

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Транспортний
(повне найменування факультету)

«Транспортні технології»
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

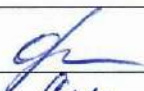
магістра
(ступінь вищої освіти)

на тему ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ
ПЕРЕВЕЗЕНЬ ГРАНІШЛАКУ ДО ПРАТ «МИКОЛАЇВЦЕМЕНТ»

Виконав: студент ІІ курсу, групи T-822м

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

Освітня програма (спеціалізація)
275.02 «Транспортні технології
(на залізничному транспорті)»

	Владислав МОРОЗОВ (прізвище та ініціали)
Керівник 	Олена ОСТРОГЛЯД (прізвище та ініціали)
Рецензент 	Андрій ЩЕРБИНА (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) 275.02 «Транспортні технології (на
залізничному транспорті)» _____
(назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

«Транспортні технології»

Сергій ТУРПАК

«04» листопада 2023 року

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)

МОРОЗОВА Владислава Ігоровича

(ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Дослідження та підвищення ефективності перевезень граншлаку до ПрАТ «Миколаївцемент»

керівник проєкту (роботи) ОСТРОГЛЯД Олена Олександрівна,
(науковий ступінь, вчене звання, ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

затверджені наказом закладу вищої освіти від «21» листопада 2023 року №450

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 15 грудня 2023 р.

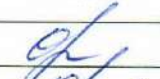
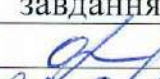
3. Вихідні дані до проєкту (роботи) існуюча технологія відправлення граншлаку до ПрАТ «Миколаївцемент», обсяги та інтенсивність постачань граншлаку, тривалість доставки граншлаку до ПрАТ «Миколаївцемент»

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналітична частина, 2. Основна частина, 2.1 Дослідження інтенсивності постачань граншлаку із Запоріжжя до ПрАТ «Миколаївцемент», 2.2 Розробка моделі доставки гранульованого шлаку до ПрАТ «Миколаївцемент», 2.3 Експерименти з визначення потрібної кількості рухомого складу для перевезень гранульованого шлаку, 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 проєкту (роботи)

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

7. Дата видачі завдання «01» листопада 2023 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Аналітична частина	30.10.2023-06.11.2023	
2	Основна частина	07.11.2023-20.11.2023	
3	Економічна частина	21.11.2023-27.11.2023	
4	Охорона праці	28.11.2023-01.12.2023	
5	Оформлення МР, перевірка МР на плагіат, отримання зовнішніх рецензій, захист магістерських робіт	01.12.2023-25.01.2024	

Студент(ка)


(підпис)

Владислав МОРОЗОВ
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Керівник проєкту (роботи)


(підпис)

Олена ОСТРОГЛЯД
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

ПЗ : 83 с., 48 рис., 5 табл., 13 джерел.

ДОСТАВКА, ГРАНУЛЬОВАНИЙ ШЛАК, ХОПЕРИ, ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ, ВИВАНТАЖЕННЯ, НАПІВВАГОН.

Об'єкт дослідження – транспортно-технологічний процес доставки граншлаку до ПрАТ «Миколаївцемент» в умовах використання різних типів рухомого складу.

Мета роботи – визначення оптимальної кількості та типу рухомого складу, використовуваного для доставки граншлаку до ПрАТ «Миколаївцемент».

Методи дослідження – аналітичний та статистичний аналіз, імітаційне моделювання.

У роботі досліджено особливості організації перевезення граншлаку з підприємства ПАТ «Запоріжсталь» до ПрАТ «Миколаївцемент» та проаналізовано транспортно-технологічний процес його доставки. Для більш глибокого розуміння та удосконалення цих процесів, була розроблена імітаційна модель.

Шляхом проведення експериментів на моделі визначено оптимальну кількість вагонів для робочого та загального парку, необхідних для виконання плану перевезень. Проведено економічні розрахунки, що підтверджують ефективність пропонованих рішень.

ЗМІСТ

	с.
Завдання на проєкт	2
Реферат.....	4
Зміст	5
Вступ	7
1 Аналітична частина	9
1.1 Огляд підприємства та транспортної системи	
ПрАТ «Миколаївцемент».....	9
1.2 Організація відвантаження гранульованого шлаку до	
ПрАТ «Миколаївцемент».....	15
1.2.1 Технологія виготовлення та склад гранульованого шлаку....	15
1.2.2 Технологія відправлення граншлаку до	
ПрАТ «Миколаївцемент».....	17
1.2.3 Підсумки дослідження транспортно-технологічного	
процесу.....	21
1.3 Постановка завдань магістерської роботи	23
2 Основна частина	24
2.1 Дослідження інтенсивності постачань граншлаку із	
Запоріжжя до ПрАТ «Миколаївцемент».....	24
2.2 Розробка моделі доставки гранульованого шлаку до	
ПрАТ «Миколаївцемент».....	27
2.3 Експерименти з визначення потрібної кількості рухомого	
складу для перевезень гранульованого шлаку	51
3 Економічна частина	53
3.1 Розрахунок витрат на доставку.....	53
3.1.1 Визначення витрат на плату за користування вагонами	54
3.1.2 Визначення витрат на плату за перевезення.....	55

3.2 Витрати на оплату праці вантажних працівників	58
3.3 Визначення доцільності вибору типу рухомого складу в умовах варіювання обсягів відправлень.....	61
4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	67
4.1 Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях	68
Висновки	70
Перелік посилань	72
ДОДАТОК А АНАЛІЗ ПОТЕНЦІЙНИХ НЕБЕЗПЕК	74
ДОДАТОК Б ЗАХОДИ ПО ЗАБЕЗПЕЧЕННЮ БЕЗПЕКИ	75
ДОДАТОК В ОЦІНКА ФАКТОРІВ ВИРОБНИЧОГО СЕРЕДОВИЩА.....	77

ВСТУП

З кожним новим етапом розвитку глобального господарства та зростанням конкуренції важливість ефективності та оптимізації логістичних процесів у сфері транспорту набуває все більшого значення. Підприємства, що займаються виробництвом, повинні постійно шукати нові стратегії та інноваційні підходи для підвищення своєї конкурентоспроможності та забезпечення сталого розвитку.

Однією з важливих галузей, яка впливає на економічні показники підприємств, є транспортування вантажів. У цьому контексті виникає необхідність вдосконалення та оптимізації процесів перевезення вантажів для забезпечення максимальної продуктивності та мінімізації витрат.

Ця магістерська робота присвячена вивченню та впровадженню оптимальних рішень в сфері перевезення гранульованого шлаку до ПрАТ «Миколаївцемент». Граншлак, що виникає як побічний продукт у виробництві, є важливим компонентом для багатьох галузей промисловості, і його ефективна поставка має велике значення для стабільності та розвитку підприємства.

Перевезення граншлаку виявляється однією з ключових ланок логістичного ланцюга, вплив якої може визначити ефективність виробництва та його вартість продукції. Зростання вимог до якості та швидкості перевезень, варіювання обсягів виробництва та нестабільність ринку роблять актуальним питання оптимізації та удосконалення цього процесу.

Дослідження включає в себе комплексний огляд транспортно-логістичної системи підприємства, розробку імітаційної моделі, аналіз різних типів рухомого складу та економічні розрахунки.

Використання інструменту імітаційного моделювання надає можливість точного відтворення та аналізу транспортних процесів у різних умовах та

сценаріях. Це дозволяє ефективно визначати оптимальні рішення для покращення логістичних стратегій та досягнення найкращих показників ефективності в галузі перевезень гранульованого шлаку.

Отримані результати не лише поглиблюють розуміння конкретного випадку перевезень граншлаку, але і висвітляють загальні принципи оптимізації перевезень, які можуть бути використані в різних галузях та обставинах.

Отже, висновки та рекомендації, отримані в результаті цієї роботи, можуть служити основою для вирішення конкретної проблеми ПрАТ «Миколаївцемент» та сприятимуть подальшому розвитку та підвищенню конкурентоспроможності підприємства».

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Огляд підприємства та транспортної системи ПрАТ «Миколаївцемент»

Місцем розташування цементного заводу ПрАТ «Миколаївцемент» [1] є південно-західна частина м. Миколаєва Львівської області (рисунок 1.1).



Рисунок 1.1 – ПрАТ «Миколаївцемент»

Початок функціонування ПрАТ «Миколаївцемент» - 1950 рік, тож з часом технологія виробництва стала застарілою, та вже понад 10 років реалізовано новий технологічний підхід та облаштоване нове обладнання з набагато більш високими економічними та екологічними показниками виробничих процесів.

Є наступні варіанти організації виробництва цементу [2]:

- мокрий спосіб – сировина з водою утворює шлам, який потім проходить процес сушіння у печі
- напівмокрый спосіб – передбачає сушіння шламу у фільтр-пресах з подальшим пресуванням гранул з отриманого матеріалу, які, в свою чергу висушуються на рухомій решітці;
- напівсухий спосіб – до завчасно підсушеної помеленої сировинної суміші матеріалів додається вода з метою утворення грудок, що, в свою чергу, висушують та кальцинують у печі;
- сухий спосіб – передбачає попередній нагрів суміші матеріалів у циклонах, а остаточні процеси кальцинування та спікання відбуваються завдяки використанню обертової печі.

Стара технологія виробництва мокрим способом потребує в 1,5-2 рази більше витрат енергії – до 6500 МДж/т, відповідно, сучасна суха технологія суттєво зменшує витрати палива та забруднення атмосфери шкідливими викидами продуктів згоряння.

До 2010 року підприємство мало дві довгі печі, орієнтовані на мокрий спосіб виробництва та чотири обертові печі.

При входженні підприємства у 2013 році до Групи CRH старі печі були зупинені [1], почав використовуватись клінкер іншого цементного підприємства даної групи, та почалась експлуатація більш екологічної виробничої лінії.

Структура підприємства передбачає склади сировини, підготовчі підрозділи, основне виробництво та склади готової продукції, звідки вони може відвантажуватись залізничним (станція Миколаїв-Дністровський) та автомобільним транспортом (рисунок 1.2).

У якості сировини використовується продукція розташованого поруч вапнякового кар'єру, для переміщення з нього матеріалів використовується кар'єрні самоскиди (рисунок 1.3).



Рисунок 1.2 – Структура підприємства

Окрім вапняку, на підприємстві існує потреба у таких видах сировини:

- гіпс;
- глина,
- залізовмісні добавки,
- зола, шлак.



Рисунок 1.3 – Доставка продукції вапнякового кар'єру

Також використовуються у якості палива та додаткових компонентів вугілля, подрібнені промислові відходи, автомобільні шини тощо.

Готова продукція – цемент підприємство може відвантажуватись насипом (рисунок 1.4), або у мішках (рисунок 1.5), в залежності від обсягу потреби споживача.



Рисунок 1.4 – Доставка цементу насипом



Рисунок 1.5 – Пакування цементу у мішки

При пакуванні цементу у мішках, він розміщується на європіддонах, що показано на рисунку 1.6.



Рисунок 1.6 – Розміщення цементу на піддонах

Вантажні місця закриваються поліетиленовою стрічкою, що перешкоджає негативному впливу вологи. Фронтальні навантажувачі здійснюють навантаження рухомого складу (рисунок 1.7).



Рисунок 1.7 – Навантаження цементу до рухомого складу

Відвантаження цементу у мішках здійснюється залізничним транспортом – у критих вагонах та автомобільним транспортом за допомогою тягачів з напівпричепами (рисунок 1.8).



Рисунок 1.8 – Доставка цементу автомобільним транспортом

Для зберігання та відвантаження використовуються криті склади та відкриті площадки, що показано на рисунку 1.9.



Рисунок 1.9 – Склади цементу ПрАТ «Миколаївцемент»

1.2 Організація відвантаження гранульованого шлаку до ПрАТ «Миколаївцемент»

Як було зазначено, одним із компонентів сировини для виробництва цементу на ПрАТ «Миколаївцемент» є шлак металургійного виробництва. Постачання гранульованого шлаку здійснює ПАТ «Запоріжсталь».

Виконаємо огляд технологічного процесу виготовлення та відвантаження гранульованого шлаку.

1.2.1 Технологія виготовлення та склад гранульованого шлаку

Склад гранульованого доменного шлаку повинен дорівнювати у сукупності вмісту оксиду кальцію, оксиду магнію та діоксиду силіцію (SiO_2) не менше двох третин.

Іншу частку складає оксид алюмінію із незначною кількістю інших сполучень елементів.

При постачанні гранульованого шлаку частка часток, які за розмірами перевищують 25 мм не повинна бути більшою 5 % від загальної партії за вагою.

Немелений гранульований шлак постачається насипом. При надходженні шлаку, здійснюється відбирання проб загальною вагою 10 кг із партії транспортних засобів, далі її обсяг зменшується до 2 кг та розділяється на дві частини по 1 кг. Одна частина піддається випробуванням, а друга – зберігається на протязі одного місяця (через те, що можливі повторні випробування).

Виготовлення шлаку здійснюється у доменних печах. По-суті, гранульований шлак є побічним продуктом виготовлення чавуну, який акумулює в собі усі зайві домішки та шкідливі для виробів із заліза (чавуну, а потім – сталі) хімічні елементи.

Процес плавки в доменних печах має переривчастий характер, який передбачає паузи між випуском шлаку та чавуну [3]. Шлак випускається першочергово, зазвичай, це здійснюється з однієї сторони доменних печей, які розташовуються лінійно у ряд.

Він зливається у спеціальний рухомий склад – шлаковози, в яких він перевозиться тепловозами у складі залізничних составів поїздів до місць переробки, у тому числі до басейнів грануляції, куди він зливається.

Для злиття шлаку з ковшів, на їх лафетах-платформах на залізничному ході встановлені електродвигуни, які приводять у рух механізм перевертання чаш.

Потім з басейну грануляції мостовими кранами, які обладнані вантажозахоплювальними органами у вигляді грейферів, шлак переміщується на саморозвантажувальні думпкари, якими доставляється до ділянки переробки та відвантаження.

Переробка більшою мірою полягає у зневодненні шлаку. Наявність зайвої вологе не приваблює споживача, а в холодну пору року, волога створює додаткові проблеми – намерзання льоду на рухомому складі.

Крім того, зайва волога необґрунтовано збільшує вагу вантажу у вагонах, які доставляються споживачеві. Якщо, навіть, під час перевезення, вона випарується, або стече, та споживач буде мати змогу не сплачувати за зайву вагу, зазначену у перевізних документах, виходить, що залізничний тариф був сплачений у перевищеному обсязі за «неіснуючий шлак».

1.2.2 Технологія відправлення граншлаку до ПрАТ «Миколаївцемент»

Керівником маневрів під час подачі шлаковозних составів під злив на гранбасейні є бригадир або грануляторник гранбасейну цеху шлакопереробки (ЦШП), на нього також покладаються функції по розчепленню, зчепленню та організації переміщення та закріплення шлаковозів на колії №4 станції Шлакова (рисунок 1.10).

Забезпечення безпеки працівників локомотивної бригади під час осаджування составів шлаковозів із гарячим шлаком на колію зливання, забезпечується наявністю між вагонами та тепловозом вагону-прикриття, який, після використання розміщується на 3-й колії станції «Гранбасейн» Східного залізничного району [4].

Поїзд із шлаковозами прибуває на колію №7 або 8, закріплюється, тепловоз подається на колію №3, де зчіплюється з вагоном-прикриттям, та, разом із ним, по вільній колії №7 або 8 (в залежності від того, де був розміщеним состав шлаковозів, який прибув) встановлюється у хвіст составу для забезпечення його подавання шлаковозами уперед.

Осаджування даного составу на колію №4 проводиться відповідно до сигналів бригадира (грануляторника) за умови наявності дозвільного показання світлофору або відповідного сигналу чергового по станції Гранбасейн щодо готовності маршруту руху.

В процесі осаджування завантаженого составу із рідким шлаком до фронту зливу грануляторники ЦШП перебувають з лівого боку складу, та подають ручні сигнали прапорцем жовтого кольору (або ліхтарем білого кольору у темну пору доби).

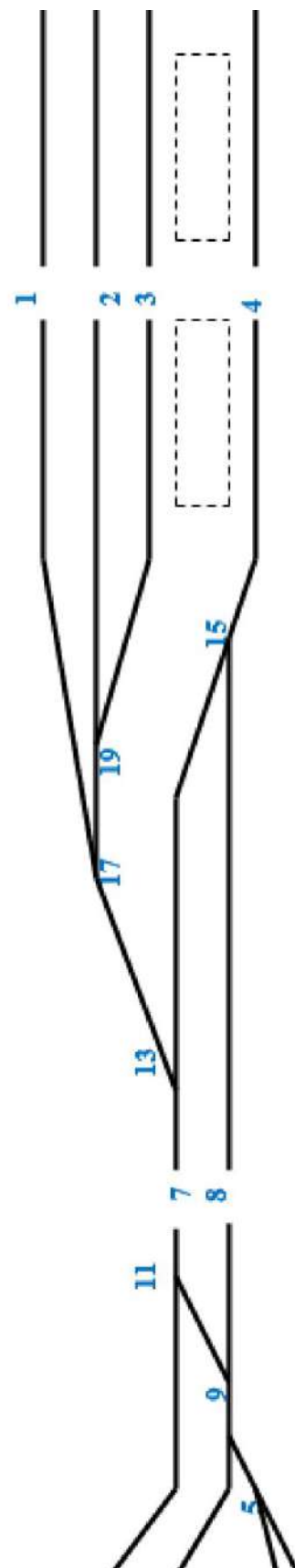


Рисунок 1.10 – Основні об'єкти станції Гранбасейн

В період осаджування даного составу на колію №4 машиніст тепловозу переміщується на ліву по ходу руху сторону кабіни та здійснює управління з місця помічника [4].

Аналогічним порядком здійснюється прибирання составу за умови наявності дозвільного показання світлофору або відповідного сигналу чергового по станції Гранбасейн щодо готовності маршруту руху під керівництвом працівника ЦШП.

Платформа-прикриття по закінченню прибирання ковшів, встановлюється на колії №3.

Також використовується технологія використання у якості вагону-прикриття одного з порожніх шлаковозів, який залишається по 4-й колії. Використовуючи хвостовий ківш попередньо розвантаженого составу у якості прикриття, зменшується час на виконання маневрів.

Після злиття розпеченого доменного шлаку на гранбасейні ПАТ «Запоріжсталь», та остигання, він навантажується у думпкери, які доставляються потім до площадки зневоднення, шлак розвантажується шляхом кантування думпкерів (рисунок 1.11).

