

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 ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДОСТАВКИ МЕТАЛОПРОКАТУ
КОМБІНАТУ «ЗАПОРІЖСТАЛЬ» ДО ТОВ «МОДЕРН-ЕКСПО»

Виконав: студент II курсу, групи T-813м

Спеціальності 275 «Транспортні технології
(за видами)»

(код і найменування спеціальності)

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



Ілля АЗАРОВ

(прізвище та ініціали)

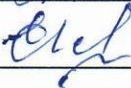
Керівник



Лариса ВАСИЛЬСВА

(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)

АЗАРОВ Ілля Вікторович

(ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Підвищення ефективності доставки металопрокату
комбінату «Запоріжсталь» до ТОВ «Модерн-Експо»

керівник проєкту (роботи) к.т.н. техн. наук, доц. ВАСИЛЬЄВА Лариса Олексіївна
(науковий ступінь, вчене звання, ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

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

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

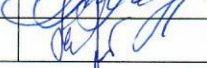
3. Вихідні дані до проєкту (роботи) існуюча транспортна система доставки
продукції, дані по споживачам, техніко-економічні показники існуючого
технологічного процесу перевезень

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналітична частина, 2. Основна частина, 2.1 Дослідження
інтенсивності відвантаження рулонів на адресу Модерн-Експо, 2.2 Розробка
моделі доставки холоднокатаних рулонів на адресу Модерн-Експо, 2.3
Експерименти на моделі доставки холоднокатаних рулонів на адресу Модерн-
Експо, 3. Економічна частина, 3.1 Формування вихідних даних для
економічних розрахунків, 4. Охорона праці та безпека в надзвичайних
ситуаціях.

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

Презентація магістерської роботи

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

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

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

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

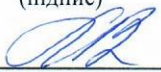
№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Аналітична частина	28.10.2024-10.11.2024	
2	Основна частина	11.11.2024-15.12.2024	
3	Економічна частина	16.12.2024-29.12.2024	
4	Охорона праці	20.01.2025-26.01.2025	
5	Оформлення МР, перевірка МР на плагіат,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

Студент(ка)


(підпис)

Ілля АЗАРОВ
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Керівник проєкту (роботи)


(підпис)

Лариса ВАСИЛЬЄВА
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

ПЗ : 86 с., 61 рис., 5 табл., 20 джерел.

ВАНТАЖНИЙ ПУНКТ, МЕТАЛОПРОКАТ, ЗАЛІЗНИЧНА СТАНЦІЯ, ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ, БАГАТООБОРОТНИЙ ПІДДОН

Об'єкт дослідження – транспортна система доставки продукції ПАТ «Запоріжсталь» до ТОВ Модерн-Експо.

Мета роботи – визначення найбільш ефективного варіанту доставки металопродукції ПАТ «Запоріжсталь» до ТОВ Модерн-Експо.

Методи дослідження – аналітичний та статистичний аналіз, імітаційне моделювання.

В магістерській роботі проаналізована інтенсивність відвантаження рулонів холоднокатаного прокату підприємства «Запоріжсталь» до ТОВ Модерн-Експо. Врахована можливість використання багатооборотних металевих піддонів. На основі моделювання та економічного аналізу доставки рулонів до Модерн-Експо, встановлено найбільш раціональний варіант перевезень. Розроблена модель рекомендується до використання в навчальному процесі кафедри «Транспортні технології».

ЗМІСТ

	с.
Завдання на проєкт	2
Реферат.....	4
Зміст	5
Вступ	7
1 Аналітична частина	8
1.1 Загальний огляд та характеристика транспортних зв'язків підприємства Модерн-Експо	8
1.2 Характеристика процесів відправлення продукції ПАТ «Запоріжсталь» до ТОВ Модерн-Експо	18
1.2.1 Характеристика ПАТ «Запоріжсталь»	18
1.2.2 Характеристика логістики та сучасного стану виробничих процесів комбінату	18
1.3 Постановка задач досліджень перевезення металопрокату до ТОВ Модерн-Експо	24
2 Основна частина	26
2.1 Дослідження інтенсивності відвантаження рулонів на адресу Модерн-Експо	26
2.2 Розробка моделі доставки холоднокатаних рулонів на адресу Модерн-Експо	32
2.3 Експерименти на моделі доставки холоднокатаних рулонів на адресу Модерн-Експо	60
3 Економічна частина	62
3.1 Формування вихідних даних для економічних розрахунків	62
3.2 Витрати за першим варіантом доставки до Модерн-Експо	63
3.3 Витрати за другим варіантом доставки до Модерн-Експо	66

3.4 Порівняння варіантів доставки прокату до Модерн-Експо за економічною ефективністю	68
4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	70
Висновки	71
Перелік посилань	73
Додаток А. Аналіз додаткових потенційних небезпек	76
Додаток Б. Заходи по забезпеченню безпеки	77
Додаток В. Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці	79
Додаток Г. Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях	85

ВСТУП

На основі даних довоєнного періоду в роботі виконується аналіз доставки продукції відомого в Україні підприємства – комбінату «Запоріжсталь» до міста Луцьк, а саме, до сучасного підприємства з виробництва торговельного обладнання Модерн-Експо [1].

На сьогоднішній день підприємства, які розташовані у західній частині нашої країни мають найбільші шанси для розвитку з точки зору безпеки, що є важливим для підтримки економіки України та, відповідно, її обороноздатності.

Тому тематика досліджень є актуальною з наступних позицій:

- практикоорієнтованість;
- використовуються сучасні методи імітаційного моделювання;
- враховуються фактори міста Луцьк та підприємства Модерн-Експо, яке не має власних під'їзних залізничних колій та потребує взаємодії автомобільного транспорту із залізничним.

В той же час орієнтованість роботи на допомогу внутрішньому ринку збуту для підприємств металургійної галузі, особливо для ПАТ «Запоріжсталь» [2], яке працює в умовах наближення до військових дій, також підкреслює його важливість.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Загальний огляд та характеристика транспортних зв'язків підприємства Модерн-Експо

Підприємство Модерн-Експо [1] розташоване у місті Луцьк (рисунок 1.1 [3]) важливе значення для розвитку даного регіону.

Підприємство здійснює постачання у понад 75 країн продукції для забезпечення ритейлу та має понад 100 бізнес-партнерів.



Рисунок 1.1 – Підприємство Модерн-Експо

Серед позицій продукції (рисунок 1.2 [4]):

- поштомати;
- мікромаркетні системи;
- стелажні системи;
- холодильне обладнання тощо.



Рисунок 1.2 – Продукція Модерн-Експо

Виробничі процеси передбачають, зокрема, використання листового прокату Запорізького комбінату «Запоріжсталь» – рисунок 1.3 [4].



Рисунок 1.3 – Процеси виробництва Модерн-Експо

Підприємство Модерн-Експо [5] має зручні автомобільні під'їзди, криті склади з шлюзами для виконання вантажних операцій із великотоннажними автомобілями, які забезпечуються фронтальними навантажувачами, що показано на рисунку 1.4.



Рисунок 1.4 – Завантаження автотранспорту на Модерн-Експо

На підприємстві використовуються сучасні транспортні технології – дистанційно керовані візки (рокли) – рисунок 1.5 [6].



Рисунок 1.5 – Використання дистанційно керованих візків

Склад готової продукції (рисунок 1.6) розділений на коридори, по кожному з яких розміщується 13 піддонів, два заповнені коридори відповідають місткості одного сідлового автопоїзда [7].



Рисунок 1.6 – Склад готової продукції Модерн-Експо

Рулонна сталь ПАТ «Запоріжсталь» зберігається на території критого складу підприємства Модерн-Експо (рисунок 1.7 [7]).

Для вантажних робіт на підприємстві використовується мостовий кран вантажопідйомністю 10 т (рисунок 1.8 [8]).

Його технічні характеристики:

- тип – КМО – мостовий однобалочний;
- висота підйому – 9 метрів;
- прогін – 22,5 м;
- швидкість підйому/опускання – до 4,0 м/хв.;
- швидкість руху візка – до 20 м/хв.;
- швидкість пересування крана – до 40 м/хв.;
- ступінь захисту електричного обладнання – IP54.
- група режиму роботи - А5;



Рисунок 1.7 – Територія критого складу підприємства Модерн-Експо

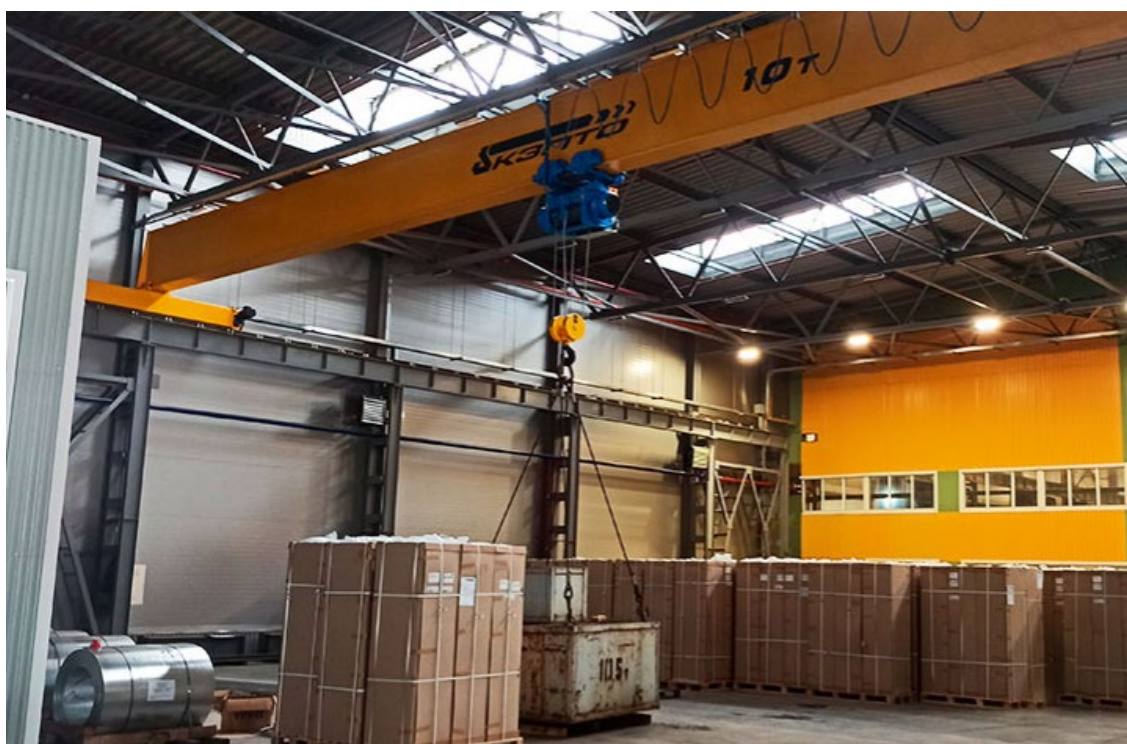


Рисунок 1.8 – Ділянка роботи крану КМО-10

Кран укомплектований канатною талю типу МТ, прогінний міст виконаний у вигляді зварної балки коробчастої конструкції із кінцевими вимикачами руху крана, підйому-опускання та пересування талю; світловою та звуковою сигналізацією, яка працює при пересуванні крана. Передбачено автоматичне обмеження вантажопідйомності; двошвидкісну систему дистанційного управління.

Доставка металопрокату здійснюється автотранспортом від залізничної станції Гнідава (рисунки 1.9).

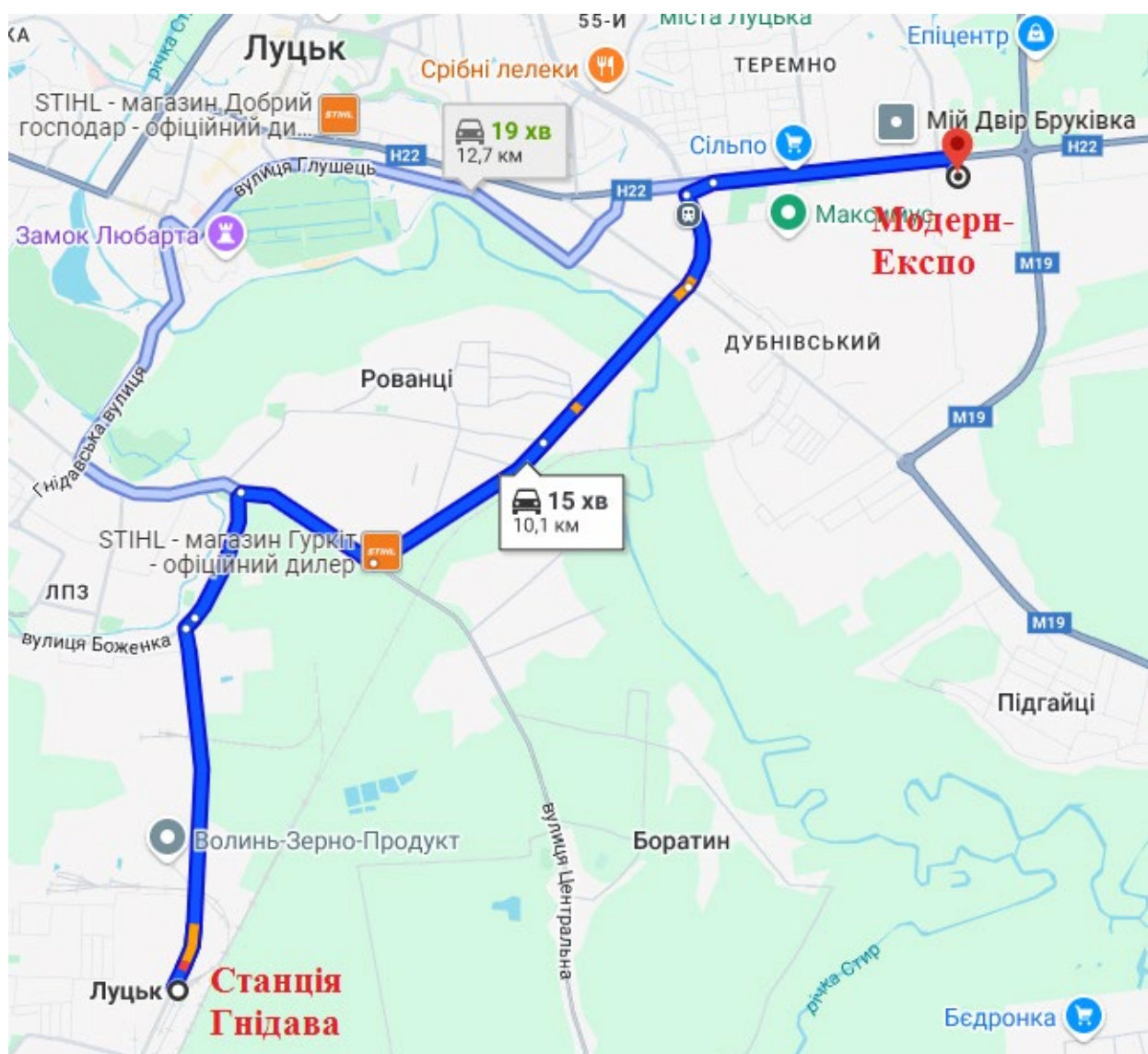


Рисунок 1.9 – Схема маршруту руху автотранспорту зі станції Гнідава

Станція Гнідава (рисунок 1.5) є проміжною залізничною станцією Рівненської дирекції Львівської залізниці [9], яка збудована у 1925 році при прокладанні залізничної лінії сполучення Луцьк – Підзамче.

Місце розташування її – між станцією Луцьк (відстань – 10 кілометрів) і Несвіч-Волинський (17 кілометрів). Станція має 6 паркових колій, вантажний двір з двома коліями та примикання до Гнідавського цукрового заводу.

Відстань перевезень до станції Гнідава від Запоріжжя-Лівого становить 1163 км (рисунок 1.10).

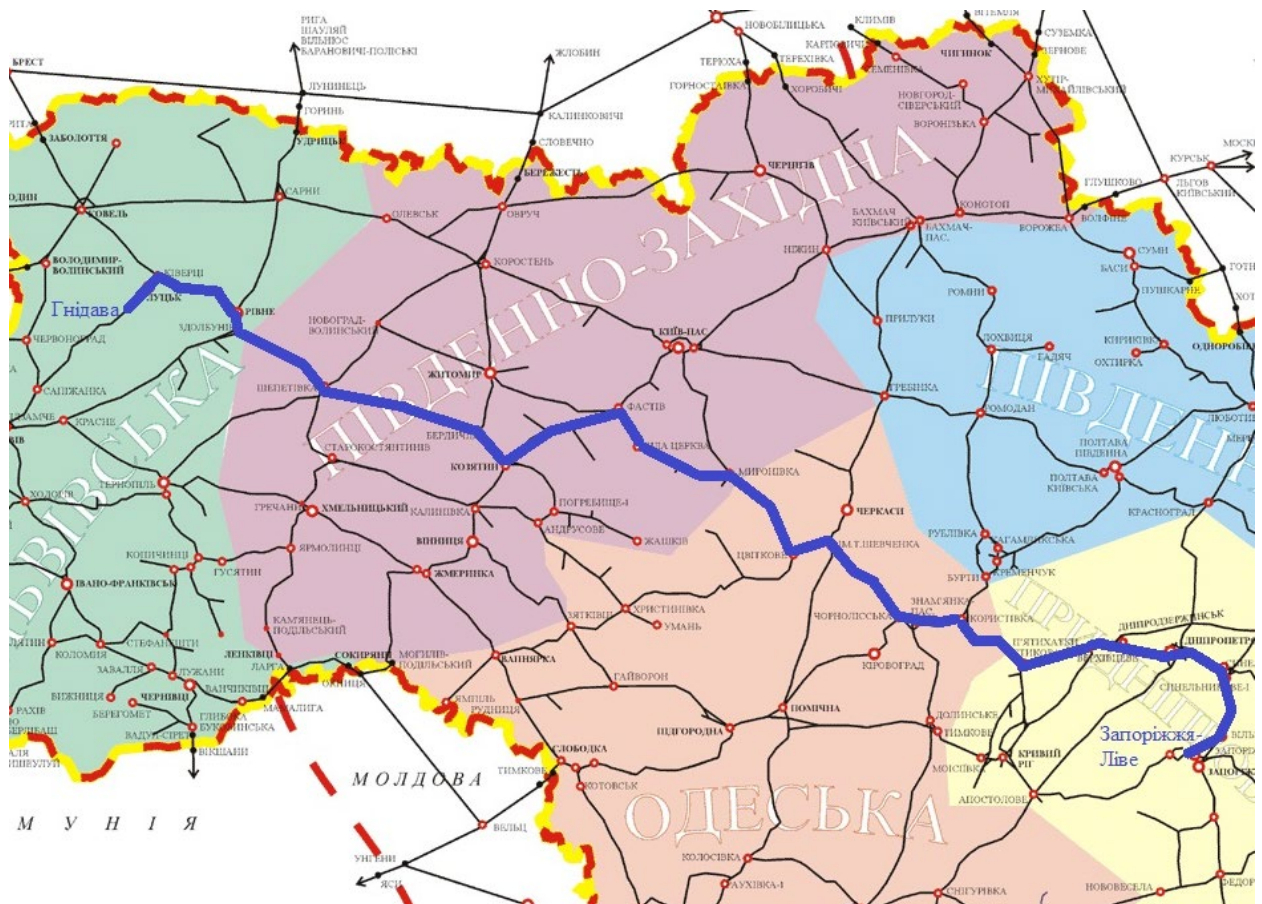


Рисунок 1.10 – Маршрут доставки залізницею до станції Гнідава від Запоріжжя-Лівого

Схема колійного розвитку ст. Гнідава [9] показана на рисунку 1.11.

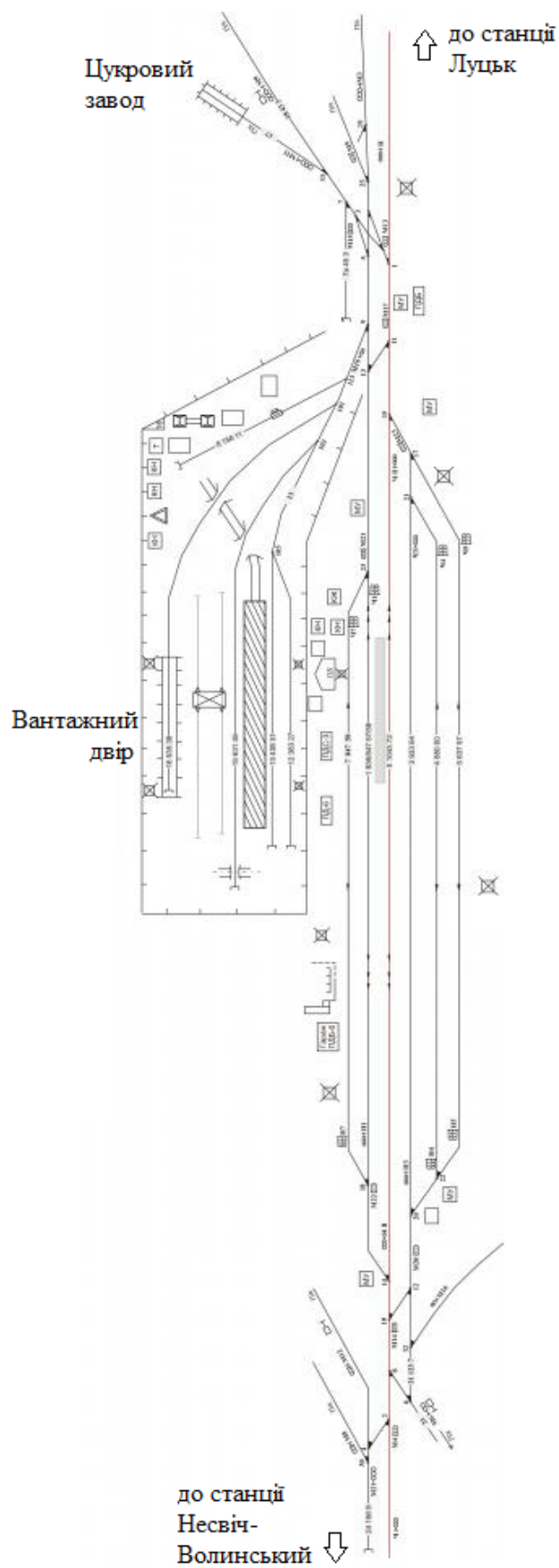


Рисунок 1.11 - Станція Гнідава

Станція Гнідава має можливість здійснювати:

- операції з прийому та видачі вантажів, які можуть зберігатись на відкритих майданчиках;
- приймати та видавати вантажі на під'їзних коліях;
- приймати та видавати великотоннажні 20-футові контейнери масою брутто до 24 т включно, для чого є вантажопідйомний кран відповідної вантажності – рисунок 1.12.



