

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Національний університет «Запорізька політехніка»

Транспортний

(повне найменування факультету)

«Транспортні технології»

(повне найменування кафедри)

**Пояснювальна записка**

до дипломного проекту (роботи)

магістра

(ступінь вищої освіти)

на тему ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДОСТАВКИ МЕТАЛОПРОКАТУ  
ПАТ «ЗАПОРІЖСТАЛЬ» ДО ТЕРМІНАЛУ ТОВ «БРУКЛІН-КИЇВ»

Виконала: студентка ІІ курсу, групи T-813м

Спеціальності 275 «Транспортні технології

(за видами)»

(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)

275.02 «Транспортні технології

(на залізничному транспорті)»

 Софія ТЕРНОВЕЦЬ

(прізвище та ініціали)

Керівник

 Сергій ТУРПАК

(прізвище та ініціали)

Рецензент

 Наталія ЄВСЄВА

(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

«01» листопада 2024 року

**ЗАВДАННЯ**  
**НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)**

ТЕРНОВЕЦЬ Софія Євгенівна

(ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Підвищення ефективності доставки металопрокату ПАТ «Запоріжсталь» до терміналу ТОВ «Бруклін-Київ»

керівник проєкту (роботи) д-р. техн. наук, проф. ТУРПАК Сергій Миколайович  
(науковий ступінь, вчене звання, ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

затвержені наказом закладу вищої освіти від «26» листопада 2024 року №486

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

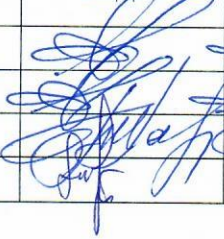


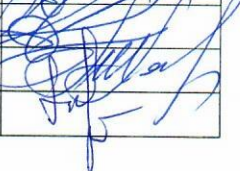
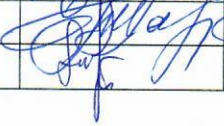
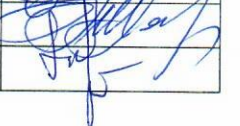
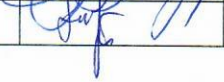

3. Вихідні дані до проєкту (роботи) існуюча транспортна система доставки металопрокату, технологічний процес відвантаження в порту, техніко-економічні показники існуючого технологічного процесу перевезень

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналітична частина, 2. Основна частина, 2.1 Розробка імітаційної моделі доставки прокату до ТОВ Бруклін-Київ та навантаження на судна, 2.2 Експерименти на моделі BrooklynKyiv, 2.3 Результати експериментів на моделі BrooklynKyiv, 3. Економічна частина, 3.1 Вихідні дані для розрахунків показників доставки прокату до компанії Бруклін-Київ, 3.2 Визначення методики розрахунку ефективності варіантів доставки прокату до компанії Бруклін-Київ, 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 2024 року.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**


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

Студент(ка)

  
(підпис)

Софія ТЕРНОВЕЦЬ  
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Керівник проекту (роботи)

  
(підпис)

Сергій ТУРПАК  
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

## РЕФЕРАТ

ПЗ : 91 с., 71 рис., 5 табл., 16 джерел.

### ЗАЛІЗНИЧНИЙ ТРАНСПОРТ, МЕТАЛОПРОКАТ, МОРСЬКИЙ ПОРТ, НАВАНТАЖУВАЧ, РУЛОН

Об'єкт дослідження – транспортна система доставки металопрокату металургійного комбінату «Запоріжсталь» до стивідорної компанії Бруклін-Київ.

Мета роботи – визначення найбільш ефективного варіанту доставки та вантажопереробки металопродукції комбінату «Запоріжсталь» в умовах стивідорної компанії Бруклін-Київ.

Методи дослідження – аналітичний аналіз, статистичний аналіз, імітаційне моделювання.

В магістерській роботі досліджується процес організації доставки металопрокату металургійного комбінату «Запоріжсталь» на прикладі стивідорної компанії Бруклін-Київ. Запропоновані організаційно-технічні заходи щодо підвищення ефективності перевезень. Виконані дослідження на розробленій імітаційній моделі, за отриманими результатами моделювання визначені економічні показники та встановлено найбільш ефективний варіант роботи. Рекомендується використання результатів даного дослідження в навчально-методичних виданнях кафедри «Транспортні технології».

## ЗМІСТ

	с.
Завдання на проєкт .....	2
Реферат.....	4
Зміст .....	5
Вступ .....	7
1 Аналітична частина .....	8
1.1 Загальна характеристика ТОВ Бруклін-Київ .....	8
1.1.1 Загальні відомості .....	8
1.1.2 Структура компанії .....	9
1.1.3 Технологія переробки металопрокату в умовах ТОВ Бруклін-Київ .....	15
1.2 Характеристика процесу відвантаження прокату на комбінаті Запоріжсталь залізничним транспортом .....	23
1.2.1 Зв'язок процесу відвантаження із виробничими процесами ...	23
1.2.2 Процеси організації відправлення прокату залізничним транспортом .....	26
1.3 Постановка завдань магістерської роботи .....	27
2 Основна частина .....	29
2.1 Розробка імітаційної моделі доставки прокату до ТОВ Бруклін-Київ та навантаження на судна .....	29
2.1.1 Розробка фрагменту моделі з доставки прокату до ТОВ Бруклін-Київ .....	29
2.1.2 Розробка фрагменту моделі з доставки прокату до ТОВ Бруклін-Київ .....	35
2.1.3 Розробка фрагменту моделі з імітації вантажних робіт з рулонами прокату на складі Бруклін-Київ .....	41

2.1.4 Розробка фрагменту моделі з імітації вантажних робіт в порту за прямим варіантом .....	52
2.2 Експерименти на моделі BrooklynKyiv .....	63
2.3 Результати експериментів на моделі BrooklynKyiv .....	64
3 Економічна частина .....	66
3.1 Вихідні дані для розрахунків показників доставки прокату до компанії Бруклін-Київ .....	67
3.2 Визначення методики розрахунку ефективності варіантів доставки прокату до компанії Бруклін-Київ .....	68
3.3 Визначення ефективності існуючого варіанту доставки прокату до компанії Бруклін-Київ .....	71
3.4 Визначення ефективності проектного варіанту доставки прокату до компанії Бруклін-Київ .....	72
4 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях .....	75
4.1 Аналіз потенційних небезпек .....	75
4.2 Заходи безпеки в надзвичайних ситуаціях .....	76
4.3 Заходи з пожежної безпеки .....	77
Висновки .....	77
Перелік посилань .....	79
Додаток А. Аналіз потенційних небезпек .....	81
Додаток Б. Заходи по забезпеченню безпеки .....	82
Додаток В. Розрахунок дослідження шкідливих факторів по виявленню класів небезпек виробничого середовища .....	84
Додаток Г. Заходи безпеки в надзвичайних ситуаціях .....	90

## ВСТУП

Компанія Бруклін-Київ функціонує з 1992 року, має можливість переробки найбільш поширених експортних вантажів нашої країни, у тому числі, металопродукції. Комбінат «Запоріжсталь» багато років здійснює відправлення продукції через Чорноморські порти України, тож тематика проєкту є актуальною.

В ході роботи необхідно проведення аналітичного аналізу процесів доставки металопродукції металургійного виробництва до ТОВ «Бруклін-Київ», яка працює в морському порту м. Одеса. Необхідно визначити як, та на яких причалах стивідорної компанії здійснюється навантаження металопродукції у судна. Встановити усі обмеження, особливості та слабкі сторони процесу організації вантажних робіт.

В основу удосконалення процесу доставки та вантажопереробки в умовах ТОВ «Бруклін-Київ» закладено розробку імітаційної моделі доставки продукції Запоріжсталі до даної компанії, яка враховує можливість зміни недосконалих елементів технології організації робіт, визначення впливу партійності відправлення вагонів з комбінату з урахуванням використання прямого варіанту роботи з вагонів на судно.

Визначення найбільш ефективного варіанту доставки металопродукції металургійного виробництва Запоріжсталі до ТОВ «Бруклін-Київ» є можливим за критерієм мінімуму загальних експлуатаційних витрат.

## 1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

### 1.1 Загальна характеристика ТОВ Бруклін-Київ

#### 1.1.1 Загальні відомості

Компанія Бруклін-Київ функціонує з 1992 року, за цей час сформувала себе, як підприємство з надійною діловою репутацією [1].

Працює компанія в Одеському морському порту та має декілька основних відомих клієнтів:

- ADM-ASTI;
- Louis Dreyfus;
- CMA CGM;
- ТОВ Метінвест- холдинг;
- ТОВ Інтерпайп-Україна.

Бруклін-Київ працює над оновленням парку сучасної навантажувально-розвантажувальної техніки, це:

- навантажувачі Ferrari та Volvo;
- суднонавантажувальна машина для зернових вантажів Neueco;
- перевантажувачі контейнерів ZPMC, RTG.

Підприємство обслуговує три види транспорту – автомобільний, залізничний та морський, забезпечуючи контролювання процесів приймання транспортних засобів та виконання вантажних операцій.

Підприємство здатне обслуговувати близько двох сотень вантажних суден за рік, переважно – на експорт, переробляючи, головним чином:

- металопрокат;
- металеві труби;
- зернові вантажі;
- тарно-штучні;
- навалювальні вантажі.

### 1.1.2 Структура компанії

В контексті основних потужностей з переробки вантажів, підприємство Бруклін-Київ має:

- вантажний термінал;
- зерновий термінал;
- контейнерний термінал.

На вантажному терміналі Бруклін-Київ [2] виконуються транспортно-складські та вантажні роботи з генеральними, навалочними і тарноштучними вантажами (рисунок 1.1).

Даний термінал має відкриті склади, де накопичуються судові партії вантажу, їх загальна площа становить 16 гектарів. Це дозволяє розмістити до 120 000 т металопродукату.



Рисунок 1.1 – Вантажний термінал

На терміналі також є три криті склади:

- один склад, призначений для зберігання цукру-сирця площею 1,9 тисяч кв. метрів, який дозволяє зберігати до 15000 т;
- два склади тимчасового зберігання тарно-штучних вантажів з сумарною місткістю до 3 000 т та площею понад 3,6 тисяч квадратних метрів.

Термінал має кілька спеціалізованих причалів.

Устаткування причалу №38 (рисунок 1.2):

- порталний кран «Сокіл-Україна», його вантажопідйомність становить 32 т;
- залізнична колію, що дає можливість роботи за прямим варіантом – виконувати перевантаження із транспортних засобів на судно.

Здійснюється переробка металопродукції, тарно-штучних вантажів, вантажів у біг-бегах та зернових вантажів [2,3].



Рисунок 1.2 – Причал №38

Причал №38 має такі параметри щодо морського транспорту:

- довжина причалу - 170 м;
- глибина - 9,7 м;
- довжина судна - до 160 м;
- осадка судна - до 9,4 м;
- допустима вантажопідйомність судна - до 40 тис. т.

Причал №43 (рисунок 1.3) вантажного терміналу [2] облаштований:

- порталними кранами «Кондор» компанії Kranbau Eberswalde в кількості дві одиниці, їх вантажопідйомність - 40 т;
- зерноавантажувальною машиною СПМ-1200, продуктивність якої становить 1,2 тис. т/год (вантаж подається з елеватора підприємства «Укрелеваторпром»).



Рисунок 1.3 – Причал №43

Обладнанням, яким оснащені причали №44, 45 вантажного терміналу (рисунок 1.4), є зерноавантажувальна машина, яка виконує перевалювання зернових вантажів з елеватора філіалу Одеського зернового терміналу Державної продовольчо-зернової корпорації України.

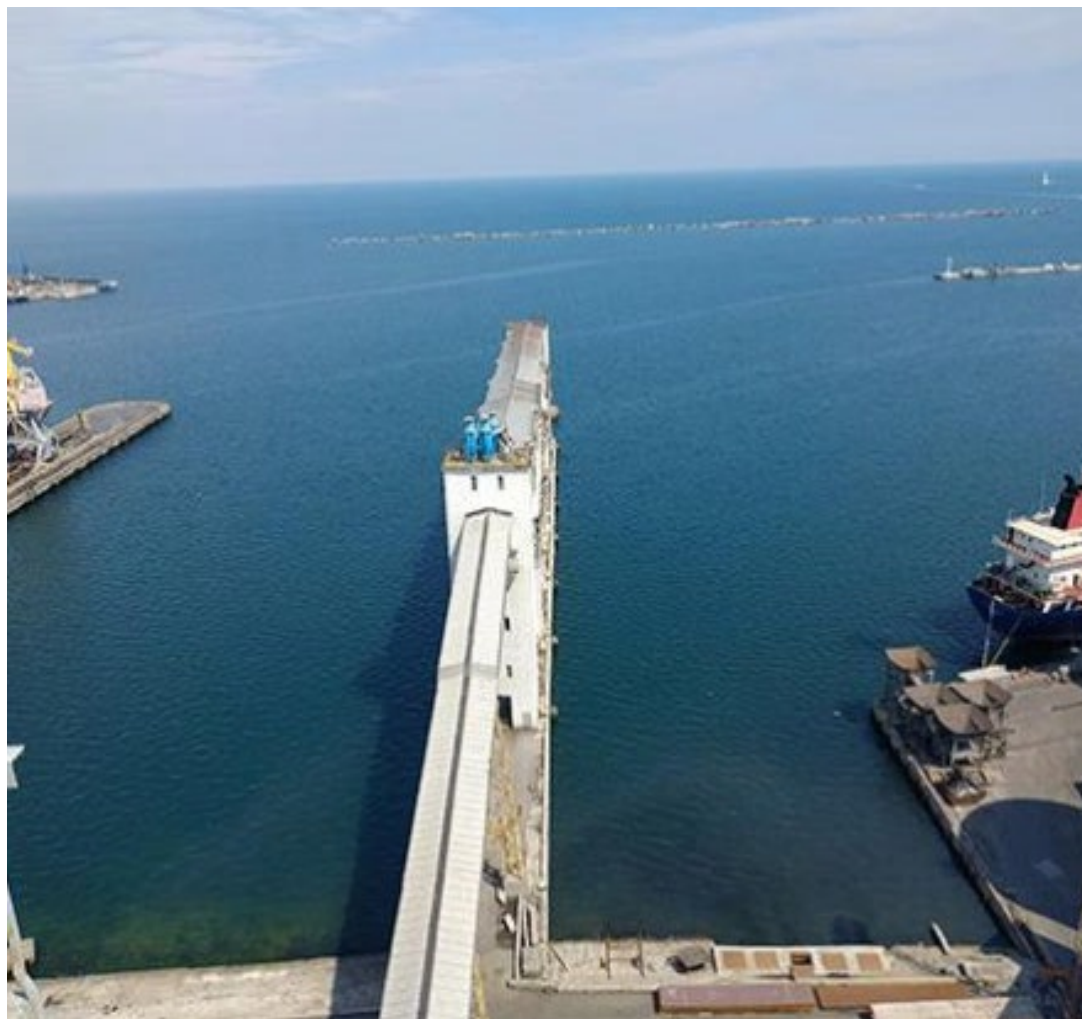


Рисунок 1.4 – Причали №44 та 45

Дані причали не пристосований для роботи з тарно-штучними вантажами.

Причали №46, 47 (рисунок 1.5) вантажного терміналу [2] облаштовані порталними кранами «Сокіл», кількість яких становить п'ять одиниць, а вантажопідйомність трьох з них – 20 тонн, а двох інших – 16 тонн;

На цих причалах (рисунок 1.5) можуть оброблятися такі вантажі:

- металопрокат у вигляді заготовки, слябів, сталі в рулонах (штрипсах), арматури, катанки, також лист у пачках, сортовий прокат тощо;
- феросплави;
- цукор-сирець;
- зернові і навалочні вантажі.



Рисунок 1.5 – Причали №46 та 47

Причал №46 має такі параметри щодо морського транспорту:

- довжина причалу - 170 м;

- глибина – 11,5 м;
- довжина судна - до 180 м;
- осадка судна - до 11,5 м.

Причал №47 має такі параметри щодо морського транспорту:

- довжина причалу - 170 м;
- глибина – 11,5 м;
- довжина судна - до 170 м;
- осадка судна - до 11,5 м.

З огляду на представлені показники та характеристики обладнання портових причалів компанії Бруклін-Київ (рисунок 1.6 [3]), можна зробити висновок, що для переробки металопрокату у рулонах пристосовані лише причали вантажного терміналу:

- №38;
- №43, але, з урахуванням наявності спеціалізованого обладнання для переробки зернових вантажів, можна вважати даний причал не профільним для металопродукції;
- №46, 47.

Слід також звернути увагу, що причали мають залізничні колії для роботи за прямим варіантом, проте не мають площ для накопичення партій вантажу відповідно до вантажопідйомності суден, до яких він навантажуються.

Тож, можливі дві технології організації навантаження суден металопрокатом:

- накопичення вантажу на відкритих складах поза межами причалів компанії з наступною доставкою автотранспортом порту до причальних ліній;
- прямий варіант перевантаження з вагонів на судно.

Проаналізуємо організацію перевантажувальних робіт за першим з вищевказаних варіантів.

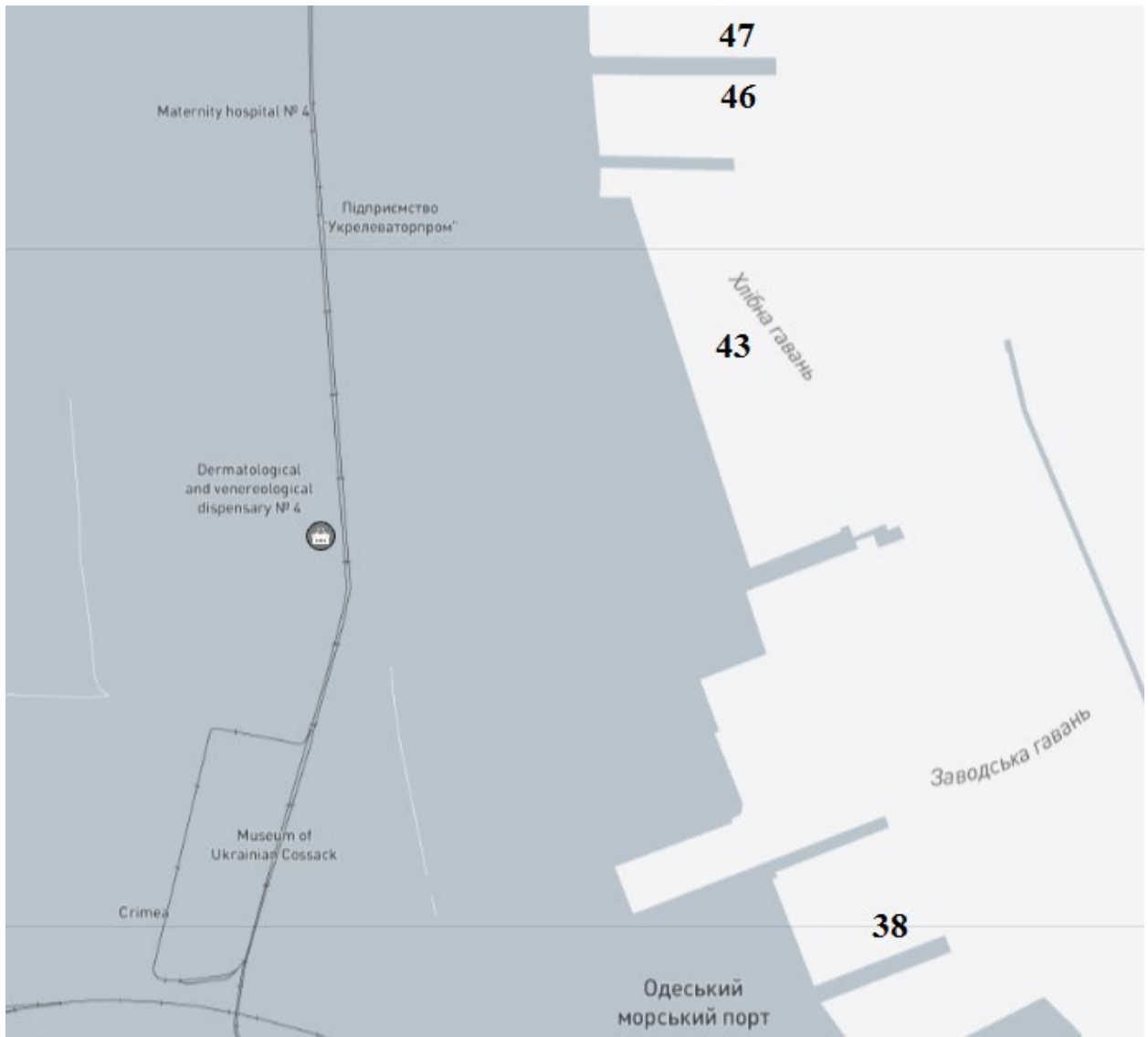


Рисунок 1.6 – Причали, призначені для переробки металопрокату

### 1.1.3 Технологія переробки металопрокату в умовах ТОВ Бруклін-Київ

У випадку перевантаження з вагонів на судно, враховуючи параметри причалів, є можливість розміщення партії з 10 вагонів для виконання з ними вантажних операцій порталними кранами.

У випадку переміщення вантажу зі складу, доставка здійснюється тягачами з ролтрейлерами (рисунок 1.7). На підприємстві раніше використовувались ролл-трейлери вантажопідйомністю 60 тонн [4], а враховуючи постійне оновлення транспортних засобів, зокрема придбання у 2019 році 11 голландських тягачів Terberg з навантаженням на задню вісь – 35 тонн [5], та які дозволяють перевозити 120 тонн вантажу, можна прийти у середньому партію вантажу, який перевозиться, у розмірі 70 тонн, що становить не менше середнього завантаження напіввагону.



Рисунок 1.7 – Доставка прокату у рулонах портовими тягачами

Крім того, у разі прибуття металопрокату у вагонах із розміщенням рулонів «на торець», це унеможлиблює роботу за прямим варіантом, оскільки рулони укладаються у трюм судна «на утворюючу».

Відповідно, після розвантаження, рулони потребують кантування. На рисунку 1.8 [6] показаний процес розвантаження напіввагону з прокатом у рулонах за допомогою кліщів, які як найкраще підходять для цього при такому способі розміщення вантажу у вагоні.



Рисунок 1.8 – Розвантаження прокату в умовах Бруклін-Київ за допомогою кліщів

Рулон піднімається з вагону стріловим краном та встановлюється на пристрій для кантування – рисунок 1.9 [6].



Рисунок 1.9 – Встановлення рулону на пристрій для кантування

Фронтальний автонавантажувач штовхає пристрій для кантування [6], та рулон перевертається «на утворюючу» – рисунок 1.10.



Рисунок 1.10 – Кантування рулону

Після чого інший навантажувач зі штирьовим захоплювачем під'їздить до рулону (рисунок 1.11) та захоплює його (рисунок 1.12).



Рисунок 1.11 – Рух навантажувача до рулону



Рисунок 1.12 – Захоплення рулону навантажувачем

Після цього навантажувач рухається до автотранспортного засобу (рисунок 1.13), піднімає та встановлює рулон на ролл-трейлер (рисунок 1.14).

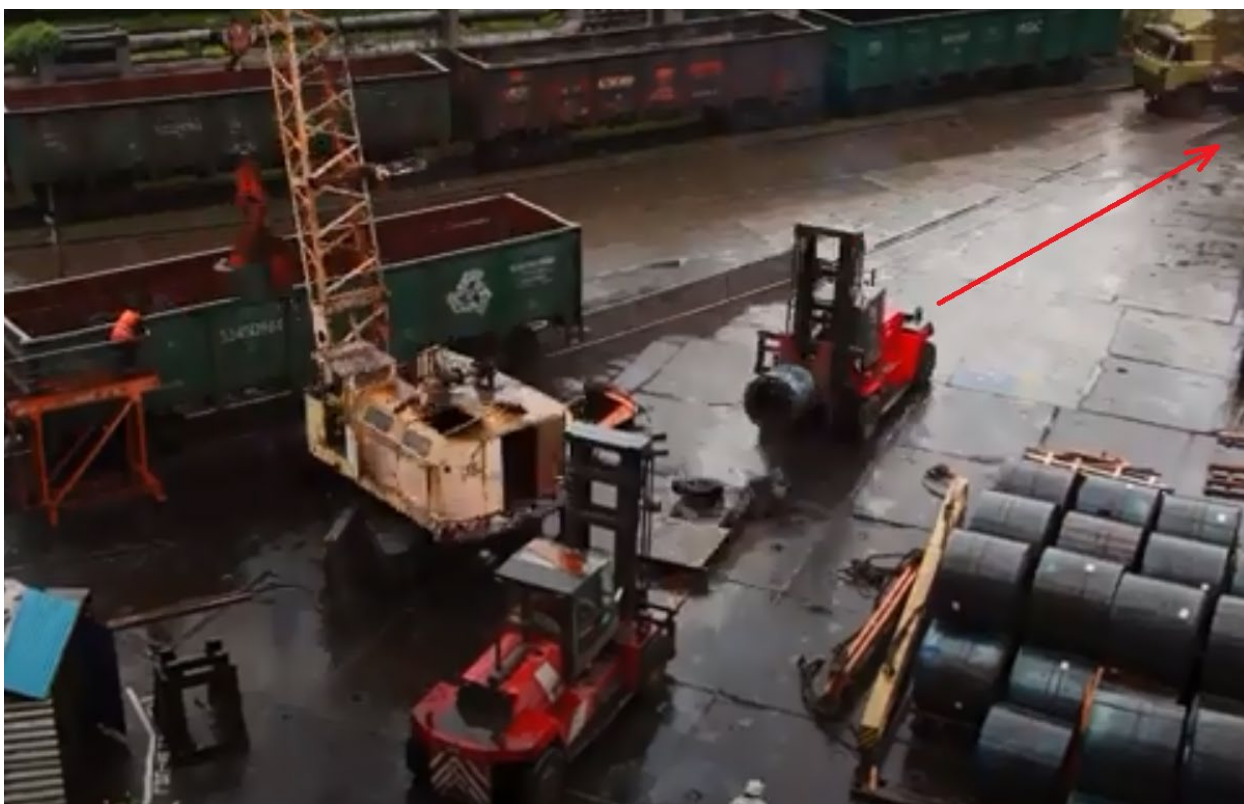


Рисунок 1.13 – Рух навантажувача до автотранспорту



Рисунок 1.14 – Підйом та встановлення рулону на ролл-трейлер

Тягачі з ролл-трейлерами є досить маневреним транспортом (рисунок 1.15), тож швидко доставляють металопрокат до причалу (рисунок 1.6).



