

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та
природокористування
Навчально-науковий автодорожній інститут
Кафедра транспортних технологій і технічного сервісу

02-02-245М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання практичних занять з навчальної дисципліни
«Проектування транспортно-складських комплексів»
для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
за освітньо-професійною програмою
«Транспортні технології (на автомобільному транспорті)»
спеціальності 275 «Транспортні технології (за видами)»
галузі знань 27 «Транспорт»
всіх форм навчання

Рекомендовано науково-методичною
радою з якості ННМІ
Протокол № 4 від 31 грудня 2024 р.

Рівне – 2025

Методичні вказівки до виконання практичних завдань з навчальної дисципліни «Проектування транспортно-складських комплексів» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)» за спеціалізацією 275.03 «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)» спеціальності 275 «Транспортні технології (за видами)» галузі знань 27 «Транспорт» всіх форм навчання. [Електронне видання] / Сліпенький Є. Б., Дорошук В. О. – Рівне : НУВГП, 2025. – 47 с.

Укладачі:

Сліпенький Є. Б., старший викладач кафедри транспортних технологій і технічного сервісу;

Дорошук В. О., старший викладач кафедри транспортних технологій і технічного сервісу

Відповідальний за випуск: Никончук В. М., д.е.н., професор, в.о. завідувача кафедри транспортних технологій і технічного сервісу.

Керівник групи забезпечення спеціальності

Хітров Ігор Олександрович, кандидат технічних наук, доцент кафедри транспортних технологій і технічного сервісу.

Попередня версія 02-02-96

© Є. Б. Сліпенький,
В. О. Дорошук, 2025
© НУВГП, 2025

ЗМІСТ

Загальні положення.....	4
1. Опис предмета навчальної дисципліни та структура залікового кредиту.....	5
2. Методичні рекомендації до виконання практичних занять.....	6
Практичне заняття 1. Вибір розміру складу та його розміщення. Технологічний процес на складі.....	7
Практичне заняття 2. Типовий проект складу, вимоги до кількості складів. Визначення кількості складів.....	10
Практичне заняття 3. Моделювання сервісного центру.....	15
Практичне заняття 4. Моделювання сервісного центру.....	23
Практичне заняття 5. Моделювання конвеєрної складської лінії	29
Практичне заняття 6. Злиття та побудова конвеєра	34
Практичне заняття 7. Додавання та усунення прогалін між товарами на конвеєрі.....	40
3. Рекомендована література.....	47
4. Інформаційні ресурси.....	47

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Запровадження дисципліни «Проектування транспортно-складських комплексів» в навчальний процес підготовки бакалаврів за спеціальністю 275 «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)» обумовлено потребою засвоєння теоретичних та практичних методів управління технологічними процесами виконання складських операцій.

Рух матеріальних потоків неможливий без їх концентрації у визначених місцях на окремих етапах логістичного ланцюга постачання товарів зі сфери виробництва у сферу споживання. Одним з основних елементів в логістичній системі транспортування матеріальних цінностей від виробника до споживача є склади та складські комплекси.

Склади – це складна технічна споруда, яка складається із взаємопов'язаних елементів, що має певну структуру та виконує ряд функцій з приймання, накопичення, зберігання матеріальних цінностей, їх сортування, переробки та розподілу між споживачами певного регіону. Складські комплекси – сукупність взаємопов'язаних складських приміщень, наявних автомобільних засобів, необхідної інфраструктури, засобів навантаження-розвантаження вантажів, які призначені для оптимізації і раціоналізації використання матеріальних потоків з метою задоволення потреб споживачів та отримання найбільшого економічного ефекту в даній сфері діяльності.

Основною *метою* вивчення дисципліни «Проектування транспортно-складських комплексів» є засвоєння студентами теоретичних знань і практичних навичок з проектування транспортно-складських комплексів для зберігання товарних запасів, ознайомлення особливостями організації взаємодії складів з автомобільним транспортом.

Після вивчення дисципліни студент повинен *уміти*: розробити транспортно-технологічні схеми процесів, які входять в склад транспортно-складських комплексів; самостійно проектувати складські приміщення для зберігання різних товарних запасів.

У методичних вказівках викладена послідовність виконання завдань. Роботу виконують відповідно до варіантів, індивідуально з допоміжними розрахунками. Виконані завдання студентами передаються викладачу для перевірки з подальшим їх захистом.

Методичні вказівки допоможуть студентам самостійно засвоїти сутність основних теоретичних положень дисципліни, отримати практичні навички з проектування транспортно-складських комплексів.

1. ОПИС ПРЕДМЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ ТА СТРУКТУРА ЗАЛІКОВОГО КРЕДИТУ.

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, спеціалізація, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 3	Галузь знань 27 «Транспорт»	Вибіркова дисципліна	
Модулів – 1	Спеціальність 275 «Транспортні технології (на автомобільном у транспорті)»	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 2		3-й	4-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання: <i>не передбачене</i>		Семестр	
Загальна кількість годин – 120		6-й	7-й
		Лекції	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи студента – 6	Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)	26 год.	2 год.
		Практичні, семінарські	
		14 год.	10 год.
		Лабораторні	
		-	-
		Самостійна робота	
		80 год.	108 год.
		Індивідуальні завдання: -	
	Вид контролю: залік		

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить (%):

- для денної форми навчання – 50%;
- для заочної форми навчання – 11%.

2. МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ЛОГІСТИКИ ТРАНСПОРТНО-СКЛАДСЬКИХ КОМПЛЕКСІВ

Практичне заняття 1

Тема: Вибір розміру складу та його розміщення.

Технологічний процес на складі

Мета заняття: засвоєння студентами особливостей вибору розмірів складу та його розміщення, особливостей технологічного процесу на складі.

Норма часу (за навчальною програмою): 1 год.

Завдання до виконання практичної роботи

1. Підібрати склад відповідно до типу вантажів.
2. Визначити системи розміщення складів.
3. Визначити оптимальне розміщення складів
4. Провести дослідження технологічних операцій на окремих ділянках складу.
5. Вибрати з таблиці 1.1. згідно варіанту вихідні дані для виконання практичних завдань.
6. Визначити кількість піддонів.
7. Зробити висновки.

Вказівки до виконання завдань

1. Для зберігання тарно-штучних вантажів, які потребують захисту від атмосферних опадів, використовують одноповерхові криті склади із зовнішнім або внутрішнім розміщенням під'їзних шляхів та рамп для навантаження, розвантаження вантажів.

Для вантажів, які не бояться впливу атмосферного середовища, використовують відкриті площадки з відповідними засобами механізації для навантажувально-розвантажувальних робіт. Одноповерхові криті склади з під'їзними шляхами для автомобілів та залізничного транспорту називають ангарами.

Одноповерхові склади критого типу бувають однопрольотні і багатопрольотні з шириною між прольотами 12 м, стінки будують із залізобетонних панелей або цегли. Для сортування тарно-штучних

вантажів, які перевозять дрібними партіями, проектують одноповерхові склади шириною будівлі 18, 24, 30 і 36 м.

2. Територіальне розміщення складів і їх кількість визначається потужністю матеріальних потоків, попитом на дану продукцію, концентрацію споживачів, наявними комунікаціями. На практиці існує дві системи розміщення складів: централізована і децентралізована.

Централізована система включає в себе один центральний склад, де розміщується основна частина запасів, а філії складу розміщуються в регіонах збуту продукції.

3. Завдання розміщення складського комплексу в найбільш доступному місці для виробників та споживачів товару набуває актуальності при наявності розвинутої, розгалуженої транспортної мережі, в іншому випадку рішення буде очевидним.

Наприклад, якщо по території району проходить дві магістралі, які перетинаються, а всі споживачі розміщені вздовж них, тому очевидно, що розподільчий центр (склад) доцільно розмістити на перетині магістралей.

Завдання визначення місця оптимального розміщення розподільчого центру полягає у виборі такого центру розташування складу відносно своїх постачальників та споживачів, при якому деяка цільова функція сумарних витрат пов'язана з доставкою вантажів досягає свого мінімального значення:

$$B = \sum_{i=1}^n Q_i \cdot L_{i \min}, \quad (1.1)$$

де B – сумарні витрати доставки товарів на склад, грн.;

Q_i – обсяги перевезень i -того виду вантажу від виробника на склад, т;

L_i – відстань перевезень i -того вантажу, км.

4. Технологічні операції на окремих ділянках складу

Вихідні дані до виконання завдань

Варіант завдання вибирається студентом самостійно відповідно до даних таблиці 1.1., та варіанту, який визначається сумою двох останніх цифр шифру залікової книжки студента. *Наприклад*, шифр залікової книжки студента 250912, тоді варіант дорівнює $1+2=3$.

Таблиця 1.1

Вихідні дані

Назва показника	Варіант									
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Найменування товару, що складається	А (каремель) В (цукор) С (консерви) D (борошно)									
Упаковка товару	Товар А Картонні коробки, (0,4х0,25х0,2) масою 10 кг									
	Товар В Мішки з поліетилен-новими вкладишами, масою 50 кг									
	Товар С Дерев'яні ящики, (0,5х0,6х0,3) масою 10 кг									
	Товар D Мішки, масою 50 кг									
Вантажооборот, кг	Товар А									
	35500	36700	37800	38300	39100	40200	41100	43300	44400	45500
	Товар В									
	120300	121400	123100	133200	135500	136500	142600	151700	158400	158800
	Товар С									
	16300	17200	18100	19200	21100	22200	23400	25000	25400	25900
	Товар D									
	90300	91400	92500	93600	94100	95200	96100	96600	97200	97500
Номер мішків	№ 13	№ 12	№ 13	№ 12	№ 13	№ 12	№ 13	№ 12	№ 13	№ 12
Розмір сітки колон на складі	6х6	6х12	12х12	12х18	6х6	6х12	12х12	12х18	6х6	6х12
Термін зберігання	Товар А									
	17	18	20	21	16	15	19	22	23	17
	Товар В									
	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
	Товар С									
	33	34	32	30	31	35	36	37	38	39
	Товар D									
	12	13	14	15	16	17	18	14	19	15

Необхідно дати характеристику технологічним зонам складського комплексу та операціям, пов'язаним з розвантаженням, прийманням, зберіганням вантажів на складі, комплектуванням та відвантаженням кінцевим споживачам.

Технологічний процес на складі являє собою послідовність виконання наступних операцій:

- розвантаження транспорту;
- приймання товару;
- розміщення товару для збереження;
- відбір товару з місць складування;
- комплектування та упаковка товару;
- навантаження товару зі складу.

