การปรับปรุงกระบวนการให้บริการกำจัดวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว

นางสาวสุกันยา จันทร์พึ่งสุข

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2553
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

IMPROVEMENT OF WASTE DISPOSAL SERVICE PROCESS

Miss Sukanya Janphuengsuk

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering Program in Industrial Engineering

Department of Industrial Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2010

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การปรับปรุงกระบวนการให้บริการกำจัดวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว
โดย	นางสาวสุกันยา จันทร์พึ่งสุข
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชาย พัวจินดาเนตร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.บุญสม เลิศหิรัญวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชาย พัวจินดาเนตร)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ จิรพัฒน์ เงาประเสริฐวงศ์)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย ริจิรวนิช)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สุกันยา จันทร์พึ่งสุข : การปรับปรุงกระบวนการให้บริการกำจัดวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว. (IMPROVEMENT OF WASTE DISPOSAL SERVICE PROCESS) อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผศ.ดร.สมชาย พัวจินดาเนตร, 195 หน้า.

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงกระบวนการให้บริการกำจัดวัสดุที่ไม่ใช้แล้วอันเนื่องจากปัญหาความล่าช้า โดยรถขนส่งจำนวน 9 คันจากทั้งหมด 32 คันต่อวัน ซึ่งคิดเป็น 29% ใช้เวลาในระบบนานกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ 3 ชั่วโมง 30 นาที ซึ่งส่งผลกระทบต่อความพึงพอใจของผู้ขนส่งและพื้นที่สำหรับรองรับรถภายในระบบ กระบวนการให้บริการกำจัดวัสดุที่ไม่ใช้แล้วประกอบด้วย 3 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ (1) การตรวจรับ (2) การตรวจสอบ และ (3) การจัดเก็บเพื่อทำลาย

การศึกษาได้กระทำโดย (1) รวบรวมข้อมูลของเวลาที่รถขนส่งแต่ละคันใช้ในระบบเป็นเวลา 5 เดือน (2) วิเคราะห์ช่วงเวลาที่รถขนส่งเข้ารับบริการตลอด 24 ชั่วโมง ตลอดสัปดาห์ โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (3) ศึกษาเวลาการให้บริการในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการ (4) เปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในระบบระหว่างเวลาประเมินจากการศึกษาเวลากับเวลาที่ใช้จริงและเกณฑ์ของเวลาที่โรงงานกำหนด (5) ค้นหาสาเหตุที่ทำให้เกิดความล่าช้า และ (6) กำหนดแนวทางแก้ปัญหาเป็น 3 ระยะ ได้แก่ ระยะสั้น ระยะกลาง และระยะยาว

ผลจากการศึกษาพบว่า (1) เวลาประเมินที่รถขนส่งใช้ในระบบเท่ากับ 1:57$\pm$0:54 ชั่วโมง:นาที เวลาเฉลี่ยที่ใช้จริงเท่ากับ 3:12$\pm$2:47 ชั่วโมง:นาที (2) สาเหตุของความล่าช้าเกิดจากรถขนส่งเข้ามาใช้บริการพร้อมกัน และการรอคอยภายในกระบวนการ โดยแนวทางแก้ปัญหาระยะสั้น ได้แก่ การเกลี่ยงานให้สม่ำเสมอในทุกช่วงเวลา ระยะกลาง ได้แก่ การเพิ่มอัตราการกำจัดและการขยายพื้นที่จัดเก็บ ระยะยาว ได้แก่ การเพิ่มจำนวนทรัพยากรและการขยายพื้นที่ของระบบ โดยผลจากการดำเนินการตามแนวทางแก้ไขระยะสั้นพบว่าจำนวนรถขนส่งที่ใช้เวลานานกว่าเป้าหมายเท่ากับ 11 คันจากทั้งหมด 49 คันต่อวัน หรือคิดเป็น 22% ซึ่งลดลงจากเดิม 7% เวลาเฉลี่ยที่รถขนส่งใช้ในระบบเท่ากับ 3:02$\pm$1:58 ชั่วโมง:นาที ซึ่งเวลาเฉลี่ยลดลงจากเดิม 5% และความแปรปรวนของเวลาลดลงจากเดิม 29%

ภาควิชา:.....วิศวกรรมอุตสาหการ.... ลายมือชื่อนิสิต:.....สุกันยา.....
สาขาวิชา:....วิศวกรรมอุตสาหการ.... ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก:.....
ปีการศึกษา:.....2553.....

5071519521 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEYWORDS : WASTE DISPOSAL / SERVICE / WAITING TIME / TIME STUDY

SUKANYA JANPHUENGSUK: IMPROVEMENT OF WASTE DISPOSAL SERVICE PROCESS. THESIS ADVISOR: ASST. PROF. SOMCHAI PUAJINDANETR, Ph.D, 195 pp.

This study aims to improve the waste disposal service process due to delay. By the trucks 9 of totally 32 trucks per day or 29% take longer than the criteria set at 3 hours 30 minutes, which affects transporter's satisfaction and space in system. Waste disposal service process includes 3 main steps: (1) Receiving (2) Inspection and (3) Storage to dispose.

The study was done by (1) Collect data of the time for each truck used in the system during 5 months, (2) Analyze the arrival period of the trucks throughout the day and week using descriptive statistic, (3) Evaluate the cycle time at each step of the process, (4) Compare the evaluated cycle time with average actual time and criteria set by the factory, (5) Analyze the causes of delay and (6) Set guidelines for a 3 term solution as short term, middle term and long term.

The results found the evaluated cycle time was 1:54±0:54 hrs:mins whereas the average actual time was 3:12±2:47 hrs:mins. The delays caused by truck arrival in the same period as well as delays caused by waiting in the process. The short-term solution is to spread the work consistently in all periods of the day. Medium-term is to increase disposal rate and expand the storage area. And long-term is to increase the number of adequate resources and expand the system to accommodate more trucks. As a result of implementation of the short-term solution was found that the trucks 11 of totally 49 trucks per day or 22% take longer than the criteria, which decreased by 7%. Average actual time was 3:02±1:58 hrs:mins or decreased by 5% for mean and 29% for variance.

Department Industrial Engineering Student's Signature

Field of Study Industrial Engineering. Advisor's Signature

Academic Year 2553

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชาย พัวจินดาเนตร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้ความรู้และคำแนะนำอันทรงคุณค่าตลอดระยะเวลาระหว่างการทำวิจัยจนกระทั่งวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอกราบขอบคุณรองศาสตราจารย์ ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย ประธานคณะกรมมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ จิรพัฒน์ เงาประเสริฐวงศ์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย ริจิรวนิช ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอกมหาวิทยาลัย ซึ่งได้กรุณาเสนอแนะประเด็นเพื่อปรับปรุงวิทยานิพนธ์ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบคุณคณาจารย์ทุกท่านของภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้กรุณาอบรมสั่งสอนให้ศิษย์มีวิชาความรู้จนสามารถทำวิทยานิพนธ์ได้สำเร็จ

ขอขอบคุณโรงงานกรณีศึกษาที่อนุเคราะห์ข้อมูลสำหรับใช้ในการทำวิจัย และขอบคุณเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่มีส่วนช่วยสนับสนุนให้การทำวิจัยเสร็จสมบูรณ์

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบคุณครอบครัวอันเป็นที่รักที่คอยห่วงใย เป็นกำลังใจและสนับสนุนในทุกสิ่งที่ทำตลอดมา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญ..... ช

สารบัญตาราง..... ฌ

สารบัญภาพ..... ฎ

บทที่ 1 บทนำ..... 1

1.1 ความเป็นมาของปัญหา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 9

1.3 ขอบเขตของการวิจัย..... 10

1.4 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย..... 10

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 11

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 12

2.1 การศึกษาเวลา..... 12

2.2 ทฤษฎีแถวคอย..... 14

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 25

บทที่ 3 สภาพปัญหาของโรงงานกรณีศึกษา..... 29

3.1 ข้อมูลทั่วไป..... 29

3.2 ขั้นตอนการทำงาน..... 36

3.3 สภาพปัญหาในปัจจุบัน..... 47

บทที่ 4 วิธีดำเนินการศึกษา..... 50

4.1 การศึกษาสถานภาพการเข้ารับบริการของรถขนส่งในปัจจุบัน..... 50

4.2 การจัดกลุ่มรถขนส่ง..... 51

4.3 การศึกษาเวลาที่ใช้ในระบบ 51

4.4 การประเมินประสิทธิภาพของเวลาที่ใช้ในระบบ..... 54

บทที่ หน้า

4.5 การจัดลำดับความสำคัญของปัญหา..... 54
4.6 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา..... 55
4.7 แนวทางการแก้ไขปัญหา..... 55

บทที่ 5 ผลการศึกษาวิจัย..... 56
5.1 ผลการศึกษาสถานภาพการเข้ารับบริการของรถขนส่งในปัจจุบัน..... 56
5.2 ผลการจัดกลุ่มรถขนส่ง..... 64
5.3 ผลของเวลาประเมินและเวลาที่ใช้จริง..... 71
5.4 ผลของประสิทธิภาพของเวลาที่รถขนส่งใช้ในระบบ..... 79
5.5 ผลการจัดลำดับความสำคัญของปัญหา..... 79
5.6 ผลการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา..... 79
5.7 ผลการกำหนดแนวทางแก้ไขปัญหา..... 96
5.8 ผลจากการดำเนินการแก้ไขปัญหา..... 102
5.9 ผลการเปรียบเทียบก่อนและหลังการแก้ไข..... 104

บทที่ 6 สรุปผลการศึกษา อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ..... 115
6.1 สรุปผลการศึกษา..... 115
6.2 อภิปรายผล..... 121
6.3 ข้อเสนอแนะ..... 122
6.4 อุปสรรคและปัญหาในการวิจัย..... 122

รายการอ้างอิง..... 123
ภาคผนวก..... 125
ภาคผนวก ก การหาขนาดของตัวอย่างในการศึกษาเวลาของระบบ..... 126
ภาคผนวก ข ผลการศึกษาเวลาประเมินของระบบ..... 141
ภาคผนวก ค ผลการตรวจสอบลักษณะการแจกแจงของวลาการเข้ารับบริการของรถขนส่ง..... 163
ภาคผนวก ง ผลการตรวจสอบลักษณะการแจกแจงของเวลาการให้บริการของโรงงาน..... 181
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 195

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.1	จำนวนหน่วยงานที่ได้ดำเนินการแสดงรายการวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่ขนส่งต่อกรมโรงงานอุตสาหกรรมในระหว่างปี พ.ศ. 2548 – 2551.....	2
1.2	ประเภทของโรงงานผู้รับบำบัดและกำจัดวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว.....	4
1.3	จำนวนรถขนส่งทั้งหมดและจำนวนรถขนส่งที่ใช้เวลาในระบบนานกว่าเป้าหมายระหว่างเดือน ก.พ.-มิ.ย.52.....	7
1.4	เวลาที่รถขนส่งใช้ในระบบระหว่างเดือน ก.พ.-มิ.ย.52.....	8
3.1	ประเภทของงานของขั้นตอนการตรวจสอบแบ่งตามลักษณะของพารามิเตอร์ในการทดสอบ.....	39
3.2	รายละเอียดของพื้นที่จัดเก็บวัสดุที่ไม่ใช้แล้วของโรงงานกรณีศึกษา.....	41
3.3	จำนวนรถขนส่งที่เข้ารับบริการกำจัดวัสดุที่ไม่ใช้แล้วระหว่างเดือน ก.พ.-มิ.ย.52	48
4.1	เกณฑ์ในการจัดลำดับความสำคัญของปัญหา.....	55
5.1	จำนวนรถขนส่งที่เข้ารับบริการในวันทำการปกติและในวันสุดสัปดาห์ระหว่างเดือน ก.พ.-มิ.ย.52.....	56
5.2	เวลาที่รถขนส่งใช้ในระบบระหว่างเดือน ก.พ.-มิ.ย.52 จำแนกตามช่วงเวลาที่เข้ารับบริการ.....	57
5.3	ลักษณะการแจกแจงและอัตราการเข้ารับบริการของรถขนส่งจำแนกตามวันของสัปดาห์.....	57
5.4	ลักษณะการแจกแจงและอัตราการเข้ารับบริการของรถขนส่งจำแนกตามช่วงเวลา.....	58
5.5	ลักษณะการแจกแจงและอัตราการให้บริการของโรงงานกรณีศึกษา.....	58
5.6	จำนวนรถขนส่งที่เข้ารับบริการระหว่างเดือน ก.พ.-มิ.ย.52 จำแนกตามวันของสัปดาห์.....	59
5.7	จำนวนรถขนส่งที่เข้ารับบริการในวันทำการปกติระหว่างเดือน ก.พ.-มิ.ย.52 จำแนกตามช่วงเวลาที่เข้ารับบริการ.....	61
5.8	จำนวนรถขนส่งที่เข้ารับบริการในวันสุดสัปดาห์ระหว่างเดือน ก.พ.-มิ.ย.52 จำแนกตามช่วงเวลาที่เข้ารับบริการ.....	63
5.9	กลุ่มรถขนส่งที่ใช้บริการกำจัดวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่โรงงานกรณีศึกษา.....	65

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.10	จำนวนรถขนส่งของแต่ละกลุ่มที่เข้ารับบริการระหว่างเดือน ก.พ.-มิ.ย.52.....	66
5.11	เวลาที่รถขนส่งแต่ละกลุ่มใช้ในระบบระหว่างเดือน ก.พ.-มิ.ย.52.....	69
5.12	จำนวนรถขนส่งของแต่ละกลุ่มที่ใช้เวลานานกว่าเป้าหมายระหว่างเดือน ก.พ.-มิ.ย.52.....	70
5.13	เวลาประเมินของรถขนส่งแต่ละกลุ่มที่เข้ารับบริการในช่วงเวลาต่างๆ.....	72
5.14	การแบ่งกลุ่มรถขนส่งตามระยะเวลาที่ใช้ในระบบ.....	73
5.15	เวลาที่ใช้จริงในระบบของรถขนส่งแต่ละกลุ่มในระหว่างเดือน ก.พ.-มิ.ย.52.....	74
5.16	จำนวนรถขนส่งของแต่ละกลุ่มที่ใช้เวลานานกว่าเป้าหมายระหว่างเดือน ก.พ.-มิ.ย.52.....	76
5.17	เวลาประเมินที่ได้จากการศึกษาเวลาและเวลาเฉลี่ยที่ใช้จริงในระบบของรถขนส่งแต่ละกลุ่มจำแนกตามช่วงเวลาที่เข้ารับบริการ.....	80
5.18	การจัดลำดับความสำคัญของปัญหาของรถขนส่งแต่ละกลุ่ม.....	83
5.19	ประสิทธิภาพของเวลาที่ขั้นตอนการตรวจสอบของรถขนส่งที่เข้ารับบริการในแต่ละช่วงเวลาในระหว่างเดือน ก.พ.-มิ.ย.52.....	85
5.20	ประสิทธิภาพของเวลาที่ขั้นตอนการจัดเก็บเพื่อทำลายของรถขนส่งที่เข้ารับบริการในแต่ละช่วงเวลาระหว่างเดือน ก.พ.-มิ.ย.52.....	87
5.21	ปริมาณเฉลี่ยของวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่เข้าออกพื้นที่จัดเก็บระหว่างเดือน ก.พ.-มิ.ย.52.....	90
5.22	จำนวนตัวอย่างวัตถุดิบทดแทนที่ได้ผลการทดสอบล่าช้าระหว่างเดือน ก.พ.-มิ.ย.52.....	91
5.23	เปอร์เซ็นต์รถขนส่งของแต่ละประเภทงานของขั้นตอนการตรวจสอบ.....	92
5.24	เปอร์เซ็นต์รถขนส่งที่ใช้บริการที่พื้นที่จัดเก็บต่างๆ.....	95
5.25	แผนการเกลี่ยรถขนส่ง.....	98
5.26	ปริมาณการใช้สอยพื้นที่จัดเก็บ.....	101
5.27	ปริมาณงานของแต่ละพารามิเตอร์การทดสอบ.....	101
5.28	ความสามารถในการให้บริการที่อัตราการให้บริการปัจจุบันและที่สูงสุด.....	100
5.29	เวลาที่รถขนส่งใช้ในระบบก่อนและหลังการดำเนินการตามแนวทางแก้ไขระยะสั้น.....	104
5.30	อัตราการเข้ารับบริการของรถขนส่งและอัตราการให้บริการของโรงงานก่อนการแก้ไขตั้งแต่เดือน ก.พ.-มิ.ย.52.....	105

5.31	อัตราการเข้ารับบริการของรถขนส่งและอัตราการให้บริการของโรงงานระหว่างการศึกษาตั้งแต่เดือน ก.ค.-ก.ย.52.....	105
5.32	อัตราการเข้ารับบริการของรถขนส่งและอัตราการให้บริการของโรงงานหลังการแก้ไขตั้งแต่เดือน ต.ค.52-ม.ค.53.....	106
5.33	อัตราการเข้ารับบริการของรถขนส่งและอัตราการให้บริการของโรงงานก่อนระหว่าง และหลังการดำเนินการตามแนวทางแก้ไขระยะสั้น.....	107
5.34	ผลการดำเนินการตามแผนการเกลี่ยรถขนส่ง.....	108
5.35	การแบ่งกลุ่มรถขนส่งตามระยะเวลาที่ใช้ในระบบระหว่างการศึกษา.....	110
5.36	การแบ่งกลุ่มรถขนส่งตามระยะเวลาที่ใช้ในระบบภายหลังแก้ไข.....	111
5.37	ประสิทธิภาพของเวลาที่รถขนส่งใช้ในระบบภายหลังการแก้ไข.....	112
6.1	สรุปแนวทางแก้ไขปัญหา.....	120

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.1	สัดส่วนของวิธีการกำจัดวัสดุที่ไม่ใช้แล้วตั้งแต่ปี พ.ศ. 2549 – 2551.....	3
1.2	ปริมาณวัสดุที่ไม่ใช้แล้วโดยประมาณการระหว่างปี พ.ศ.2541–2550.....	5
1.3	ปริมาณวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่โรงงานกรณีศึกษารับกำจัดเป็นรายเดือนระหว่างเดือน ธ.ค.49-ม.ค.53.....	6
1.4	จำนวนรถขนส่งที่เข้ารับบริการทั้งหมดและจำนวนของรถขนส่งที่ใช้เวลาในระบบนานกว่าเป้าหมายระหว่างเดือน ก.พ.-มิ.ย.52.....	7
1.5	แผนภาพการกระจายของเวลาที่รถขนส่งใช้ในระบบระหว่างเดือน ก.พ.-มิ.ย.52	8
1.6	ความถี่ของจำนวนรถขนส่งกับเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในระบบระหว่างเดือน ก.พ.-มิ.ย. 52.....	9
2.1	กระบวนการของระบบแถวคอย.....	15
2.2	ระบบหนึ่งช่องให้บริการหนึ่งแถวคอย.....	17
2.3	ระบบหนึ่งช่องให้บริการหลายแถวคอย.....	18
2.4	ระบบหลายช่องให้บริการหนึ่งแถวคอย.....	18
2.5	ระบบหลายช่องให้บริการหลายแถวคอย.....	18
2.6	ระบบแบบอนุกรม และมี 1 แถวคอยทุกขั้นตอน.....	19
2.7	ระบบหลายช่องให้บริการ หลายขั้นตอน โดยมี 1 แถวคอยทุกขั้นตอน.....	19
2.8	ระบบหลายช่องให้บริการ หลายขั้นตอน โดยมี 1 แถวคอย และหลายแถวคอย..	20
3.1	วัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่สามารถกำจัดด้วยวิธีเผาในเตาเผาปูนซีเมนต์ได้.....	29
3.2	กระบวนการเตรียมเชื้อเพลิงทดแทนที่เป็นของแข็ง.....	31
3.3	โรงผสมของเหลว.....	31
3.4	บ่อผสมวัตถุดิบทดแทน.....	31
3.5	รถขนส่งวัสดุที่ไม่แล้ว.....	33
3.6	แผนที่ตั้งของโรงงานกรณีศึกษา.....	34
3.7	กระบวนการให้บริการกำจัดวัสดุที่ไม่ใช้แล้วของโรงงานกรณีศึกษา.....	33
3.8	แผนผังของโรงงานกรณีศึกษาและเส้นทางการไหลของรถขนส่งที่เข้ารับบริการ..	35
3.9	วิธีการทำงานของขั้นตอนการตรวจรับ.....	37
3.10	วิธีการทำงานของขั้นตอนการตรวจสอบ.....	40
3.11	พื้นที่จัดเก็บวัสดุที่ไม่ใช้แล้วของโรงงานกรณีศึกษา.....	43

3.12	แผนที่ตั้งของพื้นที่จัดเก็บ……..	44
3.13	วิธีการทำงานของขั้นตอนการจัดเก็บเพื่อทำลาย……..	45
3.14	เส้นทางการไหลของรถขนส่งวัสดุที่ไม่ใช้แล้วในกระบวนการ……..	46
3.15	จำนวนรถขนส่งโดยเฉลี่ยต่อวันระหว่างเดือน ก.พ.-มิ.ย.52 จำแนกเป็นรายเดือน……..	47
3.16	เวลาที่รถขนส่งใช้ในระบบระหว่างเดือน ก.พ.-มิ.ย.52……..	47
3.17	เวลาเฉลี่ยที่รถขนส่งใช้ในแต่ละขั้นตอนระหว่างเดือน ก.พ.-มิ.ย.52…….	49
3.18	เวลาที่รถขนส่งใช้ในแต่ละขั้นตอนระหว่างเดือน ก.พ.-มิ.ย.52…….	49
5.1	จำนวนรถขนส่งที่เข้ารับบริการในแต่ละวันของสัปดาห์ระหว่างเดือน ก.พ.-มิ.ย.52……..	59
5.2	จำนวนเฉลี่ยของรถขนส่งที่เข้ารับบริการในวันทำการปกติระหว่างเดือน ก.พ.-มิ.ย.52 จำแนกตามช่วงเวลาที่เข้ารับบริการ……	60
5.3	จำนวนเฉลี่ยของรถขนส่งที่เข้ารับบริการในวันสุดสัปดาห์ระหว่างเดือน ก.พ.-มิ.ย.52 จำแนกตามช่วงเวลาที่เข้ารับบริการ……	64
5.4	เปอร์เซ็นต์รถขนส่งวัสดุที่ไม่ใช้แล้วของแต่ละกลุ่มลูกค้าที่เข้ารับบริการ……..	67
5.5	จำนวนรถขนส่งของแต่ละกลุ่มที่เข้ารับบริการระหว่างเดือน ก.พ.-มิ.ย.52……..	68
5.6	เวลาที่รถขนส่งแต่ละกลุ่มใช้ในระบบโดยเฉลี่ยระหว่างเดือน ก.พ.-มิ.ย.52……..	68
5.7	เปอร์เซ็นต์รถขนส่งที่ใช้เวลาในระบบนานกว่าเป้าหมายระหว่างเดือน ก.พ.-มิ.ย.52……..	71
5.8	จำนวนรถขนส่งและเวลารวมประมาณการจำแนกตามระยะเวลาที่ใช้ในระบบ	73
5.9	เวลาเฉลี่ยที่ใช้จริงในระบบของรถขนส่งแต่ละกลุ่มระหว่างเดือน ก.พ.-มิ.ย.52…	75
5.10	เปอร์เซ็นต์รถขนส่งของแต่ละกลุ่มที่ใช้เวลาในระบบนานกว่าเป้าหมาย จำแนกตามช่วงเวลาที่เข้ารับบริการระหว่างเดือน ก.พ.-มิ.ย.52…….	77
5.11	กราฟเปรียบเทียบเวลาที่ใช้จริงเฉลี่ย เวลาประเมินเฉลี่ย และเวลาเป้าหมายของโรงงาน……	78
5.12	ประสิทธิภาพของเวลาที่รถขนส่งแต่ละกลุ่มใช้ในระบบจำแนกตามช่วงเวลาที่เข้ารับบริการ……	81
5.13	ประสิทธิภาพของเวลาที่ใช้ในระบบโดยเฉลี่ยของรถขนส่งแต่ละกลุ่ม……..	82
5.14	ประสิทธิภาพของเวลาที่ขั้นตอนการตรวจสอบของรถขนส่งระหว่างเดือน ก.พ.-มิ.ย.52 จำแนกตามช่วงเวลาที่เข้ารับบริการ……	84

5.15	ประสิทธิภาพโดยเฉลี่ยของเวลาที่ขั้นตอนการตรวจสอบของรถขนส่งที่เข้ารับบริการระหว่างเดือน ก.พ.-มิ.ย.52.....	86
5.16	ประสิทธิภาพของเวลาที่ขั้นตอนการจัดเก็บเพื่อทำลายของรถขนส่งระหว่างเดือน ก.พ.-มิ.ย.52 จำแนกตามช่วงเวลาที่เข้ารับบริการ.....	86
5.17	ประสิทธิภาพโดยเฉลี่ยของเวลาที่ขั้นตอนการจัดเก็บเพื่อทำลายของรถขนส่งที่เข้ารับบริการระหว่างเดือน ก.พ.-มิ.ย.52.....	88
5.18	ความถูกต้องของแผนการขนส่งวัสดุที่ไม่ใช้แล้วระหว่างเดือน ก.พ.-มิ.ย.52.....	89
5.19	ปริมาณเฉลี่ยของวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่เข้าออกต่อวันระหว่างดือน ก.พ.-มิ.ย.52.....	90
5.20	เปอร์เซ็นต์วัตถุดิบทดแทนที่ได้ผลการทดสอบล่าช้า.....	91
5.21	เปอร์เซ็นต์รถขนส่งของแต่ละประเภทงานของขั้นตอนการตรวจสอบ.....	93
5.22	สถานีเก็บตัวอย่าง.....	93
5.23	เปอร์เซ็นต์รถขนส่งที่ใช้บริการที่พื้นที่จัดเก็บต่างๆ.....	96
5.24	จำนวนรถขนส่งทั้งหมดและจำนวนรถขนส่งที่ใช้เวลานานกว่าเป้าหมายระหว่างเดือน ก.พ.52-ม.ค.53.....	103
5.25	ความถี่ของจำนวนรถขนส่งที่ใช้เวลาเป็นระยะต่างๆระหว่างเดือน ต.ค.52-ม.ค.53.....	103
5.26	เวลาที่รถขนส่งใช้ในระบบก่อนและหลังดำเนินการแก้ไขตามแผนระยะสั้น.....	104
5.27	อัตราการเข้ารับบริการของรถขนส่งและอัตราการให้บริการของโรงงานก่อนระหว่าง และหลังการปรับปรุงตามแผนแก้ไขระยะสั้น.....	107
5.28	เวลาที่รถขนส่งใช้โดยเฉลี่ยต่อคันตามแผนการเกลี่ยและที่เกิดขึ้นจริงหลังแก้ไข..	109
5.29	ความแตกต่างของเวลาตามแผนการเกลี่ยและเวลาที่เกิดขึ้นจริงหลังแก้ไข.....	109
5.30	จำนวนรถขนส่งและเวลารวมประมาณการระหว่างการศึกษา.....	110
5.31	จำนวนรถขนส่งและเวลารวมประมาณการภายหลังการปรับปรุง.....	111
5.32	ประสิทธิภาพของเวลาที่รถขนส่งใช้ในระบบภายหลังการแก้ไขจำแนกตามช่วงเวลาที่รถขนส่งเข้ารับบริการ.....	113
5.33	ประสิทธิภาพของเวลาที่รถขนส่งใช้ในระบบก่อนและหลังการแก้ไข.....	113
5.34	ความถูกต้องของแผนการขนส่งวัสดุที่ไม่ใช้แล้วระหว่างเดือน ก.พ.52-ม.ค.53...	114

บทที่ 1
บทนำ

ผลจากการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศไทยในช่วงที่ผ่านมาทำให้มีการเติบโตของภาคอุตสาหกรรมและการเพิ่มจำนวนของโรงงานอุตสาหกรรมมากขึ้น ซึ่งผลกระทบที่เกิดตามมาอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้คือปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมโดยรอบพื้นที่ใกล้เคียง ทั้งมลภาวะที่เกิดจากวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต มลภาวะที่เกิดจากกระบวนการผลิต มลภาวะจากการขนส่ง รวมถึงการปล่อยของเสีย และการทิ้งของเหลือจากกระบวนการผลิตลงสู่ระบบนิเวศน์ ล้วนแล้วแต่เป็นสาเหตุหลักของอุตสาหกรรมที่สร้างปัญหาให้กับสิ่งแวดล้อมทั้งสิ้น ดังนั้นผู้ประกอบการจึงต้องมีระบบการจัดการทางด้านสิ่งแวดล้อมที่ดีเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อมซึ่งจะสร้างความเสียหายต่อมนุษย์และสิ่งมีชีวิตในธรรมชาติ นอกจากกระบวนการผลิตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมแล้ว วิธีการจัดการของทิ้งจากกระบวนการผลิตก็เป็นอีกหนึ่งเรื่องที่ต้องให้ความสำคัญ ยิ่งอุตสาหกรรมเติบโตมากขึ้น ปริมาณของทิ้งก็เพิ่มมากขึ้นเช่นกัน หากไม่มีวิธีการกำจัดที่เหมาะสมแล้วประเทศของเราก็คงจะเต็มไปด้วยขยะอุตสาหกรรม สารพิษที่เจือปนอยู่ก็จะแพร่กระจายออกสู่สิ่งแวดล้อมและกลายเป็นปัญหามลพิษซึ่งสร้างความเสียหายอย่างมหาศาลในที่สุด

1.1 ความเป็นมาของปัญหา

1.1.1.ความเป็นมาของการกำจัดวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว

ภายหลังประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมเรื่อง การกำจัดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว พ.ศ.2548 มีผลบังคับใช้เมื่อ 26 เมษายน พ.ศ.2549 ซึ่งกำหนดให้ผู้ก่อกำเนิดวัสดุที่ไม่ใช้แล้วต้องดำเนินการขออนุญาตนำวัสดุที่ไม่ใช้แล้วออกไปกำจัดนอกโรงงานรวมทั้งแจ้งการขนส่งวัสดุที่ไม่ใช้แล้วออกนอกโรงงานต่อกรมโรงงานอุตสาหกรรม นอกจากนั้นผู้ที่ทำหน้าที่รวบรวมและขนส่งรวมทั้งผู้บำบัดและกำจัดวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว จะต้องได้รับอนุญาตจากกรมโรงงานอุตสาหกรรมในการขนส่ง รับกำจัดหรือบำบัดวัสดุที่ไม่ใช้แล้วด้วยเช่นกัน ทั้งนี้จำนวนของผู้ก่อกำเนิด ผู้ขนส่ง และผู้เก็บรวบรวม บำบัดและกำจัดวัสดุที่ไม่ใช้ที่ได้ดำเนินการขออนุญาตต่อกรมโรงงานอุตสาหกรรมตั้งแต่ปี พ.ศ. 2548 จนถึง พ.ศ. 2551 เป็นดังตารางที่ 1.1

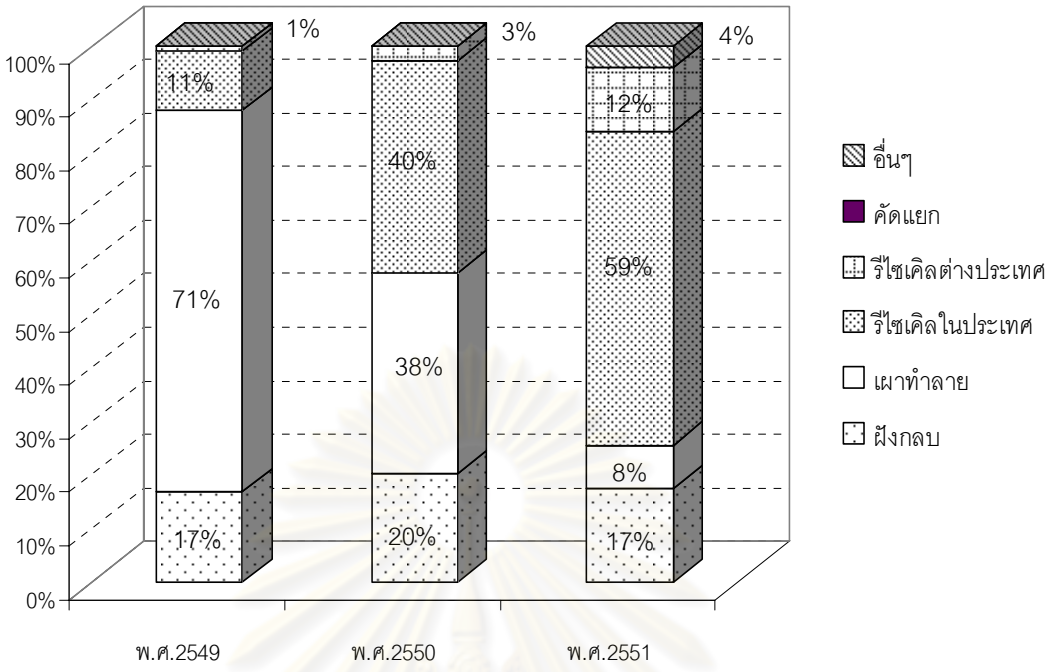
ตารางที่ 1.1 จำนวนหน่วยงานที่ได้ดำเนินการแสดงรายการวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่ขนส่งต่อกรมโรงงานอุตสาหกรรมในระหว่างปี พ.ศ. 2548 - 2551

ประเภท	จำนวนหน่วยงานสะสม (ราย)			
	พ.ศ. 2548	พ.ศ.2549	พ.ศ.2550	พ.ศ.2551
ผู้ก่อกำเนิดของเสียอันตราย	2,809	4,236	5,396	6,261
ผู้ขนส่งของเสียอันตราย	485	981	1,279	1,425
ผู้เก็บรวบรวม บำบัดและกำจัดของเสียอันตราย	184	317	403	473
รวม	3,478	5,534	7,078	8,159

จากข้อมูลในตารางที่ 1.1 แสดงให้เห็นว่ามีจำนวนผู้ที่แสดงตนเป็นผู้ก่อกำเนิดวัสดุที่ไม่ใช้แล้วอันตรายเพียง 6,261 ราย หรือ 31.34% ของจำนวนโรงงานจำพวกที่ 2 และ 3 ทั้งหมด 84,195 โรงงาน (กรมควบคุมมลพิษ, 2551) ยังมีผู้ประกอบการที่เป็นผู้ก่อกำเนิดวัสดุที่ไม่ใช้แล้วบางส่วนที่ไม่มีการแจ้งรายงานข้อมูลการจัดการวัสดุที่ไม่ใช้แล้วกลับมายังหน่วยงานกำกับดูแล ซึ่งได้แก่ กรมโรงงานอุตสาหกรรม และการนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย

1) วิธีการบำบัดหรือกำจัดวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว

วิธีการบำบัดหรือกำจัดวัสดุที่ไม่ใช้แล้วนั้นมีหลายวิธี เช่น การฝังกลบ การเผาทำลาย และการรีไซเคิล ในอดีตการกำจัดวัสดุที่ไม่ใช้แล้วมักกระทำโดยวิธีการเผาทำลายมากกว่าวิธีการอื่น ทำให้วัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ถูกเผาทิ้งไปด้วย ต่อมาได้มีการรณรงค์ให้มีการคัดแยกเพื่อนำวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่สามารถรีไซเคิลได้กลับมาใช้ประโยชน์ ส่งผลให้วัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่ถูกกำจัดด้วยวิธีการเผาทำลายลดปริมาณลง ในขณะเดียวกันวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่ถูกนำไปรีไซเคิลก็เพิ่มปริมาณมากขึ้น ดังภาพที่ 1.1



ที่มา: รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทยปี 2549, 2550 และ 2551 โดยกรมควบคุมมลพิษ

ภาพที่ 1.1 สัดส่วนของวิธีการกำจัดวัสดุที่ไม่ใช้แล้วตั้งแต่ปี พ.ศ. 2549 – 2551

วัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ถ้าเป็นวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่ไม่เป็นอันตราย จะถูกนำไปกำจัดด้วยวิธีฝังกลบ หากเป็นอันตรายจะถูกกำจัดด้วยวิธีการเผาทำลาย ซึ่งการกำจัดด้วยวิธีเผาทำลายนั้นอาจใช้วิธีการเผาในเตาเผาปูนซีเมนต์หรือเตาเผาของเสียอันตราย

ในปัจจุบันการกำจัดวัสดุที่ไม่ใช้แล้วด้วยการเผาในเตาเผาปูนซีเมนต์เป็นทางเลือกที่ได้รับความสนใจมากขึ้น เนื่องจากอุณหภูมิที่ใช้ในเตาเผาที่สูงถึง 1,450 องศาเซลเซียสสามารถเผาไหม้วัสดุที่ไม่ใช้แล้วได้ภายในเวลาอันรวดเร็ว ทั้งยังไม่ทิ้งเถ้าที่เหลือจากการเผาไหม้ให้เป็นภาระในการกำจัด เนื่องจากได้ผสมรวมเป็นเนื้อเดียวกันกับปูนซีเมนต์ที่ผลิตเรียบร้อยแล้ว จึงเป็นวิธีการกำจัดวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้วัสดุที่ไม่ใช้แล้วบางประเภทที่นำมาเผาทำลายสามารถปลดปล่อยพลังงานความร้อนออกมาในระหว่างการเผาไหม้ ซึ่งพลังงานความร้อนนี้สามารถนำไปใช้ทดแทนพลังงานความร้อนจากเชื้อเพลิงที่ใช้ในกระบวนการผลิต ส่งผลให้ปริมาณการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ ไม่ว่าจะเป็นถ่านหิน หรือลิกไนต์ ซึ่งเป็นเชื้อเพลิงในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์นั้นลดลงอีกประการหนึ่งด้วย นอกจากวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่สามารถใช้ทดแทนเชื้อเพลิงในกระบวนการผลิตแล้ว วัสดุที่ไม่ใช้แล้วบางชนิดยังมีองค์ประกอบทางเคมีเหมือนกับวัตถุดิบที่ใช้ใน

การผลิตปูนซีเมนต์ เช่น แคลเซียมออกไซด์ ซิลิกา อลูมินา และสารประกอบออกไซด์ของเหล็ก ซึ่งสามารถนำมาใช้ทดแทนวัตถุดิบในกระบวนการผลิต ช่วยลดปริมาณการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ ไม่ว่าจะเป็น หินปูน หินเฉล ดินลูกรัง ดินเหนียว และแร่เหล็กลงอีกทางหนึ่ง

2) ผู้รับบำบัดหรือกำจัดวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว

ในปัจจุบันมีโรงงานผู้รับบำบัดหรือกำจัดวัสดุที่ไม่ใช้แล้วจำนวน 427 โรงงาน (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2552) สามารถจำแนกได้เป็น 3 กลุ่มตามประเภทกิจการ ดังตารางที่ 1.2

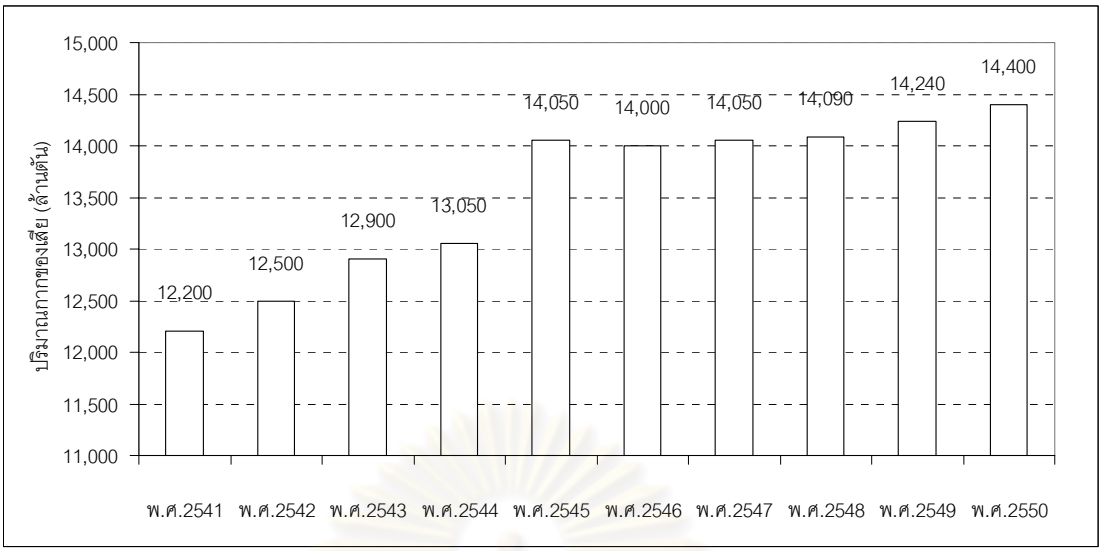
ตารางที่ 1.2 ประเภทของโรงงานผู้รับบำบัดและกำจัดวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว

ประเภทการจัดการกาก	วัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่เป็นอันตราย		วัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่ไม่เป็นอันตราย	
	จำนวนโรงงาน	ความสามารถ (ล้านตัน)	จำนวนโรงงาน	ความสามารถ (ล้านตัน)
เผาในเตาเผา	10	8.82	5	8.85
ฝังกลบ	4	0.92	8	0.51
รีไซเคิล	196	0.61	204	0.44

การกำจัดและบำบัดวัสดุที่ไม่ใช้แล้วด้วยวิธีการเผาในเตาเผาปูนซีเมนต์นั้นจัดอยู่ในกิจกรรมประเภทโรงงานปรับคุณภาพของเสียรวมเฉพาะสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว ซึ่งปัจจุบันมีโรงงานที่รับกำจัดและบำบัดวัสดุที่ไม่ใช้แล้วด้วยวิธีการเผาในเตาเผาปูนซีเมนต์อยู่ทั้งสิ้น 8 แห่ง (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2550) ส่วนใหญ่ตั้งอยู่ในจังหวัดสระบุรี และเริ่มกิจการตั้งแต่ปี พ.ศ. 2544 และ 2545

1.1.2 แนวโน้มของปริมาณวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว

การขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศไทยในช่วงหลายปีที่ผ่านมาส่งผลให้ปริมาณการผลิตรวมทั้งปริมาณการใช้สารเคมีของภาคอุตสาหกรรมเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ปริมาณวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่เกิดขึ้นจึงมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งปริมาณวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่เกิดขึ้นทั้งหมดโดยประมาณการตั้งแต่ปี พ.ศ.2541 ถึง พ.ศ.2550 เป็นดังภาพที่ 1.2 (กรมควบคุมมลพิษ, 2550)



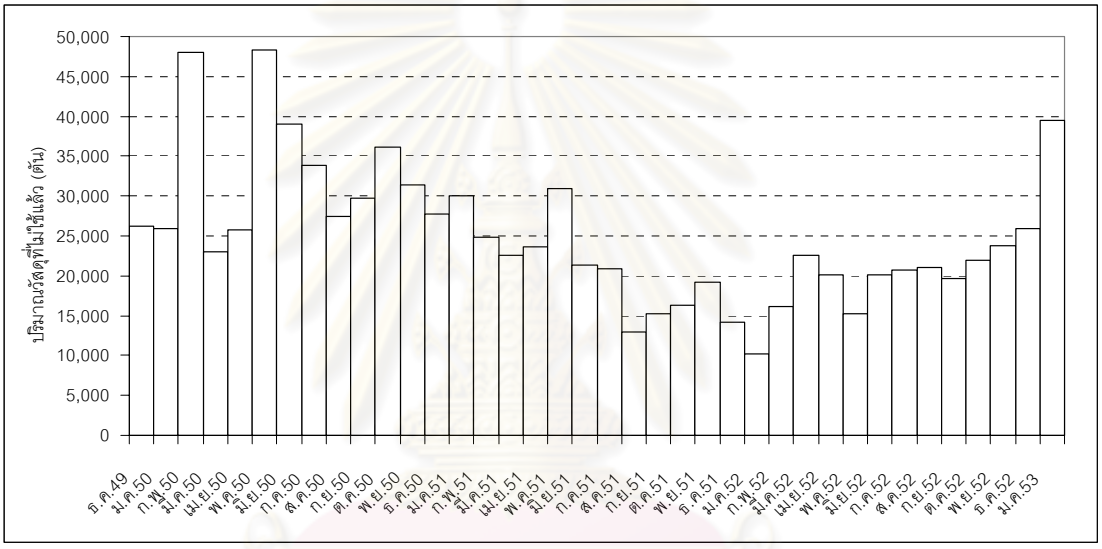
ภาพที่ 1.2 ปริมาณวัสดุที่ไม่ใช้แล้วโดยประมาณการระหว่างปี พ.ศ.2541–2550

เนื่องจากสภาวะการแข่งขันทางการค้าที่มุ่งเน้นการก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด ประกอบกับที่ผ่านมาหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้ส่งเสริมและสนับสนุนให้ภาคอุตสาหกรรมมีการใช้เทคโนโลยีสะอาดในการผลิตเพื่อลดการเกิดวัสดุที่ไม่ใช้แล้วอย่างต่อเนื่องมาเป็นระยะเวลาหนึ่งแล้ว จึงคาดว่าอัตราการเพิ่มขึ้นของปริมาณวัสดุที่ไม่ใช้แล้วในประเทศไทยในอนาคตจะไม่เพิ่มสูงมาก (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2552)

1.1.3 ที่มาของปัญหา

ปริมาณวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่ถูกกำจัดด้วยวิธีการเผาทำลายนั้นมีแนวโน้มลดลงตั้งแต่ปี พ.ศ.2549 เป็นต้นมา เนื่องจากมีการนำวัสดุที่ไม่ใช้แล้วกลับไปรีไซเคิลเพื่อใช้ประโยชน์มากขึ้น ทำให้การแข่งขันของกลุ่มผู้ประกอบการที่รับกำจัดและบำบัดวัสดุที่ไม่ใช้แล้วด้วยวิธีการเผาในเตาเผาปูนซีเมนต์เพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากเป้าหมายหลักของการกำจัดวัสดุที่ไม่ใช้แล้วนั้นไม่ใช่รายได้จากค่ากำจัดเพียงอย่างเดียว แต่เป็นการประหยัดต้นทุนพลังงานและต้นทุนวัตถุดิบที่ได้จากการใช้วัสดุที่ไม่ใช้แล้วเป็นเชื้อเพลิงและวัตถุดิบทดแทนในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์ นอกจากนี้หลายโรงงานมีการกำหนดนโยบายเรื่องการพัฒนาอย่างยั่งยืนโดยหนึ่งในแนวทางปฏิบัติคือการนำวัสดุที่ไม่ใช้แล้วมาใช้เป็นเชื้อเพลิงและวัตถุดิบทดแทน โดยกำหนดเป้าหมายในการใช้วัสดุที่ไม่ใช้แล้วเพื่อทดแทนเชื้อเพลิงและวัตถุดิบในกระบวนการผลิตในปริมาณที่เพิ่มสูงขึ้นทุกปีซึ่งนับเป็นความท้าทายอย่างยิ่งสำหรับผู้ประกอบการในการแสวงหาวัสดุที่ไม่ใช้แล้วมาใช้ในกระบวนการผลิตได้ตามเป้าหมายที่ตั้งไว้

จากการสำรวจข้อมูลของโรงงานกรณีศึกษาซึ่งเป็นหนึ่งในผู้รับบำบัดและกำจัดวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่ได้รับอนุญาตจากกรมโรงงานอุตสาหกรรม และได้ดำเนินโครงการบริหารพลังงานทดแทนเพื่อการผลิตปูนซีเมนต์ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2544 โดยแนวโน้มของปริมาณวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่รับกำจัดตั้งแต่เดือนธันวาคม พ.ศ.2549 ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ.2553 เป็นดังภาพที่ 1.3 เมื่อเปรียบเทียบกับสัดส่วนของวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่กำจัดด้วยวิธีเผาทำลายในภาพที่ 1.2 แล้วพบว่ามีแนวโน้มลดลงสอดคล้องกันในช่วงปี พ.ศ. 2549 และ พ.ศ. 2550 แต่ในปี พ.ศ.2552 วัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่โรงงานกรณีศึกษารับกำจัดมีแนวโน้มสูงขึ้นเป็นลำดับ

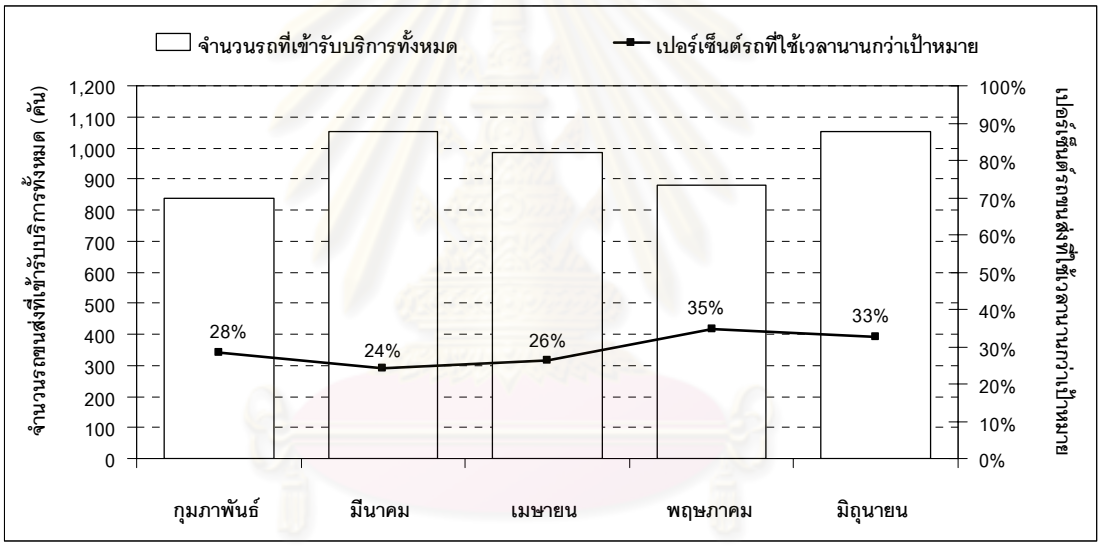


ภาพที่ 1.3 ปริมาณวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่โรงงานกรณีศึกษารับกำจัดเป็นรายเดือนระหว่างเดือน ธ.ค.49-ม.ค.53

การกำจัดและบำบัดวัสดุที่ไม่ใช้แล้วนั้นถือเป็นธุรกิจบริการอย่างหนึ่ง ซึ่งคุณภาพและความรวดเร็วของการบริการเป็นปัจจัยสำคัญที่จะสร้างความพึงพอใจให้กับผู้ใช้บริการ โรงงานกรณีศึกษาจึงได้มีการกำหนดเป้าหมายของเวลาที่ใช้ในการให้บริการรถขนส่งวัสดุที่ไม่ใช้แล้วแต่ละคันที่เข้ามาใช้บริการต้องไม่เกิน 3 ชั่วโมง 30 นาที ซึ่งจากการสำรวจข้อมูลของเวลาที่รถขนส่งใช้ในระบบระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ.2552 พบว่ามีปัญหาเรื่องความล่าช้าในการให้บริการเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องและมีแนวโน้มสูงขึ้นเป็นลำดับดังตารางที่ 1.3 และภาพที่ 1.4

ตารางที่ 1.3 จำนวนรถขนส่งทั้งหมดและจำนวนรถขนส่งที่ใช้เวลาในระบบนานกว่าเป้าหมาย ระหว่างเดือน ก.พ.-มิ.ย.52

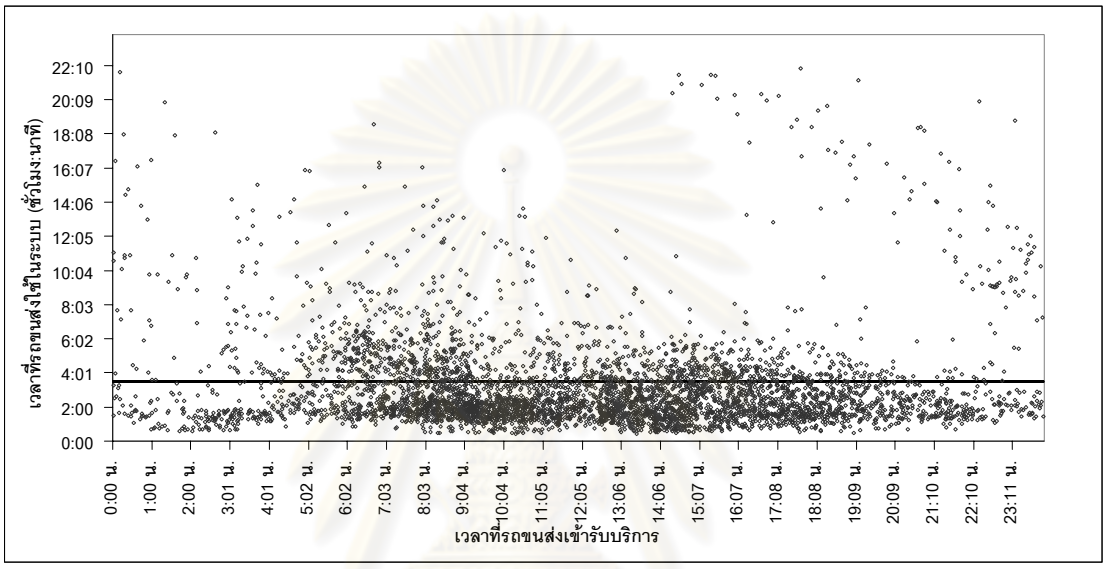
เดือน	จำนวนรถขนส่งทั้งหมด (คัน)	จำนวนรถขนส่งที่ใช้เวลานานกว่าเป้าหมาย (คัน)	เปอร์เซ็นต์
กุมภาพันธ์	836	237	28%
มีนาคม	1,054	255	24%
เมษายน	986	260	26%
พฤษภาคม	881	305	35%
มิถุนายน	1,051	342	33%
รวม	4,808	1,399	29%



ภาพที่ 1.4 จำนวนรถขนส่งที่เข้ารับบริการทั้งหมดและจำนวนของรถขนส่งที่ใช้เวลาในระบบนานกว่าเป้าหมายระหว่างเดือน ก.พ.-มิ.ย.52

ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงนำไปสู่การศึกษาเพื่อปรับปรุงกระบวนการให้บริการกำจัดวัสดุที่ไม่ใช้แล้วของโรงงานกรณีศึกษาที่ประสบปัญหาความล่าช้าในการให้บริการลูกค้า ซึ่งมีผลกระทบต่อความพึงพอใจของลูกค้าและอาจส่งผลให้ลูกค้าเปลี่ยนใจไปใช้บริการจากผู้ประกอบการรายอื่น ซึ่งในธุรกิจการบริการนั้นความพึงพอใจของลูกค้านับว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญที่จะสามารถทำให้ธุรกิจประสบความสำเร็จหรือล้มเหลว โดยเฉพาะในสภาวะที่มีการแข่งขันสูงและลูกค้ามีทางเลือกหลากหลาย

จากข้อมูลของเวลาที่รถขนส่งใช้ในระบบระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ.2552 พบว่าเวลาที่รถขนส่งหนึ่งคันใช้ในระบบมีการกระจายสูงมากดังภาพที่ 1.5 โดยเวลาเฉลี่ยที่รถขนส่งหนึ่งคันใช้ในระบบเท่ากับ 3 ชั่วโมง 12 นาที เวลาที่เร็วที่สุดที่รถขนส่งใช้ในระบบเท่ากับ 24 นาที เวลาที่ช้าที่สุดที่รถขนส่งใช้ในระบบเท่ากับ 22 ชั่วโมง 1 นาที และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเวลาที่รถขนส่งใช้ในระบบเท่ากับ 2 ชั่วโมง 47 นาที ดังตารางที่ 1.4

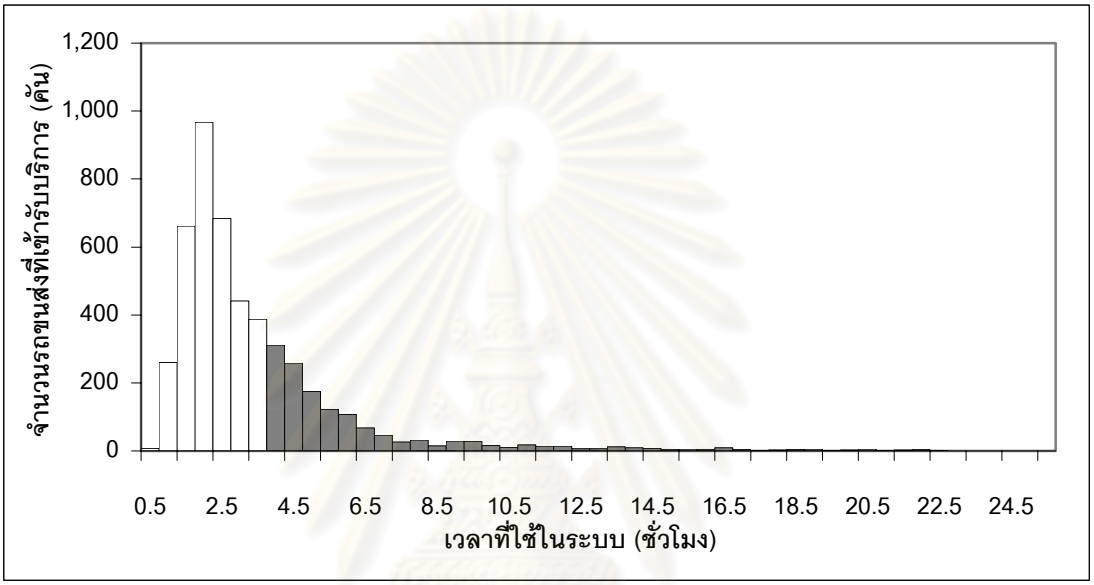


ภาพที่ 1.5 แผนภาพการกระจายของเวลาที่รถขนส่งใช้ในระบบระหว่างเดือน ก.พ.-มิ.ย.52

ตารางที่ 1.4 เวลาที่รถขนส่งใช้ในระบบระหว่างเดือน ก.พ.-มิ.ย.52

เดือน	เวลาที่รถขนส่งใช้ในระบบ (ชั่วโมง:นาที)			
	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	เวลาที่เร็วที่สุด	เวลาที่นานที่สุด
กุมภาพันธ์	3:11	2:57	0:28	22:01
มีนาคม	2:51	2:26	0:28	2:37
เมษายน	2:59	2:19	0:24	17:38
พฤษภาคม	3:23	2:54	0:30	21:46
มิถุนายน	3:38	3:12	0:29	4:11
รวม	3:12	2:47	0:24	22:01

กราฟความถี่ของเวลาเฉลี่ยที่รถขนส่งใช้ในระบบระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ.2552 มีลักษณะเบ้ขวา ดังภาพที่ 1.6 แสดงว่าปัญหาความล่าช้าในการให้บริการของโรงงานกรณีศึกษาสามารถแก้ไขปรับปรุงได้เนื่องจากลูกค้าส่วนมากใช้เวลาในระบบเร็วกว่าเป้าหมายที่โรงงานกำหนด มีลูกค้าเพียงส่วนน้อยเท่านั้นที่ใช้เวลาในระบบนานกว่าเป้าหมาย โดยจำนวนรถขนส่งที่ใช้เวลาในระบบนานกว่า 3 ชั่วโมง 30 นาที ซึ่งเป็นเวลาเป้าหมายในการให้บริการของโรงงานกรณีศึกษาคิดเป็นพื้นที่ 29%ดังพื้นที่แรเงา



ภาพที่ 1.6 ความถี่ของจำนวนรถขนส่งกับเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในระบบระหว่างเดือน ก.พ.-มิ.ย.52

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

วัตถุประสงค์ของการวิจัยมีดังนี้

1. เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของความล่าช้าของกระบวนการให้บริการกำจัดวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว
2. เพื่อลดเวลารอคอยภายในกระบวนการให้บริการกำจัดวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว
3. เพื่อหาแนวทางลดเวลาเฉลี่ยที่รถขนส่งใช้ในระบบ
4. เพื่อหาแนวทางลดความแปรปรวนของเวลาที่รถขนส่งใช้ในระบบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ขอบเขตของการวิจัยมีดังนี้

1. ศึกษาและปรับปรุงกระบวนการให้บริการกำจัดวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว ซึ่งกระบวนการประกอบด้วย 3 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ การตรวจรับ การตรวจสอบ และการจัดเก็บเพื่อทำลาย

2. เวลาที่รถขนส่งใช้ในระบบเริ่มนับภายหลังจากการตรวจสภาพเบื้องต้นก่อนขั้นตอนการตรวจรับเสร็จสิ้นลงและผลการตรวจสภาพผ่านเกณฑ์การยอมรับ จนกระทั่งเสร็จสิ้นการชั่งน้ำหนักขาออกที่ขั้นตอนการจัดเก็บเพื่อทำลาย

3. อัตราการกำจัดเชื้อเพลิงและวัตถุดิบทดแทนมีค่าคงที่ตลอดช่วงเวลาที่ทำการศึกษา

1.4 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัยมีดังนี้

1) รถขนส่ง หมายถึง รถขนส่งวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว

2) ผู้ขนส่ง หมายถึง พนักงานขับรถขนส่งวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว

3) ลูกค้า หมายถึง ผู้ที่ได้ทำสัญญาตกลงกันว่าจะส่งวัสดุที่ไม่ใช้แล้วมากำจัดที่โรงงาน

4) วันทำการปกติ หมายถึง วันจันทร์ ถึง วันศุกร์

5) วันสุดสัปดาห์ หมายถึง วันเสาร์และวันอาทิตย์

6) เวลาทำการปกติ หมายถึง เวลา 08:00น.-17:00น.

7) กะดึก หมายถึง เวลา 00:00น.-08:00น.

8) กะเช้า หมายถึง เวลา 08:00น.-17:00น.

9) กะบ่าย หมายถึง เวลา 17:00น.-24:00น.

