



การจัดลำดับการผลิตและการจัดตารางการผลิตแบบพหุเกณฑ์
โดยใช้วิธีการกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์
: กรณีศึกษาอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์เหล็ก

**Multi-Objective Scheduling and Sequencing using an
Analytical Hierarchy Process (AHP) Method
: A Case Study of a Metal Furniture Industry**

นาย ธนกฤต แก้วนุ้ย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

พ.ศ. 2548

**Multi-Objective Scheduling and Sequencing
: A Case Study of a Metal Furniture Industry**



TANAKRIT KEAONUI

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Sciences

Department of Engineering Management

Graduate School, Dhurakij Pundit University

2007

กิตติกรรมประกาศ

ผู้จัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ ดร.ชัชพล มงคลิก อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาเวลาให้ความรู้ พร้อมทั้งคำปรึกษาในการใช้โปรแกรมการจัดตารางการผลิตที่ถูกพัฒนาขึ้น อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการทำวิทยานิพนธ์จนสามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ทางผู้จัดทำวิทยานิพนธ์ จึงขอกราบพระขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ คณะผู้บริหาร ผู้จัดการ และพนักงานของโรงงานที่อนุญาตให้ทำการเก็บข้อมูลต่างๆ ในการจัดทำวิทยานิพนธ์ รวมทั้งท่านคณะกรรมการโครงการฉบับนี้ อาจารย์ ดร.ศุภรัชชัย วรรณรัตน์ และอาจารย์ ดร.ธีรเดช วุฒิพรพันธ์ ได้สละเวลาให้ข้อคิดเห็น และข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

สุดท้ายนี้ ต้องขอขอบพระคุณบิดา มารดา ของข้าพเจ้าที่ให้การเลี้ยงดูมาเป็นอย่างดี รวมถึงทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือที่ไม่ได้กล่าวไว้ข้างต้น ที่ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เสร็จสิ้นไปได้ด้วยดี

ธนกฤต แก้วนุ้ย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ม
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ง
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญภาพ.....	ญ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย.....	2
1.4 ขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย.....	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดลำดับการผลิตและการจัดตารางการผลิต.....	5
2.1.1 ตัวแปรหรือพารามิเตอร์.....	6
2.1.2 เป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ของการจัดตารางการผลิต.....	6
2.1.3 ข้อจำกัดในการจัดตารางการผลิต.....	9
2.1.4 กฎและวิธีการจัดตารางการผลิต.....	10
2.2 แนวคิดเกี่ยวกับการจัดตารางการผลิตแบบโต้ตอบ.....	27
2.2.1 วิธีการจัดตารางการผลิตแบบโต้ตอบ.....	28
2.2.2 แนวทางการพัฒนาโปรแกรมมาเพื่อใช้ในการจัดตารางการผลิต.....	29
2.3 การประยุกต์ใช้การวิเคราะห์แบบลำดับขั้น.....	30
2.3.1 การสร้างแบบจำลองปัญหาการตัดสินใจ.....	32
2.3.2 การเปรียบเทียบลำดับความสำคัญ.....	32
2.3.3 การคำนวณลำดับความสำคัญสัมพัทธ์.....	33
2.3.4 การพิจารณาความสอดคล้องในการเปรียบเทียบ.....	33
2.3.5 การจัดลำดับทางเลือกในการตัดสินใจ.....	34
2.4 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	35

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

3. การศึกษาสภาพทั่วไปของโรงงานที่เป็นกรณีศึกษา.....	37
3.1 ข้อมูลทั่วไปของโรงงาน.....	37
3.2 โครงสร้างขององค์กร.....	37
3.3 ผลิตภัณฑ์ของโรงงานที่เป็นกรณีศึกษา.....	40
3.4 กระบวนการผลิต.....	42
3.5 ปัญหาที่พบ.....	49
4. การใช้โปรแกรมการจัดการผลิตและการวิเคราะห์แบบลำดับขั้น.....	49
4.1 ขั้นตอนในการจัดตารางการผลิตโดยใช้โปรแกรมจัดการตารางการผลิต.....	50
4.2 รายละเอียดของฟอร์มการนำเข้าข้อมูลต่างๆ.....	51
4.3 ส่วนเพิ่มเติมของโปรแกรม (Option).....	60
4.4 ส่วนของการจัดตารางการผลิต.....	62
4.5 ส่วนการประยุกต์ใช้การวิเคราะห์แบบลำดับขั้นในการจัดตารางการผลิต.....	74
5. การพัฒนารูปแบบปัญหาการตัดสินใจและการวิเคราะห์ข้อมูล.....	80
5.1 วัตถุประสงค์ของรูปแบบ.....	80
5.2 รูปแบบลำดับขั้นสำหรับการเลือกกฎการจัดตารางการผลิตที่เหมาะสมที่สุด.....	80
5.3 ขั้นตอนการรวบรวมข้อมูล.....	78
5.4 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล.....	81
5.5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหากฎที่ใช้ในการจัดตารางการผลิตที่เหมาะสม.....	82
5.6 สรุป.....	90
6. การทดลองเพื่อวิเคราะห์หากฎและวิธีการจัดตารางการผลิตที่เหมาะสม.....	91
6.1 วัตถุประสงค์.....	91
6.2 สมมติฐานการทดลอง.....	91
6.3 วิธีการทดลอง.....	92
6.4 วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA).....	93
6.5 ผลการทดลอง.....	94
6.6 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ.....	97
6.7 สรุปผลการทดลอง.....	98

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
7. สรุปผลการวิจัย ปัญหาและข้อเสนอแนะ	99
7.1 สรุปผลการวิจัย.....	99
7.2 ปัญหาที่พบในการวิจัย.....	103
7.3 ข้อเสนอแนะ.....	104
บรรณานุกรม.....	106
ภาคผนวก.....	108
ประวัติผู้เขียน.....	111

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ตารางแสดงการเปรียบเทียบเทคนิคในการบรรณานซ์	12
2.2 แสดงการเปรียบเทียบโดยใช้กฎเกณฑ์ต่างๆ ในการจัดตารางเวลาดำเนินงาน สำหรับงานงาน n ชนิด บนเครื่องจักร m เครื่องที่วางขนานกัน.....	25
6.1 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของกฎและวิธีการจัดตารางการผลิต ที่มีผลกระทบต่อเวลาล่าช้าของงานโดยเฉลี่ย.....	91
6.2 ตารางแสดงค่าเฉลี่ยและเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างแต่ละกฎการจัดตารางการผลิต.....	94

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 ภาพแสดงวิธีการในการจัดตารางการผลิตแบบต่างๆ.....	10
2.2 ภาพแสดงวิธีปรันซ์แอนด์บาวด์ (Baker, 1974: 56)	11
2.3 ภาพแสดงผังการไหลของวิธีการหาโลเวอร์บาวด์แบบใหม่ (Chatpon M. ,2005 : 9-30)	15
2.4 ภาพแสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของงานสู่เครื่องจักรที่วางขนานกัน.....	19
2.5 ภาพแสดงเวลาของการจัดลำดับงานในหัวข้อ 2.1.4.4.1.....	20
2.6 ภาพแสดงตารางเวลาของการจัดลำดับงานหลังขั้นตอนที่ 2	21
2.7 ภาพแสดงตารางเวลาของการจัดลำดับงานหลังขั้นตอนที่ 3	22
2.8 ภาพแสดงตารางเวลาของการจัดลำดับงานในหัวข้อ 2.1.4.4.3.....	23
2.9 ภาพแสดงตารางเวลาของการจัดลำดับงานในข้อ 2.1.4.4.4.....	24
2.10 ภาพแสดงแผนภูมิขั้นตอนเทคนิค AHP.....	29
3.1 ภาพแสดงผังโครงสร้างองค์การของโรงงานที่เป็นกรณีศึกษา.....	38
3.2 รูปแสดงตัวอย่างผลิตภัณฑ์ของโรงงาน.....	39
3.3 ภาพแสดงตัวอย่างผลิตภัณฑ์ของโรงงาน.....	40
3.4 ภาพแสดงตัวอย่างผลิตภัณฑ์ของโรงงาน.....	40
3.5 ภาพแสดงกระบวนการผลิตโดยรวมของแผนกอบฟนีสี่.....	41
3.6 ภาพแสดงขั้นตอนการล้างชิ้นงาน.....	42
3.7 ภาพแสดงขั้นตอนการฟนีสี่.....	43
3.8 ภาพแสดงขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพการยึดเกาะของสี	47
3.9 ภาพแสดงมูลค่าสินค้าสำเร็จรูป (รอฟนีสี่).....	48
3.10 ภาพแสดงมูลค่าสินค้าสำเร็จรูปคงคลัง.....	48
4.1 ภาพการเข้าโปรแกรม Dr. Chatpon M. 's Interactive Production Scheduling & Sequencing Software.	49
4.2 ภาพแสดงการสร้างข้อมูลใหม่.....	50
4.3 ภาพแสดงการเลือก File ที่ต้องการเรียกดูหรือ File ที่ต้องการแก้ไข.....	51
4.4 ภาพแสดงการเลือก File ที่ต้องการเรียกดูหรือ File ที่ต้องการแก้ไขภาพแสดง การกำหนดค่าของ Input.....	51

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.5 ภาพแสดงการกำหนดค่าของ Input.....	52
4.6 ภาพแสดงการกำหนด Workstation Form.....	53
4.7 ภาพแสดงการป้อนฟอร์มของเครื่องจักร.....	54
4.8 ภาพแสดงการป้อนรหัสของ Job ID.....	55
4.9 ภาพแสดงการป้อนชื่อของงานที่ทำการจัดตารางการผลิต.....	55
4.10 ภาพแสดงการป้อนปริมาณของชิ้นส่วนของงานที่ต้องการผลิต.....	55
4.11 ภาพแสดงการป้อนเวลาส่งมอบงานให้แก่ลูกค้า.....	56
4.12 ภาพแสดงการกำหนดเวลาแล้วเสร็จของการผลิตงานนั้น.....	56
4.13 ภาพแสดงการป้อนรายชื่อลูกค้า บริษัท.....	56
4.14 ภาพแสดงการป้อนจำนวนของขั้นตอนการทำงานในแต่ละงาน.....	57
4.15 ภาพแสดงดัชนีความสำคัญของลูกค้า.....	57
4.16 ภาพแสดงการเลือกสถานีนงานที่จะใช้ในการผลิต.....	58
4.17 ภาพแสดงการป้อนเวลาในการการทำงานต่อหน่วยการผลิต.....	58
4.18 ภาพแสดงการใส่เวลาดั้งเครื่อง.....	59
4.19 ภาพแสดงการ Set (Change Working Time).....	60
4.20 ภาพแสดงการเพิ่ม Template ของช่วงเวลา.....	60
4.21 ภาพแสดงการตั้งชื่อของ Template.....	61
4.22 ภาพแสดงการLoad Work Time Template.....	61
4.23 ภาพแสดงการตรวจสอบ Work Time Template ที่ใช้ในการจัดตารางการผลิต.....	62
4.24 ภาพแสดงการ Set Default.....	62
4.25 ภาพแสดงฟอร์มของการจัดตารางการผลิต (Show Output Table).....	63
4.26 ภาพแสดงส่วนของกฎและวิธีการจัดตารางการผลิต.....	65
4.27 ภาพแสดงการกำหนดค่าของวันและเวลาที่ใช้ในการจัดตารางการผลิต.....	65
4.28 ภาพแสดงการวิธีการเข้าไปใน (Show Performance Table).....	66
4.29 ภาพแสดงฟอร์มซึ่งแสดงตารางค่าตัววัดผล.....	67
4.30 ภาพแสดงการเข้าข้อมูลของสายการผลิต.....	67
4.31 ภาพแสดงแผนภูมิแกนต์ซึ่งแสดงตารางการผลิตที่ได้จากการจัดตารางการผลิต.....	68

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.32 ภาพแสดงตัวอย่างการจัดตารางการผลิตแบบโต้ตอบได้.....	69
4.33 ภาพแสดงผลการสลับงานของการจัดตารางการผลิตแบบโต้ตอบได้.....	70
4.34 ภาพแสดงการ Save หลังจากการจัดตารางการผลิตแบบโต้ตอบได้.....	70
4.35 ภาพแสดงการป้องกันการผิดพลาดของข้อมูล.....	71
4.36 ภาพแสดงค่าตัววัดผลของการจัดตารางการผลิตแบบโต้ตอบ (Interactive).....	71
4.37 ภาพแสดงข้อความในแผนภูมิแกนต์ซึ่งแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับงานและ ขั้นตอนการทำงาน.....	72
4.38 ภาพแสดงวิธีและกฎการจัดตารางการผลิตต่างๆและผลลัพธ์ตามเกณฑ์ การตัดสินใจต่างๆ.....	73
4.39 ภาพแสดงฟอร์มสำหรับเปรียบเทียบน้ำหนักตามสำคัญของเกณฑ์ การตัดสินใจ (Criteria)	74
4.40 ภาพแสดงฟอร์มสำหรับเปรียบเทียบความแตกต่างของทางเลือก ในเกณฑ์การตัดสินใจที่ 1 (Criteria 1)	75
4.41 ภาพแสดงฟอร์มสำหรับเปรียบเทียบความแตกต่างของทางเลือกในเกณฑ์ การตัดสินใจที่ 1 (Criteria 1) ครบทุกคู่แล้ว.....	75
4.42 ภาพแสดงค่าความสอดคล้อง (Consistency Ratio, CR) และค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละทางเลือก	76
5.1 ภาพลำดับขั้นสำหรับการเลือกกฎการจัดตารางการผลิตของโรงงาน ที่เป็นกรณีศึกษา.....	77
5.2 ภาพผลการทดลองวันที่ 1	81
5.3 ภาพผลการทดลองวันที่ 2.....	81
5.4 ภาพผลการทดลองวันที่ 3.....	82
5.5 ภาพผลการทดลองวันที่ 4.....	82
5.6 ภาพผลการทดลองวันที่ 5.....	83
5.7 ภาพผลการทดลองวันที่ 6.....	83
5.8 ภาพผลการทดลองวันที่ 7.....	84
5.9 ภาพผลการทดลองวันที่ 8.....	84

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
5.10 ภาพผลการทดลองวันที่ 9.....	85
5.11 ภาพผลการทดลองวันที่ 10.....	85
5.12 ภาพผลการทดลองวันที่ 11	86
5.13 ภาพผลการทดลองวันที่ 12.....	86
5.14 ภาพผลการทดลองวันที่ 13.....	87
6.1 ภาพแสดงค่าเฉลี่ยของน้ำหนักของกฎการจัดการการผลิตที่มีผล ของค่าน้ำหนักรวมของการประเมินประสิทธิภาพของการจัดการการผลิต.....	91
6.2 ภาพแสดงผลการวิเคราะห์ Fisher 's pairwise comparisons ของกฎการจัด ตารางการผลิตที่มีผลต่อค่าน้ำหนักรวมของการประเมินประสิทธิภาพของการ จัดการการผลิต.....	92

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การจัดลำดับการผลิตและการจัดตารางการผลิตแบบพหุเกณฑ์ : กรณีศึกษาอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์เหล็ก
ชื่อผู้เขียน	ชนกฤต แก้วนุ้ย
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ดร. ชัชพล มงคลิก
สาขาวิชา	การจัดการทางวิศวกรรม
ปีการศึกษา	2549

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหากฎและวิธีการจัดตารางผลิตที่เหมาะสมที่สุดสำหรับโรงงานที่เป็นกรณีศึกษา โดยการนำเอากระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytical Hierarchy Process, AHP) ซึ่งเป็นเครื่องมือเพื่อช่วยวิเคราะห์การตัดสินใจแบบพหุเกณฑ์ (Multiple Criteria Decision Making, MCDM)

โรงงานที่เป็นกรณีศึกษาเป็นโรงงานเฟอร์นิเจอร์เหล็ก แผงกันแดด ชั้นวางสินค้า และตู้แช่เครื่องดื่ม โดยมีกระบวนการผลิตหลักดังนี้ กระบวนการตัด การเชื่อม การประกอบ และการอบพ่นสี อย่างไรก็ตามในงานวิจัยนี้จะมุ่งเน้นศึกษาการจัดตารางผลิตเฉพาะขั้นตอนการอบพ่นสี

นอกจากนี้ในงานวิจัยนี้ยังได้นำโปรแกรม Dr. Chatpon M.'s Interactive Production Scheduling & Sequencing Software (IPSS) ซึ่งโปรแกรมดังกล่าวเป็นโปรแกรมการจัดตารางการผลิตซึ่งนำระบบวิเคราะห์การตัดสินใจแบบพหุเกณฑ์มาใช้ โดยวัตถุประสงค์ของการจัดตารางผลิตซึ่งแบบพหุเกณฑ์จะพิจารณาจากตัววัดผลดังต่อไปนี้ 1. ผลรวมเวลาที่งานอยู่ในระบบ (Total Flow Time) 2. เวลารวมที่งานจะเสร็จก่อน (Total Earliness) 3. ผลรวมค่าของเวลาล่าช้าของงาน (Total Tardiness) 4. จำนวนล่าช้า (No. of Tardy Jobs) กฎและวิธีการจัดตารางการผลิตที่ใช้ในการทดลองมี 5 วิธี ได้แก่ ตารางการผลิตแบบนอนดีเลย์โดยใช้กฎ EDD (Earliest Due Date), กฎ MWKRS (Most Work Remaining with sequence-dependent setup times), กฎ SSPT (Shortest Total sequence-dependent Setup and Processing Times), กฎ ATC (Apparent Tardiness Cost) และวิธี MPWT (Mean Progressive Weighted Penalties)

ผลการใช้งานโปรแกรม IPSS สามารถลดเวลาในการวางแผนการผลิตลงได้ 66.67% และจากการวิเคราะห์แบบพหุเกณฑ์ผลพบว่า กฎการจัดตารางการผลิตที่เหมาะสมสำหรับโรงงานที่เป็นกรณีศึกษาในงานวิจัยนี้ คือ ตารางการผลิตแบบนอนดีเลย์โดยใช้กฎ SSPT ซึ่งมีประสิทธิภาพรวมโดยพิจารณาจากพหุเกณฑ์ดีกว่ากฎที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน คือ กฎ EDD อย่างมีนัยสำคัญที่ 6.43%

Thesis Title Multi-Objective Scheduling and Sequencing
 : A Case Study of a Metal Furniture Industry

Author Tanakrit Keaonui

Thesis Advisor Dr.Chatpon Mongkalig

Department Engineering Management

Academic Year 2006

ABSTRACT

The objective of this thesis is to determine the scheduling and sequencing rule that is the most appropriate for a metal furniture factory. The study applies a Multiple Criteria Decision Making (MCDM) using the Analytical Hierarchy Process (AHP) approach to the case study.

The case study is a metal furniture factory, which produces the sun-roofs, shelves and the refrigerators. The main production processes are cutting, welding, assembly and spray painting. However, the scope of this research is only focused on the scheduling and sequencing of the spay painting process.

Additionally, the research employs a Multi-objective Scheduling and Sequencing Software so-called “Dr. Chatpon M.’s Interactive Production Scheduling & Sequencing Software”, IPSS. The measures of performance, which have been taken into account, are as follows: the Total Flow Time, Total Earliness, Total Tardiness, and Number of Tardy Jobs. There are five rules for scheduling and sequencing, including the EDD rule (Earliest Due Date), the MWKRS rule (Most Work Remaining with Sequence–dependent Setup times), the SSPT Rule (Shortest total Sequence–dependent setups and Processing Time), the ATC Rule (Apparent Tardiness Cost), and the MPWT (Mean Processing Weighted Tardiness penalties) method, respectively.

The experimental results show that the most appropriate scheduling rule is the nondelay schedule with the SSPT rule. The multiple criteria performance measure obtained from this rule indicates that the SSPT rule is superior to the EDD rule, which was used in the factory. The weighted score of the multiple criteria performance measure increases by 6.43%. Furthermore using IPSS can be reduced the planning computational time up to 66.67%.

