

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 ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДОСТАВКИ ТА
ВАНТАЖОПЕРЕРОБКИ ЧАВУНУ НА ПРИКЛАДІ МИКОЛАЇВСЬКОГО
РІЧКОВОГО ПОРТУ

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)»


Ростислав СУЛИМКО
(прізвище та ініціали)

Керівник  Олена ОСТРОГЛЯД
(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)

СУЛИМКА Ростислава Артемовича

(ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Дослідження ефективності доставки та вантажопереробки чавуну на прикладі Миколаївського річкового порту

керівник проєкту (роботи) к.т.н. техн. наук, доц. ОСТРОГЛЯД Олена Олександрівна
(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.

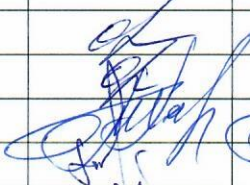
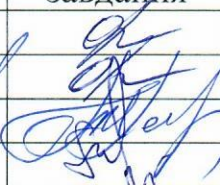
3. Вихідні дані до проєкту (роботи) існуюча транспортна система доставки та вантажопереробки чавуну, технологічний процес відвантаження в порту, техніко-економічні показники існуючого технологічного процесу перевезень

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналітична частина, 2. Основна частина, 2.1 Розробка імітаційної моделі cast iron ZST 2024 доставки та перевантаження чавуну в Миколаївському річкового порту, 2.1.1 Розробка блоку моделі з доставки чавуну з металургійного комбінату до Миколаївського річкового порту, 2.1.2 Розробка блоку моделі cast iron ZST 2024 з перевантаження чавуну у Миколаївському річковому порту на судна, 2.1.3 Розробка блоку моделі cast iron ZST 2024 з навантаження суден у Миколаївському річковому порту, 2.2 Результати експериментів на моделі cast iron ZST 2024, 3. Економічна частина, 4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

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

Презентація магістерської роботи

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

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

7. Дата видачі завдання «01» листопада 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)

Ростислав СУЛИМКО
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Керівник проекту (роботи)


(підпис)

Олена ОСТРОГЛЯД
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

ПЗ : 84 с., 53 рис., 7 табл., 17 джерел.

ЗАЛІЗНИЧНИЙ ТРАНСПОРТ, МЕТАЛУРГІЙНИЙ КОМБІНАТ, НАВАНТАЖУВАЧ, РІЧКОВИЙ ПОРТ, ЧАВУН

Об'єкт дослідження – транспортна система доставки чавуну комбінату «Запоріжсталь» та його вантажопереробки в умовах Миколаївського річкового порту.

Мета роботи – визначення найбільш ефективного варіанту вантажопереробки чавуну комбінату «Запоріжсталь» в умовах Миколаївського річкового порту.

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

В ході виконання магістерської роботи вирішена задача організації перевезень чушкового чавуну з металургійного підприємства до річкового порту на прикладі комбінату «Запоріжсталь» та Миколаївського річкового порту. Для визначення оптимального за економічними показниками часу прибуття судна до порту відносно обсягу чавуну на складі при використанні прямого варіанту перевантаження з вагонів та відвантаження його з відкритого складу у спеціальних коробах розроблено імітаційну модель роботи системи доставки чавуну. 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	9
1.1 Загальна характеристика Миколаївського річкового порту та станції Миколаїв-Вантажний	9
1.2 Характеристика технології навантаження чушкового чавуну в порту	13
1.3 Організація виробництва та відправлення чушкового чавуну до Миколаївського річкового порту з підприємства «Запоріжсталь»	18
1.4 Аналіз процесів доставки чавуну до Миколаївського річкового порту та постановка завдань магістерської роботи	23
2 Основна частина	25
2.1 Розробка імітаційної моделі cast_iron_ZST_2024 доставки та перевантаження чавуну в Миколаївському річкового порту	25
2.1.1 Розробка блоку моделі з доставки чавуну з металургійного комбінату до Миколаївського річкового порту	25
2.1.2 Розробка блоку моделі cast_iron_ZST_2024 з перевантаження чавуну у Миколаївському річковому порту на судна	38
2.1.3 Розробка блоку моделі cast_iron_ZST_2024 з навантаження суден у Миколаївському річковому порту	52
2.2 Результати експериментів на моделі cast_iron_ZST_2024	55

3 Економічна частина	57
3.1 Формування методики визначення економічних показників доставки чушкового чавуну до Миколаївського річкового порту..	60
3.2 Розрахунок показників ефективності варіантів організації перевантаження чавуну Запоріжсталі в Миколаївському річковому порту за варіантом 1	62
3.3 Розрахунок показників ефективності варіантів організації перевантаження чавуну Запоріжсталі в Миколаївському річковому порту за варіантом 2	63
3.4 Розрахунок показників ефективності варіантів організації перевантаження чавуну Запоріжсталі в Миколаївському річковому порту за варіантом 3	65
3.5 Аналіз ефективності варіантів організації перевантаження чавуну Запоріжсталі в Миколаївському річковому порту	66
4 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	69
Висновки	71
Перелік посилань	73
Додаток А. Заходи по забезпеченню безпеки	75
Додаток Б. Дослідження шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища	77
Додаток В. Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях	83

ВСТУП

В ході виконання магістерської роботи поставлена теоретична задача організації перевезень чушкового чавуну з підприємства «Запоріжсталь» до Миколаївського річкового порту з урахуванням взаємодії з водним транспортом в контексті навантаження суден.

В якості практичного аналогічного прикладу обрано перевезення аналогічної продукції підприємства «АрселорМіттал Кривий Ріг» до Миколаївського морського торговельного порту.

Миколаївський річковий порт, який розміщується на лівому березі річки Південний Буг на відстані 40 км від Дніпровського лиману, є дочірнім підприємством Акціонерної судноплавної компанії «Укррічфлот».

Цей порт функціонує з 1882 року, з будівництва першої пристані в місті Миколаїв. Першими вантажами, які перевозились, були сипкі та навалювальні – зерно, граніт, торф тощо [1].

З 1963 дана пристань була перейменована на Миколаївський річковий порт та нова розбудова порту проводилась в період 1965-1969 р. З 1993 року порт стає акціонерним товариством, а з початку другого тисячоріччя є дочірнім підприємством «Укррічфлот».

Комбінат «Запоріжсталь» [2] є одним із найдавніших підприємств металургійної галузі, він успішно функціонує з 1933 року, та, на сьогоднішній день, здатний виробляти товарну продукцію на усіх переділах виробництва:

- чушковий чавун;
- сталь у слябах;
- прокат у рулонах та пачках, як гарячекатаний, так і холоднокатаний, жерсть тощо.

Крім того, є певний перелік супутньої продукції у вигляді різних категорій шлаків та інших виробів, зокрема, ливарного виробництва.

Основною ідеєю роботи є встановлення найбільш оптимального режиму взаємодії «Запоріжсталі» та Миколаївського річкового порту на прикладі перевезень чушкового чавуну, враховуючи ймовірнісний характер частини процесів.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Загальна характеристика Миколаївського річкового порту та станції Миколаїв-Вантажний

Миколаївський річковий порт є портом, який серед найпотужніших портів України розташований якнайближче з позиції доставки залізничним транспортом вантажів комбінату Запоріжсталь для перевантаження на морські судна.



Рисунок 1.1 – Схема залізничних зав'язків між комбінатом Запоріжсталь та Миколаївським річковим портом

Відстань від розташування цього порту на лівому березі річки Південний Буг до Дніпровського лиману становить усього 40 км, через який є вихід до Чорного моря – рисунок 1.2.

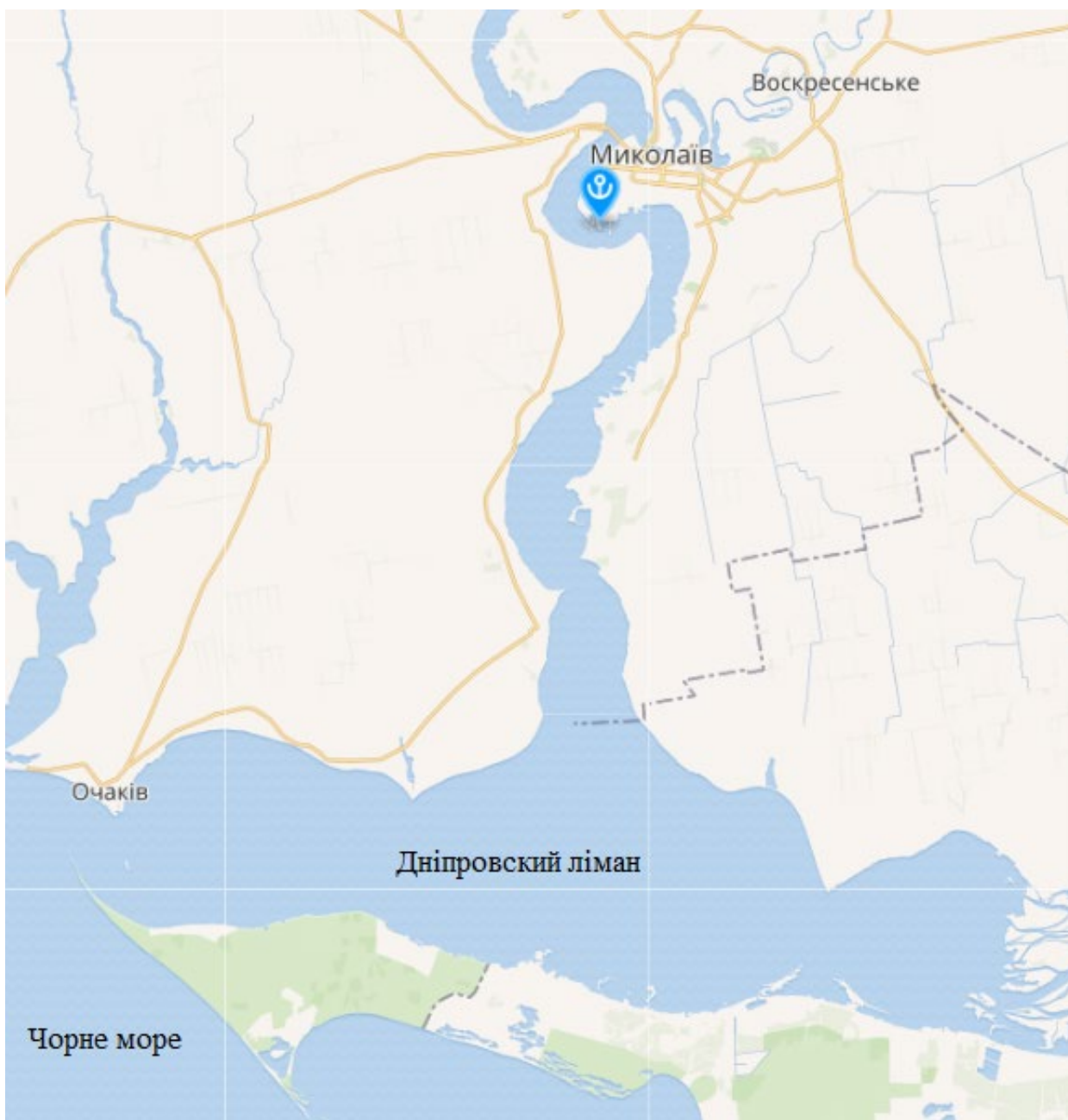


Рисунок 1.2 – Розміщення Миколаївського річкового порту

На рисунку 1.3 показано місце станції Миколаїв-Вантажний [3], яка обслуговує порти міста Миколаїв серед інших станцій, які обслуговують основні порти України по даним за 2021 рік за перспективною (синій колір) та існуючою (зелений колір) потужністю [4]. Жовтим кольором показаний обсяг вантажопереробки у вагонах за добу за даними 8 місяців 2021 року.

Схема станції Миколаїв-Вантажний показана на рисунку 1.4 [3].

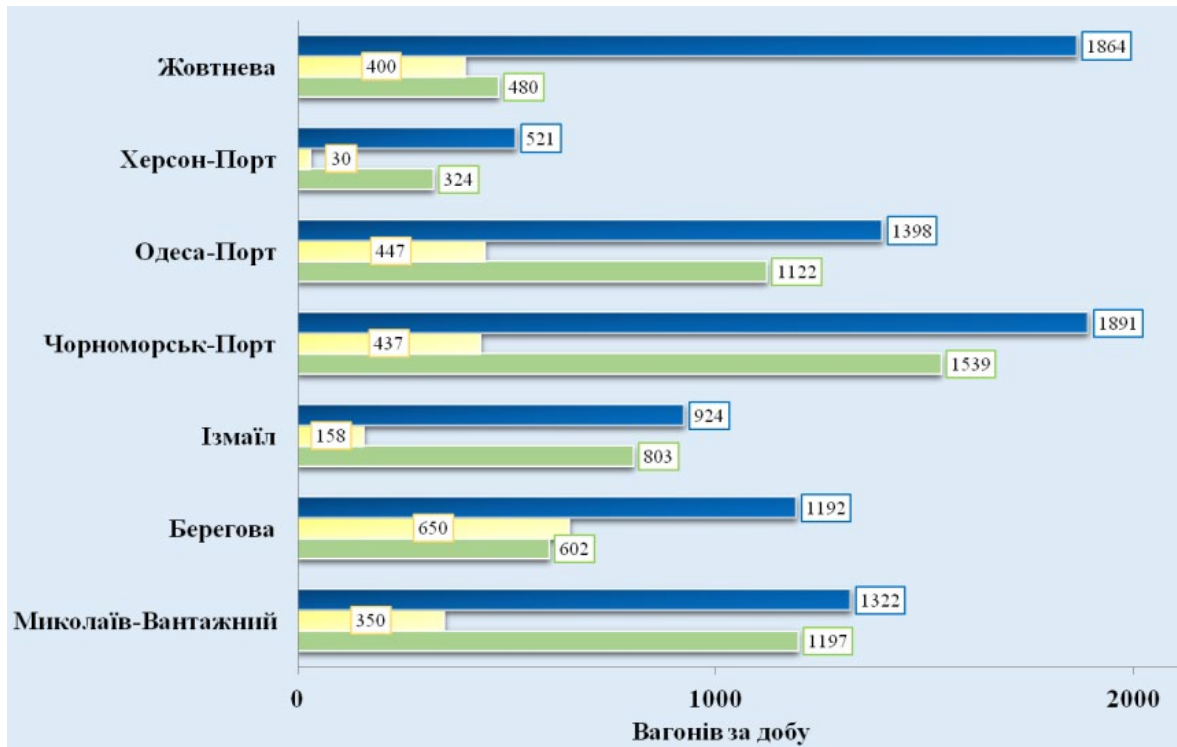


Рисунок 1.3 – Місце Миколаївського річкового порту серед основних портів України

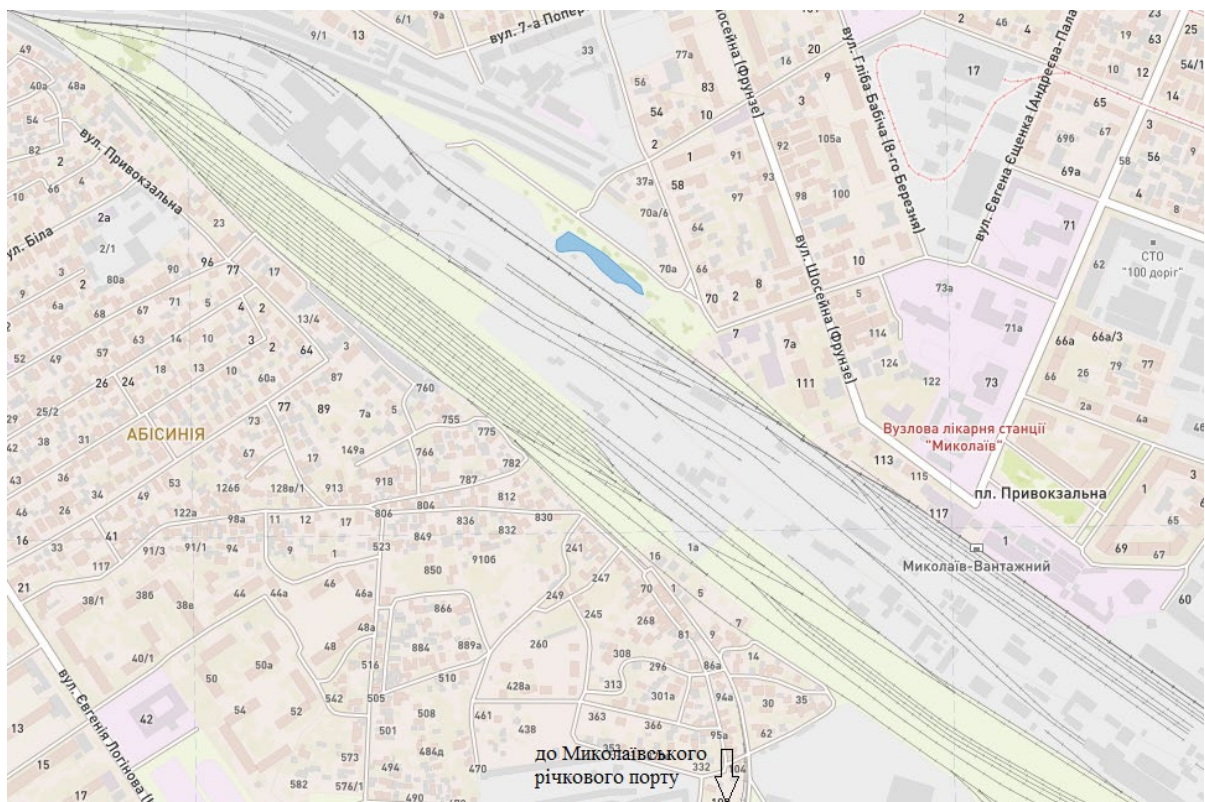


Рисунок 1.4 – Схема станції Миколаїв-Вантажний

В планах розвитку України на 2023-2029 роки передбачалась реконструкція ліхтерувального морського терміналу Бузько-Дніпровсько-лиманського каналу для забезпечення безпечного пропуску суден до Миколаївських портів [5].

Даний проєкт був орієнтований на пропуск суден довжиною 225 м і шириною 32,2 м, осадка яких до 13,3 м, що повинні забезпечити габарити каналу близько 25 км довжиною, ширина 140 м, а глибина якого – 15 м.

Розмір території Миколаївського річкового порту сягає 51 гектар, у т.ч. 15 гектарів водної акваторії, на якій розміщені сім вантажних причалів загальною довжиною понад 0,8 км, складські відкриті майданчики та криті склади вантажного району [1].

Параметри вантажних суден становлять до 140 м довжини із осадкою до 4,5 м, або 8,5 м – на рейді, але тоді необхідно використовувати плавкрани для їх навантаження (їх парк становить 7 одиниць).

Серед вантажних засобів – 13 порталних кранів вантажністю до 16 тонн, авто- та електронавантажувачі.

Спеціалізація порту полягає в переробці генеральних і навалювальних вантажів, таких, як:

- чорні метали;
- залізорудна сировина;
- феросплави;
- глина;
- лісоматеріали;
- хімічні добрива;
- вугілля та кокс;
- металобрухт;
- зернові вантажі тощо.

1.2 Характеристика технології навантаження чушкового чавуну в порту

З метою прискорення процесу навантаження суден значного каргодедвейту, в портах з'явилась нова технологія вантажних робіт. Для збільшення продуктивності порталних кранів, в умовах неможливості скорочення тривалості циклу виконання робіт, збільшують масу переміщуваного за цикл вантажу шляхом використання спеціального піддону для вантажу.

Дані піддони завантажуються фронтальними навантажувачами чавуном зі складу – рисунок 1.5.



Рисунок 1.5 – Переміщення чавуну фронтальним ковшовим навантажувачем

Маса піддону, який використовувався в умовах Миколаївського морського торговельного порту, становив 2,25 тонни, а його вантажопідйомність – 30 т, що показано на рисунку 1.6.



Рисунок 1.6 – Завантаження піддону чушковим чавуном

Завдяки даній технології підприємство «АрселорМіттал Кривий Ріг» мало можливість відправити з міста Миколаїв крупну партію чавуну до Італійського порту – 46 тис тонн. Це відбулось за рік до початку військового вторгнення в Україну [6].

Глибина в районі причалу становила 10,3 метри, через це навантаження було здійснене у два етапи:

- основна частина завантажена з причалу;
- остаточно судно було довантажене на рейді.

Завантажені чавуном піддони переміщувались порталними кранами на причалі. Після опускання та встановлення коробки з чавуном на підлогу трюму судна, звільняються два місця приєднання стропів, та, при підйомі коробка за інші два місця кріплення, він перегортається, висипаючи вантаж. Надалі порожній короб повертається для чергового навантаження на причал, що показано на рисунку 1.7 [6].



Рисунок 1.7 – Повернення порожнього короба на причал для навантаження ковшовими навантажувачами

Довантаження судна на рейді виконується завдяки використанню плавкранів, обладнаних пелюстковим вантажозахоплюючим пристроєм. Процес завантаження трюму судна показаний на рисунку 1.8 [6].