Рисунок 1.12 – Вантажна площадка, обладнана краном для вивантаження контейнерів та тарно-штучних вантажів

Окрім контейнерів та тарно-штучних вантажів, на станції виконуються роботи із навантаження зернових вантажів, для цього передбачене спеціальне обладнання: приймальний устрій для автомобілів-самоскидів, норії, відпускні труби для навантаження зерновозів (рисунок 1.13).



Рисунок 1.13 – Загальний вигляд стаціонарних вантажних пристроїв станції
Гнідава

Також можливим є використання пересувної вантажопідйомної техніки
– автомобільних кранів – рисунок 1.14.



Рисунок 1.14 – Використання автокрану на вантажних роботах на ст. Гнідава

1.2 Характеристика процесів відправлення продукції ПАТ «Запоріжсталь» до ТОВ Модерн-Експо

1.2.1 Характеристика ПАТ «Запоріжсталь»

Підприємство ПАТ «Запоріжсталь» працює вже понад 90 років, внутрішня інфраструктура, с позицій розміщення основних об'єктів, не зазнавала суттєвих змін, окрім осучаснення технологічних процесів, впровадження новітніх інформаційних технологій тощо.

Нові спорудження відбувались за межами основної історичної виробничої площадки, наприклад, було збудовано базовий склад вугілля, відносно нещодавно, виходячи з мірок загального віку комбінату. Він забезпечує технологію пиловугільного вдування, суттєво зменшуючи витрати на вартісний кокс та природний газ, які використовуються в процесі доменної плавки.

Кінцева продукція, яка вбирає в себе найбільш інтелектуальні рішення, орієнтовані на найвибагливішого споживача, виготовляється традиційно в трьох основних підрозділах:

- ЦГПТЛ – цеху з технологією гарячої прокатки листа, отриманого зі слябів – попередньо оброблених злитків, отриманих мартенівським способом;
- ЦХП-1 – який є продовження технологічної лінії після ЦГПТЛ. Цей підрозділ, головним чином, максимально покращує поверхню металевих листів;
- ЦХП-3 – який значно виготовляє набагато менші обсяги холоднокатаної сталі, переважно, з певними особливостями щодо її якості, зокрема, прокатує нержавіючу сталь.

ТОВ Модерн-Експо споживає продукцію саме ЦХП-1, яка повністю пристосована для його потреб та технологічних процесів.

1.2.2 Характеристика логістики та сучасного стану виробничих процесів комбінату

Не зважаючи на військовий стан, підприємство ПАТ «Запоріжсталь» працює, виробляючи продукцію повного виробничого циклу, яка саме і характеризує його, як «комбінат»:

- чавун на основі використання агломерату власного виробництва (у т.ч. холодний чавун у чушках);
- сталь у слябах (у т.ч. товарних), яка виготовляється з рідкого чавуну мартенівським способом;
- безпосередньо гарячекатаний та холоднокатаний прокат, жерсть тощо.

Супутньою продукцією залишаються гранульований та звичайний доменний шлаки, які користуються попитом у будівельній галузі. Також виробляється ще ряд менш масової продукції, наприклад, виливниці, кисень та ін.

Спочатку військового вторгнення змінились місця розташування джерел сировини, та, що найбільш негативно відзначається на логістиці – відстані до них, які суттєво збільшились.

Процеси виробництва продукції, яку споживає Модерн-Експо, є досить складними та тривалими.

Від заключення контракту на поставку до виготовлення продукції з урахуванням процесів планування, може пройти кілька десятків днів.

По завершенню першого переділу, який полягає у виготовленні рідкого чавуну з агломерату власного виробництва, метал переробляється на сталь мартенівським способом.

Отримані в виливницях злитки розжарюються для пластичної обробки в обтискному цеху з утворенням слябів, які потрапляють до цеху гарячої прокатки. Тут розпечений і вже тонкий лист згортається у рулони, що показано на рисунку 1.15.



Рисунок 1.15 – Рулонна сталь гарячої прокатки

Отримані рулони перегортаються на торець для розміщення на спеціальному конвеєрі, яким вони доставляються до місця подальшої обробки (рисунок 1.16).

Їх поверхня ще не задовольняє вимогам споживача Модерн-Експо: вона вкрита окалиною та метал є недостатньо гладким.



Рисунок 1.16 – Транспортування рулонів гарячої прокатки конвеєром для подальшої обробки

Надалі, для задоволення вимог споживача, рулони проходять процедури:

- зварювання в більш довгу стрічку;
- травлення кислотою для прибирання з поверхні окалини – травильну лінію показано на рисунку 1.17 [10].

На цьому етапі поверхня металу стає більш гладкою та якісною, проте ще виконуються певні процедури в цеху холодної прокатки:

- відпалювання;
- прокатка до потрібної товщини;
- дресирування – ущільнення поверхні.



Рисунок 1.17 – Травильна лінія ЦХП-1

Після цього продукція (рисунок 1.18) вже повною мірою задовольняє споживача, але для збереження її якостей у даному вигляді необхідно пакування.



Рисунок 1.18 – Неупаковані рулони

Питанням пакування продукції надається велике значення на ПАТ «Запоріжсталь», завдяки цьому самі вибагливі споживачі повністю задоволені якістю продукції. І цей процес постійно удосконалюється, з'являються нові матеріали і технології пакування (рисунок 1.19).



Рисунок 1.19 – Пакування прокату ЦХП-1

Готова продукція надалі може потребувати формування дерев'яної тари для відправлення у залізничних вагонах або використання спеціальних металевих піддонів.

За останнім варіантом зменшується час на виконання пакувальних робіт та витрати деревини.

Тож, в залежності від конкретного споживача, варіанти транспортних технологій можуть різнитись, обираючись відповідно до загальних економічних витрат на доставку.

На рисунку 1.20 показний склад готової продукції цеху холодної прокатки № 1 [11].



Рисунок 1.20 – Склад готової продукції цеху
холодної прокатки №1

1.3 Постановка задач досліджень перевезення металопрокату до ТОВ Модерн-Експо

Доставка металопрокату до ТОВ Модерн-Експо складається з двох частин:

- доставка рулонів залізничним транспортом зі станції Запоріжжя-Ліве до станції Гнідава;
- доставка рулонів автомобільним транспортом зі станції Гнідава до ТОВ Модерн-Експо у межах міста Луцьк.

Серед науково-практичних завдань виділимо наступні:

- проаналізувати інтенсивність відвантаження рулонів холоднокатаного прокату;
- створимо імітаційну модель доставки рулонів залізничним транспортом до станції Гнідава, а звідти – автомобільним до ТОВ Модерн-Експо;
- при створенні моделі передбачаємо можливість використання багатооборотних піддонів. В ході виконання аналітичної частини встановлено, що використання 20-футових контейнерів є неможливим через відсутність кранів відповідної вантажопідйомності, як на станції Гнідава, так і на Модерн-Експо, тож цей варіант відхиляється до стадії проєктування;
- на основі моделювання та економічного аналізу доставки рулонів до Модерн-Експо, встановимо найбільш раціональний варіант перевезень.

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Дослідження інтенсивності відвантаження рулонів на адресу Модерн-Експо

Відповідно до інформації постачань у довоєнний період виконаємо аналіз інтенсивності відвантаження рулонів прокату на адресу Модерн-Експо.

Вибірка інтервалів часу між формуванням вагонних партій рулонів холоднокатаного прокату для відправлення до Модерн-Експо виглядає наступним чином, в годинах:

11,6; 18,5; 10,4; 8; 30,7; 10; 9,1; 27,5; 24; 23,6; 35,4; 53,4; 7,1; 10; 10,7; 23; 32; 20,8; 33; 25; 80,1; 25,9; 47,8; 27,2; 6,8; 2,9; 10,7; 10; 7,5; 10,9; 22,7; 37,3; 9,1; 27,5; 17,7; 29,3; 58,9.

Отримуємо головні показники вибірки, яка складається з 37 значень, в годинах:

Мінімальний елемент: 2,9.

Максимальний елемент: 80,1.

Середній час: 23,14.

Стандартне відхилення: 16,56.

Інтервал – 12,9 (для аналізу за формулою Стерджеса визначено 6 інтервалів).

На рисунку 2.1 наведено діаграму емпіричного розподілу інтервалів формування вагонних партій вантажу для Модерн-Експо.

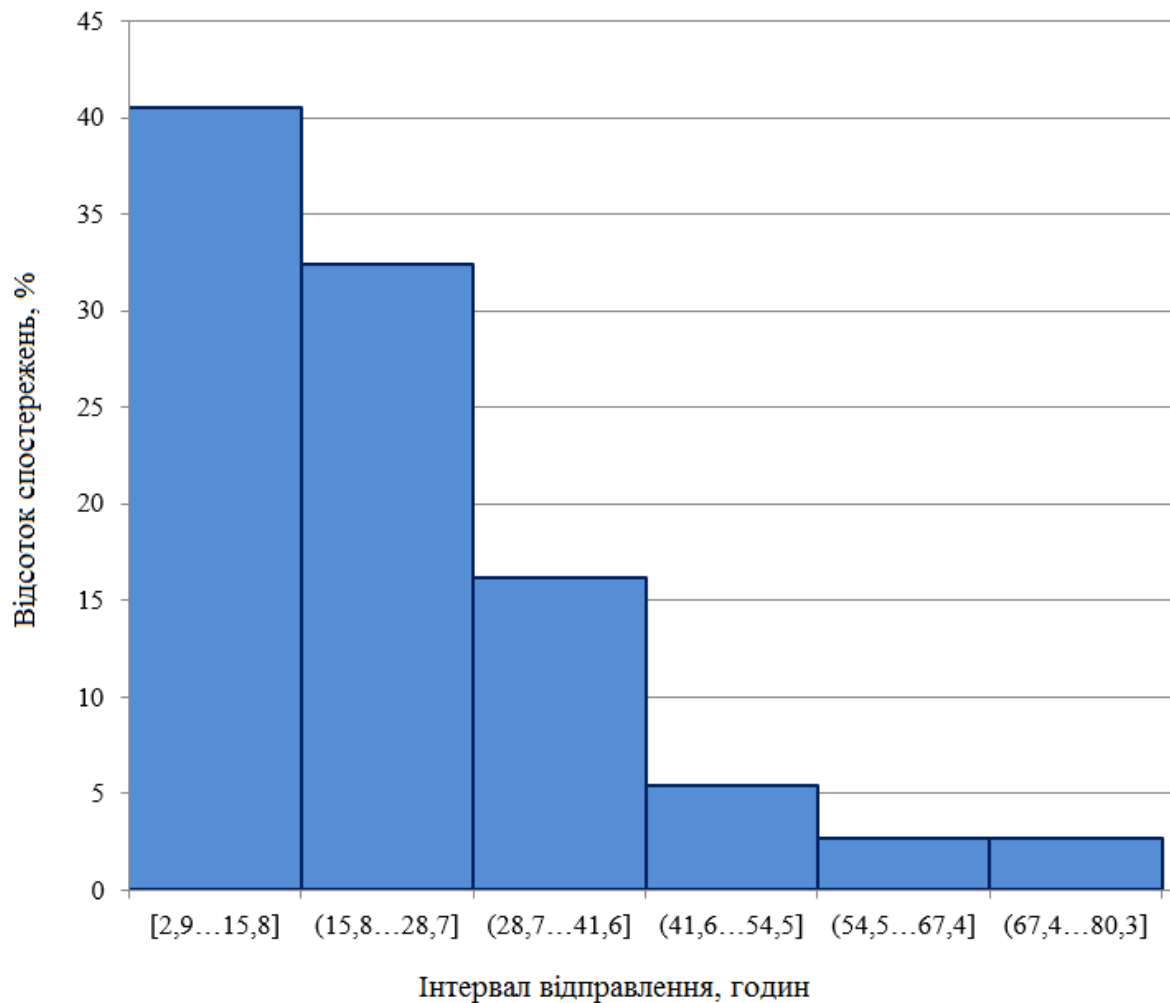


Рисунок 2.1 – Діаграма емпіричного розподілу інтервалів формування вагонних партій вантажу для Модерн-Експо

Оскільки дослідження передбачає аналіз варіанту з використанням багатооборотних піддонів для кріплення рулонів, необхідно оцінити можливий вплив недовантаження вагонів через те, що дані піддони зменшують корисну місткість вагонів за вантажопідйомністю [12].

Врахуємо наступні фактори:

- вага двох піддонів, які розміщуються всередині вагону, становить 5 тонн;
- скорочення обсягу деревини для кріплення рулонів при використанні металевих піддонів становить близько 650 кг.

Для аналізуємої вибірки отримуємо таблицю 2.1.

Таблиця 2.1 – Аналіз використання вантажопідйомності вагонів при відвантаженні рулонів до Модерн-Експо на металевих піддонах та без них

Вантажо- підйомність, т	Вага вантажу, т	Недованта- ження, т	Рівень завантаження на піддонах, т	Переванта- ження на піддонах, т
70,00	63,44	6,560	2,210	0
70,00	59,28	10,720	6,370	0
69,00	65,935	3,065	-1,285	1,285
70,00	68,42	1,580	-2,770	2,77
69,00	65,57	3,430	-0,920	0,92
70,00	61,355	8,645	4,295	0
69,00	62,73	6,270	1,920	0
70,00	63,66	6,340	1,990	0
70,00	67,645	2,355	-1,995	1,995
71,00	67,79	3,210	-1,140	1,14
70,00	67,56	2,440	-1,910	1,91
70,00	65,72	4,280	-0,070	0,07
69,00	66,16	2,840	-1,510	1,51
69,00	66,72	2,280	-2,070	2,07
70,00	68,72	1,280	-3,070	3,07
71,00	66,15	4,850	0,500	0
71,00	63,81	7,190	2,840	0
69,00	63,81	5,190	0,840	0
70,00	52,01	17,990	13,640	0

Кінець таблиці 2.1

Вантажо- підйомність, т	Вага вантажу, т	Недованта- ження, т	Рівень завантаження на піддонах, т	Переванта- ження на піддонах, т
70,00	56,45	13,550	9,200	0
69,00	64,18	4,820	0,470	0
70,00	66,84	3,160	-1,190	1,19
70,00	66,29	3,710	-0,640	0,64
70,00	68,11	1,890	-2,460	2,46
69,00	59,95	9,050	4,700	0
70,00	69,55	0,450	-3,900	3,9
70,00	66,62	3,380	-0,970	0,97
69,00	55,66	13,340	8,990	0
70,00	54,24	15,760	11,410	0
70,00	66,49	3,510	-0,840	0,84
71,00	68,52	2,480	-1,870	1,87
69,00	64,285	4,715	0,365	0
69,00	56,21	12,790	8,440	0
69,00	65,16	3,840	-0,510	0,51
70,00	61,81	8,190	3,840	0
71,00	64,16	6,840	2,490	0
69,00	68,39	0,610	-3,740	3,74
70,00	68,64	1,360	-2,990	2,99
Сумарно:		213,960	48,660	35,85
На один вагон:				0,94

На рисунку 2.2 наведено аналіз розподілу недовантаження вагонів за існуючої системи доставки рулонів до Модерн-Експо.

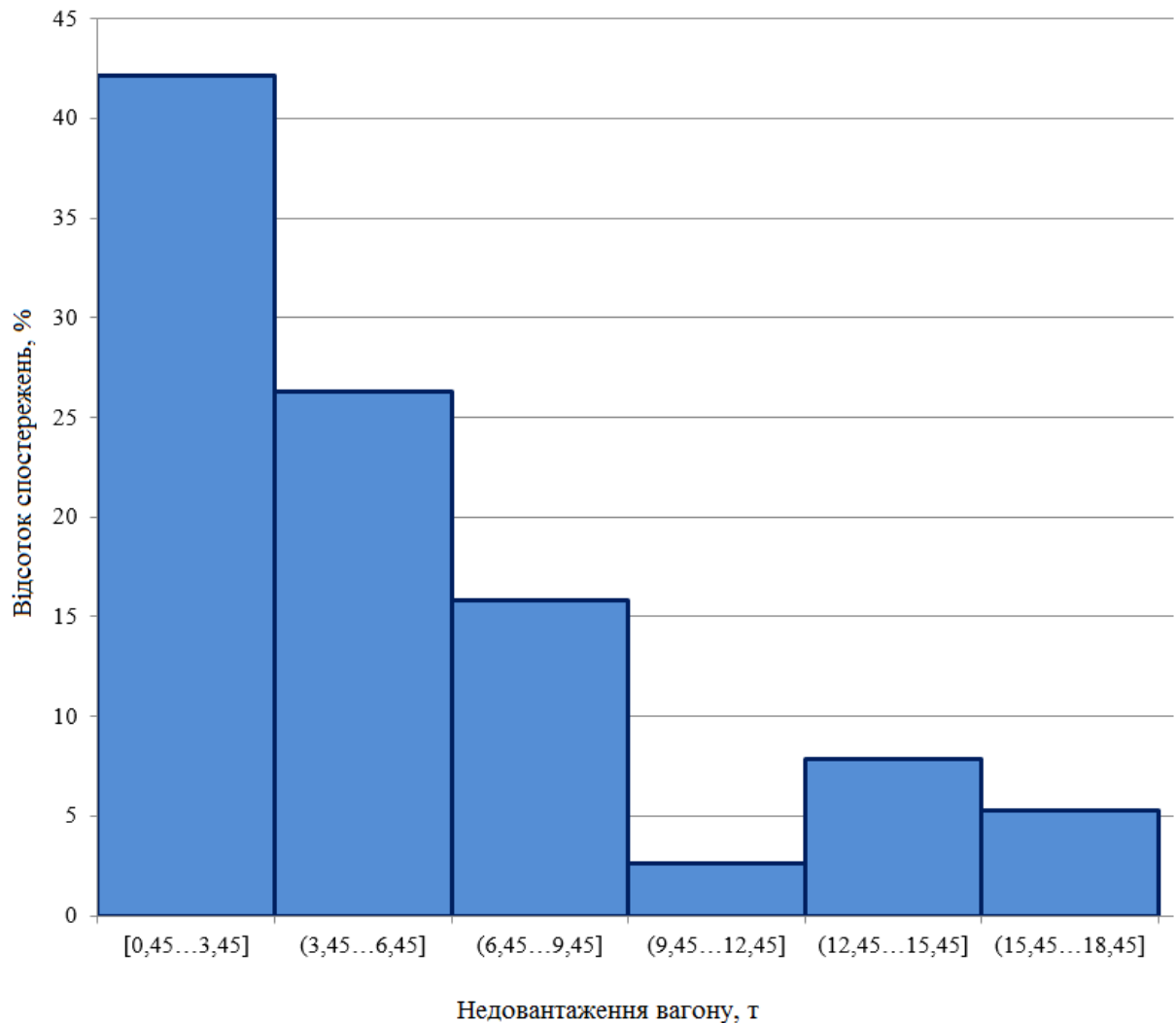


Рисунок 2.2 – Аналіз розподілу недовантаження вагонів за існуючої системи доставки рулонів до Модерн-Експо

Виходячи з даних аналізу можна зробити наступні висновки:

- сумарний рівень недовантаження за усією вибіркою даних становить 213,960 т при невикористанні металевих піддонів;
- сумарний рівень недовантаження при використанні піддонів за усією вибіркою даних становить 48,660 т;

- сумарний рівень теоретичного перевантаження при використанні піддонів за усією вибіркою даних становить 35,85 т, або 0,94 т на вагон.

За даними статистичного аналізу вибірки [13] недовантаження за існуючих умов (т):

Мінімальний елемент: 0,45.

Максимальний елемент: 17,99.

Середнє недовантаження вагону: 5,63.

Стандартне відхилення 4,35.

Тож, теоретичне перевантаження певних вагонів також теоретично може бути перерозподіленим по інших, оскільки величина 0,94 значно менше «вільного місця» у 5,63 т.

Проте, необхідно врахувати можливе довантаження через використання «важких» металевих піддонів.

Кількість «проблемних» вагонів за наявними даними спостережень становить 10 одиниць, або 26%.

Середня вага рулону для Модерн-Експо за даними підприємства становить 5,3 т, тож можливим є недовантаження 53 т на загальний обсяг у вантажу у 38 вагонах. На вагон у середньому за таким розрахунком буде недовантажено 1,4 т.

Враховуючи можливість певного перерозподілу вантажу у недовантажені вагони, приймаємо орієнтовне недовантаження через використання металевих піддонів – 1 тонну на вагон.

Враховуючи плановий річний обсяг перевезень 25000 т або 385 вагонів, обсяг недовантаження за рік становить – 385 тонн, або:

$$385\text{т} / 64\text{т/ваг} = 6 \text{ вагонів/рік.}$$

Проте економія деревини буде на рівні:

$$385 \text{ ваг.} \times 0,65 = 250 \text{ тонн/рік.}$$

Врахуємо це в економічних розрахунках.

2.2 Розробка моделі доставки холоднокатаних рулонів на адресу Модерн-Експо

Створення моделі починаємо зі стартового вікна Енілоджік – рисунок 2.3.

