

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Транспортний
(повне найменування факультету)

«Транспортні технології»
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

магістра
(ступінь вищої освіти)

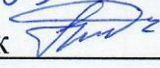
на тему: ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ЦЕГЛИ В
УМОВАХ ТОВ «МЕТА ТРАНС»

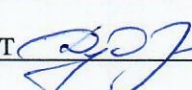
Виконав: студент ІІ курсу, групи T-313м

Спеціальності 275 «Транспортні технології
(за видами)»
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)
275.03 «Транспортні технології
(на автомобільному транспорті)»

 Станіслав ДІАЛЕКТОВ
(прізвище та ініціали)

 Олександр ГАЙДАЧУК
(прізвище та ініціали)

 Ольга ДУДАРЕНКО
(прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Факультет _____ Транспортний _____
Кафедра _____ «Транспортні технології» _____
Ступінь вищої освіти _____ магістр _____
Спеціальність _____ 275 «Транспортні технології (за видами)» _____
(код і найменування)
Освітня програма (спеціалізація) 275.03 «Транспортні технології (на _____
автомобільному транспорті)» _____
(назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

«Транспортні технології»

Сергій ТУРПАК

«01» листопада 2024 року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)

ДІАЛЕКТОВА Станіслава Михайловича _____

(ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Підвищення ефективності перевезень цегли в умовах ТОВ «Мета Транс»
керівник проєкту (роботи) д-р. техн. наук, проф. ГАЙДАЧУК Олександр Віталійович

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від «26» листопада 2024 року №487

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 16 грудня 2024 р.

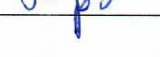
3. Вихідні дані до проєкту (роботи) існуючі вантажопотоки, схема транспортної мережі, відстань між вантажними пунктами, вантажопідйомність автомобілів

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналітична частина, 2. Основна частина, 2.1 Розрахунок статистичних параметрів доставки цегли. 2.2 Визначення часу руху та відстаней доставки цегли. 2.3 Складання матриці вихідного плану перевезення цегли з врахуванням вимог транспортної задачі. 2.4 Розробка маршрутів доставки цегли методом потенціалів 2.5 Визначення кількості тари при перевезенні цегли 2.6 Розробка маршрутів перевезення цегли за варіантом №1. 2.7 Розробка маршрутів перевезення цегли за варіантом №2. 2.8 Визначення пробігу рухомого складу за варіантом №1. 2.9 Визначення пробігу рухомого складу за варіантом №2. 2.10 Визначення ефективності використання рухомого складу. 2.11 Розрахунок кількості автомобілів 3. Економічна частина, 4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, кількість слайдів, плакатів)

Презентація магістерської роботи

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
1	ГАЙДАЧУК О.В., професор		
2	ГАЙДАЧУК О.В., професор		
3	ХАРЧЕНКО Т.В., старш. викл.		
4	ЛАЗУТКІН М.І., доцент		

7. Дата видачі завдання «01» листопада 2024 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Аналітична частина	28.10.2024-10.11.2024	
2	Основна частина	11.11.2024-15.12.2024	
3	Економічна частина	16.12.2024-29.12.2024	
4	Охорона праці	20.01.2025-26.01.2025	
5	Оформлення МР, перевірка МР на плагіат, отримання зовнішніх рецензій, захист магістерських робіт	27.01.2025-05.02.2025	

Студент(ка)


(підпис)

Станіслав ДІАЛЕКТОВ
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Керівник проекту (роботи)


(підпис)

Олександр ГАЙДАЧУК
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 83 с., 20 табл., 12 рис., 15 джерел.

АВТОМОБІЛЬ, ВАНТАЖОПОТІК, ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВИТРАТИ,
МАРШРУТ ПЕРЕВЕЗЕНЬ, ОБЛАДНАННЯ, ПІДПРИЄМСТВО, РУХОМИЙ
СКЛАД, ТРАНСПОРТ, ЦЕГЛА, ТАРА, ПІДДОН, ВІДПРАВНИК

Об'єкт дослідження: транспортна система перевезення цегли
автотранспортом ТОВ «Мета Транс».

Мета роботи: удосконалення перевезення цегли до споживачів в
Україні

Методи дослідження: статистичний аналіз, аналітичний метод, метод
потенціалів, графічний метод.

В магістерській роботі було досліджено, проаналізовано та
удосконалено перевезення цегли автомобілями підприємства ТОВ «Мета
Транс» шляхом розробки більш ефективних маршрутів руху автомобілів.
Розраховано потрібну кількість автомобілів. Економічні розрахунки, що були
виконані, доводять ефективність проєктних рішень за рахунок економії
експлуатаційних витрат.

ЗМІСТ

	с.
Вступ.....	7
1 Аналітична частина.....	8
1.1 Характеристика умов перевезення.....	8
1.2 Аналіз підприємства «Кузьминецька будівельна кераміка».....	9
1.3 Аналіз підприємства «Бережанський цегельний завод «Керамік»....	11
1.4 Аналіз підприємства РДМ «Керам».....	13
1.5 Характеристика цегли та умови її перевезення.....	14
1.6 Характеристика транспорту підприємства ТОВ «Мета Транс».....	16
1.7 Характеристика укладання цегли на піддонах.....	19
1.8 Аналіз транспортно-технологічної схеми доставки цегли.....	20
1.9 Недоліки існуючої системи доставки.....	22
2 Основна частина.....	24
2.1 Розрахунок статистичних параметрів доставки цегли.....	24
2.2 Визначення часу руху та відстаней доставки цегли.....	29
2.3 Складання матриці вихідного плану перевезення цегли з врахуванням вимог транспортної задачі.....	30
2.4 Розробка маршрутів доставки цегли методом потенціалів.....	31
2.5 Визначення кількості тари при перевезенні цегли.....	48
2.6 Розробка маршрутів перевезення цегли за варіантом №1.....	49
2.7 Розробка маршрутів перевезення цегли за варіантом №2.....	52
2.8 Визначення пробігу рухомого складу за варіантом №1.....	54
2.9 Визначення пробігу рухомого складу за варіантом №2.....	56
2.10 Визначення ефективності використання рухомого складу.....	57
2.11 Розрахунок кількості автомобілів.....	58
3 Економічна частина.....	61
3.1 Економічні розрахунки доставки цегли.....	61

3.2 Порівняння варіантів використання власного та орендованого транспорту підприємства ТОВ «Мета Транс».....	69
4 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.....	71
Висновки.....	72
Перелік джерел посилення.....	73
Додаток А Аналіз потенційних небезпек.....	75
Додаток Б Заходи по забезпеченню безпеки.....	76
Додаток В Розрахунок дослідження шкідливих та небезпечних факторів	78

ВСТУП

Автомобільні вантажні перевезення за попитом займають перше місце в Україні при перевезенні будівельних матеріалів. Вони мають певні особливості, переваги та недоліки в порівнянні з іншими видами транспорту.

Однією з переваг є гнучкість при необхідності змінювати маршрут, графік руху, або необхідності виконати позапланове замовлення. Також саме автомобільний транспорт дає змогу доставити будівельні матеріали (цеглу) безпосередньо на робочий майданчик, що дає змогу уникнути додаткових етапів вантажних та перевізних операцій.

До переваг використання автомобільного транспорту також належить швидкість доставки та можливість перевезення дрібними відправленнями. Тобто є можливість відправити цеглу одержувачам як великих замовлень, так і невеликі партії вантажу.

Однак, крім переваг, можна виділити й ряд недоліків. Наприклад, висока вартість в порівнянні з залізничним транспортом при перевезенні на дальні відстані; обмежена відстань, що не дає змоги за одну їзду перевезти весь вантаж; ускладнення перевезення будівельних матеріалів при поганих погодних умовах (дощ, сніг, ожеледь). Погані погодні умови можуть вплинути як на схоронність вантажу, так і суттєво збільшити терміни доставки.

Отже, правильна організація логістики будівельних матеріалів при участі автомобільного транспорту дозволяють зменшити вартість доставки вантажів, скоротити терміни доставки та удосконалити якість надання транспортних послуг.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Характеристика умов перевезення

В магістерській роботі розглядається доставка цегли автомобільними транспортними засобами підприємства ТОВ «Мета Транс». Підприємство має наявності як власний рухомий склад, так і орендований та співпрацює з підприємствами не тільки по всій території України, але й за її межами.

В наявності є тентовані автомобілі вантажопідйомністю 5 тонн у кількості 6 одиниць, 10 автомобілів 10-ти тонн, 2 автомобілі – 15 тонн та 10 автомобілів 20-ти тонн.

Підприємство знаходиться в місті Запоріжжя в Космічному мікрорайоні.

ТОВ «Мета Транс» співпрацює з крупними підприємствами будівельної, металургійної, хімічної промисловості, а також приватними підприємствами та фізичними особами.

Підприємство займається наступними видами діяльності:

- 1 Доставка вантажів від перевізник до замовника по території України та у міжнародному сполученні;
- 2 Пошук завантаження у зворотному напрямку;
- 3 Оформлення перевізної документації;
- 4 Організація централізованих маршрутних перевезень

В магістерській роботі розглядається доставка цегли одержувачам компанії «Кератерм», яка співпрацює з наступними виробниками цегли [1;2]:

- 1 «Кузьминецька будівельна компанія» Київська обл. Обухівський р-н, с. Кузьминці, вул. Василя Путаненка, буд. №57.

- 2 «Бережанський цегельний завод «Керамік» Тернопільська обл., Бережанський район, м. Бережани, вул. Рогатинська, буд.56.

- 3 РМД «Керам» Хмельницька обл., Хмельницький район, с. Доброгорща, вул. Богдана Хмельницького, буд. 1/1.

1.2 Аналіз підприємства «Кузьминецька будівельна кераміка»

Підприємство виготовляє блоки з кераміки «Кератерм», а також поризовані керамічні блоки. Цей завод відомий не тільки в Україні, але й в Європейських країнах [1;2;3].

Виробничі площі займають 16000 м².

Підприємство має зручне розташування бо має розвинуту транспортну розв'язку, а також прилеглі залізничні колії. Підприємство знаходиться на відстані 80 км від Києва.

Підприємство виготовляє цеглу наступних марок: М-100; М-125; М-150, а також керамічні блоки «Кератерм» 10; 12; 25; 38; 44.

Блоки «Кератерм» 25 та «Кератерм» 38 є великогабаритними та зараз користуються найбільшим попитом.

Завод має сучасне модернізоване обладнання та технологічний комплекс, які розроблені американськими та європейськими компаніями, такими як: Verdes, Caterpillar, Siemens, BSJ, OMS, CONTAR Plus [1].

У власності заводу є глиняний кар'єр. Це значно пришвидшує процес виробництва цегли. Потужності цього кар'єру розраховані ще на 60 років.

В даний момент виробнича потужність заводу складає близько 120 млн. тонн за рік. Керамічних блоків різної марки.

Продукція, яку виробляє завод, використовується для будівництва будинків та житлових комплексів, а також для індивідуального використання.

Незважаючи на високу якість цегли, яку виготовляє завод, вартість продукції значно нижче ніж в Європі, що сприяє попиту на продукцію та дає можливість підприємству постійно нарощувати свої виробничі потужності.

Продукція заводу (приклад) представлена на рисунку 1.1.

 **рядова цегла
повнотіла М-100**



Рисунок 1.1 – Цегла марки М-100

Розміщення заводу на карті представлено на рисунку 1.2

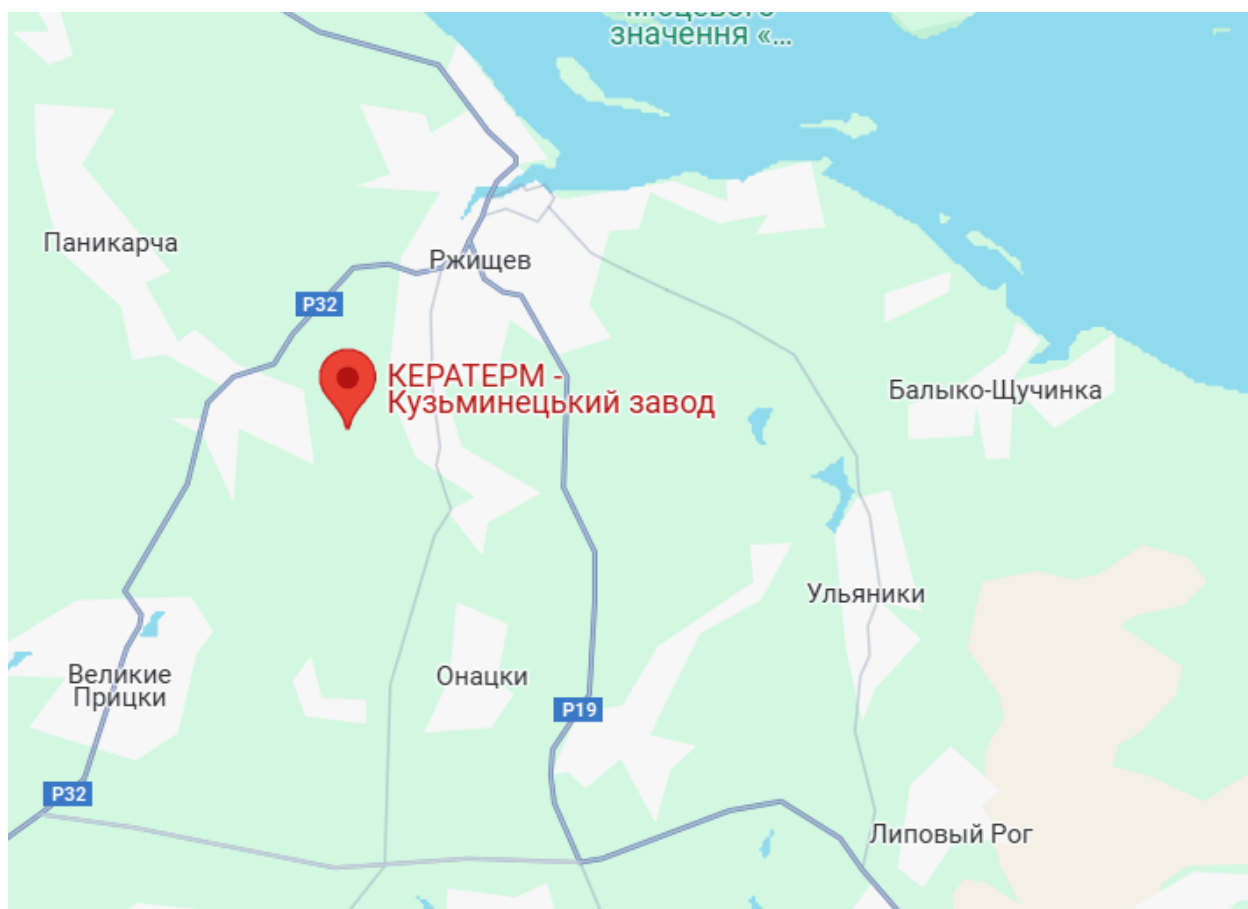


Рисунок 1.2 – Розміщення заводу «Кератерм» на карті

1.3 Аналіз підприємства «Бережанський цегельний завод «Керамік»

Завод з виробництва цегли «Керамік» знаходиться в м. Бережанах, що територіально розташоване в Західній частині України (тернопільська область). Підприємство, починаючи з 2020 року постійно нарощує виробничі потужності. Зараз цей показник виріс до 60 млн. одиниць цегли за рік [1].