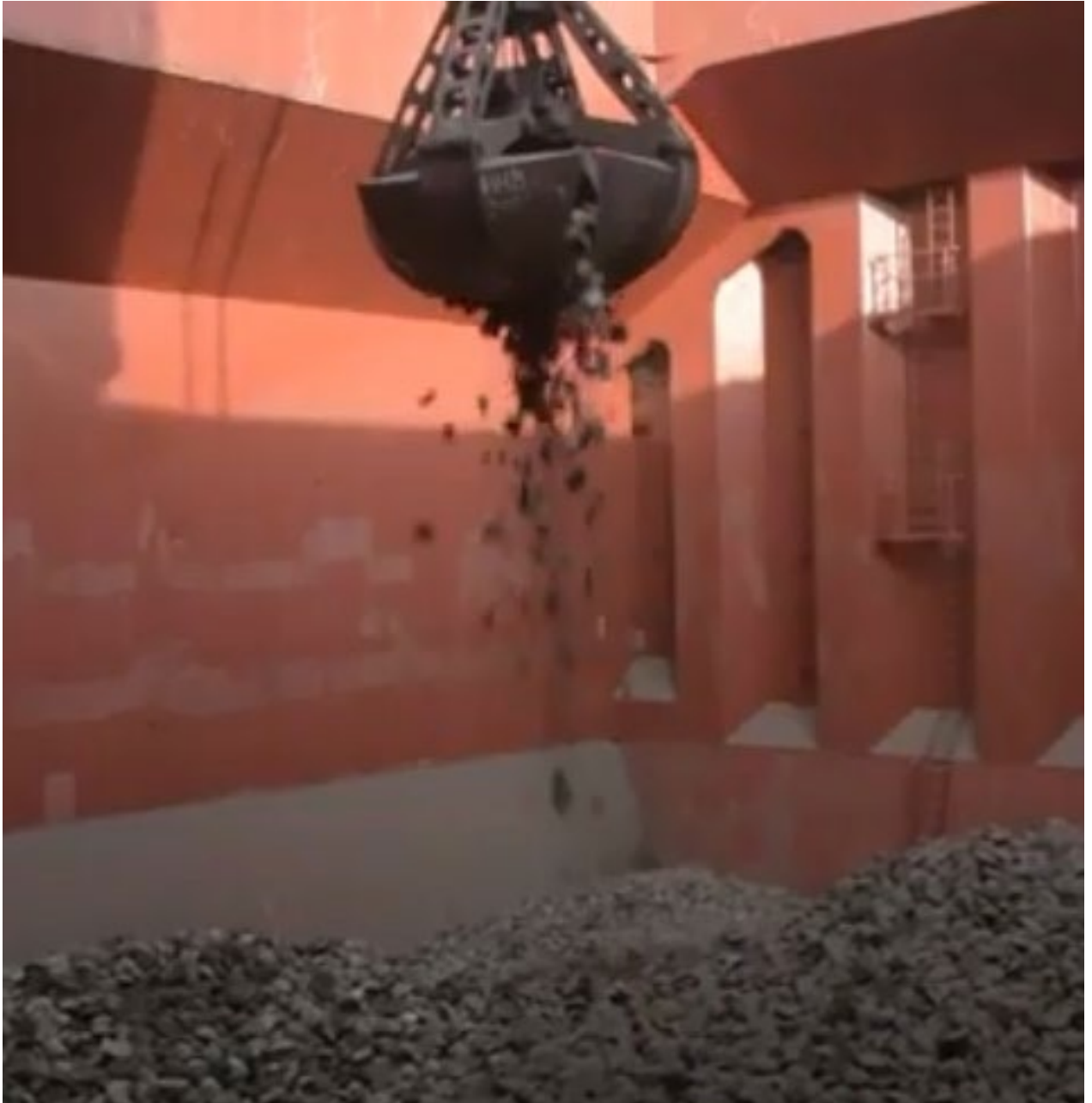


Рисунок 1.8 – Завантаження трюму судна на рейді

На рисунку 1.9 показане розташування судна, плавального крану та баржі з вантажем для довантаження [6].



Рисунок 1.9 – Розташування судна, плавального крана та баржі з вантажем для довантаження на рейді

Враховуючи теоретичний характер роботи та плани щодо поглиблення маршруту проходження суден до 15 із можливістю приймання та навантаження суден осадкою до 13,3 м, передбачаємо виключення необхідності довантаження їх на рейді.

Розглянемо процеси організації доставки чушкового чавуну до Миколаївського річкового порту з підприємства «Запоріжсталь» на основі опрацювання ЄТП роботи станції примикання та під'їзної колії комбінату, технічно-розпорядчих актів (ТРА) залізничних станцій Східна, Південна та Доменна [7-10].

1.3 Організація виробництва та відправлення чушкового чавуну до Миколаївського річкового порту з підприємства «Запоріжсталь»

Виробничі процеси з виготовлення чавуну починаються від станції Доменна. Відповідно до наявних заказів та контрактів на постачання чавуну, його частина у рідкому стані, періодично, невеликими партіями відгалужується від основного потоку до мартенівського цеху, рахуючись, головним чином, із технологічним процесом виготовлення сталі. Оскільки саме цей процес є провідним для даного підприємства, на нього спираються усі основні цехи.

Для виробництва чавуну достатньо перевезення періодичних партій, завдяки чому може бути забезпечена більша рівномірність основного процесу.

Від доменних печей чавун доставляється до розливних машин у чавуновозах (ЧВ).

Характеристика колійного розвитку ділянки розливних машин (РМ), яких на підприємстві 4 одиниці, показана у таблиці 1.1 [10].

Таблиця 1.1 – Ділянка РМ

№ колії	Призначення	Від СП	До СП або упору	Довжина, м	Місткість, ваг.
1	Прийм.-відправна	30	упор	365 м	28
2	Для вивантаження	41	упор	43 м	3

Кінець таблиці 1.1

№ ко-лії	Призначення	Від СП	До СП або упору	Дов-жина, м	Міст-кість, ваг.
3	Навант.-вивантажувальна	39	51	132 м	10
3а	Тривалого простоювання	53	упор	20 м	1
51	Сушіння фут. чавуновозів	37	упор	36 м	3 ЧВ
5	Ходова колія	49	55	100 м	7
49а	Навантаження	47	упор	132 м	4
49	Відбивання футерування	45	упор	24 м	2 ЧВ
53	Вивантаження	51	57	135 м	10
52	Тривалого простоювання вагонів	55	упор	138 м	10

Схема колійного розвитку РМ [10] показана на рисунку 1.10.

Як правило, достатньо використання двох РМ, або 1 та 2, або 3 та 4.

Технологічний процес передбачає:

- постановку двох ковшів навпроти РМ;
- зачеплення за допомогою вантажопідйомного крану ковша знизу із спиранням його верхньої частина на спеціальні виступи розливних машин;

- піднімання ковшу знизу і поступовим опрокидуванням вбік РМ з поступовим виливанням рідкого чавуну у металеві форми, закріплені на конвеєрі;
- охолодження конвеєру з чавуном шляхом розпилення води;
- вихід чушок чавуну з кінцевого барабану конвеєра до залізничної платформи.



Рисунок 1.10 – Схема розташування розливних машин на ділянці

Далі чавун переміщується до складу холодного чавуну (СХЧ). Схема колійного розвитку СХЧ показана на рисунку 1.11.

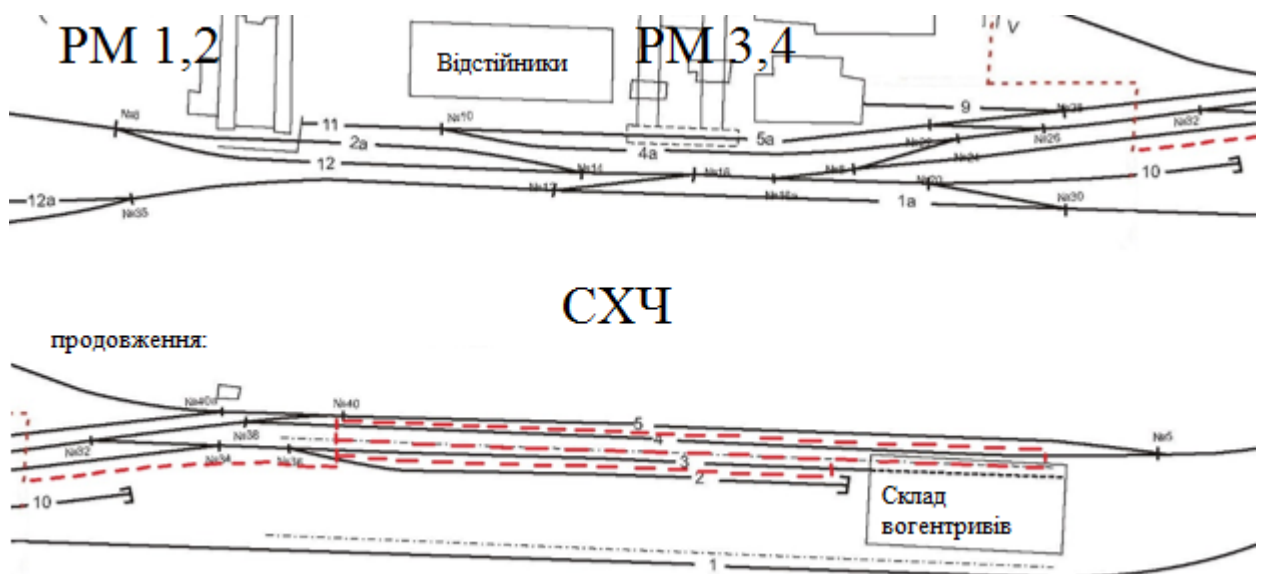


Рисунок 1.11 – Схема колійного розвитку СХЧ

Характеристика колійного розвитку СХЧ показана у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Ділянка СХЧ

№ колії	Призначення	Від СП	До СП або упору	Довжина, м	Місткість, ваг.
1а	Відстій вагонів	12	30	76	5
2	Навантаження-вивантаження вагонів	36	упор	136	10
3		36	упор	200	15
4а		10	24	81	5
4	Навантаження	38	упор	369	28
2а		8	14	90	6
5а		22	10	116	9
12		14	8	88	6
12а		6	упор	135	3
5		Вивантаження	40	5	185
9	28		упор	45	3
3а	Ходова колія	18	34	75	5
10	Виставочна	20	упор	97	7
11	Витяжна	10	упор	36	2

Зберігається чавун в районі колій 2-5, які обслуговуються мостовими кранами, які виконують розвантаження з вагонів-платформ на склад та навантаження вагонів магістрального парку.

Розмір партії вагонів, яка навантажується – становить 10 вагонів.

Для зважування використовуються залізничні ваги, встановлені на коліях №3 та4.

Після навантаження вагони доставляються до станції Південна, при цьому максимальна кількість вагонів у составі становить 30 одиниць. Час руху по перегону – 8 хвилин або 0,13 год.

Можливим є доставка через станцію Південна транзитом на станцію Східна, з постановкою вагонів до складу поїзду, який формується для відправлення до станції примикання.

Час руху поїзду з чавуном по перегону Південна – Східна становить 0,25 год.

У таблиці 1.3 наведені тривалості часу виконання операцій з організації доставки чавуну з СХЧ до станції Східна.

Таблиця 1.3 – Тривалості часу виконання операцій з організації доставки чавуну з СХЧ до станції Східна

№ техн. операції	Назва операції	Місце робіт	Тривалість, год.
1	Навантаження чавуну у вагони, 30 одиниць	СХЧ	12,5
2	Зважування, формування составу	СХЧ	0,67
3	Огляд, опробування автогальм	СХЧ	0,5
4	Рух до станції Південної	СХЧ-Південна	0,13

Кінець таблиці 1.3.

№ техн. операції	Назва операції	Місце робіт	Тривалість, год.
5	Рух до станції Східної	Південна-Східна	0,25
6	Прийом, огляд, відпущення гальм	Східна	0,5
7	Перестановка до колії накопичення на ст. Запоріжжя-Ліве	Східна	0,35
8	Разом	-	14,9

Тривалість відправлення составів до станції Запоріжжя-Ліве відбувається із періодичністю у середньому один раз на чотири години.

1.4 Аналіз процесів доставки чавуну до Миколаївського річкового порту та постановка завдань магістерської роботи

За результатами виконання аналітичного аналізу процесів доставки чавуну до Миколаївського річкового порту, приймаємо наступне:

- СХЧ має можливість відправлення чавуну партіями по 30 вагонів через станцію Південна до Східної;
- процес відправлення поїздів на станцію примикання відбувається з періодичністю 4 години;

- тривалість доставки до Миколаївського річкового порту встановимо в ході виконання основної частини роботи, шляхом статистичного аналізу даних [11];
- в порту, з огляду на перспективи післявоєнного розвитку, необхідно завантажувати судна з каргодедвейтом 46 тис тонн;
- для навантаження можна використовувати короби вантажопідйомністю 14 тонн (враховуючі вантажопідйомність крану 16 тонн та власну вагу коробу – 2 тонни);
- також можна використовувати прямий метод перевантаження з вагонів до судна з використанням пелюсткового захвату місткістю 5 тонн.

Необхідно визначити оптимальний за економічними показниками час прибуття судна до порту відносно обсягу чавуну на його складі при використанні прямого перевантаження з вагонів та відвантаження зі складу у коробах. Для розв'язання поставленої задачі використаємо імітаційну модель роботи системи доставки чавуну, яка розглядається [12].

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Розробка імітаційної моделі cast_iron_ZST_2024 доставки та перевантаження чавуну в Миколаївському річковому порту

2.1.1 Розробка блоку моделі з доставки чавуну з металургійного комбінату до Миколаївського річкового порту

На рисунку 2.1 показаний блок імітаційної моделі cast_iron_ZST_2024 з доставки чушкового чавуну з металургійного комбінату «Запоріжсталь» до Миколаївського річкового порту.

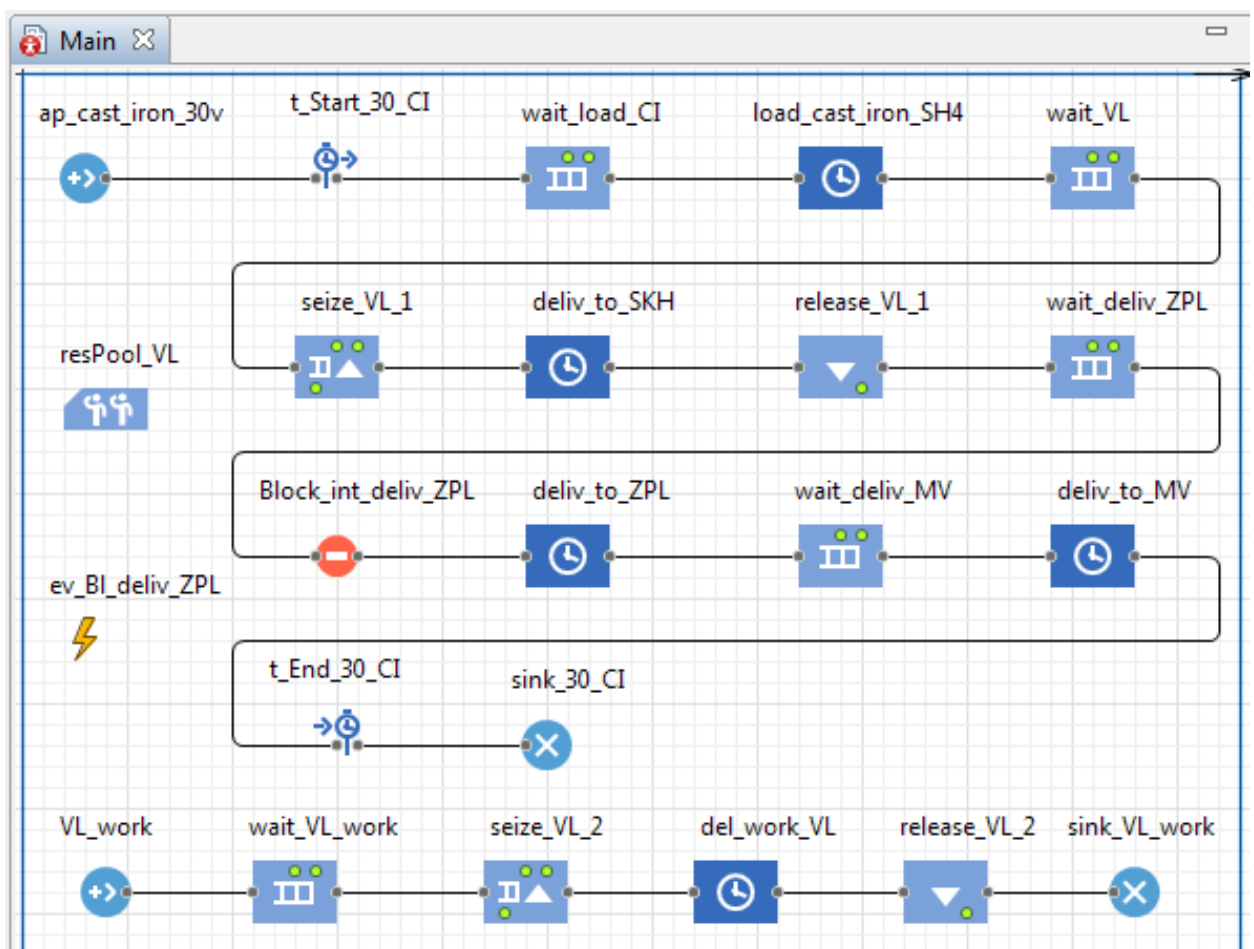


Рисунок 2.1 – Блок моделі з доставки чавуну з металургійного комбінату до Миколаївського річкового порту

Перший елемент `ap_cast_iron_30v` генерує замовлення на відвантаження чушкового чавуну на кожну добу – рисунок 2.2.

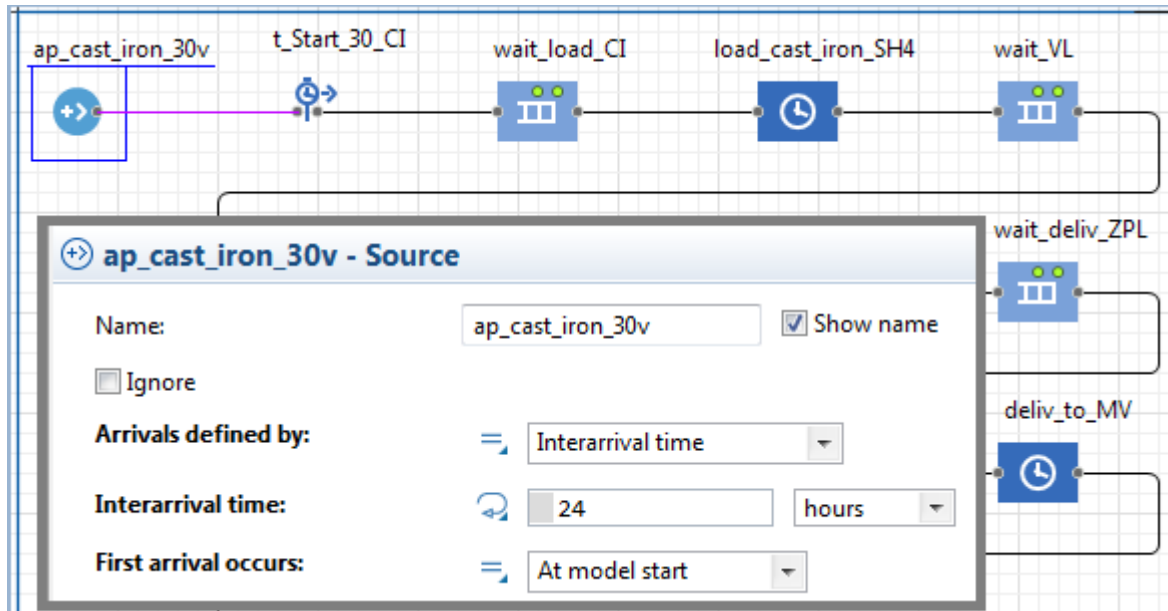


Рисунок 2.2 – Елемент `ap_cast_iron_30v`

Елемент `t_Start_30_CI` веде підрахунок початку часу користування вагонами, які умовно вважаються поданими на СХЧ для навантаження чавуном – рисунок 2.3.

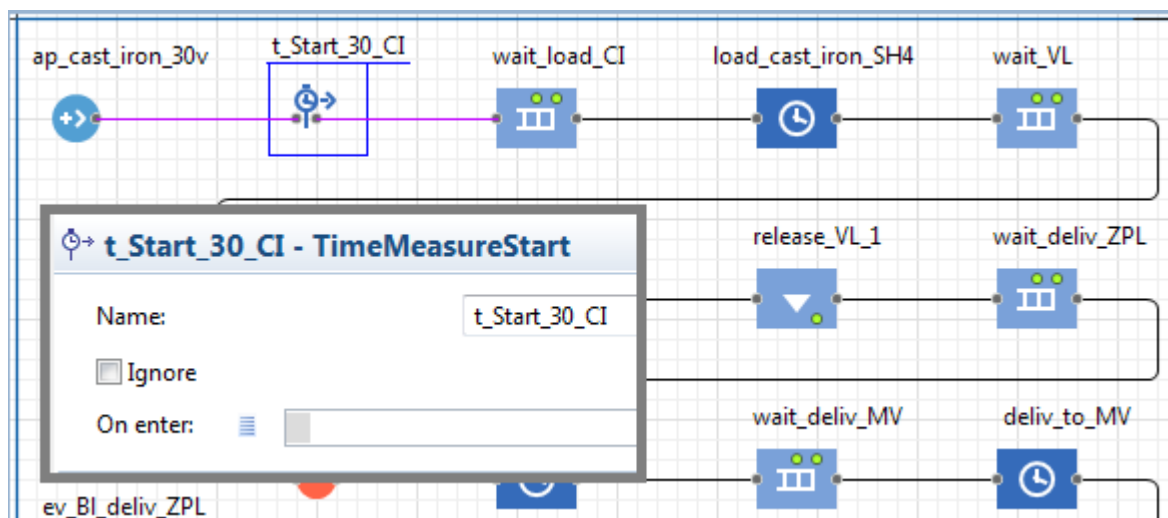


Рисунок 2.3 – Елемент `t_Start_30_CI`

Елемент `wait_load_CI` імітує очікування навантаження вагонами на СХЧ – знаходження у черзі, рисунок 2.4.

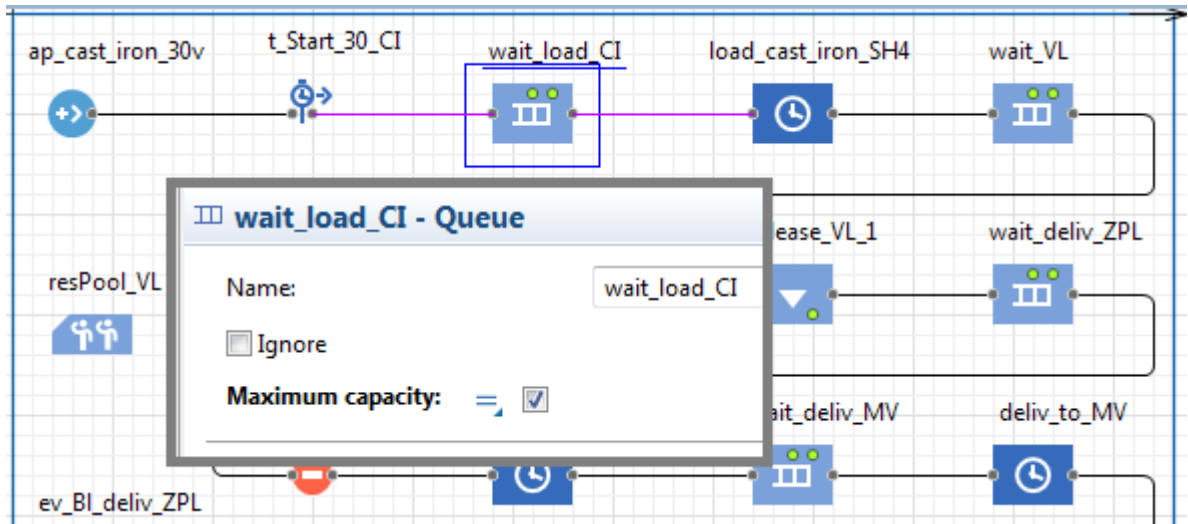


Рисунок 2.4 – Елемент `wait_load_CI`

Імітацію навантаження здійснює елемент `load_cast_iron_SH4`, затримуючи замовлення – партію в 30 вагонів на нормативний час [7] – 13,17 годин, що показано на рисунку 2.5.