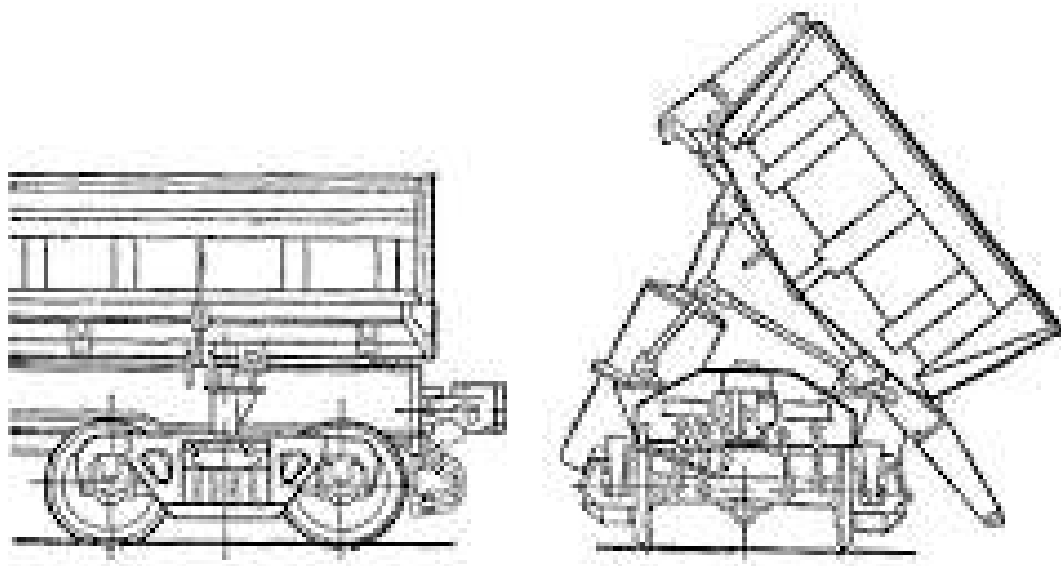


Рисунок 1.11 – Кантування думпкерів з граншлаком

Шлак, який достатньо тривалий час знаходився на ділянці зневоднення, відвантажується залізничним транспортом, навантаження у вагони здійснюється екскаватором із захоплюючим органом у вигляді ковшу типу «пряма лопата».



Рисунок 1.12 – Ділянка навантаження граншлаку

Після навантаження вагони зважуються та дозуються у відповідності до вантажопідйомності вагонів [5].

Для вантажних операцій використовується екскаватор із зворотною лопатою меншої потужності, ніж використовується на основній ділянці навантаження.

Зайвий шлак з вагонів розміщується поруч із екскаватором та використовується для довантаження у рухомому складі, який виявився недовантаженим до повної місткості. У разі відсутності запасу шлаку він може бути доставленим автотранспортом (рисунок 1.13).



Рисунок 1.13 – Ділянка дозування граншлаку

Навантажені граншлаком вагони доставляються до станції Східна, де формуються у состав разом із вагонами з металопродукцією металургійного комбінату.

1.2.3 Підсумки дослідження транспортно-технологічного процесу

Таким чином, в ході виконання аналітичної частини встановлені такі основні особливості та ланки транспортно-технологічного процесу організації доставки гранульованого шлаку:

- гранульований шлак є побічним продуктом металургійного виробництва, утворюється шляхом виливання розпеченого доменного шлаку у гранбасейн;

- з метою зневоднення шлак перевозиться думпкарами власності металургійного підприємства на окрему ділянку, розташовану неподалік від місця виробництва;

- обсяги шлаку на складах є достатньо значними, що дозволяє повністю забезпечити потребу усіх українських споживачів;

- відвантаження шлаку до ПрАТ «Миколіївцемент» здійснюється екскаватором, обладнаним ковшем типу «пряма лопата»;

- після навантаження вагони переставляються локомотивом на розташовану поруч ділянку, де здійснюється зважування та дозування вагонів до повної місткості. Використовується ковшовий екскаватор із зворотною лопатою;

- для обслуговування даної ділянки не передбачене виділення окремого локомотива, використовується вільний на час потреби у перевезеннях тепловоз із числа закріплених за станцією Східною (Східним залізничним районом);

- після дозування вагонів, вони доставляються до станції Східна, де формуються у состав разом із вагонами з металопродукцією металургійного комбінату, який відправляється до станції Запоріжжя-Ліве. Далі вагони прямують залізницями України до споживача;

- у зворотному напрямку є можливість доставки вапняку, який використовується у доменному виробництві;

- вапняк доставляється за маршрутом станція Запоріжжя-Ліве – Східна – Південна – Аглофабрика (де здійснюється вивантаження) – Південна – Східна – Гранбасейн (де здійснюється навантаження порожніх вагонів гранульованим шлаком).

1.3 Постановка завдань магістерської роботи

В роботі необхідно виконати дослідження на імітаційній моделі ефективності доставки гранульованого шлаку до ПрАТ «Миколаївцемент» за такими варіантами:

- використання саморозвантажувального рухомого складу – хоперів;
- використання універсальних напіввагонів.

Використання моделі дає можливість врахувати випадковий характер окремих параметрів перевезення вагонів та встановити потрібну кількість вагонів робочого та загального парку для виконання плану перевезень

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Дослідження інтенсивності постачань граншлаку із Запоріжжя до ПрАТ «Миколаївцемент»

Для аналізу обрані певні періоди постачань граншлаку у минулі роки, з аналізу яких можна зробити висновок, що постачання здійснюються періодично. Тобто постачання можуть здійснюватися декілька днів поспіль, а потім – кілька днів поспіль жоден вагон не відвантажується.

На рисунку 2.1 показаний аналіз відвантаження граншлаку протягом 15 діб.

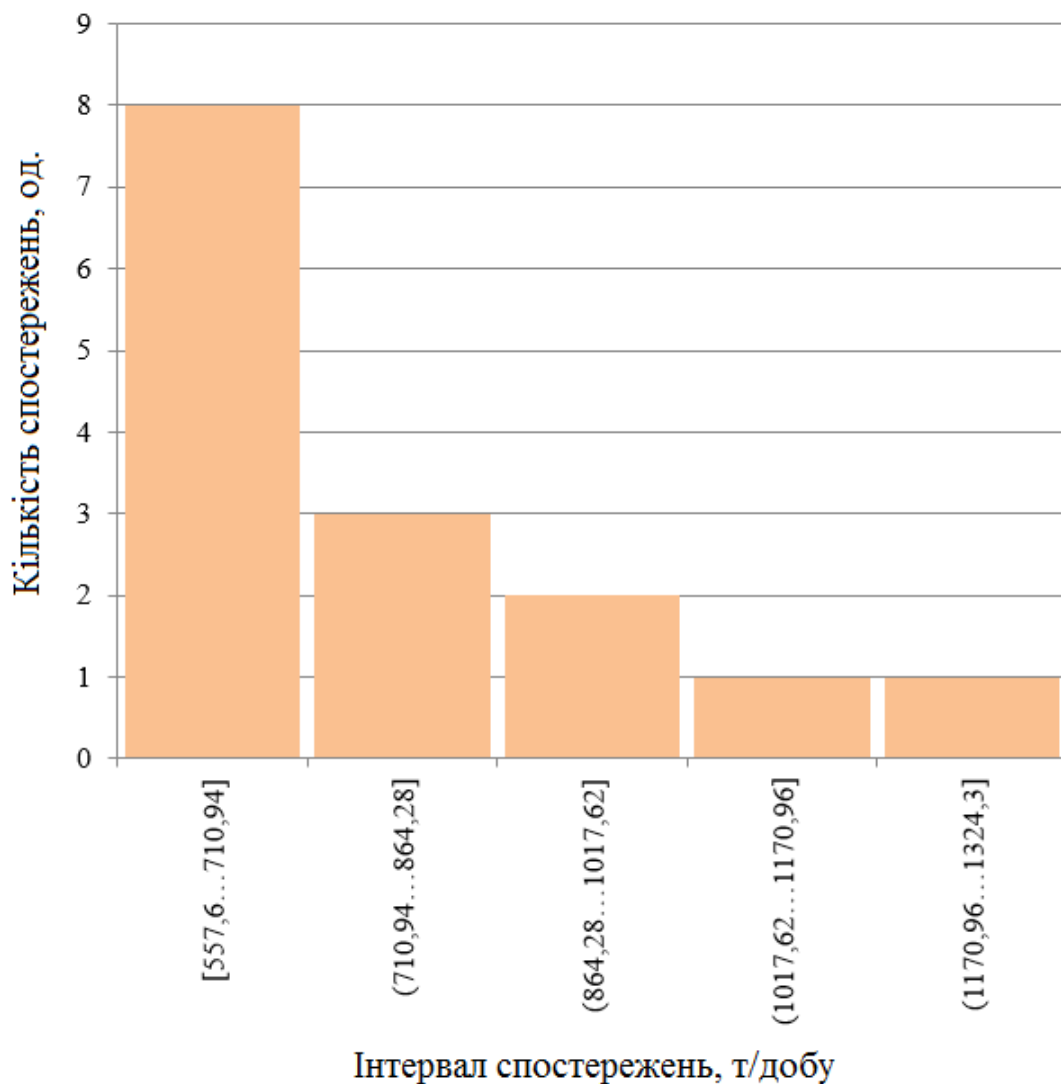


Рисунок 2.1 – Розподіл обсягів відвантаження граншлаку

Характеристики вибірки відвантаження граншлаку до ПрАТ «Миколаївцемент»:

- мінімальний обсяг відвантаження граншлаку за добу 557,6 т;
- максимальний обсяг відвантаження граншлаку за добу 1324,3 т;
- середній обсяг відвантаження граншлаку за добу 791,63 т;
- стандартне відхилення 197,34 т.

Проаналізуємо вибірку даних рівня завантаження вагонів граншлаком до ПрАТ «Миколаївцемент»:

68,7; 69,7; 68,7; 70,8; 70,7; 69,7; 68,7; 68,8; 68,7; 68,8; 70,7; 70,7; 68,8;
 68,7; 68,7; 68,7; 68,7; 69,7; 68,7; 68,7; 70,7; 68,7; 69,7; 68,7; 68,7; 68,7;
 68,7; 70,7; 68,7; 68,7; 69,7; 68,7; 68,7; 70,7; 70,7; 69,7; 68,7; 68,7; 70,7; 69,7;
 68,7; 68,7; 68,8; 68,8; 68,7; 68,8; 68,7; 69,7; 68,7; 68,7; 68,7; 68,7; 69,7; 68,7;
 68,7; 70,7; 68,8; 68,7; 68,7; 68,7; 69,7; 68,7; 68,8; 68,8; 68,7; 69,7; 68,7;
 68,7; 70,7; 68,7; 68,8; 68,7; 68,7; 68,7; 68,7; 70,7; 68,7; 69,7; 68,7; 70,7;
 70,7; 68,7; 68,7; 68,7; 70,7; 68,7; 70,7; 68,7; 68,7; 69,7; 69,7; 69,7; 69,7;
 69,7; 69,7; 69,7.

Виконаємо аналіз статистичних характеристик вибірки даних рівня завантаження вагонів граншлаком до ПрАТ «Миколаївцемент»:

- мінімальний рівень завантаження вагону граншлаком, т 68,7;
- максимальний рівень завантаження вагону граншлаком, т 70,8;
- середній рівень завантаження вагону граншлаком, т 69,23;
- стандартне відхилення, т 0,75.

На діаграмі – рисунок 2.2 – показаний розподіл проаналізованих даних по інтервалах, визначених за допомогою формули Стерджеса [6].

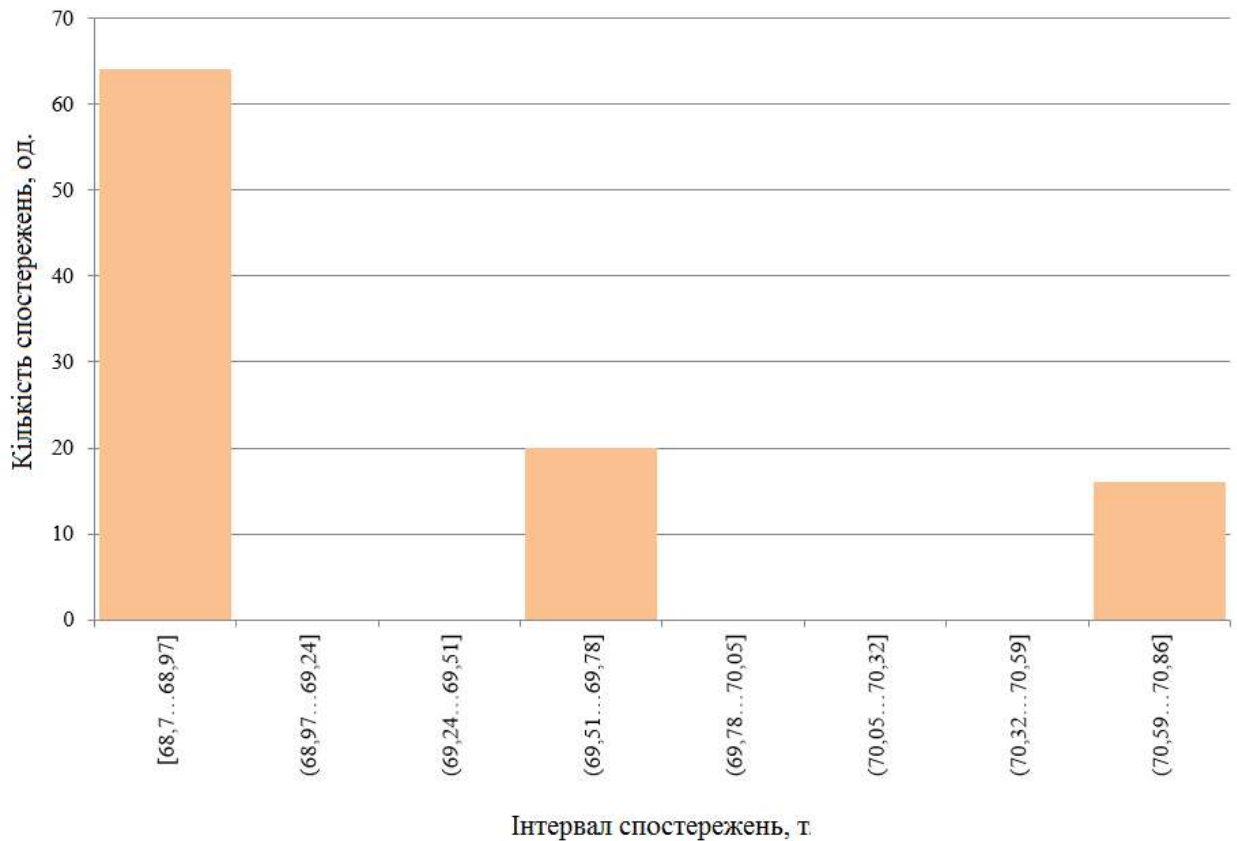


Рисунок 2.2 – Розподіл обсягу рівня навантаження вагонів граншлаком

Приймаємо за плановий показник місячний обсяг відвантаження у розмірі 4 тисяч тонн. Відповідно, середній добовий обсяг відвантаження становить:

$$4000 \text{ т/місяць} : 30 \text{ діб/місяць} = 133,3 \text{ т/добу};$$

$$133,3 \text{ т/добу} : 69,23 \text{ т/ваг} = 1,92 \text{ ваг/добу}.$$

Приймаємо плановий середній обсяг відвантаження у розмірі 2 вагони граншлаку до ПрАТ «Миколаївцемент» на добу.

В рамках дослідження проаналізуємо потребу у доставці вантажів у зворотному напрямку. В існуючих умовах підприємство відмежоване через військове вторгнення від історичних джерел вапняку. Постачання зі станції, до якої примикає ПрАТ «Миколаївцемент», є цілком можливим.

Обсяги споживання вапняку підприємством «Запоріжсталь» є набагато більші, ніж обсяги відвантаження гранульованого шлаку у зворотному стані, оскільки є одним із основних компонентів сировини для металургійного виробництва.

Тож приймаємо можливість завантаження двох вагонів на добу у зворотному напрямку вапняком для флюсування.

В умах ймовірного характеру перевезень доцільно скористатись методом імітаційного моделювання для оцінки можливих варіантів перевезень, використовуючи різні типи рухомого складу.

2.2 Розробка моделі доставки гранульованого шлаку до ПрАТ «Миколаївцемент»

Розробку моделі зручно виконати у середовищі AnyLogic 8.7.9, навчальній версії. Створюємо програму та визначаємо час моделювання у хвилинах, що показано на рисунку 2.3.

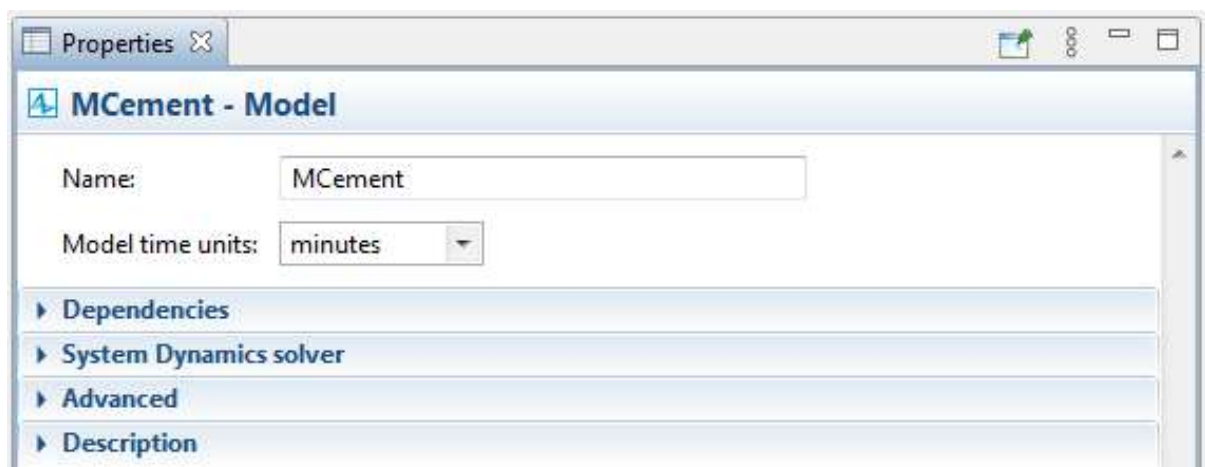


Рисунок 2.3 – Створення програми MCement

Початковий елемент генерації вхідного потоку заявок to_MC (рисунок 2.4) у якості параметрів має такі:

- надходження заявок через інтервали часу – 24 години;
- кількість замовлень, що одночасно надходять – за замовчуванням – одне (не встановлено прапорця у полі «Multiple agents per arrival»);
- перше замовлення надходить одразу при запуску моделі MCement.