Найбільш тісний логістичний зв'язок складу з постачальниками і клієнтами виникає при виконанні операцій з вхідними і вихідними матеріальними потоками, тобто при виконанні навантажувально-розвантажувальних робіт.

Навантаження – це операція, пов'язана з подачею, орієнтуванням та розміщенням вантажу в транспортному засобі.

Розвантаження – операція, пов'язана з вивільненням транспортного засобу від вантажу.

Технологія виконання навантажувально-розвантажувальних робіт на складі залежить від характеру вантажу, типу транспортного засобу та виду підйомно-транспортних механізмів.

5. Вихідні дані для виконання практичних завдань подати у вигляді таблиці 1.2.

Таблиця 1.2

Найменування товару, що складається	А (карамель)	В (цукор)	С (консерви)	Д (борошно)
Упаковка товару	Картонні коробки, (0,4х0,25х0,2) масою 10 кг	Мішки з поліетилен-новими вкладишами, масою 50 кг	Дерев'яні ящики, (0,5х0,6х0,3) масою 10 кг	Мішки, масою 50 кг
Вантажо-оборот, кг	35500	120300	16300	90300
Номер мішків		№ 13		№13
Термін зберігання	17	22	33	12
Розмір сітки колон на складі	6х6			

Для формування пакетів, бажано для тарно-поштучних вантажів, запроєктувати однотипний за розмірами та типом піддон, де розміщують однотипний товар.

6. Кількість піддонів визначають в залежності від середньодобового надходження товару на склад та маси бруто піддону

$$N_n = Q_{доб} / m_{бр} , \quad (1.1)$$

де $Q_{доб}$ – середньодобове надходження товару на склад;

$m_{бр}$ – маса бруто вантажу на піддоні; приймаємо 1,0 або 1,25 т.

Крім того, необхідно підібрати засоби кріплення (обв'язок) вантажу на піддоні, зобразити графічно з нанесенням всіх розмірів.

Як засоби обв'язок використовують дріт, стрічку (металеву, синтетичну), плівку полімерну, металеві стяжки.

7. Зробити висновки щодо технологічних процесів на складі.

Запитання до перевірки знань:

1. Які бувають одноповерхові склади критого типу?
2. Як визначити сумарні витрати доставки товарів на склад?
3. Що включає в себе централізована система?
4. Як визначається кількість піддонів?
5. Від чого залежить технологія виконання навантажувально-розвантажувальних робіт на складі?
6. Що являє собою технологічний процес на складі?

Практичне заняття 2

Тема: Типовий проект складу, вимоги до кількості складів.

Визначення кількості складів

Мета заняття: набути практичні навички у студентів з проектування складів та визначення їх кількості складів.

Норма часу (за навчальною програмою): 2 год.

Завдання до виконання практичної роботи

1. Підібрати типорозміри складу.
2. Організація розвантаження товарів на складі.
3. Визначити кількість транспортних засобів.
4. Визначити кількість постів.

5. Визначити загальну довжину фронту розвантаження.
6. Зробити висновки.

Вказівки до виконання завдань

1. В сучасних умовах типові склади мають висоту 6 м (механізовані) і 12 м (автоматизовані), причому, одноповерхової забудови.

На практиці використовують наступні основні типорозміри складів: 600; 800; 1000; 1250; 2500; 5000; 7500; 10000; 25000 м².

Для покращання умов експлуатації сучасних підйомно-транспортних механізмів необхідно проектувати склади без перегородок зі стандартним розміром сітки колон (в метрах): 6×6; 6×12; 12×12; 12×18; 18×18; 18×24.

Таким чином, існує декілька основних проблем, успішне вирішення яких гарантує ефективне функціонування складського господарства, а саме:

- вибір власного складу чи загального користування;
- визначення кількості складів та їх розміщення;
- вибір розміру складу та системи складування.

2. Організація розвантаження товарів на складі включає в себе вирішення наступних завдань:

- облаштування площадок для маневрування і паркування автомобілів;
- облаштування і обладнання площадок під розвантаження;
- організація робіт розвантажувальних постів;
- визначення кількості технічних засобів та чисельності робітників на розвантаженні товарів;
- координація робіт по розвантаженню з роботами на інших ділянках складу.

Розглянемо кожний етап розвантаження окремо.

Розмір площадки для паркування і маневрування автомобілів, що прибули під розвантаження, визначається довжиною і глибиною фронту розвантаження.

3. Довжина фронту розвантаження залежить від кількості та розмірів транспортних засобів, які прибули на склад під розвантаження, та від часу необхідного для розвантаження. Кількість транспортних засобів, які прибули за зміну на склад, можна визначити поділивши середній змінний вантажооборот на

середню вантажопідйомність автомобіля, з урахуванням коефіцієнтів використання вантажопідйомності та нерівномірності надходження вантажів на склад за формулою

$$\bar{A}_{доб} = \frac{\bar{Q}_{доб_i} \cdot k_{ni}}{q_i \cdot k_{qi}}, \quad (2.1)$$

де $\hat{Q}_{доб_i}$ - середній вантажообіг складу за зміну, т/зміну;

k_{ni} – коефіцієнт нерівномірності надходження товарів на склад;

k_{qi} – коефіцієнт використання вантажопідйомності.

Коефіцієнт нерівномірності надходження вантажів на склад визначається діленням місячного вантажообороту найбільш завантаженого місяця в році на середньомісячний вантажооборот складу.

4. Кількість автомобілів, які одночасно знаходяться під розвантаженням, повинна відповідати кількості постів розвантаження, які визначаються за формулою

$$N_n = \frac{\bar{A}_{доб}}{\bar{\Pi}_{pi}}, \quad (2.2)$$

де $\bar{\Pi}_{pi}$ - середня продуктивність одного поста розвантаження, яка дорівнює

$$\bar{\Pi}_{pi} = \frac{\bar{T}_{зм}}{\bar{t}_{роз}}, \quad (2.3)$$

де $\bar{T}_{зм}$ - тривалість робочої зміни, год.;

$\bar{t}_{роз}$ - середній час розвантаження автомобіля, год.

5. Загальна довжина фронту розвантаження визначається за залежністю

$$L = N_n \cdot l_{авт} + (N_n - 1) \cdot l_n, \quad (2.4)$$

де N_n – необхідна кількість постів розвантаження, шт.;

$l_{авт}$ – ширина кузова автомобіля, м;

l_n – відстань між автомобілями, встановленими перпендикулярно до рампи, приймаємо рівною 1,1-1,2 м.

Габарити автотранспортних засобів не повинні перевищувати по ширині 2,5 м, тому відстань між осями для місць розвантаження не повинна бути менше 3,6 м. Реальні вхідні потоки автомобілів під

розвантаження протягом доби можуть коливатись, тому для уникнення черг необхідно підвищити продуктивність поста та збільшити чисельність бригад розвантаження товарів.

Глибина фронту розвантаження визначається довжиною автомобіля та його положенням відносно осі рампи розвантаження. Глибина площадки, необхідної для маневрування та паркування вантажного автомобіля перпендикулярно до рампи, повинна на 2 м перевищувати подвійну довжину транспортного засобу (рис. 2.1).

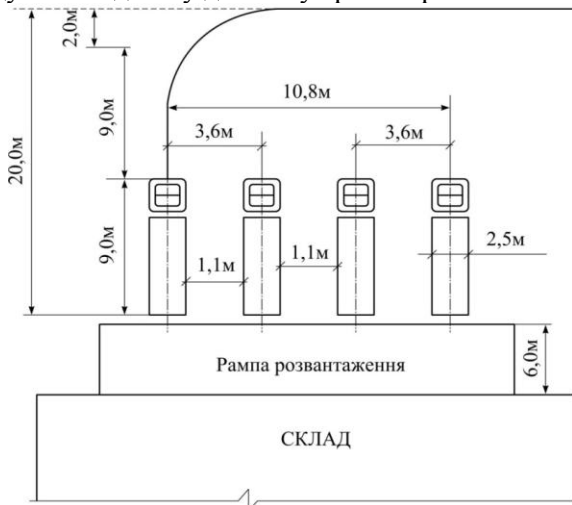


Рис. 2.1. Розміри площадки для маневрування та парковки автомобіля при чотирьох постах розвантаження

6. Висновки подати у табличному вигляді (табл. 2.1.).

Таблиця 2.1

Приклад розрахунку розмірів площадки розвантаження вантажу

№ з/п	Назва показника	Одиниця виміру	Формула для розрахунку	Значення показника
1	2	3	4	5
1.	Вантажооборот складу	т/рік	задано	100000
2.	Число робочих днів у році	днів	задано	250
3.	Число змін в день	зм./день	задано	1
4.	Середнє число автомобілів під розвантаження в зміну	авт./змін у	за формулою (2.1)	60

продовження табл. 2.1

1	2	3	4	5
5.	Вантажопідйомність автомобіля	т	задано	10
6.	Коефіцієнт використання вантажопідйомності		задано	0,8
7.	Коефіцієнт нерівномірності надходження вантажу		задано	1,2
8.	Тривалість зміни	год.	задано	8
9.	Відстань між автомобілями	м	задано	1,2
10.	Ширина кузова автомобіля	м	задано	2,4
11.	Довжина автомобіля	м	задано	9,0
12.	Середній час розвантаження одного автомобіля	год./авт.	задано	0,5
13.	Продуктивність одного поста	авт./зм.	8/12	16
14.	Кількість постів розвантаження	од.	4/13	3,75
15.	Прийнята кількість постів розвантаження	од.	округлене в більшу сторону	4
16.	Загальна довжина фронту розвантаження	м	за формулою (2.4)	13,3
17.	Загальна глибина фронту розвантаження	м	9?2+2	20
18.	Площа площадки для паркування автомобілів	м ²	17?16	266

Розвантаження товарів відбувається або з рівня дороги або зі спеціальної рампи, піднятої на рівень кузова транспортного засобу.

Мінімальна ширина рампи розвантаження повинна бути не менше радіуса повороту на ній навантажувача плюс 1 м. Більшість сучасних складів проєктують з шириною рамп розвантаження $B = 6$ м.

Висота рамп повинна узгоджуватись з висотою кузова автомобіля. Для вантажних автомобілів висота кузова від рівня підлоги кузова до рівня дороги коливається в межах від 550 до 1450 мм. Крім того, висота кузова залежить від завантаженості автомобіля. Так, для повністю завантаженого кузов може бути нижче 30 см незавантаженого.

