แบบจำลองการวางแผนพนักงาน และอุปกรณ์สำหรับการลำเลียงสัมภาระขาเข้าภายในท่าอากาศยาน

น.ส.พนิดา ศรีจันจรา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2561

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository(CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the Graduate School.

5970942921_561083704

5610837O4 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

SIMULATION MODEL OF STAFF AND EQUIPMENT PLAINNING FOR BAGGAGE HANDLING AT AIRPORT

Miss Panida Srichanchara

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering in Industrial Engineering
Department of Industrial Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University
Academic Year 2018

Copyright of Chulalongkorn University

5610837704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

หัวข้อวิทยานิพนธ์	แบบจำลองการวางแผนพนักงาน และอุปกรณ์สำหรับการลำเลียงสัมภาระขาเข้าภายในท่าอากาศยาน
โดย	น.ส.พนิดา ศรีจันจรา
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร.ปวีณา เชาวลิตวงศ์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ เตชวรสินสกุล)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิภาวี ธรรมาภรณ์พิลาศ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร.ปวีณา เชาวลิตวงศ์)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นระเกณฑ์ พุ่มชูศรี)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิรวิชญ์ สว่างนพ)

5610837O4 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

พนิดา ศรีจันจรา : แบบจำลองการวางแผนพนักงาน และอุปกรณ์สำหรับการลำเลียงสัมภาระขาเข้าภายในท่าอากาศยาน. (SIMULATION MODEL OF STAFF AND EQUIPMENT PLAINNING FOR BAGGAGE HANDLING AT AIRPORT) อ.ที่ปรึกษาหลัก : รศ. ดร.ปวีณา เชาวลิตวงศ์

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแบบจำลองสถานการณ์ (Simulation model) การลำเลียงสัมภาระภายในท่าอากาศยานกรณีศึกษา เพื่อใช้สำหรับการวางแผนพนักงาน และอุปกรณ์ของผู้ให้บริการให้เพียงพอสำหรับการผ่านเกณฑ์ดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพการลำเลียงสัมภาระใบแรก และใบสุดท้าย การดำเนินงานวิจัยเริ่มจากการเก็บรวบรวมข้อมูลการลำเลียงสัมภาระ และนำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุ และปัจจัยที่ส่งผลต่อระยะเวลาในการลำเลียงสัมภาระ ซึ่งพบว่า สาเหตุที่ไม่สามารถบรรลุเกณฑ์เป็นผลจากจำนวนอุปกรณ์ที่ให้บริการไม่เพียงพอ และปัจจัยที่ส่งผลต่อเวลาในการลำเลียงสัมภาระ คือ ประเภทของอากาศยาน และโซนของหลุมจอด จากนั้นนำข้อมูลที่รวบรวมได้มาหาการแจกแจงของเวลาในขั้นตอนต่าง ๆ โดยใช้เครื่องมือ Input Analyzer เพื่อนำไปสร้างแบบจำลองสถานการณ์ (Simulation Model) การลำเลียงสัมภาระด้วยการประยุกต์ใช้โปรแกรม Arena โดยผลการจำลองสถานการณ์สามารถรายงานระยะเวลาการทำงานในแต่ละขั้นตอน และแสดงจำนวนอุปกรณ์ที่เพียงพอโดยคำนวณจากจำนวนการใช้งานที่มากที่สุด (Maximum Busy) ของอุปกรณ์แต่ละชนิด จากการประมวลผลโปรแกรมพบว่า ผู้ให้บริการลำเลียงสัมภาระมีอุปกรณ์ 3 ชนิด ที่มีจำนวนไม่เพียงพอ คือ รถพ่วงบรรทุกตู้สัมภาระ (Dolly) รถพ่วงบรรทุกสัมภาระ (Baggage Cart) และ รถลากจูงสัมภาระ (Tractor) ดังนั้น ยังพบว่าหากประมวลผลในแบบจำลองที่มีจำนวนอุปกรณ์เพียงพอ จะสามารถผ่านเกณฑ์ดัชนีชี้ดวัดประสิทธิภาพลำเลียงสัมภาระได้ ทั้งนี้ โดยสรุปจากการทดลอง พบว่า การมีแบบจำลองสามารถทำให้วางแผนจำนวนพนักงาน และอุปกรณ์ได้ดีขึ้น

สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อนิสิต .....

ปีการศึกษา 2561 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

5610837704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

5970942921 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEYWORD: Baggage handling, First Bag, Last Bag, Simulation, Arena

Panida Srichanchara : SIMULATION MODEL OF STAFF AND EQUIPMENT PLAINNING FOR BAGGAGE HANDLING AT AIRPORT. Advisor: Assoc. Prof. Paveena Chaovalitwongse, Ph.D.

561083704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

This research aims to develop a simulation model of baggage transport in the airport case study for staff and equipment planning so that the service provider could sufficiency to meet key performance indicator for first and last baggage transport. The research begins with the collection of baggage transport data which was analyzed for the causes and factors that affect the duration of the baggage transport. It is found that the criteria cannot be met as a result of insufficient number of service equipment, and the factors that affect the duration of the baggage transport an aircraft types and zones of the parking bay. The data is analyzed using the Input Analyzer tool and then create the simulation model of baggage transport using the Arena program. The simulation model could report the time duration in each stage and display the number of equipment that are sufficient for service calculating from the maximum busy. It is found that that the service provider has 3 insufficient equipment which are Dolly, baggage Cart, and Tractor. Moreover, the key performance indicator could be met in a test run with sufficient number of equipment. In summary, the proposed simulation model could be used to improve staff and equipment planning.

Field of Study:	Industrial Engineering	Student's Signature .....
Academic Year:	2018	Advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สามารถสำเร็จลงได้ ด้วยความกรุณาเป็นอย่างสูงของ รศ.ดร. ปวีณา เชาวลิตวงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ในการให้ ความรู้ แรงบันดาลใจ คำแนะนำ คำปรึกษาพร้อมทั้งชี้แนะแนวทางในการวิจัย ขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.วิภาวี ธรรมาภรณ์พิลาศ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.นระเกณฑ์ พุ่มชูศรี กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.สิรวิชญ์ สว่างนพ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์จากภายนอกที่ได้ให้คำแนะนำ และข้อคิดเห็นที่ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้นขอขอบพระคุณท่าอากาศยานกรณีศึกษา หัวหน้าสายงาน และเพื่อนร่วมงานที่ได้ให้ความช่วยเหลือ การสนับสนุนข้อมูล คำแนะนำ รวมถึงกำลังใจ ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างมากต่อการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณครอบครัวทุกคน โดนเฉพาะอย่างยิ่งบิดา มารดา ผู้เห็นการศึกษาของลูกเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุด วิทยานิพนธ์เล่มนี้ไม่สามารถสำเร็จได้หากขาดการสนับสนุนในทุกด้านอย่างไม่มีเงื่อนไข และกำลังใจจากครอบครัว

พนิดา ศรีจันจรา

5610837704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง

กิตติกรรมประกาศ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญรูป ..... ฎ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ที่มาและความสำคัญ 1

1.2 ข้อมูลทั่วไปของท่าอากาศยานกรณีศึกษา 2

1.3 ข้อมูลพื้นฐานของระบบลำเลียงสัมภาระ 3

1.4 ปัญหาและความสำคัญ 11

1.5 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 15

1.6 ขอบเขตงานวิจัย 15

1.7 วิธีการดำเนินงานวิจัย 16

1.8 ประโยชน์ที่ได้รับ 17

1.9 ผลที่ได้รับ 17

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 18

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 18

2.1.1 ระบบลำเลียงสัมภาระของผู้โดยสารภายในท่าอากาศยาน 18

2.1.2 แบบจำลอง Simulation 20

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 22

5610837O4 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

บทที่ 3 การวิเคราะห์ข้อมูล 29
3.1 การเก็บข้อมูล 29
3.2 การวิเคราะห์ข้อมูล 33
บทที่ 4 การสร้างแบบจำลองสถานการณ์ 38
4.1 สมมติฐานที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง 38
4.2 องค์ประกอบของโปรแกรม Arena 38
4.2.1 ประเภทของ Entity 38
4.2.2 การกำหนด Location 38
4.2.3 การกำหนด Processing 39
4.2.4 การกำหนด List Processing 39
4.2.4 การกำหนด Arrival 39
4.3 โครงสร้างของแบบจำลองสถานการณ์ 39
4.3.1 ขั้นตอนอากาศยานเข้าสู่หลุมจอด (Aircraft Arrival) 41
4.3.2 ขั้นตอนลำเลียงสัมภาระออกจากอากาศยาน (Operation) 41
4.3.3 ขั้นตอนลากจูงสัมภาระออกจากหลุมจอดไปยังจุดคัดแยกสัมภาระ (Transportation) 44
4.3.4 ขั้นตอนวางสัมภาระใบแรกลงบนสายพาน (Sorting) 46
4.3.5 ขั้นตอนลำเลียงสัมภาระลงสายพานจนถึงสัมภาระใบสุดท้าย (Last bag Process) 48
4.3.6 ขั้นตอนลำเลียงสัมภาระขาออกขึ้นอากาศยาน (Outbound Loading) 51
4.3.7 ขั้นตอนการเดินทางของอุปกรณ์ (Equipment Delay) 53
4.3.8 อากาศยานออกจากหลุมจอด (Aircraft Departure) 54
4.4 การกำหนดจำนวนของพนักงาน และอุปกรณ์ของแบบจำลอง 54
4.5 การรายงานผลจากแบบจำลอง 56

5610837704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

4.6 การพิสูจน์ยืนยันแบบจำลอง (Verification) และการทดสอบความถูกต้องของแบบจำลอง (Validation) 58
4.6.1 การพิสูจน์ยืนยันแบบจำลอง (Verification) 58
4.6.2 การทดสอบความถูกต้องของแบบจำลอง (Validation) 58
บทที่ 5 ผลการทดลอง 63
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัย 68
6.1 สรุปผลการวิจัย 68
บรรณานุกรม 69
ภาคผนวก 72
ภาคผนวก ก การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสุ่มเก็บข้อมูลลำเลียงสัมภาระ 73
ภาคผนวก ข การทดสอบการกระจายตัวของข้อมูล 78
ภาคผนวก ค การทดสอบความถูกต้องของแบบจำลอง (Validation) ในเชิงสถิติ 96
ภาคผนวก ง ข้อมูลความถี่ของระยะเวลาการลำเลียงสัมภาระใบแรก และใบสุดท้าย ที่ได้จากแบบจำลอง 106
ประวัติผู้เขียน 111

5610837704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1. รายการอุปกรณ์ และรายละเอียดของอุปกรณ์ใช้ในกระบวนการลำเลียงสัมภาระ..... 4

ตารางที่ 1.2 แสดงหน้าที่ของพนักงานประเภทต่าง ๆ 6

ตารางที่ 1.3 กระบวนการลำเลียงสัมภาระผู้โดยสารขาเข้า..... 9

ตารางที่ 1.4 แสดงผลกระทบจากปัจจัยต่าง ๆ ในแต่ละช่วงเวลาการดำเนินงาน 12

ตารางที่ 2.1 แสดงหน้าที่ของหน่วยการต่าง ๆ ในกระบวนการลำเลียงสัมภาระขาเข้า..... 19

ตารางที่ 3.1 แสดงขนาดกลุ่มตัวอย่าง โดยดูจากจำนวนเที่ยวบินที่ลงจอดในเดือน เมษายน - มิถุนายน 2560..... 33

ตารางที่ 3.2 การเปรียบเทียบระยะเวลาให้บริการเฉลี่ยกับระยะเวลาให้บริการเฉลี่ยที่ตัดเวลาในการรออุปกรณ์..... 33

ตารางที่ 3.3 ปัจจัยที่ส่งผลต่อระยะเวลาการให้บริการในขั้นตอนต่าง ๆ..... 34

ตารางที่ 3.4 ลักษณะการกระจายตัวของข้อมูลป้อนเข้า และค่าพารามิเตอร์ในช่วงต่าง ๆ 35

ตารางที่ 4.1 จำนวนของอุปกรณ์ของแต่ละประเภทของอากาศยาน และโซนของหลุมจอดอากาศยานต่อเที่ยวบิน..... 56

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองด้วยวิธีทางสถิติ T-test ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 59

ตารางที่ 5.1 การเปรียบเทียบจำนวนอุปกรณ์ที่ผู้ให้บริการมีอยู่กับจำนวนอุปกรณ์ที่เพียงพอจากแบบจำลอง..... 63

ตารางที่ 5.2 การเปรียบเทียบระยะเวลาเฉลี่ยในการให้บริการจริงกับระยะเวลาเฉลี่ยที่ได้ จากแบบจำลองโดยใช้จำนวนพนักงาน และอุปกรณ์ที่เพียงพอของอากาศยานลำตัวแคบ 64

ตารางที่ 5.3 การเปรียบเทียบระยะเวลาเฉลี่ยในการให้บริการจริงกับระยะเวลาเฉลี่ยที่ได้ จากแบบจำลองโดยใช้จำนวนพนักงาน และอุปกรณ์ที่เพียงพอของอากาศยานลำตัวกว้าง..... 64

ตารางที่ 5.4 การเปรียบเทียบระยะเวลาเฉลี่ยในการให้บริการจริงกับระยะเวลาเฉลี่ยที่ได้..... 65

561083704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

ตารางที่ 5.5 การเปรียบเทียบระยะเวลาเฉลี่ยของขั้นตอนต่าง ๆ ในการให้บริการจริง กับระยะเวลาเฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลองโดยใช้จำนวนพนักงาน และอุปกรณ์ที่เพียงพอของ อากาศยานลำตัวแคบ 65

ตารางที่ 5.6 การเปรียบเทียบระยะเวลาเฉลี่ยของขั้นตอนต่าง ๆ ในการให้บริการจริง กับระยะเวลาเฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลองโดยใช้จำนวนพนักงาน และอุปกรณ์ที่เพียงพอของ อากาศยานลำตัวกว้าง 66

ตารางที่ 5.7 การเปรียบเทียบระยะเวลาสัมภาระใบแรก และสัมภาระใบสุดท้ายกับ จำนวนอุปกรณ์ต่าง ๆ 67

5610837O4 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1.1 แผนผังหลุมจอดภายในท่าอากาศยาน 3

รูปที่ 1.2 กระบวนการดำเนินงานของระบบลำเลียงสัมภาระของผู้โดยสารขาเข้าภายในท่าอากาศยาน 8

รูปที่ 1.3 แสดงสัดส่วนเที่ยวบินที่สามารถลำเลียงสัมภาระใบแรก และใบสุดท้ายได้ตามกำหนดเวลาในเดือนมกราคม – มีนาคม 2560 12

รูปที่ 1.4 การวางแผนการพนักงาน และอุปกรณ์สำหรับการลำเลียงสัมภาระ 14

รูปที่ 2.1 แผนผังสาเหตุ และผลของกระบวนการลำเลียงสัมภาระขาเข้า 25

รูปที่ 2.2 แสดงระยะเวลาในการวางแผน 27

รูปที่ 3.1 ตัวอย่างข้อมูลสัมภาระใบแรก และใบสุดท้ายที่ได้รับจากผู้ประกอบการลำเลียงสัมภาระ 29

รูปที่ 3.2 แสดงการขั้นตอนการลำเลียงสัมภาระจากอากาศยานขาเข้าจนสิ้นสุดการลำเลียงสัมภาระขาออก 30

รูปที่ 3.3 การแบ่งโซนของหลุมจอดอากาศยาน 32

รูปที่ 4.1 ขั้นตอนการทำงานของขั้นตอนต่าง ๆ ในแบบจำลอง 39

รูปที่ 4.2 แบบจำลองสถานการณ์การลำเลียงสัมภาระจากโปรแกรม Arena 40

รูปที่ 4.3 โมดูลอากาศยานเข้าสู่หลุมจอด (Aircraft Arrival) 41

รูปที่ 4.4 หน้าต่างของ Create module 41

รูปที่ 4.5 โมดูลขั้นตอนลำเลียงสัมภาระออกจากอากาศยาน (Operation) 42

รูปที่ 4.6 หน้าต่างของ Assign module ในขั้นตอน Operation โมดูลที่ 1 42

รูปที่ 4.7 หน้าต่างของ Assign module ในขั้นตอน Operation โมดูลที่ 2 42

รูปที่ 4.8 หน้าต่างของ Process module ในขั้นตอน Operation 43

รูปที่ 4.9 หน้าต่างของ Record module ในขั้นตอน Operation 43

561083704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

รูปที่ 4.10 โมดูลขั้นตอนลากจูงสัมภาระออกจากหลุมจอดไปยังจุดคัดแยกสัมภาระ(Transportation) 44
รูปที่ 4.11 หน้าต่างของ Assign module ในขั้นตอน Transportation โมดูลที่ 1 44
รูปที่ 4.12 หน้าต่างของ Assign module ในขั้นตอน Transportation โมดูลที่ 2 44
รูปที่ 4.13 หน้าต่างของ Process module ในขั้นตอน Transportation 45
รูปที่ 4.14 หน้าต่างของ Record module ในขั้นตอน Transportation 45
รูปที่ 4.15 โมดูลขั้นตอนวางสัมภาระใบแรกลงบนสายพาน (Sorting) 46
รูปที่ 4.16 หน้าต่างของ Assign module ในขั้นตอน Sorting โมดูลที่ 1 46
รูปที่ 4.17 หน้าต่างของ Assign module ในขั้นตอน Sorting โมดูลที่ 2 47
รูปที่ 4.18 หน้าต่างของ Process module ในขั้นตอน Sorting 47
รูปที่ 4.19 หน้าต่างของ Record module ในขั้นตอน Sorting 48
รูปที่ 4.20 โมดูลขั้นตอนลำเลียงสัมภาระลงสายพานจนถึงสัมภาระใบสุดท้าย (Last bag Process) 48
รูปที่ 4.21 หน้าต่างของ Assign module ในขั้นตอน Last bag Process โมดูลที่ 1 49
รูปที่ 4.22 หน้าต่างของ Assign module ในขั้นตอน Last bag Process โมดูลที่ 2 49
รูปที่ 4.23 หน้าต่างของ Process module ในขั้นตอน Last bag Process 50
รูปที่ 4.24 หน้าต่างของ Record module ในขั้นตอน Last bag Process 50
รูปที่ 4.25 โมดูลขั้นตอนลำเลียงสัมภาระขาออกขึ้นอากาศยาน (Outbound Loading) 51
รูปที่ 4.26 หน้าต่างของ Assign module ในขั้นตอน Outbound Loading โมดูลที่ 1 51
รูปที่ 4.27 หน้าต่างของ Assign module ในขั้นตอน Outbound Loading โมดูลที่ 2 51
รูปที่ 4.28 หน้าต่างของ Process module ในขั้นตอน Outbound Loading 52
รูปที่ 4.29 หน้าต่างของ Record module ในขั้นตอน Outbound Loading 52
รูปที่ 4.30 โมดูลขั้นตอนการเดินทางของอุปกรณ์ (Equipment Delay) 53
รูปที่ 4.31 หน้าต่างของ process module 53
รูปที่ 4.32 โมดูลอากาศยานออกจากหลุมจอด (Aircraft Departure) 54

561083704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

รูปที่ 4.33 หน้าต่างของ Dispose module..... 54
รูปที่ 4.34 ตัวอย่างการรายงานผลส่วนของการใช้งานอุปกรณ์ในแบบจำลอง 57
รูปที่ 4.35 ตัวอย่างการรายงานผลส่วนของระยะเวลาของขั้นตอนต่าง ๆ ในแบบจำลอง 57
รูปที่ 4.36 หน้าต่างที่แสดงจากโปรแกรม Arena เมื่อทำการทดสอบแบบจำลองที่ไม่มีข้อผิดพลาด. 58

561083704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

การคมนาคมทางอากาศถือเป็นการเดินทางที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน เนื่องจากเป็นการเดินทางที่ปลอดภัย สะดวก และรวดเร็ว ทำให้อุตสาหกรรมการบินมีการเติบโต และขยายตัวอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้ยังเป็นส่วนสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจของประเทศ ส่งผลให้ประเทศต่าง ๆ มีการพัฒนาท่าอากาศยานให้มีสิ่งอำนวยความสะดวกที่ทันสมัย และเพียงพอกับความต้องการของสายการบิน และผู้โดยสาร

การให้บริการระบบลำเลียงสัมภาระของผู้โดยสารในท่าอากาศยาน เป็นปัจจัยพื้นฐานของท่าอากาศยาน หากการลำเลียงสัมภาระไม่มีประสิทธิภาพ คือ ไม่ครบถ้วนถูกต้อง ล่าช้าย่อมส่งผลกระทบโดยตรงกับผู้โดยสาร สายการบิน รวมถึงภาพลักษณ์ของท่าอากาศยานด้วย ท่าอากาศยานจึงต้องให้ความสำคัญกับประสิทธิภาพการลำเลียงสัมภาระ ซึ่งการลำเลียงสัมภาระขาเข้าเป็นการให้บริการที่มีความซับซ้อนทั้งในแง่ของอุปสงค์ (Demand) และอุปทาน (Supply) ในแง่ของ Demand คือ การรับมือกับเที่ยวบินที่ลงจอด ที่แม้ผู้ให้บริการลำเลียงสัมภาระจะได้รับตารางบินล่วงหน้าจากสายการบิน แต่ในความเป็นจริงแล้วเที่ยวบินไม่สามารถลงจอดตามตารางบินได้อย่างแม่นยำ เนื่องจากมีปัจจัยต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อเวลาในการบิน และเวลาในการลงจอด ทั้งสภาพอากาศ ความหนาแน่นของทางวิ่ง และทางขับอากาศยาน ในแง่ของ Supply ผู้ให้บริการต้องจัดเตรียมอุปกรณ์เพื่อให้บริการเที่ยวบิน ซึ่งจำนวน และประเภทของอุปกรณ์แตกต่างกันในแต่ละเที่ยวบิน ซึ่งปัจจัยที่กล่าวมามีทั้งปัจจัยที่ควบคุมได้ และควบคุมไม่ได้

ท่าอากาศยานมีเกณฑ์ที่ใช้วัดประสิทธิภาพการดำเนินงานของการลำเลียงสัมภาระขาเข้า คือ เกณฑ์สัมภาระใบแรก (First Bag) มาถึงจุดคัดแยกสัมภาระหลังจากอากาศยานจอดสนิทภายในเวลาไม่เกิน 15 นาที และสำหรับสัมภาระใบสุดท้าย (Last Bag) มาถึงจุดคัดแยกสัมภาระหลังจากอากาศยานจอดสนิทภายในเวลาไม่เกิน 25 นาที ซึ่งผลการดำเนินงานสัมภาระใบแรก (First Bag) สัมภาระใบสุดท้าย (Last Bag) ที่ผ่านมาของผู้ให้บริการแตกต่างจากเกณฑ์มาตรฐานค่อนข้างมาก

ทั้งนี้ผู้ให้บริการลำเลียงสัมภาระในท่าอากาศยานจะได้รับตารางเที่ยวบินจากสายการบินล่วงหน้าราย 6 เดือน (Summer - Winter Schedule) ฉะนั้นหากผู้ให้บริการลำเลียงสัมภาระ

5610837704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

สามารถวางแผนพนักงาน และอุปกรณ์ สำหรับเตรียมรับมือกับเที่ยวบินที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ผลการดำเนินงานสัมภาระย่อมดีขึ้นด้วย โดยงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ทำการออกแบบการวางแผนพนักงาน และอุปกรณ์ เพื่อหาจำนวนพนักงาน และอุปกรณ์ที่เพียงพอ สำหรับการให้บริการระบบการลำเลียงสัมภาระขาเข้าของผู้โดยสารในท่าอากาศยานกรณีศึกษา ซึ่งจะช่วยให้การบริการลำเลียงสัมภาระภายในท่าอากาศยานที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

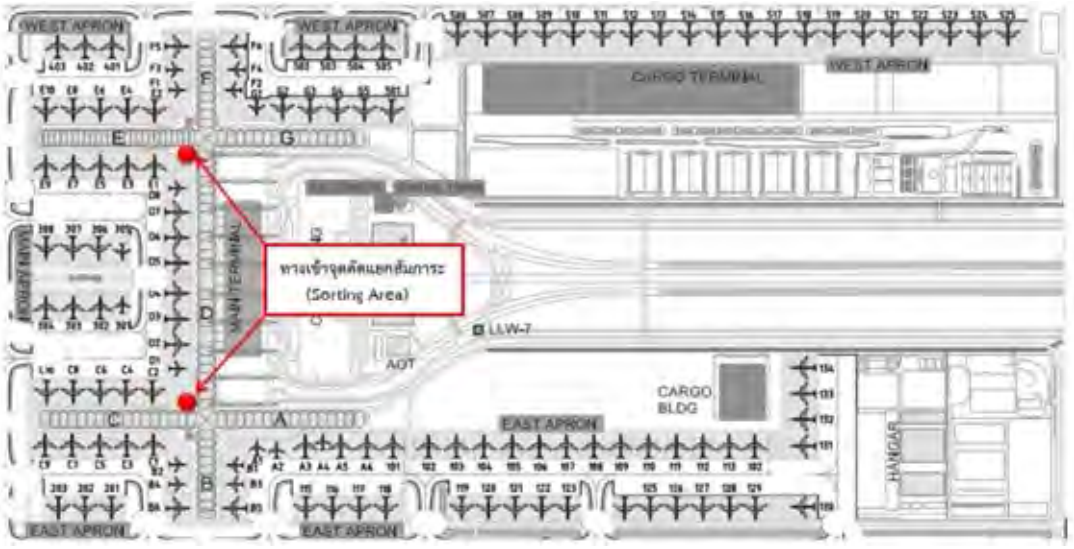
5610837O4 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

1.2 ข้อมูลทั่วไปของท่าอากาศยานกรณีศึกษา

ท่าอากาศยานกรณีศึกษา เป็นท่าอากาศยานนานาชาติ มีศักยภาพในการรองรับผู้โดยสาร 45 ล้านคนต่อปี รองรับเที่ยวบินได้ 76 เที่ยวบินต่อชั่วโมง อาคารผู้โดยสารเทียบอากาศยานมีลักษณะเป็นอาคารเดี่ยวขนาดใหญ่ มีหลุมจอดทั้งหมด 120 หลุมจอดซึ่งแบ่งเป็น หลุมจอดประชิดอาคาร (Contact Gate) จำนวน 51 หลุมจอด และหลุมจอดอากาศยานระยะไกล (Remote Bay) จำนวน 69 หลุมจอด โดยหลุมจอดประชิดอาคาร (Contact Gate) มีรายละเอียด ดังนี้

- concourse A (Alpha) 6 หลุมจอด
- concourse B (Bravo) 6 หลุมจอด
- concourse C (Charlie) 10 หลุมจอด
- concourse D (Delta) 8 หลุมจอด
- concourse E (Echo) 10 หลุมจอด
- concourse F (Foxtrot) 6 หลุมจอด
- concourse G (Golf) 5 หลุมจอด

โดยจุดคัดแยกสัมภาระ (Sorting Area) อยู่ที่ชั้นใต้ดินของอาคารผู้โดยสารซึ่งมีทางเข้า – ออก จากลานจอดอากาศยาน 2 ช่องทาง คือ บริเวณ Gate D1 (อาคารผู้โดยสารฝั่งตะวันออก) และบริเวณ Gate D8 (อาคารผู้โดยสารฝั่งตะวันตก) และทางลอดบริเวณจุดตัดของ Concourse มีทั้งสิ้น 4 จุด ได้แก่ บริเวณ Concourse B C E และ F ดังรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 แผนผังหลุมจอดภายในท่าอากาศยาน

สายพานลำเลียงสัมภาระขาเข้าจากจุดคัดแยกสัมภาระ (Sorting Area) เคลื่อนที่ไปยังจุดรับสัมภาระภายในอาคารผู้โดยสาร มีจำนวน 23 สายพาน อย่างไรก็ดีระยะเวลาการเดินทางของสัมภาระภายในระบบสายพานลำเลียงจากจุดคัดแยกสัมภาระจนกระทั่งสัมภาระปรากฏที่จุดรับสัมภาระภายในอาคารผู้โดยสาร (Arrival Hall) มีระยะเวลาเฉลี่ยที่ 3 นาที

ท่าอากาศยานกรณีศึกษา มีเที่ยวบินที่รับบริการลำเลียงสัมภาระประมาณ 15,000 เที่ยวบินต่อเดือน โดยมีผู้ให้บริการการลำเลียงสัมภาระจำนวน 2 ราย ซึ่งมีสัดส่วนทางการตลาดของเที่ยวบิน คือ ผู้ให้บริการ A ร้อยละ 60 และผู้ให้บริการ B ร้อยละ 40 เกณฑ์ที่ใช้วัดประสิทธิภาพการดำเนินงานของการลำเลียงสัมภาระขาเข้า คือ สัมภาระใบแรก (First Bag) มาถึงจุดคัดแยกสัมภาระหลังจากอากาศยานจอดสนิทภายใน เวลาไม่เกิน 15 นาที และสำหรับสัมภาระใบสุดท้าย (Last Bag) มาถึงจุดคัดแยกสัมภาระหลังจากอากาศยานจอดสนิทภายในเวลาไม่เกิน 25 นาที ของท่าอากาศยานเป็นเกณฑ์ที่ใช้วัดประสิทธิภาพของผู้ให้บริการราย B เท่านั้น เนื่องจากบริษัท B เป็นผู้กำหนดในข้อเสนอโครงการ ซึ่งที่ผ่านมายังไม่สามารถผ่านเกณฑ์ดัชนีชี้วัดดังกล่าวได้

1.3 ข้อมูลพื้นฐานของระบบลำเลียงสัมภาระ

การลำเลียงสัมภาระของผู้โดยสารภายในท่าอากาศยาน มีอุปกรณ์ที่ใช้ในการให้บริการทั้งหมด 6 รายการ รายละเอียดลักษณะการใช้งานของอุปกรณ์ แสดงดังตารางที่ 1.1

561083704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

ตารางที่ 1.1. รายการอุปกรณ์ และรายละเอียดของอุปกรณ์ใช้ในกระบวนการลำเลียงสัมภาระ

ลำดับที่	รายการอุปกรณ์	รายละเอียด
1	รถลำเลียงตู้สัมภาระ และแผ่นระวางสินค้า Container/ Pallet Loader (CPL)	อุปกรณ์ลำเลียงสัมภาระ (Loading Equipment) ใช้สำหรับเทียบอากาศยานเพื่อลำเลียงตู้ Container ที่บรรจุสัมภาระ และแผ่น Pallet ที่ใช้บรรจุสินค้าออกจากประตู Compartment ด้านข้างของอากาศยาน โดยมีระบบไฮดรอลิกในการปรับระดับขึ้น – ลง เพื่อปรับเทียบระดับกับประตู Compartment ของอากาศยาน และลดระดับเพื่อลำเลียงตู้สัมภาระไปยังอุปกรณ์ Transporter ต่อไป
2	รถทรานสปอร์ทเตอร์ Transporter	อุปกรณ์ลำเลียงสัมภาระ (Loading Equipment) ใช้สำหรับลำเลียงตู้ Container หรือแผ่น Pallet จาก CPL ไปวางบน Dolly
3	รถพ่วงบรรทุกตู้สัมภาระ Dolly	อุปกรณ์ใช้สำหรับรองรับตู้สัมภาระ (Container) และแผ่น Pallet เพื่อต่อพ่วงกับ Baggage Tractor เพื่อลำเลียงสัมภาระไปยังบริเวณจุดคัดแยกสัมภาระ (Sorting Area)

561083704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

ลำดับที่	รายการอุปกรณ์	รายละเอียด
4	รถสายพานลำเลียงสัมภาระ Conveyor Belt (CVB) 	อุปกรณ์ลำเลียงสัมภาระ (Loading Equipment) ที่มีสายพานลำเลียง ใช้สำหรับลำเลียงสัมภาระทีละใบ (Piece by Piece) ออกจากประตู Bulk ของอากาศยาน
5	รถพ่วงบรรทุกสัมภาระ Baggage Cart 	อุปกรณ์ที่ใช้บรรทุกกระเป๋าสัมภาระทีละใบที่ลำเลียงออกมาจากยานอากาศยานโดย Conveyor Belt โดยจะต่อพ่วงกับ Baggage Tractor เพื่อลำเลียงสัมภาระไปยังบริเวณจุดคัดแยกสัมภาระ (Sorting Area)
6	รถลากจูงสัมภาระ Baggage Tractor 	อุปกรณ์สำหรับลากจูง Dolly โดยสามารถลากจูง Dolly และ Baggage Cart เพื่อลำเลียงสัมภาระไปยังบริเวณจุดคัดแยกสัมภาระ (Sorting Area)

ในการให้บริการอากาศยานแต่ละประเภทจะใช้ประเภทของอุปกรณ์ที่ต่างกัน โดยอากาศยานลำตัวกว้าง (Wind Body) จะใช้อุปกรณ์ทุกรายการในตาราง ในขณะที่อากาศยาน

5610837O4 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

ลำตัวแคบ (Narrow Body) จะใช้อุปกรณ์เพียง 3 รายการ คือ 1. Conveyor Belt 2. Baggage Cart และ 3. Electric Baggage Tractor

พนักงานในระบบลำเลียงสัมภาระ ประกอบด้วยพนักงานขับอุปกรณ์ที่ใช้ลำเลียงสัมภาระ พนักงานที่ลำเลียงสัมภาระข้างอากาศยาน และพนักงานลำเลียงสัมภาระบริเวณจุดคัดแยกสัมภาระ (Sorting Area) ดังแสดงในตาราง 1.2

ตารางที่ 1.2 แสดงหน้าที่ของพนักงานประเภทต่าง ๆ

ลำดับที่	ประเภทของพนักงาน	หน้าที่
1	พนักงานขับอุปกรณ์ที่ใช้ลำเลียงสัมภาระ (Driver)	ขับ และควบคุมอุปกรณ์ในการลำเลียงสัมภาระ ได้แก่ อุปกรณ์ CPL อุปกรณ์ Transporter อุปกรณ์ Conveyor Belt และขับรถ Baggage Tractor ลากจูงสัมภาระจากข้างอากาศยานไปยังบริเวณจุดคัดแยกสัมภาระ (Sorting Area)
2	พนักงานลำเลียงสัมภาระข้างอากาศยาน (Bay loader)	เคลื่อนย้ายตู้สัมภาระออกจากอากาศยาน และขนถ่ายสัมภาระจากอากาศยานลงใน Baggage Cart

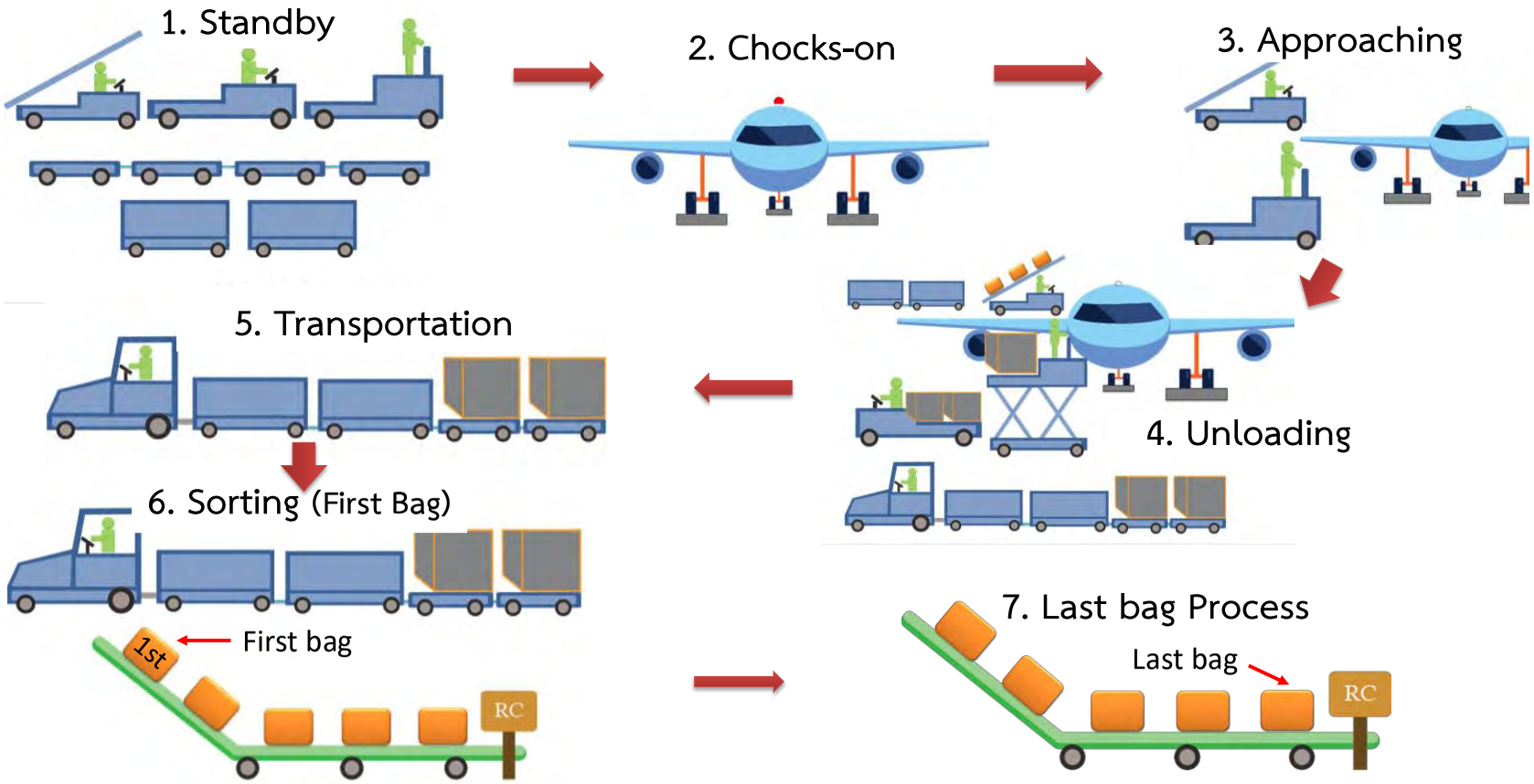
561083704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

ลำดับที่	ประเภทของพนักงาน	หน้าที่
3	พนักงานลำเลียงสัมภาระบริเวณจุดคัดแยกสัมภาระ (Sorting Loader)	คัดแยก และลำเลียงสัมภาระออกจากตู้สัมภาระ และ/หรือ Baggage Cart วางบนสายพานลำเลียงสัมภาระขาเข้า

ระบบลำเลียงสัมภาระของผู้โดยสารภายในท่าอากาศยานมีกระบวนการดำเนินงานทั้งหมด 7 ขั้นตอน ตั้งแต่การจัดเตรียมอุปกรณ์ให้พร้อม (Standby) จนสัมภาระถูกลำเลียงไปยังจุดรับสัมภาระภายในอาคารผู้โดยสาร (Arrival Hall) ดังรูปที่ 1.2

5610837704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

CU ithesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11
5610837O4



รูปที่ 1.2 กระบวนการดำเนินงานของระบบลำเลียงสัมภาระของผู้โดยสารขาเข้าภายในท่าอากาศยาน

กระบวนการลำเลียงสัมภาระผู้โดยสารขาเข้า ประกอบด้วยพื้นที่ปฏิบัติการ คือ 1. พื้นที่หลุมจอดอากาศยาน ซึ่งประกอบด้วย 4 กระบวนการ Standby Chocks-on Approaching และ Unloading 2. พื้นที่ภายในลานจอดท่าอากาศยาน ประกอบด้วยกระบวนการ Transportation ซึ่งเคลื่อนที่จากหลุมจอดอากาศยานไปยังสายพานลำเลียงสัมภาระขาเข้า และ 3. พื้นที่จุดคัดแยกสัมภาระ (Sorting Area) ประกอบด้วยกระบวนการ Sorting และกระบวนการ Last Bag Process โดยรายละเอียดของแต่ละกระบวนการแสดง ดังตารางที่ 1.3

