



รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การออกแบบวิธีการจัดเตรียมตู้คอนเทนเนอร์ด้วยวิธีการจำลองสถานการณ์

กรณีศึกษา บริษัท วินวิน คอนเทนเนอร์ เดโป จำกัด

Design of Container Pre-marshalling Approach by Simulation :

A Case Study of Win Win Container Depot Co., Ltd.



ผศ.ดร.สิทธิพร พิมพ์สกุล

RCH
ค ๗๒๓ก
๒๕๕๖

สาขา.....
เลขทะเบียน..... 137995
วันเดือนปี..... 8 ก.ย. 2558

b..... 12๗๐5007
i.....

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2556

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Research Title: Design of Container Pre-marshalling Approach by Simulation :

..... A Case Study of Win Win Container Depot Co., Ltd.

Researcher: Asst.Prof.Dr.Sittiporn Pimsakul

Faculty: Engineering Department: Industrial Engineering

ABSTRACT

This research is to design container pre-marshalling process and to allocate an appropriate number of workers in order to increase a number of repaired containers per day. At present, an unsystematic container transportation to storing and repairing yards is a main problem causing delay in container preparing and repairing processes. Therefore, researcher designs a new container pre-marshalling approach, which consists of three main sections, including 1) To define the damage level to containers prior to transport containers to the storing yard, 2) To define new areas of container storing yard and repairing yard, and 3) To allocate a number of workers for repairing containers. The new approach of container pre-marshalling and worker allocation is divided into two groups. First group is new system number 1, 2, and 3, consisting of 30 repairing workers and second group is new system number 4, 5, and 6, consisting of 33 repairing workers. Arena Simulation program version 10.0 is used to analyze the process and to generate simulation output. By considering the percent increase/decrease of the average container waiting time in the system, result shows that these percentages of the new system number 3 and 5 have decreased by 19.29% and 22.17%, respectively. By considering the ration of working time to average total time, result shows that these ratios of the new system number 1 and 6 have decreased by 14.57% and 17.40%, respectively. Finally, by considering the average number of repaired containers per day, result shows that these numbers of repaired containers of the new system number 1 and 6 have increased to 81 and 93 containers per day or increased by 23.67% and 43.08%, respectively.

Keywords : Pre-marshalling, Simulation, Container, Classification

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ดร.วิกรม จารุงพงศา ผู้บริหารบริษัท วินวิน คอนเทนเนอร์ เดโป จำกัด ที่ได้สนับสนุนข้อมูลและให้คำปรึกษาที่เป็นประโยชน์ สำหรับการจัดทำงานวิจัยในครั้งนี้

ผู้วิจัยขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง สำหรับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2556

ผู้วิจัยขอขอบคุณ นายอภิชาติ สิทธิชัยเนตร นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ได้ช่วยเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับงานวิจัยนี้



ผศ.ดร.สิทธิพร พิมพ์สกุล
หัวหน้าโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VII
สารบัญรูป.....	VIII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย.....	5
1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย.....	6
1.4 วิธีดำเนินการวิจัย.....	6
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับของโครงการวิจัย.....	6
บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
2.1 ทฤษฎีแกวค้อย.....	8
2.1.1 องค์ประกอบพื้นฐานในระบบแกวค้อย.....	8
2.1.2 ตัวแบบแกวค้อย.....	11
2.2 การวิเคราะห์ระบบแกวค้อย.....	13
2.3 การจำลองสถานการณ์.....	15
2.3.1 สรุปข้อดีและข้อด้อยของการใช้แบบจำลองสถานการณ์.....	16
2.3.2 ชนิดของระบบงานที่ใช้ในการจำลองแบบสถานการณ์.....	17
2.3.3 รูปแบบของการจำลองแบบสถานการณ์.....	18
2.3.4 ขั้นตอนในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์.....	19
2.3.5 ส่วนต่างๆ ในการจำลองสถานการณ์.....	21
2.4 การตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของแบบจำลอง.....	23
2.4.1 การกำหนดรูปแบบการรัน.....	26
2.5 การทดสอบการแจกแจงและการเลือกพารามิเตอร์.....	27
2.5.1 การทดสอบด้วยวิธีโคสแควร์.....	28
2.5.2 การทดสอบโคลโมโกรอฟ-สเมิร์นอฟ.....	28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.6 การทดสอบสมมติฐาน.....	29
2.6.1 ความหมายของสมมติฐานทางสถิติ.....	30
2.6.2 การตั้งสมมติฐานทางสถิติ.....	30
2.6.3 ความผิดพลาดในการทดสอบสมมติฐาน.....	30
2.6.4 ประเภทของการทดสอบสมมติฐาน.....	31
2.6.5 การทดสอบสมมติฐานผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของสองประชากร.....	31
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	33
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย.....	36
3.1 การศึกษาสภาวะการทำงานในระบบปัจจุบัน.....	38
3.2 การศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูล.....	40
3.3 การวิเคราะห์และจัดกลุ่มระยะเวลาในการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต.....	41
3.4 การจำลองสถานการณ์.....	43
3.4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลรับเข้า.....	43
3.4.2 การสร้างแบบจำลองสถานการณ์.....	46
3.4.3 การกำหนดรอบการจำลองสถานการณ์.....	49
3.4.4 การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองสถานการณ์.....	49
3.4.5 ผลลัพธ์การจำลองสถานการณ์ (ระบบปัจจุบัน).....	51
3.5 การวิเคราะห์แนวทางปรับปรุงการทำงานของระบบใหม่.....	51
3.6 การสร้างแบบจำลองสถานการณ์ของระบบใหม่.....	56
3.6.1 ผลลัพธ์การจำลองสถานการณ์ (ระบบใหม่).....	58
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์.....	61
4.1 รายงานผลลัพธ์ของเวลารอคอยเฉลี่ยของตู้คอนเทนเนอร์ในระบบ.....	63
4.2 รายงานผลลัพธ์ของเวลารวมเฉลี่ยของตู้คอนเทนเนอร์ในระบบ.....	66
4.3 รายงานผลลัพธ์ของสัดส่วนเวลาในการทำงานต่อเวลาทั้งหมดเฉลี่ย.....	69
4.4 รายงานผลลัพธ์ของจำนวนตู้คอนเทนเนอร์เฉลี่ยที่ออกจากระบบ.....	72
4.5 การทดสอบความแตกต่างของผลลัพธ์ระหว่างระบบ.....	73
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	77
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	77
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	78

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บรรณานุกรม.....	80
ภาคผนวก.....	83
ภาคผนวก ก การทดสอบการแจจแจงความน่าจะเป็นของข้อมูลนำเข้า.....	84
ภาคผนวก ข การทดสอบความแตกต่างของผลลัพธ์ระหว่างระบบปัจจุบันและระบบใหม่.....	102
ภาคผนวก ค สรุปค่าใช้จ่ายการดำเนินโครงการวิจัย.....	111
ประวัติผู้วิจัย.....	113



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 การแจกแจงความน่าจะเป็นของโปรแกรมอาร์น่า.....	23
2.2 ผลการทดสอบสมมติฐานและความผิดพลาดในการทดสอบ.....	31
3.1 ระยะเวลาการตรวจสอบเอกสารจำนวน 60 ข้อมูล (วินาที).....	44
3.2 รูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาแต่ละขั้นตอนในการรับฝากตู้คอนเทนเนอร์.....	46
3.3 เวลารวมเฉลี่ยที่ตู้คอนเทนเนอร์อยู่ในระบบจริง (ระบบปัจจุบัน) และ เวลาที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%.....	50
3.4 จำนวนตู้คอนเทนเนอร์ที่ขอมได้จริงต่อวัน (ระบบปัจจุบัน) และ จำนวนตู้คอนเทนเนอร์ที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%.....	51
3.5 ผลลัพธ์ของเวลารอคอยและรวมเฉลี่ยของตู้คอนเทนเนอร์ในระบบ (นาที/ตู้).....	51
3.6 การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างระบบปัจจุบันและระบบใหม่.....	52
3.7 การแบ่งเกณฑ์ระดับความขรุขระของตู้คอนเทนเนอร์.....	53
3.8 ผลลัพธ์ของเวลารอคอยและรวมเฉลี่ยของตู้คอนเทนเนอร์ในระบบ (นาที/ตู้).....	58
3.9 ทางเลือกในการจัดสรรจำนวนพนักงานขอมตู้คอนเทนเนอร์.....	58
4.1 ทางเลือกในการจัดสรรจำนวนพนักงานขอมตู้คอนเทนเนอร์.....	62
4.2 ผลลัพธ์ของเวลารอคอยเฉลี่ยของตู้คอนเทนเนอร์ในระบบ (นาที/ตู้).....	63
4.3 เปอร์เซนต์เพิ่ม/ลด ของเวลารอคอยเฉลี่ยของตู้คอนเทนเนอร์ในระบบ.....	64
4.4 ผลลัพธ์ของเวลารวมเฉลี่ยของตู้คอนเทนเนอร์ในระบบ (นาที/ตู้).....	66
4.5 เปอร์เซนต์เพิ่ม/ลด เวลารวมเฉลี่ยของตู้คอนเทนเนอร์ในระบบ.....	67
4.6 สัดส่วนเวลาในการทำงานต่อเวลาทั้งหมดเฉลี่ย.....	73
4.7 เปอร์เซนต์เพิ่ม/ลด สัดส่วนเวลาในการทำงานต่อเวลาทั้งหมดเฉลี่ย.....	70
4.8 จำนวนตู้คอนเทนเนอร์เฉลี่ยที่ออกจากระบบ (ตู้/วัน).....	72
4.9 เปอร์เซนต์เพิ่ม/ลด จำนวนตู้คอนเทนเนอร์เฉลี่ยที่ออกจากระบบ (ตู้/วัน).....	72
4.10 การทดสอบความแตกต่างของจำนวนตู้คอนเทนเนอร์เฉลี่ยที่ออกจากระบบ.....	73
4.11 ค่าสถิติในการทดสอบความแปรปรวน.....	74
4.12 ผลการทดสอบสมมติฐานความแตกต่างของจำนวนตู้คอนเทนเนอร์เฉลี่ยที่ออกจากระบบ.....	75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1.1 รูปแบบการขนส่งสินค้าประเภทต่างๆ.....	1
1.2 พื้นที่ลานรับฝากตู้คอนเทนเนอร์ทั้ง 3 โซน.....	3
1.3 แผนภูมิแสดงขั้นตอนการรับฝากตู้คอนเทนเนอร์.....	4
2.1 โครงสร้างของระบบแถวคอย.....	8
2.2 ขั้นตอนการสร้างแบบจำลองสถานการณ์.....	20
2.3 การตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของแบบจำลอง.....	24
3.1 วิธีการดำเนินงานวิจัย.....	37
3.2 แผนภูมิแสดงขั้นตอนการรับฝากตู้คอนเทนเนอร์ในปัจจุบัน.....	38
3.3 ลานเก็บตู้คอนเทนเนอร์เปล่าที่รอการซ่อมในปัจจุบัน (โซน 2).....	39
3.4 ลานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์เปล่าในระบบปัจจุบัน (โซน 1).....	40
3.5 รูปแบบใบบันทึกข้อมูล.....	41
3.6 การกำหนดช่วงระยะเวลาที่ใช้ในการซ่อมตู้คอนเทนเนอร์.....	42
3.7 ตัวอย่างการแสดงผลการทดสอบการแจกแจงของขั้นตอนการตรวจสอบเอกสาร.....	44
3.8 รูปแบบโมดูลการทำงานของระบบปัจจุบัน.....	48
3.9 การแบ่งพื้นที่ในลานเก็บตู้คอนเทนเนอร์.....	53
3.10 การแบ่งพื้นที่ภายในลานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์.....	55
3.11 รูปแบบโมดูลการทำงานของระบบใหม่.....	57
4.1 ตัวอย่างการทดสอบความแปรปรวนด้วยโปรแกรม Minitab.....	74

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

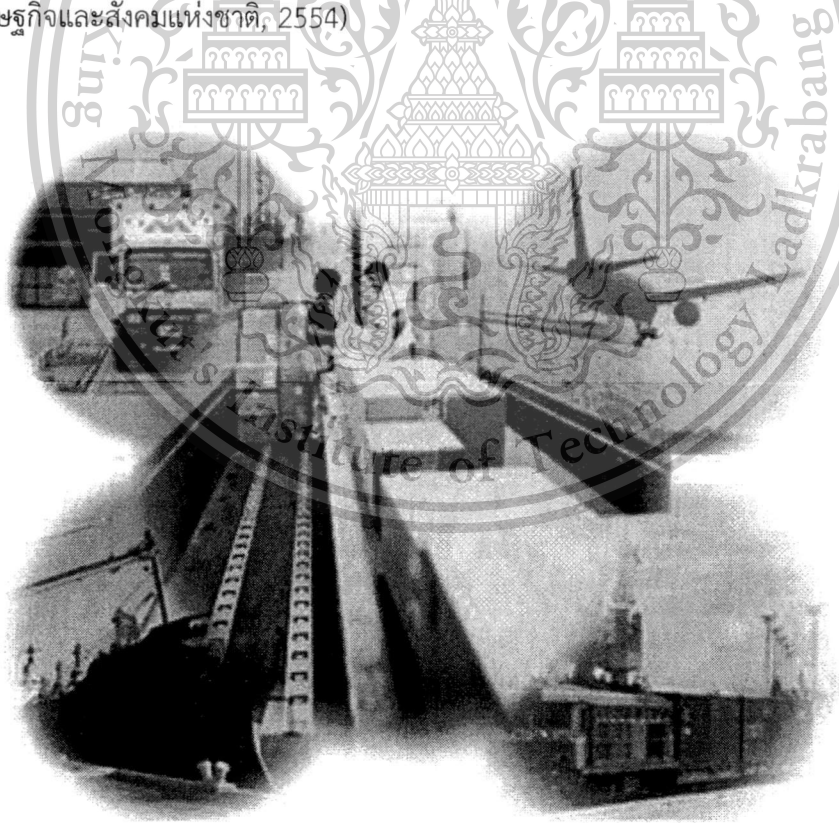
บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบัน รัฐบาลไทยได้ให้ความสำคัญในด้านการพัฒนาธุรกิจการให้บริการด้านโลจิสติกส์ โดยได้มุ่งเน้นในด้านการขนส่งและการจัดการคลังสินค้า เพื่อรองรับและสนับสนุนการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศ ไม่ว่าจะเป็นหน่วยงานในภาครัฐหรือภาคเอกชน ต่างก็มีความสนใจในด้านการพัฒนาการให้บริการด้านโลจิสติกส์ เช่น การให้บริการศูนย์กลางการกระจายสินค้า ธุรกิจการขนส่งสินค้า และธุรกิจการบริการรับฝากตู้คอนเทนเนอร์ เป็นต้น (ทวีศักดิ์ เทพพิทักษ์, 2550)

ในปี พ.ศ. 2554 ประเทศไทยมีผู้ประกอบการในกลุ่มธุรกิจให้บริการด้านโลจิสติกส์ที่จดทะเบียนกับกรมพัฒนาธุรกิจการค้าจำนวน 18,399 ราย และมีแนวโน้มที่ขยายตัวอย่างต่อเนื่องมาตั้งแต่ปี 2548 โดยเฉลี่ยร้อยละ 3.7 ต่อปี ผู้ประกอบการด้านโลจิสติกส์ไทยส่วนใหญ่ดำเนินกิจการด้านการขนส่งประมาณ 12,000 รายและธุรกิจที่ให้บริการด้านโลจิสติกส์สร้างมูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจให้กับประเทศไทยเฉลี่ยประมาณ 3.0 - 3.8 แสนล้านบาท ก่อให้เกิดการจ้างงานประมาณ 3.5 ล้านคน(สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2554)



รูปที่ 1.1 รูปแบบการขนส่งสินค้าประเภทต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สำหรับธุรกิจการขนส่งสินค้ามีความสำคัญเป็นอย่างมากต่อการขนส่งสินค้าไปส่งมอบยังผู้รับปลายทาง และในทุกๆ ธุรกิจจะต้องมีการขนส่งสินค้าไม่มากนักน้อย ซึ่งช่องทางในการขนส่งสินค้าจะขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของธุรกิจนั้นๆ โดยช่องทางในการขนส่งสินค้ามีหลากหลายรูปแบบได้แก่ การขนส่งสินค้าทางน้ำหรือทางเรือ การขนส่งสินค้าทางอากาศหรือทางเครื่องบิน การขนส่งสินค้าทางถนนหรือทางรถบรรทุก การขนส่งสินค้าทางรางหรือทางรถไฟ และการขนส่งสินค้าทางระบบท่อ (สมาพันธ์โลจิสติกส์ไทย, 2553) แสดงดังตัวอย่างในรูปที่ 1.1

การขนส่งสินค้าทางรถยนต์หรือทางรถบรรทุก ถือได้ว่าเป็นหัวใจหลักของการขนส่งทางบก เนื่องจากสามารถบรรทุกสินค้าได้ในจำนวนที่มากพอที่จะทำการรวบรวมและกระจายสินค้า การขนส่งสินค้าส่วนใหญ่จะเป็นการขนส่งด้วยระบบตู้คอนเทนเนอร์ โดยนำสินค้าที่ต้องการจะส่งมาบรรจุใส่ตู้คอนเทนเนอร์ และการขนส่งสินค้าทางรถบรรทุกมีความคล่องตัวสูง นอกจากนี้ยังสามารถเข้าถึงพื้นที่ต่างๆ ได้ตามความต้องการ โดยไม่ต้องคำนึงถึงสภาพภูมิอากาศมากนัก และใช้บุคลากรในการดำเนินงานจำนวนไม่มากเมื่อเทียบกับการขนส่งรูปแบบอื่น

บริษัท วินวิน คอนเทนเนอร์ เดโป จำกัด (สาขาลาดกระบัง) มีความเชี่ยวชาญในด้านการให้บริการรับฝากตู้คอนเทนเนอร์ และการซ่อมบำรุงตู้คอนเทนเนอร์ ในส่วนของลานรับฝากตู้คอนเทนเนอร์ของบริษัทฯ สามารถจัดเก็บตู้คอนเทนเนอร์ได้ทั้งหมดประมาณ 7,500 ตู้ และในส่วนของลานซ่อมบำรุงตู้คอนเทนเนอร์จะถูกควบคุมและบริหารงานโดยบริษัท ดับบลิวเอ็มซี สตีล จำกัด ซึ่งเป็นบริษัทภายนอก (subcontractor) ที่เข้ามาช่วยในการบริหารจัดการด้านการซ่อมบำรุงตู้คอนเทนเนอร์ของบริษัทฯ จากการเก็บข้อมูลย้อนหลัง 6 เดือน ตั้งแต่เดือน มกราคม พ.ศ. 2555 จนถึงเดือน มิถุนายน พ.ศ. 2555 บริษัทฯ ได้รับตู้คอนเทนเนอร์ขาเข้าที่จำเป็นต้องซ่อมเฉลี่ย 120 ตู้/วัน (24 ชั่วโมง) และบริษัท ดับบลิวเอ็มซี สตีล จำกัด สามารถซ่อมตู้คอนเทนเนอร์เสร็จเฉลี่ย 67 ตู้/วัน (8 ชั่วโมง โดยใช้พนักงานซ่อมทั้งหมดจำนวน 30 คน) ซึ่งปัญหาในข้างต้นนี้คือ จำนวนตู้คอนเทนเนอร์ที่ซ่อมได้ในแต่ละวันมีจำนวนที่น้อยกว่าจำนวนตู้คอนเทนเนอร์ที่จำเป็นต้องซ่อม บริษัท วินวิน คอนเทนเนอร์ เดโป จำกัด (สาขาลาดกระบัง) มีพื้นที่ที่ใช้สำหรับรับฝากตู้คอนเทนเนอร์ทั้งหมดประกอบด้วย 3 โซน แสดงดังรูปที่ 1.2 (ในงานวิจัยนี้คำว่า ตู้ หมายถึง ตู้คอนเทนเนอร์)

โซนที่ 1 ประกอบด้วย ทางเข้าและออก ลานเก็บตู้หนัก (ตู้คอนเทนเนอร์ที่มีสินค้าอยู่ภายใน) ลานเก็บตู้คอนเทนเนอร์ประเภทตู้เย็น ห้องน้ำ สำนักงาน ลานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์เปล่า และลานพร้อมปล่อยตู้คอนเทนเนอร์เปล่าที่ผ่านการซ่อมและล้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว

โซนที่ 2 ประกอบด้วย ลานเก็บตู้คอนเทนเนอร์เปล่าที่รอการซ่อม ลานเก็บตู้คอนเทนเนอร์เปล่าที่รอการอนุมัติการซ่อมจากเอเยนต์ และที่จอดรถบรรทุก

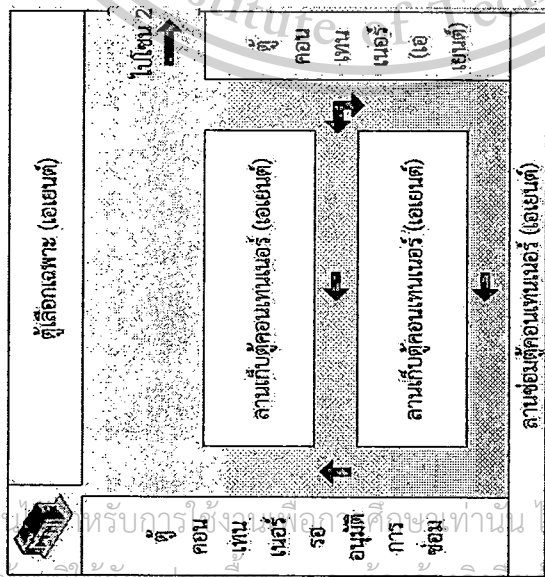
โซนที่ 3 ประกอบด้วย ลานรับฝากรับตู้คอนเทนเนอร์ของเอเยนต์เฉพาะกลุ่ม ลานเก็บตู้คอนเทนเนอร์ที่รออนุมัติการซ่อม ลานเก็บตู้คอนเทนเนอร์ที่เลือกไว้เฉพาะ และลานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

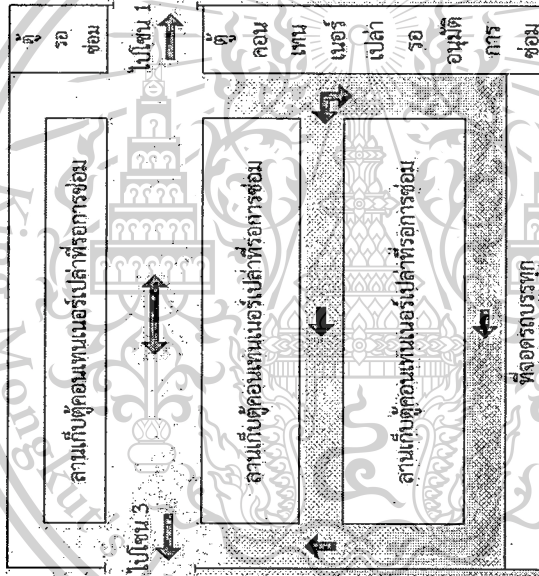
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

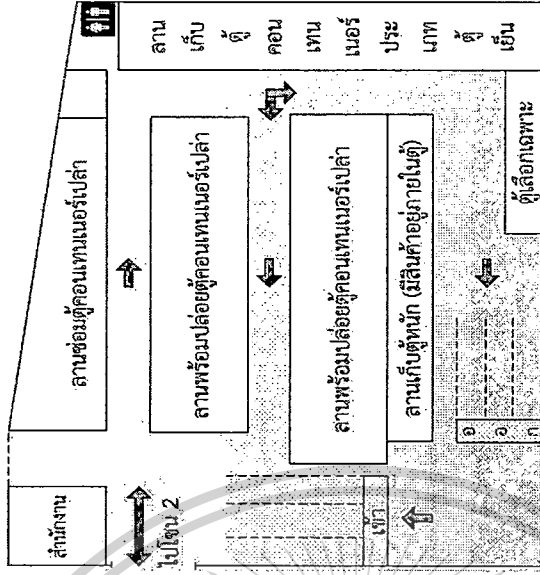
โซน 3



โซน 2

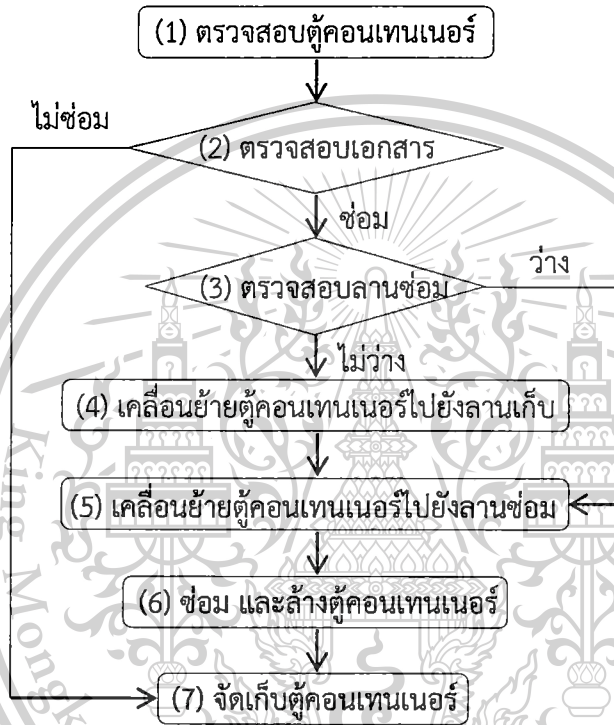


โซน 1



รูปที่ 1.2 พื้นที่ลานรับฝากตู้คอนเทนเนอร์ทั้ง 3 โซน

ขั้นตอนการทำงานในปัจจุบันของลานรับฝากตู้คอนเทนเนอร์ของบริษัท วินวิน คอนเทนเนอร์ เดโป จำกัด ประกอบไปด้วย 7 ขั้นตอนดังนี้ (1) การตรวจสอบตู้คอนเทนเนอร์ (2) การตรวจสอบเอกสาร (3) การตรวจสอบลานขอมตู้คอนเทนเนอร์ (4) การเคลื่อนย้ายตู้คอนเทนเนอร์ไปยังลานเก็บ (5) การเคลื่อนย้ายตู้คอนเทนเนอร์ไปยังลานขอม (6) การขอมและล้างตู้คอนเทนเนอร์ ในส่วนนี้จะถูกควบคุมและบริหารงานโดยบริษัท ดับบลิวเอ็มซี สตีล จำกัด (7) การจัดเก็บตู้คอนเทนเนอร์ไปยังลานพร้อมปล่อย ซึ่งได้แสดงแผนภูมิขั้นตอนการรับฝากตู้คอนเทนเนอร์ไว้ดังรูปที่ 1.3



รูปที่ 1.3 แผนภูมิแสดงขั้นตอนการรับฝากตู้คอนเทนเนอร์

สำหรับขั้นตอนการทำงานของการรับฝากตู้คอนเทนเนอร์ของบริษัท วินวิน คอนเทนเนอร์ เดโป จำกัด (สาขาลาดกระบัง) สามารถอธิบายได้ 7 ขั้นตอนดังนี้

(1) ตรวจสอบตู้คอนเทนเนอร์ พนักงานตรวจสอบตู้คอนเทนเนอร์เพื่อหาจุดชำรุดเช่น ตู้บุบ ฉีก และสนิม เป็นต้น ก่อนการเคลื่อนย้ายตู้เข้าไปยังลานรับฝากของบริษัทฯ

(2) ตรวจสอบเอกสาร เอกสารที่แสดงเลขทะเบียนตู้ และลักษณะเฉพาะของตู้ใบนั้นๆ โดยจะถูกตรวจสอบและบันทึกข้อมูลลงในคอมพิวเตอร์

(3) ตรวจสอบลานขอมตู้คอนเทนเนอร์ ถ้าในลานขอมตู้คอนเทนเนอร์มีพื้นที่ว่าง ให้เคลื่อนย้ายตู้คอนเทนเนอร์เข้าไปยังลานขอม (รูปที่ 1.2 โชน 1) แต่ถ้าไม่มีพื้นที่ว่างให้เคลื่อนย้ายตู้คอนเทนเนอร์ไปยังลานเก็บก่อน (รูปที่ 1.2 โชน 2) เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(4) เคลื่อนย้ายตู้คอนเทนเนอร์ไปยังลานเก็บ พนักงานจะเคลื่อนย้ายตู้คอนเทนเนอร์มาวางกองรวมกันเป็นชั้นๆ ในพื้นที่ของลานเก็บ (รูปที่ 1.2 โชน 2) ทำให้ตู้คอนเทนเนอร์ที่มีความชำรุดมากหรือน้อยแตกต่างกันถูกจัดรวมไว้ด้วยกันอยู่ในกองหนึ่งๆ โดยการจัดเก็บตู้คอนเทนเนอร์เปล่าที่รอการซ่อมสามารถวางซ้อนกันสูงได้ 7 ชั้น

(5) เคลื่อนย้ายตู้คอนเทนเนอร์ไปยังลานซ่อม โดยส่วนมากพนักงานจะเคลื่อนย้ายตู้ที่อยู่ด้านนอกสุดของลานเก็บ (รูปที่ 1.2 โชน 2) ไปยังลานซ่อมก่อน ทำให้ตู้ที่อยู่ด้านในไม่ได้ถูกนำออกมาซ่อม และเมื่อเคลื่อนย้ายตู้ไปถึงลานซ่อม พนักงานจะยกตู้เข้าไปวางในพื้นที่ที่ว่าง โดยไม่คำนึงถึงตู้ที่อยู่ด้านในว่าซ่อมเสร็จเมื่อใด ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อเนื่องไปยังขั้นตอนการจัดเก็บตู้คอนเทนเนอร์ทำให้เกิดการรื้อตู้เกิดขึ้น

(6) ซ่อม และล้างตู้คอนเทนเนอร์ พนักงานจะซ่อมตู้คอนเทนเนอร์แบบไม่เจาะจง โดยส่วนมากจะเลือกตู้ใดๆ และทำการซ่อม โดยไม่มีการกำหนดลำดับของการซ่อมตู้คอนเทนเนอร์

(7) จัดเก็บตู้คอนเทนเนอร์ พนักงานจะเคลื่อนย้ายตู้ที่ซ่อมเสร็จแล้วจากลานซ่อมไปยังลานพร้อมปล่อยตู้คอนเทนเนอร์เปล่า (รูปที่ 1.2 โชน 1) จากการทำงานในขั้นตอนที่ 7 พบว่า ขั้นตอนการจัดเก็บตู้คอนเทนเนอร์นี้จะทำให้เกิดการเคลื่อนย้ายตู้เป็นจำนวนมาก เนื่องจากตู้คอนเทนเนอร์อาจอยู่ด้านในของพื้นที่ลานซ่อม

จากขั้นตอนการรับฝากตู้คอนเทนเนอร์ข้างต้น ผู้วิจัยพบว่าปัญหาที่สำคัญจะอยู่ในขั้นตอนที่ 4 ถึง 7 ซึ่งเป็นขั้นตอนการเคลื่อนย้ายตู้คอนเทนเนอร์ไปยังลานเก็บ การเคลื่อนย้ายตู้คอนเทนเนอร์ไปยังลานซ่อม การซ่อมและล้างตู้คอนเทนเนอร์ และการจัดเก็บตู้คอนเทนเนอร์ โดยในขั้นตอนการทำงานเหล่านี้ยังไม่เป็นระบบเท่าที่ควร จึงส่งผลทำให้ในแต่ละวันไม่สามารถซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ได้ในจำนวนมากเท่าที่ต้องการ และยังส่งผลเสียตามมาหลายประการได้แก่ เวลาในการทำงานที่เพิ่มขึ้น จำนวนตู้คอนเทนเนอร์ที่ตกค้างในลานเก็บที่เพิ่มขึ้น ความต้องการในการใช้พื้นที่ในการจัดเก็บตู้คอนเทนเนอร์เพื่อรอการซ่อมที่เพิ่มขึ้น และการใช้พลังงานของรถยกตู้คอนเทนเนอร์ที่เพิ่มขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

จากความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาของบริษัท วินวิน คอนเทนเนอร์ เดโป จำกัด (สาขาลาดกระบัง) ที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้กำหนดวัตถุประสงค์ของงานวิจัยไว้ 2 ข้อดังนี้

1. เพื่อออกแบบวิธีการจัดเตรียมตู้คอนเทนเนอร์ก่อนการเคลื่อนย้ายตู้คอนเทนเนอร์ไปยังลานเก็บและลานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์
2. เพื่อออกแบบและกำหนดจำนวนพนักงานในแต่ละช่องของการให้บริการซ่อมตู้คอนเทนเนอร์เพื่อเพิ่มจำนวนตู้คอนเทนเนอร์ที่ซ่อมได้ในแต่ละวัน พร้อมทั้งวิเคราะห์ผลลัพธ์ด้วยวิธีการจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรมอารีน่า เวอร์ชัน 10.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

จากปัญหาของงานวิจัยที่ได้กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้กำหนดขอบเขตของการศึกษางานวิจัยนี้ไว้ 4 ข้อ ซึ่งประกอบด้วย

1. การศึกษาและออกแบบวิธีการจัดเตรียมตู้คอนเทนเนอร์เปล่าบริเวณลานเชื่อมตู้คอนเทนเนอร์ในโซน 1 เท่านั้น (โดยไม่พิจารณาลานเชื่อมตู้คอนเทนเนอร์ในโซน 3)
2. การศึกษาและออกแบบวิธีการจัดเตรียมตู้คอนเทนเนอร์เปล่าที่อยู่ในลานเก็บตู้คอนเทนเนอร์ที่รอการเชื่อมบริเวณโซน 2 เท่านั้น (โดยไม่พิจารณาลานเก็บตู้คอนเทนเนอร์ในโซน 3)
3. การศึกษาเฉพาะช่วงเวลาการทำงานตั้งแต่ 08.00 ถึง 17.00 น. เท่านั้น
4. การใช้วิธีการจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรมอารีน่า เวอร์ชัน 10.0

1.4 วิธีดำเนินการวิจัย

1. การศึกษาข้อมูลเบื้องต้นของธุรกิจการให้บริการด้านโลจิสติกส์ของบริษัทกรณีศึกษา
2. การศึกษาสภาวะการทำงานในปัจจุบันของกระบวนการรับฝากตู้คอนเทนเนอร์
3. การศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆ ในกระบวนการรับฝากตู้คอนเทนเนอร์
4. การวิเคราะห์และจัดกลุ่มระยะเวลาในการเชื่อมตู้คอนเทนเนอร์
5. การจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรมอารีน่า เวอร์ชัน 10.0
 - การวิเคราะห์ข้อมูลรับเข้า
 - การสร้างแบบจำลองสถานการณ์ (ระบบปัจจุบัน)
 - การกำหนดรอบการจำลองสถานการณ์
 - การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองสถานการณ์
 - การวิเคราะห์ผลลัพธ์การจำลองสถานการณ์ของระบบปัจจุบัน
6. การวิเคราะห์แนวทางปรับปรุงการทำงานของระบบใหม่
7. การสร้างแบบจำลองสถานการณ์ (ระบบใหม่)
8. การวิเคราะห์ผลลัพธ์การจำลองสถานการณ์ของระบบใหม่ และจัดสรรจำนวนพนักงานเชื่อมตู้คอนเทนเนอร์ในระบบใหม่
9. การทดสอบความแตกต่างของผลลัพธ์ระหว่างระบบปัจจุบัน และระบบใหม่
10. สรุปผลการศึกษา และจัดทำรูปเล่มโครงการวิจัย

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับของโครงการวิจัย

1. สามารถแบ่งแยกระดับความซ้ารุดของตู้คอนเทนเนอร์ที่ต้องการซ่อมได้ โดยจะทราบค่า ค่าเอกส จะยกตู้คอนเทนเนอร์ไปได้ล่วงหน้าและหลังภายในลานเชื่อมตู้คอนเทนเนอร์ มีอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2. สามารถลดเวลารอคอยและเวลารวมรวมเฉลี่ยของผู้คอนเทนเนอร์ในระบบ ลดจำนวนครั้งในการเคลื่อนย้ายตู้คอนเทนเนอร์ ลดต้นทุนด้านพลังงาน และลดต้นทุนการดำเนินงานโดยรวมภายในลานรับฝากตู้คอนเทนเนอร์ได้
3. สามารถเพิ่มจำนวนตู้คอนเทนเนอร์ที่ข้อมได้ในแต่ละวัน และเพิ่มความเชื่อมั่นให้แก่ลูกค้า
4. ช่วยให้บริษัทมีแนวทางในการจัดเตรียมตู้คอนเทนเนอร์ ก่อนการเคลื่อนย้ายตู้คอนเทนเนอร์ไปยังลานข้อมตู้คอนเทนเนอร์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้ผู้วิจัยจะกล่าวถึงแนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งสามารถแบ่งแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องได้ 7 หัวข้อดังนี้

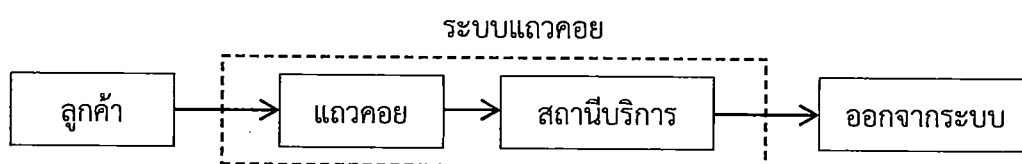
1. ทฤษฎีแถวคอย
2. การวิเคราะห์ระบบแถวคอย
3. การจำลองสถานการณ์
4. การตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของแบบจำลอง
5. การทดสอบการแจกแจงและการเลือกพารามิเตอร์
6. การทดสอบสมมติฐาน
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีแถวคอย

ทฤษฎีแถวคอยเป็นทฤษฎีที่เข้ามาช่วยในการวางแผนและตัดสินใจว่าจะให้บริการ ณ ระดับใด จึงจะเหมาะสมและดีที่สุดสำหรับหน่วยรับบริการและหน่วยบริการ โดยทฤษฎีแถวคอยเริ่มต้นเมื่อต้น ศตวรรษที่ 20 โดยวิศวกรชาวเดนมาร์กชื่อ เอ.เค.เออแลง (A. K. Erlang) ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลาย หลังจากสงครามโลกครั้งที่ 2 เช่น ใช้ในการคำนวณหาจำนวนทางวิ่งของเครื่องบินในสนามบิน คำนวณหา จำนวนลิฟต์ในอาคาร คำนวณเที่ยวบินระหว่างเมือง 2 เมือง หรือนำมาคำนวณจำนวนเครื่องจักรที่ เหมาะสมในกระบวนการผลิต เป็นต้น ทฤษฎีแถวคอย เป็นทฤษฎีที่พัฒนาเป็นตัวแบบทางคณิตศาสตร์ เพื่อ ใช้ในการวิเคราะห์สภาวะของระบบแถวคอย โดยอาศัยหลักการความน่าจะเป็นของผู้เข้ารับบริการและการ ให้บริการ ซึ่งแสดงผลเป็นค่าทางสถิติ ผลลัพธ์ที่ได้จะนำมาประกอบการตัดสินใจเกี่ยวกับการให้บริการเช่น การลดค่าใช้จ่าย หรือช่วยจัดระบบการให้บริการที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น (ยุภาพร ตงประสิทธิ์, 2555)

2.1.1 องค์ประกอบพื้นฐานในระบบแถวคอย

ในระบบแถวคอยโดยทั่วไปนั้น มีลักษณะหรือโครงสร้างของระบบที่สำคัญเหมือนๆ กัน 3 ส่วนคือลูกค้าที่มาใช้บริการ รูปแบบของแถวคอย และสถานีบริการ ดังแสดงในรูปที่ 2.1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในที่องค์กรศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.1.1.1 ลักษณะของลูกค้าหรือผู้มารับบริการ

กระบวนการที่ลูกค้าเข้ามาในระบบเรียกว่า Arrival Process ซึ่งในลักษณะการมาของลูกค้ามีหลายแบบ โดยสามารถพิจารณาได้ 3 ลักษณะ ดังนี้ (สุทธิมา ชำนาญเวช, 2552)

1. ลักษณะขนาดของประชากรที่เข้ารับบริการสามารถจำแนกได้ 2 ลักษณะคือ 1) กลุ่มประชากรที่มีจำนวนมากหรือประชากรไม่จำกัด เช่น โรงพยาบาล ธนาคาร สถานีบริการน้ำมัน ฯลฯ กล่าวได้ว่าทุกคนมีสิทธิ์ในการเข้ารับบริการ 2) กลุ่มประชากรที่มีประชากรจำนวนน้อยหรือจำกัด เช่น เครื่องถ่ายเอกสารที่ใช้ภายในสำนักงานขนาดเล็กที่มีพนักงานเพียง 10 คน เป็นต้น

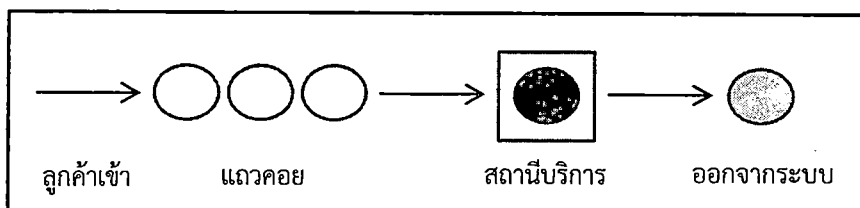
2. ลักษณะการเข้ามารับบริการ ในการอธิบายรูปแบบการเข้ามาจะสามารถอธิบายด้วยค่า อัตราการเข้ามาเฉลี่ย และระยะห่างระหว่างการเข้ามาโดยเฉลี่ย ซึ่งกระบวนการที่ลูกค้าเข้ามาในระบบเรียกว่า Arrival Process ลักษณะการเข้ามามี 2 แบบดังนี้ 1) การเข้ามาแบบคงที่ คือ ลูกค้าเข้ามารับบริการเป็นจำนวนเท่าๆกันในแต่ละช่วงเวลา ลักษณะเช่นนี้จะพบได้ในสายการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมที่ใช้ระบบอัตโนมัติในการปฏิบัติงาน 2) การมาแบบสุ่ม คือ ลูกค้าเข้ามาในลักษณะที่ไม่แน่นอน ไม่สามารถรู้ได้ล่วงหน้า และการเข้ามาของลูกค้าแต่ละรายเป็นอิสระต่อกัน

3. ลักษณะของลูกค้า หมายถึงลักษณะนิสัยของลูกค้าในการมารับบริการ เช่น ลูกค้าที่ขอมมาเป็นกลุ่มหรือลูกค้าที่เมื่อมาถึงระบบแถวคอย และเห็นว่าแถวคอยยาวเกินไปจึงไม่เข้าแถวคอย (Balking) หรือลูกค้าอาจเข้าแถวคอยเป็นระยะเวลาหนึ่ง แล้วไม่ยอมรับต่อไปจึงออกจากแถวคอย (Reneging) หรือลูกค้าเข้าแถวคอยแถวหนึ่ง แล้วเห็นว่าแถวคอยอีกแถวหนึ่งสั้นกว่า จึงเปลี่ยนแถวคอย (Jockeying) เป็นต้น ลักษณะดังกล่าวทำให้การวิเคราะห์ตัวแบบระบบแถวคอยมีความยุ่งยากและซับซ้อน ซึ่งในที่นี้จะไม่นำมาพิจารณาหรือวิเคราะห์ในตัวระบบแถวคอย

2.1.1.2 ลักษณะของระบบแถวคอยหรือคิว

รูปแบบการจัดระบบแถวคอย ผู้ให้บริการจะเป็นผู้กำหนดหรือจัดรูปแบบการให้บริการ ซึ่งมีอยู่ด้วยกันหลายรูปแบบตามลักษณะขั้นตอนการให้บริการและจำนวนหน่วยให้บริการได้ กำหนดรูปแบบแถวคอยไว้ดังนี้

1. หน่วยบริการช่องทางเดียว

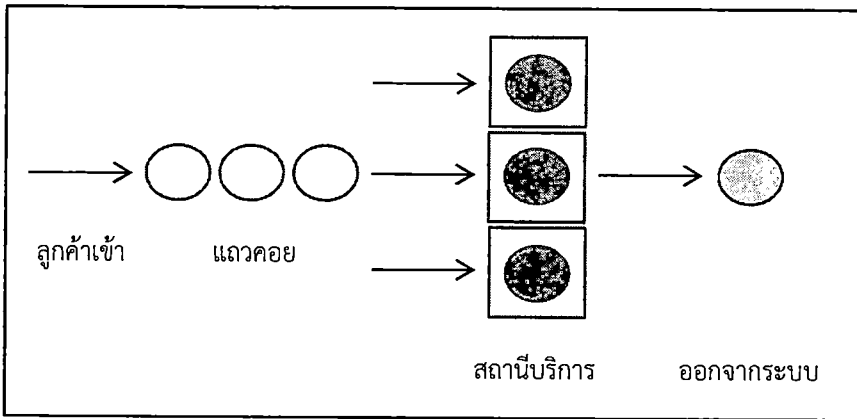


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

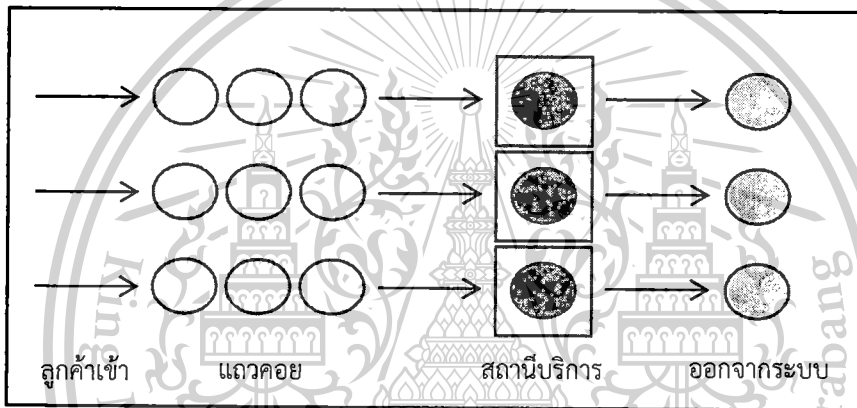
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

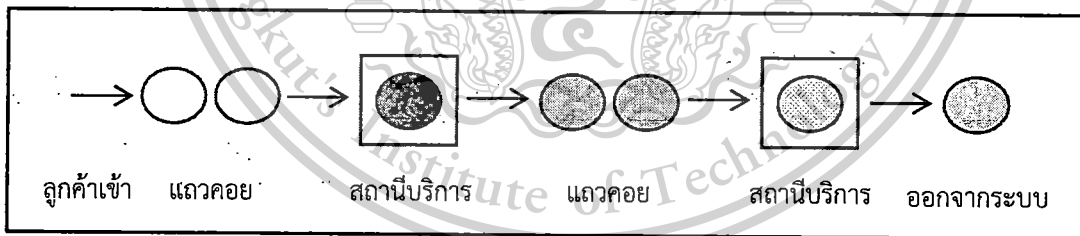
2. หน่วยบริการหลายช่องแบบขนาน – มีผู้ให้บริการมากกว่าหนึ่ง แต่มีแถวคอยแถวเดียว



3. หน่วยบริการหลายช่อง - มีผู้ให้บริการมากกว่าหนึ่ง และมีแถวคอยหลายแถว



4. หน่วยบริการแบบอนุกรม – การเข้ารับบริการมีหลายขั้นตอนต่อเนื่องกัน



2.1.1.3 ลักษณะของหน่วยให้บริการ

โดยทั่วไปลักษณะที่สำคัญของหน่วยให้บริการสามารถแบ่งได้ 2 ลักษณะ ได้แก่

1. ระเบียบการให้บริการ (service discipline) หมายถึงกฎเกณฑ์ที่ระบบนั้นใช้

ในการกำหนดการให้บริการแก่ลูกค้า เช่น

- First Come, First Served (FCFS) ลูกค้าที่เข้ามาในแถวคอยก่อนจะได้รับบริการก่อน นับเป็นลักษณะที่พบบ่อยที่สุดในแถวคอย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น มิใช่เพื่อเผยแพร่สู่สาธารณะ
กล่าวคือ ลูกค้าที่เข้ามาในแถวคอยคนล่าสุด จะได้รับบริการก่อน

- Priority Service (PS) เป็นระบบที่มีการคัดเลือกผู้ที่จะสิทธิ์เข้ารับบริการก่อน เช่นการบริการในห้องฉุกเฉินของโรงพยาบาล ที่ผู้ป่วยที่มีอาการหนักกว่าจะได้รับบริการก่อน

- Random Served (RS) เป็นการให้บริการแบบสุ่ม โดยไม่มีการเจาะจงในการให้บริการแก่ลูกค้า เช่น การขึ้นรถโดยสารประจำทาง เป็นต้น

2. ลักษณะการให้บริการ (service characteristics) โดยทั่วไปลักษณะของการให้บริการอาจจะเป็นแบบใดแบบหนึ่งดังนี้