В сучасних умовах висота рамп приймається в межах від 1100 до 1900 мм.

Запитання до перевірки знань:

1. Як визначається загальна довжина фронту розвантаження?
2. Як визначити кількість постів розвантаження?
3. Як визначається глибина фронту розвантаження?

Практичне заняття 3

Тема: Моделювання сервісного центру

Мета заняття: Набути практичні навички у студентів з моделювання сервісного центру.

Норма часу (за навчальною програмою): 2 год.

Завдання до виконання практичної роботи

1. Створити 3D-модель.
2. Отримати дані з 3D-моделі.
3. Зробити висновки.

Вказівки до виконання завдань

1. FlexSim – це програмне забезпечення для тривимірного моделювання, яке моделює, імітує, прогнозує та візуалізує бізнес-системи в різних галузях: виробництво, транспортування матеріалів, охорона здоров'я, складське господарство, видобуток корисних копалин, логістика тощо. Він одночасно потужний і зручний для користувача.

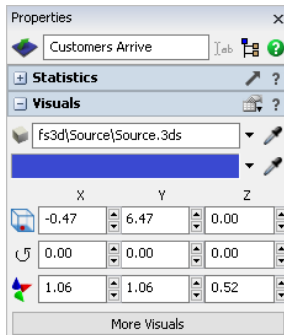
Одна з речей, яка робить FlexSim унікальним, полягає в тому, що він дає вам можливість створювати тривимірні зображення бізнес-систем. У той час як інше програмне забезпечення для моделювання може допомогти побудувати теоретичні моделі, FlexSim дає

можливість переглянути вашу бізнес-систему більш конкретним способом, який легше зрозуміти та використовувати.

1.1. Першим кроком у побудові 3D-моделі є створення базового макета бізнес-системи, яку потрібно змоделювати. Центр обслуговування клієнтів, який моделюється, має службу обслуговування з одним або кількома представниками служби підтримки клієнтів. Клієнти, які прибувають, зазвичай шикуються біля вікна, поки їм не допоможе співробітник. У цій імітаційній моделі також моделюються клієнти, які йдуть раніше, якщо чекають надто довго.

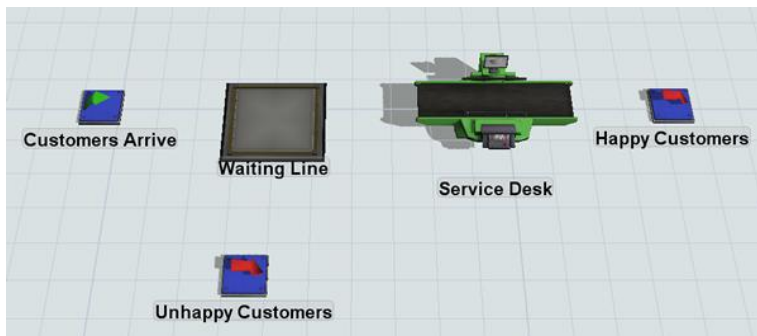
1.2. Щоб імітувати різні елементи, потрібно додати об'єкти до 3D-моделі. Для цього потрібно перетягнути такі об'єкти з бібліотеки в 3D-модель: Source – 1, Queue – 1, Processor – 1, Sinks – 2.

1.3. Змінити назву з Source1 на Customers Arrive.



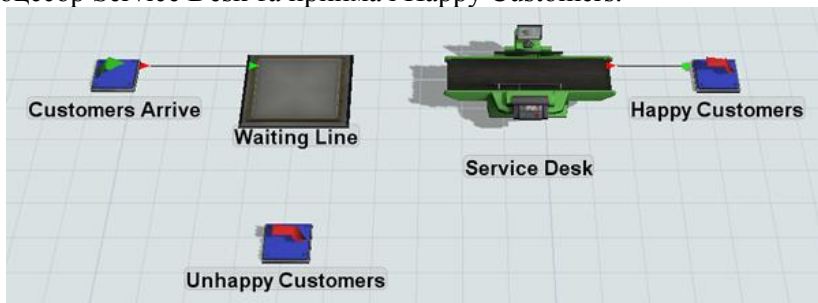
Перейменувати всі об'єкти таким чином:

Object	New Name
Queue	Waiting Line
Processor	Service Desk
Sink (by the processor)	Happy Customers
Sink (by the queue)	Unhappy Customers



З'єднати 3D-об'єкти, щоб клієнти переходили від одного об'єкта до іншого у відповідному порядку

Перейшовши в режим підключення з'єднати два об'єкти: «Customers Arrive» та «Waiting Line». Створити інше з'єднання: процесор Service Desk та приймач Happy Customers.



Вийти з режиму підключення та запустити модель, використовуючи кнопки на панелі інструментів:



На цьому кроці запускається модель вперше. Щоб запустити модель:

1.4. Створення списку для відстеження клієнтів

Відкрити Toolbox, в меню навести курсор на «Global List», а потім вибрати «Item List». Вікно властивостей нового списку відкриється автоматично. У верхньому полі змінити назву списку на Waiting Customers.

Відкривши вкладку «Fields», в меню вибрати ageInQueue. Натиснути кнопку «Delete» поруч із усіма іншими полями, щоб

видалити їх, оскільки вони непотрібні.

Змінити назву поля `ageInQueue` на щось більш описове. Клацнути поле «Expression Field», змінити його назву на «WaitTime».

На вкладці «Back Orders» установити прапорець «Reevaluate All Values» для оновлення записів списку кожного разу.

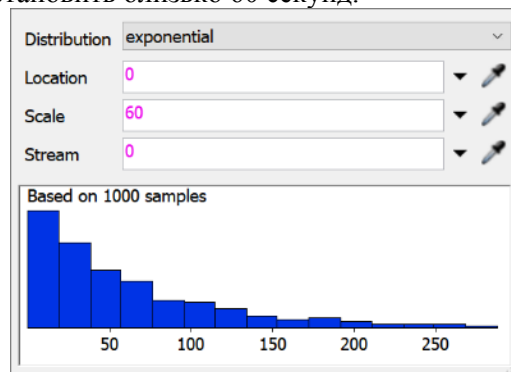
Натиснути кнопку ОК, щоб зберегти зміни.

Тепер новий список клієнтів, що очікують, має з'явитися в групі «Global Lists» на панелі інструментів.

1.5. Редагування логіки моделі

Відредагувати властивості 3D об'єктів, щоб створити базову логіку імітаційної моделі.

Змінити швидкість прибуття для клієнтів, щоб клієнт приходив приблизно щохвилини, використовуючи статистичний розподіл, який називається експоненціальним розподілом, щоб випадковим чином обчислити швидкість прибуття в межах діапазону часу, який у середньому становить близько 60 секунд.

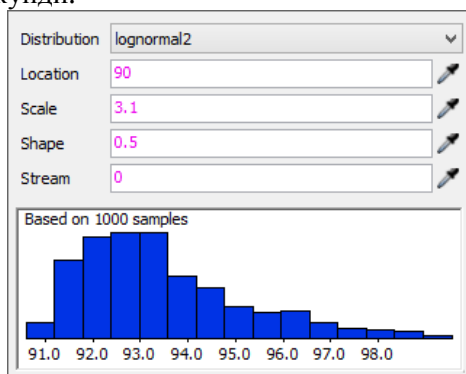


Змініте клас елемента потоку так, щоб він виглядав як людина.

Для цього потрібно клацнути джерело Customers Arrive, щоб відкрити його властивості праворуч. У розділі Source натиснути Меню FlowItem Class і вибрати Man. Поставити прапорець «Arrival at time 0», щоб клієнт прибув одразу, коли модель почала працювати.

Service Desk (Processor) представляє час, потрібний працівнику, щоб допомогти клієнту. Потрібно налаштувати цей об'єкт так, щоб він отримував першого клієнта зі списку WaitingCustomers, коли буде готовий допомогти іншому клієнту.

Установити кількість часу, який потрібно працівнику, щоб допомогти клієнту за допомогою нормального статистичного розподілу журналу 2, щоб допомогти клієнту знадобиться приблизно 92 секунди.



У розділі «Input» встановити прапорець «Pull».

Натиснути стрілку поруч із полем «Pull Strategy», щоб відкрити меню. Наведіть курсор на «Use List», а потім вибрати «Pull from Item List».

Переконавшись, що список WaitingCustomers вибрано. Відкрити меню та навести курсор на ORDER BY і вибрати WaitTime.

Відредагувати запит, щоб змінити ASC (за зростанням) на DESC (за спаданням), оскільки потрібно не втратити клієнта, який чекав найдовше.

Клацнути «Unhappy Customers», щоб відкрити її властивості праворуч. У розділі «Input» встановити прапорець «Pull».

Натиснути стрілку поруч із полем «Pull Strategy», щоб відкрити меню. Навести курсор на «Use List», а потім вибрати «Pull from Item List».

Переконавшись, що список WaitingCustomers вибрано. Відкрити меню, навести курсор на WHERE та вибрати WaitTime.

Відредагувати запит, щоб змінити його на > 200 . Зберегти модель.

1.6. Запуск і тест імітаційної моделі

Запуск імітаційної моделі є важливим кроком у процесі побудови імітаційної моделі. На ранніх етапах побудови моделі це допомагає перевірити та усунути несправності моделі, щоб переконатися, що ви її правильно побудували.

Щоб запустити модель, натисніть кнопку Reset на панелі керування симуляцією. Натисніть кнопку Run, щоб почати симуляцію, і кнопку Stop, щоб зупинити її.

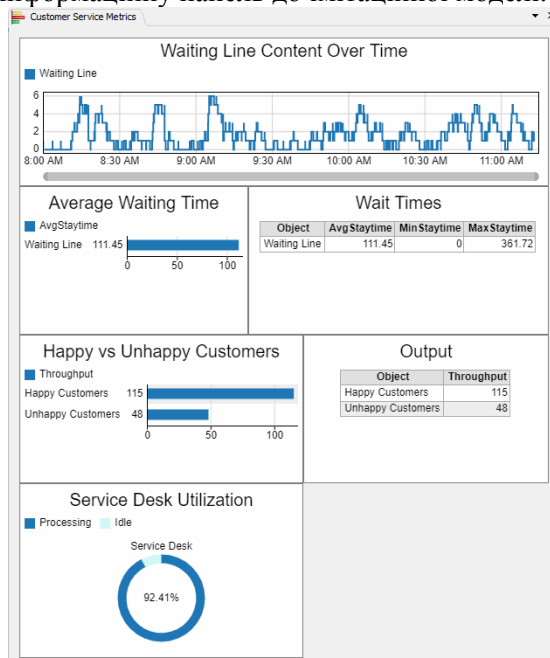
Щоб змінити швидкість і час зупинки симуляції необхідно ввести наступні дані:

Display Mode ☐ Seconds ☐ Date and Time ☒ Both		Run Speed ☐ 1.00 ☐ Maximum ☒ Custom 1000 Set
Start Time 8:00:00 AM 1/ 1/2021		Display Mode Simulation Seconds / Real Second
Warmup Time ☐ 0.00 8:00:00 AM 1/ 1/2021		
Stop Times ☒ 43200.00 8:00:00 PM 1/ 1/2021		

Запустити модель вдруге, щоб побачити, як це вплине на виконання симуляції.

