ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบจำลองการจัดการสถานีบริการก๊าซธรรมชาติ (NGV)

SIMULATION OF NGV SERVICE STATIONS MANAGEMENT

H005418

โดย

บุษยาภรณ์ อินทะฐา

BUTSAYAPORN INTHATA

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.ดร. พรฤดี เนติโสภากุล

วพ.
ว6775
2551

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 05418
วัน,เดือน,ปี 11 มิ.ย. 2552

b 1209223X
i.....

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชาโครงการพัฒนาระบบงาน
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SIMULATION OF NGV SERVICE STATIONS MANAGEMENT

BUTSAYAPORN INTHATA

A SYSTEM DEVELOPMENT PROJECT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF SCIENCE PROGRAM IN INFORMATION TECHNOLOGY

FACULTY OF INFORMATION TECNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

1 / 2008

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2008

FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อ	ระบบจำลองการจัดการสถานีบริการก๊าซธรรมชาติ (NGV)
นักศึกษา	นางสาวบุษยาภรณ์ อินทะฐา
รหัสนักศึกษา	49066731
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีสารสนเทศ
แขนงวิชา	วิทยาการสารสนเทศ
ปีการศึกษา	2551
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร. พรฤดี เนติโสภากุล

บทคัดย่อ

ระบบจำลองการจัดการสถานีบริการก๊าซธรรมชาติ (NGV) ได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ทางความคิด และศึกษาพฤติกรรมของระบบ เพื่อนำมาปรับปรุงประสิทธิภาพการจัดการสถานีบริการก๊าซธรรมชาติ (NGV) ให้ดียิ่งขึ้น

รัฐบาลส่งเสริมให้มีการใช้พลังงานทางเลือกใหม่ หนึ่งในนั้นคือการใช้ก๊าซธรรมชาติ (NGV) แต่เนื่องจากผู้ได้รับสัมปทานมีปัญหาเรื่องจำนวนสถานีบริการที่มีไม่เพียงพอต่อความต้องการ ทำให้เกิดปัญหาแถวคอย

จากปัญหาข้างต้น ผู้พัฒนาระบบมีแนวคิดในการแทนตัวเองเป็นเจ้าของระบบแถวคอย ที่ต้องการจะให้บริการลูกค้าให้ดีที่สุด โดยใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ให้เป็นประโยชน์อย่างเต็มที่ ในแง่การลดจำนวนความยาวของแถวคอย การลดเวลาที่ลูกค้าต้องอยู่ในระบบ และการจัดหน่วยบริการให้เพียงพอและสมดุลกัน ระหว่างค่าใช้จ่ายในการให้บริการกับค่าใช้จ่ายในการรอรับบริการ โดยระบบนี้จะแสดงข้อมูล จำนวนลูกค้าที่อยู่ในระบบแถวคอย จำนวนลูกค้าที่อยู่ในระบบ เวลาโดยเฉลี่ยที่ลูกค้าอยู่ในแถวคอย เวลาเฉลี่ยที่ลูกค้าอยู่ในระบบและความน่าจะเป็นในเรื่องของการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า และค่าใช้จ่ายรวมที่มีความเหมาะสมในด้านการจัดจำนวนหน่วยให้บริการให้เพียงพอต่อความต้องการของลูกค้า

ระบบนี้พัฒนาด้วยโปรแกรม Flash MX2004 ที่มีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากสถานีบริการก๊าซธรรมชาติ (NGV) มาใช้เป็นข้อมูลในการวิเคราะห์เกี่ยวกับระบบแถวคอยและตรวจสอบความถูกต้องด้วยโปรแกรม Arena ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ได้รับการยอมรับในด้านการจำลองระบบ

ผลที่ได้จากการพัฒนา เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับโปรแกรม Arena แล้ว พบว่ามีค่าใกล้เคียงกันซึ่งเป็นไปตามความคาดหมายของผู้พัฒนาระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Simulation of NGV Service Stations Management
Student	Butsayaporn Inthata
Student ID.	49066705
Degree	Master of Science
Programme	Information Science
Academic Year	2008
Advisor	Asst.Prof. Dr. Ponrudee Netisopakul

ABSTRACT

The simulation of Gas station management is develop for use to analyze though of human and learns about behavior of system, that for adjust the efficiency of gas station management to better.

Nowadays the government promotes to use new way energy, which is environment gas or NGV. But the concessionaire has the problem about transport and amount of gas station that not enough for requirement, that make problem about people must wait to long time and gas not enough.

From this problem, the system developer has some idea that is make themselves to the owner of waiting row system. This system must have a better service and will use the resources to worthwhile for decrease the length of low and decrease time. This system will manage between the service expenses and the time of customer will wait to have the service to balance. The system will show data about amount of customer that in the waiting row system, amount of customer that in the system, average times of customer that in the waiting row system, average times of customer that in the system, probability of use the resources to worthwhile and total expenses of service for the requirement of customer.

This system developed by Flash MX2004 program. The data collect from gas station for analyze about waiting row system and check the system by Arena program, which is the program that has guarantee in simulation program.

The result from the developing, use to compare with Arena program and the result is similar. This result is prediction of the system developer.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบคุณอาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.พรฤดี เนติโสภากุล ผศ.อัครินทร์ คุณกิตติ และ ผศ.ดร.บุญวัฒน์ อัตชู ที่ให้ความกรุณาในการให้คำปรึกษา ให้ความรู้และแนะแนวทางในการแก้ปัญหาที่เกิดจากการพัฒนาระบบ

ขอขอบคุณคณาจารย์คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทุกท่านที่ให้คำปรึกษาและชี้แนะแนวทางในการพัฒนาระบบ และขอขอบคุณบุคลากรทุกท่านที่ช่วยประสานงานและอำนวยความสะดวกในการสืบค้นข้อมูล

ขอขอบคุณผู้บริหารและบุคลากรสถานีบริการก๊าซธรรมชาติ(NGV) นาคสวัสดิ์ (ถนนบางนา-ตราด กม.29) ที่เอื้อเฟื้อสถานที่และข้อมูลต่าง ๆ เกี่ยวกับการให้บริการลูกค้า

ขอขอบคุณ เพื่อน ๆ เทคโนโลยีสารสนเทศ รุ่น 22.1 ทุกคน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง คุณชาลี จิตรีผ่อง คุณนิศานาถ ชาญประโคน คุณพีระศักดิ์ สมชัย คุณวรฉัตร เลิศลิลิตรุ่งโรจน์ ในความเอื้อเฟื้อและเป็นกำลังใจให้กันและกัน

และท้ายนี้ขอขอบคุณครอบครัวอันเป็นที่รักยิ่ง ที่ได้ให้โอกาสและให้การสนับสนุนทางด้านการศึกษา อีกทั้งยังเป็นกำลังใจที่ดีตลอดมา

บุษยาภรณ์ อินทะฐา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VII

สารบัญรูป VIII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ในการศึกษา 2

1.3 ทฤษฎีและแนวคิดที่ใช้ 2

1.4 ขอบเขตการทำงาน 3

1.5 ขั้นตอนของการศึกษา 3

1.6 ความต้องการของระบบ 3

1.7 ประโยชน์และสิ่งที่คาดว่าจะได้รับ 3

บทที่ 2 ทฤษฎีแถวคอยและแบบจำลอง 4

2.1 ทฤษฎีแถวคอย 4

2.1.1 จุดมุ่งหมายของการใช้แบบจำลองแถวคอย 5

2.1.2 โครงสร้างของระบบแถวคอย 5

2.1.3 ลักษณะของระบบแถวคอย 6

2.1.4 ลักษณะของลูกค้า 9

2.1.5 ลักษณะของหน่วยบริการของระบบแถวคอย 10

2.1.6 การเก็บข้อมูลระบบแถวคอย 11

2.1.7 การตัดสินใจเกี่ยวกับระบบแถวคอย 13

2.1.8 ตัวแบบแถวคอย 15

2.1.9 สัญลักษณ์ที่ใช้ในตัวแบบแถวคอย 16

2.1.10 ตัวแบบ M/M/1 16

2.1.11 ตัวแบบ M/M/s 17

2.1.12 การแจกแจงของการมารับบริการและเวลาให้บริการ 18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.2 แบบจำลอง (Simulation) 24
2.2.1 กรณีที่ควรใช้แบบจำลอง 24
2.2.2 คุณลักษณะสำคัญของแบบจำลองสถานการณ์ 25
2.2.3 ประโยชน์ของการจำลองสถานการณ์ (Simulation) 25
2.2.4 ข้อจำกัดของการจำลองสถานการณ์ 26
2.3 การจำลองระบบด้วยโปรแกรม Arena 27
2.3.1 ขั้นตอนการใช้การวิเคราะห์ข้อมูลรับเข้าเพื่อทดสอบค่าการกระจาย 27
2.3.2 ขั้นตอนการใช้การวิเคราะห์ข้อมูลรับเข้า เพื่อสร้างกลุ่มข้อมูลแบบสุ่ม 28
2.3.3 บัญชีแสดงกรรมวิธีพื้นฐาน (Basic Process Panel) 28
2.3.4 ตัวอย่างที่ศึกษาเรื่องการใช้โปรแกรม Arena จำลองระบบ 29
2.4 ก๊าซธรรมชาติกับประเทศไทย 35
บทที่ 3 การออกแบบและพัฒนาระบบ 36
3.1 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ 36
3.1.1 Use Case Diagram 36
3.1.2 Sequence Diagram 37
3.1.3 Activity Diagram 39
3.1.4 Class Diagram 44
3.2 การพัฒนาระบบ 44
3.2.1 การแจกแจงของการมารับบริการ 45
3.2.2 การแจกแจงของเวลาการให้บริการ 47
3.2.3 Model ของระบบแถวคอยที่ใช้ 49
3.3 การออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้ 59
3.4 ข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณในโครงการพัฒนาระบบ 63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลที่ได้จากการพัฒนาระบบ 69
4.1 วิธีการที่ใช้ในการคำนวณ 70
4.1.1 วิธีการที่ใช้คำนวณรถยนต์ 70
4.1.2 วิธีการที่ใช้คำนวณรถบรรทุก 81
4.2 ผลที่ได้จากการคำนวณด้วยระบบบริหารจัดการสถานีบริการก๊าซธรรมชาติ (NGV) ... 88
4.3 ผลที่ได้จากการคำนวณด้วยโปรแกรม Arena 94
บทที่ 5 สรุปผลการพัฒนาระบบและข้อเสนอแนะ 96
5.1 บทสรุป 96
5.2 ปัญหาที่พบจากการพัฒนาระบบ 96
5.3 ข้อดีและข้อเสียของระบบ 96
5.4 ข้อเสนอแนะในการพัฒนาต่อ 97
บรรณานุกรม 98
ภาคผนวก 99
ประวัติผู้เขียน 104

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 ตัวอย่างระบบแถวคอย 5
2.2 ตารางเก็บข้อมูลเวลาที่ลูกค้ามาถึงระบบแบบที่ 1 12
2.3 ตารางเก็บข้อมูลเวลาที่ลูกค้ามาถึงระบบแบบที่ 2 12
2.4 ตารางเก็บข้อมูลเวลาการให้บริการ 13
2.5 การแจกแจงของเวลาให้บริการแก่นายช่าง 19
2.6 จำนวนนายช่างมารับบริการในแต่ละช่วง (5 นาที) ของแต่ละวัน 19
2.7 ตารางแจกแจงจำนวนนายช่างที่เข้ามารับบริการในช่วง 5 นาที 20
2.8 ตารางแสดงค่าคาดหมายตามทฤษฎีของจำนวนลูกค้าที่เข้ามารับบริการ 21
2.9 ตารางแสดงค่าคาดหมายตามทฤษฎีของเวลาให้บริการในช่วงเวลาต่างๆ 23
3.1 จำนวนรถที่มารับบริการในแต่ละช่วงเวลา (5 นาที) 45
3.2 ตารางแจกแจงจำนวนรถที่เข้ามารับบริการในช่วงเวลา 5 นาที 45
3.3 ตารางแสดงค่าคาดหมายตามทฤษฎีของจำนวนลูกค้าที่เข้ามารับบริการ 46
3.4 เวลาที่ใช้ในการให้บริการ 47
3.5 แจกแจงเวลาที่ใช้ในการให้บริการ 47
3.6 ตารางแสดงค่าคาดหมายตามทฤษฎีของเวลาให้บริการในช่วงเวลาต่างๆ 48
3.7 ข้อมูลเวลาที่ลูกค้ามาถึงระบบ 51
3.8 ข้อมูลเวลาการให้บริการ 53
3.9 ข้อมูลรถยนต์ 63
3.10 ข้อมูลรถบรรทุก 67
4.1 เปรียบเทียบการดำเนินงาน หน่วยให้บริการรถยนต์ จำนวน 3-6 หัวจ่าย 81
4.2 เปรียบเทียบการดำเนินงาน หน่วยให้บริการรถบรรทุก จำนวน 4-5 หัวจ่าย 87
4.3 เปรียบเทียบการดำเนินงาน หน่วยให้บริการรถยนต์ จำนวน 3-6 หัวจ่าย 94
4.4 เปรียบเทียบการดำเนินงาน หน่วยให้บริการรถยนต์ จำนวน 3-6 หัวจ่าย 95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 ระบบแถวคอยแบบช่องทางเดียว-ขั้นตอนเดียว 6

2.2 ระบบแถวคอยแบบช่องทางเดียว-หลายขั้นตอน 7

2.3 ระบบแถวคอยแบบหลายช่องทาง-ขั้นตอนเดียว 7

2.4 ระบบแถวคอยแบบหลายช่องทาง-หลายขั้นตอน 8

2.5 ค่าใช้จ่ายรวมโดยเฉลี่ย 14

2.6 ฮิสโตแกรมแสดงการแจกแจงของจำนวนลูกค้า 22

2.7 ตัวอย่างการใส่ข้อมูลเหล่านั้นลงในไฟล์ Notepad 29

2.8 การประมวลข้อมูลทางสถิติจากไฟล์จัดเก็บข้อมูล 30

2.9 แสดงการกระจายตัวของข้อมูล และแสดง Data Summary 30

2.10 การกำหนดระดับชั้นของข้อมูล เพื่อสร้างแผนภูมิภาพฮิสโทแกรม 31

2.11 สร้างแผนภูมิภาพฮิสโทแกรมที่ได้จากการกำหนดระดับชั้นของข้อมูล 31

2.12 แสดงค่า Sum square-error ของข้อมูล 32

2.13 แสดงระบบจำลองการบริหารจัดการสถานีบริการก๊าซ 32

2.14 แสดงแถวคอยรอรับบริการโดยต่อเป็นแถวคอยแบบแถวเดียว 33

2.15 แสดงสถานะของสถานี และจำนวน Cars Balked 33

2.16 แสดงสถานะของสถานี จำนวน Cars Balked และการขนส่งก๊าซที่สั่งซื้อ 34

2.17 แสดงแหล่งผลิตก๊าซธรรมชาติในประเทศไทยและเครือข่ายระบบท่อ 35

3.1 UseCase Diagram ของระบบ 36

3.2 Sequence Diagram การเพิ่มข้อมูลของระบบ 37

3.3 Sequence Diagram การแก้ไขข้อมูลของระบบ 37

3.4 Sequence Diagram การลบข้อมูลของระบบ 38

3.5 Sequence Diagram การจำลองแถวคอยของระบบ 38

3.6 Activity Diagram การเพิ่มข้อมูลของระบบ 39

3.7 Activity Diagram การแก้ไขข้อมูลของระบบ 40

3.8 Activity Diagram การลบข้อมูลของระบบ 41

3.9 Activity Diagram การจำลองระบบแถวคอย 42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

3.10 Activity Diagram การออกจากระบบ 43
3.11 Class Diagram 44
3.12 แผนภูมิการเข้ามารับบริการจากการสังเกตกับค่าการคาดหมายทางทฤษฎี 46
3.13 แผนภูมิการให้บริการจากการสังเกตเปรียบเทียบกับค่าการคาดหมายทางทฤษฎี 49
3.14 ระบบแถวคอยแบบหลายช่องทาง-ขั้นตอนเดียว 49
3.15 การออกแบบ User Interface เมนูหลัก 59
3.16 การออกแบบ User Interface เมนูเพิ่มข้อมูล 60
3.17 การออกแบบ User Interface เมนูแก้ไขข้อมูล 60
3.18 การออกแบบ User Interface เมนูยกเลิกข้อมูล 61
3.19 การออกแบบ User Interface เมนูการจำลองข้อมูล 61
3.20 การออกแบบ User Interface เมนูการจำลองข้อมูล 1 แถวคอย 62
3.21 การออกแบบ User Interface เมนูการจำลองข้อมูลหลายแถวคอย 63
3.22 การออกแบบ User Interface การออกจากระบบ 63
4.1 NGV Service Station Icon 88
4.2 หน้าแรกของระบบ NGV Service Station 88
4.3 เมนูหลักของระบบ NGV Service Station 89
4.4 เมนูการเพิ่มข้อมูลของระบบ NGV Service Station 89
4.5 เมนูการแก้ไขข้อมูลของระบบ NGV Service Station 90
4.6 เมนูการป้อนค่าใช้จ่ายของระบบ NGV Service Station 90
4.7 เมนูการยกเลิกข้อมูลของระบบ NGV Service Station 91
4.8 เมนูการจำลองข้อมูลของระบบ NGV Service Station 91
4.9 ผลการจำลองข้อมูลของตัวแบบ M/M/1 92
4.10 เมนูการจำลองข้อมูลแบบ 1 แถวคอย 1 ผู้ให้บริการ 92
4.11 ผลการจำลองข้อมูลของตัวแบบ M/M/S 93
4.12 การออกจากระบบ 93
4.13 การจำลองระบบแถวคอยรถยนต์ 94
4.14 การจำลองระบบแถวคอยรถบรรทุก 94

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การใช้พลังงาน เป็นเรื่องที่จำเป็นสำหรับทุกภาคส่วนในสังคม โดยเฉพาะอย่างยิ่งพลังงานจากน้ำมันที่เป็นปัจจัยหนึ่งในการขับเคลื่อนทางธุรกิจ ราคาน้ำมันมีผลกระทบโดยตรงกับต้นทุนการผลิตและการขนส่ง เมื่อมีการปรับขึ้นของราคาน้ำมัน สินค้าอุปโภคและบริโภคก็จะขยับขึ้นตามราคาน้ำมัน สร้างความเดือดร้อนให้ประชาชนอย่างมาก

ภาครัฐมีนโยบายส่งเสริมให้ประชาชนและผู้ประกอบการ ใช้พลังงานทดแทนอื่น ๆ แทนน้ำมันที่สั่งซื้อจากต่างประเทศ ยกตัวอย่างเช่น การส่งเสริมให้ใช้ไบโอดีเซล แทนน้ำมันดีเซล การส่งเสริมให้ใช้แก๊สโซฮอล์ แทนน้ำมันเบนซิน หรือแม้กระทั่งการส่งเสริมให้ใช้ก๊าซธรรมชาติ (NGV) เป็นพลังงานทางเลือก

ในช่วงที่รัฐการส่งเสริมให้ใช้ไบโอดีเซล แทนน้ำมันดีเซล การส่งเสริมให้ใช้แก๊สโซฮอล์แทนน้ำมันเบนซินนั้น ยังไม่เกิดปัญหาเรื่องการให้บริการของสถานีบริการ เนื่องจากมีสถานีบริการที่เพียงพอและใช้เวลาเฉลี่ยในการเติมพอ ๆ กับการเติมน้ำมันปกติแต่จะพบปัญหาเมื่อมีการส่งเสริมให้ใช้ก๊าซธรรมชาติ (NGV) เป็นพลังงานทางเลือก เนื่องจากมีสถานีบริการไม่เพียงพอต่อความต้องการของผู้ใช้และใช้เวลาเฉลี่ยในการเติมมากกว่าการเติมน้ำมันปกติ และจะมีความถี่ในการเข้าใช้บริการมากกว่ารถที่ใช้น้ำมันทั่วไป เนื่องจากปริมาณการเติม 1 ถัง ประมาณ 15 กิโลกรัม สามารถใช้รถได้ประมาณ 170 – 200 กิโลเมตร แล้วก็ต้องกลับเข้าไปเติมก๊าซธรรมชาติ (NGV) ใหม่ ทำให้แถวคอยในการเข้ารับบริการยาวมาก และผู้ใช้บริการต้องเสียเวลาไปกับการรอคิว ทำให้เกิดความไม่ประทับใจ ผู้ใช้บริการบางคนถึงขนาดกลับไปใช้น้ำมันตามปกติเหมือนเดิมและถอดถังก๊าซธรรมชาติ (NGV) เก็บไว้หรือไม่ก็ขายไปเลยก็มี ดังจะพบได้ในกระทู้ต่าง ๆ ที่มีผู้ออกมาแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับเรื่องนี้

จากการสังเกตพบว่าปัญหาที่เกิดขึ้นนั้น นอกจากสถานีบริการไม่เพียงพอต่อความต้องการของผู้ใช้และใช้เวลาเฉลี่ยในการเติมมากกว่าการเติมน้ำมันปกติแล้ว ยังพบว่าสถานีบริการไม่สามารถใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ได้อย่างเต็มที่ ยกตัวอย่างเช่น รถบรรทุกขนาดใหญ่เข้ามาใช้บริการหัวจ่ายหนึ่งแต่กีดขวางอีกหัวจ่ายหนึ่งที่อยู่ด้านท้ายรถ ทำให้รถคันอื่น ๆ ไม่สามารถเข้าไปใช้บริการได้ และในบางครั้งผู้ให้บริการมีไม่เพียงพอต่อความต้องการ เช่น เมื่อถึงเวลาพักเที่ยง ผู้ทำงานหน้าลานไปทานอาหารกลางวัน และในแต่ละวันต้องมีการปิดหัวจ่ายก๊าซธรรมชาติเพื่อพักเครื่องประมาณ 30 นาที และปัญหาที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งคือ สถานีบริการมีก๊าซธรรมชาติไม่เพียงพอต่อการให้บริการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งปัญหาเหล่านี้ ผู้ทำโครงการคิดว่าเป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการทรัพยากรทั้งสิ้น ไม่ว่าจะเป็นเรื่องการจัดวางหัวจ่ายที่ไม่เหมาะสม การใช้หัวจ่ายไม่เต็มประสิทธิภาพ การจัดบุคลากรทำงานหน้าลาน สถานีบริการมีก๊าซธรรมชาติไม่เพียงพอต่อการให้บริการ ทำให้ผู้ทำโครงการเกิดความสนใจในการพัฒนาระบบจำลองการจัดการสถานีบริการก๊าซธรรมชาติ(NGV) ขึ้น เพื่อศึกษาพฤติกรรมของระบบ โดยเน้นที่เรื่องของเวลาการให้บริการ โดยการจำลองการคำนวณแถวคอย เพื่อทดลองแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งระบบจำลองจะแสดงให้เห็นเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นก่อนการตัดสินใจแก้ไขปัญหาด้วยการลงมือทำจริงและนำไปสู่แนวทางการแก้ปัญหาการจัดการสถานีบริการก๊าซธรรมชาติ (NGV) และสร้างแนวทางในการปรับปรุงระบบให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยไม่ต้องรบกวนงานในระบบจริง

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ในการศึกษา

1.2.1 ศึกษาเรื่องทฤษฎีระบบแถวคอย และศึกษาการสร้างแบบจำลองด้วยโปรแกรม Arena ซึ่งสามารถจำลองเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นก่อนการตัดสินใจแก้ไขปัญหาด้วยการลงมือทำจริง โดยไม่ต้องรบกวนงานในระบบจริง

1.2.2 พัฒนาระบบจำลองการจัดการสถานีบริการก๊าซธรรมชาติ (NGV) โดยมุ่งเน้นในเรื่องการจัดระบบแถวคอย เพื่อนำไปสู่แนวทางการแก้ปัญหาการจัดการสถานีบริการก๊าซธรรมชาติ (NGV) และสร้างแนวทางในการปรับปรุงระบบให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

1.3 ทฤษฎีและแนวคิดที่ใช้

1.3.1 ทฤษฎีแถวคอย (Queuing Theory) ที่ใช้แสดงเวลาเสียไปในการรอรับบริการของผู้รับบริการ เช่น การเข้าแถวคอยในธนาคาร การจราจรบนท้องถนนที่รถต้องติดไฟแดง เป็นต้น

1.3.2 การใช้โปรแกรม Arena ในการจำลองระบบแถวคอย

1.3.3 แนวคิดเรื่องการจำลองแบบปัญหาแถวคอยด้วยคอมพิวเตอร์ จากโปรแกรม Flash MX2004 เพื่อสร้างแนวทางในการตัดสินใจให้ระบบ เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาหรือปรับปรุงระบบงานเดิมให้ดียิ่งขึ้นโดยไม่รบกวนระบบงานจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ขอบเขตการทำงาน

1.4.1 ผู้ใช้ระบบจำลองสามารถใช้ระบบ เพื่อคำนวณเรื่องแถวคอยได้โดยใช้ข้อมูลจากกลุ่มข้อมูลที่ผู้ใช้ระบบเก็บรวบรวมมาจากการให้บริการของสถานีบริการก๊าซธรรมชาติ (NGV) ได้

1.4.2 ระบบสามารถคำนวณการจำลองแถวคอย จากกลุ่มข้อมูลที่จัดเก็บมาจากการให้บริการของสถานีบริการก๊าซธรรมชาติ (NGV) ได้

1.5 ขั้นตอนของการศึกษา

1.5.1 กำหนดลักษณะของปัญหา

1.5.2 กำหนดวัตถุประสงค์และขอบเขตของการศึกษา

1.5.3 เก็บรวบรวมข้อมูล โดยเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรของระบบทั้งหมด

1.5.4 การสร้างแบบจำลองที่อธิบายพฤติกรรมของระบบลงในโปรแกรมคอมพิวเตอร์

1.5.5 ตรวจสอบว่าโปรแกรมสามารถทำงานได้จริงหรือไม่ (Verification)

1.5.6 ตรวจสอบว่าโปรแกรมสามารถทำงานได้ถูกต้องหรือไม่ (Validation)

1.5.7 การวางแผนการทดลองว่าจะใช้ตัวแปรอย่างไร และทำการทดลองกี่ครั้ง เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องและสามารถนำไปวิเคราะห์ได้

1.5.8 การดำเนินการทดลองตามแผนที่วางไว้

1.5.9 การวิเคราะห์ผลการทดลองที่ได้จากตัวแบบจำลอง

1.5.10 จัดทำเอกสารและผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลอง

1.6 ความต้องการของระบบ

เนื่องจากระบบพัฒนาด้วย Flash MX 2004 จึงมีความต้องการของระบบที่รองรับการทำงานของ Flash MX 2004 ดังต่อไปนี้

- เพนเทียม III 500 MHz ขึ้นไป
- หน่วยความจำ RAM 128 MB
- ความละเอียดจอภาพ 1024 x 768
- ระบบปฏิบัติการ Windows XP/Me/98

1.7 ประโยชน์และสิ่งที่คาดว่าจะได้รับ

คาดว่าจะได้รับความรู้เรื่องทฤษฎีแถวคอย และเรื่องการจำลองระบบด้วยโปรแกรม Arena และสามารถนำมาใช้ในการออกแบบและพัฒนาระบบแถวคอยเพื่อใช้ในการบริหารจัดการสถานีบริการก๊าซธรรมชาติ (NGV) ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีแถวคอยและแบบจำลอง

จากที่มาของปัญหาในบทที่ 1 ผู้จัดทำโครงการต้องการมุ่งเน้นที่จะแก้ไขปัญหาเรื่องระบบแถวคอยที่ผู้ใช้บริการต้องรอคอยการรับบริการจากสถานีบริการก๊าซธรรมชาติ (NGV) โดยผู้จัดทำได้ศึกษาเรื่องทฤษฎีแถวคอยและแบบจำลอง ทั้งนี้ได้ทำการศึกษาโปรแกรม Arena ซึ่งเป็นโปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้ในการวิเคราะห์และจำลองระบบ

2.1 ทฤษฎีแถวคอย (สุทธิมา ชำนาญเวช, 2549)

ชีวิตประจำวันของมนุษย์ในทุกวันนี้ ต้องเสียเวลาเป็นอย่างมากในการรอคอยเพื่อที่จะได้รับบริการใดบริการหนึ่ง เช่น การรอคิวในธนาคาร การรอสัญญาณไฟจราจร หรือการรอรับบริการเติมก๊าซธรรมชาติ (NGV) เป็นต้น ซึ่งเมื่อต้องรอนาน ๆ ทำให้ลูกค้าเกิดความไม่พอใจและไม่ประทับใจในการให้บริการ ซึ่งจะส่งผลเสียต่อองค์กรผู้ให้บริการ จึงมีความพยายามที่จะลดเวลาที่ใช้ในการบริการให้น้อยลง เพื่อลูกค้าจะได้เกิดความพึงพอใจมากขึ้น

ทฤษฎีแถวคอย (Queuing Theory) เป็นทฤษฎีหนึ่งที่ว่าด้วยการจัดการบริหารเวลาที่เสียไปกับการรอคอย ซึ่งถูกค้นพบโดยวิศวกรโทรคมนาคม ชาวเดนมาร์ก ที่ชื่อ A.K.Erlang ในต้นศตวรรษที่ 19 จากนั้นจึงเกิดการพัฒนาแบบจำลอง (Model) ขึ้นมาเพื่อประยุกต์ใช้กับธุรกิจเรื่อยมา

สภาพการรอคอยเป็นเหตุการณ์ที่พบเห็นอยู่ในชีวิตประจำวันไม่ว่าจะเป็นหน่วยงานของรัฐบาลหรือเอกชน ตัวอย่างเช่น การจ่ายเงินตามร้านสรรพสินค้า การนำรถเข้าเติมน้ำมันที่สถานีบริการ การเข้าแถวเพื่อตรวจสอบเอกสารที่สนามบิน การเข้าแถวรอรับการตรวจรักษาตามโรงพยาบาล เป็นต้น

โดยทั่วไปแล้วระบบแถวคอยประกอบไปด้วยผู้รับบริการและส่วนให้บริการการเข้าแถวเพื่อรอรับบริการใดๆ จะเกิดขึ้นเสมอเมื่อความต้องการบริการมีมากกว่าขีดความสามารถของผู้ให้บริการ การที่มีลูกค้า (ผู้รับบริการ) เข้าแถวรอรับบริการเป็นจำนวนมาก ลูกค้าจะเกิดความรู้สึกเบื่อหน่ายไม่พอใจ อาจออกจากแถวคอยไปก่อนที่จะได้รับบริการหรืออาจจะไม่กลับมารับบริการอีกในอนาคต เหตุการณ์เช่นนี้ทำให้ธุรกิจขาดรายได้ได้และสูญเสียลูกค้า ปัญหาของผู้บริหารการให้บริการก็คือจะต้องจัดเตรียมการให้บริการอยู่ในระดับใดจึงจะพอเหมาะ

กระบวนการของการรอคอยโดยทั่วไปจะประกอบด้วยองค์ประกอบและเหตุการณ์ที่สำคัญคือ การมาถึง (Arrivals) ของผู้รับบริการ การตั้งแถวคอย การเข้ารับบริการและการจากไป กระบวนการจะเริ่มต้นจากมีผู้รับบริการจากกลุ่มประชากรผู้รับบริการ (calling population) เข้ามาในระบบแถวคอย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อรับบริการ ถ้าส่วนให้บริการ (service mechanism) ว่างผู้รับบริการก็จะได้รับบริการทันทีจนเสร็จเรียบร้อยแล้วจึงออกไปจากระบบแถวคอย แต่ถ้าส่วนบริการกำลังให้ บริการผู้รับบริการอื่นอยู่ ผู้รับบริการที่เข้ามาใหม่จะต้องเข้าแถวคอย (queue) เพื่อรอรับบริการ พวกที่อยู่ในแถวคอยจะได้รับบริการตามระเบียนการให้บริการแถวคอย (queue discipline) เมื่อรับบริการเสร็จแล้วจึงออกจากระบบแถวคอย

2.1.1 จุดมุ่งหมายของการใช้แบบจำลองแถวคอย

ปัญหาในเรื่องของการเข้าแถวคอยมักจะเกิดกับผู้ให้บริการด้านการบริการ เช่น ธนาคาร ร้านอาหาร ร้านเสริมสวย ห้างสรรพสินค้า สำนักงานเขต ด่านเก็บค่าผ่านทาง หรือสถานีบริการน้ำมัน ซึ่งผู้ให้บริการจะต้องจัดการให้ผู้ใช้บริการเสียเวลาในการรอคอยน้อยที่สุด จึงควรจัดเตรียมผู้ให้บริการหรือพนักงานให้มากพอ แต่ต้องไม่มากเกินไปเนื่องจากจะเป็นการเพิ่มต้นทุนของผู้ให้บริการเอง ดังนั้นจึงควรหาจุดที่ทำให้องค์กรเสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด และผู้ใช้บริการไม่ต้องรอนานจนเกินไป

2.1.2 โครงสร้างของระบบแถวคอย

ระบบแถวคอยโดยทั่วไป จะประกอบไปด้วยส่วนสำคัญอยู่ 2 ส่วนด้วยกัน ได้แก่ แถวคอยและหน่วยให้บริการ ดังนั้นจึงต้องแยกแยะส่วนประกอบให้ชัดเจน โดยระบุว่าผู้รับบริการคือใคร และใครเป็นผู้ให้บริการ และเมื่อได้รับบริการเป็นที่เรียบร้อยแล้ว จึงจะเรียกได้ว่าเป็นผู้ที่ได้รับบริการ

ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างระบบแถวคอย

ระบบ	ผู้มารับบริการ	หน่วยให้บริการ	ผู้ที่ได้รับบริการแล้ว
คลินิกแพทย์	ผู้ป่วย	แพทย์	ผู้ป่วยที่ได้รับการตรวจแล้ว
ร้านอาหาร	ลูกค้า	พ่อครัว, บริกร	ลูกค้าที่รับประทานอาหารเสร็จแล้ว
ห้องสมุด	นักศึกษา	บรรณารักษ์	นักศึกษาที่ยืม/คืนหนังสือแล้ว
อู่ล้างรถ	รถ	ช่าง, อุปกรณ์ล้างรถ	รถยนต์ที่ล้างแล้ว
ด่านเก็บเงินทางด่วน	รถยนต์	พนักงานเก็บเงิน	รถยนต์ที่จ่ายค่าผ่านทางแล้ว
บริการโดยตู้เอทีเอ็ม	ลูกค้า	เครื่องเอทีเอ็ม	ลูกค้าที่ได้รับบริการจากเครื่องเอทีเอ็มแล้ว
โทรศัพท์สาธารณะ	ผู้ต้องการใช้โทรศัพท์	โทรศัพท์	ผู้ที่ใช้โทรศัพท์เสร็จแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 ลักษณะของระบบแถวคอย

ระบบแถวคอยเน้นลักษณะ 3 ด้าน ได้แก่

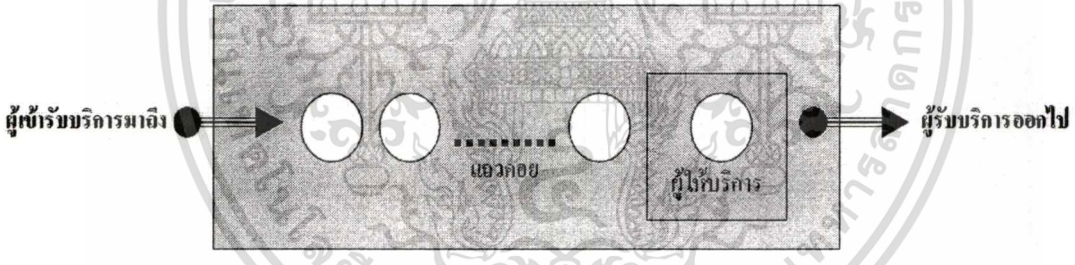
1. รูปแบบของระบบ
2. ระเบียบการให้บริการ
3. ความยาวของแถวคอย

รูปแบบของระบบแถวคอย

ระบบแถวคอยมีอยู่หลากหลายรูปแบบตามลักษณะขั้นตอนการให้บริการและจำนวนหน่วยให้บริการ ซึ่งพอจะสรุปได้เป็น 4 รูปแบบ ดังนี้