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจัยที่สำคัญในการผลิตและดำเนินธุรกิจในสภาวะการแข่งขันที่รุนแรงได้แก่ ต้นทุน การบริการ และความรวดเร็วในการส่งมอบ การจัดลำดับการผลิตและการจัดตารางการผลิตที่ดี จึงเป็นส่วนสำคัญอย่างยิ่งในการทำให้บรรลุวัตถุประสงค์เหล่านั้น รวมถึงการใช้ทรัพยากรหรือวัตถุดิบที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

ปัญหาการส่งมอบสินค้าให้ลูกค้าไม่ทันกำหนดเวลาเป็นปัญหาสำคัญที่มีผลกระทบต่อความเชื่อมั่นของลูกค้าที่มีต่อโรงงานผู้ผลิต ภาพพจน์ของธุรกิจอุตสาหกรรม และการสูญเสียโอกาสในผลิตสินค้าเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้า วิธีการที่มีประสิทธิภาพในแก้ปัญหการส่งมอบสินค้าให้ลูกค้าไม่ทันกำหนดเวลาคือ การจัดตารางการผลิตโดยใช้โปรแกรมการจัดตารางการผลิตแบบโต้ตอบ (Interactive Production Scheduling and Sequencing) เพื่อให้สามารถปรับเปลี่ยนตารางการผลิตได้ตามสภาพความไม่แน่นอนที่พบในการผลิต เนื่องจากวิธีการจัดตารางการผลิตสามารถทำได้หลายวิธีจึงจำเป็นต้องอาศัยกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytical Hierarchy Process: AHP) เป็นหนึ่งในเครื่องมือเพื่อช่วยวิเคราะห์การตัดสินใจแบบพหุเกณฑ์ (Multiple-Criteria Decision-Making)

กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytical Hierarchy Process: AHP) เป็นหนึ่งในเครื่องมือเพื่อช่วยวิเคราะห์การตัดสินใจแบบพหุเกณฑ์ (Multiple-Criteria Decision-Making) ประโยชน์ของ AHP คือการที่สามารถใช้ตัวแปรแบบพหุเกณฑ์ในผู้ตัดสินใจที่ต้องเกี่ยวข้องกับเกณฑ์การตัดสินใจทั้งแบบรูปธรรม (Objective) และนามธรรม (Subjective) ในการประเมินทางเลือกเพื่อให้ได้มาซึ่งการตัดสินใจ AHP เป็นกระบวนการที่ไม่สลับซับซ้อนซึ่งถูกออกแบบมาเพื่อวิเคราะห์ปัญหาที่ซับซ้อน AHP ยังสามารถแสดงถึงลำดับความสำคัญของเกณฑ์และทางเลือกซึ่งได้มาจากการเปรียบเทียบเป็นคู่ๆ (Pairwise Relative Comparisons) แทนที่การให้คะแนนเป็นตัวเลขตามความพอใจ ซึ่งมีความยากกว่าและมีความเบี่ยงเบนสูง AHP ยังสามารถแสดงวิธีการวัด

และแปลผลความสอดคล้อง (Consistency) ของการตัดสินใจ วิธีการสังเคราะห์แง่มุมอันหลากหลายของปัญหาที่ซับซ้อนไปสู่ผลลัพธ์ที่เป็นหนึ่งเดียว และวิธีการในการค้นหากรณีที่ผลลัพธ์จะเปลี่ยนแปลงถ้าข้อมูลและการตัดสินใจเปลี่ยนไป

โดยงานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่

ส่วนแรก คือ การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์มาช่วยในการจัดตารางการผลิตให้กับโรงงานที่เป็นกรณีศึกษาและเปรียบเทียบกับวิธีการจัดตารางการผลิตแบบเดิมของโรงงานที่เป็นกรณีศึกษา

ส่วนที่สอง คือ การวิเคราะห์ทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดในการจัดตารางการผลิต โดยการใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytical Hierarchy Process: AHP) เนื่องจากทางเลือกที่ได้จากส่วนแรก แต่ละทางเลือกนั้นมีข้อดีแตกต่างกัน

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

วัตถุประสงค์ทั่วไปของงานวิจัยนี้คือ

- 1.2.1 การนำโปรแกรมการจัดตารางการผลิตมาช่วยในการจัดตารางการผลิตให้กับโรงงานที่เป็นกรณีศึกษา โดยใช้กฎการจัดตารางการผลิตหลายๆวิธีเพื่อหาประสิทธิภาพของแต่ละวิธี เนื่องจากกฎและวิธีการจัดตารางการผลิตนั้นมีหลายวิธี ซึ่งแต่ละวิธีก็มีความซับซ้อน ประกอบกับในกรณีที่มีจำนวนผลิตภัณฑ์หลายผลิตภัณฑ์ ทำให้เป็นการยากที่จะจัดตารางการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงจำเป็นต้องนำโปรแกรมการจัดตารางการผลิตมาช่วยในการจัดตารางการผลิต
- 1.2.2 การนำกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytical Hierarchy Process: AHP) มาหาวิธีการจัดตารางการผลิตที่เหมาะสมที่สุด ตามเกณฑ์การตัดสินใจ ของโรงงานที่เป็นกรณีศึกษาเนื่องจากแต่ละทางเลือกนั้นมีข้อดีแตกต่างกัน

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1.3.1 ในการทำวิทยานิพนธ์นี้ จะศึกษาเฉพาะตารางการผลิตในส่วนของแผนกอบฟันทีสีเท่านั้น โดยเก็บข้อมูลในช่วงเดือนมิถุนายน 2549- เดือนกรกฎาคม 2549

1.3.2 สามารถเปรียบเทียบผลการจัดลำดับการผลิตและการจัดตารางการผลิตตามกฎและวิธีการ (Algorithm) ต่างๆ ได้แก่ การจัดตารางการผลิตโดยใช้กฎ EDD, กฎ MWKRS, กฎ SSPT, กฎ ATC และ กฎ MPWT โดยเป็นวิธีการจัดตารางการผลิตแบบนอนดีเลย์ เพื่อให้สามารถเลือก กฎและวิธีการจัดตารางการผลิตที่มีประสิทธิภาพ และ เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ของโรงงานที่เป็นกรณีศึกษา

1.3.3 การศึกษานี้เป็นการหาวิธีการจัดตารางการผลิตที่เหมาะสม โดยการนำเอากระบวนการวิเคราะห์ การตัดสินใจแบบพหุเกณฑ์มาช่วยในการหาวิธีการจัดตารางการผลิตแบบหลายเกณฑ์การตัดสินใจ ซึ่งตัวชี้วัดจะได้มาจากการตอบแบบสอบถามของผู้บริหารโรงงานที่เป็นกรณีศึกษา โดยได้ตัวชี้วัดต่างๆ ดังนี้

1.3.3.1 ผลรวมเวลาที่งานอยู่ในระบบ (Total Flow Time)

1.3.3.2 เวลารวมที่งานจะเสร็จก่อนกำหนด (Total Earliness)

1.3.3.3 ผลรวมค่าของเวลาล่าช้าของงาน (Total Tardiness)

1.3.3.4 จำนวนงานล่าช้า (Number of Tardy Jobs)

1.4 ขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย

1.4.1 สำรวจและศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.4.2 ศึกษากฎและวิธีการจัดตารางการผลิตในปัจจุบัน

1.4.3 ศึกษาและเลือกกระบวนการวิเคราะห์การตัดสินใจแบบพหุเกณฑ์

1.4.4 ศึกษากระบวนการวางแผนการผลิตในแผนกอบฟันสี ในโรงงานที่เป็นกรณีศึกษา ตั้งแต่รับใบสั่งซื้อจากลูกค้าจนกระทั่งสามารถป้อนวัสดุให้กับหน่วยผลิตได้ รวมถึงศึกษาการจัดตารางการผลิตของโรงงานในปัจจุบัน การเก็บข้อมูล แบบฟอร์มต่างๆ ที่ใช้ เช่น แบบฟอร์มคำสั่งซื้อของลูกค้า แบบฟอร์มใบสั่งผลิต และเอกสารกำกับงานระหว่างการผลิตในแต่ละขั้นตอน ตลอดจนการไหลของข้อมูลที่ใช้ในการจัดตารางการผลิต

1.4.5 ทำการทดลองวิธีการจัดตารางการผลิตแบบพหุเกณฑ์ โดยมีขั้นตอนดังนี้

1.4.5.1 ใช้ข้อมูลเกี่ยวกับงาน (job) ขั้นตอนการทำงาน (operation) เครื่องจักร (machine) เวลาที่ใช้ในการผลิตแต่ละขั้นตอน (processing time) วันและเวลาดำหนดส่งมอบ (due date) และเส้นทางไหลของงาน (route) จากวิธีการสุ่ม

- 1.4.5.2 สร้างฐานข้อมูลเพื่อรองรับตารางการผลิตที่ได้
- 1.4.5.3 ทดลองจัดตารางการผลิตด้วยกฎการจัดตารางการผลิตแบบพหุเกณฑ์ ด้วยวิธีการจัดตารางการผลิตแบบนอนดีเลย์ โดยใช้โปรแกรมการจัดตารางการผลิตแบบโต้ตอบ
- 1.4.5.4 กำหนดค่าตัววัดผลต่างๆ
- 1.4.5.5 ใช้กระบวนการวิเคราะห์การตัดสินใจแบบพหุเกณฑ์ เพื่อเลือกวิธีการจัดตารางการผลิตที่เหมาะสมที่สุด
- 1.4.6 วิเคราะห์ข้อมูลและประเมินผลตารางการผลิตที่ได้
- 1.4.7 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ
- 1.4.8 จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.5.1 ทำให้ได้ตารางการผลิตที่บรรจุตัววัดผลแบบหลายเกณฑ์วัตถุประสงค์ โดยจะมีตัววัดผลต่างๆ
- 1.5.2 ทำให้สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าตามรูปแบบและจำนวนที่ต้องการ และสามารถส่งสินค้าได้ทันกำหนดเวลา
- 1.5.3 ลดเวลาในการจัดลำดับการผลิตและการจัดตารางการผลิต ซึ่งเป็นขั้นตอนหนึ่งในการวางแผนการผลิตได้ ทั้งนี้เพื่อให้สามารถตอบสนองต่อความยุ่งยากในการจัดตารางการผลิตอันเนื่องจากความต้องการ
- 1.5.4 สามารถจัดตารางการผลิตที่มีประสิทธิภาพตามรูปแบบและจำนวนสินค้าในแต่ละรูปแบบที่หลากหลายตามวัตถุประสงค์ และสอดคล้องกับสภาพการผลิตจริง รวมถึงสามารถจัดตารางการผลิตในแต่ละเครื่องจักรตามช่วงเวลาการทำงานจริงได้
- 1.5.5 เป็นแนวทางสำหรับการประยุกต์ใช้ทฤษฎีและหลักการของการวางแผนความต้องการวัสดุและการจัดตารางการผลิตในอุตสาหกรรมประเภทอื่นๆ ต่อไป

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการจัดลำดับการผลิตและการจัดการการผลิต (Scheduling) การจัดการการผลิตแบบโต้ตอบ และการนำการวิเคราะห์แบบลำดับชั้น (Analytical Hierarchy Process, AHP) มาใช้ในการกำหนดวัตถุประสงค์ในการจัดการการผลิตแบบหลายเกณฑ์ เพื่อให้ได้วิธีการที่ดีที่สุดในการจัดการการผลิต (Scheduling) รวมทั้งงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดลำดับการผลิตและการจัดการการผลิต

การจัดการการผลิตเป็นการแยกประเภทและปริมาณสินค้าออกมาให้ชัดเจนว่า ใครจะเป็นผู้ทำ จะใช้เครื่องจักรเครื่องใดจะเริ่มทำงานวันไหน ตั้งแต่เวลาใดถึงเวลาใด และทำจำนวนเท่าใด กล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือ เป็นการจัดเตรียมตารางเวลาการทำงานให้กับทรัพยากรที่เกี่ยวข้อง ซึ่งอาจจะเป็นคนงานหรือเครื่องจักรอุปกรณ์ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดลำดับการผลิตและการจัดการการผลิตมีความเกี่ยวข้องกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ การพัฒนาแบบจำลองที่ใช้ในการจัดการการผลิต รวมถึงเทคนิคต่างๆ ที่ใช้ในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องโดยเน้นการวิเคราะห์เชิงปริมาณ การวิเคราะห์เชิงปริมาณเริ่มตั้งแต่การแปลงเป้าหมายในการตัดสินใจไปเป็นฟังก์ชันเป้าหมาย (objective function) และการแปลงข้อจำกัดต่างๆ ในการตัดสินใจไปเป็นข้อจำกัดในแบบจำลอง โดยทั่วไปเป้าหมายในการตัดสินใจที่เกี่ยวข้องในการจัดลำดับการผลิตและการจัดการการผลิต ได้แก่

- การตอบสนองที่รวดเร็วต่อความต้องการของลูกค้า
- การส่งมอบผลิตภัณฑ์ทันตามเวลาที่ลูกค้ากำหนดเป็นต้น

Baker ได้ให้คำจำกัดความของการจัดตารางการผลิต (Scheduling) ว่าเป็นการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่เพื่อทำงานที่ได้รับมอบหมายในสถานการณ์ต่างๆ โดยทั่วไปแล้วในทางทฤษฎีการจัดตารางการผลิตมีปัจจัยที่ต้องพิจารณาดังต่อไปนี้ (Baker, 1974)

2.1.1 ตัวแปรหรือพารามิเตอร์

ในการจัดตารางการผลิต จะต้องมีตัวแปรหรือพารามิเตอร์พื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการจัดตารางการผลิตด้วยทุกครั้ง ตัวแปรพื้นฐานมีดังต่อไปนี้

- 1) เวลาจนเสร็จสิ้น (Complete Time) หมายถึงเวลาเสร็จสิ้นของการทำงาน i นั้นๆ ถูกแทนด้วยสัญลักษณ์ C_i
- 2) เวลาดำเนินงาน (Process Time) หมายถึงเวลาที่ใช้ในการทำงาน i นั้นๆ ที่ทรัพยากร j แทนด้วยสัญลักษณ์ T_{ij}
- 3) เวลาพร้อมทำงาน (Readiness Time) หมายถึงเวลาที่พร้อมในการทำงาน i นั้นๆ แทนด้วยสัญลักษณ์ r_i
- 4) เวลากำหนดส่ง (Due Date) หมายถึงกำหนดเวลาที่เสร็จสิ้นการทำงาน i นั้นๆ แทนด้วยสัญลักษณ์ D_i

2.1.2 เป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ของการจัดตารางการผลิต

เป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ของการจัดตารางการผลิตหมายถึง การจัดการการผลิตนั้นๆ ว่ามีวัตถุประสงค์อย่างไร เช่น ต้องการส่งมอบงานให้ทันตามกำหนดเวลา มีอัตราการ ใช้งานเครื่องจักรมากที่สุด เป็นต้น วัตถุประสงค์โดยทั่วไปสำหรับการจัดตารางการผลิต สามารถจำแนกตามตัววัดผลได้ดังรายละเอียดต่อไปนี้

- 1) เวลาการไหลของงานโดยเฉลี่ย หมายถึง ค่าเฉลี่ยของเวลาการไหลของงานในระบบสามารถหาค่าได้ตามสมการที่ 2.1

$$\bar{F} = \frac{1}{n} * \sum_{j=1}^n F_j \quad (2.1)$$

โดยที่ $F_j = C_j - r_j$

F_j หมายถึง เวลาการไหลของงาน j

C_j หมายถึง เวลาที่การทำงาน j เสร็จสิ้น

r_j หมายถึง เวลาที่การทำงาน j พร้อมที่จะทำงาน

N หมายถึง จำนวนงานทั้งหมด

วัตถุประสงค์ของการจัดตารางการผลิตนี้คือ เป็นการจัดการการผลิตให้ได้เวลาการไหลของงานโดยเฉลี่ยต่ำ

- 2) เวลาสายของงานโดยเฉลี่ย หมายถึง ค่าเฉลี่ยของเวลาสายของงานในระบบ สามารถหาค่าได้ตามสมการที่ 2.2

$$\bar{L} = \frac{1}{n} * \sum_{j=1}^n L_j \quad (2.2)$$

โดยที่ $L_j = C_j - d_j$

L_j หมายถึง ระยะเวลาที่งานเสร็จก่อนหรือหลังเวลา กำหนดส่งงาน

C_j หมายถึง เวลาเสร็จงานของงาน j

d_j หมายถึง เวลากำหนดส่งงาน j

n หมายถึง จำนวนงานทั้งหมด

วัตถุประสงค์ของการจัดตารางการผลิตนี้คือ เป็นการจัดการการผลิตให้ได้เวลา
สายของงานโดยเฉลี่ยต่ำ

- 3) เวลาล่าช้าของงานโดยเฉลี่ย หมายถึง ค่าเฉลี่ยของเวลาล่าช้าของงานใน
ระบบ สามารถหาค่าได้ตามสมการที่ 2.3

$$\bar{T} = \frac{1}{n} * \sum_{j=1}^n T_j \quad (2.3)$$

โดยที่

$$T_j = \max \{0, L_j\}$$

L_j หมายถึง ระยะเวลาที่งานเสร็จก่อนหรือหลังเวลา
กำหนดส่งงาน

วัตถุประสงค์ของการจัดตารางการผลิตในที่นี้คือ เป็นการจัดการการผลิตให้ได้
ค่าเวลาล่าช้าของงานโดยเฉลี่ยต่ำ

- 4) จำนวนงานล่าช้า หมายถึง จำนวนงานที่ส่งมอบไม่ทันเวลากำหนดส่ง
มอบสามารถหาค่าได้ตามสมการที่ 2.4

$$N_T = \sum_{j=1}^n \delta(T_j) \quad (2.4)$$

โดยที่ $\delta(T_j) = 1$ เมื่อ $T_j > 0$
 $\delta(T_j) = 0$ เมื่อ $T_j \leq 0$

วัตถุประสงค์ของการจัดตารางการผลิตนี้คือ เป็นการจัดตารางการผลิตให้ได้ค่า
จำนวนงานล่าช้าต่ำ

2.1.3 ข้อจำกัดในการจัดตารางการผลิต (Constrain)

ข้อจำกัดในการจัดตารางการผลิตคือเงื่อนไขที่ต้องพิจารณาในการจัดตาราง
ผลิต มีหลายอย่างด้วยกัน เช่น

- 1) ลำดับการดำเนินการ (Precedence)
งานแต่ละงานนั้นมีลำดับของขั้นตอนการทำงานอยู่ ดังนั้นในการจัด
ตารางการผลิต การทำงานขั้นตอนแรกต้องถูกกระทำก่อนการทำงานถัดไป โดยไม่
สามารถขัดข้ามขั้นตอนได้
- 2) การทดแทนกันได้ของทรัพยากร (Resource Replacement)
โดยทั่วไปในการผลิต จะมีทรัพยากรบางอย่างที่สามารถทดแทนกันได้
ดังนั้นการจัดตารางการผลิต ถ้าหากมีทรัพยากรบางตัวไม่ว่าง ก็สามารถนำ
ทรัพยากรตัวอื่นๆ ที่สามารถทดแทนได้และว่างอยู่มาทำงานแทน ทำให้ได้ตาราง
การผลิตที่มี ประสิทธิภาพมากขึ้น
- 3) เงื่อนไขการแก้ปัญหาเมื่อเกิดการหยุดของทรัพยากรในระหว่างการดำเนิน
การ (Resume/Repeat) เมื่อทรัพยากรเกิดการหยุดขึ้นมา งานที่ทรัพยากรนั้นทำอยู่
ต้องเริ่มต้นทำใหม่ (Repeat) หรือไม่ หรือว่าสามารถทำต่อได้เลย (Resume)
- 4) อื่นๆ เช่น การอนุญาตให้สามารถขัดจังหวะการทำงานของทรัพยากร
ได้หรือไม่ (Preemption) เป็นต้น

เป้าหมายของการตัดสินใจที่มีความสำคัญมากในการกำหนดงานการผลิต คือ

1. การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพ
2. การตอบสนองความต้องการอย่างรวดเร็ว
3. มีความสอดคล้องกับกำหนดเวลาสิ้นสุด

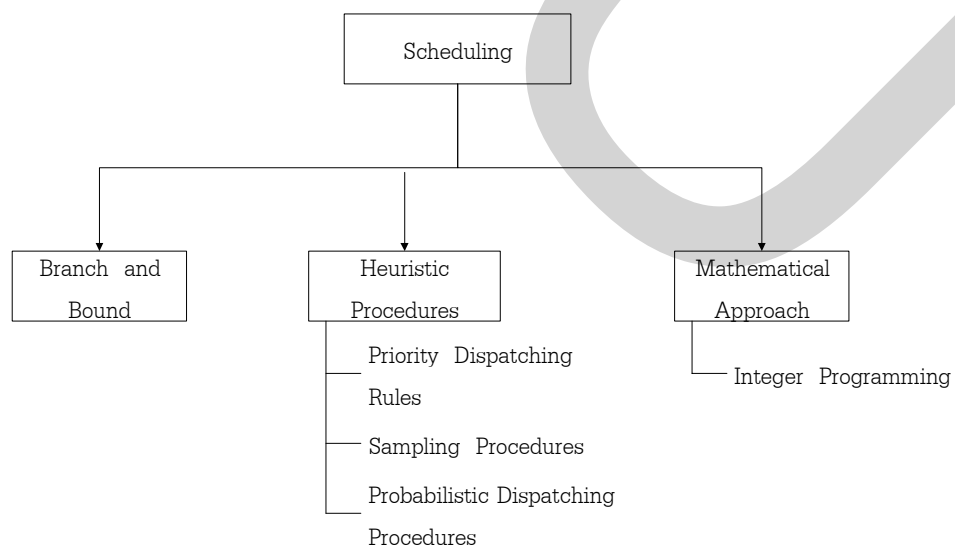
โดยมากต้นทุนการผลิตที่สำคัญมักจะสัมพันธ์กับตัววัดประสิทธิภาพของระบบเหล่านี้ เช่น เวลาว่างของเครื่องจักร การรอคอยงาน การล่าช้าของงาน ที่สามารถนำมาคิดเป็นต้นทุนของระบบการผลิตโดยรวมได้ ฉะนั้นถ้าเราจัดการและควบคุมให้ต้นทุนที่เกิดขึ้นเหล่านี้มีค่าลดลงก็จะทำให้ต้นทุนของระบบการผลิตลดลงได้อย่างมาก

ฉะนั้นจึงสามารถบอกได้ว่าปัญหาของการกำหนดงานการผลิตจึงเป็นปัญหาการตัดสินใจที่เกี่ยวกับ

1. การตัดสินใจเพื่อการจัดสรรทรัพยากรการผลิต
2. การตัดสินใจเพื่อเรียงลำดับการผลิต

2.1.4 กฎและวิธีการจัดตารางการผลิต

กฎและวิธีการจัดตารางการผลิตมีหลายวิธีการในการจัดลำดับของขั้นตอนการทำงาน ดังภาพที่ 2.1



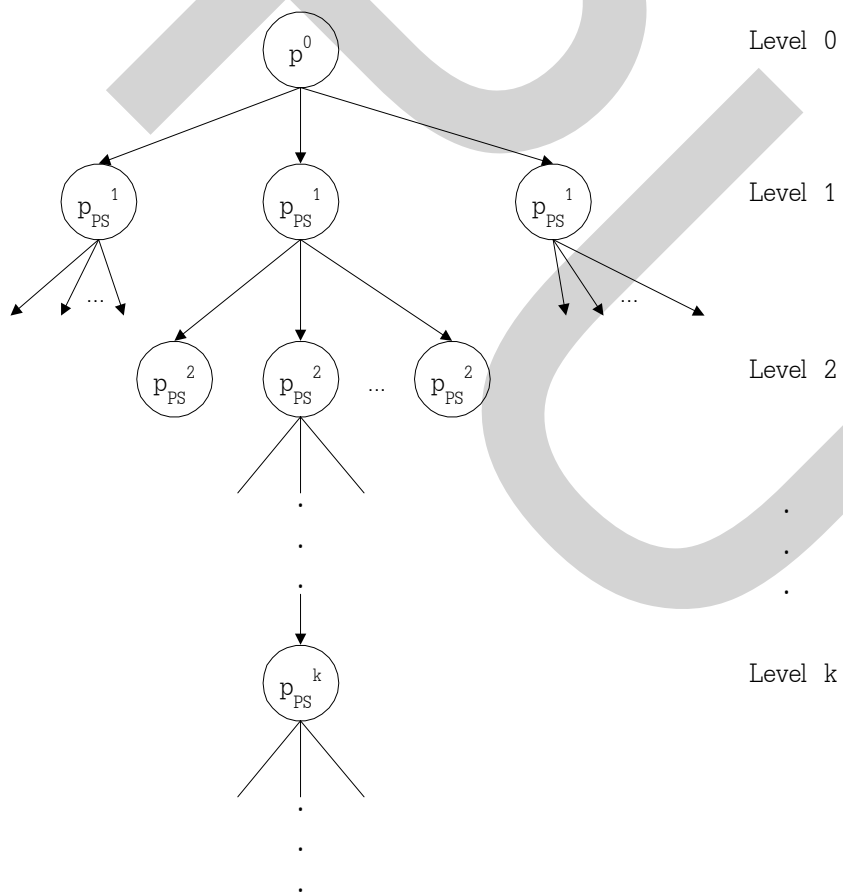
ภาพที่ 2.1 ภาพแสดงวิธีการในการจัดตารางการผลิตแบบต่างๆ

2.1.4.1 วิธีbranch-and-bound (Branch and Bound Algorithm)

วิธีการนี้ประกอบไปด้วย 2 ขั้นตอน คือ การbranch (branching) เป็นกระบวนการแบ่งส่วนของปัญหาที่มีขนาดใหญ่ออกเป็นปัญหาย่อยซึ่งมากกว่า 2 ปัญหาย่อยขึ้นไป และการbound (bounding) เป็นกระบวนการของการคำนวณ lower bound ที่ดีที่สุดของปัญหาย่อยนั้น ประสิทธิภาพจะขึ้นอยู่กับ lower bound ที่ดีซึ่งจะทำให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด (Baker, 1974: 55) ดังภาพที่ 2.2