Зараз основними видами діяльності підприємства є:

- 1 Виробництво будівельної продукції – цегли, черепиця тощо.
- 2 Добича гравію, каоліну та піску.
- 3 Оптова та роздрібна торгівля різноманітною номенклатурою будівельних матеріалів.

Завод має зручне територіальне розташування, розвинуту інфраструктуру, що дозволяє зменшити строки доставки цегли та уникнути зайвих логістичних витрат.

Бережанський цегельний завод «Керамік» виготовляє наступні марки високоякісної цегли: марок М100, М125, М150 і керамічні блоки – Кератерм 10, 25, 38.

Перевагою заводу серед інших заводів України з виготовлення цегли є :
Оновлене в 2019 році обладнання італійського, польського та іспанського виробництва.

Запаси сировини щонайменш на 30 років та можливість їх поповнення.

Міжнародні фахівці з країн Європи.

Високий рівень екології та охорони навколишнього середовища порівняно з іншими аналогічними виробництвами в Україні.

Мінімальний час доставки в будь-яку точку країни.

Цегла виробництва Бережанського заводу представлена на рисунку 1.3



Рисунок 1.3 – Цегла заводу «Керамік»

Розміщення заводу на карті представлено на рисунку 1.4

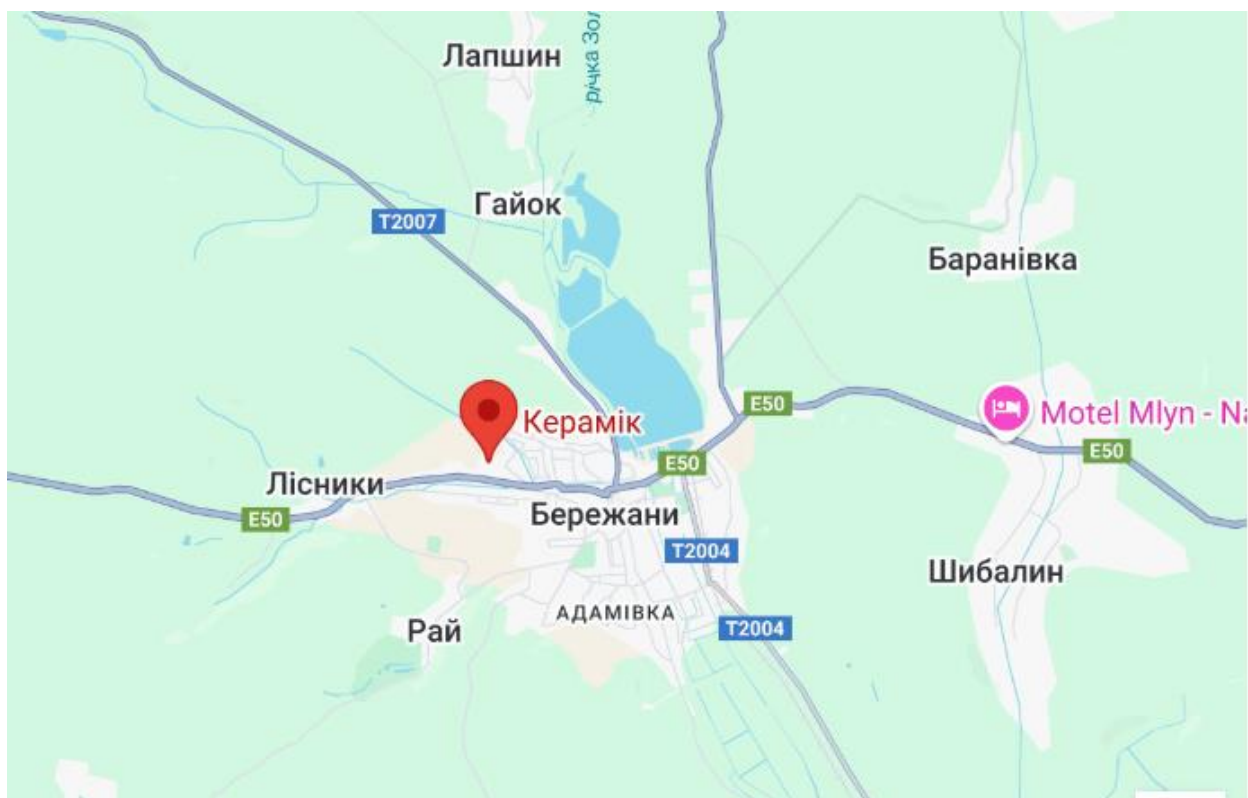


Рисунок 1.4 – Розміщення заводу «Керамік» на карті

1.4 Аналіз підприємства РДМ «Керам»

Завод знаходиться в Хмельницькій області с. Дорогорща. Основною сферою діяльності підприємства є :

- 1 Виготовлення вогнетривких виробів (цегли).
- 2 Посередницька діяльність.
- 3 Видобування піску, гравію та каоліну.
- 4 Торгівля будівельними та допоміжними матеріалами.
- 5 Надання власних площ під орендування.
- 6 Виготовлення цегли різних марок, а також черепиці.

Офіційно підприємство було зареєстровано 05 квітня 2019 року.

Розміщення цегельного заводу на мапі представлено на рисунку 1.5.

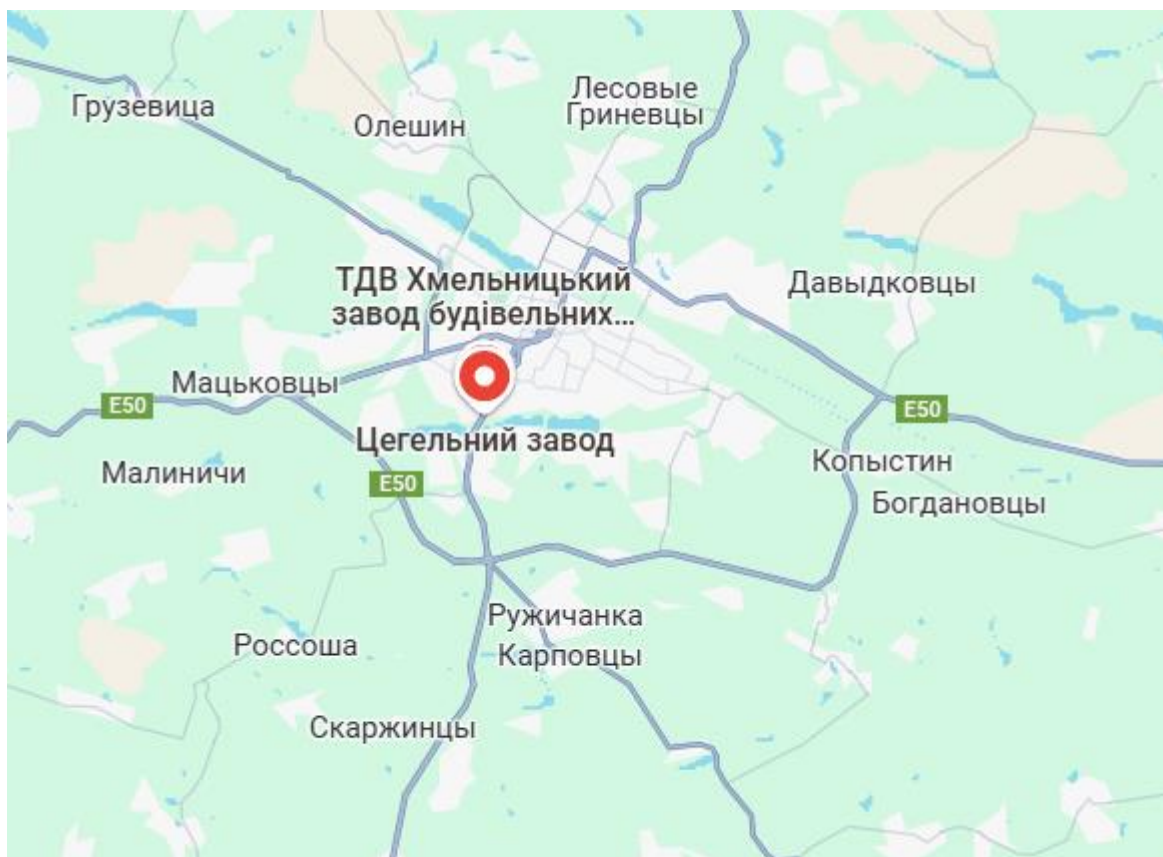


Рисунок 1.5 – Розміщення Цегельного заводу «Керам»

1.5 Характеристика цегли та умови її перевезення

Для виготовлення цегли сучасні українські виробники використовують різні матеріали, сировину та технології. Тому цегла поділяється на такі види:

- Вогнетривка (вогнетриви);
- Пустотіла (з наявністю отворів);
- Рядова;
- Силікатна;
- Клінкерна.

Вогнетривка цегла виготовляється для будівництва камінів, печей та теплових систем, де необхідна стійкість до високої температури. Найбільшим попитом користується шамотна цегла. Вона має стійкість до температури 1500-3000 градусів за Цельсієм [2;3].

Для виробництва шамотної цегли використовують каолінову глину, а також інші. Жаростійкість цегли забезпечується завдяки випалюванню суміші. Вогнетривка цегла буває наступних типів:

- кварцева;
- магнезійна;
- хромиста;
- цирконієва;
- глиноземна шамотна;
- графітова та інші.

Також вогнетривка цегла може відрізнятися за формою: наприклад, арочна, трапецієподібна, підвісна (для промислового обладнання), фасонна, пряма тощо.

Пустотіла (подвійна) цегла є натуральним будівельним матеріалом, в яких додатково додаються органічні елементи та пісок. Вона має достатню міцність щоб витримувати високі температури та є шумоізоляційною.

Пустотіла цегла використовується при будівництві будинків. Її перевагою є кладення в один ряд без зайвої кількості штукатурного розчину та утеплювальних матеріалів.

Пустотіла (подвійна) цегла зображена на рисунку 1.6.

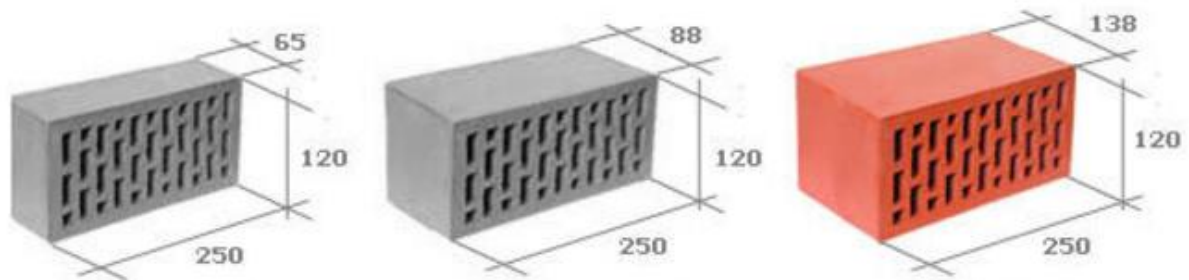


Рисунок 1.6 – Пустотіла (подвійна) цегла

Рядова цегла – найпоширеніша при будівництві будинків, стін та перестінків, а також фундаментів. Вона має стійкість до низьких температур та відмінну тепло- та шумоізоляцію. Може бути порожнистою, повнотілою. Найпоширеніші: марки М-100; М-125.

Силікатна цегла виготовляється з піску та вапна та широко застосовується на будівництві. Звичайна силікатна цегла має розміри 250x120x65 мм, полуторна 250x120x88 мм, а якщо цегла подвійна - 250x120x138 мм.

Силікатна цегла має міцність М-75 та М-300.

Клінкерна цегла буває будівельною, фасадною та тротуарною. Має низький рівень пористості та високу щільність. Цегла не поглинає вологу та має відмінну морозостійкість.

Клінкерна цегла має високу екологічність, надійність та естетичність.

1.6 Характеристика транспорту підприємства ТОВ «Мета Транс»

Підприємство ТОВ «Мета Транс» має як власний парк вантажних автомобілів (5, 10, 15 та 20 тонні) та орендовані.

Автомобілі вантажопідйомності 5 т використовуються для міжміських та внутриміських вантажних перевезень для штучних та тарно-штучних вантажів. Вони належать до класу автомобілів 3,5-7т.

Параметри автомобілів вантажопідйомністю 5-7 т представлені на рисунку 1.7.

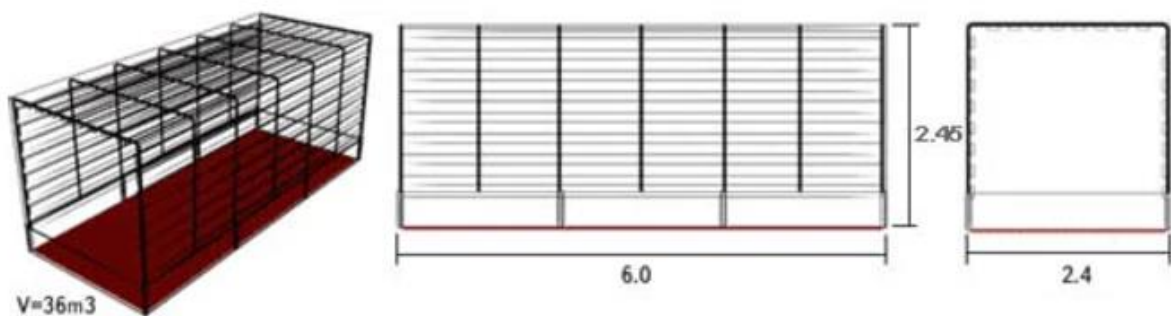


Рисунок 1.7 – Параметри автомобілів вантажопідйомністю 3,5-7 тонн

Стандартна характеристика таких автомобілів наступна (табл. 1.1). Вони можуть бути різної модифікації. Підприємство має в наявності шість автомобілів. Якщо виникає потреба у додатковому транспорті, ТОВ «Мета Транс» орендує їх у інших організацій.