ตารางที่ 1.3 กระบวนการลำเลียงสัมภาระผู้โดยสารขาเข้า

พื้นที่ปฏิบัติการ	กระบวนการ	รายละเอียด
หลุมจอดอากาศยาน	Standby	การเตรียมความพร้อมของพนักงาน และอุปกรณ์บริเวณหลุมจอดก่อนที่อากาศยานจะเข้าจอด
	Chocks-on	เจ้าหน้าที่วางไม้หมอน (Chock) ที่ล้อหน้าของอากาศยาน (อากาศยานจอดสนิท)
	Approaching	เมื่อนักบินปิดไฟสัญญาณของอากาศยาน (Beacon) แล้ว พนักงานจะให้สัญญาณแก่พนักงานบริการภาคพื้นให้เริ่มปฏิบัติงานได้ ซึ่งพนักงานจะนำอุปกรณ์ลำเลียงสัมภาระ (Loading Equipment) เข้าเทียบข้างอากาศยาน
หลุมจอดอากาศยาน	Unloading	พนักงานลำเลียงสัมภาระ (Loaders) ลำเลียงตู้สัมภาระและ/หรือ สัมภาระออกจากอากาศยานมายัง Loading Equipment และลำเลียงไปยังรถลากจูงสัมภาระ (Baggage Tractor)
ภายในลานจอดท่าอากาศยาน (เคลื่อนที่จากหลุมจอดอากาศยานไปยังสายพานลำเลียงสัมภาระขาเข้า)	Transportation	พนักงานขับรถ Baggage Tractor ลำเลียงสัมภาระจากข้างอากาศยาน ไปยังสายพานลำเลียงสัมภาระขาเข้าที่กำหนดภายในบริเวณจุดคัดแยกสัมภาระ (Sorting Area) ซึ่งมีทางเข้า-ออก จากลานจอดอากาศยาน 2 ช่องทาง คือ บริเวณ Concourse D1 และ D8

5610837704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

พื้นที่ปฏิบัติการ	กระบวนการ	รายละเอียด
จุดคัดแยกสัมภาระ (Sorting Area)	Sorting (First Bag)	เมื่อ Tractor จอดเทียบสายพานลำเลียงสัมภาระขาเข้าแล้วพนักงานลำเลียงสัมภาระ (Loaders) จะคัดแยกและลำเลียงสัมภาระ เมื่อวางสัมภาระใบบนสายพานลำเลียง พนักงานควบคุมงานจะลงข้อมูลเวลา First Bag ในระบบสารสนเทศท่าอากาศยานกรณีศึกษา
	Last Bag Process	พนักงานลำเลียงสัมภาระ (Loaders) จะคัดแยกและลำเลียงสัมภาระ เมื่อวางสัมภาระใบสุดท้ายบนสายพานลำเลียง พนักงานควบคุมงานจะลงข้อมูลเวลา Last Bag ในระบบสารสนเทศท่าอากาศยานกรณีศึกษา

ซึ่งจากกระบวนการดำเนินงานในตารางที่ 1.3 สามารถแบ่งช่วงการดำเนินงานตั้งแต่เริ่มจับเวลาคือ อากาศยานจอดสนิทหรือกระบวนการ Chock-on จนกระทั่งสิ้นสุดการจับเวลา คือ สัมภาระใบแรก (First Bag) และสัมภาระใบสุดท้าย (Last Bag) ปรากฏที่จุดรับสัมภาระภายในอาคารผู้โดยสาร (Arrival Hall) ได้เป็น 4 ช่วงดำเนินการดังนี้

1. ช่วง Operation คือช่วงการดำเนินงานข้างอากาศยานตั้งแต่ กระบวนการ Chock-on (อากาศยานจอดสนิท) จนถึงกระบวนการ Unloading คือ พนักงานขับรถ Baggage Tractor ลำเลียงสัมภาระจากข้างอากาศยานออกจากหลุมจอดอากาศยาน

2. ช่วง Transportation คือ ช่วงการดำเนินงานที่พนักงานขับรถ Baggage Tractor ลำเลียงสัมภาระจากข้างอากาศยาน ไปจอดที่สายพานลำเลียงสัมภาระขาเข้าภายในบริเวณจุดคัดแยกสัมภาระ (Sorting Area)

3. ช่วง Sorting คือ ช่วงการดำเนินงานตั้งแต่รถ Baggage Tractor จอดที่สายพานลำเลียงสัมภาระขาเข้าภายในบริเวณจุดคัดแยกสัมภาระ (Sorting Area) จนพนักงานลำเลียงสัมภาระใบแรกลงบนสายพานลำเลียงสัมภาระขาเข้า

5610837704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

4. ช่วง Last bag Process คือ ช่วงตั้งแต่วางสัมภาระใบแรก (First Bag) จนถึงวางสัมภาระใบสุดท้าย (Last Bag) ที่สายพานลำเลียงสัมภาระขาเข้าภายในบริเวณจุดคัดแยกสัมภาระ (Sorting Area)

อย่างไรก็ดีภาระหน้าที่ของผู้ให้บริการภาคพื้นทั้ง 2 ราย มีขอบเขตการให้บริการครอบคลุมทั้งการลำลียงสัมภาระขาเข้า และการลำเลียงสัมภาระขาออก ฉะนั้นการใช้งานพนักงาน และอุปกรณ์สำหรับลำเลียงสัมภาระ ได้ไม่สิ้นสุดเพียงการลำเลียงสำหรับขาเข้า เนื่องจากพนักงาน และอุปกรณ์ชุดเดียวกันนั้นต้องให้บริการการลำเลียงสัมภาระขาออกด้วย ยกเว้นพนักงานพนักงานลำเลียงสัมภาระบริเวณจุดคัดแยกสัมภาระ (Sorting Loader) ดังนั้นหากพิจารณาการใช้งานของพนักงานและอุปกรณ์ ต้องมีกระบวนการดำเนินงานเพิ่มขึ้นอีก 1 กระบวนการ คือช่วงการลำเลียงสัมภาระขาออก (Outbound Loading)

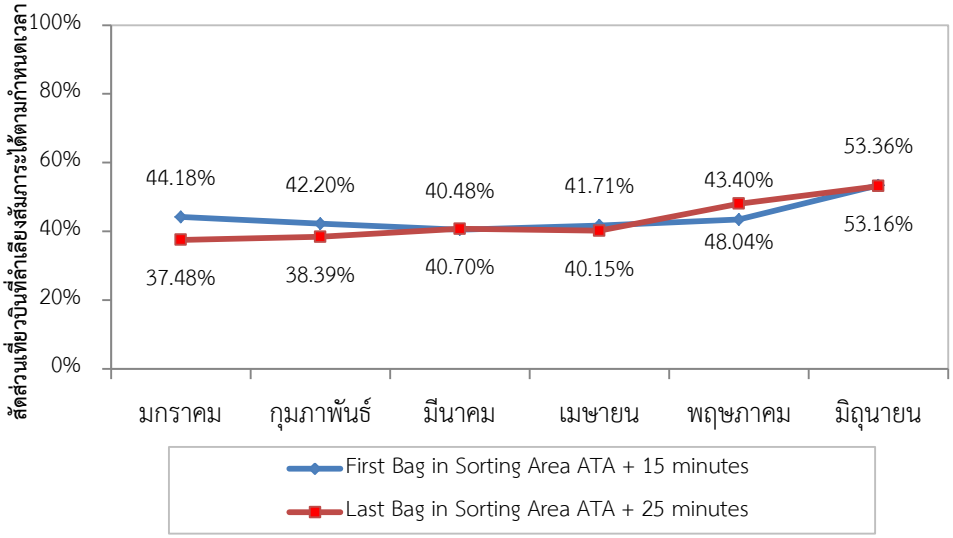
5610837704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

1.4 ปัญหาและความสำคัญ

การลำเลียงสัมภาระเป็นหนึ่งในปัจจัยพื้นฐานของท่าอากาศยาน จึงเป็นสิ่งที่ท่าอากาศยานจำเป็นต้องให้ความสำคัญ โดยปัญหาที่พบเกี่ยวกับการให้บริการการลำเลียงสัมภาระส่วนใหญ่ คือ ปัญหาสัมภาระตกหล่นสูญหาย และปัญหาสัมภาระขาเข้าที่ล่าช้า ซึ่งในเรื่องเวลานั้นถือเป็นเรื่องที่ต้องให้ความสำคัญอย่างมาก เนื่องจากหากมีความล่าช้าเกิดขึ้น นอกจากจะส่งผลกระทบโดยตรงต่อผู้โดยสารยังส่งผลกระทบกับสายการบิน และท่าอากาศยาน ซึ่งปัญหาดังกล่าวเป็นประเด็นทำให้ความพึงพอใจของผู้โดยสารที่มีต่อสายการบินและท่าอากาศยานที่ลดลง อีกทั้งยังส่งผลต่อความน่าเชื่อถือภาพลักษณ์ และธุรกิจท่องเที่ยวของประเทศอีกด้วย

จากอดีตที่ผ่านมาพบว่าปัญหาสัมภาระขาเข้าที่ล่าช้า เป็นปัญหาที่พบมาโดยตลอด ซึ่งท่าอากาศยานมีเกณฑ์มาตรฐานที่ผู้ให้บริการ B ได้ทำข้อตกลงไว้กับท่าอากาศยาน คือ สัมภาระใบแรก (First Bag) มาถึงจุดคัดแยกสัมภาระหลังจากอากาศยานจอดสนิทภายในเวลาไม่เกิน 15 นาที และสำหรับสัมภาระใบสุดท้าย (Last Bag) มาถึงจุดคัดแยกสัมภาระหลังจากอากาศยานจอดสนิทภายในเวลาไม่เกิน 25 นาที ซึ่งผู้ให้บริการ B มีเที่ยวบินที่สามารถลำเลียงได้ตามกำหนดเวลาสัมภาระใบแรก และสัมภาระใบสุดท้ายน้อยมากเมื่อเทียบกับจำนวนเที่ยวบินทั้งหมดที่ให้บริการ จากรูป 1.3 แสดงสัดส่วนเที่ยวบินที่สามารถลำเลียงสัมภาระใบแรก และใบสุดท้ายได้ตาม

กำหนดเวลา ในเดือนมกราคม – มีนาคม 2560 พบว่า ผู้ให้บริการ B มีเที่ยวบินที่สามารถผ่านเกณฑ์การสัมภาระใบแรกอยู่ในช่วงร้อยละ 40.70-40.48 และใบสุดท้ายอยู่ในช่วงร้อยละ 37.48-40.70



รูปที่ 1.3 แสดงสัดส่วนเที่ยวบินที่สามารถลำเลียงสัมภาระใบแรก และใบสุดท้ายได้ตามกำหนดเวลา ในเดือนมกราคม – มีนาคม 2560

จากการวิเคราะห์เบื้องต้นถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อระยะเวลาของการลำเลียงสัมภาระขาเข้าในแต่ละช่วงการดำเนินงานจะมีปัจจัยต่าง ๆ ที่ส่งผลกระทบต่อความล่าช้าของการลำเลียงสัมภาระใบแรก และใบสุดท้าย ดังตารางที่ 1.4

ตารางที่ 1.4 แสดงผลกระทบจากปัจจัยต่าง ๆ ในแต่ละช่วงเวลาการดำเนินงาน

ช่วงการดำเนินงาน	**ปัจจัยหลัก (ตัวแปรต้น)**	**ผลกระทบจากปัจจัยหลัก (ตัวแปรตาม)**
Operation	รุ่นและประเภทของอากาศยาน	จำนวนพนักงาน และอุปกรณ์
		จำนวนสัมภาระ และ Container และลักษณะการบรรจุสัมภาระ
		หลุมจอด
	หลุมจอด	ระยะทางในการเดินทางของพนักงานและอุปกรณ์
	ความล่าช้าของเที่ยวบิน	การ Standby หรือ ความพร้อมของพนักงานและอุปกรณ์
	การกระจายตัวของเที่ยวบิน	การ Standby หรือ ความพร้ อมของ

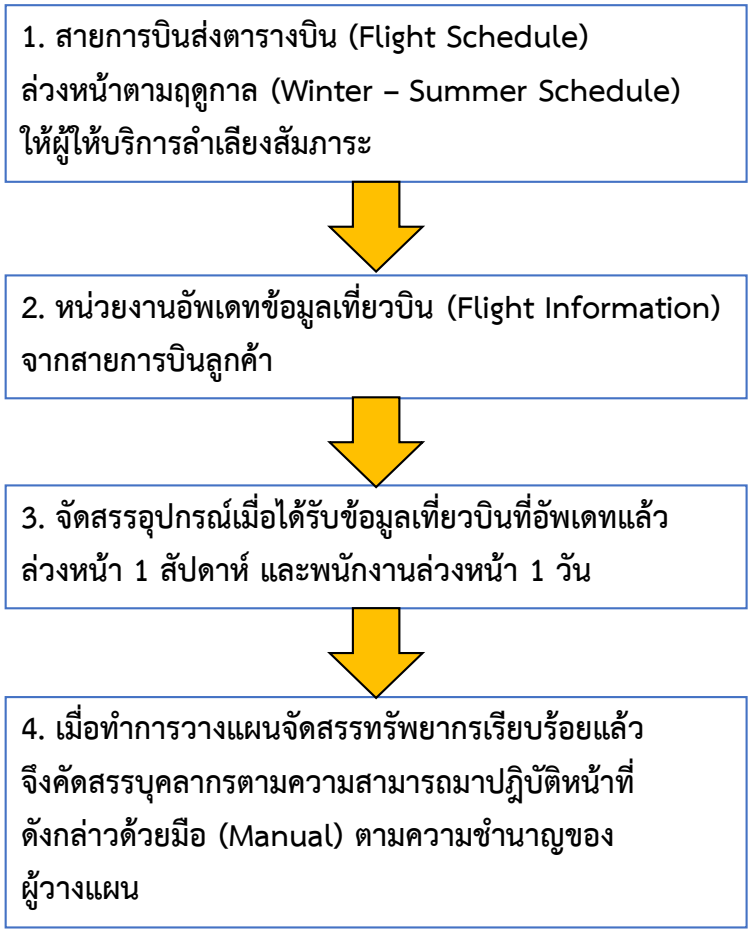
561083704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

ช่วงการดำเนินงาน	ปัจจัยหลัก (ตัวแปรต้น)	ผลกระทบจากปัจจัยหลัก (ตัวแปรตาม)
		พนักงานและอุปกรณ์
		จำนวนพนักงาน และอุปกรณ์
Transportation	หลุมจอด	เส้นทางจราจร
		จุดตัดของ Concourse
		ระยะทางระหว่างหลุมจอดอากาศยานไปยังสายพานลำเลียงภายในจุดคัดแยก
Sorting	จำนวนสัมภาระ และ Container และลักษณะการบรรจุสัมภาระ	การ Standby หรือ ความพร้อมของพนักงานและอุปกรณ์
		จำนวนพนักงาน และอุปกรณ์

จากปัจจัยที่ส่งผลต่อระยะเวลาของการลำเลียงสัมภาระขาเข้าทั้งจากปัจจัยหลัก และปัจจัยที่ได้รับผลกระทบจากปัจจัยหลักสามารถจำแนกปัจจัยดังกล่าวออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้ (Given) คือ รุ่น และประเภทของอากาศยาน หลุมจอด เส้นทางการจราจร การกระจายตัวของเที่ยวบิน ความล่าช้าของเที่ยวบิน จำนวนสัมภาระ และ Container และลักษณะการบรรจุสัมภาระ ซึ่งปัจจัยที่กล่าวมาทั้งหมดเป็นปัจจัยที่ผู้ให้บริการ B ไม่สามารถควบคุมได้ เนื่องจากอยู่ภายใต้อำนาจหน้าที่ของหน่วยงานอื่น เช่น สายการบินหรือท่าอากาศยาน อย่างไรก็ดี ในทุกปัจจัยข้างต้นล้วนเชื่อมโยงกับ กลุ่มปัจจัยที่ควบคุมได้ คือ จำนวน และการ Standby ของพนักงาน และอุปกรณ์ซึ่งในงานวิจัยนี้จะทำการแก้ไขปัญหาในกลุ่มปัจจัยนี้

ในการแก้ไขปัญหาของเรื่องจำนวน และการ Standby ของพนักงานและอุปกรณ์ ต้องพิจารณา ไปถึงกระบวนการในการวางแผนพนักงาน และอุปกรณ์ โดยการวางแผนพนักงานและอุปกรณ์สำหรับการลำเลียงสัมภาระมีขั้นตอนดังรูปที่ 1.4

561083704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11



หมายเหตุ หากในการให้บริการจริงมีพนักงานไม่เพียงพอตามแผนที่กำหนดไว้ จะแก้ไขโดยการให้พนักงานทำงานล่วงเวลา (Over-Time) และกรณีที่จำนวนอุปกรณ์จริงไม่เพียงพอตามแผนที่กำหนดไว้

รูปที่ 1.4 การวางแผนการพนักงาน และอุปกรณ์สำหรับการลำเลียงสัมภาระ

จากรูปที่ 1.4 ชี้ให้เห็นว่าจากขั้นตอนการวางแผนพนักงาน และอุปกรณ์ของผู้ให้บริการ B ทำการวางแผนตามความชำนาญของผู้วางแผนทำให้ไม่สามารถทราบปัจจัยที่แน่นอนในการวางแผนพนักงาน และอุปกรณ์ในแต่ละเที่ยวบินได้ ซึ่งเมื่อพิจารณาถึงการวางแผนพนักงาน และอุปกรณ์ พบว่า การวางแผนจัดสรรทรัพยากรสำหรับการลำเลียงสัมภาระต้องใช้กระบวนการคิดความซับซ้อน เนื่องจากมีปัจจัยที่เกี่ยวข้อง และข้อจำกัดในการทำงานมากมาย เช่น หลุมจอด ซึ่งในแต่ละตำแหน่งหลุมจอด ส่งผลต่อระยะเวลาในการเดินทางของพนักงาน และอุปกรณ์ รวมถึงระยะเวลาในการลำเลียงสัมภาระจากหลุมจอดไปยังจุดคัดแยกสัมภาระอีกด้วย เที่ยวบินที่ลงจอดไม่ตรงตามเวลาการบิน (Delay) ส่งผลต่อระยะเวลาในการให้บริการหากเที่ยวบินที่ล่าช้าย่อมส่งผลต่อการให้บริการในเที่ยวบินอื่น ๆ ซึ่งปัจจุบันผู้ให้บริการยังไม่มีเครื่องมือที่ใช้วางแผนจัดสรรทรัพยากร

561083704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

ที่มีประสิทธิภาพ และน่าเชื่อถือ โดยจะเห็นได้จากผู้วางแผนแต่ละคนย่อมมีเกณฑ์การตัดสินใจที่ไม่เหมือนกันทุกจุดในการพิจารณาวางแผนพนักงาน และอุปกรณ์ เนื่องจากผลการดำเนินงานการลำเลียงสัมภาระของผู้ให้บริการที่ผ่านมายังคงไม่ผ่านเกณฑ์สัมภาระใบแรก และใบสุดท้าย จึงไม่อาจสรุปได้ว่า ปัจจุบันจำนวนพนักงาน และอุปกรณ์ของผู้ให้บริการไม่เพียงพอ หรือเนื่องจากผู้ให้บริการไม่สามารถจัดสรรทรัพยากรที่มีอยู่ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดได้ฉะนั้นการแก้ปัญหาการวางแผนพนักงาน และอุปกรณ์ จึงจำเป็นต้องมีเครื่องมือที่สามารถระบุจำนวนพนักงาน และอุปกรณ์ที่เพียงพอ เพื่อให้การลำเลียงสัมภาระมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงต้องการจัดเครื่องมือที่ใช้วางแผนจัดสรรทรัพยากรที่มีประสิทธิภาพ และมีความสามารถในการกำหนดจำนวนพนักงาน และอุปกรณ์ได้อย่างเพียงพอ เพื่อปรับปรุงและพัฒนาการลำเลียงสัมภาระใบแรกและใบสุดท้าย เพื่อนำไปสู่ผลการดำเนินงานลำเลียงสัมภาระที่เป็นไปตามเกณฑ์

1.5 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อพัฒนาแบบจำลองสถานการณ์ (Simulation) การลำเลียงสัมภาระภายในท่าอากาศยาน ที่ใช้สำหรับวางแผนจำนวนพนักงาน และอุปกรณ์เพื่อให้ผ่านเกณฑ์การลำเลียงสัมภาระใบแรก และใบสุดท้าย

1.6 ขอบเขตงานวิจัย

1. แบบจำลอง (Model) การวางแผนจำนวน ลำดับการปฏิบัติงาน และประเภทของพนักงาน และอุปกรณ์ สำหรับการลำเลียงสัมภาระขาเข้าของผู้โดยสารภายในท่าอากาศยานกรณีศึกษาที่ให้บริการโดยของผู้ให้บริการ B ในแต่เที่ยวบิน ตามตารางการบิน โดยคำนึงถึงเกณฑ์สัมภาระใบแรก (First Bag) มาถึงจุดคัดแยกสัมภาระหลังจากอากาศยานจอดสนิทภายในเวลาไม่เกิน 15 นาที และสัมภาระใบสุดท้าย (Last Bag) มาถึงจุดคัดแยกสัมภาระหลังจากอากาศยานจอดสนิทภายในเวลาไม่เกิน 25 นาที โดยใช้ค่าเฉลี่ยเวลาของทุกเที่ยวบินของผู้ให้บริการ B โดยไม่คำนึงถึงประเภทของอากาศยาน

5610837704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

2. งานวิจัยนี้จะปรับปรุงประสิทธิภาพการลำเลียงสัมภาระขาเข้าในขอบเขตงานของผู้ให้บริการภาคพื้นบริษัท B เท่านั้น ไม่ครอบคลุมอำนาจหน้าที่ของท่าอากาศยาน สายการบิน เช่น การกำหนดหลุมจอด สายพานลำเลียงสัมภาระขาเข้า การกำหนดรุ่น และประเภทของอากาศยาน

3. แบบจำลองที่จัดทำขึ้นนั้นได้พิจารณาปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ ประเภทของอากาศยาน โซนหลุมจอด ปริมาณสัมภาระ

4. ข้อมูลเที่ยวบินที่ทำการศึกษาเป็นข้อมูลในช่วงระหว่างเดือนเมษายน - มิถุนายน 2560

5. ในการทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองการวางแผนพนักงาน และอุปกรณ์ (Model) โดยการจำลองสถานการณ์ (Simulation) จากข้อมูลเที่ยวบินย้อนหลัง 7 วัน และจำนวนอุปกรณ์และพนักงานของผู้ให้บริการ B ในขณะนั้นว่ามีความแตกต่างกับผลการดำเนินงานจริงของช่วงเวลาดังกล่าวมากน้อยเพียงใดเพื่อทดสอบความแม่นยำของแบบจำลอง

6. นำแบบจำลองการวางแผนพนักงาน และอุปกรณ์ (Model) โดยการจำลองสถานการณ์ (Simulation) ไปหาจำนวนอุปกรณ์และพนักงานที่เพียงพอ และนำมาเปรียบเทียบกับผลการดำเนินงานจริงของช่วงเวลาเดียวกันระยะเวลา 7 วัน ซึ่งยังไม่มีการปรับปรุงประสิทธิภาพโดยใช้แบบจำลอง

1.7 วิธีการดำเนินงานวิจัย

1. ศึกษาขั้นตอนการลำเลียงสัมภาระขาเข้าภายในท่าอากาศยาน

2. วิเคราะห์ปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับความล่าช้าของระบบลำเลียงสัมภาระของผู้โดยสาร

3. สร้างแบบจำลองสถานการณ์การลำเลียงสัมภาระของผู้โดยสาร (สร้าง Simulation Model)

4. ใช้สถานการณ์การลำเลียงสัมภาระของผู้โดยสาร (Simulation Model) เพื่อหาจำนวนพนักงาน และอุปกรณ์ที่เพียงพอจากแบบจำลอง

5. สรุปผลการทดลอง

5610837704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

1.8 ประโยชน์ที่ได้รับ

1. การวางแผนการจัดสรรทรัพยากร และขั้นตอนการทำงานการลำเลียงสัมภาระภายในท่าอากาศยานกรณีศึกษารูปแบบใหม่
2. บริษัท B สามารถบรรลุเกณฑ์การลำเลียงสัมภาระใบแรก และใบสุดท้ายได้
3. เป็นแนวทางในการศึกษา และพัฒนารูปแบบการแก้ปัญหาการลำเลียงสัมภาระภายในท่าอากาศยาน
4. สามารถนำไปปรับใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาแบบจำลองเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานในรูปแบบงานอื่น ๆ ในอนาคต

1.9 ผลที่ได้รับ

1. ทราบจำนวนของทรัพยากรที่เหมาะสมสำหรับลำเลียงสัมภาระภายในท่าอากาศยานของผู้ให้บริการบริษัท B ที่จะสามารถบรรลุเกณฑ์การลำเลียงสัมภาระใบแรก และใบสุดท้ายได้
2. แนวทางในการวางแผนจัดสรรทรัพยากรสำหรับลำเลียงสัมภาระภายในท่าอากาศยานกรณีศึกษารูปแบบใหม่

5610837704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สำหรับรายละเอียดในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้ ซึ่งจะประกอบด้วย 2 ส่วน โดยส่วนแรก คือ ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องของระบบลำเลียงสัมภาระของผู้โดยสารภายในท่าอากาศยาน และในส่วนที่สอง คือ ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องของการจำลองสถานการณ์ (Simulation)

5610837704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 ระบบลำเลียงสัมภาระของผู้โดยสารภายในท่าอากาศยาน

การเติบโตของธุรกิจของประเทศไทยโดยในปี 2560 มีจำนวนปริมาณเที่ยวบิน 950,661 เที่ยวบิน หรือเฉลี่ย 2,609 เที่ยวบินต่อวัน โดยเที่ยวบินระหว่างประเทศ ร้อยละ 48 และเที่ยวบินภายในประเทศร้อยละ 42 ของเที่ยวบินทั้งหมดซึ่งเพิ่มขึ้นจากปี 2559 ร้อยละ 5 ซึ่ง ในปี 2561 คาดการณ์ว่าจะมีจำนวนปริมาณเที่ยวบิน 1,007,700 เที่ยวบิน หรือคิดเป็น 2,760 เที่ยวบินต่อวัน (บริษัท วิทยุการบินแห่งประเทศไทย จำกัด (บวท.)) เมื่อการเติบโตของการขนส่งทางอากาศเพิ่มมากขึ้นย่อมหมายถึงความต้องการในการใช้บริการท่าอากาศยานก็เพิ่มมากขึ้นเช่นเดียวกัน (Manataki & Zografos, 2009) ซึ่งหลักของการบริหารจัดการ คือ การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน ควบคู่ไปกับการรักษาระดับความพึงพอใจของลูกค้า (Griffiths, 1994)

การบริการระบบลำเลียงสัมภาระของผู้โดยสารเป็นหน้าที่สำคัญของการให้บริการภาคพื้น และเป็นหนึ่งในปัจจัยพื้นฐานของท่าอากาศยาน เนื่องจากประสิทธิภาพการลำเลียงสัมภาระของผู้โดยสารส่งผลกระทบโดยตรงกับประสิทธิภาพของท่าอากาศยาน และความพึงพอใจของผู้โดยสาร (Lin, Shih, Huang, & Chiu, 2015) ซึ่งผู้ให้บริการต้องมีการเตรียมความพร้อมทั้งทรัพยากรคน และอุปกรณ์ที่จะให้บริการ เพื่อความรวดเร็วในการให้บริการ (บุญเลิศ จิตตั้งวัฒนา, 2551) ในกระบวนการลำเลียงสัมภาระขาเข้ามีหน่วยงานที่เกี่ยวข้องหลายฝ่าย ซึ่งเมื่อจำแนกตามภาระหน้าที่ได้ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 แสดงหน้าที่ของหน่วยการต่าง ๆ ในกระบวนการลำเลียงสัมภาระขาเข้า

(ประภาวดี ชาญศรี, 2557)

หน่วยงาน	หน้าที่
ศูนย์ควบคุมการบริการภาคพื้น	- ประสานงาน รับ-ส่งข้อมูลจากสถานีต้นทาง และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง - บันทึกข้อมูลจากหน่วยงานจัดระวางบรรทุก และลำเลียงสัมภาระ
ฝ่ายปฏิบัติการเขตการบิน	- ประสานงาน รับ-ส่งข้อมูลเที่ยวบินกับสายการบินและตัวแทนให้บริการ - กำหนดหลุมจอด สายพาน
จัดระวางบรรทุก (Loading)	- ประสานงาน รับ-ส่งข้อมูลจัดระวางบรรทุก - วางแผนการจัดระวางบรรทุก และการลำเลียงสัมภาระ
ลำเลียงสัมภาระ (Sorting)	- ประสานงาน รับ-ส่งข้อมูลเที่ยวบินจากศูนย์ควบคุมการบริการภาคพื้นและเจ้าหน้าที่สายการบิน - จัดสรรเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานใน (Sorting Area)
บริษัทควบคุมระบบสายพาน	- ดูแล และซ่อมบำรุงระบบสายพาน - รายงานข้อมูลระบบสายพานกับฝ่ายระบบลำเลียงสัมภาระ
ฝ่ายระบบลำเลียงสัมภาระ	- ประสานงานกับตัวแทนให้บริการ ผู้รับจ้างปฏิบัติการระบบลำเลียงสัมภาระ

ท่าอากาศยานจึงได้มีการกำหนดเกณฑ์วัดประสิทธิภาพการให้บริการของระบบลำเลียงสัมภาระขาเข้าคือ

1) การลำเลียงสัมภาระของผู้โดยสารต้องครบถ้วน ไม่มีการชำรุด สูญหาย

2) สัมภาระใบแรก (First Bag) มาถึงจุดรับสัมภาระภายในอาคารผู้โดยสาร และสำหรับสัมภาระใบสุดท้าย (Last Bag) มาถึงจุดรับสัมภาระภายในอาคารผู้โดยสารเพื่อใช้วัดประสิทธิภาพการลำเลียงสัมภาระ

5610837704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

การประมาณการประสิทธิภาพของระบบลำเลียงสัมภาระไม่สามารถทำได้อย่างตรงไปตรงมา เนื่องจากระบบมีความซับซ้อน (Anderson, Carr, Feron, & Hall, 2000) จึงนิยมนำการแก้ปัญหาโดยการสร้างแบบจำลอง Simulation มาใช้งาน

2.1.2 แบบจำลอง Simulation

การสร้างแบบจำลองสถานการณ์ (Simulation) คือ กระบวนการการออกแบบแบบจำลอง (Model) จากระบบการทำงานจริง (Real System) จากนั้นจึงนำมาทดลองกับแบบจำลองเพื่อศึกษาพฤติกรรมของระบบ และการประเมินการดำเนินงานของระบบ ภายใต้เงื่อนไขขอบเขตที่กำหนด ก่อนนำไปใช้ในสถานการณ์จริง (Shannon, 1975) แบบจำลองสถานการณ์เป็นส่วนหนึ่งของสาขาการวิจัยและดำเนินการ (Operation Research) โดยสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ซึ่งได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย เช่น แบบจำลองสถานการณ์สำหรับวางแผนโครงการก่อสร้าง แบบจำลองสำหรับวิเคราะห์เส้นทางการเดินรถแบบจำลองสถานการณ์ในการดำเนินการขนส่งสินค้า แบบจำลองการบริหารระบบสินค้าคงคลังฯลฯ อีกทั้งยังสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการตัดสินใจ เนื่องจากการวิเคราะห์ปัญหาที่มีความซับซ้อน และไม่สามารถใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ในการอธิบายได้ รวมถึงในกรณีที่ไม่สามารถทดลองเปลี่ยนแปลงหรือปรับปรุงในระบบจริงได้ จึงใช้แบบจำลองสถานการณ์ในการทำนายการทำงานของระบบในอนาคต (ณัฐวดี ปัญญาพานิช, 2556) โดยการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ (Simulation) มีรายละเอียดดังนี้

<u>ระบบ (System) และแบบจำลอง (Model)</u>

ระบบ (System) คือ กลุ่มของสมาชิกที่มีความเกี่ยวข้อง และทำงานร่วมกันตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด เช่น ระบบลำเลียงสัมภาระของผู้โดยสารภายในท่าอากาศยาน ที่ประกอบด้วยสมาชิก คือ พนักงานบริการภาคพื้น อุปกรณ์ชนิดต่าง ๆ ฯลฯ ซึ่งสมาชิกทั้งหมดจะต้องทำงานร่วมกันเพื่อให้การทำงานของระบบเป็นไปอย่างถูกต้อง แม่นยำ และรวดเร็ว โดยระบบประกอบด้วย 6 ส่วนหลัก คือ

- สมาชิก (Entity) คือ องค์ประกอบที่ผู้สร้างสนใจ ซึ่งเมื่อสมาชิกเคลื่อนไปในระบบจะทำให้มีการเปลี่ยนแปลงสถานะในระบบ ได้แก่ ทรัพยากรต่าง ๆ ในระบบ
- คุณสมบัติเฉพาะ (Attribute) คือ ลักษณะเฉพาะของสมาชิกแต่ละตัว เช่น รถ Conveyor Belt ที่ใช้ในการลำเลียงสัมภาระเป็นใบ
- กิจกรรม (Activity) คือ วิธีการหรือหน้าที่ของสมาชิกแต่ละตัวในระบบ

5610837704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

- สถานะของระบบ (State of System) คือ สถานภาพของระบบ ณ เวลาใด ๆ
- เหตุการณ์ (Event) คือ สิ่งที่ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงสถานะในระบบ
- ลำดับการดำเนินการ (List Processing) คือ หลักในการคอยแถว เช่น FIFO (First In First Out) และ FILO (First In Last Out)

แบบจำลอง (Model) คือ สิ่งที่ได้จากการรวบรวมรายละเอียดของระบบ เพื่อศึกษาและทำความเข้าใจระบบ โดยแบบจำลองสถานการณ์สามารถแบ่งเป็นประเภทต่าง ๆ ได้ดังนี้

- Discrete Simulations คือ การจำลองระบบที่มีการเปลี่ยนแปลงสถานะ ณ ช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งเท่านั้น
- Continuous Simulations คือ การจำลองระบบที่มีการเปลี่ยนแปลงสถานะอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา
- Deterministic Simulations คือ การจำลองระบบที่มีการเปลี่ยนแปลงสถานะในทิศทางที่แน่นอน
- Stochastic Simulations คือ การจำลองระบบที่มีการเปลี่ยนแปลงสถานะแบบสุ่ม

<u>กระบวนการจำลองสถานการณ์ (Simulation Process)</u>

กระบวนการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ ประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ (ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ, 2537) ดังต่อไปนี้

1) การตั้งปัญหา และให้คำจำกัดความของระบบ (Problem formulation and system definition) ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดเนื่องจาก ต้องมีการกำหนดวัตถุประสงค์ของการศึกษา
2) การสร้างแบบจำลอง (Model formulation) โดยแบบจำลองที่ได้จากการศึกษาระบบจริงอาจนำไปใช้งานได้เลย หรือหากระบบมีความยุ่งยากซับซ้อนอาจต้องมีการปรับแก้ก่อนนำไปใช้จริง
3) การจัดเตรียมข้อมูล (Data preparation) ต้องทำการจัดเตรียมข้อมูลให้อยู่ในรูปเชิงปริมาณ เพื่อจะได้สามารถนำไปคำนวณได้
4) การแปรรูปแบบจำลอง (Model translation)
5) การทดสอบความถูกต้อง (Validation) เป็นการสร้างความเชื่อมั่นให้กับผู้สร้างและผู้ใช้แบบจำลอง

5610837704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

6) การออกแบบการทดลอง (Strategic planning)

7) การวางแผนการใช้งานแบบจำลอง (Tactical planning)

8) การดำเนินการทดลอง (Experimentation)

9) การตีความผลการทดลอง (Interpretation)

10) การนำไปใช้ (Implementation)

11) การจัดทำเอกสารการใช้งาน (Documentation)

อย่างไรก็ดีในระหว่างการสร้างแบบจำลอง จำเป็นต้องมีการตรวจสอบความถูกต้องบ่อยครั้ง ดังนั้นในขั้นตอนที่ 1-9 ไม่จำเป็นต้องทำตามลำดับ และอาจมีการย้อนกลับทำขั้นตอนก่อนหน้าใหม่หรือทำขั้นตอนหลายขั้นตอนไปพร้อมกัน

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

(Kierzkowsik & Kisiel, 2014) นำเสนอแนวคิดของแบบจำลองโลจิสติกส์ เพื่อสนับสนุนฟังชันก์การทำงานของผู้ให้บริการภาคพื้นของท่าอากาศยาน Wroclaw การพัฒนาแนวคิดของ Model เพื่อวิเคราะห์ และหากระบวนการโลจิสติกส์ที่เหมาะสมที่สุด (Optimization) กับการให้บริการภาคพื้นซึ่งประกอบด้วยภาระงาน (Task) 12 งาน ดังนี้

- Position Fwd Stairs
- Position Aft Stairs
- Deplane Passengers
- Board Passengers
- Service Galleys
- Service Cabin
- Unload Compartment
- Load Compartment
- Fuel Airplane
- Service Vacuum
- Service Portable
- Pushback

5610837704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

ซึ่งผู้จัดทำได้วิเคราะห์กระบวนการให้บริการภาคพื้นของอากาศยานรุ่นเดียวกันของสายการบินที่แตกต่างกัน โดยในแต่ละสายการบินก็จะมี ขั้นตอน นโยบาย และมาตรฐานการปฏิบัติงานที่แตกต่างกัน โดยเฉพาะสายการบินราคาประหยัด (low cost airlines) ซึ่งจะอนุญาตให้กิจกรรมบางอย่างสามารถทำพร้อมกันได้ เช่น การเติมน้ำมันของอากาศยาน และการให้ผู้โดยสารขึ้นอากาศยาน เป็นต้น แม้จะเป็นอากาศยานรุ่นเดียวกัน แต่อากาศยานของแต่ละสายการบินก็ยังมีฟังก์ชันของอุปกรณ์ที่แตกต่างกัน ซึ่งส่งผลต่อจำนวนของอุปกรณ์ และระยะเวลาการบริการภาคพื้นที่แตกต่างกันด้วย เมื่อเปรียบเทียบรุ่นของอากาศยานจำนวน 3 รุ่นที่แตกต่างกันคือ Boeing 727-800 ATR72 และ EMBRAER 190 พบว่า รุ่นของอากาศยานที่แตกต่างกันก็ส่งผลต่อขั้นตอนและระยะเวลาในการให้บริการเช่นกัน โดยอากาศยานรุ่น Boeing 727-800 และ ATR72 กำหนดระยะเวลาที่ใช้ Unload Compartment 8-10 นาที ในขณะที่อากาศยานรุ่น EMBRAER 190 กำหนดระยะเวลาที่ใช้ Unload Compartment 4-5 นาที เมื่อจัดทำ Model โดยมีขั้นตอนการทำงาน (Algorithm) คือ

1. Download ข้อมูลเวลาลงของอากาศยาน
2. คำนวณจำนวนพนักงาน และอุปกรณ์สำหรับในแต่ละภาระงาน (Task)
3. จัดสรรทรัพยากรให้เพียงพอในแต่ละเที่ยวบินโดยใช้หลัก FIFO (First In First Out)
4. กำหนดให้พนักงาน และอุปกรณ์ทำงานในแต่ละภาระงานตามที่กำหนดระยะเวลาไว้
5. สุดท้ายจะให้คน และอุปกรณ์กลับไปแทนที่แบบสุ่ม

ในกรณีที่ขั้นตอนการทำงาน (Algorithm) กำหนดว่าพร้อมเริ่มต้นให้บริการ (Available) และเมื่อให้บริการเสร็จเรียบร้อยแล้วหรือไม่มีทรัพยากรคนหรืออุปกรณ์ที่เหมาะสม การจัดสรรอุปกรณ์จะเป็นสถานะ Omitted (ปล่อยทิ้ง) และหลังจากเสร็จกิจกรรมอุปกรณ์จะกลับมาว่างอีกครั้ง

เมื่อนำ Model มาทดสอบ (Run) โดยใช้ซอฟแวร์ Flexsim Simulation หากใน 1 วันให้บริการทั้งหมด 25 เที่ยวบิน ซึ่งหากมี 1 เที่ยวบินล่าช้า จะส่งผลถึงเที่ยวบินอื่น ๆ ด้วย เนื่องจากขาดแคลนอุปกรณ์ หรือพนักงานไม่เหมาะสมกับงาน

