การจัดลำดับการผลิตและการจัดตารางการผลิตแบบพหุเกณฑ์
: กรณีศึกษาโรงงานฉีดพลาสติก

DPU

รักเกียรติ วงศ์กลาง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการโซ่อุปทานแบบบูรณาการ คณะวิศวกรรมศสาตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
พ.ศ. 2555

Multi-Objective Scheduling and Sequencing

: A Case Study of a Plastic Injection Factory

RUKKIAT WONGKLANG

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Sciences

Department of Faculty of Engineering, Dhurakij Pundit University

2012

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การจัดลำดับการผลิตและการจัดตารางการผลิตแบบพหุเกณฑ์ : กรณีศึกษาโรงงานฉีดพลาสติก
ชื่อผู้เขียน รักเกียรติ วงศ์กลาง
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัชพล มงคลิก
สาขาวิชา การจัดการโซ่อุปทานแบบบูรณาการ
ปีการศึกษา 2555

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหากฎและวิธีการจัดตารางผลิตที่เหมาะสมที่สุดสำหรับโรงงานฉีดพลาสติกที่มีการจัดตารางการผลิตเพื่อแก้ไขปัญหาการส่งมอบงานล่าช้าให้กับลูกค้าที่เกิดขึ้นกับโรงงาน

โดยในงานวิจัยนี้ได้นำโปรแกรมการจัดตารางการผลิตเพื่อลดปัญหาการส่งมอบงานล่าช้า มาใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการจัดตารางการผลิต โดยวัตถุประสงค์ของการจัดตารางการผลิตจะพิจารณาจากตัววัดผล (Measures of Performance) ต่อไปนี้ 1. จำนวนงานล่าช้า (Number of Tardy Jobs) 2. เวลารวมของงานที่ล่าช้า (Total Tardiness) 3. เวลารวมที่งานอยู่ในระบบ (Total Flow Time) 4. เวลารวมที่งานเสร็จก่อนกำหนด (Total Earliness)โดยใช้วิธีการจัดตารางการผลิต 2 แบบคือแบบ Active และแบบ Non-Delay และใช้กฎในการจัดตารางการผลิต 15 กฎคือ EDD, LWKR, MWKR, MOPNR, SMT, SPT, STPT, LWKR (With Setup Time), MWKR (With Setup Time), SMT (With Setup Time), SPT (With Setup Time), STPT (With Setup Time), Heuristic 1, Heuristic 2และ Heuristic 3

ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติทำให้ได้กฎและวิธีการจัดตารางการผลิตที่เหมาะสมกับโรงงานที่เป็นกรณีศึกษาคือ วิธีการจัดตารางการผลิตแบบ Active โดยใช้กฎ Heuristic 2 ซึ่งเมื่อนำไปใช้ปฏิบัติงานจริงทำให้สามารถแก้ไขปัญหาการส่งมอบงานล่าช้าของโรงงานที่เป็นกรณีศึกษาได้ทั้งหมด โดยสามารถลดเปอร์เซ็นต์ความล่าช้าในการส่งมอบงานจาก 17.85% เหลือ 0%

Theses Title	Multi-Objective Scheduling and Sequencing
	: A Case Study of a Plastic Injection Factory
Author	Rukkiat Wongklang
Thesis Advisor	Assisstant Professor Dr.Chatpon Mongkalig
Department	Integrated Supply Chain Management
Academic Year	2012

ABSTRACT

The objective of this Thesis is to determine the most appropriate scheduling and sequencing algorithm for solving tardiness problem in the Plastic Injection Factory. A case study factory is the plastic injection factory that uses the scheduling and sequencing algorithm for parallel machines.

This research applies a Production Scheduling & Sequencing for Tardiness Reduction Software to the case study. The measures of performance used in this research are as follows: Number of Tardy Jobs, Total Tardiness, Total Lateness, Total Earliness, Total Flow Time and Makespan. There are two algorithms for scheduling and sequencing, including the Active Schedule and Non-Delay Schedule and used 15 scheduling and sequencing rules, including the EDD rule, LWKR rule, MWKR rule, MOPNR rule, SMT rule, SPT rule, STPT rule, LWKR (With Setup Time) rule, MWKR (With Setup Time) rule, SMT (With Setup Time) rule, SPT (With Setup Time) rule, STPT (With Setup Time) rule, Heuristic 1 rule, Heuristic 2 rule and Heuristic 3 rule.

According to the statistic analysis results, the most appropriate scheduling and sequencing algorithm for the case study is the Active Schedule and used Heuristic 2 rule that was implemented to the case study. The percentage of tardiness reduces from 17.85% to 0% after the implementation.

กิตติกรรมประกาศ

ผู้จัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัชพล มงคลิก อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ ที่ได้กรุณาสละเวลาให้ความรู้ พร้อมทั้งให้คำปรึกษาในการใช้โปรแกรมการจัดตารางการผลิตที่ถูกพัฒนาขึ้น อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการทำสารนิพนธ์จนสามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ทางผู้จัดทำสารนิพนธ์ จึงขอกราบขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้ ขอบพระคุณท่านคณะกรรมการ ดร.ประศาสน์ จันทราทิพย์ ผศ.ดร.ชัชพล มงคลิก ดร.ณัฐพัชร อารีรัชกุลกานต์ รศ.ชัยพร วงศ์พิศาล และ รศ.ดร.วรพจน์ กรีสุระเดช ที่ได้สละเวลาให้ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ นอกจากนี้ขอขอบพระคุณ คณะผู้บริหาร ผู้จัดการ และพนักงานของโรงงานตัวอย่างที่อนุญาตให้ทำการเก็บข้อมูลต่างๆ ในการจัดทำวิทยานิพนธ์นี้

ท้ายนี้ ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัว ที่ได้ให้การอบรมสั่งสอน และเป็นกำลังใจจนสำเร็จการศึกษา ขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่าน ที่ให้การอบรมสั่งสอนในด้านวิชาการต่าง ๆ เพื่อนำความรู้ที่ได้มาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อไป รวมถึงทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือที่ไม่ได้กล่าวไว้ข้างต้น ที่ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เสร็จสิ้นไปได้ด้วยดี

รักเกียรติ วงศ์กลาง

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.. ฆ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ... ง
กิตติกรรมประกาศ.. จ
สารบัญตาราง.. ซ
สารบัญรูป... ญ
บทที่
1. บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา... 1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.. 2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย.. 2
1.4 ขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย... 2
1.5 ปัญหาที่พบในโรงงาน 3
2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4
2.1 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดลำดับการผลิตและการจัดตารางการผลิต...... 4
2.2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.. 25
3. การศึกษาสภาพทั่วไปของโรงงานที่เป็นกรณีศึกษา.. 27
3.1 ประวัติความเป็นมา... 27
3.2 ข้อมูลทั่วไปของโรงงาน... 27
3.3 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์……………... 29
3.4 กระบวนการผลิต... 31
3.5 ปัญหาที่พบ.. 32
4. การเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเลือกกฎและวิธีการจัดตารางการผลิตที่เหมาะสมที่สุดของโรงงานที่เป็นกรณีศึกษา.. 35
4.1 ข้อมูลที่ใช้ในการจัดตารางการผลิต ……………….………………...……….. 37
4.2 กระบวนการในการจัดตารางการผลิต…...………………………………........ 38
4.3 ตารางการผลิตที่ได้จากโปรแกรมการจัดตารางการผลิต……………………......... 39

สารบัญ(ต่อ)

บทที่ หน้า

4.4 การเปรียบเทียบข้อมูลก่อนและหลังของโรงงานที่เป็นกรณีศึกษาได้ใช้ โปรแกรม การจัดตารางการผลิตที่ผู้วิจัยได้นำไปใช้จริง.. 40

4.5 วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA)……………..…………...………… 41

4.6 ผลที่ได้จากการทดลอง.. 41

5. การทดลองเพื่อวิเคราะห์หากฎและวิธีการจัดตารางการผลิตที่เหมาะสม....................... 51

5.1 วัตถุประสงค์.. 51

5.2 สมมติฐานการทดลอง.. 51

5.3 วิธีการทดลอง....…………………………………………………….………... 54

5.4 ผลการทดลอง... 54

5.5 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ …...……………..…………………...…………… 84

5.6 สรุปผลการทดลอง.. 86

6. การนำผลการทดลองไปใช้ไปใช้ปฏิบัติงานจริง.. 88

6.1 การนำผลการทดลองไปใช้ไปใช้ปฏิบัติงาจริง……………..…………………. 88

6.2 ประโยชน์ที่ได้รับจากการนำผลการทดลองไปใช้ในการปฏิบัติงานจริง.................. 92

7. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ.. 95

7.1 สรุปผลการวิจัย... 95

7.2 ข้อเสนอแนะ... 100

บรรณานุกรม.. 101

ภาคผนวก... 103

ประวัติผู้เขียน.. 146

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 แสดงตัวอย่างของกฎการจัดลำดับความสำคัญของงาน.. 15

4.1 ผลการวิเคราะห์กฎและวิธีการจัดตารางการผลิตที่มีต่อ No. of Tardy Jobs................ 41

4.2 ผลการวิเคราะห์กฎและวิธีการจัดตารางการผลิตที่มีต่อ Total Tardiness.................... 43

4.3 ผลการวิเคราะห์กฎและวิธีการจัดตารางการผลิตที่มีต่อ Total Earliness..................... 45

4.4 ผลการวิเคราะห์กฎและวิธีการจัดตารางการผลิตที่มีต่อ Total Flow Time.................. 47

4.5 ตารางแสดงกฎที่ดีที่สุด 3 ลำดับแรก ของแต่ละ Criteria….. ………………….. 50

5.1 แสดงกฎและวิธีการที่ใช้ในการจัดตารางการผลิต... 52

5.2 แสดงผลการจัดตารางการผลิตตามวิธีการ Active และกฎ EDD…........................... 54

5.3 แสดงผลการจัดตารางการผลิตตามวิธีการ Active และกฎ LWKR…........................ 55

5.4 แสดงผลการจัดตารางการผลิตตามวิธีการ Active และกฎ MWKR…....................... 56

5.5 แสดงผลการจัดตารางการผลิตตามวิธีการ Active และกฎ MOPNR.......................... 57

5.6 แสดงผลการจัดตารางการผลิตตามวิธีการ Active และกฎ SMT……....................... 58

5.7 แสดงผลการจัดตารางการผลิตตามวิธีการ Active และกฎ SPT……........................ 59

5.8 แสดงผลการจัดตารางการผลิตตามวิธีการ Active และกฎ STPT............................ 60

5.9 แสดงผลการจัดตารางการผลิตตามวิธีการ Active และกฎ LWKR With Setup Time 61

5.10 แสดงผลการจัดตารางการผลิตตามวิธีการActive และกฎ MWKR With SetupTime 62

5.11 แสดงผลการจัดตารางการผลิตตามวิธีการ Active และกฎ SMT With Setup Time.... 63

5.12 แสดงผลการจัดตารางการผลิตตามวิธีการ Active และกฎ SPT With Setup Time..... 64

5.13 แสดงผลการจัดตารางการผลิตตามวิธีการ Active และกฎ STPT With Setup Time… 65

5.14 แสดงผลการจัดตารางการผลิตตามวิธีการ Active และกฎ Heuristic 1........................ 66

5.15 แสดงผลการจัดตารางการผลิตตามวิธีการ Active และกฎ Heuristic 2........................ 67

5.16 แสดงผลการจัดตารางการผลิตตามวิธีการ Active และกฎ Heuristic 3........................ 68

5.17 แสดงผลการจัดตารางการผลิตตามวิธีการ Non-Delay และกฎ EDD…...................... 69

5.18 แสดงผลการจัดตารางการผลิตตามวิธีการ Non-Delay และกฎ LWKR….................. 70

5.19 แสดงผลการจัดตารางการผลิตตามวิธีการ Non-Delay และกฎ MWKR…................. 71

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

5.20 แสดงผลการจัดตารางการผลิตตามวิธีการ Non-Delay และกฎ MOPNR.................. 72
5.21 แสดงผลการจัดตารางการผลิตตามวิธีการ Non-Delay และกฎ SMT…...................... 73
5.22 แสดงผลการจัดตารางการผลิตตามวิธีการ Non-Delay และกฎ SPT............................74
5.23 แสดงผลการจัดตารางการผลิตตามวิธีการ Non-Delay และกฎ STPT…...................... 75
5.24 แสดงผลการจัดตารางการผลิตตามวิธีการ Non-Delay และกฎ LWKR With Setup Time…………………………………………………………………….. 76
5.25 แสดงผลการจัดตารางการผลิตตามวิธีการ Non-Delay และกฎ MWKR With Setup Time…………………………………………………………………….. 77
5.26 แสดงผลการจัดตารางการผลิตตามวิธีการ Non-Delay และกฎ SMT With Setup Time…………………………………………………………………….. 78
5.27 แสดงผลการจัดตารางการผลิตตามวิธีการ Non-Delay และกฎ SPT With Setup Time.. 79
5.28 แสดงผลการจัดตารางการผลิตตามวิธีการ Non-Delay และกฎ STPT With Setup Time ………………………………………………………….………… 80
5.29 แสดงผลการจัดตารางการผลิตตามวิธีการ Non-Delay และกฎ Heuristic 1............... 81
5.30 แสดงผลการจัดตารางการผลิตตามวิธีการ Non-Delay และกฎ Heuristic 2............... 82
5.31 แสดงผลการจัดตารางการผลิตตามวิธีการ Non-Delay และกฎ Heuristic 3............... 83
6.1 แสดงผลที่ได้จากการจัดตารางการผลิตจริงของเดือนเมษายน.................................. 84
6.2 แสดงผลที่ได้จากการจัดตารางการผลิตจริงของเดือนพฤษภาคม.............................. 85
6.3 แสดงค่าตัวชี้วัดที่เกิดขึ้นในแต่ละเดือน.. 87

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

2.1 แสดงการจัดตารางการผลิตชนิดเชิงกึ่งกำลังใช้งานและเชิงกำลังใช้งาน..................... … 8
2.2 แสดงการจัดตารางการผลิตชนิดเชิงไม่หน่วงเหนี่ยว... 9
2.3 VENN Diagram.. 9
2.4 แสดงลักษณะการจัดเรียงเครื่องจักรแบบขนาน (Parallel Machine)............................. 19
2.5 แสดงลักษณะการจัดเรียงเครื่องจักรสำหรับการผลิตแบบตามงาน (Job Shop)…........... 20
2.6 แสดงแผนภูมิขั้นตอนเทคนิค AHP 21
3.1 ชิ้นส่วนลำโพง….. .. 29
3.2 ชิ้นส่วนยานยนต์และชุดแต่งมอเตอร์ไซค์…... 30
3.3 ชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเลคทรอนิกส์... 30
3.4 แสดงกระบวนการผลิตชิ้นส่วนสำหรับอุตสาหกรรมฉีดพลาสติก.................................. 31
3.5 แสดงเปอร์เซ็นต์ความล่าช้าในการส่งมอบงาน……... 33
3.6 แสดงเวลาที่ใช้ในการจัดตารางการผลิต.. 33
3.7 แสดงมูลค่าสินค้าคงคลังที่จัดเก็บรวม... 34
3.8 แสดงเปอร์เซ็นต์สินค้าคงคลังต่อยอดขาย... 34
4.1 ตารางแสดงใบสั่งผลิตและขั้นตอนการผลิตของเดิมที่โรงงานมีอยู่………………….. 36
4.2 ตารางแสดงใบสั่งผลิตที่ทางผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรมการจัดตารางการผลิตให้กับโรงงาน 36
4.3 ข้อมูลของงานที่กำหนดลง Work Station ในโปรแกรมการจัดตารางการผลิต…….. 37
4.4 ข้อมูลของเครื่องจักรที่ถูกวางตามงานที่กำหนดเอาไว้ใน Work Station……………….. 37
4.5 แสดงการจัดตารางการผลิตโดยใช้โปรแกรมจัดตารางการผลิตแบบ(Active Schedule) 39
4.6 แสดงการจัดตารางการผลิตโดยใช้โปรแกรมจัดตารางการผลิตแบบ
(Non-Delay Schedule)... 40
4.7 แผนภูมิ Interval Plot ระหว่างกฎที่ใช้ในการจัดตารางการผลิตเทียบกับ
No. of Tardy Jobs……………………………………………………………….. 42
4.8 แสดงรายละเอียดแผนภูมิ Main Effects Plot No. of Tardy Jobs................................. 43
4.9 แผนภูมิ Interval Plot ระหว่างกฎในการจัดตารางการผลิตเทียบกับ Total Tardiness 44
4.10 แสดงรายละเอียดแผนภูมิ Main Effects Plot Total Tardiness.................................... 45

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

4.11 แผนภูมิ Interval Plot ระหว่างกฎในการจัดตารางการผลิตเทียบกับ Total Earliness... 46
4.12 แสดงรายละเอียดแผนภูมิ Main Effects Plot Total Earliness……………………….. 47
4.13 แผนภูมิ Interval Plot ระหว่างกฎที่ใช้ในการจัดตารางการผลิตเทียบกับ
Total Flow Time... 48
4.14 แสดงรายละเอียดแผนภูมิ Main Effects Plot Total Flow Time................................. 49
5.1 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติสำหรับตัววัดผล Total Flow Time……………...…… 84
5.2 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติสำหรับตัววัดผล Total Earliness……………...….. 85
5.3 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติสำหรับตัววัดผล Total Tardiness………………...…. 85
5.4 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติสำหรับตัววัดผล No. of Tardy Jobs…………...….. 86
6.1 แสดงแนวโน้มการลดลงของ“เวลารวมของงานที่ล่าช้า (Total Tardiness)”…………. 91
6.2 แสดงแนวโน้มการลดลงของ“จำนวนงานล่าช้า (No. of Tardy Job)”……………….. 92
6.3 แสดงการลดลงของเปอร์เซ็นต์ความล่าช้าในการส่งมอบงาน.................................... 93
6.4 แสดงการลดลงของเวลาที่ใช้ในการจัดตารางการผลิต.. 93
6.5 แสดงการลดลงของมูลค่าสินค้าคงคลังที่จัดเก็บรวม.. 94
6.6 แสดงการลดลงของเปอร์เซ็นต์สินค้าคงคลังต่อยอดขาย... 94
7.1 แสดงผลสรุปของเปอร์เซ็นต์ความล่าช้าในการส่งมอบงาน...................................... 97
7.2 แสดงผลสรุปของเวลาที่ใช้ในการจัดตารางการผลิต…………………………….. 98
7.3 แสดงผลสรุปของมูลค่าสินค้าคงคลังที่จัดเก็บรวม.. 99
7.4 แสดงผลสรุปของเปอร์เซ็นต์มูลค่าสินค้าคงคลังต่อยอดขาย.....................................100

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันความก้าวหน้าทางด้านเศรษฐกิจมีการเปลี่ยนแปลงด้านต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นการแข่งขันทางด้านการตลาดหรือการนำเทคโนโลยีที่ทันสมัยมาใช้และได้มีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว ทำให้ธุรกิจอุตสาหกรรมต่างๆ ได้มีการหันมาสนใจต่อการบริหารในส่วนของต้นทุนการผลิต เพื่อทำให้ระบบการผลิตเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด เพื่อที่จะตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้มากที่สุด ดังนั้นการพัฒนาคุณภาพของระบบการผลิต การบริการ ความรวดเร็วในการส่งมอบสินค้าและการบริการ การจัดตารางการผลิตที่มีคุณภาพ จึงเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างยิ่งในการทำให้บรรลุวัตถุประสงค์เหล่านั้นได้

ระบบการผลิตที่ดี คือ การผลิตสินค้าที่มีความพอดีกับความต้องการของตลาด และสามารถส่งมอบสินค้าและบริการได้ตามเวลาที่ลูกค้ากำหนดไว้ โดยไม่ว่าจะเป็นการผลิตที่ทำการเกิดเวลาล่าช้าของงาน (Tardiness) หรือมีงานที่ผลิตเสร็จก่อนกำหนด (Earliness) ก็ทำให้เกิดผลเสียต่อองค์กร เนื่องจากเมื่อเกิดความล่าช้าในการผลิต ก็จะมีผลทำให้การส่งมอบสินค้าไม่ทันกำหนดเวลา ซึ่งเป็นปัญหาสำคัญที่มีผลกระทบต่อความเชื่อมั่นของลูกค้า ภาพพจน์ของธุรกิจอุตสาหกรรม และการสูญเสียโอกาสในผลิตสินค้าเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้า แต่ถ้าเกิดงานที่ผลิตเสร็จก่อนกำหนด ก็จะทำให้เสียต้นทุนในการจัดเก็บสินค้าไว้ เพื่อรอส่งมอบสินค้าตามกำหนดเวลา ปัญหาสำคัญที่ทำให้ระบบการผลิตเกิดเวลาล่าช้าของงาน (Tardiness) และเวลาที่งานผลิตเสร็จก่อนกำหนด (Earliness) ก็คือ ความไม่แน่นอนของระบบการผลิต ซึ่งเกิดจากหลายสาเหตุเช่น เครื่องจักรเสีย ความล่าช้าของวัตถุดิบ การยกเลิกหรือการเพิ่มคำสั่งผลิตของลูกค้าเป็นต้น ดังนั้นเพื่อลดปัญหาที่เกิดขึ้น ควรต้องมีการจัดตารางการผลิตที่หยืดหยุ่น และสามารถปรับเปลี่ยนตารางการผลิตต่อสาเหตุที่เกิดขึ้น เครื่องมือที่สำคัญที่ใช้ในการจัดการปัญหาคือ การจัดตารางการผลิต

งานวิจัยนี้เป็นกรณีศึกษาของโรงงานฉีดพลาสติก (Plastic Injection) ซึ่งเป็นส่วนประกอบของชิ้นงานพลาสติกต่างๆ โดยยังไม่มีการจัดตารางการผลิต (Production Scheduling) อย่างเป็นระบบที่เหมาะสม อีกทั้งยังไม่มีการจัดเก็บข้อมูลที่เป็นข้อกำหนดในการจัดตารางการผลิต

อย่างเป็นระบบ ดังนั้นเพื่อให้การจัดตารางการผลิตเป็นไปอย่างมีระบบ และมีประสิทธิภาพมากขึ้น จึงได้นำโปรแกรมการจัดตารางการผลิตแบบโต้ตอบ (Interactive Production Scheduling and Sequencing) มาใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการจัดตารางการผลิต

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. สามารถจัดตารางการผลิตตามรอบระยะเวลาการผลิตสำหรับแผนกฉีดพลาสติก โดยใช้กระบวนการวิเคราะห์การตัดสินใจแบบพหุเกณฑ์ Multiple Criteria Decision Making (MCDM)
2. สามารถวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาในการวางแผนและจัดตารางการผลิตสำหรับแผนกฉีดพลาสติก เพื่อหาวิธีการจัดตารางการผลิตที่เหมาะสมที่สุด
3. สามารถแก้ไขปัญหาการส่งมอบงานล่าช้าของแผนกฉีดพลาสติก

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1. ในการทำวิทยานิพนธ์นี้ จะศึกษาเฉพาะการจัดตารางการผลิตในส่วนของแผนกฉีดพลาสติกเท่านั้น
2. สามารถเปรียบเทียบผลการจัดตารางการผลิตตามกฎและวิธีการ (Algorithm) ต่าง ๆ เพื่อให้สามารถเลือกกฎและวิธีการจัดตารางการผลิตที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับ วัตถุประสงค์ของโรงงานที่เป็นกรณีศึกษา
3. การศึกษานี้เป็นการหาวิธีการจัดตารางการผลิตที่เหมาะสม โดยใช้ตัววัดผล (Measures of Performance) หลายตัววัดผล ดังนี้
    3.1 จำนวนงานล่าช้า (Number of Tardy Jobs)
    3.2 เวลารวมของงานที่ล่าช้า (Total Tardiness)
    3.3 เวลารวมที่งานเสร็จก่อนกำหนด (Total Earliness)
    3.4 เวลารวมที่งานอยู่ในระบบ (Total Flow Time)

1.4 ขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย

1. สำรวจและศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. ศึกษากฎและวิธีการจัดตารางการผลิตในปัจจุบัน
3. ศึกษากระบวนการวางแผนการผลิตในแผนกฉีดพลาสติก ในโรงงานที่เป็นกรณีศึกษา รวมถึงศึกษาการจัดตารางการผลิตของโรงงานในปัจจุบัน
4. ทำการทดลองวิธีการจัดตารางการผลิต โดยมีขั้นตอนดังนี้

4.1ใช้ข้อมูลเกี่ยวกับงาน (job) ขั้นตอนการทำงาน (operation) เครื่องจักร (machine) เวลาที่ใช้ในการผลิตแต่ละขั้นตอน (processing time) วันและเวลากำหนดส่งมอบ (due date) และเส้นทางการไหลของงาน (route)

4.2 สร้างฐานข้อมูลเพื่อรองรับตารางการผลิตที่ได้

4.3 ทดลองจัดตารางการผลิตด้วยกฎการจัดตารางการผลิตแบบพหุเกณฑ์ด้วยวิธีการจัดตารางการผลิตแบบแอคทีฟ และ นอนดีเลย์ โดยใช้โปรแกรมการจัดตารางการผลิตแบบโต้ตอบ

4.4 คำนวณหาค่าตัววัดผลต่างๆ

5. ใช้กระบวนการวิเคราะห์การตัดสินใจแบบพหุเกณฑ์ เพื่อเลือกใช้ในการวิธีการจัดตารางการผลิตที่เหมาะสมที่สุด

6. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

7. จัดทำรูปเล่มสารนิพนธ์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้ได้ตารางการผลิตที่บรรลุตัววัดผลแบบหลายเกณฑ์ โดยจะมี ตัววัดผลต่างๆ
2. ทำให้สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าตามรูปแบบและจำนวนที่ต้องการและสามารถส่งสินค้าได้ทันกำหนดเวลา
3. ลดเวลาในการจัดลำดับการผลิตและการจัดตารางการผลิต ซึ่งเป็นขั้นตอนหนึ่งในการวางแผนการผลิต ทั้งนี้เพื่อให้สามารถตอบสนองต่อความยุ่งยากในการจัดตารางการผลิตได้
4. สามารถจัดตารางการผลิตที่มีประสิทธิภาพตามรูปแบบและจำนวนสินค้าในแต่ละรูปแบบที่หลากหลายตามวัตถุประสงค์ และสอดคล้องกับสภาพการผลิตจริง รวมถึงสามารถจัดตารางการผลิตในแต่ละเครื่องจักรตามช่วงเวลาการทำงานจริงได้
5. เป็นแนวทางสำหรับการประยุกต์ใช้ทฤษฎีและหลักการของการวางแผนความต้องการวัสดุและการจัดตารางการผลิตในอุตสาหกรรมประเภทอื่นๆ ต่อไป

1.6 ปัญหาที่พบในโรงงาน

1. ขาดการวางแผนการผลิต และการจัดตารางการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพ
2. ใช้เวลาในการวางแผนการผลิต และจัดตารางการผลิตเป็นเวลานาน
3. การวางแผนการผลิตไม่สามารถปรับเปลี่ยนแผนการผลิต เพื่อตอบสนองลูกค้าได้อย่างรวดเร็ว (Quick Response)

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้ทางผู้วิจัยจะกล่าวถึงทฤษฎีที่ใช้กับการจัดลำดับการผลิตและการจัดตารางการผลิต (Scheduling) รวมทั้งงานวิจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

2.1 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดลำดับการผลิตและการจัดตารางการผลิต

การจัดลำดับการผลิตและการจัดตารางการผลิตเป็นวิธีการแยกประเภทและปริมาณสินค้าให้ชัดเจนว่า ใครจะเป็นผู้ทำ จะใช้เครื่องจักรเครื่องใดผลิต จะเริ่มทำงานวันไหน ตั้งแต่เวลาใดถึงเวลาใด และผลิตเป็นจำนวนเท่าใด กล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือ เป็นการจัดเตรียมตารางเวลาการทำงานให้กับทรัพยากรที่เกี่ยวข้อง ซึ่งอาจจะเป็นคนงานหรือเครื่องจักรอุปกรณ์ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดลำดับการผลิตและการจัดตารางการผลิตมีความเกี่ยวข้องกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ การพัฒนาแบบจำลองที่ใช้ในการจัดตารางการผลิต รวมถึงเทคนิคต่างๆ ที่ใช้ในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้อง โดยจะเน้นการวิเคราะห์ในเชิงปริมาณ การวิเคราะห์เชิงปริมาณเริ่มตั้งแต่การแปลงเป้าหมายในการตัดสินใจไปเป็น ฟังก์ชันเป้าหมาย (Objective Function) และการแปลงข้อจำกัดต่างๆ ในการตัดสินใจไปเป็น ข้อจำกัดในแบบจำลอง (Explicit Constraints) โดยทั่วไปเป้าหมายในการตัดสินใจที่เกี่ยวข้องในการจัดลำดับการผลิตและการจัดตารางการผลิตที่สำคัญมีดังนี้

1. การตอบสนองที่รวดเร็วต่อความต้องการของลูกค้า
2. การส่งมอบผลิตภัณฑ์ทันตามเวลาที่ลูกค้ากำหนด
3. ประสิทธิภาพในการใช้ทรัพยากรต่าง ๆ ได้แก่ คนและเครื่องจักร เป็นต้น

Baker (1974) ได้ให้คำจำกัดความของการจัดตารางการผลิต (Scheduling) ว่าเป็นการจัดสรรทรัพยากรภายในเวลาที่มีอยู่ เพื่อดำเนินงานที่ได้รับมอบหมายในสถานการณ์ต่างๆ ซึ่งทฤษฎีในการจัดตารางการผลิตมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องที่ต้องนำมาพิจารณาดังต่อไปนี้

2.1.1 ตัวแปรหรือพารามิเตอร์พื้นฐาน

ในการจัดตารางการผลิต จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีตัวแปรหรือพารามิเตอร์พื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการจัดตารางการผลิตด้วยทุกครั้ง ตัวแปรพื้นฐานมีดังต่อไปนี้

1. เวลากำหนดงานเสร็จ (Completion Time) หมายถึง เวลาเสร็จสิ้นของการทำงาน i แทนด้วยสัญลักษณ์ C_i

2. เวลาปฏิบัติงานบนหน่วยผลิต (Processing Time) หมายถึง เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงานของงาน i ที่ทรัพยากร j แทนด้วยสัญลักษณ์ T_{ij}

3. เวลาพร้อมทำงาน (Readiness Time) หมายถึง เวลาที่พร้อมในการทำงาน i แทนด้วยสัญลักษณ์ r_i

4. เวลากำหนดส่งงาน (Due Date) หมายถึง กำหนดเวลาที่เสร็จสิ้นของการทำงาน แทนด้วยสัญลักษณ์ d_i

2.1.2 วัตถุประสงค์ของการจัดตารางการผลิต

วัตถุประสงค์ของการจัดตารางการผลิตคือ การกำหนดว่าในการจัดตารางการผลิตนั้น ๆ ต้องการเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์อย่างไร เช่น การส่งมอบผลิตภัณฑ์ให้ทันตามเวลาที่ลูกค้ากำหนด การตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้า อัตราการใช้งานของเครื่องจักรมากที่สุด เป็นต้น โดยทั่วไปการจัดตารางการผลิตสามารถจำแนกตามตัววัดผลต่าง ๆ ได้ ดังต่อไปนี้

1. จำนวนงานล่าช้า (Number of Tardy Jobs) หมายถึง จำนวนงานที่ส่งมอบไม่ทันเวลากำหนดส่งมอบงาน สามารถหาค่าได้ตามสมการที่ (2.1)

$$N_T = \sum_{j=1}^{n} \delta(T_j) \qquad (2.1)$$

โดยที่ $T_j = \max\{0, L_j\}$

L_j หมายถึง ระยะเวลาที่งานเสร็จก่อนหรือหลังเวลากำหนดส่งงาน

$\delta(Tj) = 1$ เมื่อ $Tj > 0$

$\delta(Tj) = 0$ เมื่อ $Tj \leq 0$

วัตถุประสงค์ของการจัดตารางการผลิตนี้คือ เป็นการจัดตารางการผลิต เพื่อให้ได้ค่าจำนวนงานล่าช้าน้อยที่สุด

2. เวลารวมของงานที่ล่าช้า (Total Tardiness) หมายถึง ค่าเวลารวมของงานที่ ล่าช้าในระบบ สามารถหาค่าได้ตามสมการที่ (2.2)

$$T = \sum_{j=1}^{n} T_j \qquad (2.2)$$

โดยที่ $T_j = \max\{0, L_j\}$

L_j หมายถึง ระยะเวลาที่งานเสร็จก่อนหรือหลังเวลากำหนดส่งงาน

วัตถุประสงค์ของการจัดตารางการผลิตนี้คือ เป็นการจัดตารางการผลิต เพื่อให้ได้ค่าเวลารวมของงานล่าช้าน้อยที่สุด

3. เวลารวมที่งานเสร็จก่อนกำหนด (Total Earliness) หมายถึง ค่าเวลารวมของงานที่เสร็จก่อนกำหนดส่งงาน สามารถหาค่าได้ตามสมการที่ (2.4)

$$E = \sum_{j=1}^{n} E_j \qquad (2.4)$$

โดยที่ $E_j = \max\{0, d_j - C_j\}$

d_j หมายถึง เวลากำหนดส่งงาน j

C_j หมายถึง เวลาเสร็จงานของงาน j

วัตถุประสงค์ของการจัดตารางการผลิตนี้คือ เป็นการจัดตารางการผลิต เพื่อให้ได้ค่าเวลารวมของงานที่เสร็จก่อนกำหนดน้อยที่สุด

4. เวลารวมที่งานอยู่ในระบบ (Total Flow Time) หมายถึง ค่าเวลารวมของการ ผลิตทั้งหมดในสายการผลิต สามารถหาค่าได้ตามสมการที่ (2.5)

$$F = \sum_{j=1}^{n} F_j \qquad (2.5)$$

โดยที่ $F_j = C_j - r_j$

F_j หมายถึง เวลาการไหลของงาน j

C_j หมายถึง เวลาที่การทำงาน j เสร็จสิ้น

r_j หมายถึง เวลาที่การทำงาน j พร้อมที่จะทำงาน

วัตถุประสงค์ของการจัดตารางการผลิตนี้คือ เป็นการจัดตารางการผลิต เพื่อให้ได้ค่าเวลารวมของการผลิตทั้งหมดในสายการผลิตมีค่าน้อยที่สุด

2.1.3 ข้อจำกัดในการจัดตารางการผลิต (Constraint)

ข้อจำกัดในการจัดตารางการผลิตคือ เงื่อนไขที่ต้องพิจารณาในการจัดตารางการผลิต มีดังต่อไปนี้

2.1.3.1 ลำดับการดำเนินการ (Precedence Constraint)

งานแต่ละงานนั้นจะมีลำดับขั้นตอนของการทำงานอยู่ ดังนั้นในการจัดตารางการผลิต การทำงานขั้นตอนแรกต้องถูกกระทำก่อนการทำงานขั้นตอนถัดไป โดยไม่สามารถจัดตารางการผลิตข้ามขั้นตอนได้

2.1.3.2 การทดแทนกันได้ของทรัพยากร (Resource Replacement)

โดยทั่วไปในการผลิตจะมีทรัพยากรบางอย่างที่สามารถทดแทนกันได้ ดังนั้นการจัดตารางการผลิต ถ้าหากมีทรัพยากรบางตัวไม่ว่าง ก็สามารถนำทรัพยากรตัวอื่น ๆ ที่สามารถทดแทนได้และว่างอยู่มาทำงานแทน ทำให้ได้ตารางการผลิตที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น

2.1.3.3 เงื่อนไขการแก้ปัญหาเมื่อเกิดการหยุดของทรัพยากรในระหว่างการดำเนินการ (Resume/Repeat) เมื่อทรัพยากรเกิดการหยุดขึ้นมา งานที่ทรัพยากรนั้นทำอยู่ต้องเริ่มต้นทำใหม่ (Repeat) หรือไม่ หรือว่าสามารถทำต่อได้เลย (Resume)

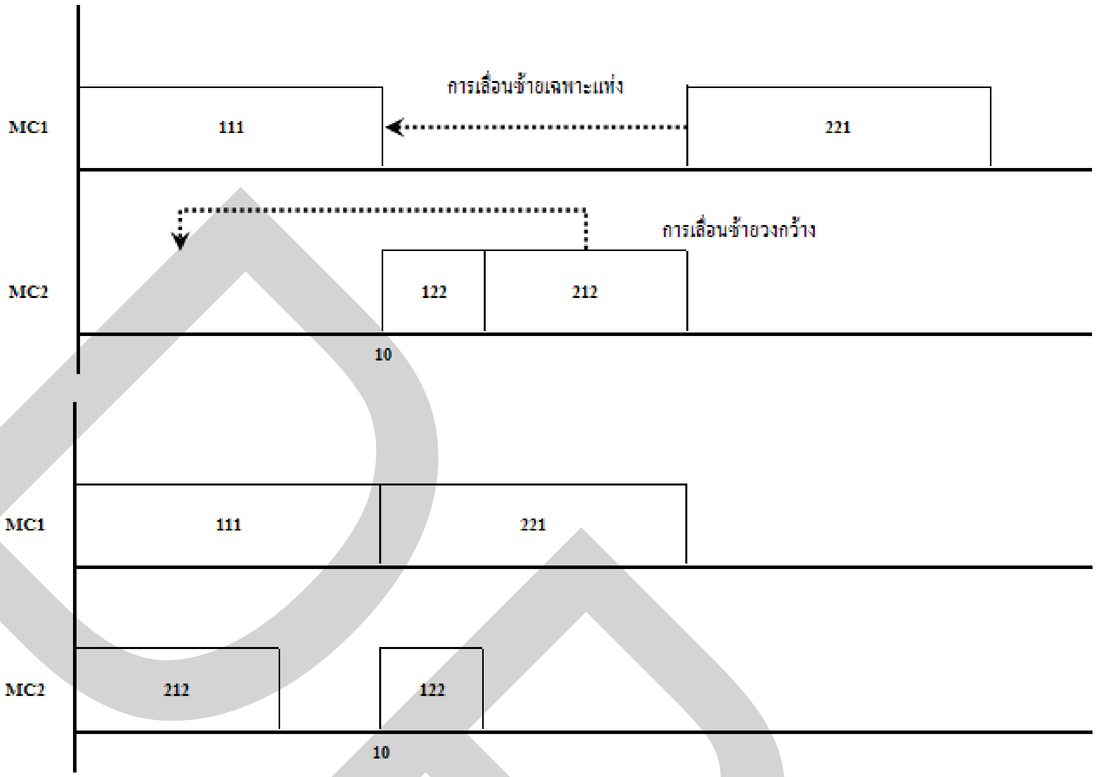
2.1.3.4 อื่น ๆ เช่น การอนุญาตให้สามารถขัดจังหวะการทำงานของทรัพยากรได้หรือไม่ (Preemption) เป็นต้น

2.1.4 ชนิดของการจัดตารางการผลิต

โดยในการจัดตารางการผลิตแต่ละชนิด จะมีวิธีการและขั้นตอนในการปฏิบัติงานที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งการจัดตารางการผลิตแบ่งเป็นชนิดต่าง ๆ ดังนี้

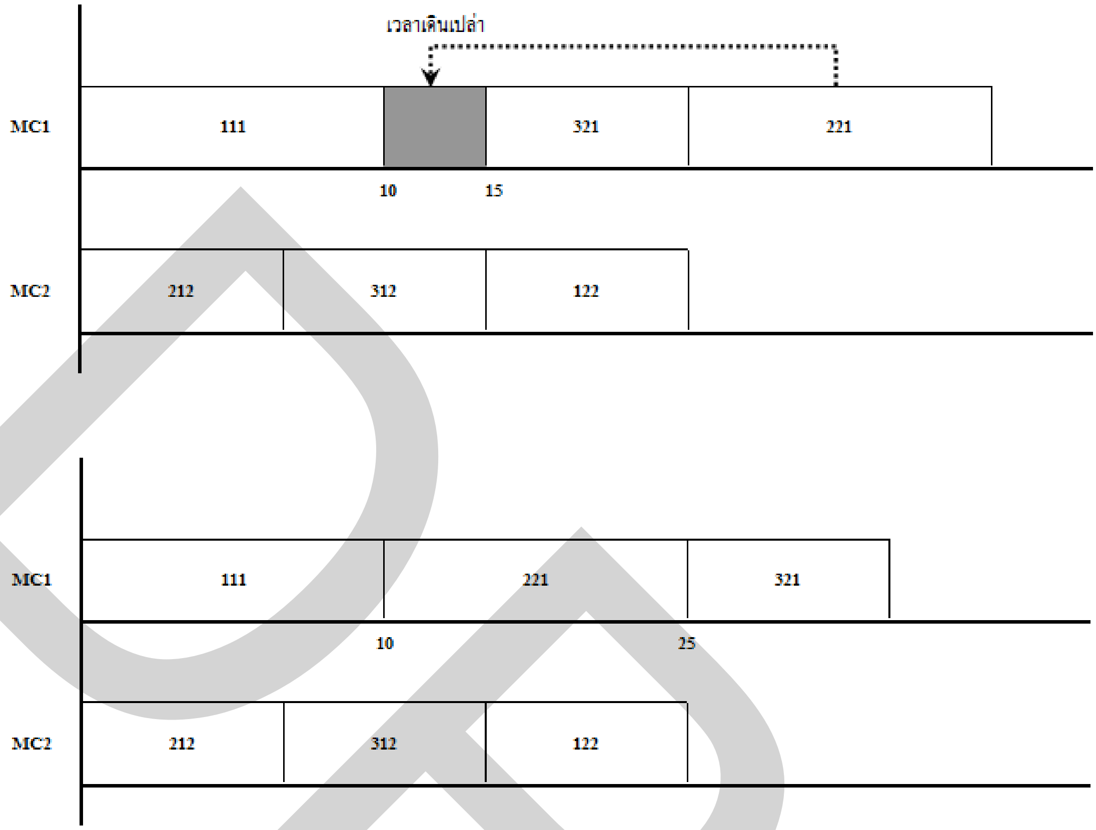
2.1.4.1 ตารางเชิงกึ่งกำลังใช้งาน (Semi-Active Schedule) เป็นการจัดตารางการผลิตที่เกิดจาก “การเลื่อนซ้ายเฉพาะแห่ง (Local Left-Shift)” คือ การเลื่อนการดำเนินงาน ให้มาทางซ้ายมากที่สุด โดยไม่มีการสลับข้ามการดำเนินงานอื่น ผลที่ได้จากการจัดตารางการผลิตชนิดนี้ ไม่ใช่เป็นผลลัพธ์ที่ดีที่สุด

2.1.4.2 ตารางเชิงกำลังใช้งาน (Active Schedule) เป็นการจัดตารางการผลิตที่เกิดจาก “การเลื่อนซ้ายวงกว้าง (Global Left-Shift)” คือ การสลับข้ามการดำเนินงาน ให้มาอยู่ก่อนหน้าการดำเนินงานอื่น โดยไม่ทำให้เวลาเริ่มต้นของการดำเนินงานอื่นเปลี่ยนแปลง ผลที่ได้จากการจัดตารางการผลิตชนิดนี้ อาจจะเป็นผลลัพธ์ที่ดีที่สุดได้



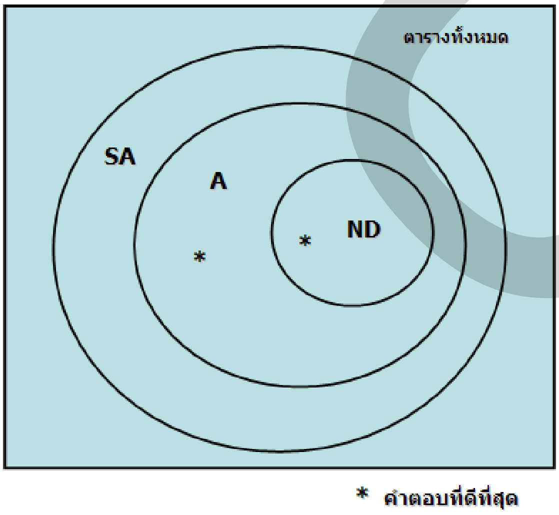
ภาพที่ 2.1 แสดงการจัดตารางการผลิตชนิดเชิงกึ่งกำลังใช้งานและเชิงกำลังใช้งาน

2.1.4.3 ตารางเชิงไม่หน่วงเหนี่ยว (Non-Delay Schedule) เป็นการจัดตารางการผลิตเพื่อให้เกิดเวลาเดินเปล่า (Idle Time) ในตารางการผลิตน้อยที่สุด โดยเกิดจากการสลับการดำเนินงาน ซึ่งมีผลทำให้เวลาเริ่มต้นของการดำเนินงานอื่นเปลี่ยนแปลงได้ โดยผลที่ได้จากการจัดตารางการผลิตชนิดนี้ อาจจะเป็นผลลัพธ์ที่ดีที่สุดได้



ภาพที่ 2.2 แสดงการจัดตารางการผลิตชนิดเชิงไม่หน่วงเหนี่ยว

จากลักษณะของการจัดตารางการผลิตแต่ละชนิด จะทำให้ได้ผลลัพธ์ที่แตกต่างกันออกไป โดยสามารถแสดงได้จาก VENN diagram ดังรูป



ภาพที่ 2.3 VENN Diagram

จากภาพที่ 2.3 สามารถสรุปได้ว่า ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดจากการจัดตารางการผลิต จะอยู่ในเซตของการจัดตารางการผลิตชนิดเชิงกำลังใช้งาน (Active Schedule : A) และการจัดตารางการผลิตชนิดเชิงไม่หน่วงเหนี่ยว (Non-Delay Schedule : ND) เท่านั้น จะไม่อยู่ในเซตของการจัดตารางการผลิตชนิดเชิงกึ่งกำลังใช้งาน (Semi-Active Schedule : SA) ดังนั้น ในการหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุดจากการจัดตารางการผลิต จะพิจารณาเฉพาะการจัดตารางการผลิตชนิดเชิงกำลังใช้งาน (Active Schedule : A) และการจัดตารางการผลิตชนิดเชิงไม่หน่วงเหนี่ยว (Non-Delay Schedule : ND) เท่านั้น โดยสามารถแสดงรายละเอียดขั้นตอนของการจัดตารางการผลิตทั้งสองชนิดได้ ดังนี้

ขั้นตอนการจัดตารางการผลิตชนิดเชิงกำลังใช้งาน (Active Schedule)

1. เริ่มต้นที่เวลา $t = 0$ หา PS_t (Partial Schedule) - เซตของการดำเนินงาน (Operation) ที่ถูกจัดลงตารางการผลิตไปแล้วบางส่วน ซึ่งเมื่อเริ่มต้น จะมีค่าเป็น Ø (เซตว่าง) เพราะยังไม่มีการจัดการดำเนินงานใดๆ ลงในตารางการผลิต

2. หา S_t (Schedulable Operation) - เซตของการดำเนินงาน (Operation) ในแต่ละงานที่พร้อมจะถูกจัดลงในตารางการผลิตได้

3. หา **Ø* (Phi Star)** = min {$Ø_j$} คือ การหาเวลาแล้วเสร็จเร็วที่สุด (Earliest Finish) ของแต่ละการดำเนินงาน (Operation) ที่พร้อมจะถูกจัดลงในตารางการผลิต โดย $\mathbf{Ø}_j = \delta_j$ (เวลาเริ่มต้นเร็วสุด) + $\mathbf{t}_j$ (Processing time) โดยในการหาเวลาเริ่มต้นเร็วที่สุด (Earliest Start : δ_j) ของแต่ละการดำเนินงาน (Operation) จะพิจารณาจากข้อจำกัด (Constraint) ต่าง ๆ ในแต่ละการดำเนินงาน โดยข้อจำกัดหลัก ๆ ได้แก่

3.1 ข้อจำกัดด้านลำดับก่อนหลังของงาน (Precedence Constraint) คือ การดำเนินงานใดๆ จะสามารถเริ่มต้นทำงานได้ ก็ต่อเมื่อการดำเนินงานที่อยู่ก่อนหน้าทั้งหมด ได้ดำเนินการเสร็จสิ้นแล้ว

3.2 ข้อจำกัดด้านความสามารถในการผลิต (Capacity Constraint) คือ ที่เครื่องจักรเครื่องเดียวกัน จะไม่สามารถทำงาน 2 งานในเวลาเดียวพร้อมๆ กันได้

3.3 ข้อจำกัดด้านความพร้อมของการรับวัตถุดิบ (Non-Simultaneous Arrival Constraint) คือ เวลาในการได้รับวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตของแต่ละงาน จะได้รับไม่พร้อมกัน บางงานอาจจะได้รับวัตถุดิบล่าช้าออกไป

โดยต้องพิจารณาเพื่อหาค่า Max จากข้อจำกัดทั้งหมดของแต่ละการดำเนินงาน เพื่อนำมากำหนด เวลาเริ่มต้นเร็วสุด (δ_j) ของการดำเนินงานนั้นๆ โดย

δ_j = Max {Precedence Constraint, Capacity Constraint, Non-simultaneous Arrival Constraint}

4. จากนั้นทำการเลือกการดำเนินงาน (Operation) ตามเงื่อนไข 2 ข้อนี้

4.1 เลือกการดำเนินงานที่ใช้เครื่องจักร ที่ทำให้ δ* เป็นจริงได้ หรือ **m***

4.2 เลือกการดำเนินงาน ที่มีเวลาเริ่มต้น (δ_j) น้อยที่สุด โดยต้องมีค่าน้อยกว่าค่า δ* หรือ $\delta_j < \delta$*

5. การดำเนินงานที่ถูกเลือกตามเงื่อนไขของขั้นตอนที่ 4 จะเป็น Active Schedule ที่จะถูกจัดลงในตารางการผลิต ซึ่งถ้าหากการดำเนินงานที่ถูกเลือก มีมากกว่า 1 การดำเนินงานจะต้องใช้กฎในการจัดตารางการผลิตต่างๆ มาใช้ตัดสินเลือกอีกที เช่น กฎ SPT, EDD, MWKR เป็นต้น

6. ย้อนกลับไปทำตามขั้นตอนที่ 1- 5 จนครบ loop ในการจัดตารางการผลิตทั้งหมด

ขั้นตอนการจัดตารางการผลิตชนิดเชิงไม่หน่วงเหนี่ยว (Non-Delay Schedule)

1. เริ่มต้นที่เวลา t = 0 หา PS_t (Partial Schedule) - เซตของการดำเนินงาน (Operation) ที่ถูกจัดลงตารางการผลิตไปแล้วบางส่วน ซึ่งเมื่อเริ่มต้น จะมีค่าเป็น Ø (เซตว่าง) เพราะยังไม่มีการจัดการดำเนินงานใดๆ ลงในตารางการผลิต

2. หา S_t (Schedulable Operation) - เซตของการดำเนินงาน (Operation) ในแต่ละงานที่พร้อมจะถูกจัดลงในตารางการผลิตได้

3. หา δ* (Zigma Star) = min {δ_j} คือ การหาเวลาเริ่มต้นเร็วที่สุด (Earliest Start) ของแต่ละการดำเนินงาน (Operation) ที่พร้อมจะถูกจัดลงในตารางการผลิต เพื่อให้เกิดเวลาเดินเปล่า (Idle Time) น้อยที่สุดในการจัดตารางการผลิต โดยในการหาเวลาเริ่มต้นเร็วที่สุด (Earliest Start : δ_j) ของแต่ละการดำเนินงาน (Operation) จะพิจารณาจากข้อจำกัด (Constraint) ต่างๆ ในแต่ละการดำเนินงาน โดยข้อจำกัดหลักๆ ได้แก่

3.1 ข้อจำกัดด้านลำดับก่อนหลังของงาน (Precedence Constraint) คือ การดำเนินงานใด ๆ จะสามารถเริ่มต้นทำงานได้ ก็ต่อเมื่อการดำเนินงานที่อยู่ก่อนหน้าทั้งหมด ได้ดำเนินการเสร็จสิ้นแล้ว

3.2 ข้อจำกัดด้านความสามารถในการผลิต (Capacity Constraint) คือ ที่เครื่องจักรเครื่องเดียวกัน จะไม่สามารถทำงาน 2 งานในเวลาเดียวพร้อมๆ กันได้

3.3 ข้อจำกัดด้านความพร้อมของการรับวัตถุดิบ (Non-Simultaneous Arrival Constraint) คือ เวลาในการได้รับวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตของแต่ละงาน จะได้รับไม่พร้อมกัน บางงานอาจจะได้รับวัตถุดิบล่าช้าออกไป

โดยต้องพิจารณาเพื่อหาค่า Max จากข้อจำกัดทั้งหมดของแต่ละการดำเนินงาน เพื่อนำมากำหนด เวลาเริ่มต้นเร็วสุด (δ_j) ของการดำเนินงานนั้นๆ โดย

δ_j = Max {Precedence Constraint, Capacity Constraint, Non-simultaneous Arrival Constraint}

4. จากนั้นทำการเลือกการดำเนินงาน (Operation) ตามเงื่อนไข 2 ข้อนี้

4.1 เลือกการดำเนินงานที่ใช้เครื่องจักร ที่ทำให้ $\delta*$ เป็นจริงได้ หรือ **m***

4.2 เลือกการดำเนินงานที่มีเวลาเริ่มต้น (δ_j) น้อยที่สุดซึ่งมีค่าเท่ากับ $\delta*$ หรือ $\delta_j = \delta*$

5. การดำเนินงานที่ถูกเลือกตามเงื่อนไขของขั้นตอนที่ 4 จะเป็น Non-Delay Schedule ที่จะถูกจัดลงในตารางการผลิต ซึ่งถ้าหากการดำเนินงาที่ถูกเลือก มีมากกว่า 1 การดำเนินงาน จะต้องใช้ กฎในการจัดตารางการผลิตต่าง ๆ มาใช้ตัดสินเลือกอีกที ตัวอย่างเช่น กฎ SPT, EDD, MWKR เป็นต้น

6. ย้อนกลับไปทำตามขั้นตอนที่ 1- 5 จนครบ loop ในการจัดตารางการผลิตทั้งหมด

2.1.5 กฎและวิธีการจัดตารางการผลิต

กฎและวิธีการจัดตารางการผลิตมีหลายวิธีการในการจัดลำดับของขั้นตอนการทำงานดังต่อไปนี้

2.1.5.1 วิธีฮิวริสติก (Heuristic Method)

Morton (1986) วิธีการฮิวริสติกเป็นวิธีการที่ใช้ฮิวริสติกมาช่วยในการจัดตารางการผลิต วิธีการนี้เป็นวิธีการที่ง่ายใช้เวลาไม่มากและได้ประสิทธิภาพของตารางการผลิตที่ดีพอสมควร ฮิวริสติกที่ใช้ในการจัดตารางการผลิตมีหลายตัวด้วยกันแต่ที่นิยมใช้กันมากมีดังต่อไปนี้

1) ฮิวริสติกการกระจายแบบพื้นฐาน (Simple Dispatching Heuristic)

วิธีการนี้เป็นการใช้หลักลำดับความสำคัญเป็นเกณฑ์ในการจัดตารางการผลิต โดยจะใช้ร่วมกับวิธีการจัดตารางการผลิตแบบต่างๆ โดยสามารถจำแนกแยกย่อยตามลักษณะของลำดับความสำคัญดังต่อไปนี้

(1) ลำดับความสำคัญแบบสถิตย์ (Static Priority) ลำดับความสำคัญแบบนี้จะไม่มีการเปลี่ยนแปลง โดยลำดับความสำคัญจะคงที่ตลอดการใช้งาน เช่น ให้เลือกงานที่เข้ามาก่อน

(2) ลำดับความสำคัญแบบพลวัต (Dynamic Priority) ลำดับความสำคัญแบบนี้จะเปลี่ยนแปลงไปทุกครั้งที่งานใดๆ ถูกกระทำ เช่น จำนวนงานที่เหลือ

(3) ลำดับความสำคัญแบบทั้งหมด (Global Priority) ลำดับความสำคัญแบบนี้จะไม่ขึ้นอยู่กับตำแหน่งหรือสถานะในระบบ เช่น วันส่งมอบงานเร็วสุด

(4) ลำดับความสำคัญแบบเฉพาะ (Local Priority) ลำดับความสำคัญแบบนี้จะขึ้นอยู่กับสถานะตำแหน่งบนเครื่องจักร เช่น เวลาในการปฏิบัติงานที่สั้นที่สุด

(5) ลำดับความสำคัญแบบพยากรณ์ (Forecast Priority) ลำดับความสำคัญแบบนี้จะขึ้นอยู่กับสถานะของเครื่องจักรและประสบการณ์ในการพยากรณ์งานที่เหลืออยู่ เช่น อัตราส่วนวิกฤตน้อยสุด

จากการจำแนกลำดับความสำคัญทั้งหมดในขั้นต้น สามารถแยกย่อยเป็นลำดับความสำคัญแบบต่างๆ ดังนี้