ระบบแถวคอยแบบช่องทางเดียว-ขั้นตอนเดียว (Single-Channel-Single-Phase System)

คือระบบแถวคอยที่มีผู้ให้บริการหน่วยเดียวและขั้นตอนเดียว โดยผู้ใช้บริการจะต้องเข้าไปต่อแถวคอยจนกระทั่งตนเองจะได้รับการบริการ ลักษณะการบริการแบบนี้จะเรียกได้ว่า "First In, First Out" เป็นการให้บริการตามลำดับก่อนหลัง จะพบบริการแบบนี้ได้ที่ เครื่องบริการเงินด่วน ร้านอาหาร ในโรงอาหาร เป็นต้น

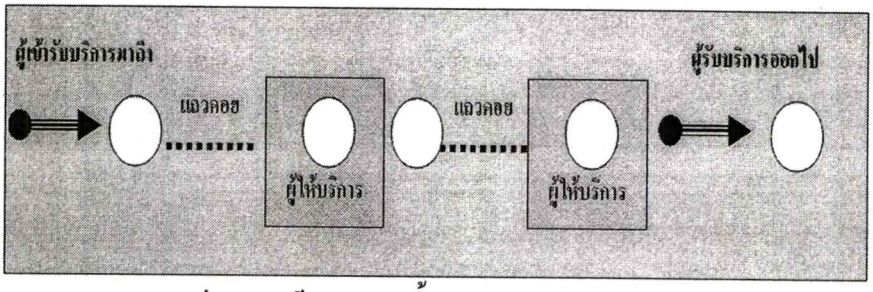


รูปที่ 2.1 ระบบแถวคอยแบบช่องทางเดียว-ขั้นตอนเดียว (Single-Channel-Single-Phase System)

ระบบแถวคอยแบบช่องทางเดียว-หลายขั้นตอน (Single-Channel-Multiple-Phase System)

คือระบบแถวคอยที่มีขั้นตอนการให้บริการหลายขั้นตอน และแต่ละขั้นตอนมีหน่วยให้บริการเพียงหน่วยเดียว เช่น การรักษาคนไข้ในโรงพยาบาลต้องทำงานเป็นขั้นเป็นตอน ไม่สามารถข้ามขั้นตอนการทำงานได้ เป็นต้น

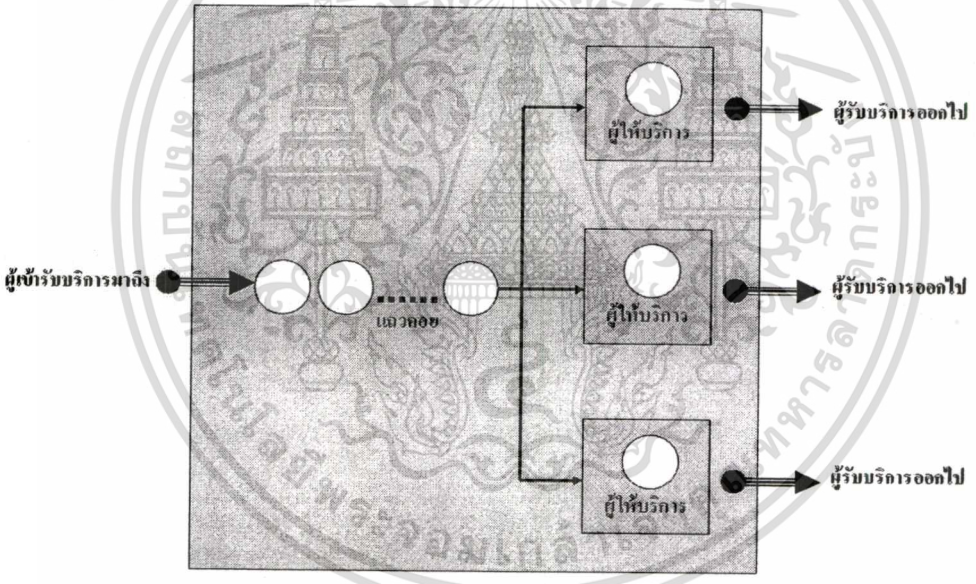
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 ระบบแถวคอยแบบช่องทางเดียว-หลายขั้นตอน (Single-Channel-Multiple-Phase System)

ระบบแถวคอยแบบหลายช่องทาง-ขั้นตอนเดียว (Multi-Channel-Single-Phase System)

คือระบบแถวคอยที่มีผู้ให้บริการมากกว่าหนึ่งหน่วย และมีขั้นตอนเดียว ยกตัวอย่างเช่น ธนาคารแห่งหนึ่ง มีตู้ ATM ไว้สำหรับบริการลูกค้า 2 ตู้ เมื่อตู้ใดตู้หนึ่งว่าง ลูกค้าที่อยู่ในแถวคอยจะเข้าไปใช้บริการ ซึ่งเมื่อใช้บริการเสร็จแล้วก็จะออกจากระบบไป

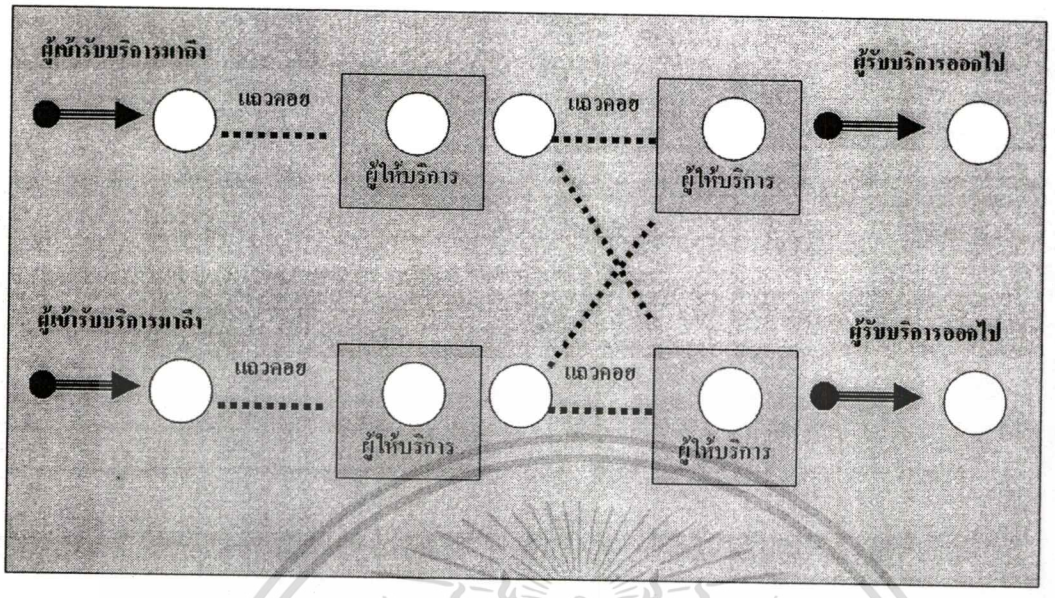


รูปที่ 2.3 ระบบแถวคอยแบบหลายช่องทาง-ขั้นตอนเดียว (Multi-Channel-Single-Phase System)

ระบบแถวคอยแบบหลายช่องทาง-หลายขั้นตอน (Multi-Channel- Multi -Phase System)

คือระบบแถวคอยที่มีผู้ให้บริการมากกว่าหนึ่งหน่วย และมีหลายขั้นตอน ยกตัวอย่างเช่น การลงทะเบียนของนักศึกษาใหม่ ซึ่งจะต้องมีการดำเนินการหลายขั้นตอน จะข้ามขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งไม่ได้ และในแต่ละขั้นตอนจะมีผู้ให้บริการมากกว่า 1 หน่วยให้บริการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 ระบบแถวคอยแบบหลายช่องทาง-หลายขั้นตอน (Multi-Channel- Multi -Phase System)

ระเบียบหรือวิธีการให้บริการ

ระเบียบการให้บริการ หมายถึง กฎเกณฑ์ที่ระบบนั้นใช้ในการกำหนดว่าจะให้บริการแก่ลูกค้ารายใดก่อนหรือหลัง เช่น

1. ลูกค้าที่มาก่อนจะได้รับบริการก่อน (FIFO: First In First Out)
2. ลูกค้ามาทีหลังจะได้รับบริการก่อน (LIFO: Last In First Out)
3. ลูกค้าที่มีความจำเป็นมากกว่าจะได้รับบริการก่อน

ความยาวแถวคอย

บางครั้งพื้นที่ในระบบแถวคอยมีจำนวนจำกัด ทำให้จำนวนลูกค้าที่อยู่ในแถวคอยมีจำนวนจำกัดด้วย เช่น ร้านอาหาร ร้านทำผม แต่มีในบางกรณีที่ไม่จำกัดความยาวของแถวคอย เช่น ลูกค้าในธนาคาร รถที่รอจ่ายเงินบนทางด่วน เป็นต้น ลักษณะของสภาพแถวคอยจะเกี่ยวข้องกับสิ่งต่อไปนี้

1. สถานที่ที่รอคอย ระบบแถวคอยบางระบบผู้รับบริการหรือลูกค้ารออยู่ในสถานที่เดียวกัน

2. ขนาดแถวคอยที่เป็นไปได้ ในระบบแถวคอยบางระบบจำนวนลูกค้าที่รอคอยมีได้จำกัด ทั้งนี้อาจเป็นเพราะมีพื้นที่จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4 ลักษณะของลูกค้า

ลูกค้าที่จะเข้ามาใช้บริการในระบบจะมาจากกลุ่มประชากรต่าง ๆ ซึ่งเมื่อมีความต้องการจะใช้บริการก็จะเข้ามาสู่ระบบ

2.1.4.1 กลุ่มประชากร

กลุ่มประชากร คือ กลุ่มของสิ่งของที่เข้ามารับบริการ ตัวอย่างเช่น คลินิกรักษาคนไข้ กลุ่มประชากรผู้รับบริการหมายถึง กลุ่มของผู้ป่วยที่จะเข้ามารักษายังคลินิกนั้นๆ ลักษณะของกลุ่มประชากรผู้รับบริการจำแนกตามขนาดได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

1. กลุ่มประชากรจำนวนจำกัดได้แก่กลุ่มประชากรที่มีจำนวนสมาชิกได้คงที่จำนวนหนึ่ง
2. กลุ่มประชากรไม่จำกัดจำนวน ได้แก่ กลุ่มประชากรที่มีจำนวนสมาชิกนับไม่ถ้วน

2.1.4.2 ลักษณะการเข้ามารับบริการ

ลักษณะการเข้ามารับบริการ (arrival characteristic) หมายถึง ลักษณะการเข้ามารับบริการของลูกค้าซึ่งแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

1. การเข้ามารับบริการในอัตราคงที่ กล่าวคือ ลูกค้าเข้ามาในลักษณะสม่ำเสมอ เช่น 10 คนทุก ๆ ชั่วโมง หรือลูกค้าเข้ามาในระบบทุก ๆ 6 นาที ดังจะเห็นได้จากการผลิตในสายการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรม เช่น ในโรงงานผลิตน้ำอัดลมขวดที่บรรจุน้ำอัดลมเต็มแล้วจะเคลื่อนเข้ามาที่จุดที่ทำการปิดฝาขวด โดยจะเคลื่อนเข้ามารับบริการปิดฝาขวดโดยใช้เครื่องจักรในอัตราคงที่ ลักษณะการเข้ามารับบริการแบบคงที่ ซึ่งมักจะไม่พบในการให้บริการโดยทั่วไป

2. การเข้ามารับบริการในแบบสุ่ม กล่าวคือ ลูกค้าเข้ามาในลักษณะที่ไม่แน่นอน ไม่สม่ำเสมอ ไม่สามารถทราบล่วงหน้า และการเข้ามาของลูกค้าแต่ละรายเป็นอิสระต่อกัน เช่น ลูกค้าที่มาเบิกเงินที่เครื่องเอทีเอ็ม ลูกค้าที่มาจ่ายเงินในซูเปอร์มาร์เก็ต รถยนต์ที่เข้ามาเติมน้ำมันในสถานีบริการน้ำมัน ในบางเวลาอาจมีลูกค้าเข้ามามากราย บางเวลาอาจมีน้อยรายหรือไม่มีเลย จึงจำเป็นต้องใช้ค่าเฉลี่ยของการเข้ามารับบริการ ทั้งนี้ต้องศึกษาการแจกแจงความน่าจะเป็นของการเข้ามารับบริการด้วยว่าควรจะเป็นแบบใด

ในการเก็บข้อมูลการเข้ามารับบริการของลูกค้านั้นสามารถทำได้ 2 ลักษณะคือ ในลักษณะอัตราเข้ารับบริการ (arrival rate) กล่าวคือ ลูกค้าเข้ามารับบริการโดยเฉลี่ยกี่คนในหนึ่งหน่วยเวลา เช่น รถเข้ามาเพื่อเติมน้ำมัน 10 คัน/ชั่วโมง หรือจะเก็บข้อมูลในลักษณะเวลาระหว่างการเข้ามารับบริการ (arrival time interval) คือ เวลาห่างโดยเฉลี่ยระหว่างลูกค้าแต่ละคน เช่น รถแต่ละคันมาห่างกัน 6 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบแถวคอยส่วนใหญ่จะมีลักษณะการมารับบริการแบบสุ่ม โดยที่อัตราการเข้ามารับบริการมีการแจกแจงแบบปัวซง ซึ่งสามารถคำนวณความน่าจะเป็นที่จะมีลูกค้าเข้ามาในระบบ X รายได้ดังนี้

$$P(X) = \frac{e^{-\lambda}\lambda^{x}}{X!}\ , X = 1,2,3,\ldots,n \qquad (2.1)$$

P(X) = ค่าความน่าจะเป็นที่มีผู้ใช้จำนวน X คนในระบบ (ค่ายิ่งมากแสดงว่ามีความเป็นไปได้สูงที่จะมีจำนวนผู้มาใช้บริการเท่ากับ X คน)

X = จำนวนผู้มาใช้บริการ

X! = X แฟคทอเรียล

e = 2.71828

λ = อัตราการใช้บริการ

ถ้าจำนวนผู้ใช้บริการในหนึ่งช่วงเวลา เป็นการแจกแจงแบบพัวซองที่มีค่าเฉลี่ย (Mean) เป็น λ แล้ว ระยะห่างระหว่างเวลาที่ผู้ใช้แต่ละคนมาถึง (Interarrival Time) จะเป็นการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่มีค่าเฉลี่ยเป็น $1/\lambda$

การแจกแจงแบบเอ็กโพเนนเชียลนี้มีบทบาทมากในเรื่องแบบจำลองแถวคอย เนื่องจากว่ามีคุณสมบัติ Memoryless ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่จะไม่เก็บผลลัพธ์ที่ได้จากการทำงานใด ๆ ไว้ ดังนั้นจึงไม่มีผลกระทบกับงานชิ้นต่อไปที่จะเกิดขึ้นตามมา ไม่ว่าเวลาที่เกิดขึ้นจะห่างกันเท่าไรก็ตาม บุคคลที่กำหนดคุณสมบัติ Memoryless ให้กับตัวแปรสุ่มคนแรก คือนักวิทยาศาสตร์ชาวรัสเซียที่มีชื่อว่า มาร์คอฟ (Markov) บางครั้งก็เรียกคุณสมบัติ Memoryless ว่า Markov Property หรือ Markovian Property

2.1.5 ลักษณะของหน่วยบริการของระบบแถวคอย

ข้อมูลสำคัญด้านหน่วยให้บริการที่จำเป็นต้องทราบ ได้แก่ ประสิทธิภาพในการทำงานของหน่วยบริการ แสดงเป็นจำนวนลูกค้าที่สามารถให้บริการได้ในหนึ่งหน่วยเวลา เรียกว่า อัตราการให้บริการ (Service rate) เช่น ให้บริการลูกค้าได้ 12 คน/ชั่วโมง คิดราคายาได้ 2 ราย/นาที เป็นต้น อัตราการให้บริการแบ่งเป็น 2 ลักษณะเช่นเดียวกับอัตราการมารับบริการ คือ

2.1.5.1 อัตราการให้บริการแบบคงที่

อัตราการให้บริการแบบคงที่ คือ การสามารถให้บริการลูกค้าทุก ๆ รายในเวลาเท่า ๆ กัน โดยสม่ำเสมอ เช่น การปิดฝาขวดน้ำอัดลมในแต่ละขวดใช้เวลา 1 วินาทีเท่า ๆ กัน ดังนั้นอัตราการให้บริการจะคงที่นาทีละ 60 ขวด หรือการบริการล้างรถจากเครื่องล้างรถอัตโนมัติ การบริการของตู้เครื่องดื่มอัตโนมัติ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.5.2 อัตราการให้บริการแบบสุ่ม

อัตราการให้บริการแบบสุ่ม คือ การให้บริการลูกค้าแต่ละรายใช้เวลาไม่เท่ากัน ซึ่งขึ้นอยู่กับความต้องการของลูกค้า เช่น ลูกค้าที่มาซื้อของในซูเปอร์มาร์เก็ตอาจจะซื้อของมากบ้างน้อยบ้างต่างกัน เมื่อนำมาคิดเงินบางคนอาจจะใช้เวลา 1 นาที บางคนใช้เวลา 5 นาที เป็นต้น ดังนั้นในการวิเคราะห์ระบบแถวคอยจึงต้องใช้ค่าเฉลี่ยของการให้บริการ ในการเก็บข้อมูลในด้านการให้บริการซึ่งมักจะอยู่ในรูปของเวลาที่ใช้ในการบริการ (Service time) มากกว่าอัตราการให้บริการ คือ จะบันทึกเวลาที่ใช้ในการให้บริการลูกค้าแต่ละรายแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย ระบบแถวคอยส่วนใหญ่จะมีการให้บริการแบบสุ่ม และมีการแจกแจงแบบเอกซ์โพเนนเชียล (exponential distribution) โดยสามารถคำนวณหาความน่าจะเป็นที่จะใช้เวลาในการบริการมากกว่า X นาทีได้โดยใช้สูตร

$$P(X) = e^{-\mu\lambda}, \quad X \geq 0 \qquad (2.2)$$

$P(X)$ = ค่าความน่าจะเป็นที่จะใช้เวลาในการบริการมากกว่า X นาที

X = จำนวนผู้มาใช้บริการ

e = 2.71828

λ = อัตราการใช้บริการ

μ = อัตราการให้บริการ

ถึงแม้ว่าจะเก็บข้อมูลในลักษณะเวลาที่ใช้บริการ เช่น เวลาที่ใช้ในการบริการลูกค้าแต่ละรายโดยเฉลี่ยแล้วเท่ากับ 3 นาที มีการแจกแจงแบบเอ็กโพเนนเชียล แต่ในการวิเคราะห์ระบบแถวคอยจะต้องใช้ข้อมูลในลักษณะอัตราการให้บริการ ซึ่งจากตัวอย่างสามารถจัดข้อมูลใหม่ได้ดังนี้

ใน 3 นาที ให้บริการลูกค้าได้ 1 คน

ใน 60 นาที ให้บริการลูกค้าได้ $\frac{1 \times 60}{3} = 20$ คน

ดังนั้นอัตราการให้บริการเท่ากับ 20 คน/ชั่วโมง และมีการแจกแจงแบบปัวซง

2.1.6 การเก็บข้อมูลระบบแถวคอย

ตัวแบบแถวคอยเป็นตัวแบบที่มีการสร้างสมการและสูตรการคำนวณไว้ให้พร้อมนำไปใช้ ซึ่งการนำไปใช้นั้นจะต้องดูความเหมาะสมของข้อมูลที่เก็บมาได้ ซึ่งข้อมูลที่นำมาใช้ในระบบแถวคอย คือ ข้อมูลการเข้ามารับบริการและข้อมูลการให้บริการ ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลได้โดยใช้ตารางดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.6.1 การเก็บข้อมูลการเข้ามารับบริการ

การเก็บข้อมูลการเข้ามารับบริการ สามารถทำได้ 2 แบบ ได้แก่

1. บันทึกข้อมูลเวลาที่ลูกค้ามาถึงระบบ (Arrival time) ผู้เก็บข้อมูลจะประจำอยู่ที่จุดซึ่งเป็นทางเข้าสู่ระบบบริการพร้อมนาฬิกาจับเวลา และตารางการบันทึกข้อมูลในรูปแบบต่อไปนี้

ตารางที่ 2.2 ตารางเก็บข้อมูลเวลาที่ลูกค้ามาถึงระบบแบบที่ 1

ลูกค้ารายที่	เวลาที่มาถึงระบบ	เวลาที่มาห่างจากลูกค้ารายก่อน
1	08.30 น.	-
2	08.32 น.	2 นาที
3	08.35 น.	3 นาที
.	.	.
.	.	.
.	.	.
50	10.30 น.	5 นาที
รวมเวลาที่ลูกค้ามาห่างกัน		**120 นาที**

จากข้อมูลในตารางเป็นการเก็บข้อมูลลูกค้าจำนวน 50 รายในช่วงเวลา 2 ชั่วโมง รวมเวลาที่ลูกค้ามาห่างกัน 120 นาที สามารถหาค่าเฉลี่ยเวลาที่ลูกค้ามาห่างกัน = 120/50 = 2.4 นาที ในการใช้ข้อมูลเพื่อแทนค่าในสูตรการคำนวณของตัวแบบแถวคอย ต้องการข้อมูลในลักษณะที่เป็นอัตราการเข้ามารับบริการ ซึ่งหมายถึงจำนวนลูกค้าต่อหนึ่งหน่วยเวลา ซึ่งอาจจะเป็นนาที ครึ่งชั่วโมง หรือใช้หน่วยเวลาเป็นชั่วโมง

2. นับจำนวนที่ลูกค้าเข้ามาในแต่ละช่วงเวลา ผู้เก็บข้อมูลจะประจำอยู่ที่ทางเข้าสู่ระบบและตารางบันทึกข้อมูล ซึ่งจะต้องกำหนดหน่วยเวลาที่จะเก็บข้อมูลไว้ก่อน เช่น เป็นการเก็บข้อมูลจำนวนลูกค้าที่มาถึงระบบในแต่ละชั่วโมง ซึ่งจะต้องเก็บข้อมูลเป็นเวลาหลายวัน เพื่อจะได้ข้อมูลมากพอที่จะใช้ในการหาค่าเฉลี่ย ดังแสดงในตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2.3 ตารางเก็บข้อมูลเวลาที่ลูกค้ามาถึงระบบแบบที่ 2

ช่วงเวลา	จำนวนลูกค้า
08.30-09.30 น.	30 คน
09.30-10.30 น.	28 คน
10.30-11.30 น.	15 คน
.	.
15.30-16.30 น.	13 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.6.2 การเก็บข้อมูลเวลาการให้บริการ

การเก็บข้อมูลเวลาในการให้บริการผู้เก็บข้อมูลจะต้องประจำอยู่ที่หน่วยบริการ (Service facility) พร้อมนาฬิกาจับเวลา และตารางบันทึกข้อมูลเวลาที่ลูกค้าเริ่มรับบริการและเวลาที่รับบริการเสร็จ แสดงตัวอย่างดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2.4 ตารางเก็บข้อมูลเวลาการให้บริการ

ลูกค้าคนที่	เวลา		
	เริ่มรับบริการ	รับบริการเสร็จ	ใช้เวลา
1	08.30 น.	08.32 น.	2 นาที
2	08.32 น.	08.36 น.	4 นาที
.	.	.	.
50	10.30 น.	10.33 น.	3 นาที
รวมเวลาที่ลูกค้าใช้บริการ			**110 นาที**

จากการเก็บข้อมูลลูกค้า 50 ราย ใช้เวลารวม 110 นาที เฉลี่ยลูกค้าแต่ละรายใช้เวลา 110/50 = 2.2 นาที ในการใช้ข้อมูลเพื่อแทนค่าในสูตรการคำนวณของตัวแบบแถวคอย ต้องการข้อมูลในลักษณะที่เป็นอัตราการให้บริการ ซึ่งหน่วยเวลาจะต้องเป็นหน่วยเดียวกันกับอัตราการเข้ามารับบริการ ซึ่งอาจจะเป็นนาที ครึ่งชั่วโมง หรือใช้หน่วยเวลาเป็นชั่วโมง

2.1.7 การตัดสินใจเกี่ยวกับระบบแถวคอย

การวิเคราะห์ระบบแถวคอยทำให้ทราบสถานะของระบบที่เป็นอยู่ในปัจจุบันว่ามีการให้บริการเป็นอย่างไร เช่น เวลาที่ลูกค้าเสียไปในระบบ จำนวนลูกค้าที่รอรับบริการ อัตราการทำงานของระบบ เป็นต้น ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ เมื่อนำมาวิเคราะห์แล้วจะนำไปสู่การพัฒนาและปรับปรุงการให้บริการต่อไป เกณฑ์ส่วนใหญ่ที่ใช้ในการตัดสินใจ คือ หลักเกณฑ์ด้านค่าใช้จ่าย ซึ่งคำนึงถึงค่าใช้จ่ายที่สำคัญ 2 อย่าง ได้แก่ ค่าใช้จ่ายในการให้บริการ และค่าใช้จ่ายในการรอ

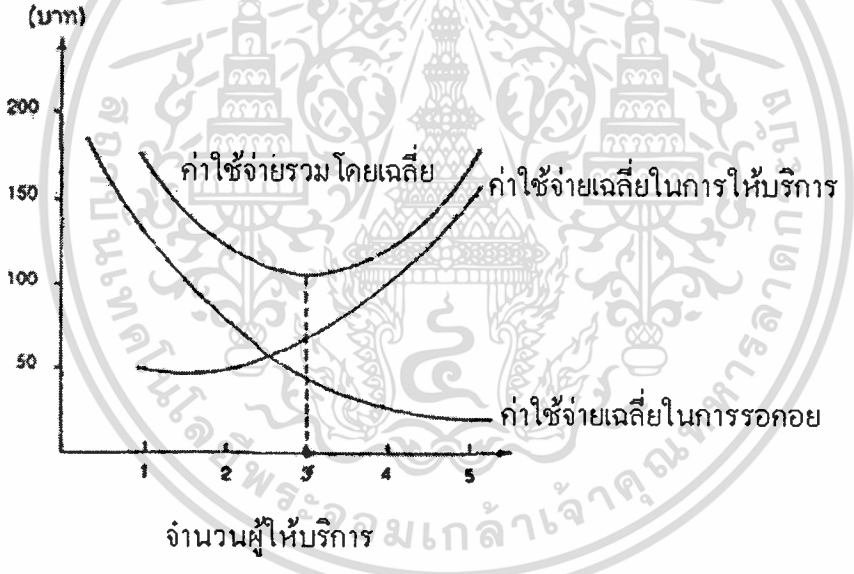
ค่าใช้จ่ายในการให้บริการ หมายถึง ค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงาน เช่น ค่าจ้างคนทำหน้าที่ให้บริการ หรือค่าใช้จ่ายในการเช่าหรือซื้ออุปกรณ์ให้บริการและค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงรักษา ค่าใช้จ่ายในการให้บริการคำนวณได้ง่ายเพราะเป็นจำนวนเงินที่จ่ายจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับค่าใช้จ่ายในการรอคอย เป็นค่าใช้จ่ายอันเป็นผลมาจากการที่ลูกค้าต้องเสียเวลารอคอย เพื่อรับบริการค่าใช้จ่ายในการรอคอยประเมินได้ยากกว่าเพราะต้องขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่างของระบบแถวคอย เป็นต้นว่า อาชีพ สถานการณ์ทางเศรษฐกิจ สังคมและความอดทนของลูกค้า

การเพิ่มค่าระดับการบริการให้มากขึ้น เช่น เพิ่มอุปกรณ์การให้บริการ เพิ่มพนักงานให้บริการ จะทำให้ค่าใช้จ่ายในการให้บริการสูงขึ้นไปด้วย ในทางตรงกันข้ามถ้าระดับการให้บริการยิ่งสูงขึ้นเท่าใด เวลารอคอยจะยิ่งลดลงทำให้เกิดความพึงพอใจในการให้บริการ

ปัญหาการตัดสินใจเกี่ยวกับระบบแถวคอย คือ การพยายามทำให้เกิดความสมดุล ระหว่างค่าใช้จ่ายทั้งสองด้านคือ ค่าใช้จ่ายเฉลี่ยในการรอคอยและค่าใช้จ่ายเฉลี่ยในการให้บริการ ดังนั้น วัตถุประสงค์ของผู้ตัดสินใจ คือ การกำหนดหน่วยให้บริการที่น้อยที่สุดที่สามารถทำให้ค่าใช้จ่ายรวมโดยเฉลี่ยมีค่าต่ำสุด สามารถแสดงได้ดังรูปต่อไปนี้



รูปที่ 2.5 ค่าใช้จ่ายรวมโดยเฉลี่ย

ซึ่งค่าใช้จ่ายรวมโดยเฉลี่ยคำนวณได้ดังนี้

ค่าใช้จ่ายรวมโดยเฉลี่ย = ค่าใช้จ่ายเฉลี่ยในการรอคอย + ค่าใช้จ่ายเฉลี่ยในการให้การบริการ

$$TC = sC_s + LC_w$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดให้ TC = ค่าใช้จ่ายรวมโดยเฉลี่ย ได้จากการคำนวณจากสูตร

C_s = ค่าใช้จ่ายในการให้บริการของหน่วยให้บริการหนึ่งหน่วยต่อหนึ่งหน่วยเวลา เป็นค่าคงที่ ได้จากการป้อนข้อมูลของผู้ใช้ระบบ ซึ่งทำการคำนวณค่าใช้จ่ายในการให้บริการของหน่วยให้บริการหนึ่งหน่วยต่อหนึ่งหน่วยเวลา ออกมาเป็นหน่วย คัน/นาที

C_w = ค่าใช้จ่ายในการรอของลูกค้าหนึ่งคนต่อหนึ่งหน่วยเวลา เป็นค่าคงที่ ได้จากการป้อนข้อมูลของผู้ใช้ระบบ ซึ่งทำ การคำนวณค่าใช้จ่ายในการให้บริการของหน่วยให้บริการหนึ่งหน่วยต่อหนึ่งหน่วยเวลา ออกมาเป็นหน่วย คัน/นาที

S = จำนวนหัวจ่าย ได้จากการป้อนค่า โดยผู้ใช้ระบบ

L = จำนวนลูกค้าโดยเฉลี่ยที่อยู่ในระบบ ได้จากการคำนวณโดยระบบ

การที่จะสามารถทราบค่าจำนวนลูกค้าโดยเฉลี่ยที่อยู่ในระบบ (L) ได้ จะต้องได้จากการคำนวณโดยระบบ ซึ่งจะต้องทราบอัตราในการให้บริการและอัตราการเข้ามารับบริการของลูกค้า

2.1.8 ตัวแบบแถวคอย

เนื่องจากตัวแบบแถวคอยมีจำนวนมากมายหลายตัวแบบ โดยแต่ละแบบจะมีความแตกต่างกันไปตามลักษณะข้อมูลพื้นฐานของระบบ ดังนั้นเพื่อให้เกิดความสะดวกในการสื่อสารให้ง่ายและสามารถเข้าใจได้ตรงกัน ดี.จี.เคนดอล (D.G.Kendall) นักคณิตศาสตร์ชาวอังกฤษจึงได้ออกแบบการแสดงลักษณะของตัวแบบแถวคอยเรียกว่า เคนดอลโนเตชัน (Kendall Notation) ดังต่อไปนี้

โดยที่ A = การแจกแจงของอัตราการมารับบริการ

B = การแจกแจงของอัตราการให้บริการ

S = จำนวนหน่วยของผู้ให้บริการ

M = แบบปัวส์ซง

D = แบบคงที่

G = อัตราการให้บริการแจกแจงแบบทั่วไป

Gi = อัตราการมารับบริการแจกแจงแบบทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเห็นได้ว่าเคนดอลเน้นเฉพาะลักษณะ 3 ประการของระบบ คือ การแจกแจงของอัตราการมารับบริการ อัตราการให้บริการ และจำนวนหน่วยที่ให้บริการเท่านั้น เนื่องจากระบบแถวคอยส่วยมากจะมีจำนวนประชากรไม่จำกัด มีความยาวแถวคอยไม่จำกัด และมีระเบียบการให้บริการแบบมาก่อนได้รับบริการก่อน เคนดอลจึงไม่ระบุลักษณะดังกล่าวลงในตัวแบบ ตัวอย่างเช่น M/D/2 คือตัวแบบแถวคอยที่ใช้กับระบบแถวคอยที่มีอัตราการมารับบริการเป็นแบบสุ่มโดยมีการแจกแจงแบบปัวส์ซอง อัตราการให้บริการเป็นแบบคงที่ และมีจำนวนหน่วยให้บริการ 2 หน่วย นอกเหนือจากลักษณะที่แสดงในตัวแบบแล้วให้เข้าใจว่าตัวแบบดังกล่าวมีจำนวนประชากรไม่จำกัด มีจำนวนลูกค้าในแถวคอยไม่จำกัด โดยที่ระเบียบการให้บริการเป็นแบบมาก่อนได้รับบริการก่อน เป็นต้น

2.1.9 สัญลักษณ์ที่ใช้ในตัวแบบแถวคอย

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการแสดงข้อมูลต่าง ๆ ในตัวแบบแถวคอยมีดังนี้

λ = อัตราการเข้ามารับบริการ (จำนวนลูกค้าโดยเฉลี่ยที่เข้ามารับบริการในหนึ่งหน่วยเวลา)

μ = อัตราการให้บริการ (จำนวนลูกค้าโดยเฉลี่ยที่หน่วยบริการให้บริการได้ในหนึ่งหน่วยเวลา)

$1/\mu$ = เวลาโดยเฉลี่ยที่ใช้ในการบริการลูกค้า 1 ราย

ρ = ความน่าจะเป็นที่ระบบจะทำงาน

P_0 = ความน่าจะเป็นที่ระบบจะว่างงาน

L = จำนวนลูกค้าโดยเฉลี่ยที่อยู่ในระบบ

L_q = จำนวนลูกค้าโดยเฉลี่ยที่อยู่ในระบบแถวคอย

W = เวลาเฉลี่ยที่ลูกค้าแต่ละคนเสียไปในการรับบริการในระบบ

W_q = เวลาเฉลี่ยที่ลูกค้าแต่ละคนเสียไปในการรับบริการในระบบ ในการรออยู่ในระบบแถวคอย

ในโครงการพัฒนาระบบนี้ได้ศึกษาตัวแบบแถวคอย 2 ตัวแบบ ได้แก่ ได้แก่ตัวแบบ M/M/1 และ ตัวแบบ M/M/s

2.1.10 ตัวแบบ M/M/1

ตัวแบบนี้ใช้กับระบบแถวคอยที่มีลักษณะดังต่อไปนี้

1. ประชากรของระบบมีจำนวนไม่จำกัด
2. อัตราการมารับบริการเป็นแบบสุ่ม มีการแจกแจงแบบปัวส์ซง
3. เวลาในการให้บริการเป็นแบบสุ่ม มีการแจกแจงแบบเอกซ์โพเนนเชียล (อัตราการให้บริการเป็นแบบสุ่ม มีการแจกแจงแบบปัวส์ซง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ พระจอมเกล้าลาดกระบัง

4. มีระเบียบการให้บริการแบบมาก่อนได้รับบริการก่อน
5. ไม่จำกัดความยาวของแถวคอย
6. มีหน่วยให้บริการเพียงหน่วยเดียวและเป็นการบริการขั้นตอนเดียว

การวิเคราะห์ระบบแถวคอยที่มีลักษณะดังกล่าวจะใช้สูตรการคำนวณดังต่อไปนี้

$$L = \frac{\lambda}{\mu - \lambda} \quad (2.4)$$

$$L_q = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)} \quad (2.5)$$

$$W = \frac{1}{\mu - \lambda} \quad (2.6)$$

$$W_q = \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)} \quad (2.7)$$

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu} \quad (2.8)$$

$$P_0 = \frac{\lambda}{\mu} \quad (2.9)$$

สมมติฐานของตัวแบบ M/M/1 คืออัตราการมารับบริการน้อยกว่าอัตราการให้บริการ หรือ $\lambda < \mu$

