

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Транспортний
(повне найменування факультету)

«Транспортні технології»
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проєкту (роботи)

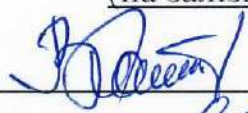
магістра
(ступінь вищої освіти)

на тему ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСТАВКИ СПОЖИВАЧАМ КАОЛІНУ
ТОВ «БІЛЯЇВСЬКИЙ ЗБАГАЧУВАЛЬНИЙ КОМБІНАТ»

Виконав: студент II курсу, групи T-822м

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

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

		<u>Вадим КАРНАУХ</u> (прізвище та ініціали)
Керівник		<u>Сергій ТУРПАК</u> (прізвище та ініціали)
Рецензент		<u>Ольга ДУДАРЕНКО</u> (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

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

КАРНАУХА Вадима Володимировича

(ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Організація доставки споживачам каоліну ТОВ «Біляївський збагачувальний комбінат»

керівник проєкту (роботи) д.т.н, проф. ТУРПАК Сергій Миколайович

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від «21» листопада 2023 року №451

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

3. Вихідні дані до проєкту (роботи) існуючі обсяги вантажоперевезень каоліну, існуюча транспортно-виробнича система підприємства, існуючий технологічний процес перевезення

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналітична частина, 1.1 Технологія видобутку каоліну на БКК, 1.2 Властивості та пакування каоліну, 1.3 Огляд технології роботи контейнерного терміналу з навантаження каоліну на залізничний транспорт, 1.4 Огляд технології роботи «Контейнерного терміналу Одеса» з переробки каоліну, 1.5 Постановка завдання дослідження, 2. Основна частина, 2.1 Розробка моделі доставки каоліну БКК, 2.2 Моделювання доставки каоліну з БКК до терміналу у Запоріжжі автомобільним транспортом без використання контейнерів, 2.3 Моделювання доставки каоліну з БКК до терміналу у Запоріжжі автомобільним транспортом з використанням контейнерів, 2.4 Експериментальні дослідження на моделі доставки каоліну 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	ТУРПАК С.М., професор		
2	ТУРПАК С.М., професор		
3	ХАРЧЕНКО Т.В., старш. викл.		
4	ЛАЗУТКІН М.І., доцент		

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

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

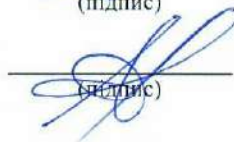
№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Аналітична частина	30.10.2023-06.11.2023	
2	Основна частина	07.11.2023-20.11.2023	
3	Економічна частина	21.11.2023-27.11.2023	
4	Охорона праці	28.11.2023-01.12.2023	
5	Оформлення МР, перевірка МР на плагіат,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

Студент(ка)


(підпис)

Вадим КАРНАУХ
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Керівник проекту (роботи)


(підпис)

Сергій ТУРПАК
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

ПЗ : 85 с., 65 рис., 4 табл., 19 джерел.

КАОЛІН, КАР'ЄР, КОНТЕЙНЕР, ЗАЛІЗНИЧНИЙ ТРАНСПОРТ, НАВАНТАЖУВАЧ

Об'єкт дослідження – транспортна система вантажопереробки та доставки каоліну з місця видобутку до контейнерного терміналу із використанням залізничного транспорту.

Мета роботи – розробка та вибір найбільш ефективної технології доставки каоліну з місця видобутку до контейнерного терміналу із використанням залізничного транспорту.

Методи дослідження – аналітичний та статистичний аналіз, імітаційне моделювання.

В магістерській роботі розглядаються питання післявоєнного відновлення та виходу на проєктні спроможності процесу видобутку каоліну та досліджуються різні варіанти організації перевезень закордонним споживачам. Розроблена модель транспортної системи, визначені параметри її функціонування, виконані відповідні техніко-економічні розрахунки та обрано найефективніший варіант організації доставки каоліну.

ЗМІСТ

	с.
Завдання на проєкт	2
Реферат.....	4
Зміст	5
Вступ	7
1 Аналітична частина	9
1.1 Технологія видобутку каоліну на БКК	9
1.2 Властивості та пакування каоліну	12
1.3 Огляд технології роботи контейнерного терміналу з навантаження каоліну на залізничний транспорт	14
1.4 Огляд технології роботи «Контейнерного терміналу Одеса» з переробки каоліну	21
1.5 Постановка завдання дослідження	24
2 Основна частина	26
2.1 Розробка моделі доставки каоліну БКК	26
2.2 Моделювання доставки каоліну з БКК до терміналу у Запоріжжі автомобільним транспортом без використання контейнерів	29
2.3 Моделювання доставки каоліну з БКК до терміналу у Запоріжжі автомобільним транспортом з використанням контейнерів	48
2.4 Експериментальні дослідження на моделі доставки каоліну	58
3 Економічна частина	60
3.1 Аналіз економічних показників першого варіанту доставки каоліну	63
3.2 Аналіз економічних показників другого варіанту доставки каоліну	64

3.3 Розрахунок економічної ефективності	64
4 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	67
4.1 Аналіз з цивільного захисту	68
4.2 Заходи з пожежної безпеки	70
Висновки	71
Перелік посилань	73
Додаток А. Аналіз потенційних небезпек	76
Додаток Б. Заходи по забезпеченню безпеки	77
Додаток В. Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці	79

ВСТУП

Відомо, що в нашій країні знаходиться більше, ніж 10% світового запасу каолінової глини. До видобутку доступні близько чотирьох десятків родовищ.

В Запорізькій області відомим районом видобутку каоліну є Пологівський, цей процес вже триває близько сторіччя.

Каолін, по суті – біла глина, використовується у різних галузях промисловості:

- виробництво вогнетривів;
- металургійна промисловість;
- виробництво фарфору, кераміки;
- паперове виробництво;
- фармакологія;
- косметологія та ін.

Каолін користується попитом закордонних споживачів з:

- Італії;
- Іспанії;
- Німеччині;
- Польщі;
- Франції;
- Туреччині.

Напередодні військового вторгнення було прийнято рішення щодо створення Біляївського збагачувального комбінату та каолінового кар'єру поблизу Вільнянську.

Видобуток каоліну є одним із найбільш безпечніших виробництв серед інших.

В магістерській роботі розглядаються питання післявоєнного відновлення процесу видобутку каоліну та досліджуються різні варіанти організації перевезень закордонним споживачам з Біляєвського каолінового кар'єру (далі по тексту - БКК).

Серед найбільш ефективних видів транспорту для доставки каоліну з Вільнянщини до портів Чорного моря, зокрема, міста Одеси, є залізничний, як за вартістю, так і з екологічними показниками.

Але для доставки каоліну до найближчого контейнерного терміналу залізничної станції необхідно використовувати автомобільний транспорт.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Технологія видобутку каоліну на БКК

Серед інших країн світу Україна стоїть на четвертому місці по запасах каоліну [2]. Для видобутку цієї білої глини на БКК планується використовувати відкритий спосіб, який не потребує вибухової технології та хімічних речовин.

Сировина з кар'єру буде доставлятися автомобільним транспортом (рисунок 1.1 [1]) до виробничого підрозділу, який за допомогою використання спеціального устаткування буде відокремлювати від каоліну пісок.



Рисунок 1.1 – Доставка каоліну з кар'єру

Після цього каолін за технологією просушуватиметься та пакуватиметься.

Технологія була розроблена світовим лідером, який має багаторічний досвід у сфері видобутку каоліна - Міжнародна компанія AKW APPARATE + Verfahren GmbH.

Завдяки сучасним підходам та технологіям є можливість розміщення і кар'єру і збагачувальної фабрики на невеликій території – не більше 50 гектарів із забезпеченням виконання усіх екологічних вимог Європейського Союзу [1,2] – рисунок 1.2.

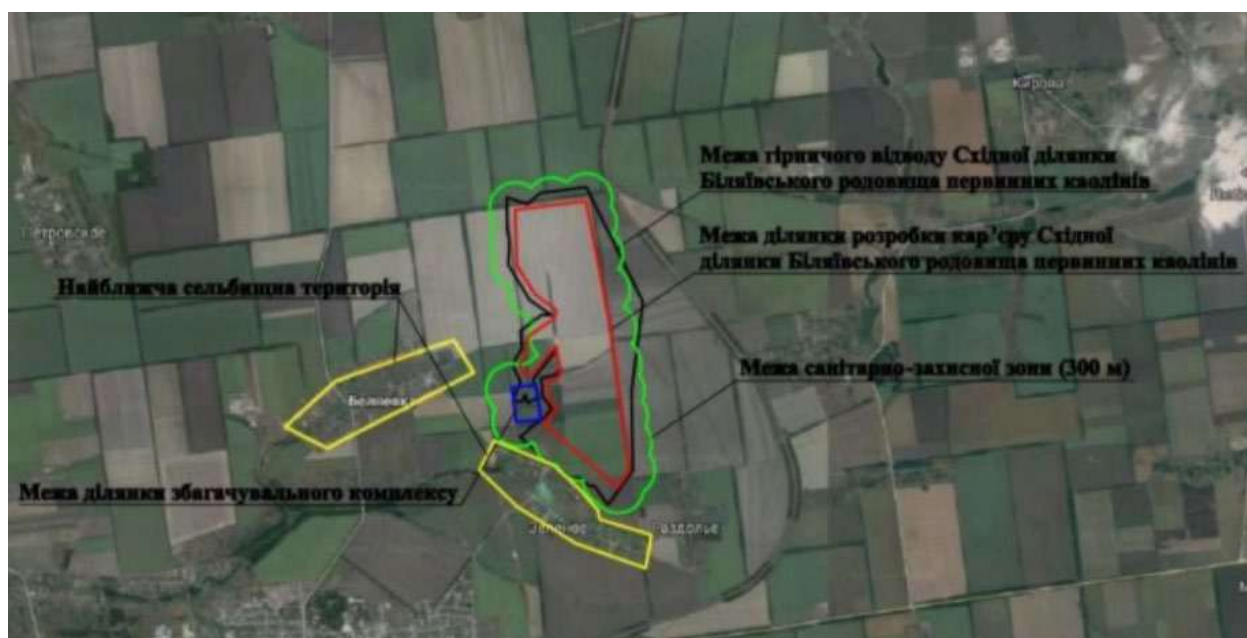


Рисунок 1.2 – Схема розміщення БКК

Планується при розробці Біліївського родовища (Павлівська територіальна громада) отримувати видобуток каолінової сировини обсягом близько 100 тис тонн щорічно.

Інвестиції на протязі 5-ти років будівництва становитимуть 30 млн євро. В процесі експлуатації БКК буде додавати до бюджету близько 25-30

млн гривень щорічно [2]. Вже на початку роботи буде створено понад 100 робочих місць.

Інвестиційний проект є узгодженим і затвердженим органами місцевої влади, у профільних міністерствах та державних установах.

У 2021 році розпочались процеси підготовки земельної ділянки, яка буде використовуватись підприємством. Виконано комплексні роботи зі збереження чорноземного шару.

Для планувальних земельних робіт в процесі виробництва, окрім екскаваторів, долучаються бульдозери та інше техніка – рисунок 1.3.



Рисунок 1.3 – Планувальні роботи на БКК

Вплив на навколишнє середовище, проведений як українськими, так і зарубіжними науковцями, дозволяє навіть розміщення поруч із сучасним комбінатом (рисунок 1.4) з переробки каоліну екологічно чистих

туристичних і сільськогосподарських районів, розважальних центрів; в процесі експлуатації відсутніми є зміни фауни, а вплив на флору буде з компенсаційним характером.



Рисунок 1.4 – Сучасне виробництво каоліну

Постачання каоліну зарубіжним споживачам є можливим у біг-бегах. Для доставки до найближчого контейнерного терміналу із залізничним сполученням планується використовувати автомобільний транспорт.

1.2 Властивості та пакування каоліну

Каолін [3] – відноситься до групи глинистих мінералів, які широко застосовуються у різних сферах промисловості.

Назва походить від назви пагорбу Кау-лінг у Китаї, видобуток з якого бере початок ще у 3-му столітті.

За природним станом каолін є білим м'яким порошком, до складу якого входить мінерал каолініт (іноді – дикіт або накрит), що сформувався за результатом каолінізації алюмосилікатів.

Вміст каолініту у первинних каолінах родовищ України становить 30...60 % від ваги породи, а іноді – сягає 90%.

Фізичні властивості:

- колір – від білого до кремового (іноді – бурого) – рисунок 1.5;
- щільність – 2,63 г/см³;
- насипна щільність – 2 т/м³.



Рисунок 1.5 – Каолін

В середині 2023 року, після виконання обсягу у один мільйон кубометрів розкривних порід, БКК вийшов до видобувного горизонту [4]. Каолін БКК має наступні характеристики:

- колір – ультра білий;
- низький вміст оксидів заліза і титану;
- розмір 80% часток є меншим, ніж 2 мкм.

Завдяки цьому, продукція є конкурентною та затребуваною на ринках виробництва паперу, кераміки та глазурі, скловолокна, фарби тощо.

Найпоширенішою в нашій країні є практика використання м'яких контейнерів – біг-бегів об'ємом близько $0,5 \dots 1,5 \text{ м}^3$ та вантажопідйомністю $0,5 \dots 1,5$ тонн [5].

Будемо орієнтуватись при розрахунках на вагу одного біг-бегу з каоліном – 1,5 тони.

1.3 Огляд технології роботи контейнерного терміналу з навантаження каоліну на залізничний транспорт

Контейнерний хаб UGL «ТЕРМІНАЛ ЗАПОРІЖЖЯ» є найближчим терміналом з переробки контейнерів до БКК [6].



Рисунок 1.6 - Контейнерний хаб UGL «ТЕРМІНАЛ ЗАПОРІЖЖЯ»

Даний контейнерний термінал було створено у 2021 році, він одразу забезпечив перевезення вантажів із міста Запоріжжя до найбільших портів Одеси.

Організовано існування хабу було компанією United Global Logistics – крупним оператором мультимодальних перевезень [7].

Термінал розташований на площі у 60 тис. м² та може одночасно вміщувати 1400 TEU.

Термінал має переробну спроможність:

- залізничного фронту (рисунок 1.7) – 150 контейнерів за добу;
- автомобільного фронту – 250 контейнерів за добу.



Рисунок 1.7 – Навантаження контейнерів на залізничний транспорт

Також на підприємстві є в наявності автомобілі-контейнеровози, які здатні забезпечувати регіональні перевезення.

Щодо критих складських територій – їх площа складає близько 2 тисячі квадратних метрів.

Склад інфраструктури хабу:

- залізничний фронт, довжина якого становить 900 метрів, що дозволяє здійснювати приймання 42 фітінгових платформ, що дозволяє сформувати окремий поїзд;
- потужний та сучасний контейнерний кран, який призначений саме для переробки контейнерів (рисунок 1.8);



Рисунок 1.8 – Контейнерний кран

- зручні автомобільні під'їзні шляхи поблизу автомагістралі державного значення;
- наявність власного автопарку;

- митний комплекс із офісом та ангаром для огляду вантажів у контейнерах відповідними службами;
- відкрита ділянка зберігання митних вантажів на 500 TEU;
- складські території, до можуть розміщуватись контейнери, генеральні та навалювальні вантажі.

На перспективу також планується встановлення необхідного обладнання для зберігання рефрижераторних контейнерів.

На підприємстві наявна також колісні спеціалізовані перевантажувачі, вантажопідйомність яких становить від 1,5 до 45 т:

- вилочні автонавантажувачі (рисунок 1.9);
- річстакери (рисунок 1.10);
- козловий кран на автомобільному ході (RTG) – рисунок 1.11;
- конвеєрний навантажувач, що може навантажувати у контейнери навалочні та насипні вантажі.



Рисунок 1.9 – Автонавантажувач у критому складі хабу



Рисунок 1.10 – Річстакер



Рисунок 1.11 – Козловий кран на автомобільному ході

Одночасно до контейнера може завантажуватись 12 біг-бегів із каоліном [8-9], що показано на рисунку 1.12.



Рисунок 1.12 – Завантаження партії біг-бегів до контейнеру

Термінал здатний працювати у цілодобовому режимі без вихідних днів. Орієнтовний час пересування одного вагону або невеликого составу з Запоріжжя до Одеси складає 5...7, іноді – до 10 діб.

У разі відправлення повноцінного контейнерного поїзду до «Контейнерного терміналу Одеса» становить близько 30 годин.

У разі відправлення 40-футових контейнерів перевага перед автомобільним транспортом полягає у відсутності обмежень для рівня навантаження транспортного засобу.

Крім того, слід відмітити зменшення шкідливих викидів, за рахунок того, що залізничний транспорт є більш екологічним, ніж автомобільний, у декілька разів.

Додаткові переваги:

- більш висока швидкість подачі составу до вантажного фронту;
- сконцентрованість та висока інтенсивність вантажних робіт;
- відсутність додаткового збору за до в'їзд до порту;
- менша залежність від погодних умов.

Проте, у разі використання автотранспорту, слід відмітити, що термінал примикає до автомагістралей, які мають міжнародне значення М18, М14 та М04.

З кінця 2020 року підприємство отримало досвід перевезення таких вантажів:

- шрот;
- феросплави;
- труби;
- металопрокат;
- каолін;
- маргарин;
- смоли;
- силікати та вогнетриви.

Підприємство здійснювало перевезення до/з країн Євросоюзу:

- Австрія;
- Польща;
- Чехію;
- Німеччина,

та має перспективи розширення цих переліків при післявоєнному відновленні економіки України.

1.4 Огляд технології роботи «Контейнерного терміналу Одеса» з переробки каоліну

«Контейнерний термінал Одеса» є сучасним та потужним підприємством [10], яке здатне здійснювати переробку значної кількості вантажів у взаємодії морського, залізничного та автомобільного транспорту (рисунок 1.13).



Рисунок 1.13 – Контейнерний термінал Одеса

Площа терміналу [11] становить понад 172 тис м².

Ємність зберігання розрахована на близько 25000 TEU.

Довжина залізничних колій становить 1800 м.

Причал №2 має:

- довжину 310 м;
- глибину 12,5 м.

Його основне оснащення – три порталні крани «Liebherr» вантажопідйомністю 50 т – під спредер, під гак – 57 т;

Причал № 1к, 2к має такі параметри:

- довжину 650 м (1к - 350м, 2к - 300м);
- глибину 14,5 м.

Вантажне обладнання – три крани «Liebherr», вантажопідйомністю – 65 тонн під спредер (твін-ліфт), під гак – 75 т.

Схема розташування вантажного обладнання [10] на причалі показана на рисунку 1.14.

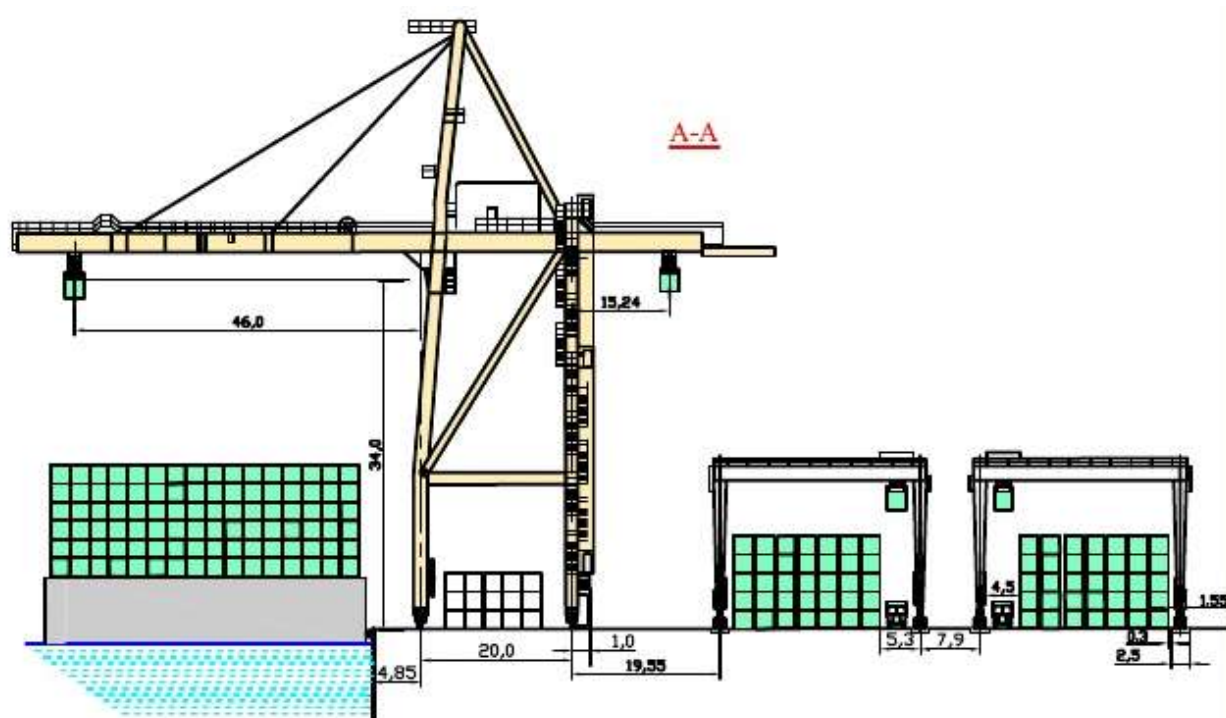


Рисунок 1.14 – Схема розташування вантажного обладнання на причалі
«Контейнерного терміналу Одеса»

Крім цього, використовується також мобільні навантажувально-розвантажувальні засоби:

- річстакери;
- RMG (Rail Mounted Gantry) – рейковий козловий кран (портал на рейках);
- RTG (Rubber Tyred Gantry) – навантажувач порталного типу на гумових шинах (портал на гумових шинах);
- вилкові навантажувачі;
- автовантажівки.

Схеми причалів №3 та 4 показані на рисунку 1.15.