(1) EDD (Earliest Due Date) กฎนี้เป็นการเลือกขั้นตอนการทำงานที่จะถึงกำหนดส่งงานเร็วที่สุดทำก่อน ซึ่งเป็นวิธีที่ดีที่สุดในด้านลดค่าเฉลี่ยของวันที่ล่าช้าจากกำหนดส่งมอบงาน เพื่อป้องกันการโดนปรับจากส่งงานล่าช้า

(2) LWKR (Least Work Remaining) กฎนี้เป็นการเลือกขั้นตอนการดำเนินงานที่เกี่ยวข้องกับงานที่มีภาระงานน้อยที่สุดก่อน (นับการดำเนินงานปัจจุบันด้วย) ซึ่งเกี่ยวข้องโดยตรงกับตัววัดผลที่เกี่ยวกับเวลารวมของการผลิตที่ทำการผลิตทั้งหมดในระบบ (Total Flow Time)

(3) MWKR (Most Work Remaining) กฎนี้เป็นการเลือกขั้นตอนการดำเนินงานที่เกี่ยวข้องกับงานที่มีภาระงานที่เหลืออยู่มากที่สุดก่อน (นับการดำเนินงานปัจจุบันด้วย) ซึ่งเกี่ยวข้องโดยตรงกับตัววัดผลที่เกี่ยวกับเวลาที่ระบบทำงานชิ้นสุดท้ายเสร็จสิ้น (Makespan)

(4) MOPNR (Most Operation Remaining) กฎนี้เป็นการเลือกขั้นตอนการดำเนินงานที่เกี่ยวข้องกับงานที่มีจำนวนของการดำเนินงานที่เหลืออยู่มากที่สุดก่อน (นับการดำเนินงานปัจจุบันด้วย) ซึ่งเกี่ยวข้องโดยตรงกับตัววัดผลที่เกี่ยวกับเวลาที่ระบบทำงานชิ้นสุดท้ายเสร็จสิ้น (Makespan)

(5) SMT (Smallest Value Obtained by Multiplying Processing Time with Total Processing Time) กฎนี้เป็นการเลือกขั้นตอนการดำเนินงานที่มีค่าผลคูณของค่าเวลาการทำงานของขั้นตอนการทำงานที่พิจารณากับค่าเวลาการทำงานทั้งหมดของงานน้อยที่สุดก่อน ซึ่งเกี่ยวข้องโดยตรงกับตัววัดผลที่เกี่ยวกับเวลารวมของการผลิตที่ทำการผลิตทั้งหมดในระบบ (Total Flow Time)

(6) SPT (Shortest Processing Time) กฎนี้เป็นการเลือกขั้นตอนการดำเนินงานที่มีค่าเวลาการทำงานของขั้นตอนน้อยที่สุด ซึ่งเกี่ยวข้องโดยตรงกับตัววัดผลที่เกี่ยวกับเวลารวมของงานที่ล่าช้า (Total Tardiness) และตัววัดผลที่เกี่ยวกับเวลารวมของการผลิตที่ทำการผลิตทั้งหมดในระบบ (Total Flow Time)

(7) STPT (Shortest Total Processing Time) กฎนี้เป็นการเลือกขั้นตอนการดำเนินงานที่มีค่าผลรวมของเวลาการทำงานทั้งหมดของงานน้อยที่สุด ซึ่งเกี่ยวข้องโดยตรงกับตัววัดผลที่เกี่ยวกับเวลารวมของงานที่ล่าช้า (Total Tardiness) และตัววัดผลที่เกี่ยวกับเวลารวมของการผลิตที่ทำการผลิตทั้งหมดในระบบ (Total Flow Time)

(8) LWKR With Setup Time กฎนี้เป็นการเลือกขั้นตอนการดำเนินงานที่เกี่ยวข้องกับงานที่มีภาระงานน้อยที่สุดก่อน (นับการดำเนินงานปัจจุบันด้วย) โดยนำเวลาของการตั้งเครื่องมาคำนวณด้วย ซึ่งเกี่ยวข้องโดยตรงกับตัววัดผลที่เกี่ยวกับเวลารวมของการผลิตที่ทำการผลิตทั้งหมดในระบบ (Total Flow Time)

(9) MWKR With Setup Time กฎนี้เป็นการเลือกขั้นตอนการดำเนินงานที่เกี่ยวข้องกับงานที่มีภาระงานที่เหลืออยู่มากที่สุดก่อน (นับการดำเนินงานปัจจุบันด้วย) โดยนำเวลาของการตั้งเครื่องมาคำนวณด้วย ซึ่งเกี่ยวข้องโดยตรงกับตัววัดผลที่เกี่ยวกับเวลาที่ระบบทำงานชิ้นสุดท้ายเสร็จสิ้น (Makespan)

(10) SMT With Setup Time กฎนี้เป็นการเลือกขั้นตอนการดำเนินงานที่มีค่าผลคูณของค่าเวลาการทำงานของขั้นตอนการทำงานที่พิจารณากับค่าเวลาการทำงานทั้งหมดของงานน้อยที่สุดก่อน โดยนำเวลาของการตั้งเครื่องมาคำนวณด้วย ซึ่งเกี่ยวข้องโดยตรงกับตัววัดผลที่เกี่ยวกับเวลารวมของการผลิตที่ทำการผลิตทั้งหมดในระบบ (Total Flow Time)

(11) SPT With Setup Time กฎนี้เป็นการเลือกขั้นตอนการดำเนินงานที่มีค่าเวลาการทำงานของขั้นตอนน้อยที่สุด โดยนำเวลาของการตั้งเครื่องมาคำนวณด้วย ซึ่งเกี่ยวข้องโดยตรงกับตัววัดผลที่เกี่ยวกับเวลารวมของงานที่ล่าช้า (Total Tardiness) และตัววัดผลที่เกี่ยวกับเวลารวมของการผลิตที่ทำการผลิตทั้งหมดในระบบ (Total Flow Time)

(12) STPT With Setup Time กฎนี้เป็นการเลือกขั้นตอนการดำเนินงานที่มีค่าผลรวมของเวลาการทำงานทั้งหมดของงานน้อยที่สุด โดยนำเวลาของการตั้งเครื่องมาคำนวณด้วย ซึ่งเกี่ยวข้องโดยตรงกับตัววัดผลที่เกี่ยวกับเวลารวมของงานที่ล่าช้า (Total Tardiness) และตัววัดผลที่เกี่ยวกับเวลารวมของการผลิตที่ทำการผลิตทั้งหมดในระบบ (Total Flow Time)

ตารางที่ 2.1 แสดงตัวอย่างของกฎการจัดลำดับความสำคัญของงาน

Job	Routing			Process time (t_j)			Due Date
	Op1	Op2	Op3	Op1	Op2	Op3	
1	**MC1**	MC2	MC3	50	60	70	200
2	MC2	**MC1**	MC3	90	80	40	220
3	**MC3**	MC2	MC1	60	50	30	190

จากข้อมูลข้างต้น ให้หาผลลลัพธ์จากการใช้กฎการจัดลำดับความสำคัญต่างๆ ในการตัดสิน โดยสมมติว่าเป็นการจัดตารางการผลิตด้วยวิธี Non Delay Schedules ที่งาน {(1,1,1), (2,2,1), (3,1,3)} โดยใช้สัญลักษณ์แทน (i, j, k) ซึ่งหมายถึง การดำเนินงานของงานที่ i, ขั้นตอนที่ j, โดยใช้เครื่องจักรเครื่องที่ k แล้วใช้กฎต่างๆ ในการตัดสิน ดังนี้

(1) กฎ EDD (Earliest Due Date) เลือกงานที่มี Due Date เร็วสุด จากข้อมูลในตาราง

Due Date ของงาน (1,1,1) คือ 200

Due Date ของงาน (2,2,1) คือ 220

Due Date ของงาน (3,1,3) คือ 190

ดังนั้น ถ้าใช้กฎ EDD เลือกงาน (3,1,3) เนื่องจากมี Due Date เร็วสุด = 190 ($d_{(3,1,3)} = 190 < d_{(1,1,1)} = 200 < d_{(2,2,1)} = 220$)

(2) กฎ LWKR (Least Work Remaining) เลือกงานที่มีผลรวมของ Processing Time ของขั้นตอนที่เหลืออยู่ ที่มีค่าน้อยที่สุด (โดยต้องรวม Processing Time ของขั้นตอนปัจจุบันที่พิจารณาอยู่ด้วย) จากข้อมูลในตาราง

Work Remaining Time ของงาน (1,1,1) คือ 50 + 60 + 70 = 180

($t_{(1,1,1)} = 50$, $t_{(1,2,2)} = 60$, $t_{(1,3,3)} = 70$)

Work Remaining Time ของงาน (2,2,1) คือ 80 + 40 = 120

($t_{(2,2,1)} = 80$, $t_{(2,3,3)} = 40$)

Work Remaining Time ของงาน (3,1,3) คือ 60 + 50 + 30 = 140

($t_{(3,1,3)} = 60$, $t_{(3,2,2)} = 50$, $t_{(3,3,1)} = 30$)

ดังนั้น ถ้าใช้กฎ LWKR เลือกงาน (2,2,1) เนื่องจากมี Work Remaining Time น้อยที่สุด = 120

(3) กฎ MWKR (Most Work Remaining) เลือกงานที่มีผลรวมของ Processing Time ของขั้นตอนที่เหลืออยู่ ที่มีค่ามากที่สุด (โดยต้องรวม Processing Time ของขั้นตอนปัจจุบันที่พิจารณาอยู่ด้วย) จากข้อมูลในตาราง

Work Remaining Time ของงาน (1,1,1) คือ 50 + 60 + 70 = 180

($t_{(1,1,1)}$ = 50, $t_{(1,2,2)}$ = 60, $t_{(1,3,3)}$ = 70)

Work Remaining Time ของงาน (2,2,1) คือ 80 + 40 = 120

($t_{(2,2,1)}$ = 80, $t_{(2,3,3)}$ = 40)

Work Remaining Time ของงาน (3,1,3) คือ 60 + 50 + 30 = 140

($t_{(3,1,3)}$ = 60, $t_{(3,2,2)}$ = 50, $t_{(3,3,1)}$ = 30)

ดังนั้น ถ้าใช้กฎ MWKR เลือกงาน (1,1,1) เนื่องจากมี Work Remaining Time มากที่สุด = 180

(4) กฎ MOPNR (Most Operation Remaining) เลือกงานที่มีจำนวนขั้นตอนการดำเนินงาน (Operation) คงเหลือ มากที่สุด (โดยต้องรวมขั้นตอนการดำเนินงาน (Operation) ปัจจุบันที่พิจารณาอยู่ด้วย) จากข้อมูลในตาราง

Operation Remaining ของงาน (1,1,1) เท่ากับ 3 ขั้นตอนคือ (1,1,1) , (1,2,2) , (1,3,3)

Operation Remaining ของงาน (2,2,1) เท่ากับ 2 ขั้นตอนคือ (2,2,1) , (2,3,3)

Operation Remaining ของงาน (3,1,3) เท่ากับ 3 ขั้นตอนคือ (3,1,3) , (3,2,2) , (3,3,1)

ดังนั้น ถ้าใช้กฎ MOPNR จะมี 2 งานให้เลือกคือ (1,1,1) , (3,1,3) เนื่องจากมีจำนวนขั้นตอนการดำเนินงาน (Operation) คงเหลือ มากที่สุด เท่ากัน คือ 3 ขั้นตอน โดยให้เลือกงาน (1,1,1) เนื่องจากการประมวลผลตามโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ถ้ามีงาน 2 งานให้เลือก โปรแกรมจะเลือกงานแรกๆก่อนเสมอ

(5) กฎ SMT (Smallest Value Obtained by Multiplying Processing Time with Total Processing Time) เลือกงานที่มีค่าผลลัพธ์ จากการนำ Processing Time ของการดำเนินงานปัจจุบันที่พิจารณาอยู่ (t_j) คูณกับ ยอดรวมของ Processing Time ของงานนั้น (t_j x Total Processing Time) โดยเลือกงานที่มีค่าผลลัพธ์น้อยที่สุด จากข้อมูลในตารางProcessing Time ของงาน (1,1,1) ($t_{(1,1,1)}$) = 50 , Total Processing Time ของงานที่ 1 = 180 (50 + 60 + 70)

ดังนั้น $t_{(1,1,1)}$ x Total Processing Time ของงานที่ 1 = 50 x 180 = 9000 Processing Time ของงาน (2,2,1) ($t_{(2,2,1)}$) = 80 , Total Processing Time ของงานที่ 2 = 210 (90 + 80 + 40)

ดังนั้น $t_{(2,2,1)}$ x Total Processing Time ของงานที่ 2 = 80 x 210 = 16800 Processing Time ของงาน (3,1,3) ($t_{(3,1,3)}$) = 60 , Total Processing Time ของงานที่ 3 = 140 (60 + 50 + 30)

ดังนั้น $t_{(3,1,3)}$ x Total Processing Time ของงานที่ 3 = 60 x 140 = 8400

ดังนั้น ถ้าใช้กฎ SMT เลือกงาน (3,1,3) เนื่องจากมีค่าผลลัพธ์ของ t_j x Total Processing Time น้อยที่สุด เท่ากับ 8400

(6) กฎ SPT (Shortest Processing Time) เลือกงานที่มี Processing Time สั้นที่สุด จาข้อมูลในตาราง

Processing Time ของงาน (1,1,1) คือ 50

Processing Time ของงาน (2,2,1) คือ 80

Processing Time ของงาน (3,1,3) คือ 60

ดังนั้น ถ้าใช้กฎ SPT เลือกงาน (1,1,1) เนื่องจากมี Processing Time สั้นที่สุด = 50 ($t_{(1,1,1)} = 50 < t_{(3,1,3)} = 60 < t_{(2,2,1)} = 80$)

(7) กฎ STPT (Shortest Total Processing Time) เลือกงานที่มี Total Processing Time (ผลรวมของ Processing Time ของทุกขั้นตอนในงานนั้นๆ ไม่ใช่เฉพาะของขั้นตอนที่เหลืออยู่ (Remaining) เท่านั้น) ที่สั้นที่สุด จากข้อมูลในตาราง

Total Processing Time ของงาน (1,1,1) คือ 50 + 60 + 70 = 180

($t_{(1,1,1)} = 50$, $t_{(1,2,2)} = 60$, $t_{(1,3,3)} = 70$)

Total Processing Time ของงาน (2,2,1) คือ 90 + 80 + 40 = 210

($t_{(2,1,2)} = 90$, $t_{(2,2,1)} = 80$, $t_{(2,3,3)} = 40$)

Total Processing Time ของงาน (3,1,3) คือ 60 + 50 + 30 = 140

($t_{(3,1,3)} = 60$, $t_{(3,2,2)} = 50$, $t_{(3,3,1)} = 30$)

ดังนั้น ถ้าใช้กฎ STPT เลือกงาน (3,1,3) เนื่องจากมี Total Processing Time สั้นที่สุด = 140 ($t_{(3,1,3)} = 60 + t_{(3,2,2)} = 50 + t_{(3,3,1)} = 30$)

2) ฮิวริสติกค้นหา (Search Heuristic)

เป็นการหาผลลัพธ์โดยทำการประมวลผลฮิวริสติกซ้ำๆ กันหลายๆ ครั้งจนได้ผลที่ดี วิธีนี้มีข้อจำกัดคือ ใช้ความสามารถในการคำนวณมาก ตัวอย่างของวิธีการแบบนี้มีดังต่อไปนี้

(1) Guide Randomized Dispatching เป็นวิธีการสุ่มเอาฮิวริสติกต่างๆ มาใช้ในการคำนวณ โดยตอน เริ่มต้นจะเริ่มต้นด้วยฮิวริสติกที่ดีที่สุด

(2) Guide Beam Search เป็นการนำฮิวริสติกไปใช้ร่วมกับวิธีบรานช์แอนด์บาวด์

2.1.5.2 วิธีบรานช์แอนด์บาวด์ (Branch and Bound Algorithm)

Baker (1974) วิธีการนี้ประกอบไปด้วย 2 ขั้นตอนคือ การบรานช์ (branching) เป็นกระบวนการแบ่งส่วนของปัญหาที่มีขนาดใหญ่ออกเป็น ปัญหาย่อยซึ่งมากกว่า 2 ปัญหาย่อยขึ้นไป และการบาวด์ (bounding) เป็นกระบวนการของการคำนวณโลเวอร์บาวด์ (lower bound) ที่ดีที่สุดของปัญหาย่อยนั้น ประสิทธิผลจะขึ้นอยู่กับโลเวอร์บาวด์ที่ดี ซึ่งจะทำให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด

1) กระบวนการบรานช์ (branching) เป็นกระบวนการแทนที่ปัญหาที่มีขนาดใหญ่ด้วยปัญหาย่อยซึ่งมีลักษณะดังนี้

(1) ปัญหาย่อยมีหลายลักษณะเมื่อรวมปัญหาย่อยทุกกรณีแล้วจะได้ปัญหาเดิม (exhaustive) และเป็นปัญหาที่ไม่เกิดร่วมกัน (mutually exclusive)

(2) เมื่อเราแก้ปัญหาย่อยจะเป็นการแก้ปัญหาเดิมบางส่วนด้วย

(3) ปัญหาย่อยมีขนาดเล็กกว่าปัญหาเดิม

หลังจากผ่านกระบวนการบรานช์แล้วจะได้โครงสร้างของปัญหาที่มีลักษณะเหมือนโครงสร้างของต้นไม้ โดยประกอบไปด้วยเซตของการจัดตารางการผลิตชนิดเชิงกำลังใช้งาน (Active Schedule) หรือการจัดตารางชนิดเชิงไม่หน่วงเหนี่ยว (Non-Delay Schedule)

2) วิธีการหาโลเวอร์บาวด์ (lower bound)

วิธีการหาโลเวอร์บาวด์เป็นการประมาณค่าตัววัดผลที่สามารถใช้ในการประเมินปัญหาเกี่ยวกับการส่งมอบสินค้าไม่ทันกำหนดเวลา ได้แก่ จำนวนงานล่าช้า เวลาล่าช้าของงานโดยเฉลี่ย และเวลาสายของงานโดยเฉลี่ย โดยทำการเปรียบเทียบและเลือก node ที่มีค่าโลเวอร์บาวด์น้อยที่สุด ตามลำดับความสำคัญของตัววัดผลดังนี้ จำนวนงานล่าช้า เวลาล่าช้าของงานโดยเฉลี่ย และเวลาสายของงานโดยเฉลี่ย ตามลำดับ

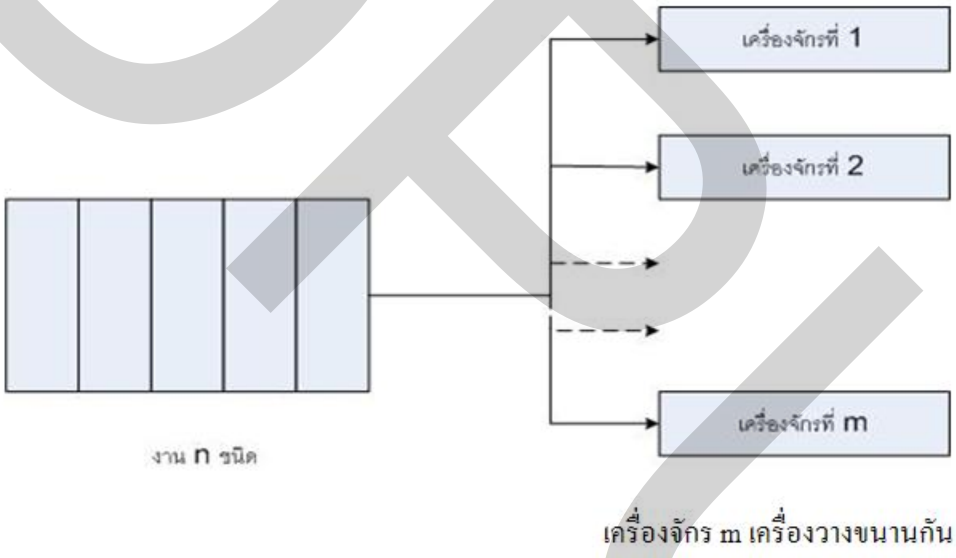
2.1.6 รูปแบบปัญหาการจัดตารางการผลิตตามการจัดเรียงของเครื่องจักร

2.1.6.1 การจัดเรียงเครื่องจักรแบบเดี่ยว (Single Machine)

ระบบนี้ประกอบด้วยเครื่องจักรเพียงเครื่องเดียว ซึ่งเป็นรูปแบบที่ง่ายที่สุดในรูปแบบการจัดเรียงเครื่องจักรที่เป็นไปได้ทั้งหมด นอกจากนั้นแล้วระบบนี้ยังอาจจะเป็นรูปแบบในกรณีพิเศษของการจัดเรียงเครื่องจักรแบบซับซ้อนได้ เช่น ในระบบผลิตที่มีหลายเครื่องจักรและมีเครื่องจักรเครื่องหนึ่งที่เป็นคอขวดของระบบ ดังนั้นการจัดลำดับงานที่เหมาะสมให้กับเครื่องจักรนี้จะเป็นตัวกำหนดสมรรถนะของระบบ นอกจากนี้แบบจำลองสำหรับเครื่องจักรเดี่ยวยังสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาแบบแยกส่วน (Decompose) ได้ ซึ่งในกรณีนี้ ปัญหาการจัดตารางของระบบผลิตที่ซับซ้อนจะถูกแยกออกเป็นปัญหาการจัดตารางเครื่องจักรเดี่ยวย่อยๆ จำนวนหนึ่ง

2.1.6.2 การจัดเรียงเครื่องจักรแบบขนาน (Parallel Machine)

โดยวิธีการนี้ จะพิจารณาถึงการใช้เครื่องจักรหลายเครื่อง โดยที่เครื่องจักรเหล่านี้วางขนานกัน ซึ่งกำหนดให้มีจำนวนเครื่องจักร m เครื่อง และในกรณีนี้จะอนุญาตให้งานใดก็ตามสามารถเข้าไปยังเครื่องจักรได้เพียงเครื่องเดียวเท่านั้น โดยจะไม่สามารถย้ายไปเครื่องอื่นได้ ระบบผลิตจำนวนมากมีการทำงานแบบนี้ ตัวอย่างเช่น ในโรงงานแห่งหนึ่งมีสายการผลิตที่ประกอบด้วยหลายสถานีงาน ซึ่งแต่ละสถานีงานอาจจะประกอบด้วยเครื่องจักรที่ขนานกันอยู่จำนวนหลายเครื่อง เมื่องาน j มาถึงยังแต่ละสถานีงานที่มีเครื่องจักรขนานกันอยู่นั้น งาน j สามารถเลือกที่จะทำงานบนเครื่องจักรเครื่องใดก็ได้ใน m เครื่องเหล่านี้ หรืออาจจะทำงานบนเครื่องจักรเครื่องใดก็ได้ที่อยู่ในเซตย่อยของ m เครื่องที่กำหนดให้ โดยสามารถแสดงได้ดังรูป



ภาพที่ 2.4 แสดงลักษณะการจัดเรียงเครื่องจักรแบบขนาน (Parallel Machine)

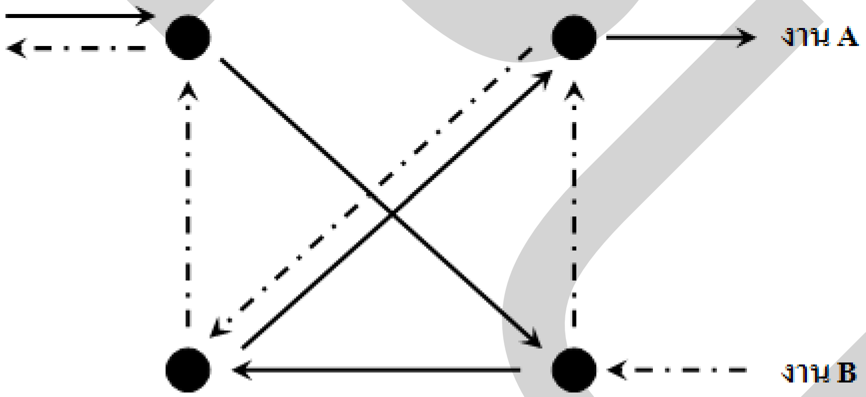
2.1.6.3 การจัดเรียงเครื่องจักรสำหรับการผลิตแบบไหลเลื่อน (Flow Shop)

ระบบนี้ประกอบด้วยเครื่องจักร m เครื่อง งานทั้งหมดจะมีเส้นทางการไหลของงานเป็นรูปแบบเดียวกัน การดำเนินงานทั้งหมดที่อยู่ในลำดับเดียวกันจะต้องถูกดำเนินการโดยเครื่องจักรเครื่องเดียวกัน นั่นคือ ในแต่ละงาน การดำเนินงานที่ 1 จะต้องทำบนเครื่องจักรเครื่องที่ 1 การดำเนินงานที่ 2 จะต้องทำบนเครื่องจักรเครื่องที่ 2 และเป็นเช่นนี้เรื่อยไปจนกระทั่งถึงเครื่องจักร

เครื่องสุดท้าย ดังนั้นหลังจากที่งานเสร็จสิ้นการดำเนินงานบนเครื่องจักรเครื่องใดๆ ก็ตาม งานนั้นก็จะต้องไปรอที่แถวคอยของเครื่องจักรที่อยู่ในลำดับถัดไป ส่วนมากแล้วการเรียงลำดับของงานบนแถวคอยของเครื่องจักรแต่ละเครื่องที่อยู่ในระบบนี้จะเป็นแบบ "เข้าก่อนออกก่อน (First In First Out, FIFO)" ระบบผลิตเช่นนี้พบมากในสายงานประกอบและสายงานผลิตอีกเป็นจำนวนมาก ในบางครั้งเป็นไปได้ว่างานๆ หนึ่ง อาจจะไม่มีการดำเนินงานใดๆ บนเครื่องจักรหนึ่งตามลำดับของเส้นทางงานที่กำหนดให้เลย ดังนั้นงานดังกล่าวนี้ก็จะกระโดดข้ามผ่านเครื่องจักรเครื่องนี้ไป และไปต่อแถวคอยของเครื่องจักรที่อยู่ในลำดับถัดไปจากเครื่องนี้แทน

2.1.6.4 การจัดเรียงเครื่องจักรสำหรับการผลิตแบบตามงาน (Job Shop)

ระบบนี้ประกอบด้วยเครื่องจักร m เครื่อง แต่ละงานจะมีเส้นทางการไหลของงานเฉพาะของตนเองตามที่ผู้วางแผนกระบวนการกำหนดให้เท่านั้น แบบจำลองที่ง่ายที่สุดของระบบผลิตแบบตามงานคือ การที่แต่ละงานสามารถที่จะทำการดำเนินงานบนเครื่องจักรใด ๆ ก็ตามที่อยู่บนเส้นทางงานของตนได้เพียงแค่หนึ่งครั้งเท่านั้น สำหรับแบบจำลองที่ซับซ้อนขึ้นอาจเป็นไปได้ว่า งานอาจจะกลับมาทำซ้ำที่เครื่องจักรเครื่องเดิมได้อีกหลายครั้งบนเส้นทางงานที่กำหนดให้ และเรียกการทำงานแบบนี้ว่า "การเวียนซ้ำ (Recirculation)" โดยสามารถแสดงได้ดังรูป

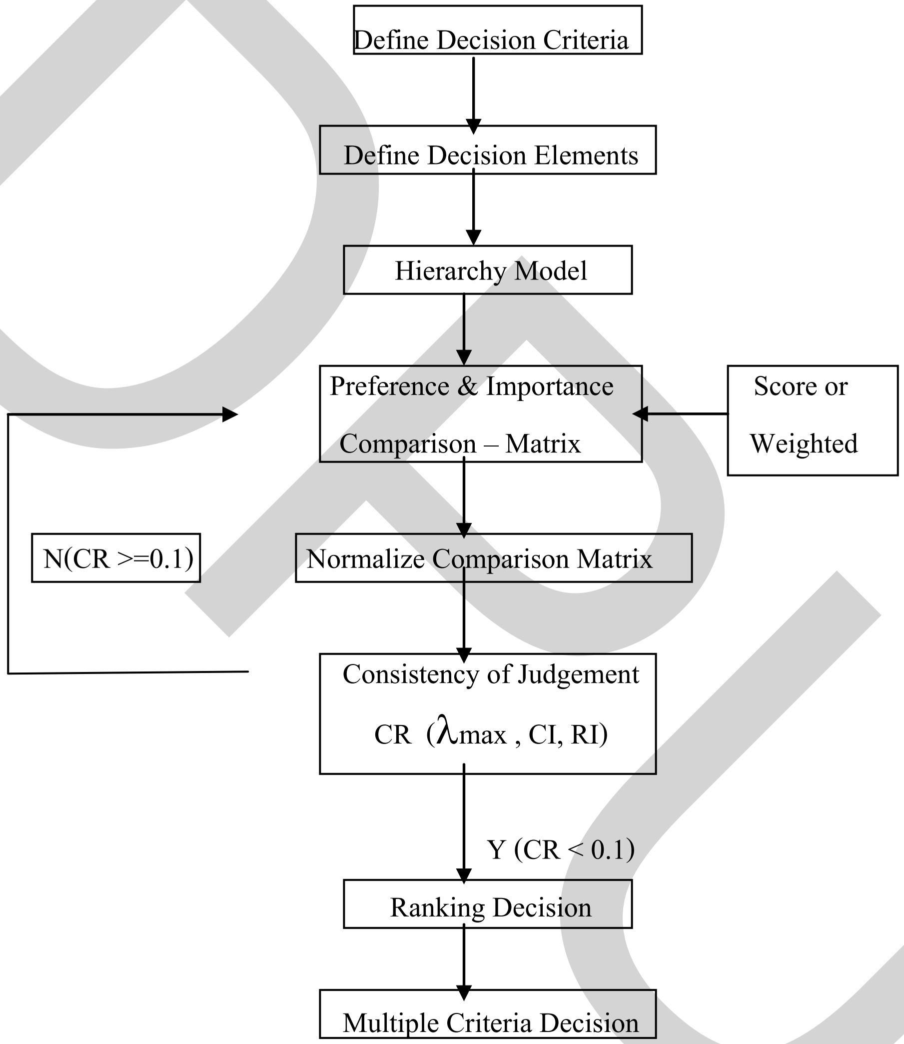


ภาพที่ 2.5 แสดงลักษณะการจัดเรียงเครื่องจักรสำหรับการผลิตแบบตามงาน (Job Shop)

2.1.7 การประยุกต์ใช้การวิเคราะห์แบบลำดับขั้น (Analytical Hierarchy Process, AHP) ในการจัดตารางการผลิต

เทคนิค AHP (Analytical Hierarchy Process) เป็นวิธีที่นำมาใช้วิเคราะห์ผลในการจัดตารางการผลิตแต่ละวิธีเพื่อตัดสินใจเลือกกฎและวิธีการจัดตารางการผลิตที่มีผลลัพธ์โดยรวมเหมาะสมที่สุด หรือมีน้ำหนักของปัจจัยโดยรวมมากที่สุด

แผนภูมิขั้นตอนเทคนิค AHP



ภาพที่ 2.6 ภาพแสดงแผนภูมิขั้นตอนเทคนิค AHP

ทฤษฎี AHP พัฒนาขึ้นมาโดย Thomas L. Satty ในการวิเคราะห์การตัดสินใจในปัญหาที่มีตัววัดผลหรือเกณฑ์การตัดสินใจหลายเกณฑ์ ประกอบด้วยขั้นตอนหลัก คือ

1. การสร้างแบบจำลองของปัญหาการตัดสินใจ (Modeling the Decision Problem) เป็นการสร้างแบบจำลองของปัญหาการตัดสินใจด้วยการแบ่งลำดับขั้น (hierarchy) ของความสัมพันธ์ของการตัดสินใจแต่ละเกณฑ์ (criteria) และทางเลือกในแต่ละ ทางเลือก (alternative)

2. การเปรียบเทียบลำดับความสำคัญ (Preference and Importance Comparison)เป็นการพัฒนาการตัดสินใจเลือกทางเลือกเพื่อให้ได้ความสำคัญของเกณฑ์การ ตัดสินใจแต่ละเกณฑ์โดยวิธีการเปรียบเทียบเป็นคู่ (pairwise comparison)

3. การคำนวณลำดับความสำคัญสัมพัทธ์ (Computing Relative Priority) เป็นการคำนวณและประเมินความสำคัญของทางเลือกแต่ละทางเลือก (decision element) ในแต่ละเกณฑ์การตัดสินใจ โดยการเปรียบเทียบกันในรูปของตัวเลข (numerical)

4. การพิจารณาความสอดคล้องในการเปรียบเทียบ (Consistency of Judgement) เป็นการวิเคราะห์ค่าอัตราส่วนความสอดคล้อง (Consistency Ratio, CR) จากการคำนวณเพื่อแสดงว่าการเปรียบเทียบและการจัดลำดับความสำคัญของทางเลือก แต่ละทางเลือก ในแต่ละเกณฑ์การตัดสินใจมีค่าอัตราส่วน CR โดยปกติหรือไม่ ถ้าปกติจะมีค่าไม่เกิน 0.1 หรือ 10%

$$\mathbf{CR} = \frac{\mathbf{CI}}{\mathbf{RI}} = \frac{\left(\dfrac{\boldsymbol{\lambda}\,\mathbf{max} - \mathbf{n}}{\mathbf{n} - \mathbf{1}}\right)}{\mathbf{RI}} \tag{2.11}$$

5. การจัดลำดับทางเลือกในการตัดสินใจ (Ranking Decision Alternative) เป็นการเลือกลำดับความสำคัญจากตัวเลขน้ำหนักที่คำนวณได้ในทางเลือกแต่ละทางเลือก เพื่อตัด สินใจ

2.1.7.1 การสร้างแบบจำลองปัญหาการตัดสินใจ (Modeling the DecisionProblem)

กระบวนการ AHP ทำการแตกปัญหาที่มีตัววัดผลหรือเกณฑ์การตัดสินใจหลายเกณฑ์ในรูปแบบของลำดับขั้น (hierarchy level) ดังนี้

Top level เป็น Overall Objective

2^{nd} level เป็นเกณฑ์การตัดสินใจหลัก (major criteria)

3^{rd} levelเป็นการแบ่งลำดับความสำคัญของเกณฑ์การตัดสินใจสู่เกณฑ์การตัดสินใจย่อย (sub criteria) Last level เป็นทางเลือกในการตัดสินใจ (decision alternative)

2.1.7.2 การเปรียบเทียบลำดับความสำคัญ (Preference and Importance Comparison)

ผู้ตัดสินใจต้องทำการสร้างเมตริกการเปรียบเทียบ (comparison matrices) โดยการกำหนดความสำคัญเป็นตัวเลขของทางเลือกแต่ละทางเลือก การเปรียบเทียบจะทำโดยการจับคู่ของทางเลือกที่ต้องการเลือกแล้วให้คะแนนความสำคัญว่า ทางเลือกใดมีความสำคัญหรือเป็นไปตามวัตถุประสงค์มากกว่า ดังสเกล (scale) ต่อไปนี้

Preference	Definition
1	มีความสำคัญเท่ากัน
3	มีความสำคัญมากกว่าปานกลาง
5	มีความสำคัญมากกว่ามาก
7	มีความสำคัญมากกว่าอย่างเห็นได้ชัด
9	มีความสำคัญมากกว่าเป็นอย่างยิ่ง

ส่วนตัวเลขคู่ในระหว่างตัวเลขคี่ของความสำคัญ อาจจะใช้เมื่อผู้ตัดสินใจ เปรียบเทียบแล้วรู้สึกเป็นกลางๆ ในระหว่างค่าลำดับความสำคัญ 2 ลำดับ

2.1.7.3 การคำนวณลำดับความสำคัญสัมพัทธ์ (Computing Relative Priority)

ขั้นตอนนี้เป็นการคำนวณลำดับความสำคัญของทางเลือกแต่ละทางเลือก โดยใช้การเปรียบเทียบเป็นคู่ (pairwise comparison) ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

1. รวมค่าของคอลัมน์แต่ละคอลัมน์ของเมตริกการเปรียบเทียบเป็นคู่ (pairwise comparison matrix) แล้วเอาไปหารจำนวนตัวเลข (scores) ที่อยู่ใน pairwise matrix เรียกว่า “Normalized Comparison Matrix”

2. คำนวณค่าเฉลี่ยของ Normalized Comparison Matrix (NCM)ของ แถวแต่ละแถว (ROW)เป็นค่าลำดับความสำคัญสัมพัทธ์ (relative priority) ของทางเลือกแต่ละทางเลือกที่ตรงกับทางเลือกนั้นในเมตริก

2.1.7.4 การพิจารณาความสอดคล้องการเปรียบเทียบ (Consistency of Judgement)

ขั้นตอนนี้เป็นส่วนสำคัญอีกอย่างหนึ่งของ AHP ในการตัดสินใจจากเมตริกการเปรียบเทียบเป็นคู่ (pairwise comparison matrix) ยกตัวอย่างเช่น ถ้าให้ A สำคัญมากกว่า B (5) มาก และ B สำคัญมากกว่า C (3) ปานกลาง แล้วเราควรทราบว่า A สำคัญมากกว่า C (7) อย่างเห็นได้ชัด หรือ มากกว่า 7 โดยปกติในการเปรียบเทียบบ่อยครั้งพบว่าผู้ตัดสินใจกำหนด preference score ไม่สอดคล้องกัน ดังนั้น AHP จะคำนึงถึงความสอดคล้องของการเปรียบเทียบ (consistency) ในเมตริกการเปรียบเทียบ (comparison matrix) ว่ามีความเชื่อมั่นได้หรือไม่ว่าสอดคล้องกัน โดยพิจารณาจาก

อัตราส่วนความสอดคล้อง (Consistency Ratio) โดยปกติจะยอมรับค่าที่มี CR ไม่เกิน 0.1 ซึ่งใช้เป็นดัชนีในการพิจารณาและแก้ไขการ เปรียบเทียบและตัดสินใจในเมตริกการเปรียบเทียบ

อัตราส่วนความสอดคล้อง (Consistency Ratio) คำนวณได้โดย

1. คำนวณค่า weighted sum โดยเอาค่าของทางเลือกในเมตริกการ เปรียบเทียบเป็นคู่ (pairwise comparison matrix) แต่ละคอลัมน์ (column) ของแต่ละแถว (row) คูณกับ weighted relative priorities

2. นำค่าที่ได้จากข้อ 2.3.4.1 แต่ละแถวหารด้วย weighted priorities value ของทางเลือกในการตัดสินใจ

3. คำนวณค่า λmax จากการเฉลี่ยค่าในข้อ 2.3.4.2

4. คำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง (Consistency Index, CI) จาก

$$\mathbf{CI} = \frac{\boldsymbol{\lambda}\ \mathbf{max} - \mathbf{n}}{\mathbf{n} - \mathbf{1}} \qquad (2.5)$$

โดยที่ n = จำนวนทางเลือกในการตัดสินใจ

ถ้าค่า $\lambda max = n$ จะทำให้ค่า CI = 0 ซึ่งเป็นค่าที่ดีที่สุด

5. คำนวณค่าอัตราส่วนความสอดคล้อง (Consistency Ratio, CR) จาก

$$\mathbf{CR} = \frac{\mathbf{CI}}{\mathbf{RI}} = \frac{\left(\frac{\boldsymbol{\lambda}\ \mathbf{max} - \mathbf{n}}{\mathbf{n} - \mathbf{1}}\right)}{\mathbf{RI}} \qquad (2.6)$$

2.1.7.4 การจัดลำดับทางเลือกในการตัดสินใจ (Ranking Decision Alternative)

ขั้นตอนสุดท้ายในการจัดลำดับทางเลือกในการตัดสินใจจากความสัมพันธ์ของการเปรียบเทียบเป็นคู่ (pairwise comparison) ในแต่ละทางเลือกของลำดับขั้น (hierarchy)โดยคำนวณจากความสำคัญของเกณฑ์ในการตัดสินใจแต่ละเกณฑ์และลำดับความสำคัญของทางเลือกแต่ละทางเลือก แล้วนำมาบวกกันในแต่ละทางเลือกในการตัดสินใจ (decision elements) ถ้าทางเลือกใดมีค่าน้ำหนักความสำคัญมากที่สุด ทางเลือกนั้นจะถูกเลือกตัดสินใจ และมีลำดับความสำคัญสูงสุดในเมตริกการเปรียบเทียบเป็นคู่ (pairwise comparison matrix)

AHP เป็นการตัดสินใจเลือกทางเลือกด้วยตัววัดผลหรือเกณฑ์การตัดสินใจหลายเกณฑ์ ทำให้มีการตัดสินใจตามขั้นตอนของแบบจำลองที่ทำให้แน่ใจยิ่งขึ้นว่า การตัดสินใจเลือกทางเลือกใดทางเลือกหนึ่งไม่ได้ตัดสินใจตามตัววัดผลหรือเกณฑ์การตัดสินใจเพียงเกณฑ์เดียวเท่านั้น ด้วยวิธีการใช้เมตริกการเปรียบเทียบ (comparison matrix) ในแบบจำลองในลักษณะที่เป็นลำดับขั้น (hierarchy model) การตัดสินใจว่าทางเลือกใดดีกว่าในแต่ละเกณฑ์การตัดสินใจ และเกณฑ์การตัดสินใจในแต่ละเกณฑ์ เกณฑ์ใดสำคัญกว่าโดยการให้คะแนนตามลำดับความสำคัญ 1-9 และวิธีการ AHP ยังตรวจสอบความสอดคล้องในการเปรียบเทียบของเมตริกได้โดยพิจารณาจากค่าอัตราส่วนความสอดคล้อง (Consistency Ratio) ซึ่งจะยอมรับเมื่อมีค่าน้อยกว่า 0.1 และสุดท้ายจะเลือกทางเลือกใดนั้นขึ้นกับค่า ranking weighted ของทางเลือกแต่ละ ทางเลือกโดยเลือกทางเลือกที่มีค่า ranking weighted มากที่สุด

2.2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

R. B. Heady and Z. Zhu (1998) ได้ทำการวิจัยโดยใช้วิธีการฮิวริสติกเพื่อแก้ปัญหางานล่าช้าและงานที่เสร็จก่อนกำหนด โดยทำการหาวิธีการใหม่ที่ง่ายต่อการจัดตารางการผลิต โดยได้ทำการทดลองแก้ปัญหากับเครื่องจักร 10 เครื่องและงาน 100 งาน ซึ่งผลที่ได้จากการทดลองวิธีการใหม่นี้มีความถูกต้องอย่างมีนัยสำคัญมากกว่าวิธีการฮิวริสติกอื่นๆ และผลที่ได้มีค่าเบี่ยงเบนเพียง 10% เมื่อเทียบกับวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

F. D. Croce and M. Trubian (2002) ได้ทำการวิจัย เพื่อหาวิธีการที่เหมาะสมที่จะช่วยลดเวลาเดินเปล่า (Idle Time) ที่เกิดในระบบ และลดค่าปรับที่เกิดจากงานที่ล่าช้าและงานที่เสร็จก่อนกำหนด โดยทำการพิจารณาบนงาน n งานและเครื่องจักรแบบ Parallel ทั้งหมด m เครื่อง บนข้อจำกัดในการจัดตารางการผลิตตามลำดับก่อนหลัง (Precedence Constraint) เป็นหลัก

Patcharavalai Sangarun (2002) ได้ทำการวิจัยเพื่อหาระบบการจัดตารางการผลิตที่เหมาะสม สำหรับโรงงานกรณีศึกษาซึ่งเป็นโรงงานผลิตชิ้นส่วนงานปั๊มขึ้นรูป (Press Part) โดยวิธีการทางฮิวริสติคส์ พร้อมทั้งได้จัดทำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ สำหรับการจัดลำดับการผลิตและการจัดตารางการผลิต เพื่อเป็นระบบการจัดการฐานข้อมูลพื้นฐานในการจัดตารางและควบคุมการผลิต โดยโปรแกรมที่จัดทำขึ้นสามารถใช้บันทึกผลการผลิตรายวัน เพื่อเป็นการติดตามผลผลิตและเพื่อการพิจารณาปรับแผนการผลิตอย่างเหมาะสม อีกทั้งตัวโปรแกรมยังสามารถจัดตารางการผลิตแบบโต้ตอบได้อีกด้วย

ในการทดลองเพื่อหาวิธีการจัดตารางการผลิตที่เหมาะสมได้นำฮิวริสติคส์ 7 วิธีคือ SPT, LPT, WSPT, SDT, LDT, SMT และ LMT นำมาทดสอบกับข้อมูลการผลิตจริง พบว่าการจัดตารางการผลิตด้วยวิธีฮิวริสติคส์แบบ LPT มีค่าประสิทธิภาพการจัดตารางการผลิตดีที่สุด ซึ่งให้ค่าเฉลี่ยเวลางานในระบบลดลง 11.5 เปอร์เซ็นต์ และให้ค่าประสิทธิภาพการใช้งานเครื่องจักรเพิ่มขึ้น 23 เปอร์เซนต์

Y. Fathi and K. W. Barnette (2002) ได้ทำการวิจัย เพื่อหาวิธีการจัดตารางการผลิตที่เหมาะสม (Heuristic Procedures) โดยพิจารณาบนกลุ่มของงานและเครื่องจักรทั้งหมด m เครื่อง โดยวิเคราะห์ถึงการจัดสรรการใช้เครื่องจักร, วิธีการจัดลำดับของงานที่จะเข้าเครื่องจักรแต่ละเครื่อง รวมถึงการวางแผนการผลิตที่เหมาะสม เพื่อให้เวลาที่งานชิ้นสุดท้ายแล้วเสร็จ (Makespan) มีค่าน้อยที่สุด

Chatpon Mongkalig (2005) ได้ทำการวิจัยโดยออกแบบและสร้างโปรแกรมที่ใช้ในการจัดลำดับการผลิตและการจัดตารางการผลิตแบบโต้ตอบ (Interactive Production Scheduling and Sequencing) ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ประยุกต์ใช้ทฤษฎีของการจัดตารางการผลิตสำหรับการผลิตแบบสั่งเป็นงานๆ (Job Shop Scheduling) และมีส่วนของโปรแกรมการจัดตารางการผลิตที่สามารถใช้วิธีการจัดตารางการผลิตแบบโต้ตอบได้ โดยโปรแกรมการจัดตารางการผลิตมีกฎและวิธีการจัดตารางการผลิตที่ใช้ในโปรแกรมทั้งหมด 28 วิธี

จากการทดลองจัดตารางการผลิตโดยมีงาน 10 งาน ขั้นตอนการทำงาน 5 ขั้นตอน และเครื่องจักร 10 เครื่อง จำนวน 10 ชุดการทดลอง โดยใช้กฎและวิธีการจัดตารางการผลิตแบบต่างๆ จำนวน 18 วิธี เมื่อพิจารณาจากตัววัดผลทั้ง 4 ตัว อันได้แก่ จำนวนงานล่าช้า เวลาล่าช้าของงานโดยเฉลี่ย เวลาสายของงานโดยเฉลี่ย และเวลาที่งานที่เสร็จช้าที่สุดในการจัดตารางการผลิตแต่ละรอบแล้วเสร็จ (Makespan) พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของตารางการผลิตคือ วิธีการจัดตารางการผลิต กฎที่ใช้ในการจัดตารางการผลิต และปัจจัยร่วมของทั้งสองปัจจัย กฎและวิธีการจัดตารางการผลิตที่ทำให้ได้ตารางการผลิตที่มีจำนวนงานล่าช้าน้อยที่สุด เวลาล่าช้าของงานโดยเฉลี่ยน้อยที่สุด และเวลาสายของงานโดยเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ วิธีการจัดตารางการผลิตแบบแอคทีฟโดยใช้วิธีบรานช์แอนด์บาวด์โดยไม่มีการคำนวณย้อนกลับด้วยวิธีการหาโลเวอร์บาวด์แบบใหม่ที่เสนอ

บทที่ 3
การศึกษาสภาพทั่วไปของโรงงานที่เป็นกรณีศึกษา

เนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึงข้อมูลทั่วไปของโรงงานที่เป็นกรณีศึกษา ข้อมูลผลิตภัณฑ์ กระบวนการผลิต และปัญหาที่พบในกระบวนการผลิต

3.1 ประวัติความเป็นมา

บริษัท สยามแท็ค จำกัด (STC) ก่อตั้งขึ้นในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2538 ภายใต้การลงทุนร่วมกับบริษัท ทานะกะ โตเกียว จำกัด และในปัจจุบันทางบริษัทฯ ได้รับการรับรองระบบคุณภาพ ISO 9001 : 2000 จากสถาบันสำนักรับรองระบบคุณภาพสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (TISTR) เพื่อทำการการผลิตชิ้นส่วนลำโพง (Speaker Unit) ที่ขึ้นรูปด้วยกระบวนการฉีดพลาสติกที่มีคุณภาพมาตรฐานให้กับบริษัทผู้ผลิตลำโพงสัญชาติญี่ปุ่นชั้นนำในหลาย ๆ ประเทศ โดยได้รับการถ่ายทอดเทคนิคในการผลิตและการเลือกใช้วัสดุที่มีคุณภาพจากต่างประเทศ ทำให้บริษัทมีประสบการณ์และความเชี่ยวชาญในการผลิตชิ้นส่วนลำโพงเป็นอย่างมาก นอกจากนี้ทางบริษัทฯ ยังมีการผลิตชิ้นส่วนพลาสติกสำหรับอุตสาหกรรมยานยนต์ เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเลคทรอนิกส์, เครื่องสำอาง, งานโฆษณาประชาสัมพันธ์ เป็นต้น รวมทั้งมีสายการผลิตที่ต่อเนื่อง อาทิ งานพ่นสี งานสกรีน Hot Stamp และสายการประกอบ เพื่อเป็นการสนองตอบความต้องการและการบริการแก่ลูกค้าให้เกิดความพึงพอใจสูงสุด

3.2 ข้อมูลทั่วไปของโรงงาน

โรงงานที่เป็นกรณีศึกษา มีข้อมูลโดยทั่วไปของโรงงาน ดังนี้

ที่ตั้งโรงงาน	:	60/110 หมู่ 6 ซอยเอกชัย 74 ถนนเอกชัย แขวงบางบอน เขตบางบอน จังหวัดกรุงเทพฯ 10150
ก่อตั้งเมื่อ	:	ปี พ.ศ. 2538
ทุนจดทะเบียน	:	30 ล้านบาท
พื้นที่ของโรงงาน	:	1,670 ตรม.