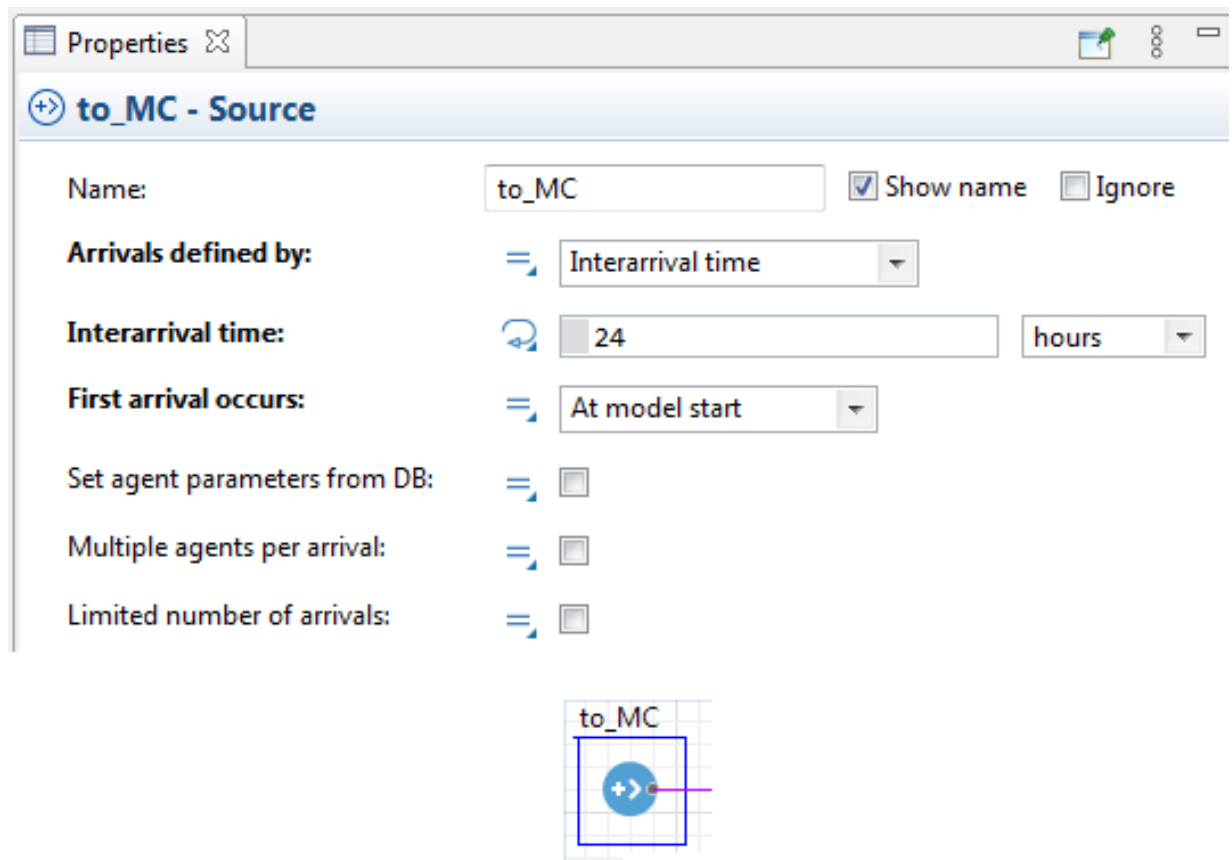


Рисунок 2.4 – Початковий елемент генерації вхідного потоку заявок to_MC

Під одним замовленням будемо розуміти одну партію вантажу – два вагони. Замовлення одразу надходять до технологічно потрібної для роботи програми черги q_{vhid} , з максимальним параметром місткості (рисунок 2.5).

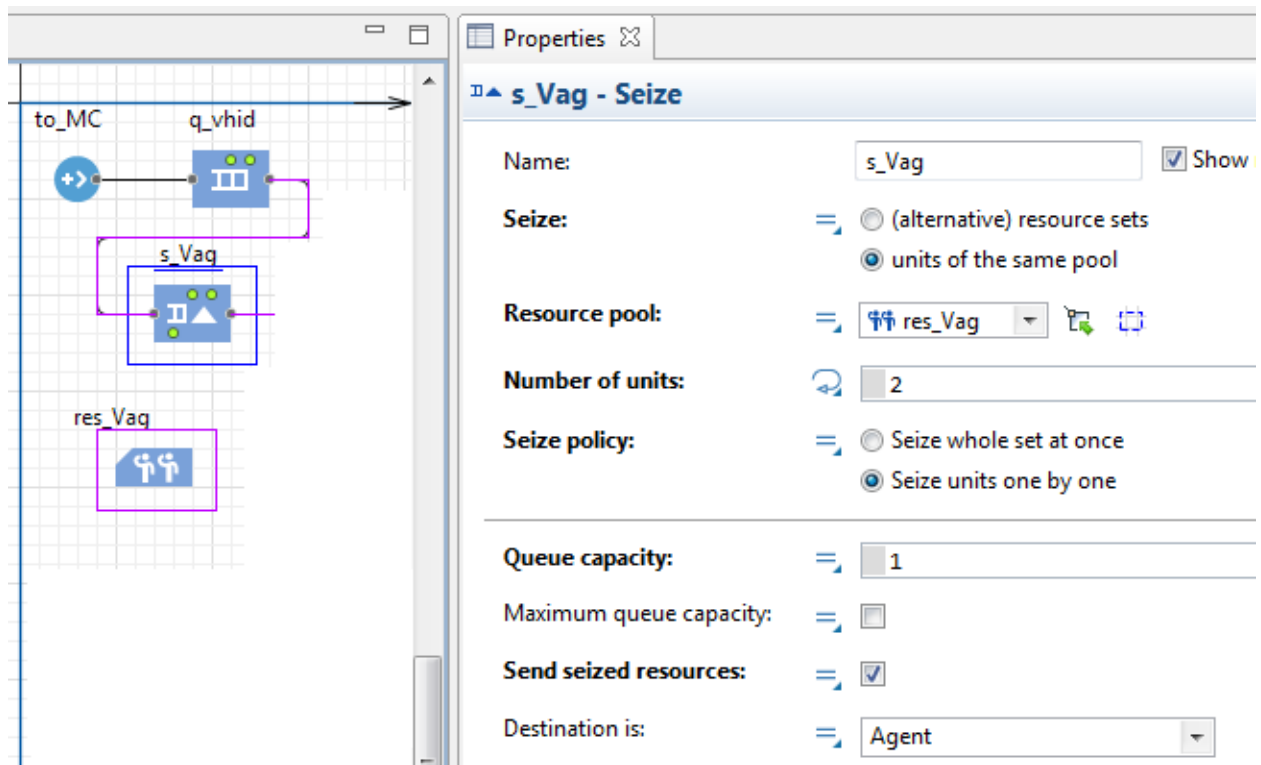


Рисунок 2.5 – Черга `q_vhid` та захоплювач ресурсів `s_Vag`

З цієї черги замовлення приєднують ресурси, цю функцію виконує захоплювач `s_Vag`, якщо у нього є доступ до вільних ресурсів.

Кількість та параметри ресурсів визначає об'єкт типу «ресурсний пул» - рисунок 2.6.

Перший параметр визначає, що даний ресурс є статичним - `Static`. У нашому випадку в моделі не використовується транспортна мережа, тож моделювання дій рухомих об'єктів не є потрібним.

Спосіб зазначення кількості ресурсів – зазначено у другому полі – «безпосередньо», та у наступному полі прямо вказуємо кількість ресурсів-вагонів, які будуть використовуватись.

Це буде змінний параметр, за результатами роботи моделі будемо аналізувати виконання плану перевезень, та, при його невиконанні, будемо поступово збільшувати обсяг ресурсів, до рівня повного забезпечення ним поставленої задачі.

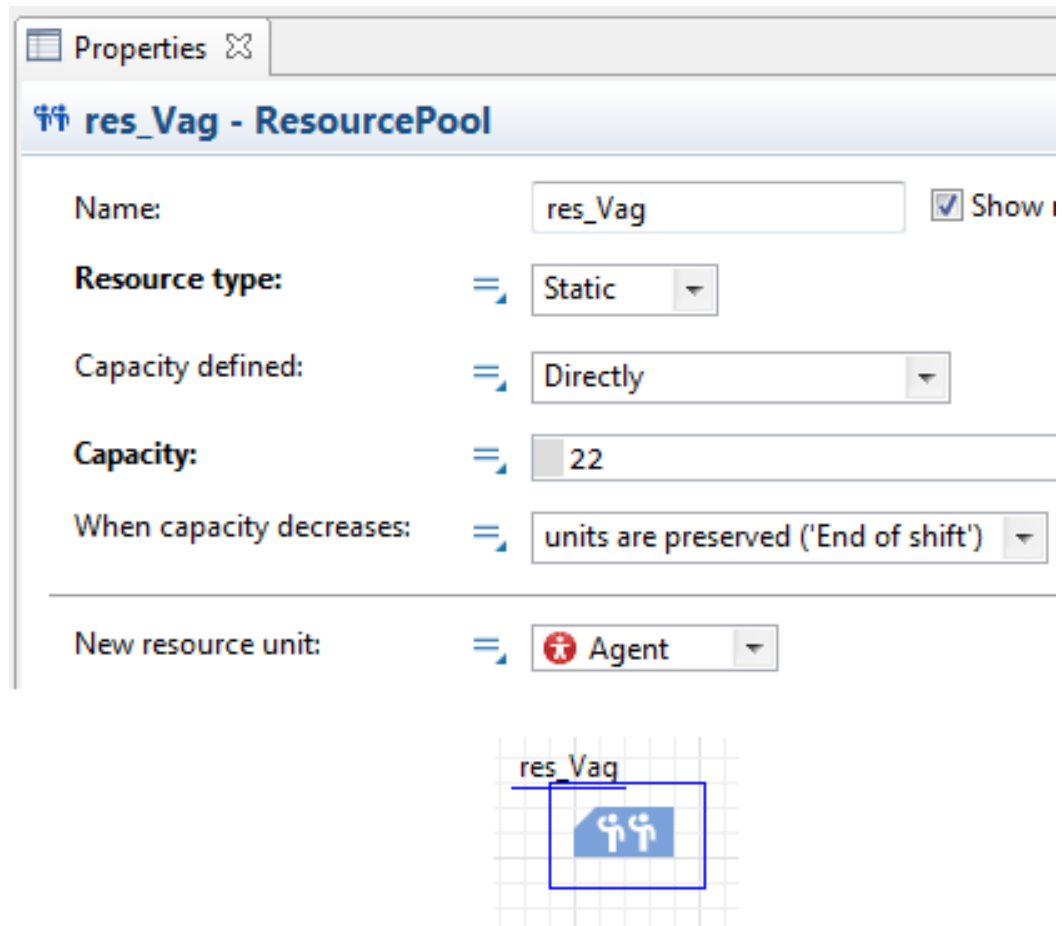


Рисунок 2.6 – Об'єкт res_Vag

Далі замовлення з приєднаними ресурсами потрапляють до черги q_{nav_GB} , де при їх входженні, в залежності від умови ($v_vag==1$) – означає використання хоперів, або ($v_vag==2$) – напіввагони, виконуються розрахунки:

- збільшення змінної, що фіксує обсяг переміщеного вантажу

$$v_Q_t = v_Q_t + 2*68.8;$$
- встановлення часу обробки хоперів на ПрАТ «Миколаївцемент»

$$v_vag_rozv = 6.5;$$
- такі ж процедури для напіввагонів

$$\{v_Q_t = v_Q_t + 2*69.23;$$

$$v_vag_rozv = 8.5;\}.$$

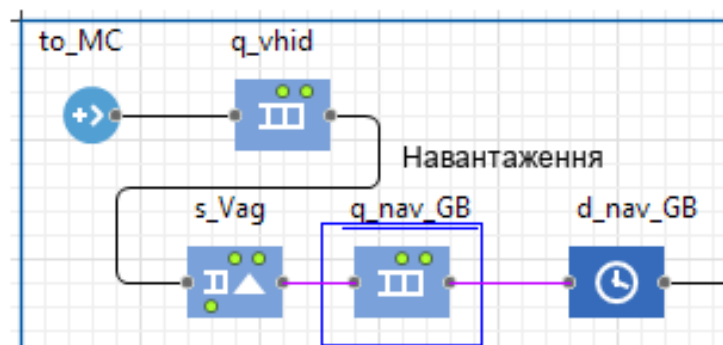
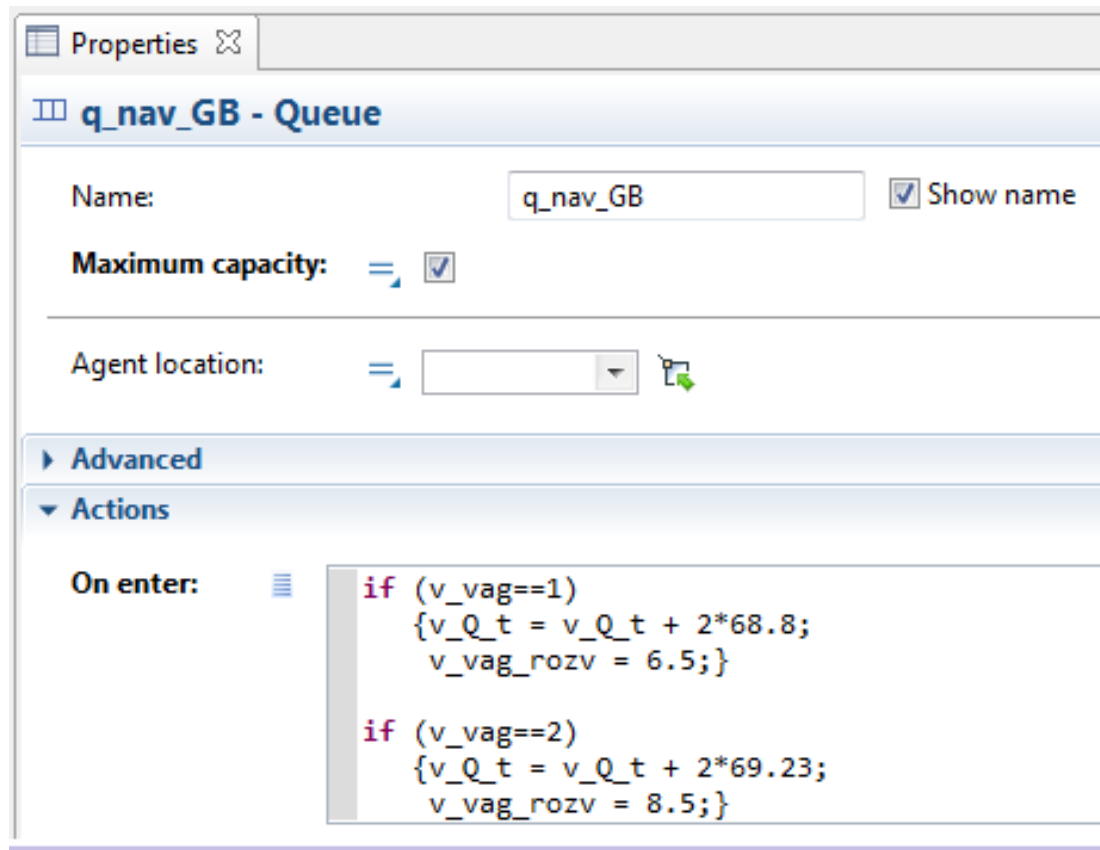


Рисунок 2.7 – Черга q_nav_GB

Після цього замовлення та ресурси затримуються елементом d_nav_GB, що імітує навантаження гранульованого шлаку на підприємстві ПАТ «Запоріжсталь».

Наступний блок програми реалізує імітацію процесу перестановки вагонів на ділянку дозування завантажених вагонів – рисунок 2.8.

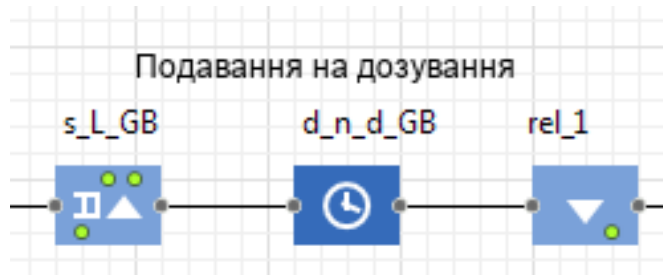


Рисунок 2.8 – Блок імітації процесу перестановки вагонів на ділянку дозування завантажених вагонів

Елемент s_L_GB – захоплювач іншого типу ресурсів – локомотивів.

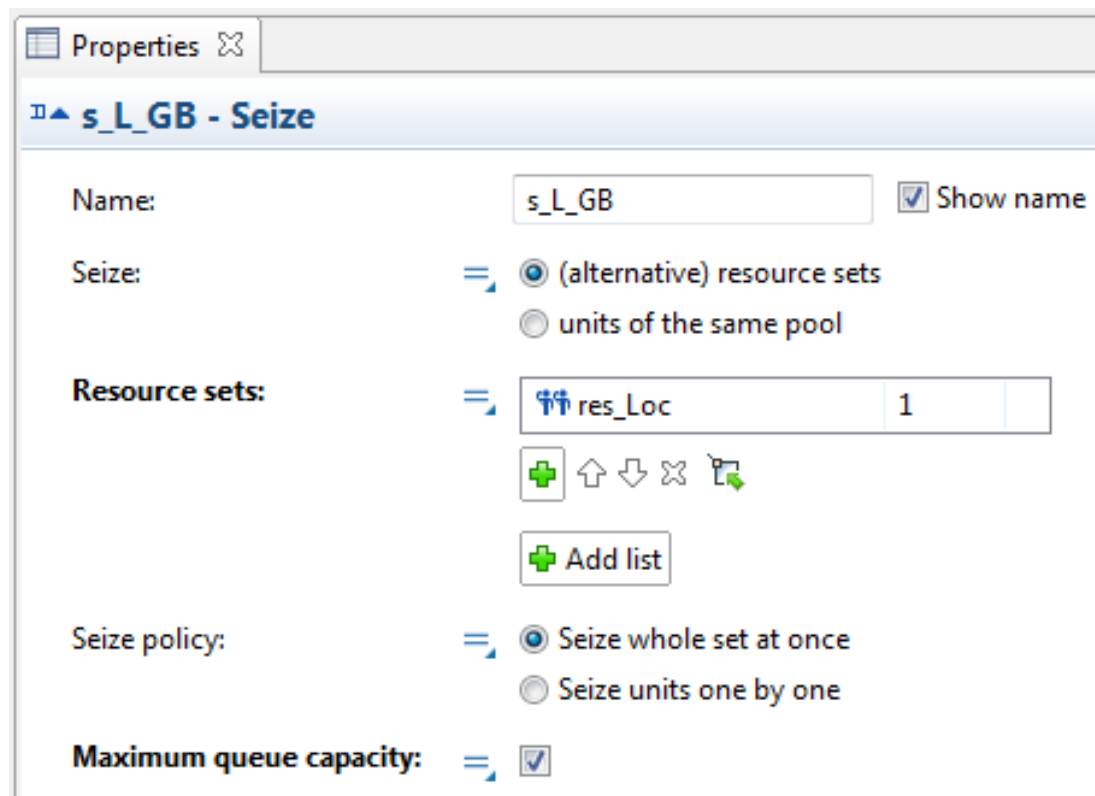


Рисунок 2.9 – Елемент s_L_GB – захоплювач ресурсів – локомотивів

Для обслуговування ділянок навантаження та дозування ЦШП не передбачено окремого локомотиву, тож імітувати пересування вагонів просто затримкою не буде коректним.