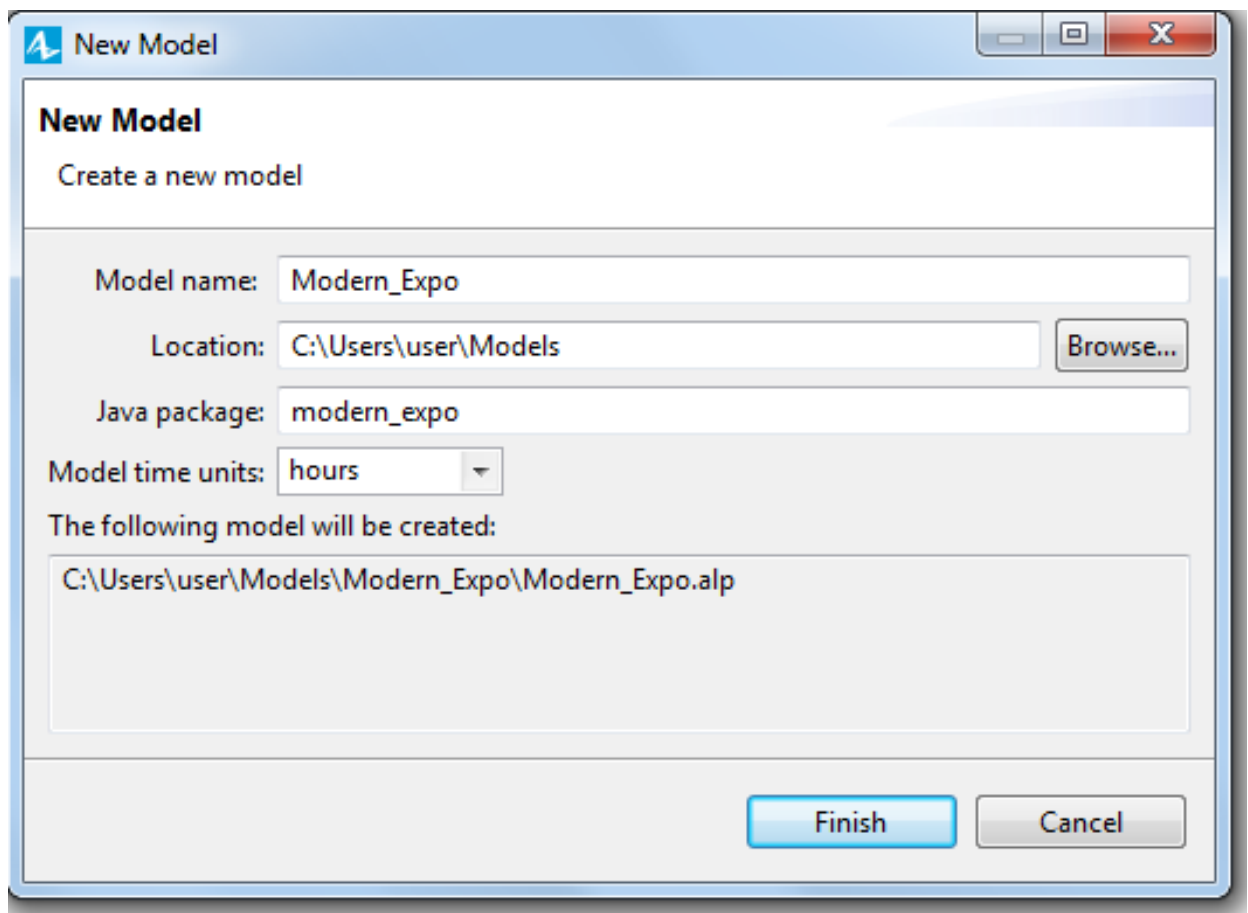


Рисунок 2.3 – Розробка моделі доставки холоднокатаних рулонів на адресу Модерн-Експо

Параметри часу моделі обираємо у годинах – Model time units = hours.

Надалі, на полі програми розміщуємо елементи моделі. Першим елементом є `int_zavant` типу `source`, за допомогою якого задається інтенсивність надходження вагонних партій рулонів для відвантаження з ЦХП-1 до Модерн-Експо (рисунок 2.4).

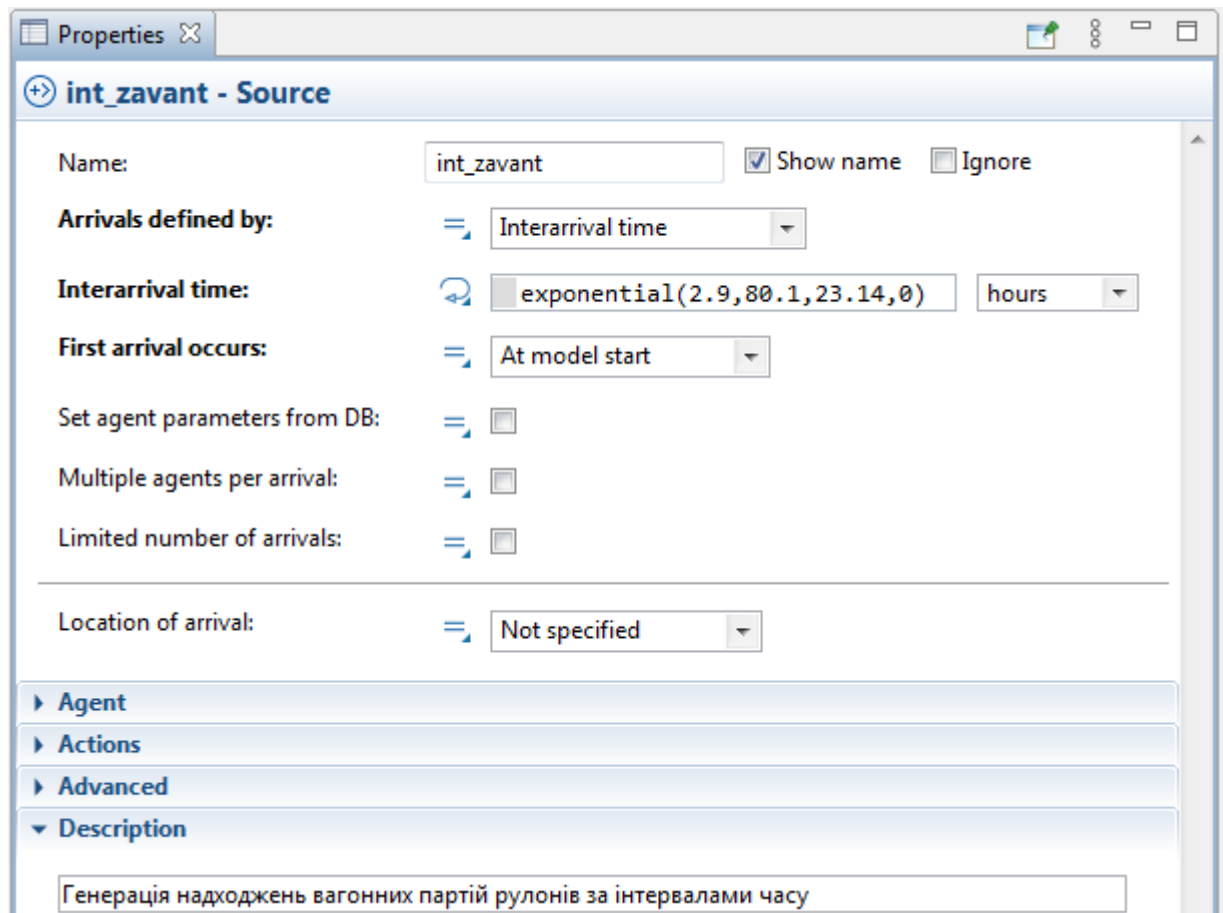


Рисунок 2.4 – Елемент `int_zavant`

Інтенсивність надходження рулонів на склад ЦХП-1 визначається виразом:

`exponential(2.9,80.1,23.14,0),`

тобто генерація інтервалів відбувається відповідно до визначеного експоненціального розподілу із параметрами, визначеними у попередньому розділі (мінімальне 2,9 год., максимальне 80,1 год., середнє значення 23,14 години).

Від `int_zavant` замовлення – вагонна партія вантажу переходить до елемента `split` (рисунок 2.5), який створює копію замовлення. Логікою програми передбачаємо використання замовлення-оригіналу для опису просування партії вантажу, а його копії – для опису руху піддонів (багатооборотних засобів кріплення рулонів).

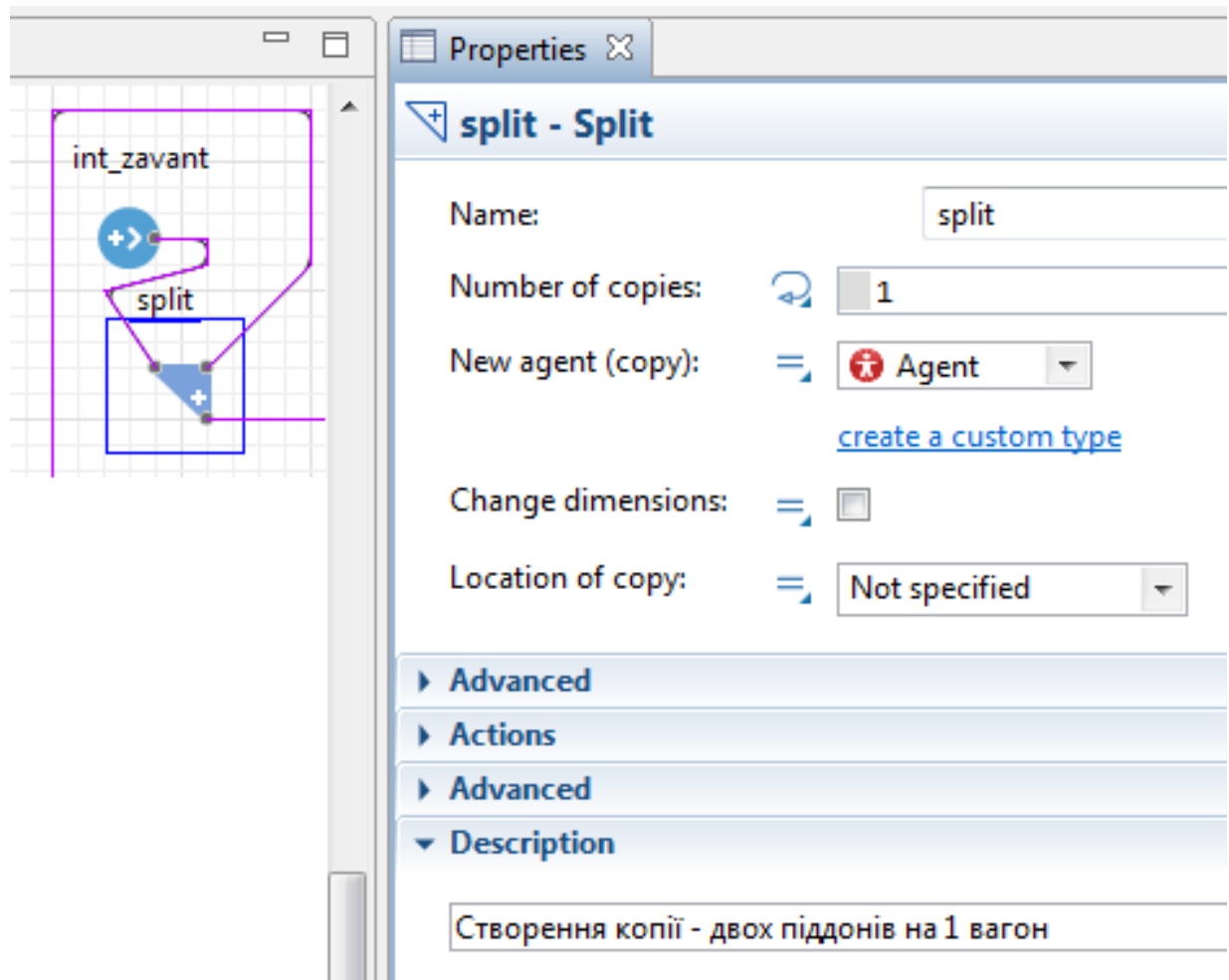


Рисунок 2.5 – Елемент split

Для фіксації початкового часу знаходження замовлення в системі використовується елемент `timeOnVant` (рисунок 2.6)

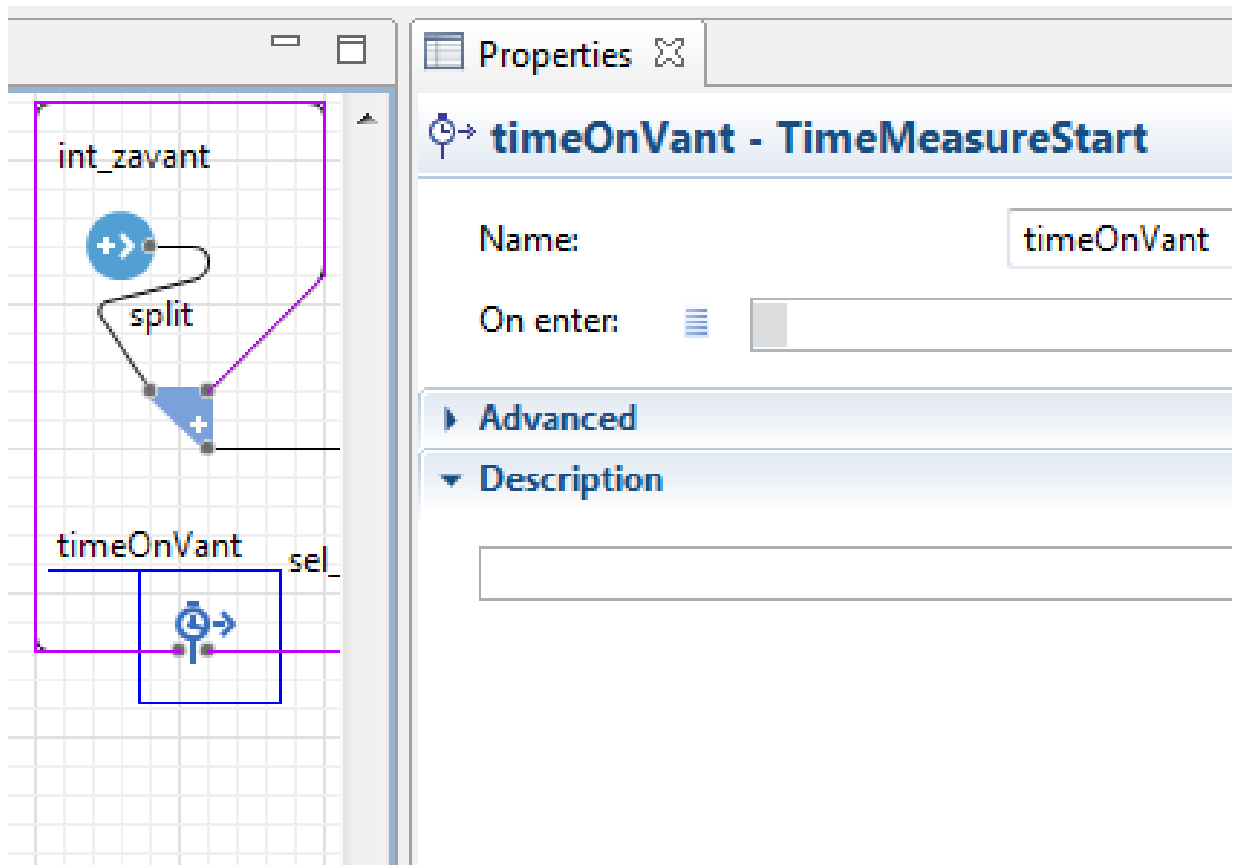


Рисунок 2.6 – Елемент timeOnVant

Наступний елемент вибору шляху прямування замовлень - sel_Krip_or_No (рисунок 2.7) відповідно до виконання умови:

Krip_or_No==true

спрямовує їх або за технологією використання піддонів, або без їх застосування.

Змінна Krip_or_No є логічного типу, вона також розміщується на програмному полі (показана зверху рисунку 2.7).

Замовлення-копії, що імітують піддони-кріплення, надходять до черги que_Krip (рисунок 2.8), яка виконує програмні функції місця зберігання заявок для виконання подальших дій з ними.

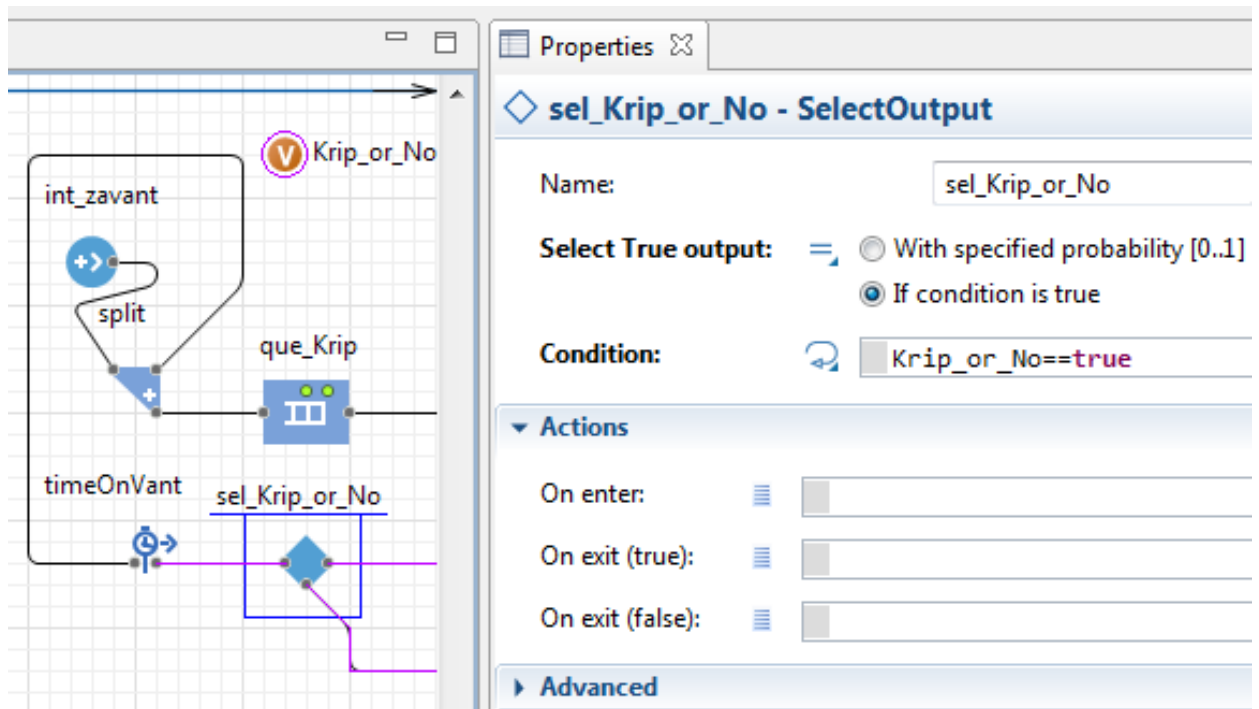


Рисунок 2.7 – Елемент sel_Krip_or_No

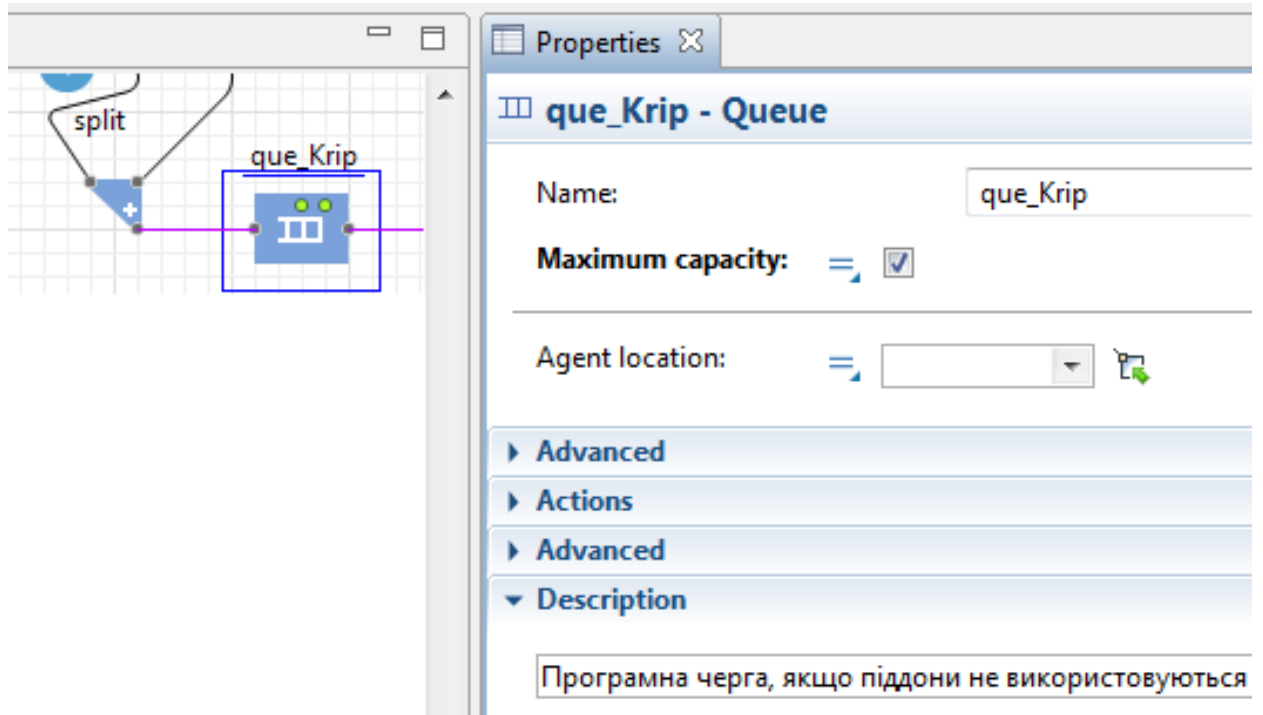


Рисунок 2.8 – Елемент черги que_Krip

Місткість черги que_Krip встановлена максимальною.

Отримуємо три напрямки можливого руху замовлень та їх копій:

- рух копій по гілці обліку піддонів;
- рух вантажу по гілці з використанням піддонів, або без їх застосування (рисунок 2.9).

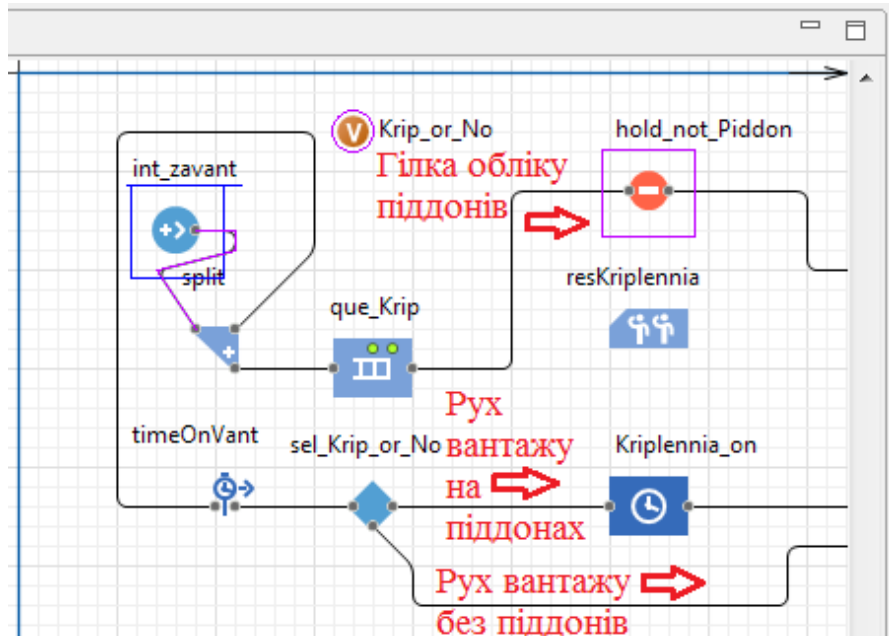


Рисунок 2.9 - Напрямки можливого руху замовлень та їх копій

У разі невикористання піддонів, замовлення-копії блокуються у черзі que_Krip елементом блокування hold_not_Piddon, управління через змінну Krip_or_No (значення – false) здійснюється в елементі int_zavant, що показано на рисунку 2.10.