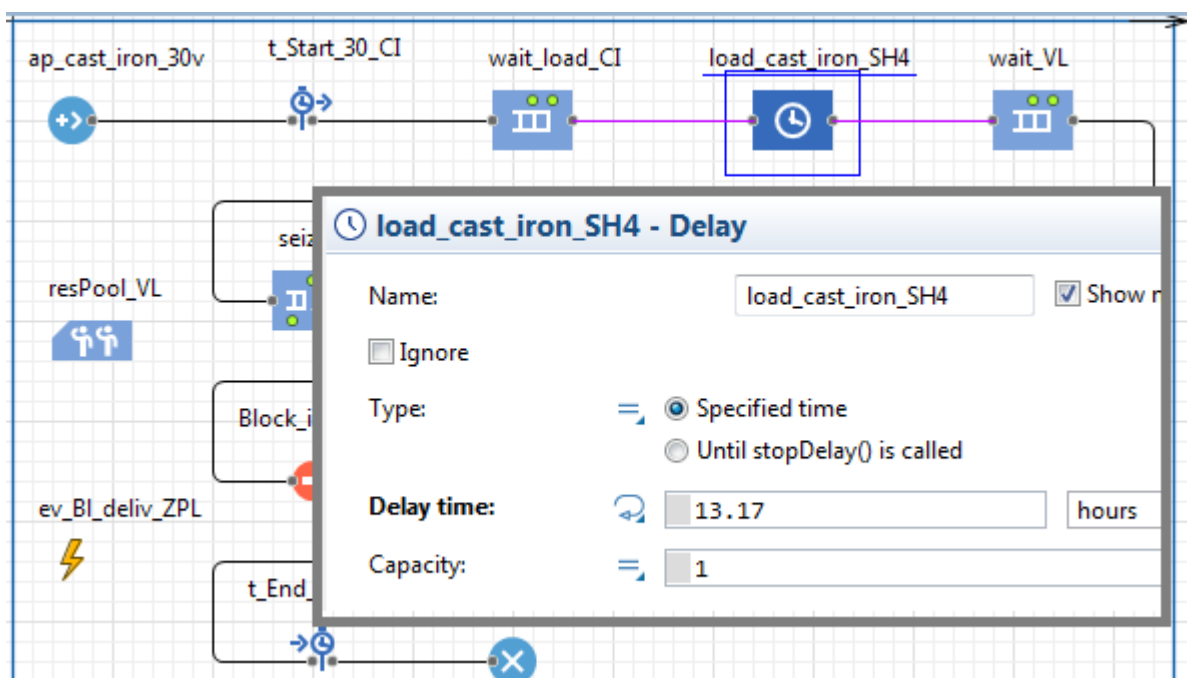


Рисунок 2.5 – Елемент `load_cast_iron_SH4`

Завантажені вагони зберігаються на станції СХЧ, тобто у черзі wait_VL – рисунок 2.6.

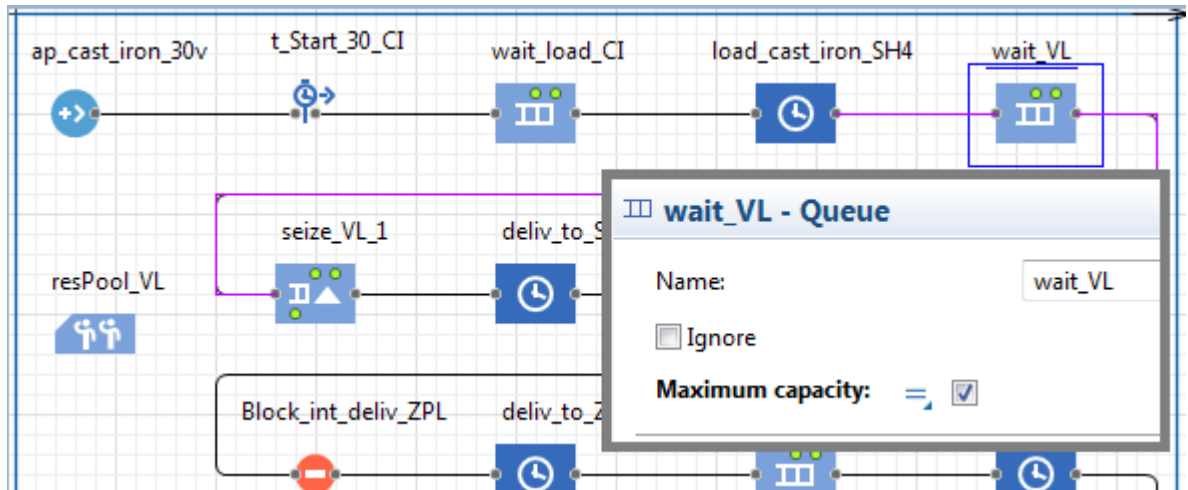


Рисунок 2.6 – Черга wait_VL

З цієї черги партія завантажених вагонів захоплює ресурс-тепловоз, ця дія виконується елементом seize_VL_1 – рисунок 2.7.

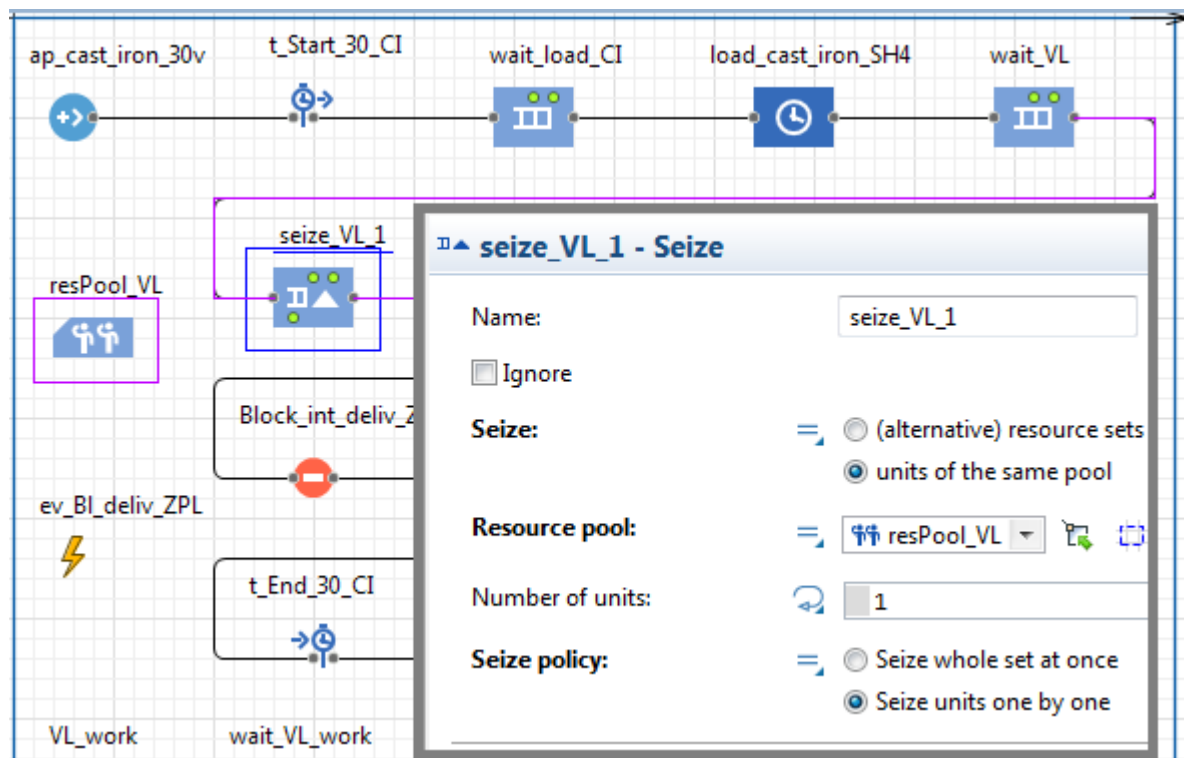


Рисунок 2.7 – Елемент seize_VL_1

Пул ресурсів `resPool_VL` складається з одного локомотиву, який показано на рисунку 2.8.

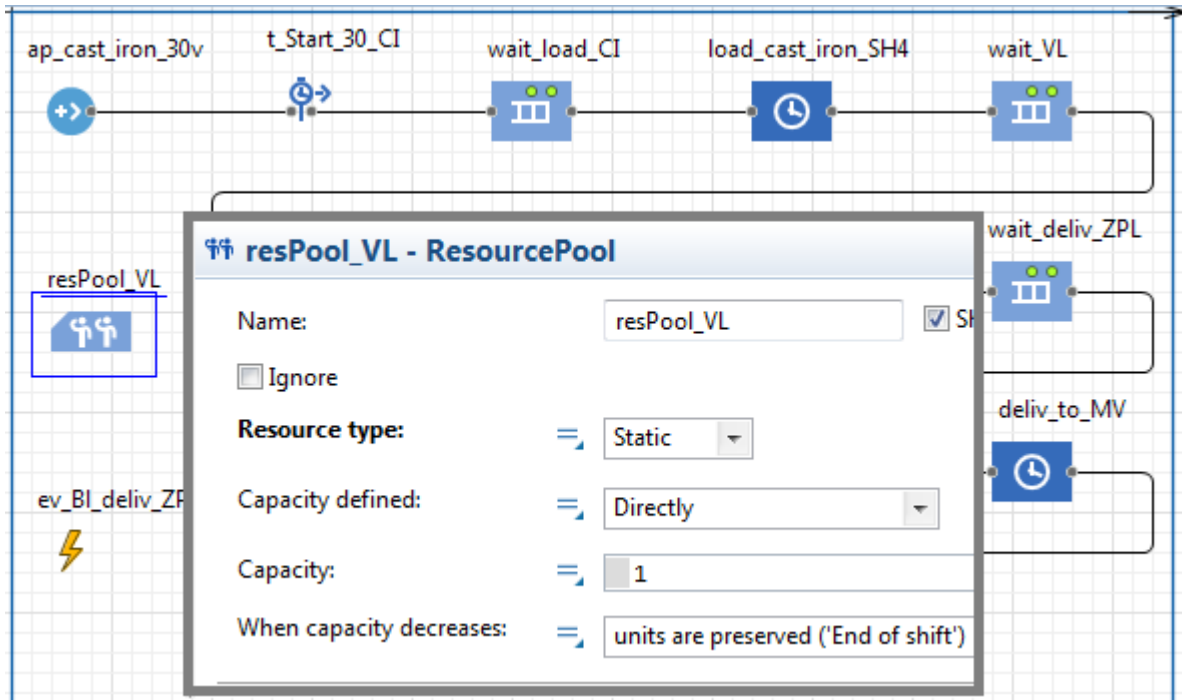


Рисунок 2.8 – Пул ресурсів `resPool_VL`

Доставка до станції Східна з СХЧ через Південну імітується затримкою елементом `deliv_to_SKH` – рисунок 2.9.

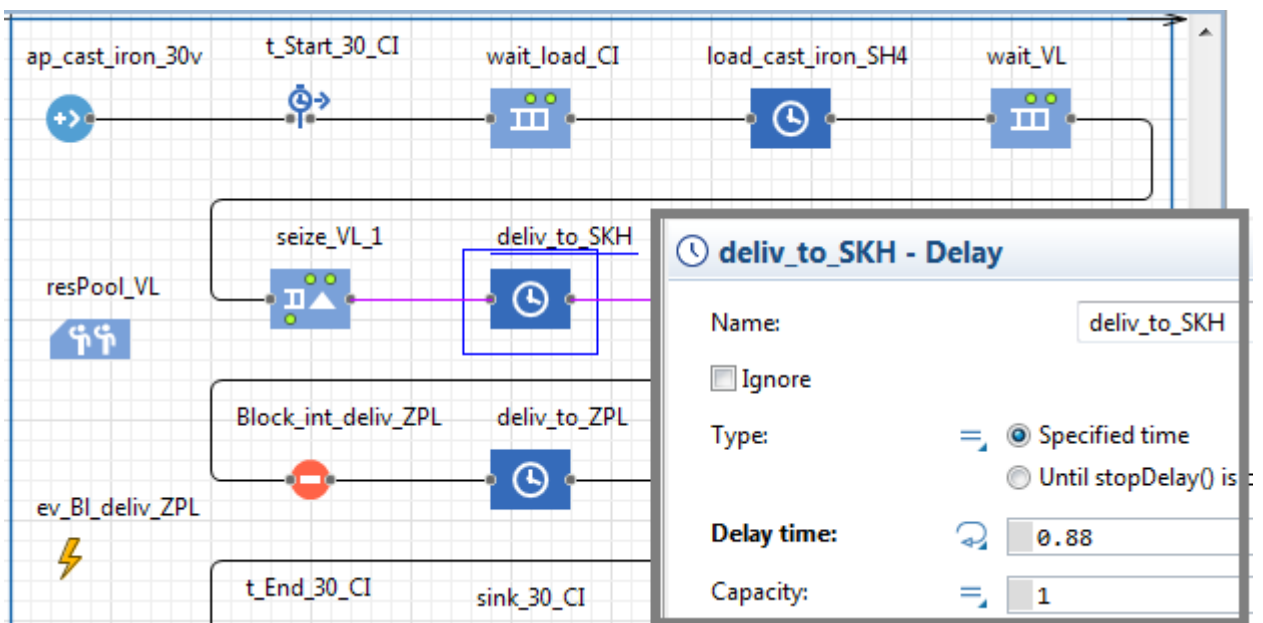


Рисунок 2.9 – Елемент `deliv_to_SKH`

Після даної процедури, тепловоз-ресурс звільняється елементом `release_VL_1` – рисунок 2.10.

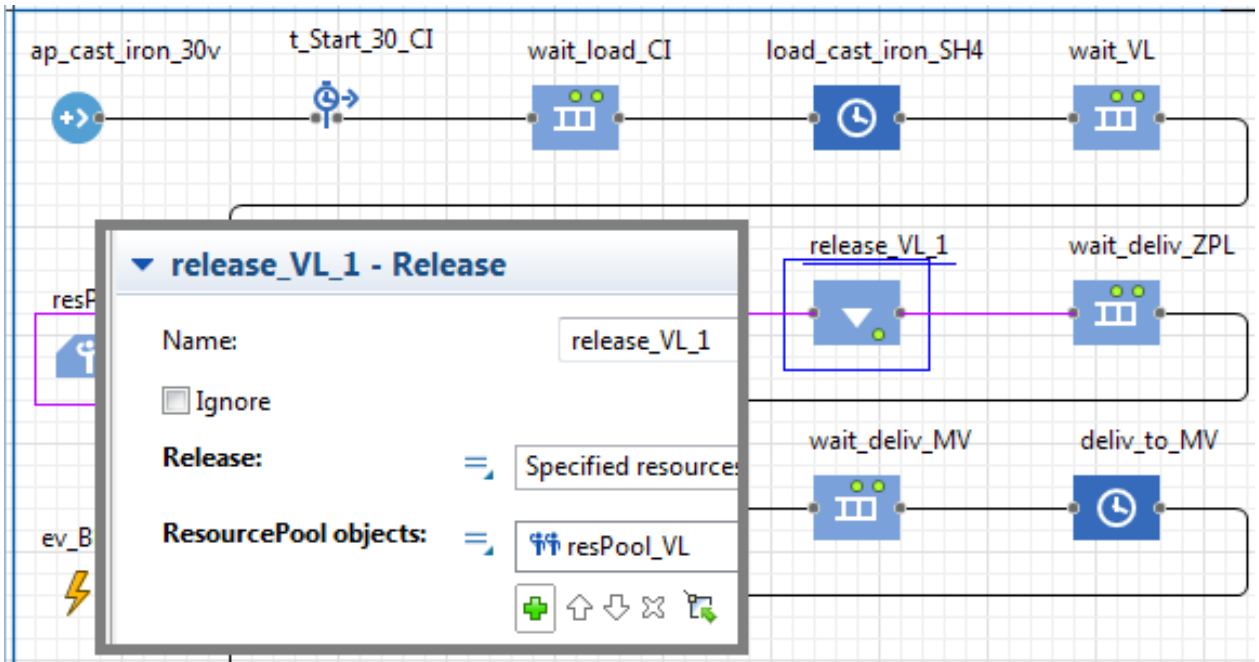


Рисунок 2.10 – Елемент `release_VL_1`

Фрагмент блоку програми `cast_iron_ZST_2024`, показаний на рисунку 2.11, імітує використання тепловозу на інших перевезеннях, тобто доставка чавуну при зайнятості локомотива, буде затримуватись на відповідний час роботи на іншій ділянці комбінату.

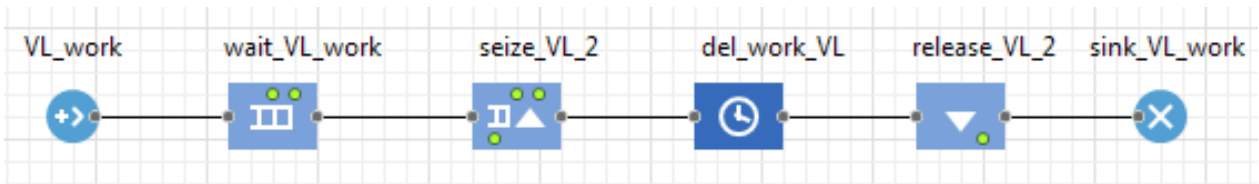


Рисунок 2.11 – Фрагмент блоку, який імітує використання тепловозу на інших перевезеннях

Даний фрагмент складається з 6 елементів.

Розглянемо роботу даного фрагменту:

- елемент VL_work виконує генерацію замовлень на роботу тепловозу на інших ділянках;
- елемент wait_VL_work є чергою, в якій утримуються замовлення до появи вільного локомотиву;
- елемент seize_VL_2 приєднує ресурс до замовлення;
- елемент del_work_VL виконує затримку, імітуючи використання тепловозу на іншій ділянці;
- елемент release_VL_2 вивільняє локомотив-ресурс по закінченню робіт;
- елемент sink_VL_work знищує замовлення.

Повернемося до основної частини блоку. Елемент wait_deliv_ZPL, показаний на рисунку 2.12, імітує очікування замовленням – партії 30 вагонів з чавуном, моменту відправлення на станцію Запоріжжя-Ліве у складі завантаженого состава.

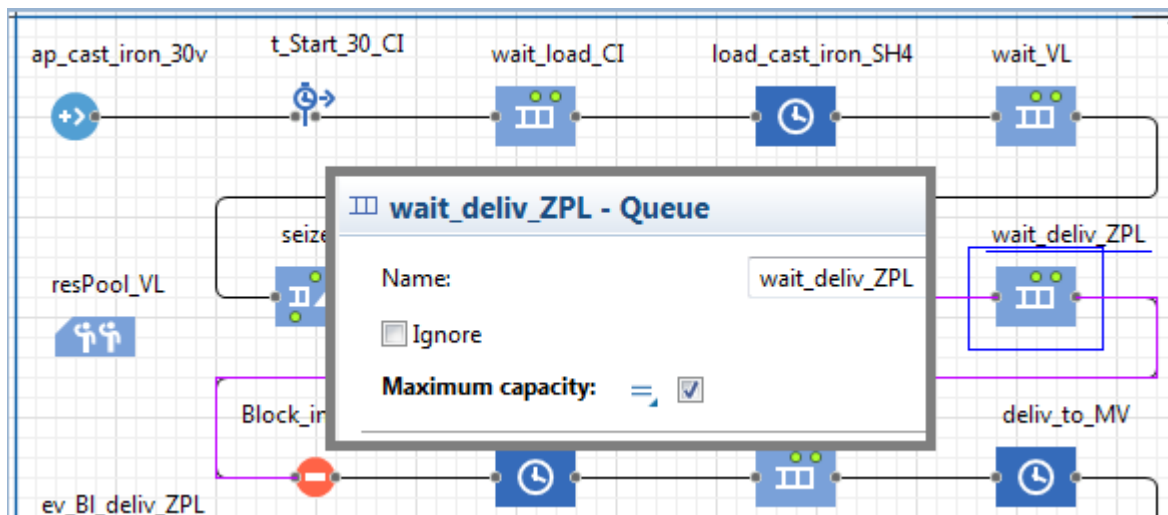


Рисунок 2.12 – Елемент wait_deliv_ZPL

Вихід замовлень з цієї черги блокується елементом Block_int_deliv_ZPL – рисунок 2.13.

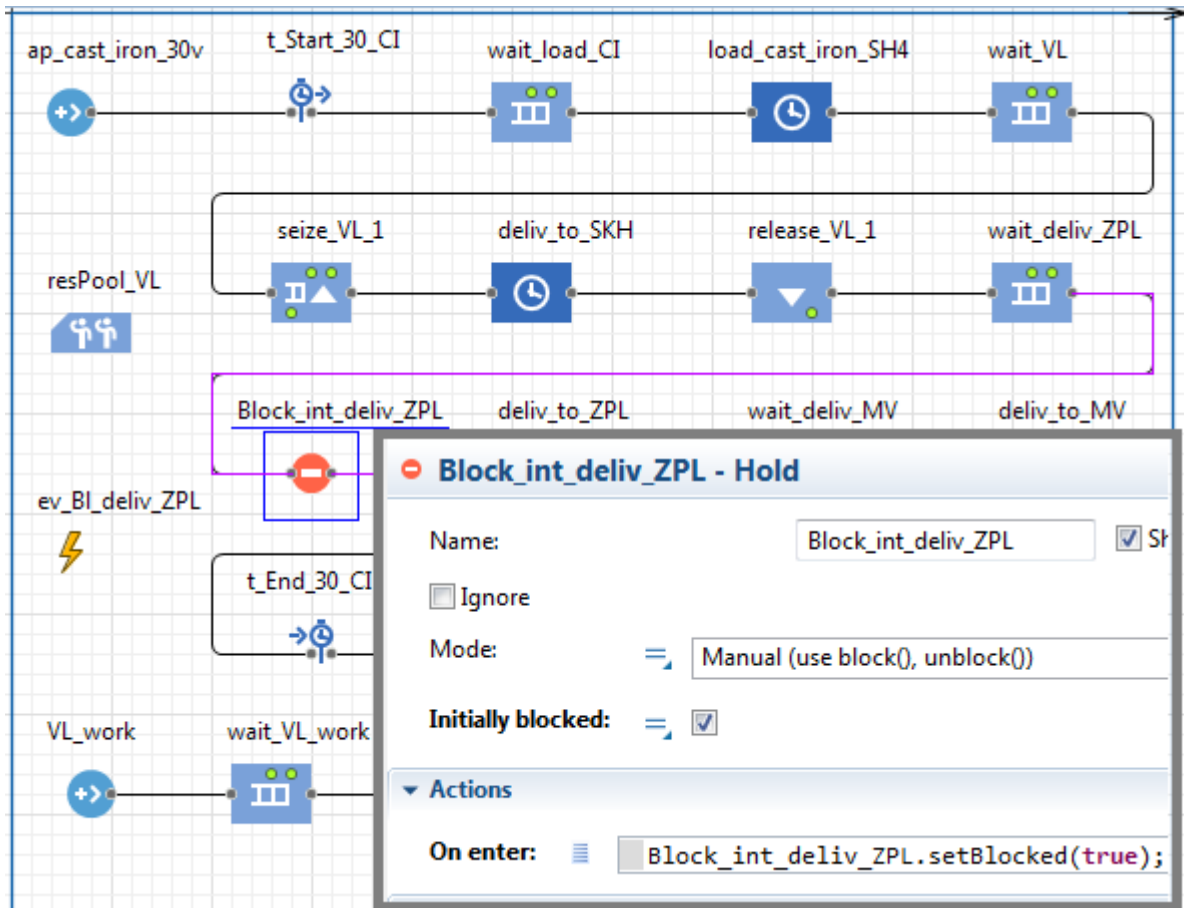


Рисунок 2.13 – Елемент Block_int_deliv_ZPL

Завдяки цьому досягається імітації певної періодичності відправлення усіх поїздів з комбінату, у т. ч. партій вагонів з чавуном.