- แบบคงที่ คือ ให้บริการลูกค้าได้จำนวนเท่าๆกันในแต่ละช่วงเวลา ส่วนใหญ่จะเป็นการบริการของระบบอัตโนมัติต่างๆหรือระบบที่มีลักษณะการบริการที่เหมือนกัน

- แบบสุ่ม คือ ลูกค้าแต่ละรายมีลักษณะการเข้ารับบริการที่แตกต่างกัน จึงใช้เวลาในการบริการไม่เท่ากัน เวลามากน้อยตามความต้องการของลูกค้าเป็นหลัก

2.1.2 ตัวแบบแถวคอย

ปัจจุบันได้มีการพัฒนาตัวแบบแถวคอยขึ้นมาหลายตัวแบบ การเลือกใช้ตัวแบบเพื่อการวิเคราะห์และตัดสินใจจำเป็นต้องสอดคล้องและเหมาะสมกับลักษณะต่างๆของระบบแถวคอย ดังนั้นเพื่อให้สะดวกในการสื่อสารและให้เกิดความเข้าใจตรงกัน นักคณิตศาสตร์ชาวอังกฤษชื่อ D.G. Kendall ได้ออกแบบแสดงโครงสร้างระบบแถวคอยด้วยสัญลักษณ์ที่เรียกว่า Kendall's Notation โดยใช้ตัวอักษร ตัวเลข และสัญลักษณ์ต่างๆ คั่นด้วยเครื่องหมายทับ "/" ดังนี้ 1/2/3/4/5/6 (Claus, 1996) ซึ่งสัญลักษณ์ดังกล่าวนิยมนำมาเขียนแทนแบบจำลอง ในแต่ละตัวเลขแสดงโครงสร้างแถวคอยที่มีความหมายแตกต่างกัน ดังนี้

หมายเลข 1 แสดงการแจกแจงความน่าจะเป็นของระยะห่างในการเข้ามาของลูกค้าแต่ละรายที่ต่อเนื่องกัน หรือการแจกแจงความน่าจะเป็นของการเข้ามารับบริการ (จำนวนผู้เข้ามารับบริการต่อหนึ่งหน่วยเวลา) โดยใช้อักษรย่อดังนี้

1. M : ระยะห่างในการเข้ามาของลูกค้าแต่ละรายมีการแจกแจงแบบเอกซ์โพเนนเชียลหรือการเข้ามารับบริการมีการแจกแจงแบบปัวส์ซอง

2. D : ระยะห่างในการเข้ามาของลูกค้าหรือการเข้ามารับบริการมีการแจกแจงแบบตายตัว

3. E_k : ระยะห่างในการเข้ามาของลูกค้าแต่ละรายหรือการเข้ามารับบริการมีการแจกแจงแบบเออร์แลงที่มี k ชั้นตอน

4. G : ระยะห่างในการเข้ามาของลูกค้าหรือการเข้ามารับบริการมีการแจกแจงแบบทั่วไป

หมายเลข 2 แสดงการแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาในการให้บริการ โดยใช้ตัวอักษรย่อดังต่อไปนี้

1. M : เวลาในการให้บริการมีการแจกแจงแบบเอกซ์โพเนนเชียล

2. D : เวลาในการให้บริการมีการแจกแจงแบบตายตัว

3. E_k : เวลาในการให้บริการมีการแจกแจงแบบเออร์แลงที่มี k ชั้นตอน

4. G : เวลาในการให้บริการมีการแจกแจงแบบทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเลข 3 แสดงจำนวนหน่วยบริการ (Service Facility) หรือจำนวนช่องทางการบริการ (channel) โดยใช้ตัวเลขแสดงจำนวน

หมายเลข 4 แสดงระเบียบหรือเกณฑ์การให้บริการ ซึ่งจะใช้อักษรแสดงระเบียบการให้บริการแบบต่างๆ ดังนี้

1. FCFS : First Come, First Served มาก่อนได้รับบริการก่อน
2. LCFS : Last Come, First Served มาหลังได้รับบริการก่อน
3. SIRO : Service In Random Order การบริการแบบสุ่ม
4. PRI : Priority การให้บริการแบบให้อภิสิทธิ์
5. GD : General Discipline การให้บริการทั่วไป

หมายเลข 5 แสดงจำนวนผู้รับบริการสูงสุดที่ระบบสามารถรองรับได้

หมายเลข 6 แสดงขนาดของกลุ่มประชากรที่มีจำนวนจำกัดหรือไม่จำกัด

ตัวอย่างเช่น รูปแบบแถวคอย M/G/1/FCFS/∞/∞ หมายถึง ระบบแถวคอยที่การเข้ามารับบริการของลูกค้ามีการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบปัวส์ซอง การแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาในการให้บริการเป็นแบบปกติ และมีหน่วยให้บริการ 1 หน่วย ระเบียบการให้บริการเป็นในลักษณะมาก่อนได้รับบริการก่อน โดยจำนวนผู้รับบริการสูงสุดที่ระบบสามารถรองรับได้ และขนาดของประชากรมีไม่จำกัด

อย่างไรก็ตาม การกำหนดสมมติฐานของระบบแถวคอยส่วนใหญ่จะมีความยาวของแถวคอยและจำนวนประชากรไม่จำกัด (∞) และใช้ระเบียบการให้บริการแบบมาก่อนได้รับบริการก่อน (FCFS) การแสดงข้อมูลแบบจำลองจะกระชับมากขึ้นเป็น 1/2/3 โดยแสดงลักษณะ 3 ประการของระบบ ได้แก่ การแจกแจงความน่าจะเป็นของการเข้ามารับบริการ, การแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาให้บริการ และจำนวนหน่วยบริการเท่านั้น ตัวอย่างเช่น รูปแบบแถวคอย M/G/1 ซึ่งมีลักษณะดังรูปแบบแถวคอยที่กล่าวมาข้างต้น

2.1.2.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในตัวแบบแถวคอย

เพื่อให้การศึกษาด้านทฤษฎีแถวคอยมีความเข้าใจตรงกันและง่ายขึ้น จึงได้มีการกำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ในการอธิบายแถวคอย ดังนี้

λ อัตราการเข้ารับบริการ (จำนวนลูกค้าโดยเฉลี่ยในหนึ่งหน่วยเวลา)

μ อัตราการให้บริการ (จำนวนลูกค้าโดยเฉลี่ยที่หน่วยให้บริการแต่ละหน่วยให้บริการได้ในหนึ่งหน่วยเวลา)

$\frac{1}{\mu}$ ระยะเวลาโดยเฉลี่ยที่ใช้ในการให้บริการลูกค้า 1 ราย

ρ ความน่าจะเป็นที่ระบบจะทำงาน

P_0 ความน่าจะเป็นที่ระบบจะว่าง

L_s จำนวนลูกค้าโดยเฉลี่ยที่อยู่ในระบบ

L_q จำนวนลูกค้าโดยเฉลี่ยที่อยู่ในแถวคอย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่ข้อมูลนี้ที่อื่นโดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

W_s ระยะเวลาโดยเฉลี่ยที่ลูกค้าแต่ละคนเสียไปในการรับบริการในระบบ

W_q ระยะเวลาโดยเฉลี่ยที่ลูกค้าแต่ละคนเสียไปในการรออนั่งในแถวคอย

P_n ความน่าจะเป็นที่จะมีลูกค้า n คน ในระบบ

ข้อมูลค่า λ และ μ ที่ใช้ในการคำนวณจะต้องเป็นข้อมูลของหน่วยเวลาเดียวกัน

2.1.2.2 ศัพท์ที่ใช้ในตัวแบบแถวคอย

1. ลูกค้า (Customer) เป็นบุคคล หรือหน่วยที่มาใช้บริการ ซึ่งอาจจะเป็นคน เครื่องจักร หรือ สิ่งอื่น ๆ
2. หน่วยให้บริการ (Service Station) เป็นหน่วยที่จัดให้มีการให้บริการ
3. ความยาวของแถวคอย หรือจำนวนลูกค้าที่อยู่ในแถวคอย (Queue Length) เป็นจำนวนของลูกค้าที่รออนั่งในแถวคอยที่คอยเพื่อรอรับบริการ แถวคอยยาวแสดงว่าหน่วยให้บริการมีประสิทธิภาพไม่ดี หรือมีหน่วยให้บริการน้อยเกินไป ในทางตรงกันข้าม ถ้าแถวคอยสั้นมากแสดงว่ามีหน่วยให้บริการมากเกินไป
4. จำนวนคนที่อยู่ในระบบ (Number of Customers in the System) เป็นจำนวนของลูกค้าที่อยู่ในแถวคอย รวมกับลูกค้าที่กำลังรับบริการ
5. ระยะเวลารอในแถวคอย (Waiting Time in Queue) เป็นเวลาที่ลูกค้าต้องเสียไปกับการรอก่อนที่จะได้รับการบริการ การมีเวลารอนานอาจทำให้ลูกค้าเกิดความไม่พึงพอใจ และเกิดความสูญเสียรายได้ในอนาคตได้
6. ระยะเวลารอในระบบ (Waiting Time in System) เป็นเวลาทั้งหมดที่ลูกค้าต้องเสียไปกับการรอก่อนที่จะได้รับการบริการ รวมกับเวลาในการให้บริการ
7. ระบบแถวคอย (Queuing System) เป็นระบบที่ประกอบด้วย การมาถึงของลูกค้า การรอในแถวคอยเพื่อรับบริการ บริการและการจากไปของลูกค้าในระบบ

2.2 การวิเคราะห์ระบบแถวคอย

แบบจำลองถูกสร้างขึ้นเพื่อพยายามเลียนแบบสถานการณ์การทำงานจริงของระบบที่ศึกษา โดยมีความมุ่งหมายเพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพการให้บริการและคุณภาพการได้รับบริการของลูกค้า โดยการวัดคุณสมบัติของแบบจำลองที่ถูกสร้างขึ้น คุณสมบัติของแบบจำลอง (Operating Characteristics) ที่นิยมวัดกันมากที่สุด ประกอบด้วย

L_s จำนวนลูกค้าโดยเฉลี่ยที่อยู่ในระบบ

L_q จำนวนลูกค้าโดยเฉลี่ยที่อยู่ในแถวคอย

W_s เวลาโดยเฉลี่ยที่ลูกค้าแต่ละคนเสียไปในการรับบริการในระบบ

W_q เวลาโดยเฉลี่ยที่ลูกค้าแต่ละคนเสียไปในการรออนั่งในแถวคอย

P_0 ความน่าจะเป็นที่ระบบจะว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

โดยทั่วไปการใช้สูตรทางคณิตศาสตร์เพื่อคำนวณค่าคุณสมบัติต่างๆ ของระบบแถวคอยภายใต้โครงสร้างระบบแถวคอยที่ออกแบบโดย D.G. Kendall ที่เรียกว่า Kendall's Notation ซึ่งตัวแบบแถวคอยที่กันอย่างแพร่หลาย ตัวแบบแถวคอยที่นิยมใช้ด้วยวิธีทางคณิตศาสตร์ โดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 5 แบบ ดังนี้ (1) ตัวแบบ M/M/1 (2) ตัวแบบ M/M/c หรือ M/M/s (3) ตัวแบบ M/G/1 (4) ตัวแบบ M/D/1 (5) ตัวแบบ M/M/1 กับประชากรที่มีสมาชิกจำกัด หรือ M/M/1/∞/N/FCFS โดยงานวิจัยนี้ได้ใช้ตัวแบบที่ (3) ตัวแบบ M/G/1 มาประยุกต์ใช้กับการคำนวณหาจำนวนช่องว่างสำหรับวางตู้คอนเทนเนอร์เปล่าที่ต้องการซ่อมภายในลานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์

ตัวแบบ M/G/1 ในกรณีที่การให้บริการเป็นแบบสุ่มแต่การแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาให้บริการไม่ใช่แบบเอกซ์โพเนนเชียล เช่น เป็นการแจกแจงความน่าจะเป็นปกติ หรือไม่อาจจำแนกได้ว่าเป็นการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบใด (Undefined) เรียกว่า เป็นการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบทั่วไป (General Distribution) ทำให้ไม่สามารถใช้ตัวแบบ 2 ตัวแบบที่ได้กล่าวมาแล้วได้ ต้องใช้ตัวแบบที่แตกต่างออกไป กรณีที่มีช่องทางบริการแบบช่องทางเดียว คือ ตัวแบบ M/G/1 ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับตัวแบบ M/M/1 มาก ต่างกันเฉพาะการแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาในการให้บริการเท่านั้น หรือสรุปได้ว่าตัวแบบ M/G/1 จะใช้สำหรับการวิเคราะห์ระบบแถวคอยที่มีลักษณะ ดังต่อไปนี้

- อัตราการเข้ารับบริการเป็นแบบสุ่ม มีการแจกแจงแบบปัวส์ซอง
- เวลาในการให้บริการเป็นแบบสุ่ม มีการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบทั่วไป
- การให้บริการแบบช่องทางเดียว และขั้นตอนเดียว
- ไม่จำกัดความยาวของแถวคอย
- ประชากรมีจำนวนมากมาย
- ระเบียบการให้บริการแบบมาก่อนได้รับบริการก่อน

สมมติฐานของตัวแบบ M/G/1 เหมือนกับสมมติฐานของตัวแบบ M/M/1 ได้แก่ อัตราการให้บริการน้อยกว่าอัตราการเข้ารับบริการ หรือ $\lambda < \mu$ การใช้ตัวแบบ M/G/1 เพื่อวิเคราะห์ระบบแถวคอยจะใช้สูตรการคำนวณ ดังต่อไปนี้

จำนวนลูกค้าโดยเฉลี่ยที่อยู่ในระบบ

$$L_s = \lambda W_s \quad (2.1)$$

จำนวนลูกค้าโดยเฉลี่ยที่อยู่ในแถวคอย

$$L_q = \frac{\lambda^2 \sigma^2 + \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^2}{2\left(1 - \frac{\lambda}{\mu}\right)} \quad (2.2)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เวลาโดยเฉลี่ยที่ลูกค้าแต่ละคนเสียไปในการรับบริการในระบบ

$$W_s = W_q + \frac{1}{\mu} \quad (2.3)$$

เวลาโดยเฉลี่ยที่ลูกค้าแต่ละคนเสียไปในการรออยู่ในแถวคอย

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda} \quad (2.4)$$

ความน่าจะเป็นที่ระบบจะว่าง

$$P_0 = 1 - \frac{\lambda}{\mu} \quad (2.5)$$

2.3 การจำลองสถานการณ์

การจำลองสถานการณ์เป็นกระบวนการสร้างแบบจำลอง เพื่อเรียนรู้พฤติกรรมของระบบจริง ภายใต้เงื่อนไข ข้อกำหนดที่วางไว้ ประเมินและทดสอบผลที่ได้จากการปรับปรุงระบบก่อนที่จะนำระบบดังกล่าวไปปฏิบัติจริง เนื่องจากในการปฏิบัติงานจริงไม่สามารถที่จะทำการปรับเปลี่ยนกระบวนการทำงาน ได้จนกว่าจะมองเห็นถึงประโยชน์ที่จะได้รับ นับเป็นการลดความเสี่ยงในการเกิดความผิดพลาด หรือความล้มเหลวที่อาจเกิดขึ้นกับระบบได้ (Maria, 1997) ปัจจุบันนี้การจำลองสถานการณ์เป็นที่นิยมอย่างมาก เนื่องจากระบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องจึงทำให้การจำลองสถานการณ์สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้กับหลายหน่วยงาน (Kelton et al., 2003) อาทิเช่นตัวอย่างของการประยุกต์ใช้การจำลองแบบปัญหาในงานด้านต่างๆ ได้แก่

การจำลองระบบปัญหาด้านการจราจร เช่น จำลองรอบสัญญาณการปล่อยไฟจราจร.

การจำลองระบบโครงข่ายการขนส่ง เช่น จำลองเส้นทางรถโดยสารเสียงสินค้า

การจำลองระบบงานด้านอุตสาหกรรม เช่น จำลองระบบสินค้าคงคลัง และระบบการผลิต

การจำลองระบบงานด้านบริการ เช่น จำลองระบบโรงพยาบาล และระบบธนาคาร

Kelton et al., (2010) อธิบายว่า การจำลองสถานการณ์ (Simulation) คือ กระบวนการจำลอง (Model) ของระบบงานจริง (Real System) แล้วดำเนินการใช้แบบจำลองเพื่อการเรียนรู้พฤติกรรมของระบบงานจริงนั้น หรือเพื่อประเมินผลการใช้วิธีการต่างๆ ในการดำเนินงานของระบบภายใต้ข้อกำหนดที่วางไว้ การจำลองสถานการณ์นั้นเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสูงสำหรับการศึกษาและแก้ปัญหาเกี่ยวกับการทำงานของระบบงานจริง เพราะจะทำให้เราสามารถทราบความเป็นมา พฤติกรรม และการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ภายใต้ระบบงานเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสภาวะแวดล้อมและส่วนประกอบต่างๆ ในระบบงาน รวมทั้งผลที่จะเกิดขึ้นเมื่อได้ทำการปรับเปลี่ยนให้มีการนำเอาวิธีการใหม่ๆ เข้าไปใช้ในการดำเนินงาน ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดำเนินงานของระบบจริง ทำให้การวางแผนการดำเนินงานมีประสิทธิภาพดีขึ้น หรือทำให้เราได้สังเกตเห็นปัญหาที่มีอยู่ได้ชัดเจนขึ้น เรื่องจากผลลัพธ์ถูกแปรออกมาให้เห็นในรูปตัวเลขทางคณิตศาสตร์

อุดม สุระเชิดเกียรติ (2540) กล่าวว่า การจำลองสถานการณ์ คือ กระบวนการของการออกแบบแบบจำลองของระบบจริง และการออกแบบการทดลองในแบบจำลองนี้แล้วทำความเข้าใจในพฤติกรรมของระบบ และทำการประมาณค่าตัวแปรที่สำคัญเพื่อดำเนินการภายในระบบ

2.3.1 สรุปข้อดีและข้อด้อยของการใช้แบบจำลองสถานการณ์

การเรียนรู้พฤติกรรมของระบบงานจริงนั้นมีหลากหลายวิธี การใช้แบบจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์นั้นเป็นหนึ่งในวิธีที่นิยมใช้กันมากในปัจจุบัน โดยเฉพาะในยุคปัจจุบันที่มีเทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์ที่ทันสมัยมากขึ้น อย่างไรก็ตามการใช้แบบจำลองสถานการณ์นั้นมีทั้งข้อดีและข้อด้อย (รุ่งรัตน์ ภิรัชเพ็ญ, 2551) ได้สรุปการใช้แบบจำลองสถานการณ์ไว้ดังนี้

ข้อดีของการใช้แบบจำลองสถานการณ์

1. สามารถใช้แบบจำลองกับระบบที่มีความซับซ้อน ที่ไม่สามารถหาความสัมพันธ์โดยการเขียนสมการเชิงอนุพันธ์ทางคณิตศาสตร์ หรือใช้สูตรทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่ได้
2. สามารถสร้างแบบจำลองเพื่อทำนายอนาคตของระบบได้ โดยใช้เวลาน้อยในการประมวลผลผลลัพธ์ของแบบจำลอง เช่น ต้องการทราบว่าเครื่องจักรที่มีอยู่ มีกำลังการผลิตที่สามารถรองรับความต้องการของสินค้า ที่จะเพิ่มขึ้นในอนาคต 5 ปี ได้หรือไม่
3. สามารถใช้แบบจำลองกับระบบที่ไม่สามารถทดลองบนสถานการณ์จริงได้
4. สามารถทดลองการใช้นโยบายใหม่ กระบวนการใหม่ การไหลของข้อมูล ขั้นตอนในการบริหารองค์กร และอื่น ๆ ได้ง่ายโดยไม่ส่งผลกระทบต่อการทำงานของระบบจริง
5. สามารถทดสอบการออกแบบเครื่องมือ แผนผังโรงงาน และระบบการขนส่ง เพื่อหาผลลัพธ์ของการออกแบบใหม่ ก่อนจัดสรรทรัพยากรหรือเครื่องมือเพิ่มเติมให้กับระบบงานที่จะมีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งช่วยลดความเสี่ยงจากการลงทุนที่ไม่คุ้มค่าและไม่จำเป็นต้องซื้ออุปกรณ์เครื่องมือมาทดสอบกับระบบจริง
6. สามารถทดสอบสมมติฐานต่าง ๆ ได้ง่าย เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ของระบบ
7. สามารถขยายขอบเขตเวลาของการจำลองได้ง่าย
8. เข้าใจถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรและปัจจัยต่าง ๆ ได้อย่างลึกซึ้ง เข้าใจว่าตัวแปรต่าง ๆ ในระบบงานส่งผลกระทบต่อกันและกันอย่างไร
9. เข้าใจถึงความสำคัญของตัวแปรและปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของระบบได้
10. วิเคราะห์หาจุดคับคั่งของงานหรือคอขวด (Bottleneck) ในสายงานผลิต ระบบการขนส่งสินค้า และในระบบงานอื่น ๆ โดยวิเคราะห์จากข้อมูลของชิ้นงานที่กำลังผลิตอยู่ (Work-in-process: WIP) จำนวนในแถวคอยและเวลารอคอย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11. ช่วยให้เข้าใจระบบการทำงานมากยิ่งขึ้น มากกว่าคิดว่าระบบควรทำงานอย่างไร
12. สามารถตอบคำถามต่าง ๆ ได้ (What-if questions) ซึ่งมีประโยชน์อย่างมากในการออกแบบระบบใหม่

ข้อดีของการใช้แบบจำลองสถานการณ์

1. การสร้างตัวแบบจำลองนั้นจำเป็นต้องใช้ผู้ที่มีความรู้ด้านการใช้โปรแกรมสร้างแบบจำลองสถานการณ์และผู้สร้างต้องมีพื้นฐานทางสถิติเพื่อสามารถวิเคราะห์และนำผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองไปปรับปรุงต่อได้ โดยผู้วิเคราะห์จะต้องมีความเข้าใจในระบบอย่างดี และมีการเก็บข้อมูลทางสถิติในอดีตอย่างถูกต้อง จึงจะทำให้แบบจำลองนั้นมีความใกล้เคียงกับระบบจริงมากที่สุด
2. เนื่องจากตัวแบบจำลอง ผู้สร้างตัวแบบเป็นผู้สร้างทางเลือกให้กับระบบ ดังนั้น ผลลัพธ์ที่ได้จากการสร้างแบบจำลองอาจไม่ใช่ผลลัพธ์ที่บ่งบอกถึงทางเลือกที่ดีที่สุดให้กับระบบ
3. ผลที่ได้จากการจำลอง มักจะเป็นค่าประมาณ

2.3.2 ชนิดของระบบงานที่ใช้ในการจำลองแบบสถานการณ์

Kelton et al., (2010) การจำลองแบบสถานการณ์สามารถใช้กับระบบงานจริงได้หลายรูปแบบสามารถแบ่งลักษณะของระบบงานได้ดังนี้

1. ระบบงานต่อเนื่อง (Continuous System) คือ ระบบงานที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องอันเกิดจากเวลา การจำลองแบบสถานการณ์ของระบบงานต่อเนื่องนั้นไม่สามารถจำกัดอยู่แค่ตัวเลข เช่น การลำเลียงแร่ธาตุจากเหมืองไปสู่เรือบรรทุกโดยราง หรือลักษณะการลำเลียงของสายพาน
2. ระบบงานไม่ต่อเนื่อง (Discrete System) คือ ระบบงานที่มีการเปลี่ยนแปลงสถานะภาพของระบบเป็นช่วงๆ ของระยะเวลาใดระยะเวลาหนึ่ง เช่น ระบบการทำงานของธนาคาร ซึ่งจะมีการเปลี่ยนแปลงสถานะภาพของระบบระหว่างเวลา 08:30-15:30 น. ระบบงานไม่ต่อเนื่องนี้มีลักษณะที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับระบบแถวคอย (Queuing) เช่น การให้บริการแก่ลูกค้าที่ต้องรอคอยอยู่ในคิว (Waiting Line) เพื่อเข้ารับบริการที่จะใช้บริการตู้ ATM โดยที่ลูกค้าคือผู้บริการ ส่วนตู้ ATM คือสถานีให้บริการ โดยสิ่งที่น่าสนใจในระบบแถวคอย คือ เวลาการมาถึงของลูกค้า เวลาที่ลูกค้าแต่ละคนใช้ในแถวคอย และเวลาทั้งหมดตั้งแต่ลูกค้ามาถึงจนกระทั่งเสร็จสิ้นการรับบริการ ดังนั้น จึงมีความจำเป็นต้องสร้างเหตุการณ์ที่สุ่มได้ (Random Event) เพื่อนำมาใช้ร่วมกับวิธีทางคณิตศาสตร์ คือ ความน่าจะเป็น (Probability) และสถิติ (Statistic) เพื่อหาเวลาเฉลี่ยที่ลูกค้าใช้ และความยาวของแถวคอย โดยใช้คอมพิวเตอร์คำนวณหา การแจกแจงความน่าจะเป็น (Probability Distribution)
3. ระบบแน่นอน (Deterministic System) คือ ระบบที่มีการเปลี่ยนแปลงสถานะภาพของระบบที่สามารถบอกได้แน่นอนว่าเป็นอย่างไร เช่น ระบบการปฏิบัติงานอย่างหนึ่งจะมีกระบวนการผลิตจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า มีผลผลิตออกมาทุกๆ 15 นาที

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ระบบไม่แน่นอน (Stochastic System) คือ ระบบที่มีการเปลี่ยนแปลงสถานภาพของระบบที่ไม่สามารถบอกได้แน่นอนว่าผลลัพธ์จะเป็นอย่างไร

5. ระบบสถิต (Static System) คือ ระบบที่มีการเปลี่ยนแปลงสถานภาพของระบบที่ไม่เกี่ยวข้องกับเวลา

6. ระบบพลวัต (Dynamic System) คือ ระบบที่มีการเปลี่ยนแปลงสถานภาพของระบบที่มีความเกี่ยวข้องกับเวลา

2.3.3 รูปแบบของการจำลองแบบสถานการณ์

Kelton et al., (2010) ได้แบ่งการจำลองสถานการณ์ตามลักษณะพิเศษเฉพาะตัวของแบบจำลองได้ 5 ประเภท ดังนี้

1. แบบจำลองทางกายภาพ (Physical Model) เป็นแบบจำลองที่มีรูปร่างหน้าตาเหมือนระบบงานจริง อาจมีขนาดเท่า เล็กกว่า หรือใหญ่กว่าของจริง อาจเป็นแบบจำลองของระบบงานจริงในมิติใดมิติหนึ่ง (Dimension) หรือทั้งสามมิติ ตัวอย่างแบบจำลองประเภทนี้คือ เครื่องยนต์ต้นแบบ (Prototype) ซึ่งสร้างขึ้นเพื่อทดสอบสมรรถนะก่อนการผลิตจริง แบบจำลองผังโรงงาน แบบจำลองตัวอาคาร เป็นต้น

2. แบบจำลองแอนะล็อก (Analog Model) เป็นแบบจำลองสถานการณ์ที่มีพฤติกรรมเหมือนระบบงานจริง ตัวอย่างแบบจำลองประเภทนี้ คือ แอนะล็อกคอมพิวเตอร์ที่ใช้ควบคุมการผลิตในอุตสาหกรรมอาหารเคมี โดยใช้การเคลื่อนที่ของกระแสไฟฟ้าแสดงบนแผงบอกให้รู้ถึงการเคลื่อนที่ของวัตถุในระบบงานจริง การใช้กราฟแสดงความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ ที่วัดค่าได้ เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างค่าใช้จ่ายในการผลิตกับจำนวนสินค้าที่ผลิต ซึ่งเป็นแบบจำลองที่ใช้ขนาดความยาวของเส้นกราฟแสดงค่าของเงินหรือจำนวนสินค้า เป็นต้น

3. เกมส์การบริหาร (Management Games) เป็นแบบจำลองการตัดสินใจ (Decision Model) ในกิจกรรมต่างๆ เช่น ธุรกิจ สงคราม การลงทุน เป็นแบบจำลองที่ใช้แสดงผลของการตัดสินใจในแบบต่างๆ เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับการตัดสินใจจริง

4. แบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ (Computer Simulation Model) เป็นแบบจำลองที่อยู่ในรูปของคอมพิวเตอร์โปรแกรม ซึ่งก่อนที่จะมาเป็นคอมพิวเตอร์โปรแกรม แบบจำลองสถานการณ์อาจอยู่ในรูปแบบของแบบจำลองแบบใดแบบหนึ่งทีกล่าวมาข้างต้น

5. แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) เป็นแบบจำลองที่ใช้สัญลักษณ์และฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์แทนองค์ประกอบในระบบงานจริง เช่น ให้ X แทนค่าใช้จ่าย และ Y แทนจำนวนสินค้าที่ผลิต

ในการจำลองสถานการณ์อาจจะใช้แบบใดแบบหนึ่งเพียงแบบเดียว หรือใช้แบบจำลองหลายประเภทร่วมกันในกรณีที่ระบบงานจริงที่มีความยุ่งยากซับซ้อน ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4 ขั้นตอนในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์

มานพ วราศักดิ์ (2550) และ Banks et al. (2010) ได้อธิบายขั้นตอนในการศึกษาเรียนรู้ และศึกษาพฤติกรรมระบบงานจริงจากการสร้างแบบจำลองสถานการณ์จะถูกอธิบายไว้ 12 ขั้นตอน และแสดงให้เห็นดังรูปที่ 2.2

1. การกำหนดรูปแบบของปัญหาเพื่อแก้ปัญหาแบบใดก็ตาม แรกสุดคือ ต้องกำหนดปัญหาว่ามีอะไรบ้าง ต้องเข้าใจถึงปัญหาจริงๆ และมั่นใจว่าปัญหานั้นครอบคลุมปัญหาทั้งหมดแล้ว

2. การกำหนดวัตถุประสงค์และแผนการดำเนินงาน เพื่อให้แน่ชัดว่าจะทำแบบจำลองอย่างไร กำหนดขอบเขตของโครงการ ข้อจำกัดต่างๆ และนอกจากนี้ควรกำหนดแผนการดำเนินงานให้ชัดเจนเพื่อหลีกเลี่ยงความล่าช้าที่อาจเกิดขึ้นได้

3. การสร้างแบบจำลอง ต้องคำนึงถึงลักษณะของระบบงานที่เราจำลองและตัวแบบจำลองนี้ต้องสามารถอธิบายพฤติกรรมของระบบได้

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล โดยเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรของระบบทั้งหมด เช่น จำนวนผู้ให้บริการ เวลาในการให้บริการ อัตราการเข้ามาของลูกค้า ฯลฯ เพื่อนำข้อมูลเหล่านี้มาเป็นข้อมูลนำเข้า (Input Data) ให้กับแบบจำลอง ซึ่งขั้นตอนนี้มีความสำคัญมาก เพราะการเก็บข้อมูลนำเข้าที่ผิดพลาดจะส่งผลให้ผลลัพธ์ที่ได้จากตัวแบบจำลองสถานการณ์ผิดพลาดตามไปด้วย

5. การสร้างแบบจำลองด้วยโปรแกรม เป็นการเปลี่ยนตัวแบบจำลองให้เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยโปรแกรมที่นิยมใช้จะมีอยู่หลายตัวด้วยกันได้แก่ AnyLogic®, Arena®, AutomodTM, Enterprise Dynamics®, ExtendTM, Flexsim, ProModel® และ SIMUL8® และในกรณีศึกษานี้จะใช้โปรแกรมอารีน่า เวอร์ชัน 10.0 ในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์

6. การตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรม เป็นการตรวจสอบแบบจำลองที่สร้างขึ้นทำงานได้หรือไม่ ผู้สร้างจำเป็นต้องตรวจสอบการใส่ข้อมูลนำเข้าและตรรกะของแบบจำลองให้ถูกต้องก่อน หากไม่ถูกต้องจำเป็นต้องแก้ไขจุดบกพร่องที่เกิดขึ้น มิฉะนั้นจะส่งผลให้ผลลัพธ์มีความผิดพลาด

7. การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองเป็นการตรวจสอบว่าโปรแกรมรันผ่านแล้วให้ผลลัพธ์ถูกต้องหรือไม่ โดยการเปรียบเทียบผลลัพธ์กับระบบงานจริง และมีการใช้เทคนิคทางสถิติเข้ามาตรวจสอบผลลัพธ์โดยการตั้งสมมติฐานทางสถิติ เพราะผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองเป็นเพียงค่าประมาณ

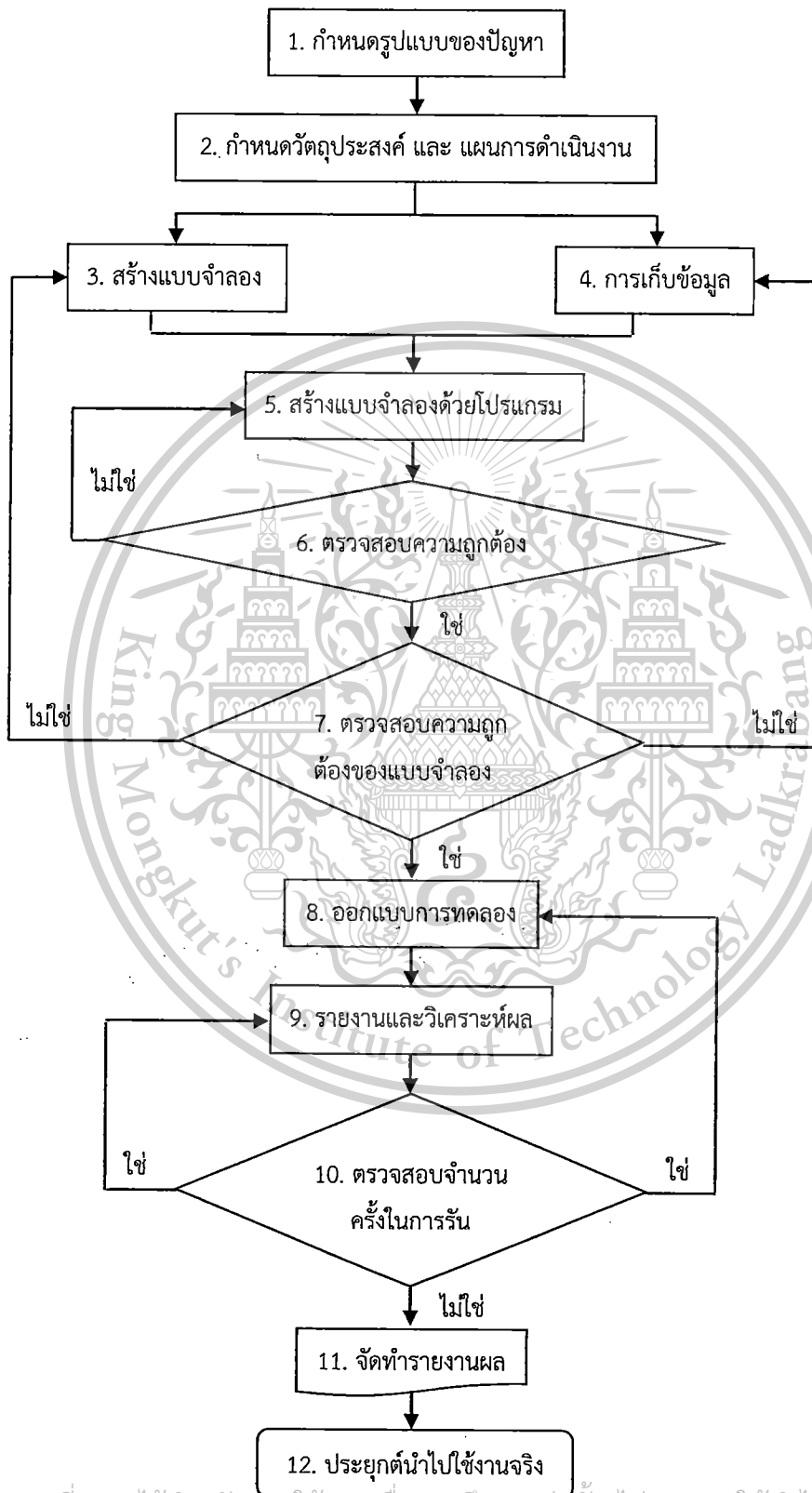
8. การออกแบบการทดลอง จากผลลัพธ์เบื้องต้นที่ได้ ผู้วิจัยจะเสนอแนวทางเลือกหรือวิธีการปรับปรุงต่างๆ โดยคำนึงถึงความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติและระยะเวลาที่ใช้ในการรันแบบจำลอง

9. การรายงานและวิเคราะห์ผล เป็นการรันแบบจำลองด้วยวิธีการปรับปรุงแบบต่างๆ เพื่อหาค่าประมาณของผลลัพธ์หรือตัวชี้วัดประสิทธิภาพการทำงานของระบบ

10. การตรวจสอบจำนวนครั้งในการรันแบบจำลอง เป็นการวิเคราะห์ผลลัพธ์ทางสถิติที่ได้จากการรันแบบจำลอง เพื่อตัดสินใจว่าคำตอบที่ได้มีความแปรปรวนอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้หรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น มิอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11. จัดทำรายงานผลซึ่งเป็นส่วนหนึ่งที่จะทำให้ผู้ใช้งานทราบข้อจำกัดต่างๆ ของตัวแบบจำลอง หากมีการนำตัวแบบจำลองไปใช้งาน และจัดทำรายงานผลการทดลอง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามใช้เพื่อวัตถุประสงค์อื่นที่ไม่เกี่ยวข้องกับการศึกษาเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.2 ขั้นตอนการสร้างแบบจำลองสถานการณ์

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

12. ประยุกต์นำไปใช้งานจริง ความสำเร็จในการนำไปใช้จริงขึ้นอยู่กับการทำงานใน 11 ข้อ ที่กล่าวมา รวมไปถึงระดับความร่วมมือระหว่างผู้ใช้งานและที่ปรึกษาในช่วงการสร้างแบบจำลอง เช่น การประชุมตั้งสมมติฐานร่วมกัน การทดสอบข้อมูลนำเข้า การทดสอบการทำงานของแบบจำลอง การตกลงยอมรับในแบบจำลอง และการปรึกษาหารือทางเลือกในการปรับปรุง หากแบบจำลองสร้างขึ้นบนพื้นฐานความเข้าใจของนักวิเคราะห์เพียงอย่างเดียว การนำไปใช้จริงก็ทำได้ยากเพราะผู้ใช้งานมักไม่เชื่อมั่นในแบบจำลองอย่างเต็มที่ (Pritsker, 1995)

2.3.5 ส่วนต่างๆ ในการจำลองสถานการณ์

1. สิ่งที่น่าสนใจในระบบ (Entities) คือ สิ่งที่ถูกป้อนหรือถูกสร้างเข้ามาในระบบ และเป็นตัวที่เคลื่อนที่ผ่านกระบวนการต่างๆ เพื่อรับการทำงานหรือบริการตามกิจกรรมที่เคลื่อนที่ผ่านไป เช่น ในกรณีที่เครื่องจักรชำรุดและยังซ่อมไม่เสร็จ ชิ้นงานที่กำลังทำงานอยู่ยังต้องค้างอยู่ในระบบ เป็นต้น
2. แกวคอย คือ สิ่งที่เกิดขึ้นเมื่อสิ่งที่น่าสนใจในระบบไม่สามารถเคลื่อนผ่านระบบไปได้ทั้งหมดพร้อมกัน จึงต้องมีบางชิ้นที่ต้องรอคอย
3. ค่าสะสมทางสถิติ เป็นตัววัดผลงานหรือประสิทธิภาพงาน เช่น จำนวนชิ้นงานที่ผลิตรวมทั้งหมด เวลาสะสมที่ใช้ในการรอคอย หรือพื้นที่สะสมที่ถูกใช้ในการจัดแกวคอย เป็นต้น ค่าเหล่านี้จะเริ่มที่ศูนย์และเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามพฤติกรรมที่เกิดขึ้นในระบบ
4. เหตุการณ์ คือ สิ่งที่เกิดขึ้นในระบบและมีผลให้ค่าหรือพฤติกรรมในระบบเปลี่ยนไป
5. เวลาที่จำลองในระบบ คือ การบันทึกเวลาของพฤติกรรมที่เราให้ความสนใจ ไม่จำเป็นต้องตรงกับเวลาภายนอกและถ้าไม่มีเหตุการณ์ใดที่สนใจเกิดขึ้น เวลาจะไม่ถูกบันทึก พฤติกรรมที่เกิดขึ้นในระบบทั้งหมดจะถูกบันทึกตามลำดับเวลาในส่วนที่เรียกว่า Event Calendar
6. การเริ่มต้นและสิ้นสุด ผู้ใช้ต้องเป็นผู้กำหนดสถานะต่างๆ ในการเริ่มต้น และเงื่อนไขหรือสถานะในการสิ้นสุดการจำลองสถานการณ์ด้วยตนเอง เช่น เริ่มต้น โดยยังไม่มีแกวคอยและชิ้นงานอยู่ในระบบเลย หรือการจำลองจะสิ้นสุดเมื่อเวลาผ่านไป 15 นาที เป็นต้น

ส่วนประกอบของแบบจำลองสถานการณ์ภายในโมเดลของการจำลองสถานการณ์ทำการสร้างขึ้นจะมีส่วนประกอบที่มีความสัมพันธ์กันและมีความหมายดังต่อไปนี้

1. เอ็นทิตี (Entities) คือ สิ่งที่ถูกสร้างขึ้นมาภายในระบบเพื่อให้เป็นตัวแทนของการทำงาน โดยกำหนดให้มีการเคลื่อนที่อยู่ตลอดเวลาและสามารถทำให้เกิดผลกระทบต่อเอ็นทิตีตัวอื่นๆ ได้นอกจากนี้ยังเป็นวัตถุที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอในการจำลองสถานการณ์ และจะสิ้นสุดลงเมื่อมีการออกจากระบบ

2. แอททริบิวต์ (Attribute) คือ คุณลักษณะเฉพาะของเอ็นทิตีแต่ละตัวที่เรากำหนดให้ และเอกลักษณ์แตกต่างจากเอ็นทิตีตัวอื่นๆ เช่น เวลาในการมาถึง และ สีต่างๆ เป็นต้น

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. แวริเอเบิล (Variable) คือ ส่วนของข้อมูลที่ใช้เพื่อกำหนดคุณสมบัติภายในระบบโดยไม่มีค่าคงที่ถึงปริมาณและชนิดของเอ็นทิตี โดยที่ชนิดของแวริเอเบิลสามารถแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะด้วยกัน คือ แวริเอเบิลที่ถูกสร้างขึ้นภายในโปรแกรมอารีน่า เช่น จำนวนภายในแถวคอย เวลาในการจำลองสถานการณ์ เป็นต้น และแวริเอเบิลที่มีการกำหนดขึ้นโดยผู้ใช้งาน เช่น จำนวนภายในระบบ การหมุนเวียนเปลี่ยนไป เป็นต้น

4. ทรัพยากร (Resources) คือ สิ่งที่ถูกกำหนดขึ้นให้เป็นหน่วยของการรับบริการ เช่น คน อุปกรณ์ หรือเนื้อที่ในการจัดเก็บที่มีขนาดพื้นที่จำกัด ซึ่งส่งผลให้เอ็นทิตีที่สามารถทำการจับจองทรัพยากร ได้ก็ต่อเมื่อมีที่ว่างและทำการปล่อยทรัพยากรเมื่อเสร็จสิ้นการทำงานแล้ว

5. แถวคอยหรือคิว (Queues) คือ การจัดลำดับเอ็นทิตีในการจับจองทรัพยากร และยังเป็นที่พักของเอ็นทิตีเมื่อมันไม่สามารถเคลื่อนที่ต่อไปได้ เช่น แถวคอยในการรอรับบริการ ซึ่งถ้าค่าของแถวคอยมีมากกว่าค่าของขีดกำหนดจะต้องมีการจัดเก็บปริมาณของเอ็นทิตีภายในแถวคอยนั้นด้วย

6. การเก็บค่าทางสถิติ (Statistical Accumulators) คือ การวัดค่าของผลลัพธ์ที่เป็นค่ากลางทางสถิติที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ เช่น จำนวนชิ้นงานที่ทำการผลิตได้ เวลาทั้งหมดที่ใช้ภายในแถวคอย จำนวนชิ้นงานภายในแถวคอย ระยะเวลาที่ใช้ภายในแถวคอย เป็นต้น

7. เหตุการณ์ (Event) คือ สิ่งที่เกิดขึ้นในขณะที่เรากำลังทำการจำลองสถานการณ์ และส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของแอททริบิวต์ แวริเอเบิล เช่น ชิ้นงานใหม่ที่กำลังผ่านเข้าสู่ระบบ ชิ้นงานที่ทำการรับบริการจากเครื่องจักรเสร็จสิ้นและกำลังออกจากระบบ เป็นต้น

8. การเริ่มต้นและการสิ้นสุด (Starting and Stopping) คือการกำหนดค่าของสถานะในการเริ่มต้น ค่าแอททริบิวต์ ค่าตัวแปร กระบวนการทางสถิติ และเงื่อนไขต่างๆ ทั้งก่อนเริ่มต้นในการจำลองสถานการณ์และเมื่อสิ้นสุดการจำลองสถานการณ์แล้ว

การแจกแจงความน่าจะเป็นของโปรแกรมอารีน่า โดยข้อมูลตัวเลขที่ป้อนให้กับโมเดลในโมเดลการจำลองสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเวลาในการทำกิจกรรมต่างๆ ของเอ็นทิตี เช่น เวลาการเข้ามาในระบบของเอ็นทิตี (Entities) เวลารอ (Delay Time) เวลาการทำงาน (Process Time) เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนย้ายเอ็นทิตีจากสถานีหนึ่งไปยังอีกสถานีหนึ่ง เป็นต้น ค่าตัวเลขเหล่านี้ในแต่ละตัวหลายค่าไม่เป็นค่าคงที่ตายตัวอยู่ค่าเดียว ในแต่ละครั้งของการทำงานจะมีค่าที่เปลี่ยนแปลงไปเรื่อย อาจจะมีมากกว่าเดิมน้อยกว่าเดิมหรือบางครั้งอาจจะมีค่าที่ซ้ำกันก็ได้ ในการเก็บข้อมูลจะต้องเก็บมาหลายๆ ค่าจนมีจำนวนตัวอย่างที่มากพอ เพื่อใช้เป็นข้อมูลที่จะป้อนให้กับโมเดลที่จะถูกสร้างขึ้นในโปรแกรมอารีน่าจะมีชุดที่ทำหน้าที่อยู่ภายในสำหรับทำให้เกิดตัวแปรสุ่มจากการใช้การกระจายความน่าจะเป็น รูปแบบการกระจายนี้จะปรากฏบนบูลดาวน์เมนู (Pull Down Menus) ในหลายๆ โมดูล คำสั่งที่ถูกเรียกขึ้นมาใช้งานจะมีความเหมาะสมกับการกระจายของข้อมูลที่ป้อนเข้ามาในระบบ โดยแต่ละรูปแบบการกระจายในโปรแกรมอารีน่าจะมีพารามิเตอร์ของมันอยู่ จำนวนความหมายและค่าพารามิเตอร์จะขึ้นอยู่กับรูปแบบของการกระจาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า การสรุปรวมของการกระจายและค่าพารามิเตอร์ได้แสดงไว้ในตารางที่ 2.1 (Kelton et al. 2003)

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแจกแจงสามารถกำหนดรูปแบบการใช้งานได้สองรูปแบบ เราสามารถเลือกใช้รูปแบบเดียวหรือทั้งสองอย่างรวมกันก็ได้ในโมเดลเดียวกัน รูปแบบแรกกำหนดได้โดยการใช้ชื่อเต็มของตัวแปรทั้งหมดหรือการใช้อักษรย่อสี่ตัวแรกของตัวแปรเช่น UNIFORM หรือ UNIF ก็เป็นการระบุถึงการกระจายแบบยูนิฟอร์มในรูปแบบการกระจายแบบแรก รูปแบบที่สองจะใช้อักษรย่อเพียงสองตัวแรกเช่น UN ก็เป็นการระบุถึงการกระจายแบบยูนิฟอร์มเช่นกัน

ตารางที่ 2.1 การแจกแจงความน่าจะเป็นของโปรแกรมอารีน่า

Distribution			Parameter Values
Beta	BETA	BE	Beta , Alpha
Continuous	CONT	CP	Cump ₁ , Val ₁ Cump _n , Val _n
Discrete	DISC	DP	Cump ₁ , Val ₁ Cump _n , Val _n
Erlang	ERLA	ER	ExpoMean , k
Exponential	EXPO	EX	Mean
Gamma	GAMM	GA	Beta , Alpha
Johnson	JOHN	JO	Gamma , Delta , Lambda , Xi
Normal	NORM	RN	Mean , StdDev
Poisson	POIS	PO	Mean
Triangular	TRIA	TR	Min , Mode , Max
Uniform	UNIF	UN	Min , Max
Weibull	WEIB	WE	Beta , Alpha