2. Отримати дані з 3D моделі

2.1. Додати інформаційну панель до імітаційної моделі.



2.2. Закріплення статистики з властивостями

Кожен об'єкт у 3D-моделі збирає автоматичну статистику, таку як його поточний вміст (скільки елементів потоку зараз знаходиться

на цьому фіксованому ресурсі) і час перебування (як довго елементи потоку залишаються на фіксованому ресурсі). Можна переглянути цю статистику для певного об'єкта у властивостях і спостерігати за її оновленням у реальному часі під час моделювання.

Statistics				
State		empty		
Throughput				
Input	Output			
0.00	0.00			
Content				
Curr	Min	Max	Avg	
0.00	0.00	0.00	0.00	
Staytime				
Min	Max		Avg	
0.00	0.00		0.00	

Натиснути кнопку «Reset», щоб відобразити вміст діаграми.

У полі назви у верхній частині «Properties» змінити відображуване ім'я діаграми на «Waiting Line Content Over Time».

Запустити свою імітаційну модель.

Щоб додати діаграму з бібліотеки необхідно:

- Клацнути у сірій зоні інформаційної панелі Customer Service Metrics.

- У розділі «Staytime» натиснути параметр «Staytime» та перетягнути Bar Chart на інформаційну панель.

- Змінити назву діаграми на Average Waiting Time.

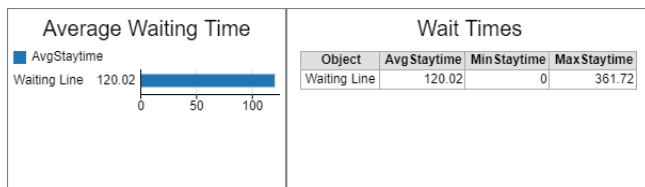
- На панелі «Options» увійти в режим симулювання. Потім натиснути на Waiting Line.

- У розділі «Staytime» натисніть параметр «Staytime» та виберіть «Table».

- Змінити назву діаграми на Wait Times.

- На панелі «Options» увійти в режим симулювання. Потім натисніть на Waiting Line.

2.3. Запустити імітаційну модель на цьому етапі, діаграми матимуть вигляд:



2.4. Створити діаграму стану

Додати останню діаграму на свою інформаційну панель: кругову діаграму, яка показує, наскільки добре використовується служба підтримки. Щоб створити цю діаграму:

- Двічі клацніть у сірій зоні інформаційної Customer Service Metrics dashboard.

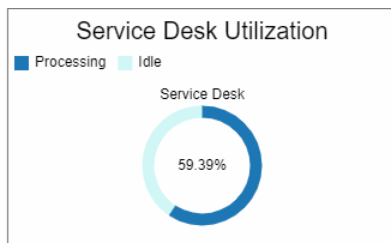
- У розділі «State» вибрати параметр «State» і Pie Chart «Секторна діаграма».

- Натиснути на нову діаграму, щоб показати її властивості.

- Змінити назву діаграми на Service Desk Utilization.

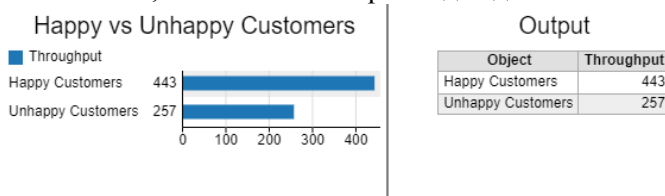
- На панелі «Options» натиснути процесор Service Desk.

2.5. Запустити імітаційну модель на даному етапі, діаграма матиме вигляд:

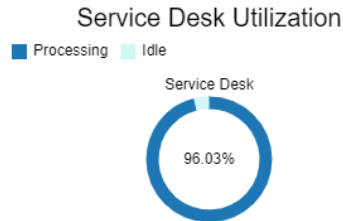


Під час симуляції діаграми оновлюватимуться в реальному часі. Коли діаграма буде готова, проаналізувати їх, щоб побачити, що вони розкривають про потенційні проблеми в центрі обслуговування клієнтів.

Наприклад, звернути увагу, що, незважаючи на те, що загалом задоволених клієнтів більше, ніж незадоволених, існує неприйнятна кількість клієнтів, які залишили через надто довгий час очікування:



Служба обслуговування використовувалася майже постійно. співробітники сервісної служби завжди старанно працюють і постійно допомагають клієнтам. Але відсутність будь-яких простоїв, ймовірно, свідчить про те, що служба обслуговування використовується надмірно.



Виходячи з цих результатів, було б корисно проекспериментувати з додаванням додаткових відділень обслуговування, щоб побачити, скільки столиків допоможе збільшити кількість задоволених клієнтів, не спричиняючи зайвого простою.

Запитання до перевірки знань:

1. Для чого використовується FlexSim?
2. Які функції виконують об'єкти Flow items?
3. Які функції виконують об'єкти Fixed resources?
4. Які функції виконують об'єкти Task executers?

Практичне заняття 4

Тема: Моделювання сервісного центру

Мета заняття: набути практичні навички у студентів з моделювання сервісного центру.

Норма часу (за навчальною програмою): 2 год.

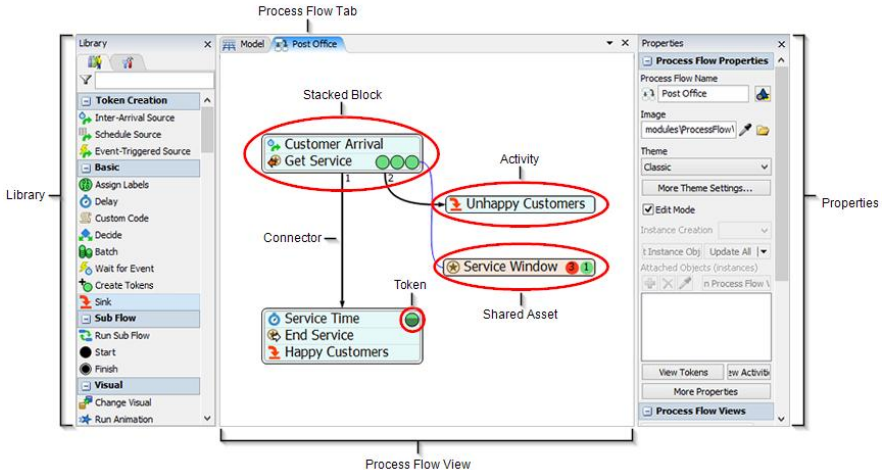
Завдання до виконання практичної роботи

1. Побудова моделі потоку процесу.
2. Перейменувати та змінити розмір дій.
3. Відредагувати властивості діяльності.
4. Запустити імітаційну модель.
5. Створити блок-схеми процесу.
6. Проаналізувати дані. Зробити висновки.

Вказівки до виконання завдань

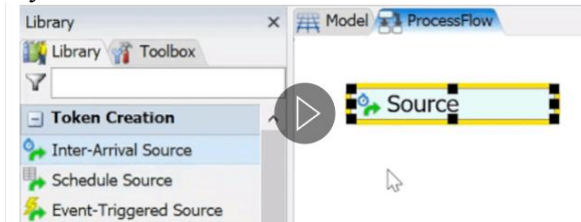
1. Побудувати імітаційну модель, ідентичну створеній 3D-моделі в практичній роботі 3, але цього разу для цього потрібно скористатися інструментом Process Flow.

Найважливіші елементи інструмента Process Flow позначені на наступному зображенні:



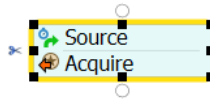
Додати дії до потоку процесів без пояснення того, що виконуватиме кожна дія:

Створити загальний потік процесу та відкрити його як окрему вкладку на центральній панелі. Коли вікно «Потік процесу» відкрите та активне, бібліотека змінюється для відображення дій потоку процесу.

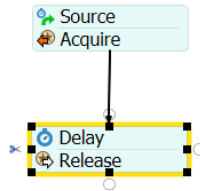


Зверніть увагу, що дві дії були об'єднані разом, як показано на наступному зображенні. Тепер вони автоматично з'єднуються в

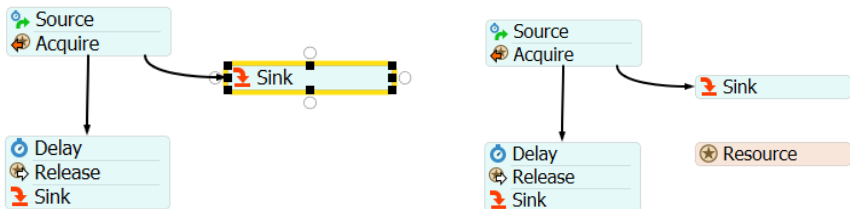
блок (також іноді називають stacked block).



Спробуємо другий метод додавання та підключення дії за допомогою з'єднання, що виходить із stacked block. Навести курсор миші на нижній край блоку. Піктограма миші зміниться на ланцюжок.



Використовуючи спосіб, яким ви віддасте перевагу, додати та підключити дію Sink після дії Release Resource.



2. Перейменувати та змінити розмір дій

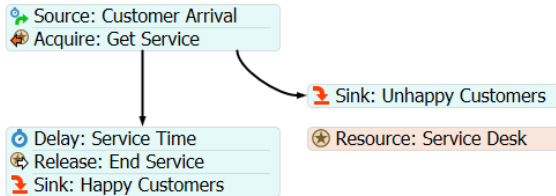
Розглянемо два різні методи перейменування дій:

1. Клацніть першу дію Sink (ту, що підключена до дії Acquire). У розділі Properties в розділі Activity Properties у полі Name змінити поточний текст на Sink: Unhappy Customers, щоб змінити назву дії Sink, як показано на наступному зображенні:



2. Двічі клацніть другу дію Sink (ту, що пов'язана з діяльністю Release), щоб відкрити спливаюче вікно її властивостей. Введіть нову назву Sink: Happy Customers.