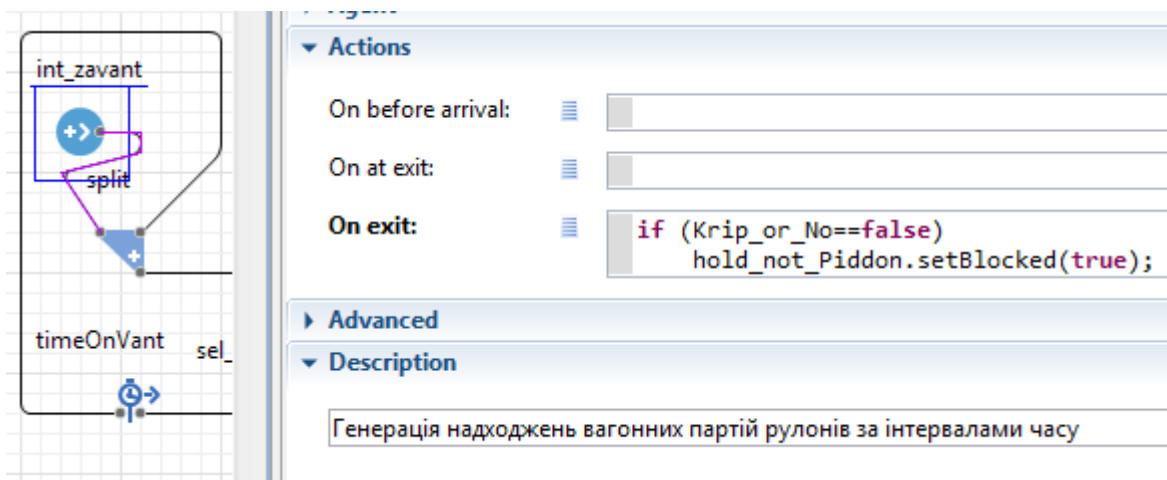


Рисунок 2.10 – Блокування hold_not_Piddon

При використанні піддонів-кріплень значення змінної `Krip_or_No` встановлюється `true`, елемент `hold_not_Piddon` не блокується у `int_zavant`, а для подальшого визначення потрібної кількості піддонів в експлуатації елемент `seiz_Kriplennia` приєднує до кожного замовлення ресурс (рисунок 2.11).

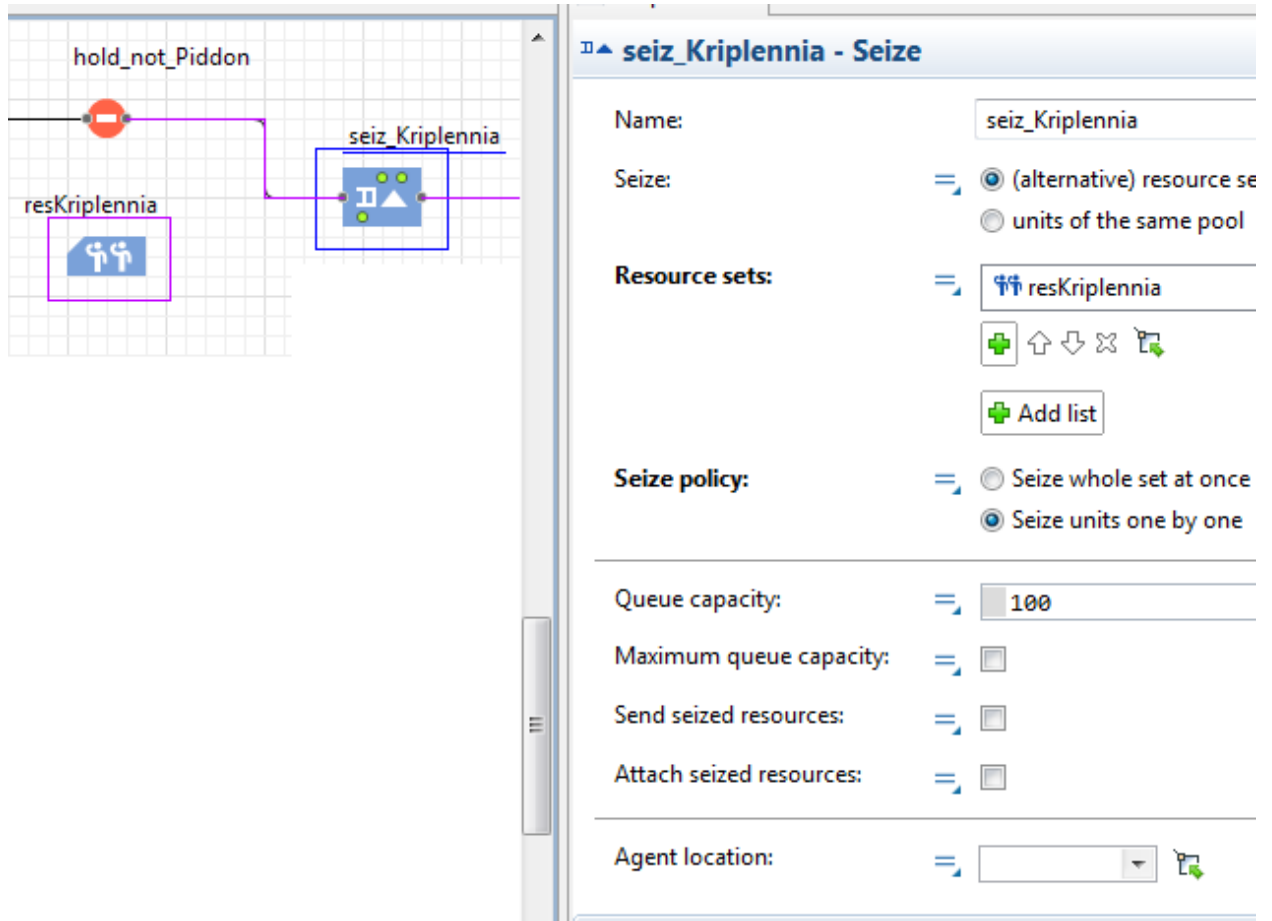


Рисунок 2.11 - Елемент `seiz_Kriplennia`

Даний елемент працює в парі з елементом пулу ресурсів `resKriplennia` (параметри показані на рисунку 2.12).

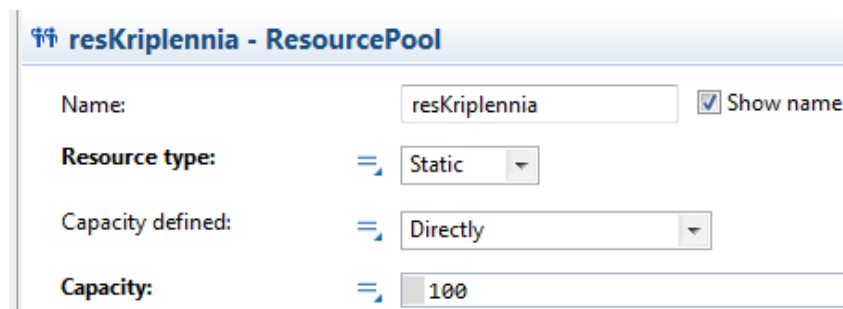


Рисунок 2.12 – Пул ресурсів `resKriplennia`

Для визначення поточної кількості задіяних у перевезеннях піддонів та їх максимально потрібної кількості в роботі використовуються змінні Pidдон_in_job та Pidдон_in_job_max відповідно (рисунок 2.13).

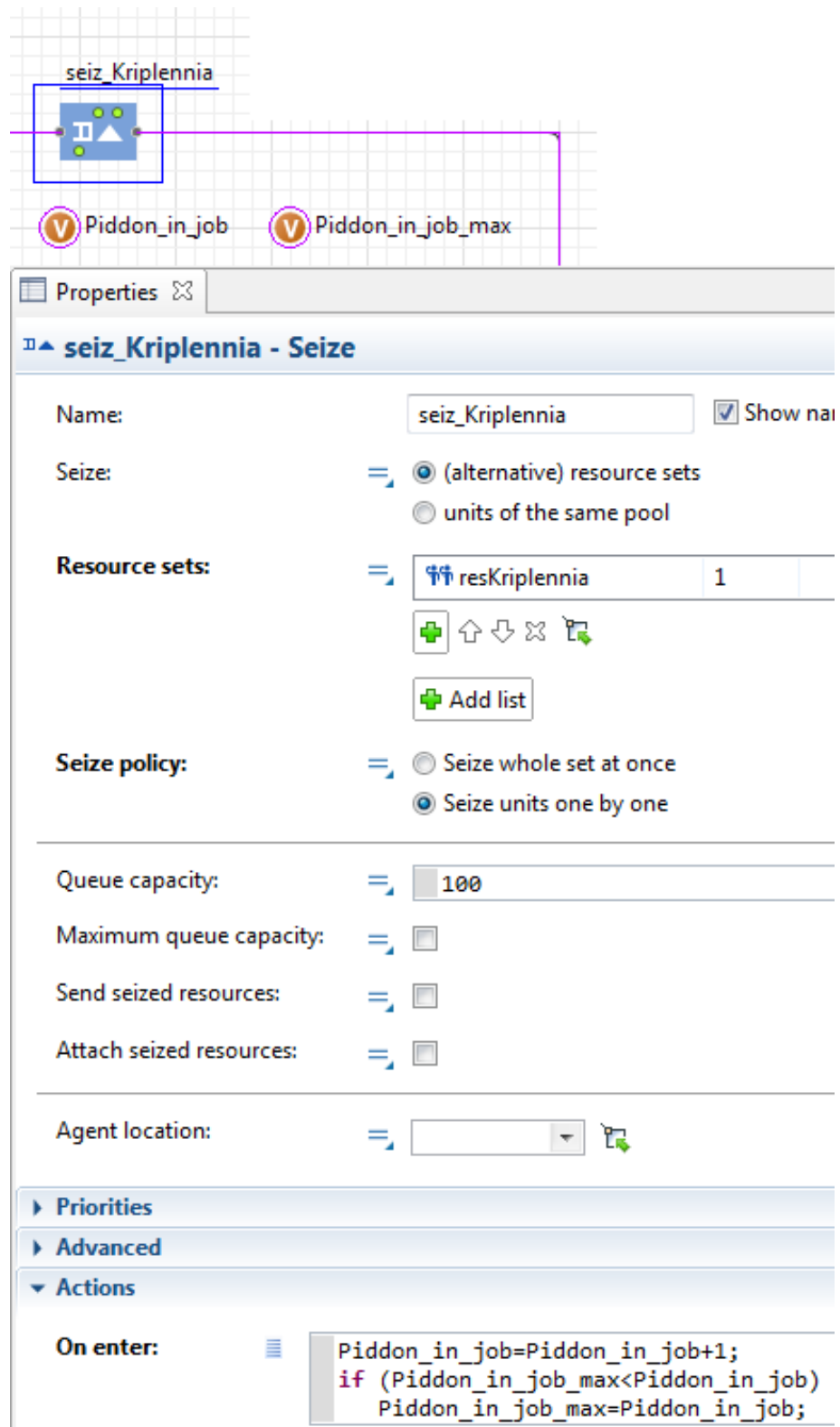


Рисунок 2.13 – Облік піддонів

Для цього використовується код:

```
Piddon_in_job=Piddon_in_job+1;
if (Piddon_in_job_max<Piddon_in_job)
    Piddon_in_job_max=Piddon_in_job;
```

який реалізується при входженні замовлення до елементу `seiz_Kriplennia`, де і виконуються розрахунки.

Гілка руху вантажу, як вже зазначалось вище, може працювати як в режимі використання піддонів, так і без, що показано на рисунку 2.14.

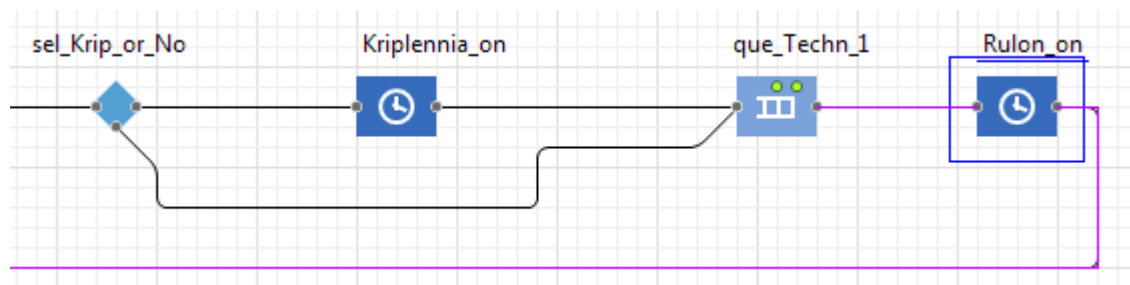


Рисунок 2.14 – Імітація завантаження піддонів та вантажу

Елемент `Kriplennia_on` імітує затримку в навантаженні піддонів у порожній вагон, враховуючи наявність 3 кранів, та тривалість операції – 0,2 години – рисунок 2.15.

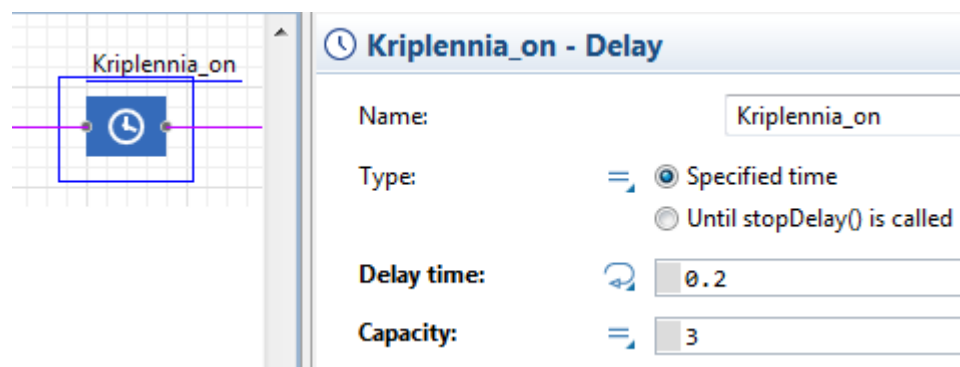


Рисунок 2.15 – Елемент `Kriplennia_on`

Елемент que_Techn_1 є програмною чергою очікування замовленнями виконання операції навантаження рулонів у вагон (рисунк 2.16).

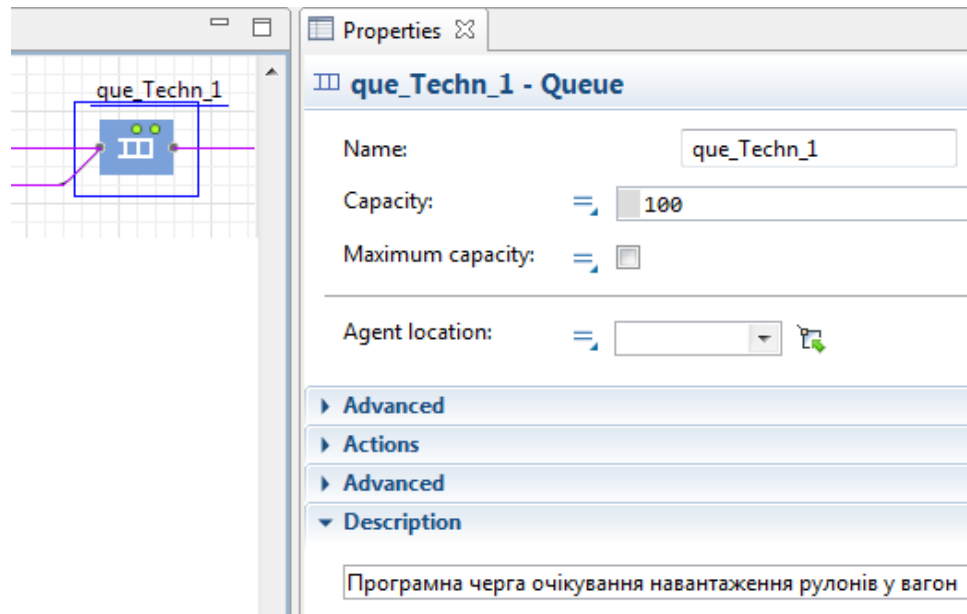


Рисунок 2.16 – Елемент que_Techn_1

Елемент Rulon_on імітує процес навантаження рулонів у вагон – рисунок 2.17.

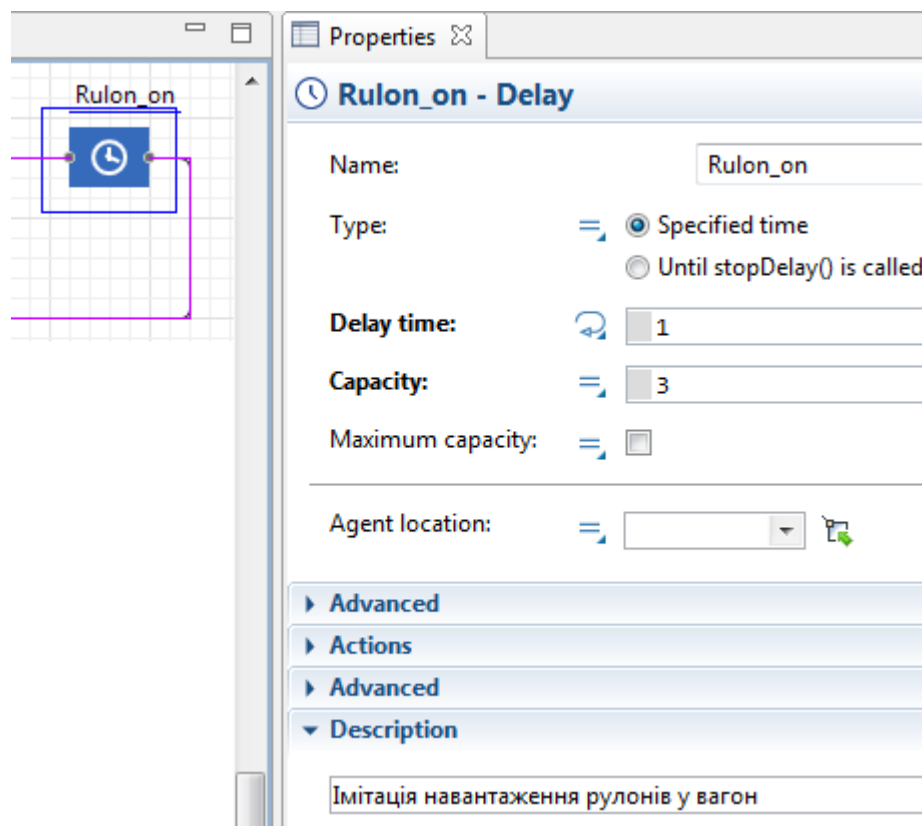


Рисунок 2.17 – Елемент Rulon_on

Тривалість затримки за даними ЄТП становить 1 годину на вагон.

Розглянемо наступний програмний блок, який імітує процес вивезення вагонів з цеху на станцію Східна, який показаний на рисунку 2.18.

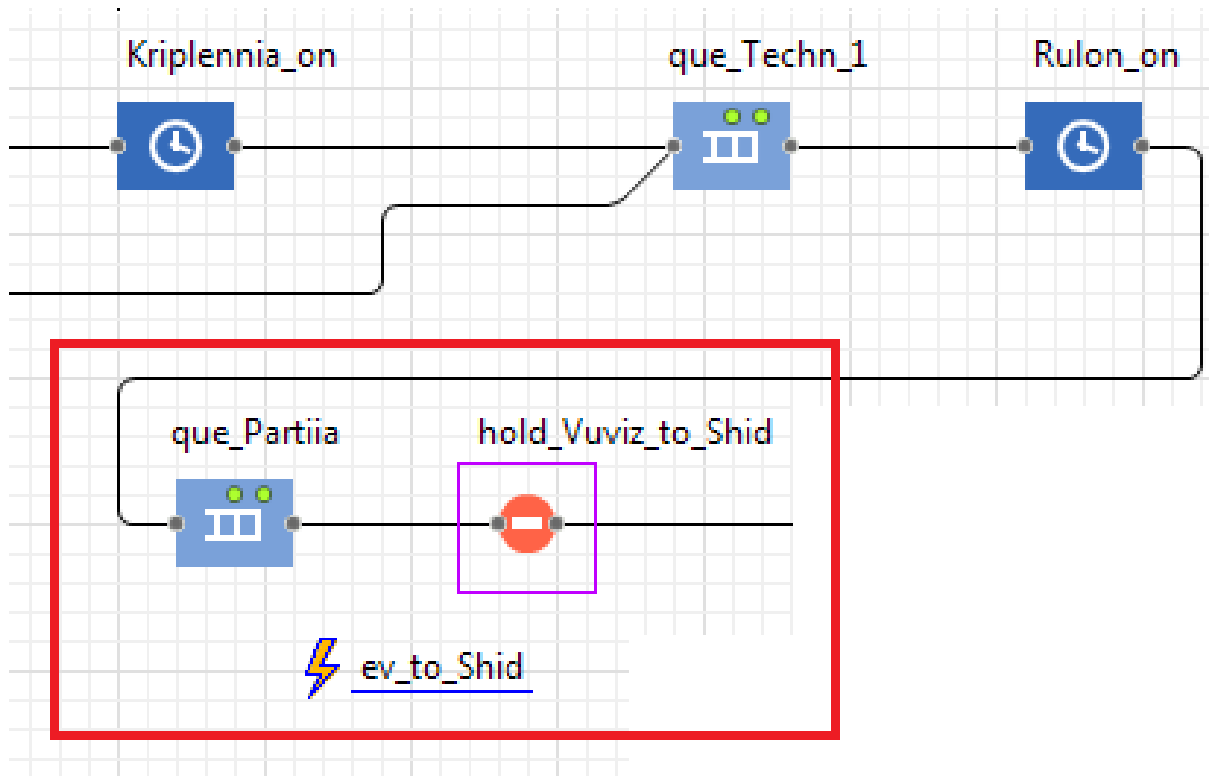


Рисунок 2.18 – Блок імітації процесу вивезення вагонів з цеху на станцію Східна

Даний блок складається з трьох елементів:

- que_Partiia типу «черга»;
- hold_Vuviz_to_Shid типу «блокатор замовлень»;
- ev_to_Shid типу «подія».

Елемент que_Partiiia забезпечує функцію очікування вагонами, які призначаються для Модерн-Експо, вивезення разом з іншими вагонами, які навантажуються у цеху (рисунок 2.19).