2.4 การตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของแบบจำลอง

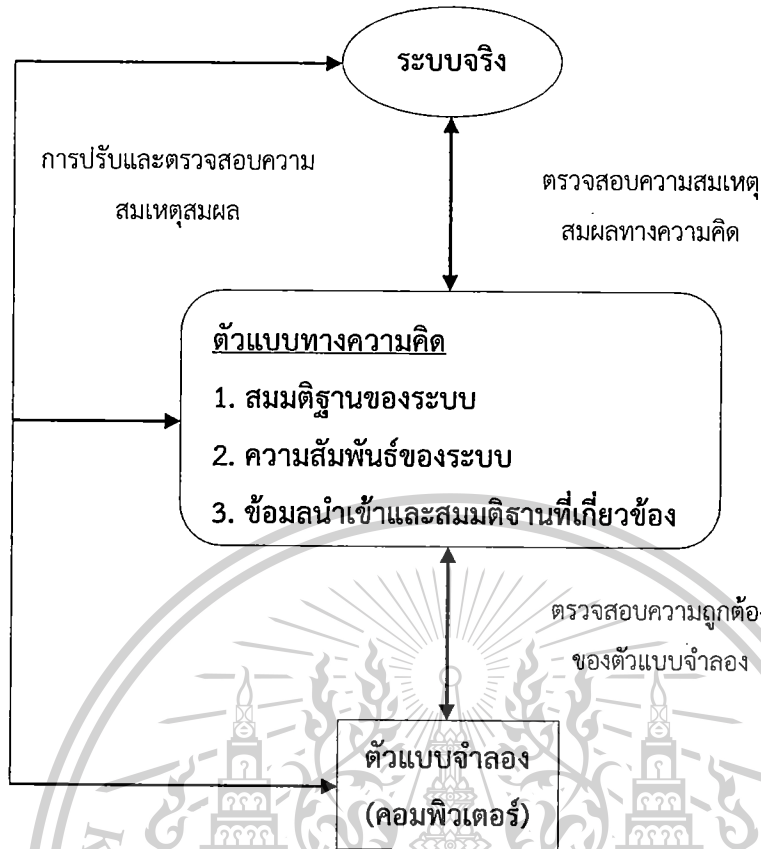
แบบจำลองเป็นเพียงแค่การนำเสนอของระบบที่ต้องการศึกษาภายใต้สมมติฐานที่ตั้งไว้แบบจำลองสถานการณ์ที่สร้างขึ้นไม่สามารถลอกเลียนแบบลักษณะของระบบได้ถูกต้องทุกประการ ดังนั้นผู้ใช้ไม่ควรคาดหวังที่จะวัดประสิทธิภาพของระบบผ่านแบบจำลองได้ถูกต้องเหมือนในระบบจริงเสมอไป ทำให้เป้าหมายของการสร้างแบบจำลองจึงเป็นการสร้างโมเดลที่ถูกยอมรับว่าถูกต้องมากกว่าการสร้างแบบจำลองที่เหมือนระบบจริงทุกประการ โดยกระบวนการดังกล่าวขึ้นอยู่กับระบบที่จำลองขึ้น ไม่มีเงื่อนไขตายตัวเสมอไป ซึ่งเป็นหน้าที่ของนักวิเคราะห์ที่จะพิสูจน์ให้ได้ว่าจำลองเป็นที่ยอมรับ ขั้นตอนในการสร้างแบบจำลองรวมไปถึงการตรวจสอบความถูกต้อง และความสมเหตุสมผลของแบบจำลอง สามารถอธิบายได้

ดังรูปที่ 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 2.3 การตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของแบบจำลอง (Banks et al., 2010)

โดยวิธีการตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของแบบจำลองสามารถแบ่งได้ดังนี้

1. การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองเป็นขั้นตอนที่เน้นความถูกต้องของแบบจำลอง โดยเปรียบเทียบระหว่างแบบจำลองคอมพิวเตอร์กับแบบจำลองทางความคิด และตั้งคำถามว่าแบบจำลองคอมพิวเตอร์ถูกสร้างอย่างถูกต้องหรือไม่ ข้อมูลนำเข้าถูกป้อนในแบบจำลองอย่างถูกต้องหรือไม่ และตรรกะของแบบจำลองถูกสร้างขึ้นตามเงื่อนไขที่ควรจะเป็นหรือไม่ เทคนิคในการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองนั้นมีมากมาย ซึ่งจะสรุปเทคนิคต่างๆ ของ Law (2007), Banks et al. (2010) และ Altioik and Melamed (2007)

- ควรสร้างแบบจำลองโดยใช้กลยุทธ์การแบ่งส่วน โดยแบ่งแบบจำลองออกเป็นแบบย่อย (Submodel) แล้วทำการตรวจสอบความถูกต้องของการทำงานแต่ละแบบย่อย
- ให้ผู้ใช้มีส่วนร่วมในการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองสถานการณ์
- สร้างกราฟการไหลซึ่งรวมตรรกะและกิจกรรมทั้งหมดของระบบก่อนสร้างแบบจำลอง เพื่อใช้

ในการตรวจสอบการทำงานของแบบจำลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

- ตรวจสอบว่าผลลัพธ์สอดคล้องกับข้อมูลนำเข้าหรือไม่ โดยใช้ข้อมูลนำเข้าหลายชุดเพื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น

- ให้แบบจำลองแสดงข้อมูลนำเข้าที่ใช้ทั้งหมดในโปรแกรม เพื่อตรวจสอบว่าใส่ข้อมูลพารามิเตอร์ของฟังก์ชันการแจกแจงถูกต้องตามรายงานที่บันทึกไว้หรือไม่

- บันทึกรายงานการสร้างแบบจำลองในทุกด้าน เช่น คำจำกัดความตัวแปร ความหมายของตัวแบบย่อย และขั้นตอนต่างๆ เพื่อให้ง่ายต่อการตรวจสอบ

- ใช้ภาพเคลื่อนไหว (Animation) เป็นเครื่องมือช่วยตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง ผู้ใช้ควรสร้างภาพเคลื่อนไหว เพื่อติดตามการไหลของเอนทิตีในระบบว่าถูกต้องตามตรรกะของระบบที่คาดการณ์ไว้หรือไม่

- ใช้อุปกรณ์ช่วยแก้ไขข้อบกพร่อง (Interactive Run Control หรือ Debugger) ในการตรวจสอบการทำงานของแบบจำลอง โดยประโยชน์ของ Debugger คือ สามารถตรวจสอบขณะที่แบบจำลองกำลังรันอยู่ได้ สามารถกำหนดค่าใหม่ให้กับตัวแปรเมื่อโปรแกรมหยุดทำงาน และตรวจสอบกลับค่าตัวแปรและค่าสถิติที่สนใจ

- Bort-Scheller and Saulnier (1992) แนะนำให้ใช้กราฟิกช่วยในการตรวจสอบ

- ตรวจสอบจำนวนเอนทิตี (จำนวนวัตถุที่สนใจในระบบ ในงานวิจัยนี้ได้แก่ตู้คอนเทนเนอร์) ในระบบว่าสอดคล้องกับค่าพารามิเตอร์ของฟังก์ชันแจกแจงที่ระบุไว้หรือไม่

2. การตรวจสอบความสมเหตุสมผลของแบบจำลอง

การตรวจสอบความสมเหตุสมผลของแบบจำลองเป็นสิ่งสำคัญมากสำหรับการสร้างความน่าเชื่อถือของแบบจำลอง ขั้นตอนทั่วไปประกอบด้วย การเก็บข้อมูล เช่น ค่าพารามิเตอร์ของข้อมูลนำเข้า ตัววัดประสิทธิภาพต่างๆ และเปรียบเทียบค่าดังกล่าวกับผลที่ได้จากแบบจำลอง (Law and Kelton, 2000) ได้ยกตัวอย่างเช่น กระบวนการทำงานของเครื่องจักร โดยที่อัตราการเข้าของงานมีค่าคงที่และสนใจปรับปรุงเวลารอของงาน ข้อมูลนำเข้าประกอบไปด้วย เวลาระหว่างการเข้าของงาน และเวลาในการทำงานของเครื่องจักร ส่วนตัววัดประสิทธิภาพ คือเวลาในการรอโดยเฉลี่ยของแต่ละงาน ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลดังกล่าวจากการจับเวลาในช่วงเวลาหนึ่งๆ Naylor and Finger (1967) ได้เสนอการตรวจสอบไว้ดังนี้

1. ความสมเหตุสมผลในมุมมองของผู้ใช้งาน (Face Validity)

จุดประสงค์แรกของนักวิเคราะห์คือการสร้างแบบจำลองที่ผู้ใช้งานและผู้เชี่ยวชาญระบบเห็นพ้องต้องกันว่ามีความสมเหตุสมผล โดยทุกคนต้องมีส่วนร่วมในการสร้างแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ ตั้งแต่การสร้างตัวแบบทางความคิด ทำให้ขั้นตอนในการตรวจสอบความสมเหตุสมผลรวดเร็วขึ้น เพราะผู้ใช้งานมีส่วนเกี่ยวข้องตั้งแต่เริ่มต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2. ความสมเหตุสมผลของสมมติฐาน (Validation of Model Assumption)

โดยสมมติฐานแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ สมมติฐานด้านโครงสร้าง เป็นสมมติฐานที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบจริง โดยสมมติฐานนี้ควรมีการตรวจสอบจากการสังเกตการณ์การทำงาน ของระบบในช่วงเวลาที่สนใจ และสัมภาษณ์ผู้ให้บริการหรือผู้ดูแลระบบเกี่ยวกับนโยบายเพื่อให้สามารถ พัฒนาระบบให้เหมือนกับสถานการณ์จริงมากที่สุด สมมติฐานอีกประเภท คือ สมมติฐานด้านข้อมูล เป็น สมมติฐานที่เกี่ยวกับข้อมูลที่เก็บได้และการวิเคราะห์ความถูกต้องทางสถิติของข้อมูล โดยสามารถใช้การ ทดสอบ Goodness-of-fit Tests เพื่อทดสอบการแจกแจงของข้อมูลที่สนใจ

3. การตรวจสอบความสมเหตุสมผลของการแปลงค่าตัวแปรนำเข้าและผลลัพธ์ (Validating Input-Output Transformation) ในขั้นตอนนี้แบบจำลองจะถูกมองว่าเป็นการแปลงข้อมูล นำเข้าและผลลัพธ์ นั่นคือแบบจำลองนำเข้าข้อมูลชุดหนึ่ง แล้วทำการประมวลผลออกมาเป็นเพื่อหาผลลัพธ์ ที่ใช้วัดประสิทธิภาพของระบบ โดยอาจทำการเปรียบเทียบผลลัพธ์จากแบบจำลองกับระบบจริง

4. การตรวจสอบความสมเหตุสมผลของค่าตัวแปรนำเข้าและผลลัพธ์ด้วยข้อมูลในอดีต (Validating Input-Output: Using Historical Input Data) วิธีนี้เป็นการใช้ข้อมูลในอดีตที่แท้จริงมาใช้ แทนตัวแปรนำเข้าเพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองและระบบจริง

2.4.1 การกำหนดรูปแบบการรัน

การกำหนดรูปแบบของการรันแบ่งได้เป็น 2 ระบบคือ ระบบที่มีการสิ้นสุด (Terminating System) และระบบที่อยู่ในสภาวะสมดุล (Steady-State System)

ระบบที่มีการสิ้นสุด (Terminating System) ระบบที่มีการสิ้นสุดการรันที่แน่นอนด้วย เงื่อนไขที่กำหนดหรือด้วยเวลาที่กำหนดไว้ ซึ่งระบบนี้จะไม่มีค่าช่วงเวลาที่มีการแกว่ง (Warm-up Period เท่ากับ ศูนย์) แต่สามารถทำซ้ำการรันได้มากกว่าหนึ่งครั้ง (Number of Replications) เพื่อความถูกต้อง แม่นยำของผลที่รันออกมา โดยความยาวของการรัน (Replication Length) ขึ้นกับเวลาที่ระบบทำงาน เช่น ธนาคารเปิดทำการตั้งแต่ 8.30 – 17.30 น. จะเห็นว่า ระบบนี้เป็นระบบที่มีการสิ้นสุดเมื่อธนาคารเปิด ไปได้ 9 ชั่วโมง เป็นต้น

ระบบที่อยู่ในสภาวะสมดุล (Steady-State System) ระบบที่เข้าสู่สภาวะสมดุล เมื่อผ่าน ช่วงเวลาที่มีการแกว่ง (Warm-up Period) เนื่องจากเมื่อเริ่มระบบในช่วงแรกอาจมีการแกว่งของข้อมูล ทำให้ประสิทธิภาพการทำงานระบบยังไม่เต็มที่ จึงไม่ควรนำผลการทดลองช่วงแรกมาทำการวิเคราะห์ เพราะอาจจะทำให้ผลที่ออกมามีความผิดพลาดได้มาก ซึ่งระบบแบบนี้จะรันเพียงหนึ่งครั้งด้วยความยาว ของการรันที่ต้องการอ่านผลลัพธ์ทางสถิติ เช่น ระบบอินเทอร์เน็ตเปิดระบบตลอด 24 ชั่วโมงทุกวัน เมื่อเปิด ระบบใหม่ระบบจะยังไม่เสถียรเพียงพอ แต่ถ้าเปิดระบบให้ทำงานไปได้ 5 วัน ระบบจะเข้าสู่สภาวะสมดุล ดังนั้นระบบนี้จะเข้าสู่สภาวะสมดุลเมื่อผ่านช่วงเวลา 5 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับบริการเชิงงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.4.1.1 การกำหนดจำนวนรอบของการจำลองสถานการณ์

การจำลองสถานการณ์นั้นจำเป็นต้องมีการกำหนดรอบของการรัน หรือการประมวลผลให้เพียงพอ เพื่อลดความแปรปรวนของผลลัพธ์ซึ่งสามารถหาได้จากสมการที่ 2.6

$$R \cong R_0 \frac{h_0^2}{h^2} \quad (2.6)$$

โดยที่ R_0 คือ จำนวนรอบในการจำลองสถานการณ์เบื้องต้น
 h_0 คือ ค่า Half Width จากการกำหนดรอบการจำลองเบื้องต้น R_0
 h คือ ค่า Half Width ที่ยอมรับได้นั้นเอง

จากสูตรข้างต้นจะเห็นได้ว่า ถ้าต้องการไม่ให้ความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นเลย ต้องกำหนดรอบการจำลองที่ infinity ซึ่งไม่สามารถทำได้ในทางปฏิบัติ ดังนั้นผู้ทดลองจึงต้องเป็นผู้กำหนดค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้เอง

2.5 การทดสอบการแจกแจงและการเลือกพารามิเตอร์

การทดสอบการแจกแจงและการเลือกพารามิเตอร์เป็นการทดสอบภาวะรูปดี (Goodness-of-fit Tests) ซึ่งเป็นวิธีการทดสอบทางสถิติด้วยวิธีไคสแควร์ (Chi-Square test) และ วิธีโคลโมโกรอฟ-สมอร์นอฟ (Kolmogorov-Smirnov test: KS test) การทดสอบภาวะรูปดีนั้นเป็นการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบข้อมูลนำเข้ากับการแจกแจงแบบต่างๆ โดยมีสมมติฐานดังนี้

H_0 : ตัวแปรสุ่ม X ด้วยพารามิเตอร์ θ มีการแจกแจงแบบเดียวกับข้อมูลจริง

H_1 : ตัวแปรสุ่ม X ด้วยพารามิเตอร์ θ ไม่มีการแจกแจงแบบเดียวกับข้อมูลจริง

ในทางปฏิบัตินั้นไม่มีการแจกแจงแบบหนึ่งแบบใดที่เป็นคำตอบที่ถูกต้อง บางครั้งอาจมีการแจกแจงหลายแบบที่สามารถใช้แทนข้อมูลจริงได้ นอกจากนี้ขนาดของข้อมูลตัวอย่างที่เก็บได้ส่งผลต่อผลการทดสอบภาวะรูปดีอีกด้วย หากข้อมูลที่เก็บได้น้อย การทดสอบมีแนวโน้มที่จะไม่ปฏิเสธการแจกแจงแบบประเภทใดเลย ในทางตรงกันข้ามหากมีข้อมูลจำนวนมาก การทดสอบมีแนวโน้มที่จะปฏิเสธการแจกแจงทุกประเภท ดังนั้นสำหรับการแจกแจงใดๆที่ต้องการทดสอบ ผลจากการไม่สามารถปฏิเสธการแจกแจงแบบนั้นๆ ได้เป็นส่วนหนึ่งของหลักฐานที่ว่า การแจกแจงแบบนั้นสามารถนำมาใช้ได้เท่านั้น ในทางตรงกันข้ามผลจากการปฏิเสธการแจกแจงก็เป็นส่วนหนึ่งของหลักฐานว่าไม่ควรนำการแจกแจงดังกล่าวมาใช้ในการจำลองเท่านั้น (วุฒิชัย วงษ์ทัศนีย์กร, 2555)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.5.1 การทดสอบด้วยวิธีไคสแควร์ (Chi-Square test)

Pearson (1900) การทดสอบด้วยวิธีไคสแควร์แตกต่างจากการทดสอบด้วยวิธีโคลโมโกรอฟ-สเมอร်นอฟ โดยแทนที่จะวัดความแตกต่างแต่ละจุดระหว่างค่าตัวเลขสุ่มตัวอย่างกับการแจกแจงความน่าจะเป็นที่แท้จริง การทดสอบด้วยวิธีไคสแควร์จะตรวจสอบค่าเบี่ยงเบนของค่าตัวอย่างจากค่าคาดหวัง วิธีเดียวกันนี้สามารถนำมาใช้ในการเปรียบเทียบฮิสโตแกรมของข้อมูลที่เก็บได้กับรูปร่างของฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นของการแจกแจงที่สนใจ การทดสอบนี้สามารถใช้ได้กับทั้งการแจกแจงแบบต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่อง โดยใช้สถิติทดสอบดังนี้

$$\chi_0^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \quad (2.7)$$

โดย n แทนจำนวนกลุ่ม/ช่วง/ระดับชั้น (Class), O_i แทนจำนวนตัวอย่างที่สังเกตได้ในช่วงที่ i และ E_i แทนจำนวนตัวอย่างที่คาดหวังในแต่ละช่วงซึ่งควรเท่ากับ $E_i = Np_i$ โดยที่ p_i แทนความน่าจะเป็นทางทฤษฎีสำหรับช่วงที่ i^{th} การแจกแจงตัวอย่างของ χ_0^2 จะเข้าใกล้กับการแจกแจงแบบไคสแควร์ที่องศาความเป็นอิสระ $n - s - 1$ โดย s แทนจำนวนพารามิเตอร์ที่ถูกประมาณด้วยวิธี MLE และจะปฏิเสธสมมติฐานหลักเมื่อ $\chi_0^2 > \chi_{\alpha, n-1}^2$ ซึ่งค่าวิกฤตสามารถหาได้จากการเปิดตารางค่าวิกฤต Law (2007) ได้เสนอวิธีการประมาณค่าวิกฤตโดยไม่ใช้ตาราง เมื่อ n มีค่ามากไว้ดังนี้

$$\chi_0^2 \approx (k-1) \left(1 - \frac{2}{9(k-1)} + z_{1-\alpha} \sqrt{\frac{2}{9(k-1)}} \right)^3 \quad (2.8)$$

สำหรับการประยุกต์ใช้จริงนั้น Mann and Wald (1942), Gumbel (1943) และ Stuart et al. (1998) ได้แนะนำไว้ว่าควรสร้างช่วงเพื่อให้ความน่าจะเป็นในแต่ละช่วงเท่ากันมากกว่าที่จะเป็นความกว้างของแต่ละช่วง แต่ไม่มีวิธีการตายตัวที่จะหาช่วงดังกล่าวได้ ดังนั้นนักวิจัยจึงแนะนำให้ใช้ช่วงดังนี้

$$E_i = Np_i \geq 5 \text{ หรือ } N/n \geq 5, n \leq N/5 \quad (2.9)$$

2.5.2 การทดสอบโคลโมโกรอฟ-สเมอร်นอฟ (Kolmogorov-Smirnov test: KS test)

การทดสอบโคลโมโกรอฟ-สเมอร်นอฟ เป็นการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบฟังก์ชันการแจกแจงแบบสะสม (Cumulative probability density function; cdf.) ของการแจกแจงแบบเอกรูกับกับการแจกแจงแบบสะสมของค่าสังเกต ใช้กับข้อมูลที่มีมาตรวัดอย่างน้อยแบบเรียงลำดับ (Ordinal scale) การทดสอบโคลโมโกรอฟ-สเมอร်นอฟ มีข้อกำหนดว่าการแจกแจงของการแจกแจงของกลุ่มตัวอย่างจะต้องเป็นแบบต่อเนื่อง (Continuous) เท่านั้น

เอกสารฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

$$\text{ตัวสถิติทดสอบ คือ} \quad D = \text{Max}\{D^+, D^-\} \quad (2.10)$$

$$\text{เมื่อ} \quad D^+ = \text{Max}_{1 \leq i \leq n} \left\{ \frac{i}{n} - F(\hat{x}_i) \right\} \quad (2.11)$$

$$\text{และ} \quad D^- = \text{Max}_{1 \leq i \leq n} \left\{ F(\hat{x}_i) - \left(\frac{i-1}{n} \right) \right\} \quad (2.12)$$

โดยที่ $F(\hat{x}_i)$ เป็นฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นสะสม ตามที่กำหนดในสมมติฐานหลักและ x_i เป็นข้อมูลลำดับที่ i เมื่อเรียงลำดับข้อมูลจากน้อยไปมาก Law and Kelton (1982) กำหนดตารางค่าวิกฤตของตัวสถิติโคลโมโกรอฟ-สเมอรโนฟ ไว้ที่ระดับนัยสำคัญต่างๆ

Bank et al. (2010) สรุปไว้ว่า การทดสอบโคลโมโกรอฟ-สเมอรโนฟ (Kolmogorov-Smirnov test: K-S test) มีประสิทธิภาพในการทดสอบมากกว่า การทดสอบแบบไคสแควร์ (Chi-Square test) เนื่องจากสามารถประยุกต์ใช้งานได้กับกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดเล็ก ในขณะที่การทดสอบไคสแควร์เหมาะสำหรับกลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ หรือ มากกว่า 50 ตัวอย่างขึ้นไป

การทดสอบทั้ง 2 วิธีสามารถทำได้ในโปรแกรมจำลองที่มีเครื่องมือในการวิเคราะห์ข้อมูล จึงทำให้สะดวกและไม่ต้องคำนวณด้วยมือ โปรแกรมจะรายงานผลการทดสอบโดยใช้ค่า p-value ซึ่งเป็นระดับนัยสำคัญที่ทำให้ปฏิเสธ H_0 แทนที่จะรายงานค่าสถิติของการทดสอบด้วยวิธีต่างๆ หากค่า p-value มีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่ใช้ในการทดสอบ (α) H_0 จะถูกปฏิเสธ ($p\text{-value} < \alpha$) ดังนั้นหาก p-value มีค่าน้อยมากๆ และเข้าใกล้ 0 นั้นหมายความว่าตัวแปรสุ่ม X ด้วยพารามิเตอร์ θ ไม่มีการแจกแจงแบบเดียวกับข้อมูลจริงอย่างมีนัยสำคัญ ในทางตรงกันข้าม หาก p-value มีค่าสูงและเข้าใกล้ 1 นั้นหมายความว่าตัวแปรสุ่ม X ด้วยพารามิเตอร์ θ มีการแจกแจงแบบเดียวกับข้อมูลจริงอย่างชัดเจน

ในบางโปรแกรมค่า p-value ถูกนำมาใช้เป็นตัวชี้วัดภาวะรูปดี (Goodness-of-fit Tests) ของการแจกแจง อย่างไรก็ตาม การแจกแจงที่มีค่า p-value มากที่สุดอาจไม่ใช่ว่าการแจกแจงที่เหมาะสมที่สุดเสมอไป ในการวิเคราะห์ควรคำนึงด้วยว่าโปรแกรมไม่ทราบลักษณะทางกายภาพของข้อมูลที่เก็บได้ ควรระบุขอบเขตด้านล่าง (Lower bound) และขอบเขตด้านบน (Upper bound) ด้วย มิเช่นนั้นอาจทำให้การวิเคราะห์ผิดพลาด และค่าสถิติต่างๆ รวมถึงค่า p-value เป็นเพียงข้อมูลสรุป แต่ไม่ได้บอกกว่าส่วนไหนของการแจกแจงที่แตกต่างจากข้อมูลจริง ซึ่งอาจเกิดขึ้นที่ส่วนหางทางซ้าย หรือทางขวา ดังนั้นในบางครั้งจำเป็นต้องใช้กราฟต่าง เช่น Q-Q Plot หรือ P-P Plot เพื่อช่วยระบุการแจกแจงที่เหมาะสมควบคู่ไปด้วย

2.6 การทดสอบสมมติฐาน (Test of Hypotheses)

การทดสอบสมมติฐาน เป็นการทดสอบเพื่อยืนยันข้อสมมติด้วยวิธีทางสถิติ ซึ่งในการจำลองสถานการณ์นั้นจำเป็นต้องมีการทดสอบสมมติฐานทว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นสามารถใช้ในการอธิบายระบบจริงได้ โดยอาจใช้การทดสอบค่าเฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์กับค่าเฉลี่ยของระบบจริง หรือ

ค่าพารามิเตอร์ผลลัพธ์ที่สนใจ เมื่อแบบจำลองถูกทดสอบว่ามีความถูกต้องแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการพัฒนา ระบบให้ดียิ่งขึ้น การทดสอบสมมติฐานด้วยวิธีการทางสถิตินี้ยังใช้ในการทดสอบค่าเฉลี่ยของแต่ละแนวทางการปรับปรุง (Scenario) ว่ามีความเหมือนหรือแตกต่างกัน เพื่อช่วยในการตัดสินใจเลือกแนวทางการปรับปรุงที่จะนำไปใช้กับระบบจริงอีกด้วย

2.6.1 ความหมายของสมมติฐานทางสถิติ

สายชล สินสมบูรณ์ทอง (2551) ได้กล่าวว่า สมมติฐาน (Hypotheses) คือ ข้อสมมติ หรือ ข้อความที่ถูกตั้งขึ้น อาจจะเป็นจริงหรือไม่จริงก็ได้ เกี่ยวข้องกับลักษณะของประชากร 1 ประชากร หรือ มากกว่า 1 ประชากรขึ้นไป และต้องเป็นการสมมติฐานเกี่ยวกับพารามิเตอร์ของประชากร

การทดสอบสมมติฐาน (Test of Hypotheses) คือ วิธีการตัดสินใจเกี่ยวกับสมมติฐาน โดยใช้วิธีทางสถิติกับข้อมูลที่ได้มาจากตัวอย่าง แล้วพิจารณาความน่าจะเป็นที่จะเกิดขึ้น

2.6.2 การตั้งสมมติฐานทางสถิติ

การทดสอบสมมติฐานโดยใช้ข้อมูลจากตัวอย่าง เพื่อสรุปค่ากล่าวอ้างว่าเป็นจริงหรือไม่ โดยจะมีแนวทางในการตั้งสมมติฐานอยู่ 3 ประการด้วยกันคือ

1. จากประสบการณ์ที่ผ่านมาในอดีต
2. จากแนวคิด หรือทฤษฎี
3. จากข้อกำหนดต่างๆ เช่น ข้อกำหนดของลูกค้า ข้อกำหนดผลิตภัณฑ์ เป็นต้น

สิ่งสำคัญ คือ การตั้งสมมติฐานในการทดสอบ โดยในการตั้งสมมติฐานจะต้องตั้งสมมติฐาน คู่เสมอ ซึ่งสมมติฐานแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

- สมมติฐานหลัก (Null Hypothesis) แทนด้วยสัญลักษณ์ H_0 หมายถึงข้อสมมุติหรือข้อความเกี่ยวกับสภาพความเป็นจริงของประชากร และมุ่งหวังที่จะปฏิเสธ
- สมมติฐานรอง (Alternative Hypothesis) แทนด้วยสัญลักษณ์ H_1 หมายถึงข้อสมมุติหรือข้อความอย่างอื่นที่เป็นไปได้ทั้งหมดซึ่งไม่อยู่ในสมมติฐานหลัก

2.6.3 ความผิดพลาดในการทดสอบสมมติฐาน

ผลของการทดสอบสมมติฐานขึ้นอยู่กับตัวอย่างที่สุ่มมาจากประชากร ไม่ว่าจะสุ่มตัวอย่างเช่นไร ย่อมมีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้น ความคลาดเคลื่อนบางชนิดมีทั้งควบคุมได้และไม่ได้ ซึ่งจะส่งผลถึงการทดสอบสมมติฐาน ความผิดพลาดในการทดสอบสมมติฐานสามารถแบ่งออก 2 ประเภท ดังนี้

1. ความผิดพลาดประเภทที่ 1 (Type I error)

เป็นความผิดพลาดที่เกิดขึ้นเนื่องจากการปฏิเสธ H_0 เมื่อ H_0 เป็นจริง ความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดประเภทนี้เรียกว่า ระดับนัยสำคัญ (Level of Significance) ใช้สัญลักษณ์ α

2. ความผิดพลาดประเภทที่ 2 (Type II error)

เป็นความผิดพลาดที่เกิดขึ้นเนื่องจากการยอมรับ H_0 เมื่อ H_0 ไม่จริง ความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดประเภทนี้ ใช้สัญลักษณ์ β

ตารางที่ 2.2 ผลการทดสอบสมมติฐานและความผิดพลาดในการทดสอบ

สถานการณ์จริง	ผลการทดสอบ	
	ไม่ปฏิเสธ H_0	ปฏิเสธ H_0
H_0 เป็นจริง	ผลการทดสอบถูกต้อง	ความผิดพลาดประเภทที่ 1 α (Type I error)
H_0 ไม่จริง	ความผิดพลาดประเภทที่ 2 β (Type II error)	ผลการทดสอบถูกต้อง

2.6.4 ประเภทของการทดสอบสมมติฐาน

ประเภทของการทดสอบสมมติฐานสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ การทดสอบสมมติฐานแบบสองทาง (Two-tailed Test) คือการทดสอบว่าค่าพารามิเตอร์เท่ากับค่าที่กำหนด พิจารณาจากสมมติฐานรอง H_1 มีเครื่องหมายไม่เท่ากับ (\neq) จะเรียกว่า การทดสอบแบบสองทาง อีกประเภทคือการทดสอบสมมติฐานแบบทางเดียว (One-tailed Test) คือการทดสอบค่าพารามิเตอร์ว่ามากกว่าหรือน้อยกว่าค่าที่กำหนด ให้พิจารณาจากสมมติฐานรอง H_1 มีเครื่องหมายมากกว่า ($>$) หรือน้อยกว่า ($<$) จะเรียกว่าการทดสอบแบบทางเดียว

ในการทดสอบสมมติฐานสามารถแบ่งออกเป็น การทดสอบค่าเฉลี่ยของประชากรเดียว การทดสอบค่าเฉลี่ยผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของสองประชากร ($\mu_1 - \mu_2$) เมื่อสุ่มตัวอย่างเป็นอิสระต่อกัน การทดสอบสมมติฐานผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของสองประชากรเมื่อสุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน การทดสอบสมมติฐานค่าสัดส่วนประชากรเดียว การทดสอบสมมติฐานผลต่างระหว่างค่าสัดส่วนของสองประชากร การทดสอบสมมติฐานค่าความแปรปรวนประชากรเดียว และการทดสอบสมมติฐานความแตกต่างระหว่างความแปรปรวนของสองประชากร เนื่องจากในงานวิจัยนี้ได้นำเทคนิคการทดสอบสมมติฐานผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของสองประชากร (Two Sample-t Test) เพียงอย่างเดียวในการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างระบบการปรับปรุง ดังจะอธิบายรายละเอียดต่อไปนี้

2.6.5 การทดสอบสมมติฐานผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของสองประชากร (Two sample-t test)

การทดสอบแบบนี้จะตั้งอยู่บนสมมติฐานที่ว่าประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ แต่ไม่ทราบค่า σ_1^2, σ_2^2 ที่แท้จริง สำหรับการทดสอบแบบนี้จำนวนรอบในการรันซ้ำ ไม่จำเป็นต้องเท่ากัน โดยแบ่งออกเป็น 2 กรณี

1. ความแปรปรวนเท่ากัน ($\sigma_1^2 = \sigma_2^2$)

จะได้ว่า

$$t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{S_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} \quad (2.13)$$

โดยที่

$$S_p = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}} \quad (2.14)$$

ภายใต้สมมติฐาน

$$H_0 : \mu_1 - \mu_2 = d_0$$

ดังนั้น ตัวสถิติทดสอบคือ

$$t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - d_0}{S_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} \quad (2.15)$$

โดยที่ t มีองศาความเป็นอิสระ ดังนี้

$$v = n_1 + n_2 - 2 \quad (2.16)$$

2. ความแปรปรวนไม่เท่ากัน ($\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$)

จะได้ว่า

$$t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}} \quad (2.17)$$

ภายใต้สมมติฐาน

$$H_0 : \mu_1 - \mu_2 = d_0$$

ดังนั้น ตัวสถิติทดสอบคือ

$$t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - d_0}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}} \quad (2.18)$$

โดยที่ t มีองศาความเป็นอิสระ ดังนี้

$$v = \frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}\right)}{\left(\frac{S_1^2}{n_1}\right)^2 + \left(\frac{S_2^2}{n_2}\right)^2} - 2 \quad (2.19)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในงานวิจัยของ วีรยา ภัทรอาชาชัย (2547) นำทฤษฎีแถวคอยมาประยุกต์ใช้กับธนาคารกรุงเทพ ธนาคารไทยพาณิชย์ และธนาคารกสิกรไทย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาจำนวนหน่วยบริการที่เหมาะสมที่สุด ผลจากการวิเคราะห์ที่ได้พบว่า ธนาคารทุกแห่งจัดหน่วยให้บริการที่มีความเหมาะสมอยู่แล้ว ยกเว้น ธนาคารกสิกรไทยบางสาขาที่มีจำนวนผู้ใช้บริการจำนวนมาก ส่งผลให้ต้องใช้เวลาในการรอคอยในแถวคอยนาน และมีบางสาขาที่ยังสามารถลดหน่วยบริการได้ เช่น ธนาคารไทยพาณิชย์ สาขาสยามสแควร์ โดยภายหลังจากปรับจำนวนหน่วยให้บริการตามที่ถูกวิจัยเสนอ สามารถสร้างความพึงพอใจให้แก่ลูกค้ามากขึ้น

ในงานวิจัยของ นริสา คันธเศรษฐ์ และคณะ (2551) ศึกษากระบวนการไหลเวียนของผู้โดยสารขาออกระหว่างประเทศ วัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงระบบการให้บริการ โดยเก็บข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมต่างๆ เพื่อสร้างแบบจำลองระบบการทำงานในปัจจุบัน จากผลการศึกษาแบบจำลองดังกล่าวพบว่า กิจกรรมที่ทำให้เกิดคอขวด คือกิจกรรม Check-In และกิจกรรมตรวจหนังสือเดินทาง ผู้วิจัยจึงเสนอแนวทางการปรับปรุงออกเป็น 3 สถานการณ์ ซึ่งจากผลการจำลองสถานการณ์พบว่าในแนวทางการปรับปรุงที่ 3 คือใช้ลักษณะการต่อแถวแบบ Multiple Queue และเพิ่มจำนวนเคาน์เตอร์ในสายการบินเป็น 4 และ 9 เคาน์เตอร์ สำหรับแต่ละสายการบิน เป็นทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจากสามารถลดระยะเวลาการรอคอย และลดจำนวนผู้โดยสารในแถวคอยได้อีกด้วย

ในงานวิจัยของ วิมลวรรณ ปัทมรัตน์ (2545) ศึกษากระบวนการให้บริการลูกค้าของที่ทำการบินไปรษณีย์โทรเลขสามเสนใน เพื่อศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างระบบเดิมกับระบบใหม่ โดยระบบให้บริการเดิมมีจำนวนหน่วยให้บริการ 8 หน่วย เก็บรวบรวมข้อมูลและสร้างแบบจำลองสถานการณ์เพื่อวิเคราะห์หาแนวทางการปรับปรุงโดยแบ่งระบบใหม่ออกเป็น 3 ระบบ คือ ระบบที่ 1 มีจำนวนหน่วยบริการ 7 หน่วย ระบบที่ 2 มีจำนวนหน่วยบริการ 8 หน่วย และระบบที่ 3 มีจำนวนหน่วยบริการ 9 หน่วย โดยให้ทั้ง 3 ระบบมีการแจกแจงระยะเวลาให้บริการแบบแกมมา ผลการวิเคราะห์พบว่าระบบระยะเวลาการรอคอยเฉลี่ยจำนวนผู้รับบริการเฉลี่ย และสัดส่วนเวลาว่างโดยเฉลี่ยของผู้ให้บริการในระบบ มีค่าน้อยกว่าระบบแบบใหม่สรุปได้ว่าประสิทธิภาพของระบบแบบเดิมดีกว่าระบบแบบใหม่ทั้งหมด

ในงานวิจัยของ ชัยยุทธ เหล่าธานีสิน (2551) ศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของการขนส่งด้วยการนำลานพักตู้คอนเทนเนอร์เข้ามาใช้ปรับปรุงระบบการขนส่ง ใช้วิธีการออกแบบการจำลองสถานการณ์ (Simulation Model) เพื่อจะวิเคราะห์ถึงผลกระทบของการที่นำลานพักตู้คอนเทนเนอร์มาใช้ ผลจากการศึกษาวิจัยพบว่าการมีลานพักตู้คอนเทนเนอร์ทำให้เกิดอัตราประโยชน์ (Utilization) ของการใช้รถขนส่งเพิ่มขึ้น 43% ส่งผลให้ราคาขนส่งลดลง ผู้ให้บริการโลจิสติกส์สามารถเสนอราคาค่าบริการที่ต่ำลงให้กับลูกค้า ถือเป็น การเพิ่มขีดความสามารถและศักยภาพในการแข่งขันให้กับผู้ประกอบการ และทำให้ผู้ให้บริการโลจิสติกส์สามารถรับงานได้เพิ่มขึ้นส่งผลให้เกิดกำไรเพิ่มขึ้นตามไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ในงานวิจัยของ ณัฐภณ ทองใบ และธนัญญา วสุศรี (2552) วิเคราะห์กระบวนการจัดสรรหน่วยให้บริการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจ่ายสินค้า กรณีศึกษา ศูนย์กระจายสินค้าผู้ผลิตปูนซีเมนต์ผลสำเร็จรูป มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ถึงปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อระยะเวลาเฉลี่ยในระบบ โดยใช้การจำลองสถานการณ์ จากผลการศึกษาพบว่า การดำเนินการปรับลดหน่วยให้บริการจ่ายสินค้า สามารถลดปริมาณการใช้ทรัพยากรที่ไม่ก่อให้เกิดอรรถประโยชน์กับระบบ และการออกแบบจัดสรรหน่วยให้บริการจ่ายสินค้า ของการปฏิบัติงานใหม่ ส่งผลให้สัดส่วนการใช้งานหน่วยให้บริการจ่ายสินค้าเพิ่มขึ้น

ในงานวิจัยของ Shan-Huen Huang (2012) ได้ศึกษาการจัดเตรียมตู้คอนเทนเนอร์ โดยใช้วิธี Heuristic Algorithms ในการแก้ปัญหา สำหรับปัญหาการจัดเตรียมตู้คอนเทนเนอร์แบ่งออกเป็นปัญหา Type-A และ Type-B สำหรับการจัดเตรียมตู้คอนเทนเนอร์ Type-A จะเป็นการจัดลำดับความสำคัญภายในสแตก ซึ่งการจัดเรียงลำดับความสำคัญจะจัดโดยให้ลำดับความสำคัญมากอยู่ด้านบนลำดับความสำคัญที่น้อยกว่า และในส่วนของปัญหา Type-B จะเป็นการจัดเตรียมตู้คอนเทนเนอร์ให้อยู่ในโซนเฉพาะกลุ่ม โดยการจัดเตรียมตู้คอนเทนเนอร์จะจัดแบ่งไปตามกลุ่มของการขนส่งสินค้าที่จะนำไปส่งมอบ เช่น ขนส่งลงเรือลำเดียวกัน ขนส่งไปยังจุดหมายปลายทางเดียวกัน เป็นต้น ทางผู้วิจัยได้ทดสอบตัวอย่าง 2 กรณี กรณีแรกเป็นการทดสอบการจัดเตรียมตู้คอนเทนเนอร์แบบสุ่ม 14 ตู้ วางได้สูงสุด 4 ชั้น แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มและวางได้ 6 แถว ผลการทดสอบพบว่า มีการเคลื่อนย้ายตู้คอนเทนเนอร์ทั้งหมด 9 ครั้ง และกรณีที่สองเป็นการทดสอบการจัดเตรียมตู้คอนเทนเนอร์แบบสุ่ม 45 ตู้ วางได้สูงสุด 5 ชั้น แบ่งออกเป็น 6 กลุ่มและวางได้ 12 แถว ผลการทดสอบพบว่า มีการเคลื่อนย้ายตู้คอนเทนเนอร์ทั้งหมด 35 ครั้ง

ในงานวิจัยของ Yusin Lee and Nai-Yun Hsu (2007) ได้ศึกษาการจัดเตรียมตู้คอนเทนเนอร์ที่อยู่ภายในลานตู้คอนเทนเนอร์ก่อนทำการขนถ่ายตู้คอนเทนเนอร์ขึ้นไปบนเรือขนส่งสินค้า แนวทางหนึ่งในการแก้ปัญหาการขนถ่ายตู้คอนเทนเนอร์ขึ้นไปบนเรือ คือ การจัดเตรียมตู้คอนเทนเนอร์ให้เหมาะสมกับลำดับการขนถ่ายตู้คอนเทนเนอร์ ผู้วิจัยได้นำเสนอรูปแบบทางคณิตศาสตร์และวิธีฮิวริสติก ที่ใช้สำหรับการแก้ปัญหาในการจัดเตรียมตู้คอนเทนเนอร์ ตลอดจนได้มีการกำหนดแผนผังลาน กำหนดลำดับของตู้คอนเทนเนอร์ที่จะใช้ในการขนถ่ายขึ้นไปบนเรือ ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบตัวอย่าง โดยกำหนดการวางตู้คอนเทนเนอร์แบบสุ่ม 45 ตู้ วางได้สูงสุด 6 ชั้น แบ่งออกเป็น 6 กลุ่ม และ 12 แถว ผลการทดสอบพบว่า มีการเคลื่อนย้ายตู้คอนเทนเนอร์ทั้งหมด 37 ครั้ง

ในงานวิจัยของ จิตตราพร พรหมภูมิ (2555) ได้ปรับปรุงประสิทธิภาพลานวางตู้คอนเทนเนอร์ โดยพบปัญหาระยะเวลาในการจัดการกับตู้รถคอนเทนเนอร์ที่มีหัวลากเข้าไปรับตู้คอนเทนเนอร์เปล่า ซึ่งพบว่าระยะเวลาเฉลี่ยในการบริการเข้าไปรับตู้เปล่าของรถหัวลากใช้เวลา 95 นาทีต่อตู้ ซึ่งใช้เวลานานกว่าเกณฑ์มาตรฐานสากล 45 นาทีต่อตู้ ทางผู้วิจัยได้ทำการจัดการคลังสินค้าและเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ปัญหาคือแผนภูมิแกงปลา และยังรวมถึงการปรับปรุงผังเส้นทางเดินทางของรถตู้คอนเทนเนอร์ให้เป็นแบบ loop รูปตัว U ตลอดจนได้มีการปรับเปลี่ยนการจัดเตรียมตู้คอนเทนเนอร์เปล่า โดยได้มีการแบ่งแยก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์เพื่อการเรียนการสอนเท่านั้น มิอนุญาตให้ใช้เพื่อประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตู้คอนเทนเนอร์ออกเป็นหมวดหมู่ให้พร้อมใช้งานอย่างทันท่วงที จากการปรับปรุงพบว่าเวลาที่ใช้ในการให้บริการตู้คอนเทนเนอร์ลดลงได้จาก 95 นาทีต่อตู้ เหลือเพียง 58 นาทีต่อตู้

ในงานวิจัยของ Mesut Ozgurler et al. (2003) ได้จัดการปัญหาคุณภาพของกระบวนการผลิตและส่งมอบสินค้าให้กับลูกค้า โดยใช้การจำลองสถานการณ์เพื่อช่วยในการตัดสินใจในการวิเคราะห์ระบบปฏิบัติการ จุดที่ส่งผลกระทบต่อมากที่สุด และช่วยในการวางแผนกลยุทธ์ในการจัดการกระบวนการส่งมอบสินค้า และช่วยในการวางแผนกลยุทธ์ในการจัดการวัสดุคงคลังแบบต่างๆ รวมไปถึงการวางแผนผังโรงงานใหม่ ซึ่งผลการสร้างแบบจำลอง ทำให้เห็นภาพของปัญหาต่างๆ ได้ชัดเจนมากขึ้นและทำให้ทราบถึงผลกระทบต่อปริมาณการในวัตถุดิบรวมถึงปริมาณสินค้าที่ออกมาในสมดุลสายการผลิต

Jean Philippe Gagliardi (2007) ได้ทำการศึกษาจำลองสถานการณ์คลังสินค้าแห่งหนึ่งซึ่งมีปริมาณสินค้าหมุนเวียน 12 ล้านหน่วยต่อปี เพื่อช่วยตัดสินใจว่าจะทำอย่างไรที่จะเก็บสินค้าไว้ให้เพียงพอ กับความต้องการของลูกค้า อีกทั้งจะต้องจัดสรรพื้นที่มาอย่างน้อยเพียงใด โดยไม่ทำให้ต้นทุนการจัดการคลังสินค้าสูงเกินไป พบว่าผลเบื้องต้นจากการจำลองสถานการณ์แสดงให้เห็นว่าต้นทุนการจัดการคลังสินค้าจะลดลงได้ถ้าจำนวนสินค้าคงคลังในบริเวณที่หยิบสินค้าลดลง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

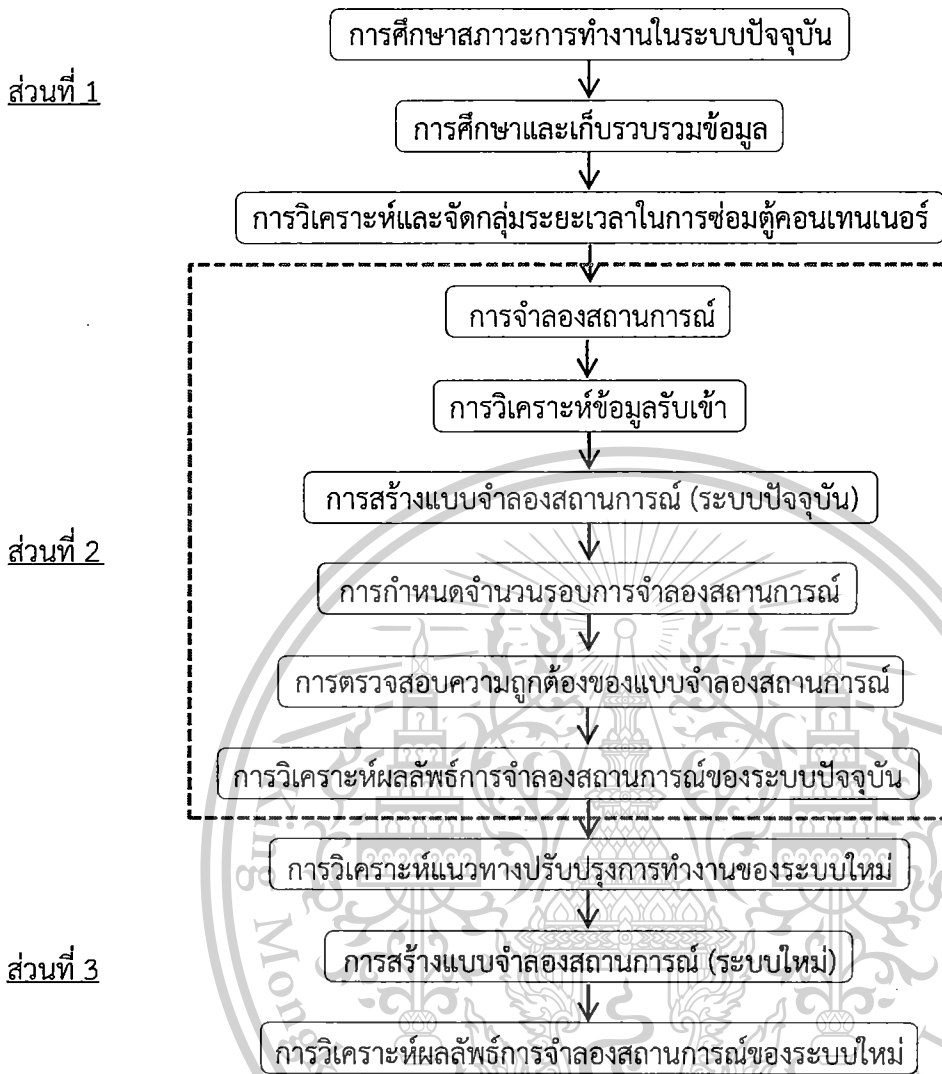
ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดวัตถุประสงค์ของงานวิจัยไว้เพื่อออกแบบวิธีการจัดเตรียมตู้คอนเทนเนอร์ก่อนการเคลื่อนย้ายตู้คอนเทนเนอร์ไปยังลานเก็บ ลานข่อมตู้คอนเทนเนอร์ และเพื่อออกแบบและกำหนดจำนวนพนักงานข่อมในแต่ละช่องของการให้บริการ เพื่อเพิ่มจำนวนตู้คอนเทนเนอร์ที่ข่อมได้ในแต่ละวัน โดยใช้วิธีการจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรมอารีน่า เวอร์ชัน 10.0 เข้ามาช่วยในการวิเคราะห์และประมวลผลการดำเนินงานของระบบที่ได้ออกแบบขึ้น โดยในวิธีการดำเนินงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้จำแนกเนื้อหาออกเป็น 3 ส่วนประกอบด้วย ส่วนที่ 1 คือ การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ เช่น ระยะเวลาการเคลื่อนย้ายตู้คอนเทนเนอร์ไปยังลานข่อม ระยะเวลาการข่อมตู้คอนเทนเนอร์ เป็นต้น ส่วนที่ 2 คือ การนำข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมและนำมาวิเคราะห์ใช้สำหรับการจำลองสถานการณ์ และส่วนที่ 3 คือ การวิเคราะห์แนวทางปรับปรุงการเคลื่อนย้ายตู้คอนเทนเนอร์ไปยังลานเก็บ ลานข่อมตู้คอนเทนเนอร์ การข่อมและการจัดเก็บตู้คอนเทนเนอร์ของระบบใหม่ รวมทั้งการจำลองสถานการณ์ของระบบใหม่ เป็นต้น โดยวิธีการดำเนินงานวิจัยถูกแสดงดังในรูปที่ 3.1 และสรุปหัวข้อที่จะอธิบายได้ดังนี้

