

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа информационных технологий и робототехники
Отделение информационных технологий
Направление подготовки 09.04.04 Программная инженерия

Отчёт по лабораторной работе №1
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОСТЕЙШИХ СИСТЕМ В ARENA
по дисциплине Анализ, моделирование и оптимизация систем
Вариант 14

Выполнил студент гр. 8ПМ4Л

Подпись

Дата

Сокуров Р.Е.
Фамилия И.О.

Проверил к.т.н, доцент ОИТ

Подпись

Дата

Марухина О.В.
Фамилия И.О.

Томск 2024 г.

Цель

Научиться моделировать простейшие системы в Arena. Научиться работать с модулями Create, Resource, Process и Schedule.

Задачи

1. В ПП ARENA разработать модель согласно Вашему варианту.
2. Скопировав файл *.doe из Части 1 лабораторной работы № 1 в новый файл, провести изменения, воспользовавшись модулем Schedule.
3. Скопировав файл *.doe из Части 1 лабораторной работы № 1 в новый файл, провести изменения, воспользовавшись модулем Schedule.
4. Какая из трех систем наилучшая с точки зрения загрузки системы? Почему, обоснуйте. Подготовить отчет, загрузить на проверку преподавателю.
5. Также, загрузить все исходники (все файлы *.doe)

Разработка модели согласно варианту в ПП ARENA.

Часть 1.

Задание

Для варианта №14 задано следующее условие:

В пункте обмена валюты имеется 1 касса. Интервалы прихода клиентов распределены равномерно, a минут. Время обслуживания так же равномерно распределено по b минут. Клиенты обслуживаются в порядке «первым пришёл – первым обслужен».

Модель работы обменного пункта должна обеспечить сбор статистики об очереди. Необходимо промоделировать работу пункта в течение c часов. Используя среднее значение интервала времени приходов и среднее значение времени обслуживания, подсчитайте нагрузку библиотекаря. Сравните её со статистическим значением нагрузки. Сделайте выводы, отразите в отчете.

Проанализировать полученные результаты, сделать выводы.

Таблица 1 – Вариант задания к части 1

№ Варианта	a	b	c
14	9 ± 3	6 ± 5	6

Ход работы

Для реализации прихода клиентов был использован блок «Create» со следующими параметрами:

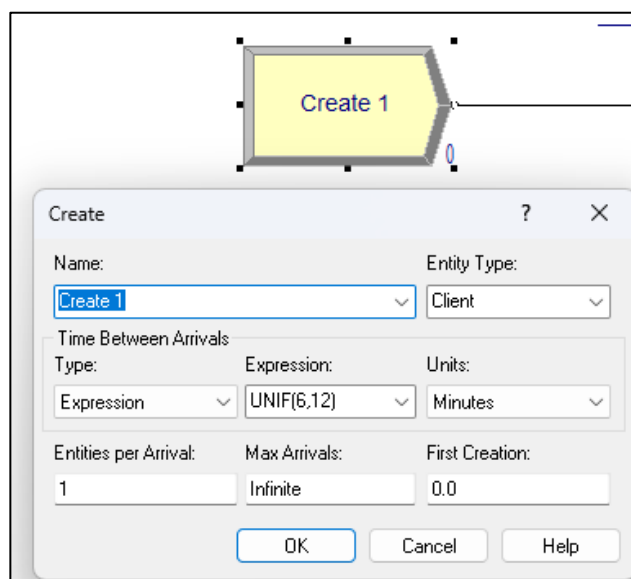


Рисунок 1 – Создание клиентов

Для симуляции пункта обмена был использован блок «Process» со следующими характеристиками:

