แบบจำลองแถวคอยรถ Shuttle Bus เมกาบางนา – BTS อุดมสุข

ธนพัฒน์ จิตติวจนะกุล

ธนาวดี ใจประสพ

ปรารถณา ทิชากรสกุล

วิรัลพัชร ใจงาม

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาสถิติประยุกต์

ภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SIMULATION OF QUEUING SYSTEMS OF SHUTTLE BUS MEGA BANGNA – BTS UDOMSUK

Mr. Thanapat Chittiwachanakul
Miss Tanavadee Jaiprasop
Miss Pratthana Thichakornsakul
Miss Wiranphat Chaingam

A Special Project Submitted in Partial Fulfillment of the Requirement for the
Degree of Bachelor of Science
Department of Applied Statistics
Faculty of Science
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Academic Year 2016

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	แบบจำลองแถวคอยรถ Shuttle Bus เมกาบางนา – BTSอุดมสุข
ชื่อนักศึกษา	นายธนพัฒน์ จิตติวจนะกุล
	นางสาวธนาวดี ใจประสพ
	นางสาวปรารถณา ทิชากรสกุล
	นางสาววิรัลพัชร ใจงาม
ปริญญา	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (สถิติประยุกต์)
ภาควิชา	สถิติประยุกต์
ปีการศึกษา	2559
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.ชานินทร์ ศรีสุวรรณนภา

บทคัดย่อ

ปัญหาพิเศษครั้งมีจุดประสงค์เพื่อศึกษาและจำลองระบบแถวคอยของผู้ใช้บริการรถรับส่งฟรีของห้างสรรพสินค้าเมกาบางนา เพื่อหานโยบายการปล่อยรถบริการรับส่งฟรี เส้นทางห้างสรรพสินค้าเมกาบางนา –สถานีBTSอุดมสุข-ห้างสรรพสินค้าเมกาบางนา ที่เหมาะสมเพื่อทำให้เกิดระยะเวลารอคอยของลูกค้าน้อยลง โดยเฉพาะเวลาเร่งด่วนภายใต้ข้อจำกัดของจำนวนรถที่บริษัทมีอยู่ในเส้นทาง เก็บข้อมูลที่ใช้ในการจำลองระบบในช่วงเวลาเร่งด่วน ในช่วงวันจันทร์ – ศุกร์ เวลา 17.00 – 20.00 น. และช่วงวันเสาร์ – อาทิตย์ เวลา 14.00 – 19.00 น. แล้วนำข้อมูลที่ได้มาทำการจำลองระบบโดยโปรแกรม Arena เวอร์ชัน 14.0 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ได้แก่ t test และ 2-way factorial design ผลการวิจัยพบว่า นโยบายที่เหมาะสมที่สุดที่ทำให้เวลารอคอยของผู้โดยสารน้อยที่สุด โดยรถสามารถวิ่งกลับมายังจุดให้บริการต้นทางได้ทัน ในช่วงวันจันทร์ – ศุกร์ ทางห้างสรรพสินค้าเมกาบางนา ควรปล่อยจำนวนรถ 5 คัน ทุก ๆ 13 นาที และในช่วงวันเสาร์ – อาทิตย์ ควรปล่อยจำนวนรถ 6 คัน ทุก ๆ 13 นาที ทำให้ระยะเวลารอคอยของลูกค้าน้อยที่สุดกว่านโยบายอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special Project Title	SIMULATION OF QUEUING SYSTEMS OF SHUTTLE BUS MEGA BANGNA – BTS UDOMSUK
Name	Mr. Thanapat Chittiwachanakul
	Miss Tanavadee Jaiprasop
	Miss Pratthana Thichakornsakul
	Miss Wiranphat Chaingam
Special Project Advisor	Dr. Chanin Srisuwannapa
Department	Applied Statistics
Academic Year	2016

Abstract

The objective of this special problem is to study and simulate the queue system of passengers using free shuttle bus service of the Mega Bangna shopping mall in order to policy of releasing a free shuttle bus on the route: Mega Bangna shopping mall-Udomsuk BTS station-Mega Bangna shopping mall that is appropriate to minimize the customer's waiting time, especially, urgent period of time under the restriction of the number of cars that the company exists in the route. Relevant data were collected during the urgent period of time that was 17.00 p.m.-20.00 p.m. for Monday to Friday and 14.00 p.m. – 19.00 p.m. for Saturday to Sunday and then were taken to build the simulation system model by an Arena version 14.0. 2-way factorial design were used to design many different experiments as scenario and analysis data including t test. The results were as follows. It was found that the , for Monday to Friday, most appropriate policies that made passenger's waiting time less than other polices statistically significantly at level of 0.05 whereas a bus can run back to the originating station was to release 5 buses for every 13 minutes, and, for Saturday and Sunday, should release 6 buses for every 13 minutes.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความช่วยเหลือ ดูแลเอาใจใส่เป็นอย่างดีจากหลาย ๆ ฝ่ายโดยเฉพาะอาจารย์ที่ปรึกษา ท่านคือ ดร.ชานินทร์ ศรีสุวรรณภา ในการแนะนำ ตรวจสอบแก้ไข ให้ข้อเสนอแนะ ติดตามความก้าวหน้าในการดำเนินการ คณะผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณา ของอาจารย์เป็นอย่างยิ่งและขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.วลัยลักษณ์ อัตธีรวงษ์ และ อ.พรชัย หลายพสุ คณะกรรมการที่ปรึกษาปัญหาพิเศษที่กรุณาสละเวลามาให้คำปรึกษา คำแนะนำ ตลอดจนตรวจสอบและแก้ไขเพิ่มเติม ทำให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณห้างสรรพสินค้าเมกาบางนา ที่เอื้อเฟื้อข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องใน การให้ข้อมูลมาใช้ในการศึกษาและวิเคราะห์

ขอขอบคุณ ท่านคณาจารย์สาขาสถิติประยุกต์ทุกท่านเป็นอย่างสูง ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาพร้อมทั้งให้คำปรึกษาและคำแนะนำในเรื่องต่าง ๆ และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่สาขาวิชาสถิติประยุกต์ทุก ท่านที่อำนวยความสะดวกในด้านสื่อเทคโนโลยีทุกชนิด นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้รับการช่วยเหลือและกำลังใจจากคุณพ่อ คุณแม่พี่น้องและเพื่อน ๆ ตลอดจนบุคคลต่าง ๆ ที่ให้ความช่วยเหลืออีกมาก คณะผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาและความปรารถนาดีของทุกท่านเป็นอย่างยิ่ง จึงกราบขอบพระคุณและขอบคุณไว้ในโอกาสนี้

ธนพัฒน์ จิตติวจนะกุล
ธนาวดี ใจประสพ
ปรารถนา ทิชากรสกุล
วิรัลพัชร ใจงาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูป	ญ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ที่ศึกษา	2
1.3 ขอบเขตการศึกษา	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.5 ตัวแปรและนิยาม	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ทฤษฎีแถวคอย	4
2.1.1 โครงสร้างของระบบแถวคอย	5
2.2 การทดสอบรูปแบบการแจกแจง	8
2.3 การแจกแจงที่เกี่ยวข้อง	8
2.3.1 การแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution)	9
2.3.2 การแจกแจงแบบเบต้า (Beta Distribution	9
2.3.3 การแจกแจงแบบแกมมา (Gamma Distribution)	9
2.3.4 การแจกแจงแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล (Exponential Distribution)	10
2.3.5 การแจกแจงแบบยูนิฟอร์ม (Uniform Distribution)	10
2.4 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	10
2.4.1 การทดสอบโคโมโกรอฟ - สเมียร์นอฟ (Kolmogorov - Smirnov Test)	10
2.4.2 การทดสอบไคสแควร์ (Chi - Square Test)	11
2.4.3 สถิติทดสอบ t - test	11
2.4.4 การทดสอบ $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$	13
2.4.5 การทดสอบของ Tukey (Tukey's Test)	13
2.5 เทคนิคการจำลองสถานการณ์ (Simulation Technique)	14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

		หน้า
	2.5.1. ขั้นตอนการศึกษาการจำลองสถานการณ์	15
	2.5.2 รายละเอียดของการจำลองแบบสถานการณ์ในโปรแกรม Arena	17
	2.6 การกำหนดจำนวนรอบการประมวลผล	26
	2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	29
บทที่ 3	วิธีการดำเนินงานวิจัย	
	3.1 การดำเนินงานวิจัย	34
	3.2 ระบบการให้บริการของเมกาบางนา	35
	3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล	35
	3.3.1 การจัดเตรียมข้อมูล	35
	3.3.2 วิเคราะห์หาการแจกแจงของข้อมูลนำเข้า	35
	3.3.3 สร้างตัวแบบจำลองและตรวจสอบความถูกต้องของตัวแบบจำลอง	36
	3.3.4 ออกแบบและทำการทดลองนโยบายใหม่	36
	3.3.5 วิเคราะห์เลือกทางออกที่เหมาะสมที่สุดและเขียนรายงานการวิจัย	36
บทที่ 4	ผลการวิจัยและอภิปรายผล	
	4.1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ใช้บริการ	37
	4.1.1 ลูกค้าที่มาใช้บริการรถ Shuttle Bus Mega เมกาบางนา - BTSอุดมสุข	37
	4.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล	41
	4.2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	41
	4.2.2 ลักษณะของข้อมูลดิบ	42
	4.3 การวิเคราะห์ข้อมูล	42
	4.3.1 การวิเคราะห์ข้อมูลระหว่างป้ายรถ Shuttle Bus	43
	4.3.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเวลาการเปิดประตูรับผู้โดยสารเข้าระบบ	44
	4.3.3 การวิเคราะห์ข้อมูลของผู้เข้ารับบริการ	45
	4.3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลของผู้เข้ารับบริการที่ออกจากระบบ	46
	4.4 การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง	47
	4.4.1 ตัวแบบจำลองสถานการณ์กลุ่มวันจันทร์ – วันศุกร์	47
	4.4.2 ตัวแบบจำลองสถานการณ์กลุ่มวันเสาร์ – วันอาทิตย์	53
	4.5 การเปรียบเทียบผลแบบจำลอง	58
	4.5.1 สถานการณ์จำลองของกลุ่มวันจันทร์ – วันศุกร์	59
	4.5.2 สถานการณ์จำลองของกลุ่มวันเสาร์ – วันอาทิตย์	66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะแนวทาง

5.1 สรุปผลการศึกษา 74

5.1.1 ระบบจำลองสถานการณ์ในปัจจุบัน 74

5.1.2 ระบบจำลองสถานการณ์นโยบายที่นำเสนอ 74

5.2 ปัญหาและอุปสรรค 75

5.3 ข้อเสนอแนะ 75

ภาคผนวก

การสร้างแบบจำลองสถานการณ์ 77

บรรณานุกรม 87

ประวัติคณะผู้วิจัย 88

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
ตารางที่ 2.1	ตัวอย่างของระบบแถวคอย	5
ตารางที่ 4.1	การกำหนดป้ายรถ Shuttle Bus	41
ตารางที่ 4.2	แบบฟอร์มการเก็บรวบรวมข้อมูลเวลาระหว่างป้ายรถ Shuttle Bus	41
ตารางที่ 4.3	แบบฟอร์มการเก็บรวบรวมข้อมูลเวลาห่างการมาถึงของผู้เข้ารับบริการ	42
ตารางที่ 4.4	การวิเคราะห์ผลข้อมูลการแจกแจงเวลาระหว่างป้ายรถ Shuttle Bus วันจันทร์ – วันศุกร์	43
ตารางที่ 4.5	การวิเคราะห์ผลข้อมูลการแจกแจงเวลาระหว่างป้ายรถ Shuttle Bus วันเสาร์ – วันอาทิตย์	43
ตารางที่ 4.6	การวิเคราะห์ผลข้อมูลการแจกแจงเวลาการเปิดประตูรถ Shuttle Bus ณ ป้ายต่าง ๆ วันจันทร์ – วันศุกร์	44
ตารางที่ 4.7	การวิเคราะห์ผลข้อมูลการแจกแจงเวลาการเปิดประตูรถ Shuttle Bus ณ ป้ายต่าง ๆ วันเสาร์ – วันอาทิตย์	44
ตารางที่ 4.8	ผลการวิเคราะห์การแจกแจงเวลาห่างการมาถึงของผู้เข้ารับบริการ ณ ป้ายรถ Shuttle Bus ต่าง ๆ วันจันทร์ – วันศุกร์	45
ตารางที่ 4.9	ผลการวิเคราะห์การแจกแจงเวลาห่างการมาถึงของผู้เข้ารับบริการ ณ ป้ายรถ Shuttle Bus ต่าง ๆ วันเสาร์ – วันอาทิตย์	45
ตารางที่ 4.10	ความน่าจะเป็นของผู้เข้ารับบริการที่ออกจากระบบ ณ ป้ายรถ Shuttle Bus ต่าง ๆ ในช่วงวันจันทร์ – วันศุกร์ และวันเสาร์ – วันอาทิตย์	46
ตารางที่ 4.11	การกระจายตัวของผู้เข้ารับบริการที่ออกจากระบบ ณ ป้ายรถ Shuttle Bus ต่าง ๆ ในวันอังคาร	46
ตารางที่ 4.12	การกระจายตัวของผู้เข้ารับบริการที่ออกจากระบบ ณ ป้ายรถ Shuttle Bus ต่าง ๆ ในวันอาทิตย์	47
ตารางที่ 4.13	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่า t ของระยะเวลารอคอยที่ป้ายบิ๊กซี จากระบบจริงและระบบจำลองกลุ่มวันจันทร์ – วันศุกร์	47
ตารางที่ 4.14	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่า t ของระยะเวลารอคอยที่ป้ายอิเกีย จากระบบจริงและระบบจำลองกลุ่มวันจันทร์ – วันศุกร์	48
ตารางที่ 4.15	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่า t ของระยะเวลารอคอยที่ป้ายอุดมสุข 1 จากระบบจริงและระบบจำลองกลุ่มวันจันทร์ – วันศุกร์	48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่		หน้า
ตารางที่ 4.16	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่า t ของระยะเวลารอคอยที่ป้ายอุดมสุข2 จากระบบจริงและระบบจำลองกลุ่มวันจันทร์ – วันศุกร์	49
ตารางที่ 4.17	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่า t ของระยะเวลาของผู้เข้าระบบจนออกจากระบบที่ป้ายบิ๊กซี ไปจนถึงป้ายอุดมสุข1 จากระบบจริงและระบบจำลองกลุ่มวันจันทร์ - วันศุกร์	49
ตารางที่ 4.18	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่า t ของระยะเวลาของผู้เข้าระบบจนออกจากระบบที่ป้ายอุดมสุข2 ไปจนถึงป้ายบิ๊กซี จากระบบจริงและระบบจำลองกลุ่มวันจันทร์ - วันศุกร์	50
ตารางที่ 4.19	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของจำนวนผู้ใช้บริการที่ออกจากระบบจากระบบจริงและระบบจำลอง ณ ป้ายบิ๊กซีกลุ่มวันจันทร์ – วันศุกร์	51
ตารางที่ 4.20	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของจำนวนผู้ใช้บริการที่ออกจากระบบจากระบบจริงและระบบจำลอง ณ ป้ายอิเกียกลุ่มวันจันทร์ – วันศุกร์	51
ตารางที่ 4.21	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของจำนวนผู้ใช้บริการที่ออกจากระบบจากระบบจริงและระบบจำลอง ณ ป้ายอุดมสุข1กลุ่มวันจันทร์ – วันศุกร์	52
ตารางที่ 4.22	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของจำนวนผู้ใช้บริการที่ออกจากระบบจากระบบจริงและระบบจำลอง ณ ป้ายอุดมสุข2กลุ่มวันจันทร์ – วันศุกร์	52
ตารางที่ 4.23	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่า t ของระยะเวลารอคอยที่ป้ายบิ๊กซีจากระบบจริงและระบบจำลองกลุ่มวันเสาร์ – วันอาทิตย์	53
ตารางที่ 4.24	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่า t ของระยะเวลารอคอยที่ป้ายอิเกียจากระบบจริงและระบบจำลองกลุ่มวันเสาร์ – วันอาทิตย์	53
ตารางที่ 4.25	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่า t ของระยะเวลารอคอยที่ป้ายอุดมสุข1จากระบบจริงและระบบจำลองกลุ่มวันเสาร์ – วันอาทิตย์	54
ตารางที่ 4.26	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่า t ของระยะเวลารอคอยที่ป้ายอุดมสุข2จากระบบจริงและระบบจำลองกลุ่มวันเสาร์ – วันอาทิตย์	54
ตารางที่ 4.27	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่า t ของระยะเวลาของผู้เข้าระบบจนออกจากระบบที่ป้ายบิ๊กซี ไปจนถึงป้ายอุดมสุข1 จากระบบจริงและระบบจำลองกลุ่มวันเสาร์ – วันอาทิตย์	55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่		หน้า
ตารางที่ 4.28	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่า t ของระยะเวลาของผู้เข้าระบบจนออกจากระบบที่ป้ายอุดมสุข2 ไปจนถึงป้ายบิ๊กซี จากระบบจริงและระบบจำลองกลุ่มวันเสาร์ – วันอาทิตย์	55
ตารางที่ 4.29	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของจำนวนผู้ใช้บริการที่ออกจากระบบจากระบบจริงและระบบจำลอง ณ ป้ายบิ๊กซีกลุ่มวันเสาร์ – วันอาทิตย์	56
ตารางที่ 4.30	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของจำนวนผู้ใช้บริการที่ออกจากระบบจากระบบจริงและระบบจำลอง ณ ป้ายอิเกียกลุ่มวันเสาร์ – วันอาทิตย์	56
ตารางที่ 4.31	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของจำนวนผู้ใช้บริการที่ออกจากระบบจากระบบจริงและระบบจำลอง ณ ป้ายอุดมสุข1กลุ่มวันเสาร์ – วันอาทิตย์	57
ตารางที่ 4.32	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของจำนวนผู้ใช้บริการที่ออกจากระบบจากระบบจริงและระบบจำลอง ณ ป้ายอุดมสุข2กลุ่มวันเสาร์ – วันอาทิตย์	57
ตารางที่ 4.33	กำหนดจำนวนรถและเวลาที่ควรปล่อยรถออกในแต่ละกระบวนการที่เหมาะสมที่สุดต่อปัญหาการรอคอยของวันจันทร์ – วันศุกร์	58
ตารางที่ 4.34	กำหนดปัจจัยของแต่ละแบบจำลอง	58
ตารางที่ 4.35	ผลลัพธ์การรันแบบจำลองเพื่อหาจำนวนรถและเวลาที่ควรปล่อยรถออกที่เหมาะสมที่สุดต่อปัญหาการรอคอย	59
ตารางที่ 4.36	ผลการเปรียบเทียบเพื่อทดสอบความแตกต่างในแต่ละปัจจัย	59
ตารางที่ 4.37	การทดสอบระยะเวลารอคอยเฉลี่ยรายคู่ของปัจจัย ณ ป้ายบิ๊กซี	62
ตารางที่ 4.38	ผลการเปรียบเทียบเพื่อทดสอบความแตกต่างในแต่ละปัจจัย	62
ตารางที่ 4.39	การทดสอบระยะเวลารอคอยเฉลี่ยรายคู่ของปัจจัย ณ ป้ายอุดมสุข2	65
ตารางที่ 4.40	กำหนดจำนวนรถและเวลาที่รถควรออกในแต่ละระบวนการที่เหมาะสมที่สุดต่อปัญหาการรอคอยของวันเสาร์ – วันอาทิตย์	66
ตารางที่ 4.41	กำหนดปัจจัยของแต่ละแบบจำลอง	66
ตารางที่ 4.42	ผลลัพธ์การรันแบบจำลองเพื่อหาจำนวนรถและเวลาที่ควรปล่อยรถออกที่เหมาะสมที่สุดต่อปัญหาการรอคอย	66
ตารางที่ 4.43	ผลการเปรียบเทียบเพื่อทดสอบความแตกต่างในแต่ละปัจจัย	67
ตารางที่ 4.44	การทดสอบระยะเวลารอคอยเฉลี่ยรายคู่ของปัจจัย ณ ป้ายบิ๊กซี	70
ตารางที่ 4.45	ผลการเปรียบเทียบเพื่อทดสอบความแตกต่างในแต่ละปัจจัย	70
ตารางที่ 4.46	การทดสอบระยะเวลารอคอยเฉลี่ยรายคู่ของปัจจัย ณ ป้ายอุดมสุข2	73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
รูปที่ 2.1	ระบบแถวคอยแบบหน่วยบริการทางเดียว - ขั้นตอนเดียว	7
รูปที่ 2.2	ระบบแถวคอยแบบหลายหน่วยบริการ - ขั้นตอนเดียว	7
รูปที่ 2.3	ระบบแถวคอยแบบหน่วยบริการทางเดียว - หลายขั้นตอน	7
รูปที่ 2.4	ขั้นตอนในการศึกษาแบบจำลองสถานการณ์	16
รูปที่ 2.5	กระบวนการพื้นฐานการสร้างบล็อกคำสั่ง	18
รูปที่ 2.6	การสร้าง Create Module	19
รูปที่ 2.7	หน้าต่างในการกำหนดค่าของ Entities	20
รูปที่ 2.8	หน้าต่างของ Process Module	21
รูปที่ 2.9	หน้าต่างหลักของ Dispose	23
รูปที่ 2.10	หน้าต่างของ Run Setup	24
รูปที่ 2.11	ปุ่มประมวลผล	24
รูปที่ 2.12	ปุ่มหยุดการประมวลผล	24
รูปที่ 2.13	รูปการเลือกหัวข้อการรายงานผล	25
รูปที่ 3.1	เส้นทางการเดินรถ Shuttle Bus เมกาบางนา – BTSอุดมสุข	35
รูปที่ 4.1	กราฟแสดงจำนวนผู้เข้าใช้บริการวันอังคาร และวันพฤหัสบดี ณ ป้ายบิ๊กซี	37
รูปที่ 4.2	กราฟแสดงจำนวนผู้เข้าใช้บริการวันอังคาร และวันพฤหัสบดี ณ ป้ายอิเกีย	38
รูปที่ 4.3	กราฟแสดงจำนวนผู้เข้าใช้บริการวันอังคาร และวันพฤหัสบดี ณ ป้ายอุดมสุข1	38
รูปที่ 4.4	กราฟแสดงจำนวนผู้เข้าใช้บริการวันอังคาร และวันพฤหัสบดี ณ ป้ายอุดมสุข2	38
รูปที่ 4.5	กราฟแสดงจำนวนผู้เข้าใช้บริการวันเสาร์ และวันอาทิตย์ ณ ป้ายบิ๊กซี	39
รูปที่ 4.6	กราฟแสดงจำนวนผู้เข้าใช้บริการวันเสาร์ และวันอาทิตย์ ณ ป้ายอิเกีย	39
รูปที่ 4.7	กราฟแสดงจำนวนผู้เข้าใช้บริการวันเสาร์ และวันอาทิตย์ ณ ป้ายอุดมสุข1	40
รูปที่ 4.8	กราฟแสดงจำนวนผู้เข้าใช้บริการวันเสาร์ และวันอาทิตย์ ณ ป้ายอุดมสุข2	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

การรอคอยเป็นเหตุการณ์ที่มักจะพบเห็นอยู่เสมอในชีวิตประจำวัน เช่น การรอคิวเพื่อซื้ออาหาร การรอคิวพบแพทย์เพื่อเข้าตรวจรักษา การรอคิวเพื่อทำธุรกรรมการเงินในธนาคาร การรอสัญญาณไฟจราจร หรือการรอคิวเพื่อขึ้นรถโดยสารประจำทาง เป็นต้น การเกิดแถวคอยมีสาเหตุมาจากการที่ลูกค้าที่เข้ามารับบริการมาถึงแหล่งให้บริการเพื่อคอยรับบริการ ซึ่งการมาถึงของลูกค้าและการให้บริการของหน่วยบริการมีความไม่แน่นอน และมีผู้ให้บริการจำนวนจำกัด เมื่อลูกค้าต้องรอคอยก็จะเกิดค่าใช้จ่ายในการรอคอยขึ้น ตัวอย่างเช่น การรอซ่อมรถของรถตู้รับจ้าง ในระหว่างที่เจ้าของรถต้องรอคิวเพื่อรับบริการซ่อมรถ ก็จะทำให้เสียรายได้ที่ควรจะได้รับในช่วงเวลานั้นไป วิธีหนึ่งที่สามารถลดเวลาการรอคอยได้ คือ การเพิ่มจำนวนหน่วยให้บริการให้มากขึ้น แต่วิธีการนี้จะทำให้เกิดค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการเพิ่มหน่วยให้บริการ จึงต้องมีการพิจารณาผลได้ผลเสียระหว่างค่าใช้จ่ายทั้ง 2 ประเภท ซึ่งการศึกษาทฤษฎีแถวคอยจะช่วยให้สามารถกำหนดระดับการให้บริการที่เหมาะสม และช่วยลดค่าใช้จ่ายขององค์กรลงได้

ปัจจุบันกรุงเทพมหานครมีห้างสรรพสินค้าต่าง ๆ มากมาย และแน่นอนว่าการเดินทางไปยังห้างสรรพสินค้านั้นก็เป็นอีกสิ่งสำคัญเช่นกันที่ผู้บริหารกิจการต้องคำนึงถึง เพื่อความสะดวกสบายต่อลูกค้าที่มาใช้บริการ การเดินทางนั้นมีหลากหลายวิธี และเนื่องด้วยสภาพการจราจรทางรถยนต์ที่คับคั่ง ทำให้ผู้คนหันไปใช้บริการขนส่งมวลชนอื่น ๆ มากขึ้น รถไฟฟ้า BTS ก็เป็นทางเลือกหนึ่งที่มีผู้ใช้บริการมากขึ้น ทางห้างสรรพสินค้าเมกาบางนาได้เล็งเห็นช่องทางในการบริการความสะดวกให้แก่ลูกค้า โดยการจัดบริการรถบริการรับ - ส่งฟรี(Shuttle Bus) จากห้างสรรพสินค้าเมกาบางนาไป BTS อุดมสุข เพื่อบริการสะดวกรวดเร็ว และช่องทางประหยัดค่าใช้จ่ายให้แก่ลูกค้า สร้างความเชื่อมั่น ความประทับให้แก่ผู้มาใช้บริการ โดยให้บริการทุกวัน ซึ่งในช่วงวันจันทร์ – วันศุกร์เวลา 17.00 - 20.00 น. และวันเสาร์ – วันอาทิตย์เวลา 14:00 – 19:00 น. จะเป็นช่วงเวลาเร่งด่วนที่มีผู้มาใช้บริการรถรับ - ส่งฟรี (Shuttle Bus) ของทางห้างสรรพสินค้าเมกาบางนา เป็นจำนวนมาก รวมถึงการจราจรในช่วงนี้คับคั่งทำให้เกิดความล่าช้าในการให้บริการ ทำให้เกิดแถวคอยขึ้น ซึ่งถ้าผู้ใช้บริการต้องรอคอยเป็นเวลานานก็จะทำให้เกิดผลเสียต่าง ๆ ตามมา ทำให้ผู้ใช้บริการเกิดความไม่พอใจ ส่งผลต่อภาพลักษณ์ที่ไม่ดีต่อกิจการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะผู้วิจัยสังเกตพบว่าผู้ใช้บริการรถ Shuttle Bus เมกาบางนา – BTSอุดมสุข ในช่วงเวลาเร่งด่วนมีจำนวนมาก คณะผู้วิจัยยังสนใจที่จะศึกษาและวิเคราะห์ สภาวะของระบบแถวคอยบริการรถ Shuttle Bus เมกาบางนา – BTSอุดมสุข รวมทั้งจำลองเหตุการณ์เพื่อช่วยในการตัดสินใจดำเนินการปรับปรุงเกี่ยวกับการบริการให้มีประสิทธิภาพที่ดียิ่งขึ้น เพื่อก่อให้เกิดผลประโยชน์ต่อผู้ใช้บริการ และก่อให้เกิดภาพลักษณ์ที่ดีต่อผู้ดำเนินกิจการ

1.2 วัตถุประสงค์ที่ศึกษา

การศึกษาครั้งนี้ได้กำหนดวัตถุประสงค์หลัก เพื่อเป็นกรอบและแนวทางการศึกษาไว้ดังนี้

1. เพื่อจำลองสถานการณ์ระบบการเดินรถ Shuttle Bus เมกาบางนา - BTSอุดมสุข ในช่วงเวลาเร่งด่วนของระบบปัจจุบันกับระบบที่นำเสนอโดยใช้โปรแกรม Arena Version 14.0

2. การปรับปรุงให้ดีขึ้นในด้านการบริการและความเพียงพอต่อความต้องการของประชาชนที่ต้องการใช้บริการรถ Shuttle Bus เมกาบางนา ในช่วงเวลาเร่งด่วน

1.3 ขอบเขตการศึกษา

ศึกษาระบบแถวคอยบริการรถ Shuttle Bus เมกาบางนา เส้นทางระหว่างห้างสรรพสินค้าเมกาบางนา ถึงสถานีรถไฟฟ้า BTSอุดมสุข โดยศึกษาเวลาที่ลูกค้าใช้ในการรอคอยก่อนที่จะได้รับบริการ หรือเวลาที่ผู้โดยสารมารอจนกระทั่งรถออกจากห้างสรรพสินค้าเมกาบางนา ระยะเวลาที่ใช้ในการให้บริการ และระบบแถวคอยเป็นระบบที่อยู่ในสภาวะอยู่ตัว ระเบียบการให้บริการเป็นแบบสุ่ม ระบบแถวคอยมีผู้ใช้บริการจำนวนจำกัด และจำนวนของผู้ใช้บริการเป็นแบบไม่จำกัด ในช่วงวันจันทร์ – วันศุกร์ เวลา 17:00 - 20:00 น. และเสาร์ – วันอาทิตย์ เวลา 14:00-19:00 น.