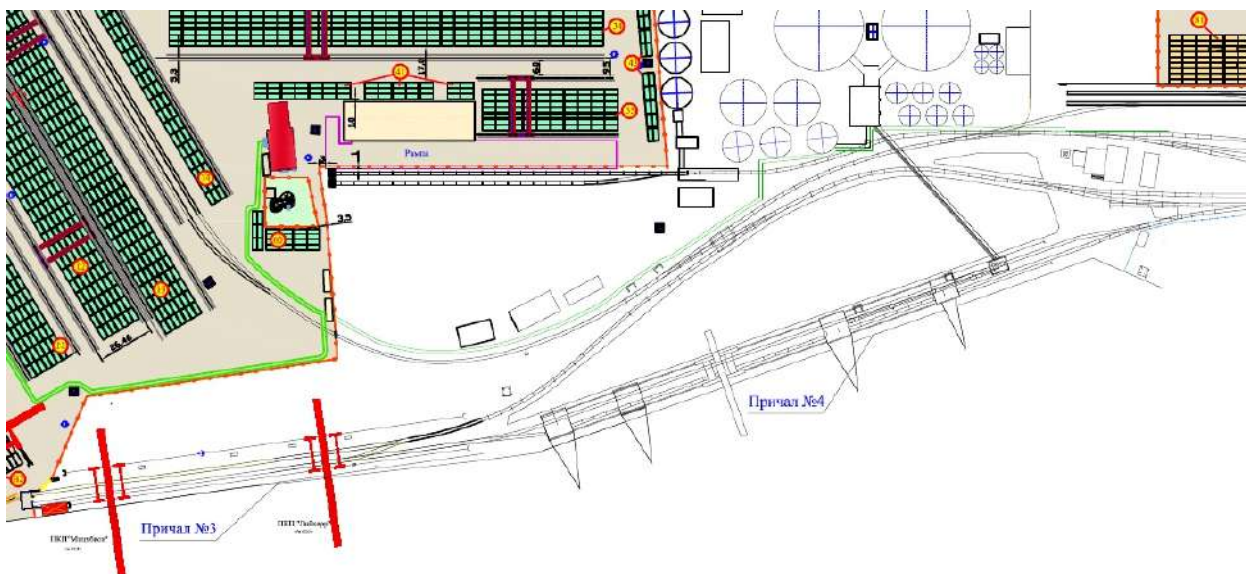


Рисунок 1.15 – Схеми причалів №3 та 4

Оператор терміналу – СК «СТО» є дочірньою компанією «NHLA INTERNATIONAL GMBH».

Термінал використовує сучасну інформаційно-керуючу систему CTIS (Container Terminal Information System).

Система складається з підсистем:

- управління терміналом EDP;

- управління вантажно-розвантажувальними роботами;
- управління процесом обслуговування суден;
- управління операціями із залізничними вагонами;
- управління операціями із вантажівками.

Завдяки цій системі можливим є планування графіку заходу суден, виконання вантажно-розвантажувальних робіт, ведення обліку прийому/видавання і зберігання контейнерів.

Ця система через інтренет-мережу надає можливість доступу до інформації щодо обробки та стану і місцезнаходження вантажів агентам і експедиторам.

1.5 Постановка завдання дослідження

В магістерській роботі розглядаються питання післявоєнного відновлення та виходу на проєктні спроможності процесу видобутку каоліну Біляєвським каоліновим кар'єром та досліджуються різні варіанти організації перевезень закордонним споживачам.

В даній частині виділено один з перспективних шляхів постачання каоліну, який складається з етапів:

- видобуток та пакування каоліну у біг-беги з масою вантажного місця 1,5 тонни на підприємстві;
- доставка автомобільним транспортом до контейнерного хабу UGL «Термінал Запоріжжя»;
- завантаження контейнерів у складі поїзду та доставка до «Контейнерного терміналу Одеса».

В ході роботи необхідно розробити модель просування каоліну за вищевказаними етапами із можливими варіантами організації робіт.

Варіант перший:

- завантаження автотранспорту біг-бегами на БКК да доставка до контейнерного хабу «Термінал Запоріжжя»;
- перевантаження біг-бегів до контейнерів;
- доставка контейнерів із біг-бегами до «Контейнерного терміналу Одеса».

Варіант другий:

- завантаження контейнерів біг-бегами на БКК да доставка до контейнерного хабу «Термінал Запоріжжя»;
- перевантаження контейнерів на залізничні платформи;
- доставка контейнерів із біг-бегами до «Контейнерного терміналу Одеса».

На основі економічного аналізу показників цих варіантів доставки каоліну буде встановлений найбільш доцільний з них.

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Розробка моделі доставки каоліну БКК

Створюємо модель Bil_Kaolin в програмі Енілоджік – рисунок 2.1, використовуючи методику [12] модельний час встановлюємо у годинах.

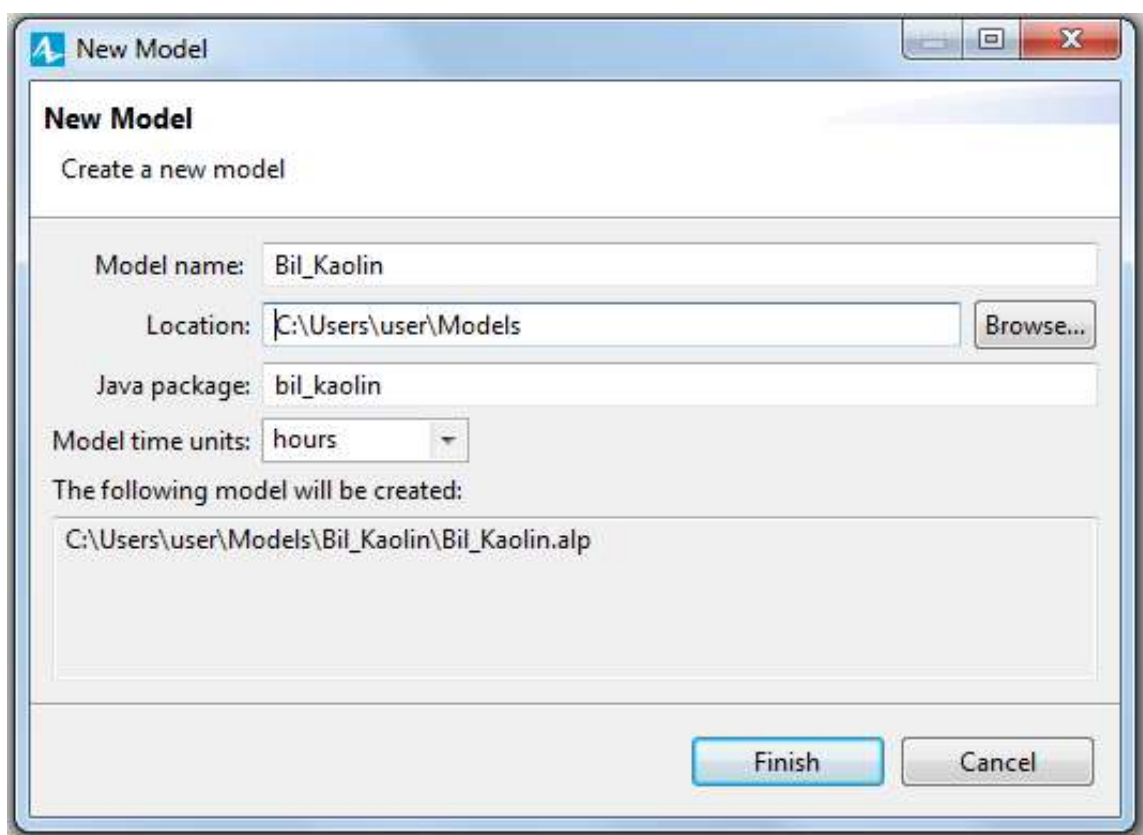


Рисунок 2.1 – Модель Bil_Kaolin

Структура моделі буде передбачати розгалуження процесових ланцюгів на її початку на дві гілки:

- ланцюг, який передбачає доставку каоліну з БКК до «Терміналу Запоріжжя» автомобільним транспортом без використання контейнерів;

- ланцюг, який передбачає доставку каоліну з БКК до «Терміналу Запоріжжя» у контейнерах автомобільним транспортом.

При описі процесу відправлення каоліну з «Терміналу Запоріжжя» залізничним транспортом до «Контейнерного терміналу Одеса» ці гілки будуть поєднуватись.

Потік вантажу задається з плановим обсягом виробництва каоліну у мирний час за допомогою генератора `sour_Kaolin`, тобто 8 біг-бегів вагою по 1,5 тонни на годину – рисунок 2.2.

Режим роботи обрано цілодобовий.

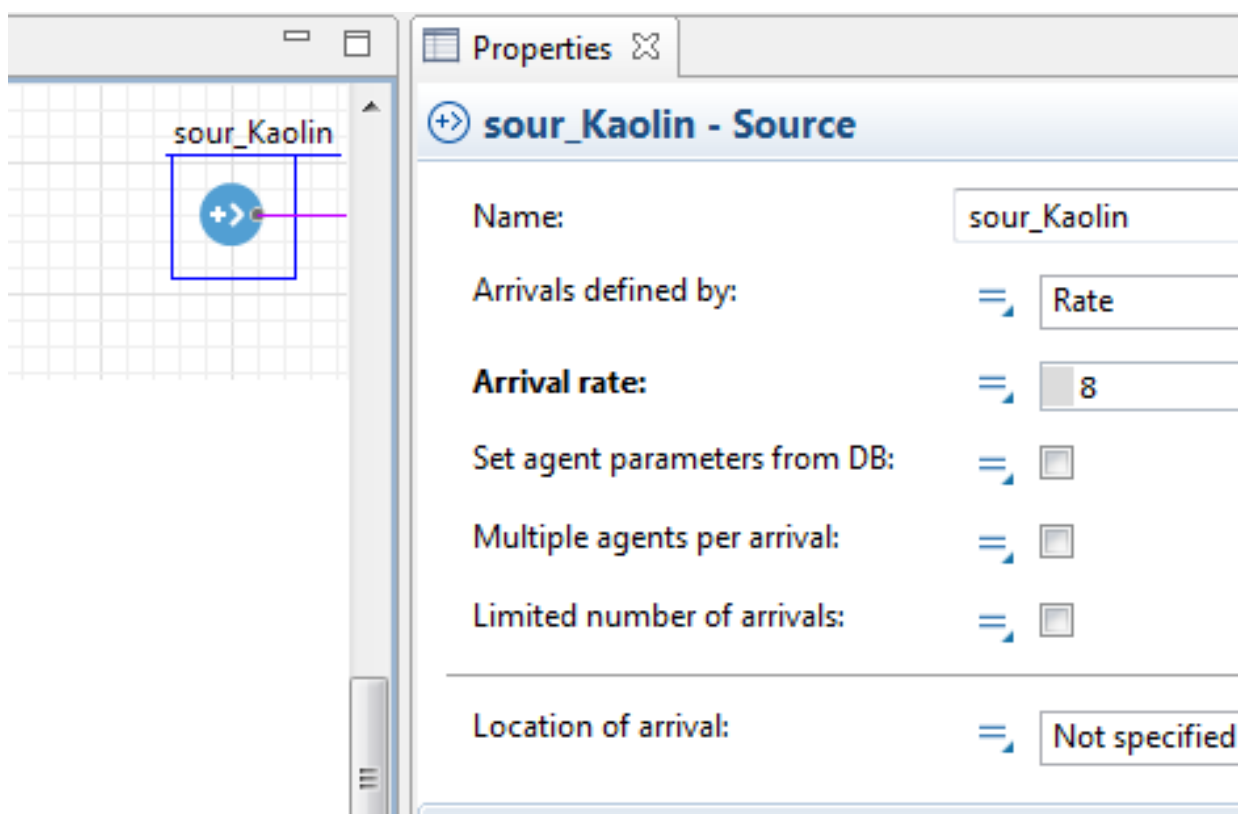


Рисунок 2.2 – Генератор замовлень `sour_Kaolin`

Замовлення потрапляють до черги `que_Kaolin_ВКК` з параметром максимальної місткості, що показано на рисунку 2.3.

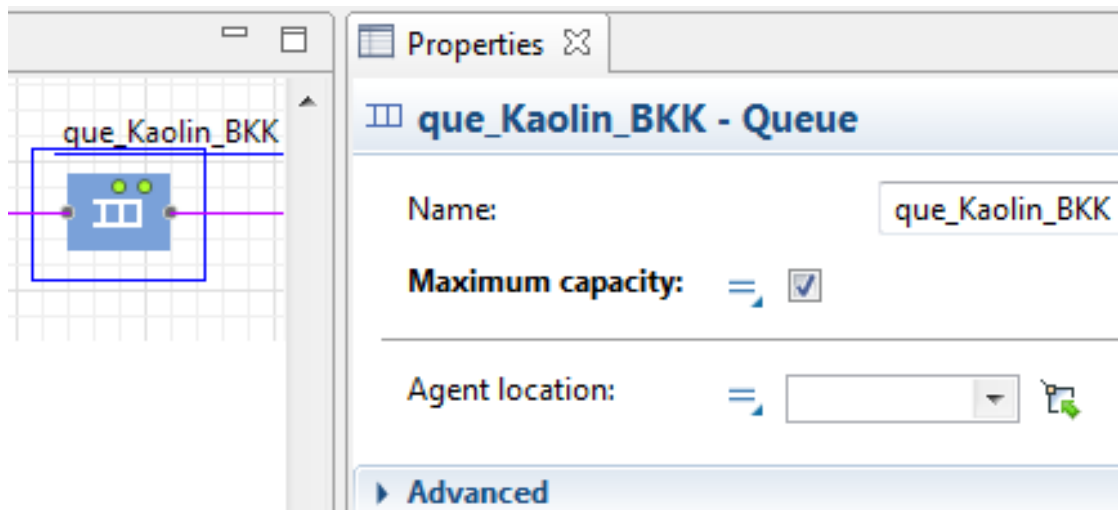


Рисунок 2.3 – Черга que_Kaolin_BKK

Наступний елемент вибору sel_auto_or_kont (рисунок 2.4) визначає гілку подальшого руху замовлень в залежності від встановленого значення змінної v_kont_or_auto.

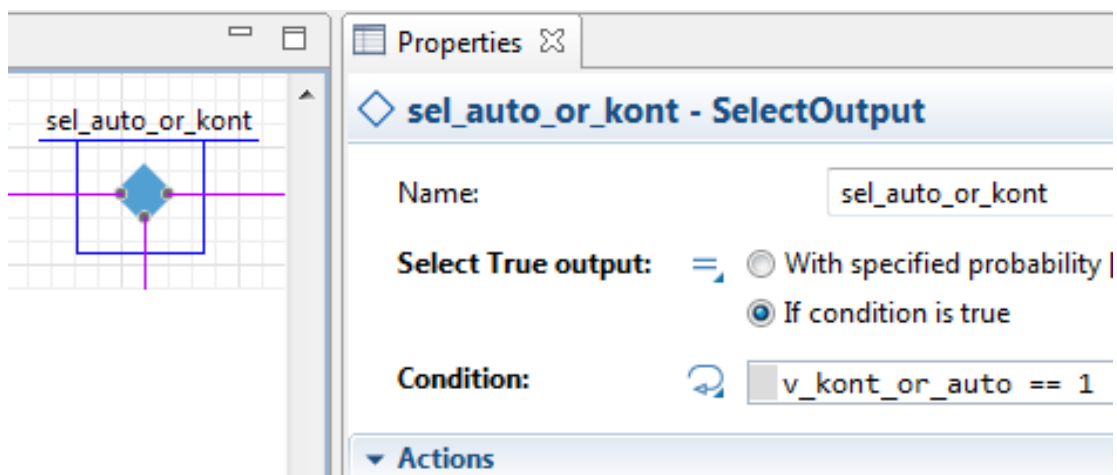
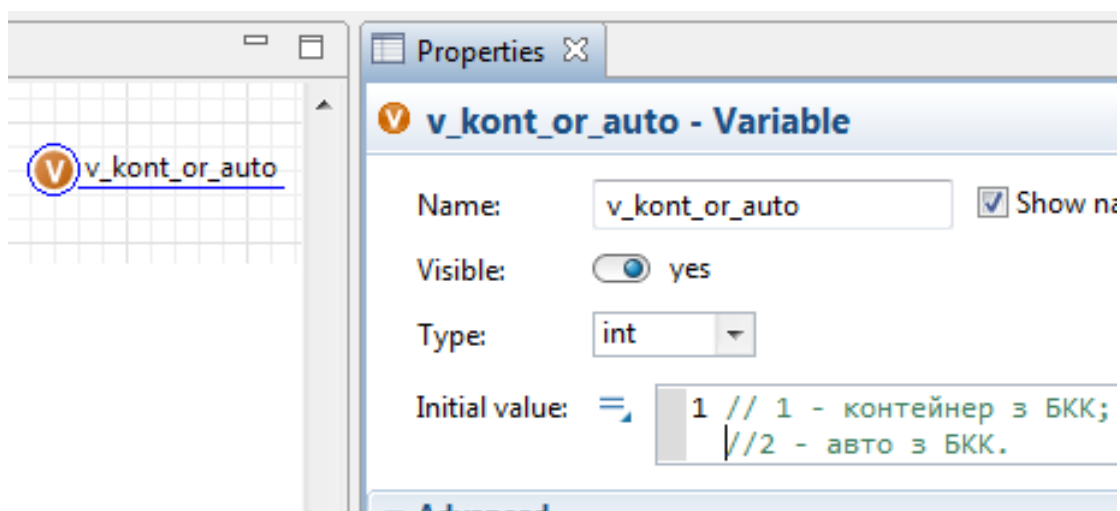


Рисунок 2.4 – Елемент sel_auto_or_kont

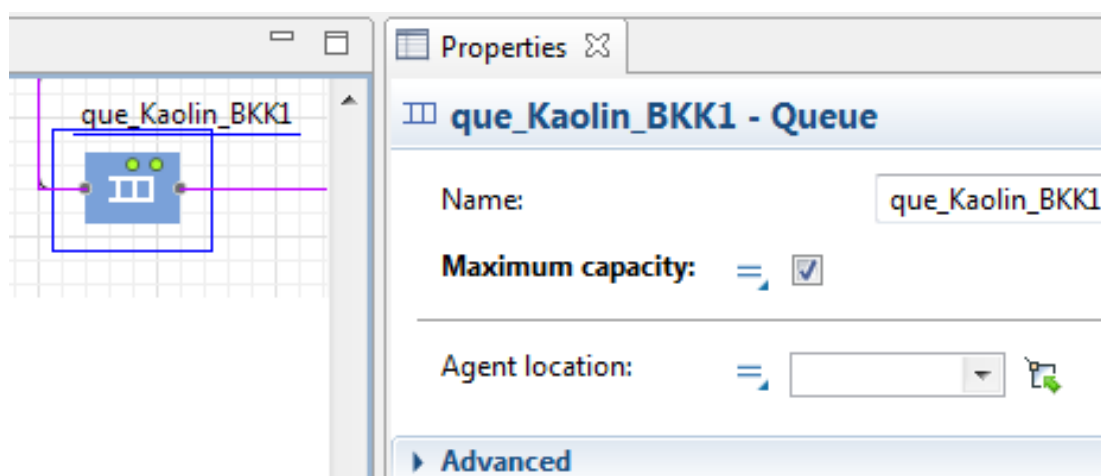
Значення змінної цілочислового типу v_kont_or_auto (рисунок 2.5) встановлюються такі:

- 1 – доставка з БКК у контейнерах;
- 2 – доставка з БКК у автотранспорті.

Рисунок 2.5 - Змінна `v_kont_or_auto`

2.2 Моделювання доставки каоліну з БКК до терміналу у Запоріжжі автомобільним транспортом без використання контейнерів

Якщо за умовою, встановленою змінною `v_kont_or_auto`, замовлення рухаються за гілкою використання автотранспорту без контейнерів, вони потрапляють до черги `que_Kaolin_BKK1` – рисунок 2.6.

Рисунок 2.6 – Черга `que_Kaolin_BKK1`

Виходячи з черги замовлення (біг-беги) групуються елементом bat_auto_kaolin (рисунок 2.7).

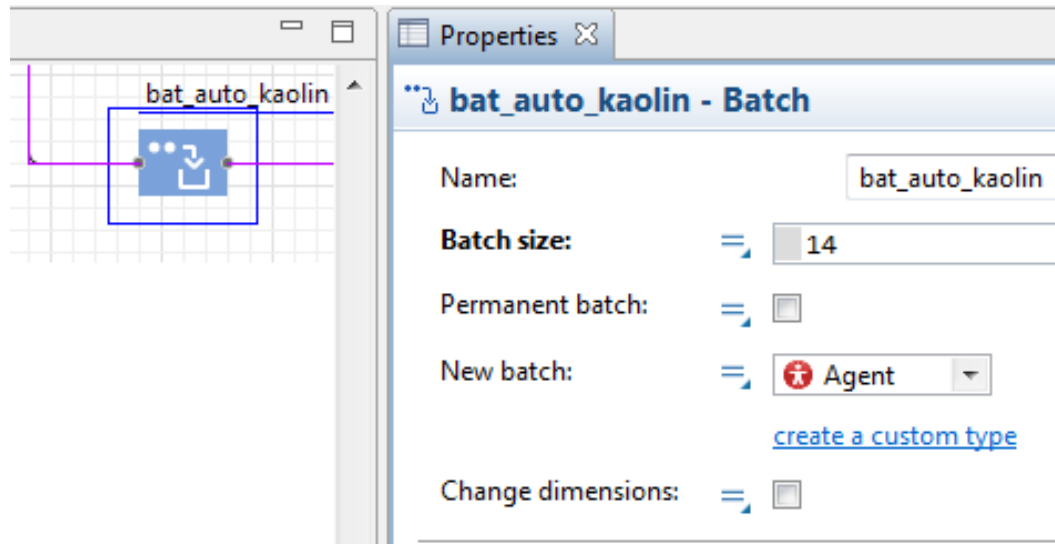


Рисунок 2.7 – Елемент групування bat_auto_kaolin

Група з 14 замовлень відповідає $14 \cdot 1,5 = 21$ т – місткості кузова автомобіля. Надалі замовлення знищуються елементом sin_group_kaolin – рисунок 2.8.

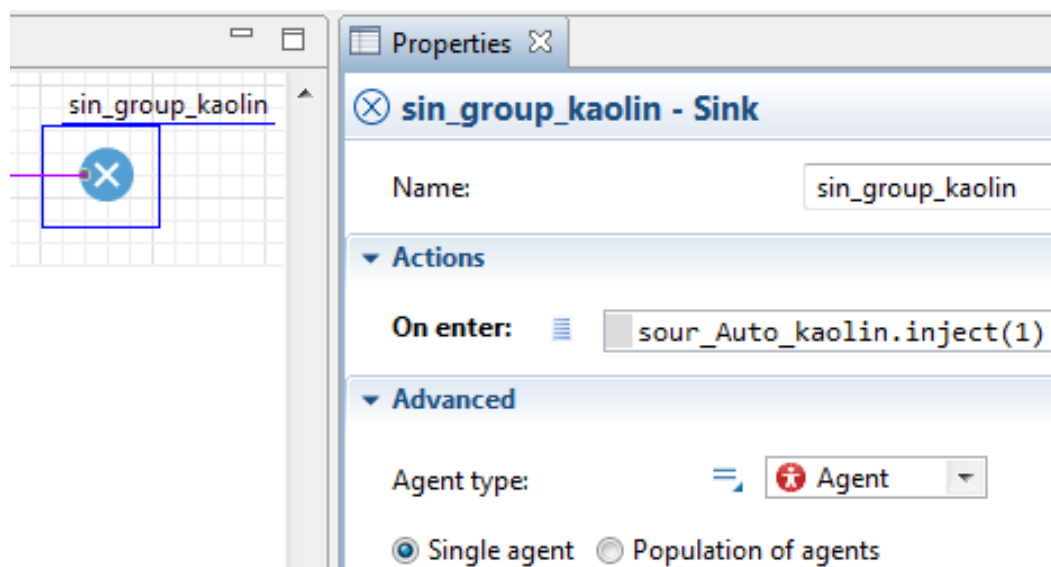


Рисунок 2.8 – Елемент sin_group_kaolin

Цей же елемент при вході замовлень, перед їх знищенням, викликає появу нових замовлень:

```
sour_Auto_kaolin.inject(1)
```

в генераторі `sour_Auto_kaolin` (рисунок 2.9). Тобто при кожному знищенні замовлень (14 біг-бегів) з'являється нове замовлення – один завантажений автомобіль.