กระบวนการbranch เป็นกระบวนการแทนที่ปัญหาที่มีขนาดใหญ่ด้วยปัญหาย่อยซึ่งมีลักษณะดังนี้

1. ปัญหาย่อยมีหลายลักษณะเมื่อรวมปัญหาย่อยทุกกรณีแล้วจะได้ปัญหาเดิม (exhaustive) และเป็นปัญหาที่ไม่เกิดร่วมกัน (mutually exclusive)
2. เมื่อเราแก้ปัญหาย่อยจะเป็นการแก้ปัญหาค้นหาเดิมบางส่วนด้วย
3. ปัญหาย่อยมีขนาดเล็กกว่าปัญหาเดิม



ภาพที่ 2.2 ภาพแสดงวิธีbranch-and-bound (Baker, 1974: 56)

จากภาพที่ 2.2 กำหนดให้ P^0 เป็นปัญหาซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนการทำงาน (operation) ซึ่งสามารถนำมาจัดการการผลิตแบบแอกทีฟหรือตารางการผลิตแบบอนดิเลย์ได้จำนวน n ขั้นตอน และ P^0 สามารถแยกออกเป็นปัญหาย่อยได้ n ปัญหา ดังนั้น P_{ps}^1 จะเป็นปัญหาย่อยของ P^0

หลังจากผ่านกระบวนการbranchแล้ว จะได้โครงสร้างของปัญหาที่มีลักษณะเหมือนโครงสร้างของต้นไม้ ซึ่งประกอบด้วยตารางการผลิตที่สอดคล้องกับเงื่อนไขของการผลิต

สำหรับเทคนิคในการbranch นั้นมีสองแบบคือ แบบแรกเป็นกระบวนการเลือกแยกปัญหาย่อยออกจาก node ที่ให้ค่าโลเวอร์บาวด์ต่ำที่สุดโดยการพิจารณาเปรียบเทียบกับกิ่ง (branch) หนึ่งไปยังอีกกิ่งหนึ่งจนครบทุกกิ่ง ส่วนแบบที่สองเป็นกระบวนการแยกปัญหาย่อยออกจาก node ที่ให้ค่าโลเวอร์บาวด์ต่ำที่สุดโดยการพิจารณาเปรียบเทียบกับกิ่งที่เป็นกิ่งชุดเดียวกันหรือเป็นกิ่งที่แยกออกจาก node ที่ระดับบนหรือระดับก่อนหน้าระดับที่พิจารณาเดียวกัน จนถึงระดับที่ n จะได้รับคำตอบ (Trial Solution) ซึ่งเป็น ตารางการผลิตที่ประกอบด้วยขั้นตอนการทำงาน (operation) ครบทุกขั้นตอน

ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงการเปรียบเทียบเทคนิคในการbranch

แบบแรก	แบบที่สอง
1. มีปัญหาย่อยที่ถูกแยกออกมามาก	1. มีปัญหาย่อยที่ถูกแยกออกมาน้อยกว่า
2. การค้นหาคำตอบใช้เวลามากกว่า	2. การค้นหาคำตอบใช้เวลาน้อยกว่า
3. ให้คำตอบที่ใกล้เคียงกับคำตอบที่ดีที่สุด (Optimum) มากกว่า	3. ให้คำตอบที่ใกล้เคียงกับคำตอบที่ดีที่สุด (Optimum) น้อยกว่า
4. มีจำนวนกิ่งมาก	4. มีจำนวนกิ่งน้อย

ในงานวิจัยนี้ใช้วิธีbranchแอนด์บาวด์ในลักษณะที่แยกปัญหาย่อยออกจาก node ที่ให้ค่าโลเวอร์บาวด์ต่ำที่สุดโดยการพิจารณาเปรียบเทียบกับกิ่งที่เป็นกิ่งชุดเดียวกัน จนถึงระดับที่ n จะได้รับคำตอบ (Trial Solution) โดยไม่มีการคำนวณย้อนกลับ เนื่องจากเป็นวิธีการที่มีความยุ่งยาก ซับซ้อนน้อยกว่าโดยมีปัญหาย่อยที่ถูกแยกออกมาน้อยกว่าและใช้เวลาในการหาคำตอบหรือจัดการตารางการผลิตน้อยกว่า

2) วิธีการหาโลเวอร์บาวด์

วิธีการหาโลเวอร์บาวด์เป็นการประมาณค่าตัววัดผลที่สามารถใช้ในการประเมินปัญหาเกี่ยวกับการส่งมอบสินค้าไม่ทันกำหนดเวลา ได้แก่ จำนวนงานล่าช้า เวลาล่าช้าของงานโดยเฉลี่ย และเวลาสายของงานโดยเฉลี่ย โดยทำการเปรียบเทียบและเลือก mode ที่มีค่าโลเวอร์บาวด์น้อยที่สุดตามลำดับความสำคัญของตัววัดผลดังนี้ จำนวนงานล่าช้า เวลาล่าช้าของงานโดยเฉลี่ย และเวลาสายของงานโดยเฉลี่ย ตามลำดับ

วิธีการประมาณค่าตัววัดผลทั้ง 3 ตัวดังกล่าวเริ่มจากการประมาณค่าเวลาเร็วที่สุดที่คาดว่าจะงานจะแล้วเสร็จจาก job-based bound ที่สามารถคำนวณได้จากตารางการผลิตที่จัดแล้วบางส่วน (partial schedule) หรือ PS_i และเซตของขั้นตอนการทำงานที่สามารถนำมาจัด ตารางการผลิตได้ (schedulable operations) หรือ S_i โดยในแต่ละขั้นตอนมีขั้นตอนการทำงานบางขั้นตอนที่ยังไม่ได้จัดลงในตารางการผลิต สำหรับขั้นตอนการทำงาน j ในเซตของขั้นตอนการทำงานที่สามารถนำมาจัดตารางการผลิตได้ (schedulable operations) หรือ S_i ให้ σ_j แทนเวลาเริ่มต้นได้เร็วที่สุดของขั้นตอนการทำงาน และให้ R_j แทนผลรวมของเวลาการทำงานของขั้นตอนที่ยังไม่ได้จัดลงในตารางการผลิตของงาน (job) ที่สอดคล้องกับขั้นตอนการทำงานที่กำลังพิจารณาอยู่ ดังนั้นงาน (job) ดังกล่าวจะสามารถแล้วเสร็จได้อย่างเร็วที่เวลาเท่ากับ $\sigma_j + R_j$ ซึ่งสามารถเขียนตัวประมาณค่าเวลาแล้วเสร็จของงานของขั้นตอนการทำงาน j ได้ตามสมการ

$$\text{Estimator of } C_j = \sigma_j + R_j \quad (2.5)$$

เมื่อ C_j คือเวลาที่งานแล้วเสร็จ (Completion Time)

ดังนั้นสามารถหาตัวประมาณค่าของเวลาสายของงาน (L_j) ได้ตามสมการ

$$L_j = C_j - d_j \quad (2.6)$$

เมื่อ d_j คือเวลากำหนดส่งมอบงาน

ดังนั้นสามารถหาตัวประมาณค่าของเวลาล่าช้าของงาน (T_j) ได้ตามสมการ

$$T_j = \max(0, L_j) \quad (2.7)$$

เวลาสายของงานโดยเฉลี่ย (Mean Lateness) และเวลาล่าช้าของงานโดยเฉลี่ย (Mean Tardiness) หาได้ตามสมการ

$$\bar{L} = \frac{\sum_{j=1}^n L_j}{n} \quad (2.8)$$

$$\bar{T} = \frac{\sum_{j=1}^n T_j}{n} \quad (2.9)$$

และสามารถหาตัวประมาณค่าของจำนวนงานล่าช้า ได้ตามสมการ

$$N_T = \sum_{j=1}^n \delta(T_j) \quad (2.10)$$

โดยที่

$$\delta(x) = 1 \text{ เมื่อ } x > 0$$

$$\delta(x) = 0 \text{ เมื่อ } x \leq 0$$

วิธีการหาโลเวอร์บาวด์แบบใหม่ที่เสนอมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เก็บค่าต่างๆ สำหรับการคำนวณของงานและเครื่องจักรปัจจุบันและ
เซตค่าปัจจุบันเป็นค่าของงานที่ถูกเลือก

ขั้นตอนที่ 2 กำหนดค่าเริ่มต้น ได้แก่ ค่า MeanT = 0 ค่า MeanLate = 0 และ
ค่า N = 0

ขั้นตอนที่ 3 ทำการวนลูปซ้ำจนครบทุกงาน แล้วทำต่อขั้นตอนที่ 7

ขั้นตอนที่ 4 หาค่าเวลาเริ่มต้นของขั้นตอนการทำงาน หมายเลขเครื่องจักรของ
ขั้นตอนการทำงานและค่าของเวลาแล้วเสร็จของงานนี้ กำหนดค่า
MeanLate = MeanLate + เวลาเริ่มต้นของขั้นตอนการทำงาน + ค่า
ผลรวมเวลาการทำงานที่เหลือของงานนี้ - เวลากำหนดส่งมอบงาน

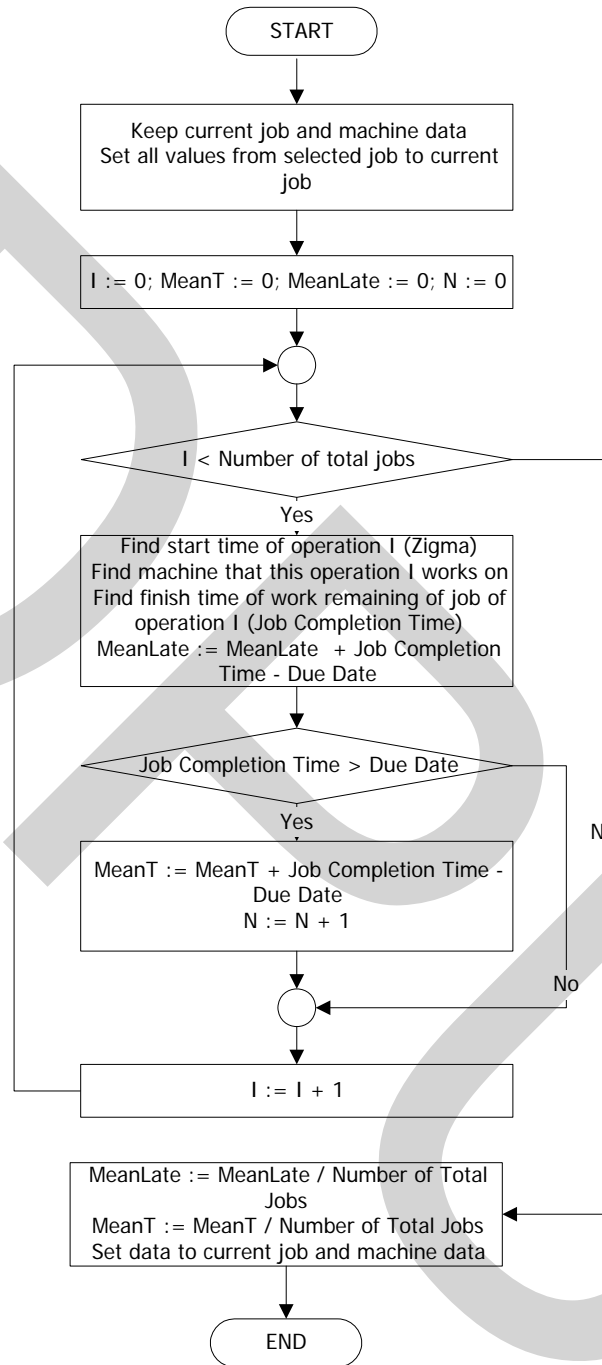
ขั้นตอนที่ 5 เปรียบเทียบค่าของตัวประมาณค่าเวลาแล้วเสร็จของงาน กับเวลา
กำหนดส่งมอบงาน ถ้ามีค่ามากกว่าให้กำหนดค่า MeanT = MeanT +
เวลาเริ่มต้นของขั้นตอนการทำงาน + ค่าผลรวมเวลาการทำงานที่
เหลือของงานนี้ - เวลาที่กำหนดส่งมอบงาน และกำหนดค่า N = N + 1

ขั้นตอนที่ 6 เลื่อนพิจารณางานถัดไปและทำซ้ำขั้นตอนที่ 3 จนครบทุกงาน

ขั้นตอนที่ 7 กำหนดค่า $\text{MeanLate} = \text{MeanLate} / \text{จำนวนงานทั้งหมด}$ และ

กำหนดค่า $\text{MeanT} = \text{MeanT} / \text{จำนวนงานทั้งหมด}$

ขั้นตอนที่ 8 เซตค่าต่างๆ กลับเป็นค่าของงานและเครื่องจักรปัจจุบัน



ภาพที่ 2.3 ภาพแสดงผังการไหลของวิธีการหาโลเวอร์บาวด์แบบใหม่ (Chatpon M. ,2005 : 9-30)

2) กระบวนการคำนวณย้อนกลับ (Backtracking)

หลังจากผ่านกระบวนการบรานซ์ ซึ่งเป็นกระบวนการแยกปัญหาจนถึงระดับที่ n จนได้ตารางการผลิตที่ประกอบด้วยขั้นตอนการทำงานครบทุกขั้นตอนแล้ว ใช้กระบวนการคำนวณย้อนกลับเพื่อย้อนกลับขึ้นไปเปรียบเทียบค่าโลเวอร์บาวด์ ซึ่งมีกรณีที่เป็นไปได้ 2 กรณี คือ

- ค่าโลเวอร์บาวด์ของ node ที่ย้อนกลับไปพิจารณามีค่ามากกว่าค่าของ Trial Solution ในกรณีนี้ node ที่กำลังพิจารณาอยู่จะถูกตัดทิ้งจากการคำนวณ (fathomed)
- ค่าโลเวอร์บาวด์ของ node ที่ย้อนกลับไปพิจารณามีค่าน้อยกว่าค่าของ Trial Solution ในกรณีนี้ต้องแยกปัญหาย่อยจาก node นั้น ต่อไป (เราจะแยกปัญหาย่อยต่อไปเรื่อยๆ ถ้าโลเวอร์บาวด์ของ node ยังไม่ถูกตัดทิ้งจากการคำนวณ) จนกระทั่งถึงระดับล่างสุดครั้งใหม่ นั่นคือ ได้ผลลัพธ์หรือตารางการผลิตที่มีขั้นตอนการทำงานครบทุกขั้นตอน (Trial Solution) ซึ่งเป็นตารางการผลิตที่เป็นผลลัพธ์จากการคำนวณครั้งใหม่เปรียบเทียบกับโลเวอร์บาวด์ซึ่งเป็นตัวประมาณค่าของ makespan ของ Trial Solution เดิม แล้วนำค่าโลเวอร์บาวด์ที่น้อยกว่าไปเปรียบเทียบตามกระบวนการคำนวณย้อนกลับต่อไป

กระบวนการคำนวณย้อนกลับ (Backtracking) จะดำเนินต่อไป จนกระทั่งถึงระดับที่ไม่สามารถแยกปัญหาย่อยได้อีกและ node ต่างๆ ได้ถูกตัดทิ้งออกจากการคำนวณทั้งหมด ซึ่งทำให้ได้ตารางการผลิตที่ดีที่สุด

2) ข้อจำกัดของกระบวนการคำนวณย้อนกลับ

สำหรับปัญหาที่มีขนาดใหญ่ การคำนวณมีความยุ่งยากและต้องใช้เวลาในการคำนวณเพื่อหาตารางการผลิตแบบแอกทิฟที่ดีที่สุด เราอาจเปลี่ยนจากการพิจารณาเซตของตารางการผลิตแบบแอกทิฟไปเป็นเซตของตารางการผลิตแบบนอนดีเลย์ ซึ่งเป็นการลดความยุ่งยากและเวลาในการคำนวณเนื่องจากเซตของขั้นตอนการทำงาน (operation) ที่สามารถนำมาจัดตารางการผลิตแบบนอนดีเลย์มีจำนวนขั้นตอนการทำงานน้อยกว่าเซตของ ขั้นตอนการ

ทำงานที่สามารถนำมาจัดตารางการผลิตแบบแอกทีฟ อย่างไรก็ตามการคำนวณตามกระบวนการคำนวณย้อนกลับยังคงมีความยุ่งยากและต้องใช้เวลาในการคำนวณนานเกินกว่าที่จะนำไปใช้ในทางปฏิบัติได้ ดังนั้นเราจึงใช้วิธีประมาณแอนด์บาวด์โดยไม่มีการคำนวณย้อนกลับซึ่งวิธีการประมาณแอนด์บาวด์จะสิ้นสุดเมื่อพบผลลัพธ์ที่เป็นไปได้ (feasible solution) ที่เป็นผลลัพธ์แรกและถือได้ว่าเป็นวิธีการฮิวริสติกวิธีหนึ่ง

2.1.4.2 วิธีการฮิวริสติก (Heuristic Procedures)

วิธีนี้เป็นการนำกฎต่างๆ มาใช้ในการหาผลลัพธ์ที่น่าพอใจของปัญหา และวิธีที่ทำให้ผลลัพธ์เป็นที่น่าสนใจนั้นไม่สามารถรับรองได้ว่าเป็นผลลัพธ์ที่ดีที่สุด ซึ่งวิธีการนี้สามารถหาผลลัพธ์ของปัญหาที่มีขนาดใหญ่ โดยไม่ต้องใช้การคำนวณมากนัก (Baker, 1974: 195) กฎต่างๆ ที่เป็นฮิวริสติก ได้แก่

1) กฎการจัดลำดับความสำคัญ (Priority Dispatching Rules)

(1) EDD (Earliest Due Date)

กฎนี้เป็นการเลือกขั้นตอนการทำงานของงานที่จะถึงกำหนดเวลาส่งงานเร็วที่สุด

(2) SPT (Shortest Processing Time)

กฎนี้เป็นการเลือกขั้นตอนการทำงานที่มีเวลาการทำงานน้อยที่สุด

(3) LPT (Longest Processing Time)

กฎนี้เป็นการเลือกขั้นตอนการทำงานที่มีเวลาการทำงานมากที่สุด

2) วิธีการสุ่ม (Sampling Procedures)

วิธีการนี้จะเลือกวิธีการสุ่ม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับจำนวนขั้นตอนการทำงานด้วยจำนวนตัวอย่างจากการสุ่มที่มากกว่าจะได้ผลลัพธ์ที่เข้าใกล้ผลลัพธ์ที่ดีมากกว่าจำนวน ตัวอย่างที่น้อยกว่า (Baker, 1974: 200)

3) วิธีการสุ่มโดยใช้ความน่าจะเป็น (Probabilistic Dispatching Procedures)

เป็นการนำค่าความน่าจะเป็นมาใช้ในการหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุด ซึ่งคล้ายกับวิธีการสุ่มตัวอย่าง (Sampling Procedures) (Baker, 1974: 202)

2.1.4.3 วิธีการทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Approach)

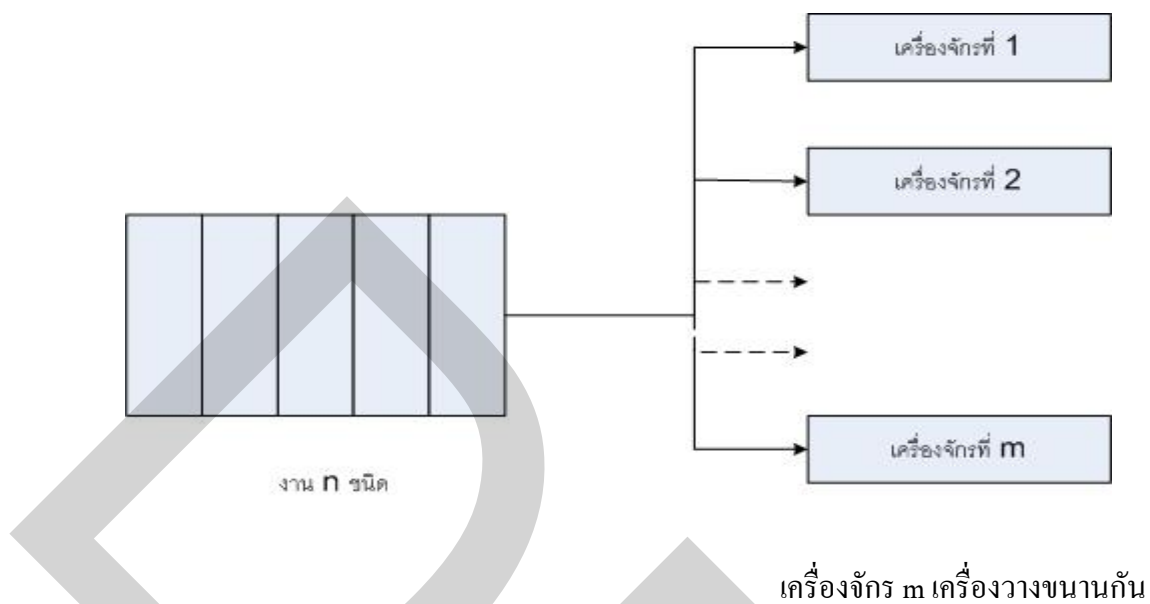
เป็นการนำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการหาผลลัพธ์ ซึ่งได้แก่

1) การโปรแกรมเลขจำนวนเต็ม (Integer Programming)

เป็นวิธีการโปรแกรมเลขจำนวนเต็มเพื่อหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุดโดยสามารถรับประกันได้ว่า ผลลัพธ์ที่ได้เป็นผลลัพธ์ที่ดีที่สุด (optimal solution) (Baker, 1974: 206)

2.1.4.4 การจัดงาน n ชนิดให้กับเครื่อง m เครื่องที่วางขนานกัน

ในหัวข้อนี้ จะพิจารณาถึงการใช้เครื่องจักรหลายเครื่อง โดยที่เครื่องจักรเหล่านี้วางขนานกัน ซึ่งกำหนดให้มีจำนวนเครื่อง m เครื่อง และในกรณีนี้จะอนุญาตให้ งานใดก็ตาม สามารถเข้าไปยังเครื่องจักรได้เพียงเครื่องเดียวเท่านั้น โดยจะไม่สามารถย้ายไปเครื่องอื่นได้ ปัญหาที่จะนำมาพิจารณาคือ การเลือกใช้เครื่องจักรและการจัดลำดับงาน สำหรับเครื่องจักรแต่ละเครื่อง โดยมีจุดประสงค์ให้ค่าเฉลี่ยของเวลาในการทำงานมีค่าน้อยที่สุด (minimize mean flow time) และเวลาในการทำงานเสร็จรวม (make span: M) น้อยที่สุดวิธีที่ใช้หาวิธีนี้



ภาพที่ 2.4 ภาพแสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของงานสู่เครื่องจักรที่วางขนานกัน