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบแนวทางถึงสภาวะระบบแถวคอยบริการรับ - ส่งฟรี (Shuttle Bus) ของห้างสรรพสินค้าเมกาบางนา ณ จุดปล่อยรถที่ห้างสรรพสินค้าเมกาบางนาเป็นจุดเริ่มต้นที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน

2. เสนอแนะแนวทางบริการรถรับ - ส่งฟรี (Shuttle Bus) ของห้างสรรพสินค้าเมกาบางนาให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

3. เป็นแนวทางในการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการนำทฤษฎีระบบแถวคอยมาประยุกต์ใช้ในการปล่อยรถรับ - ส่งฟรี (Shuttle Bus) ณ จุดปล่อยรถอื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ตัวแปรและนิยาม

1. ระบบแถวคอย คือ ระบบที่ประกอบด้วยแถวที่ผู้โดยสารรอคอยเพื่อเข้ารับบริการ เรียกว่า คิว และช่องให้บริการซึ่งในที่นี้หมายถึง รถรับ - ส่งฟรี (Shuttle Bus)

2. เวลาระหว่างป้าย หมายถึงเวลาระหว่างป้ายหนึ่งไปยังอีกป้ายหนึ่ง เช่น เวลาจากป้ายบิ๊กซี ไปถึงป้ายอิเกีย, เวลาจากป้ายอิเกีย ไปถึงป้ายอุดมสุข1, ...เวลาจากป้ายอุดมสุข2 ไปถึงป้ายบิ๊กซี

3. เวลาของผู้เข้ารับบริการ หมายถึง เวลาที่คนสู้ระบบโดยคนที่ 1 ที่เริ่มเข้าสู่ระบบจะถูกบันทึกเวลา และบันทึกคนที่ 2 คนที่ 3 ไปเรื่อย ๆ เพื่อจะเก็บระยะเวลาห่างของการมาถึงของผู้เข้ารับบริการ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในงานวิจัยเรื่องแบบจำลองแถวคอยรถ Shuttle Bus เมกาบางนา – BTSอุดมสุข ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาบทความทฤษฎีและงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องโดยประกอบไปด้วยรายละเอียดในหัวข้อดังต่อไปนี้

2.1 ทฤษฎีแถวคอย

2.2 การทดสอบรูปแบบการแจกแจง

2.3 การแจกแจงที่เกี่ยวข้อง

2.4 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

2.5 เทคนิคการจำลองสถานการณ์ (Simulation Technique)

2.6 การกำหนดจำนวนรอบการประมวลผล

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีแถวคอย

ในชีวิตประจำวันของบุคคลทั่วไป จะมีส่วนเกี่ยวข้องกับการเข้าคิวหรือระบบแถวคอย (Queuing System) เช่น การรอคู่สายโทรศัพท์ว่าง การรอรถประจำทาง การฝากหรือถอนเงินกับธนาคาร การรอรับบริการสาธารณสุข เป็น ต้น ซึ่งจะเห็นได้ว่าการเข้ามารับบริการดังตัวอย่างข้างต้นจะเป็นบุคคล อย่างไรก็ดี ระบบแถวคอยไม่ได้จำกัดอยู่เฉพาะบุคคลเท่านั้น แต่ยังรวมถึงวัสดุ สิ่งของ หรือสิ่งที่สนใจศึกษา เช่น รถยนต์ที่เข้ามารับบริการตรวจซ่อมบำรุงเอกสารที่นำเสนอเพื่อรอการอนุมัติ เครื่องบินที่รอเวลาการออกเดินทาง เป็นต้น ทั้งนี้ระบบแถวคอยจะขึ้นอยู่ลักษณะ และการจัดการของแถวคอยนั้น ๆ ซึ่งแถวคอยจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อผู้มารับบริการ (Arrival) หรือลูกค้า (Customer) ที่เข้ามารับบริการยังหน่วยให้บริการ (Service Units) และยังไม่ได้รับบริการในทันที ดังนั้นผู้มารับบริการจึงต้องใช้เวลาในการรอ เพื่อรับบริการ ในการวิเคราะห์สมรรถนะของระบบแถวคอยได้มีการพัฒนาศาสตร์ทางด้านนี้ขึ้นมา เรียกว่า ทฤษฎีแถวคอย (Queuing Theory) โดยมี A.K. Erlang เป็นผู้ริเริ่มพัฒนาขึ้นในปี พ.ศ. 2453 เพื่อแก้ปัญหาการรอคอยของ ผู้ใช้โทรศัพท์ หลังจากนั้นจึงมีผู้ศึกษาระบบแถวคอยในลักษณะต่าง ๆ และนำทฤษฎีแถวคอยไปประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ และการตัดสินใจต่อไป ตัวอย่างระบบแถวคอยด้านต่าง ๆ แสดงดังตารางที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างของระบบแถวคอย

ระบบ	ผู้มารับบริการ	ผู้ให้บริการ
ธนาคาร	คน	พนักงานธนาคาร
โรงพยาบาล	คนไข้	หมอ
โกดังสินค้า	สินค้า	พนักงานขนสินค้า
ด่านเก็บเงินทางด่วน	รถยนต์	พนักวานเก็บเงินค่าผ่านทาง
รถโดยสารประจำทาง	ลูกค้า	รถโดยสารประจำทาง

2.1.1 โครงสร้างของระบบแถวคอย

ระบบแถวคอยจะมีแบบจำลองเชิงปริมาณที่มีลักษณะแตกต่างกันหลายแบบ ซึ่งในการศึกษาแถวคอยจะต้องแยกส่วนประกอบต่าง ๆ ของโครงสร้างระบบแถวคอยให้มีความชัดเจน เพื่อที่จะสามารถทำความเข้าใจแถวคอยนั้น ๆ ได้อย่างถูกต้องดังนี้ (ณัฏฐพันธ์ เขจรนันท์, 2545)

2.1.1.1 ลักษณะของผู้เข้ารับบริการ ผู้เข้ารับบริการที่เข้าสู่ระบบจะมีลักษณะที่แตกต่างกัน ซึ่งสามารถพิจารณาในประเด็นต่อไปนี้

1. จำนวนประชากร (Population) หมายถึงผู้ที่มีโอกาสเข้ามารับบริการในระบบแถวคอย ซึ่งจะพบว่าบางระบบจำนวนประชากรมีโอกาสที่จะเข้าสู่ระบบเป็นจำนวนมาก เช่น ธนาคาร ปั๊มน้ำมัน และโรงพยาบาล เป็นต้น ซึ่งจะเรียกว่า จำนวนประชากรไม่จำกัด บางระบบจำนวนประชากรที่มีโอกาสเข้าสู่ระบบมีจำนวนน้อย เช่น จำนวนเครื่องจักรของโรงงานที่ต้องซ่อมมีจำนวน 10 เครื่อง เป็นต้น ซึ่งจะเรียกว่าจำนวนประชากรจำกัด ซึ่งในการวิเคราะห์ระบบแถวคอยต้องสามารถระบุถึงจำนวนประชากรได้ว่ามีลักษณะจำกัดหรือไม่จำกัด

2. ลักษณะการเข้ารับบริการ (Arrival Characteristics) ในการเข้ารับบริการสามารถที่จะแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะที่สำคัญ คือ การเข้ารับบริการแบบคงที่ หมายถึงอัตราการเข้ารับบริการที่สม่ำเสมอ เช่น ในระบบสายการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ เป็นต้น และการเข้ารับบริการแบบสุ่ม หมายถึงการเข้ารับบริการมีลักษณะที่ไม่แน่นอนไม่สม่ำเสมอ ไม่สามารถทราบล่วงหน้า และการเข้ารับบริการในแต่ละรายจะมีความเป็นอิสระต่อกัน โดยปกติแล้วลักษณะการเข้ารับบริการส่วนใหญ่จะเป็นแบบสุ่ม โดยที่อัตราการเข้ารับบริการจะมีการแจกแจงแบบปัวซอง หรือเวลาห่างการมาถึงของผู้เข้ารับบริการมีการแจกแจงแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล แต่ก็สามารถมีรูปแบบการแจกแจงอื่น ๆ ได้ เช่น การแจกแจงแบบปกติ การแจกแจงแบบเบต้า และการแจกแจงแบบแกมมาเป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. พฤติกรรมของผู้เข้ารับบริการ (Behavior) บางระบบผู้เข้ารับบริการจะมีความอดทนในการรอเพื่อที่จะได้รับบริการ ในขณะที่บางระบบผู้เข้ารับบริการอาจจะไม่รอ หรืออาจเปลี่ยนใจไปใช้หน่วยบริการอื่นแทน บางกรณีผู้เข้ารับบริการมีระดับความสำคัญที่สูงที่จะเข้ารับบริการ ซึ่งอาจใช้สิทธิพิเศษที่จะไม่เข้าสู่ระบบแถวคอยได้ทำให้ได้ใช้บริการก่อน เช่น ผู้ป่วยที่มีอาการบาดเจ็บสาหัส เป็นต้น โดยปกติแบบจำลองแถวคอยส่วนใหญ่จะมีสมมติฐานที่ผู้เข้ารับบริการจะรอจนกว่าจะได้รับบริการ

2.1.1.2 ลักษณะหน่วยบริการ มีประเด็นสำคัญที่ต้องพิจารณาจะเกี่ยวข้องกับอัตราการให้บริการแก่ผู้เข้ารับบริการ (Service Rate) ซึ่งการให้บริการของหน่วยบริการจะมีการให้บริการ 2 ลักษณะ คือ อัตราการให้บริการแบบคงที่ หมายถึงการให้บริการในแต่ละรายจะใช้เวลาที่เท่า ๆ กัน เช่น การบรรจุน้ำดื่มลงขวดด้วยเครื่องจักร ซึ่งแต่ละขวดจะใช้เวลา 5 วินาที ดังนั้นอัตราการให้บริการจะเท่ากับ 12 ขวดต่อนาที ส่วนการให้บริการอีกลักษณะ คือ อัตราการให้บริการแบบสุ่ม หมายถึงการให้บริการในแต่ละรายใช้เวลาที่ไม่เท่ากัน ซึ่งจะขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้เข้ารับบริการแต่ละราย เช่น การให้บริการรถโดยสารประจำทาง และระบบธนาคาร เป็นต้น ในด้านการรวบรวมข้อมูลของการให้บริการมักจะอยู่ในรูปของเวลาที่ใช้ในการบริการ (Service Time) ของแต่ละรายแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย โดยส่วนใหญ่ลักษณะหน่วยบริการจะเป็นเวลาที่ใช้ในการบริการแบบสุ่มและมีการแจกแจงแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล หรือการแจกแจงแบบอื่น ๆ เช่น การแจกแจงแบบปกติ เป็นต้น

2.1.1.3 ลักษณะของแถวคอย สามารถพิจารณาลักษณะของแถวคอยได้ 2 แบบ คือ ระเบียบการให้บริการ (Queue Discipline) และผังการให้บริการ (Physical Layouts)

1. ระเบียบการให้บริการ หมายถึง กฎเกณฑ์ที่ใช้ในการให้บริการว่าจะให้บริการว่าจะให้บริการแก่ผู้เข้ารับบริการรายใดก่อน เช่น

เข้ามาก่อนได้รับบริการก่อน (First Come First Serve, FCFS) เป็นแบบที่ใช้โดยทั่วไป เช่น การให้บริการผู้ป่วยในโรงพยาบาลที่ไม่ใช่แผนกฉุกเฉิน การให้บริการผู้ป่วยที่เข้ามาก่อนก็ได้รับการรักษาก่อน

เข้ามาทีหลังได้รับบริการก่อน (Last Come First Serve, LCFS) เช่น ผู้ที่รับบริการลิฟต์ที่เข้าเป็นคนสุดท้ายแต่มักจะออกเป็นคนแรก หรือเก็บสินค้าโดยเฉพาะประเภทอาหารไว้ในคลังสินค้า สินค้าที่เก็บเข้าไปหลังสุดจะถูกนำมาใช้ก่อนเพื่อไม่ให้สินค้าหมดอายุ

การจัดให้บริการแบบทั่วไป (General Service Discipline, GD) คือลูกค้าที่เข้ารับบริการจะได้ใช้บริการตามลำดับก่อนหลัง และถ้าลูกค้ารายใดออกจากแถวคอยเมื่อกลับมารับบริการใหม่ถือว่าเป็นลูกค้ารายใหม่ที่เข้ามาสู่ระบบแถวคอย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จัดให้การบริการอย่างสุ่ม (Random Selection for Service, RSS) เช่น การจับชิ้นส่วนสินค้าเพื่อแจกรางวัล และการสุ่มด้วยคอมพิวเตอร์เพื่อเลือกผู้ถือหุ้น เป็นต้น

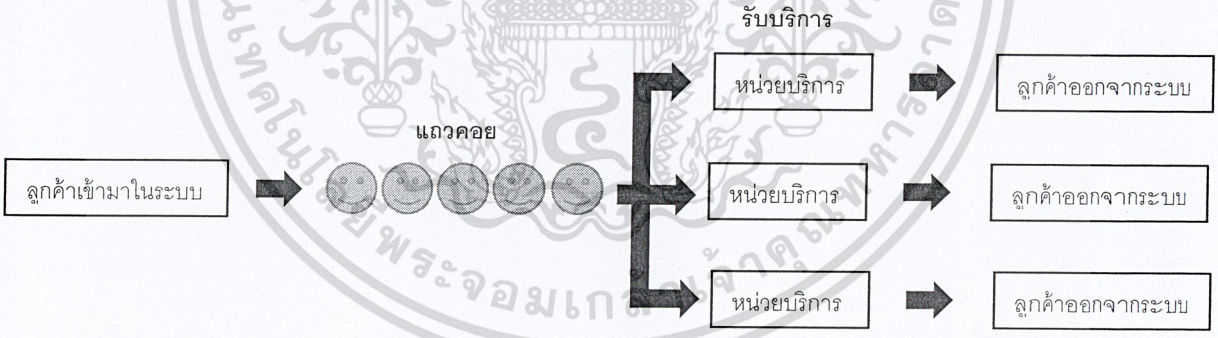
บริการแบบอื่น ๆ เช่น แบบมีสิทธิพิเศษ (Priority) เช่น ผู้ป่วยที่ได้รับบาดเจ็บสาหัส ผู้ป่วยฉุกเฉินที่จะได้รับการรักษาพยาบาลในห้องฉุกเฉินของโรงพยาบาลทันที

2. ผังการให้บริการ หมายถึงจำนวนหน่วยที่ให้บริการมีจำนวนเท่าไหร่ และขั้นตอนการให้บริการมีกี่ขั้นตอน อาจจะจัดรูปแบบผังการให้บริการได้หลายรูปแบบดังต่อไปนี้

ระบบแถวคอยแบบหน่วยบริการทางเดียว-ขั้นตอนเดียว คือ ระบบแถวคอยที่มีหน่วยบริการหน่วยเดียว และมีขั้นตอนการบริการเพียงขั้นตอนเดียว แสดงดังรูปที่ 2.1

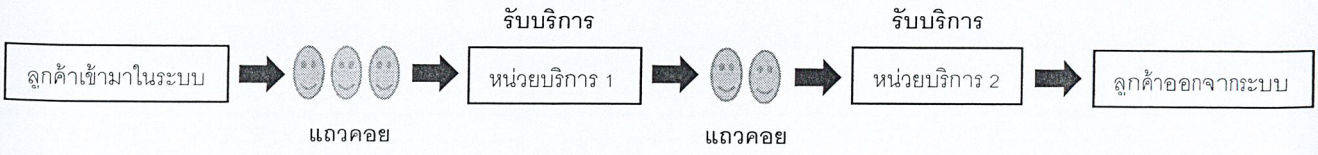
รูปที่ 2.1 ระบบแถวคอยแบบหน่วยบริการทางเดียว - ขั้นตอนเดียว (กัลยา วินิชย์บัญชา, 2545)

ระบบแถวคอยแบบหลายหน่วยบริการ - ขั้นตอนเดียว คือ ระบบแถวคอยที่มีขั้นตอนการบริการขั้นตอนเดียว แต่มีหน่วยบริการมากกว่า 1 หน่วย แสดงดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 ระบบแถวคอยแบบหลายหน่วยบริการ - ขั้นตอนเดียว (กัลยา วินิชย์บัญชา, 2545)

ระบบแถวคอยแบบหน่วยบริการทางเดียว - หลายขั้นตอน คือ ระบบแถวคอยที่มีขั้นตอนการบริการหลายขั้นตอน และแต่ละขั้นตอนมีหน่วยบริการหน่วยเดียว แสดงดังรูปที่ 2.3



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.3 ระบบแถวคอยแบบหน่วยบริการทางเดียว - หลายขั้นตอน (กัลยา วินิชย์บัญชา, 2545)

2.2 การทดสอบรูปแบบการแจกแจง

การทดสอบรูปแบบการแจกแจงของเวลาระหว่างป้ายรถ Shuttle Bus เมกาบางนา – BTS อุดมสุข และเวลาห่างการมาถึงของผู้เข้ารับบริการจะใช้การทดสอบของโคลโมโกรอฟ - สเมอร์นอฟสำหรับตัวอย่าง 1 กลุ่ม (The Kolmogorov - Smirnov One Sample Test)

การทดสอบของโคลโมโกรอฟ - สเมอร์นอฟ ใช้ได้กับข้อมูลที่มีมาตราวัดอย่างน้อยแบบเรียงลำดับ การทดสอบนี้จะช่วยทำให้ทราบว่าการแจกแจงของกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มมาเหมือนกับการแจกแจงของประชากรที่สนใจหรือไม่ หรือคะแนนจากตัวอย่างสามารถอธิบายได้อย่างมีเหตุผลหรือไม่ว่ามาจากประชากรที่มีการแจกแจงทางทฤษฎีรูปแบบหนึ่ง ซึ่งก็คือการทดสอบการแจกแจงนั่นเอง

สมมติฐานที่ตั้ง คือ

$H_0 : F(x) = F_0(x)$ สำหรับทุกค่าของ x

$H_1 : F(x) \neq F_0(x)$ สำหรับทุกค่าของ x

เมื่อ $F(x)$ = ฟังก์ชันความน่าจะเป็นสะสม

$= P(X \leq x)$

การทดสอบนี้จะทำการเปรียบเทียบฟังก์ชันความน่าจะเป็นสะสมของข้อมูล ดังนั้นตัวสถิติที่ใช้ทดสอบที่วัดความแตกต่างได้ดี คือค่า D

$$D = max\left|F(x_0) - S(x)\right|$$

เมื่อ $F(x_0)$ = ฟังก์ชันความน่าจะเป็นสะสมตามทฤษฎีหนึ่ง ๆ เช่น ฟังก์ชันการแจกแจงแบบยูนิฟอร์ม หรือการแจกแจงแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล

และ $S(x)$ = ฟังก์ชันความน่าจะเป็นสะสมของตัวอย่างสุ่มขนาด N

$= \frac{k}{N}$ เมื่อ k คือจำนวนของค่าสังเกตที่มีค่า $\leq x$

จากนั้นนำค่า D นี้ไปเปรียบเทียบค่าวิกฤต D ในตาราง ถ้าค่า D ที่ได้จากข้อมูลตัวอย่างมีค่าน้อยกว่าค่าวิกฤต (ตารางที่ ก.1) ก็ไม่สามารถปฏิเสธสมมติฐานหลัก ดังนั้นอาณาเขตวิกฤตคือ $D \geq D_{n,m}$ (อุมาพร จันทศร, 2542)

2.3 การแจกแจงที่เกี่ยวข้อง

เนื่องจากเวลาการมาถึงของผู้เข้ารับบริการ เป็นตัวแปรสุ่มแบบต่อเนื่องโดยส่วนมากมีรูปแบบการแจกแจงที่พบดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution)
2. การแจกแจงแบบเบต้า (Beta Distribution)
3. การแจกแจงแบบแกมมา (Gamma Distribution)
4. การแจกแจงแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล (Exponential Distribution)
5. การแจกแจงแบบยูนิฟอร์ม (Uniform Distribution)

2.3.1 การแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution)

การแจกแจงแบบปกติเป็นการแจกแจงที่มีบทบาทสำคัญ และนิยมใช้กันเป็นส่วนมาก เนื่องจากข้อมูลส่วนใหญ่มีการแจกแจงแบบปกติหรือใกล้เคียงแบบปกติ

การแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution) มีพารามิเตอร์ μ, σ มีฟังก์ชันความน่าจะเป็นของ x รวมทั้งค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนดังนี้

$$f(x)=\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma}},-\infty<x<\infty,-\infty<\mu<\infty,\sigma<0 \qquad (2.1)$$

ค่าเฉลี่ยของตัวแปรสุ่มปกติ $E(X)=\mu$

ค่าความแปรปรวนของตัวแปรสุ่มแบบปกติ $V(X)=\sigma^2$

2.3.2 การแจกแจงแบบเบต้า (Beta Distribution)

การแจกแจงแบบเบต้า (Beta Distribution) มีพารามิเตอร์ a, b มีฟังก์ชันความน่าจะเป็นของ x รวมทั้งค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนดังนี้

$$f(x)=\frac{1}{B(a,b)}e^{\alpha-1}(1-x)^{b-1},0\le x\le 1;a>0,b>0 \qquad (2.2)$$

ค่าเฉลี่ยของตัวแปรสุ่มแบบเบต้า $E(X)=\frac{a}{a+b}$

ค่าความแปรปรวนของตัวแปรสุ่มแบบเบต้า $V(X)=\frac{ab}{(a+b+1)(a+b)^2}$

2.3.3 การแจกแจงแบบแกมมา (Gamma Distribution)

การแจกแจงแบบแกมมา (Gamma Distribution) มีพารามิเตอร์ α, β มีฟังก์ชันความน่าจะเป็นของ x รวมทั้งค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนดังนี้

$$f(x)=\frac{1}{\beta^{\alpha}\Gamma(\alpha)}e^{-\frac{x}{\beta}}e^{-\lambda x},x\ge 0;\alpha>0,\beta>0 \qquad (2.2)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าเฉลี่ยของตัวแปรสุ่มแบบแกมมา $E(X)=\alpha\beta$

ค่าความแปรปรวนของตัวแปรสุ่มแบบแกมมา $V(X)=\alpha\beta^2$

2.3.4 การแจกแจงแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล (Exponential Distribution)

การแจกแจงแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล (Exponential Distribution) มีพารามิเตอร์ β มีฟังก์ชันความน่าจะเป็นของ x รวมทั้งค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนดังนี้

$$f(x)=\frac{1}{\beta}e^{-\frac{x}{\beta}},x\geq 0;\beta>0 \qquad (2.4)$$

ค่าเฉลี่ยของตัวแปรสุ่มแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล $E(X)=\beta$

ค่าความแปรปรวนของตัวแปรสุ่มแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล $V(X)=\beta^2$

2.3.5 การแจกแจงแบบยูนิฟอร์ม (Uniform Distribution)

การแจกแจงแบบยูนิฟอร์ม (Uniform Distribution) เป็นการแจกแจงของตัวแปรสุ่ม x โดยที่ค่าของตัวแปรสุ่มอยู่ในช่วง $[a,b]$ ดังนั้นฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นของ x คือ

$$f(x)=\frac{1}{b-a},a<x<b;a>0,b>0 \qquad (2.5)$$

ค่าเฉลี่ยของตัวแปรสุ่มแบบยูนิฟอร์ม $E(X)=\frac{a+b}{2}$

ค่าความแปรปรวนของตัวแปรสุ่มแบบยูนิฟอร์ม $V(X)=\frac{(b-a)^2}{12}$

2.4 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

2.4.1 การทดสอบโคโมโกรอฟ - สเมียร์นอฟ (Kolmogorov - Smirnov Test)

การทดสอบการแจกแจงของประชากร ใช้ทดสอบกรณีข้อมูลมีน้อยกว่า 50 ข้อมูลโดยการเปรียบเทียบความน่าจะเป็นสะสมของตัวอย่าง ($S(x)$) กับ ความน่าจะเป็นสะสมภายใต้สมมติฐาน $H_0(F(x))$ ถ้า H_0 เป็นจริง $S(x)$ และ $F(x)$ จะมีค่าใกล้เคียงกันทุกค่าของ x แต่ถ้า H_0 ไม่เป็นจริง คือ ข้อมูลไม่มีการแจกแจงตามแบบที่ต้องการทดสอบ ค่า $S(x)$ และ $F(x)$ จะแตกต่างกันมาก สำหรับบางค่าของ x โดยที่ $F(x)=P(X\leq x)$

$F(x)=\sum_{0}^{x}P(X\leq x)$ ถ้า x เป็นตัวแปรสุ่มแบบไม่ต่อเนื่อง

หรือ $F(x)=\int_{-\infty}^{x}f(x)dx$ ถ้า x เป็นตัวแปรสุ่มแบบต่อเนื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยจากการตั้งสมมติฐานที่ว่า

H_0 : ข้อมูลมีการแจกแจงตามแบบที่ต้องการทดสอบ

H_1 : ข้อมูลไม่มีการแจกแจงตามแบบที่ต้องการทดสอบ

<u>สถิติทดสอบ</u>

$$D = Maximum\left|F(x) - S(x)\right|$$

<u>การตัดสินใจ</u>

ถ้า D มีค่ามากแสดงว่า $S(x)$ และ $F(x)$ แตกต่างกันมากจึงปฏิเสธ H_0 นั่นคือถ้า $D >$ ค่าวิกฤต จากตาราง Kolmogorov-Smirnov One-sample test ก็จะปฏิเสธสมมติฐาน H_0 นั่นคือ ข้อมูลไม่มีการแจกแจงตามแบบที่ต้องการทดสอบ แต่ถ้า $D <$ ค่าวิกฤต จะต้องยอมรับ H_0 นั่นคือ ข้อมูลมีการแจกแจงตามแบบที่ต้องการทดสอบ

2.4.2 การทดสอบไคสแควร์ (Chi - Square Test)

การทดสอบไคสแควร์ เป็นการทดสอบที่ไม่ใช้พารามิเตอร์ ใช้ทดสอบว่าข้อมูลมีการแจกแจงตามแบบที่ต้องการทดสอบหรือไม่ ใช้ทดสอบกรณีข้อมูลมีอย่างน้อย 50 ข้อมูล เช่น การแจกแจงของประชากรอาจเป็นการแจกแจงแบบปกติ (normal distribution) การแจกแจงเอ็กซ์โพเนนเชียล (exponential distribution) การแจกแจงปัวส์ซอง (poisson distribution) หรือการแจกแจงยูนิฟอร์ม (uniform distribution) เป็นต้น $\chi^2 - test$ จะใช้ความถี่ที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วง

โดยจากการตั้งสมมติฐานที่ว่า

H_0 : ข้อมูลมีการแจกแจงตามแบบที่ต้องการทดสอบ

H_1 : ข้อมูลไม่มีการแจกแจงตามแบบที่ต้องการทดสอบ

<u>สถิติทดสอบ</u>

$$\chi^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n}(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

<u>การตัดสินใจ</u>

ถ้า $\chi^2_{cal} > \chi^2_{\alpha,v}$, $v = k - 1 - m$ จะปฏิเสธสมมติฐาน H_0 เมื่อ k คือ จำนวนชั้นของจากตารางแจกแจง และ m คือ จำนวนพารามิเตอร์ที่ต้องประมาณค่าสำหรับการทดสอบการแจกแจงตามสมมติฐานนั่นคือ ข้อมูลไม่มีการแจกแจงตามแบบที่ต้องการทดสอบ

2.4.3 สถิติทดสอบ t - test

ในการทดสอบสมมติฐานเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยสองกลุ่มนั้นข้อมูลที่รวบรวมได้จากกลุ่มตัวอย่าง แต่ละกลุ่มนั้นเป็นข้อมูลในมาตราอันตรภาคหรือมาตราอัตราส่วนโดยนำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่มนั้นมาเปรียบเทียบกัน ทั้งนี้เพื่อนำไปสู่การสรุปว่าค่าเฉลี่ยของประชากร 2 กลุ่มนั้นแตกต่างกันหรือไม่

ในการทดสอบความมีนัยสำคัญระหว่างค่าเฉลี่ยสองค่าที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นอิสระจากกันมีข้อตกลงเบื้องต้น (Assumption) ที่สำคัญ 2 ประการคือ

1. กลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มมาจากประชากร2 กลุ่มซึ่งแตกต่างกัน การกระจายเป็นแบบโค้งปกติ (Normal Distribution)

2. กลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มต้องเป็นอิสระจากกัน (Independent Sample)

<u>สมมติฐานทางสถิติ</u>

$$H_0 : \mu = \mu_0 \quad H_1 : \mu \neq \mu_0$$

$$H_0 : \mu \leq \mu_0 \quad H_1 : \mu > \mu_0$$

$$H_0 : \mu \geq \mu_0 \quad H_1 : \mu < \mu_0$$

<u>สถิติทดสอบ</u>

1. ถ้าทราบว่าความแปรปรวนของประชากรทั้ง 2 กลุ่มเท่ากัน $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$ ค่าสถิติคำนวณได้จาก

$$t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{S_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

มีองศาอิสระเท่ากับ $\nu = n_1 + n_2 - 2$, $S_p^2 = \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$

2. ถ้าทราบว่าความแปรปรวนของประชากรทั้ง 2 กลุ่มไม่เท่ากัน $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$ ค่าสถิติคำนวณได้จาก

$$t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

มีองศาอิสระเท่ากับ ν โดยประมาณได้จาก

$$\nu = \frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{\frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1}\right)^2}{n_1 - 1} + \frac{\left(\frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{n_2 - 1}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตัดสินใจ

เปรียบเทียบระหว่างค่าที่เปิดจากตารางและค่าจากการคำนวณเปิดตาราง t หาค่าวิกฤตถ้า $t_{cal} > t_{\alpha,n-1}$ จะปฏิเสธ H_0

2.4.4 การทดสอบ $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$

การที่จะเลือกใช้สูตร t-test นั้น จำเป็นต้องทดสอบว่า $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$ หรือไม่ โดยทำการทดสอบโดยใช้ F-test ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

สมมติฐานสถิติ

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$$

$$H_1 : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$$

สถิติทดสอบ

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2} \text{ เมื่อ } S_1 > S_2 \text{ , } df = (n_1 - 1),(n_2 - 1)$$

หรือ $$F = \frac{S_2^2}{S_1^2} \text{ เมื่อ } S_2 > S_1 \text{ , } df = (n_2 - 1),(n_1 - 1)$$

การตัดสินใจ

เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญ $= \alpha$ ถ้าค่า F ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าเมื่อเทียบกับค่า F จากตารางที่ $df = (n_1 - 1),(n_2 - 1)$ หรือ $df = (n_2 - 1),(n_1 - 1)$ แล้วแต่กรณี จะปฏิเสธ H_0 ยอมรับ H_1 นั่นคือยอมรับว่า $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$

ถ้าค่า F ที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับเมื่อเทียบกับค่า F จากตารางที่ $df = (n_1 - 1),(n_2 - 1)$ หรือ $df = (n_2 - 1),(n_1 - 1)$ แล้วแต่กรณี จะยอมรับ H_0 นั่นคือยอมรับว่า $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$

2.4.5 การทดสอบของ Tukey (Tukey's Test)

Tukeyได้เสนอวิธีการทดสอบค่าเฉลี่ยทีละคู่ โดยเมื่อทำการทดสอบทุกคู่ที่เป็นไปได้แล้ว ระดับนัยสำคัญรวมของการทดสอบทุกครั้งจะเท่ากับ α (เมื่อ n_i เท่ากัน) และอย่างมากที่สุด α (เมื่อ n_i ไม่เท่ากัน) โดยจะปฏิเสธสมมติฐานหลักเมื่อ

$$\left|\bar{y}_{i.} - \bar{y}_{j.}\right| > \frac{q_\alpha(k, N-k)}{\sqrt{2}} \sqrt{MSE\left(\frac{1}{n_i} - \frac{1}{n_j}\right)}$$

โดยที่ $q_\alpha(k, N-k)$ คือเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ α ของ Studentized Range ที่ $df.$ เป็น k และ $N-k$ ถ้าเป็นกรณีที่ $\left(n_1 = n_2 = \ldots = n_k\right)$ การทดสอบของ Tukey จะมีประสิทธิภาพที่สุด โดยจะปฏิเสธสมมติฐานหลักเมื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\left|\bar{y}_{i.} - \bar{y}_{j.}\right| > q_{\alpha}(k, N-k)\sqrt{\frac{MSE}{n}}$$

2.5 เทคนิคการจำลองสถานการณ์ (Simulation Technique)

เนื่องจากในการปฏิบัติงานจริงไม่สามารถที่จะทำการทดลองหรือปรับเปลี่ยนกระบวนการทำงานได้จนกว่าจะมองเห็นถึงประโยชน์ที่จะได้รับ อาทิเช่น การขจัดปัญหาที่อยู่นอกเหนือความคาดหมายที่เกิดขึ้น ทำให้กระบวนการผลิตช้าลง ดังนั้นการจำลองสถานการณ์ (Simulation) จะช่วยให้สามารถวิเคราะห์สภาพที่เป็นอยู่ในปัจจุบันของระบบและช่วยหาแนวทางหรือทางเลือก (Scenario) ที่เหมาะสม ก่อนนำไปใช้กับสถานการณ์หรือการปฏิบัติงานจริง ซึ่งจะช่วยให้ลดความเสี่ยงในการเกิดความผิดพลาดหรือความล้มเหลวได้ นอกจากนี้ยังช่วยให้ประหยัดทั้งค่าใช้จ่ายและเวลาได้อีกทางด้วย (Maria, 1997)

การสร้างแบบจำลองสถานการณ์ เป็นการเลียนแบบสถานการณ์จริงของระบบที่ต้องการวิเคราะห์ จากนั้นจึงทดลองให้แบบจำลองสถานการณ์ทำงาน ซึ่งอาจใช้สูตรทางคณิตศาสตร์หรือเขียนโปรแกรมโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์หรืออาจใช้โปรแกรมสำเร็จรูปที่ออกแบบมาโดยเฉพาะการจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ เป็นการศึกษาปัญหาของระบบงานด้วยแบบจำลองสถานการณ์ซึ่งอยู่ในรูปของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ แบบจำลองสถานการณ์ก่อนที่จะมาอยู่ในรูปของโปรแกรมคอมพิวเตอร์นี้อาจอยู่ในรูปของแบบจำลองสถานการณ์ประเภทหนึ่งประเภทใดดังได้กล่าวมาแล้ว โดยที่การจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์นั้นเป็นที่นิยมใช้ที่สุดของการใช้แบบจำลองสถานการณ์ เพราะสามารถใช้ได้กับปัญหาของระบบงานได้มากมายหลายประเภท ปัจจุบันเป็นเทคนิคที่ได้รับการนำเอาไปใช้อย่างกว้างขวางและเมื่อมีผู้กล่าวถึงการจำลองแบบสถานการณ์ทุกคนก็มักจะนึกถึงเข้าใจว่าเป็นการจำลองแบบสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์เสมอ ดังนั้นหลักการที่ใช้กับการจำลองแบบสถานการณ์ทางคอมพิวเตอร์จะเป็นหลักการแบบเดียวกับที่ใช้กับการจำลองแบบปัญหาอื่น ๆ ความจำเป็นที่จะสร้างเป็นแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์หรือไม่นั้นขึ้นอยู่กับความยุ่งยากในการคำนวณของปัญหานั้น ๆ โดยที่การจำลองแบบปัญหาทางคอมพิวเตอร์จะต้องมีการคำนวณ มีข้อมูลทั้งที่เป็นข้อมูลนำเข้าและผลลัพธ์จากแบบจำลอง โดยปกติข้อมูลต่าง ๆ ในระบบงานจะเป็นข้อมูลที่มีความผันแปรไม่แน่นอนและมีการแปรเปลี่ยนตามเวลา ดังนั้นการจัดเตรียมและการวิเคราะห์ข้อมูลรวมทั้งขั้นตอนต่าง ๆ ใช้กับการจำลองแบบปัญหานี้จึงต้องอาศัยวิธีการต่าง ๆ ทางสถิติเข้าช่วย

ในปัจจุบันมีโปรแกรมที่สร้างขึ้นมาโดนเฉพาะสำหรับทำการจำลองระบบ เช่น GPSS และ Microsoft Visual Basic เป็นต้น ซึ่งมีความยุ่งยากในการทำงานมาก จึงมีโปรแกรมสำเร็จรูปที่ถูกออกแบบมาเพื่อช่วยสร้างและวิเคราะห์แบบจำลองแถวคอยโดยเฉพาะ ซึ่งโปรแกรมที่ผู้วิจัยเลือกใช้ในการศึกษาครั้งนี้คือโปรแกรม Arena เนื่องจากเป็นโปรแกรมที่เหมาะสมกับงานวิจัยนี้

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1. ขั้นตอนการศึกษาการจำลองสถานการณ์

การจำลองสถานการณ์โดยอาศัยแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์นั้น ตัวแบบต้องทำงานได้เสมือนระบบงานจริง โดยอาศัยขั้นตอนในการศึกษาแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์มีดังนี้ (รุ่งรัตน์ ภิสัชเพ็ญ. 2551)

1. การกำหนดรูปแบบของปัญหา เพื่อแก้ปัญหาแบบใดก็ตาม ประการแรกคือ ต้องกำหนดปัญหาว่ามีอะไรบ้าง ผู้กำหนดนโยบายต้องพิจารณาอย่างมั่นใจว่าปัญหานั้นครอบคลุมปัญหาทั้งหมดแล้ว

2. การกำหนดจุดมุ่งหมายและวางแผนสำหรับโครงงาน เพื่อให้แน่ชัดถึงการทำงานของแบบจำลอง กำหนดขอบเขตของโครงงานข้อจำกัดต่าง ๆ

3. การสร้างแบบจำลอง ต้องคำนึงถึงลักษณะของระบบงานที่จะจำลองและแบบจำลองนี้ต้องสามารถอธิบายพฤติกรรมของระบบได้

4. การเก็บข้อมูลตัวแปรของระบบทั้งหมดจะเป็นข้อมูลที่ต้องเก็บรวบรวม

5. การลงรหัส เป็นการเปลี่ยนตัวแบบจำลองให้เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์

6. การตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรมว่าโปรแกรมนี้ทำงานได้หรือไม่ ถ้าไม่ได้ให้ย้อนกลับไปตรวจสอบในขั้นตอนที่ 5

7. การตรวจสอบความถูกต้องของระบบจำลองเป็นขั้นตอนที่ทำการตรวจสอบว่าเป็นโปรแกรมที่ได้จำลองสถานการณ์ได้ผ่านและให้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องหรือไม่ ถ้าไม่ผ่านให้ย้อนกลับไปตรวจสอบในขั้นตอนที่ 3 หรือ 4

8. การวางแผนการทดลอง เป็นการวางแผนการใช้ตัวแบบจำลองเพื่อได้นำข้อมูลมาวิเคราะห์ได้