1. การศึกษาสภาวะการทำงานในระบบปัจจุบัน
2. การศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูล
3. การวิเคราะห์และจัดกลุ่มระยะเวลาในการข่อมตู้คอนเทนเนอร์
4. การจำลองสถานการณ์ (ระบบปัจจุบัน)
5. การวิเคราะห์แนวทางปรับปรุงการทำงานของระบบใหม่
6. การจำลองสถานการณ์ (ระบบใหม่)
7. การทดสอบความแตกต่างของผลลัพธ์ระหว่างระบบปัจจุบันและระบบใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.1 วิธีการดำเนินงานวิจัย

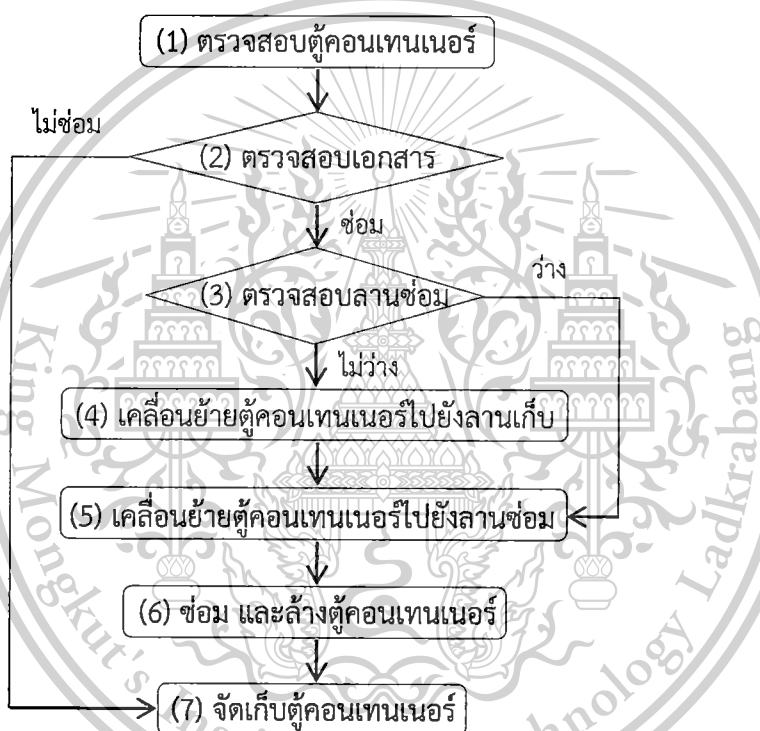
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.1 การศึกษาสภาวะการทำงานในระบบปัจจุบัน

ในการขั้นตอนการทำงานเบื้องต้น ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาสภาวะการทำงานในระบบปัจจุบันของกระบวนการรับฝากตู้คอนเทนเนอร์ เพื่อให้ทราบถึงขั้นตอนและกระบวนการทำงานต่างๆ ของขั้นตอนการรับฝากตู้คอนเทนเนอร์ โดยพบว่าในระบบปัจจุบันมีตู้คอนเทนเนอร์ที่ต้องการซ่อมเฉลี่ย 120 ตู้/วัน (24 ชั่วโมง) และลานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ในระบบปัจจุบันสามารถซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ได้เฉลี่ย 67 ตู้/วัน (8 ชั่วโมง) ซึ่งส่งผลกระทบต่อให้มีตู้คอนเทนเนอร์ตกค้างหรือไม่ถูกนำออกมาซ่อมจำนวนมาก รวมทั้งยังเพิ่มความต้องการการใช้พื้นที่ภายในลานเก็บตู้คอนเทนเนอร์ที่รอการซ่อม (โซน 2) สำหรับขั้นตอนการรับฝากตู้คอนเทนเนอร์สามารถอธิบายได้ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 แผนภูมิแสดงขั้นตอนการรับฝากตู้คอนเทนเนอร์ในปัจจุบัน

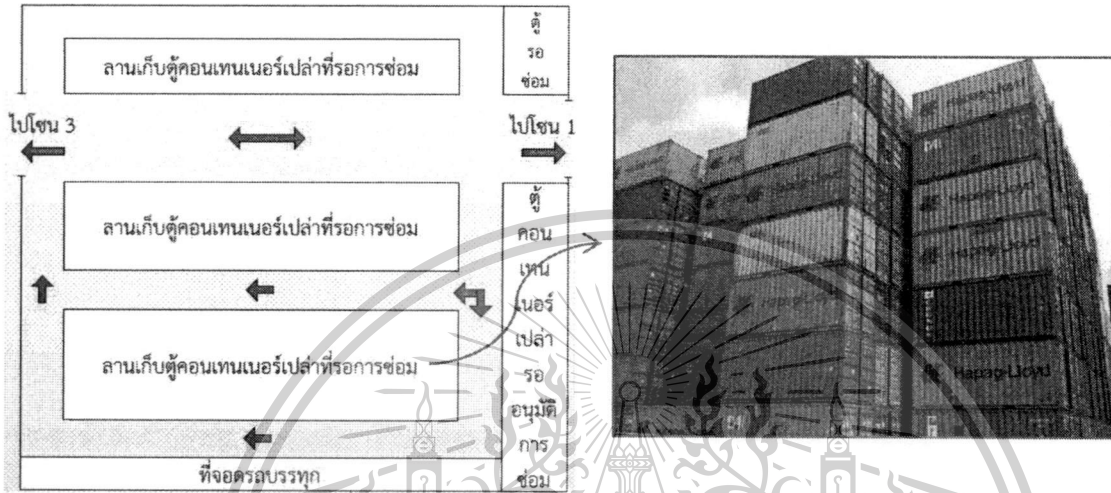
ในขั้นตอนการทำงานของการรับฝากตู้คอนเทนเนอร์ของบริษัท วินวิน คอนเทนเนอร์ เดโป จำกัด (สาขาลาดกระบัง) อธิบายได้ 7 ขั้นตอนดังนี้

(1) ตรวจสอบตู้คอนเทนเนอร์ พนักงานจะทำการตรวจสอบตู้คอนเทนเนอร์เพื่อหาจุดชำรุด เช่น ตู้บุบ ฝีก และสนิม เป็นต้น ก่อนทำการเคลื่อนย้ายตู้เข้าไปยังลานรับฝากของบริษัทฯ

(2) ตรวจสอบเอกสาร เอกสารที่แสดงเลขทะเบียนตู้ และลักษณะเฉพาะของตู้ใบนั้นๆ โดยจะถูกรวบรวมและบันทึกข้อมูลลงในคอมพิวเตอร์

(3) ตรวจสอบลานซ่อม ถ้าในลานซ่อมมีพื้นที่ว่าง ให้เคลื่อนย้ายตู้เข้าไปยังลานซ่อม แต่ถ้าไม่มีพื้นที่ว่าง ให้เคลื่อนย้ายตู้ไปเก็บยังลานเก็บก่อน

(4) เคลื่อนย้ายตู้คอนเทนเนอร์ไปยังลานเก็บ พนักงานจะเคลื่อนย้ายตู้มาวางกองรวมกันเป็นชั้นๆ ในพื้นที่ของลานเก็บ ทำให้ตู้คอนเทนเนอร์ที่มีความชำรุดมากหรือน้อยแตกต่างกันถูกจัดรวมไว้ด้วยกัน อยู่ในกองหนึ่งๆ โดยตู้คอนเทนเนอร์เปล่าที่รอการซ่อมนั้นสามารถวางซ้อนกันได้สูง 7 ชั้น แสดงดังรูปที่ 3.3 แสดงให้เห็นพื้นที่ลานเก็บตู้คอนเทนเนอร์เปล่าในปัจจุบัน



รูปที่ 3.3 ลานเก็บตู้คอนเทนเนอร์เปล่าที่รอการซ่อมในปัจจุบัน (โซน 2)

(5) เคลื่อนย้ายตู้คอนเทนเนอร์ไปยังลานซ่อม โดยส่วนมากพนักงานจะเคลื่อนย้ายตู้ที่อยู่ด้านนอกสุดของลานเก็บไปยังลานซ่อมก่อน ทำให้ตู้ที่อยู่ด้านในไม่ถูกนำออกมาซ่อม และเมื่อย้ายตู้ไปถึงลานซ่อม พนักงานจะยกตู้เข้าไปวางในพื้นที่ที่ว่าง โดยไม่คำนึงถึงตู้ที่อยู่ด้านในว่าซ่อมเสร็จเมื่อใด ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อเนื่องไปยังขั้นตอนการจัดเก็บตู้คอนเทนเนอร์ทำให้เกิดการรื้อตู้หรือการเคลื่อนย้ายตู้คอนเทนเนอร์เข้าออกที่ซ้ำซ้อนและมีจำนวนมาก การเปลี่ยนแปลงพลังงานของอุปกรณ์สำหรับการเคลื่อนย้ายตู้คอนเทนเนอร์ และการทำงานที่ซ้ำซ้อนของพนักงานในแผนกนี้ โดยแผนผังของช่องการวางตู้คอนเทนเนอร์ภายในลานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ (โซน 1) แสดงให้เห็นดังรูปที่ 3.4

(6) ซ่อม และล้างตู้คอนเทนเนอร์ พนักงานจะทำการซ่อมตู้แบบไม่เจาะจง โดยส่วนมากพนักงานจะเลือกตู้ใดๆ และทำการซ่อม โดยไม่มีการกำหนดลำดับของการซ่อมตู้คอนเทนเนอร์

(7) จัดเก็บตู้คอนเทนเนอร์ พนักงานจะย้ายตู้ที่ซ่อมเสร็จแล้วจากลานซ่อมไปยังลานพร้อมปล่อยตู้ จากการทำงานในขั้นตอนที่ 6 พบว่า ขั้นตอนการจัดเก็บตู้คอนเทนเนอร์นี้จะทำให้เกิดการเคลื่อนย้ายตู้จำนวนมากหรือการรื้อตู้ เนื่องจากตู้คอนเทนเนอร์อาจอยู่ด้านในของพื้นที่ลานซ่อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ช่อง 5	ช่อง 4	ช่อง 3	ช่อง 2	ช่อง 1
1	1	1	1	1
2	2	2	2	2
3	3	3	3	3
4	4	4	4	4
5	5	5	5	5
6	6	6	6	6
	7	7	7	7
	8	8	8	8
			9	9
			10	10
				11
				12

รูปที่ 3.4 ลานข้อมตู้คอนเทนเนอร์เปล่าในระบบปัจจุบัน (โซน 1)

3.2 การศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูล

การศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลระยะเวลาการทำงานในขั้นตอนการรับฝากตู้คอนเทนเนอร์ ผู้วิจัยได้ใช้กล้องวิดีโอและนาฬิกาจับเวลาแบบดิจิทัลมาใช้ในการจับเวลาและบันทึกขั้นตอนการทำงานต่างๆ อาทิเช่น

- ระยะเวลาการตรวจสอบตู้คอนเทนเนอร์
- ระยะเวลาการตรวจสอบเอกสาร
- ระยะเวลาการเคลื่อนย้ายตู้คอนเทนเนอร์ไปยังลานเก็บและลานข้อม
- ระยะเวลาการข้อมตู้คอนเทนเนอร์
- ระยะเวลาการจัดเก็บตู้คอนเทนเนอร์ไปยังลานพร้อมปล่อย

ในส่วนของลานข้อมตู้คอนเทนเนอร์จะมีไบบันทึกข้อมูลของบริษัท ดับบลิวเอ็มซี สตีล จำกัด ซึ่งในไบบันทึกนี้จะบอกถึงจุดหรือบริเวณที่ชำรุดเสียหายของตู้คอนเทนเนอร์ รายการที่ต้องข้อมของตู้คอนเทนเนอร์ใบนั้นๆ โดยรูปแบบไบบันทึกข้อมูลจะถูกแสดงให้เห็นดังรูปที่ 3.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

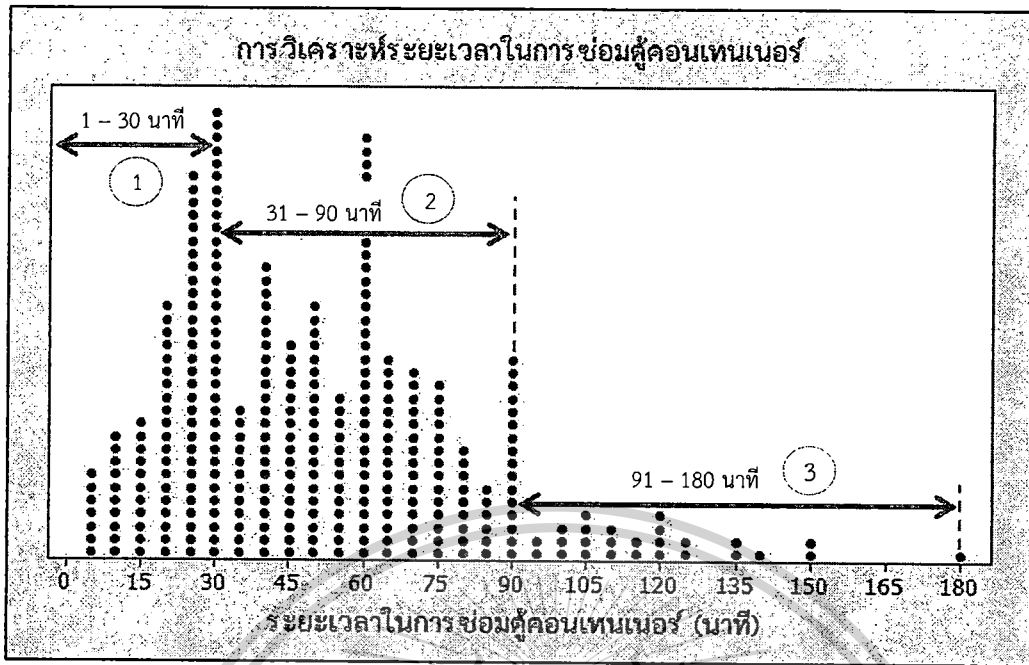
รูปที่ 3.5 รูปแบบใบบันทึกข้อมูล

3.3 การวิเคราะห์และจัดกลุ่มระยะเวลาในการซ่อมตู้คอนเทนเนอร์

จากการศึกษาและการเก็บข้อมูลระยะเวลาในขั้นตอนการทำงานต่างๆ ผู้วิจัยพบว่า ในขั้นตอนการซ่อมตู้คอนเทนเนอร์นั้นจะใช้ระยะเวลาในการทำงานที่มากที่สุด การซ่อมตู้คอนเทนเนอร์นั้นไม่ว่าจะซ่อมเสร็จช้าหรือเร็วต่างก็มีผลต่อเนื่องไปยังขั้นตอนการทำงานอื่นๆ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเลือกขั้นตอนการซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ซึ่งอยู่ในลานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ (โซน 1) มาทำการวิเคราะห์เพราะเป็นปัญหาหลักและเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุด

จากการสอบถามหัวหน้าพนักงานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์เกี่ยวกับระยะเวลาที่ใช้ในการซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ หัวหน้าพนักงานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ได้กล่าวว่า โดยส่วนมากตู้คอนเทนเนอร์ที่เข้ามาซ่อมจะใช้ระยะเวลาในการซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ประมาณ 2 ช่วงเวลาใหญ่ๆ คือ ช่วงแรกจะใช้ระยะเวลาในการซ่อมไม่เกิน 30 นาที และช่วงที่สองจะใช้ระยะเวลาซ่อมประมาณ 1 ชั่วโมง จากนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการสุ่มเก็บระยะเวลาที่ใช้ในการซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ในแต่ละวันมาโดยเริ่มตั้งแต่เริ่มซ่อมจนถึงซ่อมเสร็จมาจำนวน 15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาวิจัยเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าหัวหน้าพนักงานซ่อมได้กล่าวไว้หรือไม่เปลี่ยนแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 การกำหนดช่วงระยะเวลาที่ใช้ในการขอมตู้คอนเทนเนอร์

จากข้อมูลระยะเวลาที่ใช้ในการขอมคอนเทนเนอร์ที่ได้นำมาวิเคราะห์พบว่า ระยะเวลาที่ใช้ในการขอมตู้คอนเทนเนอร์มีช่วงใกล้เคียงกับที่หัวหน้าพนักงานขอมตู้คอนเทนเนอร์ได้กล่าวไว้ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้กำหนดการจัดกลุ่มระยะเวลาที่ใช้ในการขอมตู้คอนเทนเนอร์ออกเป็น 3 ช่วงเวลาดังกล่าวคือ ช่วงที่ 1 ใช้ระยะเวลาในการขอมตู้คอนเทนเนอร์ตั้งแต่ 1 ถึง 30 นาที ช่วงที่ 2 ใช้ระยะเวลาในการขอมตู้คอนเทนเนอร์ตั้งแต่ 31 ถึง 90 นาที และช่วงที่ 3 ใช้ระยะเวลาในการขอมตู้คอนเทนเนอร์ตั้งแต่ 91 ถึง 180 นาที ดังนั้น ผู้วิจัยจึงนำเกณฑ์ที่ได้จากการจัดกลุ่มระยะเวลาที่ใช้ในการขอมตู้คอนเทนเนอร์นำมาประยุกต์ใช้กับการจัดกลุ่มระดับความชำรุดของตู้คอนเทนเนอร์ในพื้นที่ลานเก็บ และลานขอมตู้คอนเทนเนอร์ โดยผู้วิจัยได้กำหนดไว้ดังนี้ ช่วงที่ 1 ใช้ระยะเวลาในการขอมตู้คอนเทนเนอร์ตั้งแต่ 1 ถึง 30 นาที แทนด้วยพื้นที่ระดับขอมน้อย ช่วงที่ 2 ใช้ระยะเวลาในการขอมตู้คอนเทนเนอร์ตั้งแต่ 31 ถึง 90 นาที แทนด้วยพื้นที่ระดับขอมปานกลาง และช่วงที่ 3 ใช้ระยะเวลาในการขอมตู้คอนเทนเนอร์ตั้งแต่ 91 ถึง 180 นาที แทนด้วยพื้นที่ระดับขอมมาก ซึ่งเกณฑ์การกำหนดช่วงระยะเวลาที่ใช้ในการขอมตู้คอนเทนเนอร์แสดงให้เห็นดังรูปที่ 3.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.4 การจำลองสถานการณ์

ปัจจุบันการออกแบบและพัฒนาระบบงานส่วนใหญ่ จะอาศัยแบบจำลองสถานการณ์เป็นเครื่องมือที่สำคัญที่ช่วยในการพิจารณาและวิเคราะห์ระบบงานก่อนที่จะนำไปใช้กับระบบงานจริงและเพื่อหาแนวทางในการพัฒนาการดำเนินงานของระบบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งในปัจจุบันมีการพัฒนาซอฟต์แวร์ทางคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการจำลองระบบงานมากขึ้น การจำลองแบบปัญหาด้วยคอมพิวเตอร์เป็นการศึกษาปัญหาของระบบงานด้วยแบบจำลอง ซึ่งจะอยู่ในรูปแบบของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ หลักการที่ใช้ในการจำลองแบบด้วยคอมพิวเตอร์คือ การสร้างแนวทางในการตัดสินใจให้กับระบบ เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาให้กับระบบหรือปรับปรุงระบบงานเดิมที่มีอยู่ให้ดียิ่งขึ้น โดยปราศจากการรบกวนงานในระบบจริง (รุ่งรัตน์ ภิสิทธิ์เพ็ญ, 2553).

3.4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลรับเข้า

เมื่อเก็บข้อมูลมาครบทุกส่วนแล้ว (เช่น ระยะเวลาการตรวจสอบตู้คอนเทนเนอร์ ระยะเวลาตรวจสอบเอกสาร ระยะเวลาการเคลื่อนย้ายตู้คอนเทนเนอร์ไปยังลานเก็บและลานซ่อม ระยะเวลาการซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ และระยะเวลาการจัดเก็บตู้คอนเทนเนอร์ไปยังลานพร้อมปล่อย เป็นต้น) จะต้องนำข้อมูลเหล่านี้มาวิเคราะห์ข้อมูลรับเข้าที่จะใช้ในการจำลองสถานการณ์โดยโปรแกรมอาร์น่า เนื่องจากข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมมานั้นมีค่าไม่แน่นอนและไม่ทราบรูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นของข้อมูล และไม่ทราบว่าข้อมูลที่เก็บมานั้นมีความเหมาะสมเพียงพอหรือไม่ การวิเคราะห์ข้อมูลรับเข้าจึงมีความสำคัญต่อแบบจำลองสถานการณ์เป็นอย่างมาก ถ้าหากใส่ข้อมูลรับเข้าที่ไม่ถูกต้องให้กับระบบ ผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์ในขั้นตอนสุดท้ายก็จะผิดพลาดตามไปด้วย ในการวิเคราะห์ข้อมูลรับเข้าจะใช้เครื่องมือตัววิเคราะห์ข้อมูลรับเข้า (Input Analyzer) เป็นเครื่องมือมาตรฐานของโปรแกรมอาร์น่า เครื่องมือนี้สามารถใช้ทดสอบหาค่าการแจกแจงความน่าจะเป็นของข้อมูลที่ป้อนเข้าไปได้ ว่ามีรูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นเป็นแบบใด

วิธีการทดสอบข้อมูลรับเข้าที่เก็บรวบรวมมานั้น ว่ามีการแจกแจงความน่าจะเป็นของข้อมูลเหมาะสมหรือไม่ สามารถทดสอบได้ 2 วิธีคือ (1) วิธีการทดสอบโคโมโกรอฟ-เมียร์นอฟ (Kolmogorow-Smirnov Test) จะใช้ในการทดสอบกรณีข้อมูลที่เก็บมานั้นมีจำนวนที่น้อยกว่า 50 ข้อมูล และ (2) วิธีไคสแควร์ (Chi-Square Test) จะใช้ในการทดสอบกรณีข้อมูลที่เก็บมานั้นมีจำนวนอย่างน้อย 50 ข้อมูลขึ้นไป โดยในการทดสอบนี้จะพิจารณาดูที่ค่า P-value ที่ได้จากผลลัพธ์ว่าค่านั้นมีค่ามากกว่าค่าระดับนัยสำคัญหรือไม่ โดยได้กำหนดระดับความเชื่อมั่นที่ 95% (ระดับนัยสำคัญ = 0.05) และผู้วิจัยได้แสดงตัวอย่างวิธีการทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาในการตรวจสอบเอกสารไว้ดังคำอธิบายต่อไปนี้

ในขั้นตอนการตรวจสอบเอกสาร ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลระยะเวลาในการทำงานมาทั้งหมด 60 ข้อมูล (ตารางที่ 3.1) และได้เลือกการทดสอบด้วยวิธีไคสแควร์โดยใช้เครื่องมือ Input analyzer ในโปรแกรมอาร์น่า โดยผู้วิจัยได้เลือก Fit ข้อมูลด้วยการแจกแจงแบบ Triangular เนื่องจากเป็นรูปแบบการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานี้เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

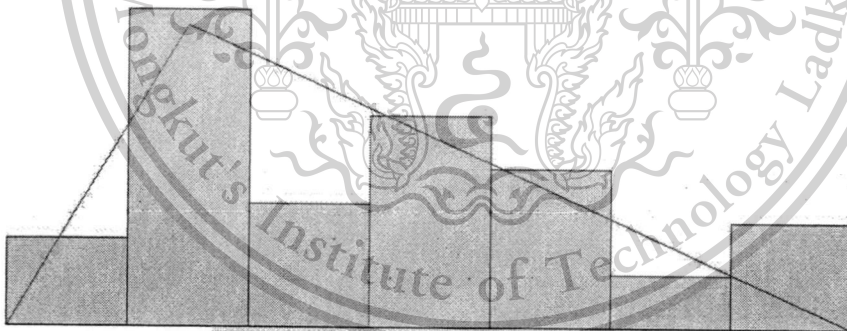
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

แจกแจงที่มีค่าความผิดพลาด (Square Error = 0.022837) ที่น้อยที่สุดเทียบกับรูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบอื่นๆ ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลรับเข้าจะถูกแสดงในรูปที่ 3.7 พบว่าค่า 0.172 (P-value) > 0.05 ซึ่งมากกว่าค่าระดับนัยสำคัญที่กำหนดไว้ จึงสรุปได้ว่า การแจกแจงของข้อมูลนี้สามารถอธิบายด้วยการแจกแจงแบบ Triangular และเขียนเป็นสูตรได้ดังนี้ $TRIA(208, 260, 452)$ ดังนั้นจึงสามารถนำรูปแบบการแจกแจงนี้ไปใช้ในแบบจำลองสถานการณ์ได้

ตารางที่ 3.1 ระยะเวลาการตรวจสอบเอกสารจำนวน 60 ข้อมูล (วินาที)

213	428	383	329	274	314
361	323	242	247	330	259
422	380	424	252	323	303
212	370	307	305	388	263
363	315	330	389	248	371
256	302	361	253	433	452
250	376	254	363	208	259
431	271	328	311	272	328
317	311	320	271	262	271
309	370	260	242	275	315



Distribution Summary

Distribution: Triangular
 Expression: $TRIA(208, 260, 452)$
 Square Error: 0.022837

Chi Square Test

Number of intervals = 5
 Degrees of freedom = 3
 Test Statistic = 5.23
 Corresponding p-value = 0.172

Kolmogorov-Smirnov Test

Test Statistic = 0.136
 Corresponding p-value > 0.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่ต่อสาธารณะโดยไม่ได้รับอนุญาตจากศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษาระบบสารสนเทศที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

การทดสอบสมมติฐานของการแจกแจงความน่าจะเป็นของข้อมูล (Goodness of Fit Test) โดยใช้โปรแกรมอาร์น่า เวอร์ชัน 10.0 สามารถทดสอบได้ 2 วิธี คือ (1) วิธีการทดสอบโคโมโกรอฟ-เมียร์นอฟ (Kolmogorow-Smirnov Test) และ (2) วิธีไคสแควร์ (Chi-Square Test) ซึ่งอยู่ภายใต้สมมติฐาน

H_0 : ข้อมูลมีการแจกแจงตามแบบที่ต้องการทดสอบ

H_1 : ข้อมูลไม่มีการแจกแจงตามแบบที่ทดสอบ

วิธีที่ 1.วิธีการทดสอบโคโมโกรอฟ-เมียร์นอฟ (Kolmogorow-Smirnov Test) จะใช้ในการทดสอบกรณีข้อมูลที่เก็บมามีจำนวนน้อยกว่า 50 ข้อมูล

ตัวสถิติทดสอบ คือ $D = \text{Max}\{D^+, D^-\}$ (3.1)

เมื่อ $D^+ = \text{Max}_{1 \leq i \leq n} \left\{ \frac{i}{n} - F(\hat{x}_i) \right\}$ (3.2)

และ $D^- = \text{Max}_{1 \leq i \leq n} \left\{ F(\hat{x}_i) - \left(\frac{i-1}{n} \right) \right\}$ (3.3)

วิธีที่ 2.วิธีไคสแควร์ (Chi-Square Test) จะใช้ในการทดสอบกรณีข้อมูลที่เก็บมามีจำนวนอย่างน้อย 50 ข้อมูลขึ้นไป

$$\chi_0^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \quad (3.4)$$

เมื่อมีการทดสอบสมมติฐานทางสถิติจะต้องตัดสินใจว่า จะปฏิเสธสมมติฐานหลักที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ตั้งเอาไว้หรือไม่ ซึ่งไม่ว่าจะยอมรับหรือปฏิเสธ (H_0) ก็อาจจะทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการตัดสินใจได้ ซึ่งการตัดสินใจโดยใช้เครื่องมือ Input Analyzer จะให้ค่า P-value สำหรับตัดสินใจบนความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 (Type I Error) โดยได้กำหนดระดับความเชื่อมั่นที่ 95% (ระดับนัยสำคัญ=0.05) ซึ่งหมายถึงค่า P-value ที่ได้จากการทดสอบมีค่ามากกว่าค่าระดับนัยสำคัญ (α) แสดงว่าไม่สามารถปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) ได้ เพราะฉะนั้นข้อมูลที่น่ามาทดสอบมีการแจกแจงความน่าจะเป็นตามแบบที่ต้องการทดสอบ แต่ถ้าหากค่า P-value ที่ได้จากการทดสอบมีค่าน้อยกว่าค่าระดับนัยสำคัญ (α) จะปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) หรือยอมรับสมมติฐานรอง (H_1) แสดงว่าข้อมูลไม่มีการแจกแจงความน่าจะเป็นตามแบบที่ทดสอบ การเลือกการแจกแจงของข้อมูลที่ให้ทดสอบ ผู้วิจัยคำนึงถึงลักษณะการประยุกต์ใช้งานของแต่ละรูปแบบของการแจกแจง และค่า Square-Error และความเหมาะสมของกระบวนการทำงานนั้นๆ มาประกอบการพิจารณา ค่าที่ได้จากการทดสอบจะได้รูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นของข้อมูลรับเข้าแสดงดังตารางที่ 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานี้เท่านั้น มิใช่ผู้รู้เห็นโดยอิสระในการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ยกเว้นหากมีเหตุเปลี่ยนแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 3.2 รูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาแต่ละขั้นตอนในการรับฝากตู้คอนเทนเนอร์

ขั้นตอน	รูปแบบการแจกแจง	P-value	Sq.Error	หน่วย	
ตรวจสอบตู้คอนเทนเนอร์	TRIA(135, 181, 352)	0.171	0.0147	วินาที	
ตรวจสอบเอกสาร	TRIA(208, 260, 452)	0.172	0.0228	วินาที	
เคลื่อนย้ายตู้ไปลานเก็บ	38.5+WEIB(16.7, 1.96)	0.313	0.0161	วินาที	
ยกตู้ออกจากรถวางเป็นกองๆ	TRIA(28.5, 46.1, 71.5)	0.750	0.0124	วินาที	
เคลื่อนย้ายตู้ไปหน้าลานซ่อม	NORM(99.5, 10.8)	0.309	0.0220	วินาที	
ยกตู้เข้าไปวางในลานซ่อม	35.5+32*BETA(1.72, 1.87)	0.188	0.0090	วินาที	
ระบบ ปัจจุบัน	ลานซ่อมตู้ช่องที่ 1	14+WEIB(65.7, 1.77)	0.157	0.0053	นาที
	ลานซ่อมตู้ช่องที่ 2	8+WEIB(65.5, 1.93)	0.750	0.0023	นาที
	ลานซ่อมตู้ช่องที่ 3	TRIA(7, 61.7, 112)	0.750	0.0055	นาที
	ลานซ่อมตู้ช่องที่ 4	18+WEIB(52.9, 1.91)	0.195	0.0083	นาที
	ลานซ่อมตู้ช่องที่ 5	TRIA(9, 47.1, 118)	0.292	0.0045	นาที
ระบบ ใหม่	ซ่อมน้อย	6+WEIB(18.2, 1.85)	0.399	0.0175	นาที
	ซ่อมปานกลาง	TRIA(31, 57.1, 90)	0.099	0.0151	นาที
	ซ่อมมาก	TRIA(91, 125, 179)	0.054	0.0394	นาที
เคลื่อนย้ายสลับตู้คอนเทนเนอร์	NORM(7.33, 1.12)	0.570	0.0021	นาที	
จัดเก็บตู้ที่ซ่อมเสร็จ	NORM(90.2, 16.5)	0.372	0.0081	วินาที	

3.4.2 การสร้างแบบจำลองสถานการณ์

การสร้างแบบจำลองสถานการณ์ต้องเข้าใจถึงหลักการทำงานของระบบงานจริงในปัจจุบันให้มากที่สุด และต้องสร้างแบบจำลองให้เสมือนกับระบบงานจริงในปัจจุบันให้มากที่สุด เพื่อให้แบบจำลองสถานการณ์ที่สร้างขึ้น ทำงานได้อย่างถูกต้องและลดความผิดพลาดของผลลัพธ์ที่ได้มา จากสถานการณ์ของระบบงานจริงในปัจจุบันของการรับฝากตู้คอนเทนเนอร์ พบว่าในลานเก็บตู้คอนเทนเนอร์เปล่าที่รอการซ่อมมีจำนวนตู้ที่ตักค้างหรือไม่ถูกนำออกมาซ่อมอยู่ภายในลานเก็บเป็นจำนวนมาก ผู้วิจัยจึงได้เริ่มทำการจำลองสถานการณ์กระบวนการตั้งแต่ลานเก็บตู้คอนเทนเนอร์เป็นต้นไป (จากขั้นตอนที่ 4 ถึง 7 ในรูปที่ 3.2)

ในขั้นตอนการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ ผู้วิจัยได้เริ่มสร้างแบบจำลองสถานการณ์จากลานเก็บตู้คอนเทนเนอร์ (โซน 2) เป็นต้นไป เนื่องด้วยในปัจจุบันลานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์สามารถซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ได้ในจำนวนไม่มากเมื่อเทียบกับจำนวนตู้คอนเทนเนอร์ที่เข้ามาในแต่ละวัน จึงทำให้ตู้คอนเทนเนอร์ตักค้างหรือไม่ได้ถูกนำออกมาจากลานเก็บตู้คอนเทนเนอร์เป็นจำนวนมาก ซึ่งเปรียบเทียบเสมือนได้ว่าตู้คอนเทนเนอร์ที่เข้ามายังบริษัทฯ จะต้องถูกนำไปพักเก็บไว้ยังลานเก็บตู้คอนเทนเนอร์ก่อนและผู้วิจัยได้แสดงโมเดลการจำลองสถานการณ์ไว้ดังรูปที่ 3.8 ซึ่งแบ่งได้เป็น 4 ส่วน

ส่วนที่ 1 : โมเดลการจำลองสถานการณ์นี้จะเปรียบเสมือนตู้คอนเทนเนอร์ขาเข้าของบริษัทฯ โดยที่ตู้คอนเทนเนอร์ที่เข้ามานั้นจะถูกนำมากองรวมกันเป็นชั้นๆ อยู่ภายในลานเก็บตู้คอนเทนเนอร์ (โซน 2) ที่ใช้สำหรับพักตู้คอนเทนเนอร์เปล่าที่รอการซ่อม

ส่วนที่ 2 : เมื่อลานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์มีพื้นที่ว่าง พนักงานจะทำการเคลื่อนย้ายตู้คอนเทนเนอร์ที่พักอยู่ภายในลานเก็บตู้คอนเทนเนอร์ (โซน 2) ไปยังลานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ (โซน 1)

ส่วนที่ 3 : พนักงานทำการซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ที่วางอยู่ในล็อกพื้นที่ของลานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ โดยในลานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์จะมีทั้งหมด 5 ช่อง ซึ่งแต่ละช่องสามารถวางตู้คอนเทนเนอร์ได้ดังนี้ ช่อง 1 สามารถวางตู้คอนเทนเนอร์ได้ 12 ตู้ ช่อง 2 สามารถวางตู้คอนเทนเนอร์ได้ 10 ตู้ ช่อง 3,4 สามารถวางตู้คอนเทนเนอร์ได้ช่องละ 8 ตู้ และช่อง 5 สามารถวางตู้คอนเทนเนอร์ได้ 6 ตู้ ซึ่งในแต่ละช่องจะประกอบด้วยพนักงานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ช่องละ 6 คน รวมพนักงานในลานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์จะมีทั้งหมด 30 คน การซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ในระบบปัจจุบันขาดการกำหนดลำดับของการซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ และขาดการแบ่งแยกระดับความความชำรุดของตู้คอนเทนเนอร์ จึงส่งผลทำให้ต้องมีการรื้อหรือเคลื่อนย้ายตู้คอนเทนเนอร์จำนวนมาก

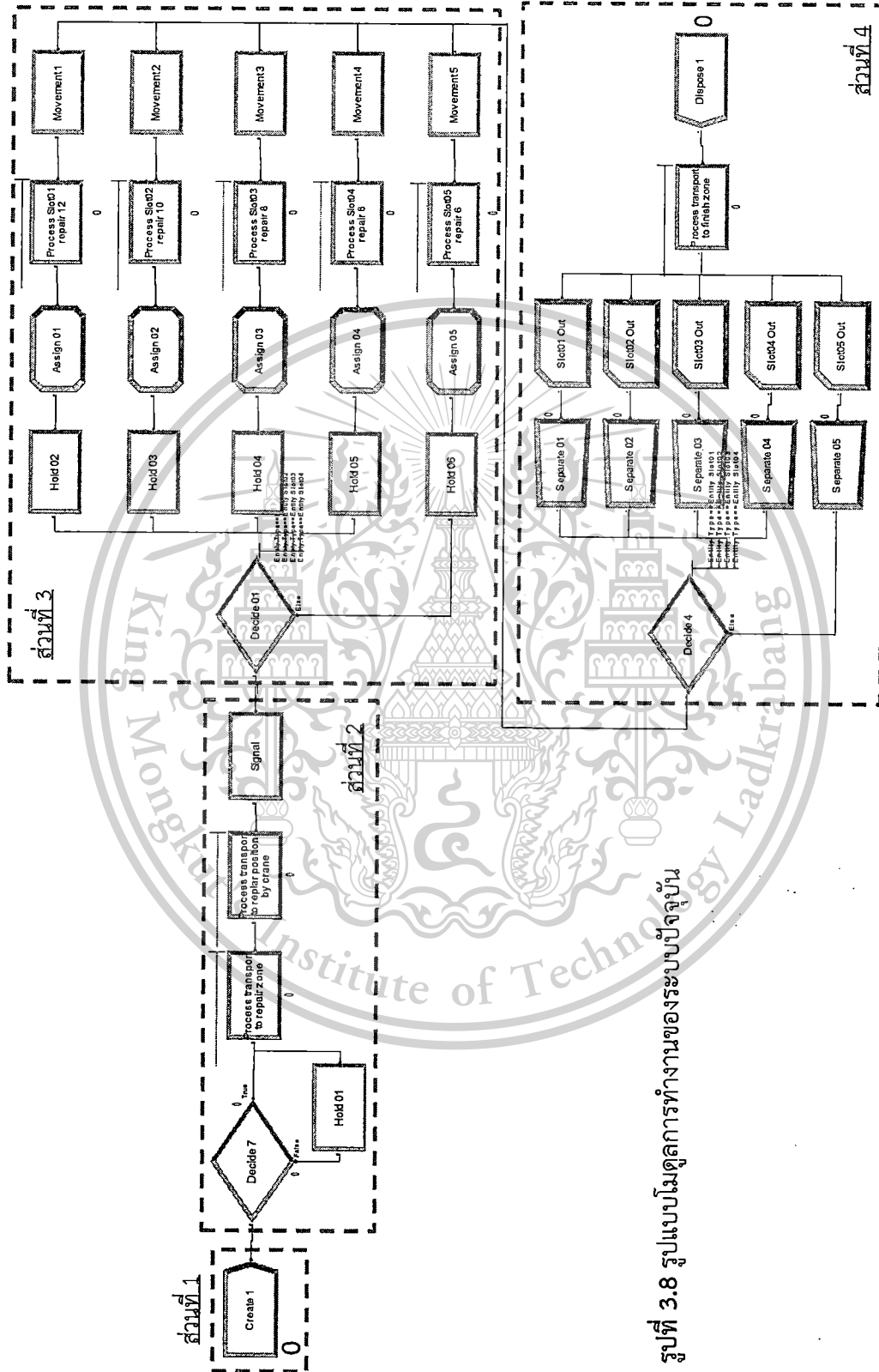
ส่วนที่ 4 : เมื่อซ่อมตู้คอนเทนเนอร์เสร็จเรียบร้อยแล้ว พนักงานจะทำการเคลื่อนย้ายตู้คอนเทนเนอร์ที่ซ่อมเสร็จแล้วไปไว้ยังลานพร้อมปล่อย เพื่อรองรับความต้องการของลูกค้าต่อไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.8 รูปแบบโมเดลการทำงานของระบบปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
 This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
 Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.4.3 การกำหนดรอบการจำลองสถานการณ์

การจำลองสถานการณ์จำเป็นต้องมีการกำหนดรอบที่เพียงพอ เพื่อลดความแปรปรวนและความผิดพลาดของผลลัพธ์ การหาจำนวนรอบในการประมวลผลหรือการรันสามารถทำได้โดยการกำหนดรอบการประมวลผลเบื้องต้น และนำผลลัพธ์ที่ได้มาคำนวณ ซึ่งสูตรการคำนวณรอบการประมวลผลแสดงดังสมการที่ 3.5

$$R \cong R_0 \frac{h_0^2}{h^2} \quad (3.5)$$

- โดยที่ R_0 คือ ค่าการกำหนดรอบการประมวลผลเบื้องต้น (50 รอบ)
 h_0 คือ ค่า Half Width จากการกำหนดรอบประมวลผลเบื้องต้น (R_0)
 h คือ ค่า Half Width ที่สามารถยอมรับได้ ($\pm 5\%$)

ผู้วิจัยได้กำหนดค่าความผิดพลาดของจำนวนตู้คอนเทนเนอร์ที่ซ่อมได้ในแต่ละวันที่สามารถยอมรับได้ $\pm 5\%$ ของค่าเฉลี่ย โดยที่ระบบปัจจุบันมีค่าเฉลี่ยของจำนวนตู้คอนเทนเนอร์ที่ซ่อมได้คือ 67 ตู้/วัน ดังนั้นค่าความผิดพลาดของจำนวนตู้คอนเทนเนอร์ที่สามารถยอมรับได้จะมีค่าเท่ากับ ± 3.35 ตู้/วัน และในขั้นตอนการจำลองสถานการณ์นั้น ผู้วิจัยได้กำหนดรอบการประมวลผลหรือการรันเบื้องต้น (R_0) ไว้ที่ 50 รอบ จากการประมวลผลเบื้องต้นพบว่า จำนวนตู้คอนเทนเนอร์ที่ได้จากจากระบบการจำลองสถานการณ์คือ 65 ตู้/วัน และค่า Half Width ที่ได้จากระบบ (h_0) คือ 8.22 ซึ่งจะนำไปแทนค่าดังนี้

$$\text{แทนค่า } R \approx 50 \times (8.22^2 / 3.35^2) = 301.04 \approx 302 \text{ รอบ}$$

เมื่อได้จำนวนรอบการประมวลผลที่ทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้แล้ว การจำลองสถานการณ์ของแบบจำลองที่สร้างขึ้นด้วยโปรแกรมอาร์เนา เวอร์ชัน 10.0 เพื่อนำผลลัพธ์ไปวิเคราะห์ความถูกต้องและความสมเหตุสมผลในลำดับต่อไป

3.4.4 การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองสถานการณ์

เมื่อสร้างแบบจำลองสถานการณ์เสร็จเรียบร้อยแล้ว ก่อนที่จะนำเอาแบบจำลองสถานการณ์ที่สร้างขึ้นไปใช้ในการอธิบายระบบการทำงานปัจจุบันได้นั้น จะต้องมีการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองสถานการณ์ก่อน ซึ่งสามารถตรวจสอบได้จากภาพการเคลื่อนไหวของการรันโปรแกรมว่ารันถูกต้องตามระบบปัจจุบันหรือไม่ และการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลรับเข้าที่ป้อนให้กับระบบ จากการตรวจสอบภาพเคลื่อนไหวและข้อมูลรับเข้าพบว่า แบบจำลองที่ได้สร้างขึ้นมานั้นมี

เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินทางปัญญาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ในการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของแบบจำลองสถานการณ์จะใช้ค่าตัวแปรนำเข้าและผลลัพธ์ของข้อมูลในอดีตมาใช้ในการเปรียบเทียบ ซึ่งวิธีนี้เป็นการใช้ข้อมูลในอดีตที่แท้จริงมาใช้แทนตัวแปรนำเข้าเพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากระบบปัจจุบันและแบบจำลอง โดยทดสอบด้วยวิธีทางสถิติโดยการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่ได้จากระบบปัจจุบันและแบบจำลอง ด้วยวิธี Welch Confidence Interval โดยได้กำหนดระดับความเชื่อมั่นที่ 95% ดังสมการที่ 3.6

$$t = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\left(\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}\right)}} \quad (3.6)$$

โดยที่ค่าเฉลี่ยที่ได้จากระบบปัจจุบันที่นำมาใช้ในการเปรียบเทียบนั้น ได้มาจากการเก็บข้อมูลในส่วนขอระยะเวลาที่ใช้ในการเชื่อมต่อคอนเทนเนอร์ ซึ่งผลที่ได้จากการทดสอบทางสถิติภายใต้ช่วงความเชื่อมั่น 95% แสดงดังในตารางที่ 3.3 และตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.3 เวลารวมเฉลี่ยที่ตู้คอนเทนเนอร์อยู่ในระบบจริง (ระบบปัจจุบัน) และเวลาที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ลานข้อม ตู้คอนเทนเนอร์	เวลาเฉลี่ยของระบบปัจจุบัน (นาที/ตู้)	เวลาช่วงความเชื่อมั่น 95% (นาที/ตู้)
ช่อง 1	207.71	(219.54 , 176.50)
ช่อง 2	182.29	(190.30 , 163.70)
ช่อง 3	164.11	(169.45 , 142.57)
ช่อง 4	167.04	(172.37 , 151.93)
ช่อง 5	148.83	(150.99 , 135.21)

ผลลัพธ์ที่ได้จากตารางที่ 3.3 และ 3.4 สามารถสรุปได้คือ เวลารวมเฉลี่ยในการเชื่อมต่อคอนเทนเนอร์และจำนวนตู้คอนเทนเนอร์ในระบบปัจจุบัน เมื่อเปรียบเทียบกับเวลาและจำนวนตู้คอนเทนเนอร์ที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์พบว่าไม่แตกต่างกัน เนื่องด้วยเวลารวมเฉลี่ยในระบบปัจจุบันของลานข้อมตู้คอนเทนเนอร์ช่อง 1 ถึง 5 และจำนวนตู้คอนเทนเนอร์ที่ข้อมได้ในแต่ละวันอยู่ภายในช่วงความเชื่อมั่น 95% จึงสรุปได้ว่าแบบจำลองสถานการณ์นี้สามารถนำมาใช้อธิบายการทำงานของระบบงานจริงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 3.4 จำนวนตู้คอนเทนเนอร์ที่ซ่อมได้จริงต่อวัน (ระบบปัจจุบัน) และจำนวนตู้คอนเทนเนอร์ที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

รายการ	จำนวนตู้ที่ซ่อมได้จริง (ตู้/วัน)	ช่วงความเชื่อมั่น 95% (ตู้/วัน)
ตู้คอนเทนเนอร์	67	(63.65 , 70.35)

3.4.5 ผลลัพธ์การจำลองสถานการณ์ (ระบบปัจจุบัน)

จากการจำลองสถานการณ์ในระบบปัจจุบัน ผู้วิจัยได้แสดงผลลัพธ์ของเวลารอคอยเฉลี่ยของตู้คอนเทนเนอร์ในระบบ และเวลารวมเฉลี่ยของตู้คอนเทนเนอร์ในระบบ ซึ่งแสดงดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 ผลลัพธ์ของเวลารอคอยและรวมเฉลี่ยของตู้คอนเทนเนอร์ในระบบ (นาที/ตู้)