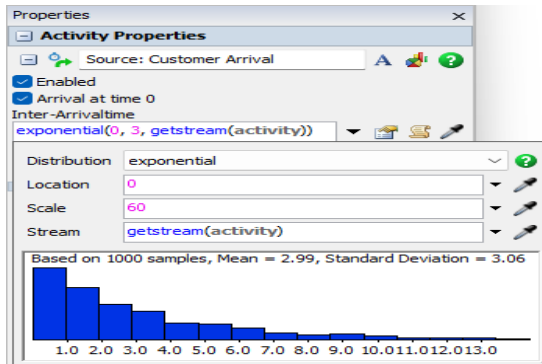
Після завершення процес має виглядати приблизно так



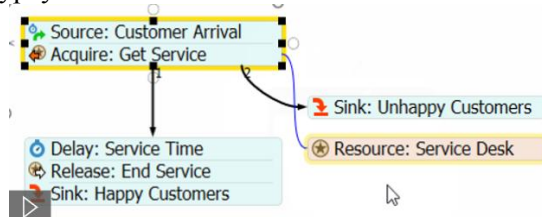
3. Відредагувати властивості діяльності.

Існує два різні способи редагування властивостей дії.

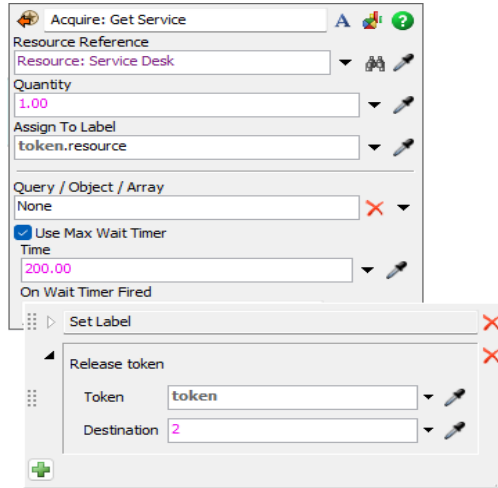
Відредагувати деякі властивості діяльності за допомогою панелі властивостей.



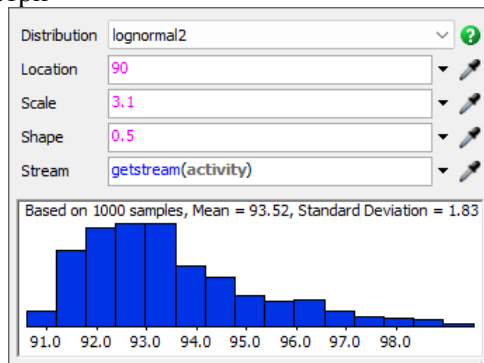
Далі ви підключите дію «Acquire Resource: Get Service» до спільного ресурсу «Resource: Service Desk».



Зробити наступні налаштування:



У властивостях для дії «Delay: Service Time» натиснути кнопку «Edit Properties», щоб відкрити засіб вибору розподілу. Встановити наступні параметри



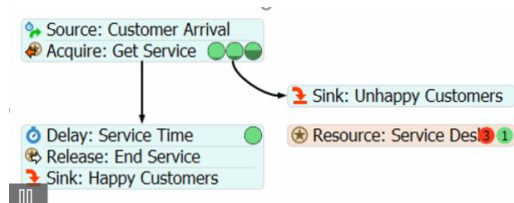
4. Запустити імітаційну модель.

Щоб запустити імітаційну модель:

1. На панелі керування симуляцією клацнути стрілку поруч зі Run Speed, щоб відкрити параметри. У полі Custom змінити час на 100.00.

2. На панелі керування моделюванням натисніть кнопку Reset, щоб очистити будь-які дані з потоку процесу.

3. Потім натисніть кнопку Run, щоб переглянути симуляцію в роботі.



5. Створити блок-схеми процесу

Тепер, коли вся логіка процесу налаштована, створити інформаційну панель для реєстрації кількості задоволених і незадоволених клієнтів, створених цим процесом. Закріпити статистику введення та часу для Sink: Unhappy Customers на інформаційній панелі, яка створена в попередньому завданні.

1. Натиснути активність Sink: Happy Customers, щоб вибрати її.

2. У «Properties» натисніть кнопку «Statistics», щоб відкрити вікно статистики для цієї дії.

3. Щоб відстежити, скільки tokenів входить до цієї діяльності. поруч із полем Input натиснути кнопку «Pin», щоб відкрити меню. Навести вказівник миші на пункт «Pin to Customer Service Metrics», а потім вибрати «Input vs Time». Діаграма з'явиться на інформаційній панелі, але буде порожньою, доки не скинути модель.

4. Клацніть діаграму, щоб переглянути її властивості на панелі Properties.

5. На панелі «Text » установити прапорець «Custom Title» і встановить настроюваний заголовок на Customers (Process Flow)

6. На панелі «Options» натиснути кнопку «Sampler» над списком «Дій», щоб увійти в режим вибірки.

7. Якщо потік процесу не видно, навести вибірку на вкладку ProcessFlow.

8. Вибрати Sink: Unhappy Customers, щоб додати його до списку дій.

9. Далі створити гістограму, яка показуватиме статистику часу перебування для діяльності Acquire: Get Service. Двічі клацнути порожню область інформаційної панелі Customer Service Metrics.

10. У спливаючій бібліотеці в розділі Staytime вибрати Staytime, а потім - Histogram. Це додає нову гістограму часу перебування на інформаційну панель.

11. Натиснути на нову діаграму, щоб переглянути її властивості.

12. На панелі «Text» установити прапорець «Custom Title» і встановити настроюваний заголовок на Wait Times (Process Flow)

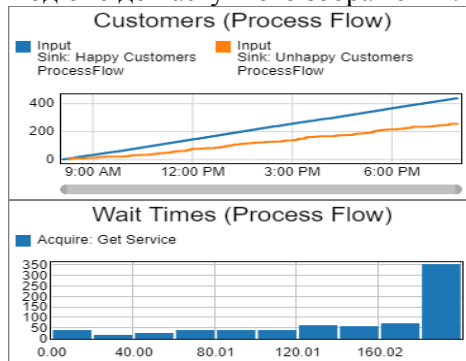
13. У розділі «Options» вибрати «Sampler» над списком «Об'єкти», щоб увійти в режим вибірки.

14. Якщо потік процесу не видно, навести вибірку на вкладку ProcessFlow.

15. Натисніть «Acquire: Get Service», щоб додати його до списку об'єктів.

6. Проаналізувати дані. Зробити висновки.

Скинути та запустити модель. Після закінчення результати мають виглядати подібно до наступного зображення:



Подібно до результатів 3D-моделі, видно, що задоволених клієнтів трохи більше, ніж незадоволених, що не є гарним знаком. Також варто зауважити, що середній час очікування дуже близький до максимального часу очікування в 200 секунд. Очевидно, що це бізнес-процес, який можна покращити.

Запитання до перевірки знань:

1. Що відображає дія Acquire: Get Service?
2. Що відображає дія Sink: Unhappy Customers?
3. Що відображає дія Delay: Service Time?
4. Що відображає дія Release: End Service?

Практичне заняття 5

Тема: Моделювання конвеєрної складської лінії.

Мета заняття: набути практичні навички у студентів з моделювання конвеєрної складської лінії.

Норма часу (за навчальною програмою): 2 год.

Завдання до виконання практичної роботи

1. Створення системи умовного сортування.
2. Змінити на систему сортування на основі місця призначення.
3. Виправлене сортування ресурсів.
4. Зробити висновки.

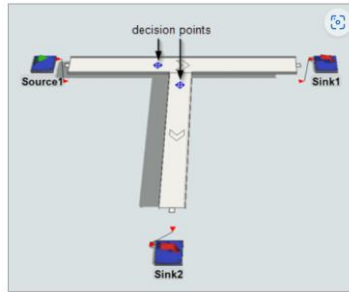
Вказівки до виконання завдань

1. Створення системи умовного сортування

Створити систему сортувального конвеєра, яка перенаправляє потоки відправлень на два різні конвеєри в залежності від конкретних умов.

Щоб створити такого роду систему сортування:

1. Відкривши бібліотеку, перетягнути піктограму Source у ваше 3D модель.
2. Створити файл Straight Conveyor що простягаються по горизонталі від об'єкту Source.
3. Відкрити панель Toolbox на правій закладці від бібліотеки. Подвійне клацання Conveyor System відкриє вікно властивостей.
4. У файлі General очистити піктограму Draw Render Mode. Зміни та закрити вікно. Вимкнути Render mode щоб більш чітко бачити елементи на конвеєрі.
5. Повернутися до розділу «Бібліотека». Створити другий Straight Conveyor, тобто перпендикулярно першому. Перетягувати другий транспортер, поки він не клацне, з'єднається з першим транспортером, утворюючи Т форму.
6. Перетягнути піктограму Sink з Бібліотеки та розташувати її в кінці першого конвеєра. Повторіть цей крок для другого транспортера.
7. Створити з'єднання портів (A-connects) з Source до першого конвеєра і від конвеєрів до відповідних Sinks.
8. Перетягнути піктограму Decision Point з Бібліотеки та розмістити її на перший конвеєр на першому стику конвеєра, куди можна було перенаправляти предмети на різні конвеєрні лінії.
9. Перетягніть інший Decision Point з бібліотеки та місця його на початку другої конвеєрної лінії. Це конвеєрна лінія, яка дозволить відвести 30% продукції.



10. З'єднати порти вводу/виводу від відправника Decision Point на першому конвеєрі до приймального Decision Point на другому транспортері.

11. Клацніть точку прийняття рішення відправки, щоб виділити її.

12. У вікні «Властивості» розгорнути файл Triggers. Натиснути Add і вибрати On Arrival.

13. Клацніть піктограму Add, On Arrival. Натиснути і вибрати Send Item з меню. Видалити те, що знаходиться в Condition і замінити його наступним виразом: $\text{bernoulli}(30, 1, 0)$.

15. Залишити налаштування за замовчуванням у рядку Destination. Натиснути OK, щоб застосувати зміни.

16. У властивостях під Source клацніть у розділі Inter-Arrival Time, щоб вибрати його.

Запустити симуляцію, щоб перевірити її. Під час моделювання приблизно 30% потоку повинні бути перенаправлені на другий конвеєр.