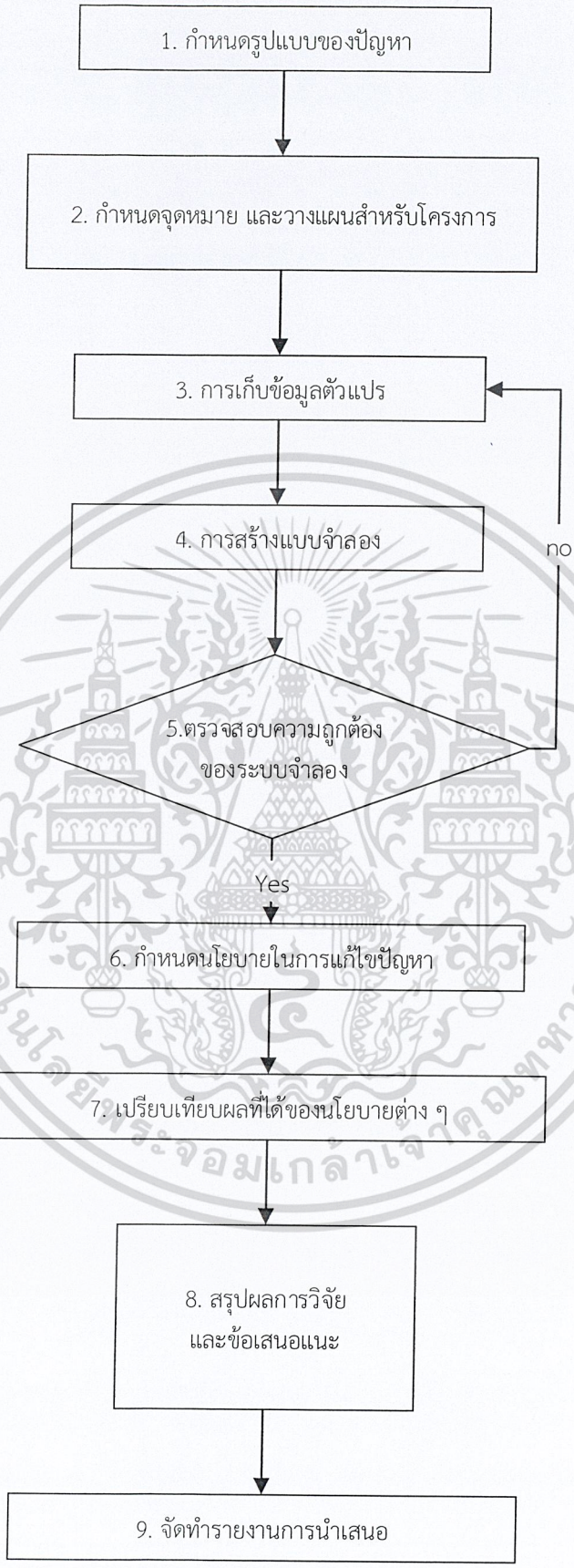
9. การให้ตัวแบบทำงานและวิเคราะห์ผล เมื่อวางแผนการทดลองก็สั่งให้ตัวแบบทำตามแผนที่วางไว้และวิเคราะห์ผลออกมา

10. การพิจารณาว่าต้องทำเพิ่มหรือไม่ บางครั้งตัวแบบจำลองให้ผลออกมาไม่ดีนัก หรือความต้องการให้ผลการวิเคราะห์มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น ให้ตัวแบบทำงานเพิ่มได้โดยย้อนกลับไปตรวจสอบในขั้นตอนที่ 8 หรือ 9

11. การจัดทำคู่มือการใช้งานและทำรายงานผล ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งที่จะทำให้ผู้ใช้งานทราบข้อจำกัดต่าง ๆ ของตัวแบบจำลอง หากมีการนำตัวแบบจำลองไปใช้งาน และจัดทำรายงานผลการทดลอง

12. การนำไปใช้งานด้วยการนำผลสำเร็จในการรายงานมาช่วยในการตัดสินใจต่อไป ขั้นตอนในการศึกษาแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ แสดงดังรูปที่ 2.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 ขั้นตอนในการศึกษาแบบจำลองสถานการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 รายละเอียดของการจำลองแบบสถานการณ์ในโปรแกรม Arena

ก่อนที่จะเริ่มใช้โปรแกรม Arena นั้นจะต้องเข้าใจหลักการของโปรแกรม เพื่อให้การใช้ข้อมูลเป็นไปอย่างถูกต้อง ซึ่งกล่าวถึงนิยามหลักพื้นฐานที่จะต้องทำความเข้าใจก่อนที่จะเริ่มใช้โปรแกรม ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. Entities

Entities หมายถึง ส่วนที่กำลังจะถูกผลิต เช่น ส่วนที่กำลังจะรับบริการ หรือส่วนที่กำลังจะสร้างการทำงานในระบบ ตัวอย่างของ Entities เช่น เอกสารที่ถูกส่งผ่านไปตามขั้นตอนต่าง ๆ ในบริษัท ลูกค้าที่ต้องการเข้ารับบริการในร้านค้า และชิ้นส่วนที่ถูกส่งเข้ามาในกระบวนการผลิต เป็นต้น

2. Attributes

ในระบบจะมี Entities โดยแต่ละ Entities ก็จะมีคุณลักษณะ (Character) ซึ่งเรียกว่า Attributes ติดอยู่กับ Entities เพื่อแสดงคุณลักษณะ ที่สำคัญจะเป็นการแสดงถึงการให้ค่าความสำคัญของแต่ละ Entities เช่น ประเภทของลูกค้า ขนาดของชิ้นส่วน เวลาที่ใช้ในระบบงาน กิจกรรม หรือตัวแปรทั้งหมดจะถูกตั้ง Attributes ไว้ ในนี้จะเป็นการให้ Attributes ซึ่งสามารถเข้าใจได้ และนำไปประยุกต์ใช้ดังนี้

Entity Type คือชนิดของ Entity จะต้องถูกบ่งชี้อย่างชัดเจน เช่น คน หรือรถยนต์

Entity Picture คือรูปภาพที่จะถูกแสดงออกมาในรูปแบบของ Animation ซึ่งจะเป็นรูปอัตโนมัติที่เป็นภาพพื้นฐานที่มีกันอยู่ในกระบวนการทั่วไป

Entity Create Time คือเวลาที่กำหนดลงไปเพื่อนำไปประมวลผล และรวบรวมข้อมูล

Entity Station คือสถานีงานแต่ละจุดที่ Entity (Product Material Customer) เคลื่อนที่ผ่าน

Entity Sequence คือการวางตำแหน่ง หรือดัชนีใน Sequence ว่า Entity จะต้องทำงานเรียงกันตามลำดับสถานีงานต่าง ๆ อย่างไร

Entity Jobs Step คือการระบุตำแหน่งดัชนีใน Sequence ว่าในปัจจุบัน Entity กำลังทำงานอยู่ที่ใด

3. Resource

ข้อมูลที่ใส่เข้าไปใน Model เช่น ต้องการศึกษาลูกค้าที่มาใช้บริการรถประจำทาง ดังนั้น Resource ก็คือ รถประจำทาง ซึ่งอาจจะมีข้อจำกัด (Constrain) เช่น ช่วงตัวเลขที่สามารถทำได้หรือรับได้ เช่น จำนวนคนที่รับได้ (ลูกค้า) หรือจำนวนที่สามารถรับได้ในแต่ละป้าย และความสามารถของรถ ซึ่งจะต้องระบุความสามารถของ Resource

Resource Capacity คือการกำหนดจำนวนความสามารถในการรับผู้โดยสาร กระบวนการของ Resource เช่น รถหนึ่งคันสามารถรับคนได้ 50 คน Resource Capacity ของรถคือ 50 เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Entities Seize Resource คือการกำหนดจำนวนขั้นตอนฝนกระบวนการของ Resource

Entities Release Resource คือการจบสิ้นการทำงาน

4. Queue

พื้นที่ที่ Entity รอที่จะผ่านการทำงานที่ Resource หรือรอที่จะผ่านกระบวนการรวมชิ้นงานด้วยคำสั่ง Batch

5. Seize Delay and Release

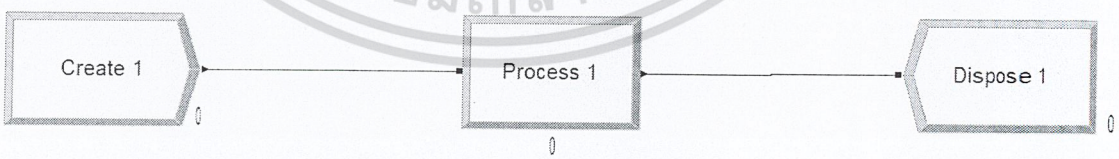
ในทุก ๆ Module ที่จำลองสถานการณ์จะต้องมีการจัดวาง Resource ซึ่งก็คือเครื่องมือเครื่องจักร หรือตัวแปรใด ๆ ที่เป็นกระบวนการทำงานที่ Entity จะต้องผ่าน และยังรวมถึงพื้นที่ที่ใช้จัดเก็บ รอคิว และในโปรแกรม Arena จะมีคำสั่ง 3 คำสั่งที่ใช้อยู่ทั่วไปกับ Resource เสมอ ได้แก่

Seize คือการจำกัดของ Resource ที่จะเข้าสู่กระบวนการควบคุม เพื่อควบคุม Resource ถ้าไม่มีการจองหรือบ่งบอกว่า Entity เท่าไหร่ที่จะเข้าสู่กระบวนการจะส่งผลให้ความสามารถของ Resource ลดลง

Delay คือเมื่อ Resource ซึ่งอาจจะหมายถึงเครื่องจักรถูกจอง (Seize) โดยชิ้นงานซึ่งเป็น Entity เครื่องจักรก็จะทำการดำเนินงานซึ่งจะใช้ระยะเวลาส่วนหนึ่งซึ่งอาจจะคงที่หรือไม่คงที่ก็ได้ การแสดงการหน่วงของเวลาในการทำงานนี้จะใช้คำสั่ง Delay นั่นเอง

Release คือการยกเลิกการจอง หลังจากทำงานเสร็จโดยผู้ใช้งานโปรแกรมต้องแสดงสถานะว่าเครื่องจักรได้อยู่สภาวะที่อิสระ คือไม่ได้ใช้งานนั่นเอง ซึ่งก็คือการใช้คำสั่ง Release Module เพื่อ Release Resource หลังจากนั้นโปรแกรมก็จะให้ Entity group ต่อไปถูก Seize เพื่อเข้าสู่กระบวนการ

กระบวนการพื้นฐานการสร้างบล็อกคำสั่ง (Module) เป็นโปรแกรมพื้นฐานที่แสดงกระบวนการคำสั่ง แสดงดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 กระบวนการพื้นฐานการสร้างบล็อกคำสั่ง

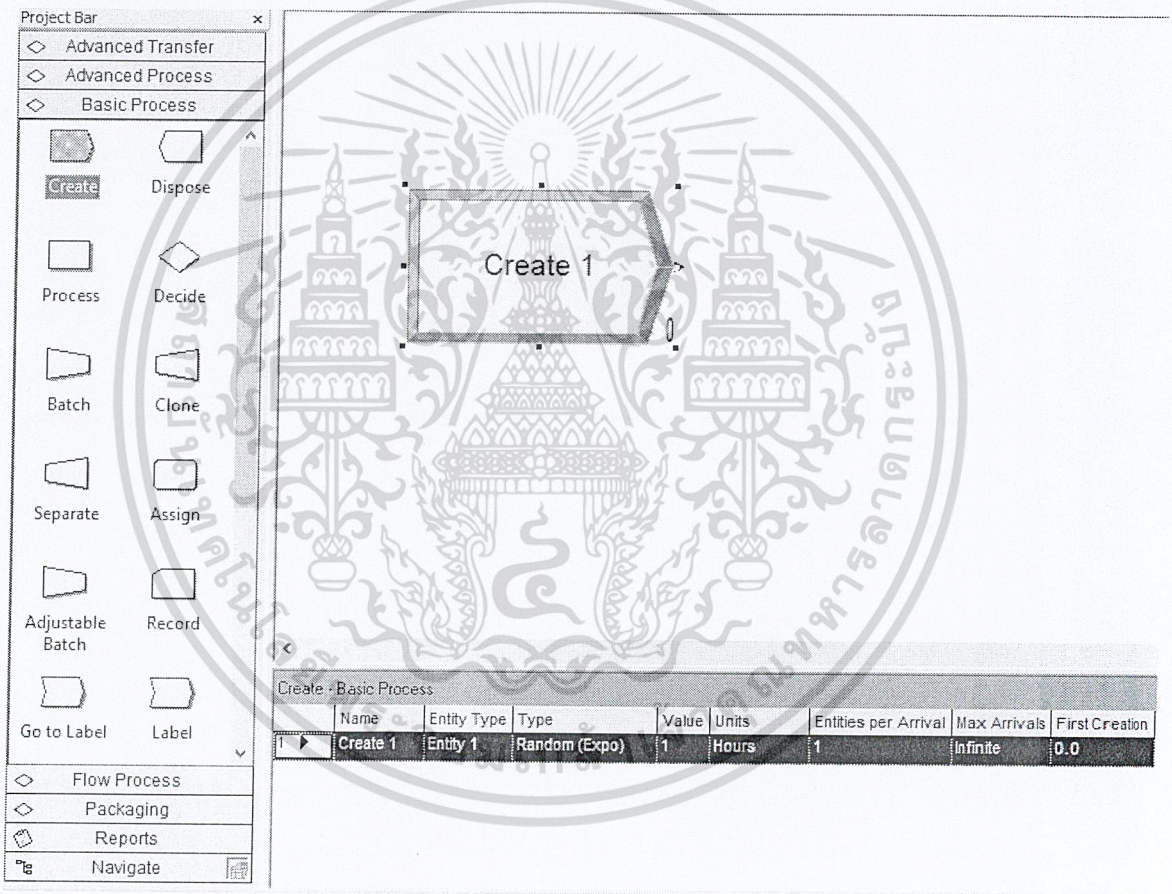
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.5 จะเห็นว่าตัวโปรแกรมจะมีบล็อกคำสั่งต่อไปนี้

1. Create Module

การใช้งาน Entities จะเริ่มต้นจากการกำหนดค่าให้แก่ Entities ว่าจะสร้างการเข้ามาของวัตถุดิบที่จะนำมาใช้ในกระบวนการ หรือผู้เข้ารับบริการว่าจะให้มีรูปแบบการเข้าสู่ระบบ และมีการทำงานของระบบอย่างไรการสร้าง Create Module การใช้งานโปรแกรม Arena จำเริ่มจากการกำหนด Create Module ซึ่งทำได้ดังนี้

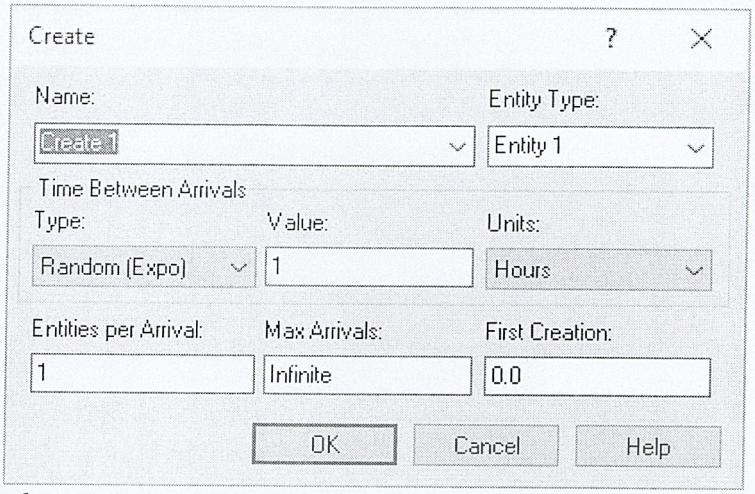
1. ที่หัวข้อ Basic Process เลื่อน Mouse ไปที่ Create Module กดค้างที่รูปแล้วลากมาวางไว้ในพื้นที่ทำงานจะได้ลักษณะดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 การสร้าง Create Module

2. เมื่อ Double Click เข้าไปที่ Create จะพบกับหน้าต่างที่จะสามารถกำหนดค่าของ Entities แสดงดังรูปที่ 2.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 หน้าต่างในการกำหนดค่าของ Entities

จากรูปที่ 2.7 ทำการกำหนดค่าต่าง ๆ ซึ่งภายในหัวข้อ Create จะประกอบไปด้วยหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้

1. Name คือการตั้งชื่อของ Module Create ที่สร้างขึ้น อาจจะเป็นชื่อวัตถุที่เข้ามาในระบบ จากรูปกำหนดชื่อว่า “Create 1”

2. Entity Type คือการตั้งชื่อให้กับวัตถุที่เข้ามาในหน่วยโมดูล จากรูปกำหนดชื่อว่า “Entity 1 ”

3. Time Between Arrivals ในส่วนนี้จะประกอบไปด้วยหัวข้อย่อย ดังต่อไปนี้

Type คือการกำหนดลักษณะรูปแบบของการกระจายตัวหรือการเข้ามาถึงของวัตถุ มีให้เลือก 4 ประเภทคือ

- Random คือการสุ่มข้อมูลขึ้นมา
- Schedule คือการกำหนดการข้าวของข้อมูลที่แน่นอนตามรูปแบบที่กำหนด
- Constant คือการกำหนดการเข้าของข้อมูลแบบคงที่
- Expression คือการใช้สูตรค่าคงที่จากการวิเคราะห์

จากรูปกำหนดเป็นประเภท “Random [Expo]”

Value คือการกำหนดช่วงเวลาเฉลี่ยของการมาถึงของวัตถุ จากรูปกำหนดเป็น 1 เนื่องจากจะมีวัตถุเข้ามาทุก ๆ 1 นาที

Unites คือการเลือกหน่วยเวลาของช่วงการมาถึงของวัตถุตามที่ใส่ค่าใน Value โดยจะมีหน่วยSeconds Minute Hours Days ให้เลือก จากรูปกำหนดเป็น Minutes

4. Entity per Arrival คือการกำหนดจำนวนวัตถุที่มาถึงระบบในช่วงเวลาที่กำหนดไว้ต่อครั้ง จากรูปกำหนดเป็น 1 หมายถึงมีวัตถุเข้ามาทีละ 1

5. Max Arrivals คือจำนวนวัตถุสูงสุดที่โมดูลนี้จะสร้างขึ้นมา จากรูปกำหนดเป็น Infinite

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. First Creation คือเวลาเริ่มต้นสำหรับวัตถุแรกเข้ามาสู่ระบบ จากรูปกำหนดเป็น 0.0 หมายถึง เวลาที่ Entity สามารถเข้าสู่ระบบได้เริ่มตั้งแต่ Start

2. Process Module

หมายถึงบล็อกคำสั่ง Process จะเป็นตัวแทนของเครื่องจักรหรือวิธีการประกอบเป็นคำสั่ง หลังจากมีชิ้นส่วนเข้าสู่ระบบแล้ว และเมื่อต้องการกำหนดคุณลักษณะของ Process ให้เปิด Dialog โดย Double Clickเข้าไปที่ Process Module จะปรากฏหน้าต่าง แสดงดังรูปที่ 2.8

รูปที่ 2.8 หน้าต่างของ Process Module

จากรูปที่ 2.8 นี้

Name คือชื่อของกระบวนการหรือเครื่องจักร จากรูปกำหนดชื่อว่า “Process 1”

Type คือการเลือกประเภทของคุณลักษณะเฉพาะของระบบภายในโมดูล มีให้เลือก 2 ประเภท คือ Standard หรือ Submodel จากรูปกำหนดเป็นประเภท “Standard”

Action คือปฏิบัติการของกระบวนการที่จะเกิดขึ้นภายในโมดูล มีให้เลือก 4 ปฏิบัติการ ดังนี้

- Delay คือปฏิบัติการที่อาศัยช่วงเวลา (Delay) ในการทำกิจกรรมแต่ไม่ต้องการทรัพยากร หรือ ทรัพยากรมีไม่จำกัดทำให้ไม่มีคิวเกิดขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Seize Delay Release คือปฏิบัติการจอง (Seize) จำนวนทรัพยากรมาทำกิจกรรมร่วมกับวัตถุโดยอาศัยช่วงเวลา (Delay) ในการทำกิจกรรม และเมื่อกิจกรรมนั้นเสร็จสิ้นจะมีการปล่อย (Release) ทรัพยากรให้ว่างเพื่อให้ทรัพยากรนั้นสามารถทำกิจกรรมกับวัตถุถัดไป
- Seize Delay คือปฏิบัติการจอง (Seize) จำนวนทรัพยากรมาทำกิจกรรมร่วมกับวัตถุโดยอาศัยช่วงเวลา (Delay) ในการทำกิจกรรม
- Delay Release คือปฏิบัติการที่อาศัยช่วงเวลา (Delay) ในการทำกิจกรรมและเมื่อกิจกรรมนั้นเสร็จสิ้นจะมีการปล่อย (Release) ทรัพยากรให้ว่าง จากรูปกำหนดเป็นปฏิบัติการ “Delay”

Delay Type คือประเภทของช่วงเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรมมีให้เลือก 5 ประเภท ซึ่งอยู่ในรูปของลักษณะการกระจายช่วงเวลาการทำกิจกรรมคือ

- Constant คือเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรมเป็นแบบคงที่
- Normal คือเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรมเป็นแบบปกติ
- Triangular คือเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรมเป็นแบบสามเหลี่ยม
- Uniform คือเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรมเป็นแบบยูนิฟอร์ม
- Expression คือเลือกรูปแบบของการกระจายที่ไม่ปรากฏข้างต้น

จากรูปกำหนดประเภท “Triangular”

Units คือการเลือกหน่วยเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรมโดยจะมีหน่วย Seconds Minute Hours Days ให้เลือก จากรูปกำหนดเป็น Minutes

Allocation คือการกำหนดวิธีจัดสรรต้นทุนว่ากระบวนการที่เกิดขึ้นควรได้รับการจัดสรรไปสู่ข้อมูลใด มีให้เลือก 5 ประเภท คือ

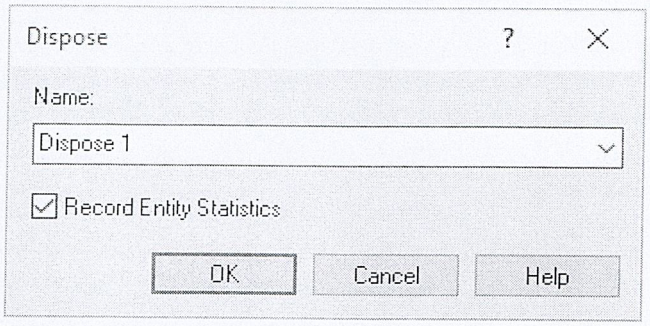
- Value Added คือกระบวนการที่ทำให้เกิดมูลค่าเพิ่ม
- Non – Value Added คือ กระบวนการที่ไม่ทำให้เกิดมูลค่าเพิ่ม
- Transfer คือ กระบวนการขนถ่าย
- Wait คือ กระบวนการรอ
- Other คือ อื่น ๆ

จากรูปกำหนดเป็น “Value Added”

3. Dispose Module

การใช้ Dispose จะใช้ก็ต่อเมื่อสิ้นสุดการทำงานของกระบวนการแล้ว ซึ่งสามารถทำการบันทึกสถิติข้อมูลของ Entity ได้ แสดงดังรูปที่ 2.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 หน้าต่างหลักของ Dispose

ในหน้าต่างหลักของ Dispose กำหนดดังนี้ ให้เช็ค Box ของ Record Entity Statistics ให้เช็ค Data Module Entity Module จะใช้ในการกำหนดค่าต่าง ๆ ให้แก่ Entity เช่น ค่าต้นทุนของ Entity ที่เข้ามาในกระบวนการ

4. การเชื่อม Module (Connecting Flowchart Module)

การเชื่อมต่อบล็อก Create Process และ Dispose นั้นจะเป็นการเชื่อมด้วยเส้นสั้น ๆ ที่เรียกว่า Connection ซึ่งเป็นตัวกำหนดให้วัตถุผ่านจาก Module หนึ่งไปยังอีก Module หนึ่ง เป็นลักษณะของ Process การสร้างเส้น Connection สามารถเลือกที่ Object/Connect โดยที่

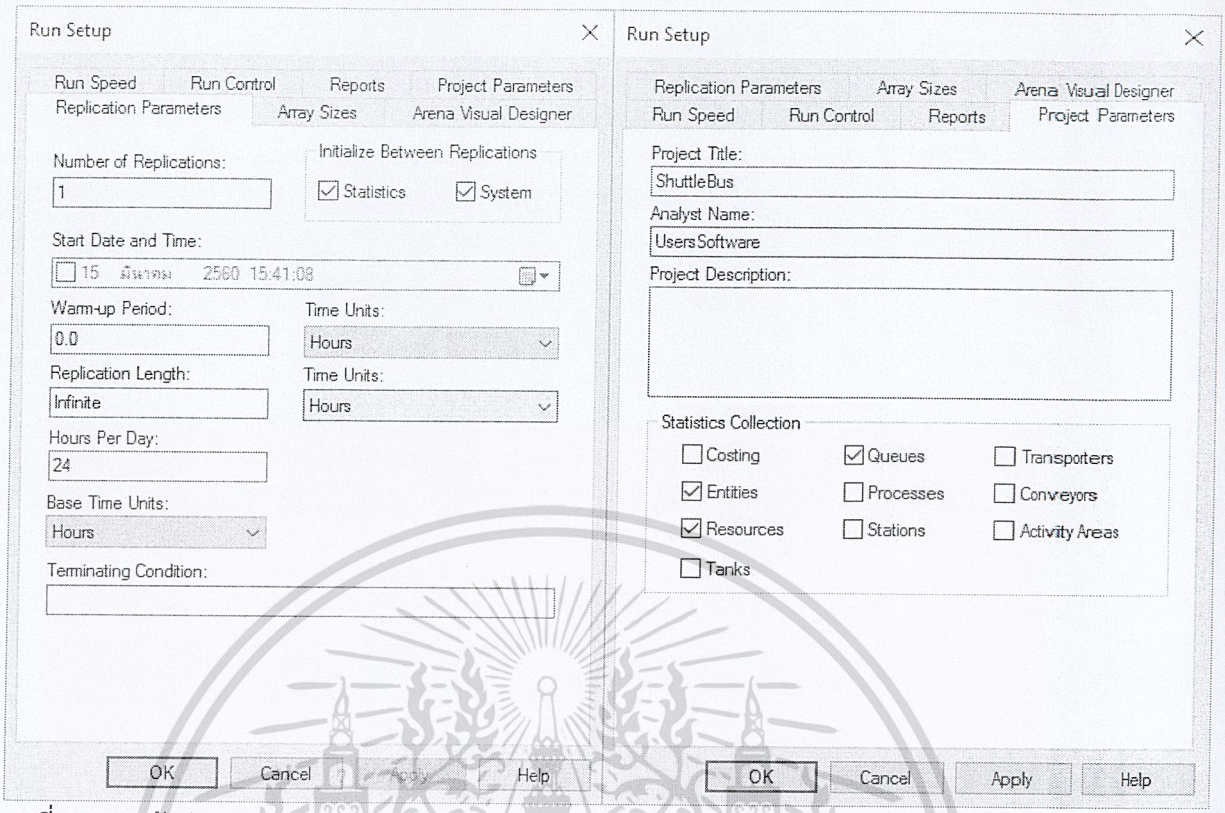
▶ หมายถึง ตำแหน่ง Module ที่วัตถุออกจาก Module นั้น

■ หมายถึง ตำแหน่ง Module ที่เป็นจุดหมายของวัตถุ

5. การรันผลโปรแกรม

Run Setup จะระบุถึงตัวแปรต่าง ๆ ที่นำมาทดลองประมวลผลโดยโปรแกรม ซึ่งจะประกอบไปด้วยระยะเวลาของการทดลองประมวลผล จำนวนของชั่วโมงทำงานต่อวัน จำนวนรอบของการทดลองจำลองการทำงาน ซึ่งใน Run Setup จะสามารถกำหนดได้ว่าจะเลือกแสดงข้อมูลจากการประมวลผลในด้านใดบ้าง เช่น Process Entity Resource และสถิติของแถวคอย ซึ่ง Run Setup สามารถเลือกได้โดยดูที่หัวข้อบนเมนูแล้วเลือกไปที่ Run แล้วไปที่ Set Up จะปรากฏหน้าต่าง Run Setup แสดงดังรูปที่ 2.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 หน้าต่างของ Run Setup

6. Running Model

เมื่อกำหนดค่าต่าง ๆ เสร็จแล้วจะเริ่มการทดลองประมวลผลแบบจำลองได้โดยการกดที่ปุ่ม ดังรูปที่ลูกศรชี้ แสดงดังรูปที่ 2.11

รูปที่ 2.11 ปุ่มประมวลผล

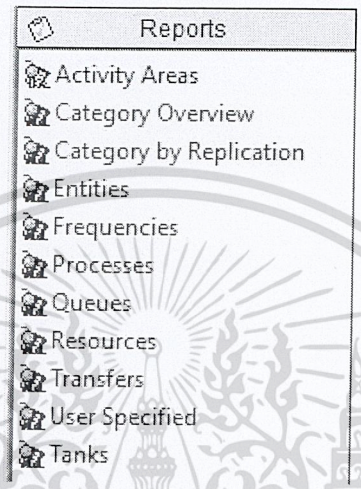
ซึ่งในการกดครั้งแรกระบบจะทำการตรวจสอบความถูกต้องของ Model ที่สร้างไว้ว่ามีการกำหนดตัวแปรต่าง ๆ ถูกต้องหรือไม่ เมื่อกดปุ่มอีกครั้งระบบจะเริ่มการประมวลผล และเมื่อต้องการจะหยุดการประมวลผลจะสามารถทำได้โดยการกดปุ่มหยุด (ที่วงกลมไว้) แสดงดังรูปที่ 2.12

รูปที่ 2.12 ปุ่มหยุดการประมวลผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. Viewing The Reports

ในส่วนของการรายงานผลการทดลองประมวลผลได้มีการรายงานผลในหลายด้านของข้อมูล แสดงดังรูปที่ 2.13 ซึ่งผลของการประมวลผลนี้จะแยกตามหมวดหมู่ต่าง ๆ ซึ่งแต่ละหมวดหมู่จะมีรูปแบบของการรายงานผลที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งขึ้นอยู่กับรูปแบบของแบบจำลองสถานการณ์ที่สร้างขึ้น



รูปที่ 2.13 รูปการเลือกหัวข้อการรายงานผล

ค่าสถิติที่จะแสดงในผลลัพธ์จะแบ่งตามลักษณะดังนี้

1. Tally Statistic ที่มีผลลัพธ์จากการหาค่าเฉลี่ยหรือค่าต่ำสุดหรือสูงสุดของค่าต่าง ๆ ที่จะทำการวัด เช่น เวลาเฉลี่ยที่ชิ้นงานอยู่ในระบบ

2. Tally Statistic จะแสดงค่าเฉลี่ยและเวลารวมทั้งหมดซึ่งจำนวนที่แสดงโดย Tally Statistic จะมีลักษณะที่เรียกว่า Discrete – Time - Statistic เพราะจะมีลักษณะเป็นจำนวนนับ

3. Time-Persistent Statistic จะแสดงผลลัพธ์จากการคำนวณของการ Plot กราฟ ซึ่ง Time-Persistent Statistic จะมีลักษณะเป็น Continuous – Time - Statistic Counter Statistic จะมีการรวมผลของเวลาที่เกิดขึ้น และจำนวนชิ้นงานที่ออกจาก Process และไม่สามารถนับจำนวนที่ไม่ใช่จำนวนเต็ม เช่น เวลารวมในการรอคอยของโรงงานแห่งหนึ่งที่รอชิ้นงานเท่ากับ 15.17 นาที เป็นต้น Counter Statistic จะแสดงผลตัวแทนของผลรวมที่ไม่ใช่ค่าเฉลี่ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 การกำหนดจำนวนรอบการประมวลผล

ผลที่ได้จากตัวแบบจำลอง (Output) จะถูกนำไปวิเคราะห์เพื่อประเมินพฤติกรรมและประสิทธิภาพของระบบ โดยการใช้หลักทางสถิติในการประมาณค่าเฉลี่ย (Point estimation) และประมาณช่วงความเชื่อมั่นของค่าเฉลี่ย (Interval estimation)

วิธีการคำนวณค่าช่วงความเชื่อมั่น และการกำหนดจำนวนรอบของการประมวลผล

ช่วงความเชื่อมั่น (Confidence interval) = $\bar{Y} \pm t_{\alpha/2,R-1} \frac{S}{\sqrt{R}}$

โดย $\bar{Y}$ หมายถึงค่าเฉลี่ยของทุกรอบประมวลผล

R หมายถึงจำนวนรอบของการประมวลผล และค่าความแปรปรวนของผลลัพธ์หาได้จาก $S^2 = \frac{1}{R-1}\sum_{i=1}^{R}\left(Yi. - \bar{Y}..\right)^2$ ฉะนั้นค่าความกว้างระหว่างกึ่งกลาง (Half Width) คือ $t_{\alpha/2,R-1} \frac{S}{\sqrt{R}}$ ซึ่งค่า Half Width นี้ โปรแกรม Arena ก็คำนวณค่าออกมาให้แล้วที่ช่วงความเชื่อมั่นที่ 95% แต่อย่างไรก็ตามผู้อ่านควรทราบที่มาของสูตรการคำนวณ

Batch Interval (minute)	Batch j	รอบทำซ้ำที่1	รอบทำซ้ำที่2	รอบทำซ้ำที่3
		Y_{1j}	Y_{2j}	Y_{3j}
[0, 1000]	1	3.1	4.5	8.2
[1000, 2000]	2	2.9	2.7	6.9
[2000, 3000]	3	3.2	5.1	6.4
[3000, 4000]	4	2.5	5.4	9.8
[4000, 5000]	5	3.0	6.2	10.1
		2.94	4.78	8.28

จากตัวอย่างตารางข้างต้นแสดงความยาวของแถวคอยเฉลี่ย ซึ่งมีสามจำนวนรอบของการประมวลผล (R=3) และค่าเฉลี่ยของทุกรอบประมวลผล $(\bar{Y}) = \frac{(2.94+4.78+8.28)}{3} = 5.33$ และค่า $S^2 = \frac{1}{2}\left(\left(2.94-5.33\right)^2 + \left(4.78-5.33\right)^2 + \left(8.28-5.33\right)^2\right) = 7.36$ และเมื่อนำค่า S, R และ $\alpha = 0.05$ ที่ได้ ไปแทนค่าในสูตร $t_{\alpha/2,R-1} \frac{S}{\sqrt{R}}$ ก็จะคำนวณค่า Half Width ออกมาได้

กรณีต้องการเปรียบเทียบแบบจำลองระหว่างสองระบบว่าระบบใดดีกว่ากันนั้น (สมมติระบบที่1 ให้ค่าเฉลี่ย μ_1 และระบบที่2 ให้ค่าเฉลี่ย μ_2) ทำได้โดยการหาค่าความเชื่อมั่นของผลต่างค่าเฉลี่ยของทั้งสองระบบ $\mu_1 - \mu_2$ ซึ่งถ้าค่าความเชื่อมั่นของผลต่างค่าที่ได้ครอบคลุมเลขศูนย์ นั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายความว่า ไม่อาจสรุปได้ว่าทั้งสองระบบนั้นแตกต่างกัน แต่ถ้าค่าความเชื่อมั่นของผลต่างค่าที่ได้ครอบคลุมเลขมากกว่าศูนย์แสดงว่า $\mu_1 > \mu_2$ แต่ถ้าค่าความเชื่อมั่นของผลต่างค่าที่ได้ครอบคลุมเลขน้อยกว่าศูนย์แสดงว่า $\mu_1 < \mu_2$ ซึ่งสูตรคำนวณค่าความเชื่อมั่นของผลต่าง สามารถอ่านศึกษาได้จากหนังสือ "Applied Statistics and Probability for Engineers" ของ Montgamery และ Runger อย่างไรก็ตามผู้จำลองสามารถสรุปผลคร่าว ๆ จากการดูค่าช่วงความเชื่อมั่น (Confidence interval) ของผลลัพธ์ของแต่ละระบบได้ โดยถ้าช่วงความเชื่อมั่นของทั้งสองระบบทับซ้อนค่ากัน ก็ไม่อาจสรุปได้ว่าทั้งสองระบบนั้นแตกต่างกัน เป็นต้น

