# การจัดตารางการผลิตแบบโต้ตอบภายใต้เงื่อนไขการผลิตที่มีความไม่แน่นอน

นาย สมโภชน์ แซ่น้ำ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2542

ISBN 974-332-797-5

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I18466614

# INTERACTIVE PRODUCTION SCHEDULING UNDER UNCERTIAN PRODUCTION CONDITIONS

Mr. Sompoch Saena

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering in Industrial Engineering
Department of Industrial Engineering
Graduate School
Chulalongkorn University
Academic Year 1999

ISBN 974-332-797-5

**หัวข้อวิทยานิพนธ์** การจัดตารางการผลิตแบบโต้ตอบภายใต้เงื่อนไขการผลิตที่มีความไม่แน่นอน
**โดย** นาย สมโภชน์ แซ่น้ำ
**ภาควิชา** วิศวกรรมอุตสาหการ
**อาจารย์ที่ปรึกษา** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปารเมศ ชุติมา

---

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุชาดา กีระนันทน์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ จรูญ มหิทธาฟองกุล)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปารเมศ ชุติมา)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ จิรพัฒน์ เงาประเสริฐวงศ์)

เอกสารต้นฉบับเพื่อการศึกษาภายในกรอบเสียน

**สมโภชน์ แซ่น้า : การจัดตารางการผลิตแบบโต้ตอบภายใต้เงื่อนไขการผลิตที่มีความไม่แน่นอน (INTERACTIVE PRODUCTION SCHEDULING UNDER UNCERTAIN PRODUCTION CONDITIONS) อ.ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.ปารเมศ ชุติมา, 223 หน้า. ISBN 974-332-797-5.**

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาผลกระทบของความไม่แน่นอนและหาวิธีการจัดการกับความไม่แน่นอนที่เกิดขึ้น โดยมีความไม่แน่นอนที่ศึกษาทั้งหมด 8 ประเภทคือ การเพิ่มงาน การยกเลิกงาน การเพิ่มจำนวนการผลิต การลดจำนวนการผลิต การขาดแคลนวัตถุดิบ พนักงานหยุดงาน การเลื่อนเวลาส่งมอบให้เร็วขึ้น และการเลื่อนเวลาส่งมอบให้ช้าลง ตัววัดผลที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของตารางการผลิตมี 5 ตัว ได้แก่ เวลาการไหลของงานโดยเฉลี่ย เวลาสายของงานโดยเฉลี่ย เวลาล่าช้าของงานโดยเฉลี่ย จำนวนงานล่าช้า และอัตราการใช้งานเครื่องจักร

งานวิจัยนี้แบ่งการทดลองทั้งหมดออกเป็น 3 การทดลอง ประกอบด้วย การศึกษาการจัดตารางการผลิตโดยปราศจากความไม่แน่นอน การศึกษาผลกระทบของความไม่แน่นอน และการศึกษาหาวิธีการจัดการกับความไม่แน่นอน

การศึกษาการจัดตารางการผลิตโดยปราศจากความไม่แน่นอน เป็นการศึกษาหากฎและวิธีการจัดตารางการผลิตที่ให้ประสิทธิภาพตารางการผลิตที่ดี จากการศึกษาพบว่ากฎและวิธีการจัดตารางการผลิตเป็นปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของตารางการผลิต กฎและวิธีจัดตารางการผลิตที่ให้ประสิทธิภาพของตารางการผลิตโดยรวมดี คือ กฎ SMT ด้วยวิธีจัดตารางการผลิตแบบนอนดีเลย์

จากการศึกษาผลกระทบของความไม่แน่นอน 8 ประเภทข้างต้นพบว่า เมื่อเกิดความไม่แน่นอนประเภทเพิ่มงาน การเพิ่มจำนวนการผลิต การขาดแคลนวัตถุดิบ พนักงานหยุดงาน และเลื่อนเวลาส่งมอบงานให้เร็วขึ้น จะส่งผลกระทบให้ประสิทธิภาพตารางการผลิตโดยรวมเลวลง ส่วนการยกเลิกงาน การลดจำนวนการผลิต และเลื่อนเวลาส่งมอบงานให้ช้าลง จะส่งผลกระทบให้ประสิทธิภาพตารางการผลิตโดยรวมดีขึ้น