Можна створити різні умови, які потрібно задовольнити для того, щоб предмети були надіслані до місця призначення (наприклад, умова, яка перевіряє значення мітки в потоці). Також умовою може бути вираз, як $\text{item.Weight} > 10$. Цей вираз перевірятиме мітку під назвою «Вага» (Weight) на елементі потоку. Якщо значення більше 10, товар буде відправлений за вказаним призначенням.

2. Змінити на систему сортування на основі місця призначення

На попередньому кроці створено систему сортування, яка була зосереджена на тому, чи виконується конкретна умова чи ні. На цьому кроці змінити логіку системи для надсилання елементів

потокі на конвеєр, який відповідає значенню елемента потоку ProductType label.

Щоб створити таку систему сортування:

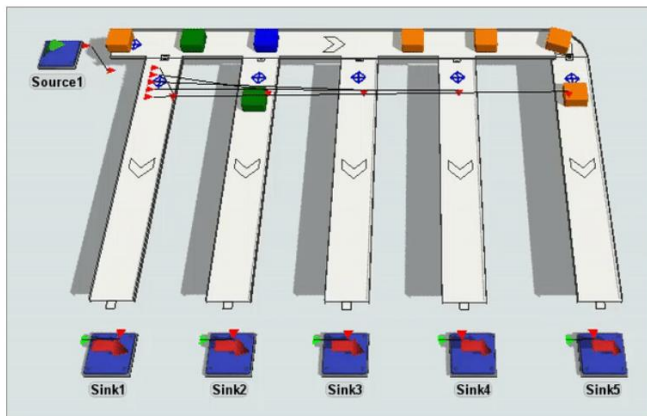
1. Від'єднати два Sinks з конвеєра (затиснути і утримувати клавішу Q як комбінацію клавіш).

2. Натиснути на другий конвеєр у вашій моделі. Скопіювати конвеєр і вставити його для створення 4 копій конвеєра.

3. Прив'язати 4 копії до першого конвеєра, розташувавши їх однаково. Можна змінювати розмір першого конвеєра, щоб зробити його довшим, якщо це необхідно. Ви також можете використовувати інструмент «Об'єднати конвеєр» у бібліотеці, щоб підключити останній конвеєр, якщо це необхідно.

4. Перетягнути ще 3 Sinks з Бібліотеки в модель і розташувати кожен з них у кінці конвеєра. Додати з'єднання портів (A-з'єднання) між кожен конвеєр і кожен Sink.

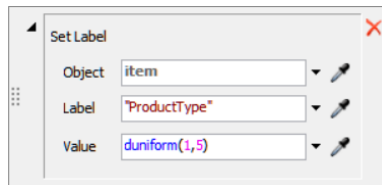
5. Перетягнути ще 4 Decision Points з бібліотеки та розташувати кожен з них на початку кожного конвеєра. Додати порт з'єднання (A-connector) від першої точки прийняття рішення до кожного нового.



Виправлене сортування ресурсів

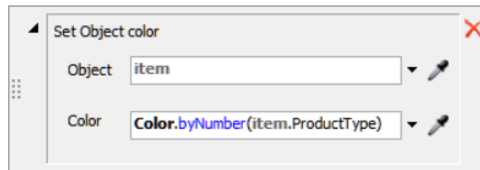
6. Натисніть кнопку Source, у властивостях, під Triggers, натиснути піктограму Add, щоб відкрити меню. Вибрати On Creation.

7. Натиснути кнопку Add поруч із піктограмою On Creation, щоб відкрити меню. Вказати на Data, а потім вибрати Set Label, де встановити



8. Тепер додати другу опцію списку вибору до активатора «On Creation». За допомогою функції Set Label параметри все ще відкриті, натиснути піктограму Add у нижній частині цього поля, щоб відкрити меню. Точка до Visual, то Set Object Color.

9. У файлі Set Object Color параметри списку вибору



Цей вираз перевіряє числове значення етикетки з іменем ProductType на товарі. Потім він призначить колір елементу на основі його числового значення.

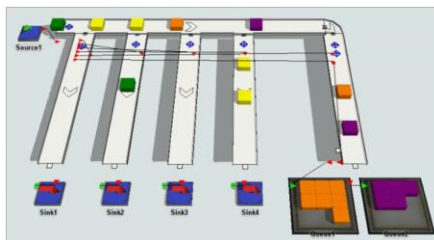
10. Натиснути на перший Decision Point, щоб виділити його. У розділі «Властивості» відкрити файл Triggers.

11. У файлі On Arrival відкрити властивості списку вибору.

12. Натиснути стрілку поруч із піктограмою Condition щоб відкрити вікно і виберіть Always. Тепер на екрані з'явиться вікно true, Це означає, що будь-який предмет, який прибуває в пункт прийняття рішення, завжди буде відправленим.

13. Натиснути стрілку поруч із піктограмою Destination у полі введіть файл вираз current.outObjects[item.ProductType], це означає, що товар буде надісланий до порту на основі номера, вказаного в маркуванні ProductType.

Запустіть симуляцію, щоб перевірити її. Під час симуляції ви помітите, що предмети розподіляються по конвеєрних лініях в залежності від їх кольору.



Запитання до перевірки знань:

1. З якою метою застосовується моделювання?
2. Які три різні методи для сортування елементів потоку?
3. Як працює конвеєрна система?

Практичне заняття 6

Тема: Злиття та побудова конвеєра.

Мета заняття: набути практичні навички у студентів щодо злиття та побудова конвеєра.

Норма часу (за навчальною програмою): 4 год.

Завдання до виконання практичної роботи

1. Додавання смуги злиття.
2. Додати просте обмеження області.
3. Створити конвеєр, що будує потік елементів.
4. Додавання контролера злиття.
5. Зробити висновки.

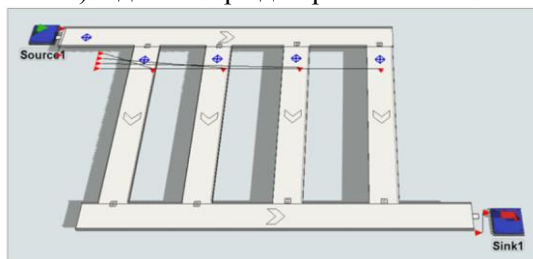
Вказівки до виконання завдань

1. Додавання смуги злиття.
1. Використовуючи модель, створену в попередньому завданні, видалити наступні об'єкти:
 - о 2 черги в кінці останнього конвеєра
 - о Останній конвеєр (і точка прийняття рішення на останньому конвеєрі)
 - о Приймачі (Sink) в кінці кожного транспортера
2. Зробити копію горизонтального конвеєра і розмістити в нижній частині відповідних конвеєрів. Переконавшись, що відповідні конвеєри з'єднуються з новим конвеєром.
3. Для наочності перейменувати конвеєри наступним чином:

Conveyor	New Name
The horizontal conveyor at the top	MainConveyor
The horizontal conveyor at the bottom	MergingConveyor
First diverting conveyor	Slug1
Second diverting conveyor	Slug2
Third diverting conveyor	Slug3
Fourth diverting conveyor	Slug4

Ці конвеєри будуть називатися конвеєрами, що утворюють потік товарів.

4. Додати приймач в правий кінець конвеєра, і створити портове з'єднання (A-connect) від конвеєра до приймача.



5. Натиснути кнопку Source, у властивостях, під Source змінити Inter-Arrivaltime на 5.

6. Під Triggers, натиснути піктограму Edit Properties, кнопку поруч із Об'єкт On Creation. Натиснути стрілку поруч із піктограмою Set Label, відкрити властивості списку. Змінити Value до `duniform(1,4)` щоб створювалось лише чотири типи елементів потоку.

Запустити модель щоб отримати уявлення про те, як працює система перш ніж додати логіку побудови потоку.

1. Додати просте обмеження області.

Щоб створити цю логіку:

1. Перетягнути 4 Decision Points з Бібліотеки та встановити їх в кінці кожного конвеєра (Slug1, Slug2, etc.).

Слідкувати за тим, щоб точки прийняття рішень не перетиналися, не нависали над краєм конвеєра і перекриття з передавальним або зливним транспортом.

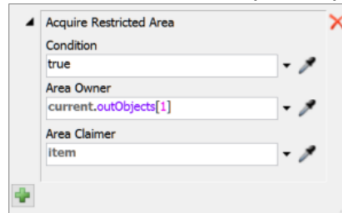
2. Натиснути на всі чотири нових Decision Points, щоб вибрати їх червоним кольором.

3. Натиснути на один із нових Decision Points, щоб вибрати його жовтим кольором. В Об'єкт Triggers, Панель «Властивості»,

піктограма Add відкрити меню. Виберіть On Arrival.

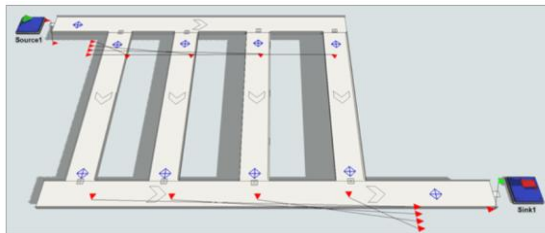
4. Вказати на Area Restriction, а потім вибрати Acquire Area.

5. Використовувати налаштування за замовчуванням, переконавшись, що вони відповідають наступному зображенню:



6. Перетягнути ще один Decision Point з бібліотеки в кінець транспортера, що зливається.

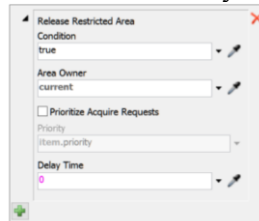
7. Створити портові з'єднання (A-connects) з точок прийняття рішень на конвеєрах до місця прийняття рішення на конвеєрі злиття.



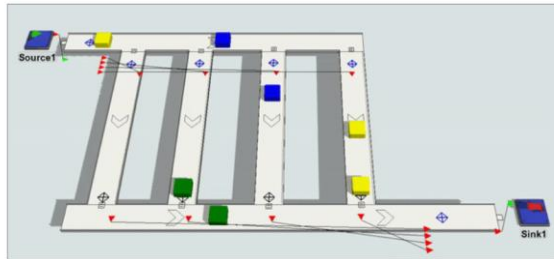
8. Зняти позначку з усіх 4 точок прийняття рішення, утримуючи клавішу shift і, клацнувши на порожньому місці моделі, натиснути на новостворений Decision Point на кінці конвеєра, що зливається, щоб виділити його. У властивостях, під Triggers панелі, піктограма Add відкрити меню і вибрати On Arrival.

