

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ



247263



การศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงปัจจัยในการใช้งาน AGV
ต่อประสิทธิภาพของระบบการผลิต

EFFECTS OF FACTORS IN THE USE OF AGV ON
PRODUCTION SYSTEM PERFORMANCE

สุทธิพงศ์ แสนละเอียด

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสุรนารี

พ.ศ. 2553

600251886

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ



247263

**การศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงปัจจัยในการใช้งาน AGV
ต่อประสิทธิภาพของระบบการผลิต**

สุทธิพงศ์ แสนละเอียด



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

พ.ศ. 2553

**Effects of Factors in the use of AGV on
Production System Performance**

Suthipong Sanla-iad

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Sciences
Department of Engineering Management
Graduate School, Dhurakij Pundit University**

2010



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงปัจจัยในการใช้งาน AGV
ต่อประสิทธิภาพของระบบการผลิต

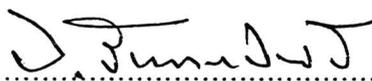
เสนอโดย สุทธิพงศ์ แสนละเอียด

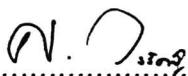
สาขาวิชา การจัดการทางวิศวกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภรัชชัช วรรณัน

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม อาจารย์ ดร.ธีรเดช วุฒิพรพันธ์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดยคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์แล้ว


.....ประธานกรรมการ
(อาจารย์ ดร.ประศาสน์ จันทราทิพย์)


.....กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภรัชชัช วรรณัน)


.....กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
(อาจารย์ ดร.ธีรเดช วุฒิพรพันธ์)


.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพฑูรย์ สิริโอฬาร)

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว


..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.ธนิศา จิตรน้อมรัตน์)

วันที่ 25 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2553.....

หัวข้อวิทยานิพนธ์	: การศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงปัจจัยในการใช้งาน AGV ต่อประสิทธิภาพของระบบการผลิต
ชื่อผู้เขียน	: นายสุทธิพงศ์ แสนละเอียด
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	: ผศ.ดร. ศุภรัชชัย วรรัตน์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	: ดร. ชีรเดช วุฒิพรพันธ์
สาขาวิชา	: การจัดการทางวิศวกรรม
ปีการศึกษา	: 2553

บทคัดย่อ

247263

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการศึกษาถึงผลกระทบจากปัจจัยต่างๆ ที่ใช้ในการควบคุมรถขนถ่ายอัตโนมัติ (Automated Guided Vehicle (AGV)) ในระบบการผลิต โดยวิธีการสร้างแบบจำลองปัญหาด้วยโปรแกรม Arena ร่วมกับวิธีการออกแบบการทดลองเชิงแฟคทอเรียล โดยผู้วิจัยได้ศึกษาปัจจัยในการควบคุมรถ AGV ที่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการผลิต 3 ปัจจัย ได้แก่ จำนวนรถ AGV กฎเกณฑ์การหยิบชิ้นงาน และกฎเกณฑ์การวางชิ้นงาน ซึ่งปัจจัยเหล่านี้จะถูกนำไปทำการทดลอง เพื่อเปรียบเทียบผลกระทบจากปัจจัยต่างๆ โดยใช้ค่าวัดประสิทธิภาพการทำงานของระบบจำนวน 6 ค่า ได้แก่ ผลผลิตที่ได้รับ เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการผลิต เวลาล่าช้ารวมที่เกิดขึ้น เวลาเสร็จเร็วกว่ากำหนดรวม ประสิทธิภาพการใช้งาน AGV และจำนวนชิ้นงานที่ค้างในระบบ จากการศึกษาพบว่าทั้ง 3 ปัจจัย ส่งผลกระทบต่อค่าวัดประสิทธิภาพทุกๆ ค่าอย่างมีนัยสำคัญ การเพิ่มจำนวนรถ AGV ส่งผลให้ผลผลิตที่ได้รับและเวลาดำเนินการเสร็จเร็วกว่ากำหนดรวมเพิ่มขึ้น ในขณะที่เวลาล่าช้ารวม เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการผลิต จำนวนชิ้นงานที่ค้างในระบบ และค่าวัดประสิทธิภาพการใช้งาน AGV มีค่าลดลง การใช้กฎเกณฑ์การหยิบชิ้นงานแบบ SPNT จะให้ค่าเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการผลิต จำนวนชิ้นงานที่ค้างในระบบ เวลาดำเนินการล่าช้ากว่ากำหนด เวลาดำเนินการเสร็จเร็วกว่ากำหนดรวม และผลผลิตที่ได้รับลดลงกว่าแบบ FCFS การใช้กฎเกณฑ์การวางชิ้นงานแบบ SPNT จะให้ค่าเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการผลิต จำนวนชิ้นงานที่ค้างในระบบ และเวลาดำเนินการล่าช้ากว่ากำหนดลดลง ในขณะที่จะให้ค่าวัดประสิทธิภาพเวลาดำเนินการเสร็จเร็วกว่ากำหนดและผลผลิตที่ได้รับเพิ่มขึ้นมากกว่าแบบ FCFS ส่วนค่าวัดประสิทธิภาพการใช้งาน AGV ที่ได้จากกฎเกณฑ์การหยิบและกฎเกณฑ์การวางไม่มีความแตกต่างกัน โดยในการวิจัยครั้งนี้จะทำการทดลองที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