สำหรับการศึกษาหาวิธีจัดการกับความไม่แน่นอน จะพิจารณาจากวิธีการจัดการกับความไม่แน่นอน 4 วิธี ได้แก่การจัดตารางการผลิตใหม่โดยใช้กฎ LWKR, SMT, STPT ด้วยวิธีการจัดตารางการผลิตแบบนอนดีเลย์ และการจัดตารางการผลิตแบบโต้ตอบ จากการศึกษาพบว่าเมื่อมีความไม่แน่นอนทั้ง 8 ประเภทเกิดขึ้น วิธีจัดการกับความไม่แน่นอนทั้ง 4 วิธี ให้ประสิทธิภาพตารางการผลิตโดยรวมดีขึ้น วิธีการทั้งหมดมีประสิทธิภาพในการจัดการกับความไม่แน่นอนไม่แตกต่างกัน โดยปัจจัยที่มีผลต่อการทดลองนี้คือปัจจัยด้านประสิทธิภาพของตารางการผลิตก่อนเกิดความไม่แน่นอน

| | |
|---|---|
| **ภาควิชา** วิศวกรรมอุตสาหการ | **ลายมือชื่อนิสิต** ..... |
| **สาขาวิชา** วิศวกรรมอุตสาหการ | **ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา** ..... |
| **ปีการศึกษา** 2542 | **ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม** ..... |

บทคัดย่อและบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวเป็นบทคัดย่อที่ผ่านการอนุมัติ

## 3971980321: MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING
KEY WORD: SCHEDULING / PRODUCTION SCHEDULING / UNCERTAIN PRODUCTION CONDITIONS / INTERACTIVE SCHEDULING / RESCHEDULE / SCHEDULING PROGRAM

SOMPOCH SAENA : INTERACTIVE PRODUCTION SCHEDULING UNDER UNCERTAIN PRODUCTION CONDITIONS . THESIS ADVISOR: ASST. PROF. PARAMES CHUTIMA, Ph.D. 223 pp. ISBN 974-332-797-5.

Production scheduling is an important activity in production planning and control. A low efficiency scheduling leads to high production cost. Generally, uncertainty in production occurs and affects the production efficiency. The objectives of this research are to study the effects of uncertainty and find a method to deal with uncertainty. This research studies 8 uncertainties: 'Added job', 'Cancelled job', 'Increased order', 'Decreased order', 'Material shortage', 'Worker absent', 'Shift due date forward' and 'Shift due date backward'. The 5 measures of performance used to evaluate scheduling efficiency are 'Mean Flow Time', 'Mean Lateness', 'Mean Tardiness', 'Number of tardy job' and 'Machine Utilization'.

Three experiments are conducted in this research. The first experiment is to study scheduling without uncertain condition. The second studies the effect of uncertainty and the last studies the method to deal with uncertainty.

The first experiment aims to find out rule and schedule's type which yield the highest efficiency. The result is the schedule using SMT rule and nondelay schedule.

The second experiment is to study the effect of uncertainty. 'Added job', 'Increased Order', 'Lack of material', 'Material shortage' and 'Shift due date forward' which lead to lower efficiency. The other uncertainties contribute higher efficiency.

The last experiment is to study the method to deal with uncertainty by determining it from 4 methods, in which 3 methods are rescheduled by using LWKR, SMT, STPT rules with nondelay schedule and one method using interactive scheduling. From the study, the efficiency of scheduling before uncertainty occurs is a factor which effects this part. There is no significant differences between the four methods, and these 4 methods yield better efficiency.

| | |
|---|---|
| ภาควิชา INDUSTRIAL ENGINEERING | ลายมือชื่อนิสิต |
| สาขาวิชา INDUSTRIAL ENGINEERING | ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา |
| ปีการศึกษา 1999 | ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม |

# กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เนื่องมาจากความกรุณาของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปารเมศ ชุติมา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้ความรู้ คำปรึกษา ตลอดจนอุปกรณ์และสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการทำวิทยานิพนธ์

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์จรูญ มหิทธาฟองกุล ประธานคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย และผู้ช่วยศาสตราจารย์จิรพัฒน์ เงาประเสริฐวงศ์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ให้ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะสำหรับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบคุณ คุณอภินันทนา อุดมศักดิกุล ที่กรุณาช่วยเหลือในการจัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์ ตลอดจนถึงเพื่อนๆ พี่ๆ นิสิตภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ที่ได้ให้คำแนะนำและกำลังใจด้วยดีตลอดมา

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณบิดามารดา ผู้ซึ่งให้กำลังใจและสนับสนุนด้านการเงินจนกระทั่งวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลง

# สารบัญ


หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ จ

กิตติกรรมประกาศ ฉ

สารบัญตาราง ช

สารบัญรูป ฎ

บทที่

1 บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....4

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย.....4

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....5

1.5 วิธีดำเนินการวิจัย.....6

2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดตารางการผลิต..... 7

2.1.2 การประยุกต์ใช้ฟัซซี่ลอจิกกับการจัดตารางการผลิต.....18

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 22

3 โครงสร้างโปรแกรมการจัดตารางการผลิต

3.1 กระบวนการจัดตารางการผลิต..... 29

3.2 ข้อมูลที่ใช้ในการจัดตารางการผลิต..... 31

3.3 องค์ประกอบของโปรแกรมการจัดตารางการผลิต..... 33

3.4 รายละเอียดของโปรแกรมการจัดตารางการผลิต..... 43

4 การจัดตารางการผลิตภายใต้เงื่อนไขที่ปราศจากความไม่แน่นอน

4.1 วัตถุประสงค์.....45

4.2 สมมติฐานการทดลอง..... 45

4.3 วิธีการทดลอง.....47

4.4 ผลการทดลอง.....47

4.5 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ.....56

4.6 สรุปผลการทดลอง..... 57

5 การศึกษากระทบของความไม่แน่นอนที่มีต่อตารางการผลิต

5.1 การศึกษาผลกระทบของการเพิ่มงานที่มีต่อตารางการผลิต..... 61

# สารบัญ (ต่อ)

หน้า


5.2 การศึกษาผลกระทบของการยกเลิกงานที่มีต่อตารางการผลิต..... 65
5.3 การศึกษาผลกระทบของการเพิ่มจำนวนการผลิตที่มีต่อตารางการผลิต..... 69
5.4 การศึกษาผลกระทบของการลดจำนวนการผลิตที่มีต่อตารางการผลิต.....72
5.5 การศึกษาผลกระทบของการขาดแคลนวัตถุดิบที่มีต่อตารางการผลิต.....75
5.6 การศึกษาผลกระทบของพนักงานหยุดงานที่มีต่อตารางการผลิต.....79
5.7 การศึกษาผลกระทบของการเลื่อนเวลาส่งมอบให้เร็วขึ้นที่มีต่อตารางการ ผลิต.....83
5.8 การศึกษาผลกระทบของการเลื่อนเวลาส่งมอบให้ช้าลงที่มีต่อตารางการ ผลิต.....85
5.9 สรุปท้ายบท..... 87
6 การศึกษาหาวิธีการจัดการกับความไม่แน่นอน
6.1 การศึกษาหาวิธีการจัดการกับความไม่แน่นอนประเภทเพิ่มงาน..... 92
6.2 การศึกษาหาวิธีการจัดการกับความไม่แน่นอนประเภทยกเลิกงาน.....96
6.3 การศึกษาหาวิธีการจัดการกับความไม่แน่นอนประเภทเพิ่มจำนวนการผลิต..... 100
6.4 การศึกษาหาวิธีการจัดการกับความไม่แน่นอนประเภทลดจำนวนการผลิต.....104
6.5 การศึกษาหาวิธีการจัดการกับความไม่แน่นอนประเภทขาดแคลนวัตถุดิบ..... 108
6.6 การศึกษาหาวิธีการจัดการกับความไม่แน่นอนประเภทพนักงานหยุดงาน..... 113
6.7 การศึกษาหาวิธีการจัดการกับความไม่แน่นอนประเภทเลื่อนเวลาส่งมอบ ให้เร็วขึ้น..... 118
6.8 การศึกษาหาวิธีการจัดการกับความไม่แน่นอนประเภทเลื่อนเวลาส่งมอบ ให้ช้าลง..... 123
6.9 สรุปท้ายบท..... 128
7 สรุปและข้อเสนอแนะ
7.1 สรุปผลการวิจัย.....131
7.2 ข้อเสนอแนะ.....135
รายการอ้างอิง.....136
ภาคผนวก
ภาคผนวก ก.....138
ภาคผนวก ข..... 144
ภาคผนวก ค..... 155
ภาคผนวก ง..... 180

# สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ประวัติผู้แต่ง..... 223

# สารบัญตาราง


ตารางที่ หน้า

1.1 ตารางแสดงเวลาที่ใช้ในการผลิตในแต่ละขั้นตอนของแต่ละงาน..... 1

1.2 ตารางแสดงเส้นทางการผลิตในแต่ละขั้นตอนของงาน..... 2

2.1 ตารางแสดงสเกลของ Satty พร้อมกับสเกลตัวเลขแบบฟัซซี่..... 19

2.2 ตารางเมตริกซ์เปรียบเทียบ..... 20

4.1 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของกฎและวิธีการจัดตาราง การผลิตที่มีต่อเวลาการไหลของงานโดยเฉลี่ย..... 47