10) ความล่าช้า หมายถึง เวลาที่รถขนส่งใช้ในระบบนานกว่าเวลาเป้าหมายที่โรงงานกำหนดที่ 3 ชั่วโมง 30 นาที

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับมีดังนี้

1. เวลาเฉลี่ยที่รถขนส่งใช้ในระบบลดลง ช่วยเพิ่มความสามารถของระบบในการรองรับปริมาณของรถขนส่งที่เพิ่มขึ้นในอนาคต และสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้าในบริการที่รวดเร็ว

2. ความแปรปรวนของเวลาที่รถขนส่งใช้ในระบบลดลง ช่วยสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้าอย่างเท่าเทียมกัน และช่วยให้การวางแผนงานมีความถูกต้องมากขึ้น

3. ลดเวลารอคอยที่เกิดขึ้นในกระบวนการ

4. ทำให้ทราบเวลาประเมินโดยเฉลี่ยของขั้นตอนการทำงานในกระบวนการให้บริการกำจัดวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว ซึ่งสามารถใช้เป็นแนวทางในการกำหนดเป้าหมายของเวลาที่ใช้ให้บริการให้มีความเหมาะสมกับการปฏิบัติงานมากขึ้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สำหรับแนวคิดที่ใช้สำหรับการศึกษานี้ประกอบด้วยทฤษฎีการศึกษาเวลา และทฤษฎีแถวคอย ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.1 **การศึกษาเวลา** (Time Study)

วิจิตร ตัณฑสุทธิ์, วันชัย ริจิรวนิช, จรูญ มหิทธาฟองกุล และ ชูเวช ชาญสง่าเวช, 2545 ให้ความหมายของการศึกษาเวลาว่า คือ เทคนิคของการวัดผลงานเพื่อหาเวลาและอัตราการทำงานของงานส่วนย่อยของงานชิ้นหนึ่งๆ ภายใต้สภาวะหนึ่ง นอกจากนี้ก็เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลในการหาเวลาเท่าที่ควรในการทำงานชิ้นหนึ่งในระดับการทำงานที่เหมาะสม คือ ความเร็วหรือประสิทธิภาพปกติ

ขั้นตอนของการศึกษาเวลา

1. เลือกงานที่จะศึกษา โดยพิจารณาดังนี้

    1) เป็นงานใหม่ที่ไม่เคยทำมาก่อน

    2) เป็นการเปลี่ยนวัสดุหรืออุปกรณ์หรือวิธีการทำงาน ต้องใช้เวลามาตรฐานใหม่

    3) ได้รับคำร้องเรียนหรือวิจารณ์เกี่ยวกับเวลามาตรฐานเดิม

    4) มีงานจุดคอขวด (Bottleneck) ที่จุดใดจุดหนึ่งของสายการผลิต

    5) เครื่องจักรว่างเกินไป

2. บันทึกข้อมูลทั้งหมดที่จะทำได้ของงาน ผู้ปฏิบัติงาน และสภาพแวดล้อมการทำงานนั้น ซึ่งมีผลต่อการทำงานชิ้นนั้นทั้งหมด เช่น ชนิดของวัสดุ ชนิดของเครื่องจักร ขั้นตอนการทำงาน การจัดวางเครื่องจักร

3. แบ่งงานใหญ่ทั้งหมดออกเป็นงานย่อยๆ ดังนี้

    1) แยกงานย่อยให้เด่นชัด พร้อมทั้งระบุจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดให้ชัดเจน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2) งานย่อยต้องสามารถจับเวลาได้ กล่าวคือช่วงเวลาที่ใช้ทำงานย่อยนั้นต้องไม่สั้นจนเกินไป

3) จัดกลุ่มงานย่อยที่ทำติดต่อกันตามธรรมชาติไว้ในงานเดียวกัน

4) แยกงานที่คนควบคุมออกจากงานที่เครื่องจักรควบคุมให้ชัดเจน

5) แยกงานซ้ำซาก ได้แก่ งานที่เกิดขึ้นในทุกวัฏจักรงาน ออกจากงานครั้งคราวให้ชัดเจน

4. พิจารณางานย่อยๆที่แตกออก เพื่อให้เกิดความมั่นใจว่าจะได้วิธีที่เกิดผลดีที่สุด แล้วหาขนาดของตัวอย่าง (Sample Size)

$$n = \left(\frac{40\sqrt{n'\sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2 \qquad (2.1)$$

โดยที่ n = ขนาดของตัวอย่างที่ต้องการหา

n' = จำนวนตัวอย่างที่ทดลองจับเวลา

x = เวลาที่จับได้

5. วัดค่าโดยนาฬิกาจับเวลา แล้วบันทึกเวลาที่วัดได้ในแต่ละงานย่อย ซึ่งการจับเวลามี 2 แบบด้วยกัน คือ

1) จับเวลาสะสม (Cumulative Timing) คือ นาฬิกาจะเดินอยู่ตลอดนับตั้งแต่งานย่อยอันดับแรกของวัฏจักรแรกและไม่มีการหยุดจนกว่าจะเสร็จสิ้นการจับเวลา จึงต้องทำการจดบันทึกเวลาเมื่อเสร็จสิ้นแต่ละงานย่อยเอาไว้และนำไปหาผลต่างของนาฬิกาที่เดินหลังจากจับเวลาเสร็จเพื่อหาเวลาของแต่ละงานย่อยอีกครั้ง

2) จับแต่ละครั้ง คือ (Fly back Timing) เมื่องานย่อยแต่ละงานเสร็จสิ้นลง เข็มนาฬิกาจะกลับมาอยู่ที่ตำแหน่งศูนย์ ก่อนที่จะเริ่มจับเวลาของงานย่อยงานถัดไปโดยไม่มีการหยุดเดิน ดังนั้นจึงสามารถอ่านเวลาของแต่ละงานย่อยได้ทันที

6. พิจารณาอัตราการทำงานของผู้ปฏิบัติโดยอาศัยหลักการประเมินค่า (Rating) ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบอัตราการทำงานของคนที่วัดได้โดยผู้ทำการศึกษา กับอัตราการทำงานมาตรฐาน ซึ่งก็

คือ มาตรฐานการประมาณค่าที่กำหนดให้สเกลของการประเมินเป็น 100 สามารถหาค่าการประเมินได้ดังนี้

$$\text{ค่าการประเมิน} = \frac{\text{เลขประเมิน}}{\text{มาตรฐานการประเมิน}} \quad (2.2)$$

7. เปลี่ยนเวลาที่จับได้ (Observed time) เป็นเวลาพื้นฐาน (Basic time) ดังนี้

$$\text{เวลาพื้นฐาน} = \text{เวลาที่จับได้} \times \text{ค่าการประเมิน} \quad (2.3)$$

8. พิจารณาเวลาเผื่อ (Allowance) ซึ่งเวลาเผื่อแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

1) เวลาเผื่อล่าช้า (Delay Allowance) มี 2 ลักษณะ คือ แบบหลีกเลี่ยงไม่ได้ เช่น เครื่องจักรเสีย พนักงานไม่พร้อมปฏิบัติงาน วัตถุดิบขาดแคลน และแบบหลีกเลี่ยงได้ เช่น การปรับตั้ง การทำความสะอาดเครื่องจักร

2) เวลาเผื่อส่วนตัว (Personal Allowance) เช่น การหยุดพักเพื่อไปห้องน้ำ

3) เวลาเผื่อเนื่องจากความเหนื่อยล้า (Fatigue Allowance) เช่น กรณีที่ทำงานหนักสภาพอากาศร้อน

9. หาเวลามาตรฐาน (Standard time) สำหรับงานนั้น ดังนี้

$$\text{เวลามาตรฐาน} = \text{เวลาพื้นฐาน} + \text{เวลาเผื่อ} \quad (2.4)$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.2 **ทฤษฎีแถวคอย** (Queuing theory)

ทฤษฎีแถวคอยถูกพัฒนาโดย เอ.เค.เออร์แลง (A.K Erlang) วิศวกรชาวเดนมาร์กผู้ริเริ่มพัฒนาเป็นคนแรกใน พ.ศ. 2453 ต่อมาได้มีผู้ทำการศึกษาระบบแถวคอยในลักษณะอื่นๆ และนำทฤษฎีแถวคอยไปใช้ในการคำนวณเพื่อการวิเคราะห์และการตัดสินใจ ทำให้ตัวแบบแถวคอยเป็นเทคนิคเชิงปริมาณที่มีรูปแบบหลากหลายขึ้นอยู่กับรูปแบบและลักษณะของระบบแถวคอยนั้น ๆ

แถวคอยเกิดขึ้นเมื่อความต้องการรับบริการมีมากกว่าความสามารถในการให้บริการ ดังนั้นการจัดให้มีจำนวนหน่วยให้บริการที่เพียงพอจึงเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างยิ่ง ซึ่งในการจัดการ

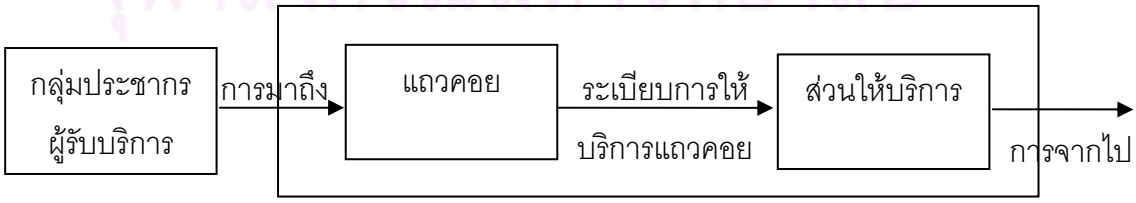
บริการให้เพียงพอกับความต้องการนั้น จำเป็นต้องทราบว่าจะมีลูกค้าเข้ามารับบริการเป็นจำนวนเท่าใดและเมื่อไร ตลอดจนเวลาที่ใช้ในการให้บริการลูกค้าแต่ละราย ถ้ามีจำนวนหน่วยให้บริการน้อยเกินไปจะเกิดแถวคอย ซึ่งนับเป็นการสูญเสียค่าใช้จ่ายอย่างหนึ่ง นอกจากนั้นยังอาจทำให้เสียลูกค้าด้วย ในทางตรงข้ามถ้าจัดให้มีหน่วยให้บริการมากเกินไปก็จะสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายโดยใช่เหตุ การจัดหาจำนวนหน่วยให้บริการที่เหมาะสมคือ มีความสมดุลกันระหว่างค่าใช้จ่ายในการให้บริการและค่าใช้จ่ายในการรอรับบริการ ทั้งนี้สามารถนำเทคนิคเชิงปริมาณมาช่วยพิจารณาได้

องค์ประกอบของระบบแถวคอย

ระบบแถวคอยประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญ 3 ส่วน คือ

1. ลูกค้า หรือผู้รับบริการ
2. แถวคอย
3. หน่วยให้บริการ หรือ ส่วนให้บริการ

กระบวนการของการรอคอยโดยทั่วไปจะประกอบด้วยองค์ประกอบและเหตุการณ์ที่สำคัญ คือ การมาถึงของผู้รับบริการ การตั้งแถวคอย การเข้ารับบริการและการจากไป กระบวนการจะเริ่มต้นจากมีผู้รับบริการจากกลุ่มประชากรผู้รับบริการเข้ามาในระบบแถวคอยเพื่อรับบริการ ถ้าส่วนให้บริการว่างผู้รับบริการก็จะได้รับบริการทันทีจนเสร็จเรียบร้อย แล้วจึงออกไปจากระบบแถวคอย แต่ถ้าส่วนบริการกำลังให้บริการผู้รับบริการอื่นอยู่ ผู้รับบริการที่เข้ามาใหม่จะต้องเข้าแถวคอยเพื่อรอรับบริการ พวกที่อยู่ในแถวคอยจะได้รับบริการตามระเบียบการให้บริการแถวคอย เมื่อรับบริการเสร็จแล้วจึงออกจากระบบแถวคอย กระบวนการของการรอคอยดังกล่าวเป็นดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 กระบวนการของระบบแถวคอย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ในการวิเคราะห์ระบบแถวคอยจะต้องมีสมมุติฐานเกี่ยวกับคุณสมบัติขององค์ประกอบของระบบแถวคอย อันได้แก่ คุณสมบัติของผู้รับบริการ คุณสมบัติของแถวคอย และคุณสมบัติของส่วนบริการ

คุณสมบัติของผู้รับบริการ

สำหรับองค์ประกอบของผู้รับบริการจะเกี่ยวข้องกับสิ่งต่อไปนี้

1. ขนาดของกลุ่มประชากรผู้รับบริการหรือจำนวนหน่วยของประชากร ประชากร คือ กลุ่มของสิ่งของหรือคนที่มีโอกาสจะเข้ามาใช้บริการในระบบ ลักษณะของกลุ่มประชากรผู้รับบริการจำแนกตามขนาดได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

(1) กลุ่มประชากรจำนวนจำกัด ได้แก่ กลุ่มประชากรที่มีจำนวนสมาชิกคงที่จำนวนหนึ่ง

(2) กลุ่มประชากรไม่จำกัดจำนวน ได้แก่กลุ่มประชากรที่มีจำนวนสมาชิกมากหรือนับไม่ถ้วน หรือไม่ทราบจำนวนที่แน่นอน

2. ลักษณะการมาถึง การมาถึงเป็นเหตุการณ์ที่แสดงว่าลูกค้ามีความต้องการการบริการ โดยมากเราจะเรียกสิ่งที่มา (คนหรือสิ่งของ) ว่าลูกค้าหรือผู้รับบริการ ลักษณะของการมาถึง จะมี 2 ลักษณะ ดังนี้

(1) แบบคงที่ ลูกค้าเข้ามารับบริการเป็นจำนวนเท่า ๆ กันในแต่ละช่วงเวลา

(2) แบบสุ่ม ลูกค้าเข้ามาในลักษณะที่ไม่แน่นอน ไม่สามารถทราบล่วงหน้า และการเข้ามาของลูกค้าแต่ละรายเป็นอิสระต่อกัน

3. พฤติกรรมของผู้มารับบริการ พิจารณาจากความอดทนในการรอรับบริการจำแนกเป็น 2 ประเภท คือ

(1) ลูกค้าที่เมื่อเข้ามาถึงระบบแล้วจะรอคอยจนกระทั่งได้รับบริการเสร็จ

(2) ลูกค้าที่เมื่อเข้ามาถึงระบบแล้วไม่เข้ารับบริการเมื่อพบว่าต้องมารอหรือออกจากแถวคอยก่อนที่จะได้รับบริการ

คุณสมบัติของแถวคอย

ลักษณะของสภาพแถวคอยจะเกี่ยวข้องกับสิ่งต่อไปนี้

1. สถานที่ที่รอคอย ระบบแถวคอยบางระบบลูกค้ารออยู่ในสถานที่เดียวกัน

2. ขนาดแถวคอยที่เป็นไปได้ ในระบบแถวคอยบางระบบจำนวนลูกค้าที่รอคอยมีได้จำกัด ทั้งนี้อาจเป็นเพราะมีพื้นที่จำกัด

คุณสมบัติของส่วนให้บริการ

องค์ประกอบของส่วนให้บริการจะเกี่ยวข้องกับสิ่งต่อไปนี้

1. ผู้ให้บริการ เป็นองค์กระกอบหนึ่งของส่วนให้บริการ

2. ระเบียบการให้บริการแถวคอย หมายถึง กฎเกณฑ์ หรือวิธีการจัดลำดับลูกค้าในแถวคอยเพื่อเข้ารับบริการก่อนหลัง ซึ่งมีหลายวิธี ดังนี้

(1) ลูกค้าที่มาก่อนจะได้รับบริการก่อน (First Come, First Serve: FCFS)

(2) ลูกค้าที่มาทีหลังจะได้รับบริการก่อน (Last Come, First Serve: LCFS)

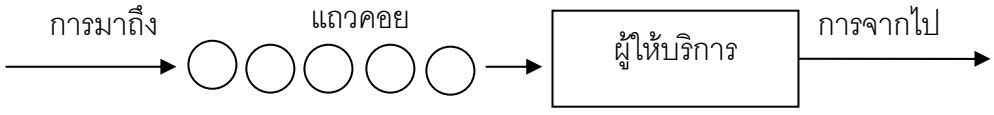
(3) ลูกค้าที่มีความจำเป็นมากกว่าจะได้รับบริการก่อน

การจัดอันดับมีได้หลายวิธีจึงควรคำนึงถึงความเหมาะสมในสถานการณ์ของระบบแถวคอยนั้น ๆ เป็นสำคัญ

3. การจัดวางผังระบบแถวคอย

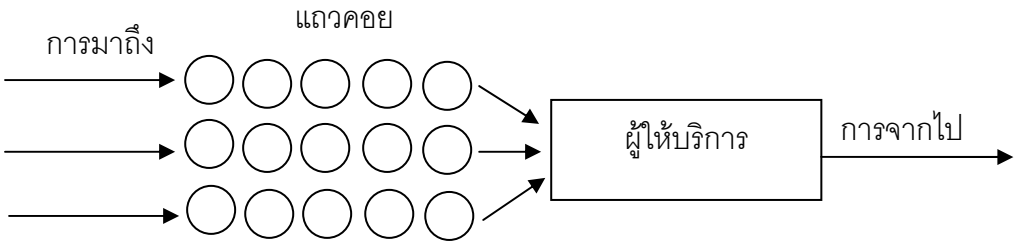
(1) ระบบแถวคอยที่มีหนึ่งขั้นตอน

รูปแบบที่มีผู้ให้บริการเพียงช่องเดียว และมีแถวคอยเพียงแถวเดียว เป็นรูปแบบระบบแถวคอยที่ง่ายและพบเห็นทั่วไป ดังภาพที่ 2.2



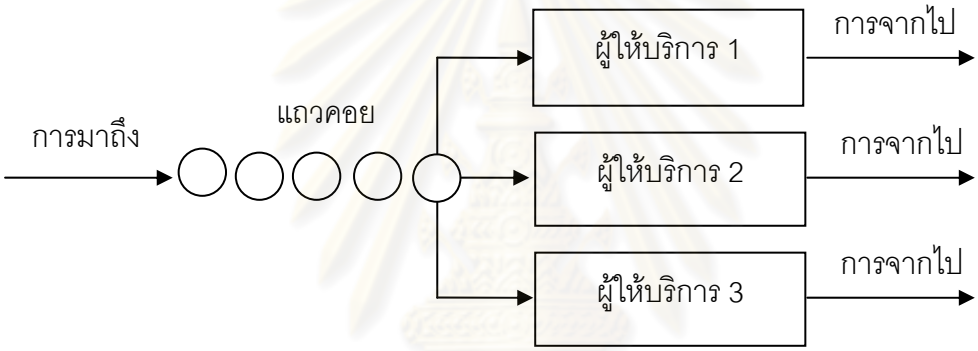
ภาพที่ 2.2 ระบบหนึ่งช่องให้บริการหนึ่งแถวคอย

รูปแบบที่มีผู้ให้บริการเพียงช่องเดียว แต่มีแถวคอยหลายแถว ดังภาพที่ 2.3



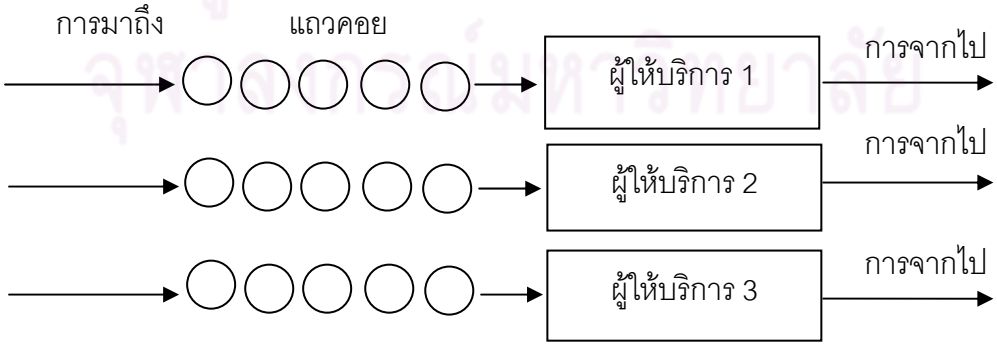
ภาพที่ 2.3 ระบบหนึ่งช่องให้บริการหลายแถวคอย

รูปแบบที่มีผู้ให้บริการหลายช่อง แต่มีแถวคอยเพียงแถวเดียวดังภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 ระบบหลายช่องให้บริการหนึ่งแถวคอย

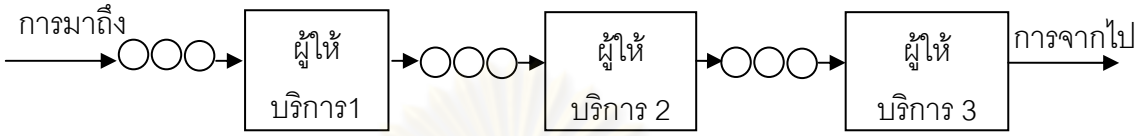
รูปแบบที่มีผู้ให้บริการหลายช่อง และมีแถวคอยหลายแถว ดังภาพที่ 2.5



ภาพที่ 2.5 ระบบหลายช่องให้บริการหลายแถวคอย

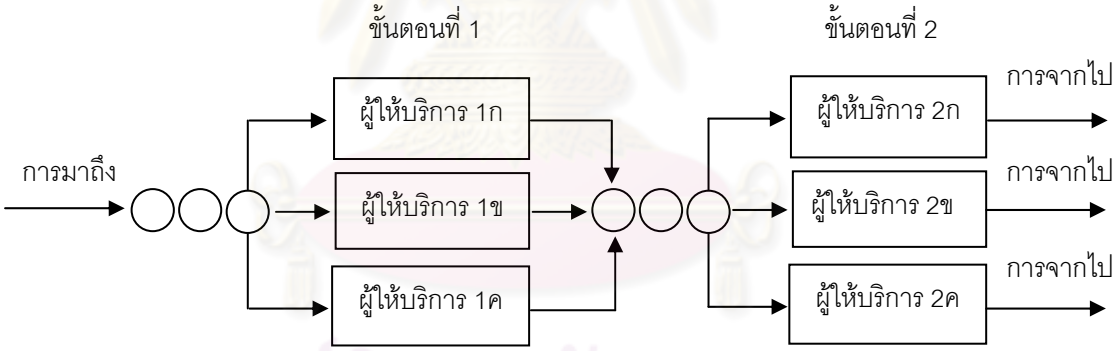
(2) ระบบแถวคอยที่มีหลายขั้นตอน

รูปแบบอนุกรมซึ่งมีหลายขั้นตอนโดยแต่ละขั้นตอนมีช่องให้บริการเพียงช่องเดียว ระบบงานนี้ลูกค้าเมื่อรับบริการจากจุดหนึ่งแล้วต้องไปรับบริการจุดอื่นต่อไปจนกว่าจะเสร็จงาน ดังภาพที่ 2.6



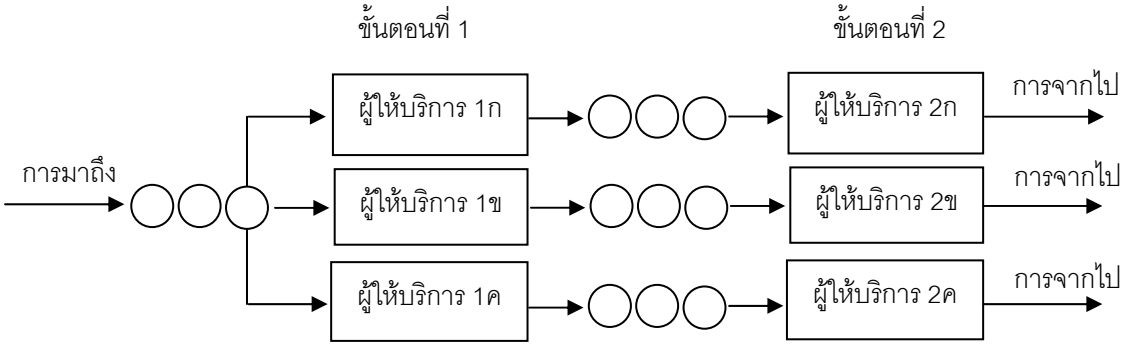
ภาพที่ 2.6 ระบบแบบอนุกรม และมี 1 แถวคอยทุกขั้นตอน

รูปแบบหลายช่องบริการ หลายขั้นตอน โดยมี 1 แถวคอยทั้งในขั้นตอนที่ 1 และขั้นตอนที่ 2 ดังภาพที่ 2.7



ภาพที่ 2.7 ระบบหลายช่องให้บริการ หลายขั้นตอน โดยมี 1 แถวคอยทุกขั้นตอน

รูปแบบหลายช่องบริการ หลายขั้นตอน โดยมี 1 แถวคอยทั้งในขั้นตอนที่ 1 และหลายแถวคอยในขั้นตอนที่ 2 ดังภาพที่ 2.8



ภาพที่ 2.8 ระบบหลายช่องให้บริการ หลายขั้นตอน โดยมี 1 แถวคอย และหลายแถวคอย

4. ลักษณะการให้บริการ (Service Characteristic) อาจเป็นแบบใดแบบหนึ่ง ดังนี้

(1) แบบคงที่ คือ การให้บริการลูกค้าได้จำนวนเท่า ๆ กันในแต่ละช่วงเวลา

(2) แบบสุ่ม คือ การให้บริการลูกค้าแต่ละรายไม่เหมือนกันจึงใช้เวลาในการให้บริการไม่เท่ากัน ซึ่งมากน้อยตามความต้องการของลูกค้า

การเก็บข้อมูลการเข้ารับบริการ

1. อัตราการเข้ารับบริการ (Arrival Rate;λ) คือ จำนวนลูกค้าที่เข้ามารับบริการในหนึ่งหน่วยเวลา ทั้งนี้ ต้องกำหนดหน่วยเวลาที่จะเก็บข้อมูล เช่น วัน ชั่วโมง หรือ นาที และทำการบันทึกจำนวนลูกค้าที่มาถึงระบบบริการในแต่ละหน่วยเวลา โดยต้องเก็บข้อมูลให้มากพอที่จะใช้หาค่าเฉลี่ย ซึ่งเป็นตัวแทนที่ดีของจำนวนลูกค้าที่เข้ามารับบริการ

2. เวลาเฉลี่ยระหว่างการเข้ารับบริการ (Average Inter-arrival Time) คือเวลาที่ลูกค้าแต่ละคนมาห่างกัน

การเก็บข้อมูลการให้บริการ

1. อัตราการให้บริการ (Service Rate; μ) คือ จำนวนลูกค้าที่ให้บริการในหนึ่งหน่วยเวลา เช่น วัน ชั่วโมง หรือ นาที และทำการบันทึกจำนวนลูกค้าที่ให้บริการในแต่ละหน่วยเวลาบริการ

2. เวลาในการให้บริการ (Service Time) คือเวลาที่ใช้ในการบริการลูกค้าแต่ละราย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สัญลักษณ์ที่ใช้ในทฤษฎีแถวคอย

สัญญลักษณ์ที่ใช้ในทฤษฎีของแถวคอย มีดังนี้

n จำนวนลูกค้าในระบบ

ρ สัดส่วนของเวลาในการทำงานของผู้ให้บริการ

Pn (t) ความน่าจะเป็นที่มีลูกค้า n หน่วยรออยู่ในระบบที่เวลา t ใดๆ

Pn ความน่าจะเป็นที่มีลูกค้า n หน่วยรออยู่ในระบบ

λ_n อัตราการเข้ารับบริการของลูกค้าเมื่อระบบมีลูกค้า n หน่วย

λ อัตราการเข้ารับบริการของลูกค้าโดยเฉลี่ย (จำนวนหน่วยเข้ารับบริการต่อหนึ่งหน่วยเวลา)

μ_n อัตราการการให้บริการเมื่อระบบมีลูกค้า n หน่วย

μ อัตราการการให้บริการโดยเฉลี่ย (จำนวนหน่วยได้รับบริการต่อหนึ่งหน่วยเวลา)

C จำนวนช่องหรือหน่วยบริการ

Ws เวลารอคอยเฉลี่ยของลูกค้าในระบบ

Wq เวลารอคอยเฉลี่ยของลูกค้าในแถวคอย

Ls จำนวนลูกค้าเฉลี่ยในระบบ

Lq จำนวนลูกค้าเฉลี่ยในแถวคอย

รูปแบบแถวคอยทั่วไป จะได้ความสัมพันธ์ ดังนี้

$$Ls = \lambda Ws \quad (2.5)$$

$$Lq = \lambda Wq \quad (2.6)$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

สัญลักษณ์ที่ใช้บอกลักษณะของปัญหาแถวคอยเป็นดังนี้

(a / b / c) : (d / e / f)

a การแจกแจงของการเข้ารับบริการหรือช่วงเวลาห่างระหว่างผู้มารับบริการแต่ละราย

b การแจกแจงของการให้บริการ

c จำนวนช่องทางบริการหรือสถานีบริการ

d วิธีเข้ารับบริการ

e จำนวนผู้เข้ารับบริการสูงสุดที่สามารถอยู่ในระบบ

f จำนวนผู้มีสิทธิเข้ารับบริการ

สัญลักษณ์ที่ใช้ในตำแหน่งของ a และ b อาจเป็นได้ ดังนี้

M การแจกแจงความน่าจะเป็นของลูกค้าที่เข้ามาสู่ระบบหรือลูกค้าที่ออกจากระบบเป็นแบบพัวซอง หรือการแจกแจงความน่าจะเป็นของช่วงเวลาระหว่างการเข้าสู่ระบบหรือช่วงเวลารับบริการเป็นแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล

D ช่วงเวลาระหว่างการเข้าสู่ระบบหรือเวลาสำหรับการให้บริการเป็นแบบคงที่ (constant or deterministic)

Ek ช่วงเวลาระหว่างการเข้าสู่ระบบหรือเวลาสำหรับการให้บริการมีการแจกแจงแบบเออร์แลง (erangian distribution)

GI การแจกแจงการเข้าสู่ระบบหรือช่วงเวลาการเข้ามาของลูกค้าเป็นแบบอิสระทั่ว ๆ ไป (general independent distribution)

GD การแจกแจงของการเสร็จจากการรับบริการหรือช่วงเวลารับบริการเป็นแบบทั่ว ๆ ไป (general distribution)

สัญลักษณ์ที่ใช้ในตำแหน่งของ d อาจเป็น ดังนี้

FCFS หลักเกณฑ์การให้บริการแบบมาก่อนได้รับบริการก่อน

LCFS หลักเกณฑ์การให้บริการแบบมาทีหลังแต่ได้รับบริการก่อน

SIRO หลักเกณฑ์การให้บริการแบบสุ่ม

GD หลักเกณฑ์การให้บริการแบบทั่วๆ ไป

การแจกแจงความน่าจะเป็นแบบพัวซอง

ฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น

$$f(x) = \frac{e^{-\lambda}\lambda^{x}}{x!} \qquad ,x = 0, 1, 2,\ldots, \lambda > 0 \qquad (2.7)$$

ค่าเฉลี่ย λ (2.8)

ความแปรปรวน λ (2.9)

การแจกแจงความน่าจะเป็นเอ็กซ์โปเนนเชียล

ฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น

$$f(x) = \lambda e^{-\lambda x} \quad , x >0, \lambda > 0 \qquad (2.10)$$

ค่าเฉลี่ย $\frac{1}{\lambda}$ (2.11)

ความแปรปรวน $\frac{1}{\lambda^2}$ (2.12)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การแจกแจงความน่าจะเป็นแบบยูนิฟอร์ม

ฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น

$$f(x) = \frac{1}{(b - a)} \quad , a \leq x \leq b,\ a < b \qquad (2.13)$$

ค่าเฉลี่ย $$\frac{a + b}{2} \qquad (2.14)$$

ความแปรปรวน $$\frac{(b - a)^2}{12} \qquad (2.15)$$

การทดสอบลักษณะการแจกแจงของข้อมูล

ทดสอบด้วย Chi-square Goodness-of-Fit test ซึ่งมีสมมติฐานของการทดสอบดังนี้

Ho: ข้อมูลมีการแจกแจงแบบที่ต้องการทดสอบ

H1: ข้อมูลไม่ใช่การแจกแจงแบบที่ต้องการทดสอบ

ค่าสถิติทดสอบ $$\chi^2 - \text{test} = \sum_{i=0}^{k} \frac{(Oi - Ei)^2}{Ei} \qquad (2.16)$$

โดยที่ Oi = ข้อมูล (Oberved value)

Ei = ค่าคาดหวัง (Expected value)

ค่าวิกฤติ คือ $\chi^2(\alpha,\nu)$ โดย α คือระดับนัยสำคัญ และ ν คือองศาความเป็นอิสระ

ถ้า χ^2-test > $\chi^2(\alpha,\nu)$ แสดงว่าปฏิเสธสมมติฐานหลัก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การสำรวจงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมีดังนี้

ดุษณี สีมาขจร (2551) ทำการศึกษาเพื่อเพิ่มอัตราการผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตเสริมเหล็กสำเร็จรูป โดยศึกษารอบเวลาการผลิตของแต่ละสถานีงานและของกระบวนการผลิตด้วยการศึกษาเวลามาตรฐานเปรียบเทียบกับรอบเวลาการผลิตจากเวลาที่ใช้ในปัจจุบัน ซึ่งพบว่ารอบการผลิตจากเวลามาตรฐานประเมินมีค่าเท่ากับ 13.3 นาทีต่อโต๊ะงาน และรอบเวลาการผลิตจากเวลาที่ใช้ในปัจจุบันมีค่าเท่ากับ 17 นาทีต่อโต๊ะงาน แสดงว่ามีความสูญเปล่าเกิดขึ้นในกระบวนการผลิต จากนั้นคำนวณอัตราการผลิตจากรอบเวลาการผลิตทั้งสองแบบ พบว่าอัตราการผลิตที่อิงจากเวลาที่ใช้ในปัจจุบันเท่ากับ 168 หลังต่อเดือนหรือคิดเป็น 56% ของกำลังการผลิต ส่วนอัตราการผลิตที่อิงจากเวลามาตรฐานประเมินมีค่าเท่ากับ 215 หลังต่อเดือน หรือคิดเป็น 72% ของกำลังการผลิต ทั้งนี้พบว่าสาเหตุของความสูญเปล่าเกิดขึ้นจากการรองานระหว่างสถานีงาน การรอวัสดุ การรอการแข็งตัวของคอนกรีต การปะปนของงาน วิธีการทำงานที่ไม่เหมาะสม และไม่มีการอบรมพนักงานข้ามสายงาน สำหรับแนวทางแก้ไขปัญหานั้นได้ทำการปรับปรุงวิธีการทำงานเพื่อลดรอบเวลาการผลิตที่ใช้ในปัจจุบันให้เท่ากับรอบเวลาการผลิตอิงจากเวลามาตรฐานประเมิน ด้วยการปรับปรุงสถานีงานที่เป็นคอขวด ซึ่งภายหลังการปรับปรุงพบว่าอัตราการผลิตเพิ่มขึ้นเป็น 207 หลังต่อเดือน หรือคิดเป็น 69% ของกำลังการผลิต

อัจฉรา วัฒนานนท์ (2549) ศึกษากระบวนการผลิตฝาสูบเพื่อกำหนดเวลามาตรฐานที่เหมาะสม เนื่องจากโรงงานกรณีศึกษามีปัญหาแผนการผลิตมีความคลาดเคลื่อนสูง สามารถผลิตได้เพียงแค่ 70% ของแผนการผลิตที่วางไว้เท่านั้น ทั้งนี้สาเหตุเกิดจากการหยุดสายการผลิตเพราะความเสียหายของเครื่องจักร นอกจากนี้รอบเวลาการผลิตที่กำหนดไว้ที่ 2.5 นาทีต่อชิ้นก็ไม่มีความเหมาะสม เนื่องจากไม่ได้มีการเก็บข้อมูลที่ถูกต้องตามหลักการศึกษาเวลา (Time Study) ซึ่งส่งผลให้แผนการผลิตเกิดความคลาดเคลื่อน เกิดปัญหาในการคิดต้นทุนการผลิต และทำให้มีการทำงานล่วงเวลามากเกินความจำเป็น ภายหลังจากทำการศึกษาเพื่อกำหนดเวลามาตรฐานของกระบวนการผลิตฝาสูบแล้วพบว่ารอบการผลิตมีค่าเท่ากับ 2.3 นาทีต่อชิ้นเท่านั้น ส่งผลให้ประสิทธิภาพของพนักงานเพิ่มขึ้น 46.27% เนื่องจากเวลารอคอยลดลง และสามารถลดจำนวนคนในการผลิตจาก 6 คนเหลือ 5 คน

เมธัส หีบเงิน (2549) ทำการปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตตู้ทำน้ำเย็นด้วยการศึกษาเวลามาตรฐานและจัดสมดุลสายการผลิต โดยทำการลดขั้นตอนของกระบวนการผลิตจาก 63 ขั้นตอนเหลือ 57 ขั้นตอน และปรับปรุงวิธีการทำงานของขั้นตอนที่ใช้เวลานานให้เร็วขึ้น

ด้วยการเปลี่ยนแปลงเครื่องมือที่ใช้ ส่งผลให้เวลาในการผลิตตู้ทำน้ำเย็นลดลงไป 5.29 นาทีต่อหนึ่งตู้ และเปลี่ยนการวางแผนผังโรงงานเพื่อให้เกิดความต่อเนื่องในสายการผลิตโดยเปลี่ยนวิธีการทำงานจากเดิมซึ่งงานอยู่กับที่เป็นคนงานอยู่กับที่และเคลื่อนย้ายตู้น้ำเย็นแทน ภายหลังการจัดสมดุลสายการผลิตแล้วพบว่าประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตตู้ทำน้ำเย็นเพิ่มขึ้นจาก 72.90% เป็น 83.09% หรือเพิ่มขึ้นจากเดิม 10.19%

รักศักดิ์ หิรัญญะสิริ (2550) ทำการศึกษาเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตของแผนกเย็บในโรงงานอุตสาหกรรมเครื่องนุ่งห่ม โดยทำการศึกษาข้อมูลที่เป็นสภาพปัจจุบันของโรงงานกรณีศึกษา ได้แก่ ผลผลิตต่อชั่วโมง ผลิตภาพแรงงาน คุณภาพงานดี จำนวนพนักงาน จำนวนเครื่องจักร จำนวนขั้นตอนการผลิต รอบเวลามาตรฐานการผลิต ประสิทธิภาพการจัดสมดุลสายการผลิต และระยะทางการขนย้ายชิ้นงานในสายการผลิต จากนั้นทำการวิเคราะห์และปรับปรุงวิธีการในขั้นตอนการผลิตเพื่อลดรอบการทำงานให้น้อยลงโดยอาศัยเทคนิคการศึกษาการทำงาน และลดกิจกรรมที่ไม่ก่อให้ เกิดมูลค่าออกไปจากขั้นตอนการผลิตโดยอาศัยแนวคิดลีน ทำการจัดสมดุลของสายการ ผลิตทั้งกลุ่มของชิ้นส่วนและกลุ่มของการประกอบที่ทำให้เกิดคอขวดและงานกองในสายการผลิต โดยการจัดสรรกำลังคนในทุกขั้นตอนเพื่อปรับเรียบให้สายการผลิตมีความสมดุลมากยิ่งขึ้น พร้อมทั้งจัดวางแผนผังเครื่องจักร และกำหนดการไหลของงานเพื่อทำให้ผลิตงานได้เร็วขึ้น ผลจากการปรับปรุงพบ ว่าสามารถเพิ่มผลิตภาพแรงงานจากเดิม 0.67 ตัวต่อคนต่อชั่วโมงเป็น 0.92 ตัวต่อคนต่อชั่วโมง ซึ่งเพิ่มขึ้นจากเดิม 37.31% และประสิทธิภาพการจัดสมดุลสายการผลิตเพิ่มจาก 52.77% เป็น 84.11% หรือเพิ่มขึ้น 31.34%

ฐิติพร สังข์สัมฤทธิ์ (2544) ทำการค้นหาความสูญเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการพิมพ์หนังสือของโรงพิมพ์คุรุสภาซึ่งประกอบด้วยความสูญเสียทั้งสิ้น 12 ประเภท จากนั้นใช้แผนภูมิพาเรโตในการจัดลำดับความสำคัญเพื่อเลือกความสูญเสีย 3 ลำดับแรกมาทำการแก้ไข ได้แก่ ความสูญเสียจากการปรู๊ฟ ความสูญเสียจากการสกัม และความสูญเสียระหว่างพิมพ์ ซึ่งความสูญเสียทั้งสามประเภทมีเปอร์เซ็นต์สะสมของการเกิดประมาณ 88% จากนั้นทำการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาด้วยแผนภาพแสดงเหตุและผล และจัดลำดับความสำคัญของสาเหตุของความสูญเสียประเภทต่างๆโดยใช้แผนภูมิพาเรโต ทำการเลือกสาเหตุที่สำคัญมามาแนวทางแก้ไข ซึ่งพบว่าสาเหตุหลักของความสูญเสียในกระบวนการพิมพ์หนังสือเกิดจากวิธีการทำงาน ความผิดพลาดของผู้ปฏิบัติงาน และการใช้ทรัพยากรไม่เต็มประสิทธิภาพ จากนั้นทำการศึกษาและกำหนดแนวทางในการแก้ไขปัญหาและนำไปทดลองปฏิบัติ ซึ่งพบว่าความสูญเสียจากการปรู๊ฟภายหลังจากการปรับปรุงลดลง 79.12% ความสูญเสียจากการสกัมลดลง 68.87% และความสูญเสียระหว่างพิมพ์ลดลง 54.50%

นพดล เฟื่องเด่นขจร (2547) ทำการศึกษาเพื่อหาแนวทางลดเวลาที่ผู้ป่วยต้องใช้ในการรับบริการที่คลีนิกบริการทันตกรรมพิเศษ คณะทันตแพทย์ศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พร้อมทั้งเพิ่มความพร้อมในการให้บริการข้อมูล โดยใช้ขั้นตอนของลีน ซิกซ์ ซิกมาในการทำวิจัย ซึ่งปัญหาที่สำคัญของหน่วยงานที่ทำการศึกษาคือเวลารอคอยเพื่อทำการรักษายาวนาน ซึ่งมีสาเหตุมาจากการจัดสรรจำนวนทันตแพทย์ในแต่ละประเภทไม่สอดคล้องกับจำนวนผู้ป่วยที่มารักษาทำให้เกิดแถว คอยสะสม จึงทำการปรับเพิ่มและจัดสรรจำนวนชั่วโมงทำงานของทันตแพทย์ให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้ป่วยซึ่งสามารถกำจัดแถวคอยสะสมได้ในเวลา 3.7 เดือน สำหรับปัญหาความล่าช้าในขั้นตอนการคัดกรองได้ทำการจำลองรูปแบบการให้บริการเพื่อค้นหารูปแบบที่ทำให้ระยะเวลาบริการลดลง นอกจากนั้นปัญหาความล่าช้าในขั้นตอนอื่นๆ เช่น ขั้นตอนการชำระเงิน ขั้นตอนการนัดหมาย สามารถแก้ไขได้โดยการปรับปรุงวิธีการทำงานของเจ้าหน้าที่ตามแนวคิดลีน

จาฏุพัจน์ เจียมกัลชาญ (2547) ศึกษาเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบแถวคอยในการให้บริการของธนาคารออมสิน สาขาท่าศาลา โดยทำการเก็บข้อมูลเพื่อศึกษาลักษณะการเข้ารับบริการของลูกค้า ลักษณะการให้บริการ การวิเคราะห์ลักษณะของแถวคอย และการหาทางเลือกของรูปแบบการให้บริการ ซึ่งผลจากการศึกษาพบว่าช่วงเวลาในการเข้าสู่ระบบของลูกค้ามีการแจกแจงแบบปัวซอง และเวลาให้บริการมีการแจกแจงแบบเอกซ์โปเน็นเชียล โดยนำเสนอทางเลือกของรูปแบบการบริการไว้ 3 ลักษณะ คือ ทางเลือกที่ 1 ไม่กำหนดลำดับความสำคัญของลูกค้า มีจำนวนหน่วยบริการ 3 หน่วย 1 แถวคอย ทางเลือกที่ 2 ให้ความสำคัญแก่กลุ่มลูกค้าทั่วไปก่อนกลุ่มลูกค้ากองทุนหมู่บ้าน มีจำนวนหน่วยบริการ 2 หน่วย 1 แถวคอย และทางเลือกที่ 3 แบ่งหน่วยบริการตามกลุ่มลูกค้า ได้แก่ กลุ่มลูกค้าทั่วไป มีหน่วยบริการ 2 หน่วย 1 แถวคอย และกลุ่มลูกค้ากองทุนหมู่บ้าน มีหน่วยบริการ 1 หน่วย 1 แถวคอย ผลจากการศึกษาพบว่าหากลูกค้าทั่วไปและลูกค้ากองทุนหมู่บ้านมีพฤติกรรมการเข้ารับบริการแตกต่างกันทางเลือกที่ 2 เป็นทางเลือกที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด แต่ถ้าพฤติกรรมในการเข้ารับบริการของลูกค้าไม่มีความแตกต่าง ทางเลือกที่ 1 จะเป็นทางเลือกที่ดีกว่า

สายสุรางค์ โชติพานิช (2547) ทำการศึกษาระบบแถวคอยในการเข้ารับบริการเจาะเลือดของศูนย์รับ-ส่งพยาธิกรรม กองพยาธิกรรม โรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช เพื่อปรับปรุงระบบแถวคอยให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น โดยมีเวลาที่ผู้ป่วยอยู่ในระบบเป็นเกณฑ์ ผลการศึกษาพบว่ารูปแบบการแจกแจงอัตราการเข้ารับบริการเจาะเลือดของผู้ป่วยเป็นแบบพัวซอง การแจกแจงของช่วงเวลาระหว่างการเข้ามาเจาะเลือดของผู้ป่วยแต่ละรายเป็นแบบเอกซ์โปเนนเชียล การแจกแจงเวลาในการให้บริการเป็นแบบเอกซ์โปเนนเชียล จากนั้นทำการจำลองรูปแบบการเข้ารับบริการ

เจาะเลือดของผู้ป่วยออกเป็น 6 ระบบ คือ ระบบที่ 1 มีช่องตรวจสอบ/จ่ายหลอดเลือด 2 ช่อง และช่องเจาะเลือด 2 ช่อง ระบบที่ 2 มีช่องตรวจสอบ/จ่ายหลอดเลือด 2 ช่อง และช่องเจาะเลือด 3 ช่อง ระบบที่ 3 มีช่องตรวจสอบ/จ่ายหลอดเลือด 2 ช่อง และช่องเจาะเลือด 4 ช่อง ระบบที่ 4 มีช่องตรวจสอบ/จ่ายหลอดเลือด 3 ช่อง และช่องเจาะเลือด 2 ช่อง ระบบที่ 5 มีช่องตรวจสอบ/จ่ายหลอดเลือด 3 ช่อง และช่องเจาะเลือด 3 ช่อง ระบบที่ 6 มีช่องตรวจสอบ/จ่ายหลอดเลือด 3 ช่อง และช่องเจาะเลือด 4 ช่อง จากผลการศึกษาพบว่าเวลาเฉลี่ยที่ผู้ป่วยคอยในแบบจำลองที่มีช่องตรวจสอบ/จ่ายหลอดเลือดเหมือนกันจะใช้เวลาไม่แตกต่างกัน โดยแบบจำลองระบบที่ 6 เป็นระบบที่ดีที่สุด กล่าวคือผู้ป่วยใช้เวลารอคอยในแถวคอยเฉลี่ยน้อยที่สุด

Jafar Razmi and Majid Shakhs-Niyaee (2008) ทำการศึกษารอบเวลาการผลิตของสายการประกอบด้วยมือของโรงงานผลิตรถยนต์ ด้วยการเปรียบเทียบวิธีการที่ใช้ในการศึกษารอบเวลา 3 วิธีการ ได้แก่ วิธีการประมาณค่าซึ่งให้ผลที่มีความถูกต้องไม่มากนัก วิธีสังเกตุการณ์หรือการจับเวลาซึ่งต้องใช้เวลาในการศึกษาและไม่เหมาะกับระบบที่ไม่คงที่ และวิธีศึกษาเวลาเคลื่อนไหวซึ่งให้ผลที่มีความถูกต้องดีกว่าวิธีอื่น โดยได้พัฒนาเป็นตารางจัดการ (Spreadsheet) สำหรับใช้ในการศึกษารอบเวลา เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งานและมีความคลาดเคลื่อนลดลง

You Zhou, Jiahua Li and Fukuy Ishino (2008) ทำการศึกษาเพื่อปรับปรุงระบบการนัดหมายผู้ป่วยนอกของโรงพยาบาลในประเทศญี่ปุ่น เนื่องจากมีการร้องเรียนจากผู้ป่วยเรื่องเวลารอคอยที่ยาวนานอยู่เสมอ การศึกษาได้กระทำโดยการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติของระบบในปัจจุบันเพื่อนำไปสู่การสร้างอัลกอริทึมใหม่ที่สามารถลดเวลารอคอยของผู้ป่วยลง ซึ่งประกอบด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลของเวลารอคอยเฉลี่ย เวลาล่าช้าในการพบแพทย์ และเวลาที่ใช้ในการให้บริการของแต่ละหน่วยงานของโรงพยาบาล การศึกษารูปแบบการเข้ารับบริการของผู้ป่วย การวิเคราะห์เวลาของการพบแพทย์สำหรับแพทย์แต่ละท่าน และการวิเคราะห์พฤติกรรมของผู้ป่วยว่ามาถึงโรงพยาบาลตรงตามเวลา มาถึงก่อนเวลา หรือมาช้ากว่าเวลาที่นัดหมาย ซึ่งผลจากการศึกษาพบว่าเวลารอคอยของผู้ป่วยแปรผันตรงกับเวลาที่ใช้ในการพบแพทย์ และแปรผันตรงกับเวลาเฉลี่ยของผู้ป่วยที่มาถึงก่อนเวลานัดหมาย แนวทางการลดเวลารอคอยของผู้ป่วยทำได้ด้วยการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของแพทย์และปรับปรุงวิธีการนัดหมายให้ผู้ป่วยที่มาถึงก่อนเวลานัดหมายใช้เวลารอคอยในระบบลดลง

บทที่ 3

สภาพปัญหาของโรงงานกรณีศึกษา

ข้อมูลของโรงงานกรณีศึกษาและสภาพของปัญหาที่เกิดขึ้นมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 ข้อมูลทั่วไป

โรงงานกรณีศึกษาเป็นสายงานธุรกิจของโรงงานผลิตปูนซีเมนต์แห่งหนึ่งในจังหวัดสระบุรี ก่อตั้งขึ้นเพื่อดำเนินธุรกิจเกี่ยวกับการจัดการวัสดุที่ไม่ใช้แล้วด้วยวิธีเผาในเตาเผาปูนซีเมนต์ ซึ่งวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่สามารถกำจัดด้วยวิธีเผาในเตาเผาปูนซีเมนต์นั้นมีหลากหลายชนิด จำพวกที่เป็นของแข็ง เช่น ยางรถยนต์ใช้แล้ว ผ้าและยางจากการผลิตรองเท้า พลาสติก ขี้เถ้าลอย ขี้เถ้าหนัก เป็นต้น จำพวกที่เป็นของเหลว เช่น น้ำมันใช้แล้ว น้ำหล่อเย็น น้ำเสียปนเปื้อนน้ำมัน เป็นต้น และจำพวกที่เป็นของแข็งกึ่งเหลว เช่น ตะกอนน้ำมัน ตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสีย ไขมันแข็ง (wax) เป็นต้น ตัวอย่างวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่สามารถกำจัดด้วยวิธีการเผาในเตาเผาปูนซีเมนต์ได้เป็นดังภาพที่ 3.1

ภาพที่ 3.1 วัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่สามารถกำจัดด้วยวิธีการเผาในเตาเผาปูนซีเมนต์ได้

ส่วนวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่ไม่สามารถกำจัดด้วยวิธีเผาในเตาเผาปูนซีเมนต์ได้ ได้แก่ ขยะติดเชื้อจากสถานพยาบาล กากของเสียที่มีส่วนผสมของแร่ใยหิน (Asbestos) แบตเตอรี่ กากของเสียชีวภาพอันตราย ขยะอิเล็กทรอนิกส์ สารที่สามารถระเบิดได้ สารไซยาไนด์ที่มีความเข้มข้นสูง กรดแร่ (Mineral acid) สารกัมตภาพรังสี และขยะจากครัวเรือนที่ยังไม่มีการคัดแยก

วัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่นำมากำจัดในเตาเผาปูนซีเมนต์ของโรงงานตัวอย่างนั้นสามารถจำแนกออกเป็น 2 ประเภทหลัก คือประเภทที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทน ได้แก่ วัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่เป็นของเหลว และวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่เป็นของแข็งหรือกากตะกอนซึ่งมีค่าความร้อน (Calorific Value) มากกว่า 2,000 แคลอรี่ต่อกรัม ส่วนวัสดุที่ไม่ใช้แล้วอีกประเภทหนึ่งจะใช้เป็นวัตถุดิบทดแทน ได้แก่ วัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่เป็นของแข็งหรือกากตะกอนที่มีค่าความร้อนน้อยกว่า 2,000 แคลอรี่ต่อกรัมและต้องมีองค์ประกอบของอะลูมินา ซิลิกาและแคลเซียมออกไซด์ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักของปูนซีเมนต์

ก่อนที่โรงงานกรณีศึกษาจะดำเนินการรับกำจัดวัสดุที่ไม่ใช้แล้วชนิดหนึ่งๆได้นั้น วัสดุที่ไม่ใช้แล้วนั้นจะต้องผ่านกระบวนการประเมินในครั้งแรกและได้รับอนุมัติจากคณะทำงานของโรงงานก่อนจึงจะสามารถรับกำจัดวัสดุที่ไม่ใช้แล้วนั้นๆได้ โดยเกณฑ์ในการประเมินประกอบด้วยสมบัติทางเคมีและความเป็นไปได้หรือความยากง่ายในการกำจัดวัสดุที่ไม่ใช้แล้วนั้น วัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่สามารถกำจัดได้จะต้องมีสมบัติทางเคมีผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในรายงานการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม หรือ Environmental Impact Assessment (EIA) report และทางโรงงานปูนซีเมนต์สามารถดำเนินการเพื่อเตรียมวัสดุที่ไม่ใช้แล้วชนิดนั้นให้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนหรือวัตถุดิบทดแทนได้ สำหรับสมบัติทางเคมีของวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่เป็นของแข็งที่ต้องทำการตรวจสอบได้แก่ ปริมาณของโลหะหนัก เช่น สารหนู แคดเมียม โครเมียม ทองแดง ตะกั่ว ปรอท สังกะสี ปริมาณของคลอไรด์ กำมะถัน และสารประกอบออกไซด์ (กรณีที่นำมาใช้เป็นวัตถุดิบทดแทน) ส่วนสมบัติทางเคมีของวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่เป็นของเหลวที่ต้องทำการตรวจสอบ ได้แก่ ค่าความเป็นกรดด่าง จุดวาบไฟ ปริมาณของโลหะหนัก เช่น สารหนู แคดเมียม โครเมียม ทองแดง ตะกั่ว ปรอท สังกะสี ปริมาณของคลอไรด์และกำมะถัน

วัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่จะนำไปกำจัดในเตาเผาปูนซีเมนต์จะต้องผ่านกระบวนการเตรียมให้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนหรือวัตถุดิบทดแทนก่อน ซึ่งกระบวนการในการเตรียมเชื้อเพลิงทดแทนที่เป็นของแข็งนั้น ได้แก่ การตัดหรือฉีกให้เป็นชิ้นเล็กชิ้นน้อยเพื่อให้ง่ายต่อการป้อนเข้าสู่เตาเผาและทำให้เกิดการเผาไหม้ได้อย่างสมบูรณ์ ดังภาพที่ 3.2

ภาพที่ 3.2 กระบวนการเตรียมเชื้อเพลิงทดแทนที่เป็นของแข็ง

การเตรียมเชื้อเพลิงทดแทนที่เป็นของเหลวนั้น ได้แก่ การผสมให้เข้ากันเพื่อให้พร้อมป้อนเข้าสู่เตาเผา ดังภาพที่ 3.3

ภาพที่ 3.3 โรงผสมของเหลว

การเตรียมวัตถุดิบทดแทนทำได้โดยการผสมของแข็งซึ่งมีลักษณะเป็นผงให้เป็นเนื้อเดียวกันเพื่อนำไปรวมกับวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตปูนซีเมนต์ ดังภาพที่ 3.4

ภาพที่ 3.4 บ่อผสมวัตถุดิบทดแทน

ในการขนส่งวัสดุที่ไม่ใช้แล้วมากำจัดที่โรงงานกรณีศึกษานั้นจะต้องกระทำโดยผู้ขนส่งที่ได้รับอนุญาตตามกฎหมาย ซึ่งผู้ขนส่งอาจมีได้ 2 กรณี ได้แก่ ลูกค้าดำเนินการขนส่งด้วยตัวเอง หรือโรงงานกรณีศึกษาส่งรถขนส่งไปรับวัสดุที่ไม่ใช้แล้วจากผู้ก่อกำเนิดมากำจัด ซึ่งสามารถดำเนินการเองหรือว่าจ้างผู้ขนส่งรายอื่นก็ได้ ทั้งนี้ลักษณะของรถขนส่งวัสดุที่ไม่ใช้แล้วจะแตกต่างกันไปตามชนิดของวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว ตัวอย่างของรถขนส่งที่ใช้ในการขนส่งวัสดุที่ไม่ใช้แล้วมากำจัดที่โรงงานกรณีศึกษาเป็นดังภาพที่ 3.5

รถบรรทุกแบบโรลออฟ (Roll Off)

รถบรรทุกแบบลัคเกอร์ (Lugger)

รถบรรทุกแบบแทงค์เกอร์ (Tanker)

รถบรรทุกแบบดัมพ์ (Dump)

รถบรรทุกแบบบัลค์ (Bulk)

รถบรรทุกแบบฐานราบ (Flat Bed)

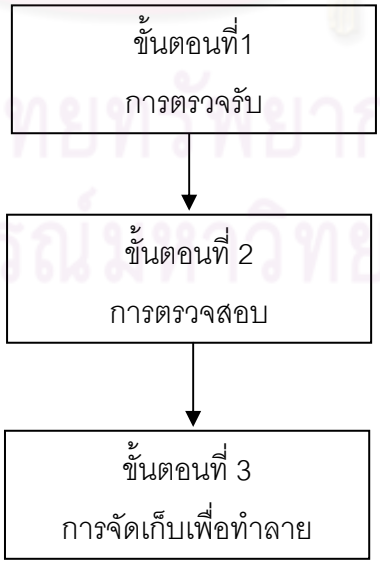
รถบรรทุกเครนเคลื่อนที่ (Mobile Crane)

รถบรรทุก 6 ล้อ

ภาพที่ 3.5 รถขนส่งวัสดุที่ไม่แล้ว

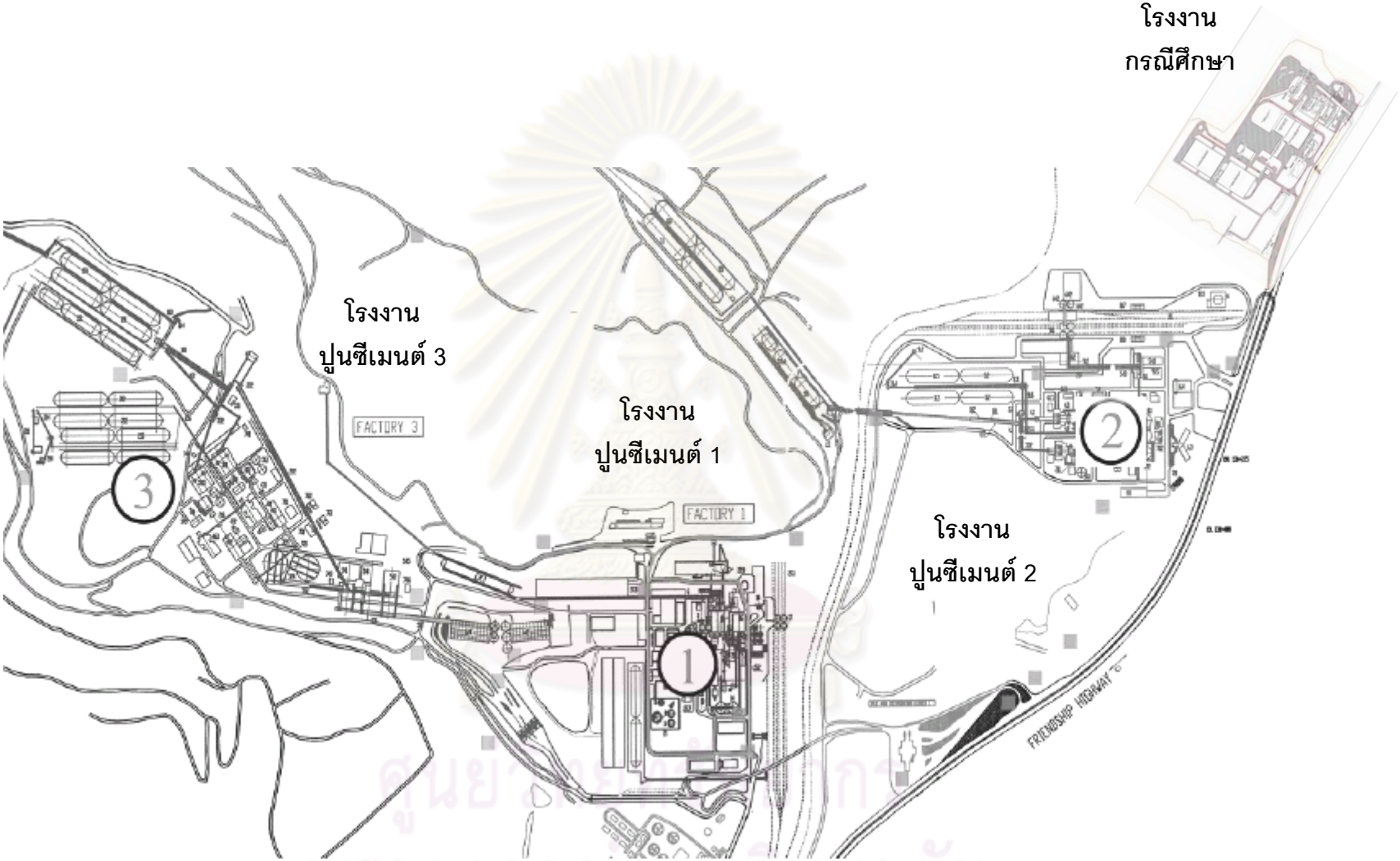
โรงงานกรณีศึกษาตั้งอยู่ในบริเวณพื้นที่ของโรงงานผลิตปูนซีเมนต์ซึ่งแยกออกเป็น 3 โรงงานย่อย คือ โรงงานปูนซีเมนต์1, โรงงานปูนซีเมนต์2 และ โรงงานปูนซีเมนต์3 ซึ่งเปิดให้บริการรับกำจัดวัสดุที่ไม่ใช้แล้วทุกวันตลอด 24 ชั่วโมง โดยแบ่งเป็น 3 กะทำงาน ได้แก่ กะดึกเวลา 00:00 น.-08:00น. กะเช้าเวลา 08:00น.-17:00น. และกะบ่ายเวลา 17:00น.-24:00น. ตำแหน่งที่ตั้งของแต่ละโรงงานแสดงดังภาพที่ 3.6

กระบวนการให้บริการกำจัดวัสดุที่ไม่ใช้แล้วแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ ขั้นตอนการตรวจรับ, ขั้นตอนการตรวจสอบ และขั้นตอนการจัดเก็บเพื่อทำลาย ซึ่งจัดเรียงกันในลักษณะอนุกรม ดังภาพที่ 3.7 ตำแหน่งของแต่ละสถานีงาน รวมทั้งเส้นทางการไหลของรถขนส่งที่เข้ารับบริการแสดงดังภาพที่ 3.8

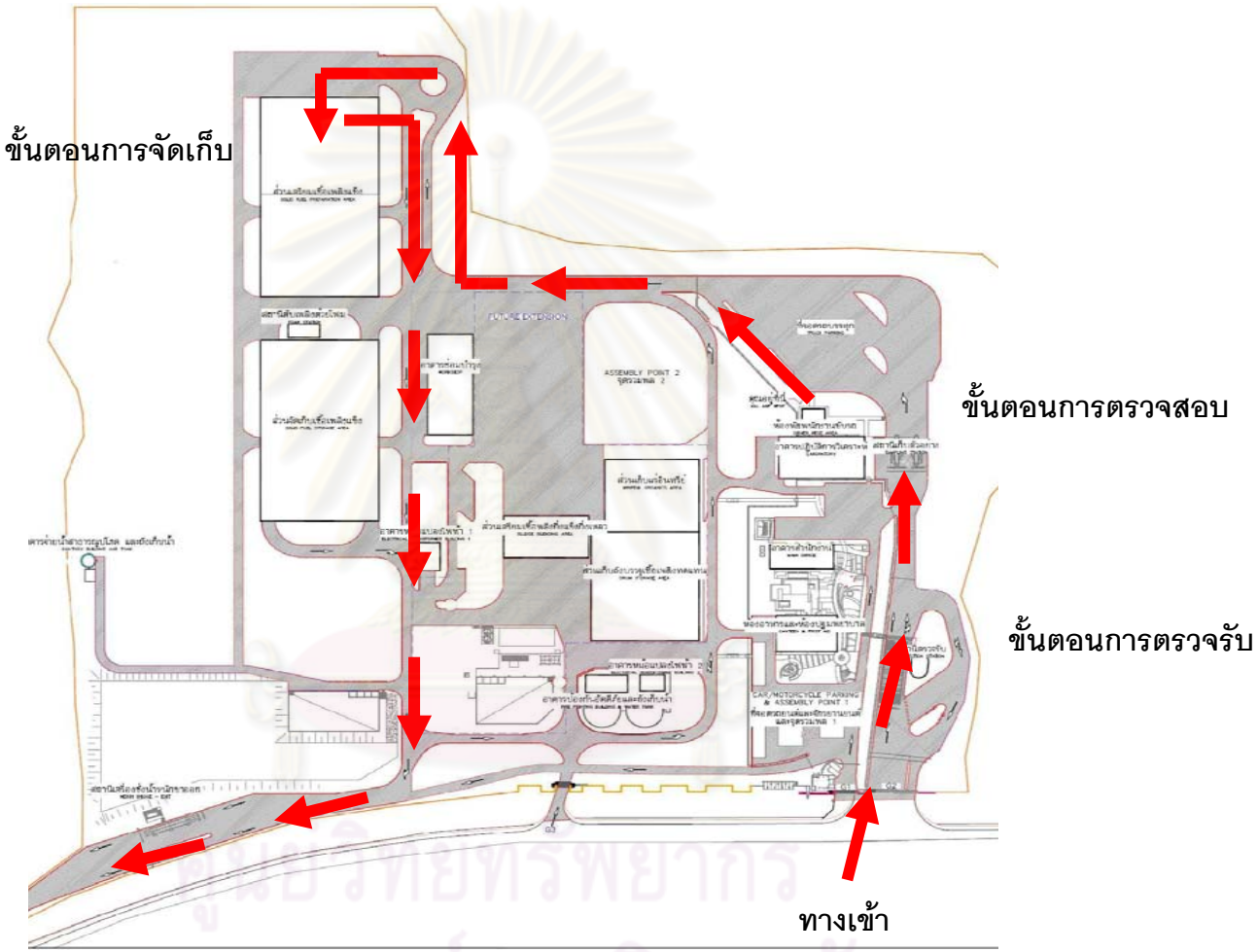


ภาพที่ 3.7 กระบวนการให้บริการกำจัดวัสดุที่ไม่ใช้แล้วของโรงงานกรณีศึกษา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 3.6 แผนที่ตั้งของโรงงานกรณีศึกษา



ภาพที่ 3.8 แผนผังของโรงงานกรณีศึกษาและเส้นทางการไหลของรถขนส่งที่เข้ารับบริการ

3.2 ขั้นตอนการทำงาน

3.2.1 ขั้นตอนการตรวจรับ

ก่อนที่จะรับรถขนส่งวัสดุที่ไม่แล้วเข้าสู่ระบบนั้น เจ้าหน้าที่ที่ขั้นตอนการตรวจรับจะต้องทำการตรวจสอบในเบื้องต้นเพื่อประเมินว่าสามารถรับรถขนส่งเข้าสู่ระบบได้หรือไม่ ดังนี้

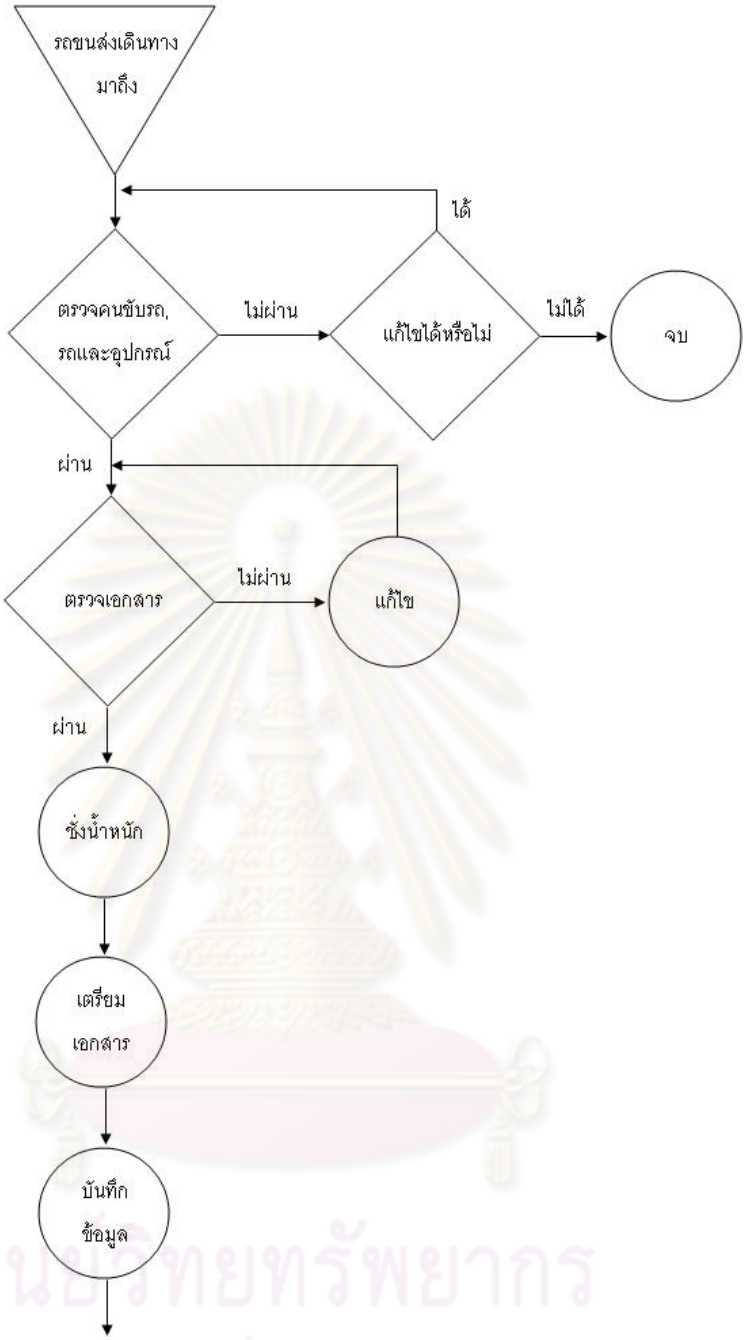
การตรวจสอบผู้ขนส่ง ได้แก่ การตรวจสอบบัตรประจำตัวผู้ขนส่งซึ่งเป็นบัตรที่แสดงว่าได้ผ่านการอบรมจากโรงงานกรณีศึกษาแล้ว และการตรวจวัดปริมาณแอลกอฮอล์ของผู้ขนส่ง ในกรณีที่เป็นการขนส่งวัสดุอันตรายจะต้องตรวจสอบใบอนุญาตในการขนส่ง/หรือครอบครองวัตถุของเสีย รวมทั้งใบอนุญาตขับขี่สำหรับรถขนส่งวัตถุอันตรายด้วย