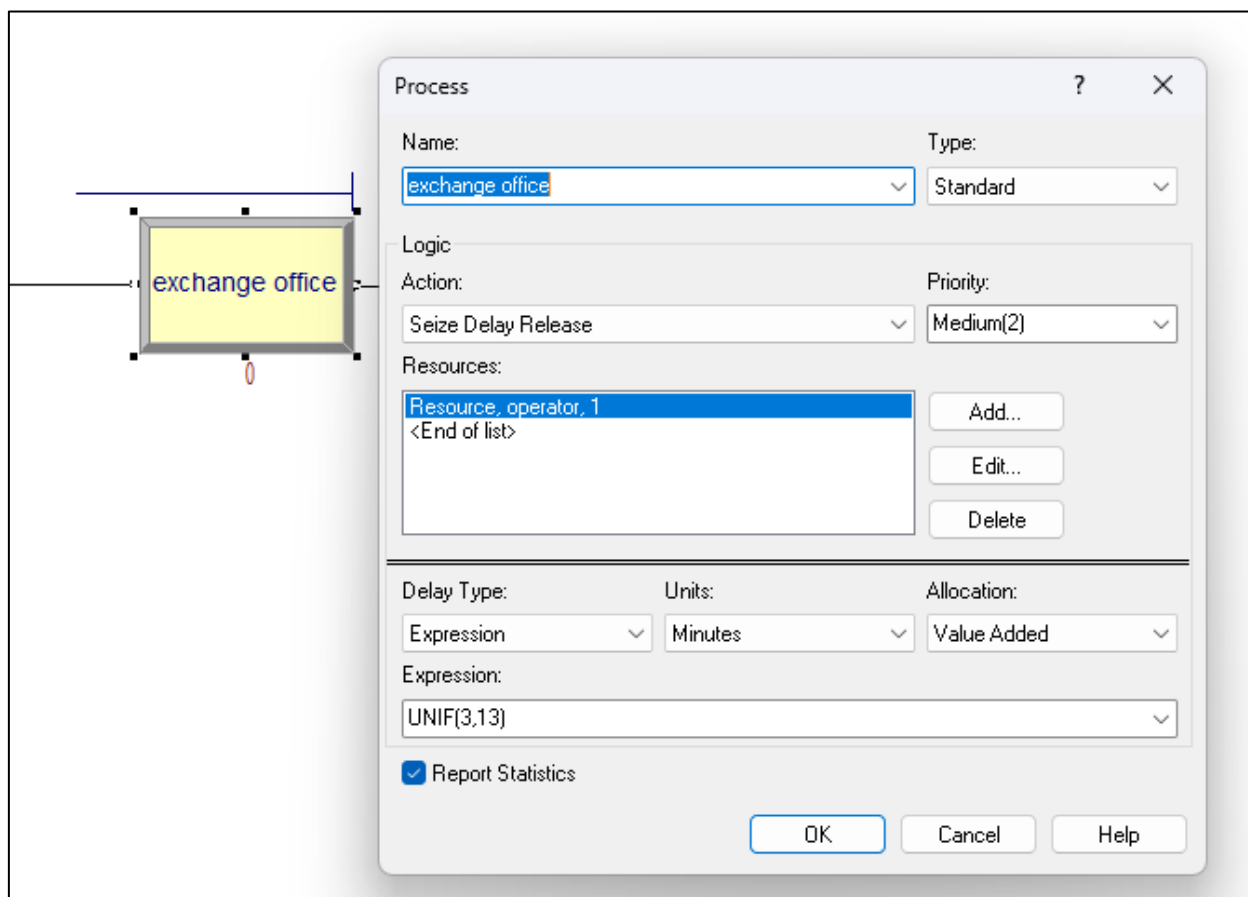


Рисунок 2 – Пункт обмена

Затем все клиенты поступают в блок «Dispose». Тогда, полученная модель выглядит следующим образом:

