

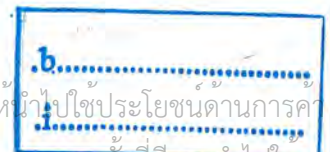
การจำลองการทำงานของระบบขนส่งสินค้าที่สถานีบรรจุภัณฑ์
และแยกสินค้ากล่อง ICD ลาดกระบัง



นางสาว ศิริพรรณ กิตติวิเศษ
นางสาว สรินทร นพแก้ว
นางสาว อริณี ผู้พัฒนพงศ์
ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาสถิติประยุกต์
คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2546

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....**51754**.....
วันเดือนปี.....**29 ก.ค. 2547**.....



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Simulation of The Lad Krabang Inland Container Depot System

Miss Siripan Kittivises

Miss Sarintorn Noppakaow

Miss Arinee Poopattanapong

A Special Project Submitted in Partial Fulfillment of the Requirement for
the Degree of Bachelor of Science

Department of Applied Statistics

Faculty of Science

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

2003

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าอนุมัติ

หัวข้อปัญหาพิเศษ การจำลองการทำงานของระบบขนส่งสินค้าที่สถานีบรรจุภัณฑ์
และแยกสินค้ากล่อง ICD ลาดกระบัง

โดย นางสาว ศิริพรรณ กิตติวิเศษ
นางสาว สรินทร นพแก้ว
นางสาว อริณี ผู้พัฒนพงศ์

ภาควิชา สถิติประยุกต์

อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.สมศรี บัณฑิตวิไล

ภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
อนุมัติให้หัวข้อปัญหาพิเศษฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

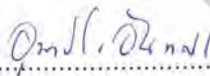

.....
(ผศ. วรรัตน์ เรืองรัตนเมธี)

หัวหน้าภาควิชาสถิติประยุกต์

คณะกรรมการปัญหาพิเศษ


.....
(ดร. สมศรี บัณฑิตวิไล)

ประธานกรรมการ


.....
(ผศ. อุมพร จันทกร)

กรรมการ


.....
(ผศ.ดร. มนัส ไพฑูรย์เจริญลาภ)

กรรมการ

ลิขสิทธิ์ของภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงการพิเศษ	การจำลองการทำงานของระบบขนส่งสินค้าที่สถานีบรรจุก๊าซ และแยกสินค้ากล่อง ICD ลาดกระบัง
นักศึกษา	นางสาว ศิริพรรณ กิตติวิเศษ นางสาว สรินทร นพเก้า นางสาว อริณี ผู้พัฒนพงศ์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.สมศรี บัณฑิตวิไล
ภาควิชา	สถิติประยุกต์
ปีการศึกษา	2546

บทคัดย่อ

สถานีบรรจุและแยกสินค้ากล่อง ICD ลาดกระบัง อยู่ในความดูแลของการรถไฟแห่งประเทศไทย เป็นสถานีสำหรับการขนถ่ายสินค้าโดยรถไฟและรถหัวลาก โดยปัญหาที่พบ คือ ความล่าช้าในเรื่องของการยกตู้สินค้าขึ้น / ลง เกินกว่าเวลาที่ได้กำหนดไว้ คือ 2 ชั่วโมงต่อขบวน ดังนั้นจึงมีการจำลองการทำงานของระบบการขนส่งสินค้า

ข้อมูลที่ใช้ในการจำลองส่วนหนึ่งได้จากสมุดบันทึกของทางสถานีและอีกส่วนหนึ่งได้จากการไปเก็บรวบรวมข้อมูลเอง หลังจากนั้นทำการวิเคราะห์หารูปแบบการแจกแจงและนำการแจกแจงไปใช้ในการสร้างระบบจำลอง เมื่อได้ตรวจสอบความถูกต้องของระบบจำลองแล้ว จึงทำการทดลองนโยบายต่างๆ รถยกจำนวน 1 คัน, 2 คัน และ 3 คัน สามารถรองรับจำนวนตู้สินค้าได้มากที่สุด 15 ตู้, 30 ตู้ และ 45 ตู้ ตามลำดับ รถยกจำนวน 4 คัน และ 5 คัน สามารถรองรับจำนวนตู้สินค้าสูงสุดในปัจจุบันคือ 68 ตู้ จากแบบจำลองที่ได้ หากมีการเพิ่มจำนวนที่ยวขบวนรถไฟให้มากขึ้นจำนวน 4 รวงที่มีอยู่จะไม่เพียงพอ

ผลจากการจำลองการทำงานของระบบการขนส่งสินค้านี้ใช้เป็นแนวทางในการตัดสินใจเลือกจำนวนรถยกให้เหมาะสมกับจำนวนตู้สินค้าในแต่ละเที่ยวขบวนรถไฟ และ เวลาที่ใช้ในระบบให้เหมาะสมกับที่กำหนดไว้

Special Problem Title	Simulation of The Lad Krabang Inland Container Depot System
Name	Miss Siripan Kittivises Miss Sarintorn Noppakaow Miss Arinee Poopattanapong
Specila Problem Advisor	Dr. Somsri Banditvilai
Department	Applied Statistics
Academic Year	2004

ABSTRACT

The Lad Krabang Inland Container Depot (ICD) is managed by the state railway of Thailand. It is the terminal for transporting products by train. The problem has been found from this study is the delay of loading/unloading containers is exceeding the assigned time about 4 hours per train. Therefore, a simulation of this ICD system is neccessary.

The data in this simulation model came from recorded book of the terminal and another data collected by ourselves. Then an analysis of data is performed to find the distribution for using in the simulation model. After validating the simulation model , then apply many policies to the simulation model as follows 1-lifting cars , 2-lifting cars and 3-lifting cars. These can carry up to the maximum number of 15 , 30 and 45 containers and 4-lifting cars , 5-lifting cars can carry the maximum number of 68 containers. From our model , in case of increased the number of trains , the current four of railways in the ICD are not sufficient.

As the results , the ICD system models are using as a decision tool to find the optimal number of lifting car for each train and the optimal time spending in the system.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความช่วยเหลือจากอาจารย์ดร. สมศรี บัณฑิตวิไล ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ช่วยให้คำปรึกษาแนะนำในการค้นคว้า ให้แนวคิด แนะนำแนวทางในการดำเนินงาน ตลอดจนตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่การรถไฟที่สถานีบรรจุก๊าซและแยกสินค้ากล้อง ICD ลาดกระบัง ที่ช่วยเหลือในการให้ข้อมูลด้านต่าง ๆ เป็นอย่างดี อำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูล และช่วยให้คำปรึกษาในระบบการทำงานการขนส่งตู้สินค้า

ท้ายสุดนี้ คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาสถิติประยุกต์ทุกท่านเป็นอย่างสูงที่ได้ประสาทวิชาความรู้ให้แก่ผู้จัดทำ คุณพ่อ คุณแม่และผู้อุปการะของคณะผู้จัดทำที่กำลังใจและทุนทรัพย์ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้

นางสาว ศิริพรรณ กิตติวิเศษ

นางสาว สรินทร นพแก้ว

นางสาว อริณี ผู้พัฒน์พงศ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง

หน้า

บทคัดย่อปัญหาพิเศษภาษาไทย

ก

บทคัดย่อปัญหาพิเศษภาษาอังกฤษ

ข

กิตติกรรมประกาศ

ค

สารบัญ

ง

สารบัญตาราง

ช

สารบัญรูป

ฉ

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาพิเศษ

1

1.2 วัตถุประสงค์

2

1.3 ขอบเขตของปัญหาพิเศษ

2

1.4 ขั้นตอนการดำเนินการ

3

1.5 นิยามคำศัพท์

3

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

4

บทที่ 2 ทฤษฎีการจำลองแบบและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความหมายของการจำลองแบบ

5

2.2 กระบวนการจำลองแบบปัญหา

6

2.3 ข้อดีของการใช้การจำลองแบบปัญหา

7

2.4 การจำลองแบบปัญหาด้วยคอมพิวเตอร์

8

2.4.1 ประเภทของการจำลองแบบปัญหา

9

ด้วยคอมพิวเตอร์

2.4.2 ขั้นตอนที่สำคัญของการจำลองแบบ

9

ปัญหาด้วยคอมพิวเตอร์

2.4.3 ประโยชน์ของการจำลองแบบปัญหา

10

ด้วยคอมพิวเตอร์

2.5 การผลิตเลขสุ่ม

10

2.5.1 คุณสมบัติของเลขสุ่ม

11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง

หน้า

2.5.2 การสร้างตัวแปรสุ่ม	12
2.5.3 การผลิตตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบไวบูล	12
2.5.4 การผลิตตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติ	13
2.5.5 การผลิตตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบ Lognormal	14
2.5.6 การทดสอบไคสแควร์เกี่ยวกับการแจกแจง	15
2.5.7 การทดสอบของไครโมโกรอฟ-สเมอรโนฟสำหรับตัวอย่างชุดเดียว	17
2.5.8 การวิเคราะห์ข้อมูล	20
2.5.8.1 การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม ARENA	20
2.5.8.2 การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม MINITAB	21
2.5.9 เทคนิคมอนติคาร์โล	22
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	
3.1 วิธีการดำเนินการวิจัย	25
3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล	25
3.3 ลักษณะข้อมูล	26
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล	28
3.4.1 การวิเคราะห์การแจกแจงช่วงเวลาระหว่างรถไฟเข้าวันจันทร์-วันพฤหัสบดี	29
3.4.2 การวิเคราะห์การแจกแจงช่วงเวลาระหว่างรถไฟเข้าวันศุกร์-วันอาทิตย์	30
3.4.3 การวิเคราะห์การแจกแจงช่วงเวลาระหว่างรถไฟออกวันจันทร์-วันพฤหัสบดี	31
3.4.4 การวิเคราะห์การแจกแจงช่วงเวลาระหว่างรถไฟออกวันศุกร์-วันอาทิตย์	32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
3.4.5 การวิเคราะห์การแจกแจงของจำนวนผู้สินค้า ขาเข้าวันจันทร์-วันพฤหัสบดี	33
3.4.6 การวิเคราะห์การแจกแจงของจำนวนผู้สินค้า ขาเข้าวันศุกร์-วันอาทิตย์	34
3.4.7 การวิเคราะห์การแจกแจงของจำนวนผู้สินค้า ขาออกวันจันทร์-วันพฤหัสบดี	35
3.4.8 การวิเคราะห์การแจกแจงของจำนวนผู้สินค้า ขาออกวันศุกร์-วันอาทิตย์	36
3.4.9 การวิเคราะห์การแจกแจงของระยะเวลาที่ใช้ ในการขนส่งผู้สินค้า	37
3.4.10 การวิเคราะห์การแจกแจงของระยะเวลาที่ใช้ ในการยกผู้สินค้า	38
บทที่ 4 การวิเคราะห์แบบจำลอง	
4.1 ความถูกต้องของแบบจำลอง	40
4.2 การวิเคราะห์แบบจำลองการทำงานของระบบขนส่งสินค้า ที่สถานีบรรจุภัณฑ์และแยกสินค้ากล่อง ICD ลาดกระบัง	41
4.3 ผลการวิเคราะห์แบบจำลองการทำงานของระบบขนส่งสินค้า ที่สถานีบรรจุภัณฑ์และแยกสินค้ากล่อง ICD ลาดกระบัง	42
บทที่ 5 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผล	44
5.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการศึกษาครั้งถัดมาเพิ่มเติม	46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง

หน้า

ภาคผนวก

ตารางโครโมกราฟ-สเมอ์นอฟ

47

บรรณานุกรม

48



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 แสดงตัวแปรสุ่มและค่าความน่าจะเป็นของตัวแปรสุ่ม	19
2.2 แสดงตัวแปรสุ่มและค่าความน่าจะเป็นของตัวแปรสุ่ม ฟังก์ชันความน่าจะเป็นสะสมของตัวแปรสุ่มและช่วงของ RN	20
3.1 แสดงตัวอย่างการคำนวณข้อมูลช่วงเวลาระหว่างรถไฟเข้า	23
3.2 แสดงตัวอย่างการคำนวณข้อมูลช่วงเวลาระหว่างรถไฟออก	24
3.3 ตัวอย่างข้อมูลระยะเวลาที่ใช้ในการขนส่งตู้สินค้า	24
3.4 ตัวอย่างข้อมูลระยะเวลาที่ใช้ในการยกตู้สินค้า	25
3.5 แสดงจำนวนตู้สินค้าขาเข้าวันจันทร์-วันพฤหัสบดีและ ฟังก์ชันความน่าจะเป็นสะสมของแต่ละจำนวนตู้สินค้า	32
3.6 แสดงจำนวนตู้สินค้าขาเข้าวันศุกร์-วันอาทิตย์และ ฟังก์ชันความน่าจะเป็นสะสมของแต่ละจำนวนตู้สินค้า	33
3.7 แสดงจำนวนตู้สินค้าขาออกวันจันทร์-วันพฤหัสบดีและ ฟังก์ชันความน่าจะเป็นสะสมของแต่ละจำนวนตู้สินค้า	34
3.8 แสดงจำนวนตู้สินค้าขาออกวันศุกร์-วันอาทิตย์และ ฟังก์ชันความน่าจะเป็นสะสมของแต่ละจำนวนตู้สินค้า	35
4.1 แสดงค่าตัวแปรสุ่มที่ได้จากแบบจำลอง , ค่าที่ได้จากระบบจริงและ ค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าที่ได้จากแบบจำลองและค่า ที่ได้จากระบบจริง	39
4.2 แสดงเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการขนตู้สินค้าขึ้น-ลงของการจำลองการทำงาน แบบขนานและการทำงานแบบอนุกรมที่ใช้จำนวนรถยกต่างกัน	41
5.1 แสดงความเหมาะสมระหว่างจำนวนรถยกกับจำนวนตู้สินค้า	43
5.2 แสดงความเหมาะสมระหว่างในการรองรับจำนวนรางที่มีอยู่ในปัจจุบัน	44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูป	หน้า
3.1 ภาพแสดงจำนวนเที่ยวขบวนรถไฟในแต่ละวันตั้งแต่วันจันทร์-วันอาทิตย์ โดยมีชุดข้อมูลตั้งแต่ชุดข้อมูล 1 ถึงชุดข้อมูล 5	21
3.2 ภาพแสดงการแจกแจงของข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบไวบูลด้วยโปรแกรม Arena	26
3.3 ภาพแสดงข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบไวบูลด้วยโปรแกรม Minitab	27
3.4 ภาพแสดงการแจกแจงช่วงเวลาระหว่างรถไฟเข้าวันจันทร์-วันพฤหัสบดี เป็นแบบไวบูล	28
3.5 ภาพแสดงการแจกแจงช่วงเวลาระหว่างรถไฟเข้าวันศุกร์-วันอาทิตย์ เป็นแบบไวบูล	29
3.6 ภาพแสดงช่วงเวลาระหว่างรถไฟออกวันจันทร์-วันพฤหัสบดี มีการแจกแจงแบบไวบูล	30
3.7 ภาพแสดงการแจกแจงช่วงเวลาระหว่างรถไฟออกวันศุกร์-วันอาทิตย์ เป็นแบบไวบูล	31
3.8 ภาพแสดงการแจกแจงจำนวนตู้สินค้าขาเข้าวันจันทร์-วันพฤหัสบดี เป็นแบบ Empirical	32
3.9 ภาพแสดงการแจกแจงจำนวนตู้สินค้าขาเข้าวันศุกร์-วันอาทิตย์ เป็นแบบ Empirical	33
3.10 ภาพแสดงการแจกแจงจำนวนตู้สินค้าขาออกวันจันทร์-วันพฤหัสบดี เป็นแบบ Empirical	34
3.11 ภาพแสดงการแจกแจงจำนวนตู้สินค้าขาออกวันศุกร์-วันอาทิตย์ เป็นแบบ Empirical	35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูป

หน้า

3.12 ภาพแสดงการแจกแจงระยะเวลาที่ใช้ในการขนส่งตู้สินค้ามี

36

การแจกแจงแบบ Lognormal

3.13 ภาพแสดงการแจกแจงระยะเวลาที่ใช้ในการยกตู้สินค้า

37

มีการแจกแจงแบบ Lognormal



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาพิเศษ

สถานี ICD ลาดกระบังอยู่ในความดูแลของการรถไฟแห่งประเทศไทย เป็นสถานที่สำหรับการขนถ่ายสินค้าโดยรถไฟและรถหัวลาก โดยมีผู้ประกอบการเอกชนที่ได้รับสัมปทาน 6 บริษัท ประกอบด้วย