2.1.11 ตัวแบบ M/M/s

ตัวแบบนี้ใช้กับระบบแถวคอยที่มีลักษณะดังต่อไปนี้

1. ประชากรของระบบมีจำนวนไม่จำกัด
2. อัตราการมารับบริการเป็นแบบสุ่ม มีการแจกแจงแบบปัวส์ซง
3. เวลาในการให้บริการเป็นแบบสุ่ม มีการแจกแจงแบบเอกซ์โพเนนเชียล (อัตราการให้บริการเป็นแบบสุ่ม มีการแจกแจงแบบปัวส์ซง)
4. มีระเบียบการให้บริการแบบมาก่อนได้รับบริการก่อน
5. ไม่จำกัดความยาวของแถวคอย
6. มีหน่วยให้บริการมากกว่า 1 หน่วยและเป็นการบริการขั้นตอนเดียว

การวิเคราะห์ระบบแถวคอยที่มีลักษณะดังกล่าวจะใช้สูตรการคำนวณดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

05418

$$\rho = \frac{\lambda}{s\mu} \tag{2.10}$$

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{n=0}^{n=s-1} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n + \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^s \frac{(s\mu s}{(s\mu - \lambda)}} \tag{2.11}$$

$$L_q = P_0 \frac{\left(\left[\frac{\lambda}{\mu}\right]^s \rho\right)}{s!(1-\rho)^2} \tag{2.12}$$

$$L = L_q + \frac{\lambda}{\mu} \tag{2.13}$$

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda} \tag{2.14}$$

$$W = W_q + \frac{1}{\mu} \tag{2.15}$$

$$P_n = P_0 \frac{(\lambda\lambda/\mu^n}{n!} \quad \text{เมื่อ} \quad n \leq s \tag{2.16}$$

$$P_n = P_0 \frac{(\lambda\lambda/\mu^n}{s!s^{n-s}} \quad \text{เมื่อ} \quad n \geq s \tag{2.17}$$

สมมติฐานของตัวแบบ M/M/s คืออัตราการมารับบริการน้อยกว่าอัตราการให้บริการ หรือ $\lambda < s\mu$

2.1.12 การแจกแจงของการมารับบริการและเวลาให้บริการ

การเข้ามารับบริการมีรูปแบบการกระจายแบบปัวซอง และเวลาให้บริการมีการแจกแจงแบบเอกซ์โพเนนเชียล การตั้งสมมุติฐานดังกล่าวพบว่าเป็นจริงในปัญหาการรอคอยที่พบเห็นในชีวิตประจำวันเป็นส่วนใหญ่ ทั้งนี้เพราะว่าโดยทั่วไปแล้วการมารับบริการของลูกค้าเป็นไปอย่างสุ่มและเป็นอิสระต่อกัน กล่าวคือ การที่ลูกค้าคนต่อไปจะเข้ามารับบริการหรือไม่ และเข้ามารับบริการเมื่อเวลาใดจะไม่ขึ้นกับการมารับบริการของลูกค้าคนก่อน ลักษณะเช่นนี้เป็นลักษณะการแจกแจงแบบปัวซอง คือ จำนวนลูกค้าที่เข้ามารับบริการต่อหนึ่งหน่วยเวลาจะมีการแจกแจงแบบปัวซอง การแจกแจงของการมารับบริการบางครั้งอาจกำหนดในรูปการแจกแจงของช่วงห่างของเวลาเข้ามารับบริการก็ได้ ช่วงห่างของการมารับบริการหมายถึงช่วงเวลาที่ต่างกันระหว่างเวลาที่มารับบริการของลูกค้าสองคนติดกัน เช่น นาย ก. มารับบริการ เวลา 9.00 น. ต่อมานาย ข. เข้ามารับบริการเมื่อ 9.05 น. ช่วงห่างของเวลามารับบริการเท่ากับ 5 นาที จากทฤษฎีความน่าจะเป็นเราได้ว่า ถ้าจำนวนลูกค้าที่เข้ามารับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บริการแจกแจงแบบปัวซองแล้วจะได้ว่าช่วงห่างของเวลามารับบริการจะมีการแจกแจงแบบเอกซ์โพเนนเชียล ตัวอย่างต่อไปนี้แสดงให้เห็นถึงลักษณะการแจกแจงของการมารับบริการและเวลาให้บริการจากข้อมูลที่รวบรวมได้ โดยเปรียบเทียบกับลักษณะการแจกแจงแบบเอกซ์โพเนนเชียล

โรงงานอุตสาหกรรมผลิตเครื่องปรับอากาศแห่งหนึ่ง มีแผนกเบิกจ่ายอะไหล่ให้บริการแก่นายช่างของโรงงานโดยใช้พนักงาน 1 คน จากการเก็บข้อมูลที่แผนกเบิกจ่ายอะไหล่ 5 วัน แต่ละวันจะสุ่มเลือกสังเกต 12 ช่วงเวลาแต่ละช่วงกินเวลา 5 นาที ข้อมูลจำนวนนายช่าง (ลูกค้า) ที่มารับบริการใน 60 ช่วงเวลา (12 * 5 = 60) ที่สังเกตแสดงไว้ในตารางที่ 2 .5 สำหรับการแจกแจงของเวลาให้บริการแก่นายช่างที่สุ่มเลือกมา 80 คน

ตารางที่ 2.5 การแจกแจงของเวลาให้บริการแก่นายช่าง

เวลาให้บริการ (นาที)	ค่าเฉลี่ย (นาที)	จำนวนนายช่าง
ต่ำกว่า 5 นาที	2.5	61
5 – 10	7.5	16
10-15	12.5	1
15-20	17.5	2
รวม		80

ตารางที่ 2.6 จำนวนนายช่างมารับบริการในแต่ละช่วง (5 นาที) ของแต่ละวัน

วันที่	ช่วงเวลาที่											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	0	1	3	1	0	2	0	2	0	1	0
2	0	1	2	0	2	1	0	0	0	1	0	1
3	1	1	1	0	0	1	0	4	2	0	2	1
4	0	0	2	0	2	0	1	1	0	0	1	0
5	3	0	0	1	0	1	0	0	2	0	0	2

ข้อมูลจากตารางที่ 2.6 นำมาสรุปเป็นตารางแจกแจงความถี่ ดังแสดงในตารางที่ 2.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.7 ตารางแจกแจงจำนวนนายช่างที่เข้ามารับบริการในช่วง 5 นาที

จำนวนนายช่างที่เข้ามารับบริการในช่วง 5 นาที	ความถี่ (จำนวนช่วงเวลา)
0	29
1	18
2	10
3	2
4	1
รวม	60

จากตารางที่ 2.7 คำนวณหาอัตราการเข้ารับบริการในช่วง 5 นาที ได้ดังนี้

$$\text{อัตราการเข้ารับบริการ } (\lambda) = \frac{(0)(29)+(1)(18)+(2)(10)+(3)(2)+(4)(1)}{60}$$

$$= \frac{48}{60} = 0.80 \text{ คน/ช่วง 5 นาที}$$

ค่าคาดหมายของ x ซึ่งเป็นจำนวนลูกค้าที่เข้ามารับบริการ โดยสมมุติว่า X มีการแจกแจงแบบปัวซองมีค่าเฉลี่ย (λ) = 0.80 คำนวณได้จากสูตรดังนี้

$$\text{ค่าคาดหมายของ } x = P(x)\, n_1$$

$$= \frac{\lambda^{x} e^{-\lambda}}{X!}\,(n_1) \qquad (2.18)$$

โดยที่ n_1 = จำนวนข้อมูลที่สังเกต (จำนวนช่วงเวลา 5 นาที) ดังนั้น ค่าความถี่ของช่วงเวลาที่ไม่มีคนเข้ามารับบริการ (x = 0) คำนวณได้ดังนี้

$$\text{จำนวนช่วงเวลาที่ไม่มีคนเข้ามารับบริการ} = \frac{\lambda^{x} e^{-\lambda}}{X!}\,(n_1)$$

$$= \frac{\lambda^{0} e^{-\lambda}}{0!}\,(60)$$

$$= 26.958$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

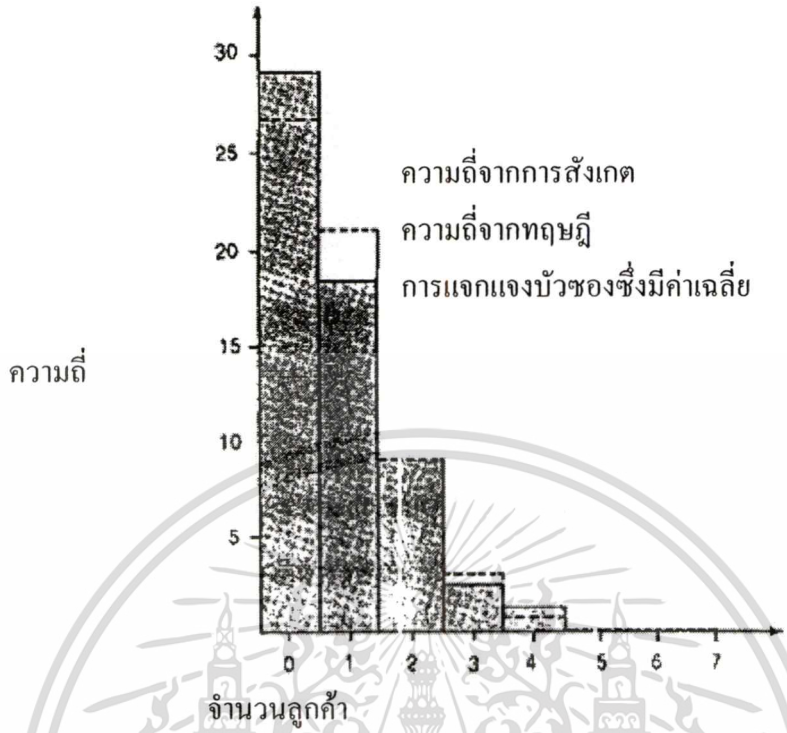
ตารางที่ 2.8 ต่อไปนี้แสดงค่าคาดหมายของจำนวนลูกค้าที่เข้ามารับบริการที่เป็นไปตามการแจกแจงแบบปัวซอง โดยมีค่าเฉลี่ย (λ) = 0.8

ตารางที่ 2.8 ตารางแสดงค่าคาดหมายตามทฤษฎีของจำนวนลูกค้าที่เข้ามารับบริการ

จำนวนลูกค้าที่เข้ามารับบริการ(x)	**ค่าคาดหมายทางทฤษฎี (ตามการแจกแจงของปัวซองซึ่งมีค่าเฉลี่ย = 0.8)**
0	26.958
1	21.570
2	8.628
3	2.298
4	0.462
5	0.072
6	0.012
7	0.000

นำค่าความถี่ที่ได้จากการสังเกตข้อมูลซึ่งอยู่ในตารางที่ 2.7 และค่าคาดหมายทางทฤษฎี จากตารางที่ 2.8 ไปสร้างเป็นรูปฮิสโตแกรมดังภาพที่ 2.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 ฮิสโตแกรมแสดงการแจกแจงของจำนวนลูกค้า

จากรูปที่ 2.6 จะพบว่า ค่าความถี่ที่ได้จากทฤษฎีมีค่าใกล้เคียงสอดคล้องกับความถี่ที่ได้จากการสังเกตข้อมูล ฉะนั้น เราสรุปได้ว่ารูปแบบการมารับบริการของนายช่างในช่วงเวลา 5 นาที มีการแจกแจงแบบปัวซอง โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.8

จากตารางที่ 2 คำนวณหาเวลาเฉลี่ยที่ให้บริการนายช่าง 1 คน ได้ดังนี้

$$\text{เวลาเฉลี่ยที่ให้บริการต่อคน} = \frac{(25)(61) + (7.5)(16) + (12.5)(1) + (17.5)(2)}{80}$$

$$= \frac{320}{80} = 4 \text{ นาที}$$

$$\text{อัตราการให้บริการต่อนาที } \frac{(\mu)}{4} = 1$$

$$= 0.25 \text{ คน/นาที}$$

จากทฤษฎีความน่าจะเป็น ฟังก์ชันการแจกแจงของเวลาให้บริการ t ซึ่งมีการแจกแจงแบบเอกซ์โพเนนเชียลมีอัตราการให้บริการต่อหน่วยเวลาเป็น μ จะเป็นดังนี้

$$f(t) = \mu - e^{-\mu t} \quad , \; t >= 0 \qquad (2.19)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และความน่าจะเป็นที่เวลาให้บริการจะมีค่าน้อยกว่า t ซึ่งมีค่าน้อยกว่า T จะเป็นดังนี้

$$F(T) = \text{ความน่าจะเป็นที่เวลาให้บริการมีค่าน้อยกว่า } T$$
$$= 1-e^{-\mu t} \quad (2.20)$$

ดังนั้นความน่าจะเป็นมีเวลาให้บริการจะอยู่ในช่วงเวลา T1 และ T2 คำนวณได้จากสูตรดังนี้

$$P(T1 <= t <= T2) = \text{ความน่าจะเป็นที่เวลาให้บริการจะอยู่ในช่วงเวลา T1 และ T2}$$
$$= \text{ความน่าจะเป็นที่เวลาให้บริการมีค่าน้อยกว่า T2 – ความน่าจะเป็นที่เวลาการให้บริการมีค่าน้อยกว่า T1}$$
$$= (1-e^{-\mu t2})(1-e^{-\mu t1})$$
$$= e^{-\mu t1} - e^{-\mu t2}$$

ค่าคาดหมายของ t ในช่วงเวลา T1 และ T2 โดยสมมุติว่าเวลาบริการ t มีการแจกแจงแบบเอกซ์โพเนนเชียลที่มีอัตราการบริการ (μ) = 0.25 คำนวณได้จากสูตรดังนี้

ค่าคาดหมายของ t ในช่วงเวลา T_1 และ T_2 = $n(e^{-\mu t1} - e^{-\mu t2})$

ในที่นี้ n2 = จำนวนข้อมูลที่สังเกต (จำนวนนายช่าง)

ดังนั้นค่าคาดหมายของจำนวนนายช่างที่ใช้เวลาบริการไม่เกิน 5 นาที คำนวณได้ดังนี้

จำนวนนายช่างที่ใช้เวลาบริการไม่เกิน 5 นาที = $80(e^{(-0.25)(0)} - e^{(-0.25)(5)})$

= 57.1 คน

ในทำนองเดียวกันจะคำนวณหาค่าคาดหมายของเวลาให้บริการในช่วงเวลาต่างๆได้ดังแสดงในตารางที่ 2.9 ดังนี้

ตารางที่ 2.9 ตารางแสดงค่าคาดหมายตามทฤษฎีของเวลาให้บริการในช่วงเวลาต่างๆ

เวลาให้บริการ (นาที)	ค่าคาดหมายตามทฤษฎี (จำนวนคน)
ต่ำกว่า 5 นาที	57.1
5 – 10	16.4
10 – 15	4.7
15 – 20	1.3
มากกว่า 20 นาที	0.5
รวม	80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 แบบจำลอง (Simulation)

คำนิยามของคำว่า "แบบจำลอง" (Simulation) นั้นมีความแตกต่างกันออกไป ดังนี้

- นักเศรษฐศาสตร์ กล่าวว่า Simulation คือ แบบจำลองใด ๆ ที่ใช้เพื่อการวิเคราะห์เชิงเงื่อนไข (What – if analysis)

- ผู้เชี่ยวชาญทางด้านทรัพยากรบุคคล Simulation คือ แบบฝึกหัดการฝึกอบรมพนักงาน ที่ประกอบไปด้วยบทบาทต่าง ๆ ที่ผู้ฝึกอบรมจะต้องแสดง

- นักบริหาร แบจำลองสถานการณ์ คือ แบบจำลองที่ต้องใช้ในการตัดสินใจเพื่อแก้ปัญหาภายใต้สถานการณ์ที่มีความไม่แน่นอน ซึ่งมีแนวทางแก้ไขด้วยการสุ่มค่าจากการแจกแจงความน่าจะเป็นผลลัพธ์

นิยามที่แตกต่างกันข้างต้น ทำให้ทราบว่าแบบจำลอง Simulation ถูกนำมาใช้ในระบบสนับสนุนการตัดสินใจกันอย่างมากมาย ทั้งนี้ เนื่องจากปัญหาที่เกิดขึ้นในการดำเนินธุรกิจปัจจุบัน มีความซับซ้อนสูง ต้องอาศัยการสุ่มค่าการตัดสินใจ อีกทั้งยังอยู่ภายใต้สถานการณ์ที่ไม่มีความแน่นอนและความเสี่ยง หรือกล่าวคือ ปัญหาที่เกิดขึ้นนั้นเป็นปัญหากึ่งโครงสร้างและไม่มีโครงสร้าง จึงยากต่อการอธิบายและแก้ปัญหาโดยการจำลองเพื่อการหาค่าที่ดีที่สุด (Optimization) หรือแบบจำลองที่ใช้เทคนิคทางคณิตศาสตร์ เช่น การโปรแกรมเชิงเส้น เป็นต้น

Shannon (1975) ได้ให้คำจำกัดความเกี่ยวกับระบบจำลองปัญหาว่า เป็นกระบวนการออกแบบจำลอง (Model) ของระบบจริง (Real System) แล้วดำเนินการทดลองเพื่อเรียนรู้พฤติกรรมของระบบงานจริง ภายใต้ข้อกำหนดต่าง ๆ ที่วางไว้ เพื่อประเมินผลการดำเนินงานของระบบ และวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลองก่อนนำไปใช้ แก้ไขปัญหาในสถานการณ์จริงต่อไป

ตัวอย่างของการประยุกต์ใช้การจำลองแบบปัญหาในงานด้านต่าง ๆ ได้แก่ การจำลองระบบปัญหาด้านการจราจร เช่น การจำลองรอบสัญญาณการปล่อยไฟจราจร การจำลองระบบขนถ่ายการขนส่ง เช่น การจำลองเส้นทางการลำเลียงสินค้า การจำลองระบบงานด้านอุตสาหกรรม เช่น จำลองระบบสินค้าคงคลัง จำลองระบบการผลิต การจำลองระบบงานด้านบริการ เช่น จำลองระบบโรงพยาบาล จำลองระบบธนาคาร จำลองระบบเคาน์เตอร์เซอร์วิส เป็นต้น

2.2.1 กรณีที่ควรใช้แบบจำลอง

1. เมื่อต้องการเพิ่มทางเลือกให้กับระบบ เช่น การปรับเปลี่ยนผังโรงงาน จะให้แบบจำลองช่วยในการวางผังโรงงานทางเลือกไว้หลาย ๆ แบบ เพื่อศึกษาผลกระทบที่จะเกิดขึ้นในแต่ละผังโรงงาน เพื่อเลือกใช้ผังโรงงานในแบบที่เหมาะสมที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เมื่อต้องการปรับปรุงระบบก่อนดำเนินการจริง เช่น การเพิ่มจำนวนเครื่องจักรเข้าไปในจุดคอขวด (Bottleneck Station) จะใช้แบบจำลองช่วยในการหาจำนวนเครื่องจักรที่เหมาะสม ก่อนที่จะลงทุนจริง

3. เมื่อต้องการเปลี่ยนแปลงวิธีการทำงาน แบบจำลองจะถูกใช้ เพื่อชี้วัดประสิทธิภาพของวิธีการทำงานแบบเก่าและแบบใหม่

4. เมื่อต้องการออกแบบระบบขึ้นมาใหม่ จะใช้แบบจำลองเพื่อวิเคราะห์ผลกระทบที่จะเกิดขึ้นกับระบบ เพราะการสร้างแบบจำลองเสมือนจริงจะทำให้เข้าใจระบบได้มากยิ่งขึ้น

2.2.2 คุณลักษณะสำคัญของแบบจำลองสถานการณ์

แบบจำลองสถานการณ์มีคุณลักษณะที่แตกต่างไปจากแบบจำลองชนิดอื่น ๆ ทั่วไป ดังนี้

1. มีการตรวจสอบความถูกต้อง แบบจำลองสถานการณ์ทุกชนิดต้องมีการตรวจสอบความถูกต้องก่อนเป็นอันดับแรกเพื่อไม่ให้เกิดข้อผิดพลาด มีการตรวจสอบ Logic และการคำนวณถูกต้องหรือไม่

2. มีเหตุผล เป็นการตรวจสอบว่าผลที่ได้ต้องอยู่ในขอบเขตของผลลัพธ์ที่คาดคะเนไว้แต่ละแบบจำลองนั้นทำงานอย่างถูกต้อง โดยสามารถนำผลลัพธ์นั้นมาวิเคราะห์

3. ลดความเบี่ยงเบน โดยใช้ค่าสุ่มเดียวกันเพื่อลดความแปรผันและเพิ่มความถูกต้องเมื่อเปรียบเทียบกันองค์ประกอบที่แตกต่างกันได้

4. มีลักษณะเป็นการเลียนแบบสถานการณ์จริงมากกว่าเป็นการนำเสนอสถานการณ์จริง

5. มีลักษณะเป็นการบรรยายหรือการคาดการณ์สถานการณ์จริงที่จะเกิดขึ้นภายใต้เงื่อนไขต่าง ๆ กัน

6. เป็นแบบจำลองที่ใช้กับปัญหาที่มีความซับซ้อนสูง

2.2.3 ประโยชน์ของการจำลองสถานการณ์ (Simulation)

การที่ระบบสนับสนุนการตัดสินใจมีการใช้แบบจำลอง Simulation เพื่อเลียนแบบสถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ นั้นเนื่องจากก่อให้เกิดประโยชน์ ดังนี้

1. Simulation สามารถทำงานที่มีเวลาเข้าไปเกี่ยวข้องเป็นจำนวนมากๆ ได้ดี

2. Simulation เป็นทฤษฎีที่มีการใช้งานเพื่อคาดการณ์เหตุการณ์ในอนาคตอย่างตรงไปตรงมา

3. Simulation ค่อนข้างเป็นการอธิบายให้เห็นรูปร่างมากกว่าการใช้เป็นเครื่องมือธรรมดา

4. ผู้สร้างระบบการตัดสินใจ สามารถติดต่อกับผู้ใช้ หรือผู้บริหารได้ เพื่อจะได้รับรู้เรื่องราวเกี่ยวกับปัญหาได้อย่างลึกซึ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. สามารถสร้างแบบจำลองสถานการณ์ที่มาจากมุมมองของผู้บริหาร

6. แบบจำลองจะถูกสร้างขึ้นเฉพาะเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่ง ไม่สามารถนำไปแก้ไขปัญหาอื่นๆ ได้ซึ่งเป็นสิ่งที่ผู้บริหารต้องการ กล่าวคือ ส่วนประกอบของแบบจำลองที่สร้างขึ้นนี้จะมีลักษณะที่เป็นเหมือนกับเหตุการณ์จริงมากที่สุด

7. แบบจำลอง สามารถจัดการกับปัญหาได้มากมายหลากหลายชนิด เช่น การจัดการกับคลังสินค้า (Inventory) และการจัดการทรัพยากรบุคคล อีกทั้งสามารถทำหน้าที่ในเชิงบริหารระดับสูงได้อีกด้วย เช่น การวางแผนการต่าง ๆ ในระยะยาว เป็นต้น ดังนั้น ผู้บริหารทั้งหลายจึงสามารถนำแบบจำลอง Simulation มาใช้จัดการสิ่งต่าง ๆ ได้ทุกขณะ

8. ผู้ใช้ระบบสามารถทำการทดลองป้อนตัวแปรที่แตกต่างกันไปตามแต่ละเหตุการณ์ลงในแบบจำลอง เพื่อดูผลลัพธ์ที่เป็นทางเลือกต่างๆ จากนั้นจึงเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดเพียงทางเลือกเดียว

9. โดยทั่วไปแล้ว แบบจำลองชนิดนี้มักจะนำมาใช้เพื่อรวบรวมปัญหาของเหตุการณ์จริงที่มีความซับซ้อนกล่าวคือ หากเป็นปัญหาง่ายๆ ก็ไม่จำเป็นต้องใช้แบบจำลองชนิดนี้ ตัวอย่างเช่น อาจใช้ Simulation เพื่อการกระจายความน่าจะเป็นจริงๆ มากกว่าการนำมาใช้เพื่อการประมาณการธรรมดา ซึ่งการกระจายนั้น เราจะกระจายโดยใช้ทฤษฎีด้วย

10. สามารถใช้ Simulation เพื่อเป็นเครื่องมือวัดประสิทธิภาพของตัวแปรได้ง่ายมาก และยังสามารถสะท้อนกลับมาถึงผู้ตัดสินใจได้โดยตรง

2.2.4 ข้อจำกัดของการจำลองสถานการณ์

ถึงแม้ว่าแบบจำลองสถานการณ์จะสามารถจำลองและหาแนวทางเพื่อแก้ไขปัญหาที่มีความซับซ้อนสูงได้ อย่างไรก็ตามยังมีข้อจำกัดบางประการมีผู้ตัดสินใจควรรับทราบไว้ในเบื้องต้น ดังนี้

1. ไม่สามารถรับประกันได้ว่าเป็นหนทางการแก้ไขปัญหาที่ดีที่สุด

2. บ่อยครั้งที่การสร้างแบบจำลองสถานการณ์ จะต้องใช้งบประมาณค่อนข้างสูง อีกทั้งยังสิ้นเปลืองเวลาในการสร้างมาก

3. แนวทางการแก้ปัญหา และผลลัพธ์ที่ได้จากการศึกษา Simulation โดยทั่วไปแล้วสามารถนำไปใช้กับปัญหาอื่นๆ ได้ซึ่งเป็นเหตุผลที่ทำให้ทราบว่าเหตุใด Simulation จึงรวบรวมเฉพาะปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่ต้องการแก้ไขเท่านี้ ส่วนปัจจัยอื่นที่ไม่เกี่ยวข้อง Simulation จะไม่นำมาประกอบการค้นหาผลลัพธ์เลย

4. ซอฟต์แวร์ที่ใช้สร้าง Simulation ใช้งานได้ค่อนข้างยาก ดังนั้นผู้ที่จะใช้ได้จะต้องมีทักษะความรู้โดยเฉพาะจึงจะสามารถ Simulation ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 การจำลองระบบด้วยโปรแกรม Arena

โปรแกรม Arena เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับสร้างตัวแบบจำลองและดำเนินการทดลองไปกับตัวแบบจำลอง โดยตัวแบบจำลองจะถูกทำการทดสอบทางความคิดในคอมพิวเตอร์ เพื่อศึกษาพฤติกรรมของระบบ และนำไปสู่แนวทางในการวิเคราะห์ปรับปรุงระบบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

โปรแกรม Arena สามารถช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลรับเข้า (Input Analyzer) เพราะการสร้างแบบจำลองจะต้องมีการเก็บข้อมูลจำนวนมากเพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์ระบบ ข้อมูลที่เก็บรวบรวมเพื่อนำมาใช้เช่น ช่วงระยะห่างเวลาการมาถึงของลูกค้า ข้อมูลเวลาในการให้บริการลูกค้า จำนวนผู้ให้บริการ ปริมาณก๊าซธรรมชาติคงเหลือ จุดสั่งซื้อสินค้า ช่วงเวลาการสั่งซื้อ และช่วงเวลาการมาส่งหลังจากมีการสั่งซื้อ ซึ่งข้อมูลเป็นข้อมูลที่มีเป็นข้อมูลที่มีค่าไม่แน่นอน และเป็นข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบของการแจกแจง การวิเคราะห์ข้อมูล รับเข้าจึงมีความสำคัญกับแบบจำลองเป็นเป็นอย่างมาก เพราะถ้าผู้ใส่รูปแบบไม่ถูกต้องให้กับระบบ ผลลัพธ์ที่ได้จากการแบบจำลองก็จะไม่ถูกต้อง

การวิเคราะห์ข้อมูลรับเข้า (Input Analyzer) เป็นเครื่องมือมาตรฐานของโปรแกรม Arena เครื่องมือนี้สามารถใช้เพื่อทดสอบค่าการกระจายของข้อมูลที่ป้อนเข้าไปว่ามีรูปแบบการกระจายแบบใด และเครื่องมือนี้ยังสามารถสร้างกลุ่มข้อมูลแบบสุ่มให้มีข้อมูลการกระจายตามลักษณะการแจกแจงที่ต้องการได้

2.3.1 ขั้นตอนการใช้การวิเคราะห์ข้อมูลรับเข้า (Input Analyzer) เพื่อทดสอบค่าการกระจาย

1. การเก็บรวบรวมข้อมูล เช่น ช่วงเวลาการมาถึงของวัตถุ หรือช่วงเวลาการรับบริการในแต่ละกิจกรรม ซึ่งจะต้องมีจำนวนข้อมูลมากพอเพื่อที่จะสามารถหารูปแบบการแจกแจงที่ถูกต้องได้ จากนั้นให้นำข้อมูลที่ได้ใส่ลงไปในไฟล์ Excel หรือ Notepad แล้วทำการบันทึก โดยเปลี่ยนนามสกุลของไฟล์ใหม่ให้เป็นแบบ “ชื่อไฟล์.txt” หรือ “ชื่อไฟล์.dst”
2. เรียกใช้เครื่องมือการวิเคราะห์ข้อมูลรับเข้า (Input Analyzer)
3. การประมวลข้อมูลทางสถิติจากไฟล์จัดเก็บข้อมูลในข้อที่ 1 โดยเมื่อเข้าสู่หน้าต่าง Input Analyzer ให้เข้าไปที่เมนู File --> New จะปรากฏหน้าต่างชื่อ Input ให้เข้าไปในเมนู File --> Data File --> Use Exiting เลือกชื่อไฟล์ที่จัดเก็บข้อมูล “ชื่อไฟล์.txt” หรือ “ชื่อไฟล์.dst” ที่ต้องการจะทดสอบค่าการกระจาย

โปรแกรม Arena มีวิธีทดสอบสมมติฐานการกระจายตัวของความน่าจะเป็นของข้อมูล (Goodness of Fit Test) 2 วิธีด้วยกัน ได้แก่ วิธีการทดสอบโคโมโกรอฟ-สเมียร์นอฟ (Kolmogorov-Smirnov Test) ใช้สำหรับทดสอบกรณีที่มีข้อมูลน้อยกว่า 50 ข้อมูล และวิธีการทดสอบไควสแควร์ (Chi-Square Test) ซึ่งใช้สำหรับทดสอบกรณีที่มีข้อมูลอย่างน้อย 50 ข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 ขั้นตอนการใช้การวิเคราะห์ข้อมูลรับเข้า (Input Analyzer) เพื่อสร้างกลุ่มข้อมูลแบบสุ่ม

1. เรียกใช้เครื่องมือ Input Analyzer

2. เมื่อเข้าสู่หน้าต่าง Input Analyzer ให้เข้าไปที่เมนู File --> Data File --> Generate New จะปรากฏหน้าต่างย่อยให้กลุ่มข้อมูลแบบสุ่มในรูปแบบการกระจายที่กำหนด เช่น ต้องการสร้างข้อมูลที่มีการกระจายแบบสามเหลี่ยมที่มีค่าต่ำสุดเป็น 1, ค่าฐานนิยมเป็น 2 และค่าสูงสุดเป็น 3 ให้ใช้คำสั่ง File --> Data File --> Generate New แล้วเลือกการกระจายแบบ Triangle (1,2,3) จากนั้นโปรแกรม Arena จะสร้างข้อมูลดิบที่มีการกระจายแบบสามเหลี่ยมให้ใช้ในชื่อแฟ้ม "Triangle.dst"

2.3.3 บัญชีแสดงกรรมวิธีพื้นฐาน (Basic Process Panel)

บัญชีนี้บรรจุด้วยหน่วยโมดูลพื้นฐาน (Flowchart Modules) ซึ่งประกอบไปด้วย Create Module, Dispose Module, Process Module, Decide Module, Batch Module, Separate Module, Assign Module และ Record Module

หน่วยโมดูลตารางจัดการข้อมูลมีดังนี้ คือ Entity Spreadsheet Module, Queue Spreadsheet Module, Resource Spreadsheet Module, Variable Spreadsheet Module, Schedule Spreadsheet Module และ Set Spreadsheet Module

Create Module เป็นหน่วยโครงสร้างใช้สำหรับเริ่มต้นสร้างวัตถุที่เราสนใจเข้ามาในระบบจำลอง เช่น ชิ้นงานเข้ามาในระบบการผลิต ลูกค้าเดินเข้ามาในร้าน เป็นต้น

Dispose Module เป็นหน่วยโครงสร้างที่ใช้จบการทำงานของวัตถุที่เราสนใจ วัตถุจะออกจากระบบจำลองที่จุดนี้ และแสดงถึงการเสร็จสิ้นการเก็บข้อมูลทางสถิติพื้นฐานของวัตถุตัวนั้น เช่น ชิ้นงานออกจากระบบการผลิต ลูกค้าเดินออกจากร้าน

Process Module เป็นหน่วยโครงสร้างที่ใช้แสดงกิจกรรม โดยกิจกรรมนั้นอาจหมายถึง การให้บริการลูกค้า การปั๊มชิ้นงาน การบรรจุและการเคลื่อนย้ายชิ้นงาน เป็นต้น

Assign Module เป็นหน่วยโครงสร้างที่ใช้สำหรับกำหนดตัวแปร (variable) คุณสมบัติประจำตัว (Attribute) ชนิดของวัตถุ (Entity Type) ภาพของวัตถุ (Entity Picture) หรือตัวแปรระบบอื่น ๆ (Other) โดยการกำหนดหน้าที่สามารถทำได้หลายหน้าที่ในหน่วยโมดูลเดียวกัน หลังจากกำหนดหน้าที่ต่าง ๆ แล้ว ทุกวัตถุที่ผ่านออกจากโมดูลนี้จะมีทางออกเดียวกัน

Decide Module เป็นหน่วยโครงสร้างใช้สำหรับตัดสินใจทางเลือกให้กับวัตถุว่าควรจะไปเส้นทางไหน โดยแต่ละวัตถุสามารถเลือกทางเลือกให้กับตัวเองได้เพียงหนึ่งเส้นทางเท่านั้น การตัดสินใจมีสองหลักเกณฑ์ใหญ่ ๆ คือใช้เกณฑ์ของโอกาสที่น่าจะเป็นในการตัดสินใจ หรือใช้เกณฑ์ของเงื่อนไขในการตัดสินใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Batch Module เป็นหน่วยโครงสร้างที่ทำหน้าที่รวมวัตถุที่สนใจไว้ด้วยกัน การรวมวัตถุสามารถระบุประเภทของวัตถุที่ต้องการรวมกัน เช่น รวมวัตถุที่เป็นประเภทเดียวกันไว้ด้วยกัน

Separate Module เป็นหน่วยโครงสร้างที่ใช้ทั้งในการคัดลอกวัตถุที่เข้าโมดูลนี้ ให้กลายเป็นหลายวัตถุเมื่อออกจากโมดูล หรือใช้ในการแยกก้อนวัตถุ ที่ถูกรวมมาก่อนหน้านี้ด้วยโมดูล Batch

Record Module เป็นหน่วยโครงสร้างใช้สำหรับรวบรวมข้อมูลทางสถิติในแบบจำลอง เช่น เก็บข้อมูลวัตถุที่เข้าสู่โมดูลนี้ บันทึกเวลาที่วัตถุอยู่ในระบบ บันทึกค่าช่วงเวลาห่างของวัตถุที่มาถึงโมดูล

2.3.4 ตัวอย่างที่ศึกษาเรื่องการใช้โปรแกรม Arena จำลองระบบ

การหาข้อมูลทางสถิติด้วย Input Analyzer

การหาข้อมูลทางสถิติด้วย Input Analyzer ใช้ข้อมูลที่เป็นไฟล์ Excel หรือ Notepad โดยมีนามสกุลของไฟล์ใหม่ให้เป็นแบบ "ชื่อไฟล์.txt" หรือ "ชื่อไฟล์.dst" ซึ่งเมื่อเราได้ข้อมูลมาจากการเก็บรวบรวมข้อมูลแล้ว ให้ใส่ข้อมูลเหล่านั้นลงในไฟล์ Excel หรือ Notepad ดังตัวอย่าง