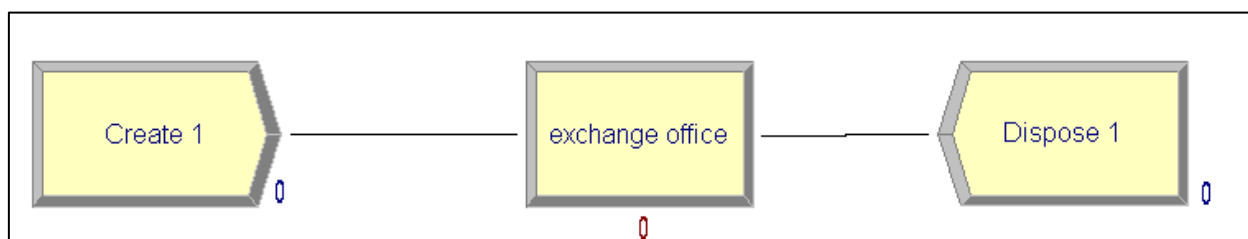


Рисунок 3 – Конечная модель

Затем было выполнено моделирование работы пункта обмена в течении 8 часов и получена следующая информация:

Всего пришли 53 клиентов, которым необходимо было совершить обмен. Оператор обслужил 52 из них, во время обслуживания последнего, 53-го клиента закончилось

время работы окна. Оператор во время работы был занят 91% времени. Среднее время ожидания в очереди составило 2,1281 минут.

Далее было определено количество клиентов, которое может прийти в течении 8 часов, при использовании среднего значения интервала времени приходов, равное 9 минутам: $\frac{480}{9} = 53,3$ (клиента). Данное значение совпадает с экспериментально полученным в ходе имитационного моделирования.

В целом пункт обмена работает эффективно: нет накоплений очередей или каких-то других проблем, но значение загрузки оператора в 90% оставляет повод для беспокойства. Возможно стоит задуматься о введении перерывов для сотрудника с целью предотвращения снижения продуктивности работы в перспективе.

Отчёт, сгенерированный ПП Arena для этой части работы доступен в приложении А.

Часть 2.

Задание

Для варианта №14 задано следующее условие:

Используя полученную и скопированную в новый файл модель (полученную в части 1), проведите следующие изменения, воспользовавшись модулем Schedule:

Таблица 2 – Вариант задания к части 2

№ Варианта	Задание
14	Кассир уходит на перерыв 2 раза в день: каждый раз на 30 минут. График задайте самостоятельно.

Сделайте выводы, дайте рекомендации по улучшению работы системы с точки зрения ее загрузки.

Ход работы

Воспользовавшись блоком «Resource», было задано расписание «break» для оператора пункта обмена:

Resource - Basic Process										
	Name	Type	Schedule Name	Schedule Rule	Busy / Hour	Idle / Hour	Per Use	StateSet Name	Failures	Report Statistics
1 ▶	operator	Based on Schedule	break	Wait	0.0	0.0	0.0		0 rows	<input checked="" type="checkbox"/>

Рисунок 4 – Реализация расписания для оператора

Расписание было отредактировано с помощью блока “Schedule” согласно варианту задания.

Schedule - Basic Process					
	Name	Type	Time Units	Scale Factor	Durations
1 ▶	break	Capacity	Minutes	1.0	5 rows

Durations

	Value	Duration
1	1	180
2	0	30
3	1	180
4	0	30
5	1	60

Double-click here to add a new row

Рисунок 5 – Редактирование расписания

В результате моделирования работы оператора с двумя перерывами, были получены следующие изменения:

Всего пришли 53 клиента (как и в прошлый раз), которым необходимо было совершить обмен. Оператор обслужил 47 из них, то есть количество обработанных клиентов снизилось. К концу работы у оператора в очереди осталось 6 клиентов. Оператор во время работы был занят 84% времени. Среднее время ожидания в очереди составило 15 минут.

Можно сделать вывод о том, что эффективность работы пункта обменакратно понизилась. Увеличение времени ожидания в ~7 раз указывает на то, что один оператор не справляется с данным потоком клиентов. Вариант с добавлением второго оператора хотя и может разгрузить очередь, но не является оптимальным, так как он будет недозагружен.

Основная рекомендация для улучшения работы пункта обмена является найм второго оператора с гибким графиком, например на пол рабочего дня. Тогда и очередь станет меньше, и работник не будет получать зарплату за время без задач.