Тож в програмі буде реалізовано імітацію процесу задіяння для даних перевезень зайнятого на інших процесах локомотиву.

Параметри елементу пулу ресурсів res_Loc показані на рисунку 2.10.

The screenshot shows a 'Properties' window for a resource pool named 'res_Loc'. The window has a title bar with a list icon and a close button. Below the title bar, the text 'res_Loc - ResourcePool' is displayed. The main area contains several configuration fields:

- Name:** A text box containing 'res_Loc' and a checked 'Show I' checkbox.
- Resource type:** A dropdown menu set to 'Static'.
- Capacity defined:** A dropdown menu set to 'Directly'.
- Capacity:** A text box containing the number '1'.
- When capacity decreases:** A dropdown menu set to 'units are preserved ('End of shift')'.
- New resource unit:** A dropdown menu set to 'Agent' with a red agent icon.

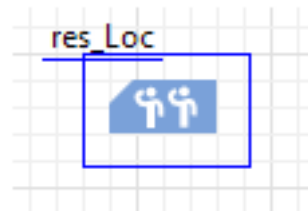


Рисунок 2.10 – Параметри елементу пулу ресурсів res_Loc

Після приєднання цього ресурсу елементом d_n_d_GB здійснюється затримка, яка імітує рух локомотива до ділянки навантаження зі станції Східна та перестановку вагонів для дозування (рисунок 2.11).

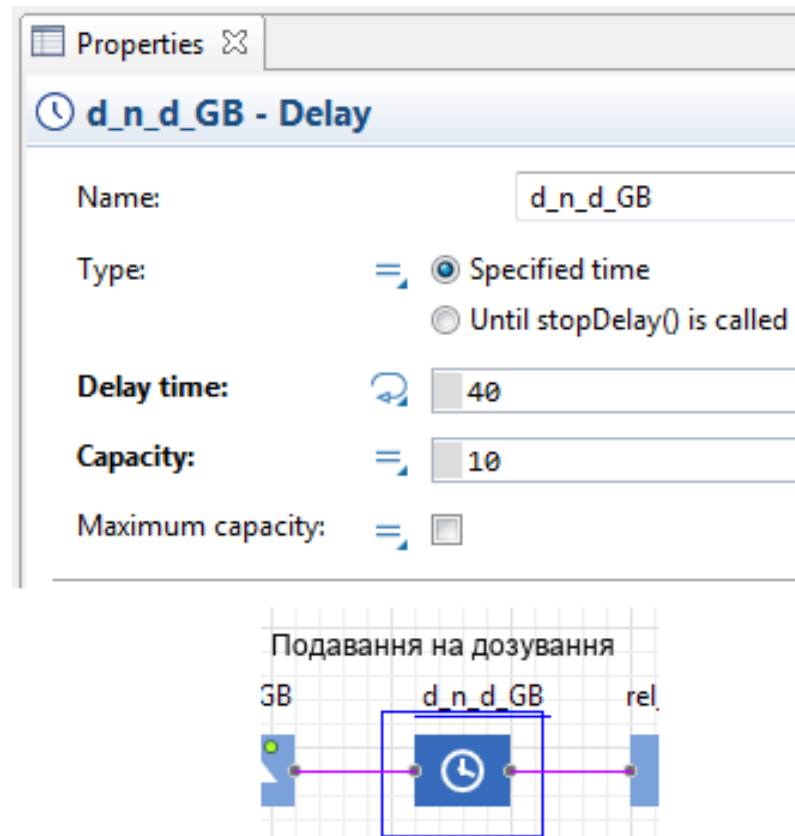


Рисунок 2.11 – Елемент затримки d_n_d_GB

Ресурс звільняється елементом rel_1 – рисунок 2.12.

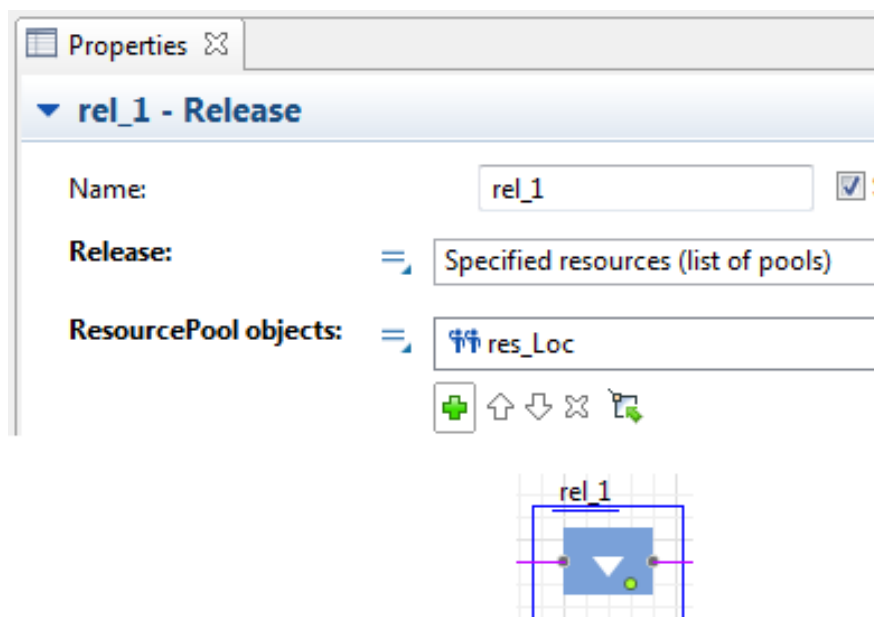


Рисунок 2.12 – Елемент звільнення ресурсів rel_1

Процедурі імітації дозування вагонів передусе постановка заявок у чергу q_doz_GB.

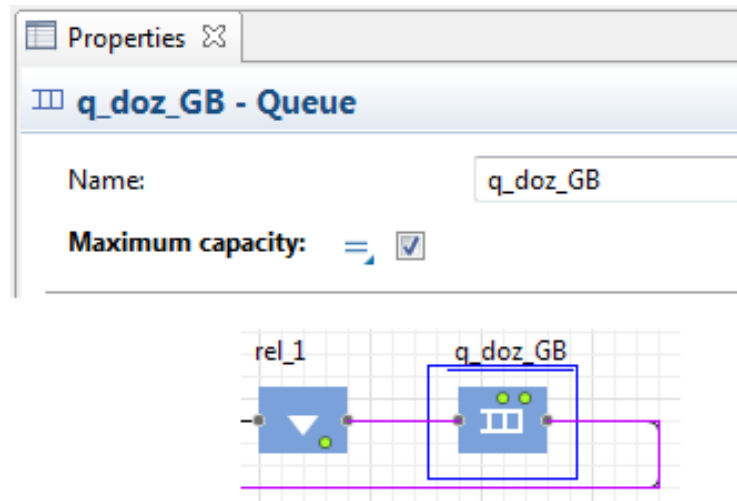


Рисунок 2.13 – Черга q_doz_GB

Потім імітується дозування затримкою елементом d_doz_GB – рисунок 2.14.

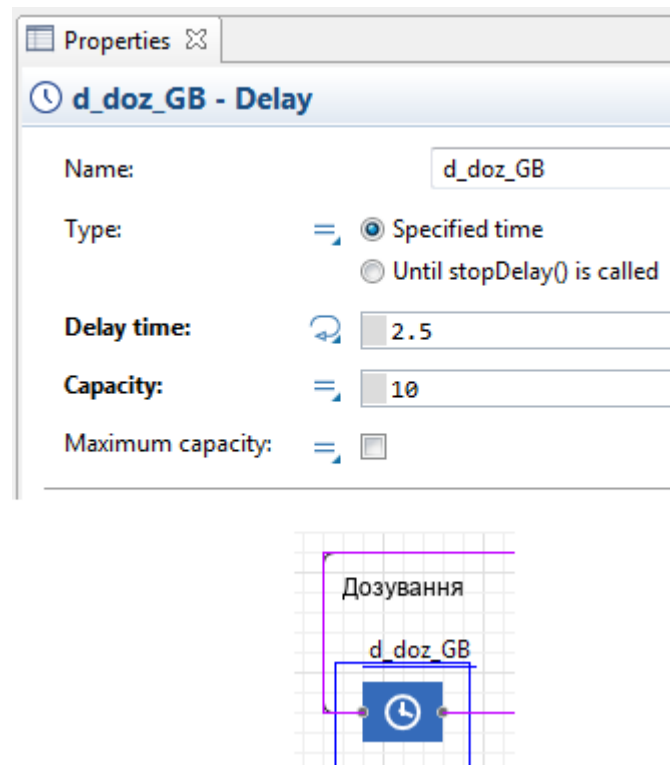


Рисунок 2.14 – Елемент d_doz_GB

Наступний блок – рисунок 2.15 – імітує:

- захоплення ресурсу-локомотиву елементом s_L_GB1;
- затримку елементом d_CB_SKH, що імітує перевезення вагонів до станції Східна;
- звільнення ресурсу об'єктом rel_2.

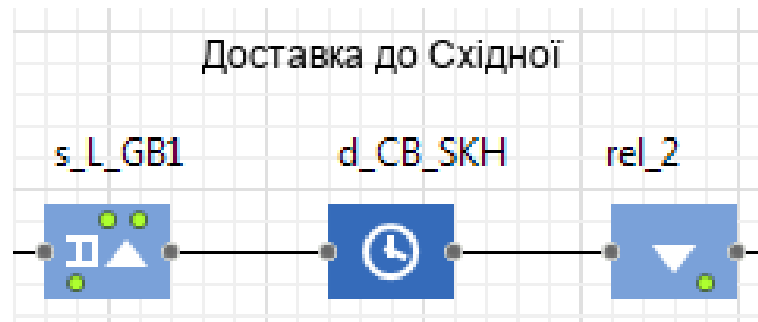


Рисунок 2.15 – Імітація доставки вагонів із гранульованим шлаком до станції Східна

Наступною є процедура затримки, яка імітує формування поїзду до відправлення залізницею до ПрАТ «Миколаївцемент» – рисунок 2.16:

- елемент затримки d_gk_SKH;
- черга q_vidpr.

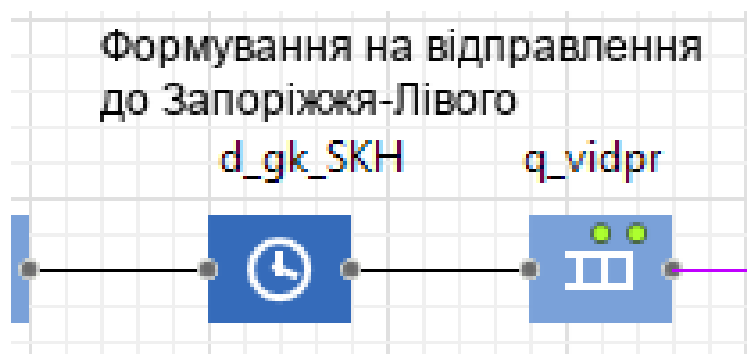


Рисунок 2.16 – Імітація формування поїзду до відправлення залізницею до ПрАТ «Миколаївцемент»

На рисунку 2.17 виділений вищерозглянутий у даному підрозділі ланцюг просування замовлень. Червоним кольором позначено наступний елемент h_interv_v , який утримує заявки від подальшого руху в очікуванні відповідного інтервалу поїздів, рух яких імітується окремим ланцюгом.

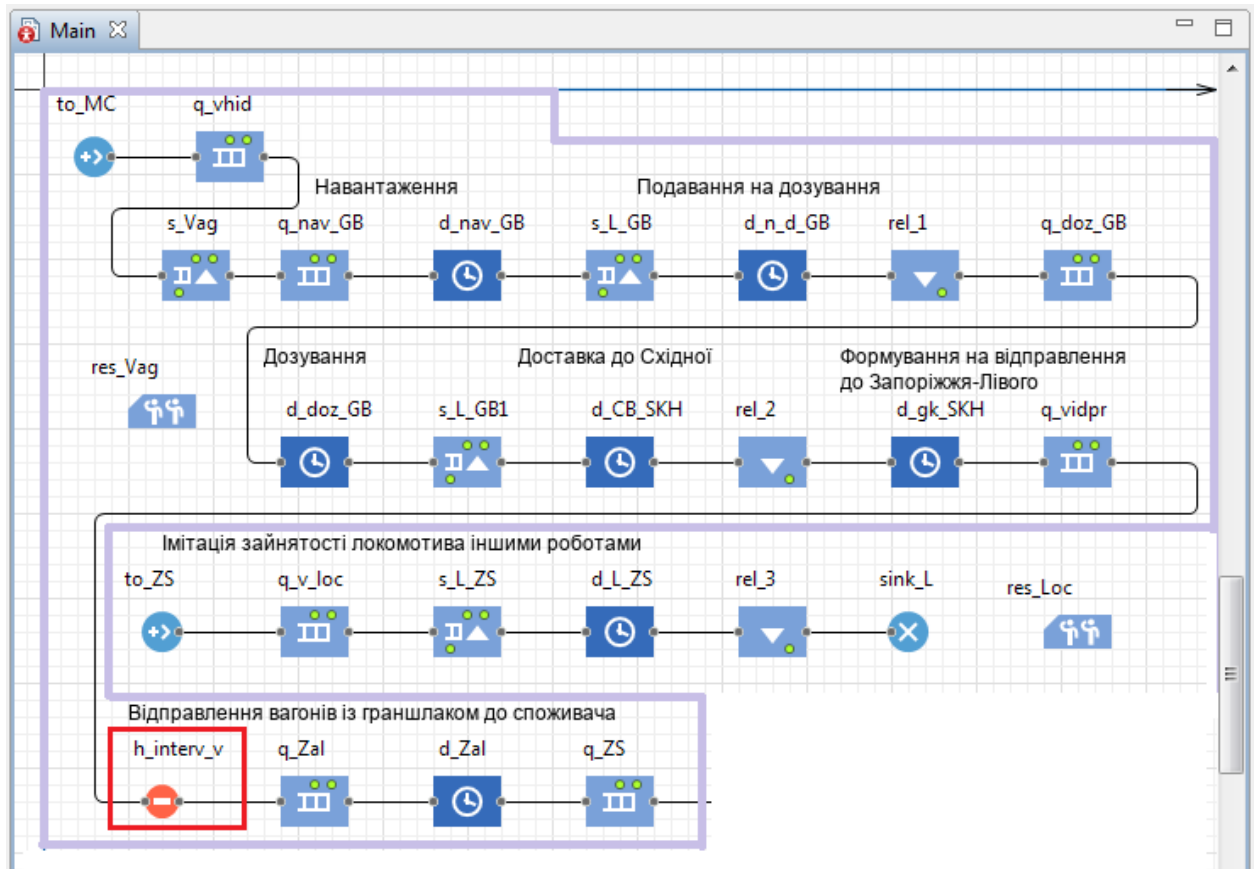


Рисунок 2.17 – Очікування інтервалу відправлення поїздів

Елемент h_interv_v керується ланцюгом відправлення поїздів через розрахунковий середній інтервал.

Тобто, поїзд, у складі якого знаходяться вагони із граншлаком, не відправляються по завершенню операцій із формування, оскільки треба враховувати реальний процес – можливо хвилину потому тільки-но відправлений поїзд, під який задіяно певний локомотив – ресурс, можливо на станції приймання відсутня вільна колія.

На рисунку 2.18 показаний ланцюг імітації відправлення поїздів.

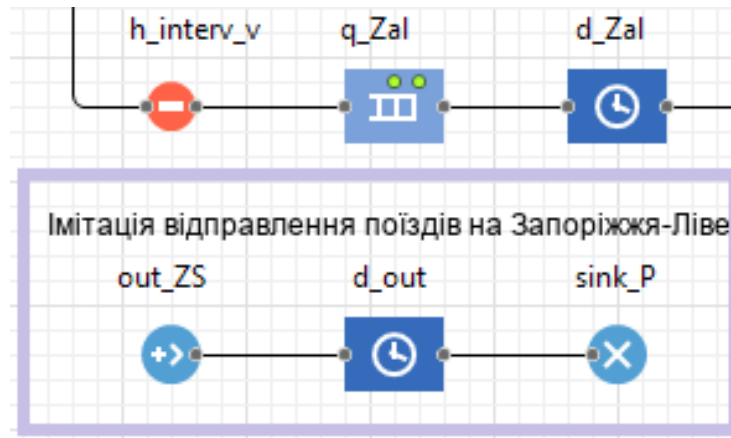


Рисунок 2.18 – Ланцюг імітації відправлення поїздів

Елемент out_ZS генерує замовлення через встановлений середній інтервал – рисунок 2.19.

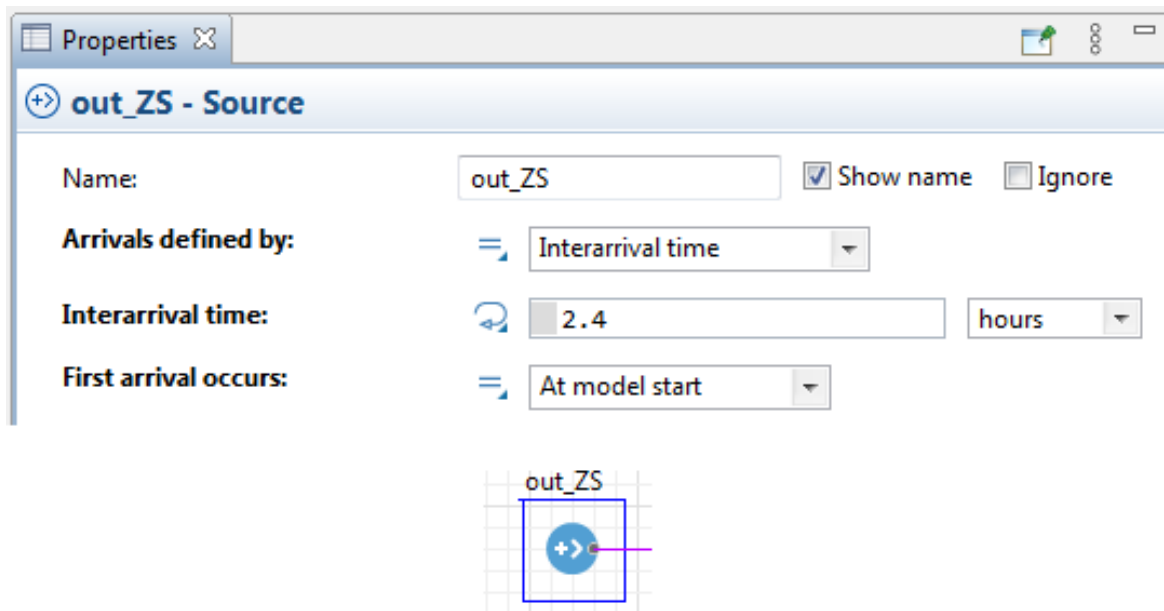


Рисунок 2.19 – Елемент out_ZS

Елемент d_out здійснює затримку, імітуючи орієнтовну зайнятість цього періоду для відправлення інших поїздів – рисунок 2.20.