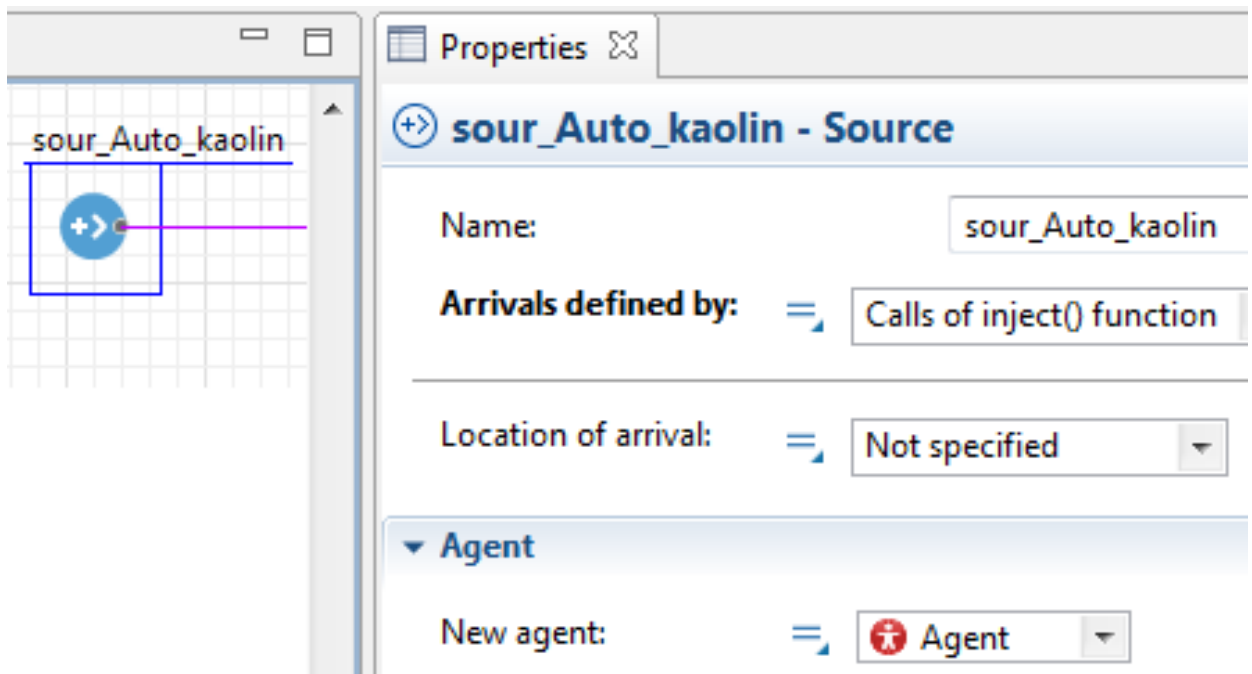


Рисунок 2.9 – Генератор `sour_Auto_kaolin`

Замовлення з `sour_Auto_kaolin` потрапляють до черги `que_auto_kaolin` – рисунок 2.10, де вони очікують на захоплення вільного ресурсу, що здійснюється елементом `seiz_auto_kaolin`, параметри якого наведені на рисунку 2.11.

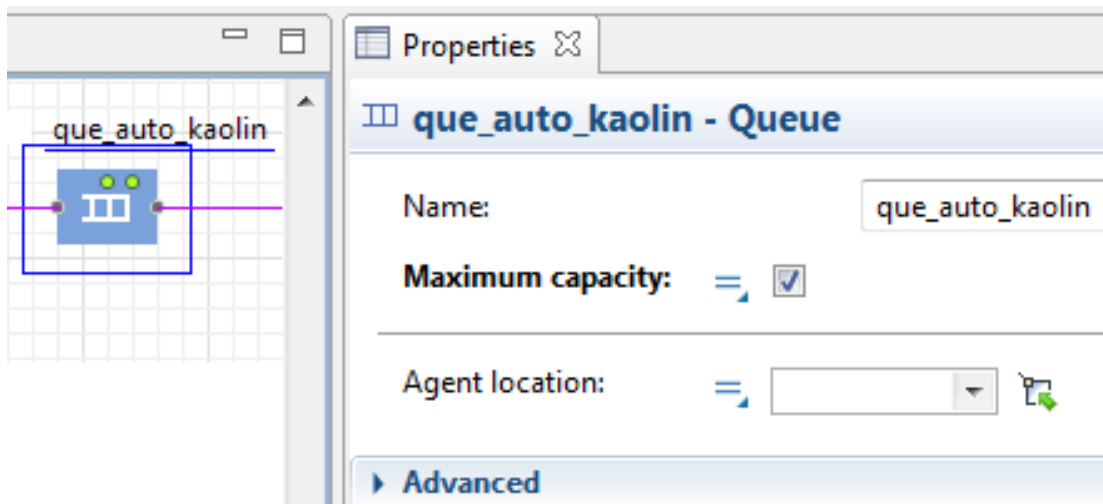


Рисунок 2.10 – Черга que_auto_kaolin

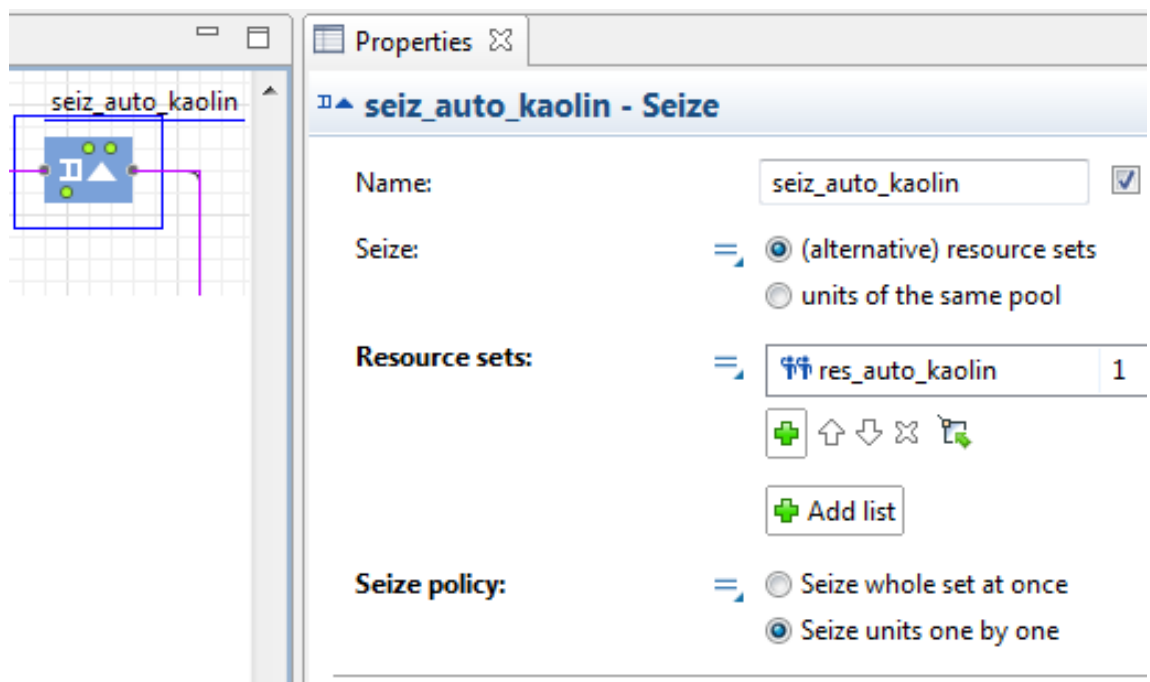


Рисунок 2.11 – Елемент seiz_auto_kaolin

Елемент `seiz_auto_kaolin` використовує ресурси, які задекларовані об'єктом `res_auto_kaolin`, який визначає параметри ресурсу, що показано на рисунку 2.12.

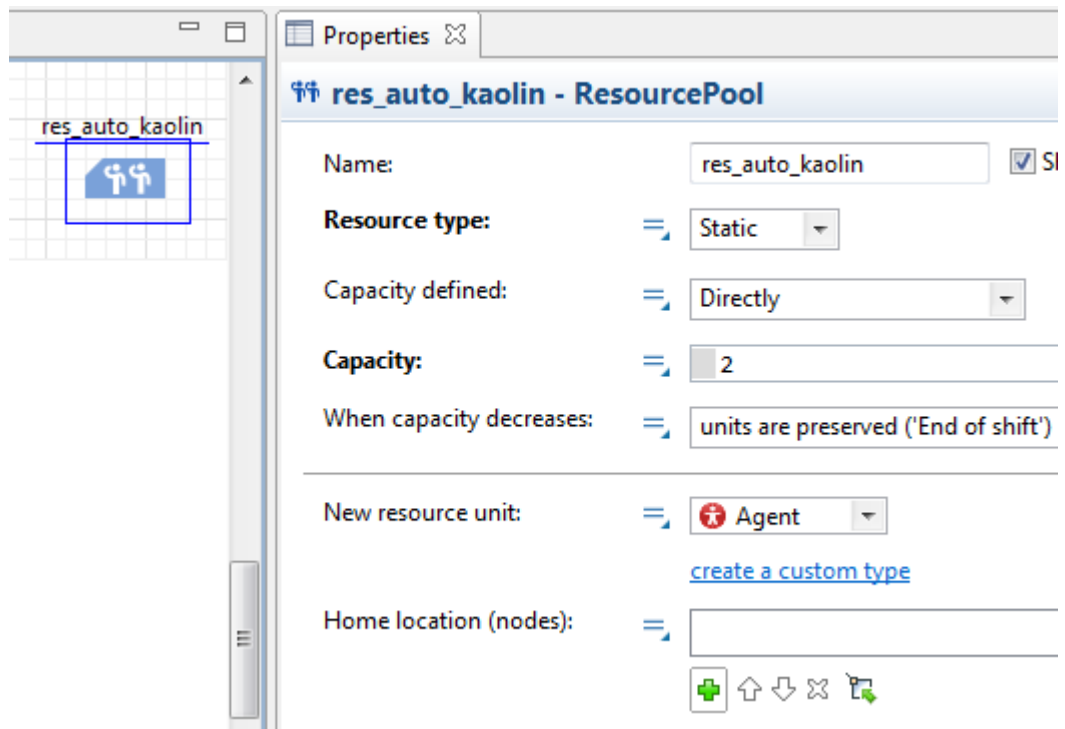


Рисунок 2.12 – Об'єкт res_auto_kaolin

Елемент `del_to_auto` імітує процес завантаження автотранспорту навантажувачем [13,14], при цьому на встановлений час – 50 хвилин – затримується як замовлення, так і автомобіль – рисунок 2.13.

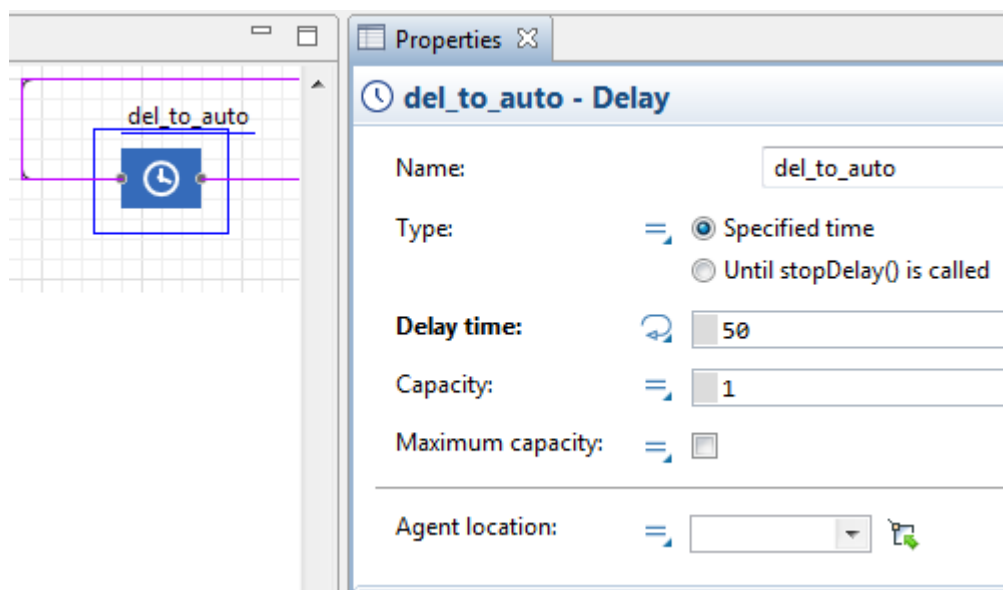


Рисунок 2.13 – Елемент del_to_auto

Завантаження здійснюється одним навантажувачем, тому місткість елемента `del_to_auto` встановлена – 1.

Наступна затримка елементом `del_to_perehr` імітує рух до перехрестя, яке працює в режимі достатньо високого за інтенсивністю руху – рисунок 2.14.

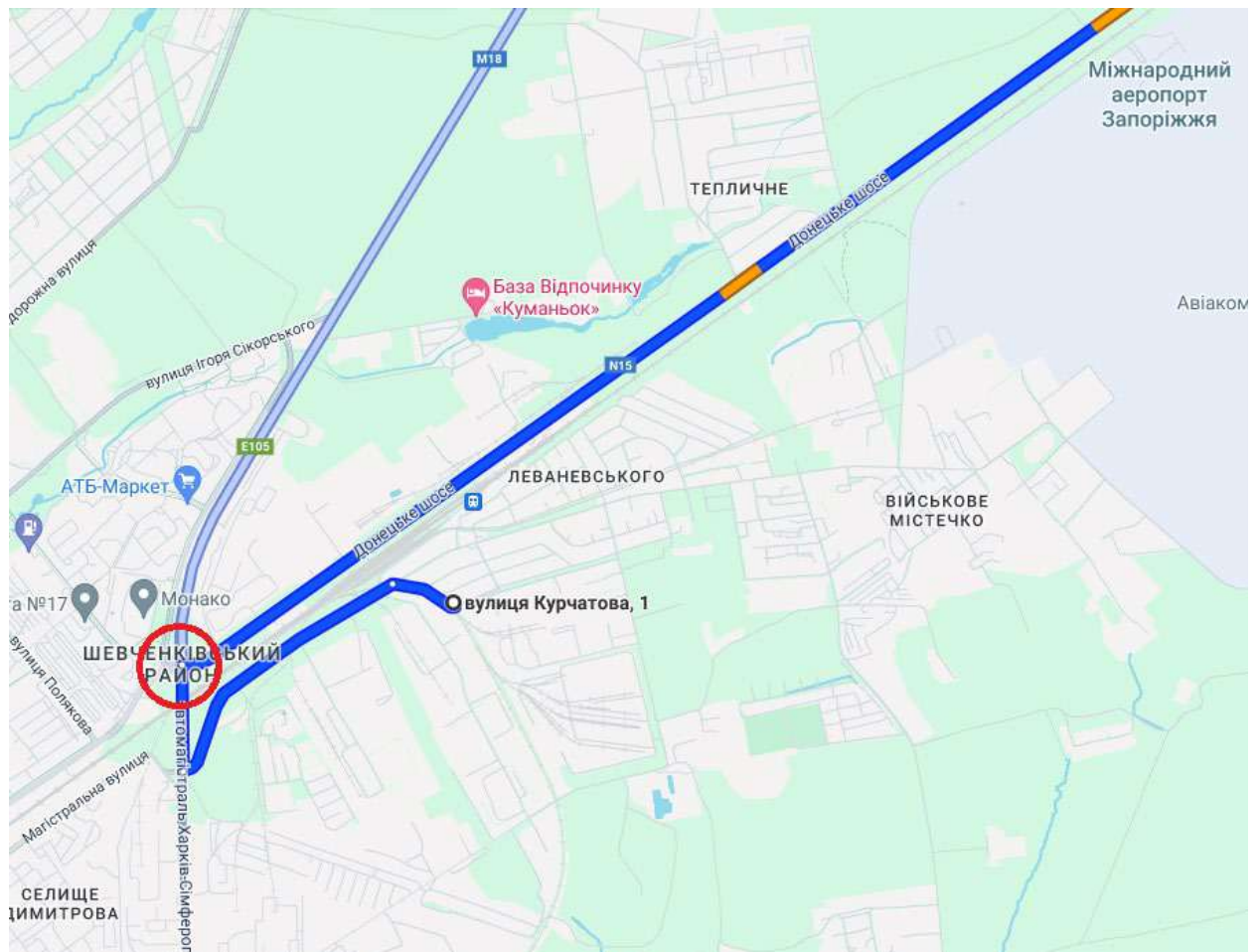


Рисунок 2.14 – Перехрестя Донецького шосе та автомагістралі Харків-Сімферополь

Це перехрестя Донецького шосе та автомагістралі Харків-Сімферополь зі світлофорним регулюванням. У нашому випадку лівий поворот є дещо ускладненим, тому час проїзду перехрестя встановлюємо із з урахуванням ймовірного характеру цього процесу.

Параметри елементу del_to_perehr показані на рисунку 2.15.

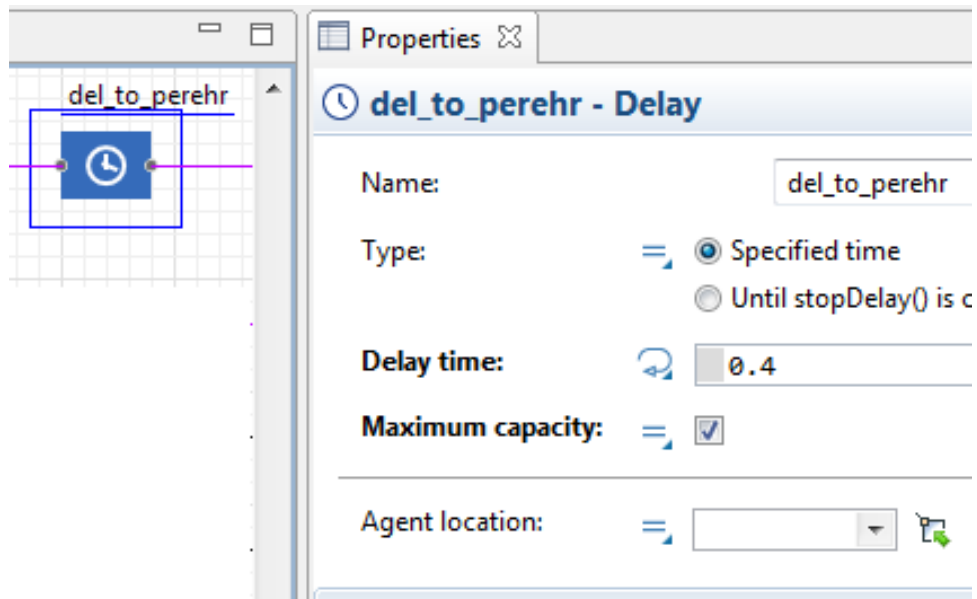


Рисунок 2.15 – Параметри елементу del_to_perehr

Затримку на перехресті імітуємо за рівномірним законом розподілу у діапазоні від 3 до 8 хвилин:

`uniform(3,8);`

що показано на рисунку 2.16 – елемент затримки del_perehr.

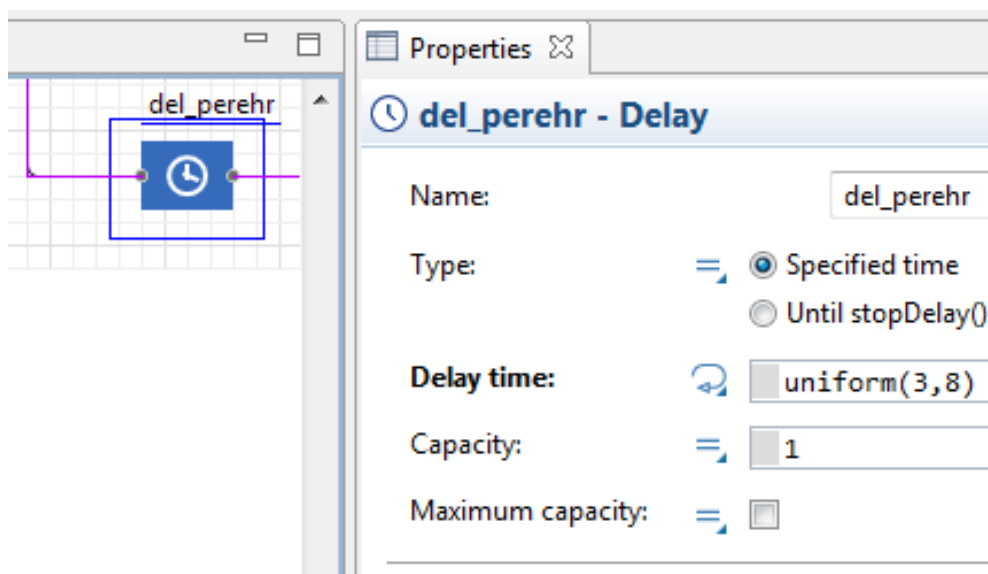


Рисунок 2.16 – Елемент затримки del_perehr

Пройходження залишкового шляху прямування імітується елементом затримки `del_to_hab_TZ` – рисунок 2.17.