งานวิจัยชิ้นนี้สามารถนำไปต่อยอด วิเคราะห์เที่ยวบินระยะยาวใน Season อื่น ๆ หรือวิเคราะห์เที่ยวบินระยะสั้นวันต่อวัน การวิเคราะห์ Operational Parameters และ Process of Operating ของผู้ให้บริการภาคพื้น

(Kierzkowski & Kisiel, 2015) งานวิจัยชิ้นนี้เป็น Simulation model logistic เพื่อรองรับกิจกรรม Ground handling โดยใช้ software FlexSim ของท่าอากาศยาน Wroclaw

5610837704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

ที่ต่อยอดจากงานวิจัยชิ้นแรก โดยเป็นการวิเคราะห์เที่ยวบินระยะสั้นวันต่อวัน ซึ่งการตั้งสมมติฐานเวลาในการทำงาน และให้กิจกรรมต่าง ๆ เป็นอิสระต่อกัน เวลาที่อากาศยานลงจอดใช้การสุ่ม (Random Variables) ยิ่งไปกว่านั้นในงานวิจัยนี้เมื่อกำหนดตารางการบินแล้ว Software จะทำการสุ่มเวลาลงจอดของอากาศยานจะลงจอดเร็วหรือช้าจากตารางการบิน เพื่อพยากรณ์จำนวนอุปกรณ์ที่มีอยู่ (Availability of equipment) สำหรับผู้ประกอบการภาคพื้น ว่าหากเที่ยวบินไม่สามารถลงได้ตามตารางบินจะมีอุปกรณ์ใดขาดแคลน กำหนดตัวอย่างเป็นอากาศยานรุ่น Boeing 737-800 โดยมีขั้นตอนการทำงาน (Algorithm) คือ

1. Download ข้อมูลตารางการบิน และจำนวนของอุปกรณ์
2. ระบบจะสร้างเวลาลงจอดของอากาศยาน โดยอ้างอิงจากการกระจายตัวของความน่าจะเป็น
3. จัดสรรจำนวนพนักงาน และอุปกรณ์สำหรับในแต่ละภาระงาน (Task) โดยใช้หลัก FIFO (First In First Out)
4. เมื่ออากาศยานลงจอดจะหาจำนวนอุปกรณ์ที่มีอยู่ (Available) ในขณะที่ทรัพยากรรอให้บริการจนกระทั่งให้บริการเสร็จสิ้นทรัยากรจะอยู่ในสถานะ Busy state
5. เมื่อให้บริการเสร็จอุปกรณ์จะกลับไปเป็น Available ดังเดิม

ในกรณีที่ทรัพยากรไม่เพียงพอ หรือไม่เหมาะสมกับกับงานระบบจะเลือกปฏิเสธงาน จากการ Run Simulation พบว่า เมื่อมีเที่ยวบินที่ลงจอดแตกต่างไปจากตารางบินส่งผลต่อการให้บริการภาคพื้น ซึ่งยังส่งผลกระทบให้เที่ยวบินขาออกเกิดความล่าช้าอีกด้วย ทั้งนี้ Software ที่พัฒนาแล้วของงานวิจัยนี้จะสามารถวิเคราะห์การกำหนดเวลาในการทำงานของกิจกรรมต่าง ๆ สำหรับอากาศยานใด ๆ ได้

(ประภาวดี ชาญศรี, 2557) จากการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความล่าช้าของสัมภาระใบแรกและใบสุดท้าย ของท่าอากาศยานกรณีศึกษาซึ่งมีผู้ให้บริการภาคพื้น 2 ราย เพื่อหาแนวทางการปรับปรุงโดยการประยุกต์แนวทางของ ลีน ซิก ซิกซ์มา ซึ่งวิเคราะห์จากการเก็บข้อมูลการสัมภาษณ์ผู้ให้บริการทั้ง 2 ราย และจากการเก็บข้อมูลเชิงปฏิบัติการต่าง ๆ โดยมีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง คือ เลือกวิเคราะห์จำนวนเที่ยวบินที่มีจำนวนเที่ยวบินในชั่วโมงคับคั่งสูงสุด ในเดือนที่มีจำนวนเที่ยวบินสูงสุดสองอันดับแรก และมีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1. เลือกตามตัวแทนผู้ให้บริการ ซึ่งมี 2 ราย ขั้นที่ 2. เลือกตามประเภทอากาศยาน และขั้น 3. เลือกตามประเภท

5610837704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

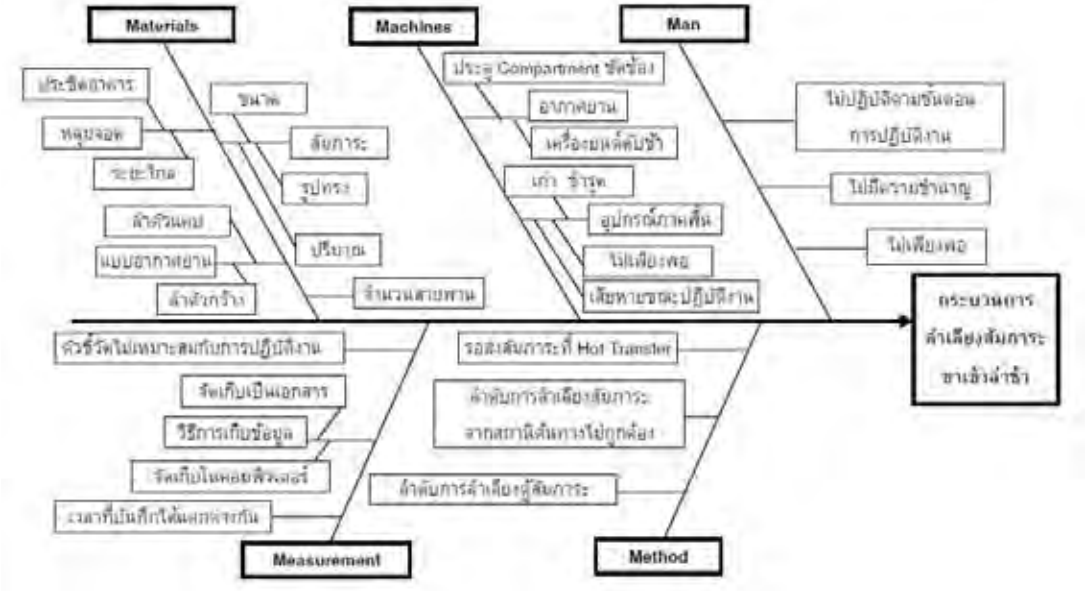
หลุมจอด คือ หลุมจอดระยะไกล และหลุมจอดประชิดอาคาร เมื่อนำข้อมูลการสัมภาษณ์มาวิเคราะห์ขั้นตอนการปฏิบัติงาน หน้าที่รับผิดชอบ พบว่า มีกิจกรรมที่ไม่มีคุณค่าเกิดขึ้นใน 2 หน่วยงาน คือ ในหน่วยงานระวางบรรทุก คือ การรอส่งสัมภาระไปยัง Sorting และหน่วยงานลำเลียงสัมภาระที่ Sorting Area ก็เกิดการรอสัมภาระจากหลุมจอดเช่นกัน โดยเมื่อวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปฏิบัติการ และแบ่งกระบวนการลำเลียงสัมภาระขาเข้าออกเป็น 3 ช่วงเวลา คือ

- ช่วง Operation ระยะเวลาตั้งแต่อากาศยาน On Block จนถึงรถลากจูงสัมภาระออกจากหลุมจอด กำหนดเวลามาตรฐาน 8 นาที

- ช่วง Transportation ระยะเวลาของรถลากจูงสัมภาระจากหลุมจอดไปสายพานที่ Sorting Area กำหนดเวลามาตรฐาน 6 นาที

- ช่วง Sorting ระยะเวลาของการนำสัมภาระจากตู้วางบนสายพาน กำหนดเวลามาตรฐาน 1 นาที

เมื่อใช้การวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการลำเลียงสัมภาระแบบ 5M คือ Man Machine Material Method และ Measurement โดยแสดงตามภาพที่ 2.1



รูปที่ 2.1 แผนผังสาเหตุ และผลของกระบวนการลำเลียงสัมภาระขาเข้า

ที่มา :ประภาวดี ชาญศรี, 2557

5610837704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

จากรูปที่ 2.1 พบว่า หน่วยงานที่มีปัญหามากที่สุดคือ หน่วยงานจัดระวางบรรทุก ซึ่งอยู่ในช่วง Operation โดยสาเหตุหลักมาจาก การไม่ระบุสาเหตุ ระยะทางหลุมของจอดระยะไกล การรอหมุนเวียนรถ Tractor เมื่อทราบถึงสาเหตุความล่าช้าและแบ่งปัจจัยเป็น ปัจจัยที่ควบคุมได้ และปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้

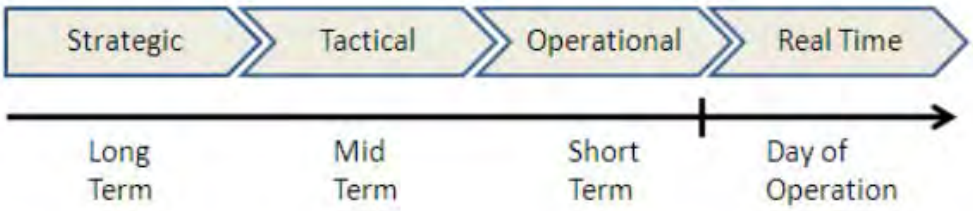
- โดยปัจจัยที่ควบคุมได้ คือ ปัจจัยภายในที่ผู้ประกอบการสามารถควบคุม เปลี่ยนแปลงได้ ได้แก่ การวางแผนจัดสรรเจ้าหน้าที่ อุปกรณ์ การปฏิบัติตามขั้นตอน และคู่มือการปฏิบัติงาน ในปัญหาการรอหมุนเวียนรถ Tractor ผู้ให้บริการภาคพื้นต้องตรวจสอบสภาพของรถให้พร้อมปฏิบัติงาน และการไม่ระบุสาเหตุความล่าช้าผู้ควบคุมงานต้องแจ้งให้ผู้ปฏิบัติงานมีการบันทึกข้อมูลเอกสารให้ครบถ้วนเสมอ

- ปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้ คือ ปัจจัยภายนอกที่ผู้ประกอบการไม่สามารถคาดการณ์ได้ ได้แก่ สภาพอากาศ จำนวนเที่ยวบิน ปัญหาทางเทคนิค ประเภทสัมภาระ สายพาน โดยเฉพาะการจัดวางสัมภาระจากสถานีต้นทาง และการจัดสรรหลุมจอด ซึ่งส่งผลต่อระยะทางไปยัง Sorting Area

(Clausen & Pisinger, 2010) งานวิจัยเกี่ยวกับการวางแผนพนักงานในการให้บริการภาคพื้น โดยพิจารณาในมุมมองของบุคคลที่สามที่ไม่เกี่ยวข้องกับท่าอากาศยานและสายการบิน โดยงานวิจัยแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นภาพรวมของการ Optimization ของปัญหาที่เกิดขึ้นในการให้บริการภาคพื้น และส่วนที่ประกอบด้วยเอกสารทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการให้บริการภาคพื้น

จากการวิเคราะห์ปัญหา พบว่า ปัญหาในการวางแผนพนักงานที่ให้บริการภาคพื้นในท่าอากาศยาน คือ เส้นทางการเดินทางไปทำงานภายในท่าอากาศยาน ไม่ว่าจะเป็นระยะทาง ทางเข้า โดยเฉพาะหากอากาศยานจอดบริเวณหลุมจอดระยะไกล (Remote bay) ในทั่วไปการแก้ปัญหาการให้บริการภายในท่าอากาศยานมักพิจารณาเพียงแค่สิ่งปลูกสร้างที่ไม่สามารถเคลื่อนย้ายได้โดยไม่ได้วิเคราะห์ถึงการจัดลำดับการทำงานของทรัพยากร ทั้งที่การจัดลำดับการทำงานของทรัพยากรมีความสำคัญมากยิ่งในท่าอากาศยานที่มีขนาดใหญ่ อีกปัญหาของการวางแผนพนักงานที่ให้บริการภาคพื้นในท่าอากาศยาน คือ สายการบินเนื่องจากบางสายการบินมีการกำหนดขั้นตอนของกิจกรรมต่าง ๆ ของการให้บริการภาคพื้น และจะมีการอัพเดทในแต่ละฤดูกาล (6 เดือน) อีกทั้งยังมีการเปลี่ยนแปลงแผนการบินเล็กน้อยเป็นประจำอีกด้วย ระยะเวลาในการวางแผนพนักงานแบ่งได้เป็น 4 ช่วงเวลาดังแสดงในรูป 2.2

561083704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11



รูปที่ 2.2 แสดงระยะเวลาในการวางแผน

ที่มา :Clausen and Pisinger, 2010

การวางแผนในระยะยาว (Long Term) เป็นการวางแผนในเชิงกลยุทธ์ (Strategic Planning) โดยการวางแผนเชิงกลยุทธ์จะเกิดขึ้นนับตั้งแต่เริ่มสนใจจะให้บริการ ซึ่งเป็นการตัดสินใจในระยะยาวประกอบในการเสนอราคา และการทำสัญญา เพื่อจ้างแรงงานหรือซื้ออุปกรณ์เพิ่ม อีกทั้งยังวิเคราะห์เพื่อเสนอราคาในสัญญาใหม่

การวางแผนในระยะกลาง (Mid Term) เป็นการวางแผนในเชิงยุทธวิธี (Tactical Planning) เป็นขั้นตอนการจัดตารางการทำงานของพนักงาน การระบุบัญชีรายชื่อพนักงานด้วย ซึ่งรวมไปถึงการจัดการเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงฤดูการบิน ปัญหาในขั้นตอนนี้เป็นความพร้อมของพนักงานที่วางแผนไว้ในการวางแผนระยะยาว

การวางแผนในระยะสั้น (Short Term) เป็นการวางแผนในเชิงปฏิบัติการ (Operational Planning) เป็นการวางแผนที่ลงรายละเอียดก่อนวันให้บริการ โดยปรับปรุงจากการวางแผนระยะกลาง โดยในขั้นตอนนี้จะมอบหมายงานให้พนักงาน ภายใต้เงื่อนไขต่าง ๆ ที่กำหนด การวางแผนในระยะสั้นจะเป็นการตัดสินใจภายในวันที่ให้บริการเท่านั้น หรือต้องจัดการพนักงานบางกลุ่มที่ต้องการเปลี่ยนกะ ลาป่วย หรือการทำงานล่วงเวลา

การวางแผนภายในวันที่ให้บริการ (Day of Operation) เป็นการวางแผน Real-time (Real-time Planning) เป็นการวางแผนในขั้นตอนสุดท้าย ต้องมีการปรับเปลี่ยนแผนที่เกิดขึ้นระหว่างวัน ซึ่งในรูปแบบนี้จะเกิดขึ้นภายในกำหนดการทำงานเท่านั้น (task scheduling)

(สันทัศน์ ไชยเวช, 2559) งานวิจัยเพื่อการแก้ปัญหาการจัดสรรสายพานลำเลียงสัมภาระขาเข้าในแต่ละวัน โดยการพัฒนาวิธีฮิวริวสติก เพื่อแทนการทำงานเดิมในปัจจุบัน ซึ่งใช้เจ้าหน้าที่ในการพิจารณาจัดสรรสายพานลำเลียงสัมภาระของเที่ยวบินขาเข้าตลอด 24 ชั่วโมง ซึ่งมีกระบวนทำงาน 4 ขั้นตอนหลัก คือ

5610837704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

1. การเตรียมข้อมูล จะนำเข้าข้อมูลแผนการจัดสรรสายพานล่วงหน้า และตารางเที่ยวบินขาเข้าทุก 1 ชั่วโมง เพื่ออัพเดทข้อมูลตารางเที่ยวบินขาเข้าที่คาดว่ามาถึง (Estimated Time of Arrival: ETA)

2. การเลือกเที่ยวบินที่ผิดเงื่อนไข ตรวจสอบการจัดสรรสายพานว่า มีการจัดสรรที่ผิดเงื่อนไขหรือไม่ หลังการอัพเดทเวลา ETA หากมีการจัดสรรผิดเงื่อนไข จะย้ายเที่ยวบินถูกจัดสรรแบบผิดเงื่อนไข ออกจากสายพานลำเลียงสัมภาระ

3. การสร้างเมทริกซ์ต้นทุนการจัดสรรงาน (Assignment Cost Matrix: ACM) นำเที่ยวบินที่ถูกจัดสรรสายพานผิดเงื่อนไข มาสร้าง ACM

4. การจัดสรรสายพานลำเลียงสัมภาระของเที่ยวบินขาเข้า ของเที่ยวบินที่ผิดเงื่อนไข โดยวิธีแทรกงาน และวิธีฮังกาเรียน

เมื่อเปรียบเทียบการจัดสรรสายพานโดยวิธีแทรกงาน และวิธีฮังกาเรียน จากเกณฑ์ดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพ 2 เกณฑ์ คือ การจัดสรรสายพานฯให้สอดคล้องกับหลุมจอดอากาศยาน และการจัดสรรการใช้สายพานฯ ร่วมกันน้อยที่สุด ซึ่งจากการทดสอบ พบว่า กระบวนการจัดสรรสายพานฯ ทั้งสองวิธีมีประสิทธิภาพการทำงานที่ดีกว่าการจัดสรรสายพานฯโดยใช้เจ้าหน้าที่ ซึ่งทั้งสองวิธีไม่พบการจัดสรรผิดเงื่อนไข ในการจัดสรรสายพานโดยวิธีฮิวริสติกที่พัฒนาขึ้นโดยใช้วิธีฮังกาเรียนเหมาะสมที่จะนำไปปรับใช้แก้ปัญหาการจัดสรรสายพานลำเลียงสัมภาระขาเข้า

5610837704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

บทที่ 3
การวิเคราะห์ข้อมูล

ในบทนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนการจักการกับข้อมูล โดยจะประกอบด้วย วิธีการเก็บข้อมูลเพื่อนำไปสร้างแบบจำลองสถานการณ์ และนำข้อมูลไปวิเคราะห์เพื่อหารูปแบบการกระจายตัวและค่าพารามิเตอร์ เพื่อใช้เป็นข้อมูลป้อนเข้า (Input) ในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์

3.1 การเก็บข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลการลำเลียงสัมภาระภายในท่าอากาศยานในงานวิจัยจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

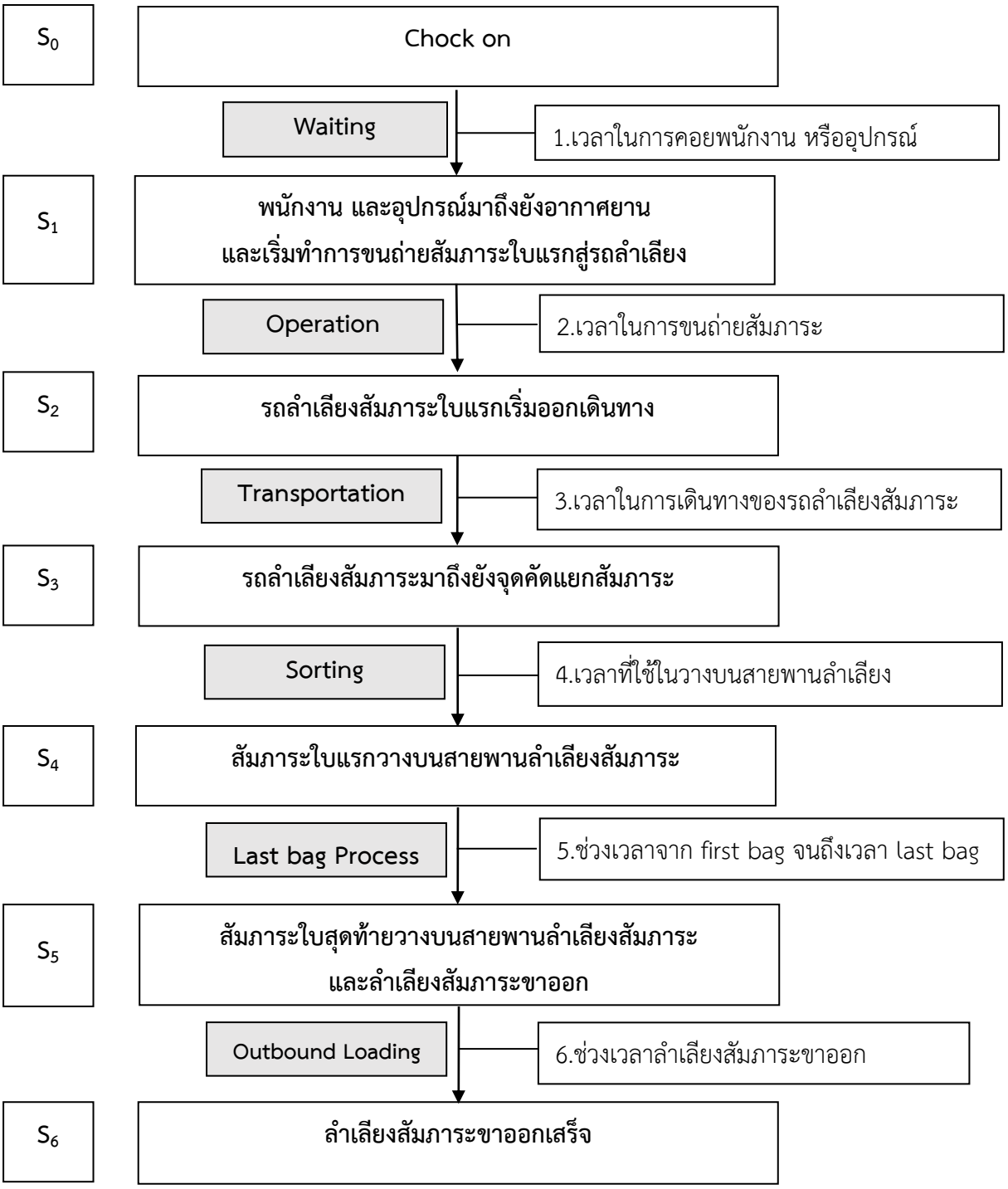
1. ข้อมูลระยะเวลาการลำเลียงสัมภาระใบแรก และใบสุดท้ายของผู้ประกอบการในแต่ละเที่ยวบิน ตัวอย่างข้อมูลดังรูปที่ 3.1

#	Date	FLT.	STA	ATA	BAY	Zone	RC	First	Last	Release from a/c	Towing	Onload	First Bag:	Last Bag:	CONT	CART	FIRST BAG <= 1	LAST BAG <= 2	Release a/c <= 8	Towing <= 6	Onload <= 1
1	1/6/2017	XX 001	0155	0210	**C9**	1	8	0224	0227	7	7	0	14	17	0	1	YES	YES	YES	NO	YES
2	1/6/2017	XX 002	0650	0649	**114R**	5	10	0713	0719	15	9	0	24	30	0	2	NO	NO	NO *	NO	YES
3	1/6/2017	XX 003	0705	0710	**D1**	2	1	0722	0724	8	4	0	12	14	0	2	YES	YES	YES	YES	YES
4	1/6/2017	XX 004	0725	0713	**C1**	1	11	0725	0727	9	3	0	12	14	0	2	YES	YES	NO *	YES	YES
5	1/6/2017	XX 005	0815	0759	**A1**	1	2	0812	0813	8	5	0	13	14	0	1	YES	YES	YES	YES	YES
6	1/6/2017	XX 006	0820	0814	**B1**	1	1	0824	0825	6	4	0	10	11	0	1	YES	YES	YES	YES	YES
7	1/6/2017	XX 007	0825	0812	**B5**	1	3	0828	0831	13	3	0	16	19	0	1	NO	YES	NO	YES	YES
8	1/6/2017	XX 008	0830	0815	**101L**	5	9	0833	0834	13	5	0	18	19	0	1	NO	YES	NO *	YES	YES
9	1/6/2017	XX 009	0850	0910	**B3**	1	2	0921	0924	7	4	0	11	14	0	1	YES	YES	YES	YES	YES
10	1/6/2017	XX 010	0905	0856	**C5**	1	1	0909	0912	8	5	0	13	16	0	2	YES	YES	YES	YES	YES
11	1/6/2017	XX 011	0925	0910	**104L**	5	9	0924	0930	8	6	0	14	20	0	2	YES	YES	YES	YES	YES
12	1/6/2017	XX 012	0950	0940	**106L**	5	5	0954	0956	4	10	0	14	16	0	1	YES	YES	YES	NO	YES
13	1/6/2017	XX 013	1000	0955	**107R**	5	1	1008	1009	6	7	0	13	14	0	1	YES	YES	YES	NO	YES
14	1/6/2017	XX 014	1015	1019	**105R**	5	5	1036	1040	8	9	0	17	21	0	2	NO	YES	YES	NO	YES
15	1/6/2017	XX 015	1020	1008	**110L**	5	1	1043	1045	6	29	0	35	37	0	1	NO	NO	YES	NO	YES
16	1/6/2017	XX 016	1100	1040	**103L**	5	9	1057	1059	9	8	0	17	19	0	1	NO	YES	NO *	NO	YES
17	1/6/2017	XX 017	1105	1103	**B2**	1	2	1120	1125	13	4	0	17	22	0	1	NO	YES	NO *	YES	YES
18	1/6/2017	XX 018	1110	1052	**108R**	5	1	1104	1105	3	9	0	12	13	0	1	YES	YES	YES	NO	YES
19	1/6/2017	XX 019	1130	1121	**A2**	1	1	1139	1143	8	10	0	18	22	0	1	NO	YES	YES	NO	YES
20	1/6/2017	XX 020	1140	1131	**A1**	1	8	1155	1201	19	5	0	24	30	0	2	NO	NO	NO	YES	YES

รูปที่ 3.1 ตัวอย่างข้อมูลสัมภาระใบแรก และใบสุดท้ายที่ได้รับจากผู้ประกอบการลำเลียงสัมภาระ

2. ข้อมูลที่ทำการสุ่มเก็บ โดยจะบันทึกเวลาในแต่ละขั้นตอนของการลำเลียงสัมภาระ ดังนี้

5610837704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11



รูปที่ 3.2 แสดงการขั้นตอนการลำเลียงสัมภาระจากอากาศยานขาเข้าจนสิ้นสุดการลำเลียงสัมภาระขาออก

561083704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

จากการวิเคราะห์ข้อมูลในเบื้องต้นของระบบการลำเลียงสัมภาระ ขั้นตอนการจัดการการลำเลียงสัมภาระขาเข้าจากอากาศยานไปยังจุดคัดแยกสัมภาระและห้องโถงผู้โดยสารขาเข้าจะเป็นไปตามรูปที่ 3.1

ซึ่งขั้นตอนแต่ละเหตุการณ์จะอธิบายได้ดังนี้

1. เหตุการณ์ S_0 คือเวลาที่อากาศยานจอดสนิท
2. เหตุการณ์ S_1 คือเหตุการณ์ที่พนักงาน และอุปกรณ์มาถึงอากาศยาน และเริ่มทำการขนถ่ายลำเลียงสัมภาระลงสู่รถลำเลียง
3. เหตุการณ์ S_2 คือเหตุการณ์ที่รถลำเลียงสัมภาระใบแรกเริ่มออกเดินทางไปยังจุดคัดแยกสัมภาระ
4. เหตุการณ์ S_3 คือเหตุการณ์ที่รถลำเลียงสัมภาระมาถึงยังจุดคัดแยกสัมภาระ
5. เหตุการณ์ S_4 คือเหตุการณ์ที่สัมภาระใบแรกถูกวางบนสายพานลำเลียงสัมภาระ ณ จุดคัดแยก
6. เหตุการณ์ S_5 คือเหตุการณ์ที่สัมภาระใบสุดท้ายมาถึงยังจุดคัดแยกสัมภาระ
7. เหตุการณ์ S_6 คือเหตุการณ์ที่ทำการลำเลียงสัมภาระขาออกขึ้นอากาศยาน

จากรูปที่ 3.1 การบันทึกข้อมูลขั้นตอนการลำเลียงสัมภาระจะแบ่งขั้นตอนการดำเนินงานในช่วงต่าง ๆ แยกออกจากกัน โดยการบันทึกข้อมูลจากการลำเลียงสัมภาระจากอากาศยานไปยังจุดคัดแยกสัมภาระจะทำการคำนวณเพื่อหาระยะเวลาช่วงหนึ่งในแต่ละขั้นตอนการดำเนินการ โดยจากอ้างอิงช่วงเวลาที่บันทึกข้อมูล ณ ขั้นตอนการดำเนินการการลำเลียงสัมภาระ ซึ่งจากการวิเคราะห์โดยอาศัยวิธีการแจกแจงขั้นตอนนั้นจะสามารถได้ด้วยอธิบายเวลาในการลำเลียงสัมภาระใบแรก และใบสุดท้ายได้ด้วยสมการที่ (3.1) และ (3.2) ในส่วนของเวลาทั้งหมดที่ใช้พนักงาน และอุปกรณ์ด้วยสมการที่ (3.3)

เวลาในการลำเลียงสัมภาระใบแรก $= S_1 + S_2 + S_3 + S_4$ **(3.1)**

เวลาในการลำเลียงสัมภาระใบสุดท้าย $= S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_5$ **(3.2)**

เวลาทั้งหมดที่ใช้พนักงาน และอุปกรณ์ $= S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S5 + S6$ **(3.3)**

ในกรณีการศึกษาเวลาในการลำเลียงสัมภาระ ณ ท่าอากาศยานกรณีศึกษา ประชากรที่ทำการศึกษาคือ จำนวนเที่ยวบินที่บริษัท B ให้บริการ ซึ่งจะลงจอดในหลุมจอดต่างๆ รวมทั้งสิ้น 120 หลุดจอด สามารถแบ่งเป็นโซนได้ทั้งหมด 5 โซน ตามตำแหน่งของหลุมจอด โดยจะแบ่งโซน ดังนี้

โซน 1 คือ Concourse A, B, C และ Remote Bay 115-118, 201-203

561083704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

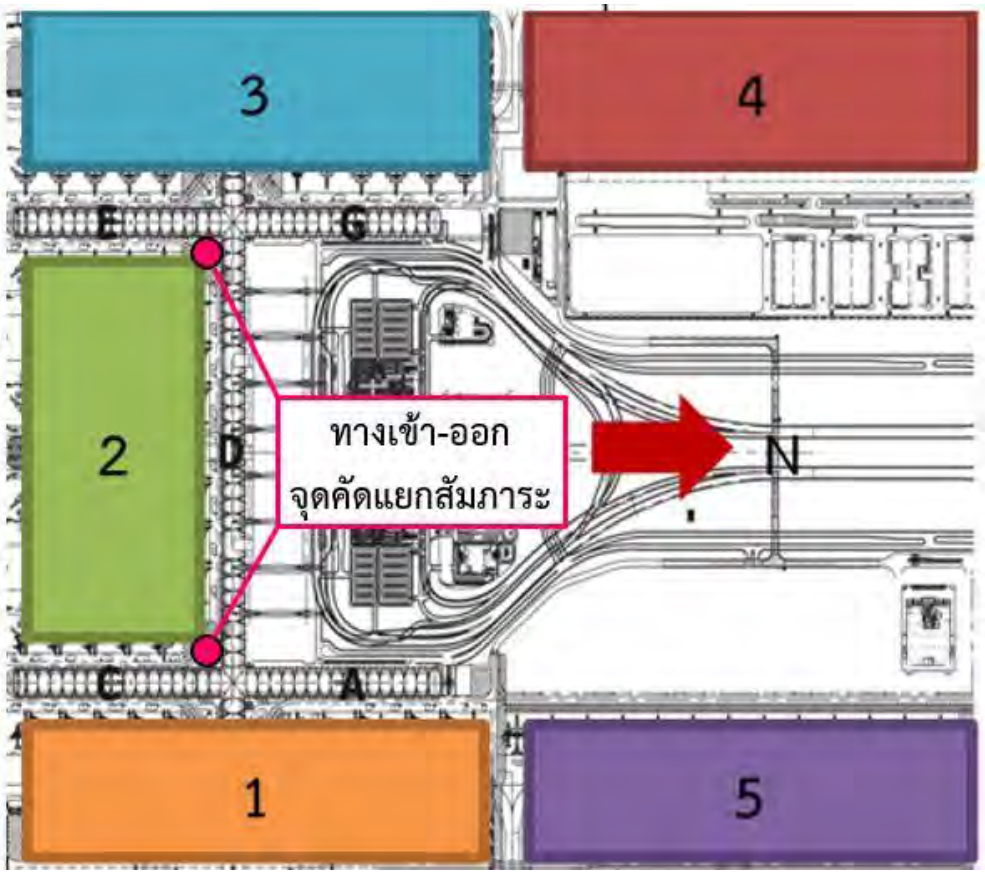
โซน 2 คือ Concourse D และ Remote Bay 301-308

โซน 3 คือ Concourse E, F, G และ Remote Bay 401-403, 501-505

โซน 4 คือ Remote Bay 506-525

โซน 5 คือ Remote Bay 101-114, 119-130

รายละเอียดแผนผังหลุมจอดอากาศยานในแต่ละโซน แสดงในรูปดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 การแบ่งโซนของหลุมจอดอากาศยาน

โดยทำการสุ่มเก็บ 3 เดือน คือ เดือนเมษายน - มิถุนายน 2560 จะมีเที่ยวบินทั้งสิ้น 13,404 เที่ยวบิน เมื่อทำการหาขนาดตัวอย่างจากเที่ยวบินทั้งหมดที่บริษัทให้บริการ โดยหาค่าขนาดกลุ่มตัวอย่างใช้ทฤษฎีทาโร่ ยามาเนะ (Yamane, 1973 อ้างใน ธีรวุฒิ เอกะกุล, 2543) จากสมการที่ (3.3)

จาก $n = \frac{N}{1+Ne^2}$; ความคลาดเคลื่อน 5 % **(3.3)**

$= \frac{13,404}{1 + (13,404 \times 0.05^2)}$

$= 388.41 = 389$ เที่ยวบิน

561083704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

จากการหาขนาดของกลุ่มตัวอย่างให้ค่าดังตัวอย่างข้างต้น เพื่อนำมาพิจารณาในเรื่องของการกระจายตัวอย่างไปตามโซนหลุมจอดต่างๆ จะสามารถกระจายได้ อย่างไรก็ดีในการเก็บเก็บข้อมูลได้เก็บขนาดกลุ่มตัวอย่างที่มากกว่าการคำนวณ ดังแสดงในตาราง 3.2

ตารางที่ 3.1 แสดงขนาดกลุ่มตัวอย่าง โดยดูจากจำนวนเที่ยวบินที่ลงจอดในเดือนเมษายน - มิถุนายน 2560

Zone	ขนาดกลุ่มตัวอย่าง (เที่ยวบิน)
1	371
2	387
3	361
4	139
5	175
total	1,433

3.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

จากการสุ่มเก็บข้อมูลระยะเวลาการลำเลียงสัมภาระระหว่างวันที่เมษายน – มิถุนายน 2560 จำนวน 1,433 เที่ยวบินพบว่า ปัญหาในการลำเลียงสัมภาระเกิดจากสาเหตุจำนวนอุปกรณ์ที่ให้บริการมีไม่เพียงพอ เนื่องจาก เวลาดำเนินงานจริงที่ตัดเวลาในการรออุปกรณ์มาให้บริการ เป็นเวลาที่สามารถผ่านเกณฑ์การลำเลียงสัมภาระใบแรกที่เวลา 15 นาที และเกณฑ์สัมภาระใบสุดท้ายที่ 25 นาทีได้ ยกเว้น เกณฑ์ลำเลียงสัมภาระใบสุดท้ายของอากาศยานลำตัวกว้าง ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 การเปรียบเทียบระยะเวลาให้บริการเฉลี่ยกับระยะเวลาให้บริการเฉลี่ยที่ตัดเวลาในการรออุปกรณ์

ประเภทอากาศยาน	ขั้นตอน	เวลาให้บริการเฉลี่ย (นาที)	เวลาให้บริการเฉลี่ยที่ตัดเวลาในการรออุปกรณ์ (นาที)
ลำตัวแคบ	First Bag	17.30	14.15
	Last Bag	24.79	20.87
ลำตัวกว้าง	First Bag	16.66	12.96
	Last Bag	34.61	30.20
รวมทุกประเภท	First Bag	17.06	13.69
	Last Bag	28.54	24.52

5610837704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

ทั้งนี้จากการเก็บข้อมูลโดยแบ่งเป็นขั้นตอนการให้บริการเป็น 6 ช่วง สามารถวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อระยะเวลาการให้บริการในขั้นตอนต่าง ๆ โดยการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression) ซึ่งมีการทดสอบสมติฐาน (Hypothesis) คือ

H_0 = ปัจจัยไม่ส่งผลต่อระยะเวลาในขั้นตอนการลำเลียงสัมภาระ

H_1 = ปัจจัยส่งผลต่อระยะเวลาในขั้นตอนการลำเลียงสัมภาระ

จากการทดสอบหากค่า p-Value มีค่าน้อยกว่าค่าระดับนัยสำคัญ (α) เท่ากับ 0.05 คือปฏิเสธ H_0 ซึ่งแสดงว่าปัจจัยนั้นส่งผลต่อระยะเวลาในขั้นตอน โดยจากการทดสอบจากโปรแกรม Minitab พบว่ามีปัจจัยที่ส่งผลต่อระยะเวลาในขั้นตอนต่าง ๆ (รายละเอียดเพิ่มเติม ภาคผนวก ก) ได้ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 ปัจจัยที่ส่งผลต่อระยะเวลาการให้บริการในขั้นตอนต่าง ๆ

ช่วงเวลา	**ปัจจัย**	**p-Value**
Waiting	ประเภทและขนาดของอากาศยาน	0.000
	ปริมาณสัมภาระ	0.000
	โซนของหลุมจอด	0.000
Operation	ประเภทและขนาดของอากาศยาน	0.000
	ปริมาณสัมภาระ	0.000
	โซนของหลุมจอด	0.000
Transportation	โซนของหลุมจอด	0.000
Sorting	ประเภทและขนาดของอากาศยาน	0.000
	ปริมาณสัมภาระ	0.049
	โซนของหลุมจอด	0.005
Last bag process	ประเภทและขนาดของอากาศยาน	0.000
	ปริมาณสัมภาระ	0.000
	โซนของหลุมจอด	0.000
Outbound Loading	ประเภทและขนาดของอากาศยาน	0.004
	ปริมาณสัมภาระ	0.000
	โซนของหลุมจอด	0.000

อย่างไรก็ดีเมื่อวิเคราะห์ปริมาณสัมภาระ พบว่าปริมาณสัมภาระ สัมพันธ์กับประเภท และขนาดของอากาศยานและโซนของหลุมจอด จากข้อมูลวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อระยะเวลาการให้บริการใน

5610837704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

ขั้นตอนต่าง ๆ ข้างต้น นำไปสู่การวิเคราะห์ลักษณะการกระจายตัวของข้อมูลป้อนเข้า และค่าพารามิเตอร์ เพื่อใช้ในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์การลำเลียงสัมภาระภายในท่าอากาศยาน โดยเครื่องมือ Input Analyzer เป็นเครื่องมือพื้นฐานของโปรแกรม Arena ที่ใช้สำหรับทดสอบลักษณะการกระจายตัวของข้อมูล โดยมีสมมติฐานคือ

H_0 = ข้อมูลไม่ได้มีลักษณะการกระจายตัวตามรูปแบบตามการทดสอบ

H_1 = ข้อมูลมีลักษณะการกระจายตัวตามรูปแบบตามการทดสอบ

จากการทดสอบหากค่า p-Value มีค่าน้อยกว่าค่าระดับนัยสำคัญ (α) เท่ากับ 0.01 ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% คือปฏิเสธ H_0 ซึ่งแสดงว่าข้อมูลชุดดังกล่าวมีการลักษณะการกระจายตัวตามรูปแบบตามการทดสอบ (รายละเอียดเพิ่มเติม ภาคผนวก ข) ซึ่งลักษณะการกระจายตัวของข้อมูลป้อนเข้า และค่าพารามิเตอร์ที่ได้ดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 ลักษณะการกระจายตัวของข้อมูลป้อนเข้า และค่าพารามิเตอร์ในช่วงต่าง ๆ