4.2 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบเชิงซ้อนของกฎและวิธีการจัด ตารางการผลิตเมื่อพิจารณาจากเวลาการไหลของงานโดยเฉลี่ยด้วย วิธีการ Duncan's Multiple Range Test..... 48

4.3 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของกฎและวิธีการจัดตาราง การผลิตที่มีต่อเวลาสายของงานโดยเฉลี่ย..... 50

4.4 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบเชิงซ้อนของกฎและวิธีการจัด ตารางการผลิต เมื่อพิจารณาจากเวลาสายของงานโดยเฉลี่ยด้วยวิธีการ Duncan's Multiple Range Test..... 50

4.5 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของกฎและวิธีการจัดตาราง การผลิตที่มีต่อเวลาล่าช้าของงานโดยเฉลี่ย..... 51

4.6 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบเชิงซ้อนของกฎและวิธีการจัด ตารางการผลิต เมื่อพิจารณาจากเวลาล่าช้าของงานโดยเฉลี่ยด้วยวิธีการ Duncan's Multiple Range Test..... 52

4.7 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของกฎและวิธีการจัดตาราง การผลิตที่มีต่อเวลาจำนวนงานล่าช้า..... 53

4.8 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบเชิงซ้อนของกฎและวิธีการจัด ตารางการผลิต เมื่อพิจารณาจากจำนวนงานล่าช้าด้วยวิธีการ Duncan's Multiple Range Test..... 53

4.9 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของกฎและวิธีการจัดตาราง การผลิตที่มีต่ออัตราการใช้งานเครื่องจักร..... 54

4.10 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบเชิงซ้อนของกฎและวิธีการจัด ตารางการผลิต เมื่อพิจารณาจากอัตราการใช้งานเครื่องจักรด้วยวิธีการ Duncan's Multiple Range Test..... 55

4.11 ตารางแสดงกฎและวิธีการจัดตารางการผลิตที่เหมาะสมจำแนกตาม วัตถุประสงค์ของการผลิต..... 58

# สารบัญตาราง (ต่อ)


ตารางที่ หน้า

5.1 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ด้วยวิธีการเปรียบเทียบเป็นคู่ๆ ของตัววัดผล เมื่อเกิดความไม่แน่นอนประเภทเพิ่มงาน.....62

5.2 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ตำแหน่งการเกิดความไม่แน่นอนของตัววัดผล เมื่อเกิดความไม่แน่นอนประเภทเพิ่มงาน.....62

5.3 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ด้วยวิธีการเปรียบเทียบเป็นคู่ๆ ของตัววัดผล เมื่อเกิดความไม่แน่นอนประเภทยกเลิกงาน.....66

5.4 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ตำแหน่งการเกิดความไม่แน่นอนของตัววัดผล เมื่อเกิดความไม่แน่นอนประเภทยกเลิกงาน.....66

5.5 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ด้วยวิธีการเปรียบเทียบเป็นคู่ๆ ของตัววัดผล เมื่อเกิดความไม่แน่นอนประเภทเพิ่มจำนวนการผลิต..... 70

5.6 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ด้วยวิธีการเปรียบเทียบเป็นคู่ๆ ของตัววัดผล เมื่อเกิดความไม่แน่นอนประเภทลดจำนวนการผลิต..... 73

5.7 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ด้วยวิธีการเปรียบเทียบเป็นคู่ๆ ของตัววัดผล เมื่อเกิดความไม่แน่นอนประเภทขาดแคลนวัตถุดิบ.....76

5.8 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ตำแหน่งการเกิดความไม่แน่นอนของตัววัดผล เมื่อเกิดความไม่แน่นอนประเภทขาดแคลนวัตถุดิบ.....76

5.9 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ด้วยวิธีการเปรียบเทียบเป็นคู่ๆ ของตัววัดผล เมื่อเกิดความไม่แน่นอนประเภทพนักงานหยุดงาน.....80

5.9 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ตำแหน่งการเกิดความไม่แน่นอนของตัววัดผล เมื่อเกิดความไม่แน่นอนประเภทพนักงานหยุดงาน.....80