จำนวนพนักงาน	:	130 คน
รูปแบบกระบวนการผลิต	:	ฉีดพลาสติก-ประกอบ-ทากาว-ตรวจสอบ-บรรจุ
ผลิตภัณฑ์หลัก	:	ชิ้นส่วนลำโพง ชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า (พลาสติก)
ลูกค้าปัจจุบัน	:	ปัจจุบันเป็นลูกค้าในประเทศ 100 เปอร์เซ็นต์
ระบบคุณภาพ	:	ISO 9001:2000

3.3 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์

โรงงานที่เป็นกรณีศึกษาจะผลิตชิ้นส่วนพลาสติกสำหรับอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น ชิ้นส่วนของลำโพง ชิ้นส่วนประกอบยานยนต์และชุดแต่งสำหรับมอเตอร์ไซค์ ชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเลคทรอนิกส์ เป็นต้น แสดงดังภาพต่อไปนี้

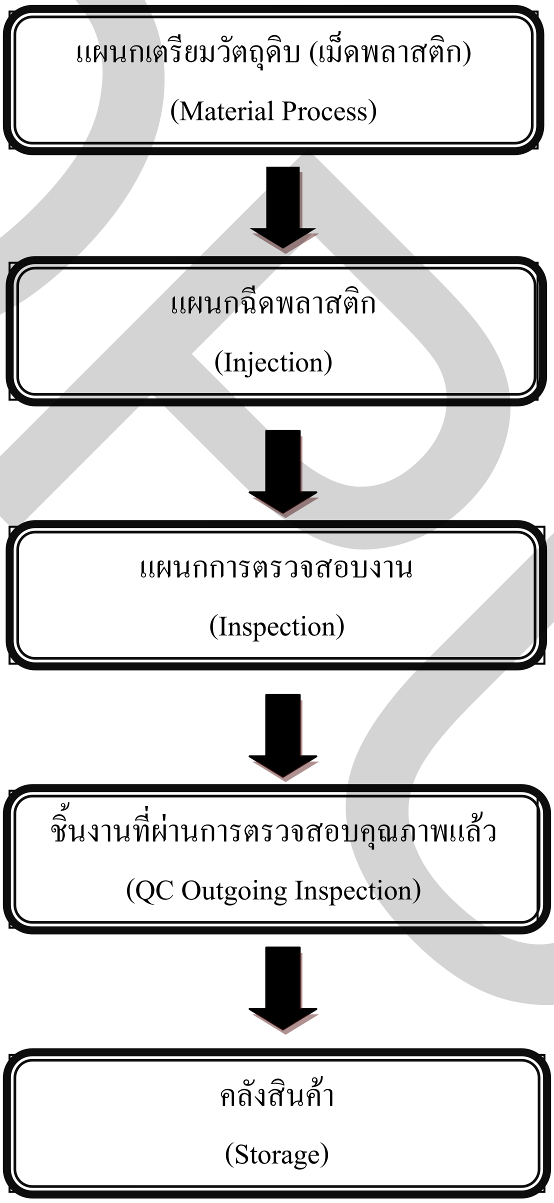
ภาพที่ 3.1 ชิ้นส่วนลำโพง

ภาพที่ 3.2 ชิ้นส่วนยานยนต์และชุดแต่งมอเตอร์ไซค์

ภาพที่ 3.3 ชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเลคทรอนิกส์

3.4 กระบวนการผลิต

กรณีศึกษาสำหรับการวิจัยนี้ เป็นการศึกษากระบวนการผลิตชิ้นส่วนสำหรับอุตสาหกรรมฉีดพลาสติก โดยเป็นการผลิตแบบตามสั่ง (Make to Order) ซึ่งผลิตภัณฑ์ทุกชนิดจะผ่านขั้นตอนกระบวนการผลิตแบบเดียวกัน มีกระบวนการผลิตที่ได้แสดงดังภาพที่ 3.4 แสดงถึงขั้นตอนกระบวนการผลิตของโรงงานตัวอย่าง โดยความแตกต่างอยู่ที่แบบพิมพ์ของแต่ละผลิตภัณฑ์และสภาวะที่ใช้ในการควบคุมกระบวนการผลิตของเครื่องฉีดพลาสติก



ภาพที่ 3.4 แสดงกระบวนการผลิตชิ้นส่วนสำหรับอุตสาหกรรมฉีดพลาสติก

3.5 ปัญหาที่พบ

ปัญหาผลการดำเนินงานของโรงงานที่เป็นกรณีศึกษาได้แก่ การเกิดจำนวนงานล่าช้า ทำให้ไม่สามารถส่งสินค้าให้ลูกค้าได้ตรงตามเวลา โดยปัญหาที่เกิดขึ้นนั้นมีสาเหตุมาจาก

1. ขาดการวางแผนการผลิต และการจัดตารางการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพ
2. ใช้เวลาในการวางแผนการผลิต และจัดตารางการผลิตเป็นเวลานาน
3. การวางแผนการผลิตไม่สามารถปรับเปลี่ยนแผนการผลิต เพื่อตอบสนองลูกค้าได้อย่างรวดเร็ว (Quick Response)

จากสาเหตุดังกล่าวข้างต้น ทำให้โรงงานที่เป็นกรณีศึกษาประสบกับปัญหาต่างๆ ดังนี้

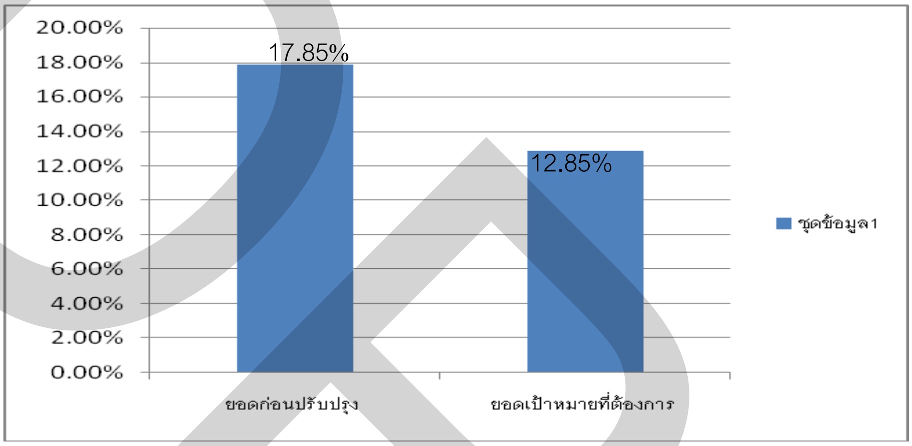
1. ปริมาณงานที่ส่งมอบให้ลูกค้าไม่ทันตามกำหนดเวลามีปริมาณสูง โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ความล่าช้าในการส่งมอบงานทั้งหมดเท่ากับ 17.85 %
2. เวลาที่ใช้ในการจัดตารางการผลิต ใช้เวลานาน และไม่หยืดหยุ่นต่อความไม่แน่นอนที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต โดยเวลาที่ใช้ในการจัดตารางการผลิตเท่ากับ 300 นาที (5 ชั่วโมง) ต่อ 1 ชุดการจัดตารางการผลิต (ต่อข้อมูลการจัดตารางการผลิต 1 วัน)
3. มูลค่าสินค้าคงคลังที่จัดเก็บมีมูลค่าสูง โดยสินค้าคงคลังประกอบด้วย วัตถุดิบ งานระหว่างทำ และสินค้าสำเร็จรูป ซึ่งมูลค่าสินค้าคงคลังที่จัดเก็บรวมทั้งหมด มีมูลค่าเท่ากับ 13,129,861.34 บาท
4. มูลค่าของสินค้าคงคลังเมื่อเทียบกับยอดขายแล้ว มีมูลค่าสูง โดยมูลค่าสินค้าคงคลังมีค่าเท่ากับ 13,129,861.34 บาท และยอดขายมีมูลค่าเท่ากับ 5,602,333.00 บาท โดยเมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของมูลค่าสินค้าคงคลังต่อยอดขายแล้ว เท่ากับ 234.36 % ซึ่งมีค่าสูงมาก

จากสภาพปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้กำหนดวิธีการของโครงงานนี้ขึ้น โดยได้ใช้โปรแกรมที่ช่วยในการจัดลำดับการผลิต และการจัดตารางการผลิต ซึ่งคำนวณและให้ผลลัพธ์ได้อย่างรวดเร็ว และสามารถใช้หลักการของการจัดตารางการผลิตแบบโต้ตอบ (Interactive Production Scheduling) เพื่อตอบสนองต่อความต้องการรูปแบบผลิตภัณฑ์ ข้อกำหนด และปริมาณที่หลากหลายของลูกค้า สามารถตอบสนองความไม่แน่นอนที่เกิดขึ้นในการผลิตได้ รวมถึงสามารถคาดการณ์ได้ล่วงหน้าว่า ผลิตภัณฑ์ประเภทต่างๆ ที่ลูกค้าสั่งซื้อนั้นสามารถส่งมอบให้ลูกค้าได้เมื่อไร หรือพิจารณาได้ว่าจะสามารถผลิตได้เสร็จทันเวลาส่งมอบที่ลูกค้ากำหนดได้หรือไม่ ในกรณีที่ไม่สามารถส่งมอบสินค้าสำเร็จรูปให้ลูกค้าได้ทันเวลาที่ลูกค้ากำหนดอาจต้องมีการแก้ไขปัญหาด้วยวิธีการต่างๆ เช่น การทำงานล่วงเวลาเพื่อเร่งงานให้เสร็จทันตามกำหนด เป็นต้น ดังนั้นเมื่อมีการวางแผนการผลิตที่มีประสิทธิภาพ ทำให้ทราบถึงข้อมูลปริมาณความต้องการใช้สินค้าคงคลังใน

แต่ละประเภทว่าต้องการใช้ปริมาณเท่าไร และต้องใช้เมื่อไร ซึ่งทำให้สามารถบริหารจัดการปริมาณสินค้าคงคลังที่ต้องจัดเก็บในแต่ละประเภทให้อยู่ในปริมาณที่เหมาะสม ไม่สูงหรือต่ำเกินไปได้

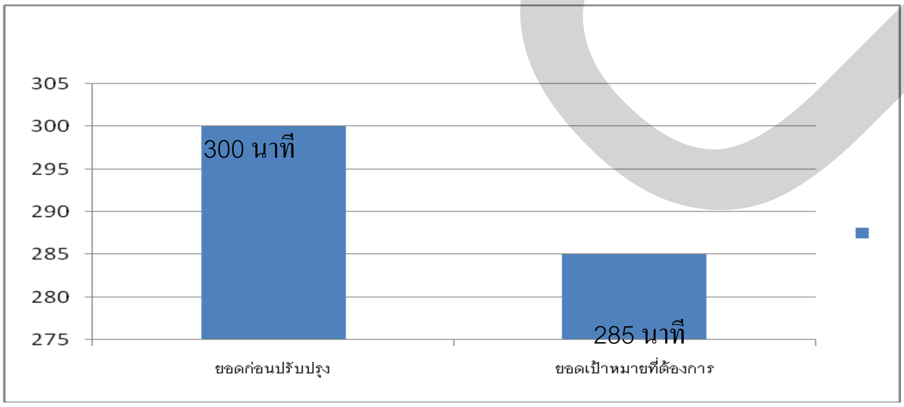
โดยผู้วิจัยได้กำหนดเป้าหมายในการแก้ไขและลดปัญหาต่าง ๆ เหล่านี้ให้ได้อย่างน้อย 5% ของแต่ละปัญหา ซึ่งสามารถแสดงข้อมูลได้ ดังนี้

1. เปอร์เซ็นต์ความล่าช้าในการส่งมอบงาน 17.85% เป้าหมายที่ต้องการลด 5% ดังนั้นจะเหลือเท่ากับ 12.85% ดังรูป



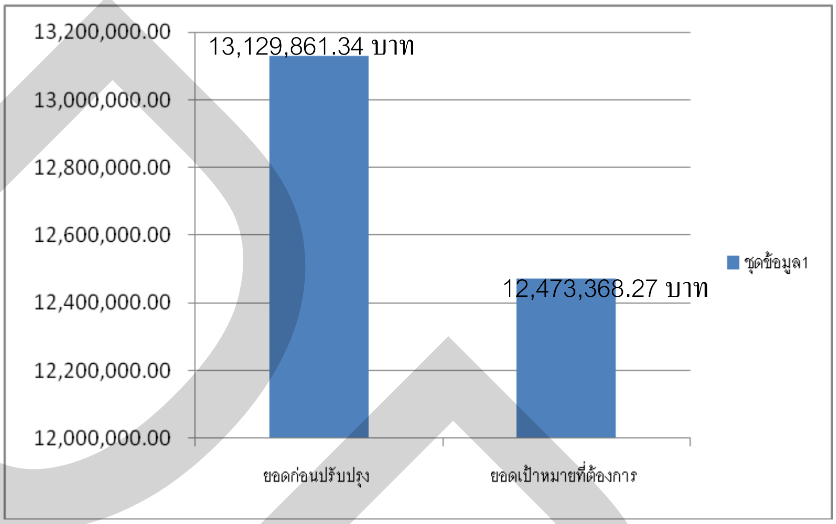
ภาพที่ 3.5 แสดงเปอร์เซ็นต์ความล่าช้าในการส่งมอบงาน

2. เวลาที่ใช้ในการจัดตารางการผลิต เท่ากับ 300 นาที เป้าหมายที่ต้องการลด 5% หรือ 15 นาที ดังนั้นเวลาที่ใช้ในการจัดตารางการผลิตจะเหลือเท่ากับ 285 นาที ดังรูป



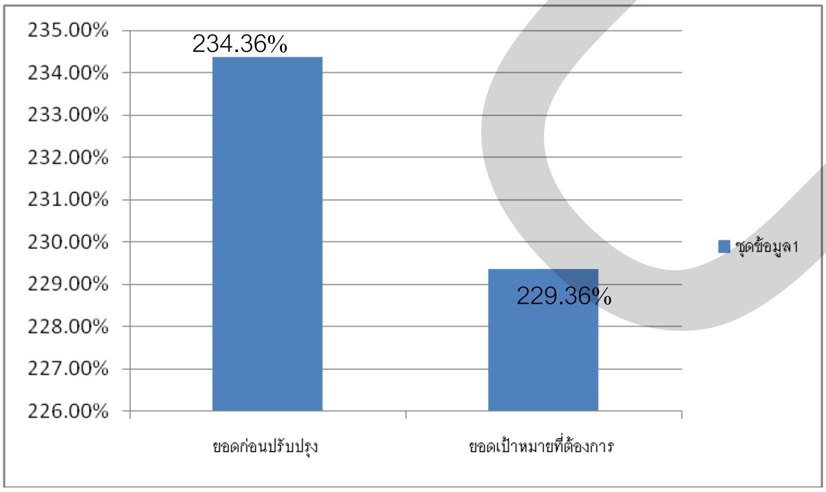
ภาพที่ 3.6 แสดงเวลาที่ใช้ในการจัดตารางการผลิต

3. มูลค่าสินค้าคงคลังทั้งหมดที่จัดเก็บ เท่ากับ 13,129,861.34 บาท เป้าหมายที่ต้องการลด 5% หรือ 656,493.07 บาท ดังนั้นมูลค่าสินค้าคงคลังทั้งหมดที่จัดเก็บจะเหลือเท่ากับ 12,473,368.27 บาท ดังรูป



ภาพที่ 3.7 แสดงมูลค่าสินค้าคงคลังที่จัดเก็บรวม

4. เปอร์เซ็นต์มูลค่าสินค้าคงคลังต่อยอดขาย เท่ากับ 234.36% เป้าหมายที่ต้องการลด 5% ดังนั้นจะเหลือเท่ากับ 229.36% ดังรูป



ภาพที่ 3.8 แสดงเปอร์เซ็นต์สินค้าคงคลังต่อยอดขาย

บทที่ 4
การเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเลือกกฎและวิธีการจัดตารางการผลิตที่เหมาะสมที่สุดของโรงงานที่เป็นกรณีศึกษา

ในบทนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนการเก็บข้อมูลเพื่อใช้ในการเลือกกฎการจัดตารางการผลิตที่เหมาะสมที่สุด สำหรับแผนฉีดพลาสติกในโรงงานที่เป็นกรณีศึกษา และกล่าวถึงขั้นตอนการรวบรวมข้อมูลเพื่อการศึกษาวิจัย นอกจากนี้ยังกล่าวถึงการวิเคราะห์ข้อมูล และผลของการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ข้อมูลจากการผลิตจริง

4.1 ข้อมูลที่ใช้ในการจัดตารางการผลิต

ในการศึกษาการเปรียบเทียบการจัดตารางการผลิตโดยใช้วิธีเสนอกับการจัดตารางการผลิตแบบเดิมของโรงงานที่เป็นกรณีศึกษา มีข้อมูลที่ต้องใช้ในการจัดตารางการผลิตดังนี้

ข้อมูลคำสั่งซื้อจากลูกค้า

ข้อมูลใบสั่งผลิตแบะใบแสดงขั้นตอนของกระบวนการผลิต

ข้อมูลเวลาการทำงานของเครื่องจักร

4.1.1 ข้อมูลคำสั่งซื้อของลูกค้า

เนื่องจากลักษณะการผลิตของโรงงานที่เป็นกรณีศึกษาเป็นการผลิตแบบตามสั่ง (Make to Order) ซึ่งจะผลิตสินค้าเมื่อมีคำสั่งซื้อจากลูกค้า ซึ่งผลิตภัณฑ์ทุกชนิดจะผ่านขั้นตอนกระบวนการผลิตแบบเดียวกัน โดยความแตกต่างอยู่ที่แบบพิมพ์ของแต่ละผลิตภัณฑ์ และสภาวะที่ใช้ในการควบคุมกระบวนการผลิตของเครื่องฉีดพลาสติก ซึ่งในการผลิตจะยึดถือข้อมูลคำสั่งซื้อของลูกค้าเป็นสำคัญ

4.1.2 ข้อมูลใบสั่งผลิตและใบแสดงขั้นตอนของกระบวนการผลิต

นอกจากคำสั่งซื้อของลูกค้าที่บอกถึงกำหนดวันส่งมอบงาน จำนวนสินค้าที่ลูกค้าต้องการ และปริมาณสินค้าที่ลูกค้าต้องการในแต่ละประเภท มีอีกสิ่งหนึ่งที่เป็นข้อมูลที่จำเป็นใน

การผลิตสินค้านั่นคือข้อมูลใบสั่งผลิตและใบแสดงขั้นตอนของการผลิตในแต่ละเครื่องจักร ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

SIAM TACK CO., LTD.
บริษัท สยามแท็ค จำกัด

แผนการผลิต
PRODUCTION PLAN

APPROVED	PREPARED

รหัสสินค้า	P/O	M/C	ชื่อสินค้า	จำนวน ORDER	D/D	จำนวนสั่งผลิต	ค้างผลิต	ส.ค. 14	พ. 15	พฤ. 16	ศ. 17	ส. 18	อา. 19	จ. 20	อ. 21	พ. 22	พฤ. 23	ศ. 24	ส. 25	อา. 26	จ. 27	อ. 28	พ. 29
QA4-1117-00T-E (4 T1R)	X070806	i1/2	TRAY ADAPTER ผิวพื้น4 สลับหลัง T1R	200000	05/09/07	201000	181250	12000	12000	12000	12000	12000	12000	12000	12000	12000	12000	12000	12000		12000	12000	
QA4-1117-00T-E (5 T2R)	X070807	i1/3	TRAY ADAPTER ผิวพื้น5 สลับหลัง T2R	100000	10/09/07	100500	100500																
1460742-00-E	X070807	i2/1	HOPPER B (NO.2)	100000	11/09/07	100500	80293	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200		4200	4200	4200
23-130-008-01	A78051/FORECAST20/0	i2/4	GASKET 008	18896	25/08/07	17500	9322	5000	4322														
01-SYY-H185X-00	010211	i2/6	BOBBIN ARMATURE (SYY)	70000	23/08/07	72000	20436				5000	5000	5000	5000	436								
30026445-HW	4500183033	i2/7	HINGE BLUE	10000	20/10/07	11000	11000																
30026445-BW	4500183033	i2/9	SUNGRACE BASE WHITE	10000	30/10/07	11000	11000																
30026445-CW	4500183033	i2/9	SUNGRACE COVER WHITE	10000	30/10/07	11500	11500																
KGF 495	PST7277-00	i2/9	OVERLOAD HOLDER 28740	55000	18/09/07	54500	54500		5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	4500				
MEDIA	001/12814567	i2/10	SPECIFICATION	400000	05/10/07	401000	345610	11000	11000	11000	11000	11000	11000	11000	11000	11000	11000	11000	11000		11000	11000	11000
PF4112P757C-E	รอ PO	i3/6	COVER-T-WPA	5000	08/08/07	5100	4506			4506													
PF4112P754C-E	X070901	i3/6	COVER-T-DRUM	3000	06/09/07	3050	3050	3050															
PF4112P757C-E	X070901	i3/6	COVER-T-WPA	3600	03/09/07	3650	3650			3650													
PF4112P758C-E	X070901	i3/6	COVER-T-WPB	3600	04/09/07	3650	3650		3650														
PF4112P754C-E	X070902	i3/6	COVER-T-DRUM	2400	11/09/07	2450	2450				2450												
PF4112P757C-E	X070902	i3/6	COVER-T-WPA	2400	12/09/07	2450	2450				2450												
PF4112P758C-E	X070902	i3/6	COVER-T-WPB	1800	12/09/07	1850	1850					1850											
KMD 902-3(2-FIN)	PST7279-00	i3/7	TERMINAL COVER บาร (2cav FIN5000R)	60000	20/09/07	69000	69000		5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000		5000	5000	5000
TT-0520-E	X070901	i3/8	TONER CAP	4000	04/09/07	4050	4050		4050														
TT-0140-E	X070901	i3/8	BUSH L	5000	04/09/07	5050	5050	5050															
PF4112P714C-E	X070901	i3/8	GUIDE-P-T-ULP	2400	05/09/07	2450	2450			2450													
PF4112P721D-E	X070901	i3/8	COVER-T-EDGE	1800	05/09/07	1850	1850			1850													
TT-0140-E	X070902	i3/8	BUSH L	3000	11/09/07	3050	3050				3050												
PF4112P689A	X070902	i3/8	BLOCK-T-STOPPER	2000	12/09/07	2050	2050					2050											
11-100-153-31 E	รอ PO	i3/9	CONE PAPER 153-31 ELAS	15000	25/08/07	12000	4260	4260															

ภาพที่ 4.1 ตารางแสดงใบสั่งผลิตและขั้นตอนการผลิตของเดิมที่โรงงานมีอยู่

บริษัท สยามแท็ค จำกัด
ตารางการผลิตเครื่องฉีดพลาสติกประจำวันที่

รหัสเครื่องจักร	ชื่องาน	จำนวน	วันกำหนด	ขั้นตอนที่	รหัสงาน	เวลาเริ่มต้นการผลิต	เวลาสิ้นสุดการผลิต
I1-2_150T	TRAY-ADAPTER-2	181250	05-ก.ย.-07	1	TRAY-ADAPTER-2	14/8/2007 8:00:00	31/8/2007 12:25:00
I1-3_150T	TRAY-ADAPTER-3	100500	10-ก.ย.-07	1	TRAY-ADAPTER-3	14/8/2007 13:00:00	23/8/2007 23:48:00
I2-1_250T	HOPPER-B	80293	11-ก.ย.-07	1	HOPPER-B	14/8/2007 8:00:00	7/9/2007 21:14:00
I2-10_80T	MEDIA	345610	05-ต.ค.-07	1	MEDIA	14/8/2007 8:00:00	29/9/2007 12:17:00
I2-11_130T	SUN-COVER-WHITE	11500	30-ต.ค.-07	1	SUN-COVER-WHITE	20/10/2007 8:00:00	22/10/2007 15:58:00
	SUN-BASE-WHITE	11000	30-ต.ค.-07	1	SUN-BASE-WHITE	22/10/2007 15:58:00	24/10/2007 1:45:00
I2-4_150T	GASKET-008	9322	25-ส.ค.-07	1	GASKET-008	14/8/2007 8:00:00	15/8/2007 18:00:00
I2-6_150T	BOBBIN-ARMATURE	20436	23-ส.ค.-07	1	BOBBIN-ARMATURE	17/8/2007 8:00:00	21/8/2007 8:34:00
I2-7_170T	HINGE-BLUE	11000	20-ต.ค.-07	1	HINGE-BLUE	15/10/2007 8:00:00	17/10/2007 7:32:00
I2-9_80T	OVERLOAD-HOLDER	54500	18-ก.ย.-07	1	OVERLOAD-HOLDER	17/8/2007 8:00:00	25/8/2007 8:55:00
I3-6_40	COVER-T-DRUM	3050	06-ก.ย.-07	1	COVER-T-DRUM	14/8/2007 17:00:00	14/8/2007 23:08:00
	COVER-T-WPB	3650	04-ก.ย.-07	1	COVER-T-WPB	14/8/2007 23:08:00	15/8/2007 6:25:00
	COVER-T-WPA-1	3650	03-ก.ย.-07	1	COVER-T-WPA-1	16/8/2007 20:05:00	17/8/2007 2:34:00
	COVER-T-WPB-1	1850	12-ก.ย.-07	1	COVER-T-WPB-1	17/8/2007 2:34:00	17/8/2007 7:04:00
	COVER-T-WPA-2	2450	12-ก.ย.-07	1	COVER-T-WPA-2	17/8/2007 7:04:00	17/8/2007 11:58:00
	COVER-T-DRUM1	2450	11-ก.ย.-07	1	COVER-T-DRUM1	17/8/2007 11:58:00	17/8/2007 17:14:00
	COVER-T-WPA	4506	20-ส.ค.-07	1	COVER-T-WPA	17/8/2007 20:00:00	18/8/2007 3:37:00
I3-7_80T	TERMINAL-COVER	69000	20-ก.ย.-07	1	TERMINAL-COVER	17/8/2007 8:00:00	28/8/2007 10:01:00
I3-8_28T	BUSH-L	5050	04-ก.ย.-07	1	BUSH-L	14/8/2007 21:00:00	15/8/2007 12:04:00
	TONER-CAP	4050	04-ก.ย.-07	1	TONER-CAP	15/8/2007 12:04:00	16/8/2007 2:43:00
	BLOCK-T-STOPPER	2050	12-ก.ย.-07	1	BLOCK-T-STOPPER	16/8/2007 13:00:00	16/8/2007 20:57:00
	COVER-T-EDGE	1850	05-ก.ย.-07	1	COVER-T-EDGE	16/8/2007 20:57:00	17/8/2007 4:02:00
	GUIDE-P-T-ULP	2450	05-ก.ย.-07	1	GUIDE-P-T-ULP	17/8/2007 4:02:00	17/8/2007 12:51:00
	BUSH-L1	3050	11-ก.ย.-07	1	BUSH-L1	17/8/2007 12:51:00	17/8/2007 22:36:00
I3-9_75T	CONE+ELAS-153-31	4260	25-ส.ค.-07	1	CONE+ELAS-153-31	14/8/2007 8:00:00	15/8/2007 2:43:00

จัดทำโดย ____________ อนุมัติโดย ____________ รับทราบโดย ____________
วันที่ ____________ วันที่ ____________ วันที่ ____________

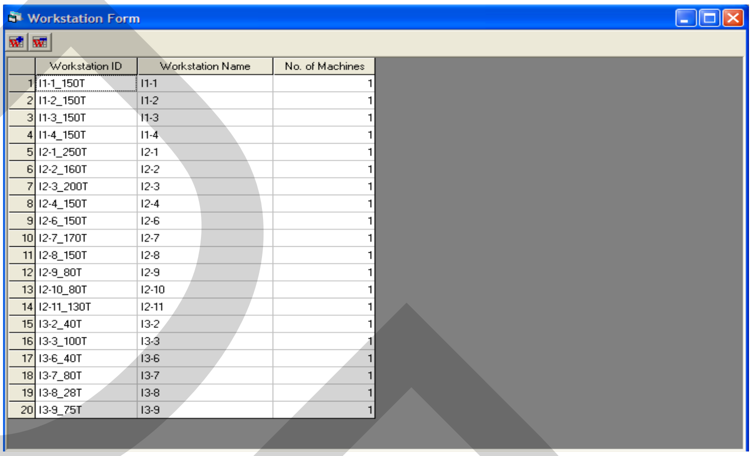
ภาพที่ 4.2 ตารางแสดงใบสั่งผลิตที่ทางผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรมการจัดตารางการผลิตให้กับโรงงาน

4.1.3 ข้อมูลเวลาทำงานของเครื่องจักร

ในโรงงานที่เป็นกรณีศึกษานี้ จะมีการทำงานตลอด24 ชั่วโมง โรงงานจะแบ่งกะการทำงานออกเป็น 2กะ การทำงาน กะละ 12 ชั่วโมง เครื่องจักรทำงานตลอดเวลา24 ชั่วโมง เครื่องจักรของโรงงานที่เป็นกรณีศึกษามีทำงานแบบเดียวกันแต่ละเครื่องจักรมีหลายขนาด โดย MC 20 เครื่อง

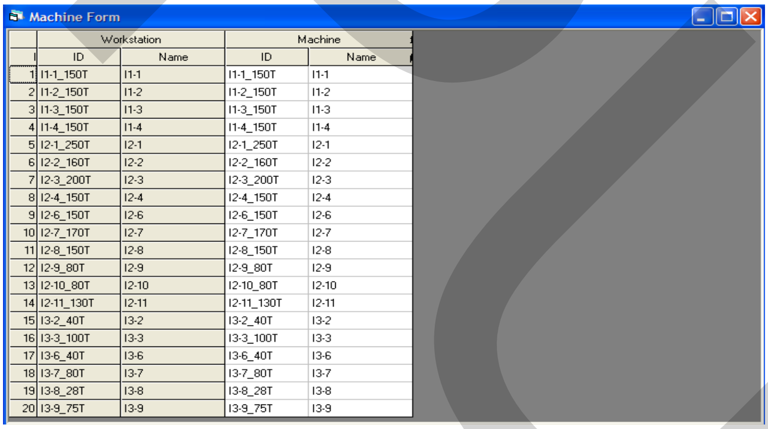
จะแบ่งเป็นกลุ่ม ๆ จำแนกตาม Capacity ของ MC ต่าง ๆ เป็น 250, 300, 350 ตัน และในแผนกฉีดพลาสติกจะมีแค่ 1 operation เท่านั้น คือ ฉีดพลาสติก เมื่อมีงานเข้ามาก็จัดสรร เข้า MC ต่าง ๆ 20 เครื่อง

MC ของ Siam Tack ที่แผนกฉีดพลาสติก จะมีรูปแบบเป็น Parallel MC วางขนานกันทั้งหมด 20 เครื่อง ดังข้อมูลใน Work Station และ MC Form ของ Program ดังรูป



	Workstation ID	Workstation Name	No. of Machines
1	I1-1_150T	I1-1	1
2	I1-2_150T	I1-2	1
3	I1-3_150T	I1-3	1
4	I1-4_150T	I1-4	1
5	I2-1_250T	I2-1	1
6	I2-2_160T	I2-2	1
7	I2-3_200T	I2-3	1
8	I2-4_150T	I2-4	1
9	I2-6_150T	I2-6	1
10	I2-7_170T	I2-7	1
11	I2-8_150T	I2-8	1
12	I2-9_80T	I2-9	1
13	I2-10_80T	I2-10	1
14	I2-11_130T	I2-11	1
15	I3-2_40T	I3-2	1
16	I3-3_100T	I3-3	1
17	I3-6_40T	I3-6	1
18	I3-7_80T	I3-7	1
19	I3-8_28T	I3-8	1
20	I3-9_75T	I3-9	1

ภาพที่ 4.3 ข้อมูลของงานที่กำหนดลง Work Station ในโปรแกรมการจัดตารางการผลิต



	Workstation		Machine	
I	ID	Name	ID	Name
1	I1-1_150T	I1-1	I1-1_150T	I1-1
2	I1-2_150T	I1-2	I1-2_150T	I1-2
3	I1-3_150T	I1-3	I1-3_150T	I1-3
4	I1-4_150T	I1-4	I1-4_150T	I1-4
5	I2-1_250T	I2-1	I2-1_250T	I2-1
6	I2-2_160T	I2-2	I2-2_160T	I2-2
7	I2-3_200T	I2-3	I2-3_200T	I2-3
8	I2-4_150T	I2-4	I2-4_150T	I2-4
9	I2-6_150T	I2-6	I2-6_150T	I2-6
10	I2-7_170T	I2-7	I2-7_170T	I2-7
11	I2-8_150T	I2-8	I2-8_150T	I2-8
12	I2-9_80T	I2-9	I2-9_80T	I2-9
13	I2-10_80T	I2-10	I2-10_80T	I2-10
14	I2-11_130T	I2-11	I2-11_130T	I2-11
15	I3-2_40T	I3-2	I3-2_40T	I3-2
16	I3-3_100T	I3-3	I3-3_100T	I3-3
17	I3-6_40T	I3-6	I3-6_40T	I3-6
18	I3-7_80T	I3-7	I3-7_80T	I3-7
19	I3-8_28T	I3-8	I3-8_28T	I3-8
20	I3-9_75T	I3-9	I3-9_75T	I3-9

ภาพที่ 4.4 ข้อมูลของเครื่องจักรที่ถูกวางตามงานที่กำหนดเอาไว้ใน Work Station

ช่วงเวลาในการทำงานของแต่ละกะการทำงานมีดังนี้

ช่วงกะที่1 เริ่มการทำงานตั้งแต่ เวลา 08:00 น. – 12:00 น. พัก 1 ชั่วโมง เริ่มงานอีกครั้ง เวลา 13:00 น. – 17:00 น. พักครึ่งชั่วโมง เริ่มงานอีกครั้ง เวลา 17:30 น. - 20:00 น.

ช่วงกะที่2 เริ่มการทำงานตั้งแต่ เวลา 20:00 น. – 24:00 น. พัก 1 ชั่วโมง เริ่มงานอีกครั้ง เวลา 01:00 น. – 04:00 น. พักครึ่งชั่วโมง เริ่มงานอีกครั้ง เวลา 04:30 น. - 08:00 น.

ในการปฏิบัติงานจริงนั้น เวลาการทำงานของเครื่องจักรบางเครื่องอาจมีการขยายเวลาออกไปในการทำงานล่วงเวลาเนื่องจากโรงงานประสบปัญหาในการส่งมอบงานที่ล่าช้าไม่ทันตามคำสั่งซื้อของลูกค้าที่ลูกค้ากำหนด เพื่อเร่งรัดการทำงาน โดยเฉพาะเมื่อใกล้ถึงเวลากำหนดส่งมอบงานซึ่งเป็นการแก้ไขเฉพาะหน้าและไม่ทันท่วงที

ในการศึกษาเปรียบเทียบการจัดตารางการผลิตโดยใช้วิธีเสนอกับการจัดตารางการผลิตแบบเดิมของโรงงานในบทนี้ ข้อมูลที่ใช้ในการจัดตารางการผลิตโดยโปรแกรมการจัดตารางการผลิตที่ใช้ข้อมูลจากการผลิตจริง รวมทั้งเวลาการทำงานของเครื่องจักรแต่ละเครื่องก็เป็นข้อมูลจริงที่ได้จากการผลิตของโรงงานที่เป็นกรณีศึกษา ของแต่ละวันว่ามีปัญหาในการทำงานอะไรบ้าง เช่น เครื่องจักรและอุปกรณ์การผลิตเสีย พนักงานขาดงาน มีการประชุมพนักงาน เป็นต้น

4.2 กระบวนการในการจัดตารางการผลิต

เมื่อได้เก็บข้อมูลต่างๆที่จะนำมาใช้ในการจัดตารางการผลิตแล้วผู้วิจัยจะนำมาใช้ในกระบวนการในการจัดตารางการผลิตซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

4.2.1 การรับข้อมูลการจัดตารางการผลิต

ขั้นตอนนี้เป็นการรับข้อมูลที่ใช้ในการจัดตารางการผลิตของงานที่วันสั่งผลิตอยู่ในช่วงระยะเวลาการจัดตารางการผลิต เช่น เวลาการทำงานในแต่ละขั้นตอนการทำงาน ลำดับของการทำงาน ตารางเวลาของโรงงาน และเวลาที่จะส่งมอบงาน

4.2.2 การเลือกกฎและวิธีการจัดตารางการผลิต

ขั้นตอนนี้เป็นการเลือกกฎและวิธีการจัดตารางการผลิตที่เหมาะสมให้กับโรงงานที่เป็นกรณีศึกษาเพื่อช่วยในแก้ไขปัญหาการส่งมอบงานที่ล่าช้าของโรงงานโดยเฉลี่ยจากข้อมูลเดิมของโรงงาน

4.2.3 การจัดตารางการผลิต

ขั้นตอนนี้เป็นการนำเอาข้อมูลที่ได้เก็บมาจากโรงงานที่เป็นกรณีศึกษาเพื่อนำมาประมวลผลเพื่อจัดตารางการผลิตโดยใช้โปรแกรมการจัดตารางการผลิตที่พัฒนาขึ้นเพื่อให้ได้ผลของการวิจัยที่ดีที่สุดต่อโรงงานที่เป็นกรณีศึกษา

4.2.4 การแสดงผลของการจัดตารางการผลิต

ขั้นตอนนี้เป็นการแสดงผลของการจัดตารางการผลิต ค่าของตัววัดผลต่างๆในรูปแบบของตารางและแผนภูมิ ซึ่งจะแสดงตารางการผลิตที่ได้

4.2.5 การตรวจสอบผลการคำนวณ

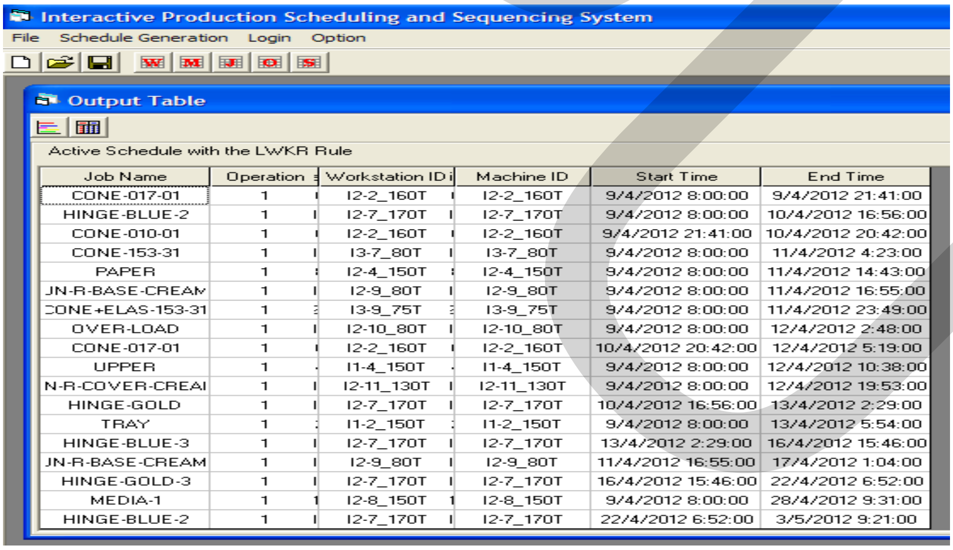
ขั้นตอนนี้เป็นการตรวจสอบความถูกต้องของการคำนวณในแต่ละขั้นตอนของการจัดตารางการผลิตโปรแกรมที่ผู้วิจัยนำมาใช้นี้สามารถแสดงการการคำนวณในแต่ละขั้นตอนของการจัดตารางการผลิตเพื่อให้ง่ายต่อการตรวจสอบและย้อนกลับของข้อมูลเพื่อให้เกิดความถูกต้องและเชื่อถือได้

4.2.6 การจัดตารางการผลิตแบบโต้ตอบ

ขั้นตอนนี้เป็นการจัดตารางการผลิตโดยผู้วิจัยได้นำโปรแกรมการจัดตารางการผลิตนี้มาใช้เพราะว่าสามารถจัดตารางการผลิตแบบโต้ตอบ เพื่อปรับเปลี่ยนตารางการผลิตหรือจัดตารางการผลิตใหม่ตามข้อมูลที่เปลี่ยนแปลงไปตามความไม่แน่นอนในการผลิต

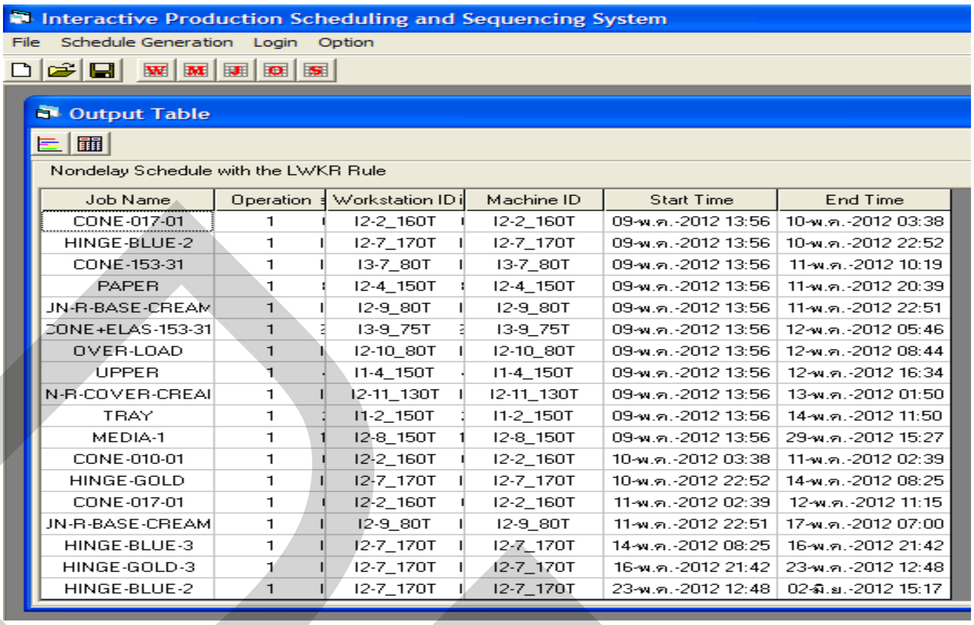
4.3 ตารางการผลิตที่ได้จากโปรแกรมการจัดตารางการผลิต

การจัดตารางการผลิตโดยโปรแกรมการจัดตารางการผลิตที่ใช้ข้อมูลการผลิตจริงของเดือน พฤษภาคม-มิถุนายน พ.ศ. 2555 โดยการใช้กฎการจัดตารางการผลิต 15 แบบ และใช้วิธีการจัดตารางการผลิต 2 แบบ คือ แบบเชิงกำลังใช้งาน (Active Schedule) และแบบเชิงไม่หน่วงเหนี่ยว (Non-Delay Schedule) โดยใช้โปรแกรมการจัดตารางการผลิตเพื่อลดปัญหาการส่งมอบงานล่าช้า



Job Name	Operation	Workstation ID	Machine ID	Start Time	End Time
CONE-017-01	1	I2-2_160T	I2-2_160T	9/4/2012 8:00:00	9/4/2012 21:41:00
HINGE-BLUE-2	1	I2-7_170T	I2-7_170T	9/4/2012 8:00:00	10/4/2012 16:56:00
CONE-010-01	1	I2-2_160T	I2-2_160T	9/4/2012 21:41:00	10/4/2012 20:42:00
CONE-153-31	1	I3-7_80T	I3-7_80T	9/4/2012 8:00:00	11/4/2012 4:23:00
PAPER	1	I2-4_150T	I2-4_150T	9/4/2012 8:00:00	11/4/2012 14:43:00
JN-R-BASE-CREAM	1	I2-9_80T	I2-9_80T	9/4/2012 8:00:00	11/4/2012 16:55:00
CONE+ELAS-153-31	1	I3-9_75T	I3-9_75T	9/4/2012 8:00:00	11/4/2012 23:49:00
OVER-LOAD	1	I2-10_80T	I2-10_80T	9/4/2012 8:00:00	12/4/2012 2:48:00
CONE-017-01	1	I2-2_160T	I2-2_160T	10/4/2012 20:42:00	12/4/2012 5:19:00
UPPER	1	I1-4_150T	I1-4_150T	9/4/2012 8:00:00	12/4/2012 10:38:00
N-R-COVER-CREAI	1	I2-11_130T	I2-11_130T	9/4/2012 8:00:00	12/4/2012 19:53:00
HINGE-GOLD	1	I2-7_170T	I2-7_170T	10/4/2012 16:56:00	13/4/2012 2:29:00
TRAY	1	I1-2_150T	I1-2_150T	9/4/2012 8:00:00	13/4/2012 5:54:00
HINGE-BLUE-3	1	I2-7_170T	I2-7_170T	13/4/2012 2:29:00	16/4/2012 15:46:00
JN-R-BASE-CREAM	1	I2-9_80T	I2-9_80T	11/4/2012 16:55:00	17/4/2012 1:04:00
HINGE-GOLD-3	1	I2-7_170T	I2-7_170T	16/4/2012 15:46:00	22/4/2012 6:52:00
MEDIA-1	1	I2-8_150T	I2-8_150T	9/4/2012 8:00:00	28/4/2012 9:31:00
HINGE-BLUE-2	1	I2-7_170T	I2-7_170T	22/4/2012 6:52:00	3/5/2012 9:21:00

ภาพที่ 4.5 แสดงการจัดตารางการผลิตโดยใช้โปรแกรมจัดตารางการผลิตแบบ(Active Schedule)



Job Name	Operation	Workstation ID	Machine ID	Start Time	End Time
CONE-017-01	1	I2-2_160T	I2-2_160T	09-พ.ค.-2012 13:56	10-พ.ค.-2012 03:38
HINGE-BLUE-2	1	I2-7_170T	I2-7_170T	09-พ.ค.-2012 13:56	10-พ.ค.-2012 22:52
CONE-153-31	1	I3-7_80T	I3-7_80T	09-พ.ค.-2012 13:56	11-พ.ค.-2012 10:19
PAPER	1	I2-4_150T	I2-4_150T	09-พ.ค.-2012 13:56	11-พ.ค.-2012 20:39
JN-R-BASE-CREAM	1	I2-9_80T	I2-9_80T	09-พ.ค.-2012 13:56	11-พ.ค.-2012 22:51
CONE+ELAS-153-31	1	I3-9_75T	I3-9_75T	09-พ.ค.-2012 13:56	12-พ.ค.-2012 05:46
OVER-LOAD	1	I2-10_80T	I2-10_80T	09-พ.ค.-2012 13:56	12-พ.ค.-2012 08:44
UPPER	1	I1-4_150T	I1-4_150T	09-พ.ค.-2012 13:56	12-พ.ค.-2012 16:34
N-R-COVER-CREAI	1	I2-11_130T	I2-11_130T	09-พ.ค.-2012 13:56	13-พ.ค.-2012 01:50
TRAY	1	I1-2_150T	I1-2_150T	09-พ.ค.-2012 13:56	14-พ.ค.-2012 11:50
MEDIA-1	1	I2-8_150T	I2-8_150T	09-พ.ค.-2012 13:56	29-พ.ค.-2012 15:27
CONE-010-01	1	I2-2_160T	I2-2_160T	10-พ.ค.-2012 03:38	11-พ.ค.-2012 02:39
HINGE-GOLD	1	I2-7_170T	I2-7_170T	10-พ.ค.-2012 22:52	14-พ.ค.-2012 08:25
CONE-017-01	1	I2-2_160T	I2-2_160T	11-พ.ค.-2012 02:39	12-พ.ค.-2012 11:15
JN-R-BASE-CREAM	1	I2-9_80T	I2-9_80T	11-พ.ค.-2012 22:51	17-พ.ค.-2012 07:00
HINGE-BLUE-3	1	I2-7_170T	I2-7_170T	14-พ.ค.-2012 08:25	16-พ.ค.-2012 21:42
HINGE-GOLD-3	1	I2-7_170T	I2-7_170T	16-พ.ค.-2012 21:42	23-พ.ค.-2012 12:48
HINGE-BLUE-2	1	I2-7_170T	I2-7_170T	23-พ.ค.-2012 12:48	02-มิ.ย.-2012 15:17

ภาพที่ 4.6 แสดงการจัดตารางการผลิตโดยใช้โปรแกรมจัดตารางการผลิตแบบ (Non-Delay Schedule)

4.4 การเปรียบเทียบข้อมูลก่อนและหลังของโรงงานที่เป็นกรณีศึกษาได้ใช้ โปรแกรมการจัดตารางการผลิตที่ผู้วิจัยได้นำไปใช้จริง

การจัดตารางการผลิตแบบเดิมที่โรงงานที่เป็นกรณีศึกษานั้นยังไม่มีระบบและขั้นตอนของการจัดตารางการผลิตที่แน่นอน การจัดตารางการผลิตส่วนใหญ่เป็นลักษณะที่เลือกทำงานที่เข้ามาก่อนหรือเลือกทำงานที่จะถึงเวลาส่งมอบงานก่อน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพนักงานที่ทำการวางแผนในการผลิตหรือบางครั้งก็ขึ้นอยู่กลับพนักงานที่ปฏิบัติงานในแต่ละเครื่องจักร การจัดตารางการผลิตในลักษณะดังกล่าวยังไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร เห็นได้จากปัญหาการส่งมอบงานที่ล่าช้าไม่ทันต่อความต้องการของลูกค้า ซึ่งพบว่าจำนวนงานล่าช้าในเดือนเมษายน-พฤษภาคม 2555 คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ ได้ 17.85% และเป้าหมายในการจัดตารางการผลิตโดยใช้โปรแกรมการจัดตารางการผลิตเพื่อให้ได้การจัดตารางการผลิตที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับสภาพของโรงงานที่เป็นกรณีศึกษา โดยมีเป้าหมายที่จะลดปัญหาของการส่งมอบงานล่าช้าให้กับโรงงานดังกล่าว เป้าหมายที่ตั้งเอาไว้ก่อนใช้โปรแกรมการจัดตารางการผลิตที่ผู้วิจัยนำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ จะสามารถลดเปอร์เซ็นต์การส่งมอบงานล่าช้าลงจากเดิมเหลือ 12.85% หลังจากได้ใช้โปรแกรมการจัดตารางการผลิตกับโรงงานที่เป็นกรณีศึกษาแล้ว ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติทำให้ได้กฎและวิธีการจัดตารางการผลิตที่เหมาะสมกับโรงงานที่เป็นกรณีศึกษาคือ วิธีการจัดตารางการผลิตแบบ Active โดยใช้กฎ

Heuristic 2 ซึ่งเมื่อนำไปใช้ปฏิบัติงานจริงทำให้สามารถแก้ไขปัญหาการส่งมอบงานล่าช้าของโรงงานที่เป็นกรณีศึกษาได้ทั้งหมด โดยสามารถลดเปอร์เซ็นต์ความล่าช้าในการส่งมอบงานจาก 17.85% ให้เหลือ 0% หรือไม่พบปัญหาการส่งมอบงานที่ล่าช้าที่แผนกฉีดพลาสติกของโรงงานที่เป็นกรณีศึกษา

4.5 วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA)

หลังจากบันทึกข้อมูลเรียบร้อยแล้วจึงทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนเนื่องจากสองปัจจัย คือ วิธีการจัดตารางการผลิตและกฎที่ใช้ในการจัดตารางการผลิต โดยสามารถเขียนสมการแสดงความแปรผันของตัวแปรตาม ได้ดังนี้

$$X_{ijk} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ijk}$$

โดยที่ α_1 = อิทธิพลของปัจจัยที่หนึ่ง (วิธีการจัดตารางการผลิต)

สมมติฐานหลักที่จะทดสอบคือ

$H_0 : \alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = \alpha_4 = \alpha_5 = \alpha_6 = \alpha_7 = \alpha_8 = \alpha_9 = 0$

H_1 : มีอย่างน้อย α_j 1 ค่าที่ไม่เท่ากับ 0

4.6 ผลที่ได้จากการทดลอง

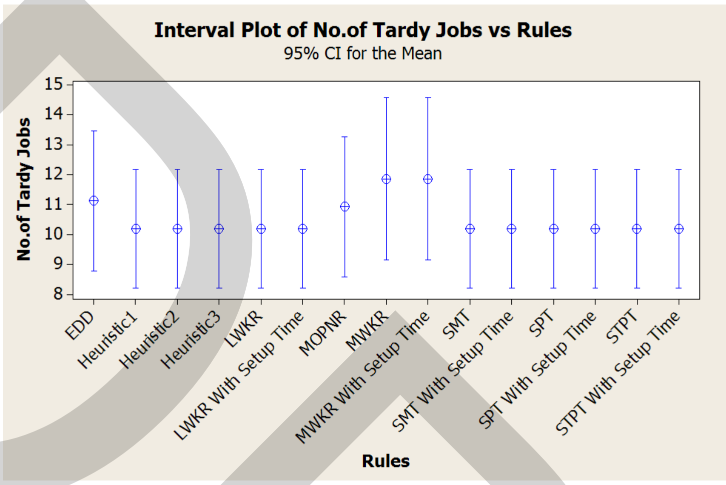
จากผลทดลองที่ได้เมื่อนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยวิธีทางสถิติของปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกกฎที่ใช้ในการจัดตารางการผลิตได้ผลดังนี้

4.6.1 ผลการวิเคราะห์กฎและวิธีการจัดตารางการผลิตที่มีต่อ No. of Tardy Jobs

ANOVA

Source of Variation	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Rules	19	79.33	79.33	4.18	0.28	0.999
Error	430	6340.90	6340.90	14.75		
Total	349	6420.23				

จากตารางที่ 4.1 พบว่าปัจจัยที่ใช้ในการจัดตารางการผลิตได้ค่า P-value เท่ากับ 0.999 มากกว่าระดับนัยสำคัญที่ทดสอบ (= 0.05) จึงปฏิเสธสมมติฐานหลัก ซึ่งสรุปได้ว่า กฎที่ใช้ในการจัดตารางการผลิตมีผลต่อ No. of Tardy Jobs อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



ภาพที่ 4.7 แผนภูมิ Interval Plot ระหว่างกฎที่ใช้ในการจัดตารางการผลิตเทียบกับ No. of Tardy Jobs

จากภาพที่ 4.7 แสดงรายละเอียดแผนภูมิ Interval Plot ระหว่างกฎที่ใช้ในการจัดตารางการผลิตเทียบกับ No. of Tardy Jobs ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ซึ่งค่า Mean ของแต่ละกฎสามารถสรุปได้ดังนี้

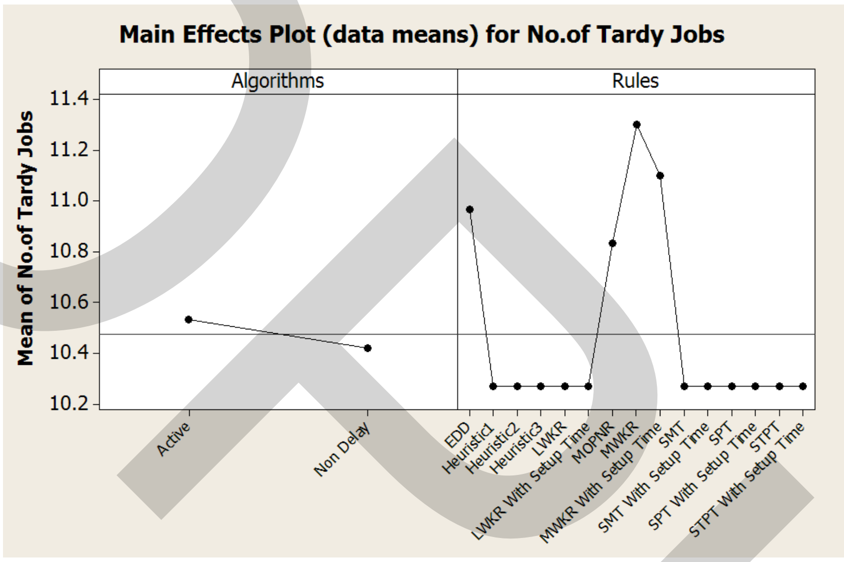
กฎ EDD ค่า Mean	เท่ากับ 10.9667
กฎ Heuristic 1 ค่า Mean	เท่ากับ 10.2667
กฎ Heuristic 2 ค่า Mean	เท่ากับ 10.2667
กฎ Heuristic 3 ค่า Mean	เท่ากับ 10.2667
กฎ LWKR ค่า Mean	เท่ากับ 10.2667
กฎ LWKR With Setup Time ค่า Mean	เท่ากับ 10.2667
กฎ MOPNR ค่า Mean	เท่ากับ 10.8333
กฎ MWKR ค่า Mean	เท่ากับ 11.3000
กฎ MWKR With Setup Time ค่า Mean	เท่ากับ 11.1000
กฎ SMT ค่า Mean	เท่ากับ 10.2667
กฎ SMT With Setup Time ค่า Mean	เท่ากับ 10.2667
กฎ SPT ค่า Mean	เท่ากับ 10.2667

กฎ SPT With Setup Time ค่า Mean เท่ากับ 10.2667

กฎ STPT ค่า Mean เท่ากับ 10.2667

กฎ STPT With Setup Time ค่า Mean เท่ากับ 10.2667

ซึ่งค่า Mean 3 อันดับแรกที่ดีที่สุดคือ Heuristic 2 / LWKR / LWKR With Setup Time ตามลำดับ



ภาพที่ 4.8 แสดงรายละเอียดแผนภูมิ Main Effects Plot No. of Tardy Jobs

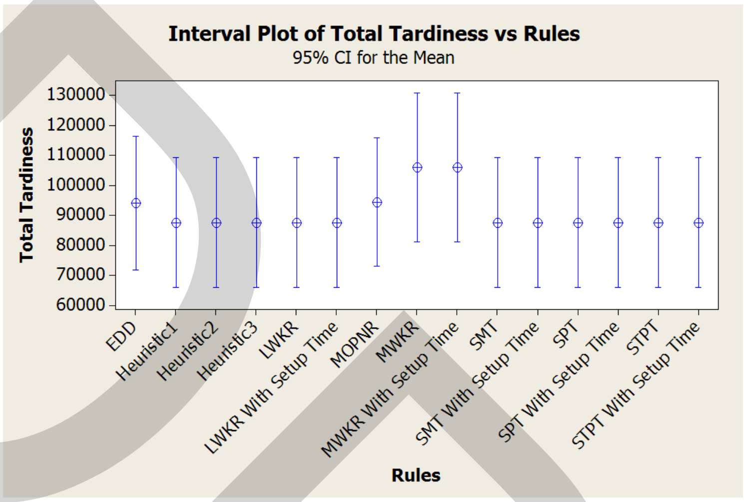
จากภาพที่ 4.8 แสดงรายละเอียดแผนภูมิ Main Effects Plot No. of Tardy Jobs แสดงการเปรียบเทียบค่า Main ของทั้ง 15 กฎ ซึ่งค่า Reference line เท่ากับ 10.4756

4.6.2 ผลการวิเคราะห์กฎและวิธีการจัดตารางการผลิตที่มีต่อ No. of Tardy Jobs

ANOVA

Source of Variation	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Rules	19	1195340480	1195340480	62912657	0.06	1.000
Error	430	4.77036E+11	4.77036E+11	1425613843		
Total	449	4.78231E+11				

จากตารางที่ 4.2 พบว่าปัจจัยที่ใช้ในการจัดตารางการผลิตได้ค่า P-value เท่ากับ 1.000 มากกว่าระดับนัยสำคัญที่ทดสอบ (= 0.05) จึงปฏิเสธสมมติฐานหลัก ซึ่งสรุปได้ว่า กฎที่ใช้ในการจัดตารางการผลิตมีผลต่อ No. of Tardy Jobs อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



ภาพที่ 4.9 แผนภูมิ Interval Plot ระหว่างกฎที่ใช้ในการจัดตารางการผลิตเทียบกับ Total Tardiness

จากภาพที่ 4.9 แสดงรายละเอียดแผนภูมิ Interval Plot ระหว่างกฎที่ใช้ในการจัดตารางการผลิตเทียบกับ Total Tardiness ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ซึ่งค่า Mean ของแต่ละกฎสามารถสรุปได้ดังนี้

กฎ EDD ค่า Mean เท่ากับ 90846.4

กฎ Heuristic 1 ค่า Mean เท่ากับ 85524.9

กฎ Heuristic 2 ค่า Mean เท่ากับ 85524.9

กฎ Heuristic 3 ค่า Mean เท่ากับ 85524.9

กฎ LWKR ค่า Mean เท่ากับ 85524.9

กฎ LWKR With Setup Time ค่า Mean เท่ากับ 85524.9

กฎ MOPNR ค่า Mean เท่ากับ 90218.8

กฎ MWKR ค่า Mean เท่ากับ 98388.2

กฎ MWKR With Setup Time ค่า Mean เท่ากับ 94734.0

กฎ SMT ค่า Mean เท่ากับ 85524.9

กฎ SMT With Setup Time ค่า Mean เท่ากับ 85524.9

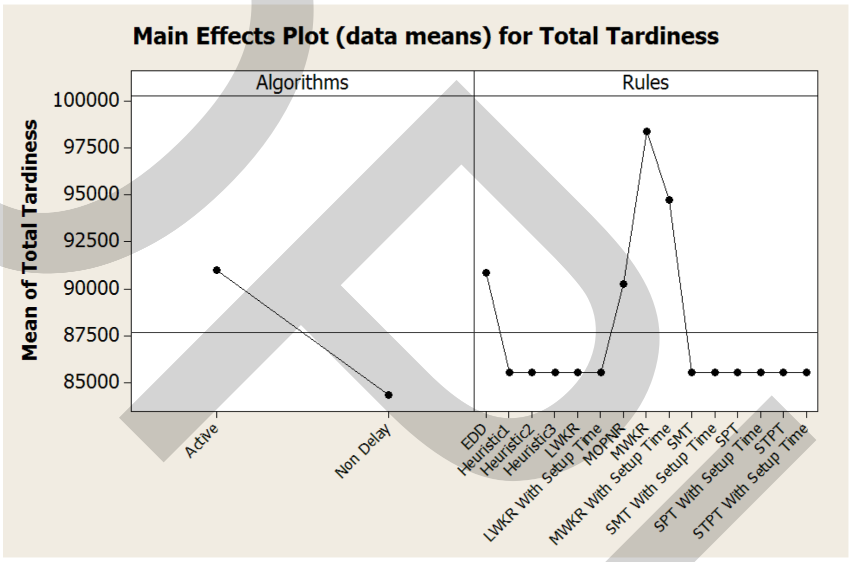
กฎ SPT ค่า Mean เท่ากับ 85524.9

กฎ SPT With Setup Time ค่า Mean เท่ากับ 85524.9

กฎ STPT ค่า Mean เท่ากับ 85524.9

กฎ STPT With Setup Time ค่า Mean เท่ากับ 85524.9

ซึ่งค่า Mean 3 อันดับแรกที่ดีที่สุดคือ Heuristic 2 / Heuristic 3 / LWKR With Setup Time ตามลำดับ