ช่วงเวลา	ประเภทอากาศยาน	โซนหลุมจอด	ลักษณะการกระจายตัวของข้อมูล	พารามิเตอร์ (หน่วยเวลา:นาที)	ค่า p-value
operation	ลำตัวแคบ	1	Beta	2.5 + 6 * BETA(2.6, 0.601)	0.0164
		2	Normal	NORM(7.17, 1.33)	0.0174
		3	Beta	3.33 + 5.67 * BETA(4.37, 0.689)	0.0338
		4	Beta	5.65 + 3.35 * BETA(2.45, 0.913)	0.159
		5	Beta	4 + 5 * BETA(2.43, 0.663)	0.136
	ลำตัวกว้าง	1	Beta	6 + 3 * BETA(1.32, 0.971)	0.5
		2	Beta	6.58 + 2.42 * BETA(1.45, 0.967)	0.436
		3	Beta	4.39 + 4.61 * BETA(1.69, 0.422)	0.396
Transportation	ทุกประเภทอากาศยาน	1	Gamma	0.5 + GAMM(1.11, 4.09)	0.271
		2	Weibull	0.5 + WEIB(3.81, 2.1)	0.53
		3	Weibull	0.5 + WEIB(4.12, 2.31)	0.0676
		4	Erlang	2.5 + ERLA(0.74, 9)	0.0378

561083704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

ช่วงเวลา	ประเภทอากาศยาน	โซนหลุมจอด	ลักษณะการกระจายตัวของข้อมูล	พารามิเตอร์ (หน่วยเวลา:นาที)	ค่า p-value
		5	Normal	NORM(6.98, 2.06)	> 0.75
sorting	ลำตัวแคบ	1	Gamma	GAMM(0.356, 1.4)	0.363
		2	Beta	1.83 * BETA(1.18, 1.99)	0.101
		3	Beta	2 * BETA(1.17, 2)	> 0.75
		4	Beta	1.58 * BETA(1.41, 2.36)	0.0429
		5	Normal	NORM(0.673, 0.367)	0.0102
	ลำตัวกว้าง	1	Beta	1.96 * BETA(1.36, 2.17)	0.327
		2	Triangular	TRIA(0, 0.347, 1.9)	> 0.75
		3	Beta	1.83 * BETA(1.88, 2.2)	0.271
Last bag process	ลำตัวแคบ	1	Lognormal	-0.5 + LOGN(7.15, 5.99)	0.0146
		2	Beta	0.5 + 25 * BETA(0.928, 1.64)	0.5
		3	Beta	-0.5 + 26 * BETA(1.31, 1.4)	0.0683
		4	Lognormal	-0.5 + LOGN(3.99, 1.67)	0.149
		5	Lognormal	LOGN(4.82, 4.26)	0.0178
	ลำตัวกว้าง	1	Normal	NORM(17.3, 8.48)	0.0188
		2	Normal	NORM(16.7, 7.34)	0.214
		3	Erlang	3.5 + ERLA(4.11, 4)	0.0487
Outbound Loading	ลำตัวแคบ	1	Gamma	0.999 + GAMM(25.2, 1.49)	0.0853
		2	Erlang	0.999 + ERLA(17, 2)	0.135
		3	Triangular	TRIA(0.999, 6.05, 101)	> 0.75
		4	Gamma	-0.5 + GAMM(32.6, 1.05)	0.0167
		5	Erlang	-0.001 + ERLA(16.6, 2)	0.243
	ลำตัวกว้าง	1	Beta	-0.5 + 100 * BETA(1.13, 1.72)	> 0.75
		2	Weibull	4 + WEIB(50.3, 1.27)	0.0967

5610837704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

ช่วงเวลา	ประเภทอากาศยาน	โซนหลุมจอด	ลักษณะการกระจายตัวของข้อมูล	พารามิเตอร์ (หน่วยเวลา:นาที)	ค่า p-value
		3	Weibull	0.999 + WEIB(82.7, 1.85)	0.188

561083704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

บทที่ 4
การสร้างแบบจำลองสถานการณ์

หลังจากทำการศึกษาระบบลำเลียงสัมภาระภายในท่าอากาศยาน และทำการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อนำไปวิเคราะห์แล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการสร้างแบบจำลองสถานการณ์จากข้อมูลที่รวบรวมและวิเคราห์แล้ว เพื่อเป็นตัวแทนระบบลำเลียงสัมภาระภายในท่าอากาศยาน ซึ่งในบทนี้จะอธิบายถึงโครงสร้าง และการสร้างแบบจำลอง รวมถึงขั้นตอนต่าง ๆ ในการทำงานของแบบจำลองสถานการณ์การลำเลียงสัมภาระภายในท่าอากาศยาน ทั้งนี้งานวิจัยนี้ได้เลือกใช้โปรแกรม Arena ซึ่งเป็นโปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้จัดทำแบบจำลอง โดยแบบจำลองมีรายละเอียดดังนี้

4.1 สมมติฐานที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง

- แบบจำลองสถานการณ์ที่สร้างขึ้นเป็นระบบแบบช่วงเวลา (Discrete event)
- สร้างแบบจำลองสถานการณ์การลำเลียงสัมภาระภายในท่าอากาศยาน ตั้งแต่อากาศยานเข้าสู่หลุมจอด
- หน่วยเวลาที่ใช้ในแบบจำลองคือ นาที
- แบบจำลองมีการทำงานตลอด 24 ชั่วโมง
- อุปกรณ์ทุกเครื่อง และพนักงานทุกคนมีสภาพการทำงานเป็นปกติ โดยจะถือว่าไม่มีอุปกรณ์ที่เสีย หรือ อุปกรณ์ที่ชำรุดต้องมีการหยุดซ่อม หรือพนักงานที่ลาป่วย

4.2 องค์ประกอบของโปรแกรม Arena

4.2.1 ประเภทของ Entity

สำหรับ Entity ของแบบจำลองสถานการณ์นี้ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ตามประเภทของอากาศยาน ได้แก่ อากาศยานลำตัวแคบ และอากาศยานลำตัวกว้าง

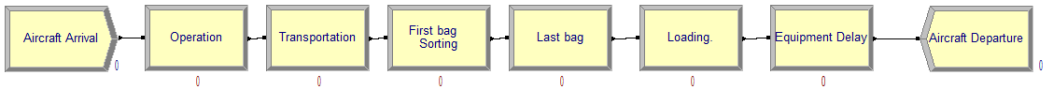
4.2.2 การกำหนด Location

การแบ่ง Location แบ่งได้ทั้งหมด 5 โซน ตามตำแหน่งของหลุมจอด โดยอากาศยานลำตัวแคบจะทำการจอดที่ โซน 1-5 และอากาศยานลำตัวกว้างจะทำการจอดที่โซน 1-3 เนื่องจากโซนที่ 4 และ 5 ไม่มีการจอดอากาศยานลำตัวกว้าง

5610837704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

4.2.3 การกำหนด Processing

การสร้างกระบวนการในแบบจำลองจะอ้างอิงจากการทำงานจริง ซึ่งขั้นตอนต่าง ๆ ตั้งแต่อากาศยานเข้าจนอากาศยานออก ทั้งหมด 6 ขั้นตอน ตามรูปที่ 4.1 โดยจะอธิบายแต่ละขั้นตอนอย่างละเอียดในหัวข้อที่ 4.3



รูปที่ 4.1 ขั้นตอนการทำงานของขั้นตอนต่าง ๆ ในแบบจำลอง

4.2.4 การกำหนด List Processing

การกำหนดหลักในการคอยแถวของแบบจำลองจะใช้กฎเดียวกัน คือ FIFO (First In First Out)

4.2.4 การกำหนด Arrival

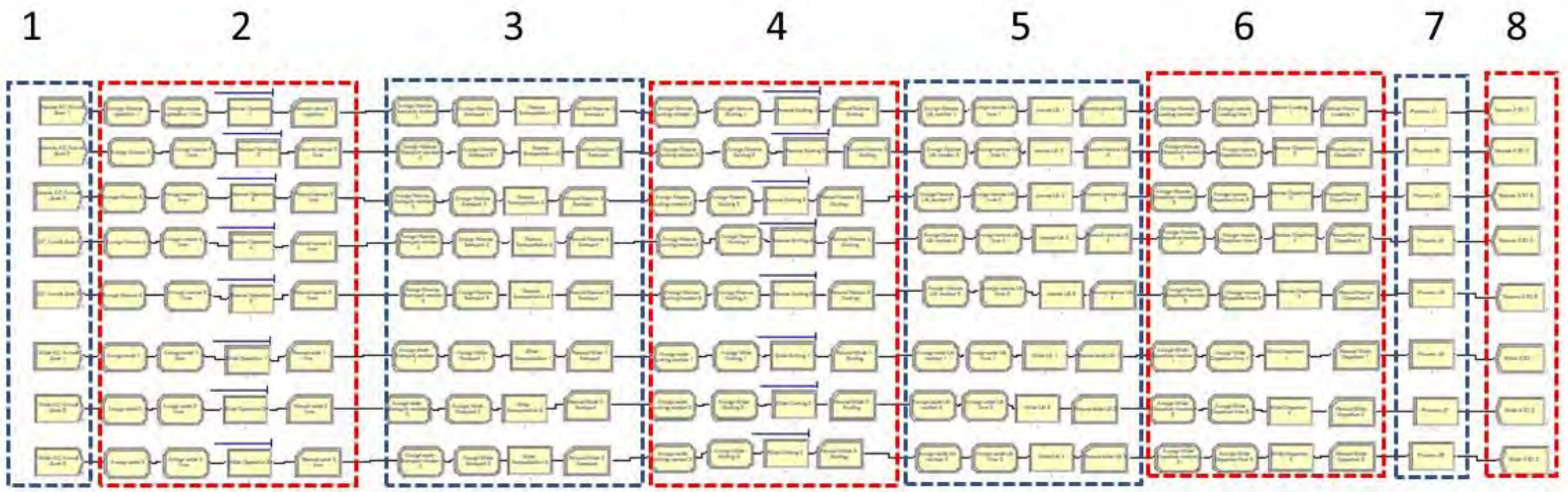
เวลาการเข้าของ Entity จะจัดเตรียมข้อมูลจำนวนเที่ยวบินขาเข้าในแต่ละชั่วโมง ตามตารางการบินโดยจะจัดเตรียมข้อมูลตามประเภทของอากาศยาน และโซนของหลุมจอด

4.3 โครงสร้างของแบบจำลองสถานการณ์

จากการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อระยะเวลาในการให้บริการจะพบว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อระยะเวลาในขั้นตอนต่าง ๆ คือ ประเภทของอากาศยาน โซนของหลุมจอด และจำนวนของสัมภาระ อย่างไรก็ดีในส่วนของสัมภาระมีความสัมพันธ์กับประเภทของอากาศยาน ในการสร้างแบบจำลองจึงให้ความสำคัญในประเด็นประเภทของอากาศยาน และโซนของหลุมจอดเท่านั้น ดังนั้นในแบบจำลองสถานการณ์การลำเลียงสัมภาระจะคำนึงถึงประเภทของอากาศยาน และโซนของหลุมจอดออกเป็น 8 สายการทำงาน คือ อากาศยานลำตัวแคบ โซน 1-5 และอากาศยานลำตัวกว้างโซน 1-3 เนื่องจากโซนที่ 4 และ 5 ไม่มีการจอดอากาศยานลำตัวกว้าง ดังรูปที่ 4.2

561083704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

CU ithesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11
5610837O4



1. ขั้นตอนอากาศยานเข้าสู่หลุมจอด (Aircraft Arrival)
2. ขั้นตอนลำเลียงสัมภาระออกจากอากาศยาน (Operation)
3. ขั้นตอนลากจูงสัมภาระออกจากหลุมจอดไปยังจุดคัดแยกสัมภาระ (Transportation)
4. ขั้นตอนวางสัมภาระใบแรกลงบนสายพาน (Sorting)
5. ขั้นตอนลำเลียงสัมภาระลงสายพานจนถึงสัมภาระใบสุดท้าย (Last bag Process)
6. ขั้นตอนลำเลียงสัมภาระขาออกขึ้นอากาศยาน (Outbound Loading)
7. ขั้นตอนเดินทางของอุปกรณ์ (Equipment Delay)
8. ขั้นตอนอากาศยานออกจากหลุมจอด (Aircraft Departure)

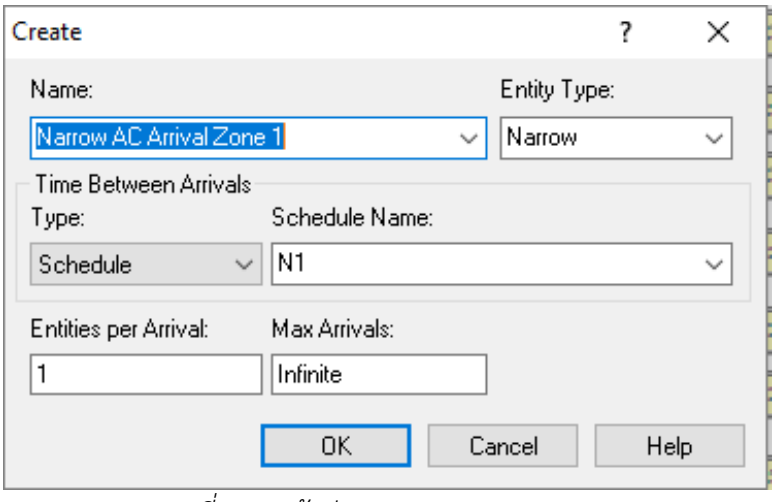
รูปที่ 4.2 แบบจำลองสถานการณ์การลำเลียงสัมภาระจากโปรแกรม Arena

อย่างไรก็ดีแต่ละสายการทำงานจะมีหลักการทำงานเหมือนกัน แต่จะแตกต่างกันที่ข้อมูลป้อนเข้าในแต่ละขั้นตอน รวมถึงจำนวน และชนิดของอุปกรณ์ด้วย โดยในแบบจำลองสถานการณ์การลำเลียงสัมภาระภายในท่าอากาศยานนั้นจะมีโครงสร้างหลัก 8 ขั้นตอน 23 โมดูล (Module) ดังรูปที่ 4.2 ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ในการลำเลียงสัมภาระทั้งหมดโดยจะไม่มีขั้นตอนในการรออุปกรณ์ เนื่องจากหากมีการรออุปกรณ์ระยะเวลาจะรวมกับในช่วงเวลา Operation อย่างไรก็ดีในบางขั้นตอนของแบบจำลองต้องประกอบด้วยโมดูลที่ใช้สำหรับเก็บบันทึกข้อมูลเวลาการทำงานของแต่ละขั้นตอน ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

4.3.1 ขั้นตอนอากาศยานเข้าสู่หลุมจอด (Aircraft Arrival)

อากาศยานเข้าสู่หลุมจอด (Aircraft Arrival) ประกอบด้วย 1 โมดูล เป็น Create module ดังรูปที่ 4.3 ซึ่งเป็นจุดเริ่มของการไหล Entity ที่เข้าสู่ระบบ ทั้งนี้อากาศยานจะมีระยะเวลาการเข้าตามตารางบิน (Schedule time) โดยตัวอย่างหน้าต่างของ Create module ในรูปที่ 4.4

รูปที่ 4.3 โมดูลอากาศยานเข้าสู่หลุมจอด (Aircraft Arrival)

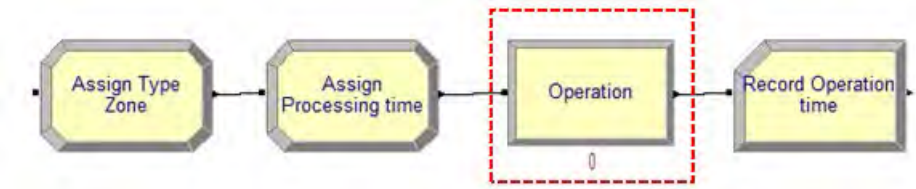


รูปที่ 4.4 หน้าต่างของ Create module

4.3.2 ขั้นตอนลำเลียงสัมภาระออกจากอากาศยาน (Operation)

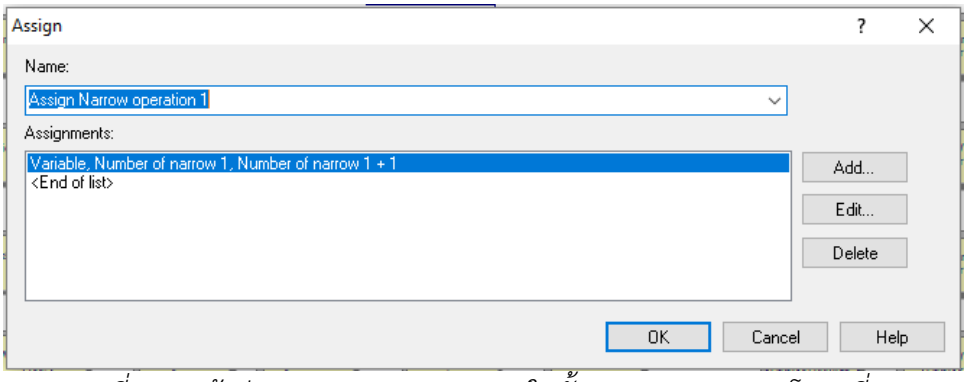
ขั้นตอนลำเลียงสัมภาระออกจากอากาศยาน (Operation) ประกอบด้วย 4 โมดูล ดังรูปที่ 4.5

561083704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11



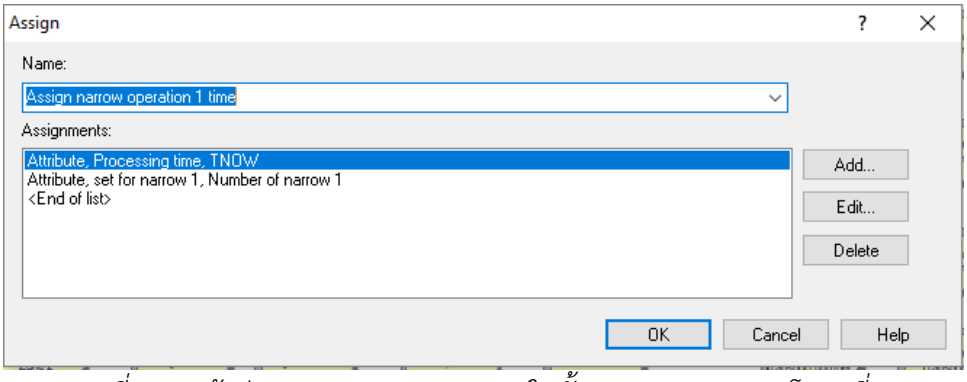
รูปที่ 4.5 โมดูลขั้นตอนลำเลียงสัมภาระออกจากอากาศยาน (Operation)

ทั้งนี้ใน 4 โมดูล โดยโมดูลที่ 1 และ 2 เป็น Assign module ใช้เพื่อกำหนดหน้าที่ให้ค่าตัวแปร โดยโมดูลที่ 1 จะใช้กำหนดชื่อขั้นตอน Operation ประเภทของอากาศยาน โซนของหลุมจอด และลำดับที่ให้กับตัวแปรเมื่อวัตถุเข้าสู่โมดูล โดยตัวอย่างหน้าต่างดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 หน้าต่างของ Assign module ในขั้นตอน Operation โมดูลที่ 1

โมดูลที่ 2 เป็น Assign module ใช้ตั้งชื่อให้คุณสมบัติประจำตัวเพื่อใช้เก็บค่าเวลาในของแต่ละ Entity ที่ผ่านขั้นตอน Operation โดยตัวอย่างหน้าต่างดังรูปที่ 4.7

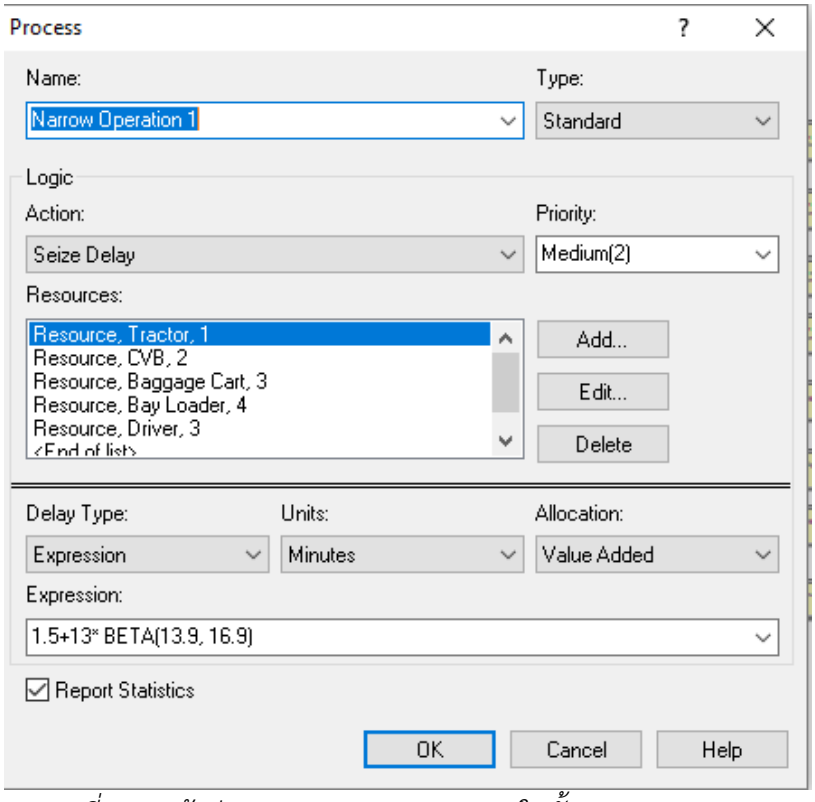


รูปที่ 4.7 หน้าต่างของ Assign module ในขั้นตอน Operation โมดูลที่ 2

โมดูลที่ 3 เป็น Process module โดยจะทำกิจกรรมด้วยปฏิบัติการ Seize Delay คือ มีการเรียกใช้งานทรัพยากร คือ พนักงาน และอุปกรณ์ (Resource) ซึ่งชนิด และจำนวนทรัพยากร รวมถึงระยะเวลา ในขั้นตอนจะขึ้นอยู่กับประเภทของอากาศยาน และโซนหลุมจอด ซึ่งในการเรียกใช้

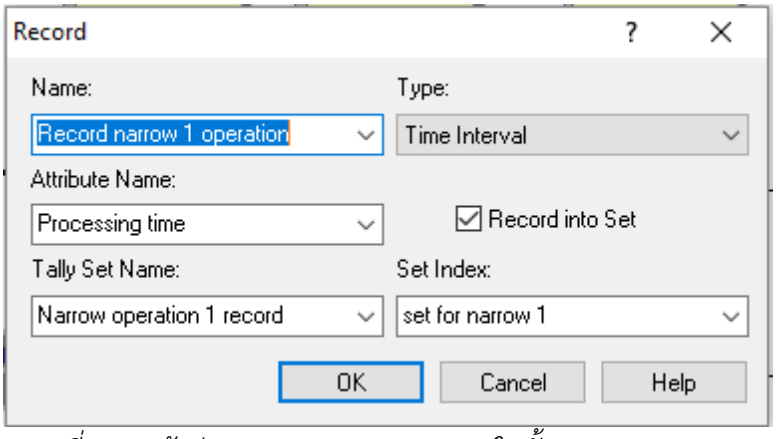
5610083704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

ทรัพยากรจะใช้การทำงานแบบ FIFO (First In First Out) และหากไม่มีทรัพยากรว่างจะรอทรัพยากรที่ให้บริการอยู่ให้บริการจนเสร็จสิ้น โดยตัวอย่างหน้าต่างดังรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 หน้าต่างของ Process module ในขั้นตอน Operation

ในส่วนโมดูลที่ 4 เป็น Record module เป็นโมดูลที่ใช้เก็บข้อมูลทางสถิติให้แบบจำลอง เมื่อวัตถุผ่านโมดูลนี้จะมีการบันทึกข้อมูลเวลาในแต่ละ Entity ที่ผ่าน Process module ในขั้นตอน Operation โดยตัวอย่างหน้าต่างดังรูปที่ 4.9

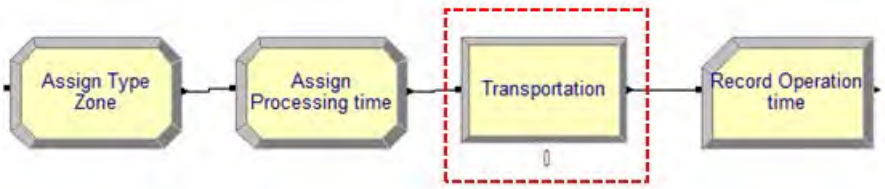


รูปที่ 4.9 หน้าต่างของ Record module ในขั้นตอน Operation

5610837704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

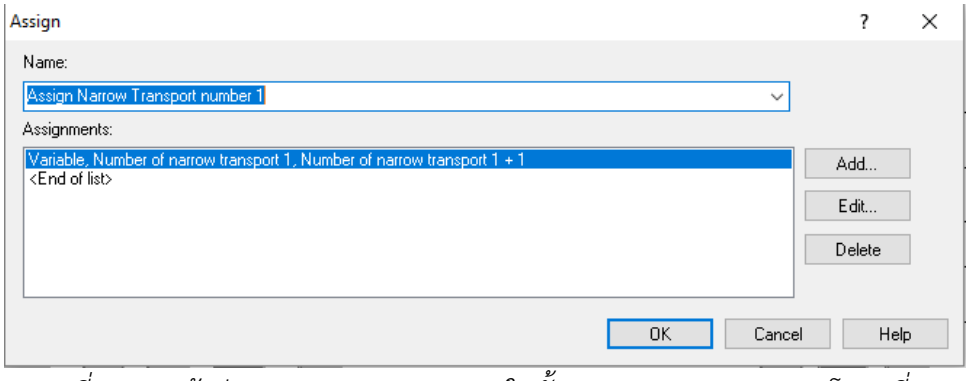
4.3.3 ขั้นตอนลากจูงสัมภาระออกจากหลุมจอดไปยังจุดคัดแยกสัมภาระ (Transportation)

ในขั้นตอนลากจูงสัมภาระออกจากหลุมจอดไปยังจุดคัดแยกสัมภาระ (Transportation) ประกอบด้วย 4 โมดูล ดังรูปที่ 4.10



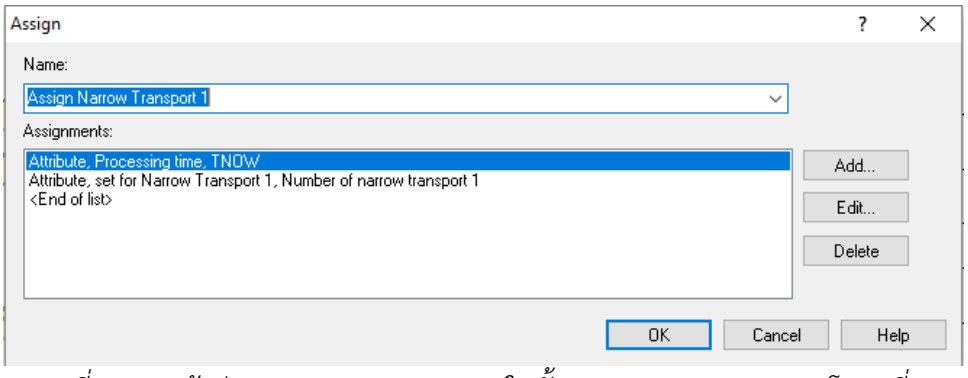
รูปที่ 4.10 โมดูลขั้นตอนลากจูงสัมภาระออกจากหลุมจอดไปยังจุดคัดแยกสัมภาระ(Transportation)

ทั้งนี้ใน 4 โมดูล โดยโมดูลที่ 1 และ 2 เป็น Assign module ใช้เพื่อกำหนดหน้าที่ให้ค่าตัวแปร โดยโมดูลที่ 1 จะใช้กำหนดชื่อขั้นตอน Transportation ประเภทของอากาศยาน โซนของหลุมจอด และลำดับที่ให้กับตัวแปรเมื่อวัตถุเข้าสู่โมดูล โดยตัวอย่างหน้าต่างดังรูปที่ 4.11



รูปที่ 4.11 หน้าต่างของ Assign module ในขั้นตอน Transportation โมดูลที่ 1

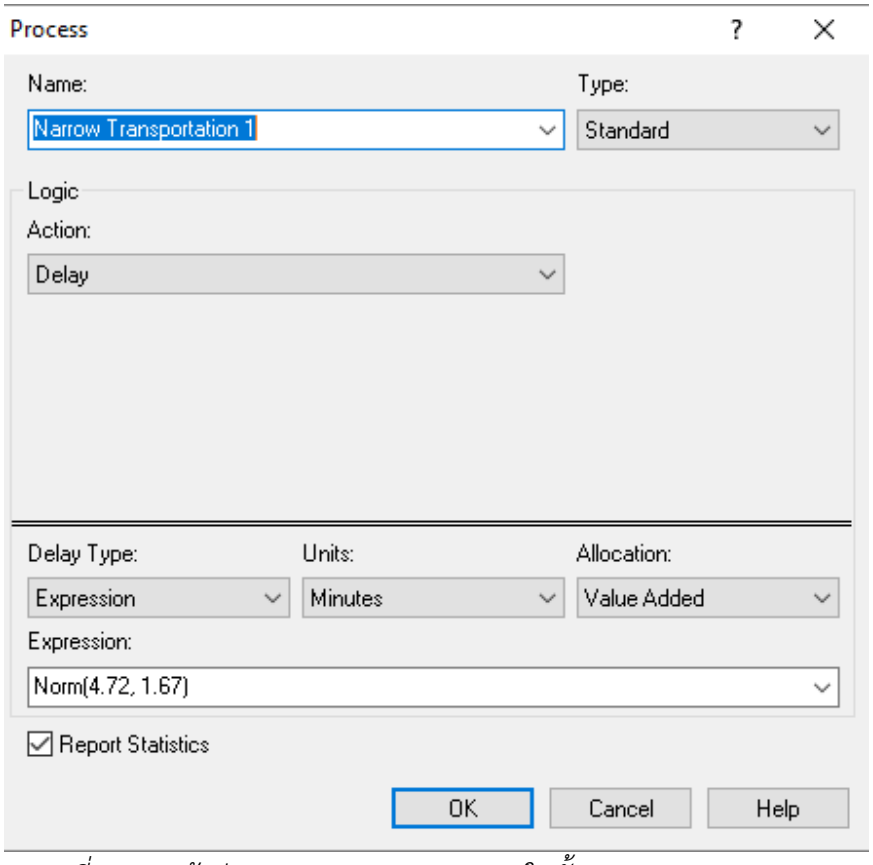
โมดูลที่ 2 เป็น Assign module ใช้ตั้งชื่อให้คุณสมบัติประจำตัวเพื่อใช้เก็บค่าเวลาใน ของแต่ละ Entity ที่ผ่านขั้นตอน Transportation โดยตัวอย่างหน้าต่างดังรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.12 หน้าต่างของ Assign module ในขั้นตอน Transportation โมดูลที่ 2

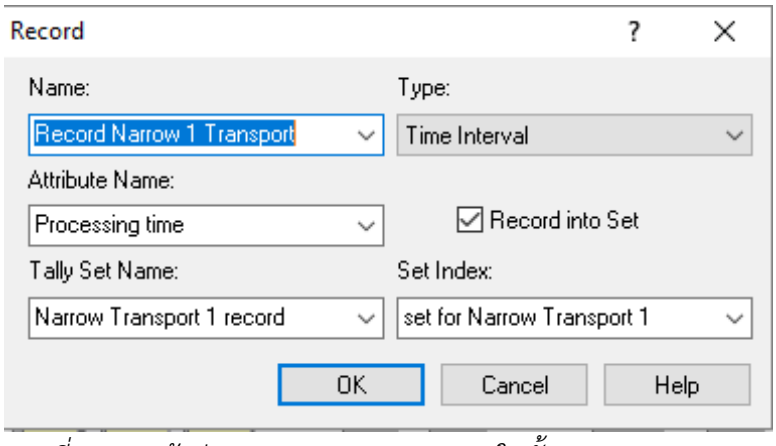
561083704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

โมดูลที่ 3 เป็น Process module จะทำกิจกรรมด้วยปฏิบัติการ Delay ซึ่งเวลาในขั้นตอนจะขึ้นอยู่กับโซนของหลุมจอด โดยตัวอย่างหน้าต่างดังรูปที่ 4.13



รูปที่ 4.13 หน้าต่างของ Process module ในขั้นตอน Transportation

ในส่วนโมดูลที่ 4 เป็น Record module เป็นโมดูลที่ใช้เก็บข้อมูลทางสถิติให้แบบจำลอง เมื่อวัตถุผ่านโมดูลนี้จะมีการบันทึกข้อมูลเวลาในแต่ละ Entity ที่ผ่าน Process module ของขั้นตอน Transportation โดยตัวอย่างหน้าต่างดังรูปที่ 4.14

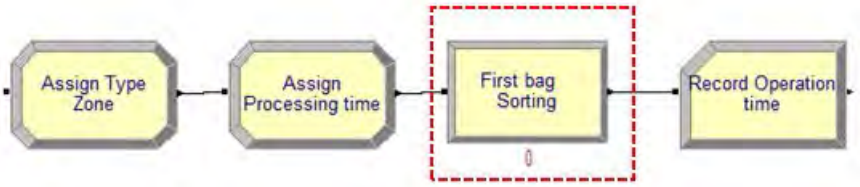


รูปที่ 4.14 หน้าต่างของ Record module ในขั้นตอน Transportation

5610837704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

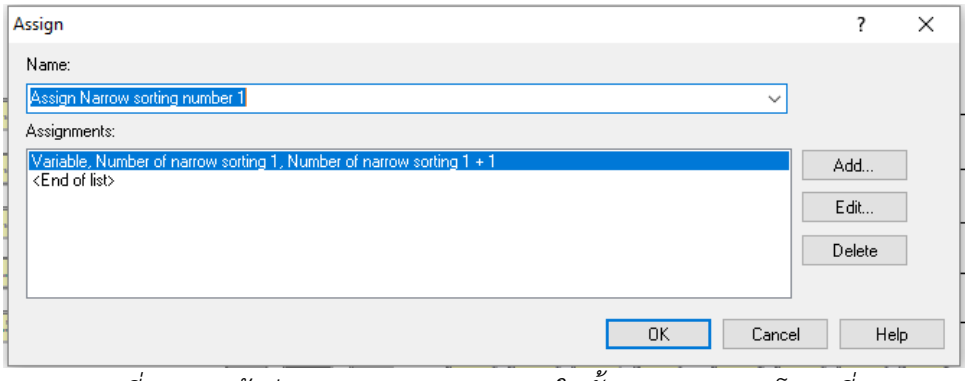
4.3.4 ขั้นตอนวางสัมภาระใบแรกลงบนสายพาน (Sorting)

ในขั้นตอนวางสัมภาระใบแรกลงบนสายพาน (Sorting) ประกอบด้วย 4 โมดูล ดังรูปที่ 4.15



รูปที่ 4.15 โมดูลขั้นตอนวางสัมภาระใบแรกลงบนสายพาน (Sorting)

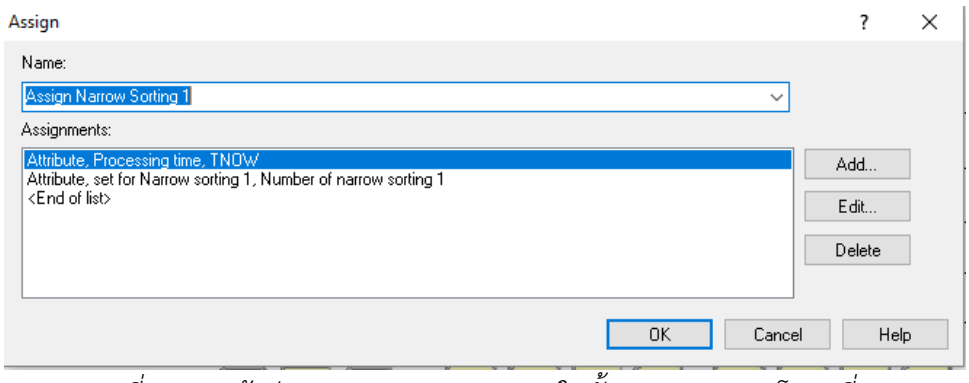
ทั้งนี้ใน 4 โมดูล โดยโมดูลที่ 1 และ 2 เป็น Assign module ใช้เพื่อกำหนดหน้าที่ให้ค่าตัวแปร โดยโมดูลที่ 1 จะใช้กำหนดชื่อขั้นตอน Sorting ประเภทของอากาศยาน โซนของหลุมจอด และลำดับที่ให้กับตัวแปรเมื่อวัตถุเข้าสู่โมดูล โดยตัวอย่างหน้าต่างดังรูปที่ 4.16



รูปที่ 4.16 หน้าต่างของ Assign module ในขั้นตอน Sorting โมดูลที่ 1

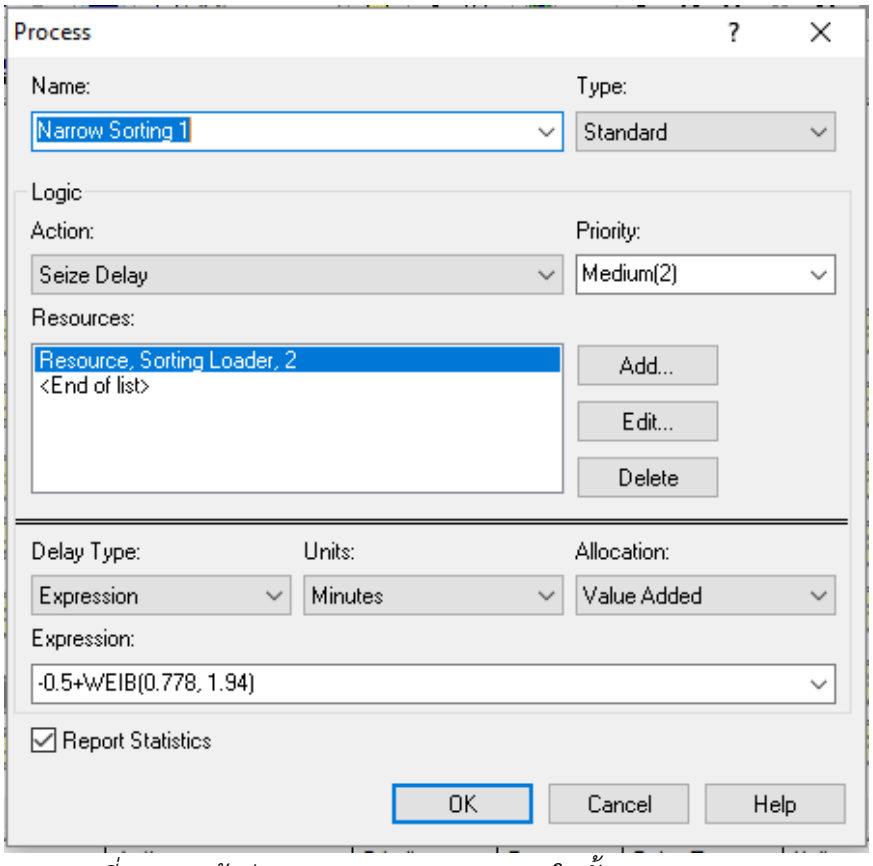
โมดูลที่ 2 เป็น Assign module ใช้ตั้งชื่อให้คุณสมบัติประจำตัวเพื่อใช้เก็บค่าเวลาใน ของแต่ละ Entity ที่ผ่านขั้นตอน Sorting โดยตัวอย่างหน้าต่างดังรูปที่ 4.17

5610837704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11



รูปที่ 4.17 หน้าต่างของ Assign module ในขั้นตอน Sorting โมดูลที่ 2

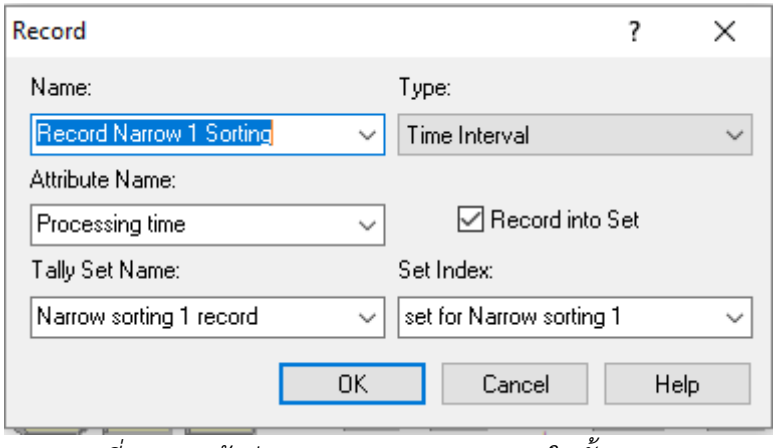
โมดูลที่ 3 เป็น Process module ในขั้นตอนวางสัมภาระใบแรกลงบนสายพาน (Sorting) เป็น Process module จะทำกิจกรรมด้วยปฏิบัติการ Delay ซึ่งเวลาในขั้นตอนจะขึ้นอยู่กับประเภทของอากาศยาน โดยตัวอย่างหน้าต่างดังรูปที่ 4.18