การตรวจสอบรถขนส่ง ได้แก่ การตรวจสอบทะเบียนรถขนส่ง หลักฐานการประกันภัย สภาพยางรถยนต์ สภาพถังบรรจุ การหกรั่วไหลของวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว และอุปกรณ์ป้องกันภัยประจำรถขนส่ง ได้แก่ ถังดับเพลิง วัสดุดูดซับ เช่น ทรายหรือขี้เลื่อย กรวยจราจร รองเท้าบูท หน้ากากนิรภัย ถุงมือทนสารเคมี ไม้กวาด พลั่ว ถุงพลาสติกสำหรับใส่ของเสีย น้ำสะอาด หมอนรองล้อ ชุดปฐมพยาบาล ไฟฉาย ซิลิโคนสำหรับอุดรอยรั่ว อุปกรณ์สื่อสาร คู่มือแผนฉุกเฉินกรณีมีเหตุรั่วไหลหรืออุบัติเหตุ ในกรณีที่เป็นรถขนส่งวัสดุอันตรายจะต้องมีป้ายแสดงไว้ที่ตัวรถอย่างชัดเจน

รถขนส่งที่ผ่านการตรวจสอบในเบื้องต้นแล้วจะถูกตรวจรับเข้าสู่ระบบ ซึ่งเจ้าหน้าที่จะทำการตรวจสอบเอกสารกำกับการขนส่งของเสีย ชั่งน้ำหนักรถขนส่งขาเข้าและบันทึกข้อมูลในระบบฐานข้อมูลคอมพิวเตอร์ พร้อมทั้งจัดเตรียมเอกสารให้กับผู้ขนส่ง ได้แก่ เอกสารการลงของ เอกสารข้อมูลด้านความปลอดภัยของวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว และรายงานผลการทดสอบของวัสดุที่ไม่ใช้แล้วชนิดนั้นๆ

การทำงานของขั้นตอนการตรวจรับเป็นดังภาพที่ 3.9

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 3.9 วิธีการทำงานของขั้นตอนการตรวจรับ

3.2.2 ขั้นตอนการตรวจสอบ

ที่ขั้นตอนการตรวจสอบจะประกอบด้วย 2 งานหลัก ได้แก่ การเก็บตัวอย่าง และการทดสอบ สำหรับการเก็บตัวอย่างนั้นจะเปิดให้บริการตลอด 24 ชั่วโมง โดยเจ้าหน้าที่จะทำการตรวจสอบลักษณะทางกายภาพของวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว พร้อมทั้งสุ่มตัวอย่างจากรถขนส่งทุกคันที่เข้า

มารับบริการเพื่อนำไปทดสอบสมบัติทางเคมีเพื่อประเมินว่าสามารถรับกำจัดวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่ขนส่งมานั้นได้หรือไม่ หากผลการทดสอบวัสดุที่ไม่ใช้แล้วเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด เจ้าหน้าที่จะทำการระบุพื้นที่จัดเก็บลงในเอกสารการลงของพร้อมทั้งแนบรายงานผลการทดสอบให้กับผู้ขนส่ง ซึ่งวัสดุที่ไม่ใช้แล้วแต่ละกลุ่มจะมีพื้นที่จัดเก็บที่ได้กำหนดไว้แน่นอน หากผลการทดสอบไม่เป็นไปตามเกณฑ์ในการยอมรับ วัสดุที่ไม่ใช้แล้วในเที่ยวของการขนส่งนั้นจะถูกส่งคืนให้ลูกค้าเนื่องจากไม่สามารถรับกำจัดได้

ลักษณะการทำงานที่ขั้นตอนการตรวจสอบนั้นขึ้นอยู่กับประเภทของวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่ส่งมากำจัด เนื่องจากวัสดุที่ไม่ใช้แล้วแต่ละประเภทจะมีพารามิเตอร์ที่ต้องทดสอบแตกต่างกัน ซึ่งสามารถจัดเป็นกลุ่มงานได้ทั้งสิ้น 9 กลุ่ม ดังตารางที่ 3.1 ดังนั้นเวลาที่ใช้สำหรับทดสอบวัสดุที่ไม่ใช้แล้วแต่ละกลุ่มจึงแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับจำนวนและพารามิเตอร์ที่ทดสอบ โดยในส่วนของการทดสอบนั้นห้องปฏิบัติการจะเปิดให้บริการวันละ 16 ชั่วโมงตั้งแต่เวลา 8:00 น. ถึง 24:00 น. เท่านั้น รถขนส่งที่เข้ารับบริการภายหลังเวลา 24:00 น. จึงต้องรอจนกระทั่งเวลาเปิดทำการในเช้าวันถัดไป ยกเว้นกลุ่มงาน 28 และ 29 ที่สามารถดำเนินการได้ตลอด 24 ชั่วโมง

การทำงานของขั้นตอนการตรวจสอบแสดงดังภาพที่ 3.10

3.2.3 ขั้นตอนการจัดเก็บเพื่อทำลาย

รถขนส่งที่ผ่านขั้นตอนการตรวจสอบแล้วจะเดินทางเพื่อนำวัสดุที่ไม่ใช้แล้วไปลงตามพื้นที่จัดเก็บที่เจ้าหน้าที่ระบุไว้ในเอกสารการลงของ ซึ่งพื้นที่จัดเก็บนั้นจะกระจายอยู่ตามบริเวณต่างๆ ภายในโรงงานกรณีศึกษาและโรงงานปูนซีเมนต์ทั้ง 3 แห่ง ซึ่งมีทั้งสิ้น 9 พื้นที่ด้วยกันดังรายละเอียดในตารางที่ 3.2 และภาพที่ 3.11 แผนผังที่ตั้งของพื้นที่จัดเก็บทั้ง 9 แห่งแสดงได้ดังภาพที่ 3.12 วิธีการทำงานที่ขั้นตอนนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของวัสดุที่ไม่ใช้แล้วและลักษณะของรถขนส่ง เมื่อขนถ่ายวัสดุที่ไม่ใช้แล้วออกจากรถขนส่งเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้ขนส่งก็จะนำรถขนส่งไปชั่งน้ำหนักขาออกที่ตาชั่งที่อยู่ใกล้เคียงกับจุดลงของมากที่สุด ซึ่งมีทั้งหมด 4 แห่งประจำอยู่ที่โรงงานต่างๆ โรงงานละ 1 แห่ง ส่วนวัสดุที่ไม่ใช้แล้วก็จะรอเข้าสู่กระบวนการเตรียมเป็นเชื้อเพลิงทดแทนหรือวัตถุดิบทดแทนต่อไป สำหรับพื้นที่จัดเก็บบางแห่งจะเปิดให้บริการวันละ 16 ชั่วโมงตั้งแต่เวลา 08:00น.-24:00น. เท่านั้น ได้แก่ พื้นที่จัดเก็บ 32, 35, 38 และ 39

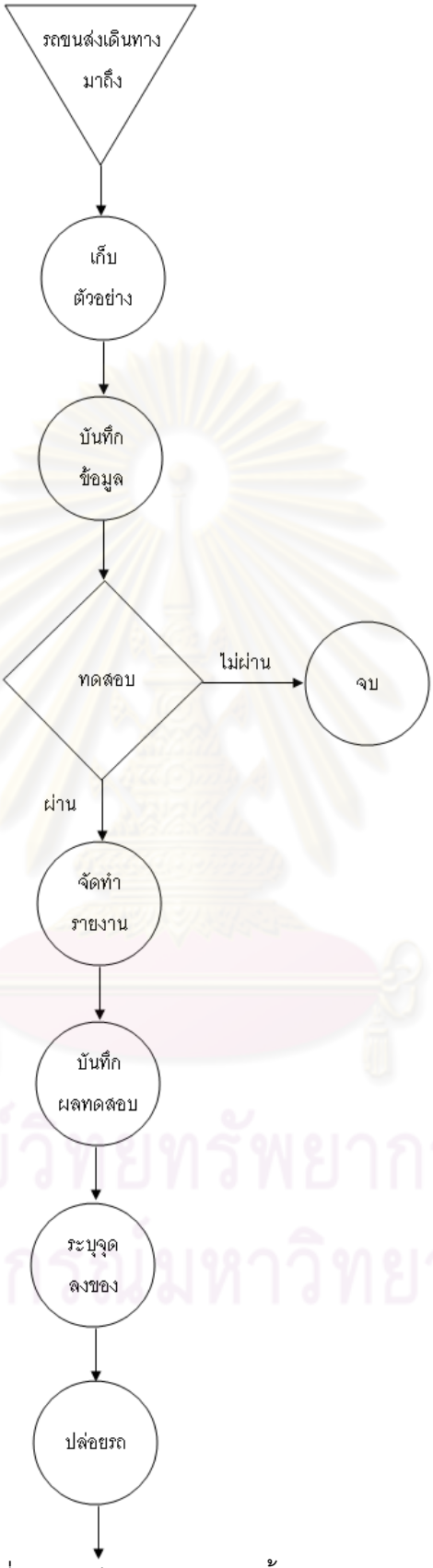
วิธีการทำงานของขั้นตอนการจัดเก็บเพื่อทำลายแสดงดังภาพที่ 3.13

ตารางที่ 3.1 ประเภทของงานของขั้นตอนการตรวจสอบแบ่งตามลักษณะของพารามิเตอร์ในการทดสอบ

ประเภทของงาน	พารามิเตอร์ที่ต้องทดสอบ										
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11
21	✓	✓	✓	✓	✓						✓
22	✓	✓	✓			✓	✓	✓			✓
23		✓	✓			✓	✓	✓	✓		✓
24	✓	✓	✓					✓			✓
25	✓	✓						✓		✓	✓
26	✓	✓									✓
27	✓							✓			✓
28										✓	✓
29											✓

หมายเหตุ: ประเภทของงานของขั้นตอนการตรวจสอบแสดงด้วยรหัสซึ่งประกอบด้วยตัวเลข 2 หลักตั้งแต่ 21 ถึง 29 โดยเลขตัวแรกแสดงถึงขั้นตอนของกระบวนการซึ่งขั้นตอนการตรวจสอบคือขั้นตอนที่ 2 ส่วนเลขตัวหลังแสดงประเภทของงานของขั้นตอนการตรวจสอบซึ่งแตกต่างกันไปตามประเภทและจำนวนของพารามิเตอร์ทางด้านเคมีที่ต้องทดสอบ โดยสามารถจำแนกงานของขั้นตอนการตรวจสอบได้ทั้งหมด 9 ประเภท ซึ่งแสดงด้วยตัวเลข 1 ถึง 9

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 3.10 วิธีการทำงานของขั้นตอนการตรวจสอบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.2 รายละเอียดของพื้นที่จัดเก็บวัสดุที่ไม่ใช้แล้วของโรงงานกรณีศึกษา

พื้นที่จัดเก็บ	สถานที่ตั้ง	ประเภทของงานของขั้นตอนการตรวจสอบที่เข้ารับบริการที่พื้นที่จัดเก็บแต่ละแห่ง	ขนาดของพื้นที่จัดเก็บ (ลูกบาศก์เมตร)	ความสามารถในการจัดเก็บโดยประมาณ (ตัน)
31	โรงงานปูนซีเมนต์ 1	29	3,200	492
32	โรงงานกรณีศึกษา	29, 28, 26, 25, 24, 21	1,920	1,206
33	โรงงานปูนซีเมนต์ 2	29	90	14
34	โรงงานปูนซีเมนต์ 2	29	2,700	941
35	โรงงานปูนซีเมนต์ 2	24	75	41
36	โรงงานปูนซีเมนต์ 3	29	2,000	532
37	โรงงานปูนซีเมนต์ 3	29, 27	14,970	2,486
38	โรงงานปูนซีเมนต์ 3	29, 24, 23, 22	375	415
39	โรงงานปูนซีเมนต์ 3	29, 28, 26, 25, 24	300	68

หมายเหตุ: พื้นที่จัดเก็บแสดงด้วยรหัสซึ่งประกอบด้วยตัวเลข 2 หลักตั้งแต่ 31 ถึง 39 โดยเลขตัวแรกแสดงถึงขั้นตอนของกระบวนการ ซึ่งขั้นตอนการจัดเก็บคือขั้นตอนที่ 3 ส่วนเลขตัวหลังแสดงประเภทของงานของขั้นตอนการจัดเก็บซึ่งแตกต่างกันไปตามสถานที่ตั้งและชนิดของวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่จัดเก็บ โดยสามารถจำแนกงานของขั้นตอนการจัดเก็บได้ทั้งหมด 9 ประเภท ซึ่งแสดงด้วยตัวเลข 1 ถึง 9

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พื้นที่จัดเก็บ 31

พื้นที่จัดเก็บ 32

พื้นที่จัดเก็บ 33

พื้นทีจัดเก็บ 34

พื้นทีจัดเก็บ 35

พื้นที่จัดเก็บ 36

ศูนย์วิทยทรัพยากร

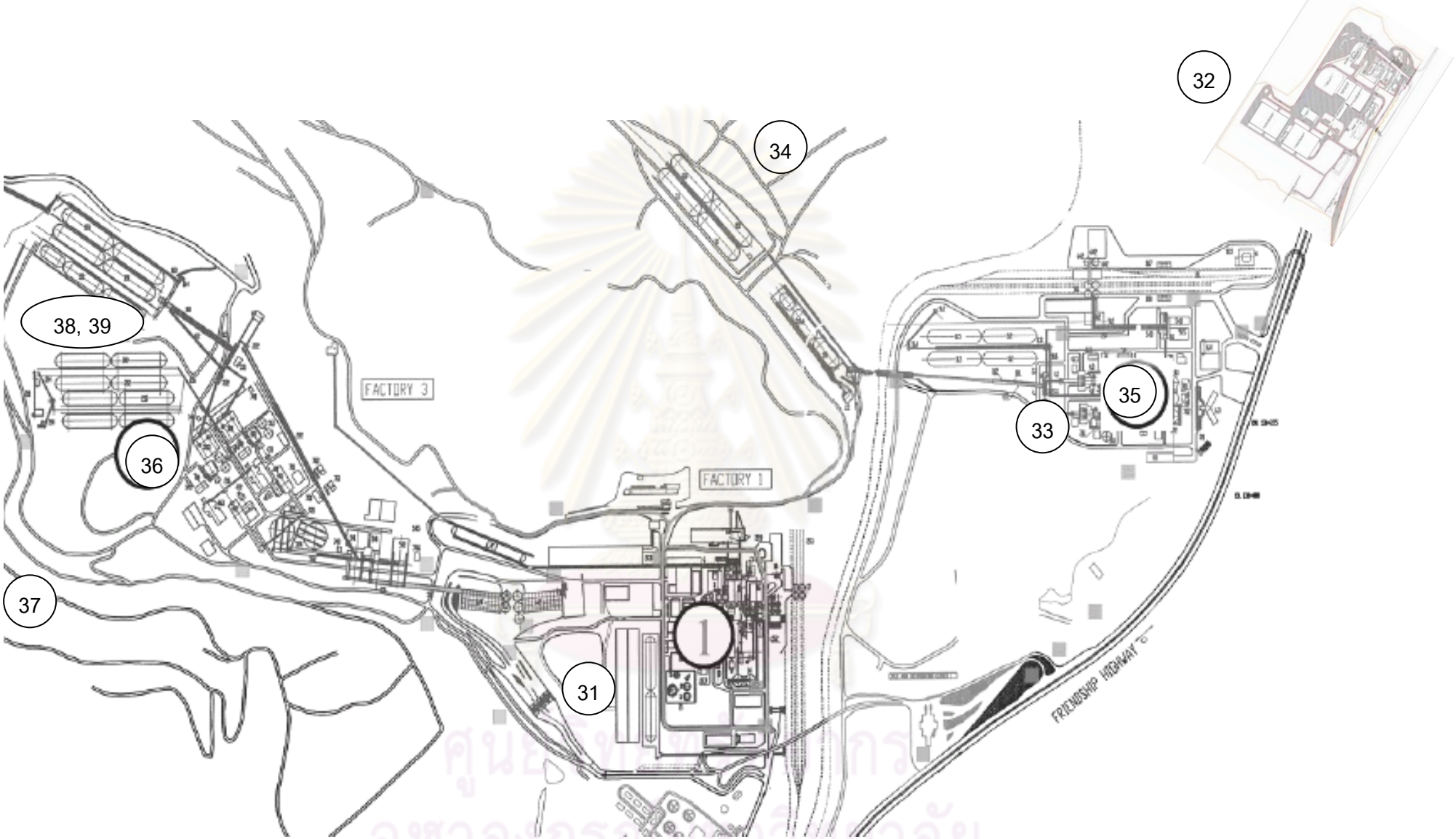
พื้นที่จัดเก็บ 37

พื้นที่จัดเก็บ 38

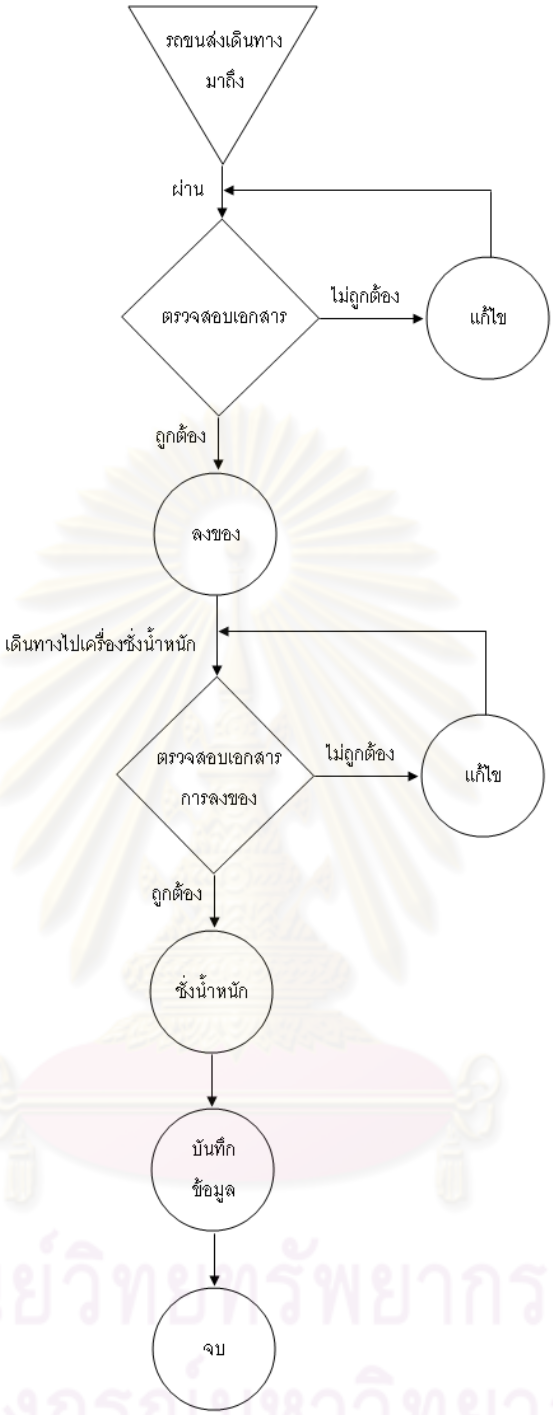
พื้นที่จัดเก็บ 39

ภาพที่ 3.11 พื้นที่จัดเก็บวัสดุที่ไม่ใช้แล้วของโรงงานกรณีศึกษา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



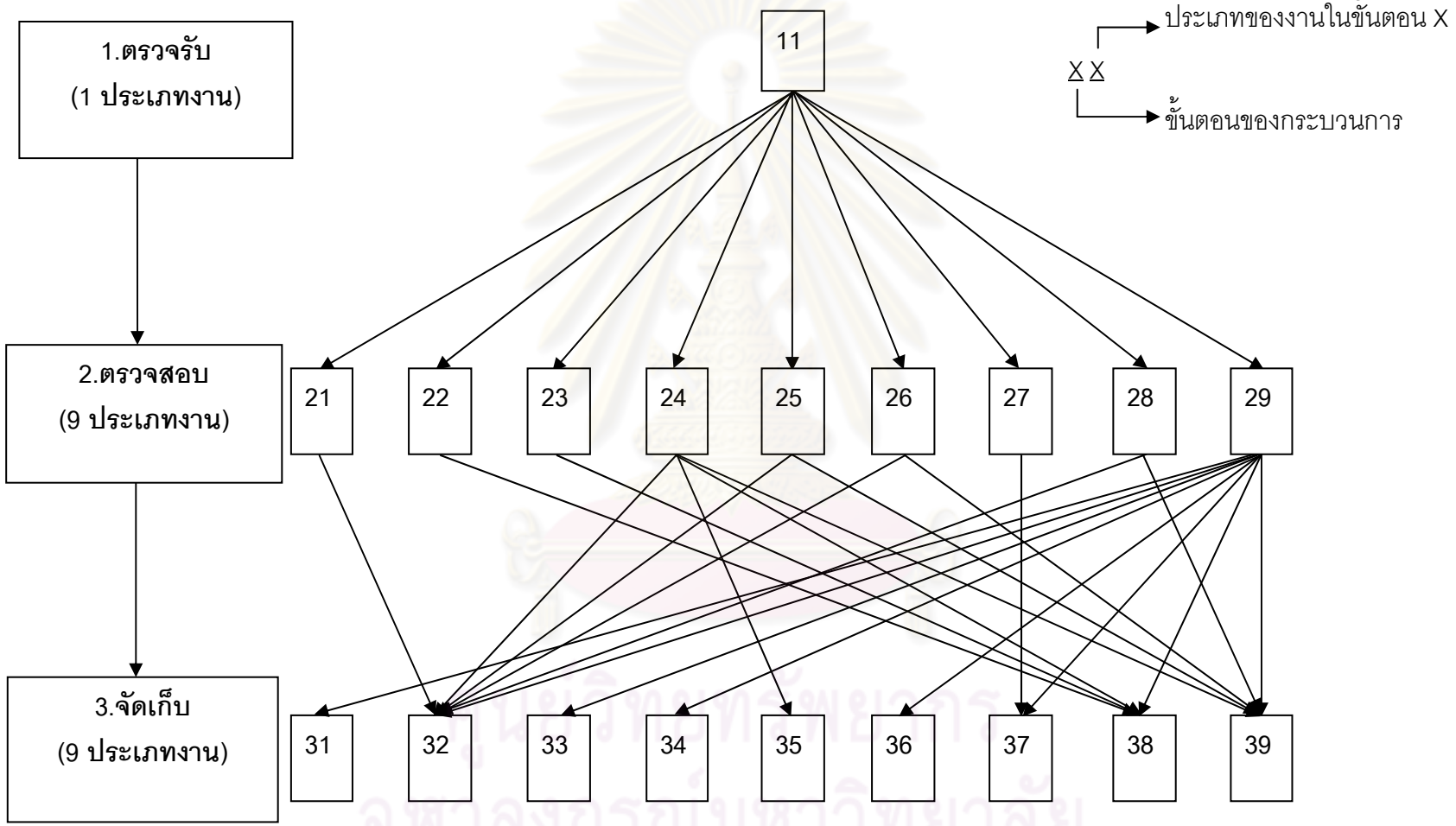
ภาพที่ 3.12 แผนที่ตั้งของพื้นที่จัดเก็บวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว



ภาพที่ 3.13 วิธีการทำงานของขั้นตอนการจัดเก็บเพื่อทำลาย

วัสดุที่ไม่ใช้แล้วแต่ละชนิดนั้นมีพื้นที่จัดเก็บที่กำหนดไว้แน่นอนซึ่งสามารถแสดงความเชื่อมโยงของเส้นทางการไหลของรถขนส่งระหว่างขั้นตอนการตรวจสอบและขั้นตอนการจัดเก็บเพื่อทำลายแยกตามกลุ่มงานและพื้นที่จัดเก็บได้ดังภาพที่ 3.14

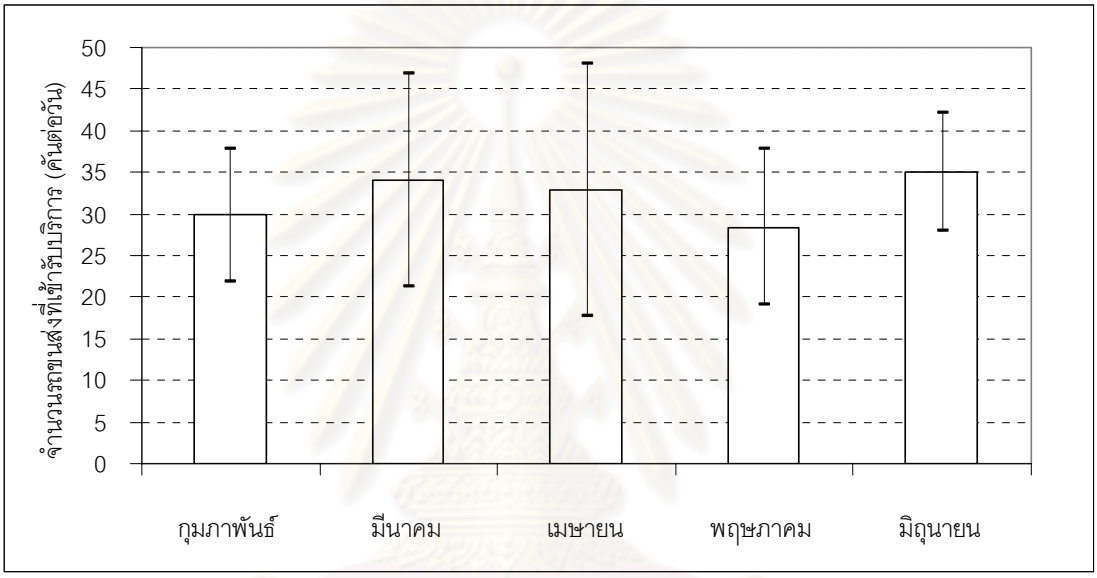
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



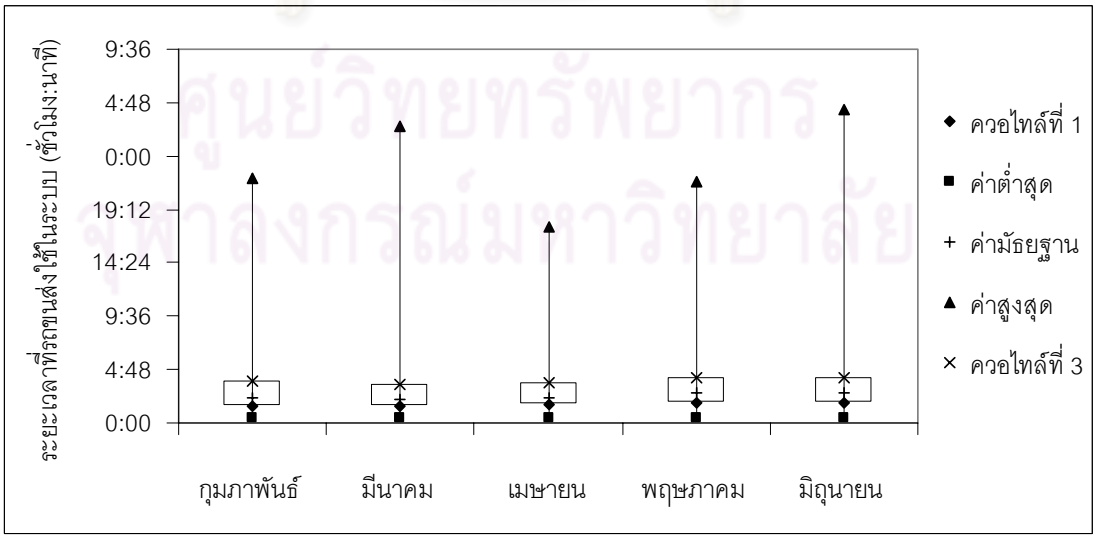
ภาพที่ 3.14 เส้นทางการไหลของรถขนส่งวัสดุที่ไม่ใช้แล้วในกระบวนการ

3.3 สภาพปัญหาในปัจจุบัน

จากข้อมูลของจำนวนรถขนส่งที่เข้ารับบริการกำจัดวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่โรงงานกรณีศึกษาในระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ.2552 พบว่าจำนวนรถขนส่งที่เข้ารับบริการโดยเฉลี่ยเท่ากับ 32±11 คันต่อวัน จำนวนรถขนส่งที่มากที่สุดเท่ากับ 61 คันต่อวันและจำนวนรถขนส่งที่น้อยที่สุดคือไม่มีเลย ดังตารางที่ 3.3 จำนวนรถขนส่งที่เข้ารับบริการโดยเฉลี่ยต่อวันในแต่ละเดือนเป็นดังภาพที่ 3.15 โดยเวลาที่รถขนส่งใช้ในระบบมีความแปรปรวนสูงในขณะที่ค่ามัธยฐานในแต่ละเดือนนั้นใกล้เคียงกันดังภาพที่ 3.16



ภาพที่ 3.15 จำนวนรถขนส่งโดยเฉลี่ยต่อวันระหว่างเดือน ก.พ.-มิ.ย.52 จำแนกเป็นรายเดือน

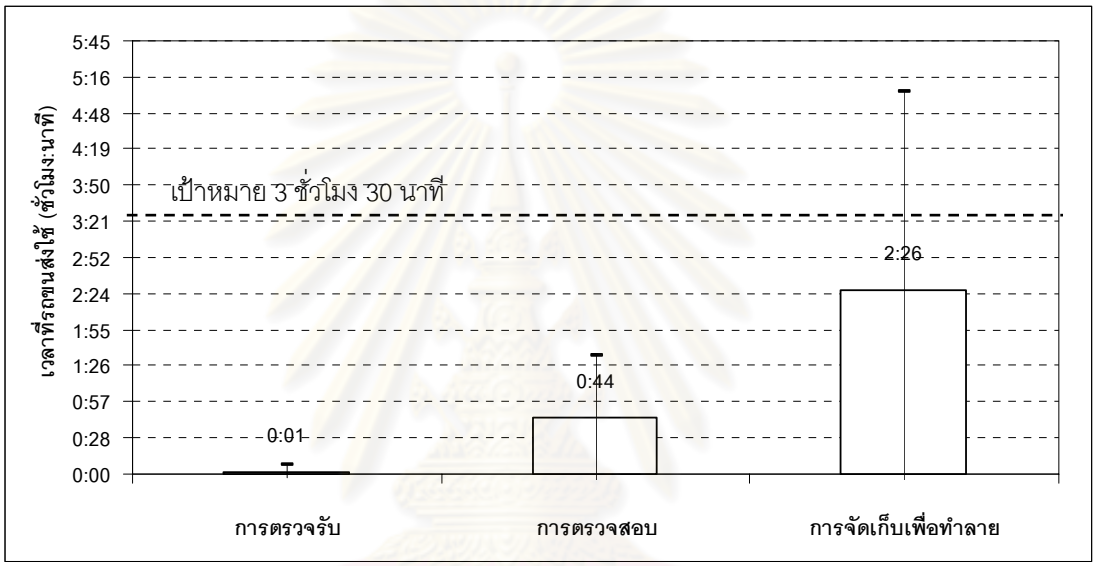


ภาพที่ 3.16 เวลาที่รถขนส่งใช้ในระบบระหว่างเดือน ก.พ.-มิ.ย.52

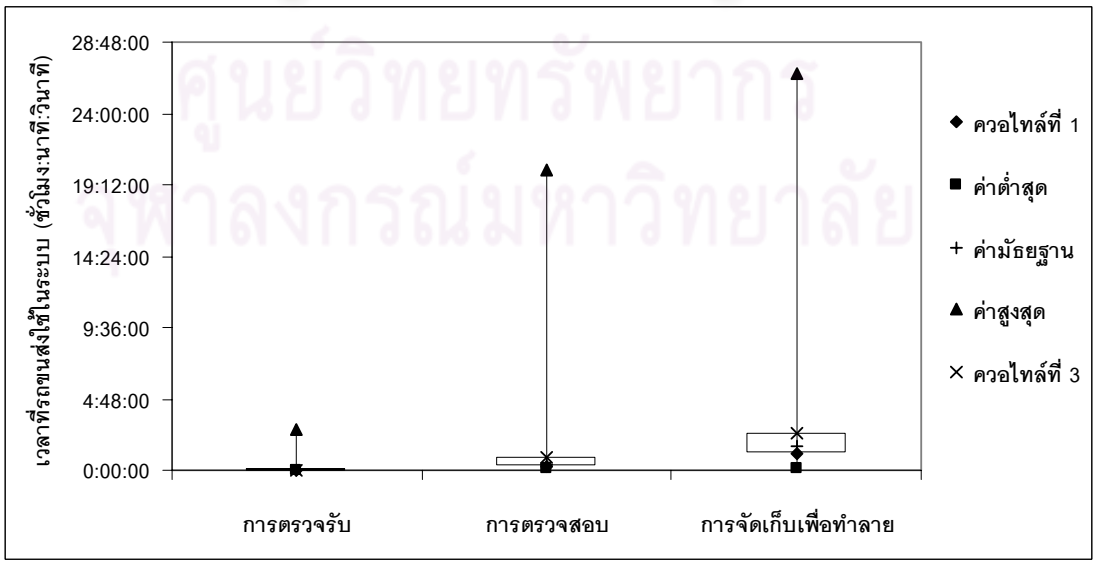
ตารางที่ 3.3 จำนวนรถขนส่งที่เข้ารับบริการกำจัดวัสดุที่ไม่ใช้แล้วระหว่างเดือน ก.พ.-มิ.ย.52

วันที่	จำนวนรถขนส่งที่เข้ารับบริการ (คัน)					
	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	รวม
1	9	13	39	16	36	-
2	22	33	35	16	44	-
3	26	28	51	9	41	-
4	26	40	32	24	49	-
5	37	41	24	33	36	-
6	36	51	31	27	36	-
7	30	27	41	37	28	-
8	19	27	61	23	37	-
9	20	31	52	19	36	-
10	36	38	47	12	37	-
11	38	40	8	21	37	-
12	37	26	0	27	45	-
13	46	32	4	27	39	-
14	22	0	4	34	31	-
15	21	0	11	33	36	-
16	34	36	24	21	37	-
17	32	44	50	16	39	-
18	27	40	35	36	29	-
19	23	44	36	34	38	-
20	35	44	35	37	33	-
21	31	32	43	40	19	-
22	23	25	47	41	43	-
23	36	35	39	19	31	-
24	35	46	34	28	26	-
25	38	45	30	31	25	-
26	28	54	28	43	29	-
27	37	47	41	42	33	-
28	32	29	45	40	20	-
29	-	24	30	31	39	-
30	-	39	29	34	42	-
31	-	43	-	30	-	-
รวม	836	1,054	986	881	1,051	4,808
จำนวนเฉลี่ยต่อวัน	30	34	33	28	35	32
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	±8	±13	±15	±9	±7	±11
จำนวนที่มากที่สุดต่อวัน	46	54	61	43	49	61
จำนวนที่น้อยที่สุดต่อวัน	9	0	0	9	19	0

สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลในเบื้องต้นเพื่อค้นหาสาเหตุของความล่าช้าในการให้บริการของโรงงานกรณีศึกษานั้น ทำได้โดยการวิเคราะห์ว่าขั้นตอนใดที่ก่อให้เกิดความล่าช้า โดยพิจารณาจากเวลาเฉลี่ยที่รถขนส่งใช้ในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการเปรียบเทียบกับเวลาเป้าหมายของโรงงาน ซึ่งผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าค่าเฉลี่ยของเวลาที่รถขนส่งใช้ในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการไม่เกินเป้าหมายที่กำหนด ดังภาพที่ 3.17 อย่างไรก็ตามเวลาที่รถขนส่งใช้ในแต่ละขั้นตอนมีความแปรปรวนสูง ดังภาพที่ 3.18 ซึ่งความแปรปรวนน่าจะเป็นสาเหตุหลักของความล่าช้าที่เกิดขึ้นในกระบวนการของโรงงาน และต้องศึกษาเพื่อแก้ไขปัญหาต่อไป



ภาพที่ 3.17 เวลาเฉลี่ยที่รถขนส่งใช้ในแต่ละขั้นตอนระหว่างเดือน ก.พ.-มิ.ย.52



ภาพที่ 3.18 เวลาที่รถขนส่งใช้ในแต่ละขั้นตอนระหว่างเดือน ก.พ.-มิ.ย.52

บทที่ 4
วิธีดำเนินการศึกษา

ขั้นตอนและวิธีการที่ใช้ในการดำเนินการศึกษามีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 การศึกษาสถานภาพการเข้ารับบริการของรถขนส่งในปัจจุบัน

ขั้นตอนการเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลมีดังนี้

1. เก็บรวบรวมข้อมูลของเวลาที่รถขนส่งวัสดุที่ไม่ใช้แล้วแต่ละคันใช้ในระบบจากฐานข้อมูลคอมพิวเตอร์เป็นเวลา 5 เดือนในระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ.2552

2. วิเคราะห์ข้อมูลของจำนวนรถขนส่งที่เข้ารับบริการด้วยสถิติเชิงพรรณนาดังต่อไปนี้

(1) จำนวนรถขนส่งที่เข้ารับบริการโดยเฉลี่ยต่อวันในวันทำการปกติและในวันสุดสัปดาห์

(2) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของจำนวนรถขนส่งที่เข้ารับบริการต่อวันในวันทำการปกติและในวันสุดสัปดาห์

(3) จำนวนรถขนส่งที่มากที่สุดที่เข้ารับบริการต่อวันในวันทำการปกติและในวันสุดสัปดาห์

(4) จำนวนรถขนส่งที่น้อยที่สุดที่เข้ารับบริการต่อวันในวันทำการปกติและในวันสุดสัปดาห์

3. วิเคราะห์เวลาที่รถขนส่งแต่ละคันใช้ในระบบด้วยสถิติเชิงพรรณนาดังต่อไปนี้

(1) เวลาเฉลี่ยที่รถขนส่งใช้ในระบบจำแนกตามช่วงเวลาที่เข้ารับบริการ ได้แก่ กะดึก กะเช้า และกะบ่าย

(2) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเวลาที่รถขนส่งใช้ในระบบจำแนกตามช่วงเวลาที่เข้ารับบริการ

(3) เวลาที่นานที่สุดของรถขนส่งใช้ในระบบจำแนกตามช่วงเวลาที่เข้ารับบริการ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(4) เวลาที่เร็วที่สุดของรถขนส่งซึ่งเข้ารับบริการจำแนกตามช่วงเวลาที่เข้ารับบริการ

4. วิเคราะห์รูปแบบการเข้ารับบริการของรถขนส่งด้วยโปรแกรม Minitab ที่ระดับนัยสำคัญ (α) 0.05 ดังต่อไปนี้

(1) รูปแบบการเข้ารับบริการของรถขนส่งในแต่ละช่วงเวลาของวัน

(2) รูปแบบการเข้ารับบริการของรถขนส่งในวันทำการปกติและในวันสุดสัปดาห์

5. วิเคราะห์พฤติกรรมการเข้ารับบริการของรถขนส่งจากกราฟความถี่ของจำนวนรถขนส่งที่เข้ารับบริการตลอด 24 ชั่วโมง ตลอดสัปดาห์ ดังต่อไปนี้

1) วันของสัปดาห์ที่รถขนส่งนิยมเข้ารับบริการ

2) ช่วงเวลาที่รถขนส่งนิยมเข้ารับบริการในวันทำการปกติและในวันสุดสัปดาห์

4.2. การจัดกลุ่มรถขนส่ง

การจัดกลุ่มและวิเคราะห์ข้อมูลของกลุ่มลูกค้ามีขั้นตอนดังนี้

1. การจัดกลุ่มลูกค้าตามลักษณะงานและการไหลของงานในกระบวนการ

2. วิเคราะห์ข้อมูลของรถขนส่งแต่ละกลุ่มด้วยสถิติเชิงพรรณนา ดังนี้

(1) จำนวนรถขนส่งที่เข้ารับบริการในแต่ละช่วงเวลาของวันและจำนวนรถขนส่งที่เข้ารับบริการทั้งหมด

(2) เวลาเฉลี่ยที่รถขนส่งใช้ในระบบจำแนกตามช่วงเวลาที่เข้ารับบริการและเวลาเฉลี่ยที่รถขนส่งทั้งหมดใช้ในระบบ

(3) จำนวนรถขนส่งที่ใช้เวลาในระบบนานกว่าเป้าหมายที่โรงงานกำหนดจำแนกตามช่วงเวลาที่เข้ารับบริการและจำนวนรถขนส่งที่ใช้เวลาในระบบนานกว่าเป้าหมายทั้งหมด

4.3 การศึกษาเวลาที่ใช้ในระบบ

4.3.1 เวลาประเมินจากการศึกษาเวลา มีขั้นตอนการศึกษา ดังนี้

1. ศึกษาเวลาประเมินของรถขนส่งแต่ละกลุ่มที่ใช้ในระบบจำแนกตามช่วงเวลาที่เข้ารับบริการโดยใช้หลักการศึกษาเวลา

2. ขั้นตอนการศึกษาเวลาประเมินเป็นดังนี้

(1) เลือกงานที่ต้องการศึกษาเวลาโดยเลือกลูกค้าที่มีจำนวนรถขนส่งเข้ารับบริการมากที่สุดในแต่ละกลุ่มเป็นตัวแทนในการศึกษาเวลาประเมิน

(2) แบ่งงานใหญ่ออกเป็น 4 งานย่อย ได้แก่ การตรวจรับ การตรวจสอบ การจัดเก็บเพื่อทำลาย และการชั่งน้ำหนักขาออก

(3) หาขนาดของตัวอย่างที่ต้องใช้ในการจับเวลาสำหรับแต่ละงานย่อย ซึ่งมีวิธีการดังนี้

ก) ทดลองจับเวลาของงานที่ต้องการศึกษา 3 ครั้ง

เนื่องจากเวลาประเมินที่ทำการศึกษานี้เป็นเพียงค่าโดยประมาณการ อีกทั้งเวลาของแต่ละงานย่อยค่อนข้างนานจึงไม่ต้องการความละเอียดมากนัก นาฬิกาที่ใช้จับเวลาสำหรับการศึกษานี้จึงไม่ได้ใช้นาฬิกาแบบที่ใช้สำหรับการศึกษาเวลาโดยทั่วไป โดยนาฬิกาที่ใช้จับเวลาของงานการตรวจรับ การตรวจสอบ และการชั่งน้ำหนักขาออกนั้นเป็นนาฬิกาจับเวลาแบบดิจิตอลที่มีความละเอียดถึงระดับวินาที ส่วนนาฬิกาที่ใช้จับเวลาของงานการจัดเก็บเพื่อทำลายเป็นนาฬิกาข้อมือแบบมีเข็มบอกเวลาที่มีความละเอียดถึงระดับวินาที สำหรับเวลาที่จดบันทึกใช้ความละเอียดถึงหลักนาทีเท่านั้น ยกเว้นงานการตรวจรับและการชั่งน้ำหนักขาออกที่บันทึกเวลาเป็นวินาที เนื่องจาก 2 งานนี้ใช้เวลาในการทำงานสั้น

ข) คำนวณขนาดของตัวอย่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากสมการ (4.1) (วิจิตร, วันชัย, จรูญ และชูเวช, 2545)

$$n = \left(\frac{40\sqrt{n'\sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2 \qquad (4.1)$$

โดยที่ n = ขนาดของตัวอย่างที่ต้องการหา

n' = จำนวนตัวอย่างที่ทดลองจับเวลา

x = เวลาที่จับได้

ในกรณีการหาขนาดของตัวอย่างของขั้นตอนการจัดเก็บเพื่อทำลายให้ x เป็นอัตราการขนถ่ายวัสดุที่ไม่ใช้แล้วแทนเวลาที่จับได้ เนื่องจากเวลาที่ใช้ในขั้นตอนนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณของวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่ทำการขนถ่าย ซึ่งไม่เท่ากันในแต่ละเที่ยวของการขนส่ง อัตราการขนถ่ายสามารถคำนวณได้จากสมการ (4.2)

$$\text{อัตราการขนถ่าย} = \frac{\text{น้ำหนักของวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว (กิโลกรัม)}}{\text{เวลาที่ใช้ที่ขั้นตอนการจัดเก็บ (นาที)}} \qquad (4.2)$$

(4) จับเวลาของแต่ละงานย่อยตามขนาดของตัวอย่างที่คำนวณได้

(5) คำนวณค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเวลาที่จับได้ ซึ่งก็คือเวลาประเมินของแต่ละงานย่อย

(6) การหาเวลาประเมินของขั้นตอนการจัดเก็บเพื่อทำลายให้คำนวณจากอัตราการขนถ่ายวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่ได้จากการศึกษาเวลา เทียบกับน้ำหนักของวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่ส่งมากำจัด โดยมีวิธีคำนวณดังสมการที่ (4.3)

$$T = \frac{W}{X} \pm \%S\left(\frac{W}{X}\right) \qquad (4.3)$$

โดยที่ T = เวลาประเมิน (นาที)

X = อัตราการขนถ่ายวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่ได้จากการศึกษาเวลา (กิโลกรัม/นาที)

W = ค่าประมาณของน้ำหนักวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว (กิโลกรัม) ซึ่งคำนวณจากค่าเฉลี่ยของน้ำหนักวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่ส่งกำจัดในระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ.2552

S = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอัตราการขนถ่ายวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่ได้จากการศึกษาเวลา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. คำนวณเวลาประเมินของระบบซึ่งเท่ากับผลรวมของเวลาประเมินของงานย่อยทั้ง 4 งาน และเวลาที่ใช้ในการเดินทางภายในระบบ

3. คำนวณค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (Coefficient of Variance) ของเวลาประเมินเพื่อศึกษาการกระจายของข้อมูลจากสมการ (4.4) (ดุษณี, 2551)

$$\%CV = \frac{\text{ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน}}{\text{ค่าเฉลี่ย}} \times 100 \qquad (4.4)$$

4.3.2 การศึกษาเวลาจริงที่ใช้ในระบบ

การศึกษาเวลาจริงที่ใช้ในระบบทำได้ดังนี้

1. คำนวณค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเวลาที่ใช้จริงในระบบของรถขนส่งของลูกค้าแต่ละกลุ่ม จำแนกตามช่วงเวลาที่เข้ารับบริการ

2 คำนวณค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนจากสมการ (4.4) เพื่อศึกษาการกระจายของข้อมูล

4.4 การประเมินประสิทธิภาพของเวลาที่ใช้ในระบบ

คำนวณประสิทธิภาพของเวลาที่ใช้ในระบบของลูกค้าแต่ละกลุ่มด้วยสมการ (4.5)

$$\text{ประสิทธิภาพ} = \frac{\text{เวลาประเมิน}}{\text{เวลาที่ใช้จริง}} \times 100 \qquad (4.5)$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.5 การจัดลำดับความสำคัญของปัญหา

จัดลำดับความสำคัญของปัญหาของรถขนส่งแต่ละกลุ่มโดยพิจารณาจากประสิทธิภาพของเวลาที่รถขนส่งใช้ในระบบ ระยะเวลาเฉลี่ยที่ใช้จริงของรถขนส่ง และเปอร์เซ็นต์รถที่เข้ารับบริการ ซึ่งเกณฑ์ในการพิจารณาเป็นดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 เกณฑ์ในการจัดลำดับความสำคัญของปัญหา

ลำดับความสำคัญ	ประสิทธิภาพของเวลา	เวลาเฉลี่ยที่ใช้จริง (ชั่วโมง:นาที)	% รถขนส่งที่เข้ารับบริการ	สรุป
1	< 70%	≥ 3:30	> 5%	ต้องแก้ไขโดยด่วน
2	< 70%	< 3:30	> 5%	ต้องแก้ไขทันที
3	< 70%	< 3:30	< 5%	ต้องแก้ไข
4	> 70%	< 3:30	เท่าไรก็ตาม	ไม่ต้องแก้ไข
5	> 70%	≥ 3:30	เท่าไรก็ตาม	เป้าหมายไม่เหมาะสม

4.6 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา

การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาแบ่งออกเป็น

1. เลือกกลุ่มรถขนส่งที่มีปัญหาในลำดับความสำคัญที่ 1-3 มาทำการวิเคราะห์หาสาเหตุ

2. ศึกษาประสิทธิภาพของเวลาที่ขั้นตอนการตรวจสอบและขั้นตอนการจัดเก็บเพื่อทำลาย

3. ค้นหาสาเหตุของความล่าช้าของกระบวนการให้บริการกำจัดวัสดุที่ไม่ใช้แล้วจากการวิเคราะห์ข้อมูลและการระดมสมอง

4.7 แนวทางการแก้ไขปัญหา

กำหนดแนวทางแก้ไขปัญหาออกเป็น 3 ระยะ ได้แก่ ระยะสั้น ระยะกลาง และระยะยาว ดังนี้

1. แนวทางแก้ไขปัญหาระยะสั้นเป็นการแก้ปัญหาในเบื้องต้นที่สามารถกระทำได้ทันทีโดยไม่ต้องมีการลงทุนเพิ่ม

2. แนวทางแก้ไขปัญหาระยะกลางต้องมีการลงทุนและใช้ระยะเวลาในการดำเนินการ

3. แนวทางแก้ไขปัญหาระยะยาวเป็นการแก้ปัญหาที่ต้องมีการลงทุนสูงซึ่งต้องได้รับการอนุมัติจากผู้บริหาร จึงเป็นการวางแผนสำหรับอนาคต

สำหรับการศึกษานี้จะดำเนินการตามแนวทางแก้ไขปัญหาระยะสั้นเท่านั้น

บทที่ 5

ผลการศึกษาวิจัย

ผลของการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลตามขั้นตอนและวิธีการที่กำหนดไว้เป็นดังนี้

5.1. ผลการศึกษาสถานภาพการเข้ารับบริการของรถขนส่งในปัจจุบัน

การวิเคราะห์ข้อมูลจะพิจารณาในประเด็นต่างๆ ได้แก่

1. จำนวนรถขนส่งที่เข้ารับบริการต่อวัน
2. เวลาที่รถขนส่งใช้ในระบบ
3. ลักษณะการแจกแจงของการเข้ารับบริการของรถขนส่ง
4. ลักษณะการแจกแจงของการให้บริการของโรงงานกรณีศึกษา
5. พฤติกรรมการเข้ารับบริการของรถขนส่ง

ซึ่งผลของการวิเคราะห์ข้อมูลในแต่ละประเด็นเป็นดังนี้

5.1.1. จำนวนรถขนส่งที่เข้ารับบริการต่อวัน

จากข้อมูลของจำนวนรถขนส่งที่เข้ารับบริการระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ.2552 พบว่าจำนวนเฉลี่ยของรถขนส่งที่เข้ารับบริการเท่ากับ 36$\pm$9 คันต่อวันในวันทำการปกติ และเท่ากับ 23$\pm$10 คันต่อวันในวันสุดสัปดาห์ ดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 จำนวนรถขนส่งที่เข้ารับบริการในวันทำการปกติและในวันสุดสัปดาห์ระหว่างเดือน ก.พ.-มิ.ย.52

จำนวนรถขนส่งที่เข้ารับบริการต่อวัน (คัน)	วันทำการปกติ	วันสุดสัปดาห์
จำนวนเฉลี่ย	36	23
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	$\pm$9	$\pm$10
จำนวนที่มากที่สุด	61	39
จำนวนที่น้อยที่สุด	4	0

5.1.2. เวลาที่รถขนส่งใช้ในระบบ

จากข้อมูลของเวลาที่รถขนส่งใช้ในระบบระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ.2552 พบว่าเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในช่วงกะเช้าและกะบ่ายเท่ากับ 2:52±2:14 และ 3:28±3:37 ชั่วโมง:นาที ซึ่งไม่เกินเป้าหมายที่โรงงานกำหนด มีเพียงช่วงเวลากะดึกเท่านั้นที่เวลาเฉลี่ยที่รถขนส่งใช้ในระบบช้ากว่าเป้าหมาย ซึ่งเท่ากับ 3:57±3:11 ชั่วโมง:นาที โดยรถขนส่งได้รับบริการเร็วที่สุดในช่วงกะเช้า แต่อย่างไรก็ตามพบว่าเวลาที่รถขนส่งใช้ในระบบมีความแปรปรวนสูงในทุกช่วงเวลาของวัน ดังตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 เวลาที่รถขนส่งใช้ในระบบระหว่างเดือน ก.พ.-มิ.ย.52 จำแนกตามช่วงเวลาที่เข้ารับบริการ

เวลาที่ใช้ในระบบ (ชั่วโมง:นาที)	กะดึก	กะเช้า	กะบ่าย
เวลาเฉลี่ย	3:57	2:52	3:28
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	3:11	2:14	3:37
เวลาที่เร็วที่สุด	0:35	0:24	0:30
เวลาที่ช้าที่สุด	21:46	26:37	28:12

5.1.3. ลักษณะการแจกแจงของการเข้ารับบริการของรถขนส่ง

ลักษณะการแจกแจงของการเข้ารับบริการของรถขนส่งจากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Minitab ที่ระดับนัยสำคัญ (α) 0.05 ในวันทำการปกติและวันสุดสัปดาห์เป็นแบบพัวซองซึ่งมีพารามิเตอร์ดังตารางที่ 5.3

ตารางที่ 5.3 ลักษณะการแจกแจงและอัตราการเข้ารับบริการของรถขนส่งจำแนกตามวันของสัปดาห์

วันของสัปดาห์	ลักษณะการแจกแจง	p-value	อัตราการเข้ารับบริการ (คัน/ชั่วโมง)
วันทำการปกติ	พัวซอง	0.412	1.54±1:24
วันสุดสัปดาห์	พัวซอง	0.071	0.88±0.94

ลักษณะการแจกแจงของการเข้ารับบริการของรถขนส่งในช่วงกะดึกและกะบ่ายเป็นแบบพัวซอง ส่วนลักษณะการแจกแจงของรถขนส่งในช่วงกะเช้าเป็นแบบยูนิฟอร์ม ซึ่งมีพารามิเตอร์ดังตารางที่ 5.4

ตารางที่ 5.4 ลักษณะการแจกแจงและอัตราการเข้ารับบริการของรถขนส่งจำแนกตามช่วงเวลา

ช่วงเวลา	ลักษณะการกระจาย	p-value	อัตราการเข้ารับบริการ (คัน/ชั่วโมง)
กะดึก	พัวซอง	0.788	0.88±0.94
กะเช้า	ยูนิฟอร์ม	0.999	2.50±0.08
กะบ่าย	พัวซอง	0.253	0.86±0.93

5.1.4. ลักษณะการแจกแจงของการให้บริการของโรงงานกรณีศึกษา

สำหรับลักษณะการแจกแจงของการให้บริการของโรงงานกรณีศึกษาในวันทำการปกติและในวันสุดสัปดาห์เป็นแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล ส่วนลักษณะการแจกแจงของการให้บริการในช่วงกะเช้า กะบ่าย และกะดึกเป็นแบบปกติ ซึ่งมีพารามิเตอร์ดังตารางที่ 5.5

ตารางที่ 5.5 ลักษณะการแจกแจงและอัตราการให้บริการของโรงงานกรณีศึกษา

ช่วงเวลา	ลักษณะการกระจาย	p-value	อัตราการให้บริการ (คัน/ชั่วโมง)
วันทำการปกติ	เอ็กซ์โปเนนเชียล	0.062	1.48±1.48
วันสุดสัปดาห์	เอ็กซ์โปเนนเชียล	0.047	0.98±0.98
กะดึก	ปกติ	0.055	0.37±0.13
กะเช้า	ปกติ	0.645	2.09±0.64
กะบ่าย	ปกติ	0.563	1.47±0.44

หมายเหตุ: ค่า p-value ของการให้บริการในวันสุดสัปดาห์และในช่วงกะดึกมีค่าต่ำกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด แต่เป็นรูปแบบการแจกแจงที่ใกล้เคียงกับข้อมูลมากที่สุด

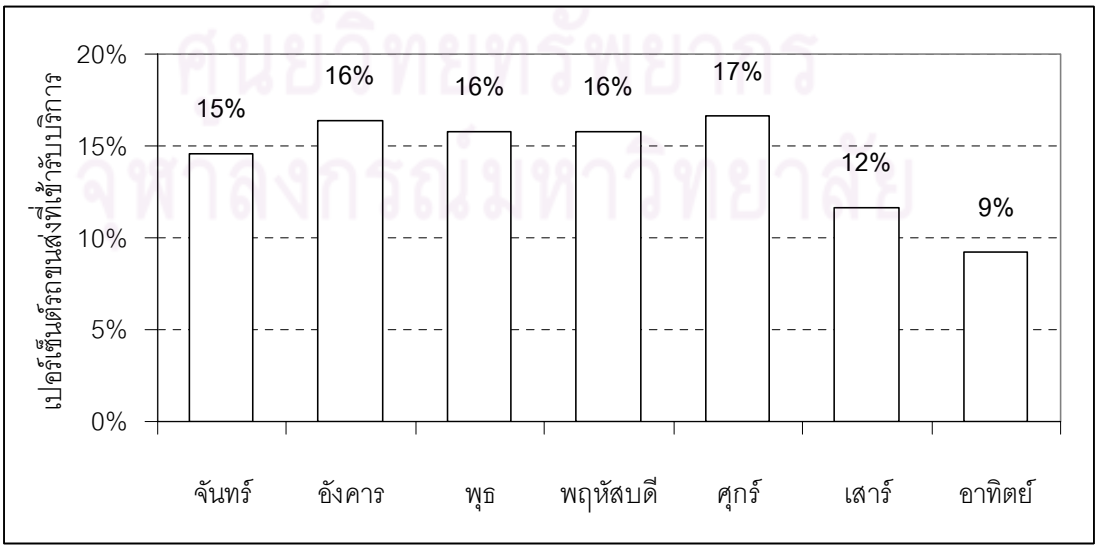
5.1.5. พฤติกรรมการเข้ารับบริการของรถขนส่ง

1) วันของสัปดาห์ที่รถขนส่งนิยมเข้ารับบริการ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลของจำนวนรถขนส่งที่เข้ารับบริการในระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ.2552 จำแนกตามวันของสัปดาห์ดังตารางที่ 5.6 พบว่าจำนวนรถขนส่งที่เข้ารับบริการต่อวันในวันทำการปกติมีจำนวนใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 15-17% ของจำนวนรถขนส่งที่เข้ารับบริการทั้งหมด ส่วนในวันสุดสัปดาห์จะมีรถขนส่งเข้ารับบริการน้อยกว่าวันทำการปกติ โดยเฉพาะวันอาทิตย์ที่มีจำนวนรถขนส่งเข้ารับบริการน้อยที่สุดเพียง 9% ของจำนวนรถขนส่งที่เข้ารับบริการทั้งหมด ดังภาพที่ 5.1

ตารางที่ 5.6 จำนวนรถขนส่งที่เข้ารับบริการระหว่างเดือน ก.พ.-มิ.ย.52 จำแนกตามวันของสัปดาห์

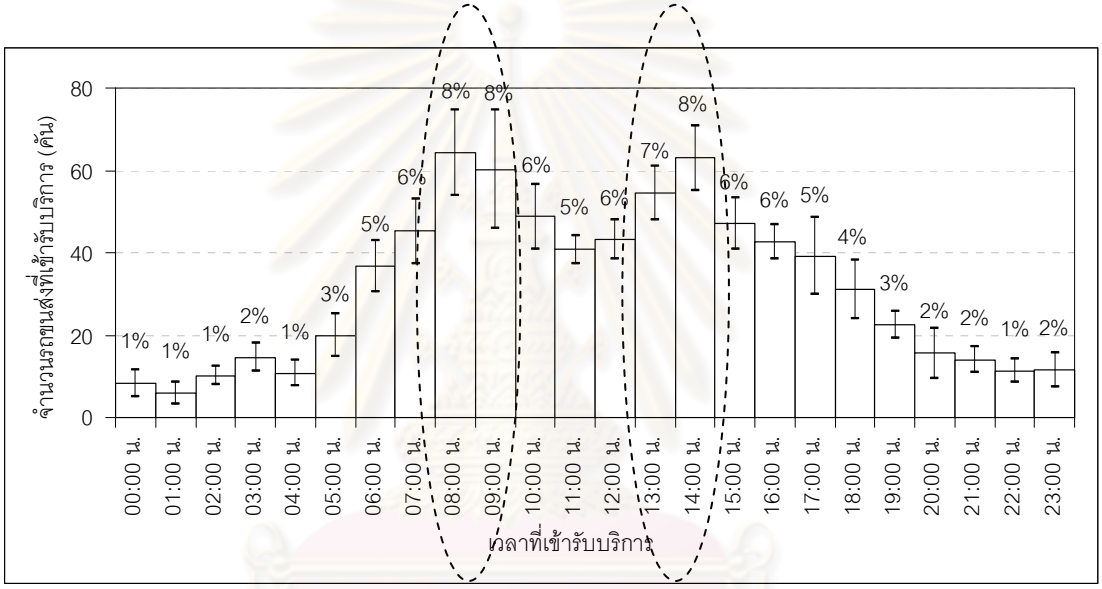
วัน	จำนวนรถขนส่งที่เข้ารับบริการ (คัน)						
	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	รวม	เปอร์เซนต์
จันทร์	112	174	111	112	191	700	15%
อังคาร	129	199	133	137	190	788	16%
พุธ	129	165	188	133	143	758	16%
พฤหัสบดี	125	165	179	151	140	760	16%
ศุกร์	154	174	182	144	148	802	17%
เสาร์	115	88	105	109	141	558	12%
อาทิตย์	72	89	88	95	98	442	9%
รวม	836	1,054	986	881	1,051	4,808	100%



ภาพที่ 5.1 จำนวนรถขนส่งที่เข้ารับบริการในแต่ละวันของสัปดาห์ระหว่างเดือน ก.พ.-มิ.ย.52

2) ช่วงเวลาที่รถขนส่งนิยมเข้ารับบริการ

จำนวนรถขนส่งที่เข้ารับบริการในวันทำการปกติระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ.2552 จำแนกตามช่วงเวลาที่เข้ารับบริการ เป็นดังตารางที่ 5.7 โดยความถี่ของจำนวนรถขนส่งที่เข้ารับบริการในแต่ละช่วงเวลามีลักษณะเป็น Bimodal Distribution ดังภาพที่ 5.2 ซึ่งพบว่า 60% ของรถขนส่งนิยมเข้ารับบริการในช่วงเวลาทำการปกติโดยเฉพาะในช่วงเวลา 8:00น.-10:00 น. และ 13:00น.-15:00น. จะมีรถขนส่งเข้ารับบริการมากกว่าช่วงเวลาอื่น ซึ่งคิดเป็น 31% ของจำนวนรถขนส่งที่เข้ารับบริการต่อวัน



ภาพที่ 5.2 จำนวนเฉลี่ยของรถขนส่งที่เข้ารับบริการในวันทำการปกติระหว่างเดือน ก.พ.-มิ.ย.52 จำแนกตามช่วงเวลาที่เข้ารับบริการ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จำนวนรถขนส่งที่เข้ารับบริการในวันสุดสัปดาห์ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ.2552 จำแนกตามช่วงเวลาที่เข้ารับบริการเป็นดังตารางที่ 5.8 โดยลักษณะการเข้ารับบริการของรถขนส่งในวันสุดสัปดาห์เป็นเช่นเดียวกับวันทำการปกติ พบว่า 61% ของรถขนส่งนิยมเข้ารับบริการในช่วงเวลาทำการปกติโดยเฉพาะในช่วงเวลา 8:00น.-10:00น. และ 13:00น.-15:00น. จะมีรถขนส่งเข้ารับบริการมากกว่าช่วงเวลาอื่น ซึ่งคิดเป็น 35% ของจำนวนรถขนส่งที่เข้ารับบริการต่อวัน ดังภาพที่ 5.3

ตารางที่ 5.7 จำนวนรถขนส่งที่เข้ารับบริการในวันทำการปกติระหว่างเดือน ก.พ.-มิ.ย.52 จำแนกตามช่วงเวลาที่เข้ารับบริการ

ช่วงเวลาที่เข้ารับบริการ	จำนวนรถขนส่งที่เข้ารับบริการ (คัน)								
	จันทร์	อังคาร	พุธ	พฤหัสบดี	ศุกร์	รวม	เฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	เปอร์เซนต์
00:00 น.-01:00 น.	7	13	5	6	10	41	8	±3	1%
01:00 น.-02:00 น.	3	7	9	3	7	29	6	±3	1%
02:00 น.-03:00 น.	9	7	13	11	11	51	10	±2	1%
03:00 น.-04:00 น.	17	17	14	9	16	73	15	±3	2%
04:00 น.-05:00 น.	8	13	9	9	15	54	11	±3	1%
05:00 น.-06:00 น.	15	27	15	20	23	100	20	±5	3%
06:00 น.-07:00 น.	35	38	27	41	43	184	37	±6	5%
07:00 น.-08:00 น.	34	49	55	44	44	226	45	±8	6%
08:00 น.-09:00 น.	53	60	81	65	63	322	64	±10	8%
09:00 น.-10:00 น.	54	59	42	65	81	301	60	±14	8%
10:00 น.-11:00 น.	52	55	36	47	54	244	49	±8	6%
11:00 น.-12:00 น.	39	44	44	36	41	204	41	±3	5%
12:00 น.-13:00 น.	36	42	44	49	45	216	43	±5	6%

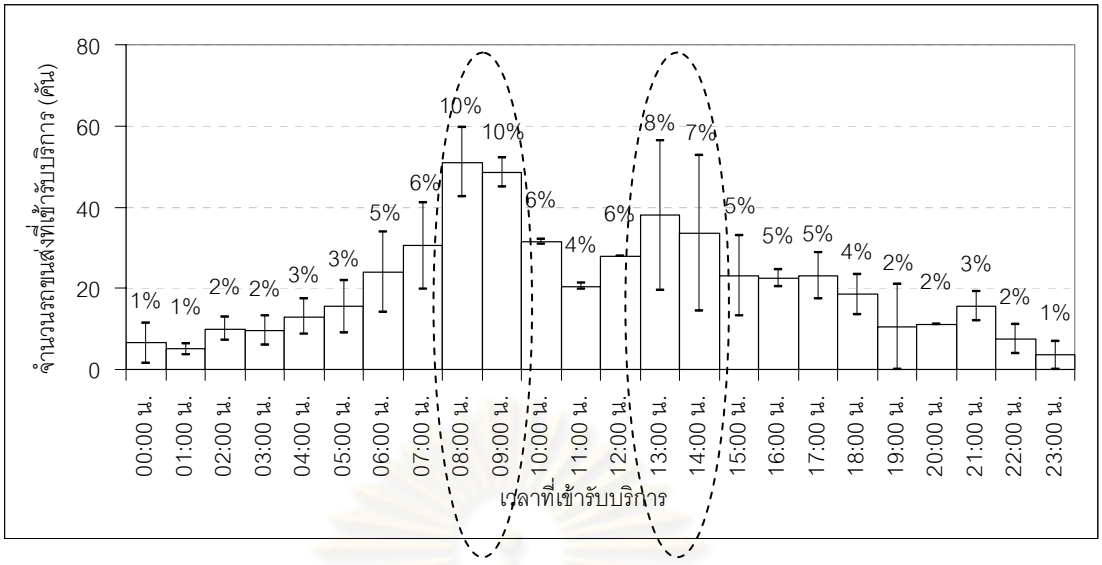
ตารางที่ 5.7 จำนวนรถขนส่งที่เข้ารับบริการในวันทำการปกติระหว่างเดือน ก.พ.-มิ.ย.52 จำแนกตามช่วงเวลาที่เข้ารับบริการ (ต่อ)