5.11 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ด้วยวิธีการเปรียบเทียบเป็นคู่ๆ ของตัววัดผล เมื่อเกิดความไม่แน่นอนประเภทเลื่อนเวลาส่งมอบให้เร็วขึ้น..... 84

5.12 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ด้วยวิธีการเปรียบเทียบเป็นคู่ๆ ของตัววัดผล เมื่อเกิดความไม่แน่นอนประเภทเลื่อนเวลาส่งมอบให้ช้าลง..... 86

6.1 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ด้วยวิธีการเปรียบเทียบเป็นคู่ๆ ของตัววัดผล เมื่อจัดการกับความไม่แน่นอนประเภทเพิ่มงาน..... 92

6.2 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบเชิงซ้อนของวิธีการจัดการกับ ความไม่แน่นอนประเภทเพิ่มงาน เมื่อพิจารณาจากเวลาการไหลของงาน โดยเฉลี่ยด้วยวิธีการ Duncan's Multiple Range Test..... 93

6.3 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบเชิงซ้อนของวิธีการจัดการกับ ความไม่แน่นอนประเภทเพิ่มงาน เมื่อพิจารณาจากเวลาสายของงานโดย

# สารบัญตาราง (ต่อ)


ตารางที่ หน้า

เฉลี่ยด้วยวิธีการ Duncan's Multiple Range Test.....93

6.4 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบเชิงซ้อนของวิธีการจัดการกับความไม่แน่นอนประเภทเพิ่มงาน เมื่อพิจารณาจากเวลาล่าช้าของงานโดยเฉลี่ยด้วยวิธีการ Duncan's Multiple Range Test.....94

6.5 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบเชิงซ้อนของวิธีการจัดการกับความไม่แน่นอนประเภทเพิ่มงาน เมื่อพิจารณาจากจำนวนงานล่าช้าด้วยวิธีการ Duncan's Multiple Range Test.....94

6.6 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบเชิงซ้อนของวิธีการจัดการกับความไม่แน่นอนประเภทเพิ่มงาน เมื่อพิจารณาจากอัตราการใช้งานเครื่องจักรด้วยวิธีการ Duncan's Multiple Range Test..... 94

6.7 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ด้วยวิธีการเปรียบเทียบเป็นคู่ๆ ของตัววัดผลเมื่อจัดการกับความไม่แน่นอนประเภทยกเลิกงาน.....96

6.8 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบเชิงซ้อนของวิธีการจัดการกับความไม่แน่นอนประเภทยกเลิกงาน เมื่อพิจารณาจากเวลาการไหลของงานโดยเฉลี่ยด้วยวิธีการ Duncan's Multiple Range Test..... 97

6.9 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบเชิงซ้อนของวิธีการจัดการกับความไม่แน่นอนประเภทยกเลิกงาน เมื่อพิจารณาจากเวลาสายของงานโดยเฉลี่ยด้วยวิธีการ Duncan's Multiple Range Test.....97

6.10 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบเชิงซ้อนของวิธีการจัดการกับความไม่แน่นอนประเภทยกเลิกงาน เมื่อพิจารณาจากเวลาล่าช้าของงานโดยเฉลี่ยด้วยวิธีการ Duncan's Multiple Range Test.....98

6.11 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบเชิงซ้อนของวิธีการจัดการกับความไม่แน่นอนประเภทยกเลิกงาน เมื่อพิจารณาจากจำนวนงานล่าช้าด้วยวิธีการ Duncan's Multiple Range Test..... 98

6.12 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบเชิงซ้อนของวิธีการจัดการกับความไม่แน่นอนประเภทยกเลิกงาน เมื่อพิจารณาจากอัตราการใช้งานเครื่องจักรด้วยวิธีการ Duncan's Multiple Range Test..... 98

6.13 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ด้วยวิธีการเปรียบเทียบเป็นคู่ๆ ของตัววัดผลเมื่อจัดการกับความไม่แน่นอนประเภทเพิ่มจำนวนการผลิต.....100

6.14 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบเชิงซ้อนของวิธีการจัดการกับความไม่แน่นอนประเภทเพิ่มจำนวนการผลิตเมื่อพิจารณาจากเวลาการไหล

# สารบัญตาราง (ต่อ)


ตารางที่ หน้า

ของงานโดยเฉลี่ยด้วยวิธีการ Duncan's Multiple Range Test..... 101

6.15 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบเชิงซ้อนของวิธีการจัดการกับ
ความไม่แน่นอนประเภทเพิ่มจำนวนการผลิตเมื่อพิจารณาจากเวลาสาย
ของงานโดยเฉลี่ยด้วยวิธีการ Duncan's Multiple Range Test..... 101