รูปที่ 4.18 หน้าต่างของ Process module ในขั้นตอน Sorting

5610083704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

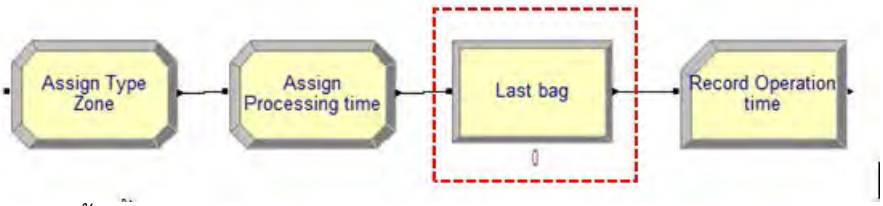
ในส่วนโมดูลที่ 4 เป็น Record module เป็นโมดูลที่ใช้เก็บข้อมูลทางสถิติให้แบบจำลอง เมื่อวัตถุผ่านโมดูลนี้จะมีการบันทึกข้อมูลเวลาในแต่ละ Entity ที่ผ่าน Process module ในขั้นตอน Sorting โดยตัวอย่างหน้าต่างดังรูปที่ 4.19



รูปที่ 4.19 หน้าต่างของ Record module ในขั้นตอน Sorting

4.3.5 ขั้นตอนลำเลียงสัมภาระลงสายพานจนถึงสัมภาระใบสุดท้าย (Last bag Process)

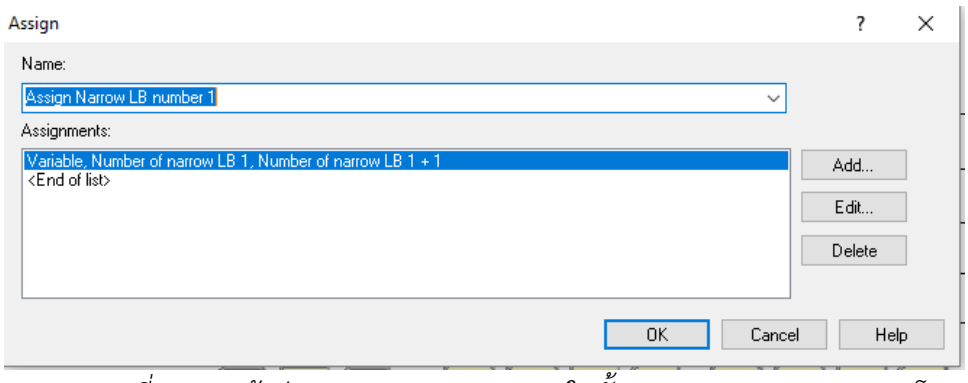
ในขั้นตอนลำเลียงสัมภาระลงสายพานจนถึงสัมภาระใบสุดท้าย (Last bag Process) ประกอบด้วย 4 โมดูล ดังรูปที่ 4.20



รูปที่ 4.20 โมดูลขั้นตอนลำเลียงสัมภาระลงสายพานจนถึงสัมภาระใบสุดท้าย (Last bag Process)

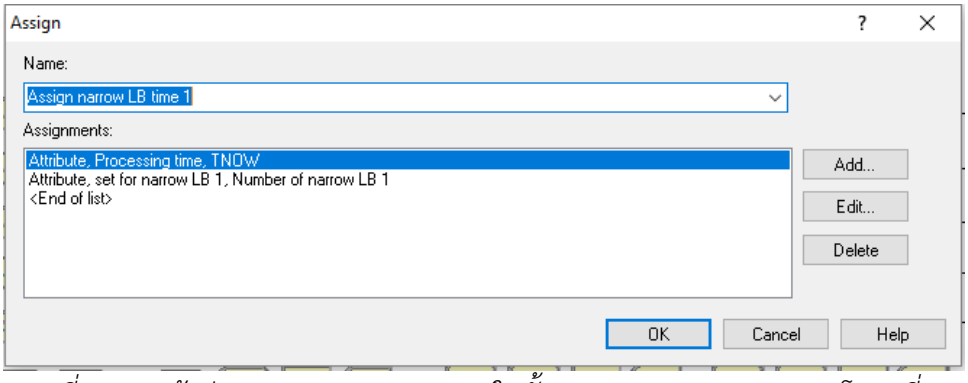
ทั้งนี้ใน 4 โมดูล โดยโมดูลที่ 1 และ 2 เป็น Assign module ใช้เพื่อกำหนดหน้าที่ให้ค่าตัวแปร โดยโมดูลที่ 1 จะใช้กำหนดชื่อขั้นตอน Last bag Process ประเภทของอากาศยาน โซนของหลุมจอด และลำดับที่ให้กับตัวแปรเมื่อวัตถุเข้าสู่โมดูล โดยตัวอย่างหน้าต่างดังรูปที่ 4.21

5610837704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11



รูปที่ 4.21 หน้าต่างของ Assign module ในขั้นตอน Last bag Process โมดูลที่ 1

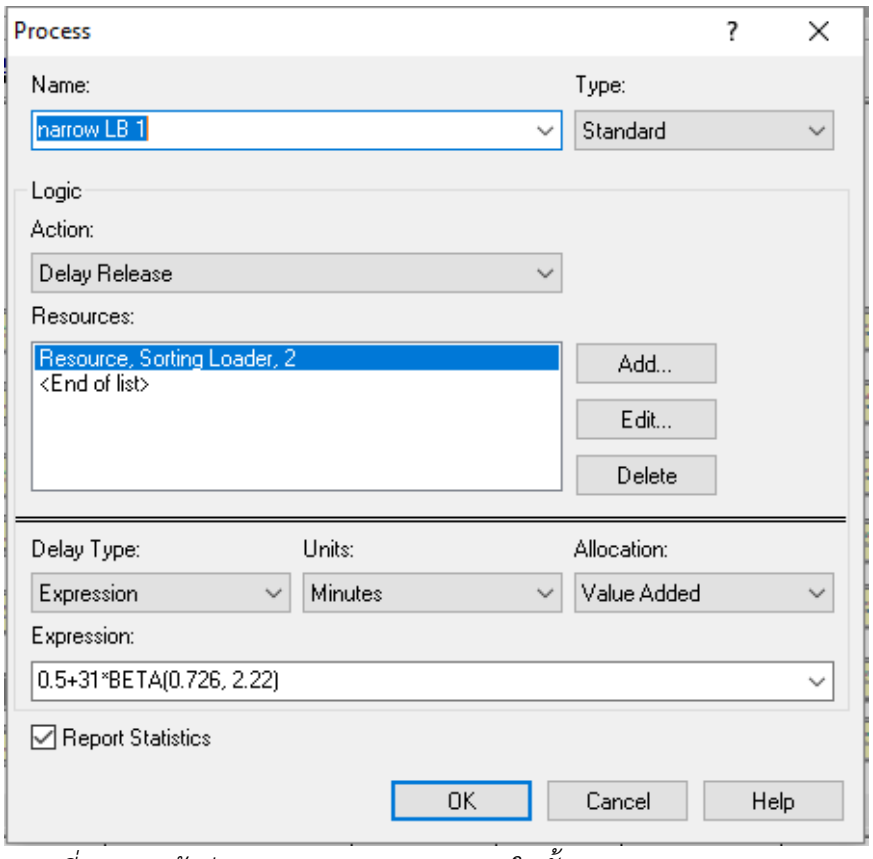
โมดูลที่ 2 เป็น Assign module ใช้ตั้งชื่อให้คุณสมบัติประจำตัวเพื่อใช้เก็บค่าเวลาใน ของแต่ละ Entity ที่ผ่านขั้นตอน Last bag Process โดยตัวอย่างหน้าต่างดังรูปที่ 4.22



รูปที่ 4.22 หน้าต่างของ Assign module ในขั้นตอน Last bag Process โมดูลที่ 2

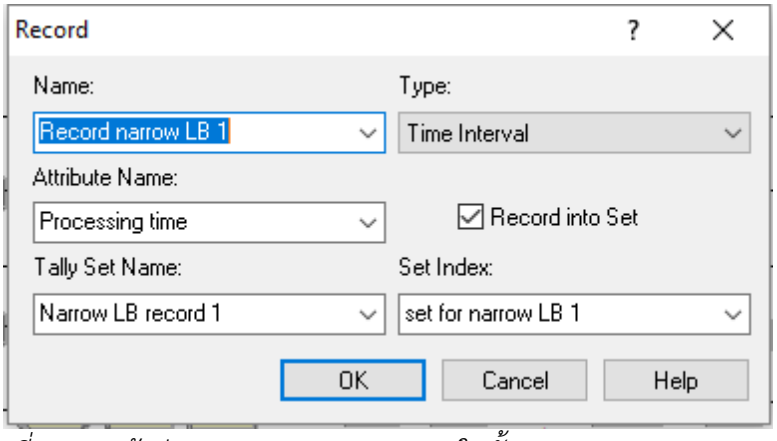
โมดูลที่ 3 เป็น Process module ในขั้นตอนลำเลียงสัมภาระลงสายพานจนถึงสัมภาระใบสุดท้าย (Last bag Process) เป็น Process module ทำกิจกรรมด้วยปฏิบัติการ Delay Release ซึ่งเวลาในขั้นตอนจะขึ้นอยู่กับประเภทของอากาศยาน และทรัพยากรที่ทำการปล่อย คือ Sorting Loader โดยตัวอย่างหน้าต่างดังรูปที่ 4.23

5610383704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11



รูปที่ 4.23 หน้าต่างของ Process module ในขั้นตอน Last bag Process

ในส่วนโมดูลที่ 4 เป็น Record module เป็นโมดูลที่ใช้เก็บข้อมูลทางสถิติให้แบบจำลอง เมื่อวัตถุผ่านโมดูลนี้จะมีการบันทึกข้อมูลเวลาในแต่ละ Entity ที่ผ่าน Process module ในขั้นตอน Last bag Process โดยตัวอย่างหน้าต่างดังรูปที่ 4.24

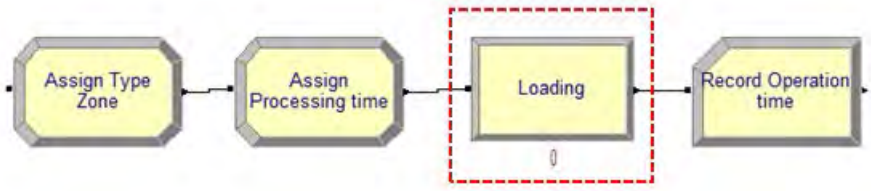


รูปที่ 4.24 หน้าต่างของ Record module ในขั้นตอน Last bag Process

561083704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

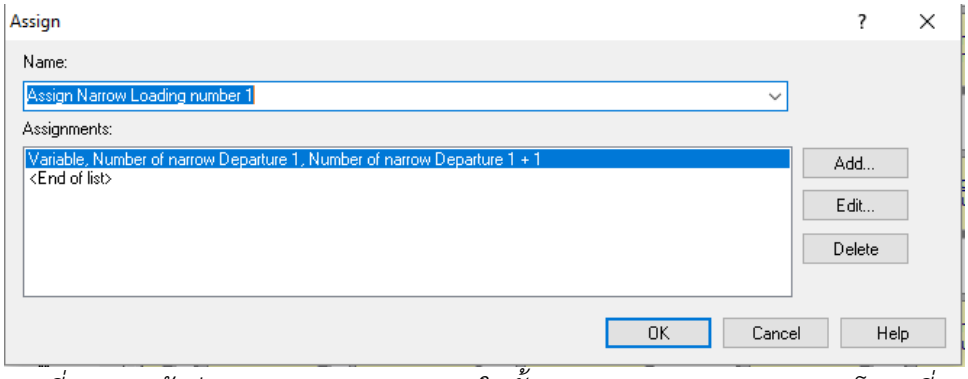
4.3.6 ขั้นตอนลำเลียงสัมภาระขาออกขึ้นอากาศยาน (Outbound Loading)

ในขั้นตอนลำเลียงสัมภาระขาออกขึ้นอากาศยาน (Outbound Loading) ประกอบด้วย 4 โมดูล ดังรูปที่ 4.25



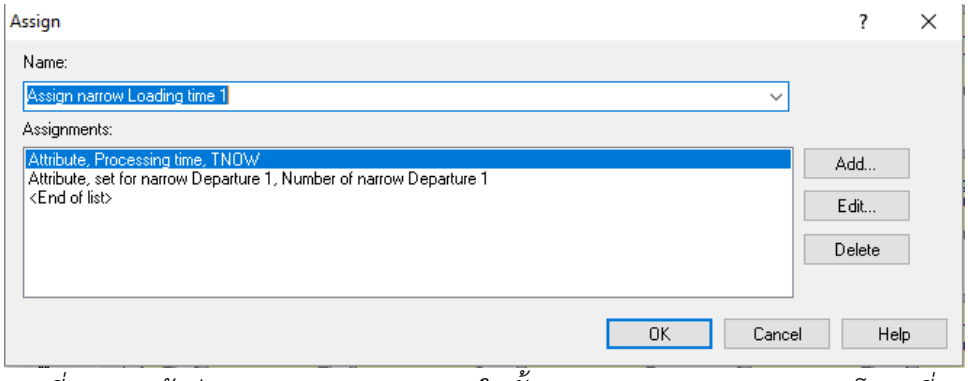
รูปที่ 4.25 โมดูลขั้นตอนลำเลียงสัมภาระขาออกขึ้นอากาศยาน (Outbound Loading)

ทั้งนี้ใน 4 โมดูล โดยโมดูลที่ 1 และ 2 เป็น Assign module ใช้เพื่อกำหนดหน้าที่ให้ค่าตัวแปร โดยโมดูลที่ 1 จะใช้กำหนดชื่อขั้นตอน Outbound Loading ประเภทของอากาศยาน โซนของหลุมจอด และลำดับที่ให้กับตัวแปรเมื่อวัตถุเข้าสู่โมดูล โดยตัวอย่างหน้าต่างดังรูปที่ 4.26



รูปที่ 4.26 หน้าต่างของ Assign module ในขั้นตอน Outbound Loading โมดูลที่ 1

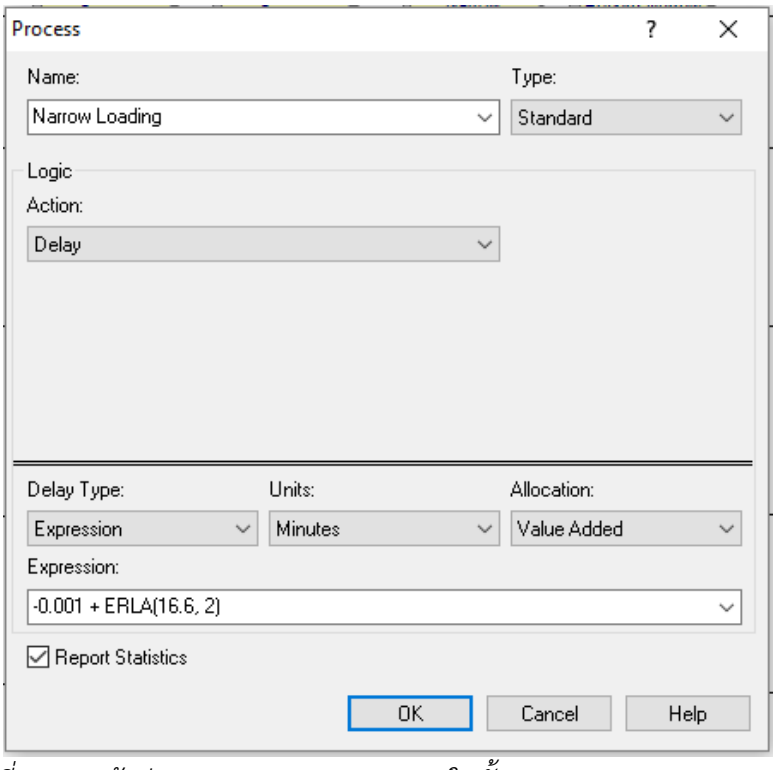
โมดูลที่ 2 เป็น Assign module ใช้ตั้งชื่อให้คุณสมบัติประจำตัวเพื่อใช้เก็บค่าเวลาในของแต่ละ Entity ที่ผ่านขั้นตอน Outbound Loading โดยตัวอย่างหน้าต่างดังรูปที่ 4.27



รูปที่ 4.27 หน้าต่างของ Assign module ในขั้นตอน Outbound Loading โมดูลที่ 2

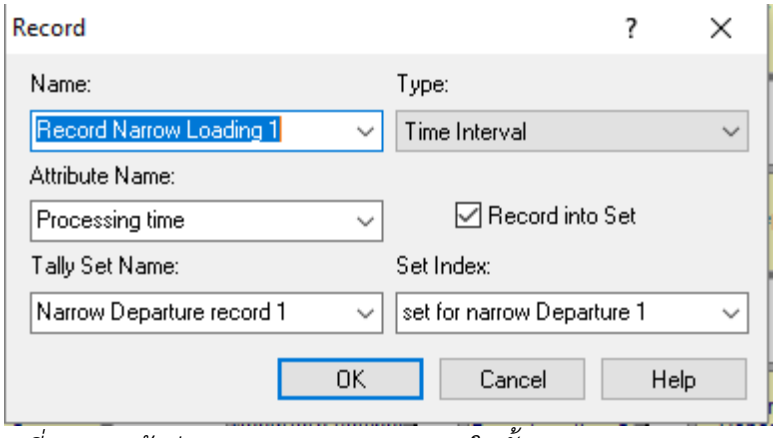
5610837O4 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

โมดูลที่ 3 ของขั้นตอนลำเลียงสัมภาระขาออกขึ้นอากาศยาน (Outbound Loading) เป็น Process module จะทำกิจกรรมด้วยปฏิบัติการ Delay ซึ่งเวลาในขั้นตอนจะขึ้นอยู่กับประเภทของอากาศยาน โดยตัวอย่างหน้าต่างดังรูปที่ 4.28



รูปที่ 4.28 หน้าต่างของ Process module ในขั้นตอน Outbound Loading

ในส่วนโมดูลที่ 4 เป็น Record module เป็นโมดูลที่ใช้เก็บข้อมูลทางสถิติให้แบบจำลอง เมื่อวัตถุผ่านโมดูลนี้จะมีการบันทึกข้อมูลเวลาในแต่ละ Entity ที่ผ่าน Process module ในขั้นตอน Outbound Loading โดยตัวอย่างหน้าต่างดังรูปที่ 4.29

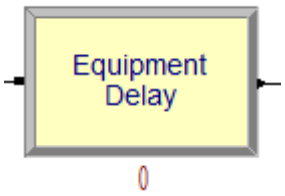


รูปที่ 4.29 หน้าต่างของ Record module ในขั้นตอน Outbound Loading

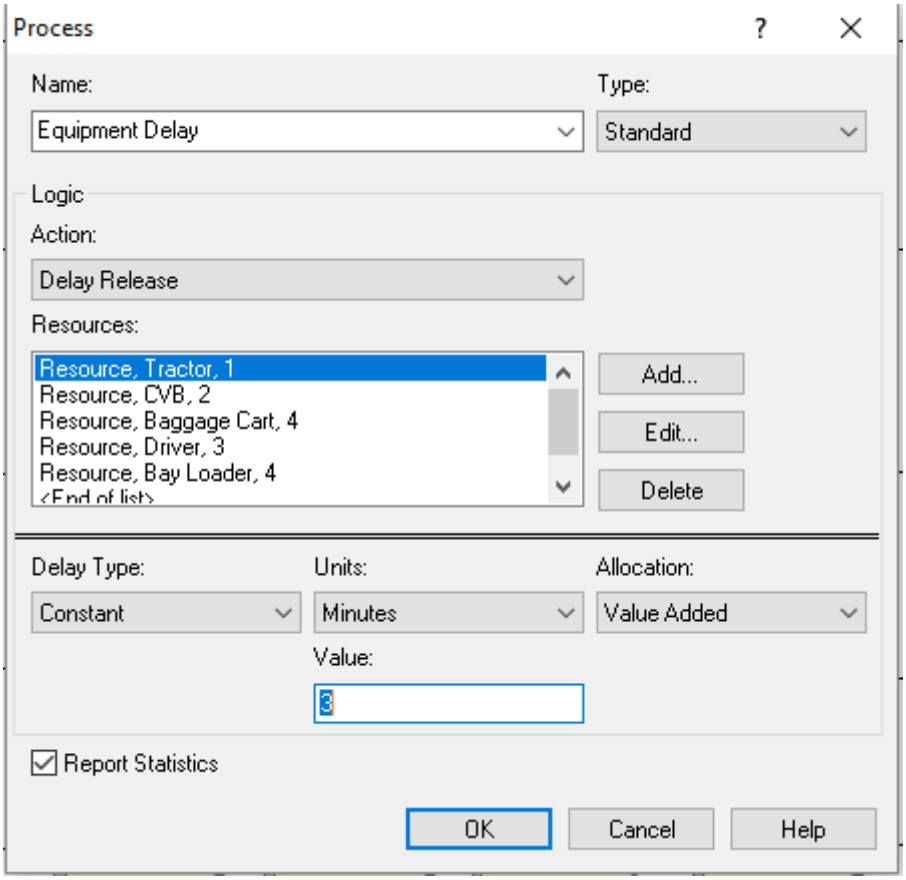
5610837704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

4.3.7 ขั้นตอนการเดินทางของอุปกรณ์ (Equipment Delay)

ในขั้นตอนการเดินทางของอุปกรณ์ (Equipment Delay) ประกอบด้วย 1 โมดูล เป็น process module ดังรูปที่ 4.30 ในขั้นตอนนี้จะทำกิจกรรมด้วยปฏิบัติการ Delay Release โดยจำทำงานด้วยค่ากลางระหว่างโซนที่ไกลที่สุด และทำการปล่อยทรัพยากรที่เหลือทั้งหมด โดยหลังจากการทำกิจกรรมเสร็จทรัพยากรจะถูกปล่อยว่างเพื่อรอเรียกใช้ใหม่ในขั้นตอนนี้ โดยตัวอย่างหน้าต่างของ process module ในรูปที่ 4.31



รูปที่ 4.30 โมดูลขั้นตอนการเดินทางของอุปกรณ์ (Equipment Delay)

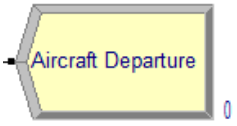


รูปที่ 4.31 หน้าต่างของ process module

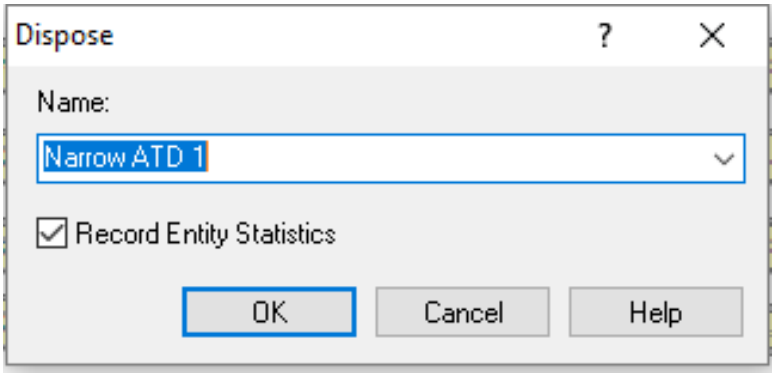
5610837704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

4.3.8 อากาศยานออกจากหลุมจอด (Aircraft Departure)

อากาศยานออกจากหลุมจอด (Aircraft Departure) ประกอบด้วย 1 โมดูล เป็น Dispose module ดังรูปที่ 4.32 ในขั้นตอนนี้เป็นการเสร็จสิ้นการใช้งานทรัพยากร ซึ่งเป็นจุดสิ้นสุดของการไหลของ Entity ในระบบ โดยตัวอย่างหน้าต่างของ Dispose module ในรูปที่ 4.33



รูปที่ 4.32 โมดูลอากาศยานออกจากหลุมจอด (Aircraft Departure)



รูปที่ 4.33 หน้าต่างของ Dispose module

4.4 การกำหนดจำนวนของพนักงาน และอุปกรณ์ของแบบจำลอง

จากการเก็บข้อมูลจะพบว่าในแต่ละประเภทของอากาศยานจะมีการใช้งานของชนิด และจำนวนของอุปกรณ์ที่แตกต่างกัน ไม่เพียงเท่านั้นในแต่ละโซนของหลุมจอดยังสามารถประมาณการจำนวนสัมภาระได้ เนื่องจากในแต่ละโซนสามารถรองรับประเภทของอากาศยานได้แตกต่างกัน อาทิ อากาศยานขนาดใหญ่พิเศษจะสามารถจอดได้เพียงบางหลุมจอดเท่านั้น โดยมีวิธีการกำหนดจำนวนอุปกรณ์ และพนักงานดังนี้

- Baggage Cart ทำการกำหนดจำนวนตามประเภทของอากาศยานซึ่งในอากาศยานลำตัวกว้างจะลำเลียงสัมภาระโดยบรรจุในตู้ Container เป็นหลักจึงใช้ Baggage Cart เพียง 1 คัน ในส่วนของอากาศยานลำตัวแคบจำนวนของง Baggage Cart จะกำหนดตามสัมภาระเฉลี่ยในแต่ละโซน
- Dolly ใช้ในอากาศยานลำตัวกว้างเท่านั้นโดยจะกำหนดตามสัมภาระเฉลี่ยในแต่ละโซน

561083704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

- Conveyor Belt (CVB) การกำหนดจำนวนตามประเภทของอากาศยานซึ่งในอากาศยานลำตัวกว้างจะลำเลียงสัมภาระโดยบรรจุในตู้ Container เป็นหลักจึงใช้ Conveyor Belt (CVB) เพียง 1 คัน ในส่วนของอากาศยานลำตัวแคบมีการลำเลียงสัมภาระแบบใบเป็นหลัก โดยจะทำการลำเลียงสัมภาระจากทั้ง 2 ประตู คือ ประตูหน้า และประตูหลังของอากาศยานพร้อมกันจึงกำหนดให้ใช้อุปกรณ์ Conveyor Belt (CVB) 2 คัน ในทุกเที่ยวบิน
- Tractor กำหนดให้ในทุกเที่ยวบินใช้ Tractor จำนวน 1 คันเท่ากัน
- Container/ Pallet Loader (CPL) ใช้ในอากาศยานลำตัวกว้างเท่านั้น โดยจะทำการลำเลียงสัมภาระจากทั้ง 2 ประตู คือ ประตูหน้า และประตูหลังของอากาศยานพร้อมกันจึงกำหนดให้ใช้อุปกรณ์ Container/ Pallet Loader (CPL) 2 คัน ในทุกเที่ยวบิน
- Transporter ใช้ในอากาศยานลำตัวกว้างเท่านั้น กำหนดให้ใช้ Tractor จำนวน 1 คัน ในทุกเที่ยวบิน
- Bay Loader กำหนดตามประเภทของอากาศยานโดยในอากาศยานลำตัวแคบจะใช้จำนวน 4 คน โดยกำหนดให้พนักงาน 2 คน อยู่ในอากาศยาน เพื่อลำเลียงสัมภาระออกจากอากาศยานวางบนสายพานของรถ Conveyor Belt (CVB) และอยู่ด้านล่างข้าง Conveyor Belt (CVB) 2 คน เพื่อลำเลียงสัมภาระจากสายพานลงสู่ Baggage Cart ในส่วนของอากาศยานลำตัวกว้างจะใช้พนักงาน 3 คน โดยกำหนดให้พนักงาน 2 คน อยู่ในอากาศยานเพื่อดันตู้ Container ออกจากอากาศยาน และพนักงานอีก 1 คน เป็นผู้จัดขบวนตู้ Container สำหรับลากจูง โดยพนักงานชุดเดียวกันนี้จะเป็นผู้ลำเลียงสัมภาระแบบใบด้วยเช่นกัน
- Sorting Loader กำหนดตามประเภทของอากาศยาน เนื่องจากปริมาณสัมภาระของอากาศยานลำตัวกว้างมีปริมาณมากกว่าสัมภาระของอากาศยานลำตัวแคบ
- Driver กำหนดตามประเภทของอากาศยาน โดยในอากาศยานลำตัวแคบจะกำหนดให้มีพนักงานขับอุปกรณ์ Conveyor Belt (CVB) 2 คน และขับ Tractor 1 คน สำหรับอุปกรณ์ลำตัวกว้างจะกำหนดให้ให้มีพนักงานขับอุปกรณ์ Conveyor Belt (CVB) 1 คน พนักงานขับ Container/ Pallet Loader (CPL) 2 คน พนักงานขับรถ Tractor 1 คน โดยรายละเอียดแสดงตามตารางที่ 4.1

561083704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

ตารางที่ 4.1 จำนวนของอุปกรณ์ของแต่ละประเภทของอากาศยาน และโซนของหลุมจอดอากาศยานต่อเที่ยวบิน

รายการ	**จำนวนของอุปกรณ์ในแต่ละเที่ยวบิน (หน่วย/เที่ยวบิน)**							
	อากาศยานลำตัวแคบ					**อากาศยานลำตัวกว้าง**		
	โซน 1	**โซน 2**	**โซน 3**	**โซน 4**	**โซน 5**	**โซน 1**	**โซน 2**	**โซน 3**
1. Baggage Cart	3	3	4	2	3	1		
2. Dolly	-					5	5	8
3.Conveyor Belt (CVB)	2					1		
4. Tractor	1					1		
5. Container/ Pallet Loader (CPL)	-					2		
6. Transporter	-					1		
7. Bay Loader	4					3		
8. Sorting Loader	2					4		
9. Driver	3					4		

4.5 การรายงานผลจากแบบจำลอง

หลังจากการรันแบบจำลองสถานการณ์ ผ่านโปรแกรม Arena โปรแกรมจะมีการรายงานผลทั้งในส่วนของการใช้งานอุปกรณ์ ดังตัวอย่างการรายงานผลในรูปที่ 4.34 และระยะเวลาของขั้นตอนต่าง ๆ ในแบบจำลอง ดังรูปที่ 4.35

561083704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

Unnamed Project

Replications: 1 Time Units : Minutes

Resource

Usage

Number Busy	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Baggage Cart	239.63	(Correlated)	0.00	517.00
Bay Loader	32.1210	(Correlated)	0.00	97.0000
CPL	5.3647	(Correlated)	0.00	24.0000
CVB	14.7193	(Correlated)	0.00	45.0000
Dolly	232.65	(Correlated)	0.00	443.00
Driver	34.1495	4.40022	0.00	102.00
RC	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Sorting Loader	3.8245	0.513100306	0.00	30.0000
Tractor	163.22	(Correlated)	0.00	324.00
Transporter	2.6823	(Correlated)	0.00	12.0000

รูปที่ 4.34 ตัวอย่างการรายงานผลส่วนของการใช้งานอุปกรณ์ในแบบจำลอง

Unnamed Project

Replications: 1 Time Units : Minutes

User Specified

Usage

None	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Narrow LB 1 no 179	21.8297	(Insufficient)	21.8297	21.8297
Narrow LB 1 no 18	2.5740	(Insufficient)	2.5740	2.5740
Narrow LB 1 no 180	2.7660	(Insufficient)	2.7660	2.7660
Narrow LB 1 no 181	0.7653	(Insufficient)	0.7653	0.7653
Narrow LB 1 no 182	3.0789	(Insufficient)	3.0789	3.0789
Narrow LB 1 no 183	5.6614	(Insufficient)	5.6614	5.6614
Narrow LB 1 no 184	8.7609	(Insufficient)	8.7609	8.7609
Narrow LB 1 no 185	9.6771	(Insufficient)	9.6771	9.6771
Narrow LB 1 no 186	22.7620	(Insufficient)	22.7620	22.7620
Narrow LB 1 no 187	16.7161	(Insufficient)	16.7161	16.7161
Narrow LB 1 no 188	17.8867	(Insufficient)	17.8867	17.8867
Narrow LB 1 no 189	13.1616	(Insufficient)	13.1616	13.1616
Narrow LB 1 no 19	25.0749	(Insufficient)	25.0749	25.0749
Narrow LB 1 no 190	6.9980	(Insufficient)	6.9980	6.9980

รูปที่ 4.35 ตัวอย่างการรายงานผลส่วนของระยะเวลาของขั้นตอนต่าง ๆ ในแบบจำลอง

โดยในส่วนของระยะเวลาที่ใช้สำหรับการลำเลียงสัมภาระใบแรก และใบสุดท้าย จะต้องนำข้อมูลระยะเวลาในแต่ละขั้นตอน ของแต่ละเที่ยวบินในแบบจำลองมาทำการคำนวณระยะเวลา ซึ่งทำได้โดยการส่งออกข้อมูลให้อยู่ในรูป Excel file เพื่อให้สะดวกในการคำนวณระยะเวลาในแต่ละเที่ยวบิน โดยระยะเวลาสัมภาระใบแรกจะคำนวณดังนี้

ระยะเวลา First bag = Operation + Transportation +Sorting

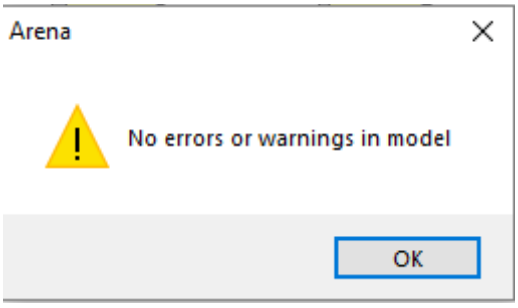
ระยะเวลา Last bag = Operation + Transportation +Sorting + Last bag Process

561083704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

4.6 การพิสูจน์ยืนยันแบบจำลอง (Verification) และการทดสอบความถูกต้องของแบบจำลอง (Validation)

4.6.1 การพิสูจน์ยืนยันแบบจำลอง (Verification)

การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองสถานการณ์ที่จัดทำขึ้นนั้นเป็นการตรวจสอบเบื้องต้น เพื่อพิจารณาว่าแบบจำลองสถานการณ์ที่จัดทำขึ้นมีพฤติกรรม และลักษณะการทำงานเช่นเดียวกับระบบการลำเลียงสัมภาระภายในท่าอากาศยานที่เกิดขึ้นจริงหรือไม่ ทั้งโครงสร้างองค์ประกอบ และความสัมพันธ์ขององค์ประกอบที่เกี่ยวข้องตั้งแต่ขั้นตอนแรกไปจนถึงขั้นตอนสุดท้ายของแบบจำลอง รวมถึงเวลาในการดำเนินงานเพื่อให้แบบจำลองสถานการณ์ที่สร้างขึ้นมีความถูกต้องเหมาะสมกับการนำไปประยุกต์ใช้ ในงานวิจัยนี้ได้ให้ผู้เชี่ยวชาญช่วยตรวจสอบ โดยทำการตรวจสอบในส่วนของการกำหนดขั้นตอนต่าง ๆ และการเก็บระยะเวลาในการลำเลียงสัมภาระมีความสอดคล้องกับการทำงานจริง การกำหนดจำนวนพนักงาน และอุปกรณ์ในแต่ละเที่ยวบินมีความเหมาะสม รวมถึงโครงสร้างและการทำงานของแบบจำลองมีรูปแบบที่ใกล้เคียงกับการทำงานจริง นอกจากนี้ในตัวโปรแกรม จะมีระบบการตรวจสอบวิธีการเขียนแบบจำลองหรือตรวจสอบคำสั่งที่ใช้ เนื่องจากแบบจำลองจะไม่สามารถวิเคราะห์ผลได้หากมีตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่งที่ใช้คำสั่งไม่ถูกต้องหรือเขียนผิดพลาด ตัวอย่างของหน้าต่างที่แสดงจากโปรแกรม Arena เมื่อทำการทดสอบแบบจำลองที่ไม่มีข้อผิดพลาด ดังรูปที่ 4.36



รูปที่ 4.36 หน้าต่างที่แสดงจากโปรแกรม Arena เมื่อทำการทดสอบแบบจำลองที่ไม่มีข้อผิดพลาด

4.6.2 การทดสอบความถูกต้องของแบบจำลอง (Validation)

สำหรับการทำการทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองสถานการณ์ เพื่อความน่าเชื่อถือของแบบจำลองที่จัดทำขึ้นนั้นว่าสามารถใช้แทนระบบการลำเลียงสัมภาระภายในท่าอากาศยานจริงได้โดย

561083704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

ทำการเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์เปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการให้บริการจริง ใช้การทดสอบทางสถิติแบบ T-test โดยการทดสอบสมมติฐาน (Hypothesis test)

H_0 = ค่าเฉลี่ยของระยะเวลาในขั้นตอนต่าง ๆ ไม่ต่างกัน

H_1 = ค่าเฉลี่ยของระยะเวลาในขั้นตอนต่าง ๆ ต่างกัน

ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 ซึ่งมีระดับนัยสำคัญ (α) = 0.05 หากค่า p-Value มีค่าสูงกว่าค่านัยสำคัญ หมายถึงยอมรับ H_0 แสดงว่าค่าเฉลี่ยของระยะเวลาในขั้นตอนต่าง ๆ ไม่ต่างกัน สำหรับข้อมูลที่นำมาใช้เพื่อทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองสถานการณ์การลำเลียงสัมภาระภายในสนท่าอากาศยานนั้น คือระยะเวลาเฉลี่ยในการให้บริการในขั้นตอนต่าง ๆ ที่ได้จากแบบจำลองกับระยะเวลาเฉลี่ยในการให้บริการจริง ซึ่งใช้ระยะเวลาทดสอบ 7 วัน คือ วันจันทร์-อาทิตย์ โดยมีเวลาทำงาน 24 ชั่วโมงต่อวัน ซึ่งเวลาลงจอด จำนวนเที่ยวบิน ประเภทของอากาศยาน และโซนหลุมจอด ที่ป้อนเข้าสู่ระบบอ้างอิงตามสถานการณ์จริง รวมถึงจำนวนพนักงาน และอุปกรณ์ที่มีอยู่จริง ณ ขณะนั้นด้วยของอากาศยานลำตัวกว้าง และอากาศยานลำตัวแคบ ตามตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองด้วยวิธีทางสถิติ T-test ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95

ช่วงเวลา	**ประเภทของอากาศยาน / โซน**	**ระยะเวลาในการให้บริการ**	**ค่าเฉลี่ย**	**ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)**	**ค่า p-value**
operation	ลำตัวแคบ / 1	เวลาให้บริการจริง	9.65	4.75	0.108
		แบบจำลอง	10.83	9.51	
	ลำตัวแคบ / 2	เวลาให้บริการจริง	9.91	5.34	0.265
		แบบจำลอง	20.7	92.8	
	ลำตัวแคบ / 3	เวลาให้บริการจริง	10.6	4.05	0.484
		แบบจำลอง	11.18	9.43	
	ลำตัวแคบ / 4	เวลาให้บริการจริง	13.94	7.17	0.315
		แบบจำลอง	10.94	9.74	
	ลำตัวแคบ / 5	เวลาให้บริการจริง	9.87	4.9	0.128
		แบบจำลอง	10.99	9.03	