Рисунок 1.15 – Доставка рулонів тягачем з ролл-трейлером до причалу

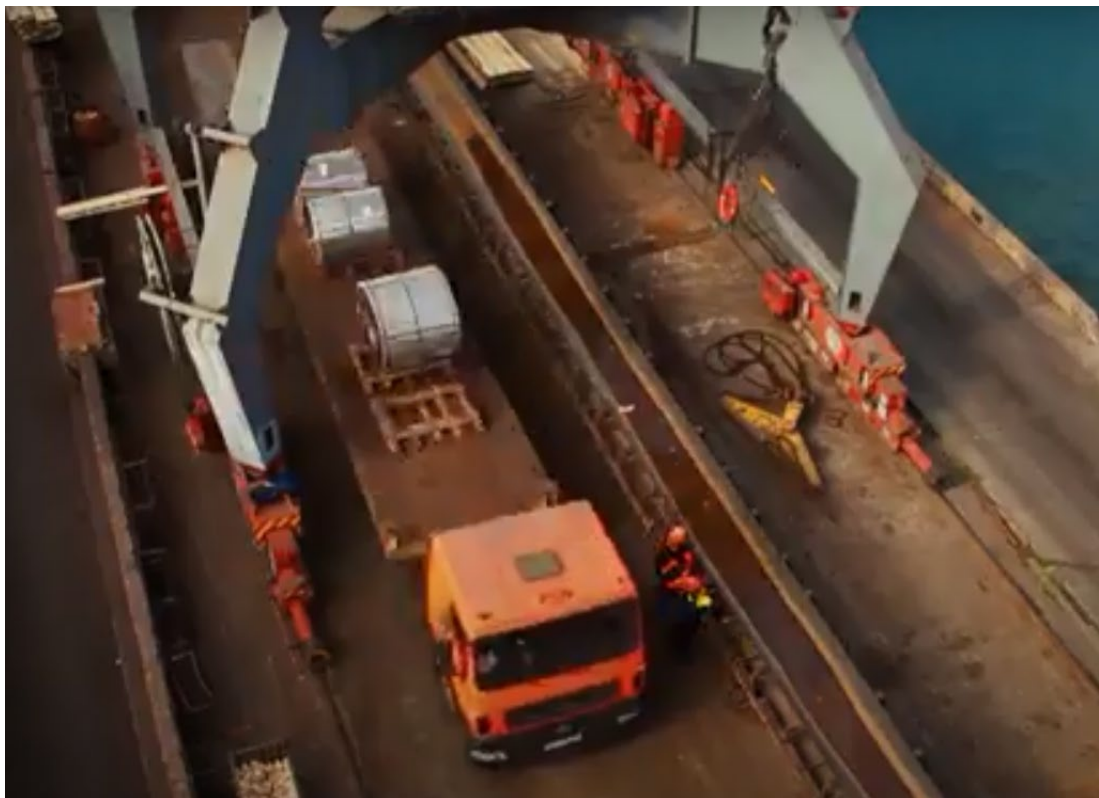


Рисунок 1.16 – Встановлення тягача з ролл-трейлером по фронту вивантаження під порталним краном

Рулони, враховуючи значну вантажопідйомність кранів, можуть переміщуватись як поодинці так і по 2 одиниці за цикл (рисунок 1.17).



Рисунок 1.17 – Переміщення двох рулонів до судна

У якості вантажопідіймального устрою використовується траверса зі стропами (рисунок 1.18). Рулони розміщуються у трюмі шарами.



Рисунок 1.18 – Розміщення рулонів у трюмі судна

## **1.2 Характеристика процесу відвантаження прокату на комбінаті Запоріжсталь залізничним транспортом**

### **1.2.1 Зв'язок процесу відвантаження із виробничими процесами**

Процесу відвантаження передують досить тривалий процес обробки замовлення на виготовлення певної продукції, яку бажає отримати кінцевий споживач.

Звісно, комбінат орієнтований на виготовлення певного переліку марок сталі з обмеженим рядом типорозмірів за довжиною, шириною, товщиною металу та рівнем якості обробки його поверхні [7]. Проте виготовлення «беззаказного» металопрокату є неперспективним, крім того, обсяги виготовлення певних позицій можуть бути обмежені продуктивністю технологічного обладнання, у випадку, коли на них буде попит від значної кількості споживачів, можуть бути ускладнені у своєчасному виконанні їх замовлень.

Щоб виконати якісне дослідження, слід розібратись у технології виробництва.

Ланки виробничого процесу комбінату Запоріжсталь [8] передбачають на першому етапі отримання значної кількості сировини, для її переробки потрібно паливо та безліч додаткових матеріалів, перелік основних позицій наступний:

- агломераційна руда та залізородні концентрати, котуни тощо (залізовмісна сировина);
- вапняки та доломіт, кварцит, які забезпечують флюсування на стадіях виготовлення чавуну та сталі;
- вапно;
- вугілля, кокс;
- металобрухт, металодобавки;

- лісо- та пиломатеріали;
- пісок, глина, вогнетриви;
- різноманітне обладнання.

На різних етапах у підсумки виробляються напівфабрикати:

- агломерат;
- гарячий чавун (який вже може бути продукцією у вигляді чавунних чушок);
- сталь;
- сляби;
- гарячий прокат у вигляді тонкого листу;
- холодний прокат, який є, по-суті, більш технологічно якісно обробленим гарячим прокатом.

Останні дві позиції з переліку вище і є тією основною продукцією, яка відправляється кінцевим споживачам, зокрема, через морські порти та може перероблятися в умовах підприємства Бруклін-Київ.

В цеху гарячого прокату металопродукція у рулонах не передбачає якісного пакування із захистом від навколишнього середовища, рулони зберігаються на складах ЦГПТЛ у положенні на торець, тож для вантажних операцій використовуються кліщі, якими обладнані мостові електричні крани (рисунок 1.19).

В ЦХП-1 (цеху холодної прокатки) рулони обробляються з метою отримання більш якісної поверхні, вони зберігаються у положенні на утворюючу та мають найякісніше сучасне пакування (рисунок 1.20).

Додаткова обробка передбачає:

- видалення окалини з поверхні прокатоного в «гарячий» спосіб металу кислотою;
- відпалення;
- додаткова прокатка;
- дресирування.



Рисунок 1.19 – Рулони у ЦГПТЛ



Рисунок 1.20 – Рулони у ЦХП-1

## 1.2.2 Процеси організації відправлення прокату залізничним транспортом

Обидва основні цехи-відправники розташовані поруч один від одного та обслуговуються транспортом станції Східна однойменного залізничного району (показана на рисунку 1.21).

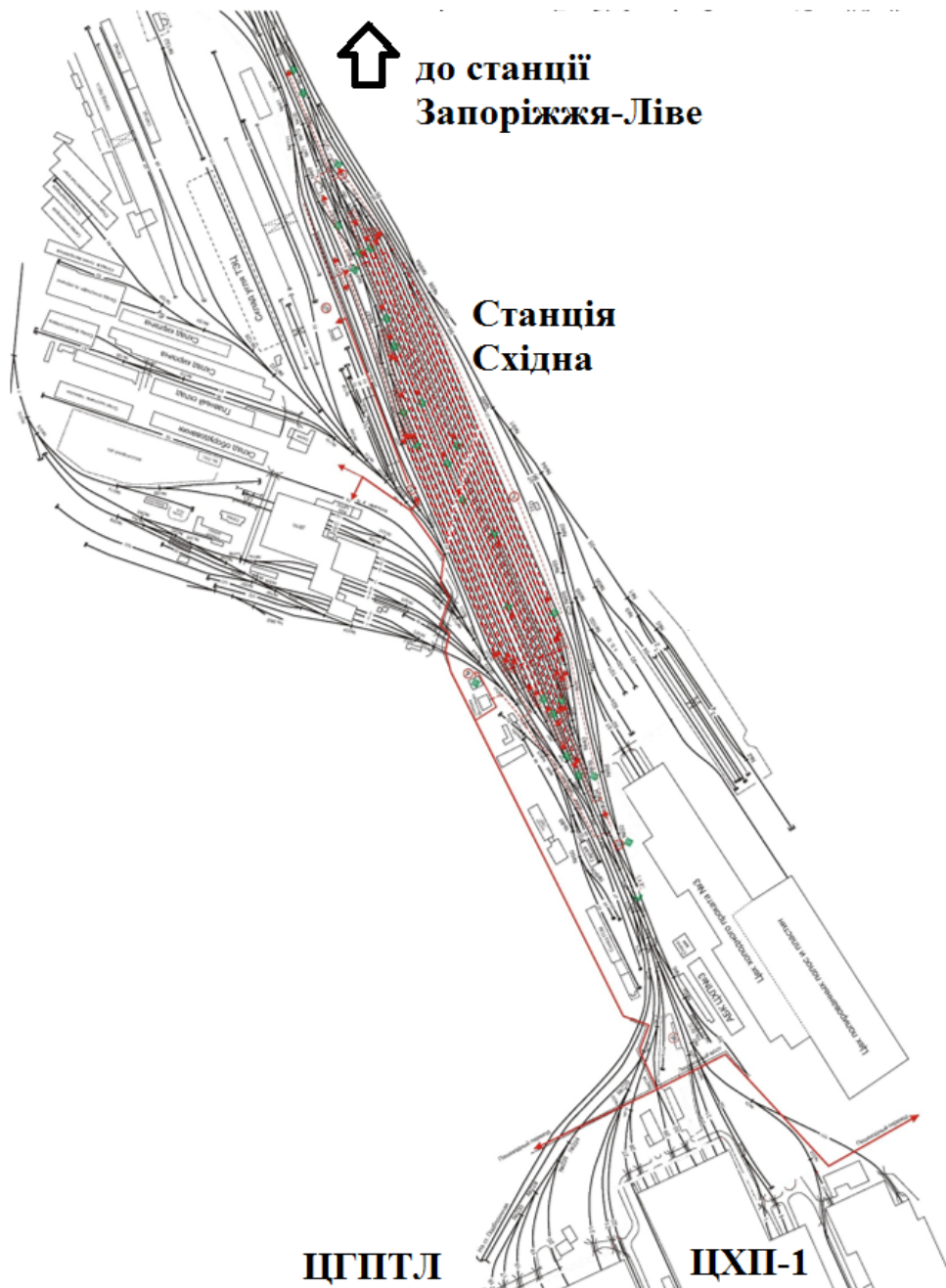


Рисунок 1.21 – Схема ст. Східна

Вагони з цехів доставляються на 17-18 колії локомотивами станції (ЦХП-1 обслуговує локомотив серії ТЕМ-2, ЦГПТЛ – ТГМ-4), вони сортуються на немеханізованій гірці та формуються у состави на відправлення через станцію Запоріжжя-Ліве до станцій призначення на коліях 10-13. Розмір составів поїздів, зазвичай, дещо перевищує 50 вагонів.

### **1.3 Постановка завдань магістерської роботи**

За результатами аналітичного аналізу процесів доставки металопродукції металургійного виробництва до ТОВ «Бруклін-Київ», встановлено наступне:

- підприємство має 4 причали, з яких може здійснювати навантаження металопродукції у судна;
- причали мають обмеження щодо площі, необхідної для накопичення суднової партії вантажу;
- металопродукція, переважно, накопичується на тиловому відкритому складі;
- для перевезення вантажів в межах порту активно використовуються тягачі з ролл-трейлерами;
- технологічний процес вивантаження та доставки на склад рулонів, які завантажені у вагони за схемами «на торець» є недосконалим, через необхідність використання навантажувача для кантування рулонів.

Пропонується удосконалити процес доставки та вантажопереробки в умовах ТОВ «Бруклін-Київ», для чого потрібно вирішити наступні задачі:

- розробити імітаційну модель доставки продукції Запоріжсталі до ТОВ «Бруклін-Київ»;

- врахувати можливість використання кантувача рулонів та звільнити автонавантажувач;
- визначити раціональну партійність відправлення вагонів з комбінату з урахуванням використання прямого варіанту роботи з вагонів на судно за критерієм мінімуму витрат;
- виконати економічні розрахунки, які підтвердять правильність проєктних рішень.

## 2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

### 2.1 Розробка імітаційної моделі доставки прокату до ТОВ Бруклін-Київ та навантаження на судна

#### 2.1.1 Розробка фрагменту моделі з доставки прокату до ТОВ Бруклін-Київ

На даному етапі розробимо ланцюг, який складається з елементів Енілоджік процесної бібліотеки, рівень деталізації обираємо невисокий, більш розширеним він буде на наступних етапах.

На рисунку 2.1 показаний фрагмент моделі з доставки прокату до ТОВ Бруклін-Київ.

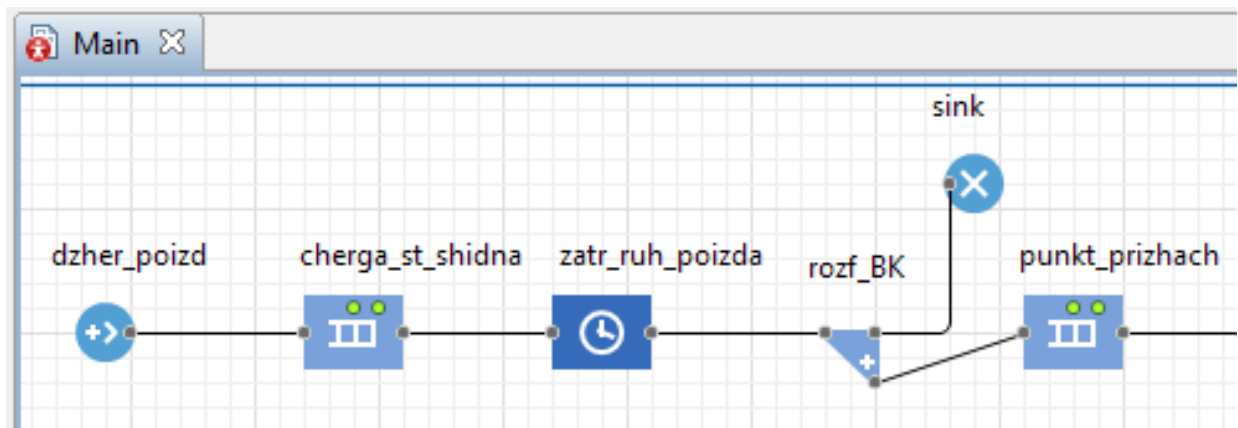


Рисунок 2.1 – Фрагмент моделі з доставки прокату до ТОВ Бруклін-Київ

Першим елементом є джерело замовлень `dzher_poizd`, яке імітує відправлення партій металопродукції до ТОВ Бруклін-Київ у складі поїздів, які формуються на станції Східна комбінату (рисунок 2.2).

За даними підприємства середній час між відправленнями партій вагонів прийнято 12 годин.

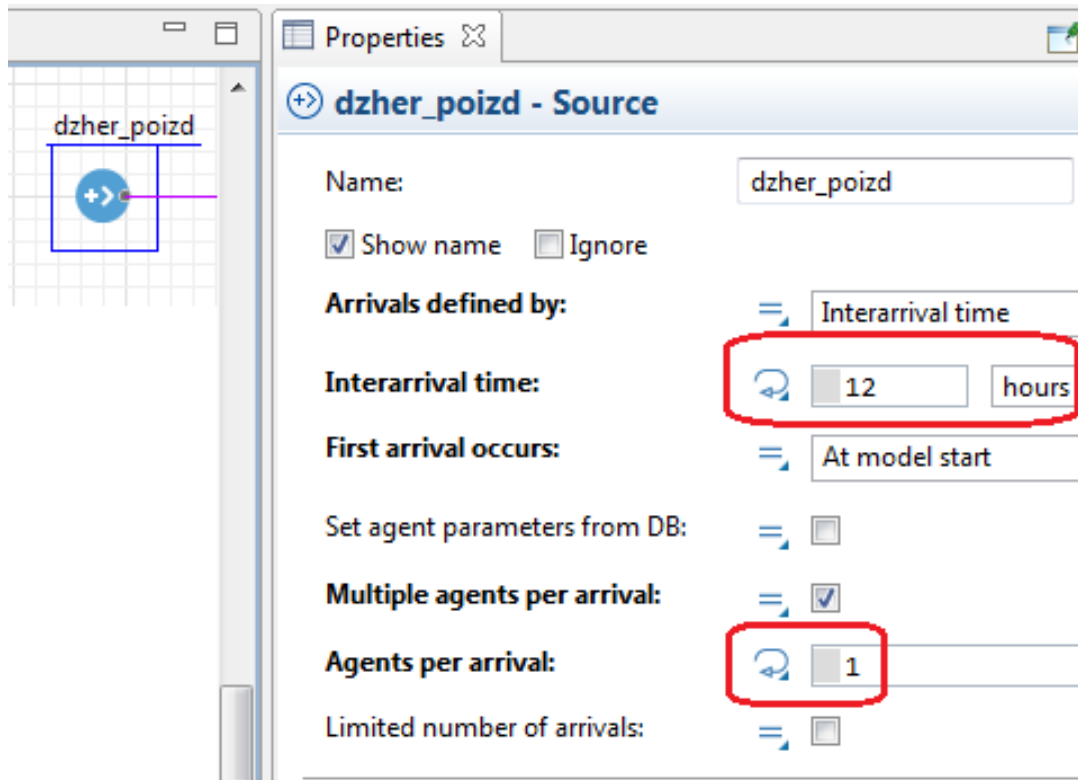


Рисунок 2.2 – Джерело замовлень dzher\_poizd

Наступним за dzher\_poizd є елемент cherga\_st\_shidna, де зберігаються замовлення (партії вагонів до ТОВ Бруклін-Київ у складі поїздів), показаний на рисунку 2.3.

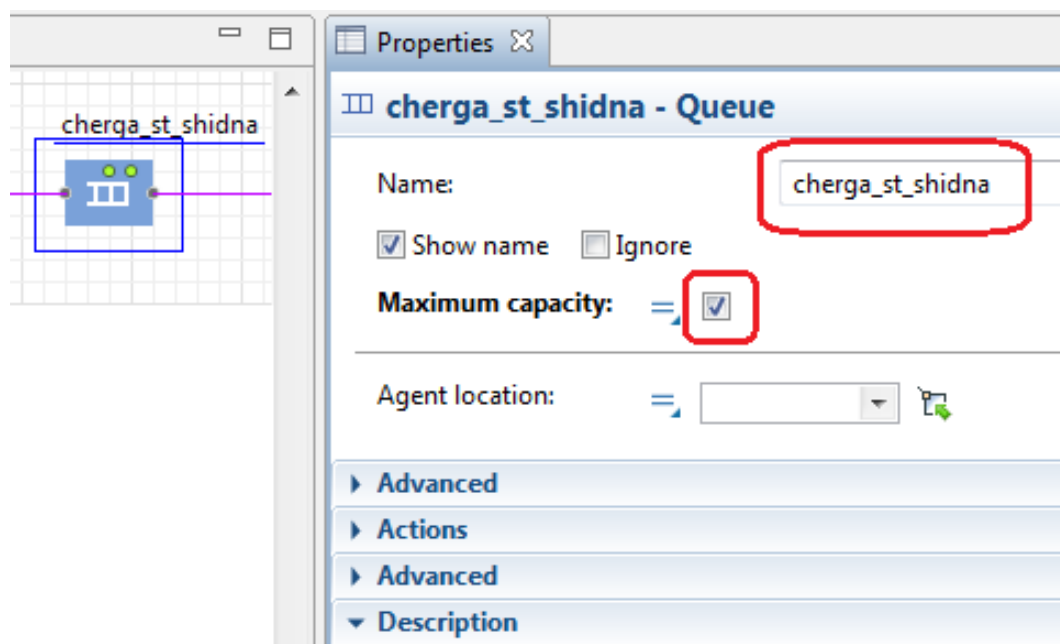


Рисунок 2.3 – Черга cherga\_st\_shidna

На наступному кроці необхідно імітувати затримку поїзду на шляху прямування до Бруклін-Київа, станції Одеса-Порт. Дана тривалість є випадковою величиною, визначимо її теоретичний закон розподілу, шляхом аналізу вибірки (спостереження часу у годинах):

126,7; 127,9; 167,5; 89,3; 185,6; 130,2; 135,9; 217,5; 103,7; 47,4; 48,6; 76,4; 72,9; 89,3; 127,9; 180,2; 118,1; 162,5; 73,2; 107,6; 165,6; 71,3; 37,2; 46,8; 72,2; 82,3; 138,2; 134,2; 92,4; 102; 101,2; 94,9; 99,1; 158,6; 75,6; 39,5; 99; 115,6; 110,5; 121; 131; 110,9; 95; 115,9; 141; 147,3.

Згідно рисунку 2.4, даний розподіл можна описати за допомогою нормального закону [9, 10].

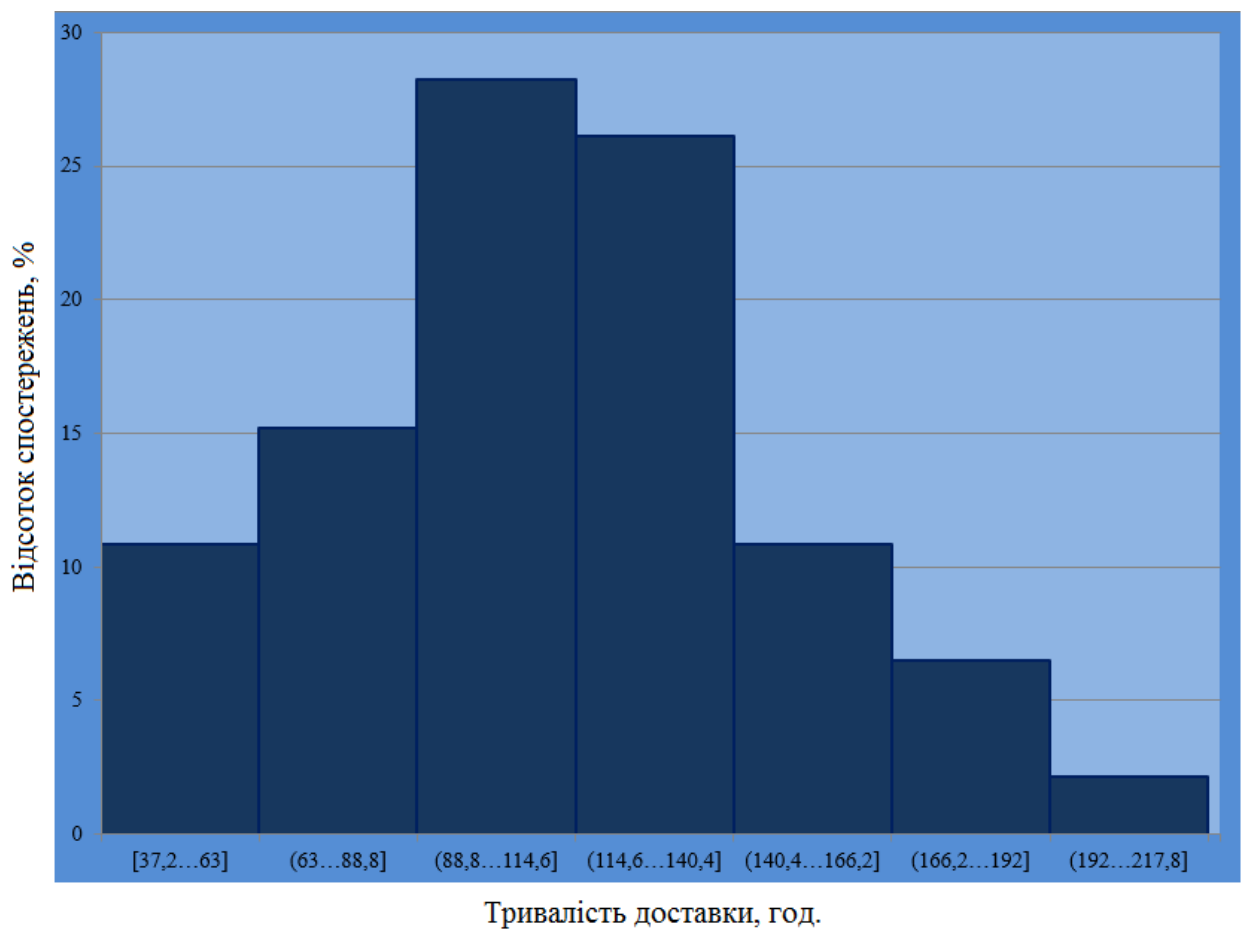


Рисунок 2.4 – Розподіл тривалості доставки партій вагонів до станції Одеса-Порт

Основні статистичні характеристики тривалості руху до станції Одеса-Порт:

- мінімум – 37,2 год.;
- максимум – 217,5 год.;
- середнє – 110,58 год.;
- стандартне відхилення – 40,24 год.

Використаємо елемент затримки `zatr_ruh_poizda` із параметрами, які відповідають визначеному закону та статистичним характеристикам, що показано на рисунку 2.5:

`normal(37.2,217.5,110.58,40.24)`.

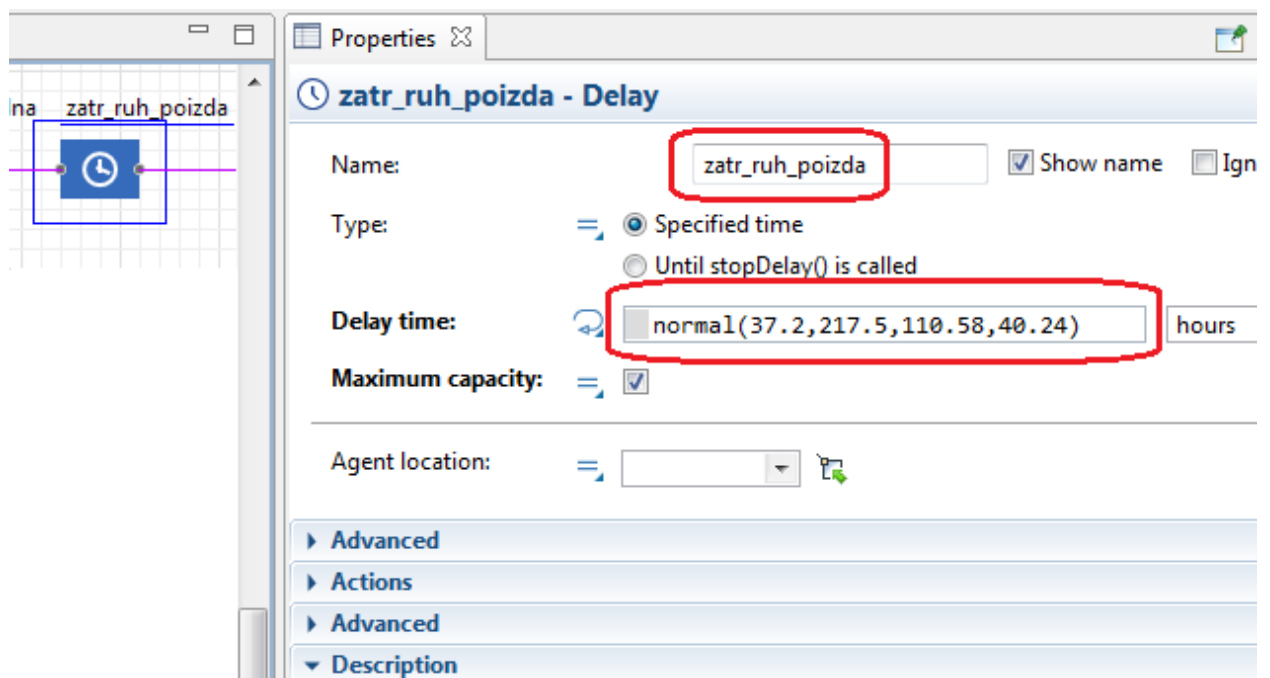


Рисунок 2.5 – Елемент `zatr_ruh_poizda`

Наступний елемент `gozm_part_VK` визначає кількість вагонів у кожній партії, що надходять до Одеського морського порту, де і розташоване ТОВ Бруклін-Київ.