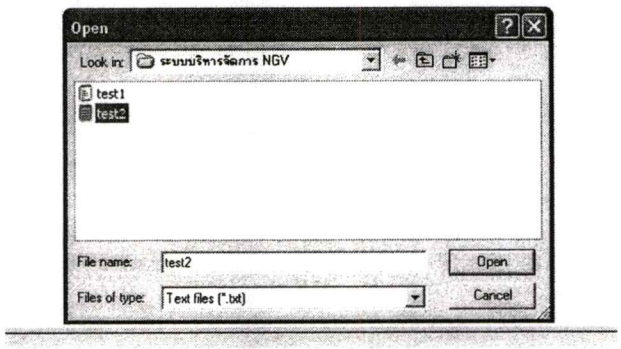
File Edit Format View Help

10	2	10	93	80	67	72	52	26	53
92	59	43	44	85	91	14	74	6	50
73	57	27	49	57	81	78	87	8	97
23	97	58	41	76	54	38	4	35	26
55	60	17	44	97	57	76	58	33	75
72	29	42	85	80	63	80	97	38	65
69	51	99	62	38	38	93	95	35	66
11	43	23	56	57	93	82	6	17	64
97	62	3	99	93	39	78	52	91	87
53	49	12	15	34	95	74	23	69	92

รูปที่ 2.7 ตัวอย่างการใส่ข้อมูลเหล่านั้นลงในไฟล์ Notepad

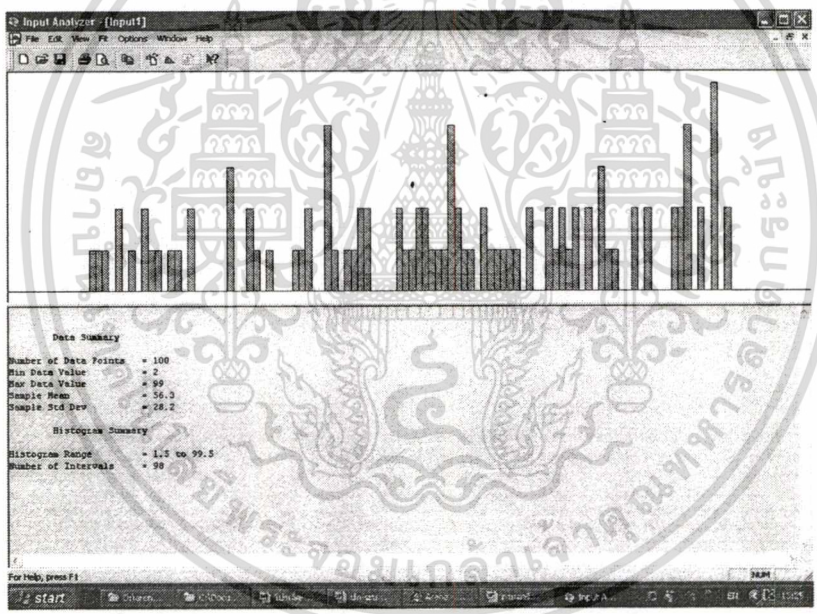
เมื่อได้ข้อมูลแล้ว ให้เรียกใช้เครื่องมือการวิเคราะห์ข้อมูลรับเข้า (Input Analyzer) การประมวลข้อมูลทางสถิติจากไฟล์จัดเก็บข้อมูล โดยเมื่อเข้าสู่หน้าต่าง Input Analyzer ให้เข้าไปที่เมนู File --> New จะปรากฏหน้าต่างชื่อ Input ให้เข้าไปในเมนู File --> Data File --> Use Exiting เลือกชื่อไฟล์ที่จัดเก็บข้อมูล "ชื่อไฟล์.txt" หรือ "ชื่อไฟล์.dst" ที่ต้องการจะทดสอบค่าการกระจาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 การประมวลข้อมูลทางสถิติจากไฟล์จัดเก็บข้อมูล

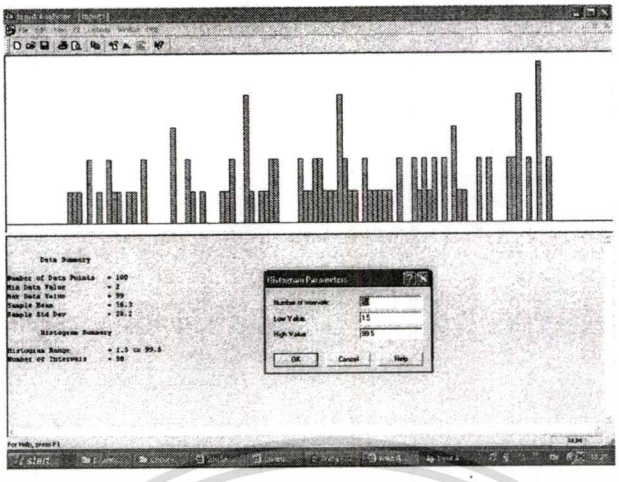
Input Analyzer จะแสดงการกระจายตัวของข้อมูล และแสดง Data Summary โดยแสดงดังภาพดังต่อไปนี้



รูปที่ 2.9 แสดงการกระจายตัวของข้อมูล และแสดง Data Summary

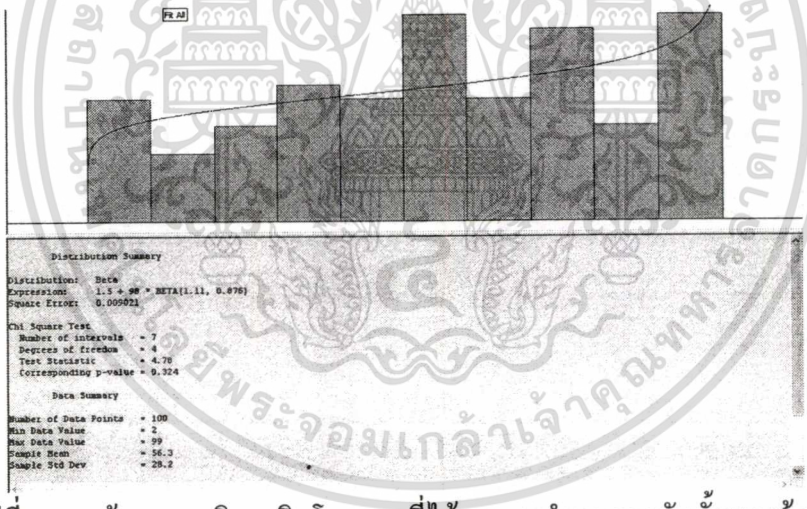
หากต้องการกำหนดระดับชั้นของข้อมูล เพื่อสร้างแผนภูมิภาพฮิสโทแกรม สามารถทำได้โดยเลือกเมนู Option --> Parameter ซึ่งจะปรากฏหน้าต่างย่อยที่ให้สามารถเปลี่ยนแปลงแก้ไขค่าพารามิเตอร์ได้ เช่น ต้องการกำหนดลำดับชั้นของข้อมูลเท่ากับ 10 ดังแสดงในรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 การกำหนดระดับชั้นของข้อมูล เพื่อสร้างแผนภูมิภาพฮิสโทแกรม

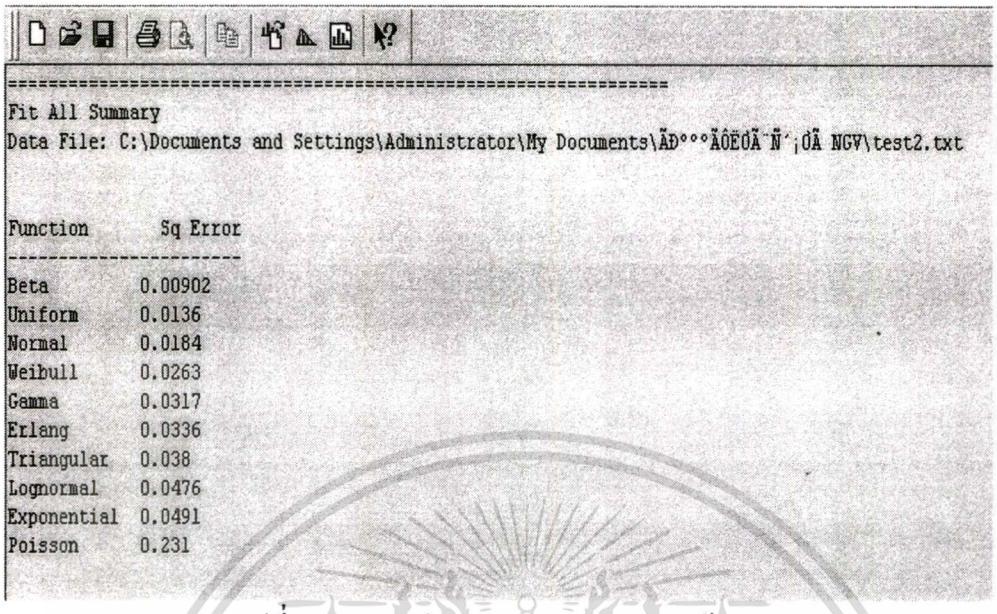
ทำการเปลี่ยน Number of Intervals จากค่า 98 เป็นค่า 10 ส่วนช่อง Low Value และ High Value ก็ไม่ต้องทำการเปลี่ยนแปลงแก้ไขค่าพารามิเตอร์ในทั้งสองช่อง ส่วนผลลัพธ์ที่ได้ ดังแสดงในรูปต่อไปนี้



รูปที่ 2.11 สร้างแผนภูมิภาพฮิสโทแกรมที่ได้จากการกำหนดระดับชั้นของข้อมูล

วิธีการเปรียบเทียบรูปแบบการแจกแจงแบบต่าง ๆ ว่ามีรูปแบบการกระจายแบบใด ให้ใช้คำสั่ง Windows --> Fit All Summary ค่าที่ได้ คือ ค่า Sum square-error ซึ่งเป็นค่าผลรวมกำลังสองของค่าความแตกต่างระหว่าง ค่าการกระจายที่กำหนดกับค่าจากกราฟแท่งฮิสโทแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

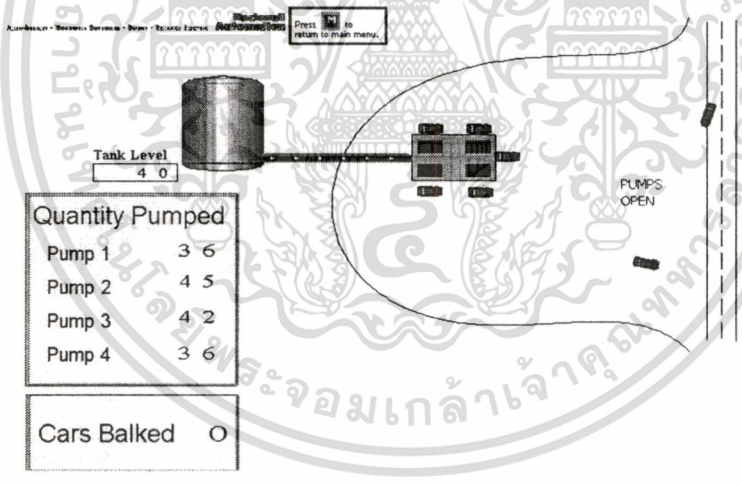


```
================================================================
Fit All Summary
Data File: C:\Documents and Settings\Administrator\My Documents\ÃÐ°°°ÃÔËÓÃ¨Ñ´¡ÓÃ NGV\test2.txt


Function        Sq Error
-----------------------
Beta          0.00902
Uniform       0.0136
Normal        0.0184
Weibull       0.0263
Gamma         0.0317
Erlang        0.0336
Triangular    0.038
Lognormal     0.0476
Exponential   0.0491
Poisson       0.231
```

รูปที่ 2.12 แสดงค่า Sum square-error ของข้อมูล

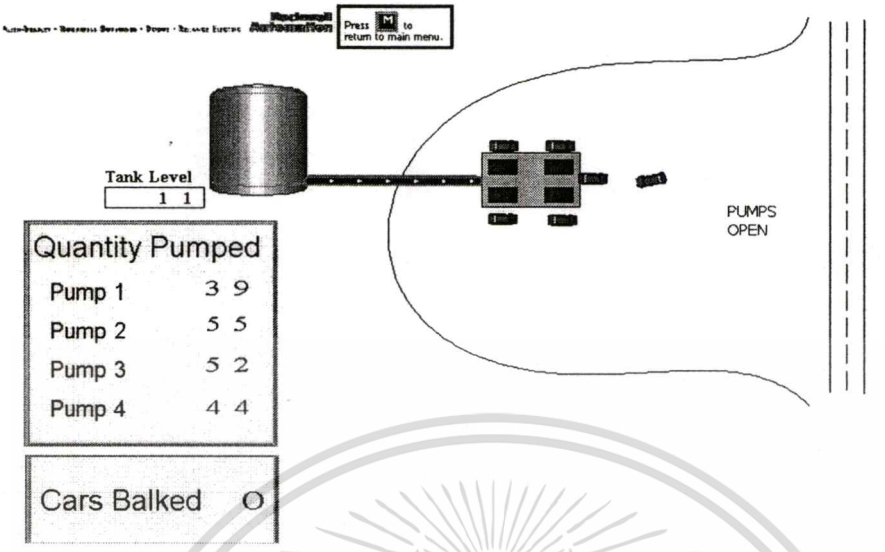
ตัวอย่างที่ได้ทำการศึกษาจากโปรแกรม Arena ซึ่งมีติดมากับแผ่นโปรแกรม เพื่อใช้สำหรับการศึกษา



รูปที่ 2.13 แสดงระบบจำลองการบริหารจัดการสถานีบริการก๊าซ

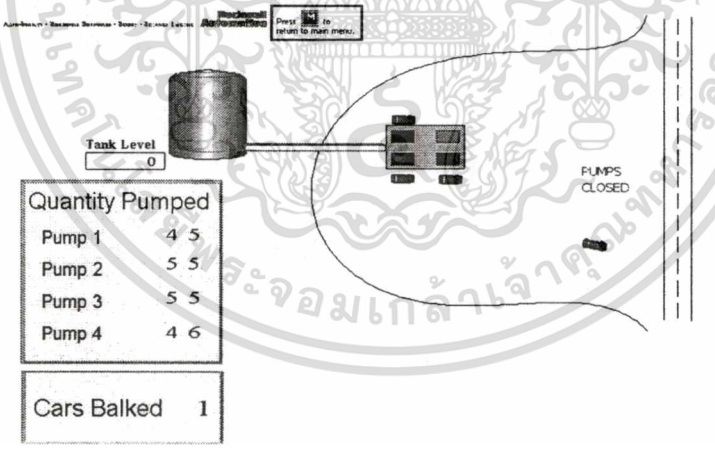
หากหัวจ่ายไม่ว่างเนื่องจากให้บริการรถคันอื่นอยู่ รถที่เข้ามาจะต้องต่อแถวคอยรอรับบริการ โดยต่อเป็นแถวคอยแบบแถวเดียว หากมีหัวจ่ายใดว่าง ให้เคลื่อนรถไปที่หัวจ่ายนั้น ดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.14 แสดงแถวคอยรอรับบริการโดยต่อเป็นแถวคอยแบบแถวเดียว

หากก๊าซธรรมชาติหมดแล้ว ไม่สามารถให้บริการต่อไปได้ สถานีจะแสดงสถานะปิด รถที่ต่อแถวคอยอยู่และยังไม่ได้รับบริการก็จะทยอยออกไป โดยจะมีการนับ Cars Balked เพิ่มขึ้นทีละ 1 เมื่อมีรถที่จะเข้ามาเติมก๊าซ แต่ว่าก๊าซหมดดังแสดงในรูป

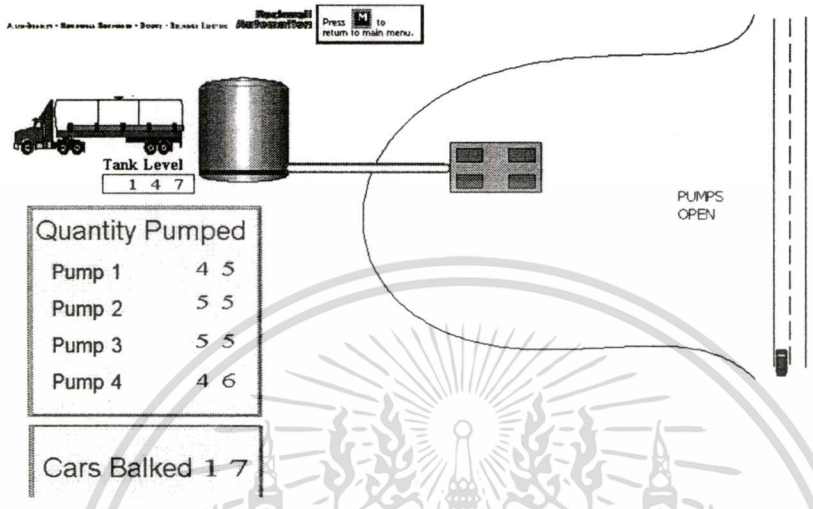


รูปที่ 2.15 แสดงสถานะของสถานี และจำนวน Cars Balked

ระบบจะบวกจำนวน Cars Balked ขึ้นไปทีละ 1 จนกว่าสถานีจะเปิดให้บริการได้ จะแสดงจำนวนรถที่ไม่ได้รับความสะดวกในการบริการ ซึ่งถือว่าเป็นการสูญเสียรายได้และจำนวนฐานลูกค้าของสถานีบริการด้วย จึงเป็นข้อมูลที่มีความสำคัญที่ใช้ในการช่วยในการตัดสินใจของผู้บริหาร เช่น อาจจะสั่งซื้อก๊าซธรรมชาติในช่วงเวลาที่เร็วขึ้น หรืออาจจะสั่งซื้อในปริมาณที่มากขึ้น โดยสร้าง Tank เพิ่มขึ้น เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อรถขนส่งมาส่งก๊าซธรรมชาติ สถานีบริการก็จะสามารถเปิดบริการได้อีกครั้งหนึ่ง ซึ่งจากภาพต่อไปนี้จะแสดงให้เห็นว่า การที่ก๊าซหมด ทำให้ต้องสูญเสียรายได้และลูกค้าไปเป็นจำนวน 17 คัน และเมื่อนับคันที่พึ่งจะขับผ่านหน้าสถานีไป ก็นับเป็นคันที่ 18



รูปที่ 2.16 แสดงสถานะของสถานี จำนวน Cars Balked และการขนส่งก๊าซที่สั่งซื้อ

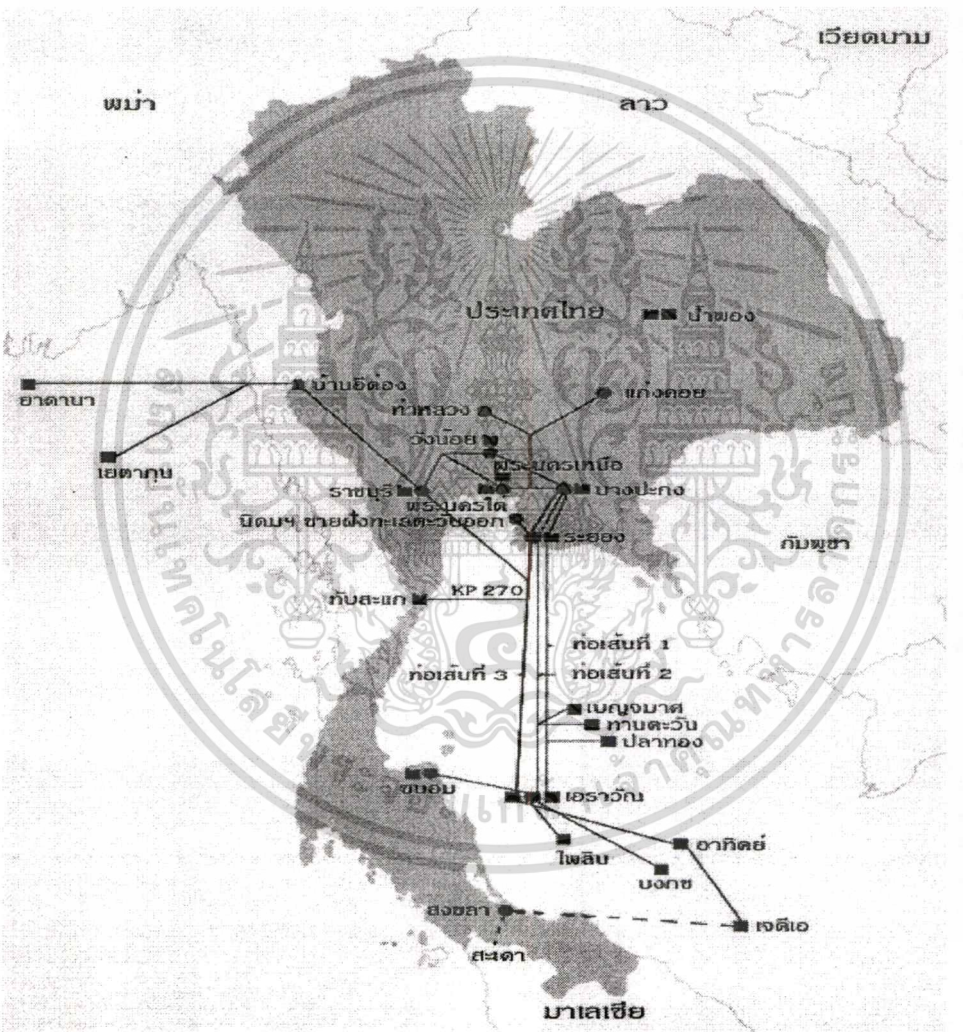
2.4 ก๊าซธรรมชาติกับประเทศไทย

ก๊าซธรรมชาติเป็นแหล่งพลังงานที่ถูกใช้เป็นเชื้อเพลิงมานานนับร้อยปี โดยเฉพาะในแถบยุโรปและสหรัฐอเมริกามีการวางระบบท่อส่งก๊าซธรรมชาติไปตามบ้านเรือน ในลักษณะเดียวกับการวางท่อประปา เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงในการทำความร้อนและการหุงต้ม ในขณะที่ประเทศไทยในสมัยนั้นการใช้ก๊าซธรรมชาติมีน้อยมากหรือเกือบไม่มีเลย เนื่องจากไม่เป็นที่แพร่หลายนักและต้องอาศัยการนำเข้ามาจากต่างประเทศจึงทำให้มีต้นทุนสูง อย่างไรก็ตามในปัจจุบันหลังจากที่มีการสำรวจและค้นพบแหล่งก๊าซธรรมชาติในประเทศไทยขึ้น ทำให้มีการใช้ก๊าซธรรมชาติกันอย่างแพร่หลายมากขึ้น ที่เห็นได้ชัดเจนที่สุดคือ การใช้เป็นเชื้อเพลิงในครัวเรือนซึ่งมีใช้กันเกือบทุกครัวเรือน ก๊าซธรรมชาติส่วนใหญ่จะถูกใช้เป็นแหล่งเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้า และในอุตสาหกรรมต่างๆ

การสำรวจแหล่งก๊าซธรรมชาติในประเทศไทยเริ่มต้นเมื่อประมาณปี พ.ศ. 2516 โดยบริษัทยูโนแคลไทยแลนด์ จำกัด ซึ่งได้รับสัมปทานให้ทำการสำรวจแหล่งก๊าซธรรมชาติ ในบริเวณทะเลอ่าวไทย หรือที่เรียกว่า แหล่งเอราวัณ และได้เริ่มทำการผลิตเมื่อปี พ.ศ. 2524 นับเป็นแหล่งผลิตก๊าซธรรมชาติแห่งแรกของประเทศไทย อย่างไรก็ตามในปัจจุบันมีแหล่งผลิต ก๊าซธรรมชาติหลายแหล่งเกิดขึ้นในประเทศไทย ซึ่งส่วนใหญ่จะอยู่ในทะเลอ่าวไทย เช่น แหล่งเบญจมาศ แหล่งทานตะวัน แหล่งบงกช แหล่งปลาทอง แหล่งไพลิน เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนแหล่งผลิตก๊าซธรรมชาติที่อยู่บนบกคือ แหล่งน้ำพอง ซึ่งอยู่ในเขตอำเภอน้ำพอง จังหวัดขอนแก่นและแหล่งผลิตน้ำมันสิริกิติ์ ในอำเภอลานกระบือ จังหวัดกำแพงเพชร โดยที่แหล่งน้ำมันสิริกิติ์นี้นั้นก๊าซธรรมชาติที่ได้มาเป็นแบบที่อยู่ในแหล่งกำเนิดเดียวกับน้ำมันดิบ นอกจากนี้ประเทศไทยยังมีการนำเข้าก๊าซธรรมชาติจากประเทศพม่าอีก 2 แหล่งคือ แหล่งยาดานาและแหล่งเยตากุน ปริมาณการผลิตและซื้อขายและปริมาณสำรองก๊าซธรรมชาติ ทำเลที่ตั้งของแหล่งผลิตและเครือข่ายระบบท่อส่งก๊าซธรรมชาติจากแหล่งต่างๆ ดังแสดงไว้ในภาพ



แผนที่แสดงเครือข่ายระบบท่อส่งก๊าซธรรมชาติ

■	แหล่งก๊าซธรรมชาติ	——	ท่อส่งก๊าซธรรมชาติ ปัจจุบัน
■	โรงไฟฟ้า	——	ท่อส่งก๊าซฯ เส้นที่ 3 ตามแผนแม่บทฯ
- - -	ท่อส่งก๊าซธรรมชาติ ตราส์ ไทย-มาเลเซีย	——	ท่อส่งก๊าซฯ อนาคตเมียนมาร์

รูปที่ 2.17 แสดงแหล่งผลิตก๊าซธรรมชาติในประเทศไทยและเครือข่ายระบบท่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

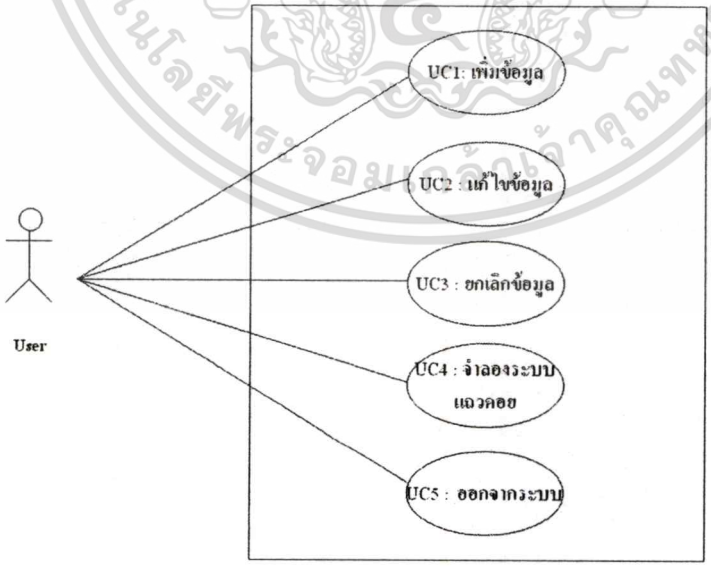
การออกแบบและพัฒนาระบบ

ระบบจำลองการบริหารจัดการสถานีบริการก๊าซธรรมชาติ (NGV) เป็นตัวแบบจำลองที่สามารถนำมาทำการทดสอบทางความคิดในคอมพิวเตอร์ เพื่อศึกษาพฤติกรรมของระบบ และนำไปสู่การปรับปรุงระบบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ในโครงการพัฒนาระบบนี้ ข้าพเจ้าแทนตัวเองเป็นเจ้าของระบบแถวคอย คือเป็นผู้บริหารสถานีบริการก๊าซธรรมชาติ (NGV) ที่ต้องการให้บริการแก่ลูกค้าให้ดีที่สุด คือมีความรวดเร็วในการให้บริการมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ โดยใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ในระบบอย่างเต็มที่ โดยในขณะนี้สถานีบริการก๊าซธรรมชาติ (NGV) มีจำนวนหัวจ่ายทั้งหมด 8 หัวจ่าย เป็นหัวจ่ายสำหรับรถยนต์ 4 หัวจ่าย สำหรับรถบรรทุก 4 หัวจ่าย ซึ่งสำหรับรถบรรทุกจะใช้ได้ประมาณ 2 หัวจ่ายเท่านั้น เนื่องจากรถมีความยาวมาก เมื่อจอดเติมก๊าซธรรมชาติ (NGV) จะบังหัวจ่ายอีกหัวหนึ่งไปโดยปริยาย ซึ่งข้าพเจ้าคิดว่า ถ้าสามารถนำ 2 หัวจ่ายนี้มาใช้สำหรับบริการลูกค้ารถยนต์ได้จะทำให้เวลาที่ใช้ในการรับบริการรวมโดยเฉลี่ยของลูกค้าลดลง ซึ่งจะสามารถสร้างความพึงพอใจในการใช้บริการที่เพิ่มขึ้นได้ จึงได้ใช้การคำนวณโดยเปรียบเทียบการเปิดหน่วยให้บริการสำหรับรถยนต์และรถบรรทุก ตั้งแต่ 2 หัวจ่ายถึง 4 หัวจ่าย เพื่อวิเคราะห์ดูว่าจะทำให้เวลาที่ใช้ในการรับบริการรวมโดยเฉลี่ยของลูกค้าลดลงมากน้อยเพียงใด เพื่อนำข้อมูลไปใช้ในการปรับปรุงระบบการให้บริการต่อไป

3.1 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

3.1.1 UseCase Diagram



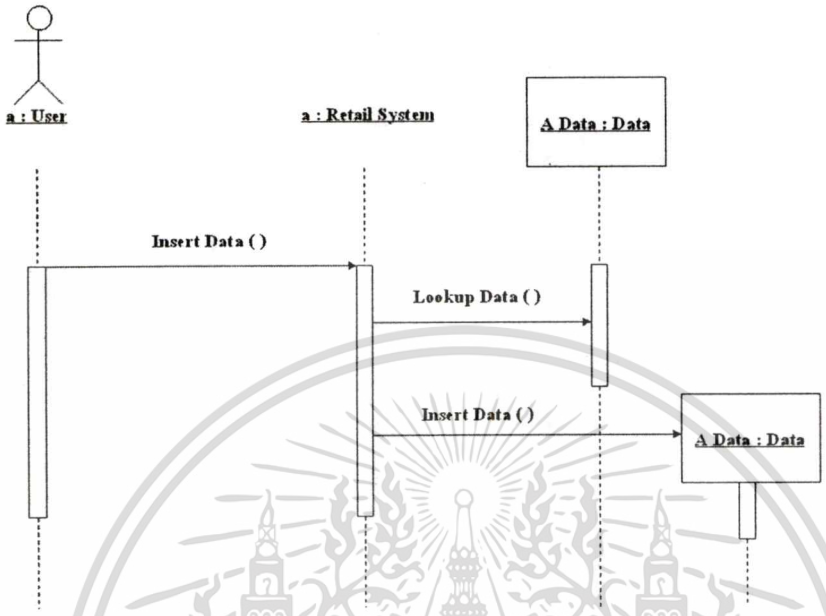
รูปที่ 3.1 UseCase Diagram ของระบบ

ผู้ใช้ระบบสามารถเพิ่มข้อมูล แก้ไขข้อมูล ยกเลิกข้อมูล คำนวณระบบแถวคอยและออกจากระบบได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 Sequence Diagram

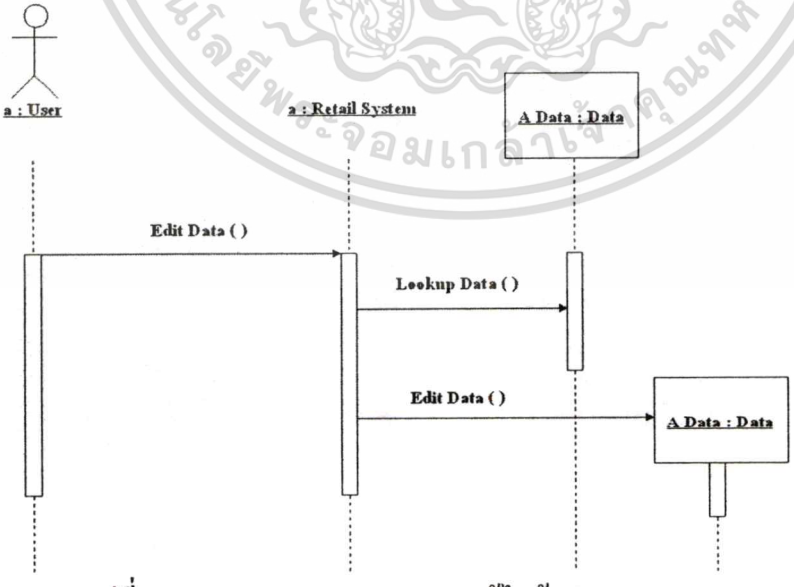
Sequence Diagram : เพิ่มข้อมูล



รูปที่ 3.2 Sequence Diagram การเพิ่มข้อมูลของระบบ

เมื่อผู้ใช้ระบบต้องการเพิ่มข้อมูลเข้าสู่ระบบ ระบบจะทำการตรวจสอบข้อมูลและทำการบันทึกข้อมูลเข้าสู่ระบบ

Sequence Diagram : แก้ไขข้อมูล

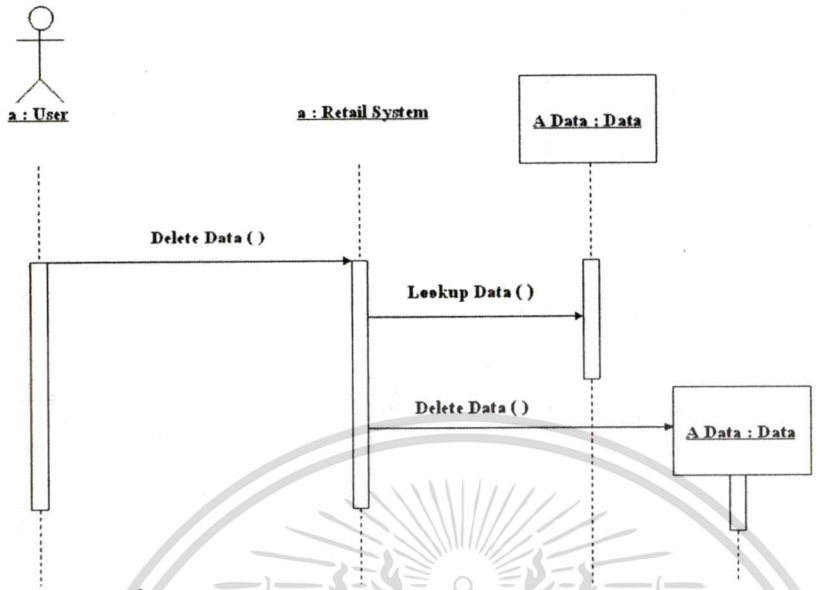


รูปที่ 3.3 Sequence Diagram การแก้ไขข้อมูลของระบบ

เมื่อผู้ใช้ระบบต้องการแก้ไขข้อมูล ระบบจะทำการตรวจสอบข้อมูลที่ผู้ใช้ระบบต้องการแก้ไขและทำการแก้ไขข้อมูลแล้วบันทึกลงในระบบ

การศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

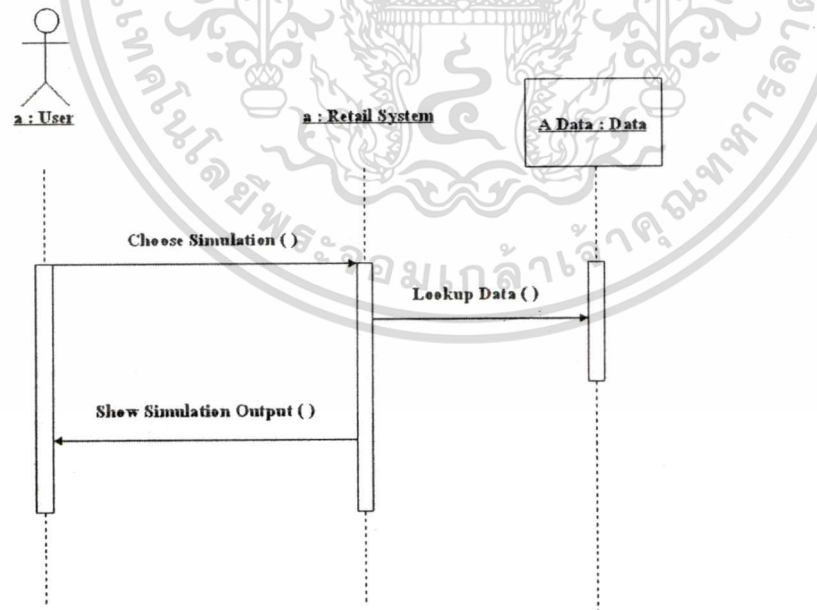
Sequence Diagram : ลบข้อมูล



รูปที่ 3.4 Sequence Diagram การลบข้อมูลของระบบ

เมื่อผู้ใช้ระบบต้องการลบข้อมูล ระบบจะทำการตรวจสอบข้อมูลที่ผู้ใช้ระบบต้องการลบ และทำการลบข้อมูลออกจากระบบ