- 1) ค่าเฉลี่ยเวลางานที่มีค่าน้อยที่สุดสำหรับเครื่องจักร m เครื่องที่วางขนานกัน (minimize mean flow-time on m processors)

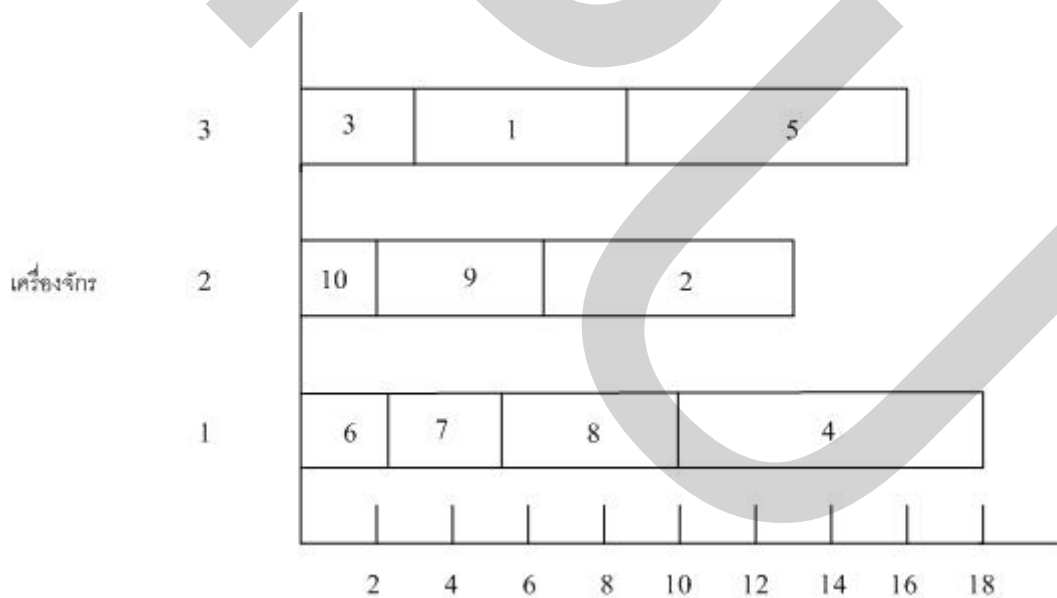
โดยอาศัยการจัดลำดับงานแบบ SPT เราสามารถจะจัดแจกงานไปยังเครื่องจักรได้ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 จัดลำดับงานทั้งหมดตาม SPT

ขั้นตอนที่ 2 นำรายชื่องานในรายการ มาจัดลงบนเครื่องจักรทีละงาน โดยเริ่มจากงานที่ใช้เวลาน้อยที่สุด จนครบหมดทุกงาน ดังแสดงการจัดเวลางาน ดังนี้

งาน (i)	เวลาที่ใช้ (ชั่วโมง) (t_i)
1	5
2	6
3	3
4	8
5	7
6	2
7	3
8	5
9	4
10	2

จากการจัดลำดับแบบ SPT จะได้ลำดับงานคือ 6-10-3-7-9-1-8-2-5-4



ภาพที่ 2.5 ภาพแสดงเวลาของการจัดลำดับงานในหัวข้อ 1)

จากภาพที่ 2.5 แสดงถึงการจัดตารางเวลาของงานต่างๆ ที่ให้ค่าเฉลี่ยเวลางานน้อยที่สุดกับ 8.1 ชั่วโมง และเวลางานในการเสร็จงานเท่ากับ 18 ชั่วโมง

2) ลดเวลาเสร็จงานรวมให้น้อยลง สำหรับเครื่องจักร m เครื่องที่วางขนานกัน (reduce makespan on m Processors)

วิธีการที่ใช้หาจะตรงกันข้ามกับแบบ SPT กล่าวคือ เราจะใช้เวลาในการทำงานที่ยาวที่สุด (longest processing-time : LPT) เป็นหลัก ดังมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

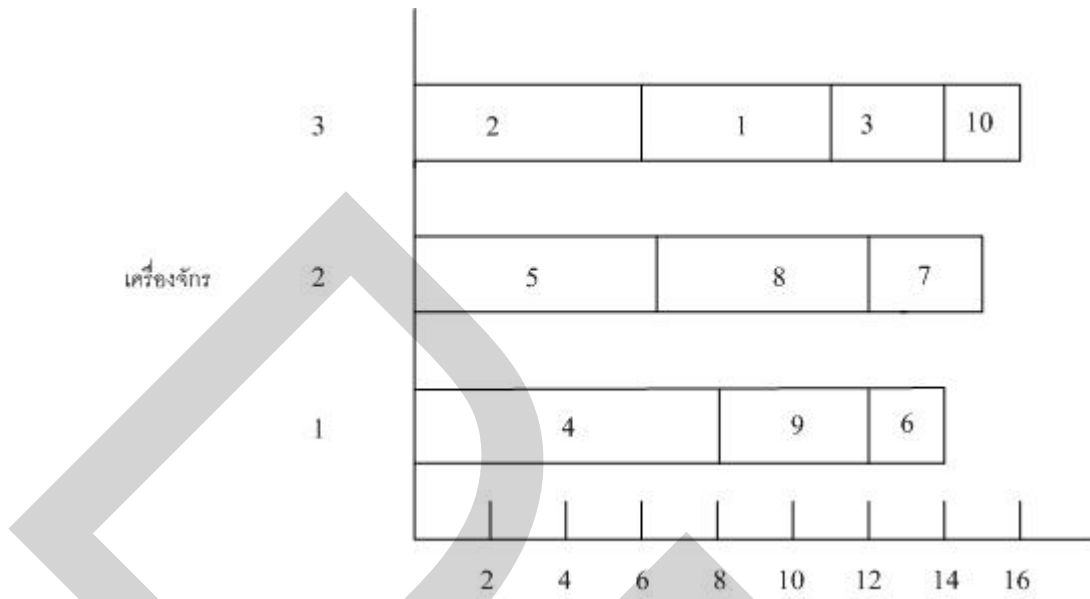
ขั้นตอนที่ 1 จัดลำดับงาน n ชนิดตามลำดับ LPT

ขั้นตอนที่ 2 จัดตาราง จาการายการ LPT ลงบนเครื่อง จนถึงงานที่ใช้เวลาน้อยที่สุด

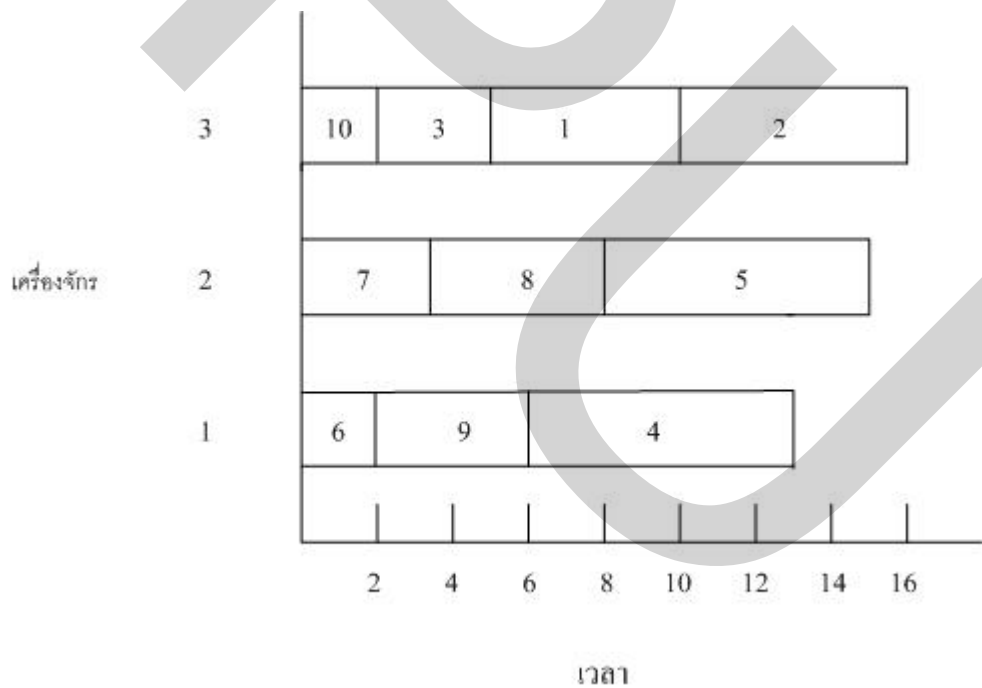
ขั้นตอนที่ 3 หลังจากที่ได้จัดตารางงานเรียบร้อยแล้ว ให้จัดลำดับขั้นตอนของงานบนเครื่องจักรแต่ละเครื่องเสียใหม่ โดยการสลับที่ของงาน จากตำแหน่งท้ายสุดมาไว้หน้าสุด แล้วจึงเรียงลำดับงานแบบ SPT

จากตัวอย่างที่ได้กล่าวมาแล้ว สามารถจัดตารางเวลางาน 10 ชนิด สำหรับเครื่อง 3 เครื่องได้ สำหรับการจัดลำดับงานแบบ LPT คือ 4-5-2-1-8-9-3-7-6-10 ในรูปที่ 7-7 จะแสดงการจัดตารางงานจากขั้นตอนที่ 2 ด้วยแผนภูมิแกนต์ และการสลับที่ของลำดับงาน ในแต่ละเครื่องจะแสดงไว้ในรูปที่ 2.7

ค่าเฉลี่ยเวลางานในการจัดตารางเวลา จะมีค่าเท่ากับ 8.1 ชั่วโมง และเวลาในการเสร็จงานรวม (makespan) เท่ากับ 16 ชั่วโมง ซึ่งก็ไม้อาจจะรับรองได้ว่าจะเป็นการจัดตารางเวลาที่ดี และเป็นไปตามวัตถุประสงค์ จากรูปที่ 2.6 และ 2.7 จะเห็นว่า มีเวลาว่างเหลืออยู่ 2 ชั่วโมง บนเครื่องจักรที่ 1 และ 1 ชั่วโมงบนเครื่องจักรที่ 2



ภาพที่ 2.6 ภาพแสดงตารางเวลาของการจัดลำดับงานหลังขั้นตอนที่ 2 ในหัวข้อ 2)



ภาพที่ 2.7 ภาพแสดงตารางเวลาของการจัดลำดับงานหลังขั้นตอนที่ 3 ในหัวข้อ 2)

3) ลดเวลาเสร็จงานช้าสูงสุดให้น้อยลง สำหรับเครื่องจักร m เครื่องวาง
ขนานกัน(reduce maximum tardiness on m parallel processors)

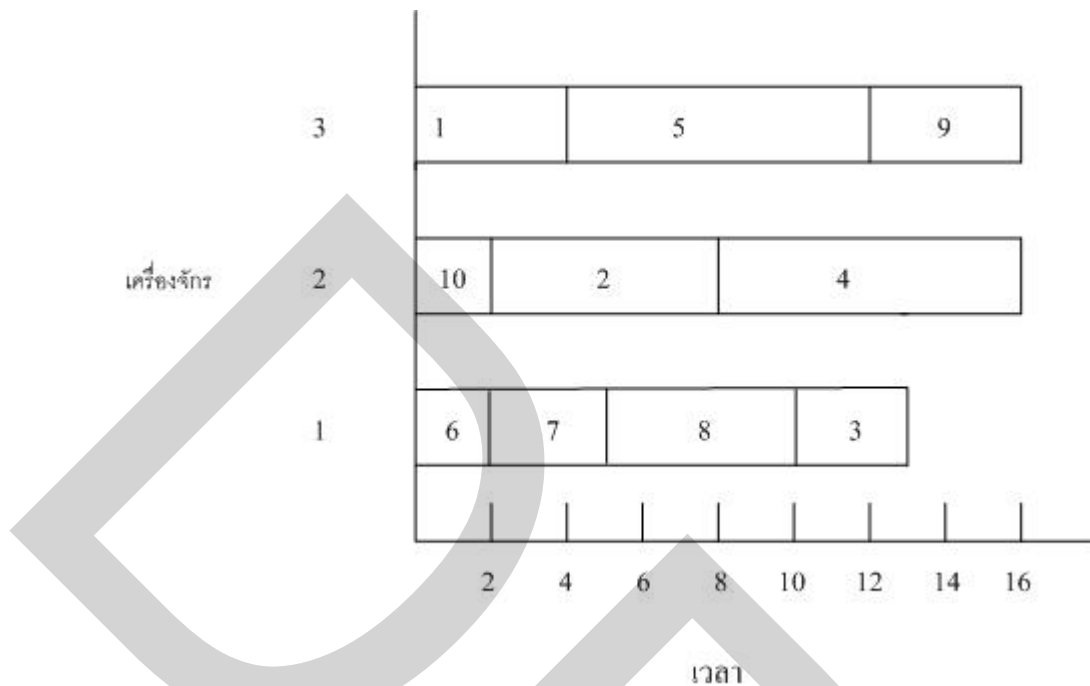
การจัดเรียงลำดับงานโดยวิธีนี้ จะใช้หลักการแบบ EDD โดยแบ่งเป็น
ขั้นตอนต่างๆดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 จัดลำดับงานแบบ EDD

ขั้นตอนที่ 2 นำงานจากรายงาน EDD มาจัดลงบนเครื่องจักรที่ละงาน โดยเรียงลำดับ
จาก เวลางานที่น้อยที่สุดไปหามากที่สุด

จากตัวอย่างที่ได้มาดังกล่าวมาแล้ว สามารถจัดตารางเวลาแบบ EDD โดยเรียงลำดับ
งาน คือ 6-10-1-7-2-8-5-4-3-9 ดังแสดงในรูป 2.8 จะได้ค่าเฉลี่ยเวลางานที่เสร็จช้ากว่ากำหนดเวลา
เสร็จงานช้าสุด คือ 6 ชั่วโมง และ 4 ชั่วโมงตามลำดับ สำหรับงานที่เสร็จไม่ทันกำหนดมี จำนวน
3 งาน

งาน (i)	เวลาที่ใช้ (t_i)	กำหนดส่งงาน (d_i)	เวลาเสร็จก่อนกำหนด
1	5	8	3
2	6	9	3
3	3	14	11
4	8	12	4
5	7	11	4
6	2	5	3
7	3	8	5
8	5	10	5
9	4	15	11
10	2	7	5



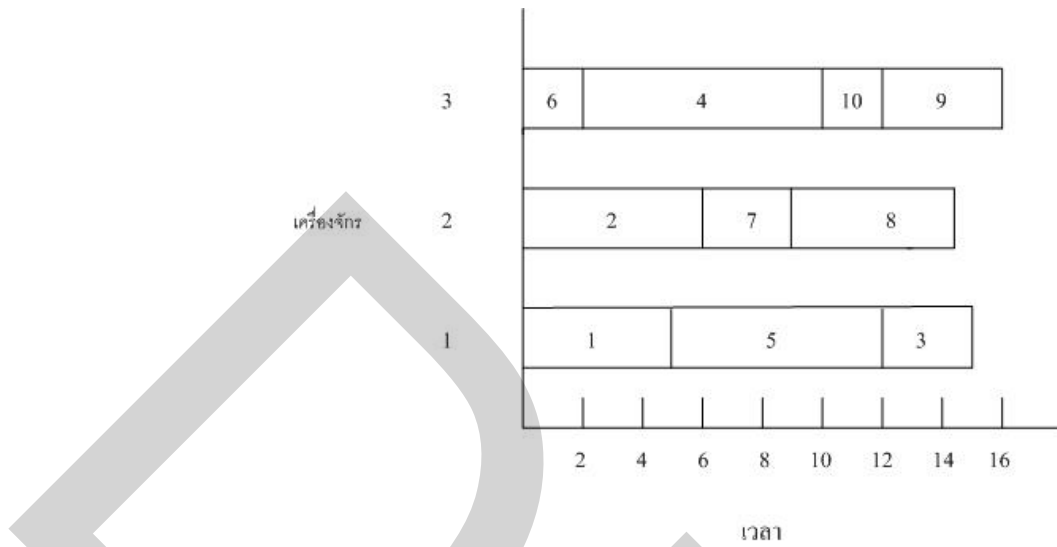
ภาพที่ 2.8 ภาพแสดงตารางเวลาของการจัดลำดับงานในหัวข้อ 3)

4) ลดเวลาเสร็จงานที่ช้ากว่ากำหนด สำหรับเครื่องจักร m เครื่องที่วางขนานกัน(reduce tardiness on m processors)

การจัดลำดับงาน โดยใช้ค่าเวลาเสร็จงานก่อนกำหนด (slack) มีขั้นตอนดังนี้

- ขั้นตอนที่ 1 จัดลำดับงานโดยเรียงจากค่าเวลาเสร็จงานก่อนกำหนดที่น้อยที่สุดก่อน
- ขั้นตอนที่ 2 นำงานจากรายงานของเวลาเสร็จงานก่อนกำหนด มาจัดลงบนเครื่องที่ละงาน โดยเริ่มจากเวลาน้อยที่สุดก่อน

จากตัวอย่างดังกล่าว สามารถจัดทำเป็นตาราง โดยมีลำดับงานคือ 1-2-6-4-5-7-8-10 ดังแสดงในรูปที่ 2.7 ได้ค่าเฉลี่ยเวลางานที่เสร็จช้ากว่ากำหนด เวลาเสร็จงานช้าสุด คือ 1.3 ชั่วโมง และ 5 ชั่วโมงตามลำดับ สำหรับจำนวนงานที่เสร็จไม่ทันกำหนดมี 6 งาน



ภาพที่ 2.9 ภาพแสดงตารางเวลาของการจัดลำดับงานในข้อ 4)

ตารางที่ 2.2 แสดงการเปรียบเทียบโดยใช้กฎเกณฑ์ต่างๆ ในการจัดตารางเวลายาน สำหรับงานงาน n ชนิด บนเครื่องจักร m เครื่องที่ว่างขนานกัน

วัตถุประสงค์ (ค่าต่ำสุด)	วิธีที่ใช้ในการ จัดลำดับ	ค่าเฉลี่ยเวลา งาน (F)	เวลาเสร็จงาน รวม (M)	เวลาเสร็จงาน ช้าสูงสุด (T_{max})	ค่าเฉลี่ยเวลา งานที่เสร็จช้า กว่ากำหนด (T)
ค่าเฉลี่ยเวลา งานในระบบ	ค่าเฉลี่ยเวลา งานมีค่าน้อย ที่สุด	8.1	18	6	1.3
เวลาเสร็จงาน รวม	รอเวลาเสร็จ งานรวมให้ น้อยลง	8.1	16	7	1.4
เวลาเสร็จงาน ช้าสูงสุด	ลดเวลาเสร็จ งานช้าสูงสุด	8.9	16	4	0.6
เวลาเสร็จงาน	ลดเวลาเสร็จ งานที่ช้ากว่า กำหนด	10.1	16	5	1.3

2.2 แนวคิดเกี่ยวกับการจัดตารางการผลิตแบบโต้ตอบ (Interactive Production

Scheduling)

การจัดตารางการผลิตเป็นปัญหาที่มีความยากทั้งในเชิงทฤษฎีและปฏิบัติ ปัญหาการจัดตารางการผลิตในเชิงทฤษฎีซึ่งเกี่ยวข้องกับหาตารางการผลิตที่ดีที่สุดและสอดคล้องกับเงื่อนไขข้อจำกัดต่างๆ ในการจัดตารางการผลิตมีความยุ่งยากซับซ้อนและส่วนใหญ่เป็นปัญหาในลักษณะ NP-hard (Garey and Johnson, 1979) ดังนั้นจึงมีรายงานเกี่ยวกับการนำทฤษฎีการจัดตารางการผลิตไปใช้ในทางปฏิบัติน้อยมาก ปัญหาในทางปฏิบัติมีความซับซ้อนเนื่องจากมีเงื่อนไขจำนวนมากและมีความหลากหลายเกิดขึ้น (Fox, 1987) รวมทั้งตัววัดผลหรือเกณฑ์ในการประเมินตารางการผลิตที่ดีมีความแตกต่างกันแล้วแต่วัตถุประสงค์ของผู้จัดตารางการผลิต นอกจากนี้ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการจัดตารางการผลิตเช่น เวลาการทำงาน เวลาที่วัตถุดิบเข้ามาถึงที่โรงงาน และความพร้อมในการใช้งานของเครื่องจักร เป็นต้น มักมีความไม่แน่นอน (Fox and Kempf, 1985) วิธีการในการหาตารางการผลิตที่ดีที่สุด (optimal schedule) มีข้อจำกัดในการคำนวณและการใช้งาน ซึ่งนำไปสู่การที่ไม่สามารถนำไปใช้ในทางปฏิบัติได้ หากไม่มีการนำฮิวริสติกมาใช้แทนวิธีการหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุดและหากไม่มีการจัดตารางการผลิตแบบโต้ตอบเพื่อตอบสนองความไม่แน่นอนที่พบในการผลิตจริง ในสภาพแวดล้อมของการผลิตจริงมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา และมักมีเหตุการณ์ไม่คาดคิดเกิดขึ้น ดังนั้นการจัดตารางการผลิตในทางปฏิบัติจึงต้องมีการปรับเปลี่ยนอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้สอดคล้องกับความไม่แน่นอนที่เกิดขึ้น จึงถือได้ว่าการจัดตารางการผลิตเป็นกระบวนการที่มีความต่อเนื่องและต้องเปลี่ยนแปลงไปตามสถานการณ์ของการผลิตจริง โดยใช้หลักการและแนวความคิดในการจัดตารางการผลิตแบบโต้ตอบ (Interactive Scheduling)

การจัดตารางการผลิตเพื่อตอบสนองความไม่แน่นอนในการผลิตจำเป็นต้องอาศัยข้อมูลย้อนกลับจากการผลิตจริงที่แตกต่างไปจากข้อมูลที่ใช้จัดตารางการผลิตครั้งแรก โดยมีวิธีการจัดตารางการผลิตตามข้อมูลที่เปลี่ยนแปลงไป 2 วิธี วิธีการแรกคือ การจัดตารางการผลิตขึ้นมาใหม่ วิธีการที่สองเป็นการปรับเปลี่ยนตารางการผลิตเดิมให้สอดคล้องกับสถานการณ์ที่เปลี่ยนไปสำหรับวิธีการแรกมีข้อดีคือ ทำให้ได้ตารางการผลิตที่เป็นผลลัพธ์ที่ดีที่สุด แต่มีข้อเสียคือ ต้องใช้เวลาในการคำนวณเพื่อจัดตารางการผลิตใหม่ ดังนั้นการจัดตารางการผลิตจึงมักเป็นไปตามหลักการที่จะไม่มีการสร้างตารางการผลิตใหม่บ่อยครั้ง แต่มีการปรับเปลี่ยนตารางการผลิตให้สอดคล้องกับความเป็นจริง และจัดตารางการผลิตใหม่ตามรอบระยะเวลาการจัดตารางการผลิต (Smith, 1994)