Після розблокування Block_int_deliv_ZPL, та входження до нього замовлення, виконується код:

```
Block_int_deliv_ZPL.setBlocked(true);
```

та даний елемент самостійно блокується знову.

Періодичність розблокування задає елемент ev_BI_deliv_ZPL:

```
Block_int_deliv_ZPL.setBlocked(false);
```

показаний на рисунку 2.14.

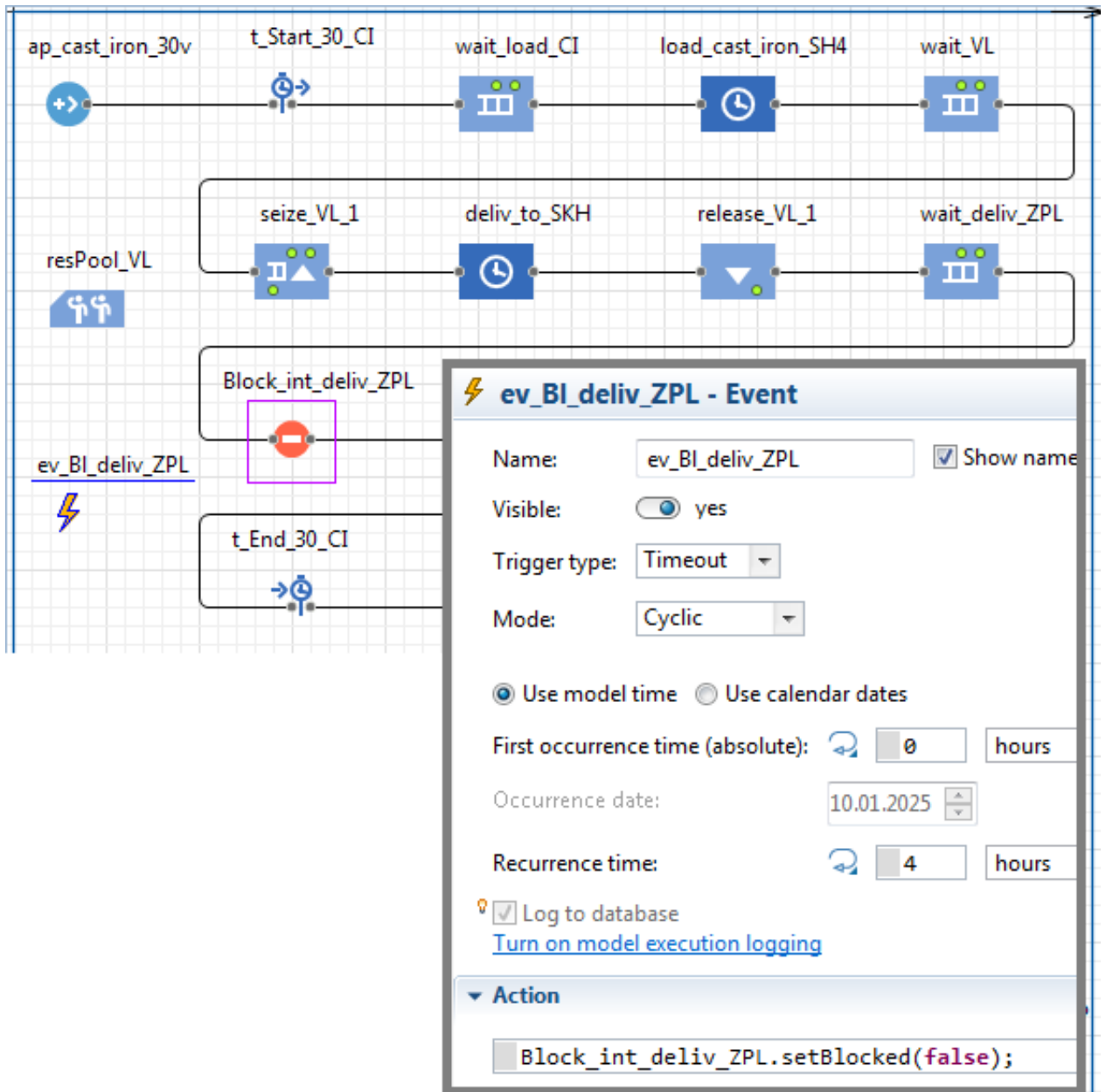


Рисунок 2.14 – Елемент ev_BI_deliv_ZPL

Елемент **deliv_to_ZPL** виконує імітацію затримки на час доставки составу з чушковим чавуном до станції Запоріжжя-Ліве, що показаний на рисунку 2.15.

Елемент **wait_deliv_MV** імітує знаходження вагонів з чавуном на коліях Запоріжжя-Лівого, що показано на рисунку 2.16.

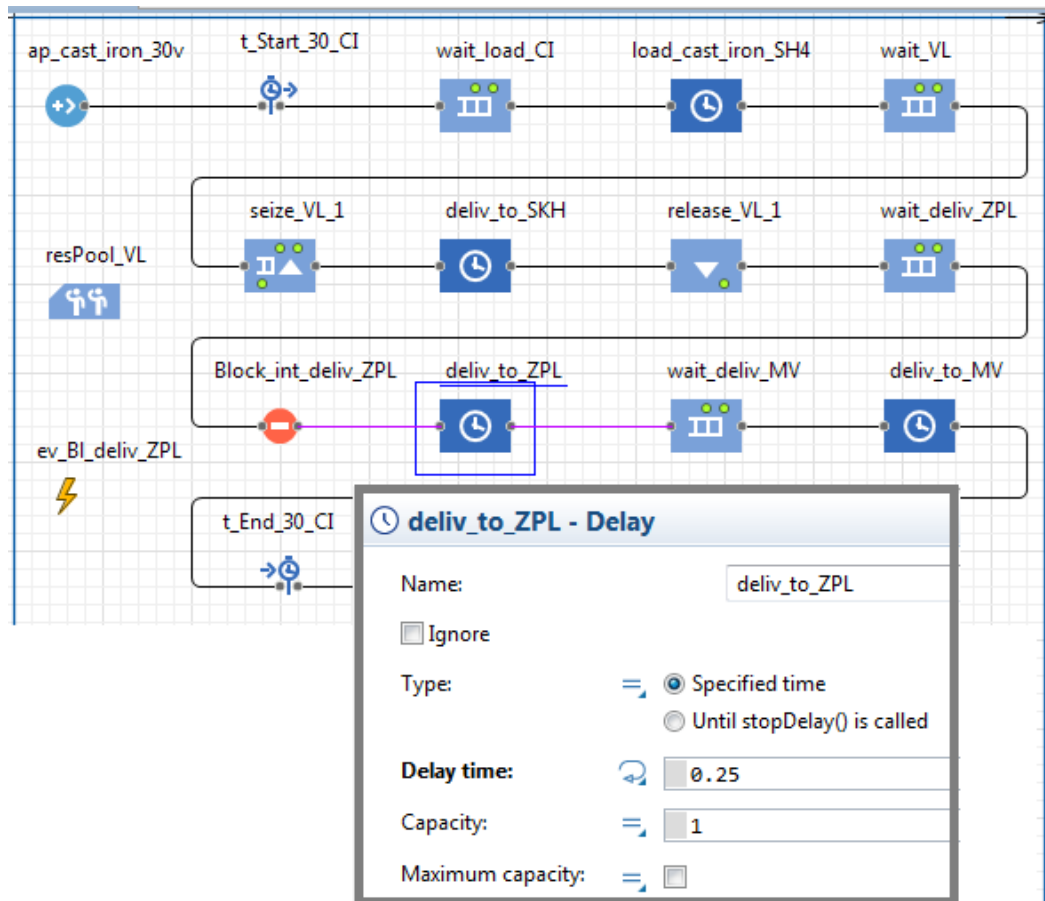


Рисунок 2.15 – Элемент deliv_to_ZPL

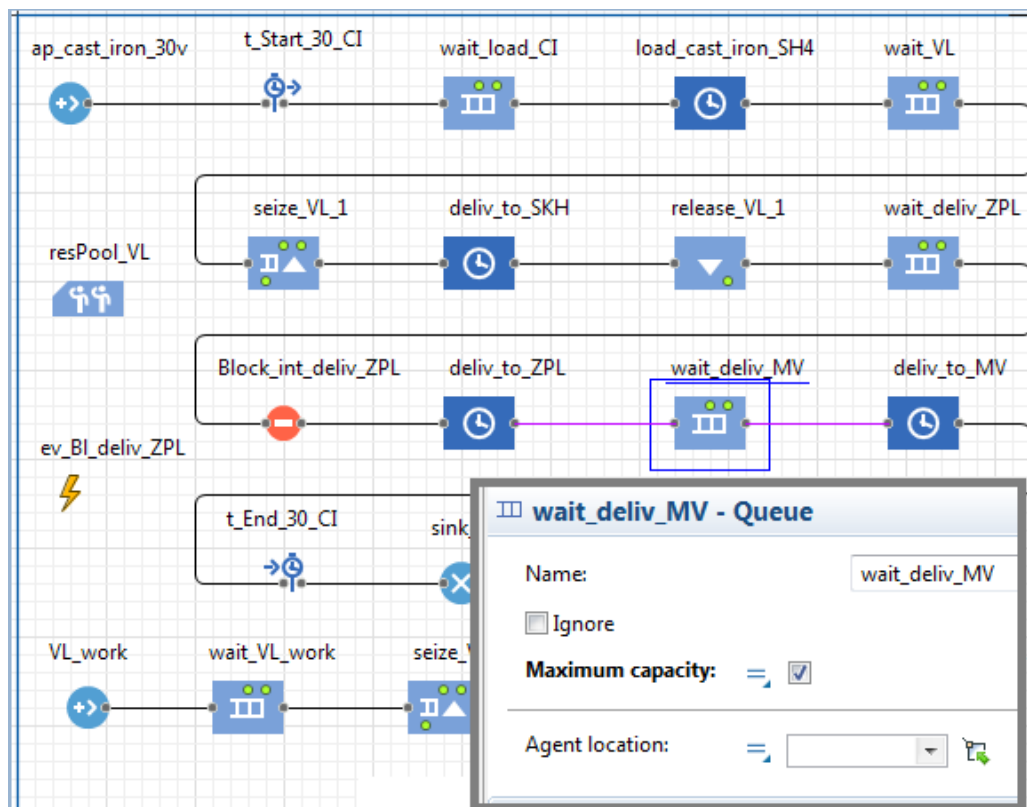


Рисунок 2.16 – Элемент wait_deliv_MV

Тривалість руху составів з Запоріжсталі до Миколаївського річкового порту встановимо завдяки статистичному аналізу вибірки спостережень аналогічних перевезень [11].

На рисунку 2.17 показна діаграма щільності ймовірності величини часу доставки составів.

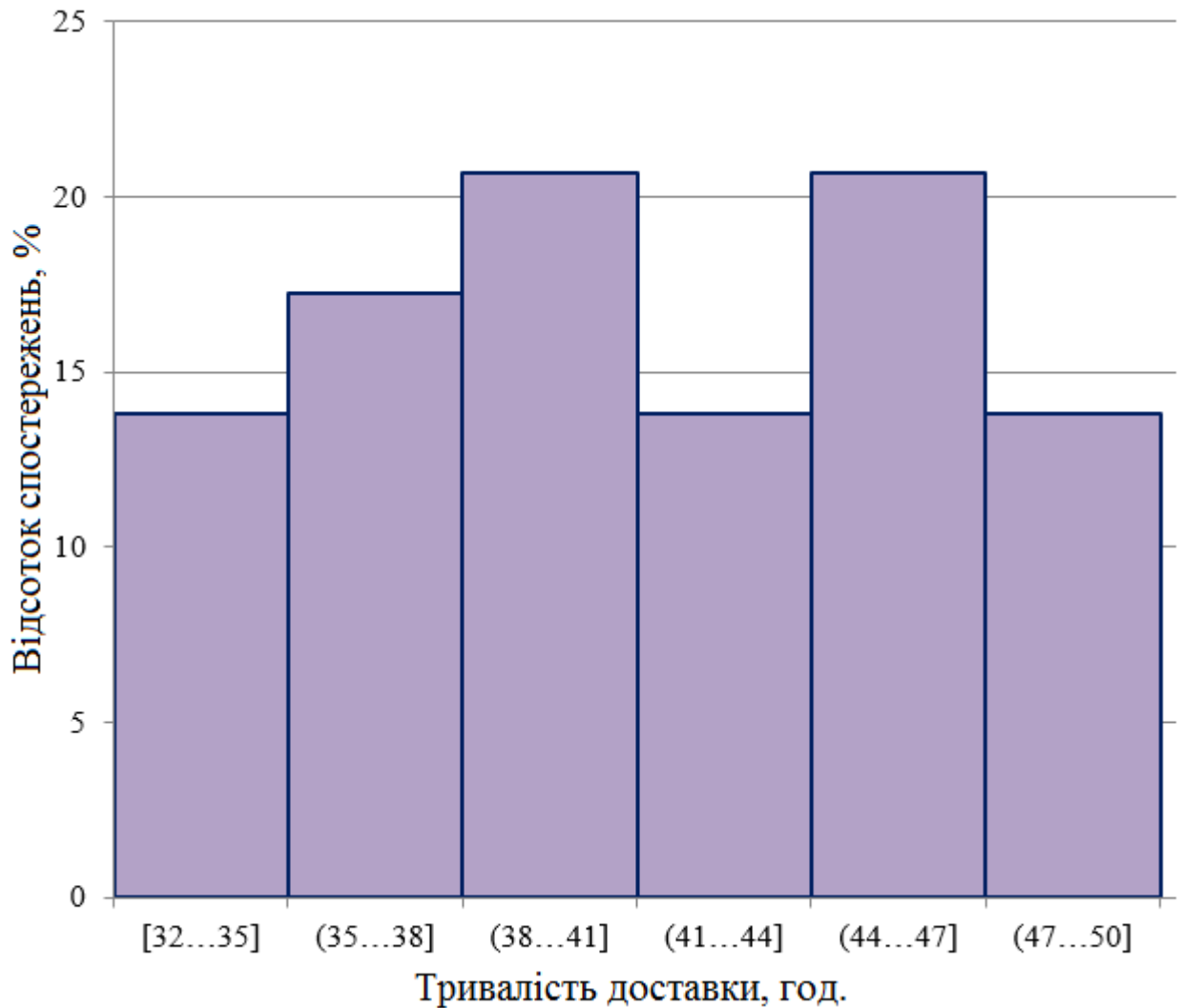


Рисунок 2.17 – Діаграма щільності ймовірності величини часу доставки составів

Відповідно до діаграми обираємо рівномірний закон розподілу, основні статистичні характеристики ряду:

- мінімальний час 32 год.;
- максимальний час 50 год.;
- середній час 41,3 год.;
- станд. відхилення 4,95 год.;

з яких мінімальне та максимальне значення використовуємо в якості параметрів наступного елемента затримки `deliv_to_MV`, який показаний на рисунку 2.18.

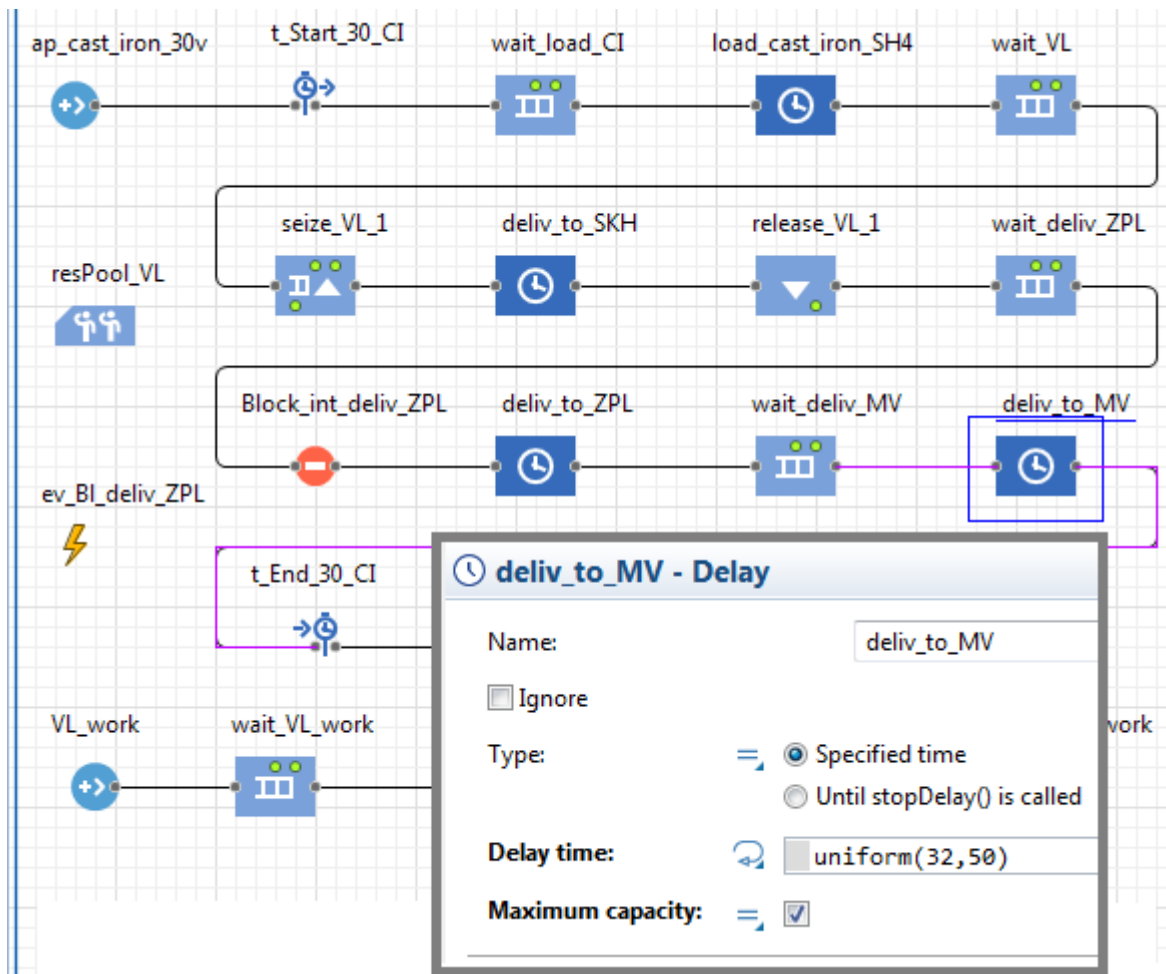


Рисунок 2.18 – Елемент затримки `deliv_to_MV`

В елементі передбачений відповідний код:

`uniform(32,50).`

Елемент `t_End_30_CI` фіксує закінчення часу використання вагонів – рисунок 2.19.

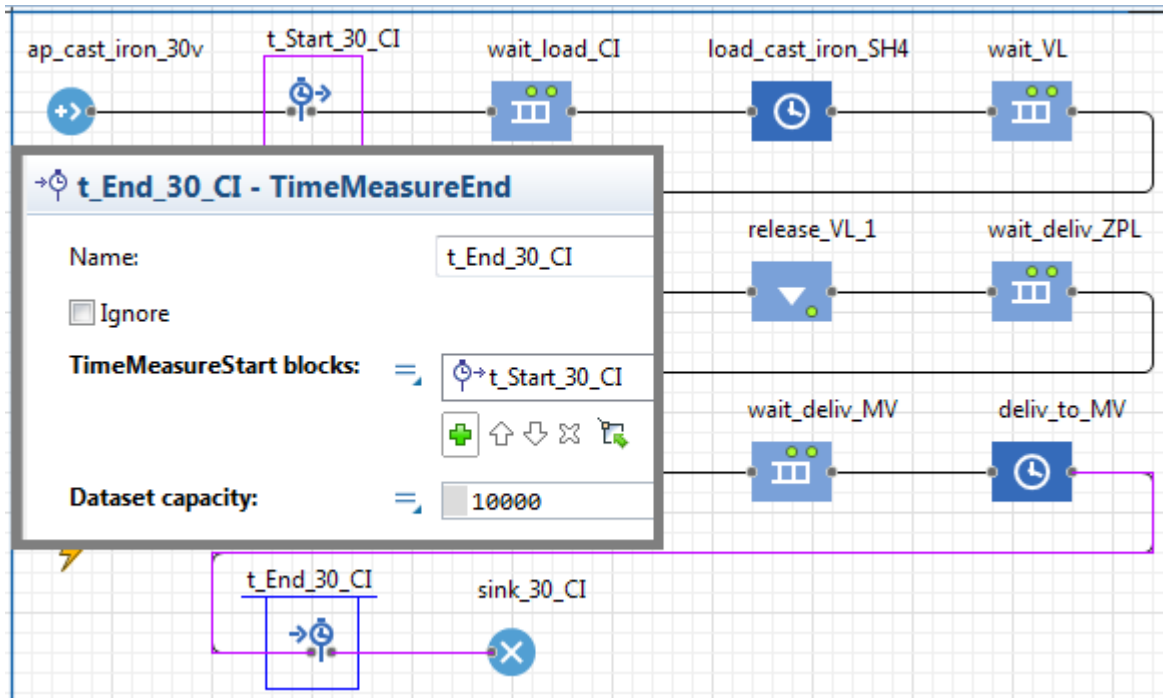


Рисунок 2.19 – Елемент `t_End_30_CI`

Елемент `sink_30_CI` знищує замовлення – рисунок 2.20.