ช่วงเวลาที่เข้ารับบริการ	จำนวนรถขนส่งที่เข้ารับบริการ (คัน)								
	จันทร์	อังคาร	พุธ	พฤหัสบดี	ศุกร์	รวม	เฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	เปอร์เซนต์
13:00 น.-14:00 น.	47	50	56	55	64	272	54	±7	7%
14:00 น.-15:00 น.	60	68	74	57	56	315	63	±8	8%
15:00 น.-16:00 น.	44	54	38	48	51	235	47	±6	6%
16:00 น.-17:00 น.	47	46	37	43	40	213	43	±4	6%
17:00 น.-18:00 น.	48	37	42	45	24	196	39	±9	5%
18:00 น.-19:00 น.	26	23	41	35	31	156	31	±7	4%
19:00 น.-20:00 น.	24	17	25	23	24	113	23	±3	3%
20:00 น.-21:00 น.	6	23	16	17	16	78	16	±6	2%
21:00 น.-22:00 น.	14	12	19	11	14	70	14	±3	2%
22:00 น.-23:00 น.	11	11	11	8	16	57	11	±3	1%
23:00 น.-24:00 น.	11	16	5	13	13	58	12	±4	2%
รวม	700	788	758	760	802	3,808	762	±39	100%

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.8 จำนวนรถขนส่งที่เข้ารับบริการในวันสุดสัปดาห์ระหว่างเดือน ก.พ.-มิ.ย.52 จำแนกตามช่วงเวลาที่เข้ารับบริการ

ช่วงเวลาที่เข้ารับบริการ	จำนวนรถขนส่งที่เข้ารับบริการ (คัน)					
	เสาร์	อาทิตย์	รวม	เฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	เปอร์เซนต์
00:00-01:00 น.	10	3	13	7	±5	1%
01:00-02:00 น.	6	4	10	5	±1	1%
02:00-03:00 น.	12	8	20	10	±3	2%
03:00-04:00 น.	7	12	19	10	±4	2%
04:00-05:00 น.	10	16	26	13	±4	3%
05:00-06:00 น.	20	11	31	16	±6	3%
06:00-07:00 น.	31	17	48	24	±10	5%
07:00-08:00 น.	38	23	61	31	±11	6%
08:00-09:00 น.	45	57	102	51	±8	10%
09:00-10:00 น.	51	46	97	49	±4	10%
10:00-11:00 น.	31	32	63	32	±1	6%
11:00-12:00 น.	20	21	41	21	±1	4%
12:00-13:00 น.	28	28	56	28	±0	6%
13:00-14:00 น.	51	25	76	38	±18	8%
14:00-15:00 น.	47	20	67	34	±19	7%
15:00-16:00 น.	30	16	46	23	±10	5%
16:00-17:00 น.	24	21	45	23	±2	5%
17:00-18:00 น.	27	19	46	23	±6	5%
18:00-19:00 น.	22	15	37	19	±5	4%
19:00-20:00 น.	18	3	21	11	±11	2%
20:00-21:00 น.	11	11	22	11	±0	2%
21:00-22:00 น.	13	18	31	16	±4	3%
22:00-23:00 น.	5	10	15	8	±4	2%
23:00-24:00 น.	1	6	7	4	±4	1%
รวม	558	442	1,000	500	±82	100%



ภาพที่ 5.3 จำนวนเฉลี่ยของรถขนส่งที่เข้ารับบริการในวันสุดสัปดาห์ระหว่างเดือน ก.พ.-มิ.ย.52 จำแนกตามช่วงเวลาที่เข้ารับบริการ

5.2 ผลการจัดกลุ่มรถขนส่ง

การจัดกลุ่มและวิเคราะห์ข้อมูลของกลุ่มรถขนส่งจะพิจารณาประเด็นต่างๆ ได้แก่

1. กลุ่มรถขนส่งและจำนวนรถที่เข้ารับบริการ
2. เวลาที่รถขนส่งของแต่ละกลุ่มใช้ในระบบ
3. จำนวนรถขนส่งของแต่ละกลุ่มที่ใช้เวลาในระบบนานกว่าเป้าหมาย

ซึ่งผลของการจัดกลุ่มและวิเคราะห์ข้อมูลในแต่ละประเด็นเป็นดังนี้

5.2.1 กลุ่มรถขนส่งและจำนวนรถที่เข้ารับบริการ

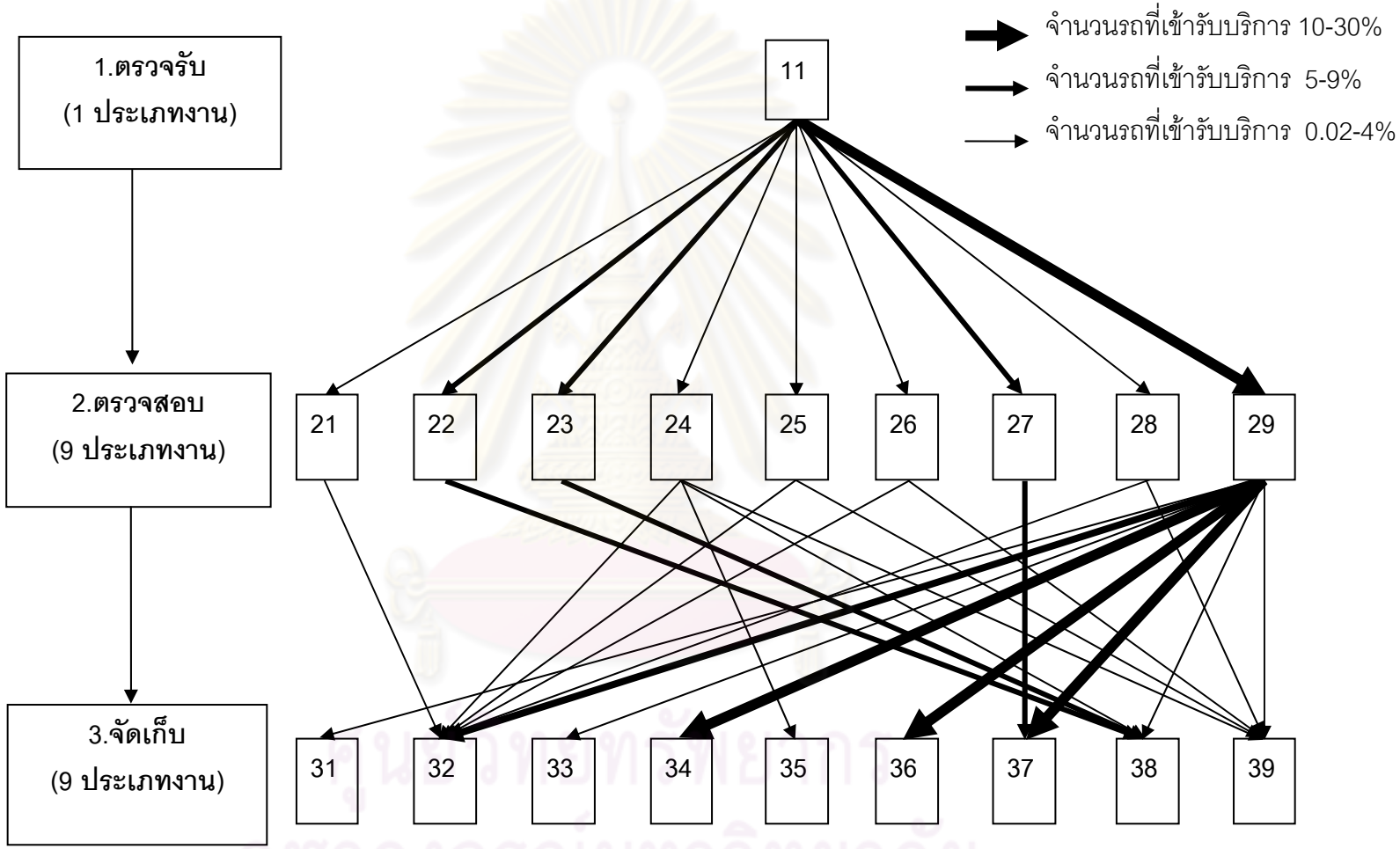
สามารถจัดกลุ่มรถขนส่งได้เป็น 22 กลุ่ม ดังตารางที่ 5.9 โดยจำนวนรถขนส่งของแต่ละกลุ่มที่เข้ารับบริการระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ.2552 เป็นดังตารางที่ 5.10 ซึ่งกลุ่ม 2936 เป็นกลุ่มที่เข้ารับบริการมากที่สุด 30% ดังภาพที่ 5.4 และ 5.5

ตารางที่ 5.9 กลุ่มรถขนส่งที่ใช้บริการกำจัดวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่โรงงานกรณีศึกษา

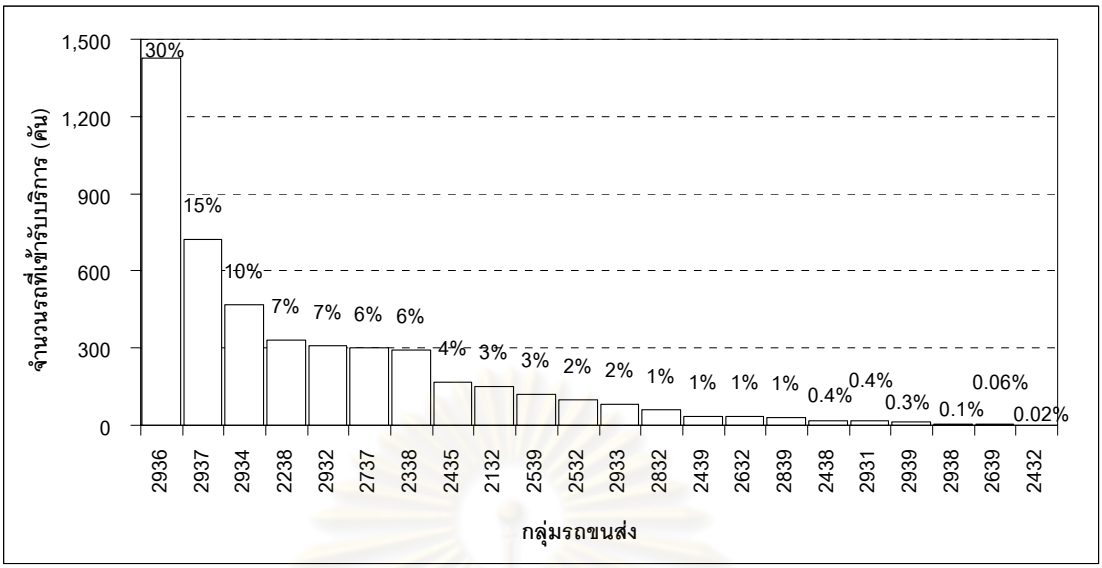
ลำดับ	กลุ่มรถขนส่ง	ประเภทของงาน		
		การตรวจรับ	การตรวจสอบ	การจัดเก็บ
1	2132	11	21	32
2	2238	11	22	38
3	2338	11	23	38
4	2432	11	24	32
5	2435	11	24	35
6	2438	11	24	38
7	2439	11	24	39
8	2532	11	25	32
9	2539	11	25	39
10	2632	11	26	32
11	2639	11	26	39
12	2737	11	27	37
13	2832	11	28	32
14	2839	11	28	39
15	2931	11	29	31
16	2932	11	29	32
17	2933	11	29	33
18	2934	11	29	34
19	2936	11	29	36
20	2937	11	29	37
21	2938	11	29	38
22	2939	11	29	39

ตารางที่ 5.10 จำนวนรถขนส่งของแต่ละกลุ่มที่เข้ารับบริการระหว่างเดือน ก.พ.-มิ.ย.52

ลำดับ	กลุ่มรถขนส่ง	จำนวนรถขนส่งที่เข้ารับบริการ (คัน)				
		กะดึก	กะเช้า	กะบ่าย	รวม	เปอร์เซ็นต์
1	2936	446	822	157	1,425	30%
2	2937	50	339	332	721	15%
3	2934	106	271	90	467	10%
4	2238	53	207	70	330	7%
5	2932	14	249	46	309	7%
6	2737	158	86	56	300	6%
7	2338	25	225	42	292	6%
8	2435	21	129	19	169	4%
9	2132	60	88	3	151	3%
10	2539	36	72	14	122	3%
11	2532	7	83	7	97	2%
12	2933	2	69	11	82	2%
13	2832	0	50	11	61	1%
14	2439	1	29	5	35	1%
15	2632	0	22	13	35	1%
16	2839	1	26	4	31	1%
17	2438	2	12	3	17	0.36%
18	2931	0	2	15	17	0.36%
19	2939	1	10	1	12	0.26%
20	2938	1	4	0	5	0.11%
21	2639	0	3	0	3	0.06%
22	2432	0	1	0	1	0.02%



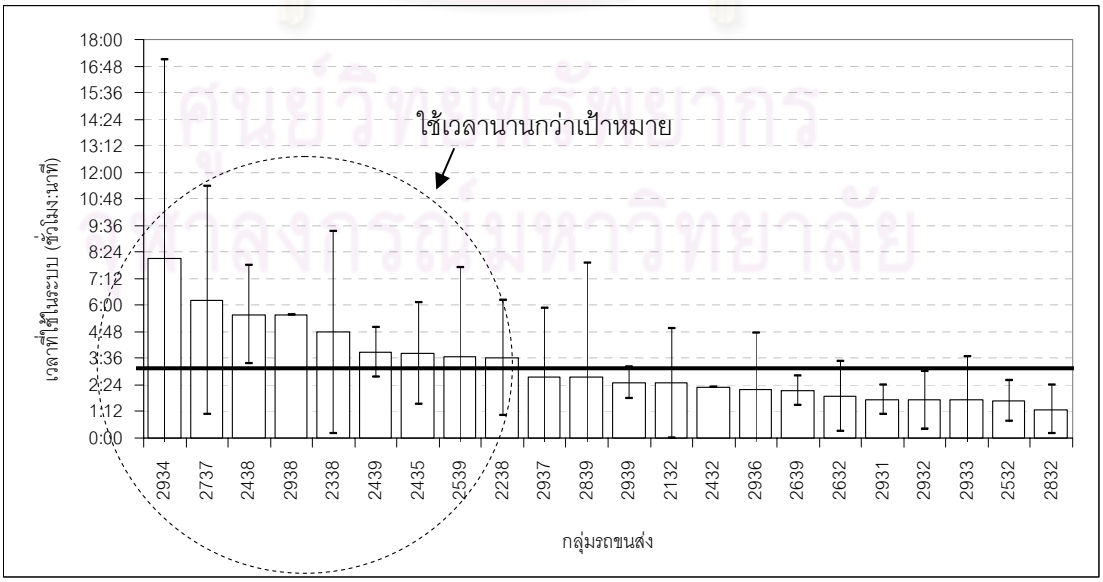
ภาพที่ 5.4 เปอร์เซ็นต์รถขนส่งวัสดุที่ไม่ใช้แล้วของแต่ละกลุ่มที่เข้ารับบริการ



ภาพที่ 5.5 จำนวนรถขนส่งของแต่ละกลุ่มที่เข้ารับบริการระหว่างเดือน ก.พ.-มิ.ย.52

5.2.2 เวลาที่รถขนส่งของแต่ละกลุ่มใช้ในระบบ

เวลาที่รถขนส่งของแต่ละกลุ่มใช้ในระบบระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ.2552 จำแนกตามช่วงเวลาที่เข้ารับบริการเป็นดังตารางที่ 5.11 พบว่ามีรถขนส่ง 9 กลุ่มซึ่งเวลาที่รถใช้ในระบบโดยเฉลี่ยนานกว่าเวลาเป้าหมายที่โรงงานกำหนด ได้แก่ กลุ่ม 2934, 2737, 2438, 2938, 2338, 2439, 2435, 2539, และ 2238 โดยกลุ่ม 2934 เป็นกลุ่มที่ใช้เวลาเฉลี่ยในระบบนานที่สุดเป็นเวลา 8 ชั่วโมง 5 นาที ดังภาพที่ 5.6



ภาพที่ 5.6 เวลาที่รถขนส่งแต่ละกลุ่มใช้ในระบบโดยเฉลี่ยระหว่างเดือน ก.พ.-มิ.ย.52

ตารางที่ 5.11 เวลาที่รถขนส่งแต่ละกลุ่มใช้ในระบบระหว่างเดือน ก.พ.-มิ.ย.52

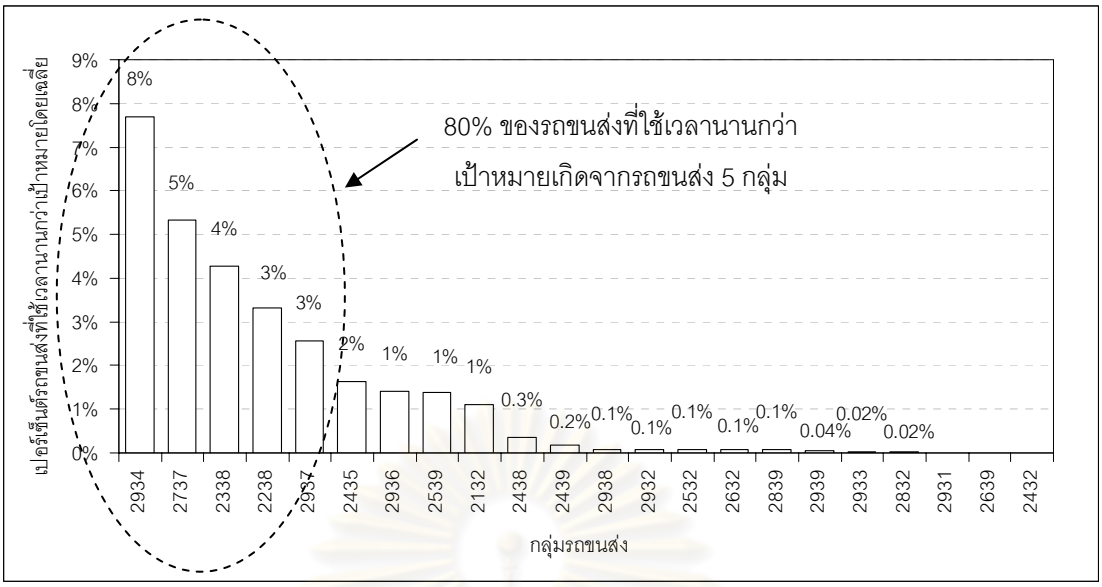
ลำดับ	กลุ่มรถขนส่ง	เวลาที่ใช้ในระบบ (ชั่วโมง:นาที)			
		ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าที่น้อยที่สุด	ค่าที่มากที่สุด
1	2934	8:05	9:00	1:10	22:01
2	2737	6:13	5:08	1:30	19:16
3	2438	5:34	2:13	3:27	8:26
4	2938	5:34	-	-	-
5	2338	4:46	4:32	1:58	4:11
6	2439	3:52	1:07	1:43	4:40
7	2435	3:48	2:17	1:35	20:31
8	2539	3:41	4:00	1:03	14:35
9	2238	3:37	2:35	1:45	15:01
10	2937	2:46	3:03	0:58	20:29
11	2839	2:44	5:08	1:35	2:37
12	2939	2:30	0:41	1:34	3:45
13	2132	2:28	2:27	0:35	9:20
14	2432	2:18	-	-	-
15	2936	2:10	2:34	0:57	15:12
16	2639	2:09	0:39	1:27	2:47
17	2632	1:53	1:34	0:35	5:28
18	2931	1:44	0:40	0:57	2:54
19	2932	1:43	1:18	0:29	4:51
20	2933	1:43	1:55	0:49	3:41
21	2532	1:40	0:56	0:44	4:29
22	2832	1:17	1:06	0:32	5:48

5.2.3 จำนวนรถขนส่งของแต่ละกลุ่มที่ใช้เวลาในระบบนานกว่าเป้าหมาย

จำนวนรถขนส่งของแต่ละกลุ่มที่ใช้เวลาในระบบนานกว่าเป้าหมายที่โรงงานกำหนดระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ.2552 เป็นดังตารางที่ 5.12 ซึ่งพบว่า 80% ของรถขนส่งที่ใช้เวลานานกว่าเป้าหมายเป็นของกลุ่ม 2934 (8%), 2737 (5%), 2338 (4%), 2238 (3%) และ 2937 (3%) ดังภาพที่ 5.7

ตารางที่ 5.12 จำนวนรถขนส่งของแต่ละกลุ่มที่ใช้เวลานานกว่าเป้าหมายระหว่างเดือน ก.พ.-มิ.ย. 52

ลำดับ	กลุ่มรถขนส่ง	จำนวนรถขนส่ง (คัน)			เปอร์เซ็นต์ล่าช้าของทั้งหมด
		รวม	ล่าช้า	เปอร์เซ็นต์ล่าช้าของกลุ่ม	
1	2934	467	360	77%	8%
2	2737	300	249	83%	5%
3	2338	292	200	68%	4%
4	2238	330	155	47%	3%
5	2937	721	120	17%	3%
6	2435	169	77	46%	2%
7	2936	1425	66	5%	1%
8	2539	122	65	53%	1%
9	2132	151	52	34%	1%
10	2438	17	16	94%	0.34%
11	2439	35	8	23%	0.17%
12	2938	5	4	80%	0.09%
13	2932	309	3	1%	0.06%
14	2532	97	3	3%	0.06%
15	2632	35	3	9%	0.06%
16	2839	31	3	10%	0.06%
17	2939	12	2	17%	0.04%
18	2933	82	1	1%	0.02%
19	2832	61	1	2%	0.02%
20	2931	17	0	0%	0%
21	2639	3	0	0%	0%
22	2432	1	0	0%	0%



ภาพที่ 5.7 เปอร์เซ็นต์รถขนส่งที่ใช้เวลาในระบบนานกว่าเป้าหมายระหว่างเดือน ก.พ.-มิ.ย.52

5.3 ผลของเวลาประเมินและเวลาที่ใช้จริง

เวลาประเมินของกระบวนการให้บริการกำจัดวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่ได้จากการศึกษาเวลาของรถขนส่งแต่ละกลุ่ม จำแนกตามช่วงเวลาของการเข้ารับบริการเป็นดังตารางที่ 5.13 ซึ่งพบว่าเวลาประเมินของรถขนส่งส่วนใหญ่ต่ำกว่าเวลาเป้าหมายที่โรงงานกำหนดไว้ที่ 3 ชั่วโมง 30 นาที ยกเว้นกลุ่ม 2737 ที่เวลาประเมินสูงกว่าเป้าหมายที่โรงงานกำหนดไว้ รวมทั้งกลุ่ม 2338 ซึ่งเวลาประเมินใกล้เคียงกับเวลาเป้าหมายที่โรงงานกำหนดมาก

จากเวลาประเมินที่ได้จากการศึกษาเวลาในตารางที่ 5.13 สามารถแบ่งกลุ่มรถขนส่งออกเป็น 3 กลุ่มตามระยะเวลาที่รถขนส่งใช้ในระบบ คือกลุ่มที่ใช้เวลาเร็ว ปานกลาง และใช้เวลานาน โดยกำหนดให้กลุ่มที่ใช้เวลาเร็วนั้นใช้เวลาในระบบน้อยกว่า 1 ชั่วโมง กลุ่มที่ใช้เวลาปานกลางใช้เวลาในระบบระหว่าง 1 – 2 ชั่วโมง และกลุ่มที่ใช้เวลานานคือใช้เวลาในระบบนานกว่า 2 ชั่วโมง จากนั้นศึกษาจำนวนรถขนส่งของแต่ละกลุ่มดังกล่าวเพื่อประเมินว่ารถขนส่งที่ใช้บริการอยู่ในระบบส่วนใหญ่นั้นใช้เวลามากน้อยเพียงใด และทำการประเมินเวลารวมประมาณการของแต่ละกลุ่มเพื่อศึกษาว่ารถขนส่งกลุ่มใดที่ใช้เวลารวมในระบบมากที่สุดซึ่งผลจากการศึกษาเป็นดังตารางที่ 5.14 และภาพที่ 5.8

ตารางที่ 5.13 เวลาประเมินของรถขนส่งแต่ละกลุ่มที่เข้ารับบริการในช่วงเวลาต่างๆ

กลุ่มรถขนส่ง	กะดึก		กะเช้า		กะบ่าย	
	เวลาประเมิน (ชั่วโมง:นาที)	%CV	เวลาประเมิน (ชั่วโมง:นาที)	%CV	เวลาประเมิน (ชั่วโมง:นาที)	%CV
2132	-	-	2:20±0:03	3%	-	-
2238	-	-	2:59±0:08	5%	2:57±0:06	4%
2338	-	-	3:32±0:06	3%	3:22±0:06	3%
2435	-	-	2:37±0:02	2%	2:29±0:03	2%
2438	-	-	2:39±0:05	3%	2:24±0:05	4%
2439	-	-	2:20±0:02	2%	2:06±0:03	3%
2532	-	-	1:32±0:01	2%	1:23±0:03	4%
2539	-	-	2:49±0:02	1%	2:41±0:03	2%
2632	-	-	1:05±0:01	2%	0:45±0:01	3%
2737	-	-	4:01±0:07	3%	4:01±0:05	2%
2832	-	-	0:35±0:01	4%	0:35±0:01	4%
2839	-	-	1:39±0:03	3%	1:27±0:02	3%
2931	-	-	-	-	1:48±0:03	3%
2932	-	-	0:41±0:01	3%	0:39±0:01	4%
2933	-	-	1:10±0:01	2%	1:14±0:03	4%
2934	1:54±0:03	3%	1:54±0:04	4%	2:00±0:03	3%
2936	1:38±0:02	2%	1:41±0:03	3%	1:32±0:02	2%
2937	1:36±0:02	2%	1:24±0:03	4%	1:25±0:02	3%
2939	-	-	1:25±0:02	3%	-	-

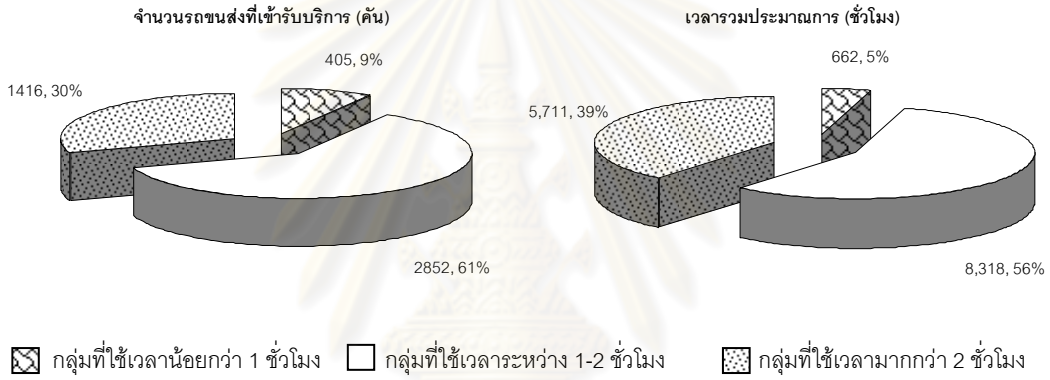
หมายเหตุ: ในช่วงระหว่างทำการศึกษามีจำนวนรถขนส่งของกลุ่ม 2432, 2639 และ 2938 ที่เข้ารับบริการไม่เพียงพอสำหรับการศึกษาเวลา

รถขนส่งส่วนใหญ่ประมาณ 61% ของจำนวนรถขนส่งที่เข้ารับบริการทั้งหมด ใช้เวลาในระบบปานกลางคือระหว่าง 1-2 ชั่วโมง และเวลารวมประมาณการในระบบเป็นของรถขนส่งกลุ่มนี้มากที่สุด ซึ่งคิดเป็น 57% ของเวลารวมทั้งหมดในระบบ ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณรถขนส่งที่เข้ารับบริการมีจำนวนมากนั่นเอง

ตารางที่ 5.14 การแบ่งกลุ่มรถขนส่งตามระยะเวลาที่ใช้ในระบบ

เวลาประเมิน (ชั่วโมง)	จำนวนรถขนส่ง (คัน)	เปอร์เซ็นต์ของรถขนส่ง	เวลาเฉลี่ยที่ใช้จริงในระบบ (ชั่วโมง:นาที)	เวลารวมประมาณการ (ชั่วโมง)	เปอร์เซ็นต์ของเวลารวมประมาณการ
<1	405	9%	1:38	662	5%
1-2	2,852	61%	2:55	8,318	57%
≥2	1,416	30%	4:02	5,711	39%

หมายเหตุ: เวลารวมประมาณการ = เวลาเฉลี่ยที่ใช้จริงในระบบ x จำนวนรถขนส่ง



ภาพที่ 5.8 จำนวนรถขนส่งและเวลารวมประมาณการจำแนกตามระยะเวลาที่ใช้ในระบบ

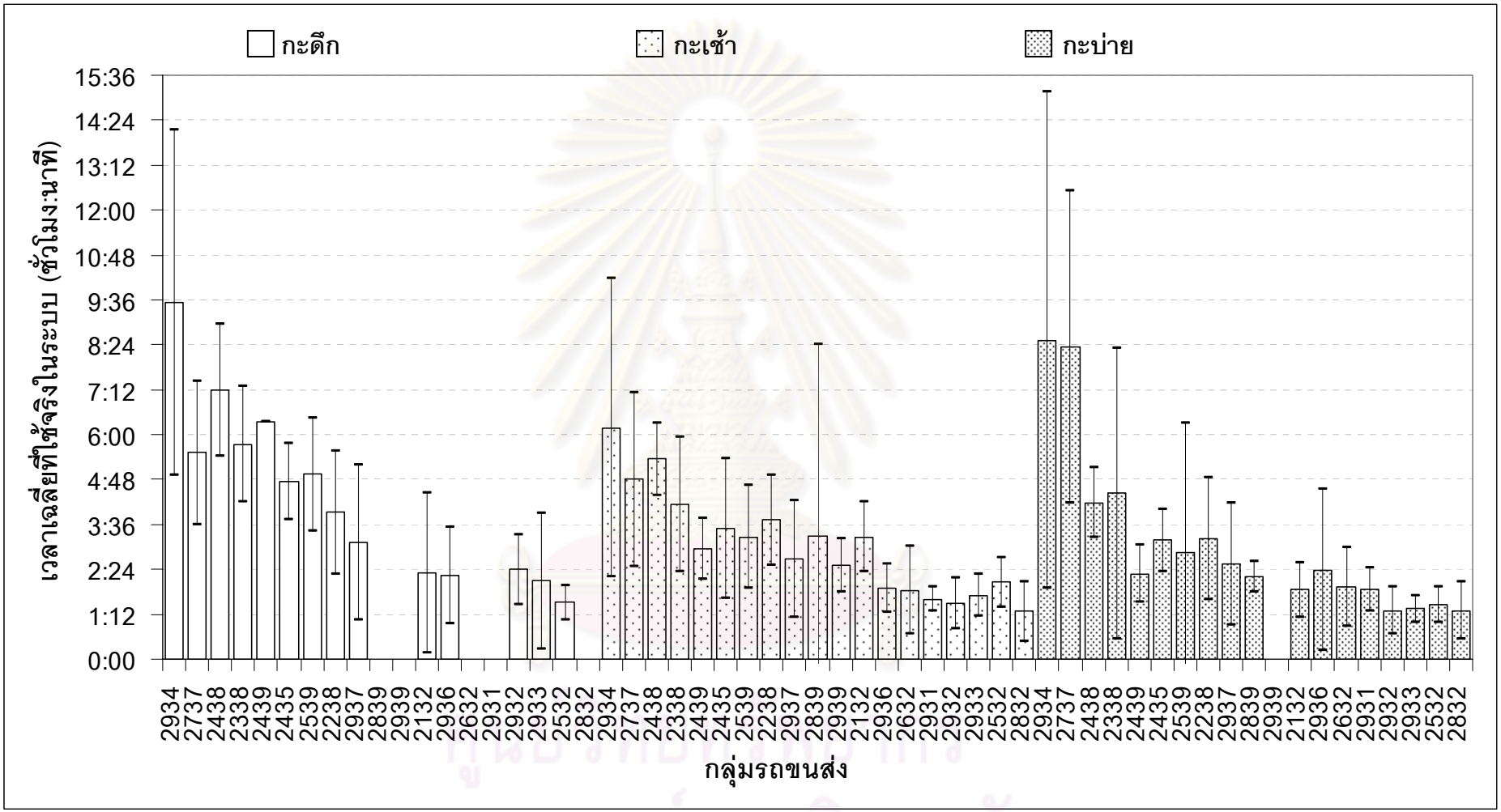
จากข้อมูลของเวลาที่รถขนส่งใช้ในระบบในระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ.2552 สามารถวิเคราะห์เวลาที่ใช้จริงเฉลี่ยของรถขนส่งแต่ละกลุ่มจำแนกตามช่วงเวลาของการเข้ารับบริการได้ดังตารางที่ 5.15 ซึ่งพบว่ารถขนส่งที่เข้ารับบริการในช่วงกะเช้าใช้เวลาในระบบน้อยกว่ารถขนส่งที่เข้ารับบริการในช่วงเวลาอื่นดังภาพที่ 5.9

เมื่อเปรียบเทียบเวลาที่ใช้จริงในระบบของรถขนส่งแต่ละกลุ่มกับเวลาเป้าหมายของโรงงาน พบว่าในช่วงกะเช้ามีจำนวนรถขนส่งที่ใช้เวลาในระบบนานกว่าเป้าหมายที่โรงงานกำหนดมากกว่ารถขนส่งที่เข้ารับบริการในช่วงเวลาอื่นของวันดังตารางที่ 5.16 และภาพที่ 5.10

ตารางที่ 5.15 เวลาที่ใช้จริงในระบบของรถขนส่งแต่ละกลุ่มในระหว่างเดือน ก.พ.-มิ.ย.52

ลำดับ	กลุ่ม	กะดึก				กะเช้า				กะบ่าย			
		T_{ave}	%CV	T_{min}	T_{max}	T_{ave}	%CV	T_{min}	T_{max}	T_{ave}	%CV	T_{min}	T_{max}
1	2934	9:32±4:36	48%	2:29	21:46	6:11±3:59	64%	1:10	21:37	8:31±6:37	78%	1:58	22:01
2	2737	5:31±1:55	35%	1:53	16:13	4:48±2:19	48%	2:00	19:16	8:20±4:09	50%	1:30	17:03
3	2438	7:11±1:46	25%	5:55	8:26	5:21±0:58	18%	3:42	7:01	4:10±0:55	22%	3:27	5:13
4	2338	5:44±1:31	27%	3:24	9:59	4:08±1:48	43%	1:58	2:37	4:25±3:52	88%	2:34	4:11
5	2439	6:21	-	-	-	2:57±0:48	27%	1:43	4:40	2:17±0:46	34%	1:49	3:38
6	2435	4:45±1:01	22%	3:16	7:25	3:30±1:51	53%	1:35	20:31	3:10±0:50	27%	1:36	4:59
7	2539	4:56±1:30	31%	1:23	8:57	3:16±1:22	42%	1:09	6:21	2:51±3:26	121%	1:03	14:35
8	2238	3:55±1:38	42%	2:00	9:06	3:42±1:11	32%	1:45	8:46	3:13±1:37	50%	1:48	15:01
9	2937	3:07±2:04	66%	1:07	10:58	2:40±1:33	59%	1:05	20:29	2:32±1:37	64%	0:58	15:34
10	2839	-	-	-	-	3:17±5:07	156%	1:35	2:37	2:12±0:24	18%	1:45	2:53
11	2939	-	-	-	-	2:30±0:41	28%	1:34	3:45	-	-	-	-
12	2132	2:18±2:08	93%	0:35	9:20	3:15±0:56	29%	0:49	5:49	1:51±0:44	40%	1:00	2:23
13	2936	2:13±1:17	58%	0:57	10:57	1:53±0:38	34%	0:59	9:51	2:23±2:08	90%	1:04	15:12
14	2632	-	-	-	-	1:50±1:10	64%	0:35	5:28	1:55±1:03	55%	0:44	3:57
15	2931	-	-	-	-	1:36±0:19	21%	1:22	1:50	1:51±0:34	31%	0:57	2:54
16	2932	2:23±0:55	39%	0:52	3:43	1:28±0:40	46%	0:30	4:51	1:18±0:37	47%	0:29	3:58
17	2933	2:05±1:48	86%	0:49	3:22	1:42±0:33	33%	0:50	3:41	1:20±0:21	26%	1:01	2:13
18	2532	1:31±0:27	30%	0:53	2:14	2:03±0:39	32%	0:58	4:29	1:28±0:28	32%	0:44	2:07
19	2832	-	-	-	-	1:17±0:47	62%	0:32	5:48	1:18±0:46	59%	0:35	2:42

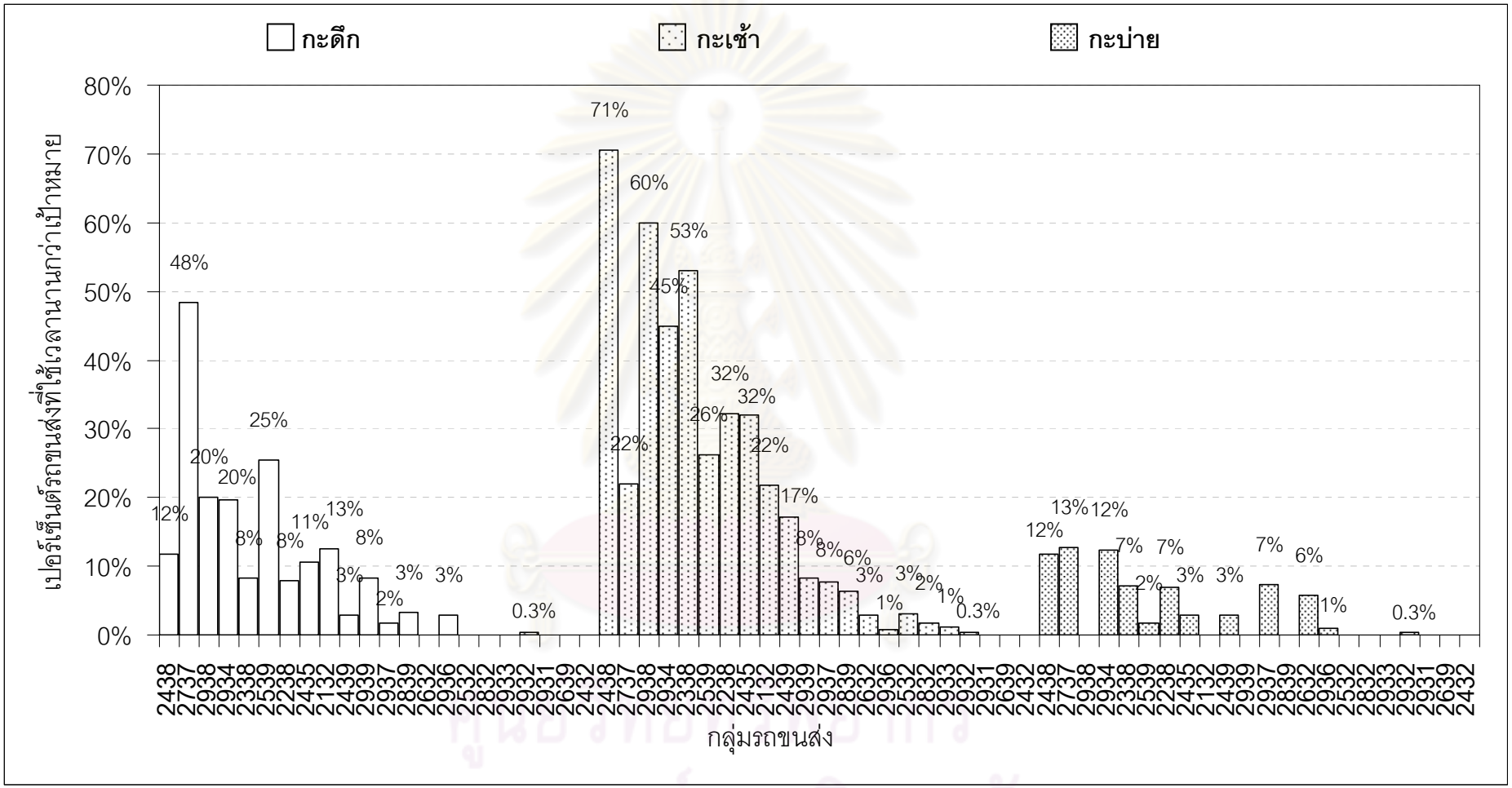
หมายเหตุ : T_{ave} คือระยะเวลาเฉลี่ยที่รถขนส่งใช้ในระบบ, T_{min} คือระยะเวลาที่เร็วที่สุดที่รถขนส่งใช้ในระบบ, T_{max} คือระยะเวลาที่เร็วที่สุดที่รถขนส่งใช้ในระบบ



ภาพที่ 5.9 เวลาเฉลี่ยที่ใช้จริงในระบบของรถขนส่งแต่ละกลุ่มระหว่างเดือน ก.พ.-มิ.ย.52

ตารางที่ 5.16 จำนวนรถขนส่งของแต่ละกลุ่มที่ใช้เวลานานกว่าเป้าหมายระหว่างเดือน ก.พ.-มิ.ย.52

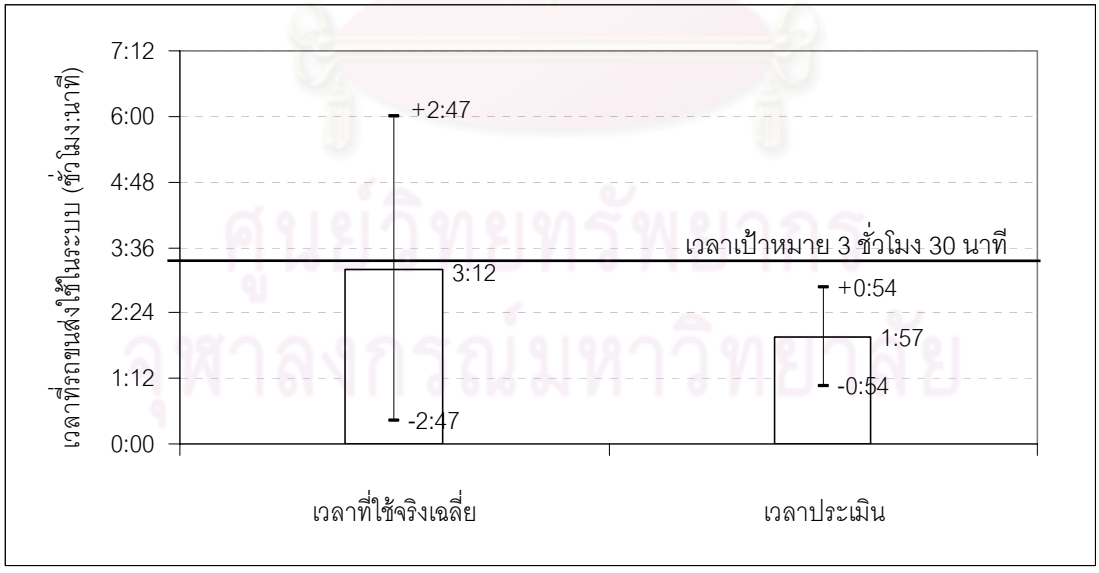
ลำดับ	กลุ่มรถขนส่ง	จำนวนรถขนส่งที่ใช้เวลาในระบบนานกว่าเป้าหมาย					
		กะดึก		กะเช้า		กะดึก	
		คัน	%	คัน	%	คัน	%
1	2934	92	87%	210	77%	58	64%
2	2737	145	92%	66	77%	38	68%
3	2338	24	96%	155	69%	21	50%
4	2238	26	49%	106	51%	23	33%
5	2937	12	24%	55	16%	53	16%
6	2435	18	86%	54	42%	5	26%
7	2936	41	9%	10	1%	15	10%
8	2539	31	86%	32	44%	2	14%
9	2132	19	32%	33	38%	0	0%
10	2438	2	100%	12	100%	2	67%
11	2439	1	100%	6	21%	1	20%
12	2938	1	100%	3	75%	0	-
13	2932	1	7%	1	0%	1	2%
14	2532	0	0%	3	4%	0	0%
15	2632	0	-	1	5%	2	15%
16	2839	1	100%	2	8%	0	0%
17	2939	1	100%	1	10%	0	0%
18	2933	0	0%	1	1%	0	0%
19	2832	0	-	1	2%	0	0%
20	2931	0	-	0	0%	0	0%
21	2639	0	-	0	0%	0	-
22	2432	0	-	0	0%	0	-



ภาพที่ 5.10 เปอร์เซ็นต์รถขนส่งของแต่ละกลุ่มที่ใช้เวลาในระบบนานกว่าเป้าหมาย จำแนกตามช่วงเวลาที่เข้ารับบริการระหว่างเดือน ก.พ.-มิ.ย.52

ถึงแม้รถขนส่งที่เข้ารับบริการในช่วงกะเช้าจะใช้เวลาในระบบโดยเฉลี่ยเร็วกว่ารถขนส่งที่เข้ารับบริการในช่วงเวลาอื่นของวันก็ตาม แต่จำนวนรถที่ใช้เวลานานกว่าเป้าหมายในช่วงกะเช้ามีจำนวนมากกว่าในช่วงเวลาอื่น แสดงให้เห็นว่าความล่าช้าที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงเวลาของวันนั้นเกิดจากสาเหตุแตกต่างกัน ความล่าช้าในช่วงกะเช้าเกิดจากรถขนส่งที่เข้ารับบริการมีจำนวนมาก ส่วนรถขนส่งที่เข้ารับบริการในช่วงกะดึกใช้เวลาในระบบโดยเฉลี่ยนานกว่าช่วงเวลาอื่นเนื่องจากอัตราการให้บริการในช่วงกะดึกมีค่าต่ำกว่าอัตราการเข้ารับบริการของรถขนส่ง ส่วนในช่วงกะบ่ายมีจำนวนรถขนส่งที่ได้รับบริการล่าช้าน้อยกว่าช่วงเวลาอื่น เนื่องจากอัตราการให้บริการในช่วงกะบ่ายมีค่าสูงกว่าอัตราการเข้ารับบริการของรถขนส่ง

เมื่อเปรียบเทียบเวลาประเมินที่ได้จากการศึกษาเวลากับเวลาที่ใช้จริงเฉลี่ยของรถขนส่งทั้งหมด ดังภาพที่ 5.11 แล้วพบว่าเวลาที่ได้จากการประเมินไม่เกินเวลาเป้าหมายที่โรงงานกำหนด อีกทั้งเวลาที่ใช้จริงเฉลี่ยของรถขนส่งทั้งหมดก็ไม่เกินเป้าหมายที่โรงงานกำหนดเช่นกัน แสดงว่าโรงงานน่าจะสามารถปฏิบัติตามเป้าหมายของเวลาที่กำหนดไว้ได้ อย่างไรก็ตามถึงแม้เวลาที่ใช้จริงเฉลี่ยของรถขนส่งทั้งหมดจะไม่เกินเป้าหมายที่โรงงานกำหนดไว้ แต่เนื่องจากเวลาที่ใช้มีความแปรปรวนสูง จึงมีโอกาสที่รถขนส่งจะใช้เวลาในระบบเกินเป้าหมายที่กำหนดเช่นกัน ดังนั้นในการแก้ปัญหาจึงเน้นที่การลดความแปรปรวนของเวลาที่รถขนส่งใช้ในระบบเป็นหลัก



ภาพที่ 5.11 กราฟเปรียบเทียบเวลาที่ใช้จริงเฉลี่ย เวลาประเมินเฉลี่ย และเวลาเป้าหมายของโรงงาน

5.4 ผลของประสิทธิภาพของเวลาที่รถขนส่งใช้ในระบบ

เปรียบเทียบเวลาประเมินซึ่งได้จากการศึกษาเวลากับเวลาเฉลี่ยที่ใช้จริงในระบบของรถขนส่งแต่ละกลุ่มจำแนกตามช่วงเวลาที่เข้ารับบริการดังตารางที่ 5.17 โดยประสิทธิภาพของเวลาที่รถขนส่งใช้ในระบบจำแนกตามช่วงเวลาเป็นดังภาพที่ 5.12 ซึ่งพบว่ารถขนส่ง 8 กลุ่มมีค่าประสิทธิภาพของเวลาที่ใช้ในระบบต่ำกว่า 70% ได้แก่ กลุ่ม 2737 (66%), 2939 (57%), 2438 (54%), 2937 (53%), 2632 (49%), 2932 (49%), 2832 (46%) และ 2934 (25%) ดังภาพที่ 5.13

5.5 ผลการจัดลำดับความสำคัญของปัญหา

จากข้อมูลที่ได้ทำการศึกษาสามารถนำมาสรุปเพื่อตัดสินใจว่าควรจะแก้ปัญหาของรถขนส่งกลุ่มใดบ้างโดยพิจารณาจากความรุนแรงของปัญหาและความสำคัญของลูกค้า ซึ่งพบว่ามีรถขนส่ง 2 กลุ่มที่ต้องได้รับการแก้ไขปัญหาโดยด่วน ได้แก่ กลุ่ม 2934 และ 2737 รถขนส่ง 2 กลุ่มต้องได้รับการแก้ไขปัญหาทันที ได้แก่ กลุ่ม 2937 และ 2932 รถขนส่ง 4 กลุ่มต้องได้รับการแก้ไขปัญหา ได้แก่ กลุ่ม 2438, 2939, 2632 และ 2832 รถขนส่ง 5 กลุ่มมีเป้าหมายของเวลาไม่เหมาะสมได้แก่ กลุ่ม 2338, 2439, 2435, 2539 และ 2238 และรถขนส่ง 6 กลุ่มยังไม่จำเป็นต้องแก้ไขปัญหา ได้แก่ กลุ่ม 2132, 2532, 2839, 2931 และ 2936 ดังตารางที่ 5.18

5.6 ผลการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา

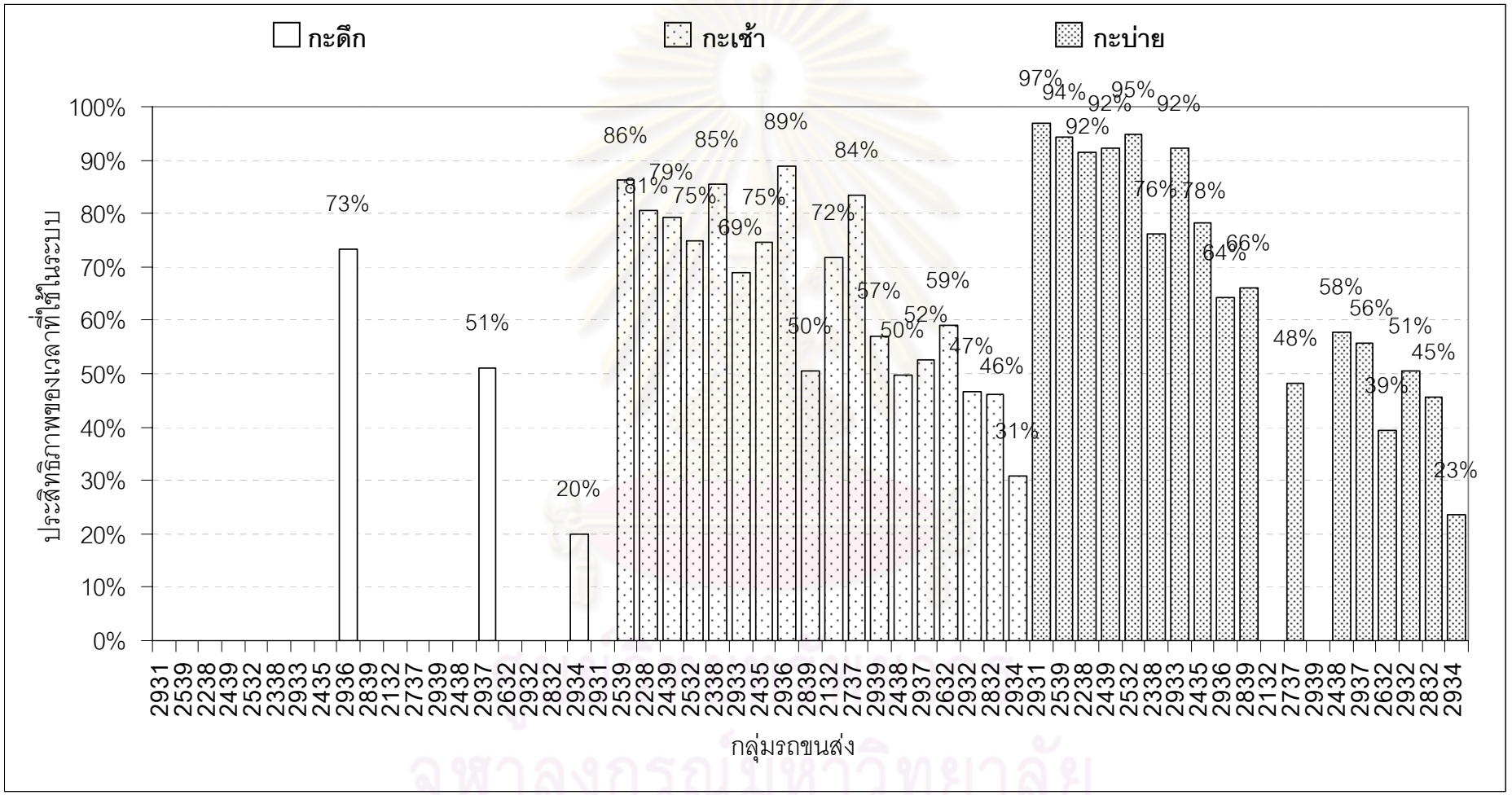
วิเคราะห์ปัญหาความล่าช้าของรถขนส่งซึ่งมีความสำคัญของปัญหาอยู่ในลำดับที่ 1-3 จำนวนทั้งหมด 8 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่ม 2939, 2937, 2934, 2932, 2737, 2632, 2438, และ 2238

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

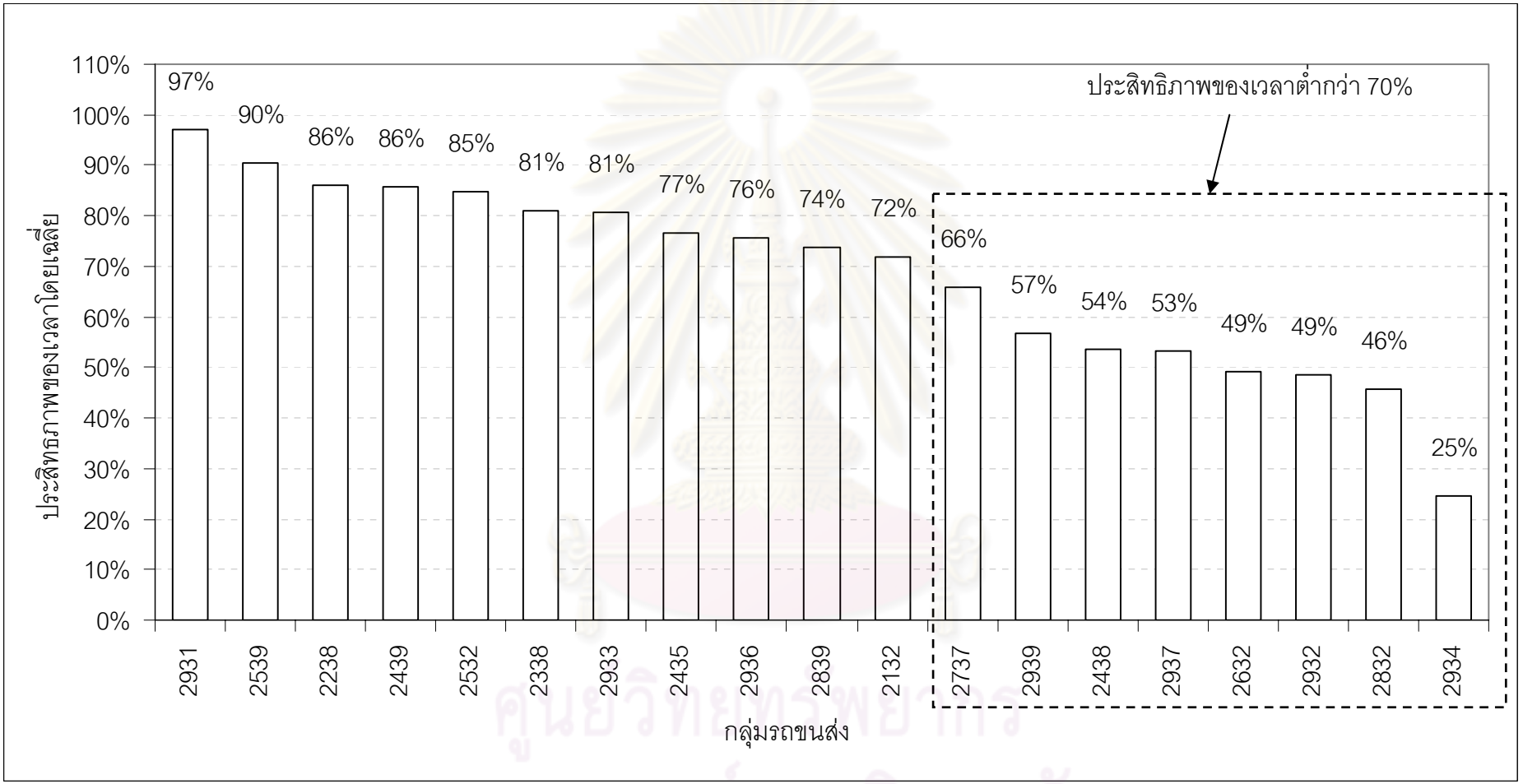
ตารางที่ 5.17 เวลาประเมินที่ได้จากการศึกษาเวลาและเวลาเฉลี่ยที่ใช้จริงในระบบของรถขนส่งแต่ละกลุ่มจำแนกตามช่วงเวลาที่เข้ารับบริการ

กลุ่ม	กะดึก			กะเช้า			กะบ่าย			$\%E_{Ave}$
	Ts	Ta	%E	Ts	Ta	%E	Ts	Ta	%E	
2132	-	-	-	2:20±0:03	3:15±0:56	72%	-	-	-	72%
2238	-	-	-	2:59±0:08	3:42±1:11	81%	2:57±0:06	3:13±1:37	92%	86%
2338	-	-	-	3:32±0:06	4:08±1:48	85%	3:22±0:06	4:25±3:52	76%	81%
2435	-	-	-	2:37±0:02	3:30±1:58	75%	2:29±0:03	3:10±0:50	78%	77%
2438	-	-	-	2:39±0:05	5:21±0:58	50%	2:24±0:05	4:10±0:55	58%	54%
2439	-	-	-	2:20±0:02	2:57±0:48	79%	2:06±0:03	2:17±0:46	92%	86%
2532	-	-	-	1:32±0:01	2:03±0:39	75%	1:23±0:03	1:28±0:28	95%	85%
2539	-	-	-	2:49±0:02	3:16±1:22	86%	2:41±0:03	2:51±3:26	94%	90%
2632	-	-	-	1:05±0:01	1:50±1:10	59%	0:45±0:01	1:55±1:03	39%	49%
2737	-	-	-	4:01±0:07	4:48±2:19	84%	4:01±0:05	8:20±4:09	48%	66%
2832	-	-	-	0:35±0:01	1:17±0:47	46%	0:35±0:01	1:18±0:46	45%	46%
2839	-	-	-	1:39±0:03	3:17±5:07	50%	1:27±0:02	2:12±0:24	66%	74%
2931	-	-	-	-	1:36±0:19	-	1:48±0:03	1:51±0:34	97%	62%
2932	-	-	-	0:41±0:01	1:28±0:40	47%	0:39±0:01	1:18±0:37	51%	49%
2933	-	-	-	1:10±0:01	1:42±0:33	69%	1:14±0:03	1:20±0:21	92%	81%
2934	1:54±0:03	9:32±4:36	20%	1:54±0:04	6:11±3:59	31%	2:00±0:03	8:31±6:37	23%	25%
2936	1:38±0:02	2:13±1:17	73%	1:41±0:03	1:53±0:38	89%	1:32±0:02	2:23±2:08	64%	76%
2937	1:36±0:02	3:07±2:04	51%	1:24±0:03	2:40±1:33	52%	1:25±0:02	2:32±1:37	56%	53%
2939	-	-	-	1:25±0:02	2:30±0:41	57%	-	-	-	57%

หมายเหตุ: Ts = เวลาประเมินเฉลี่ย (ชั่วโมง:นาที), Ta = เวลาที่ใช้จริงเฉลี่ย, %CV = สัมประสิทธิ์ความแปรปรวน, %E = ประสิทธิภาพของเวลา, $\%E_{Ave}$ = ประสิทธิภาพของเวลาโดยเฉลี่ย



ภาพที่ 5.12 ประสิทธิภาพของเวลาที่รถขนส่งแต่ละกลุ่มใช้ในระบบจำแนกตามช่วงเวลาที่เข้ารับบริการ



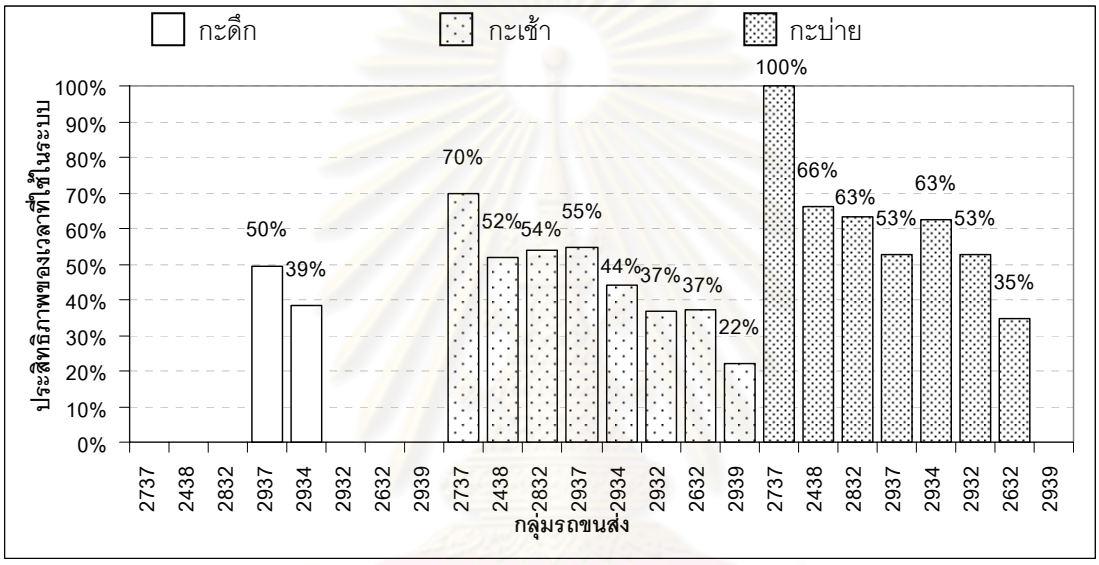
ภาพที่ 5.13 ประสิทธิภาพของเวลาที่ใช้ในระบบโดยเฉลี่ยของรถขนส่งแต่ละกลุ่ม

ตารางที่ 5.18 การจัดลำดับความสำคัญของปัญหาของรถขนส่งแต่ละกลุ่ม

ลำดับ	กลุ่มรถขนส่ง	ประสิทธิภาพของเวลาต่ำกว่า 70%	เวลาที่รถขนส่งใช้ในระบบโดยเฉลี่ยนานกว่าเป้าหมาย	เปอร์เซ็นต์รถขนส่งที่เข้ารับบริการ	ลำดับความสำคัญ	สรุป
1	2934	ใช่	ใช่	10%	1	ต้องได้รับการแก้ไขโดยด่วน
2	2737	ใช่	ใช่	7%	1	ต้องได้รับการแก้ไขโดยด่วน
3	2937	ใช่	ไม่ใช่	15%	2	ต้องได้รับการแก้ไขทันที
4	2932	ใช่	ไม่ใช่	7%	2	ต้องได้รับการแก้ไขทันที
5	2438	ใช่	ใช่	0.36%	3	ต้องได้รับการแก้ไข
6	2939	ใช่	ไม่ใช่	0.26%	3	ต้องได้รับการแก้ไข
7	2632	ใช่	ไม่ใช่	1%	3	ต้องได้รับการแก้ไข
8	2832	ใช่	ไม่ใช่	1%	3	ต้องได้รับการแก้ไข
9	2132	ไม่ใช่	ไม่ใช่	3%	4	ยังไม่จำเป็นต้องแก้ไข
10	2532	ไม่ใช่	ไม่ใช่	2%	4	ยังไม่จำเป็นต้องแก้ไข
11	2839	ไม่ใช่	ไม่ใช่	1%	4	ยังไม่จำเป็นต้องแก้ไข
12	2931	ไม่ใช่	ไม่ใช่	0.36%	4	ยังไม่จำเป็นต้องแก้ไข
13	2933	ไม่ใช่	ไม่ใช่	2%	4	ยังไม่จำเป็นต้องแก้ไข
14	2936	ไม่ใช่	ไม่ใช่	30%	4	ยังไม่จำเป็นต้องแก้ไข
15	2338	ไม่ใช่	ใช่	6%	5	เป้าหมายที่กำหนดไม่เหมาะสม
16	2439	ไม่ใช่	ใช่	1%	5	เป้าหมายที่กำหนดไม่เหมาะสม
17	2435	ไม่ใช่	ใช่	4%	5	เป้าหมายที่กำหนดไม่เหมาะสม
18	2539	ไม่ใช่	ใช่	3%	5	เป้าหมายที่กำหนดไม่เหมาะสม
19	2238	ไม่ใช่	ใช่	7%	5	เป้าหมายที่กำหนดไม่เหมาะสม

5.6.1 ประสิทธิภาพของเวลาที่ขั้นตอนการตรวจสอบ

เวลาประเมินที่ได้จากการศึกษาเวลาและเวลาเฉลี่ยที่ใช้จริงที่ขั้นตอนการตรวจสอบของรถขนส่งทั้ง 8 กลุ่มเป็นดังตารางที่ 5.19 ประสิทธิภาพของเวลาที่ขั้นตอนการตรวจสอบของรถขนส่งจำแนกตามช่วงเวลาที่เข้ารับบริการเป็นดังภาพที่ 5.14 โดยพบว่าประสิทธิภาพของเวลาที่รถขนส่งใช้ที่ขั้นตอนการตรวจสอบมีค่าต่ำในช่วงเวลากะดึก และกะเช้า



ภาพที่ 5.14 ประสิทธิภาพของเวลาที่ขั้นตอนการตรวจสอบของรถขนส่งระหว่างเดือน ก.พ.-มิ.ย.52 จำแนกตามช่วงเวลาที่เข้ารับบริการ