- | | |
|---|------------------|
| 1. บริษัท สยามซอร์ไซด์ เซอร์วิส จำกัด | มีพื้นที่ 80 ไร่ |
| 2. บริษัท อีสเทิร์น ซี แหลมอบัง เทอร์มินัล จำกัด | มีพื้นที่ 60 ไร่ |
| 3. บริษัท เอเวอร์กรีน คอนเทนเนอร์ เทอร์มินัล(ประเทศไทย) จำกัด | มีพื้นที่ 82 ไร่ |
| 4. บริษัท ทิฟฟา 'ไอซีดี' จำกัด | มีพื้นที่ 58 ไร่ |
| 5. บริษัท ไทยฮันจิน โลจิสติกส์ จำกัด | มีพื้นที่ 43 ไร่ |
| 6. บริษัท เอ็น.วาย.เค. ดิสทริบิวชัน เซอร์วิส(ประเทศไทย) | มีพื้นที่ 57 ไร่ |

ในส่วนของย่านยกตู้สินค้าขึ้น / ลง ขบวนรถไฟประกอบด้วย รางรถไฟ 4 รางขนานกัน ความยาวทางละประมาณ 1000 เมตร โดยแบ่งเป็น 2 รางสำหรับยกตู้สินค้าขึ้นและอีก 2 รางที่เหลือสำหรับยกตู้สินค้าลง รวมทั้งยังมีลานกว้างขนาด 2 ข้างทางรถไฟ จำนวนเที่ยวรถไฟในวันจันทร์-พฤหัสบดี คือ ไป- กลับ อย่างละ 8 เที่ยว ส่วนจำนวนเที่ยวรถไฟในวันศุกร์-เสาร์ คือ ไป-กลับ อย่างละ 12 เที่ยว โดยมีเส้นทางการขนส่งเริ่มต้นจาก สถานี ICD ลาดกระบัง เชื่อมต่อเส้นทางสายตะวันออกและสายชายฝั่งทะเลตะวันออกถึงท่าเรือแหลมฉบัง รวมระยะทางทั้งหมด 118 กิโลเมตร การรถไฟแห่งประเทศไทยได้มีการกำกับดูแลด้านนโยบายเกี่ยวกับการยกขนตู้สินค้าขึ้น / ลง ขบวนรถไฟ โดยที่ผู้ประกอบการทั้ง 6 สถานีได้ร่วมกันจัดตั้ง Consortium ทำหน้าที่ยกขนตู้สินค้าขึ้น / ลง ของขบวนรถไฟ ซึ่งมีข้อตกลงกันดังนี้

1. ผู้ประกอบการ ICD ลาดกระบัง จะเปลี่ยนกันเป็นผู้จัดการ Consortium สถานีละ 1 เดือน
2. มีเครื่องมือยกขนตู้สินค้า น้ำหนักอย่างต่ำ 40 ตัน จำนวน 3 คัน
3. การยกขนตู้สินค้าขึ้นหรือลง ขบวนรถไฟทำภายในเวลา 2 ชั่วโมงต่อขบวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ลักษณะการทำงานจะให้ผู้ประกอบการ ICD ที่เป็นเจ้าของตู้สินค้ายกขนตู้สินค้าขึ้นหรือลงขบวนรถไฟของตนเองก่อน หาก 30 นาทีหลังจากขบวนรถไฟเข้าเทียบรางขึ้น/ลง แล้วไม่ทำการยกขน Consortium จะส่งเครื่องมือยกขนทำการยกขนจากแคร่รถไฟใส่รถหัวลากหรือวางลงบนลานขนถ่าย โดยคิดค่ายกขนกับสถานีเจ้าของตู้สินค้า 200 บาท ต่อการยก 1 ครั้ง

ปัญหาที่พบคือ สถานี ICD ลาดกระบังมีความล่าช้าในเรื่องของการยกตู้สินค้าขึ้น / ลง ในบางกรณีเครื่องมือยกขนชำรุดพร้อมกัน ต่อจากนั้นเส้นทางการเดินรถไฟที่เปลี่ยนจากรางคู่เป็นรางเดี่ยวที่บริเวณจะเชิงเทรา ทำให้เสียเวลาในการรอรับขบวนรถไฟอีกขบวนหนึ่งที่กำลังสวนมา สุดท้ายสภาพของสถานีขนส่งที่แหลมฉบังไม่เอื้ออำนวยต่อการขนส่ง เนื่องจากไม่ได้มีการสร้างทางรถไฟให้สามารถขนส่งสินค้าที่จากท่าเรือได้โดยตรง จึงทำให้การขนส่งสินค้ามีความล่าช้าและส่งผลกระทบกับขบวนรถไฟถัดไป

การที่จะหาแนวทางแก้ไขปัญหานี้ สามารถทำได้โดยการจำลองระบบและนำมาวิเคราะห์ เพื่อเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหาดังๆ เนื่องด้วยเวลาที่จำกัดเราไม่สามารถจำลองได้ทั้งระบบ ดังนั้นเราจึงทำการจำลองเฉพาะระบบสถานี ICD ลาดกระบัง

1.2 วัตถุประสงค์

จะทำการจำลองแบบของระบบการขนส่งสินค้าที่สถานี ICD ลาดกระบัง เพื่อลดปัญหาการล่าช้าในการขนส่งสินค้า

1.3 ขอบเขตของปัญหาพิเศษ

1. การศึกษาการจำลองระบบจะทำเฉพาะที่จุดสถานี ICD ลาดกระบัง
2. พิจารณาถึงสาเหตุความล่าช้าที่เนื่องมาจากปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการยกขนขึ้น / ลง
3. ไม่ครอบคลุมถึงปัญหาที่เนื่องมาจากหัวรถจักรเสีย , ชำรุด
4. ไม่พิจารณาถึงความล่าช้าที่เนื่องมาจากจุดเปลี่ยนจากรางคู่เป็นรางเดี่ยวที่จะเชิงเทรา
5. ไม่พิจารณาความล่าช้าที่สืบเนื่องมาจากสถานีขนส่งที่แหลมฉบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับรูปแบบการขนถ่ายสินค้าที่สถานี ICD ลาดกระบัง
2. วิเคราะห์ปัญหาและกำหนดขอบเขต
3. เก็บรวบรวมข้อมูล
4. วิเคราะห์หารูปแบบการแจกแจงของเวลาที่ใช้ในการยกขึ้น / ลงของสินค้า ,
รูปแบบการแจกแจงของเวลาที่ใช้สำหรับรถหัวลาก , รูปแบบการแจกแจงของช่วงเวลา
ระหว่างการเข้า-ออกของรถไฟและรูปแบบการแจกแจงของจำนวนตู้สินค้า
5. สร้างโปรแกรมจำลองระบบ
6. ทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองโดยการเปรียบเทียบผลที่ได้จากระบบจริงกับ
ระบบจำลอง
7. ทดลองนโยบายต่างๆเพื่อศึกษาผลลัพธ์ต่างๆที่เกิดขึ้น
8. จัดทำรายงานผลการศึกษา

1.5 นิยามคำศัพท์

รถหัวลาก คือ รถที่มีลักษณะคล้ายรถบรรทุก มีพื้นที่ด้านหลังไว้สำหรับวางตู้สินค้า

เครื่องมือยกขนตู้สินค้า คือ รถที่ใช้ยกตู้สินค้าโดยใช้ระบบไฮดรอลิก

Consortium คือ องค์การกลางที่ทำหน้าที่คอยช่วยเหลือการยกตู้สินค้าขึ้น / ลง

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบจำนวนรางรถไฟที่สถานี ICD ที่เหมาะสมกับปริมาณการขนถ่ายสินค้า
2. ทราบจำนวนชุดเครื่องมือในการยกขนขึ้น / ลง ที่จำเป็นเพื่อให้การดำเนินงานอยู่ภายในระยะเวลา 2 ชั่วโมง
3. ได้รับความรู้เพิ่มเติม ในส่วนของการจำลองระบบและการใช้โปรแกรม Visual Basic ในการจำลองระบบ
4. เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาและค้นคว้าเพิ่มเติมในเรื่องที่เกี่ยวข้องต่อไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีการจำลองแบบและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความหมายของการจำลองแบบ(SIMULATION)

ในการดำรงชีวิตของคนเรานั้น ต้องพบกับปัญหาต่างๆมากมายอยู่ตลอดเวลา ซึ่งแต่ละคนก็มีวิธีการแก้ไขปัญหานั้นที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับประสบการณ์และมุมมองแนวความคิดของแต่ละคน ซึ่งในการแก้ปัญหานั้น บางครั้งอาจต้องใช้จินตนาการเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย ดังนั้น จึงมีวิธีการแก้ปัญหาแบบหนึ่งที่ใช้การสร้างภาพเหตุการณ์ในอนาคต (Scenario) อย่างมีหลักการหรือทฤษฎีที่ถูกต้อง และ เป็นที่ยอมรับกันแล้ว การสร้างภาพเหตุการณ์ในอนาคตนี้เรียกว่า การจำลองแบบ (Simulation)

การจำลองแบบ คือ การพยายามคาดการณ์ว่าระบบ(System)หนึ่งๆจะเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร ถ้าหากสถานการณ์ต่างๆที่เกี่ยวข้องเปลี่ยนแปลงไป การพยายามคาดการณ์นั้นปกติจะต้องอาศัยสิ่งที่เรียกว่า แบบจำลอง หรือ Model ของระบบที่ทำการศึกษา แบบจำลองเหล่านี้จะจำลองของจริงมาให้ผู้ศึกษาได้เห็นว่าส่วนต่างๆ ที่อยู่ในระบบนั้นมีอะไรบ้างและมีความสัมพันธ์กันอย่างไร และจะเกิดอะไรขึ้นกับระบบ เมื่อสิ่งแวดล้อมที่มากกระทบต่อระบบเปลี่ยนแปลงไปโดยที่เราสามารถควบคุมตัวแปรในสิ่งแวดล้อมได้ ทำให้เราสามารถศึกษาถึงอิทธิพลของแต่ละตัวแปรที่มีต่อระบบได้

สาเหตุที่ต้องใช้เทคนิคการจำลองระบบ

1. ในอนาคตจะมีการพัฒนางานในโครงการต่างๆ ให้มีประสิทธิภาพและความสะดวกรวดเร็วมากยิ่งขึ้น แต่การที่ไม่มีข้อมูลที่เกี่ยวข้องแล้วลงมือปฏิบัติจะทำให้เสียค่าใช้จ่ายมากและเป็นการเสี่ยงในการที่จะทำให้เกิดความเสียหายต่อองค์กรด้วย
2. ระบบที่ทำการศึกษามีองค์ประกอบต่างๆ ทั้งภายในและภายนอก ซึ่งมีความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนมากเกินไปจึงไม่อาจสร้างสมการทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) ขึ้นเพื่อใช้หาคำตอบที่ต้องการได้ หรือทำได้ยากมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ในกรณีที่ต้องการทดลองเงื่อนไขต่างๆ กับระบบงานจริง แต่ไม่สามารถทำได้ สามารถนำเอาเงื่อนไขนั้นๆ มาทดลองกับแบบจำลองที่สร้างขึ้น เพื่อดูว่าให้ผลลัพธ์เป็นอย่างไร เพื่อเป็นประโยชน์ในการตัดสินใจว่าควรจะนำเงื่อนไขนั้นๆ ไปใช้กับระบบงานจริงหรือไม่

2.2 กระบวนการจำลองแบบปัญหา

แม้ว่าการจำลองแบบปัญหา (Simulation Process) ไม่จำเป็นต้องอาศัยคอมพิวเตอร์ในการแก้ปัญหาเสมอไป แต่การใช้การจำลองแบบปัญหาในปัจจุบันมักใช้กับปัญหาที่มีความยุ่งยากซับซ้อน จึงต้องอาศัยคอมพิวเตอร์สำหรับช่วยในการคำนวณหาข้อมูลต่างๆ ที่ต้องการสำหรับการวิเคราะห์เพื่อหาวิธีการแก้ปัญหา ขั้นตอนต่างๆ ต่อไปนี้เป็นข้อเสนอแนะสำหรับการดำเนินการจำลองแบบปัญหาที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการคำนวณ

1. การตั้งปัญหาและการให้คำจำกัดความของระบบงาน (Problem Formulation and System Definition) ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดในการจำลองแบบปัญหา ขั้นตอนนี้เป็นการกำหนดวัตถุประสงค์ของการศึกษาระบบการกำหนดขอบเขตข้อจำกัดต่างๆ และวิธีการวัดผลของระบบงาน
2. การสร้างแบบจำลอง (Model Formulation) จากลักษณะของระบบงานที่จะทำการศึกษาคือต้องเขียนแบบจำลองที่สามารถอธิบายพฤติกรรมของระบบงาน ตามวัตถุประสงค์ของการศึกษา
3. การจัดเตรียมข้อมูล (Data Preparation) วิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ ที่จำเป็นสำหรับแบบจำลองและจัดเตรียมให้อยู่ในรูปแบบที่จะนำไปใช้งานกับแบบจำลองได้
4. การแปลงรูปแบบจำลอง (Model Translation) คือการแปลงแบบจำลองไปอยู่ในรูปของโปรแกรมคอมพิวเตอร์
5. การทดสอบความถูกต้อง (Validation) เป็นการวิเคราะห์แบบจำลองเพื่อช่วยให้ผู้เขียนและผู้ใช้แบบจำลองมั่นใจว่า แบบจำลองที่ได้นั้นสามารถใช้แทนระบบงานจริงตามวัตถุประสงค์ของการศึกษาได้
6. การออกแบบการทดลอง (Strategic Planning) เป็นการออกแบบการทดลองที่ทำให้แบบจำลองสามารถให้ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์หาผลลัพธ์ตามที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. การตีความผลการทดลอง (Interpretation) คือ จากผลการทดลองตีความว่าระบบงานจริงมีปัญหาอย่างไร และการแก้ปัญหาจะได้ผลอย่างไร
8. การนำไปใช้งาน(Implementation) จากผลการทดลอง เลือกวิธีการที่จะแก้ปัญหาที่ดีที่สุดไปใช้กับระบบงานจริง

2.3 ข้อดีของการใช้การจำลองแบบปัญหา

การจำลองแบบปัญหานั้นเป็นเครื่องมือซึ่งใช้บอกผลต่างๆ อันจะเกิดจากระบบภายใต้เงื่อนไขต่างๆ ผลที่จะได้จากการจำลองแบบปัญหานั้นอาจนำไปใช้ได้โดยตรงหรืออาจจะต้องนำไปวิเคราะห์ต่อ การจำลองแบบปัญหานั้นเป็นวิธีการหนึ่งในหลายๆวิธีที่อาจใช้ช่วยแก้ปัญหาในการดำเนินงานของระบบงานได้ ดังนั้นเมื่อมีปัญหาเกิดขึ้นจึงต้องวิเคราะห์ปัญหานั้นๆเสียก่อนว่าควรจะใช้เครื่องมือใดเข้าไปช่วยแก้ปัญหา

โดยที่แบบจำลองนั้นเป็นตัวแทนของระบบงานจริง ในเมื่อมีระบบงานจริงอยู่แล้ว ทำไมจึงต้องสร้างแบบจำลองขึ้นใช้ทดลองแทน ทำไมจึงไม่ทดลองกับระบบงานจริง คำตอบอาจสรุปได้ดังนี้

1. เพราะว่าการทดลองกับระบบงานจริงอาจก่อให้เกิดความขัดข้องในการดำเนินงานตามแบบปกติ
2. เพราะว่าการทดลองกับระบบงานจริงในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการวัดผลของสมรรถนะของคนอาจได้ข้อมูลที่คลาดเคลื่อนอันเนื่องมาจากความสามารถในการปรับสมรรถนะของตนเอง จึงทำให้ได้ข้อมูลที่สูงกว่าหรือต่ำกว่าความเป็นจริง
3. เพราะว่าการทดลองกับระบบงานจริงนั้นเป็นการยากที่จะควบคุมเงื่อนไขต่างๆของการทดลองให้คงที่ ทำให้ผลการทดลองที่ได้แต่ละครั้งของการทดลองอาจไม่ใช่ผลที่เกิดขึ้นภายใต้เงื่อนไขกลุ่มเดียวกัน
4. เพราะว่าการทดลองกับระบบงานจริงอาจต้องใช้เวลาและค่าใช้จ่ายจำนวนมาก จึงจะได้ข้อมูลเพียงพอสำหรับการวิเคราะห์
5. เพราะว่าการทดลองกับระบบงานจริงอาจจะเป็นไปได้ที่จะทดลองกับเงื่อนไขทุกรูปแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากอุปสรรคที่เกิดขึ้น ทำให้ไม่สามารถทำการทดลองกับระบบงานจริงได้ จึงคิดที่จะใช้การจำลองแบบปัญหาในการช่วยแก้ไขปัญห โดยสรุปเราควรจะพิจารณาใช้การจำลองแบบปัญหาเมื่อเงื่อนไขข้อหนึ่งข้อใดต่อไปนี้เป็นเกิดขึ้น