6.16 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบเชิงซ้อนของวิธีการจัดการกับ
ความไม่แน่นอนประเภทเพิ่มจำนวนการผลิตเมื่อพิจารณาจากเวลาล่าช้า
ของงานโดยเฉลี่ยด้วยวิธีการ Duncan's Multiple Range Test..... 101

6.17 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบเชิงซ้อนของวิธีการจัดการกับ
ความไม่แน่นอนประเภทเพิ่มจำนวนการผลิต เมื่อพิจารณาจากจำนวน
งานล่าช้าด้วยวิธีการ Duncan's Multiple Range Test..... 102

6.18 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบเชิงซ้อนของวิธีการจัดการกับ
ความไม่แน่นอนประเภทเพิ่มจำนวนการผลิต เมื่อพิจารณาจากอัตราการ
ใช้งานเครื่องจักรด้วยวิธีการ Duncan's Multiple Range Test..... 102

6.19 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ด้วยวิธีการเปรียบเทียบเป็นคู่ๆ ของตัววัดผล
เมื่อจัดการกับความไม่แน่นอนประเภทลดจำนวนการผลิต..... 104

6.20 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบเชิงซ้อนของวิธีการจัดการกับ
ความไม่แน่นอนประเภทลดจำนวนการผลิต เมื่อพิจารณาจากเวลาการไหล
ของงานโดยเฉลี่ยด้วยวิธีการ Duncan's Multiple Range Test.....105

6.21 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบเชิงซ้อนของวิธีการจัดการกับ
ความไม่แน่นอนประเภทลดจำนวนการผลิต เมื่อพิจารณาจากเวลาสาย
ของงานโดยเฉลี่ยด้วยวิธีการ Duncan's Multiple Range Test..... 105

6.22 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบเชิงซ้อนของวิธีการจัดการกับ
ความไม่แน่นอนประเภทลดจำนวนการผลิต เมื่อพิจารณาจากเวลาล่าช้า
ของงานโดยเฉลี่ยด้วยวิธีการ Duncan's Multiple Range Test..... 105

6.23 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบเชิงซ้อนของวิธีการจัดการกับ
ความไม่แน่นอนประเภทลดจำนวนการผลิต เมื่อพิจารณาจากจำนวนงาน
ล่าช้าด้วยวิธีการ Duncan's Multiple Range Test..... 106

6.24 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบเชิงซ้อนของวิธีการจัดการกับ
ความไม่แน่นอนประเภทลดจำนวนการผลิตเมื่อพิจารณาจากอัตราการ
ใช้งานเครื่องจักรด้วยวิธีการ Duncan's Multiple Range Test..... 106

6.25 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ด้วยวิธีการเปรียบเทียบเป็นคู่ๆ ของตัววัดผล

# สารบัญตาราง (ต่อ)


ตารางที่ หน้า

เมื่อจัดการกับความไม่แน่นอนประเภทการขาดแคลนวัตถุดิบ..... 109

6.26 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบเชิงซ้อนของวิธีการจัดการกับความไม่แน่นอนประเภทการขาดแคลนวัตถุดิบเมื่อพิจารณาจากเวลาการไหลของงานโดยเฉลี่ยด้วยวิธีการ Duncan's Multiple Range Test..... 109

6.27 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบเชิงซ้อนของวิธีการจัดการกับความไม่แน่นอนประเภทการขาดแคลนวัตถุดิบ เมื่อพิจารณาจากเวลาสายของงานโดยเฉลี่ยด้วยวิธีการ Duncan's Multiple Range Test..... 110

6.28 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบเชิงซ้อนของวิธีการจัดการกับความไม่แน่นอนประเภทการขาดแคลนวัตถุดิบ เมื่อพิจารณาจากเวลาล่าช้าของงานโดยเฉลี่ยด้วยวิธีการ Duncan's Multiple Range Test..... 110

6.29 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบเชิงซ้อนของวิธีการจัดการกับความไม่แน่นอนประเภทการขาดแคลนวัตถุดิบ เมื่อพิจารณาจากจำนวนงานล่าช้าด้วยวิธีการ Duncan's Multiple Range Test..... 110

6.30 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบเชิงซ้อนของวิธีการจัดการกับความไม่แน่นอนประเภทการขาดแคลนวัตถุดิบ เมื่อพิจารณาจากอัตราการใช้งานเครื่องจักรด้วยวิธีการ Duncan's Multiple Range Test..... 111