ระบบปัจจุบัน	ช่อง 1	ช่อง 2	ช่อง 3	ช่อง 4	ช่อง 5
เวลารอคอยเฉลี่ย	146.17	120.1	98.52	102.17	87.77
เวลารวมเฉลี่ย	217.97	185.64	154.53	166.13	148.69

จากผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ในระบบปัจจุบัน ผู้วิจัยพบว่า เวลารอคอยและเวลารวมเฉลี่ยของตู้คอนเทนเนอร์ในระบบมีระยะเวลาที่นานก่อให้เกิดความสูญเปล่ามากมาย ทั้งนี้ซึ่งเกิดจากการทำงานที่ไม่เป็นระบบทำให้กระบวนการทำงานบางขั้นตอนเกิดการรอคอย จึงส่งผลให้เวลารอคอยและเวลารวมเฉลี่ยของตู้คอนเทนเนอร์ในระบบมีมาก และยังทำให้จำนวนตู้คอนเทนเนอร์เฉลี่ยที่ออกจากระบบในแต่ละวันมีจำนวนที่น้อย ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้วิเคราะห์แนวทางปรับปรุงการทำงานของระบบใหม่ขึ้นมา เพื่อต้องการลดเวลารอคอยและเวลารวมเฉลี่ยของตู้คอนเทนเนอร์ในระบบ หากเวลาดังกล่าวลดลงจะส่งผลให้จำนวนตู้คอนเทนเนอร์เฉลี่ยที่ออกจากระบบมีมากขึ้น ซึ่งการวิเคราะห์แนวทางปรับปรุงการทำงานของระบบใหม่จะอยู่ในข้อหัวที่ 3.5

3.5 การวิเคราะห์แนวทางปรับปรุงการทำงานของระบบใหม่

ผู้วิจัยได้กำหนดวิธีการแก้ปัญหาโดยอาศัยหลักการแบ่งกลุ่มตามระดับความชำรุดของตู้คอนเทนเนอร์ โดยผู้วิจัยได้กำหนดวิธีการแก้ปัญหาไว้ 5 ส่วน (จากรูปที่ 3.2) ประกอบด้วย ขั้นตอนที่ (1) ตรวจสอบตู้คอนเทนเนอร์ (4) เคลื่อนย้ายตู้คอนเทนเนอร์ไปยังลานเก็บ (5) เคลื่อนย้ายตู้คอนเทนเนอร์ไปยังลานซ่อม (6) ซ่อม และล้างตู้คอนเทนเนอร์ และ (7) จัดเก็บตู้คอนเทนเนอร์ และผู้วิจัยได้แสดงตารางการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างขั้นตอนการทำงานของระบบการรับฝากตู้คอนเทนเนอร์ในระบบปัจจุบันและระบบใหม่ดังในตารางที่ 3.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 3.6 การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างระบบปัจจุบันและระบบใหม่

ขั้นตอน	ระบบปัจจุบัน	ระบบใหม่
(1) ตรวจสอบตู้คอนเทนเนอร์	ไม่ระบุระยะเวลาซ่อม	ระบุเวลา และ แบ่งกลุ่ม ระดับการซ่อม
(2) ตรวจสอบเอกสาร	-	-
(3) ตรวจสอบลานซ่อม	-	-
(4) เคลื่อนย้ายตู้ไปยังลานเก็บ	ตู้ที่ชำรุดถูกนำมากอง รวมกัน	ตู้ถูกจัดกลุ่มตามระดับความชำรุด โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม
(5) เคลื่อนย้ายตู้ไปยังลานซ่อม	ไม่มีหลักเกณฑ์ ในการเคลื่อนย้ายตู้	จัดวางตู้ตามกลุ่มของระดับความ ชำรุด โดยจัดเตรียมไว้ 3 กลุ่ม
(6) ซ่อมและล้างตู้คอนเทนเนอร์	ซ่อมตู้แบบไม่เจาะจง	ซ่อมตู้ตามลำดับ
(7) จัดเก็บตู้คอนเทนเนอร์	ระหว่างจัดเก็บมีการรื้อ สลัตู้คอนเทนเนอร์	จัดเก็บตู้คอนเทนเนอร์ตามลำดับ

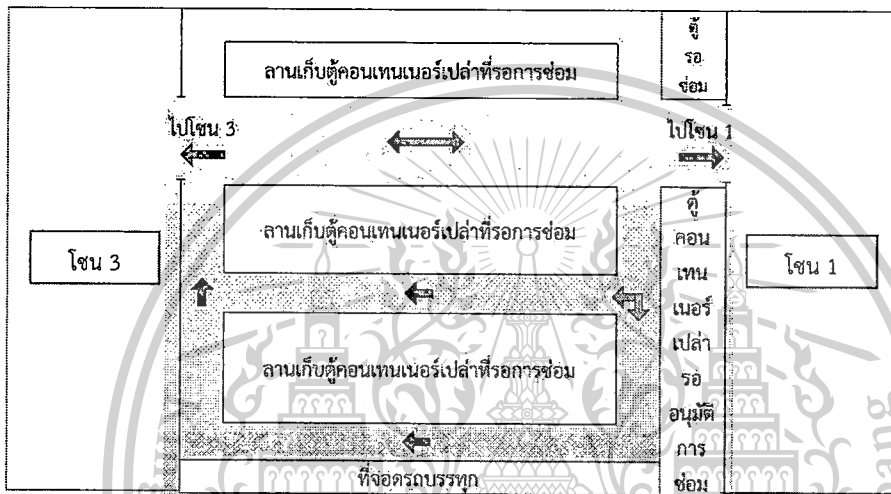
สำหรับขั้นตอนการรับฝากตู้คอนเทนเนอร์ของระบบใหม่สามารถอธิบายได้ 7 ขั้นตอน ดังนี้

(1) ตรวจสอบตู้คอนเทนเนอร์ พนักงานตรวจสอบตู้คอนเทนเนอร์เพื่อหาจุดชำรุดของตู้ก่อนการเคลื่อนย้ายตู้เข้าไปยังลานรับฝาก พร้อมทั้งระบุระยะเวลารวมที่ใช้ในการซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ และแบ่งกลุ่มระดับความชำรุดของตู้คอนเทนเนอร์ออกเป็น 3 กลุ่มคือ ระดับซ่อมน้อย ระดับซ่อมปานกลาง และระดับซ่อมมาก ตามระยะเวลาที่ใช้ในการซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ โดยระดับซ่อมน้อยใช้ระยะเวลาในการซ่อมตั้งแต่ 1 ถึง 30 นาที ระดับซ่อมปานกลางใช้ระยะเวลาในการซ่อมตั้งแต่ 31 ถึง 90 นาที และระดับซ่อมมากใช้ระยะเวลาซ่อมตั้งแต่ 91 ถึง 180 นาที ซึ่งได้ยกตัวอย่างการแบ่งกลุ่มระดับความชำรุดของตู้คอนเทนเนอร์ออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

- ตู้คอนเทนเนอร์ใบแรกต้องตัดผนังตู้ด้านซ้ายยาว 8 เซนติเมตร ใช้เวลา 12 นาที รวมเวลาทั้งหมดเป็น 12 นาที ดังนั้นจึงจัดให้อยู่ในระดับซ่อมน้อย
- ตู้คอนเทนเนอร์ใบที่สองต้องตัดปะผนังด้านหน้ายาว 8 เซนติเมตร ใช้เวลา 18 นาที และต้องเปลี่ยนช่องระบายอากาศใช้เวลา 30 นาที รวมเวลาทั้งหมดเป็น 48 นาที ดังนั้นจึงจัดให้อยู่ในระดับซ่อมปานกลาง
- ตู้คอนเทนเนอร์ใบที่สามต้องเปลี่ยนที่จับล้อคู่ 4 ชิ้น ใช้เวลา 30 นาที ตัดปะผนังด้านหน้า 15 เซนติเมตร ใช้เวลา 45 นาที และตัดผนังตู้ด้านซ้าย 4 ฟุตใช้เวลา 42 นาที รวมเวลาทั้งหมดเป็น 117 นาที ดังนั้นจึงจัดให้อยู่ในระดับซ่อมมาก

(2) - (3) ตรวจสอบเอกสารและตรวจสอบลานซ่อม ใน 2 ขั้นตอนนี้ มีลักษณะการทำงานเอกสารนี้เป็นเอกสารหนึ่งระบบที่ปรับปรุงใหม่เพื่อให้การดำเนินงาน มีประสิทธิภาพและประหยัดต้นทุนด้านการค้า ในระบบปัจจุบันและระบบใหม่ที่เหมือนกัน

(4) เคลื่อนย้ายตู้คอนเทนเนอร์ไปยังลานเก็บ ให้พนักงานเคลื่อนย้ายตู้คอนเทนเนอร์เข้าไปยังลานเก็บ (โซน 2) ตามกลุ่มของระดับความขรุขระที่มีการแบ่งพื้นที่ในลานเก็บออกเป็น 3 กลุ่มพื้นที่คือ ระดับช่อกน้อย ระดับช่อกปานกลาง และระดับช่อกมาก ซึ่งในลานเก็บตู้คอนเทนเนอร์ สามารถเก็บตู้ขนาดยาวหรือขนาด 40 ฟุตได้ 420 , 560 และ 168 ตู้ ตามลำดับ (ซ้อนกันได้สูง 7 ชั้น) และหากเป็นตู้ขนาดสั้นหรือขนาด 20 ฟุต สามารถเก็บได้เป็นจำนวนสองเท่าของตู้ขนาด 40 ฟุต ในการแบ่งพื้นที่ในลานเก็บ ผู้วิจัยจัดให้พื้นที่ระดับช่อกปานกลางมีพื้นที่ในการจัดเก็บมากที่สุดเนื่องด้วยมีจำนวนตู้คอนเทนเนอร์ที่รอช่อกมากที่สุด รองลงมาคือ ระดับช่อกน้อยและระดับช่อกมาก ตามลำดับซึ่งแสดงให้เห็นดังรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 การแบ่งพื้นที่ในลานเก็บตู้คอนเทนเนอร์

(5) เคลื่อนย้ายตู้คอนเทนเนอร์ไปยังลานช่อม ให้พนักงานเคลื่อนย้ายตู้คอนเทนเนอร์จากลานเก็บไปยังลานช่อม โดยการเคลื่อนย้ายตู้คอนเทนเนอร์นี้จะทำการย้ายมาทีละลี้ตๆ ตามพื้นที่ระดับความขรุขระของตู้คอนเทนเนอร์ ซึ่งพื้นที่ระดับความขรุขระของตู้คอนเทนเนอร์ในลานช่อมจะถูกแบ่งออกเป็น 3 ระดับด้วยกันคือ ระดับพื้นที่ช่อกน้อย ระดับพื้นที่ช่อกปานกลาง และระดับพื้นที่ช่อกมาก ในส่วนของเวลาช่อมตู้คอนเทนเนอร์เฉลี่ยในแต่ละระดับ ได้มาจากการนำเวลาที่ใช้ในการช่อมตู้คอนเทนเนอร์ในแต่ละช่วง (รูปที่ 3.6) มาหาค่าเฉลี่ยและหาเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยที่ตู้คอนเทนเนอร์เข้ามาในระบบแสดงดังตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.7 การแบ่งเกณฑ์ระดับความขรุขระของตู้คอนเทนเนอร์

ระดับความขรุขระ	ช่วงเวลา (นาท)	เวลาช่อมเฉลี่ย (นาท)	เปอร์เซ็นต์เฉลี่ยที่ตู้คอนเทนเนอร์เข้ามาในระบบ
ระดับพื้นที่ช่อกน้อย	1 ถึง 30	23.34	39.42 %
ระดับพื้นที่ช่อกปานกลาง	31 ถึง 90	57.79	54.67 %
ระดับพื้นที่ช่อกมาก	91 ถึง 180	125.09	5.91 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการวิจัยทางวิชาการเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่าการตีใดๆทั้งสิ้น ซึ่งผู้พิมพ์ให้ตัดแบบลงพิมพ์ และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการแบ่งกลุ่มระดับความชำรุดของตู้คอนเทนเนอร์ ผู้วิจัยนำเกณฑ์ที่ได้มาจัดกลุ่มพื้นที่ในช่องว่างของลานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ สูตรการคำนวณแสดงดังสมการที่ 3.7 ได้ดังนี้

$$L = \lambda W \quad (3.7)$$

λ คือ อัตราการเข้ามาของตู้คอนเทนเนอร์ในระบบ

จำนวนตู้คอนเทนเนอร์ที่เข้ามาต่อวันเฉลี่ยเท่ากับ 120 ตู้/วัน

$$\lambda \text{ ระดับพื้นที่ซ่อมน้อย} = 0.3942 \times 120 \text{ ตู้/วัน} = 47 \text{ ตู้/วัน}$$

$$\lambda \text{ ระดับพื้นที่ซ่อมปานกลาง} = 0.5467 \times 120 \text{ ตู้/วัน} = 66 \text{ ตู้/วัน}$$

$$\lambda \text{ ระดับพื้นที่ซ่อมมาก} = 0.0591 \times 120 \text{ ตู้/วัน} = 7 \text{ ตู้/วัน}$$

W คือ เวลาการซ่อมตู้คอนเทนเนอร์เฉลี่ยในแต่ละระดับความชำรุด

$$W \text{ ระดับพื้นที่ซ่อมน้อย} = \text{ช่วงเวลา 1-30 นาที} = 23.34 \text{ นาที}$$

$$W \text{ ระดับพื้นที่ซ่อมปานกลาง} = \text{ช่วงเวลา 31-90 นาที} = 57.79 \text{ นาที}$$

$$W \text{ ระดับพื้นที่ซ่อมมาก} = \text{ช่วงเวลา 91-180 นาที} = 125.09 \text{ นาที}$$

ตู้คอนเทนเนอร์อยู่ในระบบหนึ่งๆ

$$\text{ระยะเวลาในการทำงาน} = 480 \text{ นาที/วัน}$$

$$L \text{ (จำนวนตู้คอนเทนเนอร์ในระบบ)} = \lambda \text{ (อัตราการเข้ามา)} \times W \text{ (เวลาการซ่อม)}$$

$$\text{ระดับพื้นที่ซ่อมน้อย} = (47 / 480) \times 23.34 = 2.29 \text{ ตู้}$$

$$\text{ระดับพื้นที่ซ่อมปานกลาง} = (66 / 480) \times 57.79 = 7.95 \text{ ตู้}$$

$$\text{ระดับพื้นที่ซ่อมมาก} = (7 / 480) \times 125.09 = 1.82 \text{ ตู้}$$

ดังนั้น พื้นที่ช่องว่างในการวางตู้คอนเทนเนอร์ในลานซ่อม (ช่องว่างตู้คอนเทนเนอร์ทั้งหมด 44 ช่อง)

$$\text{ระดับพื้นที่ซ่อมน้อย} = (2.29 / (2.29+7.95+1.82)) \times 44 = 8 \text{ ช่อง}$$

$$\text{ระดับพื้นที่ซ่อมปานกลาง} = (7.95 / (2.29+7.95+1.82)) \times 44 = 30 \text{ ช่อง}$$

$$\text{ระดับพื้นที่ซ่อมมาก} = (1.82 / (2.29+7.95+1.82)) \times 44 = 6 \text{ ช่อง}$$

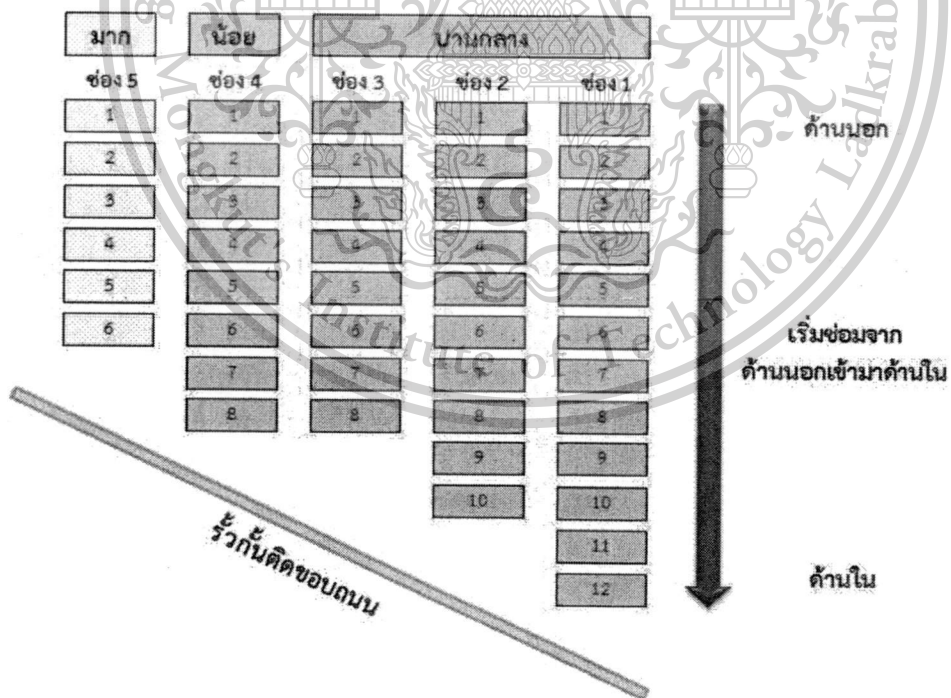
จากการคำนวณหาพื้นที่ที่ใช้สำหรับวางตู้คอนเทนเนอร์ในช่องว่างของลานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ ผู้วิจัยนำผลการคำนวณที่ได้นำมาประยุกต์ใช้กับพื้นที่ช่องว่างภายในลานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ ซึ่งในลานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์จะมีช่องว่างภายในลานซ่อมทั้งหมด 44 ช่องว่าง จากการออกแบบระบบใหม่ผู้วิจัยได้จัดกลุ่มพื้นที่ในลานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ไว้ 3 กลุ่มพื้นที่ด้วยกันคือ พื้นที่ระดับซ่อมน้อยต้องการพื้นที่ทั้งหมด 8 ช่องว่าง ผู้วิจัยได้จัดให้อยู่ในพื้นที่ช่อง 4 ทั้งหมดเนื่องจากพื้นที่ช่อง 4 มีพื้นที่ว่างทั้งหมด 8 ช่องว่าง พื้นที่ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุเปลี่ยนแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับซ่อมปานกลางต้องการพื้นที่ทั้งหมด 30 ช่องว่าง ผู้วิจัยจึงจัดให้อยู่ในพื้นที่ช่อง 1,2,3 ซึ่งมีช่องว่างรวมกันได้ 30 ช่องว่าง และพื้นที่ระดับซ่อมมากต้องการใช้ช่องว่างทั้งหมด 6 ช่อง ผู้วิจัยจึงจัดให้อยู่ในพื้นที่ช่อง 5 ซึ่งมีพื้นที่ว่าง 6 ช่องว่าง แสดงดังรูปที่ 3.10

(6) ซ่อม และล้างตู้คอนเทนเนอร์ ให้พนักงานเริ่มซ่อมตู้คอนเทนเนอร์จากด้านนอกเข้ามายังด้านในตามลำดับ (รูปที่ 3.10) เช่น เริ่มซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ที่ระดับพื้นที่ซ่อมปานกลางช่อง 1 ลำดับที่ 1 ก่อน เมื่อซ่อมลำดับที่ 1 เสร็จ ถึงจะเคลื่อนย้ายไปซ่อมลำดับที่ 2,3,...,12 ต่อไป

(7) จัดเก็บตู้คอนเทนเนอร์ เคลื่อนย้ายตู้คอนเทนเนอร์ที่ซ่อมเสร็จแล้วไปยังลานพร้อมปล่อยตู้คอนเทนเนอร์ โดยเริ่มจัดเก็บตู้ที่อยู่ด้านนอกสุดก่อน แล้วจึงไล่เข้ามาเก็บตู้ที่อยู่ด้านในตามลำดับ (รูปที่ 3.10) ในกรณีที่ตู้ที่อยู่ด้านในยังไม่เสร็จ ห้ามรื้อตู้ ห้ามนำตู้ใบใหม่มาแทนที่หรือห้ามวางตู้ทับซ้อนด้านหน้าตู้ที่ยังซ่อมไม่เสร็จโดยเด็ดขาด เพราะจะทำให้เกิดการรื้อหรือการเคลื่อนย้ายตู้คอนเทนเนอร์ที่ซับซ้อนเหมือนดังระบบปัจจุบัน

เมื่อกำหนดวิธีการแก้ปัญหาเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยจึงนำวิธีการจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรมอารีน่า เวอร์ชัน 10.0 เข้ามาช่วยในการวิเคราะห์และจำลองสถานการณ์ขั้นตอนการทำงานของกระบวนการรับฝากตู้คอนเทนเนอร์ระบบใหม่ที่ได้ออกแบบขึ้น รวมทั้งกำหนดทางเลือกในการจัดสรรพนักงานซ่อมให้เหมาะสมและเพิ่มจำนวนตู้คอนเทนเนอร์ที่ต้องซ่อมได้ในแต่ละวัน



รูปที่ 3.10 การแบ่งพื้นที่ภายในลานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.6 การสร้างแบบจำลองสถานการณ์ของระบบใหม่

ในขั้นตอนการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ของระบบใหม่นี้ ผู้วิจัยได้เริ่มสร้างแบบจำลองสถานการณ์จากลานเก็บตู้คอนเทนเนอร์ (โซน 2) เป็นต้นไป เนื่องด้วยในปัจจุบันลานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์สามารถซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ได้ในจำนวนไม่มากเมื่อเทียบกับจำนวนตู้คอนเทนเนอร์ที่เข้ามาในแต่ละวัน จึงทำให้ตู้คอนเทนเนอร์ตกค้างหรือไม่ได้ถูกนำออกมาจากลานเก็บตู้คอนเทนเนอร์เป็นจำนวนมาก ซึ่งเปรียบเทียบได้ว่า ตู้คอนเทนเนอร์ที่เข้ามาจะต้องถูกนำไปพักเก็บไว้ยังลานเก็บตู้คอนเทนเนอร์ก่อน และผู้วิจัยได้แสดงโมเดลการจำลองสถานการณ์ของระบบใหม่ไว้ดังรูปที่ 3.11 ซึ่งได้แบ่งการอธิบายออกเป็น 3 ส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1 : การจำลองสถานการณ์นี้เปรียบเสมือนตู้คอนเทนเนอร์ขาเข้าของบริษัท เมื่อตู้คอนเทนเนอร์เข้ามายังบริษัทฯ พนักงานจะทำการตรวจเช็คระดับความชำรุดของตู้คอนเทนเนอร์ (ระดับซ่อม น้อย ระดับซ่อมปานกลาง ระดับซ่อมมาก) ก่อนการเคลื่อนย้ายตู้คอนเทนเนอร์ไปพักไว้ยังลานเก็บ (โซน 2) จากนั้นจะถูกแบ่งแยกไปตามกลุ่มพื้นที่ที่ได้ออกแบบจัดเตรียมไว้ (พื้นที่ซ่อม น้อย ซ่อมปานกลาง และซ่อม มาก) และเมื่อลานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ว่าง (โซน 1) พนักงานจะเคลื่อนย้ายตู้คอนเทนเนอร์จากลานเก็บไปยังลานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ต่อไป

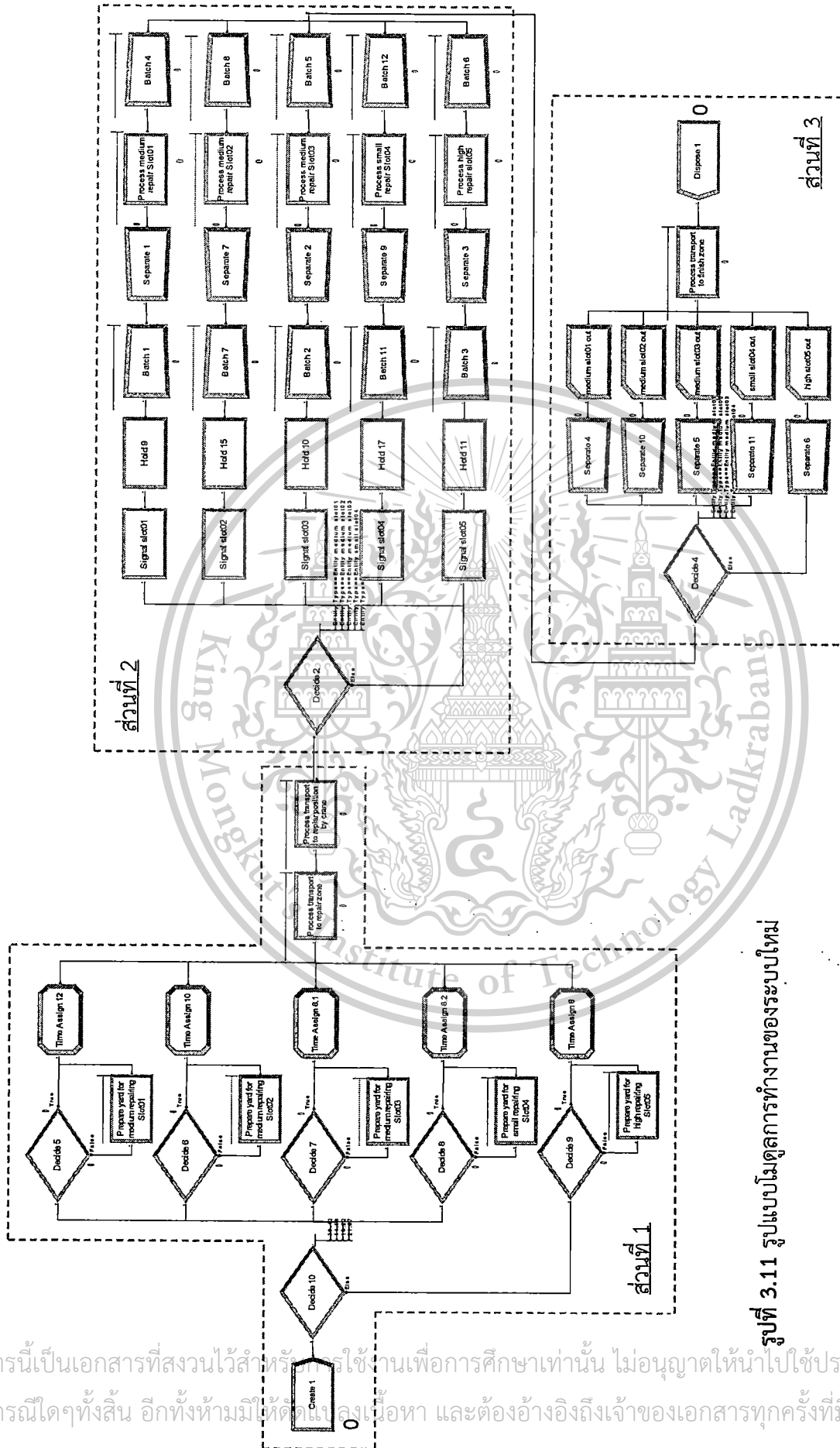
ส่วนที่ 2 : ในส่วนนี้จะ เป็นกระบวนการทำงานของลานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ การเคลื่อนย้ายตู้คอนเทนเนอร์จากลานเก็บมายังลานซ่อม นั้น จะถูกเคลื่อนย้ายออกมาทีละชุดเช่น ช่อง 1 มีพื้นที่ซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ว่าง 12 ตู้ ดังนั้น ตู้คอนเทนเนอร์ก็ จะถูกเคลื่อนย้ายจากลานเก็บมายังลานซ่อมชุดละ 12 ตู้ และถ้าในช่องนั้นยังมีตู้คอนเทนเนอร์ที่ยังซ่อมไม่เสร็จ ตู้คอนเทนเนอร์ชุดใหม่ก็ห้ามเคลื่อนย้ายมายังลานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์เด็ดขาด เพราะมิฉะนั้นจะทำให้เกิดการรื้อตู้หรือการเคลื่อนย้ายตู้คอนเทนเนอร์เข้าออกที่ซ้ำซ้อนเหมือนดังระบบปัจจุบัน

ส่วนที่ 3 : เมื่อซ่อมตู้คอนเทนเนอร์เสร็จเรียบร้อยแล้ว พนักงานจะทำการเคลื่อนย้ายตู้คอนเทนเนอร์ที่ซ่อมเสร็จแล้วไปไว้ยังลานพร้อมปล่อย เพื่อรองรับความต้องการของลูกค้าต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.11 รูปแบบโมดูลการทำงานของบริษัทใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
 This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
 Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.6.1 ผลลัพธ์การจำลองสถานการณ์ (ระบบใหม่)

จากการออกแบบวิธีการจัดเตรียมตู้คอนเทนเนอร์ในลานเก็บ ลานซ่อม การซ่อมและการจัดเก็บตู้คอนเทนเนอร์ของระบบใหม่ที่ได้ออกแบบขึ้นมานั้น ผู้วิจัยพบว่าระบบใหม่ช่วยให้เวลารอคอยและเวลารวมเฉลี่ยของตู้คอนเทนเนอร์ในระบบโดยรวมลดลงมาก แสดงดังตารางที่ 3.8

ตารางที่ 3.8 ผลลัพธ์ของเวลารอคอยและรวมเฉลี่ยของตู้คอนเทนเนอร์ในระบบ (นาที/ตู้)

ระบบใหม่	ปานกลาง			น้อย	มาก
	ช่อง 1	ช่อง 2	ช่อง 3	ช่อง 4	ช่อง 5
เวลารอคอยเฉลี่ย	105.48	91.31	75.58	28.33	169.06
เวลารวมเฉลี่ย	162.11	148.57	133.12	47.71	297.22

ผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ในระบบใหม่ที่ได้ออกแบบขึ้นมานั้น ผู้วิจัยพบว่าเวลารอคอยและเวลารวมเฉลี่ยของตู้คอนเทนเนอร์ในระบบบางช่องบริการมีเวลาที่ค่อนข้างมาก ผู้วิจัยจึงได้ทำการจัดสรรจำนวนพนักงานที่ใช้ในลานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ใหม่ โดยผู้วิจัยได้กำหนดทางเลือกขึ้นมาทั้งหมด 6 ระบบด้วยกันคือ ระบบใหม่ที่ 1 ถึง ระบบใหม่ที่ 6 ซึ่งในแต่ละระบบใหม่จะมีความแตกต่างกันที่การปรับเปลี่ยนโยกย้ายจำนวนพนักงาน หรือ ในบางระบบจะมีการเพิ่มจำนวนพนักงาน โดยรายละเอียดทางเลือกในการจัดสรรจำนวนพนักงานในลานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์จะถูกแสดงดังตารางที่ 3.9

ตารางที่ 3.9 ทางเลือกในการจัดสรรจำนวนพนักงานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์

ระบบทางเลือก	จำนวนพนักงาน (คน)	ซ่อมปานกลาง			ซ่อมน้อย	ซ่อมมาก
		ช่อง 1	ช่อง 2	ช่อง 3	ช่อง 4	ช่อง 5
ระบบปัจจุบัน	30	6	6	6	6	6
ระบบใหม่ที่ 1	30	6	6	6	6	6
ระบบใหม่ที่ 2	30	9	6	6	3	6
ระบบใหม่ที่ 3	30	6	6	6	3	9
ระบบใหม่ที่ 4	33	9	6	6	6	6
ระบบใหม่ที่ 5	33	6	6	6	6	9
ระบบใหม่ที่ 6	33	6	6	6	9	6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จากตารางที่ 3.9 ผู้วิจัยได้แบ่งการจัดสรรจำนวนพนักงานที่ใช้ในการซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ออกเป็น 3 ส่วนด้วยกันคือ ส่วนที่ 1 ช่วงระบบใหม่ที่ 1 ถึง 3 ใช้จำนวนพนักงานในการซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ 30 คน เท่ากัน ส่วนที่ 2 ช่วงระบบใหม่ที่ 4 ถึง 6 ใช้จำนวนพนักงานในการซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ 33 คน เท่ากัน ซึ่งสามารถอธิบายดังนี้

ระบบปัจจุบัน : ขาดการแบ่งแยกระดับความชำรุดของตู้คอนเทนเนอร์ในลานเก็บและลานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ รวมทั้งขาดการจัดลำดับในการซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ จึงทำให้กระบวนการทำงานต่างๆ ไม่เป็นระบบเท่าที่ควร ในพื้นที่ลานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์จะประกอบด้วยช่องที่ใช้สำหรับวางตู้คอนเทนเนอร์ที่ต้องการซ่อมมีทั้งหมด 5 ช่องด้วยกัน โดยในแต่ละช่องไม่มีการจัดแบ่งระดับการซ่อมว่าเป็นการซ่อมน้อย ซ่อมปานกลาง หรือซ่อมมาก และแต่ละช่องใช้จำนวนพนักงานซ่อมช่องละ 6 คน

ระบบใหม่ที่ 1 : ได้มีการออกแบบและจัดกลุ่มระดับความชำรุดของตู้คอนเทนเนอร์ในลานเก็บ และลานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่มพื้นที่ได้แก่ พื้นที่ซ่อมน้อย พื้นที่ซ่อมปานกลาง และพื้นที่ซ่อมมาก ซึ่งจำนวนพนักงานที่ใช้ในการซ่อมตู้คอนเทนเนอร์มีดังนี้ พื้นที่ซ่อมปานกลาง (ช่อง 1 - 2 - 3) ช่องละ 6 คน พื้นที่ซ่อมน้อย (ช่อง 4) 6 คน และพื้นที่ซ่อมมาก (ช่อง 5) 6 คน หรือกล่าวได้ว่าระบบใหม่ที่ 1 ใช้จำนวนพนักงานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์เท่ากับระบบปัจจุบัน

ระบบใหม่ที่ 2 : จากการจำลองสถานการณ์ในระบบใหม่ที่ 1 ผู้วิจัยพบว่า ในพื้นที่ซ่อมปานกลาง (ช่อง 1) มีระยะเวลารอคอยมากกว่าพื้นที่ซ่อมปานกลาง (ช่อง 2-3) ผู้วิจัยจึงได้ทดลองสลับโยกย้ายจำนวนพนักงานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์จากพื้นที่ซ่อมน้อย (ช่อง 4) มายังพื้นที่ซ่อมปานกลาง (ช่อง 1) มาจำนวน 3 คน

ระบบใหม่ที่ 3 : จากการจำลองสถานการณ์ในระบบใหม่ที่ 1 ผู้วิจัยพบว่า ในพื้นที่ซ่อมมาก (ช่อง 5) มีระยะเวลารอคอยที่มากที่สุดเมื่อเทียบกับทุกช่อง ผู้วิจัยได้ทดลองสลับโยกย้ายจำนวนพนักงานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์จากพื้นที่ซ่อมน้อย (ช่อง 4) มายังพื้นที่ซ่อมมาก (ช่อง 5) จำนวน 3 คน

ระบบใหม่ที่ 4 : จากระบบใหม่ที่ 1 ถึง 3 ซึ่งใช้จำนวนพนักงานในการซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ทั้งหมด 30 คน ในระบบใหม่ที่ 4 ผู้วิจัยจึงได้ทดลองเพิ่มจำนวนพนักงานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ 3 คน ในพื้นที่ซ่อมปานกลาง (ช่อง 1) เนื่องจากมีระยะเวลารอคอยที่มากที่สุดในพื้นที่ซ่อมปานกลาง (ช่อง 1 - 2 - 3) ดังนั้น มีจำนวนพนักงานที่ใช้ในการซ่อมตู้คอนเทนเนอร์รวมทั้งหมด 33 คน

ระบบใหม่ที่ 5 : จากระบบใหม่ที่ 1 ถึง 3 ซึ่งใช้จำนวนพนักงานในการซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ทั้งหมด 30 คน ในระบบใหม่ที่ 5 ผู้วิจัยจึงได้ทดลองเพิ่มจำนวนพนักงานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ 3 คน ในพื้นที่ซ่อมมาก (ช่อง 5) เนื่องจากมีระยะเวลารอคอยที่มากที่สุดในทุกช่อง ดังนั้น มีจำนวนพนักงานที่ใช้ในการซ่อมตู้คอนเทนเนอร์รวมทั้งหมด 33 คน

ระบบใหม่ที่ 6 : จากระบบใหม่ที่ 1 ถึง 3 ซึ่งใช้จำนวนพนักงานในการซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ทั้งหมด 30 คน ในระบบใหม่ที่ 6 ผู้วิจัยจึงได้ทดลองเพิ่มจำนวนพนักงานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์เพื่อการเรียนการสอนเท่านั้น เมื่อผู้ใดเห็นใบนี้ขอสงวนสิทธิ์ในการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คนในพื้นที่ชอมน้อย (ชอง 4) รวมแล้วมีพนักงานที่ใช้ในการชอมตู้คอนเทนเนอร์ทั้งหมดรวมเป็น 33 คน เพื่อทดสอบดูว่า เมื่อระยะเวลาที่ใช้ในการชอมตู้คอนเทนเนอร์น้อยและมีจำนวนพนักงานชอมตู้คอนเทนเนอร์ที่เพิ่มขึ้น ผลลัพธ์ที่ออกมาจะเป็นเช่นใด

จากการออกแบบวิธีการจัดเตรียมตู้คอนเทนเนอร์ในลานเก็บ และลานชอมตู้คอนเทนเนอร์รวมทั้งการจัดสรรจำนวนพนักงานในลานชอมตู้คอนเทนเนอร์ใหม่ ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองสถานการณ์จะถูกแสดงไว้ในบทที่ 4

การวิเคราะห์ระบบใหม่ทั้ง 6 แนวทางเลือกข้างต้นแล้ว ต้องมีการประมวลผลของแบบจำลองสำหรับแต่ละแนวทางเลือกที่ผู้วิจัยได้นำเสนอขึ้น โดยต้องมีการกำหนดรอบการประมวลผลที่เพียงพอ เพื่อลดความแปรปรวนของผลลัพธ์ ซึ่งในการกำหนดรอบการประมวลผลจะใช้เทคนิคเช่นเดียวกันกับการกำหนดรอบการประมวลผลของแบบจำลองกระบวนการให้บริการในปัจจุบัน คือกำหนดรอบการประมวลผลเบื้องต้น (R_0) 50 รอบ และนำผลลัพธ์ที่ได้มาคำนวณ ซึ่งสูตรการคำนวณรอบการประมวลผลคือ

$$R \approx R_0 \frac{h_0^2}{h^2}$$

โดยที่ R_0 คือ ค่าการกำหนดรอบการประมวลผลเบื้องต้น (50 รอบ)
 h_0 คือ ค่า Half Width จากการกำหนดรอบประมวลผลเบื้องต้น (R_0)
 h คือ ค่า Half Width ที่สามารถยอมรับได้ ($\pm 5\%$)

ระบบใหม่ที่ 1 : Half Width = 8.55 แทนค่า $R \approx 50 \times (8.55^2/3.35^2) = 325.70 \approx 326$ รอบ
 ระบบใหม่ที่ 2 : Half Width = 7.90 แทนค่า $R \approx 50 \times (7.90^2/3.35^2) = 278.06 \approx 279$ รอบ
 ระบบใหม่ที่ 3 : Half Width = 8.15 แทนค่า $R \approx 50 \times (8.15^2/3.35^2) = 295.93 \approx 296$ รอบ
 ระบบใหม่ที่ 4 : Half Width = 8.75 แทนค่า $R \approx 50 \times (8.75^2/3.35^2) = 341.11 \approx 342$ รอบ
 ระบบใหม่ที่ 5 : Half Width = 8.01 แทนค่า $R \approx 50 \times (8.01^2/3.35^2) = 285.85 \approx 286$ รอบ
 ระบบใหม่ที่ 6 : Half Width = 9.16 แทนค่า $R \approx 50 \times (9.16^2/3.35^2) = 373.83 \approx 374$ รอบ

เมื่อได้จำนวนรอบการประมวลผลที่ทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้สำหรับแต่ละแนวทางการปรับปรุงในเบื้องต้นแล้ว ผู้วิจัยได้เลือกกำหนดรอบการประมวลผลที่ 400 รอบ สำหรับการประมวลผลในทุกแนวทาง เพื่อให้สะดวกในการเปรียบเทียบผลลัพธ์ได้จากการจำลองสถานการณ์ จากนั้นผู้วิจัยได้ประมวลผลแบบจำลองสถานการณ์ของระบบปัจจุบัน และระบบใหม่ทั้ง 6 แนวทางเลือกที่เสนอขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์

ในบทนี้ ผู้วิจัยได้แสดงผลการศึกษาและวิจารณ์ผลลัพธ์ของการจำลองสถานการณ์ในระบบปัจจุบันและระบบใหม่ที่ได้ออกแบบขึ้น โดยในระบบปัจจุบันจำนวนตู้คอนเทนเนอร์ที่ขอมได้จริงในแต่ละวันมีจำนวนน้อยเมื่อเทียบกับจำนวนตู้คอนเทนเนอร์ที่ต้องการขอม และในขั้นตอนการเคลื่อนย้ายตู้คอนเทนเนอร์เข้าลานเก็บยังไม่เป็นระบบเท่าที่ควร ส่งผลให้ตู้คอนเทนเนอร์ที่มีความชำรุดมากหรือน้อยแตกต่างกัน ถูกจัดรวมไว้ด้วยกันอยู่ในกองหนึ่งๆ ประกอบกับทางด้านลานขอมตู้คอนเทนเนอร์ พนักงานจะเคลื่อนย้ายตู้คอนเทนเนอร์เข้าไปวางในพื้นที่ที่ว่าง โดยไม่คำนึงถึงตู้ที่อยู่ด้านในว่าขอมเสร็จเมื่อใด ซึ่งส่งผลให้เกิดการรื้อตู้หรือเคลื่อนย้ายตู้คอนเทนเนอร์ที่มีความชำรุด นอกจากนี้ในด้านขั้นตอนการขอมตู้คอนเทนเนอร์ พนักงานขอมแบบไม่เจาะจง โดยส่วนมากพนักงานจะเลือกตู้ใดๆ และทำการขอม โดยไม่มีการกำหนดลำดับของการขอมตู้คอนเทนเนอร์ ซึ่งปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นนี้ส่งผลเสียตามมาหลายประการได้แก่ เวลาในการทำงานที่เพิ่มขึ้น จำนวนตู้คอนเทนเนอร์ที่ตักค้างในลานเก็บที่เพิ่มขึ้น ความต้องการในการใช้พื้นที่ในการจัดเก็บตู้คอนเทนเนอร์เพื่อรอการขอมที่เพิ่มขึ้นและต้นทุนการเคลื่อนย้ายตู้คอนเทนเนอร์และต้นทุนในการดำเนินงานที่เพิ่มขึ้น

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้ออกแบบขั้นตอนการทำงานของระบบใหม่ขึ้นมา โดยในระบบใหม่จะมีความแตกต่างจากระบบปัจจุบันอยู่ 3 ส่วนคือ

- มีการจัดกลุ่มพื้นที่ คือ จัดกลุ่มพื้นที่ในลานเก็บ (โซน 2) และลานขอมตู้คอนเทนเนอร์ (โซน 1) ออกเป็น 3 กลุ่มได้แก่ พื้นที่ขอมน้อย พื้นที่ขอมปานกลาง และพื้นที่ขอมมาก
- มีการจัดกลุ่มระดับความชำรุดของตู้คอนเทนเนอร์คือ การกำหนดช่วงเวลาที่ใช้ขอมตู้คอนเทนเนอร์ โดยพื้นที่ระดับขอมน้อยใช้สำหรับขอมตู้คอนเทนเนอร์ที่ใช้เวลาขอม 1 ถึง 30 นาที พื้นที่ระดับขอมปานกลางใช้สำหรับขอมตู้คอนเทนเนอร์ที่ใช้เวลาขอม 31 ถึง 90 นาที พื้นที่ระดับขอมมากใช้สำหรับขอมตู้คอนเทนเนอร์ที่ใช้เวลาขอม 91 ถึง 180 นาที
- มีการจัดสรรจำนวนพนักงานขอมตู้คอนเทนเนอร์ในแต่ละช่องอย่างเหมาะสม

จากนั้นผู้วิจัยได้กำหนดทางเลือกในการจัดสรรจำนวนพนักงานขอมตู้คอนเทนเนอร์ขึ้นมาใหม่ทั้งหมด 6 ทางเลือกด้วยกันซึ่งแสดงดังตารางที่ 4.1 โดยระบบใหม่ที่ 1 ถึง 3 ใช้พนักงานขอมตู้คอนเทนเนอร์ทั้งหมด 30 คนเท่ากัน และระบบใหม่ที่ 4 ถึง 6 ใช้พนักงานขอมตู้คอนเทนเนอร์ 33 คนเท่ากัน ซึ่งในแต่ละระบบจะแตกต่างกันที่การย้ายพนักงานจากช่องหนึ่งไปยังอีกช่องหนึ่งๆ และในบทนี้ผู้วิจัยจะทำการเปรียบเทียบผลลัพธ์ของระบบปัจจุบันและระบบใหม่โดยมีตัวชี้วัดประสิทธิภาพของระบบการขอมตู้คอนเทนเนอร์ทั้งหมด 4 ตัว คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. เวลารอคอยเฉลี่ยของตู้คอนเทนเนอร์ในระบบ
2. เวลารวมเฉลี่ยของตู้คอนเทนเนอร์ในระบบ
3. สัดส่วนเวลาในการทำงานต่อเวลาทั้งหมดเฉลี่ย
4. จำนวนตู้คอนเทนเนอร์เฉลี่ยที่ออกจากระบบ

ตารางที่ 4.1 ทางเลือกในการจัดสรรจำนวนพนักงานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ (คน)

ทางเลือก	จำนวนพนักงาน (คน)	ซ่อมปานกลาง			ซ่อมน้อย	ซ่อมมาก
		ช่อง 1	ช่อง 2	ช่อง 3	ช่อง 4	ช่อง 5
ระบบปัจจุบัน	30	6	6	6	6	6
ระบบใหม่ที่ 1	30	6	6	6	6	6
ระบบใหม่ที่ 2	30	9	6	6	3	6
ระบบใหม่ที่ 3	30	6	6	6	3	9
ระบบใหม่ที่ 4	33	9	6	6	6	6
ระบบใหม่ที่ 5	33	6	6	6	6	9
ระบบใหม่ที่ 6	33	6	6	6	9	6

จากการจำลองสถานการณ์โดยใช้โปรแกรมอารีนา เวอร์ชัน 10.0 ผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองสถานการณ์สามารถอธิบายผลลัพธ์ที่ได้จากรายงานออกได้เป็น 4 ส่วนคือ

1. รายงานผลลัพธ์ของเวลารอคอยเฉลี่ยของตู้คอนเทนเนอร์ในระบบ
2. รายงานผลลัพธ์ของเวลารวมเฉลี่ยของตู้คอนเทนเนอร์ในระบบ
3. รายงานผลลัพธ์ของสัดส่วนเวลาในการทำงานต่อเวลาทั้งหมดเฉลี่ย
4. รายงานผลลัพธ์ของจำนวนตู้คอนเทนเนอร์เฉลี่ยที่ออกจากระบบ

ผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ของระบบปัจจุบันและระบบใหม่ต่างๆ (ระบบใหม่ที่ 1 ถึง 6) จะแสดงดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4.1 รายงานผลลัพธ์ของเวลารอคอยเฉลี่ยของผู้คอนเทนเนอร์ในระบบ

เวลารอคอยเฉลี่ยของผู้คอนเทนเนอร์ในระบบถือได้ว่าเป็นมีความสำคัญเป็นอย่างมากในการปรับปรุงระบบ เวลารอคอยเฉลี่ยของผู้คอนเทนเนอร์ในระบบที่ได้มานั้น ได้มาจากผู้คอนเทนเนอร์ใบหนึ่งๆ ที่อยู่ภายในช่องของลานช่อมผู้คอนเทนเนอร์ (โซน 1) ที่รอการซ่อมจนถึงซ่อมเสร็จและเคลื่อนย้ายผู้คอนเทนเนอร์ไปยังลานพร้อมปล่อย ถ้าระบบใดๆ ที่มีเวลารอคอยเฉลี่ยของผู้คอนเทนเนอร์ในระบบมากจะส่งผลทำให้ยอดการซ่อมผู้คอนเทนเนอร์ได้น้อยลง ในขณะที่ระบบใดๆ ที่มีเวลารอคอยเฉลี่ยของผู้คอนเทนเนอร์ในระบบน้อยจะส่งผลให้ยอดการซ่อมผู้คอนเทนเนอร์ได้เพิ่มมากขึ้น ในงานวิจัยนี้จะนำเสนอเฉพาะเวลารอคอยเฉลี่ยของผู้คอนเทนเนอร์ในระบบที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงของระบบปัจจุบันและระบบใหม่ที่ 1 ถึง 6 โดยจะไม่พิจารณาด้านค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับกระบวนการซ่อมผู้คอนเทนเนอร์และค่าใช้จ่ายอันเนื่องมาจากการรอคอย ผู้วิจัยได้แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ของเวลารอคอยเฉลี่ยของผู้คอนเทนเนอร์ในระบบดังตารางที่ 4.2 และเปอร์เซ็นต์เพิ่ม/ลด ของเวลารอคอยเฉลี่ยของผู้คอนเทนเนอร์ในระบบดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.2 ผลลัพธ์ของเวลารอคอยเฉลี่ยของผู้คอนเทนเนอร์ในระบบ (นาที/ตู้)