Отчёт, сгенерированный ПП Arena для этой части работы доступен в приложении Б.

Часть 3.

Задание

Для варианта №14 задано следующее условие:

В пункт обмена валюты приходят клиенты двух типов: 1) купить валюту, интервалы прихода клиентов распределены равномерно, а минут; 2) сдать одну валюту и купить другую, их приход через b минут. Время обслуживания клиентов первого типа также равномерно распределено по c минут, второго типа – по d минут. Модель работы обменного пункта должна обеспечить сбор статистики об очереди.

Необходимо промоделировать работу пункта в течение e часов.

Таблица 3 – Вариант задания к части 3

№ Варианта	a	b	c	d	e
14	13 ± 9	50 ± 30	12 ± 4	17 ± 7	5

Ход работы

Клиенты двух типов были заданы с помощью блока «Create»:

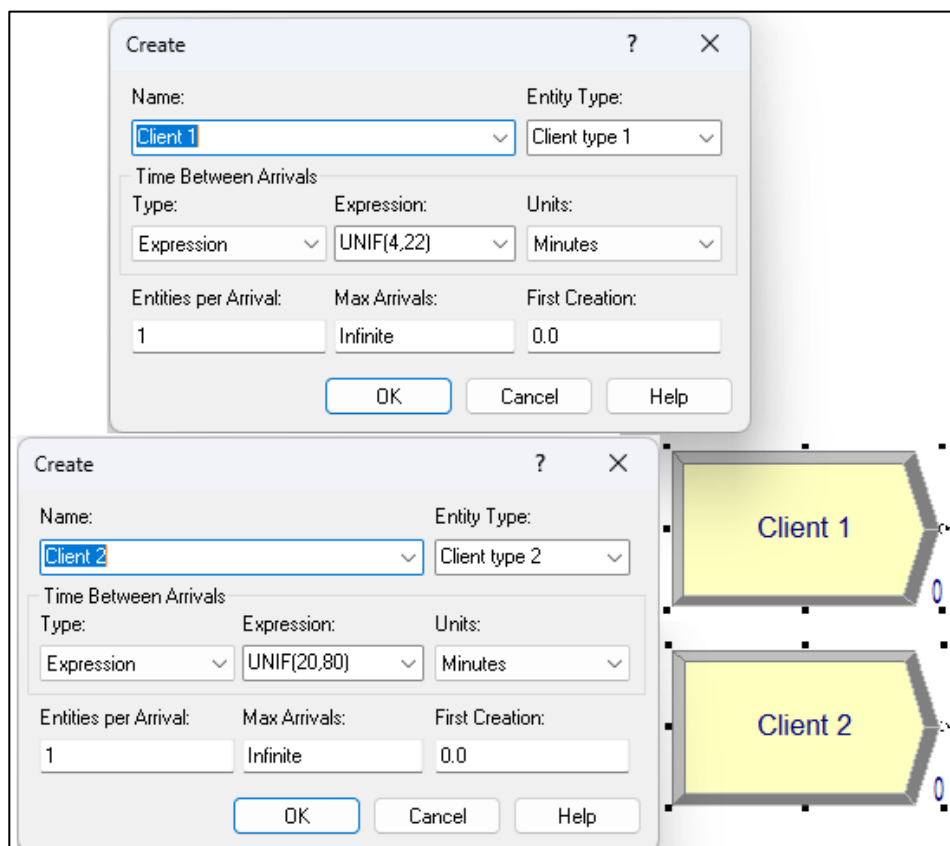


Рисунок 6 – Создание клиентов двух типов

Обрабатываются они двумя разными блоками «Process» с одним ресурсом (оператором):