Sequence Diagram : ระบบจำลองแถวคอย



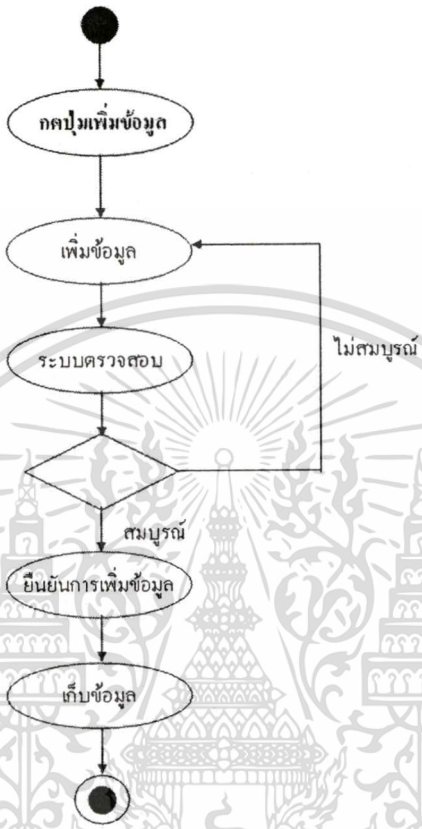
รูปที่ 3.5 Sequence Diagram การจำลองแถวคอยของระบบ

เมื่อผู้ใช้ระบบต้องการจำลองการคำนวณแถวคอย ระบบจะทำการประมวลผลข้อมูลที่ผู้ใช้ระบบต้องการและแสดงผลออกมาทางหน้าจอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 Activity Diagram

Activity Diagram : เพิ่มข้อมูล

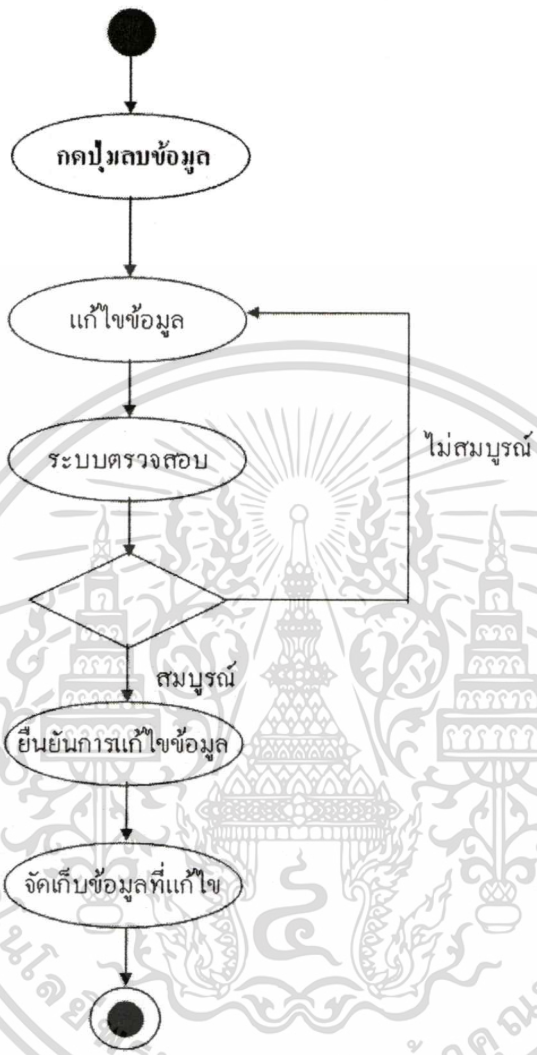


รูปที่ 3.6 Activity Diagram การเพิ่มข้อมูลของระบบ

เมื่อผู้ใช้ระบบต้องการเพิ่มข้อมูลเข้าสู่ระบบ สามารถทำได้โดยการกดปุ่มเพิ่มข้อมูล แล้วผู้ใช้ระบบก็ทำการเพิ่มข้อมูลลงไป แล้วทำการบันทึก ระบบจะทำการตรวจสอบว่าข้อมูลสมบูรณ์หรือไม่ ถ้ายังไม่สมบูรณ์ต้องเพิ่มข้อมูลให้ถูกต้องก่อน และเมื่อข้อมูลสมบูรณ์แล้วระบบจะเก็บข้อมูลนั้นไว้ในระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Activity Diagram : แก้ไขข้อมูล

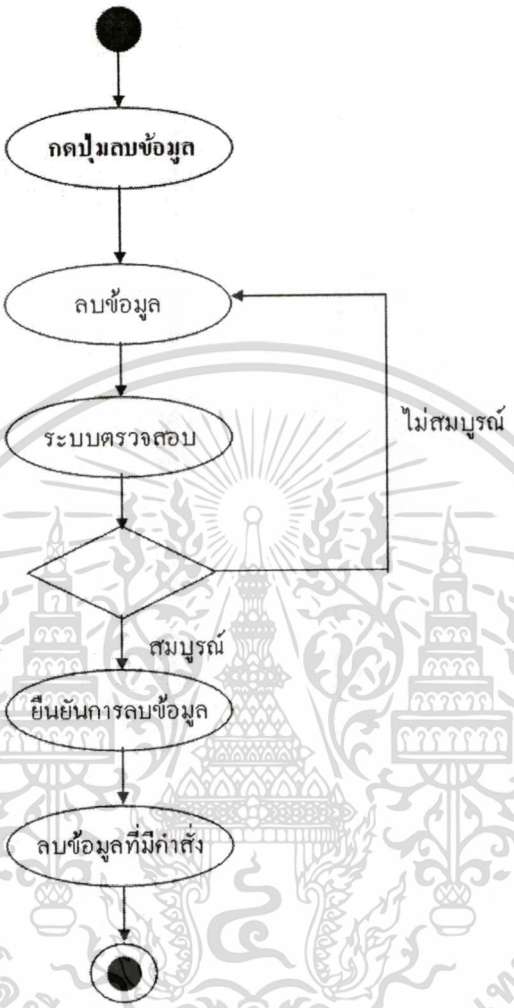


รูปที่ 3.7 Activity Diagram การแก้ไขข้อมูลของระบบ

เมื่อผู้ใช้ระบบต้องการแก้ไขข้อมูลในระบบ สามารถทำได้โดยการกดปุ่มแก้ไขข้อมูล แล้วผู้ใช้ระบบก็ทำใส่รหัสข้อมูลที่ต้องการแก้ไขลงไป แล้วทำการบันทึกข้อมูลที่ได้แก้ไข ระบบจะทำการตรวจสอบว่าข้อมูลสมบูรณ์หรือไม่ ถ้ายังไม่สมบูรณ์ต้องแก้ไขข้อมูลให้ถูกต้องก่อน และเมื่อข้อมูลสมบูรณ์แล้วระบบจะเก็บข้อมูลนั้นไว้ในระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Activity Diagram : ลบข้อมูล



รูปที่ 3.8 Activity Diagram การลบข้อมูลของระบบ

เมื่อผู้ใช้ระบบต้องการลบข้อมูลออกจากระบบ สามารถทำได้โดยการกดปุ่มลบข้อมูล แล้วผู้ใช้ระบบก็ทำใส่รหัสข้อมูลที่ต้องการลบลงไป ระบบจะตรวจสอบว่ามีข้อมูลที่ต้องการลบอยู่หรือไม่ ถ้ามีข้อมูลนั้นอยู่ระบบจะสอบถามเพื่อยืนยันการลบข้อมูล และจะลบข้อมูลเมื่อมีการยืนยันการลบข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

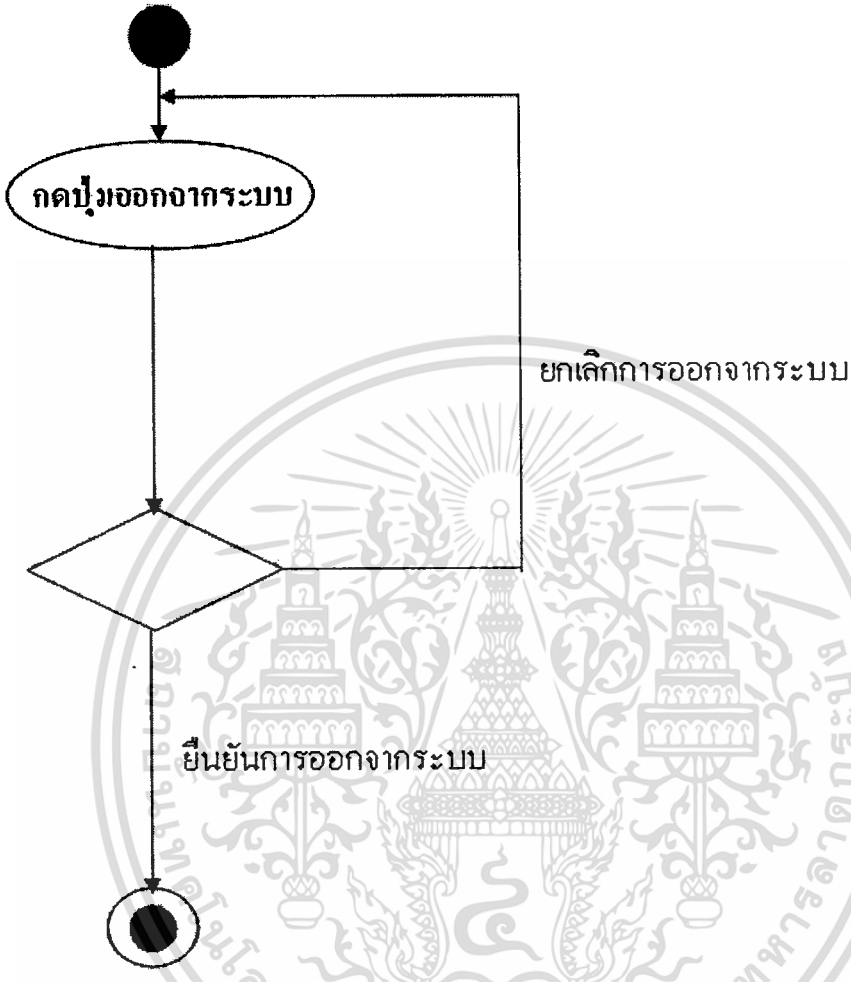
Activity Diagram : ระบบจำลองแถวคอย

รูปที่ 3.9 Activity Diagram การจำลองระบบแถวคอย

เมื่อผู้ใช้ระบบต้องการจำลองข้อมูล สามารถทำได้โดยการกดปุ่มจำลองข้อมูล แล้วผู้ใช้ระบบเลือกว่าต้องการจำลองข้อมูลแบบไหน ระบบจะคำนวณข้อมูลและแสดงผลที่ได้จากการคำนวณออกมาทางหน้าจอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Activity Diagram: ออกจากระบบ

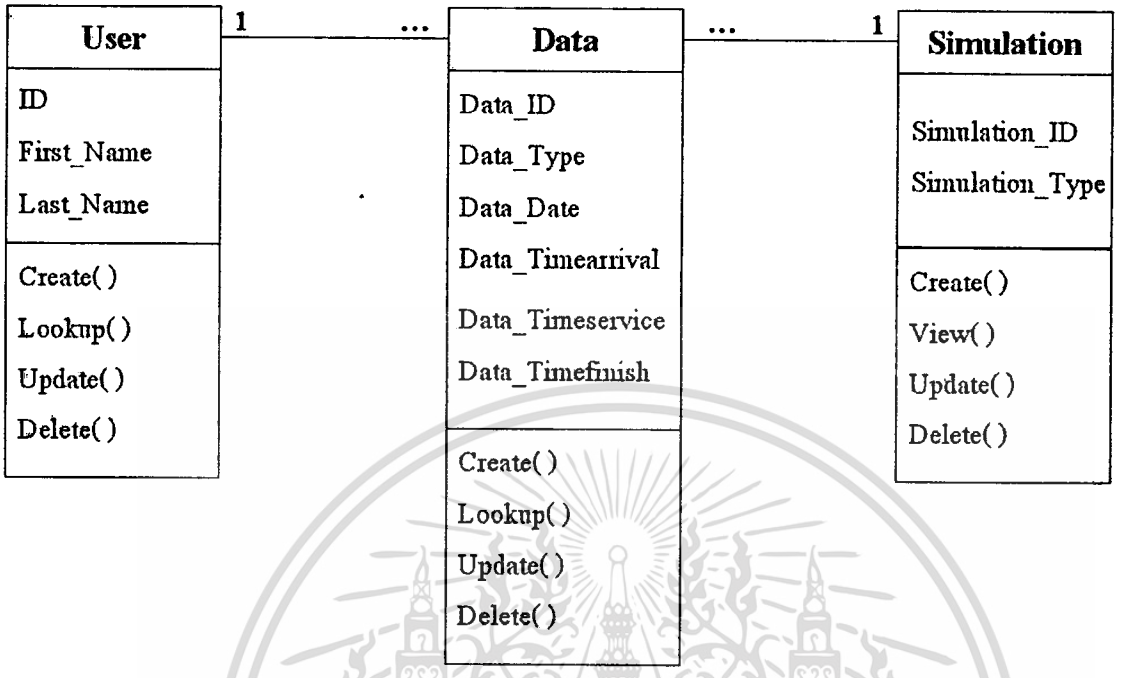


รูปที่ 3.10 Activity Diagram การออกจากระบบ

เมื่อผู้ใช้ระบบต้องการออกจากระบบ สามารถทำได้โดยการกดปุ่มออกจากระบบ แล้วระบบจะถามเพื่อยืนยันการออกจากระบบ และจะทำการออกจากระบบ เมื่อได้รับการยืนยันให้ออกจากระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.4 Class Diagram



รูปที่ 3.11 Class Diagram

ผู้ใช้หนึ่งคน สามารถป้อนข้อมูล ดูข้อมูล แก้ไขข้อมูลและลบข้อมูล ได้หลาย ๆ ข้อมูล ซึ่งข้อมูลนั้นจะประกอบไปด้วยรหัสข้อมูล ประเภทรถ วันที่เก็บข้อมูล เวลาที่รถเข้ามาถึงระบบ เวลาที่ได้รับบริการ เวลาที่ได้รับบริการเรียบร้อยแล้ว และนำข้อมูลหลาย ๆ ข้อมูลมาคำนวณเพื่อแสดงผลออกมาทางหน้าจอ

3.2 การพัฒนาระบบ

จากการวิเคราะห์และออกแบบระบบ ผู้ใช้ระบบสามารถจำลองข้อมูล ระบบจะประมวลผลข้อมูลและแสดงผลที่ได้ออกมาทางหน้าจอ ซึ่งในการประมวลผลนั้นระบบจะต้องทราบการแจกแจงของการเข้ามารับบริการและเวลาที่ให้บริการว่าเป็นแบบใด เพื่อที่จะได้เลือกใช้สูตรในการคำนวณได้ถูกต้อง

จากการตั้งสมมติฐานของผู้พัฒนาระบบ คาดว่าการเข้ามารับบริการมีรูปแบบการกระจายแบบปัวซอง และเวลาให้บริการมีการแจกแจงแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล ซึ่งการตั้งสมมติฐานดังกล่าวพบว่าเป็นจริงในปัญหาการรอคอยที่พบในเหตุการณ์ประจำวัน โดยการเข้ามารับบริการของลูกค้าจะเป็นแบบสุ่ม ไม่มีเวลาการเข้ามาที่แน่นอน และไม่ขึ้นกับการมารับบริการของลูกค้าคนก่อน ลักษณะนี้เป็นลักษณะการแจกแจงแบบปัวซอง จากทฤษฎีความน่าจะเป็น ถ้าการเข้ามารับบริการมีการแจกแจงแบบปัวซองแล้วจะได้ว่าช่างห่างของเวลามารับบริการจะมีการแจกแจงแบบเอ็กโพเนนเชียล โดยแสดงให้เห็นถึงลักษณะการแจกแจงของการมารับบริการและเวลาให้บริการจากข้อมูลที่รวบรวมได้ โดยเปรียบเทียบกับลักษณะการแจกแจงแบบเอ็กโพเนนเชียล ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1 การแจกแจงของการมารับบริการ

ตารางที่ 3.1 จำนวนรถที่มารับบริการในแต่ละช่วงเวลา (5 นาที)

ครั้งที่	ช่วงเวลาที่						
	1	2	3	4	5	6	7
1	3	3	3	2	1	1	1
2	1	2	3	1	1	3	2
3	2	3	1	2	2	2	1
4	2	3	3	1	1	1	3
5	1	4	2	1	1	2	4
6	3	2	2	1	2	2	4
7	2	3	3	3	2	1	1

ตารางที่ 3.2 ตารางแจกแจงจำนวนรถที่เข้ามารับบริการในช่วงเวลา 5 นาที

จำนวนรถที่เข้ามาในช่วง 5 นาที	ความถี่
1	17
2	16
3	13
4	3

อัตราการเข้ามารับบริการ (λ)

$$\lambda = \frac{1(17)+2(16)+3(13)+4(3)}{49}$$

$$\lambda = \frac{17+32+39+12}{49}$$

$$\lambda = \frac{100}{49}$$

$\lambda = 2.041$ คัน / 5 นาที

ค่าคาดหมายของ x ซึ่งเป็นจำนวนลูกค้าที่เข้ามารับบริการ โดยสมมุติว่า X มีการแจกแจงแบบปัวซองมีค่าเฉลี่ย (λ) = 2.041 คำนวณได้จากสูตรดังนี้

$$\text{ค่าคาดหมายของ } x = P(x)n_1 = \left[\frac{\lambda^x e^{-\lambda}}{x!}\right](n_1) \qquad (3.1)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่ n_1 = จำนวนข้อมูลที่สังเกต (จำนวนช่วงเวลา 5 นาที) ดังนั้น ค่าความถี่ของช่วงเวลาที่ไม่มีคนเข้ามารับบริการ (x = 1) คำนวณได้ดังนี้

$$\text{จำนวนช่วงเวลาที่มีคนเข้ามารับบริการ 1 คน} = \left[\frac{\lambda^x e^{-\lambda}}{x!}\right](n_1)$$

$$= \frac{2.041^1 \times 2.71828^{-2.041}}{1!}$$

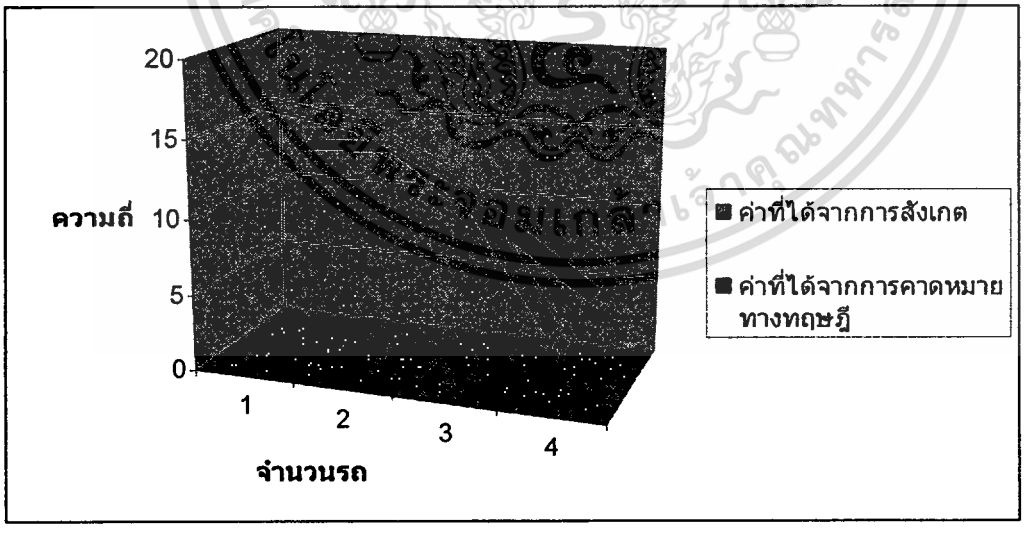
$$= 12.901$$

ตารางที่ 2.8 ต่อไปนี้แสดงค่าคาดหมายของจำนวนลูกค้าที่เข้ามารับบริการที่เป็นไปตามการแจกแจงแบบปัวซอง โดยมีค่าเฉลี่ย (λ) = 2.041

ตารางที่ 3.3 ตารางแสดงค่าคาดหมายตามทฤษฎีของจำนวนลูกค้าที่เข้ามารับบริการ

จำนวนลูกค้าที่เข้ามารับบริการ (x)	ค่าคาดหมายทางทฤษฎี (ตามการแจกแจงของปัวซองซึ่งมีค่าเฉลี่ย = 0.8)
1	12.901
2	13.166
3	8.957
4	4.57

นำค่าความถี่ที่ได้จากการสังเกตข้อมูลซึ่งอยู่ในตารางที่ 2.7 และค่าคาดหมายทางทฤษฎีจากตารางที่ 2.8 ไปสร้างเป็นรูปฮิสโตแกรมดังภาพที่ 2.6



รูปที่ 3.12 แผนภูมิการเข้ามารับบริการจากการสังเกตเปรียบเทียบกับค่าการคาดหมายทางทฤษฎี

จากภาพพบว่า ค่าความถี่ที่ได้จากทฤษฎีมีค่าใกล้เคียงสอดคล้องกับความถี่ที่ได้จากการสังเกตข้อมูล ฉะนั้น เราสรุปได้ว่ารูปแบบการมารับบริการรถในช่วงเวลา 5 นาที มีการแจกแจงแบบปัวซอง โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.041 คัน / 5 นาที

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 การแจกแจงของเวลาการให้บริการ

ตารางที่ 3.4 เวลาที่ใช้ในการให้บริการ

ครั้งที่	เวลาที่ใช้ในการให้บริการ									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	7	7	10	5	6	6	4	5	6	5
2	8	7	8	6	6	6	6	5	6	7
3	8	8	8	5	6	3	6	4	6	6
4	6	7	7	7	6	6	5	5	6	6
5	6	7	8	6	6	7	5	7	7	4
6	7	6	11	5	7	5	7	7	6	5
7	6	6	5	7	6	4	5	6	6	5
8	6	7	6	6	6	6	6	6	6	6
9	6	7	6	5	5	6	6	6	6	6
10	7	6	5	6	6	6	5	6	6	5

ตารางที่ 3.5 แจกแจงเวลาที่ใช้ในการให้บริการ

เวลาให้บริการ(นาที)	ค่าเฉลี่ย(นาที)	ความถี่(จำนวนรถ)
0-6 นาที	3	73
7-12 นาที	9	27
รวม		100

เวลาเฉลี่ยที่ให้บริการต่อคน $= \dfrac{(3)(73)+(9)(27)}{100}$

$= 4.62$ นาที/คัน

อัตราการให้บริการต่อนาที $= \dfrac{1}{4.62}$

$= 0.216$ คัน/นาที

จากทฤษฎีความน่าจะเป็น ฟังก์ชันการแจกแจงของเวลาให้บริการ t ซึ่งมีการแจกแจงแบบเอกซ์โพเนนเชียลมีอัตราการให้บริการต่อหน่วยเวลาเป็น μ จะเป็นดังนี้

$$f(t) = \mu - e^{-\mu_t} \quad , \; t >= 0 \qquad (3.2)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และความน่าจะเป็นที่เวลาให้บริการจะมีค่าน้อยกว่า t ซึ่งมีค่าน้อยกว่า T จะเป็นดังนี้

F(T) = ความน่าจะเป็นที่เวลาให้บริการมีค่าน้อยกว่า T

$= 1-e^{-\mu_t}$

ดังนั้นความน่าจะเป็นมีเวลาให้บริการจะอยู่ในช่วงเวลา T1 และ T2 คำนวณได้จากสูตรดังนี้

P(T1 <= t <= T2) = ความน่าจะเป็นที่เวลาให้บริการจะอยู่ในช่วงเวลา T1 และ T2

= ความน่าจะเป็นที่เวลาให้บริการมีค่าน้อยกว่า T2 – ความน่าจะเป็นที่เวลาการให้บริการมีค่าน้อยกว่า T1

$= (1-e^{-\mu_{t2}})(1-e^{-\mu_{t1}})$

$=e^{-\mu_{t1}} - e^{-\mu_{t2}}$.

ค่าคาดหมายของ t ในช่วงเวลา T1 และ T2 โดยสมมุติว่าเวลาบริการ t มีการแจกแจงแบบเอกซ์โพเนนเชียลที่มีอัตราการบริการ (μ) = 0.137 คำนวณได้จากสูตรดังนี้

ค่าคาดหมายของ t ในช่วงเวลา T_1 และ T_2 = $= n_2(e^{-\mu_{t1}} - e^{-\mu_{t2}})$

ในที่นี้ n2 = จำนวนข้อมูลที่สังเกต (จำนวนรถ)

ดังนั้นค่าคาดหมายของจำนวนรถที่ใช้เวลาบริการไม่เกิน 5 นาที คำนวณได้ดังนี้

จำนวนรถที่ใช้เวลาบริการ 0-6 นาที $= (100)(2.71828^{(-0.216)(0)} - 2.71828^{(-0.216)(6)})$

$= 100(1 - 0.274)$

$= 100(0.726)$

$= 72.6$ คน

จำนวนรถที่ใช้เวลาบริการ 7-12 นาที $= (100)(2.71828^{(-0.216)(7)} - 2.71828^{(-0.216)(12)})$

$= 100(0.220 - 0.075)$

$= 100(0.145)$

$= 14.5$ คน

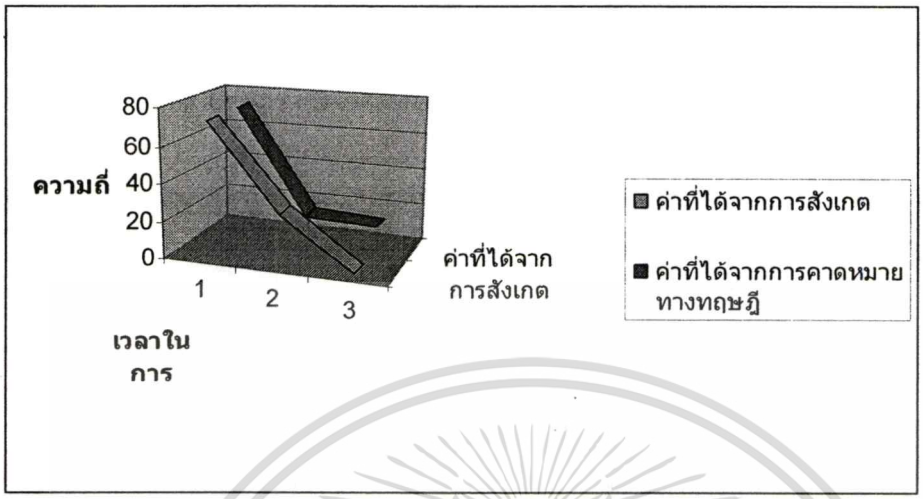
ค่าคาดหมายของเวลาให้บริการในช่วงเวลาต่างๆได้ดังแสดง ดังนี้

ตารางที่ 3.6 ตารางแสดงค่าคาดหมายตามทฤษฎีของเวลาให้บริการในช่วงเวลาต่างๆ

เวลาให้บริการ(นาที)	ค่าคาดหมายตามทฤษฎี(จำนวนคน)
0-6 นาที	72.6
7-12 นาที	14.5
มากกว่า 12 นาที	12.9
รวม	100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำค่าความถี่ที่ได้จากการสังเกตข้อมูลซึ่งอยู่ในตารางที่ 3.5 และค่าคาดหมายทางทฤษฎี จากตารางที่ 3.6 ไปสร้างเป็นรูปฮิสโตแกรมดังภาพที่ 3.13

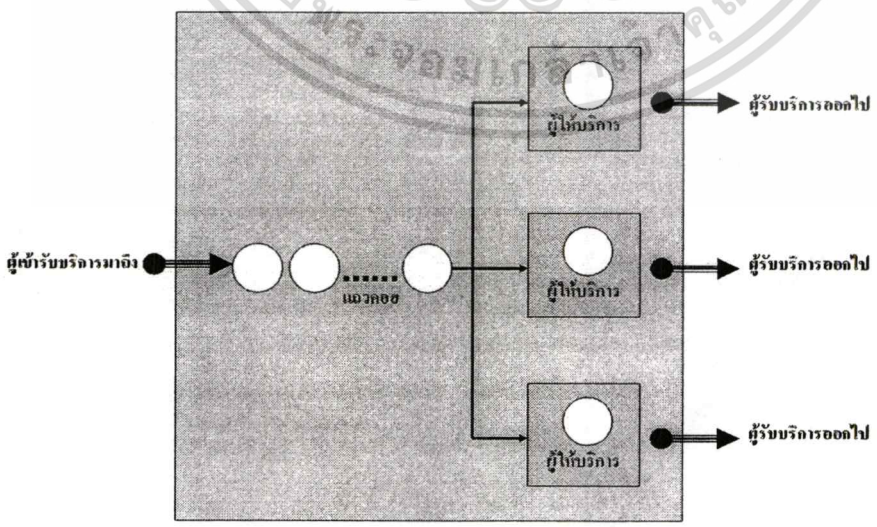


รูปที่ 3.13 แผนภูมิการให้บริการจากการสังเกตเปรียบเทียบกับค่าการคาดหมายทางทฤษฎี

จากภาพพบว่า ค่าความถี่ที่ได้จากทฤษฎีมีค่าการแจกแจงสอดคล้องกับความถี่ที่ได้จากการสังเกตข้อมูล ฉะนั้น เราสรุปได้ว่ารูปแบบการให้บริการ มีการแจกแจงแบบปัวซอง โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.216 คัน/นาที

3.2.2 Model ของระบบแถวคอยที่ใช้

ระบบจำลองการบริหารจัดการสถานีบริการก๊าซธรรมชาติ (NGV) ใช้ Model ระบบแถวคอยแบบหลายช่องทาง-ขั้นตอนเดียว (Multi-Channel-Single-Phase System) คือระบบแถวคอยที่มีผู้ให้ บริการมากกว่าหนึ่งหน่วย และมีขั้นตอนเดียว ซึ่งเมื่อได้รับบริการแล้วก็จะออกจากระบบ



รูปที่ 3.14 ระบบแถวคอยแบบหลายช่องทาง-ขั้นตอนเดียว (Multi-Channel-Single-Phase System)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวแบบที่นำมาใช้ คือ ตัวแบบ M/M/s ซึ่งตัวแบบนี้ใช้กับระบบแถวคอยที่มีลักษณะดังต่อไปนี้

1. ประชากรของระบบมีจำนวนไม่จำกัด
2. อัตราการมารับบริการเป็นแบบสุ่ม มีการแจกแจงแบบปัวส์ซง
3. เวลาในการให้บริการเป็นแบบสุ่ม มีการแจกแจงแบบเอกซ์โพเนนเชียล (อัตราการให้บริการเป็นแบบสุ่ม มีการแจกแจงแบบปัวส์ซง)
4. มีระเบียบการให้บริการแบบมาก่อนได้รับบริการก่อน
5. ไม่จำกัดความยาวของแถวคอย
6. มีหน่วยให้บริการมากกว่า 1 หน่วยและเป็นการบริการขั้นตอนเดียว

การวิเคราะห์ระบบแถวคอยที่มีลักษณะดังกล่าวจะใช้สูตรการคำนวณดังต่อไปนี้

$$\rho = \frac{\lambda}{s\mu} \qquad (3.3)$$

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{n=0}^{s-1} \frac{\lambda}{\mu!})^n / n! + (\frac{\lambda}{\mu!})^s / s! \frac{(s\mu)}{(s\mu - \lambda)}}$$

$$L_q = P_0 \left[((\frac{\lambda}{\mu!})^s \rho) / s!(1-\rho)^2 \right]$$

$$L = L_q + \frac{\lambda}{\mu}$$

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda}$$

$$W = W_q + \frac{1}{\mu}$$

$$P_n = P_0 \frac{(\lambda/\mu)^n}{n!} \quad \text{เมื่อ} \quad n \le s$$

$$P_n = P_0 \frac{(\lambda/\mu)^n}{s!s^{n-s}} \quad \text{เมื่อ} \quad n \ge s$$

สมมติฐานของตัวแบบ M/M/s คืออัตราการมารับบริการน้อยกว่าอัตราการให้บริการ หรือ $\lambda < s\mu$ เมื่อ

λ = อัตราการเข้ามารับบริการ (จำนวนลูกค้าโดยเฉลี่ยที่เข้ามารับบริการในหนึ่งหน่วยเวลา)

μ = อัตราการให้บริการ (จำนวนลูกค้าโดยเฉลี่ยที่หน่วยบริการให้บริการได้ในหนึ่งหน่วย เวลา)

$1/\mu$ = เวลาโดยเฉลี่ยที่ใช้ในการบริการลูกค้า 1 ราย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ρ = ความน่าจะเป็นที่ระบบจะทำงาน

P_0 = ความน่าจะเป็นที่ระบบจะว่างงาน

L = จำนวนลูกค้าโดยเฉลี่ยที่อยู่ในระบบ

L_q = จำนวนลูกค้าโดยเฉลี่ยที่อยู่ในระบบแถวคอย

W = เวลาเฉลี่ยที่ลูกค้าแต่ละคนเสียไปในการรับบริการในระบบ

W_q = เวลาเฉลี่ยที่ลูกค้าแต่ละคนเสียไปในการรับบริการในระบบ ในการรออยู่ในระบบแถวคอย

ซึ่งจากข้อมูลข้างต้น มีความสอดคล้องกับสถานีบริการก๊าซธรรมชาติ (NGV) เพราะสถานีบริการสามารถบริการลูกค้าได้ไม่จำกัด อัตราการมารับบริการเป็นแบบสุ่ม มีการแจกแจงแบบปัวส์ซง เวลาในการให้บริการเป็นแบบสุ่ม มีการแจกแจงแบบเอกซ์โพเนนเชียล มีระเบียบการให้บริการแบบมาก่อนได้รับบริการก่อน และไม่มีการจำกัดความยาวของแถวคอย อีกทั้งยังมีหน่วยให้บริการมากกว่า 1 หน่วยและเป็นการบริการขั้นตอนเดียว

ตารางที่ 3.7 ตารางข้อมูลเวลาที่ลูกค้ามาถึงระบบ

ลูกค้ารายที่ (คัน)	เวลาที่มาถึงระบบ (T)	เวลาที่มาห่างจากลูกค้ารายก่อน (นาที)
1	T_1 = Hour t_1 : Minute t_1 : Sec t_1	-
2	T_2 = Hour t_2 : Minute t_2 : Sec t_2	{(Hour t_2 (3,600)+ Minute t_2(60)+ Sec t_2) – (Hour t_1(3,600)+ Minute t_1 (60)+ Sec t_1)} / 60
3	T_3 = Hour t_3 : Minute t_3 : Sec t_3	{(Hour t_3 (3,600)+ Minute t_3(60)+ Sec t_3) – ((Hour t_2 (3,600)+ Minute t_2(60)+ Sec t_2)} / 60
. . .	. . .	. . .
N	T_n= Hour t_n : Minute t_n : Sec t_n	{(Hour t_n (3,600)+ Minute t_n(60)+ Sec t_n) – ((Hour t_{n-1} (3,600)+ Minute t_{n-1}(60)+ Sec t_{n-1})} / 60
รวมเวลาที่ลูกค้ามาห่างกัน		**$\sum$TA นาที**