ดังนั้น ในการจำลองสถานการณ์จำเป็นต้องการกำหนดจำนวนรอบของการประมวลผลให้เพียงพอเพื่อนลดความแปรปรวนผลลัพธ์ การหาจำนวนรอบในการประมวลผล (Number of replications) สามารถทำได้โดยการกำหนดรอบการประมวลผลเริ่มต้น R_0 แล้วทำการประมวลผลตามความยาวของการรัน (Replication Length) ที่ต้องการ จากนั้นนำค่าเบี่ยงเบนที่ได้ S_0 จากหลังการประมวลผล มาคำนวณหาจำนวนรอบในหารประมวลผลที่เหมาะสม ได้จากสมการ(1)

$$R = \left(\frac{t_{\alpha/2,R_0-1} S_0}{\varepsilon} \right)^2 \quad \text{---------- (1)}$$

โดย R คือจำนวนรอบในการประมวลผล

$t_{\alpha/2,R-1}$ คือค่าการแจกแจง t ที่ความเชื่อมั่น $1-\alpha$ และองศาอิสระ

S_0 คือค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ε คือค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้

นอกจากนี้ยังมีสูตรการประมาณจำนวนรอบการประมวลผลคือ $R \cong R_0 \frac{h_0^2}{h^2}$ -------- (2)

โดย h คือค่า Half Width จากการกำหนดรอบการประมวลผลเบื้องต้น R_0

h_0 คือค่า Half Width ที่ยอมรับได้นั่นเอง

จากสูตรข้างต้นจะเห็นว่า ถ้าไม่ต้องการให้มีค่าความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นเลย $(\varepsilon = 0)$ ต้องกำหนดรอบการประมวลผลทั้ง infinity(α) ซึ่งไม่สามารถทำได้ในทางปฏิบัติ ดังนั้นผู้ทดลองจะต้องเป็นผู้กำหนดค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยที่สามรถยอมรับได้เอง ตัวอย่างเช่น จากการทำ 3 รอบประมวลผลพบว่าผลลัพธ์กำไรเฉลี่ยต่อวันคือ 100±30 บาท ดังนั้นถ้าต้องการลดค่าความคลาดเคลื่อนลงเป็น 10 บาท ก็กำหนดให้ค่า $h=10$, $h_0=30$ และ $R_0=3$ จากนั้นนำไปแทนค่าในสูตรที่สอง (2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะได้ $R \cong 3 * \frac{30^2}{10^2}$ นั่นคือต้องทำการรันทั้งหมด 27 รอบการประมวลผล (Number of Replications) จึงจะได้ค่า Half Width ของผลลัพธ์ที่สนใจเป็น 10 เป็นต้น

กรณีที่ทราบจำนวนรอบการทำซ้ำ และทราบค่า Half Width ที่ช่วงความเชื่อมั่นที่ 95% จากผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรม Arena และถ้าผู้ทดลองต้องการทราบค่า Half Width ที่ช่วงความเชื่อมั่นอื่น ๆ ก็สามารถคำนวณค่า Half Width ที่ช่วงความเชื่อมั่นอื่นนั้น ได้โดง่าย โดยใช้สูตร

$$h_{\alpha_{new}} = \left(\frac{t_{\alpha_{new}/2,R-1}}{t_{\alpha_{old}/2,R-1}} \right) * h_{\alpha_{old}} \qquad \text{---------- (3)}$$

โดย $h_{\alpha_{old}}$ คือค่า Half Width ที่ช่วงความเชื่อมั่นที่ 95% จากรอบการทำซ้ำ R ครั้ง

$h_{\alpha_{new}}$ คือค่า Half Width ที่ช่วงความเชื่อมั่นอื่น ที่ต้องการคำนวณ

จากที่ได้กล่าวมาแล้วว่าระบบที่มีการสิ้นสุด การกำหนดรอบการประมวลผลที่เพียงพอจะสามารถลดความแปรปรวนของผลลัพธ์ที่เราสนใจได้โดยจำนวนรอบการประมวลผลสามารถคำนวณได้โดย

$$R \geq \left(\frac{t_{\alpha/2;R-1} S_0}{\varepsilon} \right)^2 \text{ หรือ } R \geq \left(\frac{z_{\alpha/2} S_0}{\varepsilon} \right)^2$$

ดังนั้นต้องทดลองกำหนดรอบการประมวลผลเบื้องต้น (R_0) ก่อน แล้วจึงคำนวณค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลลัพธ์ที่เราสนใจ (S_0) และจึงกำหนดค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยที่สามารถยอมรับได้ (ε) แล้วนำค่าที่ได้ไปแทนในสูตรข้างต้นเพื่อหาค่าจำนวนรอบการประมวลผลที่เพียงพอ (R)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

มงคล วณิชภักดีเดชา (2545) ได้ศึกษาการสร้างแบบจำลองระบบแถวคอยในแผนกผู้ป่วยนอกของโรงพยาบาลศรีวิชัย 3 จุดมุ่งหมายสำคัญของการบริหารระบบแถวคอยมี 2 ประการ คือการพยายามลดระยะเวลารอคอยในแถว และการลดค่าใช้จ่ายในการเพิ่งเจ้าหน้าที่ งานวิจัยชิ้นนี้ได้ทำการศึกษาการบริหารระบบแถวคอยอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อบรรลุเป้าหมายที่ต้องการโดยใช้เทคโนโลยี Arena BE ผลที่ได้จากแบบจำลองนั้นก็นำไปเป็นแนวทางการปรับปรุงแก้ไขปัญหาที่ผู้ป่วยต้องรอตรวจนาน และพัฒนาในช่วงเวลาต่าง ๆ ให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

กาญจน์กรอง ปิยะไพร (2547) ได้ทำการศึกษาแนวทางการจัดตารางเดินรถโดยสารประจำทางกรณีศึกษาเส้นทางเดินรถโดยสารประจำทางจังหวัดนครราชสีมา ด้วยการใช้เทคนิคการแก้ปัญหากำหนดการเชิงเส้นสำหรับการวิเคราะห์หาจำนวนเที่ยวเดินรถโดยสารในแต่ละช่วงเวลา ผลลัพธ์ที่ได้จากการกำหนดการเชิงเส้นที่พัฒนาขึ้นมีความถูกต้องน่าเชื่อถือสามารถช่วยผู้ประกอบการในการจัดจำนวนเที่ยวเดินรถ และกำหนดจำนวนรถโดยสารที่ต้องใช้ในแต่ละเส้นทาง โดยผลกระทบจากการปรับปรุงการให้บริการเดินรถโดยสารตามวิธีการที่นำเสนอจะสามารถลดต้นทุนและเส้นทางซ้อนทับการเดินรถโดยสารลงได้ รวมถึงเพิ่มการให้บริการที่มีคุณภาพมากยิ่งขึ้น

ปิยะพร โลวะกิจ มงคล ลีลาไพบูลย์ และอัทวุทธ โสวจัสสตากุล (2547) ได้จำลองระบบแถวคอยบริการรับ – ส่งฟรี (Shuttle Bus) ของรถไฟฟ้า BTS เส้นทางระหว่างห้างสรรพสินค้าเซ็นทรัลซิตี้บางนาถึงสถานีรถไฟฟ้าอ่อนนุช โดยศึกษาเวลาที่ลูกค้าใช้ในการรอคอยก่อนที่จะได้รับบริการ หรือเวลาที่ผู้โดยสารมาขึ้นรอจนกระทั้งรถออกจากห้างสรรพสินค้าเซ็นทรัลซิตี้บางนา ระยะเวลาที่ใช้ในการให้บริการและระบบแถวคอยเป็นระบบที่อยู่ในสภาวะอยู่ตัว ระเบียบการให้บริการเป็นแบบมาก่อนได้รับบริการก่อนระบบแถวคอยมีให้บริการจำนวนจำกัด โดยผลการศึกษาระบบแถวคอยในปัจจุบันพบว่าในช่วงเวลาเร่งด่วนควรจะปล่อยรถทุก ๆ 8 นาที และจะมีรถมารอให้บริการผู้โดยสารอย่างต่อเนื่อง ส่วนผลการศึกษาในช่วงเวลาเช้า ปล่อยรถทุก ๆ 5 นาที และช่วงเวลาเย็นปล่อยรถทุก ๆ 6 นาที

สัทธพงศ์ ใจจิตร (2550) ได้ทำการวิเคราะห์การทำงานของระบบการให้บริการผู้ป่วยของโรงพยาบาลป่าซาง จังหวัดลำพูนโดยใช้แบบจำลองสถานการณ์แถวคอย เนื่องจากจำนวนผู้ป่วยที่มากขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้โรงพยาบาลประสบปัญหาเกี่ยวกับการรอการรับบริการเป็นเวลาที่ยาวนาน งานวิจัยนี้ได้มุ่งเน้นในการเพิ่มประสิทธิภาพ โดยการจัดการเรื่องของลำดับการรอคอย เพื่อทำให้สามารถลดเวลาของการรอคอยและเพิ่มความสามารถของโรงพยาบาลในการบริการและในด้านการใช้ทรัพยากร โดยทำการเก็บข้อมูลเวลาในการให้บริการ ตารางการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ทางการแพทย์เพื่อใช้ในการออกแบบการจำลองสถานการณ์ จากนั้นจึงได้ทำการสร้างแบบจำลองโดยใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรม Arena การวิเคราะห์ผลจากแบบจำลองนี้จะได้นำไปใช้ในการปรับปรุงการดำเนินงานเพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้

ศิวรักษ์ อินต๊ะวงศ์ (2552) ได้ศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดตารางการผลิตโดยวิธีฮิวรีสติก และเทคนิคการจำลองแบบปัญหาในอุตสาหกรรมประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดความคลาดเคลื่อนในการวางแผนการผลิตด้วยเทคนิคการจำลองปัญหาและหาวิธีจัดลำดับการผลิตที่เหมาะสมที่ทำให้ปิดงานของระบบมีค่าลดลงสำหรับการผลิตแผงวงจรชนิดอ่อนในกระบวนการผลิตสินค้าแบบม้วนของสายการผลิตพิมพ์แบบ 2 ด้าน การลดความคลาดเคลื่อนในการวางแผนการผลิตโดยทำการพัฒนาแบบจำจองการผลิตด้วยโปรแกรม Arena และทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองสถานการณ์

ณัฐพล ชวะศิริ (2554) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การปรับปรุงประสิทธิภาพการให้บริการของผู้ป่วยแผนกโรคหัวใจโดยใช้การจำลองสถานการณ์ : กรณีศึกษาสถาบันสุขภาพเด็กแห่งชาติมหาราชินี เนื่องจากในปัจจุบันมีเทคโนโลยีที่ทันสมัย และมีแพทย์ผู้เชียวชาญด้านต่างๆมากมาย จึงมีผู้ป่วยเข้ามารับการรักษาทางการแพทย์มากขึ้น และในหน่วยกุมารเวชศาสตร์โรคหัวใจ ของสถาบันสุขภาพเด็กแห่งชาติมหาราชินี ซึ่งมีแพทย์ผู้เชี่ยวชาญทางด้านโรคหัวใจเด็กอยู่มากมาย จึงทาให้มีผู้ป่วยมาใช้บริการในแผนกนี้เป็นจานวนมาก ทาให้ผู้ป่วยแต่ละคนใช้เวลาในการรอคอยเฉลี่ยนาน 1 ถึง 2 ชั่วโมง และในบางรายต้องเข้ารับการตรวจช่วงบ่ายต่อซึ่งใช้เวลาเฉลี่ยนาน 3 ถึง 4 ชั่วโมง จึงมีแนวคิดที่จะใช้การจาลองสถานการณ์โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อศึกษาเวลาต่างๆในระบบที่เกิดขึ้น และหาแนวทางแก้ไขเวลารอคอยที่เกิดขึ้นในระบบ ซึ่งเมื่อสร้างแบบจาลองขึ้นมาเพื่อวิเคราะห์ระบบโดยใช้โปรแกรมอารีน่าแล้วพบว่า โดยเฉลี่ยผู้ป่วยใช้เวลาอยู่ในระบบ 165.28 นาที และใช้เวลารอคอยเฉลี่ยในระบบ 131.19 นาที จึงได้เสนอแนวทางในการลดเวลารอคอย และเวลาที่ผู้ป่วยอยู่ในระบบลงโดยการปรับปรุงแบบจาลองทางคอมพิวเตอร์ โดยทาการย้ายจุดชั่งน้าหนักออก และนาเครื่องชั่งน้ำหนัก และวัดส่วนสูงไปรวมกับจุดรับบัตรคิว ยื่นแฟ้ม และทาการย้ายทรัพยากรที่ประจาในจุดชั่งน้ำหนักไปให้บริการที่จุดรับบัตรคิว ยื่นแฟ้ม หลังจากนั้นก็ทาการจัดตารางเวลาของแพทย์ห้องที่ 1 กับ 2 และเจ้าหน้าที่จุดออกใบนัดโต๊ะที่ 1 กับ 2 ให้เริ่มงานเร็วขึ้น 1 ชั่วโมง และเลิกงานก่อน 1 ชั่วโมง และประมวลผลที่ได้จากการโปรแกรมใหม่พบว่า สามารถลดเวลารอคอยเฉลี่ยในระบบจาก 131.19 นาที เหลือ 104.61 นาที และสามารถลดเวลาเฉลี่ยที่ผู้ป่วยอยู่ในระบบจากเดิม 165.28 นาที เหลือ 136.96 นาที หรือลดลงประมาณ 28.32 นาที

ชัชชล เกียรติจรูญศิริ และคณะ (2554) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การจำลองระบบปัญหาแถวคอยบริการผู้ป่วยนอกในแผนกทั่วไปโรงพยาบาลบางพลี การศึกษาครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อจำลองระบบปัญหาแถวคอยและสถานการณ์ทางเลือกเพื่อลดเวลาการรอคอยในบริการผู้ป่วยโรงพยาบาลบางพลี อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ ทำการเก็บข้อมูลเวลาการรอคอยและการให้บริการของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่ละจุดให้บริการ จำนวน 5 วันทำการในเดือนธันวาคม 2554 ตั้งแต่เวลา 06.30 น. ถึง 11.30 น. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ประกอบด้วย นาฬิกาจับเวลา กล้องถ่ายวีดีโอดิจิตอลและแบบฟอร์มการเก็บข้อมูลจำลองระบบด้วยโปรแกรม Arena version 11.0 วิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและสถิติทดสอบ t ผลการวิจัยเป็นดังนี้

วันจันทร์ควรเพิ่มพยาบาลผู้ให้บริการ 1 คนที่จุดซักประวัติ 1.1 ที่จุดซักประวัติ 1.4 และเพิ่มเจ้าหน้าที่ 1 คนที่จุดชำระเงิน ส่งผลให้เวลาทั้งหมดที่ใช้ในโรงพยาบาลโดยเฉลี่ยของคนไข้แต่ละคนลดลง จาก 31.28 นาที เหลือ 23.91 นาที ลดลงคิดเป็นร้อยละ 23.57 โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.01

วันอังคารควรเพิ่มพยาบาลผู้ให้บริการ 1 คนที่จุดซักประวัติ 1.1 และหมอ 1 คนที่ห้องตรวจ 7 ส่งผลให้เวลาทั้งหมดที่ใช้ในโรงพยาบาลโดยเฉลี่ยของคนไข้แต่ละคนลดลง จาก 32.92 นาที เหลือ 21.35 นาที ลดลงคิดเป็นร้อยละ 35.13 โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.01

วันพุธควรเพิ่มเครื่องวัดความดันแบบใหม่ 1 เครื่องที่จุดวัดความดัน และหมอ 1 คนที่ห้องตรวจ 7 ส่งผลให้เวลาทั้งหมดที่ใช้ในโรงพยาบาลโดยเฉลี่ยของคนไข้แต่ละคนลดลง จาก 44.60 นาที เหลือ 21.36 นาที ลดลงคิดเป็นร้อยละ 52.11 โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.01

วันพฤหัสบดีควรเพิ่มเครื่องวัดความดันแบบใหม่ 1 เครื่องที่จุดวัดความดัน หมอ 1 คนที่ห้องตรวจ 4 และเภสัชกรที่จุดจ่ายยาที่ 1 ส่งผลให้เวลาทั้งหมดที่ใช้ในโรงพยาบาลโดยเฉลี่ยของคนไข้แต่ละคนลดลง จาก 47.11 นาที เหลือ 20.13 นาที ลดลงคิดเป็นร้อยละ 57.26 โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.01

วันศุกร์ควรเพิ่มเครื่องวัดความดันแบบใหม่ 1 เครื่องที่จุดวัดความดัน และเภสัชกรที่จุดจ่ายยาที่ 1 ส่งผลให้เวลาทั้งหมดที่ใช้ในโรงพยาบาลโดยเฉลี่ยของคนไข้แต่ละคนลดลง จาก 41.68 นาที เหลือ 21.17 นาที ลดลงคิดเป็นร้อยละ 49.19 โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.01

ศศิวรรณ รัตนอุบล (2555) งานวิจัยนี้ได้ทำการจำลองแบบระบบของคลินิกกุมารเวชและอายุรกรรม ตึกผู้ป่วยนอกโรงพยาบาลพัทลุง จังหวัดพัทลุง และใช้เป็นแนวทางในการวางรูปแบบดำเนินงานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการดำเนินงานในโรงพยาบาลต่อไปทำการจำลองระบบโดยใช้โปรแกรม Arena version 13.0 จากผลการจำลองระบบ โดยเพิ่มจำนวน เพิ่มพยาบาลเข้าไปช่วย ณ จุดซักประวัติ 1 คน ช่วงเช้าเวลา 8.30 - 12.00 น. ณ คลินิกกุมารเวช สำหรับ ตัวแบบวันจันทร์ถึงวันศุกร์ พบว่าเวลารอรับบริการเฉลี่ยรวมของผู้ป่วยทั่วไปลดลง แต่ส่งผลให้เวลารอรับบริการเฉลี่ยรวมของผู้ป่วยบัตรนัดเพิ่มขึ้น และเพิ่มเจ้าหน้าที่เวชสถิติ ณ จุดค้นบัตร 1 คนเวลา 9.00 - 12.00น. เพิ่มพยาบาล 1 คน ณ จุดซักประวัติผู้ป่วยทั่วไปโต๊ะที่ 1 เวลา 8.30 - 12.00 น. และเพิ่มแพทย์อีก 1 คนเวลา 9.00 - 16.30 น. ที่คลินิกอายุรกรรม พบว่าเวลารอรับบริการเฉลี่ยรวมของผู้ป่วยทั่วไปและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บัตรนัดลดลง การที่เวลารอรับบริการเฉลี่ยรวมของผู้ป่วยบัตรนัดของคลินิกกุมาเวชเพิ่มขึ้น เนื่องจากผลจากการเพิ่มพยาบาลอีก 1 คน เป็น 2 คน ทำให้การทำงานรวดเร็วขึ้น ผู้ป่วยจึงผ่านไปสู่ขั้นตอนเข้าห้องตรวจพบหมอมีจำนวนมากขึ้น จึงทำให้เกิดการรอนานมากขึ้น แต่เมื่อพิจารณาแล้ว พบว่าเวลารอรับบริการเฉลี่ยรวมของผู้ป่วยบัตรนัดใหม่ที่เพิ่มขึ้นมีไม่มากนัก ซึ่งเป็นเวลารอรับบริการที่สามารถยอมรับได้

พิมพิมล สิทธิยุโณ (2555) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบแถวคอย กรณีศึกษา คลินิกเบาหวาน โรงพยาบาลท่าศาลา การศึกษาอิสระนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับประสิทธิภาพของระบบแถวคอยปัจจุบันของคลินิกเบาหวาน โรงพยาบาลท่าศาลา และเสนอแนวทางการพัฒนาระบบแถวคอย คลินิกเบาหวาน โดยหาเวลาในการรอคอยเฉลี่ยในแต่ละขั้นตอนเวลาเฉลี่ยที่ผู้ป่วยอยู่ในระบบ และจำนวนผู้ป่วยเฉลี่ยที่รอรับบริการ โดยสร้างทางเลือก และจำลองแบบเพื่อลดเวลาในการรอคอยเฉลี่ยให้น้อยลง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย การสัมภาษณ์ การสังเกต โดยบันทึกเวลาการเข้ารับบริการ และเวลาการให้บริการในแต่ละขั้นตอน และเก็บข้อมูลระหว่างวันที่ 21 กันยายน พ.ศ. 2554 ถึง 21 ตุลาคม พ.ศ.2554 ซึ่งมีจำนวนผู้ป่วยที่มารับบริการคลินิกเบาหวานทั้งสิ้น 1,545 คน ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับระยะเวลา ความถี่ของการเข้ารับบริการของผู้ป่วย และระบบการให้บริการของคลินิกเบาหวาน คำนวณหาอัตราการเข้ารับบริการของผู้ป่วย และอัตราการให้บริการของคลินิกเบาหวาน เพื่อวิเคราะห์ถึงประสิทธิภาพในการจัดการแถวคอยโดยจำลองแบบด้วยโปรแกรม Arena และพัฒนาทางเลือกใหม่ในการจัดการแถวคอยของคลินิกเบาหวาน ผลจากการศึกษา พบว่า อัตราการเข้ารับบริการของผู้ป่วยมีการแจกแจงแบบปัวส์ซอง และเวลาในการให้บริการของคลินิกเบาหวานในทุกขั้นตอนการบริการมีการแจกแจงแบบเอ็กซ์โปเน็นเชียล ด้วยเวลาเฉลี่ยในการให้บริการผู้ป่วยแต่ละคนในขั้นตอนการยื่นบัตร 0.34 นาที การเจาะเลือด 1.12 นาที การซักประวัติ 1.73 นาที การพบแพทย์ 2.02 นาที และการรับใบนัด 2.49 นาที จากการจำลองแบบคลินิกเบาหวาน ด้วยโปรแกรม Arena เพื่อหาประสิทธิภาพ การจัดการระบบแถวคอยของคลินิกเบาหวาน โรงพยาบาลท่าศาลา พบว่า เวลารอรับบริการเฉลี่ยของคลินิกเบาหวานเท่ากับ 250.66 นาที และเวลาเฉลี่ยที่ผู้ป่วยอยู่ในระบบ เท่ากับ 258.27 นาที โดยผู้ป่วยจะใช้เวลาเวลารอรับบริการเฉลี่ยที่ขั้นตอนการพบแพทย์มากที่สุด เป็นเวลา 141.47 นาที รองลงมา คือ ขั้นตอนการซักประวัติ 54.20 นาที ขั้นตอนการยื่นบัตร 30.10 นาที ขั้นตอนการรับใบนัด 15.49 นาที และ ขั้นตอนการเจาะเลือด 9.28 นาที ตามลำดับ และจำนวนผู้ป่วยเฉลี่ยที่รอรับบริการในระบบแถวคอยคลินิกเบาหวาน เท่ากับ 68.69 คน โดยมีจำนวนผู้ป่วยเฉลี่ยที่รอรับบริการอยู่ในขั้นตอนการพบแพทย์มากที่สุด คือ 37.64 คน รองลงมา คือ ขั้นตอนการซักประวัติ 14.35 คน ขั้นตอนการยื่นบัตร 8 คน ขั้นตอนการรับใบนัด 4.15 คน และ ขั้นตอนการเจาะเลือด 2.52 คน ตามลำดับ จากผลการจำลองแบบระบบปัจจุบัน ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ทางเลือก จำนวน 5 ทางเลือก โดยการปรับอัตราการเข้ารับบริการ และเปลี่ยนเวลาเริ่มปฏิบัติงานของผู้ให้บริการ พบว่า ทางเลือกที่ลดเวลาเฉลี่ยที่ผู้ป่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อยู่ในคลินิกเบาหวานได้มากที่สุด คือ ทางเลือกที่ปรับให้เจ้าหน้าที่ในขั้นตอนการยื่นบัตร และเจาะเลือดเริ่มปฏิบัติงานเวลา 6.30 น. แพทย์ และพยาบาลในขั้นตอน การพบแพทย์ และการรับใบนัดเริ่มปฏิบัติงานเวลา 8.30 น. และปรับอัตราการเข้ารับบริการของผู้ป่วยให้มาถึงคลินิกเบาหวานในเวลา 6.30 น. โดยผู้ป่วยจะใช้เวลาเฉลี่ยอยู่ในคลินิกเบาหวาน 146.15 นาที และสามารถลดลงจากระบบปัจจุบัน 112.12 นาที รองลงมา คือ ทางเลือกที่มีการเปลี่ยนอัตราการเข้ารับบริการของผู้ป่วยให้ผู้ป่วยมาถึงคลินิกเบาหวานในเวลา 7.00 น. และเจ้าหน้าที่ ในขั้นตอนการยื่นบัตร และเจาะเลือดเริ่มปฏิบัติงานเวลา 7.00 น. โดยผู้ป่วยจะใช้เวลาเฉลี่ยอยู่ในคลินิกเบาหวาน 146.76 นาที และสามารถลดลงจากระบบปัจจุบัน 111.51 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจะดำเนินการศึกษาในรายละเอียดในหัวข้อดังต่อไปนี้

3.1 การดำเนินงานวิจัย

3.2 ระบบการให้บริการของเมกาบางนา

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

รายละเอียดแต่ละหัวข้อมีดังนี้

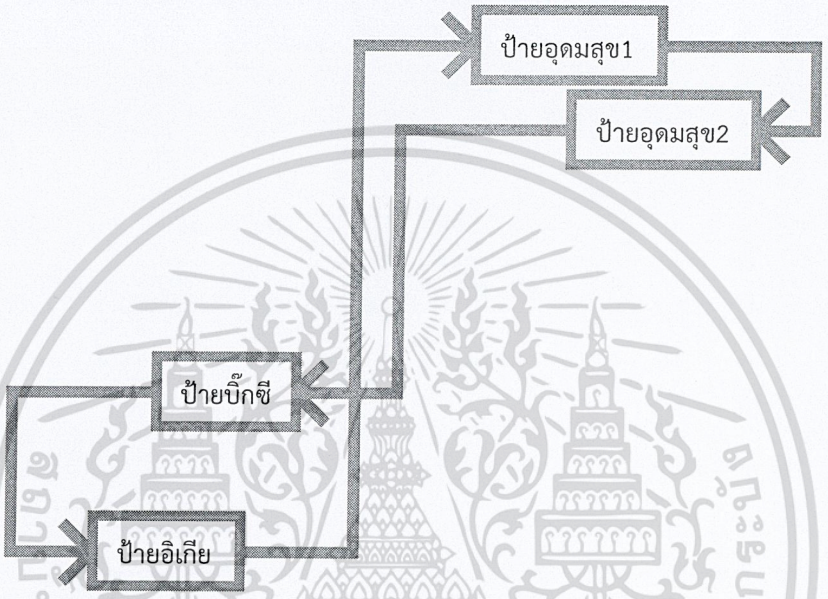
3.1 การดำเนินงานวิจัย

1. ทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบแถวคอย
2. ศึกษาระบบการให้บริการและปัญหาแถวคอยของลูกค้าที่มาใช้บริการรถ Shuttle Bus เมกาบางนา - BTSอุดมสุข
3. กำหนดวัตถุประสงค์และขอบเขตของปัญหา
4. ศึกษาหลักการจำลองระบบโดยใช้โปรแกรม Arena
5. เขียนผังงาน (Flow chart) อธิบายขั้นตอนการเข้ารับบริการของลูกค้าที่มาใช้บริการรถ Shuttle Bus เมกาบางนา - BTSอุดมสุข
6. สร้างแบบบันทึกข้อมูลเวลาของผู้เข้ารับบริการของลูกค้าที่มาใช้บริการรถ Shuttle Bus เมกาบางนา - BTSอุดมสุข
7. เก็บรวมรวมข้อมูลที่ต้องใช้วิเคราะห์ระบบแถวคอย
8. ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บรวบรวม
9. สร้างแบบจำลองระบบแถวคอยเข้ารับบริการของลูกค้าที่มาใช้บริการรถ Shuttle Bus เมกาบางนา - BTSอุดมสุข โดยใช้โปรแกรม Arena จำลองตาม Flowchart ที่สร้างขึ้นรวมทั้งตรวจสอบแบบจำลองว่าสามารถใช้แทนเหตุการณ์จริงได้
10. ออกแบบ ทดลอง และประเมินสถานการณ์ในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อหาทางเลือกที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสมที่สุดในการแก้ไขปัญหาระบบแถวคอยเข้ารับบริการของลูกค้าที่มาใช้บริการรถ Shuttle Bus เมกาบางนา - BTSอุดมสุข
11. การจัดทำรายงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ระบบการให้บริการของเมกาบางนา

ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาระบบและขั้นตอนการให้บริการของรถ Shuttle Bus เมกาบางนา – BTSอุดมสุข โดยพบว่าจะเปิดให้บริการฟรีกับลูกค้าทุกวันจันทร์ – อาทิตย์ ตั้งแต่เวลา 08.00 - 23.00 น. และรับส่งผู้โดยสารจากห้างเมกาบางนา ไปยังสถานี BTSอุดมสุม และรับผู้โดยสารจากสถานี BTSอุดมสุข ไปยังห้างเมกาบางนา มีจุดขึ้นรถหลัก ๆ ทั้งหมด 3 จุดคือ บิ๊กซี อีเกีย และสถานี BTSอุดมสุข ตามเส้นทางดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 เส้นทางการเดินรถ Shuttle Bus เมกาบางนา – BTSอุดมสุข

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.3.1 การจัดเตรียมข้อมูล

ข้อมูลที่เก็บรวบรวมมายังไม่สามารถนำไปวิเคราะห์ได้ บางค่าต้องมีการคำนวณค่าตัวแปรออกมาจากการจับเวลาที่แสดงการมาถึงของผู้ใช้บริการ ณ ป้ายต่าง ๆ ระยะเวลาระหว่างป้ายและระยะเวลาการเปิดประตูรับส่งผู้ใช้บริการ

3.3.2 วิเคราะห์หาการแจกแจงของข้อมูลนำเข้า

นำข้อมูลของเวลาระยะเวลาระหว่างการมาถึงระบบของผู้ใช้บริการแต่ละคน และเวลาการให้บริการของรถ Shuttle Bus ณ ป้ายต่าง ๆ มาหารูปแบบการแจกแจงที่เหมาะสมโดยขั้นแรกจะดูรูปแบบการกระจายข้อมูลจากกราฟฮิสโตแกรมหรือกราฟความน่าจะเป็น เพื่อคาดคะเนลักษณะกราฟว่ามีการแจกแจงความน่าจะเป็นเป็นรูปแบบใด จากนั้นจะใช้เครื่องมือ Input Analyzer ของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรม Arena วิเคราะห์หารูปแบบการแจกแจงที่เหมาะสมกับข้อมูล โดยโปรแกรม Arena มีวิธีการทดสอบสมมติฐานการแจกแจงของความน่าจะเป็นของข้อมูล (Goodness of Fit Test) 2 วิธี คือ

วิธีที่ 1 การทดสอบโคโมโกรอฟ - สเมียร์นอฟ (Kolmogorov - Smirnov Test)

วิธีที่ 2 การทดสอบไคสแควร์ (Chi - Square Test)

และผลการวิเคราะห์จะแสดงค่าเป็น Mean of Sum Square - Error (ค่าเฉลี่ยของความผิดพลาดยกกำลังสองเฉลี่ย) ของแต่ละการแจกแจงที่คาดคะเนไว้ การจะเลือกรูปแบบการแจกแจงที่เหมาะสมใดนั้น ก็ต่อเมื่อผลการทดสอบสมมติฐานยอมรับว่ามีการแจกแจงแบบที่คาดคะเนไว้ พร้อมกับมีค่า Mean of Sum Square - Error ต่ำสุดในบรรดาการแจกแจงที่คาดคะเนต่าง ๆ ที่ผลการทดสอบสมมติฐานยอมรับว่ามีการแจกแจงแบบที่คาดคะเนไว้ด้วยเช่นกัน ถ้าไม่มีการแจกแจงใดที่เหมาะสมด้วยเพราะผลการทดสอบสมมติฐานไม่ยอมรับว่ามีการแจกแจงแบบที่คาดคะเนไว้ ก็จะหาการแจกแจงแบบความถี่สัมพัทธ์ (Empirical distribution) ทั้งกรณีตัวแปรแบบไม่ต่อเนื่องและต่อเนื่อง

3.3.3 สร้างตัวแบบจำลองและตรวจสอบความถูกต้องของตัวแบบจำลอง

สร้างแบบจำลองระบบการให้บริการของรถ Shuttle Bus เมกาบางนา – BTSอุดมสุข ในโปรแกรมArena และตรวจสอบความถูกต้องของตัวแบบจำลองเพื่อเป็นตัวพิสูจน์ว่าแบบจำลองสามารถทำงานเหมือนระบบจริงและสามารถอธิบายพฤติกรรมของระบบจริงได้หรือไม่ในการตรวจสอบความถูกต้องมี 2 ขั้นตอน (Jerry B., John S. C.II(1984)) คือ การพิสูจน์ความจริง (verification) ทำโดยเปรียบเทียบตัวแบบหลักการ (conceptual model) กับรหัสคอมพิวเตอร์ (computer code)ที่ใช้หลักการนั้น และขั้นตอนการมีเหตุผล (validation) ทำได้โดยกำหนดให้ได้ว่าตัวแบบจำลองเป็นตัวแทนที่แม่นยำของระบบจริง โดยการทำการเปรียบเทียบซ้ำ ๆ ระหว่างตัวแบบจำลองกับระบบจริง (calibration) นอกจากนี้ยังอาจใช้วิธีการทดสมมุติฐานทางสถิติ (Averill M.L,W .David .K(2000)) ได้แก่ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการรอคอยของระบบจริงและแบบจำลองโดยใช้การทดสอบ t - test, Kolmogorov - Smirnov test เป็นต้น

3.3.4 ออกแบบและทำการทดลองนโยบายใหม่

หลังจากได้ผลการจำลองแบบระบบงานบริการในปัจจุบันแล้วผู้วิจัยนำผลการจำลองแบบระบบงานบริการ มาพิจารณาปรับเปลี่ยนจุดบริการที่มีเวลารอคอยเฉลี่ยนานจากนั้นออกแบบการทดลองโดยกำหนดนโยบายที่จะทำการทดลอง เพื่อแก้ปัญหาเวลารอคอยเฉลี่ยนานที่เกิดขึ้นในขั้นตอนต่าง ๆ ทำการทดลองเมื่อได้ผลจากการทดลองแล้วต้องทดสอบด้วยวิธีการทางสถิติต่าง ๆ เพื่อเปรียบเทียบหานโยบายที่ทำให้ระบบมีการดำเนินงานที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดต่อไป

3.3.5 วิเคราะห์เลือกทางออกที่เหมาะสมที่สุดและเขียนรายงานการวิจัย

นำผลการวิเคราะห์มาพิจารณาเพื่อหาข้อสรุปและข้อเสนอแนะและจัดทำรายงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