ทางเลือก	ช่อมปานกลาง			ช่อมน้อย	ช่อมมาก
	ช่อง 1	ช่อง 2	ช่อง 3	ช่อง 4	ช่อง 5
ระบบปัจจุบัน	146.17	120.10	98.52	102.17	87.77
ระบบใหม่ที่ 1	105.48	91.51	76.10	28.33	167.06
ระบบใหม่ที่ 2	79.56	91.34	75.66	43.14	168.96
ระบบใหม่ที่ 3	106.18	91.82	75.73	43.06	118.89
ระบบใหม่ที่ 4	79.19	91.14	75.86	28.06	168.64
ระบบใหม่ที่ 5	105.35	91.87	75.67	28.28	119.46
ระบบใหม่ที่ 6	104.56	92.08	76.25	15.51	167.38

ผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ของระบบปัจจุบันและระบบใหม่ที่ 1 ถึง 6 โดยระบบปัจจุบันจะเก็บข้อมูลที่ช่อง 1 ถึง 5 แต่ถ้าเป็นระบบใหม่ที่ 1 ถึง 6 ผู้วิจัยจะพิจารณาพื้นที่ระดับช่อมปานกลางช่อง 1,2,3 พื้นที่ระดับช่อมน้อยช่อง 4 และพื้นที่ระดับช่อมมากช่อง 5 โดยตัวเลขต่างๆ ที่อยู่ในตารางที่ 4.2 หมายถึง ผู้คอนเทนเนอร์ใบหนึ่งๆ ก่อนที่จะเข้ามาช่อมจะต้องรอคอยอยู่ในระบบ ยกตัวอย่างเช่น 146.17 หมายถึง ถ้าเป็นระบบปัจจุบันยังไม่ได้ปรับเปลี่ยนใดๆ ช่อง 1 ผู้คอนเทนเนอร์ใบหนึ่งๆ ต้องใช้

เวลารอคอยเฉลี่ยก่อนการเข้าช่อมผู้คอนเทนเนอร์ 146.17 นาที/ตู้ ที่มานั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 เปอร์เซ็นต์เพิ่ม/ลด ของเวลารอคอยเฉลี่ยของตู้คอนเทนเนอร์ในระบบ

ทางเลือก	ช่อมปานกลาง			ช่อมน้อย	ช่อมมาก	เปอร์เซ็นต์เฉลี่ย
	ช่อง 1	ช่อง 2	ช่อง 3	ช่อง 4	ช่อง 5	
ระบบใหม่ที่ 1	-27.84	-23.81	-22.76	-72.27	+90.34	-11.27
ระบบใหม่ที่ 2	-45.57	-23.95	-23.20	-57.78	+92.50	-11.60
ระบบใหม่ที่ 3	-27.36	-23.55	-23.13	-57.85	+35.46	-19.29
ระบบใหม่ที่ 4	-45.82	-24.11	-23.00	-72.54	+92.14	-14.67
ระบบใหม่ที่ 5	-27.93	-23.51	-23.19	-72.32	+36.11	-22.17
ระบบใหม่ที่ 6	-28.47	-23.33	-22.60	-84.82	+90.70	-13.70

หมายเหตุ : (-) คือ ค่าเปอร์เซ็นต์ที่ลดลงของเวลารอคอยเฉลี่ยของตู้คอนเทนเนอร์ในระบบ

: (+) คือ ค่าเปอร์เซ็นต์ที่เพิ่มขึ้นของเวลารอคอยเฉลี่ยของตู้คอนเทนเนอร์ในระบบ

ค่าเปอร์เซ็นต์เพิ่ม/ลด ของเวลารอคอยเฉลี่ยของตู้คอนเทนเนอร์ในระบบได้มาจากการคำนวณเปรียบเทียบผลลัพธ์ระหว่างระบบปัจจุบันและระบบใหม่ (ระบบใหม่ที่ 1 ถึง 6) ซึ่งแสดงในตารางที่ 4.3 โดยที่เครื่องหมายลบ (-) คือ ค่าเปอร์เซ็นต์ที่ลดลงของเวลารอคอยเฉลี่ยของตู้คอนเทนเนอร์ในระบบใหม่ที่ 1 ถึง 6 เมื่อเปรียบเทียบกับระบบปัจจุบัน และเครื่องหมายบวก (+) คือ ค่าเปอร์เซ็นต์ที่เพิ่มขึ้นของเวลารอคอยเฉลี่ยของตู้คอนเทนเนอร์ในระบบใหม่ที่ 1 ถึง 6 เมื่อเปรียบเทียบกับระบบปัจจุบัน และตัวอย่างการคำนวณมีดังนี้

$$\left(\frac{\text{เวลารอคอยเฉลี่ยระบบปัจจุบัน} - \text{เวลารอคอยเฉลี่ยระบบใหม่}}{\text{เวลารอคอยเฉลี่ยระบบปัจจุบัน}} \right) \times 100$$

จากตัวเลขในตารางที่ 4.3

ระบบใหม่ที่ 1 ช่อง 1 ได้มาจาก $((146.17-105.48)/146.17) \times 100 = 27.84$ พบว่าเวลารอคอยเฉลี่ยของตู้คอนเทนเนอร์ในระบบใหม่ที่ 1 ลดลง 27.84% ผู้วิจัยจึงใส่เครื่องหมายลบ (-) ได้ดังนี้ -27.84

ระบบใหม่ที่ 3 ช่อง 5 ได้มาจาก $((87.77-118.89)/87.77) \times 100 = -35.46$ พบว่าเวลารอคอยเฉลี่ยของตู้คอนเทนเนอร์ในระบบใหม่ที่ 3 เพิ่มขึ้น 35.46% ผู้วิจัยจึงใส่เครื่องหมายบวก (+) ได้ดังนี้ +35.46

การหาเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยได้มาจากการนำเปอร์เซ็นต์เพิ่ม/ลด ของช่อง 1 ถึง 5 มาบวกรวมกันดังตัวอย่างต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ระบบใหม่ที่ 1 ได้มาจาก $(-27.84)+(-23.81)+(-22.76)+(-72.27)+(+90.34) / 5 = -11.27$ ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบใหม่ที่ 2 ได้มาจาก $(-45.57)+(-23.95)+(-23.20)+(-57.78)+(+92.50) / 5 = -11.60$

ระบบใหม่ที่ 3 ได้มาจาก $(-27.36)+(-23.55)+(-23.13)+(-57.85)+(+35.46) / 5 = -19.29$

จากหัวข้อที่ 4.1 รายงานผลลัพธ์ของเวลารอคอยเฉลี่ยของผู้คอนเทนเนอร์ในระบบดังตารางที่ 4.2 และเปอร์เซ็นต์เพิ่ม/ลด ของเวลารอคอยเฉลี่ยของผู้คอนเทนเนอร์ในระบบดังตารางที่ 4.3 จากการเปรียบเทียบผลลัพธ์ระหว่างระบบปัจจุบันและระบบใหม่ที่ 1 ถึง 3 ซึ่งใช้จำนวนพนักงานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ทั้งหมด 30 คนเท่ากัน พบว่า ระบบใหม่ที่ 3 มีเวลารอคอยเฉลี่ยของผู้คอนเทนเนอร์ในระบบลดลงมากที่สุดหรือคิดเป็น 19.29% อันเนื่องมาจากเดิมระบบใหม่ที่ 1 พื้นที่ซ่อมมาก ช่อง 5 มีเวลารอคอยเฉลี่ยของผู้คอนเทนเนอร์ในระบบมากที่สุด และในพื้นที่ซ่อมน้อย ช่อง 4 มีเวลารอคอยเฉลี่ยของผู้คอนเทนเนอร์ในระบบน้อยที่สุด ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้ย้ายพนักงานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์จากพื้นที่ซ่อมน้อย ช่อง 4 ไปยังพื้นที่ซ่อมมาก ช่อง 5 จำนวน 3 คน ซึ่งช่วยพื้นที่ซ่อมมาก ช่อง 5 มีจำนวนพนักงานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์เพิ่มมากขึ้นจากเดิม 6 คนเป็น 9 คน

นอกจากนี้ จากการเปรียบเทียบผลลัพธ์ระหว่างระบบปัจจุบันและระบบใหม่ที่ 4 ถึง 6 ซึ่งใช้จำนวนพนักงานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ทั้งหมด 33 คนเท่ากัน โดยผู้วิจัยได้ทดสอบเพิ่มจำนวนพนักงานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ให้กับระบบใหม่ที่ 4 ถึง 6 อย่างละ 3 คน ดังนี้

ระบบใหม่ที่ 4 ได้เพิ่มพนักงานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ให้กับพื้นที่ซ่อมปานกลาง ช่อง 1 จำนวน 3 คน เนื่องด้วยพื้นที่ซ่อมปานกลาง ช่อง 1 มีเวลารอคอยเฉลี่ยของผู้คอนเทนเนอร์ในระบบมากที่สุดเมื่อเทียบกับพื้นที่ซ่อมปานกลาง ช่อง 2 และ 3

ระบบใหม่ที่ 5 ได้เพิ่มพนักงานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ให้กับพื้นที่ซ่อมมาก ช่อง 5 จำนวน 3 คน เนื่องจากระบบใหม่ที่ 5 พื้นที่ซ่อมมาก ช่อง 5 มีเวลารอคอยเฉลี่ยของผู้คอนเทนเนอร์ในระบบมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับระบบใหม่ที่ 4 และ 6

ระบบใหม่ที่ 6 ได้เพิ่มพนักงานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ให้กับพื้นที่ซ่อมน้อย ช่อง 4 จำนวน 3 คน เพื่อทดสอบดูว่าเมื่อเวลารอคอยเฉลี่ยของผู้คอนเทนเนอร์ในระบบที่มีน้อยที่สุดบวกกับมีจำนวนพนักงานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์มากขึ้นผลลัพธ์จะเป็นเช่นใด

จากผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองสถานการณ์พบว่า ระบบใหม่ที่ 5 มีเวลารอคอยเฉลี่ยของผู้คอนเทนเนอร์ในระบบลดลงมากที่สุด ซึ่งเหตุผลมีความสอดคล้องกันกับระบบใหม่ที่ 3 ผู้วิจัยจึงกล่าวโดยสรุปจะเห็นได้ว่าปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เวลารอคอยเฉลี่ยของผู้คอนเทนเนอร์ในระบบโดยรวมมากหรือน้อยนั้น จะขึ้นอยู่กับจำนวนพนักงานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์และช่วงเวลาที่ใช้ในการซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ จากการใช้จำนวนพนักงานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ทั้งหมด 30 คนและ 33 คน หากพิจารณาเพียงแค่เวลารอคอยเฉลี่ยของผู้คอนเทนเนอร์ในระบบจะพบว่า ระบบใหม่ที่ 3 (19.29%) และระบบใหม่ที่ 5 (22.17%) มีเวลารอคอยเฉลี่ยของผู้คอนเทนเนอร์ในระบบลดลงมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4.2 รายงานผลลัพธ์ของเวลารวมเฉลี่ยของผู้คอนเทนเนอร์ในระบบ

เวลารวมเฉลี่ยของผู้คอนเทนเนอร์ในระบบถือได้ว่าเป็นเรื่องที่มีความสำคัญเป็นอย่างมาก โดยเวลารวมเฉลี่ยของผู้คอนเทนเนอร์ในระบบจะแสดงให้เห็นถึงเวลารวมทั้งหมดที่ใช้ในการกระบวนการทำงานตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดกระบวนการทำงาน ซึ่งเหตุผลมีความคล้ายคลึงกันกับเวลารอคอยเฉลี่ยของผู้คอนเทนเนอร์ในระบบ ถ้าระบบใดๆ ที่มีเวลารวมเฉลี่ยของผู้คอนเทนเนอร์ในระบบมากจะส่งผลทำให้ยอดการขอมตู้คอนเทนเนอร์ได้น้อยลง ในขณะที่ระบบใดๆ ที่มีเวลารวมเฉลี่ยของผู้คอนเทนเนอร์ในระบบน้อยจะส่งผลให้ยอดการขอมตู้คอนเทนเนอร์ได้เพิ่มมากขึ้น ในหัวข้อนี้จะนำเสนอเฉพาะเวลารวมเฉลี่ยของผู้คอนเทนเนอร์ในระบบที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงของระบบปัจจุบันและระบบใหม่ที่ 1 ถึง 6 โดยจะไม่พิจารณาด้านค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับกระบวนการขอมตู้คอนเทนเนอร์ ผู้วิจัยได้แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ของเวลารวมเฉลี่ยของผู้คอนเทนเนอร์ในระบบดังตารางที่ 4.4 และเปอร์เซ็นต์เพิ่ม/ลด ของเวลารวมเฉลี่ยของผู้คอนเทนเนอร์ในระบบดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.4 ผลลัพธ์ของเวลารวมเฉลี่ยของผู้คอนเทนเนอร์ในระบบ (นาที/ตู้)

ทางเลือก	ขอมปานกลาง			ขอมน้อย	ขอมมาก
	ช่อง 1	ช่อง 2	ช่อง 3	ช่อง 4	ช่อง 5
ระบบปัจจุบัน	217.97	185.64	154.53	166.13	148.69
ระบบใหม่ที่ 1	164.72	151.18	135.72	53.31	297.82
ระบบใหม่ที่ 2	138.59	150.58	135.29	68.11	299.46
ระบบใหม่ที่ 3	165.74	151.46	135.00	67.90	250.50
ระบบใหม่ที่ 4	138.66	150.48	135.37	52.95	299.41
ระบบใหม่ที่ 5	165.12	151.54	135.06	53.19	249.96
ระบบใหม่ที่ 6	165.02	151.75	136.43	40.39	298.94

ผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ของระบบปัจจุบันและระบบใหม่ที่ 1 ถึง 6 โดยระบบปัจจุบันจะเก็บข้อมูลที่ช่อง 1 ถึง 5 แต่ถ้าเป็นระบบใหม่ที่ 1 ถึง 6 ผู้วิจัยจะพิจารณาพื้นที่ระดับขอมปานกลางช่อง 1,2,3 พื้นที่ระดับขอมน้อยช่อง 4 และพื้นที่ระดับขอมมากช่อง 5 โดยตัวเลขต่างๆ ที่อยู่ในตารางที่ 4.4 หมายถึง ตู้คอนเทนเนอร์ใบหนึ่งๆ ที่รอการขอมจนถึงขอมเสร็จและเคลื่อนย้ายตู้คอนเทนเนอร์ออกจากระบบ ยกตัวอย่างเช่น 217.97 หมายถึง ถ้าเป็นระบบปัจจุบันยังไม่ได้ปรับเปลี่ยนใดๆ ช่อง 1 ตู้คอนเทนเนอร์ใบหนึ่งๆ จะต้องใช้เวลารวมเฉลี่ยในระบบตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดกระบวนการทำงานซึ่งใช้

เวลารวมเฉลี่ยของผู้คอนเทนเนอร์ในระบบทั้งหมด 217.97 นาที/ตู้เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 เปอร์เซ็นต์เพิ่ม/ลด เวลารวมเฉลี่ยของตู้คอนเทนเนอร์ในระบบ

ทางเลือก	ช่อมปานกลาง			ช่อมน้อย	ช่อมมาก	เปอร์เซ็นต์เฉลี่ย
	ช่อง 1	ช่อง 2	ช่อง 3	ช่อง 4	ช่อง 5	
ระบบใหม่ที่ 1	-24.43	-18.56	-12.17	-67.91	+100.29	-4.56
ระบบใหม่ที่ 2	-36.42	-18.89	-12.45	-59.00	+101.40	-5.07
ระบบใหม่ที่ 3	-23.96	-18.41	-12.64	-59.13	+68.47	-9.13
ระบบใหม่ที่ 4	-36.39	-18.94	-12.40	-68.13	+101.36	-6.90
ระบบใหม่ที่ 5	-24.25	-18.37	-12.60	-67.98	+68.11	-11.02
ระบบใหม่ที่ 6	-24.29	-18.26	-11.71	-75.69	+101.05	-5.78

หมายเหตุ : (-) คือ ค่าเปอร์เซ็นต์ที่ลดลงของเวลารวมเฉลี่ยของตู้คอนเทนเนอร์ในระบบ

: (+) คือ ค่าเปอร์เซ็นต์ที่เพิ่มขึ้นของเวลารวมเฉลี่ยของตู้คอนเทนเนอร์ในระบบ

ค่าเปอร์เซ็นต์เพิ่ม/ลด ของเวลารวมเฉลี่ยของตู้คอนเทนเนอร์ในระบบได้มาจากการคำนวณเปรียบเทียบผลลัพธ์ระหว่างระบบปัจจุบันและระบบใหม่ (ระบบใหม่ที่ 1 ถึง 6) ซึ่งแสดงในตารางที่ 4.5 โดยที่เครื่องหมายลบ (-) คือ ค่าเปอร์เซ็นต์ที่ลดลงของเวลารวมเฉลี่ยของตู้คอนเทนเนอร์ในระบบใหม่ที่ 1 ถึง 6 เมื่อเปรียบเทียบกับระบบปัจจุบัน และเครื่องหมายบวก (+) คือ ค่าเปอร์เซ็นต์ที่เพิ่มขึ้นของเวลารวมเฉลี่ยของตู้คอนเทนเนอร์ในระบบใหม่ที่ 1 ถึง 6 เมื่อเปรียบเทียบกับระบบปัจจุบัน และตัวอย่างการคำนวณมีดังนี้

$$\left(\frac{\text{เวลารวมเฉลี่ยระบบปัจจุบัน} - \text{เวลารวมเฉลี่ยระบบใหม่}}{\text{เวลารวมเฉลี่ยระบบปัจจุบัน}} \right) \times 100$$

ระบบใหม่ที่ 1 ช่อง 1 ได้มาจาก $\left(\frac{217.97-164.72}{217.97} \right) \times 100 = 24.43$ พบว่าเวลารวมเฉลี่ยของตู้คอนเทนเนอร์ในระบบลดลง 24.43% ผู้วิจัยจึงใส่เครื่องหมายลบ (-) ได้ดังนี้ -24.43

ระบบใหม่ที่ 3 ช่อง 5 ได้มาจาก $\left(\frac{148.69-250.50}{148.69} \right) \times 100 = -68.47$ พบว่าเวลารวมเฉลี่ยของตู้คอนเทนเนอร์ในระบบเพิ่มขึ้น 68.47% ผู้วิจัยจึงใส่เครื่องหมายบวก (+) ได้ดังนี้ +68.47

การหาเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยได้มาจากการนำเปอร์เซ็นต์เพิ่ม/ลด ของช่อง 1 ถึง 5 มาบวกรวมกันดังตัวอย่างต่อไปนี้

$$\text{ระบบใหม่ที่ 1} \text{ ได้มาจาก } (-24.43)+(-18.56)+(-12.17)+(-67.91)+(+100.29) / 5 = -4.56$$

$$\text{ระบบใหม่ที่ 2} \text{ ได้มาจาก } (-36.42)+(-18.89)+(-12.45)+(-59.00)+(+101.40) / 5 = -5.07$$

$$\text{ระบบใหม่ที่ 3} \text{ ได้มาจาก } (-23.96)+(-18.41)+(-12.64)+(-59.13)+(+68.47) / 5 = -9.13$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น มิอนุญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จากหัวข้อที่ 4.2 รายงานผลลัพธ์ของเวลารวมเฉลี่ยของตู้คอนเทนเนอร์ในระบบดังตารางที่ 4.4 และเปอร์เซ็นต์เพิ่ม/ลด ของเวลารวมเฉลี่ยของตู้คอนเทนเนอร์ในระบบดังตารางที่ 4.5 จากการเปรียบเทียบผลลัพธ์ระหว่างระบบปัจจุบันและระบบใหม่ที่ 1 ถึง 3 ซึ่งใช้จำนวนพนักงานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ทั้งหมด 30 คนเท่ากัน ผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองสถานการณ์พบว่า เวลารอคอยและเวลารวมเฉลี่ยของตู้คอนเทนเนอร์ในระบบใหม่ที่ 1 ถึง 3 ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จะมีความสอดคล้องกันคือ ระบบใหม่ที่ 3 มีเวลารวมเฉลี่ยของตู้คอนเทนเนอร์ในระบบลดลงมากที่สุด เนื่องมาจากเดิมระบบใหม่ที่ 1 พื้นที่ซ่อมมาก ช่อง 5 มีเวลารวมเฉลี่ยของตู้คอนเทนเนอร์ในระบบมากที่สุด และในพื้นที่ระดับซ่อมน้อย ช่อง 4 มีเวลารวมเฉลี่ยของตู้คอนเทนเนอร์ในระบบน้อยที่สุด ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้ย้ายพนักงานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์จากพื้นที่ซ่อมน้อย ช่อง 4 ไปยังพื้นที่ซ่อมมาก ช่อง 5 จำนวน 3 คน ซึ่งช่วยพื้นที่ซ่อมมาก ช่อง 5 มีจำนวนพนักงานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์เพิ่มมากขึ้นจากเดิม 6 คนเป็น 9 คน จึงช่วยให้ระบบใหม่ที่ 3 มีเวลารวมเฉลี่ยของตู้คอนเทนเนอร์ในระบบลดลงมากที่สุด

นอกจากนี้ จากการเปรียบเทียบผลลัพธ์ระหว่างระบบปัจจุบันและระบบใหม่ที่ 4 ถึง 6 ซึ่งใช้จำนวนพนักงานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ทั้งหมด 33 คนเท่ากัน โดยผู้วิจัยได้ทดสอบเพิ่มจำนวนพนักงานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ให้กับระบบใหม่ที่ 4 ถึง 6 อย่างละ 3 คน ดังนี้

ระบบใหม่ที่ 4 ได้เพิ่มพนักงานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ให้กับพื้นที่ซ่อมปานกลาง ช่อง 1 จำนวน 3 คน เนื่องจากมีเวลารวมเฉลี่ยของตู้คอนเทนเนอร์ในระบบมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ซ่อมปานกลาง ช่อง 2 และ 3

ระบบใหม่ที่ 5 ได้เพิ่มพนักงานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ให้กับพื้นที่ซ่อมมาก ช่อง 5 จำนวน 3 คน เนื่องจากระบบใหม่ที่ 5 มีเวลารวมเฉลี่ยของตู้คอนเทนเนอร์ในระบบมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับระบบใหม่ที่ 4 และ 6

ระบบใหม่ที่ 6 ได้เพิ่มพนักงานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ให้กับพื้นที่ซ่อมน้อย ช่อง 4 จำนวน 3 คน เพื่อทดสอบดูว่าเมื่อเวลารวมเฉลี่ยของตู้คอนเทนเนอร์ในระบบน้อยที่สุดและมีจำนวนพนักงานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์มากขึ้นผลลัพธ์จะเป็นอย่างไร

จากผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองสถานการณ์พบว่า เวลารอคอยและเวลารวมเฉลี่ยของตู้คอนเทนเนอร์ในระบบใหม่ที่ 4 ถึง 6 ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จะมีความสอดคล้องกันคือ ระบบใหม่ที่ 5 จะมีเวลารวมเฉลี่ยของตู้คอนเทนเนอร์ในระบบลดลงมากที่สุด ซึ่งเหตุผลมีความสอดคล้องกันกับระบบใหม่ที่ 3

กล่าวโดยสรุป จะเห็นได้ว่าปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เวลารวมเฉลี่ยของตู้คอนเทนเนอร์ในระบบโดยรวมมากหรือน้อยนั้น จะขึ้นอยู่กับจำนวนพนักงานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์และช่วงเวลาที่ใช้ในการซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ จากการใช้จำนวนพนักงานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ทั้งหมด 30 คนและ 33 คน หากพิจารณาเพียงแค่วเวลารวมเฉลี่ยของตู้คอนเทนเนอร์ในระบบจะพบว่า ระบบใหม่ที่ 3 (9.13%) และระบบใหม่ที่ 5 (11.02%)

มีเวลารวมเฉลี่ยของตู้คอนเทนเนอร์ในระบบลดลงมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4.3 รายงานผลลัพธ์ของสัดส่วนเวลาในการทำงานต่อเวลาทั้งหมดเฉลี่ย

รายงานผลลัพธ์ของสัดส่วนเวลาในการทำงานต่อเวลาทั้งหมดเฉลี่ย เป็นการรายงานการใช้ทรัพยากรของระบบ ซึ่งได้ให้คำอธิบายกระบวนการทำงานดังนี้

Head tractor คือ เครื่องมือการเคลื่อนย้ายตู้คอนเทนเนอร์จากลานเก็บมายังลานซ่อม

Crane คือ เครื่องมือการเคลื่อนย้ายตู้หน้าลานเก็บเข้าไปยังช่องว่างภายในลานซ่อม

Medium Slot 1, 2, 3 คือ พื้นที่ซ่อมปานกลาง ช่อง 1, ช่อง 2, ช่อง 3

Small Slot 4 คือ พื้นที่ซ่อมน้อย ช่อง 4

High Slot 5 คือ พื้นที่ซ่อมมาก ช่อง 5

Finish Zone Crane คือ เครื่องมือการเคลื่อนย้ายตู้ที่ซ่อมเสร็จไปยังลานพร้อมปล่อย

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้พิจารณาเฉพาะในส่วนของสัดส่วนเวลาในการทำงานต่อเวลาทั้งหมดเฉลี่ย (Scheduled Utilization) แสดงดังตารางที่ 4.6 และตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.6 สัดส่วนเวลาในการทำงานต่อเวลาทั้งหมดเฉลี่ย (Scheduled Utilization)

Scheduled Utilization	Head Tractor	Crane	Medium Slot01	Medium Slot02	Medium Slot03	Small Slot04	High Slot05	Finish Zone Crane
ระบบปัจจุบัน	0.6141	0.4119	0.7642	0.7559	0.7531	0.7458	0.7642	0.4078
ระบบใหม่ที่ 1	0.7146	0.5102	0.8683	0.8068	0.7693	0.8004	0.8472	0.5532
ระบบใหม่ที่ 2	0.6347	0.4310	0.8091	0.8062	0.7711	0.9162	0.8476	0.4220
ระบบใหม่ที่ 3	0.6209	0.4120	0.8683	0.8102	0.7686	0.9159	0.7341	0.4089
ระบบใหม่ที่ 4	0.7343	0.5211	0.8016	0.8090	0.7704	0.7991	0.8485	0.5706
ระบบใหม่ที่ 5	0.7156	0.5108	0.8687	0.8079	0.7702	0.7964	0.7412	0.5571
ระบบใหม่ที่ 6	0.7848	0.5523	0.8649	0.8054	0.7691	0.7300	0.8451	0.5996

จากตารางที่ 4.6 สัดส่วนเวลาในการทำงานต่อเวลาทั้งหมดเฉลี่ย แสดงให้เห็นถึงการใช้ทรัพยากรของระบบ โดยที่ตัวเลขมาก หมายถึง การใช้ทรัพยากรได้อย่างเต็มที่หรือเต็มประสิทธิภาพ ขณะที่ตัวเลขน้อย หมายถึง การใช้ทรัพยากรไม่เต็มที่หรือไม่เต็มประสิทธิภาพ ตัวอย่างเช่น ระบบปัจจุบัน

Head Tractor มีสัดส่วนเวลาในการทำงานต่อเวลาทั้งหมดเฉลี่ย 0.6141 เทียบกับ Head Tractor ของระบบใหม่ที่ 1 คือ 0.7146 อธิบายได้คือ ระบบใหม่ที่ 1 มีการทำงานที่มากกว่าหรือทำงานได้เต็มที่มากกว่า

ระบบปัจจุบัน จึงทำให้ค่าการใช้ทรัพยากรของระบบใหม่ที่ 1 มีมากกว่า

ตารางที่ 4.7 เปอร์เซ็นต์เพิ่ม/ลด สัดส่วนเวลาในการทำงานต่อเวลาทั้งหมดเฉลี่ย

Scheduled Utilization	Head tractor	Crane	Medium Slot01	Medium Slot02	Medium Slot03	Small Slot04	High Slot05	Finish zone crane	Percent Avg.
ระบบใหม่ที่ 1	16.37	23.87	13.62	6.73	2.15	7.32	10.86	35.65	14.57
ระบบใหม่ที่ 2	3.35	4.64	5.88	6.65	2.39	22.85	10.91	3.48	7.52
ระบบใหม่ที่ 3	1.11	0.02	13.62	7.18	2.06	22.81	-3.94	0.27	5.39
ระบบใหม่ที่ 4	19.57	26.51	4.89	7.02	2.30	7.15	11.03	39.92	14.80
ระบบใหม่ที่ 5	16.53	24.01	13.67	6.88	2.27	6.78	-3.01	36.61	12.97
ระบบใหม่ที่ 6	27.80	34.09	13.18	6.55	2.12	-2.12	10.59	47.03	17.40

จากตารางที่ 4.6 สัดส่วนเวลาในการทำงานต่อเวลาทั้งหมดเฉลี่ยและตารางที่ 4.7 เปอร์เซ็นต์เพิ่ม/ลด สัดส่วนเวลาในการทำงานต่อเวลาทั้งหมดเฉลี่ย ซึ่งค่าที่ได้จากตารางที่ 4.7 ได้มาจากการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์เพิ่ม/ลด ระหว่างระบบปัจจุบันและระบบใหม่ (ระบบใหม่ที่ 1 ถึง 6) ซึ่งคำนวณได้จาก

$$\left(\frac{\text{สัดส่วนเวลาในการทำงานของระบบปัจจุบัน} - \text{สัดส่วนเวลาในการทำงานของระบบใหม่}}{\text{สัดส่วนเวลาในการทำงานของระบบปัจจุบัน}} \right) \times 100$$

ตัวอย่างเช่น

ระบบใหม่ที่ 1 (Head Tractor) ได้มาจาก $((0.6141-0.7146)/ 0.6141) \times 100 = -16.37$
พบว่าประสิทธิภาพการทำงานเพิ่มขึ้น 16.37%

ระบบใหม่ที่ 2 (Crane) ได้มาจาก $((0.4119-0.4310)/ 0.4119) \times 100 = -4.64$
พบว่าประสิทธิภาพการทำงานเพิ่มขึ้น 4.64%

และการหาเปอร์เซ็นต์เฉลี่ย (Percent Average) ได้มาจากการนำเปอร์เซ็นต์เพิ่ม/ลด สัดส่วนเวลาในการทำงานต่อเวลาทั้งหมดเฉลี่ยของทุกขั้นตอนการทำงานมาหาค่าเฉลี่ยได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{ระบบใหม่ที่ 1} &= (\text{Head Tractor})+(\text{Crane})+(\text{Slot1})+\dots+(\text{Slot5})+(\text{Finish Zone Crane}) / 8 \\ &= (16.37)+(23.87)+(13.62)+\dots+(10.86)+(35.65) / 8 = 14.57 \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

กล่าวโดยภาพรวมพบว่า การทำงานของทรัพยากรในบางขั้นตอนมีค่าที่ใกล้เคียงกัน และจากการเปรียบเทียบระหว่างระบบปัจจุบันและระบบใหม่ (ระบบใหม่ที่ 1 ถึง 3) ซึ่งใช้จำนวนพนักงานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ทั้งหมด 30 คนเท่ากัน โดยส่วนใหญ่พบว่าระบบใหม่ที่ 1 มีสัดส่วนเวลาในการทำงานต่อเวลาทั้งหมดเฉลี่ยและเปอร์เซ็นต์รวมมากกว่าระบบใหม่ที่ 2 และ 3 เหตุที่ทำให้ระบบใหม่ที่ 1 มีเปอร์เซ็นต์รวมมากที่สุดเนื่องมาจากมีจำนวนพนักงานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ช่องละ 6 คน และในพื้นที่ซ่อมน้อย (ช่อง 4) ใช้เวลาในการซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ที่น้อยและบวกกับมีจำนวนพนักงานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ที่มากกว่า เมื่อเวลาที่ใช้ในการซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ที่น้อยกว่าและมีจำนวนพนักงานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ที่มากกว่า จึงช่วยให้ซ่อมตู้คอนเทนเนอร์เสร็จเร็วกว่าหรือมากกว่า และมีการหมุนเวียนเข้าและออกของตู้คอนเทนเนอร์มากกว่าระบบใหม่ที่ 2 และ 3

นอกจากนี้ จากการเปรียบเทียบสัดส่วนเวลาในการทำงานต่อเวลาทั้งหมดเฉลี่ยของระบบใหม่ที่ 4 ถึง 6 ซึ่งใช้จำนวนพนักงานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ทั้งหมด 33 คนเท่ากัน โดยผู้วิจัยได้ทดสอบเพิ่มจำนวนพนักงานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ให้กับระบบใหม่ที่ 4 ถึง 6 อย่างละ 3 คน โดยระบบใหม่ที่ 4 ได้เพิ่มพนักงานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ให้กับพื้นที่ซ่อมปานกลาง ช่อง 1 จำนวน 3 คน เนื่องจากมีเวลารอคอยและเวลารวมเฉลี่ยมากที่สุดเมื่อเทียบกับ ช่อง 2 และ 3 ระบบใหม่ที่ 5 เพิ่มพนักงานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ให้กับพื้นที่มาก ช่อง 5 จำนวน 3 คน และระบบใหม่ที่ 6 เพิ่มพนักงานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ให้กับพื้นที่ซ่อมน้อย (ช่อง 4) จำนวน 3 คน

จากผลลัพธ์ที่ได้ในตารางที่ 4.7 ระบบใหม่ที่ 4 ถึง 6 มีความสอดคล้องกันกับระบบใหม่ที่ 1 ถึง 3 ซึ่งพบว่าระบบใหม่ที่ 6 มีความคล้ายคลึงเหมือนกันกับระบบใหม่ที่ 1 เนื่องจากมีจำนวนพนักงานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ในพื้นที่ซ่อมน้อย ช่อง 4 มากกว่าและใช้เวลาในการซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ที่น้อยกว่า จึงช่วยให้เปอร์เซ็นต์รวมในระบบใหม่ที่ 6 มีมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับระบบใหม่ที่ 4 และ 5

สรุปโดยภาพรวมพบว่า ในตารางที่ 4.6 กระบวนการทำงานใดๆ ที่มีจำนวนพนักงานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์เพิ่มขึ้นค่าสัดส่วนเวลาในการทำงานต่อเวลาทั้งหมดเฉลี่ยจะลดลง และในทางตรงกันข้าม กระบวนการทำงานใดๆ ที่มีจำนวนพนักงานลดลง หรือการทำงานที่มากขึ้นแต่จำนวนพนักงานเท่าเดิมค่าสัดส่วนเวลาในการทำงานต่อเวลาทั้งหมดเฉลี่ยจะเพิ่มขึ้นตาม และในตารางที่ 4.7 พบว่า ระบบใหม่ใดๆ ที่มีเปอร์เซ็นต์รวมมากที่สุด กล่าวได้ว่า พนักงานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ได้ทำงานเต็มประสิทธิภาพจึงทำให้จำนวนตู้คอนเทนเนอร์เฉลี่ยที่ออกจากระบบมากตามด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4.4 รายงานผลลัพธ์ของจำนวนตู้คอนเทนเนอร์เฉลี่ยที่ออกจากระบบ

รายงานผลลัพธ์ของจำนวนตู้คอนเทนเนอร์เฉลี่ยที่ออกจากระบบ ซึ่งในส่วนของงานวิจัยนี้จะไม่มี การพิจารณาด้านค่าใช้จ่ายใดๆ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ของจำนวนตู้ คอนเทนเนอร์เฉลี่ยที่ออกจากระบบเท่านั้นดังตารางที่ 4.8 และ 4.9

ตารางที่ 4.8 จำนวนตู้คอนเทนเนอร์เฉลี่ยที่ออกจากระบบ (ตู้/วัน)

ทางเลือก	ซ่อมปานกลาง			ซ่อมน้อย	ซ่อมมาก	รวม
	ช่อง 1	ช่อง 2	ช่อง 3	ช่อง 4	ช่อง 5	
ระบบปัจจุบัน	11.69	12.76	13.07	12.96	14.49	65
ระบบใหม่ที่ 1	13.35	12.38	11.74	37.91	5.51	81
ระบบใหม่ที่ 2	18.85	12.47	11.80	24.26	5.49	73
ระบบใหม่ที่ 3	13.11	12.43	11.82	24.33	8.80	70
ระบบใหม่ที่ 4	18.87	12.49	11.79	37.79	5.49	86
ระบบใหม่ที่ 5	13.21	12.43	11.81	37.85	8.85	84
ระบบใหม่ที่ 6	13.59	12.41	11.80	49.30	5.46	93

ตารางที่ 4.9 เปอร์เซ็นต์เพิ่ม/ลด จำนวนตู้คอนเทนเนอร์เฉลี่ยที่ออกจากระบบ (ตู้/วัน)

ทางเลือก	จำนวนตู้คอนเทนเนอร์ต่อวัน	เปอร์เซ็นต์
ระบบปัจจุบัน	65	
ระบบใหม่ที่ 1	81	23.67
ระบบใหม่ที่ 2	73	11.40
ระบบใหม่ที่ 3	70	7.77
ระบบใหม่ที่ 4	86	32.14
ระบบใหม่ที่ 5	84	28.65
ระบบใหม่ที่ 6	93	43.08

จากตารางที่ 4.8 จำนวนตู้คอนเทนเนอร์เฉลี่ยที่ออกจากระบบ และตารางที่ 4.9 เปอร์เซ็นต์ เพิ่ม/ลด จำนวนตู้คอนเทนเนอร์เฉลี่ยที่ออกจากระบบพบว่า ระบบใหม่ที่ 1 ถึง 3 ซึ่งใช้จำนวนพนักงานซ่อม ตู้คอนเทนเนอร์ 30 คนเท่ากัน โดยที่ระบบใหม่ที่ 1 ให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับระบบใหม่ที่ 2 และ 3 เหตุที่ทำให้ระบบใหม่ที่ 1 มีจำนวนตู้คอนเทนเนอร์เฉลี่ยที่ออกจากระบบมากกว่า เพราะมีจำนวน

พนักงานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ในพื้นที่ซ่อมน้อย (ช่อง 4) มากกว่าและเวลาที่ใช้ในการซ่อมตู้คอนเทนเนอร์มีน้อยกว่า จึงทำให้จำนวนตู้คอนเทนเนอร์เฉลี่ยที่ออกจากระบบมีมากกว่า และในระบบใหม่ที่ 4 ถึง 6 ซึ่งใช้จำนวนพนักงานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ 33 คนเท่ากัน ผลลัพธ์ที่ได้พบว่า ระบบใหม่ที่ 6 ให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับระบบใหม่ที่ 4 และ 5 เหตุที่ทำให้ระบบใหม่ที่ 6 ให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดมีความสอดคล้องเหมือนกันกับระบบใหม่ที่ 1

4.5 การทดสอบความแตกต่างของผลลัพธ์ระหว่างระบบปัจจุบันและระบบใหม่

จากผลการจำลองสถานการณ์ในตารางที่ 4.8 ในส่วนของจำนวนตู้คอนเทนเนอร์เฉลี่ยที่ออกจากระบบ (ตู้/วัน) จะเห็นได้ว่าผลลัพธ์ที่ได้ในบางตัวนั้นมีความใกล้เคียงกัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการทดสอบความแตกต่างของผลลัพธ์ระหว่างระบบที่ได้ทำการจำลองสถานการณ์ขึ้นมา ซึ่งพิจารณาการจำลองสถานการณ์ที่เท่ากัน เพราะผู้วิจัยได้กำหนดรอบในการรันสูงสุดของทุกระบบการทำงานไว้ที่ 400 รอบ ดังนั้นจะต้องมีการเปรียบเทียบผลลัพธ์ระหว่างระบบ โดยจะพิจารณาจากค่า Output ที่ได้ออกมาและค่าความแปรปรวน เพื่อตัดสินใจว่าวิธีการไหนให้ผลที่ดีกว่ากัน และในการเปรียบเทียบความแตกต่างของผลลัพธ์ระหว่างระบบนั้น ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบความแตกต่างของจำนวนตู้คอนเทนเนอร์เฉลี่ยที่ออกจากระบบปัจจุบันและระบบใหม่ (ระบบใหม่ที่ 1-6) แสดงดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 การทดสอบความแตกต่างของจำนวนตู้คอนเทนเนอร์เฉลี่ยที่ออกจากระบบ

รูปแบบของระบบ	จำนวนตู้คอนเทนเนอร์ (ตู้/วัน)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation)
ระบบปัจจุบัน	65	10.37
ระบบใหม่ที่ 1	81	9.06
ระบบใหม่ที่ 2	73	8.47
ระบบใหม่ที่ 3	70	8.53
ระบบใหม่ที่ 4	86	10.30
ระบบใหม่ที่ 5	84	9.73
ระบบใหม่ที่ 6	93	11.63

ในการวิเคราะห์ความแตกต่างของผลลัพธ์ที่สนใจระหว่างระบบ จะใช้วิธีการทดสอบสมมติฐานผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของสองประชากร (Two sample-t test) โดยจะทำการทดสอบค่าความแปรปรวนของสองประชากรก่อนที่จะเลือกวิธีการทดสอบด้วยโปรแกรม Minitab 16 ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กรณีคือค่าความแปรปรวนเท่ากัน ($\sigma_1^2 = \sigma_2^2$) และความแปรปรวนไม่เท่ากัน ($\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$) ดังการยกตัวอย่างต่อไปนี้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

การทดสอบความแตกต่างของจำนวนผู้คอนเทนต์เฉลี่ยที่ออกจากระบบระหว่างระบบปัจจุบันและระบบใหม่ที่ 1

ทางเลือก	จำนวนข้อมูล	จำนวนผู้คอนเทนต์ (ผู้/วัน)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation)
ระบบปัจจุบัน	400	65	10.37
ระบบใหม่ที่ 1	400	81	9.06

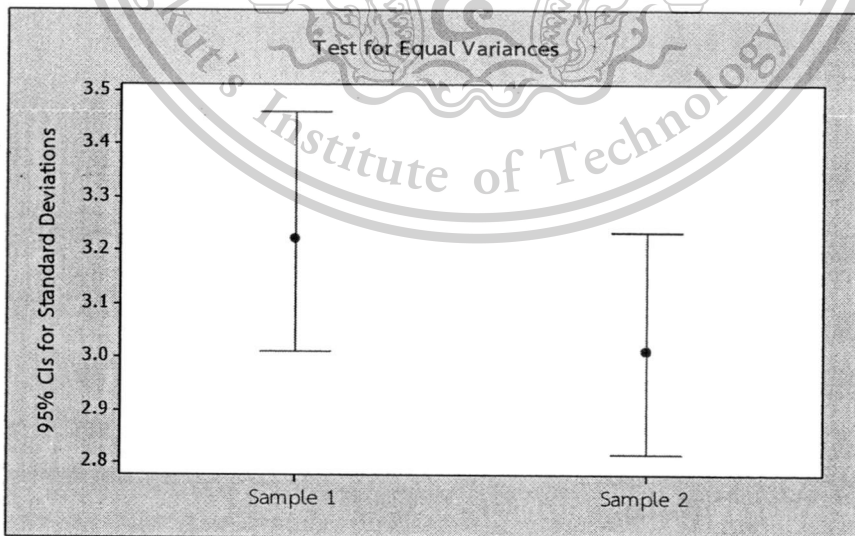
ขั้นตอนที่ 1 ทดสอบความแปรปรวนระหว่างกลุ่มตัวอย่าง

ในการทดสอบความแปรปรวนของข้อมูล 2 ชุด ว่าเท่ากันหรือไม่นั้น สามารถใช้ค่าสถิติ f_0 ทดสอบได้ดังตารางที่ 4.11 กำหนดค่าระดับนัยสำคัญที่ 0.05

ตารางที่ 4.11 ค่าสถิติในการทดสอบความแปรปรวน

H0	H1	สถิติทดสอบ	เงื่อนไขการปฏิเสธ H0
$\sigma_1^2 = \sigma_2^2$	$\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$	$f_0 = \frac{S_1^2}{S_2^2}$ $v_1 = n_1 - 1$ $v_2 = n_2 - 1$	$f > f_{\alpha/2, n_1-1, n_2-1}$ $f < f_{1-\alpha/2, n_1-1, n_2-1}$ หรือพิจารณา p-value $< \alpha$

จากการทดสอบด้วยโปรแกรม Minitab ได้ดังนี้



รูปที่ 4.1 ตัวอย่างการทดสอบความแปรปรวนด้วยโปรแกรม Minitab

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Sample	N	StDev	Variance
1	400	3.220	10.370
2	400	3.010	9.060

Ratio of standard deviations = 1.070
Ratio of variances = 1.145

95% Confidence Intervals

F Test (Normal Distribution)
Test Statistic = 1.14 , P-Value = 0.178

ไม่ปฏิเสธสมมติฐานหลัก (Fail to reject H_0) เนื่องจากค่า p-value > 0.05 สรุปได้ว่าไม่มีหลักฐานเพียงพอที่จะปฏิเสธว่าความแปรปรวนของสองกลุ่มแตกต่างกัน

ขั้นตอนที่ 2 ทดสอบความแตกต่างของจำนวนตู้คอนเทนเนอร์เฉลี่ยที่ออกจากระบบภายใต้สมมติฐานหลัก H_0 : ค่าเฉลี่ยของประชากรเท่ากัน

Two-Sample T-Test (Variance equal)				
Sample	N	Mean	StDev	SE Mean
1	400	65.0	10.4	0.52
2	400	81.00	9.06	0.45

Difference = $\mu_1 - \mu_2$
Estimate for difference: -16.000
95% CI for difference: (-17.352, -14.648)
T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -23.24
P-Value = 0.000, DF = 798 Both use Pooled StDev = 9.7371

ปฏิเสธสมมติฐานหลัก (Reject H_0) เนื่องจากค่า P-value < 0.05 จึงสรุปได้ว่ามีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยของจำนวนตู้คอนเทนเนอร์ที่ออกมาจากระบบ กล่าวคือจำนวนตู้คอนเทนเนอร์ที่ออกมาจากระบบในระบบปัจจุบันมีค่าต่ำกว่าระบบใหม่ที่ 1 และในส่วนของ การทดสอบความแตกต่างของผลลัพธ์ระหว่างระบบปัจจุบันกับระบบใหม่ที่ 2 ถึงระบบใหม่ที่ 6 ถูกแสดงไว้ในภาคผนวก ข ซึ่งประกอบด้วยผลการทดสอบค่าความแปรปรวนและการทดสอบสมมติฐานผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของสองประชากร (Two sample-t test) ที่ได้จากโปรแกรม Minitab ดังการทดสอบความแตกต่างของผลลัพธ์ระหว่างระบบปัจจุบันกับระบบใหม่ที่ 1 และผลสรุปการทดสอบความแตกต่างของผลลัพธ์จะถูกแสดงในตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 ผลการทดสอบสมมติฐานความแตกต่างของจำนวนตู้คอนเทนเนอร์เฉลี่ยที่ออกจากระบบ

ทางเลือก	ผลการทดสอบสมมติฐาน					
	ระบบใหม่ที่ 1	ระบบใหม่ที่ 2	ระบบใหม่ที่ 3	ระบบใหม่ที่ 4	ระบบใหม่ที่ 5	ระบบใหม่ที่ 6
ระบบปัจจุบัน	แตกต่างกัน	แตกต่างกัน	แตกต่างกัน	แตกต่างกัน	แตกต่างกัน	แตกต่างกัน
P-value	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จากตารางที่ 4.12 ระบบใหม่ที่ 1 ถึง 6 เมื่อเปรียบเทียบกับระบบปัจจุบัน จะเห็นว่าค่าเฉลี่ยของจำนวนตู้คอนเทนเนอร์ที่ออกจากระบบมีความแตกต่างกันคือ จำนวนตู้คอนเทนเนอร์ที่ออกจากระบบมีค่าที่เพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($\alpha = 0.05$)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาของบริษัท วินวิน คอนเทนเนอร์ เดโป จำกัด (สาขาลาดกระบัง) ผู้วิจัยจึงได้วิเคราะห์การแก้ปัญหาโดยได้กำหนดวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ไว้ 2 ข้อคือ (1) เพื่อออกแบบวิธีการจัดเตรียมตู้คอนเทนเนอร์ก่อนการเคลื่อนย้ายตู้คอนเทนเนอร์ไปยังลานเก็บและลานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ (2) เพื่อออกแบบและกำหนดจำนวนพนักงานในแต่ละช่องของการให้บริการซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ เพื่อเพิ่มจำนวนตู้คอนเทนเนอร์ที่ซ่อมได้ในแต่ละวัน พร้อมทั้งวิเคราะห์ผลลัพธ์ด้วยวิธีการจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรมอารีน่า เวอร์ชัน 10.0

