як було зазначено у другому розділі дипломної роботи, коагулянт необхідний нам для очищення питної води перед доставкою її до кінцевого споживача через центральну водопровідну систему. Після деяких розрахунків та визначення попиту на реагент під назвою «Polvak» можна сказати що для міста Дніпро необхідно 32 м³ коагулянту, транспортний потік якого розподілений на 2 склади. Один з яких знаходиться на лівому, а інший на правому березі Дніпра. Мета моделювання полягає у тому щоб систематизувати цей маршрут та виконувати його: один, два, три та чотири рази на тиждень. Маршрут для нашого перевезення буде обраний той, який буде найбільш ефективним та затрати якого будуть найменші.

3.3 Побудова логістичної моделі

Задля забезпечення попиту 32 м³ реагенту почнемо побудову моделі з реалізацією маршрута один раз на тиждень, або 4 рази на місяць. У даній моделі два автомобілі більшої вантажності марки Mercedes-Benz Actross 2016 року (рис. 2.3). Будуть доставляти вантаж один раз на тиждень. Ємність автоцистерни автомобіля становить 25 м³, але у нас немає потреби

завантажувати повну автоцистерну, оскільки ми не можемо цього зробити через властивості вантажу, тому ми будемо використовувати 20 м³ для перевезення вантажу. Отже, на в понеділок о 8 ранку два автомобілі Mercedes Actross 2016 прибувають на завантаження на склад виробника за адресою місто Пологи, запорізької області, вулиця Лесі Українки 243. Приклад завантаження можна бачити на рис. 3.1.



Рисунок 3.1 – Приклад завантаження реагенту

Після завантаження автомобілі що були призначені для міського маршруту рухаються за різними напрямками та з різною послідовністю обслуговування точок на маршруті. На рис. 3.2 можна побачити новий змодельований графік руху та послідовність обслуговування точок на маршруті для перевезень 4 рази на місяць (тобто один раз на тиждень) на лівому березі міста Дніпро. Також варто зазначити значення термінів зазначених в таблицях:

- Warehouse – розподільчий склад;
- Point – водоочисна станція або точка вивантаження;

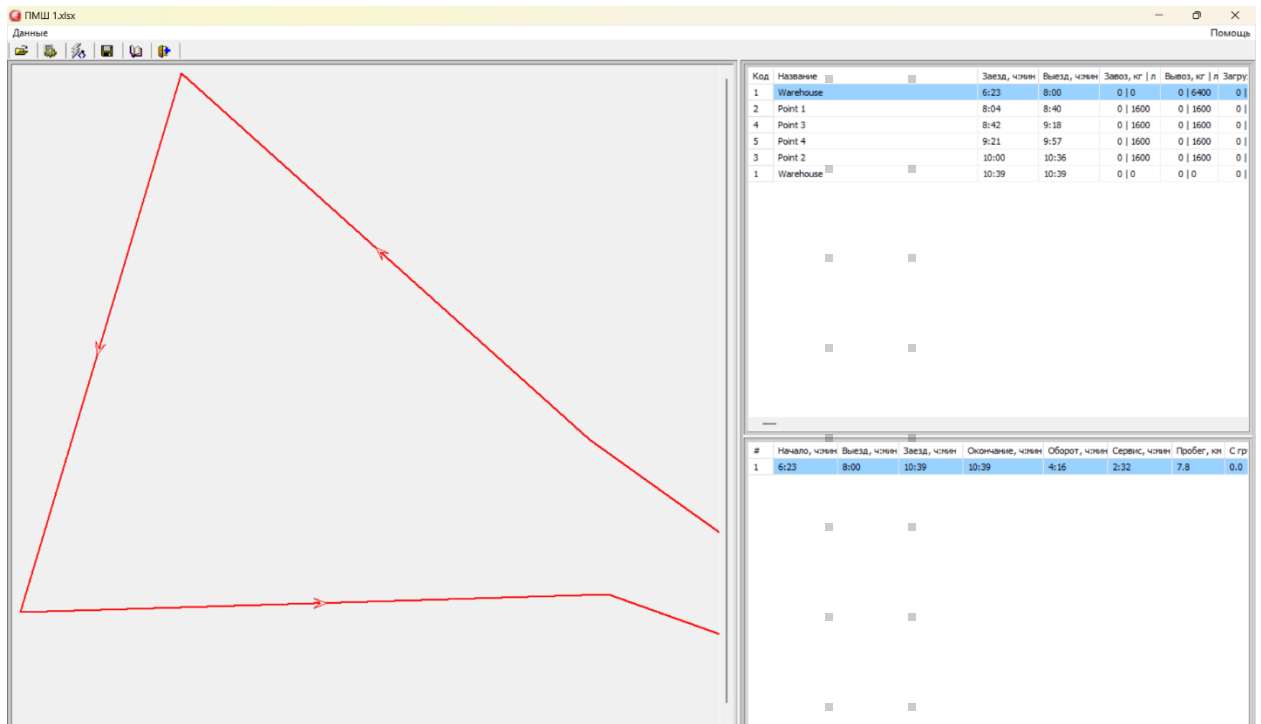


Рисунок 3.2 – Модель міського маршруту на лівому березі Дніпра для першого автомобіля

На рис. 3.2 можемо бачити що в представленій моделі була обрана інша послідовність обслуговування точок. Також можемо спостерігати графік роботи автомобіля на маршруті, більш детально його представлено табл. 3.1 та результат роботи на маршруті (табл. 3.2).

Таблиця 3.1 - Перший графік роботи автомобіля на лівобережному маршруті

Номер заїзду	Код пункту	Назва пункту	Заїзд, ч:хв	Вийзд, ч:хв	Завезення, л.	Вивезення, л.	Пробіг від депо, км
0	0	Warehouse	6:23	8:00	0	6400	0
1	1	Point 1	8:04	8:40	1600	0	2.039
2	3	Point 3	8:42	9:18	1600	0	3.487
3	4	Point 4	9:21	9:57	1600	0	4.594
4	2	Point 2	10:00	10:36	1600	0	6.095
0	0	Warehouse	10:39	10:39	0	0	7.785

Таблиця 3.2 – Результат роботи першого автомобіля на лівобережному маршруті

Номер маршруту	Кількість пунктів	Час оборту, год	Час обслуговування, год	Загальний пробіг, км	Об'єм перевезень
1	4	4.27	2.53	7.79	6400
Всього	4	4.27	2.53	7.79	6400

Варто зазначити що запропонована модель зменшує час обслуговування з 50 хвилин до 25 хвилин за рахунок зміни системи складування. А саме створення ділянки на території складу для складування та відвантаження використаних контейнерів. Таким чином звільняється більше місця в основному складі вантажотримувача. Приклад можна бачити на рис. 3.3



Рисунок 3.3 – Приклад складування використаних контейнерів

На рис. 3.4 можна спостерігати змодельований міський маршрут на лівому березі Дніпра на другому автомобілі. При побудові моделі була використана програма для моделювання логістичних перевезень. Окрім послідовності маршрутів та графіку їхнього руху, можемо спостерігати параметри маршруту такі як: час оборту, загальний пробіг, час обслуговування, та кількість пунктів обслуговування.

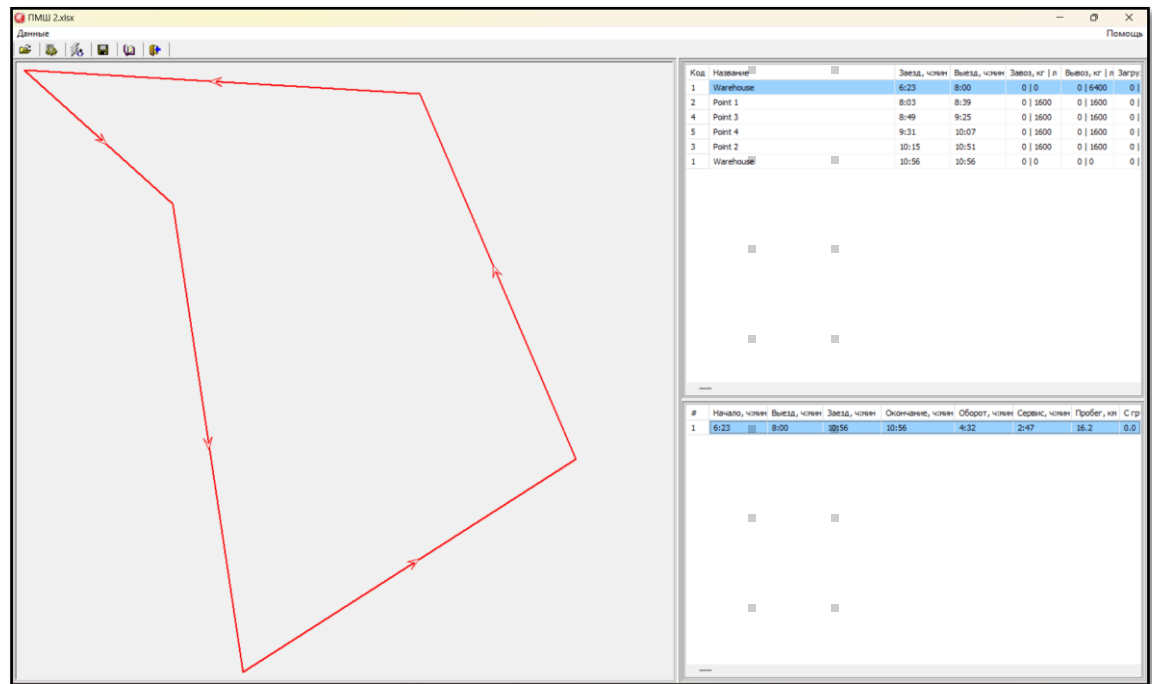


Рисунок 3.4 – Моделювання другого лівобережного маршруту

Аналогічно з першим лівобережним маршрутом можна спостерігати зміни у послідовності обслуговування точок на маршруті і більш детальний графік та результати роботи представлені в табл. 3.3 та 3.4.

Таблиця 3.3 – Новий графік роботи другого лівобережного маршруту

Номер заїзду	Код пункту	Назва пункту	Заїзд, ч:хв	Виїзд, ч:хв	Завезення, л.	Вивезення, л.	Пробіг від депо, км
0	0	Warehouse	6:23	8:00	0	6400	0
1	1	Point 1	8:03	8:39	1600	0	1.69
2	3	Point 3	8:49	9:25	1600	0	6.495
3	4	Point 4	9:31	10:07	1600	0	9.628
4	2	Point 2	10:15	10:51	1600	0	13.506
0	0	Warehouse	10:56	10:56	0	0	16.186

Таблиця 3.4 – Результати роботи на другому лівобережному маршруті

Номер маршруту	Кількість пунктів	Час оберт, год	Час обслуговування, год	Загальний пробіг, км	Об'єм перевезень
1	4	4.55	2.78	16.19	6400
Всього	4	4.55	2.78	16.19	6400

Згідно табл. 3.4 та 3.3 можемо підбити підсумок роботи маршруту на лівому березі Дніпра. Його показники складають:

- Кількість пунктів заїзду 8 шт.;
- Час обороту маршруту 8 годин та 49 хвилин;
- Час обслуговування 5 годин та 18 хвилин;
- Загальний пробіг 24 км;
- Об'єм перевезень 12800 літрів;

Наступним етапом буде розрахунок та моделювання правобережних маршрутів для першого та другого автомобілів. Змодельовано новий графік для автомобіля при умові доставки 4 рази на місяць (табл. 3.5) та результати роботи на маршрутах (табл. 3.6 та табл. 3.7), та новий графік руху для другого правобережного маршруту (табл. 3.8).