จากบทที่ผ่านมาได้นำเสนอการเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อนำไปสู่การวิเคราะห์แบบจำลองสถานการณ์ในบทนี้และเพื่อหาแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพด้วยวิธีการจำลองสถานการณ์ระบบเดินรถโดยสาร Shuttle Bus และปรับใช้ในสถานการณ์จริง

4.1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ใช้บริการ

4.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

4.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

4.4 การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

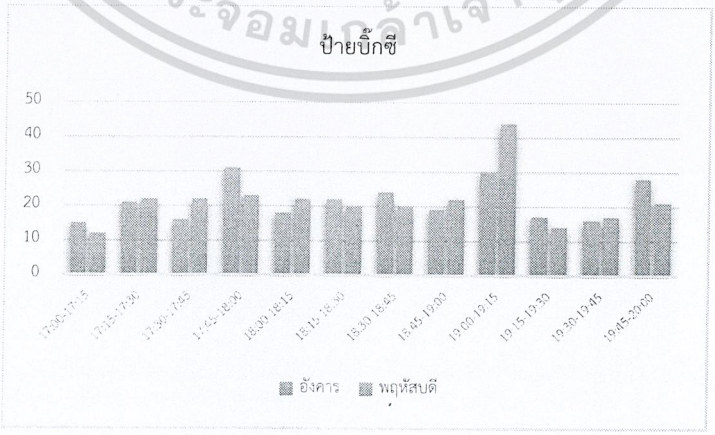
4.5 การเปรียบเทียบผลแบบจำลอง

4.1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ใช้บริการ

4.1.1 ลูกค้าที่มาใช้บริการรถ Shuttle Bus เมกาบางนา - BTSอุดมสุข

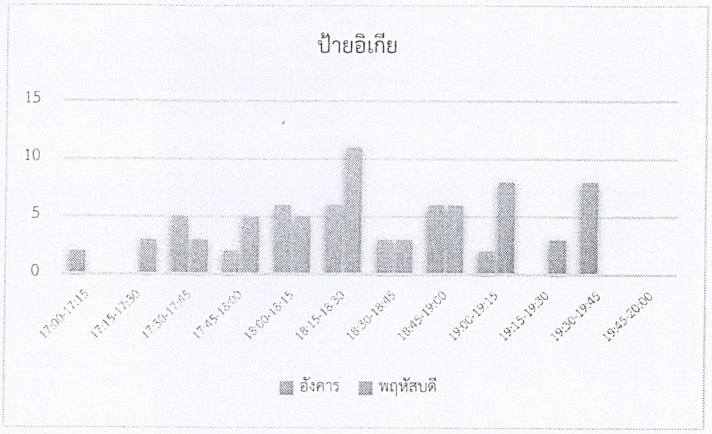
จากการสังเกตพบว่าจำนวนลูกค้าที่มาใช้บริการรถ Shuttle Bus เมกาบางนา – BTSอุดมสุข ในวันจันทร์ อังคาร และพุธมีลักษณะคล้ายกัน ส่วนวันพฤหัส และศุกร์มีพฤติกรรมคล้ายกัน เพื่อความมั่นใจในการตัดสินใจเลือกตัวแบบเราจึงเก็บตัวอย่างในวันอังคาร(ตัวแทนวันจันทร์ วันอังคาร และวันพุธ) และวันพฤหัสบดี(ตัวแทนวันพฤหัสบดี และวันศุกร์) มาสร้างกราฟเปรียบเทียบกันอีกครั้ง

กราฟแสดงจำนวนผู้เข้าใช้บริการในวันจันทร์ และวันพฤหัสบดี ณ ป้ายต่าง ๆ

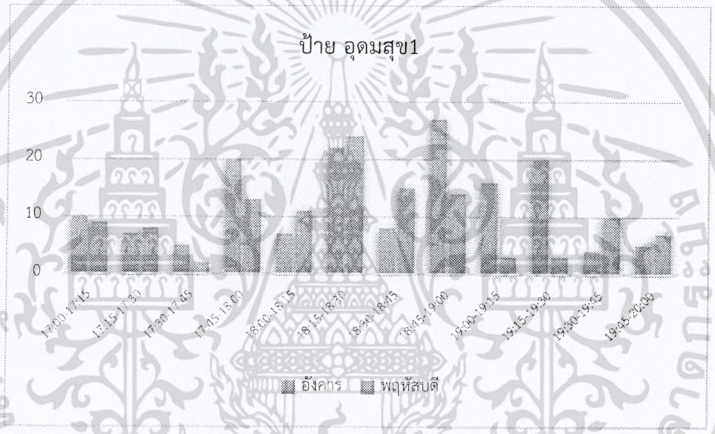


รูปที่ 4.1 กราฟแสดงจำนวนผู้เข้าใช้บริการวันอังคาร และวันพฤหัสบดี ณ ป้ายบิ๊กซี

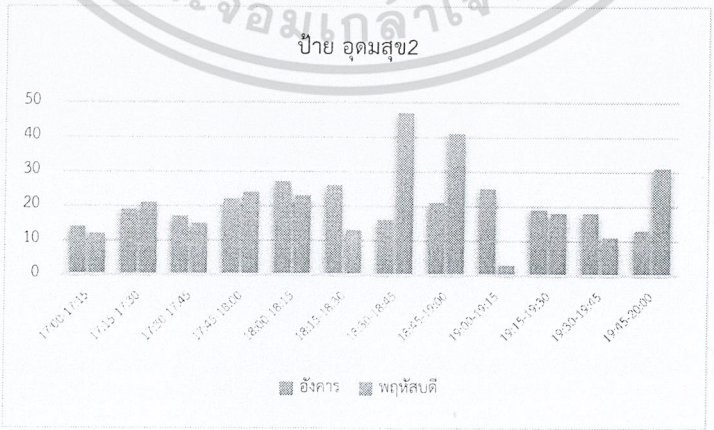
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 กราฟแสดงจำนวนผู้เข้าใช้บริการวันอังคาร และวันพฤหัสบดี ณ ป้ายอิเกีย



รูปที่ 4.3 กราฟแสดงจำนวนผู้เข้าใช้บริการวันอังคาร และวันพฤหัสบดี ณ ป้ายอุดมสุข1



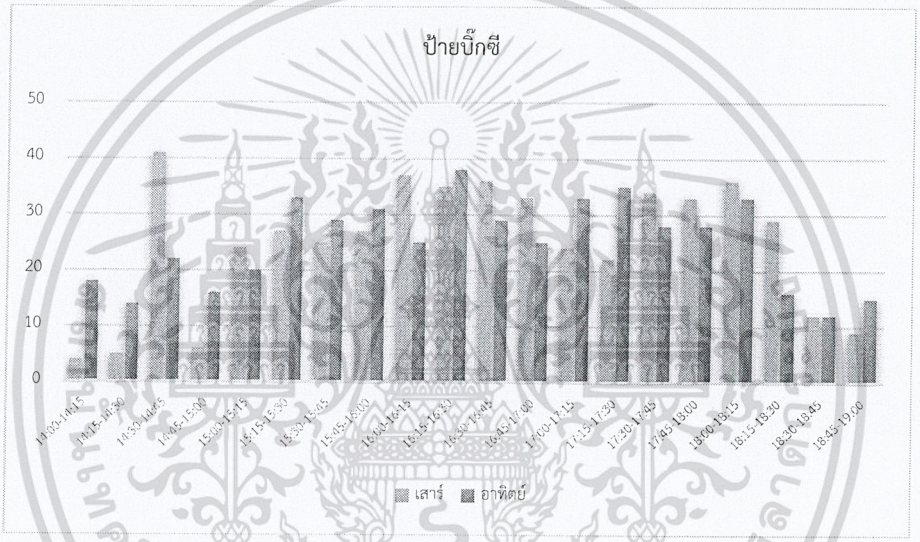
รูปที่ 4.4 กราฟแสดงจำนวนผู้เข้าใช้บริการวันอังคาร และวันพฤหัสบดี ณ ป้ายอุดมสุข2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

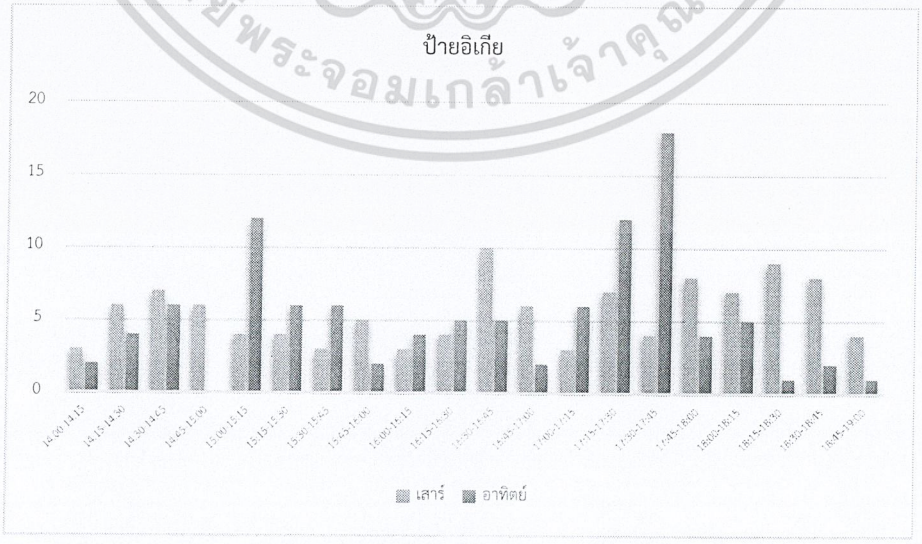
จากรูปที่ 4.1 - รูปที่ 4.4 พบว่าทั้งสองวันมีความคล้ายกัน ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า วันจันทร์ – วันศุกร์ มีจำนวนลูกค้าที่มาใช้บริการคล้ายกัน ทางคณะผู้วิจัยจึงเลือกใช้ข้อมูลในวันอังคารเป็นตัวแบบของวันจันทร์ – วันศุกร์

จากการสังเกตพบว่าจำนวนลูกค้าที่มาใช้บริการรถ Shuttle Bus เมกาบางนา – BTSอุดมสุข ในวันเสาร์ และวันอาทิตย์มีลักษณะคล้ายกัน จึงทำการเก็บตัวอย่างจำนวนผู้เข้าใช้บริการของทั้ง 2 วันมาเปรียบเทียบกัน พบว่ามีความคล้ายกัน ดังนั้นจึงเลือกใช้ข้อมูลในวันอาทิตย์เป็นตัวแบบของวันเสาร์ - อาทิตย์

กราฟแสดงจำนวนผู้เข้าใช้บริการในวันเสาร์ และวันอาทิตย์ ณ ป้ายต่าง ๆ

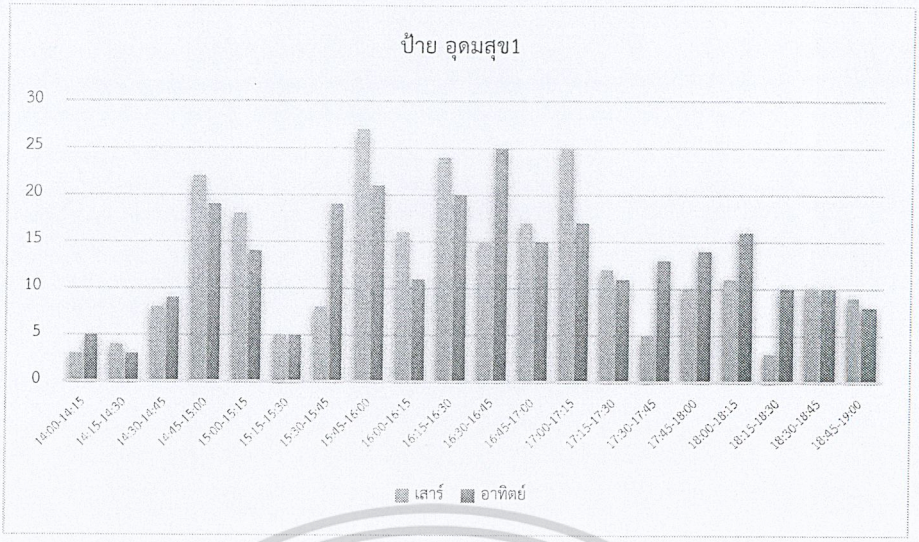


รูปที่ 4.5 กราฟแสดงจำนวนผู้เข้าใช้บริการวันเสาร์ และวันอาทิตย์ ณ ป้ายบิ๊กซี



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.6 กราฟแสดงจำนวนผู้เข้าใช้บริการวันเสาร์ และวันอาทิตย์ ณ ป้ายอิเกีย



รูปที่ 4.7 กราฟแสดงจำนวนผู้เข้าใช้บริการวันเสาร์ และวันอาทิตย์ ณ ป้ายอุดมสุข1

รูปที่ 4.8 กราฟแสดงจำนวนผู้เข้าใช้บริการวันเสาร์ และวันอาทิตย์ ณ ป้ายอุดมสุข2

จากรูปที่ 4.5 - รูปที่ 4.8 พบว่าทั้งสองวันมีความคล้ายกัน ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า วันเสาร์ – วันอาทิตย์ มีจำนวนลูกค้าที่มาใช้บริการคล้ายกัน ทางคณะผู้วิจัยจึงเลือกใช้ข้อมูลในวันอาทิตย์เป็นตัวแบบของวันเสาร์ – วันอาทิตย์

จากข้อมูลข้างต้นสรุปได้ว่าสามารถแบ่งข้อมูลออกได้เป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

1. กลุ่มวันจันทร์ – วันศุกร์
2. กลุ่มวันเสาร์ – วันอาทิตย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลในวันอังคารจะเก็บข้อมูลในช่วงเวลาที่มีลูกค้าซึ่งหมายถึงผู้ที่จะใช้บริการรถ Shuttle Bus เมกาบางนา – BTSอุดมสุข มากที่สุดคือระหว่างเวลา 17.00 - 20.00 น. และในวันอาทิตย์ระหว่างเวลา 14.00 - 19.00 น. ซึ่งถือได้ว่าเป็นช่วงเวลาที่มีการเข้าใช้บริการในระบบมากที่สุด

จากการเก็บข้อมูลจะแสดงให้เห็นว่า ผู้เข้ารับบริการ มีจำนวนประชากรแบบไม่จำกัด ลักษณะการเข้ารับบริการเป็นแบบสุ่ม และพฤติกรรมของผู้เข้ารับบริการจะรอจนกว่าจะได้รับบริการ

ตารางที่ 4.1 การกำหนดป้ายรถ Shuttle Bus

ป้ายรถ Shuttle Bus
ป้ายบิ๊กซี
ป้ายอิเกีย
ป้ายอุดมสุข1
ป้ายอุดมสุข2

4.2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลประกอบด้วย

1. นาฬิกาจับเวลา
2. กล้องถ่ายวิดีโอ
3. แบบฟอร์มการเก็บรวบรวมข้อมูล
    (1) แบบฟอร์มการเก็บรวบรวมข้อมูลเวลาระหว่างป้ายรถ Shuttle Bus
    (2) แบบฟอร์มการเก็บรวบรวมข้อมูลเวลาห่างการมาถึงของผู้เข้ารับบริการ

แบบฟอร์มการเก็บรวบรวมข้อมูลเวลาระหว่างป้ายรถ Shuttle Bus แสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แบบฟอร์มการเก็บรวบรวมข้อมูลเวลาระหว่างป้ายรถ Shuttle Bus

ระยะทาง		เวลาระหว่างป้าย
ป้ายบิ๊กซี	ไปยังป้ายอิเกีย	
ป้ายอิเกีย	ไปยังป้ายอุดมสุข1	
ป้ายอุดมสุข1	ไปยังป้ายอุดมสุข2	
ป้ายอุดมสุข2	ไปป้ายบิ๊กซี	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบฟอร์มการเก็บรวบรวมข้อมูลของเวลาผู้เข้ารับบริการ แสดงดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แบบฟอร์มการเก็บรวบรวมข้อมูลเวลาห่างการมาถึงของผู้เข้ารับบริการ

คนที่	เวลาห่างการมาถึงของผู้เข้ารับบริการ
1	
2	
3	
4	
.	
.	
n	

4.2.2 ลักษณะของข้อมูลดิบ

ข้อมูลที่เก็บรวบรวมมานั้นประกอบด้วย

1. เวลาที่คนเข้าสู่ระบบ ระบบจะเริ่มบันทึกเวลาเมื่อคนที่ 1 ที่เข้าสู่ระบบมาถึง และบันทึกคนที่ 2, 3, 4, ... เรื่อยไป เวลาที่บันทึกนั้นจะบันทึกเวลาเป็นหน่วยวินาที

2. เวลาระหว่างป้าย จะเริ่มนับตั้งแต่ประตูรถปิดและรถออกจากจุดรับ - ส่ง ไปจนถึงประตูรถเปิดในป้ายต่อไป และบันทึกเวลาเช่นเดียวกับเวลาที่คนเข้าสู่ระบบ

3. เวลาการเปิดประตูรถ จะเริ่มนับตั้งแต่ประตูรถเปิดรอรับผู้โดยสารจนกระทั่งประตูรถปิดในป้ายบิ๊กซี และบันทึกเวลาเช่นเดียวกันในป้ายอิเกีย, ป้ายอดมสุข1, ป้ายอุดมสุข2 และเปิดปิดเพื่อส่งผู้โดยสาร ณ ป้ายบิ๊กซี อีกครั้ง

4.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

จากข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาได้จะนำมาวิเคราะห์หาการแจกแจงของข้อมูลเวลาระหว่างป้ายรถ Shuttle Bus และเวลาห่างการมาถึงของผู้เข้ารับบริการ โดยในงานวิจัยนี้จะใช้การทดสอบของโคลโมโกรอฟ - สเมอร์นอฟ สำหรับตัวอย่าง 1 กลุ่ม (Kolmogorov - Smirnov One Sample Test) ในโปรแกรม Arena เพื่อหาการแจกแจงที่เหมาะสมที่สุด หากไม่สามารถหาการแจกแจงได้ในที่นี้จะใช้ค่าการแจกแจงความถี่สะสมของข้อมูลที่ทดสอบ (Empirical Distribution) แทน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.1 การวิเคราะห์ข้อมูลระหว่างป้ายรถ Shuttle Bus

การหาการแจกแจงระหว่างป้ายรถ Shuttle Bus ณ ป้ายต่าง ๆ จะใช้เวลาห่างจากป้ายบิ๊กซี ไปถึงป้ายอิเกีย, จากป้ายอิเกีย ไปถึงป้ายอุดมสุข1, จากป้ายอุดมสุข1 ไปถึงป้ายอุดมสุข2 และจากป้ายอุดมสุข2 ไปถึงป้ายบิ๊กซี ซึ่งมีจำนวนการเก็บข้อมูล 32 ค่า โดยแต่ละค่ามีหน่วยเป็นนาที

นำข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมมาวิเคราะห์ โดยใช้เครื่องมือ Input Analyzer ในโปรแกรม Arena และวิเคราะห์การแจกแจงของระยะเวลาระหว่างป้ายโดยวิธี Goodness of fit test เพื่อนำไปใช้ในการสร้างรูปแบบการจำลองของระบบปัจจุบันต่อไป แสดงผลการหาการแจกแจงของระยะเวลาระหว่างป้าย ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 การวิเคราะห์ผลข้อมูลการแจกแจงเวลาระหว่างป้ายรถ Shuttle Bus วันจันทร์ – วันศุกร์

จุดให้บริการ		รูปแบบการแจกแจง	ฟังก์ชั่นการแจกแจง	N	p-value
ป้ายบิ๊กซี	ไปยังป้ายอิเกีย	Normal (μ, σ^2)	NORM(4.72, 0.527)	32	0.0611
ป้ายอิเกีย	ไปยังป้ายอุดมสุข1	Beta (a, b)	15 + 15 * BETA(2.31, 2.12)	32	> 0.15
ป้ายอุดมสุข1	ไปยังป้ายอุดมสุข2	Normal (μ, σ^2)	NORM(9.93, 1.57)	32	> 0.15
ป้ายอุดมสุข2	ไปยังป้ายบิ๊กซี	Beta (a, b)	13 + 5.99 * BETA(1.06, 1.79)	32	> 0.15

การวิเคราะห์ข้อมูลการแจกแจงระหว่างป้ายรถ Shuttle Bus วันเสาร์ – วันอาทิตย์ แสดงดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 การวิเคราะห์ผลข้อมูลการแจกแจงเวลาระหว่างป้ายรถ Shuttle Bus วันเสาร์ – วันอาทิตย์

จุดให้บริการ		รูปแบบการแจกแจง	ฟังก์ชั่นการแจกแจง	N	p-value
ป้ายบิ๊กซี	ไปยังป้ายอิเกีย	Beta (a, b)	5 + 3.68 * BETA(1.55, 2.02)	32	> 0.15
ป้ายอิเกีย	ไปยังป้ายอุดมสุข1	Beta (a, b)	16 + 6.61 * BETA(2.15, 2.03)	32	> 0.15
ป้ายอุดมสุข1	ไปยังป้ายอุดมสุข2	Beta (a, b)	5 + 3.64 * BETA(1.71, 1.43)	32	> 0.15
ป้ายอุดมสุข2	ไปยังป้ายบิ๊กซี	Triangular(Min,Mode,Max)	TRIA(13.1, 15.5, 16.5)	32	> 0.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเวลาการเปิดประตูรับผู้โดยสารเข้าระบบ

การหาการแจกแจงเวลาการเปิดประตูรถ Shuttle Bus ณ ป้ายต่าง ๆ จะใช้เวลาเปิดประตูรับผู้โดยสาร ณ ป้ายบิ๊กซี ป้ายอิเกีย ป้ายอุดมสุข1 ป้ายอุดมสุข2 และเปิดประตูเพื่อส่งผู้โดยสาร ณ ป้ายบิ๊กซี ซึ่งมีจำนวนการเก็บข้อมูล 32 ค่า โดยแต่ละค่ามีหน่วยเป็นนาที

นำข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมมาวิเคราะห์ โดยใช้เครื่องมือ Input Analyzer ในโปรแกรม Arena และวิเคราะห์การแจกแจงของระยะเวลาเปิดประตูรับส่งผู้โดยสาร ณ ป้ายต่าง ๆ โดยวิธี Goodness of fit test เพื่อนำไปใช้ในการสร้างรูปแบบการจำลองของระบบปัจจุบันต่อไป แสดงผลการหาการแจกแจงของระยะเวลาเปิดประตูรับส่งผู้โดยสาร ณ ป้ายต่าง ๆ ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 การวิเคราะห์ผลข้อมูลการแจกแจงเวลาการเปิดประตูรถ Shuttle Bus ณ ป้ายต่าง ๆ วันจันทร์ – วันศุกร์

จุดให้บริการ	รูปแบบการแจกแจง	ฟังก์ชั่นการแจกแจง	N	p-value
ป้ายบิ๊กซี	Beta(a,b)	1 + 20 * BETA(1.08, 1.29)	32	> 0.15
ป้ายอิเกีย	Beta(a,b)	0.09 + 0.27 * BETA(2.44, 3.25)	32	> 0.15
ป้ายอุดมสุข1	Beta(a,b)	0.19 + 0.34 * BETA(2.31, 2.12)	32	> 0.15
ป้ายอุดมสุข2	Beta(a,b)	0.13 + 0.41 * BETA(1.41, 2.01)	32	> 0.15
ป้ายลงบิ๊กซี*	Weibull(β,α)	0.12 + WEIB(0.202, 2.18)	32	> 0.15

*ป้ายลงบิ๊กซี คือ เปิดประตูเพื่อส่งผู้โดยสาร ณ ป้ายบิ๊กซี

การวิเคราะห์ข้อมูลการแจกแจงเวลาการเปิดประตูรถ Shuttle Bus ณ ป้ายต่าง ๆ วันเสาร์ – วันอาทิตย์ แสดงดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 การวิเคราะห์ผลข้อมูลการแจกแจงเวลาการเปิดประตูรถ Shuttle Bus ณ ป้ายต่าง ๆ วันเสาร์ – วันอาทิตย์

จุดให้บริการ	รูปแบบการแจกแจง	ฟังก์ชั่นการแจกแจง	N	p-value
ป้ายบิ๊กซี	Normal(μ,σ^2)	NORM(14.9, 1.7)	32	> 0.15
ป้ายอิเกีย	Lognormal(LogMean,LogStd)	0.13 + LOGN(0.157, 0.105)	32	> 0.15
ป้ายอุดมสุข1	Erlang(ExpoMean , k)	0.08 + ERLA(0.0565, 5)	32	> 0.15
ป้ายอุดมสุข2	Lognormal(LogMean,LogStd)	0.13 + LOGN(0.114, 0.0629)	32	> 0.15
ป้ายลงบิ๊กซี	Lognormal(LogMean,LogStd)	0.17 + LOGN(0.139, 0.0629)	32	> 0.15

*ป้ายลงบิ๊กซี คือ เปิดประตูเพื่อส่งผู้โดยสาร ณ ป้ายบิ๊กซี

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3 การวิเคราะห์ข้อมูลของผู้เข้ารับบริการ

เวลาของผู้เข้ารับบริการ การหาการแจกแจงเวลาของผู้เข้ารับบริการจะใช้เวลาห่างการมาถึงของผู้เข้ารับบริการตั้งแต่มาถึงจนได้รับบริการ ณ ป้ายรถ Shuttle Bus ป้ายหนึ่ง ๆ ซึ่งมีจำนวน n ค่า หน่วยเป็นวินาที

นำข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมมาวิเคราะห์ โดยใช้เครื่องมือ Input Analyzer ในโปรแกรม Arena และวิเคราะห์การแจกแจงของเวลาห่างการมาถึงของผู้เข้ารับบริการ ณ ป้ายต่าง ๆ โดยวิธี Goodness of fit test เพื่อนำไปใช้ในการสร้างรูปแบบการจำลองของระบบปัจจุบันต่อไป แสดงผลการหาการแจกแจงของเวลาห่างการมาถึงของผู้เข้ารับบริการ ณ ป้ายต่าง ๆ ดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ผลการวิเคราะห์การแจกแจงเวลาห่างการมาถึงของผู้เข้ารับบริการ ณ ป้ายรถ Shuttle Bus ต่าง ๆ วันจันทร์ – วันศุกร์

จุดให้บริการ	รูปแบบการแจกแจง	ฟังก์ชั่นการแจกแจง	N	p-value
ป้ายบิ๊กซี	Weibull(η,β)	WEIB(41.8, 0.812)	229	> 0.15
ป้ายอิเกีย	Empirical	DISC (0.643, 95.833,0.833, 191.667,0.929, 287.500,0.952, 383.333,0.976, 479.167,1.00, 575.000)	42	0.458
ป้ายอุดมสุข1	Weibull(η,β)	WEIB(46.7, 0.828)	129	0.429
ป้ายอุดมสุข2	Beta(a,b)	205 * BETA(0.551, 2.32)	179	> 0.15

การวิเคราะห์ข้อมูลการแจกแจงเวลาห่างการมาถึงของผู้เข้ารับบริการ ณ ป้ายรถ Shuttle Bus ต่าง ๆ วันเสาร์ – วันอาทิตย์ แสดงดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ผลการวิเคราะห์การแจกแจงเวลาห่างการมาถึงของผู้เข้ารับบริการ ณ ป้ายรถ Shuttle Bus ต่าง ๆ วันเสาร์ – วันอาทิตย์

จุดให้บริการ	รูปแบบการแจกแจง	ฟังก์ชั่นการแจกแจง	N	p-value
ป้ายบิ๊กซี	Empirical	DISC (0.523, 15.381,0.764, 30.762,0.848, 46.143,0.867, 61.524,0.903, 76.905,0.939, 92.286,0.956, 107.667,0.962, 123.048,0.973, 138.429,0.975, 153.810,0.979, 169.190,0.981, 184.571,0.983, 199.952,0.983, 215.333,0.987, 230.714,0.987, 246.095,0.992, 261.476,0.994, 276.857,0.994, 292.238,0.998, 307.619,1.00, 323.000)	474	> 0.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9(ต่อ) ผลการวิเคราะห์การแจกแจงเวลาห่างการมาถึงของผู้เข้ารับบริการ ณ ป้ายรถ Shuttle Bus ต่าง ๆ วันเสาร์ – วันอาทิตย์

จุดให้บริการ	รูปแบบการแจกแจง	ฟังก์ชั่นการแจกแจง	N	p-value
ป้ายอิเกีย	Normal(μ,σ^2)	NORM(114, 68)	84	> 0.15
ป้ายอุดมสุข1	Gamma(α,β)	GAMM(39.6, 1.25)	236	> 0.15
ป้ายอุดมสุข2	Exponential(μ)	EXPO(38.9)	383	> 0.15

4.3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลของผู้เข้ารับบริการที่ออกจากระบบ

จำนวนผู้เข้ารับบริการที่ออกจากระบบ จากข้อมูลที่ได้มาจากการบันทึกจำนวนผู้เข้ารับบริการที่ออกจากระบบในแต่ละป้าย จะนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์หาความน่าจะเป็นของจำนวนผู้เข้ารับบริการที่ออกจากระบบ ณ ป้ายรถโดยสาร Shuttle Bus ต่าง ๆ

ตารางที่ 4.10 ความน่าจะเป็นของผู้เข้ารับบริการที่ออกจากระบบ ณ ป้ายรถโดยสาร Shuttle Bus ต่าง ๆ ในช่วงวันจันทร์ – วันศุกร์ และวันเสาร์ – วันอาทิตย์

ป้ายรถ Shuttle Bus	ช่วงวันจันทร์-วันศุกร์		ช่วงวันเสาร์-วันอาทิตย์	
	จำนวนผู้เข้ารับบริการที่ออกจากระบบ	ความน่าจะเป็น	จำนวนผู้เข้ารับบริการที่ออกจากระบบ	ความน่าจะเป็น
ป้ายบิ๊กซี	462	0.6039	624	0.5338
ป้ายอิเกีย	6	0.0078	6	0.0051
ป้ายอุดมสุข1	257	0.3359	466	0.3986
ป้ายอุดมสุข2	40	0.0523	73	0.0624

ตารางที่ 4.11 การกระจายตัวของผู้เข้ารับบริการที่ออกจากระบบ ณ ป้ายรถ Shuttle Bus ต่าง ๆ ในวันอังคาร

การกระจายตัวของผู้เข้ารับบริการที่ออกจากระบบ ณ ป้าย Shuttle bus	การกระจายแบบไม่ต่อเนื่อง
ป้ายบิ๊กซี	DISC(0.6039,1,0.6118,2,0.9477,3,1.00,4)
ป้ายอิเกีย	DISC(0.0078,1,0.3438,2,1.00,3)
ป้ายอุดมสุข1	DISC(0.3359,1,1.00,2)
ป้ายอุดมสุข2	DISC(1.00,1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.12 การกระจายตัวของผู้เข้ารับบริการที่ออกจากระบบ ณ ป้ายรถ Shuttle Bus ต่าง ๆ ในวันอาทิตย์

การกระจายตัวของผู้เข้ารับบริการที่ออกจากระบบ ณ ป้าย Shuttle bus	การกระจายแบบไม่ต่อเนื่อง
ป้ายบิ๊กซี	DISC(0.5338,1,0.5389,2,0.9376,3,1.00,4)
ป้ายอิเกีย	DISC(0.0051,1,0.4038,2,1.00,3)
ป้ายอุดมสุข1	DISC(0.3986,1,1.00,2)
ป้ายอุดมสุข2	DISC(1.00,1)

4.4 การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

เมื่อทำการสร้างแบบจำลองเรียบร้อยแล้ว ทำการทดสอบความถูกต้อง (Validation) ระหว่างระบบจริง (Real System) กับตัวแบบระบบจำลอง (Simulation Model) โดยการใช้ข้อมูลเวลาที่อยู่ในระบบของผู้ใช้บริการ และเวลารอคอยในการให้บริการบางจุดในที่นี้จะใช้จุดจอดรถป้ายบิ๊กซี และป้ายจอดรถอุดมสุข2 เนื่องจากมีผู้มารอเข้าใช้บริการเป็นจำนวนมากและเกิดการรอคอยมาก นำข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์มาเปรียบเทียบกับค่าจริงของระบบจริงในการเก็บข้อมูล ทำการทดสอบด้วย t-test เพื่อหาว่าระบบจริงกับแบบจำลองมีค่าแตกต่างกันหรือไม่ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

4.4.1 ตัวแบบจำลองสถานการณ์กลุ่มวันจันทร์ – วันศุกร์

4.4.1.1 การตรวจสอบความถูกต้องของระยะเวลารอคอย

ตารางที่ 4.13 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่า t ของระยะเวลารอคอยที่ป้ายบิ๊กซี จากระบบจริงและระบบจำลองกลุ่มวันจันทร์ – วันศุกร์

	Mean	S.D.	n	t	p-value
ระบบจริง	580.1659	306.58406	229	0.486	0.628
แบบจำลอง	570.2377	83.92259			

สถิติที่ใช้ทดสอบ Pair t-test

<u>สมมติฐานเพื่อการทดสอบ</u>

H_0 : ระยะเวลารอคอยเฉลี่ยที่ป้ายบิ๊กซีจากระบบจริงและระบบจำลองไม่แตกต่างกัน

H_1 : ระยะเวลารอคอยเฉลี่ยที่ป้ายบิ๊กซีจากระบบจริงและระบบจำลองแตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางข้างต้นจะเห็นว่าค่า p-value มีค่า 0.628 ซึ่ง มากกว่า 0.05 ดังนั้นจึงทำการยอมรับ H_0 แสดงว่า ระยะเวลารอคอยเฉลี่ยที่ป้ายบิ๊กซีจากระบบจริงและระบบจำลองไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 4.14 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่า t ของระยะเวลารอคอยที่ป้ายอิเกีย จากระบบจริงและระบบจำลองกลุ่มวันจันทร์ – วันศุกร์

	Mean	S.D.	n	t	p-value
ระบบจริง	528.48884	111.56962	43	-1.823	0.075
แบบจำลอง	558.4430	57.24085			

สถิติที่ใช้ทดสอบ Pair t-test

<u>สมมติฐานเพื่อการทดสอบ</u>

H_0 : ระยะเวลารอคอยเฉลี่ยที่ป้ายอิเกีย จากระบบจริงและระบบจำลองไม่แตกต่างกัน

H_1 : ระยะเวลารอคอยเฉลี่ยที่ป้ายอิเกีย จากระบบจริงและระบบจำลองแตกต่างกัน

จากตารางข้างต้นจะเห็นว่าค่า p-value มีค่า 0.075 ซึ่ง มากกว่า 0.05 ดังนั้นจึงทำการยอมรับ H_0 แสดงว่า ระยะเวลารอคอยเฉลี่ยที่ป้ายอิเกีย จากระบบจริงและระบบจำลองไม่แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 4.15 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่า t ของระยะเวลารอคอยที่ป้ายอุดมสุข1 จากระบบจริงและระบบจำลองกลุ่มวันจันทร์ – วันศุกร์