Таблиця 1.1 Технічна характеристика вантажних автомобілів 3,5 – 7 тонн

Технічні показники	Значення
Довжина автомобіля	3,5 – 7,0 м
Ширина автомобіля	2,0 – 2,4 м
Висока автомобіля	2,45 – 2,70 м
Об'єм кузова автомобіля	15 – 40 м ³
Вантажопідйомність автомобіля	3,5 – 7,5 тонн

Автомобілі 10-ти тонні, які є на підприємстві, умовно можна класифікувати як:

- автомобілі, які, не зважаючи на вантажопідйомність 5 тонн за об'ємом кузова такі, як і 10-ти тонні (вони використовуються для перевезення легких вантажів, при транспортуванні яких зазвичай місткість використана повністю, а вантажопідйомність повністю не використовується); об'єм кузова таких автомобілів складає 36м³;
- 10-ти тонні автомобілі, з об'ємом кузова 56 м³;
- автомобілі до 15 т за вантажопідйомністю, з подовженим до 8 м кузовом та об'ємом до 60 м³.

Розбіжність параметрів кузова автомобілів виникає внаслідок різної модифікації відсіків кузова та пристосування для різних видів вантажів та умов виконання навантаження та розвантаження [4;5].

Таблиця 1.2 Приблизна технічна характеристика вантажних автомобілів 10 – 15 тонн

Технічні показники	Значення
Довжина автомобіля	5,0 – 8,0 м
Ширина автомобіля	2,4 – 2,5 м
Висока автомобіля	1,80 – 3,0 м
Об'єм кузова автомобіля	25 – 60 м ³
Вантажопідйомність автомобіля	5,0 – 15,0 тонн

Наймісткішими є автомобілі вантажопідйомністю 20 т в кількості 10 одиниць. Вони використовуються як у міському сполученні, так і у міжнародному.



Рисунок 1.8- Вантажний автомобіль «Євротент» вантажопідйомністю 20 тонн

Таблиця 1.3 - Технічна характеристика вантажних автомобілів «Євротент» вантажопідйомністю 20 тонн

Технічні показники	Значення
Довжина автомобіля	13,6 м
Ширина автомобіля	2,45 м
Висока автомобіля	2,45 м
Об'єм кузова автомобіля	82 м ³
Вантажопідйомність автомобіля	20,0 -22,0 тонн

Для перевезення цегли в магістерській роботі пропонується використовувати автомобілі з вантажопідйомністю 10т та 20 т.

1.7 Характеристика укладання цегли на піддонах

Для транспортування цегли вона укладається на піддон розміром 520 × 1030. Наприклад, вага однієї цегли складає близько 3,6 кг. Один піддон вміщує 312 одиниць, тобто 1,12 тонн.

Приймаємо, що вага одного піддону з цеглою бруто складає 1,2 тонни.

Максимальна кількість піддонів, яку можна розмістити в стандартному кузові 20-ти тонного автомобіля складає 20 піддонів. Але в такому разі буде перевищена вантажопідйомність – 20-22т. Тому максимальне завантаження – 18 піддонів в цеглою.

В автомобіль вантажопідйомністю 10т вміщується 8 таких піддонів.

Схема укладки цегли в піддон для транспортування автомобільним транспортом представлена на рисунку 1.9.



Рисунок 1.9 – Схема укладки цегли на піддон 520 × 1030 мм

1.8 Аналіз транспортно-технологічної схеми доставки цегли

Транспортно-технологічна схема доставки цегли може містити декілька етапів, які впливають на ефективність та безпечність транспортування цього будівельного матеріалу від підприємства-відправника до замовника-споживача [4;5].

До основних базових етапів належать:

1 Виробництво цегли. На заводі для виготовлення цегли вона проходить процес формування, сушіння та випалювання. При цьому підприємство-виготовлювач строго контролює якість продукції.

2 Упаковування цегли для зручного та безпечного перевезення. Упаковка може бути пакетною або цеглу укладають на спеціальні піддони, які захищають від пошкоджень та спрощують виконання вантажних операцій.

3 Більшість продукції після виготовлення зберігається на складі перед тим, як її відправлять до замовника. Тому при зберіганні слід дотримуватися уникання шкідливих факторів, наприклад, вологи.

4 Транспортування. Під транспортуванням розуміється вибір транспорту (залежить від обсягу та відстані перевезень) та розробка маршрутів перевезення, враховуючи всі критерії оптимальності.

5 Розвантаження (завантаження). Після прибуття цеглу завантажують за допомогою навантажувачів, кранів або іншої техніки з дотриманням вимог щодо безпеки праці.

6 Доставка на будівельний майданчик. У одержувача цегла доставляється на будівельний майданчик. В середині цього майданчика з вантажем також відбуваються декілька етапів вантажопереробки.

7 Контроль якості та облік цегли відбувається як до відправлення, так і після прибуття до отримувача. Контроль проводиться не тільки щодо кількості (наявності) цегли, а й якості продукції.

8 Зворотний зв'язок між відправником та одержувачем є обов'язковим після того, як замовник отримає вантаж.

Перелік етапів може змінюватися залежно від специфіки перевезення та вимог вантажоодержувачів, перевізників та вантажовідправників [4;5].

При доставці вантажу транспортно-технологічну схему в загальному вигляді представимо на рисунку 1.10.

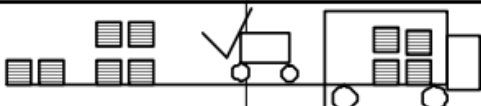
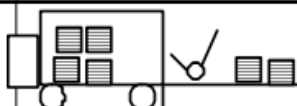
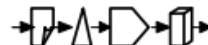
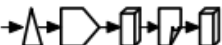
Графічне зображення операції				
Умовне позначення				
Найменування операції	Складська, контрольно-облікова	Вантажна, переміщення	Транспортна	Вантажна, контрольно-облікова, складська
Виконувані роботи	Упаковка товару, укладання в пакет, облік надходження, нагромадження	Облік відвантаження, навантаження	Перевезення	Розвантаження, облік надходжень, укладання
Спосіб виконання	Вручну	Механізовано	Механізовано	Вручну
Виконавці	Вантажник складу, комірник	Водій електрокара	Водій АТЗ	Вантажник магазину, комірник

Рисунок 1.10 – Приклад транспортно-технологічної схеми доставки цегли

1.9 Недоліки існуючої системи доставки

При дослідженні перевезення цегли транспортними засобами ТОВ «Мета Транс» були виявлені наступні недоліки, які пропонується усунути в магістерській роботі:

- нераціональні маршрути, внаслідок великої кількості порожніх пробігів;
- вантажопідйомність автомобілів не відповідає вантажопотоку, тому виникає необхідність збільшення кількості їздок;
- збільшений термін доставки;
- неспланована робота транспорту, тому автомобілі очікують деякий час навантаження та розвантаження;

- нераціональне закріплення постачальників за споживачами, що стає причиною збільшення пробігів транспортних засобів.

Тому в роботі пропонується провести аналіз вантажопотоків по кожному відправнику, дослідити обсяги перевезення цегли та раціонально закріпити постачальників за споживачами, враховуючи відстань між підприємствами-виготовлювачами цегли та підприємствами-замовниками, потребу замовників та можливості постачання відправників. Для цього найбільш доцільно використовувати метод потенціалів.

Обрати найбільш ефективний вид транспорту для заданої кількості цегли. Вибір буде проведений шляхом порівняння двох варіантів автомобілів 10-ти тонних та 20-ти тонних.

Визначити кількість автомобіле-їздок та пробіг транспортних засобів, скласти розклад руху, враховуючи час виконання вантажних операцій.

Остаточний вибір найкращого варіанту проводитиметься після розрахунку економічних показників доставки цегли.

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Розрахунок статистичних параметрів доставки цегли

Компанія «Кератерм» займається доставкою цегли та керамічних блоків по всій Україні та за її межами. Підприємство об'єднує наступні заводи-виготовлювачі цегли:

1 яка знаходиться за адресою: Київська «Кузьминецька будівельна кераміка», обл. Обухівський р-н, с. Кузьминці, вул. Василя Путаненка, буд. №57.

2 Бережанський цегельний завод «Керамік», адреса: Тернопільська обл., Бережанський район, м. Бережани, вул. Рогатинська, буд.56.

3 РМД «Керам», адреса: Хмельницька обл., Хмельницький район, с. Доброгорща, вул. Богдана Хмельницького, буд. 1/1.

Компанія ТОВ «Мета Транс» є перевізником цегли від постачальників до наступних одержувачів:

1 Біла Церква

2 Фастів

3 Стрий

4 Тернопіль

5 Івано-Франківськ

6 Львів

7 Хмельницький

Періодичність замовлень – 1 раз на місяць.

Розглянемо статистику поставок цегли від підприємств-виготовлювачів продукції [6;7].

Таблиця 2.1 – Вантажопотоки цегли одержувачам від постачальника «Кузьминецька будівельна кераміка»

Номер спостереження (місяця)	Загальна потреба тонн цегли	Номер спостереження (місяця)	Загальна потреба тонн цегли
1	120	13	105
2	130	14	100
3	155	15	140
4	125	16	150
5	110	17	140
6	200	18	135
7	150	19	115
8	120	20	120
9	135	21	120
10	148	22	110
11	120	23	155
12	110	24	100

Визначаємо статистичні показники, які дозволяють визначити розрахунковий вантажопотік цегли. Для цього в програмі Excel розраховуємо середнє значення (математичне очікування), дисперсію, стандартне відхилення та коефіцієнт варіації. Ці статистичні параметри дозволяють визначити коефіцієнт нерівномірності вантажопотоку цегли. [6;7;8]

Отримані значення показників представляємо в таблиці 2.2

Таблиця 2.2 – Отримані показники вантажопотоку цегли від «Кузьминецька будівельна кераміка»

№п/п	Найменування статистичного показника	Значення
1	Математичне очікування	129,71
2	Дисперсія	517,259058
3	Стандартне відхилення	22,74332997
4	Коефіцієнт варіації	0,18
5	Коефіцієнт нерівномірності поставок цегли	1,18
6	Значення вантажопотоку цегли	153,1

Аналогічним чином обробляємо статистичні дані інших підприємств-виробників цегли.

Таблиця 2.3 – Вантажопотоки цегли одержувачам від постачальника Бережанського цегельного заводу «Керамік»

Номер спостереження (місяця)	Загальна потреба тонн цегли	Номер спостереження (місяця)	Загальна потреба тонн цегли
1	130	13	155
2	130	14	120
3	135	15	100
4	150	16	100
5	200	17	110
6	125	18	115
7	220	19	110
8	145	20	130

Кінець таблиці 2.3

Номер спостереження (місяця)	Загальна потреба тонн цегли	Номер спостереження (місяця)	Загальна потреба тонн цегли
9	165	21	125
10	180	22	150
11	200	23	180
12	150	24	110

Результати обробки даних записуємо в таблицю 2.4.

Таблиця 2.4 – Отримані показники вантажопотоку цегли від «Бережанського цегельного заводу «Керамік»

№№п/п	Найменування статистичного показника	Значення
1	Математичне очікування	143,125
2	Дисперсія	1106,114
3	Стандартне відхилення	33,25829
4	Коефіцієнт варіації	0,2324
5	Коефіцієнт нерівномірності поставок цегли	1,23
6	Значення вантажопотоку цегли	176,04

Визначаємо статистичні показники для постачальника цегли РМД «Керам», який знаходиться в Хмельницькій області.

Таблиця 2.5 – Вантажопотоки цегли одержувачам від постачальника РМД «Керам»

Номер спостереження (місяця)	Загальна потреба тонн цегли	Номер спостереження (місяця)	Загальна потреба тонн цегли
1	75	13	42
2	70	14	120
3	50	15	100
4	40	16	60
5	40	17	60
6	75	18	55
7	120	19	70
8	120	20	70
9	150	21	65
10	40	22	80
11	40	23	85
12	42	24	90

Таблиця 2.6 – Отримані показники вантажопотоку цегли від РМД «Керам»

№№п/п	Найменування статистичного показника	Значення
1	Математичне очікування	73,29167
2	Дисперсія	927,5199
3	Стандартне відхилення	30,45521
4	Коефіцієнт варіації	0,4155
5	Коефіцієнт нерівномірності поставок цегли	1,42
6	Значення вантажопотоку цегли	104,01

2.2 Визначення часу руху та відстаней доставки цегли

Для розрахунку маршрутів, які дадуть змогу зменшити невиробничий пробіг автомобілів, їх кількість і, як наслідок, зменшити загальні витрати, необхідно визначити відстань та час руху між відправниками та одержувачами цегли.

Для цього використовуємо програму «Делла»

Таблиця 2.7 – Довжина маршрутів доставки цегли

Підпр.	Замовники цегли						
	Б.Церква	Фастів	Стрий	Терноп.	І.Франк.	Львів	Хмельн.
Кератерм (Київськ. обл.)	76 км	105 км	628км	471 км	602км	622км	356км
Керамік Терноп. обл.)	456км	470км	101км	56 км	90 км	91км	168км
Керам (Хмельн. обл.)	322км	337 км	253км	96км	227км	225 км	34км

Час руху не враховує простої та затримки автомобілів. При визначенні часу руху враховується середня технічна швидкість автомобіля 65-68 км/год.

Результати розрахунків тривалості руху наведені в таблиці 2.8.

Таблиця 2.8 – Час руху на маршрутах при доставці цегли, год.

Підпр.	Замовники цегли						
	Б.Церква	Фастів	Стрий	Терноп.	І.Франк.	Львів	Хмельн.
Кератерм (Київськ. обл.)	1,17	1,72	8,9	6,65	8,55	7,57	5,27
Керамік Терноп. обл.)	6,16	6,33	1,53	0,88	1,45	1,72	2,3
Керам (Хмельн. обл.)	4,58	4,78	3,68	1,47	3,47	3,42	0,75

2.3 Складання матриці вихідного плану перевезення цегли з врахуванням вимог транспортної задачі

Метод потенціалів, якій використовується при вирішенні транспортної задачі, розподіляє виробників цегли за отримувачами. Це дає змогу розробити раціональні маршрути доставки з мінімальними витратами пробігу. При цьому враховує можливості відправників та вимоги одержувачів.