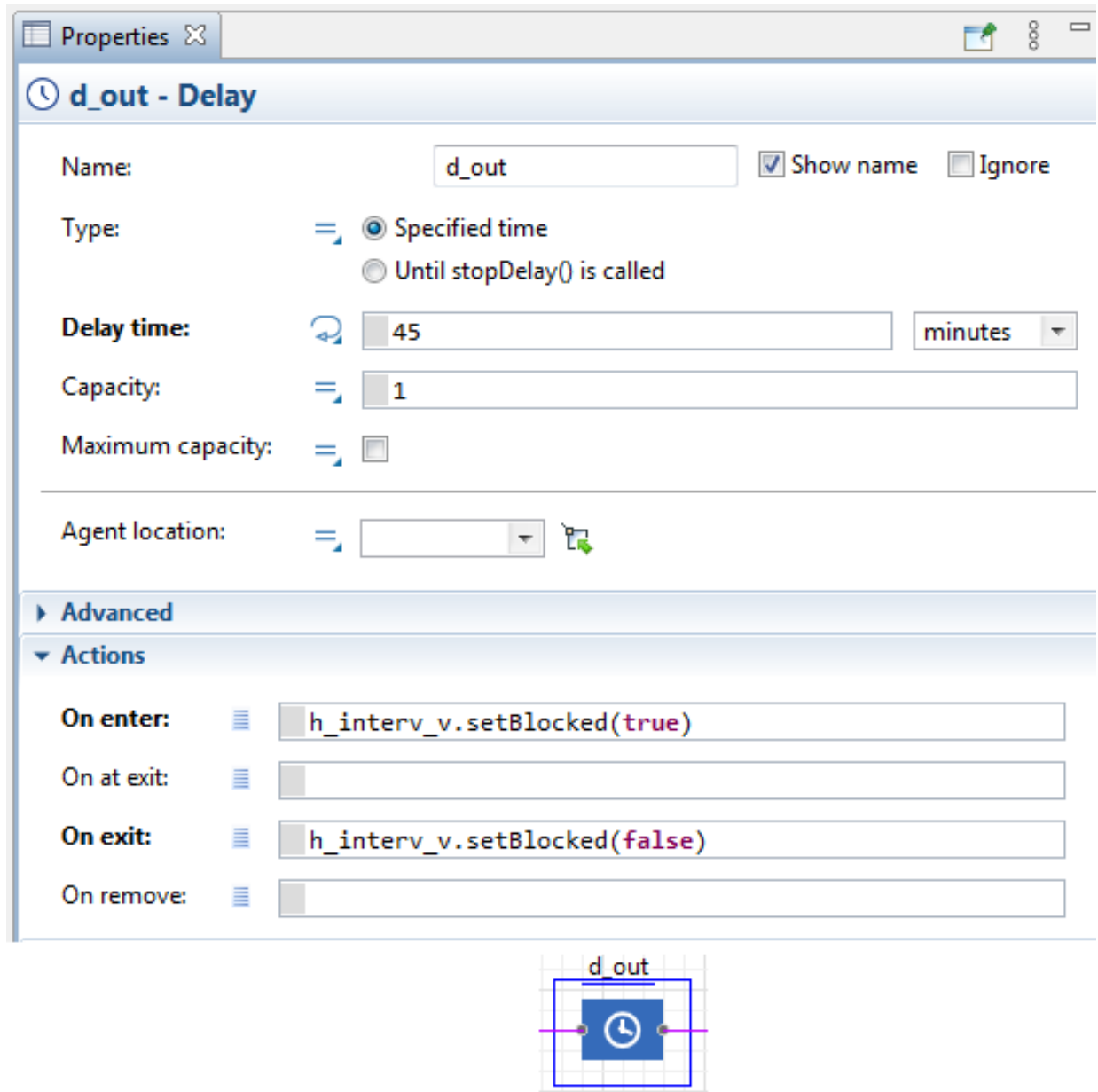


Рисунок 2.20 – Елемент d_out

При входженні замовлення до d_out виконується блокування об'єкту h_interv_v:

- `h_interv_v.setBlocked(true).`

При виході, відповідно, об'єкт `h_interv_v` розблоковується:

- `h_interv_v.setBlocked(false)`.

Місткість елементу `d_out` обмежується одним поїздом.

Після проходження даного ланцюгу – замовлення знищуються елементом `sink_P`.

На рисунку 2.21 показаний ланцюг, який імітує зайнятість локомотива, що обслуговує ЦШП, іншими роботами.

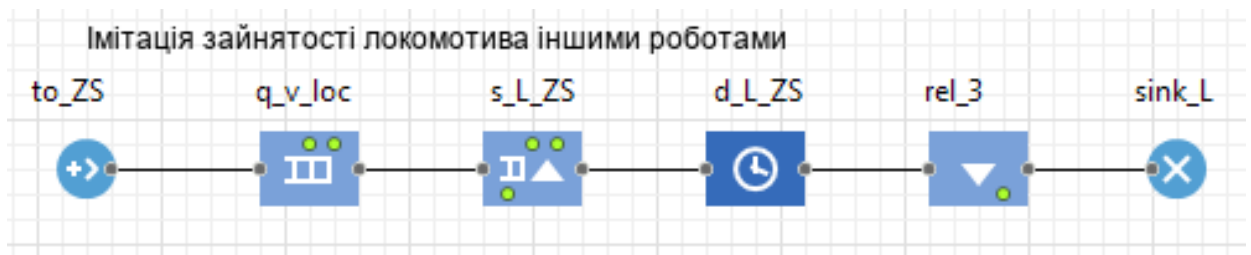


Рисунок 2.21 – Ланцюг, який імітує зайнятість локомотива, що обслуговує ЦШП, іншими роботами

Працює даний ланцюг наступним чином:

- елементом `to_ZS` генеруються замовлення через середній час відправлення та прийому поїздів на станцію Східна;
- замовлення накопичуються чергою `q_v_loc`;
- вихід з черги замовлень відбувається через захоплення ресурсу об'єктом `s_L_ZS`;
- ресурс із замовленням затримується об'єктом `s_L_ZS`;
- після затримки елементом `d_L_ZS`, ресурси вивільняються об'єктом `rel_3`;
- замовлення знищуються елементом `sink_L`.

Таким чином, при наявності потреби у локомотиві на ЦШП, у випадку, якщо він задіяний на інших роботах, виникає затримка з обслуговування ЦШП, що відповідає реальним умовам.

Повернемось до основного ланцюга просування замовлень-вагонів із гранульованим шлаком.

На рисунку 2.22 показаний блок відправлення вагонів із граншлаком на ПрАТ «Миколаївцемент».

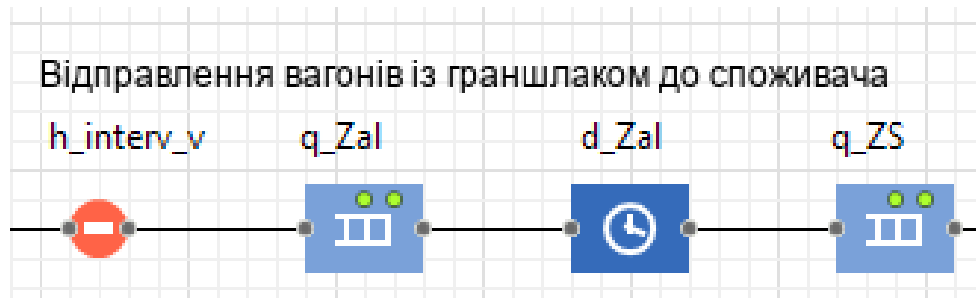


Рисунок 2.22 – Блок відправлення вагонів із граншлаком на ПрАТ «Миколаївцемент»

Цей блок складається з черги q_Zal (рисунок 2.23), де виконуються наступні розрахунки.

У разі використання хоперів

if ($v_vag==1$)

встановлюється час їх перебування під вивантаженням:

$v_MC = 3.3;$

У разі використання напіввагонів

if ($v_vag==2$)

час їх перебування є більшим через технічні особливості вивантаження та очищення:

$v_{MC} = 5.3;$

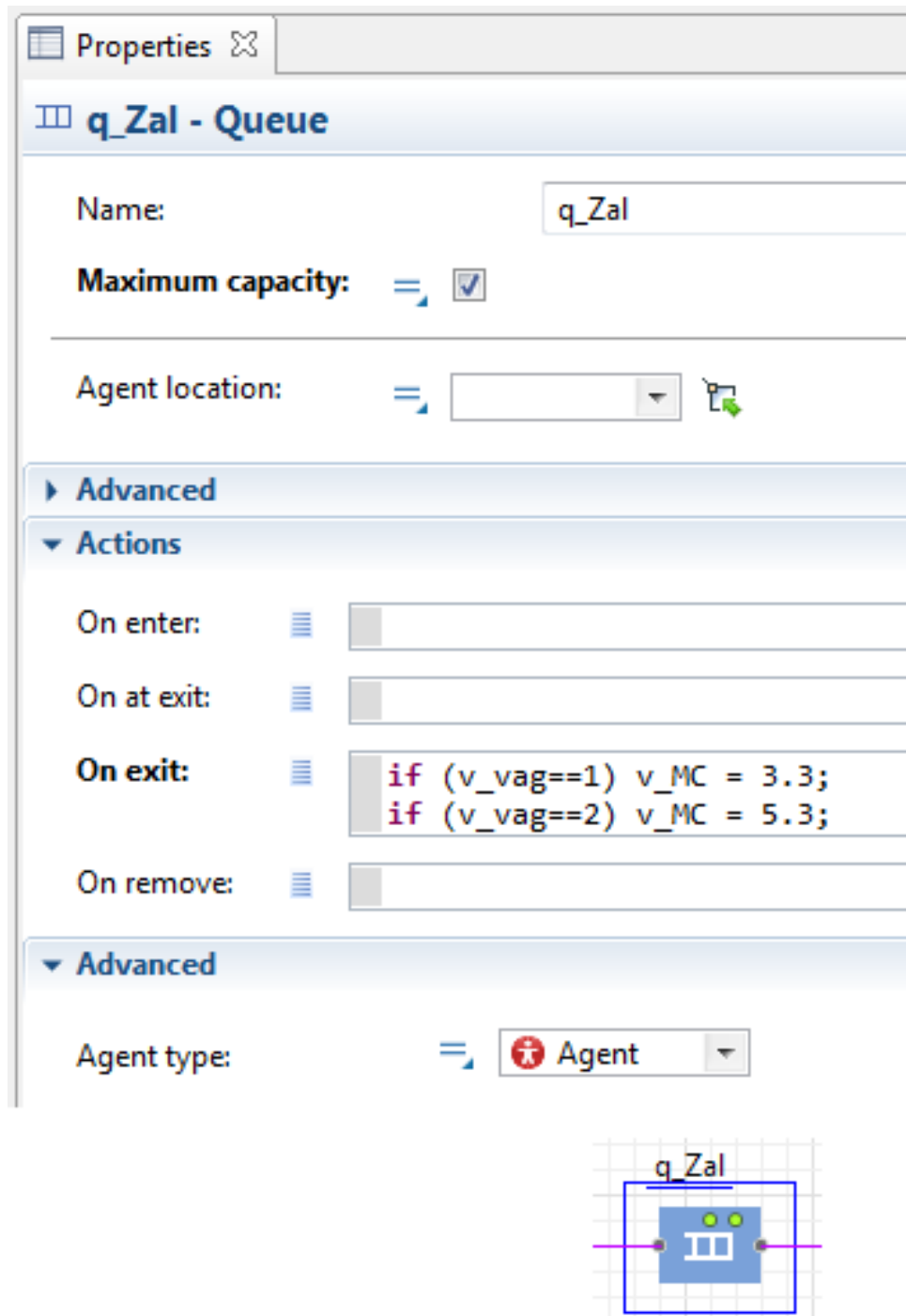


Рисунок 2.23 – Черга q_Zal

Наступний елемент затримки d_Zal враховує ймовірнісний характер часу руху вагонів залізницями України.

За формою діаграми встановлено відповідність нормальному закону розподілу випадкової величини. Тож задаємо параметри елемента затримки d_Zal – рисунок 2.25.

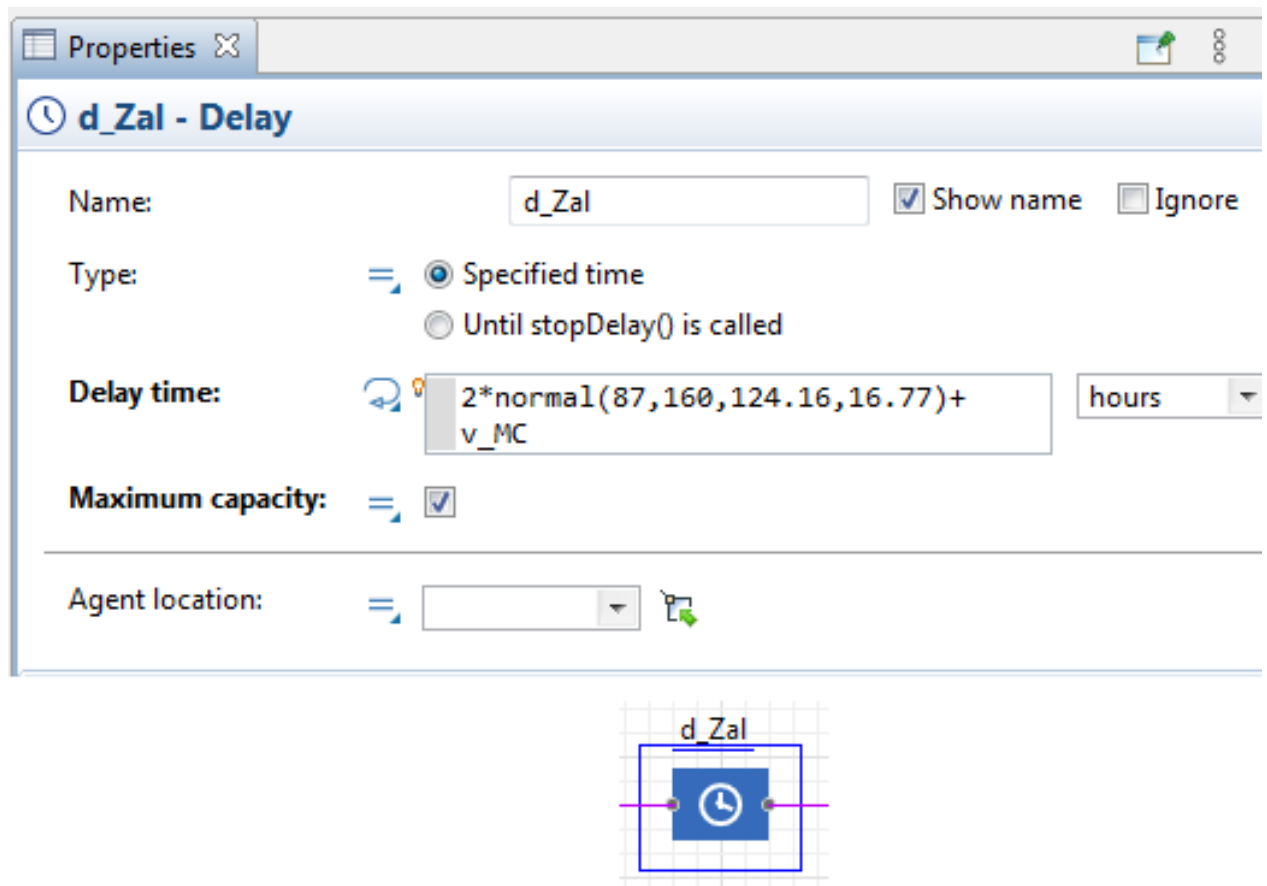


Рисунок 2.25 – Елемент d_Zal

Параметри затримки:

$$2 * \text{normal}(87, 160, 124.16, 16.77) + v_MC$$

враховують час руху у прямому та зворотному напрямку та розрахований у попередньому елементі час вантажних операцій v_MC на підприємстві ПрАТ «Миколаївцемент».

Черга q_ZS передусь останньому блоку обробки замовлень, який показаний на рисунку 2.26.

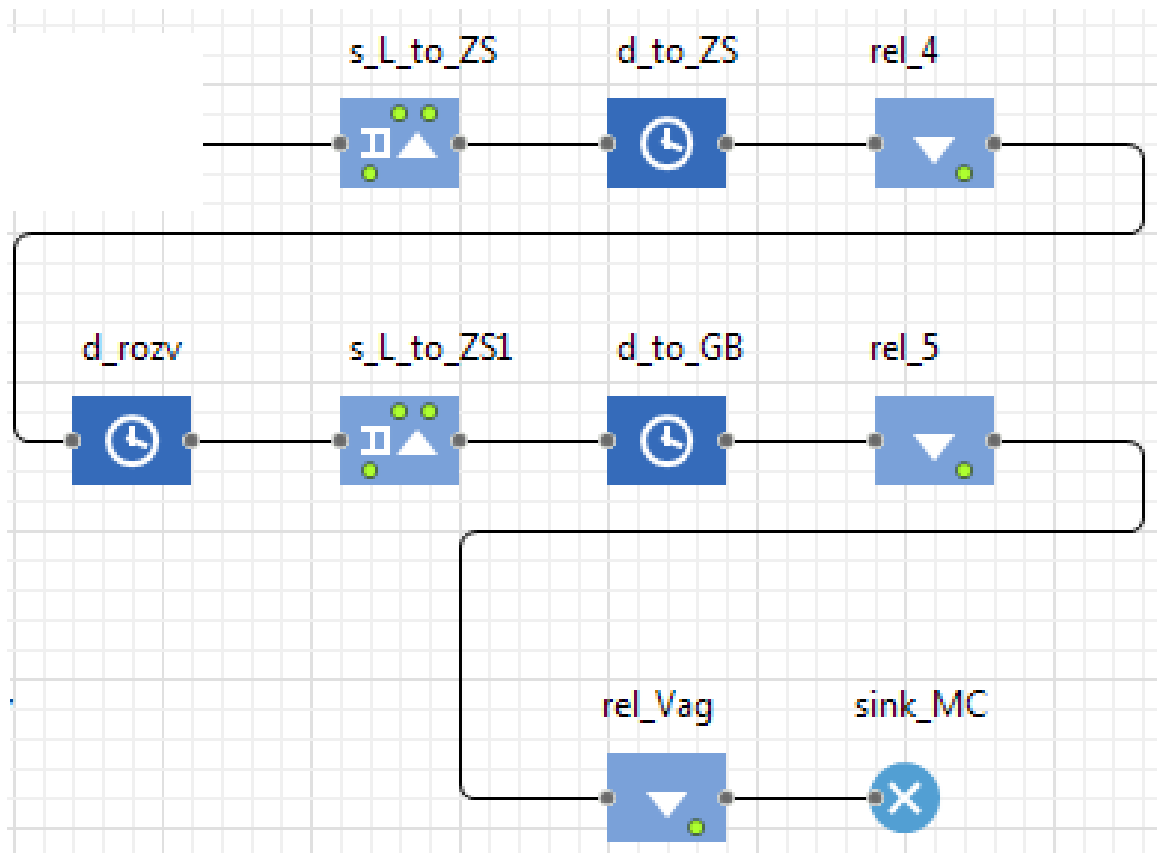


Рисунок 2.26 – Блок обробки замовлень з прибутті на ПАТ «Запоріжсталь»

Для руху по коліях підприємства вагони захоплюють ресурс-локомотив об'єктом $s_L_to_ZS$ – рисунок 2.27.