ภาพที่ 4.10 แสดงรายละเอียดแผนภูมิ Main Effects Plot Total Tardiness

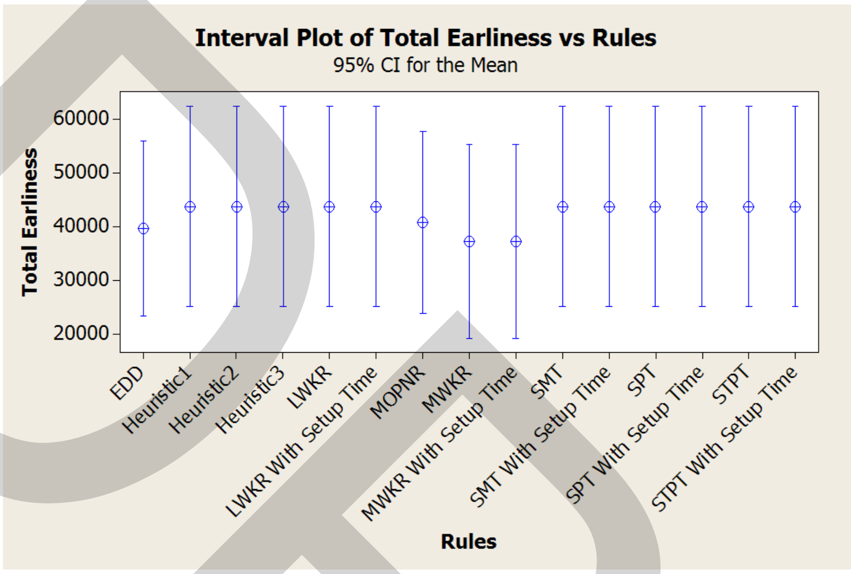
จากภาพที่ 4.10 แสดงรายละเอียดแผนภูมิ Main Effects Plot Total Tardiness แสดงการเปรียบเทียบค่า Main ของทั้ง 18 กฎ ซึ่งค่า Reference line เท่ากับ 87664.1

4.6.3 ผลการวิเคราะห์กฎและวิธีการจัดตารางการผลิตที่มีต่อ Total Earliness

ANOVA

Source of Variation	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Rules	19	1195340480	1195340480	62912657	0.06	1.000
Error	430	4.77036E +11	4.77036E+11	1109386269		
Total	449	4.78231E+11				

จากตารางที่ 4.3 พบว่าปัจจัยที่ใช้ในการจัดตารางการผลิตได้ค่า P-value เท่ากับ 1.000 น้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่ทดสอบ (= 0.05) จึงปฏิเสธสมมติฐานหลัก ซึ่งสรุปได้ว่า กฎที่ใช้ในการจัดตารางการผลิตมีผลต่อ Total Earliness อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



ภาพที่ 4.11 แผนภูมิ Interval Plot ระหว่างกฎที่ใช้ในการจัดตารางการผลิตเทียบกับ Total Earliness

จากภาพที่ 4.11 แสดงรายละเอียดแผนภูมิ Interval Plot ระหว่างกฎที่ใช้ในการจัดตารางการผลิตเทียบกับ Total Earliness ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ซึ่งค่า Mean ของแต่ละกฎสามารถสรุปได้ดังนี้

กฎ EDD ค่า Mean	เท่ากับ 41350.3
กฎ Heuristic 1 ค่า Mean	เท่ากับ 44057.0
กฎ Heuristic 2 ค่า Mean	เท่ากับ 44057.0
กฎ Heuristic 3 ค่า Mean	เท่ากับ 44057.0
กฎ LWKR ค่า Mean	เท่ากับ 44057.0
กฎ LWKR With Setup Time ค่า Mean	เท่ากับ 44057.0
กฎ MOPNR ค่า Mean	เท่ากับ 42086.3
กฎ MWKR ค่า Mean	เท่ากับ 39967.9
กฎ MWKR With Setup Time ค่า Mean	เท่ากับ 40813.3
กฎ SMT ค่า Mean	เท่ากับ 44057.0

กฎ SMT With Setup Time ค่า Mean เท่ากับ 44057.0

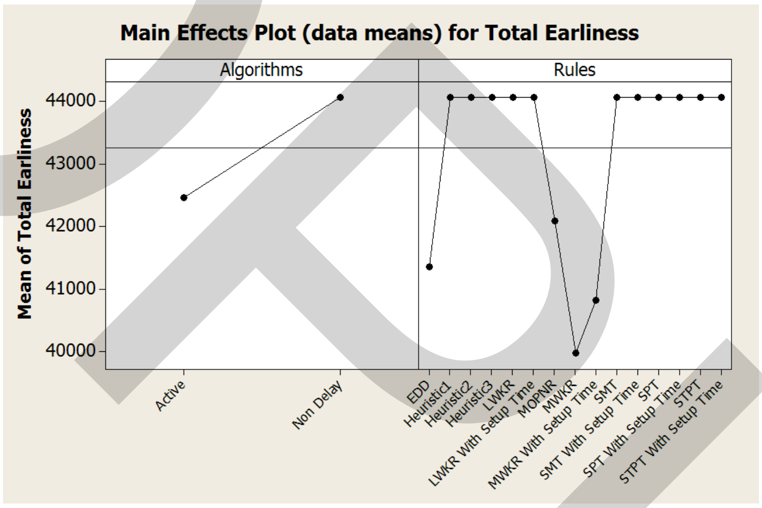
กฎ SPT ค่า Mean เท่ากับ 44057.0

กฎ SPT With Setup Time ค่า Mean เท่ากับ 44057.0

กฎ STPT ค่า Mean เท่ากับ 44057.0

กฎ STPT With Setup Time ค่า Mean เท่ากับ 44057.0

ซึ่งค่า Mean 3 อันดับแรกที่ดีที่สุดคือ MWKR / MWKR With Setup Time / EDD ตามลำดับ



ภาพที่ 4.12 แสดงรายละเอียดแผนภูมิ Main Effects Plot Total Earliness

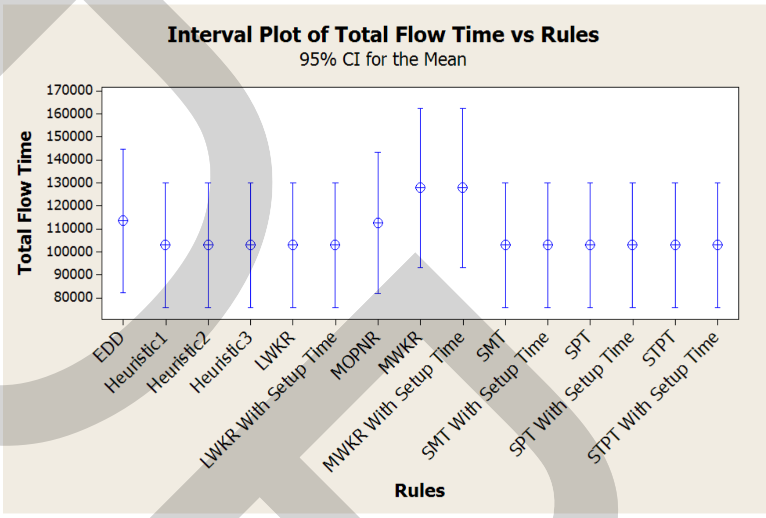
จากภาพที่ 4.12 แสดงรายละเอียดแผนภูมิ Main Effects Plot Total Earliness แสดงการเปรียบเทียบค่า Main ของทั้ง 15 กฎ ซึ่งค่า Reference line เท่ากับ 43256.3

4.6.4 ผลการวิเคราะห์กฎและวิธีการจัดตารางการผลิตที่มีต่อ Total Flow Time

ANOVA

Source of Variation	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Rules	19	18712236531	18712236531	984854554	0.40	0.990
Error	430	1.06813E+11	1.06813E +11	2484028927		
Total	449	1.08684E+11				

จากตารางที่ 4.4 พบว่าปัจจัยที่ใช้ในการจัดตารางการผลิตได้ค่า P-value เท่ากับ 0.990 น้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่ทดสอบ (= 0.05) จึงปฏิเสธสมมติฐานหลัก ซึ่งสรุปได้ว่า กฎที่ใช้ในการจัดตารางการผลิตมีผลต่อ Total Flow Time อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



ภาพที่ 4.13 แผนภูมิ Interval Plot ระหว่างกฎที่ใช้ในการจัดตารางการผลิตเทียบกับ Total Flow Time

จากภาพที่ 4.13 แสดงรายละเอียดแผนภูมิ Interval Plot ระหว่างกฎที่ใช้ในการจัดตารางการผลิตเทียบกับ Total Flow Time ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ซึ่งค่า Mean ของแต่ละกฎสามารถสรุปได้ดังนี้

กฎ EDD ค่า Mean	เท่ากับ 108607
กฎ Heuristic 1 ค่า Mean	เท่ากับ 100579
กฎ Heuristic 2 ค่า Mean	เท่ากับ 100579
กฎ Heuristic 3 ค่า Mean	เท่ากับ 100579
กฎ LWKR ค่า Mean	เท่ากับ 100579
กฎ LWKR With Setup Time ค่า Mean	เท่ากับ 100579
กฎ MOPNR ค่า Mean	เท่ากับ 107243
กฎ MWKR ค่า Mean	เท่ากับ 117531
กฎ MWKR With Setup Time ค่า Mean	เท่ากับ 113032

กฎ SMT ค่า Mean เท่ากับ 100579

กฎ SMT With Setup Time ค่า Mean เท่ากับ 100579

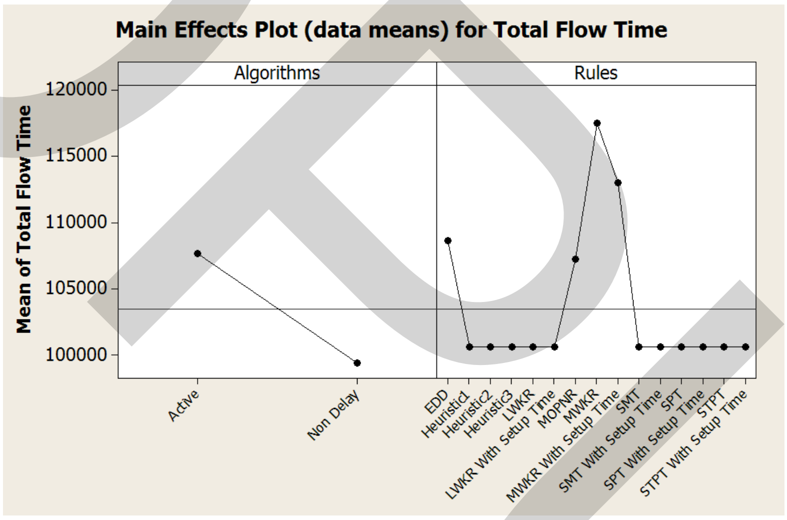
กฎ SPT ค่า Mean เท่ากับ 100579

กฎ SPT With Setup Time ค่า Mean เท่ากับ 100579

กฎ STPT ค่า Mean เท่ากับ 100579

กฎ STPT With Setup Time ค่า Mean เท่ากับ 100579

ซึ่งค่า Mean 3 อันดับแรกที่ดีที่สุดคือ Heuristic 2 / Heuristic 3 / LWKR With Setup Time ตามลำดับ



ภาพที่ 4.14 แสดงรายละเอียดแผนภูมิ Main Effects Plot Total Flow Time

จากภาพที่ 4.14 แสดงรายละเอียดแผนภูมิ Main Effects Plot No. of Tardy Jobs แสดงการเปรียบเทียบค่า Main ของทั้ง 15 กฎ ซึ่งค่า Reference line at 103519

ตารางที่ 4.5 ตารางแสดงกฎที่ดีที่สุด 3 ลำดับแรก ของแต่ละ Criteria

Criteria	Rule	Mean Interval Plot	Main Effects Plot
No. of Tardy Jobs	Heuristic 2	10.2667	10.4756
	LWKR	10.2667	
	LWKR With Setup Time	10.2667	
Total Tardiness	Heuristic 2	85524.9	87664.1
	Heuristic 3	85524.9	
	LWKR With Setup Time	85524.9	
Total Earliness	MWKR	39967.9	43256.3
	MWKR With Setup Time	40813.3	
	EDD	41350.3	
Total Flow Time	Heuristic 2	100579	103519
	Heuristic 3	100579	
	LWKR With Setup Time	100579	

บทที่ 5
การทดลองเพื่อวิเคราะห์หากฎและวิธีการจัดตารางการผลิตที่เหมาะสม

งานวิจัยในบทนี้จะกล่าวถึงการพัฒนารูปแบบโครงสร้างลำดับชั้นของการเลือกกฎการจัดตารางการผลิต และการสรุปผลการทดลองเพื่อเลือกวิธีการจัดลำดับการผลิต และการจัดตารางการผลิตที่เหมาะสมที่สุดสำหรับโรงงานที่เป็นกรณีศึกษา โดยพิจารณาจากปัญหาที่เกิดขึ้นเพื่อลดจำนวนงานล่าช้า (Number of Tardy Jobs), เวลางานล่าช้า (Total Tardiness) และผลรวมเวลาที่งานอยู่ในระบบ (Total Flow Time) เป็นตัวชี้วัด รวมถึงการทดลองเพื่อวิเคราะห์หากฎ และวิธีการจัดตารางการผลิตที่เหมาะสม, สมมติฐานการทดลอง, วิธีการทดลอง, วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน, ผลการทดลอง, การวิเคราะห์ผลทางสถิติ และสรุปผลการทดลอง ตามลำดับ

5.1 วัตถุประสงค์

ในการกำหนดวัตถุประสงค์ของรูปแบบโครงสร้างลำดับชั้นของการเลือกกฎการจัดตารางการผลิตที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้พิจารณาน้ำหนักความสำคัญ ของทางเลือกของกฎการจัดตารางการผลิตในแต่ละกฎ โดยพิจารณาปัจจัยตามวัตถุประสงค์ของการจัดตารางการผลิตของโรงงานที่เป็นกรณีศึกษา

5.2 สมมติฐานการทดลอง

5.2.1 กฎและวิธีการที่ใช้ในการจัดตารางการผลิต

โดยกฎและวิธีการที่ใช้ในการจัดตารางการผลิต มีหลายชนิด ดังแสดงจากตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 แสดงกฎและวิธีการที่ใช้ในการจัดตารางการผลิต

กฎ (Rules)	วิธีการจัดตารางการผลิต (Algorithms)	
	Active(1)	Non-Delay(2)
1	EDD	EDD
2	LWKR	LWKR
3	MWKR	MWKR
4	MOPNR	MOPNR
5	SMT	SMT
6	SPT	SPT
7	STPT	STPT
8	LWKR With Setup Time	LWKR With Setup Time
9	MWKR With Setup Time	MWKR With Setup Time
10	SMT With Setup Time	SMT With Setup Time
11	SPT With Setup Time	SPT With Setup Time
12	STPT With Setup Time	STPT With Setup Time
13	Heuristic 1	Heuristic 1
14	Heuristic 2	Heuristic 2
15	Heuristic 3	Heuristic 3

จากวิธีการและกฎการจัดตารางการผลิตดังตารางข้างต้น ผู้ทำการวิจัยได้อธิบายความหมายไว้ในบทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องแล้ว แต่ในการทดลองนี้ผู้วิจัยจะขอเสนอกฎการจัดตารางการผลิตใหม่เพิ่ม 3 กฎ คือ กฎที่ 13: Heuristic 1, กฎที่ 14: Heuristic 2 และกฎที่ 15: Heuristic 3 ซึ่งทั้ง 3 กฎมีอยู่ในโปรแกรมการจัดตารางการผลิตเพื่อลดปัญหาการส่งมอบงานล่าช้าแล้ว ดังนี้

1. กฎ Heuristic 1 คือ กฎที่ทำการหาค่าประมาณการของเวลาแล้วเสร็จ (Makespan) ของแต่ละงาน และนำไปเทียบกับกำหนดส่งมอบงาน (Due Date) ของแต่ละงาน เพื่อหาค่าประมาณการของจำนวนงานล่าช้า (No. of Tardy Job), เวลารวมล่าช้าของงาน (Total Tardiness) และเวลา

รวมสายของงาน (Total Lateness) เพื่อใช้ตัววัดผลเหล่านี้มาตัดสินในการเลือกงานที่จะจัดลงในตารางการผลิต

2. กฎ Heuristic 2 คือ กฎที่ทำการหาค่าประมาณการของเวลาแล้วเสร็จ (Makespan) ของแต่ละงาน โดยนำเวลาในการตั้งเครื่องจักร (Setup Time) มาคำนวณด้วย และนำไปเทียบกับกำหนดส่งมอบงาน (Due Date) ของแต่ละงาน เพื่อหาค่าประมาณการของจำนวนงานล่าช้า (No. of Tardy Job), เวลารวมล่าช้าของงาน (Total Tardiness) และเวลารวมสายของงาน (Total Lateness) เพื่อใช้ตัววัดผลเหล่านี้มาตัดสินในการเลือกงานที่จะจัดลงในตารางการผลิต

3. กฎ Heuristic 3 คือ กฎที่ทำการหาค่าประมาณการของเวลาแล้วเสร็จ (Makespan) ของแต่ละงาน และนำไปเทียบกับกำหนดส่งมอบงาน (Due Date) ของแต่ละงาน เพื่อหาค่าประมาณการของ Weighted Tardiness ซึ่งเกิดจากผลรวมของการนำค่าประมาณการเวลาล่าช้าของแต่ละงานคูณกับ ค่าถ่วงน้ำหนัก (Weighted) ในโปรแกรม ซึ่งก็คือค่า Penalty (อัตราค่าปรับที่ต้องชำระให้กับลูกค้าแต่ละราย ในกรณีที่มีการส่งมอบงานล่าช้า) ที่กำหนดไว้ในส่วนของ Job จากนั้นให้เลือกงานที่มีผลลัพธ์น้อยที่สุดมาจัดลงในตารางการผลิต

5.2.2 วัตถุประสงค์ในการจัดตารางการผลิต

วัตถุประสงค์ของการจัดตารางการผลิตในการทดลองนี้ จะพิจารณาจากตัววัดผล (Measures of Performance) ต่างๆ ดังต่อไปนี้

1) จำนวนงานล่าช้า (Number of Tardy Jobs)

2) เวลารวมของงานที่ล่าช้า (Total Tardiness)

3) เวลารวมที่งานเสร็จก่อนกำหนด (Total Earliness)

4) เวลารวมที่งานอยู่ในระบบ (Total Flow Time)

5.2.3 ลักษณะของข้อมูลที่ใช้ในการทดลอง

ข้อมูลที่ใช้ในการทดลองมีลักษณะของข้อมูล ดังต่อไปนี้

1) จำนวนข้อมูลที่ใช้ในการทดลองเท่ากับ 15 ชุดข้อมูล (15 วัน)

2) จำนวนขั้นตอนการทำงานที่ใช้ในการทดลองคือ 1 ขั้นตอน (ฉีดพลาสติก)

3) จำนวนเครื่องจักรที่ใช้ในการทดลองเท่ากับ 20 เครื่อง

4) เครื่องจักรแต่ละเครื่องทำงานแบบวางขนานกัน (Parallel Machine)

5.3 วิธีการทดลอง

วิธีการทดลองในงานวิจัยนี้สามารถสรุปเป็นขั้นตอนได้ดังต่อไปนี้

5.3.1 ใช้ข้อมูลเกี่ยวกับงาน (Job) ขั้นตอนการทำงาน (Operation) เครื่องจักร (Machine) เวลาที่ใช้ในการผลิตแต่ละขั้นตอน (Processing Time) วันและเวลากำหนดส่งมอบงาน (Due Date)

5.3.2 สร้างฐานข้อมูลเพื่อรองรับตารางการผลิตที่ได้

5.3.3 ทดลองจัดตารางการผลิตด้วยกฎการจัดตารางการผลิตทั้งหมด 15 แบบ และใช้วิธีการจัดตารางการผลิต 2 แบบ คือ แบบเชิงกำลังใช้งาน (Active Schedule) และแบบเชิงไม่หน่วงเหนี่ยว (Non-Delay Schedule) โดยใช้โปรแกรมการจัดตารางการผลิตเพื่อลดปัญหาการส่งมอบงานล่าช้า

5.3.4 คำนวณหาค่าตัววัดผล (Measures of Performance)

5.3.5 นำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ตามกระบวนการทางสถิติ เพื่อวิเคราะห์หากฎและวิธีการจัดตารางการผลิตที่เหมาะสมที่สุด

5.4 ผลการทดลอง

ผลการทดลองที่ได้จากการจัดตารางการผลิตตามกฎและวิธีการจัดตารางการผลิตแบบต่างๆ สามารถแสดงจำแนกตามตัววัดผล (Measures of Performance) ได้ ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 5.2 แสดงผลการจัดตารางการผลิตตามวิธีการ Active และกฎ EDD

Algorithms	Rules	Data base	ตัววัดผล (Measures of Performance)					
			Total Flow Time	Makespan	Total Earliness	Total Tardiness	No. of Tardy Job	Total Lateness
1	1	1	12,037	12,291	11,474	29,881	6	18,407
1	1	2	13,378	9,992	19,964	31,118	6	11,154
1	1	3	13,378	9,992	19,964	31,118	6	11,154
1	1	4	132,670	32,182	95,731	67,721	5	-28,010
1	1	5	164,685	31,582	70,967	85,172	11	14,205

ตารางที่ 5.2 (ต่อ)

Algorithms	Rules	Data base	ตัววัดผล (Measures of Performanc e)	31,582	70,967	85,172	11	14,205
			Total Flow Time	**Makespan**	**Total Earlines s**	**Total Tardiness**	**No. of Tardy Job**	**Total Lateness**
1	1	8	146,262	28,936	55,209	107,271	12	52,062
1	1	9	102,436	25,424	44,959	92,841	10	47,882
1	1	10	141,880	25,424	23,592	141,878	12	118,286
1	1	11	144,043	29,915	19,101	149,630	12	130,529
1	1	12	144,480	26,371	25,190	114,860	15	89,670
1	1	13	117,766	25,540	18,487	104,183	14	85,696
1	1	14	117,766	25,540	18,487	104,183	14	85,696
1	1	15	104,324	20,667	11,227	117,437	21	106,210

ตารางที่ 5.3 แสดงผลการจัดตารางการผลิตตามวิธีการ Active และกฎ LWKR

Agorithms	Rules	Data base	ตัววัดผล (Measures of Performance)					
			Total Flow Time	**Makespan**	**Total Earliness**	**Total Tardiness**	**No. of Tardy Job**	**Total Lateness**
1	2	1	12,567	12,291	11,474	30,411	6	18,937
1	2	2	14,028	9,992	19,964	31,768	6	11,804
1	2	3	14,028	9,992	19,964	31,768	6	11,804
1	2	4	100,200	32,182	105,084	44,604	4	-60,480
1	2	5	131,567	31,582	86,892	67,979	9	-18,913

ตารางที่ 5.3 (ต่อ)

Agorithms	Rules	Data base	ตัววัดผล (Measures of Performance)					
			Total Flow Time	Makespan	Total Earliness	Total Tardiness	No. of Tardy Job	Total Lateness
1	2	8	134,120	28,936	60,336	100,256	11	39,920
1	2	9	93,658	25,424	48,729	87,833	10	39,104
1	2	10	135,500	25,424	23,592	135,498	12	111,906
1	2	11	135,971	29,915	19,101	141,558	12	122,457
1	2	12	151,034	26,371	24,663	120,887	14	96,224
1	2	13	121,376	25,540	19,260	108,566	13	89,306
1	2	14	121,376	25,540	19,260	108,566	13	89,306
1	2	15	104,131	20,667	16,148	122,165	17	106,017

ตารางที่ 5.4 แสดงผลการจัดตารางการผลิตตามวิธีการ Active และกฎ MWKR

Algorithms	Rules	Data base	ตัววัดผล (Measures of Performance)					
			Total Flow Time	Makespan	Total Earliness	Total Tardiness	No. of Tardy Job	Total Lateness
1	3	1	12,037	12,291	11,474	29,881	6	18,407
1	3	2	16,164	9,992	20,325	34,265	6	13,940
1	3	3	16,164	9,992	20,325	34,265	6	13,940
1	3	4	140,556	32,182	95,731	75,607	5	-20,124
1	3	5	181,497	31,582	76,225	107,242	12	31,017
1	3	8	161,498	28,936	53,164	120,462	12	67,298
1	3	9	118,900	25,424	46,064	110,410	10	64,346
1	3	10	162,131	25,424	23,592	162,129	12	138,537

ตารางที่ 5.4 (ต่อ)

Algorithms	Rules	Data base	ตัววัดผล (Measures of Performance)					
			Total Flow Time	Makespan	Total Earliness	Total Tardiness	No. of Tardy Job	Total Lateness
1	3	11	155,631	29,915	19,101	161,218	12	142,117
1	3	12	173,150	26,371	14,071	132,411	17	118,340
1	3	13	141,526	25,540	5,105	114,561	17	109,456
1	3	14	141,526	25,540	5,105	114,561	17	109,456
1	3	15	115,907	20,667	3,758	121,551	22	117,793

ตารางที่ 5.5 แสดงผลการจัดตารางการผลิตตามวิธีการ Active และกฎ MOPNR

Algorithms	Rules	Data base	ตัววัดผล (Measures of Performance)					
			Total Flow Time	Makespan	Total Earliness	Total Tardiness	No. of Tardy Job	Total Lateness
1	4	1	12,037	12,291	11,474	29,881	6	18,407
1	4	2	13,378	9,992	19,964	31,118	6	11,154
1	4	3	13,378	9,992	19,964	31,118	6	11,154
1	4	4	140,556	32,182	95,731	75,607	5	-20,124
1	4	5	164,714	31,582	77,465	91,699	10	14,234
1	4	6	164,714	31,582	77,465	91,699	10	14,234
1	4	7	169,004	29,792	90,217	135,201	12	44,984
1	4	8	139,088	28,936	59,752	104,640	11	44,888
1	4	9	99,757	25,424	44,959	90,162	10	45,203
1	4	10	139,262	25,424	23,592	139,260	12	115,668
1	4	11	146,147	29,915	19,101	151,734	12	132,633

ตารางที่ 5.5 (ต่อ)

Algorithms	Rules	Data base	ตัววัดผล (Measures of Performance)					
			Total Flow Time	Makespan	Total Earliness	Total Tardiness	No. of Tardy Job	Total Lateness
1	4	14	120,065	25,540	18,487	106,482	14	87,995
1	4	15	104,324	20,667	11,227	117,437	21	106,210

ตารางที่ 5.6 แสดงผลการจัดตารางการผลิตตามวิธีการ Active และกฎ SMT

1	5	1	12,567	12,291	11,474	30,411	6	18,937
1	5	2	14,028	9,992	19,964	31,768	6	11,804
1	5	3	14,028	9,992	19,964	31,768	6	11,804
1	5	4	100,200	32,182	105,084	44,604	4	-60,480
1	5	5	131,567	31,582	86,892	67,979	9	-18,913
1	5	6	131,567	31,582	86,892	67,979	9	-18,913
1	5	7	143,632	29,792	95,395	115,007	11	19,612
1	5	8	134,120	28,936	60,336	100,256	11	39,920
1	5	9	93,658	25,424	48,729	87,833	10	39,104
1	5	10	135,500	25,424	23,592	135,498	12	111,906
1	5	11	135,971	29,915	19,101	141,558	12	122,457
1	5	12	151,034	26,371	24,663	120,887	14	96,224
1	5	13	121,376	25,540	19,260	108,566	13	89,306
1	5	14	121,376	25,540	19,260	108,566	13	89,306
1	5	15	104,131	20,667	16,148	122,165	17	106,017

ตารางที่ 5.7 แสดงผลการจัดตารางการผลิตตามวิธีการ Active และกฎ SPT

Algorithms	Rules	Database	ตัววัดผล (Measures of Performance)					
			Total Flow Time	Makespan	Total Earliness	Total Tardiness	No. of Tardy Job	Total Lateness
1	6	1	12,567	12,291	11,474	30,411	6	18,937
1	6	2	14,028	9,992	19,964	31,768	6	11,804
1	6	3	14,028	9,992	19,964	31,768	6	11,804
1	6	4	100,200	32,182	105,084	44,604	4	-60,480
1	6	5	131,567	31,582	86,892	67,979	9	-18,913
1	6	6	131,567	31,582	86,892	67,979	9	-18,913
1	6	7	143,632	29,792	95,395	115,007	11	19,612
1	6	8	134,120	28,936	60,336	100,256	11	39,920
1	6	9	93,658	25,424	48,729	87,833	10	39,104
1	6	10	135,500	25,424	23,592	135,498	12	111,906
1	6	11	135,971	29,915	19,101	141,558	12	122,457
1	6	12	151,034	26,371	24,663	120,887	14	96,224
1	6	13	121,376	25,540	19,260	108,566	13	89,306
1	6	14	121,376	25,540	19,260	108,566	13	89,306
1	6	15	104,131	20,667	16,148	122,165	17	106,017

ตารางที่ 5.8 แสดงผลการจัดตารางการผลิตตามวิธีการ Active และกฎ STPT

Algorithms	Rules	Data base	ตัววัดผล (Measures of Performance)					
			Total Flow Time	Makespan	Total Earliness	Total Tardiness	No. of Tardy Job	Total Lateness
1	7	1	12,567	12,291	11,474	30,411	6	18,937
1	7	2	14,028	9,992	19,964	31,768	6	11,804
1	7	3	14,028	9,992	19,964	31,768	6	11,804
1	7	4	100,200	32,182	105,084	44,604	4	-60,480
1	7	5	131,567	31,582	86,892	67,979	9	-18,913
1	7	6	131,567	31,582	86,892	67,979	9	-18,913
1	7	7	143,632	29,792	95,395	115,007	11	19,612
1	7	8	134,120	28,936	60,336	100,256	11	39,920
1	7	9	93,658	25,424	48,729	87,833	10	39,104
1	7	10	135,500	25,424	23,592	135,498	12	111,906
1	7	11	135,971	29,915	19,101	141,558	12	122,457
1	7	12	151,034	26,371	24,663	120,887	14	96,224
1	7	13	121,376	25,540	19,260	108,566	13	89,306
1	7	14	121,376	25,540	19,260	108,566	13	89,306
1	7	15	104,131	20,667	16,148	122,165	17	106,017

ตารางที่ 5.9 แสดงผลการจัดตารางการผลิตตามวิธีการ Active และกฎ LWKR With Setup Time

Algorithms	Rules	Data base	ตัววัดผล (Measures of Performance)					
			Total Flow Time	Makespan	Total Earliness	Total Tardiness	No. of Tardy Job	Total Lateness
1	8	1	12,567	12,291	11,474	30,411	6	18,937
1	8	2	14,028	9,992	19,964	31,768	6	11,804
1	8	3	14,028	9,992	19,964	31,768	6	11,804
1	8	4	100,200	32,182	105,084	44,604	4	-60,480
1	8	5	131,567	31,582	86,892	67,979	9	-18,913
1	8	6	131,567	31,582	86,892	67,979	9	-18,913
1	8	7	143,632	29,792	95,395	115,007	11	19,612
1	8	8	134,120	28,936	60,336	100,256	11	39,920
1	8	9	93,658	25,424	48,729	87,833	10	39,104
1	8	10	135,500	25,424	23,592	135,498	12	111,906
1	8	11	135,971	29,915	19,101	141,558	12	122,457
1	8	12	151,034	26,371	24,663	120,887	14	96,224
1	8	13	121,376	25,540	19,260	108,566	13	89,306
1	8	14	121,376	25,540	19,260	108,566	13	89,306
1	8	15	104,131	20,667	16,148	122,165	17	106,017

ตารางที่ 5.10 แสดงผลการจัดตารางการผลิตตามวิธีการ Active และกฎ MWKR With Setup Time

Algorithms	Rules	Data base	ตัววัดผล (Measures of Performance)					
			Total Flow Time	Makespan	Total Earliness	Total Tardiness	No. of Tardy Job	Total Lateness
1	9	1	12,037	12,291	11,474	29,881	6	18,407
1	9	2	16,164	9,992	20,325	34,265	6	13,940
1	9	3	16,164	9,992	20,325	34,265	6	13,940
1	9	4	140,556	32,182	95,731	75,607	5	-20,124
1	9	5	181,497	31,582	76,225	107,242	12	31,017
1	9	6	181,497	31,582	76,225	107,242	12	31,017
1	9	7	200,155	29,792	89,178	165,313	12	76,135
1	9	8	161,498	28,936	53,164	120,462	12	67,298
1	9	9	118,900	25,424	46,064	110,410	10	64,346
1	9	10	162,131	25,424	23,592	162,129	12	138,537
1	9	11	155,631	29,915	19,101	161,218	12	142,117
1	9	12	173,150	26,371	14,071	132,411	17	118,340
1	9	13	141,526	25,540	5,105	114,561	17	109,456
1	9	14	141,526	25,540	5,105	114,561	17	109,456
1	9	15	115,907	20,667	3,758	121,551	22	117,793

ตารางที่ 5.11 แสดงผลการจัดตารางการผลิตตามวิธีการ Active และกฎ SMT With Setup Time

Algorithms	**Rules**	**Data base**	**ตัววัดผล (Measures of Performance)**					
			Total Flow Time	**Makespan**	**Total Earliness**	**Total Tardiness**	**No. of Tardy Job**	**Total Lateness**
1	10	1	12,567	12,291	11,474	30,411	6	18,937
1	10	2	14,028	9,992	19,964	31,768	6	11,804
1	10	3	14,028	9,992	19,964	31,768	6	11,804
1	10	4	100,200	32,182	105,084	44,604	4	-60,480
1	10	5	131,567	31,582	86,892	67,979	9	-18,913
1	10	6	131,567	31,582	86,892	67,979	9	-18,913
1	10	7	143,632	29,792	95,395	115,007	11	19,612
1	10	8	134,120	28,936	60,336	100,256	11	39,920
1	10	9	93,658	25,424	48,729	87,833	10	39,104
1	10	10	135,500	25,424	23,592	135,498	12	111,906
1	10	11	135,971	29,915	19,101	141,558	12	122,457
1	10	12	151,034	26,371	24,663	120,887	14	96,224
1	10	13	121,376	25,540	19,260	108,566	13	89,306
1	10	14	121,376	25,540	19,260	108,566	13	89,306
1	10	15	104,131	20,667	16,148	122,165	17	106,017

ตารางที่ 5.12 แสดงผลการจัดตารางการผลิตตามวิธีการ Active และกฎ SPT With Setup Time

Algorithms	Rules	Data base	ตัววัดผล (Measures of Performance)					
			Total Flow Time	Makespan	Total Earliness	Total Tardiness	No. of Tardy Job	Total Lateness
1	11	1	12,567	12,291	11,474	30,411	6	18,937
1	11	2	14,028	9,992	19,964	31,768	6	11,804
1	11	3	14,028	9,992	19,964	31,768	6	11,804
1	11	4	100,200	32,182	105,084	44,604	4	-60,480
1	11	5	131,567	31,582	86,892	67,979	9	-18,913
1	11	6	131,567	31,582	86,892	67,979	9	-18,913
1	11	7	143,632	29,792	95,395	115,007	11	19,612
1	11	8	134,120	28,936	60,336	100,256	11	39,920
1	11	9	93,658	25,424	48,729	87,833	10	39,104
1	11	10	135,500	25,424	23,592	135,498	12	111,906
1	11	11	135,971	29,915	19,101	141,558	12	122,457
1	11	12	151,034	26,371	24,663	120,887	14	96,224
1	11	13	121,376	25,540	19,260	108,566	13	89,306
1	11	14	121,376	25,540	19,260	108,566	13	89,306
1	11	15	104,131	20,667	16,148	122,165	17	106,017

ตารางที่ 5.13 แสดงผลการจัดตารางการผลิตตามวิธีการ Active และกฎ STPT With Setup Time

Algorithms	Rules	Data base	ตัววัดผล (Measures of Performance)					
			Total Flow Time	Makespan	Total Earliness	Total Tardiness	No. of Tardy Job	Total Lateness
1	12	1	12,567	12,291	11,474	30,411	6	18,937
1	12	2	14,028	9,992	19,964	31,768	6	11,804
1	12	3	14,028	9,992	19,964	31,768	6	11,804
1	12	4	100,200	32,182	105,084	44,604	4	-60,480
1	12	5	131,567	31,582	86,892	67,979	9	-18,913
1	12	6	131,567	31,582	86,892	67,979	9	-18,913
1	12	7	143,632	29,792	95,395	115,007	11	19,612
1	12	8	134,120	28,936	60,336	100,256	11	39,920
1	12	9	93,658	25,424	48,729	87,833	10	39,104
1	12	10	135,500	25,424	23,592	135,498	12	111,906
1	12	11	135,971	29,915	19,101	141,558	12	122,457
1	12	12	151,034	26,371	24,663	120,887	14	96,224
1	12	13	121,376	25,540	19,260	108,566	13	89,306
1	12	14	121,376	25,540	19,260	108,566	13	89,306
1	12	15	104,131	20,667	16,148	122,165	17	106,017

ตารางที่ 5.14 แสดงผลการจัดตารางการผลิตตามวิธีการ Active และกฎ Heuristic 1

Algorithms	**Rules**	**Data base**	**ตัววัดผล (Measures of Performance)**					
			Total Flow Time	**Makespan**	**Total Earliness**	**Total Tardiness**	**No. of Tardy Job**	**Total Lateness**
1	13	1	12,037	12,291	11,474	29,881	6	18,407
1	13	2	13,378	9,992	19,964	31,118	6	11,154
1	13	3	13,378	9,992	19,964	31,118	6	11,154
1	13	4	140,556	32,182	95,731	75,607	5	-20,124
1	13	5	164,714	31,582	77,465	91,699	10	14,234
1	13	6	164,714	31,582	77,465	91,699	10	14,234
1	13	7	169,004	29,792	90,217	135,201	12	44,984
1	13	8	139,088	28,936	59,752	104,640	11	44,888
1	13	9	99,757	25,424	44,959	90,162	10	45,203
1	13	10	139,262	25,424	23,592	139,260	12	115,668
1	13	11	146,147	29,915	19,101	151,734	12	132,633
1	13	12	144,480	26,371	25,190	114,860	15	89,670
1	13	13	120,065	25,540	18,487	106,482	14	87,995
1	13	14	120,065	25,540	18,487	106,482	14	87,995
1	13	15	104,324	20,667	11,227	117,437	21	106,210

ตารางที่ 5.15 แสดงผลการจัดตารางการผลิตตามวิธีการ Active และกฎ Heuristic 2

Algorithms	Rules	Data base	ตัววัดผล (Measures of Performance)					
			Total Flow Time	Makespan	Total Earliness	Total Tardiness	No. of Tardy Job	Total Lateness
1	14	1	12,037	12,291	11,474	29,881	6	18,407
1	14	2	13,378	9,992	19,964	31,118	6	11,154
1	14	3	13,378	9,992	19,964	31,118	6	11,154
1	14	4	100,200	32,182	105,084	44,604	4	-60,480
1	14	5	117,924	31,582	91,937	59,381	9	-32,556
1	14	6	117,924	31,582	91,937	59,381	9	-32,556
1	14	7	135,948	29,792	95,395	107,323	11	11,928
1	14	8	132,732	28,936	55,885	94,417	11	38,532
1	14	9	89,137	25,424	45,247	79,830	10	34,583
1	14	10	122,505	25,424	23,592	122,503	12	98,911
1	14	11	129,285	29,915	19,101	134,872	12	115,771
1	14	12	133,776	26,371	29,864	108,830	13	78,966
1	14	13	110,468	25,540	19,212	97,610	13	78,398
1	14	14	110,468	25,540	19,212	97,610	13	78,398
1	14	15	94,476	20,667	13,848	110,210	18	96,362

ตารางที่ 5.16 แสดงผลการจัดตารางการผลิตตามวิธีการ Active และกฎ Heuristic 3

Algorithms	Rules	Data base	ตัววัดผล (Measures of Performance)					
			Total Flow Time	Makespan	Total Earliness	Total Tardiness	No. of Tardy Job	Total Lateness
1	15	1	12,037	12,291	11,474	29,881	6	18,407
1	15	2	13,378	9,992	19,964	31,118	6	11,154
1	15	3	13,378	9,992	19,964	31,118	6	11,154
1	15	4	103,264	32,182	102,020	44,604	4	-57,416
1	15	5	126,748	31,582	83,113	59,381	9	-23,732
1	15	6	126,748	31,582	83,113	59,381	9	-23,732
1	15	7	136,516	29,792	95,395	107,891	11	12,496
1	15	8	133,358	28,936	55,826	94,984	11	39,158
1	15	9	89,992	25,424	44,959	80,397	10	35,438
1	15	10	125,503	25,424	23,592	125,501	12	101,909
1	15	11	129,344	29,915	19,101	134,931	12	115,830
1	15	12	137,704	26,371	25,190	108,084	15	82,894
1	15	13	111,854	25,540	18,487	98,271	14	79,784
1	15	14	111,854	25,540	18,487	98,271	14	79,784
1	15	15	91,550	20,667	11,227	104,663	21	93,436

ตารางที่ 5.17 แสดงผลการจัดตารางการผลิตตามวิธีการ Non-Delay และกฎ EDD

Algorithms	Rules	Data base	ตัววัดผล (Measures of Performance)					
			Total Flow Time	Makespan	Total Earliness	Total Tardiness	No. of Tardy Job	Total Lateness
2	1	1	12,037	12,291	11,474	29,881	6	18,407
2	1	2	13,378	9,992	19,964	31,118	6	11,154
2	1	3	13,378	9,992	19,964	31,118	6	11,154
2	1	4	111,848	32,182	104,295	55,463	4	-48,832
2	1	5	146,842	31,582	86,289	82,651	10	-3,638
2	1	6	146,842	31,582	86,289	82,651	10	-3,638
2	1	7	152,637	29,792	95,145	123,762	11	28,617
2	1	8	137,870	28,936	55,209	98,879	12	43,670
2	1	9	92,782	25,424	46,545	84,773	10	38,228
2	1	10	134,908	25,424	23,592	134,906	12	111,314
2	1	11	141,761	29,915	19,101	147,348	12	128,247
2	1	12	133,788	26,371	28,904	107,882	14	78,978
2	1	13	111,854	25,540	18,487	98,271	14	79,784
2	1	14	111,854	25,540	18,487	98,271	14	79,784
2	1	15	92,841	20,667	11,227	105,954	21	94,727

ตารางที่ 5.18 แสดงผลการจัดตารางการผลิตตามวิธีการ Non-Delay และกฎ LWKR

Algorithms	Rules	Data base	ตัววัดผล (Measures of Performance)					
			Total Flow Time	Makespan	Total Earliness	Total Tardiness	No. of Tardy Job	Total Lateness
2	2	1	12,037	12,291	11,474	29,881	6	18,407
2	2	2	13,378	9,992	19,964	31,118	6	11,154
2	2	3	13,378	9,992	19,964	31,118	6	11,154
2	2	4	111,059	32,182	105,084	55,463	4	-49,621
2	2	5	130,065	31,582	91,937	71,522	9	-20,415
2	2	6	130,065	31,582	91,937	71,522	9	-20,415
2	2	7	150,697	29,792	95,145	121,822	11	26,677
2	2	8	128,843	28,936	59,811	94,454	11	34,643
2	2	9	88,456	25,424	46,545	80,447	10	33,902
2	2	10	122,505	25,424	23,592	122,503	12	98,911
2	2	11	129,285	29,915	19,101	134,872	12	115,771
2	2	12	132,171	26,371	28,904	106,265	14	77,361
2	2	13	110,468	25,540	19,212	97,610	13	78,398
2	2	14	110,468	25,540	19,212	97,610	13	78,398
2	2	15	89,735	20,667	13,075	104,696	19	91,621

ตารางที่ 5.19 แสดงผลการจัดตารางการผลิตตามวิธีการ Non-Delay และกฎ MWKR

Algorithms	**Rules**	**Data base**	**ตัววัดผล (Measures of Performance)**					
			Total Flow Time	**Makespan**	**Total Earliness**	**Total Tardiness**	**No. of Tardy Job**	**Total Lateness**
2	3	1	12,037	12,291	11,474	29,881	6	18,407
2	3	2	13,378	9,992	19,964	31,118	6	11,154
2	3	3	13,378	9,992	19,964	31,118	6	11,154
2	3	4	111,848	32,182	104,295	55,463	4	-48,832
2	3	5	147,292	31,582	86,289	83,101	10	-3,188
2	3	6	147,292	31,582	86,289	83,101	10	-3,188
2	3	7	160,399	29,792	94,356	130,735	11	36,379
2	3	8	146,887	28,936	53,164	105,851	12	52,687
2	3	9	101,094	25,424	46,064	92,604	10	46,540
2	3	10	142,203	25,424	23,592	142,201	12	118,609
2	3	11	155,631	29,915	19,101	161,218	12	142,117
2	3	12	138,250	26,371	26,168	109,608	14	83,440
2	3	13	111,893	25,540	18,448	98,271	14	79,823
2	3	14	111,893	25,540	18,448	98,271	14	79,823
2	3	15	94,122	20,667	11,978	107,986	20	96,008

ตารางที่ 5.20 แสดงผลการจัดตารางการผลิตตามวิธีการ Non-Delay และกฎ MOPNR

Algorithms	Rules	Data base	ตัววัดผล (Measures of Performance)					
			Total Flow Time	Makespan	Total Earliness	Total Tardiness	No. of Tardy Job	Total Lateness
2	4	1	12,037	12,291	11,474	29,881	6	18,407
2	4	2	13,378	9,992	19,964	31,118	6	11,154
2	4	3	13,378	9,992	19,964	31,118	6	11,154
2	4	4	111,848	32,182	104,295	55,463	4	-48,832
2	4	5	147,292	31,582	86,289	83,101	10	-3,188
2	4	6	147,292	31,582	86,289	83,101	10	-3,188
2	4	7	151,293	29,792	95,145	122,418	11	27,273
2	4	8	129,469	28,936	59,752	95,021	11	35,269
2	4	9	89,023	25,424	46,545	81,014	10	34,469
2	4	10	125,503	25,424	23,592	125,501	12	101,909
2	4	11	135,484	29,915	19,101	141,071	12	121,970
2	4	12	133,788	26,371	28,904	107,882	14	78,978
2	4	13	111,854	25,540	18,487	98,271	14	79,784
2	4	14	111,854	25,540	18,487	98,271	14	79,784
2	4	15	92,841	20,667	11,227	105,954	21	94,727

ตารางที่ 5.21 แสดงผลการจัดตารางการผลิตตามวิธีการ Non-Delay และกฎ SMT

Algorithms	**Rules**	**Data base**	**ตัววัดผล (Measures of Performance)**					
			Total Flow Time	**Makespan**	**Total Earliness**	**Total Tardiness**	**No. of Tardy Job**	**Total Lateness**
2	5	1	12,037	12,291	11,474	29,881	6	18,407
2	5	2	13,378	9,992	19,964	31,118	6	11,154
2	5	3	13,378	9,992	19,964	31,118	6	11,154
2	5	4	111,059	32,182	105,084	55,463	4	-49,621
2	5	5	130,065	31,582	91,937	71,522	9	-20,415
2	5	6	130,065	31,582	91,937	71,522	9	-20,415
2	5	7	150,697	29,792	95,145	121,822	11	26,677
2	5	8	128,843	28,936	59,811	94,454	11	34,643
2	5	9	88,456	25,424	46,545	80,447	10	33,902
2	5	10	122,505	25,424	23,592	122,503	12	98,911
2	5	11	129,285	29,915	19,101	134,872	12	115,771
2	5	12	132,171	26,371	28,904	106,265	14	77,361
2	5	13	110,468	25,540	19,212	97,610	13	78,398
2	5	14	110,468	25,540	19,212	97,610	13	78,398
2	5	15	89,735	20,667	13,075	104,696	19	91,621

ตารางที่ 5.22 แสดงผลการจัดตารางการผลิตตามวิธีการ Non-Delay และกฎ SPT

Algorithms	**Rules**	**Data base**	**ตัววัดผล (Measures of Performance)**					
			Total Flow Time	**Makespan**	**Total Earliness**	**Total Tardiness**	**No. of Tardy Job**	**Total Lateness**
2	6	1	12,037	12,291	11,474	29,881	6	18,407
2	6	2	13,378	9,992	19,964	31,118	6	11,154
2	6	3	13,378	9,992	19,964	31,118	6	11,154
2	6	4	111,059	32,182	105,084	55,463	4	-49,621
2	6	5	130,065	31,582	91,937	71,522	9	-20,415
2	6	6	130,065	31,582	91,937	71,522	9	-20,415
2	6	7	150,697	29,792	95,145	121,822	11	26,677
2	6	8	128,843	28,936	59,811	94,454	11	34,643
2	6	9	88,456	25,424	46,545	80,447	10	33,902
2	6	10	122,505	25,424	23,592	122,503	12	98,911
2	6	11	129,285	29,915	19,101	134,872	12	115,771
2	6	12	132,171	26,371	28,904	106,265	14	77,361
2	6	13	110,468	25,540	19,212	97,610	13	78,398
2	6	14	110,468	25,540	19,212	97,610	13	78,398
2	6	15	89,735	20,667	13,075	104,696	19	91,621

ตารางที่ 5.23 แสดงผลการจัดตารางการผลิตตามวิธีการ Non-Delay และกฎ STPT

Algorithms	Rules	Data base	ตัววัดผล (Measures of Performance)					
			Total Flow Time	Makespan	Total Earliness	Total Tardiness	No. of Tardy Job	Total Lateness
2	7	1	12,037	12,291	11,474	29,881	6	18,407
2	7	2	13,378	9,992	19,964	31,118	6	11,154
2	7	3	13,378	9,992	19,964	31,118	6	11,154
2	7	4	111,059	32,182	105,084	55,463	4	-49,621
2	7	5	130,065	31,582	91,937	71,522	9	-20,415
2	7	6	130,065	31,582	91,937	71,522	9	-20,415
2	7	7	150,697	29,792	95,145	121,822	11	26,677
2	7	8	128,843	28,936	59,811	94,454	11	34,643
2	7	9	88,456	25,424	46,545	80,447	10	33,902
2	7	10	122,505	25,424	23,592	122,503	12	98,911
2	7	11	129,285	29,915	19,101	134,872	12	115,771
2	7	12	132,171	26,371	28,904	106,265	14	77,361
2	7	13	110,468	25,540	19,212	97,610	13	78,398
2	7	14	110,468	25,540	19,212	97,610	13	78,398
2	7	15	89,735	20,667	13,075	104,696	19	91,621

ตารางที่ 5.24 แสดงผลการจัดตารางการผลิตตามวิธีการNon-Delay และกฎ LWKR With Setup Time

Algorithms	Rules	Data base	ตัววัดผล (Measures of Performance)					
			Total Flow Time	Makespan	Total Earliness	Total Tardiness	No. of Tardy Job	Total Lateness
2	8	1	12,037	12,291	11,474	29,881	6	18,407
2	8	2	13,378	9,992	19,964	31,118	6	11,154
2	8	3	13,378	9,992	19,964	31,118	6	11,154
2	8	4	111,059	32,182	105,084	55,463	4	-49,621
2	8	5	130,065	31,582	91,937	71,522	9	-20,415
2	8	6	130,065	31,582	91,937	71,522	9	-20,415
2	8	7	150,697	29,792	95,145	121,822	11	26,677
2	8	8	128,843	28,936	59,811	94,454	11	34,643
2	8	9	88,456	25,424	46,545	80,447	10	33,902
2	8	10	122,505	25,424	23,592	122,503	12	98,911
2	8	11	129,285	29,915	19,101	134,872	12	115,771
2	8	12	132,171	26,371	28,904	106,265	14	77,361
2	8	13	110,468	25,540	19,212	97,610	13	78,398
2	8	14	110,468	25,540	19,212	97,610	13	78,398
2	8	15	89,735	20,667	13,075	104,696	19	91,621

ตารางที่ 5.25 แสดงผลการจัดตารางการผลิตตามวิธีการ Non-Delay และกฎ MWKR With SetupTime

Algorithms	Rules	Data base	ตัววัดผล (Measures of Performance)					
			Total Flow Time	Makespan	Total Earliness	Total Tardiness	No. of Tardy Job	Total Lateness
2	9	1	12,037	12,291	11,474	29,881	6	18,407
2	9	2	13,378	9,992	19,964	31,118	6	11,154
2	9	3	13,378	9,992	19,964	31,118	6	11,154
2	9	4	111,848	32,182	104,295	55,463	4	-48,832
2	9	5	147,292	31,582	86,289	83,101	10	-3,188
2	9	6	147,292	31,582	86,289	83,101	10	-3,188
2	9	7	160,399	29,792	94,356	130,735	11	36,379
2	9	8	146,887	28,936	53,164	105,851	12	52,687
2	9	9	101,094	25,424	46,064	92,604	10	46,540
2	9	10	142,203	25,424	23,592	142,201	12	118,609
2	9	11	155,631	29,915	19,101	161,218	12	142,117
2	9	12	138,250	26,371	26,168	109,608	14	83,440
2	9	13	111,893	25,540	18,448	98,271	14	79,823
2	9	14	111,893	25,540	18,448	98,271	14	79,823
2	9	15	94,122	20,667	11,978	107,986	20	96,008

ตารางที่ 5.26 แสดงผลการจัดตารางการผลิตตามวิธีการ Non-Delay และกฎ SMT With Setup Time

Algorithms	Rules	Data base	ตัววัดผล (Measures of Performance)					
			Total Flow Time	Makespan	Total Earliness	Total Tardiness	No. of Tardy Job	Total Lateness
2	10	1	12,037	12,291	11,474	29,881	6	18,407
2	10	2	13,378	9,992	19,964	31,118	6	11,154
2	10	3	13,378	9,992	19,964	31,118	6	11,154
2	10	4	111,059	32,182	105,084	55,463	4	-49,621
2	10	5	130,065	31,582	91,937	71,522	9	-20,415
2	10	6	130,065	31,582	91,937	71,522	9	-20,415
2	10	7	150,697	29,792	95,145	121,822	11	26,677
2	10	8	128,843	28,936	59,811	94,454	11	34,643
2	10	9	88,456	25,424	46,545	80,447	10	33,902
2	10	10	122,505	25,424	23,592	122,503	12	98,911
2	10	11	129,285	29,915	19,101	134,872	12	115,771
2	10	12	132,171	26,371	28,904	106,265	14	77,361
2	10	13	110,468	25,540	19,212	97,610	13	78,398
2	10	14	110,468	25,540	19,212	97,610	13	78,398
2	10	15	89,735	20,667	13,075	104,696	19	91,621

ตารางที่ 5.27 แสดงผลการจัดตารางการผลิตตามวิธีการ Non-Delay และกฎ SPT With Setup Time

Algorithms	**Rules**	**Data base**	**ตัววัดผล (Measures of Performance)**					
			Total Flow Time	**Makespan**	**Total Earliness**	**Total Tardiness**	**No. of Tardy Job**	**Total Lateness**
2	11	1	12,037	12,291	11,474	29,881	6	18,407
2	11	2	13,378	9,992	19,964	31,118	6	11,154
2	11	3	13,378	9,992	19,964	31,118	6	11,154
2	11	4	111,059	32,182	105,084	55,463	4	-49,621
2	11	5	130,065	31,582	91,937	71,522	9	-20,415
2	11	6	130,065	31,582	91,937	71,522	9	-20,415
2	11	7	150,697	29,792	95,145	121,822	11	26,677
2	11	8	128,843	28,936	59,811	94,454	11	34,643
2	11	9	88,456	25,424	46,545	80,447	10	33,902
2	11	10	122,505	25,424	23,592	122,503	12	98,911
2	11	11	129,285	29,915	19,101	134,872	12	115,771
2	11	12	132,171	26,371	28,904	106,265	14	77,361
2	11	13	110,468	25,540	19,212	97,610	13	78,398
2	11	14	110,468	25,540	19,212	97,610	13	78,398
2	11	15	89,735	20,667	13,075	104,696	19	91,621

ตารางที่ 5.28 แสดงผลการจัดตารางการผลิตตามวิธีการ Non-Delay และกฎ STPT With Setup Time

Algorithms	Rules	Data base	ตัววัดผล (Measures of Performance)					
			Total Flow Time	Makespan	Total Earliness	Total Tardiness	No. of Tardy Job	Total Lateness
2	12	1	12,037	12,291	11,474	29,881	6	18,407
2	12	2	13,378	9,992	19,964	31,118	6	11,154
2	12	3	13,378	9,992	19,964	31,118	6	11,154
2	12	4	111,059	32,182	105,084	55,463	4	-49,621
2	12	5	130,065	31,582	91,937	71,522	9	-20,415
2	12	6	130,065	31,582	91,937	71,522	9	-20,415
2	12	7	150,697	29,792	95,145	121,822	11	26,677
2	12	8	128,843	28,936	59,811	94,454	11	34,643
2	12	9	88,456	25,424	46,545	80,447	10	33,902
2	12	10	122,505	25,424	23,592	122,503	12	98,911
2	12	11	129,285	29,915	19,101	134,872	12	115,771
2	12	12	132,171	26,371	28,904	106,265	14	77,361
2	12	13	110,468	25,540	19,212	97,610	13	78,398
2	12	14	110,468	25,540	19,212	97,610	13	78,398
2	12	15	89,735	20,667	13,075	104,696	19	91,621