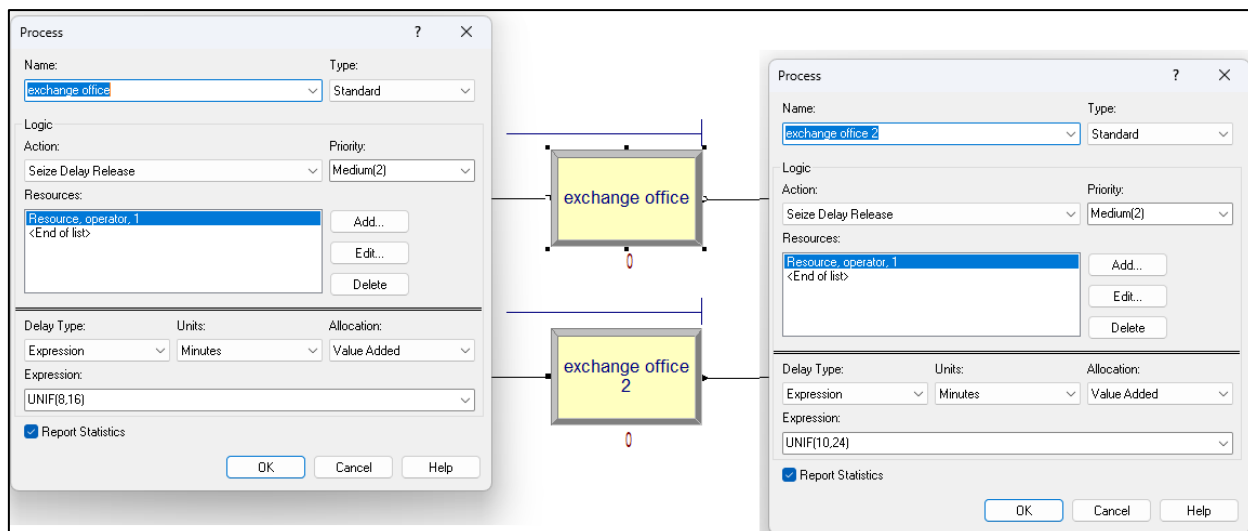


Рисунок 7 – Реализация двух видов обработки

Тогда, общий вид модели выглядит следующим образом:

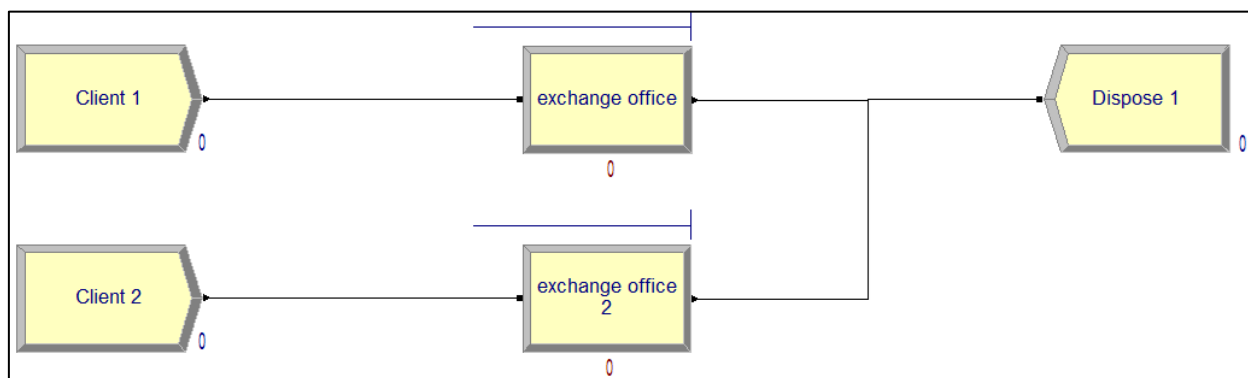


Рисунок 8 – Модель для части 3

В результате моделирования пункта обмена с двумя разными типами клиентов были получены следующие результаты:

В систему поступили 46 клиентов: 37 – первого типа и 9 – второго. Оператор обслужил 30 клиентов первого типа и 7 второго, в результате чего в очереди остались 7 и 2 клиента соответственно. Среднее время ожидания для клиентов первого типа составило 54,6 минуты, а для второго – 48,9 минут. При этом оператор был загружен на 100%.