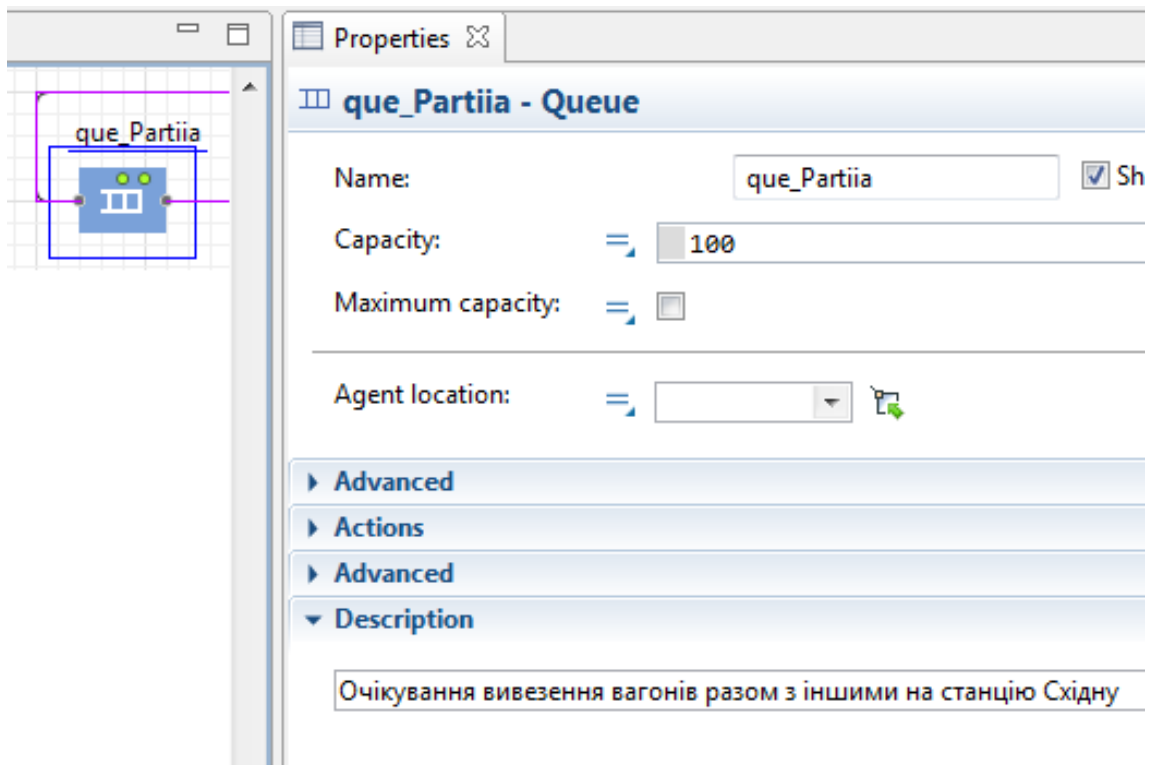


Рисунок 2.19 – Елемент que_Partiaa

Утримання здійснюється елементом hold_Vuviz_to_Shid (рисунок 2.20), який керується елементом ev_to_Shid (рисунок 2.21).

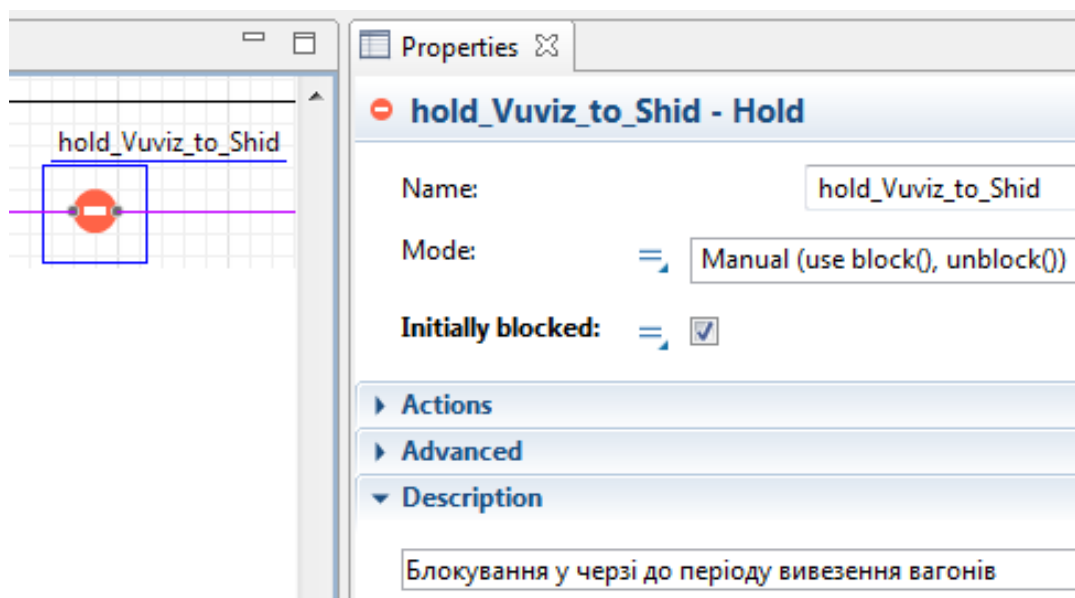


Рисунок 2.20 – Елемент hold_Vuviz_to_Shid

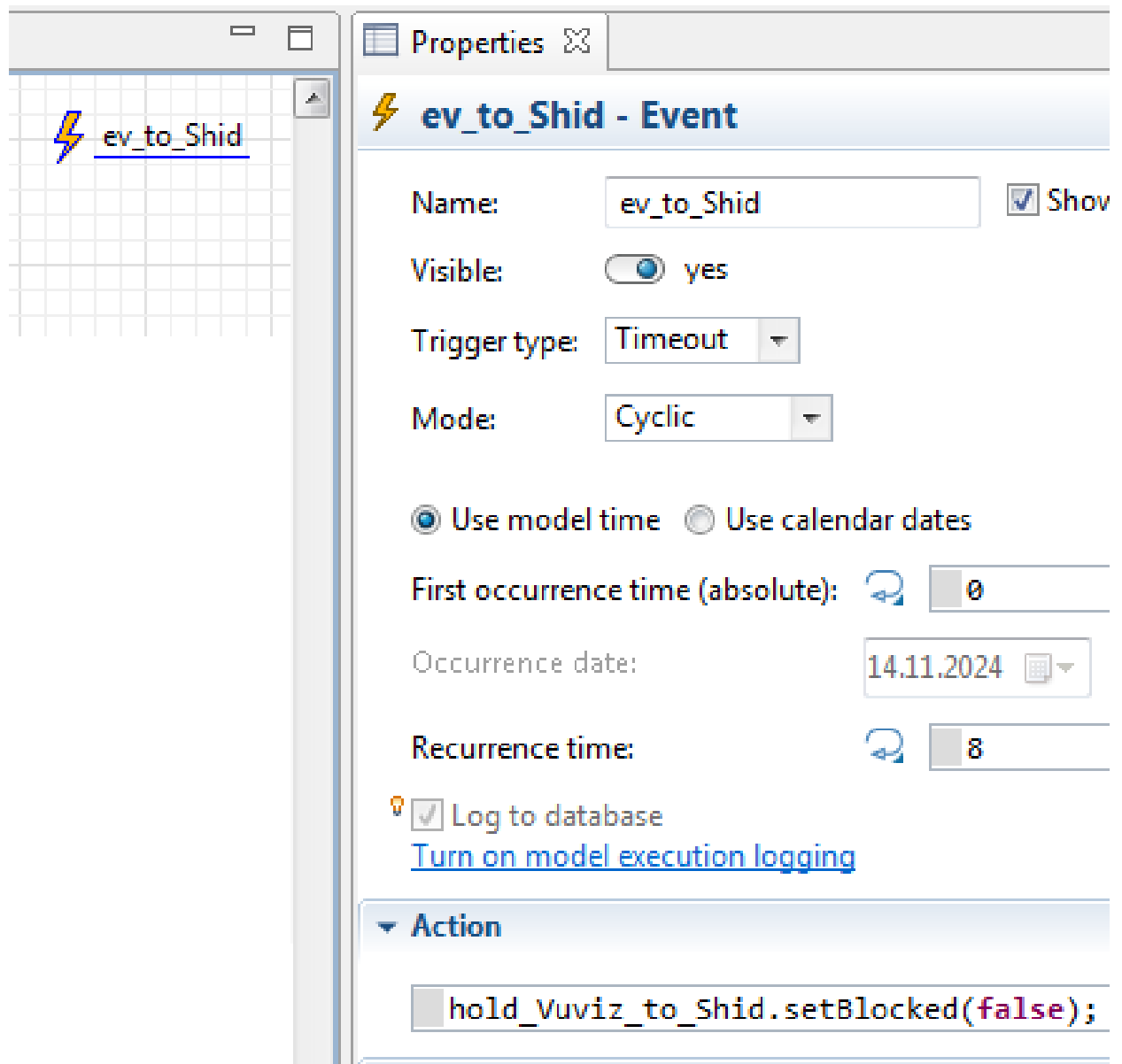


Рисунок 2.21 – Елемент ev_to_Shid

За даними підприємства вивезення відбувається один раз на 8-годинну зміну. Тому параметри настання події встановлені циклічні з тривалістю циклу – 8 годин, виконується код:

```
hold_Vuviz_to_Shid.setBlocked(false);
```

який розблоковує елемент hold_Vuviz_to_Shid «утримання в цеху».

Наступний ланцюжок елементів (рисунок 2.22) забезпечує імітацію відправлення вагонів зі станції Східна на зовнішню мережу залізничних шляхів до станції Гнідава.

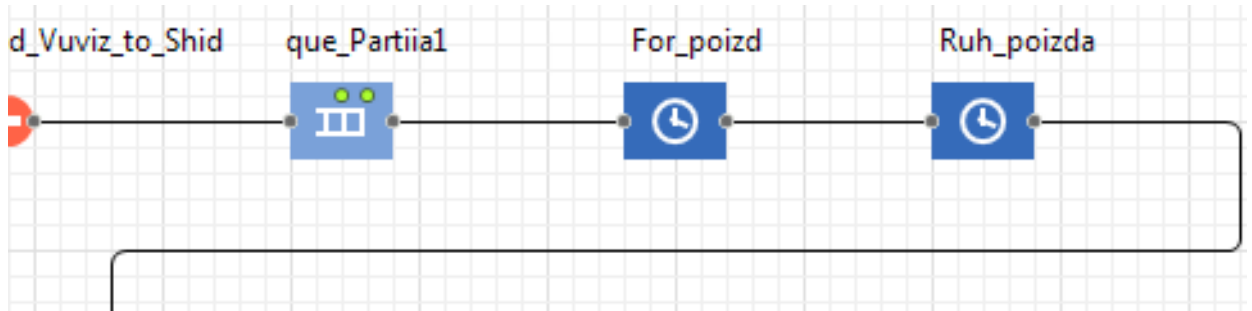


Рисунок 2.22 – Імітація відправлення та руху вагонів з металургійного комбінату до станції Гнідава

Елемент que_Partiaa1 імітує знаходження вагонів на станції Східна до відправлення (рисунок 2.23).

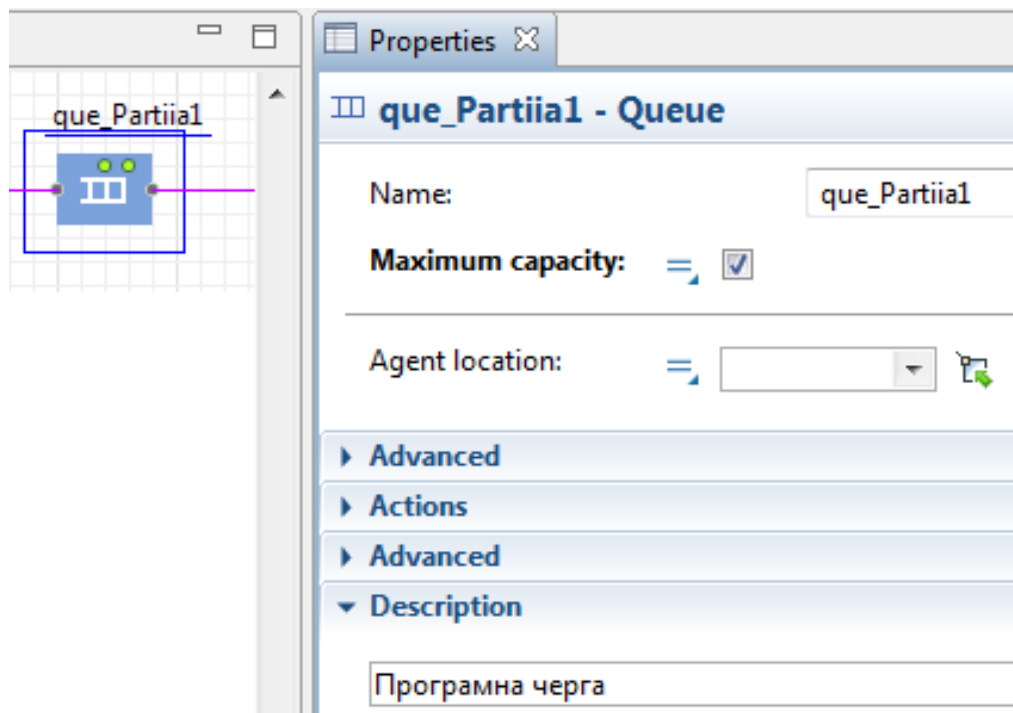


Рисунок 2.23 – Елемент que_Partiaa1

Елемент For_poizd (рисунок 2.24) імітує відправлення составу поїзду, здійснюючи затримку замовлень-вагонів для Модерн-Експо на відповідний час (чотири години).

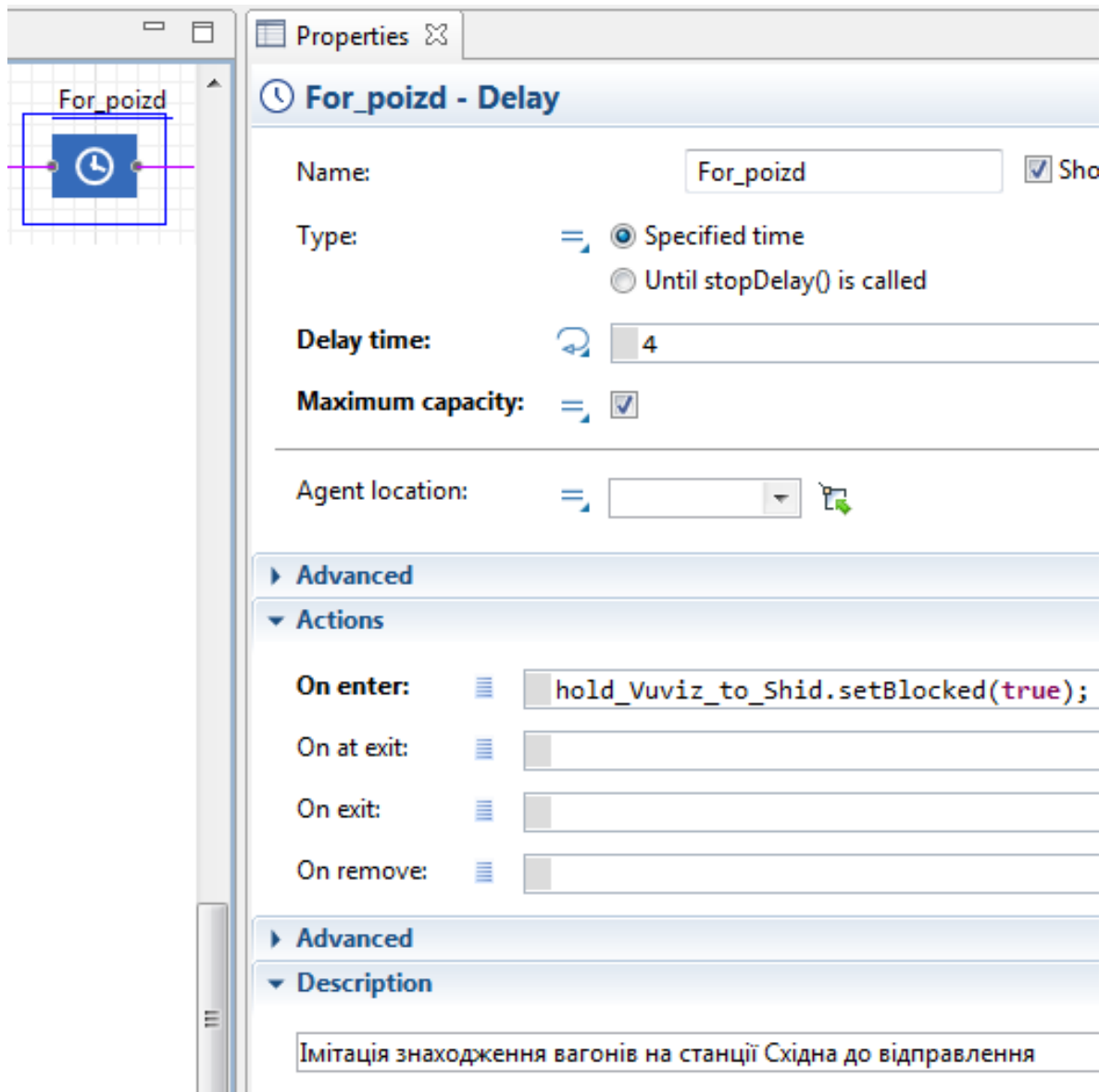


Рисунок 2.24 – Елемент For_poizd

Крім того, при вході до елементу замовлень виконується код:

```
hold_Vuviz_to_Shid.setBlocked(true);
```

та блокується елемент hold_Vuviz_to_Shid.

Імітацію руху поїзду між станціями Запоріжжя-Ліве та Гнідава здійснює елемент затримки Ruh_poizda (рисунок 2.25).

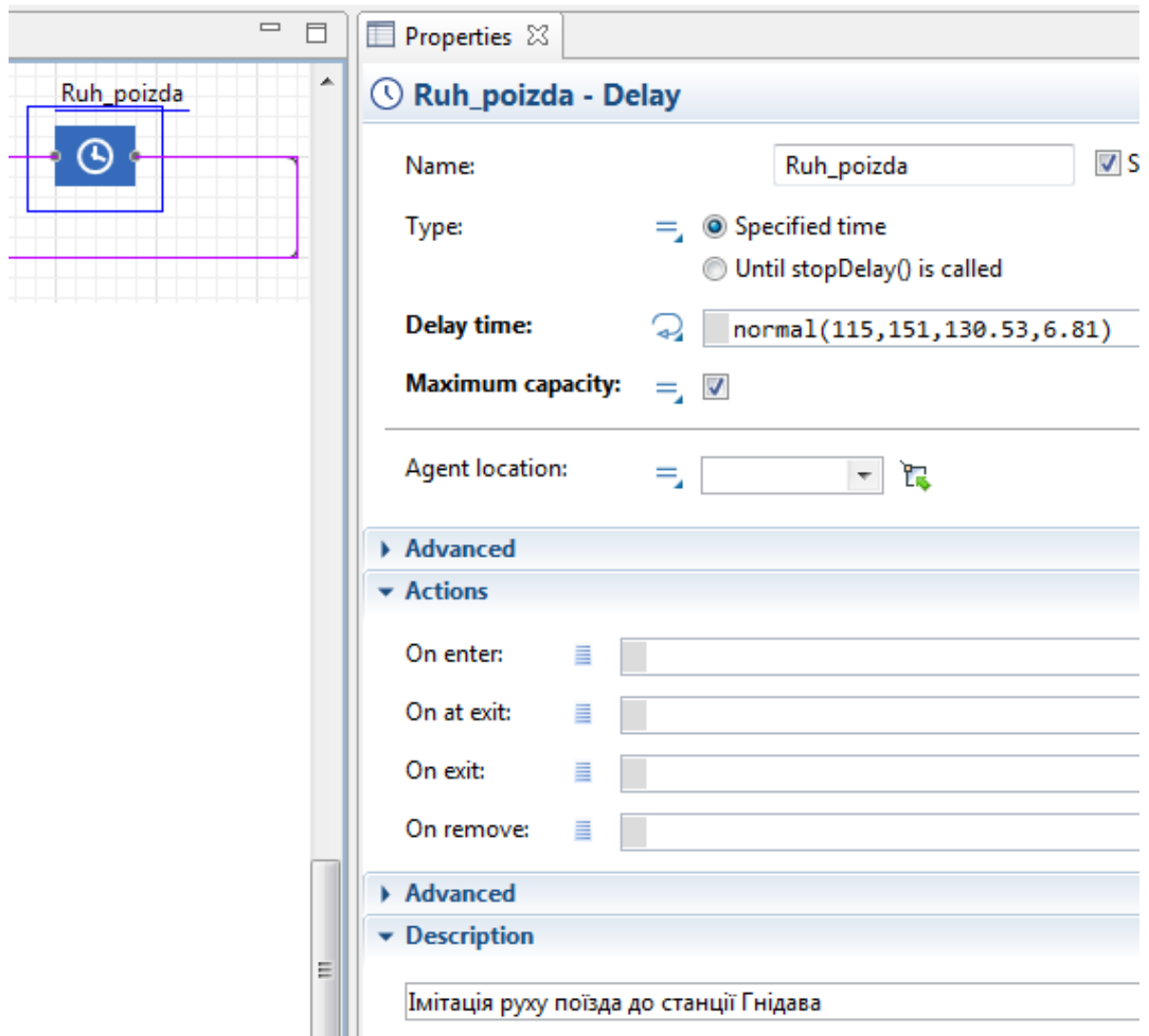


Рисунок 2.25 – Елемент Ruh_poizda

Час затримки визначає вираз:

$\text{normal}(115,151,130.53,6.81),$

який забезпечує генерацію інтервалів руху за нормальним законом розподілу.

Теоретичний закон розподілу визначено шляхом аналізу вибірки спостережень тривалості доставки у годинах:

140; 127; 135; 131; 131; 133; 140; 137; 121; 120; 140; 128; 134; 127; 128;
 137; 139; 127; 132; 123; 137; 127; 133; 135; 138; 139; 127; 133; 122; 129; 135;
 129; 127; 125; 136; 115; 133; 129; 145; 127; 124; 124; 129; 135; 129; 140; 129;
 134; 122; 127; 120; 126; 118; 131; 137; 123; 133; 127; 126; 122; 133; 126; 127;
 127; 136; 133; 133; 134; 122; 140; 128; 149; 120; 140; 132; 124; 135; 131; 119;
 131; 151; 138; 127; 127; 127; 122; 128; 135; 128; 138.

На рисунку 2.26 наведено діаграму емпіричного розподілу інтервалів доставки вагонів до станції Гнідава для Модерн-Експо, форма якої підтверджує гіпотезу щодо відповідності нормальному закону.