2.2.1 วิธีการจัดการตารางการผลิตแบบโต้ตอบ

เป้าหมายที่สำคัญในการวางแผนการผลิตคือ การตอบสนองความต้องการของลูกค้าอย่างรวดเร็วและสามารถส่งมอบสินค้าให้ลูกค้าได้ทันเวลา การจัดการตารางการผลิตด้วย วิธีการที่มีประสิทธิภาพจะทำให้ผู้ผลิตบรรลุเป้าหมายดังกล่าว โดยสามารถพยากรณ์เวลาที่งานแล้วเสร็จและคาดการณ์อุปสรรคและปัญหาเกี่ยวกับการส่งมอบสินค้าให้ลูกค้าไม่ทันเวลา ซึ่งการที่สามารถคาดการณ์ปัญหาดังกล่าวได้ล่วงหน้าจะทำให้ผู้ผลิตเตรียมวิธีการแก้ไขปัญหาได้ทันเวลาที่

กฎการจัดการตารางการผลิตที่นำไปใช้มากในอุตสาหกรรมได้แก่ กฎการจัดลำดับความสำคัญ (priority rule) เช่น กฎ EDD ซึ่งเลือกทำขั้นตอนการทำงานของงาน (job) ที่กำหนดส่งมอบมาถึงก่อน หรือกฎ SPT ซึ่งเลือกทำขั้นตอนการทำงานที่มีเวลาการทำงานสั้นที่สุด Iskander (1977) รวบรวมกฎเหล่านี้ถึง 100 กฎ รวมถึงกฎที่ประกอบด้วยกฎพื้นฐานต่างๆ

การจัดการตารางการผลิตแบบโต้ตอบเป็นการควบคุมและเฝ้าติดตามการนำตารางการผลิตไปใช้ และเปลี่ยนแปลงตารางการผลิตตามประสบการณ์ของผู้จัดการตารางการผลิตหรือเพื่อตอบสนองเหตุการณ์ที่คาดไม่ถึงซึ่งเกิดขึ้นในการผลิตจริง ในการจัดการตารางการผลิตต้องพิจารณาประสิทธิภาพในการคำนวณของกฎและวิธีการจัดการตารางการผลิตที่สามารถตอบสนองเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นในการผลิต และต้องเปรียบเทียบระหว่างประสิทธิภาพการผลิตที่ดีขึ้นกับเวลาและค่าใช้จ่ายในการจัดการตารางการผลิต (Kerr and Szelke, 1994)

แม้ว่าการจัดการตารางการผลิตแบบโต้ตอบสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต แต่งานวิจัยทางด้านนี้ยังคงมีน้อย เนื่องจากการจัดการตารางการผลิตแบบโต้ตอบเป็นปัญหาที่ยังยากซับซ้อนมากและวิธีการพื้นฐานไม่สามารถนำมาใช้ได้

สถาบัน Robotics Institute of Carnegie Mellon University ได้เสนอระบบการจัดการตารางการผลิตแบบโต้ตอบซึ่งเป็นที่แพร่หลาย (Hasle and Smith, 1995) คือ ระบบ OPIS ซึ่งมีการพัฒนาต่อมาจากระบบ ISIS (Fox, 1994) โดยใช้การพิจารณาเงื่อนไขต่างๆ ในการผลิต ระบบการจัดการตารางการผลิตใช้ฮิวริสติกเพื่อหาตารางการผลิตที่เหมาะสมโดยตัดสินใจว่า สอดคล้องกับเงื่อนไขต่างๆ อย่างเหมาะสมหรือไม่ ถ้ามีเหตุการณ์ที่ไม่คาดคิดเกิดขึ้นระบบจะพยายามปรับตารางการผลิตเพื่อไม่ให้ขัดแย้งกับเงื่อนไขใหม่และมีการประเมินประสิทธิภาพของการปรับตารางการผลิต

อย่างไรก็ตามระบบไม่รับประกันว่าการปรับเปลี่ยนตารางการผลิตจะทำให้ตารางการผลิตมีประสิทธิภาพดีขึ้น

ระบบการจัดตารางการผลิตแบบโต้ตอบที่พัฒนาต่อมาคือ ระบบ DAS (Burke and Prosser, 1991) ระบบ DAS มีระบบที่เป็นลำดับขั้นในการควบคุมประสิทธิภาพของการผลิตสำหรับงาน (job) และทรัพยากร (resource)

ในการประเมินประสิทธิภาพของตารางการผลิต ผู้จัดตารางการผลิตไม่สามารถพิจารณาทุกๆแง่มุมที่เกี่ยวข้องกับการประเมินประสิทธิภาพของตารางการผลิต เนื่องจากสภาพแวดล้อมในระบบการจัดตารางการผลิตในอุตสาหกรรมมีความซับซ้อนมาก และมีตัววัดเชิงปริมาณมากมายที่ไม่สามารถวัดได้ ความยุ่งยากซับซ้อนเกิดขึ้นจากสภาพแวดล้อมในการผลิตที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา เช่น จำนวนเครื่องจักรมีการเปลี่ยนแปลง และการปรับเปลี่ยน วัตถุประสงค์ของการจัดตารางการผลิต ดังนั้นระบบการจัดตารางการผลิตที่ดีจึงต้องสามารถปรับเปลี่ยนได้ง่ายและสามารถควบคุมโดยผู้จัดตารางการผลิต แม้ว่าระบบการจัดตารางการผลิตจะช่วยสนับสนุนการตัดสินใจให้กับผู้จัดตารางการผลิต แต่ความรับผิดชอบยังอยู่ที่ผู้จัด ตารางการผลิต โดยผู้จัดตารางการผลิตสามารถเลือกได้ว่า จะให้ระบบจัดตารางการผลิตโดยอัตโนมัติหรือจัดตารางการผลิตด้วยผู้จัดตารางการผลิตเองในลักษณะการจัดตารางการผลิตแบบโต้ตอบ และผู้จัดตารางการผลิตสามารถเปลี่ยนแปลงตารางการผลิตซึ่งสร้างมาจากระบบการจัดตารางการผลิตโดยระบบจะแสดงประสิทธิภาพหลังการเปลี่ยนแปลงเพื่อเป็นการ เปรียบเทียบ

2.2.2 แนวทางการพัฒนาโปรแกรมเพื่อใช้ในการจัดตารางการผลิตแบบโต้ตอบ

การพัฒนากระบวนการจัดตารางการผลิตแบบโต้ตอบมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องมาเป็นลำดับ การพัฒนาเพิ่มขึ้นจากระบบการจัดตารางการผลิตที่มีอยู่เดิมจะช่วยลดเวลาและค่าใช้จ่ายในการพัฒนา และจะทำให้ได้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ดีขึ้นเนื่องจากมีการทดสอบและนำส่วนประกอบของโปรแกรมคอมพิวเตอร์เดิมมาพัฒนาอย่างต่อเนื่อง (Sametingler, 1997) ลักษณะของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ช่วยในการจัดตารางการผลิต ได้แก่

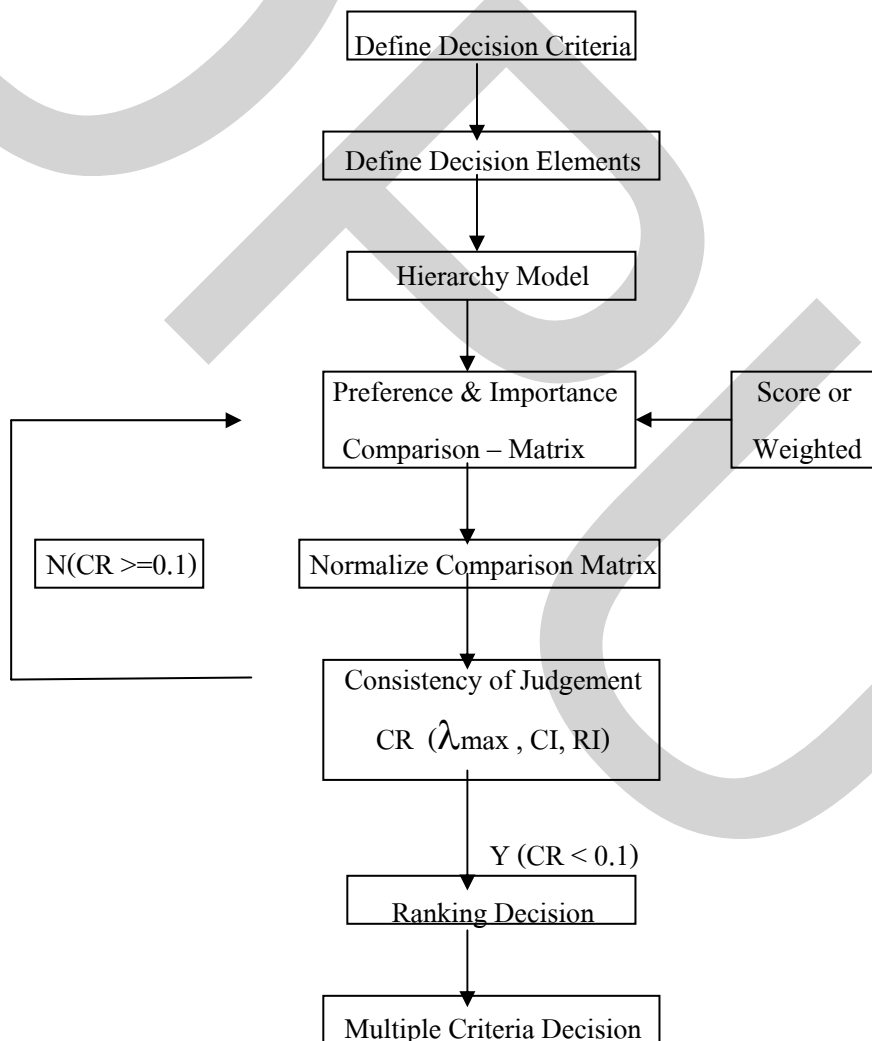
- มีการใช้ภาษาคอมพิวเตอร์ชั้นสูง (high-level languages)
- เป็นเครื่องมือในการจัดตารางการผลิต (scheduling tools)
- เป็นกรอบโครงสร้างในการจัดตารางการผลิต (scheduling framework)

2.3 การประยุกต์ใช้การวิเคราะห์แบบลำดับขั้น (Analytical Hierarchy Process, AHP)

ในการจัดตารางการผลิต

เทคนิค AHP (Analytical Hierarchy Process) เป็นวิธีที่นำมาใช้วิเคราะห์ผลในการจัดตารางการผลิตแต่ละวิธี เพื่อตัดสินใจเลือกกฎและวิธีการจัดตารางการผลิตที่มีผลลัพธ์โดยรวมเหมาะสมที่สุด หรือมีน้ำหนักของปัจจัยโดยรวมมากที่สุด

แผนภูมิขั้นตอนเทคนิค AHP



ภาพที่ 2.10 ภาพแสดงแผนภูมิขั้นตอนเทคนิค AHP

ทฤษฎี AHP พัฒนาขึ้นมาโดย Thomas L. Satty ในการวิเคราะห์การตัดสินใจในปัญหาที่มีตัววัดผลหรือเกณฑ์การตัดสินใจหลายเกณฑ์ ประกอบด้วยขั้นตอนหลัก คือ

- การสร้างแบบจำลองของปัญหาการตัดสินใจ (Modeling the Decision Problem) เป็นการสร้างแบบจำลองของปัญหาการตัดสินใจด้วยการแบ่งลำดับชั้น (hierarchy) ของความสัมพันธ์ของการตัดสินใจแต่ละเกณฑ์ (criteria) และทางเลือกในแต่ละทางเลือก (alternative)
- การเปรียบเทียบลำดับความสำคัญ (Preference and Importance Comparison) เป็นการพัฒนาการตัดสินใจเลือกทางเลือกเพื่อให้ได้ความสำคัญของเกณฑ์การตัดสินใจแต่ละเกณฑ์โดยวิธีการเปรียบเทียบเป็นคู่ (pairwise comparison)
- การคำนวณลำดับความสำคัญสัมพัทธ์ (Computing Relative Priority) เป็นการคำนวณและประเมินความสำคัญของทางเลือกแต่ละทางเลือก (decision element) ในแต่ละเกณฑ์การตัดสินใจ โดยการเปรียบเทียบกันในรูปแบบของตัวเลข (numerical)
- การพิจารณาความสอดคล้องในการเปรียบเทียบ (Consistency of Judgement) เป็นการวิเคราะห์ค่าอัตราส่วนความสอดคล้อง (Consistency Ratio, CR) จากการคำนวณเพื่อแสดงว่าการเปรียบเทียบและการจัดลำดับความสำคัญของทางเลือก แต่ละทางเลือก ในแต่ละเกณฑ์การตัดสินใจมีค่าอัตราส่วน CR โดยปกติหรือไม่ ถ้าปกติจะมีค่าไม่เกิน 0.1 หรือ 10%

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{\left(\frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \right)}{RI} \quad (2.11)$$

- การจัดลำดับทางเลือกในการตัดสินใจ (Ranking Decision Alternative) เป็นการเลือกลำดับความสำคัญจากตัวเลขน้ำหนักที่คำนวณได้ในทางเลือกแต่ละทางเลือก เพื่อตัดสินใจ

2.3.1 การสร้างแบบจำลองปัญหาการตัดสินใจ (Modeling the Decision Problem)

กระบวนการ AHP ทำการแตกปัญหาที่มีตัววัดผลหรือเกณฑ์การตัดสินใจหลายเกณฑ์ ในรูปแบบของลำดับชั้น (hierarchy level) ดังนี้

Top level เป็น Overall Objective

2nd level เป็นเกณฑ์การตัดสินใจหลัก (major criteria)

3rd level เป็นการแบ่งลำดับความสำคัญของเกณฑ์การตัดสินใจสู่เกณฑ์การตัดสินใจย่อย (sub criteria)

Last level เป็นทางเลือกในการตัดสินใจ (decision alternative)

2.3.2 การเปรียบเทียบลำดับความสำคัญ (Preference and Importance Comparison)

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

<u>Preference</u>	<u>Definition</u>
1	มีความสำคัญเท่ากัน
3	มีความสำคัญมากกว่าปานกลาง
5	มีความสำคัญมากกว่ามาก
7	มีความสำคัญมากกว่าอย่างเห็นได้ชัด
9	มีความสำคัญมากกว่าเป็นอย่างมาก

ส่วนตัวเลขคู่ในระหว่างตัวเลขของความสำคัญ อาจจะใช้เมื่อผู้ตัดสินใจเปรียบเทียบแล้วรู้สึกเป็นกลางๆ ในระหว่างค่าลำดับความสำคัญ 2 ลำดับ

2.3.3 การคำนวณลำดับความสำคัญสัมพัทธ์ (Computing Relative Priority)

ขั้นตอนนี้เป็นกระบวนการคำนวณลำดับความสำคัญของทางเลือกแต่ละทางเลือก โดยใช้การเปรียบเทียบเป็นคู่ (pairwise comparison) ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

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

2.3.3.2 คำนวณค่าเฉลี่ยของ Normalized Comparison Matrix (NCM) ของแถวแต่ละแถว (ROW) เป็นค่าลำดับความสำคัญสัมพัทธ์ (relative priority) ของทางเลือกแต่ละทางเลือกที่ตรงกับทางเลือกนั้นในเมตริก

2.3.4 การพิจารณาความสอดคล้องในการเปรียบเทียบ (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 หรือมากกว่า 7 โดยปกติในการเปรียบเทียบบ่อยครั้งพบว่าผู้ตัดสินใจกำหนด preference score ไม่สอดคล้องกัน ดังนั้น AHP จะคำนึงถึงความสอดคล้องของการเปรียบเทียบ (consistency) ในเมตริกการเปรียบเทียบ (comparison matrix) ว่ามีความเชื่อมั่นได้หรือไม่ว่าสอดคล้องกัน โดยพิจารณาจากอัตราส่วนความสอดคล้อง (Consistency Ratio) โดยปกติจะยอมรับค่าที่มี CR ไม่เกิน 0.1 ซึ่งใช้เป็นดัชนีในการพิจารณาและแก้ไขการเปรียบเทียบและตัดสินใจในเมตริกการเปรียบเทียบ

อัตราส่วนความสอดคล้อง (Consistency Ratio) คำนวณได้โดย

2.3.4.1 คำนวณค่า weighted sum โดยเอาค่าของทางเลือกในเมตริกการเปรียบเทียบเป็นคู่ (pairwise comparison matrix) แต่ละคอลัมน์ (column) ของแต่ละแถว (row) คูณกับ weighted relative priorities

2.3.4.2 นำค่าที่ได้จากข้อ 2.3.4.1 แต่ละแถวหารด้วย weighted priorities value ของทางเลือกในการตัดสินใจ

2.3.4.3 คำนวณค่า λ_{\max} จากการเฉลี่ยค่าในข้อ 2.3.4.2

2.3.4.4 คำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง (Consistency Index, CI) จาก

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (2.5)$$

โดยที่ n = จำนวนทางเลือกในการตัดสินใจ

ถ้าค่า $\lambda_{\max} = n$ จะทำให้ค่า $CI = 0$ ซึ่งเป็นค่าที่ดีที่สุด

2.3.4.5 คำนวณค่าอัตราส่วนความสอดคล้อง (Consistency Ratio, CR) จาก

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{\left(\frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \right)}{RI} \quad (2.6)$$

2.3.5 การจัดลำดับทางเลือกในการตัดสินใจ (Ranking Decision Alternative)

เป็นขั้นตอนสุดท้ายในการจัดลำดับทางเลือกในการตัดสินใจจากความสัมพันธ์ของการเปรียบเทียบเป็นคู่ (pairwise comparison) ในแต่ละทางเลือกของลำดับชั้น (hierarchy) โดยคำนวณจากความสำคัญของเกณฑ์ในการตัดสินใจแต่ละเกณฑ์และลำดับความสำคัญของทางเลือกแต่ละทางเลือก แล้วนำมาบวกกันในแต่ละทางเลือกในการตัดสินใจ (decision elements) ถ้าทางเลือกใดมีค่าน้ำหนักความสำคัญมากที่สุด ทางเลือกนั้นจะถูกเลือกตัดสินใจ และมีลำดับความสำคัญสูงสุดในเมตริกการเปรียบเทียบเป็นคู่ (pairwise comparison matrix)

AHP เป็นการตัดสินใจเลือกทางเลือกด้วยตัววัดผลหรือเกณฑ์การตัดสินใจหลายเกณฑ์ ทำให้มีการตัดสินใจตามขั้นตอนของแบบจำลองที่ทำให้แน่ใจยิ่งขึ้นว่า การตัดสินใจเลือกทางเลือกใดทางเลือกหนึ่งไม่ได้ตัดสินใจตามตัววัดผลหรือเกณฑ์การตัดสินใจเพียงเกณฑ์เดียวเท่านั้น ด้วยวิธีการใช้เมตริกการเปรียบเทียบ (comparison matrix) ในแบบจำลองในลักษณะที่เป็นลำดับชั้น (hierarchy model) การตัดสินใจว่าทางเลือกใดดีกว่าในแต่ละเกณฑ์การตัดสินใจ และ

เกณฑ์การตัดสินใจในแต่ละเกณฑ์ เกณฑ์ใดสำคัญกว่าโดยการให้คะแนนตามลำดับความสำคัญ 1-9 และวิธีการ AHP ยังตรวจสอบความสอดคล้องในการเปรียบเทียบของเมตริกได้โดยพิจารณาจากค่าอัตราส่วนความสอดคล้อง (Consistency Ratio) ซึ่งจะยอมรับเมื่อมีค่าน้อยกว่า 0.1 และสุดท้ายจะเลือกทางเลือกใดนั้นขึ้นอยู่กับค่า ranking weighted ของทางเลือกแต่ละ ทางเลือกโดยเลือกทางเลือกที่มีค่า ranking weighted มากที่สุด

2.4 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Ulrich และ Durig (1992) ออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ระบบสนับสนุนการตัดสินใจในการวางแผนและควบคุมการผลิต ระบบสนับสนุนการตัดสินใจที่สร้างขึ้นเกี่ยวข้องกับการจัดการการผลิตซึ่งได้พัฒนาเครื่องมือในการวางแผนการผลิตที่มีลักษณะเป็นเมนูแบบไมโครซอฟต์แวร์วินโดว์ สำหรับการดำเนินการผลิตแบบทันเวลาพอดี (Just-In-Time, JIT) ระบบสนับสนุนการตัดสินใจนี้ใช้การโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในลักษณะ Object-Oriented (Object-Oriented Programming, OOP) โดยใช้ Smalltalk-80

HE และคณะ (1993) เสนอฮิวริสติกที่มีประสิทธิภาพสำหรับกรณีของ Multiple-Pass สำหรับปัญหาการจัดการการผลิตของการผลิตแบบ Job Shop โดยมีจุดประสงค์เพื่อลด ผลรวมของเวลาล่าช้าของงานทั้งหมด (Total Job Tardiness)

Askin และคณะ (1994) ได้ทำการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องและเสนอวิธีการสำหรับการจัดกลุ่ม PCB และจัดชิ้นส่วนเข้าเครื่องจักรหลายเครื่อง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดเวลาที่งานที่เสร็จช้าที่สุดในการจัดการการผลิตแต่ละรอบแล้วเสร็จ (makespan) ผู้วิจัยได้เสนอขั้นตอนสามขั้นตอนดังนี้ ขั้นตอนแรกเป็นขั้นตอนสำหรับการจัดกลุ่ม ขั้นตอนที่สองเป็นขั้นตอนสำหรับการจัดการการผลิตโดยใช้กฎ SPT และขั้นตอนที่สามเป็นขั้นตอนสำหรับการขึ้นรูปงาน โดยใช้ความคล้ายคลึงเป็นเกณฑ์

C. Chu, J.M. Proth และ C. Wang (1998) เสนอการหาผลลัพธ์สำหรับปัญหาการจัดตารางการผลิตแบบ Job Shop เป้าหมายคือ makespan ซึ่งต้องการค่า makespan ที่น้อยที่สุด วิธีการจัดตารางการผลิตที่ทำให้ makespan มีค่าน้อยที่สุดคือ การสลับลำดับของงานบางงานบนเครื่องจักร โดยมีการใช้แบบจำลองของปัญหาการจัดตารางการผลิตแบบ Job Shop โดยใช้กราฟ การสลับงานสองงานที่อยู่ติดกันบนเครื่องจักรเปรียบได้กับการสลับทิศทางของส่วนโค้งวิกฤต สิ่งสำคัญคือผู้วิจัยสามารถเลือกส่วนโค้งวิกฤตที่ทำการสลับแล้วส่งผลให้ค่า makespan ลดลงในการสลับแต่ละครั้ง และวิธีการนี้ง่ายต่อการนำไปใช้และไม่ยุ่งยากซับซ้อน