Thesis Title : Effects of Factors in the use of AGV on
Production System Performance
Author : Mr. Suthipong Sanla-iad
Thesis Advisor : Asst.Prof.Suparatchai Vorarat, Ph.D
Thesis Co-Advisor : Dr.Teeradej Wuttiornpun
Department : Engineering Management
Academic Year : 2010

ABSTRACT

247263

An objective of this research is to study the effects of controlled factors of Automated Guided Vehicle (AGV) on production system performance. A simulation modeling by Arena and general factorial design are used to construct the model, evaluate, and analyze the effects of each factor on performance measures so that these factors will be selected properly to obtain the desired performance. There are three factors in this research namely, number of AGV, pick-up rules, and drop-off rules. These factors are tested and evaluated using 6 performance measures namely, throughput, mean flow-time, tardiness, earliness, AGV utilization, and number of work-in-process (WIP). The results show that all factors affect on performance measures significantly. Increasing number of AGV results in higher throughput and earliness whereas, the tardiness, mean flow-time, number of WIP, and AGV Utilization are lower. Using the pick-up rule called SPNT results in lower mean flow time, tardiness, number of WIP, earliness, and throughput than using the FCFS rule. When the drop-off rule called SPNT is applied, the mean flow-time, tardiness, and number of WIP are lower whereas, the earliness and throughput are higher comparing to the drop-off rule named FCFS. For the AGV Utilization, both pick-up and drop-off rules are insignificant. This research is estimated at significant 95%.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ด้วยความช่วยเหลือจากท่านอาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์ ศศ.ดร.ศุภรัชชัย วรรัตน์ และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมอาจารย์ ดร.ธีรเดช วุฒิพรพันธ์ ที่กรุณาสละเวลาให้แนวคิดและคำแนะนำต่างๆ ตลอดจนตรวจสอบข้อบกพร่องในการทำวิจัย อันเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยในครั้งนี้

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ คุณจักรพันธ์ สุริยกุล ณ อยุธยา ที่ให้ความช่วยเหลือทางด้านการใช้งาน โปรแกรม Arena รวมทั้งคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี

นอกจากนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณ คณะอาจารย์ภาควิชาการจัดการทางวิศวกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ ที่ให้คำปรึกษาและคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยครั้งนี้และ เพื่อนๆ นักศึกษาปริญญาโท วิศวกรรมอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ สำหรับแนวคิดและกำลังใจที่ดี รวมทั้งผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ทุกท่าน

ท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณบิดา มารดา ซึ่งสนับสนุนทางการเงินและเป็นกำลังใจให้แก่ผู้วิจัยเสมอมาจนงานวิจัยครั้งนี้ประสบความสำเร็จ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ณ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ง
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญภาพ.....	ฉ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....	3
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย.....	3
1.4 ประโยชน์ของงานวิจัย.....	4
1.5 วิธีดำเนินการวิจัย.....	4
1.6 สมมุติฐานการทดลอง.....	4
1.7 แผนการดำเนินการวิจัย.....	5
1.8 คำศัพท์เฉพาะ.....	6
บทที่	
2 แนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
2.1 กระบวนการผลิต.....	7
2.2 หลักการใช้งานและการควบคุมความปลอดภัยของรถ AGV.....	13
2.3 ทฤษฎีว่าด้วยการจำลองสถานการณ์ (Simulation).....	17
2.4 ประเภทของแบบจำลองในการจำลองสถานการณ์.....	18
2.5 โปรแกรม Arena.....	20
2.6 การออกแบบการทดลองเชิงแฟคทอเรียล.....	22
2.7 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	24
บทที่	
3 ระเบียบวิธีวิจัย.....	31
3.1 ข้อกำหนดพื้นฐานของแบบจำลองปัญหา.....	31