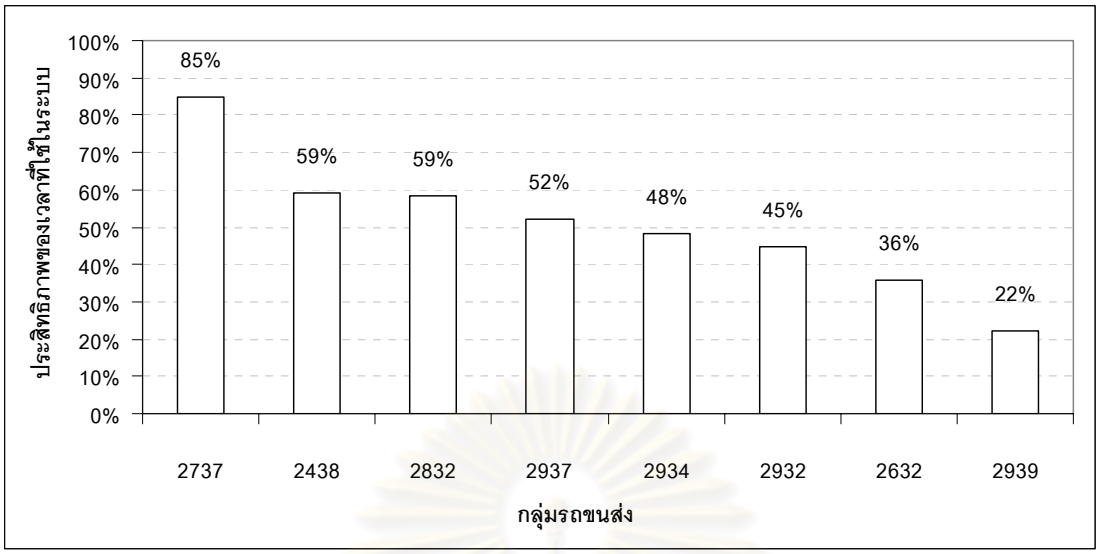
เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพของเวลาที่ขั้นตอนการตรวจสอบของรถขนส่งทั้ง 8 กลุ่มในทุกช่วงเวลาของวันแล้วพบว่า ประสิทธิภาพของเวลาของรถขนส่งส่วนใหญ่ยกเว้นกลุ่ม 2737 มีค่าต่ำกว่า 70% ดังภาพที่ 5.15 แสดงให้เห็นว่าเกิดเวลารอคอยขึ้นที่ขั้นตอนการตรวจสอบ ซึ่งจะต้องทำการวิเคราะห์สาเหตุเพื่อหาแนวทางแก้ไขต่อไป

ตารางที่ 5.19 ประสิทธิภาพของเวลาที่ขั้นตอนการตรวจสอบของรถขนส่งที่เข้ารับบริการในแต่ละช่วงเวลาระหว่างเดือน ก.พ.-มิ.ย.52

กลุ่มรถขนส่ง	กะดึก			กะเช้า			กะบ่าย			$\%E_{Ave}$
	Ts	Ta	%E	Ts	Ta	%E	Ts	Ta	%E	
2438	-	-	-	1:07±0:02	2:10±0:29	52%	0:59±0:03	1:29±0:21	66%	59%
2632	-	-	-	0:29±0:01	1:18±0:37	37%	0:24±0:01	1:09±0:02	35%	36%
2737	-	-	-	0:21±0:01	0:30±0:25	70%	0:19±0:01	0:19±0:07	100%	85%
2832	-	-	-	0:14±0:01	0:26±0:16	54%	0:12±0:01	0:19±0:03	63%	59%
2932	-	-	-	0:11±0:01	0:30±0:14	37%	0:10±0:01	0:19±0:06	53%	45%
2934	0:11±0:01	0:28±0:32	39%	0:11±0:01	0:25±0:19	44%	0:10±0:01	0:16±0:13	63%	48%
2937	0:11±0:01	0:22±0:18	50%	0:11±0:01	0:20±0:16	55%	0:10±0:01	0:19±0:18	53%	52%
2939	-	-	-	0:11±0:01	0:49±0:07	22%	0:10±0:01	0:17	-	22%

หมายเหตุ: Ts = เวลาประเมินเฉลี่ย (ชั่วโมง:นาที), Ta = เวลาที่ใช้จริงเฉลี่ย (ชั่วโมง:นาที), %E = ประสิทธิภาพของเวลาที่ใช้ในระบบ, $\%E_{Ave}$ = ประสิทธิภาพของเวลาที่ใช้ในระบบโดยเฉลี่ย

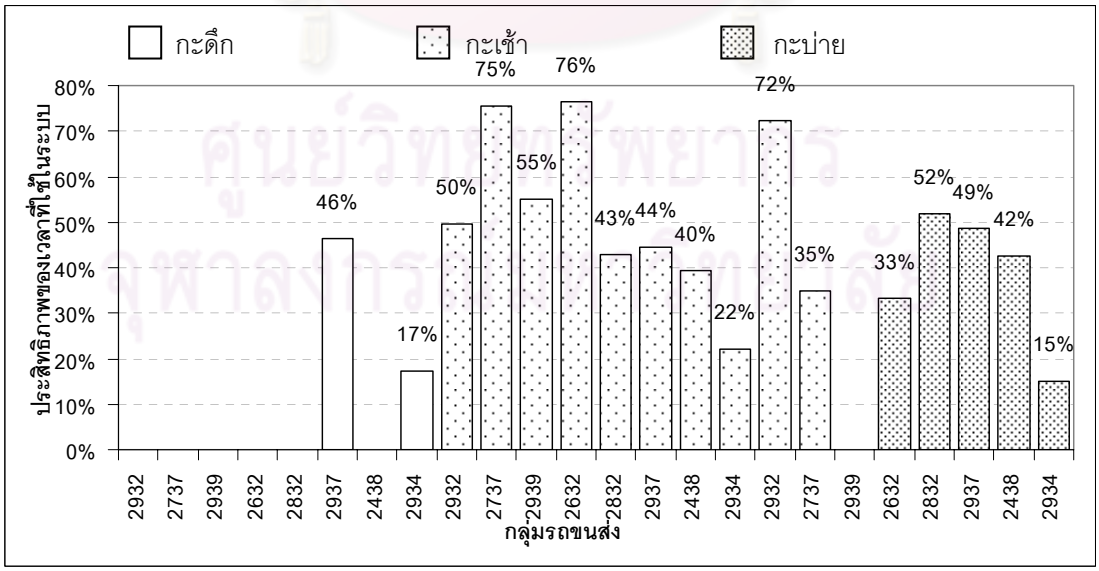
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 5.15 ประสิทธิภาพโดยเฉลี่ยของเวลาที่ขั้นตอนการตรวจสอบของรถขนส่งที่เข้ารับบริการระหว่างเดือน ก.พ.-มิ.ย.52

5.6.2 ประสิทธิภาพของเวลาที่ขั้นตอนการจัดเก็บเพื่อทำลาย

ผลของการศึกษาเวลาประเมินและเวลาเฉลี่ยที่ใช้จริงที่ขั้นตอนการจัดเก็บเพื่อทำลายของรถขนส่งทั้ง 8 กลุ่มเป็นดังตารางที่ 5.20 ประสิทธิภาพของเวลาที่ขั้นตอนการจัดเก็บเพื่อทำลายของรถขนส่งจำแนกตามช่วงเวลาที่เข้ารับบริการเป็นดังภาพที่ 5.16 โดยพบว่าประสิทธิภาพของเวลาที่รถขนส่งใช้ที่ขั้นตอนการจัดเก็บเพื่อทำลายมีค่าต่ำในช่วงกะดึก



ภาพที่ 5.16 ประสิทธิภาพของเวลาที่ขั้นตอนการจัดเก็บเพื่อทำลายของรถขนส่งระหว่างเดือน ก.พ.-มิ.ย.52 จำแนกตามช่วงเวลาที่เข้ารับบริการ

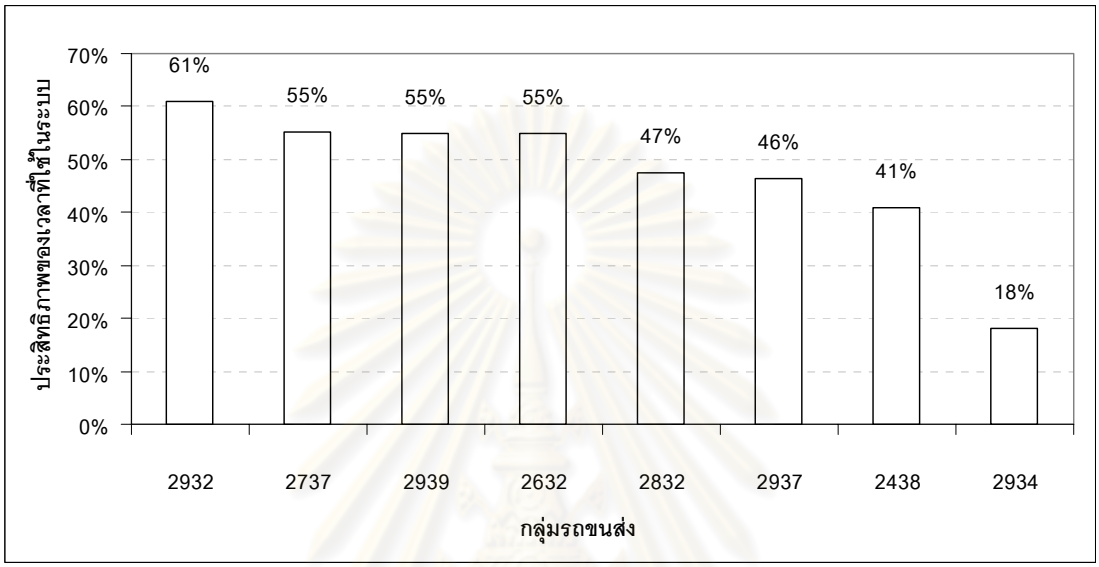
ตารางที่ 5.20 ประสิทธิภาพของเวลาที่ขั้นตอนการจัดเก็บเพื่อทำลายของรถขนส่งที่เข้ารับบริการในแต่ละช่วงเวลาระหว่างเดือน ก.พ.-มิ.ย.52

กลุ่มรถขนส่ง	กะดึก			กะเช้า			กะบ่าย			$\%E_{Ave}$
	Ts	Ta	%E	Ts	Ta	%E	Ts	Ta	%E	
2438	-	-	-	1:15±0:05	3:09±0:51	40%	1:08±0:05	2:40±0:44	42%	41%
2632	-	-	-	0:30±0:01	12:39±0:22	76%	0:15±0:01	0:45±0:23	33%	55%
2737	-	-	-	3:23±0:07	4:28±1:41	75%	3:25±0:05	9:45±1:40	35%	55%
2832	-	-	-	0:15±0:01	0:34±0:12	43%	0:17±0:01	0:32±0:10	52%	47%
2932	-	-	-	0:24±0:01	0:48±0:27	50%	0:23±0:01	0:31±0:07	72%	61%
2934	1:33±0:03	9:02±4:35	17%	1:33±0:04	6:58±4:29	22%	1:40±0:03	11:03±6:48	15%	18%
2937	1:08±0:02	2:27±1:53	46%	0:56±0:03	2:06±2:00	44%	0:58±0:02	1:59±1:27	49%	46%
2939	-	-	-	0:57±0:02	1:43±0:30	55%	-	-	-	55%

หมายเหตุ: Ts = เวลาประเมินเฉลี่ย (ชั่วโมง:นาที), Ta = เวลาที่ใช้จริงเฉลี่ย (ชั่วโมง:นาที), %E = ประสิทธิภาพของเวลาที่ใช้ในระบบ, $\%E_{Ave}$ = ประสิทธิภาพของเวลาที่ใช้ในระบบโดยเฉลี่ย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพของเวลาที่ขั้นตอนการจัดเก็บเพื่อทำลายของรถขนส่งทั้ง 8 กลุ่มในทุกช่วงเวลาของวันแล้วพบว่า ประสิทธิภาพของเวลามีค่าต่ำกว่า 70% ดังภาพที่ 5.17 แสดงให้เห็นว่าเกิดเวลารอคอยขึ้นที่ขั้นตอนการจัดเก็บเพื่อทำลายซึ่งจะต้องทำการวิเคราะห์สาเหตุเพื่อหาแนวทางแก้ไขต่อไป



ภาพที่ 5.17 ประสิทธิภาพโดยเฉลี่ยของเวลาที่ขั้นตอนการจัดเก็บเพื่อทำลายของรถขนส่งที่เข้ารับบริการระหว่างเดือน ก.พ.-มิ.ย.52

5.6.3 สาเหตุของปัญหาความล่าช้า

สามารถสรุปสาเหตุของปัญหาความล่าช้าจากการวิเคราะห์ข้อมูลและการระดมสมองได้ดังนี้

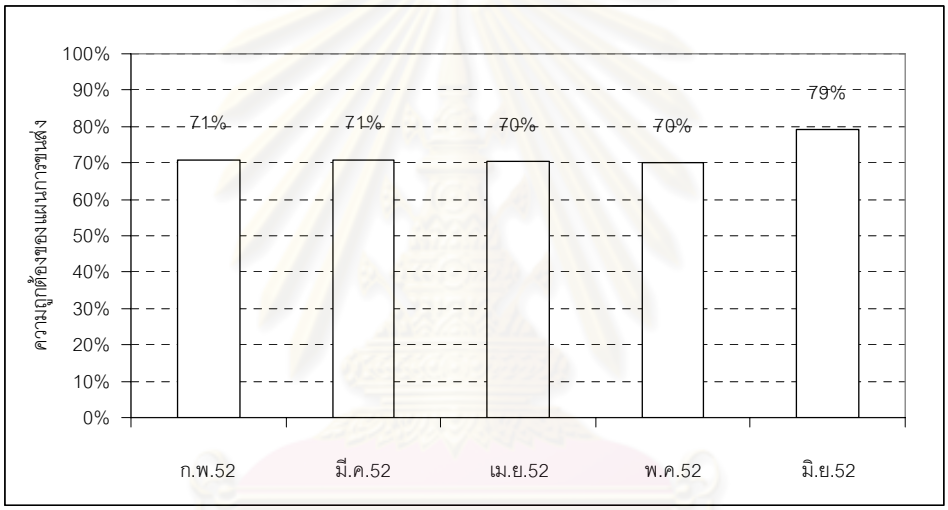
1. สาเหตุทั่วไป มีดังนี้

1) รถขนส่งเข้ามารับบริการพร้อมกันทำให้เกิดการรอคอยขึ้นในระบบโดยเฉพาะในช่วงเวลา 08:00 น.-10:00 น. และเวลา 13:00 น.-15:00 น.

2) อัตราการให้บริการของโรงงานกรณีศึกษาไม่สอดคล้องกับอัตราการเข้ารับบริการของรถขนส่ง ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าในช่วงเวลากะดึก กะเช้า และในวันทำการปกติ มีอัตราการให้บริการต่ำกว่าอัตราการเข้ารับบริการของรถขนส่ง ทำให้เกิดการรอคอยขึ้นในระบบ ส่วนในวันสุดสัปดาห์และช่วงเวลากะบ่ายมีอัตราการให้บริการสูงกว่าอัตราการเข้ารับบริการของรถขนส่ง ทำให้เกิดเวลาว่างขึ้น

3) บุคลากรที่ทำงานในช่วงนอกเวลาทำการปกติมีจำนวนน้อยทำให้เวลาที่ใช้ในการทำงานนานขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับอัตราการให้บริการของโรงงานกรณีศึกษาในช่วงกะดึกซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.38 คันต่อชั่วโมงเท่านั้น

4) แผนการขนส่งวัสดุที่ไม่ใช้แล้วไม่ถูกต้องตามความเป็นจริง ทำให้การวางแผนและจัดสรรทรัพยากรไม่เหมาะสม เช่น จำนวนคนงานไม่เพียงพอ อุปกรณ์ที่จำเป็นในกระบวนการไม่พร้อมใช้งาน เช่น รถเครน ซึ่งไม่มีประจำในทุกพื้นที่ และบ้างเป็นรถเช่าที่ต้องนัดหมายกับผู้ให้เช่าล่วงหน้า ความถูกต้องของแผนการขนส่งวัสดุที่ไม่ใช้แล้วระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงมิถุนายน พ.ศ. 2552 เป็นดังภาพที่ 5.18 ซึ่งมีความถูกต้องเฉลี่ย 72%



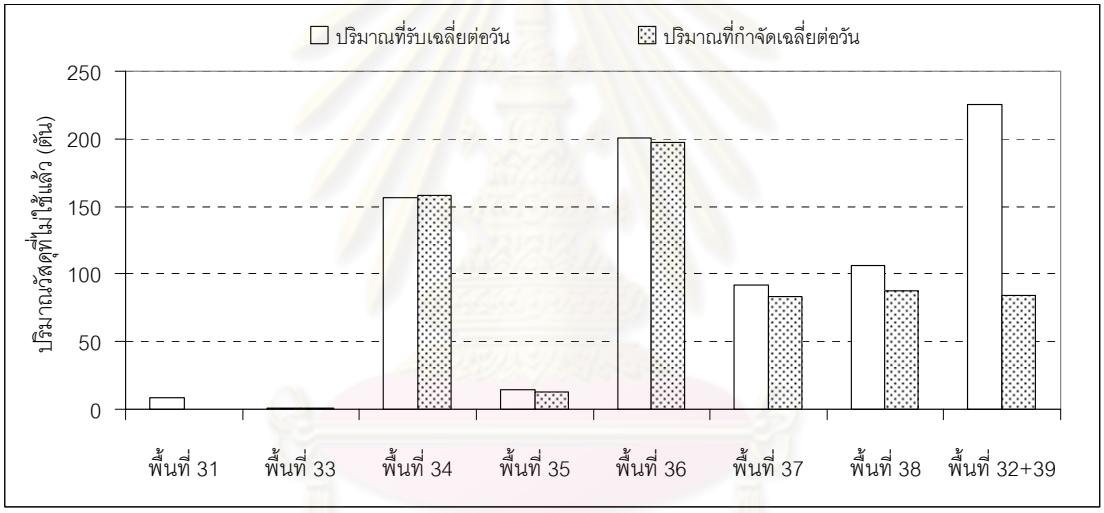
ภาพที่ 5.18 ความถูกต้องของแผนการขนส่งวัสดุที่ไม่ใช้แล้วระหว่างเดือน ก.พ.-มิ.ย.52

5) อัตราการกำจัดวัสดุที่ไม่ใช้แล้วไม่สอดคล้องกับปริมาณที่รับเข้ามาทำให้พื้นที่จัดเก็บไม่เพียงพอ ทั้งนี้อัตราการกำจัดวัสดุที่ไม่ใช้แล้วขึ้นอยู่กับความสามารถของเตาเผาปูนซีเมนต์และคุณภาพของวัตถุดิบและเชื้อเพลิงทดแทนที่เตรียมได้ หากวัสดุที่ไม่ใช้แล้วมีคุณภาพต่ำ เช่น มีองค์ประกอบทางเคมีสูงก็จะทำให้ไม่สามารถกำจัดได้ในอัตราสูง ปริมาณวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่รอกำจัดจึงมีปริมาณมากและทำให้พื้นที่จัดเก็บไม่เพียงพอ จากภาพที่ 5.19 แสดงให้เห็นว่าพื้นที่จัดเก็บ 32 และ 39 สามารถกำจัดวัสดุที่ไม่ใช้แล้วได้เพียง 37% ของปริมาณที่รับเข้ามาโดยเฉลี่ยต่อวัน ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดปัญหาความล่าช้าสำหรับรถขนส่งกลุ่ม 2932, 2939, 2632 และ 2832 ส่วนพื้นที่ 33 และ 34 มีปริมาณวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่กำจัดมากกว่า 100% ของปริมาณที่รับเข้ามาเนื่องจากมีการกำจัดวัสดุที่ไม่

ใช้แล้วที่ค้างอยู่ในสต๊อคเดิมด้วย นอกจากนี้ยังพบว่าอัตราการกำจัดกับอัตราการรับวัสดุที่ไม่ใช้แล้วของพื้นที่ส่วนใหญ่มีค่าใกล้เคียงกัน การจะทำให้เกิดที่ว่างในพื้นที่จัดเก็บจึงต้องเพิ่มอัตราการกำจัดวัสดุที่ไม่ใช้แล้วให้สูงกว่าอัตราที่รับเข้ามา เพื่อให้สามารถกำจัดของที่มีอยู่เดิมให้หมดไปได้

ตารางที่ 5.21 ปริมาณเฉลี่ยของวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่เข้าออกพื้นที่จัดเก็บระหว่างเดือน ก.พ.-มิ.ย.52

พื้นที่จัดเก็บ	31	33	34	35	36	37	38	32+39
อัตราการเข้า (ตันต่อวัน)	8.61	1.22	156.81	14.27	200.30	92.13	106.47	225.15
อัตราการออก (ตันต่อวัน)	-	1.23	158.58	12.48	197.60	83.47	87.83	84.33

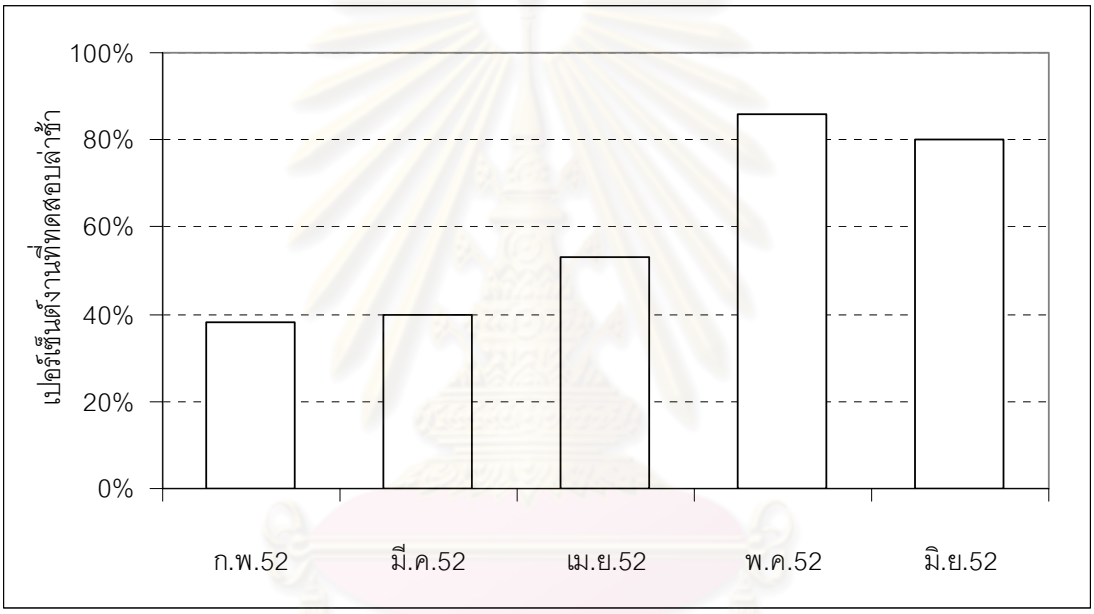


ภาพที่ 5.19 ปริมาณเฉลี่ยของวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่เข้าออกต่อวันระหว่างดือน ก.พ.-มิ.ย.52

6) วัตถุดิบทดแทนที่เตรียมจากวัสดุที่ไม่ใช้แล้วต้องรอผลการตรวจสอบคุณภาพก่อนนำไปกำจัดซึ่งใช้เวลา 2 วัน ส่งผลให้พื้นที่ในการเตรียมวัตถุดิบทดแทนเต็มและไม่สามารถผลิตเพิ่มได้ในระหว่างรอผลการทดสอบ ซึ่งข้อมูลระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงมิถุนายน พ.ศ. 2552 ดังตารางที่ 5.22 พบว่ามีปัญหาความล่าช้าของการทดสอบคุณภาพของวัตถุดิบทดแทน ซึ่งส่งผลให้อัตราการกำจัดวัสดุที่ไม่ใช้แล้วของพื้นที่ 37 ลดลง

ตารางที่ 5.22 จำนวนตัวอย่างวัตถุดิบทดแทนที่ได้ผลการทดสอบล่าช้าระหว่างเดือน ก.พ.-มิ.ย.52

เดือน	จำนวนทั้งหมด	จำนวนที่ทดสอบล่าช้า	เปอร์เซ็นต์
กุมภาพันธ์	13	5	38%
มีนาคม	15	6	40%
เมษายน	19	10	53%
พฤษภาคม	14	12	86%
มิถุนายน	15	12	80%
เฉลี่ย	15	9	59%



ภาพที่ 5.20 เปอร์เซ็นต์วัตถุดิบทดแทนที่ได้ผลการทดสอบล่าช้า

7) แผนการขนส่งวัสดุที่ไม่ใช้แล้วของลูกค้าไม่สอดคล้องกับแผนการผลิตและแผนการบำรุงรักษาเตาเผาปูนซีเมนต์ ทำให้พื้นที่จัดเก็บไม่เพียงพอในช่วงที่ไม่มีการผลิตปูนซีเมนต์หรือมีการหยุดการผลิตเพื่อซ่อมบำรุง

2. สาเหตุที่ขั้นตอนการตรวจสอบ มีดังนี้

1) ปัญหาคอขวดในเวลาเริ่มทำการของห้องปฏิบัติการ เนื่องจากห้องปฏิบัติการทำการวันละ 16 ชั่วโมงตั้งแต่เวลา 08:00 น.-24:00 น. เท่านั้น รถขนส่งที่เข้ารับบริการในระหว่างเวลา 00:00 น.-

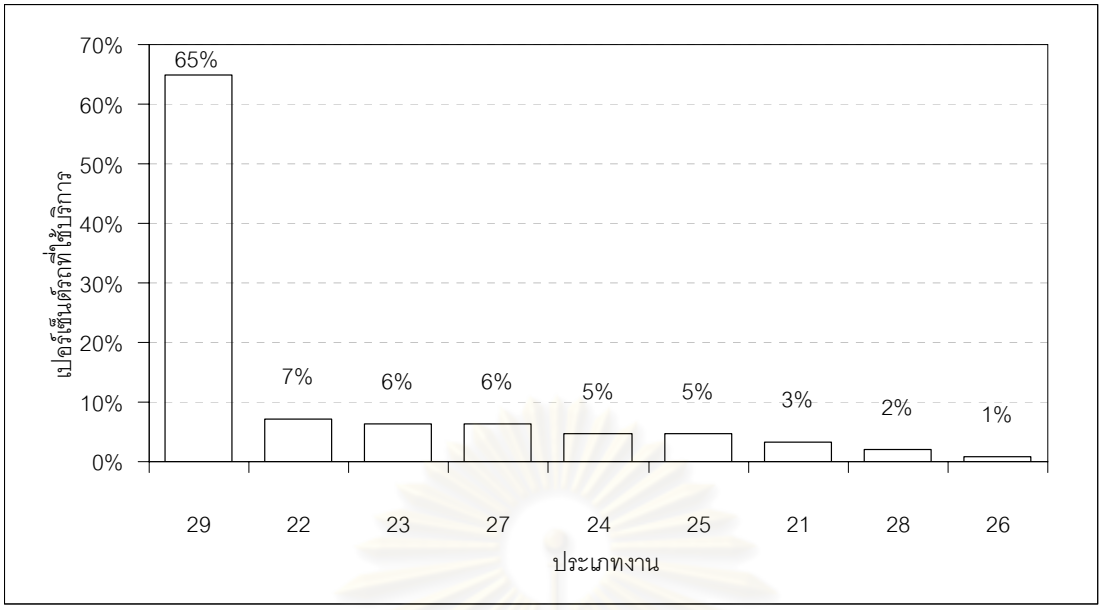
08:00น. ถ้าเป็นกลุ่มงาน 21, 22, 23, 24, 25, 26 และ 27 จะต้องรอผลการทดสอบในเวลาทำการของห้องปฏิบัติการ ซึ่งทำให้มีงานรอทดสอบจำนวนมากในเวลาเริ่มทำการ

2) ประเภทงาน 29 ของขั้นตอนการตรวจสอบมีรถขนส่งที่เข้ารับบริการเป็นจำนวนมากซึ่งคิดเป็น 65% ของรถขนส่งที่เข้ารับบริการทั้งหมด ดังตารางที่ 5.23 และภาพที่ 5.21 ส่งผลให้เกิดแถวคอยขึ้นที่ขั้นตอนนี้และทำให้ประสิทธิภาพของเวลาของกลุ่มลูกค้า 2934, 2937, 2932 และ 2939 ต่ำกว่า 70%

ตารางที่ 5.23 เปอร์เซ็นต์รถขนส่งของแต่ละประเภทงานของขั้นตอนการตรวจสอบ

กลุ่มรถขนส่ง	เปอร์เซ็นต์รถขนส่งที่เข้ารับบริการ	เปอร์เซ็นต์รถขนส่งของแต่ละกลุ่มงานของขั้นตอนการตรวจสอบ	ประเภทงาน
2931	0.4%	65%	29
2932	7%		
2933	2%		
2934	10%		
2936	30%		
2937	15%		
2938	0.1%		
2939	0.3%		
2238	7%	7%	22
2338	6%	6%	23
2737	6%	6%	27
2432	0.02%	5%	24
2435	4%		
2438	0.4%		
2439	1%		
2532	2%	5%	25
2539	3%		
2132	3%	3%	21
2832	1%	2%	28
2839	1%		
2632	1%	1%	26
2639	0.1%		

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 5.21 เปอร์เซ็นต์รถขนส่งของแต่ละประเภทงานของขั้นตอนการตรวจสอบ

3) ปัญหาความสูญเปล่าของขั้นตอนการตรวจสอบ ได้แก่

(1) การใช้ทรัพยากรไม่เต็มประสิทธิภาพ เช่น ในการสุ่มตัวอย่างจากรถขนส่งซึ่งต้องทำบนสถานีเก็บตัวอย่างดังภาพที่ 5.22 ซึ่งรถขนส่งสามารถวิ่งผ่านได้ทั้งหมด 4 เลนเพื่อให้พนักงานทำการเก็บตัวอย่างจากรถขนส่งได้พร้อมกัน 4 คัน แต่ในปัจจุบันเปิดให้รถขนส่งวิ่งได้เพียงหนึ่งเลนเท่านั้นทำให้เกิดการรอคอยขึ้นที่ขั้นตอนการตรวจสอบ

ภาพที่ 5.22 สถานีเก็บตัวอย่าง

(2) การทำงานซ้ำซ้อน ได้แก่ การรายงานผลทดสอบในระบบฐานข้อมูลคอมพิวเตอร์ 4 ระบบ ทำให้เสียเวลาและมีโอกาสเกิดความผิดพลาดสูง

(3) วิธีการทำงานที่ยุ่งยาก ได้แก่ การทำรายงานผลการทดสอบซึ่งรายงาน 1 ฉบับจะต้องสั่งพิมพ์และใส่กระดาษลงในเครื่องพิมพ์ 3 ครั้ง เพื่อทำสำเนา

(4) วิธีการทำงานที่ไม่เหมาะสม ได้แก่ พนักงานที่ทำหน้าที่สุ่มตัวอย่างจะต้องเดินขึ้นไปสุ่มตัวอย่างที่สถานีเก็บตัวอย่าง เมื่อเสร็จแล้วจึงนำตัวอย่างกลับลงมาส่งที่ห้องปฏิบัติการ หากมีรถขนส่งเข้ามาถึงต่อเนื่องหลายคัน พนักงานต้องสุ่มตัวอย่างจากรถขนส่งทุกคันที่รออยู่ให้หมดก่อนจึงจะนำตัวอย่างลงมาส่งที่ห้องปฏิบัติการได้ ทำให้สูญเสียเวลาในการรอทดสอบ

(5) การมอบหมายงานไม่ชัดเจน ทำให้งานบางอย่างถูกละเลย และจำนวนงานของพนักงานแต่ละคนไม่สมดุลกัน

(6) การจัดสรรกำลังคนไม่เหมาะสมกับจำนวนงาน

(7) การชี้บ่งสถานะของงานไม่ชัดเจนทำให้เสียเวลาในการค้นหาหรือตรวจสอบสถานะ

(8) ขาดความเป็นระเบียบในการจัดวางเอกสาร สิ่งของ และอุปกรณ์ต่างๆ ทำให้ไม่สะดวกในการปฏิบัติงาน และเสียเวลาในการค้นหา

3. สาเหตุที่ขั้นตอนการจัดเก็บ มีดังนี้

1) จำนวนเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการขนถ่ายวัสดุที่ไม่ใช้แล้วออกจากรถขนส่งไม่เพียงพอสำหรับทุกพื้นที่จัดเก็บ

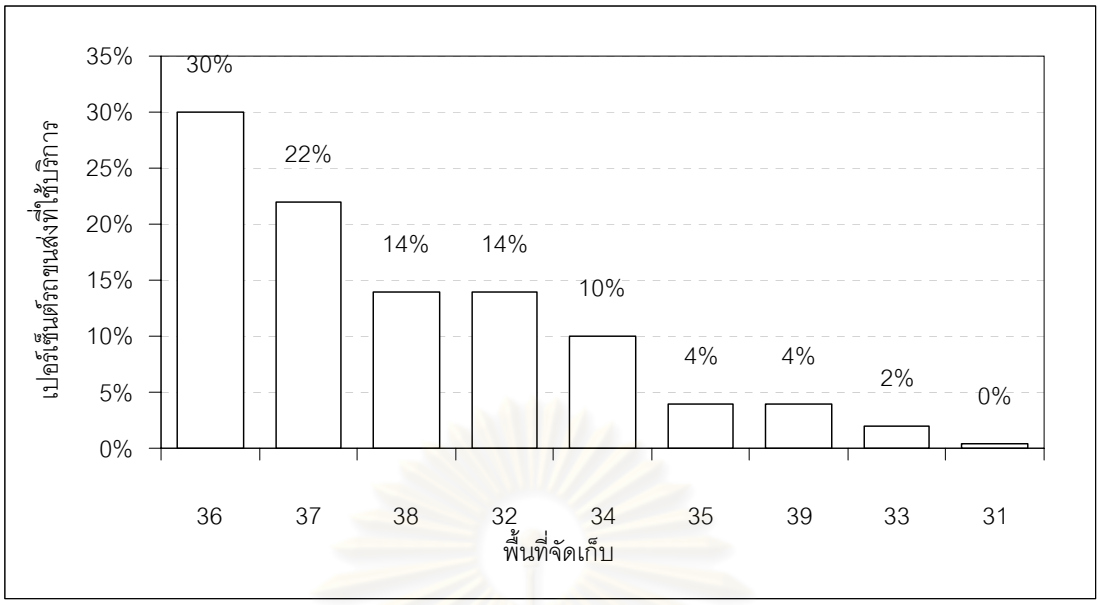
2) พื้นที่จัดเก็บบางแห่งไม่มีเจ้าหน้าที่อยู่ประจำการตลอดเวลา และบางแห่งเปิดทำการวันละ 16 ชั่วโมงเท่านั้น ได้แก่ พื้นที่ 32, 35, 38 และ 39 ทำให้เกิดการรอคอยขึ้นที่ขั้นตอนการจัดเก็บเพื่อทำลาย

3) จำนวนรถขนส่งที่ใช้บริการที่พื้นที่จัดเก็บ 37, 32, 38 และ 34 มีจำนวนมากดังตารางที่ 5.24 และภาพที่ 5.23 ทำให้เกิดแถวคอยขึ้นที่ขั้นตอนการจัดเก็บเพื่อทำลาย ส่งผลให้ประสิทธิภาพของเวลาที่ขั้นตอนนี้ของรถขนส่งกลุ่ม 2337, 2137, 2132, 2432, 2232, 2638 และ 2134 ต่ำกว่า 70%

ตารางที่ 5.24 เปอร์เซ็นต์รถขนส่งที่ใช้บริการที่พื้นที่จัดเก็บต่างๆ

กลุ่มรถขนส่ง	เปอร์เซ็นต์รถขนส่งที่เข้ารับบริการ	เปอร์เซ็นต์รถขนส่งที่พื้นที่จัดเก็บ	พื้นที่จัดเก็บ
2936	30%	30%	36
2737	6%	22%	37
2937	15%		
2238	7%	14%	38
2338	6%		
2438	0.4%		
2938	0.1%		
2132	3%	14%	32
2432	0.02%		
2532	2%		
2632	1%		
2832	1%		
2932	7%		
2934	10%	10%	34
2435	4%	4%	35
2439	1%	4%	39
2539	3%		
2639	0.1%		
2839	1%		
2939	0.3%		
2933	2%	2%	33
2931	0.4%	0.4%	31

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 5.23 เปอร์เซ็นต์รถขนส่งที่ใช้บริการที่พื้นที่จัดเก็บต่างๆ

4) วิธีการขนถ่ายวัสดุที่ไม่ใช้แล้วของรถขนส่งกลุ่ม 2934 ซึ่งมีลักษณะเป็นผงและขนส่งด้วยรถบรรทุกแบบบัลค์ต้องใช้ลมเป่าไล่ออกจากรถทำให้ใช้เวลานาน นอกจากนี้ลักษณะกายภาพของวัสดุที่ไม่ใช้แล้วยังส่งผลต่อเวลาที่ใช้ในการขนถ่ายด้วย เช่น ผงที่มีความชื้นสูงจะทำให้เป่าออกจากรถบัลค์ยากและใช้เวลานานขึ้น

5) มีสิ่งเจือปนในวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่ส่งมากำจัด ทำให้เกิดปัญหาในการขนถ่ายออกจากรถขนส่งและใช้เวลานานขึ้น

5.7. ผลการกำหนดแนวทางแก้ไขปัญหา

กำหนดแนวทางการแก้ไขปัญหาเป็น 3 ระยะ ได้แก่

1. แนวทางแก้ไขปัญหาระยะสั้น

2. แนวทางแก้ไขปัญหาระยะกลาง

3. แนวทางแก้ไขปัญหาระยะยาว

ซึ่งแนวทางการแก้ไขปัญหาระยะต่างๆที่กำหนดไว้เป็นดังนี้

5.7.1. แนวทางแก้ไขระยะสั้น

1) การเกลี่ยงานให้สม่ำเสมอตลอดทุกช่วงเวลาของวัน โดยเฉพาะการเพิ่มอัตราการเข้ารับบริการของรถขนส่งในช่วงกะบ่ายซึ่งมีอัตราการให้บริการเพียงพอรองรับจำนวนรถขนส่งที่เข้ารับบริการอยู่แล้ว รวมทั้งการเกลี่ยงานจากวันทำการปกติไปในวันสุดสัปดาห์ซึ่งมีอัตราการให้บริการสูงกว่าอัตราการเข้ารับบริการของรถขนส่ง โดยมีวิธีการดังนี้

(1) ประสานงานกับลูกค้าเพื่อวางแผนการขนส่งให้กระจายอย่างสม่ำเสมอไปในทุกช่วงเวลาของวัน

(2) จูงใจลูกค้าให้หลีกเลี่ยงการเข้ารับบริการในช่วงที่มีรถขนส่งเข้ารับบริการมาก เช่น การเสนอโปรโมชั่นในช่วงเวลากะบ่ายและกะดึก อย่างไรก็ตามการเกลี่ยงานไปในช่วงเวลากะดึกจะต้องคำนึงถึงจำนวนเจ้าหน้าที่และทรัพยากรที่จำเป็นต้องใช้ว่ามีเพียงพอรองรับจำนวนรถขนส่งที่มากขึ้นด้วย

(3) ปรับปรุงแผนการขนส่งวัสดุที่ไม่ใช้แล้วให้มีความถูกต้องเพื่อประโยชน์ในการวางแผนและการจัดสรรทรัพยากรให้สอดคล้องกับงาน

(4) แผนการเกลี่ยรถขนส่งเป็นดังตารางที่ 5.25 ซึ่งในเบื้องต้นไม่สามารถเกลี่ยงานไปในช่วงกะดึกได้ เนื่องจากระยะเวลาที่รถขนส่งใช้ในช่วงกะดึกนั้นยาวนานกว่าช่วงเวลาอื่น อีกทั้งจำนวนทรัพยากรในช่วงกะดึกที่มีอยู่ในปัจจุบันไม่สามารถรองรับจำนวนรถขนส่งที่เพิ่มขึ้นได้ จากแผนการเกลี่ยรถขนส่งพบว่ามีรถขนส่ง 13 กลุ่มที่สามารถเกลี่ยจำนวนรถขนส่งระหว่างกะเช้าและกะบ่ายแล้วทำให้ระยะเวลาที่ใช้ในระบบลดลงจากเดิมประมาณ 2%

(5) สำหรับลูกค้าที่มีรถขนส่งเข้ารับบริการจำนวนมาก สม่ำเสมอ และไม่มีปัญหาคุณภาพสามารถลดระยะเวลาที่รถขนส่งใช้ในระบบได้ดังนี้

ก) ลดความถี่ในการทดสอบจากรายเที่ยวเป็นรายวัน

ข) ให้นำวัสดุที่ไม่ใช้แล้วไปจัดเก็บยังพื้นที่ที่กำหนดได้โดยไม่ต้องรอผลการทดสอบ

ค) จัดให้รถขนส่งเข้ารับบริการในช่วงกะดึกเนื่องจากไม่ต้องรอผลการทดสอบจึงไม่มีปัญหาการรอคอย

ตารางที่ 5.25 แผนการเกลี่ยรถขนส่ง

ลำดับ	กลุ่ม	จำนวนรถขนส่งที่เข้ารับบริการ (คัน)			เปอร์เซ็นต์ของรถขนส่ง			เวลาเฉลี่ยที่ใช้จริงต่อคันของรถขนส่ง (ชั่วโมง:นาที)			เวลารวม (ชั่วโมง:นาที)	แผนการเกลี่ยรถขนส่ง			เวลารวมหลังเกลี่ย (ชั่วโมง:นาที)	เปอร์เซ็นต์ของเวลาที่เปลี่ยนแปลง
		กะดึก	กะเช้า	กะบ่าย	กะดึก	กะเช้า	กะบ่าย	กะดึก	กะเช้า	กะบ่าย		กะดึก	กะเช้า	กะบ่าย		
1	2132	60	88	3	40%	58%	2%	2:18	3:15	1:51	429:33	40%	20%	40%	348:48	-19%
2	2238	53	207	70	16%	63%	21%	3:55	3:42	3:13	1198:39	16%	14%	70%	1120:47	-6%
3	2338	25	225	42	9%	77%	14%	5:44	4:08	4:25	1258:50	9%	77%	14%	1258:50	0%
4	2435	21	129	19	12%	76%	11%	4:45	3:30	3:10	611:25	12%	40%	48%	589:48	-4%
5	2438	2	12	3	12%	71%	18%	7:11	5:21	4:10	91:04	12%	50%	38%	87:02	-4%
6	2439	1	29	5	3%	83%	14%	6:21	2:57	2:17	103:19	3%	50%	47%	95:51	-7%
7	2532	7	83	7	7%	86%	7%	1:31	2:03	1:28	191:02	30%	40%	30%	166:21	-13%
8	2539	36	72	14	30%	59%	11%	4:56	3:16	2:51	452:42	30%	40%	30%	444:17	-2%
9	2632	0	22	13	0%	63%	37%	-	1:50	1:55	65:15	0%	63%	37%	65:15	0%
10	2737	158	86	56	53%	29%	19%	5:31	4:48	8:20	1751:06	53%	29%	19%	1751:06	0%
11	2832	0	50	11	0%	82%	18%	-	1:17	1:18	78:28	0%	82%	18%	78:28	0%
12	2839	1	26	4	3%	84%	13%	-	3:17	2:12	94:10	3%	27%	70%	75:13	-20%
13	2931	0	2	15	0%	12%	88%	-	1:36	1:51	30:57	0%	50%	50%	29:19	-5%
14	2932	14	249	46	5%	81%	15%	2:23	1:28	1:18	458:22	5%	40%	55%	439:02	-4%
15	2933	2	69	11	2%	84%	13%	2:05	1:42	1:20	136:08	2%	8%	90%	112:58	-17%
16	2934	106	271	90	23%	58%	19%	9:32	6:11	8:31	3452:43	23%	58%	19%	3452:43	0%
17	2936	446	822	157	31%	58%	11%	2:13	1:53	2:23	2910:55	31%	58%	11%	2910:55	0%
18	2937	50	339	332	7%	47%	46%	3:07	2:40	2:32	1900:54	7%	38%	55%	1892:30	-0.4%
19	2939	1	10	1	8%	83%	8%	-	2:30	-	25:00	8%	83%	8%	25:00	0%
รวม	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15240:32	-	-	-	14944:17	-2%

(6) เพิ่มเวลาเปิดทำการของพื้นที่จัดเก็บ 32, 34, 38 และ 39 เป็นเปิดตลอด 24 ชั่วโมงเพื่อเกลี่ยงานไปในช่วงเวลากะดึกได้มากขึ้น

2) ปรับปรุงการทำงานของห้องปฏิบัติการให้มีความรวดเร็วขึ้น เพื่อลดเวลารอคอยผลการทดสอบ ดังนี้

(1) ยกเลิกขั้นตอนการทำงานที่ซ้ำซ้อนเพื่อลดเวลาของขั้นตอนการตรวจสอบให้น้อยลง ได้แก่ ยกเลิกการรายงานผลในระบบฐานข้อมูลคอมพิวเตอร์หลายระบบ

(2) ปรับปรุงวิธีการทำงานให้ง่ายขึ้น ได้แก่ ใช้เครื่องพิมพ์และกระดาษต่อเนื่องที่มีสำเนาในตัวเพื่อให้ทำรายงานได้ด้วยการสั่งงานเพียงครั้งเดียว และการใช้เครื่องมือทดสอบที่เป็นแบบอัตโนมัติเพื่อแบ่งเบาภาระงานของคน และสามารถทดสอบได้รวดเร็วขึ้น

(3) จัดให้มีพนักงานทำงานในช่วงกะเช้าเพิ่มขึ้นเพื่อรองรับปริมาณงานที่มีมากกว่าช่วงเวลาอื่นของวัน และช่วยให้การทำงานรวดเร็วขึ้น

(4) มอบหมายงานให้พนักงานแต่ละคนเป็นลายลักษณ์อักษรอย่างชัดเจนเพื่อไม่ให้มีงานที่ถูกละเลย และจัดสมดุลงานให้พนักงานทุกคนเท่าเทียมกันเพื่อไม่ให้เกิดภาระงานที่พนักงานคนใดคนหนึ่งมากเกินไป

(5) จัดแบ่งพื้นที่ในการวางตัวอย่างเพื่อชี้บ่งสถานะของตัวอย่างให้ชัดเจน ช่วยให้สะดวกในการค้นหาและตรวจสอบสถานะการทดสอบของตัวอย่าง

(6) พัฒนาระบบการจัดการ 5ส เพื่อให้เกิดความเป็นระเบียบเรียบร้อยในสถานที่ทำงาน

(7) จัดให้มีพนักงานขึ้นไปรับตัวอย่างจากสถานีเก็บตัวอย่างในเวลาที่มีรถขนส่งเข้ามาอย่างต่อเนื่องเพื่อลดเวลาสูญเปล่าจากการรอคอยการทดสอบ เนื่องจากพนักงานที่กำลังปฏิบัติหน้าที่สุ่มตัวอย่างไม่สามารถนำตัวอย่างลงมาส่งที่ห้องปฏิบัติการเพื่อทำการทดสอบได้ในทันที

5.7.2. แนวทางแก้ไขระยะกลาง

1) ปรับปรุงการทำงานของขั้นตอนการจัดเก็บเพื่อทำลาย ดังนี้

(1) ปรับปรุงเครื่องมือและอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ในการขนย้ายวัสดุที่ไม่ใช้แล้วออกจากรถขนส่งให้สามารถทำงานได้เร็วขึ้น เช่น การเพิ่มอัตราเร็วของปั๊ม เป็นต้น

(2) เปลี่ยนรูปแบบของรถขนส่งที่สามารถขนย้ายวัสดุที่ไม่ใช้แล้วเข้าออกจากตัวรถได้สะดวกและรวดเร็ว เช่น รถบรรทุกแบบดั๊มพ์

(3) ขยายขนาดของพื้นที่จัดเก็บเดิมให้กว้างขึ้นเพื่อรองรับปริมาณวัสดุที่ไม่ใช้แล้วได้มากขึ้นและทำให้เกิดความสะดวกในการขนถ่าย พื้นที่จัดเก็บที่ควรขยาย ได้แก่ พื้นที่ 35, 38, 32 และ 39 ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การใช้สอยพื้นที่สูงและมีปริมาณวัสดุที่ไม่ใช้แล้วคงค้างจำนวนมาก ดังตารางที่ 5.26 ซึ่งทำให้มีโอกาสที่พื้นที่จัดเก็บเต็มได้ง่าย

(4) เพิ่มอัตราการกำจัดวัสดุที่ไม่ใช้แล้วให้สูงขึ้น เพื่อให้เกิดพื้นที่ว่างเพื่อรองรับปริมาณวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่ส่งมากำจัดได้มากขึ้นโดยเฉพาะในพื้นที่ 32 และ 39

2) ปรับปรุงการทำงานของขั้นตอนการตรวจสอบ ดังนี้

(1) เพิ่มจำนวนเครื่องมือวิเคราะห์ที่มีการใช้งานมาก เพื่อช่วยแบ่งเบาภาระงาน และเพิ่มความสามารถในการทดสอบตัวอย่างได้มากขึ้น พารามิเตอร์ที่ควรเพิ่มจำนวนเครื่องมือให้มากขึ้น ได้แก่ P1, P2, P3 และ P8 ซึ่งเปอร์เซ็นต์งานของแต่ละพารามิเตอร์เป็นดังตารางที่ 5.27

(2) เปิดใช้งานสถานีเก็บตัวอย่างเพิ่มจากหนึ่งเลนเป็นสองเลนเพื่อเพิ่มความรวดเร็วในการทำงาน

3) เพิ่มจำนวนเจ้าหน้าที่ที่ทำงานในช่วงกะดึกเพื่อเพิ่มอัตราการให้บริการให้สมดุลกับอัตราการเข้ารับบริการของรถขนส่ง และเพื่อรองรับจำนวนรถขนส่งที่จะเข้ารับบริการมากขึ้นในอนาคต จากอัตราการให้บริการในปัจจุบันของโรงงานพบว่ามีความสามารถรองรับจำนวนรถขนส่งได้วันละ 32 คัน และหากเพิ่มจำนวนทรัพยากรในทุกช่วงเวลาของวันให้เท่ากับช่วงเวลากะเช้า พบว่าโรงงานสามารถรองรับรถขนส่งได้วันละ 50 คัน หรือเพิ่มขึ้นอีก 56% ดังตารางที่ 5.28

ตารางที่ 5.28 ความสามารถในการให้บริการที่อัตราการให้บริการปัจจุบันและที่สูงสุด

กะทำงาน	อัตราการให้บริการในปัจจุบัน (คันต่อชั่วโมง)	ความสามารถในปัจจุบัน (คัน)	อัตราการให้บริการสูงสุด (คันต่อชั่วโมง)	ความสามารถสูงสุด (คัน)
กะดึก	0.37	3	2.09	17
กะเช้า	2.09	19	2.09	19
กะบ่าย	1.47	10	2.09	15
รวม	-	32	-	50

ตารางที่ 5.26 ปริมาณการใช้สอยพื้นที่จัดเก็บ

พื้นที่จัดเก็บ	31	33	34	35	36	37	38	32+39
อัตราการเข้า (ตันต่อวัน)	8.6	1.2	156.8	14.3	200.3	92.1	106.5	225.1
อัตราการออก (ตันต่อวัน)	0.0	1.2	158.6	12.5	197.6	83.5	87.8	84.3
ความสามารถในการเก็บ (ตัน)	492	14	941	41	532	2,486	415	1,274
เปอร์เซ็นต์พื้นที่ที่ใช้ต่อวัน	2%	9%	17%	35%	38%	4%	26%	18%
เปอร์เซ็นต์ของคงค้างต่อวัน	N/A	-	-	13%	1%	9%	18%	63%

หมายเหตุ: N/A = ไม่มีข้อมูลเนื่องจากมีการโอนยอดไปใช้ร่วมกับพื้นที่จัดเก็บอื่นซึ่งไม่สามารถตรวจสอบได้และไม่สามารถแยกอัตราการออกของพื้นที่ 32 และ 39 ซึ่งเป็นยอดรวมได้

ตารางที่ 5.27 ปริมาณงานของแต่ละพารามิเตอร์ทดสอบ

ประเภทของงาน	พารามิเตอร์ที่ทดสอบ											เปอร์เซ็นต์รถขนส่ง
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	
21	✓	✓	✓	✓	✓						✓	3%
22	✓	✓	✓			✓	✓	✓			✓	7%
23		✓	✓			✓	✓	✓	✓		✓	6%
24	✓	✓	✓					✓			✓	5%
25	✓	✓						✓		✓	✓	5%
26	✓	✓									✓	1%
27	✓							✓			✓	6%
28										✓	✓	2%
29											✓	65%
เปอร์เซ็นต์การใช้งาน	27%	27%	21%	3%	3%	13%	13%	29%	6%	7%	100%	-

5.7.3. แนวทางแก้ไขระยะยาว

1) เพิ่มจำนวนอุปกรณ์และเครื่องมือที่จำเป็นต้องใช้ในการขนย้ายวัสดุที่ไม่ใช้แล้วออกจากรถขนส่งให้เพียงพอในทุกพื้นที่จัดเก็บ

2) เพิ่มพื้นที่จัดเก็บใหม่เพื่อลดปัญหาการรอคอยที่พื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งและสามารถจัดเก็บวัสดุที่ไม่ใช้แล้วได้มากขึ้น

3) ขยายพื้นที่ภายในระบบเพื่อให้รองรับปริมาณรถขนส่งที่เข้ารับบริการได้มากขึ้น

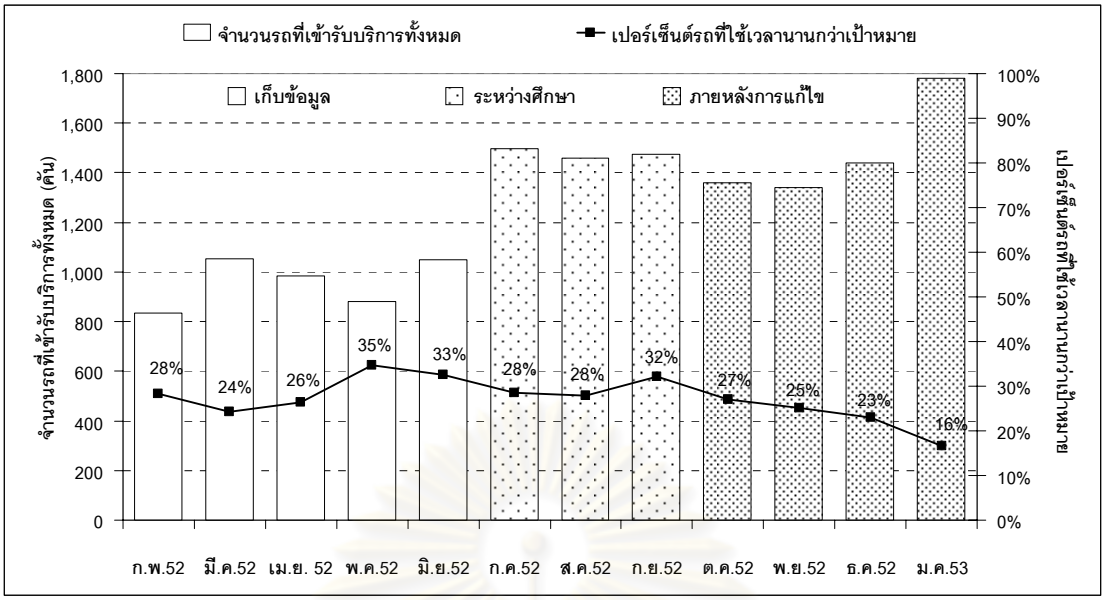
4) เพิ่มเวลาทำการของห้องปฏิบัติการเป็นเปิดตลอด 24 ชั่วโมงเพื่อเกลี่ยรถขนส่งให้เข้ารับบริการในช่วงเวลากะดึกได้มากขึ้น

5) จัดให้มีเจ้าหน้าที่ประจำการในทุกพื้นที่จัดเก็บเพื่อลดเวลารอคอยที่ขั้นตอนการจัดเก็บเพื่อทำลาย

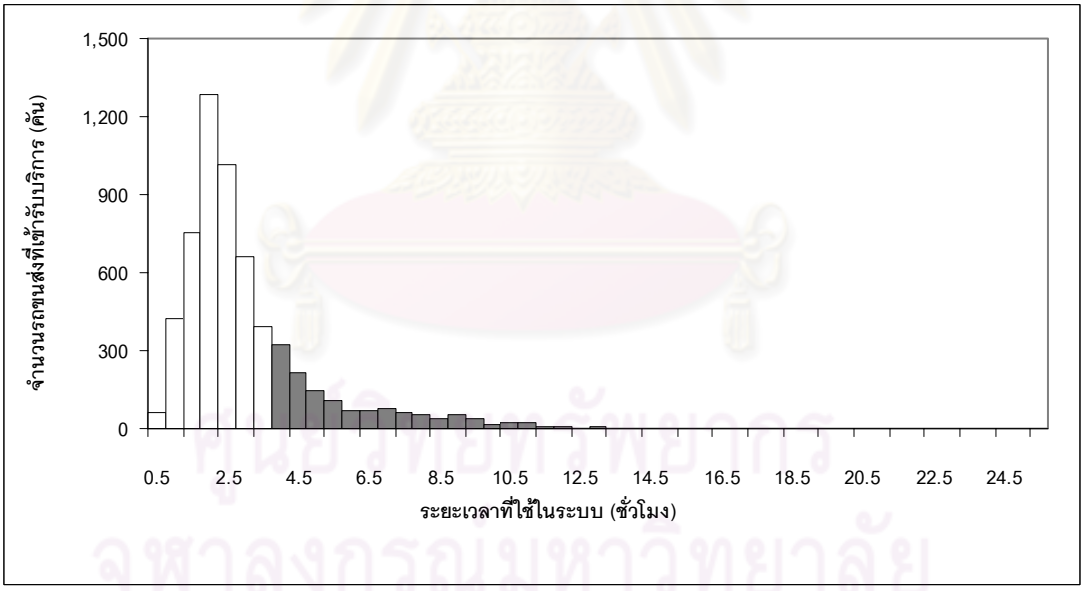
5.8 ผลจากการดำเนินการแก้ไขปัญหา

ภายหลังจากดำเนินการตามแผนแก้ไขปัญหาระยะสั้นแล้วพบว่าจำนวนรถขนส่งที่ใช้เวลาในระบบนานกว่าเป้าหมายที่โรงงานกำหนดมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องดังภาพที่ 5.24 จำนวนรถที่ใช้เวลาในระบบนานกว่าเป้าหมายระหว่างเดือนตุลาคม พ.ศ.2552 ถึงมกราคม พ.ศ.2553 เท่ากับ 22% หรือลดลงจากเดิม 7% ดังภาพที่ 5.25

จากการวิเคราะห์ข้อมูลของเวลาที่รถขนส่งใช้ในระบบภายหลังการดำเนินการแก้ไขตามแผนระยะสั้นระหว่างเดือน ตุลาคม พ.ศ.2552 ถึง มกราคม พ.ศ.2553 เปรียบเทียบกับข้อมูลของเวลาที่รถขนส่งใช้ในระบบก่อนดำเนินการแก้ไขดังตารางที่ 5.29 พบว่าเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในระบบของรถขนส่งที่เข้ารับบริการในช่วงกะเช้าและกะบ่ายลดลงจากเดิม 17% และ 23% ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตามเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในระบบของรถขนส่งที่เข้ารับบริการในช่วงกะดึกเพิ่มขึ้นจากเดิม 3% ส่วนความแปรปรวนของเวลาที่รถขนส่งใช้ในระบบลดลงจากเดิมในทุกช่วงเวลาของวัน ซึ่งลดลง 35% โดยเฉลี่ย กราฟเปรียบเทียบเวลาที่รถขนส่งใช้ในระบบในแต่ละช่วงเวลาก่อนและหลังการปรับปรุงเป็นดังภาพที่ 5.26



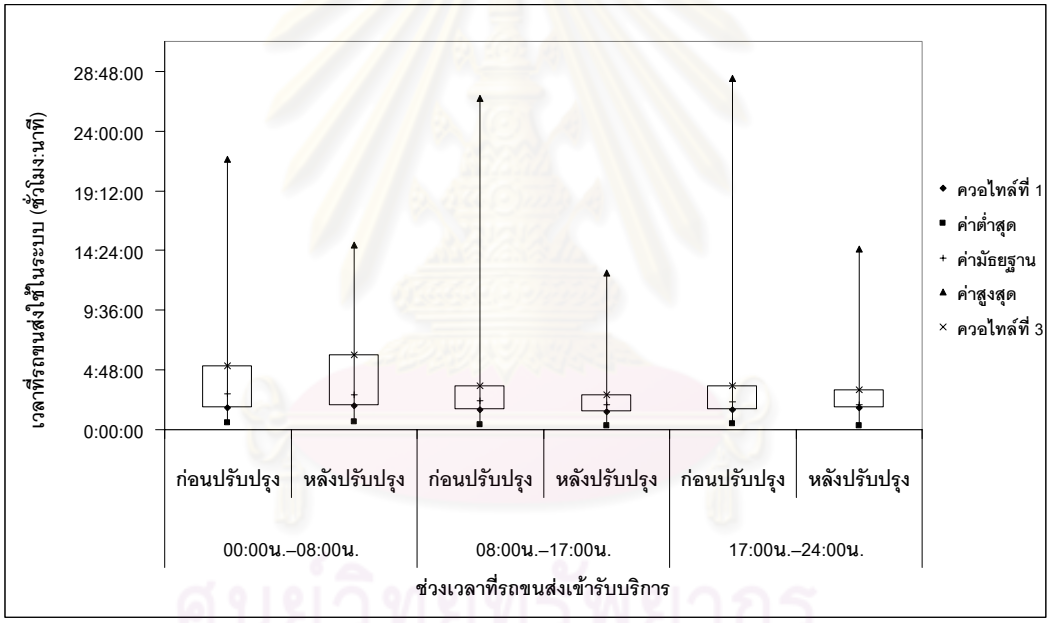
ภาพที่ 5.24 จำนวนรถขนส่งทั้งหมดและจำนวนรถขนส่งที่ใช้เวลานานกว่าเป้าหมายระหว่างเดือน ก.พ.52-ม.ค.53



ภาพที่ 5.25 ความถี่ของจำนวนรถขนส่งที่ใช้เวลาเป็นระยะต่างๆระหว่างเดือน ต.ค.52-ม.ค.53

ตารางที่ 5.29 เวลาที่รถขนส่งใช้ในระบบก่อนและหลังการดำเนินการตามแนวทางแก้ไขระยะสั้น

เวลา (ชั่วโมง:นาที)	กะดึก			กะเช้า			กะบ่าย		
	ก่อนแก้ไข	หลังแก้ไข	%	ก่อนแก้ไข	หลังแก้ไข	%	ก่อนแก้ไข	หลังแก้ไข	%
ค่าเฉลี่ย	3:57	4:03	3%	2:52	2:22	-17%	3:28	2:40	-23%
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	3:11	2:41	-16%	2:14	1:32	-31%	3:37	1:39	-54%
เวลาที่เร็วที่สุด	0:35	0:39	13%	0:24	0:20	-13%	0:30	0:18	-37%
เวลาที่นานที่สุด	21:4	14:4	-32%	2:37	12:3	-53%	4:12	14:3	-49%



ภาพที่ 5.26 เวลาที่รถขนส่งใช้ในระบบก่อนและหลังดำเนินการแก้ไขตามแผนระยะสั้น

5.9 ผลการเปรียบเทียบก่อนและหลังการแก้ไข

5.9.1 อัตราการเข้ารับบริการของรถขนส่งและอัตราการให้บริการของโรงงาน

จากการวิเคราะห์ลักษณะการแจกแจงของการเข้ารับบริการของรถขนส่งและลักษณะการแจกแจงของการให้บริการของโรงงานกรณีศึกษาในระหว่างทำการศึกษา และภายหลังการแก้ไขตามแนว

ทางแก้ไขระยะสั้นแล้วพบว่าลักษณะการแจกแจงมีการเปลี่ยนแปลงไปจากช่วงก่อนการแก้ไขเล็กน้อย โดยรายละเอียดของลักษณะการแจกแจงของการเข้ารับบริการของรถขนส่งและลักษณะการแจกแจงของการให้บริการของโรงงานในช่วงก่อนการแก้ไข ระหว่างทำการศึกษา และภายหลังการแก้ไข พร้อมทั้งพารามิเตอร์เป็นดังตารางที่ 5.30, 5.31 และ 5.32 ตามลำดับ

ตารางที่ 5.30 อัตราการเข้ารับบริการของรถขนส่งและอัตราการให้บริการของโรงงานก่อนการแก้ไข ตั้งแต่เดือน ก.พ.-มิ.ย.52

วันของสัปดาห์	ลักษณะการแจกแจงของการเข้ารับบริการ	p-value	อัตราการเข้ารับบริการ (คัน/ชั่วโมง)	ลักษณะการแจกแจงของการให้บริการ	p-value	อัตราการให้บริการ (คัน/ชั่วโมง)
วันทำการปกติ	พัวซอง	0.412	1.54±1.24	เอ็กซ์โปเนนเชียล	0.062	1.48±1.48
วันสุดสัปดาห์	พัวซอง	0.071	0.88±0.94	เอ็กซ์โปเนนเชียล	0.047	0.98±0.98
กะดึก	พัวซอง	0.788	0.88±0.94	ปกติ	0.055	0.37±0.13
กะเช้า	ยูนิฟอร์ม	0.999	2.50±0.08	ปกติ	0.645	2.09±0.64
กะบ่าย	พัวซอง	0.253	0.86±0.93	ปกติ	0.563	1.47±0.44

ตารางที่ 5.31 อัตราการเข้ารับบริการของรถขนส่งและอัตราการให้บริการของโรงงานในระหว่างทำการศึกษาตั้งแต่เดือน ก.ค.-ก.ย.52

วันของสัปดาห์	ลักษณะการแจกแจงของการเข้ารับบริการ	p-value	อัตราการเข้ารับบริการ (คัน/ชั่วโมง)	ลักษณะการแจกแจงของการให้บริการ	p-value	อัตราการให้บริการ (คัน/ชั่วโมง)
วันทำการปกติ	พัวซอง	0.237	2.17±1.47	ปกติ	0.042	2.17±1.24
วันสุดสัปดาห์	พัวซอง	0.130	1.67±1.29	ปกติ	0.058	1.60±0.91
กะดึก	ยูนิฟอร์ม	0.987	1.50±0.08	ปกติ	0.369	0.71±0.29
กะเช้า	พัวซอง	0.398	2.78±1.67	พัวซอง	0.093	2.67±1.63
กะบ่าย	พัวซอง	0.913	1.86±1.36	ปกติ	0.056	2.79+0.77

ตารางที่ 5.32 อัตราการเข้ารับบริการของรถขนส่งและอัตราการให้บริการของโรงงานหลังการแก้ไข ตั้งแต่เดือน ต.ค.52-ม.ค.53