Chatpon Mongkalig (2005) ได้ทำการวิจัยโดยออกแบบและสร้างโปรแกรมที่ใช้ในการจัดลำดับการผลิตและการจัดตารางการผลิตแบบโต้ตอบ (Interactive Production Scheduling and Sequencing) ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ประยุกต์ใช้ทฤษฎีของการจัดตารางการผลิตสำหรับการผลิตแบบสั่งเป็นงานๆ (Job Shop Scheduling) และมีส่วนของโปรแกรมการจัดตารางการผลิตที่สามารถใช้วิธีการจัดตารางการผลิตแบบโต้ตอบได้ ในโปรแกรมการจัดตารางการผลิตมีกฎและวิธีการจัดตารางการผลิตที่ใช้ในโปรแกรมทั้งหมด 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 (Make span) พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของตารางการผลิตคือ วิธีการจัดตารางการผลิต กฎที่ใช้ในการจัดตารางการผลิต และปัจจัยร่วมของทั้งสองปัจจัย กฎและวิธีการจัดตารางการผลิตที่ทำให้ได้ตารางการผลิตที่มีจำนวนงานล่าช้า น้อยที่สุด เวลา ล่าช้าของงานโดยเฉลี่ย น้อยที่สุด และเวลาสายของงานโดยเฉลี่ย น้อยที่สุด คือ วิธีการจัดตารางการผลิตแบบแอกทีฟโดยใช้วิธีบรันซ์แอนด์บาวด์โดยไม่มีการคำนวณย้อนกลับด้วยวิธีการหาโลเวอร์บาวด์แบบใหม่ที่เสนอ

บทที่ 3

การศึกษาสภาพทั่วไปของโรงงานที่เป็นกรณีศึกษา

เนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึงข้อมูลทั่วไปของโรงงานที่เป็นกรณีศึกษา โครงสร้างองค์การ ผลิตภัณฑ์ กระบวนการผลิต ปัญหาที่พบ และรายละเอียดเกี่ยวกับเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต

3.1 ข้อมูลทั่วไปของโรงงาน

โรงงานที่เป็นกรณีศึกษาเป็นโรงงานผลิตแผงกันแดด ประตูเหล็ก ชั้นวางสินค้าและตู้แช่เครื่องดื่ม ข้อมูลโดยทั่วไปของโรงงานมีดังนี้

ที่ตั้งโรงงาน	:	ตำบลบ้านป่า อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี
ก่อตั้งเมื่อ	:	ปี 2533
ทุนจดทะเบียน	:	4 ล้านบาท
พื้นที่ของโรงงาน	:	5,940 ตรม.
จำนวนพนักงาน	:	200 คน

3.2 โครงสร้างองค์การ

โครงสร้างองค์การของโรงงานที่เป็นกรณีศึกษามีการจัดผังโครงสร้างองค์การตามภารกิจหน้าที่ มีกรรมการผู้จัดการเป็นผู้บริหารสูงสุด โดยแบ่งโครงสร้างองค์การออกเป็น 2 ฝ่าย คือ ฝ่ายอำนวยการ และฝ่ายโรงงาน

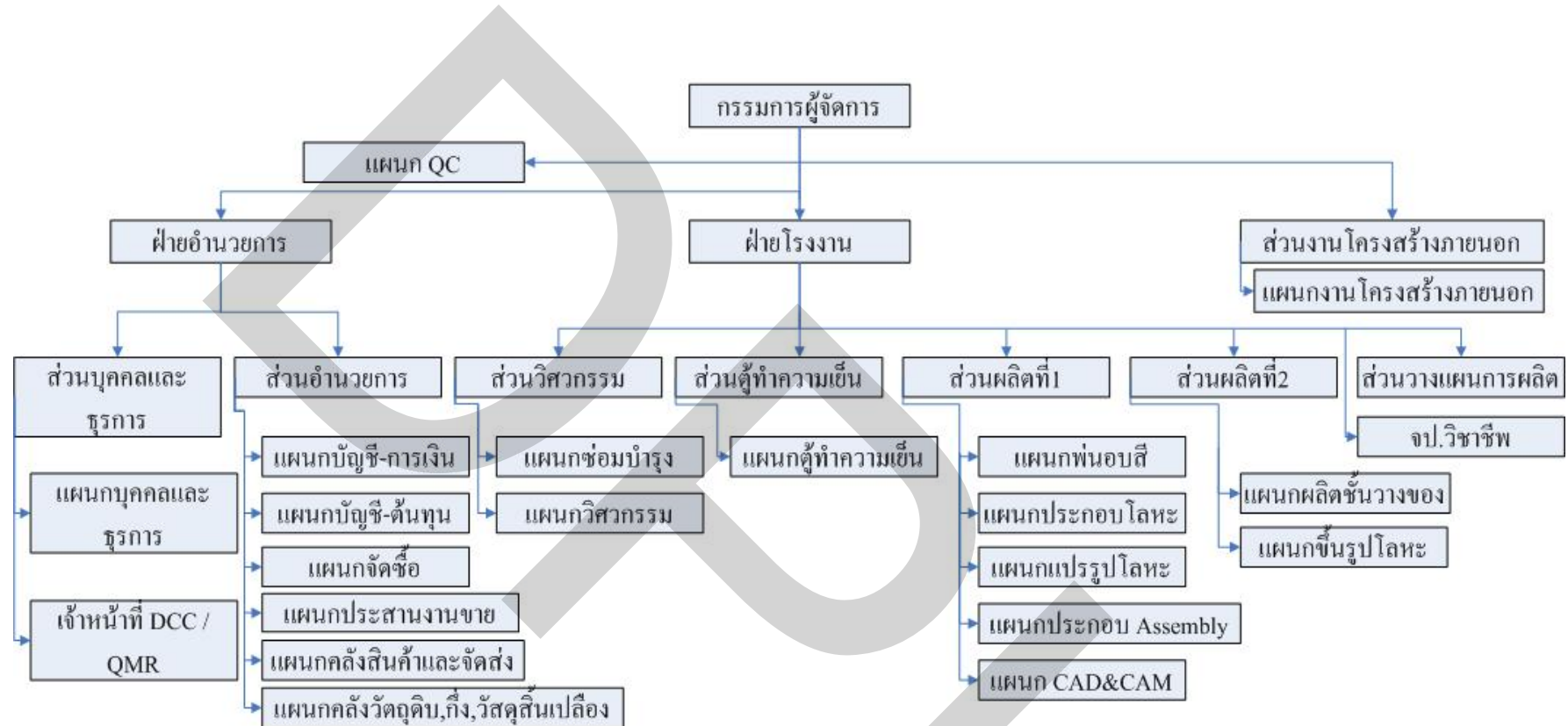
ฝ่ายอำนวยการจะประกอบด้วย 2 ส่วน คือ

1. ส่วนบุคคลและธุรการ ซึ่งจะดูแลแผนกบุคคลและธุรการ เจ้าหน้าที่ DCC / QMR
2. ส่วนอำนวยการ ซึ่งจะดูแล แผนกบัญชี – การเงิน, แผนกบัญชี – ต้นทุน, แผนกจัดซื้อ, แผนกประสานงานขาย, แผนกคลังสินค้าสำเร็จรูปและจัดส่งและแผนกคลังวัตถุดิบกิ่งวัสดุสิ้นเปลือง

ฝ่ายโรงงานจะประกอบด้วย 7 ส่วน คือ

1. ส่วนวางแผนการผลิต
2. ส่วนผู้ทำความเย็นซึ่งจะดูแลแผนกผู้ทำความเย็น
3. ส่วนผลิต 1 ซึ่งจะดูแลแผนกฟนอบสี แผนกประกอบโลหะ แผนกแปรรูปโลหะ แผนกประกอบ Assembly และแผนก CAD&CAM
4. ส่วนผลิต 2 ซึ่งจะดูแล แผนกผลิตชิ้นวางของ และแผนกขึ้นรูปโลหะ
5. ส่วนวิศวกรรม ซึ่งจะดูแลแผนกซ่อมบำรุง และแผนกวิศวกรรม
6. เจ้าหน้าที่ความปลอดภัย(จป.) วิชาชีพ
7. ส่วนงาน โครงสร้างภายนอกซึ่งจะดูแลแผนกงาน โครงสร้างภายนอกและแผนก QC

งานวิจัยนี้ส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับส่วนวางแผนการผลิต และส่วนผลิต 1 โดยมุ่งเน้นเฉพาะแผนกฟนอบสีเนื่องจากส่วนวางแผนการผลิต มีหน้าที่โดยตรงในการจัดลำดับการผลิตและการจัดการการผลิตและเป็นส่วนที่เก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการจัดการการผลิต



ภาพที่ 3.1 ภาพแสดงผังโครงสร้างองค์กรของโรงงานที่เป็นกรณีศึกษา

3.3 ผลผลิตของโรงงานที่เป็นกรณีศึกษา

ผลผลิตของโรงงานที่เป็นกรณีศึกษาได้แก่ แผงกันแดด ประตูเหล็ก ชั้นวางสินค้าและตู้แช่เครื่องดื่มโดยมีรูปแบบหลากหลายชนิด ตามที่ลูกค้ากำหนดในแบบ และผลผลิตแต่ละชนิดผ่านขั้นตอนการผลิตที่แตกต่างกันแต่งานวิจัยนี้จะมุ่งเน้นเฉพาะแผงกันอบสี ตัวอย่างผลผลิตของโรงงานแสดงดังภาพที่ 3.2 ถึงภาพที่ 3.4



ภาพที่ 3.2 รูปแสดงตัวอย่างผลผลิตของโรงงาน



ภาพที่ 3.3 ภาพแสดงตัวอย่างผลิตภัณฑ์ของ โรงงาน

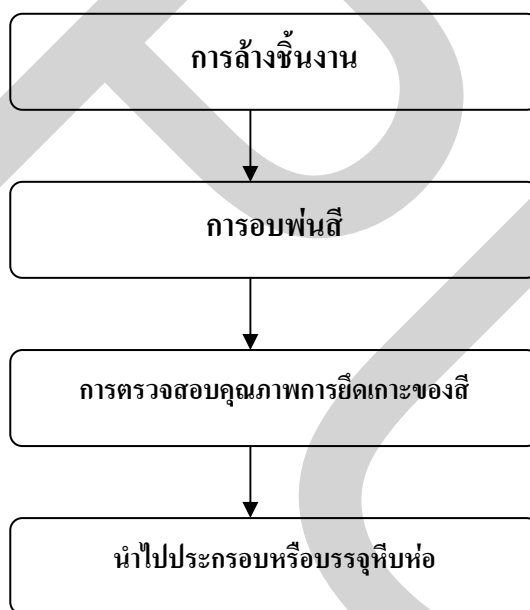


ภาพที่ 3.4 ภาพแสดงตัวอย่างผลิตภัณฑ์ของ โรงงาน

3.4 กระบวนการผลิต

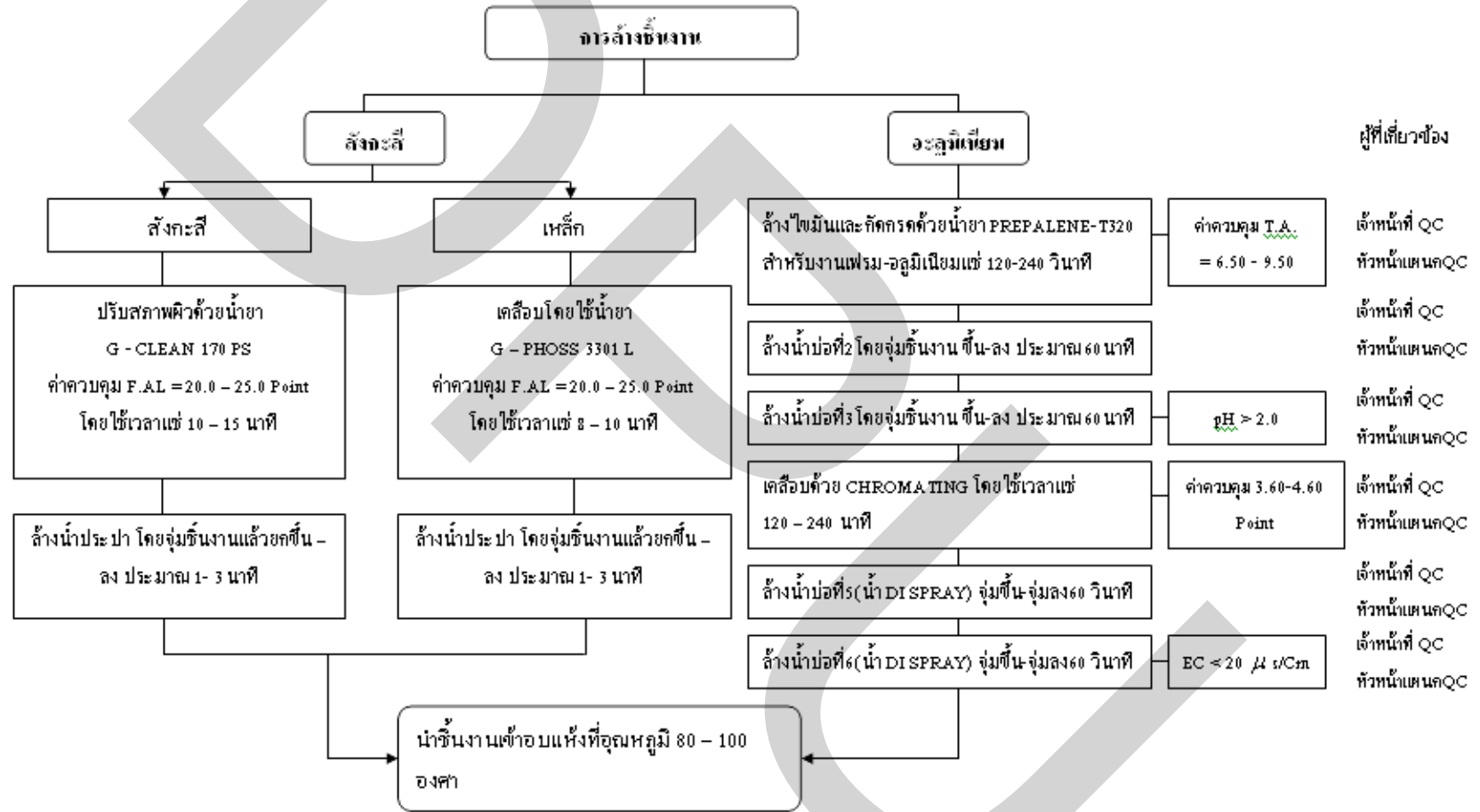
กระบวนการผลิตของโรงงานมีลักษณะเป็นแบบ การจัดการการผลิตแบบสั่งผลิตเป็นงานๆ (job shop scheduling) ผลิตภัณฑ์ของโรงงานที่เป็นกรณีศึกษาได้แก่ แผงกันแดด ประตูเหล็ก ชั้นวางสินค้าและตู้แช่เครื่องดื่ม โดยมีรูปแบบหลากหลายชนิด ตามที่ลูกค้ากำหนดในแบบ และผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดผ่านขั้นตอนการผลิตที่แตกต่างกัน

โดยมีรูปแบบกระบวนการผลิตหลักๆอยู่ 6 ขั้นตอน ดังนี้ ตัด-ปะ-พับ-เชื่อม-ประกอบ-อบพ่นสี แต่ในงานวิจัยนี้จะมุ่งเน้นศึกษาการจัดการการผลิตเฉพาะขั้นตอนพ่นอบสี ซึ่งมีกระบวนการผลิตที่มีลักษณะเป็นแบบ การผลิตตามการไหลของสายงาน (flow shop scheduling) โดยในขั้นตอนพ่นอบสีจะมีรูปแบบกระบวนการผลิต ดังนี้



ภาพที่ 3.5 ภาพแสดงกระบวนการผลิตโดยรวมของแผนกอบพ่นสี

ขั้นตอนการล้างชิ้นงาน

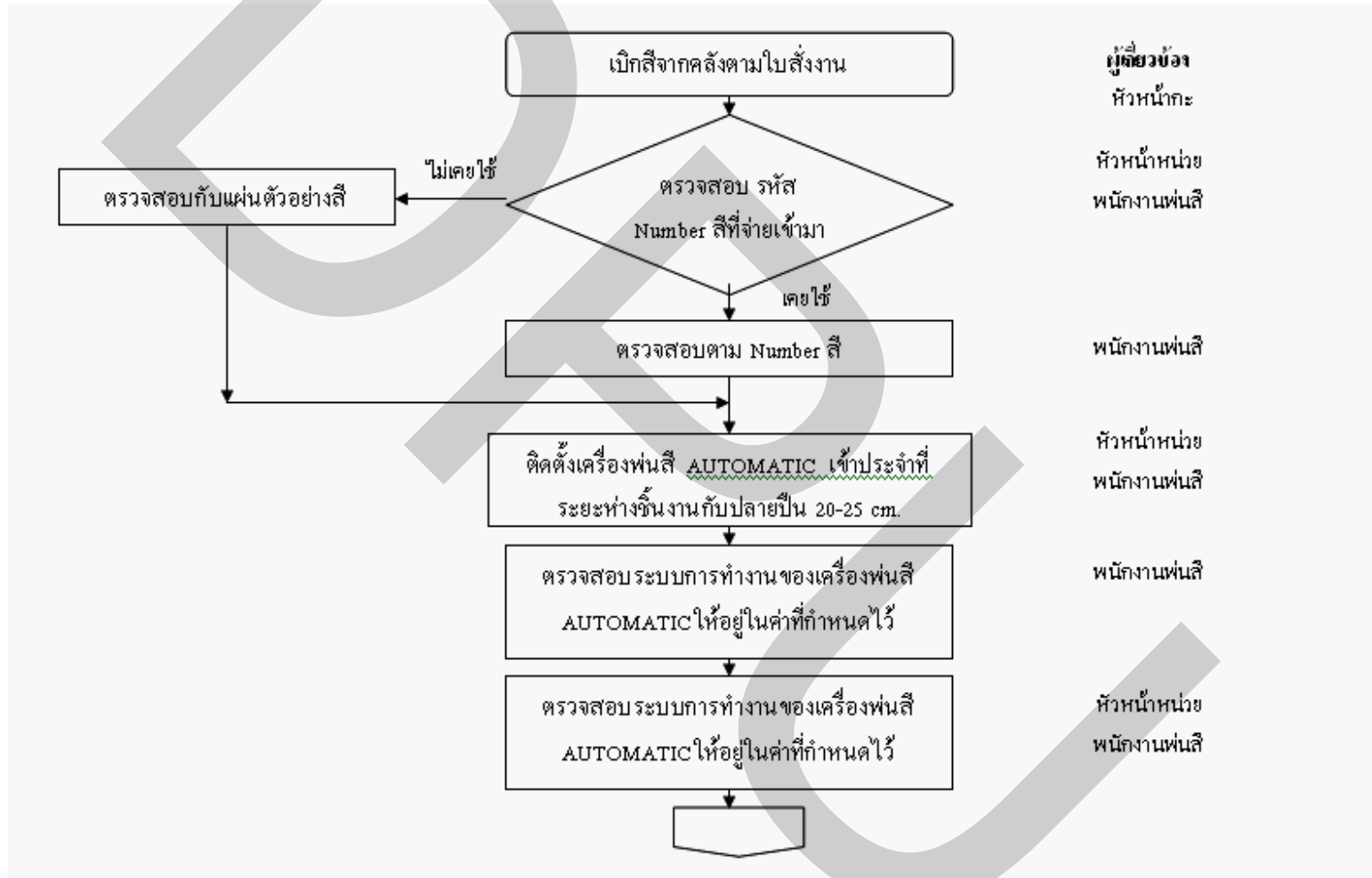


ผู้ที่เกี่ยวข้อง

- เจ้าหน้าที่ QC
- หัวหน้าแผนก QC
- เจ้าหน้าที่ QC
- หัวหน้าแผนก QC
- เจ้าหน้าที่ QC
- หัวหน้าแผนก QC
- เจ้าหน้าที่ QC
- หัวหน้าแผนก QC
- เจ้าหน้าที่ QC
- หัวหน้าแผนก QC

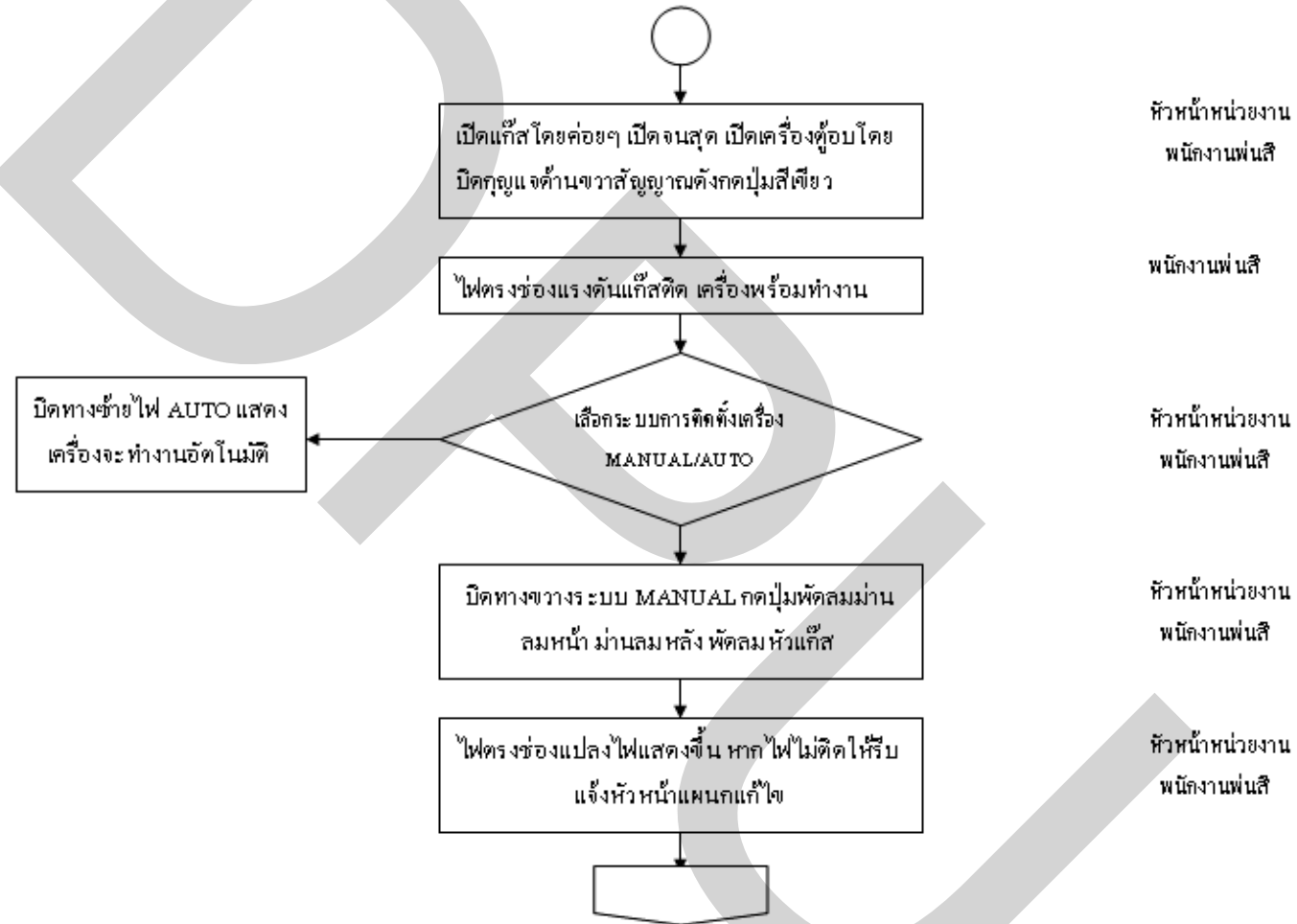
ภาพที่ 3.6 ภาพแสดงขั้นตอนการล้างชิ้นงาน

ขั้นตอนการพ่นสี



ภาพที่ 3.7 ภาพแสดงขั้นตอนการพ่นสี

ขั้นตอนการพ่นสี (ต่อ)