ตารางที่ 5.29 แสดงผลการจัดตารางการผลิตตามวิธีการ Non-Delay และกฎ Heuristic 1

Algorithms	Rules	Data base	ตัววัดผล (Measures of Performance)					
			Total Flow Time	Makespan	Total Earliness	Total Tardiness	No. of Tardy Job	Total Lateness
2	13	1	12,037	12,291	11,474	29,881	6	18,407
2	13	2	13,378	9,992	19,964	31,118	6	11,154
2	13	3	13,378	9,992	19,964	31,118	6	11,154
2	13	4	111,848	32,182	104,295	55,463	4	-48,832
2	13	5	147,292	31,582	86,289	83,101	10	-3,188
2	13	6	147,292	31,582	86,289	83,101	10	-3,188
2	13	7	151,293	29,792	95,145	122,418	11	27,273
2	13	8	129,469	28,936	59,752	95,021	11	35,269
2	13	9	89,023	25,424	46,545	81,014	10	34,469
2	13	10	125,503	25,424	23,592	125,501	12	101,909
2	13	11	135,484	29,915	19,101	141,071	12	121,970
2	13	12	134,121	26,371	29,943	109,254	13	79,311
2	13	13	110,468	25,540	19,212	97,610	13	78,398
2	13	14	110,468	25,540	19,212	97,610	13	78,398
2	13	15	91,721	20,667	13,075	106,682	19	93,607

ตารางที่ 5.30 แสดงผลการจัดตารางการผลิตตามวิธีการ Non-Delay และกฎ Heuristic 2

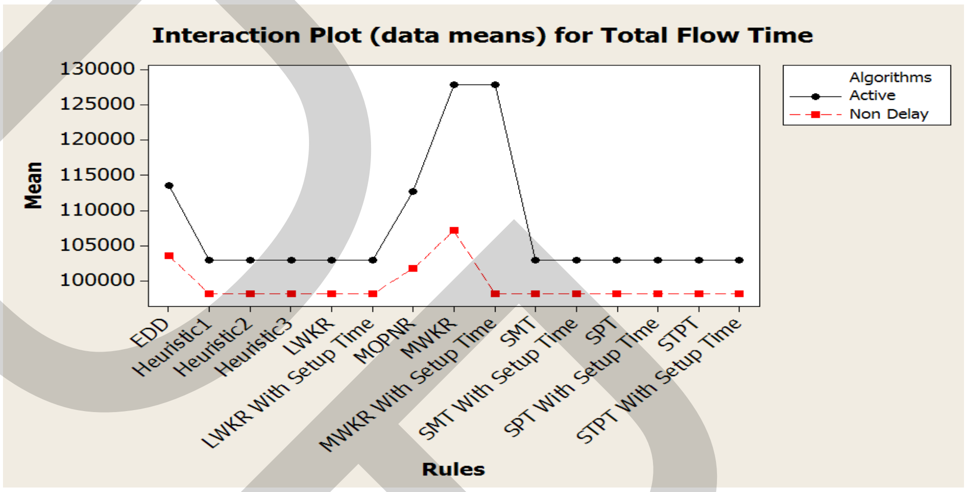
Algorithms	Rules	Data base	ตัววัดผล (Measures of Performance)					
			Total Flow Time	Makespan	Total Earliness	Total Tardiness	No. of Tardy Job	Total Lateness
2	14	1	12,037	12,291	11,474	29,881	6	18,407
2	14	2	13,378	9,992	19,964	31,118	6	11,154
2	14	3	13,378	9,992	19,964	31,118	6	11,154
2	14	4	111,848	32,182	104,295	55,463	4	-48,832
2	14	5	130,065	31,582	91,937	71,522	9	-20,415
2	14	6	130,065	31,582	91,937	71,522	9	-20,415
2	14	7	151,293	29,792	95,145	122,418	11	27,273
2	14	8	129,469	28,936	59,752	95,021	11	35,269
2	14	9	89,023	25,424	46,545	81,014	10	34,469
2	14	10	125,503	25,424	23,592	125,501	12	101,909
2	14	11	135,484	29,915	19,101	141,071	12	121,970
2	14	12	134,121	26,371	29,943	109,254	13	79,311
2	14	13	110,468	25,540	19,212	97,610	13	78,398
2	14	14	110,468	25,540	19,212	97,610	13	78,398
2	14	15	91,721	20,667	13,075	106,682	19	93,607

ตารางที่ 5.31 แสดงผลการจัดตารางการผลิตตามวิธีการ Non-Delay และกฎ Heuristic 3

Algorithms	**Rules**	**Data base**	**ตัววัดผล (Measures of Performance)**					
			Total Flow Time	**Makespan**	**Total Earliness**	**Total Tardiness**	**No. of Tardy Job**	**Total Lateness**
2	15	1	12,037	12,291	11,474	29,881	6	18,407
2	15	2	13,378	9,992	19,964	31,118	6	11,154
2	15	3	13,378	9,992	19,964	31,118	6	11,154
2	15	4	111,848	32,182	104,295	55,463	4	-48,832
2	15	5	130,065	31,582	91,937	71,522	9	-20,415
2	15	6	130,065	31,582	91,937	71,522	9	-20,415
2	15	7	151,293	29,792	95,145	122,418	11	27,273
2	15	8	133,358	28,936	55,826	94,984	11	39,158
2	15	9	89,023	25,424	46,545	81,014	10	34,469
2	15	10	125,503	25,424	23,592	125,501	12	101,909
2	15	11	129,344	29,915	19,101	134,931	12	115,830
2	15	12	132,837	26,371	28,904	106,931	14	78,027
2	15	13	111,854	25,540	18,487	98,271	14	79,784
2	15	14	111,854	25,540	18,487	98,271	14	79,784
2	15	15	91,455	20,667	11,227	104,568	21	93,341

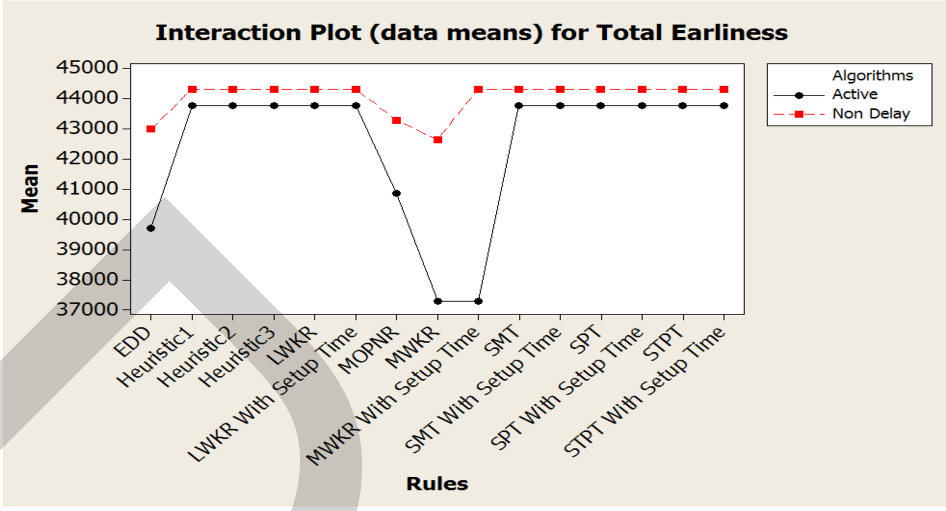
5.5 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

หลังจากที่ได้ผลการทดลองทั้งหมดตามหัวข้อ 5.4 แล้ว จากนั้นนำผลการทดลองที่ได้มาทำการวิเคราะห์ทางสถิติ โดยใช้โปรแกรม Minitab เป็นเครื่องมือช่วยในการวิเคราะห์ ซึ่งสามารถแสดงผลการวิเคราะห์จำแนกตามตัววัดผล (Measures of Performance) ต่างๆ ได้ดังกราฟต่อไปนี้



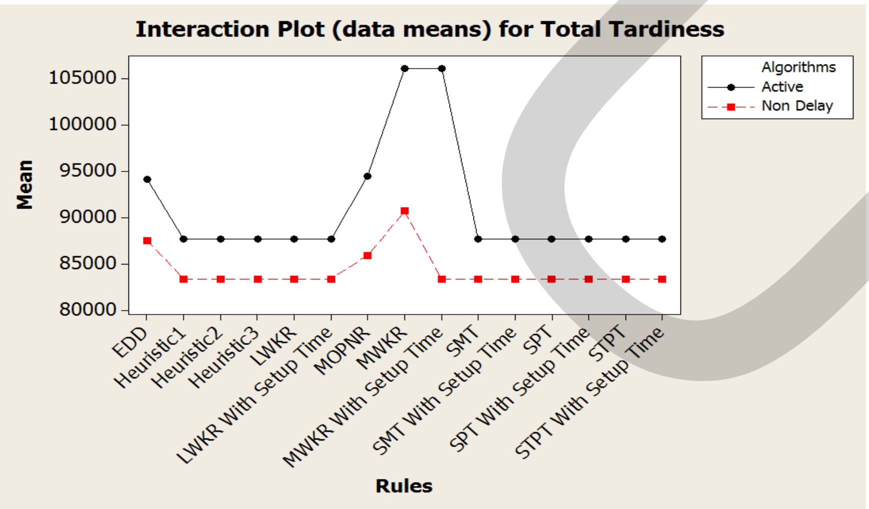
ภาพที่ 5.1 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติสำหรับตัววัดผล Total Flow Time

ภาพที่ 5.1 กฎและวิธีการจัดตารางการผลิตที่ทำให้ได้ตารางการผลิตที่มี "เวลารวมที่งานอยู่ในระบบ (Total Flow Time)" น้อยที่สุด 3 อันดับแรก ได้แก่ วิธีการจัดตารางการผลิตแบบ Active โดยใช้กฎ Heuristic 2 วิธีการจัดตารางการผลิตแบบ Active โดยใช้กฎ Heuristic 3 และวิธีการจัดตารางการผลิตแบบ Non-Delay โดยใช้กฎ LWKR With Setup Time ตามลำดับ



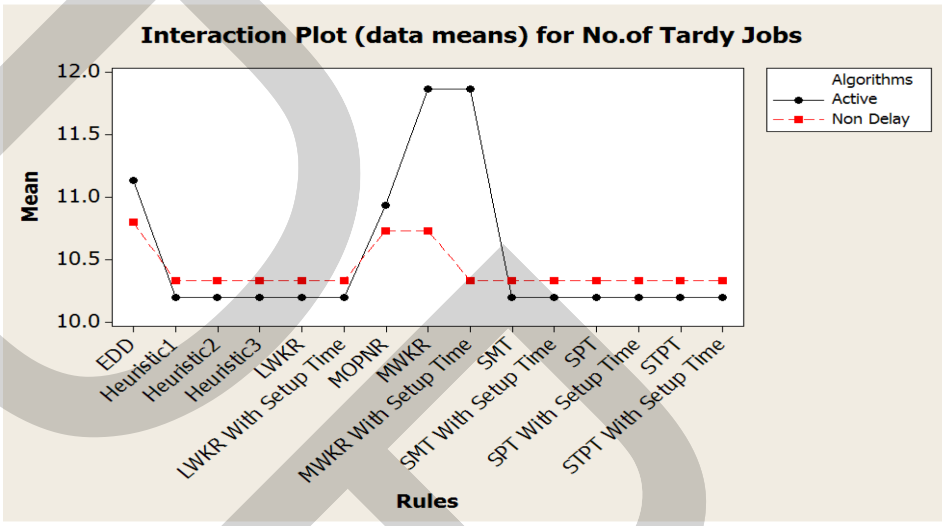
ภาพที่ 5.2 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติสำหรับตัววัดผล Total Earliness

ภาพที่ 5.2 กฎและวิธีการจัดตารางการผลิตที่ทำให้ได้ตารางการผลิตที่มี "เวลารวมที่งานเสร็จก่อนกำหนด (Total Earliness)" น้อยที่สุด 3 อันดับแรก ได้แก่ วิธีการจัดตารางการผลิตแบบ Active โดยใช้กฎ MWKR วิธีการจัดตารางการผลิตแบบ Active โดยใช้กฎ MWKR With Setup Time และวิธีการจัดตารางการผลิตแบบ Non-Delay โดยใช้กฎ EDD ตามลำดับ



ภาพที่ 5.3 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติสำหรับตัววัดผล Total Tardiness

ภาพที่ 5.3 กฎและวิธีการจัดตารางการผลิตที่ทำให้ได้ตารางการผลิตที่มี "เวลารวมของงานที่ล่าช้า (Total Tardiness)" น้อยที่สุด 3 อันดับแรก ได้แก่ วิธีการจัดตารางการผลิตแบบ Active โดยใช้กฎ Heuristic 2 วิธีการจัดตารางการผลิตแบบ Active โดยใช้กฎ Heuristic 3 และวิธีการจัดตารางการผลิตแบบ Non-Delay โดยใช้กฎ LWKR With Setup Time ตามลำดับ



ภาพที่ 5.4 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติสำหรับตัววัดผล No. of Tardy Jobs

ภาพที่ 5.4 กฎและวิธีการจัดตารางการผลิตที่ทำให้ได้ตารางการผลิตที่มี "จำนวนงานล่าช้า (Number of Tardy Jobs)" น้อยที่สุด 3 อันดับแรก ได้แก่ วิธีการจัดตารางการผลิตแบบ Active โดยใช้กฎ Heuristic 2, วิธีการจัดตารางการผลิตแบบ Active โดยใช้กฎ LWKR และวิธีการจัดตารางการผลิตแบบ Non-Delay โดยใช้กฎ LWKR With Setup Time ตามลำดับ

5.6 สรุปผลการทดลอง

เนื่องจากสภาพปัญหาของโรงงานที่เป็นกรณีศึกษาที่พบส่วนใหญ่ ปัญหาหลักก็คือ ปัญหาการส่งมอบงานล่าช้า ดังนั้นเพื่อเป็นการแก้ไขและลดปัญหาดังกล่าว จึงควรเลือกกฎและวิธีการจัดตารางการผลิตที่มี "เวลารวมของงานที่ล่าช้า (Total Tardiness)", "จำนวนงานล่าช้า (Number of Tardy Jobs)", "เวลารวมที่งานเสร็จก่อนกำหนด (Total Earliness)" น้อยที่สุด และ "เวลารวมที่งานอยู่ในระบบ (Total Flow Time)" ซึ่งจากสรุปผลการทดลองข้างต้นจะเห็นได้ว่า วิธีการและกฎการจัดตารางการผลิตที่มีค่าของตัววัดผลทั้ง 5 ชนิด น้อยที่สุด ก็คือ

1. วิธีการจัดตารางการผลิตแบบ Active โดยใช้กฎ Heuristic 2

2. วิธีการจัดตารางการผลิตแบบ Active โดยใช้กฎ Heuristic 3

3. วิธีการจัดตารางการผลิตแบบ Active โดยใช้กฎ LWKR

4. วิธีการจัดตารางการผลิตแบบ Non-Delay โดยใช้กฎ LWKR With Setup Time

5. วิธีการจัดตารางการผลิตแบบ Non-Delay โดยใช้กฎ EDD

DPU

บทที่ 6
การนำผลการทดลองไปใช้ปฏิบัติงานจริง

จากผลการทดลองที่ได้ในบทที่ 5 วิธีการและกฎการจัดตารางการผลิตที่เหมาะสมสำหรับโรงงานที่เป็นกรณีศึกษาคือ วิธีการจัดตารางการผลิตแบบ Active โดยใช้กฎ Heuristic 2 โดยเนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึง การนำวิธีการและกฎการจัดตารางการผลิตที่เหมาะสมไปใช้ในการปฏิบัติงานจริงกับโรงงานที่เป็นกรณีศึกษา เพื่อดูผลที่ได้จากการนำผลการทดลองไปปฏิบัติงานจริงว่าสามารถแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่พบในโรงงานที่เป็นกรณีศึกษาได้หรือไม่

6.1 การนำผลการทดลองไปใช้ในการปฏิบัติงานจริง

หลังจากที่ได้วิธีการและกฎการจัดตารางการผลิตที่เหมาะสมคือ วิธีการจัดตารางการผลิตแบบ Active โดยใช้กฎ Heuristic 2 แล้ว ผู้วิจัยจึงได้นำวิธีการและกฎการจัดตารางการผลิตนี้ไปใช้ในการจัดตารางการผลิตจริงกับโรงงานที่เป็นกรณีศึกษา ในช่วงเดือนพฤษภาคม-มิถุนายน ซึ่งผลที่ได้จากการจัดตารางการผลิต สามารถแสดงได้ดังตารางต่อไปนี้

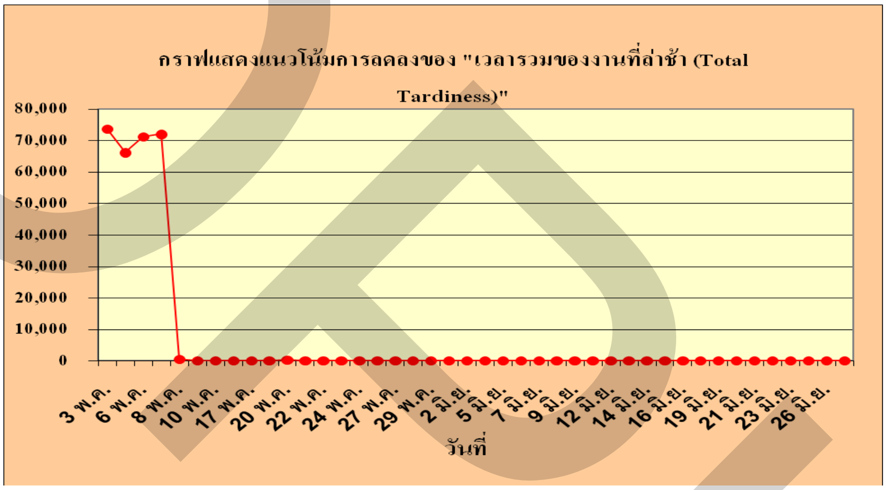
ตารางที่ 6.1 แสดงผลที่ได้จากการจัดตารางการผลิตจริงของเดือนพฤษภาคม

วันที่	ตัววัดผล (Measures of Performance)					
	Total Flow Time	Makespan	Total Earliness	Total Tardiness	No. of Tardy Job	Total Lateness
3 พฤษภาคม	381,119	106,809	829,441	73,680	3	-755,761
4 พฤษภาคม	282,457	103,343	722,655	66,232	2	-656,423
6 พฤษภาคม	311,067	101,959	740,078	71,225	4	-668,853
7 พฤษภาคม	296,731	98,634	713,854	72,005	5	-641,849
8 พฤษภาคม	246,317	45,564	698,515	372	1	-698,143
9 พฤษภาคม	238,259	44,376	602,521	0	0	-602,521
10 พฤษภาคม	242,099	43,181	622,981	0	0	-622,981
11 พฤษภาคม	232,086	41,872	615,714	0	0	-615,714
17 พฤษภาคม	113,387	32,093	588,973	0	0	-588,973
18 พฤษภาคม	189,079	30,232	780,041	0	0	-780,041
20 พฤษภาคม	183,967	30,232	746,489	216	1	-746,273
21 พฤษภาคม	173,557	29,029	697,343	0	0	-697,343
22 พฤษภาคม	149,872	27,792	645,128	0	0	-645,128
23 พฤษภาคม	127,254	25,636	664,926	0	0	-664,926
24 พฤษภาคม	114,782	24,723	621,898	0	0	-621,898
25 พฤษภาคม	101,310	23,311	436,710	0	0	-436,710
27 พฤษภาคม	91,808	21,834	355,972	0	0	-355,972
28 พฤษภาคม	82,528	20,369	339,332	0	0	-339,332
29 พฤษภาคม	74,670	18,931	319,830	0	0	-319,830
30 พฤษภาคม	47,099	15,068	312,841	0	0	-312,841

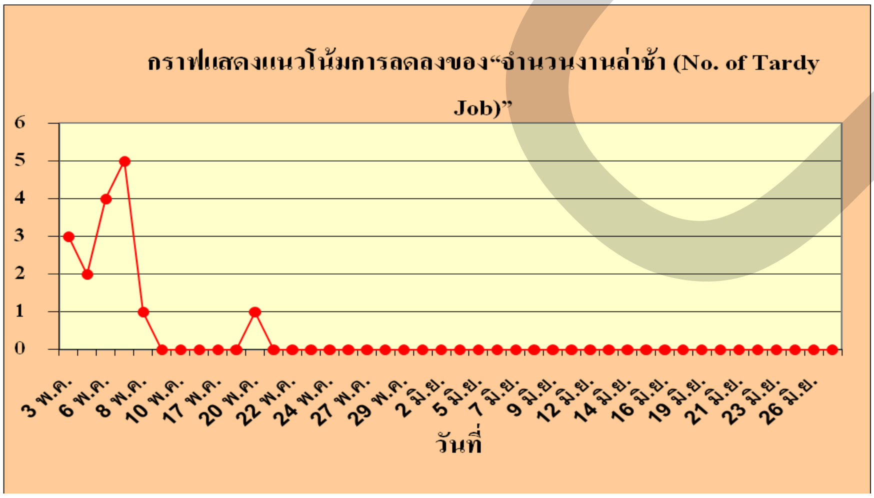
ตารางที่ 6.2 แสดงผลที่ได้จากการจัดตารางการผลิตจริงของเดือนมิถุนายน

วันที่	ตัววัดผล (Measures of Performance)					
	Total Flow Time	Makespan	Total Earliness	Total Tardiness	No. of Tardy Job	Total Lateness
2 มิถุนายน	45,382	14,473	291,518	0	0	-291,518
4 มิถุนายน	39,447	13,565	259,893	0	0	-259,893
5 มิถุนายน	204,595	28,359	904,685	0	0	-904,685
6 มิถุนายน	187,515	26,845	893,925	0	0	-893,925
7 มิถุนายน	183,232	22,767	876,608	0	0	-876,608
8 มิถุนายน	170,961	21,327	795,279	0	0	-795,279
9 มิถุนายน	150,493	19,887	763,907	0	0	-763,907
11 มิถุนายน	147,847	18,447	767,993	0	0	-767,993
12 มิถุนายน	131,314	16,736	725,486	0	0	-725,486
13 มิถุนายน	117,069	15,788	677,511	0	0	-677,511
14 มิถุนายน	92,055	17,604	622,905	0	0	-622,905
15 มิถุนายน	110,360	29,240	674,140	0	0	-674,140
16 มิถุนายน	102,969	27,800	620,031	0	0	-620,031
18 มิถุนายน	102,090	26,360	611,850	0	0	-611,850
19 มิถุนายน	91,144	24,920	564,056	0	0	-564,056
20 มิถุนายน	80,352	23,480	540,288	0	0	-540,288
21 มิถุนายน	59,221	20,600	534,059	0	0	-534,059
22 มิถุนายน	53,891	19,160	451,549	0	0	-451,549
23 มิถุนายน	51,667	17,720	439,373	0	0	-439,373
25 มิถุนายน	79,297	24,427	500,303	0	0	-500,303
26 มิถุนายน	74,598	22,987	460,362	0	0	-460,362
27 มิถุนายน	58,931	18,667	446,509	0	0	-446,509

จากผลการจัดตารางการผลิตจริงของโรงงานที่เป็นกรณีศึกษา ในช่วงเดือนพฤษภาคม-มิถุนายน ดังข้อมูลข้างต้น จะเห็นได้ว่า ตัววัดผลที่เป็น “เวลารวมของงานที่ล่าช้า (Total Tardiness)” และ “จำนวนงานล่าช้า (No. of Tardy Job)” จะลดลงจนเท่ากับ 0 นั่นหมายความว่า ปัญหาการส่งมอบงานล่าช้าให้กับลูกค้าจะลดลงเรื่อย ๆ จนปัญหาการส่งมอบงานล่าช้านั้นหมดไป (สามารถแก้ไขปัญหาการส่งมอบงานล่าช้าให้กับโรงงานที่เป็นกรณีศึกษาได้) โดยสามารถแสดงแนวโน้มการลดลงของปัญหาการส่งมอบงานล่าช้าได้ดังกราฟต่อไปนี้



ภาพที่ 6.1 แสดงแนวโน้มการลดลงของ“เวลารวมของงานที่ล่าช้า (Total Tardiness)”



ภาพที่ 6.2 แสดงแนวโน้มการลดลงของ“จำนวนงานล่าช้า (No. of Tardy Job)”

6.2 ประโยชน์ที่ได้รับจากการนำผลการทดลองไปใช้ในการปฏิบัติงานจริง

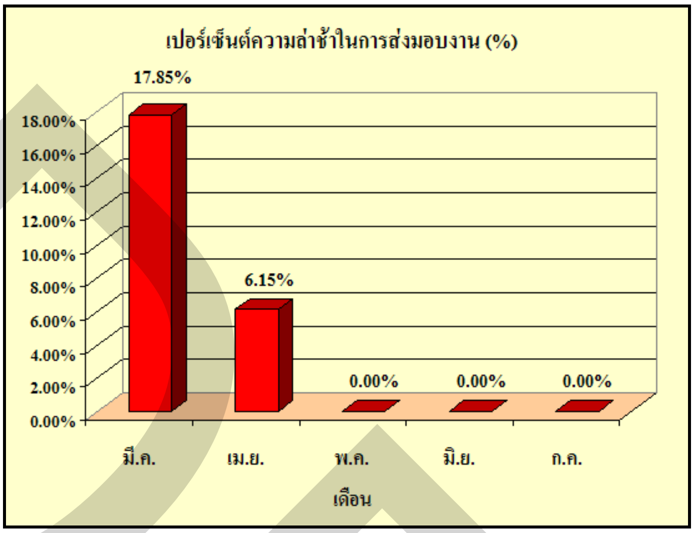
หลังจากที่นำโปรแกรมการจัดตารางการผลิตเพื่อลดปัญหาการส่งมอบงานล่าช้า รวมถึงวิธีการและกฎการจัดตารางการผลิตที่เหมาะสม เข้าไปใช้ปฏิบัติงานจริงกับโรงงานที่เป็นกรณีศึกษาแล้ว นอกจากจะแก้ไขปัญหาการส่งมอบงานล่าช้าได้แล้ว ยังสามารถแก้ไขและลดปัญหาอื่นๆ ที่เกิดขึ้นกับโรงงานที่เป็นกรณีศึกษาได้อีก โดยสามารถแสดงแยกตามตัวชี้วัดต่างๆ ได้ดังนี้

ตารางที่ 6.3 แสดงค่าตัวชี้วัดที่เกิดขึ้นในแต่ละเดือน

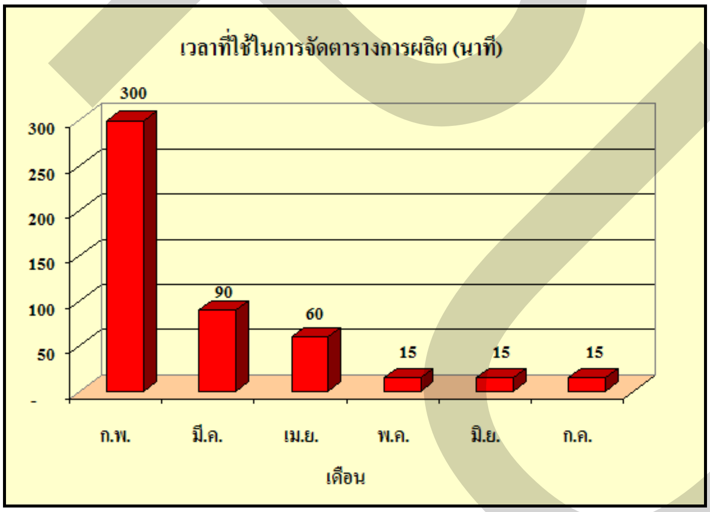
เดือน	**ตัวชี้วัด (ปัญหาที่พบ)**			
	1. เปอร์เซ็นต์ความล่าช้าในการส่งมอบงาน	**2. เวลาที่ใช้ในการจัดตารางการผลิต (นาที)**	**3. มูลค่าสินค้าคงคลังทั้งหมดที่จัดเก็บ (บาท)**	**4. เปอร์เซ็นต์มูลค่าสินค้าคงคลังต่อยอดขาย**
กุมภาพันธ์	-	300	13,129,861.34	234%
มีนาคม	17.85%	90	10,734,941.37	196%
เมษายน	6.15%	60	10,157,380.03	251%
พฤษภาคม	0%	15	9,426,470.81	214%
มิถุนายน	0%	15	8,756,086.37	213%
กรกฎาคม	0%	15	8,501,797.15	193%

จากตารางข้อมูลข้างต้น จะเห็นได้ว่าค่าของตัวชี้วัดในแต่ละตัวจะมีค่าลดลงเรื่อย ๆ ในแต่ละเดือน นั่นหมายความว่า หลังจากที่ได้นำโปรแกรมการจัดตารางการผลิตเพื่อลดปัญหาการส่งมอบงานล่าช้า รวมถึงวิธีการและกฎการจัดตารางการผลิตที่เหมาะสมเข้าไปใช้ในการปฏิบัติงานจริงกับโรงงานที่เป็นกรณีศึกษาแล้ว จะช่วยแก้ไขและลดปัญหา (ตัวชี้วัด) ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นกับโรงงานที่เป็นกรณีศึกษาได้จริง โดยสามารถแสดงการลดลงของแต่ละปัญหา (ตัวชี้วัด) ในรูปแบบของกราฟได้ดังต่อไปนี้

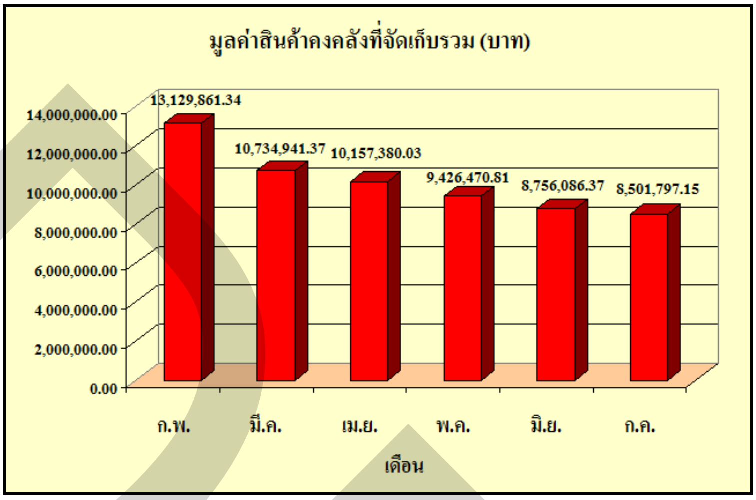
ภาพที่ 6.3 กราฟแสดงการลดลงของเปอร์เซ็นต์ความล่าช้าในการส่งมอบงาน



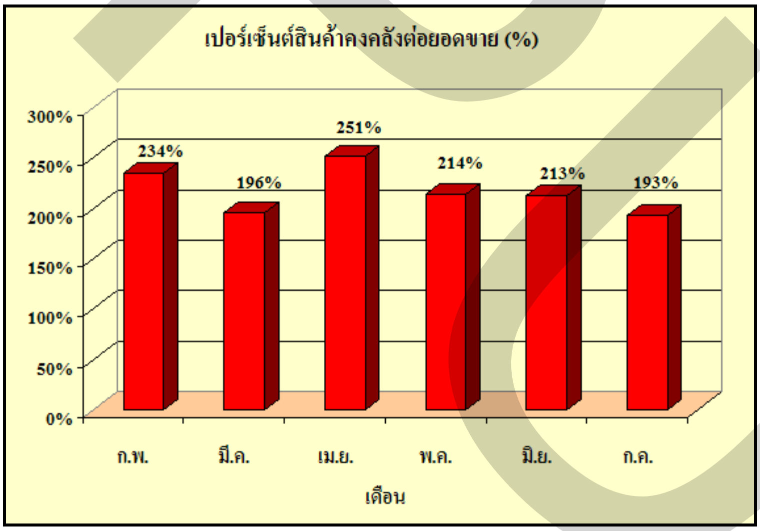
ภาพที่ 6.4 กราฟแสดงการลดลงของเวลาที่ใช้ในการจัดตารางการผลิต



ภาพที่ 6.5 กราฟแสดงการลดลงของมูลค่าสินค้าคงคลังที่จัดเก็บรวม



ภาพที่ 6.6 กราฟแสดงการลดลงของเปอร์เซ็นต์สินค้าคงคลังต่อยอดขาย



บทที่ 7
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

เนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึงสรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะต่างๆ ที่สามารถนำไปใช้กับกรณีศึกษาอื่นๆได้

7.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการประยุกต์ใช้ "โปรแกรมการจัดตารางการผลิตเพื่อลดปัญหาการส่งมอบงานล่าช้า" กับโรงงานที่เป็นกรณีศึกษา เพื่อทดลองหาวิธีการและกฎการจัดตารางการผลิตที่เหมาะสมที่สุด รวมถึงนำผลการทดลองที่ได้ไปใช้ปฏิบัติงานจริง เพื่อลดปัญหาการส่งมอบงานล่าช้าและปัญหาอื่นๆ ที่เกิดขึ้นกับโรงงานที่เป็นกรณีศึกษา โดยสามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

7.1.1 สรุปผลการทดลองหาวิธีการและกฎการจัดตารางการผลิตที่เหมาะสม โดยสามารถสรุปผลจำแนกตามตัววัดผล (Measures of Performance) ว่าวิธีการและกฎการจัดตารางการผลิตที่ดีที่สุด 3 อันดับแรกคือ วิธีการและกฎการจัดตารางการผลิตแบบใด สรุปได้ดังนี้

7.1.1.1 กฎและวิธีการจัดตารางการผลิตที่ทำให้ได้ตารางการผลิตที่มี "เวลารวมที่งานอยู่ในระบบ (Total Flow Time)" น้อยที่สุด 3 อันดับแรก ได้แก่ วิธีการจัดตารางการผลิตแบบ Active โดยใช้กฎ Heuristic 2, วิธีการจัดตารางการผลิตแบบ Active โดยใช้กฎ Heuristic 3 และวิธีการจัดตารางการผลิตแบบ Non-Delay โดยใช้กฎ LWKR With Setup Time ตามลำดับ

7.1.1.2 กฎและวิธีการจัดตารางการผลิตที่ทำให้ได้ตารางการผลิตที่มี "เวลาที่งานสุดท้ายในระบบแล้วเสร็จ (Makespan)" น้อยที่สุด จะไม่มี เนื่องจากผลลัพธ์ที่ได้เท่ากันหมดทุกกฎและวิธีการจัดตารางการผลิต

7.1.1.3 กฎและวิธีการจัดตารางการผลิตที่ทำให้ได้ตารางการผลิตที่มี "เวลารวมที่งานเสร็จก่อนกำหนด (Total Earliness)" น้อยที่สุด 3 อันดับแรก ได้แก่ วิธีการจัดตารางการผลิตแบบ Active โดยใช้กฎ MWKR, วิธีการจัดตารางการผลิตแบบ Active โดยใช้กฎ MWKR With Setup Time และวิธีการจัดตารางการผลิตแบบ Active โดยใช้กฎ EDD ตามลำดับ

7.1.1.4 กฎและวิธีการจัดตารางการผลิตที่ทำให้ได้ตารางการผลิตที่มี "เวลารวมของงานที่ล่าช้า (Total Tardiness)" น้อยที่สุด 3 อันดับแรก ได้แก่ วิธีการจัดตารางการผลิตแบบ Active โดยใช้กฎ Heuristic 2, วิธีการจัดตารางการผลิตแบบ Active โดยใช้กฎ Heuristic 3 และวิธีการจัดตารางการผลิตแบบ Non-Delay โดยใช้กฎ LWKR With Setup Time ตามลำดับ

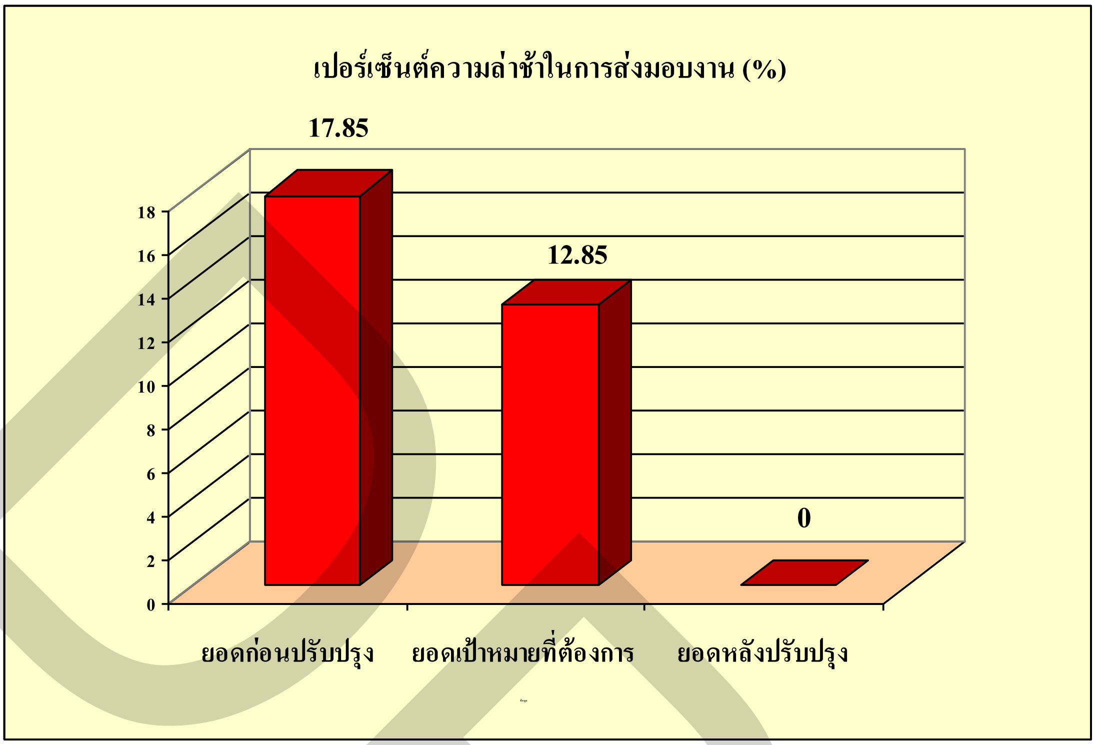
7.1.1.5 กฎและวิธีการจัดตารางการผลิตที่ทำให้ได้ตารางการผลิตที่มี "จำนวนงานล่าช้า (Number of Tardy Jobs)" น้อยที่สุด 3 อันดับแรก ได้แก่ วิธีการจัดตารางการผลิตแบบ Active โดยใช้กฎ Heuristic 2, วิธีการจัดตารางการผลิตแบบ Active โดยใช้กฎ LWKR และวิธีการจัดตารางการผลิตแบบ Active โดยใช้กฎ LWKR With Setup Time ตามลำดับ

7.1.1.6 กฎและวิธีการจัดตารางการผลิตที่ทำให้ได้ตารางการผลิตที่มี "เวลารวมสายของงาน (Total Lateness)" น้อยที่สุด 3 อันดับแรก ได้แก่ วิธีการจัดตารางการผลิตแบบ Active โดยใช้กฎ Heuristic 2, วิธีการจัดตารางการผลิตแบบ Active โดยใช้กฎ Heuristic 3 และวิธีการจัดตารางการผลิตแบบ Non-Delay โดยใช้กฎ LWKR With Setup Time ตามลำดับ

โดยในงานวิจัยนี้ จะพิจารณาตัววัดผล "เวลารวมของงานที่ล่าช้า (Total Tardiness)", "จำนวนงานล่าช้า (Number of Tardy Jobs)" และ "เวลารวมสายของงาน (Total Lateness)" เป็นหลัก เนื่องจากโรงงานที่เป็นกรณีศึกษาประสบกับปัญหาการส่งมอบงานล่าช้าอย่างมาก ดังนั้นเพื่อเป็นแก้ไขและลดปัญหาที่เกิดขึ้น วิธีการและกฎการจัดตารางการผลิตที่เหมาะสมที่สุดกับโรงงานที่เป็นกรณีศึกษาคือ "วิธีการจัดตารางการผลิตแบบ Active โดยใช้กฎ Heuristic 2"

7.1.2 สรุปผลที่ได้รับจากการนำผลการทดลองไปใช้ปฏิบัติงานจริงว่า สามารถแก้ไขและลดปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นกับโรงงานที่เป็นกรณีศึกษาได้ โดยแสดงตามตัวชี้วัดต่างๆ ดังนี้

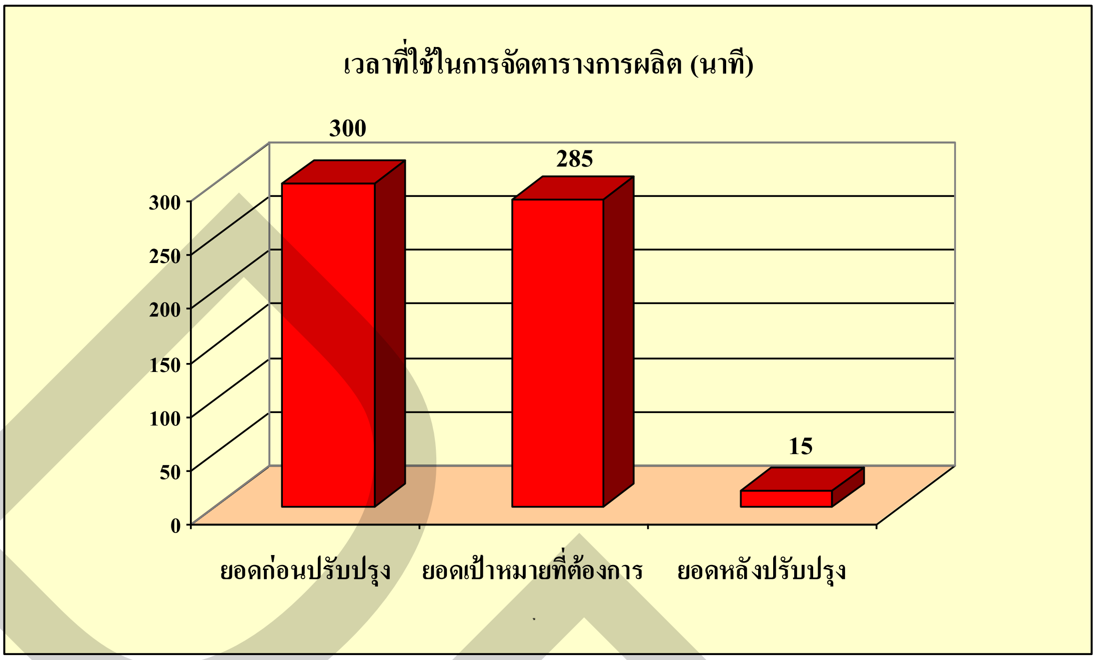
7.1.2.1 เปอร์เซ็นต์ความล่าช้าในการส่งมอบงาน โดยก่อนที่จะนำผลการทดลองที่ได้ไปใช้ปฏิบัติงานจริงพบว่ามีค่าสูงถึง 17.85% ซึ่งผู้วิจัยได้ตั้งเป้าหมายที่ต้องการลดคือ 5% ดังนั้นเปอร์เซ็นต์ความล่าช้าในการส่งมอบงานที่ตั้งเป้าไว้เท่ากับ 12.85% แต่หลังจากที่ได้นำผลการทดลองที่ได้ไปใช้ปฏิบัติงานจริงพบว่า เปอร์เซ็นต์ความล่าช้าในการส่งมอบงานลดลงเรื่อยๆ จนมีค่าเท่ากับ 0 ดังรูป



ภาพที่ 7.1 แสดงผลสรุปของเปอร์เซ็นต์ความล่าช้าในการส่งมอบงาน

จากรูปจะเห็นได้ว่า สามารถลดเปอร์เซ็นต์ความล่าช้าในการส่งมอบงานได้ถึง 17.85% หรือสามารถแก้ปัญหาการส่งมอบงานล่าช้าของโรงงานที่เป็นกรณีศึกษาได้ทั้งหมด

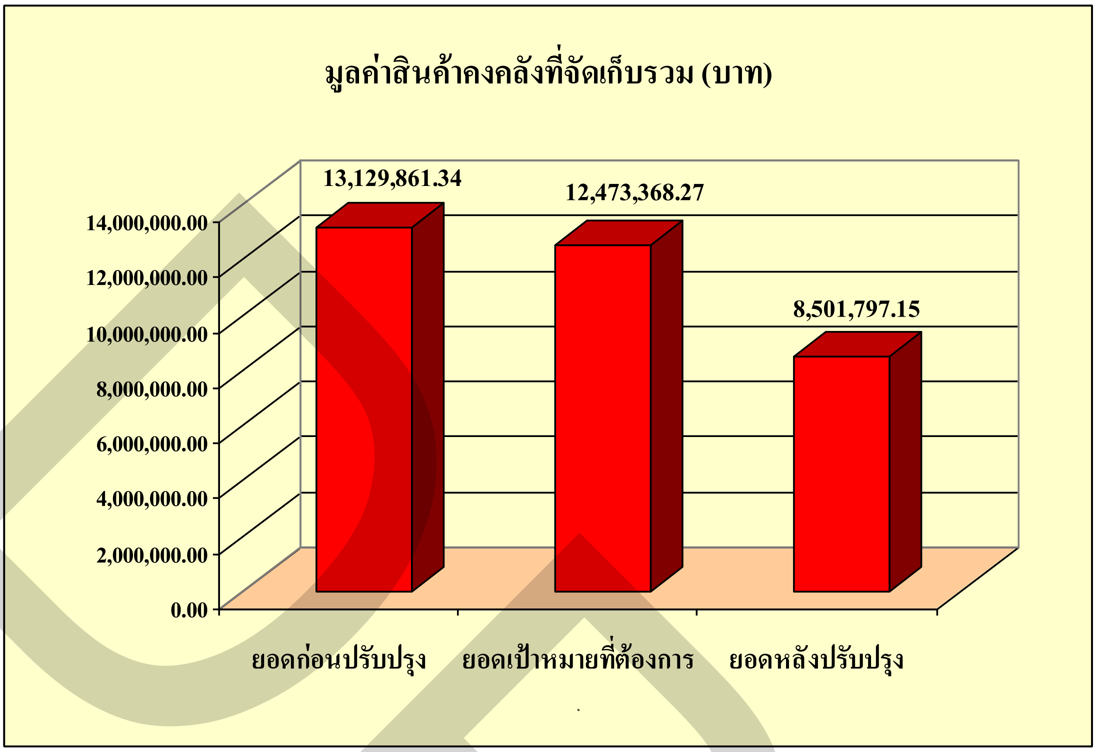
7.1.2.2 เวลาที่ใช้ในการจัดตารางการผลิต โดยก่อนที่จะนำผลการทดลองที่ได้ไปใช้ปฏิบัติงานจริงพบว่าใช้เวลาสูงถึง 300 นาที ซึ่งผู้วิจัยได้ตั้งเป้าหมายที่ต้องการลดคือ 5% หรือ 15 นาที ดังนั้นเวลาที่ใช้ในการจัดตารางการผลิตที่ตั้งเป้าไว้เท่ากับ 285 นาที แต่หลังจากที่ได้นำผลการทดลองที่ได้ไปใช้ปฏิบัติงานจริงพบว่า เวลาที่ใช้ในการจัดตารางการผลิตลดลงเรื่อย ๆ จนมีค่าเท่ากับ 15 นาที ดังรูป



ภาพที่ 7.2 แสดงผลสรุปของเวลาที่ใช้ในการจัดตารางการผลิต

จากรูปจะเห็นได้ว่า สามารถลดเวลาที่ใช้ในการจัดตารางการผลิตได้ถึง 285 นาทีหรือลดลงเท่ากับ 95% มากกว่ายอดเป้าหมายที่ตั้งไว้

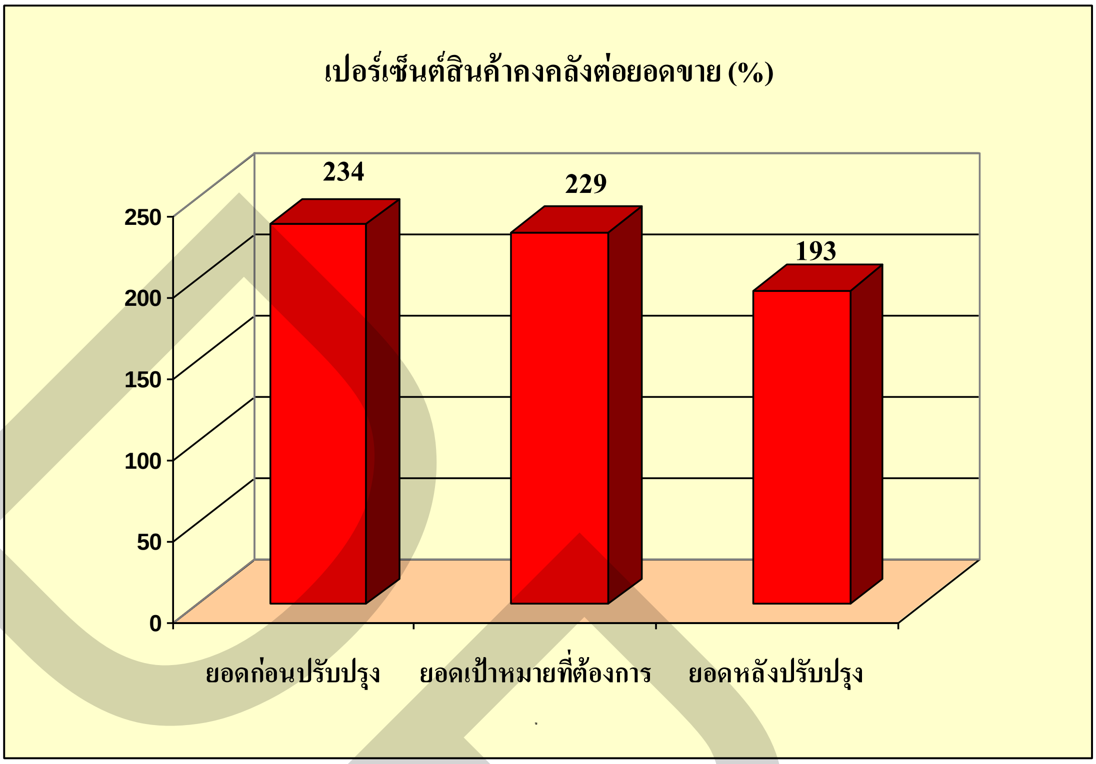
7.1.2.3 มูลค่าสินค้าคงคลังที่จัดเก็บรวม โดยก่อนที่จะนำผลการทดลองที่ได้ไปใช้ปฏิบัติงานจริงพบว่ามีมูลค่าสูงถึง 13,129,861.34 บาท ซึ่งผู้วิจัยได้ตั้งเป้าหมายที่ต้องการลดคือ 5% หรือ 656,493.07 บาท ดังนั้นมูลค่าสินค้าคงคลังที่จัดเก็บรวมที่ตั้งเป้าไว้เท่ากับ 12,473,368.27 บาท แต่หลังจากที่ได้นำผลการทดลองที่ได้ไปใช้ปฏิบัติงานจริงพบว่า มูลค่าสินค้าคงคลังที่จัดเก็บรวมลดลงเรื่อย ๆ จนมีมูลค่าเหลือเท่ากับ 8,501,797.15 บาท ดังรูป



ภาพที่ 7.3 แสดงผลสรุปของมูลค่าสินค้าคงคลังที่จัดเก็บรวม

จากรูปจะเห็นได้ว่า สามารถลดมูลค่าสินค้าคงคลังที่จัดเก็บรวมได้ถึง 4,628,064.19 บาท หรือลดลงเท่ากับ 35.25% มากกว่ายอดเป้าหมายที่ตั้งไว้

7.1.2.4 เปอร์เซ็นต์มูลค่าสินค้าคงคลังต่อยอดขาย โดยก่อนที่จะนำผลการทดลองที่ได้ไปใช้ปฏิบัติงานจริงพบว่ามีค่าสูงถึง 234% ซึ่งผู้วิจัยได้ตั้งเป้าหมายที่ต้องการลดคือ 5% ดังนั้นเปอร์เซ็นต์มูลค่าสินค้าคงคลังต่อยอดขายที่ตั้งเป้าไว้เท่ากับ 229% แต่หลังจากที่ได้นำผลการทดลองที่ได้ไปใช้ปฏิบัติงานจริงพบว่า เปอร์เซ็นต์มูลค่าสินค้าคงคลังต่อยอดขายลดลงเรื่อย ๆ จนมีค่าเหลือเท่ากับ 193% ดังรูป



ภาพที่ 7.4 แสดงผลสรุปของเปอร์เซ็นต์มูลค่าสินค้าคงคลังต่อยอดขาย

จากรูปจะเห็นได้ว่า สามารถลดเปอร์เซ็นต์มูลค่าสินค้าคงคลังต่อยอดขายได้ถึง 21% มากกว่ายอดเป้าหมายที่ตั้งไว้

7.2 ข้อเสนอแนะ

7.2.1 เนื่องจากในงานวิจัยนี้เป็นการนำโปรแกรมสำเร็จรูปมาประยุกต์ใช้กับโรงงานที่เป็นกรณีศึกษา ดังนั้นโรงงานที่นำโปรแกรมสำเร็จรูปไปใช้งานควรจะมีความพร้อมในหลาย ๆ ด้าน ไม่ว่าจะเป็นความพร้อมของระบบคอมพิวเตอร์ ความพร้อมของผู้ใช้งานโปรแกรม รวมถึงการสนับสนุนจากผู้มีอำนาจที่เกี่ยวข้องของโรงงาน เพื่อที่จะให้การนำโปรแกรมสำเร็จรูปไปใช้งานประสบความสำเร็จและมีประสิทธิภาพมากที่สุด

7.2.2 ควรมีการอบรมให้ความรู้กับพนักงานเกี่ยวกับการจัดลำดับการผลิตและการจัดตารางการผลิต รวมถึงการใช้โปรแกรมการจัดตารางการผลิตเป็นประจำ เพื่อที่จะสามารถนำไปใช้ในการจัดตารางการผลิตและวางแผนการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ

7.2.3 ในงานวิจัยนี้ โรงงานที่เป็นกรณีศึกษาได้มีการติดตั้งเครื่องจักรแบบขนาน (Parallel Machine) ดังนั้นควรมีการจัดสายงานการผลิตที่เหมาะสมกัน โดยดูว่าการฉีดพลาสติกงานใดใช้สีอะไร ใช้สีชนิดเดียวกันหรือไม่ เพื่อที่จะลดเวลาในการตั้งเครื่องจักร (Setup Time) ได้

7.2.4 ควรมีการประชุมวางแผนการผลิตทุก ๆ วัน เพื่อสรุปจำนวนงานล่าช้า (No. of Tardy Job) และเวลารวมของงานล่าช้า (Total Tardiness) เพื่อนำมาใช้ในการวางแผนการผลิตในวันถัดไป เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาการส่งมอบงานล่าช้าให้กับลูกค้าอีก

DPU

บรรณานุกรม

DPU

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

หนังสือ

พิภพ ลลิตาภรณ์. (2549). *ระบบการวางแผนและควบคุมการผลิต (ฉบับปรับปรุงใหม่).* กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

ปิยมาภรณ์ ชมสุวรรณ. (2540). *การจัดตาราง/การเปลี่ยนตารางการผลิตสำหรับระบบการผลิตแบบยืดหยุ่นในกรณีของเครื่องจักรเสีย.* วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรม อุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สมโภชน์ แซ่น้ำ. (2542). *การจัดตารางการผลิตแบบโต้ตอบภายใต้เงื่อนไขการผลิตที่มีความไม่แน่นอน.* วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาต่างประเทศ

BOOKS

Baker, K. R. (1974). *Introduction to Sequencing and Scheduling*. New York : John Wiley & Sons.

Chatpon Mongkalig. (2005). *Heuristics for Job Shop Scheduling Problems with Progessive Weighted Tadiness Penalties and Inter-machine overlapping Sequence-dependent Setup Times*. IEMS Vol. 4, No. 1, pp. 9-30, June 2005.

Federico Della Croce, Marco Trubian. (2002). *Optimal idle time insersion in early-tardy parallel machines scheduling with precedence constraints.* Production Planning & Control Vol. 3, No. 2, pp. 133-142.

M. E. Kurz, R. G. Askin. (2001). *Heuristic scheduling of parallel machines with Sequence-dependent Setup Times.* INT. J. PROD. RES. Vol. 39, No. 16, pp. 3747-3769.