	Mean	S.D.	n	t	p-value
ระบบจริง	515.4961	222.18591	129	-1.818	0.071
แบบจำลอง	554.4403	71.02275			

สถิติที่ใช้ทดสอบ Pair t-test

<u>สมมติฐานเพื่อการทดสอบ</u>

H_0 : ระยะเวลารอคอยเฉลี่ยที่ป้ายอุดมสุข1 จากระบบจริงและระบบจำลองไม่แตกต่างกัน

H_1 : ระยะเวลารอคอยเฉลี่ยที่ป้ายอุดมสุข1 จากระบบจริงและระบบจำลองแตกต่างกัน

จากตารางข้างต้นจะเห็นว่าค่า p-value มีค่า 0.071 ซึ่ง มากกว่า 0.05 ดังนั้นจึงทำการยอมรับ H_0 แสดงว่า ระยะเวลารอคอยเฉลี่ยที่ป้ายอุดมสุข1 จากระบบจริงและระบบจำลองไม่แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.16 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่า t ของระยะเวลารอคอยที่ป้ายอุดมสุข2 จากระบบจริงและระบบจำลองกลุ่มวันจันทร์ – วันศุกร์

	Mean	S.D.	n	t	p-value
ระบบจริง	558.8907	331.52516	183	-1.772	0.078
แบบจำลอง	601.9579	94.46764			

สถิติที่ใช้ทดสอบ Pair t-test

<u>สมมติฐานเพื่อการทดสอบ</u>

H_0 : ระยะเวลารอคอยเฉลี่ยที่ป้ายอุดมสุข2 จากระบบจริงและระบบจำลองไม่แตกต่างกัน

H_1 : ระยะเวลารอคอยเฉลี่ยที่ป้ายอุดมสุข2 จากระบบจริงและระบบจำลองแตกต่างกัน

จากตารางข้างต้นจะเห็นว่าค่า p-value มีค่า 0.078 ซึ่ง มากกว่า 0.05 ดังนั้นจึงทำการยอมรับ H_0 แสดงว่า ระยะเวลารอคอยเฉลี่ยที่ป้ายอุดมสุข2 จากระบบจริงและระบบจำลองไม่แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากการทดสอบสมมติฐานในตารางที่ 4.13 – ตารางที่ 4.16 เพื่อทดสอบค่าเฉลี่ยเวลารอคอยในแต่ละป้าย เมื่อทดสอบแล้วพบว่าระยะเวลารอคอยในแต่ละป้ายของระบบจริงและแบบจำลองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 จึงถือได้ว่าแบบจำลองของกลุ่มวันจันทร์ – วันศุกร์ ของรถโดยสาร Shuttle Bus สามารถเป็นตัวแทนของระบบงานจริงได้

4.4.1.2 การตรวจสอบความถูกต้องของระยะเวลาผู้เข้าระบบจนออกจากระบบ

ตารางที่ 4.17 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่า t ของระยะเวลาของผู้เข้าระบบจนออกจากระบบที่ป้ายบิ๊กซี ไปจนถึงป้ายอุดมสุข1 จากระบบจริงและระบบจำลองกลุ่มวันจันทร์ - วันศุกร์

	Mean	S.D.	n	t	p-value
ระบบจริง	2245.72	493.35	32	1.530	0.136
แบบจำลอง	2114.26	67.34			

สถิติที่ใช้ทดสอบ Pair t-test

<u>สมมติฐานเพื่อการทดสอบ</u>

H_0 : ระยะเวลาผู้เข้าระบบจนออกจากระบบที่ป้ายบิ๊กซี ไปถึงป้ายอุดมสุข1 จากระบบจริงและระบบจำลองไม่แตกต่างกัน

H_1 : ระยะเวลาผู้เข้าระบบจนออกจากระบบที่ป้ายบิ๊กซี ไปถึงป้ายอุดมสุข1 จากระบบจริงและระบบจำลองแตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางข้างต้นจะเห็นว่าค่า p-value มีค่า 0.136 ซึ่ง มากกว่า 0.05 ดังนั้นจึงทำการยอมรับ H_0 แสดงว่า ระยะเวลาผู้เข้าระบบจนออกจากระบบที่ป้ายบิ๊กซี ไปถึงป้ายอุดมสุข1 จากระบบจริงและระบบจำลองไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 4.18 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่า t ของระยะเวลาของผู้เข้าระบบจนออกจากระบบที่ป้ายอุดมสุข2 ไปจนถึงป้ายบิ๊กซี จากระบบจริงและระบบจำลอง กลุ่มวันจันทร์ - วันศุกร์

	Mean	S.D.	n	t	p-value
ระบบจริง	1607.5	359.95	32	-1.877	0.070
แบบจำลอง	1733.86	82.24			

สถิติที่ใช้ทดสอบ Pair t-test

<u>สมมติฐานเพื่อการทดสอบ</u>

H_0 : ระยะเวลาผู้เข้าระบบจนออกจากระบบที่ป้ายอุดมสุข2 ไปถึงป้ายบิ๊กซี จากระบบจริงและระบบจำลองไม่แตกต่างกัน

H_1 : ระยะเวลาผู้เข้าระบบจนออกจากระบบที่ป้ายอุดมสุข2 ไปถึงป้ายบิ๊กซี จากระบบจริงและระบบจำลองแตกต่างกัน

จากตารางข้างต้นจะเห็นว่าค่า p-value มีค่า 0.070 ซึ่ง มากกว่า 0.05 ดังนั้นจึงทำการยอมรับ H_0 แสดงว่า ระยะเวลาผู้เข้าระบบจนออกจากระบบที่ป้ายอุดมสุข2 ไปถึงป้ายบิ๊กซี จากระบบจริงและระบบจำลองไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากการทดสอบสมมติฐานในตารางที่ 4.17 – ตารางที่ 4.18 เพื่อทดสอบค่าเฉลี่ยระยะเวลาผู้เข้าระบบจนออกจากระบบ เมื่อทดสอบแล้วพบว่าระยะเวลาผู้เข้าระบบจนออกจากระบบของระบบจริงและแบบจำลองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 จึงถือได้ว่าแบบจำลองของกลุ่มวันจันทร์ – วันศุกร์ ของรถโดยสาร Shuttle Bus สามารถเป็นตัวแทนของระบบงานจริงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.1.3 การตรวจสอบความถูกต้องของจำนวนผู้ใช้บริการที่ออกจากระบบ

ตารางที่ 4.19 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของจำนวนผู้ใช้บริการที่ออกจากระบบ จากระบบจริงและระบบจำลอง ณ ป้ายบิ๊กซีกลุ่มวันจันทร์ – วันศุกร์

One-Sample Test

Test Value = 229

	t	Df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
VAR00001	.011	299	.991	.01333	-2.3005	2.3272

สถิติที่ใช้ทดสอบ one-sample t test

สมมติฐานเพื่อการทดสอบ

H_0 : จำนวนเฉลี่ยของผู้เข้ารับบริการที่ออกจากระบบจากระบบจำลอง เท่ากับ 229

H_1 : จำนวนเฉลี่ยของผู้เข้ารับบริการที่ออกจากระบบจากระบบจำลอง ไม่เท่ากับ 229

จากผลการวิเคราะห์จะได้ค่าเฉลี่ย (Mean) = 229.0133 ค่า T-test = 0.011 และค่า Sig. = 0.991 (2-tailed) ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 แสดงว่า ยอมรับ H_0 นั้นคือ ค่าเฉลี่ยของผู้เข้ารับบริการที่ออกจากระบบจากระบบจำลองเท่ากับ 229

ตารางที 4.20 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของจำนวนผู้ใช้บริการที่ออกจากระบบ จากระบบจริงและระบบจำลอง ณ ป้ายอิเกียกลุ่มวันจันทร์ – วันศุกร์

One-Sample Test

Test Value = 6

	t	Df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
VAR00002	1.796	299	.073	.22000	-.0210	.4610

สถิติที่ใช้ทดสอบ one-sample t test

สมมติฐานเพื่อการทดสอบ

H_0 : จำนวนเฉลี่ยของผู้เข้ารับบริการที่ออกจากระบบจากระบบจำลอง เท่ากับ 6

H_1 : จำนวนเฉลี่ยของผู้เข้ารับบริการที่ออกจากระบบจากระบบจำลอง ไม่เท่ากับ 6

จากผลการวิเคราะห์จะได้ค่าเฉลี่ย (Mean) = 6.22 ค่า T-test = 1.796 และค่า Sig. = 0.073 (2-tailed) ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 แสดงว่า ยอมรับ H_0 นั้นคือ ค่าเฉลี่ยของผู้เข้ารับบริการที่ออกจากระบบจากระบบจำลองเท่ากับ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.21 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของจำนวนผู้ใช้บริการที่ออกจากระบบ จากระบบจริงและระบบจำลอง ณ ป้ายอุดมสุข1กลุ่มวันจันทร์ – วันศุกร์

One-Sample Test

Test Value = 257

	t	Df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
VAR00003	-.710	299	.478	-.73000	-2.7532	1.2932

สถิติที่ใช้ทดสอบ one-sample t test

สมมติฐานเพื่อการทดสอบ

H_0 : จำนวนเฉลี่ยของผู้เข้ารับบริการที่ออกจากระบบจากระบบจำลอง เท่ากับ 257

H_1 : จำนวนเฉลี่ยของผู้เข้ารับบริการที่ออกจากระบบจากระบบจำลอง ไม่เท่ากับ 257

จากผลการวิเคราะห์จะได้ค่าเฉลี่ย (Mean) = 256.27 ค่า T-test = -0.710 และค่า Sig. = 0.478 (2-tailed) ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 แสดงว่า ยอมรับ H_0 นั้นคือ ค่าเฉลี่ยของผู้เข้ารับบริการที่ออกจากระบบจากระบบจำลองเท่ากับ 257

ตารางที่ 4.22 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของจำนวนผู้ใช้บริการที่ออกจากระบบ จากระบบจริงและระบบจำลอง ณ ป้ายอุดมสุข2กลุ่มวันจันทร์ – วันศุกร์

One-Sample Test

Test Value = 40

	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
VAR00004	-1.527	299	.128	-.52000	-1.1904	.1504

สถิติที่ใช้ทดสอบ one-sample t test

สมมติฐานเพื่อการทดสอบ

H_0 : จำนวนเฉลี่ยของผู้เข้ารับบริการที่ออกจากระบบจากระบบจำลอง เท่ากับ 40

H_1 : จำนวนเฉลี่ยของผู้เข้ารับบริการที่ออกจากระบบจากระบบจำลอง ไม่เท่ากับ 40

จากผลการวิเคราะห์จะได้ค่าเฉลี่ย (Mean) = 39.48 ค่า t = -1.527 และค่า Sig. = 0.128 (2-tailed) ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 แสดงว่า ยอมรับ H_0 นั้นคือ ค่าเฉลี่ยของผู้เข้ารับบริการที่ออกจากระบบจากระบบจำลองเท่ากับ 40

จากการทดสอบสมมติฐานในตารางที่ 4.19 – ตารางที่ 4.22 เพื่อทดสอบค่าเฉลี่ยของจำนวนผู้ใช้บริการที่ออกจากระบบ เมื่อทดสอบแล้วพบว่าระยะเวลาผู้เข้าระบบจนออกจากระบบของระบบจริงและแบบจำลองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 จึงถือได้ว่าแบบจำลองของกลุ่มวันจันทร์ – วันศุกร์ ของรถโดยสาร Shuttle Bus สามารถเป็นตัวแทนของระบบงานจริงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และไม่อนุญาตให้นำไปใช้เพื่อการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่ต่อ ในทุกรูปแบบ ทั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.2 ตัวแบบจำลองสถานการณ์กลุ่มวันเสาร์ – วันอาทิตย์

4.4.2.1 การตรวจสอบความถูกต้องของระยะเวลารอคอย

ตารางที่ 4.23 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่า t ของระยะเวลารอคอยที่ป้ายบิ๊กซี จากระบบจริงและระบบจำลองกลุ่มวันเสาร์ – วันอาทิตย์

	Mean	S.D.	n	t	p-value
ระบบจริง	437.6433	317.9231	300	-1.866	0.063
แบบจำลอง	471.9615	38.37607			

สถิติที่ใช้ทดสอบ Pair t-test

<u>สมมติฐานเพื่อการทดสอบ</u>

H_0 : ระยะเวลารอคอยเฉลี่ยที่ป้ายบิ๊กซี จากระบบจริงและระบบจำลองไม่แตกต่างกัน

H_1 : ระยะเวลารอคอยเฉลี่ยที่ป้ายบิ๊กซี จากระบบจริงและระบบจำลองแตกต่างกัน

จากตารางข้างต้นจะเห็นว่าค่า p-value มีค่า 0.063 ซึ่ง มากกว่า 0.05 ดังนั้นจึงทำการยอมรับ H_0 แสดงว่า ระยะเวลารอคอยเฉลี่ยที่ป้ายบิ๊กซี จากระบบจริงและระบบจำลองไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 4.24 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่า t ของระยะเวลารอคอยที่ป้ายอิเกีย จากระบบจริงและระบบจำลองกลุ่มวันเสาร์ – วันอาทิตย์

	Mean	S.D.	n	t	p-value
ระบบจริง	432.6548	223.41261	84	-1.666	0.101
แบบจำลอง	472.9370	32.35034			

สถิติที่ใช้ทดสอบ Pair t-test

<u>สมมติฐานเพื่อการทดสอบ</u>

H_0 : ระยะเวลารอคอยเฉลี่ยที่ป้ายอิเกีย จากระบบจริงและระบบจำลองไม่แตกต่างกัน

H_1 : ระยะเวลารอคอยเฉลี่ยที่ป้ายอิเกีย จากระบบจริงและระบบจำลองแตกต่างกัน

จากตารางข้างต้นจะเห็นว่าค่า p-value มีค่า 0.101 ซึ่ง มากกว่า 0.05 ดังนั้นจึงทำการยอมรับ H_0 แสดงว่า ระยะเวลารอคอยเฉลี่ยที่ป้ายอิเกีย จากระบบจริงและระบบจำลองไม่แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.25 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่า t ของระยะเวลารอคอยที่ป้ายอุดมสุข1 จากระบบจริงและระบบจำลองกลุ่มวันเสาร์ – วันอาทิตย์

	Mean	S.D.	n	t	p-value
ระบบจริง	436.5975	240.49821	237	-1.768	0.078
แบบจำลอง	464.1354	39.22748			

สถิติที่ใช้ทดสอบ Pair t-test

สมมติฐานเพื่อการทดสอบ

H_0 : ระยะเวลารอคอยเฉลี่ยที่ป้ายอุดมสุข1 จากระบบจริงและระบบจำลองไม่แตกต่างกัน

H_1 : ระยะเวลารอคอยเฉลี่ยที่ป้ายอุดมสุข1 จากระบบจริงและระบบจำลองแตกต่างกัน

จากตารางข้างต้นจะเห็นว่าค่า p-value มีค่า 0.078 ซึ่ง มากกว่า 0.05 ดังนั้นจึงทำการยอมรับ H_0 แสดงว่า ระยะเวลารอคอยเฉลี่ยที่ป้ายอุดมสุข1 จากระบบจริงและระบบจำลองไม่แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 4.26 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่า t ของระยะเวลารอคอยที่ป้ายอุดมสุข2 จากระบบจริงและระบบจำลองกลุ่มวันเสาร์ – วันอาทิตย์

	Mean	S.D.	n	t	p-value
ระบบจริง	439.9433	304.37269	300	-1.791	0.074
แบบจำลอง	472.0649	45.91430			

สถิติที่ใช้ทดสอบ Pair t-test

สมมติฐานเพื่อการทดสอบ

H_0 : ระยะเวลารอคอยเฉลี่ยที่ป้ายอุดมสุข2 จากระบบจริงและระบบจำลองไม่แตกต่างกัน

H_1 : ระยะเวลารอคอยเฉลี่ยที่ป้ายอุดมสุข2 จากระบบจริงและระบบจำลองแตกต่างกัน

จากตารางข้างต้นจะเห็นว่าค่า p-value มีค่า 0.074 ซึ่ง มากกว่า 0.05 ดังนั้นจึงทำการยอมรับ H_0 แสดงว่า ระยะเวลารอคอยเฉลี่ยที่ป้ายอุดมสุข2 จากระบบจริงและระบบจำลองไม่แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากการทดสอบสมมติฐานในตารางที่ 4.23 – ตารางที่ 4.26 เพื่อทดสอบค่าเฉลี่ยเวลารอคอยในแต่ละจุด เมื่อทดสอบแล้วพบว่าระยะเวลารอคอยในแต่ละจุดของระบบจริงและแบบจำลองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 จึงถือได้ว่าแบบจำลองของกลุ่มวันเสาร์ – วันอาทิตย์ของรถโดยสาร Shuttle Bus สามารถเป็นตัวแทนของระบบงานจริงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.2.2 การตรวจสอบความถูกต้องของระยะเวลาผู้เข้าระบบจนออกจากระบบ

ตารางที่ 4.27 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่า t ของระยะเวลาของผู้เข้าระบบจนออกจากระบบที่ป้ายบิ๊กซี ไปจนถึงป้ายอุดมสุข1 จากระบบจริงและระบบจำลอง กลุ่มวันเสาร์ – วันอาทิตย์

	Mean	S.D.	n	t	p-value
ระบบจริง	2410.76	120.45	30	-1.787	0.084
แบบจำลอง	2458.25	53.64			

สถิติที่ใช้ทดสอบ Pair t-test

สมมติฐานเพื่อการทดสอบ

H_0 : ระยะเวลาผู้เข้าระบบจนออกจากระบบที่ป้ายบิ๊กซี ไปถึงป้ายอุดมสุข1 จากระบบจริงและระบบจำลองไม่แตกต่างกัน

H_1 : ระยะเวลาผู้เข้าระบบจนออกจากระบบที่ป้ายบิ๊กซี ไปถึงป้ายอุดมสุข1 จากระบบจริงและระบบจำลองแตกต่างกัน

จากตารางข้างต้นจะเห็นว่าค่า p-value มีค่า 0.084 ซึ่ง มากกว่า 0.05 ดังนั้นจึงทำการยอมรับ H_0 แสดงว่า ระยะเวลาผู้เข้าระบบจนออกจากระบบที่ป้ายบิ๊กซี ไปถึงป้ายอุดมสุข1 จากระบบจริงและระบบจำลองไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 4.28 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่า t ของระยะเวลาของผู้เข้าระบบจนออกจากระบบที่ป้ายอุดมสุข2 ไปจนถึงป้ายบิ๊กซี จากระบบจริงและระบบจำลอง กลุ่มวันเสาร์ – วันอาทิตย์

	Mean	S.D.	n	t	p-value
ระบบจริง	807.86	43.10	30	0.346	0.732
แบบจำลอง	798.79	128.10			

สถิติที่ใช้ทดสอบ Pair t-test

สมมติฐานเพื่อการทดสอบ

H_0 : ระยะเวลาผู้เข้าระบบจนออกจากระบบที่ป้ายอุดมสุข2 ไปถึงป้ายบิ๊กซี จากระบบจริงและระบบจำลองไม่แตกต่างกัน

H_1 : ระยะเวลาผู้เข้าระบบจนออกจากระบบที่ป้ายอุดมสุข2 ไปถึงป้ายบิ๊กซี จากระบบจริงและระบบจำลองแตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางข้างต้นจะเห็นว่าค่า p-value มีค่า 0.732 ซึ่ง มากกว่า 0.05 ดังนั้นจึงทำการยอมรับ H_0 แสดงว่า ระยะเวลาผู้เข้าระบบจนออกจากระบบที่ป้ายอุดมสุข2 ไปถึงป้ายบิ๊กซี จากระบบจริงและระบบจำลองไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากการทดสอบสมมติฐานในตารางที่ 4.27 – ตารางที่ 4.28 เพื่อทดสอบค่าเฉลี่ยระยะเวลาผู้เข้าระบบจนออกจากระบบ เมื่อทดสอบแล้วพบว่าระยะเวลาผู้เข้าระบบจนออกจากระบบของระบบจริงและแบบจำลองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 จึงถือได้ว่าแบบจำลองของกลุ่มวันเสาร์ – วันอาทิตย์ ของรถโดยสาร Shuttle Bus สามารถเป็นตัวแทนของระบบงานจริงได้

4.4.2.3 การตรวจสอบความถูกต้องของจำนวนผู้ใช้บริการที่ออกจากระบบ

ตารางที่ 4.29 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของจำนวนผู้ใช้บริการที่ออกจากระบบ จากระบบจริงและระบบจำลอง ณ ป้ายบิ๊กซีกลุ่มวันเสาร์ – วันอาทิตย์

One-Sample Test

Test Value = 624

	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
VAR00001	-1.194	299	.234	-.85667	-2.2689	.5555

สถิติที่ใช้ทดสอบ one-sample t test

<u>สมมติฐานเพื่อการทดสอบ</u>

H_0 : จำนวนเฉลี่ยของผู้เข้ารับบริการที่ออกจากระบบจากระบบจำลอง เท่ากับ 624

H_1 : จำนวนเฉลี่ยของผู้เข้ารับบริการที่ออกจากระบบจากระบบจำลอง ไม่เท่ากับ 624

จากผลการวิเคราะห์จะได้ค่าเฉลี่ย (Mean) = 623.1433 ค่า T-test = -1.194 และค่า Sig. = 0.234 (2-tailed) ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 แสดงว่า ยอมรับ H_0 นั่นคือ ค่าเฉลี่ยของผู้เข้ารับบริการที่ออกจากระบบจากระบบจำลองเท่ากับ 624

ตารางที่ 4.30 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของจำนวนผู้ใช้บริการที่ออกจากระบบ จากระบบจริงและระบบจำลอง ณ ป้ายอิเกียกลุ่มวันเสาร์ – วันอาทิตย์

One-Sample Test

Test Value = 6

	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
VAR00002	-1.066	299	.287	-.14333	-.4080	.1214

สถิติที่ใช้ทดสอบ one-sample t test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมมติฐานเพื่อการทดสอบ

H_0 : จำนวนเฉลี่ยของผู้เข้ารับบริการที่ออกจากระบบจากระบบจำลอง เท่ากับ 6

H_1 : จำนวนเฉลี่ยของผู้เข้ารับบริการที่ออกจากระบบจากระบบจำลอง ไม่เท่ากับ 6

จากผลการวิเคราะห์จะได้ค่าเฉลี่ย (Mean) = 5.8567 ค่า T-test = -1.066 และค่า Sig. = 0.287 (2-tailed) ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 แสดงว่า ยอมรับ H_0 นั้นคือ ค่าเฉลี่ยของผู้เข้ารับบริการที่ออกจากระบบจากระบบจำลองเท่ากับ 6

ตารางที่ 4.31 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของจำนวนผู้ใช้บริการที่ออกจากระบบ จากระบบจริงและระบบจำลอง ณ ป้ายอุดมสุข1 กลุ่มวันเสาร์ – วันอาทิตย์

One-Sample Test

Test Value = 466

	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
VAR00003	-.062	299	.951	-.07667	-2.5157	2.3623

สถิติที่ใช้ทดสอบ one-sample t test

สมมติฐานเพื่อการทดสอบ

H_0 : จำนวนเฉลี่ยของผู้เข้ารับบริการที่ออกจากระบบจากระบบจำลอง เท่ากับ 466

H_1 : จำนวนเฉลี่ยของผู้เข้ารับบริการที่ออกจากระบบจากระบบจำลอง ไม่เท่ากับ 466

จากผลการวิเคราะห์จะได้ค่าเฉลี่ย (Mean) = 465.9233 ค่า T-test = -0.062 และค่า Sig. = 0.951 (2-tailed) ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 แสดงว่า ยอมรับ H_0 นั้นคือ ค่าเฉลี่ยของผู้เข้ารับบริการที่ออกจากระบบจากระบบจำลองเท่ากับ 466

ตารางที่ 4.32 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของจำนวนผู้ใช้บริการที่ออกจากระบบ จากระบบจริงและระบบจำลอง ณ ป้ายอุดมสุข2 กลุ่มวันเสาร์ – วันอาทิตย์

One-Sample Test

Test Value = 73

	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
VAR00004	-1.507	299	.133	-.77333	-1.7834	.2368

สถิติที่ใช้ทดสอบ one-sample t test

สมมติฐานเพื่อการทดสอบ

H_0 : จำนวนเฉลี่ยของผู้เข้ารับบริการที่ออกจากระบบจากระบบจำลอง เท่ากับ 73

H_1 : จำนวนเฉลี่ยของผู้เข้ารับบริการที่ออกจากระบบจากระบบจำลอง ไม่เท่ากับ 73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการวิเคราะห์จะได้ค่าเฉลี่ย (Mean) = 72.2267 ค่า T-test = -1.507 และค่า Sig. = 0.133 (2-tailed) ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 แสดงว่า ยอมรับ H_0 นั้นคือ ค่าเฉลี่ยของผู้เข้ารับบริการที่ออกจากระบบจากระบบจำลองเท่ากับ 73

จากการทดสอบสมมติฐานในตารางที่ 4.29 – ตารางที่ 4.32 เพื่อทดสอบค่าเฉลี่ยของจำนวนผู้ใช้บริการที่ออกจากระบบ เมื่อทดสอบแล้วพบว่าระยะเวลาผู้เข้าระบบจนออกจากระบบของระบบจริงและแบบจำลองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 จึงถือได้ว่าแบบจำลองของกลุ่มวันเสาร์ – วันอาทิตย์ ของรถโดยสาร Shuttle Bus สามารถเป็นตัวแทนของระบบงานจริงได้

4.5 การเปรียบเทียบผลแบบจำลอง

ตารางที่ 4.33 กำหนดจำนวนรถและเวลาที่ควรปล่อยรถออกในแต่ละกระบวนการที่เหมาะสมที่สุดต่อปัญหาการรอคอยของวันจันทร์ – วันศุกร์

	จำนวนรถ	เวลาปล่อยรถ(นาที)
Scenario 1	4	9
Scenario 2	5	9
Scenario 3	6	9
Scenario 4	4	11
Scenario 5	5	11
Scenario 6	6	11
Scenario 7	4	13
Scenario 8	5	13
Scenario 9	6	13
Scenario 10 (original)	**4**	**15**
Scenario 11	5	15
Scenario 12	6	15

ตารางที่ 4.34 กำหนดปัจจัยของแต่ละแบบจำลอง

จำนวนรถ	**เวลาปล่อยรถ(นาที)**
จำนวนรถระดับปัจจัยที่ 1	เวลาการปล่อยรถระดับปัจจัยที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.1 สถานการณ์จำลองของกลุ่มวันจันทร์ – วันศุกร์

ตารางที่ 4.35 ผลลัพธ์การรันแบบจำลองเพื่อหาจำนวนรถและเวลาที่ควรปล่อยรถออกที่เหมาะสมที่สุดต่อปัญหาการรอคอย

Senario	WaitTbigC	WaitTIKEA	WaitTUD1	WaitTUD2	FTbigC_UD1	FTUD2_bigC
1	727.1145	703.4413	780.0278	774.5095	2342.4794	1896.9206
2	534.4780	494.4376	549.7084	553.2033	2147.7434	1701.6510
3	421.6734	362.7964	439.2968	437.0117	2021.9727	1610.6063
4	643.2650	596.1584	660.1098	662.2796	2247.8327	1804.7666
5	484.1594	424.3077	491.4523	487.5757	2076.9848	1654.1519
6	419.7478	356.6434	427.0115	433.0634	2012.8226	1605.2749
7	594.3863	527.1969	578.2952	587.4177	2177.1813	1743.6837
8	**480.5132**	**430.4221**	**479.5622**	**489.5307**	**2077.0509**	**1658.5297**
9	431.9897	405.2608	448.8835	454.0912	2040.9939	1622.2055
10	572.5246	523.8295	571.1888	580.1697	2166.4708	1744.7586
11	499.7766	477.0573	511.9321	522.4891	2113.8061	1688.6334
12	451.4350	469.5858	475.2978	485.5616	2081.4555	1646.8969
Total	521.7553	480.9281	534.3972	538.9086	2125.5662	1698.1732

แบบแผนการทดลองเพื่อค้นคว้าหาทางเลือกที่ดีที่สุด (ป้ายบิ๊กซี)

ตารางที่ 4.36 ผลการเปรียบเทียบเพื่อทดสอบความแตกต่างในแต่ละปัจจัย

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	30592140.130[a]	11	2781103.649	395.296	.000	.548
Intercept	980022887.700	1	980022887.700	139297.041	.000	.975
DepartSch	1938392.524	3	646130.841	91.839	.000	.071
CarNumber	25625537.670	2	12812768.830	1821.162	.000	.504
DepartSch * CarNumber	3028209.945	6	504701.658	71.737	.000	.107
Error	25243336.830	3588	7035.490			
Total	1035858365.000	3600				
Corrected Total	55835476.960	3599				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมมติฐานเพื่อการทดสอบ

1.ทดสอบอิทธิพลหลัก

H_0 : ปัจจัยจำนวนรถและเวลาการปล่อยรถมีผลต่อระยะเวลารวมเฉลี่ย

2.อิทธิพลร่วม 2 ปัจจัย

H_0 : ปัจจัยจำนวนและเวลาปล่อยรถไม่มีอิทธิพลร่วมต่อระยะเวลารวมเฉลี่ย

จากตารางที่ 4.36 มีอิทธิพลร่วมระหว่างจำนวนรถและเวลาการปล่อยรถ และอิทธิพลร่วมมีผลต่อระยะเวลาเฉลี่ยรวมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 (เนื่องจาก sig =0.000<0.05)

การตรวจสอบข้อตกลงของการวิเคราะห์ตัวแบบเชิงเส้น(2-Full Factorial Design)

1. ค่า error ต้องเป็นอิสระกัน

Runs Test 2

	Residual for WaitTbigC
Test Value[a]	604.16[b]
Cases < Test Value	3599
Cases >= Test Value	1
Total Cases	3600
Number of Runs	3
Z	.024
Asymp. Sig. (2-tailed)	.981

สมมุติฐานเพื่อการทดสอบ

H_0 : ค่า error เป็นอิสระกัน

ยอมรับ H_0 เนื่องจาก (sig=0.981>0.05) ค่า error เป็นอิสระต่อกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

2. ค่า error มีความแปรปรวนคงที่

Levene's Test of Equality of Error Variances[a]

Dependent Variable: WaitTbigC

F	df1	df2	Sig.
73.720	11	3588	.000

สมมุติฐานเพื่อการทดสอบ

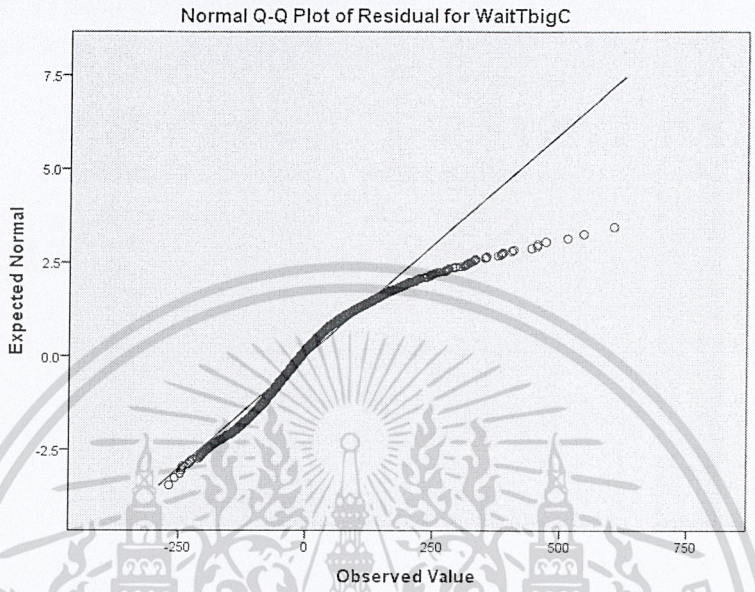
H_0 : ค่า error มีความแปรปรวนคงที่

ปฏิเสธ H_0 เนื่องจาก (sig=0.000<0.05) ค่า error มีค่าความแปรปรวนไม่คงที่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่0.05 แต่ด้วยหลักการ(ตัวเลือก Help จากโปรแกรม spss) ถ้าจำนวนตัวอย่างในแต่ละวันแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองมีจำนวนเท่ากันนั้น ค่าความแปรปรวนจะมีค่าคงที่ในการทดลองมีการรันซ้ำจำนวน 300 ครั้ง เท่ากันทุกการทดลอง ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ค่า error มีค่าความแปรปรวนคงที่

3. การแจกแจงของค่า error เป็นการแจกแจงปกติ



จากกราฟจุดส่วนใหญ่อยู่บนเส้นตรง แต่ยังมีจุดที่เบ้ออกห่างจากเส้นไปบ้าง ดังนั้นผู้ให้บริการควรระมัดระวังในการนำนโยบายไปเลือกใช้

4. ค่าเฉลี่ยของค่า error เป็น 0

One-Sample Test

Test Value = 0

	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
Residual for WaitTbigC	.000	3599	1.000	.00000	-2.7367	2.7367

<u>สมมติฐานเพื่อการทดสอบ</u>

H_0 : ค่าเฉลี่ยของ ค่า error เป็น 0

ยอมรับ H_0 เนื่องจาก (sig=1.000>0.05) ค่าเฉลี่ยของ ค่า error เป็น 0 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

จากข้อทดสอบทั้ง 4 เป็นไปตามข้อกำหนด ผลการวิเคราะห์จึงถูกต้องสามารถนำไปใช้ได้จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.37 การทดสอบระยะเวลารอคอยเฉลี่ยรายคู่ของปัจจัย ณ ป้ายบิ๊กซี

Senario	Mean	Std. Deviation	N
6	419.7478[a]	53.2272	300
3	421.6734[a]	60.4977	300
9	431.9897[ab]	49.3264	300
12	451.4350[b]	42.7356	300
8	**480.5132[c]**	**60.9673**	**300**
5	484.1594[c]	71.9065	300
11	499.7766[c]	58.471	300
2	534.4780[d]	93.9478	300
10(original)	572.5246[e]	81.5981	300
7	594.3863[e]	91.237	300
4	643.2650[f]	107.74593	300
1	727.1145[g]	161.0873	300
Total	521.7553	124.5559	3600

จากตารางที่ 4.37 แสดงให้เห็นว่า นโยบายที่ 3 6 และ 9 ไม่แตกต่างกันและมีเวลารอคอยเฉลี่ยต่ำสุด นโยบายที่ 9 และ 12 ไม่แตกต่างกันและมีเวลารอคอยเฉลี่ยลดลงจากปัจจุบัน นโยบายที่ 5 8 และ 11 ไม่แตกต่างกันและมีเวลารอคอยเฉลี่ยลดลงจากปัจจุบัน และมีนโยบายที่ 2 ที่มีเวลารอคอยเฉลี่ยลดลงจากปัจจุบันเช่นเดียวกัน แต่เมื่อดูความแตกต่างของแต่ละกลุ่มแล้วระยะเวลารวมเฉลี่ยแตกต่างกันไม่มากนัก จึงเสมือนว่าทุกนโยบายที่กล่าวมาให้ค่าระยะเวลารวมเฉลี่ยใกล้เคียงกัน ดังนั้นจึงเลือกนโยบายใดก็ได้ ยกเว้นนโยบายที่ 1 และ 4 ที่มีเวลารอคอยเฉลี่ยมากกว่าปัจจุบัน แต่เพื่อให้เกิดทั้งความคุ้มค่าของผู้ให้บริการ และความพึงพอใจของผู้ใช้บริการ จึงเลือกใช้นโยบายที่ 8 มีจำนวนรถ 5 คัน ปล่อยรถทุก ๆ 13 นาที