กำหนดให้ N คือ จำนวนลูกค้าที่เข้ามารับบริการในหนึ่งช่วงเวลา

T_i (i = 0 ถึง n) คือ เวลาที่ลูกค้าเข้ามาตั้งแต่คนที่ 1 ถึงคนที่ n

Hour t_i คือ เวลาในหน่วยชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Minute t_i	คือ	เวลาในหน่วยนาที
Sec t_i	คือ	เวลาในหน่วยวินาที
TA_i (i = 0 ถึง n)	คือ	เวลาที่มาห่างจากลูกค้ารายก่อน

การคิดอัตราการเข้ามารับบริการ (คัน/นาที)

$$\lambda = N / (\sum TA) \quad \text{คัน/นาที}$$

กำหนดให้

λ	คือ	อัตราการเข้ามารับบริการของลูกค้าในหนึ่งหน่วยเวลา
N	คือ	จำนวนลูกค้าที่เข้ามารับบริการในหนึ่งหน่วยเวลา
$\sum TA$	คือ	ผลรวมของเวลาที่มาห่างจากลูกค้ารายก่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.8 ข้อมูลเวลาการให้บริการ

ลูกค้าคนที่	เวลา		
	เริ่มรับบริการ	รับบริการเสร็จ	ใช้เวลา (นาที)
1	$Tin1 = H\ t_{in1} : M\ t_{in1} : Sec\ t_{in1}$	$Tout1 = H\ t_{out1} : M\ t_{out1} : Sec\ t_{out1}$	$=\{[(H\ t_{out1}\ (3{,}600) + M\ t_{out1}\ (60) + Sec\ t_{out1})] - [H\ t_{in1}\ (3{,}600) + M\ t_{in1}\ (60) + Sec\ t_{in1}]\}/\ 60$
2	$Tin2 = H\ t_{in2} : M\ t_{in2} : Sec\ t_{in2}$	$Tout2 = H\ t_{out2} : M\ t_{out2} : Sec\ t_{out2}$	$=\{[(H\ t_{out2}\ (3{,}600) + M\ t_{out2}\ (60) + Sec\ t_{out1})] - [H\ t_{in2}\ (3{,}600) + M\ t_{in2}\ (60) + Sec\ t_{in2}]\}/\ 60$
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
N	$Tinn = H\ t_{inn} : M\ t_{inn} : Sec\ t_{inn}$	$Toutn = H\ t_{outn} : M\ t_{outn} : Sec\ t_{outn}$	$=\{[(H\ t_{outl}\ (3{,}600) + M\ t_{outl}\ (60) + Sec\ t_{outl})] - [H\ t_{in1}\ (3{,}600) + M\ t_{in1}\ (60) + Sec\ t_{in1}]\}/\ 60$
รวมเวลาที่ลูกค้าใช้บริการ			**$\sum$TS นาที**

กำหนดให้

N	คือ	จำนวนลูกค้าที่เข้ามารับบริการในหนึ่งช่วงเวลา
T_{in} (i = 0 ถึง n)	คือ	เวลาที่ลูกค้าเริ่มรับบริการตั้งแต่คนที่ 1 ถึงคนที่ n
T_{out} (i = 0 ถึง n)	คือ	เวลาที่ลูกค้าได้รับบริการเรียบร้อยแล้วตั้งแต่คนที่ 1 ถึงคนที่ n
$H\ t_{ini}$	คือ	เวลาเริ่มรับบริการในหน่วยชั่วโมง
$M\ t_{inti}$	คือ	เวลาเริ่มรับบริการในหน่วยนาที
$Sec\ t_{ini}$	คือ	เวลาเริ่มรับบริการในหน่วยวินาที

$H\ t_{outi}$	คือ	เวลาได้รับบริการเรียบร้อยแล้วในหน่วยชั่วโมง
$M\ t_{outi}$	คือ	เวลาได้รับบริการเรียบร้อยแล้วในหน่วยนาที
$Sec\ t_{outi}$	คือ	เวลาได้รับบริการเรียบร้อยแล้วในหน่วยวินาที
TA_i (i = 0 ถึง n)	คือ	เวลาที่มาห่างจากลูกค้ารายก่อน

การคิดอัตราการให้บริการ (คัน/นาที)

$$\mu = N / (\sum TS) \quad \text{คัน/นาที} \qquad (3.4)$$

กำหนดให้

λ	คือ	อัตราการเข้ามารับบริการของลูกค้าในหนึ่งหน่วยเวลา
N	คือ	จำนวนลูกค้าที่เข้ามารับบริการในหนึ่งหน่วยเวลา
$\sum TS$	คือ	ผลรวมของเวลาที่ให้บริการลูกค้าแต่ละราย

เมื่อคำนวณหาค่า อัตราการเข้ามารับบริการ และอัตราการให้บริการ ได้แล้ว สามารถนำค่าที่ได้ไปใช้ในการคำนวณหา

- ค่าเวลาโดยเฉลี่ยที่ใช้ในการบริการลูกค้า 1 ราย **($1/\mu$)**
- ค่าความน่าจะเป็นที่ระบบจะทำงาน **(ρ)**
- ค่าความน่าจะเป็นที่ระบบจะว่างงาน **(P_0)**
- ค่าจำนวนลูกค้าโดยเฉลี่ยที่อยู่ในระบบ **(L)**
- ค่าจำนวนลูกค้าโดยเฉลี่ยที่อยู่ในระบบแถวคอย **(L_q)**
- ค่าเวลาเฉลี่ยที่ลูกค้าแต่ละคนเสียไปในการรับบริการในระบบ **(W)**
- ค่าเวลาเฉลี่ยที่ลูกค้าแต่ละคนเสียไปในการรับบริการในการรออยู่ในระบบ แถวคอย **(W_q)**

ซึ่งค่าเหล่านี้ สามารถหาได้จากหลายสูตร ขึ้นอยู่กับว่าตัวแบบแถวคอยจะเป็นตัวแบบ แบบใด ในโครงการพัฒนาระบบนี้ สนใจศึกษาตัวแบบ 2 ลักษณะ ได้แก่ ตัวแบบแถวคอยแบบ M/M/1 และตัวแบบแถวคอยแบบ M/M/S

การหาค่าในตัวแบบ M/M/1

- **ค่าเวลาโดยเฉลี่ยที่ใช้ในการบริการลูกค้า 1 ราย ($1/\mu$)**

ค่าเวลาโดยเฉลี่ยที่ใช้ในการบริการลูกค้า 1 ราย หาได้จากสูตร

ค่าเวลาโดยเฉลี่ยที่ใช้ในการบริการลูกค้า 1 ราย = $1/\mu$

กำหนดให้ 1 เป็นค่า คงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

μ เป็นค่า ที่ได้มาจากการคำนวณในระบบ

- **ค่าความน่าจะเป็นที่ระบบจะทำงาน (ρ)**

ค่าความน่าจะเป็นที่ระบบจะทำงาน (ρ) หาได้จากสูตร

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu}$$

กำหนดให้ λ เป็นค่า ที่ได้มาจากการคำนวณในระบบ

μ เป็นค่า ที่ได้มาจากการคำนวณในระบบ

- **ค่าความน่าจะเป็นที่ระบบจะว่างงาน (P_0)**

ค่าความน่าจะเป็นที่ระบบจะว่างงาน (P_0) หาได้จากสูตร

$$P_0 = \frac{\lambda}{\mu}$$

กำหนดให้ λ เป็นค่า ที่ได้มาจากการคำนวณในระบบ

μ เป็นค่า ที่ได้มาจากการคำนวณในระบบ

- **ค่าจำนวนลูกค้าโดยเฉลี่ยที่อยู่ในระบบ (L)**

ค่าจำนวนลูกค้าโดยเฉลี่ยที่อยู่ในระบบ (L) หาได้จากสูตร

$$L = \frac{\lambda}{\mu - \lambda}$$

กำหนดให้ λ เป็นค่า ที่ได้มาจากการคำนวณในระบบ

μ เป็นค่า ที่ได้มาจากการคำนวณในระบบ

- **ค่าจำนวนลูกค้าโดยเฉลี่ยที่อยู่ในระบบแถวคอย (L_q)**

ค่าจำนวนลูกค้าโดยเฉลี่ยที่อยู่ในระบบแถวคอย (L_q) หาได้จากสูตร

$$L_q = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)}$$

กำหนดให้ λ เป็นค่า ที่ได้มาจากการคำนวณในระบบ

μ เป็นค่า ที่ได้มาจากการคำนวณในระบบ

- **ค่าเวลาเฉลี่ยที่ลูกค้าแต่ละคนเสียไปในการรับบริการในระบบ (W)**

ค่าเวลาเฉลี่ยที่ลูกค้าแต่ละคนเสียไปในการรับบริการในระบบ (W) หาได้จากสูตร

$$W = \frac{1}{\mu - \lambda}$$

กำหนดให้ 1 เป็นค่า คงที่

λ เป็นค่า ที่ได้มาจากการคำนวณในระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

μ เป็นค่า ที่ได้มาจากการคำนวณในระบบ

- **ค่าเวลาเฉลี่ยที่ลูกค้าแต่ละคนเสียไปในการรับบริการในการรออยู่ในระบบ แถวคอย (W_q)**

ค่าเวลาเฉลี่ยที่ลูกค้าแต่ละคนเสียไปในการรับบริการในการรออยู่ในระบบ แถวคอย (W_q) หาได้จากสูตร

$$W_q = \frac{\lambda}{\mu(\mu-\lambda)}$$

กำหนดให้ λ เป็นค่า ที่ได้มาจากการคำนวณในระบบ

μ เป็นค่า ที่ได้มาจากการคำนวณในระบบ

ขั้นตอนในการคำนวณตัวแบบ M/M/1

1. คำนวณหาค่าอัตราการเข้ามารับบริการ (λ) และอัตราการให้บริการ (μ)
2. เปรียบเทียบสมมติฐานของตัวแบบ M/M/1 คือ อัตราการมารับบริการน้อยกว่าอัตราการให้บริการ ($\lambda < \mu$)
3. ถ้าอัตราการมารับบริการมากกว่าอัตราการให้บริการ ($\lambda > \mu$) ให้ข้ามไปทำที่ข้อ 6
4. ถ้าอัตราการมารับบริการน้อยกว่าอัตราการให้บริการ ($\lambda < \mu$) ให้ทำที่ข้อ 5
5. คำนวณหาค่า
   - เวลาโดยเฉลี่ยที่ใช้ในการบริการลูกค้า 1 ราย ($1/\mu$)
   - ความน่าจะเป็นที่ระบบจะทำงาน (ρ)
   - ความน่าจะเป็นที่ระบบจะว่างงาน (P_0)
   - จำนวนลูกค้าโดยเฉลี่ยที่อยู่ในระบบ (L)
   - จำนวนลูกค้าโดยเฉลี่ยที่อยู่ในระบบแถวคอย (L_q)
   - เวลาเฉลี่ยที่ลูกค้าแต่ละคนเสียไปในการรับบริการในระบบ (W)
   - เวลาเฉลี่ยที่ลูกค้าแต่ละคนเสียไปในการรับบริการการรออยู่ในระบบแถวคอย (W_q)
6. แสดงข้อความ "อัตราการมารับบริการมากกว่าอัตราการให้บริการ เป็นเหตุให้เกิดแถวคอยที่มีความยาวเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ควรเพิ่มจำนวนหน่วยให้บริการ"
7. แสดงผลการคำนวณเป็นรูปแบบตาราง

การหาค่าในตัวแบบ M/M/S

- **ค่าเวลาโดยเฉลี่ยที่ใช้ในการบริการลูกค้า 1 ราย ($1/\mu$)**

ค่าเวลาโดยเฉลี่ยที่ใช้ในการบริการลูกค้า 1 ราย หาได้จากสูตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าเวลาโดยเฉลี่ยที่ใช้ในการบริการลูกค้า 1 ราย = $1/\mu$

กำหนดให้ 1 เป็นค่า คงที่

μ เป็นค่า ที่ได้มาจากการคำนวณในระบบ

- **ค่าความน่าจะเป็นที่ระบบจะทำงาน (ρ)**

ค่าความน่าจะเป็นที่ระบบจะทำงาน (ρ) หาได้จากสูตร

$$\rho = \frac{\lambda}{s\mu}$$

กำหนดให้ λ เป็นค่า ที่ได้มาจากการคำนวณในระบบ

μ เป็นค่า ที่ได้มาจากการคำนวณในระบบ

S เป็นค่า คงที่ที่ได้จากการป้อนค่าจำนวนหัวจ่ายจากผู้ใช้ระบบ

- **ค่าความน่าจะเป็นที่ระบบจะว่างงาน (P_0)**

ค่าความน่าจะเป็นที่ระบบจะว่างงาน (P_0) หาได้จากสูตร

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{n=0}^{n=s-1} \frac{(\frac{\lambda}{\mu})^n}{n!} + \frac{(\frac{\lambda}{\mu})^s}{s!} \frac{(s\mu)}{(s\mu-\lambda)}}$$

กำหนดให้ 1 เป็นค่า คงที่

λ เป็นค่า ที่ได้มาจากการคำนวณในระบบ

μ เป็นค่า ที่ได้มาจากการคำนวณในระบบ

S เป็นค่า คงที่ที่ได้จากการป้อนค่าจำนวนหัวจ่ายจากผู้ใช้ระบบ

N เป็นค่า ตั้งแต่ 0 ถึง S-1

- **ค่าจำนวนลูกค้าโดยเฉลี่ยที่อยู่ในระบบแถวคอย (L_q)**

ค่าจำนวนลูกค้าโดยเฉลี่ยที่อยู่ในระบบแถวคอย (L_q) หาได้จากสูตร

$$L_q = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu-\lambda)}$$

กำหนดให้ λ เป็นค่า ที่ได้มาจากการคำนวณในระบบ

μ เป็นค่า ที่ได้มาจากการคำนวณในระบบ

- **ค่าจำนวนลูกค้าโดยเฉลี่ยที่อยู่ในระบบ (L)**

ค่าจำนวนลูกค้าโดยเฉลี่ยที่อยู่ในระบบ (L) หาได้จากสูตร

$$L = L_q + \frac{\lambda}{\mu}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดให้ L_q เป็นค่า ที่ได้มาจากการคำนวณในระบบ

λ เป็นค่า ที่ได้มาจากการคำนวณในระบบ

μ เป็นค่า ที่ได้มาจากการคำนวณในระบบ

- **ค่าเวลาเฉลี่ยที่ลูกค้าแต่ละคนเสียไปในการรับบริการในการรออยู่ในระบบ แถวคอย (W_q)**

ค่าเวลาเฉลี่ยที่ลูกค้าแต่ละคนเสียไปในการรับบริการในการรออยู่ในระบบ แถวคอย (W_q) หาได้จากสูตร

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda}$$

กำหนดให้ L_q เป็นค่า ที่ได้มาจากการคำนวณในระบบ

λ เป็นค่า ที่ได้มาจากการคำนวณในระบบ

- **ค่าเวลาเฉลี่ยที่ลูกค้าแต่ละคนเสียไปในการรับบริการในระบบ (W)**

ค่าเวลาเฉลี่ยที่ลูกค้าแต่ละคนเสียไปในการรับบริการในระบบ (W) หาได้จากสูตร

$$W = W_q + \frac{1}{\mu}$$

กำหนดให้ W_q เป็นค่า ที่ได้มาจากการคำนวณในระบบ

1 เป็นค่า คงที่

μ เป็นค่า ที่ได้มาจากการคำนวณในระบบ

ขั้นตอนในการคำนวณตัวแบบ M/M/S

1. คำนวณหาค่าอัตราการเข้ามารับบริการ (λ) และอัตราการให้บริการ (μ)
2. ผู้ใช้ระบบป้อนจำนวนหัวจ่ายที่ต้องการ เป็นค่าคงที่
3. ผู้ใช้ระบบป้อนค่าใช้จ่ายเฉลี่ยในการรอคอยและค่าใช้จ่ายเฉลี่ยในการให้การบริการ เป็นค่าคงที่ ที่ได้จากการคำนวณจากค่าใช้จ่ายจริงที่เกิดขึ้น
4. เปรียบเทียบสมมติฐานของตัวแบบ M/M/S คือ อัตราการมารับบริการน้อยกว่าอัตราการให้บริการ ($\lambda < s\,\mu$)
5. ถ้าอัตราการมารับบริการมากกว่าอัตราการให้บริการ ($\lambda > s\mu$) ให้ข้ามไปทำที่ข้อ 8
6. ถ้าอัตราการมารับบริการน้อยกว่าอัตราการให้บริการ ($\lambda < s\,\mu$) ให้ทำที่ข้อ 7
7. คำนวณหาค่า
   - เวลาโดยเฉลี่ยที่ใช้ในการบริการลูกค้า 1 ราย **(1/μ)**
   - ความน่าจะเป็นที่ระบบจะทำงาน (ρ)
   - ความน่าจะเป็นที่ระบบจะว่างงาน **(P_0)**

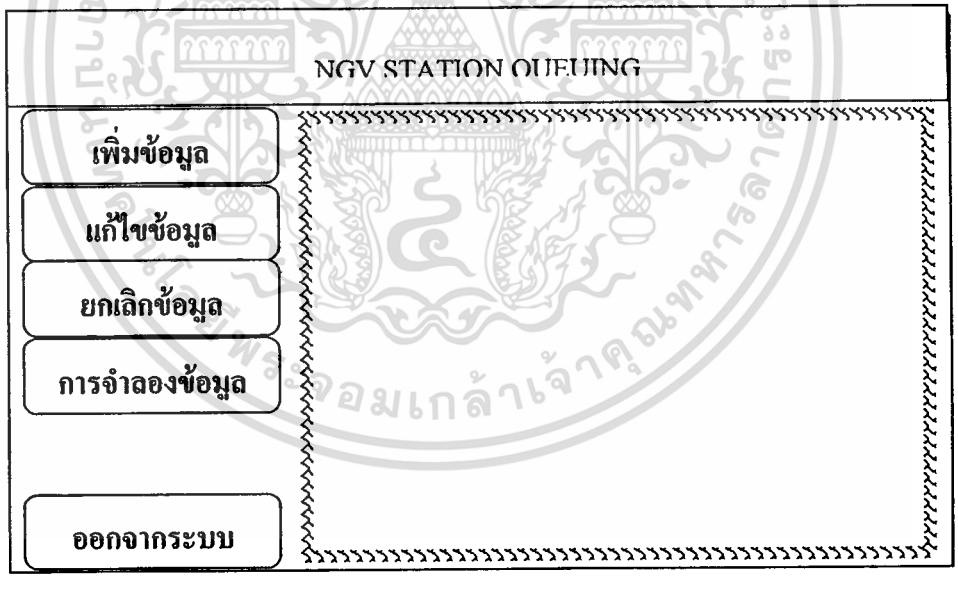
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- จำนวนลูกค้าโดยเฉลี่ยที่อยู่ในระบบ (L)
- จำนวนลูกค้าโดยเฉลี่ยที่อยู่ในระบบแถวคอย (L_q)
- เวลาเฉลี่ยที่ลูกค้าแต่ละคนเสียไปในการรับบริการในระบบ (W)
- เวลาเฉลี่ยที่ลูกค้าแต่ละคนเสียไปในการรับบริการการรออยู่ในระบบแถวคอย (W_q)

โดยการคำนวณ จะต้องทำการคำนวณตั้งแต่ S = 2 จนกระทั่งถึง S = n (n = ค่าคงที่ ที่ผู้ใช้ระบบป้อนข้อมูลหัวจ่ายไว้จากข้อที่ 2)

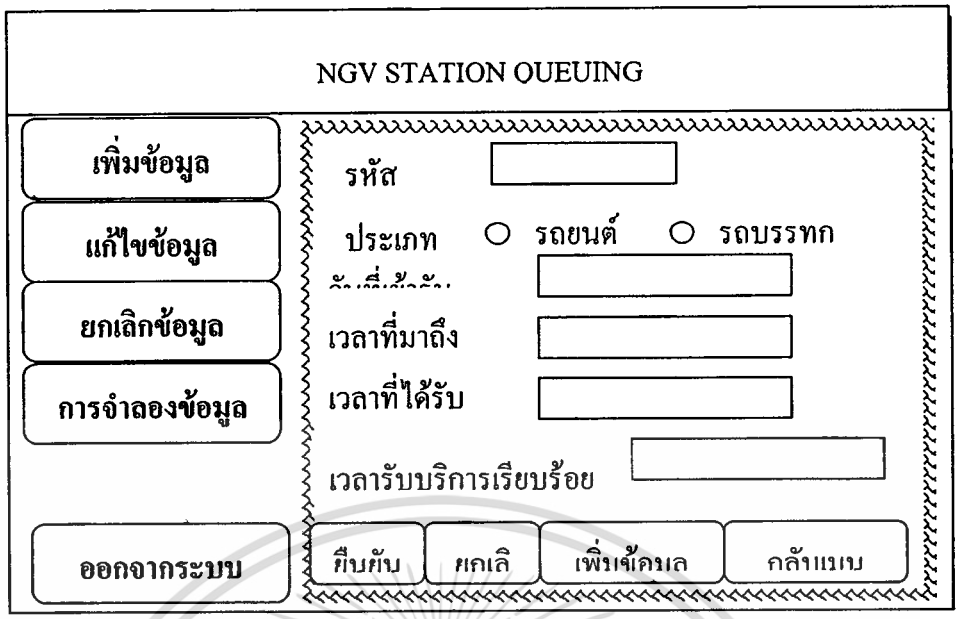
8. แสดงข้อความ "อัตราการมารับบริการมากกว่าอัตราการให้บริการ เป็นเหตุให้เกิดแถวคอยที่มีความยาวเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ควรเพิ่มจำนวนหน่วยให้บริการ"
9. แสดงผลการคำนวณเป็นรูปแบบตารางให้ผู้ใช้ระบบเปรียบเทียบจำนวนหัวจ่ายที่เหมาะสมที่สุดที่ทำให้ค่าใช้จ่ายรวมต่ำที่สุด ที่สามารถทำให้เกิดความสมดุลระหว่างค่าใช้จ่ายเฉลี่ยในการรอคอยและค่าใช้จ่ายเฉลี่ยในการให้การบริการ

3.3 การออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้

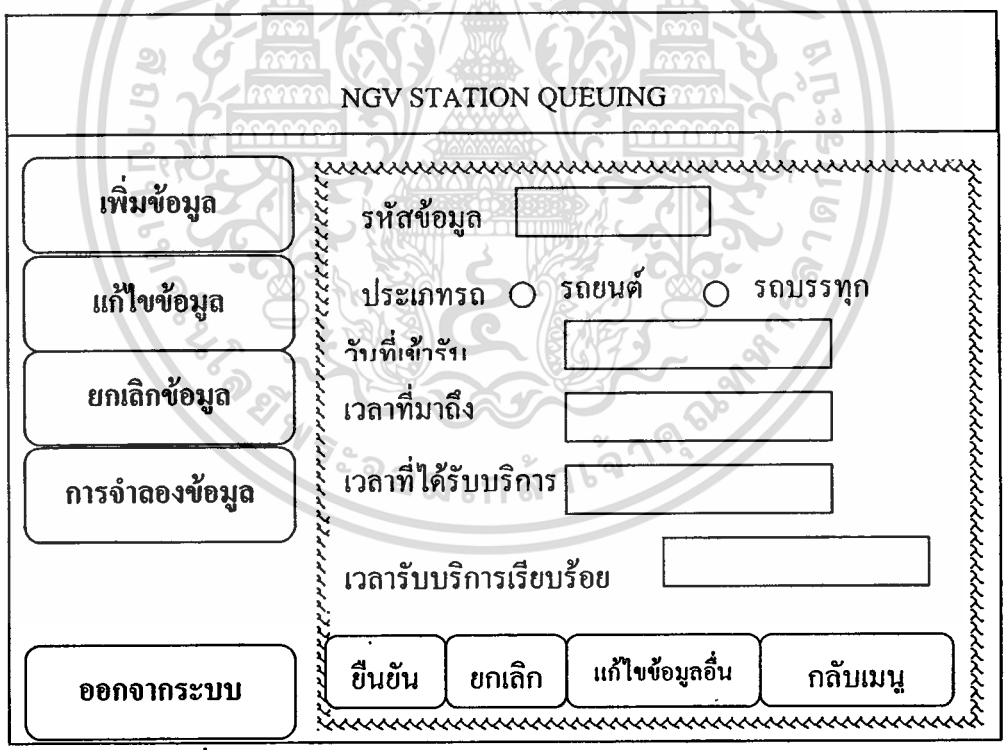


รูปที่ 3.15 การออกแบบ User Interface เมนูหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

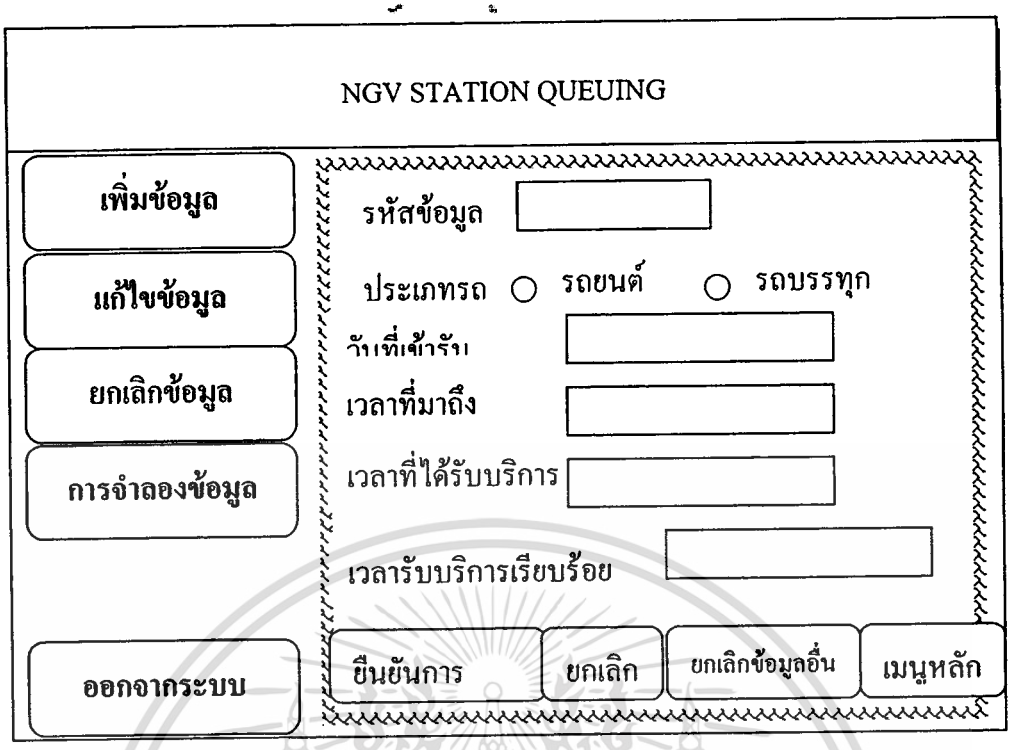


รูปที่3.16 การออกแบบ User Interface เมนูเพิ่มข้อมูล

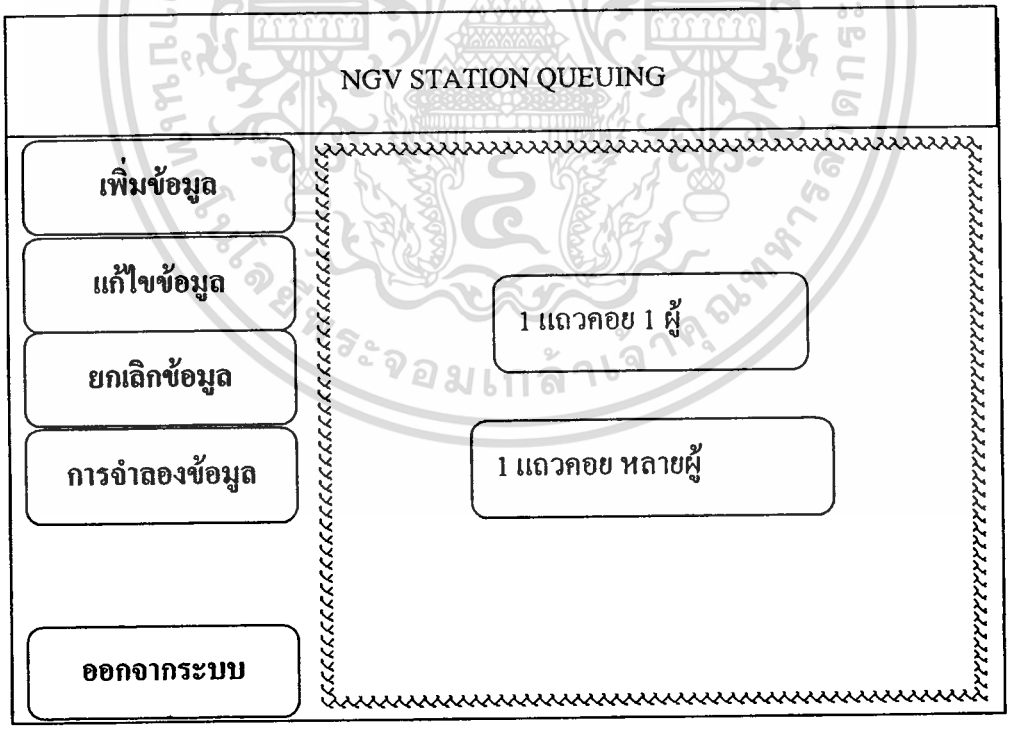


รูปที่ 3.17 การออกแบบ User Interface เมนูแก้ไขข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



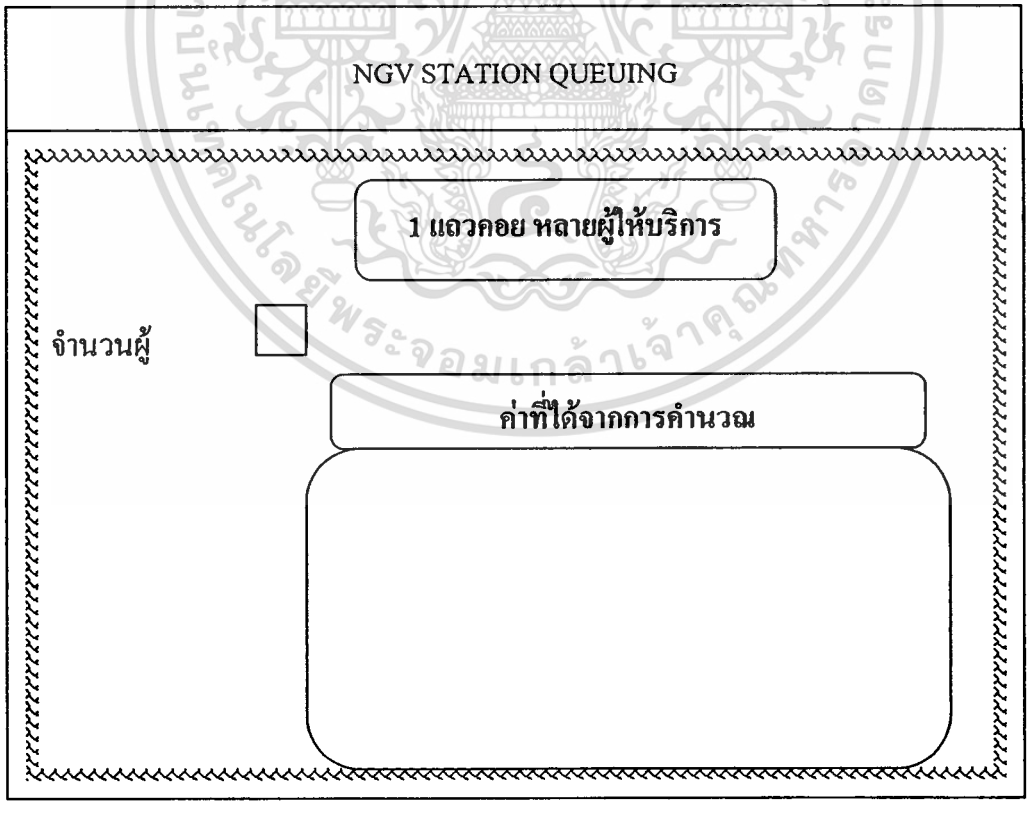
รูปที่ 3.18 การออกแบบ User Interface เมนูยกเลิกข้อมูล



รูปที่ 3.19 การออกแบบ User Interface เมนูการจำลองข้อมูล

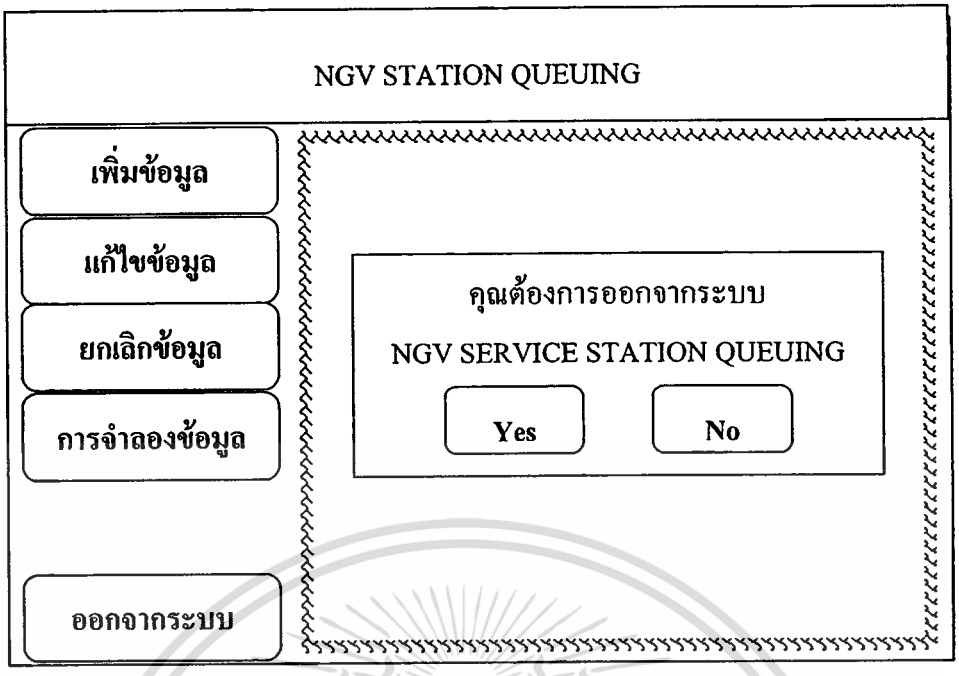
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.20 การออกแบบ User Interface เมนูการจำลองข้อมูล 1 แถวคอย



รูปที่ 3.21 การออกแบบ User Interface เมนูการจำลองข้อมูลหลายแถวคอย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.22 การออกแบบ User Interface การออกจากระบบ

3.4 ข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณในโครงการพัฒนาระบบ

ผู้จัดทำโครงการได้รับความอนุเคราะห์ด้านการเก็บรวบรวมข้อมูลและข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการจัดทำโครงการจาก สถานีบริการก๊าซธรรมชาติ (NGV) ถนนบางนา-ตราด กม.29 (นาคสวัสดิ์) โดยมีข้อมูลที่ใช้ในการโครงการพัฒนาระบบ ดังต่อไปนี้

ข้อมูลรถยนต์

ตารางที่ 3.9 ข้อมูลรถยนต์

ลำดับที่	เข้า	ระยะเวลาห่างของการมาถึง	เวลาที่ได้รับบริการ				เสร็จ	เวลาการให้บริการ
			1	2	3	4		
1	6.01				6.12		6.19	7
2	6.03	2	6.13				6.21	8
3	6.04	1		6.15			6.23	8
4	6.06	2				6.16	6.22	6
5	6.09	3			6.21		6.27	6
6	6.11	2	6.22				6.29	7
7	6.12	1				6.23	6.29	6
8	6.15	3		6.24			6.31	7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.9 (ต่อ)