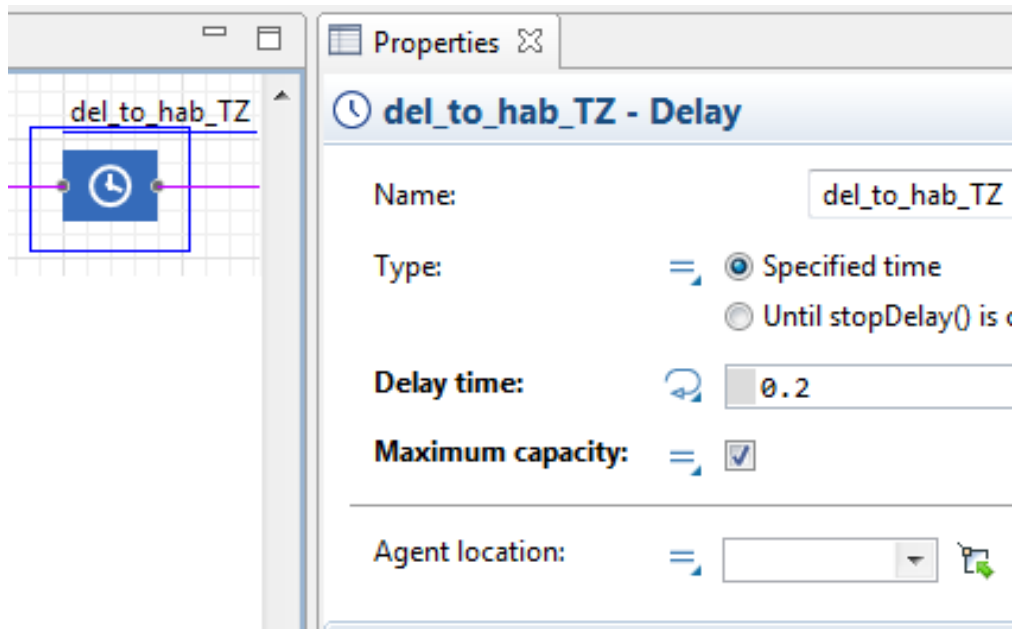


Рисунок 2.17 – Елемент затримки `del_to_hab_TZ`

Після прибуття автомобіля до «Терміналу Запоріжжя» необхідно реалізувати затримку, пов’язану з розвантаженням автомобіля.

Після цього автотранспорт, але не вантаж, треба затримати на певний час, який відображає його повернення до БКК задля чергового навантаження каоліном.

Будемо використовувати просту схему:

- виклик нового замовлення у вигляді партії вантажу на складі «Терміналу Запоріжжя»;
- затримка «старого» замовлення на час повернення автотранспорту під навантаження каоліну;
- звільнення ресурсу від замовлення;
- знищення старого замовлення.

На рисунку 2.18 показаний елемент del_to_sklad_TZ.

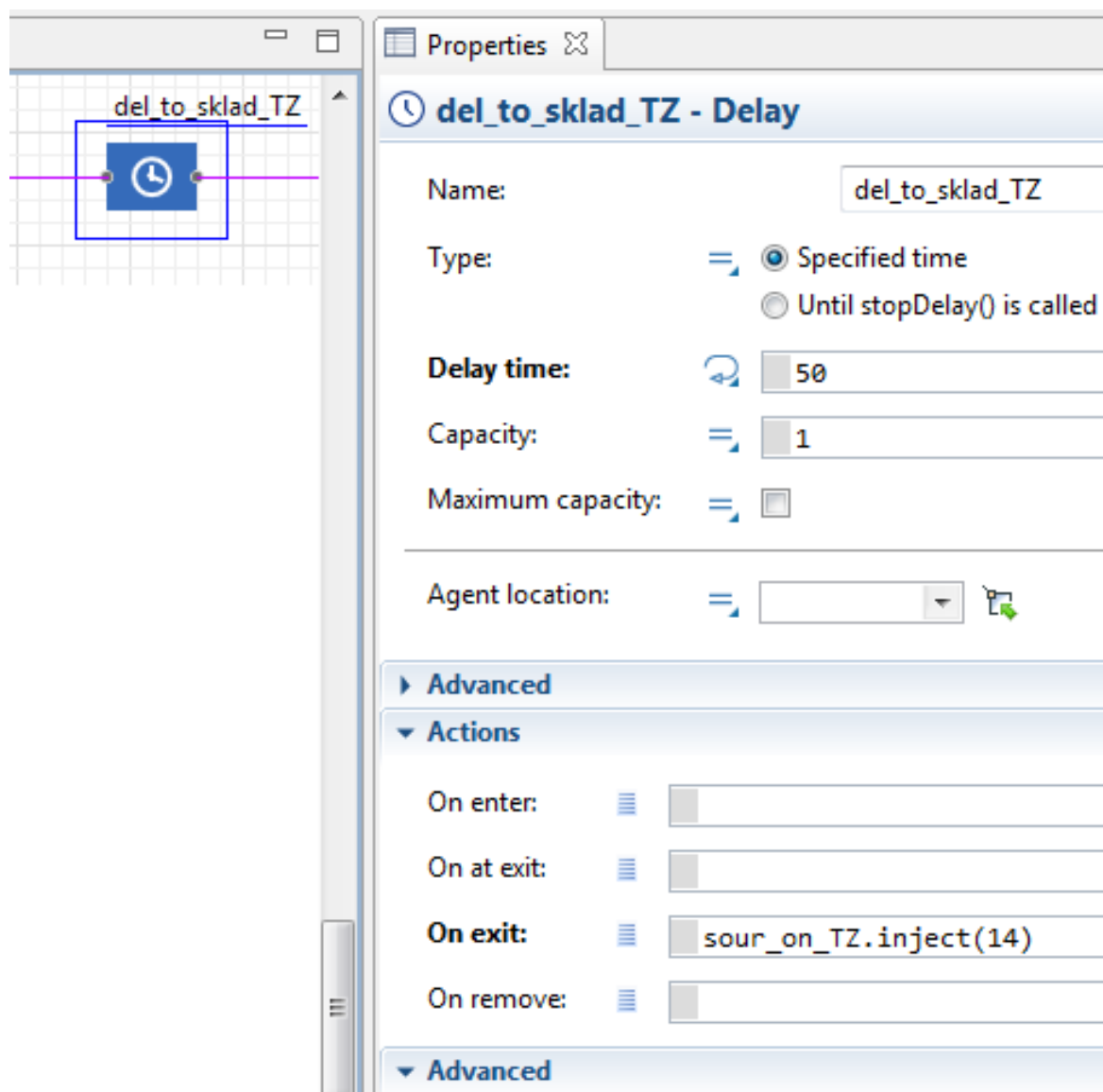


Рисунок 2.18 – Елемент del_to_sklad_TZ

Цей об'єкт виконує затримку, імітуючи вивантаження каоліну на склад, та викликає нові замовлення – 14 біг-бегів:

`sour_on_TZ.inject(14),`

у об'єкті `sour_on_TZ`.

На рисунку 2.19 показаний елемент del_to_BKK, що імітує затримку порожнього автомобіля.

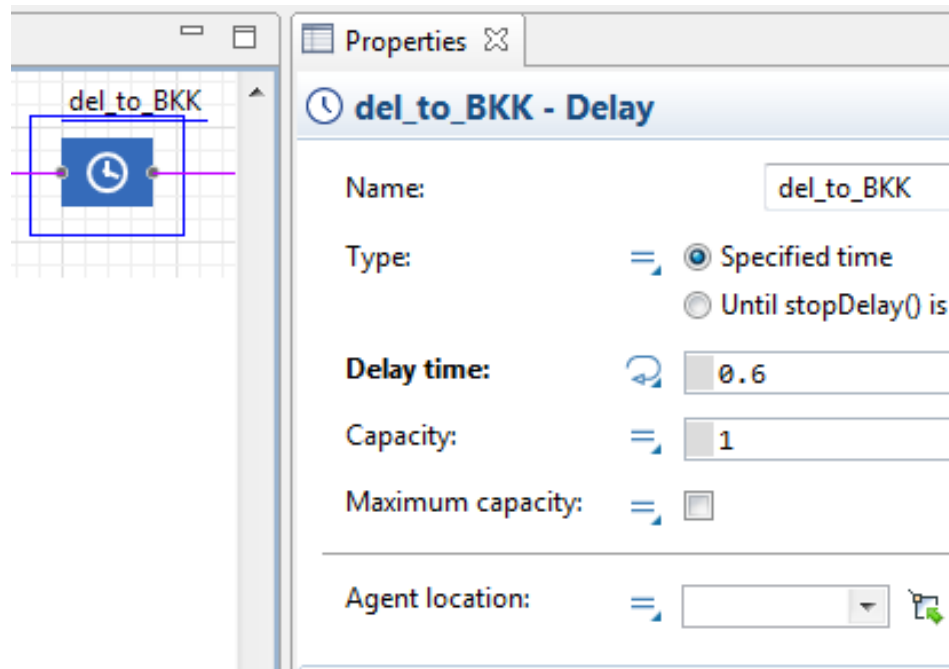


Рисунок 2.19 – Елемент del_to_BKK

Елемент rel_auto_kaolin звільнює ресурси – рисунок 2.20.

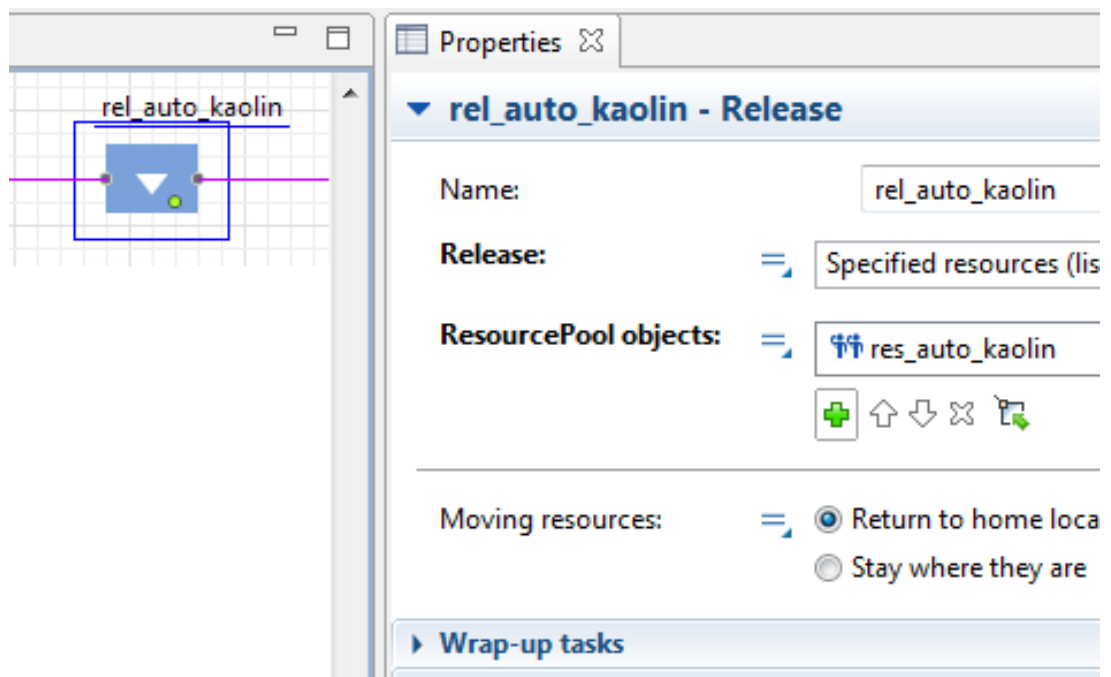


Рисунок 2.20 – Елемент rel_auto_kaolin

На рисунку 2.21 показаний елемент знищення sink_BKK.

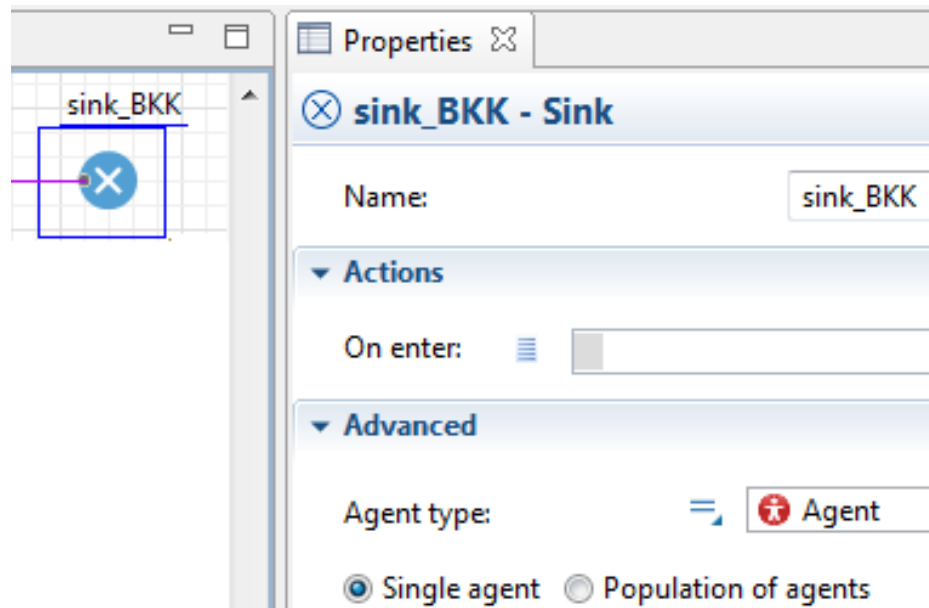


Рисунок 2.21 – Елемент знищення sink_BKK

Елемент створення нових замовлень sour_on_TZ показаний на рисунку 2.22.

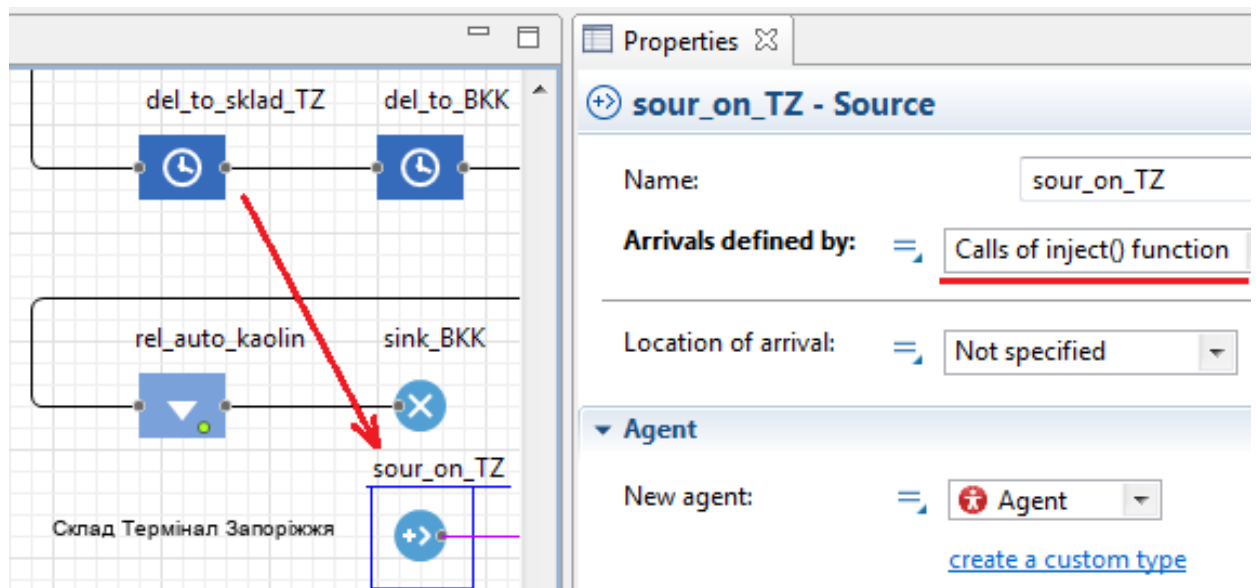


Рисунок 2.22 – Елемент створення нових замовлень sour_on_TZ

В наступному за елементом `sour_on_TZ` об'єкті-черзі `que_sklad_BB` (рисунок 2.23) перевіряється вимога накопичення партії каоліну у біг-бегах, достатньою за обсягом для навантаження залізничного составу встановленої маси:

`if (que_sklad_BB.size() > 20*v_sklad) h_sklad_TZ.setBlocked(false),`

де функція `size()` повертає кількість замовлень у черзі `que_sklad_BB`;

20 – кількість біг-бегів у одному 40-футовому контейнері;

`v_sklad` – змінний параметр кількості контейнерів у составі.

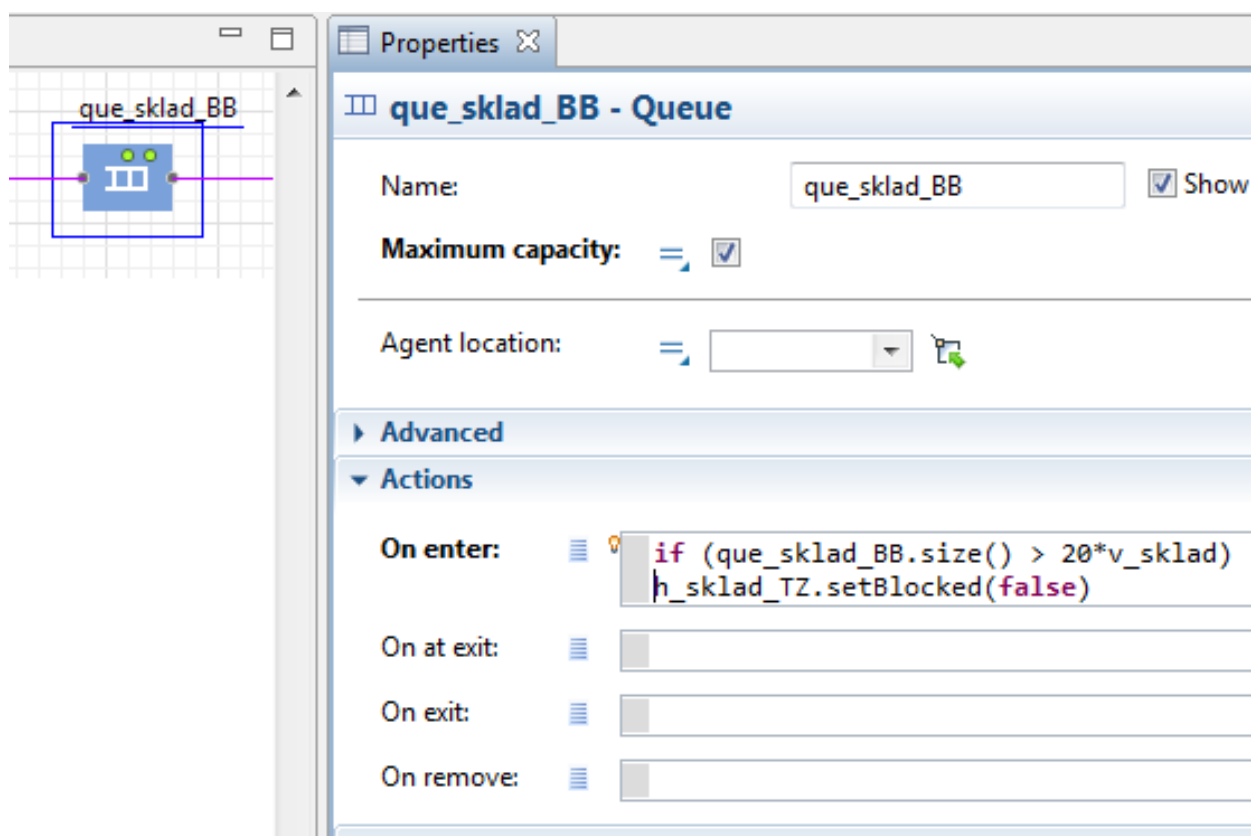


Рисунок 2.23 – Об'єкт `que_sklad_BB`

У випадку наявності потрібного обсягу каоліну, спочатку роботи програми заблокований елемент `h_sklad_TZ` розблоковується – рисунок 2.24.

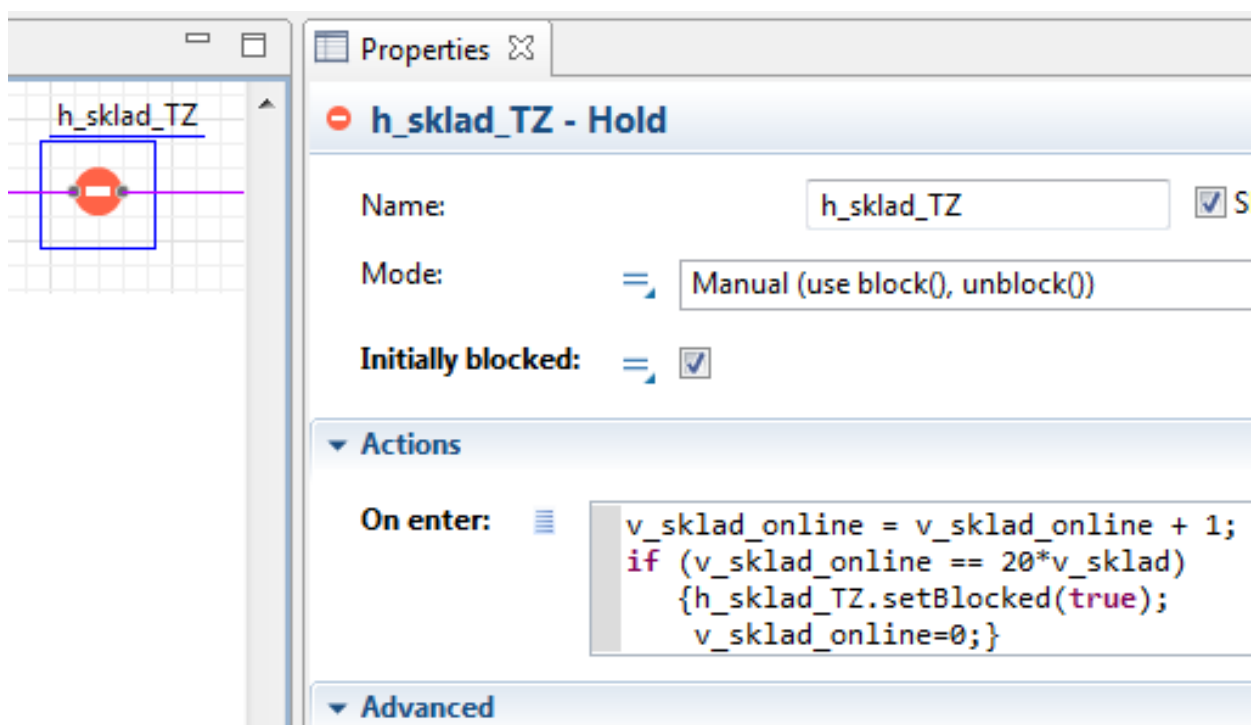


Рисунок 2.24 – Елемент h_sklad_TZ

В цьому елементі також аналізуються умови переміщення усієї накопиченої партії до складу контейнерного поїзду, після цього рух замовлень блокується:

```
v_sklad_online = v_sklad_online + 1;
if (v_sklad_online == 20*v_sklad)
    {h_sklad_TZ.setBlocked(true);
    v_sklad_online=0;}
```

для накопичення нової партії каоліну.

Партії каоліну починають навантажуватись у контейнери, передусім у моделі групування контейнерних партій елементом batch – рисунок 2.25.