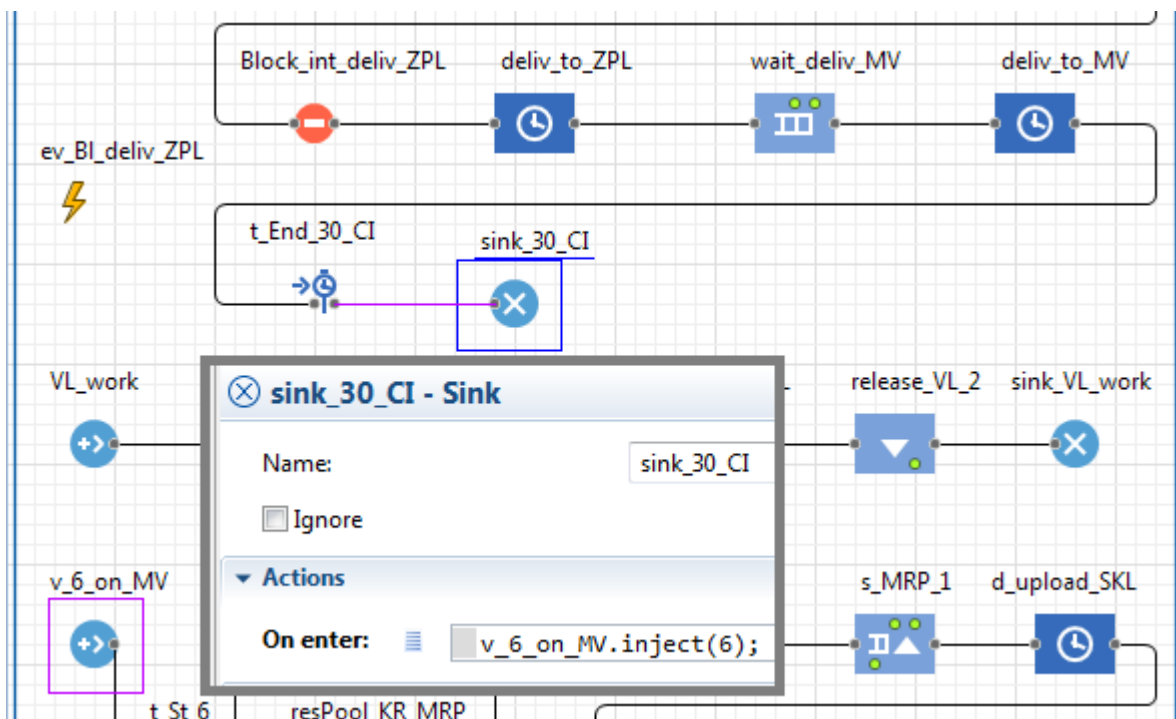


Рисунок 2.20 – Елемент `sink_30_CI`

При цьому в `sink_30_CI` виконується код `v_6_on_MV.inject(6)`, який викликає появу 6 замовлень (6 подач по 5 вагонів) в наступному блоці програми `cast_iron_ZST_2024`.

2.1.2 Розробка блоку моделі `cast_iron_ZST_2024` з перевантаження чавуну у Миколаївському річковому порту на судна

Блок моделі `cast_iron_ZST_2024` з перевантаження чавуну у Миколаївському річковому порту на судна показаний на рисунку 2.21.

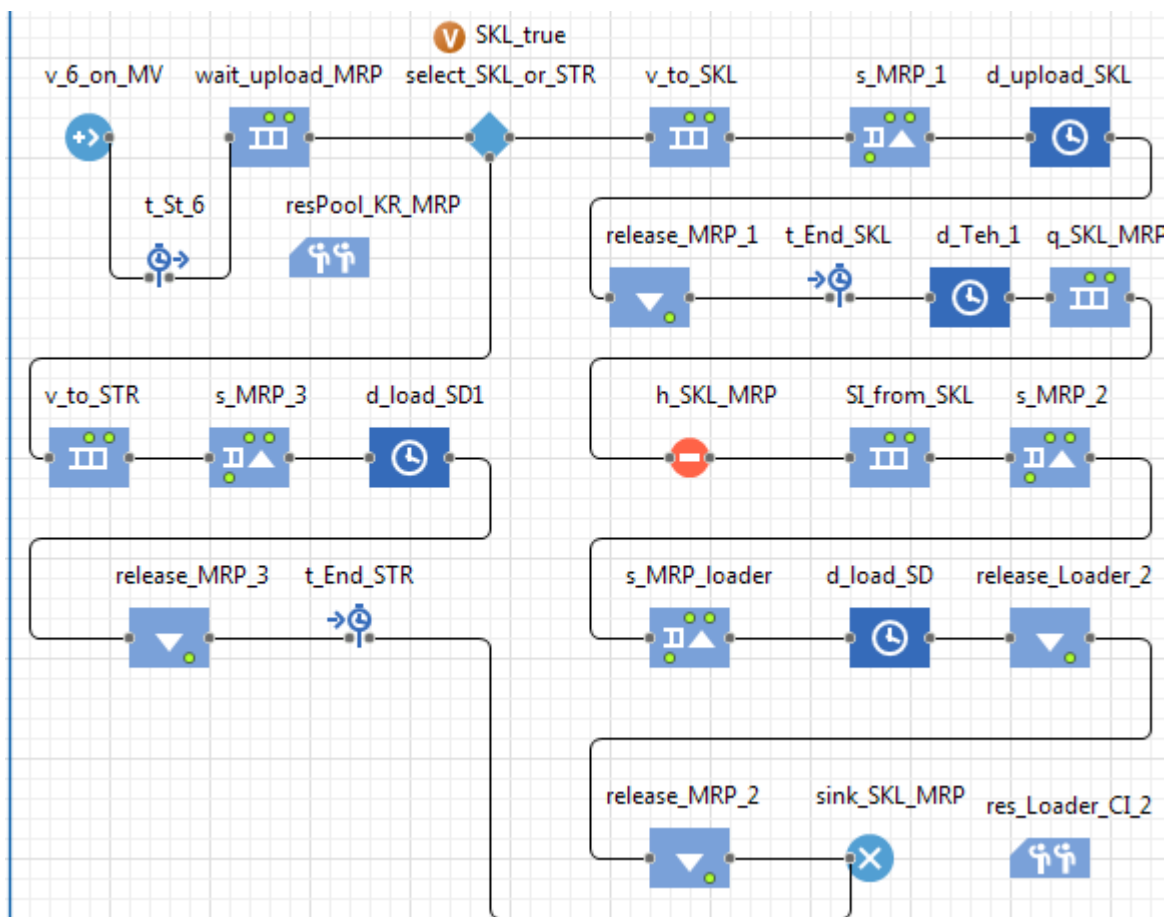


Рисунок 2.21 – Блок моделі `cast_iron_ZST_2024` з перевантаження чавуну у Миколаївському річковому порту на судна

Перші три елементи блоку виконують наступні функції:

- v_6_on_MV – здійснює генерацію замовлень за викликом з останнього елементу попереднього блоку;
- t_St_6 – фіксує час входження замовлень до блоку;
- wait_upload_MRP – зберігає замовлення у черзі;

що показано на рисунку 2.22.

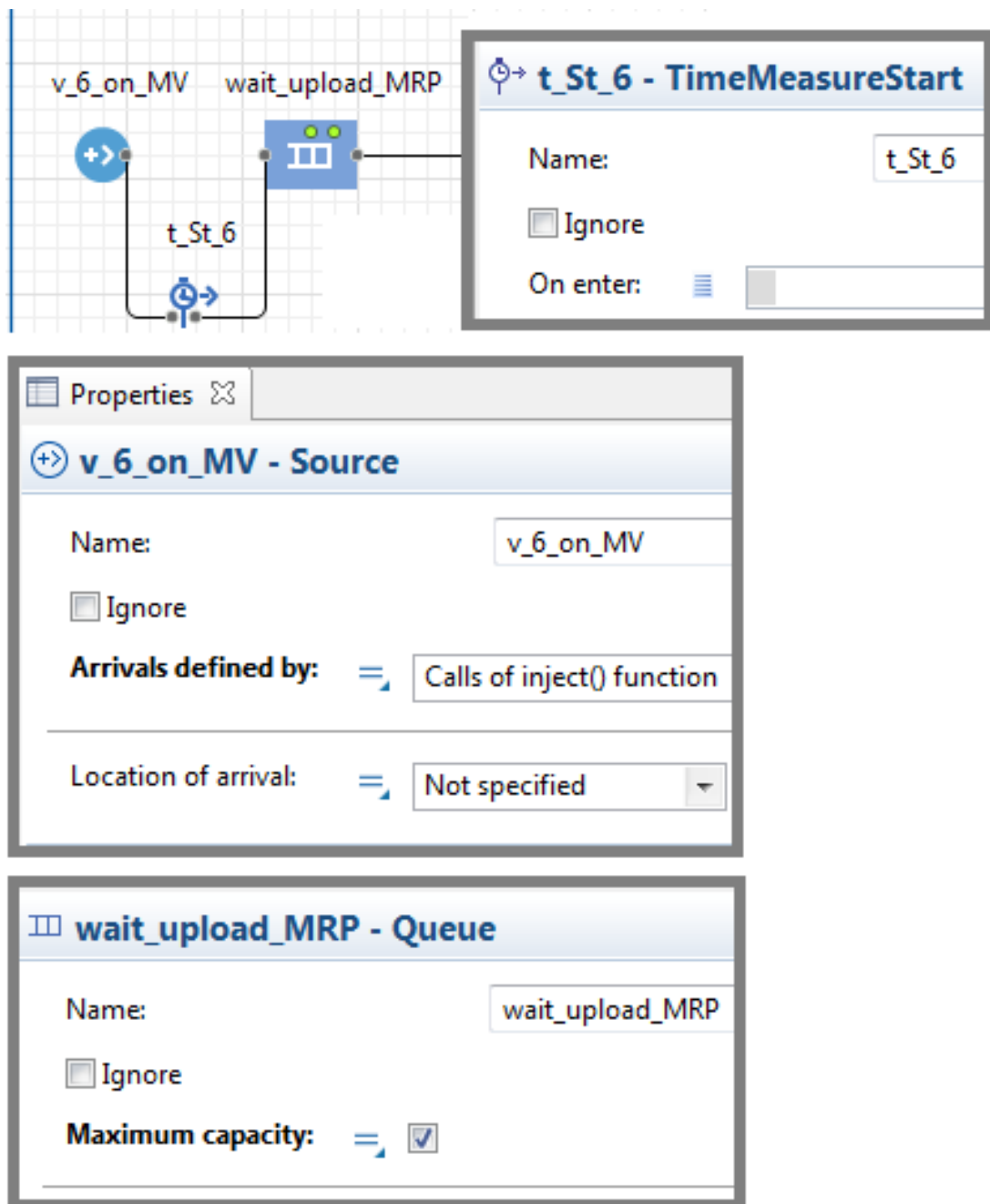


Рисунок 2.22 – Елементи v_6_on_MV, t_St_6 та wait_upload_MRP

Елемент `select_SKL_or_STR` розподіляє замовлення по двох напрямках, залежності від значення логічної змінної `SKL_true`:

- якщо `SKL_true = true`, вагони вивантажуються порталними кранами на склад;
- якщо `SKL_true = false`, вагони вивантажуються порталними кранами з вагонів до судна.

Елемент `select_SKL_or_STR` показаний на рисунку 2.23.

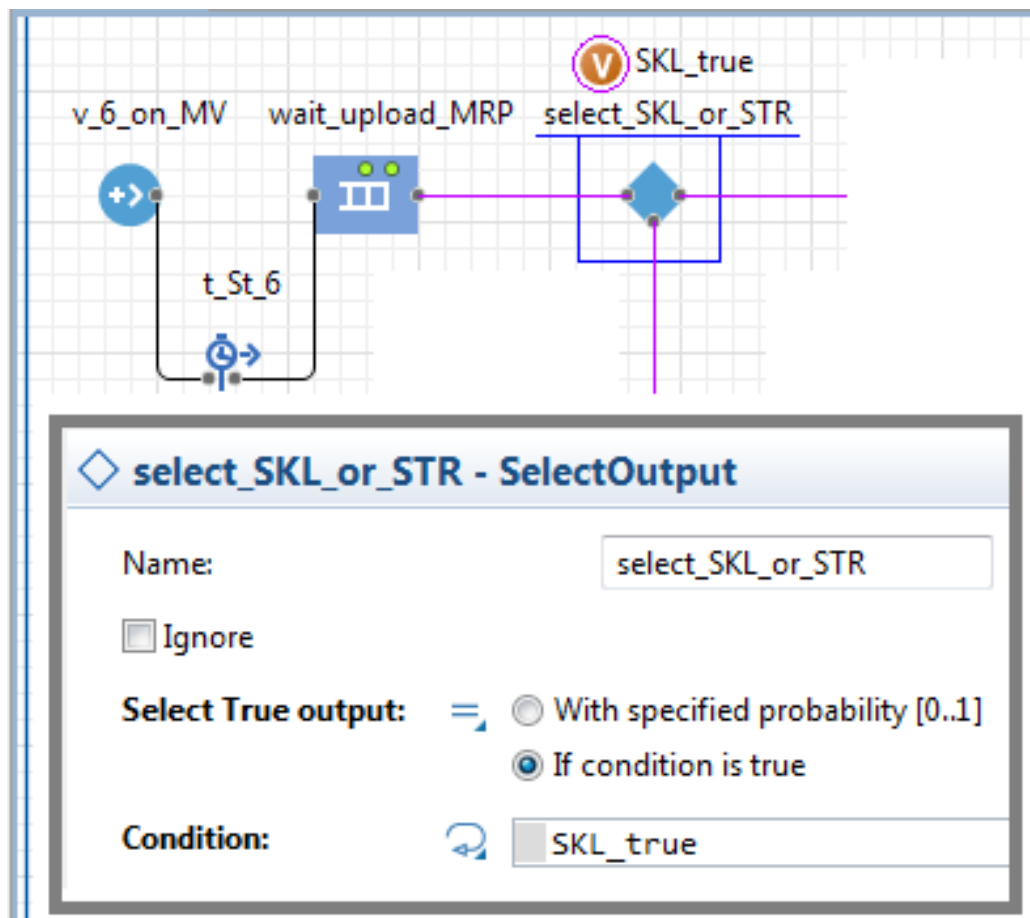


Рисунок 2.23 – Елемент `select_SKL_or_STR`

Розглянемо ланцюг вивантаження вагонів за прямим варіантом. Першим елементом після `select_SKL_or_STR`, в цьому випадку, є елемент `v_to_STR`, показаний на рисунку 2.24.

Враховуючи, що відвантаження планується проводити одночасно зі складу та за прямим варіантом, елемент `s_MRP_3` передбачає захоплення лише одного крану з пулу (інший навантажує судно зі складу) – рисунок 2.26.

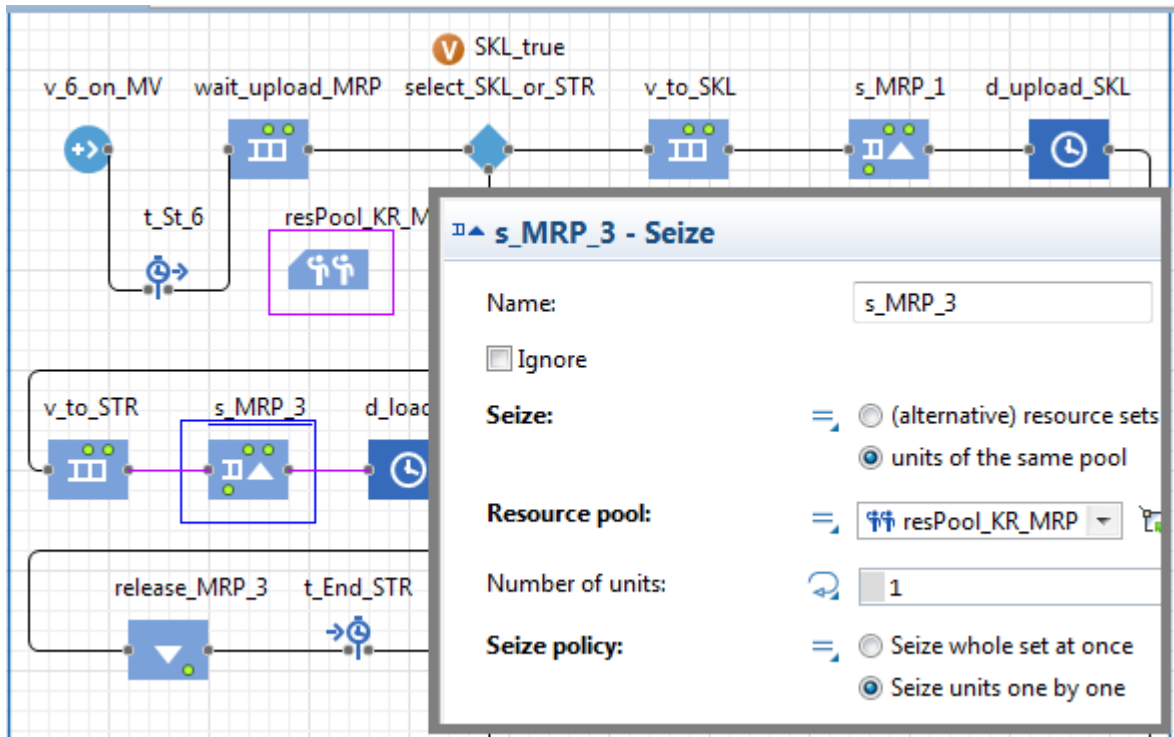


Рисунок 2.26 – Елемент `s_MRP_3`

Елемент `d_load_SD1` імітує переміщення чавуну з вагонів на судно – рисунок 2.27.

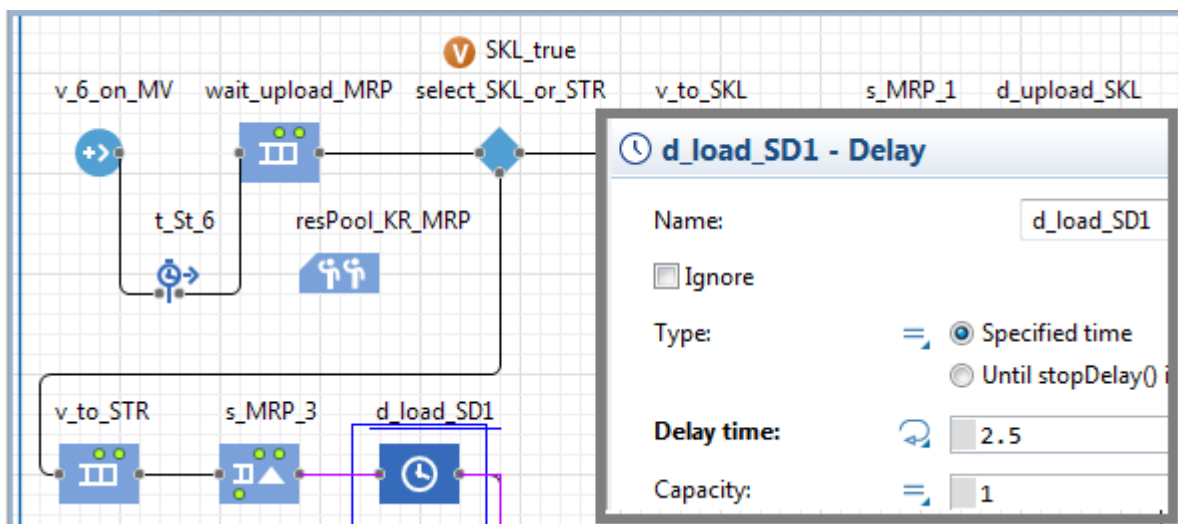


Рисунок 2.27 – Елемент `d_load_SD1`

Після цього елемент `release_MRP_3` звільняє кран, а елемент `t_End_STR` фіксує час закінчення користування вагонами – рисунок 2.28.

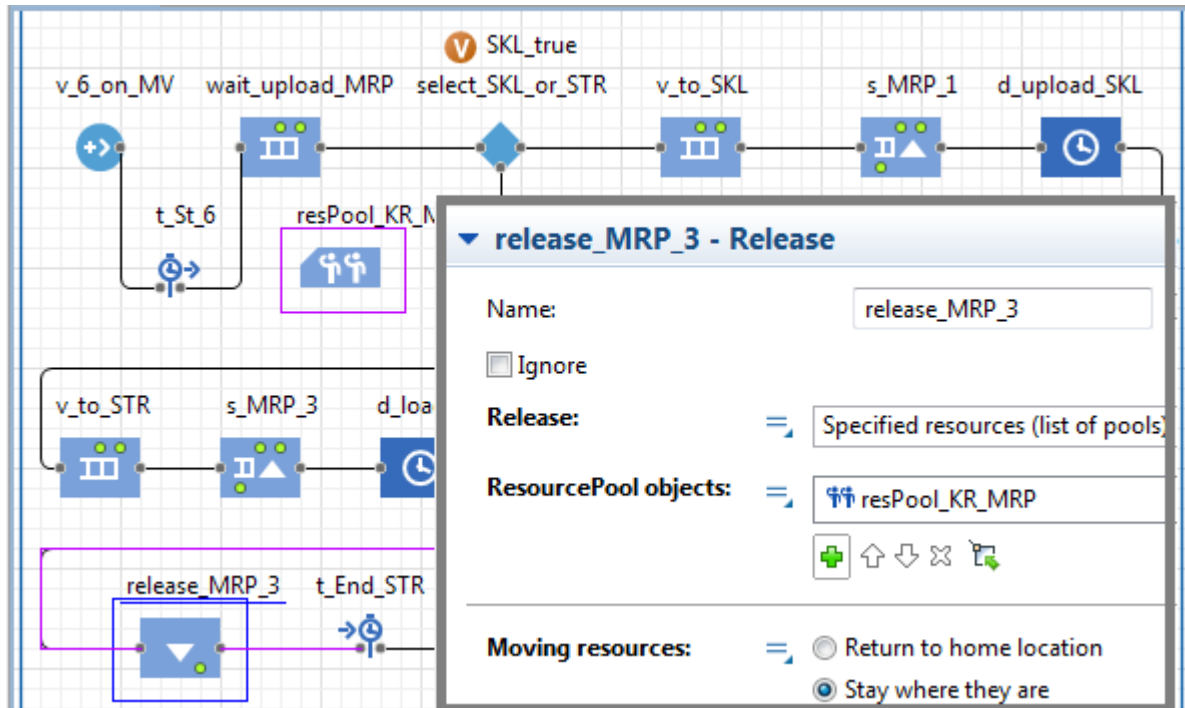


Рисунок 2.28 – Елементи `release_MRP_3` та `t_End_STR`

В ланцюгу, який описує вивантаження на склад та відвантаження чавуну зі складу на судно, першим елементом після `select_SKL_or_STR` є елемент-черга `v_to_SKL` – рисунок 2.29.