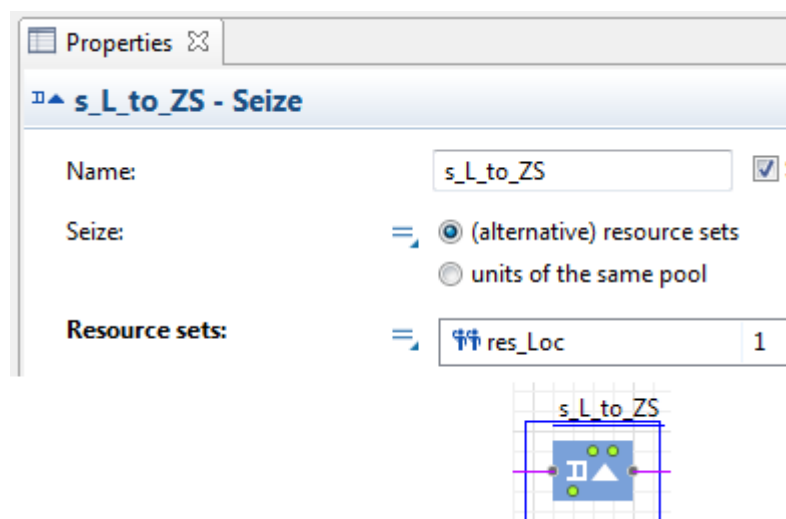


Рисунок 2.27 – Об'єкт $s_L_to_ZS$

Тривалість доставки до фронтів вивантаження імітується об'єктом d_to_ZS – рисунок 2.28.

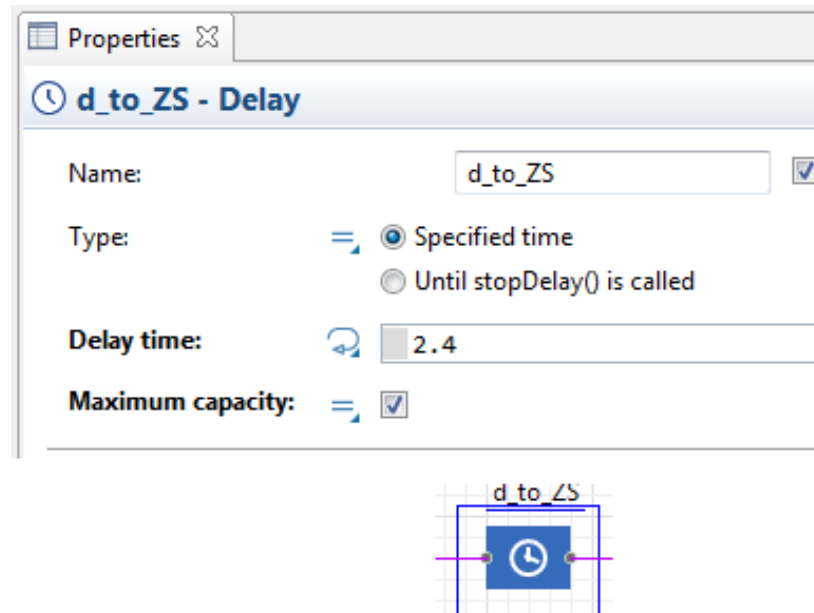


Рисунок 2.28 – Об'єкт d_to_ZS

Після звільнення ресурсу елементом rel_4, заявки затримуються з метою імітації процесу вивантаження – рисунок 2.29.

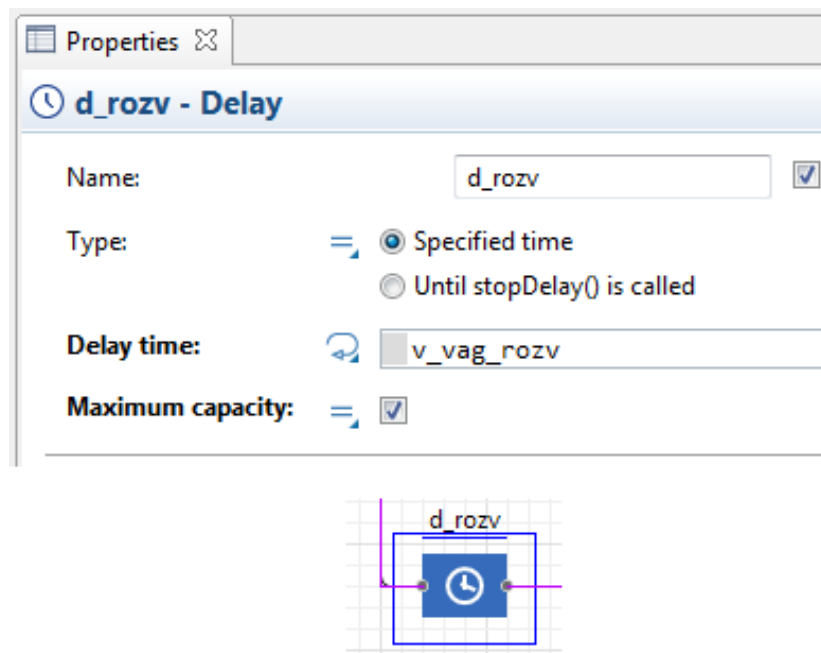


Рисунок 2.29 – Елемент d_rozv

Надалі виконується захоплення ресурсу-локомотиву елементом s_L_to_ZS1 – рисунок 2.30.

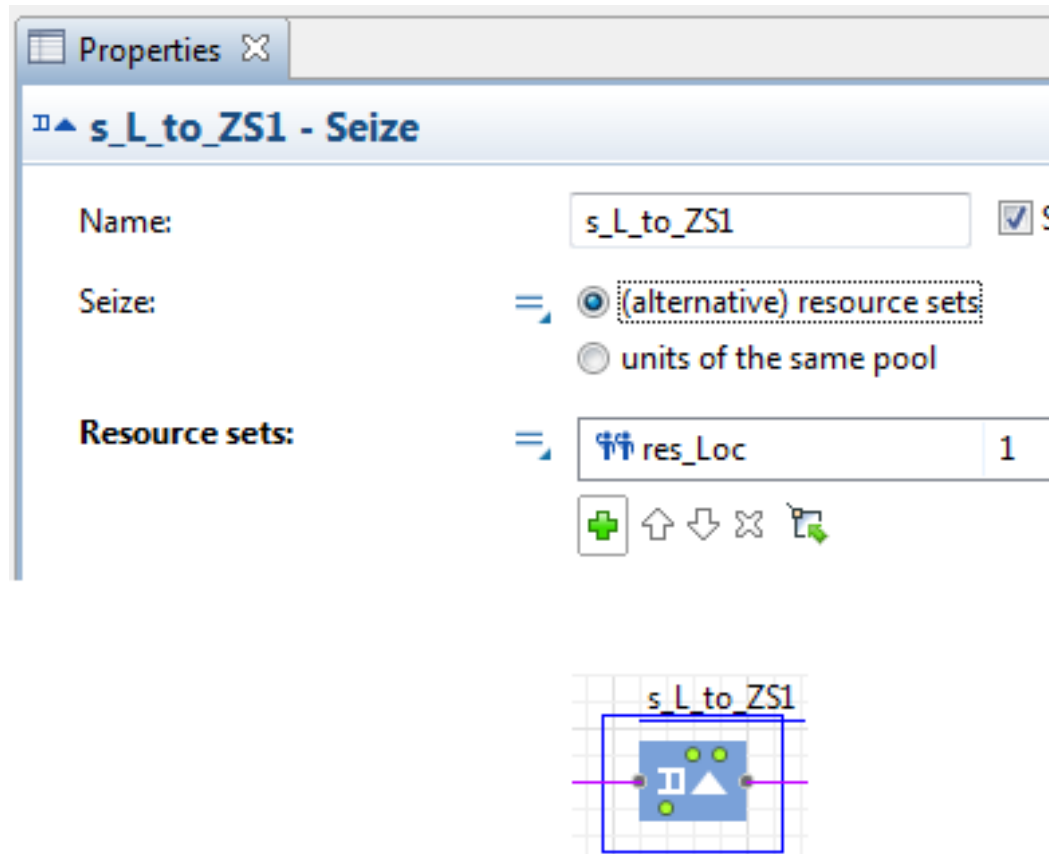


Рисунок 2.30 – Елемент s_L_to_ZS1

Далі виконується затримка елементом d_to_GB – імітація доставки вагонів до ділянки навантаження на гранбасейні, після якої ресурси вивільняються елементом rel_5.

Передостанній елемент rel_Vag звільняє ресурс типу «вагон» у кількості дві одиниці – рисунок 2.31.

Після чого замовлення закінчують свій шлях через знищення об'єктом sink_MC.

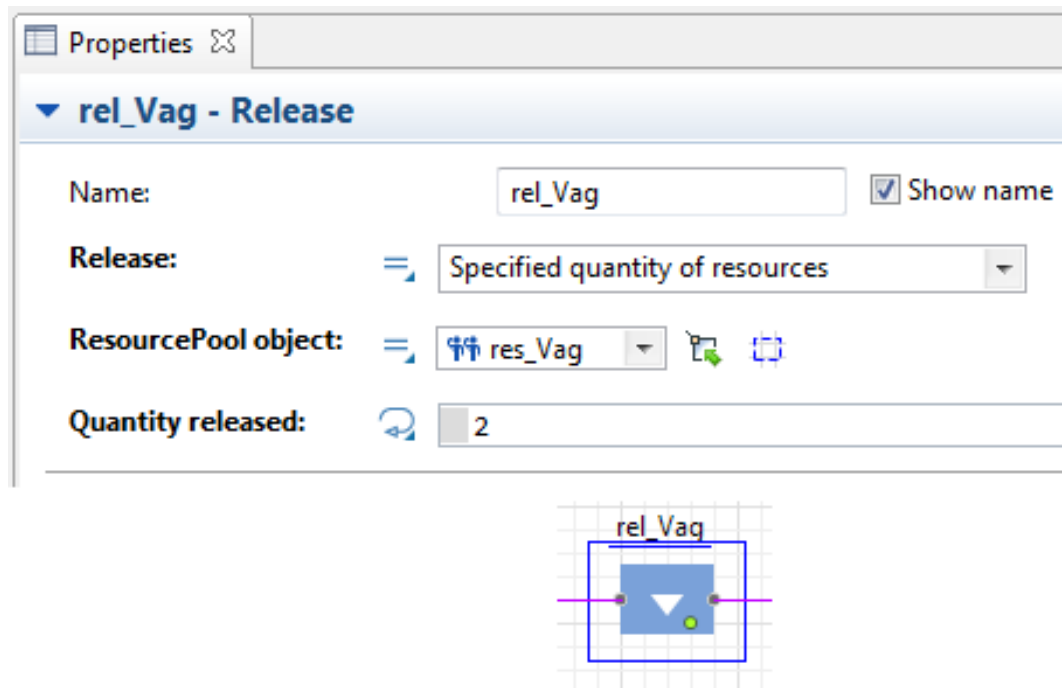


Рисунок 2.31 – Елемент rel_Vag

На полі розміщення елементів програми також представлені змінні, що показані на рисунку 2.32.

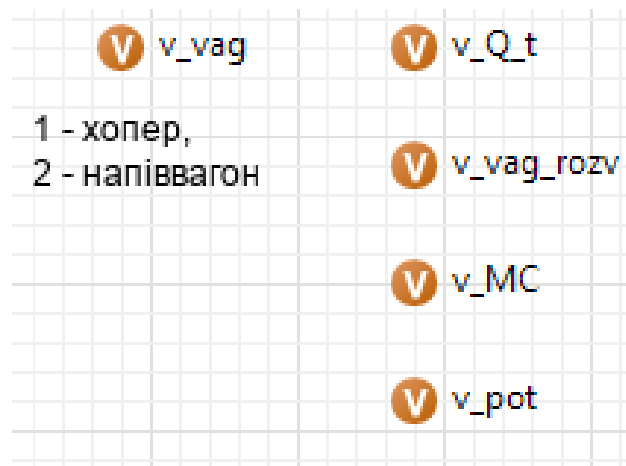


Рисунок 2.32 – Змінні програми MCement

Усі змінні були описані раніше, окрім змінної v_pot типу double, яка використовується для спостереження за ходом виконання програми.

Це здійснюється завдяки об'єкту event типу «подія» - рисунок 2.33.

Properties

event - Event

Name: ☒ Show

Visible: ☒ yes

Trigger type:

Mode:

☒ Use model time ☐ Use calendar dates

First occurrence time (absolute):

Occurrence date:

Recurrence time:

☒ Log to database
[Turn on model execution logging](#)

Action

Description

event

Рисунок 2.33 – Об'єкт event

Змінній `v_pot` присвоюється значення поточного часу в програмі у годинах:

`v_pot=time(HOUR).`

Програма у повному вигляді показана на рисунку 2.34.

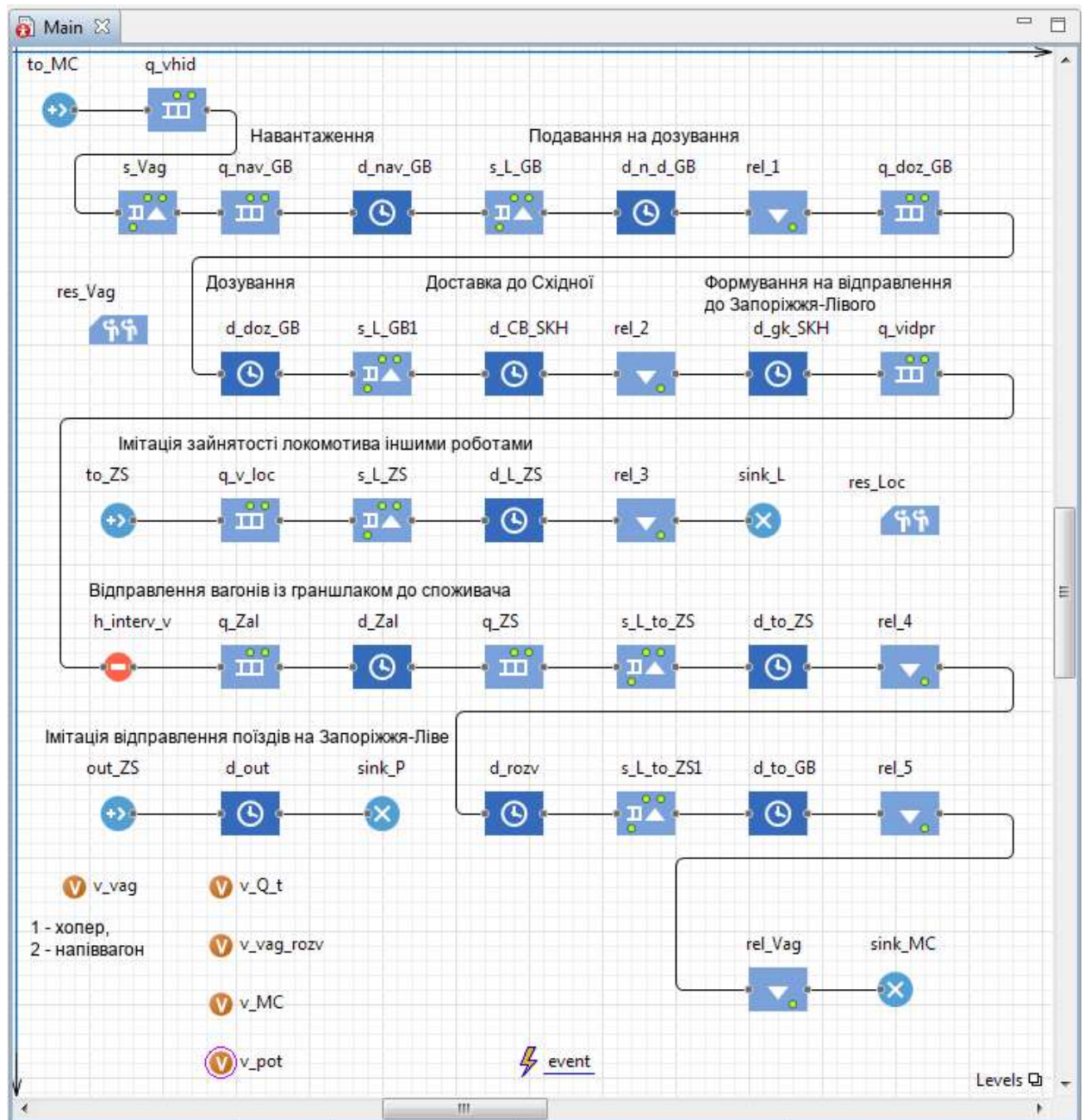


Рисунок 2.34 – Модель у повному вигляді

У наступному розділі виконаємо реалізацію моделі для визначення потрібної кількості вагонів та хоперів.

2.3 Експерименти з визначення потрібної кількості рухомого складу для перевезень гранульованого шлаку

Виконаємо експерименти при зміні параметру кількості вагонів робочого парку, починаючи з 16 з кроком +2 одиниці до отримання потрібного показника обсягу перевезень гранульованого шлаку – 4000 тонн на місяць.

Окрім цього, змінним параметром також є тип вагонів: хопери або напіввагони.

За результатами проведених експериментів сформована таблиця 2.1.

Таблиця 2.1 – Результати моделювання

Кількість вагонів робочого парку	Обсяг перевезеного вантажу за рік, т		Обсяг перевезеного вантажу за місяць, т	
	Хопери	Напіввагони	Хопери	Напіввагони
16	38666	37215	3222	3101
18	43069	41784	3589	3482
20	48160	46492	4013	3874
22	-	50338	-	4195

Згідно отриманих результатів моделювання для доставки чотирьох тисяч тонн на місяць гранульованого шлаку до підприємства ПрАТ «Миколаївцемент» необхідно використовувати 20 хоперів, або 22 напіввагони робочого парку.