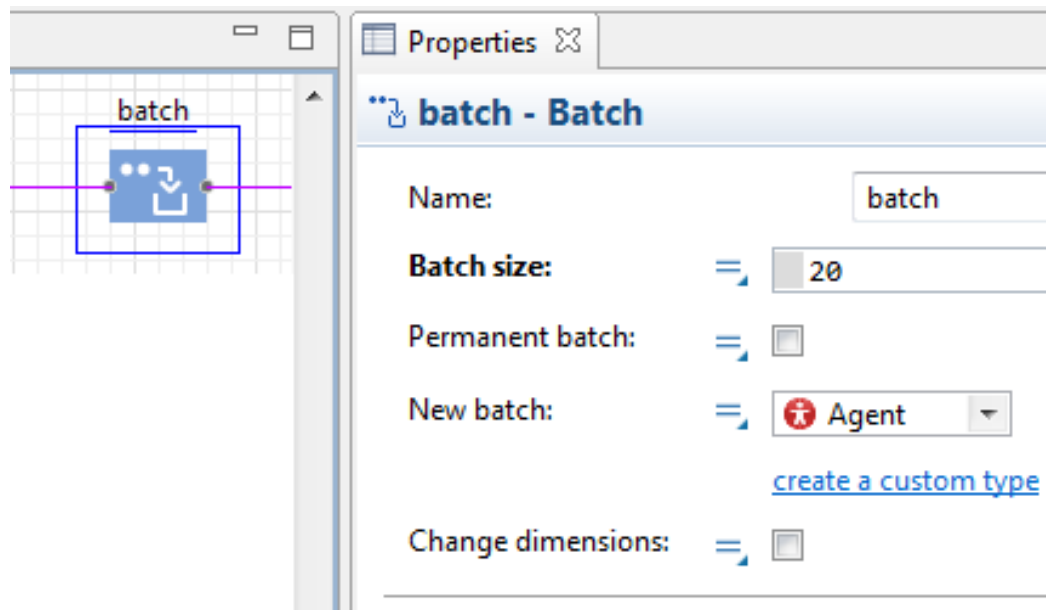


Рисунок 2.25 – Елемент batch

Наступний елемент `sink_sklad_TZ` знищує поточні групи замовлень та викликає появу нових:

```
sourc_part.inject(1),
```

– рисунок 2.26.

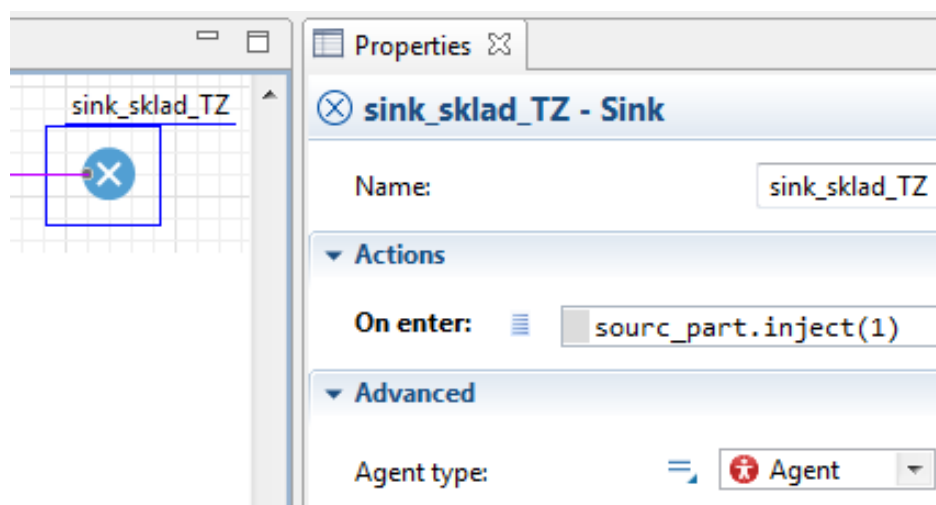


Рисунок 2.26 – Елемент sink_sklad_TZ

Замовлення з елементу `sourc_part` (рисунок 2.27) потрапляють до черги `que_kont` (рисунок 2.28), а з неї – до елементу `del_to_kont` імітації завантаження контейнера (рисунок 2.29).

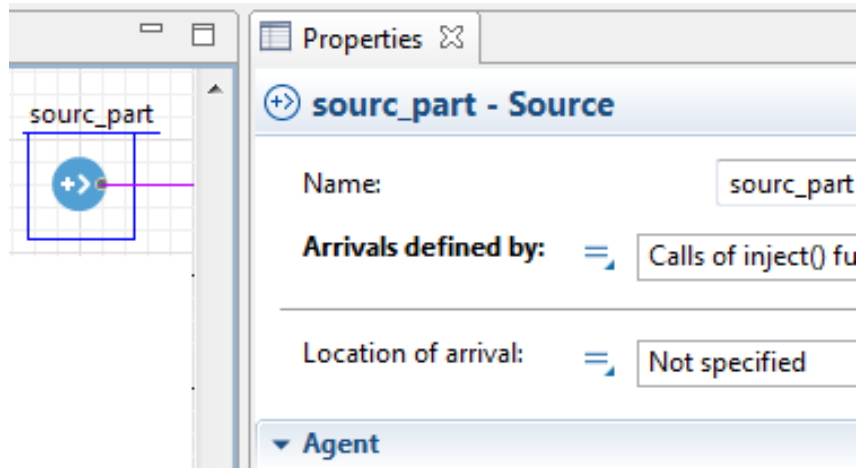


Рисунок 2.27 – Елементу `sourc_part`

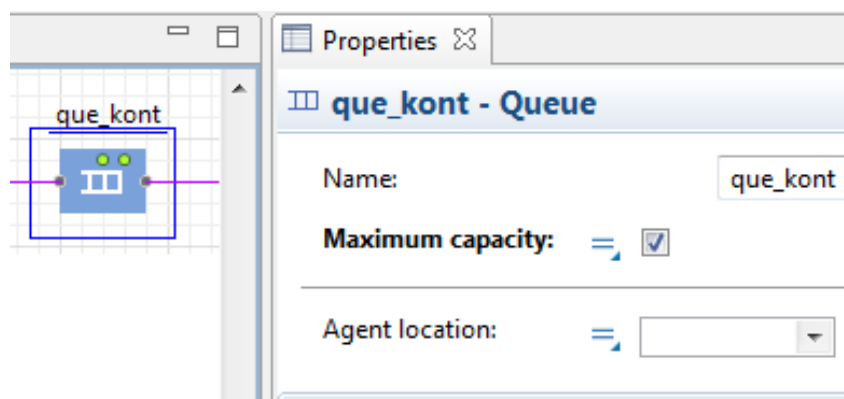


Рисунок 2.28 – Черга `que_kont`

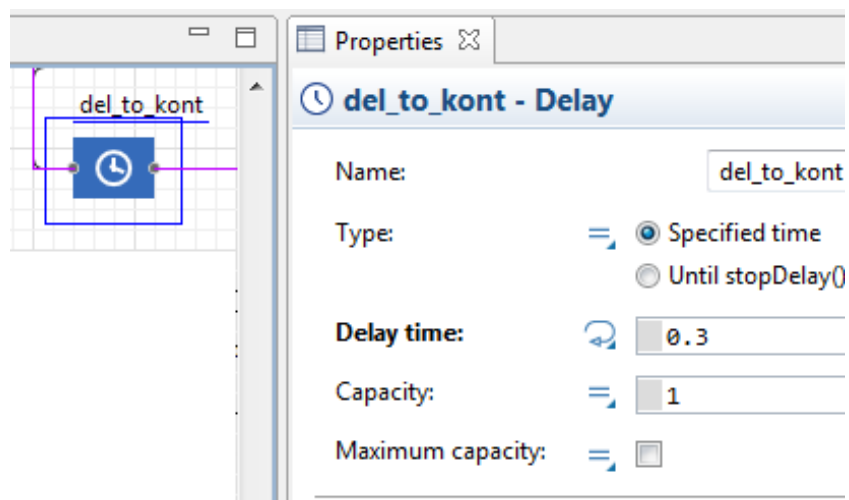


Рисунок 2.29 – Елемент `del_to_kont`

Завантажені контейнери потрапляють до черги `que_BB_to_kont` (рисунок 2.30), де зберігаються в очікуванні приєднання елементом `seiz_kont_TZ` (рисунок 2.31) до ресурсу-контейнера – ресурси описуються елементом `res_kont_TZ` – рисунок 2.32.

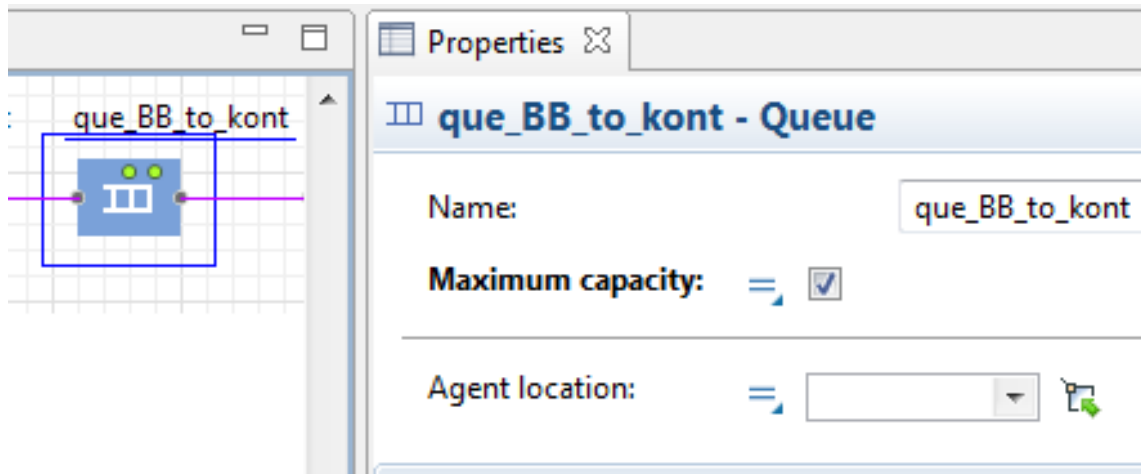


Рисунок 2.30 – Черга `que_BB_to_kont`

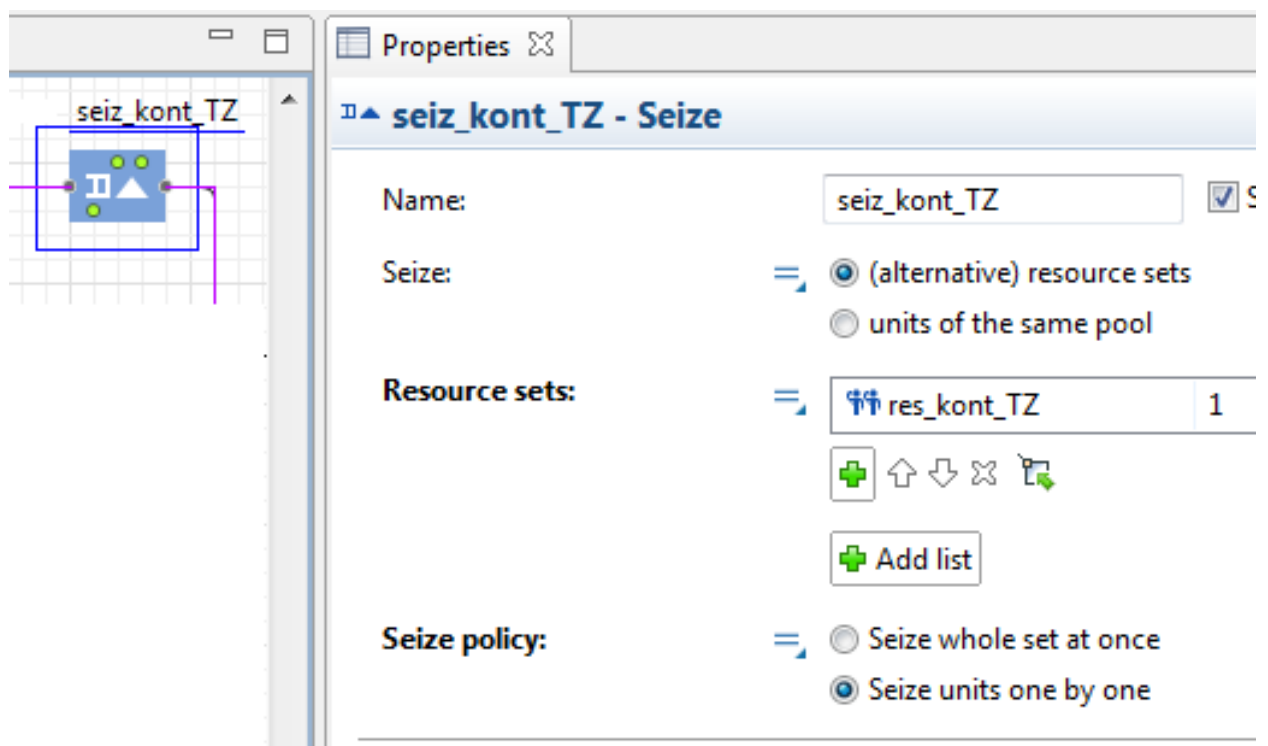


Рисунок 2.31 – Елемент `seiz_kont_TZ`

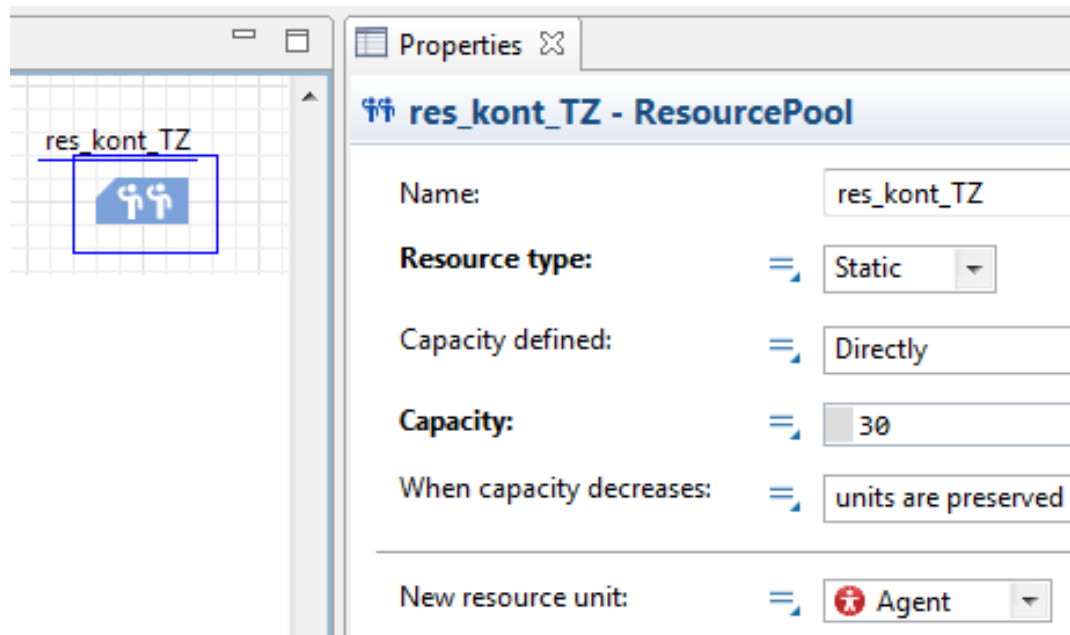


Рисунок 2.32 – Елемент res_kont_TZ

У черзі que_kont_to_Zal (рисунок 2.33) контейнери очікують на навантаження на фітінгові платформи

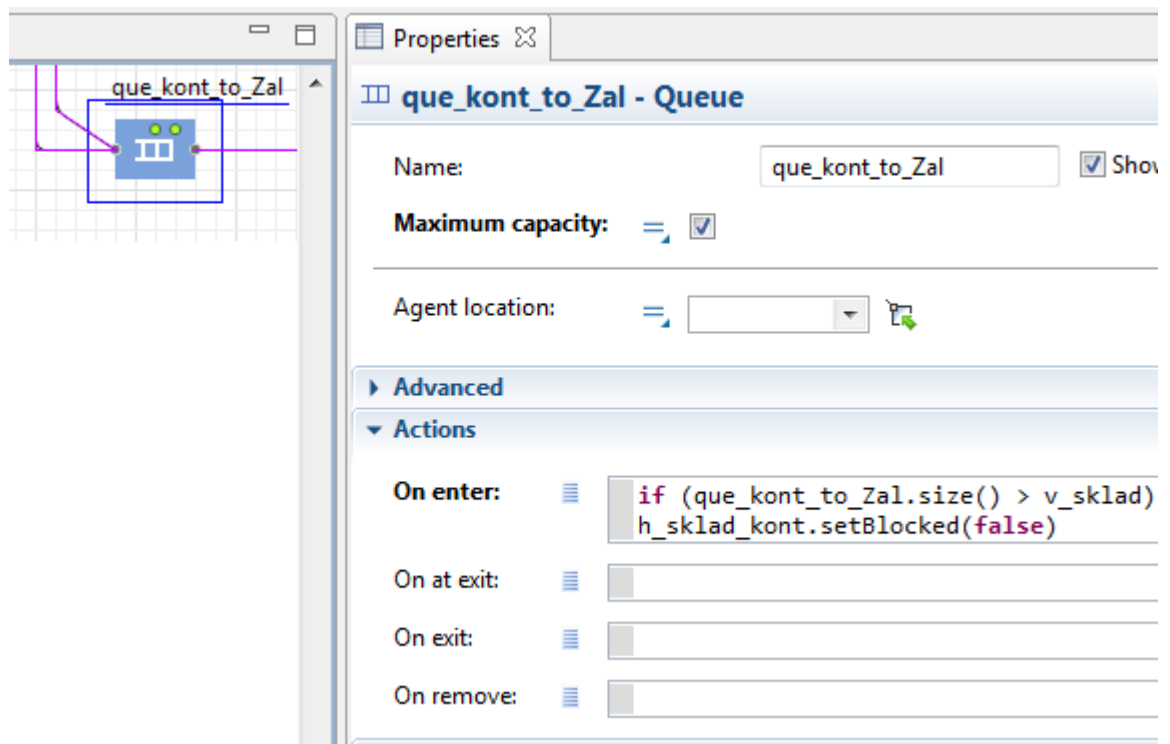


Рисунок 2.33 – Черга que_kont_to_Zal

Замовлення блокуються елементом h_sklad_kont (рисунок 2.34) у черзі до виконання умови:

```
if (que_kont_to_Zal.size() > v_sklad)
h_sklad_kont.setBlocked(false),
```

тобто накопичення контейнерів у кількості v_sklad, що відповідає розміру составу.

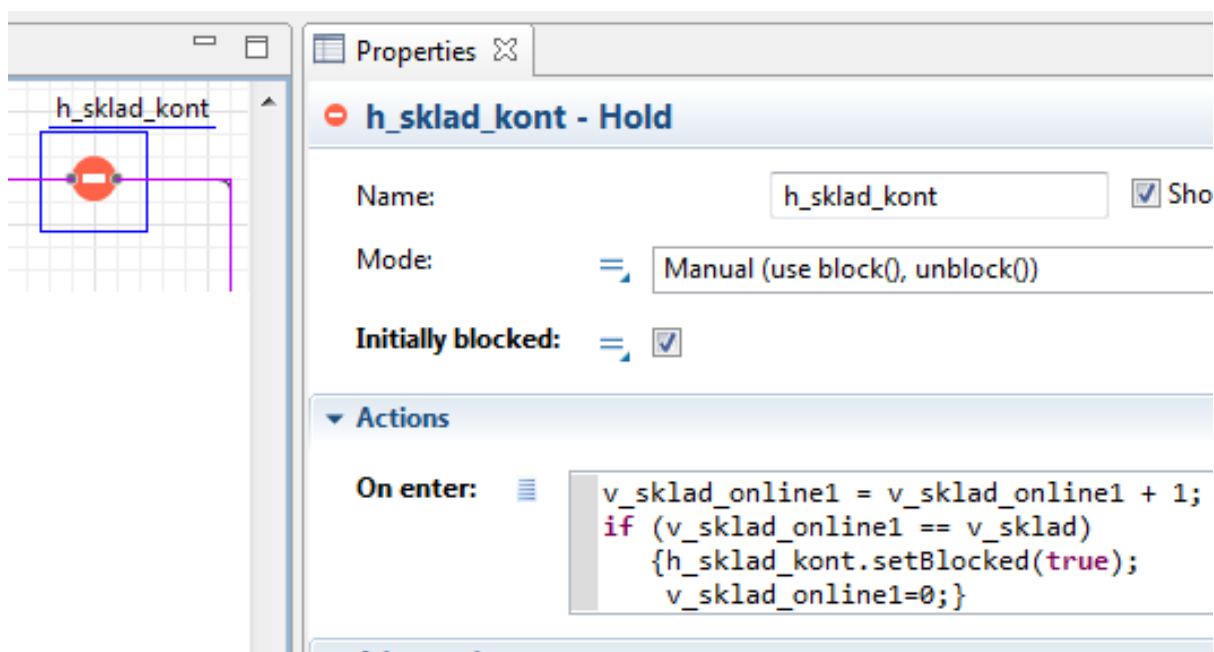


Рисунок 2.34 – Елемент h_sklad_kont

Після проходження усіх замовлень відповідно до місткості составу v_sklad:

```
v_sklad_online1 = v_sklad_online1 + 1;
if (v_sklad_online1 == v_sklad)
{h_sklad_kont.setBlocked(true);
 v_sklad_online1=0;}
```

елемент h_sklad_kont знову блокується.

Елемент `del_to_KTO` імітує рух контейнерних составів до «Контейнерного терміналу Одеса» відповідно ймовірнісного характеру доставки – рисунок 2.35.