На лицо убедительная нехватка рабочего персонала в пункте обмена. Цифры ожидания в 54,6 и 48,9 минут являются чрезвычайно высокими. Также загрузка оператора на 100% тоже не свидетельствует об эффективном

управлении: человеку тяжело работать непрерывно на протяжении 8 часов. Однозначно требуется нанять ещё одного оператора для разгрузки первого и уменьшения времени ожидания людей в очереди.

Отчёт, сгенерированный ПП Arena для этой части работы доступен в приложении В.

Вывод

В ходе выполнения лабораторной работы была смоделирована работа обменного пункта валюты с использованием ПП Arena в трёх разных сценариях. Наилучший, с точки зрения эффективности работы пункта обмена, оказался первый сценарий, представленный в части 1 данной работы, наихудший – в части 3. Основным критерием выбора лучшего/худшего сценария работы была оценка ожидания клиента в очереди.

К каждой части были сформированы предложения по улучшению работы пункта.

Приложение А
Отчёт из ПП Arena к части 1

Unnamed Project

Replications: 1

Replication 1	Start Time:	0,00	Stop Time:	480,00	Time Units: Minutes
---------------	-------------	------	------------	--------	---------------------

Entity

Time

VA Time	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Client	8.3933	(Insufficient)	3.5840	12.9419
NVA Time	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Client	0	(Insufficient)	0	0
Wait Time	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Client	2.1281	(Insufficient)	0	11.1510
Transfer Time	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Client	0	(Insufficient)	0	0
Other Time	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Client	0	(Insufficient)	0	0
Total Time	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Client	10.5214	(Insufficient)	3.5840	18.5490

Other

Number In	Value			
Client	53			
Number Out	Value			
Client	52			
WIP	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Client	1.1534	(Insufficient)	0	3.0000

Queue

Time

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum	Maximum
exchange office.Queue	2.1835	(Insufficient)	0	11.1510

Unnamed Project

Replications: 1

Replication 1

Start Time: 0,00

Stop Time: 480,00

Time Units: Minutes

Queue

Other

Number Waiting	Average	Half Width	Minimum	Maximum
exchange office.Queue	0.2411	(Insufficient)	0	2.0000

Resource

Usage

Instantaneous Utilization	Average	Half Width	Minimum	Maximum
operator	0.9123	(Insufficient)	0	1.0000
Number Busy	Average	Half Width	Minimum	Maximum
operator	0.9123	(Insufficient)	0	1.0000
Number Scheduled	Average	Half Width	Minimum	Maximum
operator	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Scheduled Utilization	Value			
operator	0.9123			
Total Number Seized	Value			
operator	53.0000			

System

Other

Number Out	Value
System	52

Приложение Б
Отчёт из ПП Arena к части 2

Unnamed Project

Replications: 1

Replication 1

Start Time: 0,00

Stop Time: 480,00

Time Units: Minutes

Entity

Time

VA Time	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Client	8.5482	(Insufficient)	3.0349	12.9866
NVA Time	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Client	0	(Insufficient)	0	0
Wait Time	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Client	15.0951	(Insufficient)	0	47.9539
Transfer Time	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Client	0	(Insufficient)	0	0
Other Time	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Client	0	(Insufficient)	0	0
Total Time	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Client	23.6433	(Insufficient)	3.5840	59.4948

Other

Number In	Value			
Client	53			
Number Out	Value			
Client	47			
WIP	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Client	2.6733	(Insufficient)	0	7.0000

Queue

Time

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum	Maximum
exchange office.Queue	15.8165	(Insufficient)	0	49.7194

Unnamed Project

Replications: 1

Replication 1

Start Time: 0,00

Stop Time: 480,00

Time Units: Minutes

Queue

Other

Number Waiting	Average	Half Width	Minimum	Maximum
exchange office.Queue	1.8357	(Insufficient)	0	6.0000