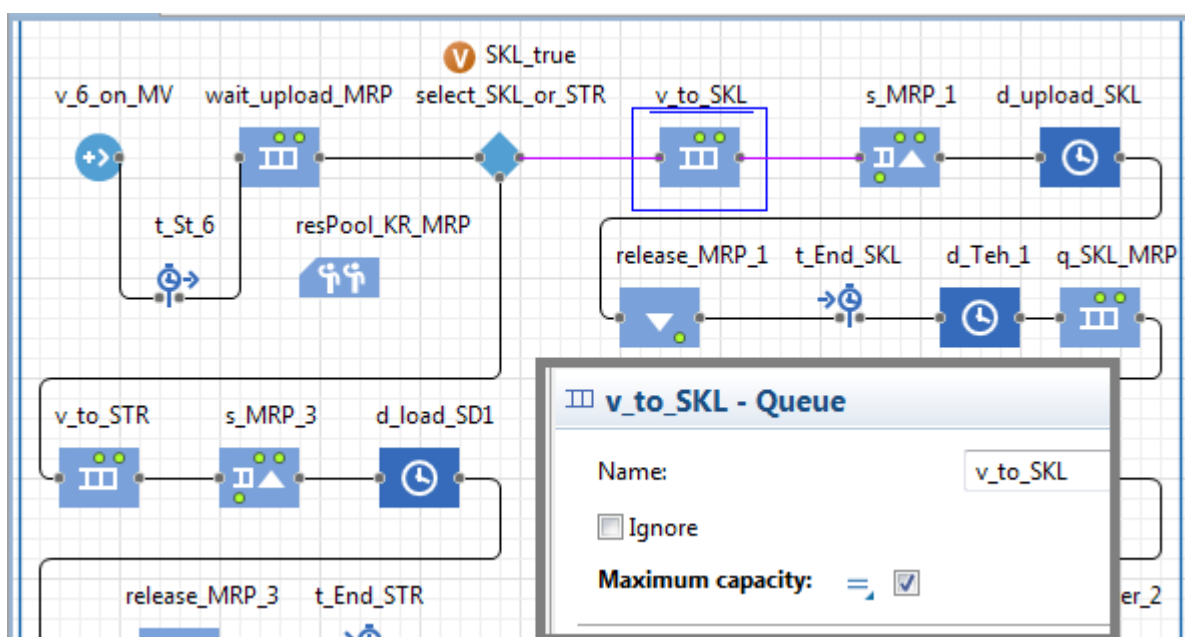


Рисунок 2.29 – Елемент-черга `v_to_SKL`

З цієї черги до партії вагонів приєднується кран елементом `s_MRP_1` (рисунок 2.30), проте при вивантаженні на склад можуть бути задіяні одразу всі два крани, що і вказано в параметрах місткості елемента-затримки `d_upload_SKL` (рисунок 2.31).

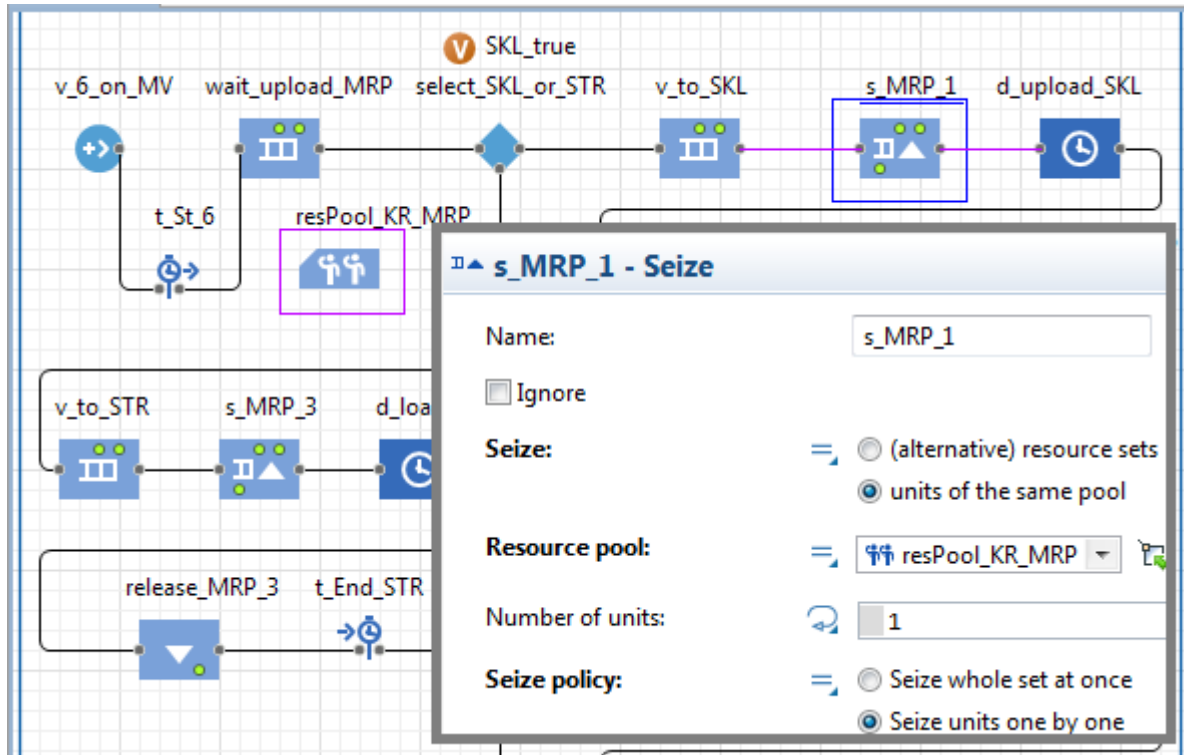


Рисунок 2.30 – Елемент `s_MRP_1`

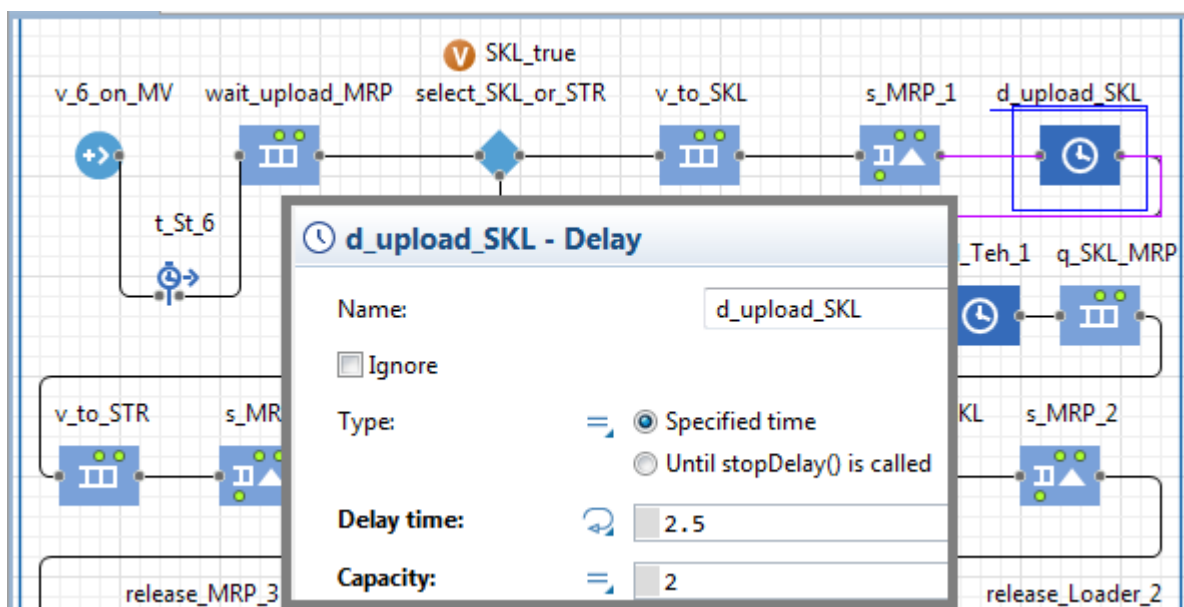


Рисунок 2.31 – Елемент `d_upload_SKL`

По закінченню робіт елемент `release_MRP_1` повертає ресурси до пулу, звідки вони знову можуть бути захоплені іншими замовленнями – рисунок 2.32.

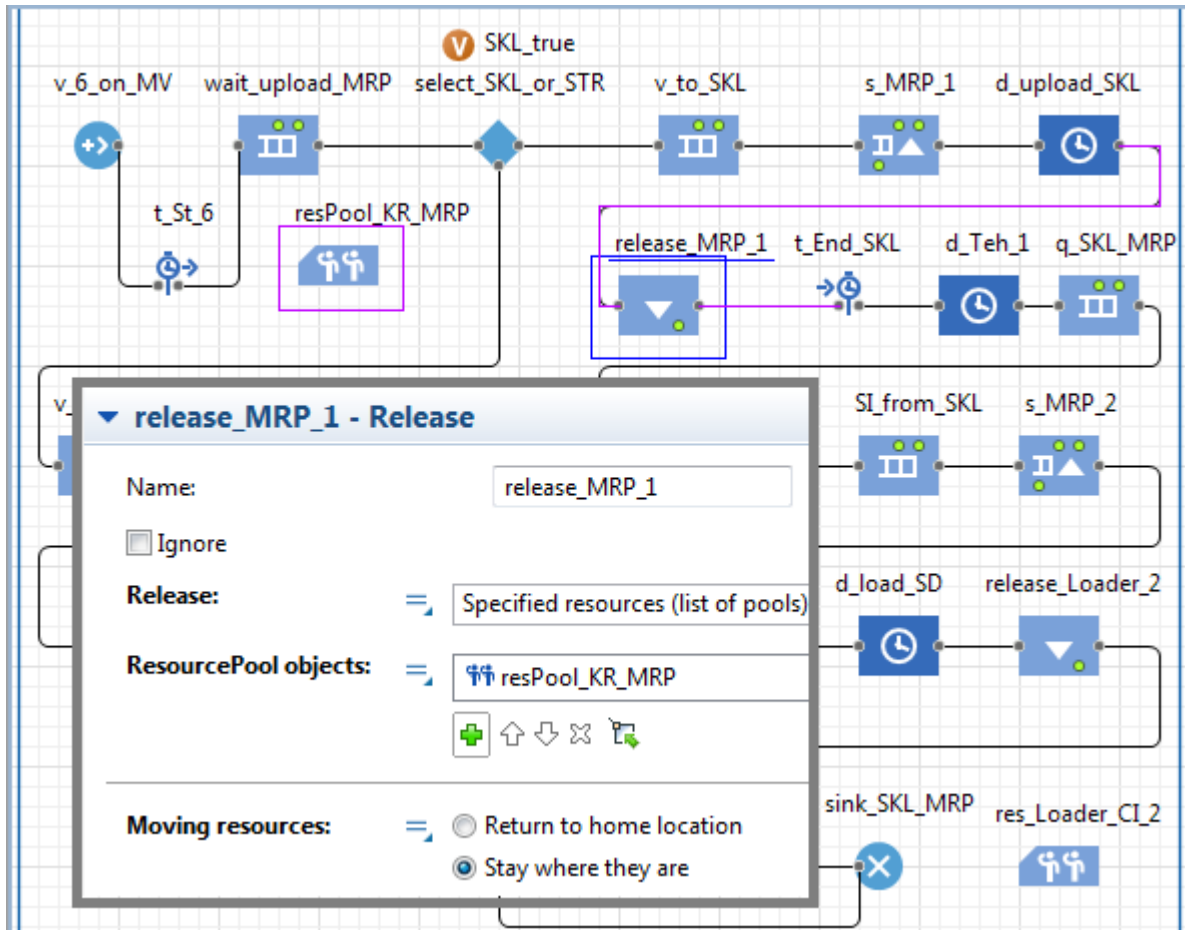


Рисунок 2.32 – Елемент `release_MRP_1`

Надалі:

- елемент обліку `t_End_SKL` фіксує час закінчення користування вагонами;
- елемент `d_Teh_1` виконує технологічну програмну затримку на 1 хвилину, що потрібно для правильного виконання подальшого коду;
- замовлення переміщуються на склад – до черги `q_SKL_MRP`, яка показана на рисунку 2.33.

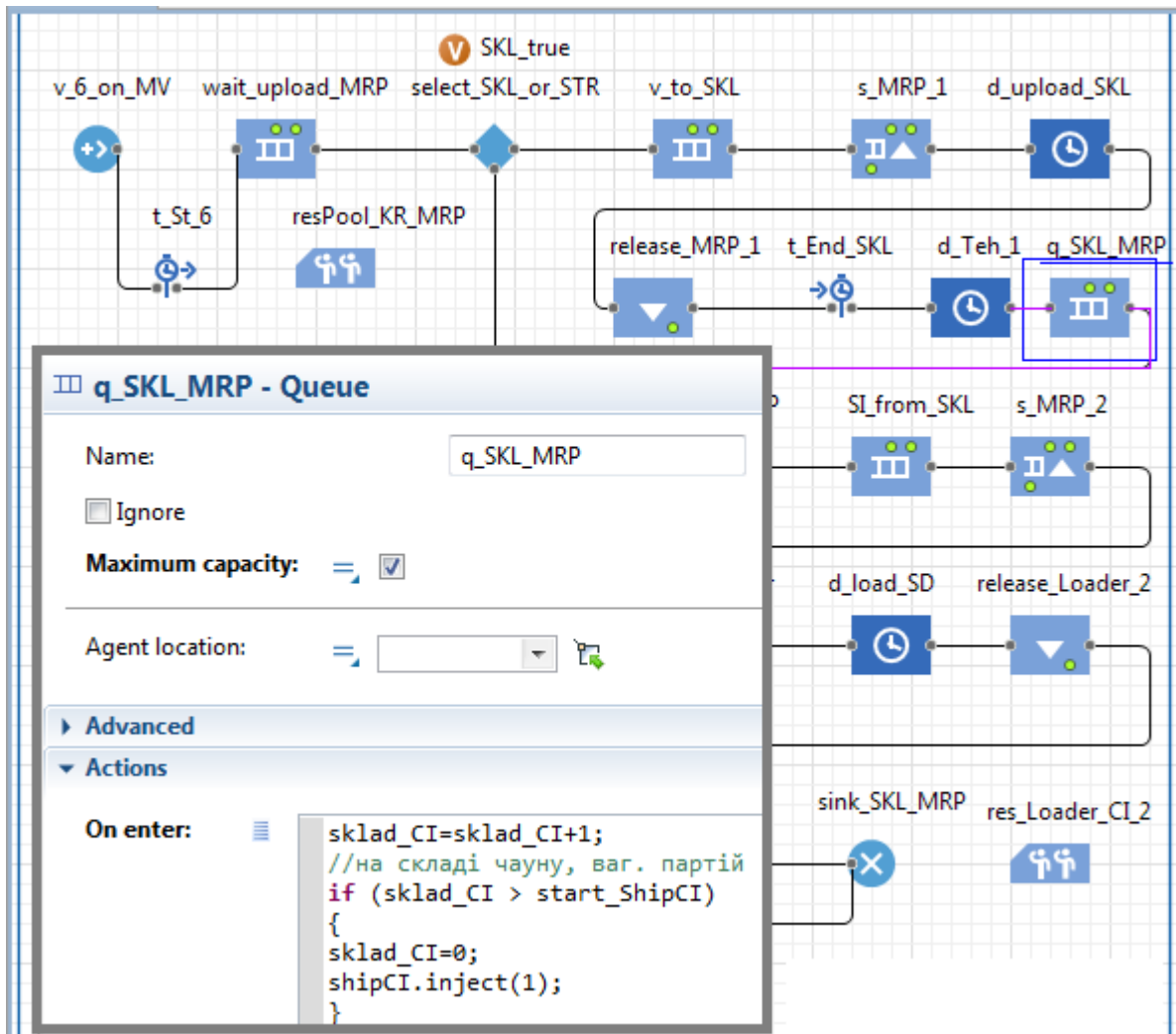


Рисунок 2.33 – Черга q_SKL_MRP

Тут виконується код:

```

sklad_CI=sklad_CI+1;
//на складі чауну, ваг. партій
if (sklad_CI > start_ShipCI)
{
sklad_CI=0;
shipCI.inject(1);
}

```

перевірки кількості вантажу у вагонних партіях на складі.

У разі перевищення планової кількості чушкового чавуну на складі, здійснюється виклик замовлення-судна в останньому блоці програми cast_iron_ZST_2024.

З появою цього замовлення зі складу q_SKL_MRP, завдяки розблокуванню елемента h_SKL_MRP – рисунок 2.34, переходять в чергу SI_from_SKL (рисунок 2.35) для виконання процедури перевантаження чавуну до судна.

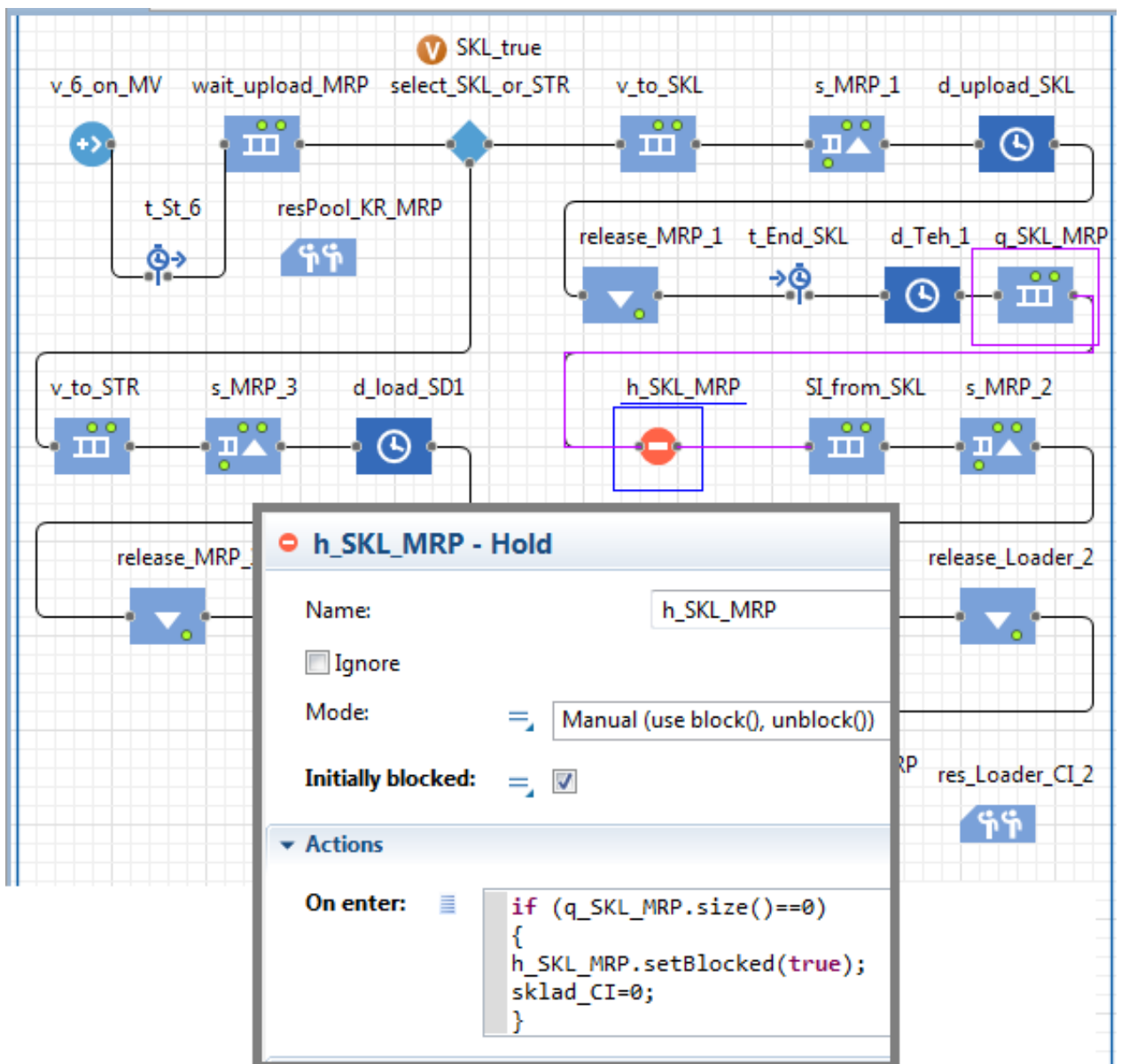


Рисунок 2.34 – Елемент h_SKL_MRP

навантажувач (умовно вважається, що працюють дві одиниці даної техніки) – рисунок 2.36.

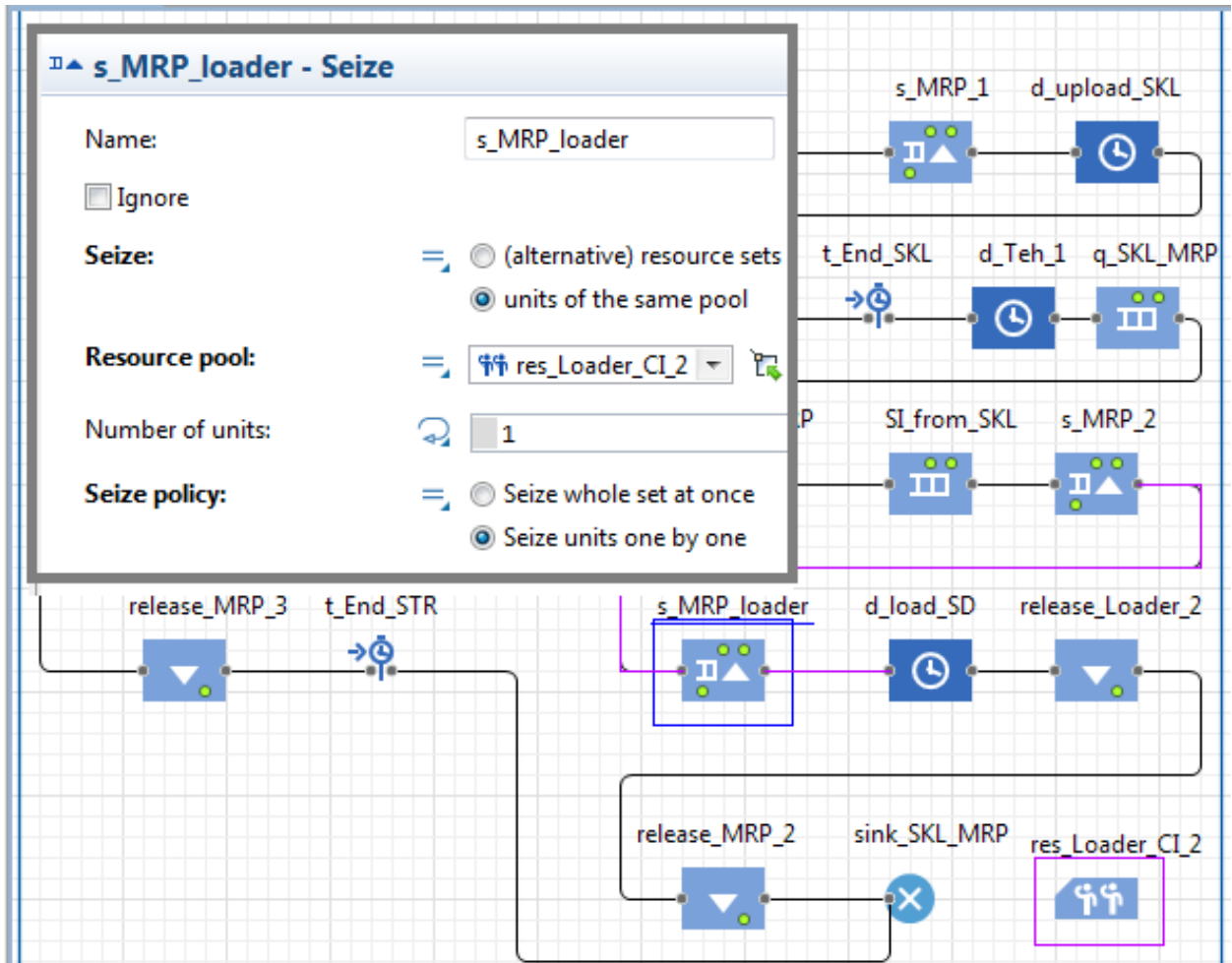


Рисунок 2.36 – Елемент s_MRP_loader

На етапі завантаження судна є можливим використання лише одного крану на відвантаженні чавуну зі складу у коробах, які завантажують два ковшових навантажувача, оскільки інший кран задіяний на перевантаженні з вагонів прямим варіантом.