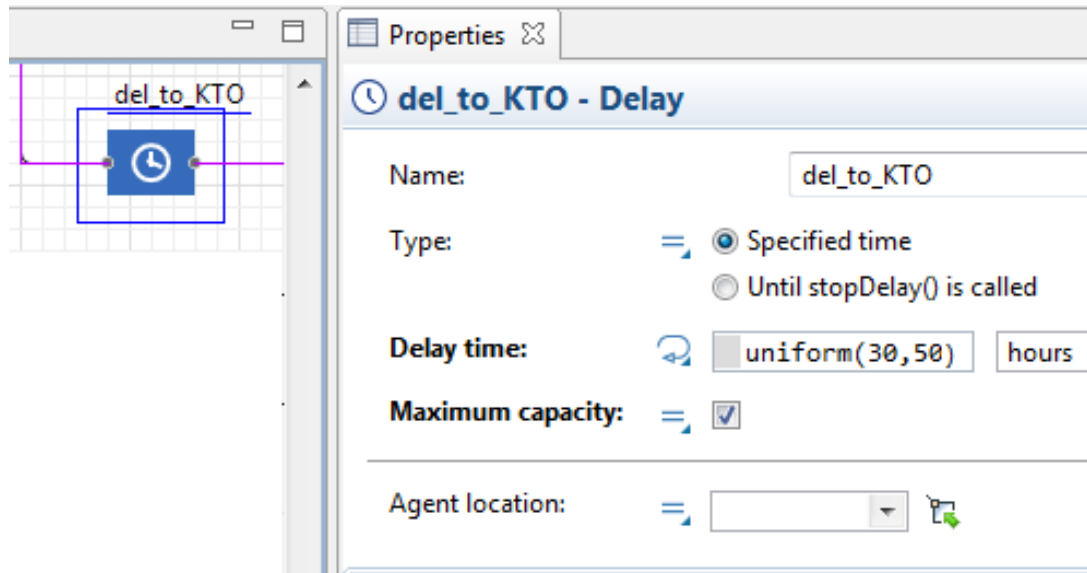


Рисунок 2.35 – Елемент `del_to_KTO`

Елемент `del_to_KTO1` імітує затримку під вантажними операціями, а елемент `del_to_KTO2` – імітує затримку із повернення составу із порожніми контейнерами до Запоріжжя. Елемент `rel_kont_TZ` після цього звільнює ресурси-контейнери – рисунок 2.36.

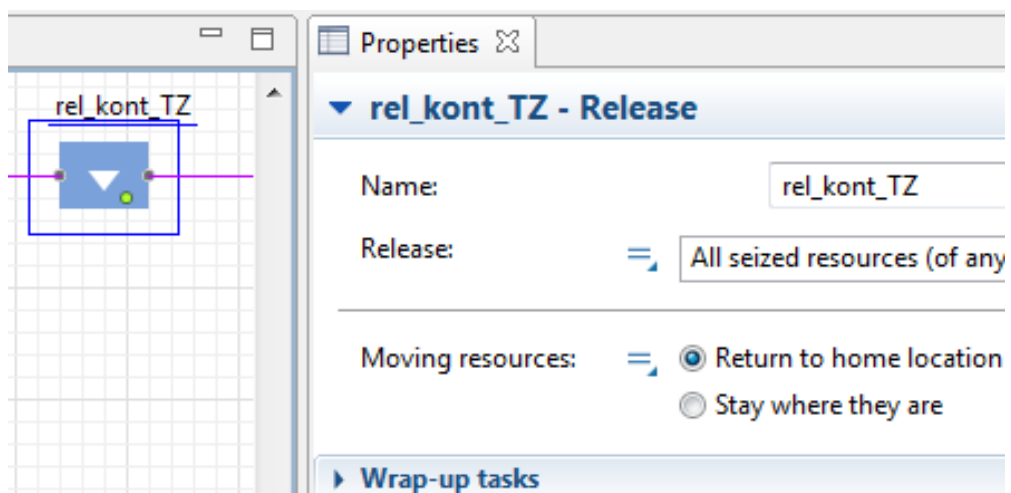


Рисунок 2.36 – Елемент `rel_kont_TZ`

Замовлення знищуються елементом sink_kont_TZ – рисунок 2.37.

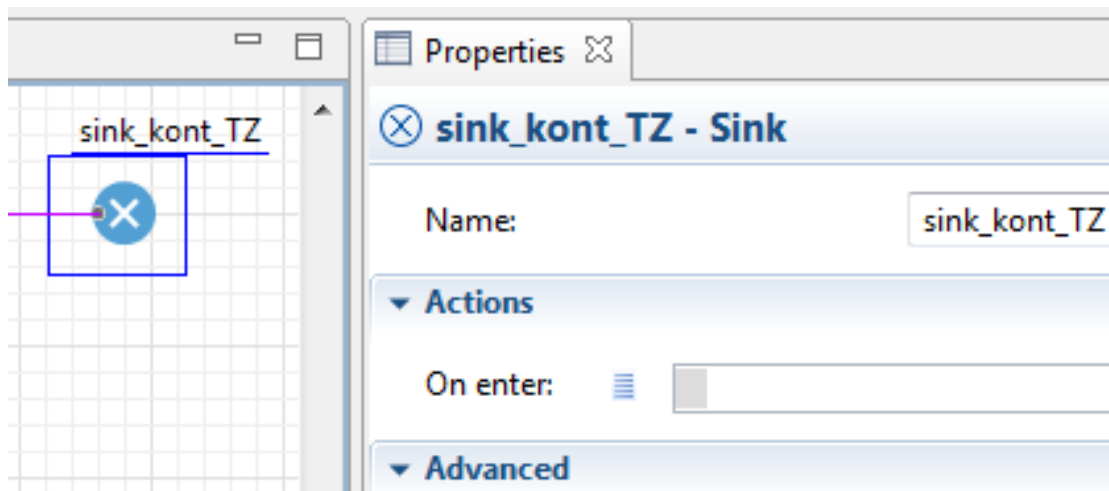


Рисунок 2.37 – Елемент sink_kont_TZ

2.3 Моделювання доставки каоліну з БКК до терміналу у Запоріжжі автомобільним транспортом з використанням контейнерів

У разі значення змінної $v_kont_or_auto = 2$ шлях просування замовлень біг-бегів проходить по іншій гілці.

Її початкова ланка аналогічно передбачає:

- чергу que_Kaolin_BKK2;
- елемент групування bat_auto_kont;
- елемент знищення та виклику нових замовлень sin_auto_kont.

Останній на відміну від елементу з аналогічною функцією в ланцюзі доставки каоліну з БКК до терміналу у Запоріжжі автомобільним транспортом без використання контейнерів, групує замовлення у партії не по 14, а по 20 біг-бегів одразу для завантаження у поданий контейнер (рисунок 2.38), потім замовлення знищуються (рисунок 2.39).

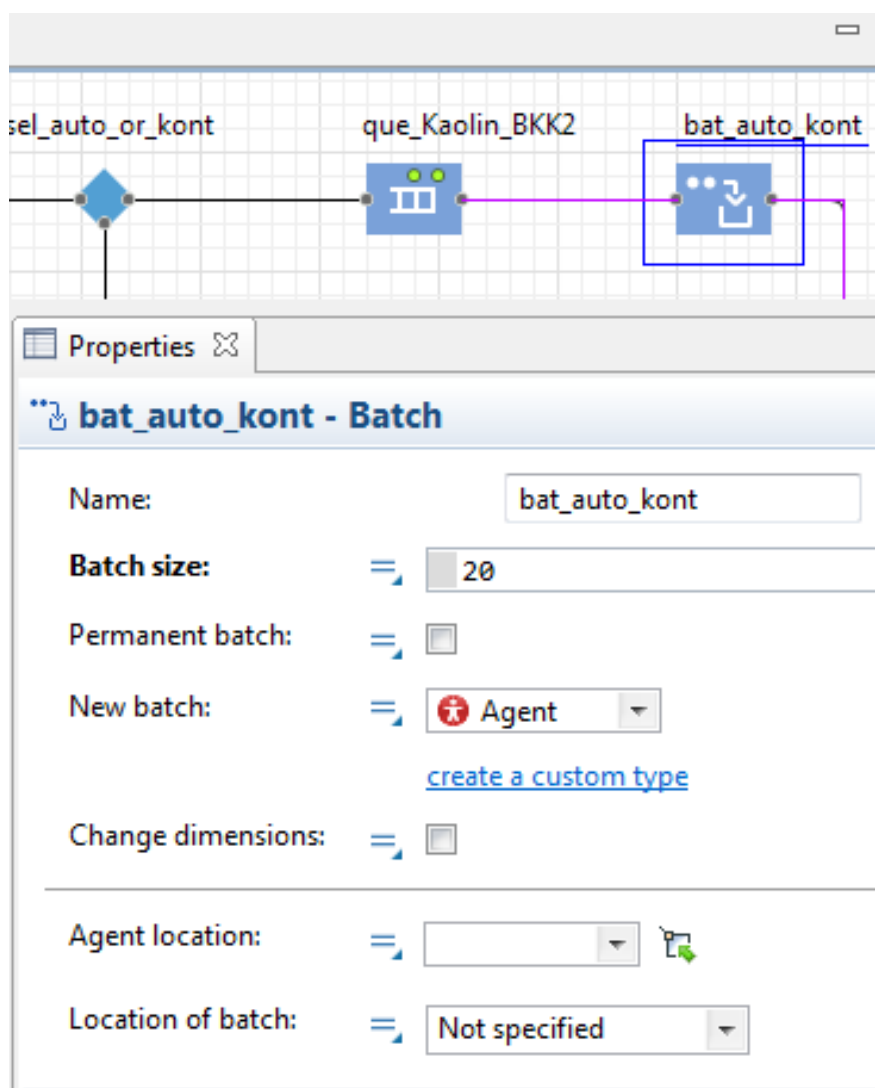


Рисунок 2.38 – Елементи que_Kaolin_BKK2 та bat_auto_kont

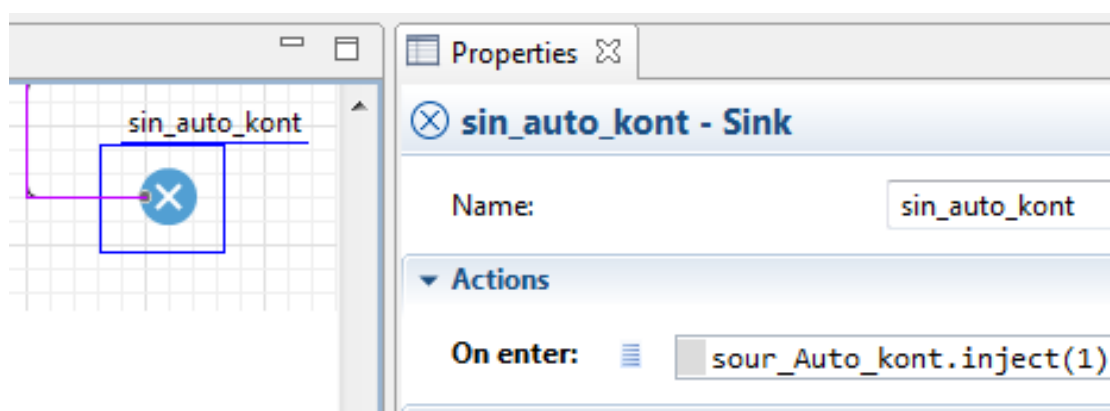


Рисунок 2.39 – Елемент sin_auto_kont

Кожна партія у 20 біг-бегів еквівалентна появі 1 замовлення – партії контейнерного перевезення у елементі sour_Auto_kont – рисунок 2.40.

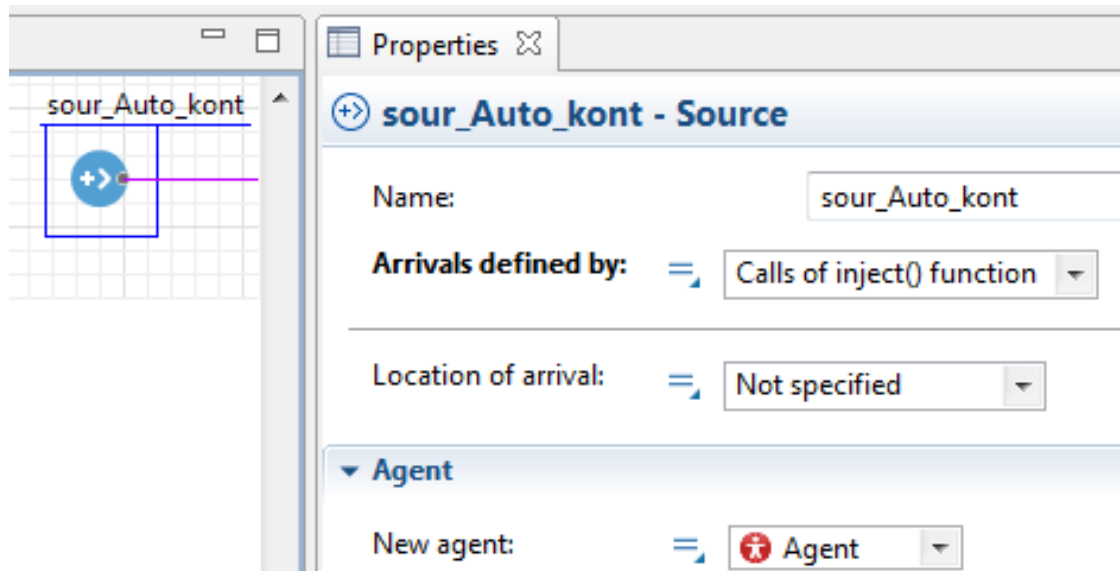


Рисунок 2.40 – Елемент sour_Auto_kont

Замовлення потрапляють до черги que_auto_kont (рисунок 2.41) звідки, просуваючись, приєднують ресурси:

- автомобіль seiz_auto_k (рисунок 2.42);
- контейнер seiz_kont.

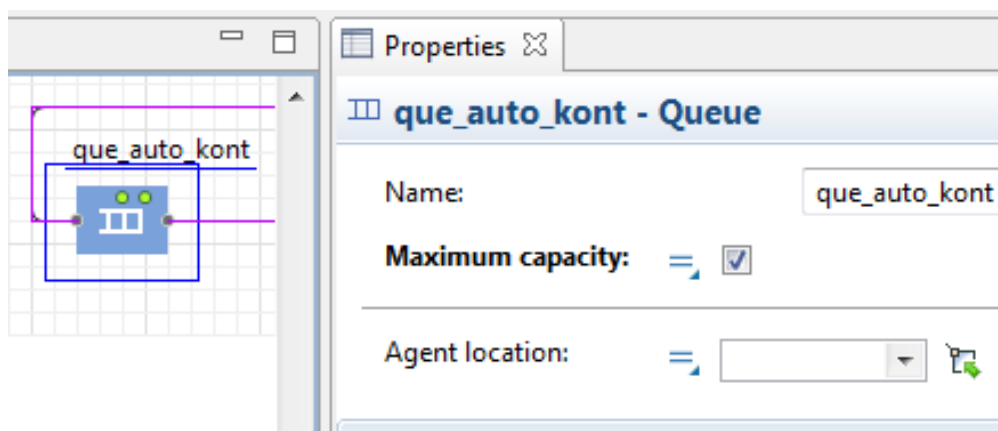


Рисунок 2.41 – Черга que_auto_kont

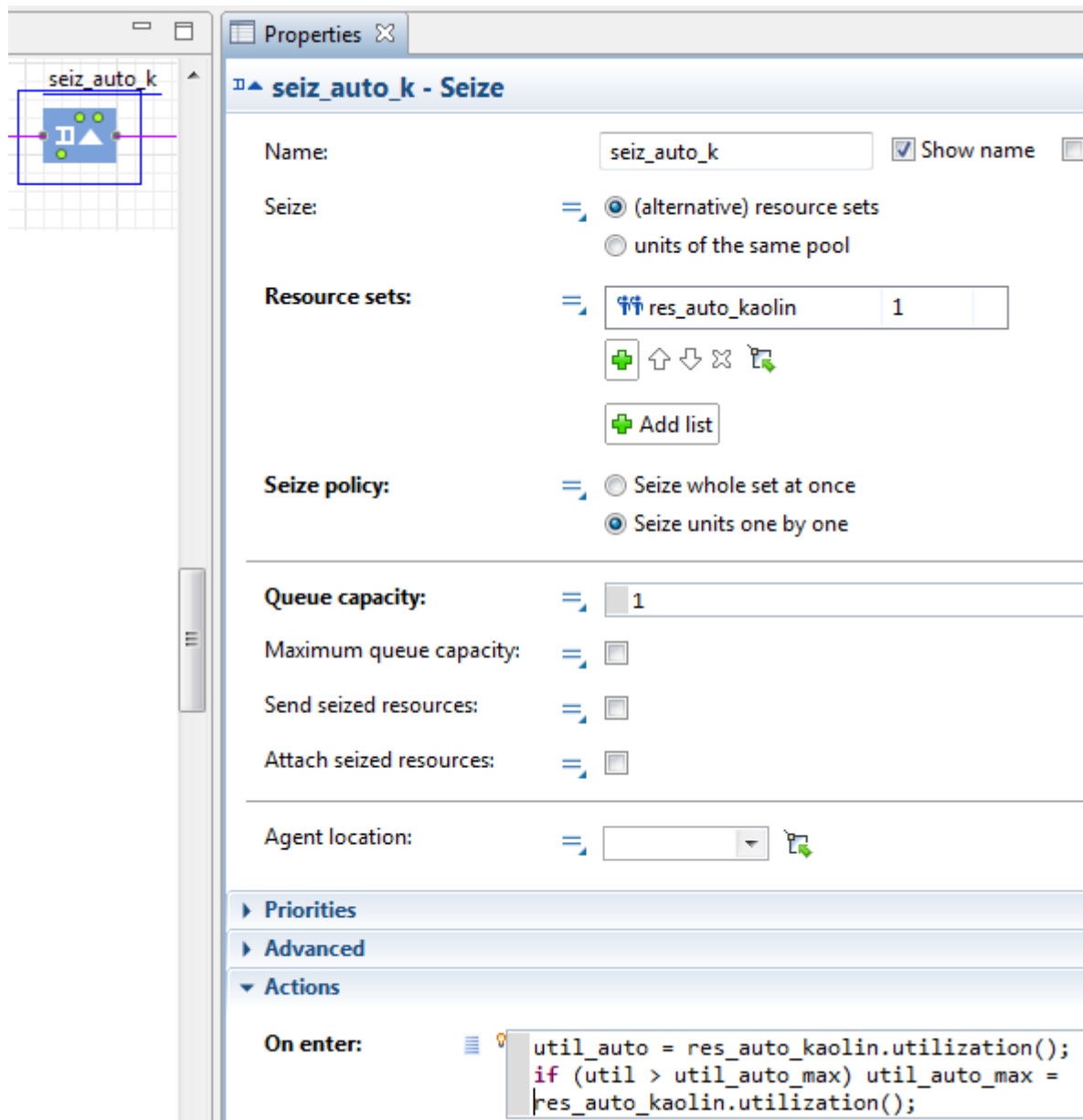


Рисунок 2.42 – Елемент приєднання ресурсу-автомобіля `seiz_auto_k`

При входженні замовлень виконується розрахунок показника максимального використання ресурсу:

```
util_auto = res_auto_kaolin.utilization();
if (util > util_auto_max) util_auto_max = res_auto_kaolin.utilization();
```

для чого використовується функція `utilization()`.

Параметри елементу `seiz_kont` показані на рисунку 2.43.

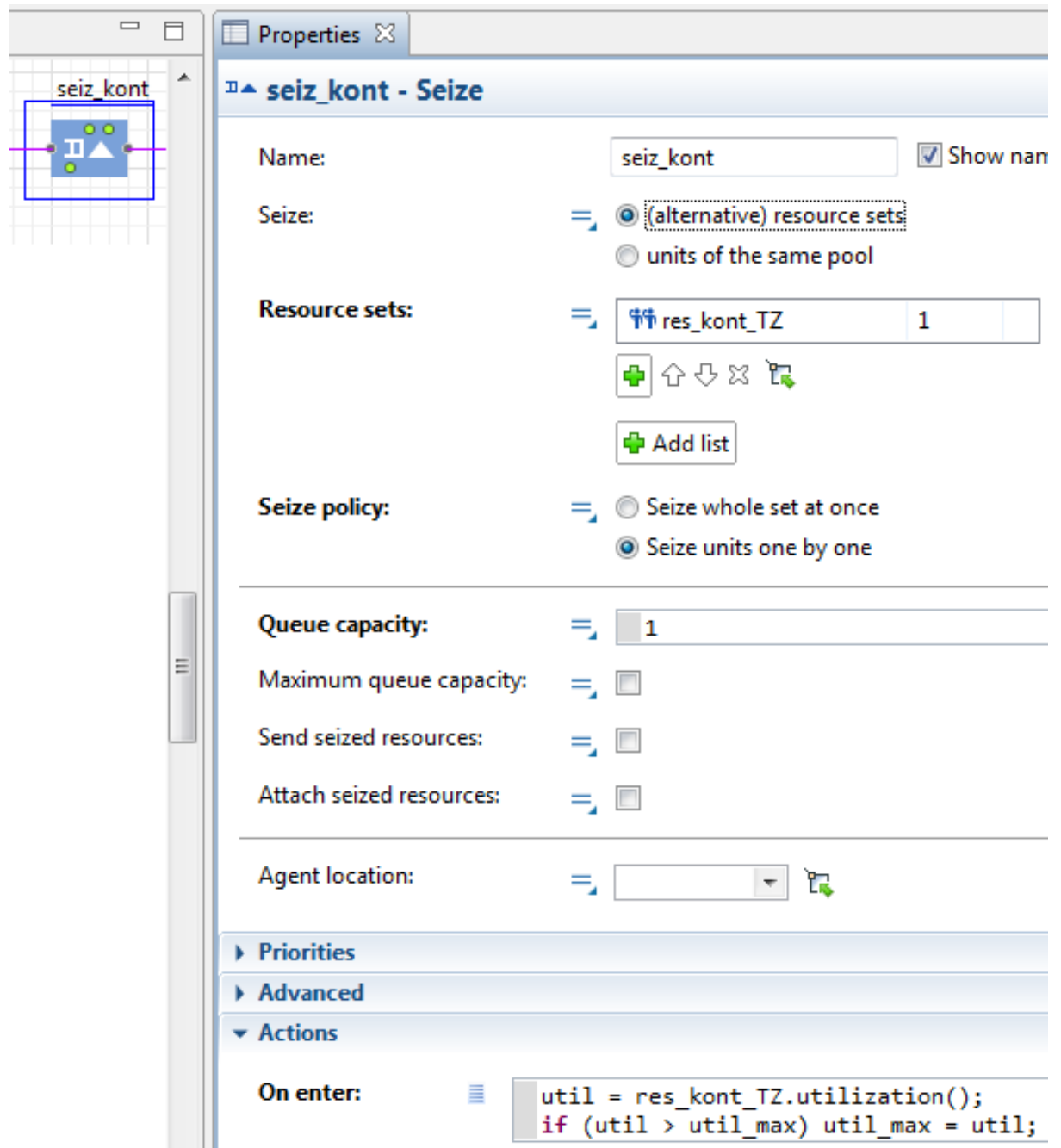


Рисунок 2.43 – Елемент приєднання ресурсів-контейнерів `seiz_kont`

При входженні замовлень також виконується розрахунок показника максимального використання ресурсу:

```
util = res_kont_TZ.utilization();
if (util > util_max) util_max = util;.
```

Елемент del_to_auto1 затримки – імітації завантаження автотранспорту із контейнером враховує більший час тривалості навантаження через більшу місткість транспортного засобу – рисунок 2.44.