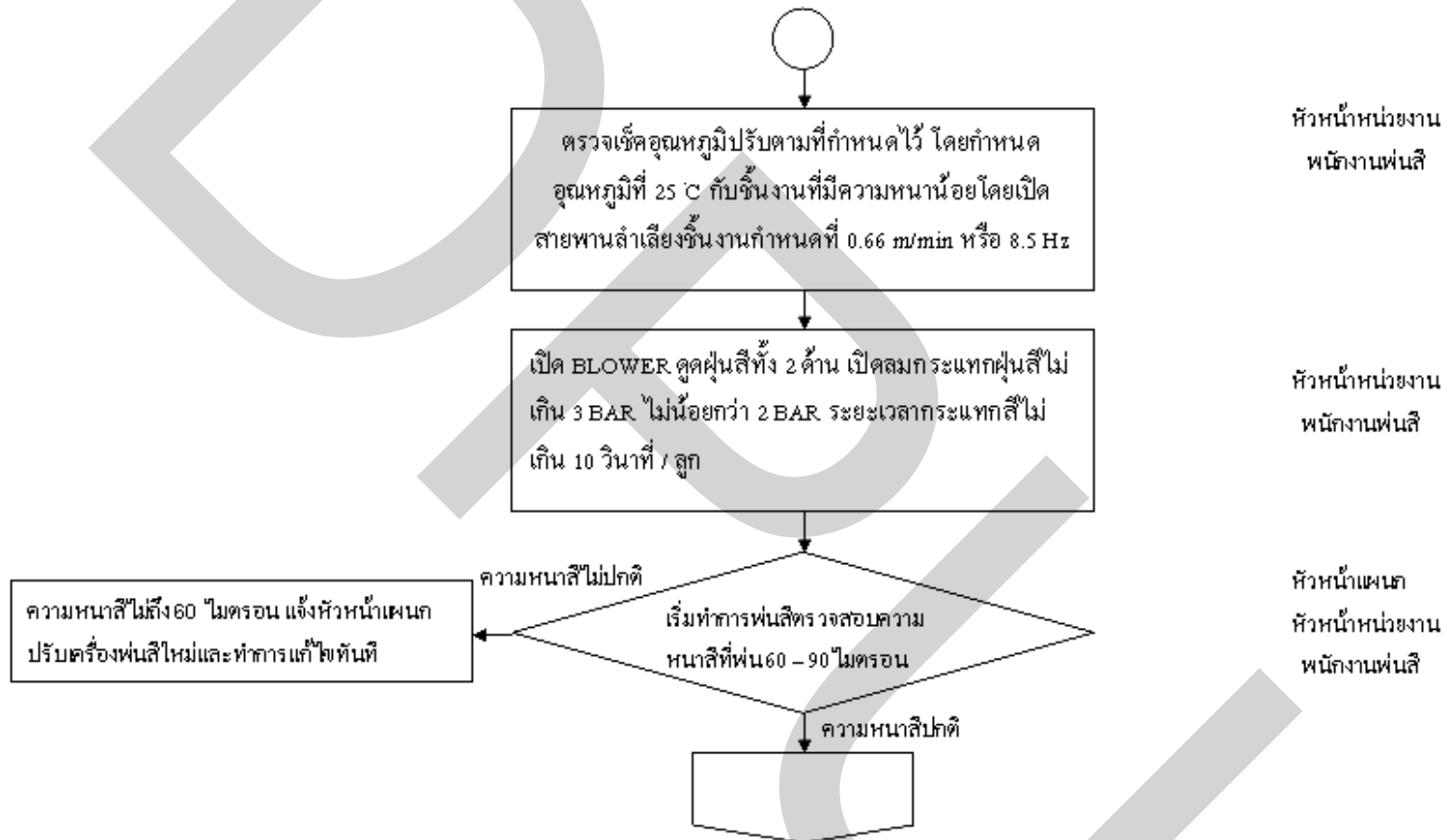
หัวหน้าหน่วยงาน
พนักงานพ่นสี

พนักงานพ่นสี

หัวหน้าหน่วยงาน
พนักงานพ่นสีหัวหน้าหน่วยงาน
พนักงานพ่นสีหัวหน้าหน่วยงาน
พนักงานพ่นสี

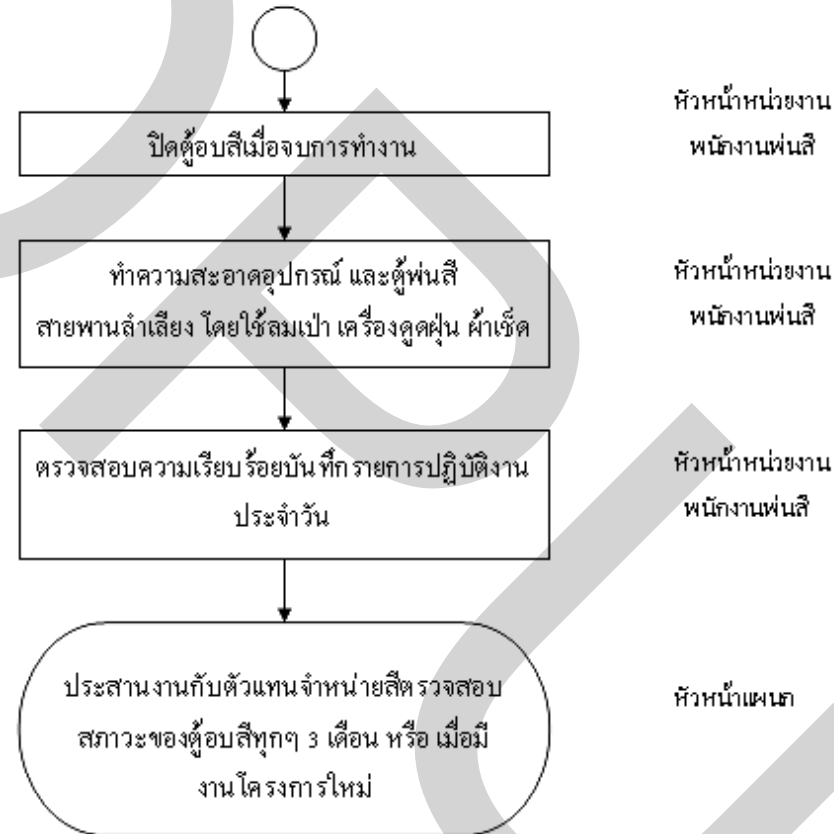
ภาพที่ 3.7 (ต่อ)

ขั้นตอนการพ่นสี (ต่อ)



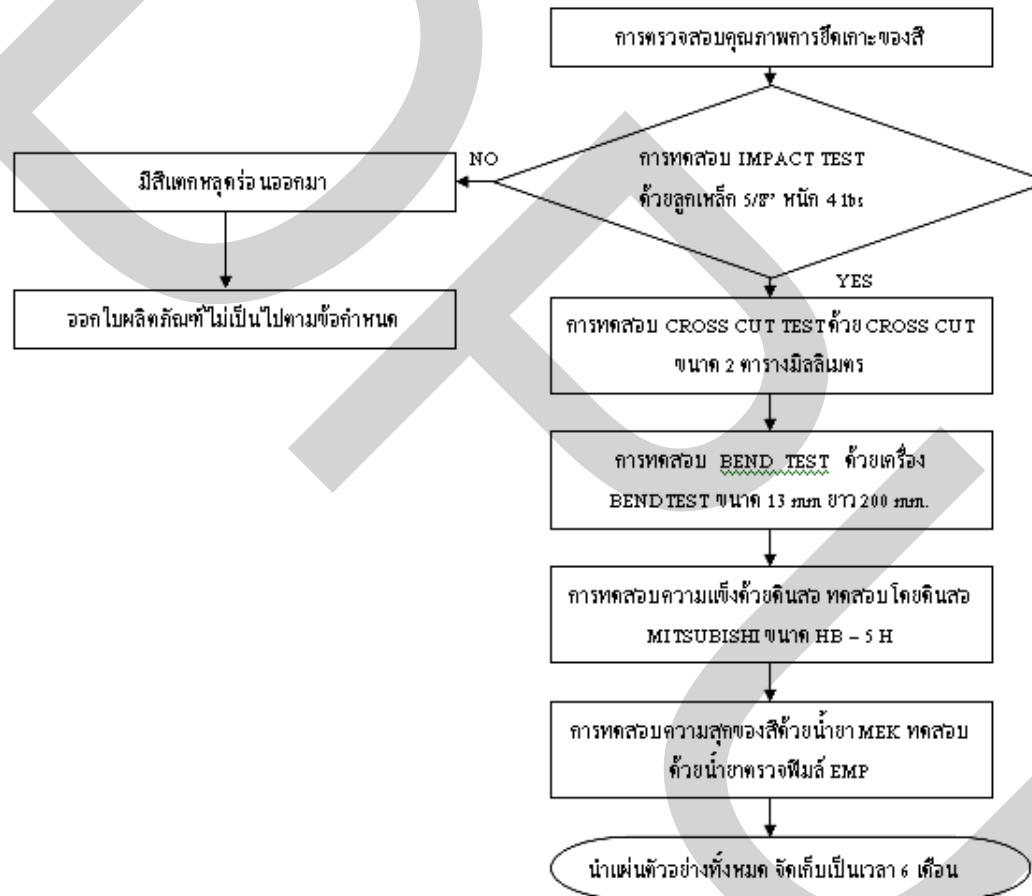
ภาพที่ 3.7 (ต่อ)

ขั้นตอนการพ่นสี (ต่อ)



ภาพที่ 3.7 (ต่อ)

ขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพการยึดเกาะของสี



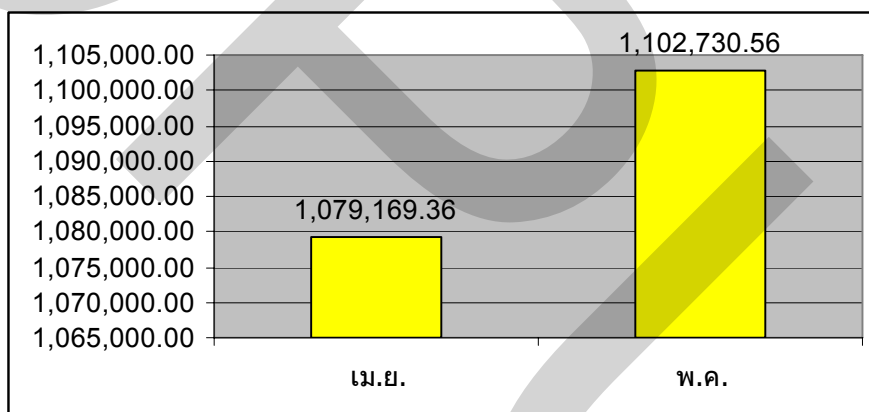
ภาพที่ 3.8 ภาพแสดงขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพการยึดเกาะของสี

3.5 ปัญหาที่พบ

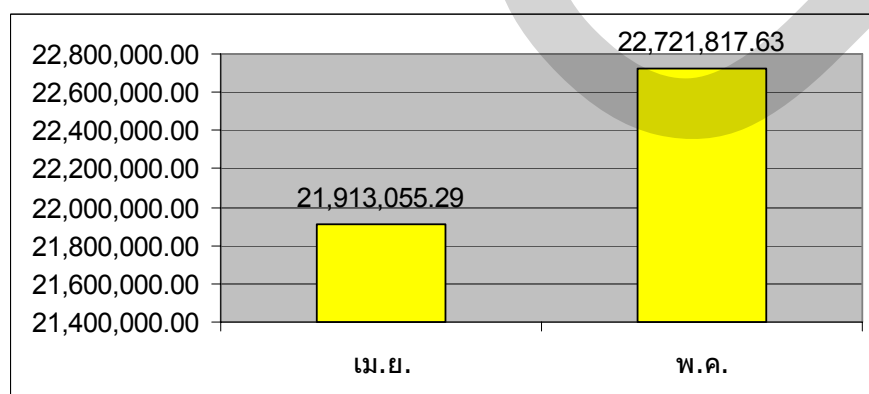
ปัญหาผลการดำเนินงานของโรงงานที่เป็นกรณีศึกษาได้แก่ การเกิดจำนวนงานล่าช้าทำให้ไม่สามารถส่งของให้ลูกค้าได้ตรงตามเวลา โดยปัญหาที่เกิดขึ้นนั้นมีสาเหตุมาจาก การเกิดปัญหาคอกวดที่แผนกอบแผ่นสี เนื่องจากแผนกอบแผ่นสีนั้นมีเครื่องอบแผ่นสีเพียง 2 เครื่อง จึงไม่สามารถทำงานได้ทันกับปริมาณผลิตภัณฑ์ที่ออกมาจากแผนกอื่น และนอกจากการผลิตสินค้าหลักของทางโรงงานแล้วทางโรงงานที่เป็นกรณีศึกษายังได้มีการรับจ้างเฉพาะการอบแผ่นสีให้กับลูกค้ารายอื่นๆ ด้วย ประกอบกับทางโรงงานยังขาดการจัดการตารางการผลิตที่ถูกต้องและมีประสิทธิภาพ

สรุปปัญหาที่พบในโรงงานที่เป็นกรณีศึกษาได้ดังนี้

1. จำนวนงานล่าช้าไม่สามารถส่งของให้ลูกค้าได้ตรงตามกำหนดมาก
2. จำนวนงานล่าช้าที่ค้างในกระบวนการผลิตมีมาก (รอการพ่นสี)



ภาพที่ 3.9 ภาพแสดงมูลค่าสินค้าสำเร็จรูป (รอพ่นสี)



ภาพที่ 3.10 ภาพแสดงมูลค่าสินค้าสำเร็จรูปคงคลัง

บทที่ 4

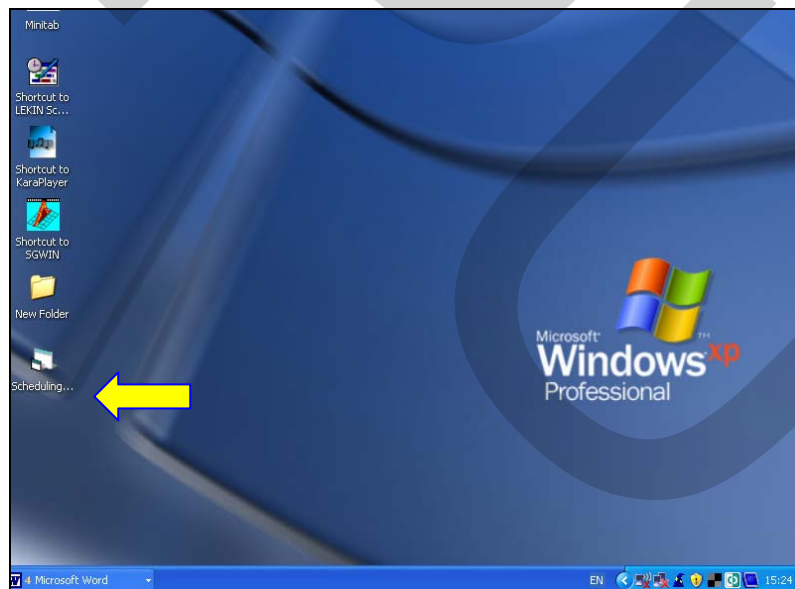
การใช้โปรแกรมการจัดการผลิตและการวิเคราะห์แบบลำดับขั้น

4.1 ขั้นตอนในการจัดตารางการผลิตโดยใช้โปรแกรมจัดการตารางการผลิต

ในการจัดตารางการผลิตพบว่า มีขั้นตอนในการคำนวณตามหลักการ และทฤษฎีเกี่ยวกับการจัดตารางการผลิตหลายขั้นตอนและมักเป็นการคำนวณซ้ำหรือมีการวนลูป (loop) และด้วยข้อจำกัดเกี่ยวกับประสิทธิภาพและความถูกต้องในการคำนวณของมนุษย์ จึงต้องมีการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการจัดตารางการผลิตเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ และป้องกันความผิดพลาด จากการคำนวณ ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ใช้โปรแกรมจัดการตารางการผลิตชื่อ “Dr. Chatpon M. ’s Interactive Production Scheduling & Sequencing Software” , (IPSS) โดยในบทนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนการจัดตารางการผลิตและการวิเคราะห์แบบลำดับขั้นโดยใช้โปรแกรมหดังกล่าว

4.1.1 การเข้าโปรแกรม

- ดับเบิลคลิกที่ ไอคอนของตัวโปรแกรม IPSS เลือก Open ดังภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 ภาพการเข้าโปรแกรม

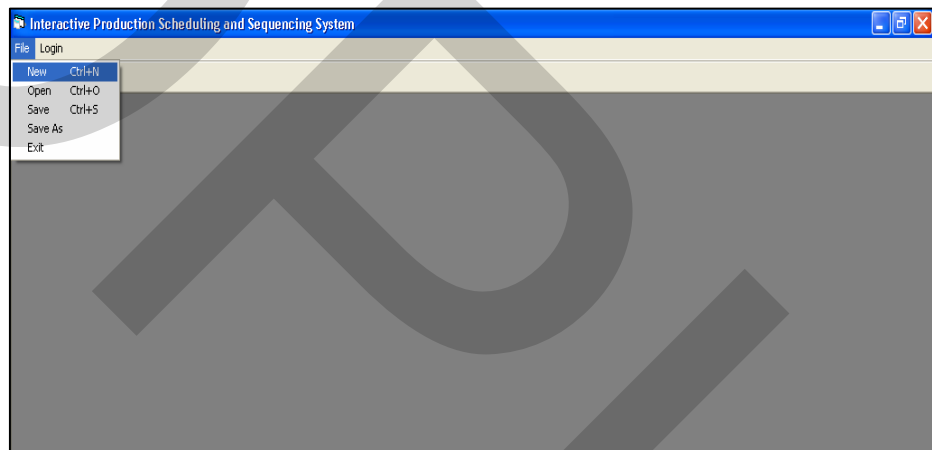
4.2 สำหรับรายละเอียดของฟอร์มการนำเข้าข้อมูลต่าง ๆ ประกอบด้วย

4.2.1 การนำเข้าข้อมูลมาออกแบบการทดลองโดยใช้โปรแกรม Interactive Production

Scheduling and Sequencing System

1. การสร้างข้อมูลใหม่

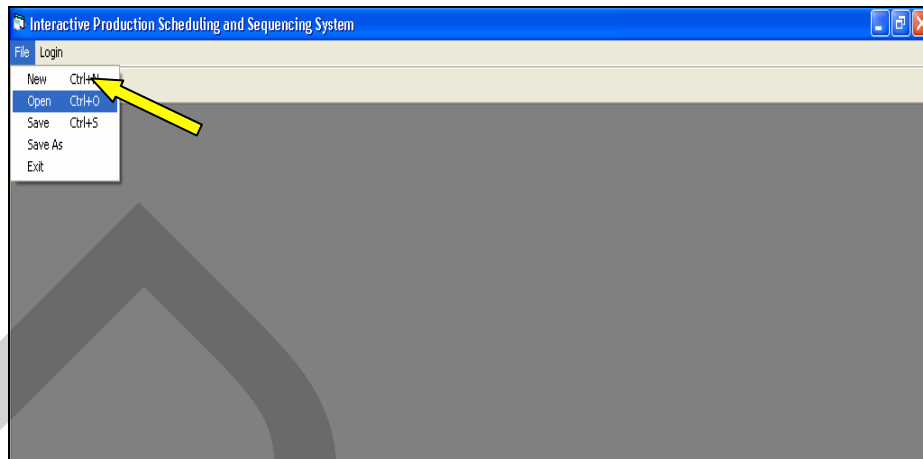
- ให้เลื่อนเมาส์ไปที่ไอคอน File และคลิก File นั้นจะแสดงไอคอนต่างๆขึ้นมา
- ให้เลือก New เพื่อสร้างข้อมูลใหม่เมื่อต้องการใส่ข้อมูลเพื่อนำมาจัดการวางแผนการผลิตโดยเป็นข้อมูลที่ยังไม่มีการบันทึกมาก่อนดังที่แสดงในภาพที่ 4.2



ภาพที่ 4.2 ภาพแสดงการสร้างข้อมูลใหม่

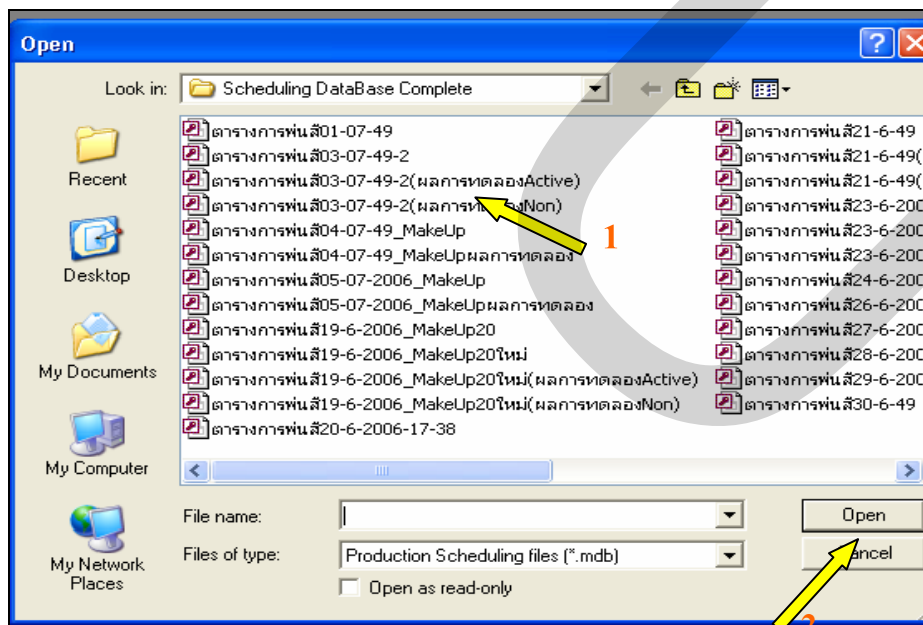
2. การเปิดข้อมูลเก่าเพื่อนำมาแก้ไข

- ให้เลื่อนเมาส์ไปที่ไอคอน Open แล้วคลิก เป็นการเปิด File ที่มีการบันทึกอยู่ก่อนหน้านี้แล้ว เพื่อนำมาแก้ไขหรือนำมาจัดการผลิตใหม่ ดังที่แสดงในภาพที่ 4.3