6.31 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ด้วยวิธีการเปรียบเทียบเป็นคู่ๆ ของตัววัดผลเมื่อจัดการกับความไม่แน่นอนประเภทยกเลิกงาน..... 114

6.32 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบเชิงซ้อนของวิธีการจัดการกับความไม่แน่นอนประเภทพนักงานหยุดงาน เมื่อพิจารณาจากเวลาการไหลของงานโดยเฉลี่ยด้วยวิธีการ Duncan's Multiple Range Test..... 114

6.33 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบเชิงซ้อนของวิธีการจัดการกับความไม่แน่นอนประเภทพนักงานหยุดงาน เมื่อพิจารณาจากเวลาสายของงานโดยเฉลี่ยด้วยวิธีการ Duncan's Multiple Range Test..... 115

6.34 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบเชิงซ้อนของวิธีการจัดการกับความไม่แน่นอนประเภทพนักงานหยุดงาน เมื่อพิจารณาจากเวลาล่าช้าของงานโดยเฉลี่ยด้วยวิธีการ Duncan's Multiple Range Test..... 115

6.35 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบเชิงซ้อนของวิธีการจัดการกับความไม่แน่นอนประเภทพนักงานหยุดงาน เมื่อพิจารณาจากจำนวนงานล่าช้าด้วยวิธีการ Duncan's Multiple Range Test..... 115

6.36 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบเชิงซ้อนของวิธีการจัดการกับ

# สารบัญตาราง (ต่อ)


ตารางที่ หน้า

ความไม่แน่นอนประเภทพนักงานหยุดงาน เมื่อพิจารณาจากอัตราการใช้งานเครื่องจักรด้วยวิธีการ Duncan's Multiple Range Test..... 116

6.37 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ด้วยวิธีการเปรียบเทียบเป็นคู่ๆ ของตัววัดผลเมื่อจัดการกับความไม่แน่นอนประเภทเลื่อนเวลาส่งมอบงานให้เร็วขึ้น..... 119

6.38 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบเชิงซ้อนของวิธีการจัดการกับความไม่แน่นอนประเภทเลื่อนเวลาส่งมอบงานให้เร็วขึ้น เมื่อพิจารณาจากเวลาการไหลของงานโดยเฉลี่ย ด้วยวิธีการ Duncan's Multiple Range Test..... 119

6.39 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบเชิงซ้อนของวิธีการจัดการกับความไม่แน่นอนประเภทเลื่อนเวลาส่งมอบงานให้เร็วขึ้น เมื่อพิจารณาจากเวลาสายของงานโดยเฉลี่ยด้วยวิธีการ Duncan's Multiple Range Test..... 120

6.40 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบเชิงซ้อนของวิธีการจัดการกับความไม่แน่นอนประเภทเลื่อนเวลาส่งมอบงานให้เร็วขึ้นเมื่อพิจารณาจากเวลาล่าช้าของงานโดยเฉลี่ยด้วยวิธีการ Duncan's Multiple Range Test..... 120

6.41 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบเชิงซ้อนของวิธีการจัดการกับความไม่แน่นอนประเภทเลื่อนเวลาส่งมอบงานให้เร็วขึ้นเมื่อพิจารณาจากจำนวนงานล่าช้าด้วยวิธีการ Duncan's Multiple Range Test..... 120

6.42 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบเชิงซ้อนของวิธีการจัดการกับความไม่แน่นอนประเภทเลื่อนเวลาส่งมอบงานให้เร็วขึ้นเมื่อพิจารณาจากอัตราการใช้งานเครื่องจักรด้วยวิธีการ Duncan's Multiple Range Test..... 121

6.43 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ด้วยวิธีการเปรียบเทียบเป็นคู่ๆ ของตัววัดผลเมื่อจัดการกับความไม่แน่นอนประเภทเลื่อนเวลาส่งมอบงานให้ช้าลง..... 124

6.44 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบเชิงซ้อนของวิธีการจัดการกับความไม่แน่นอนประเภทเลื่อนเวลาส่งมอบงานให้ช้าลง เมื่อพิจารณาจากเวลาการไหลของงานโดยเฉลี่ยด้วยวิธีการ Duncan's Multiple Range Test..... 124

6.45 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบเชิงซ้อนของวิธีการจัดการกับความไม่แน่นอนประเภทเลื่อนเวลาส่งมอบงานให้ช้าลงเมื่อพิจารณาจากเวลาสายของงานโดยเฉลี่ยด้วยวิธีการ Duncan's Multiple Range Test..... 125