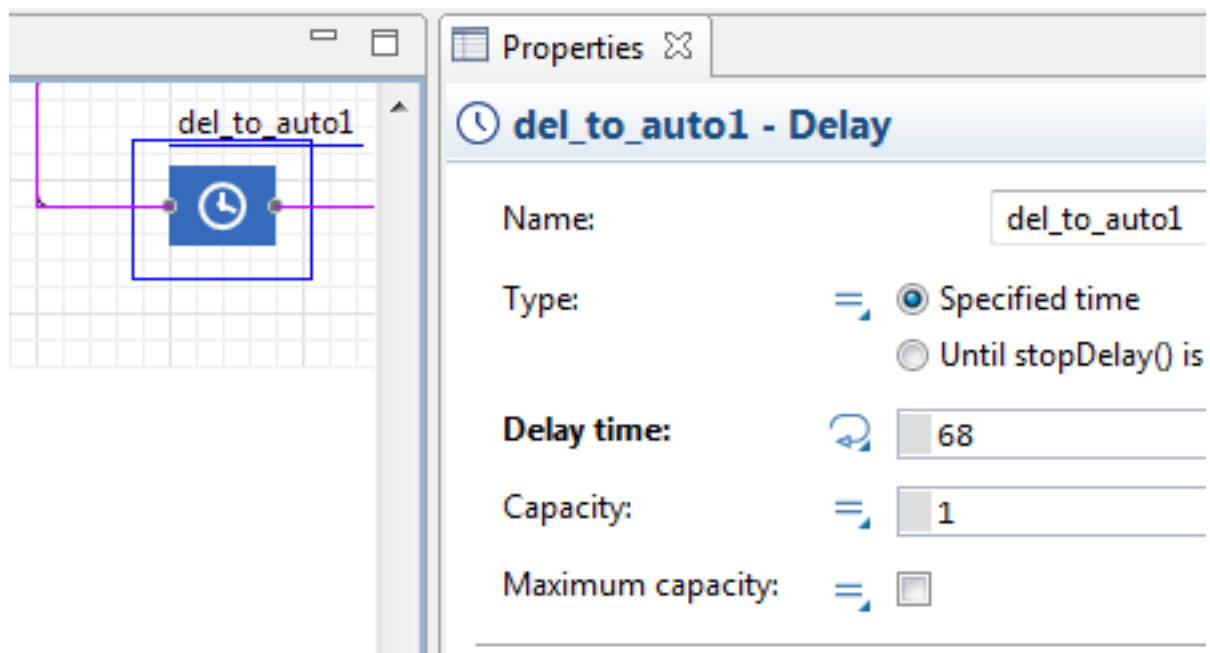


Рисунок 2.44 - Елемент del_to_auto1

Подальше просування замовлень є аналогічним підрозділу 2.2:

- рух до перетину з автомагістраллю Харків-Сімферополь – елемент затримки del_to_perehr_1;
- перетин перехрестя – елемент del_perehr1;
- рух до контейнерного хабу – елемент del_to_sklad_TZ1;
- звільнення ресурсу-автомобіля – елемент rel_auto_k.

Ці елементи показані на рисунку 2.45.

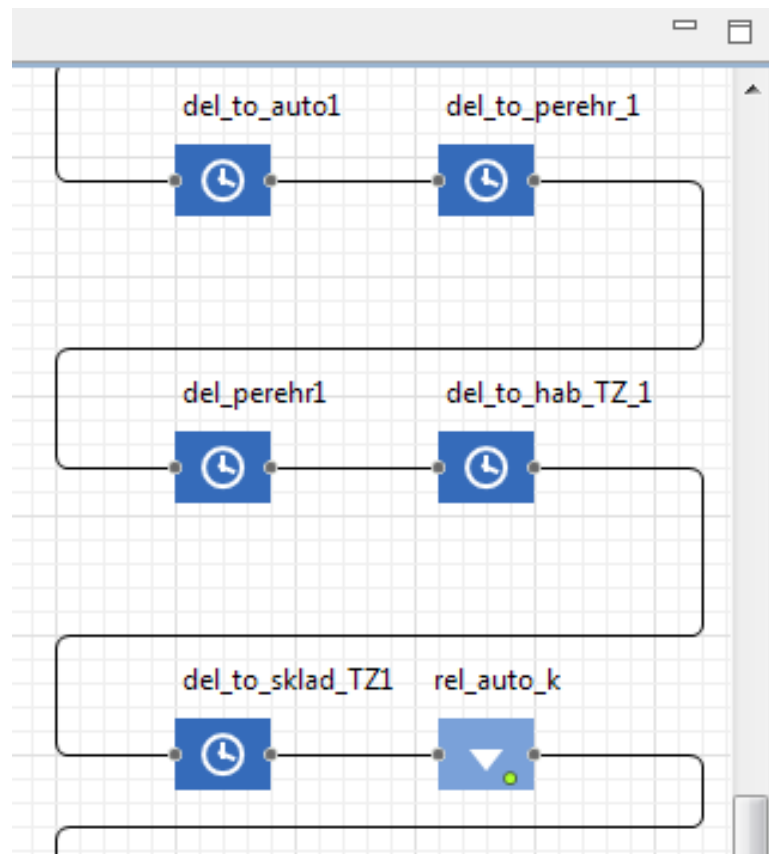


Рисунок 2.45 – Ланцюг просування замовлень-контейнерів до контейнерного хабу

Надалі гілка просування контейнерів з'єднується з іншою (варіант 1), що показано на рисунку 2.46.

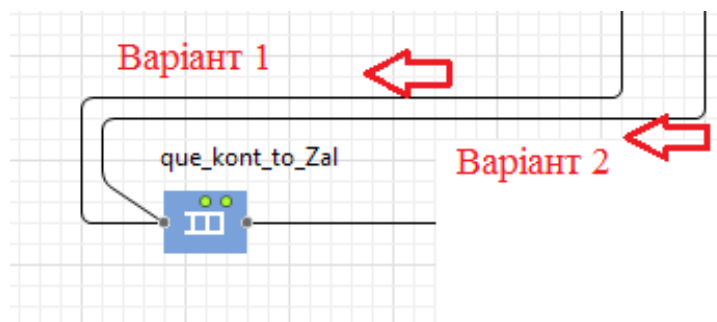


Рисунок 2.46 – З'єднання гілок просування контейнерів

Загальний вигляд ланцюгу просування вантажу у біг-бегах програми Bil_Kaolin показаний на рисунку 2.47.

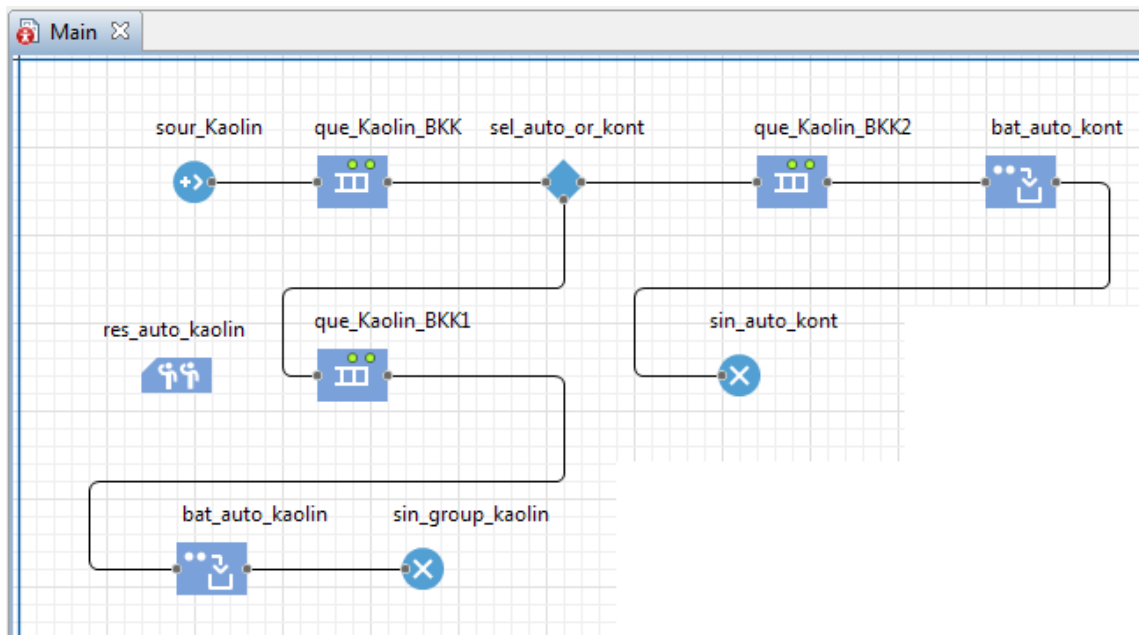


Рисунок 2.47 – Загальний вигляд ланцюгу просування вантажу у біг-бегах

Загальний вигляд блоку просування автомобілів за варіантом 1 показаний на рисунку 2.48.

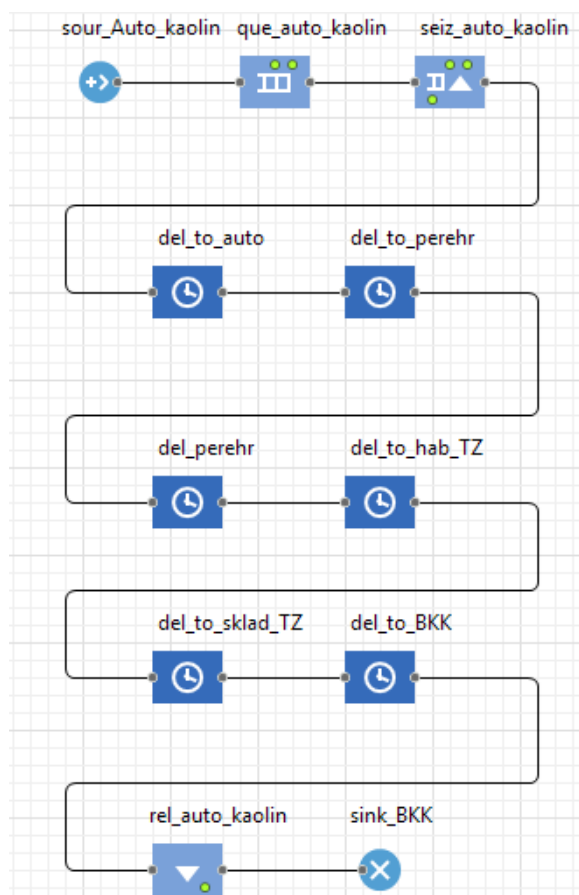


Рисунок 2.48 – Загальний вигляд блоку руху автомобілів за варіантом 1

Загальний вигляд блоку просування автомобілів з контейнерами за варіантом 2 показаний на рисунку 2.49.

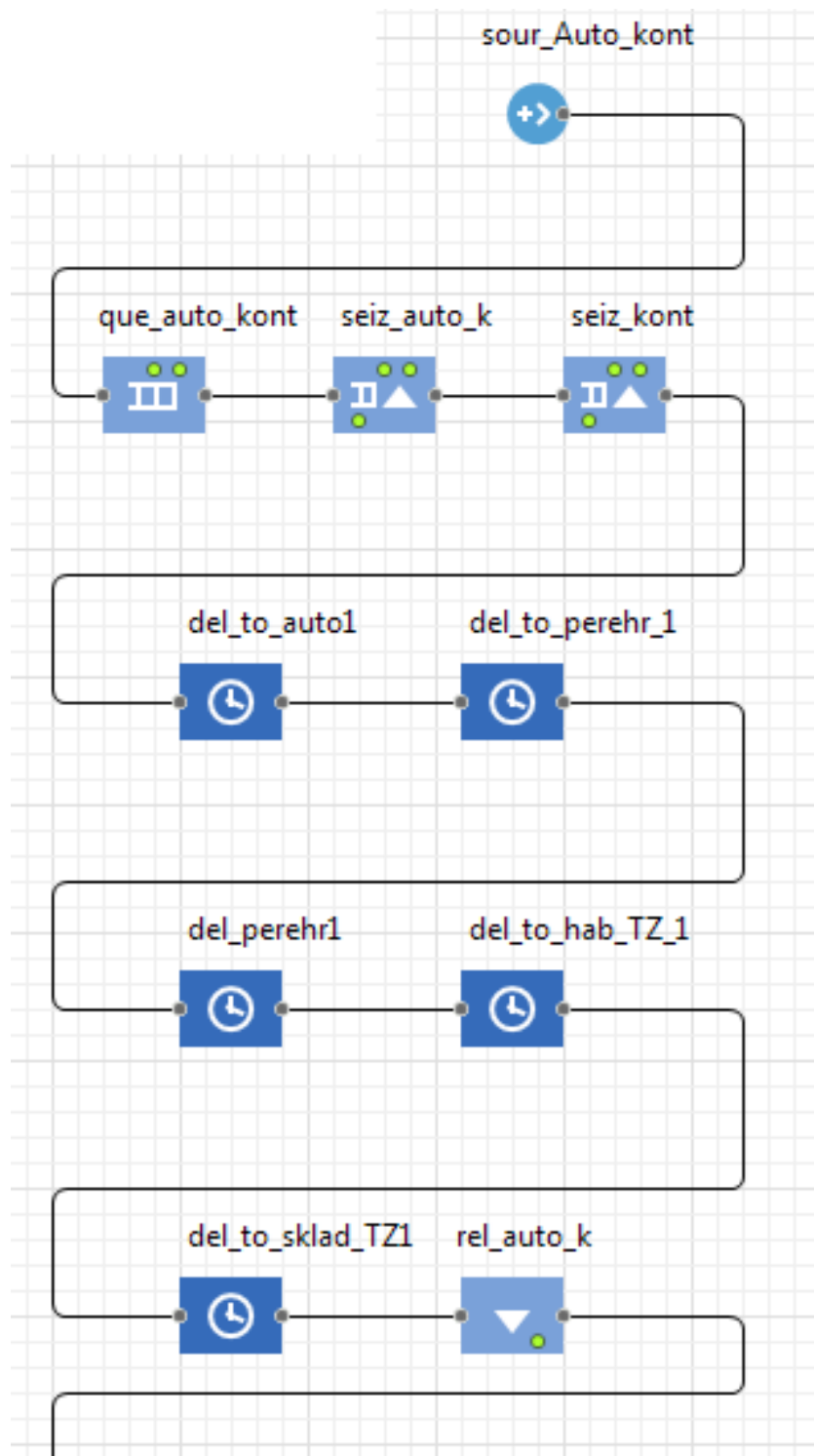


Рисунок 2.49 – Загальний вигляд блоку руху автомобілів з контейнерами за варіантом 2

Загальний вигляд руху залізничних составів із контейнерами показаний на рисунку 2.50.

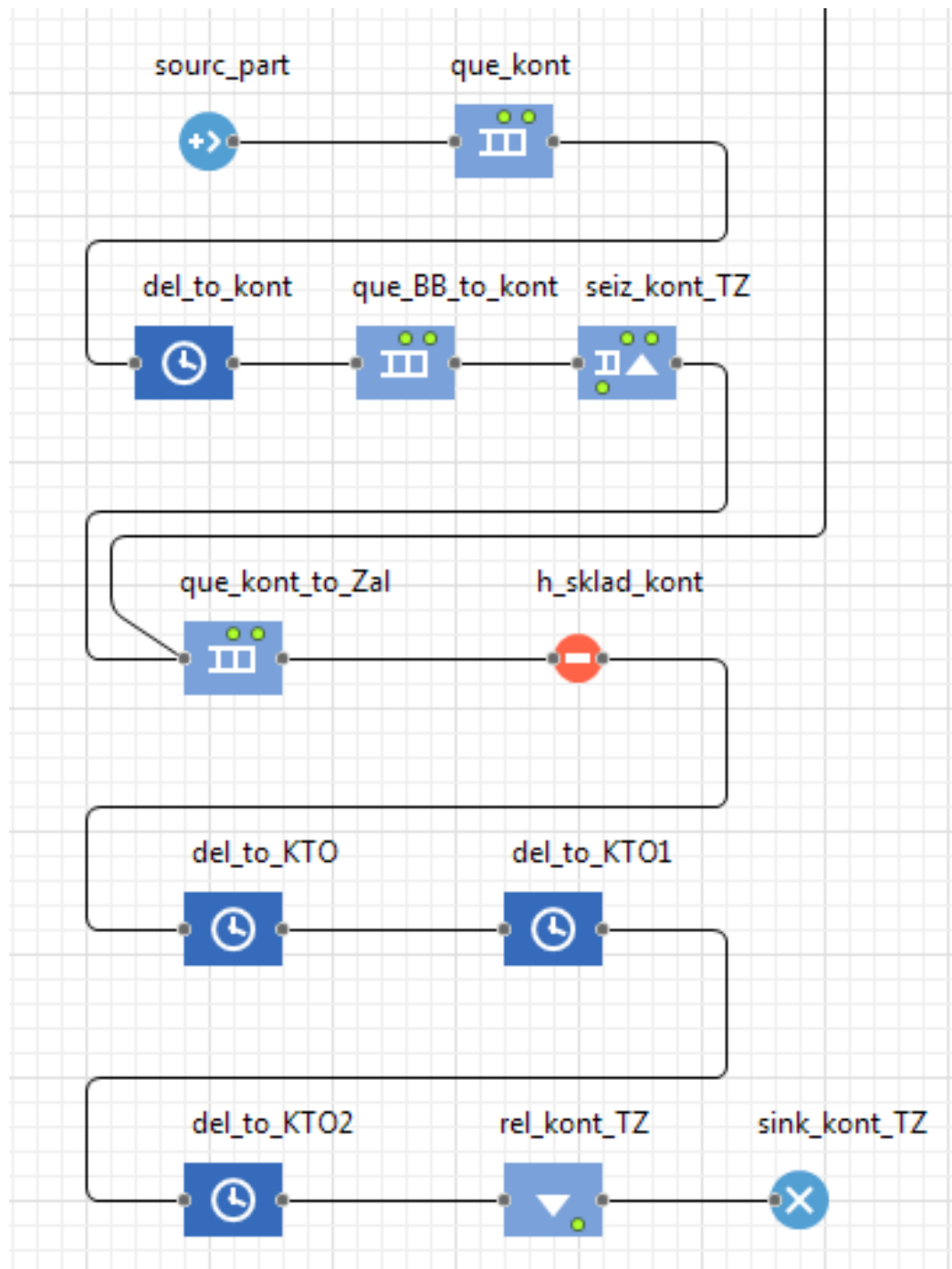


Рисунок 2.50 – Загальний вигляд руху залізничних составів із контейнерами

2.4 Експериментальні дослідження на моделі доставки каоліну

На моделі були поставлені 10 експериментів із різним значенням параметрів використання автомобілів та контейнерів для перевезення до контейнерного хабу та подальшої доставки залізничним транспортом до контейнерного терміналу у місті Одеса.

Результати представлені у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Результати експериментів на моделі доставки каоліну

Номер експерименту	Доставка до терміналу	Кількість автомобілів, од.	Кількість контейнерів, од.	Виконання плану підприємством
1	у автомобілі	1	30	не вик.
2	у автомобілі	1	40	не вик.
3	у автомобілі	2	30	не вик.
4	у автомобілі	2	40	не вик.
5	у автомобілі	3	30	вик.
6	у автомобілі	3	40	вик.
7	у контейнері	1	30	не вик.
8	у контейнері	1	40	не вик.
9	у контейнері	2	30	не вик.
10	у контейнері	2	40	вик.

За аналізом отриманих результатів доставки каоліну можна зробити висновки:

- варіанти роботи за експериментами 1-4, 7-9 не забезпечують плану виконання перевезень продукції БКК;
- варіанти за експериментами 5 та 10 відрізняються за кількістю потрібних автомобілів для доставки вантажу до залізничного фронту навантаження та кількістю контейнерів для забезпечення перевезень каоліну;
- експеримент за варіантом 6 за технологічними показниками поступається варіанту 5.

Таким чином, треба виконати економічний аналіз варіантів за експериментами 5 та 10.

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

В магістерській роботі розглядаються перевезення каоліну Біляївського кар'єру Вільнянщини за плановими обсягами при післявоєнному відновленні країни. Одним із перспективним шляхом розвитку є доставка каоліну на експорт через порти Одеси, зокрема, через сучасний «Контейнерний термінал Одеса».

Для цього розглянуто можливість доставки каоліну у біг-бегах масою 1,5 тонни з БКК через «Термінал Запоріжжя», розташований поблизу станції Запоріжжя-Вантажне.

Доставка до даного терміналу є можливою автомобільним транспортом за двома варіантами:

- автотранспортом, при перевезенні партій вантажу масою 21 тонна (14 біг-бегів);
- автоконтейнеровозами, при перевезенні партій вантажу масою 30 тонн (20 біг-бегів).

За другим варіантом при перевезенні автомобільним та залізничним транспортом потребується більша кількість контейнерів, проте – менша кількість автотранспортних засобів, які задіяні на перевезеннях.

Це було встановлено при постановці експериментів, виконаних на імітаційній моделі. Загалом проведено 10 експериментів, серед яких

- експерименти 1-4, 7-9 не забезпечують плану виконання перевезень продукції БКК;
- експерименти 5 та 10 відрізняються за кількістю потрібних автомобілів для доставки вантажу до залізничного фронту навантаження та кількістю контейнерів для забезпечення перевезень;
- експеримент 6 за технологічними показниками поступається експерименту 5.

Вихідні дані роботи за варіантами організації доставки контейнерів до м. Одеси залізничним транспортом наведені у таблиці 3.1

Таблиця 3.1 – Вихідні дані роботи за варіантами організації доставки контейнерів до м. Одеси залізничним транспортом

Варіант	Доставка до терміналу де здійснюється перевантаження на залізничний транспорт	Кількість автомобілів, од.	Кількість контейнерів, од.
1	Вантажним автотранспортом	3	30
2	Автоконтейнеровозом	2	40

Вартість доставки залізничним транспортом (тариф) є незмінною за обома варіантами. Тож вартість витрат $V_{\text{каолін}_i}$ із урахуванням [15,16] визначаємо за формулою:

$$V_{\text{каолін}_i} = V_{\text{авто}_k_i} + V_{\text{конт}_k_i} + V_{\text{нрм}_k_i}, \quad (3.1)$$

де $V_{\text{авто}_k_i}$ – вартість витрат на доставку каоліну автотранспортом, грн;

$V_{\text{конт}_k_i}$ – вартість витрат на використання контейнерів, грн;

$V_{\text{нрм}_k_i}$ – вартість витрат на навантажувально-розвантажувальні роботи із каоліном, грн.

Витрати $V_{\text{авто_к_i}}$ на доставку каоліну автотранспортом до пункту перевантаження на залізничний транспорт визначаються виразом:

$$V_{\text{авто_к_i}} = 365 N_{\text{авто_к_i}} C_{\text{авто_к_i}}, \quad (3.2)$$

де 365 – кількість діб у році;

$N_{\text{авто_к_i}}$ – кількість автотранспортних засобів, од.;

$C_{\text{авто_к_i}}$ – добова вартість експлуатації одиниці автотранспорту, $C_{\text{авто_к_1}} = 24785$ грн/добу, $C_{\text{авто_к_2}} = 29742$ грн/добу (для автомобіля-контейнеровозу).