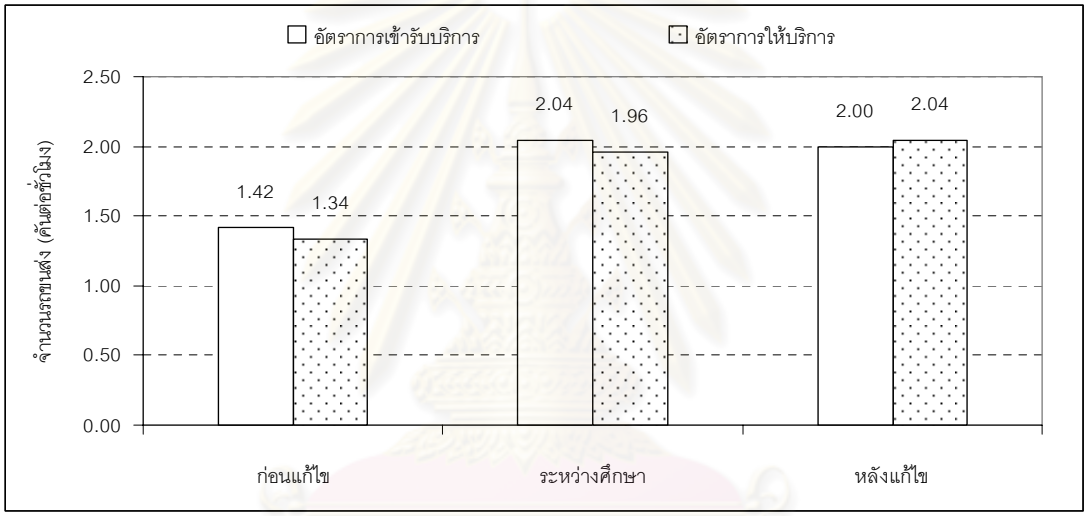
วันของสัปดาห์	ลักษณะการแจกแจงของการเข้ารับบริการ	p-value	อัตราการเข้ารับบริการ (คัน/ชั่วโมง)	ลักษณะการแจกแจงของการให้บริการ	p-value	อัตราการให้บริการ (คัน/ชั่วโมง)
วันทำการปกติ	พัวซอง	0.225	2.25±1.50	พัวซอง	0.162	2.21±1.49
วันสุดสัปดาห์	พัวซอง	0.424	1.75±1.32	ปกติ	0.209	1.69±0.88
กะดึก	ยูนิฟอร์ม	0.991	1.50±0.08	ปกติ	0.269	0.87±0.28
กะเช้า	ยูนิฟอร์ม	0.996	3.00±0.33	พัวซอง	0.198	2.56±1.60
กะบ่าย	พัวซอง	0.913	1.86±1.36	ปกติ	0.843	2.54±0.73

ช่วงก่อนการแก้ไขนั้นพบว่าในวันสุดสัปดาห์และในช่วงเวลากะบ่ายมีอัตราการให้บริการสูงกว่าอัตราการเข้ารับบริการของรถขนส่ง ซึ่งเมื่อดำเนินการปรับปรุงตามแนวทางแก้ไขระยะสั้นแล้วพบว่าเหลือเพียงช่วงเวลากะบ่ายเท่านั้นที่ยังคงมีอัตราการให้บริการสูงกว่าอัตราการเข้ารับบริการ แสดงว่ามีการเกลี่ยรถขนส่งที่เข้ารับบริการในวันทำการปกติไปวันสุดสัปดาห์เพิ่มมากขึ้น แต่อย่างไรก็ตามจำนวนรถขนส่งที่เกลี่ยมาช่วงกะบ่ายนั้นยังคงน้อยกว่าความสามารถของโรงงานที่สามารถรองรับได้ แสดงว่าแผนการเกลี่ยรถขนส่งยังไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร

เมื่อวิเคราะห์ในภาพรวมโดยไม่จำแนกตามวันและเวลาพบว่าอัตราการให้บริการของโรงงานมีแนวโน้มดีขึ้นเป็นลำดับ กล่าวคือในช่วงก่อนการแก้ไขนั้นอัตราการให้บริการของโรงงานต่ำกว่าอัตราการเข้ารับบริการของรถขนส่งมาก แสดงให้เห็นว่ามีการรอคอยเกิดขึ้นในระบบอย่างแน่นอน แต่เมื่อดำเนินการปรับปรุงตามแนวทางแก้ไขระยะสั้นแล้วพบว่าอัตราการให้บริการของโรงงานมีค่าสูงกว่าอัตราการเข้ารับบริการของรถขนส่ง นั่นคือระบบมีที่ว่างเพียงพอรองรับรถขนส่งได้อีก 0.04 คันต่อชั่วโมง ดังตารางที่ 5.33 และภาพที่ 5.27

ตารางที่ 5.33 อัตราการเข้ารับบริการของรถขนส่งและอัตราการให้บริการของโรงงานก่อน ระหว่าง และหลังการดำเนินการตามแนวทางแก้ไขระยะสั้น

ช่วงเวลา	ลักษณะการแจกแจงของการเข้ารับบริการ	p-value	อัตราการเข้ารับบริการ (คัน/ชั่วโมง)	ลักษณะการแจกแจงของการให้บริการ	p-value	อัตราการให้บริการ (คัน/ชั่วโมง)
เก็บข้อมูล	พัวซอง	0.316	1.42±1.19	เอ็กซ์โปเนนเชียล	0.055	1.34±1.34
ระหว่างศึกษา	พัวซอง	0.369	2.04±1.43	พัวซอง	0.258	1.96±1.40
หลังปรับปรุง	พัวซอง	0.177	2.00±1.41	พัวซอง	0.083	2.04±1.43



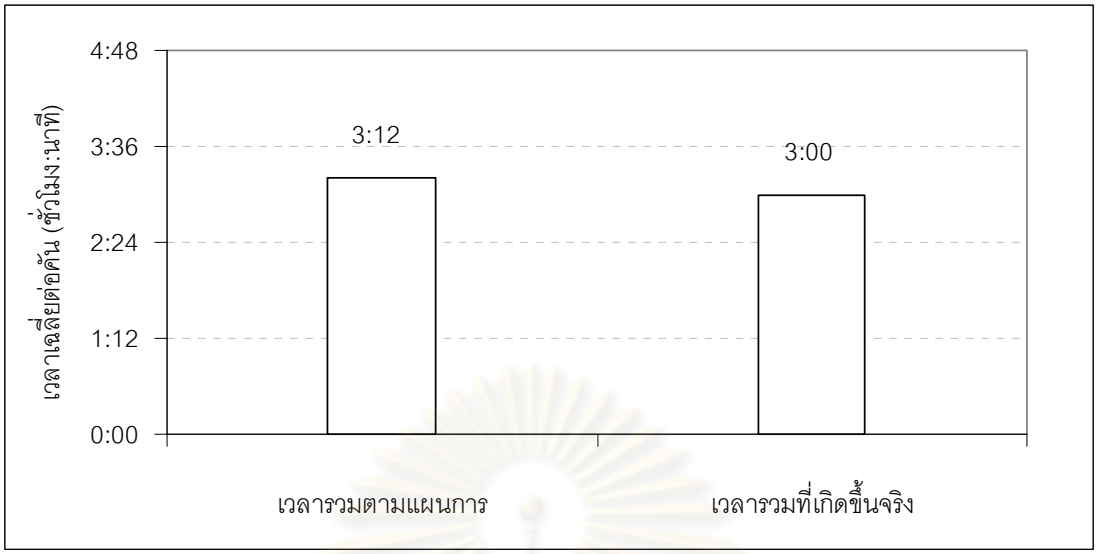
ภาพที่ 5.27 อัตราการเข้ารับบริการของรถขนส่งและอัตราการให้บริการของโรงงานก่อน ระหว่าง และหลังการปรับปรุงตามแผนแก้ไขระยะสั้น

5.9.2 ผลการดำเนินการตามแผนการเกลี่ยรถขนส่ง

จากแผนการเกลี่ยรถขนส่งที่วางแผนไว้ในตารางที่ 5.25 เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับรถขนส่งที่เข้ารับบริการจริงภายหลังจากดำเนินการตามแนวทางแก้ไขระยะสั้นแล้วพบว่า การเข้ารับบริการของรถขนส่งไม่เป็นไปตามแผนการที่วางไว้ รถขนส่งส่วนใหญ่ยังคงเข้ารับบริการในช่วงกะเช้าเช่นเดิม ทั้งนี้เนื่องจากไม่มีแรงจูงใจให้ลูกค้าเปลี่ยนใจมาใช้บริการในช่วงเวลาอื่น จึงทำให้แผนการไม่ประสบผลสำเร็จ แต่อย่างไรก็ตามเมื่อวิเคราะห์เวลารวมทั้งหมดที่รถขนส่งใช้ในระบบภายหลังการแก้ไข โดยเปรียบเทียบที่จำนวนรถขนส่งเท่ากัน พบว่าเวลารวมทั้งหมดที่ใช้จริงในระบบต่ำกว่าแผนที่วางไว้ 6% ดังตารางที่ 5.34 และภาพที่ 5.28

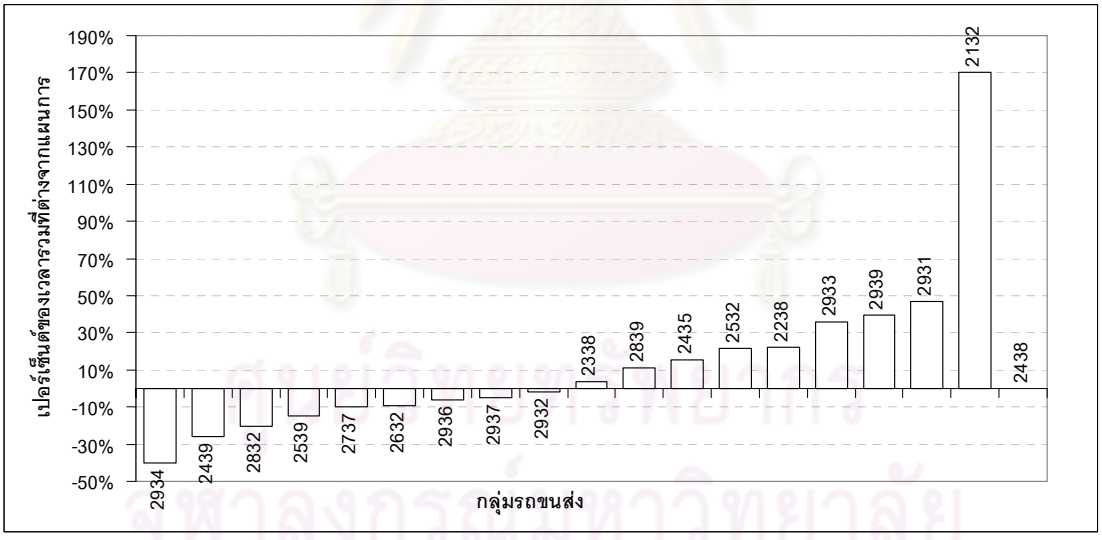
ตารางที่ 5.34 ผลการดำเนินการตามแผนการเกลี่ยรถขนส่ง

ลำดับ	กลุ่มรถขนส่ง	แผนการเกลี่ยรถขนส่ง			เวลารวมตามแผนการเกลี่ย (ชั่วโมง:นาที)	เปอร์เซ็นต์รถขนส่งที่เข้ารับบริการหลังปรับปรุง			เวลาเฉลี่ยที่ใช้จริงต่อคันของรถขนส่ง (ชั่วโมง:นาที)			เวลารวม (ชั่วโมง:นาที)	เปอร์เซ็นต์ของเวลาที่เปลี่ยนแปลง	เปอร์เซ็นต์ที่ต่างจากแผนการเกลี่ย
		กะดึก	กะเช้า	กะบ่าย		กะดึก	กะเช้า	กะบ่าย	กะดึก	กะเช้า	กะบ่าย			
1	2132	40%	20%	40%	348:48	90%	10%	0%	6:37	2:47	-	942:27	119%	170%
2	2238	16%	14%	70%	1120:47	14%	52%	34%	4:42	4:08	3:53	1367:03	14%	22%
3	2338	9%	77%	14%	1258:50	10%	59%	31%	8:27	4:08	3:50	1308:16	4%	4%
4	2435	12%	40%	48%	589:48	2%	78%	20%	7:30	3:50	4:24	680:11	11%	15%
5	2438	12%	50%	38%	87:02	0%	0%	0%	-	-	-	-	-	-
6	2439	3%	50%	47%	95:51	0%	82%	18%	-	2:10	1:21	70:49	-31%	-26%
7	2532	30%	40%	30%	166:21	4%	88%	8%	2:53	2:05	1:35	201:52	6%	21%
8	2539	30%	40%	30%	444:17	4%	47%	49%	6:51	3:29	2:25	378:50	-16%	-15%
9	2632	0%	63%	37%	65:15	0%	94%	6%	-	1:38	2:27	59:04	-9%	-9%
10	2737	53%	29%	19%	1751:06	36%	34%	30%	6:36	5:13	3:50	1592:33	-9%	-9%
11	2832	0%	82%	18%	78:28	4%	74%	21%	-	1:06	1:00	62:57	-20%	-20%
12	2839	3%	27%	70%	75:13	0%	67%	33%	-	2:48	2:28	83:45	-11%	11%
13	2931	0%	50%	50%	29:19	0%	15%	85%	-	2:18	2:34	43:07	39%	47%
14	2932	5%	40%	55%	439:02	5%	66%	28%	2:27	1:22	1:19	431:11	-6%	-2%
15	2933	2%	8%	90%	112:58	0%	90%	10%	-	1:52	1:45	153:14	13%	36%
16	2934	23%	58%	19%	3452:43	25%	48%	27%	5:20	4:12	3:56	2062:16	-40%	-40%
17	2936	31%	58%	11%	2910:55	31%	47%	22%	2:04	1:42	2:05	2721:48	-6%	-6%
18	2937	7%	38%	55%	1892:30	10%	55%	35%	2:56	2:21	2:36	1804:21	-5%	-5%
19	2939	8%	83%	8%	25:00	24%	52%	24%	3:0	2:58	2:32	34:46	39%	39%
รวม	-	-	-	-	14944:17	14%	56%	25%	-	-	-	13998:38	-8%	-6%



ภาพที่ 5.28 เวลาที่รถขนส่งใช้โดยเฉลี่ยต่อคันตามแผนการเกลี่ยและที่เกิดขึ้นจริงหลังแก้ไข

กลุ่มรถขนส่งที่มีเวลารวมที่เกิดขึ้นจริงเร็วกว่าแผนการที่กำหนด ได้แก่ กลุ่ม 2934, 2439, 2832, 2539, 2737, 2632, 2936, 2937 และ 2932 ดังภาพที่ 5.29



ภาพที่ 5.29 ความแตกต่างของเวลาตามแผนการเกลี่ยและเวลาที่เกิดขึ้นจริงหลังแก้ไข

5.9.3 กลุ่มรถขนส่งที่เข้ารับบริการ

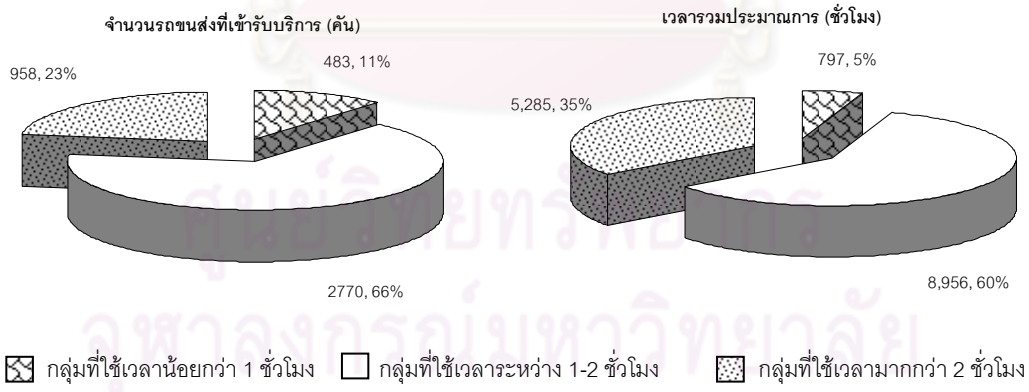
ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลก่อนการปรับปรุงพบว่ารถขนส่งที่เข้ารับบริการส่วนมากเป็นกลุ่มที่ใช้เวลาในระบบปานกลางระหว่าง 1-2 ชั่วโมง หากกลุ่มรถขนส่งที่เข้ารับบริการเปลี่ยนแปลงไปจาก

เดิมอาจส่งผลให้เวลาที่ใช้ในระบบเพิ่มขึ้นหรือลดลงได้ ทั้งนี้เพื่อยืนยันว่าผลจากการดำเนินการปรับปรุงที่ได้รับการแก้ไขให้ดีขึ้นนั้นมิได้เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของกลุ่มรถขนส่งที่เข้ารับบริการ จึงทำการวิเคราะห์กลุ่มของรถขนส่งที่เข้ารับบริการในช่วงระหว่างศึกษาและภายหลังการปรับปรุงซึ่งพบว่ารถขนส่งส่วนมากที่เข้ารับบริการยังคงเป็นกลุ่มที่ใช้เวลาปานกลางเช่นเดิม ซึ่งคิดเป็น 60% ในระหว่างการศึกษาดังตารางที่ 5.35 และภาพที่ 5.30 และคิดเป็น 63% ภายหลังการแก้ไขดังตารางที่ 5.36 และภาพที่ 5.31

ตารางที่ 5.35 การแบ่งกลุ่มรถขนส่งตามระยะเวลาที่ใช้ในระบบระหว่างการศึกษา

เวลาประเมิน (ชั่วโมง)	จำนวนรถขนส่ง (คัน)	เปอร์เซ็นต์ของรถขนส่ง	เวลาเฉลี่ยที่ใช้จริงในระบบ (ชั่วโมง:นาที)	เวลารวมประมาณการ (ชั่วโมง)	เปอร์เซ็นต์ของเวลารวมประมาณการ
<1	483	11%	1:39	797	5%
1-2	2,770	66%	3:14	8,956	60%
≥2	958	23%	5:31	5,285	35%

หมายเหตุ: เวลารวมประมาณการ = เวลาเฉลี่ยที่ใช้จริงในระบบ x จำนวนรถขนส่ง

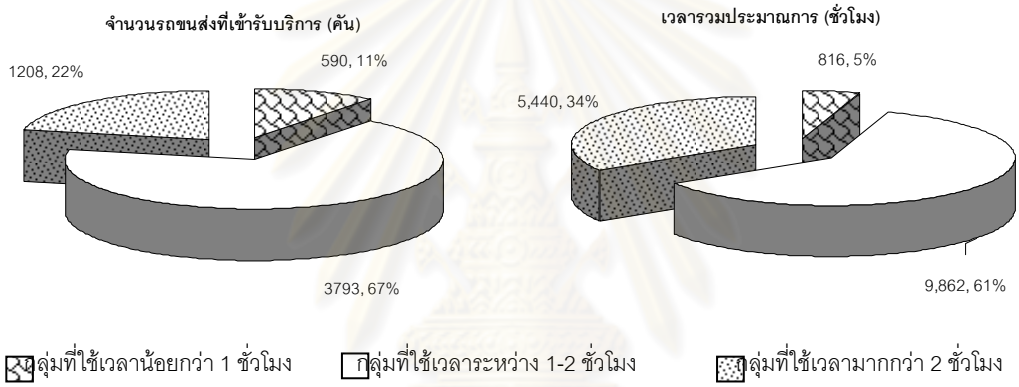


ภาพที่ 5.30 จำนวนรถขนส่งและเวลารวมประมาณการระหว่างการศึกษา

ตารางที่ 5.36 การแบ่งกลุ่มรถขนส่งตามระยะเวลาที่ใช้ในระบบภายหลังแก้ไข

เวลาประเมิน (ชั่วโมง)	จำนวนรถขนส่ง (คัน)	เปอร์เซ็นต์ของรถขนส่ง	เวลาเฉลี่ยที่ใช้จริงในระบบ (ชั่วโมง:นาที)	เวลารวมประมาณการ (ชั่วโมง)	เปอร์เซ็นต์ของเวลารวมประมาณการ
<1	590	11%	1:23	816	5%
1-2	3793	68%	2:36	9,862	61%
≥2	1208	21%	4:35	5,440	34%

หมายเหตุ: เวลารวมประมาณการ = เวลาเฉลี่ยที่ใช้จริงในระบบ x จำนวนรถขนส่ง



ภาพที่ 5.31 จำนวนรถขนส่งและเวลารวมประมาณการภายหลังการปรับปรุง

5.9.4 ประสิทธิภาพของเวลาที่รถขนส่งใช้ในระบบ

วิเคราะห์ประสิทธิภาพของเวลาที่รถขนส่งใช้ในระบบในแต่ละช่วงเวลาภายหลังการดำเนินการตามแนวทางแก้ไขระยะสั้นได้ดังตารางที่ 5.37 ซึ่งพบว่าประสิทธิภาพของเวลาที่รถขนส่งใช้ในระบบโดยเฉลี่ยสูงกว่าก่อนแก้ไข แสดงว่าเวลารอคอยในระบบลดลง ดังภาพที่ 5.32 และ5.33

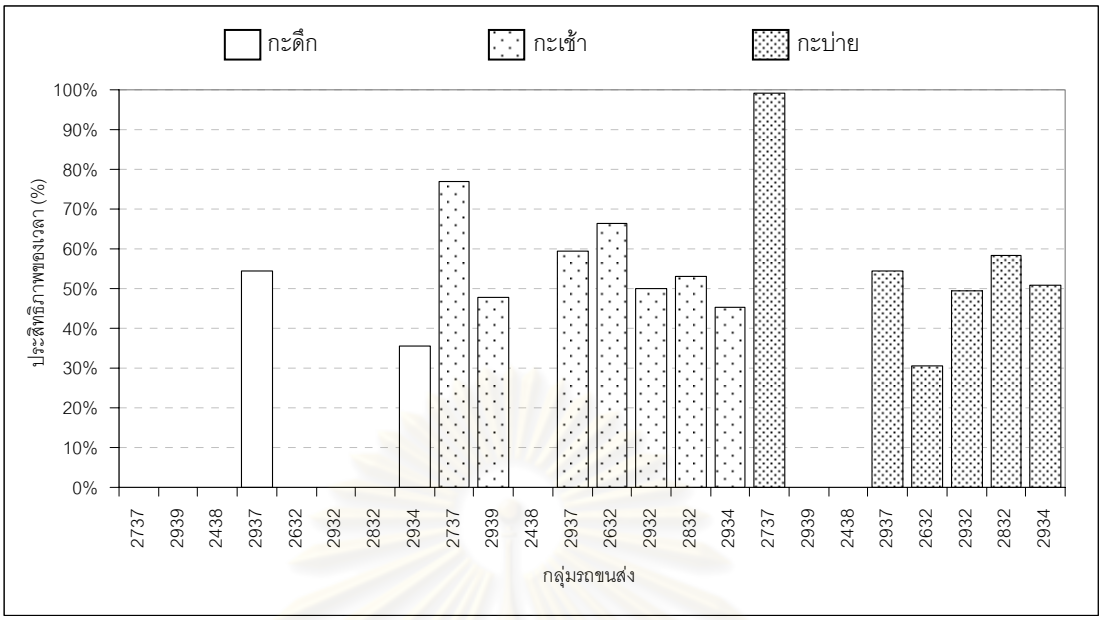
ตารางที่ 5.37 ประสิทธิภาพของเวลาที่รถขนส่งใช้ในระบบภายหลังการแก้ไข

กลุ่มรถขนส่ง	กะดึก			กะเช้า			กะบ่าย			$\%E_{Ave}$
	Ts	Ta	%E	Ts	Ta	%E	Ts	Ta	%E	
2737	-	-	-	4:01±0:07	5:13±1:49	77%	4:01±0:05	4:03±0:34	99%	88%
2939	-	-	-	1:25±0:02	2:58±1:08	48%	-	-	-	48%
2438	-	-	-	2:39±0:05	-	-	2:24±0:05	-	-	-
2937	1:36±0:02	2:56±1:43	55%	1:24±0:03	2:21±0:51	60%	1:25±0:02	2:36±1:22	54%	56%
2632	-	-	-	1:05±0:01	1:38±0:58	66%	0:45±0:01	2:27	31%	48%
2932	-	-	-	0:41±0:01	1:22±0:37	50%	0:39±0:01	1:19±0:40	49%	50%
2832	-	-	-	0:35±0:01	1:06±0:23	53%	0:35±0:01	1:00±0:22	58%	56%
2934	1:54±0:03	5:20±2:49	36%	1:54±0:04	4:12±2:13	45%	2:00±0:03	3:56±2:14	51%	44%

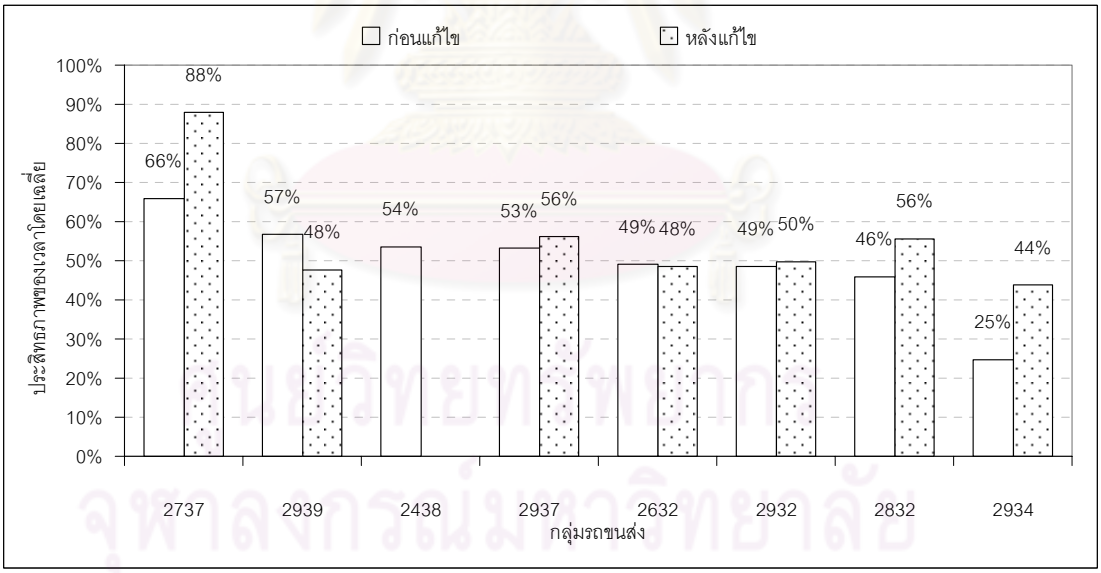
หมายเหตุ: Ts = เวลาประเมินเฉลี่ย (ชั่วโมง:นาที), Ta = เวลาที่ใช้จริงเฉลี่ย, %E = ประสิทธิภาพของเวลา, $\%E_{Ave}$ = ประสิทธิภาพของเวลาโดยเฉลี่ย

ไม่มีรถขนส่งของกลุ่ม 2438 เข้ารับบริการภายหลังการแก้ไข

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



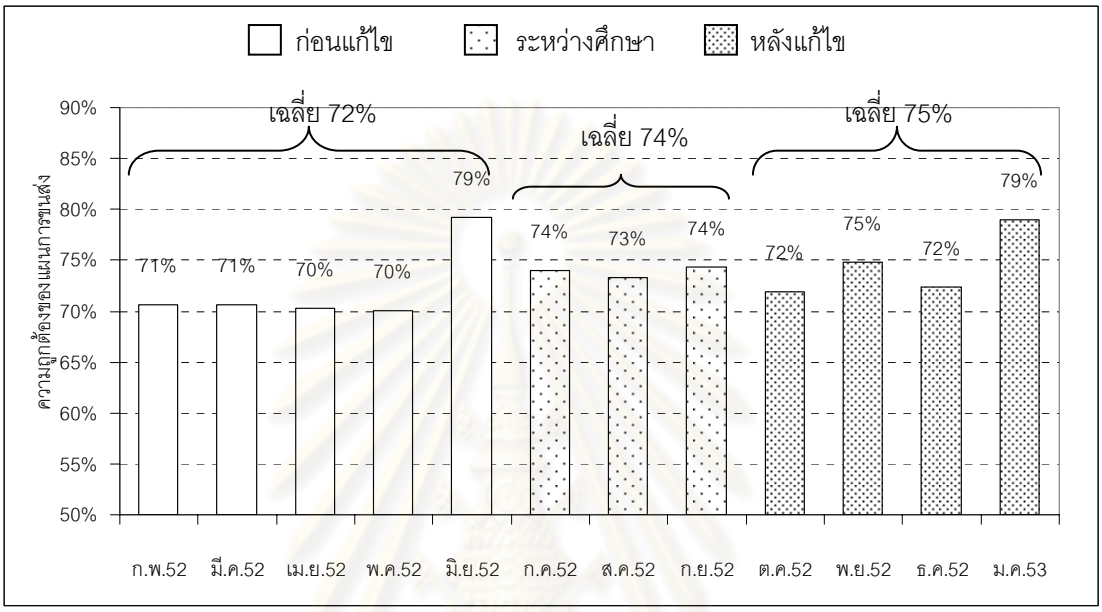
ภาพที่ 5.32 ประสิทธิภาพของเวลาที่รถขนส่งใช้ในระบบภายหลังการแก้ไขจำแนกตามช่วงเวลาที่รถขนส่งเข้ารับบริการ



ภาพที่ 5.33 ประสิทธิภาพของเวลาที่รถขนส่งใช้ในระบบก่อนและหลังการแก้ไข

5.9.5 ความถูกต้องของแผนการขนส่ง

ความถูกต้องของแผนการขนส่งวัสดุที่ไม่ใช้แล้วก่อนและหลังการดำเนินการตามแนวทางแก้ปัญหาระยะสั้นนั้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยแผนมีความถูกต้องประมาณ 72-75% ดังภาพที่ 5.34



ภาพที่ 5.34 ความถูกต้องของแผนการขนส่งวัสดุที่ไม่ใช้แล้วระหว่างเดือน ก.พ.52-ม.ค.53

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 6

สรุปผลการศึกษา อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

จากผลของการศึกษาทั้งหมดที่ผ่านมาสามารถสรุปสาเหตุของปัญหาและแนวทางการแก้ไขได้ดังต่อไปนี้

6.1 สรุปผลการศึกษา

6.1.1. สาเหตุของปัญหา

ปัญหาความล่าช้าของกระบวนการให้บริการกำจัดวัสดุที่ไม่ใช้แล้วเกิดจากสาเหตุต่างๆ ดังนี้

1. สาเหตุทั่วไป

สาเหตุทั่วไปของปัญหา มี 8 ประการ ได้แก่

1) จำนวนรถขนส่งที่เข้ารับบริการไม่สม่ำเสมอในทุกช่วงเวลาของวัน โดยช่วงเวลา 8:00น.-10:00น. และ 13:00น.-15:00น. มีจำนวนรถขนส่งที่เข้ารับบริการมากกว่าในช่วงเวลาอื่นของวัน จำนวนรถขนส่งที่เข้ารับบริการในช่วงเวลาดังกล่าวเท่ากับ 10 คันต่อวัน ซึ่งคิดเป็น 32% ของจำนวนรถขนส่งที่เข้ารับบริการทั้งหมด 32 คันต่อวัน ทำให้เกิดการรอคอยขึ้นในระบบในช่วงเวลาดังกล่าว

2) อัตราการให้บริการของโรงงานในวันทำการปกติเท่ากับ 1.48$\pm$1.48 คันต่อชั่วโมง ซึ่งต่ำกว่าอัตราการเข้ารับบริการของรถขนส่งซึ่งเท่ากับ 1.54$\pm$1.24 คันต่อชั่วโมง ทำให้เกิดการรอคอยขึ้นในระบบในวันทำการปกติ

3) อัตราการให้บริการของโรงงานในช่วงกะดึกและกะเช้าเท่ากับ 0.37$\pm$0.13 และ 2.09$\pm$0.64 คันต่อชั่วโมงตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าอัตราการเข้ารับบริการของรถขนส่งซึ่งเท่ากับ 0.88$\pm$0.94 และ 2.50$\pm$0.08 คันต่อชั่วโมงในช่วงกะดึกและกะเช้าตามลำดับ ทำให้เกิดการรอคอยขึ้นในระบบในช่วงเวลาดังกล่าว

4) อัตราการให้บริการของโรงงานในช่วงกะดึกมีค่าต่ำมากซึ่งเท่ากับ 0.37$\pm$0.13 คันต่อชั่วโมงเท่านั้น เนื่องจากจำนวนบุคลากรที่ทำงานในช่วงเวลาดังกล่าวมีน้อยกว่าช่วงเวลาอื่น

5) แผนการขนส่งวัสดุที่ไม่ใช้แล้วมีความถูกต้องเท่ากับ 72% โดยเฉลี่ยเท่านั้น ทำให้การวางแผนและจัดสรรทรัพยากรไม่เหมาะสมกับรถขนส่งที่เข้ารับบริการ ทำให้เกิดความล่าช้าขึ้น

6) อัตราการกำจัดวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่เก็บไว้ที่พื้นที่จัดเก็บ 32 และ 39 มีค่าต่ำ ซึ่งเท่ากับ 84.3 ตันต่อวัน หรือคิดเป็น 37% ของปริมาณที่รับเข้ามาที่ 225.1 ตันต่อวัน ทำให้พื้นที่ในการจัดเก็บไม่เพียงพอ

7) ความล่าช้าของการทดสอบคุณภาพของวัตถุดิบทดแทนก่อนนำไปกำจัด ส่งผลให้อัตราการกำจัดวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่เก็บไว้ที่พื้นที่จัดเก็บ 37 ลดลง พื้นที่ในการจัดเก็บจึงไม่เพียงพอรองรับปริมาณวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่เข้ามาใหม่

8) แผนการขนส่งวัสดุที่ไม่ใช้แล้วไม่สอดคล้องกับแผนการผลิตและแผนการบำรุงรักษาเตาเผาปูนซีเมนต์ ทำให้พื้นที่จัดเก็บไม่เพียงพอในช่วงที่ไม่มีการผลิตปูนซีเมนต์หรือมีการหยุดการผลิตเพื่อซ่อมบำรุง

2. สาเหตุที่ขั้นตอนการตรวจสอบ

สาเหตุของปัญหาที่ขั้นตอนการตรวจสอบมี 3 ประการ ได้แก่

1) ปัญหาคอขวดในเวลาเริ่มทำการของห้องปฏิบัติการ เนื่องจากห้องปฏิบัติการเปิดให้บริการตั้งแต่เวลา 08:00น.-24:00น. เท่านั้น รถขนส่งที่เข้ารับบริการในระหว่างเวลา 00:00น.-08:00น. จึงต้องรอผลการทดสอบในเวลาเปิดทำการ

2) ประเภทงาน 29 ของขั้นตอนการตรวจสอบมีรถขนส่งที่เข้ารับบริการเป็นจำนวนมากเท่ากับ 21 คันต่อวันหรือคิดเป็น 65% ของจำนวนรถขนส่งที่เข้ารับบริการทั้งหมด 32 คันต่อวัน ส่งผลให้เกิดการรอคอยขึ้น

3) ปัญหาความสูญเปล่าของขั้นตอนการตรวจสอบ ได้แก่ การใช้ทรัพยากรไม่เต็มประสิทธิภาพ การทำงานซ้ำซ้อน วิธีการทำงานที่ยุ่งยาก วิธีการทำงานที่ไม่เหมาะสม การมอบหมายงานไม่ชัดเจน การจัดสรรกำลังคนไม่เหมาะสมกับจำนวนงาน การชี้บ่งสถานะของงานไม่ชัดเจน และขาดความเป็นระเบียบในการจัดวางเอกสาร สิ่งของ และอุปกรณ์ต่างๆ

3. สาเหตุที่ขั้นตอนการจัดเก็บเพื่อทำลาย

สาเหตุของปัญหาที่ขั้นตอนการจัดเก็บเพื่อทำลายมี 5 ประการ ได้แก่

1) จำนวนเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการขนถ่ายวัสดุที่ไม่ใช้แล้วออกจากรถขนส่งไม่เพียงพอสำหรับทุกพื้นที่จัดเก็บ

2) พื้นที่จัดเก็บบางแห่งไม่มีเจ้าหน้าที่อยู่ประจำการตลอดเวลา และบางแห่งเปิดทำการวันละ 16 ชั่วโมงเท่านั้น ได้แก่ พื้นที่ 32, 35, 38 และ 39 ทำให้เกิดการรอคอยขึ้น

3) จำนวนรถขนส่งที่ใช้บริการที่พื้นที่จัดเก็บ 37, 32, 38 และ 34 มีจำนวนมาก ซึ่งจากการเก็บข้อมูลในช่วงเวลา 5 เดือน พบว่าจำนวนรถขนส่งที่เข้ารับบริการที่แต่ละพื้นที่ดังกล่าวเท่ากับ 6.8, 4.4, 4.0, และ 3.1 คันต่อวัน ตามลำดับ ซึ่งคิดเป็น 21%, 14%, 13% และ 10% ของจำนวนรถขนส่งที่เข้ารับบริการทั้งหมด 32 คันต่อวัน ส่งผลให้เกิดการรอคอยขึ้น

4) วิธีการขนถ่ายวัสดุที่ไม่ใช้แล้วของกลุ่มลูกค้า 2934 ซึ่งมีลักษณะเป็นผงและขนส่งด้วยรถบรรทุกแบบบัลค์ต้องใช้ลมเป่าไล่ออกจากรถทำให้ใช้เวลานาน

5) มีสิ่งเจือปนในวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่ส่งมากำจัด ทำให้เกิดปัญหาในการขนถ่ายออกจากรถขนส่งและใช้เวลานานขึ้น

6.1.2. แนวทางแก้ไขปัญหา

แนวทางแก้ไขปัญหาในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการเป็นดังนี้

1. แนวทางแก้ไขปัญหาของระบบโดยรวม

แนวทางแก้ไขปัญหาของระบบโดยรวมประกอบด้วย 3 มาตรการ ได้แก่

1) การเกลี่ยงานให้สม่ำเสมอตลอดทุกช่วงเวลาของวัน โดยการวางแผนการขนส่งให้สม่ำเสมอ การจูงใจลูกค้าให้หลีกเลี่ยงการเข้ารับบริการในช่วงที่มีรถขนส่งเข้ารับบริการมาก การปรับปรุงแผนการขนส่งวัสดุที่ไม่ใช้แล้วให้มีความถูกต้อง และการปรับปรุงวิธีการทำงานสำหรับลูกค้าที่มีรถขนส่งเข้ารับบริการจำนวนมากและไม่มีปัญหาคุณภาพให้รวดเร็วขึ้น เช่น ลดความถี่ในการทดสอบ ให้นำวัสดุที่ไม่ใช้แล้วไปจัดเก็บยังพื้นที่ที่กำหนดได้โดยไม่ต้องรอผลการทดสอบ หรือจัดให้รถขนส่งเข้ารับบริการในช่วงกะดึก

2) เพิ่มจำนวนเจ้าหน้าที่ที่ทำงานในช่วงกะดึกเพื่อรองรับจำนวนรถขนส่งที่จะเข้ารับบริการมากขึ้นในอนาคต

3) ขยายพื้นที่ภายในระบบเพื่อให้รองรับปริมาณรถขนส่งที่เข้ารับบริการได้มากขึ้น

2. แนวทางแก้ไขปัญหาของขั้นตอนการตรวจสอบ

แนวทางแก้ไขปัญหาของขั้นตอนการตรวจสอบประกอบด้วย 10 มาตรการ ได้แก่

1) ยกเลิกขั้นตอนการทำงานที่ซ้ำซ้อน ได้แก่ ยกเลิกการรายงานผลในระบบฐานข้อมูลคอมพิวเตอร์ที่ไม่จำเป็น

2) ปรับปรุงวิธีการทำงานให้ง่ายขึ้น ได้แก่ การใช้เครื่องพิมพ์และกระดาษต่อเนื่องที่มีสำเนาในตัวเพื่อให้ทำรายงานได้ด้วยการสั่งงานเพียงครั้งเดียว และใช้เครื่องมือทดสอบที่เป็นแบบอัตโนมัติเพื่อแบ่งเบาภาระงานของคน และทำงานได้รวดเร็วขึ้น

3) จัดให้มีพนักงานทำงานในช่วงกะเช้าเพิ่มขึ้นเพื่อรองรับปริมาณงานที่มีมากกว่าช่วงเวลาอื่นของวัน

4) มอบหมายงานให้พนักงานแต่ละคนเป็นลายลักษณ์อักษรอย่างชัดเจน และจัดสมดุลงานให้พนักงานทุกคนเพื่อไม่ให้เกิดภาระงานที่พนักงานคนใดคนหนึ่งมากเกินไป

5) จัดแบ่งพื้นที่ในการวางตัวอย่างเพื่อชี้บ่งสถานะของตัวอย่างให้ชัดเจน ช่วยให้สะดวกในการค้นหาและตรวจสอบสถานะการทดสอบของตัวอย่าง

6) พัฒนาระบบการจัดการ 5ส เพื่อให้เกิดความเป็นระเบียบเรียบร้อยในสถานที่ทำงาน

7) จัดให้มีพนักงานขึ้นไปรับตัวอย่างจากสถานีเก็บตัวอย่างในเวลาที่มีรถขนส่งเข้ามาอย่างต่อเนื่องเพื่อลดเวลาสูญเปล่าจากการรอคอยการทดสอบ

8) เพิ่มจำนวนเครื่องมือวิเคราะห์ที่มีการใช้งานมาก เพื่อช่วยแบ่งเบาภาระงาน และเพิ่มความสามารถในการทดสอบตัวอย่างได้มากขึ้น

9) เปิดใช้งานสถานีเก็บตัวอย่างเพิ่มจากหนึ่งเลนเป็นสองเลนเพื่อลดการรอคอย

10) เพิ่มเวลาทำการของห้องปฏิบัติการเป็นเปิดตลอด 24 ชั่วโมงเพื่อเกลี่ยรถขนส่งให้เข้ารับบริการในช่วงเวลากะดึกได้มากขึ้น

3. แนวทางแก้ไขปัญหาของขั้นตอนการจัดเก็บเพื่อทำลาย

แนวทางแก้ไขปัญหาของขั้นตอนการตรวจสอบประกอบด้วย 8 มาตรการ ได้แก่

1) เพิ่มเวลาเปิดทำการของพื้นที่จัดเก็บทุกแห่งเป็นเปิดตลอด 24 ชั่วโมงเพื่อเกลี่ยงานไปในช่วงเวลากะดึกได้มากขึ้น

2) ปรับปรุงเครื่องมือและอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ในการขนย้ายวัสดุที่ไม่ใช้แล้วออกจากรถขนส่งให้สามารถทำงานได้เร็วขึ้น

3) เปลี่ยนรูปแบบของรถขนส่งที่สามารถขนย้ายวัสดุที่ไม่ใช้แล้วเข้าออกจากตัวรถได้สะดวกและรวดเร็ว เช่น ใช้รถบรรทุกแบบดั๊มพ์

4) ขยายขนาดของพื้นที่จัดเก็บ 35, 38, 32 และ 39 ให้กว้างขึ้นเพื่อรองรับปริมาณวัสดุที่ไม่ใช้แล้วได้มากขึ้นและทำให้เกิดความสะดวกในการขนถ่าย

5) เพิ่มอัตราการกำจัดวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่จัดเก็บที่พื้นที่ 32 และ 39 ให้สูงขึ้น เพื่อให้เกิดพื้นที่ว่างเพื่อรองรับปริมาณวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่ส่งมากำจัดได้มากขึ้น

6) เพิ่มจำนวนอุปกรณ์และเครื่องมือที่จำเป็นต้องใช้ในการขนย้ายวัสดุที่ไม่ใช้แล้วออกจากรถขนส่งให้เพียงพอในทุกพื้นที่จัดเก็บ

7) เพิ่มพื้นที่จัดเก็บแห่งใหม่เพื่อลดปัญหาการรอคอยที่พื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งและสามารถจัดเก็บวัสดุที่ไม่ใช้แล้วได้มากขึ้น

8) จัดให้มีเจ้าหน้าที่ประจำการในทุกพื้นที่จัดเก็บเพื่อลดเวลารอคอย

6.1.3. ผลการดำเนินการ

ผลจากการดำเนินการตามแนวทางแก้ปัญหาระยะสั้นดังตารางที่ 6.1 เป็นดังนี้

1.จำนวนรถขนส่งที่ใช้เวลาในระบบนานกว่าเป้าหมายที่โรงงานกำหนดลดลง ซึ่งก่อนการแก้ไขพบว่าจำนวนรถขนส่งที่ใช้เวลานานกว่าเป้าหมายเท่ากับ 9 คันต่อวัน หรือคิดเป็น 29% ของจำนวนรถขนส่งที่เข้ารับบริการทั้งหมด 32 คันต่อวัน และภายหลังการดำเนินการตามแนวทางแก้ไขปัญหาระยะสั้นแล้วพบว่าจำนวนรถขนส่งที่ใช้เวลานานกว่าเป้าหมายเท่ากับ 11 คันต่อวันหรือคิดเป็น 22% ของจำนวนรถขนส่งที่เข้ารับบริการทั้งหมด 49 คันต่อวัน นั่นคือจำนวนรถขนส่งที่ใช้เวลานานกว่าเป้าหมายที่โรงงานกำหนดลดลงจากเดิม 7%

ตารางที่ 6.1 สรุปแนวทางแก้ไขปัญหา

แนวทางแก้ไข	ระบบโดยรวม	ระยะเวลาดำเนินการ	ผู้รับผิดชอบ	ขั้นตอนการตรวจสอบ	ระยะเวลาดำเนินการ	ผู้รับผิดชอบ	ขั้นตอนการจัดเก็บเพื่อทำลาย	ระยะเวลาดำเนินการ	ผู้รับผิดชอบ
แผนการระยะสั้น	1.การเกลี่ยงานให้สม่ำเสมอ	1 เดือน	Marketing &Sale	1.ยกเลิกการรายงานผลซ้ำซ้อน	1 เดือน	QA	1.เปิดให้บริการพื้นที่จัดเก็บทุกแห่งตลอด 24 ชั่วโมง	1 เดือน	Operations
				2.ปรับปรุงวิธีการทำรายงานให้ง่ายขึ้น	2 เดือน	QA			
				3.เพิ่มจำนวนเจ้าหน้าที่ในช่วงกะเช้า	1 เดือน	QA			
				4.มอบหมายงานให้พนักงานอย่างชัดเจน	1 เดือน	QA			
				5.ชี้บ่งสถานะของตัวอย่างให้ชัดเจน	1 เดือน	QA			
				6.พัฒนาระบบการจัดการ 5ส	2 เดือน	QA			
				7.จัดให้มีพนักงานขึ้นไปรับตัวอย่างจากสถานีเก็บตัวอย่าง	1 เดือน	QA			
แผนการระยะกลาง	1.เพิ่มจำนวนเจ้าหน้าที่ในช่วงกะดึก	6 เดือน	Operations	1.เพิ่มจำนวนเครื่องมือที่มีการใช้งานมาก	1 ปี	QA	1.ปรับปรุงเครื่องมือให้ทำงานได้เร็วขึ้น	6 เดือน	Operations
				2.เปิดใช้สถานีเก็บตัวอย่างเพิ่มขึ้นอีกหนึ่งเลน	6 เดือน	QA	2.เปลี่ยนรูปแบบของรถขนส่ง	6 เดือน	Logistic
							3.ขยายขนาดของพื้นที่จัดเก็บ	1 ปี	Operations
							4.เพิ่มอัตราการกำจัดวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว	6 เดือน	Operations
แผนการระยะยาว	1.ขยายพื้นที่ภายในระบบ	3 ปี	Management	1.เปิดให้บริการห้องปฏิบัติการตลอด 24 ชั่วโมง	2 ปี	Management	1.เพิ่มจำนวนเครื่องมือให้เพียงพอทุกพื้นที่	2 ปี	Management
							2.เพิ่มพื้นที่จัดเก็บแห่งใหม่	2 ปี	Management
							3.จัดให้มีเจ้าหน้าที่ประจำการในทุกพื้นที่จัดเก็บ	2 ปี	Management

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.ระยะเวลาที่รถขนส่งแต่ละคันใช้ในระบบโดยเฉลี่ยภายหลังจากดำเนินการตามแผนการแก้ไขปัญหาระยะสั้นเท่ากับ 3:02 ชั่วโมง:นาที ซึ่งลดลงจากเดิมที่ 3:25 ชั่วโมง:นาที หรือลดลง 11% โดยเฉลี่ย

3.ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระยะเวลาที่รถขนส่งแต่ละคันใช้ในระบบภายหลังจากดำเนินการตามแผนการแก้ไขปัญหาระยะสั้นเท่ากับ 1:58 ชั่วโมง:นาที ซึ่งลดลงจากเดิมที่ 3:00 ชั่วโมง:นาที หรือลดลง 35% โดยเฉลี่ย

6.2 **อภิปรายผล**

1.ผลของการดำเนินการตามแนวทางแก้ไขระยะสั้นทำให้จำนวนรถขนส่งที่ใช้เวลาในระบบนานกว่าเป้าหมายของโรงงานลดลงไม่มากเท่าที่ควร เนื่องจากรถขนส่งที่เข้ารับบริการภายหลังการแก้ไขปัญหามีจำนวนเพิ่มขึ้นจาก 32 คันต่อวันเป็น 49 คันต่อวัน หรือเพิ่มขึ้น 53%

2.เป้าหมายของเวลาที่โรงงานกำหนดไม่เหมาะสมสำหรับรถขนส่งบางกลุ่มเนื่องจากเวลาประเมินที่ได้จากการศึกษาเวลานานกว่าเวลาเป้าหมายที่โรงงานกำหนด

3.ขั้นตอนการตรวจรับใช้เวลาในการให้บริการน้อยมากเมื่อเทียบกับเวลาที่ใช้ในขั้นตอนอื่นๆของกระบวนการ จึงไม่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดความล่าช้าในระบบ

4.อัตราการให้บริการของโรงงานในช่วงกะเช้าเท่ากับ 2.09 คันต่อชั่วโมง ซึ่งสูงกว่าในช่วงเวลาอื่นของวัน เนื่องจากในกะเช้ามีจำนวนทรัพยากรและบุคลากรเพียงพอ การติดต่อประสานงานเป็นไปด้วยความสะดวก อีกทั้งการทำงานในเวลากลางวันก็สะดวกกว่าในเวลากลางคืนซึ่งสภาพแวดล้อมไม่เอื้ออำนวย โดยเฉพาะที่ขั้นตอนการจัดเก็บเพื่อทำลายซึ่งในหลายพื้นที่เป็นพื้นที่โล่งแจ้ง

5.อัตราการให้บริการของโรงงานในช่วงกะบ่ายและกะดึกมีค่าต่ำ ซึ่งเท่ากับ 1.47 และ 0.37 คันต่อชั่วโมงตามลำดับ น่าจะมีสาเหตุมาจากกระบวนการทำงาน เช่น ความไม่พร้อมของทรัพยากรและบุคลากร ซึ่งมีจำนวนน้อยลงในช่วงนอกเวลาทำการปกติ ความไม่สะดวกในการติดต่อประสานงาน รวมทั้งอุปสรรคจากสภาพแวดล้อมในเวลาค่ำ

6.3 ข้อเสนอแนะ

1. การเกลี่ยงานจากกะเช้าไปในช่วงเวลาอื่นโดยเฉพาะกะดึกจะต้องมีการเตรียมความพร้อมของเครื่องมือ และบุคลากรให้เพียงพอรองรับจำนวนรถขนส่งที่จะเพิ่มขึ้นด้วย

2. ลูกค้าที่เข้ารับบริการกำจัดวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่โรงงานกรณีศึกษามีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ระบบการทำงานจึงต้องมีความยืดหยุ่น สามารถปรับเปลี่ยนเพื่อให้รองรับความต้องการของลูกค้าได้ทันท่วงที

6.4 อุปสรรคและปัญหาในการวิจัย

1. ผู้ทำวิจัยไม่สามารถศึกษาเวลาของขั้นตอนการจัดเก็บเพื่อทำลายในช่วงกะบ่ายและกะดึกได้ด้วยตัวเอง เนื่องจากความไม่สะดวกในเรื่องเวลาของการทำงาน จึงต้องขอความช่วยเหลือจากเจ้าหน้าที่ที่รับผิดชอบในแต่ละพื้นที่เป็นผู้ดำเนินการจับเวลาให้

2.รถขนส่งที่เป็นตัวแทนในการศึกษาเวลาของแต่ละกลุ่มต้องเป็นรถที่ขนวัสดุที่ไม่ใช้แล้วชนิดเดียวกัน และต้องมีจำนวนรถที่เข้ารับบริการมากเพียงพอสำหรับการศึกษาเวลา ซึ่งทำให้ใช้เวลาในการศึกษานานเนื่องจากจำนวนรถที่เข้ารับบริการของลูกค้าบางกลุ่มไม่สม่ำเสมอ

3.เวลาของขั้นตอนการจัดเก็บเพื่อทำลายที่บันทึกในระบบฐานข้อมูลคอมพิวเตอร์ได้รวมเวลาที่รถขนส่งใช้เดินทางไปยังตาชั่งน้ำหนัก และเวลาในการชั่งน้ำหนักขาออกด้วย เนื่องจากไม่สามารถบันทึกเวลาภายหลังเสร็จสิ้นการขนถ่ายวัสดุที่ไม่ใช้แล้วออกจากรถขนส่งที่พื้นที่จัดเก็บแต่ละแห่งได้ ดังนั้นในการศึกษาเวลาประเมินของขั้นตอนการจัดเก็บเพื่อทำลายจะทำการจับเวลาที่ใช้ในการขนถ่ายวัสดุที่ไม่ใช้แล้วออกจากรถขนส่ง และนำไปรวมกับเวลาประเมินของการชั่งน้ำหนักขาออก และเวลาที่ใช้ในการเดินทางไปยังตาชั่งน้ำหนัก

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. สถิติสำหรับงานวิศวกรรม (ประมวลผลด้วย MINITAB) เล่ม 1. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ ส.ส.ท., 2549.

ควบคุมมลพิษ, กรม. รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย ปี 2551. กรุงเทพมหานคร: กรมควบคุมมลพิษ. 2553.

ควบคุมมลพิษ, กรม. รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย ปี 2550. กรุงเทพมหานคร: กรมควบคุมมลพิษ. 2552.

ควบคุมมลพิษ, กรม. รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย ปี 2549. กรุงเทพมหานคร: กรมควบคุมมลพิษ. 2551.

จาฏุพัจน์ เจียมกัลชาญ. การเพิ่มประสิทธิภาพของระบบแถวคอยในการให้บริการ กรณีศึกษาธนาคารออมสิน สาขาท่าศาลา. การศึกษาอิสระหลักสูตรบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต สำนักวิชาการจัดการ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์, 2547.

ฐิติพร สังข์สัมฤทธิ์. การลดความสูญเสียในกระบวนการพิมพ์หนังสือ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544.

ดุษณี สีมาขจร. การวิเคราะห์กำลังการผลิต กรณีศึกษาโรงงานผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตเสริมเหล็กสำเร็จรูป. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551.

นพดล เฟื่องเด่นขจร. การปรับปรุงความพร้อมในการตอบสนองในอุตสาหกรรมบริการทันตกรรมโดยใช้แนวคิดลีน ซิกซ์ ซิกมา: กรณีศึกษา คลินิกบริการทันตกรรมพิเศษ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547.

พงศ์ชนัน เหลืองไพบูลย์. การวิจัยการดำเนินงาน. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: บริษัทสำนักพิมพ์ท้อป จำกัด, 2553.

เมธัส หีบเงิน. การพัฒนาประสิทธิภาพโดยการปรับปรุงกระบวนการผลิต กรณีศึกษา: โรงงานทำตู้น้ำเย็น. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2549.

รักศักดิ์ หิรัญญะสิริ. การเพิ่มผลผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมเครื่องนุ่งห่ม. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2550.

โรงงานอุตสาหกรรม, กรม. รายชื่อผู้รับดำเนินการ[Online]. 2550. Available from: http://www2.diw.go.th/iwmb/index.asp/

โรงงานอุตสาหกรรม, กรม. โครงการการจัดทำแผนแม่บทการจัดการกากอุตสาหกรรมและศึกษาความเป็นไปได้ในการจัดตั้งสถานีรวบรวมและขนถ่ายกากอุตสาหกรรม[Online]. 2552. Available from: http://www2.diw.go.th/iwmb/index.asp/

วิจิตร ตัณฑสุทธิ์, วันชัย ริจิรวนิช, จรูญ มหิทธาฟองกุล และ ชูเวช ชาญสง่าเวช. การศึกษาการทำงาน work study ILO. พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

สายสุรางค์ โชติพานิช. การวิเคราะห์ระบบแถวคอยของการเข้ารับบริการเจาะเลือด โรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2547.

อัจฉรา วัฒนานนท์. การวิเคราะห์มาตรฐานการทำงานการผลิตฝาสูบยานยนตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543.

ภาษาอังกฤษ

Jafar Razmi and Majid Shakhs-Niyaee. Developing a specific predetermined time study approach: an empirical study in a car industry. Production Planning & Control 9 (July 2008): 454-460.

Minitab Inc. 2007. Minitab 15.1.1 [Computer program]. USA: Minitab Inc.

Yue Zhou, Jiahua Li and Fukuy Ishino. Re-building a New Algorithm of the Out-patient Appointment System to Reduce Long Waiting-time-a Case Study. IEEE 978-1-4244-1672-1 (April 2008).