ในส่วนของวิธีการดำเนินงานวิจัย ผู้วิจัยได้จำแนกเนื้อหาออกเป็น 3 ส่วนประกอบด้วย ส่วนที่ 1 คือ การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ เช่น เวลาการเคลื่อนย้ายตู้คอนเทนเนอร์ไปยังลานซ่อม เวลาที่ใช้ในการซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ และเวลาการจัดเก็บตู้คอนเทนเนอร์ไปยังลานซ่อมปล่อยเป็นต้น ส่วนที่ 2 คือ การนำข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมนำมาวิเคราะห์และใช้สำหรับการจำลองสถานการณ์เช่น การวิเคราะห์ข้อมูลรับเข้า การสร้างแบบจำลองสถานการณ์ (ระบบปัจจุบัน) การกำหนดจำนวนรอบการจำลองสถานการณ์ การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองสถานการณ์ และการวิเคราะห์ผลลัพธ์การจำลองสถานการณ์ของระบบปัจจุบัน และส่วนที่ 3 คือ การวิเคราะห์แนวทางปรับปรุงการทำงานของระบบใหม่ ซึ่งประกอบด้วย การสร้างแบบจำลองสถานการณ์ (ระบบใหม่) และการวิเคราะห์ผลลัพธ์การจำลองสถานการณ์ของระบบใหม่ โดยที่ระบบใหม่ที่ได้ออกแบบมานั้นจะมีส่วนสำคัญหลักๆ 3 อย่างคือ

(1) การกำหนดระดับความขรุขระของตู้คอนเทนเนอร์ก่อนการเคลื่อนย้ายตู้คอนเทนเนอร์เข้าไปยังลานเก็บ โดยระดับความขรุขระของตู้คอนเทนเนอร์จะมีทั้งหมด 3 กลุ่มคือ ระดับขรุขระน้อยจะใช้เวลาซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ตั้งแต่ 1 นาที ถึง 30 นาที ระดับขรุขระปานกลางจะใช้เวลาซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ตั้งแต่ 31 ถึง 90 นาที และระดับขรุขระมากจะใช้เวลาซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ 91 นาที ถึง 180 นาที

(2) การกำหนดพื้นที่ภายในลานเก็บและลานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ใหม่ สามารถกำหนดได้ 3 กลุ่มพื้นที่ดังนี้ พื้นที่ขรุขระน้อย พื้นที่ขรุขระปานกลาง และพื้นที่ขรุขระมาก

(3) การจัดสรรจำนวนพนักงานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ใหม่ โดยมีทั้งหมด 6 ระบบด้วยกัน คือ ระบบใหม่ที่ 1 ถึง 6 ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 กรณี คือ (1) ระบบใหม่ที่ 1 ถึง 3 ใช้พนักงานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ทั้งหมด 30 คนเท่ากับระบบปัจจุบัน (2) ระบบใหม่ที่ 4 ถึง 6 ใช้พนักงานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ทั้งหมด 33 คนเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จากผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองสถานการณ์สามารถอธิบายได้เป็น 4 ตัวชี้วัด ดังนี้

(1) เมื่อพิจารณาที่ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยของตู้คอนเทนเนอร์ในระบบของระบบใหม่ที่ 1 ถึง 3 ซึ่งใช้จำนวนพนักงานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ทั้งหมด 30 คนเท่ากัน พบว่า ระบบใหม่ที่ 3 มีเวลารอคอยเฉลี่ยของตู้คอนเทนเนอร์ในระบบลดลงมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับระบบใหม่ที่ 1 และ 2 และจากการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์เพิ่ม/ลด ของระบบใหม่ที่ 3 และระบบปัจจุบันพบว่า เปอร์เซ็นต์เพิ่ม/ลด ของเวลารอคอยเฉลี่ยของตู้คอนเทนเนอร์ในระบบโดยรวมลดลง 19.29% และในระบบใหม่ที่ 4 ถึง 6 ซึ่งใช้จำนวนพนักงานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ทั้งหมด 33 คนเท่ากันพบว่า ระบบใหม่ที่ 5 มีเวลารอคอยเฉลี่ยของตู้คอนเทนเนอร์ในระบบลดลงมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับระบบใหม่ที่ 4 และ 6 จากการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์เพิ่ม/ลด ของระบบใหม่ที่ 5 และระบบปัจจุบันพบว่า เปอร์เซ็นต์เพิ่ม/ลด ของเวลารอคอยเฉลี่ยของตู้คอนเทนเนอร์ในระบบโดยรวมลดลง 22.17%

(2) เมื่อพิจารณาที่ค่าเวลารวมเฉลี่ยของตู้คอนเทนเนอร์ในระบบของระบบใหม่ที่ 1 ถึง 3 ซึ่งใช้จำนวนพนักงานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ทั้งหมด 30 คนเท่ากัน พบว่า ระบบใหม่ที่ 3 มีเวลารวมเฉลี่ยของตู้คอนเทนเนอร์ในระบบลดลงมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับระบบใหม่ที่ 1 และ 2 และจากการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์เพิ่ม/ลด ของระบบใหม่ที่ 3 และระบบปัจจุบันพบว่า เปอร์เซ็นต์เพิ่ม/ลด ของเวลารวมเฉลี่ยของตู้คอนเทนเนอร์ในระบบโดยรวมลดลง 9.13% และในระบบใหม่ที่ 4 ถึง 6 ซึ่งใช้จำนวนพนักงานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ทั้งหมด 33 คนเท่ากันพบว่า ระบบใหม่ที่ 5 มีเวลารวมเฉลี่ยของตู้คอนเทนเนอร์ในระบบลดลงมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับระบบใหม่ที่ 4 และ 6 จากการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์เพิ่ม/ลด ของระบบใหม่ที่ 5 และระบบปัจจุบันพบว่า เปอร์เซ็นต์เพิ่ม/ลด ของเวลารวมเฉลี่ยของตู้คอนเทนเนอร์ในระบบโดยรวมลดลง 11.02%

(3) หากพิจารณาสัดส่วนเวลาในการทำงานต่อเวลาทั้งหมดเฉลี่ยจะพบว่า ประสิทธิภาพการทำงานของทรัพยากรหรือการทำงานเต็มที่พบว่า ระบบใหม่ที่ 1 และระบบใหม่ที่ 6 มีค่าเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยมากที่สุดคือ 14.57% และ 17.40% ตามลำดับ

(4) หากพิจารณาที่จำนวนตู้คอนเทนเนอร์เฉลี่ยที่ออกจากระบบของระบบใหม่ที่ 1 ถึง 3 พบว่า ระบบใหม่ที่ 1 ช่วยให้ซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ออกจากระบบได้มากที่สุดคือ 81 ตู้/วัน หรือเพิ่มขึ้นคิดเป็น 23.67% เมื่อเปรียบเทียบกับระบบปัจจุบัน และในระบบใหม่ที่ 4 ถึง 6 พบว่า ระบบใหม่ที่ 5 ช่วยให้ซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ออกจากระบบได้มากที่สุดคือ 93 ตู้/วัน หรือเพิ่มขึ้นคิดเป็น 43.08% เมื่อเปรียบเทียบกับระบบปัจจุบัน

5.2 ข้อเสนอแนะ

ผลการวิจัยนี้จะถูกเสนอต่อฝ่ายบริหารของบริษัท วินวิน คอนเทนเนอร์ เดโป จำกัด (สาขา

ลาดกระบัง) ซึ่งเป็นบริษัทกรณีศึกษาเพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจในลำดับต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้ในงานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น มิอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ปัจจุบันการแข่งขันการให้บริการด้านการรับฝากตู้คอนเทนเนอร์และซ่อมบำรุงตู้คอนเทนเนอร์มีการแข่งขันที่สูงมาก โดยเฉพาะการซ่อมบำรุงตู้คอนเทนเนอร์ ซึ่งบริษัทใดที่สามารถซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ได้รวดเร็ว หมุนเวียนตู้คอนเทนเนอร์ได้วันละหลายตู้ และมีจำนวนตู้คอนเทนเนอร์ที่เพียงพอกับความต้องการของลูกค้า ย่อมทำให้บริษัทนั้นมีความน่าเชื่อถือและทำให้ลูกค้าเกิดความพึงพอใจสูงสุด วิธีการจำลองสถานการณ์เป็นอีกวิธีหนึ่งที่ได้รับคามนิยมและมีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหา เนื่องจากการจำลองสถานการณ์มีความสมเหตุสมผล สามารถพิสูจน์ได้ภายใต้ปัจจัยนำเข้า และนำมาเปรียบเทียบกับผลลัพธ์ที่ระบบประมวลออกมาได้ ดังนั้นการจำลองสถานการณ์ช่วยให้สามารถวิเคราะห์สภาพที่เป็นอยู่ของระบบปัจจุบัน และมีทางเลือกที่เหมาะสมก่อนนำไปประยุกต์ใช้กับระบบงานจริง โดยที่ไม่ต้องทดลองกับระบบจริง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บรรณานุกรม

จิตตราพร พรหมภูมิ. (2555). Available from URL : www.fleth.co.th/index.php/article/756-756

ชัยยุธ เหล่าธนาสิน. (2551). “การใช้ลานพักตู้คอนเทนเนอร์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการขนส่งสินค้าเพื่อการส่งออก กรณีศึกษาผู้ให้บริการโลจิสติกส์.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ณัฐภณ ทองใบ, ธัญญา วสุศรี. (2552). “การจัดสรรหน่วยให้บริการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจ่ายสินค้า กรณีศึกษา ศูนย์กระจายสินค้าผู้ผลิตปูนซีเมนต์ผงสำเร็จรูป.” การประชุมสัมมนาวิชาการด้านการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน, ครั้งที่ 9. (พฤศจิกายน): 257-269.

ทวีศักดิ์ เทพพิทักษ์, พอพันธ์ วัชรจิตพันธ์, อารีย์ พิจิตร กล้าเอี่ยม และพิทักษ์พงศ์ ฉลวยศรี. (2552). “การศึกษาความพร้อมและการปรับตัวของสาขาการบริการโลจิสติกส์ของไทยต่อการเปิดเสรีการค้าบริการ,” สัญญาเลขที่ REG5050009 [รายงานฉบับสมบูรณ์] มหาวิทยาลัยบูรพา.

นริสา คันธเศรษฐ์ และคนอื่นๆ. (2551). “การจำลองกระบวนการไหลเวียนของผู้โดยสารภายในอาคารผู้โดยสารขาออกระหว่างประเทศ ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ” การประชุมเชิงวิชาการประจำปีด้านการจัดการโซ่อุปทานและโลจิสติกส์. ครั้งที่ 8: 690-701.

มานพ วราศักดิ์. (2550). การจำลอง. กรุงเทพฯ : วิ.พรินท์.

ยุภาพร ตงประสิทธิ์. (2555). “ทฤษฎีแถวคอย (Queuing Theory).” เอกสารประกอบการสอนรายวิชา 316 371 ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

รุ่งรัตน์ ภิสิทธิ์เพ็ญ. (2551). คู่มือการสร้างแบบจำลองด้วยโปรแกรม Arena ฉบับปรับปรุง, บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด, กรุงเทพฯ.

รุ่งรัตน์ ภิสิทธิ์เพ็ญ. (2553). คู่มือการสร้างแบบจำลองด้วยโปรแกรม Arena ฉบับปรับปรุง, บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด, กรุงเทพฯ.

วิมลวรรณ ปัทมรัตน์. (2545). “การวิเคราะห์ระบบแถวคอยในการให้บริการลูกค้าของที่ทำกาไปรษณีย์โทรเลข.” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วีรยา ภัทรอาชาชัย. (2547). “การศึกษาการประยุกต์ตัวแบบแถวคอยในวงการธนาคารไทย” การประชุมวิชาการด้านการวิจัยดำเนินงาน: 147-153.

วุฒิชัย วงษ์ทัศนีย์กร. (2555). การวิเคราะห์แบบจำลอง. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต.

สายชล สินสมบูรณ์ทอง. (2551). สถิติวิศวกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : จามจุรีโปรดักท์.

สุทธิมา ชำนาญเวช. (2552). การวิจัยดำเนินงาน. กรุงเทพฯ: วิทพัฒน์.

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2554). รายงานโลจิสติกส์ของประเทศไทยประจำปี, ISSN 1906-4373, กรุงเทพฯ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของสถาบันวิจัยระบบบริหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ไม่สามารถนำออกพิมพ์ซ้ำหรือเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

อุดม สุรเชิดเกียรติ. (2540). การจำลอง. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

Altio, T. and Melamed, B. (2007). *Simulation Modeling and Analysis with Arena*. Elsevier.

Banks, J., Carson, J. S., II, Neison, B. L., Nicol, D. M. (2010). *Discrete-Event System Simulation*. 5th ed. Peason Education.

Bortscheller , B. J. and Saulnier, E. T. (1992). "Model Reusability in a Graphical Simulation Package". *Proceeding of the 24th Winter Simulation Conference*, 1 (December): 764-772.

Clauss. (1996). *Applied management science and spreadsheet modeling*. Belmont, California: Duxbury Press.

Huang, S.H. and Lin, T.H. (2012). Heuristic algorithms for container pre-marshalling problems. *Computers & Industrial Engineering*, vol.62, pp. 13-20.

J. P. Gagliardi. (2007). "A Simulation Model to Improve warehouse Operation," *Proceedings of the 2007 Winter Simulation Conference*, pp. 2012-2018.

Kelton, W.D., Sadowski, R. P., and Sturrock, D.T. (2003). *Simulation with Arena*. 3rd ed. NewYork: McGraw-Hill.

Kelton, W.D., Sadowski, R. P., and Sturrock, D.T. (2010). *Simulation with Arena*. 5th ed. NewYork: McGraw-Hill.

Law A. M. and Kelton, W. D. (1982). *Simulation Modeling and Analysis*. New York: McGraw-Hill.

Law A. M. and Kelton, W. D. (2000). *Simulation Modeling and Analysis*. 3rd ed. New York: McGraw-Hill.

Law, A. M. (2007). *Simulation Modeling and Analysis*. 4th ed. New York: McGraw-Hill.

Maria, A. (1997). "Introduction to model and simulation" *Proceeding of the 1997 Winter simulation Conference* ed. S. Andradottir. K.J. Healy, D.H. Withers, and B.L. Nelson.

Mesut, O., Schrijver, O. and Minty, N. (2003). "A simulation approach to Line balancing in Discrete Mass production Flow system and an application" *Society of manufacturing Engineers*. [Online] 2009. [cited 2010 Dec 4] Available from URL : <http://www.sme.org/cgi-bin/get-pdf.pl?tp/2003/IQ03-189.pdf>

Naylor, T. H. and Finger, J. M. (1967). *Verification of Computer simulation Models*. *Management Science*.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

- Pritsker, A. A. B. (1995). **Introduction to Simulation and SLAM II**. 4th ed. New York: Wiley & Sons.
- Pearson, K. (1900). "On a Critical that a Given System of Deviations from the Probable in the Case of a Correlated System of Variables Is Such That It Can Be Reasonably Supposed to Have Arisen In Random Sampling." *Phll. Mag* (5). Vol. 50: 157-175.
- Y. Lee, and N.Yun Hsu. (2007) "An Optimization Model for the Container Pre-marshalling problem," *Computers & Operations Research*, Vol. 34, pp. 3295-3313.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



ภาคผนวก ก.
การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

การทดสอบสมมติฐานของการแจกแจงความน่าจะเป็นของข้อมูล (Goodness of Fit Test) โดยใช้โปรแกรมอาร์น่า เวอร์ชัน 10.0 สามารถทดสอบได้ 2 วิธี คือ (1) วิธีการทดสอบโคโมโกรอฟ-เมียร์นอฟ (Kolmogorow-Smirnov Test) และ (2) วิธีไคสแควร์ (Chi-Square Test) ซึ่งอยู่ภายใต้สมมติฐาน

H_0 : ข้อมูลมีการแจกแจงตามแบบที่ต้องการทดสอบ

H_1 : ข้อมูลไม่มีการแจกแจงตามแบบที่ทดสอบ

วิธีที่ 1. วิธีการทดสอบโคโมโกรอฟ-เมียร์นอฟ (Kolmogorow-Smirnov Test) จะใช้ในการทดสอบกรณีข้อมูลที่เกิดขึ้นมีจำนวนน้อยกว่า 50 ข้อมูล

ตัวสถิติทดสอบ คือ $D = \text{Max}\{D^+, D^-\}$

$$\text{เมื่อ } D^+ = \text{Max}_{1 \leq i \leq n} \left\{ \frac{i}{n} - F(\hat{x}_i) \right\}$$

$$\text{และ } D^- = \text{Max}_{1 \leq i \leq n} \left\{ F(\hat{x}_i) - \left(\frac{i-1}{n} \right) \right\}$$

วิธีที่ 2. วิธีไคสแควร์ (Chi-Square Test) จะใช้ในการทดสอบกรณีข้อมูลที่เกิดขึ้นมีจำนวนอย่างน้อย 50 ข้อมูลขึ้นไป

$$\chi_0^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

เมื่อมีการทดสอบสมมติฐานทางสถิติจะต้องตัดสินใจว่า จะปฏิเสธสมมติฐานหลักที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ตั้งเอาไว้หรือไม่ ซึ่งไม่ว่าจะยอมรับหรือปฏิเสธ (H_0) ก็อาจจะทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการตัดสินใจได้ ซึ่งการตัดสินใจโดยใช้เครื่องมือ Input Analyzer จะให้ค่า P-value สำหรับตัดสินใจบนความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 (Type I Error) โดยได้กำหนดระดับความเชื่อมั่นที่ 95% (ระดับนัยสำคัญ=0.05) ซึ่งหมายถึงค่า P-value ที่ได้จากการทดสอบมีค่ามากกว่าค่าระดับนัยสำคัญ (α) แสดงว่าไม่สามารถปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) ได้ เพราะฉะนั้นข้อมูลที่น่ามาทดสอบมีการแจกแจงความน่าจะเป็นตามแบบที่ต้องการทดสอบ แต่ถ้าหากค่า P-value ที่ได้จากการทดสอบมีค่าน้อยกว่าค่าระดับนัยสำคัญ (α) จะปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) หรือยอมรับสมมติฐานรอง (H_1) แสดงว่าข้อมูลไม่มีการแจกแจงความน่าจะเป็นตามแบบที่ทดสอบ การเลือกการแจกแจงของข้อมูลที่ใช้ทดสอบ ผู้วิจัยคำนึงถึงลักษณะการประยุกต์ใช้งานของแต่ละรูปแบบของการแจกแจง และค่า Square-Error และความเหมาะสมของกระบวนการทำงานนั้นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

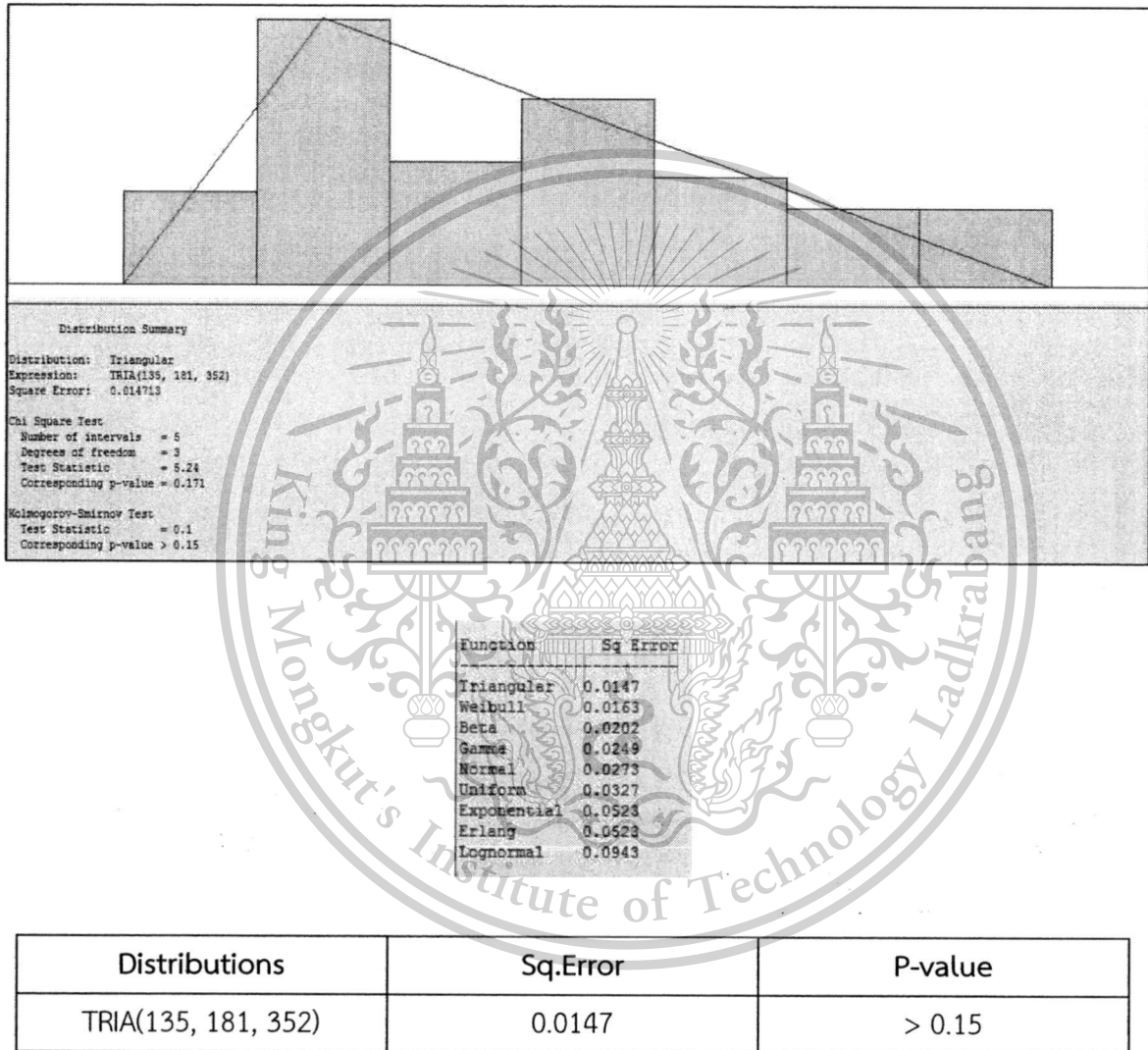
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาในแต่ละขั้นตอนการทำงาน

1. เวลาการตรวจสอบตู้คอนเทนเนอร์

ผู้วิจัยได้พิจารณาด้วยวิธีไคสแควร์ (Chi-Square Test) เนื่องด้วยข้อมูลที่เก็บมามีจำนวนอย่างน้อย 50 ข้อมูลขึ้นไป



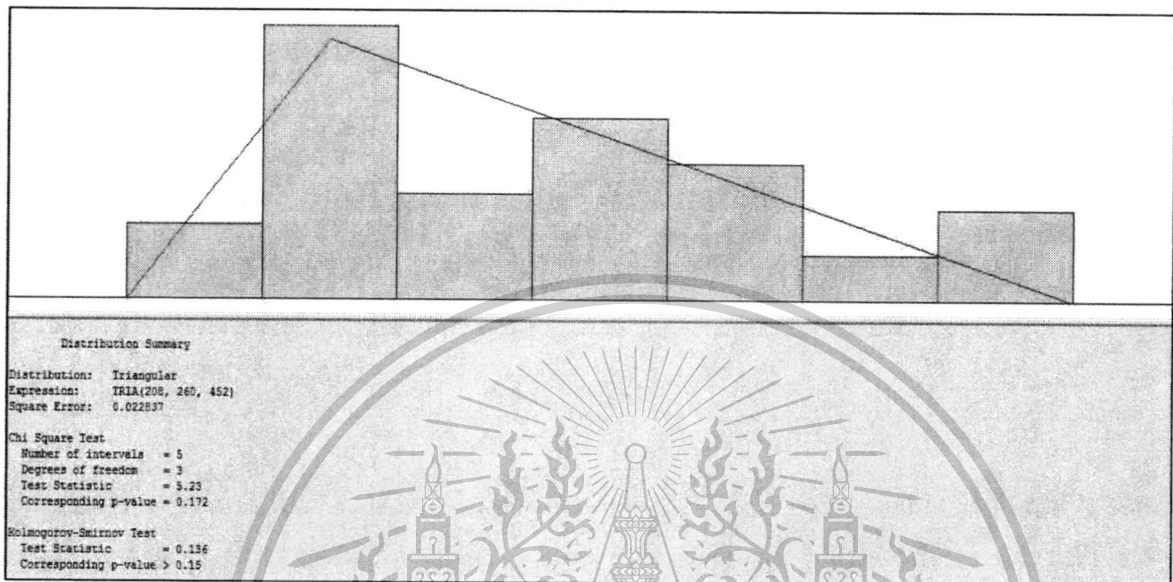
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2. เวลาในการตรวจสอบเอกสาร

ผู้วิจัยได้พิจารณาด้วยวิธีไคสแควร์ (Chi-Square Test) เนื่องจากข้อมูลที่เก็บมามีจำนวนอย่างน้อย 50 ข้อมูลขึ้นไป



Function	Sq Error
Triangular	0.0228
Weibull	0.026
Beta	0.0289
Gamma	0.0361
Normal	0.0376
Uniform	0.0427
Exponential	0.0669
Erlang	0.0669
Lognormal	0.113

Distributions	Sq.Error	P-value
TRIA(208, 260, 452)	0.0228	> 0.15

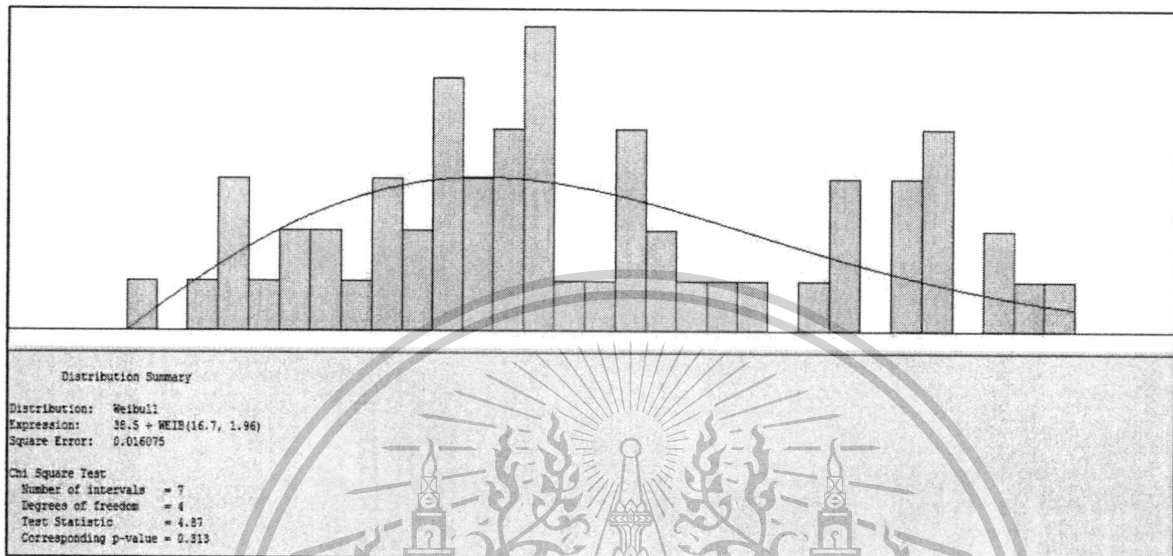
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3. เวลาการเคลื่อนย้ายตู้คอนเทนเนอร์ไปยังลานเก็บ

ผู้วิจัยได้พิจารณาด้วยวิธีไคสแควร์ (Chi-Square Test) เนื่องด้วยข้อมูลที่เก็บมามีจำนวนอย่างน้อย 50 ข้อมูลขึ้นไป



Function	Sq Error
Weibull	0.0161
Erlang	0.0163
Gamma	0.0164
Beta	0.017
Triangular	0.0176
Normal	0.0179
Poisson	0.0179
Lognormal	0.0188
Uniform	0.0194
Exponential	0.0286

Distributions	Sq.Error	P-value
38.5+WEIB(16.7, 1.96)	0.0161	> 0.15

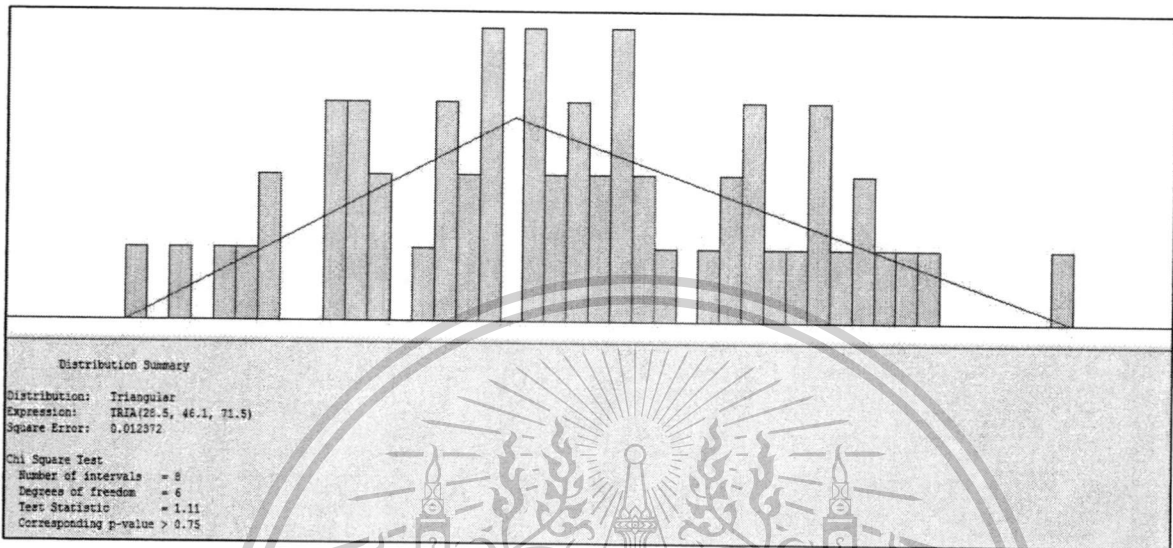
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4. ยกตัวอย่างคอนเทนเนอร์ออกจากกรถวางเป็นกองๆ

ผู้วิจัยได้พิจารณาด้วยวิธีไคสแควร์ (Chi-Square Test) เนื่องจากข้อมูลที่เก็บมามีจำนวนอย่างน้อย 50 ข้อมูลขึ้นไป



Function	Sq. Error
Triangular	0.0124
Beta	0.0124
Normal	0.0125
Weibull	0.0126
Gamma	0.014
Erlang	0.0141
Poisson	0.016
Lognormal	0.0171
Uniform	0.0179
Exponential	0.025

Distributions	Sq. Error	P-value
TRIA(28.5, 46.1, 71.5)	0.0124	> 0.15

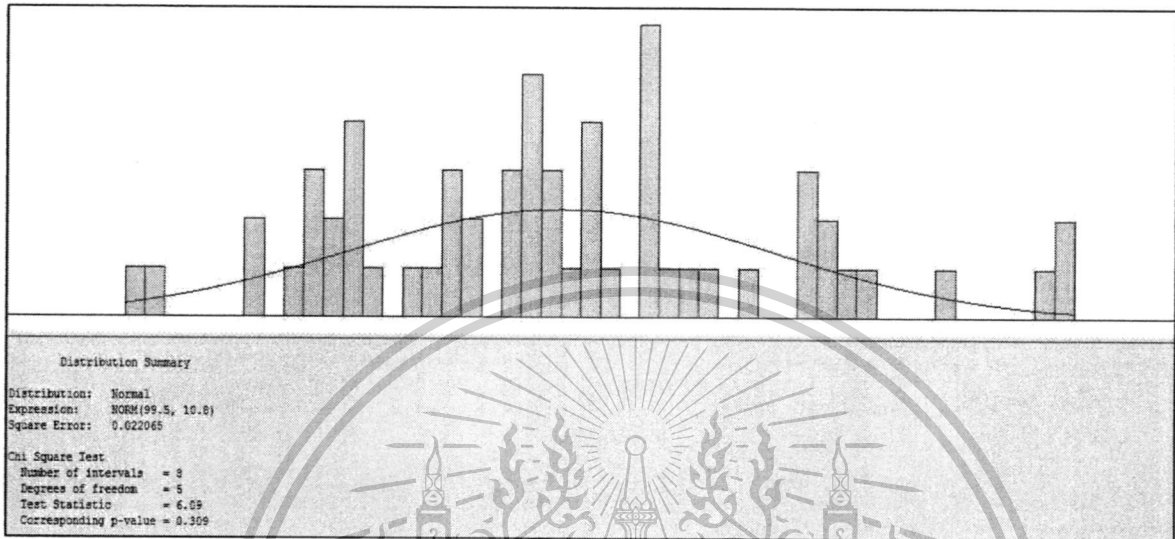
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

5. การเคลื่อนย้ายตู้คอนเทนเนอร์ไปหน้าลานซ่อม

ผู้วิจัยได้พิจารณาด้วยวิธีไคสแควร์ (Chi-Square Test) เนื่องจากข้อมูลที่เก็บมามีจำนวนอย่างน้อย 50 ข้อมูลขึ้นไป



Function	Sq Error
Poisson	0.0219
Normal	0.0221
Weibull	0.0221
Triangular	0.0224
Erlang	0.0228
Gamma	0.023
Beta	0.0231
Lognormal	0.0257
Uniform	0.0275
Exponential	0.0333

Distributions	Sq.Error	P-value
NORM(99.5, 10.8)	0.0221	> 0.15

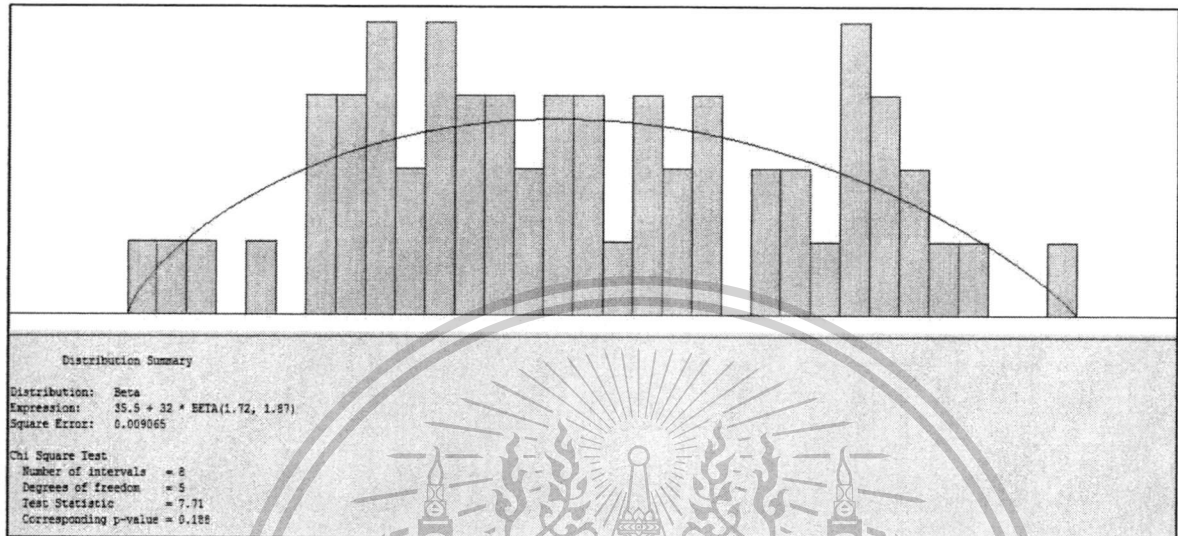
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

6. ยกตู้คอนเทนเนอร์เข้าไปวางในลานซ่อม

ผู้วิจัยได้พิจารณาด้วยวิธีไคสแควร์ (Chi-Square Test) เนื่องจากข้อมูลที่เกิดขึ้นมีจำนวนอย่างน้อย 50 ข้อมูลขึ้นไป



Function	Sq. Error
Beta	0.00907
Weibull	0.00929
Erlang	0.00976
Gamma	0.00983
Triangular	0.01
Normal	0.0104
Erlsson	0.0105
Lognormal	0.0128
Uniform	0.0138
Exponential	0.0235

Distributions	Sq. Error	P-value
$35.5+32*\text{BETA}(1.72, 1.87)$	0.00907	> 0.15

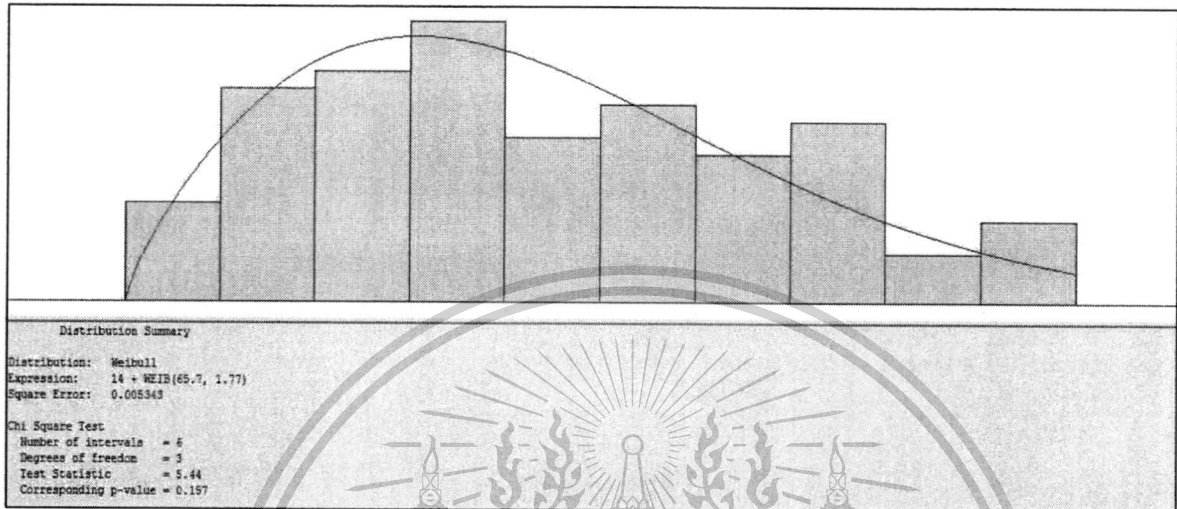
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

7. ระบบปัจจุบัน ลานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ช่องที่ 1

ผู้วิจัยได้พิจารณาด้วยวิธีไคสแควร์ (Chi-Square Test) เนื่องด้วยข้อมูลที่เก็บมามีจำนวนอย่างน้อย 50 ข้อมูลขึ้นไป



Function	Sq Error
Weibull	0.00534
Beta	0.00537
Gamma	0.00669
Erlang	0.00729
Triangular	0.0102
Normal	0.0108
Lognormal	0.0159
Uniform	0.017
Exponential	0.0357

Distributions	Sq.Error	P-value
14+WEIB(65.7, 1.77)	0.00534	> 0.15

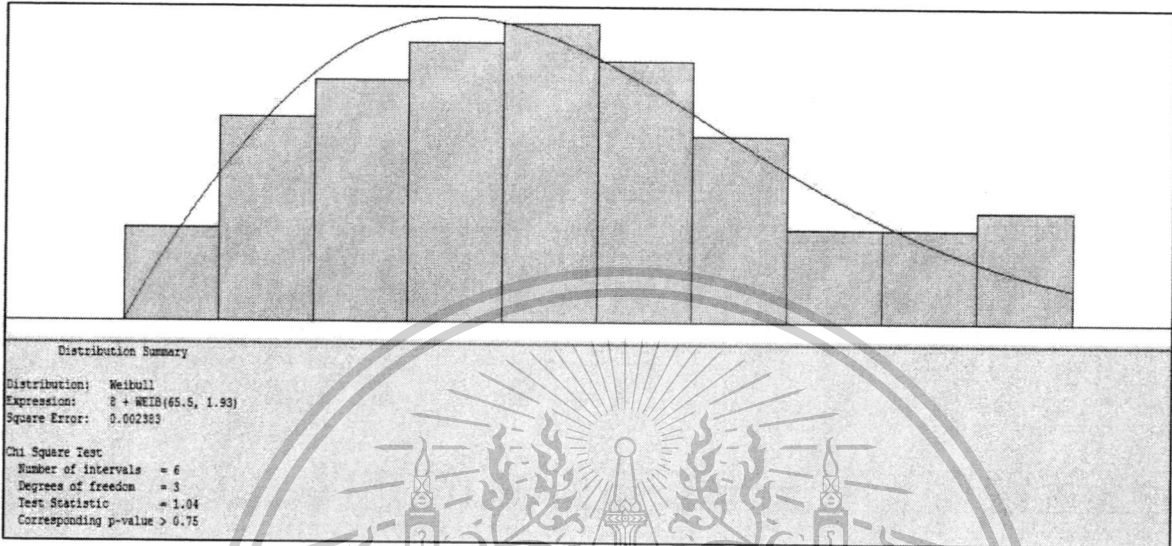
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

8. ระบบปัจจุบัน ลานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ช่องที่ 2

ผู้วิจัยได้พิจารณาด้วยวิธีไคสแควร์ (Chi-Square Test) เนื่องด้วยข้อมูลที่เก็บมามีจำนวนอย่างน้อย 50 ข้อมูลขึ้นไป



Function	Sq. Error
Weibull	0.00238
Beta	0.00463
Normal	0.00468
Erlang	0.00494
Gamma	0.0051
Triangular	0.0058
Lognormal	0.0142
Uniform	0.0178
Exponential	0.0413

Distributions	Sq.Error	P-value
8+WEIB(65.5, 1.93)	0.00238	> 0.15

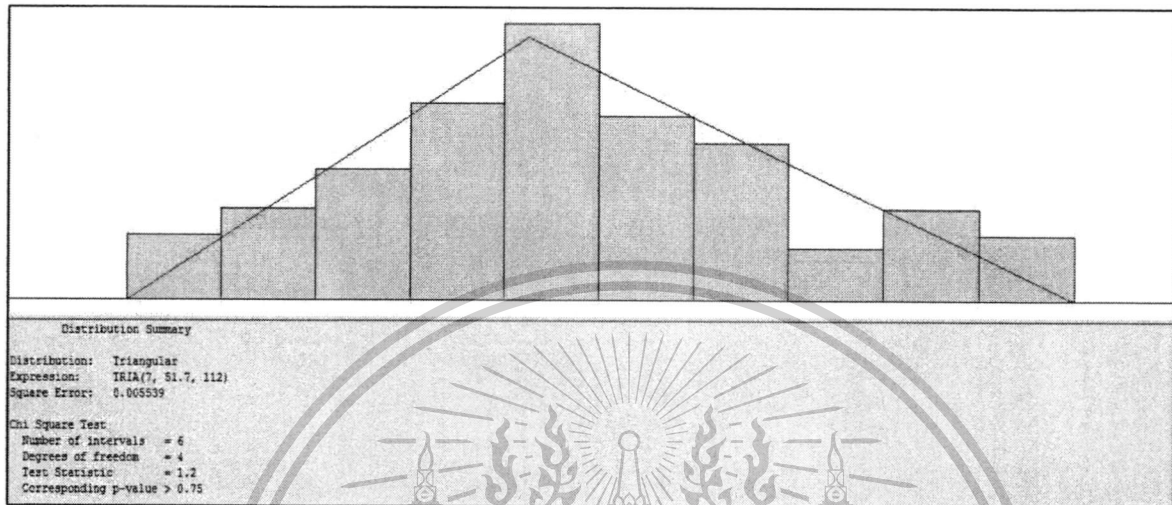
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

9. ระบบปัจจุบัน ลานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ช่องที่ 3

ผู้วิจัยได้พิจารณาด้วยวิธีไคสแควร์ (Chi-Square Test) เนื่องด้วยข้อมูลที่เก็บมามีจำนวนอย่างน้อย 50 ข้อมูลขึ้นไป



Function	Sq. Error
Triangular	0.00554
Normal	0.00609
Weibull	0.007
Beta	0.00949
Gamma	0.0126
Erlang	0.013
Lognormal	0.0256
Uniform	0.027
Exponential	0.0575

Distributions	Sq.Error	P-value
TRIA(7, 61.7, 112)	0.00554	> 0.15

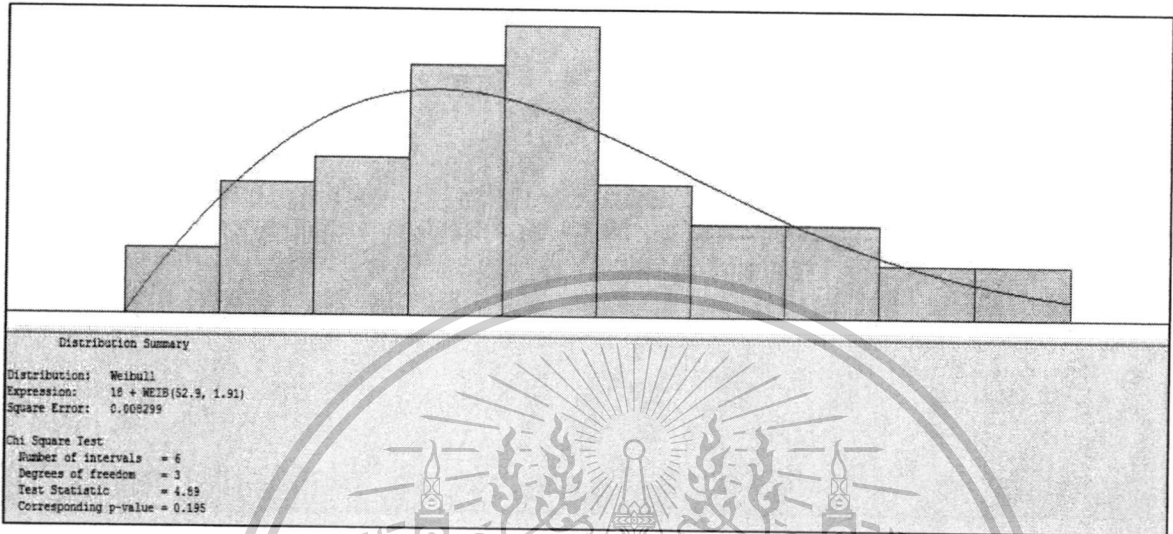
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

10. ระบบปัจจุบัน ลานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ช่องที่ 4

ผู้วิจัยได้พิจารณาด้วยวิธีไคสแควร์ (Chi-Square Test) เนื่องด้วยข้อมูลที่เก็บมามีจำนวนอย่างน้อย 50 ข้อมูลขึ้นไป



Function	Sq. Error
Weibull	0.0083
Normal	0.00865
Triangular	0.00869
Erlang	0.011
Beta	0.012
Gamma	0.0132
Lognormal	0.0278
Uniform	0.0344
Exponential	0.0577

Distributions	Sq.Error	P-value
18+WEIB(52.9, 1.91)	0.0083	> 0.15

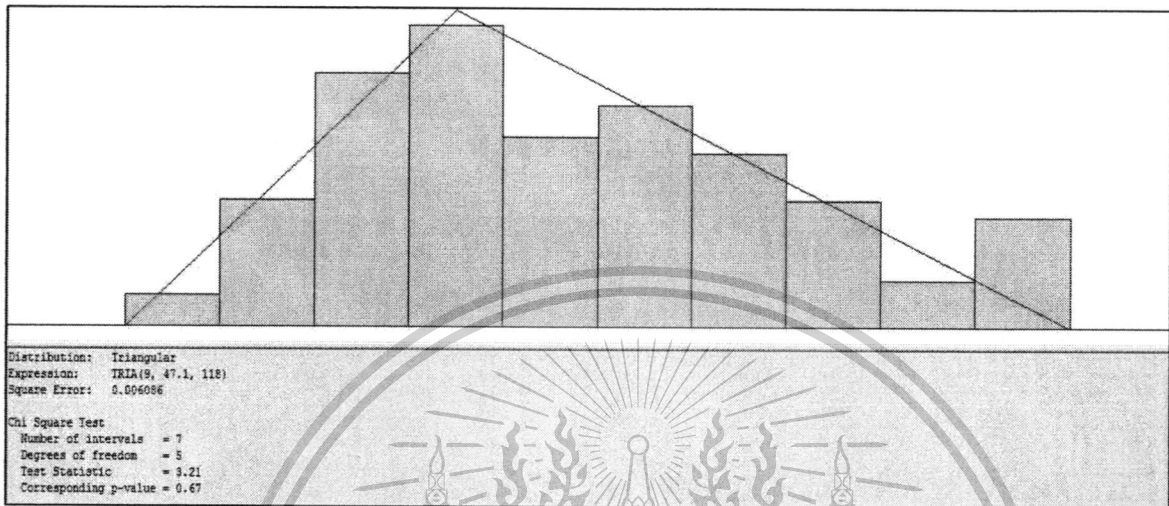
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

11. ระบบปัจจุบัน ลานซ่อมตู้คอนเทนเนอร์ช่องที่ 5

ผู้วิจัยได้พิจารณาด้วยวิธีไคสแควร์ (Chi-Square Test) เนื่องจากข้อมูลที่เก็บมามีจำนวนอย่างน้อย 50 ข้อมูลขึ้นไป



Function	Sq Error
Gamma	0.00458
Erlang	0.00588
Weibull	0.00568
Triangular	0.00609
Beta	0.00954
Lognormal	0.00992
Normal	0.0116
Uniform	0.0268
Exponential	0.056