В матриці в кожній клітці вказується відстань перевезень. Біля кожного відправника цегли вказуються його можливості (рівень запасів), а в клітинках одержувачів вказується кількість тонн вантажу, згідно попередніх розрахунків [7;8].

Таблиця 2.9 – Матриця вихідних даних транспортування цегли

Підпр.	Замовники цегли						
	Б.Церква 55т	Фастів 45т	Стрий 25т	Терноп. 48т	І.Франк. 50т	Львів 64т	Хмельн 70т
Кератерм (Київськ. обл.) 154т	76	105	628	471	602	622	356
Керамік (Терноп. обл.) 177т	456	470	101	56	90	91	168
Керам (Хмельн. обл.) 105т	322	337	253	96	227	225	34

2.4 Розробка маршрутів доставки цегли методом потенціалів

Транспортну задачу з транспортування цегли одержувачам можна виразити наступною математичною моделлю:

$$F = \sum \sum c_{ij} x_{ij}, \quad (2.1)$$

При дотриманні наступних вимог:

$$\sum x_{ij} = a_i, \quad i = 1, 2, \dots, m, \quad (2.2)$$

$$\sum x_{ij} = b_j, j = 1, 2, \dots, n, \quad (2.3)$$

$$x_{ij} \geq 0$$

Визначаємо транспортну автомобілів за допомогою математичної моделі.

Для заданих умов приймаємо наступні умовні позначення змінних:

x_{11} – кількість тонн цегли з заводу 1 «Кератерм» в м. Біла Церква.

x_{12} – кількість тонн цегли з заводу 1 «Кератерм» в м. Фастів

x_{13} – кількість тонн цегли з заводу 1 «Кератерм» в м. Стрий

x_{14} – кількість тонн цегли з заводу 1 «Кератерм» в м. Тернопіль.

x_{15} – кількість тонн цегли з заводу 1 «Кератерм» в м. Івано-Франківськ.

x_{16} – кількість тонн цегли з заводу 1 «Кератерм» склада в м. Львів

x_{17} – кількість тонн цегли з заводу 1 «Кератерм» в м. Хмельницький

x_{21} – кількість тонн цегли з заводу 2 «Керамік» в м. Біла Церква

x_{22} – кількість тонн цегли з заводу 2 «Керамік» в м. Фастів

x_{23} – кількість тонн цегли з заводу 2 «Керамік» в м. Стрий.

x_{24} – кількість тонн цегли з заводу 2 «Керамік» в м. Тернопіль.

x_{25} – кількість тонн цегли з заводу 2 «Керамік» в м. Івано-Франківськ.

x_{26} – кількість тонн цегли з заводу 2 «Керамік» в м. Львів.

x_{27} – кількість тонн цегли з заводу 2 «Керамік» в м. Хмельницький.

x_{31} – кількість тонн цегли з заводу 3 «Керам» в м. Біла Церква.

x_{32} – кількість тонн цегли з заводу 3 «Керам» в м. Фастів.

x_{33} – кількість тонн цегли з заводу 3 «Керам» в м. Стрий.

x_{34} – кількість тонн цегли з заводу 3 «Керам» в м. Тернопіль

x_{35} – кількість тонн цегли з заводу 3 «Керам» в м. Івано-Франківськ

x_{36} – кількість тонн цегли з заводу 3 «Керам» в м. Львів

x_{37} – кількість тонн цегли з заводу 3 «Керам» в м. Хмельницький.

Умовою задачі обмеження запасів на заводах виготовлення цегли складають:

$$x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15} + x_{16} + x_{17} \leq 154 \text{ (завод1 Кератерм (Київськ. обл.)}$$

$$x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_{24} + x_{25} + x_{26} + x_{27} \leq 177 \text{ (завод2 Керамік Терноп. обл.)}$$

$$x_{31} + x_{32} + x_{33} + x_{34} + x_{35} + x_{36} + x_{37} \leq 105 \text{ (завод3 Керам (Хмельн. обл.)}$$

Обмеження потреб у замовників цегли:

$$x_{11} + x_{21} + x_{31} = 55 \text{ (склад м. Біла Церква)}$$

$$x_{12} + x_{22} + x_{32} = 45 \text{ (склад м. Фастів)}$$

$$x_{13} + x_{23} + x_{33} = 25 \text{ (склад м. Стрий)}$$

$$x_{14} + x_{24} + x_{34} = 48 \text{ (склад м. Тернопіль)}$$

$$x_{15} + x_{25} + x_{35} = 50 \text{ (склад м. Івано-Франківськ)}$$

$$x_{16} + x_{26} + x_{36} = 64 \text{ (склад м. Львів)}$$

$$x_{17} + x_{27} + x_{37} = 70 \text{ (склад м. Хмельницький)}$$

Враховуючи обмеження складаємо цільову функцію транспортної задачі:

$$76x_{11} + 105x_{12} + 628x_{13} + 471x_{14} + 602x_{15} + 622x_{16} + 356x_{17} + 456x_{21} + 470x_{22} + 101x_{23} + 56x_{24} + 90x_{25} + 91x_{26} + 168x_{27} + 322x_{31} + 337x_{32} + 253x_{33} + 96x_{34} + 227x_{35} + 225x_{36} + 34x_{37} \rightarrow \min$$

Між замовниками і одержувачами цегли відстань перевезень – критерій оптимальності. Складаємо матрицю з вказанням найменшої відстані між пунктами (таблиця 2.10).

Таблиця 2.10 – Матриця запасів, відстаней та споживання цегли

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	Наявність на заводі
Завод 1	76	105	628	471	602	622	356	154
Завод 2	456	470	101	56	90	91	168	177
Завод 3	322	337	253	96	227	225	34	105
Потреба	55	45	25	48	50	64	70	

Перевіряємо чи відповідає рівень запасів на заводах потребам складів-замовників. Ця умова має наступний вигляд:

$$\sum a = 154 + 177 + 105 = 436$$

$$\sum b = 55 + 45 + 25 + 48 + 50 + 64 + 70 = 357$$

З розрахунків видно, що задача має рішення, бо наявність на заводах цегли більша за потребу споживачів. Це свідчить про те, що модель транспортної задачі вважається відкритою.

Для вирішення задачі необхідно з цієї моделі зробити закриту модель. Тому доцільно додати фіктивну потребу, яка складає:

$$79 (436 - 357).$$

Відстань перевезення для цього вантажу дорівнюватиме нулю.

Складаємо розподільчу таблицю 2.11.

Таблиця 2.11 – Розподільча таблиця цегли

	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	Запасы
A1	76	105	628	471	602	622	356	0	154
A2	456	470	101	56	90	91	168	0	177
A3	322	337	253	96	227	225	34	0	105
Потребности	55	45	25	48	50	64	70	79	

Знаходимо перший опорний план. Сутність даного метода полягає в тому, щоб були виконанні наступні вимоги:

- відстань доставки цегли була якомога меншою (клітинка з найменшим значенням);
- повністю задоволені потреби складів-замовників цегли;
- за можливості, максимально вичерпані всі запаси у заводів-виробників цегли.

Кінцевим варіантом буде повне вичерпання запасів та задоволення вимог клієнтів.

Початкове значення $s_{37}=34$. Цьому елементу відповідає рівень запасів 105, а потреба 70, тому його необхідно віднімати. Отримуємо:

$$x_{37} = \min(105, 70) = 70.$$

Корегуємо таблицю 2.12 з опорним планом №1

Таблиця 2.12 – Опорний план №1

76	105	628	471	602	622	x	0	154
456	470	101	56	90	91	x	0	177
322	337	253	96	227	225	34	0	105 - 70 = 35
55	45	25	48	50	64	70 - 70 = 0	79	

Наступний елемент, який виключається - $c_{24}=56$.

Для нього запаси складають 177 тонн, а потреба – 48 тонн.

48 – мінімальне значення, тому:

$$x_{24} = \min(177, 48) = 48.$$

Таблиця 2.13 – Опорний план №2

76	105	628	x	602	622	x	0	154
456	470	101	56	90	91	x	0	177 - 48 = 129
322	337	253	x	227	225	34	0	35
55	45	25	48 - 48 = 0	50	64	0	79	

$$c_{11}=76.$$

Запаси – 154 тонн; потреба – 55 тонн;

55 - мінімальне значення, тому

$$x_{11} = \min(154, 55) = 55.$$

Таблиця – 2.14 – Опорний план №3

76	105	628	x	602	622	x	0	154 - 55 = 99
x	470	101	56	90	91	x	0	129
x	337	253	x	227	225	34	0	35
55 - 55 = 0	45	25	0	50	64	0	79	

$$c_{25}=90.$$

Запаси – 129 тонн, потреба – 50;

50 – мінімальне значення, тому

$$x_{25} = \min(129, 50) = 50.$$

Таблиця 2.14 – Опорний план №4

76	105	628	x	x	622	x	0	99
x	470	101	56	90	91	x	0	129 - 50 = 79
x	337	253	x	x	225	34	0	35
0	45	25	0	50 - 50 = 0	64	0	79	

$$c_{26}=91.$$

Запаси – 79 тонн, потреба – 64

64 – мінімальне значення, тому

$$x_{26} = \min(79, 64) = 64.$$

Таблиця 2.15 – Опорний план №5

76	105	628	x	x	x	x	0	99
x	470	101	56	90	91	x	0	79 - 64 = 15
x	337	253	x	x	x	34	0	35
0	45	25	0	0	64 - 64 = 0	0	79	

$$c_{23}=101.$$

Запаси – 15 тонн, потреба – 25 тонн.

15 – мінімальне значення, тому

$$x_{23} = \min(15, 25) = 15.$$

Таблиця 2.16 – Опорний план №6

	105	628	x	x	x	x	0	99
x	x	101	56	90	91	x	x	15 - 15 = 0
x	337	253	x	x	x	34	0	35
0	45	25 - 15 = 10	0	0	0	0	79	

$$c_{12}=105.$$

Запаси 99 тонн, потреба - 45 тонн.

45 - мінімальне значення, тому

$$x_{12} = \min(99, 45) = 45.$$

Таблиця 2.17 - Опорний план №7

76	105	628	x	x	x	x	0	99 - 45 = 54
x	x	101	56	90	91	x	x	0
x	x	253	x	x	x	34	0	35
0	45 - 45 = 0	10	0	0	0	0	79	

$c_{33}=253$.

Запаси – 35 тонн, потреба - 10 тонн.

10 – мінімальне значення, тому

$$x_{33} = \min(35, 10) = 10.$$

Таблиця 2.18 – Опорний план №8

76	105	x	x	x	x	x	0	54
x	x	101	56	90	91	x	x	0
x	x	253	x	x	x	34	0	35 - 10 = 25
0	0	10 - 10 = 0	0	0	0	0	79	

$c_{18}=0$.

Запаси – 54 тонн, потреба – 79 тонн.

54 – мінімальне значення, тому

$$x_{18} = \min(54, 79) = 54.$$

Таблиця 2.19 – Опорний план №9

76	105	x	x	x	x	x	0	54 - 54 = 0
x	x	101	56	90	91	x	x	0
x	x	253	x	x	x	34	0	25
0	0	0	0	0	0	0	79 - 54 = 25	

$$c_{38}=0.$$

Запаси – 25 тонн, потреба – 25 тонн.

25 – мінімальне значення, тому

$$x_{38} = \min(25, 25) = 25.$$

Таблиця 2.20 – Опорний план №10

76	105	x	x	x	x	x	0	0
x	x	101	56	90	91	x	x	0
x	x	253	x	x	x	34	0	25 - 25 = 0
0	0	0	0	0	0	0	25 - 25 = 0	

Таблиця 2.21 – Скорегований опорний план №1

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	Наяв- ність на завод і
Завод 1	76 [55]	105 [45]	628	471	602	622	356	0 [54]	154
Завод 2	456	470	101 [15]	56 [48]	90 [50]	91 [64]	168	0	177
Завод 3	322	337	253 [10]	96	227	225	34 [70]	0 [25]	105
Потре ба	55	45	25	48	50	64	70	79	

Згідно розрахунків отримали опорний план №1. Він вважається допустимим, бо за даними таблиці 2.21 всі потреби одержувачів (C1-C7) задоволені і вся цегла з заводів, яка була призначена для цієї групи одержувачів, відправлена.

Створений опорний план є невиродженим. Кількість клітинок, які задіяні дорівнює 10 (за умовою потрібно $m + n - 1 = 10$).

Цільова функція даного опорного плану знаходиться за наступною формулою:

$$F(x) = 76 \times 55 + 105 \times 45 + 0 \times 54 + 101 \times 15 + 56 \times 48 + 90 \times 50 + 91 \times 64 + 253 \times 10 + 34 \times 70 + 0 \times 25 = 28342 \text{ т} \cdot \text{км}.$$

Удосконалюємо отриманий опорний план шляхом знаходження наступних потенціалів в тих клітинках матриці, які задіяні u_i , v_j , при виконанні наступних вимог:

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

при

$$u_1 = 0.$$

$$u_1 + v_1 = 76; 0 + v_1 = 76; v_1 = 76$$

$$u_1 + v_2 = 105; 0 + v_2 = 105; v_2 = 105$$

$$u_1 + v_8 = 0; 0 + v_8 = 0; v_8 = 0$$

$$u_3 + v_8 = 0; 0 + u_3 = 0; u_3 = 0$$

$$u_3 + v_3 = 253; 0 + v_3 = 253; v_3 = 253$$

$$u_2 + v_3 = 101; 253 + u_2 = 101; u_2 = -152$$

$$u_2 + v_4 = 56; -152 + v_4 = 56; v_4 = 208$$

$$u_2 + v_5 = 90; -152 + v_5 = 90; v_5 = 242$$

$$u_2 + v_6 = 91; -152 + v_6 = 91; v_6 = 243$$

$$u_3 + v_7 = 34; 0 + v_7 = 34; v_7 = 34$$

Таблиця 2.22 – Удосконалення опорного плану №1

	$v_1=76$	$v_2=105$	$v_3=253$	$v_4=208$	$v_5=242$	$v_6=243$	$v_7=34$	$v_8=0$
$u_1=0$	76 [55]	105 [45]	628	471	602	622	356	0 [54]
$u_2=-152$	456	470	101 [15]	56 [48]	90 [50]	91 [64]	168	0
$u_3=0$	322	337	253 [10]	96	227	225	34 [70]	0 [25]

Отриманий опорний план №1 не вважається оптимальним внаслідок наступної оцінки клітинок, які залишились вільними:

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

$$(3;4): 0 + 208 > 96; \Delta_{34} = 0 + 208 - 96 = 112 > 0$$

$$(3;5): 0 + 242 > 227; \Delta_{35} = 0 + 242 - 227 = 15 > 0$$

$$(3;6): 0 + 243 > 225; \Delta_{36} = 0 + 243 - 225 = 18 > 0$$

$$\max(112, 15, 18) = 112.$$

З вільних клітинок максимальне значення: (3;4): 96.

Клітинку (3;4) відмічаємо як «+», в інших клітинках, які представляють вершини багатокутника чергуємо знаки «-» та «+».

Таблиця 2.23 – Удосконалення опорного плану №2

	1	2	3	4	5	6	7	8	Наявність
1	76 [55]	105 [45]	628	471	602	622	356	0 [54]	154
2	456	470	101[15] [+]	56[48] [-]	9 [50]	9 [64]	168	0	177
3	322	337	253[10] [-]	96 [+]	227	225	34 [70]	0 [25]	105
Потреба	55	45	25	48	50	64	70	79	

Отримуємо наступний цикл: (3,4 → 3,3 → 2,3 → 2,4) у таблиці 2.23.

В клітинках, які позначені знаком « - » обираємо найменший показник

- .

$$y = \min (3, 3) = 10.$$

Додаємо 10 до кількості вантажів (цегли) які стоять в клітинках зі знаком «+» та віднімаємо з X_{ij} , тобто у клітинках зі знаком «-»

Отримуємо опорний план табл.2.24.

Таблиця 2.24 – Удосконалення опорного плану №3

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	Запас
Завод 1	76 [55]	105 [45]	628	471	602	622	356	0 [54]	154
Завод 2	456	470	101 [25]	56 [38]	9 [50]	91 [64]	168	0	177
Завод 3	322	337	253	96 [10]	227	225	34 [70]	0 [25]	105
Потре ба	55	45	25	48	50	64	70	79	

Перевіряємо на оптимальність отриманий опорний план. Знаходимо потенціали u_i, v_j . З врахування вимог:

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

$$u_1 = 0$$

$$u_1 + v_1 = 76; 0 + v_1 = 76; v_1 = 76$$

$$u_1 + v_2 = 105; 0 + v_2 = 105; v_2 = 105$$

$$u_1 + v_8 = 0; 0 + v_8 = 0; v_8 = 0$$

$$u_3 + v_8 = 0; 0 + u_3 = 0; u_3 = 0$$

$$u_3 + v_4 = 96; 0 + v_4 = 96; v_4 = 96$$

$$u_2 + v_4 = 56; 96 + u_2 = 56; u_2 = -40$$

$$u_2 + v_3 = 101; -40 + v_3 = 101; v_3 = 141$$

$$u_2 + v_5 = 90; -40 + v_5 = 90; v_5 = 130$$

$$u_2 + v_6 = 91; -40 + v_6 = 91; v_6 = 131$$

$$u_3 + v_7 = 34; 0 + v_7 = 34; v_7 = 34$$

Таблиця 2.25 – Удосконалення опорного плану №4

	$v_1=76$	$v_2=105$	$v_3=141$	$v_4=96$	$v_5=130$	$v_6=131$	$v_7=34$	$v_8=0$
$u_1=0$	76 [55]	105[45]	628	471	602	622	356	0 [54]
$u_2=-40$	456	470	101 [25]	56 [38]	90 [50]	91 [64]	168	0
$u_3=0$	322	337	253	96 [10]	227	225	34 [70]	0 [25]

Отримані значення свідчать про те, що опорний план є оптимальним.

Про це свідчать вільні клітинки, що задовільняють умові $u_i + v_j \leq c_{ij}$

Цільова функція мінімального значення транспортної роботи складає:

$$F(x) = 76 \cdot 55 + 105 \cdot 45 + 0 \cdot 54 + 101 \cdot 25 + 56 \cdot 38 + 90 \cdot 50 + 91 \cdot 64 + 96 \cdot 10 + 34 \cdot 70 + 0 \cdot 25 = 27222 \text{ т} \cdot \text{км}$$

Вирішення транспортної задачі, використовуючи метод потенціалів, дало наступні результати:

З цеглевого заводу 1 «Кератерм» (Київська обл.) цегла доставляється на склад 1 одержувача у м. Біла Церква (55 тонн) та на склад 2 м. Фастів (45 тонн).

З заводу 2 «Керамік» Тернопільська обл.) цегла прямує на склад 3 м. Стрий (25 тонн), склад 4 м. Тернопіль (38 тонн), склад 5 м. Івано-Франківськ (50 тонн), склад 6 м. Львів (64 тонн)

З заводу 3 Керам (Хмельницька обл.) цегла транспортується у склад 4 м. Тернопіль (10 тонн) та у склад 7 м. Хмельницький (70 тонн).

Після розподілення цегли по споживачах на Заводі 1 залишилося 54 тонн цегли, оптимальний план є виродженим, $x_{18}=0$.

На заводі 3 залишок складає 25 тонн; план є вироджений, $x_{38}=0$.

Графічне зображення рішення задачі представлено на рисунку 2.1.

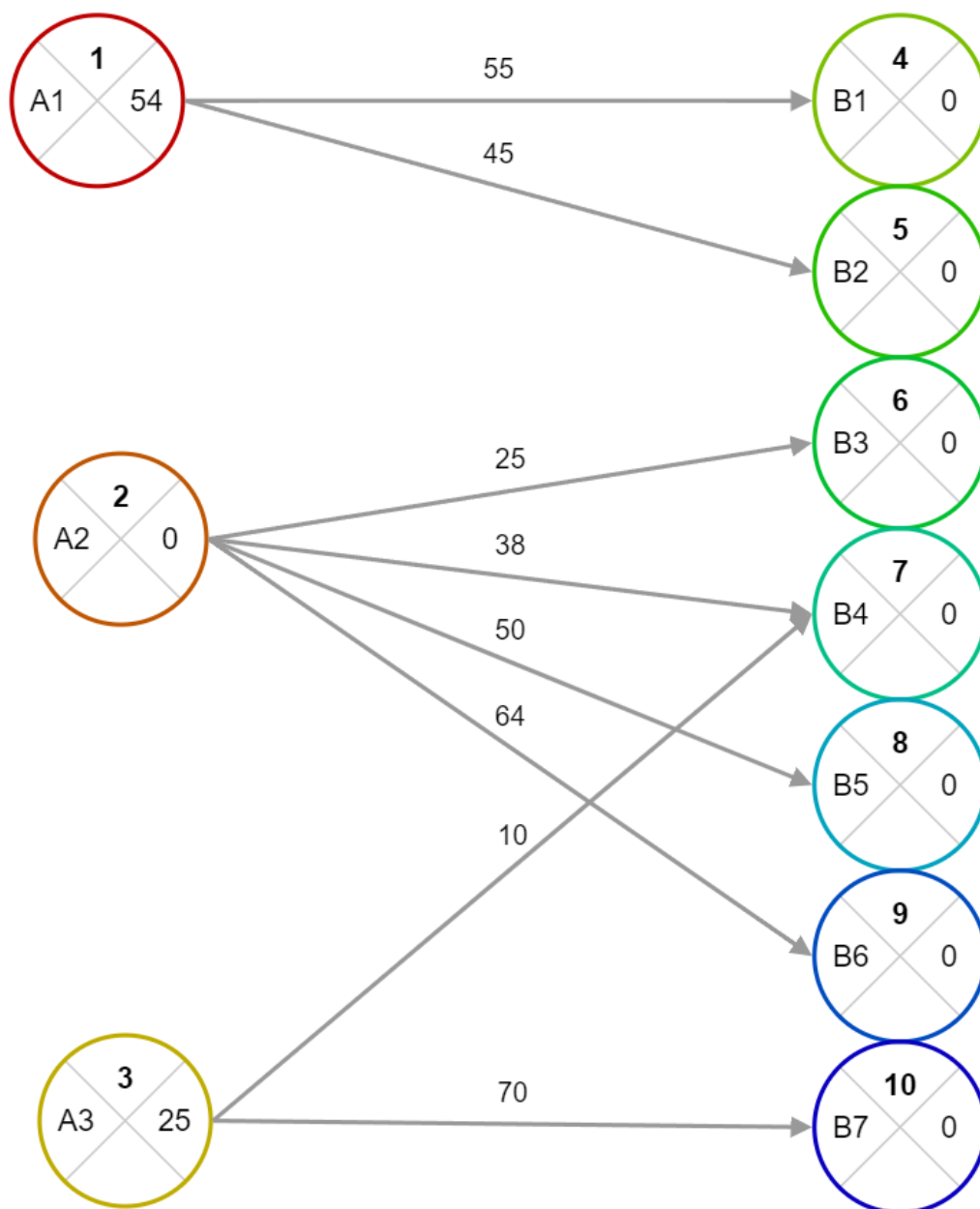


Рисунок 2.1 – Графічне рішення транспортної задачі доставки цегли

2.5 Визначення кількості тари при перевезенні цегли

Для визначення потрібної кількості автотранспорту необхідно визначити потрібну кількість тари. Для цегли використовуються спеціальні піддони, призначені саме для перевезення цегли [8;9;10].

В магістерській роботі були застосовані піддони 520×1030 мм.

Кількість одиниць цегли – 312 штук.

Вага однієї цегли становить – 3,6 кг.

Вага одного піддону складає: $312 \cdot 3,6 = 1123,2$ кг = 1,123 тонни.

Приймаємо середню вагу піддону з цеглою брутто – 1,2 тонни.

Вантажопотоки у кількості піддонів з цеглою представлені у таблиці 2.25.

Таблиця 2.25 – Результати розрахунку кількості піддонів 520×1030 мм з цеглою

Пункт отримувач цегли	Кількість тонн цегли	Кількість піддонів 520×1030 мм.
Біла Церква	55	46
Фастів	45	38
Стрий	25	21
Тернопіль	48	40
Іван-Франківськ	50	42
Львів	64	54
Тернопіль	70	59

2.6 Розробка маршрутів перевезення цегли за варіантом №1

Маршрути доставки цегли розробляємо згідно закріплення підприємств-відправників за складами-одержувачами.

Пропонується розглянути два варіанти: перший – з використанням автомобілів 10-ти тонників за маятниковими маршрутами; другий варіант - використання 20 –ти тонних автомобілів на розвізних кільцевих маршрутах [10].

Маршрут №1:

«Кузьминецька будівельна кераміка» - Біла Церква - «Кузьминецька будівельна кераміка».

Довжина маршруту 1:

$$L_{m1} = 10 + 76 + 76 + 10 = 172 \text{ км.}$$

Маршрут №2:

«Кузьминецька будівельна кераміка» - Фастів - «Кузьминецька будівельна кераміка».

Довжина маршруту 2:

$$L_{m2} = 10 + 105 + 105 + 10 = 130 \text{ км.}$$

Маршрут №3

«Бережанський цегельний завод «Керамік» - Стрий - Бережанський цегельний завод «Керамік»

Довжина маршруту 3:

$$L_{m3} = 10 + 105 + 105 + 10 = 130 \text{ км.}$$

Маршрут №4

«Бережанський цегельний завод «Керамік» - Тернопіль -
«Бережанський цегельний завод «Керамік»

Довжина маршруту 4:

$$L_{m4} = 10 + 56 + 56 + 10 = 132 \text{ км.}$$

Маршрут №5

«Бережанський цегельний завод «Керамік» - Івано-Франківськ -
«Бережанський цегельний завод «Керамік»

Довжина маршруту 5:

$$L_{m5} = 10 + 90 + 90 + 10 = 200 \text{ км.}$$

Маршрут №6

«Бережанський цегельний завод «Керамік» - Львів - «Бережанський
цегельний завод «Керамік»

Довжина маршруту 6:

$$L_{m6} = 10 + 91 + 91 + 10 = 202 \text{ км.}$$

Маршрут №7

РМД «Керам» - Тернопіль - РМД «Керам»,

Довжина маршруту 7:

$$L_{m7} = 10 + 96 + 96 + 10 = 212 \text{ км}$$

Маршрут №8

РМД «Керам» - Хмельницький - РМД «Керам»

Довжина маршруту 8:

$$L_{m8} = 10 + 34 + 34 + 10 = 88 \text{ км.}$$

Визначаємо кількість їздок по кожному маршруту:

$$E = \Pi / q_{\text{автом.}}, \quad (2.1)$$

де Π - кількість піддонів з цеглою (вантажооборот), од.;

$q_{\text{автом.}}$ – місткість автомобіля вантажопідйомністю 10 тонн, піддонів.

Маршрут №1:

$$E1 = 46 / 8 = 6 \text{ їздок.}$$

Маршрут №2:

$$E2 = 48 / 8 = 6 \text{ їздок.}$$

Маршрут №3:

$$E3 = 21 / 8 = 3 \text{ їздок.}$$

Маршрут №4:

$$E4 = 32 / 8 = 4 \text{ їздок.}$$

Маршрут №5:

$$E5 = 42 / 8 = 6 \text{ їздок.}$$

Маршрут №6:

$$E6 = 54 / 8 = 7 \text{ їздок.}$$

Маршрут №7:

$$E7 = 9 / 8 = 2 \text{ їздки.}$$

Маршрут №8:

$$E8 = 59 / 8 = 8 \text{ їздок.}$$

2.7 Розробка маршрутів перевезення цегли за варіантом №2

Аналогічним чином, визначаємо їздки по кожному маршруту другого варіанту, враховуючи вантажопідйомність автомобіля 20 тонн.

Маршрут №1:

$$E1 = 46 / 18 = 3 \text{ їздки.}$$

Маршрут №2:

$$E2 = 48 / 18 = 3 \text{ їздок.}$$

Маршрут №3:

$$E3 = 21 / 18 = 2 \text{ їздок.}$$

Маршрут №4:

$$E4 = 32 / 18 = 2 \text{ їздок.}$$

Маршрут №5:

$$E5 = 42 / 18 = 3 \text{ їздок.}$$

Маршрут №6:

$$E6 = 54 / 18 = 3 \text{ їздки.}$$

Маршрут №7:

$$E7 = 9 / 18 = 1 \text{ їздка.}$$

Маршрут №8:

$$E7 = 59 / 18 = 4 \text{ їздок.}$$

Схематично маршрути представимо на рисунку 2.2.