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
3.2 หลักการทำงานของระบบ.....	33
3.3 ความสัมพันธ์ระหว่างกฎเกณฑ์การหยิบ และกฎเกณฑ์การวางชิ้นงาน.....	42
3.4 ส่วนประกอบของแบบจำลองปัญหา.....	55
3.5 การออกแบบการทดลอง.....	64
4 ผลการศึกษา.....	69
4.1 การวิเคราะห์ผลกระทบจากปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง.....	69
4.2 การวิเคราะห์ผลกระทบที่เกี่ยวข้องกับค่าเฉลี่ยของผลการทดลอง.....	70
บทที่	
5 สรุปผลการศึกษา.....	80
5.1 สรุปผลการศึกษา.....	80
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	83
บรรณานุกรม.....	84
ภาคผนวก.....	89
ตารางผลการทดลองทั้ง 40 การทดลอง.....	90
การตรวจสอบความถูกต้องของผลการทดลอง.....	91
ประวัติผู้วิจัย.....	102

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.1	ขั้นตอนการดำเนินงานและระยะเวลาการดำเนินงานวิจัย.....	6
2.1	ความแตกต่างระหว่างปัจจัยของผู้วิจัยแต่ละท่านที่ ใช้ในการทดลอง.....	30
3.1	ขั้นตอนการผลิตของชิ้นงานแต่ละชนิด และ เวลาที่ต้องใช้ในแต่ละสถานี.....	35
3.2	ลำดับการทดลองทั้ง 8 รูปแบบ.....	65
3.3	ประสิทธิภาพของระบบภายใต้ค่าประสิทธิภาพที่ใช้วัดผล.....	66
4.1	การวิเคราะห์ผลกระทบจากปัจจัยที่ได้ทำการทดลอง.....	70
4.2	ค่าเฉลี่ยและลำดับของค่าวัดประสิทธิภาพจากปัจจัยจำนวนรถ AGV.....	71
4.3	ค่าเฉลี่ยและลำดับของค่าวัดประสิทธิภาพจากปัจจัย กฎเกณฑ์การหยิบชิ้นงาน.....	72
4.4	ค่าเฉลี่ยและลำดับของค่าวัดประสิทธิภาพจากปัจจัย กฎเกณฑ์การวางชิ้นงาน.....	73
4.5	ค่าเฉลี่ยและลำดับของค่าวัดประสิทธิภาพจากการใช้ปัจจัย จำนวนรถ AGV ร่วมกับ กฎเกณฑ์การหยิบชิ้นงาน.....	75
4.6	ค่าเฉลี่ยและลำดับของค่าวัดประสิทธิภาพจากปัจจัย จำนวนรถ AGV ร่วมกับกฎเกณฑ์การวางชิ้นงาน.....	76
4.7	ค่าเฉลี่ยและลำดับของค่าวัดประสิทธิภาพจากปัจจัย กฎเกณฑ์การหยิบชิ้นงานกับกฎเกณฑ์การวางชิ้นงาน.....	78
5.1	การสรุปผลจากปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง.....	80
6.1	ผลการทดลองทั้ง 40 การทดลอง.....	90