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก
การหาขนาดของตัวอย่างในการศึกษาเวลาของระบบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก1
การหาขนาดของตัวอย่างในการศึกษาเวลาของขั้นตอนการจัดเก็บเพื่อทำลาย

1.กลุ่ม 2132

ครั้งที่	เวลาที่ใช้ (นาที)	น้ำหนักของวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว (กิโลกรัม)	อัตราการขนถ่าย ;x (กิโลกรัม/นาที)	x^2
1	63	15,360	240	59,536
2	58	14,880	233	66,049
3	65	17,530	270	72,900
รวม			771	198,485

$$n = \left(\frac{40\sqrt{n'\sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2 = \left(\frac{40\sqrt{(3 * 198{,}485) - (771)^2}}{771} \right)^2 = 3$$

ดังนั้นขนาดของตัวอย่างที่ต้องใช้ในการหาเวลาประเมินของรถขนส่งกลุ่ม 2132 เท่ากับ 3 ตัวอย่าง

2.กลุ่ม 2238

ครั้งที่	เวลาที่ใช้ (นาที)	น้ำหนักของวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว (กิโลกรัม)	อัตราการขนถ่าย ;x (กิโลกรัม/นาที)	x^2
1	76	15,110	199	39,601
2	68	14,090	207	42,849
3	76	13,720	181	32,761
รวม			587	115,211

$$n = \left(\frac{40\sqrt{n'\sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2 = \left(\frac{40\sqrt{(3 * 115{,}211) - (587)^2}}{587} \right)^2 = 5$$

ครั้งที่	เวลาที่ใช้ (นาที)	น้ำหนักของวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว (กิโลกรัม)	อัตราการขนถ่าย ;x (กิโลกรัม/นาที)	x^2
1	76	15,110	199	39,601
2	68	14,090	207	42,849
3	76	13,720	181	32,761
4	88	17,380	198	39,204
5	83	14,720	177	31,329
รวม			962	185,744

$$n = \left(\frac{40\sqrt{n'\sum x^2 \quad (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2 = \left(\frac{40\sqrt{(5 * 185{,}744) \quad (962)^2}}{962} \right)^2 = 6$$

ดังนั้นขนาดของตัวอย่างที่ต้องใช้ในการหาเวลาประเมินของรถขนส่งกลุ่ม 2238 เท่ากับ 6 ตัวอย่าง

3.กลุ่ม 2338

ครั้งที่	เวลาที่ใช้ (นาที)	น้ำหนักของวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว (กิโลกรัม)	อัตราการขนถ่าย ;x (กิโลกรัม/นาที)	x^2
1	118	26,100	221	48,841
2	123	26,010	211	44,521
3	110	25,670	233	54,289
รวม			665	147,651

$$n = \left(\frac{40\sqrt{n'\sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2 = \left(\frac{40\sqrt{(3 * 147{,}651) - (665)^2}}{665} \right)^2 = 3$$

ดังนั้นขนาดของตัวอย่างที่ต้องใช้ในการหาเวลาประเมินของรถขนส่งกลุ่ม 2338 เท่ากับ 3 ตัวอย่าง

4.กลุ่ม 2435

ครั้งที่	เวลาที่ใช้ (นาที)	น้ำหนักของวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว (กิโลกรัม)	อัตราการขนถ่าย ;x (กิโลกรัม/นาที)	x^2
1	80	11,380	142	20,164
2	82	12,190	149	22,201
3	77	11,630	151	22,801
รวม			442	65,166

$$n = \left(\frac{40\sqrt{n'\sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2 = \left(\frac{40\sqrt{(3 * 65{,}166) - (442)^2}}{442} \right)^2 = 1$$

ดังนั้นขนาดของตัวอย่างที่ต้องใช้ในการหาเวลาประเมินของรถขนส่งกลุ่ม 2435 เท่ากับ 1 ตัวอย่าง

5.กลุ่ม 2438

ครั้งที่	เวลาที่ใช้ (นาที)	น้ำหนักของวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว (กิโลกรัม)	อัตราการขนถ่าย ;x (กิโลกรัม/นาที)	x^2
1	66	26,660	404	163,216
2	76	26,430	348	121,104
3	67	26,090	389	151,321
รวม			1,141	435,641

$$n = \left(\frac{40\sqrt{n'\sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2 = \left(\frac{40\sqrt{(3 * 435{,}641) - (1{,}141)^2}}{1{,}141} \right)^2 = 6$$

ครั้งที่	เวลาที่ใช้ (นาที)	น้ำหนักของวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว (กิโลกรัม)	อัตราการขนถ่าย ;x (กิโลกรัม/นาที)	x^2
1	66	26,660	404	163,216
2	76	26,430	348	121,104
3	67	26,090	389	151,321
4	72	25,690	357	127,449
5	66	25,400	385	148,225
6	78	26,530	340	115,600
รวม			2,223	826,915

$$n = \left(\frac{40\sqrt{n'\sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2 = \left(\frac{40\sqrt{(6 * 826{,}915) - (2{,}223)^2}}{2{,}223} \right)^2 = 6$$

ดังนั้นขนาดของตัวอย่างที่ต้องใช้ในการหาเวลาประเมินของรถขนส่งกลุ่ม 2438 เท่ากับ 6 ตัวอย่าง

6.กลุ่ม 2439

ครั้งที่	เวลาที่ใช้ (นาที)	น้ำหนักของวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว (กิโลกรัม)	อัตราการขนถ่าย ;x (กิโลกรัม/นาที)	x^2
1	64	10,300	161	25,921
2	53	9,460	178	31,684
3	54	9,730	180	32,400
รวม			519	90,005

$$n = \left(\frac{40\sqrt{n'\sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2 = \left(\frac{40\sqrt{(3 * 90{,}005) - (519)^2}}{519} \right)^2 = 4$$

ครั้งที่	เวลาที่ใช้ (นาที)	น้ำหนักของวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว (กิโลกรัม)	อัตราการขนถ่าย ;x (กิโลกรัม/นาที)	x^2
1	64	10,300	161	25,921
2	53	9,460	178	31,684
3	54	9,730	180	32,400
4	54	9,430	175	30,625
รวม			694	120,630

$$n = \left(\frac{40\sqrt{n'\sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2 = \left(\frac{40\sqrt{(3 * 120{,}630) - (694)^2}}{694} \right)^2 = 3$$

ดังนั้นขนาดของตัวอย่างที่ต้องใช้ในการหาเวลาประเมินของรถขนส่งกลุ่ม 2439 เท่ากับ 3 ตัวอย่าง

7.กลุ่ม 2532

ครั้งที่	เวลาที่ใช้ (นาที)	น้ำหนักของวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว (กิโลกรัม)	อัตราการขนถ่าย ;x (กิโลกรัม/นาที)	x^2
1	23	7,840	341	116,281
2	23	8,750	380	144,400
3	23	7,880	343	117,649
รวม			1,064	378,330

$$n = \left(\frac{40\sqrt{n'\sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2 = \left(\frac{40\sqrt{(3 * 378{,}330) - (1{,}064)^2}}{1{,}064} \right)^2 = 4$$

ครั้งที่	เวลาที่ใช้ (นาที)	น้ำหนักของวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว (กิโลกรัม)	อัตราการขนถ่าย ;x (กิโลกรัม/นาที)	x^2
1	23	7,840	341	116,281
2	23	8,750	380	144,400
3	23	7,880	343	117,649
43	26	9,110	350	122,500
รวม			1,414	500,830

$$n=\left(\frac{40\sqrt{n'\sum x^2-(\sum x)^2}}{\sum x}\right)^2=\left(\frac{40\sqrt{(4*500{,}830)-(1{,}414)^2}}{1{,}414}\right)^2=3$$

ดังนั้นขนาดของตัวอย่างที่ต้องใช้ในการหาเวลาประเมินของรถขนส่งกลุ่ม 2532 เท่ากับ 3 ตัวอย่าง

8.กลุ่ม 2539

ครั้งที่	เวลาที่ใช้ (นาที)	น้ำหนักของวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว (กิโลกรัม)	อัตราการขนถ่าย ;x (กิโลกรัม/นาที)	x^2
1	82	13,040	159	25,281
2	104	17,280	166	27,556
3	101	16,310	161	25,921
รวม			486	78,758

$$n=\left(\frac{40\sqrt{n'\sum x^2-(\sum x)^2}}{\sum x}\right)^2=\left(\frac{40\sqrt{(3*78{,}758)-(486)^2}}{486}\right)^2=1$$

ดังนั้นขนาดของตัวอย่างที่ต้องใช้ในการหาเวลาประเมินของรถขนส่งกลุ่ม 2539 เท่ากับ 1 ตัวอย่าง

9.กลุ่ม 2632

ครั้งที่	เวลาที่ใช้ (นาที)	น้ำหนักของวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว (กิโลกรัม)	อัตราการขนถ่าย ;x (กิโลกรัม/นาที)	x^2
1	15	6,820	455	207,025
2	13	5,780	445	198,025
3	18	8,390	466	217,156
รวม			1,366	622,206

$$n=\left(\frac{40\sqrt{n'\sum x^2-(\sum x)^2}}{\sum x}\right)^2=\left(\frac{40\sqrt{(3*622{,}206)-(1{,}366)^2}}{1{,}366}\right)^2=1$$

ดังนั้นขนาดของตัวอย่างที่ต้องใช้ในการหาเวลาประเมินของรถขนส่งกลุ่ม 2632 เท่ากับ 1 ตัวอย่าง

10.กลุ่ม 2737

ครั้งที่	เวลาที่ใช้ (นาที)	น้ำหนักของวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว (กิโลกรัม)	อัตราการขนถ่าย ;x (กิโลกรัม/นาที)	x^2
1	205	20,120	98	9,604
2	166	15,790	95	9,025
3	185	18,790	102	10,404
รวม			295	29,033

$$n = \left(\frac{40\sqrt{n'\sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2 = \left(\frac{40\sqrt{(3 * 29{,}033) - (295)^2}}{295} \right)^2 = 1$$

ดังนั้นขนาดของตัวอย่างที่ต้องใช้ในการหาเวลาประเมินของรถขนส่งกลุ่ม 2737 เท่ากับ 1 ตัวอย่าง

11.กลุ่ม 2832

ครั้งที่	เวลาที่ใช้ (นาที)	น้ำหนักของวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว (กิโลกรัม)	อัตราการขนถ่าย ;x (กิโลกรัม/นาที)	x^2
1	16	1,900	119	14,161
2	23	2,860	124	15,376
3	21	2,460	117	13,689
รวม			360	43,226

$$n = \left(\frac{40\sqrt{n'\sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2 = \left(\frac{40\sqrt{(3 * 43{,}226) - (360)^2}}{360} \right)^2 = 1$$

ดังนั้นขนาดของตัวอย่างที่ต้องใช้ในการหาเวลาประเมินของรถขนส่งกลุ่ม 2832 เท่ากับ 1 ตัวอย่าง

12.กลุ่ม 2839

ครั้งที่	เวลาที่ใช้ (นาที)	น้ำหนักของวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว (กิโลกรัม)	อัตราการขนถ่าย ;x (กิโลกรัม/นาที)	x^2
1	94	1,290	14	196
2	76	1,140	15	225
3	66	1,010	15	225
รวม			44	646

$$n=\left(\frac{40\sqrt{n'\sum x^2-(\sum x)^2}}{\sum x}\right)^2=\left(\frac{40\sqrt{(3*646)-(44)^2}}{44}\right)^2=2$$

ดังนั้นขนาดของตัวอย่างที่ต้องใช้ในการหาเวลาประเมินของรถขนส่งกลุ่ม 2839 เท่ากับ 2 ตัวอย่าง

13.กลุ่ม 2931

ครั้งที่	เวลาที่ใช้ (นาที)	น้ำหนักของวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว (กิโลกรัม)	อัตราการขนถ่าย ;x (กิโลกรัม/นาที)	x^2
1	68	6,850	101	10,201
2	73	6,810	93	8,649
3	67	6,320	94	8,836
รวม			288	27,686

$$n=\left(\frac{40\sqrt{n'\sum x^2-(\sum x)^2}}{\sum x}\right)^2=\left(\frac{40\sqrt{(3*27,686)-(288)^2}}{288}\right)^2=2$$

ดังนั้นขนาดของตัวอย่างที่ต้องใช้ในการหาเวลาประเมินของรถขนส่งกลุ่ม 2931 เท่ากับ 2 ตัวอย่าง

14.กลุ่ม 2932

ครั้งที่	เวลาที่ใช้ (นาที)	น้ำหนักของวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว (กิโลกรัม)	อัตราการขนถ่าย ;x (กิโลกรัม/นาที)	x^2
1	22	3,510	160	25,600
2	16	2,740	171	29,241
3	19	3,020	159	25,281
รวม			490	80,122

$$n=\left(\frac{40\sqrt{n'\sum x^2-(\sum x)^2}}{\sum x}\right)^2=\left(\frac{40\sqrt{(3*80,122)-(490)^2}}{490}\right)^2=2$$

ดังนั้นขนาดของตัวอย่างที่ต้องใช้ในการหาเวลาประเมินของรถขนส่งกลุ่ม 2932 เท่ากับ 2 ตัวอย่าง

15.กลุ่ม 2933

ครั้งที่	เวลาที่ใช้ (นาที)	น้ำหนักของวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว (กิโลกรัม)	อัตราการขนถ่าย ;x (กิโลกรัม/นาที)	x^2
1	64	3,520	55	3,025
2	67	3,870	58	3,364
3	89	4,540	51	2,601
รวม			164	8,990

$$n = \left(\frac{40\sqrt{n'\sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2 = \left(\frac{40\sqrt{(3 * 8,990) - (164)^2}}{164} \right)^2 = 4$$

ครั้งที่	เวลาที่ใช้ (นาที)	น้ำหนักของวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว (กิโลกรัม)	อัตราการขนถ่าย ;x (กิโลกรัม/นาที)	x^2
1	64	3,520	55	3,025
2	67	3,870	58	3,364
3	89	4,540	51	2,601
4	46	2,450	53	2,809
รวม			217	11,799

$$n = \left(\frac{40\sqrt{n'\sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2 = \left(\frac{40\sqrt{(4 * 11,799) - (217)^2}}{217} \right)^2 = 4$$

ดังนั้นขนาดของตัวอย่างที่ต้องใช้ในการหาเวลาประเมินของรถขนส่งกลุ่ม 2933 เท่ากับ 4 ตัวอย่าง

16.กลุ่ม 2934

ครั้งที่	เวลาที่ใช้ (นาที)	น้ำหนักของวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว (กิโลกรัม)	อัตราการขนถ่าย ;x (กิโลกรัม/นาที)	x^2
1	86	27,480	320	102,400
2	95	32,110	338	114,244
3	85	26,350	310	96,100
รวม			968	312,744

$$n = \left(\frac{40\sqrt{n'\sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2 = \left(\frac{40\sqrt{(3 * 312,744) - (968)^2}}{968} \right)^2 = 2$$

ดังนั้นขนาดของตัวอย่างที่ต้องใช้ในการหาเวลาประเมินของรถขนส่งกลุ่ม 2934 เท่ากับ 2 ตัวอย่าง

17.กลุ่ม 2936

ครั้งที่	เวลาที่ใช้ (นาที)	น้ำหนักของวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว (กิโลกรัม)	อัตราการขนถ่าย ;x (กิโลกรัม/นาที)	x^2
1	62	27,420	442	195,364
2	66	27,010	409	167,281
3	64	27,240	426	181,476
รวม			1,104	544,121

$$n = \left(\frac{40\sqrt{n'\sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2 = \left(\frac{40\sqrt{(3 * 544{,}121) - (1{,}104)^2}}{1{,}104} \right)^2 = 2$$

ดังนั้นขนาดของตัวอย่างที่ต้องใช้ในการหาเวลาประเมินของรถขนส่งกลุ่ม 2936 เท่ากับ 2 ตัวอย่าง

18.กลุ่ม 2937

ครั้งที่	เวลาที่ใช้ (นาที)	น้ำหนักของวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว (กิโลกรัม)	อัตราการขนถ่าย ;x (กิโลกรัม/นาที)	x^2
1	53	5,040	95	9,025
2	50	4,330	87	7,569
3	46	3,980	87	7,569
รวม			269	24,163

$$n = \left(\frac{40\sqrt{n'\sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2 = \left(\frac{40\sqrt{(3 * 24{,}163) - (269)^2}}{269} \right)^2 = 3$$

ดังนั้นขนาดของตัวอย่างที่ต้องใช้ในการหาเวลาประเมินของรถขนส่งกลุ่ม 2937 เท่ากับ 2 ตัวอย่าง

19.กลุ่ม 2939

ครั้งที่	เวลาที่ใช้ (นาที)	น้ำหนักของวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว (กิโลกรัม)	อัตราการขนถ่าย ;x (กิโลกรัม/นาที)	x^2
1	43	6,520	152	23,104
2	44	6,140	140	19,600
3	42	6,230	148	21,904
รวม			440	64,608

$$n = \left(\frac{40\sqrt{n' \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2 = \left(\frac{40\sqrt{(3 * 64{,}608) - (440)^2}}{440} \right)^2 = 2$$

ดังนั้นขนาดของตัวอย่างที่ต้องใช้ในการหาเวลาประเมินของรถขนส่งกลุ่ม 2939 เท่ากับ 2 ตัวอย่าง

ตารางสรุปขนาดของตัวอย่างที่ต้องใช้ในการศึกษาเวลาของขั้นตอนการจัดเก็บเพื่อทำลาย

ลำดับ	กลุ่มรถขนส่ง	ขนาดของตัวอย่าง
1	2132	3
2	2238	6
3	2338	3
4	2435	1
5	2438	6
6	2439	4
7	2532	3
8	2539	1
9	2632	1
10	2737	1
11	2832	1
12	2839	2
13	2931	2
14	2932	2
15	2933	4
16	2934	2
17	2936	2
18	2937	3
19	2939	2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก2
การหาขนาดของตัวอย่างในการศึกษาเวลาของขั้นตอนการตรวจสอบ

1.ประเภทงาน 21

ครั้งที่	เวลาที่ใช้ ;x (นาที)	x^2
1	78	6,084
2	80	6,400
3	82	6,724
รวม	240	19,208

$$n=\left(\frac{40\sqrt{n'\sum x^2-(\sum x)^2}}{\sum x}\right)^2=\left(\frac{40\sqrt{(3*19{,}208)-(240)^2}}{240}\right)^2=1$$

ดังนั้นขนาดของตัวอย่างที่ต้องใช้ในการหาเวลาประเมินของประเภทงาน 21 เท่ากับ 1 ตัวอย่าง

2.ประเภทงาน 22

ครั้งที่	เวลาที่ใช้ ;x (นาที)	x^2
1	75	5,625
2	78	6,084
3	80	6,400
รวม	233	18,109

$$n=\left(\frac{40\sqrt{n'\sum x^2-(\sum x)^2}}{\sum x}\right)^2=\left(\frac{40\sqrt{(3*18{,}109)-(233)^2}}{233}\right)^2=1$$

ดังนั้นขนาดของตัวอย่างที่ต้องใช้ในการหาเวลาประเมินของประเภทงาน 22 เท่ากับ 1 ตัวอย่าง

3.ประเภทงาน 23

ครั้งที่	เวลาที่ใช้ ;x	x^2
1	76	5,776
2	79	6,241
3	80	6,400
รวม	235	18,417

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

$$n = \left(\frac{40\sqrt{n'\sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2 = \left(\frac{40\sqrt{(3 * 18{,}417) - (235)^2}}{235} \right)^2 = 1$$

ดังนั้นขนาดของตัวอย่างที่ต้องใช้ในการหาเวลาประเมินของประเภทงาน 23 เท่ากับ 1 ตัวอย่าง

4.ประเภทงาน 24

ครั้งที่	เวลาที่ใช้ ;x (นาที)	x^2
1	57	3,249
2	63	3,969
3	58	3,364
รวม	178	10,582

$$n = \left(\frac{40\sqrt{n'\sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2 = \left(\frac{40\sqrt{(3 * 10{,}5827) - (178)^2}}{178} \right)^2 = 3$$

ดังนั้นขนาดของตัวอย่างที่ต้องใช้ในการหาเวลาประเมินของประเภทงาน 24 เท่ากับ 3 ตัวอย่าง

5.ประเภทงาน 25

ครั้งที่	เวลาที่ใช้ ;x (นาที)	x^2
1	59	3,481
2	57	3,249
3	54	2,916
รวม	170	9,646

$$n = \left(\frac{40\sqrt{n'\sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2 = \left(\frac{40\sqrt{(3 * 9{,}646) - (170)^2}}{170} \right)^2 = 2$$

ดังนั้นขนาดของตัวอย่างที่ต้องใช้ในการหาเวลาประเมินของประเภทงาน 25 เท่ากับ 2 ตัวอย่าง

6.ประเภทงาน 26

ครั้งที่	เวลาที่ใช้ ;x (นาที)	x^2
1	30	900
2	29	841
3	28	784
รวม	87	2,525

$$n = \left(\frac{40\sqrt{n'\sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2 = \left(\frac{40\sqrt{(3 * 2{,}525) - (87)^2}}{87} \right)^2 = 1$$

ดังนั้นขนาดของตัวอย่างที่ต้องใช้ในการหาเวลาประเมินของประเภทงาน 26 เท่ากับ 1 ตัวอย่าง

7.ประเภทงาน 27

ครั้งที่	เวลาที่ใช้ ;x (นาที)	x^2
1	20	400
2	21	441
3	21	441
รวม	62	1,282

$$n = \left(\frac{40\sqrt{n'\sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2 = \left(\frac{40\sqrt{(3 * 1{,}282) - (62)^2}}{62} \right)^2 = 1$$

ดังนั้นขนาดของตัวอย่างที่ต้องใช้ในการหาเวลาประเมินของประเภทงาน 27 เท่ากับ 1 ตัวอย่าง

8.ประเภทงาน 28

ครั้งที่	เวลาที่ใช้ ;x (นาที)	x^2
1	13	169
2	12	144
3	12	144
รวม	37	457

$$n = \left(\frac{40\sqrt{n'\sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2 = \left(\frac{40\sqrt{(3 * 457) - (37)^2}}{37} \right)^2 = 2$$

ดังนั้นขนาดของตัวอย่างที่ต้องใช้ในการหาเวลาประเมินของประเภทงาน 28 เท่ากับ 2 ตัวอย่าง

9.ประเภทงาน 29

ครั้งที่	เวลาที่ใช้ ;x (นาที)	x^2
1	11	121
2	10	100
3	10	100
รวม	31	321

$$n = \left(\frac{40\sqrt{n'\sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2 = \left(\frac{40\sqrt{(3 * 321) - (31)^2}}{31} \right)^2 = 3$$

ดังนั้นขนาดของตัวอย่างที่ต้องใช้ในการหาเวลาประเมินของประเภทงาน 29 เท่ากับ 3 ตัวอย่าง

ตารางสรุปขนาดของตัวอย่างที่ต้องใช้ในการศึกษาเวลาของขั้นตอนการตรวจสอบ

ลำดับ	ประเภทงาน	ขนาดของตัวอย่าง
1	21	1
2	22	1
3	23	1
4	24	3
5	25	2
6	26	1
7	27	1
8	28	2
9	29	3

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข
ผลการศึกษาเวลาประเมินของระบบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข1
เวลาประเมินของขั้นตอนการจัดเก็บเพื่อทำลาย

1.กลุ่ม 2132

ตัวอย่างที่	กะเช้า			กะบ่าย		
	เวลา (นาที)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	กิโลกรัม/นาที	เวลา (นาที)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	กิโลกรัม/นาที
1	63	15,360	244	68	15,610	230
2	58	14,880	257	55	14,600	265
3	65	17,530	270	56	15,700	280
ค่าเฉลี่ย	-	15,923	257	-	15,303	258
SD	-	-	±13 (5%)	-	-	±26 (10%)
เวลาประเมิน	0:54±0:03 ชั่วโมง:นาที			0:54±0:05 ชั่วโมง:นาที		

หมายเหตุ: น้ำหนักเฉลี่ยของวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่ส่งมากำจัด = 14,000 กิโลกรัม

2.กลุ่ม 2238

ตัวอย่างที่	กะเช้า			กะบ่าย		
	เวลา (นาที)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	กิโลกรัม/นาที	เวลา (นาที)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	กิโลกรัม/นาที
1	77	14,720	191	76	15,110	199
2	87	16,240	187	68	14,090	207
3	81	15,390	190	76	13,720	181
4	94	15,140	161	88	17,380	198
5	66	14,120	214	83	14,720	177
6	88	17,380	198	87	15,000	172
ค่าเฉลี่ย	-	15,498	190	-	15,003	188
SD	-	-	±17 (9%)	-	-	±13 (7%)
เวลาประเมิน	1:24±0:08 ชั่วโมง:นาที			1:25±0:06 ชั่วโมง:นาที		

หมายเหตุ: น้ำหนักเฉลี่ยของวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่ส่งมากำจัด = 16,000 กิโลกรัม

3.กลุ่ม 2338

ตัวอย่างที่	กะเช้า			กะบ่าย		
	เวลา (นาที)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	กิโลกรัม/นาที	เวลา (นาที)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	กิโลกรัม/นาที
1	118	26,100	221	104	25,680	247
2	123	26,010	211	113	26,020	230
3	110	25,670	233	115	25,600	223
ค่าเฉลี่ย	-	25,927	222	-	25,767	233
SD	-	-	$\pm$11 (5%)	-	-	$\pm$12 (5%)
เวลาประเมิน	1:57$\pm$0:06 ชั่วโมง:นาที			1:51$\pm$0:06 ชั่วโมง:นาที		

หมายเหตุ: น้ำหนักเฉลี่ยของวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่ส่งมากำจัด = 26,000 กิโลกรัม

4.กลุ่ม 2435

ตัวอย่างที่	กะเช้า			กะบ่าย		
	เวลา (นาที)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	กิโลกรัม/นาที	เวลา (นาที)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	กิโลกรัม/นาที
1	80	11,380	142	87	12,570	144
2	82	12,190	149	98	14,480	148
3	77	11,630	151	73	10,650	146
ค่าเฉลี่ย	-	11,733	147	-	12,567	146
SD	-	-	$\pm$4 (3%)	-	-	$\pm$2 (1%)
เวลาประเมิน	1:22$\pm$0:02 ชั่วโมง:นาที			1:22$\pm$0:01 ชั่วโมง:นาที		

หมายเหตุ: น้ำหนักเฉลี่ยของวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่ส่งมากำจัด = 12,000 กิโลกรัม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.กลุ่ม 2438

ตัวอย่างที่	กะเช้า			กะบ่าย		
	เวลา (นาที)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	กิโลกรัม/นาที	เวลา (นาที)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	กิโลกรัม/นาที
1	76	24,990	329	66	26,660	404
2	81	25,750	318	76	26,430	348
3	70	26,550	379	67	26,090	389
4	77	25,020	325	72	25,690	357
5	70	22,190	317	66	25,400	385
6	81	26,490	327	78	26,530	340
ค่าเฉลี่ย	-	25,165	333	-	26,133	366
SD	-	-	±23 (7%)	-	-	±25 (7%)
เวลาประเมิน	1:15±0:05 ชั่วโมง:นาที			1:08±0:05 ชั่วโมง:นาที		

หมายเหตุ: น้ำหนักเฉลี่ยของวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่ส่งมากำจัด = 25,000 กิโลกรัม

6.กลุ่ม 2439

ตัวอย่างที่	กะเช้า			กะบ่าย		
	เวลา (นาที)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	กิโลกรัม/นาที	เวลา (นาที)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	กิโลกรัม/นาที
1	53	9,460	178	47	10,030	193
2	54	9,730	180	46	9,860	210
3	54	9,430	175	49	9,850	201
ค่าเฉลี่ย	-	9,540	178	-	9,920	201
SD	-	-	±3 (1%)	-	-	±9 (4%)
เวลาประเมิน	0:56 ±0:01 ชั่วโมง:นาที			0:50±0:02 ชั่วโมง:นาที		

หมายเหตุ: น้ำหนักเฉลี่ยของวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่ส่งมากำจัด = 10,000 กิโลกรัม

7.กลุ่ม 2532

ตัวอย่างที่	กะเช้า			กะบ่าย		
	เวลา (นาที)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	กิโลกรัม/นาที	เวลา (นาที)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	กิโลกรัม/นาที
1	27	6,750	250	23	7,840	341
2	27	7,300	270	23	7,880	343
3	26	7,070	272	26	9,110	350
ค่าเฉลี่ย	-	7,040	264	-	8,277	345
SD	-	-	$\pm$12 (5%)	-	-	$\pm$5 (1%)
เวลาประเมิน	0:27$\pm$0:01 ชั่วโมง:นาที			0:20$\pm$0:01 ชั่วโมง:นาที		

หมายเหตุ: น้ำหนักเฉลี่ยของวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่ส่งมากำจัด = 7,000 กิโลกรัม

8.กลุ่มลูกค้า 2539

ตัวอย่างที่	กะเช้า			กะบ่าย		
	เวลา (นาที)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	กิโลกรัม/นาที	เวลา (นาที)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	กิโลกรัม/นาที
1	82	13,040	159	94	16,460	175
2	104	17,280	166	112	19,300	172
3	101	16,310	161	105	17,990	171
ค่าเฉลี่ย	-	15,543	162	-	17,917	173
SD	-	-	$\pm$4 (2%)	-	-	$\pm$2 (1%)
เวลาประเมิน	1:33$\pm$0:02 ชั่วโมง:นาที			1:27$\pm$0:01 ชั่วโมง:นาที		

หมายเหตุ: น้ำหนักเฉลี่ยของวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่ส่งมากำจัด = 15,000 กิโลกรัม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

9.กลุ่ม 2632

ตัวอย่างที่	กะเช้า			กะบ่าย		
	เวลา (นาที)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	กิโลกรัม/นาที	เวลา (นาที)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	กิโลกรัม/นาที
1	27	6,370	236	15	6,820	455
2	24	5,590	233	13	5,780	445
3	25	5,870	235	18	8,390	466
ค่าเฉลี่ย	-	5,943	232	-	6,997	455
SD	-	-	$\pm$7 (3%)	-	-	$\pm$11 (2%)
เวลาประเมิน	0:30$\pm$0:01 ชั่วโมง:นาที			0:15$\pm$0:01 ชั่วโมง:นาที		

หมายเหตุ: น้ำหนักเฉลี่ยของวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่ส่งมากำจัด = 7,000 กิโลกรัม

10.กลุ่ม 2737

ตัวอย่างที่	กะเช้า			กะบ่าย		
	เวลา (นาที)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	กิโลกรัม/นาที	เวลา (นาที)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	กิโลกรัม/นาที
1	205	20,120	98	212	20,210	95
2	166	15,790	95	202	19,790	98
3	185	18,790	102	202	20,190	100
ค่าเฉลี่ย	-	18,233	98	-	20,063	98
SD	-	-	$\pm$4 (4%)	-	-	$\pm$3 (3%)
เวลาประเมิน	3:23$\pm$0:07 ชั่วโมง:นาที			3:25$\pm$0:05 ชั่วโมง:นาที		

หมายเหตุ: น้ำหนักเฉลี่ยของวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่ส่งมากำจัด = 20,000 กิโลกรัม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

11.กลุ่ม 2832

ตัวอย่างที่	กะเช้า			กะบ่าย		
	เวลา (นาที)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	กิโลกรัม/นาที	เวลา (นาที)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	กิโลกรัม/นาที
1	15	1,930	129	16	1,900	119
2	16	2,050	128	23	2,860	124
3	16	2,090	131	21	2,460	117
ค่าเฉลี่ย	-	2,023	129	-	2,407	120
SD	-	-	±2 (1%)	-	-	±4 (3%)
เวลาประเมิน	0:15±0:01 ชั่วโมง:นาที			0:17±0:01 ชั่วโมง:นาที		

หมายเหตุ: น้ำหนักเฉลี่ยของวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่ส่งมากำจัด = 2,000 กิโลกรัม

12.กลุ่ม 2839

ตัวอย่างที่	กะเช้า			กะบ่าย		
	เวลา (นาที)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	กิโลกรัม/นาที	เวลา (นาที)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	กิโลกรัม/นาที
1	94	1290	14	62	1130	18
2	76	1140	15	56	950	17
3	66	1010	15	66	1120	17
ค่าเฉลี่ย	-	1147	15	-	1067	17
SD	-	-	±1 (4%)	-	-	±1 (3%)
เวลาประเมิน	1:08±0:03 ชั่วโมง:นาที			0:58±0:02 ชั่วโมง:นาที		

หมายเหตุ: น้ำหนักเฉลี่ยของวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่ส่งมากำจัด = 1,000 กิโลกรัม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

13.กลุ่ม 2931

ตัวอย่างที่	กะบ่าย		
	เวลา (นาที)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	กิโลกรัม/นาที
1	68	6,850	101
2	73	6,810	93
3	67	6,320	94
ค่าเฉลี่ย	-	6,660	96288
SD	-	-	±4 (5%)
เวลาประเมิน	1:13±0:03 ชั่วโมง:นาที		

หมายเหตุ: น้ำหนักเฉลี่ยของวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่ส่งมากำจัด = 7,000 กิโลกรัม

14.กลุ่ม 2932

ตัวอย่างที่	กะเช้า			กะบ่าย		
	เวลา (นาที)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	กิโลกรัม/นาที	เวลา (นาที)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	กิโลกรัม/นาที
1	22	3,510	160	27	4,620	171
2	16	2,740	171	20	3,560	178
3	19	3,020	159	20	3,660	183
ค่าเฉลี่ย	-	3,090	163	-	3,947	177
SD	-	-	±7 (4%)	-	-	±6 (3%)
เวลาประเมิน	0:24±0:01 ชั่วโมง:นาที			0:23±0:01 ชั่วโมง:นาที		

หมายเหตุ: น้ำหนักเฉลี่ยของวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่ส่งมากำจัด = 4,000 กิโลกรัม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

15.กลุ่ม 2933

ตัวอย่างที่	กะเช้า			กะบ่าย		
	เวลา (นาที)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	กิโลกรัม/นาที	เวลา (นาที)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	กิโลกรัม/นาที
1	61	3,710	61	64	3,520	55
2	56	3,350	60	67	3,870	58
3	62	3,590	58	89	4,540	51
4	62	3,680	59	46	2,450	53
ค่าเฉลี่ย	-	3,583	60	-	3,595	54
SD	-	-	$\pm$1 (2%)	-	-	$\pm$3 (6%)
เวลาประเมิน	0:50$\pm$0:01 ชั่วโมง:นาที			0:55$\pm$0:03 ชั่วโมง:นาที		

หมายเหตุ: น้ำหนักเฉลี่ยของวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่ส่งมากำจัด = 3,000 กิโลกรัม

16.กลุ่ม 2939

ตัวอย่างที่	กะเช้า		
	เวลา (นาที)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	กิโลกรัม/นาที
1	61	7,140	117
2	59	7,380	125
3	51	6,390	125
ค่าเฉลี่ย	-	6,970	122
SD	-	-	$\pm$5 (4%)
เวลาประเมิน	0:57 $\pm$0:02 ชั่วโมง:นาที		

หมายเหตุ: น้ำหนักเฉลี่ยของวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่ส่งมากำจัด = 7,000 กิโลกรัม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

17.กลุ่ม 2934

ตัวอย่างที่	กะดึก			กะเช้า			กะบ่าย		
	เวลา (นาที)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	กิโลกรัม/นาที	เวลา (นาที)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	กิโลกรัม/นาที	เวลา (นาที)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	กิโลกรัม/นาที
1	81	25,570	316	86	27,480	320	86	26,470	308
2	87	29,080	334	95	32,110	338	86	25,760	300
3	78	25,040	321	85	26,350	310	99	28,570	289
ค่าเฉลี่ย	-	26,563	324	-	28,647	323	-	26,933	299
SD	-	-	$\pm$9 (3%)	-	-	$\pm$14 (4%)	-	-	$\pm$10 (3%)
เวลาประเมิน	1:33$\pm$0:03 ชั่วโมง:นาที			1:33$\pm$0:04 ชั่วโมง:นาที			1:40$\pm$0:03 ชั่วโมง:นาที		

หมายเหตุ: น้ำหนักเฉลี่ยของวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่ส่งมากำจัด = 30,000 กิโลกรัม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

18.กลุ่ม 2936

ตัวอย่างที่	กะดึก			กะเช้า			กะบ่าย		
	เวลา (นาที)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	กิโลกรัม/นาที	เวลา (นาที)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	กิโลกรัม/นาที	เวลา (นาที)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	กิโลกรัม/นาที
1	58	25,980	448	62	27,420	442	56	27,360	489
2	65	28,030	431	66	27,010	409	59	27,310	463
3	60	27,320	455	64	27,240	426	56	27,920	499
ค่าเฉลี่ย	-	27,110	445	-	27,223	426	-	27,530	484
SD	-	-	$\pm$12 (3%)	-	-	$\pm$17 (4%)	-	-	$\pm$19 (4%)
เวลาประเมิน	1:07$\pm$0:02 ชั่วโมง:นาที			1:10$\pm$0:03 ชั่วโมง:นาที			1:02$\pm$0:02 ชั่วโมง:นาที		

หมายเหตุ: น้ำหนักเฉลี่ยของวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่ส่งมากำจัด = 30,000 กิโลกรัม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

19.กลุ่ม 2937

ตัวอย่างที่	กะดึก			กะเช้า			กะบ่าย		
	เวลา (นาที)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	กิโลกรัม/นาที	เวลา (นาที)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	กิโลกรัม/นาที	เวลา (นาที)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	กิโลกรัม/นาที
1	63	4,660	74	53	5,040	95	54	4,570	85
2	63	4,700	75	50	4,330	87	55	4,900	89
3	63	4,430	70	46	3,980	87	57	4,779	84
ค่าเฉลี่ย	-	4,597	73	-	4,450	90	-	4,750	86
SD	-	-	±3 (4%)	-	-	±5 (5%)	-	-	±3 (3%)
เวลาประเมิน	1:08±0:02 ชั่วโมง:นาที			0:56±0:03 ชั่วโมง:นาที			0:58±0:02 ชั่วโมง:นาที		

หมายเหตุ: น้ำหนักเฉลี่ยของวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่ส่งมากำจัด =5,000 กิโลกรัม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข2
เวลาประเมินของขั้นตอนการตรวจสอบ

1. ประเภทงาน 21

ช่วงเวลา	เวลา (นาที)					เวลาประเมิน
	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	(ชั่วโมง:นาที)
กะเช้า	78	80	82	80	2	1:20±0:02

2. ประเภทงาน 22

ช่วงเวลา	เวลา (นาที)					เวลาประเมิน
	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	(ชั่วโมง:นาที)
กะเช้า	75	78	80	78	3	1:18±0:03
กะบ่าย	78	74	73	75	3	1:15±0:03

3. ประเภทงาน 23

ช่วงเวลา	เวลา (นาที)					เวลาประเมิน
	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	(ชั่วโมง:นาที)
กะเช้า	76	79	80	78	2	1:18±0:02
กะบ่าย	76	71	76	74	3	1:14±0:03

4. ประเภทงาน 24

ช่วงเวลา	เวลา (นาที)					เวลาประเมิน
	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	(ชั่วโมง:นาที)
กะเช้า	69	67	65	67	2	1:07±0:02
กะบ่าย	57	63	58	59	3	0:59±0:03

5. ประเภทงาน 25

ช่วงเวลา	เวลา (นาที)					เวลาประเมิน
	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	(ชั่วโมง:นาที)
กะเช้า	58	60	59	59	1	0:59±0:01
กะบ่าย	59	57	54	57	3	0:57±0:03

6. ประเภทงาน 26

ช่วงเวลา	เวลา (นาที)					เวลาประเมิน
	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	(ชั่วโมง:นาที)
กะเช้า	30	29	28	29	1	0:29±0:01
กะบ่าย	23	25	23	24	1	0:24±0:01

7. ประเภทงาน 27

ช่วงเวลา	เวลา (นาที)					เวลาประเมิน
	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	(ชั่วโมง:นาที)
กะเช้า	20	21	21	21	1	0:21±0:01
กะบ่าย	19	20	19	19	1	0:19±0:01

8. ประเภทงาน 28

ช่วงเวลา	เวลา (นาที)					เวลาประเมิน
	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	(ชั่วโมง:นาที)
กะเช้า	13	14	14	14	1	0:14±0:01
กะบ่าย	13	12	12	12	1	0:12±0:01

9. ประเภทงาน 29

ช่วงเวลา	เวลา (นาที)					เวลาประเมิน
	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	(ชั่วโมง:นาที)
กะดึก	11	10	11	11	1	0:11±0:01
กะเช้า	11	11	12	11	1	0:11±0:01
กะบ่าย	11	10	10	10	1	0:10±0:01

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข3
เวลาประเมินของขั้นตอนการตรวจรับ

1.ขนาดของตัวอย่าง

ครั้งที่	เวลาที่ใช้ ;x (วินาที)	x^2
1	81	6,561
2	85	7,225
3	97	9,409
รวม	263	23,195

$$n = \left(\frac{40\sqrt{n'\sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2 = \left(\frac{40\sqrt{(3 * 23,195) - (263)^2}}{263} \right)^2 = 10$$

ครั้งที่	เวลาที่ใช้ ;x (วินาที)	x^2
1	81	6,561
2	85	7,225
3	97	9,409
4	75	5,625
5	74	5,476
6	82	6,724
7	84	7,056
8	81	6,561
9	71	5,041
10	87	7,569
รวม	817	67,247

$$n = \left(\frac{40\sqrt{n'\sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2 = \left(\frac{40\sqrt{(10 * 67,247) - (817)^2}}{817} \right)^2 = 12$$

ดังนั้นขนาดของตัวอย่างที่ต้องใช้ในการหาเวลาประเมินของขั้นตอนการตรวจรับเท่ากับ 12 ตัวอย่าง

2.เวลาประเมิน

ครั้งที่	เวลาที่ใช้ ;x (วินาที)		
	กะดึก	กะเช้า	กะบ่าย
1	81	77	84
2	85	69	81
3	97	84	72
4	75	87	84
5	74	88	90
6	82	89	77
7	84	85	74
8	81	77	81
9	71	74	84
10	87	78	88
11	91	81	73
12	70	84	75
ค่าเฉลี่ย	82	81	80
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	8	6	6

ดังนั้นเวลาประเมินของขั้นตอนการตรวจรับในทุกช่วงเวลาเท่ากับ 00:01 ชั่วโมง:นาที

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข4
เวลาประเมินของขั้นตอนการชั่งน้ำหนักขาออก

1.ขนาดของตัวอย่าง

ครั้งที่	เวลาที่ใช้ ;x (วินาที)	x^2
1	215	46,225
2	184	33,856
3	209	43,681
รวม	608	123,762

$$n=\left(\frac{40\sqrt{n'\sum x^2-(\sum x)^2}}{\sum x}\right)^2=\left(\frac{40\sqrt{(3*123{,}762)-(608)^2}}{608}\right)^2=7$$

	เวลาที่ใช้ ;x (วินาที)	x^2
1	215	46,225
2	184	33,856
3	209	43,681
4	219	47,961
5	201	40,401
6	178	31,684
7	174	30,276
รวม	1,380	274,084

$$n=\left(\frac{40\sqrt{n'\sum x^2-(\sum x)^2}}{\sum x}\right)^2=\left(\frac{40\sqrt{(7*274{,}084)-(1{,}380)^2}}{1{,}380}\right)^2=12$$

ดังนั้นขนาดของตัวอย่างที่ต้องใช้ในการหาเวลาประเมินของการชั่งน้ำหนักขาออกเท่ากับ 12 ตัวอย่าง

2.เวลาประเมิน

ครั้งที่	เวลาที่ใช้ ;x (วินาที)		
	กะดึก	กะเช้า	กะบ่าย
1	215	204	195
2	184	215	184
3	209	222	179
4	219	186	233
5	201	218	196
6	178	182	226
7	174	207	215
8	193	224	240
9	176	214	185
10	199	211	187
11	211	196	204
12	216	205	180
ค่าเฉลี่ย	198	207	202
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	17	13	22

ดังนั้นเวลาประเมินของการชั่งน้ำหนักขาออกในทุกช่วงเวลาเท่ากับ 00:03 ชั่วโมง:นาที

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข5
เวลาที่ใช้เดินทางภายในระบบ

พื้นที่จัดเก็บ	ระยะทางภายในระบบ (เมตร)	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (ชั่วโมง:นาที)
31	10,745	0:21:30
32	1,245	0:02:30
33	2,745	0:05:30
34	2,995	0:06:00
35	1,995	0:04:00
36	7,995	0:16:00
37	6,495	0:13:00
38	6,745	0:13:30
39	6,745	0:13:30

หมายเหตุ: ความเร็วของการเดินทางภายในระบบเท่ากับ 30 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข6

เวลาประเมินของกระบวนการ

1.รถขนส่งที่เข้ารับบริการในช่วงกะเช้า

กลุ่มรถขนส่ง	เวลาที่ใช้ (ชั่วโมง:นาที)					
	ตรวจรับ	ชั่งน้ำหนักขาออก	เดินทาง	ขั้นตอนการจัดเก็บ	ขั้นตอนการตรวจสอบ	เวลารวม
2132	0:01	0:03	0:02	0:54±0:03	1:20±0:02	2:20±0:03
2238	0:01	0:03	0:13	1:24±0:08	1:18±0:03	2:59±0:08
2338	0:01	0:03	0:13	1:57±0:06	1:18±0:02	3:32±0:06
2435	0:01	0:03	0:04	1:22±0:02	1:07±0:02	2:37±0:02
2438	0:01	0:03	0:13	1:15±0:05	1:07±0:02	2:39±0:05
2439	0:01	0:03	0:13	0:56±0:01	1:07±0:02	2:20±0:02
2532	0:01	0:03	0:02	0:27±0:01	0:59±0:01	1:32±0:01
2539	0:01	0:03	0:13	1:33±0:02	0:59±0:01	2:49±0:02
2632	0:01	0:03	0:02	0:30±0:01	0:29±0:01	1:05±0:01
2737	0:01	0:03	0:13	3:23±0:07	0:21±0:01	4:01±0:07
2832	0:01	0:03	0:02	0:15±0:01	0:14±0:01	0:35±0:01
2839	0:01	0:03	0:13	1:08±0:03	0:14±0:01	1:39±0:03
2931	0:01	0:03	0:21	-	-	-
2932	0:01	0:03	0:02	0:24±0:01	0:11±0:01	0:41±0:01
2933	0:01	0:03	0:05	0:50±0:01	0:11±0:01	1:10±0:01
2934	0:01	0:03	0:06	1:33±0:04	0:11±0:01	1:54±0:04
2936	0:01	0:03	0:16	1:10±0:03	0:11±0:01	1:41±0:03
2937	0:01	0:03	0:13	0:56±0:03	0:11±0:01	1:24±0:03
2939	0:01	0:03	0:13	0:57±0:02	0:11±0:01	1:25±0:02

2.รถขนส่งที่เข้ารับบริการในช่วงกะบ่าย

กลุ่มรถขนส่ง	เวลาที่ใช้ (ชั่วโมง:นาที)					
	ตรวจรับ	ชั่งน้ำหนักขาออก	เดินทาง	ขั้นตอนการจัดเก็บ	ขั้นตอนการตรวจสอบ	เวลารวม
2132	0:01	0:03	0:02	-	-	-
2238	0:01	0:03	0:13	1:25±0:06	1:15±0:03	2:57±0:06
2338	0:01	0:03	0:13	1:51±0:06	1:14±0:03	3:22±0:06
2435	0:01	0:03	0:04	1:22±0:01	0:59±0:03	2:29±0:03
2438	0:01	0:03	0:13	1:08±0:05	0:59±0:03	2:24±0:05
2439	0:01	0:03	0:13	0:50±0:02	0:59±0:03	2:06±0:03
2532	0:01	0:03	0:02	0:20±0:01	0:57±0:03	1:23±0:03
2539	0:01	0:03	0:13	1:27±0:01	0:57±0:03	2:41±0:03
2632	0:01	0:03	0:02	0:15±0:01	0:24±0:01	0:45±0:01
2737	0:01	0:03	0:13	3:25±0:05	0:19±0:01	4:01±0:05
2832	0:01	0:03	0:02	0:17±0:01	0:12±0:01	0:35±0:01
2839	0:01	0:03	0:13	0:58±0:02	0:12±0:01	1:27±0:02
2931	0:01	0:03	0:21	1:13±0:03	0:10±0:01	1:48±0:03
2932	0:01	0:03	0:02	0:23±0:01	0:10±0:01	0:39±0:01
2933	0:01	0:03	0:05	0:55±0:03	0:10±0:01	1:14±0:03
2934	0:01	0:03	0:06	1:40±0:03	0:10±0:01	2:00±0:03
2936	0:01	0:03	0:16	1:02±0:02	0:10±0:01	1:32±0:02
2937	0:01	0:03	0:13	0:58±0:02	0:10±0:01	1:25±0:02
2939	0:01	0:03	0:13	-	-	-

3.รถขนส่งที่เข้ารับบริการในช่วงกะดึก

กลุ่มรถขนส่ง	เวลาที่ใช้ (ชั่วโมง:นาที)					
	ตรวจรับ	ชั่งน้ำหนักขาออก	เดินทาง	ขั้นตอนการจัดเก็บ	ขั้นตอนการตรวจสอบ	เวลารวม
2132	0:01	0:03	0:02	-	-	-
2238	0:01	0:03	0:13	-	-	-
2338	0:01	0:03	0:13	-	-	-
2435	0:01	0:03	0:04	-	-	-
2438	0:01	0:03	0:13	-	-	-
2439	0:01	0:03	0:13	-	-	-
2532	0:01	0:03	0:02	-	-	-
2539	0:01	0:03	0:13	-	-	-
2632	0:01	0:03	0:02	-	-	-
2737	0:01	0:03	0:13	-	-	-
2832	0:01	0:03	0:02	-	-	-
2839	0:01	0:03	0:13	-	-	-
2931	0:01	0:03	0:21	-	-	-
2932	0:01	0:03	0:02	-	-	-
2933	0:01	0:03	0:05	-	-	-
2934	0:01	0:03	0:06	1:33±0:03	0:11±0:01	1:54±0:03
2936	0:01	0:03	0:16	1:07±0:02	0:11±0:01	1:38±0:02
2937	0:01	0:03	0:13	1:08±0:02	0:11±0:01	1:36±0:02
2939	0:01	0:03	0:13	-	-	-

ภาคผนวก ค
ผลการตรวจสอบลักษณะการแจกแจงของเวลาการเข้ารับบริการของรถขนส่ง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ลักษณะการแจกแจงของการเข้ารับบริการจำแนกตามวันของสัปดาห์

เวลาที่เข้ารับบริการ	จำนวนรถขนส่งเฉลี่ย (คันต่อชั่วโมง)					
	วันทำการปกติ			วันสุดสัปดาห์		
	ก่อนแก้ไข	ระหว่างศึกษา	หลังแก้ไข	ก่อนแก้ไข	ระหว่างศึกษา	หลังแก้ไข
00:00 น.-01:00 น.	0	1	1	0	0	1
01:00 น.-02:00 น.	0	1	1	0	0	1
02:00 น.-03:00 น.	0	1	1	0	1	1
03:00 น.-04:00 น.	1	1	1	0	1	1
04:00 น.-05:00 น.	1	1	1	1	1	1
05:00 น.-06:00 น.	1	2	1	1	1	1
06:00 น.-07:00 น.	2	2	2	1	2	1
07:00 น.-08:00 น.	2	2	2	1	2	2
08:00 น.-09:00 น.	3	3	3	2	2	2
09:00 น.-10:00 น.	3	2	3	2	3	3
10:00 น.-11:00 น.	2	2	3	1	2	2
11:00 น.-12:00 น.	2	2	3	1	2	2
12:00 น.-13:00 น.	2	2	3	1	2	3
13:00 น.-14:00 น.	3	3	3	2	2	3
14:00 น.-15:00 น.	3	4	4	2	3	3
15:00 น.-16:00 น.	2	4	4	1	3	2
16:00 น.-17:00 น.	2	4	4	1	2	3
17:00 น.-18:00 น.	2	4	3	1	3	2
18:00 น.-19:00 น.	1	3	3	1	2	2
19:00 น.-20:00 น.	1	2	2	0	1	2
20:00 น.-21:00 น.	1	2	2	1	1	1
21:00 น.-22:00 น.	1	2	2	1	1	1
22:00 น.-23:00 น.	1	1	1	0	2	1
23:00 น.-24:00 น.	1	1	1	0	1	1

2.ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ลักษณะการแจกแจงของการเข้ารับบริการจำแนกตามช่วงเวลา

กะทำงาน	เวลาที่เข้ารับบริการ	จำนวนรถขนส่งเฉลี่ย (คัน/ชั่วโมง)		
		ก่อนแก้ไข	ระหว่างศึกษา	หลังแก้ไข
กะดึก	00:00 น.-01:00 น.	0	1	1
	01:00 น.-02:00 น.	0	1	1
	02:00 น.-03:00 น.	0	1	1
	03:00 น.-04:00 น.	1	1	1
	04:00 น.-05:00 น.	1	1	1
	05:00 น.-06:00 น.	1	2	1
	06:00 น.-07:00 น.	2	2	2
	07:00 น.-08:00 น.	2	2	2
กะเช้า	08:00 น.-09:00 น.	3	3	2
	09:00 น.-10:00 น.	3	2	3
	10:00 น.-11:00 น.	2	2	2
	11:00 น.-12:00 น.	2	2	2
	12:00 น.-13:00 น.	2	2	3
	13:00 น.-14:00 น.	2	3	3
	14:00 น.-15:00 น.	3	4	3
	15:00 น.-16:00 น.	2	4	4
	16:00 น.-17:00 น.	2	3	3
กะบ่าย	17:00 น.-18:00 น.	2	3	3
	18:00 น.-19:00 น.	1	3	3
	19:00 น.-20:00 น.	1	2	2
	20:00 น.-21:00 น.	1	2	2
	21:00 น.-22:00 น.	1	1	1
	22:00 น.-23:00 น.	0	1	1
	23:00 น.-24:00 น.	0	1	1

3. ผลการตรวจสอบการแจกแจงของรถขนส่งที่เข้ารับบริการในวันทำการปกติ

3.1 ก่อนแก้ไข

Goodness-of-Fit Test for Poisson Distribution

Poisson mean for วันทำการปกติ (คัน/ต่อชั่วโมง) = 1.54167

วันทำการปกติ	Observed	Poisson Probability	Expected	Contribution to Chi-Sq
0	3	0.214024	5.13658	0.888717
1	9	0.329954	7.91889	0.147596
2	8	0.254339	6.10415	0.588823
>=3	4	0.201683	4.84038	0.145907

N	N*	DF	Chi-Sq	P-Value
24	0	2	1.77104	0.412

Chart of Observed and Expected Values

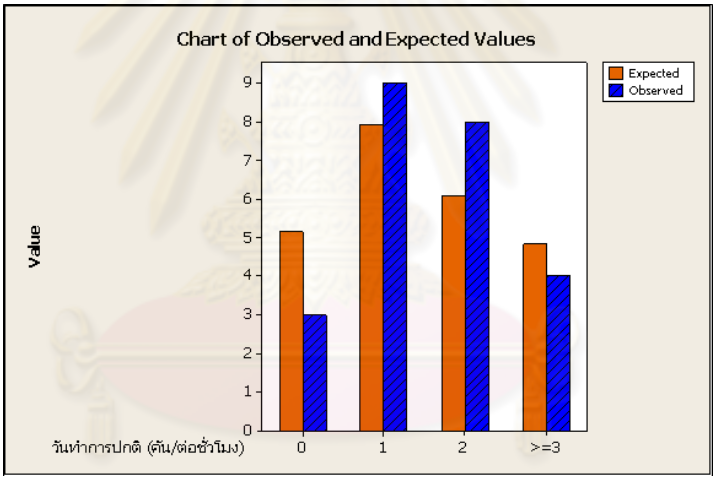
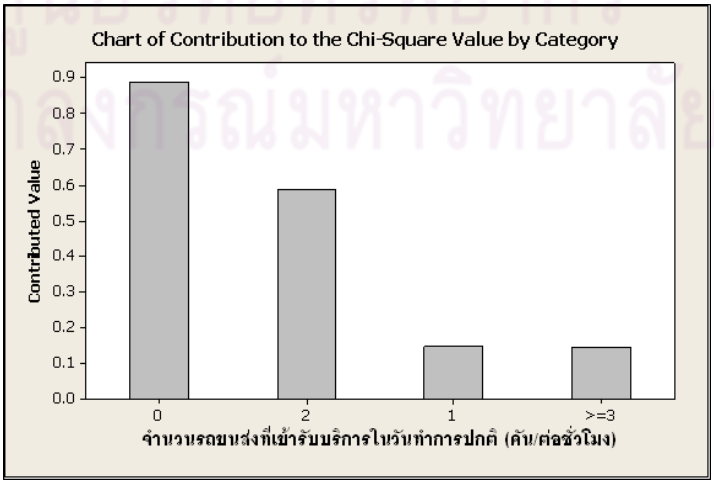


Chart of Contribution to the Chi-Square Value by Category



3.2 ระหว่างศึกษา

Goodness-of-Fit Test for Poisson Distribution

Poisson mean for วันทำการปกติ (คัน/ต่อชั่วโมง) = 2.16667

วันทำการปกติ	Observed	Poisson Probability	Expected	Contribution to Chi-Sq
<=1	7	0.362770	8.70647	0.33447
2	10	0.268895	6.45348	1.94899
3	3	0.194202	4.66085	0.59183
>=4	4	0.174133	4.17920	0.00768

N	N*	DF	Chi-Sq	P-Value
24	0	2	2.88297	0.237

Chart of Observed and Expected Values

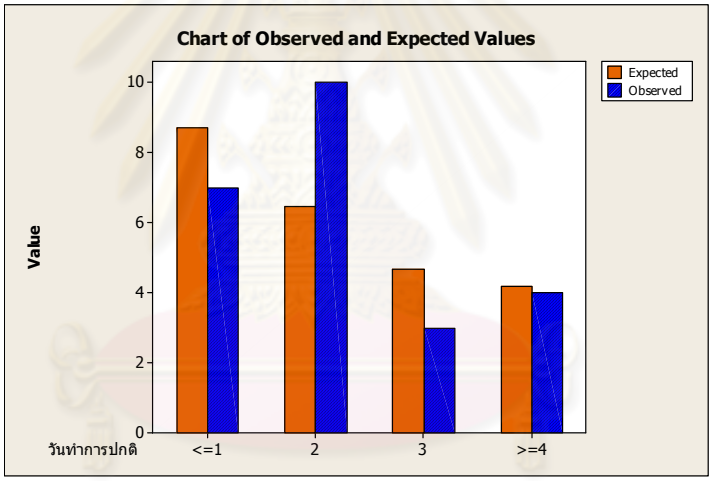
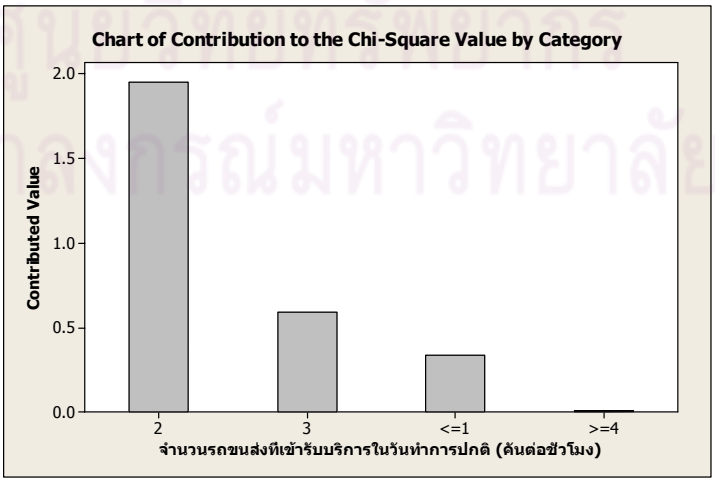


Chart of Contribution to the Chi-Square Value by Category



3.3 หลังแก้ไข

Goodness-of-Fit Test for Poisson Distribution

Poisson mean for วันทำการปกติ (คัน/ต่อชั่วโมง) = 2.25

วันทำการปกติ	Observed	Poisson Probability	Expected	Contribution to Chi-Sq
<=1	8	0.342547	8.22114	0.00595
2	5	0.266792	6.40300	0.30742
3	8	0.200094	4.80225	2.12933
>=4	3	0.190567	4.57361	0.54142

N	N*	DF	Chi-Sq	P-Value
24	0	2	2.98412	0.225

Chart of Observed and Expected Values

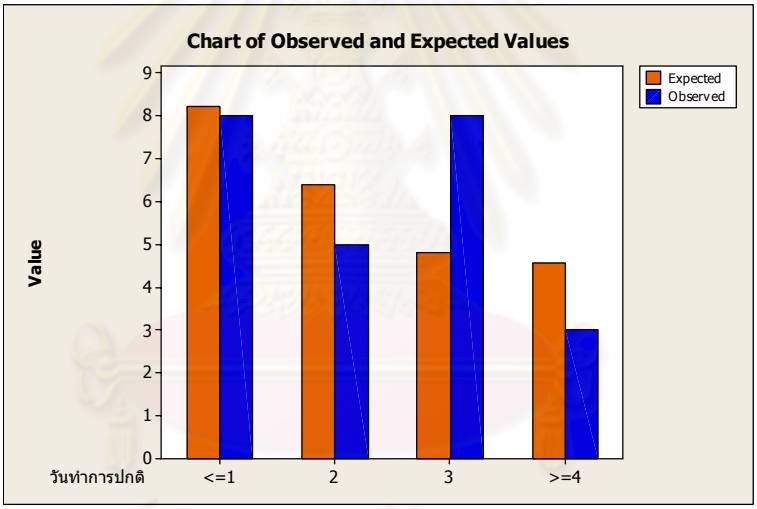
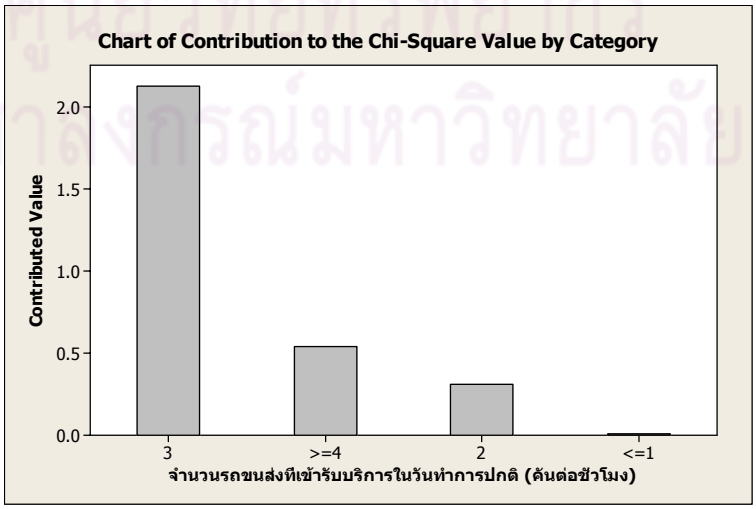


Chart of Contribution to the Chi-Square Value by Category



4. ผลการตรวจสอบการแจกแจงของรถขนส่งที่เข้ารับบริการในวันสุดสัปดาห์

4.1 ก่อนแก้ไข

Goodness-of-Fit Test for Poisson Distribution

Poisson mean for สุดสัปดาห์ = 0.875

สุดสัปดาห์	Observed	Poisson Probability	Expected	Contribution to Chi-Sq
0	7	0.416862	10.0047	0.90239
1	13	0.364754	8.7541	2.05934
>=2	4	0.218384	5.2412	0.29394

N	N*	DF	Chi-Sq	P-Value
24	0	1	3.25567	0.071

Chart of Observed and Expected Values

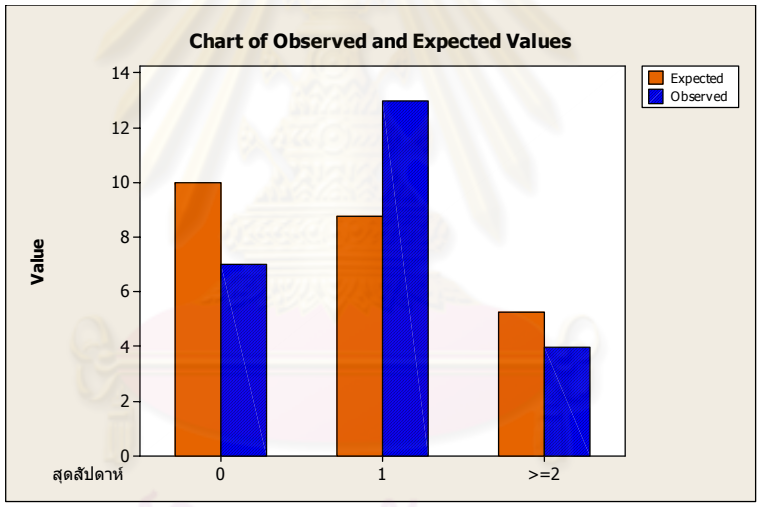
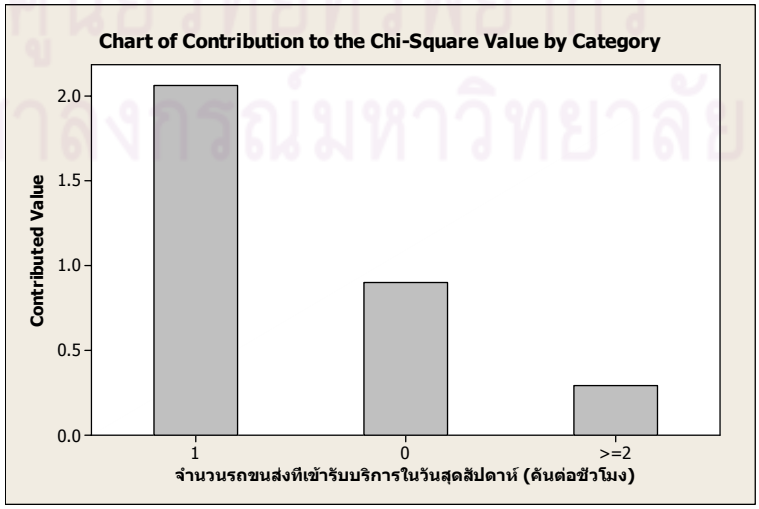


Chart of Contribution to the Chi-Square Value by Category



4.2 ระหว่างศึกษา

Goodness-of-Fit Test for Poisson Distribution

Poisson mean for วันสุดสัปดาห์ = 1.66667

วันสุดสัปดาห์	Observed	Poisson Probability	Expected	Contribution to Chi-Sq
0	2	0.188876	4.53301	1.41543
1	8	0.314793	7.55502	0.02621
2	10	0.262327	6.29585	2.17932
>=3	4	0.234004	5.61611	0.46506

N	N*	DF	Chi-Sq	P-Value
24	0	2	4.08602	0.130

Chart of Observed and Expected Values

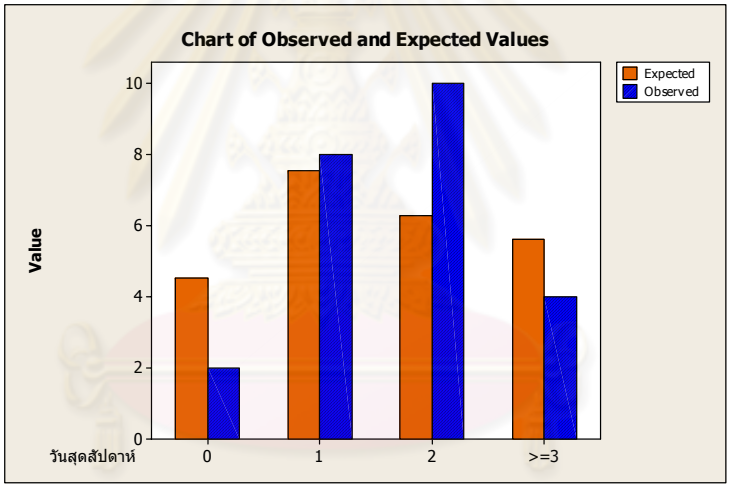
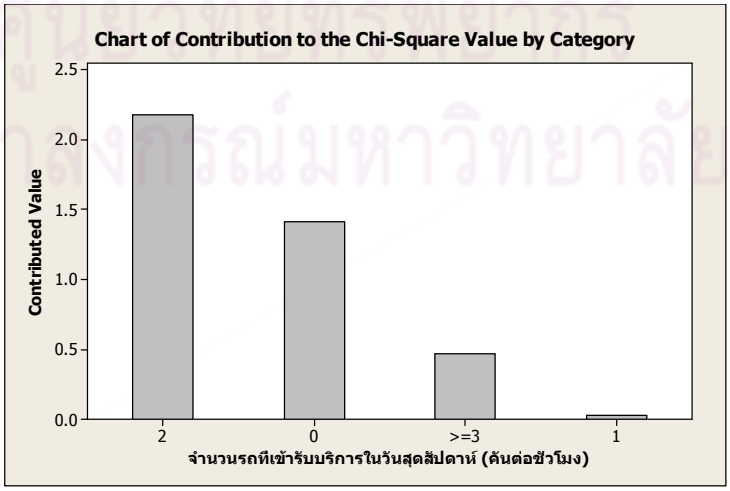


Chart of Contribution to the Chi-Square Value by Category



4.3 หลังแก้ไข

Goodness-of-Fit Test for Poisson Distribution

Poisson mean for วันสุดสัปดาห์ = 1.75

วันสุดสัปดาห์	Observed	Poisson Probability	Expected	Contribution to Chi-Sq
<=1	11	0.477878	11.4691	0.019185
2	8	0.266091	6.3862	0.407813
>=3	5	0.256030	6.1447	0.213256

N	N*	DF	Chi-Sq	P-Value
24	0	1	0.640255	0.424

Chart of Observed and Expected Values

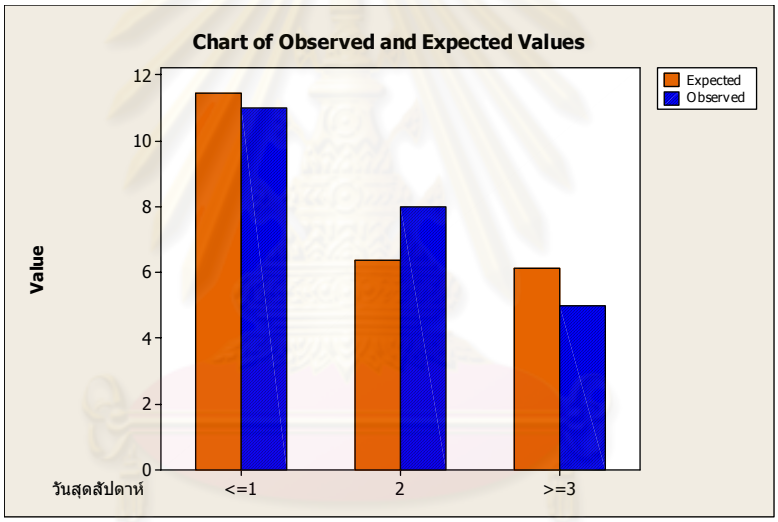
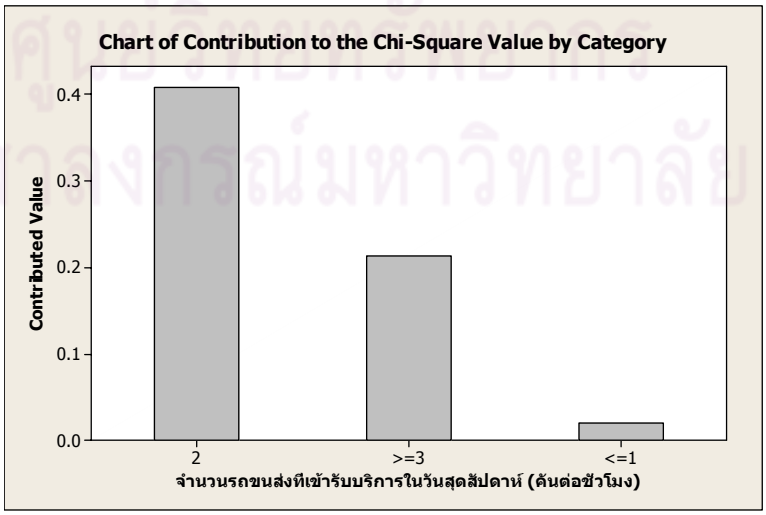


Chart of Contribution to the Chi-Square Value by Category



5. ผลการตรวจสอบการแจกแจงของรถขนส่งที่เข้ารับบริการในช่วงกะดึก

5.1 ก่อนแก้ไข

Goodness-of-Fit Test for Poisson Distribution

Poisson mean for กะดึก = 0.875

กะดึก	Observed	Poisson Probability	Expected	Contribution to Chi-Sq
0	3	0.416862	3.33490	0.0336309
1	3	0.364754	2.91803	0.0023024
>=2	2	0.218384	1.74707	0.0366177

N	N*	DF	Chi-Sq	P-Value
8	0	1	0.0725510	0.788

Chart of Observed and Expected Values

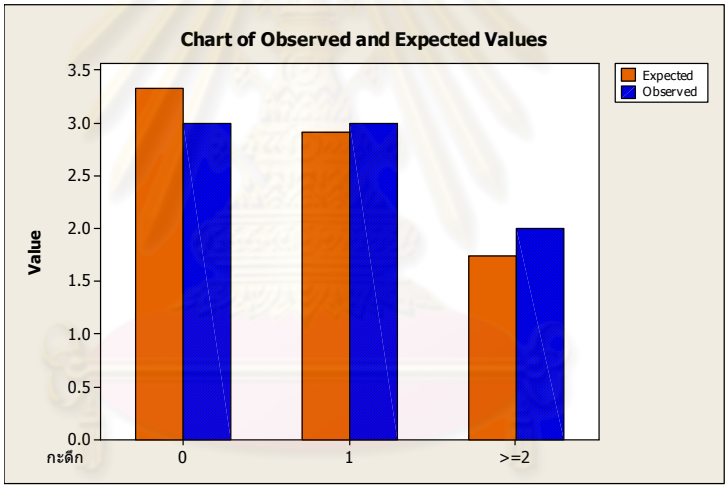
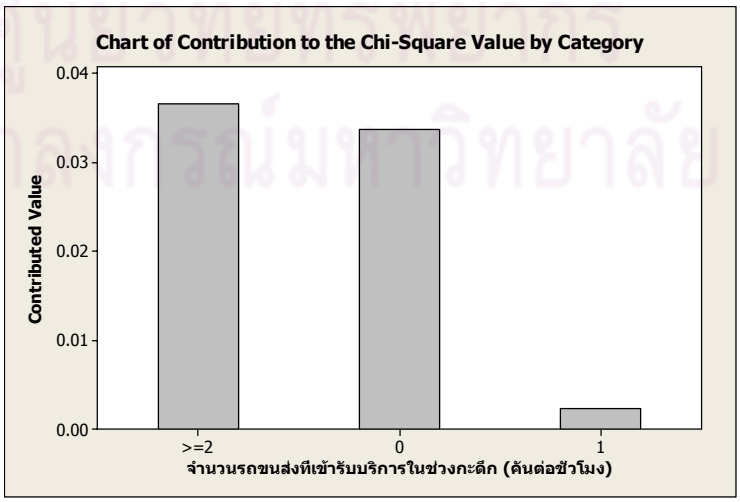


Chart of Contribution to the Chi-Square Value by Category



5.2 ระหว่างศึกษา

Chi-Square Goodness-of-Fit Test for Observed Counts

Category	Observed	Test Proportion	Expected	Contribution to Chi-Sq
1	1	0.125	1.375	0.102273
2	1	0.125	1.375	0.102273
3	1	0.125	1.375	0.102273
4	1	0.125	1.375	0.102273
5	1	0.125	1.375	0.102273
6	2	0.125	1.375	0.284091
7	2	0.125	1.375	0.284091
8	2	0.125	1.375	0.284091