ภาคผนวก

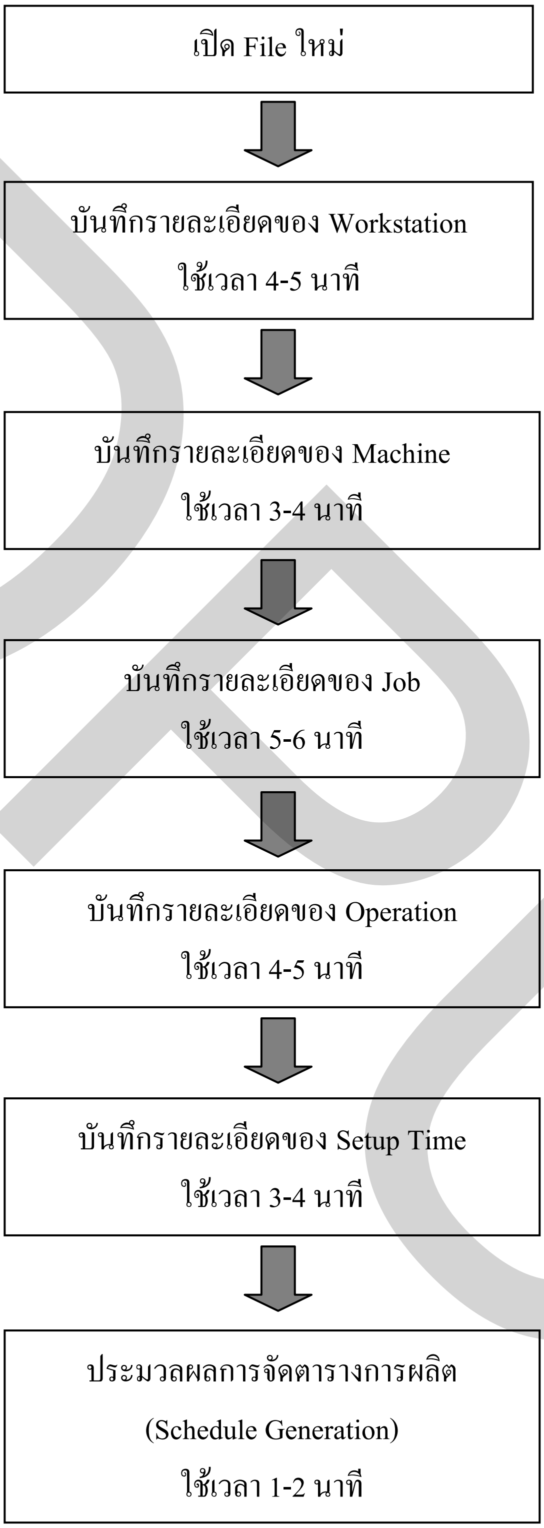
DPU

ภาคผนวก
การใช้โปรแกรมการจัดตารางการผลิตเพื่อลดปัญหาการส่งมอบงานล่าช้า

เนื่องจากการจัดตารางการผลิตนั้น มีขั้นตอนในการคำนวณตามหลักการและทฤษฎีเกี่ยวกับการจัดตารางการผลิตอยู่หลายขั้นตอนและมักเป็นการคำนวณซ้ำโดยใช้สูตรเดิมในการคำนวณ และด้วยข้อจำกัดเกี่ยวกับประสิทธิภาพและความถูกต้องในการคำนวณของมนุษย์ จึงจำเป็นที่จะต้องมีการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการจัดตารางการผลิตเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการจัดตารางการผลิต และป้องกันความผิดพลาดที่เกิดจากการคำนวณ ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ใช้โปรแกรมจัดตารางการผลิตชื่อ "โปรแกรมการจัดตารางการผลิตเพื่อลดปัญหาการส่งมอบงานล่าช้า" โดยงานวิจัยบทนี้จะกล่าวถึงภาพรวม, ผังแสดงขั้นตอนการปฏิบัติงานของโปรแกรมและขั้นตอนการบันทึกรายละเอียดข้อมูลต่าง ๆ ในโปรแกรม รวมถึงขั้นตอนในการจัดตารางการผลิตและการปรับแก้ตารางการผลิตแบบโต้ตอบของโปรแกรม

ผังแสดงขั้นตอนการปฏิบัติงานของโปรแกรม

ในการจัดตารางการผลิตโดยการใช้โปรแกรมการจัดตารางการผลิตเพื่อลดปัญหาในการส่งมอบงานที่ล่าช้า มีขั้นตอนการปฏิบัติงานและระยะเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงานในแต่ละขั้นตอนโดยประมาณ ซึ่งสามารถแสดงได้ตามผังการปฏิบัติงานดังนี้



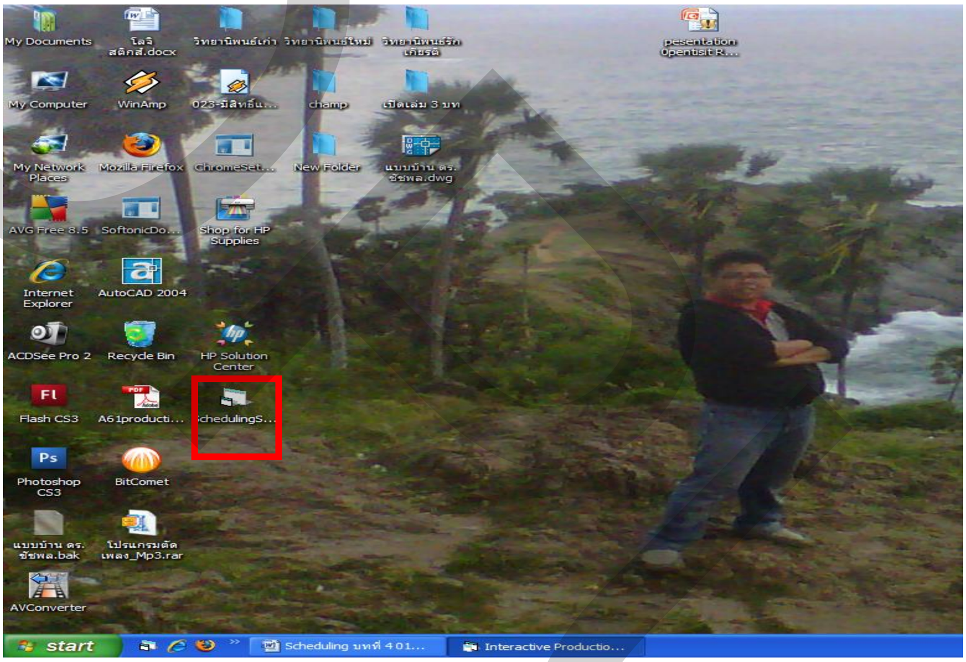
ภาพที่1 แสดงผังขั้นตอนการปฏิบัติงานของโปรแกรมการจัดตารางการผลิต

โดยในแต่ละขั้นตอนการปฏิบัติงานสามารถแสดงรายละเอียดการบันทึกข้อมูลต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการจัดตารางการผลิต

ขั้นตอนการบันทึกข้อมูลพื้นฐานที่ใช้ในการจัดตารางการผลิต

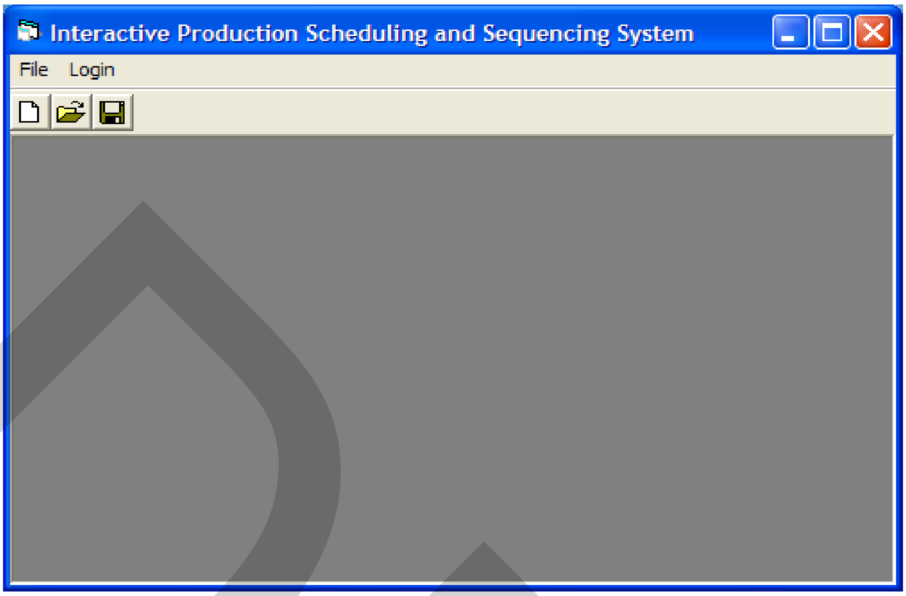
การเข้าโปรแกรมการจัดตารางการผลิตเพื่อลดปัญหาการส่งมอบงานล่าช้า

จากหน้าจอ Windows ทำการ Double Click ที่ Icon โปรแกรมการจัดตารางการผลิตเพื่อลดปัญหาการส่งมอบงานล่าช้า ดังรูป



ภาพที่2 แสดงการเปิดโปรแกรมการจัดตารางการผลิตเพื่อลดปัญหาการส่งมอบงานล่าช้า

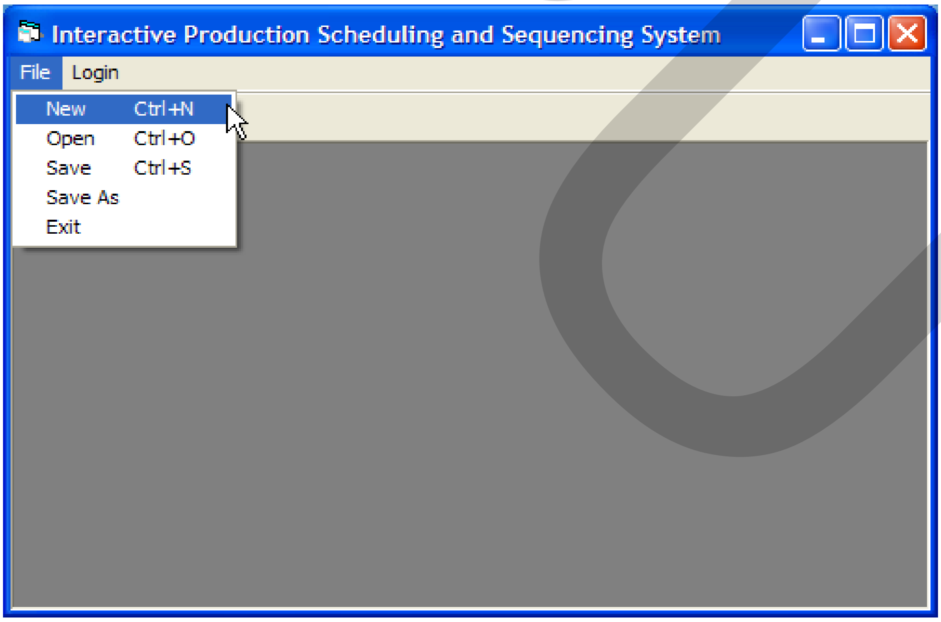
จากนั้นจะปรากฏหน้าจอ โปรแกรมการจัดตารางการผลิตเพื่อลดปัญหาการส่งมอบงานล่าช้า ดังรูป



ภาพที่3 แสดงโปรแกรมการจัดตารางการผลิตเพื่อลดปัญหาการส่งมอบงานล่าช้า

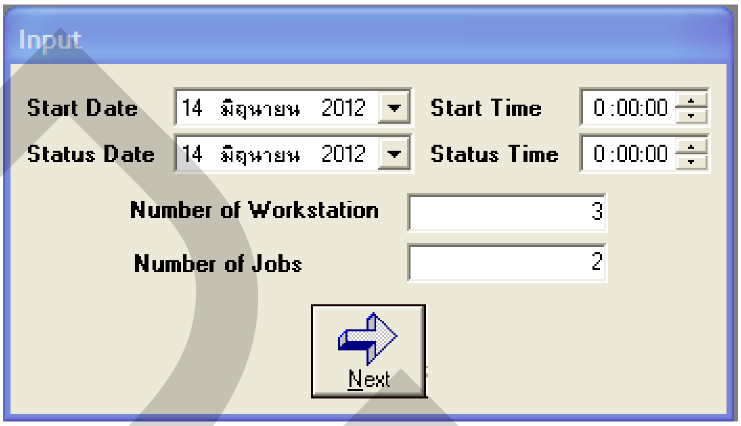
การเปิด File ใหม่เพื่อบันทึกข้อมูล

จากหน้าจอโปรแกรม เลือกเมนู File > New หรือ เลือก ที่ Tool Bar ดังรูป



ภาพที่4 แสดงการเปิด File ใหม่

จากนั้น โปรแกรมจะแสดงหน้าจอ Input เพื่อให้ทำการกำหนดค่าเริ่มต้นต่าง ๆ ของ File นี้ ดังรูป

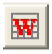


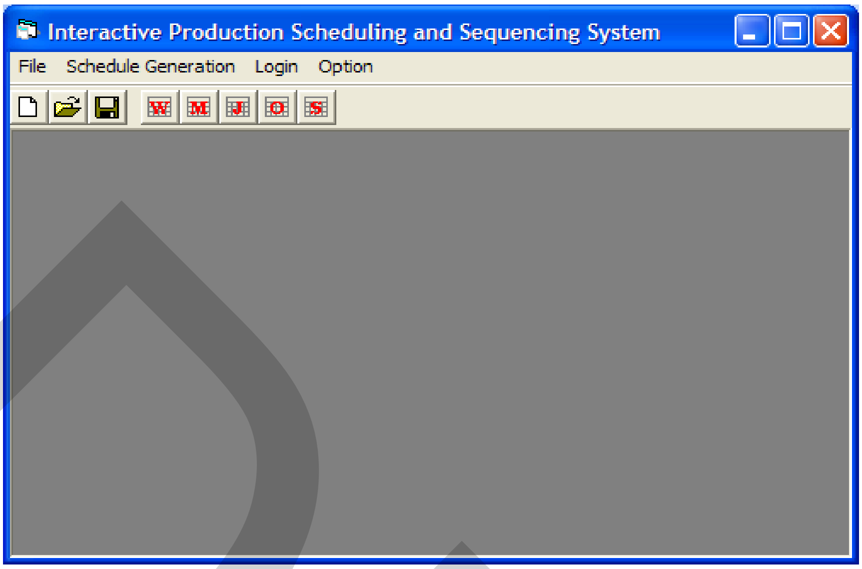
ภาพที่5 แสดงการกำหนดค่าตั้งต้นของ File ใหม่

ขั้นตอนการทำงาน

1. Start Date : ระบุ วัน เดือน ปี(ค.ศ.) เริ่มต้นของงานที่ต้องการจัดตารางผลิต
2. Start Time : ระบุ เวลา เริ่มต้นของงานที่ต้องการจัดตารางผลิต
3. Status Date : ระบุ วัน เดือน ปี(ค.ศ.) ที่กำหนดสถานะเริ่มต้นของงาน
4. Status Time : ระบุ เวลา ที่กำหนดสถานะเริ่มต้นของงาน
5. Number of Workstation : กำหนดจำนวน Workstation ที่ต้องการสร้างในระบบ
6. Number of Jobs : กำหนด จำนวนของงาน ที่ต้องการบันทึกรายละเอียดในการจัดตารางการผลิต
7. จากนั้น กดปุ่ม โปรแกรมจะทำการสร้างฐานข้อมูลพื้นฐานต่าง ๆ ตามค่าตั้งต้นที่ได้กำหนดไว้

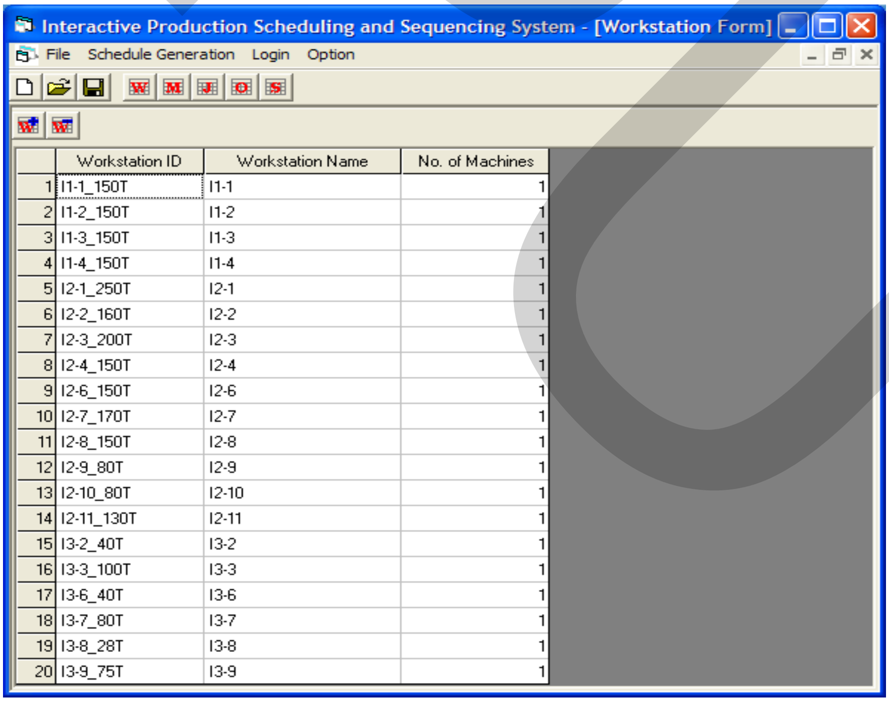
การบันทึกรายละเอียดของ Workstation

หลังจากกำหนดค่าตั้งต้นต่าง ๆ แล้ว ก็จะทำการบันทึกข้อมูลพื้นฐานข้อมูลแรกคือ การบันทึกรายละเอียดของ Workstation โดยการเลือก  ที่ Tool Bar ดังรูป



ภาพที่6 แสดงการเลือกบันทึกข้อมูลของ Workstation

จากนั้นโปรแกรมจะแสดงหน้าจอ Workstation Form เพื่อบันทึกรายละเอียด Workstation ดังรูป



	Workstation ID	Workstation Name	No. of Machines
1	I1-1_150T	I1-1	1
2	I1-2_150T	I1-2	1
3	I1-3_150T	I1-3	1
4	I1-4_150T	I1-4	1
5	I2-1_250T	I2-1	1
6	I2-2_160T	I2-2	1
7	I2-3_200T	I2-3	1
8	I2-4_150T	I2-4	1
9	I2-6_150T	I2-6	1
10	I2-7_170T	I2-7	1
11	I2-8_150T	I2-8	1
12	I2-9_80T	I2-9	1
13	I2-10_80T	I2-10	1
14	I2-11_130T	I2-11	1
15	I3-2_40T	I3-2	1
16	I3-3_100T	I3-3	1
17	I3-6_40T	I3-6	1
18	I3-7_80T	I3-7	1
19	I3-8_28T	I3-8	1
20	I3-9_75T	I3-9	1

ภาพที่7 แสดงรายละเอียดข้อมูลของ Workstation

ขั้นตอนการทำงาน

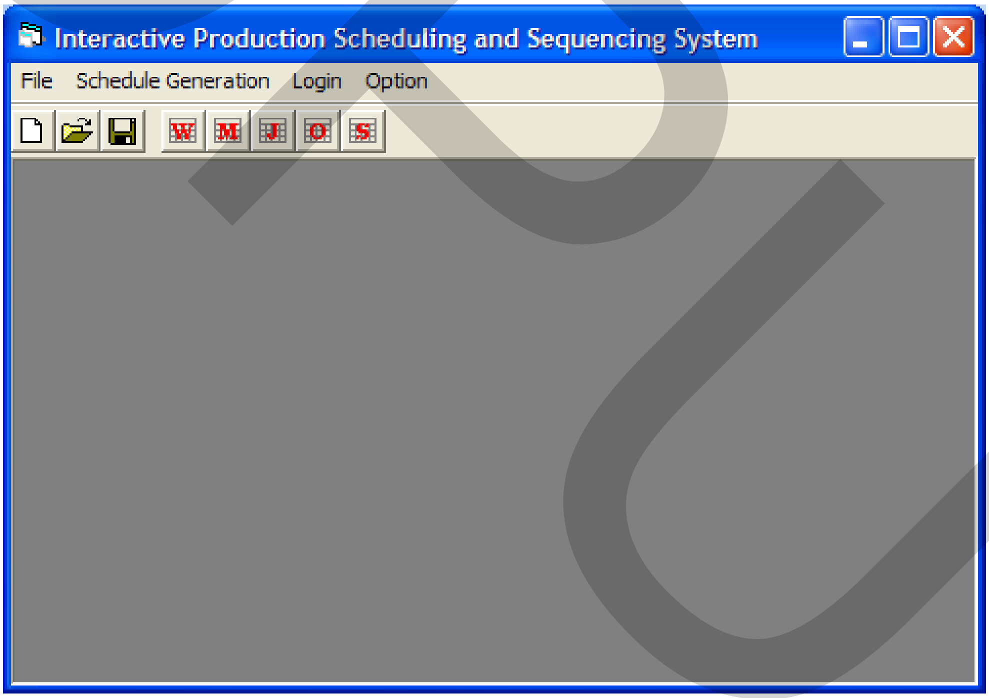
1. Workstation ID : ระบุ รหัสประจำของแต่ละ Workstation โดยระบุเป็นตัวอักษรหรือตัวเลขก็ได้

2. Workstation Name : ระบุ ชื่อที่ใช้เรียกของแต่ละ Workstation โดยระบุเป็นตัวอักษรหรือตัวเลขก็ได้

3. No. of Machines : กำหนดจำนวนของเครื่องจักรที่สามารถใช้งานได้ ที่มีอยู่ในแต่ละ Workstation จากรูปจะมีเครื่องจักร 1 เครื่องต่อ 1 สถานีงาน

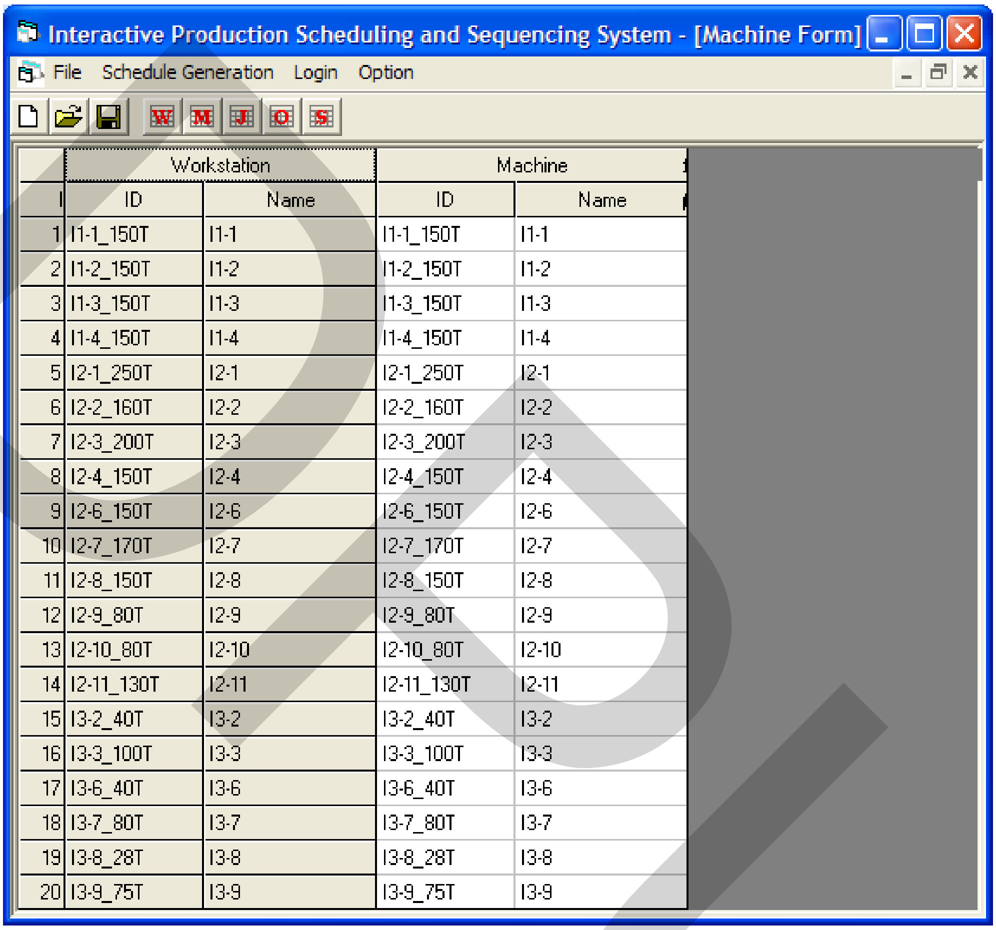
การบันทึกรายละเอียดของ Machine

หลังจากบันทึกรายละเอียดของ Workstation แล้ว จากนั้นก็จะทำการบันทึกรายละเอียดของ Machine โดยการเลือก ที่ Tool Bar ดังรูป



ภาพที่8 แสดงการเลือกบันทึกข้อมูลของ Machine

จากนั้น โปรแกรมจะแสดงหน้าจอ Machine Form เพื่อบันทึกรายละเอียดของ Machines ดังรูป



	Workstation		Machine	
I	ID	Name	ID	Name
1	I1-1_150T	I1-1	I1-1_150T	I1-1
2	I1-2_150T	I1-2	I1-2_150T	I1-2
3	I1-3_150T	I1-3	I1-3_150T	I1-3
4	I1-4_150T	I1-4	I1-4_150T	I1-4
5	I2-1_250T	I2-1	I2-1_250T	I2-1
6	I2-2_160T	I2-2	I2-2_160T	I2-2
7	I2-3_200T	I2-3	I2-3_200T	I2-3
8	I2-4_150T	I2-4	I2-4_150T	I2-4
9	I2-6_150T	I2-6	I2-6_150T	I2-6
10	I2-7_170T	I2-7	I2-7_170T	I2-7
11	I2-8_150T	I2-8	I2-8_150T	I2-8
12	I2-9_80T	I2-9	I2-9_80T	I2-9
13	I2-10_80T	I2-10	I2-10_80T	I2-10
14	I2-11_130T	I2-11	I2-11_130T	I2-11
15	I3-2_40T	I3-2	I3-2_40T	I3-2
16	I3-3_100T	I3-3	I3-3_100T	I3-3
17	I3-6_40T	I3-6	I3-6_40T	I3-6
18	I3-7_80T	I3-7	I3-7_80T	I3-7
19	I3-8_28T	I3-8	I3-8_28T	I3-8
20	I3-9_75T	I3-9	I3-9_75T	I3-9

ภาพที่9 แสดงรายละเอียดข้อมูลของ Machine

ขั้นตอนการทำงาน

1. Workstation ID : ระบบจะแสดงรหัสของ Workstation ที่ระบุไว้ตอนที่บันทึกรายละเอียดของ Workstation ให้โดยอัตโนมัติ ซึ่งไม่สามารถแก้ไขรายละเอียดที่หน้าจอนี้ได้

2. Workstation Name : ระบบจะแสดงชื่อของ Workstation ที่ระบุไว้ตอนที่บันทึกรายละเอียดของ Workstation ให้โดยอัตโนมัติ ซึ่งไม่สามารถแก้ไขรายละเอียดที่หน้าจอนี้ได้

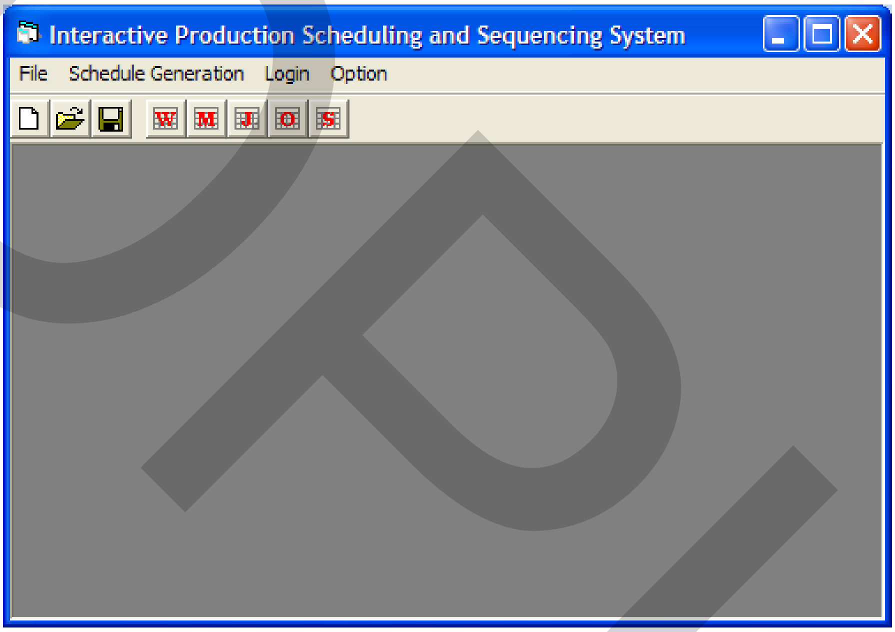
3. Machine ID : ระบุ รหัสประจำของแต่ละ Machine โดยระบุเป็นตัวอักษรหรือตัวเลขก็ได้ แต่ควรระบุให้สัมพันธ์กับ Workstation เพื่อความสะดวกและป้องกันความสับสนในการใช้งาน

4. Machine Name : ระบุ ชื่อที่ใช้เรียกของแต่ละ Machine โดยระบุเป็นตัวอักษรหรือตัวเลขก็ได้

การบันทึกรายละเอียดของ Job

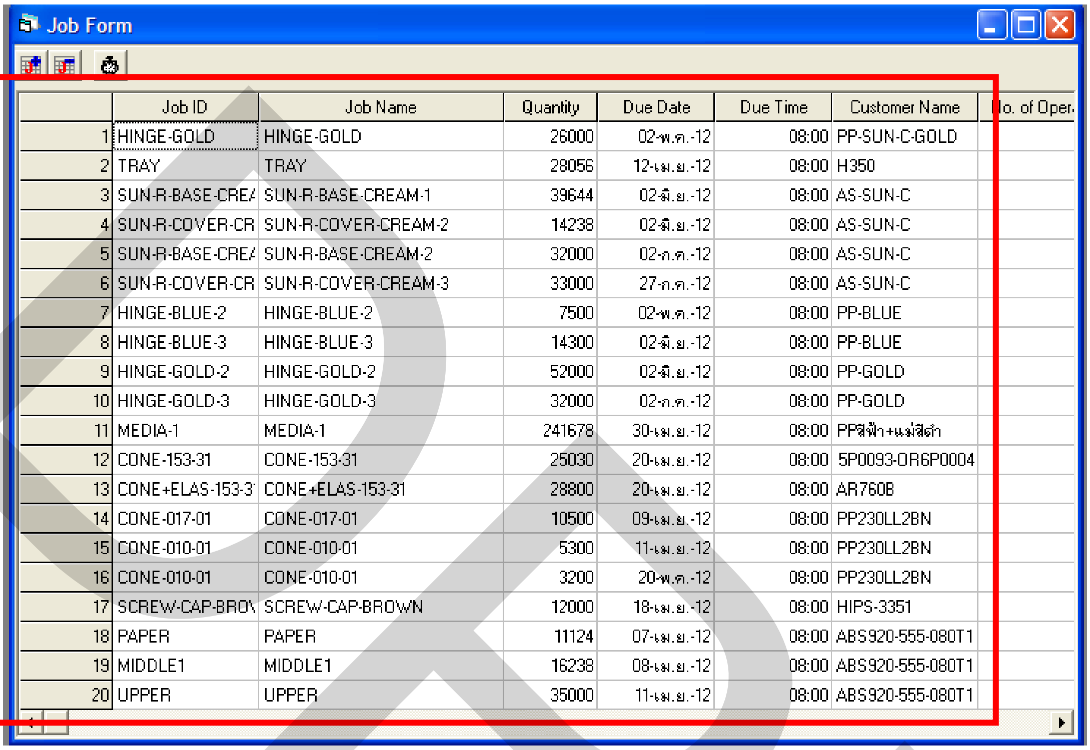
หลังจากบันทึกรายละเอียดของ Machine แล้ว จากนั้นก็จะทำการบันทึกรายละเอียดของ Job โดยการเลือก

ที่ Tool Bar ดังรูป



ภาพที่10 แสดงการเลือกบันทึกข้อมูลของ Job

จากนั้นโปรแกรมจะแสดงหน้าจอ Job Form เพื่อบันทึกรายละเอียด ของ Job ดังรูป



	Job ID	Job Name	Quantity	Due Date	Due Time	Customer Name	No. of Oper.
1	HINGE-GOLD	HINGE-GOLD	26000	02-พ.ค.-12	08:00	PP-SUN-C-GOLD	
2	TRAY	TRAY	28056	12-เม.ย.-12	08:00	H350	
3	SUN-R-BASE-CREA	SUN-R-BASE-CREAM-1	39644	02-มิ.ย.-12	08:00	AS-SUN-C	
4	SUN-R-COVER-CR	SUN-R-COVER-CREAM-2	14238	02-มิ.ย.-12	08:00	AS-SUN-C	
5	SUN-R-BASE-CREA	SUN-R-BASE-CREAM-2	32000	02-ก.ค.-12	08:00	AS-SUN-C	
6	SUN-R-COVER-CR	SUN-R-COVER-CREAM-3	33000	27-ก.ค.-12	08:00	AS-SUN-C	
7	HINGE-BLUE-2	HINGE-BLUE-2	7500	02-พ.ค.-12	08:00	PP-BLUE	
8	HINGE-BLUE-3	HINGE-BLUE-3	14300	02-มิ.ย.-12	08:00	PP-BLUE	
9	HINGE-GOLD-2	HINGE-GOLD-2	52000	02-มิ.ย.-12	08:00	PP-GOLD	
10	HINGE-GOLD-3	HINGE-GOLD-3	32000	02-ก.ค.-12	08:00	PP-GOLD	
11	MEDIA-1	MEDIA-1	241678	30-เม.ย.-12	08:00	PPสีฟ้า+แม่สีดำ	
12	CONE-153-31	CONE-153-31	25030	20-เม.ย.-12	08:00	5P0093-OR6P0004	
13	CONE+ELAS-153-3	CONE+ELAS-153-31	28800	20-เม.ย.-12	08:00	AR760B	
14	CONE-017-01	CONE-017-01	10500	09-เม.ย.-12	08:00	PP230LL2BN	
15	CONE-010-01	CONE-010-01	5300	11-เม.ย.-12	08:00	PP230LL2BN	
16	CONE-010-01	CONE-010-01	3200	20-พ.ค.-12	08:00	PP230LL2BN	
17	SCREW-CAP-BROV	SCREW-CAP-BROWN	12000	18-เม.ย.-12	08:00	HIPS-3351	
18	PAPER	PAPER	11124	07-เม.ย.-12	08:00	ABS920-555-080T1	
19	MIDDLE1	MIDDLE1	16238	08-เม.ย.-12	08:00	ABS920-555-080T1	
20	UPPER	UPPER	35000	11-เม.ย.-12	08:00	ABS920-555-080T1	

ภาพที่11 แสดงรายละเอียดข้อมูลของ Job

ขั้นตอนการทำงาน

1. Job ID : ระบุ รหัสของ Job แต่ละ Job ที่จะนำมาจัดตารางการผลิต โดยระบุเป็นตัวอักษรหรือตัวเลขก็ได้ โดยห้ามตั้งรหัสของงานซ้ำกันเพราะจะทำให้การจัดตารางการผลิตออกมาผิดพลาดได้ ในกรณีที่เป็นงานชนิดเดียวกันแต่ต่างกันที่รายละเอียด ควรระบุรายละเอียดที่ต่างกันด้วย เช่น มีสีของชิ้นงานที่ต่างกัน ก็ควรระบุรหัสของสีแต่ละสีในงานนั้น ๆ ด้วย

2. Job Name : ระบุ ชื่อที่ใช้เรียก Job แต่ละ Job ที่จะนำมาจัดตารางการผลิต โดยระบุเป็นตัวอักษรหรือตัวเลขก็ได้

3. Quantity : กำหนด ปริมาณที่ต้องการทำการผลิตของแต่ละ Job

4. Due Date : ระบุ วันที่ที่ต้องทำการส่งมอบงานแต่ละงานให้กับลูกค้า

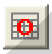
5. Due Time : ระบุ เวลาที่ต้องทำการส่งมอบงานแต่ละงานให้กับลูกค้า

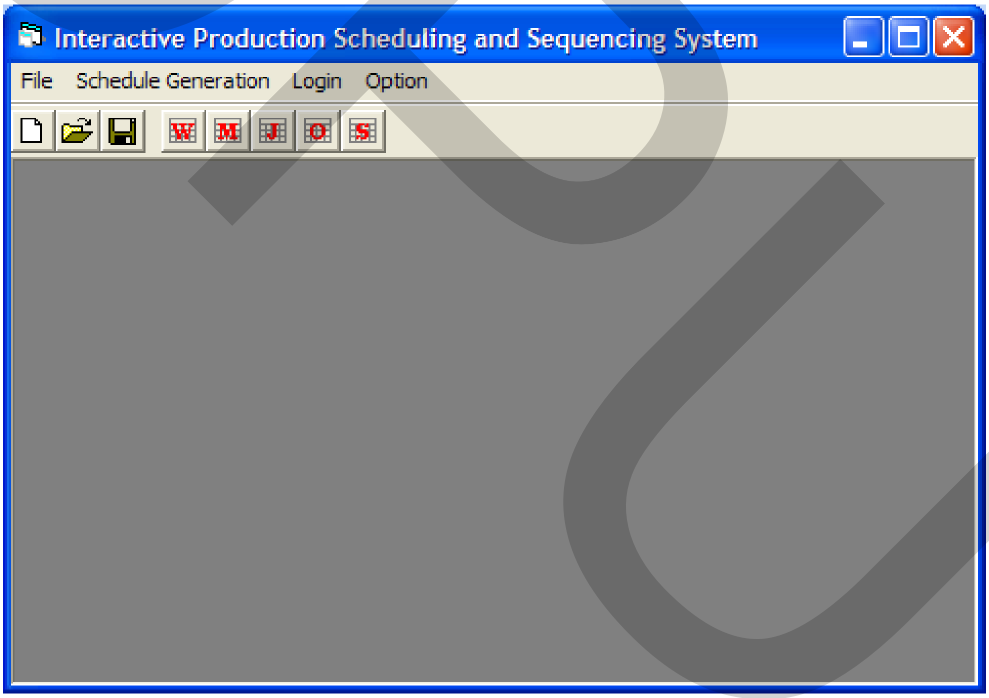
6. Customer Name : ระบุ ชื่อลูกค้าที่ทำการสั่งผลิตงานแต่ละงาน โดยระบุเป็นตัวอักษรหรือตัวเลขก็ได้

7. No. of Operations : กำหนด จำนวนขั้นตอนการผลิตของงานแต่ละงานว่างานนั้น ๆ ต้องผ่านขั้นตอนการผลิตทั้งหมดกี่ขั้นตอน โดยจากรูปจะเห็นว่า งานแต่ละงานจะมีขั้นตอนการผลิตเพียง 1 ขั้นตอนคือ ขั้นตอนการฉีดพลาสติกเท่านั้น

8. Penalty : กำหนด อัตราค่าปรับที่จะต้องชำระให้กับลูกค้า ในกรณีที่มีการส่งมอบงานล่าช้า โดยมีหน่วยเป็น “บาทต่อนาที” ซึ่งสามารถบ่งบอกได้ถึงความสำคัญของลูกค้าแต่ละราย กล่าวคือ ถ้าลูกค้ารายใดมีค่า Penalty สูงแสดงว่าลูกค้ารายนั้นมีความสำคัญมาก เพราะถ้าเกิดการส่งมอบงานล่าช้าก็จะเสียค่าปรับมากกว่าลูกค้ารายอื่น ๆ เป็นต้น

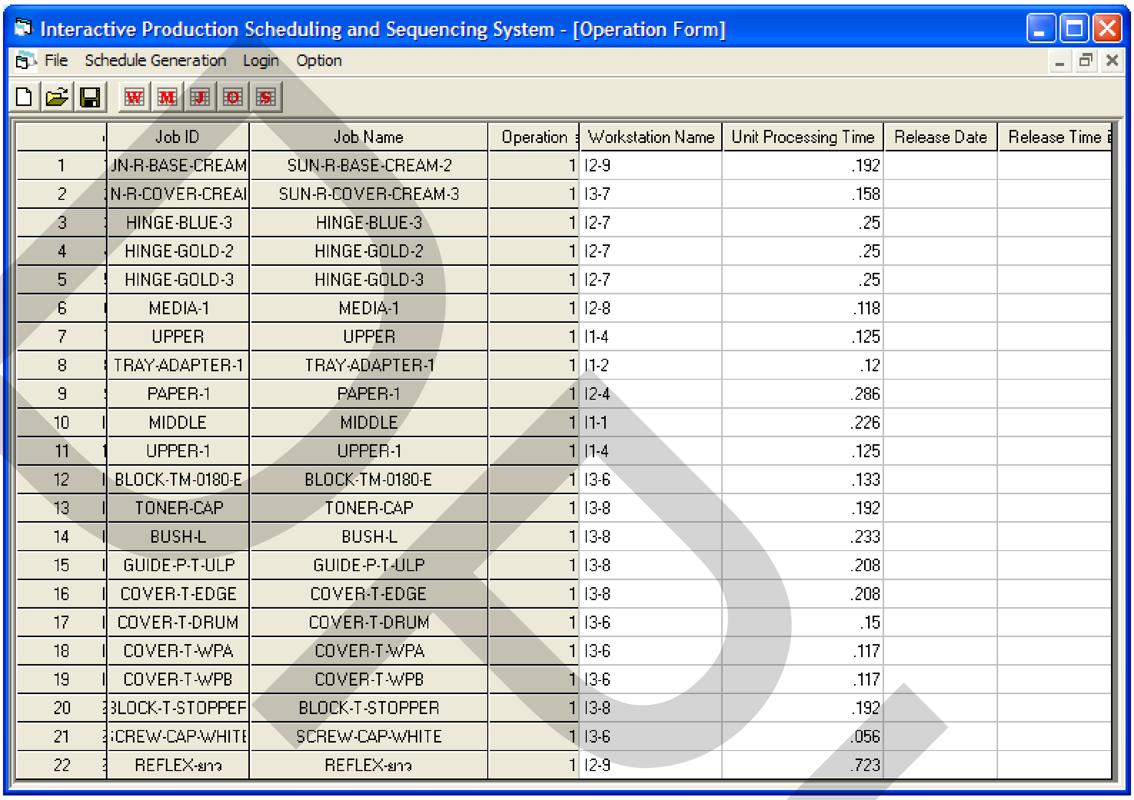
การบันทึกรายละเอียดของ Operation

หลังจากบันทึกรายละเอียดของ Job แล้ว จากนั้นก็จะทำการบันทึกรายละเอียดของ Operation โดยการเลือก  ที่ Tool Bar ดังรูป



ภาพที่12 แสดงการเลือกบันทึกข้อมูลของ Operation

จากนั้น โปรแกรมจะแสดงหน้าจอ Operation Form เพื่อบันทึกรายละเอียดของ Operation ดังรูป



	Job ID	Job Name	Operation	Workstation Name	Unit Processing Time	Release Date	Release Time
1	JN-R-BASE-CREAM	SUN-R-BASE-CREAM-2	1	I2-9	.192		
2	N-R-COVER-CREAI	SUN-R-COVER-CREAM-3	1	I3-7	.158		
3	HINGE-BLUE-3	HINGE-BLUE-3	1	I2-7	.25		
4	HINGE-GOLD-2	HINGE-GOLD-2	1	I2-7	.25		
5	HINGE-GOLD-3	HINGE-GOLD-3	1	I2-7	.25		
6	MEDIA-1	MEDIA-1	1	I2-8	.118		
7	UPPER	UPPER	1	I1-4	.125		
8	TRAY-ADAPTER-1	TRAY-ADAPTER-1	1	I1-2	.12		
9	PAPER-1	PAPER-1	1	I2-4	.286		
10	MIDDLE	MIDDLE	1	I1-1	.226		
11	UPPER-1	UPPER-1	1	I1-4	.125		
12	BLOCK-TM-0180-E	BLOCK-TM-0180-E	1	I3-6	.133		
13	TONER-CAP	TONER-CAP	1	I3-8	.192		
14	BUSH-L	BUSH-L	1	I3-8	.233		
15	GUIDE-P-T-ULP	GUIDE-P-T-ULP	1	I3-8	.208		
16	COVER-T-EDGE	COVER-T-EDGE	1	I3-8	.208		
17	COVER-T-DRUM	COVER-T-DRUM	1	I3-6	.15		
18	COVER-T-WPA	COVER-T-WPA	1	I3-6	.117		
19	COVER-T-WPB	COVER-T-WPB	1	I3-6	.117		
20	BLOCK-T-STOPPEF	BLOCK-T-STOPPER	1	I3-8	.192		
21	CREW-CAP-WHITE	SCREW-CAP-WHITE	1	I3-6	.056		
22	REFLEX-ยาว	REFLEX-ยาว	1	I2-9	.723		

ภาพที่13 แสดงรายละเอียดข้อมูลของ Operation

ขั้นตอนการทำงาน

1. Job ID : ระบบจะแสดงรหัสของ Job แต่ละ Job ที่ระบุไว้ตอนที่บันทึกรายละเอียดของ Job ให้โดยอัตโนมัติ ซึ่งไม่สามารถแก้ไขรายละเอียดที่หน้าจอนี้ได้

2. Job Name : ระบบจะแสดงชื่อที่ใช้เรียก Job แต่ละ Job ที่ระบุไว้ตอนที่บันทึกรายละเอียดของ Job ให้โดยอัตโนมัติ ซึ่งไม่สามารถแก้ไขรายละเอียดที่หน้าจอนี้ได้

3. Operation : ระบบจะแสดงจำนวนขั้นตอนการผลิตของงานแต่ละงาน ที่ระบุไว้ตอนที่บันทึกรายละเอียดของ Job ให้โดยอัตโนมัติ ซึ่งไม่สามารถแก้ไขรายละเอียดที่หน้าจอนี้ได้

4. Workstation Name : ทำการเลือก ชื่อสถานีงาน ที่จะนำมาใช้ในการผลิตงานแต่ละงาน โดยจะแยกตามขั้นตอนการผลิตแต่ละขั้นตอน (โดย ชื่อสถานีงาน ที่ทำการเลือก โปรแกรมจะแสดงตามที่ได้กำหนดไว้ในขั้นตอนการบันทึกรายละเอียดของ Workstation)

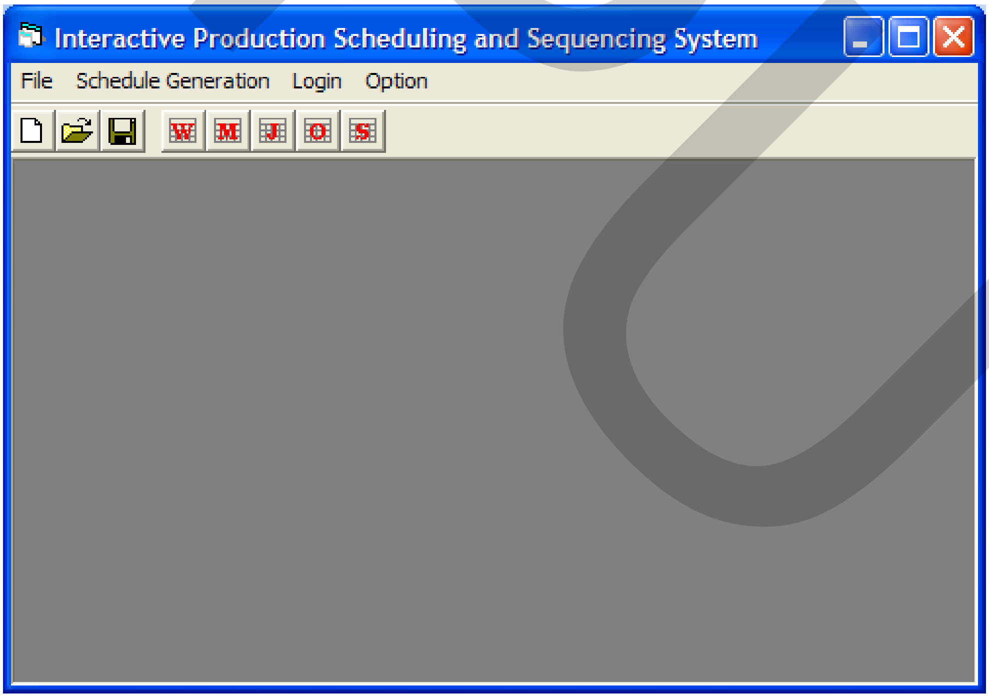
5. Unit Processing Time : ระบุ เวลาที่ต้องใช้ในการผลิตงานแต่ละขั้นตอนว่า ในแต่ละขั้นตอนต้องใช้เวลาในการผลิตเท่าไรต่องาน 1 ชิ้น โดยมีหน่วยเวลาเป็น “นาที” เท่านั้น

6. Release Date : ระบุ วันที่ที่งานแต่ละขั้นตอนพร้อมที่จะเริ่มทำการผลิตในกระบวนการผลิต ซึ่งจะกำหนดในกรณีที่วันที่เริ่มต้นของงานช้ากว่าวันที่เริ่มต้นของรอบการจัดตารางการผลิตจริง ซึ่งวันที่เริ่มต้นของรอบการจัดตารางการผลิตจริง จะกำหนดไว้ที่ “วันที่เริ่มต้นงาน (Start Date)” ที่ Job Form (ซึ่งจะอธิบายในหัวข้อถัดไป)

7. Release Time : ระบุ เวลาที่งานแต่ละขั้นตอนพร้อมที่จะเริ่มทำการผลิตในกระบวนการผลิต ซึ่งจะกำหนดในกรณีที่เวลาเริ่มต้นของงานช้ากว่าเวลาเริ่มต้นของรอบการจัดตารางการผลิตจริง ซึ่งเวลาเริ่มต้นของรอบการจัดตารางการผลิตจริง จะกำหนดไว้ที่ “เวลาเริ่มต้นงาน (Start Time)” ที่ Job Form (ซึ่งจะอธิบายในหัวข้อถัดไป)

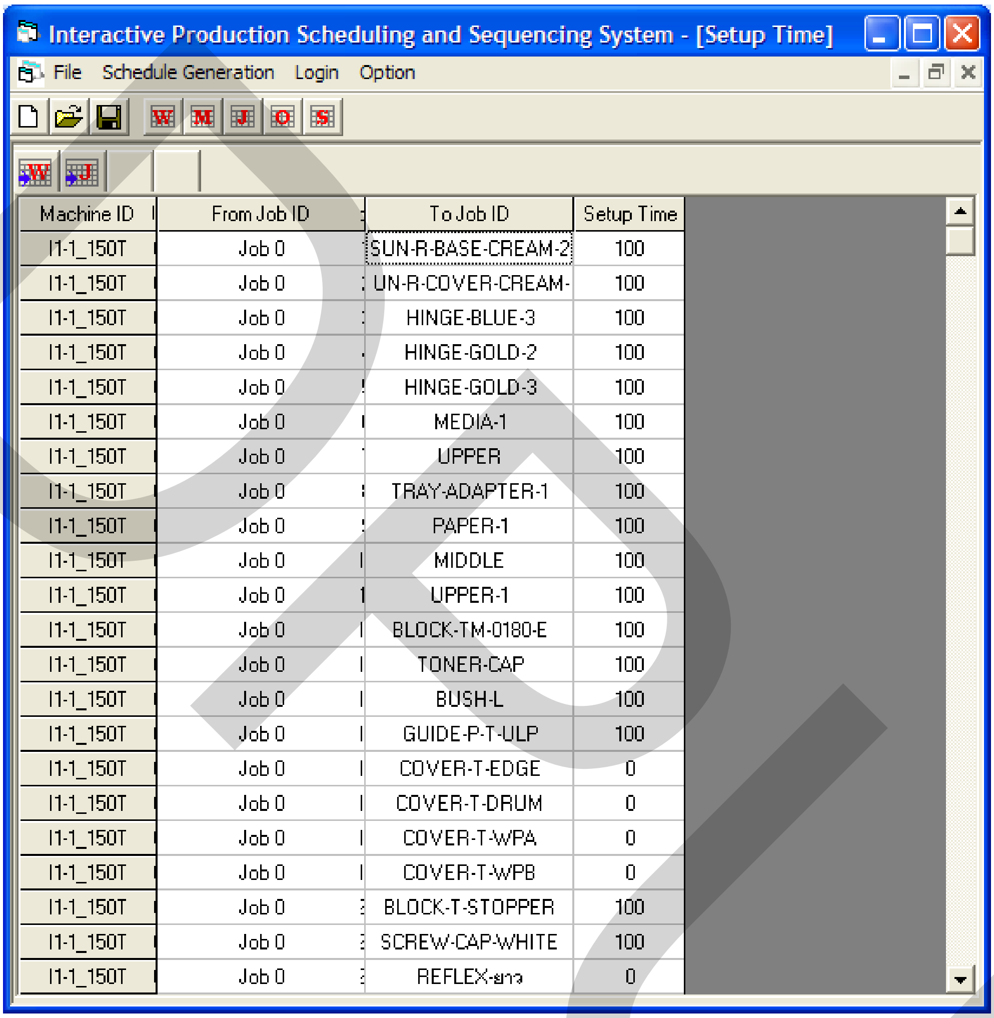
การบันทึกรายละเอียดของ Setup Time

หลังจากบันทึกรายละเอียดของ Operation แล้ว จากนั้นก็จะทำการบันทึกรายละเอียดของ Setup Time โดยการเลือก ที่ Tool Bar ดังรูป



ภาพที่14 แสดงการเลือกบันทึกข้อมูลของ Setup Time

จากนั้น โปรแกรมจะแสดงหน้าจอ Setup Time Form เพื่อบันทึกรายละเอียดของ Setup Time ดังรูป



Machine ID	From Job ID	To Job ID	Setup Time
I1-1_150T	Job 0	SUN-R-BASE-CREAM-2	100
I1-1_150T	Job 0	UN-R-COVER-CREAM-	100
I1-1_150T	Job 0	HINGE-BLUE-3	100
I1-1_150T	Job 0	HINGE-GOLD-2	100
I1-1_150T	Job 0	HINGE-GOLD-3	100
I1-1_150T	Job 0	MEDIA-1	100
I1-1_150T	Job 0	UPPER	100
I1-1_150T	Job 0	TRAY-ADAPTER-1	100
I1-1_150T	Job 0	PAPER-1	100
I1-1_150T	Job 0	MIDDLE	100
I1-1_150T	Job 0	UPPER-1	100
I1-1_150T	Job 0	BLOCK-TM-0180-E	100
I1-1_150T	Job 0	TONER-CAP	100
I1-1_150T	Job 0	BUSH-L	100
I1-1_150T	Job 0	GUIDE-P-T-ULP	100
I1-1_150T	Job 0	COVER-T-EDGE	0
I1-1_150T	Job 0	COVER-T-DRUM	0
I1-1_150T	Job 0	COVER-T-WPA	0
I1-1_150T	Job 0	COVER-T-WPB	0
I1-1_150T	Job 0	BLOCK-T-STOPPER	100
I1-1_150T	Job 0	SCREW-CAP-WHITE	100
I1-1_150T	Job 0	REFLEX-ยาว	0

ภาพที่15 แสดงรายละเอียดข้อมูลของ Setup Time

ขั้นตอนการทำงาน

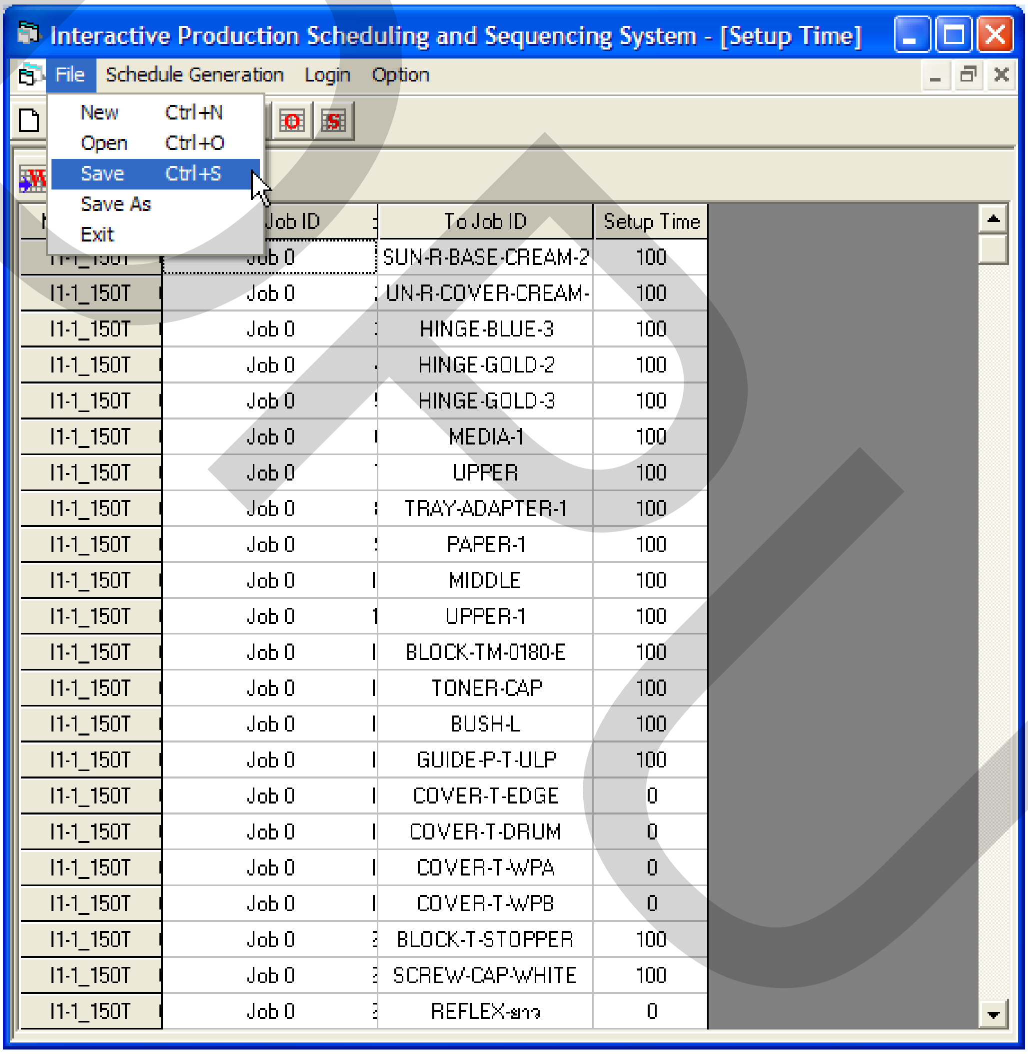
1. Machine ID : ระบบจะแสดงรหัสของ Machine แต่ละเครื่องที่ใช้ทำการผลิตในระบบ