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1 ตัวอย่างของรถ AGV.....	2
2.1 กระบวนการผลิตแบบต่อเนื่อง (Continuous process) ในการผลิตเหล็ก.....	8
2.2 กระบวนการผลิตแบบไม่ต่อเนื่อง (Intermittent process) หรือการผลิตตามใบสั่งซื้อ.....	9
2.3 กระบวนการผลิตแบบทำซ้ำ (Repetitive process).....	10
2.4 กระบวนการผลิตแบบโครงการ (Project-type process) ในอุตสาหกรรมต่อเรือ.....	10
2.5 รูปแบบแผนผังตามกระบวนการผลิต (Process Layout).....	11
2.6 รูปแบบแผนผังตามผลิตภัณฑ์ (Product Layout).....	12
2.7 รูปแบบแผนผังผลิตภัณฑ์อยู่กับที่ (Fixed Product Layout).....	13
2.8 ตัวอย่างรถ AGV แบบ Driver Train.....	14
2.9 ตัวอย่างรถ AGV แบบ Pallet Truck.....	14
2.10 ตัวอย่างรถ AGV แบบ Unit Load Carrier.....	15
2.11 วิธีการตรวจจับรถ AGV ที่อยู่ข้างหน้า (On-Board Vehicle Sensing หรือ Forward Sensing).....	16
2.12 วิธีการป้องกันการชนกันของรถ AGV แบบ กันโซน (Zone Blocking).....	17
2.13 หน้าจอการทำงานของ โพรแกรม Arena.....	21
2.14 ผลการทดลองจากการใช้โพรแกรม Arena.....	21
2.15 การออกแบบเชิงเฟคทอเรียล 2 ปีจจัย.....	23
2.16 การออกแบบเชิงเฟคทอเรียลแบบ 2 ปีจจัย(มีอันตรกิริยา).....	24
2.17 การเปลี่ยนระดับของปีจจัยร่วมทีละปีจจัยตามลำดับ.....	24
3.1 รูปแบบจำลองแผนผังโรงงาน.....	33
3.2 โฟลว์ชาร์ท(Flow Chart) หลักการทำงานของระบบ.....	34
3.3 โฟลว์ชาร์ท(Flow Chart) การจัดชิ้นงานเข้าสู่ระบบ.....	34

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3.4 โฟลว์ชาร์ท(Flow Chart) กฎเกณฑ์การเลือกใช้งาน AGV แบบ SD/FCFS.....	36
3.5 โฟลว์ชาร์ท(Flow Chart) การป้องกัน Deadlock ด้วย กฎเกณฑ์ Next and NextNext.....	36
3.6 โฟลว์ชาร์ท (Flow Chart) กฎเกณฑ์การหยิบชิ้นงาน แบบ FCFS.....	38
3.7 โฟลว์ชาร์ท (Flow Chart) กฎเกณฑ์การหยิบชิ้นงาน แบบ SPNT.....	39
3.8 โฟลว์ชาร์ท (Flow Chart) กฎเกณฑ์การวางชิ้นงาน แบบ FCFS.....	40
3.9 โฟลว์ชาร์ท (Flow Chart) กฎเกณฑ์การวางชิ้นงาน แบบ SPNT.....	41
3.10 โฟลว์ชาร์ท(Flow Chart) การเลือกใช้กฎเกณฑ์การหยิบชิ้นงาน แบบ FCFS ร่วมกับกฎเกณฑ์การวางชิ้นงานแบบ FCFS.....	43
3.11 โฟลว์ชาร์ท(Flow Chart) การเลือกใช้กฎเกณฑ์การหยิบชิ้นงาน แบบ FCFS ร่วมกับกฎเกณฑ์การวางชิ้นงานแบบ SPNT.....	46
3.12 โฟลว์ชาร์ท(Flow Chart) การเลือกใช้กฎเกณฑ์การหยิบชิ้นงาน แบบ SPNT ร่วมกับกฎเกณฑ์การวางชิ้นงานแบบ FCFS.....	49
3.13 โฟลว์ชาร์ท(Flow Chart) การเลือกใช้กฎเกณฑ์การหยิบชิ้นงาน แบบ SPNT ร่วมกับกฎเกณฑ์การวางชิ้นงานแบบ SPNT.....	52
3.14 ส่วนควบคุมการทำงานของระบบ.....	55
3.15 ส่วนประกอบของ โมดูลในส่วนที่ 1 ทั้งหมด.....	56
3.16 ส่วนประกอบของ โมดูลในส่วนที่ 2 ทั้งหมด.....	56
3.17 ส่วนประกอบของ โมดูลในส่วนที่ 3 ทั้งหมด.....	57
3.18 ส่วนประกอบของ โมดูลในส่วนที่ 4 ทั้งหมด.....	57
3.19 ส่วนประกอบของ โมดูลในส่วนที่ 5 ทั้งหมด.....	58
3.20 ส่วนประกอบของ โมดูลในส่วนที่ 6 ทั้งหมด.....	58

สารบัญญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3.21 ส่วนประกอบของโมดูลในส่วนที่ 7 ทั้งหมด.....	59
3.22 ส่วนประกอบของโมดูลในส่วนที่ 8 ทั้งหมด.....	59
3.23 ส่วนประกอบของโมดูลในส่วนที่ 9 ทั้งหมด.....	60
3.24 ส่วนประกอบของโมดูลในส่วนที่ 10 ทั้งหมด.....	60
3.25 ส่วนประกอบของโมดูลในส่วนที่ 11 ทั้งหมด.....	60
3.26 ส่วนประกอบของโมดูลในส่วนที่ 12 ทั้งหมด.....	61
3.27 ส่วนประกอบของโมดูลในส่วนที่ 13 ทั้งหมด.....	61
3.28 ส่วนของการแสดงผล.....	63
3.29 โฟลว์ชาร์ท (Flow Chart) การทำงานของ AGV.....	67
4.1 กราฟปัจจัยจำนวนรถ AGV ที่ส่งผลต่อ ค่าวัดประสิทธิภาพของระบบ.....	71
4.2 กราฟปัจจัยกฎเกณฑ์การหยิบชิ้นงานที่ส่งผลต่อ ค่าวัดประสิทธิภาพของระบบ.....	73
4.3 กราฟปัจจัยกฎเกณฑ์การวางชิ้นงานที่ส่งผลต่อ ค่าวัดประสิทธิภาพของระบบ.....	74
4.4 กราฟปัจจัยร่วมจำนวนรถ AGV กับกฎเกณฑ์การหยิบชิ้นงาน ที่ส่งผลต่อค่าวัดประสิทธิภาพของระบบ.....	75
4.5 กราฟปัจจัยร่วมระหว่างจำนวนรถ AGV กับกฎเกณฑ์การวางชิ้นงาน ที่ส่งผลต่อค่าวัดประสิทธิภาพของระบบ.....	77
4.6 กราฟปัจจัยร่วมระหว่างกฎเกณฑ์การหยิบชิ้นงานกับกฎเกณฑ์การวาง ชิ้นงานที่ส่งผลต่อค่าวัดประสิทธิภาพของระบบ.....	77
6.1 กราฟการกระจายแบบปกติของค่า Residual จากค่า AGV Utilization.....	92
6.2 กราฟการกระจายแบบปกติของค่า Residual จากค่า Flow Time.....	92
6.3 กราฟการกระจายแบบปกติของค่า Residual จากค่า WIP.....	93
6.4 กราฟการกระจายแบบปกติของค่า Residual จากค่า Earliness.....	93

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
6.5 กราฟการกระจายแบบปกติของค่า Residual จากค่า Tardiness.....	93
6.6 กราฟการกระจายแบบปกติของค่า Residual จากค่า Throughput.....	94
6.7 กราฟฮิสโตแกรม (Histogram) ของค่า Residual จากค่า AGV Utilization.....	94
6.8 กราฟฮิสโตแกรม (Histogram) ของค่า Residual จากค่า Flow Time.....	95
6.9 กราฟฮิสโตแกรม (Histogram) ของค่า Residual จากค่า WIP.....	95
6.10 กราฟฮิสโตแกรม (Histogram) ของค่า Residual จากค่า Earliness.....	95
6.11 กราฟฮิสโตแกรม (Histogram) ของค่า Residual จากค่า Tardiness.....	96
6.12 กราฟฮิสโตแกรม (Histogram) ของค่า Residual จากค่า Throughput.....	96
6.13 กราฟการกระจายของค่า Residual จากค่า AGV Utilization.....	97
6.14 กราฟการกระจายของค่า Residual จากค่า Flow Time.....	97
6.15 กราฟการกระจายของค่า Residual จากค่า WIP.....	97
6.16 กราฟการกระจายของค่า Residual จากค่า Earliness.....	98
6.17 กราฟการกระจายของค่า Residual จากค่า Tardiness.....	98
6.18 กราฟการกระจายของค่า Residual จากค่า Throughput.....	98
6.19 กราฟการกระจายของค่าส่วนตกค้าง (Residuals) เทียบกับ Fitted Value จากค่า AGV Utilization.....	99
6.20 กราฟการกระจายของค่าส่วนตกค้าง (Residuals) เทียบกับ Fitted Value จากค่า Flow Time.....	99
6.21 กราฟการกระจายของค่าส่วนตกค้าง (Residuals) เทียบกับ Fitted Value จากค่า WIP.....	100
6.22 กราฟการกระจายของค่าส่วนตกค้าง (Residuals) เทียบกับ Fitted Value จากค่า Earliness.....	100

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
6.23 กราฟการกระจายของค่าส่วนตกค้าง (Residuals) เทียบกับ Fitted Value จากค่า Tardiness.....	100
6.24 กราฟการกระจายของค่าส่วนตกค้าง (Residuals) เทียบกับ Fitted Value จากค่า Throughput.....	101