Тому в параметрах місткості елементу d_load_SD зазначено відповідну кількість заявок, що одночасно перевантажуються зі складу – одна партія з 5 вагонів – рисунок 2.37.

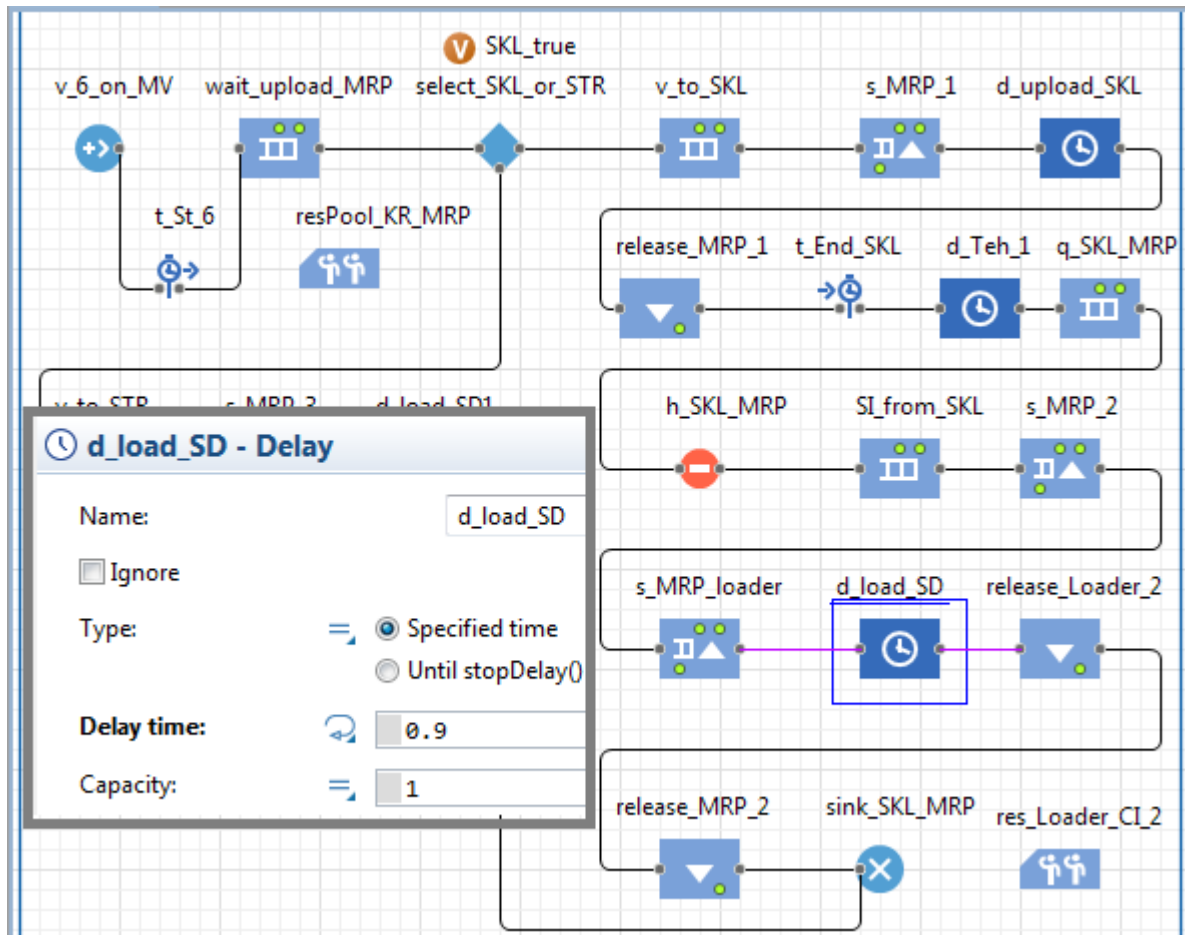


Рисунок 2.37 – Елемент d_load_SD

Далі виконуються процедури:

- звільнення ресурсу-крану елементом;
- звільнення ресурсів-навантажувачів елементом;
- знищення замовлень sink_SKL_MRP з цього та попередньо описаного ланцюга роботи за прямим варіантом із виконанням коду:

```

ship_CI=ship_CI+1;
if (ship_CI>ship_CI_max)
{
SKL_true=true;
Block_SHP.setBlocked(false);
ship_CI=0;
}

```

який визначає обсяг вантажу у судні, та, при його повному завантаженні, перемикає рух вагонів з прямого варіанту до вивантаження на склад, розблоковує вихід судна з останнього блоку програми – рисунок 2.38.

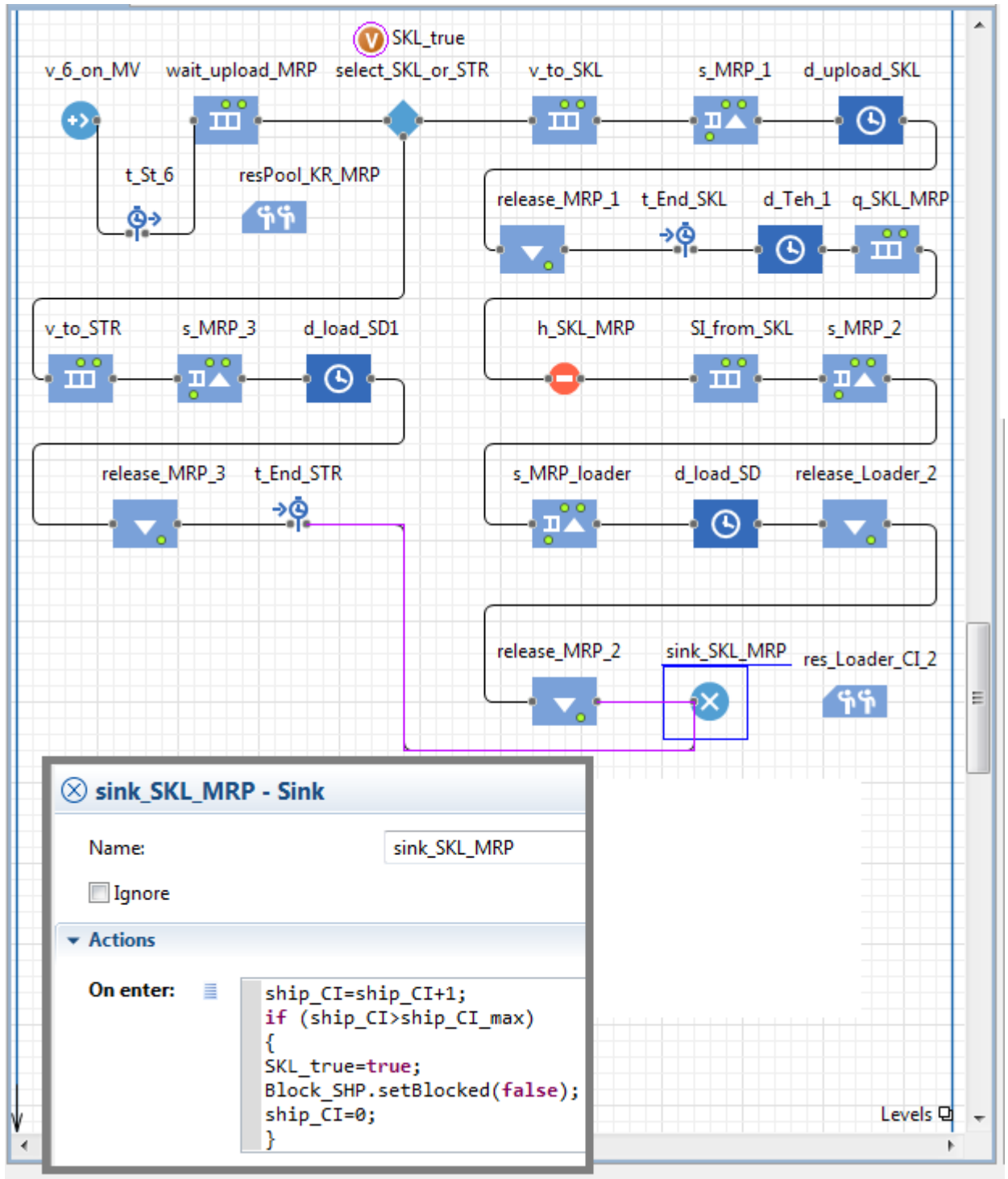


Рисунок 2.38 – Елемент sink_SKL_MRP

2.1.3 Розробка блоку моделі cast_iron_ZST_2024 з навантаження суден у Миколаївському річковому порту

Блок моделі cast_iron_ZST_2024 з навантаження суден у Миколаївському річковому порту показаний на рисунку 2.39.

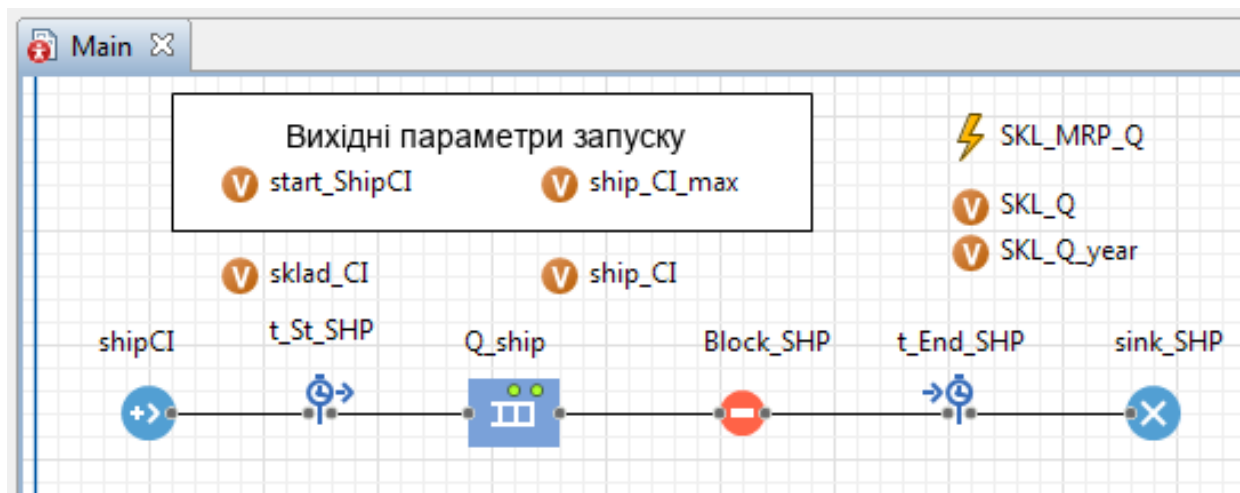


Рисунок 2.39 – Блок моделі cast_iron_ZST_2024 з навантаження суден у Миколаївському річковому порту

Після генерації замовлення-судна елементом shipCI, воно входить до елемента t_St_SHP, в якому, окрім облікової операції фіксації початкового часу, виконується код:

```
SKL_true=false;
h_SKL_MRP.setBlocked(false);
```

перемикання руху вагонів на прямий варіант перевантаження у судно та розблокування процесу відвантаження зі складу, що показано на рисунку 2.40.

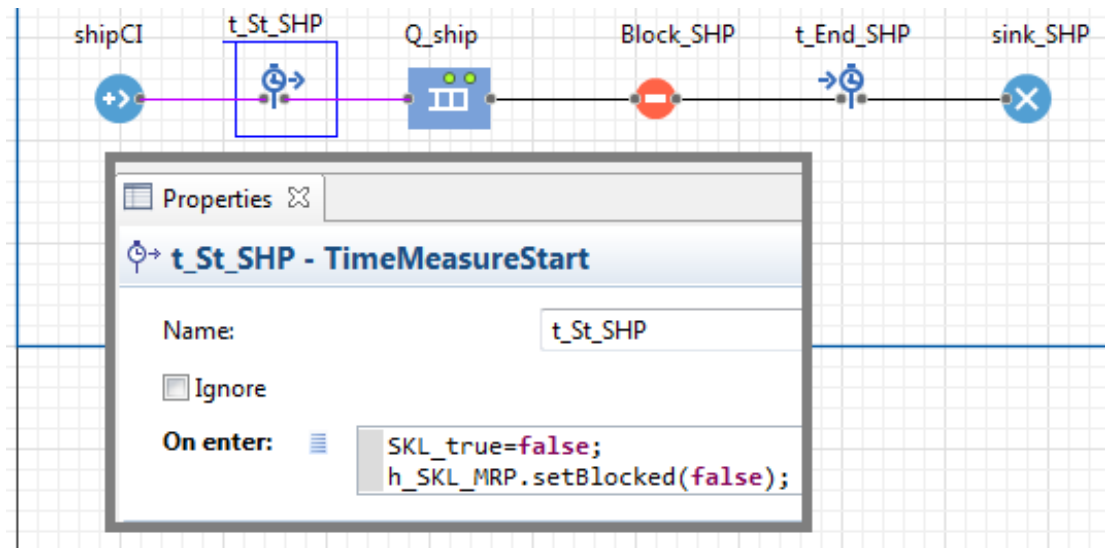


Рисунок 2.40 – Елемент t_St_SHP

В елементі t_End_SHP, окрім облікової операції фіксації кінцевого часу, виконується код `Block_SHP.setBlocked(true)`, завдяки якому блокується чергове замовлення-судно в черзі Q_ship елементом Block_SHP, що показано на рисунку 2.41.

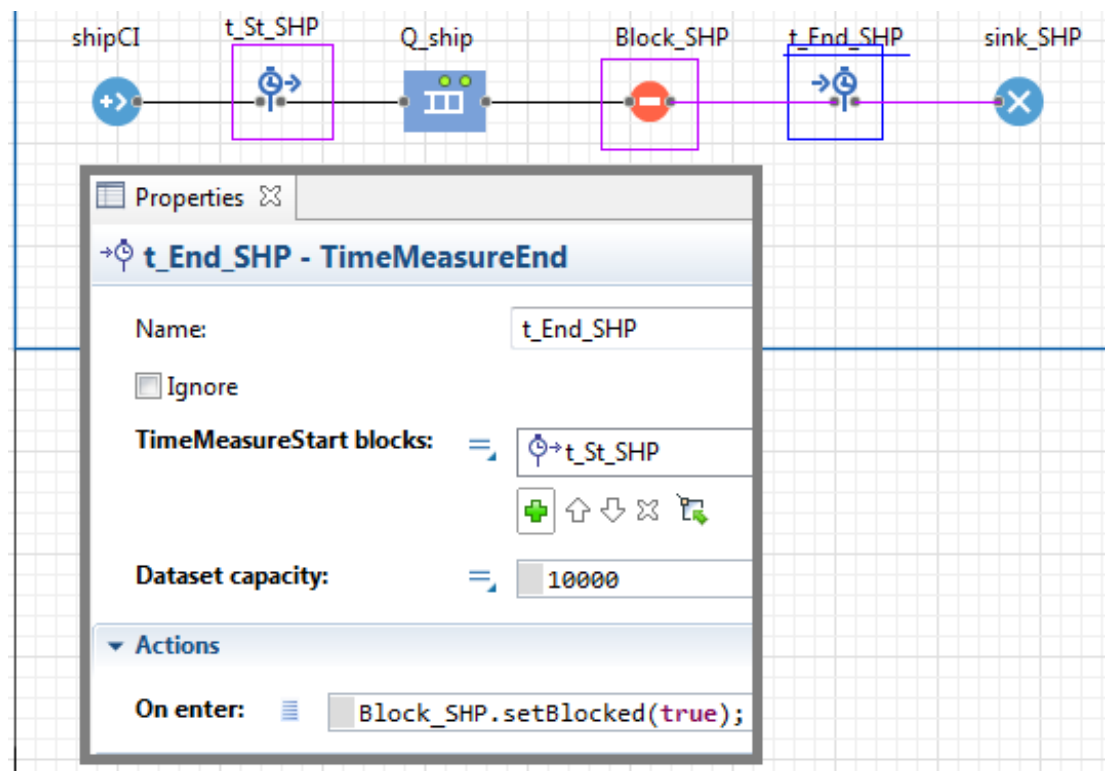


Рисунок 2.41 – Елемент t_End_SHP

Елемент-подія SKL_MRP_Q розраховує кількість вантажу на складі у вагонах на кожну звітну добу та визначає середньодобову кількість чавуну, що зберігається на складі – рисунок 2.42.

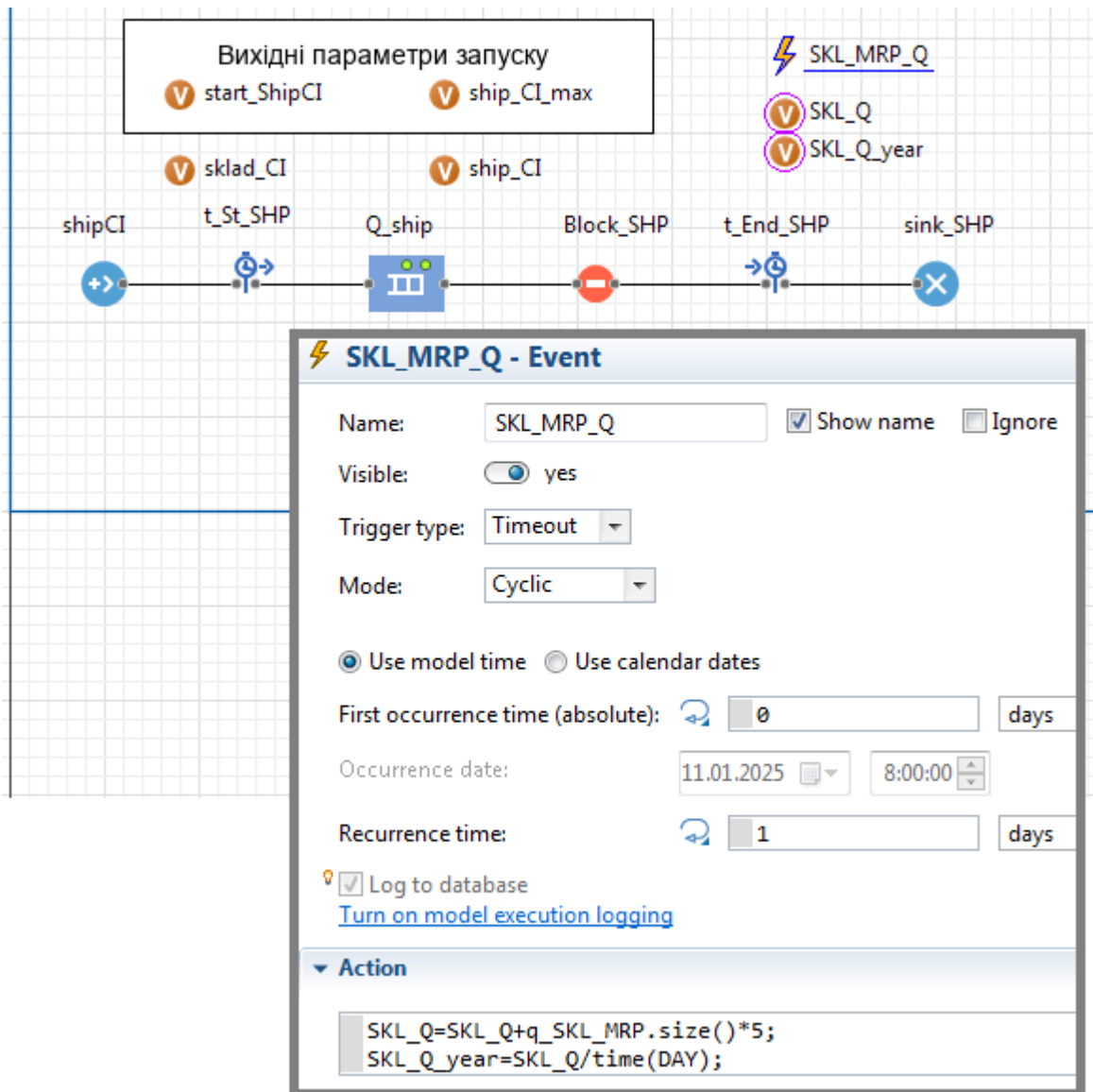


Рисунок 2.42 – Елемент-подія SKL_MRP_Q

Керування параметрами експериментів здійснюється через змінні:

- start_ShipCI, яка визначає плановий обсяг вантажу на складі, при якому треба підводити судно для навантаження;
- ship_CI_max, яка визначає місткість судна у 5-ти вагоних партіях.

2.2 Результати експериментів на моделі cast_iron_ZST_2024

В результаті проведених експериментів були отримані наступні результати, як наведені таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Результати роботи моделі cast_iron_ZST_2024

№ з/п	Показник	Варіант 1	Варіант 2	Варіант 3
1	Тривалість часу використання одного вагону, у середньому за рік	71,7	76,8	78,7
2	Тривалість часу використання вагонів протягом року, вагоно-годин	778146	818064	840942
3	Тривалість навантаження суден протягом року, діб	138	109	88
4	Відсоток часу використання порталних кранів за рік, %	56	55	54

Кінець таблиці 2.1

№ з/п	Показник	Варіант 1	Варіант 2	Варіант 3
5	Відсоток часу використання ковшових навантажувачів за рік, %	13	15	17
6	Середньодобова кількість чушкового чавуну на складі Миколаївського річкового порту, у вагонах	118	173	235
7	Кількість звантажених суден за рік, од.	15	15	15
8	Обсяг чушкового чавуну на складі Миколаївського річкового порту на початок прибуття судна для навантаження, у вагонах	400	500	600

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

При виконанні магістерської роботи була поставлена теоретична задача організації перевезень чушкового чавуну з комбінату «Запоріжсталь» до Миколаївського річкового порту з урахуванням взаємодії з водним транспортом при навантаженні суден.