2. From Job ID – To Job ID : ระบบจะทำการจับคู่ของ Job ที่มีอยู่ในแต่ละเครื่องจักรว่า แต่ละเครื่องจักรจะต้องทำงานจาก Job ID ใด (From Job ID) ไปยัง Job ID (To Job

ID) ใดบ้าง โดยจะไม่สามารถแก้ไขรายละเอียดของ From Job ID – To Job ID ได้ เนื่องจากโปรแกรมได้ทำการรันจับคู่ของ Job แต่ละ Job ที่อยู่ในแต่ละเครื่องจักรให้โดยอัตโนมัติแล้ว

3. Setup Time : กำหนด Setup Time ที่ต้องใช้ในแต่ละคู่ของ Job ID ว่า จาก Job ID (From Job ID) นี้ ไปทำ Job ID (To Job ID) ถัดไปจะต้องใช้ Setup Time เท่าไร

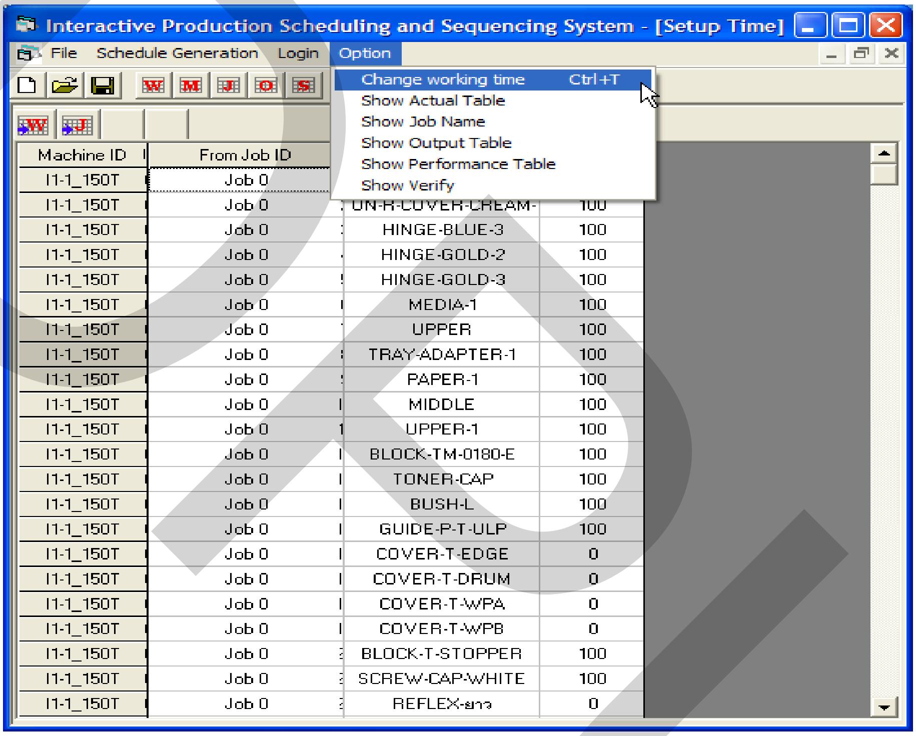
4. จากนั้น ให้ทำการ Save ข้อมูลพื้นฐานทั้งหมดที่ได้กำหนดรายละเอียดต่าง ๆ ข้างต้น โดยการเลือกเมนู File > Save หรือ เลือก ที่ Tool Bar ดังรูป



ภาพที่16 แสดงขั้นตอนการ Save ข้อมูลพื้นฐานของโปรแกรม

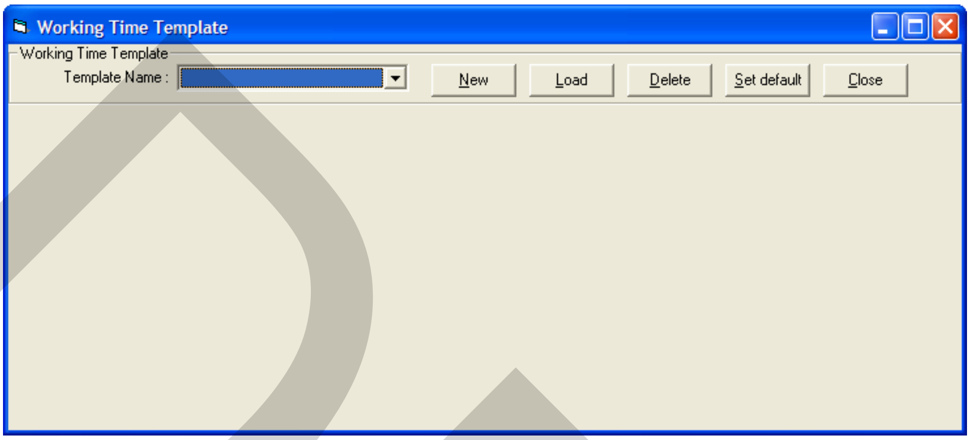
การกำหนดรายละเอียดของปฏิทินการทำงาน (Working Time Template)

หลังจากบันทึกรายละเอียดของข้อมูลพื้นฐานต่าง ๆ ข้างต้นแล้ว จากนั้นก็จะทำการกำหนดรายละเอียดของปฏิทินการทำงาน (Working Time Template) ที่จะใช้ในโปรแกรมว่า วันใดเป็นวันทำงานและวันใดเป็นวันหยุด และในแต่ละวันทำงานจะทำงานตั้งแต่เวลาใดถึงเวลาใด โดยการเลือกเมนู Option > Change working time ดังรูป



ภาพที่17 แสดงการเลือกเมนูเพื่อทำการสร้างปฏิทินการทำงาน

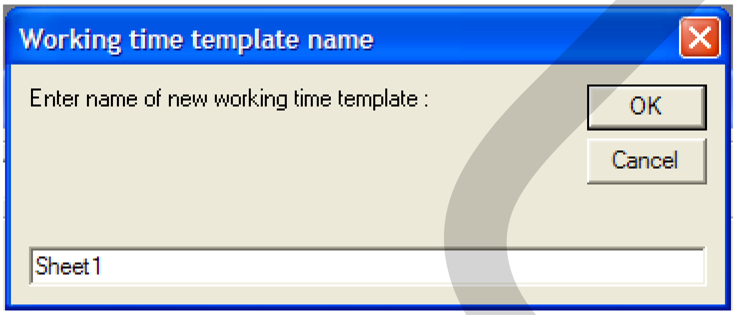
จากนั้น โปรแกรมจะแสดงหน้าจอ Working Time Template เพื่อเริ่มทำการสร้างปฏิทินการทำงานในระบบ ดังรูป



ภาพที่18 แสดงหน้าจอ Working Time Template

จากนั้น กดปุ่ม

เพื่อทำการกำหนดชื่อ Working Time Template ที่จะสร้างขึ้นใหม่ ดังรูป



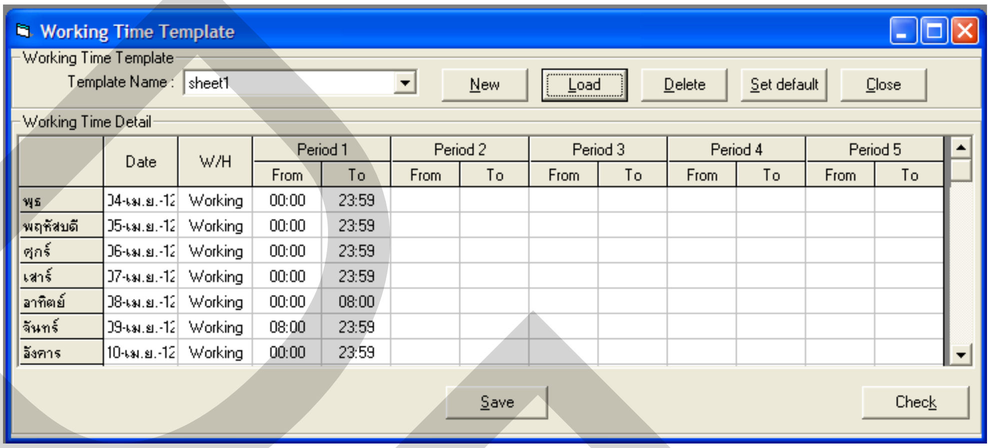
ภาพที่19 แสดงหน้าจอ Working time template name

ขั้นตอนการทำงาน

1. กำหนดชื่อ Working time template ที่จะสร้างขึ้นใหม่ โดยในกรณีนี้จะกำหนดตามชื่อย่อของเดือนแต่ละเดือน และตามด้วยปี ค.ศ. เช่น APR2009 เป็นต้น

2. เมื่อกำหนดชื่อ Working time template เสร็จแล้ว ให้กดปุ่ม OK

หลังจากกำหนดชื่อ Working time template เสร็จแล้ว โปรแกรมจะกลับสู่หน้าจอ Working Time Template อีกครั้ง เพื่อให้กำหนด Template เวลาการทำงานในแต่ละวันใน 1 สัปดาห์ ว่า แต่ละวันจะเริ่มทำงานตั้งแต่เวลาใดจนถึงเวลาใด ดังรูป



ภาพที่20 แสดงการกำหนด Template เวลาทำงานในแต่ละวันใน 1 สัปดาห์

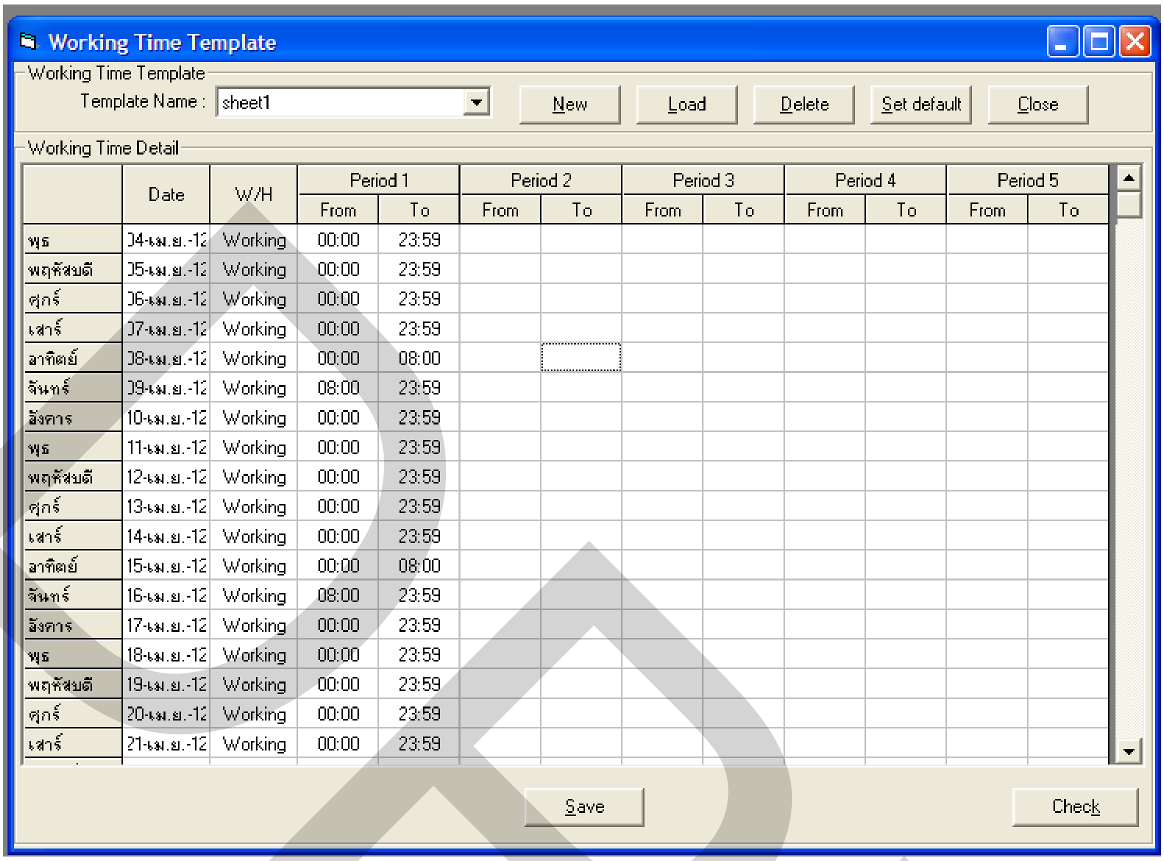
ขั้นตอนการทำงาน

1. W/H : กำหนดว่าวันใดเป็นวันทำงาน (Working : W) และวันใดเป็นวันหยุด (Holiday : H) โดยการ Click ที่ field 1 ครั้ง โปรแกรมก็จะเปลี่ยนให้

2. Period 1 From/To : ระบุเวลาเริ่มต้นในการทำงาน (From) และเวลาสิ้นสุดการทำงาน (To) ในแต่ละวัน โดยในกรณีนี้จะทำงานทุกวัน และจะหยุดในวันอาทิตย์

3. จากนั้น ให้กดปุ่ม Save เพื่อเก็บข้อมูล Working Time Template

4. จากนั้น กดปุ่ม Load เพื่อทำการ Load Working Time Template ที่กำหนดไว้ ให้แสดงตามวันและเวลาการทำงานในปฏิทินจริง ดังรูป



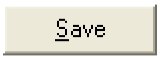
ภาพที่21 แสดงการ Load Working Time Template ตามวันและเวลาการทำงานจริง

ขั้นตอนการทำงาน

1. Date : ระบบจะแสดงวันที่ตามปฏิทินการทำงานจริง โดยจะเริ่มต้นตั้งแต่วันที่ตามที่ได้กำหนดไว้ตอนเปิด file ครั้งแรก (กำหนดที่ Start Date)

2. W/H : ระบบจะแสดงว่าวันใดเป็นวันทำงาน (Working : W) และวันใดเป็นวันหยุด (Holiday : H) โดยการ Click ที่ field 1 ครั้ง โปรแกรมก็จะเปลี่ยนให้ จากรูปจะเห็นว่าวันที่ 13 – 15 เม.ย. 55 เป็นวันหยุด (สงกรานต์)

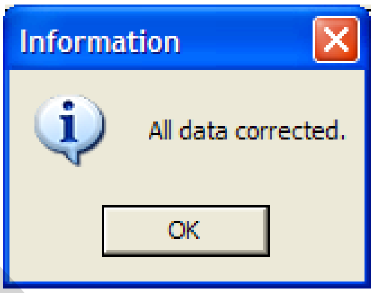
3. Period 1 From/To : ระบบจะแสดงเวลาเริ่มต้นในการทำงาน (From) และเวลาสิ้นสุดการทำงาน (To) ในแต่ละวัน ตามที่ได้กำหนดไว้ใน Template

4. จากนั้น ให้กดปุ่ม 

เพื่อเก็บข้อมูลวันและเวลาการทำงานจริงทั้งหมด

5. จากนั้น กดปุ่ม

เพื่อให้ระบบทำการตรวจสอบว่าข้อมูลวันและเวลาการทำงานที่กำหนดขึ้นถูกต้องหรือไม่ ซึ่งถ้าถูกต้องระบบจะแสดงข้อความ ดังรูป



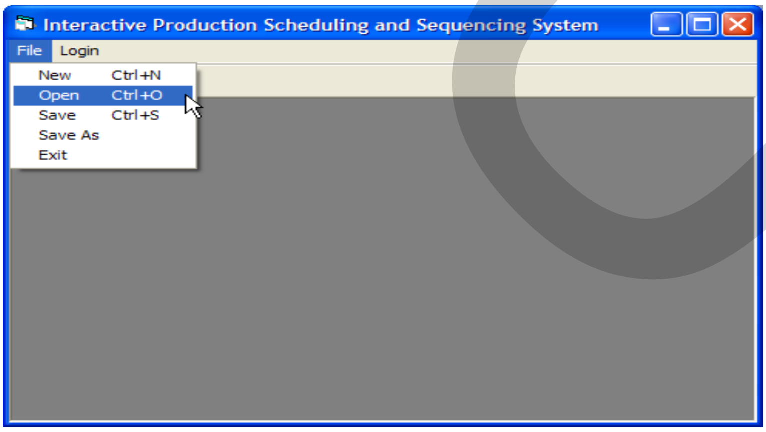
ภาพที่22 แสดงผลการตรวจสอบการกำหนดข้อมูลวันและเวลาการทำงานจริง

6. จากนั้น กดปุ่ม Set default เพื่อให้ระบบใช้ Template ที่กำหนดขึ้นนี้เป็นค่าตั้งต้นสำหรับการทำงานทุกครั้ง

7. จากนั้น กดปุ่ม Close เพื่อทำการปิดหน้าจอการกำหนดวันและเวลาการทำงานจริง

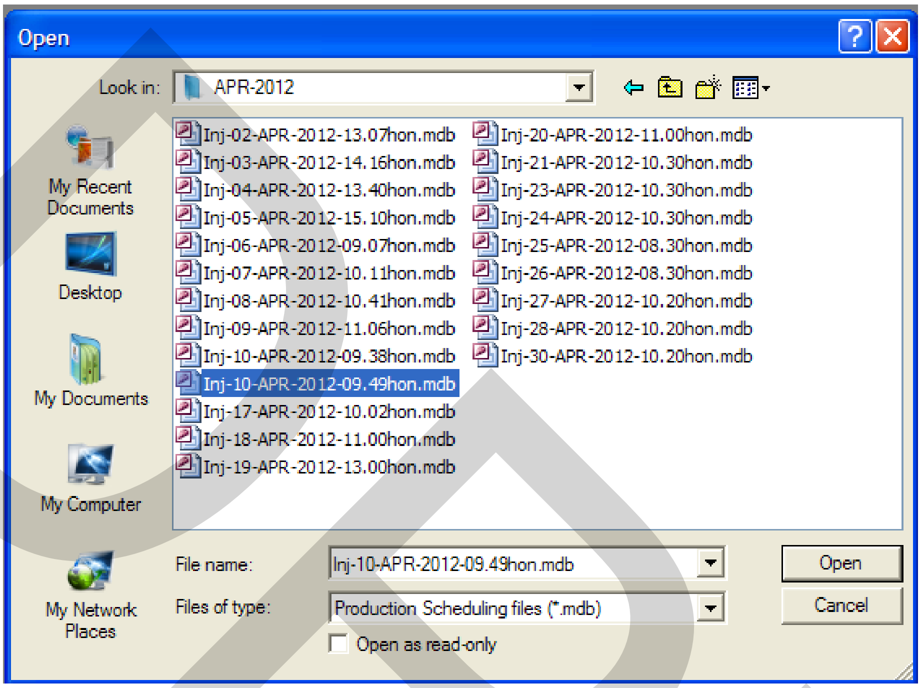
การเปิดฐานข้อมูลเดิมเพื่อทำการปรับแก้รายละเอียด

หลังจากบันทึกรายละเอียดของข้อมูลพื้นฐานต่าง ๆ ข้างต้นแล้ว จากนั้นถ้าต้องการบันทึกปรับแก้รายละเอียดข้อมูลต่าง ๆ ก็จะต้องทำการเปิดฐานข้อมูลที่ต้องการบันทึกปรับแก้ โดยการเลือกเมนู File > Open หรือ เลือก ที่ Tool Bar ดังรูป



ภาพที่23 แสดงการเลือกเมนูการเปิดฐานข้อมูลเดิม

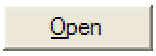
จากนั้น โปรแกรมจะแสดงหน้าจอ Open เพื่อให้ทำการเลือก File ที่ต้องการเปิดและบันทึกปรับแก้รายละเอียดของ File นั้น ๆ ดังรูป



ภาพที่24 แสดงการเลือก File ที่ต้องการเปิดเพื่อทำการบันทึกปรับแก้

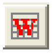
ขั้นตอนการทำงาน

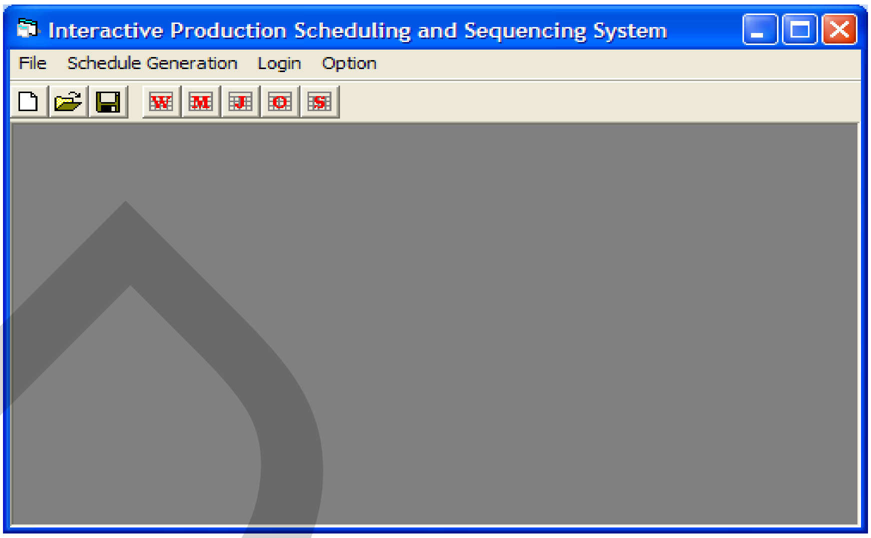
1. ทำการเลือก File ที่ต้องการบันทึกปรับแก้รายละเอียด จากรูปจะเห็นว่าได้ทำการเลือก File ข้อมูลของวันที่ 20-APR-2012 เพื่อทำการแก้ไข

2. จากนั้น กดปุ่ม 

เพื่อทำการเปิด File ดังกล่าว

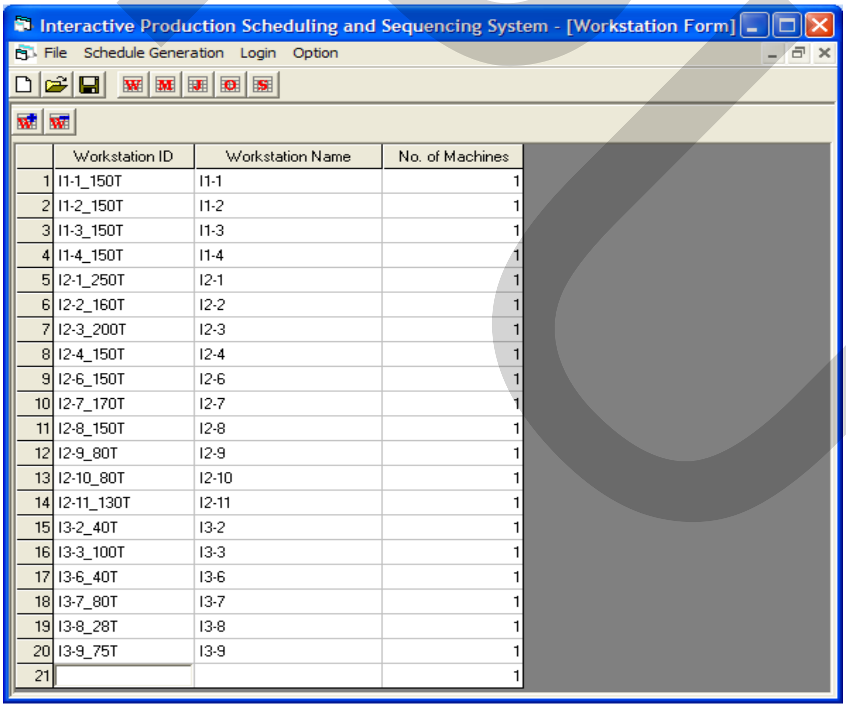
การบันทึกปรับแก้รายละเอียดของ Workstation

หลังจากเปิด File ที่ต้องการปรับแก้แล้ว จากนั้นให้ทำการเลือกข้อมูลพื้นฐานที่ต้องการปรับแก้ โดยถ้าต้องการปรับแก้รายละเอียดของ Workstation ให้ทำการเลือก  ที่ Tool Bar ดังรูป



ภาพที่25 แสดงการเลือกบันทึกปรับแก้ข้อมูลของ Workstation

จากนั้น โปรแกรมจะแสดงหน้าจอ Workstation Form เพื่อบันทึกปรับแก้รายละเอียด Workstation ดังรูป



	Workstation ID	Workstation Name	No. of Machines
1	I1-1_150T	I1-1	1
2	I1-2_150T	I1-2	1
3	I1-3_150T	I1-3	1
4	I1-4_150T	I1-4	1
5	I2-1_250T	I2-1	1
6	I2-2_160T	I2-2	1
7	I2-3_200T	I2-3	1
8	I2-4_150T	I2-4	1
9	I2-6_150T	I2-6	1
10	I2-7_170T	I2-7	1
11	I2-8_150T	I2-8	1
12	I2-9_80T	I2-9	1
13	I2-10_80T	I2-10	1
14	I2-11_130T	I2-11	1
15	I3-2_40T	I3-2	1
16	I3-3_100T	I3-3	1
17	I3-6_40T	I3-6	1
18	I3-7_80T	I3-7	1
19	I3-8_28T	I3-8	1
20	I3-9_75T	I3-9	1
21			1

ภาพที่26 แสดงรายละเอียดข้อมูลของ Workstation ที่ต้องการปรับแก้

ขั้นตอนการทำงาน

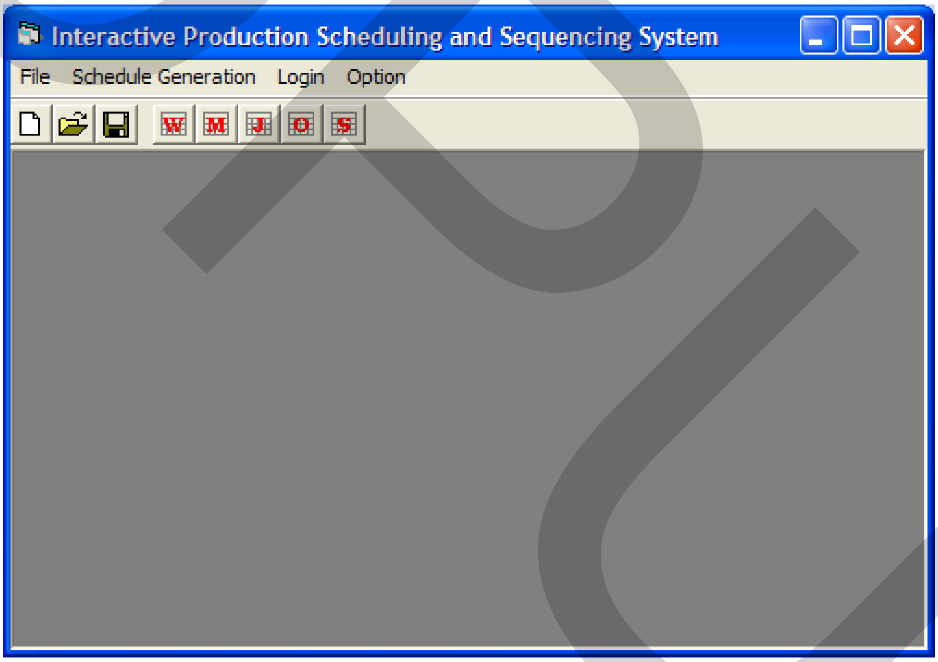
1. กดปุ่ม เมื่อต้องการเพิ่ม Workstation ใหม่ เข้าไปในระบบ จากรูปจะเห็นว่าได้มีการเพิ่ม Workstation ที่ 21 เข้าไปในระบบ

2. กดปุ่ม เมื่อต้องการลบ Workstation ที่ไม่ต้องการใช้งานแล้วออกจากระบบ

3. ถ้าต้องการเพิ่ม Workstation ใหม่เข้าไปในระบบ ขั้นตอนในการบันทึกจะปฏิบัติงานเหมือนกับหัวข้อ 4.2.3 การบันทึกรายละเอียดของ Workstation

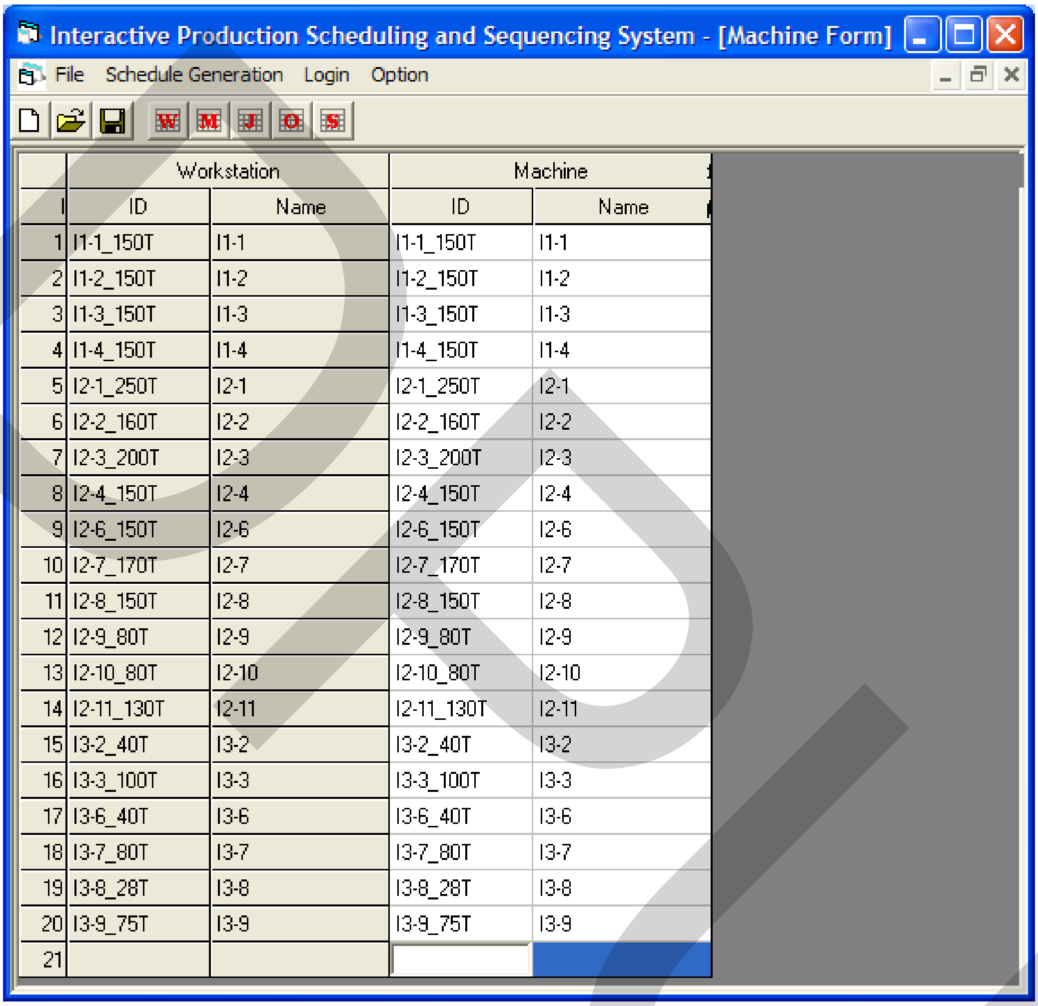
การบันทึกปรับแก้รายละเอียดของ Machine

ถ้าต้องการบันทึกปรับแก้รายละเอียดของ Machine ให้ทำการเลือก ที่ Tool Bar ดังรูป



ภาพที่27 แสดงการเลือกบันทึกปรับแก้ข้อมูลของ Machine

จากนั้น โปรแกรมจะแสดงหน้าจอ Machine Form เพื่อบันทึกปรับแก้รายละเอียดของ Machines ดังรูป



	Workstation		Machine	
	ID	Name	ID	Name
1	I1-1_150T	I1-1	I1-1_150T	I1-1
2	I1-2_150T	I1-2	I1-2_150T	I1-2
3	I1-3_150T	I1-3	I1-3_150T	I1-3
4	I1-4_150T	I1-4	I1-4_150T	I1-4
5	I2-1_250T	I2-1	I2-1_250T	I2-1
6	I2-2_160T	I2-2	I2-2_160T	I2-2
7	I2-3_200T	I2-3	I2-3_200T	I2-3
8	I2-4_150T	I2-4	I2-4_150T	I2-4
9	I2-6_150T	I2-6	I2-6_150T	I2-6
10	I2-7_170T	I2-7	I2-7_170T	I2-7
11	I2-8_150T	I2-8	I2-8_150T	I2-8
12	I2-9_80T	I2-9	I2-9_80T	I2-9
13	I2-10_80T	I2-10	I2-10_80T	I2-10
14	I2-11_130T	I2-11	I2-11_130T	I2-11
15	I3-2_40T	I3-2	I3-2_40T	I3-2
16	I3-3_100T	I3-3	I3-3_100T	I3-3
17	I3-6_40T	I3-6	I3-6_40T	I3-6
18	I3-7_80T	I3-7	I3-7_80T	I3-7
19	I3-8_28T	I3-8	I3-8_28T	I3-8
20	I3-9_75T	I3-9	I3-9_75T	I3-9
21				

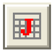
ภาพที่28 แสดงรายละเอียดข้อมูลของ Machine ที่ต้องการปรับแก้

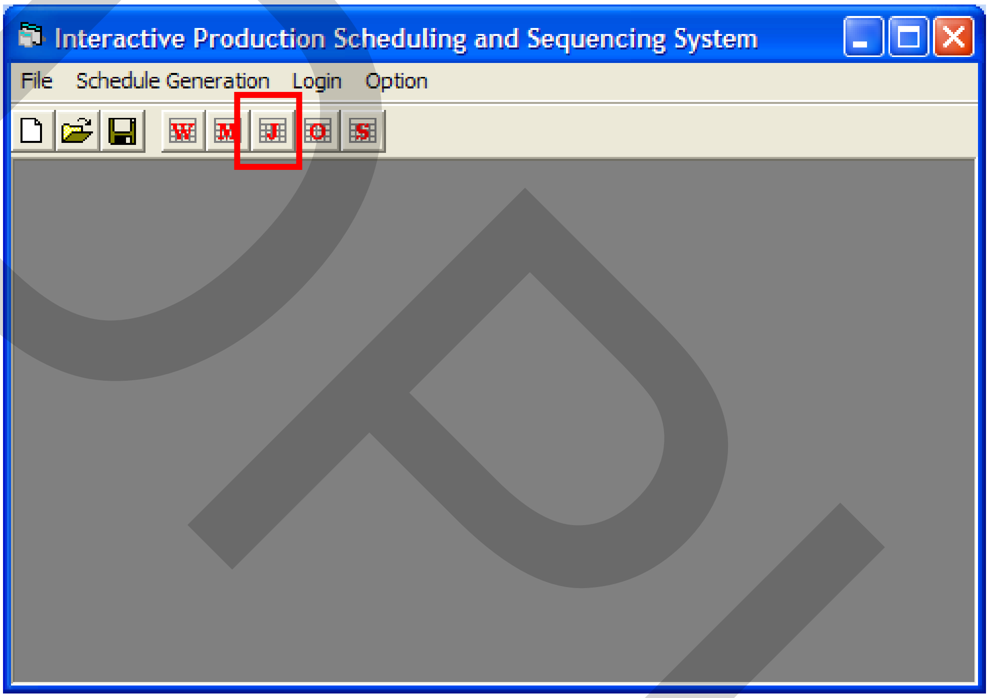
ขั้นตอนการทำงาน

1. ถ้ามีการเพิ่ม Workstation ระบบก็จะให้ทำการเพิ่ม Machine ด้วยเช่นกัน จากรูป จะเห็นว่ามีการเพิ่ม Machine ที่ 21 เข้าไปในระบบ โดยจะต้องกำหนดรายละเอียดให้สัมพันธ์กับ Workstation ที่ทำการเพิ่ม

2. ถ้ามีการลบ Workstation ระบบก็จะทำการลบ Machine ที่เกี่ยวข้องกับ Workstation ที่ถูกลบไปด้วยเช่นกัน

การบันทึกปรับแก้รายละเอียดของ Job

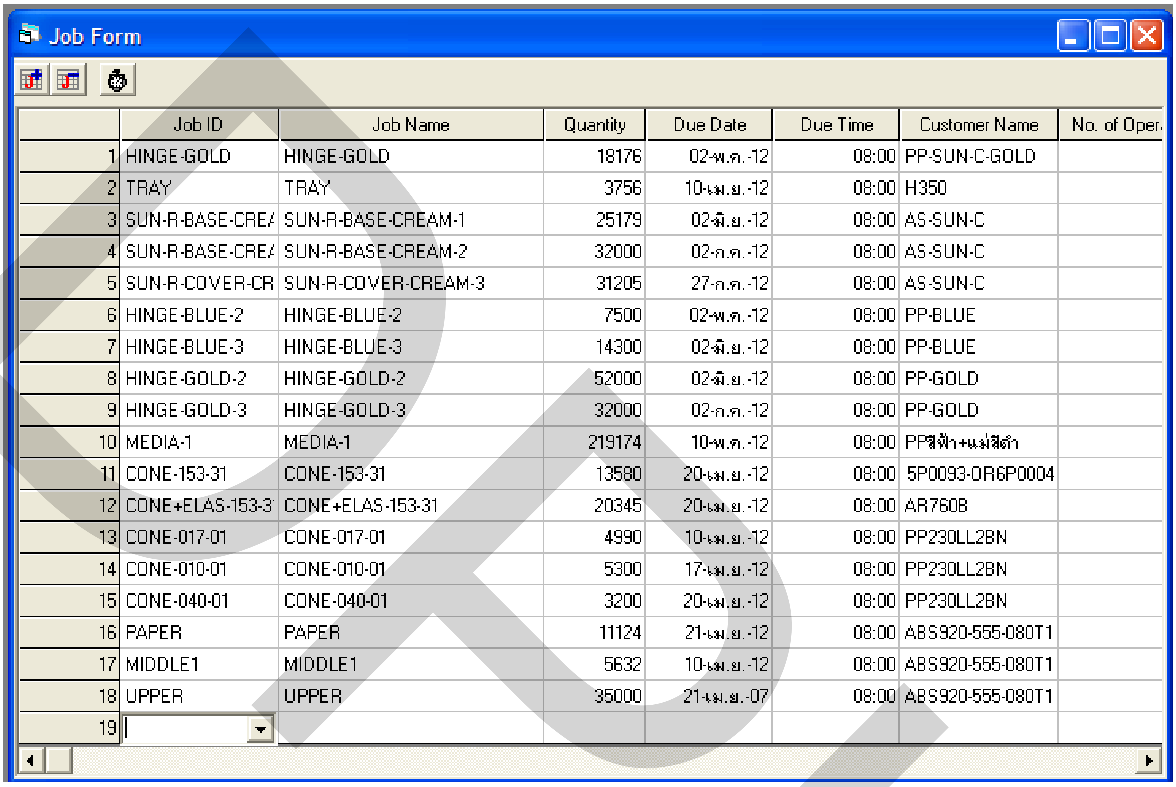
ถ้าต้องการบันทึกปรับแก้รายละเอียดของ Job ให้การเลือก  ที่ Tool Bar ดังรูป



ภาพที่29 แสดงการเลือกบันทึกปรับแก้ข้อมูลของ Job

DPU

จากนั้น โปรแกรมจะแสดงหน้าจอ Job Form เพื่อบันทึกปรับแก้รายละเอียดต่าง ๆ ของ Job ดังรูป



	Job ID	Job Name	Quantity	Due Date	Due Time	Customer Name	No. of Oper.
1	HINGE-GOLD	HINGE-GOLD	18176	02-พ.ค.-12	08:00	PP-SUN-C-GOLD	
2	TRAY	TRAY	3756	10-เม.ย.-12	08:00	H350	
3	SUN-R-BASE-CREA	SUN-R-BASE-CREAM-1	25179	02-มิ.ย.-12	08:00	AS-SUN-C	
4	SUN-R-BASE-CREA	SUN-R-BASE-CREAM-2	32000	02-ก.ค.-12	08:00	AS-SUN-C	
5	SUN-R-COVER-CR	SUN-R-COVER-CREAM-3	31205	27-ก.ค.-12	08:00	AS-SUN-C	
6	HINGE-BLUE-2	HINGE-BLUE-2	7500	02-พ.ค.-12	08:00	PP-BLUE	
7	HINGE-BLUE-3	HINGE-BLUE-3	14300	02-มิ.ย.-12	08:00	PP-BLUE	
8	HINGE-GOLD-2	HINGE-GOLD-2	52000	02-มิ.ย.-12	08:00	PP-GOLD	
9	HINGE-GOLD-3	HINGE-GOLD-3	32000	02-ก.ค.-12	08:00	PP-GOLD	
10	MEDIA-1	MEDIA-1	219174	10-พ.ค.-12	08:00	PPสีฟ้า+แม่สีดำ	
11	CONE-153-31	CONE-153-31	13580	20-เม.ย.-12	08:00	5P0093-0R6P0004	
12	CONE+ELAS-153-3	CONE+ELAS-153-31	20345	20-เม.ย.-12	08:00	AR760B	
13	CONE-017-01	CONE-017-01	4990	10-เม.ย.-12	08:00	PP230LL2BN	
14	CONE-010-01	CONE-010-01	5300	17-เม.ย.-12	08:00	PP230LL2BN	
15	CONE-040-01	CONE-040-01	3200	20-เม.ย.-12	08:00	PP230LL2BN	
16	PAPER	PAPER	11124	21-เม.ย.-12	08:00	ABS920-555-080T1	
17	MIDDLE1	MIDDLE1	5632	10-เม.ย.-12	08:00	ABS920-555-080T1	
18	UPPER	UPPER	35000	21-เม.ย.-07	08:00	ABS920-555-080T1	
19							

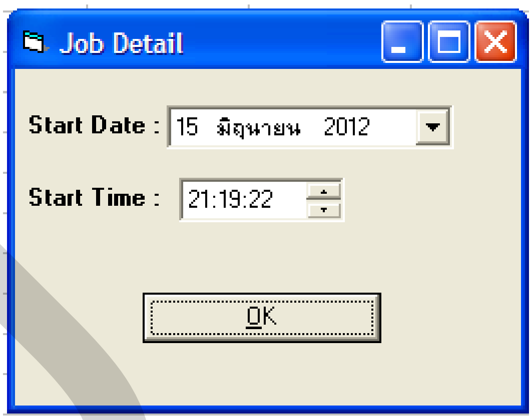
ภาพที่30 แสดงรายละเอียดข้อมูลของ Job ที่ต้องการปรับแก้

ขั้นตอนการทำงาน

1. กดปุ่ม เมื่อต้องการเพิ่ม Job ใหม่ เข้าไปในระบบ จากรูปจะเห็นว่าได้มีการเพิ่ม Job ที่ 23 เข้าไปในระบบ โดยถ้ามีการเพิ่ม Job ใหม่ เข้าไปในระบบ ขั้นตอนในการบันทึกจะปฏิบัติงานเหมือนกับหัวข้อ 4.2.5 การบันทึกรายละเอียดของ Job

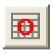
2. กดปุ่ม เมื่อต้องการลบ Job ที่ดำเนินการเสร็จสิ้นแล้วหรือ Job ที่ถูกยกเลิกการสั่งผลิต ออกจากระบบ

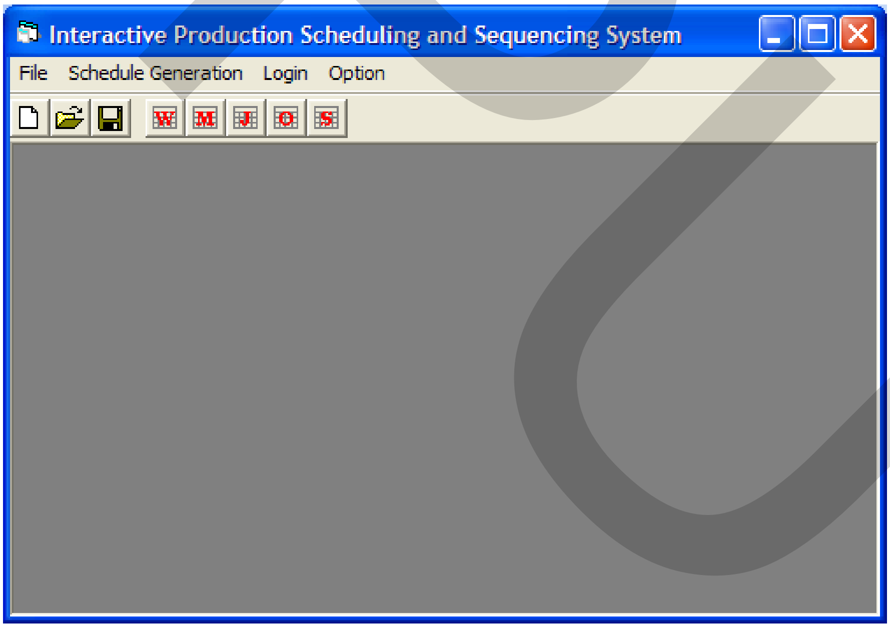
3. กดปุ่ม เมื่อต้องการปรับแก้รายละเอียดของวันและเวลาเริ่มต้นผลิตของแต่ละ Job โดยระบบจะแสดงหน้าจอ Job Detail ดังรูป



ภาพที่31 แสดงรายละเอียดวันและเวลาเริ่มต้นผลิตของแต่ละ Job

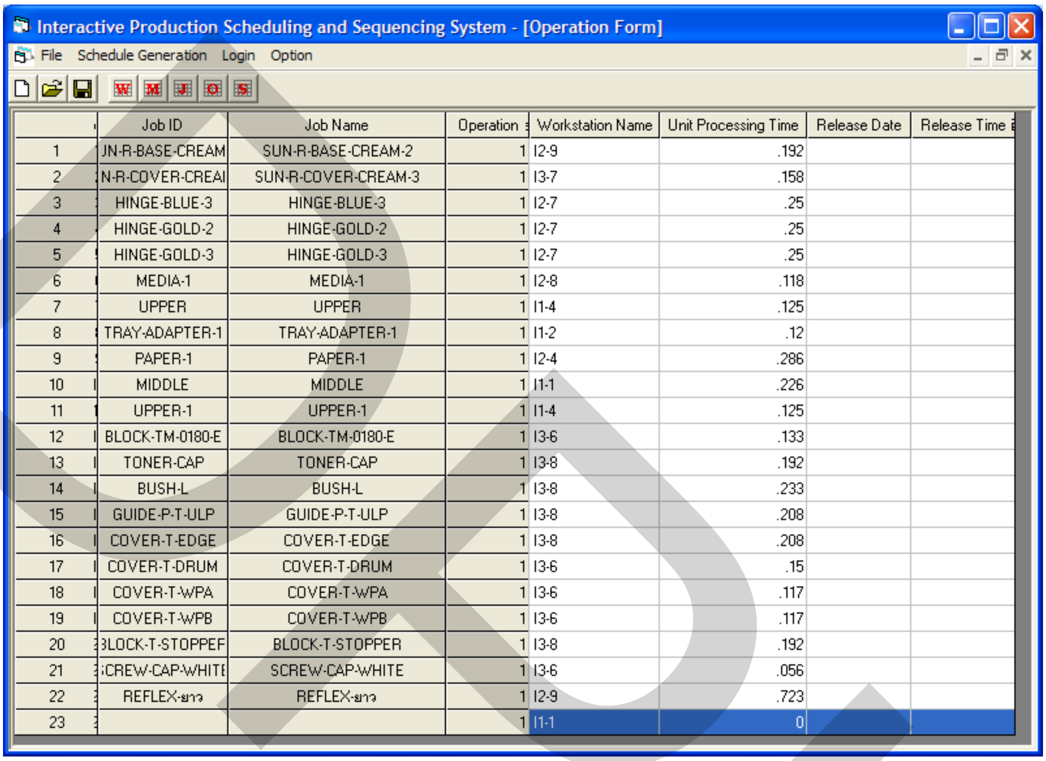
การบันทึกปรับแก้รายละเอียดของ Operation

ถ้าต้องการบันทึกปรับแก้รายละเอียดของ Operation ให้ทำการเลือก  ที่ Tool Bar ดังรูป



ภาพที่32 แสดงการเลือกบันทึกปรับแก้ข้อมูลของ Operation

จากนั้น โปรแกรมจะแสดงหน้าจอ Operation Form เพื่อบันทึกปรับแก้รายละเอียดของ Operation ดังรูป



	Job ID	Job Name	Operation	Workstation Name	Unit Processing Time	Release Date	Release Time
1	JN-R-BASE-CREAM	SUN-R-BASE-CREAM-2	1	I2-9	.192		
2	N-R-COVER-CREAI	SUN-R-COVER-CREAM-3	1	I3-7	.158		
3	HINGE-BLUE-3	HINGE-BLUE-3	1	I2-7	.25		
4	HINGE-GOLD-2	HINGE-GOLD-2	1	I2-7	.25		
5	HINGE-GOLD-3	HINGE-GOLD-3	1	I2-7	.25		
6	MEDIA-1	MEDIA-1	1	I2-8	.118		
7	UPPER	UPPER	1	I1-4	.125		
8	TRAY-ADAPTER-1	TRAY-ADAPTER-1	1	I1-2	.12		
9	PAPER-1	PAPER-1	1	I2-4	.286		
10	MIDDLE	MIDDLE	1	I1-1	.226		
11	UPPER-1	UPPER-1	1	I1-4	.125		
12	BLOCK-TM-0180-E	BLOCK-TM-0180-E	1	I3-6	.133		
13	TONER-CAP	TONER-CAP	1	I3-8	.192		
14	BUSH-L	BUSH-L	1	I3-8	.233		
15	GUIDE-P-T-ULP	GUIDE-P-T-ULP	1	I3-8	.208		
16	COVER-T-EDGE	COVER-T-EDGE	1	I3-8	.208		
17	COVER-T-DRUM	COVER-T-DRUM	1	I3-6	.15		
18	COVER-T-WPA	COVER-T-WPA	1	I3-6	.117		
19	COVER-T-WPB	COVER-T-WPB	1	I3-6	.117		
20	3LOCK-T-STOPPEF	BLOCK-T-STOPPER	1	I3-8	.192		
21	;CREW-CAP-WHITE	SCREW-CAP-WHITE	1	I3-6	.056		
22	REFLEX-ยาว	REFLEX-ยาว	1	I2-9	.723		
23			1	I1-1	0		

ภาพที่33 แสดงรายละเอียดข้อมูลของ Operation ที่ต้องการปรับแก้

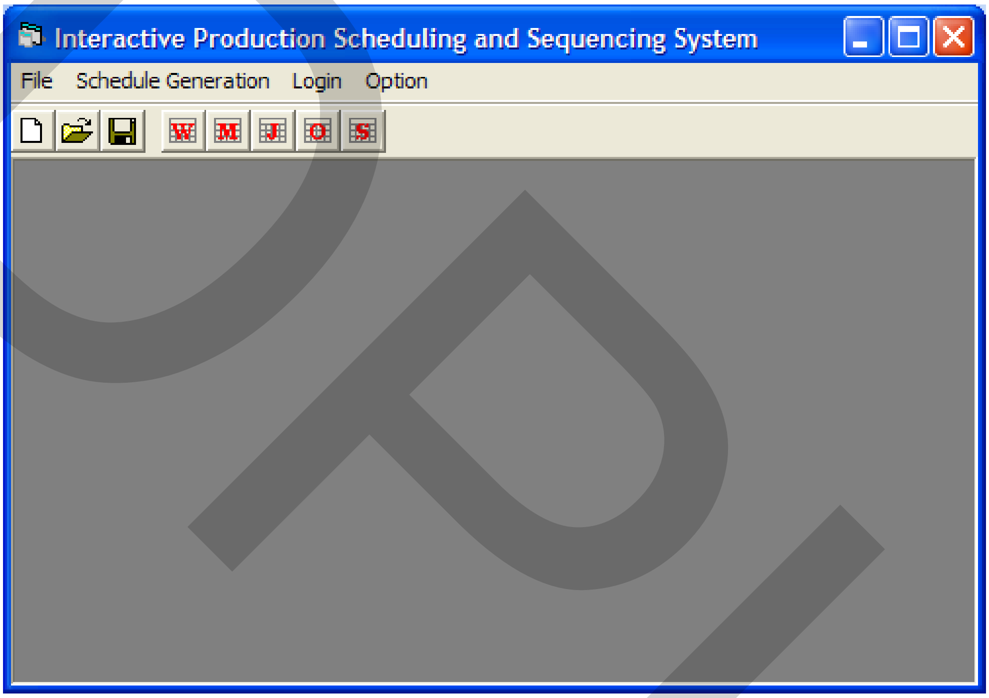
ขั้นตอนการทำงาน

1. ถ้ามีการเพิ่ม Job ระบบก็จะให้ทำการเพิ่ม Operation ที่เกี่ยวข้องกับ Job ที่เพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน จากรูปจะเห็นว่ามีการเพิ่ม Operation ที่ 23 เข้าไปในระบบ โดยขั้นตอนในการบันทึกจะปฏิบัติงานเหมือนกับหัวข้อ 4.2.6 การบันทึกรายละเอียดของ Operation

2. ถ้ามีการลบ Job ที่ดำเนินการเสร็จสิ้นแล้ว ระบบก็จะทำการลบ Operation ที่เกี่ยวข้องกับ Job นั้น ๆ ด้วยเช่นกัน

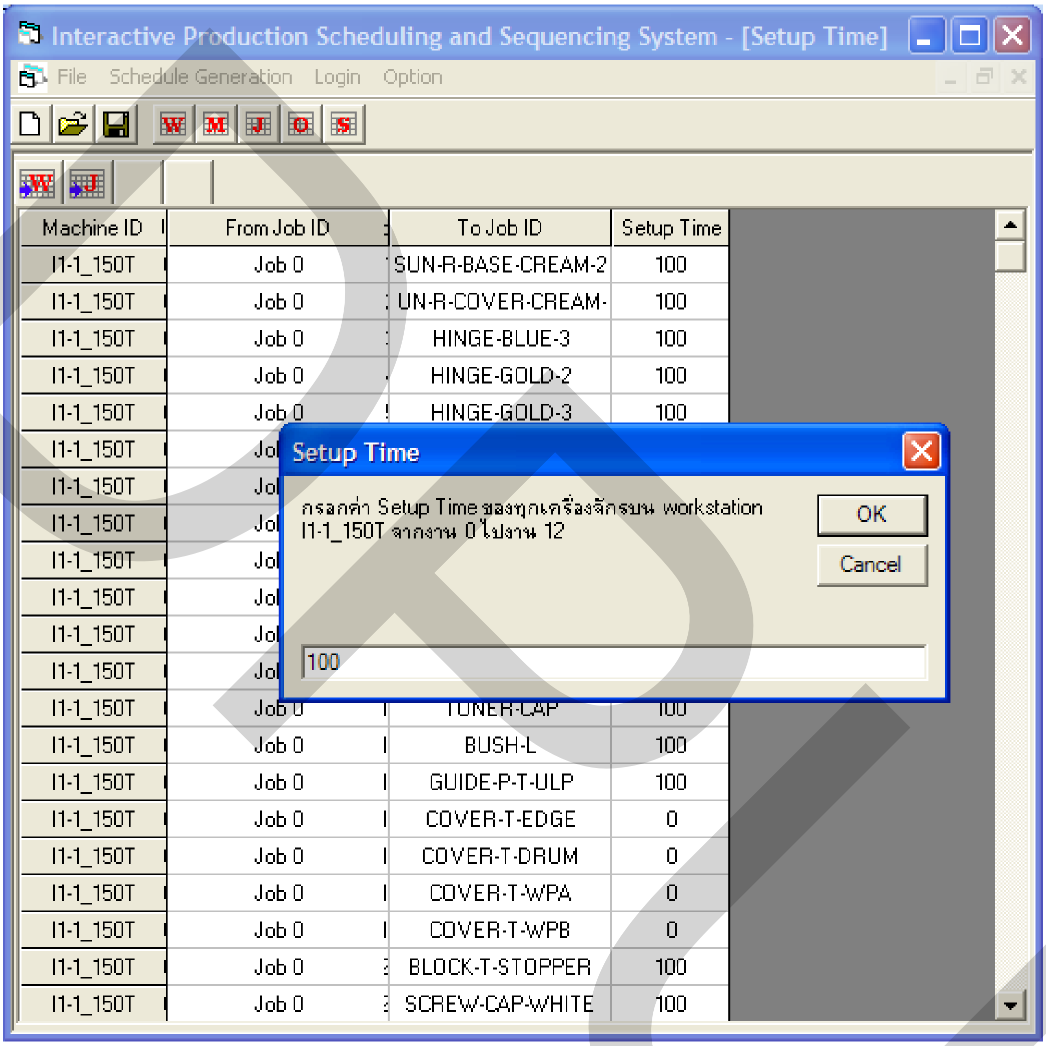
การบันทึกปรับแก้รายละเอียดของ Setup Time