แบบแผนการทดลองเพื่อค้นคว้าหาทางเลือกที่ดีที่สุด (ป้ายอุดมสุข2)

ตารางที่ 4.38 ผลการเปรียบเทียบเพื่อทดสอบความแตกต่างในแต่ละปัจจัย

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: WaitTUD2

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	33587103.690[a]	11	3053373.063	354.975	.000	.521
Intercept	1045520909.000	1	1045520909.000	121548.674	.000	.971
DepartSch	3120119.121	3	1040039.707	120.911	.000	.092
CarNumber	24869683.450	2	12434841.720	1445.632	.000	.446
DepartSch * CarNumber	5597301.123	6	932883.521	108.454	.000	.154
Error	30862771.980	3588	8601.664			
Total	1109970785.000	3600				
Corrected Total	64449875.680	3599				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมมติฐานเพื่อการทดสอบ

1.ทดสอบอิทธิพลหลัก

H_0 : ปัจจัยจำนวนรถและเวลาการปล่อยรถมีผลต่อระยะเวลารอเฉลี่ย

2.อิทธิพลร่วม 2 ปัจจัย

H_0 : ปัจจัยจำนวนและเวลาปล่อยรถมีผลต่อระยะเวลารอเฉลี่ย

จากตารางที่ 4.38 มีอิทธิพลร่วมระหว่างจำนวนรถและเวลาการปล่อยรถ และอิทธิพลร่วมมีผลต่อระยะเวลาเฉลี่ยรวมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 (เนื่องจาก sig =0.000<0.05)

การตรวจสอบข้อตกลงของการวิเคราะห์ตัวแบบเชิงเส้น(2-Full Factorial Design)

1. ค่า error ต้องเป็นอิสระกัน

Runs Test 2

	Residual for WaitTUD2
Test Value[a]	725.23[b]
Cases < Test Value	3599
Cases >= Test Value	1
Total Cases	3600
Number of Runs	3
Z	.024
Asymp. Sig. (2-tailed)	.981

สมมุติฐานเพื่อการทดสอบ

H_0 : ค่า error เป็นอิสระกัน

ยอมรับ H_0 เนื่องจาก (sig=0.981>0.05) ค่า error เป็นอิสระต่อกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

2. ค่า error มีความแปรปรวนคงที่

Levene's Test of Equality of Error Variances[a]

Dependent Variable: WaitTUD2

F	df1	df2	Sig.
68.851	11	3588	.000

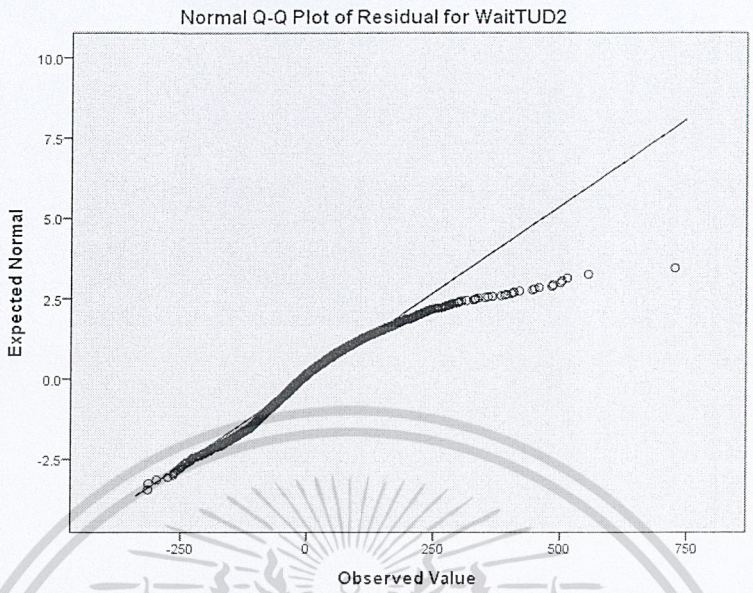
สมมุติฐานเพื่อการทดสอบ

H_0 : ค่า error มีความแปรปรวนคงที่

ปฏิเสธ H_0 เนื่องจาก (sig=0.000<0.05) ค่า error มีค่าความแปรปรวนไม่คงที่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่0.05 แต่ด้วยหลักการ(ตัวเลือก Help จากโปรแกรม spss)ถ้าจำนวนตัวอย่างในแต่ละวันแบบการทดลองมีจำนวนเท่ากันนั้น ค่าความแปรปรวนจะมีค่าคงที่ในการทดลองมีการรันซ้ำจำนวน 300 ครั้ง เท่ากันทุกการทดลอง ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ค่า error มีค่าความแปรปรวนคงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.การแจกแจงของค่า error เป็นการแจกแจงปกติ



จากกราฟจุดส่วนใหญ่อยู่บนเส้นตรง แต่ยังมีจุดที่เบ้ออกห่างจากเส้นไปบ้าง ดังนั้นผู้ให้บริการควรระมัดระวังในการนำนโยบายไปเลือกใช้

4. ค่าเฉลี่ยของค่า error เป็น 0

One-Sample Test

Test Value = 0

	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
Residual for WaitTUD2	.000	3599	1.000	.00000	-3.0260	3.0260

<u>สมมติฐานเพื่อการทดสอบ</u>

H_0 : ค่าเฉลี่ยของ ค่า error เป็น 0

ยอมรับ H_0 เนื่องจาก (sig=1.000>0.05) ค่าเฉลี่ยของ ค่า error เป็น 0 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

จากข้อทดสอบทั้ง 4 เป็นไปตามข้อกำหนด ผลการวิเคราะห์จึงถูกต้องสามารถนำไปใช้ได้จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.39 การทดสอบระยะเวลารอคอยเฉลี่ยรายคู่ของปัจจัย ณ ป้ายอุดมสุข2

Senario	Mean	Std. Deviation	N
6	433.0634[a]	61.3982	300
3	437.0117[a]	63.0404	300
9	454.0912[a]	57.2504	300
12	485.5616[b]	66.1545	300
5	487.5757[b]	63.7587	300
8	**489.5307[b]**	**67.3834**	**300**
11	522.4891[c]	76.6719	300
2	553.2033[d]	106.8514	300
10(original)	580.1697[e]	87.516	300
7	587.4177[e]	92.4274	300
4	662.2796[f]	126.6523	300
1	774.5094[g]	172.2729	300
Total	538.9086	133.8197	3600

จากตารางที่ 4.39 แสดงให้เห็นว่านโยบายที่ 3 6 และ 9 ไม่แตกต่างกันและมีเวลารอคอยเฉลี่ยต่ำสุด นโยบายที่ 5 8 และ 12 ไม่แตกต่างกันและมีเวลารอคอยเฉลี่ยลดลงจากปัจจุบัน นโยบายที่ 11 มีเวลารอคอยเฉลี่ยลดลงจากปัจจุบัน และมีนโยบายที่ 2 ที่มีเวลารอคอยเฉลี่ยลดลงจากปัจจุบันเช่นเดียวกัน แต่เมื่อดูความแตกต่างของแต่ละกลุ่มแล้วระยะเวลารวมเฉลี่ยแตกต่างกันไม่มากนัก จึงเสมือนว่าทุกนโยบายที่กล่าวมาให้ค่าระยะเวลารวมเฉลี่ยใกล้เคียงกัน ดังนั้นจึงเลือกนโยบายใดก็ได้ ยกเว้นนโยบายที่ 1 และ 4 ที่มีเวลารอคอยเฉลี่ยมากกว่าปัจจุบัน แต่เพื่อให้เกิดทั้งความคุ้มค่าของผู้ให้บริการ และความพึงพอใจของผู้ใช้บริการ จึงเลือกใช้นโยบายที่ 8 มีจำนวนรถ 5 คัน ปล่อยรถทุก ๆ 13 นาที

สรุปผลทางเลือกที่ดีที่สุดของกลุ่มวันจันทร์ – วันศุกร์

จากการเปรียบเทียบผลจากแบบจำลองสถานการณ์นโยบายต่าง ๆ ของกลุ่มวันจันทร์ – วันศุกร์แล้ว เราจะเลือกนโยบายที่ 8 มีจำนวนรถ 5 คัน ปล่อยรถทุก ๆ 13 นาที เนื่องจากทำให้เวลารอคอยเฉลี่ยรวมของผู้เข้ารับบริการลดลงและไม่เสียค่าใช้จ่ายมากเกินไป ทำให้เกิดความคุ้มค่าต่อทั้งผู้ให้บริการ และความพึงพอใจจของผู้ใช้บริการมากขึ้นอีกด้วย

จากข้อสรุปข้างต้น เราจะได้นโยบายที่ 8 ดีที่สุดโดยพิจารณาจากระยะเวลารอคอยเฉลี่ยลดลงจากปัจจุบัน ซึ่งป้ายบิ๊กซี ลดลง 16.23% และป้ายอุดมสุข2 ลดลง 15.62%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.40 กำหนดจำนวนรถและเวลาที่รถควรออกในแต่ละระบวนการที่เหมาะสมที่สุดต่อปัญหาการรอคอยของวันเสาร์ – วันอาทิตย์

	จำนวนรถ	เวลาปล่อยรถ(นาที)
Scenario 1 (S1)	5	9
Scenario 2	6	9
Scenario 3	7	9
Scenario 4	5	11
Scenario 5	6	11
Scenario 6	7	11
Scenario 7	5	13
Scenario 8	6	13
Scenario 9	7	13
Scenario 10 (original)	**5**	**15**
Scenario 11	6	15
Scenario 12	7	15

ตารางที่ 4.41 กำหนดปัจจัยของแต่ละแบบจำลอง

จำนวนรถ	เวลาปล่อยรถ(นาที)
จำนวนรถระดับปัจจัยที่ 1	เวลาการปล่อยรถระดับปัจจัยที่ 2

4.5.2 สถานการณ์จำลองของกลุ่มวันเสาร์ – วันอาทิตย์

ตารางที่ 4.42 ผลลัพธ์การรันแบบจำลองเพื่อหาจำนวนรถและเวลาที่ควรปล่อยรถออกที่เหมาะสมที่สุดต่อปัญหาการรอคอย

Senario	WaitTbigC	WaitTIKEA	WaitTUD1	WaitTUD2	FTbigC_UD1	FTUD2_bigC
1	566.6164	508.1686	558.5941	564.0732	2514.657	953.6297
2	408.2373	385.4057	407.7532	410.1814	2361.531	819.0361
3	336.3488	320.9821	337.0442	345.2852	2296.159	751.7641
4	467.0983	439.7025	464.3852	468.9455	2415.041	879.1023
5	380.5104	367.7392	375.3126	387.3552	2336.116	787.9582
6	353.9256	348.0563	352.3081	363.4947	2316.575	758.5369
7	440.4938	428.1582	433.2106	442.8403	2398.763	850.7686

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.42(ต่อ) ผลลัพธ์การรันแบบจำลองเพื่อหาจำนวนรถและเวลาที่ควรปล่อยรถออกที่เหมาะสมที่สุดต่อปัญหาการรอคอย

Senario	WaitTbigC	WaitTIKEA	WaitTUD1	WaitTUD2	FTbigC_UD1	FTUD2_bigC
8	**405.5877**	**404.3634**	**401.5001**	**411.4463**	**2369.905**	**819.7874**
9	376.768	383.4924	377.9969	383.9004	2346.08	792.2239
10	471.9615	471.5602	463.7636	472.0649	2435.829	874.7618
11	424.3963	435.595	427.3191	430.9733	2390.848	830.4692
12	395.2481	414.434	396.8923	393.6265	2365.17	795.6631
Total	418.9327	408.9715	416.34	422.8489	2378.89	826.2349

แบบแผนการทดลองเพื่อค้นคว้าหาทางเลือกที่ดีที่สุด (ป้ายบิ๊กซี)

ตารางที่ 4.43 ผลการเปรียบเทียบเพื่อทดสอบความแตกต่างในแต่ละปัจจัย

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: WaitTbigC

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	12777235.600[a]	11	1161566.873	697.473	.000	.681
Intercept	631816532.900	1	631816532.900	379379.641	.000	.991
DepartSch	837799.327	3	279266.442	167.688	.000	.123
CarNumber	9145728.266	2	4572864.133	2745.815	.000	.605
DepartSch * CarNumber	2793708.005	6	465618.001	279.584	.000	.319
Error	5975433.241	3588	1665.394			
Total	650569201.700	3600				
Corrected Total	18752668.840	3599				

<u>สมมติฐานเพื่อการทดสอบ</u>

1.ทดสอบอิทธิพลหลัก

H_0 : ปัจจัยจำนวนรถและเวลาการปล่อยรถมีผลต่อระยะเวลารวมเฉลี่ย

2.อิทธิพลร่วม 2 ปัจจัย

H_0 : ปัจจัยจำนวนและเวลาปล่อยรถมีผลต่อระยะเวลารวมเฉลี่ย

จากตารางที่ 4.43 มีอิทธิพลร่วมระหว่างจำนวนรถและเวลาการปล่อยรถ และอิทธิพลร่วมมีผลต่อระยะเวลาเฉลี่ยรวมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 (เนื่องจาก sig =0.000<0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจสอบข้อตกลงของการวิเคราะห์ตัวแบบเชิงเส้น(2-Full Factorial Design)

1. ค่า error ต้องเป็นอิสระกัน

Runs Test 2

	Residual for WaitTbigC
Test Value[a]	277.64[b]
Cases < Test Value	3599
Cases >= Test Value	1
Total Cases	3600
Number of Runs	3
Z	.024
Asymp. Sig. (2-tailed)	.981

สมมุติฐานเพื่อการทดสอบ

H_0 : ค่า error เป็นอิสระกัน

ยอมรับ H_0 เนื่องจาก (sig=0.981>0.05) ค่า error เป็นอิสระต่อกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

2.ค่า error มีความแปรปรวนคงที่

Levene's Test of Equality of Error Variances[a]

Dependent Variable: WaitTbigC

F	df1	df2	Sig.
76.696	11	3588	.000

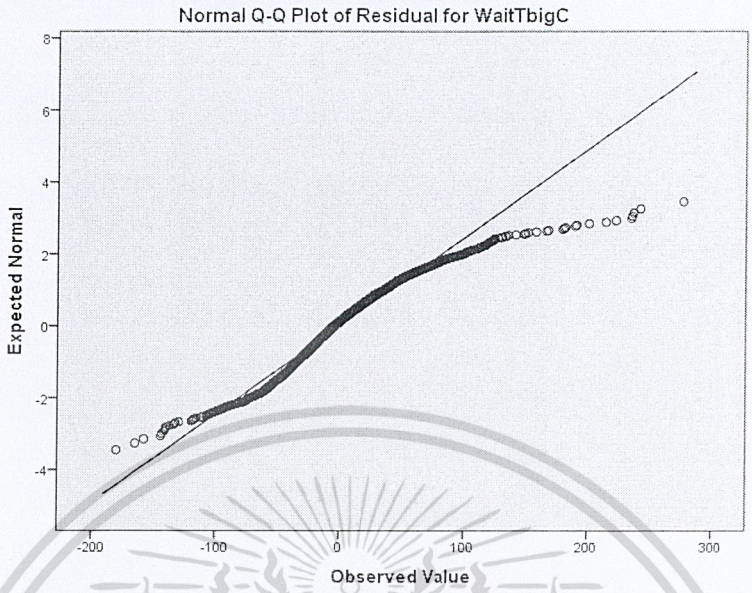
สมมุติฐานเพื่อการทดสอบ

H_0 : ค่า error มีความแปรปรวนคงที่

ปฏิเสธ H_0 เนื่องจาก (sig=0.000<0.05) ค่า error มีค่าความแปรปรวนไม่คงที่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่0.05 แต่ด้วยหลักการ(ตัวเลือก Help จากโปรแกรม spss)ถ้าจำนวนตัวอย่างในแต่ละวันแบบการทดลองมีจำนวนเท่ากันนั้น ค่าความแปรปรวนจะมีค่าคงที่ในการทดลองมีการรันซ้ำจำนวน 300 ครั้ง เท่ากันทุกการทดลอง ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ค่า error มีค่าความแปรปรวนคงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.การแจกแจงของค่า error เป็นการแจกแจงปกติ



จากกราฟจุดส่วนใหญ่อยู่บนเส้นตรง แต่ยังมีจุดที่เบ้ออกห่างจากเส้นไปบ้าง ดังนั้นผู้ให้บริการควรระมัดระวังในการนำนโยบายไปเลือกใช้

4.ค่าเฉลี่ยของค่า error เป็น 0

One-Sample Test

Test Value = 0

	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
Residual for WaitTbigC	.000	3599	1.000	.00000	-1.3315	1.3315

<u>สมมติฐานเพื่อการทดสอบ</u>

H_0 : ค่าเฉลี่ยของ ค่า error เป็น 0

ยอมรับ H_0 เนื่องจาก (sig=1.000>0.05) ค่าเฉลี่ยของ ค่า error เป็น 0 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

จากข้อทดสอบทั้ง 4 เป็นไปตามข้อกำหนด ผลการวิเคราะห์จึงถูกต้องสามารถนำไปใช้ได้จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.44 การทดสอบระยะเวลารอคอยเฉลี่ยรายคู่ของปัจจัย ณ ป้ายบิ๊กซี

Senario	Mean	Std. Deviation	N
3	336.3488[a]	27.5438	300
6	353.9256[b]	28.3832	300
9	376.7680[c]	25.3984	300
5	380.5104[c]	31.8999	300
12	395.2481[d]	31.0270	300
8	**405.5877[d]**	**31.3067**	**300**
2	408.2373[de]	41.1237	300
11	424.3963[e]	33.9562	300
7	440.4938[f]	32.4803	300
4	467.0983[g]	49.2392	300
10(original)	471.9615[h]	38.3761	300
1	566.6164[h]	83.7772	300
Total	418.9327	72.1839	3600

จากตารางที่ 4.44 แสดงให้เห็นว่า นโยบายที่ 3 มีเวลารอคอยเฉลี่ยต่ำสุด นโยบายที่ 6 มีเวลารอคอยเฉลี่ยต่ำรองลงมา นโยบายที่ 5 และ 9 ไม่แตกต่างกันและมีเวลารอคอยเฉลี่ยลดลงจากปัจจุบัน นโยบายที่ 8 และ 12 ไม่แตกต่างกันและมีเวลารอคอยเฉลี่ยลดลงจากปัจจุบัน นโยบายที่ 2 และ 8 ไม่แตกต่างกันและมีเวลารอคอยเฉลี่ยลดลงจากปัจจุบัน และมีนโยบายที่ 4 7 และ 11 ที่มีเวลารอคอยเฉลี่ยลดลงจากปัจจุบันเช่นเดียวกัน แต่เมื่อดูความแตกต่างของแต่ละกลุ่มแล้ว ระยะเวลารวมเฉลี่ยแตกต่างกันไม่มากนัก จึงเสมือนว่าทุกนโยบายที่กล่าวมาให้ค่าระยะเวลารวมเฉลี่ยใกล้เคียงกัน ดังนั้นจึงเลือกนโยบายใดก็ได้ ยกเว้นนโยบายที่ 1 ที่มีเวลารอคอยเฉลี่ยมากกว่าปัจจุบัน แต่เพื่อให้เกิดทั้งความคุ้มค่าของผู้ให้บริการ และความพึงพอใจของผู้ใช้บริการ จึงเลือกใช้นโยบายที่ 8 มีจำนวนรถ 5 คัน ปล่อยรถทุก ๆ 13 นาที

แบบแผนการทดลองเพื่อค้นคว้าหาทางเลือกที่ดีที่สุด (ป้ายอุดมสุข2)

ตารางที่ 4.45 ผลการเปรียบเทียบเพื่อทดสอบความแตกต่างในแต่ละปัจจัย

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: WaitTUD2

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	11525205.050[a]	11	1047745.914	545.825	.000	.626
Intercept	643684286.500	1	643684286.500	335328.613	.000	.989
DepartSch	668932.530	3	222977.510	116.161	.000	.089
CarNumber	8288565.797	2	4144282.899	2158.972	.000	.546
DepartSch * CarNumber	2567706.725	6	427951.121	222.942	.000	.272
Error	6887390.839	3588	1919.563			
Total	662096882.400	3600				
Corrected Total	18412595.890	3599				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมมติฐานเพื่อการทดสอบ

1.ทดสอบอิทธิพลหลัก

H_0 : ปัจจัยจำนวนรถและเวลาการปล่อยรถมีผลต่อระยะเวลารวมเฉลี่ย

2.อิทธิพลร่วม 2 ปัจจัย

H_0 : ปัจจัยจำนวนและเวลาปล่อยรถมีผลต่อระยะเวลารวมเฉลี่ย

จากตารางที่ 4.45 มีอิทธิพลร่วมระหว่างจำนวนรถและเวลาการปล่อยรถ และอิทธิพลร่วมมีผลต่อระยะเวลาเฉลี่ยรวมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 (เนื่องจาก sig =0.000<0.05)

การตรวจสอบข้อตกลงของการวิเคราะห์ตัวแบบเชิงเส้น(2-Full Factorial Design)

1. ค่า error ต้องเป็นอิสระกัน

Runs Test 2

	Residual for WaitTUD2
Test Value[a]	267.70[b]
Cases < Test Value	3599
Cases >= Test Value	1
Total Cases	3600
Number of Runs	3
Z	.024
Asymp. Sig. (2-tailed)	.981

สมมุติฐานเพื่อการทดสอบ

H_0 : ค่า error เป็นอิสระกัน

ยอมรับ H_0 เนื่องจาก (sig=0.981>0.05) ค่า error เป็นอิสระต่อกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

2. ค่า error มีความแปรปรวนคงที่

Levene's Test of Equality of Error Variances[a]

Dependent Variable: WaitTUD2

F	df1	df2	Sig.
54.361	11	3588	.000

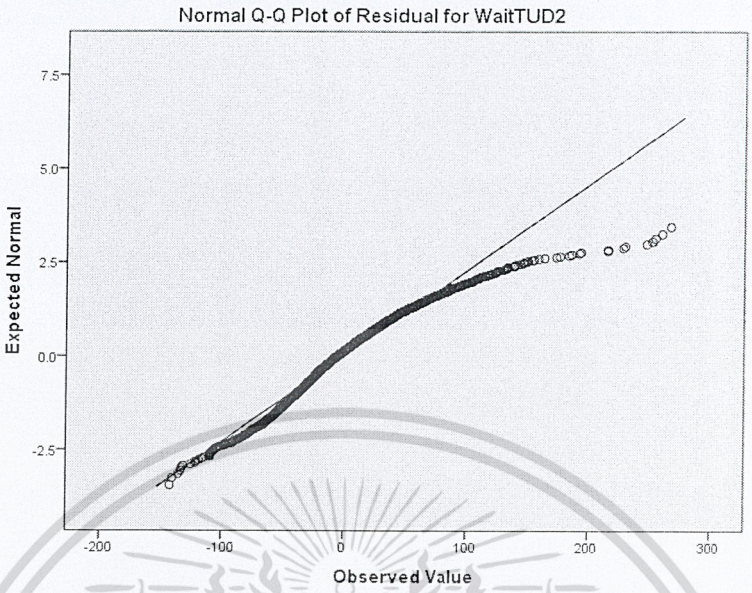
สมมุติฐานเพื่อการทดสอบ

H_0 : ค่า error มีความแปรปรวนคงที่

ปฏิเสธ H_0 เนื่องจาก (sig=0.000<0.05) ค่า error มีค่าความแปรปรวนไม่คงที่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่0.05 แต่ด้วยหลักการ(ตัวเลือก Help จากโปรแกรม spss)ถ้าจำนวนตัวอย่างในแต่ละวันแบบการทดลองมีจำนวนเท่ากันนั้น ค่าความแปรปรวนจะมีค่าคงที่ในการทดลองมีการรันซ้ำจำนวน 300 ครั้ง เท่ากันทุกการทดลอง ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ค่า error มีค่าความแปรปรวนคงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.การแจกแจงของค่า error เป็นการแจกแจงปกติ



จากกราฟจุดส่วนใหญ่อยู่บนเส้นตรง แต่ยังมีจุดที่เบ้ออกห่างจากเส้นไปบ้าง ดังนั้นผู้ให้บริการควรระมัดระวังในการนำนโยบายไปเลือกใช้

4.ค่าเฉลี่ยของค่า error เป็น 0

One-Sample Test

Test Value = 0

	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
Residual for WaitTUD2	.000	3599	1.000	.00000	-1.4295	1.4295

<u>สมมติฐานเพื่อการทดสอบ</u>

H_0 : ค่าเฉลี่ยของ ค่า error เป็น 0

ยอมรับ H_0 เนื่องจาก (sig=1.000>0.05) ค่าเฉลี่ยของ ค่า error เป็น 0 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.46 การทดสอบระยะเวลารอคอยเฉลี่ยรายคู่ของปัจจัย ณ ป้ายอุดมสุข2

Senario	Mean	Std. Deviation	N
3	345.2852[a]	29.7128	300
6	363.4947[b]	33.5640	300
9	383.9004[c]	32.0204	300
5	387.3552[c]	35.6222	300
12	393.6265[c]	36.0756	300
2	410.1814[d]	40.3700	300
8	**411.4463[d]**	**35.7751**	**300**
11	430.9733[e]	41.4759	300
7	442.8403[f]	37.0034	300
4	468.9455[g]	49.1846	300
10(original)	472.0649[g]	45.9143	300
1	564.0732[h]	83.0862	300
Total	422.8489	71.5264	3600

จากตารางที่ 4.46 แสดงให้เห็นว่า นโยบายที่ 3 มีเวลารอคอยเฉลี่ยต่ำสุด นโยบายที่ 6 มีเวลารอคอยเฉลี่ยต่ำรองลงมา นโยบายที่ 5 9 และ 12 ไม่แตกต่างกันและมีเวลารอคอยเฉลี่ยลดลงจากปัจจุบัน นโยบายที่ 2 และ 8 ไม่แตกต่างและมีเวลารอคอยเฉลี่ยลดลงจากปัจจุบัน และมีนโยบายที่ 4 7 และ 11 ที่มีเวลารอคอยเฉลี่ยลดลงจากปัจจุบันเช่นเดียวกัน แต่เมื่อดูความแตกต่างของแต่ละกลุ่มแล้วระยะเวลารวมเฉลี่ยแตกต่างกันไม่มากนัก จึงเสมือนว่าทุกนโยบายที่กล่าวมาให้ค่าระยะเวลารวมเฉลี่ยใกล้เคียงกัน ดังนั้นจึงเลือกนโยบายใดก็ได้ ยกเว้นนโยบายที่ 1 ที่มีเวลารอคอยเฉลี่ยมากกว่าปัจจุบัน แต่เพื่อให้เกิดทั้งความคุ้มค่าของผู้ให้บริการ และความพึงพอใจของผู้ใช้บริการ จึงเลือกใช้นโยบายที่ 8 มีจำนวนรถ 6 คัน ปล่อยรถทุก ๆ 13 นาที

สรุปผลทางเลือกที่ดีที่สุดของกลุ่มวันเสาร์ – อาทิตย์

จากการจำลองสถานการณ์เราจะเลือกนโยบายที่ 8 มีจำนวนรถ 5 คัน ปล่อยรถทุก ๆ 13 นาที เนื่องจากทำให้เวลารอคอยเฉลี่ยรวมของผู้เข้ารับบริการลดลงและไม่เสียค่าใช้จ่ายมากเกินไป ทำให้เกิดความคุ้มค่าต่อทั้งผู้ให้บริการ และความพึงพอใจจของผู้ใช้บริการมากขึ้นอีกด้วย

จากข้อสรุปข้างต้น เราจะได้นโยบายที่ 8 ดีที่สุดโดยพิจารณาจากระยะเวลารอคอยเฉลี่ยลดลงจากปัจจุบัน ซึ่งป้ายบิ๊กซี ลดลง 13.90% และป้ายอุดมสุข2 ลดลง 12.84%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะแนวทาง

การศึกษาครั้งนี้เป็นงานวิจัยแบบกรณีศึกษา โดยมีความมุ่งหมายที่จะแสดงตัวอย่างการประยุกต์ใช้ประโยชน์จากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีนำมาช่วยในการตัดสินใจของผู้บริหาร โดยเทคโนโลยีที่เลือกใช้เป็นตัวอย่างในการศึกษานี้คือการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปที่ถูกออกแบบมาเพื่อช่วยสร้างและวิเคราะห์แบบจำลองสถานการณ์ ส่วนเรื่องที่เป็นหัวข้อในการตัดสินใจของผู้บริหารคือการจะระบบเดินรถโดยสาร Shuttle Bus ซึ่งได้ใช้ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีแถวคอยและการจำลองมาช่วยในการวิเคราะห์ เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้บริหารตัดสินใจได้ว่า ควรปล่อยรถแต่ละคันออกจากจุดปล่อยรถบิ๊กซี ห่างกันนานเท่าใด เพื่อลดระยะเวลาการรอคอยและเพียงพอต่อความต้องการของผู้เข้ารับบริการ อีกทั้งคำนึงถึงผลประโยชน์ที่บริษัทจะได้รับ

5.1 สรุปผลการศึกษา

5.1.1 ระบบจำลองสถานการณ์ในปัจจุบัน

การให้บริการรถโดยสาร Shuttle Bus มีเส้นทางการเดินรถ คือ บิ๊กซี ถึง สถานีBTSอุดมสุข โดยการวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาในช่วงเวลาเร่งด่วนของวันจันทร์ – วันศุกร์ และวันเสาร์ – วันอาทิตย์ ซึ่งข้อมูลจากทางเมกาบางนา กำหนดให้ในช่วงเวลาเร่งด่วนจะปล่อยรถทุก ๆ 15 นาทีและมีรถให้ผู้เข้ารับบริการอย่างต่อเนื่อง เมื่อรถออกจากบิ๊กซี ถึง สถานีBTSอุดมสุข แล้วจะวิ่งวนกลับมาบิ๊กซีอีกครั้ง

5.1.2 ระบบจำลองสถานการณ์นโยบายที่นำเสนอ

จากบทที่ 4 ได้ผลการวิเคราะห์แบบจำลองสถานการณ์นโยบายที่นำเสนอ ซึ่งทำให้เวลารอคอยเฉลี่ยของผู้เข้ารับบริการในแต่ละนโยบายต่างกัน ในกรณีจะนำเสนอนโยบายที่เหมาะสมที่สุด โดยพิจารณาจากเวลารอคอยเฉลี่ยของผู้เข้ารับบริการ

1. ในช่วงวันจันทร์ – วันศุกร์

การจำลองสถานการณ์นโยบายที่ 8 จำนวนรถ 5 คัน ปล่อยรถทุก ๆ 13 นาที ซึ่งจะเห็นได้ว่านโยบายนี้เป็น**นโยบายที่เหมาะสมที่สุด** เนื่องจากทำให้เวลารอคอยเฉลี่ยของผู้เข้ารับบริการลดลงจากระบบปัจจุบัน ซึ่งป้ายบิ๊กซี ลดลง 16.23% และป้ายอุดมสุข ลดลง 15.62%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ในช่วงวันเสาร์ – วันอาทิตย์

การจำลองสถานการณ์นโยบายที่ 4 จำนวนรถ 6 คัน ปล่อยรถทุก ๆ 13 นาที ซึ่งจะเห็นได้ว่านโยบายนี้เป็น**นโยบายที่เหมาะสมที่สุด** เนื่องจากทำให้เวลารอคอยเฉลี่ยของผู้เข้ารับบริการลดลงจากระบบปัจจุบัน ซึ่งป้ายบิ๊กซี ลดลง 13.90% และป้ายอดมสุข ลดลง 12.84%

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

1. เนื่องจากผู้เข้ารับบริการมีจำนวนมาก อาจทำให้ผู้เข้ารับบริการขึ้นรถ แล้วลงมารอขึ้นอีกคันเนื่องจากเกิดความแออัดมากเกินไป ทำให้ข้อมูลที่ได้จากการเก็บข้อมูลของผู้เข้ารับบริการนั้นอาจมีการผิดพลาดจากความเป็นจริงบ้าง

2. เนื่องจากผู้วิจัยไม่มีความชำนาญในทางด้านโปรแกรม Arena มากนัก ทำให้การสร้างแบบจำลองสถานการณ์มีความล่าช้าไปกว่าที่คาดการณ์ไว้

5.3 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาปัญหาพิเศษ มีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเพื่อเป็นแนวทางสำหรับผู้ที่สนใจศึกษาปัญหาในลักษณะที่คล้ายคลึงกันนี้

1. ในการศึกษาหากสามารถทำได้ควรเพิ่มจำนวนคันรถ และจำกัดคนขึ้นให้พอดีไม่แออัดกันมากเกินไป เพื่อป้องกันอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้น จะเป็นประโยชน์ต่อความพึงพอใจของผู้เข้ารับบริการ

2. ผลการทดสอบแบบจำลองเพื่อหาสถานการณ์ที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพสูงที่สุดจากการศึกษาครั้งนี้ เป็นเพียงผลที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือเท่านั้น ในการให้บริการจริงของรถโดยสาร Shuttle Bus ผู้บริหารจะต้องนำผลที่ได้มาประยุกต์เข้ากับแผนการทำงานของหน่วยงาน