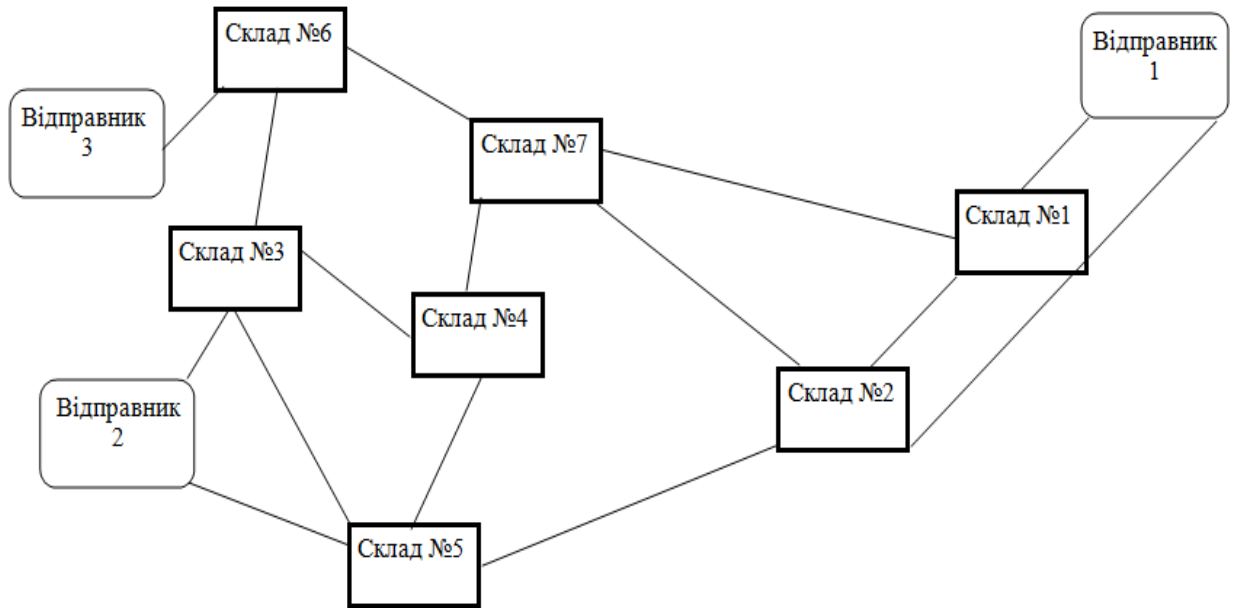


Рисунок 2.2 – Схематичне зображення вантажних пунктів

2.8 Визначення пробігу рухомого складу за варіантом №1

Загальний річний пробіг автомобілів складається з наступних елементів [10;11;12]:

- відстань нульових пробігів автомобіля (береться середнє значення);
- довжина кожного маршруту (8 маршрутів) за одну їзду;
- кількість їздок протягом місяця по кожному маршруту;
- кількість місяців у році, 12.

Пробіг автомобіля визначаємо по кожному маршруту.

Маршрут №1:

$$L_{\text{міс.}}(1) = 172 \cdot 6 = 1032 \text{ км.}$$

Маршрут №2:

$$L_{\text{міс.}}(2) = 130 \cdot 6 = 780 \text{ км.}$$

Маршрут №3:

$$L_{\text{міс.}}(3) = 130 \cdot 3 = 390 \text{ км.}$$

Маршрут №4:

$$L_{\text{міс.}}(4) = 132 \cdot 4 = 528 \text{ км.}$$

Маршрут №5:

$$L_{\text{міс.}}(5) = 200 \cdot 6 = 1200 \text{ км.}$$

Маршрут №6:

$$L_{\text{міс.}}(6) = 202 \cdot 7 = 1414 \text{ км.}$$

Маршрут №7:

$$L_{\text{міс.}}(7) = 212 \cdot 2 = 424 \text{ км.}$$

Маршрут №8:

$$L_{\text{міс.}}(8) = 88 \cdot 8 = 704 \text{ км.}$$

Таким чином, загальний пробіг за рік складає:

$$L_{\text{річ.}}(1-8) = 6472 \cdot 12 = 77664 \text{ км.}$$

2.9 Визначення пробігу рухомого складу за варіантом №2

За варіантом 2 кількість маршрутів залишається незмінною, змінюється тільки кількість їздок за місяць внаслідок збільшення вантажопідйомності автомобіля з десяти тонн (8 піддонів з цеглою) до двадцяти (18 піддонів) [8].

Визначаємо протяжність пробігу автомобіля за місяць по кожному маршруту другого варіанту.

Маршрут №1:

$$L_{\text{міс.}}(1) = 172 \cdot 3 = 516 \text{ км.}$$

Маршрут №2:

$$L_{\text{міс.}}(2) = 130 \cdot 3 = 520 \text{ км.}$$

Маршрут №3:

$$L_{\text{міс.}}(3) = 130 \cdot 3 = 390 \text{ км.}$$

Маршрут №4:

$$L_{\text{міс.}}(4) = 132 \cdot 2 = 264 \text{ км.}$$

Маршрут №5:

$$L_{\text{міс.}}(5) = 200 \cdot 3 = 600 \text{ км.}$$

Маршрут №6:

$$L_{\text{міс.}}(6) = 202 \cdot 3 = 606 \text{ км.}$$

Маршрут №7:

$$L_{\text{міс.}}(7) = 212 \cdot 1 = 212 \text{ км.}$$

Маршрут №8:

$$L_{\text{міс.}}(8) = 88 \cdot 4 = 352 \text{ км.}$$

Таким чином, загальний пробіг за рік складає:

$$L_{\text{річ.}}(1-8) = 6472 \cdot 12 = 77664 \text{ км.}$$

Сумарний річний пробіг автомобіля складає:

$$L_{\text{річ.}}(1-8) = 3460 \cdot 12 = 41520 \text{ км.}$$

2.10 Визначення ефективності використання рухомого складу

Правильність та раціональність вибору рухомого складу характеризується техніко-експлуатаційними показниками роботи.

Одним з таких показників є коефіцієнт використання місткості автомобіля [11;12].

В магістерській роботі при перевезенні цегли на піддонах вага одного вантажного місця складає близько 1,2 т. І, не зважаючи на те, що місткість автомобілів (10 т) складає 10 піддонів, то завантажувати згідно вантажопідйомності можна лише 8.

Наприклад, в автомобіль 20-ти тонн за місткістю можна розмістити 20 піддонів, а за вантажопідйомністю – 18 піддонів.

Визначаємо коефіцієнт використання вантажопідйомності для варіанту №1:

$$K_v(1) = 1,2 \cdot 8 / 10 = 0,96.$$

Для варіанту 2 коефіцієнт нерівномірності складає:

$$K_v(2) = 1,2 \cdot 18 / 22 = 0,98.$$

Отже, для перевезення цегли на піддонах автомобілями з вантажопідйомністю 20-22 тонни коефіцієнт нерівномірності збільшується, а також зменшується річний пробіг на 36144 км, що позитивно впливає на зменшення економічних витрат на доставку цегли.

2.11 Розрахунок кількості автомобілів

Кількість транспортних засобів визначаємо враховуючи, що об'єм перевезень цегли заданий в кількості тонн (піддонів) за місяць. Тобто, протягом місяця замовлення на цеглу повинно бути виконане [8;9;11].

На основі визначення часу руху на маршруті визначаємо час перебування автомобіля в наряді з врахуванням часу їздки. Отриманий результат округляємо до значення кратного добі.

Приймаємо, що в місяць водії працюють 22 робочих дня.

Визначаємо час роботи по кожному маршруту за варіантом №1.

Для маршруту №1:

$$T_{н1} = 0,1 + 1,0 + 1,17 + 1,0 + 1,17 + 0,1 = 4,54 = 4,54 = 5 \text{ год.}$$

Для маршруту №2:

$$T_{н2} = 0,1 + 1,0 + 1,72 + 1,0 + 1,72 + 0,1 = 5,64 = 6 \text{ год.}$$

Для маршруту №3:

$$T_{н3} = 0,1 + 1,0 + 1,53 + 1,0 + 1,53 + 0,1 = 5,26 = 6 \text{ год.}$$

Для маршруту №4:

$$T_{н4} = 0,1 + 1,0 + 0,88 + 1,0 + 0,88 + 0,1 = 3,96 = 4 \text{ год.}$$

Для маршруту №5:

$$T_{н5} = 0,1 + 1,0 + 1,45 + 1,0 + 1,45 + 0,1 = 5,1 = 6 \text{ год.}$$

Для маршруту №6:

$$T_{н6} = 0,1 + 1,0 + 1,72 + 1,0 + 1,72 + 0,1 = 6,64 = 7 \text{ год.}$$

Для маршруту №7:

$$T_{н7} = 0,1 + 1,0 + 1,47 + 1,0 + 1,47 + 0,1 = 5,14 = 6 \text{ год.}$$

Для маршруту №8:

$$T_{н8} = 0,1 + 1,0 + 0,75 + 1,0 + 0,75 + 0,1 = 3,7 = 4 \text{ год.}$$

За результатами приймаємо, що на маршрутах №4 та №8 автомобілі за робочу зміну роблять дві їздки, тому загальна кількість діб роботі за місяць складає:

$$\Sigma Д = 1 \cdot 6 + 1 \cdot 6 + 1 \cdot 3 + (1 \cdot 4)/2 + 1 \cdot 6 + 1 \cdot 7 + 1 \cdot 2 + (1 \cdot 8)/2 = 36 / 22 = 1,63 = 2 \text{ автомобіля.}$$

Для варіанту №2 час в наряді на маршрутах залишається не змінним, зменшилася тільки кількість їздок по маршрутах. Визначаємо загальну кількість днів роботи водіїв та кількість автомобілів:

$$\Sigma Д = 1 \cdot 3 + 1 \cdot 3 + 1 \cdot 3 + (1 \cdot 2) / 2 + 1 \cdot 3 + 1 \cdot 3 + 1 \cdot 1 + (1 \cdot 2) / 2 = 18 / 22 = 1 \text{ автомобіль.}$$

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Економічні розрахунки доставки цегли

В даній роботі розглядається доставка цегли від трьох постачальників

- 1) «Кузьминецька будівельна компанія» Київська обл. Обухівський р-н, с. Кузьминці;
- 2) «Бережанський цегельний завод «Керамік» Тернопільська обл., Бережанський район;
- 3) РМД «Керам» Хмельницька обл., Хмельницький район, с. Доброгорща.

Одержувачами є сім вантажних пунктів. В роботі пропонується розглянути два варіанти використання рухомого складу – автомобілі вантажопідйомністю 10т (варіант 1) та 20 т (варіант 2).

Згідно розрахунків, за першим варіантом кількість автомобілів складає 2 одиниці, за другим – 1 автомобіль.

Перевезення здійснюються ТОВ «Мета Транс».

Пропонується порівняти який транспорт власний чи орендований вигідніше використовувати при заданій системі доставки цегли.

Розраховуємо річні експлуатаційні витрати базовий та проєктний варіанти.

Експлуатаційні витрати при використанні автомобільного транспорту визначимо за формулою [13]:

$$Z_{екс}^{np} = Z_3^{np} + Z_c^{np} + Z_n^{np} + Z_{авт}^{np} + A_1 - Z_k^{np}, \quad (3.1)$$

де Z_3^{np} - заробітна плата водіїв грн;

Z_c^{np} - відрахування на соціальні заходи, грн;

Z_n^{np} - накладні витрати , грн;

$Z_{авт}^{пр}$ - витрати на перевезення цегли автомобілями вантажопідйомністю 10 та 22 тонни, грн;

A_1 – амортизаційні відрахування, грн;

Вихідні дані для визначення заробітної плати представлені в таблиці 3.1

Таблиця 3.1 – Значення, які необхідні для визначення заробітної плати водіїв

Показник□	Значення показників заробітної плати□
N □	Кількість водіїв, задіяних в перевезеннях приймаємо 2 за першим варіантом та 1 за другим. □
$k_{пр}$ □	Коефіцієнт, який враховує витрати на премію водіїв автомобілів, $k_{пр}=1,25$ □
$C_{год}$ □	Годинна тарифна ставка (розраховується виходячи з розміру середнього трейду працівника), грн/год., приймаємо 68,5 грн./год.□
Φ_p □	Фонд робочого часу протягом року, за даними розрахунку складає $\Phi_p^o=2069$ год.□
$7/6$ □	Коефіцієнт, який враховує доплату за роботу у вечірній □
$k_{кл}$ □	Коефіцієнт, який враховує доплату водіям та машиністам тепловозів за класність, приймається в роботі середній показник $k_{кл}=0,1$ □
$k_{шк}$ □	коефіцієнт, який враховує доплату за працю у шкідливих умовах. Виходячи з системи нарахувань по балах, приймається для машиністів $k_{шк}^o=0,14$; для вантажників $k_{шк}^o=0,11$; для помічників машиніста-складачів поїздів та інших робочих професій $k_{шк}^o=0,1$; для інженерно-технічних працівників та службовців $k_{шк}=0,04$.□

Кінець таблиці 3.1

Показник	Значення показників заробітної плати
$\Phi_{\text{св}}$	Час роботи протягом року у святкові дні та на день робітника металургійної та гірничо-видобувної галузі. $\Phi_{\text{св}} = 0$ год., оскільки робота в святкові дні не передбачається.

Зарплата водіям автомобілів нараховується по погодинно-преміальній системі за формулою [13]:

$$Z_{\text{г}}^{\text{np}} = N \cdot k_{\text{пр}} \cdot C_{\text{год}} [\Phi_{\text{р}} (7/6 + k_{\text{кл}} + k_{\text{шк}}) + \Phi_{\text{св}}], \quad (3.2)$$

$$Z_{\text{с}}(\text{var1}) = 2 \cdot 1,25 \cdot 68,5 [2069 (7/6 + 0,1 + 0,1) + 0] = 484232 \text{ грн.}$$

$$Z_{\text{с}}(\text{var2}) = 1 \cdot 1,25 \cdot 68,5 [2069 (7/6 + 0,1 + 0,1) + 0] = 242116 \text{ грн.}$$

Соціальне страхування становить 22 %:

$$Z_{\text{с}}(\text{var1}) = 0,22 \cdot 484232 = 106531 \text{ грн.};$$

$$Z_{\text{с}}(\text{var2}) = 0,22 \cdot 242116 = 53265 \text{ грн.}$$

Накладні витрати складають 34% та визначається відносно заробітної плати водіїв [13]:

$$Z_{\text{н}}^{\text{np}} = Z_{\text{з}}^{\text{np}} \cdot 0,34 \quad (3.3)$$

Виконаємо розрахунки за формулою (3.3):

$$Z_{\text{н}}(\text{база}) = 0,34 \cdot 484232 = 164639 \text{ грн}$$

$$Z_n^{np} = 0,34 \cdot 242116 = 82319 \text{ грн.}$$

Витрати на перевезення автомобільним транспортом визначаються за формулою [13]:

$$Z_{авт}^{np} = Z_{зп} + Z_{рем} + Z_{ш}, \quad (3.4)$$

де $Z_{зп}$ – загальні витрати на бензин, грн;

$Z_{рем}$ – витрати, призначені на ремонт двох (варіант 1) та одного (варіант 2) автомобілів, грн;

$Z_{ш}$ – витрати на заміну шин, грн.

Розрахунок витрат на паливо проводиться за нормативними даними витрат палива на 100 км [13].

Потреба в паливі за рік буде складати:

$$P_{II} = (12 \cdot N_{PM} \cdot L_{mic}) / 100, \text{ л} \quad (3.5)$$

де n – витрата палива, л. на 100 км пробігу.

n приймаємо 34 л/100 км – варіант 1; 38 л/100 км – варіант 2 .

L – пробіг автомобілів за рік визначається з врахуванням загального пробігу за місяць помноженому на кількість місяців у році

$$L_{річний (вар.1)} = 6472 \cdot 12 = 77664 \text{ км.}$$

$$L_{річний (вар 2)} = 3460 \cdot 12 = 41520 \text{ км.}$$

Виконаємо розрахунки за формулою :

$$P_{II(вар 1)} = 77664 \cdot 34 / 100 = 26406 \text{ літрів;}$$

$$P_{II(вар 2)} = 41520 \cdot 38 / 100 = 15778 \text{ літрів.}$$

Вартість витрат на паливо розраховуємо за формулою [13]:

$$З_{\Pi} = P_{\Pi} \cdot B_{\Pi} \text{ грн.} \quad (3.6)$$

де B_{Π} – вартість одного літра пального, у грудні 2024 році становить $B_{\Pi} = 56,0$ грн/літр.

Виконаємо розрахунки за формулою (3.6):

$$З_{\Pi(вар1)} = 26406 \cdot 56,0 = 1478736 \text{ грн.}$$

$$З_{\Pi(вар2)} = 15778 \cdot 56,0 = 883568 \text{ грн.}$$

Загальні витрати на паливо визначаємо враховуючі наступні витрати [13]:

- для визначення відрахувань на гаражні потреби приймають 7% від витрат на паливо:

$$З_{гн(вар1)} = 1478736 \cdot 0,07 = 103512 \text{ грн;}$$

$$З_{гн(вар2)} = 883568 \cdot 0,07 = 61850 \text{ грн.}$$

- для визначення витрат на мастильні матеріали відраховуються 30% від всієї вартості палива:

$$З_{мм(вар1)} = 1478736 \cdot 0,3 = 443621 \text{ грн;}$$

$$З_{мм(вар2)} = 883568 \cdot 0,3 = 265070 \text{ грн.}$$

- для визначення витрат на експлуатаційні матеріали відраховується 1% від вартості палива:

$$З_{ем(вар1)} = 1478736 \cdot 0,01 = 14787 \text{ грн;}$$

$$З_{ем(вар2)} = 883568 \cdot 0,01 = 8836 \text{ грн.}$$

Загальні витрати на паливо та мастильні матеріали складають:

$$З_{ЗП(вар1)} = 1478736 + 103512 + 443621 + 14787 = 2040656 \text{ грн;}$$

$$З_{ЗП(вар2)} = 883568 + 265070 + 61850 + 8836 = 1219324 \text{ грн.}$$

Витрати, необхідні для ремонту автомобілів, які доставляють цеглу одержувачам [13]:

$$З_{рем} = P_{п} \cdot 1,8, \quad (3.7)$$

Виконаємо розрахунки за формулою (3.7):

$$З_{рем(база)} = 26406 \cdot 1,8 = 47531 \text{ грн;}$$

$$З_{рем(база)} = 15778 \cdot 1,8 = 28400 \text{ грн;}$$

Величина витрати на заміну шин визначається в залежності від нормативного пробігу (60000 км) автотранспортних засобів та загального річного пробігу всіх автомобілів за формулою [13]:

$$K_{ш} = \frac{L_{річ}}{L_{норм}}, \quad (3.8)$$

де $K_{ш}$ - кількість одиниць комплектів шин;

$L_{річ}$ - річний пробіг автомобілів, км;

$$L_{річ(вар1)} = 77664 \text{ км;}$$

$$L_{річ(вар2)} = 41520 \text{ км;}$$

$L_{норм}$ - нормативний пробіг заданих марок автомобілів до заміни комплекту шин.

$$L_{\text{норматив.}} = 60000 \text{ км.}$$

За формулою (3.8) для кожного варіанту кількість комплектів складає:

$$K_{ш(вар1)} = 77664 / 60000 = 1,3 \text{ комплект/рік;}$$

$$K_{ш(вар2)} = 41520 / 60000 = 1 \text{ комплект/рік.}$$

Річні витрати на шини розрахуємо за формулою [13]:

$$З_{ш} = K_{ш} \cdot Ц_{к}, \quad (3.9)$$

де $Ц_{к}$ - вартість одиниці одного комплекту автомобільних шин.

$$Ц_{к(вар1 \text{ і } вар2)} = 80000 \text{ грн.}$$

Виконаємо розрахунки за формулою (3.9):

$$З_{ш(база)} = 80000 \cdot 1,3 = 104000 \text{ грн;}$$

$$З_{ш(проект)} = 80000 \cdot 1 = 80000 \text{ грн;}$$

Отримані результат розрахунків сумуємо:

$$З_{авт}^{np(вар1)} = 2040656 + 47531 + 104000 = 2192187 \text{ грн.}$$

$$З_{авт}^{np(вар2)} = 1219324 + 28400 + 80000 = 1327724 \text{ грн.}$$

Норма амортизаційних відрахувань становить 40% на рік на залишкову вартість вантажних автомобілів.

Амортизаційні відрахування за рік з урахуванням того, що вісім маршрутів обслуговують два автомобілі вантажопідйомність 10 тонн згідно першого варіанту розрахунків та один автомобіль з вантажопідйомністю 20 тонн.

Залишкова вартість автомобіля 10т складає 900000 грн; 20 т – 1250000 грн.

$$A_{1 \text{ (вар1)}} = 900000 \cdot 2 \cdot 40/100 = 720000 \text{ грн};$$

$$A_{2 \text{ (вар2)}} = 1250000 \cdot 1 \cdot 40/100 = 500000 \text{ грн};$$

Отже, загальні витрати при перевезенні будівельних матеріалів одержувачам в Запорізькій області становлять:

$$\begin{aligned} Z_{екс}^{np} \text{ (вар1)} &= 484232 + 106531 + 164639 + 2192187 + 720000 = \\ &= 3667589 \text{ грн}; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_{екс}^{np} \text{ (вар2)} &= 242116 + 53265 + 82319 + 1327724 + 500000 = \\ &= 2205425 \text{ грн}; \end{aligned}$$

Економія річних витрат складає:

$$E = Z_{екс}^{np} \text{ (вар1)} - Z_{екс}^{np} \text{ (вар2)}, \quad (3.10)$$

$$E = 3667589 - 2205425 = 1462163 \text{ грн.}$$

Таким чином, другий варіант є більш економічно доцільним. Економія складає 1462163 грн.

3.2 Порівняння варіантів використання власного та орендованого транспорту підприємства ТОВ «Мета Транс»

На підприємстві ТОВ «Мета Транс» є як власний транспорт, так і орендований. Орендна плата залежить від таких факторів, як вантажопідйомність автомобіля та дальність (пробіг) перевезення.

Для автомобілів вантажопідйомність 10-12 тонн тариф складає від 38 до 42 грн за один кілометр пробігу.

Для автомобілів вантажопідйомністю 20-22 тонни - від 45 до 50 грн за км загального пробігу.

Приймаємо плату за оренду автомобілів 10 т – 40 грн. за один кілометр.

Плата за оренду варіанту 1 (оренда) складає:

$$З (оренда \ 1вар) = 40 \cdot 77664 = 3106560 \text{ грн.}$$

Приймаємо плату за оренду автомобілів 22 тонни – 47 грн.

Плата за оренду варіанту 2 (оренда) складає:

$$З (оренда \ 1вар) = 47 \cdot 41520 = 1951440 \text{ грн.}$$

Для порівняння результатів розрахунків складаємо таблицю 3.2.

Таблиця 3.2 – Річні експлуатаційні витрати власного та орендованого транспорту за варіантами

Варіант розрахунків	Значення річних витрат, грн
Варіант №1 (автомобілі 10т) – власний транспорт	3667589
Варіант №2 (автомобілі 22т) – власний транспорт	2205425
Варіант №1 (автомобілі 10т) – орендований транспорт	3106560
Варіант №2 (автомобілі 22т) – орендований транспорт	1951440

Таким чином, за розрахунками найвигіднішим у порівнянні з іншими варіантами є використання орендованих автомобілів 22 тонни. При цьому річні експлуатаційні витрати складають 1951440 грн. (другий варіант).

Якщо порівняти цей варіант з другим варіантом використання власних автомобілів підприємства ТОВ «Мета Транс», економія річних витрат складає:

$$E_{(оренда)} = 2205425 - 1951440 = 253985 \text{ грн.}$$

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В магістерській роботі на тему: «Підвищення ефективності перевезень цегли в умовах ТОВ «Мета Транс» розглядається процес удосконалення перевезення цегли по областях України.

Небезпеки при вантажних переробці цегли наведені в Додатку А [14;15].

У Додатку Б представлена розробка заходів щодо усунення існуючих небезпек та проблем виробничої санітарії та гігієни праці [14;15].

У Додатку В міститься розрахунок впливу шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища та напруженості праці, значення яких були виміряні в лабораторії дослідника [14;15].

ВИСНОВКИ

В роботі був розглянутий процес доставки цегли з цегельних заводів, які знаходяться в Київській області («Кузьминецька будівельна кераміка», Тернопільській області («Бережанський завод Керамік» та Хмельницької області «РДМ Керам»). Одержувачами (замовниками) є сім складів, які знаходяться: м. Біла Церкава, м. Фастів, м. Стрий, м. Івано-Франківськ, м. Львів та м. Хмельницький.

Доставка цегли відбувається засобами компанії ТОВ «Мета Транс», яка має в наявності як власні автомобілі, так і взяті в оренду. Тому в магістерській роботі були визначені експлуатаційні витрати та порівняні результати розрахунків.

За результатами дослідження вантажопотоків було з'ясовано, що доставка цегли відбувається один раз на місяць. В роботі розглянуто два варіанти використання рухомого складу – автомобілів 10т та 20 т.

Для усунення недоліків, які виникли при організації доставки цегли в роботі були вирішені наступні питання: визначені статистичні показники вантажопотоків, методом потенціалів закріплені постачальники цегли за замовниками та розроблені раціональні маршрути; удосконалена укладка вантажів в рухомому складі, визначена кількість їздок та середній річний пробіг автомобілів, розрахована потрібна кількість автомобілів за двома варіантами.

Так, за варіантом №1 кількість автомобілів 10тонн складає 2 одиниці, автомобілів 20 тонн – 1 одиниця. Підбір оптимального за вантажопідйомністю рухомого складу дозволив зменшити річний пробіг з 77664 км до 41520 км;

Це дозволило зменшити річні експлуатаційні витрати від використання власного транспорту на 1462163 грн. Однак, найбільш раціональним є варіант використання орендованого 20-ти тонного автомобіля – 1951440 грн. Це на 253985 грн дешевше, ніж обраний (другий варіант).

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

- 1 Офіційний ресурс: <https://keraterm.ua/contacts/> (дата звернення 12.12.2024)
- 2 Інформаційний ресурс: <https://cegla.if.ua/rozmir-cegli> (дата звернення 12.12.2024).
- 3 Інформаційний ресурс: <https://pl2t.com/uk/shop/cegla/> (дата звернення 03.12.2024)
- 4 Коваленко В.М., Щуріхін В.К., Машика Н. Б./ В.М. Коваленко, В.К. Щуріхін, В.М. Машина Вантажні автомобільні перевезення: Підручник. - К.: Літера ЛТД, 2006. - 304 с.
- 5 Ізтелеуова М.С. Організація та логістика перевезень: підручник / М.С. Ізтелеуова, І.В. Грицук, П.М. Арімбекова, Л.А. Тарандушка. – Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2021 - 264 с.
- 6 Кузькін О.Ф. Імовірнісні і статистико-експериментальні методи аналізу транспортних систем [Текст] : навчальний посібник / О.Ф. Кузькін, О.А. Лащених, С.М. Турпак. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2013. – 371с.
- 7 Методичні вказівки до виконання практичних занять з дисципліни „Основи теорії систем і системного аналізу”, для студентів спеціальності 7.100403 / Укл. О. А. Лащених, О. Ф. Кузькін – З.: ЗНТУ, 2001, -83с.
- 8 Комплекс з навчально-методичного забезпечення дисципліни «Вантажні автомобільні перевезення» для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 275.03 Транспортні технології (на автомобільному транспорті)// Укл.: проф. Бабушкін Г.Ф., ст. викл. Лебідь Г.О. – Запоріжжя: ЗНТУ, - 2019.- 100 с.
- 9 Оліскевич Мирослав. Організація автомобільних перевезень : у 2-х ч. : навч. посіб. / М. С. Оліскевич. - Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2017. - Ч. 1: Вантажні перевезення. - 336 с. ISBN 978-966-941-084-9

- 10 Вільковський Є. К. Вантажознавство (вантажі, правила перевезень, рухомий склад) / 2-е вид., перероб. і доп. – Львів : «Інтелект - Захід», 2007. - 496 с.
- 11 Методичні вказівки до курсового проєктування з дисципліни «Вантажні автомобільні перевезення» для студентів спеціальності 275 «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)» денної та заочної форм навчання / Укл. Г.Ф. Бабушкін, Г.О. Лебідь, Т.В. Кальченко. Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2021 - 47 с.
- 12 Босняк М.Г. Вантажні автомобільні перевезення/Навчальний посібник/ М.Г. Босняк, К.: Видавничий Дім «Слово», 2010, 408с.
- 13 Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни «Основи економіки транспорту» для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 275 «Транспортні технології» / Укл.: ст. викл. Харченко Т.В. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2018. – 36 с.
- 14 Лазуткін М. І., Журавель М. О. Дослідження шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища, важкості і напруженості праці : методичні вказівки до лабораторного заняття з дисципліни «Цивільний захист і охорона праці в галузі» : для студентів усіх спеціальностей та усіх форми навчання : Запоріжжя: ЗНТУ. Каф. ОП і НС. 2018. – 44 с.
- 15 Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу. [На заміну ГН 3.3.5-8.6.6.1-2002 ; чинний від 2014-05-30]. К. : МОЗ України, 2014. 37 с. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0472-14>. (Державні санітарні норми та правила).

Аналіз потенційних небезпек

- при перевезенні вантажу до споживачів можливі відбутися дорожньо - транспортні пригоди (ДТП). Це може відбутися з-за не справного автомобіля, не виконання водієм правил дорожнього руху, не адекватної поведінки водія;
- зі складу йде навантаження цегли електрокарами на автомобілі. На майданчиках для завантаження паллет, може відбутися падіння вантажу з-за різних висот пандуса та рівня кузова автомобіля. Це може призвести до травмування як робітників так і дослідника;
- при подачі автомобіля до пандусу для навантаження заднім ходом можливі наїзди на робітників, що призведе до травмування;
- перекидання та падіння вантажу з навантажувачів з-за невірного розташування вантажу на вилах, пошкодження упакровки вантажу, що призведе до розсипання цегли;
- при не задовільненому освітленні на складі, можливо порушення технологічного процесу навантаження, що призведе до обрушення й травмування робітників;
- під час пересування електрокарів, з-за малого простору складу, можливі наїзди на робітників;
- на складах можливо виникнення пожежі. Причиною виникнення не задовільнений нагляд за електроустаткуванням і проводами, опалювальними пристроями, що призводить до перевантажень, утворення іскор та загорання;
- зібрані статистичні данні, обробляються на комп'ютері. Можливо виникнення шкідливих факторів санітарно-гігієнічного характеру такі як не задовільнено освітлення, порушення від норм мікроклімату, підвищений шум та інше, що може визивати важкість та напруженість праці;

Додаток Б

Заходи по забезпеченню безпеки

Задній хід автомобіля у зоні робіт повинен виконуватися водієм тільки за сигналом одного з працівників, зайнятих на цих роботах та з обов'язковою подачею сигналу. «Правила охорони праці під час навантажувальних-розвантажувальних робіт» Наказ № 21 від 19.01.2015.

На майданчиках для навантаження вантажу, що зберігаються на складах, повинні бути облаштовані платформи, естакади, рампи висотою, що дорівнює висоті підлоги кузова автомобіля або платформи відповідно ДБН А.5.2-2-2008 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві».

Для запобігання наїздів на робітників, необхідно щоб електрокари їздили тільки по розміченому шляху. Повинні бути визначені переходи для робітників цеху, встановлена швидкість пересування транспорту на складі – не біль 10 км/год.

Для попередження падіння вантажу з навантажувача, необхідно паллети розміщувати по центру вил, витримувати центр ваги, не перевантажувати вантажник. Слідкувати за упаковкою вантажу на предмет пошкодження упаковки. НПАОП 0.00-1.75-15 «Правила охорони праці під час вантажно-розвантажувальних робіт».

Для запобігання дорожньо-транспортних пригод перед виїздом водій повинен пройти інструктаж, де його ознайомлять з маршрутом пересування, особливостями руху на цьому маршруті, нагадують правила дорожнього руху. Автомобіль повинен пройти технічний огляд з відміткою в шляховому листі головним механіком. Перед виїздом водій повинен пройти медичний огляд з відміткою в листі доктора. НПАОП 0.00-1.62-12 «Правила охорони праці на автомобільному транспорті».

Заходи з виробничої санітарії та гігієни праці

При навантаженні вантажу, на складах необхідно забезпечити нормативне освітлення. Передбачається, відповідно ДБН В.2.5-28-2018 «Природне та штучне освітлення», застосування ламп типу ДРЛ-400, які мають високу світлову віддачу, тривалий термін служби та стійкість до коливань мережевої напруги, міцністю 80 кВт. Висота підвісу буде більш 6 м. Робоча освітленість становить 50 лк.

При розсіпу цегли можливе потрапляння пилу будівельного до легенів вантажників, необхідно застосовувати засоби індивідуального захисту. До яких відноситься респіратор Пелюсток. ДСТУ 7239:2011 «Система стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту».

Розрахунок дослідження шкідливих та небезпечних факторів

При обробці статистичних даних на комп'ютері, можливе виникнення напруженості праці та інші шкідливі фактори санітарно-гігієнічного характеру такі як вплив недостатньої освітленості, підвищений шум, мікроклімат не відповідає нормативам та інше.

У відповідності до вихідних даних, які були попередньо заміряні в приміщенні, де є комп'ютер, вносимо наявні фактори умов праці та виробничого середовища що впливають на працівника в процесі трудової діяльності їх фактичне значення та час дії до таблиці «Результати оцінювання за бальною шкалою».

Відповідно методичних вказівок [14] з додатків, за витратами енергії, визначаємо категорію робіт для дослідника лабораторії обладнаної ПК. Умови праці, за витратами енергії, не перевищують 140 *Вт* та повинні відповідати легким фізичним роботам – категорії 1а.

З додатків [14], відповідно до категорії робіт 1а, розряду зорових робіт Б-1 та виявлених показників умов та напруженості праці, визначаємо ГДК (ГДР) виявлених факторів і показників та вносимо їх значення до стовпчика 4, таблиці «Результати оцінювання за бальною шкалою».

Результати оцінювання за бальною шкалою

Фактор (показник)	Виміряні показники $P_{вим}$	Час дії $год.(хв.)$	ГДК, ГДР, показники, $P_{доп}$	$X_{визн}$, бали	Клас умов праці	X_i , бали
1	2	3	4	5	6	7
Мікроклімат за ТНС-індексом, $t, ^\circ C$	27,5	9	23,5-26,4	3	3.3	3
Освітленість приміщення $E, лк$	200	10	300	—	3.1	1
Розряд і підрозряд зорових робіт, $З_{ор}$	Б-1	—	—	—	—	—
Рівень шуму $L, дБА$	95	5	80	—	3.2	1,25
Загальні енергозатрати організму, Bm	190	7	290	0,57	3.3	3
Стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук)	63000	7	40000	1,38		
Тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни)	81	7	75	0,95		
Тривалість робочого дня, $год.$	0	0	8	,23		

Для окремих факторів і показників за методикою визначеною «Гігієнічною класифікацією праці», визначаємо розрахункові коефіцієнти $X_{визн}$ та вносимо їх значення до стовпчика 5, таблиці «Результати оцінювання за бальною шкалою»:

- для гігієнічної оцінки мікроклімату використовуємо ТНС-індекс, додаток Б [14]. Розрахунковий коефіцієнт $X_{визн}$ при оцінці мікроклімату визначаємо в балах, за формулою 7.1:

$$X_{визн} = \frac{1 \cdot t_1 + 2 \cdot t_2 + 3 \cdot t_3 + 4 \cdot t_4}{T} = \frac{3 \cdot 9}{9} = 3$$

для показників важкості та напруженості праці розрахункові коефіцієнти визначаються за основними та допоміжними показниками, що є характерними для конкретного робочого місця, за формулою 7.2:

а.) Загальні енергозатрати організму, $K_{знач} = 1,0$

$$X_{визн} = \frac{P_{вим} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{доп}} = \frac{190 \cdot 7 \cdot 1,0}{8 \cdot 290} = 0,57;$$

б.) Стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук), $K_{знач} = 1,0$

$$X_{визн} = \frac{P_{вим} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{доп}} = \frac{63000 \cdot 7 \cdot 1,0}{8 \cdot 40000} = 1,38;$$

в.) Тривалість зосередження уваги (% від часу зміни), $K_{знач} = 1,0$

$$X_{визн} = \frac{P_{вим} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{дон}} = \frac{81 \cdot 7 \cdot 1,0}{8 \cdot 75} = 0,95;$$

г.) Тривалість робочого дня (зміни), $K_{знач} = 0,15$

$$X_{визн} = \frac{P_{вим} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{дон}} = \frac{10 \cdot 10 \cdot 0,15}{8 \cdot 8} = 0,23;$$

Визначаємо клас та ступінь шкідливості умов праці для кожного з виявлених факторів і показників та вносимо їх значення до стовпчика 6, таблиці «Результати оцінювання за бальною шкалою»:

- для мікроклімату, відповідно до значення розрахункового коефіцієнта $X_{визн} = 3$, з таблиці 7.2 [14] – 3 клас, 3 ступінь (3.3);

- при оцінці освітленості робочої зони приміщення, клас та ступінь шкідливості умов праці визначаємо у відповідності до $P_{вим} = 200$ лк, за додатками Г та табл. Г.1 [14] – 3 клас, 1 ступінь (3.1);

- для гігієнічної оцінки рівня шуму, клас та ступінь шкідливості умов праці визначаємо у відповідності до виміряного значення рівня шуму $P_{вим} = 95$ дБА, за додатками Д та табл. Д.1 [14] – 3 клас, 2 ступінь (3.2);

- клас і ступінь важкості та напруженості праці визначаємо як суму розрахованих балів усіх показників $X_{визн}$ за формулою 7.3 [14]:

$$X_{сум} = \sum_{i=1}^n X_i = 0,57 + 1,38 + 0,95 + 0,23 = 3,13$$

З таблиці 7.3 [25] за значенням суми розрахованих балів показників $X_{сум} = 3,13$ – 3 клас, 3 ступінь (3.3);

В результаті досліджень, відповідно до розрахунків, встановлено, що умови праці на робочому місці дослідника лабораторії обладнаної ПК належать до 3 класу, 3 ступеню.

Тому що при гігієнічній оцінці виявлена наявність шкідливих та особливо шкідливих, важких та особливо важких умов праці, проводимо дослідження фактичного стану умов праці, з метою визначення розмірів

доплат за ступені шкідливості факторів виробничого середовища та показників важкості та напруженості праці за бальною шкалою, та вносимо їх значення до стовпчика 7, таблиці «Результати оцінювання за бальною шкалою»:

- для оцінки впливу мікроклімату, виходимо з того що він відповідає 3 класу, 3 ступеню умов праці, а час його дії уже врахований, тому – $X_{cm} = X_i = 3$;

- при оцінці впливу освітленості, виходимо з того що вона відповідає 3 класу, 1 ступеню умов праці та діє протягом 9 годин, тому коректування не потрібно – $X_{cm} = X_i = 1$;

- для оцінки впливу шуму, виходимо з того, що його рівень відповідає 3 класу, 2 ступеню умов праці та діє протягом 6 годин, тому значення X_i визначаємо за формулою 7.4 [14]:

$$X_i = X_{cm} \cdot \frac{T}{8} = 1 \cdot \frac{2 \cdot 5}{8} = 1,25$$

- для оцінки впливу важкості та напруженості праці, виходимо з того що вони відповідають 3 класу, 3 ступеню умов праці, а час їх дії уже врахований, тому – $X_{cm} = X_i = 3$;

Для визначення конкретного розміру доплати, умови праці оцінюємо по сумі значень X_i , за формулою 7.5 [14]:

$$X_{факт} = \sum_{i=1}^n X_i = 3 + 1 + 1,25 + 3 = 8,25$$

Розмір доплати за умовами праці визначаємо в залежності від їх фактичного стану – $X_{факт} = 8,25$, на підставі Типового положення «Про оцінку умов праці на робочих місцях і порядок застосування галузевих переліків робіт, на яких можуть установлюватися доплати робітникам за умови праці», з таблиці 7.4 [14]. Розмір доплати до тарифної ставки (окладу) – 20 %.

На підставі результатів загальної гігієнічної оцінки умов праці за ступенем шкідливості та небезпечності, а також дослідження фактичного стану умов праці робимо висновки та пропозиції:

1. Умови, важкості та напруженості праці на робочому місці дослідника лабораторії, згідно результатів досліджень, належать до 3 класу, 3 ступеню (особливо важкі та особливо шкідливі умови праці), що не відповідає вимогам Державних санітарних норм та правил «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» до даного робочого місця;

2. Відповідно до класифікації умови, важкість та напруженість праці на робочому місці дослідника належать до категорії 1а, тому необхідно привести ці умови у відповідність до нормативних значень, які відповідають оптимальним параметрам для категорії 1а, а саме:

- мікрокліматичні умови, за інтегральним показником теплового навантаження середовища - ТНС-індексом - 21,0-23,4°C;

- освітленість приміщення для роботи з дисплеями відповідає розряду зорових робіт Б-1, нормована загальна освітленість якого, на робочих столах – $E = 300 \text{ лк}$;

- рівень шуму в робочій зоні дослідника – 80 дБА;

- загальні енергозатрати організму, до 140 Вт;

- стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук), до 20000;

- тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни), до 50%;

- тривалість робочого дня 6 або 7 год.

3. Для приведення умов, важкості та напруженості праці до вищезазначених показників необхідно передбачити комплекс заходів які забезпечать нормалізацію умов праці, наприклад:

- для приведення мікрокліматичних умов до відповідності, необхідно забезпечити припливно-витяжну механічну вентиляцію та кондиціювання приміщення;

- для забезпечення нормованої освітленості приміщення яка відповідає розряду зорових робіт необхідно провести додаткові розрахунки та визначитися з потужністю ламп, типом ламп та світильників та їх раціональним розміщенням;

- для зниження рівня шуму в робочій зоні дослідника необхідно замість матричних принтерів застосувати лазерні; з метою зниження зовнішнього шуму замінити вікна на пластикові з трикамерним склопакетом;

- для зменшення загальних енергозатрат організму, необхідно скоротити тривалість робочого дня до 6 або 7 год

- для зменшення напруженості праці від стереотипних рухів за зміну при локальному навантаженні кистей рук та пальців необхідно передбачити перерви, не менш 15 хвилин, кожні 1-2 години;

- для зменшення тривалості зосередження уваги, необхідно скоротити тривалість робочого дня, передбачити додаткові перерви.

4. Якщо, з об'єктивних причин, вищезазначені заходи неможливо виконати, необхідно забезпечити доплати до тарифної ставки (окладу) за особливо шкідливі та особливо важкі умови праці, відповідно до таблиці 7.4 [14], у розмірі 20%