N	DF	Chi-Sq	P-Value
11	7	1.36364	0.987

Chart of Observed and Expected Values

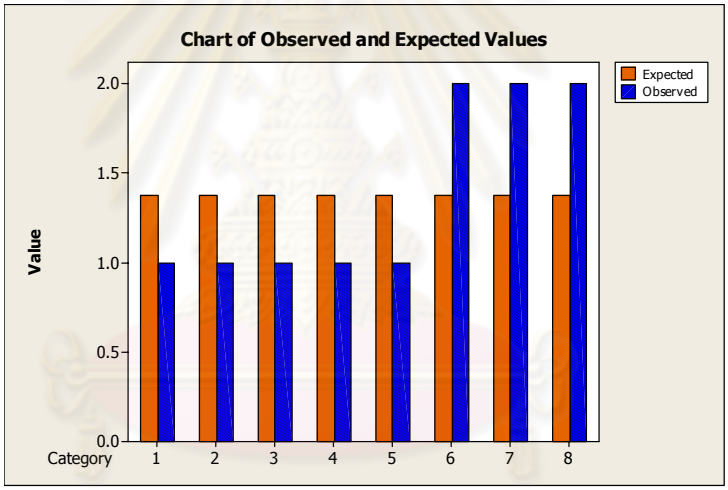
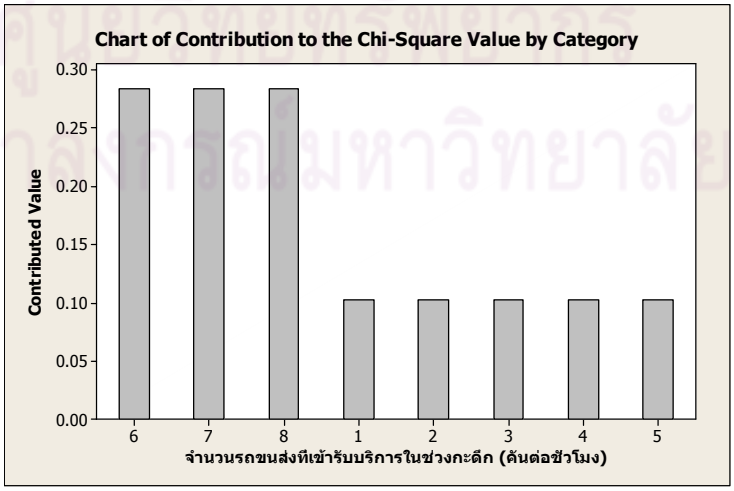


Chart of Contribution to the Chi-Square Value by Category



5.3 หลังแก้ไข

Chi-Square Goodness-of-Fit Test for Observed Counts

Category	Observed	Test Proportion	Expected	Contribution to Chi-Sq
1	1	0.125	1.25	0.05
2	1	0.125	1.25	0.05
3	1	0.125	1.25	0.05
4	1	0.125	1.25	0.05
5	1	0.125	1.25	0.05
6	1	0.125	1.25	0.05
7	2	0.125	1.25	0.45
8	2	0.125	1.25	0.45

N	DF	Chi-Sq	P-Value
10	7	1.2	0.991

Chart of Observed and Expected Values

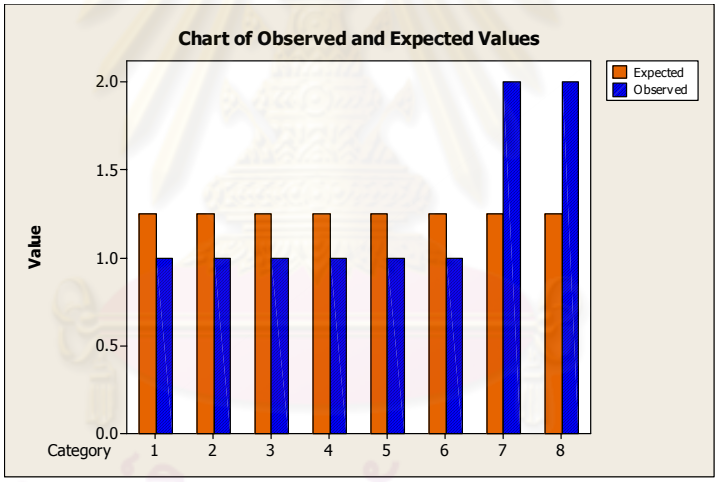
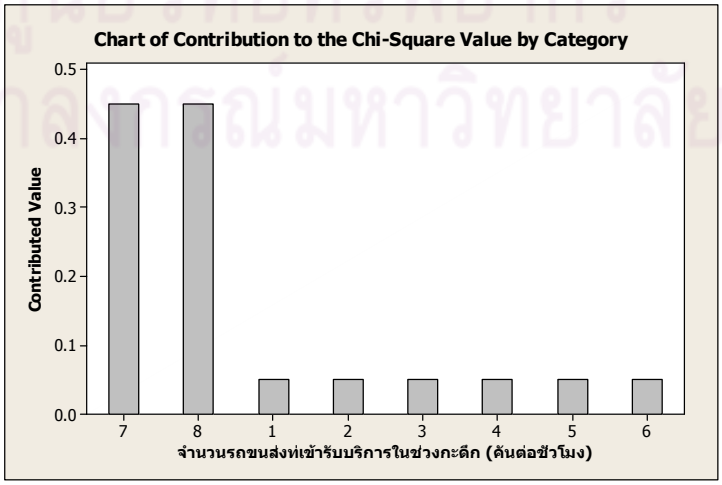


Chart of Contribution to the Chi-Square Value by Category



6. ผลการตรวจสอบการแจกแจงของการเข้ารับบริการของรถขนส่งในช่วงกะเช้า

6.1 ก่อนแก้ไข

Chi-Square Goodness-of-Fit Test for Observed Counts in Variable: กะเช้า

Category	Observed	Test Proportion	Expected	Contribution to Chi-Sq
1	3	0.111111	2.33333	0.190476
2	3	0.111111	2.33333	0.190476
3	2	0.111111	2.33333	0.047619
4	2	0.111111	2.33333	0.047619
5	2	0.111111	2.33333	0.047619
6	2	0.111111	2.33333	0.047619
7	3	0.111111	2.33333	0.190476
8	2	0.111111	2.33333	0.047619
9	2	0.111111	2.33333	0.047619

N	DF	Chi-Sq	P-Value
21	8	0.857143	0.999

Chart of Observed and Expected Values

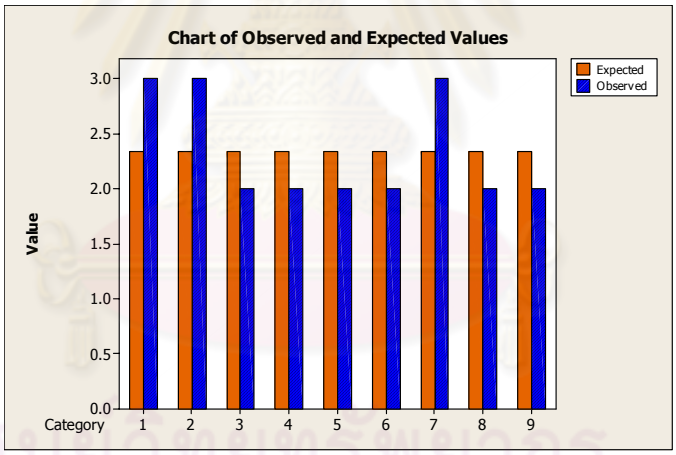
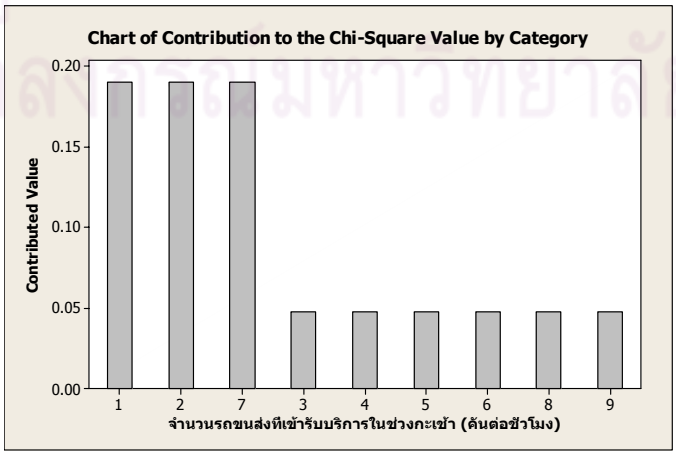


Chart of Contribution to the Chi-Square Value by Category



6.2 ระหว่างศึกษา

Goodness-of-Fit Test for Poisson Distribution

Poisson mean for กะเช้า = 2.77778

กะเช้า	Observed	Poisson Probability	Expected	Contribution to Chi-Sq
<=2	4	0.474768	4.27291	0.017431
3	3	0.222110	1.99899	0.501266
>=4	2	0.303123	2.72810	0.194323

N	N*	DF	Chi-Sq	P-Value
9	0	1	0.713020	0.398

Chart of Observed and Expected Values

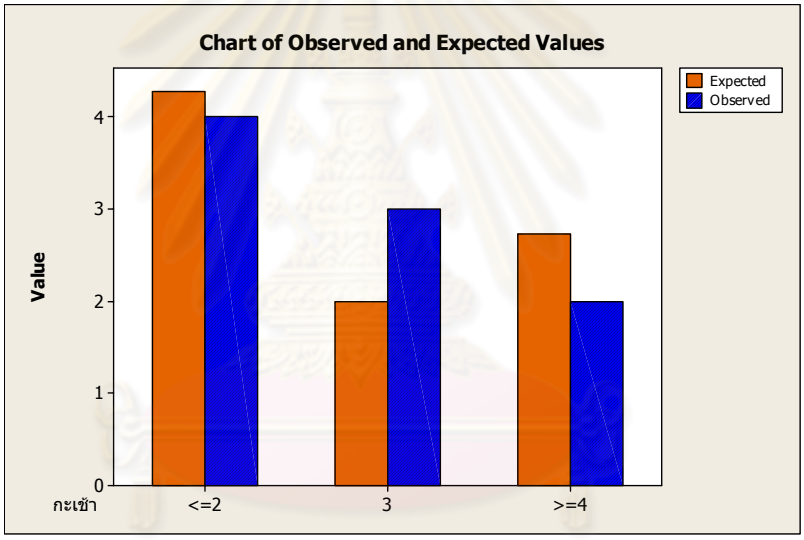
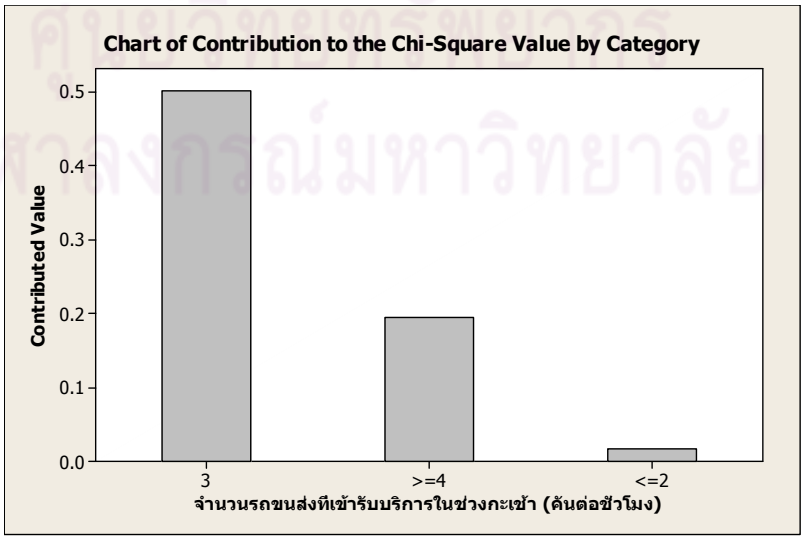


Chart of Contribution to the Chi-Square Value by Category



6.3 หลังแก้ไข

Chi-Square Goodness-of-Fit Test for Observed Counts

Category	Observed	Test Proportion	Expected	Contribution to Chi-Sq
1	2	0.111111	2.77778	0.217778
2	3	0.111111	2.77778	0.017778
3	2	0.111111	2.77778	0.217778
4	2	0.111111	2.77778	0.217778
5	3	0.111111	2.77778	0.017778
6	3	0.111111	2.77778	0.017778
7	3	0.111111	2.77778	0.017778
8	4	0.111111	2.77778	0.537778
9	3	0.111111	2.77778	0.017778

N	DF	Chi-Sq	P-Value
25	8	1.28	0.996

Chart of Observed and Expected Values

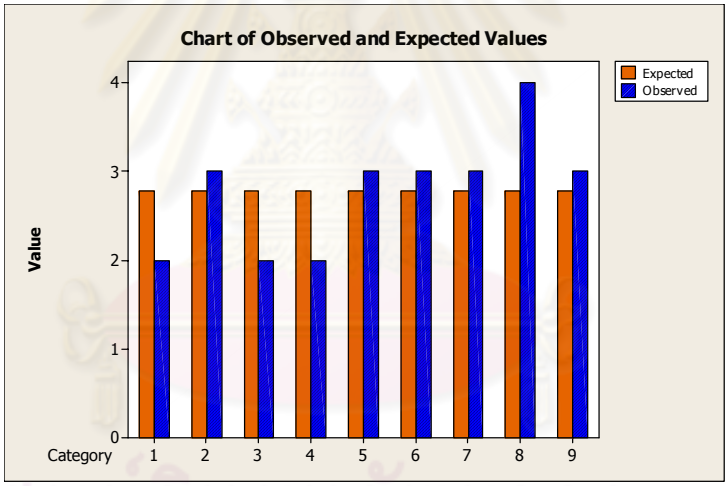
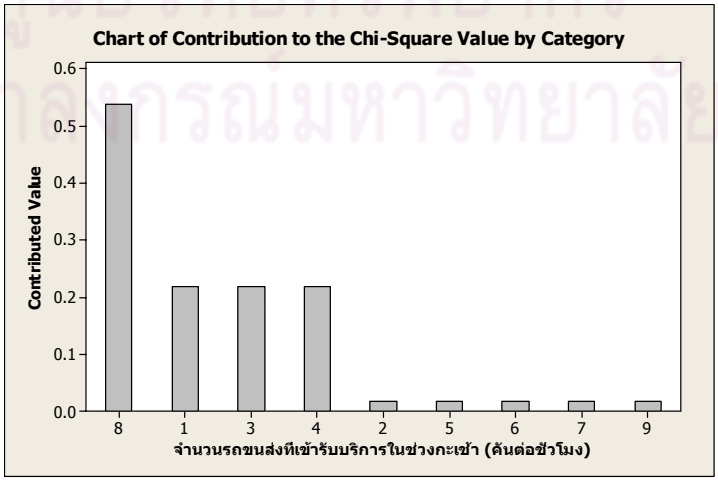


Chart of Contribution to the Chi-Square Value by Category



7. ผลการตรวจสอบการแจกแจงของรถขนส่งที่เข้ารับบริการในช่วงกะบ่าย

7.1 ก่อนแก้ไข

Goodness-of-Fit Test for Poisson Distribution

Poisson mean for กะบ่าย (คัน/ชั่วโมง) = 0.857143

กะบ่าย	Observed	Poisson Probability	Expected	Contribution to Chi-Sq
0	2	0.424373	2.97061	0.317135
1	4	0.363748	2.54624	0.830020
>=2	1	0.211879	1.48315	0.157392

N	N*	DF	Chi-Sq	P-Value
7	0	1	1.30455	0.253

Chart of Observed and Expected Values

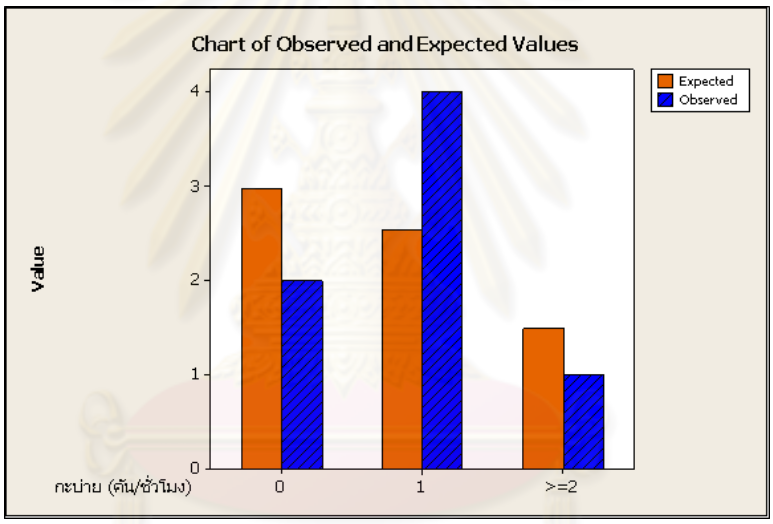
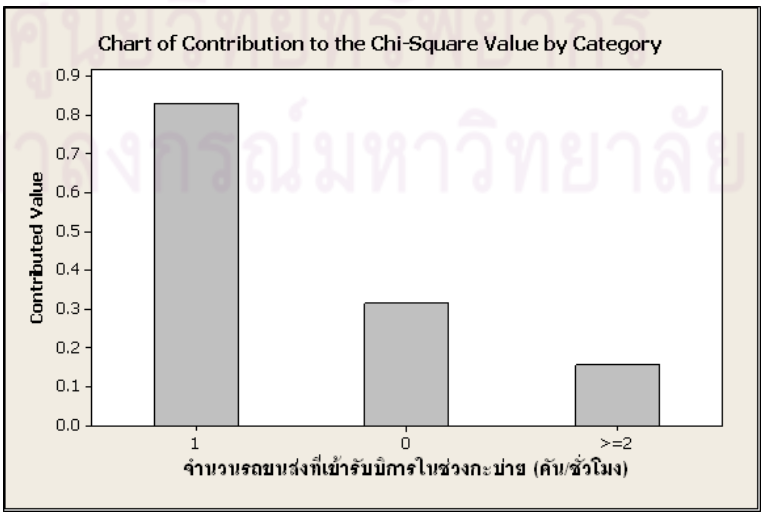


Chart of Contribution to the Chi-Square Value by Category



7.2 ระหว่างการศึกษา

Goodness-of-Fit Test for Poisson Distribution

Poisson mean for กะบ่าย = 1.85714

กะบ่าย	Observed	Poisson Probability	Expected	Contribution to Chi-Sq
<=1	3	0.446052	3.12236	0.0047952
2	2	0.269224	1.88457	0.0070704
>=3	2	0.284724	1.99307	0.0000241

N	N*	DF	Chi-Sq	P-Value
7	0	1	0.0118896	0.913

Chart of Observed and Expected Values

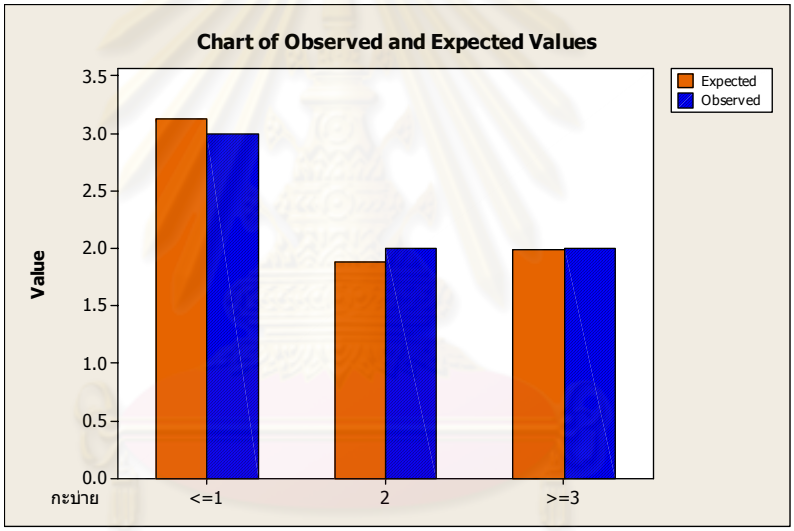
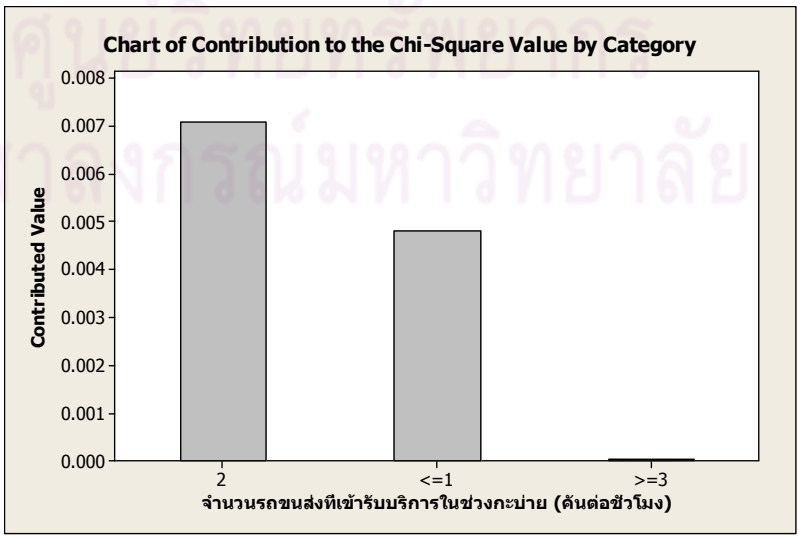


Chart of Contribution to the Chi-Square Value by Category



7.3 หลังแก้ไข

Goodness-of-Fit Test for Poisson Distribution

Poisson mean for กะบ่าย = 1.85714

กะบ่าย	Observed	Poisson Probability	Expected	Contribution to Chi-Sq
<=1	3	0.446052	3.12236	0.0047952
2	2	0.269224	1.88457	0.0070704
>=3	2	0.284724	1.99307	0.0000241

N	N*	DF	Chi-Sq	P-Value
7	0	1	0.0118896	0.913

Chart of Observed and Expected Values

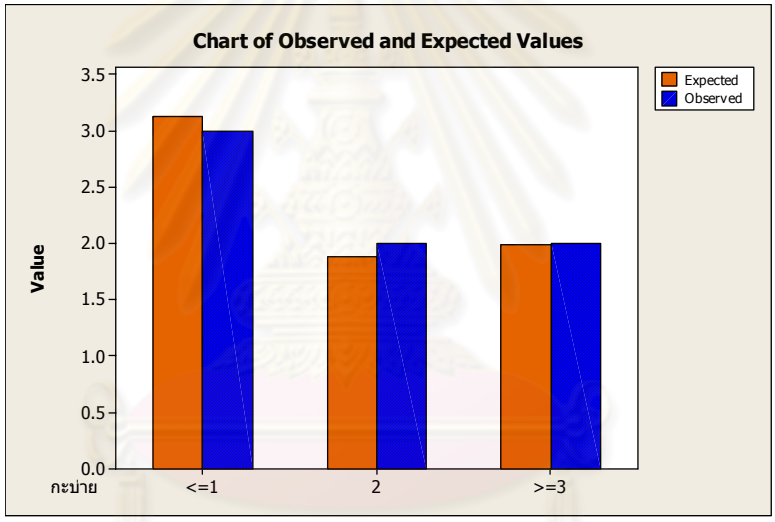
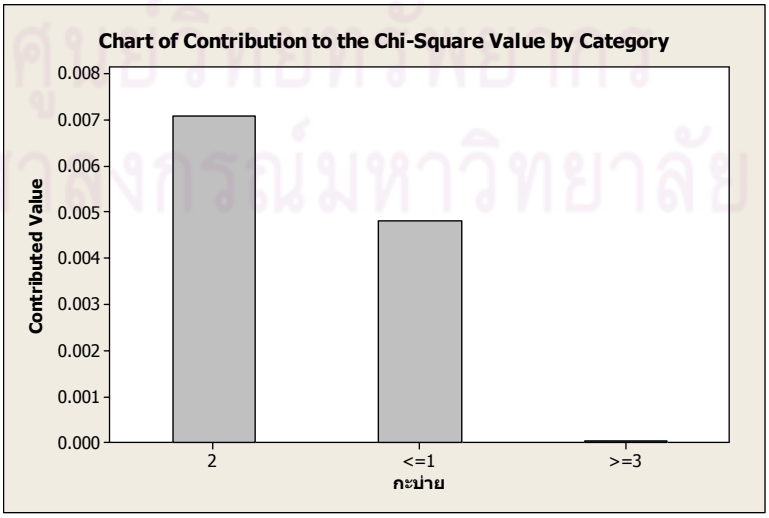


Chart of Contribution to the Chi-Square Value by Category



ภาคผนวก ง
ผลการตรวจสอบลักษณะการแจกแจงของเวลาการให้บริการของโรงงาน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ลักษณะการแจกแจงของการให้บริการจำแนกตามวันของสัปดาห์

เวลาที่ออกจากระบบ	จำนวนรถขนส่งเฉลี่ย (คันต่อชั่วโมง)					
	วันทำการปกติ			วันสุดสัปดาห์		
	ก่อนแก้ไข	ระหว่างศึกษา	หลังแก้ไข	ก่อนแก้ไข	ระหว่างศึกษา	หลังแก้ไข
00:00 น.-01:00 น.	0.21	1.11	1.35	0.37	1.27	0.92
01:00 น.-02:00 น.	0.45	0.92	1.19	0.40	1.12	1.25
02:00 น.-03:00 น.	0.26	0.74	0.96	0.35	0.54	1.08
03:00 น.-04:00 น.	0.35	0.45	0.86	0.30	0.35	0.83
04:00 น.-05:00 น.	0.43	0.47	0.65	0.28	0.27	0.33
05:00 น.-06:00 น.	0.35	0.41	0.64	0.21	0.35	0.42
06:00 น.-07:00 น.	0.35	0.80	0.68	0.28	0.42	0.39
07:00 น.-08:00 น.	0.68	0.97	0.99	0.58	0.77	0.94
08:00 น.-09:00 น.	1.02	1.20	1.07	0.51	1.08	1.00
09:00 น.-10:00 น.	1.46	1.59	1.95	1.28	1.62	1.92
10:00 น.-11:00 น.	2.43	2.47	2.49	2.44	2.92	2.81
11:00 น.-12:00 น.	2.97	2.88	3.42	2.65	2.62	3.06
12:00 น.-13:00 น.	3.02	3.27	3.38	1.70	2.46	2.25
13:00 น.-14:00 น.	2.05	3.02	2.75	1.23	2.73	2.50
14:00 น.-15:00 น.	2.46	2.62	3.16	1.51	2.42	2.94
15:00 น.-16:00 น.	2.85	3.56	3.36	1.67	2.27	2.92
16:00 น.-17:00 น.	2.41	3.48	3.61	1.16	2.23	2.14
17:00 น.-18:00 น.	1.94	3.71	3.66	1.21	2.85	2.69
18:00 น.-19:00 น.	2.35	3.77	3.66	1.23	2.58	2.28
19:00 น.-20:00 น.	2.07	4.02	3.38	1.23	1.65	1.97
20:00 น.-21:00 น.	1.76	3.64	2.98	0.93	2.38	1.61
21:00 น.-22:00 น.	1.52	2.76	2.49	0.79	1.54	1.97
22:00 น.-23:00 น.	1.06	2.27	2.19	0.60	0.88	1.39
23:00 น.-24:00 น.	1.04	1.95	1.54	0.63	1.15	0.92

2.ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ลักษณะการแจกแจงของการให้บริการจำแนกตามช่วงเวลา

กะทำงาน	เวลาที่ออกจากระบบ	จำนวนรถขนส่งเฉลี่ย (คัน/ชั่วโมง)		
		ก่อนแก้ไข	ระหว่างศึกษา	หลังแก้ไข
กะดึก	00:00 น.-01:00 น.	0.25	1.15	1.22
	01:00 น.-02:00 น.	0.43	0.98	1.21
	02:00 น.-03:00 น.	0.29	0.68	1.00
	03:00 น.-04:00 น.	0.33	0.42	0.85
	04:00 น.-05:00 น.	0.39	0.41	0.55
	05:00 น.-06:00 น.	0.31	0.39	0.57
	06:00 น.-07:00 น.	0.33	0.70	0.60
	07:00 น.-08:00 น.	0.65	0.91	0.98
กะเช้า	08:00 น.-09:00 น.	0.87	1.16	1.05
	09:00 น.-10:00 น.	1.41	1.60	1.94
	10:00 น.-11:00 น.	2.43	2.60	2.59
	11:00 น.-12:00 น.	2.88	2.80	3.31
	12:00 น.-13:00 น.	2.64	3.04	3.04
	13:00 น.-14:00 น.	1.81	2.93	2.68
	14:00 น.-15:00 น.	2.19	2.57	3.10
	15:00 น.-16:00 น.	2.51	3.20	3.23
	16:00 น.-17:00 น.	2.05	3.13	3.17
กะบ่าย	17:00 น.-18:00 น.	1.73	3.47	3.37
	18:00 น.-19:00 น.	2.03	3.43	3.25
	19:00 น.-20:00 น.	1.83	3.35	2.96
	20:00 น.-21:00 น.	1.52	3.28	2.57
	21:00 น.-22:00 น.	1.31	2.41	2.34
	22:00 น.-23:00 น.	0.93	1.88	1.95
	23:00 น.-24:00 น.	0.92	1.73	1.36

3. ผลการตรวจสอบลักษณะการแจกแจงของการให้บริการในวันทำการปกติ

3.1 ก่อนแก้ไข

Descriptive Statistics

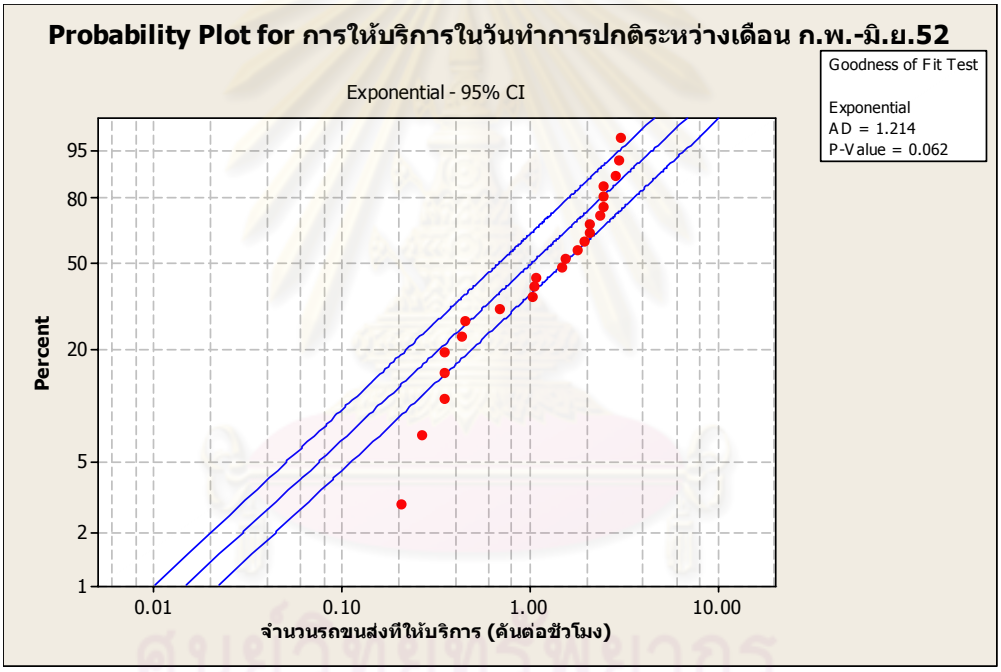
N	N*	Mean	StDev	Median	Minimum	Maximum	Skewness	Kurtosis
24	0	1.47780	0.961775	1.49065	0.205607	3.01869	0.115239	-1.44850

Goodness of Fit Test

Distribution	AD	P
Exponential	1.214	0.062

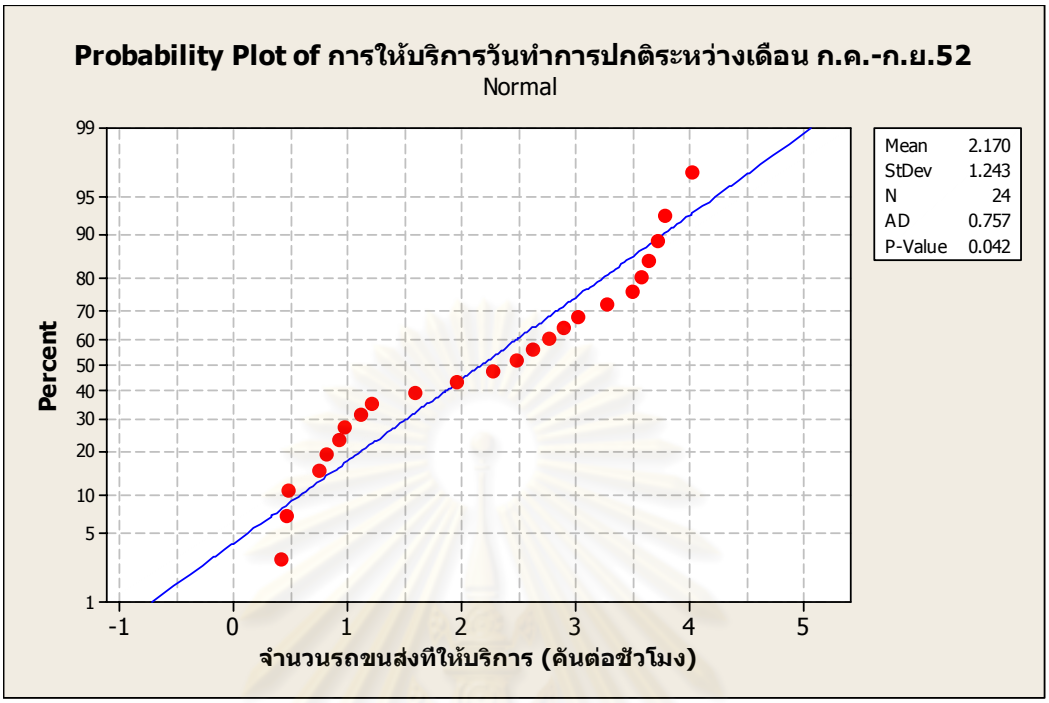
ML Estimates of Distribution Parameters

Distribution	Location	Shape	Scale	Threshold
Exponential		1.47780		



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.2 ระหว่างศึกษา



3.3 หลังแก้ไข

Goodness-of-Fit Test for Poisson Distribution วันทำการปกติหลังปรับปรุง

Poisson mean for วันทำการปกติ = 2.20833

วันทำการปกติ	Observed	Poisson Probability	Expected	Contribution to Chi-Sq
<=1	9	0.352543	8.46104	0.03433
2	4	0.267937	6.43048	0.91863
3	8	0.197231	4.73355	2.25406
>=4	3	0.182289	4.37493	0.43211

N	N*	DF	Chi-Sq	P-Value
24	0	2	3.63913	0.162

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Chart of Observed and Expected Values

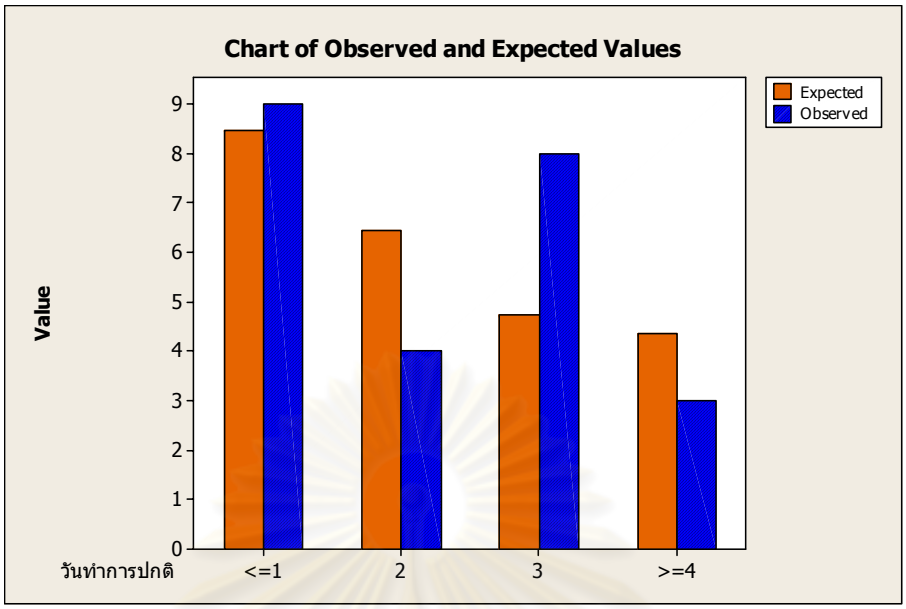
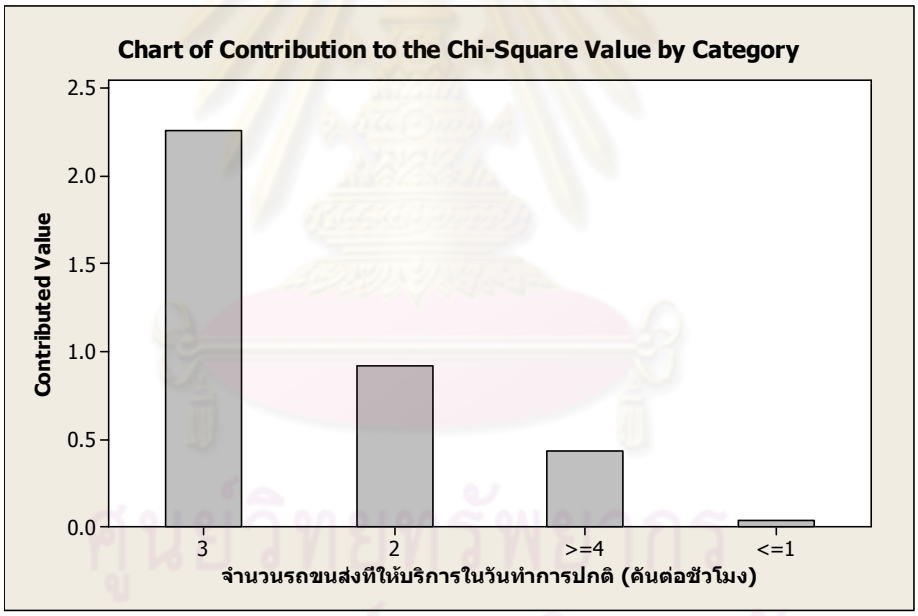


Chart of Contribution to the Chi-Square Value by Category



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4. ผลการตรวจสอบลักษณะการแจกแจงของการให้บริการในวันสุดสัปดาห์

4.1 ก่อนแก้ไข

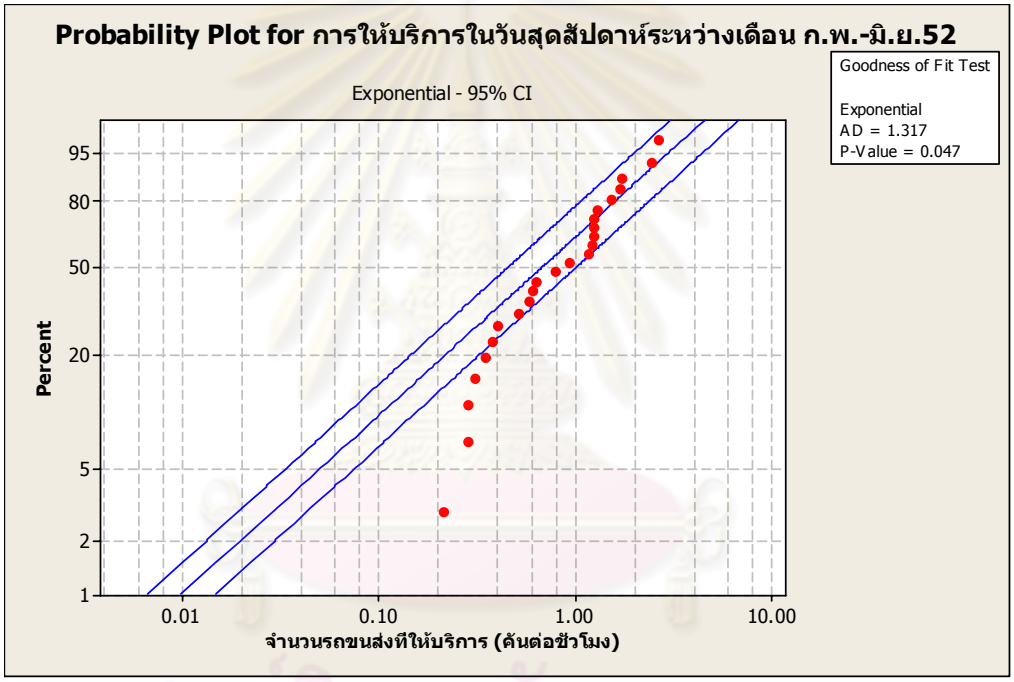
Descriptive Statistics

N	N*	Mean	StDev	Median	Minimum	Maximum	Skewness	Kurtosis
24	0	0.981589	0.672550	0.860465	0.209302	2.65116	0.980153	0.565782

Goodness of Fit Test

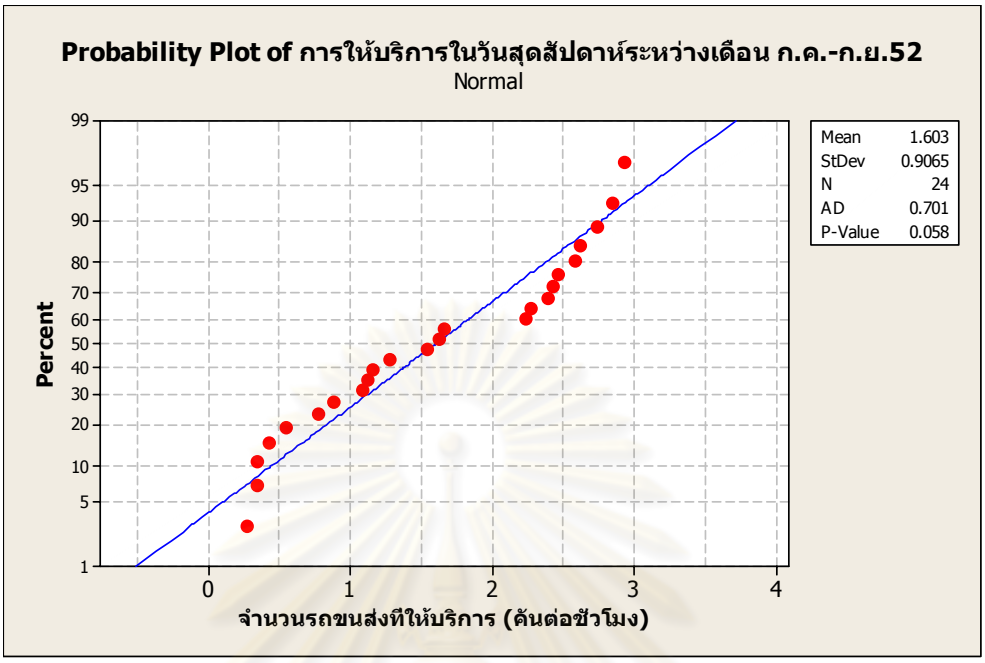
Distribution	AD	P
Exponential	1.317	0.047

Distribution	Location	Shape	Scale	Threshold
Exponential			0.98159	

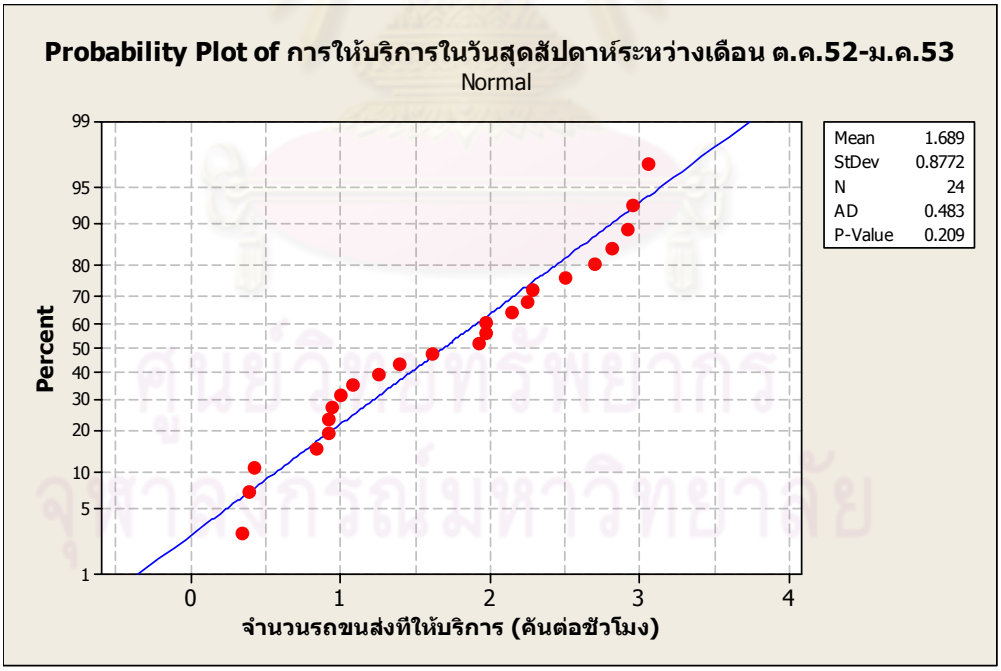


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2 ระหว่างศึกษา

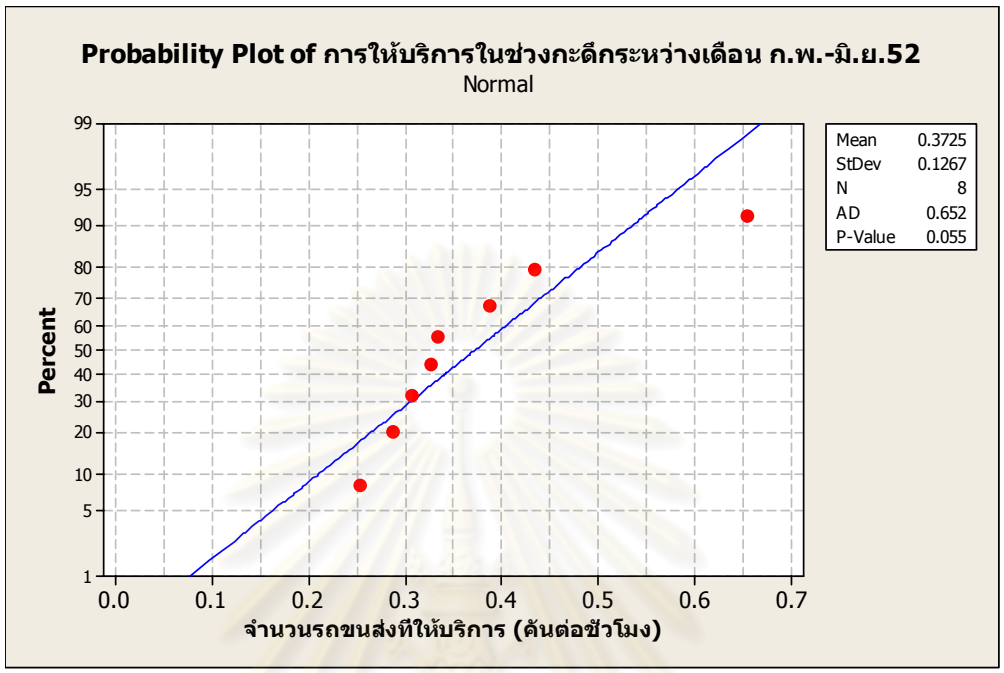


4.3 หลังแก้ไข

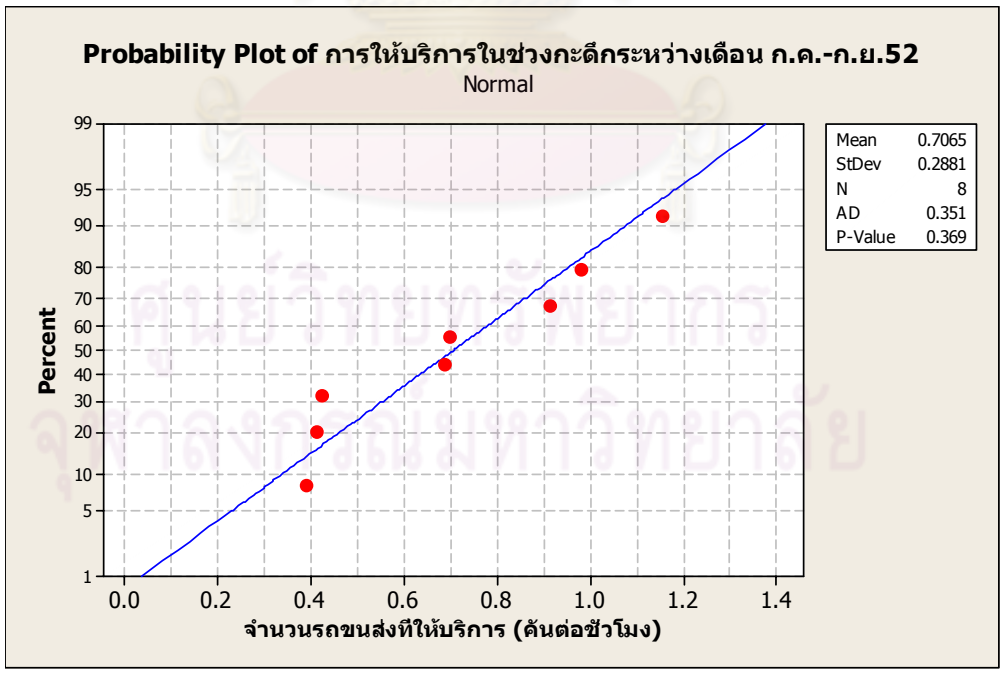


5. ผลการตรวจสอบลักษณะการแจกแจงของการให้บริการในช่วงกะดึก

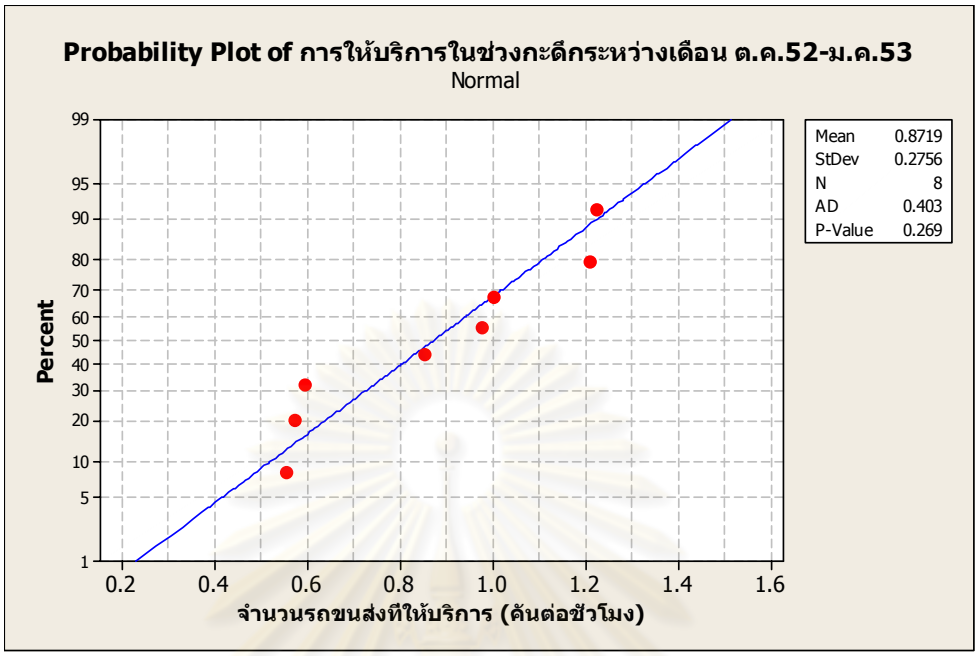
5.1 ก่อนแก้ไข



5.2 ระหว่างศึกษา

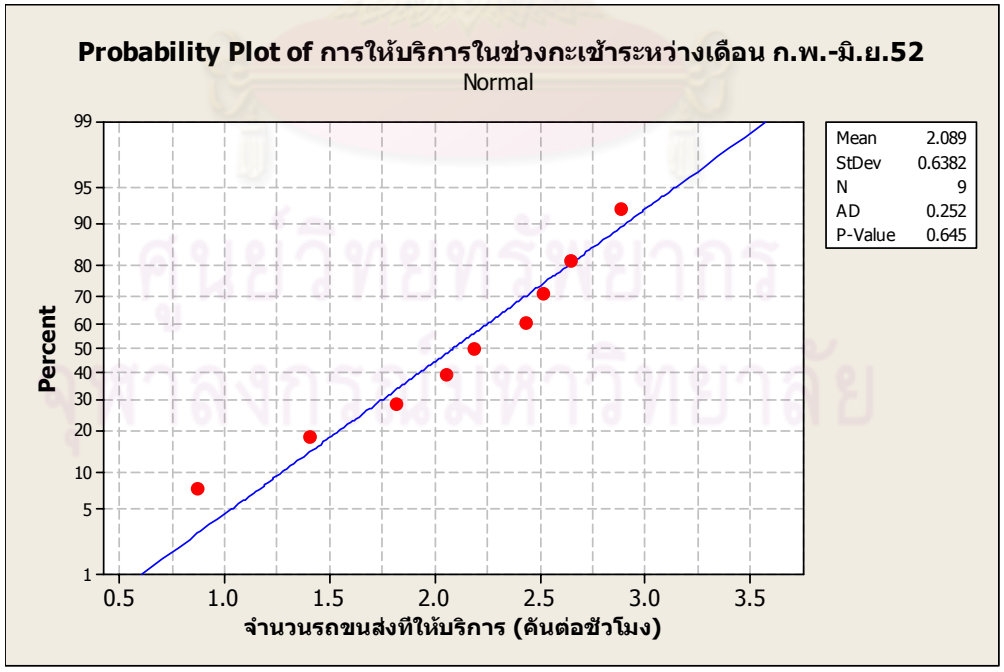


5.3 หลังแก้ไข



6. ผลการตรวจสอบลักษณะการแจกแจงของการให้บริการในช่วงกะเช้า

6.1 ก่อนแก้ไข



6.2 ระหว่างศึกษา

Goodness-of-Fit Test for Poisson Distribution

Poisson mean for กะเช้า = 2.66667

กะเช้า	Observed	Poisson Probability	Expected	Contribution to Chi-Sq
<=1	1	0.254773	2.29295	0.72907
2	1	0.247052	2.22347	0.67322
>=3	7	0.498175	4.48358	1.41235

N	N*	DF	Chi-Sq	P-Value
9	0	1	2.81464	0.093

Chart of Observed and Expected Values

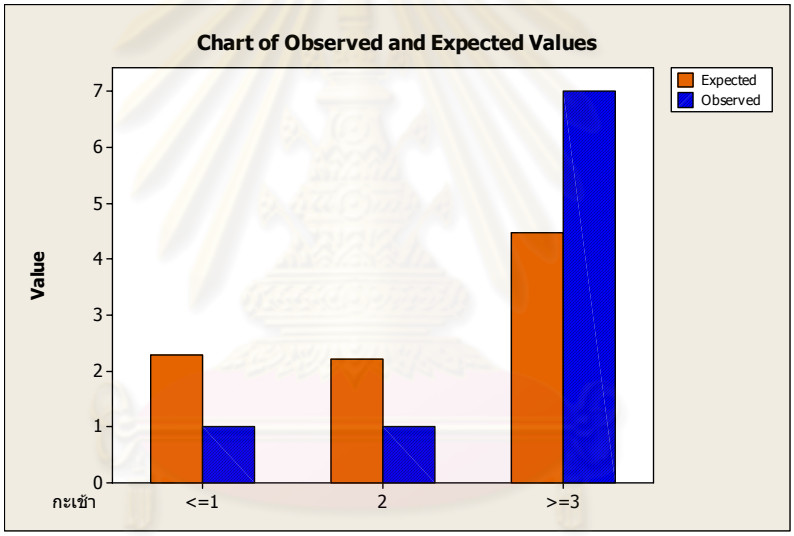
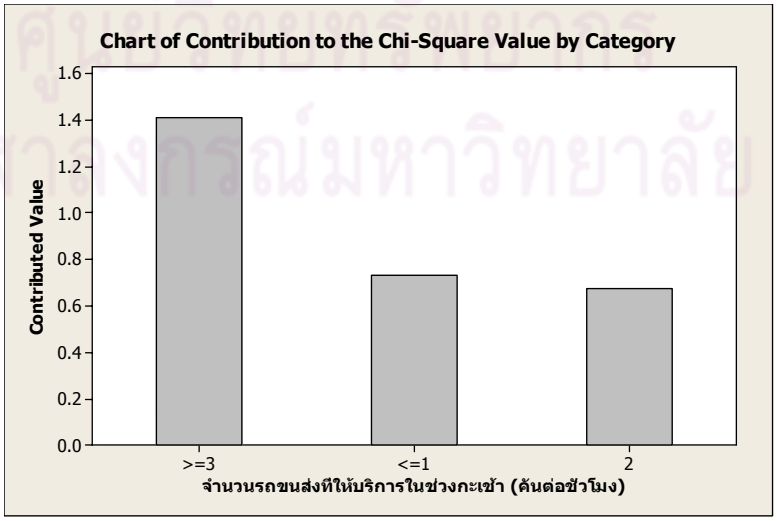


Chart of Contribution to the Chi-Square Value by Category



6.3 หลังแก้ไข

Goodness-of-Fit Test for Poisson Distribution

Poisson mean for กะเช้า = 2.55556

กะเช้า	Observed	Poisson Probability	Expected	Contribution to Chi-Sq
<=1	1	0.276086	2.48477	0.887222
2	2	0.253558	2.28202	0.034853
>=3	6	0.470357	4.23321	0.737396

N	N*	DF	Chi-Sq	P-Value
9	0	1	1.65947	0.198

Chart of Observed and Expected Values

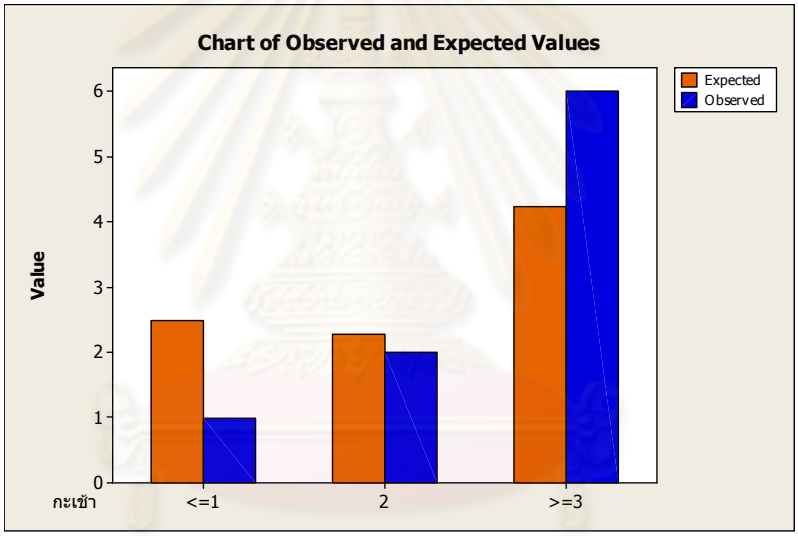
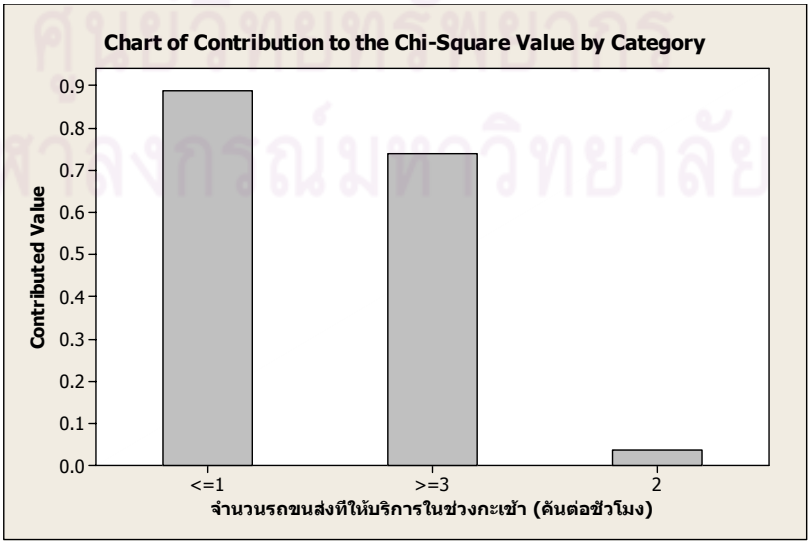
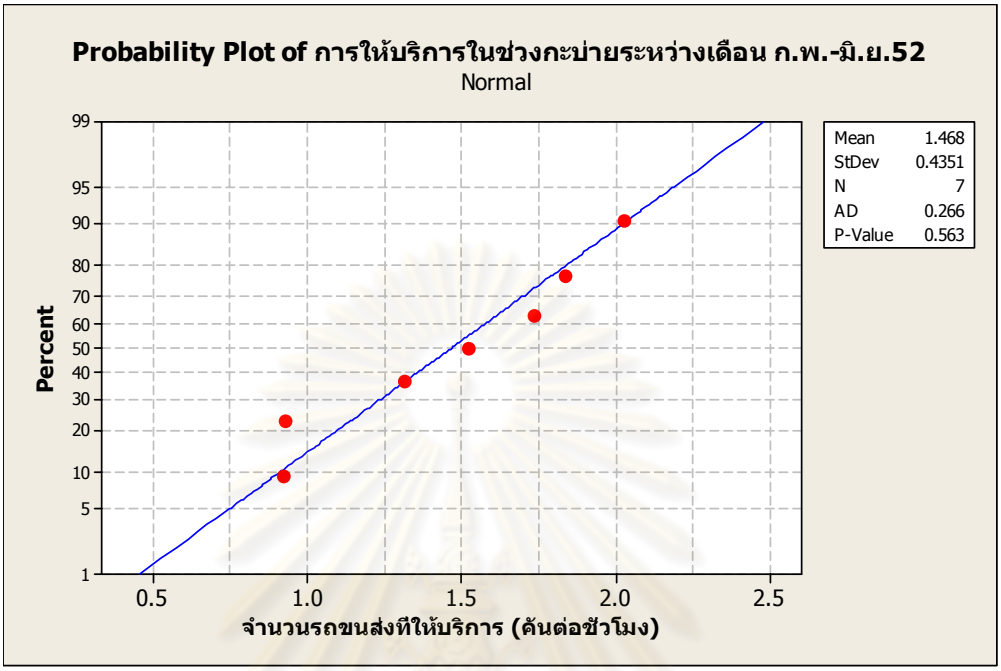


Chart of Contribution to the Chi-Square Value by Category

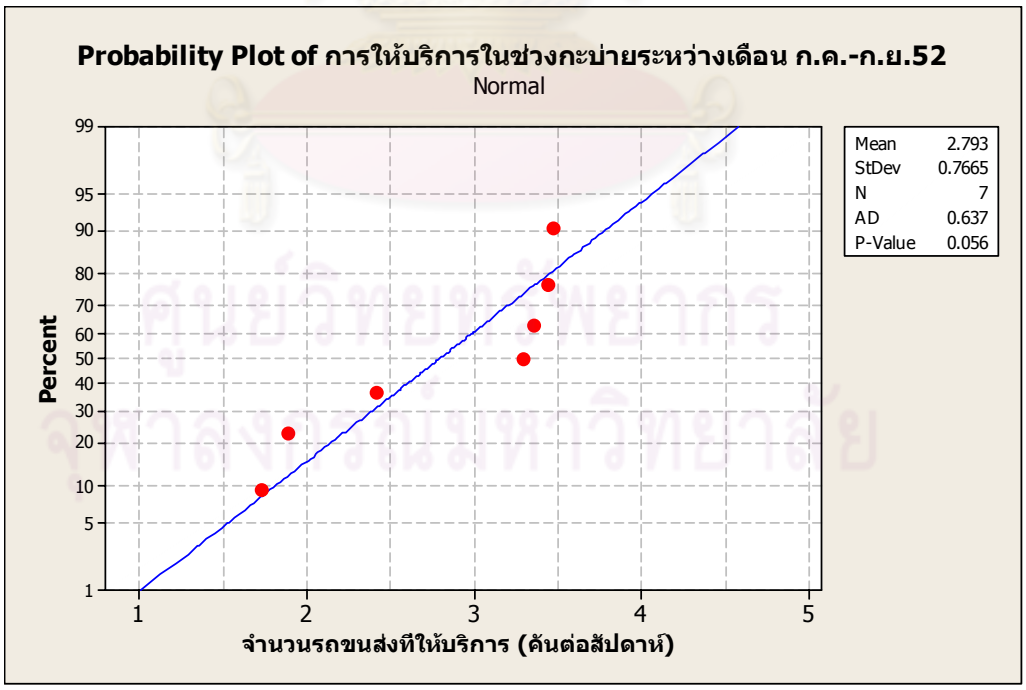


7. ผลการตรวจสอบลักษณะการแจกแจงของการให้บริการในช่วงกะบ่าย

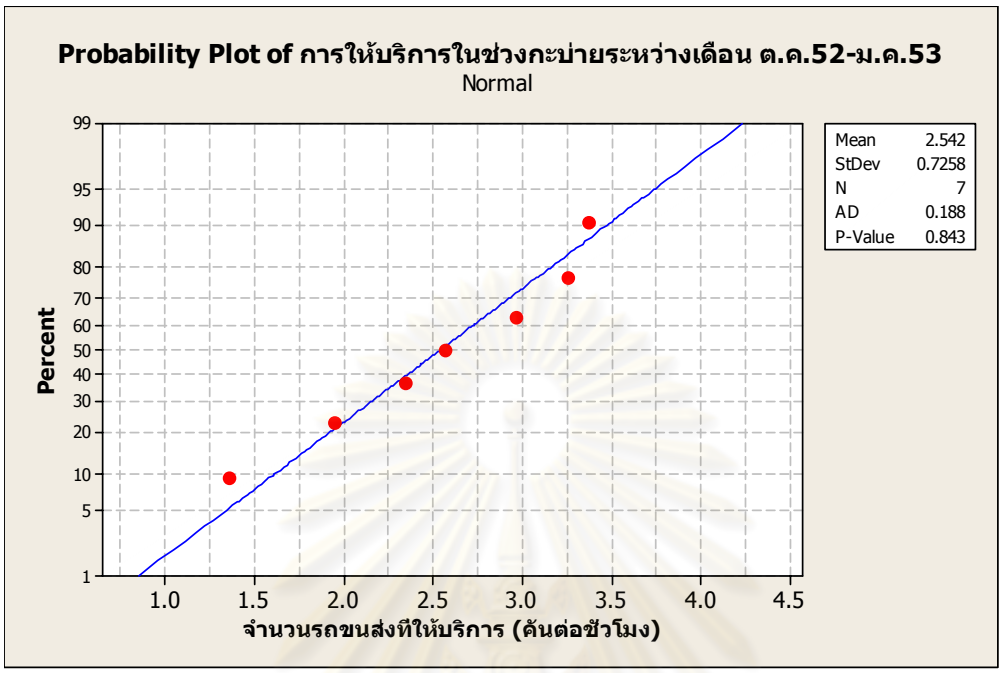
7.1 ก่อนแก้ไข



7.2 ระหว่างศึกษา



7.3 หลังแก้ไข



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวสุกันยา จันทร์พึ่งสุข เกิดเมื่อวันที่ 25 กันยายน พ.ศ.2520 ที่อำเภออัมพวา จังหวัดสมุทรสงคราม สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิตเกียรตินิยมอันดับสอง สาขาวิชาเคมี จากคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เมื่อปีการศึกษา 2542 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2550

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย