การพัฒนาแบบจำลองของระบบจัดส่งอ้อยที่โรงงานน้ำตาล

นางสาวนวลพรรณ บุราณศรี

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2547

ISBN 974-53-1572-9

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- 9 มิ.ย. 2551

THE DEVELOPMENT OF SIMULATION MODELS FOR SUGARCANE DELIVERY SYSTEM AT SUGAR MILLS

Miss Nuanpan Buransri

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering in Industrial Engineering

Department of Industrial Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2004

ISBN 974-53-1572-9

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาแบบจำลองของระบบจัดส่งอ้อยที่โรงงานน้ำตาล
โดย	นางสาวนวลพรรณ บุราณศรี
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ดร.สีรง ปรีชานนท์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(ศาสตราจารย์ ดร. ดิเรก ลาวัณย์ศิริ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เหรียญ บุญดีสกุลโชค)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์ ดร.สีรง ปรีชานนท์)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มานพ เรี่ยวเดชะ)

.....กรรมการ

(อาจารย์ ดร.การดี ปรีชานนท์)

นวลพรรณ บุราณศรี : การพัฒนาแบบจำลองของระบบจัดส่งอ้อยที่โรงงานน้ำตาล. (THE DEVELOPMENT OF SIMULATION MODELS FOR SUGARCANE DELIVERY SYSTEM AT SUGAR MILLS) อ.ที่ปรึกษา: อาจารย์ ดร.สีรง ปรีชานนท์, 208 หน้า. ISBN 974-53-1572-9.

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการพัฒนาแบบจำลองสถานการณ์ เพื่อนำมาวิเคราะห์ระบบจัดส่งอ้อยที่โรงงานน้ำตาล โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดเวลารอคอยของรถบรรทุกอ้อยที่โรงงานน้ำตาลโดยไม่กระทบต่อกระบวนการผลิตภายในของโรงงาน งานวิจัยนี้ได้ดำเนินการศึกษากับโรงงานน้ำตาลตัวอย่าง 10 แห่ง และมีขอบเขตการศึกษาตั้งแต่รถบรรทุกอ้อยเข้าสู่โรงงาน จนกระทั่งรถบรรทุกออกจากโรงงาน โดยมีดัชนีชี้วัดสำหรับวัดประสิทธิภาพประกอบด้วย เวลาเฉลี่ยที่รถบรรทุกใช้ในระบบ และปริมาณอ้อยที่เข้าสู่กระบวนการผลิต

จากโรงงานตัวอย่างทั้ง 10 แห่ง พบว่ารูปแบบการจัดระบบคิวของรถบรรทุกเข้าสู่โรงงานแบ่งได้เป็น 2 ระบบ ได้แก่ ระบบที่ไม่มีการเรียกรถบรรทุกเข้าสู่โรงงาน(คิวเสรี) และระบบที่มีการเรียกรถบรรทุกเข้าสู่โรงงาน(คิวล็อค) การทดสอบโดยแบบจำลองสถานการณ์กับโรงงานตัวอย่างที่มีการจัดระบบคิวเสรีพบว่า สามารถลดเวลารอคอยในโรงงานได้ เมื่อปรับปรุงรูปแบบการเข้าสู่โรงงานของรถบรรทุกให้เป็นแบบสม่ำเสมอ และจำกัดปริมาณรถหมุนเวียนทั้งหมดของโรงงานแต่ละแห่งให้มีปริมาณที่เหมาะสม ส่วนระบบคิวล็อคพบว่า การบริหารปริมาณรถในระบบเพื่อควบคุมให้มีปริมาณที่เหมาะสม โดยระบบช่วงเวลาสั่งคงที่ สามารถทำให้การรอคอยของรถบรรทุกในโรงงานลดลงได้ เมื่อกำหนดช่วงเวลาการเรียกคิวและปริมาณรถสูงสุดให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม และเป็นวิธีการที่เหมาะสมในทางปฏิบัติ

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2547 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

4570723121 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING
KEY WORD: SUGARCANE / SIMULATION MODELS / SUGAR MILLS

NUANPAN BURANSRI : THE DEVELOPMENT OF SIMULATION MODELS FOR SUGARCANE DELIVERY SYSTEM AT SUGAR MILLS. THESIS ADVISOR: SEERONK PRICHANONT,PH.D., 208 pp. ISBN 974-53-1572-9.

This paper presents a development and an application of simulation models that analyze sugarcane delivery system at sugar mills. The purpose of this research is to increase an efficiency of the sugar mills delivery system by reducing the delay times of delivery trucks at the mills. This study is based on a case study approach where ten existing sugar mills are investigated. This study covers the delivery system starting from the truck arriving until the truck leaving at the sugar mills. The efficiency can be determined by average flow times in the system and the amount of sugarcane delivered to the mills.

According to the study, there are two sugarcane delivery systems. The first system is called "first-come-first-serve system", which happens at some sugar mills that do not design any supplier's delivery schedule. Another system is a "set queue system", which is practiced at some sugar mills that applies the supplier's delivery schedule. In the first-come-first-serve system, the simulation results show that the delay times can be reduced by improving the arrival pattern of truck and by limiting the number of trucks that move around the system. In the set queue system, applying an appropriate fixed interval time for controlling the number of trucks in the sugar mills can reduce the delay times.

Department INDUSTRIAL ENGINEERING Student's signature Nuanpan Buransri
Field of study INDUSTRIAL ENGINEERING Advisor's signature
Academic year 2004 Co-advisor's

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจาก อาจารย์ ดร.สีรง ปรีชานนท์ ที่กรุณาให้คำปรึกษาและแนะนำแนวทางในการทำวิทยานิพนธ์ รวมถึงให้ความกรุณาในการตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ และขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เหรียญ บุญดีสกุลโชค ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มานพ เรี่ยวเดชะ และอาจารย์ ดร. การดี ปรีชานนท์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่คอยให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์ ช่วยให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณสำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย ที่สนับสนุนทางด้านข้อมูลและสนับสนุนเงินทุนในการทำวิจัย ขอขอบคุณโรงงานน้ำตาลตัวอย่าง และเจ้าหน้าที่ของโรงงานทั้ง 10 แห่ง ที่อนุญาตให้ผู้วิจัยเข้าเก็บรวบรวมข้อมูล และให้ความช่วยเหลือในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่โรงงาน ตลอดจนให้ความรู้และคำแนะนำเกี่ยวกับระบบการจัดส่งอ้อยเป็นอย่างดีตลอดมา ขอขอบคุณสมาคมชาวไร่อ้อย และชาวไร่อ้อยทุกท่านที่สละเวลามาให้ความรู้และคำแนะนำเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณเพื่อนๆ ในโครงการวิจัยปรับปรุงระบบการจัดส่งอ้อยเข้าโรงงานทุกท่านและเพื่อนๆในภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการที่ให้ความช่วยเหลือและคำแนะนำอันเป็นประโยชน์ และขอขอบคุณน้องๆ และเพื่อนๆ ทีมงานจับเวลาทุกท่านที่สละเวลามาช่วยจับเวลาที่โรงงานจนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ท้ายที่สุดนี้ ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัวผู้เป็นกำลังใจอันสูงสุดของผู้วิจัยเสมอมา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ
กิตติกรรมประกาศ..... ฉ
สารบัญ..... ช
สารบัญตาราง..... ฎ
สารบัญรูป..... ฑ
บทที่ 1 : บทนำ
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 2
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 6
1.3 ขอบเขตของการศึกษาวิจัย..... 6
บทที่ 2 : ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง..... 7
2.1.1 การจำลองสถานการณ์) Simulation)..... 7
2.1.2 ขั้นตอนในการจำลองสถานการณ์..... 8
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 11
2.2.1 งานวิจัยทางด้านการประยุกต์เทคนิคการจำลองสถานการณ์ กับระบบการจัดส่งอ้อย..... 11
2.2.2 งานวิจัยทางด้านการประยุกต์แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ กับระบบการจัดส่งอ้อย..... 14
2.2.3 งานวิจัยทางด้านการขนส่งผลิตภัณฑ์อื่นๆ นอกเหนือจาก การขนส่งอ้อยเข้าสู่โรงงาน..... 15
2.2.4 งานวิจัยทางด้านต้นทุนการขนส่งอ้อยเข้าสู่โรงงาน..... 16
2.3 สรุปท้ายบท..... 17
บทที่ 3 : ระบบการจัดส่งอ้อยในปัจจุบันและระบบที่ศึกษา
3.1 ลักษณะทั่วไปของระบบการขนส่งอ้อย..... 18
3.1.1 กระบวนการที่เกิดขึ้นก่อนรถบรรทุกอ้อยจะเข้าสู่โรงงาน..... 18
3.1.2 กระบวนการที่เกิดขึ้นที่โรงงาน..... 19
3.1.3 ระบบคิวการส่งอ้อย..... 21

หน้า

3.2 ระบบการจัดส่งอ้อยและโรงงานตัวอย่างที่ศึกษา..... 22
3.2.1 ระบบการจัดส่งอ้อยที่ศึกษา..... 22
3.2.2 โรงงานตัวอย่างที่ศึกษา..... 22
3.3 สรุปท้ายบท..... 36

บทที่ 4 : การสร้างและพัฒนาแบบจำลองสถานการณ์

4.1 แบบจำลองของระบบจัดส่งอ้อยที่โรงงานน้ำตาล.....37
4.2 การสร้างแบบจำลอง.....41
4.2.1 แบบจำลองของโรงงานตัวอย่างระบบคิวแบบเสรี.....41
4.2.2 แบบจำลองของโรงงานตัวอย่างระบบคิวแบบคิวล็อค.....48
4.3 การเตรียมข้อมูล.....51
4.4 การทดสอบความถูกต้องของแบบจำลอง.....51
4.4.1 การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง) Verification).....51
4.4.2 การตรวจสอบความสมเหตุสมผลของแบบจำลอง (Validation).....53
4.4.3 การวางแผนการใช้งานแบบจำลอง.....53
4.5 สรุปท้ายบท..... 55

บทที่ 5 : การเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....56
5.1.1 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล.....57
5.2 การวิเคราะห์ข้อมูล.....59
5.2.1 ข้อมูลสัดส่วนประเภทรถ ประเภทอ้อย ประเภทคิว และน้ำหนักบรรทุก.....59
5.2.2 ข้อมูลเวลาที่ใช้ในการทำงาน.....65
5.2.3 ข้อมูลรูปแบบและจำนวนของรถบรรทุกที่เข้าสู่โรงงาน.....68
5.3 สรุปท้ายบท..... 70

บทที่ 6 : การปรับปรุงการดำเนินงานของโรงงานระบบคิวล็อค

6.1 ผลการจำลองสถานการณ์ระบบปัจจุบันของโรงงานระบบคิวล็อค.....71
6.1.1 รายละเอียดสภาวะปัจจุบันของโรงงานตัวอย่างที่จัดระบบคิวล็อค.....71
6.1.2 ผลการทดสอบของระบบปัจจุบันจากการจำลองสถานการณ์ของโรงงาน
ระบบคิวล็อค..... 73

หน้า

6.2 การปรับปรุงการดำเนินงานของโรงงานระบบคิวล็อค.....73
6.2.1 การบริหารปริมาณรถเข้าสู่โรงงานของโรงงานระบบคิวล็อค.....73
6.2.2 ผลการทดสอบและวิเคราะห์ผลของการบริหารปริมาณรถเข้าสู่โรงงานระบบคิวล็อค.....75
6.2.3 เปรียบเทียบสภาวะที่เหมาะสมของการบริหารปริมาณรถเข้าสู่โรงงานระบบปริมาณสั่งคงที่ และระบบช่วงเวลาสั่งคงที่.....116
6.3 สรุปท้ายบท.....117

บทที่ 7 : การปรับปรุงการดำเนินงานของโรงงานระบบคิวเสรีและการปรับปรุงการจัดแถวคอย
7.1 ผลการจำลองสถานการณ์ระบบปัจจุบันของโรงงานระบบคิวเสรี.....118
7.1.1 รายละเอียดสภาวะปัจจุบันของโรงงานตัวอย่างที่จัดระบบคิวเสรี.....118
7.1.2 ผลการทดสอบของระบบปัจจุบันจากการจำลองสถานการณ์ของโรงงานระบบคิวเสรี..... 119
7.2 การปรับปรุงการดำเนินงานของโรงงานระบบคิวเสรี.....120
7.2.1 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงปริมาณรถเข้าสู่โรงงานต่อวันและรูปแบบการเข้าสู่โรงงานระบบคิวเสรี.....120
7.2.2 การจำกัดปริมาณรถหมุนเวียนขั้นต่ำในระบบของโรงงานระบบคิวเสรี.....134
7.3 การออกแบบระบบแถวคอยภายในโรงงาน.....147
7.4 สรุปท้ายบท.....148

บทที่ 8 : สรุปผลการวิจัย
8.1 สรุปผลการวิจัย.....149
8.1.1 สรุปผลของการบริหารปริมาณรถเข้าสู่โรงงานระบบคิวล็อค.....149
8.1.2 การเลือกสภาวะที่เหมาะสมสำหรับโรงงานตัวอย่างระบบคิวล็อค.....150
8.1.3 สรุปผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงปริมาณรถเข้าสู่โรงงานต่อวันและรูปแบบการเข้าสู่โรงงานระบบคิวเสรี.....150
8.1.4 สรุปการจำกัดจำนวนรถบรรทุกในระบบของโรงงานที่จัดระบบแบบเสรี..151
8.1.5 สรุปผลการออกแบบระบบระบบแถวคอยภายในโรงงาน.....152
8.2 อุปสรรคในการวิจัย.....152
8.3 ข้อเสนอแนะ.....152

หน้า

รายการอ้างอิง.....153
ภาคผนวก.....156
ภาคผนวก ก. แบบจำลองสถานการณ์ของโรงงานน้ำตาลตัวอย่าง.....157
ภาคผนวก ข. การตรวจสอบความสมเหตุสมผลของ
แบบจำลองสถานการณ์ของโรงงานน้ำตาลตัวอย่าง 190
ภาคผนวก ค. แบบฟอร์มที่ใช้ในการเก็บข้อมูล.....196
ภาคผนวก ง. ปริมาณรถเข้าสู่โรงงานเฉลี่ยในแต่ละชั่วโมงของโรงงานตัวอย่าง.....202
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....208

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 4.1 องค์ประกอบ ลักษณะเฉพาะตัว และกิจกรรมของระบบที่ทำการศึกษา.....37

ตารางที่ 4.2 สรุปช่วงเวลาเข้าสู่สภาวะคงตัวและระยะเวลาการทดสอบในแต่ละReplication.....55

ตารางที่ 5.1 แผนภูมิกระบวนการไหลของงาน, จุดเริ่มต้นและสิ้นสุดของการจับเวลา.....58

ตารางที่ 5.2 ตารางสรุปข้อมูลสัดส่วนประเภทรถและน้ำหนักบรรทุกที่ใช้ในแบบจำลองของโรงงานตัวอย่าง M1.....60

ตารางที่ 5.3 ตารางสรุปข้อมูลสัดส่วนประเภทรถและน้ำหนักบรรทุกที่ใช้ในแบบจำลองของโรงงานตัวอย่าง M2.....61

ตารางที่ 5.4 ตารางสรุปข้อมูลสัดส่วนประเภทรถและน้ำหนักบรรทุกที่ใช้ในแบบจำลองของโรงงานตัวอย่าง M3.....61

ตารางที่ 5.5 ตารางสรุปข้อมูลสัดส่วนประเภทรถและน้ำหนักบรรทุกที่ใช้ในแบบจำลองของโรงงานตัวอย่าง M4.....61

ตารางที่ 5.6 ตารางสรุปข้อมูลสัดส่วนประเภทคิวที่ใช้ในแบบจำลองของโรงงานตัวอย่าง M4.....62

ตารางที่ 5.7 ตารางสรุปข้อมูลสัดส่วนประเภทรถและน้ำหนักบรรทุกที่ใช้ในแบบจำลองของโรงงานตัวอย่าง M5.....62

ตารางที่ 5.8 ตารางสรุปข้อมูลสัดส่วนประเภทอ้อยที่ใช้ในแบบจำลองของโรงงานตัวอย่าง M5.....62

ตารางที่ 5.9 ตารางสรุปข้อมูลสัดส่วนประเภทอ้อยที่ใช้ในแบบจำลองของโรงงานตัวอย่าง M6.....63

ตารางที่ 5.10 ตารางสรุปข้อมูลสัดส่วนประเภทอ้อยที่ใช้ในแบบจำลองของโรงงานตัวอย่าง M7.....63

ตารางที่ 5.11 ตารางสรุปข้อมูลสัดส่วนประเภทอ้อยของโรงงานตัวอย่าง M8..... 63

ตารางที่ 5.12 ตารางสรุปข้อมูลสัดส่วนประเภทรถและน้ำหนักบรรทุกที่ใช้ในแบบจำลองของโรงงานตัวอย่าง M9.....64

ตารางที่ 5.13 ตารางสรุปข้อมูลสัดส่วนประเภทรถอ้อยที่ใช้ในแบบจำลองของโรงงานตัวอย่าง M9.....64

ตารางที่ 5.14 ตารางสรุปข้อมูลสัดส่วนประเภทรถและน้ำหนักบรรทุกที่ใช้ในแบบจำลองของโรงงานตัวอย่าง M10.....64

หน้า

ตารางที่ 5.15 ตารางสรุปข้อมูลสัดส่วนประเภทอ้อยที่ใช้ในแบบจำลอง
ของโรงงานตัวอย่าง M10..... 64
ตารางที่ 5.16 สรุปลักษณะการกระจายของข้อมูลเวลาที่ใช้ในการทำงานที่สถานีงานต่างๆ
แยกตามโรงงานตัวอย่าง 10แห่ง..... 66
ตารางที่ 5.17 สรุปลักษณะการกระจายตัวของรถบรรทุกที่เข้าสู่โรงงานในแต่ละช่วงเวลา..... 69
ตารางที่ 6.1 ผลการทดสอบจากการจำลองสถานการณ์จากระบบจริง
ของโรงงานตัวอย่างระบบล็อค..... 73
ตารางที่ 6.2 เปรียบเทียบสภาวะที่เหมาะสมของระบบปริมาณสั่งคงที่
และระบบช่วงเวลาสั่งคงที่..... 116
ตารางที่ 7.1 ผลการทดสอบจากการจำลองสถานการณ์จากระบบจริง
ของโรงงานตัวอย่างระบบเสรี..... 120
ตารางที่ 7.2 แสดงผลการทดสอบของเวลาเฉลี่ยในระบบ
ที่ระดับการทดสอบต่างๆของโรงงานตัวอย่าง M3..... 122
ตารางที่ 7.3 แสดงผลการทดสอบของเวลาเฉลี่ยในระบบ
ที่ระดับการทดสอบต่างๆของโรงงานตัวอย่าง M7..... 124
ตารางที่ 7.4 แสดงผลการทดสอบของเวลาเฉลี่ยในระบบ
ที่ระดับการทดสอบต่างๆของโรงงานตัวอย่าง M8..... 127
ตารางที่ 7.5 แสดงผลการทดสอบของเวลาเฉลี่ยในระบบ
ที่ระดับการทดสอบต่างๆของโรงงานตัวอย่าง M9..... 129
ตารางที่ 7.6 แสดงผลการทดสอบของเวลาเฉลี่ยในระบบ
ที่ระดับการทดสอบต่างๆของโรงงานตัวอย่าง M10..... 132
ตารางที่ 7.7 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของเวลาเฉลี่ย จำนวนรถสะสมและปริมาณอ้อย
ของโรงงานที่ปรับปรุงการจัดแถวคอยแยกเป็นแถวคอยเดียว..... 147
ตารางที่ 8.1 ตารางแสดงปริมาณรถสูงสุดในโรงงานและช่วงเวลาการเรียกคิว
ที่เหมาะสม ของโรงงานตัวอย่างระบบคิวล็อค
จากการจำลองสถานการณ์ ระบบช่วงเวลาสั่งคงที่..... 150
ตารางที่ 8.2 สรุปการเปลี่ยนแปลงของเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในระบบของการเข้าสู่โรงงาน
แบบสม่ำเสมอเปรียบเทียบกับแบบปัจจุบันของโรงงานตัวอย่างระบบคิวเสรี
ที่ปริมาณรถเข้าปัจจุบัน..... 151
ตารางที่ 8.3 สรุปจำนวนรถหมุนเวียนขั้นต่ำของรถบรรทุกในระบบคิวเสรี..... 151

หน้า

ตารางที่ ข1 ระยะเวลาเฉลี่ยในระบบจากการจำลองสถานการณ์
และจากข้อมูลจริงเฉลี่ยของโรงงานตัวอย่างแต่ละแห่ง(นาที).....191
ตารางที่ ข2 ปริมาณอ้อยเฉลี่ยในระบบจากการจำลองสถานการณ์และจากข้อมูลจริงเฉลี่ย
ของโรงงานตัวอย่างแต่ละแห่ง (ตัน/วัน).....192
ตารางที่ ค1 ตัวอย่างแบบฟอร์มการเก็บข้อมูลด้านเวลา..... 197
ตารางที่ ค2 ตัวอย่างแบบฟอร์มการเก็บข้อมูลการจำลองสถานการณ์.....198
ตารางที่ ค3 ตัวอย่างแบบฟอร์มการจับเวลาที่จุดแจ้งคิว,ชั่งเข้า และชั่งออกที่โรงงานตัวอย่าง... 200
ตารางที่ ค4 ตัวอย่างแบบฟอร์มการจับเวลาที่เทอ้อยที่โรงงานตัวอย่าง.....101

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1.1 แสดงปริมาณอ้อยเข้าสู่โรงงานตัวอย่างแห่งหนึ่งตลอดฤดูการผลิตปี.2547/2546 3

รูปที่ 1.2 แสดงเปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนักระหว่างอ้อยสดและอ้อยไฟไหม้ของอ้อยพันธุ์อู่ทอง.....5

รูปที่ 2.1 แผนผังขั้นตอนในการจำลองสถานการณ์.....10

รูปที่ 3.1 กระบวนการจัดส่งอ้อยภายในโรงงาน.....20

รูปที่ 3.2 แสดงระบบการขนส่งอ้อยจากในไร่เข้าสู่โรงงานและส่วนที่ทำการศึกษา.....22

รูปที่ 3.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกโรงงานตัวอย่าง.....23

รูปที่ 3.4 ปริมาณรถเข้าสู่โรงงานในแต่ละช่วงเวลาของโรงงานตัวอย่าง M9 ที่ใช้ระบบคิวแบบเสรี.....24

รูปที่ 3.5 กระบวนการดำเนินการภายในโรงงานน้ำตาลตัวอย่าง(M3).....25

รูปที่ 3.6 กระบวนการดำเนินการภายในโรงงานน้ำตาลตัวอย่าง (M7).....26

รูปที่ 3.7 กระบวนการดำเนินการภายในโรงงานน้ำตาลตัวอย่าง (M8).....27

รูปที่ 3.8 กระบวนการดำเนินการภายในโรงงานน้ำตาลตัวอย่าง (M9).....28

รูปที่ 3.9 กระบวนการดำเนินการภายในโรงงานน้ำตาลตัวอย่าง (M10).....29

รูปที่ 3.10 ปริมาณรถเข้าสู่โรงงานในแต่ละช่วงเวลาของโรงงานตัวอย่าง M4 ที่ใช้ระบบคิวแบบล็อค.....30

รูปที่ 3.11 กระบวนการดำเนินการภายในโรงงานน้ำตาลตัวอย่าง (M1).....31

รูปที่ 3.12 กระบวนการดำเนินการภายในโรงงานน้ำตาลตัวอย่าง (M2).....32

รูปที่ 3.13 กระบวนการดำเนินการภายในโรงงานน้ำตาลตัวอย่าง (M4).....33

รูปที่ 3.14 กระบวนการดำเนินการภายในโรงงานน้ำตาลตัวอย่าง (M5).....34

รูปที่ 3.15 กระบวนการดำเนินการภายในโรงงานน้ำตาลตัวอย่าง (M6).....35

รูปที่ 4.1 ขั้นตอนการจัดส่งอ้อยที่โรงงานของรถบรรทุกอ้อยในแบบจำลอง.....38

รูปที่ 4.2 ตัวอย่างการวางแท่นเทแบบที่ 1 และ แบบที่ 2 และลำดับการเทอ้อยของแต่ละแท่นเท.....40

รูปที่ 4.3 แบบจำลองสถานการณ์ของโรงงานตัวอย่าง (M8) ซึ่งจัดระบบคิวแบบเสรี.....42

รูปที่ 4.4 แสดงส่วนของ Model ของแบบจำลอง.....43

รูปที่ 4.5 แสดงส่วน 1 ของ Model ขั้นตอนการดำเนินงานของโรงงาน M8.....43

หน้า

รูปที่ 4.6 แสดงส่วน1 ภายใน Submodel 4 ของ Model ขั้นตอนการดำเนินงาน
ของโรงงาน M8.....44
รูปที่ 4.7 แสดงส่วน 2 ของ Model ขั้นตอนการดำเนินงานของโรงงาน M8.....44
รูปที่ 4.8 แสดงส่วน 2 ภายใน Submodel 1 ของ Model ขั้นตอนการดำเนินงาน
ของโรงงาน M8.....45
รูปที่ 4.9 แสดงส่วน 3 ของ Model ขั้นตอนการดำเนินงานของโรงงาน M8.....45
รูปที่ 4.10 แสดงส่วน 4 ของ Model ขั้นตอนการดำเนินงานของโรงงาน M8.....46
รูปที่ 4.11 แสดงส่วน4 ภายใน Submodel 1 ของ Model ขั้นตอนการดำเนินงาน
ของโรงงาน M8.....46
รูปที่ 4.12 แสดงส่วน5 ของ Model ขั้นตอนการดำเนินงานของโรงงาน M8.....47
รูปที่ 4.13 แสดงส่วนของ Model ควบคุมขั้นตอนการทำงาน.....47
รูปที่ 4.14 การระบุชื่อไฟล์ผลลัพธ์ของการจำลองสถานการณ์ลงที่ ส่วน File - Spread Sheet.....48
รูปที่ 4.15 แบบจำลองสถานการณ์ของโรงงานตัวอย่าง (M4) ซึ่งจัดระบบคิวแบบคิวล็อค.....49
รูปที่ 4.16 แสดงส่วน 1 ของ Model ขั้นตอนการดำเนินงานของโรงงาน M4.....50
รูปที่ 4.17 แสดงภาพ Animation ของการจัดส่งอ้อยที่โรงงาน.....52
รูปที่ 4.18 แสดงภาพ Graph-Animation ของการจัดส่งอ้อยที่โรงงานขณะรันแบบจำลอง.....52
รูปที่ 4.19 กราฟ Moving average แบบ Cumulative ของการทดลองเบื้องต้น.....54
รูปที่ 5.1 การวิเคราะห์การกระจายของข้อมูลโดยโปรแกรม Input Analyzer.....60
รูปที่ 6.1 เวลาเฉลี่ยของรถบรรทุกที่ใช้ในระบบจากการทดสอบ
แบบปริมาณสั่งคงที่ของโรงงานตัวอย่าง M1.....75
รูปที่ 6.2 ปริมาณรถสะสมเฉลี่ยในระบบจากการทดสอบ
แบบปริมาณสั่งคงที่ของโรงงาน M1.....76
รูปที่ 6.3 ปริมาณอ้อยเฉลี่ยที่เข้าสู่กระบวนการผลิตจากการทดสอบ
แบบปริมาณสั่งคงที่ของโรงงานตัวอย่าง M1.....77
รูปที่ 6.4 แสดงตัวอย่างของช่วงห่างระยะเวลาในการเรียกรถบรรทุกเข้าสู่โรงงาน
เมื่อถึงระดับจุดสั่งของโรงงานตัวอย่าง M1.....77
รูปที่ 6.5 เวลาเฉลี่ยของรถบรรทุกที่ใช้ในระบบจากการทดสอบ
แบบช่วงเวลาการสั่งคงที่ของโรงงานตัวอย่าง M1.....80
รูปที่ 6.6 ปริมาณรถสะสมเฉลี่ยในระบบจากการทดสอบ
แบบช่วงเวลาการสั่งคงที่ของโรงงาน M1.....80

หน้า

รูปที่ 6.7 ปริมาณอ้อยเฉลี่ยที่เข้าสู่กระบวนการผลิตจากการทดสอบ
แบบช่วงเวลาการสั่งคงที่ของโรงงานตัวอย่าง M1.....81
รูปที่ 6.8 เวลาเฉลี่ยของรถบรรทุกที่ใช้ในระบบจากการทดสอบ
แบบปริมาณสั่งคงที่ของโรงงานตัวอย่าง M2.....84
รูปที่ 6.9 ปริมาณรถสะสมเฉลี่ยในระบบจากการทดสอบ
แบบปริมาณสั่งคงที่ของโรงงาน M2..... 84
รูปที่ 6.10 ปริมาณอ้อยเฉลี่ยที่เข้าสู่กระบวนการผลิตจากการทดสอบ
แบบปริมาณสั่งคงที่ของโรงงานตัวอย่าง M2.....85
รูปที่ 6.11 แสดงตัวอย่างระยะห่างของช่วงเวลาในการเรียกรถบรรทุก
เข้าสู่โรงงานเมื่อถึงระดับจุดสั่งของโรงงานตัวอย่าง M2.....86
รูปที่ 6.12 เวลาเฉลี่ยของรถบรรทุกที่ใช้ในระบบจากการทดสอบ
แบบช่วงเวลาการสั่งคงที่ของโรงงานตัวอย่าง M2..... 88
รูปที่ 6.13 ปริมาณรถสะสมเฉลี่ยในระบบจากการทดสอบ
แบบช่วงเวลาการสั่งคงที่ของโรงงาน M2.....89
รูปที่ 6.14 ปริมาณอ้อยเฉลี่ยที่เข้าสู่กระบวนการผลิตจากการทดสอบ
แบบช่วงเวลาการสั่งคงที่ของโรงงานตัวอย่าง M2.....90
รูปที่ 6.15 เวลาเฉลี่ยของรถบรรทุกที่ใช้ในระบบจากการทดสอบ
แบบปริมาณสั่งคงที่ของโรงงานตัวอย่าง M4..... 92
รูปที่ 6.16 ปริมาณรถสะสมเฉลี่ยในระบบจากการทดสอบ
แบบปริมาณสั่งคงที่ของโรงงาน M4.. 93
รูปที่ 6.17 ปริมาณอ้อยเฉลี่ยที่เข้าสู่กระบวนการผลิตจากการทดสอบ
แบบปริมาณสั่งคงที่ของโรงงานตัวอย่าง M4.....94
รูปที่ 6.18 แสดงตัวอย่างระยะห่างของช่วงเวลาในการเรียกรถบรรทุกเข้าสู่โรงงาน
เมื่อถึงระดับจุดสั่งของโรงงานตัวอย่าง M4.....95
รูปที่ 6.19 เวลาเฉลี่ยของรถบรรทุกที่ใช้ในระบบจากการทดสอบ
แบบช่วงเวลาการสั่งคงที่ของโรงงานตัวอย่าง M4.....97
รูปที่ 6.20 ปริมาณรถสะสมเฉลี่ยในระบบจากการทดสอบ
แบบช่วงเวลาการสั่งคงที่ของโรงงาน M4.....97
รูปที่ 6.21 ปริมาณอ้อยเฉลี่ยที่เข้าสู่กระบวนการผลิตจากการทดสอบ
แบบช่วงเวลาการสั่งคงที่ของโรงงานตัวอย่าง M4.....99

หน้า

รูปที่ 6.22 เวลาเฉลี่ยของรถบรรทุกที่ใช้ในระบบจากการทดสอบ
แบบปริมาณสั่งคงที่ของโรงงานตัวอย่าง M5 101
รูปที่ 6.23 ปริมาณรถสะสมเฉลี่ยในระบบจากการทดสอบ
แบบปริมาณสั่งคงที่ของโรงงาน M5 101
รูปที่ 6.24 ปริมาณอ้อยเฉลี่ยที่เข้าสู่กระบวนการผลิตจากการทดสอบ
แบบปริมาณสั่งคงที่ของโรงงานตัวอย่าง M5 102
รูปที่ 6.25 แสดงตัวอย่างระยะห่างของช่วงเวลาในการเรียกรถบรรทุกเข้าสู่โรงงาน
เมื่อถึงระดับจุดสั่งของโรงงานตัวอย่าง M5 103
รูปที่ 6.26 เวลาเฉลี่ยของรถบรรทุกที่ใช้ในระบบจากการทดสอบ
แบบช่วงเวลาการสั่งคงที่ของโรงงานตัวอย่าง M5 105
รูปที่ 6.27 ปริมาณรถสะสมเฉลี่ยในระบบจากการทดสอบ
แบบช่วงเวลาการสั่งคงที่ของโรงงาน M5 105
รูปที่ 6.28 ปริมาณอ้อยเฉลี่ยที่เข้าสู่กระบวนการผลิตจากการทดสอบ
แบบช่วงเวลาการสั่งคงที่ของโรงงานตัวอย่าง M5 106
รูปที่ 6.29 เวลาเฉลี่ยของรถบรรทุกที่ใช้ในระบบจากการทดสอบ
แบบปริมาณสั่งคงที่ของโรงงานตัวอย่าง M6 108
รูปที่ 6.30 ปริมาณรถสะสมเฉลี่ยในระบบจากการทดสอบ
แบบปริมาณสั่งคงที่ของโรงงาน M6 109
รูปที่ 6.31 ปริมาณอ้อยเฉลี่ยที่เข้าสู่กระบวนการผลิตจากการทดสอบ
แบบปริมาณสั่งคงที่ของโรงงานตัวอย่าง M6 110
รูปที่ 6.32 แสดงตัวอย่างระยะห่างของช่วงเวลาในการเรียกรถบรรทุกเข้าสู่โรงงาน
เมื่อถึงระดับจุดสั่งต่างๆของโรงงานตัวอย่าง M6 110
รูปที่ 6.33 เวลาเฉลี่ยของรถบรรทุกที่ใช้ในระบบจากการทดสอบ
แบบช่วงเวลาการสั่งคงที่ของโรงงานตัวอย่าง M6 113
รูปที่ 6.34 ปริมาณรถสะสมเฉลี่ยในระบบจากการทดสอบ
แบบช่วงเวลาการสั่งคงที่ของโรงงาน M6 113
รูปที่ 6.35 ปริมาณอ้อยเฉลี่ยที่เข้าสู่กระบวนการผลิตจากการทดสอบ
แบบช่วงเวลาการสั่งคงที่ของโรงงานตัวอย่าง M6 114
รูปที่ 7.1 ตัวอย่างปริมาณรถเข้าสู่โรงงานระดับต่างๆ ของการทดสอบรูปแบบที่ 1
(แบบปัจจุบัน เมื่อรถเข้าสู่โรงงานเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา) 121

หน้า

รูปที่ 7.2 ตัวอย่างปริมาณรถเข้าสู่โรงงานระดับต่างๆ ของการทดสอบรูปแบบที่ 2
(แบบสม่ำเสมอ เมื่อรถเข้าสู่โรงงานไม่เปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา).....121
รูปที่ 7.3 แสดงเวลาเฉลี่ยในระบบ เมื่อปริมาณรถ
และรูปแบบการเข้าสู่โรงงานตัวอย่าง M3เปลี่ยนแปลงไป.....122
รูปที่ 7.4 แสดงปริมาณรถเฉลี่ยในระบบ เมื่อปริมาณรถ
และรูปแบบการเข้าสู่โรงงานตัวอย่าง M3เปลี่ยนแปลงไป.....123
รูปที่ 7.5 แสดงปริมาณอ้อยเข้าสู่โรงงานต่อวัน เมื่อปริมาณรถ
และรูปแบบการเข้าสู่โรงงานตัวอย่าง M3 เปลี่ยนแปลงไป.....123
รูปที่ 7.6 แสดงเวลาเฉลี่ยในระบบ เมื่อปริมาณรถ
และรูปแบบการเข้าสู่โรงงานตัวอย่าง M7 เปลี่ยนแปลงไป.....125
รูปที่ 7.7 แสดงปริมาณรถเฉลี่ยในระบบ เมื่อปริมาณรถ
และรูปแบบการเข้าสู่โรงงานตัวอย่าง M7 เปลี่ยนแปลงไป.....125
รูปที่ 7.8 แสดงปริมาณอ้อยเข้าสู่โรงงานต่อวัน เมื่อปริมาณรถ
และรูปแบบการเข้าสู่โรงงานตัวอย่าง M7 เปลี่ยนแปลงไป.....126
รูปที่ 7.9 แสดงเวลาเฉลี่ยในระบบ เมื่อปริมาณรถ
และรูปแบบการเข้าสู่โรงงานตัวอย่าง M8 เปลี่ยนแปลงไป.....127
รูปที่ 7.10 แสดงปริมาณรถสะสมเฉลี่ยในระบบ เมื่อปริมาณรถ
และรูปแบบการเข้าสู่โรงงานตัวอย่าง M8 เปลี่ยนแปลงไป.....128
รูปที่ 7.11 แสดงปริมาณอ้อยเข้าสู่โรงงานต่อวัน เมื่อปริมาณรถ
และรูปแบบการเข้าสู่โรงงานตัวอย่าง M8 เปลี่ยนแปลงไป.....128
รูปที่ 7.12 แสดงเวลาเฉลี่ยในระบบ เมื่อปริมาณรถ
และรูปแบบการเข้าสู่โรงงานตัวอย่าง M9 เปลี่ยนแปลงไป.....130
รูปที่ 7.13 แสดงปริมาณรถสะสมเฉลี่ยในระบบ เมื่อปริมาณรถ
และรูปแบบการเข้าสู่โรงงานตัวอย่าง M9 เปลี่ยนแปลงไป.....130
รูปที่ 7.14 แสดงปริมาณอ้อยเข้าสู่โรงงานต่อวัน เมื่อปริมาณรถ
และรูปแบบการเข้าสู่โรงงานตัวอย่าง M9 เปลี่ยนแปลงไป.....131
รูปที่ 7.15 แสดงเวลาเฉลี่ยในระบบ เมื่อปริมาณรถ
และรูปแบบการเข้าสู่โรงงานตัวอย่าง M10 เปลี่ยนแปลงไป.....132
รูปที่ 7.16 แสดงปริมาณรถสะสมเฉลี่ยในระบบ เมื่อปริมาณรถ
และรูปแบบการเข้าสู่โรงงานตัวอย่าง M10 เปลี่ยนแปลงไป.....133

หน้า

รูปที่ 7.17 แสดงปริมาณอ้อยเข้าสู่โรงงานต่อวัน เมื่อปริมาณรถ
และรูปแบบการเข้าสู่โรงงานตัวอย่าง M10 เปลี่ยนแปลงไป.....133
รูปที่ 7.18 เวลาเฉลี่ย,ปริมาณรถส่วนเกินและปริมาณรถสะสมของโรงงานตัวอย่าง M3
เมื่อปรับเปลี่ยนปริมาณรถหมุนเวียนในระบบที่ระดับต่างๆ.....135
รูปที่ 7.19 ปริมาณอ้อยเข้าสู่โรงงานตัวอย่าง M3
เมื่อปรับเปลี่ยนปริมาณรถหมุนเวียนในระบบที่ระดับต่างๆ.....136
รูปที่ 7.20 เวลาเฉลี่ย, ปริมาณรถส่วนเกินและปริมาณรถสะสม ของโรงงานตัวอย่าง M7
เมื่อปรับเปลี่ยนปริมาณรถหมุนเวียนในระบบที่ระดับต่างๆ.....138
รูปที่ 7.21 ปริมาณอ้อยเข้าสู่โรงงานตัวอย่าง M7
เมื่อปรับเปลี่ยนปริมาณรถหมุนเวียนในระบบที่ระดับต่างๆ.....138
รูปที่ 7.22 เวลาเฉลี่ย, ปริมาณรถส่วนเกินและปริมาณรถสะสม ของโรงงานตัวอย่าง M8
เมื่อปรับเปลี่ยนปริมาณรถหมุนเวียนในระบบที่ระดับต่างๆ.....140
รูปที่ 7.23 ปริมาณอ้อยเข้าสู่โรงงานตัวอย่าง M8
เมื่อปรับเปลี่ยนปริมาณรถหมุนเวียนในระบบที่ระดับต่างๆ.....141
รูปที่ 7.24 เวลาเฉลี่ย, ปริมาณรถส่วนเกินและปริมาณรถสะสม ของโรงงานตัวอย่าง M9
เมื่อปรับเปลี่ยนปริมาณรถหมุนเวียนในระบบที่ระดับต่างๆ.....143
รูปที่ 7.25 ปริมาณอ้อยเข้าสู่โรงงานตัวอย่าง M9
เมื่อปรับเปลี่ยนปริมาณรถหมุนเวียนในระบบที่ระดับต่างๆ.....143
รูปที่ 7.26 เวลาเฉลี่ย, ปริมาณรถส่วนเกินและปริมาณรถสะสม ของโรงงานตัวอย่าง M10
เมื่อปรับเปลี่ยนปริมาณรถหมุนเวียนในระบบที่ระดับต่างๆ.....145
รูปที่ 7.27 ปริมาณอ้อยเข้าสู่โรงงานตัวอย่าง M10
เมื่อปรับเปลี่ยนปริมาณรถหมุนเวียนในระบบที่ระดับต่างๆ.....145
รูปที่ ก1 โครงสร้างแบบจำลองของโรงงานน้ำตาลตัวอย่าง M1.....158
รูปที่ ก2 แบบจำลองของโรงงานน้ำตาลตัวอย่าง M1.....160
รูปที่ ก3 โครงสร้างแบบจำลองของโรงงานน้ำตาลตัวอย่าง M2.....161
รูปที่ ก4 แบบจำลองของโรงงานน้ำตาลตัวอย่าง M2.....164
รูปที่ ก5 โครงสร้างแบบจำลองของโรงงานน้ำตาลตัวอย่าง M3.....165
รูปที่ ก6 แบบจำลองของโรงงานน้ำตาลตัวอย่าง M3.....167
รูปที่ ก7 โครงสร้างแบบจำลองของโรงงานน้ำตาลตัวอย่าง M4.....168
รูปที่ ก8 แบบจำลองของโรงงานน้ำตาลตัวอย่าง M4.....170
รูปที่ ก9 โครงสร้างแบบจำลองของโรงงานน้ำตาลตัวอย่าง M5.....171

หน้า

รูปที่ ก10 แบบจำลองของโรงงานน้ำตาลตัวอย่าง M5 173
รูปที่ ก11 โครงสร้างแบบจำลองของโรงงานน้ำตาลตัวอย่าง M6 174
รูปที่ ก12 แบบจำลองของโรงงานน้ำตาลตัวอย่าง M6 176
รูปที่ ก13 โครงสร้างแบบจำลองของโรงงานน้ำตาลตัวอย่าง M7 177
รูปที่ ก14 แบบจำลองของโรงงานน้ำตาลตัวอย่าง M7 179
รูปที่ ก15 โครงสร้างแบบจำลองของโรงงานน้ำตาลตัวอย่าง M8 180
รูปที่ ก16 แบบจำลองของโรงงานน้ำตาลตัวอย่าง M8 182
รูปที่ ก18 โครงสร้างแบบจำลองของโรงงานน้ำตาลตัวอย่าง M9 183
รูปที่ ก18 แบบจำลองของโรงงานน้ำตาลตัวอย่าง M9 186
รูปที่ ก19 โครงสร้างแบบจำลองของโรงงานน้ำตาลตัวอย่าง M10 187
รูปที่ ก20 แบบจำลองของโรงงานน้ำตาลตัวอย่าง M10 189
รูปที่ ง1 ปริมาณรถเข้าสู่โรงงานเฉลี่ยในแต่ละชั่วโมงของโรงงานตัวอย่าง M1(คิวล็อค) 203
รูปที่ ง2 ปริมาณรถเข้าสู่โรงงานเฉลี่ยในแต่ละชั่วโมงของโรงงานตัวอย่าง M2 (คิวล็อค) 203
รูปที่ ง3 ปริมาณรถเข้าสู่โรงงานเฉลี่ยในแต่ละชั่วโมงของโรงงานตัวอย่าง M3 (คิวเสรี) 204
รูปที่ ง4 ปริมาณรถเข้าสู่โรงงานเฉลี่ยในแต่ละชั่วโมงของโรงงานตัวอย่าง M4 (คิวล็อค) 204
รูปที่ ง5 ปริมาณรถเข้าสู่โรงงานเฉลี่ยในแต่ละชั่วโมงของโรงงานตัวอย่าง M5 (คิวล็อค) 205
รูปที่ ง6 ปริมาณรถเข้าสู่โรงงานเฉลี่ยในแต่ละชั่วโมงของโรงงานตัวอย่าง M6 (คิวล็อค) 205
รูปที่ ง7 ปริมาณรถเข้าสู่โรงงานเฉลี่ยในแต่ละชั่วโมงของโรงงานตัวอย่าง M7 (คิวเสรี) 206
รูปที่ ง8 ปริมาณรถเข้าสู่โรงงานเฉลี่ยในแต่ละชั่วโมงของโรงงานตัวอย่าง M8 (คิวเสรี) 206
รูปที่ ง9 ปริมาณรถเข้าสู่โรงงานเฉลี่ยในแต่ละชั่วโมงของโรงงานตัวอย่าง M9 (คิวเสรี) 207
รูปที่ ง10 ปริมาณรถเข้าสู่โรงงานเฉลี่ยในแต่ละชั่วโมงของโรงงานตัวอย่าง M10 (คิวเสรี) 207