6.46 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบเชิงซ้อนของวิธีการจัดการกับความไม่แน่นอนประเภทเลื่อนเวลาส่งมอบงานให้ช้าลงเมื่อพิจารณาจากเวลาล่าช้าของงานโดยเฉลี่ยด้วยวิธีการ Duncan's Multiple Range Test..... 125

# สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

6.47 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบเชิงซ้อนของวิธีการจัดการกับความไม่แน่นอนประเภทเลื่อนเวลาส่งมอบงานให้ช้าลงเมื่อพิจารณาจากจำนวนงานล่าช้าด้วยวิธีการ Duncan's Multiple Range Test..... 125

6.48 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบเชิงซ้อนของวิธีการจัดการกับความไม่แน่นอนประเภทลดเลื่อนเวลาส่งมอบงานให้ช้าลงเมื่อพิจารณาจากอัตราการใช้งานเครื่องจักรด้วยวิธีการ Duncan's Multiple Range Test.....126

# สารบัญรูป


| รูปที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 1.1 | แผนภูมิแกนท์แสดงตารางการผลิตแบบ ก | 2 |
| 1.2 | แผนภูมิแกนท์แสดงตารางการผลิตแบบ ข | 2 |
| 2.1 | แผนภูมิแกนท์แสดงตารางการผลิตชนิดต่างๆ | 12 |
| 2.2 | แผนภาพเวนน์แสดงความสัมพันธ์ของตารางการผลิตทั้ง 4 แบบ | 13 |
| 3.1 | ผังการไหลแสดงลำดับขั้นตอนการจัดตารางการผลิตก่อนเกิดความไม่แน่นอน | 30 |
| 3.2 | ผังการไหลแสดงลำดับขั้นตอนการจัดตารางการผลิตหลังจากเกิดความไม่แน่นอน | 32 |
| 3.3 | ตัวอย่างของโมดูลการรับข้อมูลเข้าในส่วนของรายละเอียดของงาน | 34 |
| 3.4 | ตัวอย่างของโมดูลการรับข้อมูลเข้าในส่วนของวัตถุประสงค์ของการจัดตารางการผลิต | 35 |
| 3.5 | ตัวอย่างโมดูลฐานความรู้ที่ทำการเสนอกฎและวิธีการจัดตารางการผลิตที่เหมาะสมกับวัตถุประสงค์การจัดตารางการผลิต | 36 |
| 3.6 | ตัวอย่างโมดูลแสดงผลลัพธ์ แสดงประสิทธิภาพของการจัดตารางการผลิตด้วยกฎต่างๆ | 37 |
| 3.7 | ตัวอย่างโมดูลแสดงผลลัพธ์ แสดงแผนภูมิการผลิต | 37 |
| 3.8 | ตัวอย่างโมดูลแสดงผลลัพธ์ แสดงแผนภูมิการทำงานของเครื่องจักร | 38 |
| 3.9 | ตัวอย่างโมดูลการจัดตารางการผลิตแบบโต้ตอบ | 39 |
| 3.10 | ตัวอย่างโมดูลการจัดตารางการผลิตแบบโต้ตอบ แสดงค่าตัววัดผลภายหลังจากการจัดตารางการผลิตแบบโต้ตอบ | 39 |
| 3.11 | ตัวอย่างโมดูลการจัดตารางการผลิตภายใต้ความไม่แน่นอน | 40 |
| 3.12 | ตัวอย่างโมดูลการจัดตารางการผลิตภายใต้ความไม่แน่นอน แสดงการรับข้อมูลของความไม่แน่นอนประเภทเพิ่มจำนวนการผลิต | 40 |
| 3.13 | ตัวอย่างโมดูลการจัดตารางการผลิตภายใต้ความไม่แน่นอน แสดงค่าตัววัดผลต่างๆ ภายหลังจากการเกิดความไม่แน่นอน | 41 |
| 3.14 | ตัวอย่างโมดูลการจัดตารางการผลิตใหม่ | 41 |
| 3.15 | ตัวอย่างโมดูลการจัดตารางการผลิตใหม่ แสดงการป้อนข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการจัดตารางการผลิตใหม่ | 42 |
| 3.16 | ตัวอย่างโมดูลการจัดตารางการผลิตใหม่แสดงการกำหนดกฎและวิธีการจัดตารางการผลิตที่ต้องการใช้ในการจัดตารางการผลิตใหม่ | 42 |