561083704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

ช่วงเวลา	ประเภทของอากาศยาน / โซน	ระยะเวลาในการให้บริการ	ค่าเฉลี่ย	ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	ค่า p-value
	ลำตัวกว้าง / 1	เวลาให้บริการจริง	8.35	0.813	0.055
		แบบจำลอง	7.892	0.636	
	ลำตัวกว้าง / 2	เวลาให้บริการจริง	8.78	1.60	0.05
		แบบจำลอง	8.067	0.786	
	ลำตัวกว้าง / 3	เวลาให้บริการจริง	10.16	1.85	0.065
		แบบจำลอง	9.25	8.71	
Transportation	ลำตัวแคบ / 1	เวลาให้บริการจริง	5.53	2.43	0.053
		แบบจำลอง	511	1.97	
	ลำตัวแคบ / 2	เวลาให้บริการจริง	3.96	1.88	0.507
		แบบจำลอง	3.78	1.85	
	ลำตัวแคบ / 3	เวลาให้บริการจริง	4.4	2.14	0.501
		แบบจำลอง	4.26	1.71	
	ลำตัวแคบ / 4	เวลาให้บริการจริง	9.59	1.77	0.05
		แบบจำลอง	8.32	1.78	
	ลำตัวแคบ / 5	เวลาให้บริการจริง	7.42	2.49	0.05
		แบบจำลอง	6.95	2.24	
	ลำตัวกว้าง / 1	เวลาให้บริการจริง	4.55	1.5	0.495
		แบบจำลอง	4.15	2.08	
	ลำตัวกว้าง / 2	เวลาให้บริการจริง	3.44	1.28	0.557
		แบบจำลอง	3.69	1.69	
	ลำตัวกว้าง / 3	เวลาให้บริการจริง	3.95	1.4	0.554
		แบบจำลอง	4.05	1.66	
sorting	ลำตัวแคบ / 1	เวลาให้บริการจริง	0.398	0.491	0.051
		แบบจำลอง	0.484	0.405	
	ลำตัวแคบ /	เวลาให้บริการจริง	0.516	0.502	0.065

561083704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

ช่วงเวลา	ประเภทของอากาศยาน / โซน	ระยะเวลาในการให้บริการ	ค่าเฉลี่ย	ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	ค่า p-value
	2	แบบจำลอง	0.642	0.423	
	ลำตัวแคบ / 3	เวลาให้บริการจริง	0.795	0.405	0.298
		แบบจำลอง	0.743	0.469	
	ลำตัวแคบ / 4	เวลาให้บริการจริง	0.412	0.507	0.085
		แบบจำลอง	0.694	0.410	
	ลำตัวแคบ / 5	เวลาให้บริการจริง	0.754	0.432	0.067
		แบบจำลอง	0.681	0.342	
	ลำตัวกว้าง / 1	เวลาให้บริการจริง	0.55	0.51	0.133
		แบบจำลอง	0.779	0.475	
	ลำตัวกว้าง / 2	เวลาให้บริการจริง	0.519	0.509	0.085
		แบบจำลอง	0.748	0.451	
	ลำตัวกว้าง / 3	เวลาให้บริการจริง	0.732	0.407	0.083
		แบบจำลอง	0.872	0.384	
Last Bag Process	ลำตัวแคบ / 1	เวลาให้บริการจริง	6.33	5.44	0.051
		แบบจำลอง	7.53	7.07	
	ลำตัวแคบ / 2	เวลาให้บริการจริง	9.88	7.04	0.379
		แบบจำลอง	10.77	6.72	
	ลำตัวแคบ / 3	เวลาให้บริการจริง	11.96	6.49	0.963
		แบบจำลอง	11.93	6.47	
	ลำตัวแคบ / 4	เวลาให้บริการจริง	3.53	2.07	0.083
		แบบจำลอง	2.52	1.01	
	ลำตัวแคบ / 5	เวลาให้บริการจริง	17.32	5.08	0.086
		แบบจำลอง	18.62	9.22	
	ลำตัวกว้าง / 1	เวลาให้บริการจริง	20.9	11.3	0.201
		แบบจำลอง	16.5	10.3	

5610837704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

ช่วงเวลา	ประเภทของอากาศยาน / โซน	ระยะเวลาในการให้บริการ	ค่าเฉลี่ย	ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	ค่า p-value
	ลำตัวกว้าง / 2	เวลาให้บริการจริง	13.89	5.47	0.05
		แบบจำลอง	17.47	7.47	
	ลำตัวกว้าง / 3	เวลาให้บริการจริง	18.63	7.2	0.052
		แบบจำลอง	20.38	8.26	

จากวิธีดำเนินวิจัยที่กล่าวมาจากบทที่ 3 และการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ในบทที่ 4 นั้น ทำให้ได้แบบจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของขั้นตอนลำเลียงสัมภาระภายในท่าอากาศยานที่มีความน่าเชื่อถือ สามารถที่จะนำไปใช้งานเพื่อเป็นตัวแทนของการลำเลียงสัมภาระภายในท่าอากาศยานได้

561083704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

บทที่ 5

ผลการทดลอง

ผลการทดลองจากการทดสอบแบบจำลองสถานการณ์การลำเลียงสัมภาระภายในท่าอากาศยานที่จัดทำขึ้นด้วยโปรแกรม Arena โดยใช้ระยะเวลาในการทดสอบ 7 วัน คือ วันจันทร์-อาทิตย์ ทำงาน 24 ชั่วโมงต่อวัน ซึ่งเวลาลงจอด จำนวนเที่ยวบิน ประเภทของอากาศยาน และโซนหลุมจอด ที่ป้อนเข้าสู่ระบบอ้างอิงตามสถานการณ์จริง ซึ่งเมื่อทำการทดสอบผ่านแบบจำลอง ในการทดลองการลำเลียงสัมภาระที่จัดทำขึ้นโดยกำหนดจำนวนอุปกรณ์ (Capacity) ที่มีอย่างไม่จำกัด (Infinity) เพื่อให้ได้จำนวนอุปกรณ์ที่เพียงพอ เมื่อเปรียบเทียบจำนวนอุปกรณ์ที่ผู้ให้บริการมีอยู่กับจำนวนอุปกรณ์ที่เพียงพอ จากจำนวนการใช้งานที่มากที่สุด (Maximum Busy) ของอุปกรณ์แต่ละชนิด ซึ่งได้จากผลลัพธ์ของแบบจำลอง พบว่าผู้ให้บริการลำเลียงสัมภาระมีอุปกรณ์ 3 ชนิดที่ไม่เพียงพอ คือ Dolly, Baggage Cart และ Tractor โดยรายละเอียดแสดงดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 การเปรียบเทียบจำนวนอุปกรณ์ที่ผู้ให้บริการมีอยู่กับจำนวนอุปกรณ์ที่เพียงพอจากแบบจำลอง

อุปกรณ์	จำนวนอุปกรณ์ที่มีอยู่ (หน่วย)	จำนวนอุปกรณ์ที่เพียงพอ (หน่วย)
CPL	26	24
Transporter	18	12
Dolly	337	412
CVB	48	44
Baggage Cart	455	540
Tractor	205	308
Driver	126	96
Bay Loader	189	90
Sorting Loader	65	26

โดยการทำการทดสอบผ่านแบบจำลอง (Replicate) จำนวน 30 รอบ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบเวลาเฉลี่ยในการให้บริการของการให้บริการจริงที่รวมระยะเวลาในการรออุปกรณ์ ซึ่งได้รับข้อมูลจากผู้ให้บริการ กับระยะเวลาเฉลี่ยในแบบจำลอง โดยกำหนดจำนวนพนักงาน และอุปกรณ์ที่เพียงพอจะเห็นได้ว่า ระยะเวลาในการลำเลียงสัมภาระที่ได้จากแบบจำลองมีระยะเวลาให้บริการน้อยกว่าการให้บริการจริง ผ่านเกณฑ์ลำเลียงสัมภาระสัมภาระใบแรกที่ 15 นาที และเกณฑ์ลำเลียงสัมภาระ

561083704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

สัมภาระใบสุดท้ายที่ 25 นาที ของอากาศยานลำตัวแคบ โดยรายละเอียด แสดงดังตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 การเปรียบเทียบระยะเวลาเฉลี่ยในการให้บริการจริงกับระยะเวลาเฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลองโดยใช้จำนวนพนักงาน และอุปกรณ์ที่เพียงพอของอากาศยานลำตัวแคบ

โซนหลุมจอด	สัมภาระใบแรก		สัมภาระใบสุดท้าย	
	ระยะเวลาจริง (นาที)	ระยะเวลาจากแบบจำลอง (นาที)	ระยะเวลาจริง (นาที)	ระยะเวลาจากแบบจำลอง (นาที)
โซน 1	15.24	14.81	21.54	21.00
โซน 2	14.75	12.54	24.85	21.12
โซน 3	15.84	13.50	27.80	23.99
โซน 4	25.61	17.92	28.87	20.77
โซน 5	18.39	16.48	23.50	20.54
รวมทุกโซน	**16.58**	**14.89**	**23.16**	**21.51**

สำหรับอากาศยานลำตัวกว้าง พบว่า ระยะเวลาในการลำเลียงสัมภาระจากแบบจำลองมีระยะเวลาให้บริการน้อยกว่าการให้บริการจริง และสามารถผ่านเกณฑ์ระยะเวลาในการลำเลียงสัมภาระใบแรกที่ 15 นาที ได้ แต่ไม่ผ่านเกณฑ์ลำเลียงสัมภาระสัมภาระใบสุดท้ายที่ 25 นาที ดังแสดงในตารางที่ 5.3

ตารางที่ 5.3 การเปรียบเทียบระยะเวลาเฉลี่ยในการให้บริการจริงกับระยะเวลาเฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลองโดยใช้จำนวนพนักงาน และอุปกรณ์ที่เพียงพอของอากาศยานลำตัวกว้าง

โซนหลุมจอด	สัมภาระใบแรก		สัมภาระใบสุดท้าย	
	ระยะเวลาจริง (นาที)	ระยะเวลาจากแบบจำลอง (นาที)	เวลาจริง (นาที)	ระยะเวลาจากแบบจำลอง (นาที)
โซน 1	19.11	11.73	36.08	26.10
โซน 2	15.11	14.07	29.31	27.78
โซน 3	15.90	14.22	32.48	32.61
รวมทุกโซน	**16.20**	**13.87**	**32.54**	**31.08**

อย่างไรก็ดีในการกำหนดเกณฑ์ลำเลียงสัมภาระสัมภาระใบแรกที่ 15 นาที และเกณฑ์ลำเลียงสัมภาระสัมภาระใบสุดท้ายที่ 25 นาที ไม่ได้มีการแบ่งประเภทของอากาศยานและโซนหลุมจอด

5610837704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

ซึ่งเมื่อพิจารณาในทุกเที่ยวบินและทุกโซนหลุมจอดแล้ว จะพบว่า สามารถผ่านเกณฑ์ได้ ดังแสดงในตารางที่ 5.4

ตารางที่ 5.4 การเปรียบเทียบระยะเวลาเฉลี่ยในการให้บริการจริงกับระยะเวลาเฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลองโดยใช้จำนวนพนักงาน และอุปกรณ์ที่เพียงพอของอากาศยานทั้งหมด

สัมภาระใบแรก		**สัมภาระใบสุดท้าย**	
ระยะเวลาจริง (นาที)	**ระยะเวลาจากแบบจำลอง (นาที)**	**เวลาจริง (นาที)**	**ระยะเวลาจากแบบจำลอง (นาที)**
16.49	14.64	25.47	23.83

ทั้งนี้เมื่อพิจารณาระยะเวลาให้บริการในขั้นตอนต่าง ๆ โดยเปรียบเทียบระยะเวลาการให้บริการจริงกับระยะเวลาจากแบบจำลอง จะพบว่าส่วนใหญ่ระยะเวลาการให้บริการในแบบจำลองจะมีน้อยกว่าระยะเวลาในการให้บริการจริง ยกเว้นขั้นตอน Sorting ที่ระยะเวลาการให้บริการในแบบจำลองจะมีระยะเวลามากกว่าระยะเวลาในการให้บริการจริงเล็กน้อย และในขั้นตอน Operation มีระยะเวลาลดลงมากที่สุด เนื่องจากระยะเวลาในการรออุปกรณ์จะรวมอยู่ในขั้นตอน Operation เมื่อมีอุปกรณ์เพียงพอ ระยะเวลาในขั้นตอนจึงลดลงมากที่สุด โดยรายละเอียดการเปรียบเทียบระยะเวลาเฉลี่ยของขั้นตอนต่าง ๆ ในการให้บริการจริงกับระยะเวลาเฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลองโดยใช้จำนวนพนักงาน และอุปกรณ์ที่เพียงพอของอากาศยานลำตัวแคบ และอากาศยานลำตัวกว้าง แสดงดังตารางที่ โดยตารางที่ 5.6 และ 5.7 ตามลำดับ

ตารางที่ 5.5 การเปรียบเทียบระยะเวลาเฉลี่ยของขั้นตอนต่าง ๆ ในการให้บริการจริงกับระยะเวลาเฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลองโดยใช้จำนวนพนักงาน และอุปกรณ์ที่เพียงพอของอากาศยานลำตัวแคบ

โซนหลุมจอด	Operation		Transportation		Sorting		Last Bag Process	
	เวลาจริง (นาที)	**เวลาจากแบบจำลอง (นาที)**	**เวลาจริง (นาที)**	**เวลาจากแบบจำลอง (นาที)**	**เวลาจริง (นาที)**	**เวลาจากแบบจำลอง (นาที)**	**เวลาจริง (นาที)**	**เวลาจากแบบจำลอง (นาที)**
โซน 1	9.60	9.75	5.88	4.62	0.09	0.45	5.30	6.19
โซน 2	10.02	8.56	5.65	3.39	0.20	0.58	10.10	8.58
โซน 3	10.74	9.23	6.14	3.62	0.29	0.65	11.96	10.49
โซน 4	14.48	10.07	12.26	7.36	0.13	0.49	3.39	2.85

561083704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

โซนหลุมจอด	Operation		Transportation		Sorting		Last Bag Process	
	เวลาจริง (นาที)	เวลาจากแบบจำลอง (นาที)	เวลาจริง (นาที)	เวลาจากแบบจำลอง (นาที)	เวลาจริง (นาที)	เวลาจากแบบจำลอง (นาที)	เวลาจริง (นาที)	เวลาจากแบบจำลอง (นาที)
โซน 5	10.20	10.03	8.36	5.89	0.07	0.57	3.06	4.05
ทุกโซน	**10.20**	**9.60**	**6.86**	**4.74**	**0.14**	**0.55**	**6.57**	**6.62**

ตารางที่ 5.6 การเปรียบเทียบระยะเวลาเฉลี่ยของขั้นตอนต่าง ๆ ในการให้บริการจริง กับระยะเวลาเฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลองโดยใช้จำนวนพนักงาน และอุปกรณ์ที่เพียงพอของอากาศยานลำตัวกว้าง

โซนหลุมจอด	Operation		Transportation		Sorting		Last Bag Process	
	เวลาจริง (นาที)	เวลาจากแบบจำลอง (นาที)	เวลาจริง (นาที)	เวลาจากแบบจำลอง (นาที)	เวลาจริง (นาที)	เวลาจากแบบจำลอง (นาที)	เวลาจริง (นาที)	เวลาจากแบบจำลอง (นาที)
โซน 1	14.56	6.97	4.67	4.15	0.69	0.61	16.97	14.37
โซน 2	11.31	10.38	4.49	3.07	0.29	0.63	14.20	13.70
โซน 3	11.62	9.59	4.80	3.82	0.31	0.81	16.57	18.39
ทุกโซน	**11.95**	**9.35**	**4.75**	**3.76**	**0.35**	**0.76**	**16.34**	**17.22**

เมื่อพิจารณาในแง่ของการใช้ประโยชน์สูงสุด (Utilization) พบว่าค่าระยะเวลาสัมภาระใบแรกและใบสุดท้ายมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์อยู่มาก จึงทำการทดสอบเพิ่มโดยการลดอุปกรณ์ 3 ชนิดที่น้อยกว่าจำนวนอุปกรณ์ที่เพียงพอ คือ Dolly, Baggage Cart และ Tractor โดยจะค่อย ๆ ลดจำนวนอุปกรณ์ที่มีค่า Utilization ต่ำก่อน จนกระทั่งได้จำนวนอุปกรณ์ที่มีค่าระยะเวลาให้บริการลำเลียงสัมภาระใบแรกใกล้เคียง 15 นาที และสัมภาระใบสุดท้าย 25 นาที โดยทำการทดลอง ซึ่งจำนวนอุปกรณ์ที่เหมาะสมได้แก่ อุปกรณ์ Dolly จำนวน 380 คัน Baggage Cart จำนวน 540 คัน และ Tractor จำนวน 308 คัน รายละเอียด แสดงดังตาราง 5.8

561083704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

ตารางที่ 5.7 การเปรียบเทียบระยะเวลาสัมภาระใบแรก และสัมภาระใบสุดท้ายกับจำนวนอุปกรณ์ต่าง ๆ

ลำดับที่	**จำนวน/** ค่า Utilization	**Baggage Cart**	**Dolly**	**Tractor**	**สัมภาระใบแรก**	**สัมภาระใบสุดท้าย**
1	จำนวน	540	412	308	14.64	23.83
	utilization	0.454	0.329	0.512		
2	จำนวน	540	400	308	14.69	23.98
	utilization	0.454	0.339	0.512		
3	จำนวน	540	380	308	14.81	24.21
	utilization	0.454	0.357	0.512		
4	จำนวน	540	360	308	15.03	24.55
	utilization	0.454	0.377	0.512		

5610837O4 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

บทที่ 6
สรุปผลการวิจัย

6.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยชิ้นนี้มีจุดประสงค์เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการลำเลียงสัมภาระขาเข้าของผู้โดยสารในท่าอากาศยานกรณีศึกษา โดยสร้างแบบจำลองสถานการณ์ (Simulation model) การลำเลียงสัมภาระภายในท่าอากาศยาน เพื่อใช้สำหรับวางแผนพนักงาน และอุปกรณ์ โดยคำนึงถึงจำนวนของพนักงาน และอุปกรณ์ ที่เพียงพอของผู้ให้บริการ สำหรับให้บริการลำเลียงสัมภาระให้ผ่านเกณฑ์การลำเลียงสัมภาระใบแรก และใบสุดท้ายได้โดยเริ่มจากทำการเก็บรวบรวมข้อมูลการลำเลียงสัมภาระ และนำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุ และปัจจัยที่ส่งผลต่อระยะเวลาในการการลำเลียงสัมภาระ ซึ่งพบว่า สาเหตุที่ไม่สามารถบรรลุเกณฑ์วัดประสิทธิภาพได้เกิดจากจำนวนอุปกรณ์ที่ให้บริการไม่เพียงพอ และปัจจัยที่ส่งผลต่อเวลาในการลำเลียงสัมภาระ คือ ประเภทของอากาศยาน และโซนของหลุมจอด จากนั้นจึงนำข้อมูลที่รวบรวมได้มาหาการแจกแจงของเวลาในขั้นตอนต่าง ๆ เพื่อใช้เป็นตัวแทนของข้อมูลรับเข้าในแบบจำลอง ซึ่งเมื่อทำการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ (Simulation Model) การลำเลียงสัมภาระด้วยการประยุกต์ใช้โปรแกรม Arena โดยแบบจำลองสถานการณ์จะสามารถรายงานระยะเวลาการทำงานในแต่ละขั้นตอน และยังสามารถแสดงจำนวนอุปกรณ์ที่เพียงพอ จากจำนวนการใช้งานที่มากที่สุด (Maximum Busy) ของอุปกรณ์แต่ละชนิดในรายงานผลลัพธ์หลังจากการรันผลโปรแกรม ซึ่งผลการจำลองสถานการณ์ พบว่า ผู้ให้บริการลำเลียงสัมภาระมีอุปกรณ์ 3 ชนิด ที่มีจำนวนไม่เพียงพอ คือ Dolly , Baggage Cart และ Tractor ทั้งนี้ผลการทดสอบเวลาที่ให้บริการลำเลียงสัมภาระในแบบจำลองที่มีจำนวนอุปกรณ์เพียงพอ พบว่าระยะเวลาเวลาเฉลี่ยในการให้บริการการลำเลียงสัมภาระใบแรก และใบสุดท้ายจากแบบจำลองน้อยกว่าระยะเวลาเฉลี่ยจากผลการดำเนินงานจริง และสามารถผ่านเกณฑ์การลำเลียงสัมภาระใบแรกภายใน 15 นาที และสัมภาระใบสุดท้ายภายใน 25 นาทีได้ ดังนั้นในเมื่อผู้ให้บริการได้รับตารางบินล่วงหน้าก่อนทำการบินจริง 6 เดือน ผู้ให้บริการก็จะสามารถทำการวางแผนพนักงาน และอุปกรณ์ด้วยการจัดหาพนักงาน และอุปกรณ์ เพื่อรองรับเที่ยวบินที่จะทำการบินในอนาคต โดยจะสามารถผ่านเกณฑ์ลำเลียงสัมภาระใบแรก และใบสุดท้ายที่ทำไว้กับท่าอากาศยานอีกด้วย

5610837704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

บรรณานุกรม

5610837O4 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

ภาษาไทย

ณัฐวดี ปัญญาพานิช. (2556). การ ประยุกต์ ใช้ แบบ จำลอง สถานการณ์ ใน การ วิเคราะห์ ประสิทธิภาพ กระบวนการ หยิบ สินค้า. *Chulalongkorn Business Review,* 37(2), 24-50.

บุญเลิศ จิตตั้งวัฒนา. (2551). การจัดการท่าอากาศยาน (1 ed.). กรุงเทพมหานคร: บริษัท ธรรมสาร จำกัด.

ประภาวดี ชาญศรี. (2557). การวิเคราะห์และพัฒนากระบวนการลำเลียงสัมภาระขาเข้า. วารสารการจัดการ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์*,* 3(3), 69-80.

ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ. (2537). การจำลองแบบปัญหา *Simulation* (3 ed.). กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สันทัศน์ ไชยเวช. (2559). วิธีฮิวริสติกสำหรับการจัดสรรสายพานลำเลียงสัมภาระขาเข้า. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,

ภาษาอังกฤษ

Anderson, K., Carr, F., Feron, E., & Hall, W. (2000). *Analysis and modeling of ground operations at hub airports*. Retrieved from

Clausen, T., & Pisinger, D. (2010). *Airport ground staff scheduling*: Technical University of Denmark (DTU).

Griffiths, J. (1994). Airport management issues. *Management Development Review,* 7(2), 16-21.

Kierzkowsik, A., & Kisiel, T. (2014). Conception of logistic support model for the functioning of a ground handling agent at the airport. 2014 *Probabilistic Safety Assessment and Management PSAM*.

Kierzkowski, A., & Kisiel, T. (2015). *Simulation model of logistic support for functioning of ground handling agent, taking into account a random time of aircrafts arrival.* Paper presented at the International Conference on Military Technologies (ICMT) 2015.

Lin, J. T., Shih, P.-H., Huang, E., & Chiu, C.-C. (2015). *Airport baggage handling system simulation modeling using SysML.* Paper presented at the 2015 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management (IEOM).

5610837704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

Manataki, I. E., & Zografos, K. G. (2009). A generic system dynamics based tool for airport terminal performance analysis. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies,* 17(4), 428-443.

Shannon, R. E. (1975). *Systems simulation; the art and science*. Retrieved from

561083704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

ภาคผนวก

561083704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

5610837O4 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

ภาคผนวก ก
การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสุ่มเก็บข้อมูลลำเลียงสัมภาระ

การวิเคราะห์ข้อมูลปัจจัยที่ส่งผลต่อการลำเลียงสัมภาระ

จากการเก็บข้อมูลโดยแบ่งเป็นขั้นตอนการให้บริการเป็น 6 ช่วง สามารถวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อระยะเวลาการให้บริการในขั้นตอนต่าง ๆ โดยการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression) จากโปรแกรม Minitab โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ช่วงเวลา Waiting ปัยจัยที่ส่งผล ได้แก่ ประเภทและขนาดของอากาศยาน ปริมาณสัมภาระ โซนของหลุมจอด โดยผลการวิเคราะห์ดังรูปที่ ก.1

Regression Analysis: waiting versus Type, Zone, CONT, CART

The following terms cannot be estimated and were removed:
CONT

Method

Categorical predictor coding (1, 0)
Rows unused 1

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	11	2702.2	245.65	10.66	0.000
Zone	4	2480.7	620.16	26.90	0.000
Type	1	461.5	461.46	20.02	0.000
CART	6	98.4	16.40	0.71	0.640
Error	1420	32736.1	23.05		
Lack-of-Fit	107	2609.2	24.39	1.06	0.319
Pure Error	1313	30126.8	22.95		
Total	1431	35438.3			

รูป ก.1 การวิเคราะห์ปัยจัยที่ส่งผลช่วงเวลา Waiting จากโปรแกรม Minitab

2. ช่วงเวลา Operation ปัยจัยที่ส่งผล ได้แก่ ประเภทและขนาดของอากาศยาน ปริมาณสัมภาระ โซนของหลุมจอด โดยผลการวิเคราะห์ดังรูปที่ ก.2

Regression Analysis: Operation versus Type, Zone, CONT, CART

The following terms cannot be estimated and were removed:
CONT

Method

Categorical predictor coding (1, 0)

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	11	89.74	8.1583	11.37	0.000
Zone	4	17.32	4.3296	6.04	0.000
Type	1	54.65	54.6471	76.17	0.000
CART	6	21.40	3.5667	4.97	0.000
Error	1421	1019.42	0.7174		
Lack-of-Fit	107	49.56	0.4632	0.63	0.999
Pure Error	1314	969.86	0.7381		
Total	1432	1109.16			

รูป ก.2 การวิเคราะห์ปัยจัยที่ส่งผลช่วงเวลา Operation จากโปรแกรม Minitab

5610837704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

3. ช่วงเวลา Transportation ปัยจัยที่ส่งผล ได้แก่ โซนของหลุมจอด โดยผลการวิเคราะห์ดังรูปที่ ก.3

Regression Analysis: Transportation versus Type, Zone, CONT, CART

The following terms cannot be estimated and were removed:
CONT

Method

Categorical predictor coding (1, 0)

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	11	3911.83	355.621	96.83	0.000
Zone	4	2652.68	663.171	180.57	0.000
Type	1	0.59	0.589	0.16	0.689
CART	6	78.84	13.141	3.58	0.002
Error	1421	5218.98	3.673		
Lack-of-Fit	107	425.76	3.979	1.09	0.255
Pure Error	1314	4793.21	3.648		
Total	1432	9130.81			

รูป ก.3 การวิเคราะห์ปัยจัยที่ส่งผลช่วงเวลา Transportation จากโปรแกรม Minitab

4. ช่วงเวลา Sorting ปัยจัยที่ส่งผล ได้แก่ ประเภทและขนาดของอากาศยาน ปริมาณสัมภาระ โซนของหลุมจอด โดยผลการวิเคราะห์ดังรูปที่ ก.4

Regression Analysis: Sorting versus Type, Zone, CONT, CART

The following terms cannot be estimated and were removed:
CONT

Method

Categorical predictor coding (1, 0)

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	11	11.462	1.0420	6.41	0.000
Zone	4	2.457	0.6142	3.78	0.005
Type	1	3.023	3.0235	18.61	0.000
CART	6	2.063	0.3439	2.12	0.049
Error	1421	230.908	0.1625		
Lack-of-Fit	107	21.724	0.2030	1.28	0.035
Pure Error	1314	209.184	0.1592		
Total	1432	242.370			

รูป ก.4 การวิเคราะห์ปัยจัยที่ส่งผลช่วงเวลา Sorting จากโปรแกรม Minitab

5. ช่วงเวลา Last bag process ปัยจัยที่ส่งผล ได้แก่ ประเภทและขนาดของอากาศยาน ปริมาณสัมภาระ โซนของหลุมจอด โดยผลการวิเคราะห์ดังรูปที่ ก.5

5610837704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

Regression Analysis: Last Bag process versus Type, Zone, CONT, CART

The following terms cannot be estimated and were removed:
CONT

Method

Categorical predictor coding (1, 0)

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	11	61863	5623.9	164.13	0.000
Zone	4	1937	484.2	14.13	0.000
Type	1	28125	28124.8	820.82	0.000
CART	6	15391	2565.2	74.86	0.000
Error	1421	48689	34.3		
Lack-of-Fit	107	19989	186.8	8.55	0.000
Pure Error	1314	28700	21.8		
Total	1432	110552			

รูป ก.5 การวิเคราะห์ปัยจัยที่ส่งผลช่วงเวลา Last bag process จากโปรแกรม Minitab

6. ช่วงเวลา Outbound Loading ปัยจัยที่ส่งผล ประเภทและขนาดของอากาศยาน ปริมาณสัมภาระ โซนของหลุมจอด ดังรูปที่ ก.5

Regression Analysis: Loading versus Type, Zone, CONT, CART

The following terms cannot be estimated and were removed:
CONT

Method

Categorical predictor coding (1, 0)
Rows unused 1

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	11	461492	41954	28.45	0.000
Zone	4	354916	88729	60.17	0.000
Type	1	12600	12600	8.54	0.004
CART	6	43677	7279	4.94	0.000
Error	1420	2093824	1475		
Lack-of-Fit	106	193973	1830	1.27	0.040
Pure Error	1314	1899851	1446		
Total	1431	2555316			

รูป ก.6 การวิเคราะห์ปัยจัยที่ส่งผลช่วงเวลา Outbound Loading จากโปรแกรม Minitab

ผลการวิเคราะห์ปัจจัยว่า ประเภทของอากาศยานและหลุมจอดส่งผลต่อปริมาณสัมภาระตามรูป ก.7

561083704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

Regression Analysis: CONT versus Type, Zone, ATA

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	3	3073.83	1024.61	297.70	0.000
Type	1	3019.97	3019.97	877.46	0.000
Zone	1	1.81	1.81	0.53	0.469
ATA	1	3.07	3.07	0.89	0.345
Error	377	1297.53	3.44		
Lack-of-Fit	117	644.68	5.51	2.19	0.000
Pure Error	260	652.86	2.51		
Total	380	4371.36			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
1.85519	70.32%	70.08%	69.42%

Regression Analysis: CART versus Type, Zone, ATA

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	3	151.437	50.479	51.55	0.000
Type	1	133.998	133.998	136.84	0.000
Zone	1	25.359	25.359	25.90	0.000
ATA	1	1.708	1.708	1.74	0.187
Error	377	369.182	0.979		
Lack-of-Fit	117	188.884	1.614	2.33	0.000
Pure Error	260	180.298	0.693		
Total	380	520.619			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0.989577	29.09%	28.52%	27.68%

รูป ก.6 การวิเคราะห์ปัยจัยที่ส่งผลต่อปริมาณของสัมภาระจากโปรแกรม Minitab

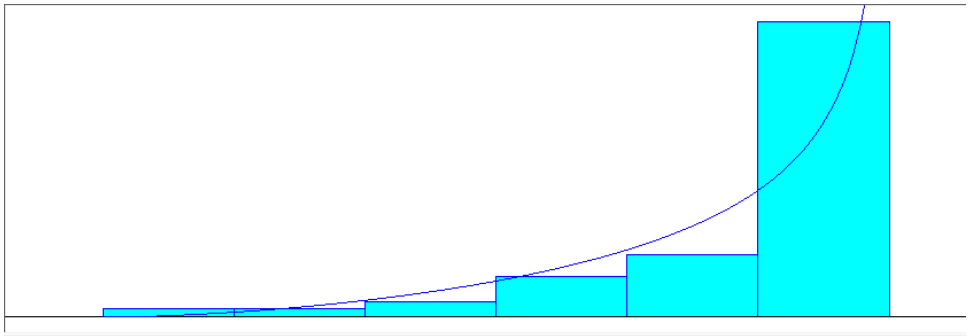
5610837704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

561083704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

ภาคผนวก ข
การทดสอบการกระจายตัวของข้อมูล

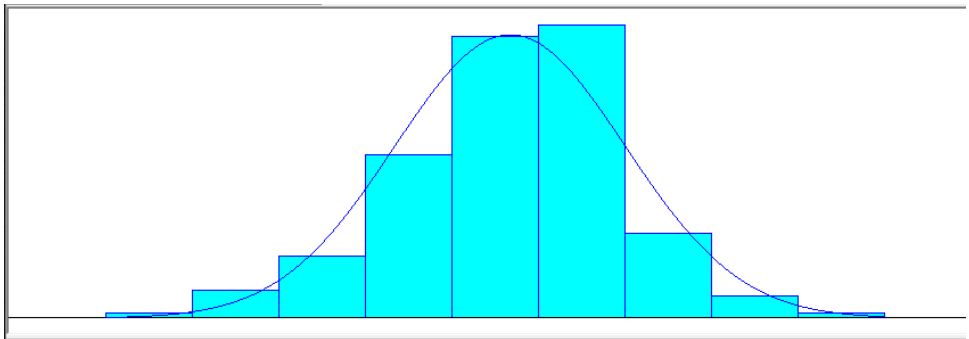
การทดสอบการกระจายตัวของข้อมูล

เมื่อนำข้อมูลที่ได้มาทำการทดสอบการกระจายตัวด้วยโดยเครื่องมือ Input Analyzer เป็นเครื่องมือพื้นฐานของโปรแกรม Arena ที่ใช้สำหรับทดสอบลักษณะการกระจายตัวของข้อมูล โดยผลการทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลนำเข้า ดังรูปที่ ข.1-ข.34



```
       Distribution Summary

Distribution:   Beta
Expression:     2.5 + 6 * BETA(2.6, 0.601)
Square Error:   0.007114

Chi Square Test
  Number of intervals   = 4
  Degrees of freedom    = 1
  Test Statistic        = 5.94
  Corresponding p-value = 0.0164

       Data Summary

Number of Data Points   = 193
Min Data Value          = 3
Max Data Value          = 8
Sample Mean             = 7.37
Sample Std Dev          = 1.14
```

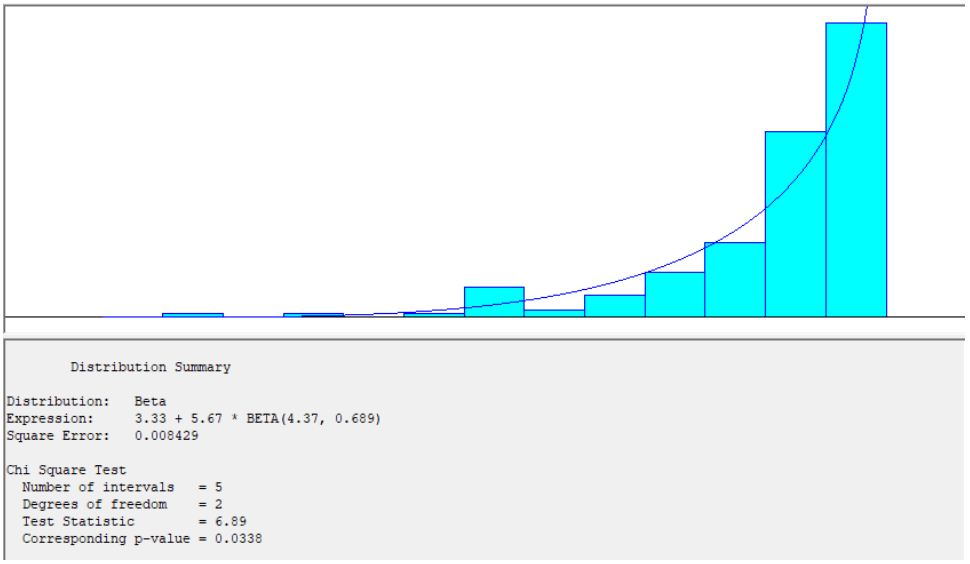
รูปที่ ข.1 ผลการทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลช่วง operation ของอากาศยานลำตัวแคบ โซน 1



```
       Distribution Summary

Distribution:   Normal
Expression:     NORM(7.17, 1.33)
Square Error:   0.008154

Chi Square Test
  Number of intervals   = 5
  Degrees of freedom    = 2
  Test Statistic        = 8.3
  Corresponding p-value = 0.0174
```

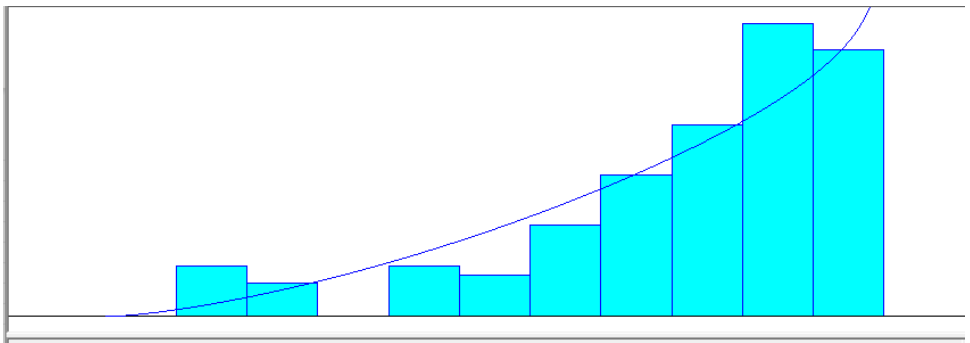
รูปที่ ข.2 ผลการทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลช่วง operation ของอากาศยานลำตัวแคบ โซน 2

561083704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11



```
       Distribution Summary

Distribution:   Beta
Expression:     3.33 + 5.67 * BETA(4.37, 0.689)
Square Error:   0.008429

Chi Square Test
  Number of intervals   = 5
  Degrees of freedom    = 2
  Test Statistic        = 6.89
  Corresponding p-value = 0.0338
```

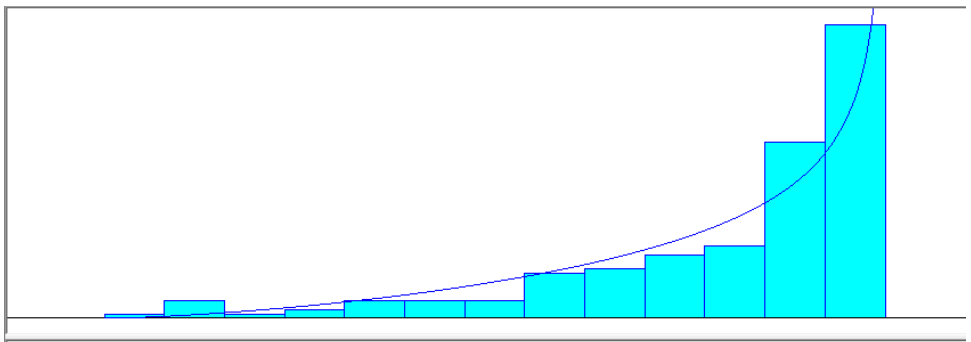
รูปที่ ข.3 ผลการทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลช่วง operation ของอากาศยานลำตัวแคบ โซน 3



```
       Distribution Summary

Distribution:   Beta
Expression:     5.65 + 3.35 * BETA(2.45, 0.913)
Square Error:   0.009236

Chi Square Test
  Number of intervals   = 7
  Degrees of freedom    = 4
  Test Statistic        = 6.83
  Corresponding p-value = 0.159
```

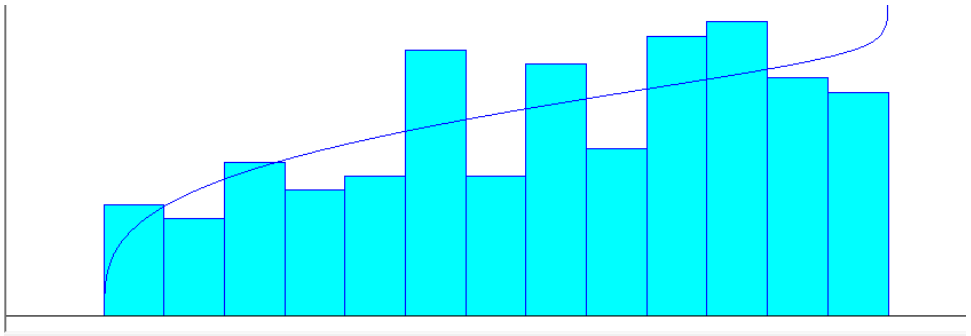
รูปที่ ข.4 ผลการทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลช่วง operation ของอากาศยานลำตัวแคบ โซน 4

5610837704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11



```
       Distribution Summary

Distribution:   Beta
Expression:     4 + 5 * BETA(2.43, 0.663)
Square Error:   0.005777

Chi Square Test
  Number of intervals   = 8
  Degrees of freedom    = 5
  Test Statistic        = 8.6
  Corresponding p-value = 0.136
```

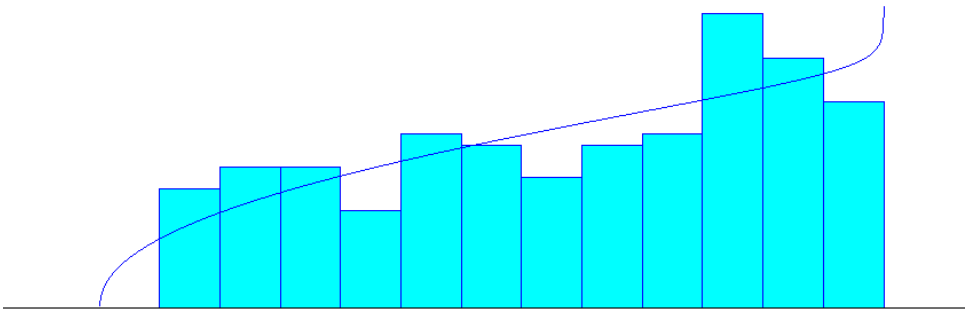
รูปที่ ข.5 ผลการทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลช่วง operation ของอากาศยานลำตัวแคบ โซน 5



```
       Distribution Summary

Distribution:   Beta
Expression:     6 + 3 * BETA(1.32, 0.971)
Square Error:   0.004179

Chi Square Test
  Number of intervals   = 12
  Degrees of freedom    = 9
  Test Statistic        = 8.35
  Corresponding p-value = 0.5
```

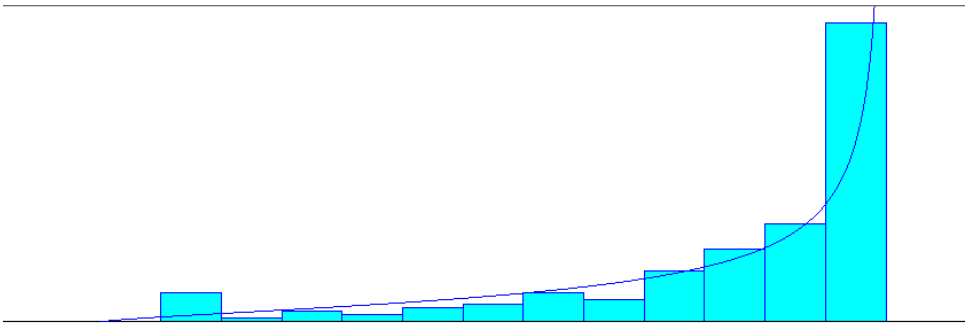
รูปที่ ข.6 ผลการทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลช่วง operation ของอากาศยานลำตัวกว้าง โซน 1

561083704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11



```
       Distribution Summary

Distribution:   Beta
Expression:     6.58 + 2.42 * BETA(1.45, 0.967)
Square Error:   0.004666

Chi Square Test
  Number of intervals   = 11
  Degrees of freedom    = 8
  Test Statistic        = 8.09
  Corresponding p-value = 0.436
```

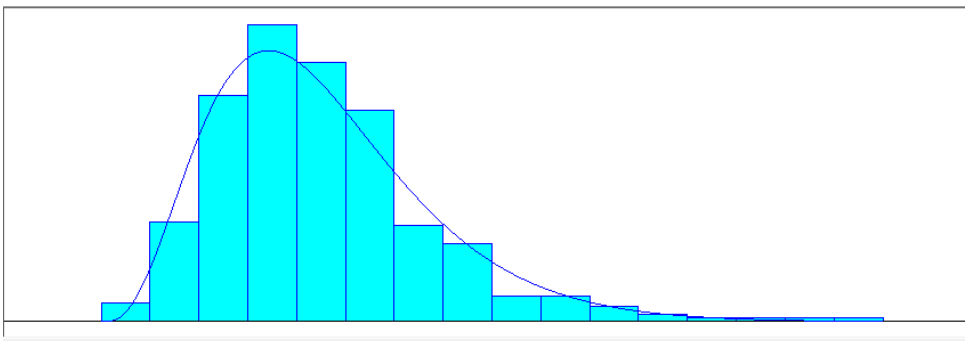
รูปที่ ข.7 ผลการทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลช่วง operation ของอากาศยานลำตัวกว้าง โซน 2



```
       Distribution Summary

Distribution:   Beta
Expression:     4.39 + 4.61 * BETA(1.69, 0.422)
Square Error:   0.005288

Chi Square Test
  Number of intervals   = 7
  Degrees of freedom    = 4
  Test Statistic        = 4.2
  Corresponding p-value = 0.396
```

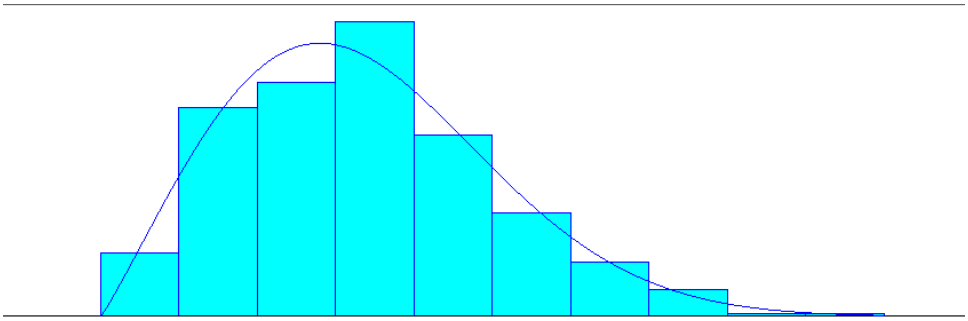
รูปที่ ข.8 ผลการทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลช่วง operation ของอากาศยานลำตัวกว้าง โซน 3

561083704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11



```
       Distribution Summary

Distribution:   Gamma
Expression:     0.5 + GAMM(1.11, 4.09)
Square Error:   0.002048

Chi Square Test
  Number of intervals   = 9
  Degrees of freedom    = 6
  Test Statistic        = 7.63
  Corresponding p-value = 0.271
```

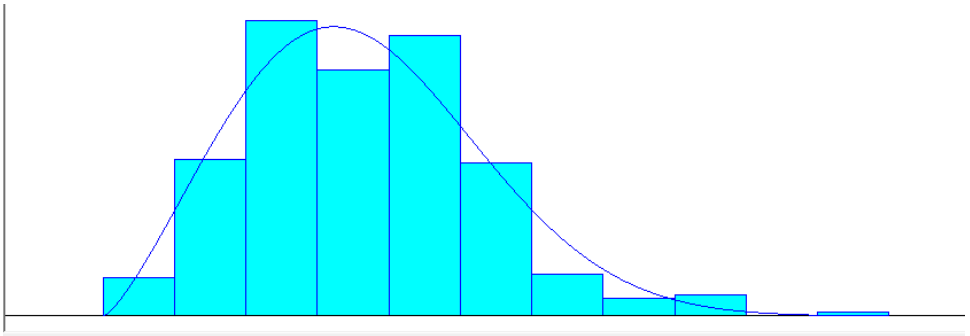
รูปที่ ข.9 ผลการทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลช่วง Transportation ของโซน 1



```
       Distribution Summary

Distribution:   Weibull
Expression:     0.5 + WEIB(3.81, 2.1)
Square Error:   0.002212

Chi Square Test
  Number of intervals   = 8
  Degrees of freedom    = 5
  Test Statistic        = 4.15
  Corresponding p-value = 0.53

       Data Summary

Number of Data Points   = 387
Min Data Value          = 1
Max Data Value          = 10
Sample Mean             = 3.87
Sample Std Dev          = 1.69
```

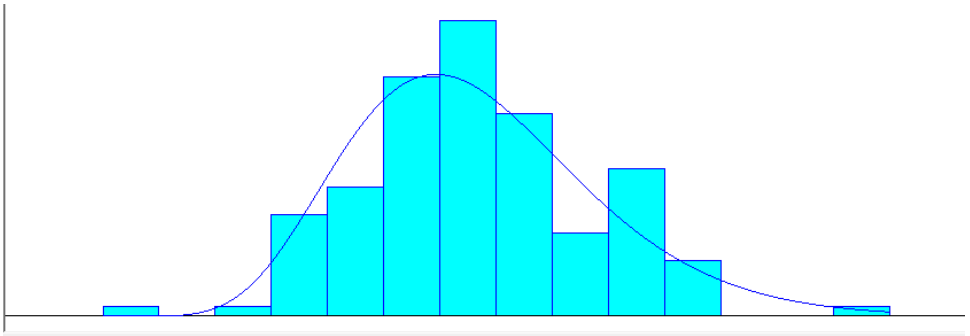
รูปที่ ข.10 ผลการทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลช่วง Transportation ของโซน 2

561083704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11



```
       Distribution Summary

Distribution:   Weibull
Expression:     0.5 + WEIB(4.12, 2.31)
Square Error:   0.004128

Chi Square Test
  Number of intervals   = 8
  Degrees of freedom    = 5
  Test Statistic        = 10.4
  Corresponding p-value = 0.0676

       Data Summary

Number of Data Points   = 361
Min Data Value          = 1
Max Data Value          = 11
Sample Mean             = 4.15
Sample Std Dev          = 1.67
```

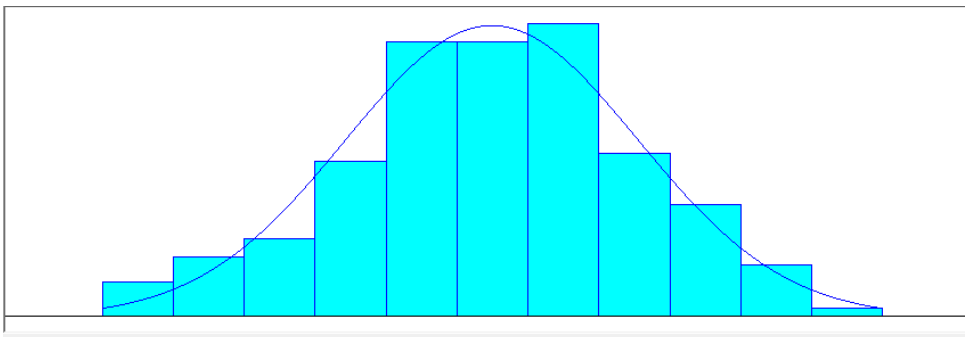
รูปที่ ข.11 ผลการทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลช่วง Transportation ของโซน 3



```
       Distribution Summary

Distribution:   Erlang
Expression:     2.5 + ERLA(0.74, 9)
Square Error:   0.009108

Chi Square Test
  Number of intervals   = 7
  Degrees of freedom    = 4
  Test Statistic        = 10.3
  Corresponding p-value = 0.0378

       Data Summary

Number of Data Points   = 139
Min Data Value          = 3
Max Data Value          = 16
Sample Mean             = 9.16
Sample Std Dev          = 2.04
```

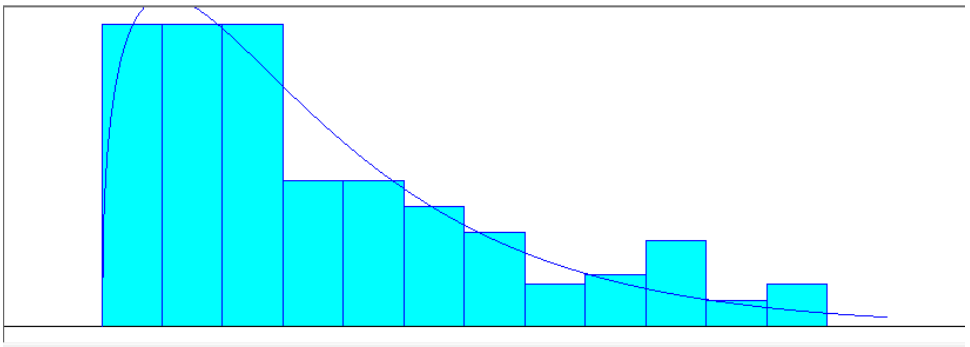
รูปที่ ข.12 ผลการทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลช่วง Transportation ของโซน 4

561083704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11



```
       Distribution Summary

Distribution:   Normal
Expression:     NORM(6.98, 2.06)
Square Error:   0.001902

Chi Square Test
  Number of intervals   = 7
  Degrees of freedom    = 4
  Test Statistic        = 1.74
  Corresponding p-value > 0.75

       Data Summary

Number of Data Points   = 175
Min Data Value          = 2
Max Data Value          = 12
Sample Mean             = 6.98
Sample Std Dev          = 2.07
```

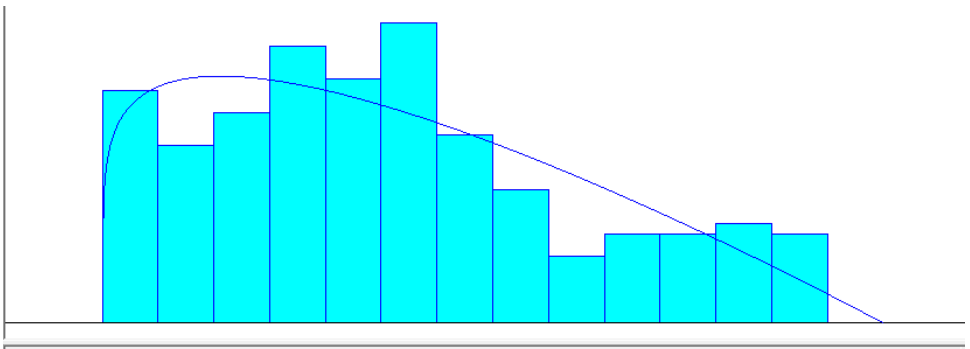
รูปที่ ข.13 ผลการทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลช่วง Transportation ของโซน 5



```
       Distribution Summary

Distribution:   Gamma
Expression:     GAMM(0.356, 1.4)
Square Error:   0.003851

Chi Square Test
  Number of intervals   = 8
  Degrees of freedom    = 5
  Test Statistic        = 5.6
  Corresponding p-value = 0.363
```

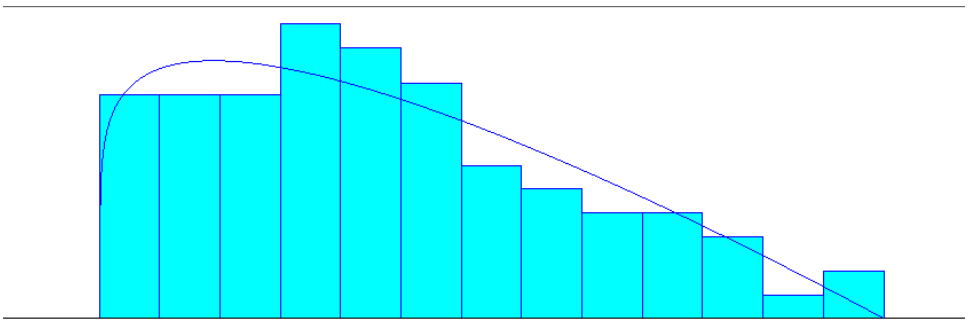
รูปที่ ข.14 ผลการทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลช่วง Sorting ของอากาศยานลำตัวแคบ โซน 1

561083704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11



```
       Distribution Summary

Distribution:   Beta
Expression:     1.83 * BETA(1.18, 1.99)
Square Error:   0.005863

Chi Square Test
  Number of intervals   = 11
  Degrees of freedom    = 8
  Test Statistic        = 13.3
  Corresponding p-value = 0.101
```

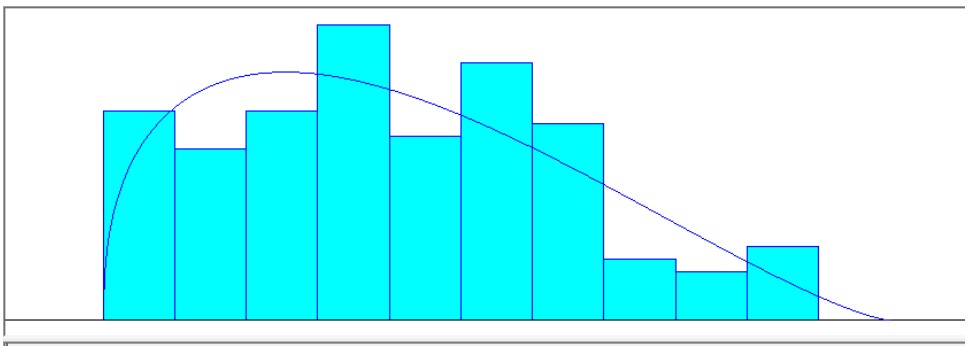
รูปที่ ข.15 ผลการทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลช่วง Sorting ของอากาศยานลำตัวแคบ โซน 2



```
       Distribution Summary

Distribution:   Beta
Expression:     2 * BETA(1.17, 2)
Square Error:   0.002562

Chi Square Test
  Number of intervals   = 10
  Degrees of freedom    = 7
  Test Statistic        = 4.1
  Corresponding p-value > 0.75
```

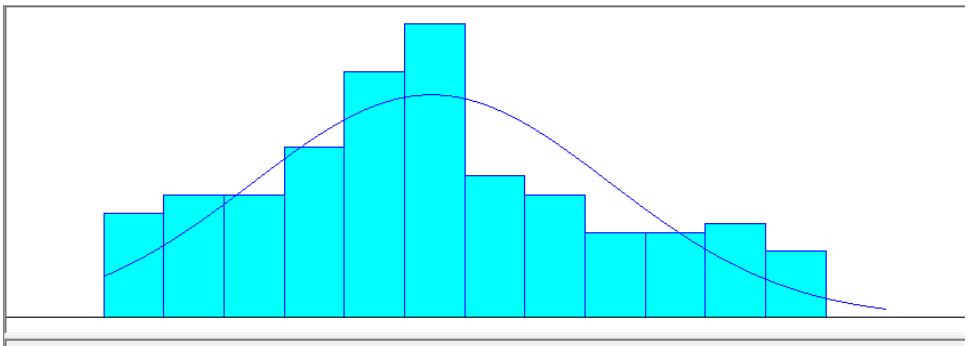
รูปที่ ข.16 ผลการทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลช่วง Sorting ของอากาศยานลำตัวแคบ โซน 3

5610837704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11



```
       Distribution Summary

Distribution:   Beta
Expression:     1.58 * BETA(1.41, 2.36)
Square Error:   0.008000

Chi Square Test
  Number of intervals   = 8
  Degrees of freedom    = 5
  Test Statistic        = 11.6
  Corresponding p-value = 0.0429
```

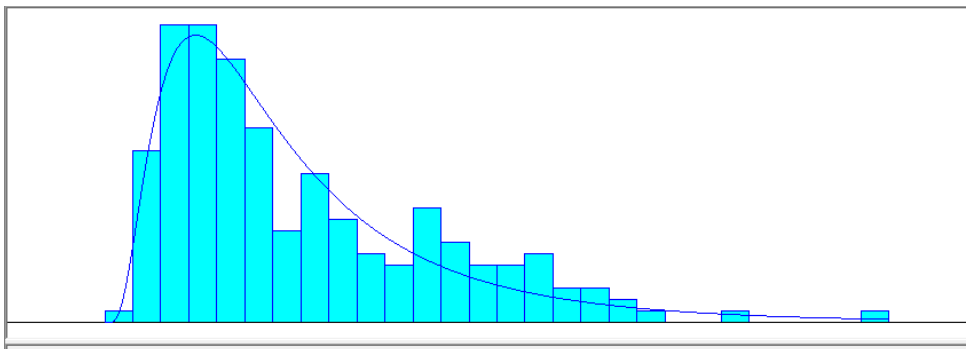
รูปที่ ข.17 ผลการทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลช่วง Sorting ของอากาศยานลำตัวแคบ โซน 4



```
       Distribution Summary

Distribution:   Normal
Expression:     NORM(0.673, 0.367)
Square Error:   0.008160

Chi Square Test
  Number of intervals   = 9
  Degrees of freedom    = 6
  Test Statistic        = 16.8
  Corresponding p-value = 0.0102
```

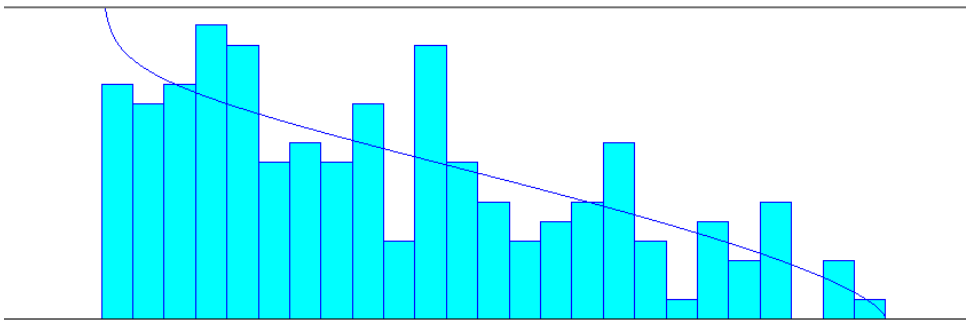
รูปที่ ข.18 ผลการทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลช่วง Sorting ของอากาศยานลำตัวแคบ โซน 5

561083704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11



```
       Distribution Summary

Distribution:   Lognormal
Expression:     -0.5 + LOGN(7.15, 5.99)
Square Error:   0.003707

Chi Square Test
  Number of intervals   = 11
  Degrees of freedom    = 8
  Test Statistic        = 19.3
  Corresponding p-value = 0.0146

       Data Summary

Number of Data Points   = 193
Min Data Value          = 0
Max Data Value          = 27
Sample Mean             = 6.52
Sample Std Dev          = 4.93
```

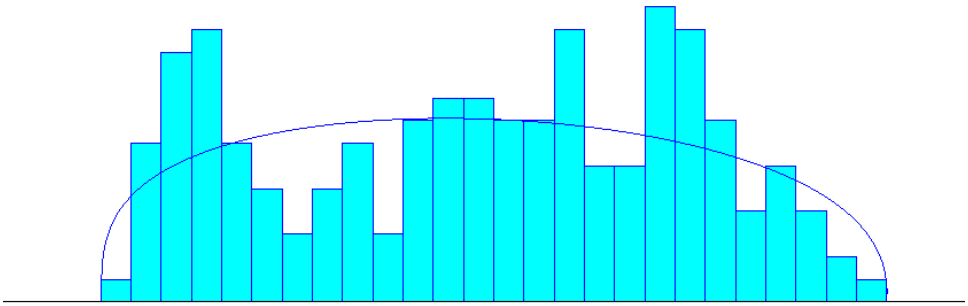
รูปที่ ข.19 ผลการทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลช่วง Last bag process ของอากาศยานลำตัวแคบโซน 1



```
       Distribution Summary

Distribution:   Beta
Expression:     0.5 + 25 * BETA(0.928, 1.64)
Square Error:   0.004870

Chi Square Test
  Number of intervals   = 13
  Degrees of freedom    = 10
  Test Statistic        = 9.35
  Corresponding p-value = 0.5

       Data Summary

Number of Data Points   = 179
Min Data Value          = 1
Max Data Value          = 25
Sample Mean             = 9.53
Sample Std Dev          = 6.35
```

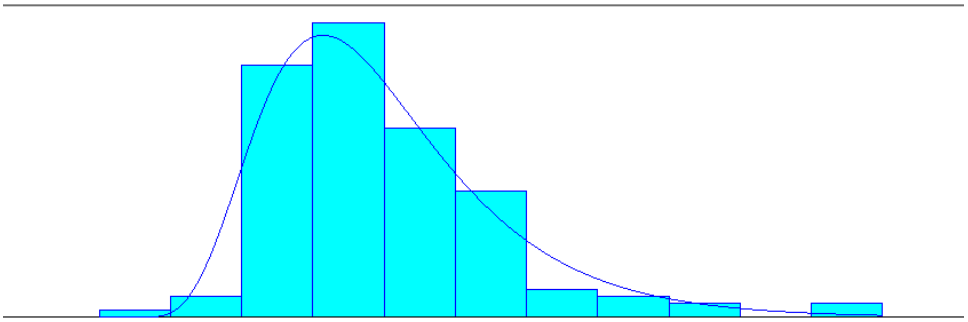
รูปที่ ข.20 ผลการทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลช่วง Last bag process ของอากาศยานลำตัวแคบโซน 2

561083704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11



```
       Distribution Summary

Distribution:   Beta
Expression:     -0.5 + 26 * BETA(1.31, 1.4)
Square Error:   0.007076

Chi Square Test
  Number of intervals   = 12
  Degrees of freedom    = 9
  Test Statistic        = 16.1
  Corresponding p-value = 0.0683
```

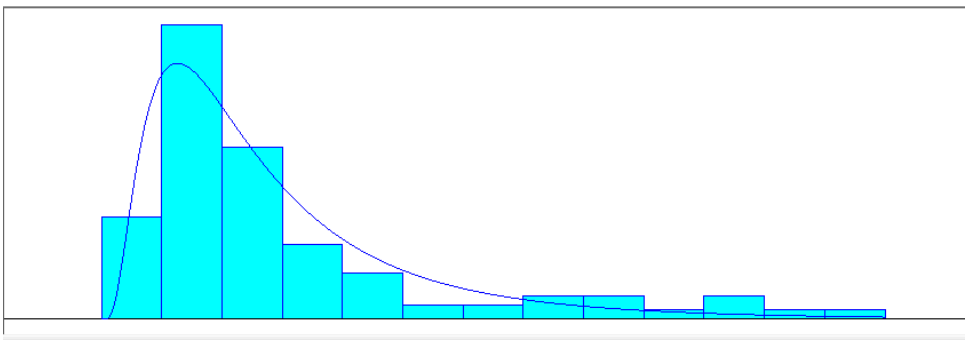
รูปที่ ข.21 ผลการทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลช่วง Last bag process ของอากาศยานลำตัวแคบโซน 3



```
       Distribution Summary

Distribution:   Lognormal
Expression:     -0.5 + LOGN(3.99, 1.67)
Square Error:   0.004397

Chi Square Test
  Number of intervals   = 5
  Degrees of freedom    = 2
  Test Statistic        = 4.01
  Corresponding p-value = 0.149
```

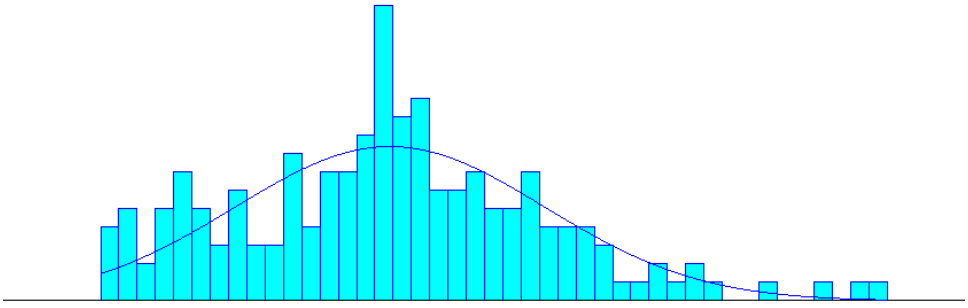
รูปที่ ข.22 ผลการทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลช่วง Last bag process ของอากาศยานลำตัวแคบโซน 4

561083704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11



```
       Distribution Summary

Distribution:   Lognormal
Expression:     LOGN(4.82, 4.26)
Square Error:   0.008078

Chi Square Test
  Number of intervals   = 6
  Degrees of freedom    = 3
  Test Statistic        = 10.3
  Corresponding p-value = 0.0178
```

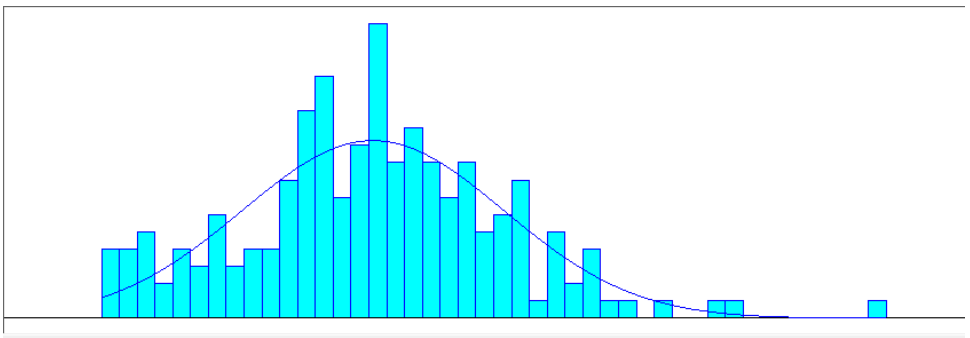
รูปที่ ข.23 ผลการทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลช่วง Last bag process ของอากาศยานลำตัวแคบโซน 5



```
       Distribution Summary

Distribution:   Normal
Expression:     NORM(17.3, 8.48)
Square Error:   0.005093

Chi Square Test
  Number of intervals   = 12
  Degrees of freedom    = 9
  Test Statistic        = 20.1
  Corresponding p-value = 0.0188
```

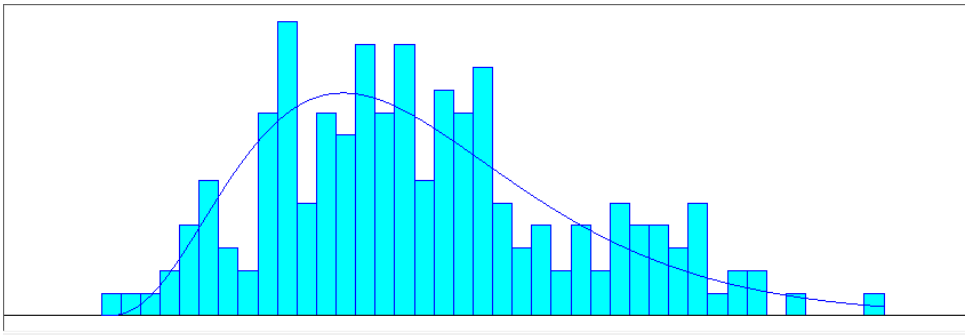
รูปที่ ข.24 ผลการทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลช่วง Last bag process ของอากาศยานลำตัวกว้างโซน 1

561083704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11



```
       Distribution Summary

Distribution:   Normal
Expression:     NORM(16.7, 7.34)
Square Error:   0.004911

Chi Square Test
  Number of intervals   = 13
  Degrees of freedom    = 10
  Test Statistic        = 13.4
  Corresponding p-value = 0.214
```

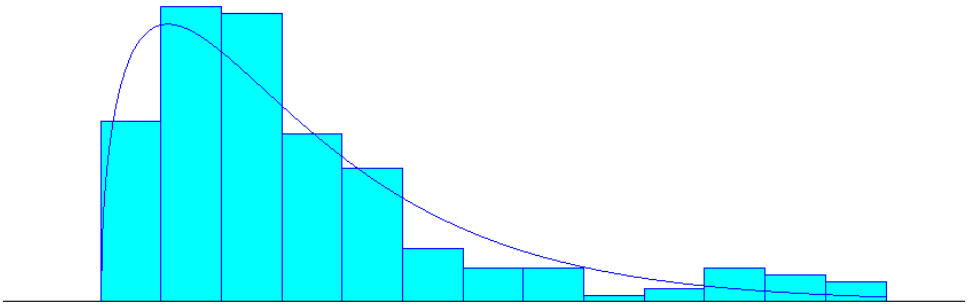
รูปที่ ข.25 ผลการทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลช่วง Last bag process ของอากาศยานลำตัวกว้างโซน 2



```
       Distribution Summary

Distribution:   Erlang
Expression:     3.5 + ERLA(4.11, 4)
Square Error:   0.005075

Chi Square Test
  Number of intervals   = 12
  Degrees of freedom    = 9
  Test Statistic        = 17
  Corresponding p-value = 0.0487
```

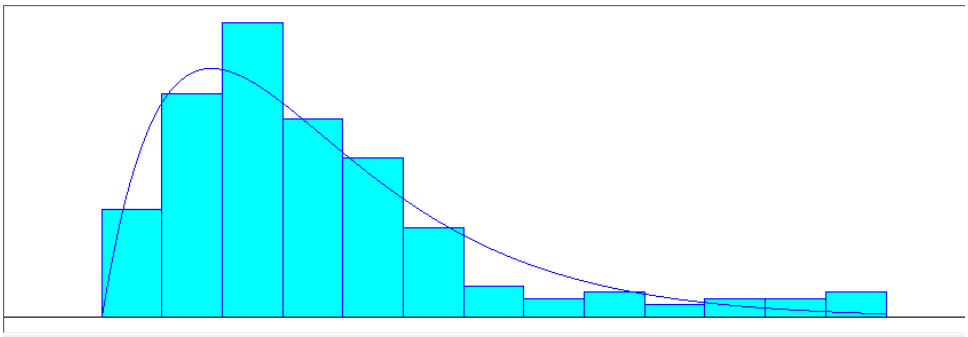
รูปที่ ข.26 ผลการทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลช่วง Last bag process ของอากาศยานลำตัวกว้างโซน 3

561083704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11



```
       Distribution Summary

Distribution:   Gamma
Expression:     0.999 + GAMM(25.2, 1.49)
Square Error:   0.006206

Chi Square Test
  Number of intervals   = 8
  Degrees of freedom    = 5
  Test Statistic        = 9.77
  Corresponding p-value = 0.0853
```

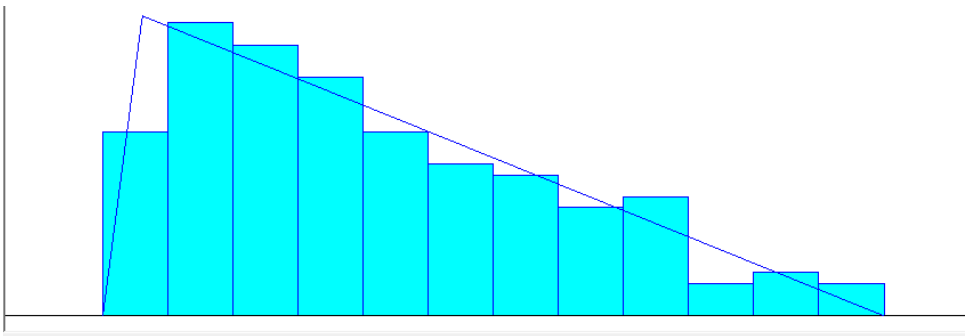
รูปที่ ข.27 ผลการทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลช่วง Outbound Loading อากาศยานลำตัวแคบ ของโซน 1



```
       Distribution Summary

Distribution:   Erlang
Expression:     0.999 + ERLA(17, 2)
Square Error:   0.005006

Chi Square Test
  Number of intervals   = 8
  Degrees of freedom    = 5
  Test Statistic        = 8.63
  Corresponding p-value = 0.135

Kolmogorov-Smirnov Test
  Test Statistic        = 0.0455
  Corresponding p-value > 0.15
```

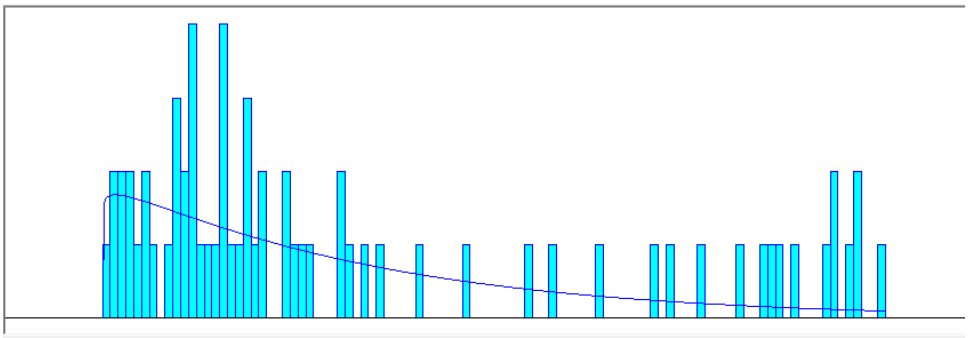
รูปที่ ข.28 ผลการทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลช่วง Outbound Loading อากาศยานลำตัวแคบ ของโซน 2

561083704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11



```
       Distribution Summary

Distribution:   Triangular
Expression:     TRIA(0.999, 6.05, 101)
Square Error:   0.001337

Chi Square Test
  Number of intervals   = 9
  Degrees of freedom    = 7
  Test Statistic        = 1.09
  Corresponding p-value > 0.75
```

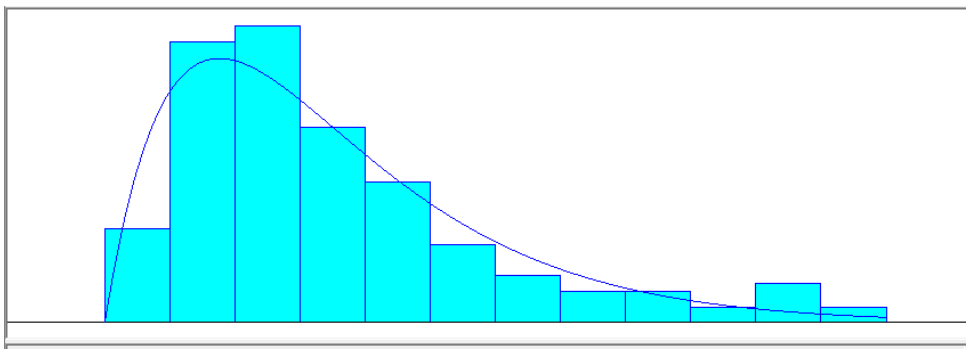
รูปที่ ข.29 ผลการทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลช่วง Outbound Loading อากาศยานลำตัวแคบ ของโซน 3



```
       Distribution Summary

Distribution:   Gamma
Expression:     -0.5 + GAMM(32.6, 1.05)
Square Error:   0.013092

Chi Square Test
  Number of intervals   = 8
  Degrees of freedom    = 5
  Test Statistic        = 14.1
  Corresponding p-value = 0.0167
```

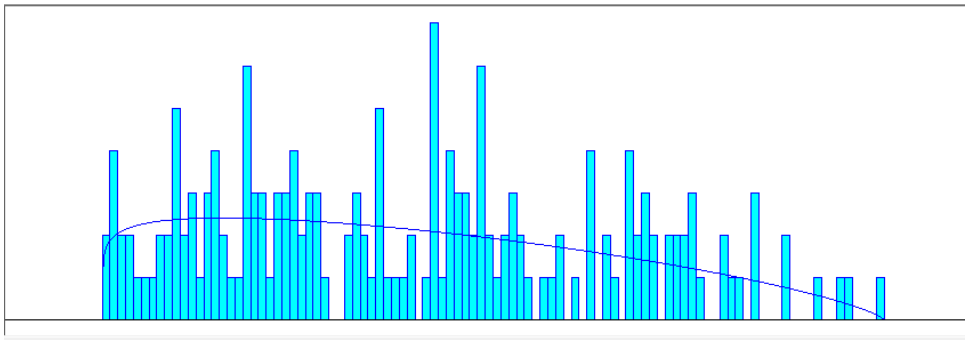
รูปที่ ข.30 ผลการทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลช่วง Outbound Loading อากาศยานลำตัวแคบ ของโซน 4

5610837704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11



```
       Distribution Summary

Distribution:   Erlang
Expression:     -0.001 + ERLA(16.6, 2)
Square Error:   0.004588

Chi Square Test
  Number of intervals   = 7
  Degrees of freedom    = 4
  Test Statistic        = 5.5
  Corresponding p-value = 0.243
```

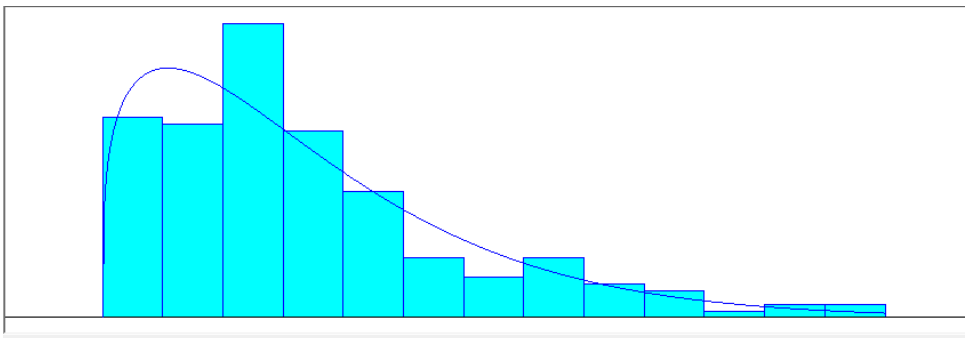
รูปที่ ข.31 ผลการทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลช่วง Outbound Loading อากาศยานลำตัวแคบ ของโซน 5



```
       Distribution Summary

Distribution:   Beta
Expression:     -0.5 + 100 * BETA(1.13, 1.72)
Square Error:   0.006079

Chi Square Test
  Number of intervals   = 15
  Degrees of freedom    = 12
  Test Statistic        = 6.84
  Corresponding p-value > 0.75
```

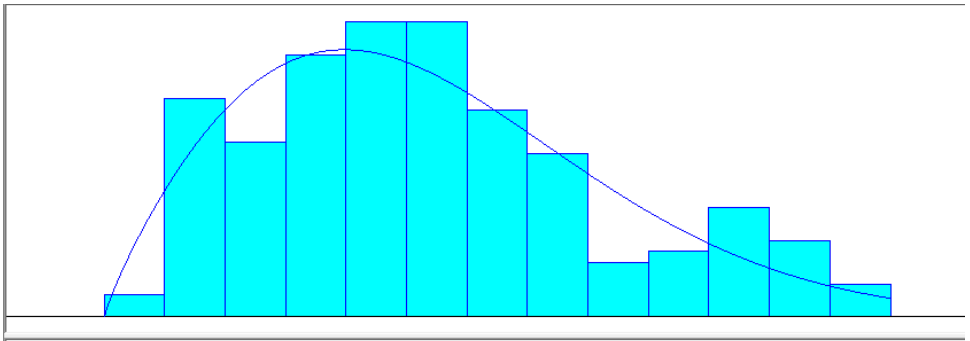
รูปที่ ข.32 ผลการทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลช่วง Outbound Loading อากาศยานลำตัวกว้าง ของโซน 1

56108370 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11



```
       Distribution Summary

Distribution:   Weibull
Expression:     4 + WEIB(50.3, 1.27)
Square Error:   0.007788

Chi Square Test
  Number of intervals   = 8
  Degrees of freedom    = 5
  Test Statistic        = 9.36
  Corresponding p-value = 0.0967
```

รูปที่ ข.33 ผลการทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลช่วง Outbound Loading อากาศยานลำตัวกว้าง ของโซน 2



```
       Distribution Summary

Distribution:   Weibull
Expression:     0.999 + WEIB(82.7, 1.85)
Square Error:   0.005427

Chi Square Test
  Number of intervals   = 9
  Degrees of freedom    = 6
  Test Statistic        = 8.99
  Corresponding p-value = 0.188
```

รูปที่ ข.34 ผลการทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลช่วง Outbound Loading อากาศยานลำตัวกว้าง ของโซน 3

561083704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

5610837O4 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

ภาคผนวก ค

การทดสอบความถูกต้องของแบบจำลอง (Validation) ในเชิงสถิติ

การทดสอบความถูกต้องของแบบจำลอง (Validation) ในเชิงสถิติ

ทำการทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองสถานการณ์ เพื่อความน่าเชื่อถือของแบบจำลองที่จัดทำขึ้นนั้นว่าสามารถใช้แทนระบบการลำเลียงสัมภาระภายในท่าอากาศยานจริงได้ ดังนั้นจึงใช้การทดสอบทางสถิติแบบ T-test ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 โดยทำการเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์เปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการให้บริการจริง สำหรับข้อมูลที่นำมาใช้เพื่อทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองสถานการณ์การลำเลียงสัมภาระภายในท่าอากาศยานนั้น คือระยะเวลาเฉลี่ยในการให้บริการในขั้นตอนต่าง ๆ ที่ได้จากแบบจำลองกับระยะเวลาเฉลี่ยในการให้บริการจริง ซึ่งใช้ระยะเวลาทดสอบ 7 วัน คือ วันจันทร์-อาทิตย์ โดยมีเวลาทำงาน 24 ชั่วโมงต่อวัน ซึ่งเวลาลงจอด จำนวนเที่ยวบิน ประเภทของอากาศยาน และโซนหลุมจอด ที่ป้อนเข้าสู่ระบบอ้างอิงตามสถานการณ์จริง รวมถึงจำนวนพนักงาน และอุปกรณ์ที่มีอยู่จริง ณ ขณะนั้นด้วยของอากาศยานลำตัวกว้าง และอากาศยานลำตัวแคบ โดยแบ่งเป็นขั้นตอนการให้บริการเป็น 5 ช่วง สามารถวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อระยะเวลาการให้บริการในขั้นตอนต่าง ๆ โดยการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression) จากโปรแกรม Minitab โดยผลการทดสอบของข้อมูลมีรายละเอียดดังรูปที่ ค.1-ค.8

5610837704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

Two-Sample T-Test and CI: operation_real, operation_model

```
Two-sample T for operation_real vs operation_model

                   N   Mean  StDev  SE Mean
operation_real   211   9.65   4.75     0.33
operation_model  211  10.83   9.51     0.65


Difference = μ (operation_real) - μ (operation_model)
Estimate for difference:  -1.178
95% CI for difference:  (-2.618, 0.262)
T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = -1.61  P-Value = 0.108  DF = 308
```

Two-Sample T-Test and CI: Transport_real, Transportation_model

```
Two-sample T for Transport_real vs Transportation_model

                         N  Mean  StDev  SE Mean
Transport_real         211  5.53   2.43     0.17
Transportation_model   211  5.11   1.97     0.14


Difference = μ (Transport_real) - μ (Transportation_model)
Estimate for difference:  0.418
95% CI for difference:  (-0.005, 0.842)
T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = 1.94  P-Value = 0.053  DF = 403
```

Two-Sample T-Test and CI: sorting_real, sorting_model

```
Two-sample T for sorting_real vs sorting_model

                 N   Mean  StDev  SE Mean
sorting_real   211  0.398  0.491    0.034
sorting_model  211  0.484  0.405    0.028


Difference = μ (sorting_real) - μ (sorting_model)
Estimate for difference:  -0.0858
95% CI for difference:  (-0.1719, 0.0003)
T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = -1.96  P-Value = 0.051  DF = 405
```

Two-Sample T-Test and CI: LB Process_real, LB process_model

```
Two-sample T for LB Process_real vs LB process_model

                    N  Mean  StDev  SE Mean
LB Process_real   211  6.33   5.44     0.37
LB process_model  211  7.53   7.07     0.49


Difference = μ (LB Process_real) - μ (LB process_model)
Estimate for difference:  -1.200
95% CI for difference:  (-2.407, 0.007)
T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = -1.95  P-Value = 0.051  DF = 394
```

รูปที่ ค.1 ผลการทดสอบทางสถิติแบบ T-test ของช่วงต่าง ๆ ของอากาศยานลำตัวแคบ โซน 1 จากโปรแกรม Minitab

5610837O4 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

Two-Sample T-Test and CI: operation_real, operation_model

```
Two-sample T for operation_real vs operation_model

                  N  Mean  StDev  SE Mean
operation_real   93  9.91   5.34     0.55
operation_model  94  20.7   92.8      9.6


Difference = μ (operation_real) - μ (operation_model)
Estimate for difference:  -10.75
95% CI for difference:  (-29.78, 8.29)
T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = -1.12  P-Value = 0.265  DF = 93
```

Two-Sample T-Test and CI: Transport_real, Transportation_model

```
Two-sample T for Transport_real vs Transportation_model

                      N  Mean  StDev  SE Mean
Transport_real       93  3.96   1.88     0.19
Transportation_model 94  3.78   1.85     0.19


Difference = μ (Transport_real) - μ (Transportation_model)
Estimate for difference:  0.181
95% CI for difference:  (-0.356, 0.718)
T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = 0.66  P-Value = 0.507  DF = 184
```

Two-Sample T-Test and CI: sorting_real, sorting_model

```
Two-sample T for sorting_real vs sorting_model

               N   Mean  StDev  SE Mean
sorting_real   93  0.516  0.502    0.052
sorting_model  94  0.642  0.423    0.044


Difference = μ (sorting_real) - μ (sorting_model)
Estimate for difference:  -0.1262
95% CI for difference:  (-0.2602, 0.0079)
T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = -1.86  P-Value = 0.065  DF = 179
```

Two-Sample T-Test and CI: LB Process_real, LB process_model

```
Two-sample T for LB Process_real vs LB process_model

                   N   Mean  StDev  SE Mean
LB Process_real   93   9.88   7.04     0.73
LB process_model  94  10.77   6.72     0.69


Difference = μ (LB Process_real) - μ (LB process_model)
Estimate for difference:  -0.89
95% CI for difference:  (-2.87, 1.10)
T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = -0.88  P-Value = 0.379  DF = 184
```

รูปที่ ค.2 ผลการทดสอบทางสถิติแบบ T-test ของช่วงต่าง ๆ ของอากาศยานลำตัวแคบ โซน 2 จากโปรแกรม Minitab

561083704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

Two-Sample T-Test and CI: operation_real, operation_model

```
Two-sample T for operation_real vs operation_model

                   N   Mean  StDev  SE Mean
operation_real   156  10.60   4.05     0.32
operation_model  156  11.18   9.43     0.75

Difference = μ (operation_real) - μ (operation_model)
Estimate for difference:  -0.576
95% CI for difference:  (-2.195, 1.044)
T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = -0.70  P-Value = 0.484  DF = 210
```

Two-Sample T-Test and CI: Transport_real, Transportation_model

```
Two-sample T for Transport_real vs Transportation_model

                        N  Mean  StDev  SE Mean
Transport_real        156  4.40   2.14     0.17
Transportation_model  156  4.26   1.71     0.14


Difference = μ (Transport_real) - μ (Transportation_model)
Estimate for difference:  0.148
95% CI for difference:  (-0.284, 0.579)
T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = 0.67  P-Value = 0.501  DF = 295
```

Two-Sample T-Test and CI: sorting_real, sorting_model

```
Two-sample T for sorting_real vs sorting_model

                 N   Mean  StDev  SE Mean
sorting_real   156  0.795  0.405    0.032
sorting_model  156  0.743  0.469    0.038


Difference = μ (sorting_real) - μ (sorting_model)
Estimate for difference:  0.0517
95% CI for difference:  (-0.0459, 0.1493)
T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = 1.04  P-Value = 0.298  DF = 303
```

Two-Sample T-Test and CI: LB Process_real, LB process_model

```
Two-sample T for LB Process_real vs LB process_model

                    N   Mean  StDev  SE Mean
LB Process_real   156  11.96   6.49     0.52
LB process_model  156  11.93   6.47     0.52


Difference = μ (LB Process_real) - μ (LB process_model)
Estimate for difference:  0.034
95% CI for difference:  (-1.409, 1.477)
T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = 0.05  P-Value = 0.963  DF = 309
```

รูปที่ ค.3 ผลการทดสอบทางสถิติแบบ T-test ของช่วงต่าง ๆ ของอากาศยานลำตัวแคบ โซน 3 จากโปรแกรม Minitab

5610837O4 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

Two-Sample T-Test and CI: operation_real, operation_model

```
Two-sample T for operation_real vs operation_model

                  N   Mean  StDev  SE Mean
operation_real   17  13.94   7.17      1.7
operation_model  17  10.94   9.74      2.4


Difference = μ (operation_real) - μ (operation_model)
Estimate for difference:  3.00
95% CI for difference:  (-3.00, 9.00)
T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = 1.02  P-Value = 0.315  DF = 29
```

Two-Sample T-Test and CI: Transport_real, Transportation_model

```
Two-sample T for Transport_real vs Transportation_model

                      N  Mean  StDev  SE Mean
Transport_real       17  9.59   1.77     0.43
Transportation_model 17  8.32   1.78     0.43

Difference = μ (Transport_real) - μ (Transportation_model)
Estimate for difference:  1.270
95% CI for difference:  (0.029, 2.512)
T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = 2.09  P-Value = 0.045  DF = 31
```

Two-Sample T-Test and CI: sorting_real, sorting_model

```
Two-sample T for sorting_real vs sorting_model

               N   Mean  StDev  SE Mean
sorting_real   17  0.412  0.507     0.12
sorting_model  17  0.694  0.410    0.099


Difference = μ (sorting_real) - μ (sorting_model)
Estimate for difference:  -0.282
95% CI for difference:  (-0.605, 0.041)
T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = -1.78  P-Value = 0.085  DF = 30
```

Two-Sample T-Test and CI: LB Process_real, LB process_model

```
Two-sample T for LB Process_real vs LB process_model

                   N  Mean  StDev  SE Mean
LB Process_real   17  3.53   2.07     0.50
LB process_model  17  2.52   1.01     0.24


Difference = μ (LB Process_real) - μ (LB process_model)
Estimate for difference:  1.012
95% CI for difference:  (-0.141, 2.165)
T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = 1.82  P-Value = 0.083  DF = 23
```

รูปที่ ค.4 ผลการทดสอบทางสถิติแบบ T-test ของช่วงต่าง ๆ ของอากาศยานลำตัวแคบ โซน 4 จากโปรแกรม Minitab

5610837O4 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

Two-Sample T-Test and CI: operation_real, operation_model

```
Two-sample T for operation_real vs operation_model

                   N   Mean  StDev  SE Mean
operation_real   195   9.87   4.90     0.35
operation_model  195  10.99   9.03     0.65


Difference = μ (operation_real) - μ (operation_model)
Estimate for difference:  -1.123
95% CI for difference:  (-2.571, 0.325)
T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = -1.53  P-Value = 0.128  DF = 299
```

Two-Sample T-Test and CI: Transport_real, Transportation_model

```
Two-sample T for Transport_real vs Transportation_model

                       N  Mean  StDev  SE Mean
Transport_real       195  7.42   2.49     0.18
Transportation_model 195  6.95   2.24     0.16


Difference = μ (Transport_real) - μ (Transportation_model)
Estimate for difference:  0.472
95% CI for difference:  (0.000, 0.943)
T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = 1.97  P-Value = 0.050  DF = 383
```

Two-Sample T-Test and CI: sorting_real, sorting_model

```
Two-sample T for sorting_real vs sorting_model

                 N   Mean  StDev  SE Mean
sorting_real   195  0.754  0.432    0.031
sorting_model  195  0.681  0.342    0.024


Difference = μ (sorting_real) - μ (sorting_model)
Estimate for difference:  0.0725
95% CI for difference:  (-0.0051, 0.1500)
T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = 1.84  P-Value = 0.067  DF = 368
```

รูปที่ ค.5 ผลการทดสอบทางสถิติแบบ T-test ของช่วงต่าง ๆ ของอากาศยานลำตัวแคบ โซน 5 จากโปรแกรม Minitab

5610837O4 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

Two-Sample T-Test and CI: operation_real, operation_model

```
Two-sample T for operation_real vs operation_model

                  N   Mean  StDev  SE Mean
operation_real   20  8.350  0.813     0.18
operation_model  20  7.892  0.636     0.14


Difference = μ (operation_real) - μ (operation_model)
Estimate for difference:  0.458
95% CI for difference:  (-0.010, 0.926)
T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = 1.98  P-Value = 0.055  DF = 35
```

Two-Sample T-Test and CI: Transport_real, Transportation_model

```
Two-sample T for Transport_real vs Transportation_model

                      N  Mean  StDev  SE Mean
Transport_real       20  4.55   1.50     0.34
Transportation_model 20  4.15   2.08     0.46


Difference = μ (Transport_real) - μ (Transportation_model)
Estimate for difference:  0.395
95% CI for difference:  (-0.771, 1.562)
T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = 0.69  P-Value = 0.495  DF = 34
```

Two-Sample T-Test and CI: sorting_real, sorting_model

```
Two-sample T for sorting_real vs sorting_model

                N   Mean  StDev  SE Mean
sorting_real   20  0.550  0.510     0.11
sorting_model  20  0.790  0.475     0.11


Difference = μ (sorting_real) - μ (sorting_model)
Estimate for difference:  -0.240
95% CI for difference:  (-0.556, 0.076)
T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = -1.54  P-Value = 0.133  DF = 37
```

Two-Sample T-Test and CI: LB Process_real, LB process_model

```
Two-sample T for LB Process_real vs LB process_model

                   N  Mean  StDev  SE Mean
LB Process_real   20  20.9   11.3      2.5
LB process_model  20  16.5   10.3      2.3


Difference = μ (LB Process_real) - μ (LB process_model)
Estimate for difference:  4.45
95% CI for difference:  (-2.47, 11.37)
T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = 1.30  P-Value = 0.201  DF = 37
```

รูปที่ ค.6 ผลการทดสอบทางสถิติแบบ T-test ของช่วงต่าง ๆ ของอากาศยานลำตัวกว้าง โซน 1 จากโปรแกรม Minitab

5610837O4 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

Two-Sample T-Test and CI: operation_real, operation_model

```
Two-sample T for operation_real vs operation_model

                  N   Mean  StDev  SE Mean
operation_real   27   8.78   1.60     0.31
operation_model  27  8.067  0.786     0.15


Difference = μ (operation_real) - μ (operation_model)
Estimate for difference:  0.711
95% CI for difference:  (0.015, 1.407)
T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = 2.07  P-Value = 0.045  DF = 37
```

Two-Sample T-Test and CI: Transport_real, Transportation_model

```
Two-sample T for Transport_real vs Transportation_model

                      N  Mean  StDev  SE Mean
Transport_real       27  3.44   1.28     0.25
Transportation_model 27  3.69   1.69     0.33


Difference = μ (Transport_real) - μ (Transportation_model)
Estimate for difference:  -0.242
95% CI for difference:  (-1.063, 0.580)
T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = -0.59  P-Value = 0.557  DF = 48
```

Two-Sample T-Test and CI: sorting_real, sorting_model

```
Two-sample T for sorting_real vs sorting_model

                N   Mean  StDev  SE Mean
sorting_real   27  0.519  0.509    0.098
sorting_model  27  0.748  0.451    0.087


Difference = μ (sorting_real) - μ (sorting_model)
Estimate for difference:  -0.230
95% CI for difference:  (-0.493, 0.033)
T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = -1.76  P-Value = 0.085  DF = 51
```

Two-Sample T-Test and CI: LB Process_real, LB process_model

```
Two-sample T for LB Process_real vs LB process_model

                   N   Mean  StDev  SE Mean
LB Process_real   27  13.89   5.47      1.1
LB process_model  27  17.47   7.47      1.4


Difference = μ (LB Process_real) - μ (LB process_model)
Estimate for difference:  -3.58
95% CI for difference:  (-7.16, 0.01)
T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = -2.01  P-Value = 0.050  DF = 47
```

รูปที่ ค.7 ผลการทดสอบทางสถิติแบบ T-test ของช่วงต่าง ๆ ของอากาศยานลำตัวกว้าง โซน 2 จากโปรแกรม Minitab

5610837O4 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

Two-Sample T-Test and CI: operation_real, operation_model

```
Two-sample T for operation_real vs operation_model

                   N   Mean  StDev  SE Mean
operation_real   149  10.16   1.85     0.15
operation_model  149   9.25   5.71     0.47

Difference = μ (operation_real) - μ (operation_model)
Estimate for difference:  0.912
95% CI for difference:  (-0.058, 1.882)
T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = 1.86  P-Value = 0.065  DF = 178
```

Two-Sample T-Test and CI: Transport_real, Transportation_model

```
Two-sample T for Transport_real vs Transportation_model

                       N  Mean  StDev  SE Mean
Transport_real       149  3.95   1.40     0.11
Transportation_model 149  4.05   1.66     0.14


Difference = μ (Transport_real) - μ (Transportation_model)
Estimate for difference:  -0.106
95% CI for difference:  (-0.456, 0.245)
T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = -0.59  P-Value = 0.554  DF = 287
```

Two-Sample T-Test and CI: sorting_real, sorting_model

```
Two-sample T for sorting_real vs sorting_model

                 N   Mean  StDev  SE Mean
sorting_real   149  0.792  0.407    0.033
sorting_model  149  0.872  0.384    0.031


Difference = μ (sorting_real) - μ (sorting_model)
Estimate for difference:  -0.0797
95% CI for difference:  (-0.1699, 0.0105)
T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = -1.74  P-Value = 0.083  DF = 294
```

Two-Sample T-Test and CI: LB Process_real, LB process_model

```
Two-sample T for LB Process_real vs LB process_model

                    N   Mean  StDev  SE Mean
LB Process_real   149  18.63   7.20     0.59
LB process_model  149  20.38   8.26     0.68


Difference = μ (LB Process_real) - μ (LB process_model)
Estimate for difference:  -1.748
95% CI for difference:  (-3.513, 0.018)
T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = -1.95  P-Value = 0.052  DF = 290
```

รูปที่ ค.8 ผลการทดสอบทางสถิติแบบ T-test ของช่วงต่าง ๆ ของอากาศยานลำตัวกว้าง โซน 3 จากโปรแกรม Minitab

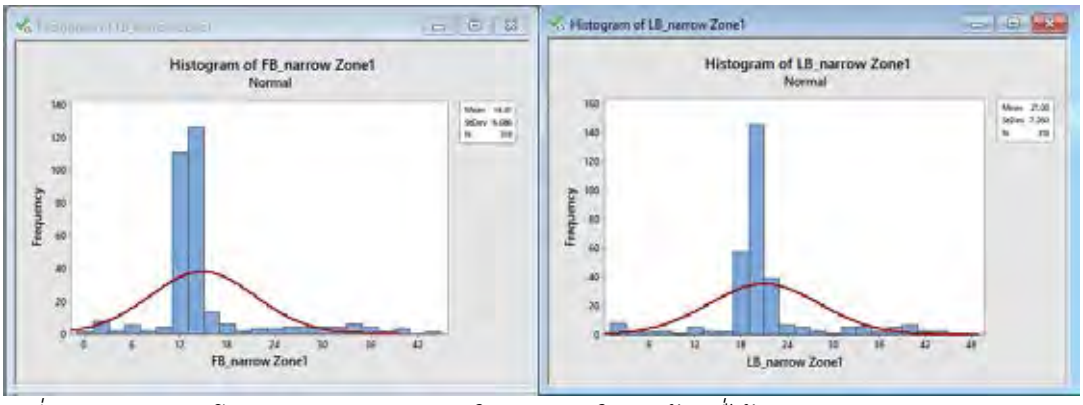
561083704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

5610837O4 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

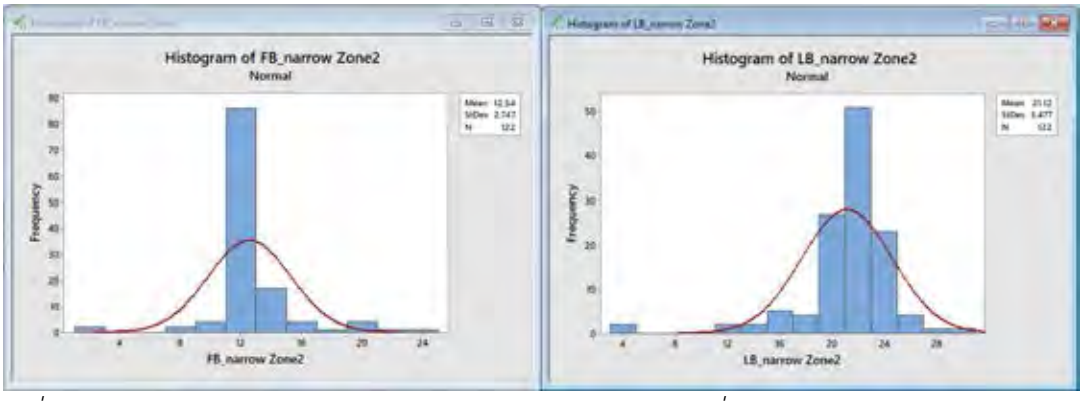
ภาคผนวก ง
ข้อมูลความถี่ของระยะเวลาการลำเลียงสัมภาระใบแรก และใบสุดท้าย ที่ได้จากแบบจำลอง

ข้อมูลความถี่ของระยะเวลาการลำเลียงสัมภาระใบแรก และใบสุดท้าย

จากการประมวลผลแบบจำลองสามารถแสดงค่าความถี่ของระยะเวลาสัมภาระใบแรก และใบสุดท้าย ที่ได้จากแบบจำลองโดยใช้แผนภูมิฮิสโทแกรมแสดงดัง รูปที่ ง.1-ง.11

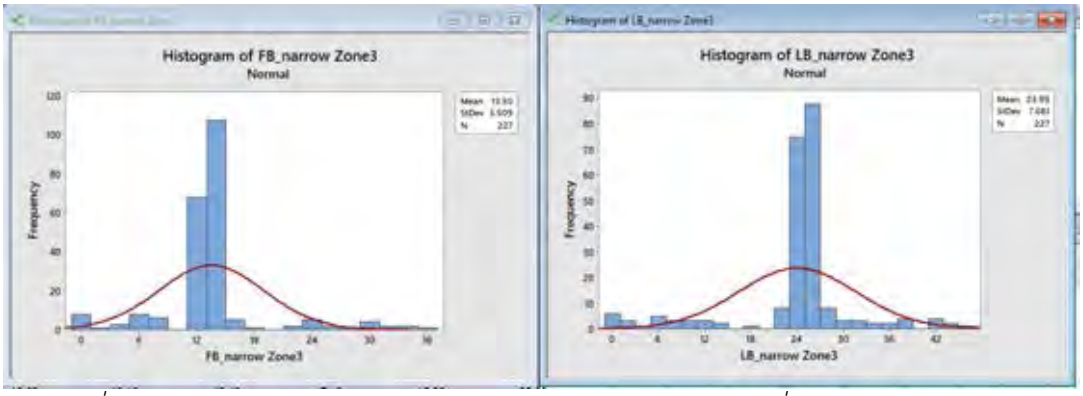


รูปที่ ง.1 แผนภูมิฮิสโทแกรมของค่าสัมภาระใบแรกและใบสุดท้ายที่ได้จากแบบจำลองของอากาศยานลำตัวแคบ หลุมจอดโซน 1

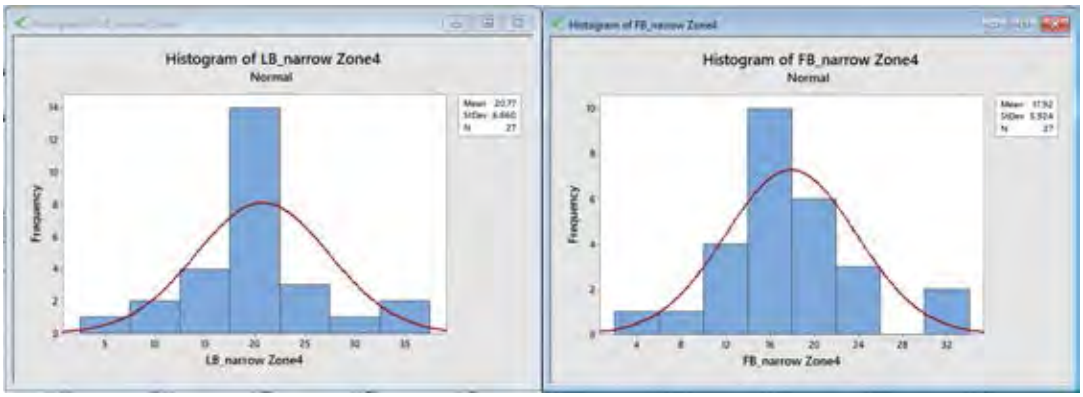


รูปที่ ง.2 แผนภูมิฮิสโทแกรมของค่าสัมภาระใบแรกและใบสุดท้ายที่ได้จากแบบจำลองของอากาศยานลำตัวแคบ หลุมจอดโซน 2

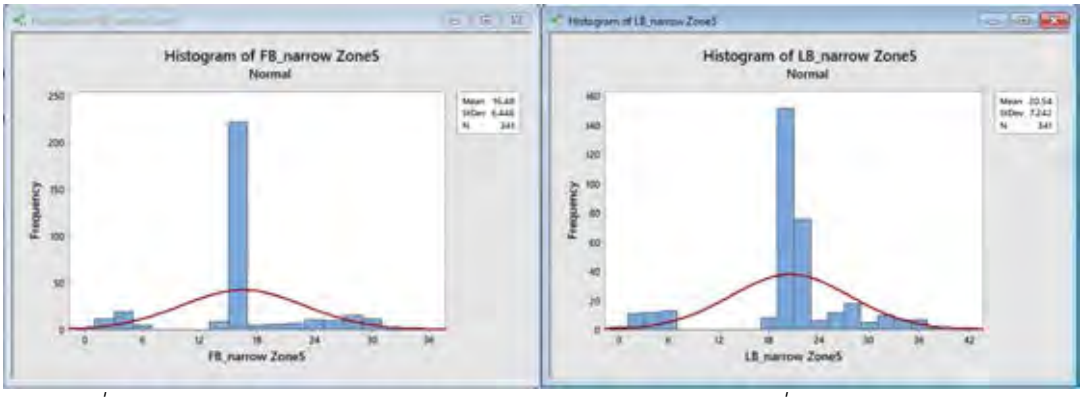
5610837704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11



รูปที่ ง.3 แผนภูมิฮิสโทแกรมของค่าสัมภาระใบแรกและใบสุดท้ายที่ได้จากแบบจำลองของอากาศยานลำตัวแคบ หลุมจอดโซน 3

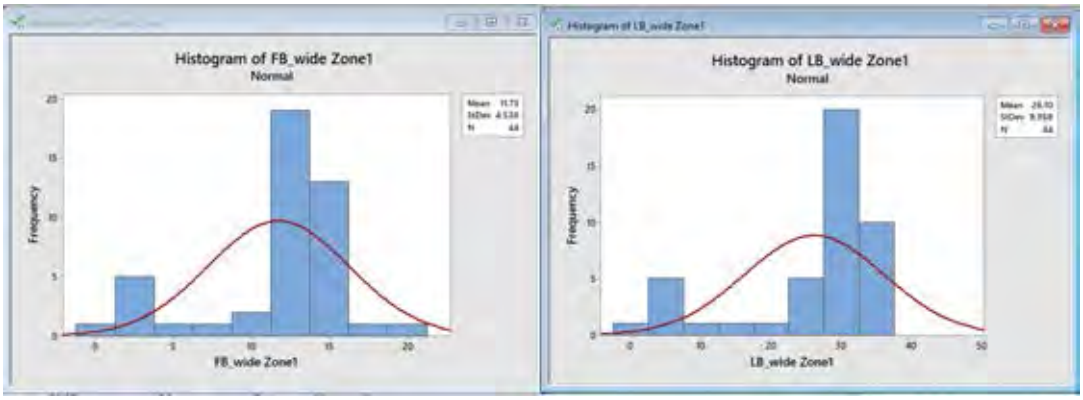


รูปที่ ง.4 แผนภูมิฮิสโทแกรมของค่าสัมภาระใบแรกและใบสุดท้ายที่ได้จากแบบจำลองของอากาศยานลำตัวแคบ หลุมจอดโซน 4

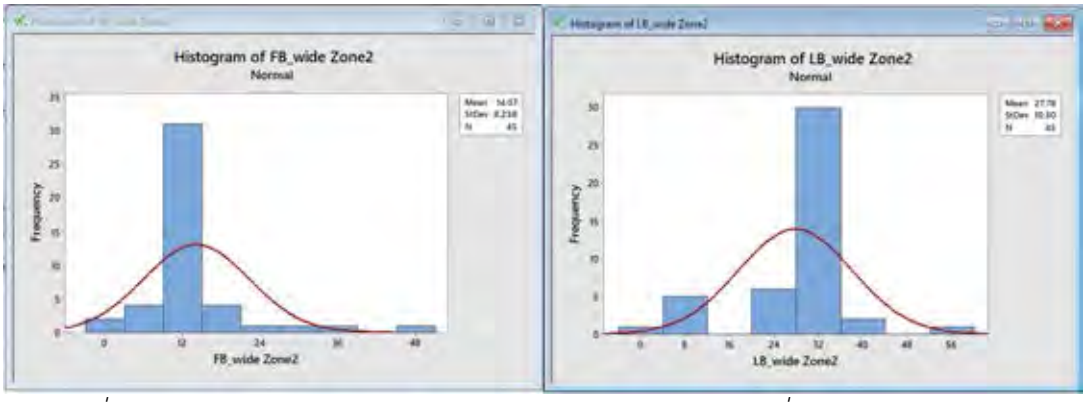


รูปที่ ง.5 แผนภูมิฮิสโทแกรมของค่าสัมภาระใบแรกและใบสุดท้ายที่ได้จากแบบจำลองของอากาศยานลำตัวแคบ หลุมจอดโซน 5

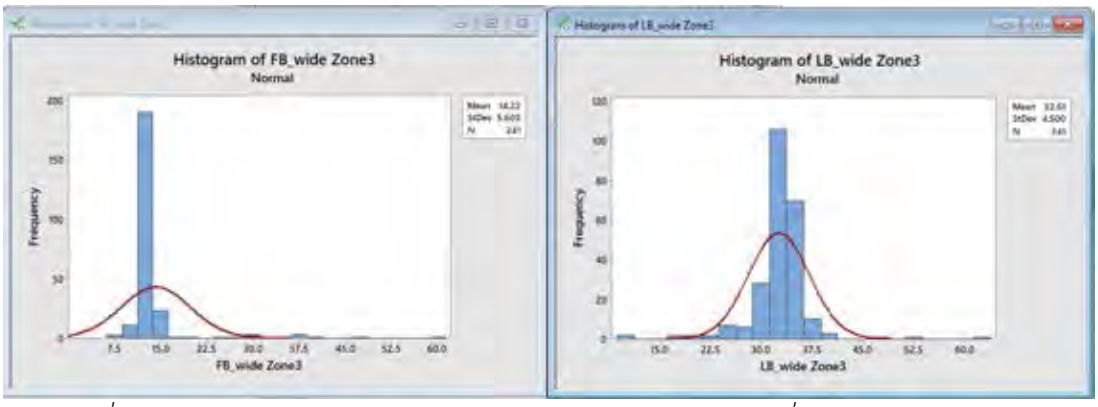
5610837704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11



รูปที่ ง.6 แผนภูมิฮิสโทแกรมของค่าสัมภาระใบแรกและใบสุดท้ายที่ได้จากแบบจำลองของอากาศยานลำตัวกว้าง หลุมจอดโซน 1

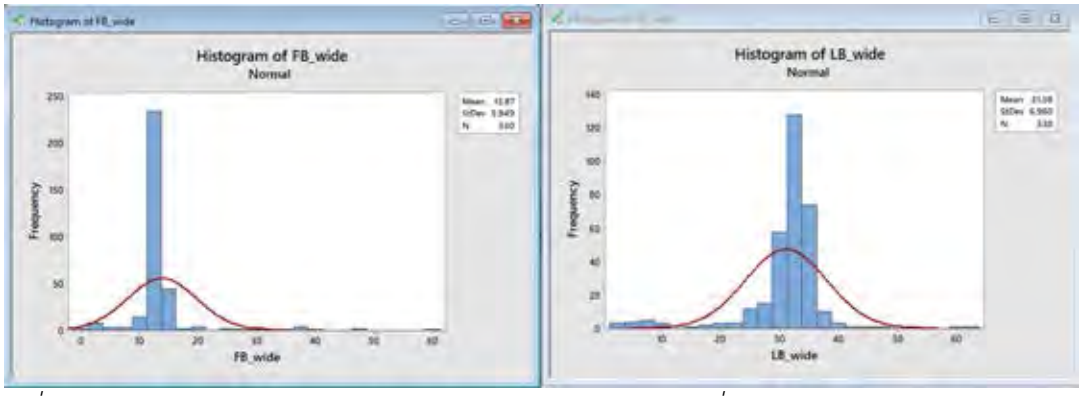


รูปที่ ง.7 แผนภูมิฮิสโทแกรมของค่าสัมภาระใบแรกและใบสุดท้ายที่ได้จากแบบจำลองของอากาศยานลำตัวกว้าง หลุมจอดโซน 2

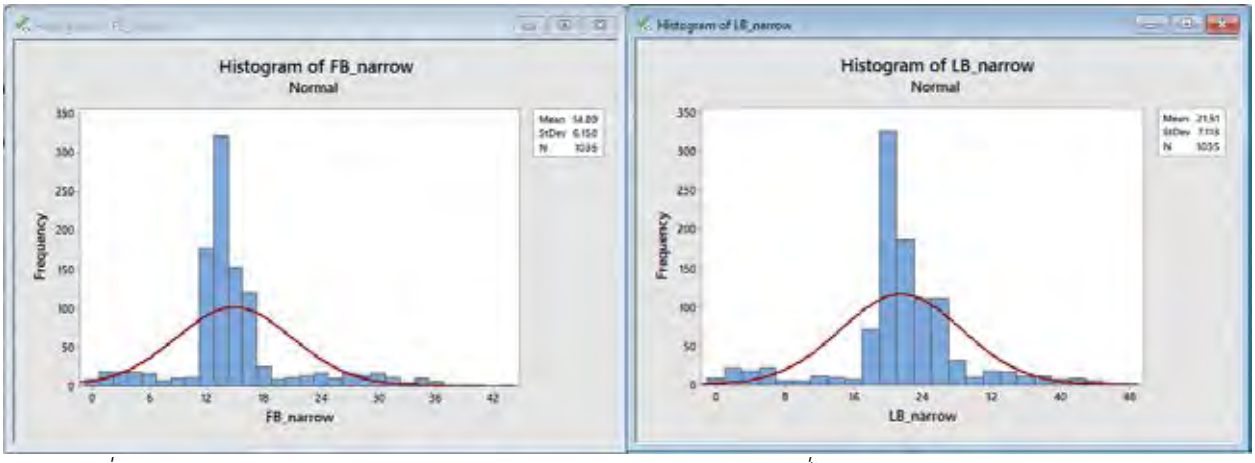


รูปที่ ง.8 แผนภูมิฮิสโทแกรมของค่าสัมภาระใบแรกและใบสุดท้ายที่ได้จากแบบจำลองของอากาศยานลำตัวกว้าง หลุมจอดโซน 3

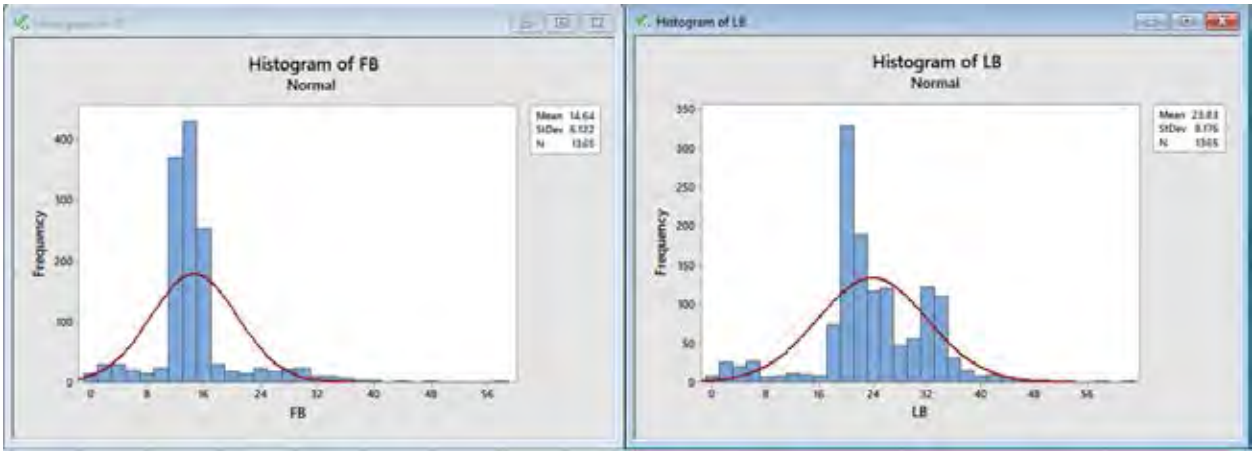
5610083704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11



รูปที่ ง.9 แผนภูมิฮิสโทแกรมของค่าสัมภาระใบแรกและใบสุดท้ายที่ได้จากแบบจำลองของอากาศยานลำตัวกว้าง



รูปที่ ง.10 แผนภูมิฮิสโทแกรมของค่าสัมภาระใบแรกและใบสุดท้ายที่ได้จากแบบจำลองของอากาศยานลำตัวแคบ



รูปที่ ง.11 แผนภูมิฮิสโทแกรมของค่าสัมภาระใบแรกและใบสุดท้าย

5610837704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	พนิดา ศรีจันจรา
วัน เดือน ปี เกิด	21 มกราคม 2535
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
วุฒิการศึกษา	หลักสูตรภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ที่อยู่ปัจจุบัน	8 ซอยทานสัมฤทธิ์ 6/2 ตำบลท่าทราย อำเภอเมืองนนทบุรี จังหวัดนนทบุรี 11000

5610837704 CU iThesis 5970942921 thesis / recv: 02082562 11:38:06 / seq: 11