Для встановлення закону, за яким можна імітувати цей процес, проаналізуємо відповідну вибірку:

8; 8; 8; 11; 10; 10; 15; 10; 11; 10; 9; 7; 7; 11; 8; 10; 7; 12; 7; 7; 9; 7; 10; 9;  
7; 9; 11; 8; 8; 8; 8; 7; 8; 8; 7; 7; 8; 18; 8; 16; 8; 8; 8; 8; 7; 7; 7; 9; 11; 7; 12; 7

значень кількості вагонів, які надходили до Одеського морського порту за інформацією довоєнного періоду.

На рисунку 2.6 показаний емпіричний розподіл розміру партій вагонів, які доставляються до станції Одеса-Порт.

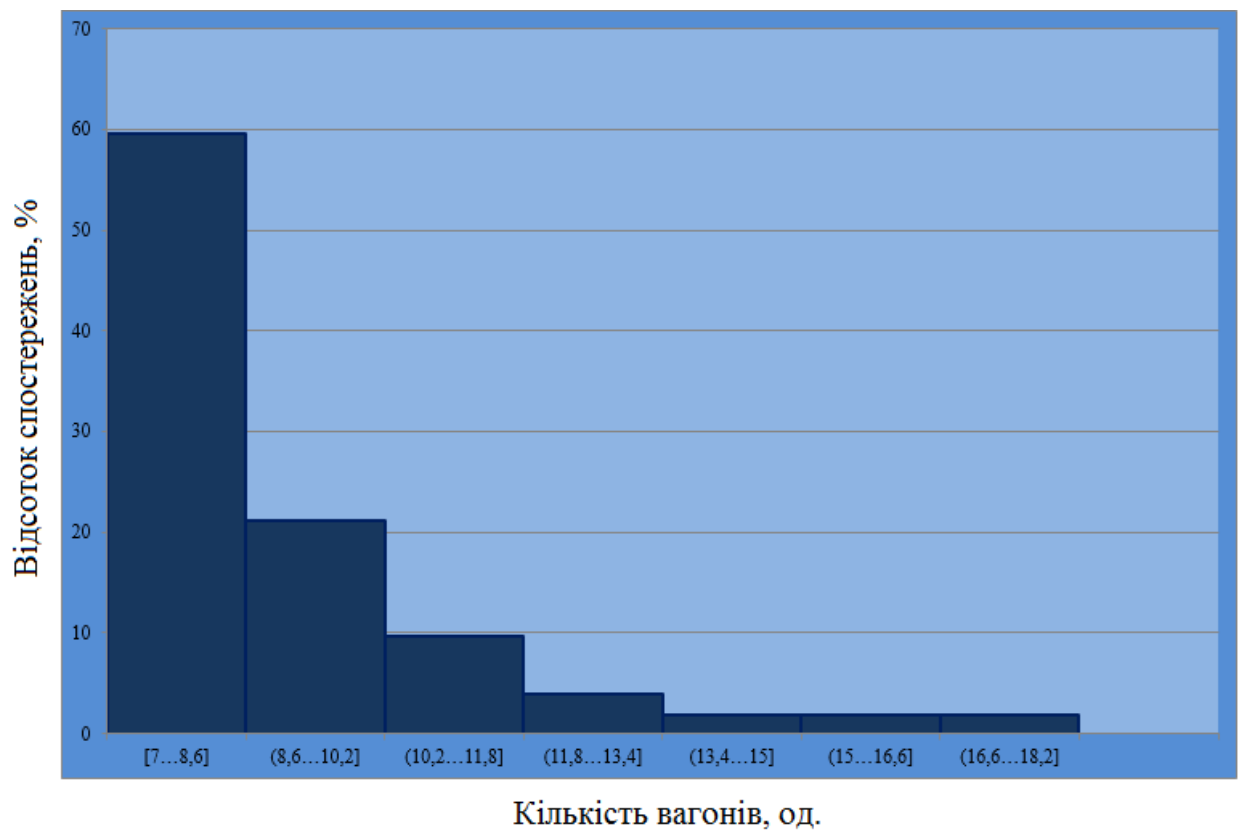


Рисунок 2.6 – Розподіл розміру партій вагонів, які доставляються до станції Одеса-Порт

Він більшою мірою підпадає під експоненціальний теоретичний розподіл.

Основні статистичні характеристики ряду спостережень кількості вагонів у партіях, які доставлялись до станції Одеса-Порт:

- мінімум – 7 ваг.;
- максимум – 18 ваг.;
- середнє – 8,96 ваг.;
- стандартне відхилення – 2,37 ваг.

Використаємо елемент копіювання замовлень `rozm_part_BK` із параметрами, які відповідають визначеному закону та статистичним характеристикам, що показано на рисунку 2.7:

$$\text{rozm\_part\_BK} = \text{roundToInt}(\text{exponential}(7, 18, 0, 8.96));$$

для реалізації даної процедури задіяно змінну `rozm_part_BK` цілочисельного типу.

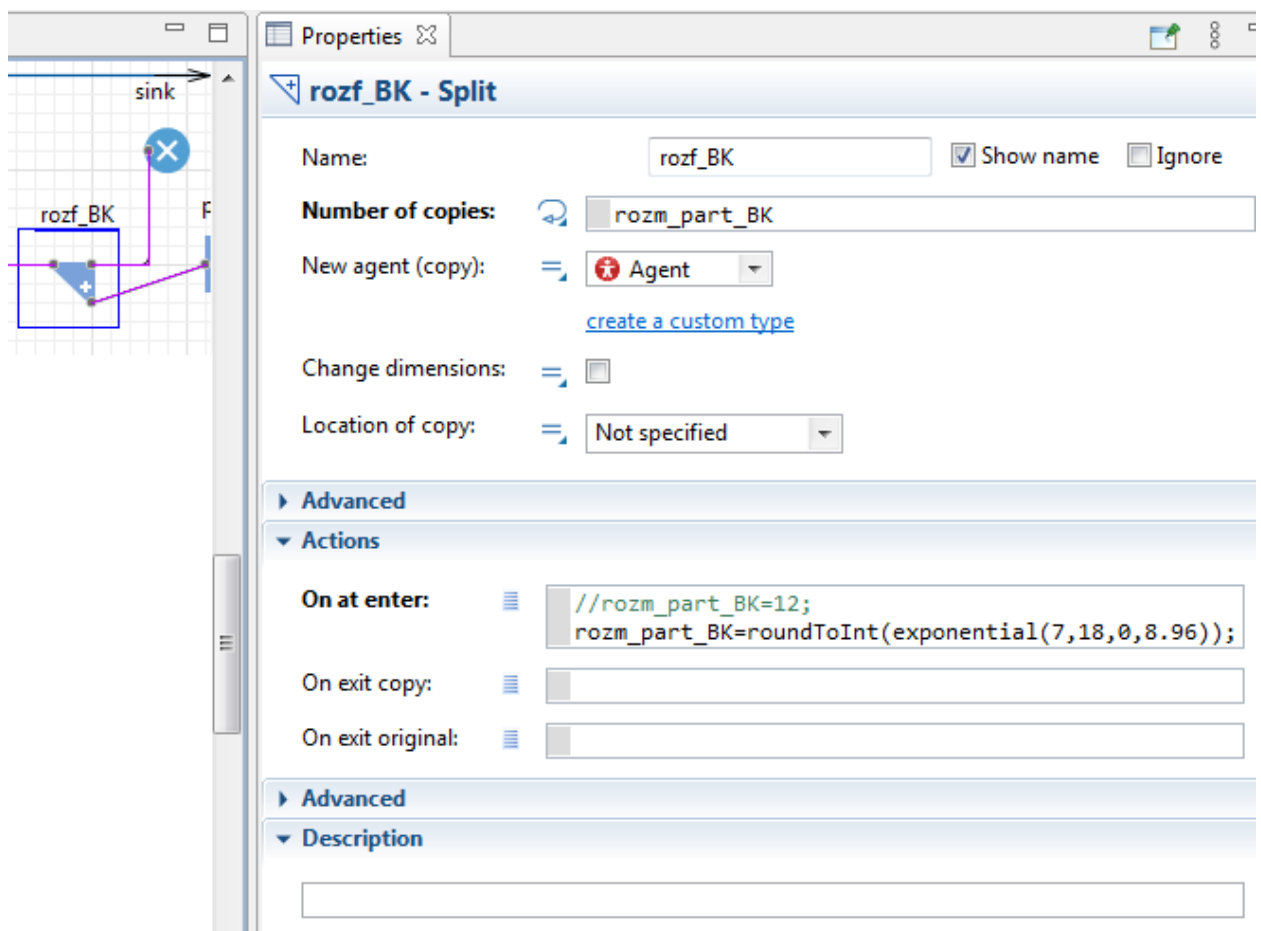


Рисунок 2.7 – Елемент `rozm_part_BK`

Замовлення-оригінал знищується елементом sink, а копії потрапляють до елементу punkt\_prizhach – рисунок 2.8.

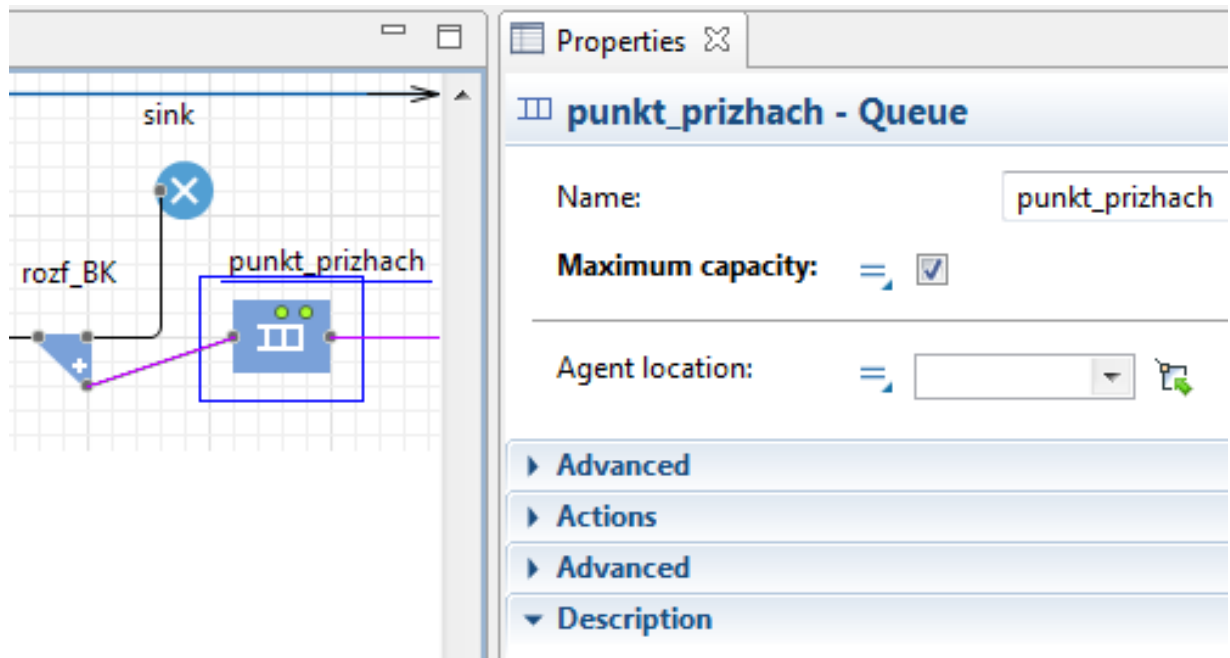


Рисунок 2.8 – Елемент punkt\_prizhach

Елемент punkt\_prizhach є чергою з встановленим максимальним розміром місткості.

### 2.1.2 Розробка фрагменту моделі з доставки прокату до ТОВ Бруклін-Київ

На даному етапі розробимо ланцюг, який формує подачі вагонів на колії Бруклін-Київ.

На рисунку 2.9 показаний цей фрагмент моделі.

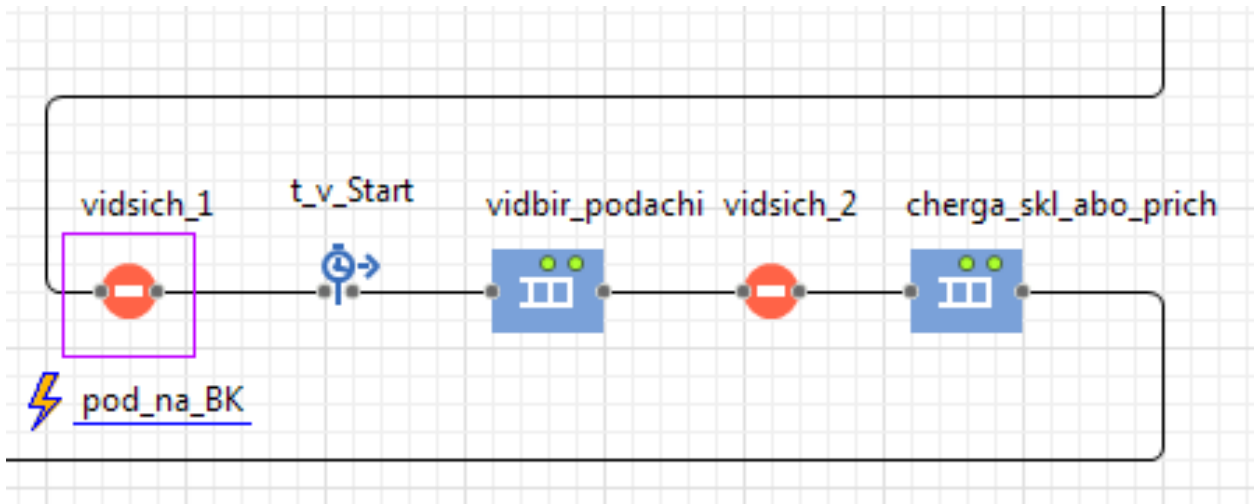


Рисунок 2.9 – Ланцюг, який формує подачі вагонів на колії Бруклін-Київ

Першим елементом є блокатор `vidsich_1`, встановлюємо параметр – «попередньо заблокований» - рисунок 2.10.

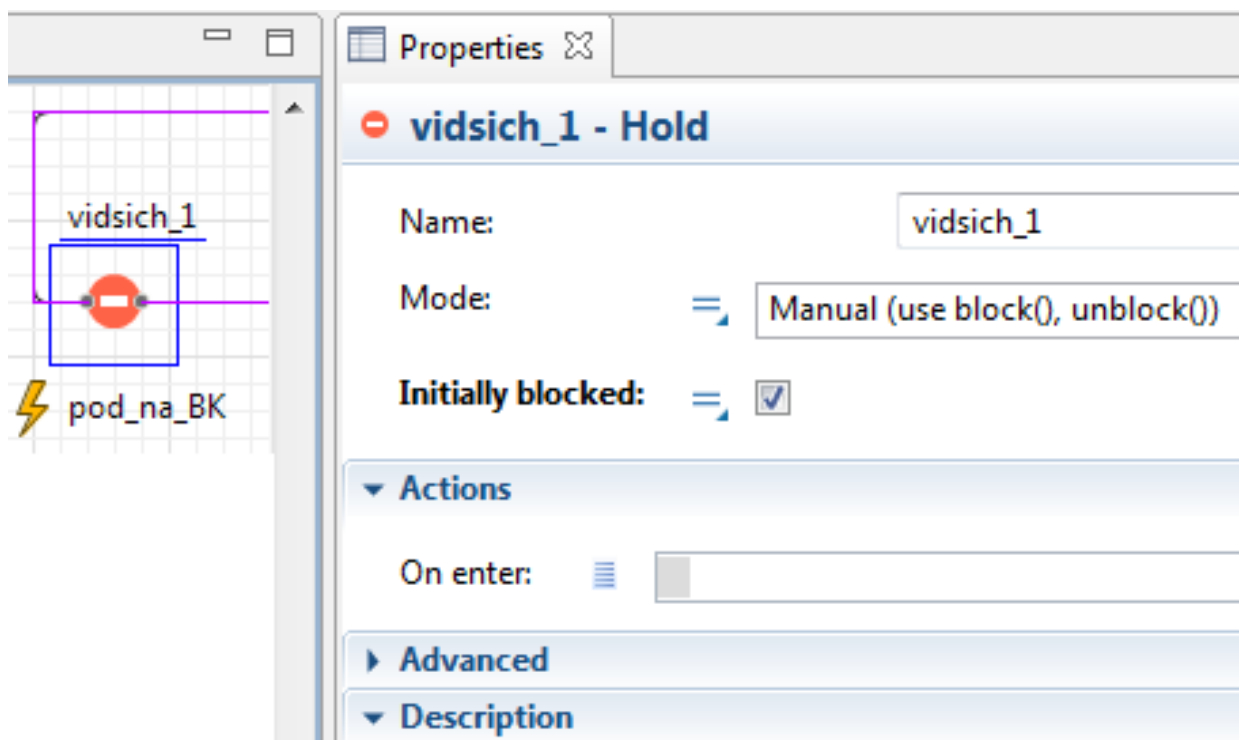


Рисунок 2.10 – Блокатор `vidsich_1`

Керування елементом `vidsich_1` здійснює елемент, який управляє подіями - `pod_na_BK` (рисунок 2.11).

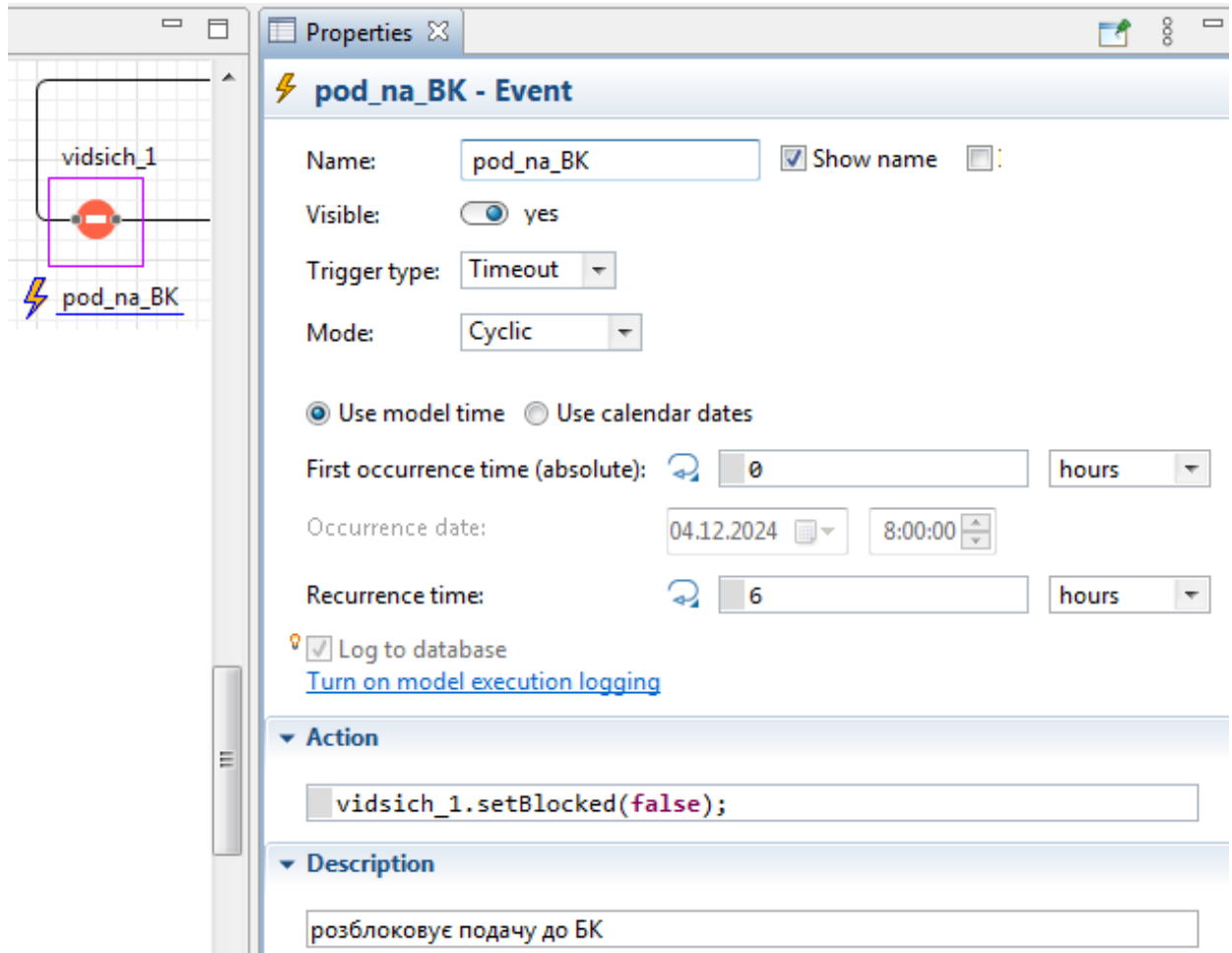


Рисунок 2.11 – Елемент `pod_na_BK`

З початку запуску програми, даний елемент розблоковує блокатор `vidsich_1`:

```
vidsich_1.setBlocked(false);
```

здійснюючи це надалі циклічно з періодом 6 годин.

Черговий елемент `t_v_Start` призначений для фіксування початкового часу потрапляння вагонів до підприємства Бруклін-Київ – рисунок 2.12.

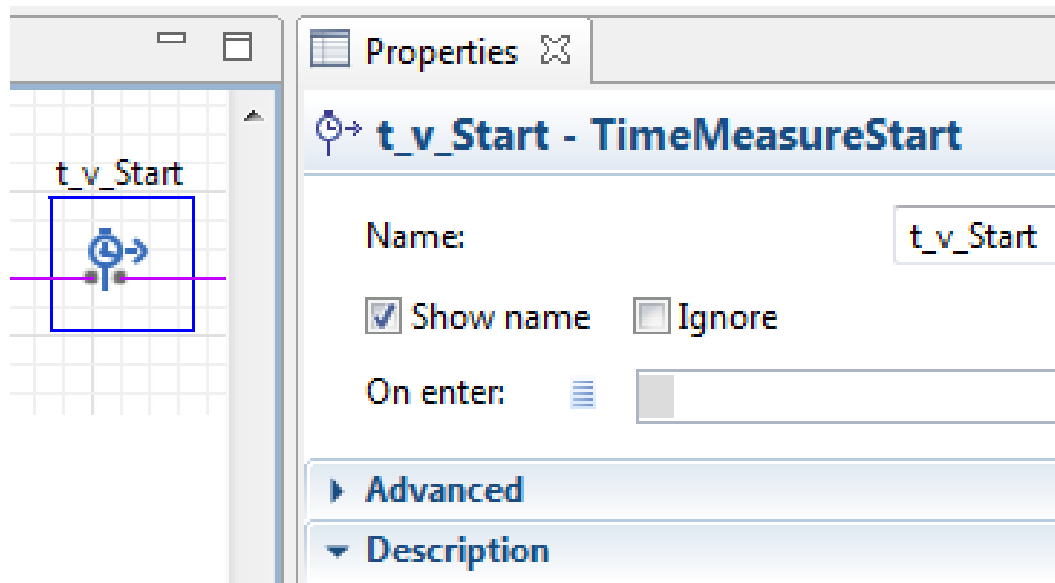


Рисунок 2.12 – Елемент t\_v\_Start

Наступним кроком замовлення-вагони потрапляють до черги vidbir\_podachi – рисунок 2.13.

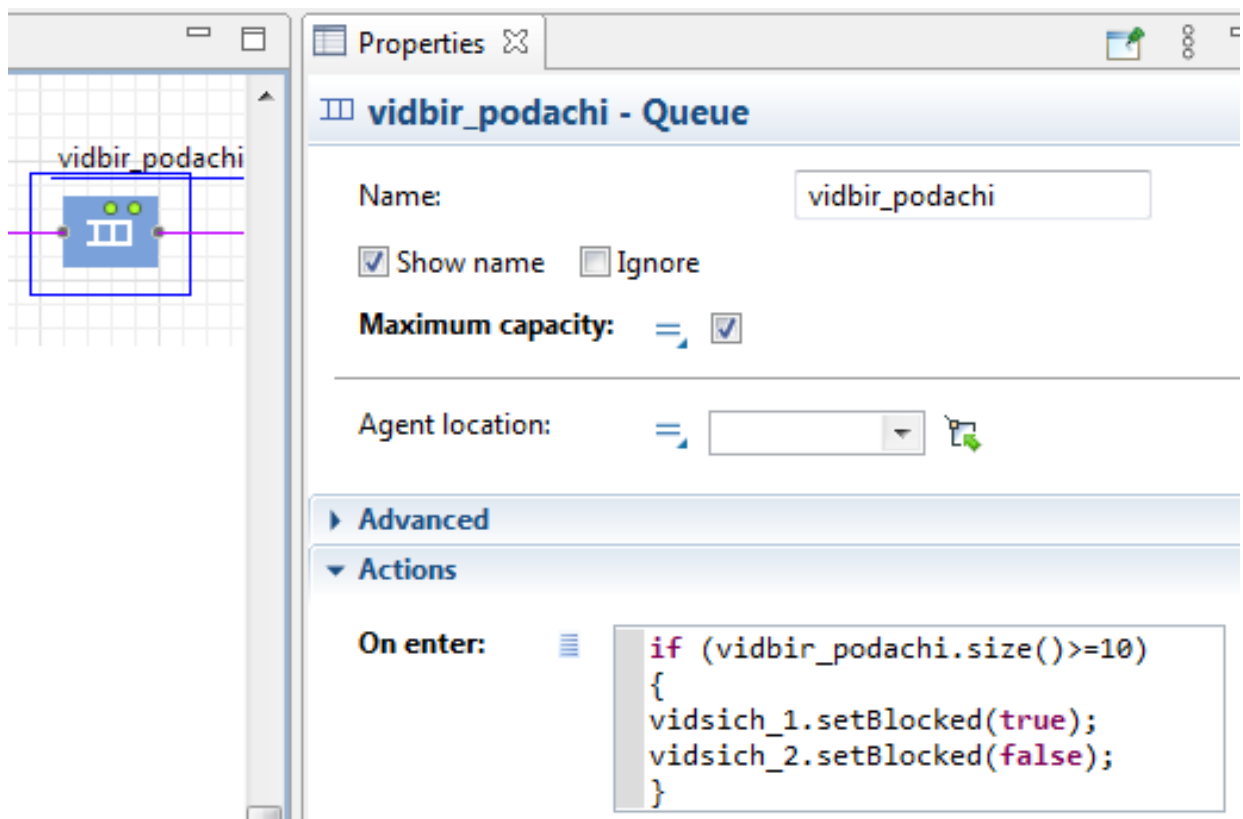


Рисунок 2.13 – Черга vidbir\_podachi

На вході замовлення виконується код:

```
if (vidbir_podachi.size() >= 10)
{
vidsich_1.setBlocked(true);
vidsich_2.setBlocked(false);
}
```

перевіряється обсяг замовлень у даній черзі, та якщо її кількість сягає 10 вагонів, попередній елемент vidsich\_1 блокує подальше надходження замовлень до цієї черги vidbir\_podachi.

Крім того, замовлення затримуються у черзі vidbir\_podachi блокатором vidsich\_2 до моменту накопичення 10 замовлень (див. абзац та програмний код вище) – рисунок 2.14.

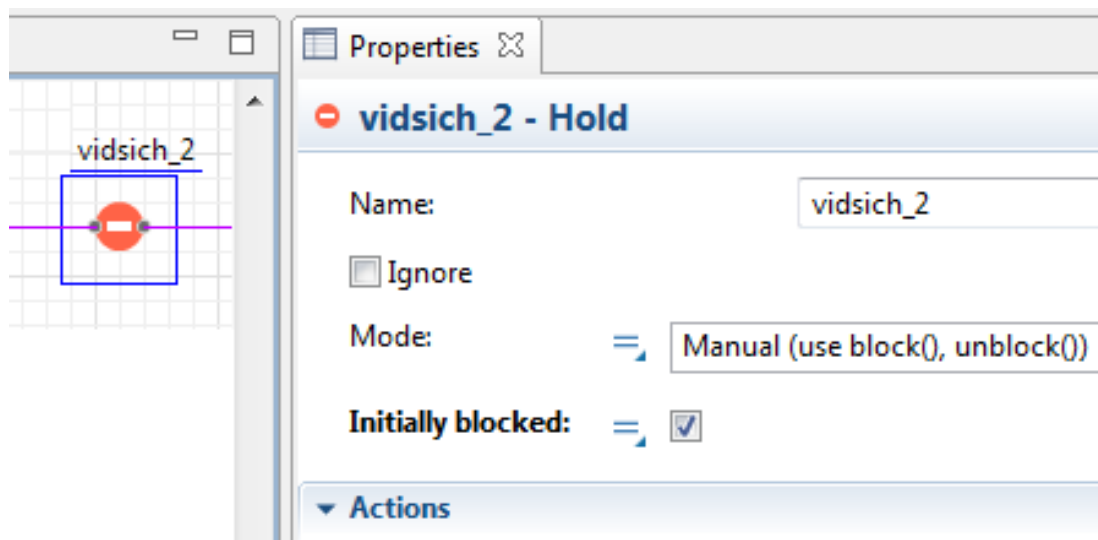


Рисунок 2.14 – Блокатор vidsich\_2

Після розблокування та проходження відібраної партії у 10 вагонів до черги cherga\_skl\_abo\_prich, яка показана на рисунку 2.15, елемент vidsich\_2 знову заблоковується.

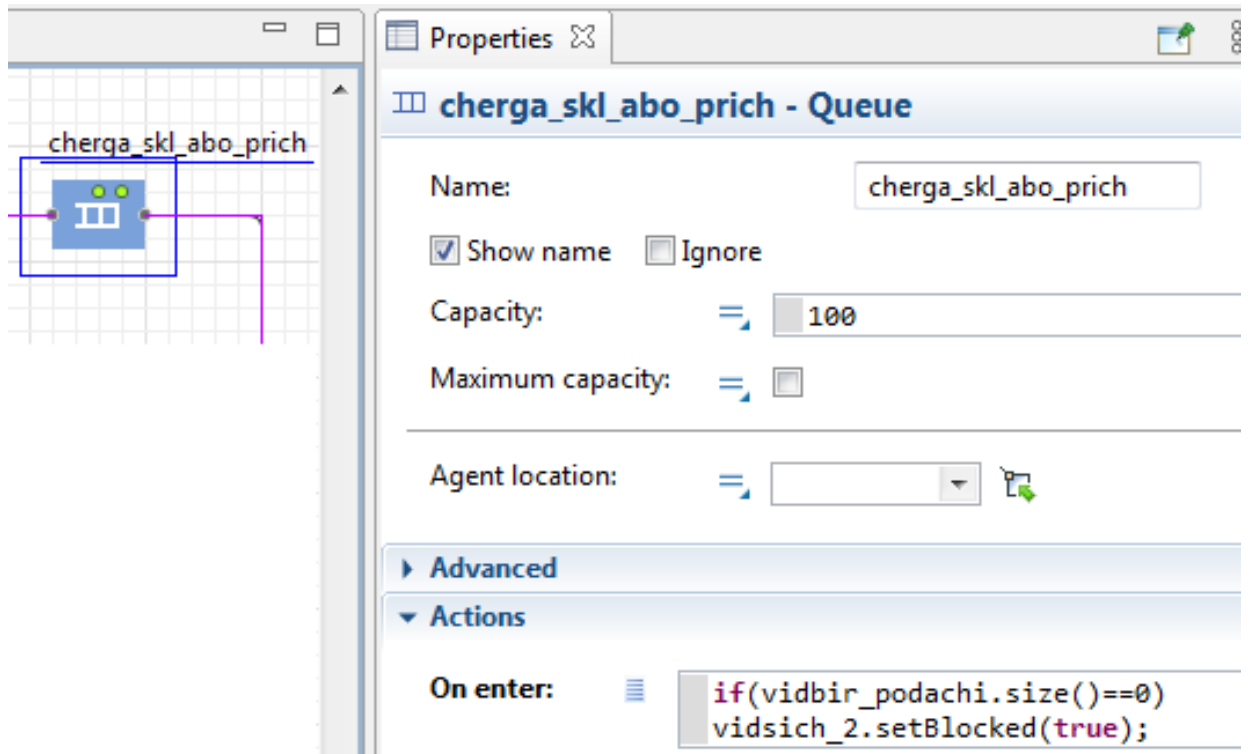


Рисунок 2.15 – Черга cherga\_skl\_abo\_prich

Це здійснюється завдяки коду:

```
if(vidbir_podachi.size()==0)
vidsich_2.setBlocked(true);,
```

який спрацьовує при вході замовлення; блокування здійснюється, якщо попередня черга vidbir\_podachi є повністю звільненою від замовлень, які в ній накопичувались.

Надалі ланцюг проходження замовлень розгалужується на дві гілки:

- ланцюг, який імітує вивантаження рулонів прокату на склад Бруклін-Київа;
- ланцюг, який імітує вивантаження рулонів прокату з роботою за прямим варіантом.

### 2.1.3 Розробка фрагменту моделі з імітації вантажних робіт з рулонами прокату на складі Бруклін-Київ

На рисунку 2.16 показаний цей фрагмент моделі з імітації вивантаження рулонів прокату на склад Бруклін-Київа.

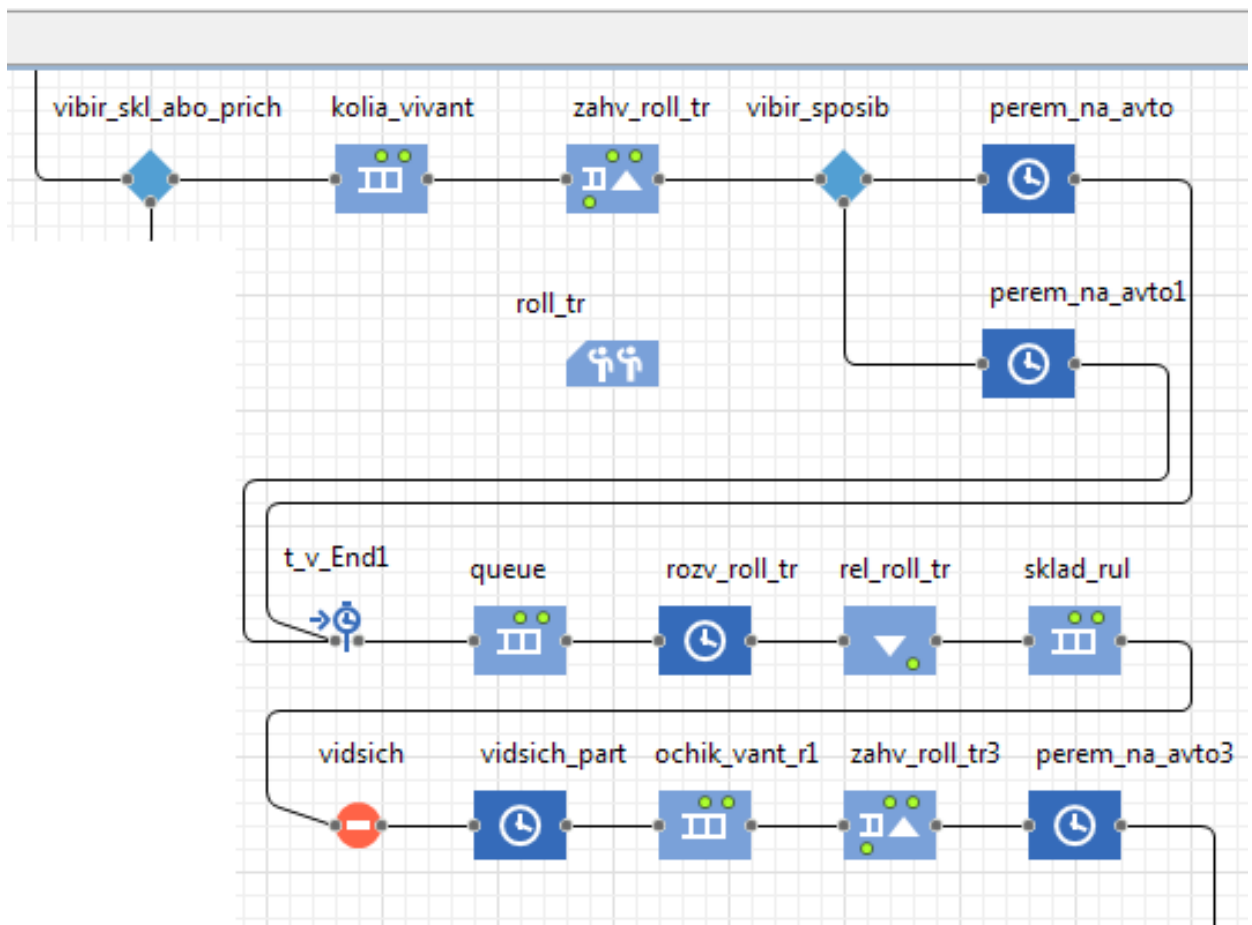


Рисунок 2.16 – Фрагмент моделі з імітації вивантаження рулонів прокату на склад Бруклін-Київа

Також ланцюг включає процеси відвантаження зі складу на судно, після його прибуття.

Процеси надходження суден описуються окремим ланцюгом, який показаний на рисунку 2.17.

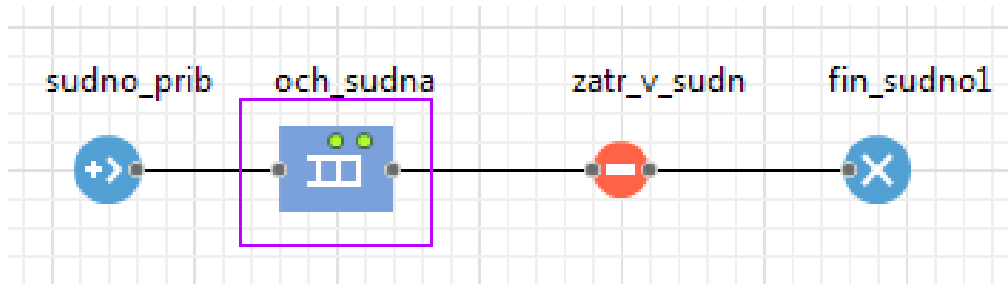


Рисунок 2.17 – Ланцюг опису процесів надходження суден

Елемент `vibir_skl_abo_prich` (рисунок 2.18) керує розгалуженням потоків замовлень, в залежності від наявності судна:

`och_sudna.size()==0,`

тобто функція `size()` вказує, чи є у черзі `och_sudna` заявка-судно.

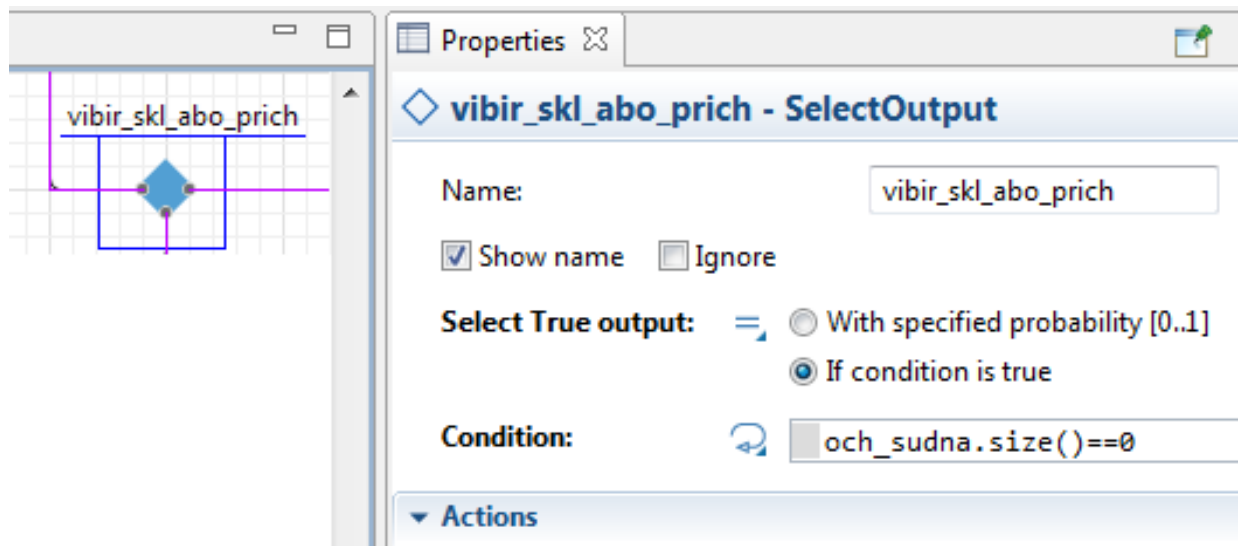


Рисунок 2.18 – Елемент `vibir_skl_abo_prich`

Якщо умова виконується (в черзі замовлення відсутні), заявки рухаються до елементу `kolia_vivant`, після нього до замовлень елементом `zahn_roll_tr` (рисунок 2.19) приєднується ресурс – тягач з ролл-трейлером.

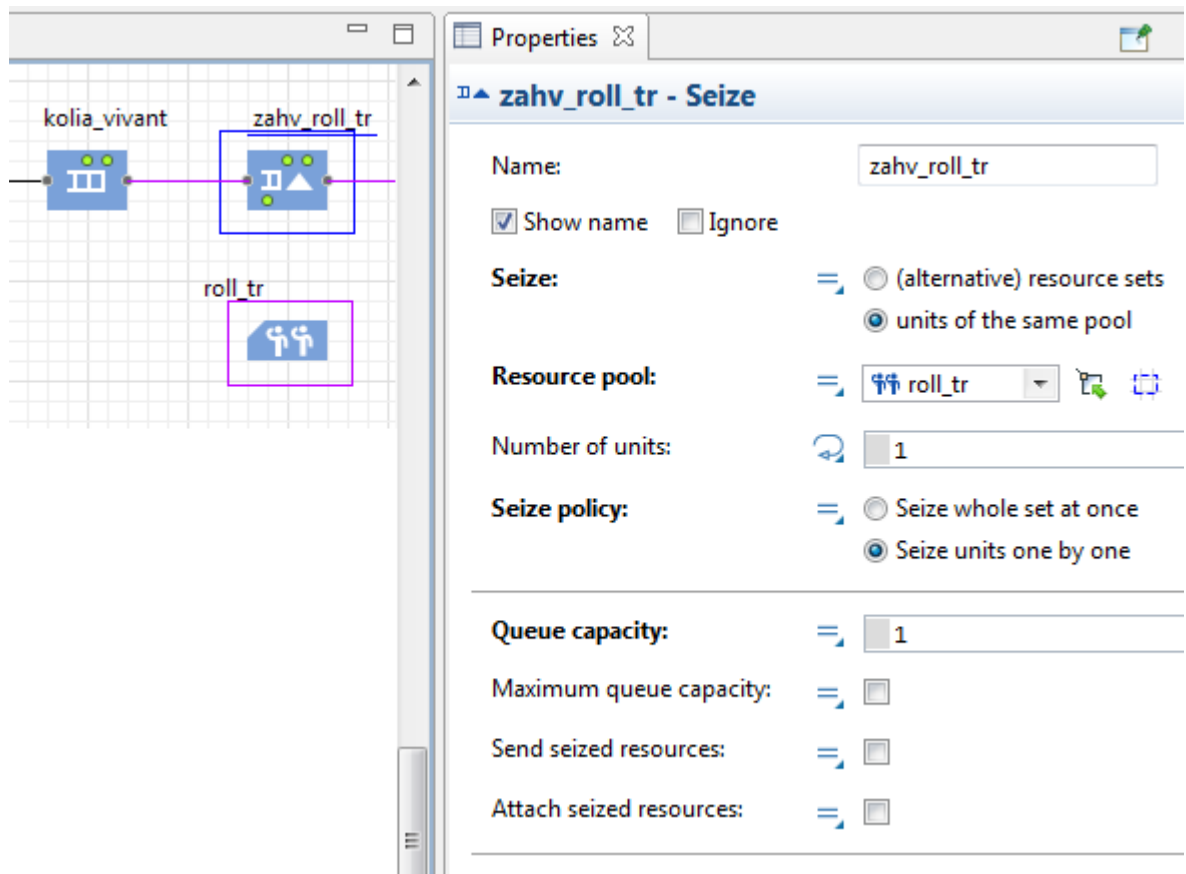


Рисунок 2.19 – Елемент приєднання ресурсу zahv\_roll\_tr

Цей елемент посилається на пул ресурсів roll\_tr статичного типу – рисунок 2.20.

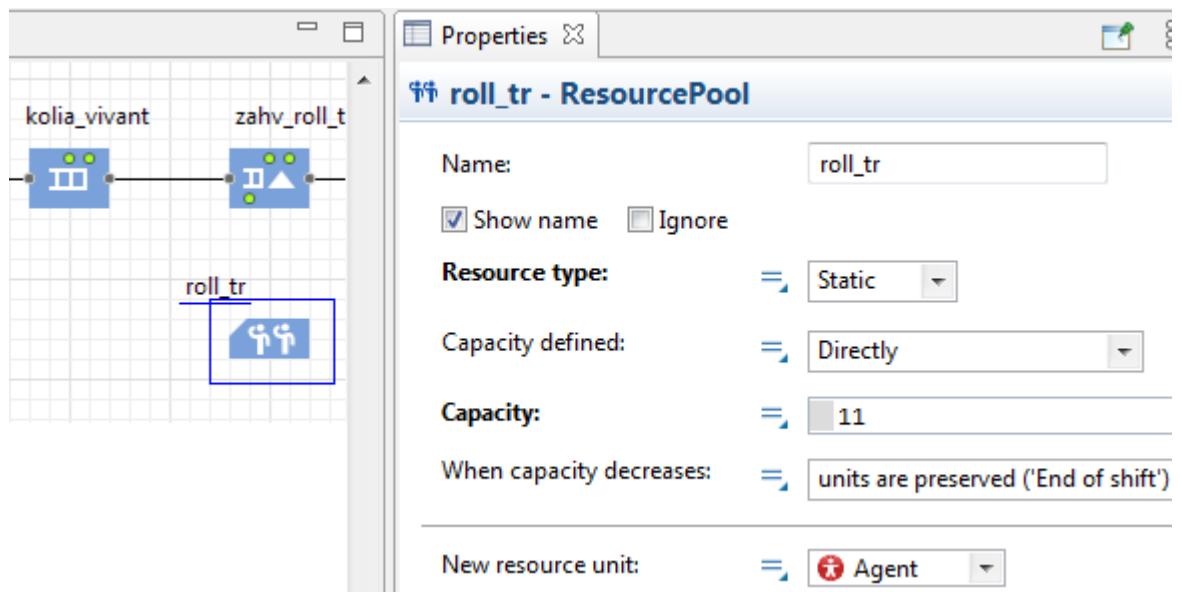


Рисунок 2.20 – Пул ресурсів roll\_tr

На наступній ділянці ланцюга (рисунок 2.21) обирається один з двох елементів затримки, що імітують перевантаження з вагону на ролл-трейлер. Тривалість часу при навантаженні рулонів, які були розміщені на підлозі вагону торцями, складає більше, ніж для тих, як розміщувались «на утворюючу».

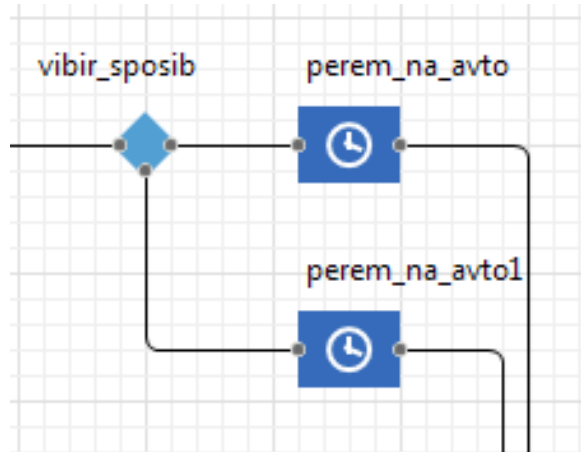


Рисунок 2.21 – Вибір одного з двох елементів затримки

Шляхи просування замовлень знову поєднуються в елементі `t_v_End1`, який фіксує тривалість проходження від початкового `t_v_Start`, що зазначено у параметрах на рисунку 2.22.

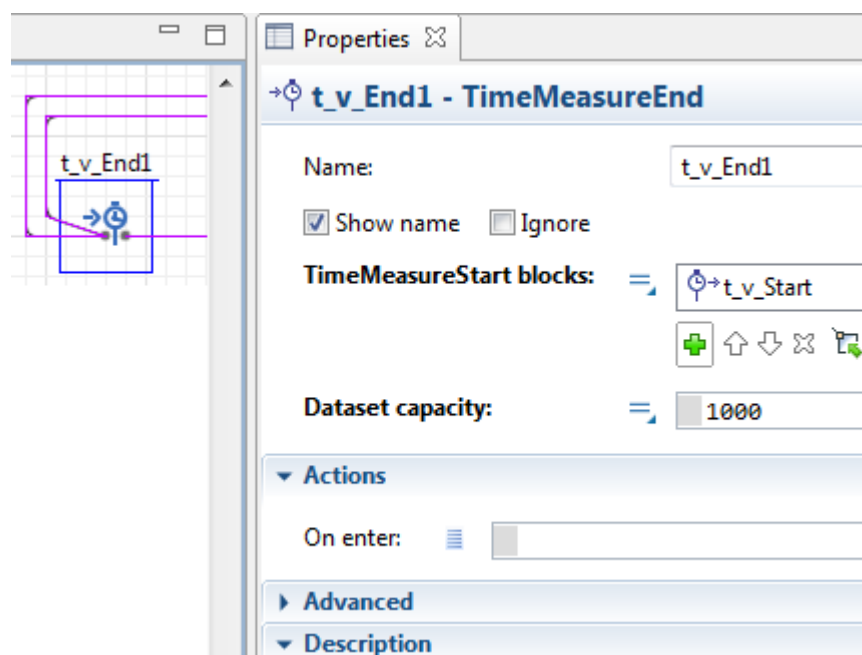


Рисунок 2.22 – Елемент `t_v_End1`

Надалі замовлення – ролл-трейлери з рулонами потрапляють до черги queue, звідти по одному затримуються елементом rozv\_roll\_tr, чим імітується процес доставки та вивантаження на відкритий склад металопродукції порту – рисунок 2.23.

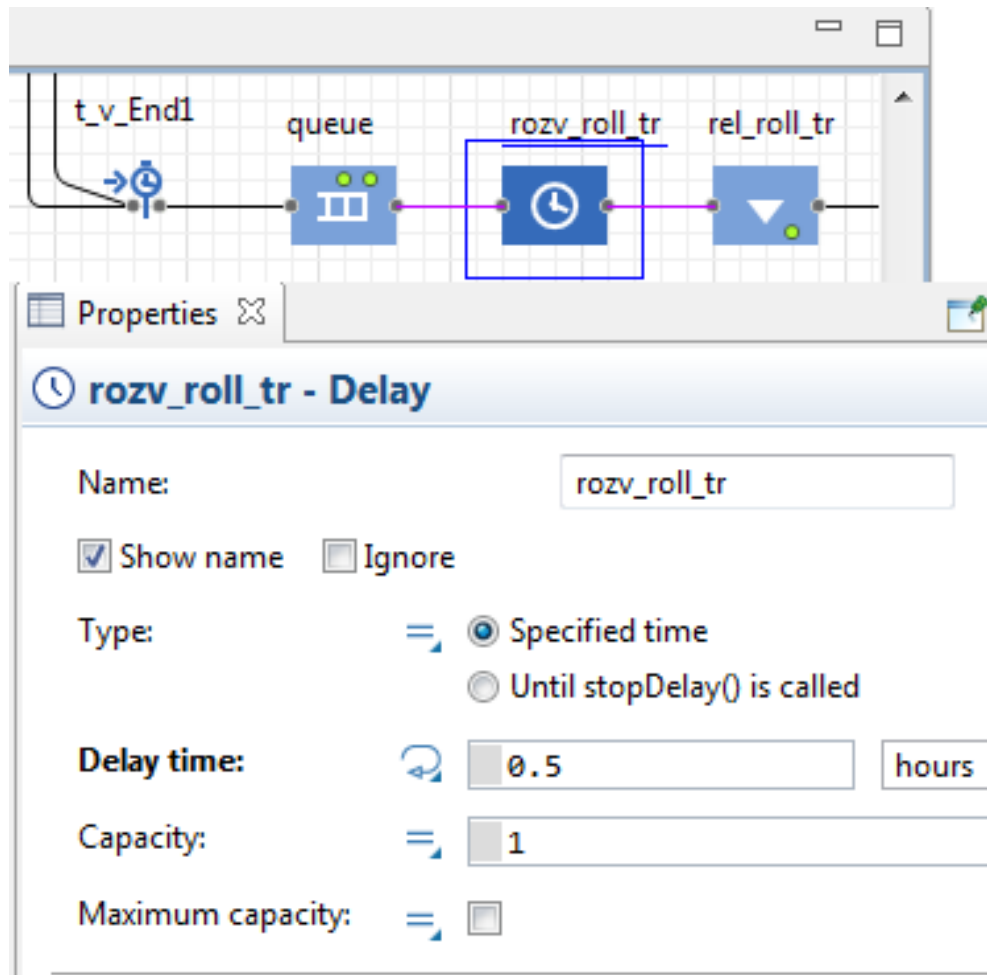


Рисунок 2.23 – Елемент rozv\_roll\_tr

Надалі елемент rel\_roll\_tr (рисунок 2.24) звільняє ресурс та його зможе захопити інше замовлення. В наявності на підприємстві лише нових 11 тягачів з ролл-трейлерами, саме ця кількість позначена у параметрах. Звісно, використовуватись буде набагато менше, це встановимо на стадії моделювання.

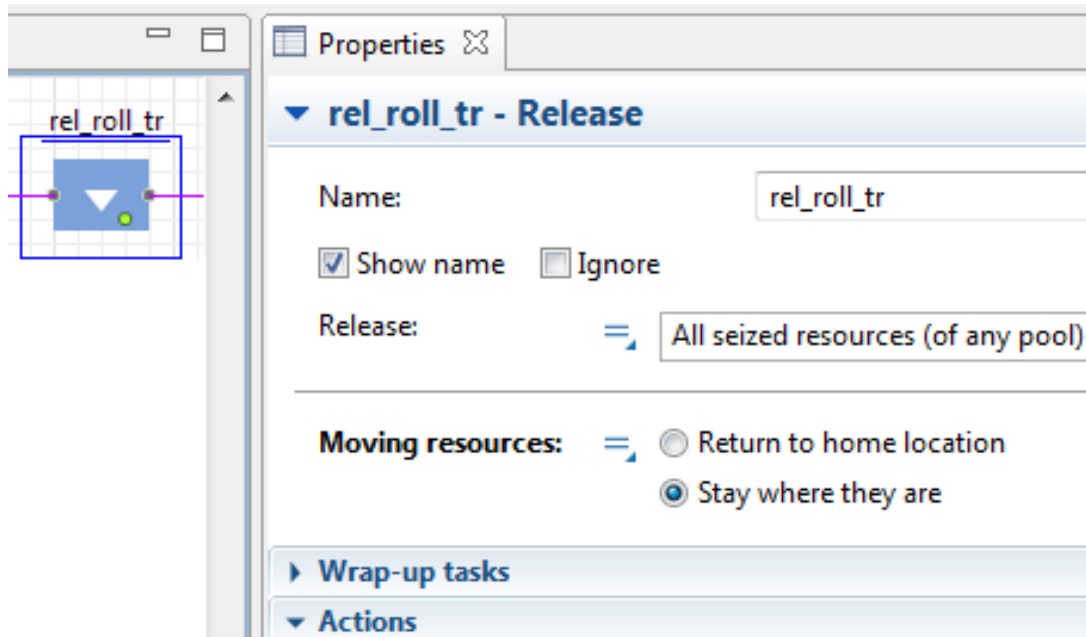


Рисунок 2.24 – Элемент rel\_roll\_tr

Наступний елемент sklad\_rul, черга – рисунок 2.25.

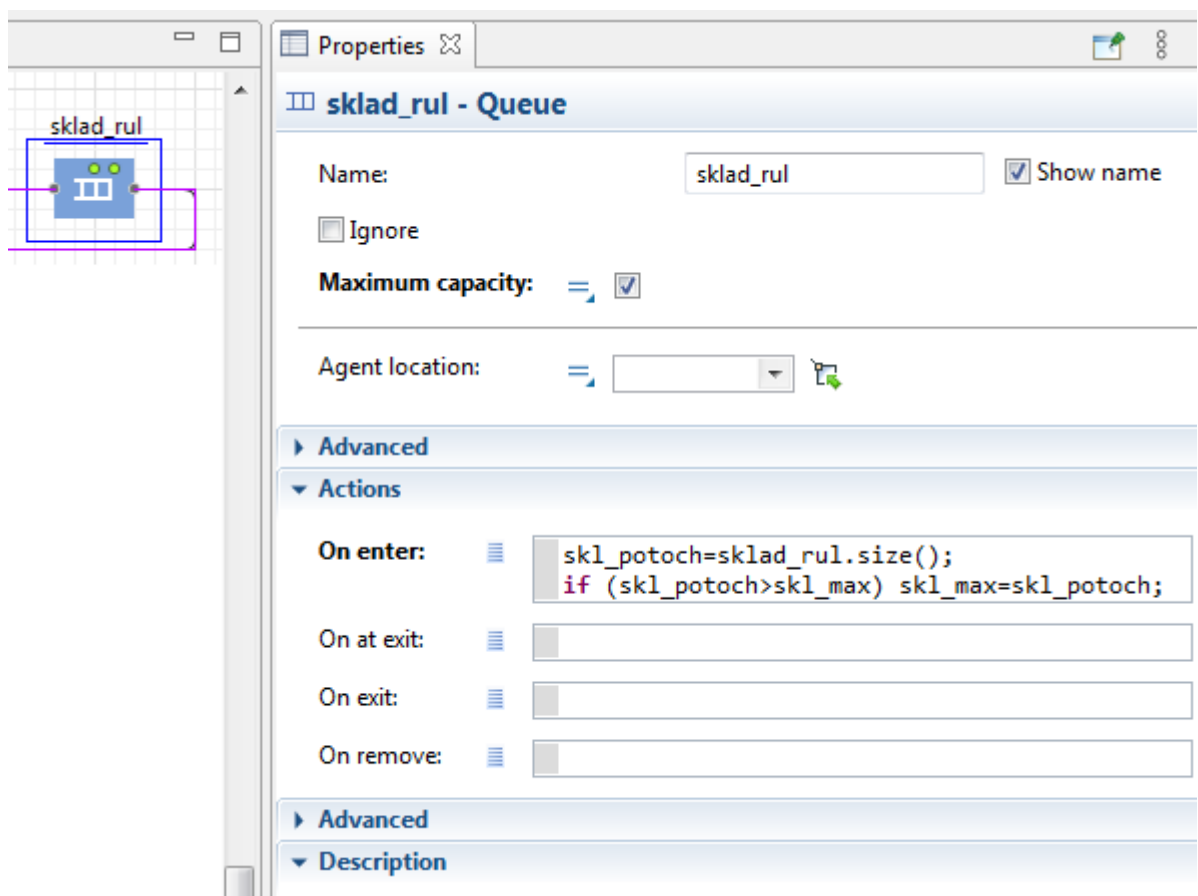


Рисунок 2.25 – Элемент sklad\_rul

Він містить код:

```
skl_potoch=sklad_rul.size();
if (skl_potoch>skl_max) skl_max=skl_potoch,;
```

завдяки якому розраховується поточне та максимальне значення кількості рулонів на складі.

Власне, черга і є імітацією території ділянки складу з рулонами, вона блокується елементом vidsich, показаним на рисунку 2.26.

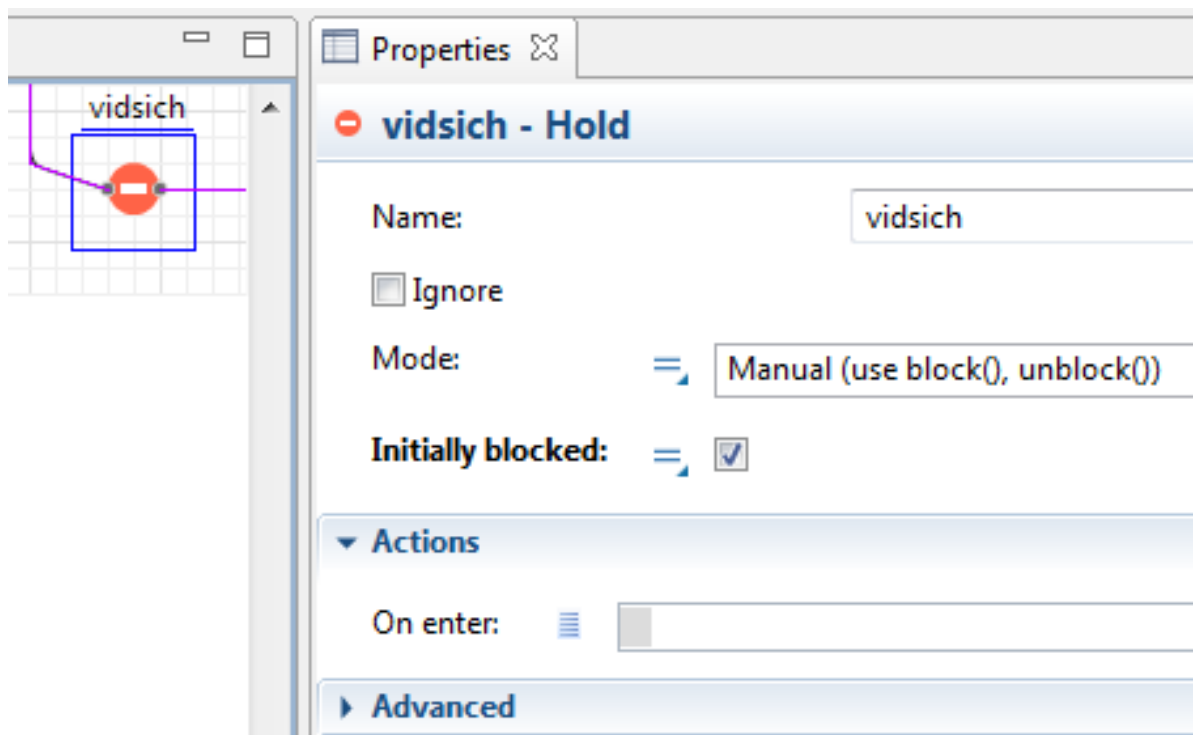


Рисунок 2.26 – Елемент vidsich

Розблокування відбувається у момент надходження судна, що фіксується у вже згаданому вище елементі och\_sudna – рисунок 2.27.

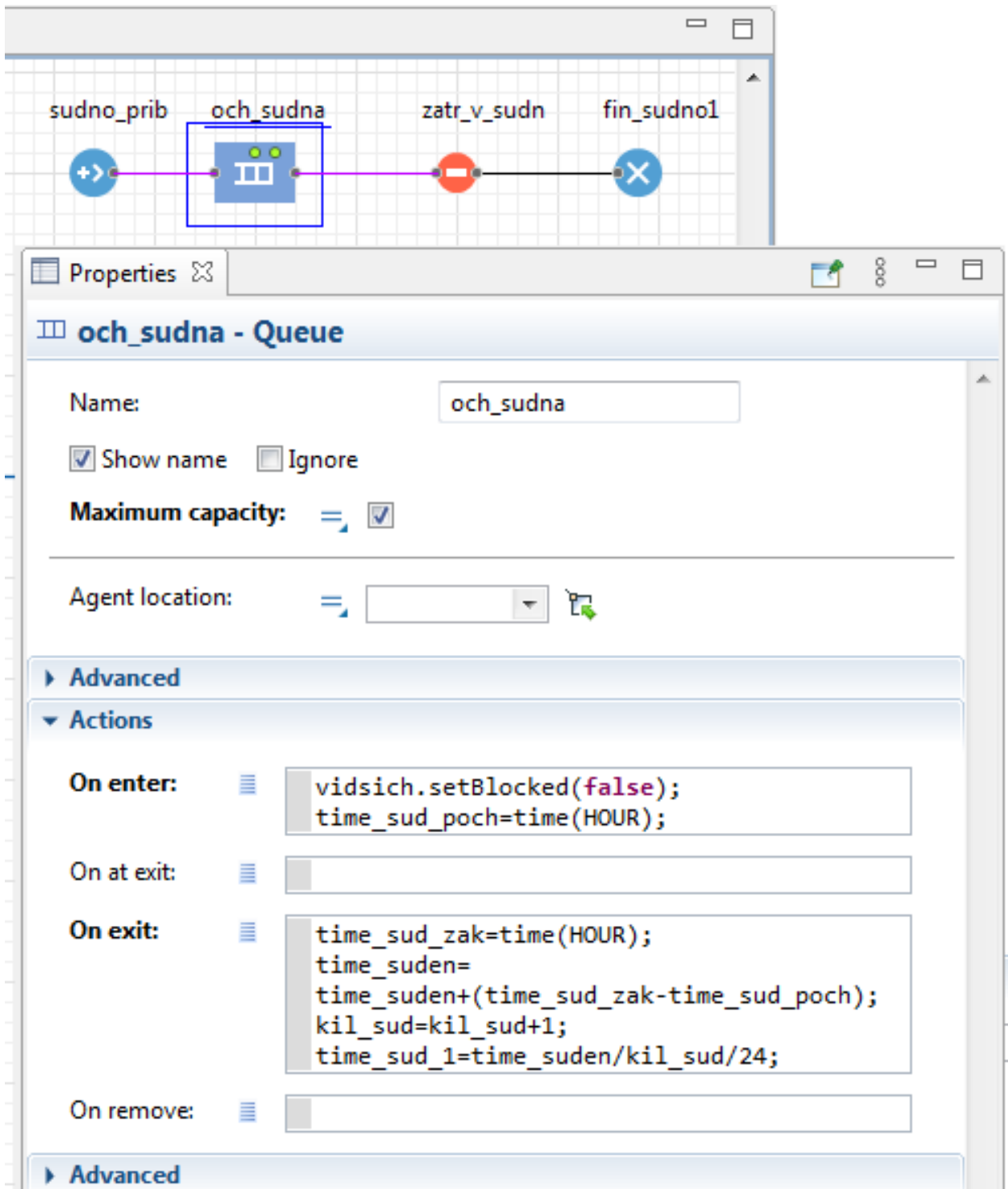


Рисунок 2.27 – Елемент och\_sudna

Даний елемент містить код на вході замовлення-судна:

```
vidsich.setBlocked(false);  
time_sud_poch=time(HOUR);,
```

який розблоковує vidsich – для початку відвантаження зі складу та фіксує час початку навантаження судна.

На виході замовлення виконується код:

```
time_sud_zak=time(HOUR);
time_suden=
time_suden+(time_sud_zak-time_sud_poch);
kil_sud=kil_sud+1;
time_sud_1=time_suden/kil_sud/24;,
```

розраховуючи показники тривалості обробки суден.

При виході зі складу замовлення-партії (обсяг приймається один вагон, який дорівнює обсягу ролл-трейлера) роз'єднуються між собою хвилинним інтервалом часу, що реалізовано елементом vidsich\_part – показано на рисунку 2.28.

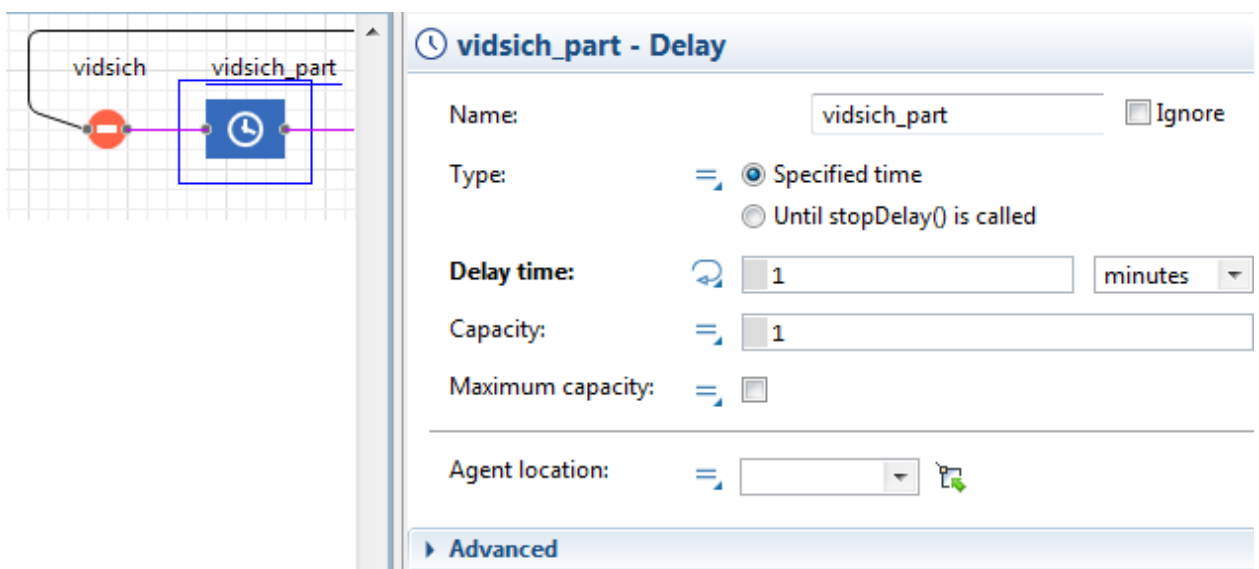


Рисунок 2.28 – Елемент vidsich\_part

В наступній за цим елементом черзі `ochik_vant_r1`, який показаний на рисунку 2.29, завдяки коду:

```
vag_u_rusi=vag_u_rusi+1;
if (sudn_max<vag_u_rusi*vagon_ser_t+vagon_ser_t)
vidsich.setBlocked(true);
```

визначається рівень заповнення судна, та, при досягненні максимального значення елемент `vidsich` блокується, тобто відвантаження зі складу рулонів припиняється.

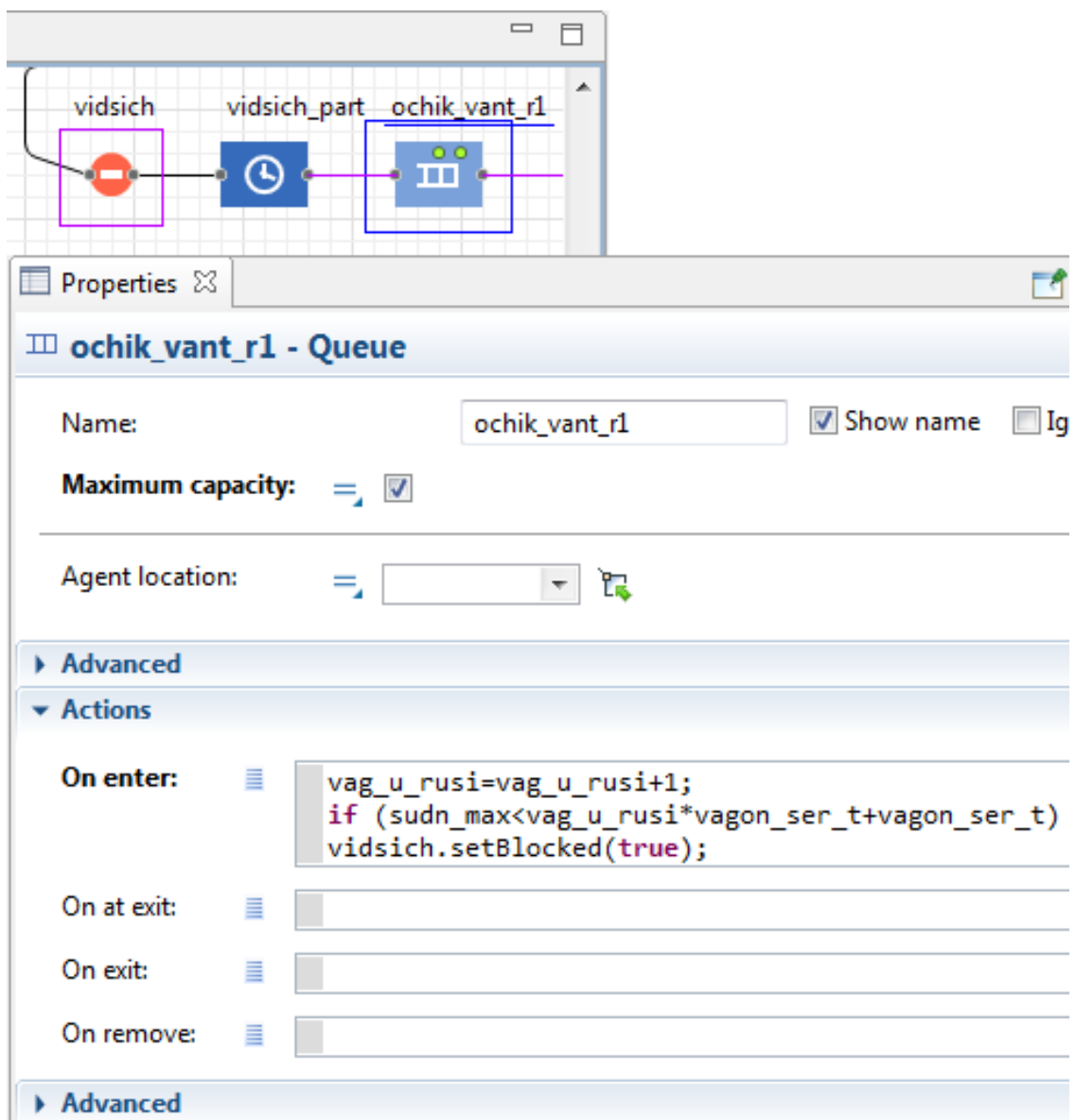


Рисунок 2.29 – Черга `ochik_vant_r1`

Далі захоплюється ролл-трейлер для навантаження – це реалізує елемент `zahv_roll_tr3` – рисунок 2.30.

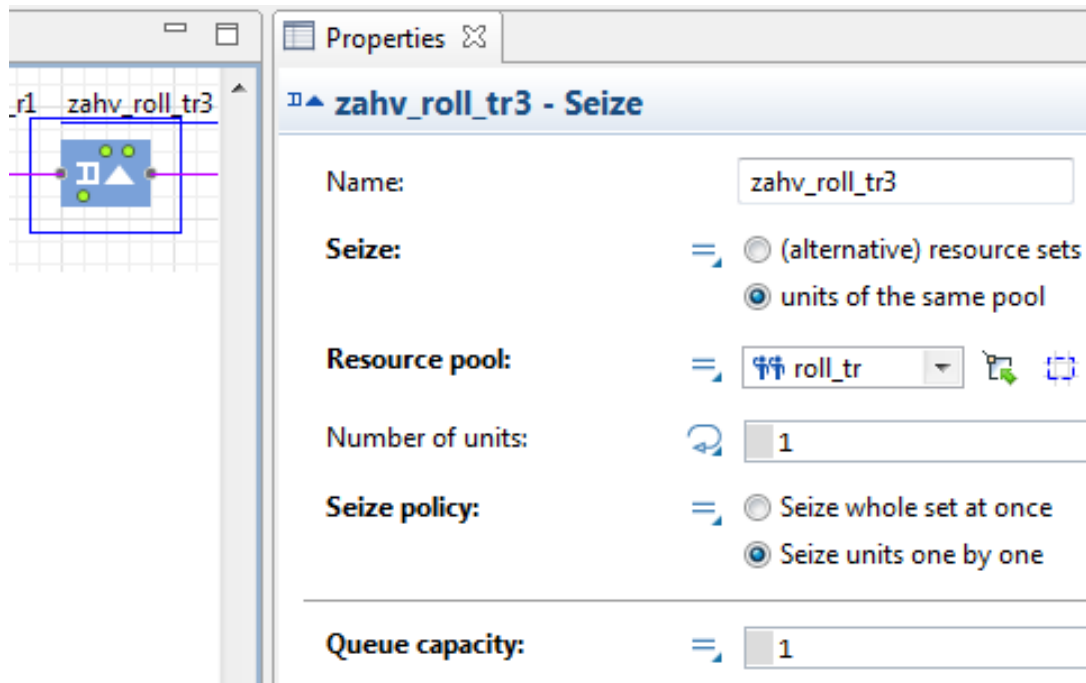


Рисунок 2.30 – Елемент `zahv_roll_tr3`

Виконується безпосередньо навантаження – імітується елементом `perem_na_avto3` – рисунок 2.31.

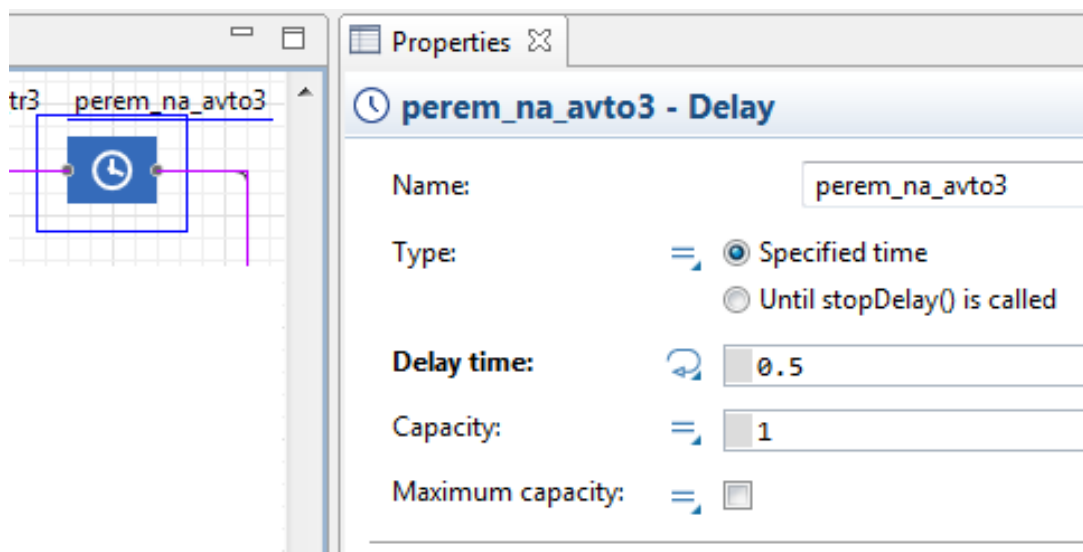


Рисунок 2.31 – Елемент `perem_na_avto3`

## 2.1.4 Розробка фрагменту моделі з імітації вантажних робіт в порту за прямим варіантом

На рисунку 2.32 показаний фрагменту моделі з імітації вантажних робіт в порту за прямим варіантом.

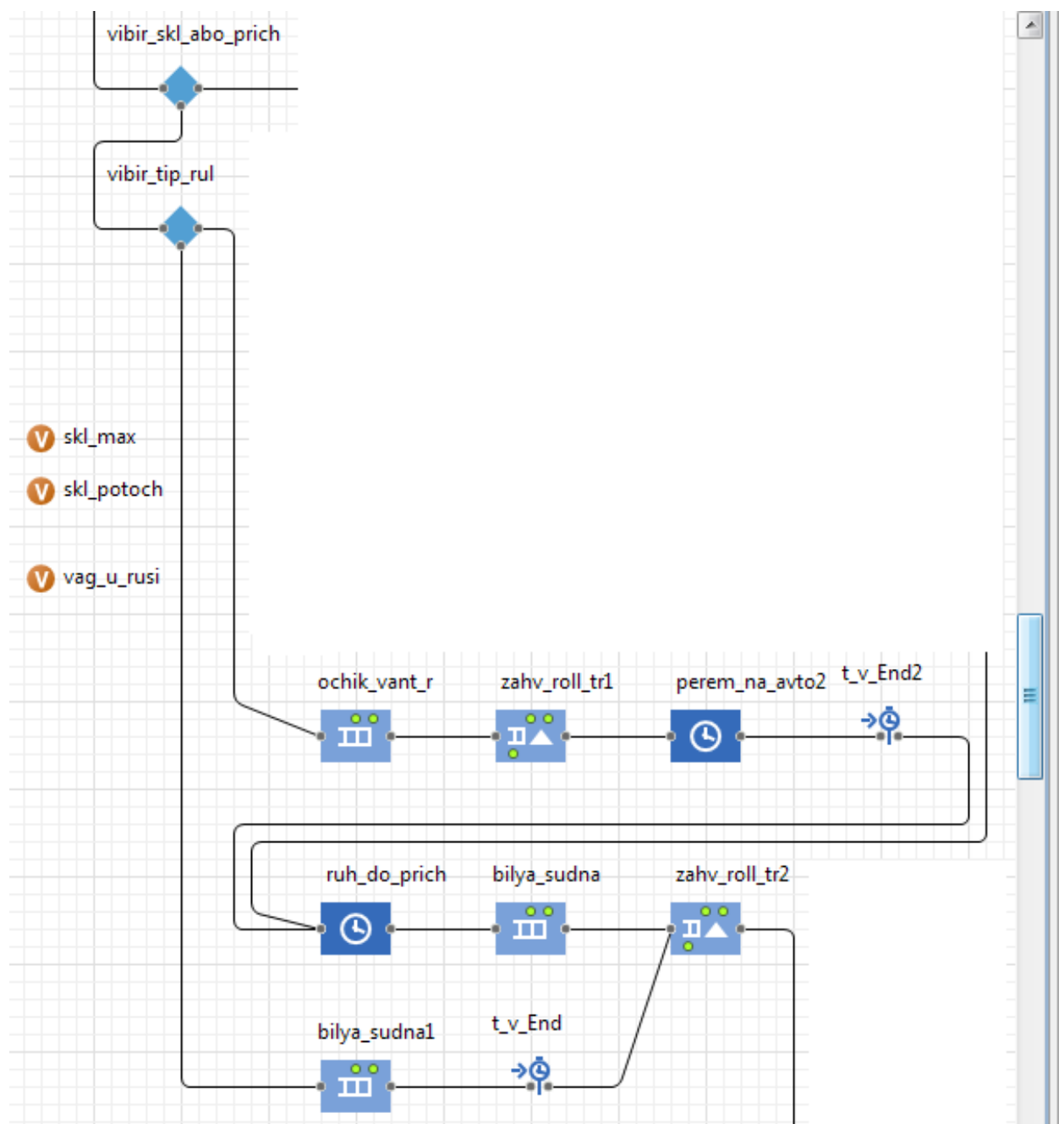


Рисунок 2.32 – Фрагмент моделі з імітації вантажних робіт в порту за прямим варіантом

Елемент `vibir_tip_rul` визначає ймовірність спрямування рулонів у вагонах до причалу порту (нижній вивід з елемента), або з перевантаженням на ролл-трейлер (правий боковий вивід) у випадку завантаження вагону рулонами у положенні «на торець».

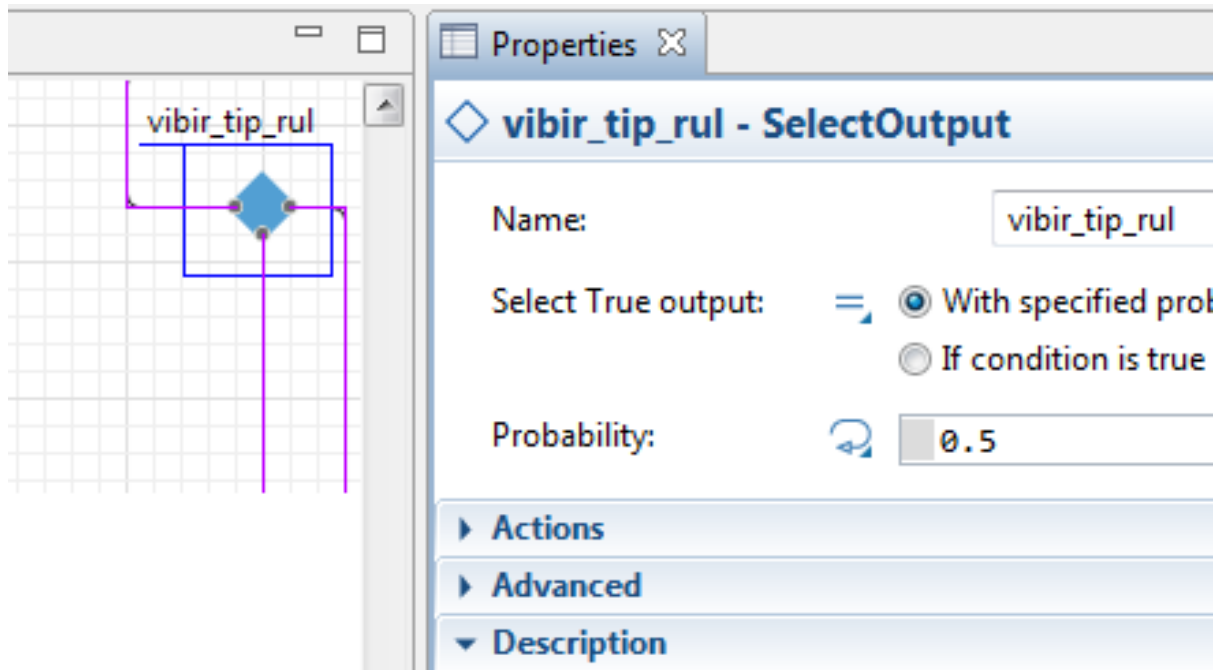


Рисунок 2.33 – Елемент `vibir_tip_rul`

У випадку необхідності перевантаження рулонів з вагону на ролл-трейлер замовлення надходять до черги `ochik_vant_r` (рисунок 2.34). На вході до цього елемента виконується код:

```
vag_u_rusi=vag_u_rusi+1;
```

завдяки якому збільшується значення змінної потоку рулонів до судна, що необхідно для своєчасної зупинки виходу рулонів зі складу.

Надалі замовлення захоплюють ресурс (ролл-трейлер), що забезпечує елемент `zahv_roll_tr1` – рисунок 2.35.

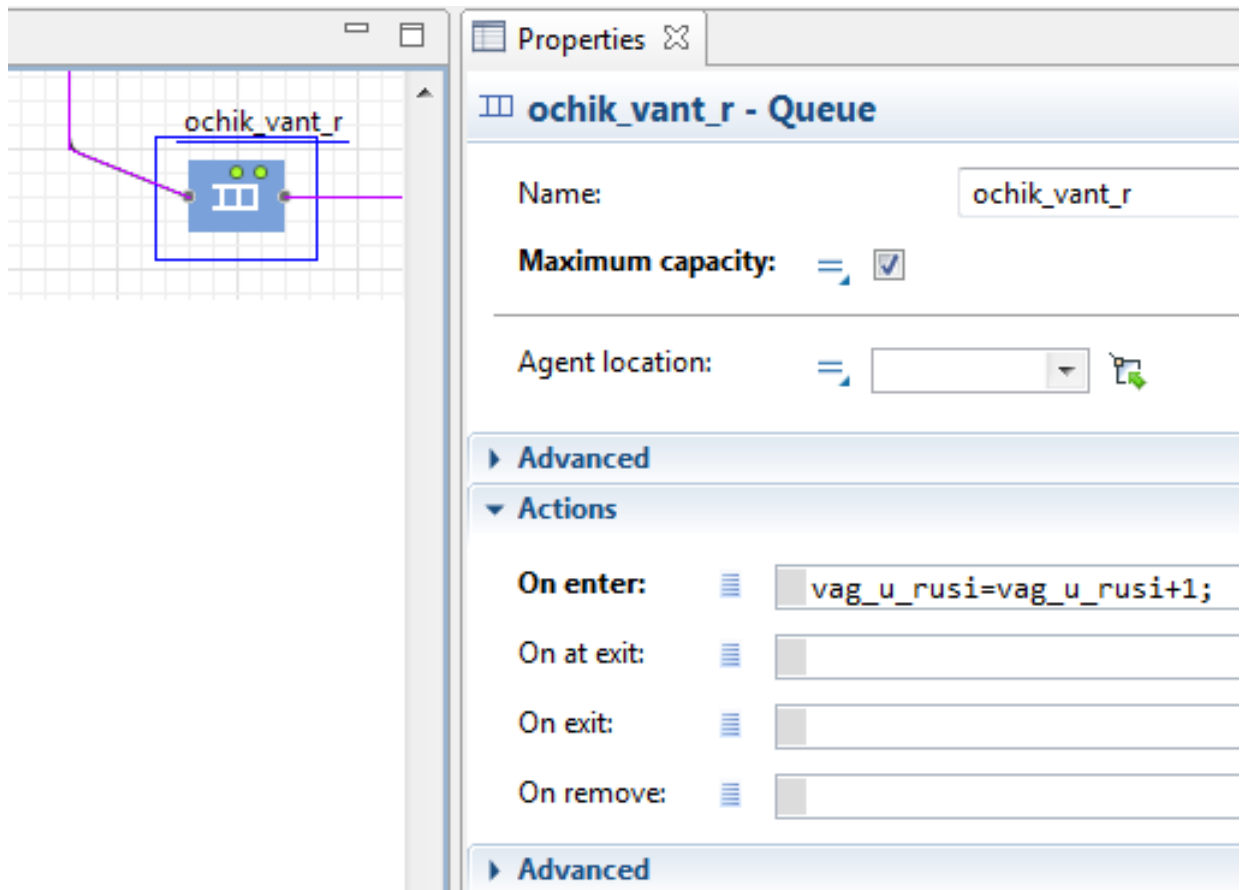


Рисунок 2.34 – Черга ochik\_vant\_r

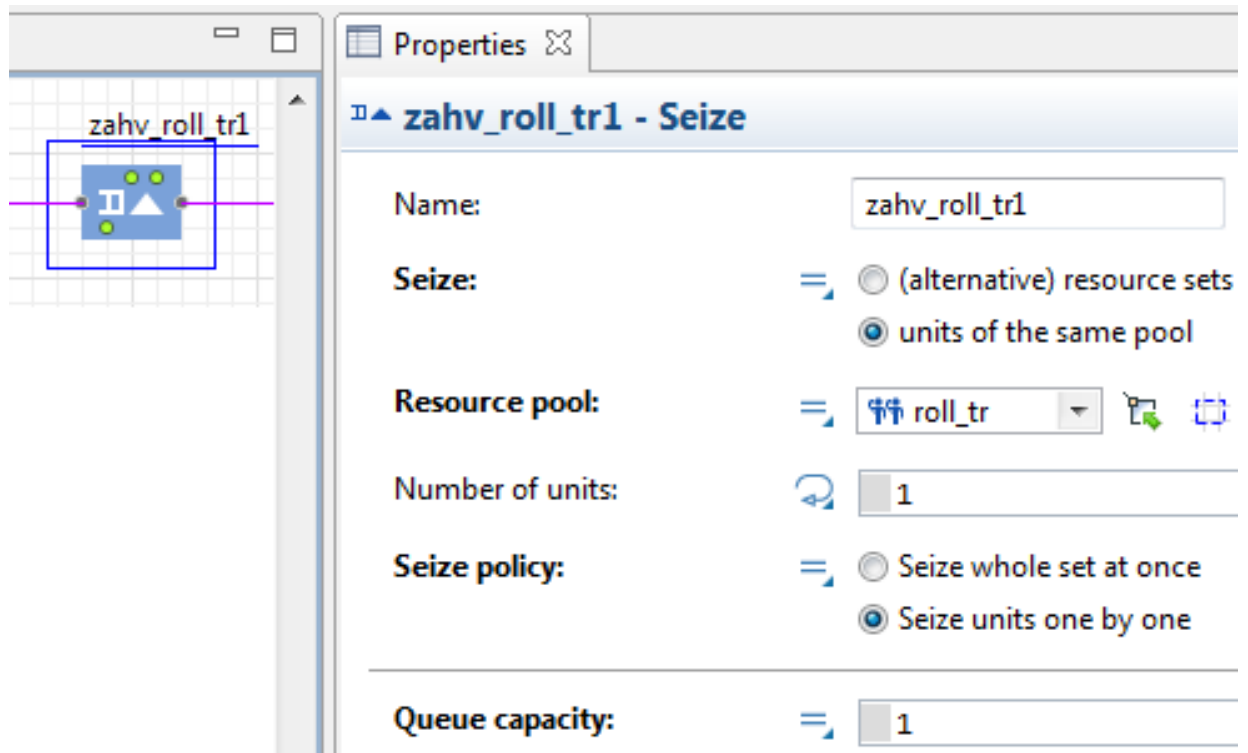


Рисунок 2.35 – Элемент zahv\_roll\_tr1

Елемент `perem_na_avto2`, показаний на рисунку 2.36, імітує навантаження ролл-трейлера.

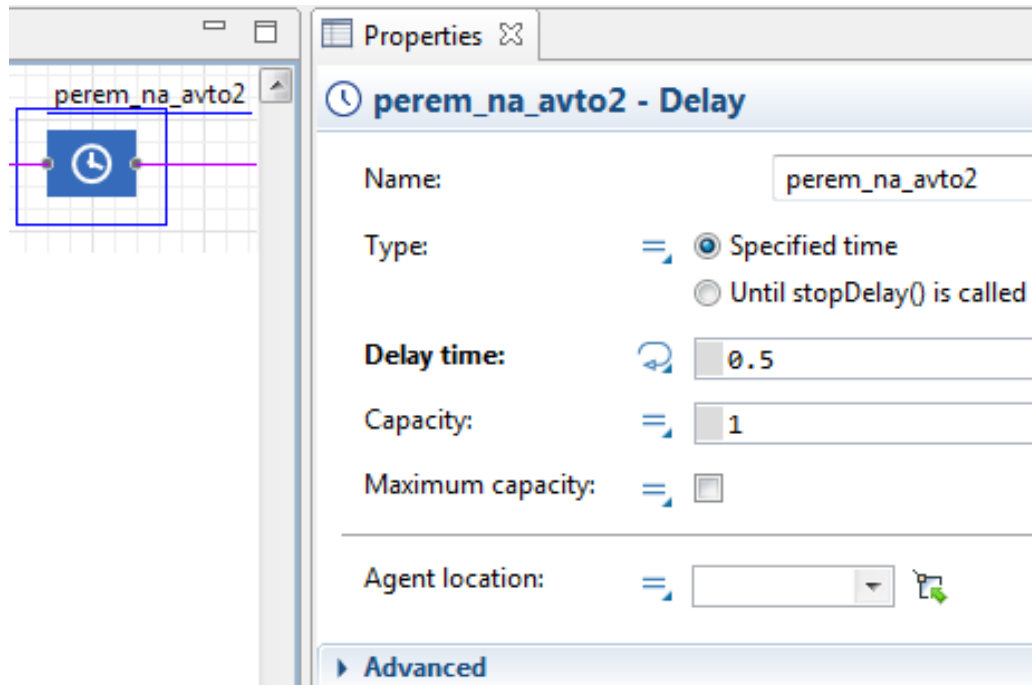


Рисунок 2.36 – Елемент `perem_na_avto2`

Після цієї операції вагон вважається вільним, що фіксує елемент `t_v_End2` (рисунок 2.37) для накопичення інформації щодо часу користування вагонами.

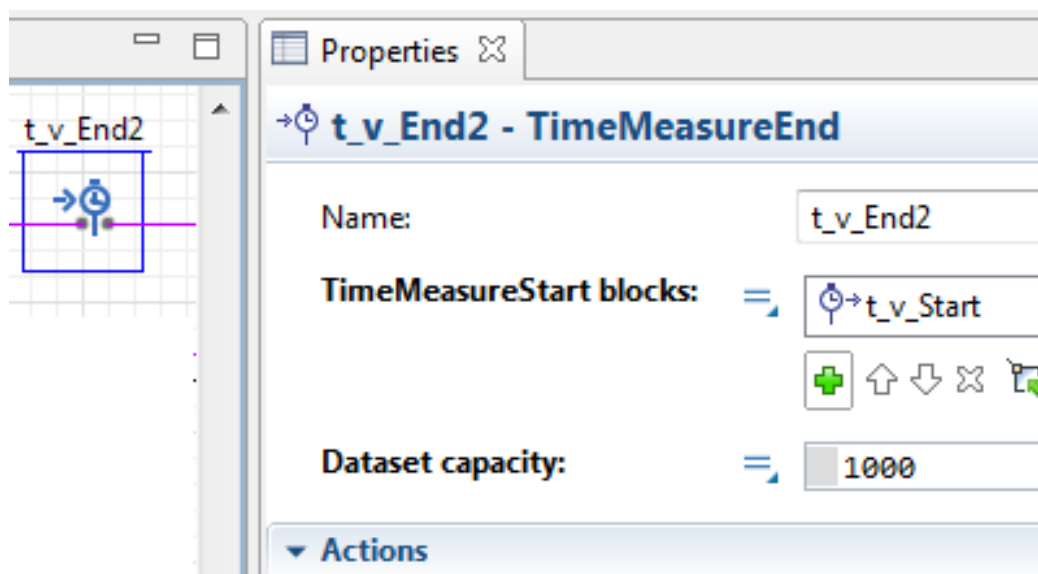


Рисунок 2.37 – Елемент `t_v_End2`

Потік замовлень зливається з потоком вантажу зі складу – елемент ruh\_do\_prich (рисунок 2.38), що здійснює затримку, яка імітує рух ролл-трейлерів до причальної лінії; далі замовлення з ресурсами переходять до черги bilya\_sudna (рисунок 2.39).

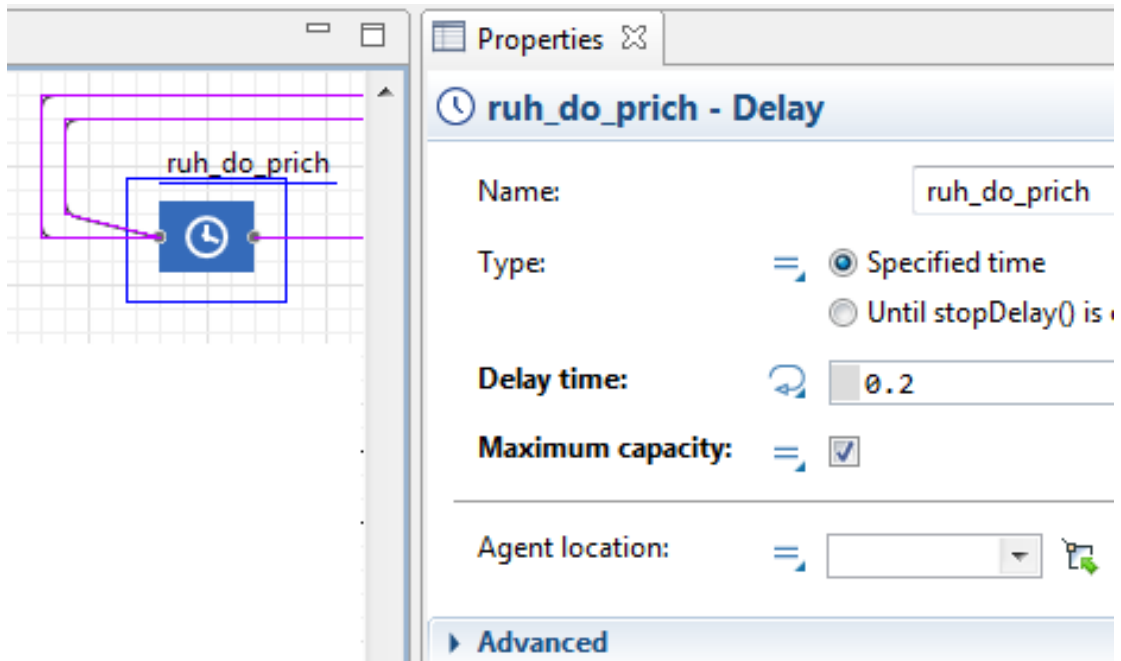


Рисунок 2.38 – Елемент ruh\_do\_prich

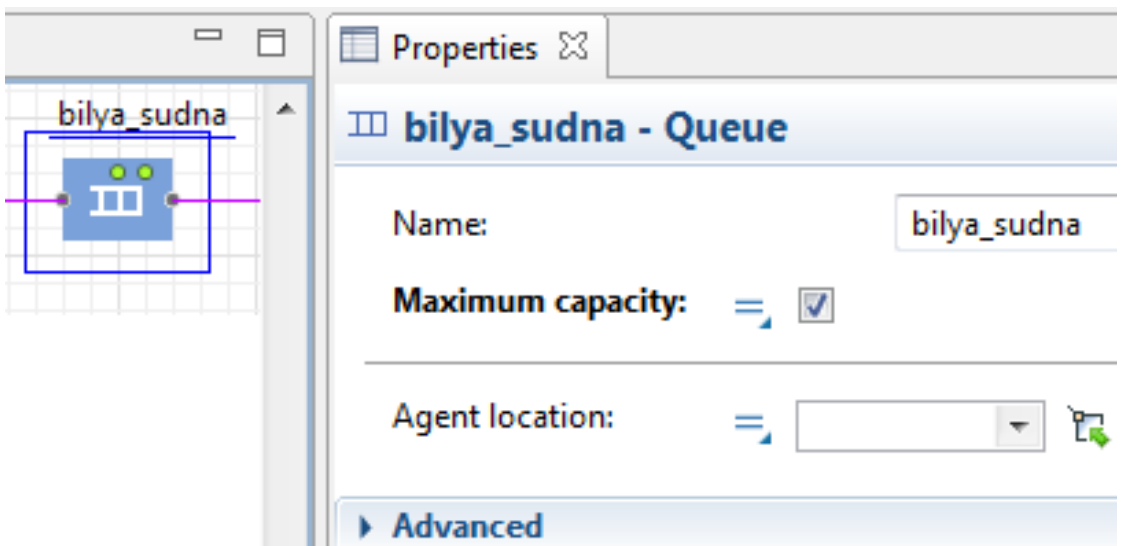


Рисунок 2.39 – Черга bilya\_sudna

До аналогічної черги `bilya_sudna1` паралельно без перевантаження надходять замовлення-вагони за прямим варіантом – рисунок 2.40.

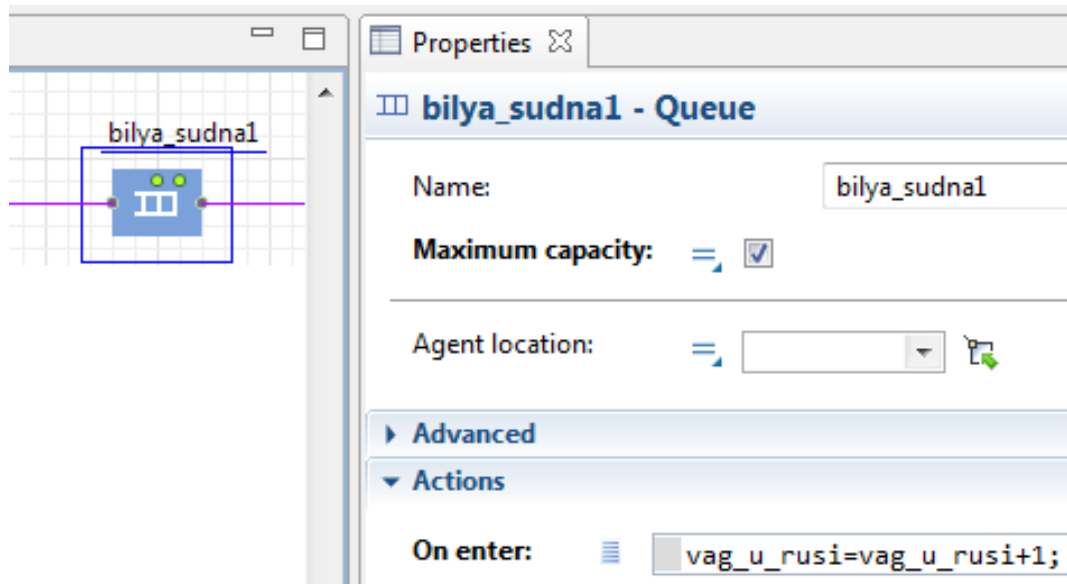


Рисунок 2.40 – Черги `bilya_sudna1`

Збільшується значення змінної `vag_u_rusi`:

```
vag_u_rusi=vag_u_rusi+1;
```

та фіксується час елементом `t_v_End` – рисунок 2.41.

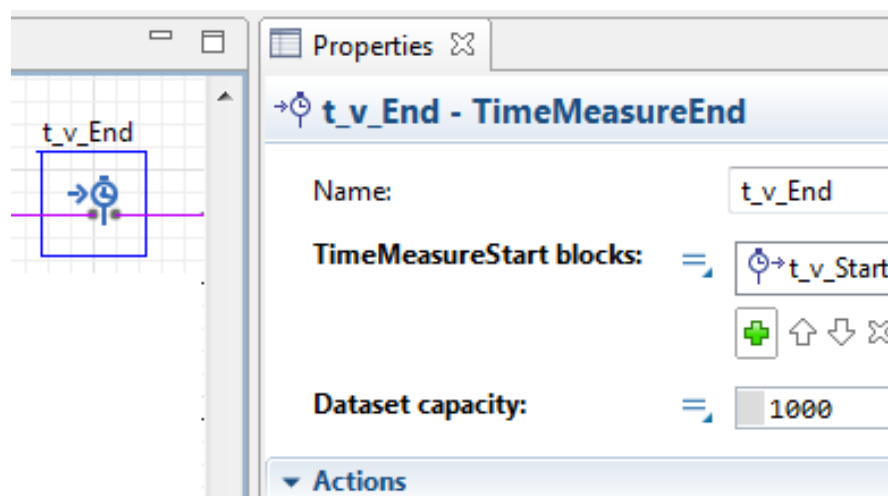


Рисунок 2.41 – Елемент `t_v_End`

Обидва потоки вантажу потребують приєднання елементом `zahv_roll_tr2` (рисунок 2.42) до замовлень ресурсу – порталних кранів у кількості – 2 одиниці (рисунок 2.43 – елемент `kran_pr`).

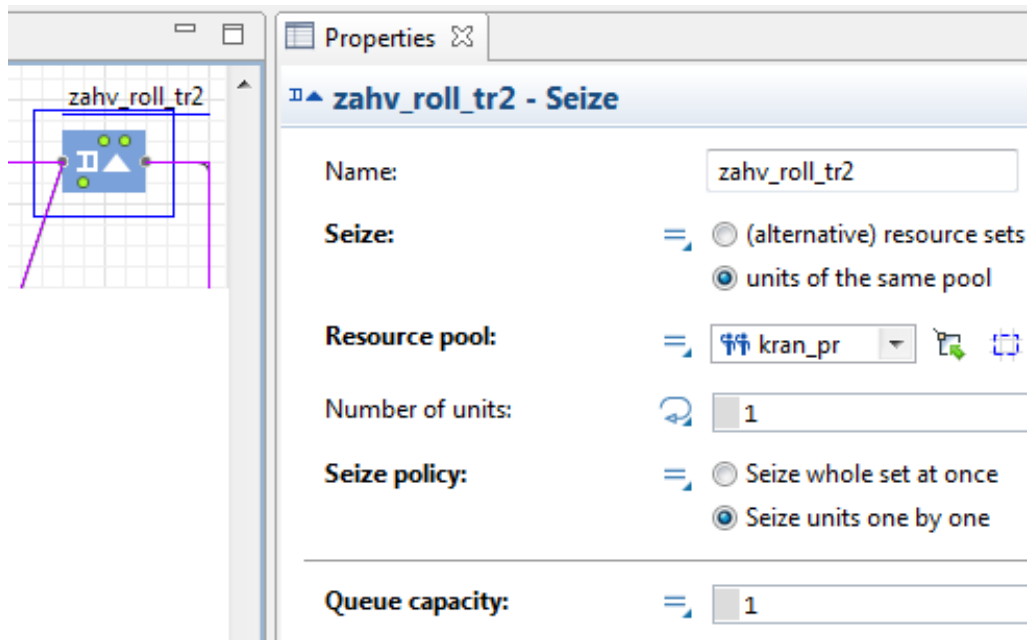


Рисунок 2.42 – Елемент `zahv_roll_tr2`

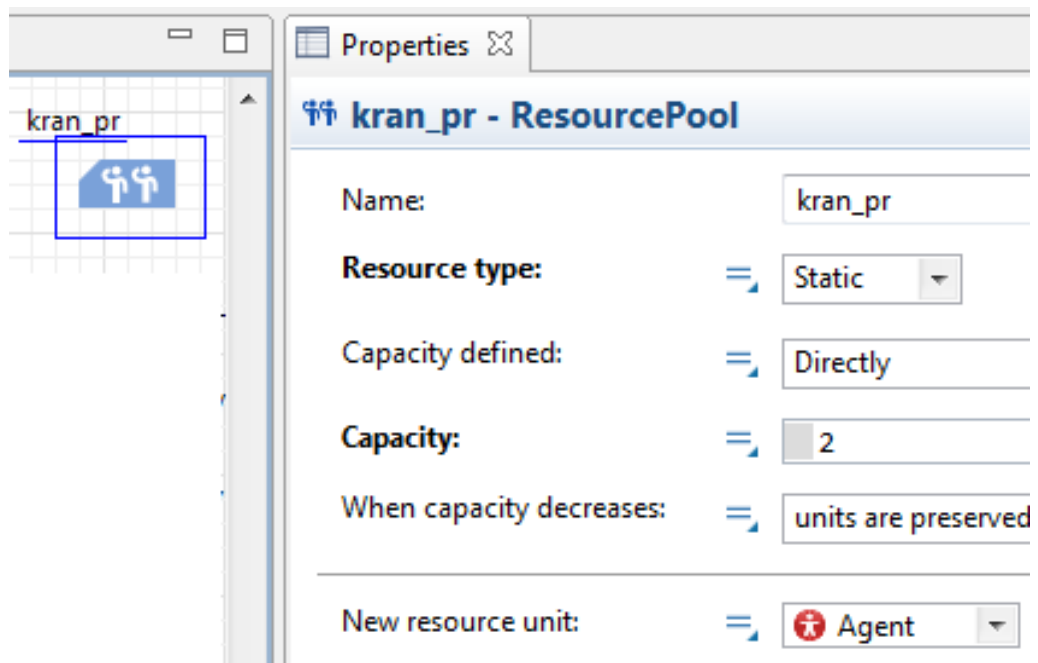


Рисунок 2.43 – Елемент `kran_pr`

Елементом `vant_sudno` імітується перевантаження рулонів на судно – рисунок 2.44.

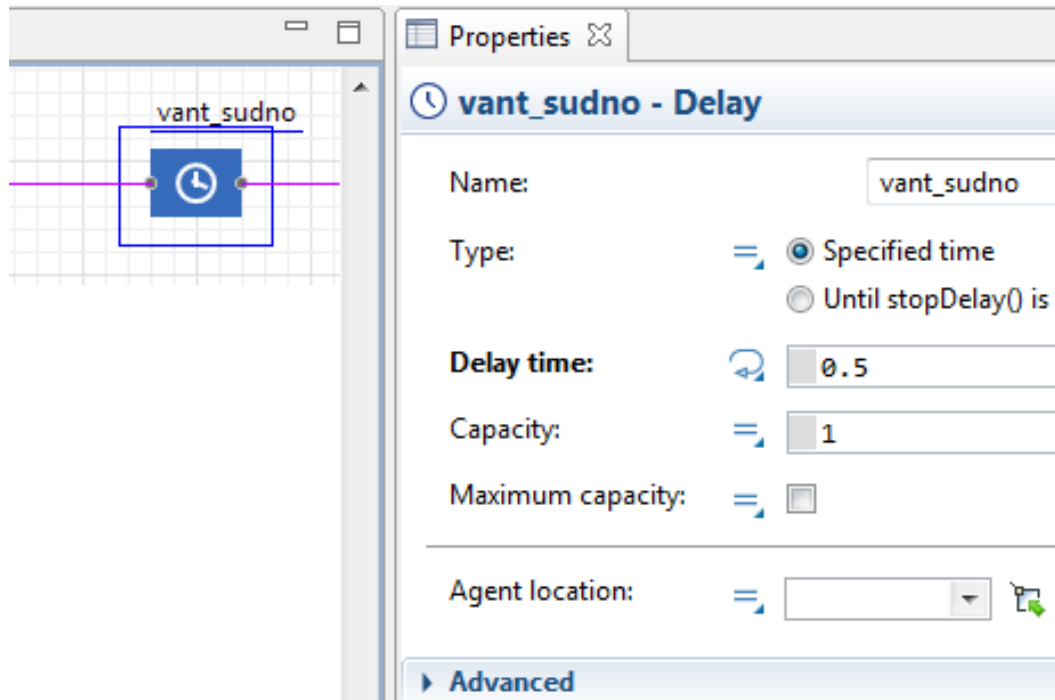


Рисунок 2.44 – Елемент `vant_sudno`

Елемент `rel_roll_kran` надалі звільняє ресурси – крани та ролл-трейлери (у випадку надходження замовлень з цими ресурсами) – рисунок 2.45.

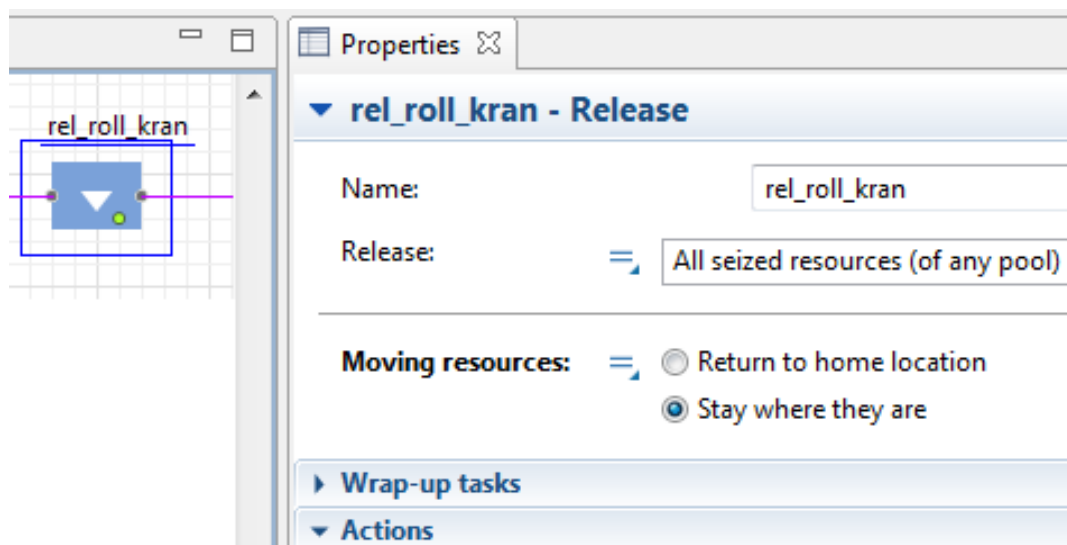


Рисунок 2.45 – Елемент `rel_roll_kran`

Замовлення закінчують свій шлях в елементі `fin_sudno` – рисунок 2.46.

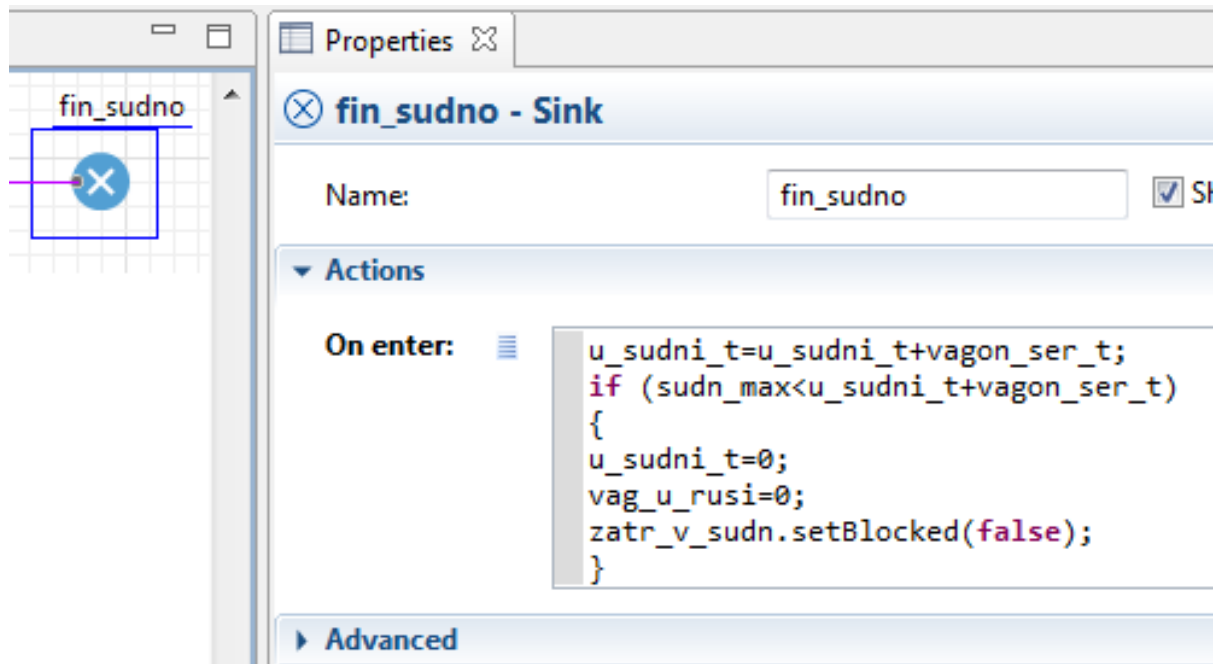
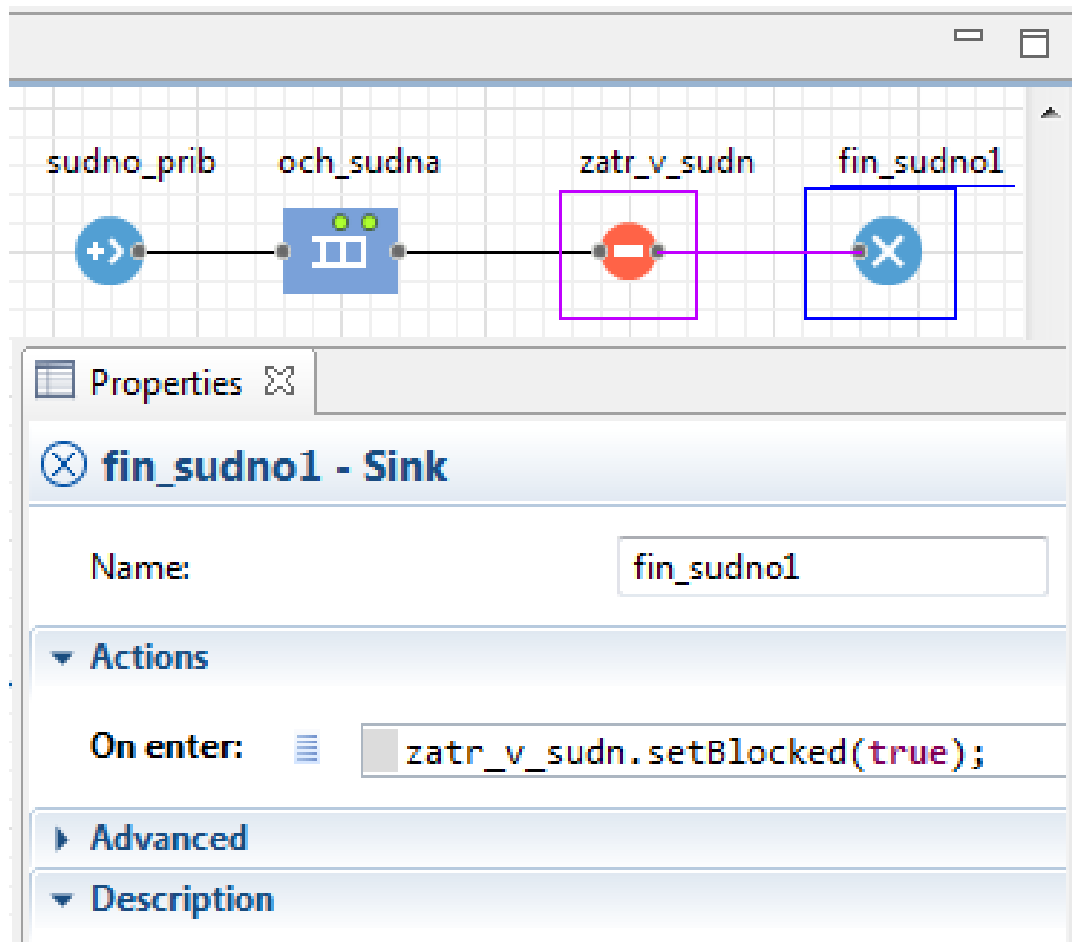


Рисунок 2.46 – Елемент `fin_sudno`

Передбачений в ньому код

```
u_sudni_t=u_sudni_t+vagon_ser_t;
if (sudn_max<u_sudni_t+vagon_ser_t)
{
u_sudni_t=0;
vag_u_rusi=0;
zatr_v_sudn.setBlocked(false);
}
```

розблокує рух затриманого раніше замовлення-судна у іншому ланцюгу до елемента знищення `fin_sudno1` – рисунок 2.47.

Рисунок 2.47 - Елемент `fin_sudno1`

Після цього наступне замовлення-судно знову буде зупинене:

```
zatr_v_sudn.setBlocked(true);
```

елементом `zatr_v_sudn`.

Програма імітації процесів доставки рулонів BrooklynKyiv має наступний загальний вигляд –рисунок 2.48.

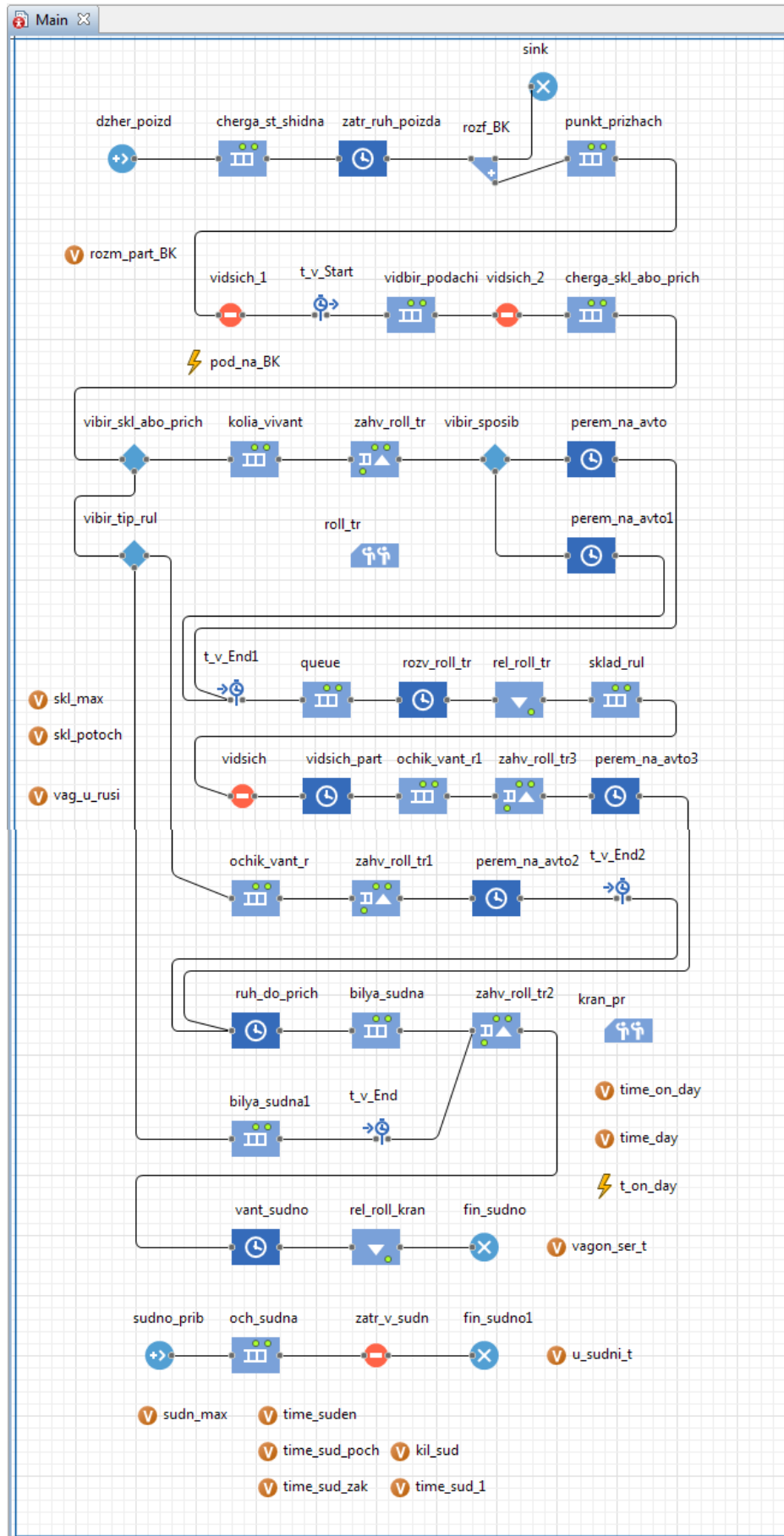


Рисунок 2.48 – Програма BrooklynKyiv

## 2.2 Експерименти на моделі BrooklynKyiv

На моделі виконаємо два експерименти:

- перший – за існуючим варіантом відвантаження партій вантажу, розмір яких має випадковий характер (на рисунку 2.49 позначено червоним кольором);
- другий – за проектним варіантом, коли передбачається відвантаження партій фіксованого розміру – по 12 вагонів (на рисунку 2.49 позначено синім кольором).

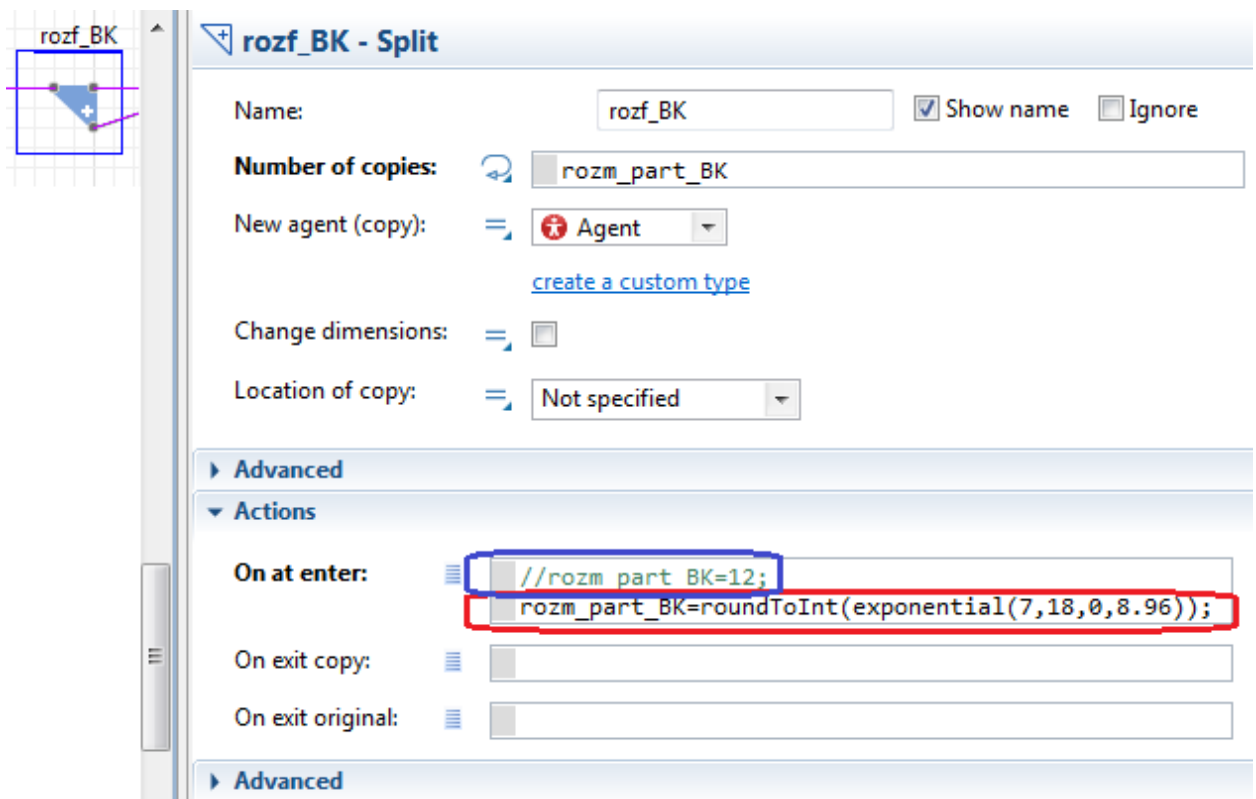


Рисунок 2.49 – Вибір варіанту роботи в елементі rozm\_part\_BK

### 2.3 Результати експериментів на моделі BrooklynKyiv

За результатами експериментів були отримані наступні результати, представлені у таблиці 2.1 (період роботи – один місяць).

Таблиця 2.1 – Результати роботи моделі BrooklynKyiv

Показник	Існуючий варіант	Проектний варіант
Кількість відправлених вагонів	601	612
Кількість завантажених суден	5	5
Час простою суден, діб	14	14
Час простою вагонів, ваг.-год.	2545	2154
Потрібний обсяг складу, у вагонних партіях вантажу	50	40
Час використання ролл-трейлерів	1283	1207
Час роботи кранів	566	562

Показники обслуговування суден за обома варіантами є однаковими, відхилення у часі роботи кранів є настільки незначним, що його можна вважати наслідком похибки роботи імітаційної моделі.

Крім того, проектом передбачається використовувати кантувач для рулонів, що дозволить скоротити час використання навантажувачів на 153 години на місяць (по 0,5 години на 50% оброблених вагонів, тобто частку, де рулони завантажувались на торець).

За підсумками визначимо річні технічні показники, значення яких суттєво змінилися у порівнянні існуючого варіанту з проектним.

Отримуємо таблицю 2.2.

Таблиця 2.2 – Показники роботи Бруклін-Київ за рік

Показник	Існуючий варіант	Проектний варіант	Відхилення, (1)-(2)
Час простою вагонів, ваг.-год.	30540	25848	4692
Потрібний обсяг складу, у вагонних партіях вантажу	50	40	10
Час використання ролл- трейлерів, год.	15396	14484	912
Час роботи навантажувачів на кантуванні рулонів, год.	1836	0	1836

Перейдемо до визначення економічних показників роботи Бруклін-Київ за рік.

### 3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

В магістерській роботі розглядаються процеси доставки металопрокату у рулонах ПАТ «Запоріжсталь» до Одеського морського порту – стивідорної компанії Бруклін-Київ, яка там функціонує.

Розроблено імітаційну модель BrooklynKyiv, яка імітує роботу з доставки рулонів з урахуванням:

- існуючого випадкового характеру розміру партії відправки з комбінату «Запоріжсталь»;
- випадкового характеру тривалості руху партій вагонів до Одеського морського порту;
- можливості використання прямого варіанту перевалки із залізничного на морський транспорт;
- необхідності перевантаження рулонів, завантажених у вагони у положенні «на торець», із попереднім кантуванням, на ролл-трейлери та доставкою їх на причал автотягачами. Для операції кантування задіюється окремий навантажувач.

Для удосконалення транспортних технологій передбачається проаналізувати роботу моделі у разі формування не випадкових, а фіксованих однакових партій вагонів, які відправляються до порту. Також пропонується придбати кантувач для рулонів (рисунок 3.1) з такими характеристиками [11]:

- вантажопідйомність до 40 т;
- розміри платформи 2 x 2 м;
- вартість 420 000 грн.

Завдяки цьому вивільниться один автонавантажувач.



Рисунок 3.1 – Кантувач рулонів Diason

### **3.1 Вихідні дані для розрахунків показників доставки прокату до компанії Бруклін-Київ**

Вихідні дані для розрахунків показників доставки прокату до компанії Бруклін-Київ за результатами імітаційного моделювання представлені у таблиці 3.1.

Наведені лише ті показники, які відрізняються за проектом від існуючого варіанту.

Таблиця 3.1 – Вихідні дані для розрахунків показників доставки прокату до компанії Бруклін-Київ

№ з/п	Показник	Існуючий варіант, за рік	Проектний варіант, за рік	Вартість одиниці виміру технічного показника
1	Час простою вагонів, ваг.-год.	30540	25848	58,33 грн/ваг.- год.
2	Потрібний обсяг складу, у вагонних партиях вантажу	50	40	105 грн за ваг. партію на складі за добу
3	Час використання ролл-трейлерів, год.	15396	14484	3276 грн/ год.
4	Час роботи навантажувачів на кантуванні рулонів, год.	1836	0	1092 грн/год.

### 3.2 Визначення методики розрахунку ефективності варіантів доставки прокату до компанії Бруклін-Київ

Загальні витрати для порівняння за варіантами доставки прокату до компанії Бруклін-Київ можна визначити за формулою [12,13]:

$$B_{\text{заг}_i} = B_{\text{пр}_i} + B_{\text{скл}_i} + B_{\text{рол}_i} + B_{\text{нав}_i} + B_{\text{кант}_i}, \quad (3.1)$$

де  $B_{\text{пр}_i}$  – витрати за користування вагонами, які простоюють на причалі Бруклін-Київ, грн;

$B_{\text{скл}_i}$  – витрати на розміщення вантажу на складі Бруклін-Київ, грн;

$B_{\text{рол}_i}$  – витрати на використання тягачів з ролл-трейлерами, грн;

$B_{\text{нав}_i}$  – витрати на експлуатацію навантажувача на кантуванні рулонів, навантажених у вагон «на торець», грн;

$B_{\text{кант}_i}$  – витрати на експлуатацію кантувача рулонів, грн.

Витрати  $B_{\text{пр}_i}$  за користування вагонами, які простоюють на причалі Бруклін-Київ, встановимо за виразом:

$$B_{\text{пр}_i} = T_{\text{бк}_i} C_{\text{пваг}}, \quad (3.2)$$

де  $T_{\text{бк}_i}$  – тривалість простою вагонів, год.;

$C_{\text{пваг}}$  – ставка плати за користування піввагонами, грн/год.

Витрати на розміщення вантажу  $B_{\text{скл}_i}$  на складі Бруклін-Київ, встановимо за виразом:

$$B_{\text{скл}_i} = 365 M_{\text{бк}_i} C_{\text{скл}}, \quad (3.3)$$

де  $M_{\text{бк}_i}$  – максимальний обсяг вантажу на складі, вагонних партій;

$C_{\text{скл}}$  – ставка за використання площі складу, який займає одна вагонна партія рулонів, грн/добу.

Витрати  $B_{\text{рол}_i}$  на використання тягачів з ролл-трейлерами, встановимо за виразом:

$$B_{\text{рол}_i} = T_{\text{рол}_i} C_{\text{рол}}, \quad (3.4)$$

де  $T_{\text{рол}_i}$  – тривалість експлуатації тягачів з ролл-трейлерами, год.;

$C_{\text{рол}}$  – ставка за годину роботи тягача з ролл-трейлером, грн/год.

Витрати  $B_{\text{нав}_i}$  на експлуатацію навантажувача на кантуванні рулонів, навантажених у вагон «на торець», встановимо за виразом:

$$B_{\text{нав}_i} = T_{\text{нав}_i} C_{\text{нав}}, \quad (3.5)$$

де  $T_{\text{нав}_i}$  – тривалість експлуатації навантажувача на кантуванні рулонів прокату, год.;

$C_{\text{нав}}$  – ставка за годину роботи навантажувача в умовах компанії Бруклін-Київ, грн/год.

Витрати  $B_{\text{кант}_i}$  на експлуатацію кантувача рулонів за проектом можна визначити за виразом:

$$B_{\text{кант}_i} = N_{\text{ваг}_i} C_{\text{к_ваг}}, \quad (3.6)$$

де  $N_{\text{ваг}_i}$  – кількість вагонів, які кантуються, од.;

$C_{\text{к_ваг}}$  – вартість кантування одного рулону, грн/од.

Перейдемо до розрахунку показників ефективності варіантів доставки прокату до компанії Бруклін-Київ.

### 3.3 Визначення ефективності існуючого варіанту доставки прокату до компанії Бруклін-Київ

Витрати  $B_{\text{пр}_1}$  за користування вагонами, які простоюють на причалі Бруклін-Київ за формулою (3.2) становлять:

$$B_{\text{пр}_1} = 30540 \cdot 58,33 = 1781398,2 \text{ грн.}$$

Витрати на розміщення вантажу  $B_{\text{скл}_1}$  на складі Бруклін-Київ за формулою (3.3) становлять:

$$B_{\text{скл}_1} = 365 \cdot 50 \cdot 105 = 1916250 \text{ грн.}$$

Витрати  $B_{\text{рол}_1}$  на використання тягачів з ролл-трейлерами за формулою (3.4) становлять:

$$B_{\text{рол}_1} = 15396 \cdot 3276 = 50437296 \text{ грн.}$$

Витрати  $B_{\text{нав}_1}$  на експлуатацію навантажувача на кантуванні рулонів за формулою (3.5) становлять:

$$B_{\text{нав}_1} = 1836 \cdot 1092 = 2004912 \text{ грн.}$$

Витрати  $B_{\text{кант}_1}$  на експлуатацію кантувача рулонів відсутні.

Загальні витрати за існуючим варіантом доставки прокату до компанії Бруклін-Київ за формулою (3.1):

$$\begin{aligned} B_{\text{заг}_1} &= 1781398,2 + 1916250 + 50437296 + 2004912 = 56139856,2 \text{ грн} = \\ &= 56,14 \text{ млн грн.} \end{aligned}$$

### 3.4 Визначення ефективності проєктного варіанту доставки прокату до компанії Бруклін-Київ

Витрати  $B_{\text{пр}_2}$  за користування вагонами, які простоюють на причалі Бруклін-Київ за формулою (3.2) становлять:

$$B_{\text{пр}_2} = 25848 \cdot 58,33 = 1507713,84 \text{ грн.}$$

Витрати на розміщення вантажу  $B_{\text{скл}_2}$  на складі Бруклін-Київ за формулою (3.3) становлять:

$$B_{\text{скл}_2} = 365 \cdot 40 \cdot 105 = 1533000 \text{ грн.}$$

Витрати  $B_{\text{рол}_2}$  на використання тягачів з ролл-трейлерами за формулою (3.4) становлять:

$$B_{\text{рол}_2} = 14484 \cdot 3276 = 47449584 \text{ грн.}$$

Витрати  $B_{\text{нав}_2}$  на експлуатацію навантажувача на кантуванні рулонів відсутні.

Витрати  $B_{\text{кант}_2}$  на експлуатацію кантувача рулонів за формулою (3.6) становлять:

$$B_{\text{нав}_2} = 306 \cdot 120 = 36720 \text{ грн.}$$

Загальні витрати за проєктним варіантом доставки прокату до компанії Бруклін-Київ за формулою (3.1):

$$B_{\text{заг}_2} = 1507713,84 + 1533000 + 47449584 + 36720 = 50527017,84 \text{ грн} = \\ = 50,53 \text{ млн грн.}$$

Економія експлуатаційних витрат

$$E_{\text{бк}} = B_{\text{заг}_1} - B_{\text{заг}_2} = 56139856,2 - 50527017,84 = 5612838,36 \text{ грн.}$$

Термін окупності витрат на придбання кантувача ( $K_{\text{бк}} = 420$  тис. грн):

$$T_{\text{ок}_\text{бк}} = K_{\text{бк}} / E_{\text{бк}} = 420000 / 5612838,36 = 0,1 - \text{менше року.}$$

Результати порівняння варіантів доставки прокату до компанії Бруклін-Київ наведені у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Результати порівняння варіантів доставки прокату до компанії Бруклін-Київ, млн грн/рік

Номер з/п	Показник	Існуючий варіант №1	Проектний варіант №2	Економія (1) - (2), грн
1	Витрати за користування вагонами, які простояють на причалі Бруклін-Київ	1,781	1,508	0,274
2	Витрати на розміщення вантажу на складі Бруклін-Київ	1,916	1,533	0,383

Кінець таблиці 3.2

Номер з/п	Показник	Існуючий варіант №1	Проектний варіант №2	Економія (1) - (2), грн
3	Витрати на використання тягачів з ролл-трейлерами	50,437	47,45	2,988
4	Витрати на експлуатацію навантажувача на кантуванні рулонів	2,005	0	2,005
5	Витрати на експлуатацію кантувача рулонів	0	0,037	-0,037
6	Загальні витрати	56,14	50,527	5,613

Другий проектний варіант є більш ефективним з економією 5,613 млн грн.

## **4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ**

В даному розділі дипломного проекту «Підвищення ефективності доставки металопрокату ПАТ «Запоріжсталь» до терміналу ТОВ «Бруклін-Київ»» розглянутий аналіз потенційних небезпек, які можуть вплинути на дослідника й робітників. Розроблені заходи по їх усуненню [14-16].

Також було проведено дослідження важкості та напруженості праці при роботі на комп'ютері. Які довели, що якщо параметри навколишнього середовища не відповідають нормативним значенням, то необхідно робити надбавки робітникам за шкідливі умови праці, що і зроблено при розрахунках.

Розроблені заходи по усуненню небезпечних факторів.

### **4.1 Аналіз потенційних небезпек**

Найбільші небезпеки проявляються при навантаженні прокату у рулонах на залізничний транспорт та у разі перевезення вантажу до стивідорської компанії Бруклін-Київ:

- при навантаженні вагонів металопрокатом можливо падіння вантажу з-за несправності стропів, траверс, гаків кранів, що призводить до травмуванню портовиків;

- при навантажувальних роботах можливо падіння вантажу з-за не надійності кріплення останнього стропальниками, не виконання ними правил системи сигналізації, що використовується;

- інші небезпеки, які розглянуті в Додатку А.

У додатку Б розроблені заходи по усуненню загальних небезпечних ситуацій та небезпек виробничої санітарії та гігієни праці.

В додатку В зроблено розрахунок дослідження шкідливих факторів по виявленню класів небезпек виробничого середовища, значення яких були заміряні в лабораторії дослідника з ПК.

В додатку Г розглянуті питання з цивільного захисту.

## ВИСНОВКИ

За результатами аналітичного аналізу процесів доставки металопродукції металургійного виробництва до ТОВ «Бруклін-Київ» (одним із потенційно привабливим постачальником є комбінат «Запоріжсталь») було встановлено:

- підприємство має 4 причали, з яких може здійснювати навантаження металопродукції у судна, які мають обмеження щодо площі, необхідної для накопичення суднової партії вантажу, тому металопродукція, переважно, накопичується на тиловому відкритому складі;
- для перевезення вантажів в межах порту активно використовуються тягачі з ролл-трейлерами;
- технологічний процес вивантаження та доставки на склад рулонів, які завантажені у вагони за схемами «на торець» є недосконалим, через необхідність використання навантажувача для кантування рулонів.

Було запропоновано удосконалити процес доставки та вантажопереробки в умовах ТОВ «Бруклін-Київ», та вирішити наступні задачі:

- розробити імітаційну модель доставки продукції Запоріжсталі до ТОВ «Бруклін-Київ»;
- врахувати можливість використання кантувача рулонів та звільнити автонавантажувач;
- визначити раціональну партійність відправлення вагонів з комбінату з урахуванням використання прямого варіанту роботи з вагонів на судно за критерієм мінімуму витрат;

- виконати економічні розрахунки, які підтвердять правильність проєктних рішень.

Відповідно було розроблено імітаційну модель BrooklynKyiv, яка імітує роботу з доставки рулонів з урахуванням:

- існуючого випадкового характеру розміру партії відправки з комбінату «Запоріжсталь»;
- випадкового характеру тривалості руху партій вагонів до Одеського морського порту, де розташована стивідорна компанія;
- можливості використання прямого варіанту перевалки із залізничного на морський транспорт;
- необхідності перевантаження рулонів, завантажених у вагони у положенні «на торець», із попереднім кантуванням, на ролл-трейлери та доставкою їх на причал автотягачами. Для операції кантування за базовим варіантом задіюється окремий навантажувач. За проєктним варіантом враховано можливість роботи кантувача рулонів.

За результатами економічного аналізу загальні витрати за базовим варіантом становили 56,14 млн грн на рік, за проєктним - 50,527 млн грн. Проєктний варіант виявився більш ефективним з економією 5,613 млн грн на рік, а термін окупності капітальних вкладень на придбання кантувача рулонів становив менше 1 року.

**ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ**

1. Бруклін-Київ. Про компанію. URL : <http://brooklyn.kiev.ua/index.php/uk> (дата звернення: 11.09.2024).
2. Вантажний термінал. URL : <http://brooklyn.kiev.ua/index.php/uk/vantazhniy-terminal> (дата звернення: 12.09.2024).
3. Актуальна карта від MarineTraffic. URL : <https://www.marinetraffic.com/uk/ais/home/centerx:30.722/centery:46.503/zoom:16> (дата звернення: 13.09.2024).
4. Пояснювальна записка до фінансового плану ДП «Одеський морський торговельний порт» на 2023 рік. URL : [https://mtu.gov.ua/files/\\_%D0%9E%D0%B4%D0%B5%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B8%D0%B9\\_%D0%9C%D0%A2%D0%9F\\_%D0%9F%D0%BE%D1%8F%D1%81%D0%BD.\\_%D0%B7%D0%B0%D0%BF%D0%B8%D1%81%D0%BA%D0%B0\\_%D0%A4%D0%9F\\_\\_2023\\_%20\(1\).pdf](https://mtu.gov.ua/files/_%D0%9E%D0%B4%D0%B5%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%9C%D0%A2%D0%9F_%D0%9F%D0%BE%D1%8F%D1%81%D0%BD._%D0%B7%D0%B0%D0%BF%D0%B8%D1%81%D0%BA%D0%B0_%D0%A4%D0%9F__2023_%20(1).pdf) (дата звернення: 15.09.2024).
5. В Одеському морському порту з'явилися 10 нових голландських тягачів. URL : <https://usionline.com/v-odesskom-morskom-portu-rojavilis-10-novyh-gollandskih-tyagachej-foto/> (дата звернення: 15.09.2024).
6. Cargo terminal Бруклін-Київ. URL : <https://www.youtube.com/watch?v=AtPyUnVThmI> (дата звернення: 01.10.2023).
7. Офіційний сайт ПАТ «Запоріжсталь»: «Про підприємство». URL : <https://zaporizhstal.com/> (дата звернення: 10.10.2023).
8. GMK CENTER : «Запоріжсталь». URL : <https://gmk.center/ua/manufacturer/zaporizhstal/> (дата звернення: 02.11.2023).
9. 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.

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

11. Кантовач: опис, характеристики та особливості. URL : <https://diason.ua/produkcija/kantuvach/> (дата звернення 12.11.2024).

12. 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.

13. Методичні вказівки до проведення практичних занять з дисципліни «Основи економіки транспорту» для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 275 «Транспортні технології (за видами)» / Укл. Харченко Т. В. – Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка», 2021. – 71 с.

14. Лазуткін М. І., Журавель М. О. Дослідження шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища, важкості і напруженості праці : методичні вказівки до лабораторного заняття з дисципліни «Цивільний захист і охорона праці в галузі» : для студентів усіх спеціальностей та усіх форми навчання : Запоріжжя: ЗНТУ. Каф. ОП і НС,

15. Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу. [На заміну ГН 3.3.5-8.6.6.1-2002 ; чинний від 2014-05-30]. К. : МОЗ України, 2014. 37 с. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0472-14>. (Державні санітарні норми та правила)

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

## ДОДАТОК А

### АНАЛІЗ ПОТЕНЦІЙНИХ НЕБЕЗПЕК

Додаткові потенційні небезпеки:

- можливо падіння вантажу з-за переміщення вантажу понад норми від номіналу ваги упаковки металу;
- при недостатньому освітлені можливо не дотримання технології складування вантажу, що призведе до травмування робітників;
- багато травм відбуваються при виконанні робіт на полотні під час переходу через колії, під час перетинання колії перед наближенням рухомого складу, під час перетинання колії на якій стоять вагони;
- при не відповідних діях при зчепленні вагонів, не застосуванні башмаків, можливе відділення вагонів від головного поїзду, що призведе до аварій;
- при несправності електрообладнання та не герметичності системи живлення локомотива може виникнути пожежа;
- при застосуванні легкозаймистих й горючих речовин для очищення й миття двигунів може статися пожежа;
- під час навантажувальних робіт в холодну пору року можливе переохолодження робітників, що призводить до захворювання;
- 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 інше.

## ДОДАТОК Б

### ЗАХОДИ ПО ЗАБЕЗПЕЧЕННЮ БЕЗПЕКИ

Перед вантажно-розвантажувальними роботами необхідно візуально перевіряти такелажні пристрої та періодично відправляти їх на перевірку. Відповідно «Правила охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів, підіймальних пристроїв і відповідного обладнання» НПАОП 0.00-1.80-18. – К.: Мінсоцполітики України, 2018. – URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0244-18>. – (Нормативно-правовий акт охорони праці).

Не дозволяється піднімати вантаж без перевірки надійності стропування та підтягувати вантаж косим натягом троса.

За кранами та іншими вантажопідіймальними механізмами закріплюються стропальники, які пройшли навчання, перевірку знань і мають відповідне посвідчення. Правила охорони праці під час вантажно-розвантажувальних робіт НПАОП 0.00-1.75-15. К. Міненерговугілля України, 2015. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z012415>. (Нормативно-правовий акт охорони праці).

Стропальники, під час роботи, користуються захисними касками, дослідник також повинен працювати в касці.

Стропальники, повинні знати та точно виконувати встановлену систему знакової та звукової сигналізації.

На місці виконання вантажно-розвантажувальних робіт мають бути схеми стропування та перелік вантажів з указівкою їх маси.

Правила охорони праці під час вантажно-розвантажувальних робіт НПАОП 0.00-1.75-15. К. Міненерговугілля України, 2015. – URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0124-15>. – (Нормативно-правовий акт охорони праці).

Під час виконання робіт краном на залізничному ходу мають бути чітко визначені умови переміщення стріли під контактною мережею.

При роботі козлових і стрілових кранів біля контактної мережі і повітряних ліній, що перебувають під напругою, має відповідати вимогам «Правил охорони електричних мереж» НПАОП 60.1-1.48-00 .Для запобігання ураження електричним струмом, установка та робота крана ближче 40 м від крайнього проводу повітряної лінії електропередачі напругою більше 42 В допускаються при наявності наряду-допуску на кран та письмового дозволу організації, що експлуатує цю лінію.

Забороняється перебігання колії перед рухомим складом, який наближається, а під час обходу вагонів, які стоять на колії, не дозволяється перетинання колії ближче 5 м від крайнього вагона, прохід між вагонами дозволяється при відстані між ними не менше 10 м.

Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці. Для запобігання переохолодження робітників в холодну погоду не обхідно виділення теплого одягу відповідно Наказу № 62 від 12.05.2009 «Норми спец одягу, взуття та інших засобів індивідуального захисту»

У темний час доби завантаження металопродукції дозволяються при освітленості місця робіт не менше 20 лк, заміряної в горизонтальній площині на рівні землі працівниками санітарно-епідеміологічної служби МОЗ України на залізничному транспорті. Освітлення облаштовується прожекторне, які розташовані на щоглах. ДБН В.2.5-28-2018 «Природне та штучне освітлення»

## ДОДАТОК В

### РОЗРАХУНОК ДОСЛІДЖЕННЯ ШКІДЛИВИХ ФАКТОРІВ ПО ВИЯВЛЕННЮ КЛАСІВ НЕБЕЗПЕК ВИРОБНИЧОГО СЕРЕДОВИЩА

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

У відповідності до вихідних даних, які замірялися в лабораторії, вносимо їх до таблиці В.1 «Результати оцінювання за бальною шкалою».

Таблиця В.1 – Результати оцінювання за бальною шкалою

Фактор (показник)	Виміряні показники $P_{вим}$	Час дії $год.(хв.)$	ГДК, ГДР, показники, $P_{доп}$	$X_{визн.}$ бали	Клас умов праці	$X_i$ бали
1	2	3	4	5	6	7
Мікроклімат за ТНС-індексом, $t, ^\circ C$	26,5	10	22,0-25,1	3	3.3	3
Освітленість приміщення $E, лк$	430	0	500		3.1	1
Розряд і підрозряд зорових робіт, $Z_{ор}$	A-1		—			
Рівень шуму $L, дБА$	108	6	65		3.4	3
Загальні енергозатрати організму, $Вт$	350	8	290	,21	4	4
Стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук)	61500	8	40000	1,54		
Тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни)	78	8	75	1,04		
Тривалість робочого дня, $год.$	10	0	8	,23		

Відповідно до додатків методичних вказівок [14], за витратами енергії, визначаємо категорію робіт для дослідника лабораторії обладнаної ПК. Умови праці, за витратами енергії, не перевищують 230 Вт та повинні відповідати легким фізичним роботам – категорії 2а.

З додатків [14], відповідно до категорії робіт 2а, розряду зорових робіт А-1 та виявлених показників умов та напруженості праці, визначаємо ГДК

(ГДР) виявлених факторів і показників та вносимо їх значення до таблиці «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 «Результати оцінювання за бальною шкалою»:

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

$$X_{визн} = \frac{1 \cdot t_1 + 2 \cdot t_2 + 3 \cdot t_3 + 4 \cdot t_4}{T} = \frac{3 \cdot 10}{10} = 3$$

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

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

$$X_{визн} = \frac{P_{визн} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{дон}} = \frac{350 \cdot 8 \cdot 1,0}{8 \cdot 290} = 1,21;$$

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

$$X_{визн} = \frac{P_{визн} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{дон}} = \frac{61000 \cdot 8 \cdot 1,0}{8 \cdot 40000} = 1,54;$$

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

$$X_{визн} = \frac{P_{визн} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{дон}} = \frac{78 \cdot 8 \cdot 1,0}{8 \cdot 75} = 1,04;$$

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

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

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

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

- при оцінці освітленості робочої зони приміщення, клас та ступінь шкідливості умов праці визначаємо у відповідності до  $P_{вим} = 430$  лк, за додатками Г та табл. Г.1 [14] – 3 клас, 1 ступінь (3.1);

- для гігієнічної оцінки рівня шуму, клас та ступінь шкідливості умов праці визначаємо у відповідності до виміряного значення рівня шуму  $P_{вим} = 108$  дБА, за додатками Д та табл. Д.1 [14] – 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 [14]:

$$X_{сум} = \sum_{i=1}^n X_i = 1,21 + 1,54 + 1,04 + 0,23 = 4,02$$

З таблиці 7.3 [14] за значенням суми розрахованих балів показників  $X_{сум} = 4,02$  – 4 клас, 4 ступінь (4.4);

В результаті досліджень, відповідно до розрахунків, встановлено, що умови праці на робочому місці дослідника лабораторії обладнаної ПК належать до 4 класу, 4 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 таблиці «Результати оцінювання за бальною шкалою»:

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

- при оцінці впливу освітленості, виходимо з того що вона відповідає 3 класу, 3 ступеню умов праці та діє протягом 10 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 6 годин, тому значення  $X_i$  визначаємо за формулою 7.4 [14]:

$$X_i = X_{cm} \cdot \frac{T}{8} = 1 \cdot \frac{4 \cdot 6}{8} = 3$$

- для оцінки впливу важкості та напруженості праці, виходимо з того що вони відповідають 3 класу, 4 ступеню умов праці, а час їх дії уже врахований, тому –  $X_{cm} = X_i = 4$ ;

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

$$X_{факт} = \sum_{i=1}^n X_i = 3 + 1 + 3 + 4 = 11$$

Розмір доплати за умовами праці визначаємо в залежності від їх фактичного стану –  $X_{факт} = 11$ , на підставі Типового положення «Про оцінку умов праці на робочих місцях і порядок застосування галузевих переліків робіт, на яких можуть установлюватися доплати робітникам за умови праці», з таблиці 7.4 [14]. Розмір доплати до тарифної ставки (окладу) – 24 %.

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 2а, тому необхідно привести ці умови у відповідність до нормативних значень, які відповідають оптимальним параметрам для категорії 2а, а саме:

- мікрокліматичні умови, за інтегральним показником теплового навантаження середовища - ТНС-індексом - 19,2-21,9°C;

- освітленість приміщення для роботи з дисплеями відповідає розряду зорових робіт А-1, нормована загальна освітленість якого, на робочих столах –  $E = 500$  лк;

- рівень шуму в робочій зоні дослідника – 65 дБА;

- загальні енергозатрати організму, до 232 Вт;

- стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук), до 40000;

- тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни), до 100%;

- тривалість робочого дня 8 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 8 год

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

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

4. Якщо, з об'єктивних причин, вищезазначені заходи неможливо виконати, необхідно забезпечити доплати до тарифної ставки (окладу) за особливо шкідливі та особливо важкі умови праці, відповідно до таблиці 7.4 [14], у розмірі 24%.

## ДОДАТОК Г

### ЗАХОДИ БЕЗПЕКИ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Перевезення підрозділів Оперативно-рятувальних служб (ОРС) ЦЗ здійснюється залізницею, морським (річковим), повітряним транспортом або комбінованим способом. Організовує перевезення керівник органу управління (підрозділу) ОРС ЦЗ.

Підрозділи перед завантаженням розташовуються з урахуванням розподілу їх по залізничних ешелонах (суднах, літаках) та з необхідності їх прибуття до місць призначення.

Перед завантаженням підрозділи, що перевозяться одним залізничним ешелоном (судном, літаком), виходять у район очікування, а після вивантаження - у район збору, які призначаються за 3...5 кілометрів (під час перевезення повітряним транспортом – 10...15 кілометрів) від місць завантаження (вивантаження).

Для комбінованого пересування керівник органу управління (підрозділу) ОРС ЦЗ визначає склад підрозділів, що перевозяться залізничним (морським, річковим, повітряним) транспортом, та тих, що здійснюють марш своїм ходом. При цьому залізничний (морський, річковий) транспорт планується насамперед для перевезення тягачів, гусеничних і важких інженерних машин, а також техніки з малим запасом ходу і низькими швидкостями руху.

Розрахунки на перевезення підрозділів комбінованим способом мають бути проведені так, щоб підрозділи ОРС ЦЗ, які здійснюють марш штатними транспортними засобами, і ті, які перевозяться (залізницею, морським, річковим або повітряним транспортом), прибули в район зосередження одночасно, а в разі припинення перевезення - мали можливість швидко об'єднатися.

Перевезення підрозділів ОРС ЦЗ, посадка (висадка) особового складу, завантаження (розвантаження) техніки, оснащення і матеріально-технічних засобів проводяться відповідно до організаційно-розпорядчих документів, які регламентують порядок виконання зазначених заходів на залізничному, морському (річковому) або повітряному транспорті, та із суворим дотриманням установлених вимог безпеки.

Особовий склад підрозділів ОРС ЦЗ на весь строк перевезення забезпечується харчуванням і мінімально необхідними побутовими умовами з дотриманням санітарно-гігієнічних норм. Медичне забезпечення особового складу здійснюють працівники штатних пунктів охорони здоров'я підрозділів.

Заходи з пожежної безпеки. Одним з важливих елементів загальної безпеки залізничних транспортних засобів є пожежна безпека. Загоряння, яке виникає по тим чи іншим причинам, належать до надзвичайних ситуацій техногенного характеру, яке супроводжується неможливістю експлуатації транспортних засобів й доволі часто призводить до загибелі людей і значним матеріальним втратам. Тому проблема забезпечення протипожежного захисту на залізничному транспорті залишається дуже актуальною.

Усі транспортні засоби, виробничі та допоміжні приміщення повинні бути забезпечені первинними засобами пожежогасіння. Вимоги пожежної безпеки на залізничному транспорті повинні виконуватися відповідно Закону № 1322 від 21.12.2009 р. «Про пожежну безпеку на залізничному транспорті».