9. Поруч із піктограмою On Arrival піктограма Add, відкрити меню. Вказати на Area Restriction, а потім вибрати Release Area.

10. Використовувати налаштування за замовчуванням, переконавшись, що вони відповідають наступному зображенню:



Скинути налаштування та запустити імітаційну модель. Зверніть увагу, що в об'єднанні може потрапити лише один елемент конвеєр за один раз.



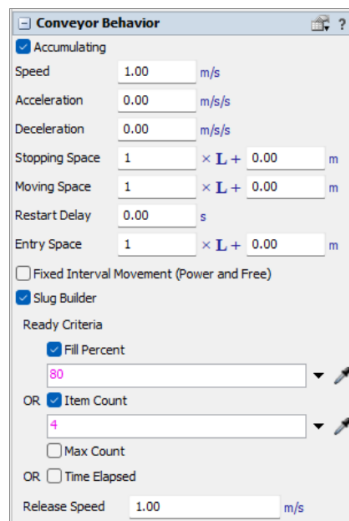
3. Створити конвеєр, що буде потік елементів.

Ці конвеєри будуть будувати елементи потоку як мінімум з чотирьох предметів. Коли елементів буде не менше чотирьох предметів, конвеєр випустить предмет на транспортер злиття.

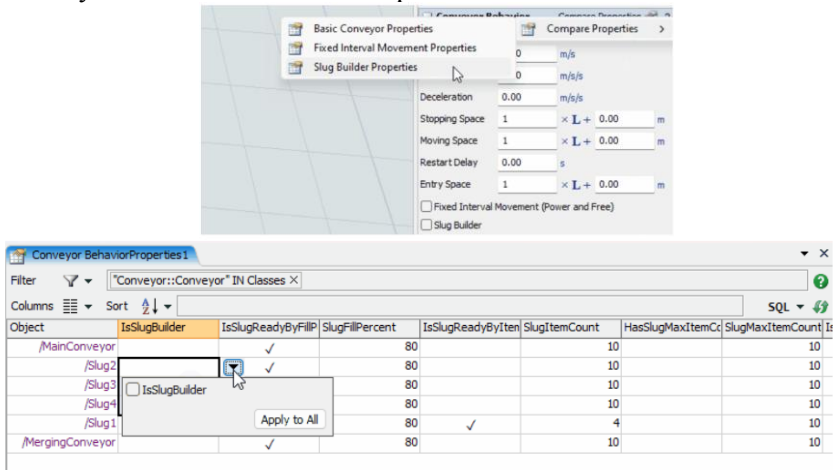
Щоб створити цю систему побудови:

1. Видалити 5 пунктів прийняття рішень, які додали на попередньому кроці (ті, що знаходяться в кінці конвеєрів).

2. У 3D-моделі натиснути на конвеєр Slug1, щоб вибрати його. В Properties, у файлі Conveyor Behavior панелі перевірте Slug Builder встановити:



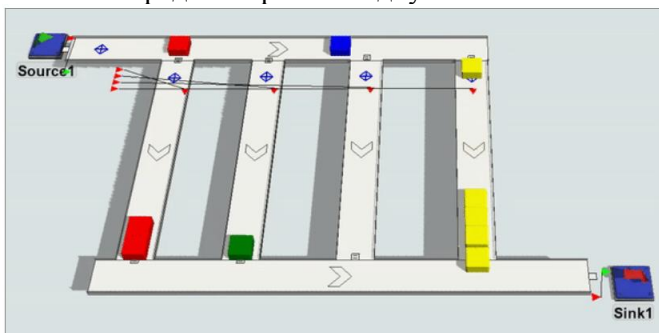
4. Додати таблицю властивостей Slug Builder і скопіювати ці налаштування на всі інші конвеєри.



Змінити налаштування до такого вигляду:

Conveyor BehaviorProperties1							
Filter: "Conveyor::Conveyor" IN Classes X							
Columns: Sort: SQL							
Object	IsSlugBuilder	IsSlugReadyByFillP	SlugFillPercent	IsSlugReadyByItem	SlugItemCount	HasSlugMaxItemCo	SlugMaxItemCount
/MainConveyor		✓	80		10		10
/Slug2	✓	✓	80	✓	4		10
/Slug3	✓	✓	80	✓	4		10
/Slug4	✓	✓	80	✓	4		10
/Slug1	✓	✓	80	✓	4		10
/MergingConveyor		✓	80		10		10

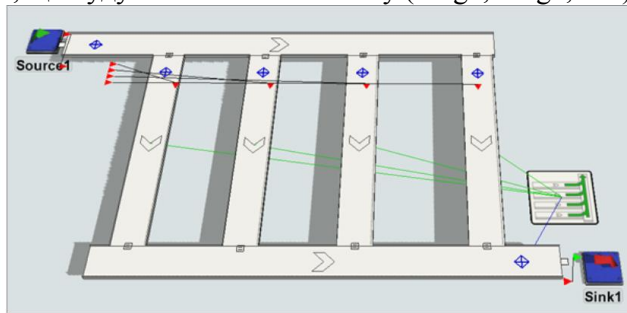
Запустити модель і звернути увагу, що конвеєри будуть будувати потік елементів з 4 предметів раніше відпускаючи їх.



4. Додавання контролера злиття.

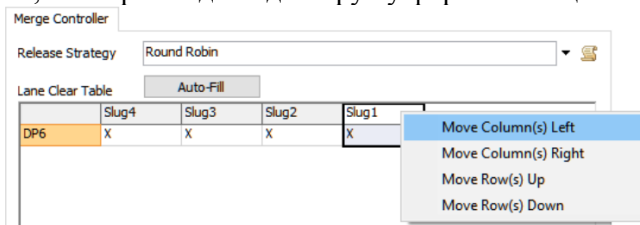
Щоб додати контролер злиття до конвеєрної системи:

1. Перетягнути піктограму Decision Point з Бібліотеки та розмістити її біля кінця смуги злиття конвеєрів.
2. Перетягнути піктограму Merge Controller з Бібліотеки і помістити її поруч з кінцем транспортера, що зливається.
3. Створити з'єднання порту (A-connect) з Merge Controller до місця прийняття рішення на конвеєрі, що зливається. Створити додаткові з'єднання портів (A-connects) з Merge Controller до кожен з конвеєрів, що будують елементи потоку (Slug1, Slug2, etc.).



4. Виділити піктограму Merge Controller. Під Merge Controller натиснути стрілку поруч із піктограмою Release Strategy, щоб відкрити меню. Вибрати Round Robin.

5. Залежно від порядку, в якому підключили конвеєри до контролера злиття, можливо, доведеться переорганізувати конвеєри, перелічені в Lane Clear Table щоб він спочатку об'єднав смугу Slug4, а потім смугу Slug3, і т.д. Щоб змінити порядок випуску, клацнути правою кнопкою миші смугу, яку потрібно перемістити, і виберіть відповідний рух у формі таблиці.



Основне призначення Lane Clear Table полягає в запобіганні злиттю, застряганню та скороченні проміжків між випуском товарів з конвеєрів.

Запустити симуляцію.



Запитання до перевірки знань:

1. Як додати смугу злиття?
2. Які функції виконують об'єднані конвеєри?
3. Для чого додавати контролер злиття?

Практичне заняття 7

Тема: Додавання та усунення прогалин між товарами на конвеєрі.

Мета заняття: набути практичні навички у студентів з додавання та усунення прогалин між товарами на конвеєрі.

Норма часу (за навчальною програмою): 2 год.

Завдання до виконання практичної роботи

1. Прибирання проміжків між предметами в транспортері.
2. Збільшення швидкості, з якою випускаються товари.
3. Додавання проміжків між товарами після об'єднання.
4. Додавання змінного розриву.
5. Керівництво об'єднання за допомогою потоку процесів.
6. Зробити висновки.

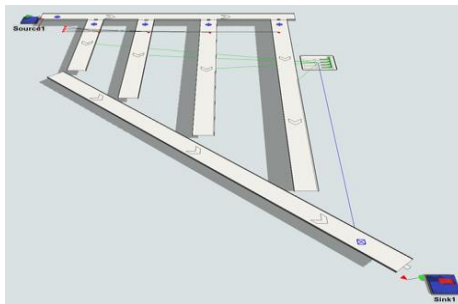
Вказівки до виконання завдань

1. Прибирання проміжків між предметами в транспортері.

Щоб створити цю конвеєрну систему:

1. Натиснути на конвеєр, що об'єднується, щоб вибрати його. Перемістити праву частину конвеєра так, щоб він знаходився приблизно під кутом 60 градусів.

2. Перемістити кінці конвеєрів, що утворюють потік товарів, так, щоб вони майже торкалися до конвеєра злиття. Також можна змінити положення Sink та точки прийняття рішення на конвеєрі.



3. Натиснути інструмент «Приєднати конвеєри» в бібліотеці, щоб ввести режим приєднання. Вибрати перший конвеєр, а потім конвеєр, що об'єднує (трохи правіше першого конвеєра) для створення криволінійного з'єднання між два конвеєрами.

4. Повторити цей крок для кожного конвеєра, що створює потік.

Переконалися, що між точками злиття достатньо місця для того, щоб товари могли повністю проходити. Можливо, доведеться розставити конвеєри трохи далі один від одного, щоб запобігти застряганням.

5. Відкрити Панель інструментів, піктограму Add, відкрити меню. Вказати на Conveyor System, а потім натиснути Transfer Type, відкрити вікно Властивості передачі.

6. У полі імені вгорі змінити ім'я типу передачі на SlugTransfer.

Наступні кроки не є обов'язковими. Вони демонструють, як змінити максимум кут передачі, що іноді викликає проблеми з розривом. Ці кроки тут лише для того, щоб навчитися, як усувати поширену проблему з розривами у вашому майбутньому проекті.

7. У полі Max Angle, ввести 60, щоб збільшити кут.

8. Зберегти зміни. Об'єкт SlugTransfer type тепер відображається в об'єкті Toolbox (under Conveyor System, then Transfer Types).

9. Натиснути піктограму transfer між конвеєрами, щоб виділити його.

10. У розділі «Властивості» натиснути кнопку Transfer Type і виберіть SlugTransfer.

11. Повторити кроки 9-10 для кожного перекидного конвеєра.

Запустити імітаційну модель. Тепер потік предметів повинен плавно передаватися без будь-яких зчеплення.

2. Збільшення швидкості, з якою випускаються товари.