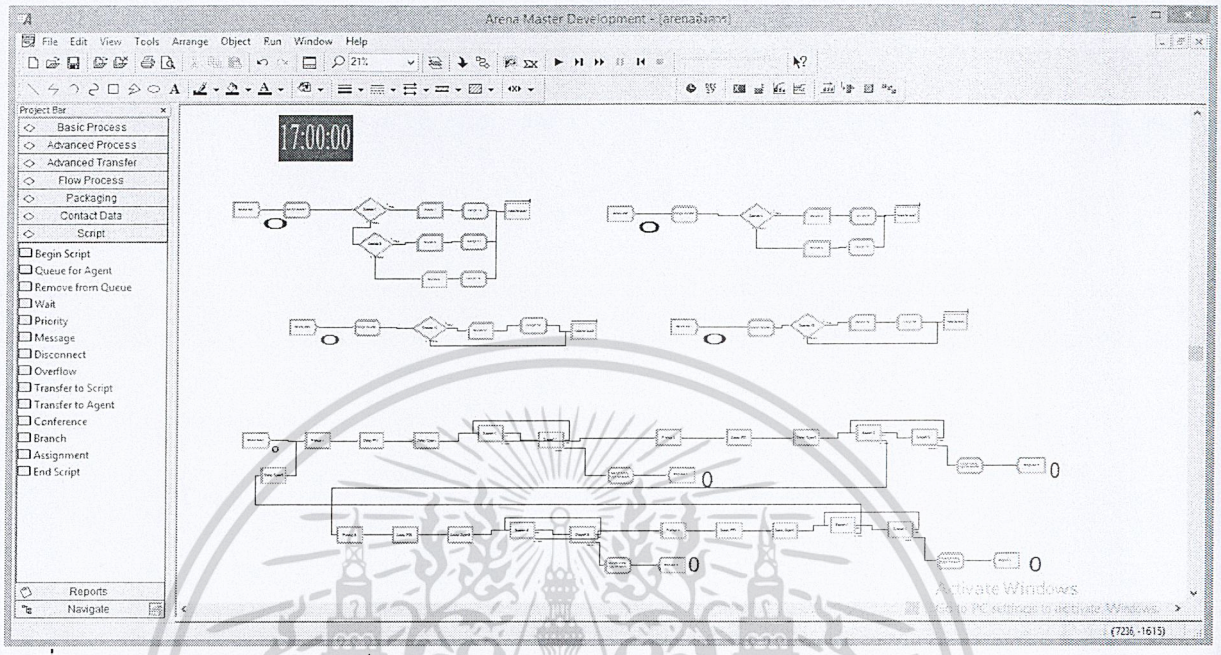
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
การสร้างแบบจำลองสถานการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก.1 การสร้างแบบจำลองสถานการณ์โดยใช้โปรแกรม Arena Version 14.0

รายละเอียดของการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ระบบปัจจุบันด้วยโปรแกรม Arena Version 14.0 ดังแสดงในรูปที่ ก.1



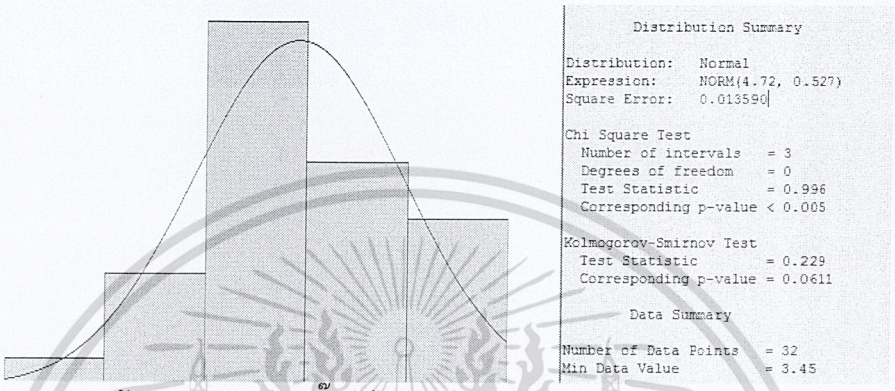
รูปที่ ก.1 แบบจำลองสถานการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

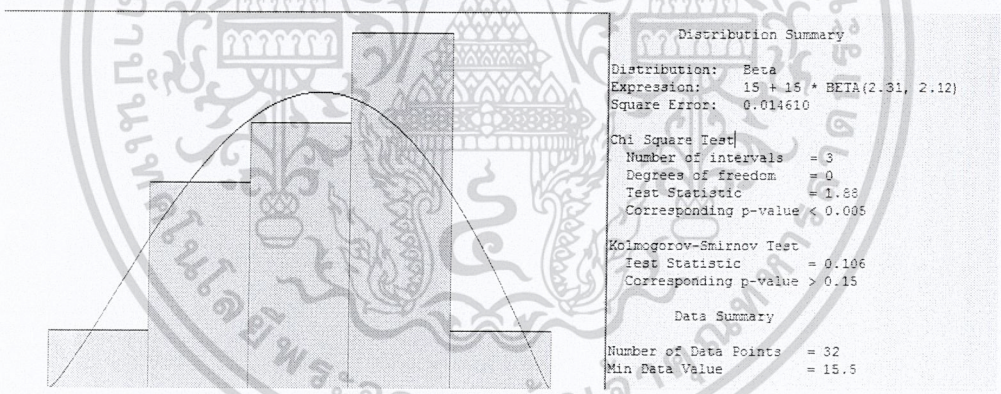
ก.2 การวิเคราะห์การแจกแจงของข้อมูล

ก.2.1 การวิเคราะห์การแจกแจงข้อมูลระหว่างป้ายรถ Shuttle Bus

ก.2.1.1 กลุ่มวันจันทร์ - วันศุกร์

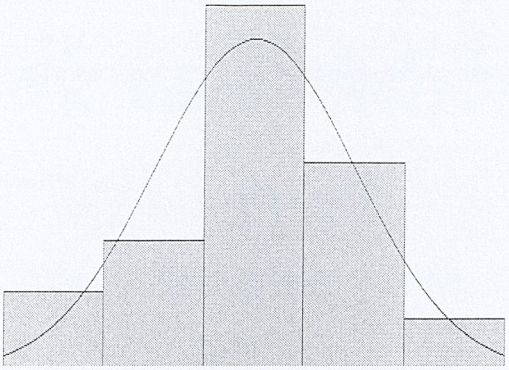


รูปที่ ก.2 การแจกแจงข้อมูลระหว่างป้ายบิ๊กซี ไปยังป้ายอิเกีย กลุ่มวันจันทร์ – วันศุกร์



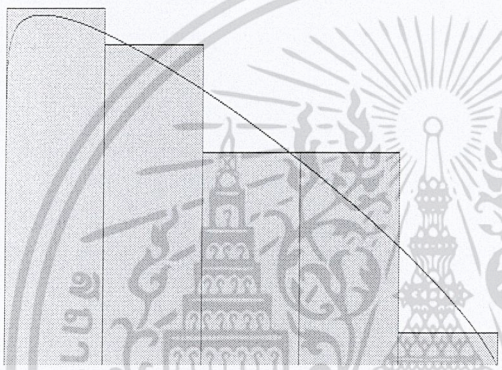
รูปที่ ก.3 การแจกแจงข้อมูลระหว่างป้ายอิเกีย ไปยังป้ายอุดมสุข1 กลุ่มวันจันทร์ – วันศุกร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



```
Distribution Summary

Distribution:   Normal
Expression:     NORM(9.93, 1.57)
Square Error:   0.011326

Chi Square Test
  Number of intervals   = 3
  Degrees of freedom    = 0
  Test Statistic        = 0.546
  Corresponding p-value < 0.005

Kolmogorov-Smirnov Test
  Test Statistic        = 0.0994
  Corresponding p-value > 0.15

Data Summary

Number of Data Points   = 32
Min Data Value          = 6.43
```

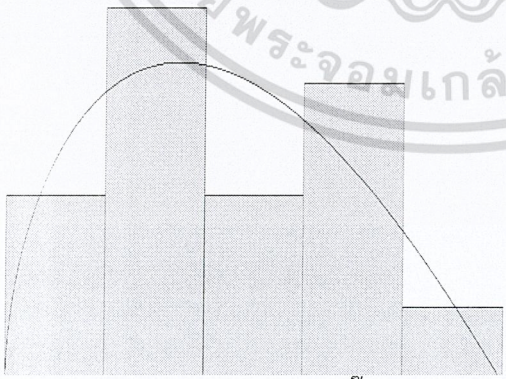
รูปที่ ก.4 การแจกแจงข้อมูลระหว่างป้ายอุดมสุข1 ไปยังป้ายอุดมสุข2 กลุ่มวันจันทร์ – วันศุกร์



```
Distribution Summary

Distribution:   Beta
Expression:     13 + 5.99 * BETA(1.06, 1.79)
Square Error:   0.003605

Chi Square Test
  Number of intervals   = 4
  Degrees of freedom    = 1
  Test Statistic        = 0.164
  Corresponding p-value = 0.706

Kolmogorov-Smirnov Test
  Test Statistic        = 0.115
  Corresponding p-value > 0.15

Data Summary

Number of Data Points   = 32
Min Data Value          = 13
```

รูปที่ ก.5 การแจกแจงข้อมูลระหว่างป้ายอุดมสุข2 ไปยังป้ายบิ๊กซี กลุ่มวันจันทร์ – วันศุกร์

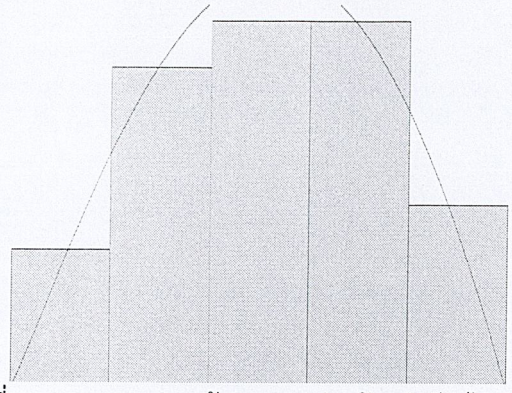
ก.2.1.2 กลุ่มวันเสาร์-อาทิตย์



```
Distribution Summary

Distribution:   Beta
Expression:     5 + 3.68 * BETA(1.55, 2.02)
Square Error:   0.018815

Chi Square Test
  Number of intervals   = 4
  Degrees of freedom    = 1
  Test Statistic        = 3.12
  Corresponding p-value = 0.082

Kolmogorov-Smirnov Test
  Test Statistic        = 0.149
  Corresponding p-value > 0.15

Data Summary

Number of Data Points   = 30
Min Data Value          = 5.13
```

รูปที่ ก.6 การแจกแจงข้อมูลระหว่างป้ายบิ๊กซี ไปยังป้ายอิเกีย กลุ่มวันเสาร์ – วันอาทิตย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

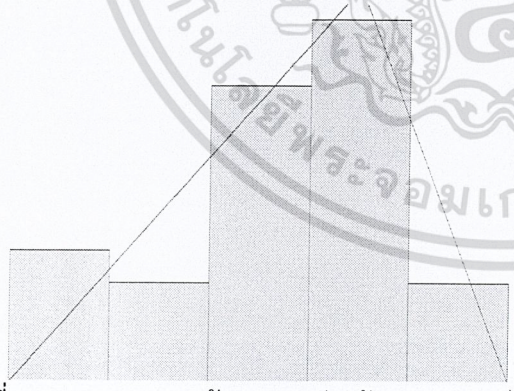


```
        Distribution Summary

Distribution:   Beta
Expression:     16 + 6.61 * BETA(2.15, 2.03)
Square Error:   0.001776

Chi Square Test
  Number of intervals   = 3
  Degrees of freedom    = 0
  Test Statistic        = 0.212
  Corresponding p-value < 0.005

Kolmogorov-Smirnov Test
  Test Statistic        = 0.101
  Corresponding p-value > 0.15

        Data Summary

Number of Data Points   = 30
Min Data Value          = 16.5
```

รูปที่ ก.7 การแจกแจงข้อมูลระหว่างป้ายอิเกีย ไปยังป้ายอุดมสุข1 กลุ่มวันเสาร์ – วันอาทิตย์

```
        Distribution Summary

Distribution:   Beta
Expression:     5 + 3.64 * BETA(1.71, 1.43)
Square Error:   0.004886

Chi Square Test
  Number of intervals   = 4
  Degrees of freedom    = 1
  Test Statistic        = 0.507
  Corresponding p-value = 0.485

Kolmogorov-Smirnov Test
  Test Statistic        = 0.152
  Corresponding p-value > 0.15

        Data Summary

Number of Data Points   = 30
Min Data Value          = 5.13
```

รูปที่ ก.8 การแจกแจงข้อมูลระหว่างป้ายอุดมสุข1 ไปยังป้ายอุดมสุข2 กลุ่มวันเสาร์ – วันอาทิตย์



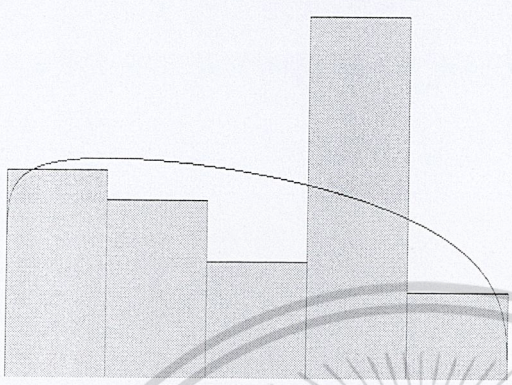
```
        Distribution Summary

Distribution:   Triangular
Expression:     TRIA(13.1, 15.5, 16.5)
Square Error:   0.012426

Chi Square Test
  Number of intervals   = 3
  Degrees of freedom    = 1
  Test Statistic        = 0.0642
  Corresponding p-value > 0.75

Kolmogorov-Smirnov Test
  Test Statistic        = 0.155
  Corresponding p-value > 0.15

        Data Summary

Number of Data Points   = 30
Min Data Value          = 13.4
```

รูปที่ ก.9 การแจกแจงข้อมูลระหว่างป้ายอุดมสุข2 ไปยังป้ายบิ๊กซี กลุ่มวันเสาร์ – วันอาทิตย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

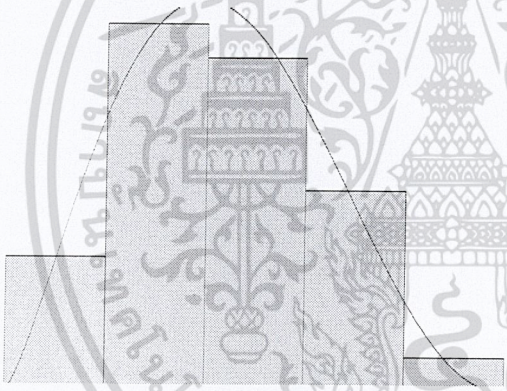
ก.2.2 การวิเคราะห์การแจกแจงข้อมูลเวลาการเปิดประตูรับผู้โดยสารเข้าระบบ

ก.2.2.1 กลุ่มวันจันทร์ – วันศุกร์



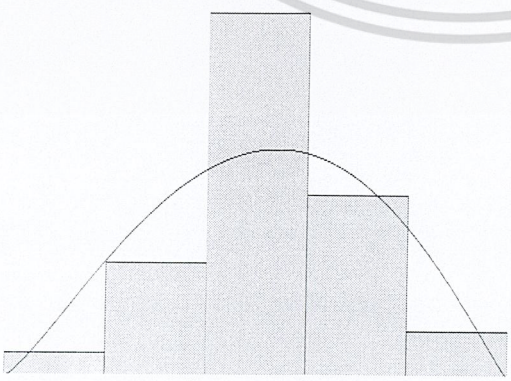
```
        Distribution Summary

Distribution:   Beta
Expression:     1 + 20 * BETA(1.08, 1.29)
Square Error:   0.045792

Chi Square Test
  Number of intervals   = 4
  Degrees of freedom    = 1
  Test Statistic        = 9.52
  Corresponding p-value < 0.005

Kolmogorov-Smirnov Test
  Test Statistic        = 0.144
  Corresponding p-value > 0.15

        Data Summary

Number of Data Points   = 32
Min Data Value          = 1.27
```

รูปที่ ก.10 การแจกแจงข้อมูลเวลาการเปิดประตูรับผู้โดยสาร ณ ป้ายบิ๊กซี กลุ่มวันจันทร์ – วันศุกร์



```
        Distribution Summary

Distribution:   Beta
Expression:     0.09 + 0.27 * BETA(2.44, 3.25)
Square Error:   0.000618

Chi Square Test
  Number of intervals   = 3
  Degrees of freedom    = 0
  Test Statistic        = 0.124
  Corresponding p-value < 0.005

Kolmogorov-Smirnov Test
  Test Statistic        = 0.0856
  Corresponding p-value > 0.15

        Data Summary

Number of Data Points   = 32
Min Data Value          = 0.12
```

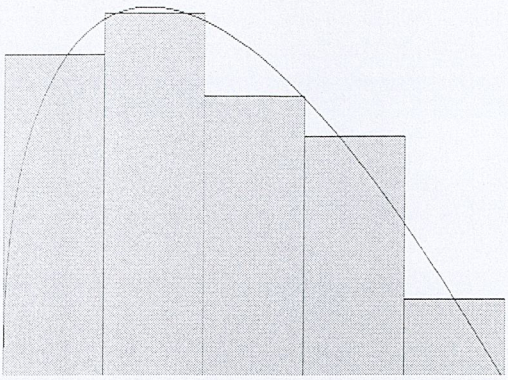
รูปที่ ก.11 การแจกแจงข้อมูลเวลาการเปิดประตูรับผู้โดยสาร ณ ป้ายอิเกีย กลุ่มวันจันทร์ – วันศุกร์



```
        Distribution Summary

Distribution:   Beta
Expression:     0.19 + 0.34 * BETA(2.31, 2.12)
Square Error:   0.014610

Chi Square Test
  Number of intervals   = 3
  Degrees of freedom    = 0
  Test Statistic        = 1.88
  Corresponding p-value < 0.005

Kolmogorov-Smirnov Test
  Test Statistic        = 0.106
  Corresponding p-value > 0.15

        Data Summary

Number of Data Points   = 32
Min Data Value          = 0.22
```

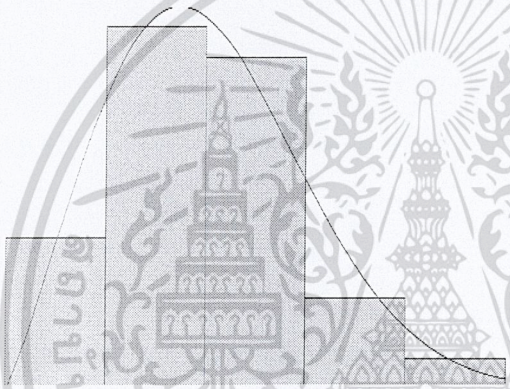
รูปที่ ก.12 การแจกแจงข้อมูลเวลาการเปิดประตูรับผู้โดยสาร ณ ป้ายอุดมสุข1 กลุ่มวันจันทร์ – วันศุกร์

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



```
Distribution Summary

Distribution:   Beta
Expression:     0.13 + 0.41 * BETA(1.41, 2.61)
Square Error:   0.002346

Chi Square Test
  Number of intervals   = 4
  Degrees of freedom    = 1
  Test Statistic        = 0.379
  Corresponding p-value = 0.554

Kolmogorov-Smirnov Test
  Test Statistic        = 0.103
  Corresponding p-value > 0.15

       Data Summary

Number of Data Points   = 32
Min Data Value          = 0.17
```

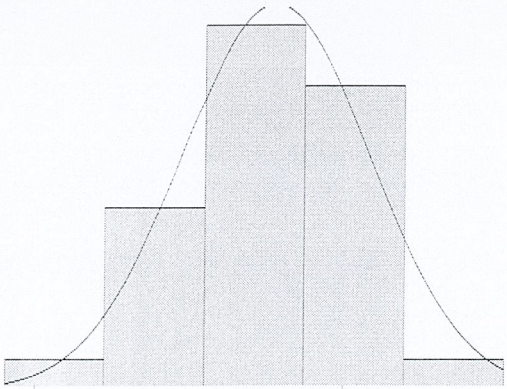
รูปที่ ก.13 การแจกแจงข้อมูลเวลาการเปิดประตูรับผู้โดยสาร ณ ป้ายอุดมสุข2
กลุ่มวันจันทร์ – วันศุกร์



```
Distribution Summary

Distribution:   Weibull
Expression:     0.12 + WEIB(0.202, 2.18)
Square Error:   0.002603

Chi Square Test
  Number of intervals   = 3
  Degrees of freedom    = 0
  Test Statistic        = 0.396
  Corresponding p-value < 0.005

Kolmogorov-Smirnov Test
  Test Statistic        = 0.0904
  Corresponding p-value > 0.15

       Data Summary

Number of Data Points   = 32
Min Data Value          = 0.16
```

รูปที่ ก.14 การแจกแจงข้อมูลเวลาการเปิดประตูรับผู้โดยสาร ณ ป้ายคนลงบิ๊กซี
กลุ่มวันจันทร์ – วันศุกร์

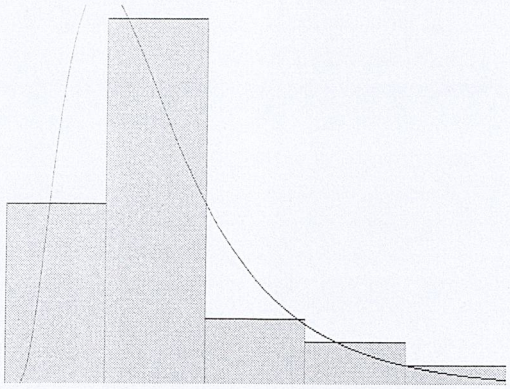
ก.2.2.2.2กลุ่มวันเสาร์ - วันอาทิตย์



```
Distribution Summary

Distribution:   Normal
Expression:     NORM(14.9, 1.7)
Square Error:   0.003675

Chi Square Test
  Number of intervals   = 3
  Degrees of freedom    = 0
  Test Statistic        = 0.181
  Corresponding p-value < 0.005

Kolmogorov-Smirnov Test
  Test Statistic        = 0.122
  Corresponding p-value > 0.15

       Data Summary

Number of Data Points   = 30
Min Data Value          = 10.6
```

รูปที่ ก.15 การแจกแจงเวลาการเปิดประตูรับผู้โดยสาร ณ ป้ายบิ๊กซี กลุ่มวันเสาร์ – วันอาทิตย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในการศึกษาเพื่อประโยชน์ทางวิชาการเท่านั้น ห้ามมิให้ใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



```
Distribution Summary

Distribution:   Lognormal
Expression:     0.13 + LOGN(0.157, 0.105)
Square Error:   0.017401

Chi Square Test
  Number of intervals   = 3
  Degrees of freedom    = 0
  Test Statistic        = 1.64
  Corresponding p-value < 0.005

Kolmogorov-Smirnov Test
  Test Statistic        = 0.115
  Corresponding p-value > 0.15

Data Summary

Number of Data Points   = 30
Min Data Value          = 0.17
```

รูปที่ ก.16 การแจกแจงเวลาการเปิดประตูรับผู้โดยสาร ณ ป้ายอิเกีย กลุ่มวันเสาร์ – วันอาทิตย์

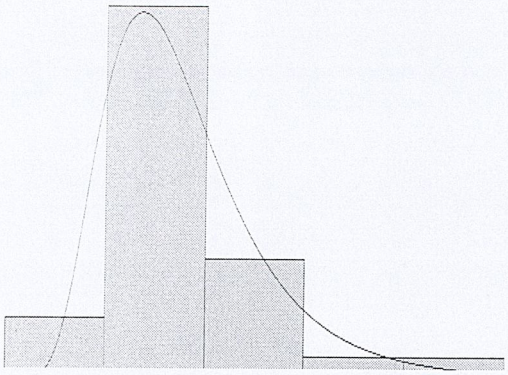
```
Distribution Summary

Distribution:   Erlang
Expression:     0.08 + ERLA(0.0565, 5)
Square Error:   0.039514

Chi Square Test
  Number of intervals   = 2
  Degrees of freedom    = -1
  Test Statistic        = 2.22
  Corresponding p-value < 0.005

Kolmogorov-Smirnov Test
  Test Statistic        = 0.151
  Corresponding p-value > 0.15

Data Summary

Number of Data Points   = 30
Min Data Value          = 0.17
```

รูปที่ ก.17 การแจกแจงเวลาการเปิดประตูรับผู้โดยสาร ณ ป้ายอุดมสุข1 กลุ่มวันเสาร์ – วันอาทิตย์

```
Distribution Summary

Distribution:   Erlang
Expression:     0.08 + ERLA(0.0565, 5)
Square Error:   0.039514

Chi Square Test
  Number of intervals   = 2
  Degrees of freedom    = -1
  Test Statistic        = 2.22
  Corresponding p-value < 0.005

Kolmogorov-Smirnov Test
  Test Statistic        = 0.151
  Corresponding p-value > 0.15

Data Summary

Number of Data Points   = 30
Min Data Value          = 0.17
```

รูปที่ ก.18 การแจกแจงเวลาการเปิดประตูรับผู้โดยสาร ณ ป้ายอุดมสุข2 กลุ่มวันเสาร์ – วันอาทิตย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



```
        Distribution Summary

Distribution:    Lognormal
Expression:      0.17 + LOGN(0.139, 0.0629)
Square Error:    0.009584

Chi Square Test
  Number of intervals   = 2
  Degrees of freedom    = -1
  Test Statistic        = 0.504
  Corresponding p-value < 0.005

Kolmogorov-Smirnov Test
  Test Statistic        = 0.0887
  Corresponding p-value > 0.15

        Data Summary

Number of Data Points   = 30
Min Data Value          = 0.21
```

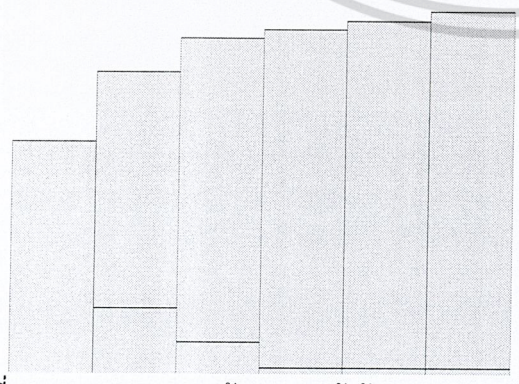
รูปที่ ก.19 การแจกแจงเวลาการเปิดประตูรับผู้โดยสาร ณ ป้ายคนลงบิ๊กซี กลุ่มวันเสาร์ – วันอาทิตย์

ก.2.3 การวิเคราะห์การแจกแจงข้อมูลของผู้เข้ารับบริการ

ก.2.3.1 กลุ่มวันจันทร์ – วันศุกร์

```
        Distribution Summary

Distribution:    Weibull
Expression:      WEIB(41.8, 0.812)
Square Error:    0.000692

Chi Square Test
  Number of intervals   = 7
  Degrees of freedom    = 4
  Test Statistic        = 2.87
  Corresponding p-value = 0.585

Kolmogorov-Smirnov Test
  Test Statistic        = 0.0644
  Corresponding p-value > 0.15

        Data Summary

Number of Data Points   = 229
Min Data Value          = 0.23
```

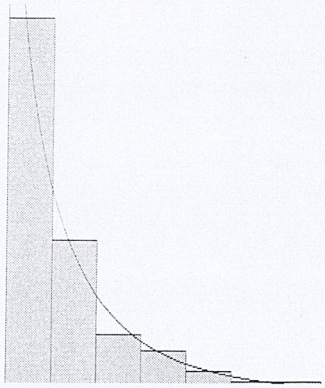
รูปที่ ก.20 การแจกแจงข้อมูลของผู้เข้ารับบริการ ณ ป้ายบิ๊กซี กลุ่มวันจันทร์ – วันศุกร์



```
        Distribution Summary

Distribution:    Empirical
Expression:      CONT or DISC (0.000,   0.000,
                               0.643,  95.833,
                               0.833, 191.667,
                               0.929, 287.500,
                               0.952, 383.333,
                               0.976, 479.167,
                               0.976, 575.000)

        Data Summary

Number of Data Points   = 42
Min Data Value          = 0.02
Max Data Value          = 574
Sample Mean             = 102
Sample Std Dev          = 125
```

รูปที่ ก.21 การแจกแจงข้อมูลของผู้เข้ารับบริการ ณ ป้ายอิเกีย กลุ่มวันจันทร์ – วันศุกร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



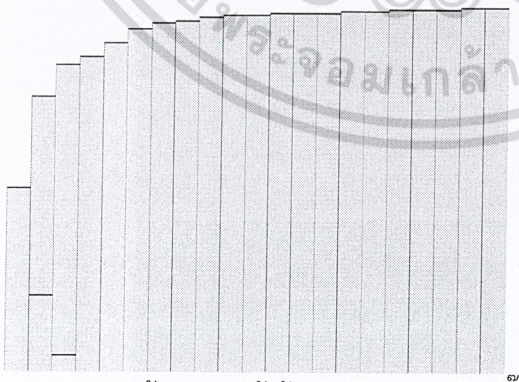
```
Distribution Summary

Distribution:   Weibull
Expression:     WEIB(46.7, 0.828)
Square Error:   0.000820

Chi Square Test
  Number of intervals   = 4
  Degrees of freedom    = 1
  Test Statistic        = 0.703
  Corresponding p-value = 0.429

Kolmogorov-Smirnov Test
  Test Statistic        = 0.04
  Corresponding p-value > 0.15

Data Summary

Number of Data Points   = 129
Min Data Value          = 0.04
```

รูปที่ ก.22 การแจกแจงข้อมูลของผู้เข้ารับบริการ ณ ป้ายอุดมสุข1 กลุ่มวันจันทร์ – วันศุกร์

```
Distribution Summary

Distribution:   Beta
Expression:     205 + BETA(0.551, 2.32)
Square Error:   0.002681

Chi Square Test
  Number of intervals   = 7
  Degrees of freedom    = 4
  Test Statistic        = 5.52
  Corresponding p-value = 0.242

Kolmogorov-Smirnov Test
  Test Statistic        = 0.0813
  Corresponding p-value > 0.15

Data Summary

Number of Data Points   = 179
Min Data Value          = 0.02
```

รูปที่ ก.23 การแจกแจงข้อมูลของผู้เข้ารับบริการ ณ ป้ายอุดมสุข2 กลุ่มวันจันทร์ – วันศุกร์

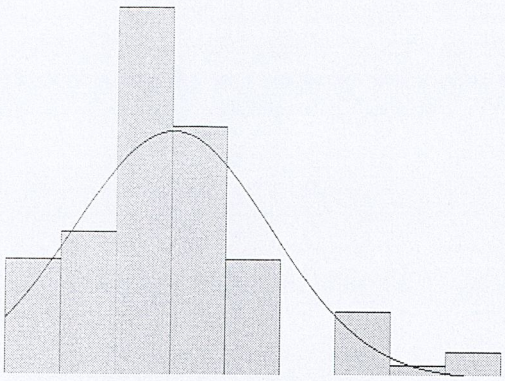
ก.2.3.2 กลุ่มวันเสาร์ - วันอาทิตย์



```
Distribution Summary

Distribution:   Empirical
Expression:     CONT or DISC (0.000,  0.000,
                              0.523, 15.381,
                              0.764, 30.762,
                              0.848, 46.143,
                              0.867, 61.524,
                              0.903, 76.905,
                              0.939, 92.286,
                              0.956, 107.667,
                              0.962, 123.048,
                              0.973, 138.429,
                              0.975, 153.810,
                              0.979, 169.190,
                              0.981, 184.571,
                              0.983, 199.952,
                              0.985, 215.333,
                              0.987, 230.714,
                              0.987, 246.095,
                              0.992, 261.476,
                              0.994, 276.857,
                              0.994, 292.238,
                              0.998, 307.619,
                              0.998, 323.000)
```

รูปที่ ก.24 การแจกแจงข้อมูลของผู้เข้ารับบริการ ณ ป้ายบิ๊กซี กลุ่มวันเสาร์-วันอาทิตย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Distribution Summary

Distribution: Normal
Expression: NORM(114, 68)
Square Error: 0.027410

Chi Square Test
Number of intervals = 5
Degrees of freedom = 2
Test Statistic = 11
Corresponding p-value < 0.005

Kolmogorov-Smirnov Test
Test Statistic = 0.114
Corresponding p-value > 0.15

Data Summary

Number of Data Points = 84
Min Data Value = 0.29
Max Data Value = 341

รูปที่ ก.25 การแจกแจงข้อมูลของผู้เข้ารับบริการ ณ ป้ายอิเกีย กลุ่มวันเสาร์ – วันอาทิตย์

Distribution Summary

Distribution: Gamma
Expression: GAMM(39.6, 1.25)
Square Error: 0.001838

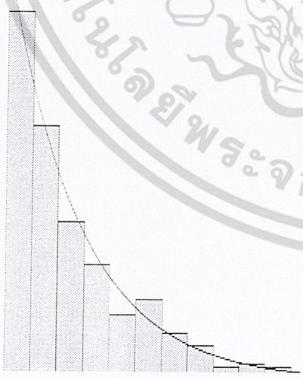
Chi Square Test
Number of intervals = 6
Degrees of freedom = 3
Test Statistic = 6.33
Corresponding p-value = 0.0975

Kolmogorov-Smirnov Test
Test Statistic = 0.0343
Corresponding p-value > 0.15

Data Summary

Number of Data Points = 236
Min Data Value = 0.91
Max Data Value = 350

รูปที่ ก.26 การแจกแจงข้อมูลของผู้เข้ารับบริการ ณ ป้ายอุดมสุข1 กลุ่มวันเสาร์ – วันอาทิตย์



Distribution Summary

Distribution: Exponential
Expression: EXPO(38.9)
Square Error: 0.001124

Chi Square Test
Number of intervals = 9
Degrees of freedom = 7
Test Statistic = 5.15
Corresponding p-value = 0.643

Kolmogorov-Smirnov Test
Test Statistic = 0.0349
Corresponding p-value > 0.15

Data Summary

Number of Data Points = 383
Min Data Value = 0.68
Max Data Value = 261

รูปที่ ก.27 การแจกแจงข้อมูลของผู้เข้ารับบริการ ณ ป้ายอุดมสุข2 กลุ่มวันเสาร์ – วันอาทิตย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

นางสาวกาญจนา พันแสน ,นางสาวจงรักภักดี แหยมตั้งและนางสาวทิติยา พวงมณี. “การจำลองสถานการณ์การจัดระบบเดินรถโดยสารประจำทางสาย 1013.” ภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2554.

นางสาวปิยะพร โลวะกิจ,นายมงคล ลีลาไพบูลย์และนายอัทวุทธ โสวจัสสตากุล. “การจำลองระบบแถวคอยบริการรถรับ – ส่งฟรี ของรถไฟฟ้า BTS.” ภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2547.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติคณะผู้วิจัย

ชื่อ – นามสกุล	นายธนพัฒน์ จิตติวจนะกลุ
วัน/เดือน/ปี เกิด	22 เมษายน 2538
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
การศึกษาระดับมัธยมต้น	โรงเรียนวัดบวรนิเวศ
การศึกษาระดับมัธยมปลาย	โรงเรียนวัดบวรนิเวศ

ชื่อ – นามสกุล	นางสาวธนาวดี ใจประสพ
วัน/เดือน/ปี เกิด	26 พฤศจิกายน 2537
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
การศึกษาระดับมัธยมต้น	โรงเรียนสิริรัตนาธร
การศึกษาระดับมัธยมปลาย	โรงเรียนสิริรัตนาธร

ชื่อ – นามสกุล	นางสาวปรารถณา ทิชากรสกุล
วัน/เดือน/ปี เกิด	22 พฤษภาคม 2536
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
การศึกษาระดับมัธยมต้น	โรงเรียนแม่พระประจักษ์ กรุงเทพ
การศึกษาระดับมัธยมปลาย	โรงเรียนวัดรางบัว

ชื่อ – นามสกุล	นางสาววิรัลพัชร ใจงาม
วัน/เดือน/ปี เกิด	7 กุมภาพันธ์ 2538
สถานที่เกิด	แพร่
การศึกษาระดับมัธยมต้น	โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย เชียงราย
การศึกษาระดับมัธยมปลาย	โรงเรียนพิริยาลัย จังหวัดแพร่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้