Distributions	Sq.Error	P-value
TRIA(9, 47.1, 118)	0.00458	> 0.15

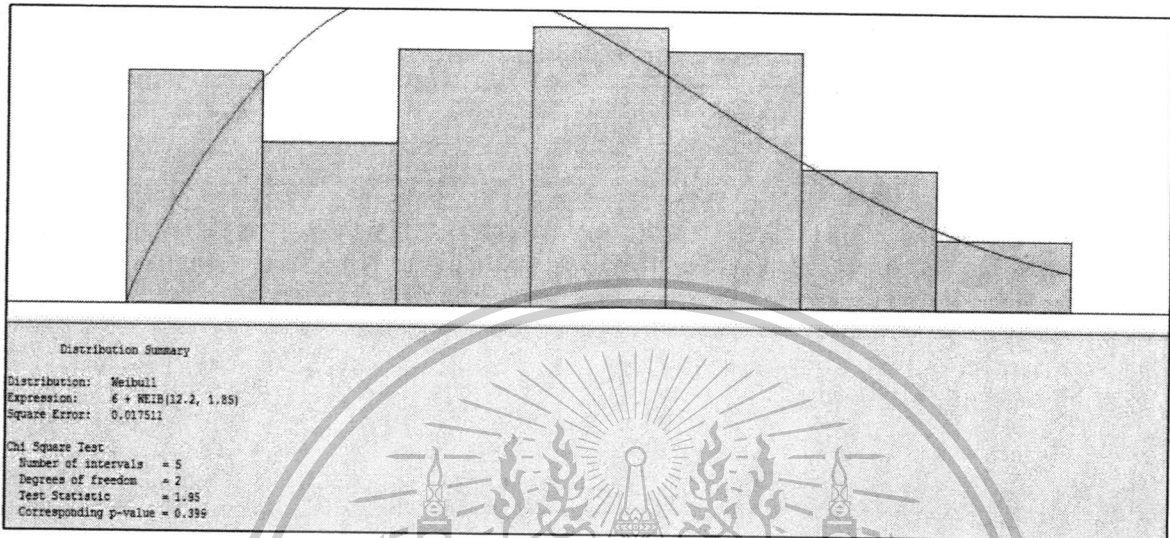
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

12. ระบบใหม่ ระดับความชำรุดซ่อมบ่อย

ผู้วิจัยได้พิจารณาด้วยวิธีไคสแควร์ (Chi-Square Test) เนื่องด้วยข้อมูลที่เก็บมามีจำนวนอย่างน้อย 50 ข้อมูลขึ้นไป



Function	Sq Error
Beta	0.00707
Normal	0.0117
Weibull	0.0175
Uniform	0.0183
Triangular	0.0216
Erlang	0.0233
Gamma	0.0251
Lognormal	0.0405
Exponential	0.0414

Distributions	Sq.Error	P-value
6+WEIB(18.2, 1.85)	0.0175	> 0.15

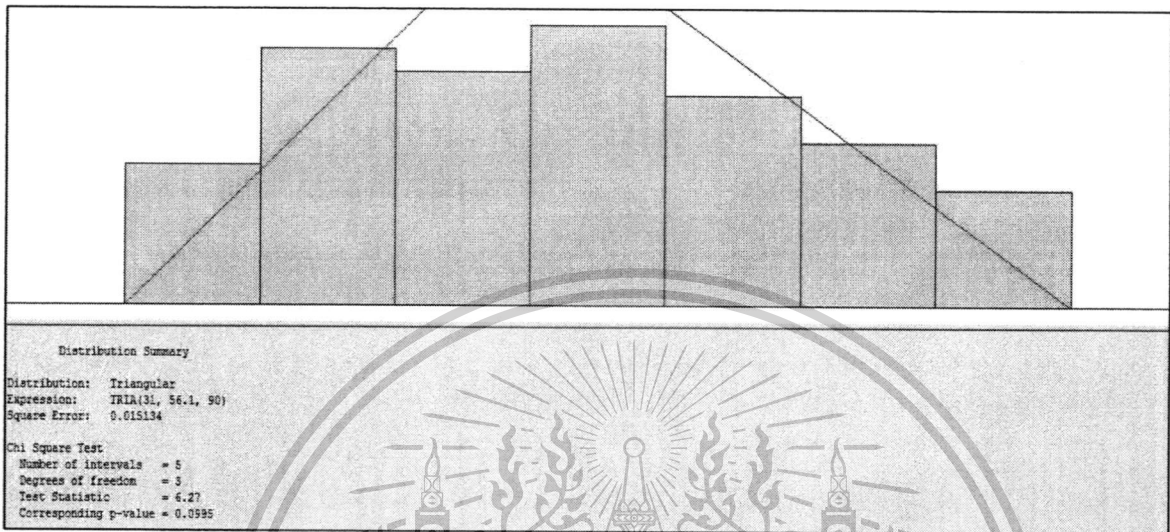
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

15. ระบบใหม่ ระดับความชำรุดซ่อมปานกลาง

ผู้วิจัยได้พิจารณาด้วยวิธีไคสแควร์ (Chi-Square Test) เนื่องด้วยข้อมูลที่เก็บมามีจำนวนอย่างน้อย 50 ข้อมูลขึ้นไป



Function	Sq Error
Beta	0.00212
Weibull	0.00493
Normal	0.00735
Gamma	0.00896
Erlang	0.00957
Uniform	0.0116
Triangular	0.0151
Lognormal	0.0242
Exponential	0.0454

Distributions	Sq.Error	P-value
TRIA(31, 56.1, 90)	0.0151	> 0.15

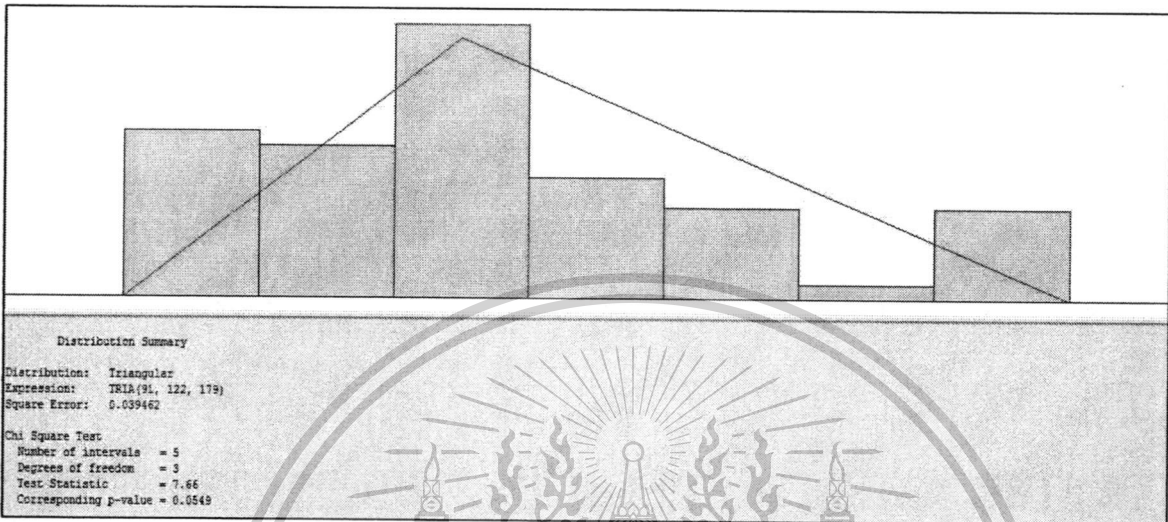
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

16. ระบบใหม่ ระดับความชำรุดซ่อมมาก

ผู้วิจัยได้พิจารณาด้วยวิธีไคสแควร์ (Chi-Square Test) เนื่องจากข้อมูลที่เก็บมามีจำนวนอย่างน้อย 50 ข้อมูลขึ้นไป



Function	Sq Error
Weibull	0.025
Normal	0.0276
Beta	0.029
Gamma	0.032
Triangular	0.0395
Uniform	0.0466
Exponential	0.0476
Erlang	0.0476
Lognormal	0.0637

Distributions	Sq.Error	P-value
TRIA(91, 125, 179)	0.0395	> 0.15

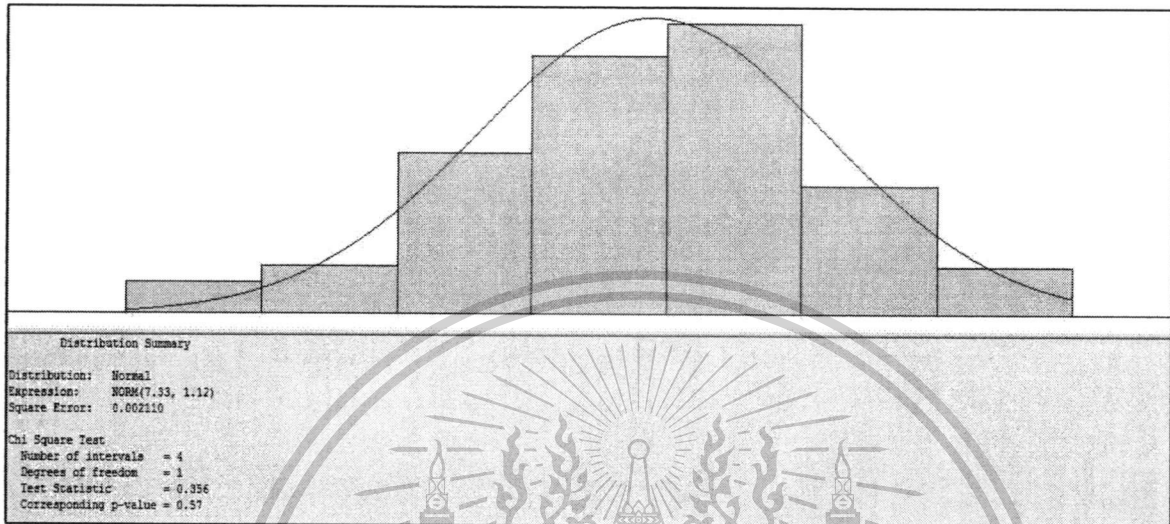
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

17. การเคลื่อนย้ายสลับตู้คอนเทนเนอร์ (ระบบปัจจุบัน)

ผู้วิจัยได้พิจารณาด้วยวิธีไคสแควร์ (Chi-Square Test) เนื่องจากข้อมูลที่เก็บมามีจำนวนอย่างน้อย 50 ข้อมูลขึ้นไป



Function	Sq. Error
Normal	0.00211
Weibull	0.00295
Beta	0.0064
Triangular	0.00692
Gamma	0.0144
Erlang	0.0161
Lognormal	0.0269
Uniform	0.0699
Exponential	0.133

Distributions	Sq.Error	P-value
NORM(7.33, 1.12)	0.00211	> 0.15

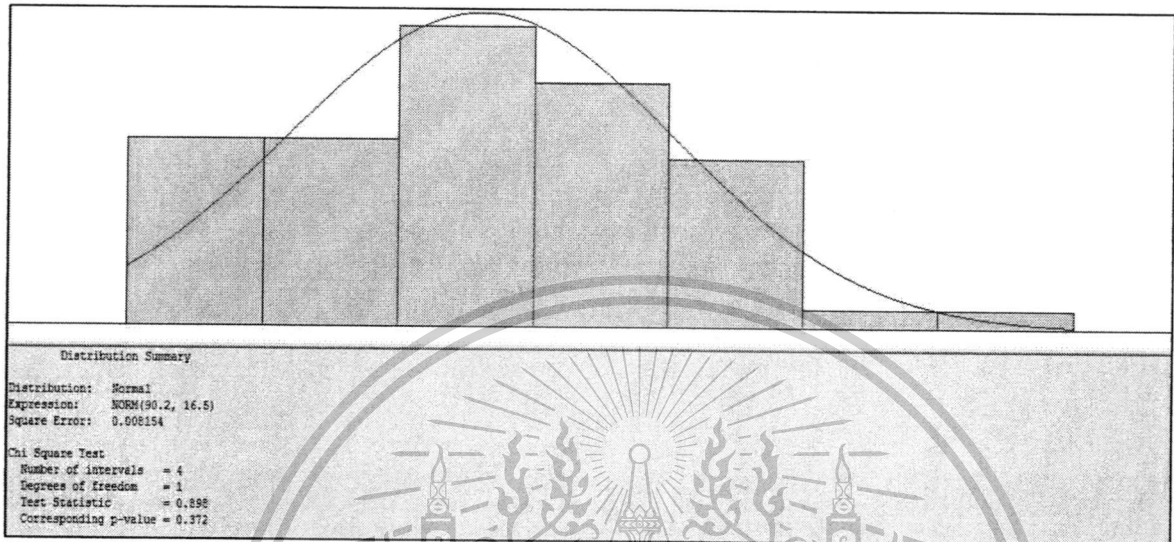
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

18. การจัดเก็บข้อมูลคอนเทนเนอร์ที่ซ่อมเสร็จไปยังลานพร้อมปล่อย

ผู้วิจัยได้พิจารณาด้วยวิธีไคสแควร์ (Chi-Square Test) เนื่องด้วยข้อมูลที่เก็บมามีจำนวนอย่างน้อย 50 ข้อมูลขึ้นไป



Function	Sq Error
Normal	0.00815
Beta	0.00996
Weibull	0.0156
Triangular	0.0185
Gamma	0.0245
Erlang	0.0252
Lognormal	0.0439
Uniform	0.0538
Exponential	0.0608

Distributions	Sq.Error	P-value
NORM(90.2, 16.5)	0.00815	> 0.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



ภาคผนวก ข

การทดสอบความแตกต่างของผลลัพธ์ระหว่างระบบปัจจุบันและระบบใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

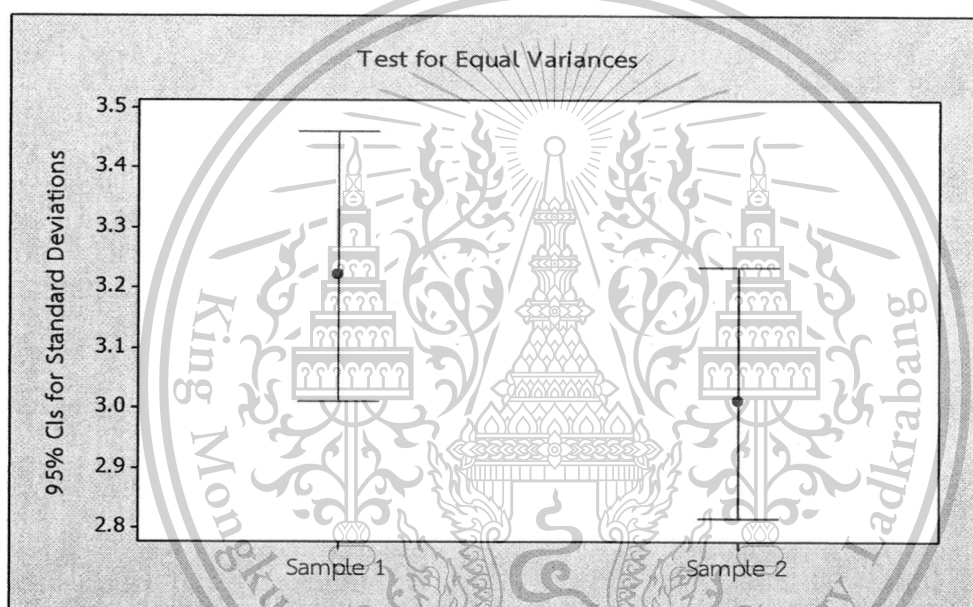
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

การทดสอบความแตกต่างของจำนวนตู้คอนเทนเนอร์เฉลี่ยที่ออกจากระบบระหว่างระบบปัจจุบันและระบบใหม่ที่ 1

ทางเลือก	จำนวนข้อมูล	จำนวนตู้คอนเทนเนอร์ (ตู้/วัน)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation)
ระบบปัจจุบัน	400	65	10.37
ระบบใหม่ที่ 1	400	81	9.06

จากการทดสอบด้วยโปรแกรม Minitab ได้ดังนี้



Sample	N	StDev	Variance
1	400	3.220	10.370
2	400	3.010	9.060

Ratio of standard deviations = 1.070
Ratio of variances = 1.145

95% Confidence Intervals

F Test (Normal Distribution)
Test Statistic = 1.14 , P-Value = 0.178

ไม่ปฏิเสธสมมติฐานหลัก (Fail to reject H_0) เนื่องจากค่า p-value > 0.05 สรุปได้ว่าไม่มีหลักฐานเพียงพอที่จะปฏิเสธว่าความแปรปรวนของสองกลุ่มแตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Two-Sample T-Test (Variance equal)				
Sample	N	Mean	StDev	SE Mean
1	400	65.0	10.4	0.52
2	400	81.00	9.06	0.45

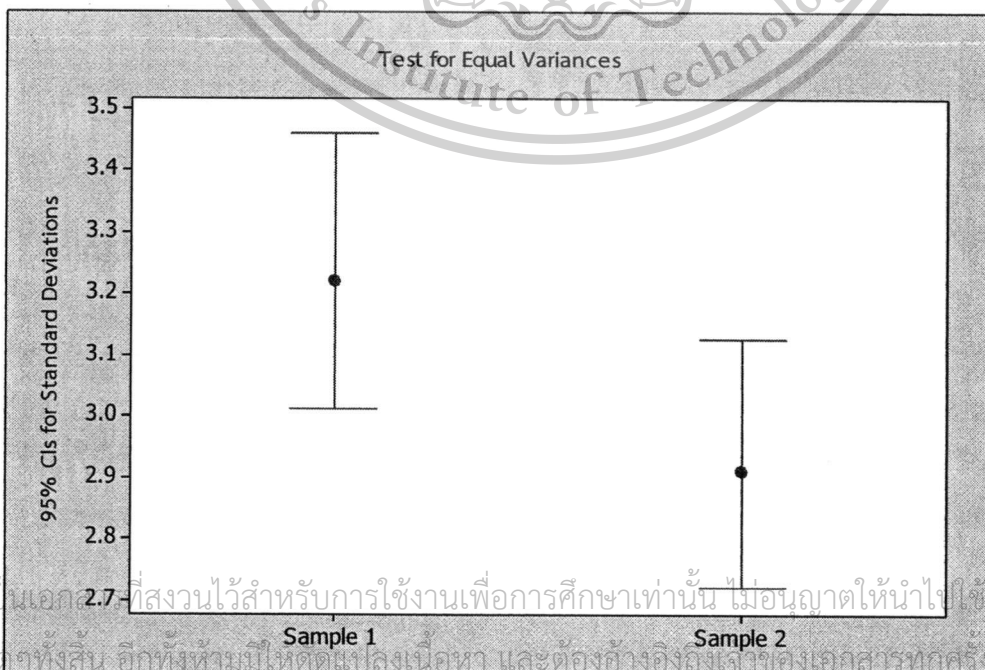
Difference = $\mu(1) - \mu(2)$
 Estimate for difference: -16.000
 95% CI for difference: (-17.352, -14.648)
 T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -23.24
 P-Value = 0.000, DF = 798, Both use Pooled StDev = 9.7371

ปฏิเสธสมมติฐานหลัก (Reject H_0) เนื่องจากค่า P-value < 0.05 จึงสรุปได้ว่ามีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยของจำนวนตู้คอนเทนเนอร์ที่ออกมาจากระบบ กล่าวคือจำนวนตู้คอนเทนเนอร์ที่ออกมาจากระบบในระบบปัจจุบันมีค่าต่ำกว่าระบบใหม่ที่ 1

การทดสอบความแตกต่างของจำนวนตู้คอนเทนเนอร์เฉลี่ยที่ออกมาจากระบบระหว่างระบบปัจจุบันและระบบใหม่ที่ 2

ทางเลือก	จำนวนข้อมูล	จำนวนตู้คอนเทนเนอร์ (ตู้/วัน)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation)
ระบบปัจจุบัน	400	65	10.37
ระบบใหม่ที่ 2	400	73	8.47

จากการทดสอบด้วยโปรแกรม Minitab ได้ดังนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Sample	N	StDev	Variance
1	400	3.220	10.370
2	400	2.910	8.470

Ratio of standard deviations = 1.106
Ratio of variances = 1.224

95% Confidence Intervals

F Test (Normal Distribution)
Test Statistic = 1.22 , P-Value = 0.044

ปฏิเสธสมมติฐานหลัก (Reject H_0) เนื่องจากค่า P-value < 0.05 สรุปได้ว่ามีหลักฐานเพียงพอที่จะปฏิเสธว่าความแปรปรวนของสองกลุ่มแตกต่างกัน

Two-Sample T-Test (variance not equal)				
Sample	N	Mean	StDev	SE Mean
1	400	65.0	10.4	0.52
2	400	73.00	8.47	0.42

Difference = $\mu(1) - \mu(2)$
Estimate for difference: -8.000
95% CI for difference: (-9.314, -6.686)
T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -11.95
P-Value = 0.000 DF = 767

ปฏิเสธสมมติฐานหลัก (Reject H_0) เนื่องจากค่า P-value < 0.05 จึงสรุปได้ว่ามีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยของจำนวนตู้คอนเทนเนอร์ที่ออกมาจากระบบ กล่าวคือจำนวนตู้คอนเทนเนอร์ที่ออกมาจากระบบในระบบปัจจุบันมีค่าต่ำกว่าระบบใหม่ที่ 2

การทดสอบความแตกต่างของจำนวนตู้คอนเทนเนอร์เฉลี่ยที่ออกมาจากระบบระหว่างระบบปัจจุบันและระบบใหม่ที่ 3

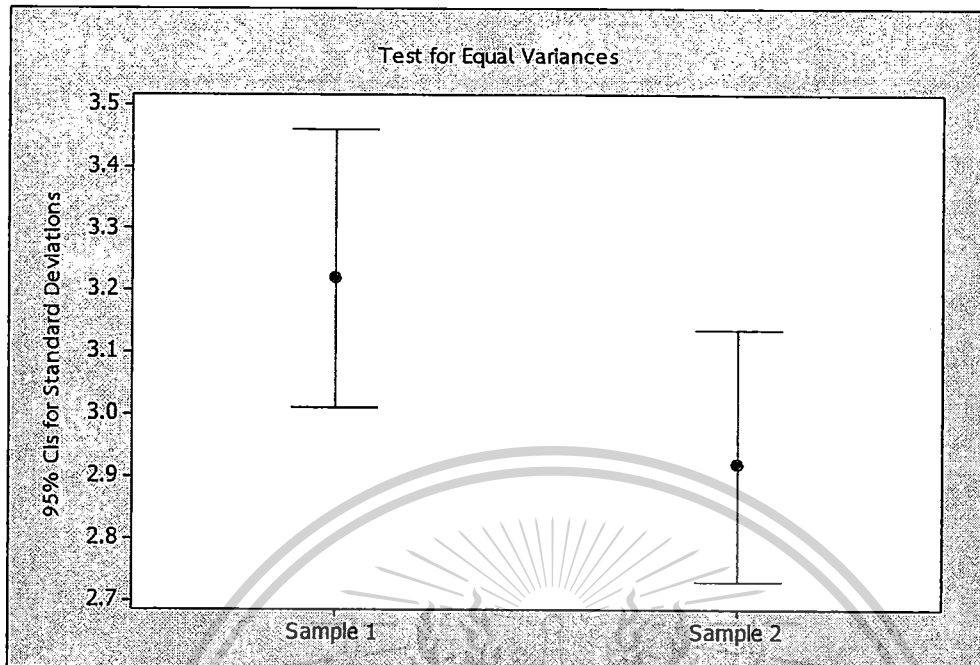
ทางเลือก	จำนวนข้อมูล	จำนวนตู้คอนเทนเนอร์ (ตู้/วัน)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation)
ระบบปัจจุบัน	400	65	10.37
ระบบใหม่ที่ 3	400	70	8.53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จากการทดสอบด้วยโปรแกรม Minitab ได้ดังนี้



Sample	N	StDev	Variance
1	400	3.220	10.370
2	400	2.921	8.530

Ratio of standard deviations = 1.103
Ratio of variances = 1.216

95% Confidence Intervals

F Test (Normal Distribution)
Test Statistic = 1.22 , P-Value = 0.051

ไม่ปฏิเสธสมมติฐานหลัก (Fail to reject H_0) เนื่องจากค่า p-value > 0.05 สรุปได้ว่าไม่มีหลักฐานเพียงพอที่จะปฏิเสธว่าความแปรปรวนของสองกลุ่มแตกต่างกัน

Two-Sample T-Test (Variance equal)				
Sample	N	Mean	StDev	SE Mean
1	400	65.0	10.4	0.52
2	400	70.00	8.53	0.43

Difference = mu (1) - mu (2)
Estimate for difference: -5.000
95% CI for difference: (-6.318, -3.682)
T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -7.45
P-Value = 0.000 DF = 798 , Both use Pooled StDev = 9.4947

ปฏิเสธสมมติฐานหลัก (Reject H_0) เนื่องจากค่า P-value < 0.05 จึงสรุปได้ว่ามีความแตกต่าง

เอกลักษณะของค่าเฉลี่ยของจำนวนตู้คอนเทนเนอร์ที่ออกมาจากระบบ กล่าวคือจำนวนตู้คอนเทนเนอร์ที่ออกมาจากระบบในปัจจุบันมีค่าต่ำกว่าระบบใหม่ที่ 3 เท่า และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

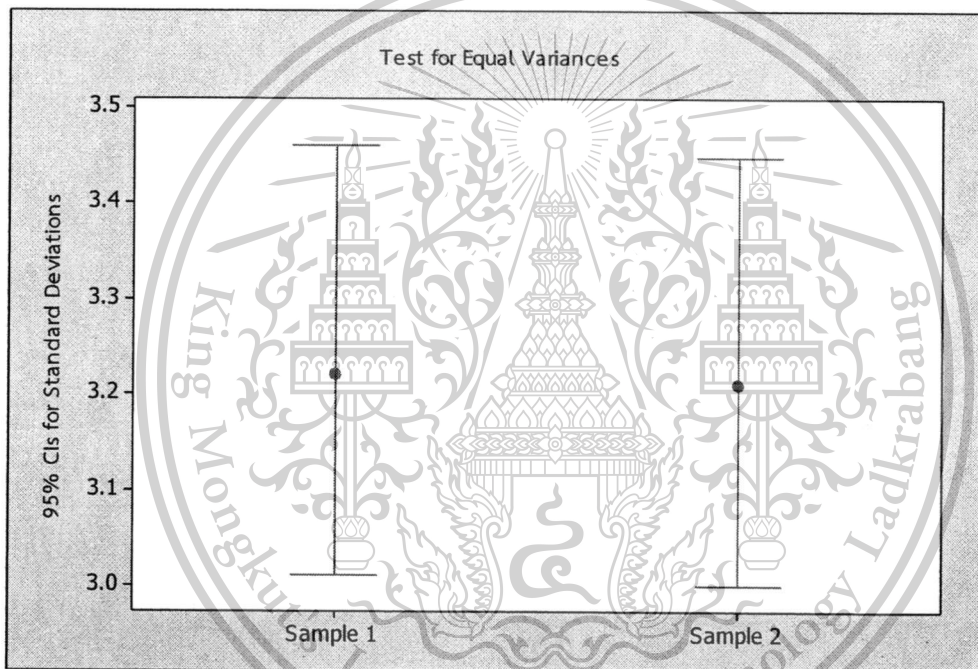
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

การทดสอบความแตกต่างของจำนวนตู้คอนเทนเนอร์เฉลี่ยที่ออกจากระบบระหว่างระบบปัจจุบันและระบบใหม่ที่ 4

ทางเลือก	จำนวนข้อมูล	จำนวนตู้คอนเทนเนอร์ (ตู้/วัน)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation)
ระบบปัจจุบัน	400	65	10.37
ระบบใหม่ที่ 4	400	86	10.30

จากการทดสอบด้วยโปรแกรม Minitab ได้ดังนี้



Sample	N	StDev	Variance
1	400	3.220	10.370
2	400	3.209	10.300

Ratio of standard deviations = 1.003
Ratio of variances = 1.007

95% Confidence Intervals

F Test (Normal Distribution)
Test Statistic = 1.01 , P-Value = 0.946

ไม่ปฏิเสธสมมติฐานหลัก (Fail to reject H_0) เนื่องจากค่า p-value > 0.05 สรุปได้ว่าไม่มี

หลักฐานเพียงพอที่จะปฏิเสธว่าความแปรปรวนของสองกลุ่มแตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Two-Sample T-Test (Variance equal)

Sample	N	Mean	StDev	SE Mean
1	400	65.0	10.4	0.52
2	400	86.0	10.3	0.52

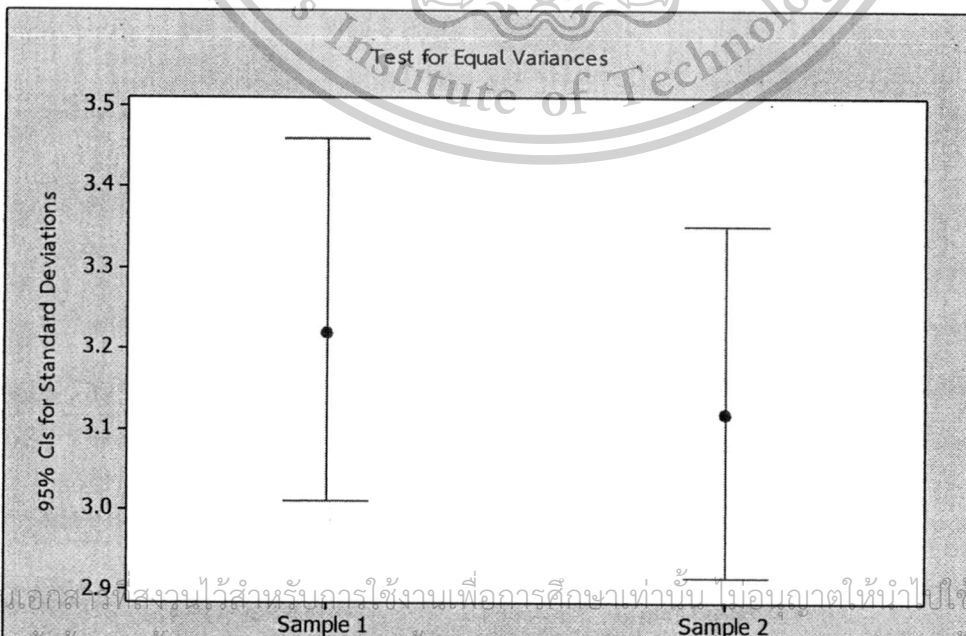
Difference = $\mu (1) - \mu (2)$
 Estimate for difference: -21.000
 95% CI for difference: (-22.435, -19.565)
 T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -28.74
 P-Value = 0.000 DF = 798 , Both use Pooled StDev = 10.3351

ปฏิเสธสมมติฐานหลัก (Reject H_0) เนื่องจากค่า P-value < 0.05 จึงสรุปได้ว่ามีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยของจำนวนตู้คอนเทนเนอร์ที่ออกมาจากระบบ กล่าวคือจำนวนตู้คอนเทนเนอร์ที่ออกมาจากระบบในระบบปัจจุบันมีค่าต่ำกว่าระบบใหม่ที่ 4

การทดสอบความแตกต่างของจำนวนตู้คอนเทนเนอร์เฉลี่ยที่ออกมาจากระบบระหว่างระบบปัจจุบันและระบบใหม่ที่ 5

ทางเลือก	จำนวนข้อมูล	จำนวนตู้คอนเทนเนอร์ (ตู้/วัน)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation)
ระบบปัจจุบัน	400	65	10.37
ระบบใหม่ที่ 5	400	84	9.73

จากการทดสอบด้วยโปรแกรม Minitab ได้ดังนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น โปรดอย่าเผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Sample	N	StDev	Variance
1	400	3.220	10.370
2	400	3.119	9.730

Ratio of standard deviations = 1.032
Ratio of variances = 1.066

95% Confidence Interval

F Test (Normal Distribution)
Test Statistic = 1.07 , P-Value = 0.525

ไม่ปฏิเสธสมมติฐานหลัก (Fail to reject H_0) เนื่องจากค่า p-value > 0.05 สรุปได้ว่าไม่มีหลักฐานเพียงพอที่จะปฏิเสธว่าความแปรปรวนของสองกลุ่มแตกต่างกัน

Two-Sample T-Test (Variance equal)				
Sample	N	Mean	StDev	SE Mean
1	400	65.0	10.4	0.52
2	400	84.00	9.73	0.49

Difference = $\mu(1) - \mu(2)$
Estimate for difference: -19.000
95% CI for difference: (-20.396, -17.604)
T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -26.72
P-Value = 0.000 DF = 798 , Both use Pooled StDev = 10.0551

ปฏิเสธสมมติฐานหลัก (Reject H_0) เนื่องจากค่า P-value < 0.05 จึงสรุปได้ว่ามีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยของจำนวนตู้คอนเทนเนอร์ที่ออกมาจากระบบ กล่าวคือจำนวนตู้คอนเทนเนอร์ที่ออกมาจากระบบในระบบปัจจุบันมีค่าต่ำกว่าระบบใหม่ที่ 5

การทดสอบความแตกต่างของจำนวนตู้คอนเทนเนอร์เฉลี่ยที่ออกมาจากระบบระหว่างระบบปัจจุบันและระบบใหม่ที่ 6

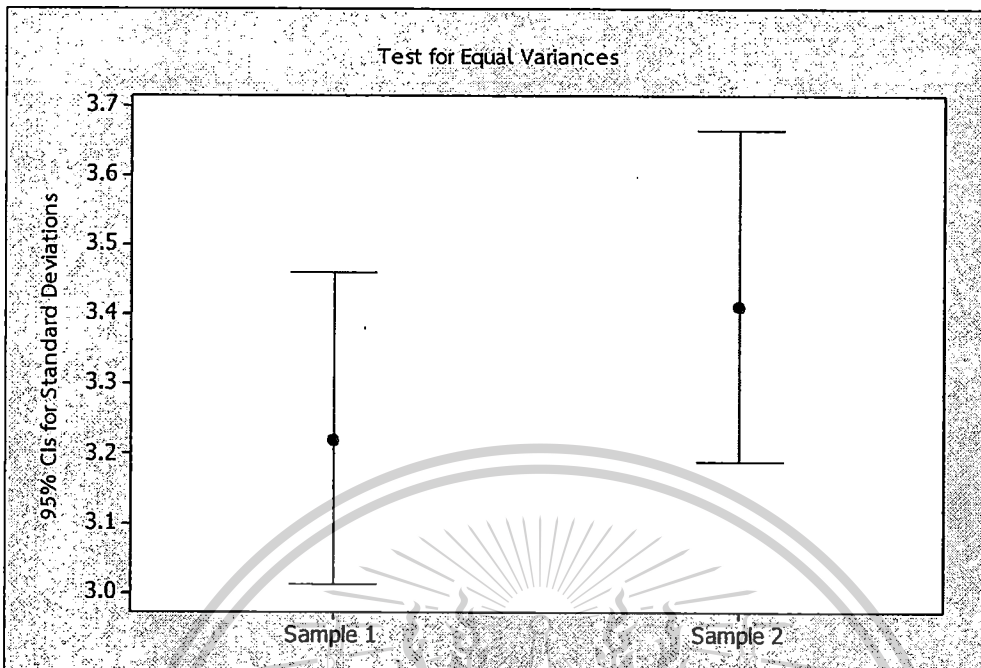
ทางเลือก	จำนวนข้อมูล	จำนวนตู้คอนเทนเนอร์ (ตู้/วัน)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation)
ระบบปัจจุบัน	400	65	10.37
ระบบใหม่ที่ 5	400	93	11.63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จากการทดสอบด้วยโปรแกรม Minitab ได้ดังนี้



Sample	N	StDev	Variance
1	400	3.220	10.370
2	400	3.410	11.630

Ratio of standard deviations = 0.944
Ratio of variances = 0.892

95% Confidence Intervals

F Test (Normal Distribution)
Test Statistic = 0.89 , P-Value = 0.253

ไม่ปฏิเสธสมมติฐานหลัก (Fail to reject H_0) เนื่องจากค่า p-value > 0.05 สรุปได้ว่าไม่มีหลักฐานเพียงพอที่จะปฏิเสธว่าความแปรปรวนของสองกลุ่มแตกต่างกัน

Two-Sample T-Test (Variance equal)				
Sample	N	Mean	StDev	SE Mean
1	400	65.0	10.4	0.52
2	400	93.0	11.6	0.58

Difference = $\mu(1) - \mu(2)$
Estimate for difference: -29.000
95% CI for difference: (-30.529, -27.471)
T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -37.22
P-Value = 0.000 DF = 798 , Both use Pooled StDev = 11.0180

ปฏิเสธสมมติฐานหลัก (Reject H_0) เนื่องจากค่า P-value < 0.05 จึงสรุปได้ว่ามีความแตกต่าง

กันของค่าเฉลี่ยของจำนวนตู้คอนเทนเนอร์ที่ออกมาจากระบบ กล่าวคือจำนวนตู้คอนเทนเนอร์ที่ออกมาจากเอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งงานไปสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ระบบในระบบปัจจุบันมีค่าต่ำกว่าระบบใหม่ที่ 6

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุเปลี่ยนแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



ภาคผนวก ค.

สรุปค่าใช้จ่ายการดำเนินโครงการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

รายละเอียดงบประมาณที่เสนอขอ

1.	ค่าตอบแทน	
2.	ค่าใช้สอย40,000
3.	ค่าวัสดุ40,000
4.	อื่นๆ	
รวม		<u>.....80,000</u>

แผนการใช้จ่ายเงิน

รายการ	วงเงินที่ใช้แต่ละเดือน											
	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.
1. ค่าใช้สอย	20,000			5,000	5,000	5,000	5,000					
2. ค่าวัสดุ	10,000			5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ประวัติผู้วิจัย

1. ผศ.ดร.สิทธิพร พิมพ์สกุล

Asst.Prof.Dr.Sittiporn Pimsakul

2. ตำแหน่งทางวิชาการ : ผู้ช่วยศาสตราจารย์

3. สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เลขที่ 1 ซอยฉลองกรุง 1 เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520
โทร. 02-329-8339 โทรสาร 02-329-8340 E-mail : pimsakuls@yahoo.com

4. ประวัติการศึกษา

2532 - 2536 วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมอุตสาหกรรม)
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

2539 - 2541 Master of Engineering (Manufacturing Engineering)
Rochester Institute of Technology, New York, USA

2541 - 2545 Doctor of Engineering (Manufacturing Engineering)
University of Michigan - Ann Arbor, Michigan, USA

ผลงานวิจัย

- [1] Sittiporn Pimsakul, "Design of Experiments for Minimizing Energy Consumption in a Resistance Spot Welding Process", Proceedings of the 2002 IE Network National Conference, October 24-25, 2002, pp. 108-113.
- [2] ภณิดา ไทยราช และ สิทธิพร พิมพ์สกุล, "ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกบริษัทที่ปรึกษาด้านระบบคุณภาพ QS-9000 และ ISO 9000 ของผู้ประกอบการด้านอุตสาหกรรมยานยนต์ในนิคมอุตสาหกรรมอีสเทิร์นซีบอร์ด (ระยอง)", การประชุมวิชาการช่างงานวิศวกรรมอุตสาหกรรมประจำปี 2546, 21-22 ตุลาคม พ.ศ. 2546, หน้า 193-200
- [3] สิทธิพร พิมพ์สกุล, พงษ์สวัสดิ์ เอี่ยมสำอางค์, ภาคภูมิ รุ่งชวลนนท์ และ ภูวรา นาคพันธ์, "การออกแบบและการจัดทำระบบแลกเปลี่ยนข้อมูลในสายการผลิตโรงงานประกอบฮาร์ดดิสก์", วิศวกรรมลาดกระบัง, ปีที่ 21, ฉบับที่ 2, มิถุนายน 2547, หน้า 1-6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานี้เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

- [4] สิทธิพร พิมพ์สกุล และ ก่อพงศ์ พ่วงรอดพันธุ์, “การศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อค่าความหยาบผิวของชิ้นงานที่ขึ้นรูปด้วยเครื่องกัดอาร์คด้วยไฟฟ้า”, การประชุมวิชาการช่างงานวิศวกรรมอุตสาหการ ประจำปี 2547, 20-22 ตุลาคม พ.ศ. 2547, หน้า 803-810
- [5] สิทธิพร พิมพ์สกุล, “หลักการและขั้นตอนการปฏิบัติของการผลิตแบบลีน กรณีศึกษา: โรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์”, การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ครั้งที่ 3, 8-9 ธันวาคม พ.ศ. 2547
- [6] สิทธิพร พิมพ์สกุล และ ประวิทย์ คงถาวรนันต์, “ศักยภาพการแข่งขันด้วยระบบบริหารคุณภาพ ISO/TS 16949 และระบบการผลิตแบบลีนของอุตสาหกรรมยานยนต์และชิ้นส่วนยานยนต์ในนิคมอุตสาหกรรมอีสเทิร์นซีบอร์ด จังหวัดระยอง”, การประชุมเชิงวิชาการประจำปี การจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน (GTT) ครั้งที่ 7, 15-16 พฤศจิกายน พ.ศ. 2550, หน้า 179-190
- [7] สิทธิพร พิมพ์สกุล และ ศศิธร จันท์เทียน, “การปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตตามแนวความคิดของการผลิตแบบลีน กรณีศึกษา โรงงานปั๊มชิ้นรูปชิ้นส่วนโลหะ”, การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 47, 17-20 มีนาคม พ.ศ. 2552, หน้า 311-318
- [8] สิทธิพร พิมพ์สกุล และ สิ้นจัย เพิ่มพูล, “การศึกษาความเป็นไปได้ของการจัดตั้งสถานีบริการก๊าซธรรมชาติบนถนนฉลองกรุง”, วิศวกรรมลาดกระบัง, ปีที่ 26, ฉบับที่ 2, มิถุนายน 2552, หน้า 61-66
- [9] สิทธิพร พิมพ์สกุล และ ธนวัฒน์ บุญปัญญาวุฒิ, “การศึกษาลำดับความสำคัญของตัวชี้วัดประสิทธิภาพของการดำเนินงานโซ่อุปทานในอุตสาหกรรมประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ขนาดเล็ก”, วิศวกรรมสารฉบับวิจัยและพัฒนา, ปีที่ 20, ฉบับที่ 4, พ.ศ. 2552, หน้า 76-83
- [10] ศิริพร เข้มทอง และ สิทธิพร พิมพ์สกุล, “การลดพฤติกรรมเสี่ยงของพนักงานด้วยหลักพฤติกรรมความปลอดภัย กรณีศึกษา โรงงานผลิตอะไหล่และประกอบนาฬิกา”, วิศวกรรมลาดกระบัง, ปีที่ 28, ฉบับที่ 1, มีนาคม 2554, หน้า 43-48
- [11] รัชต์ ผิวนิ่ม และ สิทธิพร พิมพ์สกุล, “การศึกษาความเป็นไปได้ในการจัดตั้งโรงงานผลิตถ่านกะลามะพร้าวอัดแท่งในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์”, วิศวกรรมลาดกระบัง, ปีที่ 28, ฉบับที่ 1, มีนาคม 2554, หน้า 49-54
- [12] เจษฎา คุณมี และ สิทธิพร พิมพ์สกุล, “การศึกษาเปรียบเทียบระหว่างระบบควบคุมการผลิตแบบผสมระหว่างแบบผลึกและแบบตึงและระบบควบคุมการผลิตแบบ Drum-Buffer-Rope ในกระบวนการผลิตตามสั่งของลูกค้าโดยใช้วิธีการจำลองสถานการณ์”, วิศวกรรมสารฉบับวิจัยและพัฒนา, ปีที่ 22, ฉบับที่ 4, พ.ศ. 2554, หน้า 69-76
- [13] กิตติพงศ์ กิตติถาวร และ สิทธิพร พิมพ์สกุล, “การจัดตารางรถขนส่งขาเข้าและขาออกสำหรับศูนย์กระจายสินค้ารูปแบบครอสดีคในธุรกิจร้านค้าปลีกด้วยวิธีฮิวริสติก”, วารสารวิจัยและพัฒนา มจร., ปีที่ 35, ฉบับที่ 2, เมษายน-มิถุนายน 2555.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

หนังสือรับรองการใช้ประโยชน์ผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์จากหน่วยงานภายนอก
ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1. ข้าพเจ้า (นาย/นาง/นางสาว วิกรม จารพวงศ์
ตำแหน่ง..... ผู้บริหาร
ชื่อหน่วยงาน..... บริษัท วันวิน คอนเทนเนอร์ เดปอ จำกัด
สถานที่ตั้ง..... 55/45 ม.1 ถ.ทวงคุณงามมอเตอ์เวย์ ลาดกระบัง
เบอร์ติดต่อ..... 085-484-0449

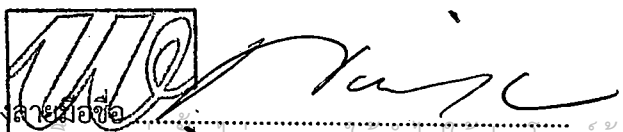
ขอรับรองว่าได้นำผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์/งานวิชาการ เรื่อง การออกแบบวิธีการ
จัดเตรียมชุดคอนเทนเนอร์ตัวทวีจากโรงงานการผลิตจาก บริษัท วันวิน
ซึ่งเป็นผลงานของ (อาจารย์/ผศ./รศ.) ดร.วิกรม จารพวงศ์
สังกัดสาขา วิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มาใช้ประโยชน์ในองค์กร/หน่วยงาน/กลุ่มของ
ข้าพเจ้า ทางด้านต่อไปนี้ (โปรดเลือกรูปแบบการนำไปใช้ประโยชน์และสามารถเลือกได้มากกว่า 1 ข้อ)

- () การใช้ประโยชน์เชิงวิชาการ ระบุ.....
โดยเริ่มนำมาใช้ประโยชน์ ตั้งแต่วันที่ เดือน พ.ศ.
ถึงวันที่ เดือน พ.ศ.
- () การใช้ประโยชน์ในเชิงสาธารณะ ระบุ.....
โดยเริ่มนำมาใช้ประโยชน์ ตั้งแต่วันที่ เดือน พ.ศ.
ถึงวันที่ เดือน พ.ศ.
- () การใช้ประโยชน์ในเชิงนโยบาย ระบุ.....
โดยเริ่มนำมาใช้ประโยชน์ ตั้งแต่วันที่ เดือน พ.ศ.
ถึงวันที่ เดือน พ.ศ.
- (✓) การใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ ระบุ.....
โดยเริ่มนำมาใช้ประโยชน์ ตั้งแต่วันที่ เดือน พ.ศ. 2556
ถึงวันที่ เดือน พ.ศ. 2556

ทั้งนี้ ผลจากการที่องค์กร/หน่วยงาน/กลุ่ม ได้นำผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์/งานวิชาการ
ดังกล่าวมาใช้ประโยชน์ พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงในองค์กร/หน่วยงาน/กลุ่ม พอสรุปได้คือ
มีการใช้ประโยชน์จากทรัพย์สินทางปัญญาอย่างจริงจังจากภายนอก

ข้าพเจ้าขอลงนามในหนังสือรับรองการนำไปใช้ประโยชน์ผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์ของ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อเป็นหลักฐานการนำ
ผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์ มาใช้ประโยชน์ดังกล่าว

ลงลายมือชื่อ

WIN WIN วิกรม จารพวงศ์
CONTAINER
DEPOT CO.,LTD.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อ.....
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาตำแหน่ง.....
ผู้รับรองสารทกครั้งที่มีการนำไปใช้

วันที่ 11 / พ.ย. / 2556



คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

**ใบแนบหลักฐานการใช้ประโยชน์ผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์จากหน่วยงานภายนอก
ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง**

หลักฐานที่แนบมาพร้อมนี้ เพื่อเป็นการยืนยันการนำผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์ไปใช้ประโยชน์
(สามารถเลือกได้มากกว่า 1 ข้อ)

- () ภาพถ่ายกิจกรรม/โครงการ/ผลงานที่ได้พัฒนาจากผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์
- () เอกสารที่แสดงให้เห็นว่ามีการใช้ผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์ไปปรับปรุงหรือพัฒนา
- () ผลงาน ผลิตภัณฑ์ หรือรางวัลที่เกิดขึ้น อันมีผลจากการใช้ผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์
ไปปรับปรุงหรือพัฒนา
- () ผลประกอบการขององค์กร/หน่วยงาน/กลุ่ม ด้านบัญชี หรือรายได้ที่แสดงให้เห็นว่าเพิ่ม
ขึ้นจากการได้พัฒนาจากผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์
- (✓) ผลงานหรือหลักฐานอื่นๆ

เนื่องจากมีการใช้สิทธิบัตรของมหาวิทยาลัยที่ข้าพเจ้าครอบครอง
ปฏิบัติงานและลูกค้าได้มากขึ้น ส่งผลให้เกิดเงินกำไรที่เพิ่มขึ้น ได้เงินได้
เพิ่มรายจ่ายได้ ด้ดำเนินการลงทุนที่ได้รีบผลตอบแทนที่สูง