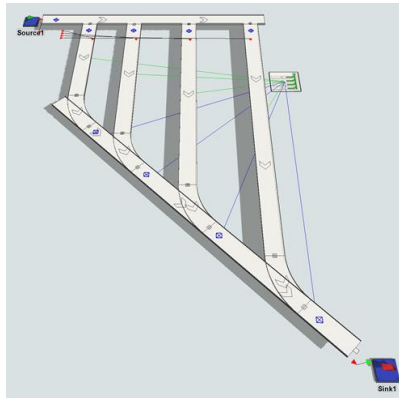
На даний момент в імітаційній моделі все ще існують досить великі проміжки між товарами в міру їх злиття на транспортер. На цьому кроці дізнаємося як збільшити швидкість товарів, зменшивши розрив більше.

Щоб збільшити швидкість випуску товарів:

1. Перетягнути 3 Decision Points і додавати по одному поруч із з'єднанням з лінією злиття.
2. Для наочності перейменувати точки прийняття рішень на конвеєрі злиття, наступним чином:

Decision Point	New Name
The decision point closest to the end of Slug1	Point1
The decision point closest to the end of Slug2	Point2
The decision point closest to the end of Slug3	Point3
The decision point closest to the end of Slug4	Point4

3. Створити з'єднання порту (A-connect) з Merge Controller з кожним новим Decision Point.

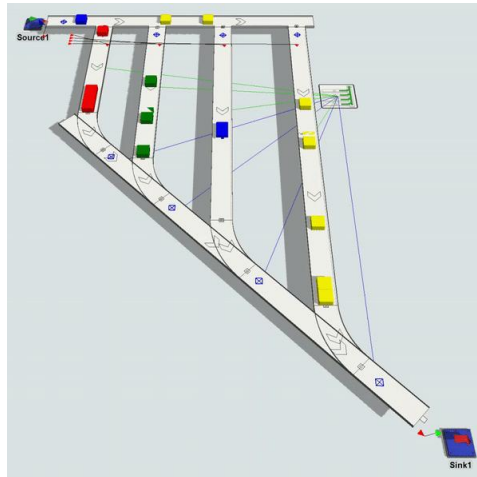


4. Натиснути піктограму Merge Controller, щоб виділити його.
 5. У вікні «Властивості» на вкладці «Об'єднати контролер» натиснути кнопку Release Strategy і вибрати Round Robin If Available.
- Таблиця очищення смуг (доступ до якої можна отримати, натиснувши кнопку «Edit Lane Clear Tables» у розділі

«Властивості») мала б автоматично оновитися, включивши в неї нову точки прийняття рішення.

	Slug4	Slug3	Slug2	Slug1
Point1				X
Point2			X	X
Point3		X	X	X
Point4	X	X	X	X

6. Виділити піктограму Source. У властивостях, під Source, змінити Inter-Arrivaltime to 2.5.



3. Додавання проміжків між товарами після об'єднання.

Необхідно додати деякий зазор до лінії злиття конвеєра, щоб елементи потоку мали стандартизовані проміжки між ними.

1. Від'єднати Sink від конвеєра злиття.

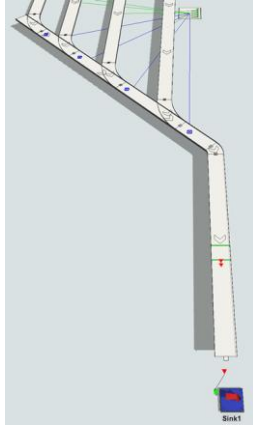
2. Додати прямий конвеєр, що розміщений під кутом від кінця конвеєра злиття. Протягнути його в довжину.

3. Join Conveyor – інструмент для підключення об'єднання транспортер до розривного транспортера.

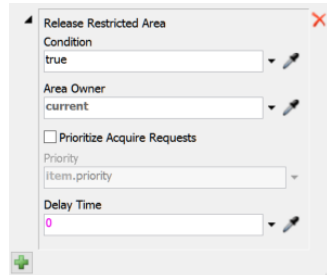
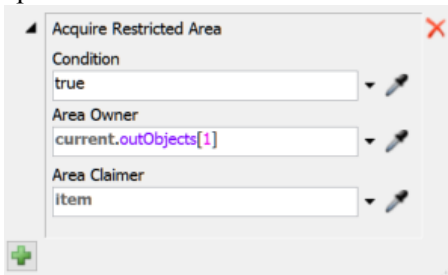
5. Перемістити Sink до кінця розривного транспортера і підключити його до конвеєра за допомогою з'єднання вводу/виводу (A-connect).

6. Перетягнути 2 photo eyes від бібліотеки і розташувати їх поруч один з одним посередині конвеєра. Відстань між фотоочима буде визначати довжину проміжку між предметами.

7. Створити з'єднання портів (A-connect) між двома очима фотографій.



Переконатися, що налаштування відповідають наступному зображенню:



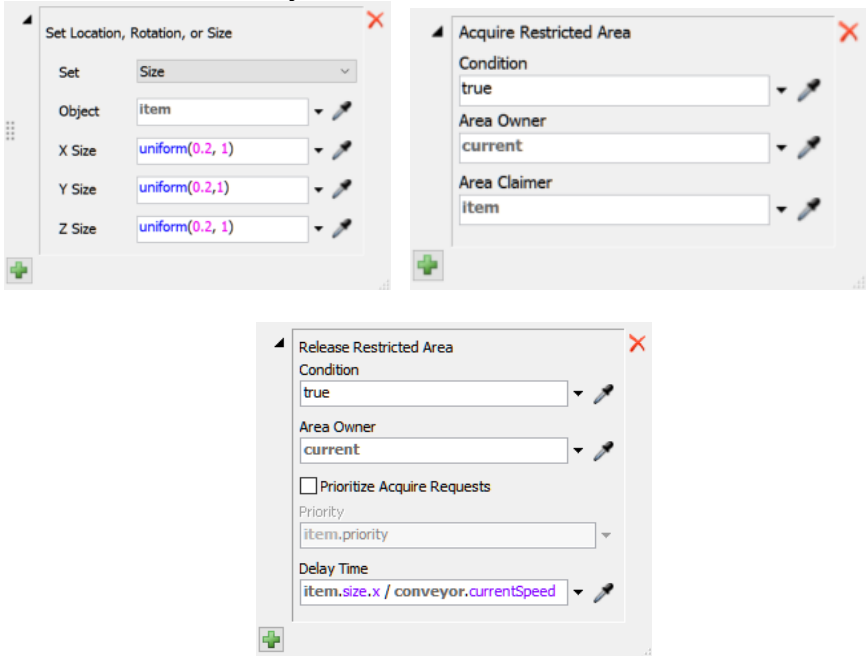
Скинути налаштування та запустити імітаційну модель.



4. Додавання змінного розриву.

Налаштувати джерела для створення елементів потоку зі змінними розмірами. Видалити одне з фотоочей і встановити фотооко на використання обох областей «Отримання» Acquire Area and Restricted Area. Встановити час затримки в списку вибору зони випуску щоб засновувати час на розмірі x-елемента потоку.

Встановити налаштування.



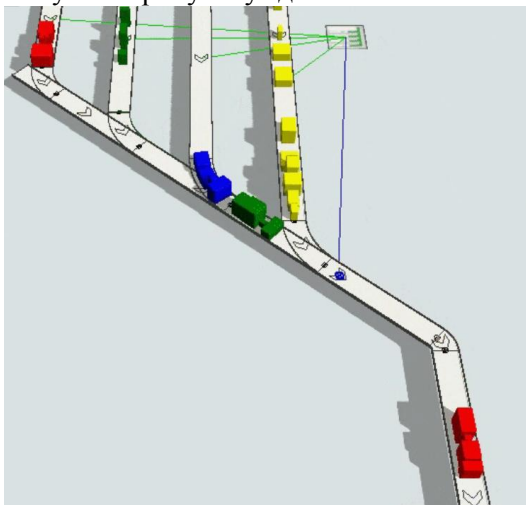
Скинути налаштування та запустити імітаційну модель. Вироби з меншою шириною матимуть менші зазори ніж предмети з більшою шириною.

5. Керівництво об'єднання за допомогою потоку процесів.

Використовувати шаблон в інструменті «Потік процесів», щоб зменшити розриви та поліпшити загальну пропускну здатність в системі. Шаблиони Process Flow – це попередньо створені процеси потоки, які виступають відправною точкою для створення власної користувацької логіки для 3D-об'єктів. Ці шаблони є самодokumentованими, що означає, що кожен шаблон містить

детальні, покрокові пояснення того, як працює логіка. Можна використовувати логіку за замовчуванням у файлі або змінити шаблон, щоб створити власну користувацьку логіку.

Скинути налаштування та запустити імітаційну модель. Тепер проміжок між випусками слимаків ще менший, Ще більше збільшуючи пропускну здатність системи:



Запитання до перевірки знань:

1. Для чого потрібна конвеєрна система?
2. Що являють собою Process Flow?
3. На що впливає зміна кута нахилу конвеєра?

Рекомендована література

1. Проектування транспортно-складських комплексів : навчальний посібник / М. О. Турченко, О. Г. Кірічок, М. Д. Швець, М. Є. Кристопчук. Рівне : НУВГП, 2014. 190 с.
2. Вантажознавство : підручн. / Є. К. Вільковський, І. І. Кельман, О. О. Бакуліч ; видання друге, перероблене і доповнене. Львів : Інтеллект-Захід, 2007. 495 с.
3. Складська логістика : навчальний посібник / В. Є. Марчук, М. Ю. Григорак, О. М. Гармаш, О. В. Овдієнко. Київ : ОЛДІ-ПЛЮС, 2020. 256 с.
4. Марченко В. М., Шутюк В. В. Логістика : підручник. К. : Видавничий дім «Артек», 2018. 312 с.
5. Програмне забезпечення FlexSim 2024, version 24.0.9.

Інформаційні ресурси

1. Державна служба статистики України. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>
2. Електронний ресурс розміщення в цифровому репозиторії. URL: <http://www.ep3.nuwm.edu.ua/>
3. Законодавство України. URL: <http://www.rada.kiev.ua/>
4. Кабінет Міністрів України. URL: <http://www.kmu.gov.ua/>
5. Наукова бібліотека НУВГП (м. Рівне, вул. Олекси Новака, 75). URL: <http://www.nuwm.edu.ua/naukova-biblioteka>
http://www.nuwm.edu.ua/MySql/page_lib.php
6. Національна бібліотека ім. В. І. Вернадського. URL: <http://www.nbuv.gov.ua/>