Resource

Usage

Instantaneous Utilization	Average	Half Width	Minimum	Maximum
operator	0.8376	(Insufficient)	0	1.0000
Number Busy	Average	Half Width	Minimum	Maximum
operator	0.8376	(Insufficient)	0	1.0000
Number Scheduled	Average	Half Width	Minimum	Maximum
operator	0.8428	(Insufficient)	0	1.0000
Scheduled Utilization	Value			
operator	0.9939			
Total Number Seized	Value			
operator	48.0000			

System

Other

Number Out	Value
System	47

Приложение В
Отчёт из ПП Агера к части 3

Unnamed Project

Replications: 1 Time Units: Minutes

Key Performance Indicators

System	Average
Number Out	37

Unnamed Project

Replications: 1 Time Units: Minutes

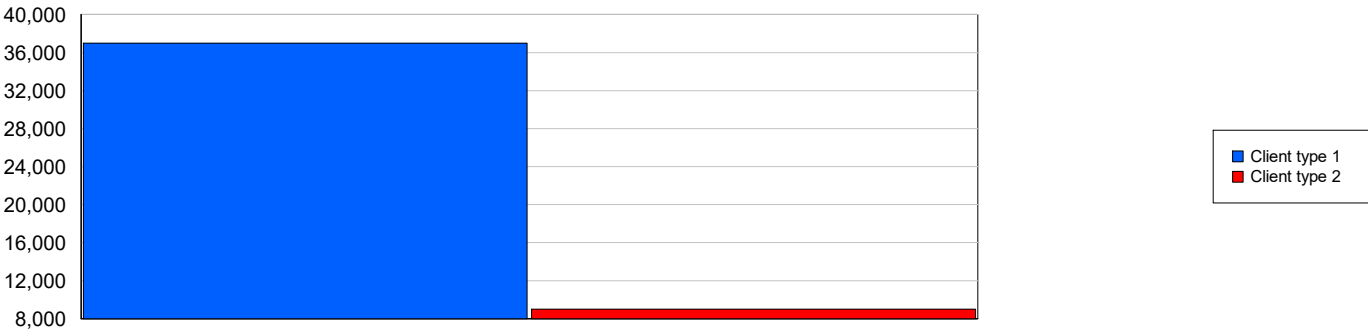
Entity

Time

VA Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Client type 1	12.2196	(Insufficient)	8.1143	15.9789
Client type 2	15.8409	(Insufficient)	11.5966	22.5938
NVA Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Client type 1	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Client type 2	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Wait Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Client type 1	54.6306	(Insufficient)	0.00	88.1627
Client type 2	48.9373	(Insufficient)	10.8745	73.0584
Transfer Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Client type 1	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Client type 2	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Other Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Client type 1	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Client type 2	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Total Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Client type 1	66.8501	(Insufficient)	10.8745	97.6127
Client type 2	64.7782	(Insufficient)	22.7118	94.2254

Other

Number In	Value
Client type 1	37.0000
Client type 2	9.0000



Unnamed Project

Replications: 1 Time Units: Minutes

Entity

Other

Number Out	Value			
Client type 1	30.0000			
Client type 2	7.0000			
WIP	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Client type 1	4.8278	(Insufficient)	0.00	9.0000
Client type 2	1.0993	(Insufficient)	0.00	2.0000

Queue

Time

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
exchange office 2.Queue	48.9373	(Insufficient)	10.8745	73.0584
exchange office.Queue	55.2883	(Insufficient)	0.00	88.1627

Other

Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
exchange office 2.Queue	0.8682	(Insufficient)	0.00	2.0000
exchange office.Queue	4.0588	(Insufficient)	0.00	8.0000

Unnamed Project

Replications: 1 Time Units: Minutes

Resource

Usage

Instantaneous Utilization	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
operator	1.0000	(Insufficient)	0.00	1.0000
Number Busy	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
operator	1.0000	(Insufficient)	0.00	1.0000
Number Scheduled	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
operator	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Scheduled Utilization	Value			
operator	1.0000			
Total Number Seized	Value			
operator	38.0000			