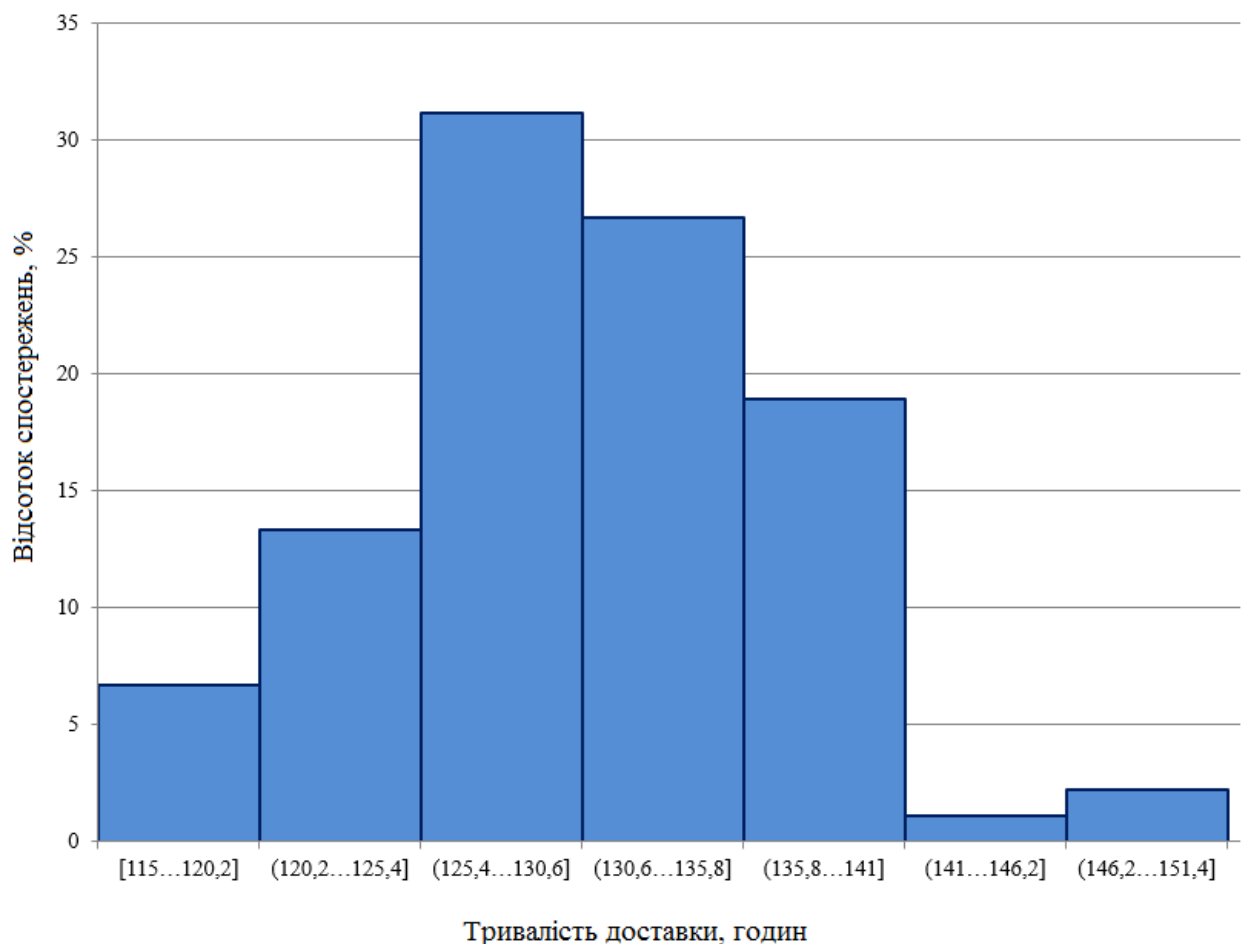


Рисунок 2.26 – Діаграма емпіричного розподілу інтервалів доставки вагонів до станції Гнідава для Модерн-Експо

Головні статистичні характеристики вибірки:

Мінімальний елемент: 115.

Максимальний елемент: 151.

Середній час: 130,53.

Стандартне відхилення: 6,81.

Інтервал – 5,2 (для аналізу за формулою Стерджеса визначено 7 інтервалів).

Наступний блок програми Modern_Ехро імітує вивантаження вагонів на станції Гнідава (рисунок 2.27).

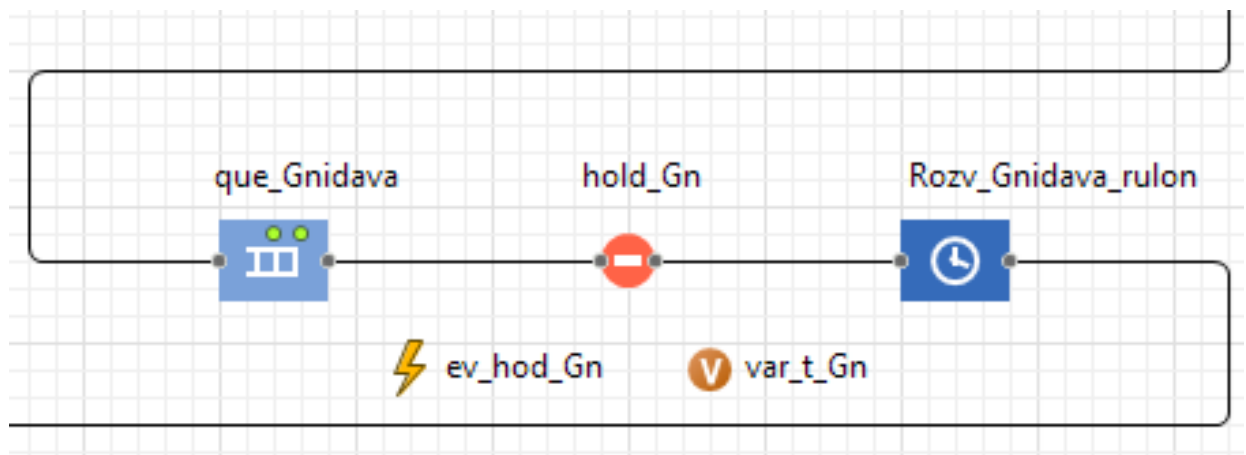


Рисунок 2.27 – Блок програми Modern_Ехро, що імітує вивантаження вагонів на станції Гнідава

Елемент `que_Gnidava` (рисунок 2.28) відтворює процес очікування вагонами початку робочої зміни вантажного двору.

Для цього у відповідні години доби рух замовлень встановлюється заблокованим, що забезпечує елемент `hold_Gn`, параметри якого наведені на рисунку 2.29.

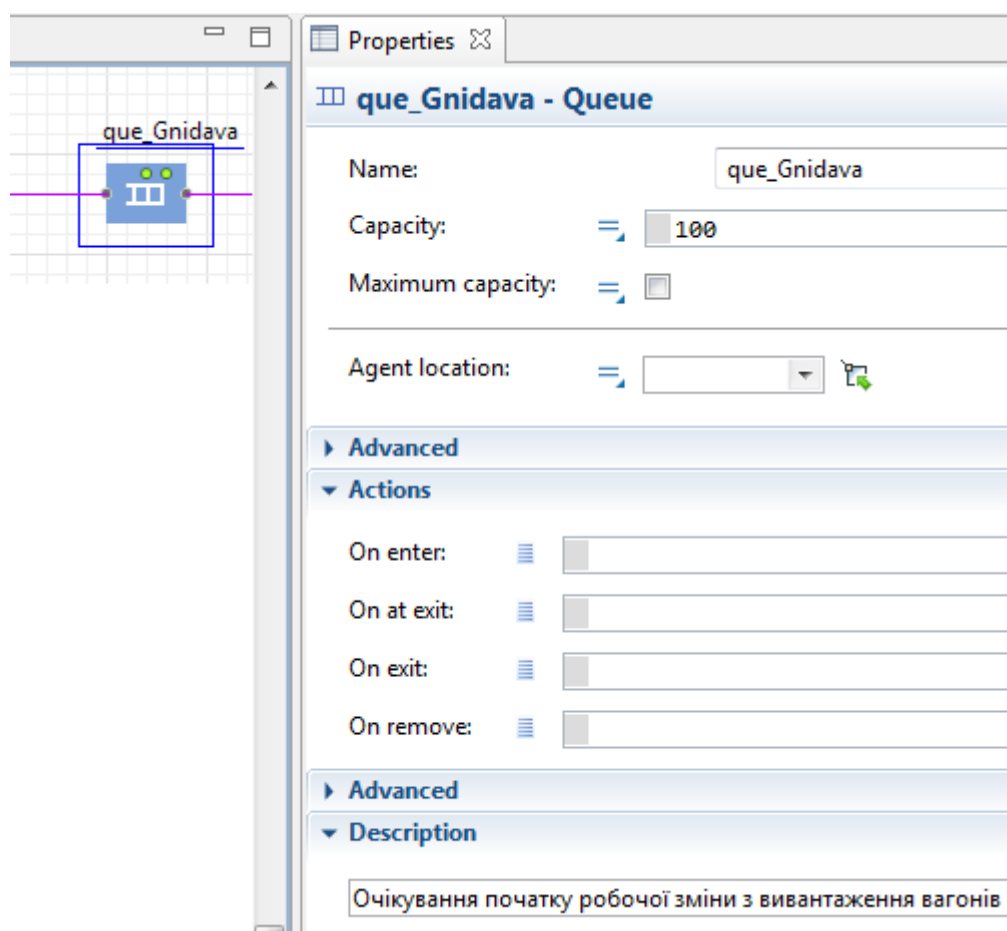


Рисунок 2.28 – Елемент que_Gnidava

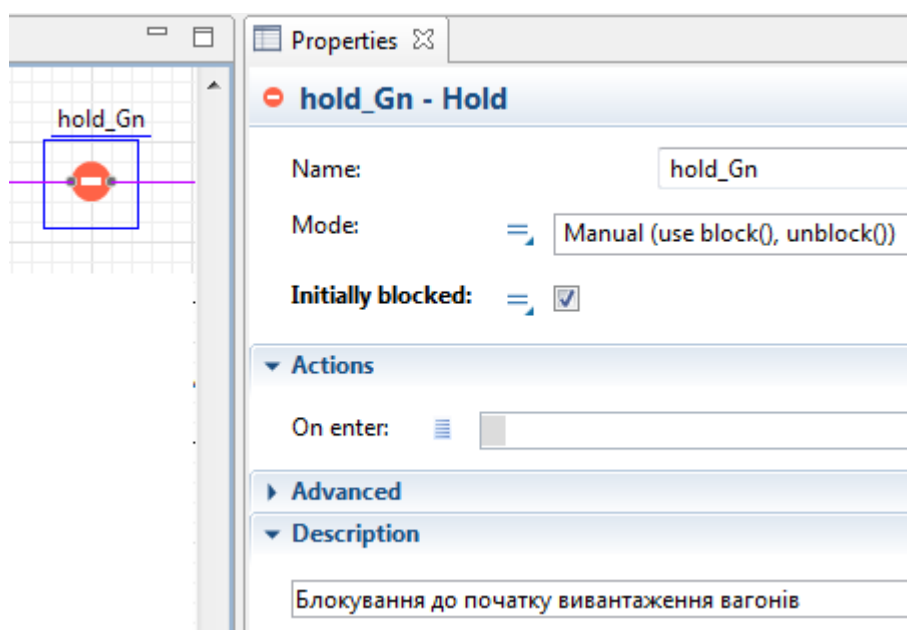


Рисунок 2.29 – Елемент hold_Gn

Керування процесом здійснюється завдяки події ev_hod_Gn – елементу, який представлений на рисунку 2.30.

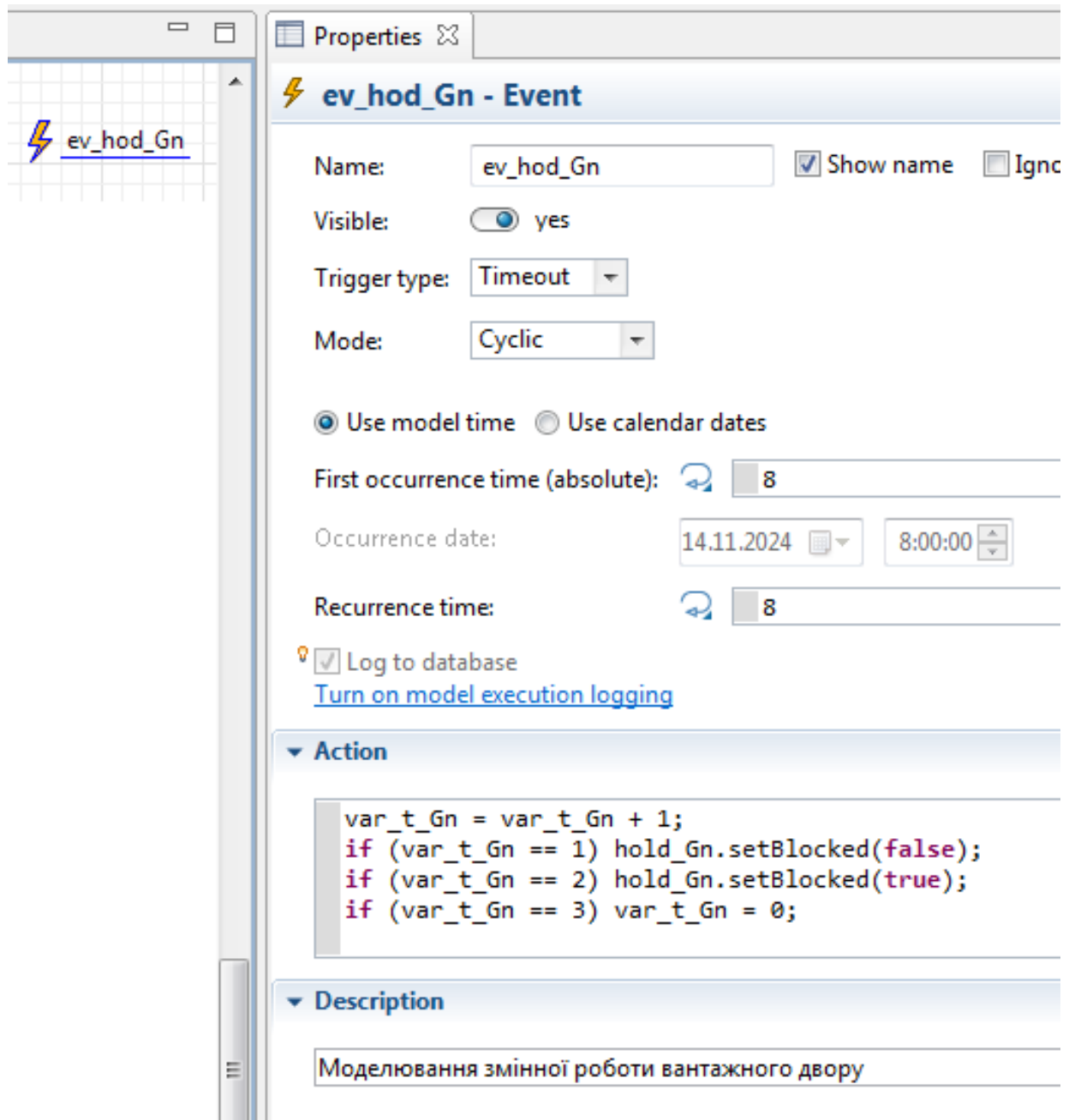


Рисунок 2.29 – Елемент ev_hod_Gn

Використовуючи змінну var_t_Gn, відраховуються три восьмигодинні відрізки доби, на одному з яких рух замовлень дозволяється, а на двох інших – блокується.

Це описує код java:

```
var_t_Gn = var_t_Gn + 1;
if (var_t_Gn == 1) hold_Gn.setBlocked(false);
if (var_t_Gn == 2) hold_Gn.setBlocked(true);
if (var_t_Gn == 3) var_t_Gn = 0;
```

використовуючи функцію `setBlocked` здійснюється управління елементом `hold_Gn` (блокатором).

В період роботи двору процес імітації вантажу забезпечує елемент `Rozv_Gnidava_rulon` – рисунок 2.30.

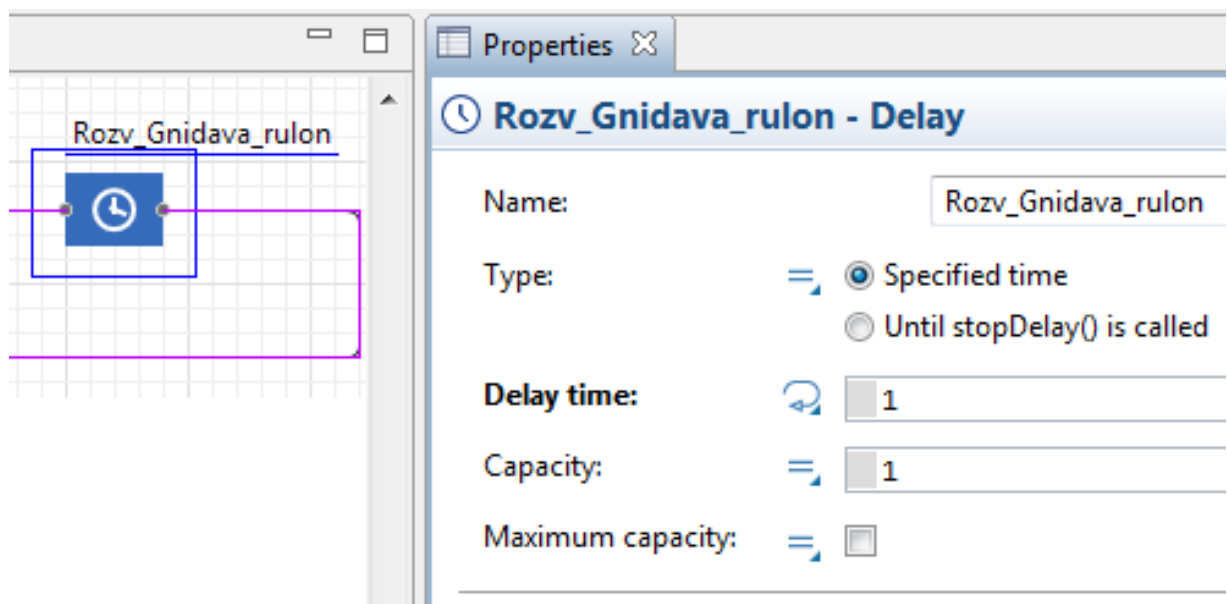


Рисунок 2.30 – Елемент `Rozv_Gnidava_rulon`

Оскільки на дворі працює лише один кран, місткість елементу також дорівнює одиниці.

Залишилось розглянути останню частину ланцюга проходження замовлень-вагонів з вантажем – рисунок 2.31.

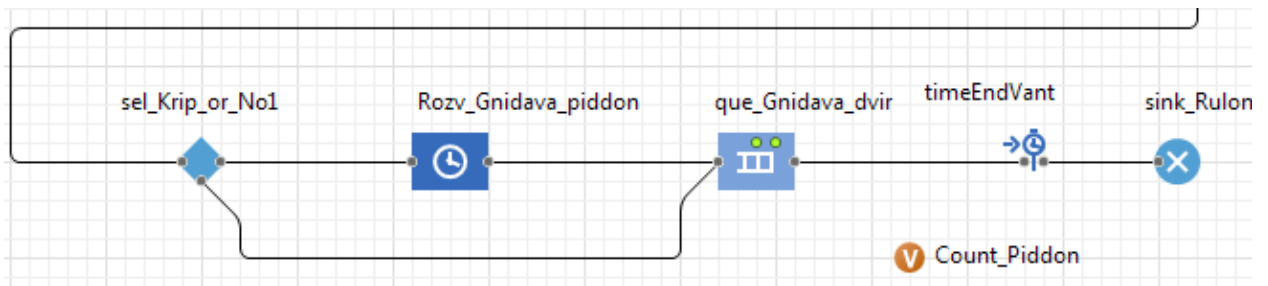


Рисунок 2.31 – Елементи останньої частини ланцюга проходження замовлень-вагонів з вантажем для Модерн-Експо

Елемент вибору шляху sel_Krip_or_No1 (рисунок 2.32), в залежності від виконання умови:

Krip_or_No==true,
визначає подальший рух, у даному випадку вантаж перевозиться з використанням піддонів, та потрапляє до наступного елементу Rozv_Gnidava_pidдон (рисунок 2.33).

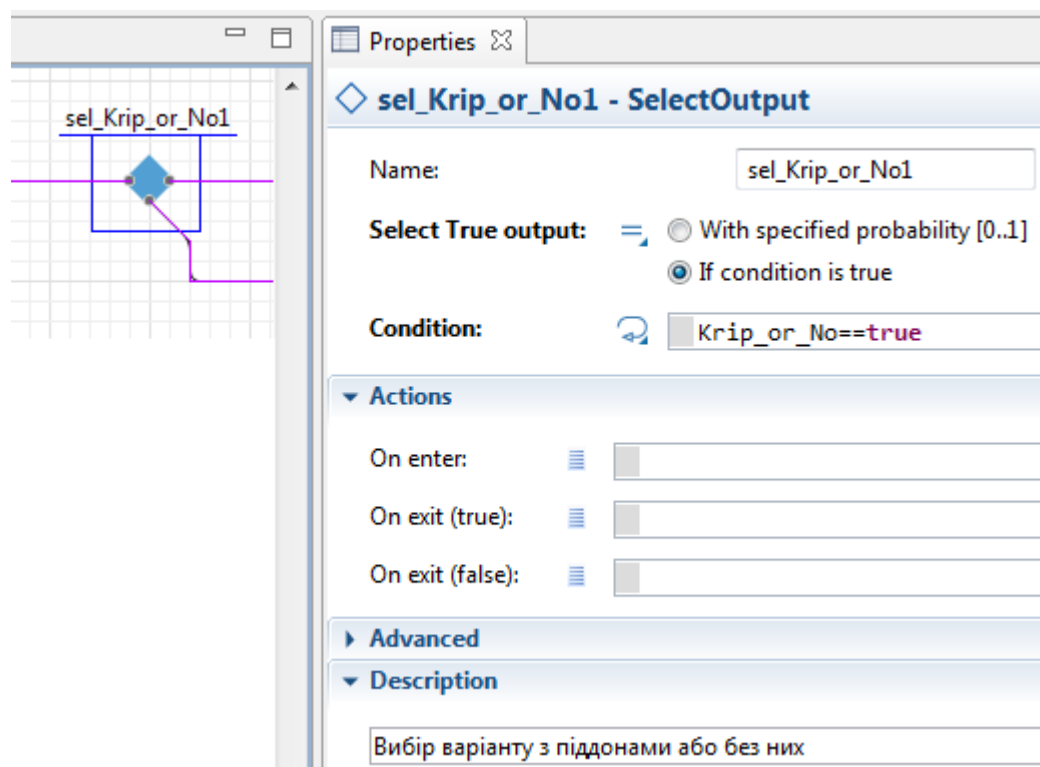


Рисунок 2.32 – Елемент вибору шляху sel_Krip_or_No1

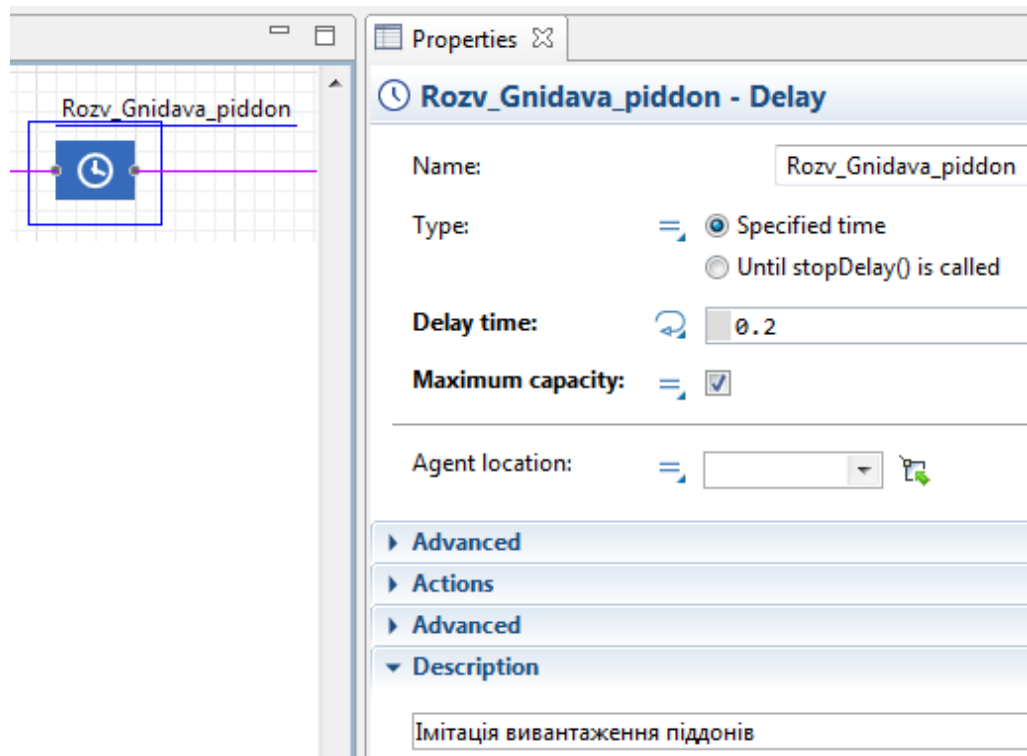


Рисунок 2.33 – Елемент імітації вантажних робіт з піддонами
Rozv_Gnidava_pidдон

У протилежному випадку, даний елемент замовлення оминають. Перебування рулонів на складі вантажного двору імітує елемент que_Gnidava_dvir, показаний на рисунку 2.34.