З урахуванням 15% від обсягу робочого парку на вагони, які знаходяться у ремонті та для інших непередбачуваних випадків затримки вагонів, обсяг загального парку становить:

- $20 \cdot 1,15 = 23$ хопери;
- $22 \cdot 1,15 = 26$ піввагони.

Виконаємо економічні розрахунки, який тип вагонів при їх використанні є більш ефективним.

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

У попередньому розділі, згідно отриманих результатів моделювання було встановлено що, оптимальний розмір парку рухомого складу при обсягах відправлень гранульованого шлаку 4 тис. тон на місяць складатиме 26 напіввагонів або 23 хопери.

Для економічного обґрунтування вибору типу рухомого складу необхідно визначити розміри витрат, які будуть присутні при здійсненні перевезень. До них входять витрати безпосередньо на доставку вантажу та витрати на оплату роботи вантажних працівників.

3.1 Розрахунок витрат на доставку

Визначимо витрати на доставку гранульованого шлаку до ПрАТ «Миколаївцемент» з урахуванням зворотного завантаження вапняком для флюсування в умовах використання різних типів рухомого складу.

Доставка здійснюється орендованими вагонами. Отже, до загальних витрат будуть входити такі як плата за користування рухомим складом та витрати на перевезення [7]:

$$B_{\text{дост}} = B_{\text{вик}} + B_{\text{пер}} \quad (3.1)$$

де $B_{\text{вик}}$ – витрати на користування рухомим складом, грн;

$B_{\text{пер}}$ – витрати на перевезення вантажу, грн.

3.1.1 Визначення витрат на плату за користування вагонами

Витрати на користування рухомим складом визначаються:

$$B_{вик} = B_{год} \cdot t_{вик} \quad (3.2)$$

де $t_{вик}$ – загальна тривалість користування вагонами, год.

$B_{год}$ - годинна ставка за користування рухомим складом, грн.

Плата за користування вагонами згідно тарифних умов Укрзалізниці становить [8]:

для на піввагонів – 41,94 грн/год;

для хоперів-цементовозів – 33,87 грн/год.

Так як вагони використовуються цілодобово, час використання складатиме [9]:

$$t_{вик} = 24 \cdot 365 \cdot n_{pc} \quad (3.3)$$

де n_{pc} – кількість одиниць використовуваного рухомого складу, од.

Виконуємо розрахунки за формулами (3.2 - 3.3) для кожного типу рухомого складу.

За умови використання напіввагонів тривалість користування складе:

$$t_{вик}^{HB} = 24 \cdot 365 \cdot 26 = 227760 \text{ год.}$$

Плата за користування напіввагонами:

$$B_{вик}^{HB} = 227760 \cdot 41,94 = 9552254 \text{ грн.}$$

За умови використання хоперів тривалість користування складе:

$$t_{вик}^{ХП} = 24 \cdot 365 \cdot 23 = 201480 \text{ год.}$$

Тоді плата за користування хоперами:

$$B_{вик}^{ХП} = 201480 \cdot 33,87 = 6824128 \text{ грн.}$$

3.1.2 Визначення витрат на плату за перевезення

Відстань перевезення до станції Миколаїв-Дністровський складає 1203 км. Розрахункову масу приймаємо згідно визначеного раніше середнього значення завантаженості вагону – 70 т.

За тарифним керівництвом №1 визначаємо тарифи на перевезення [10]. Для напіввагонів користуємося схемою 1, тариф на перевезення складе 8431 грн. для хоперів (схема 2) тариф на перевезення - 9092 грн.

Далі визначаємо коригуючі коефіцієнти в залежності від виду вантажу, що перевозиться. В прямому напрямку транспортується шлак гранульований, код ЄТСНВ 271008, коефіцієнт складає 2,882. В зворотному напрямку перевозиться вапняк для флюсування, код ЄТСНВ 291035. Вантаж відноситься до 1го класу, тож коефіцієнт складає 4,083.

Визначаємо тарифи на перевезення з урахуванням коефіцієнтів, розрахунки зведені у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Скориговані тарифи на перевезення

Вид рухомого складу	Тариф на перевезення, грн	
	Шлак гранульований	Вапняк для флюсування
Напіввагон	24298,14 грн	34423,77грн
Хопер	26203,14грн	37122,64 грн

Для розрахунку річних витрат на перевезення маємо визначити кількість відправлених вагонів на рік. Виходячи з планованого місячного обсягу відправлень гранульованого шлаку - 4000 т, річний обсяг складе 48000 т. Середній рівень завантаження вагона гран шлаком складає 69,23 т. Тоді кількість відправлених вагонів становитиме:

$$n_{\text{відп}} = \frac{48000}{69,23} = 694 \text{ од.}$$

Визначаємо витрати на перевезення напіввагонами у прямому та зворотному напрямках:

Прямий напрямок (шлак гранульований):

$$B_{\text{пер}}^{\text{HB1}} = 24298,14 \cdot 694 = 16862909 \text{ грн.}$$

Зворотній напрямок (вапняк для флюсування):

$$B_{\text{пер}}^{\text{HB2}} = 34423,77 \cdot 694 = 23890096 \text{ грн.}$$

Всього плата за перевезення напіввагонами складе:

$$B_{\text{пер}}^{\text{HB}} = 16862910 + 23890096 = 40753005 \text{ грн.}$$

Визначаємо витрати на перевезення хоперами у прямому та зворотному напрямках:

Прямий напрямок (шлак гранульований):

$$B_{пер}^{ХП1} = 26203,14 \cdot 694 = 18184979 \text{ грн.}$$

Зворотній напрямок (вапняк для флюсування):

$$B_{пер}^{ХП2} = 37122,64 \cdot 694 = 25763112 \text{ грн.}$$

Всього плата за перевезення хоперами складе:

$$B_{пер}^{ХП} = 18184979 + 25763112 = 43948091 \text{ грн.}$$

Таким чином, з урахуванням плати за користування рухомим складом загальні витрати на доставку складатимуть:

- при використанні напіввагонів:

$$B_{дост}^{НВ} = 9552254 + 40753005 = 50305259 \text{ грн.}$$

- при використанні хоперів:

$$B_{дост}^{ХП} = 6824128 + 43948091 = 50772219 \text{ грн.}$$

Для зручності зведемо розрахунки у таблицю 3.2.

Таблиця 3.2 – Порівняння витрат на перевезення різним типом вагонів

Стаття витрат	Тип рухомого складу		Різниця
	Напіввагон	Хопер	
Вартість перевезення у прямому напрямку (гранульований шлак), грн	16862909	18184979	1322070
Вартість перевезення у зворотному напрямку (вапняк для флюсування), грн	23890096	25763112	1873016
Плата за користування, грн	9552254	6824128	-2728126
Всього	50305259	50772219	466960

Попередньо можна зробити висновки, що використання на піввагонів вигідніше. Плата за користування рухомим складом буде менша при використанні хоперів, але вартість перевезення обох видів вантажів хоперами вища ніж на піввагонами. При використанні на піввагонів витрати становитимуть на 466960 грн менше ніж при використанні хоперів.

Але необхідно ще враховувати, що тривалість і складність вивантаження у хоперів і на піввагонів відрізняється. Відповідно будуть різні витрати на оплату вантажних працівників, яка буде визначена у наступному підрозділі.

3.2 Витрати на оплату праці вантажних працівників

При вивантаженні напіввагонів для обслуговування партії з 2х одиниць залучаються 2 вантажники. Тривалість вивантаження партії в такому випадку триватиме 30 хвилин.

Для вивантаження партії з 2 хоперів достатньо одного вантажника. Вивантаження партії складає 15 хв.

Процес навантаження залишається не змінним для різних типів вагонів, тому тривалість цих операцій не враховуємо.

Визначимо річний фонд часу роботи вантажних працівників [11], враховуючи, що на кожну відправку буде 2 операції вивантаження:

$$T_{річн} = 2 \cdot n_{пр} \cdot t_{вант} \cdot \frac{n_{відп}}{N_{ваг}} \quad (3.4)$$

де $n_{пр}$ - кількість задіяних працівників, осіб;

$t_{вант}$ - тривалість виконання вантажних операцій, год;

$N_{ваг}$ - кількість вагонів у партії, од.

При використанні напіввагонів загальний фонд часу роботи вантажників складе:

$$T_{річн} = 2 \cdot 2 \cdot 0,5 \cdot \frac{694}{2} = 694 \text{ год.}$$

При використанні хоперів:

$$T_{річн} = 2 \cdot 1 \cdot 0,25 \cdot \frac{694}{2} = 173,5 \text{ год.}$$

При визначенні оплати праці вантажних працівників треба врахувати надбавку за шкідливість – 10% до годинної ставки та нарахування премії – 25% від загального заробітку.

Оплату праці знаходимо наступним чином [11]:

$$B_{zn} = [1,25 \cdot (C_{1200} + 0,1 \cdot C_{1200})] \cdot T_{pich} \quad (3.5)$$

де C_{1200} – розмір тарифної годинної ставки вантажного працівника,
 $C_{1200} = 123,81$ грн.

При використанні на піввагонів:

$$B_{zn}^{HB} = [1,25 \cdot (123,81 + 0,1 \cdot 123,81)] \cdot 694 = 118146 \text{ грн.}$$

При використанні хоперів:

$$B_{zn}^{XII} = [1,25 \cdot (123,81 + 0,1 \cdot 123,81)] \cdot 173,5 = 29536 \text{ грн.}$$

Визначаємо загальні витрати на здійснення доставки гранульованого шлаку до ПрАТ «Миколаївцемент» зі зворотнім завантаженням вапняком для флюсування:

$$B_{zag}^{HB} = 50305259 + 118146 = 50423405 \text{ грн.}$$

$$B_{zag}^{XII} = 50772219 + 29536 = 50801755 \text{ грн.}$$

Визначимо економію за умови використання хоперів для перевезень.

Економія складе:

$$E = 50801755 - 50423405 = 378350 \text{ грн.}$$

Загальні витрати на здійснення доставки гранульованого шлаку наведені у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Загальні витрати на здійснення доставки гранульованого шлаку

Стаття витрат	Тип рухомого складу	
	Напіввагони	Хопери
Плата за перевезення, грн	40753005	43948091
Плата за користування рухомим складом, грн	9552254	6824128
Оплата праці вантажників, грн	118146	29536
Всього, грн	50423405	50801755

Таким чином, при обсягах відправлень гранульованого шлаку 48 тис. т на рік (при місячному плановому обсязі 4 тис. т), більш економічно вигідним варіантом буде використання напіввагонів.

Проте деякі статті витрат при використанні хоперів є нижчими, а плата за перевезення буде залежати від обсягів перевезень, тому має сенс дослідити, як впливатиме кількість відправлень на вибір типу вагонів.

3.3 Визначення доцільності вибору типу рухомого складу в умовах варіювання обсягів відправлень

Попередні розрахунки були виконані в умовах стабільних планових обсягів відправлень. Але в сучасних умовах нестабільності ринку слід врахувати, що обсяги відправлень можуть коливатися як в більшу так і в меншу сторони.

Проведемо розрахунки в умовах можливої зміни обсягів відправлень вантажу із кроком 100 вагонів.

При відправленні 300 вагонів:

	Розмір витрат, грн	
	Напіввагони	Хопери
Прямий напрямок	7289442	7860942
Зворотній напрямок	10327131	11136792
Плата за користування	9552254	6824128
Зарплата вантажників	51072	12768
Всього	27219899	25834630

Згідно отриманих результатів, при невеликих обсягах відправлень, більш доцільно використовувати хопери.

За умови перевезень хоперами в даному випадку економія складе:

$$E = 27219899 - 25834630 = 1385269 \text{ грн.}$$

При відправленні 400 вагонів:

	Розмір витрат, грн	
	Напіввагони	Хопери
Прямий напрямок	9719256	10481256
Зворотній напрямок	13769508	14849056
Плата за користування	9552254	6824128
Зарплата вантажників	68096	17024
Всього	33109114	32171464

За умови перевезень хоперами економія складе:

$$E = 33109114 - 32171464 = 937650 \text{ грн.}$$

При відправленні 500 вагонів:

	Розмір витрат, грн	
	Напіввагони	Хопери
Прямий напрямок	12149070	13101570
Зворотній напрямок	17211885	18561320
Плата за користування	9552254	6824128
Зарплата вантажників	85119	21280
Всього	38998328	38508297

За умови перевезень хоперами економія складе:

$$E = 38998328 - 38508297 = 490031 \text{ грн.}$$

При відправленні 600 вагонів:

	Розмір витрат, грн	
	Напіввагони	Хопери
Прямий напрямок	14578884	15721884
Зворотній напрямок	20654262	22273584
Плата за користування	9552254	6824128
Зарплата вантажників	102143	25536
Всього	44887543	44845131

За умови перевезень напіввагонами економія складе:

$$E = 44887543 - 44845131 = 42412 \text{ грн.}$$

Витрати для обсягу відправлень 700 вагонів не робимо, так як вже були виконані основні розрахунки для річного обсягу відправлень 694 вагона.

При відправленні 800 вагонів:

	Розмір витрат, грн	
	Напіввагони	Хопери
Прямий напрямок	19438512	20962512
Зворотній напрямок	27539016	29698112
Плата за користування	9552254	6824128
Зарплата вантажників	136191	34048
Всього	56665973	57518799

Як бачимо з результатів розрахунків, при збільшенні запланованого обсягу відправлень, більш доцільним стане використовувати напіввагони.

За умови перевезень напіввагонами в даному випадку економія складе:

$$E = 57518799 - 56665973 = 852826 \text{ грн.}$$

При відправленні 900 вагонів:

	Розмір витрат, грн	
	Напіввагони	Хопери
Прямий напрямок	21868326	23582826
Зворотній напрямок	30981393	33410376
Плата за користування	9552254	6824128
Зарплата вантажників	153215	38304
Всього	62555188	63855633

За умови перевезень напіввагонами економія складе:

$$E = 63855633 - 62555188 = 1300445 \text{ грн.}$$

При відправленні 1000 вагонів:

	Розмір витрат, грн	
	Напіввагони	Хопери
Прямий напрямок	24298140	26203140
Зворотній напрямок	34423770	37122640
Плата за користування	9552254	6824128
Зарплата вантажників	170239	42560
Всього	68444403	70192467

За умови перевезень напіввагонами економія складе:

$$E = 70192467 - 68444403 = 1748064 \text{ грн.}$$

Отримані результати зводимо у таблицю 3.3. Для порівняння варіантів додаємо стовпчик «різниця» в якому від'ємними значеннями виділені варіанти, при яких використання хоперів є доцільнішим.

Таблиця 3.3 – Результати розрахунків витрат за різних обсягів відправлень

№з/п	Річний обсяг відправлень		Загальні витрати, грн		Різниця, грн
	У вагонах	У тонах	Напіввагони	Хопери	
1	300	20769	27219899	25834630	-1385269
2	400	27692	33109114	32171463	-937650
3	500	34615	38998328	38508297	-490031
4	600	41538	44887543	44845131	-42412
5	694	48046	50423405	50801755	378340
6	800	55384	56665973	57518799	852826
7	900	62307	62555188	63855633	1300445
8	1000	69230	68444403	70192467	1748064

Відобразимо значення різниці витрат при використанні хоперів та напіввагонів в умовах різних обсягів відправлень у вигляді графіку (рис. 3.1).

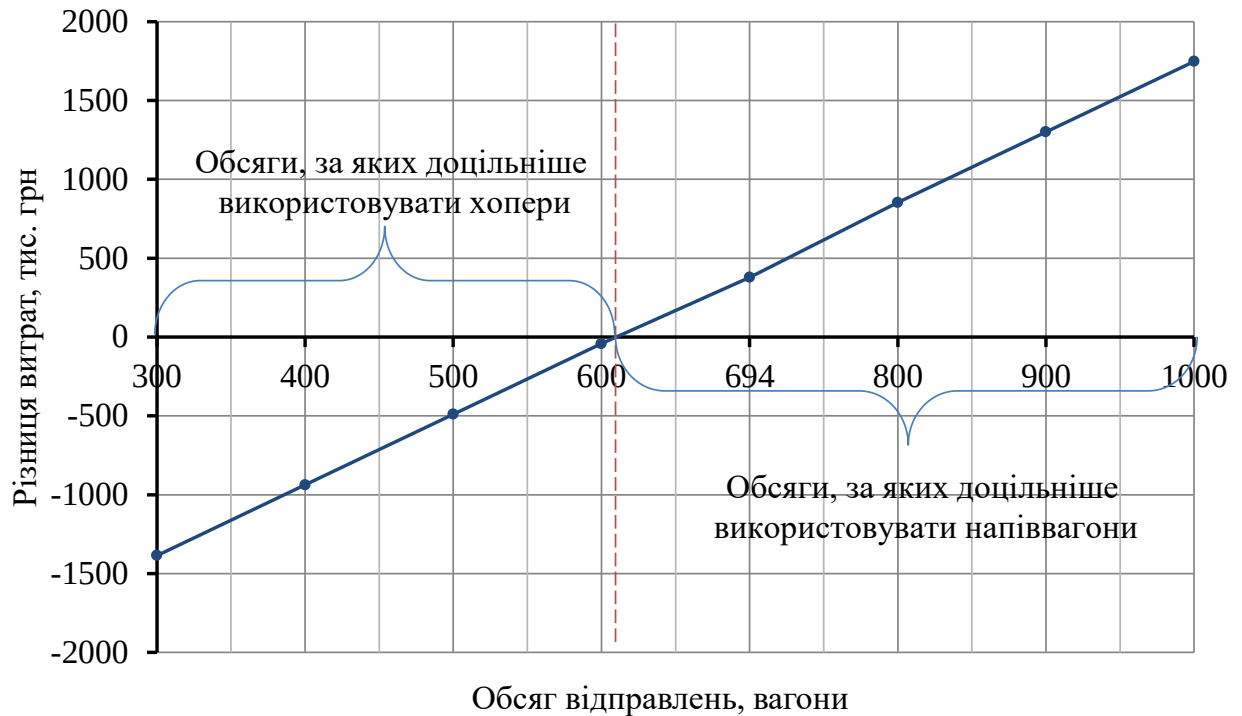


Рисунок 3.1 – Графік залежності вибору типу рухомого складу від обсягів відправлень

Отже можемо зробити висновки, що при зниженні обсягів відправлень гранульованого шлаку близько до 600 вагонів на рік (42 тис. тон більш доцільніше використовувати хопери. Якщо обсяги перевезень зростатимуть, то більш раціональним буде вибір напіввагонів. В межах розглянутих обсягів перевезень (від 300 до 1000 вагонів) економія від пропонуваного рішення може досягати до 1,7 млн грн.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В даному розділі дипломного проекту проводиться аналіз потенційних небезпек, що можуть виникати в процесі перевезення граншлаку та матимуть вплив на дослідника й робітників. Також будуть розроблені заходи щодо їх усунення.

Граншлак утворюється під час виплавки чавуну у доменних печах чи конверторах при швидкому охолодженні водою.

При виробництві цементу використовують як активну мінеральний домішок. З граншлаку вироблять молотий гранульований шлак який використовується для виробництва бетону.

В аналізі показані потенційні небезпеки:

- при не відповідних діях при зчепленні вагонів, не застосуванні башмаків, можливе відділення вагонів від головного поїзду;

- при роботах в темну пору при вантажних роботах при недостатньому освітлені можливо порушення технології складування вантажу, що призведе до травмування робітників.

Окрім наведених, були виявлені інші потенційні небезпеки, що більш детально розглянуті в Додатку А.

В Додатку Б розроблені заходи по усуненню загальних небезпек та небезпек виробничої санітарії та гігієни праці

В Додатку В зроблено розрахунок дослідження шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища, напруженості праці, значення яких були заміряні в лабораторії дослідника.

В підрозділі з Охорони праці розглянуті питання з цивільного захисту.

4.1 Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях

Інформування, оповіщення і дії робітників та службовців промислового об'єкта, при загрозі виникнення надзвичайної ситуації.

Оповіщення про загрозу або виникнення надзвичайних ситуацій полягає у своєчасному доведенні інформації органам управління цивільного захисту, силам цивільного захисту, суб'єктам господарської діяльності і населенню.

Оповіщення про загрозу або виникнення надзвичайних ситуацій забезпечується шляхом:

- функціонування загальнодержавної, територіальних, місцевих автоматизованих систем централізованого оповіщення про загрозу або виникнення надзвичайних ситуацій, спеціальних, локальних і об'єктових систем оповіщення;

- централізованого використання телекомунікаційних мереж загального користування, в тому числі мобільного зв'язку, відомчих телекомунікаційних мереж і телекомунікаційних мереж об'єктів господарської діяльності, а також мереж загальнонаціонального, регіонального та місцевого радіомовлення, телебачення та інших технічних засобів передачі або відображення інформації;

- автоматизації процесу передачі сигналів і повідомлень про загрозу або виникнення надзвичайних ситуацій;

- функціонування на об'єктах підвищеної небезпеки автоматизованих систем раннього виявлення надзвичайних ситуацій та оповіщення;

- організаційно-технічної інтеграції різних систем централізованого оповіщення про загрозу або виникнення надзвичайних ситуацій та автоматизованих систем раннього виявлення надзвичайних ситуацій та оповіщення;

- функціонування в населених пунктах та місцях масового перебування людей сигнально-гучномовних пристроїв, а також електронних інформаційних табло для передачі інформації цивільного захисту.

Інформацію щодо цивільного захисту становлять відомості про прогнозовані або сталися надзвичайні ситуації. Ці відомості повинні включати: класифікацію, межі розповсюдження і можливі наслідки НС, а також про способи і методи захисту від них.

Органи управління цивільного захисту зобов'язані надавати населенню через засоби масової інформації оперативні та достовірні дані про ситуацію обстановці, а також інформувати про свою діяльність з питань цивільного захисту.

Керівники потенційно небезпечних об'єктів та об'єктів підвищеної небезпеки, зобов'язані систематично і оперативно публікувати інформацію про ці об'єкти в офіційних друкованих виданнях, на офіційних веб-сайтах, інформаційних стендах, а також доводити будь-яким прийнятним способом.

Інформація повинна містити дані про об'єкт, сферу його діяльності, про природу можливих ризиків при аварії, включаючи вплив на людей і навколишнє середовище, а також про способи інформування населення у разі загрози або виникнення аварії та порядку дій при її виникненні.

Поширення інформації про наслідки надзвичайної ситуації здійснюється відповідно до законодавства про інформацію.

ВИСНОВКИ

Магістерська робота присвячена питанню підвищення ефективності перевезень граншлаку до ПрАТ «Миколаївцемент».

В аналітичній частині проведено огляд досліджуваного підприємства та його транспортної системи. Розглянуто особливості організації відвантаження граншлаку з підприємства ПАТ «Запоріжсталь» та досліджено транспортно-технологічний процес його доставки. В аналізі були виділені основні особливості та ланки транспортно-технологічного процесу організації доставки гранульованого шлаку. В результаті аналізу було запропоновано розробити імітаційну модель для дослідження ефективності використання різних типів рухомого складу: хоперів та універсальних вагонів.

У другій частині виконано дослідження інтенсивності постачань граншлаку із Запоріжжя до ПрАТ «Миколаївцемент» та проаналізовано можливість доставки вапняку для флюсування у зворотному напрямку. Була розроблена імітаційна модель доставки гранульованого шлаку до ПрАТ «Миколаївцемент». Використання запропонованої моделі дозволяє врахувати випадковий характер окремих параметрів перевезення вагонів і визначити необхідну кількість вагонів для робочого та загального парку для виконання плану перевезень.

Проведено ряд експериментів з визначення потрібної кількості рухомого складу для перевезень гранульованого шлаку. За результатами моделювання для доставки чотирьох тисяч тонн гранульованого шлаку щомісяця на підприємство ПрАТ "Миколаївцемент" рекомендується використовувати 23 хопери або 26 напіввагонів робочого парку.

Для визначення більш ефективного типу рухомого складу у третьому розділі було проведено економічні розрахунки.

В результаті встановлено, що при обсягах відправлень гранульованого шлаку на рівні 48 тис. тонн щорічно (з місячним планованим обсягом 4 тис. тонн), більш вигідним варіантом з економічної точки зору є використання напіввагонів.

Окрім того були проведені розрахунки в умовах коливань планових обсягів відправлень. На основі отриманих результатів можна зробити висновок, що при зниженні обсягів відправлень гранульованого шлаку до приблизно 600 вагонів на рік (42 тис. тонн), використання хоперів виявляється більш доцільним. З іншого боку, при збільшенні обсягів перевезень, раціональним вибором буде використання напіввагонів. В межах розглянутих обсягів перевезень (від 300 до 1000 вагонів) можлива економія від запропонованого рішення може досягати до 1,7 млн гривень.

Четвертий розділ магістерської роботи присвячено питанням охорони праці. Досліджені потенційні небезпеки, які можуть виникати під час доставки граншлаку, запропоновані заходи щодо їх уникнення.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. ПрАТ «Миколаївцемент» URL : <https://cemark.ua/zavodi/prat-mikolajivcement> (дата звернення: 17.09.2023).
2. Завод ВАТ «Миколаївцемент» (Україна) за сухим способом виробництва. URL : <https://www.ebrd.com/english/pages/project/eia/42954u.pdf> (дата звернення: 17.09.2023).
3. Офіційний сайт ПАТ «Запоріжсталь»: «Про підприємство». URL : <https://zaporizhstal.com/> (дата звернення: 02.12.2023).
4. ЄТП станції примикання Запоріжжя-Ліве та під'їзної колії ПАТ металургійний комбінат «Запоріжсталь». – Запоріжжя: ПАТ «Запоріжсталь», 2021. – 180 с.
5. Міжцехова інструкція по взаємодії працівників ЦГПТЛ, ЦХП-1, ЦХП-3, ЦПВ, ЦШП, РБЦ, ТЕЦ, Обтискного цеху, складів УКБа, ЗМК, ЦРРС и ЦПУіРК Управління залізничного транспорту, ділянки вивантаження і очищення ЦЕ УЗТ з працівниками станції Східна ЦЕ УЗТ при обслуговуванні залізничними перевезеннями. – Запоріжжя: ПАТ «Запоріжсталь», 2021. – 57с.
6. Лащених О.А. Імовірнісні і статистико-експериментальні методи аналізу транспортних процесів і систем / О.А.Лащених, О.Ф.Кузькін, С.В.Грицай. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2011. – 420 с.
7. Економіка залізничного транспорту [Текст]: підручник / за ред. Ю. В. Кулаєва, Ю. С. Бараша, М. В. Гненного; Дніпропетр. національний університет залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна. - Дніпропетровськ, 2014. - 480 с.
8. Ставки плати за використання власних вагонів перевізника АТ "Укрзалізниця". URL : https://www.uz.gov.ua/cargo_transportation/tariff_conditions/stavky/stavky23/ (дата звернення 10.11.2023).

9. Економіка залізничного транспорту: Навч. посібник / Л.О. Позднякова, О.Г. Дейнека, М.Д. Жердев та ін.; за заг. ред. Л.О. Позднякової, О.Г. Дейнеки. – Харків: УкрДАЗТ, 2010. – 243 с.

10. Збірник тарифів на перевезення вантажів у межах України та пов'язані з ними послуги. Офіційний сайт Укрзалізниці URL: https://www.uz.gov.ua/cargo_transportation/tariff_conditions/transportation_in_ukraine/collection_rates/ (дата звернення 10.11.2023).

11. 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, 2021. – 36 с.

12. Лазуткін М. І. Методичні вказівки до виконання розділу «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях» в магістерських дипломних роботах (проектах) : зі спеціальності 275.02 – «Транспортні технології на залізничному транспорті» за освітньою програмою (спеціалізацією) – «Транспортні технології на залізничному транспорті»; «275.03 – Транспортні технології на автомобільному транспорті» за освітньою програмою (спеціалізацією) – «Транспортні технології на автомобільному транспорті» : Запоріжжя: Каф. ОП і НС. НУ «Запорізька політехніка», 2019. 35 с.

13. 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.

ДОДАТОК А

АНАЛІЗ ПОТЕНЦІЙНИХ НЕБЕЗПЕК

В ході проведення аналізу були виявлені такі можливі небезпеки [12]:

- при навантаженні граншлаку, який в стані навалом, пил сильно діє на організм вантажника і на дослідника. При вдиханні можливе запалення слимакових дихальних шляхів, а також приводить до захворювань легенів;
- при розвантаженні з хоперів вантажу, можливо обрушення сипучих матеріалів на робітників, що призведе до травм;
- при вантажно-розвантажувальних роботах можливо переохолодження робітників в холодний час року, що призводить до простудних захворювань;
- при постачанні молотого граншлаку у біг-бегах, при завантаженні та розвантаженні можливо обрив вантажу з-за несправних такелажних тросів, ненадійного кріплення траверси до гаку кран. Це може призвести до травмування робітників.
- ураження робітників електричним струмом від не ізольованих чи пошкоджених кабелів кранів, що призводить до електричної травми чи виникненню пожежі;
- на складах можливо виникнення пожежі. Причиною виникнення не задовільнений нагляд за електроустаткуванням і проводами, опалювальними пристроями, що призводить до перевантажень, утворення іскор та загорання;
- при обробці статистичних даних на комп'ютері можливе виникнення важкості та напруженості праці, та можуть діяти інші фактори санітарно-гігієнічного характеру (освітлення, мікроклімат, шум та інші).

ДОДАТОК Б

ЗАХОДИ ПО ЗАБЕЗПЕЧЕННЮ БЕЗПЕКИ

Під час розвантаження граншлаку з хоперів, необхідно, при відкритті люків, робітнику відійти на безпечну відстань щоб запобігти травмування.

Для виключення травмування під час навантажувальних робіт, запропоновано застосування спеціального траверсного захвату, який дозволяє швидко й надійно кріпити біг-беги при навантажуванні та розвантаженні [12]. Перед початком роботи стропальник перевіряє стан стропів траверси та стропів, якими траверса кріпиться до гаку крана. НПАОП 0.00-1.75-15 «Правила охорони праці під час вантажно-розвантажувальних робіт».

Для запобігання ураження електричним струмом необхідно перед початком робіт ретельно перевіряти підводячі електричні кабелі кранів на стан пошкодження. В випадку пошкодження, негайно викликати службу по їх ремонту.

Заходи з виробничої санітарії та гігієни праці

Для забезпечення не попадання пилу від щебеню в легені робітників необхідно застосовувати засоби індивідуального захисту. До таких відноситься застосування респіраторів. ДСТУ 7339:2011 «Системи стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту».

Для попередження переохолодження робітників необхідно забезпечити їх теплим одягом відповідно ДСТУ 7339:2011 «Системи стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту».

Для забезпечення нормативного рівня освітленості на майданчику навантаження передбачено обладнання освітленості в розмірі 30 лк відповідно ДБН В.2-5-28-2018 «Природне та штучне освітлення» . Робоче освітлення розміщено на щоглах поза зоною майданчика. Для освітлення застосовуються прожектори типу ПЗС-35 з газорозрядними лампами ДРЛ-700.

ДОДАТОК В

ОЦІНКА ФАКТОРІВ ВИРОБНИЧОГО СЕРЕДОВИЩА

Оцінку рівня умов, важкості та напруженості праці за бальною шкалою розглянемо на прикладі оцінки факторів виробничого середовища для дослідника лабораторії обладнаної ПК.

У відповідності до вихідних даних, вносимо наявні фактори умов праці та виробничого середовища що впливають на працівника в процесі трудової діяльності їх фактичне значення та час дії до стовпчиків 1, 2, 3, таблиці «Результати оцінювання за бальною шкалою».

Відповідно до додатків методичних вказівок [13], за витратами енергії, визначаємо категорію робіт для дослідника лабораторії обладнаної ПК. Умови праці, за витратами енергії, не перевищують 140 Вт (90-120 ккал/год.) та повинні відповідати легким фізичним роботам – категорії 1а.

З додатків [13], відповідно до категорії робіт 1а, розряду зорових робіт А-1 та виявлених показників умов та напруженості праці, визначаємо ГДК (ГДР) виявлених факторів і показників та вносимо їх значення до стовпчика 4, таблиці В1 «Результати оцінювання за бальною шкалою».

Для окремих факторів і показників за методикою визначеною «Гігієнічною класифікацією праці», визначаємо розрахункові коефіцієнти $X_{визн}$ та вносять їх значення до стовпчика 5, таблиці В1 «Результати оцінювання за бальною шкалою»:

Для гігієнічної оцінки мікроклімату використовуємо ТНС-індекс, додаток Б [13]. Розрахунковий коефіцієнт $X_{визн}$ при оцінка мікроклімату визначаємо в балах, за формулою (В.1):

$$X_{визн} = \frac{1 \cdot t_1 + 2 \cdot t_2 + 3 \cdot t_3 + 4 \cdot t_4}{T} \quad (В.1)$$

$$X_{\text{визн}} = \frac{4 \cdot 6}{6} = 4.$$

Таблиця В1 - Результати оцінювання за бальною шкалою

Фактор (показник)	Виміряні показники $P_{\text{вим}}$	Час дії год.	ГДК, ГДР, показники, $P_{\text{дон}}$	$X_{\text{визн}}$, бали	Клас умов праці	X_i , бали
1	2	3	4	5	6	7
Мікроклімат за ТНС-індексом, t, °С	29,1	6	23,5-26,4	4	3.4	4
Освітленість приміщення Е, лк	370	6	500	—	3.1	1
Розряд і підрозряд зорових робіт, $Z_{\text{ор}}$	A-1	—	—	—	—	—
Рівень шуму L, дБА	98	4	60	—	3.3	1,5
Загальні енергозатрати організму, Вт	260	6	290	0,67	3.2	2
Стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук)	40000	6	40000	0,75		
Тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни)	79	6	75	0,79		
Тривалість робочого дня, год.	6	6	8	0,08		

Для показників важкості та напруженості праці розрахункові коефіцієнти визначаються за основними та допоміжними показниками, що є характерними для конкретного робочого місця, за формулою (В.2):

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

$$X_{визн} = \frac{П_{вим} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{дон}} \quad (В.2)$$

$$X_{визн} = \frac{260 \cdot 6 \cdot 1,0}{8 \cdot 290} = 0,67.$$

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

$$X_{визн} = \frac{40000 \cdot 6 \cdot 1,0}{8 \cdot 40000} = 0,75.$$

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

$$X_{визн} = \frac{79 \cdot 6 \cdot 1,0}{8 \cdot 75} = 0,79.$$

г) тривалість робочого дня (зміни), $K_{знач} = 0,15$:

$$X_{визн} = \frac{6 \cdot 6 \cdot 0,15}{8 \cdot 8} = 0,08.$$

Визначаємо клас та ступінь шкідливості умов праці для кожного з виявлених факторів і показників та вносимо їх значення до стовпчика 6, таблиці В1 «Результати оцінювання за бальною шкалою»:

- для мікроклімату, відповідно до значення розрахункового коефіцієнта $X_{визн} = 4$, з таблиці 7.2 [13] – 3 клас, 4 ступінь (3.4);
- при оцінці освітленості робочої зони приміщення, клас та ступінь шкідливості умов праці визначаємо у відповідності до $П_{вим} = 370$ лк, за додатками Г та табл. Г.1 [13] – 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 $П_{вим} = 98$ дБА, за додатками Д та табл. Д.1 [13] – 3 клас, 3 ступінь (3.3);
- клас і ступінь важкості та напруженості праці визначаємо як суму розрахованих балів усіх показників $X_{визн}$ за формулою (В.3) [13]:

$$X_{сум} = \sum_{i=1}^n X_i \quad (В.3)$$

$$X_{сум} = 0,67 + 0,75 + 0,79 + 0,08 = 2,3.$$

З таблиці 7.3 [13] за значенням суми розрахованих балів показників $X_{сум} = 2,3$ – 3 клас, 2 ступінь (3.2).

Відповідно до розрахунків, встановлено, що умови праці на робочому місці дослідника лабораторії обладнаної ПК належать до 3 класу, 2 ступеню.

Оскільки 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 В1 «Результати оцінювання за бальною шкалою»:

- для оцінки впливу мікроклімату, виходимо з того що він відповідає 3 класу, 4 ступеню умов праці, а час його дії уже врахований, тому – $X_{cm} = X_i = 4$;

- 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, 3 ступеню умов праці та діє протягом 6 годин, тому значення X_i визначаємо за формулою (B.4) [13]:

$$X_i = X_{cm} \cdot \frac{T}{8} \quad (B.4)$$

$$X_i = 1 \cdot \frac{3 \cdot 4}{8} = 1,5.$$

- для оцінки впливу важкості та напруженості праці, виходимо з того що вони відповідають 3 класу, 2 ступеню умов праці, а час їх дії уже врахований, тому – $X_{cm} = X_i = 2$.

Для визначення конкретного розміру доплати, умови праці оцінюємо по сумі значень X_i , за формулою (B.5) [13]:

$$X_{факт} = \sum_{i=1}^n X_i \quad (B.5)$$

$$X_{факт} = 4 + 1 + 1,5 + 2 = 8,5.$$

Розмір доплати за умовами праці визначаємо в залежності від їх фактичного стану – $X_{факт} = 8,5$, 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 [13]. 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 - 21,0-24,4°C;

- освітленість приміщення для роботи з дисплеями відповідає розряду зорових робіт А-2, нормована загальна освітленість якого, на робочих столах – $E = 500$ лк;

- рівень шуму в робочій зоні дослідника – 60 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 кондиціонування 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 [13], у розмірі 20%