В якості реального прикладу для проведення аналогії обрано перевезення чавуну підприємства «АрселорМіттал Кривий Ріг» до Миколаївського морського торговельного порту.

Миколаївський річковий порт, який розміщується на лівому березі річки Південний Буг на відстані 40 км від Дніпровського лиману, є дочірнім підприємством Акціонерної судноплавної компанії «Укррічфлот».

Основною ідеєю роботи є встановлення найбільш оптимального режиму взаємодії металургійного комбінату та Миколаївського річкового порту на прикладі перевезень чушкового чавуну, враховуючи ймовірнісний характер певних його процесів.

За результатами аналітичного аналізу процесів доставки чавуну, прийняті наступні параметри:

- відправлення чавуну зі складу холодного чавуну партіями по 30 вагонів через станцію Південна до Східної;
- процес відправлення поїздів на станцію примикання відбувається з періодичністю 4 години;
- ймовірність часу доставки до Миколаївського річкового порту встановлено в ході виконання основної частини роботи, шляхом статистичного аналізу даних;
- в розрахункова місткість суден при навантаженні у Миколаївському річковому порту прийнята – 46 тис тонн;

- для навантаження планується використовувати короби вантажопідйомністю 14 тонн та прямий метод перевантаження з вагонів до судна з використанням пелюсткового захвату місткістю 5 тонн.

Для визначення оптимального за економічними показниками часу прибуття судна до порту відносно обсягу чавуну на складі при використанні прямого перевантаження з вагонів та відвантаження зі складу у коробах розроблено імітаційну модель роботи системи доставки чавуну.

Отримані наступні результати, наведені у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Результати моделі cast_iron_ZST_2024 для економічних розрахунків

№ з/п	Показник	Варіант 1 (подача судна при 400 ваг. на складі)	Варіант 2 (подача судна при 500 ваг. на складі)	Варіант 3 (подача судна при 600 ваг. на складі)
1	Тривалість часу використання магістральних вагонів протягом року, вагоно-годин	778146	818064	840942
2	Тривалість навантаження суден чавуном протягом року, діб	138	109	88

Кінець таблиці 3.1

№ з/п	Показник	Варіант 1 (подача судна при 400 ваг. на складі)	Варіант 2 (подача судна при 500 ваг. на складі)	Варіант 3 (подача судна при 600 ваг. на складі)
3	Час використання порталних кранів за рік, крано-годин	4905,6	4818	4730,4
4	Час використання ковшових навантажувачів за рік, машино-годин	1138,8	1314	1489,2
5	Середньодобова кількість чушкового чавуну на складі Миколаївського річкового порту, у вагонах	118	173	235

Для розрахунку економічних показників сформуємо методику їх розрахунку для перевезень чавуну до Миколаївського річкового порту.

3.1 Формування методики визначення економічних показників доставки чушкового чавуну до Миколаївського річкового порту

Загальні витрати $V_{\text{заг}_i}$ визначення економічних показників доставки чушкового чавуну до Миколаївського річкового порту можна визначити за формулою [13,14]:

$$V_{\text{заг}_i} = V_{\text{мв}_i} + V_{\text{судн}_i} + V_{\text{пкр}_i} + V_{\text{наван}_i} + V_{\text{склчв}_i}, \quad (3.1)$$

де $V_{\text{мв}_i}$ – витрати за користування вагонами, в яких доставляється чавун з комбінату Запоріжсталь до Миколаївського річкового порту, грн;

$V_{\text{судн}_i}$ – витрати на фрахт судна з чавуном за час його навантаження в порту, грн;

$V_{\text{пкр}_i}$ – витрати на навантаження чавуну порталними кранами в Миколаївському порту, грн;

$V_{\text{наван}_i}$ – витрати на навантаження чавуну ковшовими навантажувачами в Миколаївському порту при використанні коробів, грн;

$V_{\text{склчв}_i}$ – витрати на зберігання чавуну на складі Миколаївського річкового порту, грн.

Витрати $V_{\text{заг}_i}$ за користування магістральними вагонами, в яких доставляється чавун з комбінату Запоріжсталь до Миколаївського річкового порту, встановимо за виразом:

$$V_{\text{мв}_i} = T_{\text{мв}_i} C_{\text{мв}}, \quad (3.2)$$

де $T_{\text{мв}_i}$ – тривалість користування, год.;

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

Витрати $V_{\text{судн}_i}$ на фрахт судна з чавуном за час його навантаження в порту, встановимо за виразом:

$$V_{\text{судн}_i} = T_{\text{судн}_i} T_{\text{фр}_\text{суд}}, \quad (3.3)$$

де $T_{\text{судн}_i}$ – час навантаження судна чавуном, діб;
 $T_{\text{фр}_\text{суд}}$ – ставка фрахту судна за добу, грн/добу.

Витрати $V_{\text{пкр}_i}$ на навантаження чавуну порталними кранами в Миколаївському порту, встановимо за виразом:

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

де $T_{\text{пкр}_i}$ – тривалість роботи порталних кранів при навантаженні чавуну в Миколаївському річковому порту, год.;
 $C_{\text{пкр}}$ – вартість години використання порталного крану, грн/год.

Витрати $V_{\text{наван}_i}$ на навантаження чавуну ковшовими навантажувачами в Миколаївському річковому порту при використанні коробів, встановимо за виразом:

$$V_{\text{наван}_i} = T_{\text{наван}_i} C_{\text{наван}}, \quad (3.5)$$

де $T_{\text{наван}_i}$ – тривалість експлуатації навантажувача при навантаженні коробів чавуном, год.;
 $C_{\text{наван}}$ – вартість години роботи навантажувача при навантажуванні чавуну, грн/год.

Витрати $V_{\text{склчв}_i}$ на зберігання чавуну на складі Миколаївського річкового порту можна визначити за виразом:

$$V_{\text{склчв}_i} = 365 N_{\text{склчв}_i} C_{\text{зб}_ч}, \quad (3.6)$$

де $N_{\text{склчв}_i}$ – середньодобова кількість вантажу, яка зберігається в одиницях виміру – вагони, од.;

$C_{\text{зб}_ч}$ – вартість зберігання, приведена до обсягу одного вагону, грн/од на добу.

Перейдемо до розрахунку показників ефективності варіантів організації перевантаження чавуну Запоріжсталі в Миколаївському річковому порту.

3.2 Розрахунок показників ефективності варіантів організації перевантаження чавуну Запоріжсталі в Миколаївському річковому порту за варіантом 1

Витрати $V_{\text{заг}_1}$ за користування магістральними вагонами, в яких доставляється чавун з комбінату Запоріжсталь до Миколаївського річкового порту, встановимо за (3.2):

$$V_{\text{заг}_1} = 778146 \cdot 58,33 = 45389256,18 \text{ грн} = 45,39 \text{ млн грн.}$$

Витрати $V_{\text{судн}_1}$ на фрахт судна з чавуном за час його навантаження в порту, встановимо за (3.3):

$$V_{\text{судн}_1} = 138 \cdot 462000 = 63756000 \text{ грн} = 63,76 \text{ млн грн.}$$

Витрати $V_{\text{пкр}_1}$ на навантаження чавуну порталними кранами в Миколаївському порту, встановимо за виразом:

$$V_{\text{пкр}_1} = 4905,6 \cdot 1230 = 6033888 \text{ грн} = 6,03 \text{ млн грн.}$$

Витрати $V_{\text{наван}_1}$ на навантаження чавуну ковшовими навантажувачами в Миколаївському річковому порту при використанні коробів, встановимо за формулою (3.5):

$$V_{\text{наван}_1} = 1138,8 \cdot 980 = 1116024 \text{ грн} = 1,12 \text{ млн грн.}$$

Витрати $V_{\text{склчв}_1}$ на зберігання чавуну на складі Миколаївського річкового порту визначимо за виразом (3.6):

$$V_{\text{склчв}_1} = 365 \cdot 118 \cdot 105 = 4522350 \text{ грн} = 4,52 \text{ млн грн.}$$

Загальні витрати $V_{\text{заг}_1}$ визначення економічних показників доставки чушкового чавуну до Миколаївського річкового порту згідно 3.1:

$$\begin{aligned} V_{\text{заг}_1} &= 45389256,18 + 63756000 + 6033888 + 1116024 + 4522350 = \\ &= 120817518,2 \text{ грн} = 120,82 \text{ млн грн.} \end{aligned}$$

3.3 Розрахунок показників ефективності варіантів організації перевантаження чавуну Запоріжсталі в Миколаївському річковому порту за варіантом 2

Витрати $V_{\text{заг}_2}$ за користування магістральними вагонами за варіантом 2 доставки чавуну до Миколаївського річкового порту, встановимо за (3.2):

$$V_{\text{заг}_2} = 818064 \cdot 58,33 = 47717673,12 \text{ грн} = 47,72 \text{ млн грн.}$$

Витрати $V_{\text{судн}_2}$ на фрахт судна з чавуном за час його навантаження в порту, встановимо за (3.3):

$$V_{\text{судн}_2} = 109 \cdot 462000 = 50358000 \text{ грн} = 50,36 \text{ млн грн.}$$

Витрати $V_{\text{пкр}_2}$ на навантаження чавуну порталними кранами в Миколаївському порту, встановимо за виразом:

$$V_{\text{пкр}_2} = 4818 \cdot 1230 = 5926140 \text{ грн} = 5,93 \text{ млн грн.}$$

Витрати $V_{\text{наван}_2}$ на навантаження чавуну ковшовими навантажувачами в Миколаївському річковому порту при використанні коробів, встановимо за формулою (3.5):

$$V_{\text{наван}_2} = 1314 \cdot 980 = 1287720 \text{ грн} = 1,29 \text{ млн грн.}$$

Витрати $V_{\text{склчв}_2}$ на зберігання чавуну на складі Миколаївського річкового порту визначимо за виразом (3.6):

$$V_{\text{склчв}_2} = 365 \cdot 173 \cdot 105 = 6630225 \text{ грн} = 6,63 \text{ млн грн.}$$

Загальні витрати $V_{\text{заг}_2}$ визначення економічних показників доставки чушкового чавуну до Миколаївського річкового порту згідно 3.1:

$$\begin{aligned} V_{\text{заг}_2} &= 47717673,12 + 50358000 + 5926140 + 1287720 + 6630225 = \\ &= 111919758,1 \text{ грн} = 111,92 \text{ млн грн.} \end{aligned}$$

3.4 Розрахунок показників ефективності варіантів організації перевантаження чавуну Запоріжсталі в Миколаївському річковому порту за варіантом 3

Витрати $V_{\text{заг}_3}$ за користування магістральними вагонами за варіантом 2 доставки чавуну до Миколаївського річкового порту, встановимо за (3.2):

$$V_{\text{заг}_3} = 840942 \cdot 58,33 = 49052146,86 \text{ грн} = 49,05 \text{ млн грн.}$$

Витрати $V_{\text{судн}_3}$ на фрахт судна з чавуном за час його навантаження в порту, встановимо за (3.3):

$$V_{\text{судн}_3} = 88 \cdot 462000 = 40656000 \text{ грн} = 40,66 \text{ млн грн.}$$

Витрати $V_{\text{пкр}_3}$ на навантаження чавуну порталними кранами в Миколаївському порту, встановимо за виразом:

$$V_{\text{пкр}_3} = 4730,4 \cdot 1230 = 5818392 \text{ грн} = 5,82 \text{ млн грн.}$$

Витрати $V_{\text{наван}_3}$ на навантаження чавуну ковшовими навантажувачами в Миколаївському річковому порту при використанні коробів, встановимо за формулою (3.5):

$$V_{\text{наван}_3} = 1489,2 \cdot 980 = 1459416 \text{ грн} = 1,46 \text{ млн грн.}$$

Витрати $V_{\text{склчв}_3}$ на зберігання чавуну на складі Миколаївського річкового порту визначимо за виразом (3.6):

$$V_{\text{склчв}_3} = 365 \cdot 235 \cdot 105 = 9006375 \text{ грн} = 9,01 \text{ млн грн.}$$

Загальні витрати $V_{\text{заг}_3}$ визначення економічних показників доставки чушкового чавуну до Миколаївського річкового порту згідно 3.1:

$$V_{\text{заг}_3} = 49052146,86 + 40656000 + 5818392 + 1459416 + 9006375 = \\ = 105992329,9 \text{ грн} = 105,99 \text{ млн грн.}$$

3.5 Аналіз ефективності варіантів організації перевантаження чавуну Запоріжсталі в Миколаївському річковому порту

Результати порівняння варіантів ефективності організації перевантаження чавуну Запоріжсталі в Миколаївському річковому порту наведені у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Результати порівняння варіантів ефективності організації перевантаження чавуну Запоріжсталі в Миколаївському річковому порту, грн/рік

Номер з/п	Показник	Варіант 1	Варіант 2	Варіант 3
1	Плата за використання магістральних вагонів	45389256	47717673	49052147
2	Фрахт суден при навантаженні чавуном	63756000	50358000	40656000

Кінець таблиці 3.2

Номер з/п	Показник	Варіант 1	Варіант 2	Варіант 3
3	Витрати на використання порталних кранів	6033888	5926140	5818392
4	Витрати на використання ковшових навантажувачів	1116024	1287720	1459416
5	Витрати на зберігання чушкового чавуну на складі Миколаївського річкового порту	4522350	6630225	9006375
6	Загальні витрати	120817518	111919758	105992330
7	Економія витрат по варіантах №2 та 3	-	8897760	14825188

За результатами аналізу ефективності варіантів організації перевантаження чавуну Запоріжсталі в Миколаївському річковому порту встановлено економію у порівнянні з першим варіантом:

- варіанту №2 – у розмірі 8,9 млн грн на рік;
- варіанту №3 – у розмірі 14,8 млн грн на рік.

Це свідчить про ефективність використання технології відвантаження чавуну зі складу порту у судна з використанням коробив великої вантажопідйомності.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В даному розділі дипломного проекту для розробки заходів від небезпек, необхідно розглянути ті небезпеки, які можуть вплинути на дослідника та робітників під час вантажної переробки чавуну та його перевезенні [15-17].

Перевантаження злитків із чавуну здійснюється за допомогою електрогідравлічних грейферів та кранів, через те, що чавун є насипним товаром, відносно легким в порівнянні, наприклад, з заготовками або катанкою, тому чавун перевантажують з вагонів або вантажать на судно за допомогою саме захватів.

Аналіз потенційних небезпек:

- при завантаженні вагонів металопродукцією можливо падіння вантажу;
- ураження електричним струмом козлових та стрілових кранів при роботі їх біля мережі і повітряних ліній;
- в темну пору при недостатньому освітленні при складуванні вантажу, може бути травмування робітників;
- при не відповідних діях при зчепленні вагонів можливе відділення вагонів від складу поїзду;
- під час навантажувальних робіт в холодну пору року можливе переохолодження робітників;
- на складах можливо виникнення пожежі;
- при обробці даних на ПК, на дослідника діє ряд шкідливих факторів, зокрема, таких, як:
 - не відповідність мікроклімату приміщення, де знаходиться ПК;
 - недостатня освітленість;
 - підвищений рівень шуму та інші.

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

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

В додатку В наведені заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях.

ВИСНОВКИ

При виконанні магістерської роботи була поставлена реально можлива в рамках післявоєнного відновлення та розвитку нашої країни задача організації перевезень чушкового чавуну з комбінату «Запоріжсталь» до Миколаївського річкового порту з урахуванням взаємодії з водним транспортом при навантаженні суден.

В якості реального прикладу для проведення аналогії обрано перевезення чавуну підприємства «АрселорМіттал Кривий Ріг» до Миколаївського морського торговельного порту.

Миколаївський річковий порт, який розміщується на лівому березі річки Південний Буг на відстані 40 км від Дніпровського лиману, є дочірнім підприємством Акціонерної судноплавної компанії «Укррічфлот».

Основною ідеєю роботи є встановлення найбільш оптимального режиму взаємодії металургійного комбінату та Миколаївського річкового порту на прикладі перевезень чушкового чавуну, враховуючи ймовірнісний характер певних його процесів.

Для визначення оптимального за економічними показниками часу прибуття судна до порту відносно обсягу чавуну на складі при використанні прямого варіанту перевантаження з вагонів та відвантаження його з відкритого складу у спеціальних коробах розроблено імітаційну модель роботи системи доставки чавуну.

Враховано техніко-економічні показники використання вагонів, суден, порталних кранів та ковшових фронтальних навантажувачів, які використовуються для завантаження чавуну у короба.

За результатами аналізу ефективності варіантів організації перевантаження чавуну Запоріжсталі в Миколаївському річковому порту встановлено економію у порівнянні з першим варіантом:

- варіанту №2 – у розмірі 8,9 млн грн на рік;
- варіанту №3 – у розмірі 14,8 млн грн на рік.

Це свідчить про ефективність використання технології відвантаження чавуну зі складу порту у судна з використанням коробив великої вантажопідйомності.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Миколаївський річковий порт. URL : https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%B0%D1%97%D0%B2%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%80%D1%96%D1%87%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%B9_%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%82 (дата звернення: 10.09.2024).
2. ПАТ «Запоріжсталь». URL : <https://zaporizhstal.com/> (дата звернення: 10.09.2024).
3. Станція Миколаїв-Вантажний. Візіком. URL : <https://maps.visicom.ua/c/31.96543,46.95924,16?lang=uk> (дата звернення: 10.09.2024).
4. Залізничний транспорт як невід'ємний елемент інфраструктури. URL : <https://newportua.com/wp-content/uploads/ukrzaliznytsia.pdf> (дата звернення: 15.09.2024).
5. Велике будівництво у портовій галузі ДП «Адміністрація морських портів України». URL : <https://cfts.org.ua/media/documents/2021/amru-2021-presentation-uk.pdf> (дата звернення: 15.09.2024).
6. Рекордну партію металопродукції відправили з Миколаївського порту. URL : <https://www.youtube.com/watch?v=1c01ADIVY18> (дата звернення: 18.09.2024).
7. Єдиний технологічного процесу роботи під'їзної колії ЗМК «Запоріжсталь» і станції примикання Запоріжжя-Ліве. – Запоріжжя: ПАТ «Запоріжсталь», 2021. – 196с.
8. Технічно-розпорядчий акт станції Східна. – Запоріжжя: ПАТ «Запоріжсталь», 2020. – 54с.
9. Технічно-розпорядчий акт станції Південна. – Запоріжжя: ПАТ «Запоріжсталь», 2021. – 45с.

10. Технічно-розпорядчий акт станції Доменна. – Запоріжжя: ПАТ «Запоріжсталь», 2021. – 26с.
11. 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.
12. Турпак, С. М. Логістичні системи управління залізничним транспортом металургійних підприємств [Текст]: монографія / С. М. Турпак. – Херсон : Грінь Д. С., 2015. – 264 с.
13. Економіка залізничного транспорту [Текст]: підручник / за ред. Ю. В. Кулаєва, Ю. С. Бараша, М. В. Гненного; Дніпропетр. нац. ун-т залізнич. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. - Дніпропетровськ, 2014. - 480 с.
14. 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.
15. 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,
16. 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)
17. Стеблюк М. І. Цивільна оборона та цивільний захист : навчальний посібник для вузів. К. : Знання, 2013. 487 с.

ДОДАТОК А

ЗАХОДИ ПО ЗАБЕЗПЕЧЕННЮ БЕЗПЕКИ

Робітники, 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 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 електричні кабелі, які підводяться до кранів на стан пошкодження. В випадку пошкодження, негайно викликати службу по їх ремонту.

Для запобігання падіння вантажу, необхідно повірити траверси, гаки кранів. При завантаженні вантажу необхідно проводити звірку ваги вантажу з номіналом підіймання кранами. 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 або розраховується робоче освітлення Led лампами.

ДОДАТОК Б
ДОСЛІДЖЕННЯ ШКІДЛИВИХ ТА НЕБЕЗПЕЧНИХ ФАКТОРІВ
ВИРОБНИЧОГО СЕРЕДОВИЩА

Оцінку рівня умов, важкості та напруженості праці за бальною шкалою розглянемо на прикладі оцінки факторів виробничого середовища для дослідника лабораторії обладнаної ПК. У відповідності до вихідних даних, які були заміряні в лабораторії з ПК, вносимо наявні фактори умов праці та виробничого середовища що впливають на працівника в процесі трудової діяльності їх фактичне значення та час дії вносимо до стовпчиків 1, 2, 3, таблиці «Результати оцінювання за бальною шкалою».

Відповідно до додатків методичних вказівок [15], 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 [15], 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 Б.1 «Результати оцінювання за бальною шкалою».

Таблиця Б.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, Z_{op}	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 [15]. 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, $K_{знач} = 1,0$

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

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 [15]. 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, $K_{знач} = 1,0$

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

г) 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 [15] – 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 [15] – 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 [15] – 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 [15]:

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

З таблиці 7.3 [15] за значенням суми розрахованих балів показників $X_{сум} = 3,13$ – 3 клас, 3 ступінь (3.3);

Оскільки при гігієнічній оцінці виявлена наявність шкідливих та 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. 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 – $X_{см} = X_i = 3$;

- 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 – $X_{см} = X_i = 1$;

- 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 [15]:

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

- 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 – $X_{см} = X_i = 3$;

Для визначення конкретного розміру доплати, умови праці оцінюємо по сумі значень X_i , за формулою 7.5 [15]:

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

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 [15]. Розмір доплати до тарифної ставки (окладу) – 20 %.

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

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

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

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

- освітленість приміщення для роботи з дисплеями відповідає розряду зорових робіт Б-1, нормована загальна освітленість якого, на робочих столах – $E = 300$ 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 або 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 шкідливі умови праці, відповідно до таблиці 7.4 [15], у розмірі 20%.

ДОДАТОК В

ЗАХОДИ БЕЗПЕКИ У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Заходи з пожежної безпеки. Комплекс заходів з пожежної безпеки для накопичувального майданчика, розроблений відповідно до вимог НАПБ А.01.001-2014 «Правила пожежної безпеки в Україні».

Для попередження займання ізоляції електропроводки на майданчику необхідно захистити електропроводку від пошкодження, розмістивши її в товстостінні труби або зробити повітряний підвіс, відповідно вимогам ДСТУ 7237:2011 «Система стандартів безпеки праці. Електробезпека».

Клас можливої пожежі буде визначено як «В», а категорія накопичувального майданчику по пожежній безпеці – до «Г». Площа складу складає – 1540 м².

Згідно НАПБ 03.001-2004 «Типові норми належності вогнегасників» обираються 6 (шість) порошкових вогнегасників ВП-8. Первинні засоби пожежогасіння розташовуються при майданчику на пожежному щиті.

Заходи безпеки в 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: стихійних лих, пожеж, подій з людьми та ін.

Основними завданнями 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.