1. กรณีที่ไม่มีวิธีการแก้ปัญหาโดยวิธีทางคณิตศาสตร์
2. กรณีที่มีวิธีการแก้ปัญหาโดยวิธีทางคณิตศาสตร์ แต่การคำนวณและขั้นตอนในการวิเคราะห์ยุ่งยากทำให้เสียเวลาและแรงงานมาก และการจำลองแบบปัญหาเป็นวิธีแก้ปัญหาย่อยกว่า
3. กรณีที่มีวิธีการแก้ปัญหาโดยวิธีทางคณิตศาสตร์ที่ไม่ยุ่งยากมาก แต่เกินกว่าขีดความสามารถของบุคคลากรที่มีอยู่ และค่าใช้จ่ายในการใช้จำลองแบบปัญหาถูกกว่าการจ้างผู้เชี่ยวชาญในวิธีการทางคณิตศาสตร์นั้นมาแก้ปัญหา
4. กรณีที่มีความจำเป็นในการสร้างสถานการณ์ในอดีตขึ้นเพื่อศึกษาหรือประเมินค่าพารามิเตอร์
5. กรณีที่การจำลองแบบปัญหาเป็นวิธีเดียวที่จะสามารถนำไปใช้ได้เนื่องจากไม่อาจทำการทดลองและวัดผลในสภาพจริง
6. กรณีที่ต้องการศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของระบบงานในช่วงระยะเวลาการใช้งานระบบงานๆ เช่น การศึกษาปัญหาเกี่ยวกับสภาวะแวดล้อม เป็นพิษ ประโยชน์ที่สำคัญประการหนึ่งของการจำลองแบบปัญหา คือ เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสูง

ภาพสูง

สำหรับการศึกษาและฝึกอบรมเกี่ยวกับระบบงาน เพราะผู้ทำการทดลองจะสามารถทราบความเป็นไปและการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ภายในระบบงาน เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสภาวะแวดล้อมและองค์ประกอบต่างๆ ของระบบงาน ซึ่งจะช่วยให้เข้าใจถึงปัญหาต่างๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นกับระบบงาน รวมทั้งผลที่จะเกิดขึ้นเมื่อมีการนำเอาวิธีการใหม่เข้าไปใช้ในการดำเนินงานของระบบงาน ทำให้การวางแผนการดำเนินงานมีประสิทธิภาพดีขึ้น

2.4 การจำลองแบบปัญหาด้วยคอมพิวเตอร์

การจำลองแบบปัญหา มีหลายวิธี โดยมีหลักการ และวิธีการต่างๆ แบบเดียวกันแต่แบบจำลองที่นิยมที่สุด คือ การจำลองแบบปัญหาด้วยคอมพิวเตอร์ เป็นการศึกษาปัญหาระบบงานด้วยแบบจำลองในรูปแบบของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพราะเป็นแบบจำลองที่สามารถใช้ได้กับปัญหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบงาน ได้มากมายหลากหลายประเภท สามารถใช้กับแบบจำลองที่มีความยุ่งยากในการคำนวณและเป็นเทคนิคที่ได้รับการนำไปใช้อย่างกว้างขวางที่สุด

โดยการจำลองแบบปัญหาทางคอมพิวเตอร์จะต้องมี การคำนวณข้อมูลนำเข้าและผลลัพธ์จากแบบจำลอง โดยปกติข้อมูลต่างๆในระบบงานจะเป็นข้อมูลที่มีความผันแปรไม่แน่นอนและมีการแปรเปลี่ยนไปตามกาลเวลา ดังนั้น การจัดเตรียมและการวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ รวมทั้งขั้นตอนต่างๆ ที่ใช้กับการจำลองแบบปัญหานี้ ต้องอาศัยวิธีการต่างๆ ทางสถิติเข้าช่วย

ในวิธีการทางสถิติต่างๆที่ใช้กับการจำลองแบบปัญหานั้นมีวิธีการหนึ่งซึ่งเป็นที่นิยมใช้มากและเกือบมีความจำเป็นในทุกๆการจำลองแบบปัญหา คือ การสุ่มตัวอย่างด้วยเทคนิคมอนติคาร์โล (Monte Carlo Sampling Technique) ดังนั้น การจำลองแบบปัญหาด้วยวิธีนี้ เรียกว่า การจำลองแบบปัญหาด้วยเทคนิคมอนติคาร์โล (Monte Carlo Simulation)

2.4.1 ประเภทของการจำลองแบบปัญหาด้วยคอมพิวเตอร์

การจำลองแบบปัญหาด้วยคอมพิวเตอร์ มักใช้ในงานที่ต้องมีการคำนวณมากๆ และมีขนาดระบบค่อนข้างใหญ่ การจำลองแบบปัญหาด้วยคอมพิวเตอร์ แบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1. การจำลองแบบชนิดต่อเนื่อง (Continuous Simulation) เป็นการจำลองพฤติกรรมของระบบที่มีการเปลี่ยนแปลงสถานะตลอดเวลา ตัวอย่างเช่น การศึกษาเกี่ยวกับความเร็วของน้ำไหล ในเขื่อน เป็นต้น
2. การจำลองแบบชนิดไม่ต่อเนื่อง (Discrete Simulation) เป็นการจำลองพฤติกรรมของระบบที่มีการเปลี่ยนแปลงสถานะบางช่วงเวลา ตัวอย่างเช่น การศึกษาจำนวนคนที่เข้าแถวรอซื้อของในห้างสรรพสินค้า เป็นต้น

2.4.2 ขั้นตอนที่สำคัญของการจำลองแบบปัญหาด้วยคอมพิวเตอร์

1. การสร้างแบบจำลอง

ต้องเริ่มพิจารณาระบบของเราเป็นแบบที่เหมาะสมกับการแบบจำลองชนิดต่อเนื่องหรือแบบจำลองชนิดไม่ต่อเนื่องจากนั้น จึงพิจารณาว่ามีตัวแปรอะไรที่มาเกี่ยวข้องบ้าง โดยดูว่าตัวแปรนั้นมีผลต่อพฤติกรรมของแบบจำลองอย่างไร จากนั้นจะเป็นการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนด ข้อมูลเข้า (input) และ ข้อมูลออก (output) และหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆในแบบจำลอง

2. การรวบรวมข้อมูล

เป็นการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ข้อมูลบางอย่างจะได้จากการบันทึกการทำงานเดิม แต่ถ้าไม่มีต้องสำรวจจริง จากนั้น นำข้อมูลมาทำตามกรรมวิธีทางสถิติ

3. การจัดทำโปรแกรม

ในปัจจุบันมีภาษาให้เลือกมากมาย มีบางภาษาสร้างขึ้นมาโดยเฉพาะสำหรับการจำลองระบบ เช่น ARENA ,GASP (General Activity Simulation Program),GPSS, SLAM เป็นต้น แต่การแก้ปัญหาพิเศษนี้ จะใช้ Microsoft Visual Basic เนื่องจากมีความยืดหยุ่นสูงกว่า

4. การทดสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

เป็นการตรวจสอบว่าโปรแกรมและแบบจำลองที่สร้างขึ้นสามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง สามารถทดสอบได้จาก

1. ใช้ข้อมูลที่มีอยู่แล้วเป็นข้อมูลเข้า (input) แล้วดูผลว่าตรงกับความเป็นจริงหรือไม่

2. ให้ผู้เชี่ยวชาญอ่านรายละเอียดของแบบจำลอง และวิจารณ์ความเป็นไปได้และความถูกต้อง ของแบบจำลองและโปรแกรม

สำหรับในการแก้ปัญหาพิเศษครั้งนี้ จะใช้วิธีที่ 1 ในการตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรมและรูปแบบการจำลอง

2.4.3 ประโยชน์ของการจำลองแบบปัญหาด้วยคอมพิวเตอร์

1. ช่วยให้เกิดจินตนาการและเห็นภาพพจน์ของปัญหาได้ชัดเจนขึ้น
2. สำหรับปัญหาที่มีความเสี่ยงไม่สามารถทดลองได้กับของจริง หรือสิ้นเปลืองงบประมาณมาก เช่น แบบจำลองรังสีในเตาปฏิกรณ์ เป็นต้น

2.5 การผลิตเลขสุ่ม

ตามปกติการวิเคราะห์หาค่าสถิติต่าง ๆ จะเกิดจากการนำเอาข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้มาใช้ในการคำนวณหาค่าสถิติเหล่านั้น เช่น ค่าตัวกลาง ค่าความแปรปรวน เป็นต้น แต่ในการจำลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบปัญหาจะต้องทำในสิ่งที่ตรงกันข้ามคือ เมื่อทำการตรวจสอบว่า เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริงมีการกระจายของข้อมูลใกล้เคียงกับการกระจายมาตรฐานแบบใดแล้ว ก็จะทำให้การผลิตตัวเลขสุ่มขึ้น และโดยอาศัยพารามิเตอร์ที่ได้จากข้อมูลจริงและฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นจะเป็นของการกระจายมาตรฐานแบบนั้นๆ โดยวิธีการนี้ตัวแปรสุ่มที่ผลิตได้จะถือว่าเป็นตัวแทนของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริง และตัวแปรสุ่มเหล่านี้จะใช้ในการจำลองแบบปัญหา ดังนั้น ความสำเร็จของการจำลองจะขึ้นอยู่กับคุณภาพของตัวเลขสุ่มและอัลกอริทึม(Algorithm) ที่ใช้เป็นส่วนใหญ่

เลขสุ่ม (Random Number ,RN) คือ ชุดของตัวเลขที่มีการแจกแจงแบบสม่ำเสมอ(Uniform Distribution) การผลิตเลขสุ่มมีหลายวิธี วิธีซึ่งเหมาะสมสำหรับการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการจำลองแบบปัญหาก็คือ การผลิตเลขสุ่มโดยการโปรแกรม เป็นการผลิตเลขสุ่มจากความสัมพันธ์ที่ย้อนซ้ำขั้นตอนเดิม (Recurrence Relation) คือเลขตัวถัดไปเกิดจากการดำเนินการทางเลขคณิตและตรรกศาสตร์ ด้วยเลขตัวปัจจุบันหรือกลุ่มของตัวเลขในอดีต ดังนั้น เลขสุ่มเหล่านี้จึงไม่ใช่เลขสุ่มที่จริง และอาจมีตัวเลขเกิดซ้ำๆกัน เมื่อผลิตเลขไปได้ระยะหนึ่งคืออนุบรรพของเลขซึ่งผลิตในลักษณะนี้จะมีคาบ เลขสุ่มเหล่านี้ต้องมีการทดสอบเชิงสถิติ เพื่อที่จะอนุมานได้ว่าเป็นตัวเลขสุ่มด้วยเหตุนี้ เลขสุ่มเหล่านี้เรียกได้ว่าเป็นเลขคล้ายสุ่ม (Pseudo Random Number)

2.5.1 คุณสมบัติของเลขสุ่ม

โปรแกรมที่ใช้ผลิตเลขสุ่มควรมีคุณสมบัติขั้นพื้นฐานดังต่อไปนี้

1. เลขที่ผลิตด้วยการโปรแกรมจะต้องมีสหสัมพันธ์อันระหว่างกัน
2. การแจกแจงของเลขที่ผลิตจากการโปรแกรม จะต้องใกล้เคียงกับการแจกแจงสม่ำเสมอมากที่สุดเท่าที่จะมากได้
3. โปรแกรม ที่ใช้ผลิตเลขสุ่มจะต้องมีเสถียรภาพ คือการแจกแจงของเลขจะต้องไม่เปลี่ยนแปลงไปตามจำนวนตัวเลขที่ผลิตออกมา

2.5.2 การสร้างตัวแปรสุ่ม

ในการสร้างตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงตามต้องการนั้น จะใช้วิธีการที่เรียกว่า Inverse Transformation โดยใช้ฟังก์ชันกัมมันต์ของฟังก์ชันการแจกแจงความถี่สะสม (Inverse Function of Cumulative density Function ; cdf) โดยใช้ตัวเลขสุ่ม U ดังนี้

สร้างตัวเลขสุ่ม U ขึ้นมาแทน $F(x)$ เนื่องจาก U มีค่าในช่วง $(0,1)$ ดังนั้น

$$\text{ให้ } F(x) = u$$

$$F^{-1}(u) = x$$

$$P(X = x) = f(x)$$

$$P(X = x) = P(X = F^{-1}(u)) = f(x)$$

ดังนั้น $F^{-1}(u)$ จะมีคุณสมบัติแทนตัวแปรสุ่ม x ของการแจกแจงที่มี pdf = $f(x)$ ได้

2.5.3 การผลิตตัวแปรสุ่มที่มีการการแจกแจงแบบไวบูล (Weibull)

การแจกแจงแบบไวบูล ประยุกต์ใช้กับทฤษฎีความเชื่อถือได้ (reliability theory) โดยหาความน่าจะเป็นที่สิ่งของนั้นๆ ยังใช้งานได้ดีอยู่อีกระยะหนึ่งตามที่กำหนดขึ้นภายใต้สภาวะการณ์ของการใช้งานนั้นๆ ประยุกต์กับการแจกแจงระยะเวลาที่สิ่งของนั้นๆ จะมีอายุการใช้งานไปได้อีกนานเท่าไรหลังจากใช้ได้ดีอยู่จนถึงเวลา t ที่กำหนดขึ้น (time to failure or life length) โดยที่ค่าเฉลี่ยของอายุใช้งานไปแล้ว t หน่วยเวลา ใช้ในการออกแบบระบบต่างๆ ที่คำนึงถึงความปลอดภัย ซึ่งความปลอดภัยนี้ขึ้นอยู่กับส่วนประกอบต่างๆ ของระบบว่าจะสามารถใช้งานได้นานเพียงไร

ให้ X เป็นตัวแปรสุ่มไวบูล ฟังก์ชันความหนาแน่นของ X เป็นดังนี้

$$\begin{aligned} f_x(x; \alpha, \beta) &= \alpha \beta x^{\beta-1} e^{-\alpha x^\beta}; x > 0, \alpha > 0, \beta > 0 \\ &= 0 \quad \text{เมื่อ } x \text{ มีค่าอื่นๆ} \end{aligned}$$

ประกอบด้วยพารามิเตอร์ 2 ตัว คือ พารามิเตอร์ β และ พารามิเตอร์ α
ค่าพารามิเตอร์มีความหมาย ดังนี้

β = พารามิเตอร์บอกสเกล (Scale parameter)

α = พารามิเตอร์บอกรูปร่าง (Shape parameter)

โดยจะทำการผลิตตัวแปรสุ่ม Weibull (β, α) ตามขั้นตอน ต่อไปนี้

1. ผลิต u เป็นเลขสุ่ม

2. ให้ $X = \beta (-\ln u)^{1/\alpha}$

2.5.4 การผลิตตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติ (Normal)

การแจกแจงแบบปกติ เป็นการแจกแจงที่สำคัญที่สุด และมีใช้อย่างแพร่หลาย ทั้งในด้านอุตสาหกรรม และในการศึกษาวิจัยต่างๆ เป็นการแจกแจงของตัวแปรสุ่มได้มาจากการวัดและมีค่าเป็นบวก เท่านั้น เช่น ความสูงของคน คะแนนจากการสอบ ปริมาณน้ำฝนที่ตกใน 1 วัน เป็นต้น

โดยมีรูปแบบฟังก์ชันการแจกแจงตัวแปรสุ่มปกติ X ซึ่งมีค่าเฉลี่ย μ และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน σ

$$N(x; \mu, \sigma^2) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left[\frac{x-\mu}{\sigma}\right]^2}; -\infty < x < +\infty$$

เมื่อ $\pi = 3.14159$ และ $e = 2.71828$

ประกอบด้วยพารามิเตอร์ 2 ตัว คือ พารามิเตอร์ μ และ พารามิเตอร์ σ

ค่าพารามิเตอร์มีความหมาย ดังนี้

μ = ค่าเฉลี่ย

σ = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

โดยมีขั้นตอนการผลิตตัวแปรสุ่ม Normal (μ, σ) ดังนี้

1. $y = \sum_{i=1}^{12} u_i$ โดยที่ u_i เป็นเลขสุ่ม

2. $X = \mu + (y - 6)\sigma$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.5 การผลิตตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบ Log – normal

ค่าของตัวแปรสุ่มที่ไม่มีการแจกแจงปกติ เมื่อใช้การแปลงอย่างง่าย เช่น $\log(x)$ เป็นต้น โดยที่ x เป็นค่าของตัวแปรสุ่มดั้งเดิม ข้อมูลที่ได้รับการแปลงแล้วจะมีการแจกแจงปกติหรือใกล้เคียง

ถ้า $\log x$ มีการแจกแจงปกติ จะได้ว่าตัวแปรสุ่ม X มีการแจกแจง Log – normal การแจกแจง Log – normal ใช้ในกรณีที่ค่าของสิ่งที่จะศึกษาจะต้องเป็นบวกเท่านั้น เช่น ปริมาณน้ำฝน ระยะเวลาที่โครงการจะแล้วเสร็จ ความหนาแน่นของเครื่องบินที่จะขึ้น-ลง ณ ท่าอากาศยาน ระยะเวลาที่สิ่งของชนิดหนึ่งใช้งานได้ดีและใช้งานได้ไม่ดี (the strength and fatigue life of material) เป็นต้น

การแจกแจง Log – normal ให้ X เป็นตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจง Log – normal ฟังก์ชันความหนาแน่นของ X เป็นดังนี้

$$f(x; \gamma, \xi) = \frac{1}{\xi \sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{\log x - \gamma}{\xi} \right)^2 \right] ; 0 < x < \infty$$

$$= 0 ; x \text{ มีค่าอื่นๆ}$$

$$\text{โดยที่ } \gamma = E[\log X] \text{ และ } \xi = \sqrt{V[\log X]}$$

$$= \ln u - \frac{1}{2} \xi^2$$

$$\text{ถ้า } \sigma / \mu \leq 0.30 \text{ จะประมาณ ด้วย } \sigma / \mu$$

ประกอบด้วยพารามิเตอร์ 2 ตัว คือ พารามิเตอร์ μ และ พารามิเตอร์ σ ค่าพารามิเตอร์มีความหมาย ดังนี้

$$\mu = \text{Logmean}$$

$$\sigma = \text{Logstandard deviation}$$

ขั้นตอนการผลิตตัวแปรสุ่ม Lognormal (μ, σ) ดังนี้

$$1. \text{ผลิตตัวแปรสุ่ม } X = \text{Normal}(\mu, \sigma)$$

$$2. y = e^x$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.6 การทดสอบไคสแควร์เกี่ยวกับการแจกแจง

(Chi-square test for distribution)

ลักษณะของการแจกแจงของตัวแปรของประชากรในโลกนี้มีจำนวนนับไม่ถ้วน แต่ในประชากรหนึ่ง ตัวแปรหนึ่งจะมีการแจกแจงเพียงอย่างเดียวเท่านั้น ถ้าหากว่าประชากรนั้นเป็นประชากรอนันต์ เป็นการยากที่จะทราบการแจกแจงของประชากรนั้นอย่างแท้จริงจึงต้องทำการทดสอบสมมติฐาน เพื่อหาว่าประชากรนั้นมีการแจกแจงเป็นแบบใด

ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับการแจกแจงพื้นฐาน 3 การแจกแจงเท่านั้น คือ การแจกแจงแบบไวบูล การแจกแจงปกติ และการแจกแจงแบบ log-normal จะเป็นตัวแปรชนิดต่อเนื่อง การแจกแจงทั้ง 3 ชนิดดังกล่าว โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การแจกแจงแบบปกติ มักจะพบเสมอในงานวิจัยโดยทั่วไป หรือแม้ว่าตัวแปรนั้นจะมีการแจกแจงแบบใด ๆ ก็ตามที่ไม่ใช่การแจกแจงแบบปกติ แต่ถ้าหากว่าขนาดของตัวอย่างมีค่ามากแล้ว ตัวแปรนั้นจะมีการแจกแจงเข้าใกล้การแจกแจงปกติ

ถ้าหากว่ามีความสงสัยว่าตัวแปรหนึ่งในประชากรใด ๆ จะมีการแจกแจงแบบใดแบบหนึ่งหรือไม่ จะต้องทำการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับการแจกแจงนั้น ๆ โดยการทดลองหรือสุ่ม ตัวอย่างจากประชากรกลุ่มนั้น มาจำนวนหนึ่ง สังเกตค่าของตัวแปรและความถี่ของตัวแปรนั้น ดังตารางต่อไปนี้

X : ตัวแปร	O : ความถี่
X_1	O_1
X_2	O_2
$\vdots$	$\vdots$
X_3	O_k
	$\sum_{i=1}^k O_i$

และจะต้องตั้งสมมติฐานสำหรับการทดสอบว่า

H_0 : X มีการแจกแจงแบบ g

H_1 : X ไม่มีการแจกแจงแบบ g

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อการแจกแจงแบบ ก เป็นการแจกแจงที่ต้องการทดสอบ ซึ่งในที่นี้อาจเป็นการแจกแจงแบบไคสแควร์ ตัวสถิติที่ใช้ในการทดสอบการแจกแจงคือ

$$X_{app}^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

เมื่อ k เป็นจำนวนเหตุการณ์ที่ปรับแล้วซึ่งความถี่คาดหวังไม่ต่ำกว่า 5

O_i เป็นความถี่ที่ได้จากการสังเกตของเหตุการณ์ที่ i

และ E_i เป็นความถี่คาดหวังของเหตุการณ์ที่ i ซึ่งคำนวณได้ตามสมมติฐาน H_0

ดังนี้

$$E_i = NP(x_i)$$

และตัวแปร X_{app}^2 จะมีการแจกแจงเข้าใกล้การแจกแจงแบบไคสแควร์ด้วยระดับความเป็น

อิสระ = $k - l - m$

เมื่อ m เป็นจำนวนพารามิเตอร์ที่ต้องประมาณสำหรับการทดสอบการแจกแจงตามสมมติฐาน H_0

ถ้าหากมีความจำเป็นต้องประมาณพารามิเตอร์ของแต่ละการแจกแจงประมาณได้ดังนี้
ประมาณพารามิเตอร์ μ ด้วย $\bar{x}$ และ พารามิเตอร์ σ^2 ด้วย S^2 ของการแจกแจงด้วย

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad \text{และ} \quad S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}$$

คำนวณค่าของตัวสถิติ X_{app}^2 แล้วพิจารณาว่า X_{app}^2 ตกอยู่ในอาณาเขตวิกฤตที่ระดับนัยสำคัญที่กำหนดในการทดสอบหรือไม่ แล้วจึงสรุปผลการทดสอบดังตัวอย่างของการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับการแจกแจงของตัวแปร

2.5.7 การทดสอบของโคลโมโกรอฟ – สเมอร်นอฟ สำหรับตัวอย่าง

ชุดเดียว (The Kolmogorov – Smirnov One Sample Test)

เป็นการทดสอบที่ใช้ได้กับข้อมูลที่มี มาตรการวัดแบบเรียงลำดับ (Ordinal scale) หรือ มาตรการวัดแบบอันตรภาค (Interval Scale) หรือ มาตรการวัดแบบอัตราส่วน (Ratio Scale) การทดสอบนี้จะช่วยให้ทราบว่า การแจกแจงของกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มมาเหมือนกับการแจกแจงของประชากรที่เราสนใจหรือไม่ หรืออธิบายได้ว่าคะแนนจากตัวอย่างสามารถพูดได้อย่างมีเหตุผลหรือไม่ ว่ามาจากประชากรที่มีการแจกแจงทางทฤษฎีอันหนึ่ง หรือคือ การทดสอบการแจกแจง นั่นเอง จะใช้เมื่อตัวแปรที่สนใจมีการแจกแจงแบบต่อเนื่อง (Continuous Distribution) และการทดสอบนี้จะมีอำนาจการทดสอบมากกว่าการทดสอบไคสแควร์ เพราะการทดสอบไคสแควร์จำเป็นต้องรวมกลุ่มด้วยกัน เมื่อ $E_i < 5$ ทำให้สูญเสียข้อมูลไปและการทดสอบนี้ใช้ได้เมื่อ N เล็ก เช่น $N < 40$

ถ้า N มากกว่านี้ ควรใช้การทดสอบไคสแควร์ สมมติฐานที่ตั้ง

$$H_0 : F(x) = F_0(x) \text{ สำหรับทุกค่าของ } x$$

$$H_1 : F(x) \neq F_0(x) \text{ สำหรับบางค่าของ } x$$

เมื่อ $F(x) =$ ฟังก์ชันความน่าจะเป็นสะสม (Cumulative probability function)
 $= P(X \leq x)$

การทดสอบนี้จะทำการเปรียบเทียบฟังก์ชันความน่าจะเป็นสะสมของข้อมูลตัวอย่าง $S(x)$ กับ $F_0(x)$ ตามทฤษฎีอันหนึ่ง คือพิจารณาจุดต่างๆ ของเส้นกราฟ $F_0(x)$ และ $S(x)$ ที่สร้างในรูปเดียวกันว่าใกล้เคียงกันหรือไม่ ถ้ามีระยะห่างระหว่าง $F_0(x)$ และ $S(x)$ ที่จุดใดๆ มาก ก็น่าจะสงสัยว่าตัวอย่างนี้ไม่ได้มาจากประชากรที่มีฟังก์ชันความน่าจะเป็นสะสมแบบ $F_0(x)$ ดังนั้นสถิติที่ใช้ทดสอบที่วัดความแตกต่างนี้ได้ดี คือค่า D

$$D = \max |F_0(x) - S(x)|$$

เมื่อ $F_0(x) =$ ฟังก์ชันความน่าจะเป็นสะสมตามทฤษฎีหนึ่ง ๆ เช่น

ฟังก์ชันของการแจกแจงปกติ หรือ การแจกแจงเอ็กโปเนนเชียล

และ $S(x) =$ ฟังก์ชันความน่าจะเป็นสะสมของตัวอย่างสุ่มขนาด N

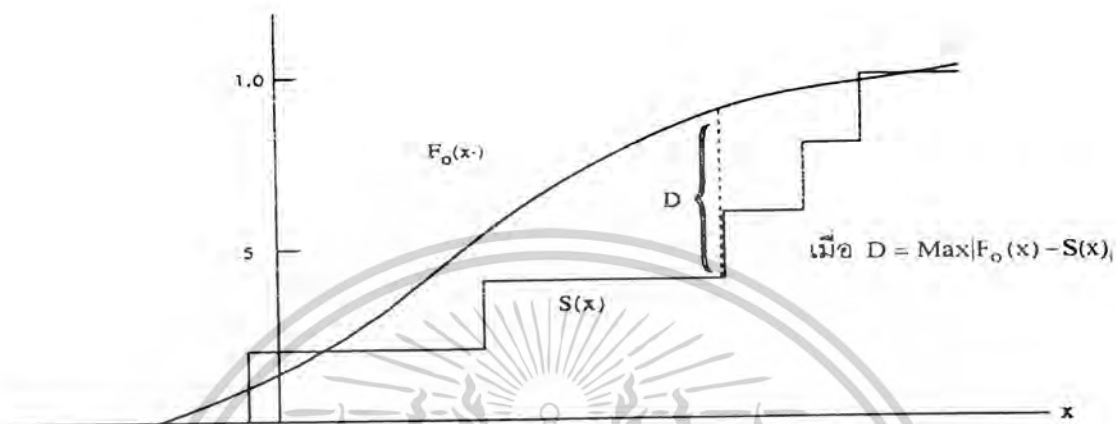
$=$ the sample (observed) or empirical distribution function

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

ซึ่ง $S(x)$ มักจะมีกราฟเป็นรูปขั้นบันได (step function)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วน $F_0(x)$ ของการแจกแจงใดๆ (เช่น การแจกแจงปกติ ,การแจกแจงเอ็กซ์โปเนนเชียล หรืออื่นๆ) มักจะมีกราฟเป็นรูปเส้นต่อเนื่องที่มีความสูงไม่เกินค่า 1 ตัวอย่างเช่น



เมื่อ $F_0(x)$ = cumulative distribution function ของการแจกแจงปกติมาตรฐาน

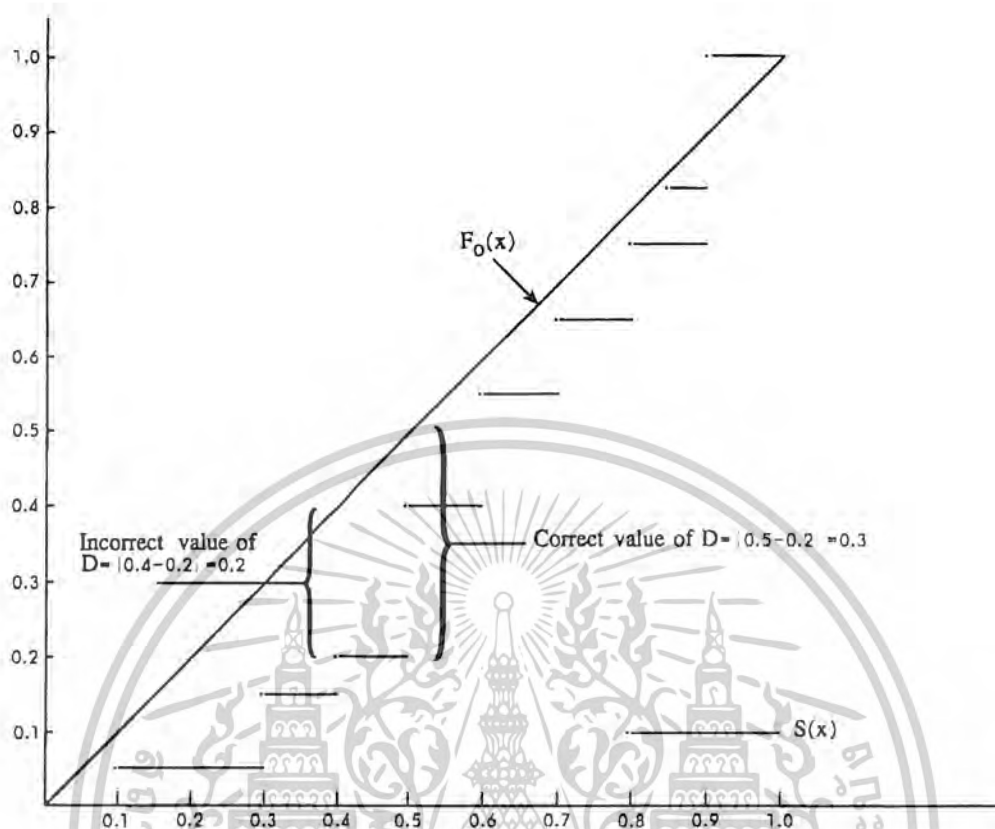
พิจารณาความแตกต่างระหว่างกราฟ 2 เส้นที่ทุกๆ ค่าของ x และให้ความแตกต่างที่มาก

$$\text{ที่สุด} = D = \text{Max} |F_0(x) - S(x)|$$

นำค่า D นี้ ไปเปรียบเทียบกับค่าวิกฤต D ในตาราง ก. ในภาคผนวก ถ้าค่า D ที่ได้จากข้อมูลตัวอย่างมีค่าน้อยกว่าค่าวิกฤต ก็ยอมรับ H_0 ดังนั้นอาณาเขตวิกฤตคือ $D > D_{\alpha, n}$ จากตาราง ก. ในภาคผนวก

หมายเหตุ ถ้ามีการประมาณค่าพารามิเตอร์จากข้อมูลตัวอย่าง การทดสอบนี้จะเป็นการทดสอบแบบ Conservative นั่นคือ ค่าความน่าจะเป็นที่จะเกิดความคลาดเคลื่อนชนิดที่ 1 (ความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นเนื่องจากการปฏิเสธ H_0 ทั้งที่ H_0 เป็นจริง) จะมีค่าน้อยกว่าที่กำหนดไว้เบื้องต้น

วิธีการเปรียบเทียบค่า $F_0(x)$ และ $S(x)$ ด้วยค่าตัวเลขดังกล่าวข้างต้น บางครั้งจะพบว่าไม่พอเพียงที่จะหาค่า $D = \max |F_0(x) - S(x)|$ เนื่องจากระยะห่างมากที่สุด (ในแนวตั้ง) ระหว่าง $F_0(x)$ และ $S(x)$ ไม่ได้เกิดขึ้นที่ค่า x แต่เกิดขึ้นที่ค่าอื่น ให้พิจารณาจากกราฟของ $F_0(x)$ และ $S(x)$ ของตัวอย่างต่อไปนี้



จากรูปกราฟข้างต้น ถ้าหาค่า $|F_0(x) - S(x)|$ เฉพาะที่จุดด้านซ้ายของเส้นตามแกนนอน (—) เราจะได้ว่า $D = |0.2 - 0.4| = 0.2$ ซึ่งไม่ใช่ค่าที่ถูกต้องของ D แต่ถ้าพิจารณากราฟให้ละเอียด จะพบว่าระยะห่างที่มากที่สุด (ในแนวตั้ง) จะเกิดขึ้นทางด้านขวาของเส้นตามแกนนอน (—) ที่จุด $x = 0.4$ ดังนั้นค่า D ที่ถูกต้อง คือ $|0.5 - 0.2| = 0.3$

ดังนั้นวิธีการหาค่าที่ถูกต้องของค่า D จากตัวเลขสามารถทำได้เช่นเดียวกันโดยหาค่า $|S(x_{i-1}) - F_0(x_i)|$ สำหรับทุกค่าของ $i = 1, 2, \dots, r+1$ เมื่อ r = จำนวนของค่า x ที่แตกต่างกัน และกำหนดให้ $S(x_0) = 0$ ค่าสถิติที่ถูกต้อง ; D คือ

$$D = \max_{1 \leq i \leq r} \{ \max [|S(x_i) - F_0(x_i)|, |S(x_{i-1}) - F_0(x_i)|] \}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.8 การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่รวบรวมได้ ต้องทำการวิเคราะห์หารูปแบบการแจกแจงของข้อมูลก่อน จึงจะสามารถนำมาใช้ในการหาจำลองแบบได้ โดยในการวิเคราะห์ข้อมูลจะใช้ โปรแกรม ARENA 5.0 และโปรแกรม MINITAB 13.20 มาใช้ในการทดสอบ

2.5.8.1 การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม ARENA

ภาพที่ 2.1 แสดงการแจกแจงของข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบไวบูล



จากภาพที่ 2.1 แสดงการแจกแจงความถี่ของข้อมูล ที่มีลักษณะคล้ายกับการแจกแจงแบบไวบูล และได้ผลการวิเคราะห์การแจกแจงจากโปรแกรม ARENA ดังต่อไปนี้

Distribution Summary

Distribution: Weibull

Expression: Weibull (184 , 1.64)

Kolmogorov-Smirnov Test

Corresponding p-value = 0.0172

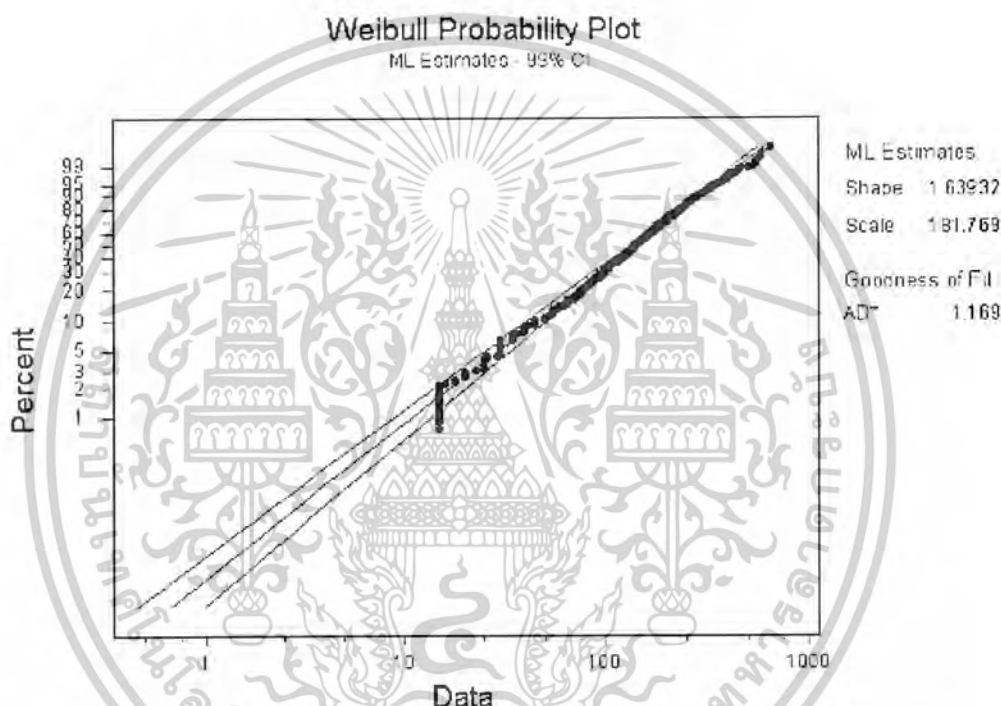
จากผลการวิเคราะห์ข้อมูล แสดงให้ทราบว่าข้อมูลมีการแจกแจงแบบไวบูล ได้ค่าการทดสอบ $X \sim$ ตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบไวบูล

โดยมีค่าพารามิเตอร์ $X \sim \text{Weibull}(\beta, \alpha)$; Weibull (184 , 1.64) มีค่าพารามิเตอร์ Beta = 184 และ Alpha = 1.64 และ พิจารณา โคลโมโกรอฟ – สเมอร์นอฟ (Kolmogorov-

Smirnov Test) จะพบว่าค่า p-value เท่ากับ 0.0172 มากกว่า 0.01 ณ ระดับนัยสำคัญ 0.01 แสดงว่าข้อมูลเป็นการแจกแจงแบบไวบูล

2.5.8.2 การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม MINITAB

ภาพที่ 2.2 แสดงลักษณะการกระจายตัวของข้อมูล



จากภาพที่ 2.2 แสดงลักษณะการกระจายของข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบไวบูล และ
มีผลการวิเคราะห์ ได้ค่าการทดสอบ $X \sim$ ตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบไวบูล โดยที่
Shape คือ พารามิเตอร์ α และ Scale คือ พารามิเตอร์ β มีค่า $X \sim \text{Weibull}(\beta, \alpha)$;
 $\text{Weibull}(181.769, 1.6932)$

การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม MINITAB จะใช้ Anderson Test (AD) เป็นตัว
ทดสอบ พบว่า ค่า AD ยังมีค่าน้อยยิ่งดี และลักษณะของข้อมูลมีการกระจายตัวอยู่ในขอบเขตที่
กำหนด คือ เส้นขอบเขตบนและเส้นขอบเขตล่าง สำหรับ ค่า AD ที่เหมาะสมนั้นขึ้นอยู่กับ ความ
พอใจของผู้ทดสอบ จากลักษณะของข้อมูลนี้ แสดงให้เห็นว่าข้อมูลอยู่ภายในเส้นขอบเขตบนและ
ขอบเขตล่าง รวมทั้งมีค่า AD ที่น้อย จึงสรุปว่า ข้อมูลมีการแจกแจงแบบไวบูล ณ ระดับนัยสำคัญ
0.01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.9 เทคนิคมอนติคาร์โล

เทคนิคมอนติคาร์โล คือ เทคนิคในการสร้างข้อมูลโดยใช้ตัวเลขสุ่ม และความน่าจะเป็นสะสม ตัวเลขสุ่มที่ใช้อาจได้มาจากตารางเลขสุ่ม โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ลูกเต๋าหรืออื่นๆ ซึ่งสามารถสร้างตัวเลขที่มีลักษณะการกระจายของความน่าจะเป็นแบบสม่ำเสมอ ส่วนความน่าจะเป็นสะสม อาจได้มาจากข้อมูลในอดีต จากการทดลองหรือจากลักษณะการกระจายความน่าจะเป็นจากตัวเลขทั้งสองอย่างจะนำมาสร้างข้อมูลที่ต้องการดังนี้

1. สร้างกราฟหรือตารางของความน่าจะเป็นสะสมของข้อมูลที่ต้องการ
2. สุ่มตัวเลขสุ่ม ใส่จุดทศนิยมเพื่อให้มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1
3. ใช้ตัวเลขสุ่มในข้อ 2 แทนค่าความน่าจะเป็นสะสม
4. อ่านค่าของข้อมูลจากกราฟหรือตาราง ซึ่งมีค่าความน่าจะเป็นสะสมเท่ากับตัวเลขในข้อ 3. ค่าที่ได้นี้คือ ค่าของข้อมูลที่ต้องการ
5. ทำซ้ำข้อ 2. ถึงข้อ 4. จนกว่าจะได้ข้อมูลมากเท่าที่ต้องการ

และเพื่อความสะดวกในการหาค่าของตัวแปรสุ่ม จึงมักกำหนดช่วงของตัวเลขสุ่ม สำหรับแต่ละค่าของตัวแปรสุ่มให้ดูง่ายขึ้น โดยที่ไม่ต้องใส่จุดทศนิยมให้แก่ตัวเลขสุ่ม ดังตัวอย่างเช่น

ตารางที่ 2.1 แสดงตัวแปรสุ่ม และค่าความน่าจะเป็นของตัวแปรสุ่มแสดงได้ดังนี้

x	$p(x)$
0	0.03
1	0.15
2	0.28
3	0.39
4	0.11
5	0.04

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสร้างข้อมูลโดยอาศัยเทคนิคอนติคาร์โล จะต้องอาศัยความน่าจะเป็นสะสม ดังนั้น ต้อง สร้างตารางใหม่ และหาช่วงของตัวเลขสุ่ม(RN)ได้ดังนี้

ตารางที่ 2.2 แสดงตัวแปรสุ่ม ค่าความน่าจะเป็นของตัวแปรสุ่ม ฟังก์ชันความน่าจะเป็นสะสม ของตัวแปรสุ่ม และช่วงของ RN

x	$p(x)$	$F(x)$	ช่วงของ RN
0	0.03	0.03	00-02
1	0.15	0.18	03-17
2	0.28	0.46	18-45
3	0.39	0.85	46-84
4	0.11	0.96	85-95
5	0.04	1.00	96-99

ทำการสุ่มตัวเลขจากตารางสุ่มหรือจากวิธีการสร้างตัวเลขสุ่มแบบอื่น ๆ นำตัวเลขสุ่ม(RN) ที่ได้เทียบกับช่วง RN ว่าตกอยู่ในช่วงใด เช่นถ้าเลขสุ่ม RN = 59 ค่า x ที่สร้างได้คือ 3 ถ้าสุ่มได้ RN = 85 จะได้ $x = 4$ เป็นต้น

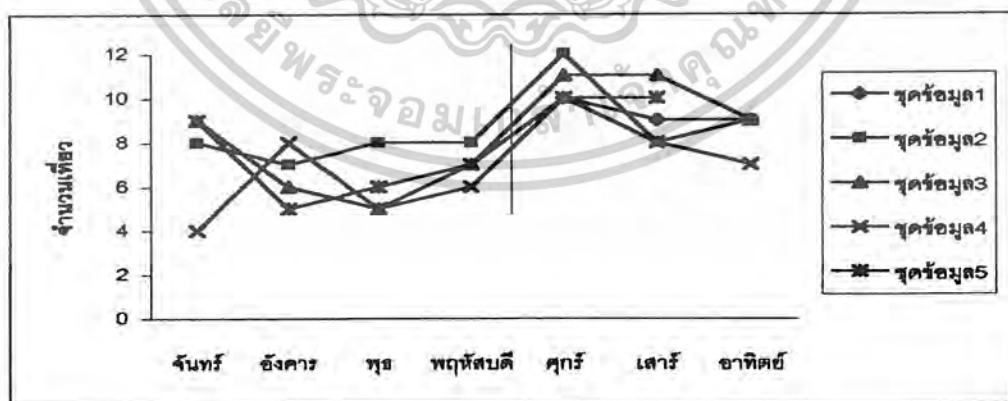
บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัย ต้องใช้ข้อมูลต่างๆ เพื่อการจำลองแบบ โดยในการวิจัยครั้งนี้ ได้นำข้อมูลมาจาก สถานีบรรจุและแยกสินค้ากล่อง ICD ลาดกระบัง ที่ได้ทำการบันทึกข้อมูลไว้ในสมุดบันทึกงาน โดยได้ทำการบันทึกข้อมูลตามวัน-เวลารถไฟเข้า-เวลารถไฟออก พร้อมทั้งจำนวนตู้สินค้าที่บรรทุกมาพร้อมกับขบวนรถไฟในแต่ละขบวน จากข้อมูลทางสถานีรวบรวมไว้ยังไม่เพียงพอต่อการจำลองแบบ ดังนั้น ข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้สำหรับการจำลองแบบ แต่ไม่มีการจดบันทึกข้อมูลไว้ ต้องไปทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเองที่สถานีบรรจุและแยกสินค้ากล่อง ICD ลาดกระบัง คือ เวลาที่ใช้ในการยกตู้สินค้า และ เวลาที่ใช้ในการขนส่งตู้สินค้า

จากข้อมูลที่รวบรวมได้ แบ่งข้อมูลออกเป็นรายสัปดาห์ ให้แต่ละรายสัปดาห์เป็น 1 ชุดข้อมูล แสดงจำนวนเที่ยวขบวนรถไฟในแต่ละวันได้ดังภาพที่ 3.1 ทำให้ทราบว่าจำนวนขบวนรถไฟในแต่ละวันจะเปลี่ยนแปลงไปตามวันในสัปดาห์ จากข้อมูลที่รวบรวมมาเป็นรายสัปดาห์ แต่ละรายสัปดาห์เป็นชุดข้อมูล

ภาพที่ 3.1 แสดงจำนวนเที่ยวขบวนรถไฟในแต่ละวันตั้งแต่วันจันทร์-วันอาทิตย์ โดยมีชุดข้อมูลตั้งแต่ชุดข้อมูล 1 ถึงชุดข้อมูล 5



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 3.1 แสดงให้เห็น จำนวนขบวนรถไฟวันจันทร์-วันพฤหัสบดี ไม่แตกต่างกัน และ จำนวนขบวนรถไฟวันศุกร์-วันอาทิตย์ ไม่แตกต่างกัน แต่จะเห็นว่าจำนวนขบวนรถไฟวันศุกร์-วันอาทิตย์ จะสูงกว่า วันจันทร์ – วันพฤหัสบดี จึงแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ช่วง คือ ข้อมูลช่วงวันจันทร์-วันพฤหัสบดี และ ช่วงวันศุกร์-วันอาทิตย์ เพื่อให้การจำลองแบบมีความถูกต้องแม่นยำ

3.1 วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการศึกษาครั้งนี้จะดำเนินการศึกษาเป็นลำดับ ดังนี้

1. กำหนดขอบเขตการศึกษา
 - 1.1 กำหนดปัญหาที่จะศึกษา
 - 1.2 กำหนดวัตถุประสงค์
 - 1.3 กำหนดขอบเขตและข้อจำกัด
2. วิเคราะห์ข้อมูลช่วงเวลาระหว่างรถไฟเข้า ช่วงเวลาระหว่างรถไฟออก จำนวนตู้สินค้าขาเข้า จำนวนตู้สินค้าขาออก ระยะเวลาที่ใช้ในการขนส่งตู้สินค้า และระยะเวลาที่ใช้ในการขนส่งตู้สินค้า
3. สร้างแบบจำลอง
 - 3.1 สร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์จำลองแบบปัญหา
 - 3.2 ทดสอบความถูกต้องของแบบจำลอง
4. ทดสอบนโยบาย ต่างๆ ด้านการเพิ่มประสิทธิภาพการขนส่งสินค้า
5. สรุปผลการวิเคราะห์แบบจำลอง

3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการจำลองแบบ ทางสถานีบรรจุและแยกสินค้ากล่อง ICD ลาดกระบัง ได้ทำการจดบันทึกเวลารถไฟเข้า-เวลารถไฟออก และ จำนวนตู้สินค้า ไว้ในสมุดตามวันและเวลา แต่ข้อมูลที่ได้จากทางสถานียังไม่เพียงพอต่อการจำลองแบบ ดังนั้น จึงต้องทำการเก็บข้อมูลเพิ่มเติม ที่สถานีบรรจุและแยกสินค้ากล่อง ICD ลาดกระบัง คือ เวลาที่ใช้ในการยกตู้สินค้า และเวลาที่ใช้ในการขนส่งตู้สินค้า เพื่อนำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดไปทำการวิเคราะห์และจำลองระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ลักษณะข้อมูล

- ช่วงเวลาระหว่างรถไฟเข้า – ช่วงเวลาระหว่างรถไฟออกและจำนวนผู้ขึ้นค่า ข้อมูลที่ได้มาเป็นเวลารถไฟเข้า-เวลารถไฟออก พร้อมทั้งจำนวนผู้ขึ้นค่าที่บรรทุกมาพร้อมกับขบวนรถไฟในแต่ละขบวน โดยนำข้อมูลตั้งแต่ 1 มกราคม 2546 ถึง 30 สิงหาคม 2546 มาใช้ในการจำลองแบบ แต่สำหรับการจำลองแบบนั้น จำเป็นต้องใช้ข้อมูลช่วงเวลาระหว่างรถไฟเข้า (Interarrival Time) และ ช่วงเวลาระหว่างรถไฟออก (Interdeparture Time)

การคำนวณ

ช่วงเวลาระหว่างรถไฟ (ชั่วโมง) = เวลารถไฟขบวนหลัง - เวลารถไฟขบวนก่อนหน้า แต่การจำลองระบบ จะใช้หน่วยของเวลาเป็นนาที ต้องแปลงหน่วย ชั่วโมง ให้เป็น นาที จึงเพื่อนำไปใช้ในการจำลองต่อไป

โดยข้อมูลช่วงเวลาระหว่างรถไฟเข้า ได้มาจากการนำเวลารถไฟเข้าขบวนหลังลบด้วย เวลารถไฟเข้าขบวนก่อนหน้า

ตารางที่ 3.1 แสดงตัวอย่างการคำนวณข้อมูลช่วงเวลาระหว่างรถไฟเข้า

วัน เดือน ปี	เวลาเข้า	ช่วงเวลาระหว่างรถไฟเข้า (ชั่วโมง)	ช่วงเวลาระหว่างรถไฟเข้า (นาที)	จำนวนผู้ขึ้นค่า
7 พ.ค. 46 (วันพุธ)	0.30			68
	1.50	$1.50 - 0.30 = 1.20$	80	68
	3.35	$3.35 - 1.50 = 1.45$	105	68
	7.15	$7.15 - 3.35 = 3.40$	220	68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับช่วงเวลาระหว่างรถไฟออก มีวิธีการคำนวณเช่นเดียวกับช่วงเวลาระหว่างรถไฟเข้า ดังนั้น จึงต้องนำเวลารถไฟออกขบวนหลังลบด้วยเวลารถไฟขบวนก่อนหน้า แล้วจึงนำไปใช้ในการจำลองระบบได้

ตารางที่ 3.2 แสดงตัวอย่างการคำนวณข้อมูลช่วงเวลาระหว่างรถไฟออก

วัน เดือน ปี	เวลาออก	ช่วงเวลาระหว่างรถไฟออก (ชั่วโมง)	ช่วงเวลาระหว่างรถไฟออก (นาที)	จำนวนผู้โดยสาร
7 พ.ค. 46 (วันพุธ)	1.02			68
	2.30	$2.30 - 1.02 = 1.28$	88	0 (แคร่เปล่า)
	3.05	$3.05 - 2.30 = 0.35$	35	0 (แคร่เปล่า)
	9.00	$9.00 - 3.05 = 5.55$	355	68

- ระยะเวลาที่ใช้ในการขนส่งผู้โดยสาร และ ระยะเวลาที่ใช้ในการยกผู้โดยสาร ระยะ เวลาที่ใช้ในการขนส่งผู้โดยสาร จะมีรถลากบรรทุกผู้โดยสารจาก สถานีผู้โดยสาร ไปยัง ขบวนรถไฟ และ ระยะเวลาที่ใช้ในการยกผู้โดยสาร โดยใช้รถยกผู้โดยสารขนส่งผู้โดยสาร ขึ้น-ลงใส่ขบวนรถไฟ ในแต่ละขบวน โดยได้ทำการเก็บข้อมูลเองตั้งแต่ วันที่ 6 – 10 ตุลาคม พ.ศ. 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่รวบรวมได้ก่อนที่จะนำข้อมูลไปใช้ในการจำลองแบบ ต้องทำการวิเคราะห์หารูปแบบการแจกแจงของข้อมูลก่อน จึงจะสามารถนำมาใช้ในการหาแบบจำลองได้ โดยข้อมูลที่จำเป็นต้องหาการแจกแจงมีดังต่อไปนี้

1. การแจกแจงช่วงเวลาระหว่างรถไฟเข้าวันจันทร์-วันพฤหัสบดี
2. การแจกแจงช่วงเวลาระหว่างรถไฟเข้าวันศุกร์-วันอาทิตย์
3. การแจกแจงช่วงเวลาระหว่างรถไฟออกวันจันทร์-วันพฤหัสบดี
4. การแจกแจงช่วงเวลาระหว่างรถไฟออกวันศุกร์-วันอาทิตย์
5. การแจกแจงจำนวนผู้ขึ้นค้ำขาเข้าวันจันทร์-วันพฤหัสบดี
6. การแจกแจงจำนวนผู้ขึ้นค้ำขาเข้าวันศุกร์-วันอาทิตย์
7. การแจกแจงจำนวนผู้ขึ้นค้ำขาออกวันจันทร์-วันพฤหัสบดี
8. การแจกแจงจำนวนผู้ขึ้นค้ำขาออกวันศุกร์-วันอาทิตย์
9. การแจกแจงระยะเวลาที่ใช้ในการขนส่งผู้ขึ้นค้ำ
10. การแจกแจงระยะเวลาที่ใช้ในการยกผู้ขึ้นค้ำ

เพื่อนำไปใช้ในการผลิตตัวแปรสุ่มสำหรับการจำลองแบบปัญหา ในการวิเคราะห์ข้อมูลจะใช้โปรแกรม MINITAB 13.20 และ โปรแกรม ARENA 5.0 มาใช้ในการทดสอบ เนื่องจากโปรแกรม ARENA เป็นที่แพร่หลายเฉพาะในวงการวิจัยดำเนินงานและโปรแกรม Minitab เป็นที่แพร่หลายในวงการสถิติ

3.4.1 การวิเคราะห์การแจกแจงช่วงเวลาระหว่างรถไฟเข้า วันจันทร์ - วันพฤหัสบดี

ภาพที่ 3.2 กราฟแสดงการแจกแจงช่วงเวลาระหว่างรถไฟเข้าวันจันทร์-วันพฤหัสบดีเป็น
แบบไวบูล



จากภาพที่ 3.2 แสดงการแจกแจงความถี่ของช่วงเวลาระหว่างรถไฟเข้าวันจันทร์-วันพฤหัสบดี มีลักษณะคล้ายกับการแจกแจงแบบไวบูล

สมมติฐานวิจัย

H_0 : การแจกแจงช่วงเวลาระหว่างรถไฟเข้าวันจันทร์-วันพฤหัสบดีเป็นแบบไวบูล

H_1 : การแจกแจงช่วงเวลาระหว่างรถไฟเข้าวันจันทร์-วันพฤหัสบดีไม่เป็นแบบไวบูล

การตัดสินใจ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วย โคลโมโกรอฟ – สเมอรโนฟ (Kolmogorov-Smirnov Test) ทำให้ทราบว่า ได้ค่าการทดสอบ $X \sim$ ตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบไวบูล โดยมีค่าพารามิเตอร์ $X \sim \text{Weibull}(\beta, \alpha)$; $\text{Weibull}(1.49, 199)$ ที่ $p\text{-value} = 0.02$

พิจารณาจากค่า $p\text{-value}$ เท่ากับ 0.02 จึงยอมรับ H_0 ณ ระดับนัยสำคัญ 0.01 นั่นคือ ช่วงเวลาระหว่างรถไฟเข้า วันจันทร์-วันพฤหัสบดี เป็นการแจกแจงแบบ ไวบูล

3.4.2 การวิเคราะห์การแจกแจงช่วงเวลาระหว่างรถไฟเข้าวันศุกร์-วันอาทิตย์

ภาพที่ 3.3 แสดงการแจกแจงช่วงเวลาระหว่างรถไฟเข้าวันศุกร์-วันอาทิตย์เป็นแบบไวบูล



จากภาพที่ 3.3 แสดงการแจกแจงความถี่ของช่วงเวลาระหว่างรถไฟเข้าวันศุกร์-วันอาทิตย์ มีลักษณะคล้ายกับการแจกแจงแบบไวบูล

สมมติฐานวิจัย

H_0 : การแจกแจงช่วงเวลาระหว่างรถไฟเข้าวันศุกร์-วันอาทิตย์เป็นแบบไวบูล

H_1 : การแจกแจงช่วงเวลาระหว่างรถไฟเข้าวันศุกร์-วันอาทิตย์ไม่เป็นแบบไวบูล

การตัดสินใจ

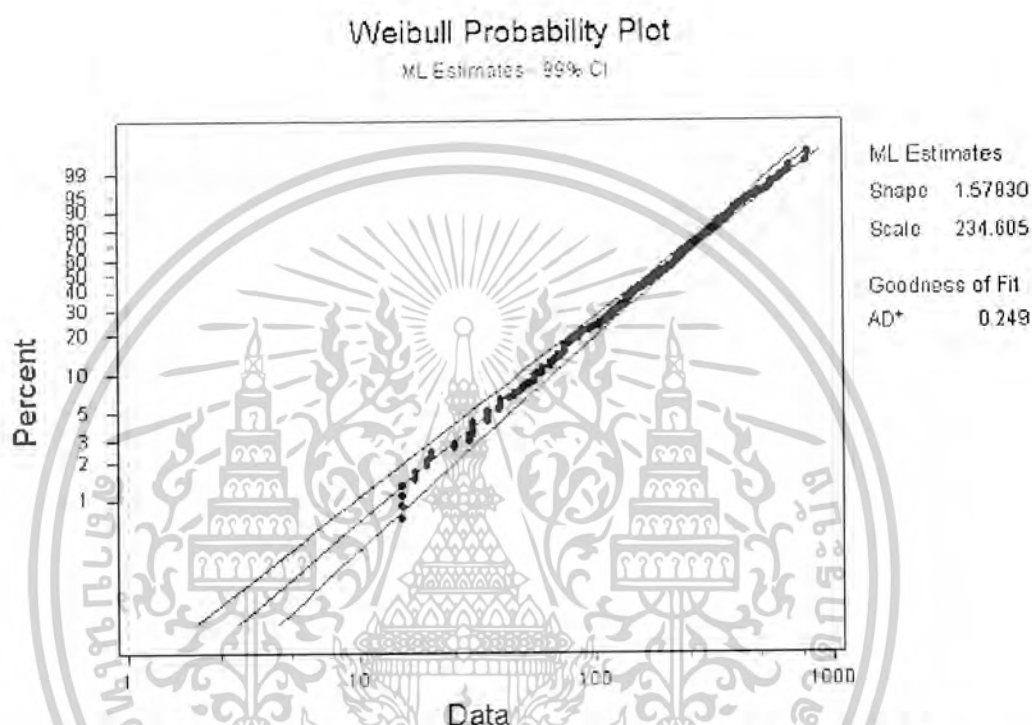
จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วย โคลโมโกรอฟ – สเมอร์โนฟ (Kolmogorov-Smirnov Test) ทำให้ทราบว่า ได้ค่าการทดสอบ $X \sim$ ตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบไวบูล โดยมีค่าพารามิเตอร์

$X \sim \text{Weibull}(\beta, \alpha) ; \text{Weibull}(1.46, 180)$ ที่ $p\text{-value} = 0.028$

พิจารณาจากค่า $p\text{-value}$ เท่ากับ 0.028 จึงยอมรับ H_0 ณ ระดับนัยสำคัญ 0.01 นั่นคือ ช่วงเวลาระหว่างรถไฟเข้า วันศุกร์-วันอาทิตย์ เป็นการแจกแจงแบบ ไวบูล

3.4.3 การวิเคราะห์การแจกแจงช่วงเวลาระหว่างรถไฟออก วันจันทร์-วันพฤหัสบดี

ภาพที่ 3.4 แสดงช่วงเวลาระหว่างรถไฟออกวันจันทร์-วันพฤหัสบดี มีการแจกแจงแบบไวบูล



จากภาพที่ 3.4 แสดงลักษณะการกระจายของช่วงเวลาระหว่างรถไฟออกวันจันทร์-วันพฤหัสบดี ที่มีการแจกแจงแบบไวบูล

สมมติฐานวิจัย

H_0 : การแจกแจงช่วงเวลาระหว่างรถไฟออกวันวันจันทร์-วันพฤหัสบดีเป็นแบบไวบูล

H_1 : การแจกแจงช่วงเวลาระหว่างรถไฟออกวันวันจันทร์-วันพฤหัสบดีไม่เป็นแบบไวบูล

การตัดสินใจ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วย โปรแกรม MINITAB พิจารณา ค่า AD ที่มีค่าน้อย และข้อมูลมีลักษณะการกระจายตัวอยู่ในขอบเขตที่กำหนด คือ เส้นขอบเขตบนและเส้นขอบเขตล่าง

จะทำให้ทราบว่า ได้ค่าการทดสอบ $X \sim$ ตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบไวบูล

โดยมีค่าพารามิเตอร์ $X \sim \text{Weibull}(\beta, \alpha); \text{Weibull}(234.605, 1.5783)$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พิจารณา ลักษณะข้อมูลมีการกระจายตัวอยู่ใน เส้นขอบเขตบนและเส้นขอบเขตล่าง จึงยอมรับ H_0 ณ ระดับนัยสำคัญ 0.01 นั่นคือ ช่วงเวลาระหว่างรถไฟออกวันจันทร์-วันอาทิตย์ เป็นการแจกแจงแบบไวบูล

3.4.4 การวิเคราะห์การแจกแจงช่วงเวลาระหว่างรถไฟออก วันศุกร์-วันอาทิตย์

ภาพที่ 3.5 แสดงการแจกแจงช่วงเวลาระหว่างรถไฟออกวันศุกร์-วันอาทิตย์เป็นแบบไวบูล



จากภาพที่ 3.5 แสดงการแจกแจงความถี่ของช่วงเวลาระหว่างรถไฟออกวันศุกร์-วันอาทิตย์ มีลักษณะคล้ายกับการแจกแจงแบบไวบูล

สมมติฐานวิจัย

H_0 : การแจกแจงช่วงเวลาระหว่างรถไฟออกวันศุกร์-วันอาทิตย์เป็นแบบไวบูล

H_1 : การแจกแจงช่วงเวลาระหว่างรถไฟออกวันศุกร์-วันอาทิตย์ไม่เป็นแบบไวบูล

การตัดสินใจ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วย โคลโมโกรอฟ – สเมอร်นอฟ (Kolmogorov-Smirnov Test) ทำให้ทราบว่า ได้ค่าการทดสอบ $X \sim$ ตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบไวบูลโดยมีค่าพารามิเตอร์ $X \sim \text{Weibull}(\beta, \alpha)$; $\text{Weibull}(184, 1.64)$ ที่ $p\text{-value} = 0.02$

พิจารณาจากค่า $p\text{-value}$ เท่ากับ 0.02 จึงยอมรับ H_0 ณ ระดับนัยสำคัญ 0.01 นั่นคือ ช่วงเวลาระหว่างรถไฟออก วันศุกร์-วันอาทิตย์ เป็นการแจกแจงแบบ ไวบูล

3.4.5 การวิเคราะห์การแจกแจงของจำนวนตู้สินค้าขาเข้า
วันจันทร์-วันพฤหัสบดี

เนื่องจากนำข้อมูลไปทดสอบแล้วพบว่าไม่เป็นการแจกแจงแบบใดๆ จึงจัดให้เป็นแบบ Empirical สามารถเขียนให้อยู่ในรูปความน่าจะเป็นสะสมโดยใช้เทคนิคอนติคาร์โล

ภาพที่ 3.6 แสดงการแจกแจงจำนวนตู้สินค้าขาเข้าวันจันทร์-วันพฤหัสบดีเป็นแบบ Empirical



ตารางที่ 3.3 แสดงจำนวนตู้สินค้าขาเข้าวันจันทร์-วันพฤหัสบดี และฟังก์ชันความน่าจะเป็นสะสมของแต่ละจำนวนตู้สินค้า

จำนวนตู้สินค้าขาเข้า	$F(x)$
0	0.0624
1	0.0624
2	0.0653
⋮	⋮
66	0.993
67	0.994
68	1.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.6 การวิเคราะห์การแจกแจงของจำนวนผู้สินค้าขาเข้า วันศุกร์-วันอาทิตย์

เนื่องจากนำข้อมูลไปทดสอบแล้วพบว่าไม่เป็นการแจกแจงแบบใดๆ จึงจัดให้เป็นแบบ Empirical สามารถเขียนให้อยู่ในรูปความน่าจะเป็นสะสมโดยใช้เทคนิคมอนติคาร์โล

ภาพที่ 3.7 กราฟแสดงการแจกแจงจำนวนผู้สินค้าขาเข้าวันศุกร์-วันอาทิตย์เป็นแบบ Empirical



ตารางที่ 3.4 แสดงจำนวนผู้สินค้าขาเข้าวันศุกร์-วันอาทิตย์ และฟังก์ชันความน่าจะเป็นสะสมของแต่ละจำนวนผู้สินค้า

จำนวนผู้สินค้าขาเข้า	$F(x)$
0	0.362
1	0.369
2	0.373
⋮	⋮
⋮	⋮
66	0.990
67	0.990
68	1.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.7 การวิเคราะห์การแจกแจงของจำนวนตู้สินค้าขาออก
วันจันทร์ – วันพฤหัสบดี

เนื่องจากนำข้อมูลไปทดสอบแล้วพบว่าไม่เป็นการแจกแจงแบบใดๆ จึงจัดให้เป็นแบบ Empirical สามารถเขียนให้อยู่ในรูปความน่าจะเป็นสะสมโดยใช้เทคนิคอนติคาร์โล

ภาพที่ 3.8 กราฟแสดงการแจกแจงจำนวนตู้สินค้าขาออกวันจันทร์-วันพฤหัสบดีเป็นแบบ Empirical



ตารางที่ 3.5 แสดงจำนวนตู้สินค้าขาออก และ ฟังก์ชันความน่าจะเป็นสะสมของแต่ละจำนวนตู้สินค้า

จำนวนตู้สินค้าขาออก	$F(x)$
0	0.123
1	0.123
2	0.125
.	.
.	.
66	0.981
67	0.985
68	1.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.8 การวิเคราะห์การแจกแจงของจำนวนตู้สินค้าออก
วันศุกร์-วันอาทิตย์

เนื่องจากนำข้อมูลไปทดสอบแล้วพบว่าไม่เป็นการแจกแจงแบบใดๆ จึงจัดให้เป็นแบบ Empirical สามารถเขียนให้อยู่ในรูปความน่าจะเป็นสะสมโดยใช้เทคนิคอนติคาร์โล

ภาพที่ 3.9 กราฟแสดงการแจกแจงจำนวนตู้สินค้าขาออกวันศุกร์-วันอาทิตย์เป็นแบบ Empirical



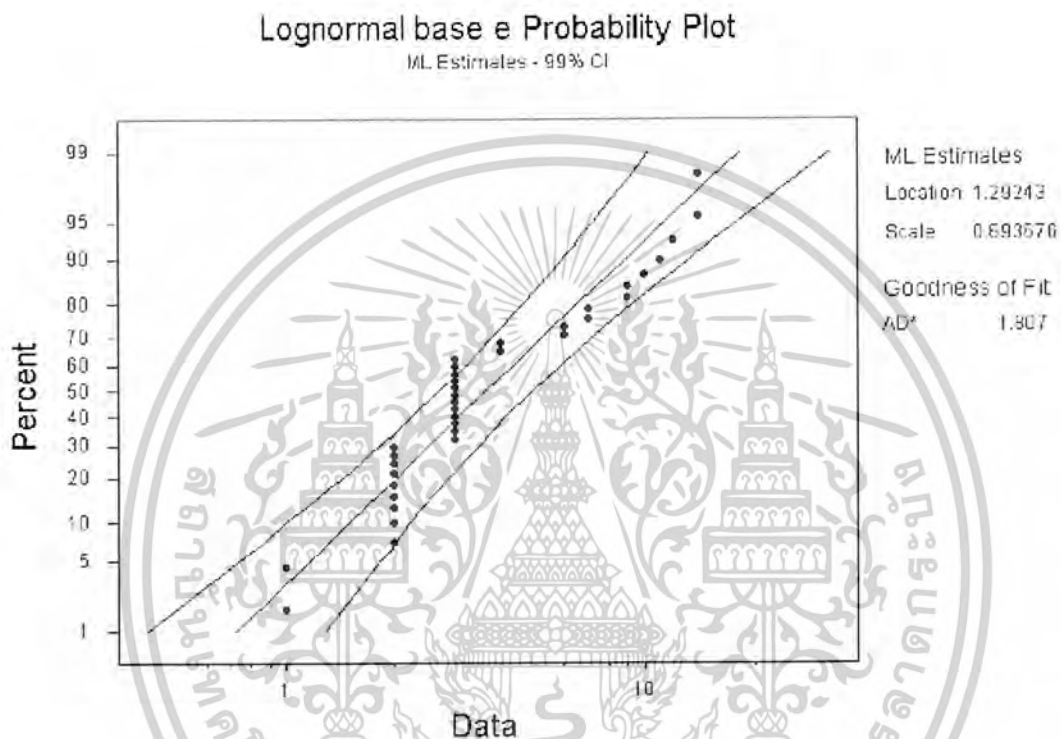
ตารางที่ 3.6 แสดงจำนวนตู้สินค้าขาออกวันศุกร์-วันอาทิตย์ และ ฟังก์ชันความน่าจะเป็นสะสมของแต่ละจำนวนตู้สินค้า

จำนวนตู้สินค้าขาออก	$F(x)$
0	0.0241
1	0.0241
2	0.0241
.	.
.	.
66	0.935
67	0.943
68	1.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.9 การวิเคราะห์การแจกแจงของระยะเวลาที่ใช้ในการขนส่งตู้สินค้า

ภาพที่ 3.10 กราฟแสดงการแจกแจงระยะเวลาที่ใช้ในการขนส่งตู้สินค้ามีการแจกแจงแบบ Lognormal



จากภาพที่ 3.10 แสดงลักษณะการกระจายของระยะเวลาที่ใช้ในการขนส่งตู้สินค้ามีการแจกแจงแบบ Lognormal

สมมติฐานวิจัย

H_0 : การแจกแจงของระยะเวลาที่ใช้ในการขนส่งตู้สินค้าเป็นแบบ Lognormal

H_1 : การแจกแจงของระยะเวลาที่ใช้ในการขนส่งตู้สินค้าไม่เป็นแบบ Lognormal

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตัดสินใจ

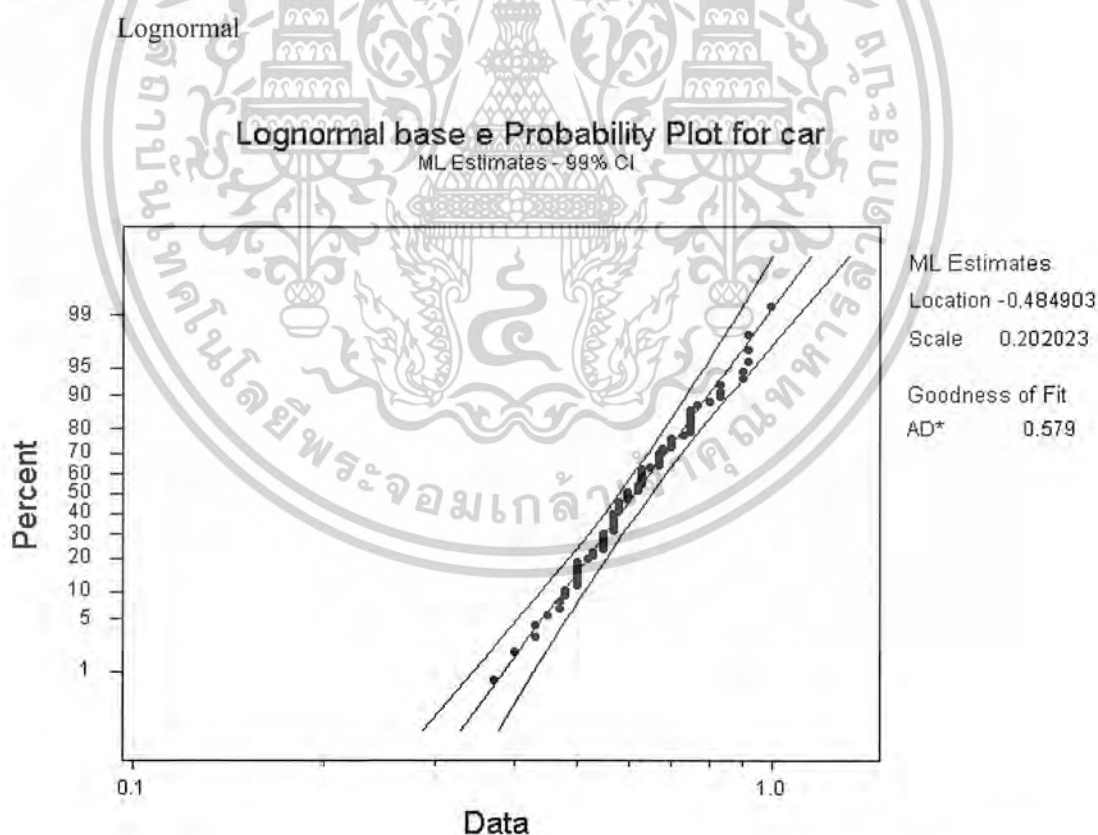
จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วย โปรแกรม Minitab พิจารณา ค่า AD ที่มีค่าน้อย และข้อมูลมีลักษณะการกระจายตัวอยู่ในขอบเขตที่กำหนด คือ เส้นขอบเขตบนและเส้นขอบเขตล่าง

จะทำให้ทราบว่า ได้ค่าการทดสอบ $X \sim$ ตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบ Lognormal
มีค่าพารามิเตอร์ $X \sim \text{Lognormal}(\mu, \sigma) ; \text{Lognormal}(1.29243, 0.693676)$

พิจารณา ลักษณะข้อมูลมีการกระจายตัวอยู่ใน เส้นขอบเขตบนและเส้นขอบเขตล่าง จึงยอมรับ H_0 ณ ระดับนัยสำคัญ 0.01 นั่นคือ ระยะเวลาที่ใช้ในการขนส่งตู้สินค้า เป็นการแจกแจงแบบ Lognormal

3.4.10 การวิเคราะห์การแจกแจงของระยะเวลาที่ใช้ในการยกตู้สินค้า

ภาพที่ 3.11 แสดงการแจกแจงระยะเวลาที่ใช้ในการยกตู้สินค้ามีการแจกแจงแบบ



จากภาพที่ 3.11 แสดงลักษณะการกระจายของระยะเวลาที่ใช้ในการยกตู้สินค้ามีการแจกแจงแบบ Lognormal

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมมติฐานวิจัย

H_0 : การแจกแจงของระยะเวลาที่ใช้ในการยกตู้สินค้า เป็นแบบ Lognormal

H_1 : การแจกแจงของระยะเวลาที่ใช้ในการยกตู้สินค้า ไม่เป็นแบบ Lognormal

การตัดสินใจ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วย โปรแกรม Minitab พิจารณา ค่า AD ที่มีค่าน้อย และข้อมูลมีลักษณะการกระจายตัวอยู่ในขอบเขตที่กำหนด คือ เส้นขอบเขตบนและเส้นขอบเขตล่าง

จะทำให้ทราบว่า ได้ค่าการทดสอบ $X \sim$ ตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบ Lognormal

โดยมีค่าพารามิเตอร์ $X \sim \text{Lognormal}(\mu, \sigma)$; $\text{Lognormal}(-0.484903, 0.202003)$

พิจารณา ลักษณะข้อมูลมีการกระจายตัวอยู่ใน เส้นขอบเขตบนและเส้นขอบเขตล่าง จึงยอมรับ H_0 ณ ระดับนัยสำคัญ 0.01 นั่นคือ ระยะเวลาที่ใช้ในการยกตู้สินค้า เป็นการแจกแจงแบบ Lognormal



บทที่ 4

การวิเคราะห์แบบจำลอง

4.1 ความถูกต้องของการจำลองแบบ

การจำลองแบบโดยโปรแกรมที่สร้างขึ้นต้องมีความเชื่อถือได้ เพื่อให้แบบจำลองที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้แทนระบบงานจริงได้ โดยขึ้นอยู่กับความเชื่อถือได้ของแบบจำลองที่สร้างขึ้นมาว่าถูกต้องเพียงใด แบบจำลองที่สร้างขึ้นนี้ได้สร้างตามข้อสมมติฐานและข้อกำหนดต่างๆ โดยอาศัยสภาพตามความเป็นจริง การทดสอบความถูกต้องโดยการเปรียบเทียบกับการวิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธีทางคณิตศาสตร์นั้น ไม่อาจทำได้เนื่องจากระบบของแบบจำลองนี้ไม่ตรงกับตัวแบบใดในทางทฤษฎี ดังนั้น เพื่อทดสอบความถูกต้องของโปรแกรมนี้ จึงใช้วิธีการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยที่ได้จากการจำลองกับระบบจริง โดยดูว่าผลที่ได้แตกต่างกันเพียงใด ซึ่งเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างหาได้จาก

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง} = (|\text{ผลการจำลอง} - \text{ผลระบบจริง}| / \text{ผลระบบจริง}) * 100$$

สำหรับค่าเฉลี่ยของแบบจำลอง คือ ค่าเฉลี่ยของผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองระบบ ส่วนค่าเฉลี่ยของระบบจริง คือ ค่าเฉลี่ยที่ได้จากข้อมูลที่เก็บรวบรวมมา

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าตัวแปรสุ่มที่ได้จากแบบจำลอง , ค่าที่ได้จากระบบจริงและค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าที่ได้จากแบบจำลองกับค่าที่ได้จากระบบจริง

ข้อมูล	แบบจำลอง	ระบบจริง	ความแตกต่าง (%)
1.ช่วงเวลาเฉลี่ยระหว่างรถไฟเข้าวันจันทร์-วันพฤหัสบดี	186.294	187.290	0.532
2.ช่วงเวลาเฉลี่ยระหว่างรถไฟเข้าวันศุกร์-วันอาทิตย์	169.238	173.770	2.608
3.ช่วงเวลาเฉลี่ยระหว่างรถไฟออกวันจันทร์-วันพฤหัสบดี	210.763	208.662	1.007
4. ช่วงเวลาเฉลี่ยระหว่างรถไฟออกวันศุกร์-วันอาทิตย์	194.490	206.695	5.905
5. ระยะเวลาเฉลี่ยที่ใช้การขนส่งผู้สินค้า (ต่อตู้)	0.628	0.625	0.480
6. ระยะเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการยกตู้สินค้า (ต่อตู้)	4.694	4.508	4.126

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.1 เราพบว่าความแตกต่างระหว่างค่าที่ได้จากการจำลองกับระบบจริงที่มีค่ามากที่สุดมีค่าเท่ากับ 5.905% อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ หรือสามารถอธิบายได้เช่นเดียวกับในทางสถิติ ซึ่งจะทำให้การกำหนดค่าระดับนัยสำคัญในการทดสอบสมมติฐานเท่ากับ 0.01 หรือ 0.05 หรือ 0.10 ซึ่งเป็นเกณฑ์ที่ตั้งขึ้นมาโดยขึ้นอยู่กับความพอใจของผู้ทำการศึกษา และจากผลในตารางมีค่าแตกต่างกันไม่มากนัก ดังนั้นเราสามารถนำแบบจำลองไปใช้ในการจำลองสถานการณ์ต่างๆได้

4.2 การวิเคราะห์แบบจำลองการทำงานของระบบขนส่งสินค้าที่สถานีบรรจุภัณฑ์และแยกสินค้ากล่อง ICD ลาดกระบัง

สถานีบรรจุภัณฑ์และแยกสินค้ากล่อง ICD ลาดกระบัง เป็นสถานที่ที่ใช้ในการขนส่งสินค้าทางรถไฟ โดยขบวนรถไฟจะเข้ามาจอดเทียบในรางรถไฟที่ใกล้กับบริษัทที่จะทำการขนตู้สินค้าขึ้น-ลง โดยมีลักษณะการทำงานแบบใช้รถยก 1 คัน ยกตู้สินค้าได้ครั้งละ 1 ตู้ ต่อขบวนรถไฟ 1 ขบวน โดยมีจำนวนรถลากที่ใช้ในการขนส่งตู้สินค้ามีจำนวนมากเพียงพอ และมีเวลาจำกัดในการขนตู้สินค้าขึ้น-ลงให้เสร็จเรียบร้อยภายในเวลา 4 ชั่วโมง

จากการไปเก็บรวบรวมข้อมูลที่สถานี เราพบว่า บริษัทได้มีการทำงานโดยทำการยกสินค้าลงจากแคร่รถไฟให้เสร็จก่อนแล้วจึงทำการยกสินค้าขึ้นเพื่อทำการขนส่งไปยังสถานีแหลมฉบัง แต่เราได้สังเกตพบว่าบางบริษัทที่มีจำนวนตู้สินค้าที่ต้องขนส่งเป็นจำนวนมากจะทำการขนตู้สินค้าขึ้นและลงพร้อมกันเพื่อความเร็วในการทำงาน ซึ่งสามารถอธิบายลักษณะการทำงานได้ดังนี้

ลักษณะการทำงานของรถยกในการยกตู้สินค้า(ต่อตู้) มี 2 แบบ คือ

1.ลักษณะการทำงานแบบขนาน (parallel)

คือ รถยกที่ได้จัดเตรียมไว้ จะทำการแบ่งการทำงานเป็น 2 ส่วน โดยทำงานพร้อมกัน ซึ่งส่วนแรก ทำการยกตู้สินค้าลงจากขบวนรถไฟ และ ส่วนที่สอง ยกตู้สินค้าขึ้นบนขบวนรถไฟ เช่น รถยก 4 คัน จะทำการยกตู้สินค้าลงจากขบวนรถไฟ โดยใช้รถยก 2 คัน ส่วนรถยก 2 คันที่เหลือจะยกตู้สินค้าขึ้นบนขบวนรถไฟ โดยรถยกทั้ง 4 คันนี้จะทำงานพร้อมกัน ซึ่งถ้าหากการทำงานในส่วนใดเสร็จก่อน ก็จะมาช่วยอีกส่วนหนึ่งทำงาน จึงทำให้มีความรวดเร็วในการขนตู้สินค้าขึ้น - ลง ได้ตรงต่อเวลา

2. ลักษณะการทำงานแบบอนุกรม (serial)

คือ รถยกที่ได้จัดเตรียมไว้ทั้งหมด ทำการยกตู้สินค้าลงจากขบวนรถไฟในแต่ละขบวน ให้เสร็จเรียบร้อย แล้วจึงไปทำการยกตู้สินค้าขึ้นบนขบวนรถไฟ เช่น รถยก 3 คัน จะทำการยกตู้สินค้าลง โดยใช้รถทั้ง 3 คันช่วยกันทำงานให้เสร็จก่อน หลังจากนั้นจึงใช้รถทั้ง 3 คันนี้ ไปยกตู้สินค้าขึ้นบนขบวนรถไฟ