ถ้าต้องการบันทึกปรับแก้รายละเอียดของ Setup Time ให้ทำการเลือก [S] ที่ Tool Bar ดังรูป



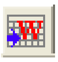
ภาพที่34 แสดงการเลือกบันทึกปรับแก้ข้อมูลของ Setup Time

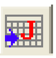
จากนั้น โปรแกรมจะแสดงหน้าจอ Setup Time Form เพื่อบันทึกปรับแก้รายละเอียดของ Setup Time ดังรูป

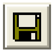


ภาพที่35 แสดงรายละเอียดข้อมูลของ Setup Time ที่ต้องการปรับแก้

ขั้นตอนการทำงาน

1. กดปุ่ม  เมื่อต้องการปรับแก้รายละเอียดของ Setup Time ของงานที่อยู่ใน Workstation ที่ต้องการ

2. กดปุ่ม  เมื่อต้องการปรับแก้รายละเอียดของ Setup Time ของงานทุกงานที่ได้กำหนดไว้

3. จากนั้น ให้ทำการ Save ข้อมูลพื้นฐานทั้งหมดที่ได้ทำการปรับแก้รายละเอียดต่าง ๆ ข้างต้น โดยการเลือกเมนู File > Save หรือ เลือก  ที่ Tool Bar

ขั้นตอนการประมวลผลการจัดตารางการผลิตและการปรับแก้ตารางการผลิตแบบโต้ตอบ

การประมวลผลการจัดตารางการผลิต

หลังจากที่บันทึกรายละเอียดของข้อมูลพื้นฐานครบถ้วนแล้ว จากนั้นก็จะทำการประมวลผลการจัดตารางการผลิตของแต่ละฐานข้อมูล เพื่อแสดงตารางการผลิตที่ได้รวมถึงตัววัดผล (Measures of Performance) ต่าง ๆ โดยในการประมวลผลการจัดตารางการผลิตจะต้องเลือกวิธีการและกฎในการจัดตารางการผลิตว่าต้องการผลตารางการผลิตแบบใด ซึ่งในโปรแกรมการจัดตารางการผลิตเพื่อลดปัญหาการส่งมอบงานล่าช้า จะมีวิธีการและกฎในการจัดตารางการผลิตต่างๆ ดังนี้

1. การจัดตารางการผลิตแบบเชิงกำลังใช้งาน (Active Schedule) ประกอบด้วยกฎต่าง ๆ ดังนี้

- กฎ EDD (Earliest Due Date)
- กฎ LWKR (Least Work Remaining)
- กฎ MWKR (Most Work Remaining)
- กฎ MOPNR (Most Operation Remaining)
- กฎ SMT (Smallest Value Obtained by Multiplying Time with Total Processing Time)
- กฎ SPT (Shortest Processing Time)
- กฎ STPT (Shortest Total Processing Time)
- กฎ LWKR With Setup Time
- กฎ MWKR With Setup Time
- กฎ SMT With Setup Time
- กฎ SPT With Setup Time
- กฎ STPT With Setup Time

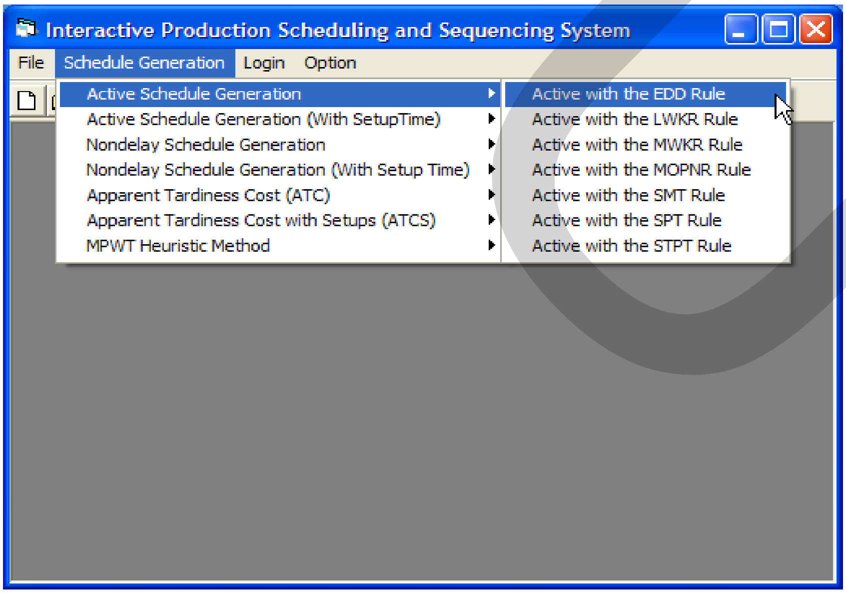
2. การจัดตารางการผลิตแบบเชิงไม่หน่วงเหนี่ยว (Non-Delay Schedule) ประกอบด้วยกฎต่างๆ ดังนี้

- กฎ EDD (Earliest Due Date)

- กฎ LWKR (Least Work Remaining)
- กฎ MWKR (Most Work Remaining)
- กฎ MOPNR (Most Operation Remaining)
- กฎ SMT (Smallest Value Obtained by Multiplying Time with Total Processing Time)
- กฎ SPT (Shortest Processing Time)
- กฎ STPT (Shortest Total Processing Time)
- กฎ LWKR With Setup Time
- กฎ MWKR With Setup Time
- กฎ SMT With Setup Time
- กฎ SPT With Setup Time
- กฎ STPT With Setup Time

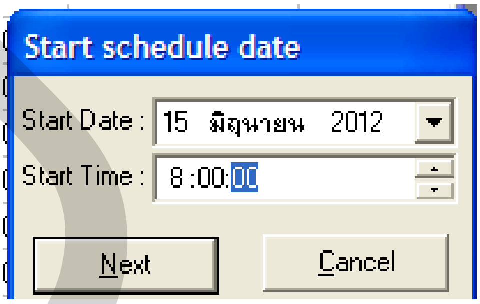
โดยขั้นตอนในการประมวลผลการจัดตารางการผลิต มีขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

หลังจากที่บันทึกรายละเอียดข้อมูลต่าง ๆ แล้ว จากนั้นก็จะทำการประมวลผลการจัดตารางการผลิต โดยการเลือกเมนู Schedule Generation > วิธีการจัดตารางการผลิต > กฎการจัดตารางการผลิตที่ต้องการ ดังรูป



ภาพที่36 แสดงการเลือกวิธีการและกฎในการจัดตารางการผลิต

จากนั้น โปรแกรมจะแสดงหน้าจอ Start schedule date เพื่อระบุวันและเวลาเริ่มต้นในการจัดตารางการผลิต ดังรูป



ภาพที่37 แสดงหน้าจอ Start schedule date

ขั้นตอนการทำงาน

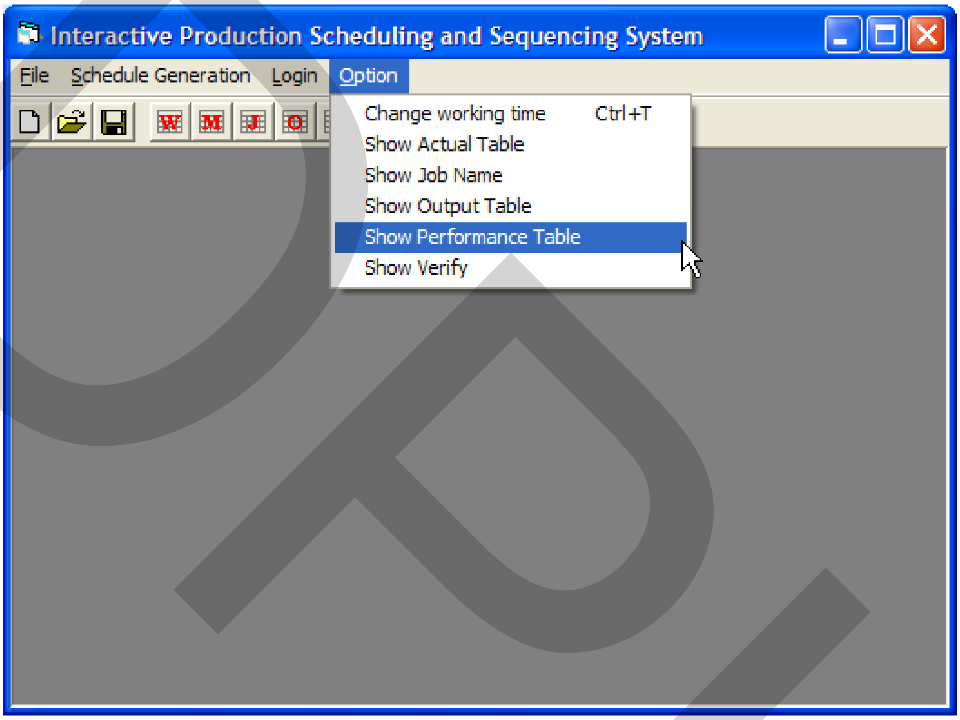
1. Start Date : ระบุวันที่เริ่มต้นในการจัดตารางการผลิต โดยทั่วไปจะกำหนดให้เป็นวันเริ่มต้นเร็วสุดของฐานข้อมูลที่จะทำการจัดตารางการผลิต

2. Start Time : ระบุเวลาเริ่มต้นในการจัดตารางการผลิต โดยทั่วไปจะกำหนดให้เป็นเวลาเริ่มต้นเร็วสุดของฐานข้อมูลที่จะทำการจัดตารางการผลิต

3. จากนั้น กดปุ่ม

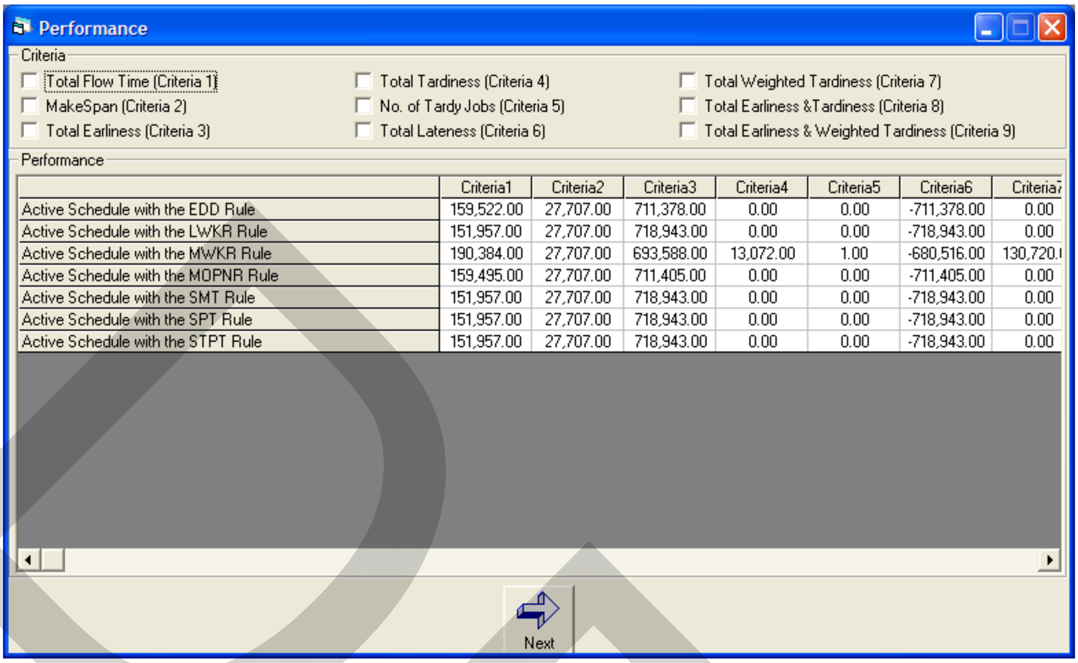
เพื่อทำการประมวลผลการจัดตารางการผลิต

หลังจากโปรแกรมทำการประมวลผลการจัดตารางการผลิตเสร็จแล้ว สามารถเลือกดูผลการจัดตารางการผลิตได้หลายแบบ โดยขั้นแรกจะดูค่าตัววัดผล (Measures of Performance) ที่ได้จากการจัดตารางการผลิต โดยการเลือกเมนู Option > Show Performance Table ดังรูป



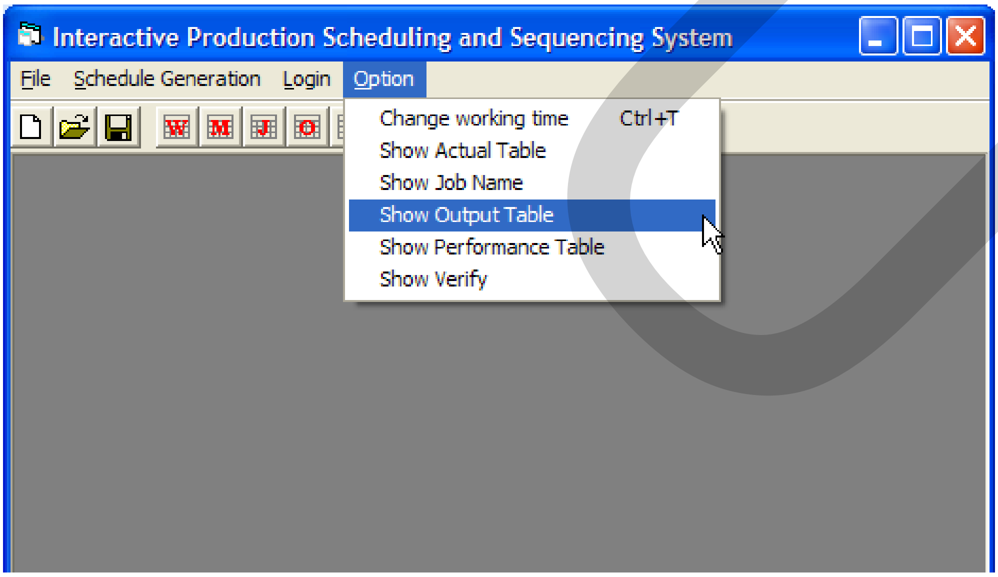
ภาพที่38 แสดงการเลือกเมนูดูค่าตัววัดผลของการจัดตารางการผลิต

จากนั้น โปรแกรมจะแสดงหน้าจอ Performance เพื่อแสดงผลการจัดตารางการผลิตตามตัววัดผล (Measures of Performance) ต่าง ๆ ในแต่ละวิธีการและกฎการจัดตารางการผลิตที่ต้องการ ดังรูป



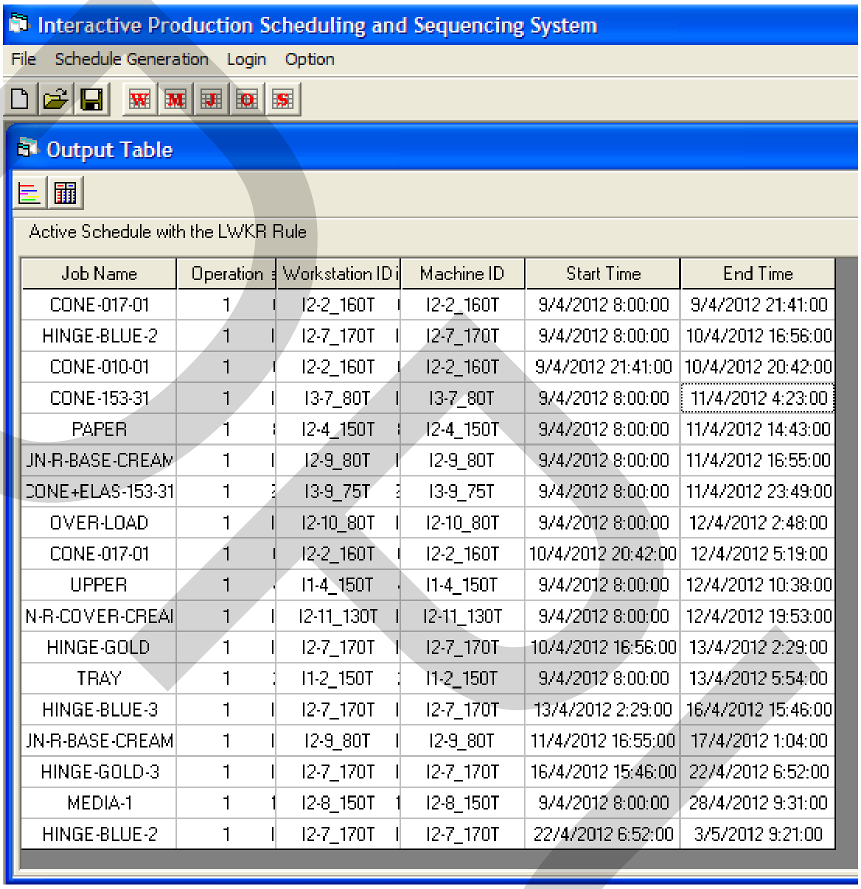
ภาพที่39 แสดงผลการจัดตารางการผลิตตามตัววัดผล

จากนั้น ถ้าต้องการดูผลการจัดตารางการผลิตในรูปแบบของตารางข้อมูล สามารถดูได้โดยการเลือกเมนู Option > Show Output Table ดังรูป



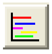
ภาพที่40 แสดงการเลือกเมนูดูผลการจัดตารางการผลิตในรูปแบบของตาราง

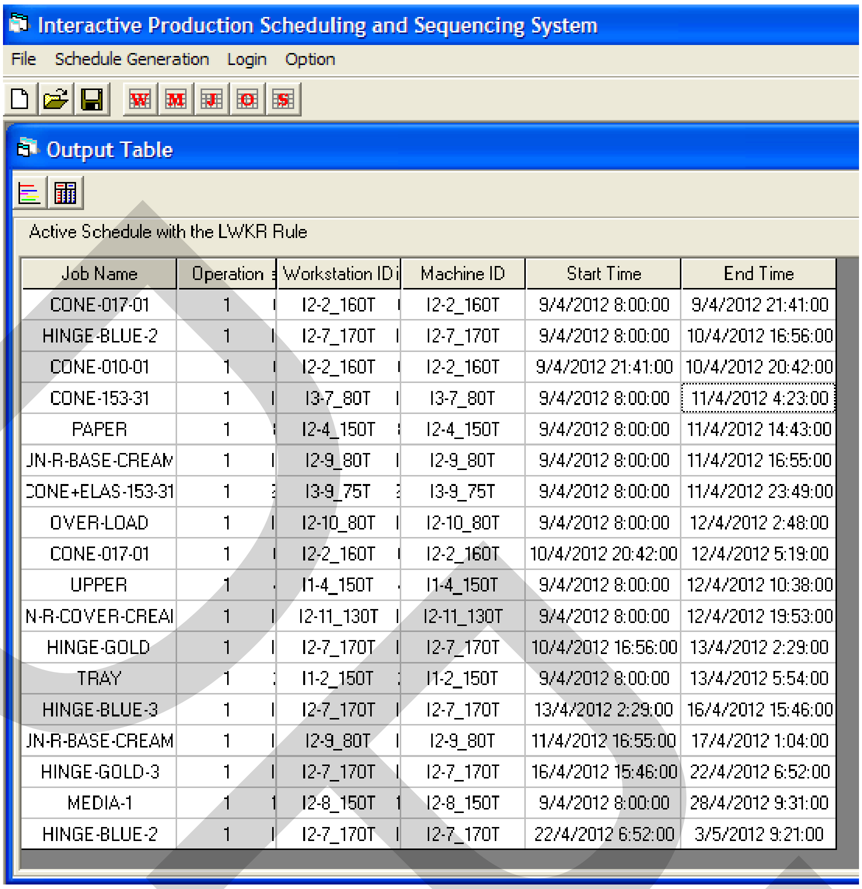
จากนั้น โปรแกรมจะแสดงหน้าจอ Output Table เพื่อแสดงผลการจัดตารางการผลิตในรูปแบบของตารางว่า งานใด ใช้เครื่องจักรใดในการผลิต วันและเวลาเริ่มต้นในการผลิตเมื่อไร และสิ้นสุดการผลิตเมื่อไร แสดงได้ดังรูป



Job Name	Operation	Workstation ID	Machine ID	Start Time	End Time
CONE-017-01	1	I2-2_160T	I2-2_160T	9/4/2012 8:00:00	9/4/2012 21:41:00
HINGE-BLUE-2	1	I2-7_170T	I2-7_170T	9/4/2012 8:00:00	10/4/2012 16:56:00
CONE-010-01	1	I2-2_160T	I2-2_160T	9/4/2012 21:41:00	10/4/2012 20:42:00
CONE-153-31	1	I3-7_80T	I3-7_80T	9/4/2012 8:00:00	11/4/2012 4:23:00
PAPER	1	I2-4_150T	I2-4_150T	9/4/2012 8:00:00	11/4/2012 14:43:00
JN-R-BASE-CREAM	1	I2-9_80T	I2-9_80T	9/4/2012 8:00:00	11/4/2012 16:55:00
CONE+ELAS-153-31	1	I3-9_75T	I3-9_75T	9/4/2012 8:00:00	11/4/2012 23:49:00
OVER-LOAD	1	I2-10_80T	I2-10_80T	9/4/2012 8:00:00	12/4/2012 2:48:00
CONE-017-01	1	I2-2_160T	I2-2_160T	10/4/2012 20:42:00	12/4/2012 5:19:00
UPPER	1	I1-4_150T	I1-4_150T	9/4/2012 8:00:00	12/4/2012 10:38:00
N-R-COVER-CREAI	1	I2-11_130T	I2-11_130T	9/4/2012 8:00:00	12/4/2012 19:53:00
HINGE-GOLD	1	I2-7_170T	I2-7_170T	10/4/2012 16:56:00	13/4/2012 2:29:00
TRAY	1	I1-2_150T	I1-2_150T	9/4/2012 8:00:00	13/4/2012 5:54:00
HINGE-BLUE-3	1	I2-7_170T	I2-7_170T	13/4/2012 2:29:00	16/4/2012 15:46:00
JN-R-BASE-CREAM	1	I2-9_80T	I2-9_80T	11/4/2012 16:55:00	17/4/2012 1:04:00
HINGE-GOLD-3	1	I2-7_170T	I2-7_170T	16/4/2012 15:46:00	22/4/2012 6:52:00
MEDIA-1	1	I2-8_150T	I2-8_150T	9/4/2012 8:00:00	28/4/2012 9:31:00
HINGE-BLUE-2	1	I2-7_170T	I2-7_170T	22/4/2012 6:52:00	3/5/2012 9:21:00

ภาพที่41 แสดงผลการจัดตารางการผลิตในรูปแบบของตาราง

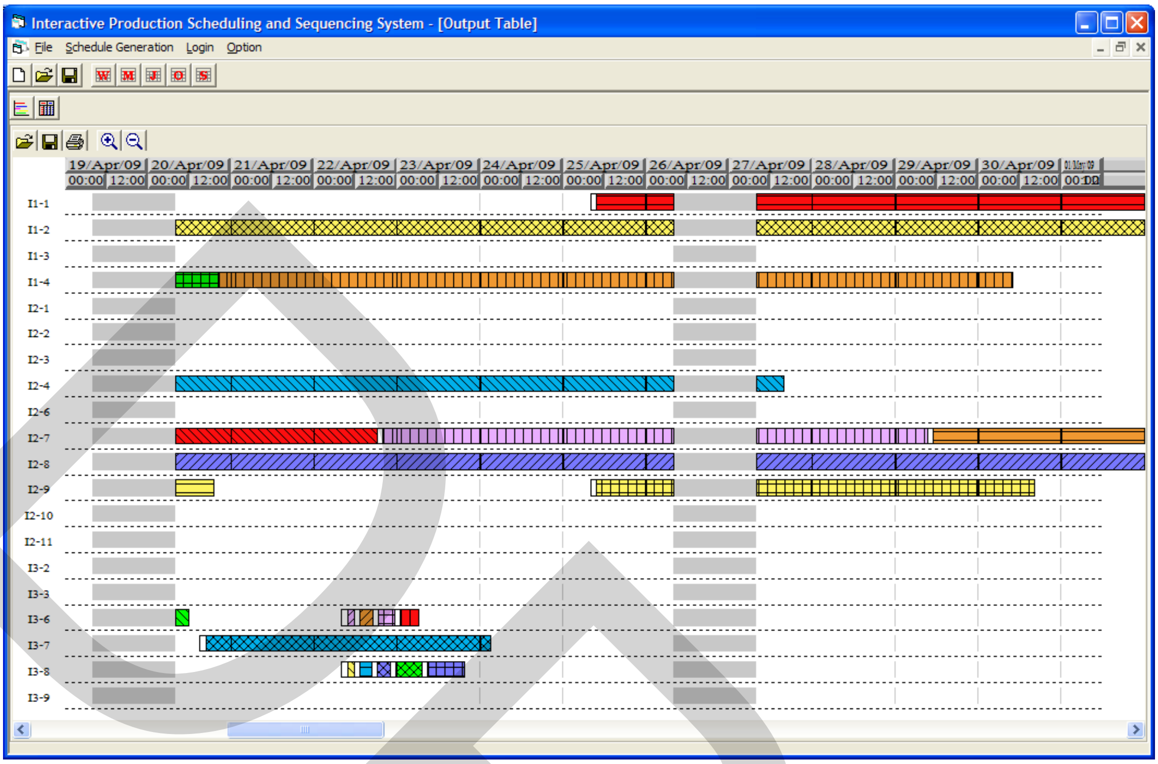
จากนั้น ถ้าต้องการดูผลการจัดตารางการผลิตในรูปแบบของ Gantt Chart สามารถดูได้โดยการเลือก  ที่ Tool Bar ดังรูป



Job Name	Operation	Workstation ID	Machine ID	Start Time	End Time
CONE-017-01	1	I2-2_160T	I2-2_160T	9/4/2012 8:00:00	9/4/2012 21:41:00
HINGE-BLUE-2	1	I2-7_170T	I2-7_170T	9/4/2012 8:00:00	10/4/2012 16:56:00
CONE-010-01	1	I2-2_160T	I2-2_160T	9/4/2012 21:41:00	10/4/2012 20:42:00
CONE-153-31	1	I3-7_80T	I3-7_80T	9/4/2012 8:00:00	11/4/2012 4:23:00
PAPER	1	I2-4_150T	I2-4_150T	9/4/2012 8:00:00	11/4/2012 14:43:00
JN-R-BASE-CREAM	1	I2-9_80T	I2-9_80T	9/4/2012 8:00:00	11/4/2012 16:55:00
CONE+ELAS-153-31	1	I3-9_75T	I3-9_75T	9/4/2012 8:00:00	11/4/2012 23:49:00
OVER-LOAD	1	I2-10_80T	I2-10_80T	9/4/2012 8:00:00	12/4/2012 2:48:00
CONE-017-01	1	I2-2_160T	I2-2_160T	10/4/2012 20:42:00	12/4/2012 5:19:00
UPPER	1	I1-4_150T	I1-4_150T	9/4/2012 8:00:00	12/4/2012 10:38:00
N-R-COVER-CREAI	1	I2-11_130T	I2-11_130T	9/4/2012 8:00:00	12/4/2012 19:53:00
HINGE-GOLD	1	I2-7_170T	I2-7_170T	10/4/2012 16:56:00	13/4/2012 2:29:00
TRAY	1	I1-2_150T	I1-2_150T	9/4/2012 8:00:00	13/4/2012 5:54:00
HINGE-BLUE-3	1	I2-7_170T	I2-7_170T	13/4/2012 2:29:00	16/4/2012 15:46:00
JN-R-BASE-CREAM	1	I2-9_80T	I2-9_80T	11/4/2012 16:55:00	17/4/2012 1:04:00
HINGE-GOLD-3	1	I2-7_170T	I2-7_170T	16/4/2012 15:46:00	22/4/2012 6:52:00
MEDIA-1	1	I2-8_150T	I2-8_150T	9/4/2012 8:00:00	28/4/2012 9:31:00
HINGE-BLUE-2	1	I2-7_170T	I2-7_170T	22/4/2012 6:52:00	3/5/2012 9:21:00

ภาพที่42 แสดงการเลือกดูผลการจัดตารางการผลิตแบบ Gantt Chart

จากนั้น โปรแกรมจะแสดงหน้าจอผลการจัดตารางการผลิตในรูปแบบของ Gantt Chart โดยแสดงผลในรูปแบบของแท่งสีแต่ละสีแทนงานแต่ละงานว่า เริ่มต้นและสิ้นสุดการทำงานเมื่อไร ดังรูป



ภาพที่43 แสดงผลการจัดตารางการผลิตในรูปแบบของ Gantt Chart

ขั้นตอนการทำงาน

1. กดปุ่ม เมื่อต้องการดูผลการจัดตารางการผลิตในรูปแบบของ Gantt Chart

2. กดปุ่ม เมื่อต้องการดูผลการจัดตารางการผลิตในรูปแบบของตาราง

3. กดปุ่ม เพื่อทำการ Load ข้อมูลตารางการผลิตในรูปแบบ Gantt Chart ที่ได้จัดเก็บไว้

4. กดปุ่ม เพื่อทำการ Save ข้อมูลตารางการผลิตในรูปแบบ Gantt Chart เก็บไว้

5. กดปุ่ม เมื่อต้องการพิมพ์ตารางการผลิตในรูปแบบ Gantt Chart ที่แสดงที่หน้าจอ ออกทางเครื่องพิมพ์ (Printer)

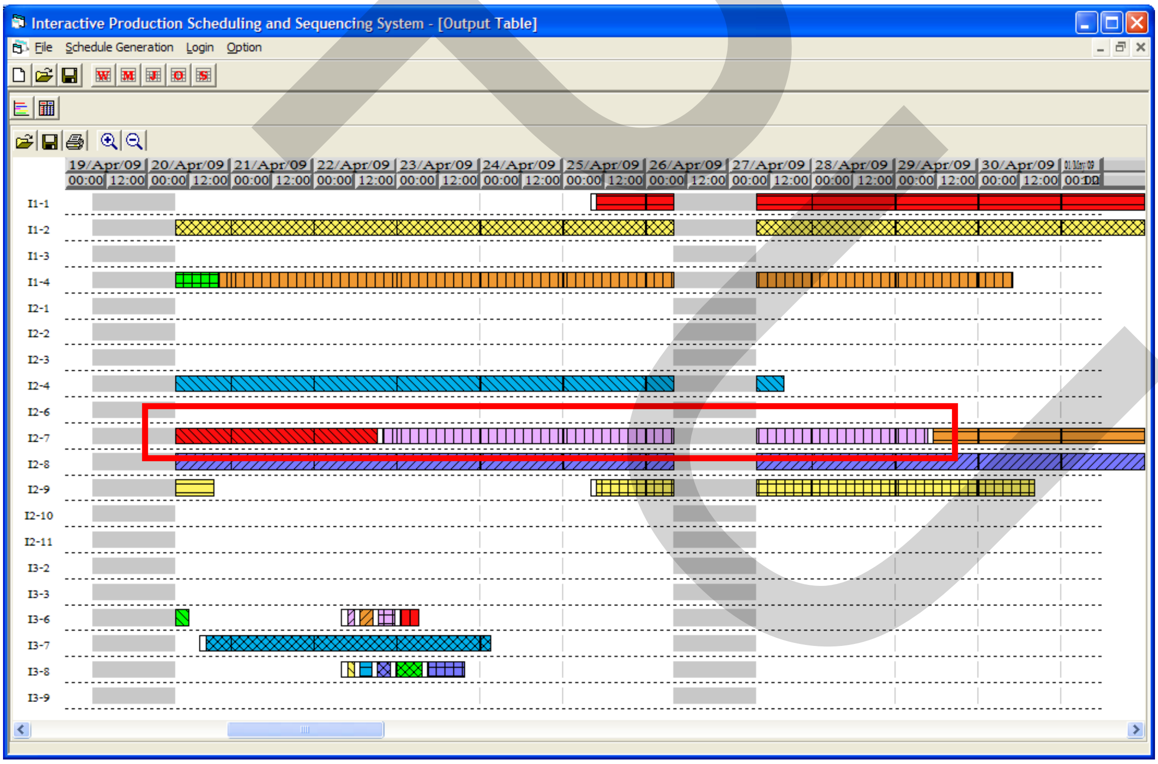
6. กดปุ่ม เมื่อต้องการขยายขนาดของ Gantt Chart เพื่อให้ดูละเอียดยิ่งขึ้น ซึ่งขยาย Gantt Chart ให้ดูได้ในช่วงเวลา 15 นาที

7. กดปุ่ม เมื่อต้องการย่อขนาดของ Gantt Chart เพื่อให้ดูภาพรวมของตารางการผลิต โดยย่อขนาดให้ดูภาพรวมในช่วงเวลา 12 ชั่วโมง

การปรับแก้ตารางการผลิตแบบโต้ตอบ

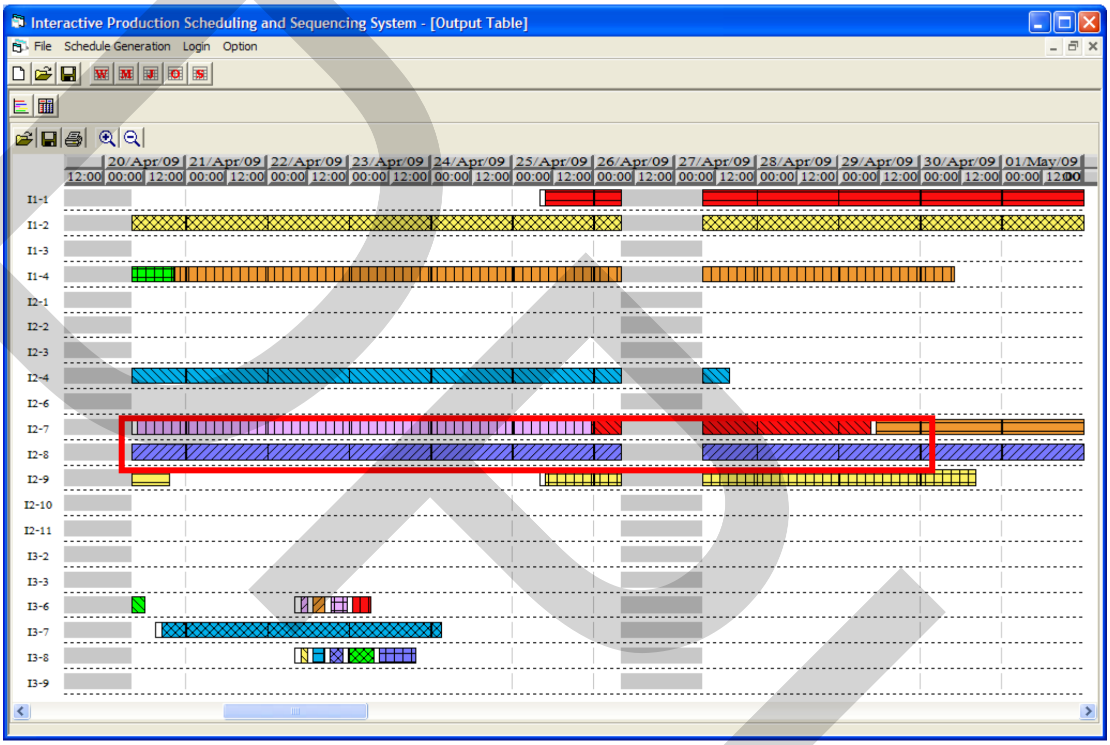
หลังจากที่โปรแกรมจัดตารางการผลิตได้คำนวณหาตารางการผลิตที่ดีออกมาแล้ว ผู้ใช้โปรแกรมสามารถปรับเปลี่ยนตารางการผลิตที่เป็นผลลัพธ์จากโปรแกรมให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมในการผลิตจริงซึ่งมีความไม่แน่นอนและมีผลต่อการจัดตารางการผลิต เช่น การเพิ่มแทรกงาน การยกเลิกงาน การเพิ่มปริมาณชิ้นงานในแต่ละงาน การลดปริมาณชิ้นงานในแต่ละงาน การขาดแคลนวัตถุดิบ การเสียของเครื่องจักร การหยุดงานของพนักงาน การเลื่อนเวลาการส่งมอบงานให้เร็วขึ้นและการเลื่อนเวลาการส่งมอบงานให้ช้าลง เป็นต้น โดยสามารถเปรียบเทียบตัววัดผลต่าง ๆ ระหว่างตารางการผลิตที่เป็นผลลัพธ์จากโปรแกรมและตารางการผลิตที่ได้จากการจัดตารางการผลิตแบบโต้ตอบ โดยมีขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

1 หลังจากที่ได้ผลตารางการผลิตจากการประมวลผลของโปรแกรมแล้ว จากนั้นผู้ใช้สามารถปรับเปลี่ยนตารางการผลิตได้ง่าย โดยสามารถเคลื่อนย้ายขั้นตอนการทำงานที่กำหนดไปยังตำแหน่งที่ต้องการได้ ดังรูป

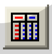


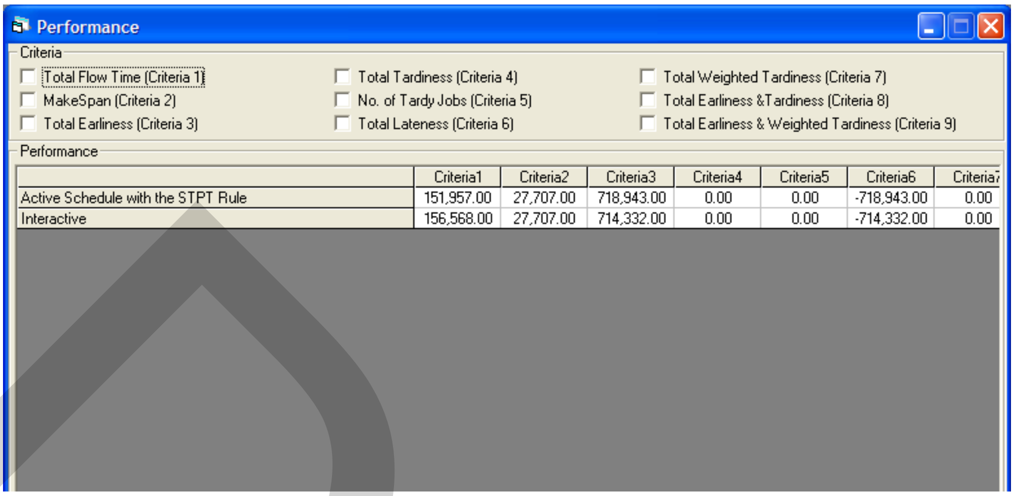
ภาพที่44 แสดงผลการจัดตารางการผลิตจากการประมวลผลของโปรแกรม

จากนั้น สามารถทำการจัดตารางการผลิตแบบโต้ตอบได้ โดยการเคลื่อนย้ายขั้นตอนการทำงานที่กำหนดไปยังตำแหน่งที่ต้องการได้ จากภาพที่ 4.44 ให้ดูที่เครื่องจักร I2-7 ถ้างานสีม่วงถูกเร่งจากลูกค้าให้ส่งมอบงานเร็วขึ้นก่อนงานสีแดง ก็สามารถทำการเคลื่อนย้ายงานสีม่วงไปยังตำแหน่งที่ต้องการได้โดยง่าย ดังรูป



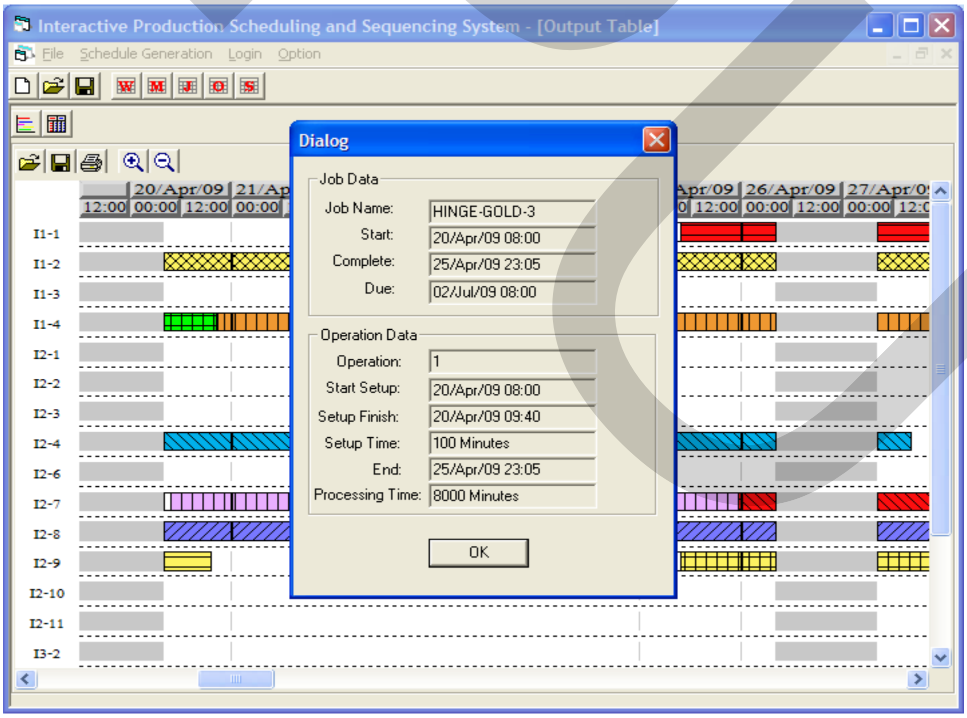
ภาพที่45 แสดงผลการจัดตารางการผลิตที่ได้จากการจัดตารางการผลิตแบบโต้ตอบ

จากนั้น ให้กดปุ่ม เพื่อทำการ Save ผลการจัดตารางการผลิตแบบโต้ตอบ จากนั้นสามารถทำการเปรียบเทียบตัววัดผลต่าง ๆ ระหว่างตารางการผลิตที่เป็นผลลัพธ์จากโปรแกรม และตารางการผลิตที่ได้จากการจัดตารางการผลิตแบบโต้ตอบ โดยการกดปุ่ม  เพื่อทำการเก็บข้อมูลผลการจัดตารางการผลิตที่ได้จากการจัดตารางการผลิตแบบโต้ตอบเข้าในตารางข้อมูล จากนั้นให้เลือกเมนู Option > Show Performance Table เพื่อแสดงหน้าจอ Performance ดังรูป



ภาพที่47 แสดงการเปรียบเทียบตัววัดผลที่ได้จากโปรแกรมกับที่ได้จากการจัดตารางการผลิตแบบโต้ตอบ

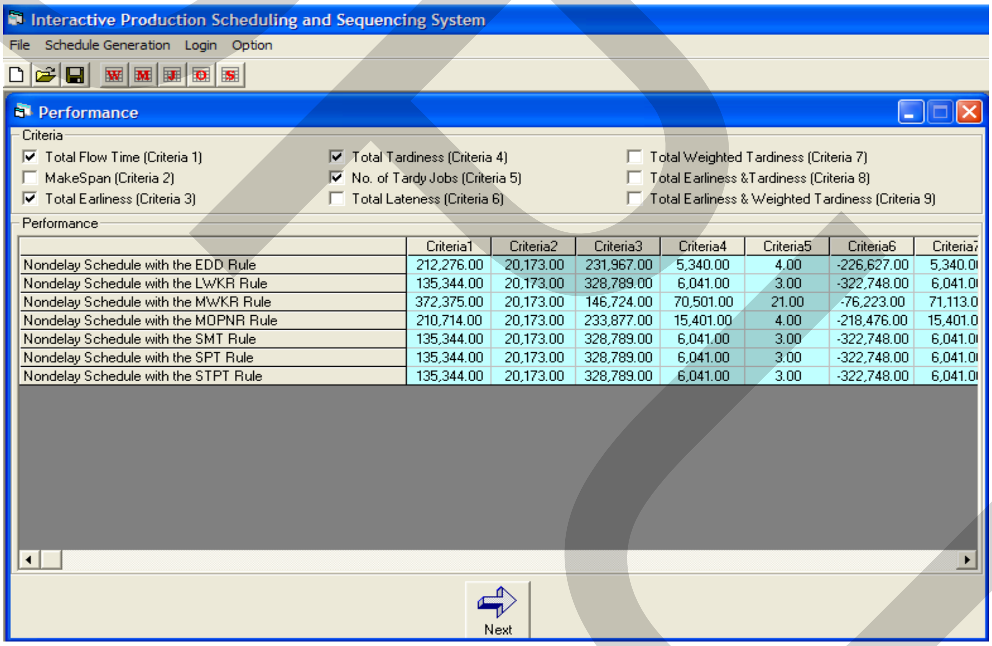
นอกจากนี้ ยังสามารถดูรายละเอียดต่าง ๆ ของงานแต่ละงานได้ เช่น ชื่องาน วันและเวลาเริ่มต้น – สิ้นสุดของงาน เป็นต้น โดยการ Double Click ที่แท่งสีของงานนั้น ๆ ดังรูป



ภาพที่48 แสดงหน้าจอรายละเอียดของงานแต่ละงาน

ส่วนการประยุกต์ใช้การวิเคราะห์แบบลำดับขั้น (Analytical Hierarchy Process, AHP) ในการจัดตารางการผลิต

หลังจากที่ได้ทำการทดลองจัดตารางการผลิตด้วยวิธี และกฎการจัดตารางการผลิตต่างๆ จนได้ผลลัพธ์ตามเกณฑ์การตัดสินใจในฟอร์มแสดงตารางค่าตัววัดผล (Show Performance Table) เป็นการแสดงค่าตัววัดผลต่าง ๆ ของกฎและวิธีการจัดตารางการผลิตที่เลือกใช้ ประกอบด้วยช่องสำหรับตัวเลือกเกณฑ์การตัดสินใจ (Criteria) โดยในการวิเคราะห์แบบลำดับขั้น ใช้เมาส์กดเลือกเกณฑ์การตัดสินใจ (Criteria) อย่างน้อย 4 เกณฑ์ และใช้เมาส์กดไปที่ชื่อกฎการจัดตารางการผลิตที่ต้องการจะนำไปวิเคราะห์ให้เปลี่ยนเป็นแถบสีฟ้า ใช้เมาส์กดปุ่ม Next เพื่อทำการเปรียบเทียบลำดับความสำคัญ (Preference and Importance Comparison)



ภาพที่49 แสดงวิธีและกฎการจัดตารางการผลิตต่างๆ และผลลัพธ์ตามเกณฑ์

จากภาพแสดงวิธีและกฎการจัดตารางการผลิตต่างๆ และผลลัพธ์ตามเกณฑ์ ซึ่งในภาพได้ทำการเลือกตัวเลือกเกณฑ์การตัดสินใจ (Criteria) 4 เกณฑ์ คือ Total Flow time, Total Tardiness, Total Earliness และNo. of Tardy Job และชื่อกฎการจัดตารางการผลิตที่จะใช้เป็นทางเลือกทั้ง 7 กฎ เพื่อทำการเปรียบเทียบลำดับความสำคัญ (Preference and Importance Comparison)

การเปรียบเทียบลำดับความสำคัญ (Preference and Importance Comparison)

การเปรียบเทียบลำดับความสำคัญ ซึ่งจะพิจารณาระดับตามความสำคัญของเกณฑ์การตัดสินใจ โดยเปรียบเทียบเป็นคู่ๆ ดังภาพที่ 4.23 ซึ่งมีระดับความสำคัญแบ่งได้ดังนี้

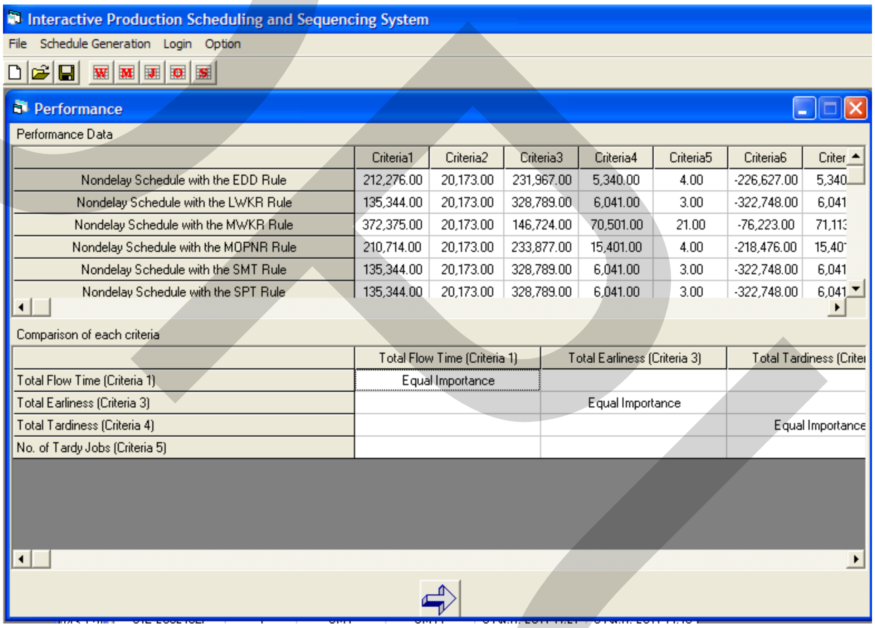
1 มีความสำคัญเท่ากัน (Equal Importance)

2 มีความสำคัญมากกว่าปานกลาง (Moderate Importance)

3 มีความสำคัญมากกว่ามาก (Strong Importance)

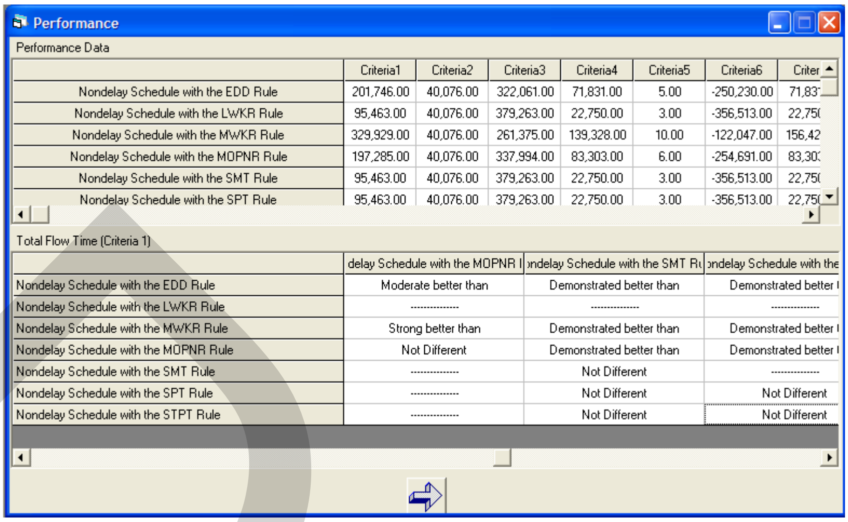
4 มีความสำคัญมากกว่าอย่างเห็นได้ชัด (Demonstrated Importance)

5 มีความสำคัญมากกว่าเป็นอย่างยิ่ง (Extreme Importance)



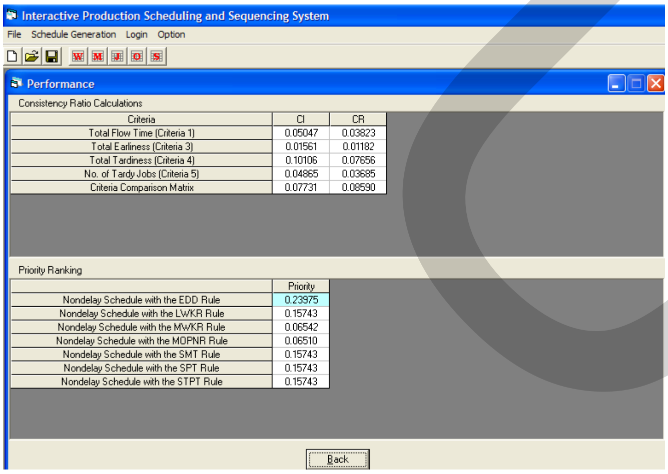
ภาพที่50 แสดงฟอร์มสำหรับเปรียบเทียบน้ำหนักตามความสำคัญของเกณฑ์การตัดสินใจ

จากภาพแสดงฟอร์มสำหรับเปรียบเทียบน้ำหนักตามความสำคัญของเกณฑ์การตัดสินใจ (Criteria) หลังจากทำการเปรียบเทียบน้ำหนักตามความสำคัญของเกณฑ์การตัดสินใจแล้ว ให้กดปุ่ม Next จะเข้าสู่หน้าต่างการเปรียบเทียบความแตกต่างของทางเลือกในการตัดสินใจในแต่ละเกณฑ์เพื่อหาทางเลือกในการตัดสินใจ (Alternative)



ภาพที่51 แสดงฟอร์มสำหรับเปรียบเทียบความแตกต่างของทางเลือกในเกณฑ์การตัดสินใจที่1

ภาพแสดงฟอร์มสำหรับเปรียบเทียบความแตกต่างของทางเลือกในเกณฑ์การตัดสินใจที่ 1 (Criteria 1) เมื่อทำการให้น้ำหนังความแตกต่างหาทางเลือกในการตัดสินใจ (Alternative) ของทางเลือกในเกณฑ์การตัดสินใจ ที่ 1 ครบทุกคู่แล้ว ให้ทำการกดปุ่ม Next ทำการให้น้ำหนังความแตกต่างหาทางเลือกในการตัดสินใจ ของทางเลือกในเกณฑ์การตัดสินใจจนครบทุกเกณฑ์ในกาตัดสินใจเพื่อพิจารณาความสอดคล้องในการเปรียบเทียบ (Consistency of Judgment) ดูค่าความสอดคล้อง (CR : Consistency Ratio)



ภาพที่52 แสดงค่าความสอดคล้อง (Consistency Ratio, CR) และค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละทางเลือก

ภาพแสดงค่าความสอดคล้อง (Consistency Ratio, CR) และค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละทางเลือก โดยการพิจารณาความสอดคล้องในการเปรียบเทียบ (Consistency of Judgment) จะพิจารณาดูว่าค่าความสอดคล้อง (Consistency Ratio, CR) มีค่าเกิน 0.1 หรือไม่

ถ้าเกิน 0.1 แสดงว่าการเปรียบเทียบเกณฑ์การตัดสินใจ และการเปรียบเทียบทางเลือกในการตัดสินใจ มีความไม่สอดคล้องกัน หากถ้าค่า CR เกิน 0.1 ให้กลับไปทำใหม่ โดยทำการเปรียบเทียบลำดับ ความสำคัญของแต่ละเกณฑ์การตัดสินใจและเปรียบเทียบความแตกต่างของทางเลือกจนกว่า จะ ได้ค่า CR ไม่เกิน 0.1 ซึ่งในการจัดลำดับทางเลือกในการตัดสินใจ (Ranking Decision Alternative) จะพิจารณาดูว่าทางเลือกใดมีค่าน้ำหนักความสำคัญมากที่สุด ทางเลือกนั้นจะถูก เลือกตัดสินใจ ดังตัวอย่างภาพ

DPU

ประวัติผู้เขียน

ประวัติผู้เขียน	นายรักเกียรติ วงศ์กลาง
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2545 จบการศึกษาระดับปริญญาตรี สถาบันราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา พ.ศ. 2550 ศึกษาต่อในระดับปริญญาโท คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาการจัดการโซ่อุปทานแบบบูรณาการ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
ประวัติการทำงาน	พ.ศ. 2542 วิทยากรและที่ปรึกษาในงานโรงงานอุตสาหกรรมทางด้านการวางแผนและการจัดตารางการผลิตให้กับโรงงาน ปัจจุบัน ทำงานที่ มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ฝ่ายอาคารสถานที่และสิ่งแวดล้อม ตำแหน่งสถาปนิก

DPU