ลำดับที่	เข้า	ระยะเวลาห่างของการมาถึง	เวลาที่ได้รับบริการ				เสร็จ	เวลาการให้บริการ
			1	2	3	4		
9	6.16	1			6.28		6.35	7
10	6.17	1				6.31	6.39	8
11	6.19	2	6.31				6.38	7
12	6.21	2		6.32			6.39	7
13	6.22	1			6.36		6.42	6
14	6.23	1	6.39				6.45	6
15	6.25	2				6.41	6.51	10
16	6.27	2		6.41			6.49	8
17	6.28	1			6.43		6.51	8
18	6.31	3	6.46				6.53	7
19	6.33	2		6.51			6.59	8
20	6.34	1				6.52	7.02	11
21	6.36	2		7.01			7.06	5
22	6.37	1				7.03	7.08	5
23	6.39	2		7.07			7.13	6
24	6.41	2				7.09	7.14	5
25	6.43	1			7.14		7.21	7
26	6.45	2	7.15				7.21	6
27	6.48	3		7.14			7.19	5
28	6.51	3				7.15	7.22	7
29	6.53	2		7.21			7.27	6
30	6.55	2			7.22		7.28	6
31	6.57	2	7.22				7.28	6
32	6.59	2				7.23	7.29	6
33	7.01	2		7.28			7.34	6
34	7.04	3			7.29		7.36	7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.9 (ต่อ)

ลำดับที่	เข้า	ระยะเวลาห่างของการมาถึง	เวลาที่ได้รับบริการ				เสร็จ	เวลาการให้บริการ
			1	2	3	4		
35	7.06	2	7.29				7.35	6
36	7.07	1				7.30	7.36	6
37	7.09	2		7.35			7.41	6
38	7.12	3	7.36				7.39	3
39	7.15	3			7.37		7.43	6
40	7.18	3				7.37	7.44	7
41	7.21	3	7.40				7.45	5
42	7.25	4		7.42			7.46	4
43	7.28	3			7.44		7.48	4
44	7.32	4				7.45	7.51	6
45	7.36	4	7.46				7.52	6
46	7.41	5		7.47			7.52	5
47	7.43	2			7.49		7.54	5
48	7.45	2				7.52	7.59	7
49	7.49	4	7.53				7.58	5
50	7.53	4		7.53			7.59	6
51	7.57	4			7.57		8.03	6
52	7.59	2				8.00	8.07	7
53	8.05	6	8.05				8.11	6
54	8.07	2			8.07		8.13	6
55	8.11	4				8.11	8.17	6
56	8.14	3		8.14			8.20	6
57	8.17	3	8.17				8.24	7
58	8.18	1			8.18		8.25	7
59	8.21	3				8.21	8.27	6
60	8.23	2		8.23			8.30	7
61	8.25	2	8.25				8.32	7

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.9 (ต่อ)

ลำดับที่	เข้า	ระยะเวลาห่างของการมาถึง	เวลาที่ได้รับบริการ				เสร็จ	เวลาการให้บริการ
			1	2	3	4		
62	8.28	3			8.28		8.34	6
63	8.31	3				8.31	8.37	6
64	8.35	4		8.35			8.41	6
65	8.36	1	8.36				8.42	6
66	8.39	3				8.39	8.44	5
67	8.42	3	8.43				8.50	7
68	8.46	4				8.46	8.52	6
69	8.48	2	8.51				8.57	6
70	8.49	1				8.53	8.59	6
71	8.51	2	8.58				9.04	6
72	8.54	3				9.00	9.05	5
73	8.55	1	9.05				9.11	6
74	8.56	1				9.06	9.11	5
75	8.58	2	9.12				9.17	5
76	8.59	1				9.12	9.16	4
77	9.01	2				9.17	9.22	5
78	9.05	4	9.18				9.24	6
79	9.08	3				9.23	9.28	5
80	9.11	3	9.25				9.31	6
81	9.13	2				9.29	9.33	4
82	9.16	3	9.32				9.37	5
83	9.19	3			9.33		9.38	5
84	9.23	4		9.33			9.39	6
85	9.27	4				9.33	9.39	6
86	9.31	4	9.38				9.44	6
87	9.35	4			9.39		9.45	6
88	9.37	2		9.40			9.46	6
89	9.42	5				9.42	9.48	6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.9 (ต่อ)

ลำดับที่	เข้า	ระยะเวลาห่างของการมาถึง	เวลาที่ได้รับบริการ				เสร็จ	เวลาการให้บริการ
			1	2	3	4		
90	9.43	1	9.45				9.51	6
91	9.45	2			9.46		9.52	6
92	9.46	1		9.47			9.53	6
93	9.47	1				9.49	9.55	6
94	9.48	1	9.52				9.57	5
95	9.49	1			9.53		9.58	5
96	9.51	2		9.54			10.01	7
97	9.52	1				9.56	10.02	6
98	9.53	1	9.58				10.04	6
99	9.55	2			9.59		10.05	6
100	9.59	4		10			10.07	5

ข้อมูลรถบรรทุก

ตารางที่ 3.10 ข้อมูลรถบรรทุก

ลำดับที่	เข้า	ระยะเวลาห่างของการมาถึง	เวลาที่ได้รับบริการ				เสร็จ	เวลาการให้บริการ
			5	6	7	8		
1	6.01		6.21				6.45	24
2	6.09	8		6.25			6.48	23
3	6.15	6	6.46				7.11	25
4	6.21	6		6.49			7.15	26
5	6.29	8	7.12				7.35	23
6	6.37	8		7.16			7.39	23
7	6.44	7	7.36				7.59	23
8	6.54	10		7.40			8.03	23
9	7.03	9	8.00				8.25	25
10	7.15	12		8.04			8.31	27
11	7.26	11	8.26				8.49	23
12	7.34	8		8.32			8.57	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.10 (ต่อ)

ลำดับที่	เข้า	ระยะเวลาห่างของการมาถึง	เวลาที่ได้รับบริการ				เสร็จ	เวลาการให้บริการ
			5	6	7	8		
13	7.37	3	8.50				9.14	24
14	7.43	6		8.58			9.21	23
15	7.49	6	9.15				9.39	24
16	7.56	7		9.22			2.47	25
17	8.03	7	9.40				10.04	24
18	8.07	4		9.48			10.15	27
19	8.12	5	10.05				10.31	26
20	8.21	9		10.16			10.41	25

ลูกค้าที่มาใช้บริการของสถานีบริการก๊าซธรรมชาติ (NGV) เป็นผู้มีรายได้โดยเฉลี่ย 100 บาทต่อชั่วโมง และปัจจุบันสถานีบริการก๊าซธรรมชาติ (NGV) มีจำนวนหัวจ่ายทั้งหมด 8 หัวจ่าย เป็นหัวจ่ายสำหรับรถยนต์ 4 หัวจ่าย สำหรับรถบรรทุก 4 หัวจ่าย มีพนักงานหน้าลานที่คอยให้บริการลูกค้า 2 คน เงินเดือนพนักงานรวมค่าเครื่องแบบ สวัสดิการและเงินโบนัส เฉลี่ยแล้วค่าใช้จ่ายในการให้บริการของหน่วยให้บริการหนึ่งหน่วยเท่ากับ 50 บาท/ชั่วโมง

เนื่องจากการคำนวณในระบบนี้ใช้อัตราส่วนเป็น คัน/นาที ดังนั้นจึงต้องแปลงอัตราส่วนข้างต้นให้เป็นนาทีก่อนเพื่อให้สะดวกในการอ่านและวิเคราะห์ค่าที่ได้จากระบบ ดังนี้

ค่าใช้จ่ายในการให้บริการของหน่วยให้บริการหนึ่งหน่วยต่อหนึ่งหน่วยเวลา

เวลา 60 นาทีมีค่าใช้จ่ายในการให้บริการของหน่วยให้บริการหนึ่งหน่วย 50 บาท

เวลา 1 นาทีมีค่าใช้จ่ายในการให้บริการของหน่วยให้บริการหนึ่งหน่วย 50/60 บาท

ดังนั้นค่าใช้จ่ายในการให้บริการของหน่วยให้บริการหนึ่งหน่วย เท่ากับ 0.83 บาท/นาที

ค่าใช้จ่ายในการรอของลูกค้าหนึ่งคนต่อหนึ่งหน่วยเวลา

เวลา 60 นาทีมีค่าใช้จ่ายในการรอของลูกค้าหนึ่งคน 100 บาท

เวลา 1 นาทีมีค่าใช้จ่ายในการรอของลูกค้าหนึ่งคน 100/60 บาท

ดังนั้นค่าใช้จ่ายในการให้บริการของหน่วยให้บริการหนึ่งหน่วย เท่ากับ 1.67 บาท/นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลที่ได้จากการพัฒนาระบบ

ผลที่ได้จากการพัฒนาระบบ ซึ่งใช้ Model ระบบแถวคอยแบบหลายช่องทาง-ขั้นตอนเดียว (Multi-Channel-Single-Phase System) คือระบบแถวคอยที่มีผู้ให้ บริการมากกว่าหนึ่งหน่วย และมีขั้นตอนเดียว ใช้สูตรการคำนวณดังต่อไปนี้

$$\rho = \frac{\lambda}{s\mu} \tag{4.1}$$

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{n=0}^{s-1} (\frac{\lambda}{\mu!})^n / n! + (\frac{\lambda}{\mu!})^s / s! \frac{(s\mu)}{(s\mu - \lambda)}}$$

$$L_q = P_0 \left[((\frac{\lambda}{\mu!})^s \rho) / s!(1-\rho)^2 \right]$$

$$L = L_q + \frac{\lambda}{\mu}$$

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda}$$

$$W = W_q + \frac{1}{\mu}$$

$$P_n = P_0 \frac{(\lambda/\mu)^n}{n!} \quad \text{เมื่อ} \quad n \leq s$$

$$P_n = P_0 \frac{(\lambda/\mu)^n}{s! s^{n-s}} \quad \text{เมื่อ} \quad n \geq s$$

สมมติฐานของตัวแบบ M/M/s คืออัตราการมารับบริการน้อยกว่าอัตราการให้บริการ หรือ $\lambda < s\mu$ เมื่อ

λ = อัตราการเข้ามารับบริการ (จำนวนลูกค้าโดยเฉลี่ยที่เข้ามารับบริการในหนึ่งหน่วยเวลา)

μ = อัตราการให้บริการ (จำนวนลูกค้าโดยเฉลี่ยที่หน่วยบริการให้บริการได้ในหนึ่งหน่วยเวลา)

$1/\mu$ = เวลาโดยเฉลี่ยที่ใช้ในการบริการลูกค้า 1 ราย

ρ = ความน่าจะเป็นที่ระบบจะทำงาน

P_0 = ความน่าจะเป็นที่ระบบจะว่างงาน

L = จำนวนลูกค้าโดยเฉลี่ยที่อยู่ในระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

L_q = จำนวนลูกค้าโดยเฉลี่ยที่อยู่ในระบบแถวคอย

W = เวลาเฉลี่ยที่ลูกค้าแต่ละคนเสียไปในการรับบริการในระบบ

W_q = เวลาเฉลี่ยที่ลูกค้าแต่ละคนเสียไปในการรับบริการในระบบ ในการรออยู่ในระบบแถวคอย

ข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณในระบบจากบทที่ 3 สามารถนำมาคำนวณได้ ทั้งจากการคำนวณด้วยระบบบริหารจัดการสถานีบริการก๊าซ NGV และโปรแกรม Arena ซึ่งเป็นโปรแกรมจำลองการทำงานของระบบ

4.1 วิธีการที่ใช้ในการคำนวณ

4.1.1 วิธีการที่ใช้คำนวณรถยนต์

ผลรวมระยะเวลาห่างของการมาถึงระบบของลูกค้าจำนวน 100 ราย มีค่าเท่ากับ 237 นาที แสดงว่าในเวลา 237 นาที มีลูกค้าเข้ามารับบริการ 100 ราย และการให้บริการของหน่วยให้บริการซึ่งมีทั้งหมด 4 หน่วย แยกเป็นการให้บริการของแต่ละหน่วย ดังนี้ หัวจ่ายที่ 1 ให้บริการลูกค้า 28 ราย ใช้เวลาให้บริการรวม 168 นาที หัวจ่ายที่ 2 ให้บริการลูกค้า 22 ราย ใช้เวลาในการให้บริการรวม 136 นาที หัวจ่ายที่ 3 ให้บริการลูกค้า 20 ราย ใช้เวลาให้บริการรวม 122 นาที หัวจ่ายที่ 4 ให้บริการลูกค้า 30 ราย ใช้เวลาในการให้บริการรวม 184 นาที รวมเวลาการให้บริการลูกค้า 100 ราย ใช้เวลาในการให้บริการ 610 นาที ซึ่งการวิเคราะห์ระบบแถวคอยจะต้องใช้ข้อมูลในลักษณะอัตราส่วนการมารับบริการและอัตราส่วนการให้บริการต่อหนึ่งหน่วยเวลา ซึ่งสามารถนำข้อมูลมาคำนวณได้ดังต่อไปนี้

วิธีการคำนวณ

อัตราการเข้ามารับบริการ (λ)

เวลา	237	นาที มีรถยนต์เข้ามารับบริการ	100	คัน
เวลา	1	นาที มีรถยนต์เข้ามารับบริการ	(1*100) / 237	คัน
ดังนั้นอัตราการเข้ามารับบริการมีค่าเท่ากับ			0.423	คัน/นาที

อัตราการให้บริการ (μ)

เวลา	610	นาที มีรถยนต์เข้ามารับบริการ	100	คัน
เวลา	1	นาที มีรถยนต์เข้ามารับบริการ	(1*100) / 610	คัน
ดังนั้นอัตราการเข้ามารับบริการมีค่าเท่ากับ			0.164	คัน/นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการบริการลูกค้า 1 ราย ($\frac{1}{\mu}$)

เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการบริการลูกค้า 1 ราย $= \frac{1}{\mu}$

$= \frac{1}{0.164}$

$= 6.098$ นาที

1. กรณีที่มีหน่วยให้บริการ 2 หัวจ่าย

ความน่าจะเป็นที่ระบบจะทำงาน (ρ)

จากสูตร $\rho = \frac{\lambda}{s\mu}$ สามารถหาความน่าจะเป็นที่ระบบจะทำงานได้ดังนี้

$\rho = \frac{\lambda}{s\mu}$

$= \frac{0.423}{2(0.164)}$

$= \frac{0.423}{0.328}$

จากสมมติฐานของตัวแบบ M/M/s คืออัตราการมารับบริการน้อยกว่าอัตราการให้บริการ หรือ $\lambda < s\mu$ แต่ในกรณีนี้พบว่าอัตราการมารับบริการมากกว่าอัตราการให้บริการ หรือ $\lambda > s\mu$ ดังนั้นจึงไม่จำเป็นต้องคำนวณต่อไป และสามารถสรุปได้ว่าการเปิดให้บริการเพียง 2 หัวจ่ายนั้นไม่สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้อย่างพอเพียง ส่วนบริการจะถูกใช้งานเต็มกำลังและมีการเข้าแถวรอคอยเกิดขึ้น และความยาวแถวคอยจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ

2. กรณีที่มีหน่วยให้บริการ 3 หัวจ่าย

ความน่าจะเป็นที่ระบบจะทำงาน (ρ)

จากสูตร $\rho = \frac{\lambda}{s\mu}$ สามารถหาความน่าจะเป็นที่ระบบจะทำงานได้ดังนี้

$\rho = \frac{\lambda}{s\mu}$

$= \frac{0.423}{3(0.164)}$

$= \frac{0.423}{0.492} = 0.859$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความน่าจะเป็นที่ระบบจะว่าง (P_0)

จากสูตร $P_0 = \dfrac{1}{\sum_{n=0}^{s-1}\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n \frac{1}{n!} + \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^s \frac{1}{s!}\frac{s\mu}{(s\mu-\lambda)}}$ สามารถหาความน่าจะเป็นที่ระบบจะว่างได้ดังนี้

$$P_0 = \frac{1}{\left(\frac{2.579^0}{0!}+\frac{2.579^1}{1!}+\frac{2.579^2}{2!}\right)+\left(\frac{2.579^3}{3!}\times\frac{3(0.164)}{3(0.164)-0.423}\right)}$$

$P_0 = 0.0366$

ซึ่งค่า P_0 นี้ สามารถตรวจสอบความถูกต้องในการคำนวณได้จากตาราง P_0 for Multiple Channel Queue ได้จากภาคผนวก ซึ่งในการใช้ตารางดังกล่าวจะต้องคำนวณค่า $\frac{\lambda}{s\mu}$ ก่อน แล้วนำค่าที่ได้ไปตรวจคำตอบในตาราง เช่น จากข้างต้น ผู้จัดทำโครงการสามารถคำนวณค่า $\frac{\lambda}{s\mu}$ ได้เท่ากับ 0.859 หรือ 0.86 โดยประมาณ จึงไปดูในตารางสดมภ์บรรทัดที่ 0.86 ดูค่าในสดมภ์ที่ s = 3 ได้ค่า $P_0 = 0.0366$ ซึ่งเท่ากับค่าที่คำนวณได้ข้างต้น

จำนวนลูกค้าเฉลี่ยที่อยู่ในระบบแถวคอย (L_q)

จากสูตร $L_q = P_0 \dfrac{\left(\left[\frac{\lambda}{\mu}\right]^s \rho\right)}{s!(1-\rho)^2}$

$$L_q = (0.0366)\frac{\left([2.579]^3 0.859\right)}{3!(1-0.859)^2}$$

$$L_q = (0.0366)\frac{(17.154\times 0.859)}{6(0.0199)}$$

$L_q = 4.517$ คัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวนลูกค้าโดยเฉลี่ยที่อยู่ในระบบ (L)

จากสูตร $L = L_q + \frac{\lambda}{\mu}$

$$L = 4.517 + \frac{0.423}{0.164}$$

$$L = 4.517 + 2.579$$

$$L = 7.096 \text{ คัน}$$

เวลาโดยเฉลี่ยที่ลูกค้าแต่ละคนเสียไปในการรออยู่ในแถวคอย (W_q)

จากสูตร $W_q = \frac{L_q}{\lambda}$

$$W_q = \frac{4.517}{0.423}$$

$$W_q = 10.678 \text{ นาที}$$

เวลาโดยเฉลี่ยที่ลูกค้าแต่ละคนเสียไปในการรับบริการอยู่ในระบบ (W)

จากสูตร $W = W_q + \frac{1}{\mu}$

$$W = 10.678 + \frac{1}{0.164}$$

$$W = 16.776 \text{ นาที}$$

ค่าใช้จ่ายในการให้บริการ

จากสูตร $s \cdot C_s$

$= 3\ (0.83)$

$= 2.49$ บาท

ค่าใช้จ่ายในการรอ

จากสูตร $L \cdot C_w$

$= 7.096\ (1.67)$

$= 11.85$ บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าใช้จ่ายรวม

จากสูตร $s \cdot C_s + L \cdot C_w$

$= 2.49 + 11.85$

$= 14.34$ บาท

3. กรณีที่มีหน่วยให้บริการ 4 หัวจ่าย

ความน่าจะเป็นที่ระบบจะทำงาน (ρ)

จากสูตร $\rho = \frac{\lambda}{s\mu}$ สามารถหาความน่าจะเป็นที่ระบบจะทำงานได้ดังนี้

$$\rho = \frac{\lambda}{s\mu}$$

$$= \frac{0.423}{4(0.164)}$$

$$= \frac{0.423}{0.656}$$

$$= 0.644$$

ความน่าจะเป็นที่ระบบจะว่าง (P_0)

จากสูตร $P_0 = \frac{1}{\sum_{n=0}^{s-1} (\frac{\lambda}{\mu})^n + (\frac{\lambda}{\mu})^s \frac{(s\mu s}{(s\mu - \lambda)}}$ สามารถหาความน่าจะเป็นที่ระบบจะว่างได้ดังนี้

$$P_0 = \frac{1}{\left(\frac{2.579^0}{0!} + \frac{2.579^1}{1!} + \frac{2.579^2}{2!} + \frac{2.579^3}{3!}\right) + \left(\frac{2.579^4}{4!} \times \frac{4(0.164)}{4(0.164) - 0.423}\right)}$$

$P_0 = 0.0685$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวนลูกค้าเฉลี่ยที่อยู่ในระบบแถวคอย (L_q)

จากสูตร $L_q = P_0 \dfrac{\left(\left[\dfrac{\lambda}{\mu}\right]^s \rho\right)}{s!(1-\rho)^2}$

$$L_q = (0.0685)\frac{\left([2.579]^4\, 0.644\right)}{4!(1-0.644)^2}$$

$$L_q = (0.0685)\frac{(44.239 \times 0.644)}{24(0.127)}$$

$$L_q = (0.0685)\frac{28.489}{3.048}$$

$$L_q = (0.0685)*(9.347)$$

L_q = 0.640 คัน

จำนวนลูกค้าโดยเฉลี่ยที่อยู่ในระบบ (L)

จากสูตร $L = L_q + \dfrac{\lambda}{\mu}$

$$L = 0.640 + \frac{0.423}{0.164}$$

$$L = 0.640 + 2.579$$

L = 3.219 คัน

เวลาโดยเฉลี่ยที่ลูกค้าแต่ละคนเสียไปในการรออยู่ในแถวคอย (W_q)

จากสูตร $W_q = \dfrac{L_q}{\lambda}$

$$W_q = \frac{0.640}{0.423}$$

W_q = 1.51 นาที

เวลาโดยเฉลี่ยที่ลูกค้าแต่ละคนเสียไปในการรับบริการอยู่ในระบบ (W)

จากสูตร $W = W_q + \dfrac{1}{\mu}$

$$W = 1.51 + \frac{1}{0.164}$$

$$W = 1.51 + 6.098$$

W = 7.608 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าใช้จ่ายในการให้บริการ

จากสูตร $s \cdot C_s$

$= 4\ (0.83)$ $= 3.32$ บาท

ค่าใช้จ่ายในการรอ

จากสูตร $L \cdot C_w$

$= 3.219\ (1.67)$ $= 5.38$ บาท

ค่าใช้จ่ายรวม

จากสูตร $s \cdot C_s + L \cdot C_w$

$= 3.32 + 5.38$ $= 8.70$ บาท

4. กรณีที่มีหน่วยให้บริการ 5 หัวจ่าย

ความน่าจะเป็นที่ระบบจะทำงาน (ρ)

จากสูตร $\rho = \frac{\lambda}{s\mu}$ สามารถหาความน่าจะเป็นที่ระบบจะทำงานได้ดังนี้

$$\rho = \frac{\lambda}{s\mu}$$

$$= \frac{0.423}{5(0.164)}$$

$$= \frac{0.423}{0.82} = 0.516$$

ความน่าจะเป็นที่ระบบจะว่าง (P_0)

จากสูตร $P_0 = \frac{1}{\sum_{n=0}^{n=s-1} (\frac{\lambda}{\mu})^n + (\frac{\lambda}{\mu})^s \frac{(s\mu)}{(s\mu - \lambda)}}$ สามารถหาความน่าจะเป็นที่ระบบจะว่างได้ดังนี้

$$P_0 = \frac{1}{\left(\frac{2.579^0}{0!} + \frac{2.579^1}{1!} + \frac{2.579^2}{2!} + \frac{2.579^3}{3!} + \frac{2.579^4}{4!}\right) + \left(\frac{2.579^5}{5!} \times \frac{5(0.164)}{5(0.164) - 0.423}\right)}$$

$P_0 = 0.0721$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวนลูกค้าเฉลี่ยที่อยู่ในระบบแถวคอย (L_q)

จากสูตร $L_q = P_0 \dfrac{\left(\left[\dfrac{\lambda}{\mu}\right]^s \rho\right)}{s!(1-\rho)^2}$

$$L_q = (0.0721)\frac{\left([2.579]^5 0.516\right)}{5!(1-0.516)^2}$$

$$L_q = (0.0721)\frac{(114.092 \times 0.516)}{120(0.234)}$$

$$L_q = (0.0721)\frac{58.871}{28.08}$$

$$L_q = (0.0721)*(2.097)$$

L_q = 0.151 คัน

จำนวนลูกค้าโดยเฉลี่ยที่อยู่ในระบบ (L)

จากสูตร $L = L_q + \dfrac{\lambda}{\mu}$

$$L = 0.151 + \frac{0.423}{0.164}$$

L = 0.151 + 2.579

L = 2.730 คัน

เวลาโดยเฉลี่ยที่ลูกค้าแต่ละคนเสียไปในการรออยู่ในแถวคอย (W_q)

จากสูตร $W_q = \dfrac{L_q}{\lambda}$

$$W_q = \frac{0.151}{0.423}$$

W_q = 0.357 นาที

เวลาโดยเฉลี่ยที่ลูกค้าแต่ละคนเสียไปในการรับบริการอยู่ในระบบ (W)

จากสูตร $W = W_q + \dfrac{1}{\mu}$

$$W = 0.357 + \frac{1}{0.164}$$

W = 0.357 + 6.098

W = 6.455 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าใช้จ่ายในการให้บริการ

จากสูตร $s \cdot C_s$

$= 5\ (0.83)$

$= 4.15$ บาท

ค่าใช้จ่ายในการรอ

จากสูตร $L \cdot C_w$

$= 2.73\ (1.67)$

$= 4.56$ บาท

ค่าใช้จ่ายรวม

จากสูตร $s \cdot C_s + L \cdot C_w$

$= 4.15 + 4.56$

$= 8.71$ บาท

5. กรณีที่มีหน่วยให้บริการ 6 หัวจ่าย

ความน่าจะเป็นที่ระบบจะทำงาน (ρ)

จากสูตร $\rho = \frac{\lambda}{s\mu}$ สามารถหาความน่าจะเป็นที่ระบบจะทำงานได้ดังนี้

$$\rho = \frac{\lambda}{s\mu}$$

$$= \frac{0.423}{6(0.164)}$$

$$= \frac{0.423}{0.984}$$

$$= 0.429$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความน่าจะเป็นที่ระบบจะว่าง (P_0)

จากสูตร $P_0 = \dfrac{1}{\sum_{n=0}^{n=s-1} (\frac{\lambda}{\mu})^n + (\frac{\lambda}{\mu})^s \frac{(s\mu)}{(s\mu-\lambda)}}$ สามารถหาความน่าจะเป็นที่ระบบจะว่างได้ดังนี้

$$P_0 = \frac{1}{\left(\frac{2.579^0}{0!}+\frac{2.579^1}{1!}+\frac{2.579^2}{2!}+\frac{2.579^3}{3!}+\frac{2.579^4}{4!}+\frac{2.579^5}{5!}\right)+\left(\frac{2.579^6}{6!}\times\frac{6(0.164)}{6(0.164)-0.423}\right)}$$

$P_0 = 0.0753$

จำนวนลูกค้าเฉลี่ยที่อยู่ในระบบแถวคอย (L_q)

จากสูตร $L_q = P_0 \dfrac{\left(\left[\frac{\lambda}{\mu}\right]^s \rho\right)}{s!(1-\rho)^2}$

$$L_q = (0.0753)\frac{\left([2.579]^6 0.429\right)}{6!(1-0.429)^2}$$

$$L_q = (0.0753)\frac{\left(294.244\times 0.429\right)}{720(0.326)}$$

$$L_q = (0.0753)\frac{126.230}{234.72}$$

$L_q = (0.0753)*(0.538)$

$L_q = 0.041$ คัน

จำนวนลูกค้าโดยเฉลี่ยที่อยู่ในระบบ (L)

จากสูตร $L = L_q + \dfrac{\lambda}{\mu}$

$$L = 0.041 + \frac{0.423}{0.164}$$

$L = 0.041 + 2.579$

$L = 2.62$ คัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลาโดยเฉลี่ยที่ลูกค้าแต่ละคนเสียไปในการรออยู่ในแถวคอย (W_q)

จากสูตร $W_q = \frac{L_q}{\lambda}$

$$W_q = \frac{0.041}{0.423}$$

W_q = 0.097 นาที

เวลาโดยเฉลี่ยที่ลูกค้าแต่ละคนเสียไปในการรับบริการอยู่ในระบบ (W)

จากสูตร $W = W_q + \frac{1}{\mu}$

$$W = 0.097 + \frac{1}{0.164}$$

W = 0.097 + 6.098

W = 6.195 นาที

ค่าใช้จ่ายในการให้บริการ

จากสูตร ค่าใช้จ่ายในการให้บริการ $= s \cdot C_s$ (4.2)

$= 6\ (0.83)$

$= 4.98$ บาท

ค่าใช้จ่ายในการรอ

จากสูตร ค่าใช้จ่ายในการรอ $= L \cdot C_s$ (4.3)

$= 2.62\ (1.67)$

$= 4.38$ บาท

ค่าใช้จ่ายรวม

จากสูตร ค่าใช้จ่ายรวม $= s \cdot C_s + L \cdot C_w$ (4.4)

$= 4.98 + 4.38$

$= 9.36$ บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 เปรียบเทียบการดำเนินงาน หน่วยให้บริการรถยนต์ จำนวน 3-6 หัวจ่าย

	M/M/3	M/M/4	M/M/5	M/M/6
λ	0.423	0.423	0.423	0.423
μ	0.164	0.164	0.164	0.164
ρ	0.859	0.644	0.516	0.429
P_0	0.0366	0.0685	0.0721	0.0753
L_q (คัน)	4.517	0.640	0.151	0.041
L (คัน)	7.096	3.219	2.730	2.620
W_q (นาที)	10.678	1.510	0.357	0.097
W (นาที)	16.776	7.608	6.455	6.195
ค่าใช้จ่ายในการบริการ	2.49	3.32	4.15	4.98
ค่าใช้จ่ายในการรอ	11.85	5.38	4.56	4.38
ค่าใช้จ่ายรวม	14.34	8.70	8.71	9.36

จากตารางเปรียบเทียบการดำเนินงานตั้งแต่ 3 หัวจ่ายถึง 6 หัวจ่าย พบว่าการเปิดหน่วยให้บริการที่ 4 หัวจ่าย จะมีค่าใช้จ่ายรวมน้อยที่สุด ถึงแม้ว่า เวลาโดยเฉลี่ยที่ลูกค้าแต่ละคนเสียไปในการรับบริการอยู่ในระบบ (W) จะมากกว่าการเปิดหน่วยบริการ 5 และ 6 หัวจ่าย และมีค่าใช้จ่ายในการให้บริการมากกว่าการเปิดหน่วยบริการ 3 หัวจ่ายก็ตาม

จากข้อมูลข้างต้น ผู้บริหารสามารถนำไปใช้ในการตัดสินใจ เพื่อพัฒนาหรือปรับปรุงการให้บริการที่ดีแก่ลูกค้า และมีค่าใช้จ่ายในการให้บริการที่เหมาะสมที่สุด ในการทำให้ค่าใช้จ่ายรวมต่ำที่สุด เป็นการรักษาสมดุลในด้านค่าใช้จ่ายระหว่างผู้ให้บริการและผู้รับบริการ

4.1.2 วิธีการที่ใช้คำนวณรถบรรทุก

ผลรวมระยะเวลาห่างของการมาถึงระบบของลูกค้าจำนวน 20 ราย มีค่าเท่ากับ 140 นาที แสดงว่าในเวลา 140 นาที มีลูกค้าเข้ามารับบริการ 20 ราย และการให้บริการของหน่วยให้บริการซึ่งมีทั้งหมด 2 หน่วย แยกเป็นการให้บริการของแต่ละหน่วย ดังนี้ หัวจ่ายที่ 5 ให้บริการลูกค้า 10 ราย ใช้เวลาให้บริการรวม 241 นาที หัวจ่ายที่ 6 ให้บริการลูกค้า 10 ราย ใช้เวลาในการให้บริการรวม 247 นาที รวมเวลาการให้บริการลูกค้า 20 ราย ใช้เวลาในการให้บริการ 488 นาที ซึ่งการวิเคราะห์ระบบแถวคอยจะต้องใช้ข้อมูลในลักษณะอัตราส่วนการมารับบริการและอัตราส่วนการให้บริการต่อหนึ่งหน่วยเวลา ซึ่งสามารถนำข้อมูลมาคำนวณได้ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราการเข้ามารับบริการ (λ)

เวลา 140 นาที มีบรรทุกเข้ามารับบริการ 20 คัน

เวลา 1 นาที มีรถยนต์เข้ามารับบริการ (1*20) / 140 คัน

ดังนั้นอัตราการเข้ามารับบริการมีค่าเท่ากับ 0.143 คัน/นาที

อัตราการให้บริการ (μ)

เวลา 488 นาที มีรถยนต์เข้ามารับบริการ 20 คัน

เวลา 1 นาที มีรถยนต์เข้ามารับบริการ (1*20) / 488 คัน

ดังนั้นอัตราการเข้ามารับบริการมีค่าเท่ากับ 0.041 คัน/นาที

เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการบริการลูกค้า 1 ราย ($\frac{1}{\mu}$)

เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการบริการลูกค้า 1 ราย $= \frac{1}{\mu}$

$= \frac{1}{0.041} =$ 24.39 นาที

1. กรณีที่มีหน่วยให้บริการ 2 หัวจ่าย

ความน่าจะเป็นที่ระบบจะทำงาน (ρ)

จากสูตร $\rho = \frac{\lambda}{s\mu}$ สามารถหาความน่าจะเป็นที่ระบบจะทำงานได้ดังนี้

$\rho = \frac{\lambda}{s\mu}$

$= \frac{0.143}{2(0.041)} = \frac{0.143}{0.082}$

จากสมมติฐานของตัวแบบ M/M/s คืออัตราการมารับบริการน้อยกว่าอัตราการให้บริการ หรือ $\lambda < s\mu$ แต่ในกรณีนี้พบว่าอัตราการมารับบริการมากกว่าอัตราการให้บริการ หรือ $\lambda > s\mu$ ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าการเปิดให้บริการเพียง 2 หัวจ่ายนั้นไม่สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ ส่วนบริการจะถูกใช้งานเต็มกำลังและมีการเข้าแถวรอคอยเกิดขึ้น และความยาวแถวคอยจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จากสมมติฐาน $\lambda < s\mu$ พบว่าจะต้องใช้หัวจ่ายอย่างน้อย 4 หัวจ่ายจึงจะสามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ในระดับหนึ่ง โดยคำนวณได้ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. กรณีที่มีหน่วยให้บริการ 4 หัวจ่าย

ความน่าจะเป็นที่ระบบจะทำงาน (ρ)

จากสูตร $\rho = \frac{\lambda}{s\mu}$ สามารถหาความน่าจะเป็นที่ระบบจะทำงานได้ดังนี้

$$\rho = \frac{\lambda}{s\mu}$$

$$= \frac{0.143}{4(0.041)}$$

$$= \frac{0.143}{0.164}$$

$$= 0.872$$

ความน่าจะเป็นที่ระบบจะว่าง (P_0)

จากสูตร $P_0 = \frac{1}{\sum_{n=0}^{s-1} \frac{(\frac{\lambda}{\mu})^n}{n!} + \frac{(\frac{\lambda}{\mu})^s}{s!}\frac{(s\mu)}{(s\mu-\lambda)}}$ สามารถหาความน่าจะเป็นที่ระบบจะว่างได้ดังนี้

$$P_0 = \frac{1}{\left(\frac{3.488^0}{0!} + \frac{3.488^1}{1!} + \frac{3.488^2}{2!} + \frac{3.488^3}{3!}\right) + \left(\frac{3.488^4}{4!} \times \frac{4(0.041)}{4(0.041)-0.143}\right)}$$

$$P_0 = 0.0155$$

จำนวนลูกค้าเฉลี่ยที่อยู่ในระบบแถวคอย (L_q)

จากสูตร $L_q = P_0 \frac{\left(\left[\frac{\lambda}{\mu}\right]^s \rho\right)}{s!(1-\rho)^2}$

$$L_q = (0.0155)\frac{\left([3.488]^4\, 0.872\right)}{4!(1-0.872)^2}$$

$$L_q = (0.0155)\frac{(148.015 \times 0.872)}{24(0.016)}$$

$$L_q = (0.0155)\frac{129.069}{0.384}$$

$$L_q = (0.0155)*(336.117)$$

$$L_q = 5.21 \text{ คัน}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวนลูกค้าโดยเฉลี่ยที่อยู่ในระบบ (L)

จากสูตร $L = L_q + \frac{\lambda}{\mu}$

$$L = 5.21 + \frac{0.143}{0.041}$$

L = 5.21 + 3.488

L = 8.698 คัน

เวลาโดยเฉลี่ยที่ลูกค้าแต่ละคนเสียไปในการรออยู่ในแถวคอย (W_q)

จากสูตร $W_q = \frac{L_q}{\lambda}$

$$W_q = \frac{5.21}{0.143}$$

W_q = 36.434 นาที

เวลาโดยเฉลี่ยที่ลูกค้าแต่ละคนเสียไปในการรับบริการอยู่ในระบบ (W)