4.3 ผลการวิเคราะห์แบบจำลองการทำงานของระบบขนส่งสินค้าที่สถานีบรรจุภัณฑ์และแยกสินค้ากล่อง ICD ลาดกระบัง

ในการสร้างแบบจำลองการเพิ่ม/ลด จำนวนรถยก และลักษณะการทำงาน จะให้ประสิทธิภาพในเรื่องเวลาที่ใช้ในการขนตู้สินค้าที่แตกต่างกันออกไป จากการจำลองเหตุการณ์ในการทำงานของระบบขนส่งตู้สินค้า ในหลายๆ กรณี จะได้ผลที่แตกต่างออกไป แสดงได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.2 แสดงเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการขนตู้สินค้าขึ้น-ลงของการจำลองการทำงานแบบขนาน และการทำงานแบบอนุกรมที่ใช้จำนวนรถยกต่างกัน

	การทำงานแบบอนุกรม			การทำงานแบบขนาน	
	รถยก 1 คัน	รถยก 3 คัน	รถยก 5 คัน	รถยก 2 คัน	รถยก 4 คัน
เวลาเฉลี่ยที่ใช้ ในระบบ(ชั่วโมง)	6.11	2.09	1.23	3.09	1.37

จากตารางที่ 4.2 พบว่าเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการขนตู้สินค้าขึ้น-ลงของการจำลองการทำงานแบบอนุกรมเมื่อมีรถยก 1 คันเท่ากับ 6 ชั่วโมง 11 นาที เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการขนตู้สินค้าขึ้น-ลงของการจำลองการทำงานแบบอนุกรมเมื่อมีรถยก 3 คัน เท่ากับ 2 ชั่วโมง 9 นาที เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการขนตู้สินค้าขึ้น-ลงของการจำลองการทำงานแบบอนุกรมเมื่อมีรถยก 5 คัน เท่ากับ 1 ชั่วโมง 23 นาที

สำหรับเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการขนตู้สินค้าขึ้น-ลงของการจำลองระบบการทำงานแบบขนานเมื่อมีรถยก 2 คัน เท่ากับ 3 ชั่วโมง 9 นาที และเมื่อมีรถยก 4 คัน เท่ากับ 1 ชั่วโมง 23 นาที เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยก 2 คัน เท่ากับ 3 ชั่วโมง 9 นาที เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการขนตู้สินค้าขึ้น-ลงของการจำลองการทำงานแบบขนานเมื่อมีรถยก 4 คัน เท่ากับ 1 ชั่วโมง 37 นาที

เราพบว่าการทำงานทั้งสองแบบคือ การทำงานแบบอนุกรมและการทำงานแบบขนานจะใช้เวลาในการทำงานไม่แตกต่างกัน ได้ผลดังนี้คือ การทำงานแบบอนุกรมมีรถยก 1 คัน มีการใช้เวลาในการขนตู้สินค้าขึ้นหรือลงเกินเวลาที่กำหนดคือ 4 ชั่วโมง ในส่วนของการทำงานแบบขนานมีรถยก 2 คันและการทำงานแบบอนุกรมมีรถยก 3 คันนั้น จากตารางที่ 4.2 พบว่าเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในระบบมีค่าไม่เกิน 4 ชั่วโมง แต่จากการจำลองเราพบว่าการทำงานในแต่ละเที่ยววันยังมีเกิน 4 ชั่วโมงอยู่ด้วย ดังนั้นจึงถือว่าใช้เวลาในการขนตู้สินค้าขึ้นหรือลงเกินเวลาที่กำหนดไว้คือ 4 ชั่วโมง ส่วนการทำงานแบบขนานรถยก 4 คัน และการทำงานแบบอนุกรมมีรถยก 5 คัน ใช้เวลาในการขนตู้สินค้าขึ้นหรือลง เสร็จภายในเวลาที่กำหนดคือ 4 ชั่วโมง

การหาจำนวนรถยกให้เหมาะสมกับเวลาที่กำหนดไว้นั้น ถ้าในระบบมีจำนวนรถยกที่น้อยเกินไป อาจทำให้ใช้เวลาในการขนตู้สินค้าใช้เวลาเกินที่กำหนดไว้ แต่การมีรถยกในระบบมากเกินไป อาจทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมาก ดังนั้นในการจัดสรรจำนวนรถยกให้มีปริมาณที่เหมาะสม จึงควรพิจารณาจากจำนวนตู้สินค้า

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

จากบทที่ 4 ได้ผลการวิเคราะห์การจำลองระบบโดยกำหนดจำนวนรถยกที่ต่างกัน ในแต่ละแบบจะมีข้อจำกัดที่แตกต่างกัน อาจจะเป็นในเรื่องของเวลาที่ใช้ในระบบที่ต่างกัน หรือ ความสามารถในการรองรับจำนวนผู้สินค้าที่แตกต่างกันไปในแต่ละรูปแบบ ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 5.1 แสดงความเหมาะสมระหว่างจำนวนรถยกกับจำนวนผู้สินค้า

จำนวนรถยก	ผู้สินค้า				
	0-15	16-30	31-45	46-60	61-68
1	✓				
2	✓	✓			
3	✓	✓	✓		
4	✓	✓	✓	✓	✓
5	✓	✓	✓	✓	✓

หมายเหตุ ✓ แสดงถึง จำนวนรถยกที่เหมาะสมกับจำนวนผู้สินค้าที่ใช้เวลาไม่เกิน 4 ชั่วโมง

จากตารางที่ 5.1 พบว่าจำนวนรถยก 1 คัน สามารถรองรับจำนวนผู้สินค้าได้มากถึง 15 ตู้ เมื่อจำนวนผู้สินค้าเพิ่มมากขึ้นแต่ไม่เกิน 30 ตู้ ควรใช้จำนวนรถยก 2 คัน หรือเพิ่มมากขึ้นแต่ไม่เกิน 45 ตู้ ควรใช้จำนวนรถยก 3 คัน ถ้าเกินมากกว่านี้ควรใช้จำนวนรถยก 4 และ 5 คัน ซึ่งจำนวนผู้สินค้าที่มีอยู่ในปัจจุบันสูงสุดคือ 68 ตู้

สรุปได้ว่า หากบริษัทที่ได้รับสัมปทานมีจำนวนผู้สินค้าที่ต้องการขนส่งต่อเที่ยวไม่เกิน 15 ตู้ ควรมีจำนวนรถยกอย่างน้อย 1 คัน และถ้ามีจำนวนผู้สินค้ามากกว่า 15 ตู้แต่ไม่เกิน 30 ตู้ บริษัทควรมีจำนวนรถยกอย่างน้อย 2 คัน และถ้ามีจำนวนผู้สินค้ามากกว่า 30 ตู้แต่ไม่เกิน 45 ตู้ บริษัทควรมีรถยกอย่างน้อย 3 คัน และถ้ามีจำนวนผู้สินค้ามากกว่า 45 ตู้แต่ไม่เกิน 68 ตู้ บริษัทควรมีรถยกอย่างน้อย 4 คัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจุบันสถานีมีจำนวนรางรถไฟ 4 รางที่ใช้รองรับปริมาณการเข้า-ออกของรถไฟทุก ๆ 2 ชั่วโมง สำหรับอนาคตข้างหน้าที่เราจะมีปริมาณการขนส่งสินค้าที่เพิ่มมากขึ้น จึงได้มีการทดสอบจำนวนเที่ยวการเข้า-ออกของรถไฟเพื่อหาความเหมาะสมของจำนวนรางรถไฟที่มีอยู่ในปัจจุบันว่ามีความพอเพียงในการรองรับจำนวนเที่ยวที่เพิ่มมากขึ้น ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 5.2 แสดงความเหมาะสมในการรองรับจำนวนรางที่มีอยู่ในปัจจุบัน

ช่วงเวลาระหว่างรถไฟเข้า-ออก	$N(2,2^2)$	$N(1,1^2)$	$N(1,\sqrt{2}^2)$	$N(1,2^2)$
จำนวนราง 4 ราง	✓	✓	X	X

หมายเหตุ

✓ แสดงถึง จำนวนรางของรถไฟสามารถรองรับจำนวนเที่ยวการเข้า-ออกของรถไฟ

X แสดงถึง จำนวนรางของรถไฟไม่สามารถรองรับจำนวนเที่ยวการเข้า-ออกของรถไฟ

ช่วงเวลาระหว่างรถไฟเข้า - ออก จะแทนด้วย $N(\mu, \sigma^2)$ เป็นการแจกแจงแบบปกติ โดยที่ μ หมายถึง ช่วงเวลาเฉลี่ยระหว่างรถไฟเข้า-ออก และ σ หมายถึง ช่วงเวลาเฉลี่ยที่รถไฟเข้า-ออก ก่อนหรือหลังเวลาที่กำหนด ที่เลือกใช้การแจกแจงนี้ เนื่องจากการแจกแจงที่สามารถพบได้ทั่วไป ให้อย่างกว้างขวางในวงการสถิติและในวงการวิจัยต่าง ๆ

จากตารางที่ 5.2 ได้ทำการทดลองโดยให้ช่วงเวลาระหว่างรถไฟเข้า-ออกเป็นการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งจากข้อมูลที่ได้จากการรถไฟ เราพบว่า ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระยะเวลาระหว่างรถไฟเข้า-ออกนั้นมีค่าเท่ากับ 2 ชั่วโมง เราจึงมาทำการทดลองกับแบบจำลอง โดยให้มีการแจกแจงเป็นแบบปกติคือ $N(2,2^2)$ นั่นคือให้ช่วงเวลาเฉลี่ยที่รถไฟเข้า-ออกมีค่าเป็น 2 ชั่วโมงและช่วงเวลาเฉลี่ยที่รถไฟเข้า-ออก ก่อนหรือหลังเวลาที่กำหนดมีค่าเป็น 2 ชั่วโมง เราพบว่า จำนวนรางรถไฟที่มีอยู่สามารถรองรับการขนส่งได้ หากรถไฟมีการขนส่งเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า นั่นคือมีจำนวนเที่ยวรถไฟเข้า-ออกเฉลี่ยทุก 1 ชั่วโมงและมีช่วงเวลาเฉลี่ยที่รถไฟเข้าออกก่อนหรือหลังเวลาที่กำหนดเท่ากับ 1 ชั่วโมง เราพบว่าจำนวนรางรถไฟที่มีอยู่สามารถรองรับการขนส่งได้เช่นเดียวกัน จากนั้นได้ทำการเปลี่ยนช่วงเวลาเฉลี่ยที่รถไฟเข้า-ออก ก่อนหรือหลังเวลาที่กำหนดเป็น $\sqrt{2}$ และ 1 ชั่วโมง ทำให้ทราบว่า จำนวนรางรถไฟเดิมที่มีอยู่คือ 4 ราง จะไม่เพียงพอต่อการขนส่งสินค้า ดังนั้น จึงควรเพิ่มจำนวนรางรถไฟเมื่อปริมาณการขนส่งเพิ่มมากขึ้น แต่ถ้าสามารถลดช่วงเวลาเฉลี่ยที่รถไฟเข้า-ออก

ก่อนหรือหลังเวลาที่กำหนดให้มีค่าน้อยลงเท่ากับ 1 ชั่วโมง จำนวนรางวัลไฟฟ้ที่มีอยู่ในปัจจุบันจะสามารถรองรับการขนส่งที่เพิ่มขึ้นได้

จากการทดลองสามารถสรุปได้ว่า หากในอนาคตมีปริมาณการขนส่งที่มากขึ้นหรือจำนวนเที่ยวรถไฟเข้ามาทุก 1 ชั่วโมงเราจะพบว่า ถ้าความล่าช้าในการขนถ่ายสินค้าขึ้น-ลงต่อเที่ยวอยู่ภายในเวลา 1 ชั่วโมง รางวัลที่มีอยู่ในปัจจุบันสามารถรองรับการขนส่งได้ แต่ถ้าความล่าช้าในการขนถ่ายสินค้าขึ้น-ลงต่อเที่ยวมากกว่า 1 ชั่วโมง ควรทำการเพิ่มจำนวนรางวัลไฟ

5.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม

1. ในปัจจุบันจำนวนตู้สินค้ามีมากที่สุดคือ 68 ตู้ ซึ่งจำนวนรถยกที่สามารถรองรับได้คือ 4-5 คัน ถ้าต้องการให้มีการเพิ่มจำนวนตู้สินค้าให้มากขึ้นในการขนส่งแต่ละเที่ยว ควรทำการศึกษาเพิ่มเติมถึงจำนวนรถยกที่เหมาะสมกับจำนวนตู้สินค้าที่เพิ่มขึ้นด้วย

2. ในการศึกษาครั้งนี้ ไม่ได้คำนึงถึงเรื่องงบประมาณและค่าใช้จ่าย ต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ดังนั้น ถ้าต้องการศึกษาเพิ่มเติมควรคำนึงถึงเรื่องนี้ เพื่อนำมาช่วยในการตัดสินใจให้เกิดผลประโยชน์สูงสุด

3. เนื่องจากเวลาที่มีจำกัดในการศึกษาครั้งนี้จึงไม่ครอบคลุมถึงปัญหาทั้งหมดในการจำลองระบบจึงได้มีการเลือกจำลองเฉพาะที่สถานี ICD ลาดกระบัง หากสามารถทำได้ควรทำการศึกษาทั้งระบบโดยเริ่มจากที่สถานี ICD ลาดกระบัง ผ่านไปยังสถานีจะเชิงเพรา ซึ่งเป็นจุดเปลี่ยนจากรางคู่เป็นราง ซึ่งก่อให้เกิดความล่าช้าในการรอลับขบวนรถไฟที่สวนมา และสิ้นสุดที่สถานีขนส่งที่แหลมฉบังที่ไม่เอื้ออำนวยต่อการขนส่งเนื่องจากไม่ได้สร้างทางรถไฟให้สามารถขนส่งสินค้าที่จากท่าเรือได้โดยตรง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TABLE 11.
Critical values of D in the Kolmogorov-Smirnov one-sample test*

Sample size (N)	Level of significance for $D = \text{maximum } F_o(X) - S_N(X) $				
	.20	.15	.10	.05	.01
1	.900	.925	.950	.975	.995
2	.684	.726	.776	.842	.929
3	.565	.597	.642	.708	.828
4	.494	.525	.564	.624	.733
5	.446	.474	.510	.565	.669
6	.410	.436	.470	.521	.618
7	.381	.405	.438	.486	.577
8	.358	.381	.411	.457	.543
9	.339	.360	.388	.432	.514
10	.322	.342	.368	.410	.490
11	.307	.326	.352	.391	.468
12	.295	.313	.338	.375	.450
13	.284	.302	.325	.361	.433
14	.274	.292	.314	.349	.418
15	.266	.283	.304	.338	.404
16	.258	.274	.295	.328	.392
17	.250	.266	.286	.318	.381
18	.244	.259	.278	.309	.371
19	.237	.252	.272	.301	.363
20	.231	.246	.264	.294	.356
25	.21	.22	.24	.27	.32
30	.19	.20	.22	.24	.29
35	.18	.19	.21	.23	.27
Over 35	$\frac{1.07}{\sqrt{N}}$	$\frac{1.14}{\sqrt{N}}$	$\frac{1.22}{\sqrt{N}}$	$\frac{1.36}{\sqrt{N}}$	$\frac{1.63}{\sqrt{N}}$

* Adapted from Massey, F. J., Jr. (1951). The Kolmogorov-Smirnov test for goodness of fit. *Journal of the American Statistical Association*, 46, 70, with the kind permission of the author and publisher.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ผศ. อุมภาพร จันทศร. สถิติไม่ใช้พารามิเตอร์. คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ฉันทวุฒิ พีชผล และพิชิต สันติกุลานนท์. 2544. คู่มือเรียน Visual Basic 6.

บริษัท โปรวิชั่น จำกัด. กรุงเทพฯ.

รัชกมล กบิลจิตต์. 2545. ความน่าจะเป็น ทฤษฎีและการประยุกต์. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร
นครปฐม.

การรถไฟแห่งประเทศไทย. 2546. เอกสารเผยแพร่. สถานีบรรจุและแยกสินค้ากล่อง ICD
ลาดกระบัง. กรุงเทพฯ.

นายธีร อารีสินพิทักษ์ , นายมารุต พินทุวัฒน์ และนางสาว วิมลพรรณ ลายศรีเงิน. 2542.

การจำลองแบบปัญหาตำแหน่งการติดตั้ง RTU ให้มีประสิทธิภาพสูงสุด. ปัญหาพิเศษ
ภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
ลาดกระบัง

W.David Kelton , Randall P.Sadowski , Deborah A.Sadowski. 2002 , Simulation with Arena.
McGraw-Hill Higher Education

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้