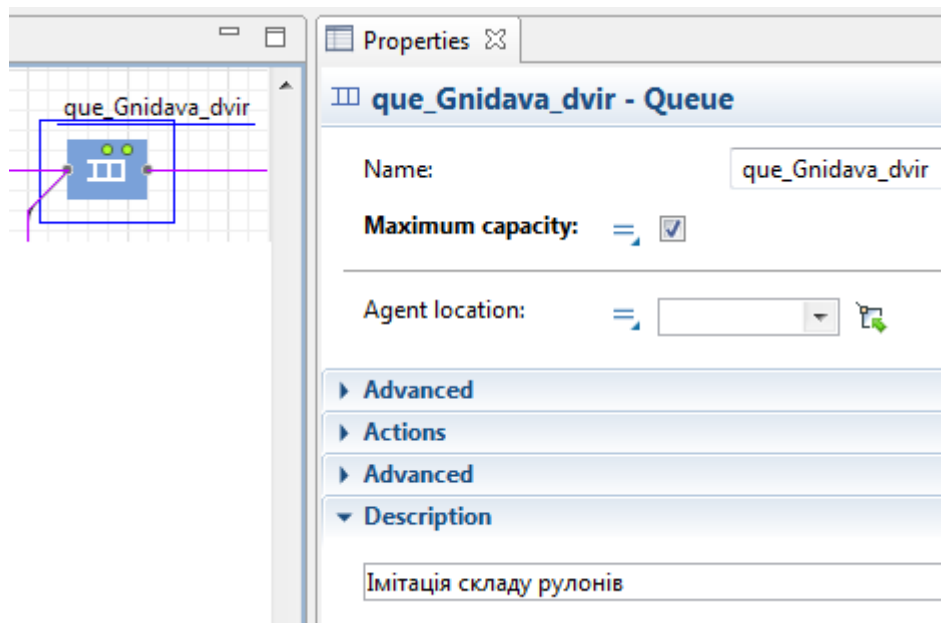


Рисунок 2.34 – Елемент que_Gnidava_dvir

Елемент timeEndVant фіксує час завершення робіт із замовленнями, накопичуючи цю інформацію – рисунок 2.35.

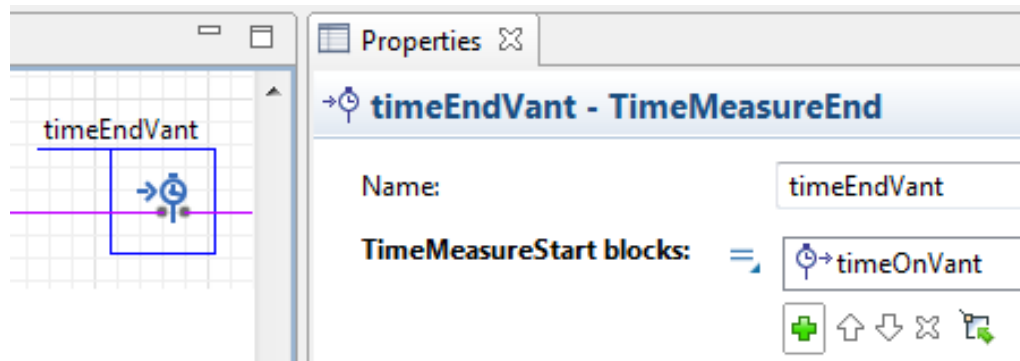


Рисунок 2.35 – Елемент timeEndVant

Елемент sink_Rulon завершує існування замовлень та здійснює керування ланцюгом, який забезпечує управління ресурсом – парком піддонів (рисунок 2.36).

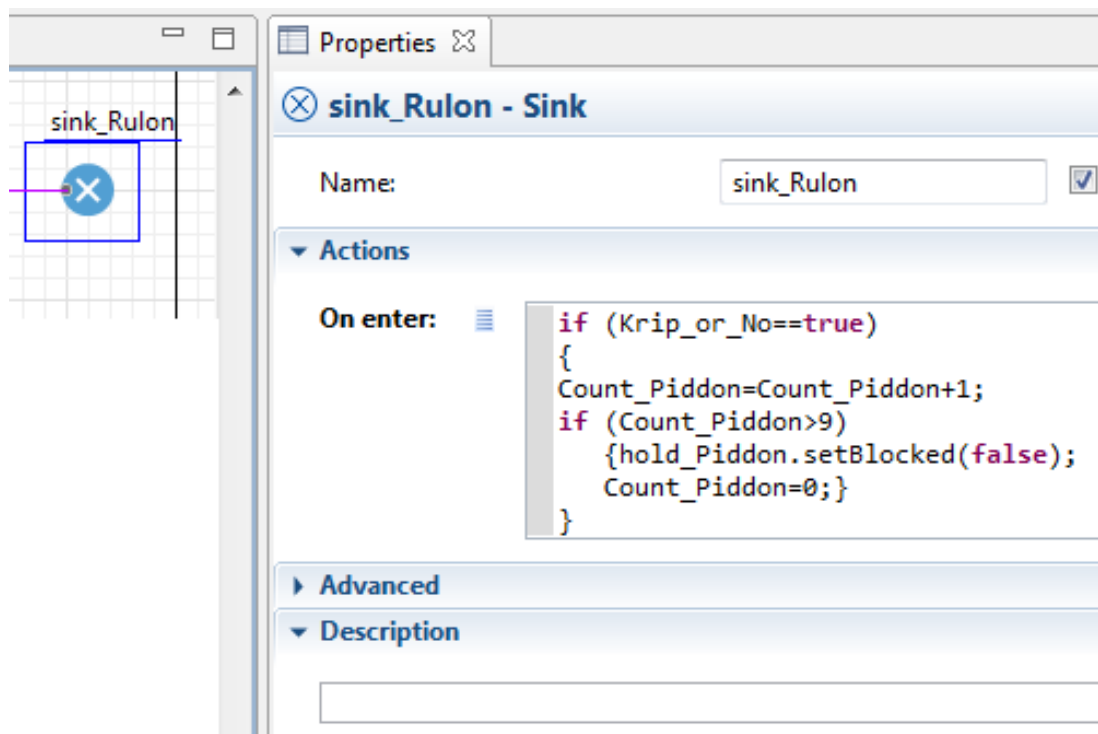


Рисунок 2.36 – Елемент sink_Rulon

Завдяки коду, який реалізується при входженні замовлень до sink_Rulon:

```

if (Krip_or_No==true)
{
Count_Piddon=Count_Piddon+1;
if (Count_Piddon>9)
    {hold_Piddon.setBlocked(false);
    Count_Piddon=0;}
}

```

аналізується процес їх накопичення на вантажному дворі, та, у разі формування вагонної відправки, вони відправляються – розблоковується елемент hold_Piddon.

Розглянемо завершальну частину ланцюга просування копій замовлень, показану на рисунку 2.37, яка імітує повний процес використання піддонів та їх обертання на маршруті доставки до ст.Гнідава.

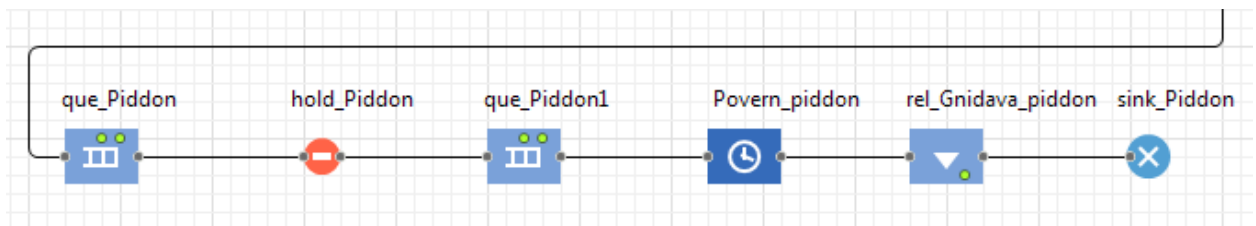


Рисунок 2.37 – Завершальна частина ланцюга просування копій замовлень

Як зазначено вище, елемент hold_Piddon блокує копії-піддони у черзі que_Piddon, при накопиченні вагонної партії, що визначається у елементі sink_Rulon, вона відправляється назад до ПАТ «Запоріжсталь», тривалість доставки визначена елементом Povern_piddon – рисунок 2.38.

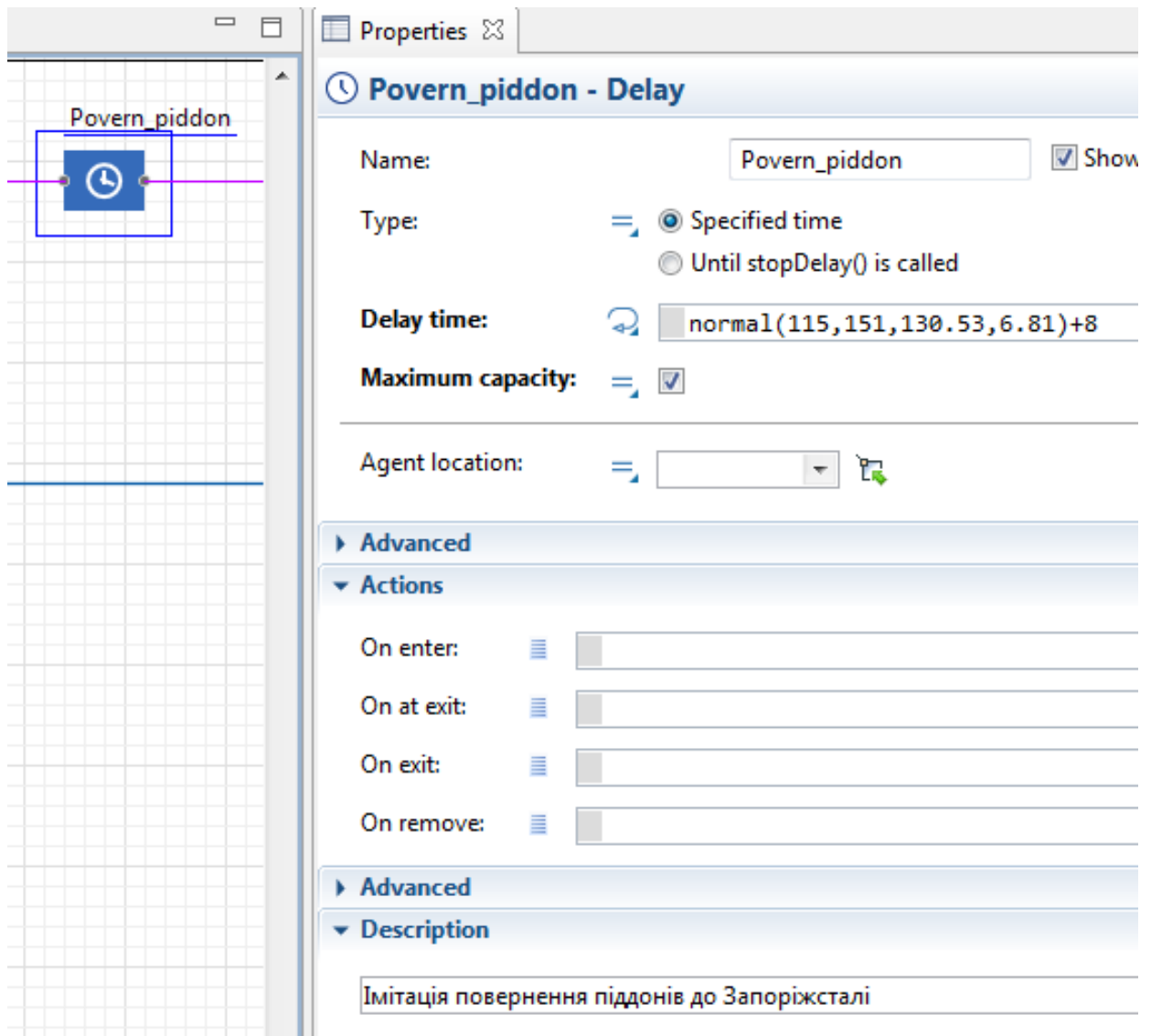


Рисунок 2.38 – Елемент Povern_pidдон

Після цього елемент rel_Gnidava_pidдон вивільняє відповідний ресурс (що показано на рисунку 2.39) та зменшує значення облікової змінної Piddon_in_job:

Piddon_in_job=Piddon_in_job-1;

а наступний елемент sink_Piddon (рисунок 2.40) завершує роботу даного ланцюга.

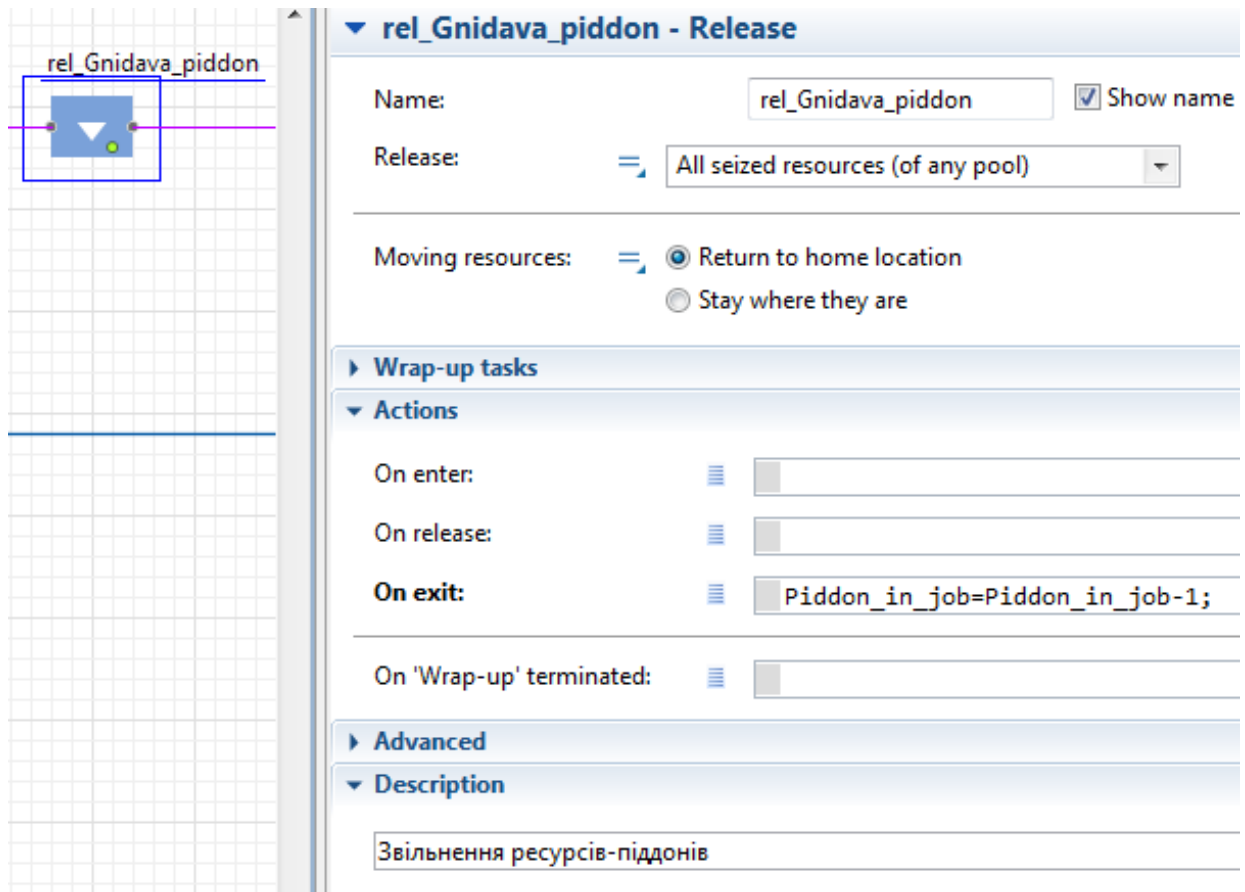


Рисунок 2.39 – Елемент rel_Gnidava_pidon

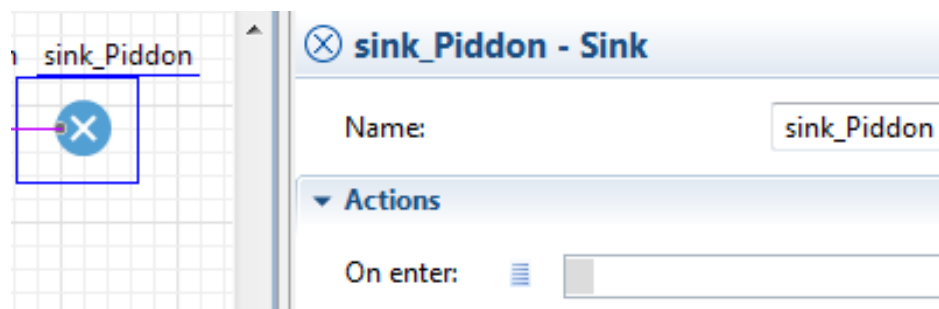


Рисунок 2.40 – Елемент sink_Pidon

За підсумками підрозділу сформовано модель Modern_Ехро – рисунок 2.41.

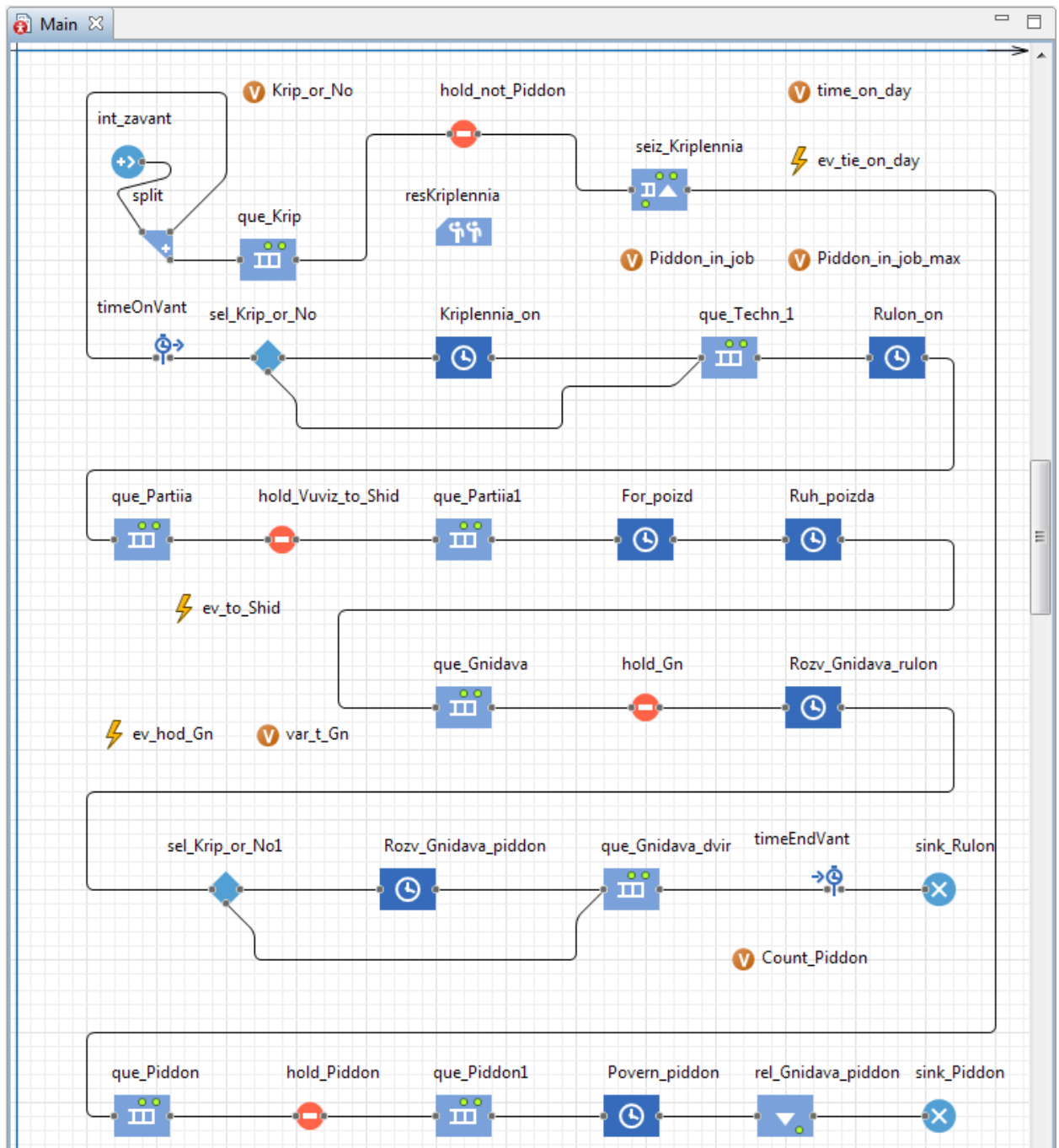


Рисунок 2.41 – Модель Modern_Expo

Переходимо до експериментів на Modern_Expo.