จากสูตร $W = W_q + \frac{1}{\mu}$

$$W = 36.434 + \frac{1}{0.041}$$

W = 36.434 + 24.390

W = 60.824 นาที

ค่าใช้จ่ายในการให้บริการ

จากสูตร $s \cdot C_s$

= 4 (0.83)

= 3.32 บาท

ค่าใช้จ่ายในการรอ

จากสูตร $L \cdot C_w$

= 8.698 (1.67)

= 14.526 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าใช้จ่ายรวม

จากสูตร $s \cdot C_s + L \cdot C_w$

$= 3.32 + 14.526$

$= 17.846$ บาท

2. กรณีที่มีหน่วยให้บริการ 5 หัวจ่าย

ความน่าจะเป็นที่ระบบจะทำงาน (ρ)

จากสูตร $\rho = \frac{\lambda}{s\mu}$ สามารถหาความน่าจะเป็นที่ระบบจะทำงานได้ดังนี้

$$\rho = \frac{\lambda}{s\mu}$$

$$= \frac{0.143}{5(0.041)}$$

$$= \frac{0.143}{0.205}$$

$$= 0.698$$

ความน่าจะเป็นที่ระบบจะว่าง (P_0)

จากสูตร $P_0 = \frac{1}{\sum_{n=0}^{n=s-1}(\frac{\lambda}{\mu})^n + (\frac{\lambda}{\mu})^s \frac{(s\mu s}{(s\mu - \lambda)}}$ สามารถหาความน่าจะเป็นที่ระบบจะว่างได้ดังนี้

$$P_0 = \frac{1}{\left(\frac{3.488^0}{0!} + \frac{3.488^1}{1!} + \frac{3.488^2}{2!} + \frac{3.488^3}{3!} + \frac{3.488^4}{4!}\right) + \left(\frac{3.488^5}{5!} \times \frac{5(0.041)}{5(0.041) - 0.143}\right)}$$

$P_0 = 0.0259$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวนลูกค้าเฉลี่ยที่อยู่ในระบบแถวคอย (L_q)

จากสูตร $L_q = P_0 \dfrac{\left(\left[\dfrac{\lambda}{\mu}\right]^s \rho\right)}{s!(1-\rho)^2}$

$$L_q = (0.0259)\frac{\left([3.488]^5 0.698\right)}{5!(1-0.698)^2}$$

$$L_q = (0.0259)\frac{(516.276 \times 0.698)}{120(0.091)}$$

$$L_q = (0.0259)\frac{360.361}{10.92}$$

$$L_q = (0.0259)*(33.00)$$

L_q = 0. 855 คัน

จำนวนลูกค้าโดยเฉลี่ยที่อยู่ในระบบ (L)

จากสูตร $L = L_q + \dfrac{\lambda}{\mu}$

$$L = 0.855 + \frac{0.143}{0.041}$$

L = 0.855 + 3.488

L = 4.343 คัน

เวลาโดยเฉลี่ยที่ลูกค้าแต่ละคนเสียไปในการรออยู่ในแถวคอย (W_q)

จากสูตร $W_q = \dfrac{L_q}{\lambda}$

$$W_q = \frac{0.855}{0.143}$$

W_q = 5.979 นาที

เวลาโดยเฉลี่ยที่ลูกค้าแต่ละคนเสียไปในการรับบริการอยู่ในระบบ (W)

จากสูตร $W = W_q + \dfrac{1}{\mu}$

$$W = 5.579 + \frac{1}{0.041}$$

W = 5.579 + 24.390

W = 30.542 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าใช้จ่ายในการให้บริการ

จากสูตร $s \cdot C_s$

$= 5 (0.83)$

$= 4.15$ บาท

ค่าใช้จ่ายในการรอ

จากสูตร $L \cdot C_w$

$= 4.343 (1.67)$

$= 7.25$ บาท

ค่าใช้จ่ายรวม

จากสูตร $s \cdot C_s + L \cdot C_w$

$= 4.15 + 7.25$

$= 11.40$ บาท

ตารางที่ 4.2 เปรียบเทียบการดำเนินงาน หน่วยให้บริการรถบรรทุก จำนวน 4-5 หัวจ่าย

	M/M/4	M/M/5
λ	0.143	0.143
μ	0.041	0.041
ρ	0.872	0.698
P_0	0.0155	0.0259
L_q (คัน)	5.21	0.855
L (คัน)	8.698	4.343
W_q (นาที)	36.434	5.979
W (นาที)	60.824	30.542
ค่าใช้จ่ายในการบริการ	3.32	4.15
ค่าใช้จ่ายในการรอ	14.526	7.25
ค่าใช้จ่ายรวม	17.846	11.40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลที่ได้จากการคำนวณด้วยระบบบริหารจัดการสถานีบริการก๊าซธรรมชาติ (NGV)

ขั้นตอนการใช้ระบบ

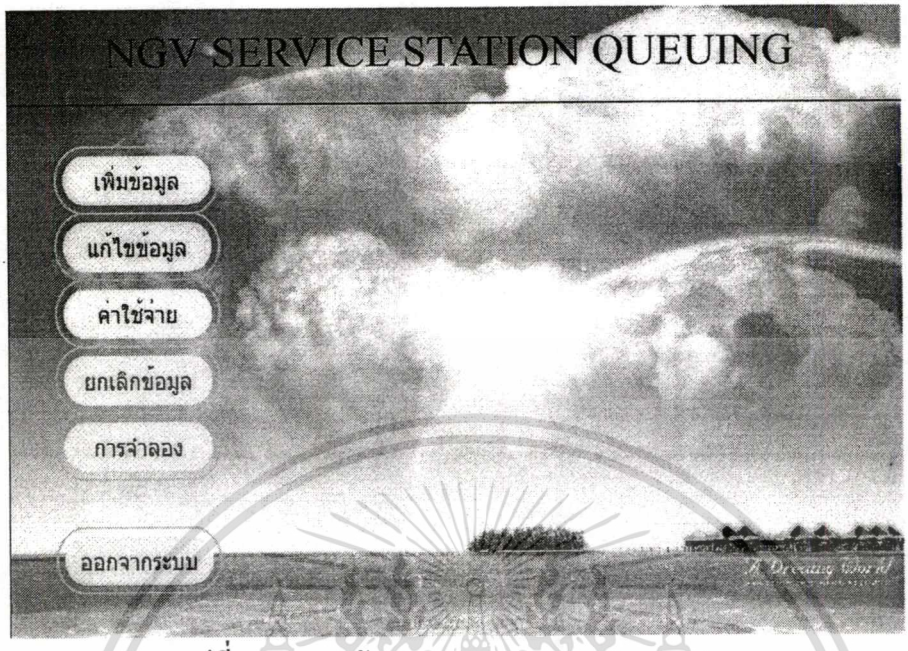
รูปที่ 4.1 NGV Service Station Icon

Double Click ที่ Icon NGV Service Station ที่อยู่บน Desktop เพื่อเข้าสู่ระบบ NGV Service Station

รูปที่ 4.2 หน้าแรกของระบบ NGV Service Station

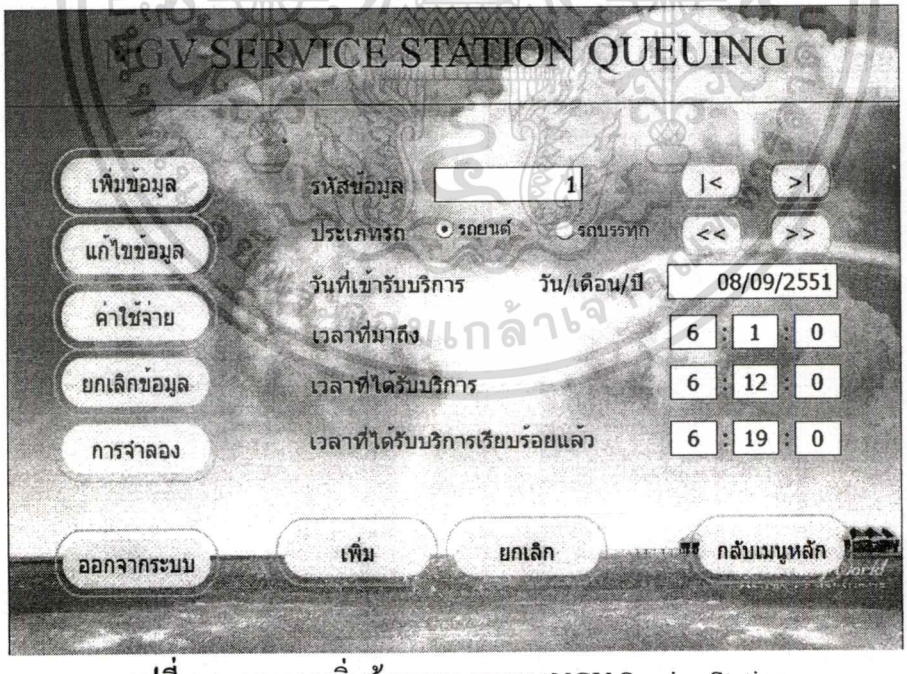
หน้าแรกของระบบ NGV Service Station ที่มีการกล่าวต้อนรับผู้ที่ต้องการใช้ระบบ เมื่อต้องการเข้าสู่ระบบ NGV Service Station ให้ Click ที่ **"เข้าสู่ระบบ"**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 เมนูหลักของระบบ NGV Service Station

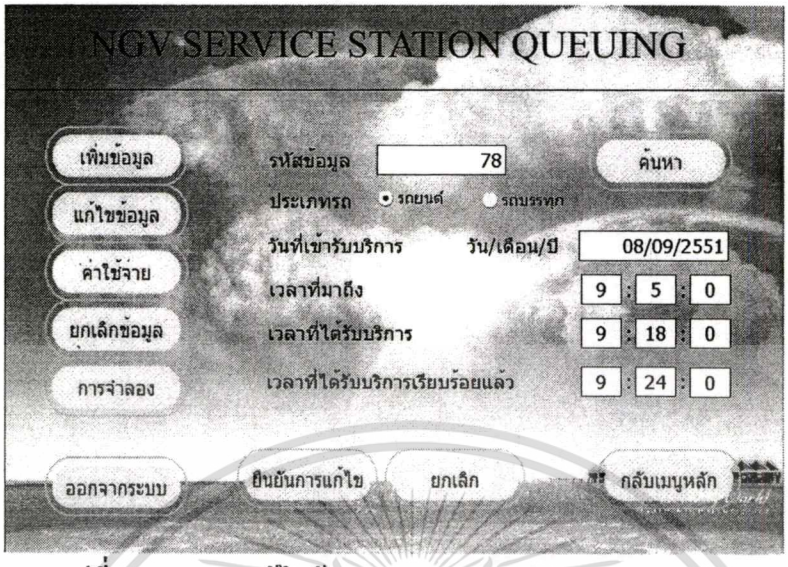
เมนูหลักของระบบ NGV Service Station ประกอบไปด้วย การเพิ่มข้อมูล การแก้ไขข้อมูล ค่าใช้จ่าย การยกเลิกข้อมูล การจำลองระบบ การออกจากระบบ



รูปที่ 4.4 เมนูการเพิ่มข้อมูลของระบบ NGV Service Station

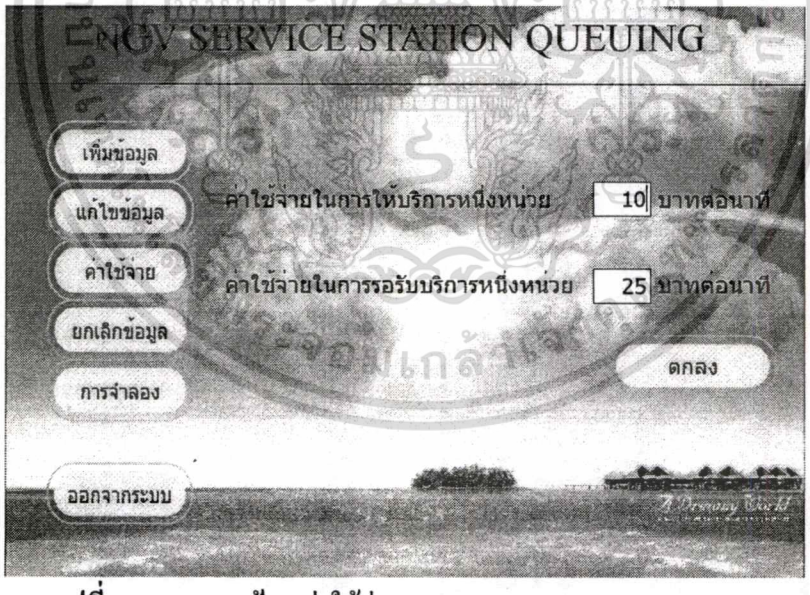
การเพิ่มข้อมูลของระบบ NGV Service Station ทำได้โดยการป้อนรหัสข้อมูล ประเภทของรถ วันและเวลาที่เข้ารับบริการ แล้ว Click ที่ปุ่มเพิ่ม เพื่อยืนยันการเพิ่มข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 เมนูการแก้ไขข้อมูลของระบบ NGV Service Station

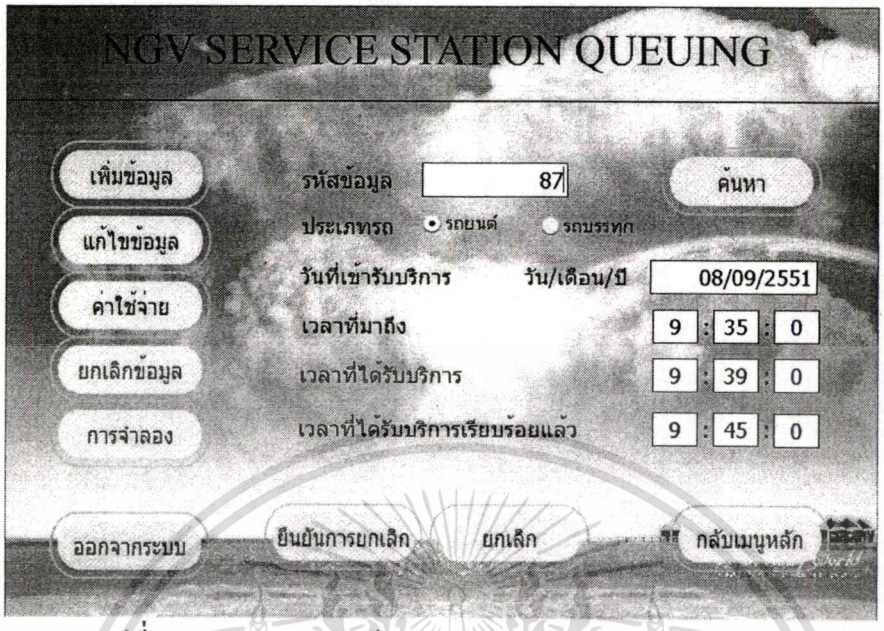
การแก้ไขข้อมูลของระบบ NGV Service Station ทำได้โดยการป้อนรหัสข้อมูลที่ต้องการแก้ไข แล้ว Click ที่ปุ่มค้นหา ระบบจะทำการค้นหาข้อมูล ผู้ใช้ระบบทำการแก้ไขข้อมูลและยืนยันการแก้ไขข้อมูลเมื่อแก้ไขข้อมูลเรียบร้อยแล้ว



รูปที่ 4.6 เมนูการป้อนค่าใช้จ่ายของระบบ NGV Service Station

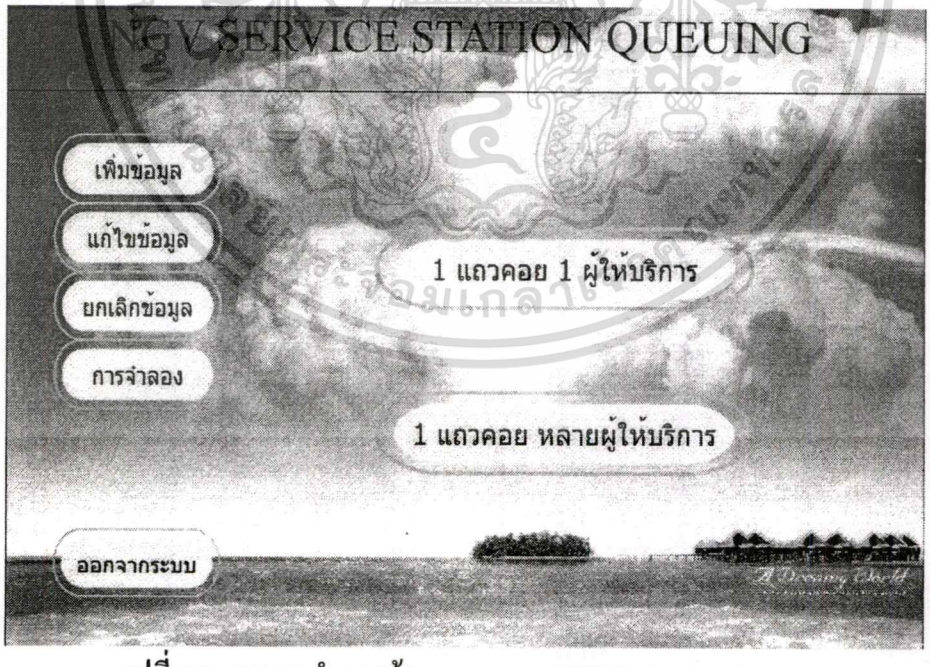
การป้อนค่าใช้จ่ายของระบบ NGV Service Station ทำได้โดยการป้อนค่าใช้จ่ายในการให้บริการและค่าใช้จ่ายในการรอรับบริการ เป็นค่าคงที่ ที่ได้จากการประมาณการค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจริงในระบบงานจริง ซึ่งจะต้องมีหน่วยเป็นบาทต่อนาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 เมนูการยกเลิกข้อมูลของระบบ NGV Service Station

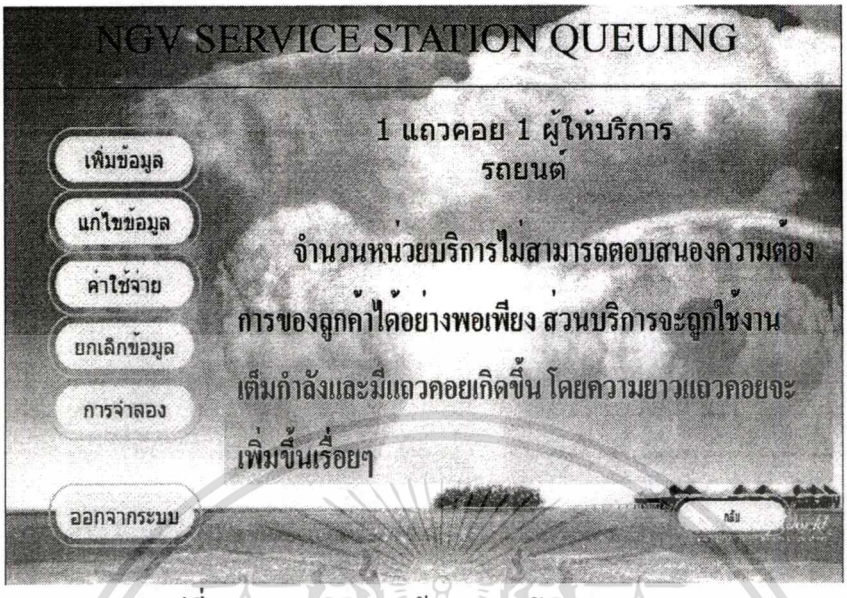
การยกเลิกข้อมูลของระบบ NGV Service Station ทำได้โดยการป้อนรหัสข้อมูลที่ต้องการยกเลิก แล้ว Click ที่ปุ่มค้นหา ระบบจะทำการค้นหาข้อมูล ผู้ใช้ระบบทำการยกเลิกข้อมูลและยืนยันการยกเลิก ระบบจะลบข้อมูลนั้นออกไป



รูปที่ 4.8 เมนูการจำลองข้อมูลของระบบ NGV Service Station

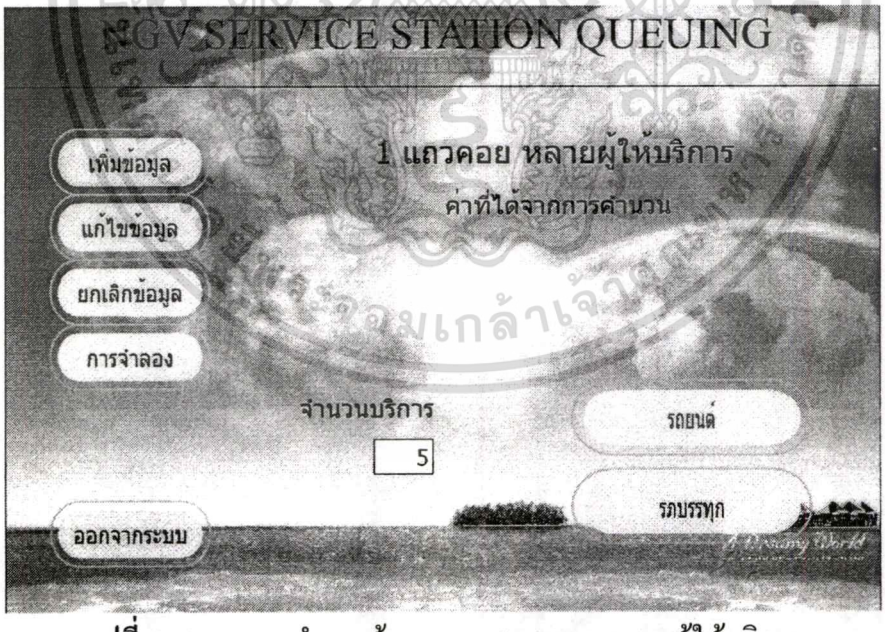
การจำลองข้อมูลของระบบ NGV Service Station ทำได้โดยการ Click ที่ปุ่มการจำลอง ระบบจะให้ผู้ใช้ระบบเลือกว่าจะจำลองระบบแบบใด เพื่อจะได้นำข้อมูลที่มีมาทำการคำนวณค่าได้ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 ผลการจำลองข้อมูลของตัวแบบ M/M/1

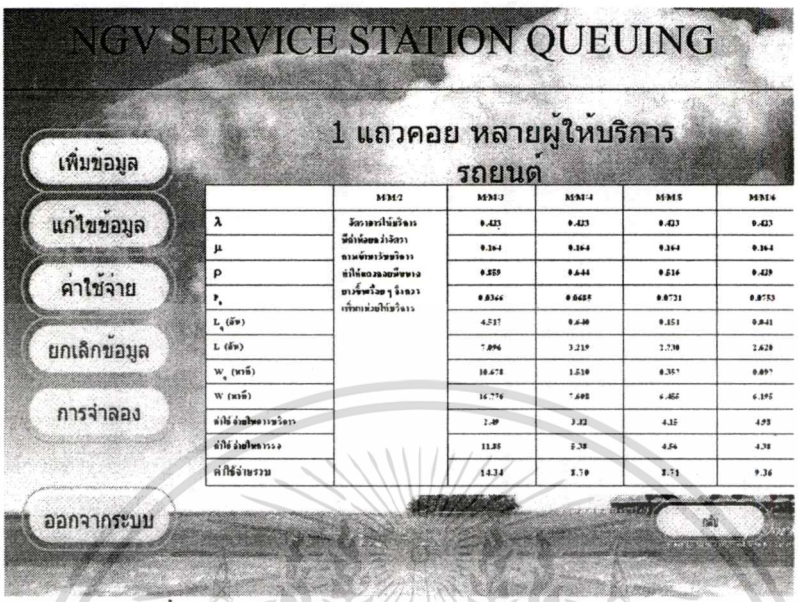
การจำลองข้อมูลของระบบ NGV Service Station ของตัวแบบ M/M/1 ซึ่งไม่ตรงตามสมมติฐานเบื้องต้นที่ว่าอัตราการให้บริการต้องมากกว่าอัตราการมารับบริการ ระบบจึงแสดงข้อความเพื่อเป็นการแนะนำผู้ใช้ระบบให้เพิ่มจำนวนหน่วยให้บริการ



รูปที่ 4.10 เมนูการจำลองข้อมูลแบบ 1 แถวคอยหลายผู้ให้บริการ

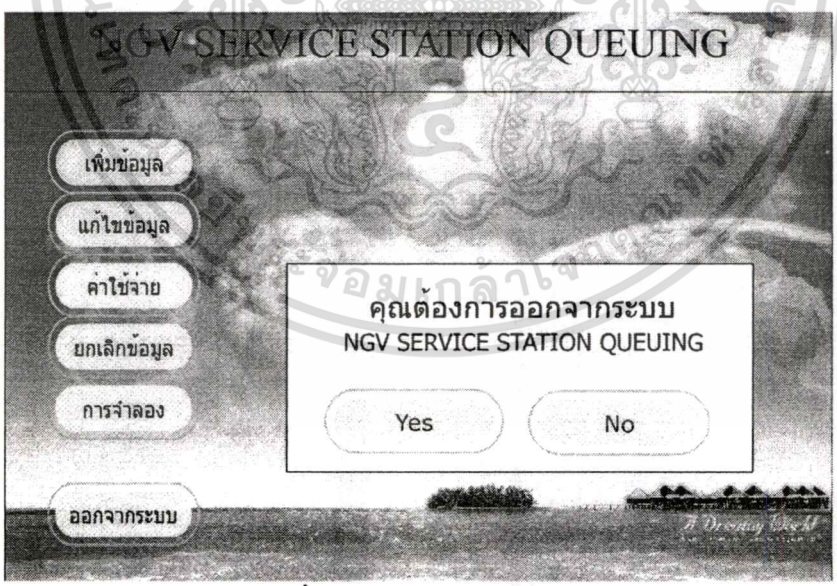
การจำลองข้อมูลของระบบ NGV Service Station แบบ 1 แถวคอยหลายผู้ให้บริการ ผู้ใช้ระบบสามารถเลือกจำนวนหน่วยให้บริการได้ ด้วยการป้อนค่าหน่วยบริการที่ต้องการลงในช่องจำนวนผู้ให้บริการ แล้วทำการกดปุ่มเลือกว่าจะให้จำลองประเภทรถยนต์หรือรถบรรทุก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.11 ผลการจำลองข้อมูลของตัวแบบ M/M/S

การจำลองข้อมูลของระบบ NGV Service Station ของตัวแบบ M/M/1 ซึ่งไม่ตรงตามสมมติฐานเบื้องต้นที่ว่าอัตราการให้บริการต้องมากกว่าอัตราการมารับบริการ ระบบจึงแสดงข้อความเพื่อเป็นการแนะนำผู้ใช้ระบบให้เพิ่มจำนวนหน่วยให้บริการ



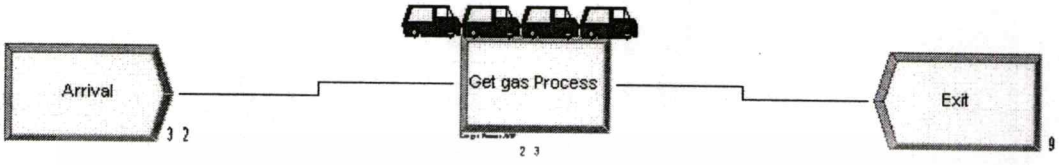
รูปที่ 4.12 การออกจากระบบ

การออกจากระบบ NGV Service Station สามารถทำได้โดยการกดปุ่มออกจากระบบ ระบบจะทำการถามเพื่อเป็นการยืนยันว่าผู้ใช้ระบบต้องการออกจากระบบหรือไม่ หากผู้ใช้ต้องการออกจากระบบ ให้กดที่ปุ่ม Yes เพื่อยืนยันการออกจากระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลที่ได้จากการคำนวณด้วยโปรแกรม Arena

รถยนต์

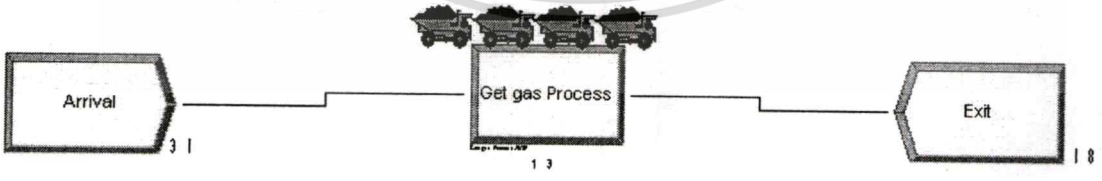


รูปที่ 4.13 การจำลองระบบแถวคอยรถยนต์

ตารางที่ 4.3 เปรียบเทียบการดำเนินงาน หน่วยให้บริการรถยนต์ จำนวน 3-6 หัวจ่าย

	M/M/3	M/M/4
ความน่าจะเป็นที่ระบบจะทำงาน	0.8686 - 1	0.5980 - 1
ความน่าจะเป็นที่ระบบจะว่าง	0.0335	0.0831
จำนวนลูกค้าโดยเฉลี่ยในแถวคอย	1.3309 - 6	0.0702 - 2
จำนวนลูกค้าโดยเฉลี่ยในระบบ	3.9368 - 9	2.4621 - 6
เวลาโดยเฉลี่ยที่ลูกค้าแต่ละคนรออยู่ในแถวคอย	3.3269 – 11.5972	0.1893 - 2.207
เวลาโดยเฉลี่ยที่ลูกค้าแต่ละคนใช้ในระบบ	10.0022 – 29.3482	6.6398 – 21.0322

รถบรรทุก



รูปที่ 4.14 การจำลองระบบแถวคอยรถบรรทุก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 เปรียบเทียบการดำเนินงาน หน่วยให้บริการรถยนต์ จำนวน 3-6 หัวจ่าย

	M/M/3	M/M/4	M/M/5
ความน่าจะเป็นที่ระบบจะทำงาน	0.8912	0.6798	0.5439
ความน่าจะเป็นที่ระบบจะว่าง	0.0277	0.0559	0.0648
จำนวนลูกค้าโดยเฉลี่ยในแถวคอย	0.8479-4	0	0
จำนวนลูกค้าโดยเฉลี่ยในระบบ	3.5216 - 7	2.7194 - 4	2.7194 - 4
เวลาโดยเฉลี่ยที่ลูกค้าแต่ละคนรออยู่ในแถวคอย	6.84 – 31.4891	0	0
เวลาโดยเฉลี่ยที่ลูกค้าแต่ละคนใช้ในระบบ	30.2766 – 44.2059	24.510 - 29.440	24.5101-29.4405

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการพัฒนาระบบและข้อเสนอแนะ

5.1 บทสรุป

ลักษณะของระบบจำลองการบริหารจัดการสถานีบริการก๊าซธรรมชาติ (NGV) เป็นตัวแบบจำลองที่สามารถนำมาทำการทดสอบทางความคิดในคอมพิวเตอร์ โดยอาศัยการเก็บข้อมูลจากการปฏิบัติงานเพื่อศึกษาพฤติกรรมของระบบ และนำมาใช้ในการจำลองระบบโดยไม่รบกวนระบบงานจริง โดยสามารถนำข้อมูลที่ได้ไปปรับปรุงระบบการบริการให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

5.2 ปัญหาที่พบจากการพัฒนาระบบ

เนื่องจากข้อมูลที่นำเข้าสู่ระบบเป็นข้อมูลที่จัดเก็บมาจากสถานีบริการก๊าซธรรมชาติ (NGV) ซึ่งเป็นหน่วยงานธุรกิจ ในบางกรณีจึงไม่สามารถให้ข้อมูลแก่ผู้พัฒนาระบบในเชิงลึกได้เนื่องจากเป็นความลับทางธุรกิจ ดังนั้น ข้อมูลบางส่วนในการพัฒนาระบบจึงเป็นข้อมูลที่ผู้พัฒนาระบบสมมติขึ้นเพื่อใช้ในการทดสอบระบบ

5.3 ข้อดีและข้อเสียของระบบ

ข้อดีของระบบ

1. สามารถใช้ข้อมูลจริงที่ได้เก็บรวบรวมไว้ ไปวิเคราะห์ทางสถิติได้ โดยไม่ต้องใช้เครื่องมือ
2. การวิเคราะห์ทางสถิติอื่น ๆ
3. ระบบสามารถใช้ได้ง่าย ไม่ยุ่งยากในการใส่ค่าข้อมูลต่าง ๆ
4. สามารถศึกษาพฤติกรรมของระบบได้โดยไม่ต้องเข้าไปรบกวนระบบหลักที่ทำงานอยู่
5. สามารถลดความเสี่ยง ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการลงทุนที่ไม่ได้วิเคราะห์ความเสี่ยง
6. ช่วยผู้บริหารในการตัดสินใจแก้ไขปัญหาใด ๆ ที่เกิดขึ้น จากข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์
7. และศึกษาพฤติกรรมการทำงานของระบบ

ข้อเสียของระบบ

1. ผู้ที่ไม่มีความรู้เรื่องระบบแถวคอย จะวิเคราะห์ผลการรายงานการจำลองระบบได้ยาก
2. ระบบมีความเฉพาะเจาะจงในเรื่องระบบแถวคอยที่มีสมมติฐานว่า อัตราการมารับบริการจะต้องมีค่าน้อยกว่าอัตราความสามารถในการให้บริการเท่านั้น ทำให้ค่าที่ได้จากการคำนวณสามารถระบุได้เพียงแต่ว่าควรจะจัดหน่วยบริการ (ผู้ให้บริการ) ที่มีจำนวนน้อยที่สุดที่จะสามารถให้บริการลูกค้าทั้งหมดได้กี่หน่วยบริการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4 ข้อเสนอแนะในการพัฒนาต่อ

1. ควรจะพัฒนาให้มีภาพเคลื่อนไหว โดยอาจจะมีต้นแบบมาจากโปรแกรม Arena หรือโปรแกรมอื่น ๆ
2. ควรพัฒนาโปรแกรมให้มีความฉลาด สามารถให้คำแนะนำผู้ใช้ระบบได้ว่าควรเพิ่มหรือลดจำนวนหน่วยให้บริการ เพื่อให้เหมาะสมกับจำนวนรถที่มารับบริการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ธวัชชัย งามสันติวงศ์.2545.**การเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ.กรุงเทพมหานคร** : ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ธาริน สิทธิธรรมชารี.2551. **สร้างโปรแกรมบน Windows ด้วย Visual Basic Version 6.0 ฉบับสมบูรณ์**: ซัคเซส มีเดีย

รุ่งรัตน์ ภิสัชเพ็ญ.2551.**คู่มือการสร้างแบบจำลองด้วยโปรแกรม Arena.** กรุงเทพมหานคร : ซีเอ็ดยูเคชั่น

สุทธิมา ชำนาญเวช.2549.**การวิเคราะห์เชิงปริมาณเพื่อการจัดการและการตัดสินใจ** . กรุงเทพมหานคร : เคทีพี คอมพ์ แอนด์ คอนซัลท์

สุรเชษฐ์ วงศ์ชัยพรพงษ์ และสุธี พงศาสกุลชัย.2548.**คัมภีร์การออกแบบและพัฒนาเกมส์ด้วย Flash MX 2004.** กรุงเทพมหานคร : เคทีพี คอมพ์ แอนด์ คอนซัลท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

P_0 for Multiple Channel Queue

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

P_0 for Multiple Channel Queue

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

P_0 for Multiple Channel Queue

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

P_0 for Multiple Channel Queue

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อผู้เขียน นางสาวบุษยาภรณ์ อินทะฐา

วันเกิด วันที่ 24 เมษายน 2523

ที่อยู่ เลขที่ 152 หมู่ 17 บ้านทุ่งทองกวาว ตำบลสันมะเค็ด
อำเภอพาน จังหวัด เชียงราย รหัสไปรษณีย์ 57120

ประวัติการศึกษา ประถมศึกษา – มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนศิริมาตย์เทวี
มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนอัสสัมชัญลำปาง
ปริญญาตรี มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ

ประวัติการทำงาน

2549 - ปัจจุบัน อาจารย์พิเศษวิทยาลัยเทคนิคกาญจนาภิเษกสมุทรปราการ

2547 – 2549 นักวิชาการ สำนักทะเบียนและประมวลผลมหาวิทยาลัย
หัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ

2545 – 2547 Customer Service Frontline United Thai Logistics
Company Limited (Thailand)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้