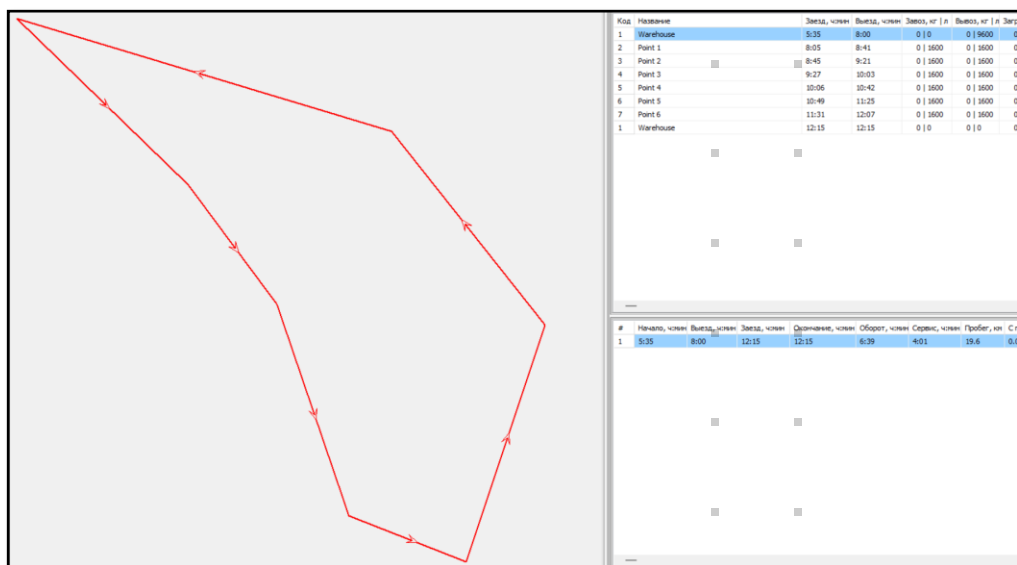


Рисунок 3.5 – Нова схема руху на другому правобережному маршруті

Згідно результатів маршруту маємо загальні показники роботи на маршруті:

- Кількість пунктів заїзду 12 шт.;
- Час обороту маршруту 13 годин та 24 хвилини;
- Час обслуговування 8 годин;
- Загальний пробіг 39.4 км;
- Об'єм перевезень 19200 літрів;

Таблиця 3.5 – Новий графік для першого правобережного маршруту

Номер заїзду	Код пункту	Назва пункту	Заїзд, ч:хв	Виїзд, ч:хв	Завезення, л.	Вивезення, л.	Пробіг від депо, км
0	0	Warehouse	5:35	8:00	0	9600	0
1	1	Point 1	8:05	8:41	1600	0	2.867
2	2	Point 2	8:45	9:21	1600	0	4.766
3	3	Point 3	9:27	10:03	1600	0	7.864
4	4	Point 4	10:06	10:42	1600	0	9.16
5	5	Point 5	10:49	11:25	1600	0	12.624
6	6	Point 6	11:31	12:07	1600	0	15.744
0	0	Warehouse	12:15	12:15	0	0	19.634

Таблиця 3.6 – Результати роботи першого правобережного маршруту

Номер маршруту	Кількість пунктів	Час оборту, г.	Час обслуговування, г.	Загальний пробіг, км	Об'єм перевезень
1	6	6.7	4.02	19.634	9600
Всього	6	6.7	4.02	19.634	9600

Таблиця 3.7 – Результати роботи другого правобережного маршруту

Номер маршруту	Кількість пунктів	Час оборту, г.	Час обслуговування, г.	Загальний пробіг, км	Об'єм перевезень
1	6	6.60	4.05	17.94	9600
Всього	6	6.60	4.05	17.94	9600

Таблиця 3.8 – Новий графік руху другого правобережного маршруту

Номер заїзду	Код пункту	Назва пункту	Заїзд, ч:хв	Виїзд, ч:хв	Завезення,л.	Вивезення,л.	Пробіг від депо, км
0	0	Warehouse	5:35	8:00	0	9600	0
1	1	Point 1	8:03	8:39	1600	0	1.92
2	3	Point 3	8:49	9:25	1600	0	6.53
3	4	Point 4	9:28	10:04	1600	0	8.27
4	5	Point 5	10:11	10:47	1600	0	11.64
5	2	Point 2	10:51	11:27	1600	0	13.66
6	6	Point 6	11:30	12:06	1600	0	15.46
0	0	Warehouse	12:11	12:11	0	0	17.94

На основні показників правобережних та лівобережних маршрутів можемо підсумувати результати моделі за місяць у табл. 3.9.

Таблиця 3.9 – Результати роботи моделі за місяць (при умові доставки 4 рази на місяць)

Показник маршруту	Значення показника за місяць роботи
Час оборту, год.	88.84
Час обслуговування, год.	53.2
Загальний пробіг, км	253.6
Об'єм перевезень, літрів	128 000

Наступним етапом буде побудова моделі при умові доставки 3 рази на місяць. Таким чином для обслуговування однієї точки необхідно 2.4 м3 реагенту. Вантажопідйомність автомобіля дозволяє нам обслуговувати по 4 точки для одного автомобіля. І обсяг перевезень для правобережних маршрутів збільшиться до 19.2 м3 та 28.8 м3 для лівобережних. Новий графік руху для лівобережних зображено в табл. 3.10 та 3.11 та результати роботи в табл. 3.12 та 3.13. Та нова схема перевезення другого лівобережного маршруту (рис.3.6)

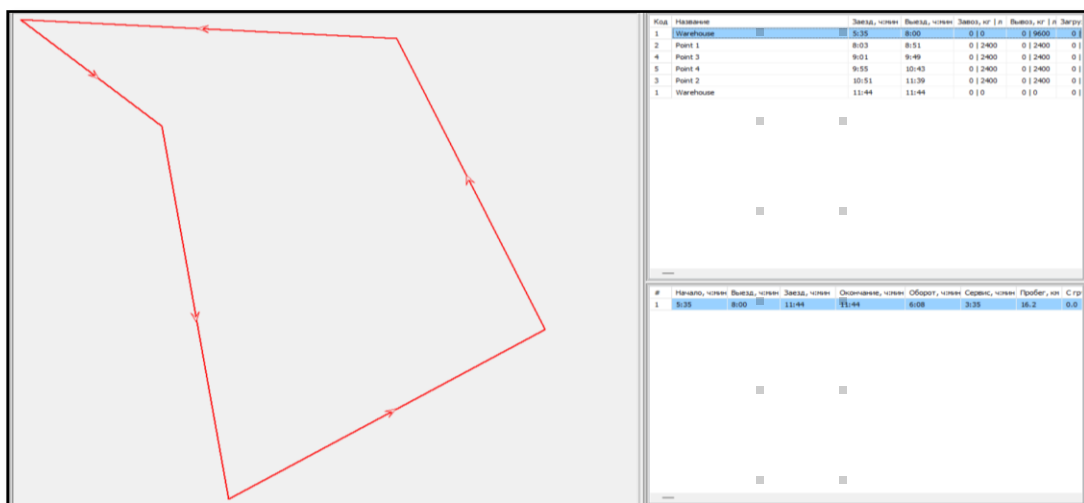


Рисунок 3.6 – Нова схема перевезення другого лівобережного маршруту

Таблиця 3.10 – Новий графік руху для першого лівобережного маршруту (3 рази на місяць)

Номер заїзду	Код пункту	Назва пункту	Заїзд, ч:хв	Виїзд, ч:хв	Завезення,л.	Вивезення,л.	Пробіг від депо, км
0	0	Warehouse	5:35	8:00	0	9600	0
1	1	Point 1	8:04	8:52	2400	0	2.039
2	3	Point 3	8:54	9:42	2400	0	3.487
3	4	Point 4	9:45	10:33	2400	0	4.594
4	2	Point 2	10:36	11:24	2400	0	6.095
0	0	Warehouse	11:27	11:27	0	0	7.785

Таблиця 3.11 – Новий графік руху для другого лівобережного маршруту (3 рази на місяць)

Номер заїзду	Код пункту	Назва пункту	Заїзд, ч:хв	Виїзд, ч:хв	Завезення,л.	Вивезення,л.	Пробіг від депо, км
0	0	Warehouse	5:35	8:00	0	9600	0
1	1	Point 1	8:03	8:51	2400	0	1.69
2	3	Point 3	9:01	9:49	2400	0	6.495
3	4	Point 4	9:55	10:43	2400	0	9.628
4	2	Point 2	10:51	11:39	2400	0	13.506
0	0	Warehouse	11:44	11:44	0	0	16.186

Таблиця 3.12 – Результати роботи першого лівобережного маршруту (3 рази на місяць)

Номер маршруту	Кількість пунктів	Час оборту, г.	Час обслуговування, г.	Загальний пробіг, км	Об'єм перевезень
1	4	5.87	3.33	7.79	9600
Всього	4	5.87	3.33	7.79	9600

Таблиця 3.13 – Результати роботи другого лівобережного маршруту (3 рази на місяць)

Номер маршруту	Кількість пунктів	Час оборту, г.	Час обслуговування, г.	Загальний пробіг, км	Об'єм перевезень
1	4	6.15	3.58	16.19	9600
Всього	4	6.15	3.58	16.19	9600

Згідно з табл. 3.6 та 3.7 можемо підбити підсумки правобережного маршруту. Показники складають:

- Кількість пунктів заїзду 8 шт.;
- Час оборту маршруту 12.02 години
- Час обслуговування 6.91 годин;
- Загальний пробіг 23.9 км;
- Об'єм перевезень 19200 літрів;

Наступним етапом буде моделювання правобережного маршруту, що складається з 12 точок вивантаження. Попит на цьому маршруті складає 28.8 м3, при розрахунках вантажності автомобіля для маршруту виявилось що вантажності наявних двох автомобілів буде не вистачати для обслуговування маршрутів за один день, при зміні вантажності автомобіля на 15 тонн не є доречним, оскільки вантажності всеодно не вистачає для завантаження всієї партії вантажу, і 1 водоочисна станція залишається без обслуговування. Тож було прийняте рішення розділити маршрути для двох автомобілів згідно з рис. 3.7 та 3.8. У зв'язку зі збільшенням обсягу перевезень також були зміни у маршруті для другого автомобіля на лівому березі Дніпра, табл. 3.14 та 3.15. Також можемо спостерігати більш детальний графік руху автомобілів (табл. 3.16 – 3.17), та результат роботи за двома маршрутами табл. 3.18 та 3.19.

Згідно з результатами маршруту представленими в табл. 3.18 та 3.19 можемо спостерігати збільшення час оборту, час обслуговування та збільшення по всім показникам маршруту.

Показники становлять:

- Кількість пунктів заїзду 12 шт.;
- Час оборту маршруту 18.72 години
- Час обслуговування 10.24 годин;
- Загальний пробіг 56.79 км;
- Об'єм перевезень 28000 літрів;

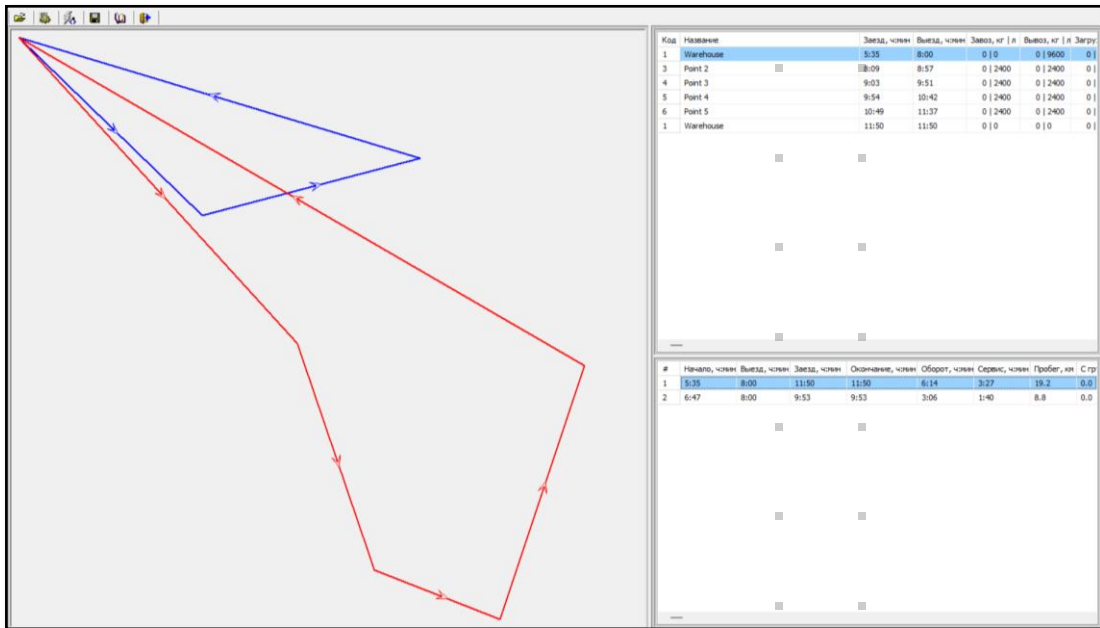


Рисунок 3.7 – Перша схема перевезення для першого правобережного маршруту (3 рази на місяць)

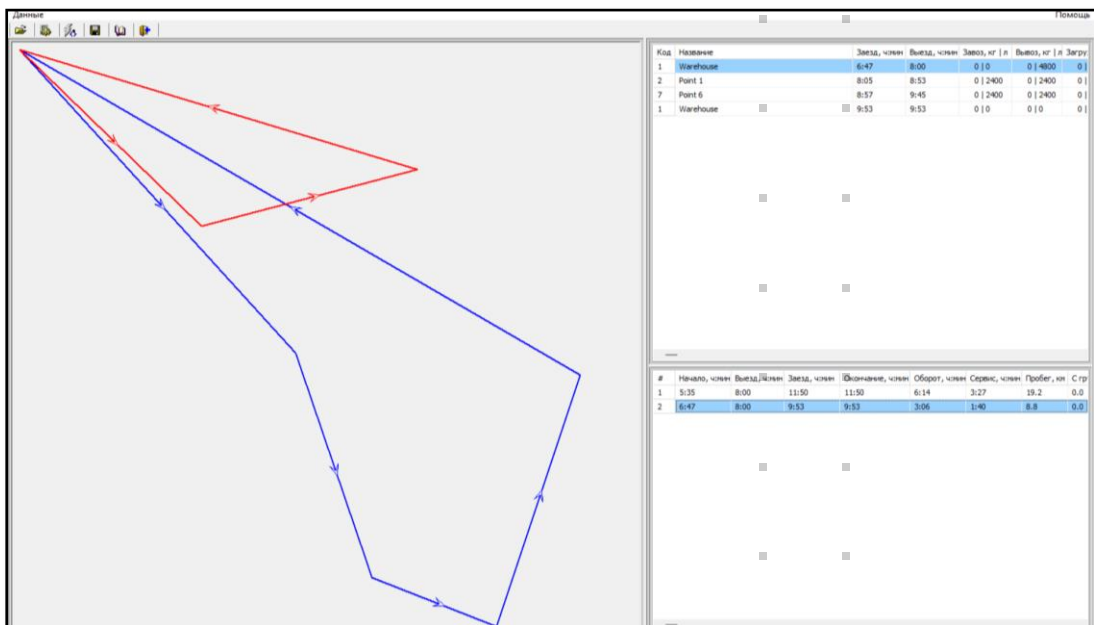


Рисунок 3.8 – Друга схема перевезення для першого правобережного маршруту (3 рази на місяць)

Таблиця 3.14 – Перший графік руху на першому правобережному маршруті (3 рази на місяць)

Номер заїзду	Код пункту	Назва пункту	Заїзд, ч:хв	Виїзд, ч:хв	Завезення, л.	Вивезення, л.	Пробіг від депо, км
0	0	Warehouse	5:35	8:00	0	9600	0
1	2	Point 2	8:09	8:57	2400	0	4.755
2	3	Point 3	9:03	9:51	2400	0	7.853
3	4	Point 4	9:54	10:42	2400	0	9.149
4	5	Point 5	10:49	11:37	2400	0	12.613
0	0	Warehouse	11:50	11:50	0	0	19.248

Таблиця 3.15 – Другий графік руху на першому правобережному маршруті (3 рази на місяць)

Номер заїзду	Код пункту	Назва пункту	Заїзд, ч:хв	Виїзд, ч:хв	Завезення, л.	Вивезення, л.	Пробег от депо, км
0	0	Warehouse	6:47	8:00	0	4800	0
1	1	Point 1	8:05	8:53	2400	0	2.867
2	6	Point 6	8:57	9:45	2400	0	4.935
0	0	Warehouse	9:53	9:53	0	0	8.825

Таблиця 3.16 – Перший графік руху на другому правобережному маршруті (3 рази на місяць)

Номер заїзду	Код пункту	Назва пункту	Заїзд, ч:хв	Виїзд, ч:хв	Завезення, л.	Вивезення, л.	Пробіг від депо, км
0	0	Warehouse	5:35	8:00	0	9600	0
1	3	Point 3	8:12	9:00	2400	0	6.39
2	4	Point 4	9:04	9:52	2400	0	8.13
3	5	Point 5	9:59	10:47	2400	0	11.49
4	2	Point 2	10:51	11:39	2400	0	13.51
0	0	Warehouse	11:46	11:46	0	0	17.06

Таблиця 3.17 – Другий графік руху на другому правобережному маршруті (3 рази на місяць)

Номер заїзду	Код пункту	Назва пункту	Заїзд, ч:хв	Виїзд, ч:хв	Завезення, л.	Вивезення, л.	Пробіг від депо, км
0	0	Warehouse	6:47	8:00	0	4800	0
1	1	Point 1	8:03	8:51	2400	0	1.92
2	6	Point 6	8:54	9:42	2400	0	3.07
0	0	Warehouse	9:47	9:47	0	0	5.55

Таблиця 3.18 – Результат першого парвобережного маршруту (3 рази на місяць)

Номер маршруту	Кількість пунктів	Час оберт, г.	Час обслуговування, г.	Загальний пробіг, км	Об'єм перевезень
1	4	6.25	3.45	19.25	9600
2	2	3.10	1.67	8.83	4800
Всього	6	9.35	5.12	28.07	14400

Таблиця 3.19 – Результат другого парвобережного маршруту (3 рази на місяць)

Номер маршруту	Кількість пунктів	Час оборту, г.	Час обслуговування, г.	Загальний пробіг, км	Об'єм перевезень
1	4	6.18	3.43	17.06	9600
2	2	2.99	1.63	5.55	4800
Всього	6	9.17	5.07	22.61	14400

Після проведення моделювання доставки 3 рази на місяць можемо побачити значення показників за місяць роботи маршруту в табл. 3.10

Таблиця 3.20 – Результати маршруту за один місяць (3 рази на місяць)

Показник маршруту	Значення за місяць роботи
Час оборту, год.	86.12
Час обслуговування, год.	51.45
Загальний пробіг, км	242
Об'єм перевезень, літрів	128 000

Наступним етапом буде моделювання перевезень при урахуванні доставки 2 рази на місяць для лівобережних та правобережних маршрутів. Таким чином обсяг перевезень для лівобережних маршрутів збільшується з 1.6 м3 для однієї станії до 3.2 м3 для однієї станції. Відповідне збільшення обсягів перевезення на правому та лівому берегах потребує збільшення вантажності автомобіля до 15 тонн, для того щоб обслуговувати точки маршруту більш ефективно та швидко.

Після пошуку відповідної моделі для забезпечення потреби у нашому маршруті, була знайдена модель автомобіля Mercedes – Benz Actross 2000 (рис. 3.9) . Його вантажопідйомність складає 16 тонн, що забезпечує нашу потребу.



Рисунок 3.9 – Mercedes – Bena Actross 2000 (16 тонн)

На рис. 3.10 можемо бачити нову схему розвезення маршруту на першому лівобережному маршруті та на рис. 3.11 нову схему розвезення на другому лівобережному маршруті. І як можемо бачити з результатів моделювання збільшуючи вантажність автомобіля до 16 тонн, дозволяє нам перевезити весь обсяг маршруту за одне перевезення для кожного автомобіля. Також нові графіки руху для правобережних маршрутів (табл. 3.20 – 3.21) та результати їх роботи (табл. 3.22 – 3.23-).

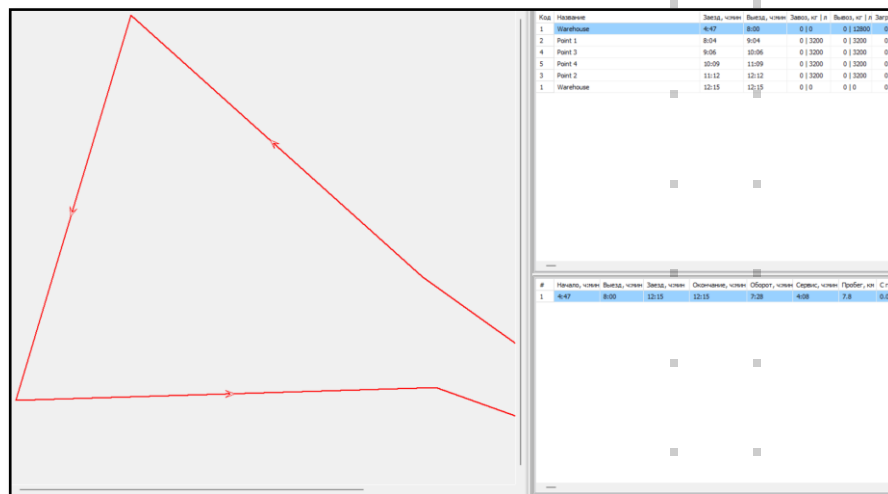


Рисунок 3.10 – Перша схема розвезення першого лівобережного маршруту
(2 рази на місяць)

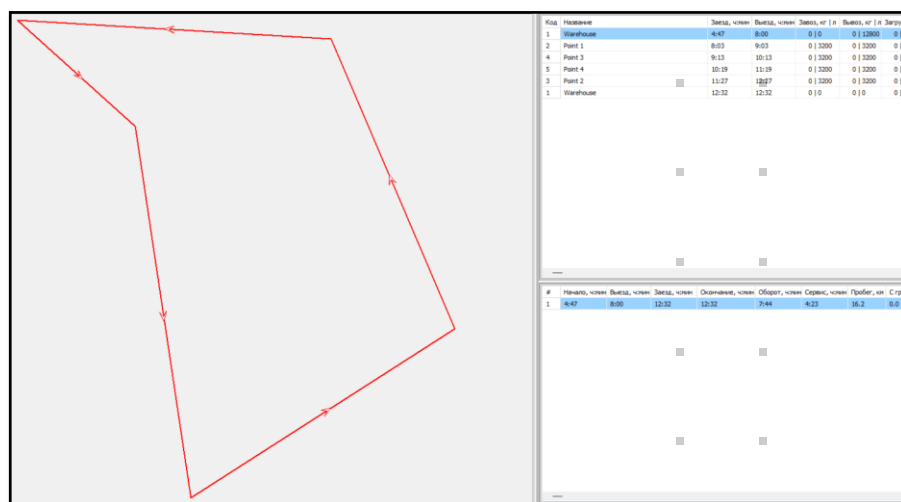


Рисунок 3.11 – Друга схема розвезення другого лівобережного маршруту
(2 рази на місяць)

Таблиця 3.20 – Новий графік руху для першого лівобережного маршруту (2 рази на місяць)

Номер заїзду	Код пункту	Назва пункту	Заїзд, ч:хв	Виїзд, ч:хв	Завезення, л.	Вивезення, л.	Пробіг від депо, км
0	0	Warehouse	4:47	8:00	0	12800	0
1	1	Point 1	8:04	9:04	3200	0	2.039
2	3	Point 3	9:06	10:06	3200	0	3.487
3	4	Point 4	10:09	11:09	3200	0	4.594
4	2	Point 2	11:12	12:12	3200	0	6.095
0	0	Warehouse	12:15	12:15	0	0	7.785

Таблиця 3.21 – Новий графік руху для другого лівобережного маршруту (2 рази на місяць)

Номер заїзду	Код пункту	Назва пункту	Заїзд, ч:хв	Виїзд, ч:хв	Завезення, л.	Вивезення, л.	Пробіг від депо, км
0	0	Warehouse	4:47	8:00	0	12800	0
1	1	Point 1	8:03	9:03	3200	0	1.69
2	3	Point 3	9:13	10:13	3200	0	6.495
3	4	Point 4	10:19	11:19	3200	0	9.628
4	2	Point 2	11:27	12:27	3200	0	13.506
0	0	Warehouse	12:32	12:32	0	0	16.186

Таблиця 3.22 – Результат роботи першого лівобережного маршруту (2 рази на місяць)

Номер маршруту	Кількість пунктів	Час оборту, г.	Час обслуговування, г.	Загальний пробіг, км	Об'єм перевезень
1	4	7.47	4.13	7.79	12800
Всього	4	7.47	4.13	7.79	12800

Таблиця 3.23 – Результат роботи другого лівобережного маршруту (2 рази на місяць)

Номер маршруту	Кількість пунктів	Час оборту, г.	Час обслуговування, г.	Загальний пробіг, км	Об'єм перевезень
1	4	7.75	4.38	16.19	12800
Всього	4	7.75	4.38	16.19	12800

Зідно табл. 3.22 та 3.23 можемо підбити підсумки по лівобережному маршруту та його показникам при умові доставки 2 рази місяць:

- Кількість пунктів заїзду 8 шт.;
- Час оборту маршруту 15.22 години
- Час обслуговування 8.51 годин;
- Загальний пробіг 23.98 км;
- Об'єм перевезень 25600 літрів;

Наступним етапом буде побудова нових схем перевезення для правобережних маршрутів та нових графіків. При правобережних перевезеннях немає потреби у збільшенні вантажності автомобілі, оскільки один правобережний маршрут має 12 точок обслуговування і для забезпечення попиту необхідна машина вантажопідйомністю 20 тонн. Машина з такими габаритами не підійде для перевезень по місту оскільки має великі габарити і не всі дороги в місті є призначеними для руху великогабаритних транспортних засобів, враховуючи що водоочисні станції знаходяться у житлових зонах. Тому наступні схеми розвезення (рис. 3.12 та 3.13), графіки (табл. 3.24 - 3.27) та результати маршрутів (табл. 3.28 та 3.29).

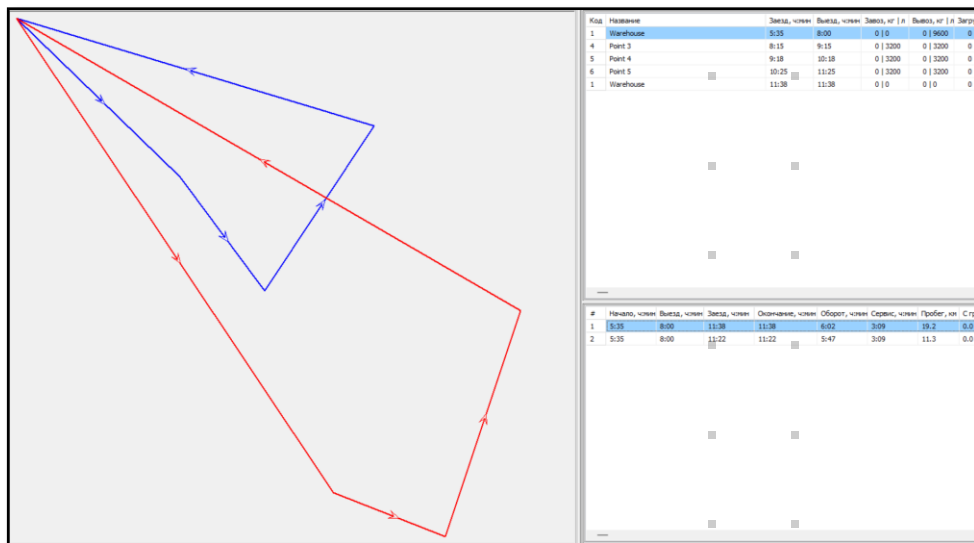


Рисунок 3.12 – Схема маршруту для першого правобережного маршруту

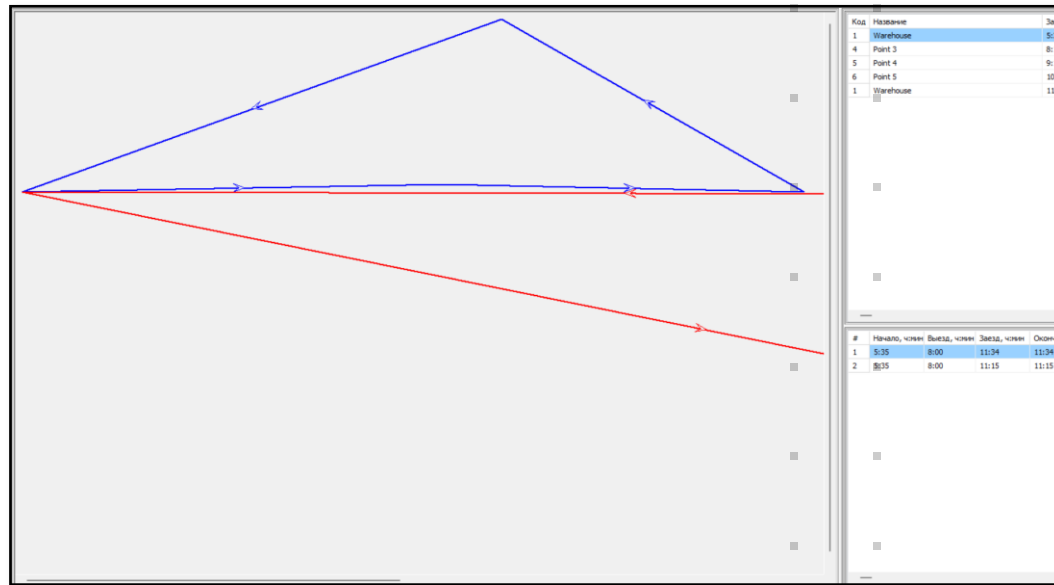


Рисунок 3.13 – Схема маршруту для другого правобережного маршруту

Таблиця 3.24 – Перший графік руху для першого правобережного маршруту (2 рази на місяць)

Номер заїзду	Код пункту	Назва пункту	Заїзд, ч:хв	Вийзд, ч:хв	Завезення, л.	Вивезення, л.	Пробіг від депо, км
0	0	Warehouse	5:35	8:00	0	9600	0
1	3	Point 3	8:15	9:15	3200	0	7.756
2	4	Point 4	9:18	10:18	3200	0	9.052
3	5	Point 5	10:25	11:25	3200	0	12.516
0	0	Warehouse	11:38	11:38	0	0	19.151

Таблиця 3.25 – Другий графік руху для першого правобережного маршруту (2 рази на місяць)

Номер заїзду	Код пункту	Назва пункту	Заїзд, ч:хв	Виїзд, ч:хв	Завезення, л.	Вивезення, л.	Пробіг від депо, км
0	0	Warehouse	5:35	8:00	0	9600	0
1	1	Point 1	8:05	9:05	3200	0	2.867
2	2	Point 2	9:09	10:09	3200	0	4.766
3	6	Point 6	10:14	11:14	3200	0	7.457
0	0	Warehouse	11:22	11:22	0	0	11.347

Таблиця 3.26 – Перший графік руху для другого правобережного маршруту (2 рази на місяць)

Номер заїзду	Код пункту	Назва пункту	Заїзд, ч:хв	Виїзд, ч:хв	Завезення, л.	Вивезення, л.	Пробіг від депо, км
0	0	Warehouse	5:35	8:00	0	9600	0
1	3	Point 3	8:12	9:12	3200	0	6.39
2	4	Point 4	9:16	10:16	3200	0	8.13
3	5	Point 5	10:23	11:23	3200	0	11.495
0	0	Warehouse	11:34	11:34	0	0	17.064

Таблиця 3.27 – Другий графік руху для другого правобережного маршруту (2 рази на місяць)

Номер заїзду	Код пункту	Назва пункту	Заїзд, ч:хв	Виїзд, ч:хв	Завезення, л.	Вивезення, л.	Пробіг від депо, км
0	0	Warehouse	5:35	8:00	0	9600	0
1	1	Point 1	8:03	9:03	3200	0	1.98
2	2	Point 2	9:07	10:07	3200	0	3.51
3	6	Point 6	10:10	11:10	3200	0	5.3
0	0	Warehouse	11:15	11:15	0	0	7.83

Таблиця 3.28 – Результати першого правобережного маршруту (2 рази на місяць)

Номер маршруту	Кількість пунктів	Час оберт, г.	Час обслуговування, г.	Загальний пробіг, км	Об'єм перевезень
1	3	6.05	3.15	19.15	9600
2	3	5.79	3.15	11.35	9600
Всього	6	11.83	6.3	30.50	19200

Таблиця 3.29 – Результати другого правобережного маршруту (2 рази на місяць)

Номер маршруту	Кількість пунктів	Час оберт, г.	Час обслуговування, г.	Загальний пробіг, км	Об'єм перевезень
1	3	5.98	3.17	17.06	9600
2	3	5.67	3.1	7.83	9600
Всього	6	11.64	6.27	24.90	19200

Згідно табл. 3.28 та 3.29 про результати роботи на маршруті можемо підсумувати загальні показники по правобережних маршрутах при умові доставки 2 рази на місяць, показники складають:

- Кількість пунктів заїзду 12 шт.;
- Час оборту маршруту 23.47 години
- Час обслуговування 12.57 годин;
- Загальний пробіг 55.4 км;
- Об'єм перевезень 38400 літрів;

Можемо зробити підсумок роботи для правобережних та лівобережних маршрутів в табл. 3.30

Таблиця 3.30 – Результат роботи моделі доставки 2 рази на місяць

Показник маршруту	Значення за місяць роботи
Час оборту, год.	77.38
Час обслуговування, год.	42.16
Загальний пробіг, км	158.56
Об'єм перевезень, літрів	128 000

Остання модель доставки буде побудована при умові доставки вантажу один раз на місяць, або забезпечення всього попиту за один тиждень. Враховуючи наше обмеження у вантажності автомобіля до 16 тонн, вантажність автомобіля для цієї моделі ми збільшити не можемо. Для кожної водоочисної станції необхідно доставити 6.4 м³ реагенту за один тиждень. Виходячи з цих умов можемо провести моделювання, результати якого представлені нижче, а саме нові схеми перевезень (рис. 3.14 та 3.15), графіки для лівобережних маршрутів (табл. 3.31 – 3.34) та результати за кожним лівобережним маршрутом (табл. 3.35 та 3.36).

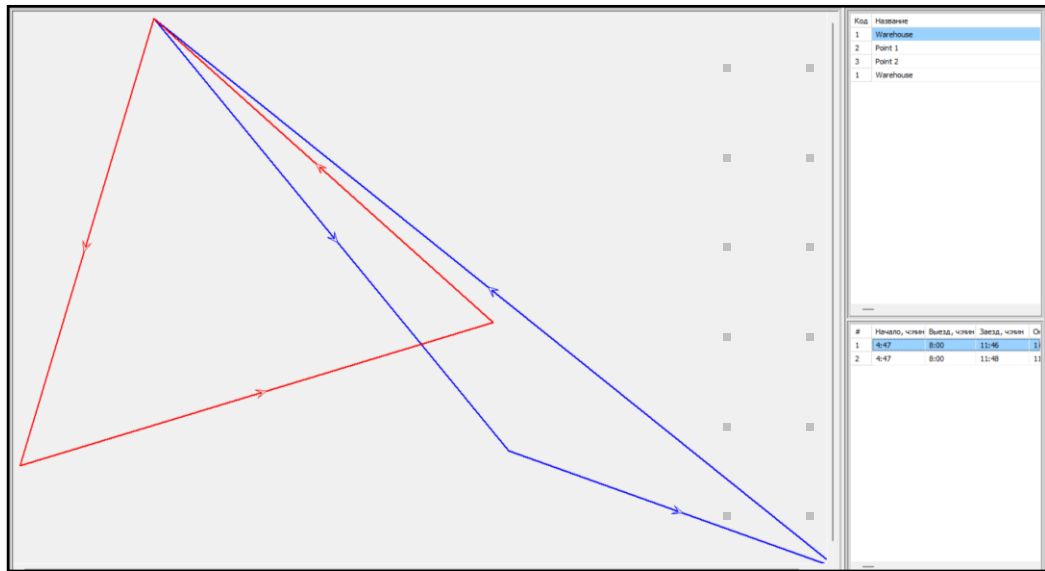


Рисунок 3.14 – Перша схема розвезень для першого лівобережного маршруту (1 раз на місяць)

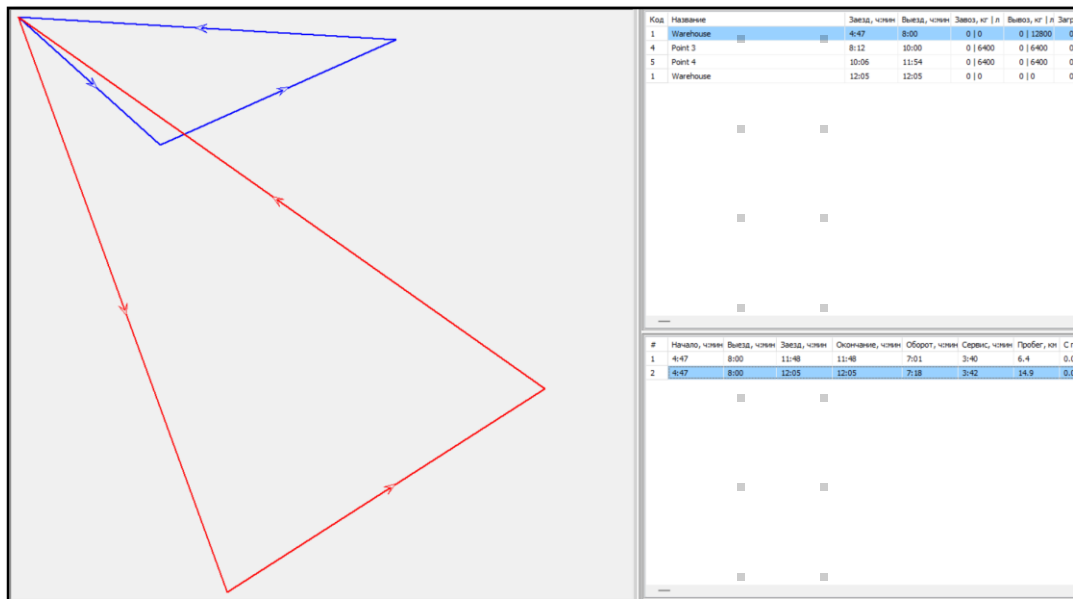


Рисунок 3.15 – Друга схема розвезень для першого лівобережного маршруту (1 раз на місяць)

Таблиця 3.31 – Перший графік для першого лівобережного маршруту (1 раз на місяць)

Номер заїзду	Код пункту	Назва пункту	Заїзд, ч:хв	Виїзд, ч:хв	Завезення, л.	Вивезення, л.	Пробіг від депо, км
0	0	Warehouse	4:47	8:00	0	12800	0
1	1	Point 1	8:04	9:52	6400	0	2.04
2	2	Point 2	9:55	11:43	6400	0	3.58
0	0	Warehouse	11:46	11:46	0	0	5.27

Таблиця 3.32 – Другий графік для першого лівобережного маршруту (1 раз на місяць)

Номер заїзду	Код пункту	Назва пункту	Заїзд, ч:хв	Виїзд, ч:хв	Завезення, л.	Вивезення, л.	Пробіг від депо, км
0	0	Warehouse	4:47	8:00	0	12800	0
1	3	Point 3	8:04	9:52	6400	0	2.20
2	4	Point 4	9:54	11:42	6400	0	3.31
0	0	Warehouse	11:48	11:48	0	0	6.50

Таблиця 3.33 – Перший графік для другого лівобережного маршруту (1 раз на місяць)

Номер заїзду	Код пункту	Назва пункту	Заїзд, ч:хв	Виїзд, ч:хв	Завезення, л.	Вивезення, л.	Пробіг від депо, км
0	0	Warehouse	4:47	8:00	0	12800	0
1	1	Point 1	8:03	9:51	6400	0	1.69
2	2	Point 2	9:55	11:43	6400	0	3.70
0	0	Warehouse	11:48	11:48	0	0	6.38

Таблиця 3.34 – Другий графік для другого лівобережного маршруту (1 раз на місяць)

Номер заїзду	Код пункту	Назва пункту	Заїзд, ч:хв	Виїзд, ч:хв	Завезення, л.	Вивезення, л.	Пробіг від депо, км
0	0	Warehouse	4:47	8:00	0	12800	0
1	3	Point 3	8:12	10:00	6400	0	6.31
2	4	Point 4	10:06	11:54	6400	0	9.44
0	0	Warehouse	12:05	12:05	0	0	14.89

Таблиця 3.35 – Результат роботи першого лівобережного маршруту (1 раз на місяць)

Номер маршруту	Кількість пунктів	Час оберт, г.	Час обслуговування, г.	Загальний пробіг, км	Об'єм перевезень
1	2	6.98	3.65	5.27	12800
2	2	7.02	3.63	6.50	12800
Всього	4	14.01	7.28	11.76	25600

Таблиця 3.36 – Результат роботи другого лівобережного маршруту (1 раз на місяць)

Номер маршруту	Кількість пунктів	Час оберт, г.	Час обслуговування, г.	Загальний пробіг, км	Об'єм перевезень
1	2	7.02	3.67	6.38	12800
2	2	7.30	3.7	14.89	12800
Всього	4	14.32	7.37	21.27	25600

Згідно табл. 3.35 та 3.36 можемо зробити підсумок для лівобережних маршрутів з умовою доставки 1 раз на місяць. Показники складають:

- Кількість пунктів заїзду 8 шт.;
- Час оборту маршруту 28.33 години
- Час обслуговування 14.65 годин;
- Загальний пробіг 33.03 км;
- Об'єм перевезень 51200 літрів;

Наступним етапом буде побудова моделі для правобережних маршрутів. Через більший обсяг один маршрут автомобіля буде розділений на 3 дні по 2 точки в день. Таким чином вантаж доставляється в понеділок і за моделлю доставки 1 раз на місяць буде доставлятися з вівторка по четверг. Схему розвезення представлено на рис. 3.16 та 3.17. Нові графіки для маршрутів на табл. 3.36 – 3.41, та результати маршрутів табл. 3.42 та 3.43.

Як можемо бачити зі схем перевезення маршрут із 6 точок для одного автомобіля розділений на 2 точки на один день. Обслуговування яких займає приблизно 7 годин з урахуванням завантаження.

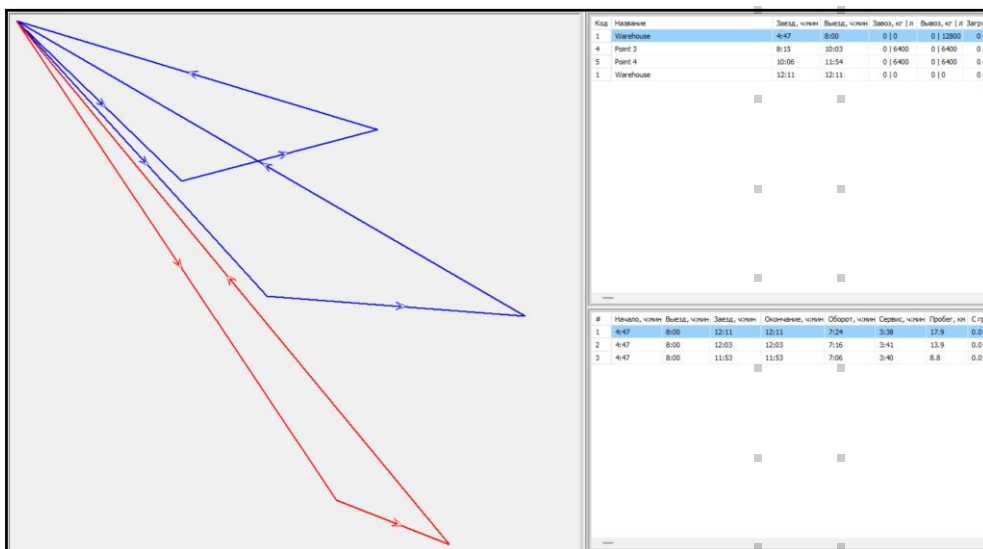


Рисунок 3.16– Схема перевезення для першого правобережного маршруту
(1 раз на місяць)

Таблиця 3.37 – Перший графік першого правобережного маршруту (1 раз на місяць)

Номер заїзду	Код пункту	Назва пункту	Заїзд, ч:хв	Виїзд, ч:хв	Завезення, л.	Вивезення, л.	Пробіг від депо, км
0	0	Warehouse	4:47	8:00	0	12800	0
1	2	Point 2	8:09	9:57	6400	0	4.76
2	5	Point 5	10:02	11:50	6400	0	7.31
0	0	Warehouse	12:03	12:03	0	0	13.94

Таблиця 3.38 – Другий графік першого правобережного маршруту (1 раз на місяць)

Номер заїзду	Код пункту	Назва пункту	Заїзд, ч:хв	Виїзд, ч:хв	Завезення, л.	Вивезення, л.	Пробіг від депо, км
0	0	Warehouse	4:47	8:00	0	12800	0
1	1	Point 1	8:05	9:53	6400	0	2.87
2	6	Point 6	9:57	11:45	6400	0	4.94
0	0	Warehouse	11:53	11:53	0	0	8.83

Таблиця 3.39 – Третій графік першого правобережного маршруту (1 раз на місяць)

Номер заїзду	Код пункту	Назва пункту	Заїзд, ч:хв	Виїзд, ч:хв	Завезення, л.	Вивезення, л.	Пробіг від депо, км
0	0	Warehouse	4:47	8:00	0	12800	0
1	3	Point 3	8:15	10:03	6400	0	7.76
2	4	Point 4	10:06	11:54	6400	0	9.05
0	0	Warehouse	12:11	12:11	0	0	17.89

Таблиця 3.40 – Перший графік другого правобережного маршруту (1 раз на місяць)

Номер заїзду	Код пункту	Назва пункту	Заїзд, ч:хв	Виїзд, ч:хв	Завезення, л.	Вивезення, л.	Пробіг від депо, км
0	0	Warehouse	4:47	8:00	0	12800	0
1	3	Point 3	8:12	10:00	6400	0	6.39
2	4	Point 4	10:04	11:52	6400	0	8.13
0	0	Warehouse	12:08	12:08	0	0	16.24

Таблиця 3.41 – Другий графік другого правобережного маршруту (1 раз на місяць)

Номер заїзду	Код пункту	Назва пункту	Заїзд, ч:хв	Виїзд, ч:хв	Завезення, л.	Вивезення, л.	Пробіг від депо, км
0	0	Warehouse	4:47	8:00	0	12800	0
1	2	Point 2	8:07	9:55	6400	0	3.55
2	5	Point 5	9:59	11:47	6400	0	5.57
0	0	Warehouse	11:58	11:58	0	0	11.14

Таблиця 3.42 – Третій графік другого правобережного маршруту (1 раз на місяць)

Номер заїзду	Код пункту	Назва пункту	Заїзд, ч:хв	Виїзд, ч:хв	Завезення, л.	Вивезення, л.	Пробіг від депо, км
0	0	Warehouse	4:47	8:00	0	12800	0
1	1	Point 1	8:03	9:51	6400	0	1.92
2	6	Point 6	9:54	11:42	6400	0	3.07
0	0	Warehouse	11:47	11:47	0	0	5.55

Таблиця 3.43 – Результат роботи першого правобережного маршруту (1 раз на місяць)

Номер маршруту	Кількість пунктів	Час оборту, г.	Час обслуговування, г.	Загальний пробіг, км	Об'єм перевезень
1	2	7.40	3.63	17.89	12800
2	2	7.27	3.68	13.94	12800
3	2	7.10	3.67	8.83	12800
Всього	6	21.78	10.98	40.66	38400

Таблиця 3.44 – Результат роботи другого правобережного маршруту (1 раз на місяць)

Номер маршруту	Кількість пунктів	Час оборту, г.	Час обслуговування, г.	Загальний пробіг, км	Об'єм перевезень
1	2	7.35	3.65	16.24	12800
2	2	7.18	3.67	11.14	12800
3	2	6.99	3.63	5.55	12800
Всього	6	21.52	10.95	32.93	38400

3.4 Аналіз результатів моделювання

З наведених результатів можемо проаналізувати показники кожної з моделей і зараз нам необхідно обрати яку модель доцільніше використовувати підприємству. Загальні результати кожної з моделей представлено у табл. 3.46. Також для зручності графік результатів представлений на рис. 3.18.

Згідно даних наведених в табл. 3.46 та рис. 3.18. Нам необхідно визначити та розважувати показники ефективності для кожної з цих моделей. Перший показник це коефіцієнт використання пробігу, що показує нам наскільки ефективно використовується транспорт, його розрахунок можна побачити у формулі 3.1:

$$\text{КВП} = \frac{L_{\text{п}}}{L_{\text{заг}}}, \quad (3.1)$$

де $L_{\text{зм}}$ – корисний пробіг ,тобто відстань, на яку транспортний засіб перевозив вантаж.

$L_{\text{зм}}$ - загальний пробіг, тобто вся відстань, яку проїхав транспортний засіб, включаючи як корисний, так і порожній пробіг.

У табл. 3.46 загальний пробіг автомобіля для моделі доставки 4 рази на місяць становить 253.6 км, у той час як згідно моделюванню корисний пробіг становить 200.4 км. Розрахунок коефіцієнта використання пробігу для моделі перезень 4 рази на місяць:

$$\text{КВП} = \frac{200.4}{253.6} = 0.79$$

Таблиця 3.46 – Загальні показники роботи кожної моделі доставки за один місяць

Показник	Тип моделі			
	4 рази на місяць	3 рази на місяць	2 рази на місяць	1 раз на місяць
Кількість пунктів обслуговування	20	20	20	20
Час оборту маршрутів, год.	88.84	86.12	77.38	71.65
Час обслуговування, год.	53.20	51.45	42.16	36.58
Загальний пробіг, км	253.6	242	158.5	106.6
Об'єм перевезень, л.	32 000	48 000	64 000	128 000

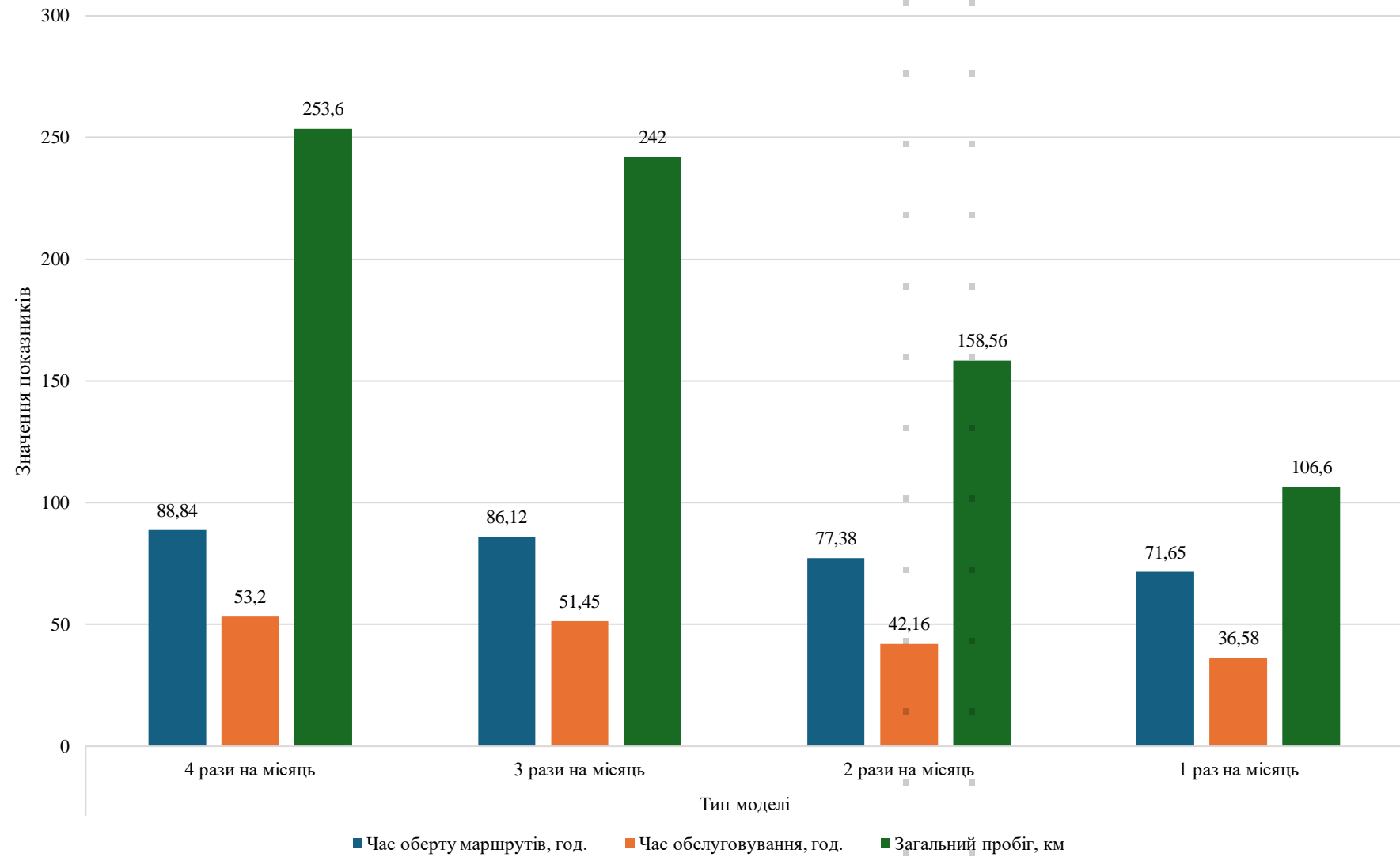


Рисунок 3.18 – Графік показників роботи кожної з моделей

Для моделі доставки 4 рази на місяць коефіцієнт використання пробігу становить 0.79 або 79% використання транспорту. Аналогічно буде проведений розрахунок для інших моделей, результати якого представлені в табл. 3.47.

Наступним розрахованим показником ефективності є коефіцієнт місткості. Коефіцієнт місткості у вантажних перевезеннях використовується для визначення ефективності використання вантажного транспорту. Він допомагає зрозуміти, наскільки повно завантажені транспортні засоби та чи ефективно використовуються їхні місткості. Це важливо для оптимізації витрат на транспортування та підвищення продуктивності логістичних процесів. Його можна розрахувати за формулою 3.2:

$$KM = \frac{W}{V}, \quad (3.2)$$

КМ – коефіцієнт місткості.

W – фактична вага вантажу.

V – вантажопідйомність транспортного засобу.

Для розрахунку коефіцієнта місткості використано зазначену вантажність автомобіля для кожного виду перевезень, об'єм поставки в тиждень та сума вантажності. Розрахунок коефіцієнта місткості для моделі доставки 4 рази на місяць:

$$KM = \frac{6400 + 9600}{10000 + 10000} = 0.8$$

Коефіцієнт місткості для моделі доставки 4 рази на тиждень складає 0.8, або 80%. Що означає завантаженість автомобіля на 80%, інші 20% є вільними.

Вихідні дані для розрахунку двох показників представлені в табл. 3.47. та результати розрахунків для кожної моделі в табл. 3.48.

З результатів розрахунків можемо бачити що модель доставки маршруту з найбільшим коефіцієнтом корисного пробігу є модель доставки 4 рази на місяць, її коефіцієнт корисного пробігу становить 0.79. А найбільший коефіцієнт місткості має модель з умовою доставки 3 рази на місяць, її значення становить 0.96 або 96% використання всієї вантажності автомобіля.

Наступним етапом розрахунків буде розрахунок економічних показників. А саме розрахунок собівартості одиниці вантажу при транспортуванні та зберіганні. Для цього розрахуємо економічні показники для моделі доставки 4 рази на місяць.

Першим розрахунковим показником становить витрати на автомобільне паливо, яке ми визначаємо наступним чином:

$$Z_{\text{п}} = Q_{\text{п}} * C_{\text{п}}, \quad (3.3)$$

де $Q_{\text{п}}$ - загальний обсяг витрат палива за період, л.;

$C_{\text{п}}$ – вартість палива, грн/л; $C_{\text{п}} = 52.56$ грн/л;

Розрахунок витрати палива для нашої моделі становить:

$$Z_{\text{п}} = 17.4 * 52.56 = 914.5 \text{ грн.}$$

Витрати палива на маршрут визначається на основі загального пробігу на маршрут за період по формулі:

$$Q_{\text{п}} = L_t * \frac{H_3}{100}, \quad (3.4)$$

де L_t - загальний пробіг, км;

H_3 – витрата палива на 100 км, л;

Таблиця 3.47 – Вихідні дані для розрахунку коефіцієнту використання пробігу

Показник	Тип моделі			
	4 рази на місяць	3 рази на місяць	2 рази на місяць	1 раз на місяць
Корисний пробіг, км	200.4	160.8	112.6	57.9
Об'єм поставки в тиждень лівого берега, л.	6400	9600	12800	12800
Об'єм поставки в тиждень правого берега, л.	9600	9600	9600	12800

Таблиця 3.48 – Результати розрахунку показників ефективності на маршрутах

Показник	Тип моделі			
	4 рази на місяць	3 рази на місяць	2 рази на місяць	1 раз на місяць
Коефіцієнт корисного пробігу	0.79	0.66	0.71	0.54
Коефіцієнт місткості	0.80	0.96	0.86	0.80

Розрахунок витрати палива для нашої моделі складає:

$$Q_{\text{п}} = 253.6 * \frac{6.87}{100} = 17.4 \text{ л.}$$

Витрати на мастильні матеріали:

$$З_{\text{м}} = (H_{\text{м}} * Ц_{\text{м}} + H_{\text{рм}} * Ц_{\text{рм}}) * \frac{Q_{\text{п}}}{100}, \quad (3.5)$$

де $H_{\text{м}}$ – норма витрат рідких мастил; $H_{\text{м}} = 2.8 \text{ л} / 100 \text{ км}$;

$Ц_{\text{м}}$ – вартість рідких мастил, грн/л; $Ц_{\text{м}} = 222 \text{ грн} / \text{л}$;

$H_{\text{рм}}$ – норма витрат консистентних мастил; $H_{\text{рм}} = 0.3 \text{ кг} / 100 \text{ км}$;

$Ц_{\text{рм}}$ – вартість рідких мастил, грн/л; $Ц_{\text{рм}} = 170 \text{ грн} / \text{л}$;

Розрахуємо витрати на мастильні матеріали для нашої моделі:

$$З_{\text{м}} = (2.8 * 222 + 0.3 * 170) * \frac{17.4}{100} = 117 \text{ грн.}$$

Витрати на технічне обслуговування і ремонт автомобілів:

$$З_{\text{ТО}} = H_{\text{ТО}} * \frac{L_{\text{т}}}{1000}, \quad (3.6)$$

де $H_{\text{ТО}}$ – вартість технічного обслуговування

Розрахуємо витрати на технічне обслуговування для нашої моделі:

$$З_{\text{ТО}} = 4200 * \frac{253.6}{1000} = 1065 \text{ грн.}$$

Витрати на автомобільні шини:

$$Z_{\text{ш}} = C_{\text{ш}} * n * \left(\frac{L_t}{1000} \right) * \left(\frac{H_{\text{ш}}}{100} \right), \quad (3.7)$$

де $C_{\text{ш}}$ – вартість шин для автомобіля, грн, $C_{\text{ш}} = 4798$ грн.;

n – кількість шин в автомобілі, шт.,

$H_{\text{ш}}$ – знос шин, мм.;

Розрахуємо витрати на шини для нашої моделі:

$$Z_{\text{ш}} = 4798 * 6 * \left(\frac{253.6}{1000} \right) * \left(\frac{1.6}{100} \right) = 117 \text{ грн}$$

Другими розрахунковими показниками становить:

Заробітня платня водія визначається виходячи з годинної ставки роботи:

$$Z_{\text{в}} = \text{ГТС} * T_{\text{н}}, \quad (3.8)$$

де ГТС – годинна тарифна ставка, 100 грн/год;

$T_{\text{н}}$ – час оборту маршруту, год;

Розрахуємо заробітню плату водія для нашої моделі:

$$Z_{\text{в}} = 100 * 88.84 = 8884 \text{ грн.}$$

Накладні витрати визначаються за формулою:

$$Z_{\text{н}} = (Z_{\text{ш}} + Z_{\text{п}} + Z_{\text{м}} + Z_{\text{то}} + Z_{\text{в}}) * \frac{H_{\text{зг}}}{100}, \quad (3.9)$$

де $H_{зг}$ - відсоток накладних витрат, %; $H_{зг}=20\%$

Розрахуємо накладні витрати для нашої моделі:

$$Z_n = (117 + 8884 + 117 + 1065 + 914.5) * \frac{20}{100} = 2220 \text{ грн.}$$

Амортизаційні відрахування визначаємо виходячи з бухгалтерського нормативу амортизації, який складає 25%

$$Z_a = \frac{B_B * H_a * T_H}{365 * 24 * 100}, \quad (3.10)$$

де B_B – балансова вартість автомобіля, грн;

H_a – річний норматив амортизаційних відрахувань,%;

Розрахуємо амортизаційні відрахування для нашої моделі та автомобіля що використовується:

$$Z_a = \frac{100000 * 25 * 88.84}{365 * 24 * 100} = 2535 \text{ грн.}$$

Собівартість перевезення гривні – на тонну розраховується за формулою:

$$s_T = \frac{l_{AH}}{q_H * \gamma_c * \beta} * \left(C_{зм} + \frac{C_{\Pi}}{V_T} \right) + \frac{C_{\Pi} * t_H}{q_H * \gamma_c}, \quad (3.11)$$

де $C_{зм}$, C_{Π} – відповідно змінні та постійні витрати, грн/км, грн/год.

Розрахуємо собівартість перевезення для нашої моделі:

$$s_T = \frac{200.4}{10 * 1 * 0.80} * \left(8 + \frac{153}{30}\right) + \frac{153 * 0.79}{10 * 1} = 340 \text{ грн\тон.}$$

Змінні витрати визначаємо як:

$$C_{зм} = \frac{З_{п} + З_{м} + З_{то} + З_{ш}}{L_t}, \quad (3.12)$$

де $З_{п}$ - витрати на паливо, грн;

$З_{м}$ – витрати на мастильні матеріали, грн;

$З_{то}$ – витрати на технічне обслуговування і ремонт, грн;

$З_{ш}$ – витрати на зос і відновлення шин, грн;

L_t – пробіг на двох маршрутах за добу, км;

Розрахуємо змінні витрати для нашої моделі:

$$C_{зм} = \frac{914.5 + 117 + 1065 + 117}{253.6} = 8 \text{ грн\км.}$$

Постійні витрати на 1 машина – годину роботи:

$$C_{пост.} = \frac{З_{н} + З_{а} + З_{п}}{T_n}, \quad (3.13)$$

де $З_{н}$ – накладні витрати, грн;

$З_{а}$ – амортизаційні відрахування, грн;

$З_{зп}$ – витрати на заробітну платню водія, грн;

T_n – сумарний час оберту на маршрутах, год.;

Розрахуємо постійні витрати для нашої моделі:

$$C_{\text{пост.}} = \frac{2220 + 2535 + 8884}{88.84} = 153 \text{ грн/год.}$$

Аналогічно проведений розрахунок для інших моделей, його результат можна спостерігати в табл. 3.49

Отже, згідно результатів розрахунків в табл. 3.49 за кожною моделлю, можемо побачити що найменший показник має модель доставки 1 раз на місяць, з показником 91 грн за 1 м3 перевезень.

Наступним етапом, знаючи ціну транспортування реагенту згідно табл.3.48, давайте порахуємо вартість зберігання та визначимо необхідну площу для зберігання нашого вантажу. Визначення площі складу за розміром поставки можна визначити за формулою:

$$Z_{\text{скл}j} = \sum_{j=1}^n Q_j * (13.165 - 2.131 \ln Q_j) + \sum_{j=1}^n S_j * (1.85 + 93.35 S_j^{-0.839}) \quad (3.14)$$

де Q_j – обсяг поставки, т;

S_j – визначення площі складу

Визначення площі складу здійснюється на підставі величини вантажообігу, що зберігається на складі, та розраховується за формулою:

$$S_j = \frac{Q_{mj}}{\delta_{\text{ср}} * h * a}, \quad (3.15)$$

де Q_{mj} – максимально можлива величина запасу на складі, т;

$\delta_{\text{ср}}$ – середнє навантаження на 1 м² площі складу

a – коефіцієнт використання площі складу ($a = 0.25 - 0.8$)

Таблиця 3.49 – Результати розрахунків собівартості перевезення за кожною моделлю.

Показник	Тип моделі			
	4 рази на місяць	3 рази на місяць	2 рази на місяць	1 раз на місяць
Витрати на паливо, грн.	914.5	853	1049	706
Витрати на мастила, грн.	117	111	134	90
Витрати на ТО, грн.	1065	1016	825	555
Витрати на шини, грн.	117	111	142	99
Витрати на заробітну плату, грн.	8884	8612	7738	7165

Продовження табл. 3.49

Накладні витрати	2220	2140	1978	1723
Амортизаційні відрахування, грн.	2535	2457	3312	3067
Змінні витрати, грн\км	8	8.6	14	13.5
Постійні витрати, грн\год.	153	153.4	168	167
Собівартість перевезення, грн\тон.	340	285	166	91

Давайте порахуємо площу складу для нашої моделі доставки 4 рази на місяць:

$$S_j = \frac{1.6}{0.9 * 2.5 * 0.8} = 0.8 \text{ м}^2$$

Згідно розрахунків для поставки 1.6 м³ буде достатньо 0.8 м² для зберігання вантажу. Для розрахунку були виокремлені такі дані як навантаження на 1 м² квадратний для складу, враховуючи що у нас контейнери поміщають в себе 1 м³ та мають розміри 1.2 метри на 1.2 метри в довжину та ширину, то навантаження складає 0.9 т/м².

Висота укладки обрана з врахуванням висоти контейнерів, а саме її висота становить 1 метр, і вантажопід'ємність та технічні характеристики нашого погрузчика дозволяють вантажити контейнери один на одного по 2 штуки (приклад можна бачити на рис. 3.3). Тобто висота погрузки становить 2 метри, враховуючи висоту піддонів то у суммі 2.5 метри та коефіцієнт використання площі становить 0.8 при специфіці нашого вантажу. Далі давайте порухаємо витрати для складування вантажу 1.6 м³ при умові доставки 4 рази на місяць:

$$\begin{aligned} Z_{\text{скл}j} &= 12.8 * (13.165 - 2.131 \ln 1.6) + 6.4 (1.85 + 93.35 * 6.4^{-0.839}) = \\ &= 180 \text{ євро} \end{aligned}$$

Отже, для зберегіння партії вантажу 12.8 м³ нам необхідно 180 євро, або 7784 грн. Давайте проведемо аналогічні розрахунки для наступних поставок, та замінимо значення в табл. 3.46 на грошовий еквівалент для правого та лівого берега. необхідно проаналізувати дані та обрати ту модель доставки для буде нам найбільш економічно доречною. Результати розрахунків витрат на зберігання окремих партій вантажу можна спостерігати в табл. 3.50. та графічно рис. 3.19

Таблиця 3.50 – Витрати на зберігання вантажу за кожною з моделей

Показник	Тип моделі			
	4 рази на місяць	3 рази на місяць	2 рази на місяць	1 раз на місяць
Витрати на зберігання на правому березу, грн	7784	11672	15654	19719
Витрати на зберігання на лівому березу, грн	11676	17643	23481	29578
Всього	19460	29315	39135	49297

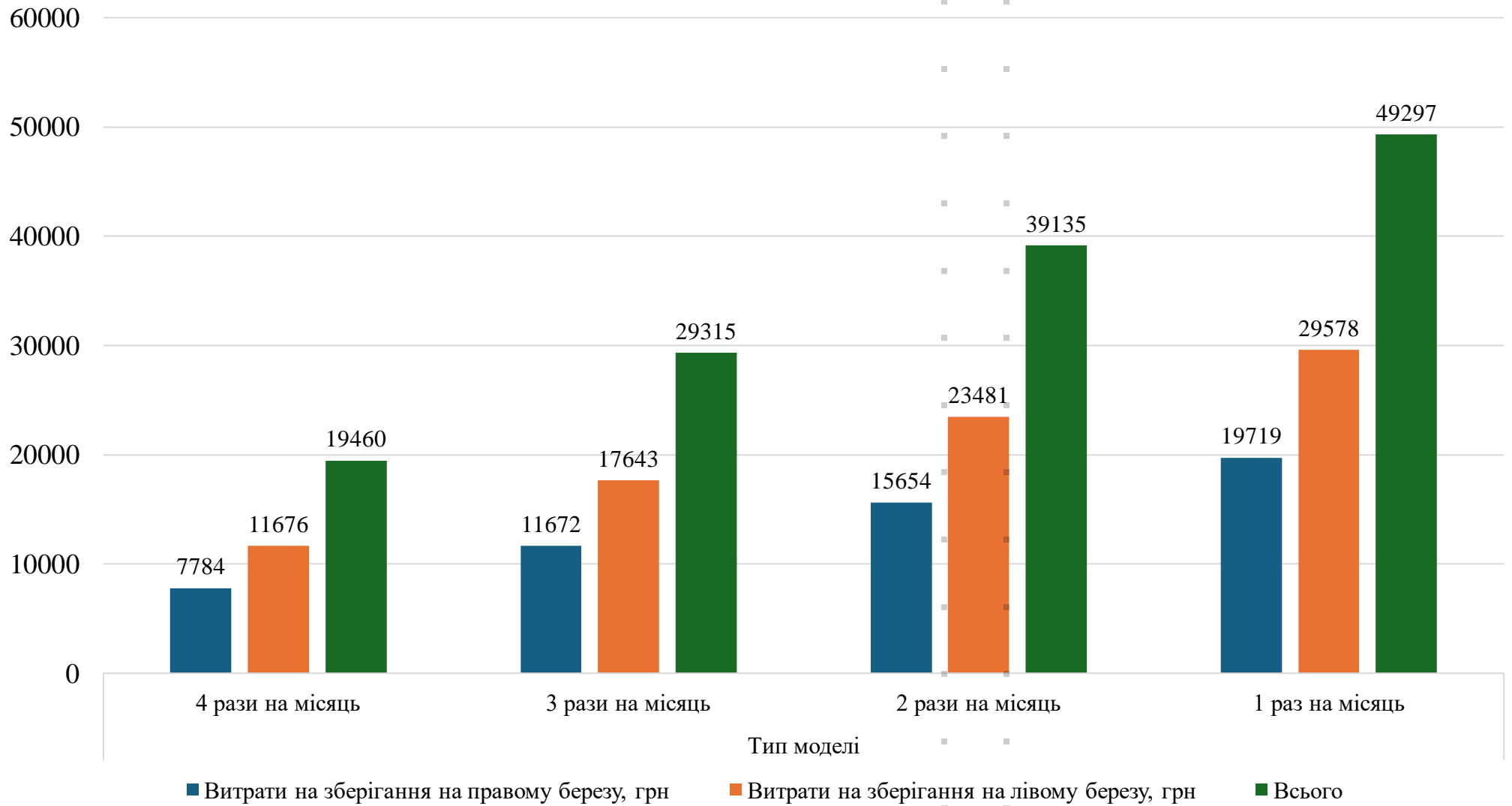


Рисунок 3.19 – Складські витрати на маршрутах

Як можемо бачити з табл. 3.50 та рис. 3.19 витрати складські витрати поступово зростають з частотою доставки, оскільки обсяг поставок збільшується і стає необхідним збільшувати приміщення для зберігання вантажу.

Для останнього етапу, нам залишилось визначитись яка з моделей доставки є економічно доречною та співвідношення транспортних та складських витрат є найбільш збалансованим, для цього додамо складські витрати кожної з моделей до транспортних, та результати представимо в табл. 3.51. Дані пораховані у відношенні 1 тонни вантажу до гривні, після чого ми можемо додати значення транспортних витрат та складських і побачити яка з моделей має найменшу вартість доставки у відношенні тонна – гривня. Також рис.20 представляє нам графічно данні табл. 3.51, де ми можемо спостерігати яка з моделей має найменші витрати.

Знайти економічно доречну модель доставки для підприємства важливо з кількох причин. По-перше, це дозволяє значно знизити витрати. Оптимізація маршрутів та методів доставки зменшує витрати на паливо, оплату праці водіїв та амортизацію транспортних засобів.

По-друге, це підвищує ефективність логістичних процесів. Ефективні моделі доставки забезпечують швидке та своєчасне виконання замовлень, що покращує задоволеність клієнтів і сприяє зростанню лояльності до підприємства.

По-третє, це сприяє кращому управлінню запасами. Економічно обґрунтовані моделі доставки допомагають зменшити надлишкові запаси та уникнути дефіциту товарів.

По-четверте, це покращує екологічну відповідальність підприємства. Оптимізація маршрутів знижує викиди парникових газів і допомагає підприємству відповідати екологічним стандартам. Нарешті, це забезпечує конкурентоспроможність.

Таблиця 3.50 – Загальні витрати для кожної моделі доставки

Показник	Тип моделі			
	4 рази на місяць	3 рази на місяць	2 рази на місяць	1 раз на місяць
Транспортування, грн/т	340	285	166	91
Складування, грн/т	608	610	611	385
Всього	948	895	777	476

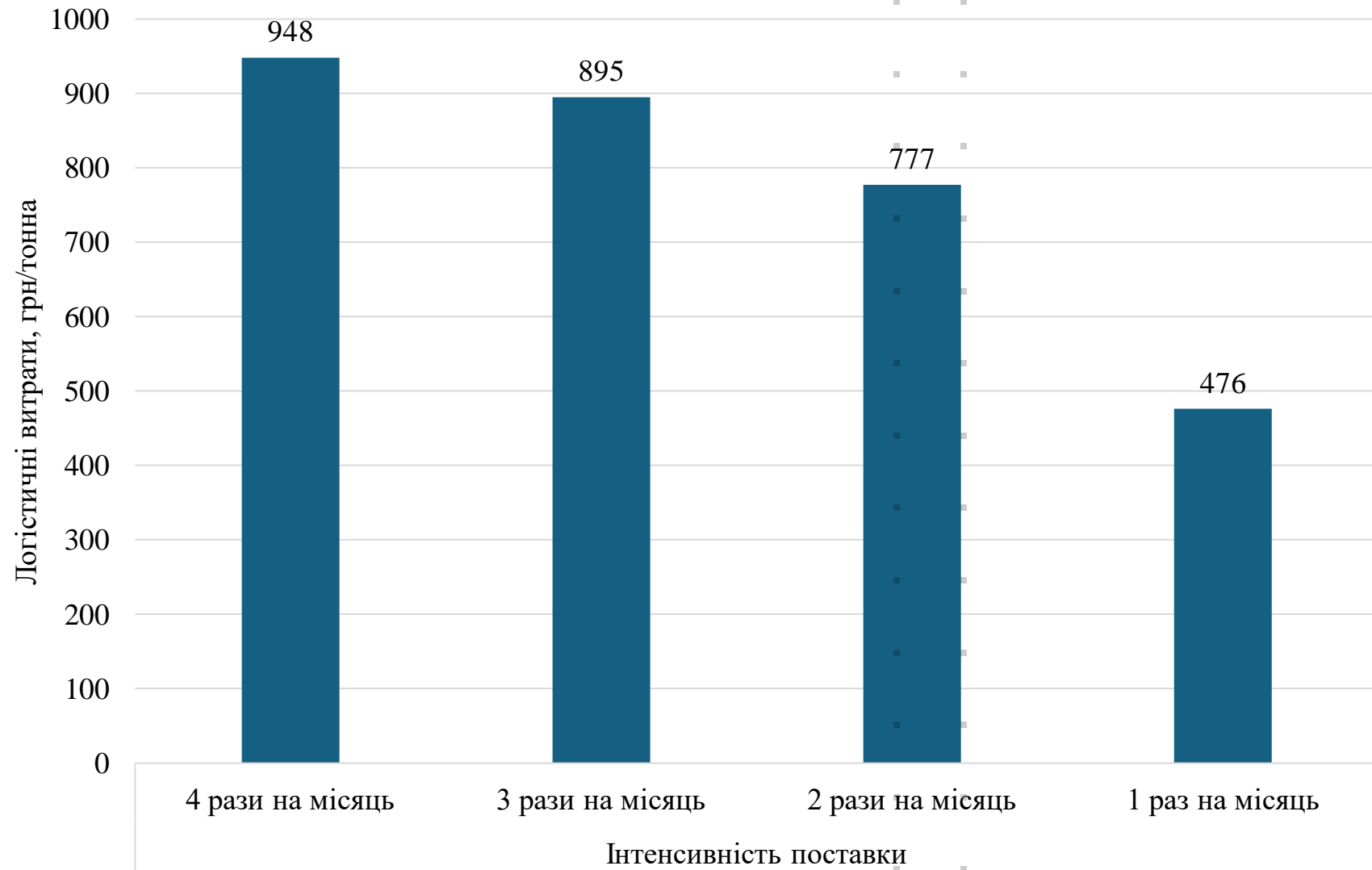


Рис. 3.20 – Графік витрат тонна – гривня для кожної моделі

3.5 Висновки по розділу

Отже з табл. 3.51 та рис. 3.20 та розрахунків у цій роботі можемо зробити висновок що модель доставки 1 раз на місяць є найбільш доцільно економічною моделлю доставки для нашого підприємства. Оскільки витрати на складування є найменшими, і саме вони складають найбільшу частину наших витрат при логістиці товару. Це пов'язано з тим що маршрути не мають великого пробігу, найбільший маршрут знаходиться на правому березу, загальна дистанція якого для двох машин разом складає 44 км. У той час як ми потребуємо зберігання та утримання цього вантажу певний термін. І з кожною моделлю обсяг вантажу стає більший до 6.4 м³ що складає 7 контейнерів з реагентом до 12.8 що складає 13 контейнерів з реагентом. Збільшення обсягу сягає в два рази і відповідно витрати на складування теж стали більшими

Тому було вирішено обрати модель доставки 1 раз на місяць. Це дозволить перевозити реагент маленькими партіями на невеликі дистанції. У такому випадку наші транспортні витрати складають 91 грн\т, що є найменшими витратами серед інших моделей, і також ми маємо найнижчі витрати на складування вантажу. Вантаж перевозиться по 7 контейнерів, машиною вантажопідйомністю 16 тонн, та обслуговує кожну водоочисну станцію 1 раз на місяць відповідно 6.4 м³ реагенту «Polvak». Доставка реагенту відбувається у понеділок до розподільчих складів (як зазначено у другому розділі), і подальша доставка відбувається у вівторок за графіком табл. 3.31, табл. 3.34 та табл.3.37 – 3.42, результати за кожним маршрутом можна побачити в табл. 3.35 – 3.36 та табл. 3.43 – 3.44. І схему перевезень рис. 3.14. – 3.15 та рис. 3.16 – 3.17. І загальні показники роботи за місяць можна побачити в табл. 3.45. де зазначено такі показники як: загальний пробіг, об'єм перевезень, час оберту та час обслуговування за один місяць роботи на цьому маршруті при умові доставки 1 раз на місяць.

ВИСНОВКИ

У дипломній роботі ми визначили теоретичні аспекти формування логістичного ланцюга просування поставок питної води у місті Пологи Запорізької області. Та визначили що формування ефективного ланцюга поставок має позитивний ефект на наше підприємство. Це допомагає керівникам краще планувати та координувати свої дії, оптимізувати процесом та ефективніше використовувати ресурси підприємства, які є обмеженими.

У другому розділі дана дипломна робота спрямована на вивчення, аналіз та оптимізацію логістичного ланцюга просування матеріального потоку питної води у м. Пологи Запорізької області. На прикладі підприємства «Соагулант» можемо бачити як формується матеріальний потік питної води з маленького міста Пологи у місто Дніпро, та забезпечує реагентом для очищення питною водою два береги одночасно, у кожного з яких є попит, що може змінюватись залежно від пори року та інших обставин.

У третьому розділі у даній дипломній роботі було проведено аналіз та оптимізація логістичного ланцюга просування матеріального потоку питної води у м. Пологи Запорізької області. Дослідження передбачало вивчення поточного стану логістичного процесу, виявлення проблемних аспектів та пропозиції щодо його удосконалення. Основні завдання включали в себе моделювання маршрутів з різною інтенсивністю поставок, та конвертуючи отримані показники у грошовий еквівалент. Тому що зменшення інтенсивності поставок потребувало зміну транспорту та площі складу, що у свою чергу передбачало підвищення витрат. І таким чином, розрахувавши 4 моделі доставки при умові 4,3,2, та 1 разів доставки на місяць. Ми визначили показники цих маршрутів за допомогою моделювання. Та визначились яка модель доставки для підприємства є найбільш оптимальною.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Т.О. Колодізева. Навчальний посібник «Управління ланцюгами поставок». Режим доступу до навчального посібника : <http://repository.hneu.edu.ua/bitstream/123456789/14815/1/2016-%D0%9A%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B4%D1%96%D0%B7%D1%94%D0%B2%D0%B0%20%D0%A2%20%D0%9E.pdf>
2. І.В. Токмакова, В.О. Овчиннікова, М.В. Корінь. Конспект лекцій «Управління ланцюгами постачань», частина 1. Режим доступу: <http://lib.kart.edu.ua/bitstream/123456789/5690/1/%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D1%81%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D1%82%20%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%86%D1%96%D0%B9.pdf>
3. Офіційний сайт підприємства «Coagulant» Режим доступу: <https://coagulant.com.ua/about-us/>
4. Стаття «Алюміній у питній воді та здоров'я людини». Режим доступу: https://imtuik.org.ua/wpcontent/uploads/institut/nauka/monografi/aliumin_i_u_pytni_vodi_i_zdorovia_liudyny.pdf
5. Перевезення небезпечних вантажів та вимоги до транспортних засобів. Режим доступу до статті: <https://oppb.com.ua/articles/perevezennya-nebezpechnyh-vantazhiv-vymogy-do-transportnyh-zasobiv>
6. Карпова, Г. В., & Лопатенко, О. О. (2011). Логістика: підручник. Київ: Знання.
7. Попадюк, О. П. (2012). Логістика: підручник. Київ: КНЕУ.
8. Березін, В. П., Безкоровайний, В. І., & Василенко, В. В. (2017). Логістика: підручник. Київ: Каравела.
9. Конспект лекцій з дисципліни «Логістика». Режим доступу: <https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/123456789/18183/1/%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D1%81%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D1%82%20%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%86%D1%96%D0%B9%20%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0.pdf>

10. Гришаєва, Л. С., Кушнірук, О. П., & Грищенко, С. В. (2015). Логістика: підручник. Київ: КНЕУ.
11. Стаття – «Особливості проектування логістичних систем вантажних перевень» - Національний транспортний університет, м. Київ
Режим доступу до:<https://ena.lpnu.ua:8443/server/api/core/bitstreams/abce6c7d-17bd-4ab6-9bfe-fd82d76178cc/content>
12. Горбачова, Г. В., & Шевченко, О. О. (2014). Логістика: підручник. Київ: Центр навчальної літератури.
13. Стаття « Технологія очищення питної води». Режим доступу: <https://ecosoft.ua/ua/blog/kak-ochishchayut-vodu-na-vodokanalakh/>
14. Ліщук, Т. М., & Ганушкін, О. Є. (2016). Логістика: навч. посіб. Київ: Лібра Терра.
15. Головін, В. В., Головін, О. В., & Страшко, В. В. (2015). Логістика: Підручник. Київ: Центр учбової літератури.
16. Логістика: підручник / Шаленко В. І., Борсук О. В., Крупич І. М., Мельничук Г. А. — К.: Арістей, 2014.
17. Логістика: підручник / За заг. ред. Г. А. Мельничука, В. І. Шаленка. — К.: Арістей, 2011.
18. Котенко, М. І. (2014). Логістика: підручник. Київ: КНЕУ.