2.3 Експерименти на моделі доставки холоднокатаних рулонів на адресу Модерн-Експо

В результаті роботи моделі доставки холоднокатаних рулонів на адресу Модерн-Експо та раніше виконаних розрахунків отримані наступні результати:

Таблиця 2.2 – Результати розрахунків

№ з/п	Показник	Варіант використання піддонів-кріплень	Варіант доставки без піддонів-кріплень
1	Кількість перевезених вагонів до Модерн-Експо за рік	379	373
2	Середня тривалість використання одного вагону, год.	143,2	141,6
3	Потрібна кількість пар піддонів в роботі	22	0
4	Потрібний парк піддонів з урахуванням їх ремонту, од.	51	0

Кінець таблиці 2.2

№ з/п	Показник	Варіант використання піддонів- кріплень	Варіант доставки без піддонів- кріплень
5	Кількість перевезених вагонів з металевими піддонами, од.	38	0
6	Обсяг деревини, потрібний у разі невикористання металевих піддонів, т	0	250

В обсязі перевезень при використанні металевих піддонів враховано раніше визначений обсяг додатково перевезених вагонів через недовантаження (зайнятість вагонів піддонами).

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Формування вихідних даних для економічних розрахунків

При виконанні проектної частини розроблено модель доставки рулонів прокату з Запоріжсталі до станції Гнідава для ТОВ «Модерн-Експо».

Визначені показники для двох варіантів роботи:

- перший – доставка на металевих піддонах;
- другий – доставка без використання піддонів (засобів кріплення).

Дані показники представлені у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Річні показники для доставки холоднокатаних рулонів на адресу Модерн-Експо

№ з/п	Показник	Варіант 1	Варіант 2
1	Кількість перевезених вагонів з рулонами, од.	379	373
2	Середня тривалість використання одного вагону, год.	143,2	141,6
3	Потрібний загальний парк піддонів, од.	51	0

Кінець таблиці 3.1

№ з/п	Показник	Варіант 1	Варіант 2
4	Кількість перевезених вагонів з металевими піддонами, од.	38	0
5	Додаткові витрати деревини для кріплення рулонів, т	0	250

3.2 Витрати за першим варіантом доставки до Модерн-Експо

Загальні витрати за першим варіантом $V_{\text{вар}_1}$ [14-16], визначаємо за формулою:

$$V_{\text{вар}_1} = V_{\text{рул}_1} + V_{\text{пл}_1} + V_{\text{мп}} + V_{\text{ваг_мп}}, \quad (3.1)$$

де $V_{\text{рул}_1}$ – витрати на залізничний тариф за перевезення вагонів з рулонами, грн/рік;

$V_{\text{пл}_1}$ – плата за користування вагонами, грн/рік;

$V_{\text{мп}}$ – витрати на експлуатацію піддонів, грн/рік;

$V_{\text{ваг_мп}}$ – витрати на тариф за вагони з піддонами, грн/рік.

Витрати на залізничний тариф $V_{рул_1}$ за перевезення вагонів з рулонами, обчислимо за виразом:

$$V_{рул_1} = N_{рул_1} T_{рул} , \quad (3.2)$$

де $N_{рул_1}$ – кількість вагонів з рулонами, од/рік;

$T_{рул}$ – вартість тарифу [15], грн/од.

Ставка за 65т відстань 1163 км – 9186 грн, тарифний коефіцієнт для 3 класу – 6,327. $T_{рул} = 69744$ грн з урахуванням ПДВ.

Розраховуємо за (3.2):

$$V_{рул_1} = 379 \cdot 69744 = 26432976 \text{ грн/рік.}$$

Плата за користування вагонами $V_{пл_1}$ включає плату за використання вагонів з рулонами та піддонами, які повертаються на Запоріжсталь для чергового використання:

$$V_{пл_1} = 1,2 (N_{рул_1} + N_{під}) T_{кор_1} П_{ст} / 24, \quad (3.3)$$

де 1,2 – коефіцієнт, що враховує ПДВ;

$N_{під}$ – кількість вагонів з піддонами, од/рік;

$T_{кор_1}$ – середній час користування вагоном, годин;

$П_{ст}$ – ставка за користування одним вагоном, становить 1300 грн/добу;

24 – коефіцієнт переведення годин у доби.

Розраховуємо за (3.3):

$$V_{пл_1} = 1,2 (379 + 38) 143,2 \cdot 1300 / 24 = 3881436 \text{ грн/рік.}$$

Витрати $V_{мп}$ на експлуатацію піддонів, включаючи утримання та ремонт, визначимо за формулою:

$$V_{мп} = N_{мп} E_{мп}, \quad (3.4)$$

де $N_{мп}$ – кількість піддонів, од;

$E_{мп}$ – вартість утримання одного піддону, грн/рік;

Розраховуємо за (3.4):

$$V_{мп} = 51 \cdot 1250 = 63750 \text{ грн/рік.}$$

Витрати $V_{ваг_мп}$ на тариф за доставку коліями Укрзалізниці вагонів з піддонами, визначимо за виразом:

$$V_{ваг_мп} = N_{ваг_мп} T_{ваг_мп}, \quad (3.5)$$

де $N_{ваг_мп}$ – кількість вагонів з піддонами, од/рік;

$T_{ваг_мп}$ – вартість тарифу, грн/од.

Ставка за 50 т відстань 1163 км – 8710 грн, тарифний коефіцієнт для 2 класу – 4,729. $T_{ваг_мп} = 49428$ грн з урахуванням ПДВ.

Розраховуємо за (3.5):

$$V_{ваг_мп} = 38 \cdot 49428 = 1878264 \text{ грн/рік.}$$

Згідно формули (3.1) витрати $V_{вар_1}$ по першому проєктному варіанту складають:

$$\begin{aligned} V_{вар_1} &= 26432976 + 3881436 + 63750 + 1878264 = 32256426 = \\ &= 32,26 \text{ млн грн/рік.} \end{aligned}$$

3.3 Витрати за другим варіантом доставки до Модерн-Експо

Загальні витрати за другим варіантом $V_{\text{вар}_2}$ доставки до Модерн-Експо, визначаємо за формулою:

$$V_{\text{вар}_2} = V_{\text{рул}_2} + V_{\text{пл}_2} + V_{\text{дер}_\text{кр}} , \quad (3.6)$$

де $V_{\text{рул}_2}$ – витрати на залізничний тариф за перевезення вагонів з рулонами, грн/рік;

$V_{\text{пл}_2}$ – плата за користування вагонами, грн/рік;

$V_{\text{дер}_\text{кр}}$ – додаткові витрати на деревину на кріплення рулонів, грн/рік.

Витрати на залізничний тариф $V_{\text{рул}_2}$ за перевезення вагонів з рулонами, обчислимо за виразом:

$$V_{\text{рул}_2} = N_{\text{рул}_2} T_{\text{рул}} , \quad (3.7)$$

де $N_{\text{рул}_2}$ – кількість вагонів з рулонами за варіантом 2, од/рік;

$T_{\text{рул}} = 69744$ грн з урахуванням ПДВ.

Розраховуємо за (3.7):

$$V_{\text{рул}_2} = 373 \cdot 69744 = 26014512 \text{ грн/рік.}$$

Плата за користування вагонами $V_{\text{пл}_2}$ включає лише плату за використання вагонів з рулонами:

$$V_{\text{пл}_2} = 1,2 N_{\text{рул}_2} T_{\text{кор}_2} \Pi_{\text{ст}} / 24, \quad (3.8)$$

де $1,2$ – коефіцієнт, що враховує ПДВ;

$N_{\text{рул}_2}$ – кількість вагонів з рулонами за варіантом 2, од/рік;

$T_{\text{кор}_2}$ – середній час користування вагоном, за другим варіантом становить 141,6 години;

$P_{\text{ст}}$ – ставка за користування одним вагоном, становить 1300 грн/добу;

24 – коефіцієнт переведення годин у доби.

Розраховуємо за (3.8):

$$V_{\text{пл}_2} = 1,2 \cdot 373 \cdot 141,6 \cdot 1300 / 24 = 3433092 \text{ грн/рік.}$$

Додаткові витрати $V_{\text{дер_кр}}$ на деревину на кріплення рулонів при невикористанні металевих піддонів, визначимо за формулою:

$$V_{\text{дер_кр}} = M_{\text{дер}} C_{\text{дер}}, \quad (3.9)$$

де $M_{\text{дер}}$ – обсяг деревини, що використовується для кріплення рулонів для Модерн-Експо, т/рік;

$C_{\text{дер}}$ – вартість деревини, $C_{\text{дер}} = 4200$ грн/т.

Розраховуємо за (3.9):

$$V_{\text{дер_кр}} = 250 \cdot 4200 = 1050000 \text{ грн/рік.}$$

Згідно формули (3.6) витрати $V_{\text{вар}_2}$ по другому проєктному варіанту складають:

$$V_{\text{вар}_2} = 26014512 + 3433092 + 1050000 = 30497604 = 30,5 \text{ млн грн/рік.}$$

3.4 Порівняння варіантів доставки прокату до Модерн-Експо за економічною ефективністю

Результати розрахунків економічних витрат за варіантами доставки прокату до Модерн-Експо зведемо до таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Порівняння варіантів доставки прокату до Модерн-Експо, гривень на рік

№ з/п	Показник	Варіант 1	Варіант 2
1	Витрати на доставку вагонів з рулонами до Модерн-Експо	26432976	26014512
2	Вартість плати за користування вагонами	3881436	3433092
3	Вартість експлуатації металевих піддонів	63750	0
4	Вартість перевезення металевих піддонів з Модерн-Експо	1878264	0
5	Додаткові витрати деревини для кріплення рулонів	0	1050000
6	Загальні експлуатаційні витрати	32256426	30497604
7	Економія витрат		1758822

Річна економія $E_{\text{експо}}$ за другим проектним варіантом доставки прокату у рулонах до Модерн-Експо становить:

$$E_{\text{експо}} = 32256426 - 30497604 = 1758822 = 1,76 \text{ млн грн.}$$

Таким чином, задача підвищення ефективності доставки прокату у рулонах до Модерн-Експо є вирішеною.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В даному розділі дипломного проекту «Підвищення ефективності доставки продукції ПАТ «Запоріжсталь» до ТОВ «Модерн-Експо» розглянуто аналіз потенційних небезпек, що можуть вплинути на дослідника та робітників під час вантажної переробки вантажу та його перевезення. Розроблені заходи по їх усуненню. Розглянуті небезпеки при перевезенні вантажу залізничним транспортом [17-20].

Було проведено дослідження важкості та напруженості праці при роботі на комп'ютері. Які довели, що якщо параметри навколишнього середовища не відповідають нормативним значенням, то при розрахунках визначаються надбавки для робітників.

В аналізі показані потенційні небезпеки:

- при не відповідних діях при зчепленні вагонів, не застосуванні башмаків, можливе відділення вагонів від основного составу поїзду;
- при роботах в темну пору при вантажних роботах при недостатньому рівні освітлення можливим є порушення технології складування вантажу, що призведе до травмування робітників та інші небезпеки, які розглянуті в додатку А.

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

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

Додаток Г присвячений питанням цивільного захисту.

ВИСНОВКИ

В ході виконання аналітичної частини, встановлено, що доставка металопрокату до ТОВ Модерн-Експо складається з двох частин:

- доставка рулонів залізничним транспортом зі станції Запоріжжя-Ліве до станції Гнідава;
- доставка рулонів автомобільним транспортом зі станції Гнідава до ТОВ Модерн-Експо у межах міста Луцьк.

В ході роботи виконано наступне:

- проаналізовано інтенсивність відвантаження рулонів холоднокатаного прокату;
- створено імітаційну модель доставки рулонів залізничним транспортом до станції Гнідава, а звідти – автомобільним до ТОВ Модерн-Експо;
- при створенні моделі передбачено можливість використання багатооборотних піддонів.

В ході виконання аналітичної частини встановлено, що використання 20-футових контейнерів є неможливим через відсутність кранів відповідної вантажопідйомності, як на станції Гнідава, так і на Модерн-Експо, тож цей варіант відхилено до стадії проєктування;

На основі імітаційного моделювання та економічного аналізу доставки рулонів до Модерн-Експо, встановлено найбільш раціональний варіант перевезень.

Визначені показники для двох варіантів роботи:

- перший – доставка на металевих піддонах;
- другий – доставка без використання піддонів (засобів кріплення).

Річна економія за другим проєктним варіантом доставки прокату у рулонах до Модерн-Експо становила 1,76 млн грн, що свідчить про його перевагу над першим варіантом.

Останню частину роботи присвячено питанням охорони праці.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Modern Ехро – це 9 високотехнологічних виробничих підрозділів, що спеціалізуються на різних видах обладнання. URL : <https://modern-expo.eu/ua> (дата звернення: 16.09.2024).
2. Офіційний сайт ПАТ «Запоріжсталь»: «Про підприємство». URL : <https://zaporizhstal.com/> (дата звернення: 02.10.2024).
3. Виробництво компанії Modern Ехро. URL : https://www.youtube.com/watch?v=C_we0Wh31cA (дата звернення: 02.10.2024).
4. На луцькому підприємстві «Modern-Ехро» значно покращили виробництво. URL : <https://www.youtube.com/watch?v=W8BA2N9yD7c> (дата звернення: 02.10.2024).
5. Модерн Експо. Я тут працюю. URL : https://www.youtube.com/watch?v=lTNXDBMg_BM (дата звернення: 02.10.2024).
6. Модерн-Експо lean-тур. URL : <https://www.youtube.com/watch?v=eLLr5vZnhco> (дата звернення: 03.10.2024).
7. Візит УАМ на Modern-Ехро Group. URL : <https://www.youtube.com/watch?v=F59c1rsXl9E> (дата звернення: 03.10.2024).
8. На КЗПТО виготовлено мостовий кран на замовлення Міжнародного холдингу «Модерн-Експо». URL : <https://kzpto.com.ua/uk/mostovij-kran-modern-ekspo/> (дата звернення: 05.10.2024).
9. Станція Гнідава. URL : [https://www.wikiwand.com/uk/articles/%D0%93%D0%BD%D1%96%D0%B4%D0%B0%D0%B2%D0%B0_\(%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D1%86%D1%96%D1%8F\)](https://www.wikiwand.com/uk/articles/%D0%93%D0%BD%D1%96%D0%B4%D0%B0%D0%B2%D0%B0_(%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D1%86%D1%96%D1%8F)) (дата звернення: 03.10.2024).

10. Екологічна політика керівництва ПАТ «Запоріжсталь». URL : <https://www.zoda.gov.ua/news/24214/adm@zoda.gov.ua> (дата звернення: 10.10.2024).
11. Новини GMK CENTER. URL : <https://gmk.center/ua/news/> (дата звернення: 10.10.2024).
12. Турпак, С. М. Логістичні системи управління залізничним транспортом металургійних підприємств [Текст]: монографія / С. М. Турпак. – Херсон : Грінь Д. С., 2015. – 264 с.
13. 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.
14. Економіка залізничного транспорту [Текст]: підручник / за ред. Ю. В. Кулаєва, Ю. С. Бараша, М. В. Гненного; Дніпропетр. національний університет залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна. - Дніпропетровськ, 2014. - 480 с.
15. Методичні вказівки до економічної частини дипломного проекту для студентів денної і заочної форми навчання спеціальності 275 «Транспортні технології (за видами)» / Укл. Кузькін О.Ф., Харченко Т.В., Васильєва Л.О., Лебідь Г.О. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2021. – 34 с.
16. Колосок В.М. Економіка транспортних підприємств [Текст]: підручник. ПДТУ, 2016. – 186
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,
18. 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)

19. ДСанПіН 3.3.2.007-98. Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин. [Чинний від 1998-12-10]. К. : МОЗ України, 1998. URL: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=2445>. (Державні санітарні правила та норми)

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

ДОДАТОК А

АНАЛІЗ ДОДАТКОВИХ ПОТЕНЦІЙНИХ НЕБЕЗПЕК

Аналіз додаткових потенційних небезпек:

- при завантаженні вагонів металопродукцією можливо падіння вантажу з-за несправності стропів, траверс, гаків кранів, що призводить до травмування робітників;
- при навантажувальних роботах можливо падіння вантажу з-за:
 - а) не надійності кріплення останнього стропальниками;
 - б) не виконання стропальниками встановленої системи сигналізації;
 - в) переміщення вантажу понад норми по номіналу ваги;
 - г) перенесення вантажу над людьми;
- ураження електричним струмом козлових та стрілових кранів при роботі їх біля мережі і повітряних ліній, що перебувають під напругою що призводить до загибелі людей;
- під час навантажувальних робіт в холодну пору року можливе переохолодження робітників, що призводить до захворювання;
- на складах можливо виникнення пожежі. Причиною виникнення не задовільнений нагляд за електроустаткуванням і проводами, опалювальними пристроями, що призводить до перевантажень, утворення іскор та загорання;
- при обробці 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

Стропальники, які виконують роботу з застосуванням крану, під час вантажно-розвантажних робіт мають знати та виконувати встановлену систему звукової та знакової сигналізації. НПАОП 0.00-1.75-15 «Правила охорони праці під час вантажно-розвантажувальних робіт».

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

У випадку падіння вантажу з крану, горизонтальне переміщення вантажу виконується на висоті не менше 0,5 м від усіх предметів, що зустрічаються на шляху переміщення.

Не дозволяється переміщувати вантаж над людьми.

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 запобігання падіння вантажу, необхідно повірити стропи, траверси, гаки кранів. При завантаженні вантажу необхідно проводити звірку ваги вантажу з номіналом підймання кранами. На кожному виробі є «бірка» з визначенням його ваги.

Для запобігання травмування на накопичувальному майданчику, необхідно строго дотримуватися правил технологічної карти розміщення вантажу на накопичувальному майданчику.

Заходи з виробничої санітарії та гігієни праці. Для попередження переохолодження робітників необхідно забезпечити їх теплим одягом. А в теплу пору від перегріву—легкий одяг та мінеральну воду 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

При проведенні досліджень оцінки рівня умов, важкості та напруженості праці за бальною шкалою розглянемо на факторах виробничого середовища для дослідника лабораторії обладнаної ПК.

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

Відповідно до додатків методичних вказівок [17], за витратами енергії, визначаємо категорію робіт для дослідника лабораторії обладнаної ПК. Умови праці, за витратами енергії, не перевищують 140 Вт (90-120 ккал/год.) та повинні відповідати легким фізичним роботам – категорії 1б.

З додатків [17], відповідно до категорії робіт 1б, 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».

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

- для мікроклімату, відповідно до значення розрахункового коефіцієнта $X_{визн} = 3$, з таблиці 7.2 [17] – 3 клас, 3 ступінь (3.3);

- при оцінці освітленості робочої зони приміщення, клас та ступінь шкідливості умов праці визначаємо у відповідності до $P_{вим} = 200$ лк, за додатками Г та табл. Г.1 [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 $P_{вим} = 95$ дБА, за додатками Д та табл. Д.1 [17] – 3 клас, 2 ступінь (3.2);

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

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

З таблиці 7.3 [17] за значенням суми розрахованих балів показників $X_{сум} = 3,13$ – 3 клас, 3 ступінь (3.3);

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

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, 3 ступеню умов праці, а час його дії уже врахований, тому – $X_{cm} = X_i = 3$;

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

- для оцінки впливу шуму, виходимо з того, що його рівень відповідає 3 класу, 2 ступеню умов праці та діє протягом 6 годин, тому значення X_i визначаємо за формулою 7.4 [17]:

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

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

Для визначення конкретного розміру доплати, умови праці оцінюємо по сумі значень X_i , за формулою 7.5 [17]:

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

Розмір доплати за умовами праці визначаємо в залежності від їх фактичного стану – $X_{факт} = 8,25$, на підставі Типового положення «Про оцінку умов праці на робочих місцях і порядок застосування галузевих переліків робіт, на яких можуть установлюватися доплати робітникам за умови праці», з таблиці 7.4 [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-1, нормована загальна освітленість якого, на робочих столах – $E = 300 \text{ лк}$;

- рівень шуму в робочій зоні дослідника – 80 дБА ;

- загальні енергозатрати організму, до 140 Вт ;

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

- тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни), до 50%;
- тривалість робочого дня 6 або 7 год.

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

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

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

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

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

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

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

4. Якщо, з об'єктивних причин, вищезазначені заходи неможливо виконати, необхідно забезпечити доплати до тарифної ставки (окладу) за особливо шкідливі та особливо важкі умови праці, відповідно до таблиці 7.4 [17], у розмірі 20%.

ДОДАТОК Г

ЗАХОДИ БЕЗПЕКИ У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Основні завдання для підрозділів, що експлуатують транспортні засоби. Ефективність функціонування економіки країни в цілому і в період надзвичайних ситуацій зокрема, залежить від технологічного узгодження роботи транспорту, виробничих підприємств і споживачів продукції галузей матеріального виробництва.

Автомобільний та залізничний транспорти є сполучною ланкою між відправниками, іншими видами транспорту і споживачами продукції. Крім того, з використанням автомобільного й залізничного транспорту вирішуються спеціальні завдання для суспільства – зниження тяжкості наслідків надзвичайних ситуацій, а саме: стихійних лих, пожеж, подій з людьми та ін.

Основними є:

- своєчасне забезпечення підрозділів пожежно-рятувальною, аварійно-рятувальною технікою та іншими ТЗ згідно із встановленими нормами
- утримання та розвиток матеріально-технічної бази підрозділів Державної служби України з надзвичайних ситуацій (далі – ДСНС України) щодо експлуатації ТЗ;
- узагальнення досвіду роботи щодо експлуатації ТЗ та розроблення пропозицій з її удосконалення;
- організація належної експлуатації і ремонту ТЗ.

Готовність ТЗ до дій за призначенням (далі – готовність) визначається належним технічним станом, надійністю, наявністю підготовленого особового складу (водіїв, механіків-водіїв, операторів установок та інших спеціалістів (далі – водії) та повним спорядженням ТЗ.

Органи та підрозділи ДСНС України, що експлуатують ТЗ, у своїй діяльності керуються законами України, постановами та розпорядженнями Кабінету Міністрів України, цією Настановою, наказами та вказівками ДСНС України, іншими нормативними актами відповідних міністерств та відомств, а також технічними інструкціями заводів – виробників автомобілів та спеціального обладнання.