Витрати $V_{\text{конт_к_i}}$ на використання контейнерів визначимо за формулою:

$$V_{\text{конт_к_i}} = 365 N_{\text{конт_к_i}} C_{\text{конт_к_i}}, \quad (3.3)$$

де 365 – кількість діб у році;

$N_{\text{конт_к_i}}$ – кількість контейнерів, од.;

$C_{\text{конт_к_i}}$ – добова вартість використання контейнеру, грн.

Витрати $V_{\text{нрм_к_i}}$ на навантажувально-розвантажувальні засоби визначимо за формулою:

$$V_{\text{нрм_к_i}} = T_{\text{нрм_к_i}} C_{\text{нрм_к_i}}, \quad (3.4)$$

де $T_{\text{нрм_к_i}}$ – час роботи НРМ за рік, год.;

$C_{\text{нрм_к_i}}$ – вартість години роботи НРМ, грн.

За другим варіантом вантажні роботи із біг-бегами на терміналі у Запоріжжі не виконуються, оскільки контейнери завантажуються одразу на БКК.

3.1 Аналіз економічних показників першого варіанту доставки каоліну

Виконаємо розрахунки витрат $V_{\text{авто_к_1}}$ на доставку автотранспортом за формулою (3.2):

$$V_{\text{авто_к_1}} = 365 \cdot 3 \cdot 24785 = 27139575 \text{ грн.}$$

Виконаємо розрахунки витрат $V_{\text{конт_к_1}}$ на використання контейнерів за формулою (3.3):

$$V_{\text{конт_к_1}} = 365 \cdot 30 \cdot 344,22 = 3769209 \text{ грн.}$$

Виконаємо розрахунки витрат $V_{\text{нрм_к_1}}$ експлуатацію навантажувально-розвантажувальних засобів за формулою (3.4):

$$V_{\text{нрм_к_1}} = 4380 \cdot 2313 = 10130940 \text{ грн.}$$

Загальні витрати за на доставку каоліну за першим проєктним варіантом (3.1):

$$\begin{aligned} V_{\text{каолін_1}} &= 27139575 + 3769209 + 10130940 = 41039724 \text{ грн} = \\ &= 41,04 \text{ млн грн.} \end{aligned}$$

3.2 Аналіз економічних показників другого варіанту доставки каоліну

Виконаємо розрахунки витрат $V_{\text{авто_к_2}}$ на доставку автотранспортом за формулою (3.2):

$$V_{\text{авто_к_2}} = 365 \cdot 2 \cdot 29742 = 21711660 \text{ грн.}$$

Виконаємо розрахунки витрат $V_{\text{конт_к_2}}$ на використання контейнерів за формулою (3.3):

$$V_{\text{конт_к_2}} = 365 \cdot 40 \cdot 344,22 = 5025612 \text{ грн.}$$

Загальні витрати за на доставку каоліну за другим проєктним варіантом становлять згідно (3.1):

$$V_{\text{каолін_2}} = 21711660 + 5025612 = 26737272 = 26,74 \text{ млн грн.}$$

3.3 Розрахунок економічної ефективності

Економія експлуатаційних витрат становить:

$$\begin{aligned} E_{\text{каолін}} &= V_{\text{каолін_1}} - V_{\text{каолін_2}} = 41039724 - 26737272 = 14302452 \text{ грн} = \\ &= 14,3 \text{ млн грн.} \end{aligned}$$

Результати економічного аналізу доставки каоліну наведені у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Результати економічного аналізу доставки каоліну

№ з/п	Показники	Варіант 1	Варіант 2
1	Вартість витрат на доставку каоліну автотранспортом, грн/рік	27139575	21711660
2	Вартість витрат на використання контейнерів, грн/рік	3769209	5025612
3	Вартість витрат на навантажувально-розвантажувальні роботи із каоліном, грн/рік	10130940	-
4	Загальна вартість витрат на доставку каоліну, грн/рік	41039724	26737272
5	Економія, грн/рік	-	14302452

Таким чином, варіант із використанням автоконтейнеровозів при доставці каоліну до фронту навантаження залізничного транспорту на контейнерному терміналі виявився більш вигідним, не зважаючи на збільшену кількість контейнерів.

Економія витрат становить понад 14 млн грн на рік.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В дипломному проекті з організації доставки споживачам коаліну ТОВ Біляївського збагачувального комбінату розглянутий аналіз потенційних небезпек, які можуть вплинути на робітників та дослідника, розроблені заходи по їх усуненню.

В Запорізькій області, поблизу міста Вільнянськ, продовжується будівництво кар'єру та комбінату для збагачення первинного каоліну. В 2023 році, після року роботи та майже 1 млн кубометрів розкритих порід, працівники вийшли на видобувний горизонт [4].

Ретельно спроектована та збудована інфраструктура кар'єру і комбінату дозволила розпочати видобуток, транспортування та зберігання первинного каоліну, а також продовжити роботу з потенційними споживачами. Технічний відділ та лабораторія підприємства вже проаналізували перші промислові зразки, надали каолін для тестування виробникам вогнетривів, технічної та побутової кераміки.

Першим покупцем каоліну–сирцю стали ливарники міста Запоріжжя, які використовують первинний каолін в якості наповнювача формувальних сумішей [4].

Первинний каолін є поширеною корисною копалиною в Україні, але в БЗК кажуть, що Біляївське родовище займає перше місце по кількості та якості запасів серед нових: площа родовища понад 380 гектарів, балансові запаси близько 74 млн тонн каолінів.

За розміром каолінова сировина дрібна, розмір 80% часток – менш ніж 2 мкм. Ці показники роблять його конкурентним та затребуваним на ринках паперу, керамічних фрит та глазури, скловолокна, у якості вогнетривкого наповнювача пластиків, а також як наповнювач для виробництва фарби.

Лабораторія підприємства розпочала штучне виробництво зразків збагаченого каоліну для тестування у наведених вище галузях.

Супутнім продуктом збагачення каоліну Біляївського родовища є кварцовий пісок, а особливо цінною його частиною є польовий шпат – після запуску промислового збагачення цей продукт теж займе свою нішу на ринку, переконані на підприємстві.

Незважаючи на повномасштабне вторгнення на територію нашої країни, БКК продовжує будівництво.

В Додатку А розглянуті питання аналізу потенційних небезпек [17,18].

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

В Додатку В показані розрахунки досліджень шкідливих факторів виробничого середовища, значення яких заміряні в лабораторії дослідника з ПК.

В підрозділі з Охорони праці розглянуті питання з цивільного захисту.

4.1 Заходи з цивільного захисту

Цивільний захист (ЦЗ) на промисловому об'єкті (надалі - на об'єкті) організується з метою захисту персоналу об'єкта і населення, що проживає поблизу від нього, від надзвичайних ситуацій (НС) природного, техногенного і військового характеру [19].

Основними завданнями ЦЗ на об'єкті є:

- захист персоналу об'єкта і населення від НС;
- підвищення стійкості функціонування об'єкта в умовах НС;
- проведення аварійно-рятувальних і інших невідкладних робіт у вогнищах ураження і зонах катастрофічного затоплення.

На всіх об'єктах цивільний захист (ЦЗ) організовується з метою своєчасної підготовки їх до захисту від наслідків надзвичайних ситуацій (НС), зниження втрат, створення умов для підвищення стійкості роботи об'єктів і своєчасного проведення рятувальних і інших невідкладних робіт (РІНР).

Відповідальність за організацію й стан ЦЗ, за постійну готовність її сил і умов до проведення РІНР несе відповідальність начальник ЦЗ (НЦЗ) об'єкта.

Транспортна служба створюється на базі транспортного цеху (гаража). Вона розробляє та проводить:

- заходи щодо забезпечення перевезень евакуйованих;
- перевезення сил і засобів у зони ураження;
- підготовку транспорту для перевезення людей, евакуації заражених і для інших цілей ЦЗ;
- роботи по захисту транспорту від зараження.

Служба матеріально-технічного постачання створюється на базі відділу матеріально-технічного постачання об'єкта. Вона:

- розробляє план матеріально-технічного постачання;
- вчасно забезпечує формування всіма видами обладнання і продовольством; організовує ремонт техніки та різного майна, підвезення його до ділянок робіт, зберігання та облік;
- забезпечує продуктами й предметами першої необхідності персонал, як на об'єкті, так і в місцях евакуації.

На невеликих об'єктах господарської діяльності служби ЦЗ не створюються, їх функції при проведенні необхідних заходів виконують структурні органи управління цих об'єктів.

4.2 Заходи з пожежної безпеки

Для попередження займання ізоляції на складі необхідно захистити електропроводку від пошкодження, розмістивши її в товстостінні труби, відповідно вимогам ДСТУ 7237:2011 «Система стандартів безпеки праці. Електробезпека». На складі з рудою клас можливої пожежі буде визначений як «А», а категорія приміщення складу по пожежній безпеці – до «Г».

Площа складу складає – 1250 кв.м. Згідно НАПБ 03.001-2004 «Типові норми належності вогнегасників» обираються 6 порошкових вогнегасників ВП-8. Первинні засоби пожежогасіння розташовуються при вході до складу на пожежному щиті, та із внутрішньої сторони на стінах чи колонах складу.

Відповідно нормативам по пожежній безпеці, в приміщенні де розташовані ПК, на кожні 20 кв.м повинен бути один вогнегасник. Для гасіння електрообладнання, до яких відноситься і ПК, застосовується вогнегасник порошковий. Тому для кімнати, де розташований ПК, з площею 44 кв.м треба розмістити вогнегасник ВВП-5 в кількості 3 од.

ВИСНОВКИ

В магістерській роботі розглядаються питання післявоєнного відновлення та виходу на проєктні спроможності процесу видобутку каоліну Біляївським каоліновим кар'єром та досліджуються різні варіанти організації перевезень закордонним споживачам.

Проаналізовано перспективний можливий шлях постачання каоліну, який складається з етапів:

- видобуток та пакування каоліну у біг-беги з масою вантажного місця 1,5 тонни на підприємстві;
- доставка автомобільним транспортом до контейнерного хабу у Запоріжжі;
- завантаження контейнерів у складі поїзду та доставка до контейнерного терміналу Одеси.

В ході роботи було розроблено модель просування каоліну за вищевказаними етапами із можливими варіантами організації робіт:

- завантаження автотранспорту біг-бегами на БКК да доставка до контейнерного хабу «Термінал Запоріжжя»; перевантаження біг-бегів до контейнерів; доставка контейнерів із біг-бегами до «Контейнерного терміналу Одеса»;
- завантаження контейнерів біг-бегами на БКК да доставка до контейнерного хабу «Термінал Запоріжжя»; перевантаження контейнерів на залізничні платформи; доставка контейнерів із біг-бегами до «Контейнерного терміналу Одеса».

За другим варіантом при перевезенні автомобільним та залізничним транспортом потребується більша кількість контейнерів, проте – менша кількість автотранспортних засобів, які задіяні на перевезеннях.

Було проведено 10 експериментів, які показали, що:

- експерименти 1-4, 7-9 не забезпечують плану виконання перевезень продукції БКК;
- експерименти 5 та 10 відрізняються за кількістю потрібних автомобілів для доставки вантажу до залізничного фронту навантаження та кількістю контейнерів для забезпечення перевезень;
- експеримент 6 за технологічними показниками поступається експерименту 5.

Економічні розрахунки показали, що варіант із використанням автоконтейнеровозів при доставці каоліну до фронту навантаження залізничного транспорту на контейнерному терміналі виявився більш вигідним, не зважаючи на збільшену кількість контейнерів. Економія витрат становить понад 14 млн грн на рік.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Видобуток каоліну на Запоріжжі – не ноу-хау, а столітня практика. URL : <https://akzent.zp.ua/vidobutok-kaolinu-na-zaporizhzhhi-ne-nou-hau-a-stolitnya-praktika-de-i-v-yakij-sposib-vidobuvayut-bilu-glinu-ta-chi-bezpechno-tse/> (дата звернення: 12.10.2023).
2. Біляївський збагачувальний комбінат : офіційний сайт. URL : <https://www.bzk-ua.com/documents> (дата звернення: 12.10.2023).
3. Каолін. Генезис, властивості та сфера застосувань : інститут геології. URL : <https://insgeo.com.ua/kaolin/> (дата звернення: 12.10.2023).
4. Біляївський збагачувальний комбінат почав видобування первинного каоліну. URL : <https://nadra.info/2023/08/the-bilyaivsky-enrichment-plant-has-started-extracting-primary-kaolin/> (дата звернення: 14.10.2023).
5. Місткість біг бегів, розміри, характеристики. URL : <https://takles.com.ua/ua/a182291-vmestimost-big-begov.html> (дата звернення: 14.10.2023).
6. Контейнерний хаб UGL «ТЕРМІНАЛ ЗАПОРІЖЖЯ». URL : <https://ratelist.top/286234> (дата звернення: 14.10.2023).
7. Контейнерний термінал “ЗАПОРІЖЖЯ” офіційно відкрито. URL : <https://ugl-cargo.com/kontejnernij-terminal-zaporizhzhya-oficijno-vidkrito/> (дата звернення: 16.10.2023).
8. ДП «ДЕРЖЗОВНІШІНФОРМ» URL : <https://dzi.gov.ua/press-centre/news/v-ukrayini-zapratsyuvav-novyj-kontejnernyj-terminal-zaporizhzhya/> (дата звернення: 16.10.2023).
9. Контейнерні поїзди із Запоріжжя до Одеських портів курсують менш ніж за 30 годин. URL : <https://railexpoua.com/novyny/konteinerniy-terminal-zaporizhzhia/> (дата звернення: 16.10.2023).

10. Контейнерний термінал Одеса презентує нові сервіси. URL : <https://morhoz.od.gov.ua/kontejnernyj-terminal-odesa-prezentuye-novi-servisy/> (дата звернення: 16.10.2023).

11. Обладнання терміналу. URL : <http://www.cto.od.ua/ua/wa.html> (дата звернення: 16.10.2023).

12. Турпак, С. М. Логістичні системи управління залізничним транспортом металургійних підприємств [Текст]: монографія / С. М. Турпак. – Херсон : Грінь Д. С., 2015. – 264 с.

13. Серeda Б.П. Підвищення експлуатаційної стійкості та ефективності роботи промислового транспорту в умовах металургійного підприємства: монографія / Б.П. Серeda, С.М. Турпак, І.В. Кругляк, О.О. Острогляд, Д.Я. Муковська, Д.Б. Серeda, Д.О. Кругляк. – Кам'янське: ДДТУ, 2021. – 272 с.

14. Бабушкін, Г.Ф. Технологія та організація транспортно-складських робіт на промисловому транспорті : Навч. посібник. – К.: ІСДО, 1993. – 190 с.

15. Економіка залізничного транспорту [Текст]: підручник / за ред. Ю. В. Кулаєва, Ю. С. Бараша, М. В. Гненного; Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. - Дніпропетровськ, 2014. - 480 с.

16. 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.

17. 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.

18. 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

19. Стеблюк М. І. Цивільна оборона та цивільний захист : навчальний посібник для вузів. К. : Знання, 2013. - 487 с.

ДОДАТОК А

АНАЛІЗ ПОТЕНЦІЙНИХ НЕБЕЗПЕК

При навантаженні коаліну, розмір якого близько 2 мкм, який в стані навалом, пил сильно діє на організм вантажників і дослідника:

- при вдиханні можливе запалення слимакових дихальних шляхів, а також явлення загального отруєння (нудота);
- 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 подачі вагонів під навантаження можливі наїзди на робітників, що призведе до травмування.
- ураження робітників електричним струмом від не ізольованих чи пошкоджених кабелів кранів, що призводить до електричної травми чи виникненню пожежі.
- на складах та накопичуваних ділянцях; можливо виникнення пожежі. Причиною виникнення не задовільнений нагляд за електроустаткуванням і проводами, опалювальними пристроями, що призводить до перевантажень, утворення іскор та загоранню;
- при вантажних роботах можливо висипання коаліну, що призведе до травмування робітників та до його розпилу. Відбудеться забруднення навколишнього середовища;
- при обробці даних на ПК на дослідника діє ряд шкідливих факторів таких як не відповідність мікроклімату приміщення, де знаходиться ПК, недостатня освітленість, підвищений рівень шуму та інші.

ДОДАТОК Б

ЗАХОДИ ПО ЗАБЕЗПЕЧЕННЮ БЕЗПЕКИ

Для виключення травмування під час навантажувальних робіт, запропоновано застосування спеціального траверсного захвату, який дозволяє швидко й надійно кріпити біг-беги з каоліном при навантажуванні та розвантаженні. Перед початком роботи стропальник перевіряє стан стропів траверси та стропів, якими траверса кріпиться до гаку крана. НПАОП 0.00-5. «Правила охорони праці під час вантажно-розвантажувальних робіт».

Для запобігання наїздів на робітників залізничним транспортом, необхідно оглядачів вагонів, складачів поїздів або вантажників одягнути в сигнальні жилети зі світловідбиваючими смугами та узгоджують свої дії за допомогою радіостанції (стаціонарна - у машиніста поїзду, переносна у вантажників). Місця перетину доріг із залізничними коліями повинні облаштовуватися знаками безпеки та сигналізацією. ДСТУ 7238:2011 «Система стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту».

Подача вагонів у зоні робіт повинен виконуватися тільки за сигналом машиніста потягу. «Правила охорони праці під час навантажувальних-розвантажувальних робіт» Наказ № 21 від 19.01.2015.

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.

Для забезпечення захисту робітників необхідно застосовувати засоби індивідуального захисту. До таких відносяться респіратори. 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

ЗАХОДИ ПО ЗАБЕЗПЕЧЕННЮ ВИРОБНИЧОЇ САНІТАРІЇ ТА ГІГІЄНИ ПРАЦІ

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

При роботі на ПК, на дослідника можуть діяти шкідливі фактори. Для цього заміряємо ці фактори й занесемо їх до стовпчиків 1, 2, 3, таблиці «Результати оцінювання за бальною шкалою».

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

Відповідно до додатків методичних вказівок [17,18], за витратами енергії, визначаємо категорію робіт для дослідника лабораторії обладнаної ПК. Умови праці, за витратами енергії, не перевищують 240 Вт та повинні відповідати легким фізичним роботам – категорії 1а.

З додатків [17], відповідно до категорії робіт 1а, розряду зорових робіт Б-2 та виявлених показників умов та напруженості праці, визначаємо ГДК (ГДР) виявлених факторів і показників та вносимо їх значення до стовпчика 4, таблиці В.1 «Результати оцінювання за бальною шкалою».

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

- для гігієнічної оцінки мікроклімату використовуємо ТНС-індекс, додаток Б [17].

Таблиця В.1 - Результати оцінювання за бальною шкалою

Фактор (показник)	Виміряні показники $P_{вим}$	Час дії $год.(хв.)$	ГДК, ГДР, показник и, $P_{доп}$	$X_{визн},$ бали	Клас умов праці	$X_i,$ бали
1	2	3	4	5	6	7
Мікроклімат за ТНС-індексом, $t, ^\circ C$	29,0	8	23,5-26,4	4	3.4	4
Освітленість приміщення $E, лк$	100	7	200		3.1	1
Розряд і підрозряд зорових робіт, $З_{ор}$	ББ-2	—	—	—	—	—
Рівень шуму $L, дБА$	107	4	50		3.4	2
Загальні енергозатрати організму, $Вт$	240	6	290	0,62	3.2	2
Стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук)	62000	6	40000	1,16		
Тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни)	84	6	75	0,84		
Тривалість робочого дня, $год.$	17	17	8	0,11		

Розрахунковий коефіцієнт $X_{визн}$ при оцінка мікроклімату визначаємо в балах, за формулою 7.1:

$$X_{визн} = \frac{1 \cdot t_1 + 2 \cdot t_2 + 3 \cdot t_3 + 4 \cdot t_4}{T} = \frac{4 \cdot 7}{7} = 4$$

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:

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

$$X_{визн} = \frac{P_{вум} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{доп}} = \frac{240 \cdot 6 \cdot 1,0}{8 \cdot 290} = 0,62;$$

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

$$X_{визн} = \frac{P_{вум} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{доп}} = \frac{62000 \cdot 6 \cdot 1,0}{8 \cdot 40000} = 1,16;$$

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

$$X_{визн} = \frac{P_{вум} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{доп}} = \frac{84 \cdot 6 \cdot 1,0}{8 \cdot 75} = 0,84;$$

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

$$X_{визн} = \frac{P_{вум} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{доп}} = \frac{7 \cdot 7 \cdot 0,15}{8 \cdot 8} = 0,11;$$

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 $X_{визн} = 4$, з таблиці 7.2 [17] – 3 клас, 4 ступінь (3.4);

- при оцінці освітленості робочої зони приміщення, клас та ступінь шкідливості умов праці визначаємо у відповідності до $P_{вим} = 100$ лк, за додатками Г та табл. Г.1 [17] – 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 $P_{вим} = 107$ дБА, за додатками Д та табл. Д.1 [17] – 3 клас, 4 ступінь (3.4);

- клас і ступінь важкості та напруженості праці визначаємо як суму розрахованих балів усіх показників $X_{визн}$ за формулою 7.3 [17]:

$$X_{сум} = \sum_{i=1}^n X_i = 0,62 + 1,16 + 0,84 + 0,11 = 2,74$$

З таблиці 7.3 [17] за значенням суми розрахованих балів показників $X_{сум} = 2,74$ – 3 клас, 2 ступінь (3.2).

В результаті досліджень, 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 «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 7 годин, тому коректування не потрібно – $X_{cm} = X_i = 1$;

- для оцінки впливу шуму, виходимо з того, що його рівень відповідає 3 класу, 4 ступеню умов праці та діє протягом 4 годин, тому значення X_i визначаємо за формулою 7.4 [17]:

$$X_i = X_{cm} \cdot \frac{T}{8} = 1 \cdot \frac{4 * 4}{8} = 2$$

- 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 7.5 [17]:

$$X_{факт} = \sum_{i=1}^n X_i = 4 + 1 + 2 + 2 = 9$$

Розмір доплати за умовами праці визначаємо в залежності від їх фактичного стану – $X_{факт} = 9$, 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 [17]. 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 - $21,0-23,4^{\circ}\text{C}$;

- освітленість приміщення для роботи з дисплеями відповідає розряду зорових робіт Б-2, нормована загальна освітленість якого, на робочих столах – $E = 200 \text{ лк}$;

- рівень шуму в робочій зоні дослідника – 50 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 годин;

- 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 [17], у розмірі 20%.