ภาพที่ 4.3 ภาพแสดงการเปิด File ที่มีการบันทึกอยู่ก่อนหน้านี้แล้ว เพื่อนำมาแก้ไขหรือนำมาจัดการผลิตใหม่

- เมื่อเราคลิกเลือก Open แล้วก็ทำการเลือก File ที่เราจะเรียกดู หรือจะทำการแก้ไข ดังหมายเลขที่ 1
- เมื่อเราเลือก File ได้แล้วให้เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่ Open ดังหมายเลขที่ 2 เพื่อทำการเปิด File ตามที่แสดงในภาพที่ 4.4



ภาพที่ 4.4 ภาพแสดงการเลือก File ที่ต้องการเรียกดูหรือ File ที่ต้องการแก้ไข

- Save เป็นการบันทึกข้อมูลที่ได้กรอกไว้ซึ่งจะนำไปใช้ในการจัดตารางการผลิต และบันทึกข้อมูลเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลตัวโปรแกรม
- Save As เป็นการบันทึกข้อมูลโดยเก็บข้อมูลในชื่อ File ใหม่
- Exit เป็นการออกจากตัวโปรแกรม

3. การกำหนดค่าของ Input

- เมื่อเรากดปุ่ม New เมื่อต้องการใส่ข้อมูลเพื่อนำมาจัดตารางการผลิต โดยเป็นข้อมูลที่ยังไม่มีกรอกบันทึกมาก่อน จะปรากฏหน้าต่างของ Input จะเป็นตัวกำหนดวันที่เริ่มจัดตารางการผลิต
- เวลาเริ่มต้นของงาน ใช้กำหนดวันที่เราจะทำการจัดตารางการผลิต ดังหมายเลขที่ 1
- ลำดับของสถานีงานเป็นตัวกำหนดจำนวนของสถานีงานที่ใช้ในการผลิตในแต่ละ Line ดังหมายเลขที่ 2
- จำนวนงานที่เราต้องการจะจัดตารางการผลิต ในแต่ละวันการผลิต ดังหมายเลขที่ 3
- เมื่อเราใส่ข้อมูลต่างๆเรียบร้อยแล้วให้กดปุ่ม Next ดังหมายเลขที่ 4 ตามที่แสดงในภาพที่ 4.5

ภาพที่ 4.5 ภาพแสดงการกำหนดค่าของ Input

4. การกำหนดค่าของฟอร์มของสถานีงาน (Workstation Form)

ประกอบด้วยกรป้อนข้อมูล

- เลื่อนเมาส์ไปที่ Workstation ID แล้วคลิกที่กรอบด้านใน เพื่อที่จะเป็นการป้อนรหัสของสถานีงาน ในที่นี้เราใช้แบบ 2 งานพร้อมกัน ดังหมายเลขที่ 1
- เลื่อนเมาส์ไปที่ Workstation Name แล้วคลิกที่กรอบด้านใน เพื่อที่การกำหนดชื่อ ที่ใช้เรียกสถานีงานสามารถกำหนดเป็น ชื่อ หรือว่าตัวเลขก็ได้ ดังหมายเลขที่ 2
- เลื่อนเมาส์ไปที่ Number of Machine แล้วคลิกที่กรอบด้านใน เพื่อกำหนดจำนวนของเครื่องจักรที่จะใช้ในสถานีงานว่ามีทั้งหมดกี่เครื่องในกรณีนี้มีจำนวนของเครื่องจักรเท่ากับ 1 เครื่อง ต่อ 1 สถานีงาน ดังหมายเลขที่ 3 ตามภาพที่ 4.6

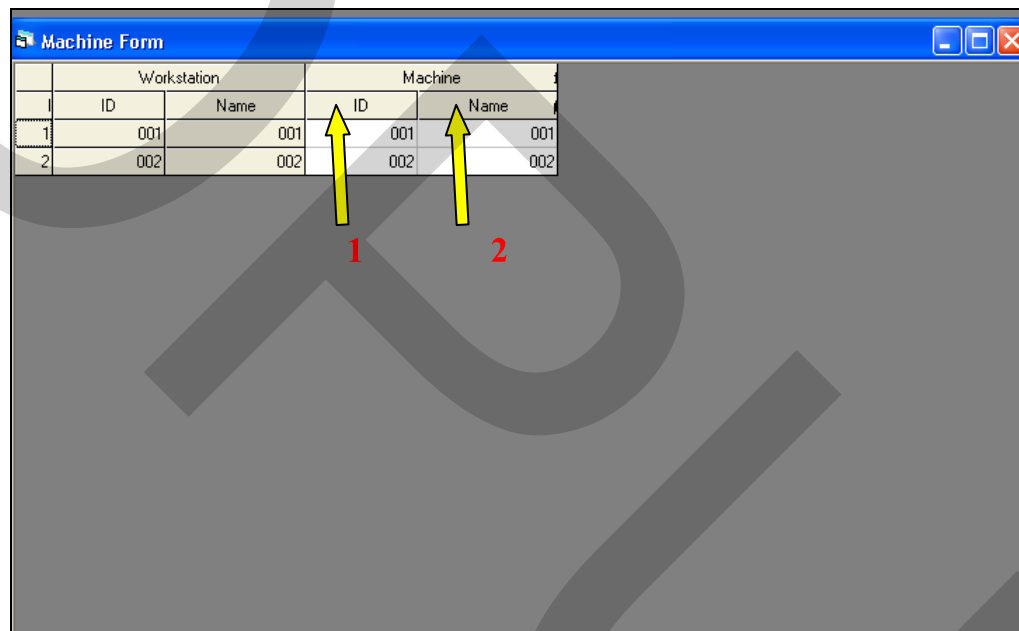
	Workstation ID	Workstation Name	No. of Machines
1	001	001	1
2	002	002	1

ภาพที่ 4.6 แสดงการกำหนด Workstation Form

- ปุ่ม Add Workstation สำหรับเพิ่มสถานีงานที่ใช้ในการจัดตารางการผลิต
- ปุ่ม Delete Workstation สำหรับลบสถานีงานที่ไม่ใช้ในการจัดตารางการผลิต

5. ฟอรั่มเครื่องจักร Machine Form ประกอบด้วยการป้อนข้อมูล

- เลื่อนเมาส์ไปที่ Table Machine ID แล้วคลิกที่กรอบด้านใน เพื่อที่จะกำหนดรหัสของเครื่องจักร ควรตั้ง ID ของเครื่องจักร ให้สัมพันธ์กับ Workstation เพื่อป้องกันการสับสนในภายหลัง และเพื่อว่าที่ปัญหาแล้วสามารถตรวจสอบได้ดังหมายเลขที่ 1
- เลื่อนเมาส์ไปที่ Table Machine Name แล้วคลิกที่กรอบด้านใน เพื่อที่จะกำหนดชื่อของเครื่องจักร เราอาจตั้งเป็นตัวเลข หรือ เป็นอักษรก็ได้ ดังหมายเลขที่ 2 ตามที่แสดงในภาพที่ 4.7



Workstation			Machine		
ID	Name		ID	Name	
1	001	001	001	001	001
2	002	002	002	002	002

ภาพที่ 4.7 แสดงการป้อนฟอรั่มของเครื่องจักร

6. ฟอรั่มงาน (Job) ประกอบด้วยการป้อนข้อมูล

- เลื่อนเมาส์ไปที่ Table Job ID คลิกเพื่อป้อนรหัสงาน (Job ID) เป็นการป้อนรหัสของงานนั้นๆ สามารถตั้งเป็นตัวเลข หรือ ตัวอักษร โดยห้ามตั้งรหัสของงานซ้ำกันเพราะจะทำให้การจัดตารางการผลิตออกมาผิดพลาดได้ ในกรณีที่ใช้สีของงาน ต่างกันให้เราตั้งรหัสของสีเข้าไปใน Job ID ด้วย ดังภาพที่ 4.8

	Job ID	Job Name	Quantity	Due Date	Due Time	Customer Name	No. of O
1	19E-FF110-815-C	แผงหลังตะแกรงV2	5	04-ก.ค.-06	17:00	TK	
2	338109-FF110-815-C	แผงหลังตะแกรงมาตรฐาน	2	04-ก.ค.-06	17:00	TK	
3	9001-2-FF110-815-C	แผ่นถาดMicroRack	70	04-ก.ค.-06	17:00	TK	

ภาพที่ 4.8 แสดงการป้อนรหัสของ Job ID

- เลื่อนเมาส์ไปที่ Table Job Name คลิกเพื่อป้อนชื่อของชิ้นงาน ในการป้อนชื่อของชิ้นงานเราสามารถใช้ได้ทั้งอักษรภาษาไทย ภาษาอังกฤษหรือแม่ทั้ตัวเลข ดังภาพที่ 4.9

	Job ID	Job Name	Quantity	Due Date	Due Time	Customer Name	No. of O
1	18209E-FF110-815-C	แผงหลังตะแกรงV2	5	04-ก.ค.-06	17:00	TK	
2	338109-FF110-815-C	แผงหลังตะแกรงมาตรฐาน	2	04-ก.ค.-06	17:00	TK	
3	9001-2-FF110-815-C	แผ่นถาดMicroRack	70	04-ก.ค.-06	17:00	TK	

ภาพที่ 4.9 แสดงการป้อนชื่อของงานที่ทำการจัดตารางการผลิต

- เลื่อนเมาส์ไปที่ Table Quality คลิกเพื่อป้อนปริมาณของงานในแต่ละ Job ว่าต้องการผลิตเท่าไร ดังภาพที่ 4.10

	Job ID	Job Name	Quantity	Due Date	Due Time	Customer Name	No. of O
1	18209E-FF110-815-C	แผงหลังตะแกรงV2	5	04-ก.ค.-06	17:00	TK	
2	338109-FF110-815-C	แผงหลังตะแกรงมาตรฐาน	2	04-ก.ค.-06	17:00	TK	
3	9001-2-FF110-815-C	แผ่นถาดMicroRack	70	04-ก.ค.-06	17:00	TK	
4	99998-FF110-815-C	ขลภาวะแผ่นถาดMicroRack	450	04-ก.ค.-06	17:00	TK	

ภาพที่ 4.10 แสดงการป้อนปริมาณของชิ้นส่วนของงานที่ต้องการผลิต

- เลื่อนเมาส์ไปที่ Table Due Date คลิกเพื่อป้อนวันที่จะกำหนดวันที่แล้วเสร็จของงานและพร้อมส่งมอบงาน ดังภาพที่ 4.11

	Job ID	Job Name	Quantity	Due Date	Due Time	Customer Name	No. of O
1	X8209E-FF110-815-C	แผงหลังตะแกรงV2	5	7 / 2006	17:00	TK	
2	J38109-FF110-815-C	แผงหลังตะแกรงมาตรฐาน	2	04-ก.ค.-06	17:00	TK	
3	J9001-2-FF110-815-C	แผ่นถาดMicroRack	70	04-ก.ค.-06	17:00	TK	

ภาพที่ 4.11 แสดงการป้อนเวลาส่งมอบงานให้แก่ลูกค้า

- เลื่อนเมาส์ไปที่ Table Due Time คลิกเพื่อป้อนเวลาที่แล้วเสร็จของงานและเวลาส่งมอบงานให้แก่ลูกค้า ดังภาพที่ 4.12

	Job ID	Job Name	Quantity	Due Date	Due Time	Customer Name	No. of O
1	X8209E-FF110-815-C	แผงหลังตะแกรงV2	5	04-ก.ค.-06	17:00:00	TK	
2	J38109-FF110-815-C	แผงหลังตะแกรงมาตรฐาน	2	04-ก.ค.-06	17:00	TK	
3	J9001-2-FF110-815-C	แผ่นถาดMicroRack	70	04-ก.ค.-06	17:00	TK	
4	J99998-FF110-815-C	อลูมิเนียมแผ่นถาดMicroRack	450	04-ก.ค.-06	17:00	TK	

ภาพที่ 4.12 แสดงการกำหนดเวลาแล้วเสร็จของการผลิตงานนั้น

- เลื่อนเมาส์ไปที่ Table Customer Name คลิกเพื่อป้อนรายชื่อของลูกค้าบริษัทที่นำมาจัดตารางการผลิต ดังภาพที่ 4.13

	Quantity	Due Date	Due Time	Customer Name	No. of Operations	Penalty	Progressive Const.
1	5	04-ก.ค.-06	17:00	TK	1	7	0
2	2	04-ก.ค.-06	17:00	TK	1	7	0
3	70	04-ก.ค.-06	17:00	TK	1	7	0

ภาพที่ 4.13 แสดงการป้อนรายชื่อลูกค้า บริษัท

- เลื่อนเมาส์ไปที่ Table Number of Operations คลิกเพื่อป้อนจำนวนขั้นตอนการทำงานของงานแต่ละงาน (Number of Operations) ดังภาพที่ 4.14

	Quantity	Due Date	Due Time	Customer Name	No. of Operations	Penalty	Progressive Const.
1	5	04-ก.ค.-06	17:00	TK	1	7	0
2	2	04-ก.ค.-06	17:00	TK	1	7	0
3	70	04-ก.ค.-06	17:00	TK	1	7	0
4	450	04-ก.ค.-06	17:00	TK	1	7	0

ภาพที่ 4.14 แสดงการป้อนจำนวนของขั้นตอนการทำงานในแต่ละงาน

- เลื่อนเมาส์ไปที่ Table Penalty คลิกเพื่อป้อนดัชนีความสำคัญของลูกค้าเป็นตัวกำหนดความสำคัญของลูกค้า เช่นถ้ามีลูกค้าเร่งกำหนดวันส่งมอบงานให้กำหนดดัชนีเป็น 9 เป็นต้น ดังภาพที่ 4.15

	Quantity	Due Date	Due Time	Customer Name	No. of Operations	Penalty	Progressive Const.
1	5	04-ก.ค.-06	17:00	TK	1	7	0
2	2	04-ก.ค.-06	17:00	TK	1	7	0
3	70	04-ก.ค.-06	17:00	TK	1	7	0

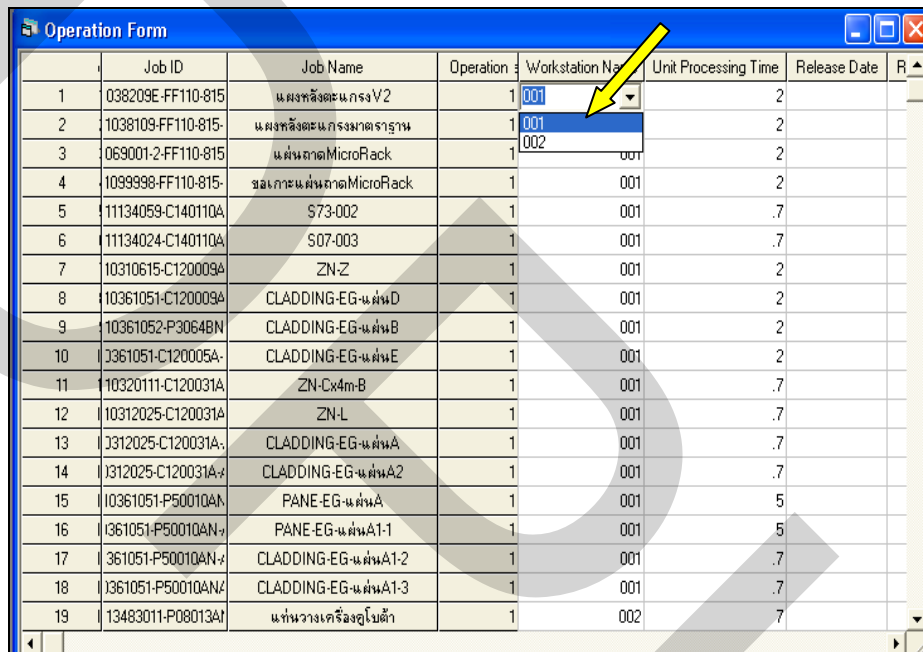
ภาพที่ 4.15 แสดงดัชนีความสำคัญของลูกค้า

- ปุ่ม Add Job สำหรับเพิ่มงานที่ต้องการจัดการการผลิต
- ปุ่ม Delete Job สำหรับลบงานที่ไม่ต้องการจัดการการผลิต
- ปุ่ม Edit Start Time สำหรับกำหนดเวลาเริ่มต้นของงาน

7. φόρμขั้ตอนการทำงาน (Operation Form) ประกอบป้อนข้อมูล

ดั้ต่อไปนี้ด้ด้วยการ

- เลื้อนเมาส์ไปที่ Table Workstation Name ชื่อสถานั้งาน คลั้กเพื่อเลือกสถานั้งานที่เรำด้ต้องการให้ Job นั้นๆทำงานกับสถานั้งานที่เรำกำหนดไว้ ดั้ภาพที่ 4.16



	Job ID	Job Name	Operation	Workstation Name	Unit Processing Time	Release Date	R
1	038209E-FF110-815	นั้ขงขั้ตงนั้ขงV2	1	001	2		
2	1038109-FF110-815	นั้ขงขั้ตงนั้ขงมำดรำรำน	1	001	2		
3	069001-2-FF110-815	นั้ขงขั้ตงนั้ขงมำดรำรำน	1	002	2		
4	1099998-FF110-815	นั้ขงขั้ตงนั้ขงมำดรำรำน	1	001	2		
5	11134059-C140110A	S73-002	1	001	.7		
6	11134024-C140110A	S07-003	1	001	.7		
7	10310615-C120009A	ZN-Z	1	001	2		
8	10361051-C120009A	CLADDING-EG-นั้ขงD	1	001	2		
9	10361052-P3064BN	CLADDING-EG-นั้ขงB	1	001	2		
10	10361051-C120005A	CLADDING-EG-นั้ขงE	1	001	2		
11	10320111-C120031A	ZN-Cx4m-B	1	001	.7		
12	10312025-C120031A	ZN-L	1	001	.7		
13	10312025-C120031A	CLADDING-EG-นั้ขงA	1	001	.7		
14	10312025-C120031A	CLADDING-EG-นั้ขงA2	1	001	.7		
15	10361051-P50010AN	PANE-EG-นั้ขงA	1	001	5		
16	10361051-P50010AN	PANE-EG-นั้ขงA1-1	1	001	5		
17	10361051-P50010AN	CLADDING-EG-นั้ขงA1-2	1	001	.7		
18	10361051-P50010AN	CLADDING-EG-นั้ขงA1-3	1	001	.7		
19	103483011-P08013A	นั้ขงขั้ตงนั้ขงมำดรำรำน	1	002	7		

ภาพที่ 4.16 แสดงการเลือกสถานั้งานที่จะใช้ในการผลิต

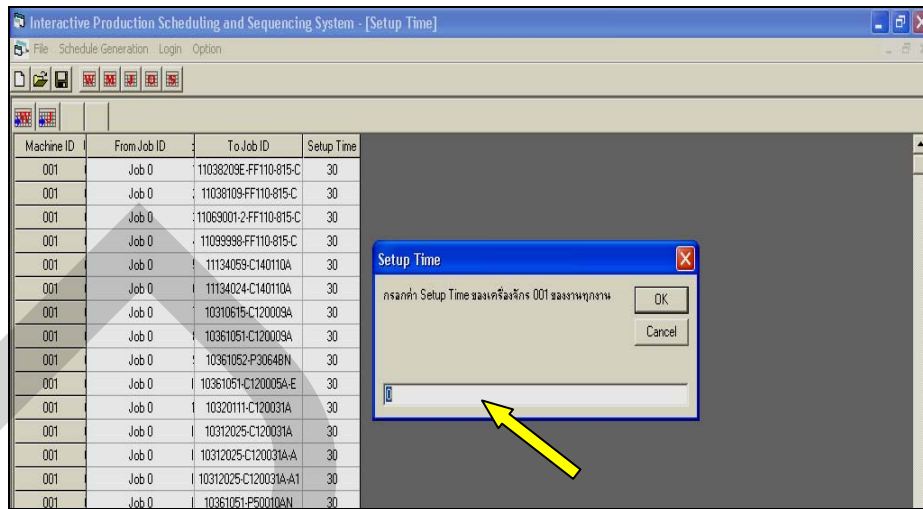
- เลื้อนเมาส์ไปที่ Table Unit Processing Time คลั้กเพื่อป้อนเวลำการทำงานต่อหน่วย เป็นเวลำมำตรฐำน ที่มีกรเก็บข้อมูลไว้และประเมินออกมาแล้ววำใช้เวลำทำรำไรในการทำต่อหนึ่งขั้ดดั้ภาพที่ 4.17

	Job ID	Job Name	Operation	Unit Processing Time	Release Date	Release Time
1	038209E-FF110-815	แผงหลังอะนุกรงV2	1	2		
2	1038109-FF110-815	แผงหลังอะนุกรมมาตรฐาน	1		2	
3	069001-2-FF110-815	แผ่นถาดMicroRack	1		2	
4	1099998-FF110-815	ขอลเกาะแผ่นถาดMicroRack	1		2	
5	11134059-C140110A	S73-002	1		.7	
6	11134024-C140110A	S07-003	1		.7	
7	11134058-C140119A	S73-001	1		.7	
8	11134057-C140110A	S73-004	1		.7	
9	10310615-C120009A	ZN-Z	1		2	
10	10361051-C120009A	CLADDING-EG-แผ่นD	1		2	
11	1361051-C120009A-L	CLADDING-EG-แผ่นD1	1		2	
12	1361051-C120009A-C	CLADDING-EG-แผ่นD2	1		2	
13	1361051-C120009A-L	CLADDING-EG-แผ่นD3	1		2	
14	1361051-C120009A-C	CLADDING-EG-แผ่นD4	1		2	
15	10361052-P3064BN	CLADDING-EG-แผ่นB	1		2	
16	10361052-1-P3064B1	CLADDING-EG-แผ่นB1	1		2	
17	10361052-2-P3064B1	CLADDING-EG-แผ่นB2	1		2	
18	10361052-3-P3064B1	CLADDING-EG-แผ่นB3	1		2	
19	10361052-4-C120005	CLADDING-EG-แผ่นB-1	1		2	

ภาพที่ 4.17 แสดงการป้อนเวลาในการการทำงานต่อหน่วยการผลิต

- วันเริ่มต้นของขั้นตอนการทำงาน (Release Date)
- เวลาเริ่มต้นของขั้นตอนการทำงาน (Release Time) ซึ่งต้องกำหนดในกรณีทั้งวันและเวลาเริ่มต้นของขั้นตอนการทำงานช้ากว่าวันและเวลาเริ่มต้นของรอบการ จัดตารางการผลิต

8. **ฟอร์มเวลาในการตั้งเครื่อง (Setup Time)** ประกอบด้วยการป้อนข้อมูลเวลาในการตั้งเครื่องของเครื่องจักรจากงานที่กำหนดไปยังงานที่ต้องการในทีนี้มีงานของ Job1 และ Job2 ในกรณีศึกษาให้ Job1 ให้ Setup Time = 30 นาที Job2 ให้ Setup Time = 60 นาที ดังภาพที่ .18

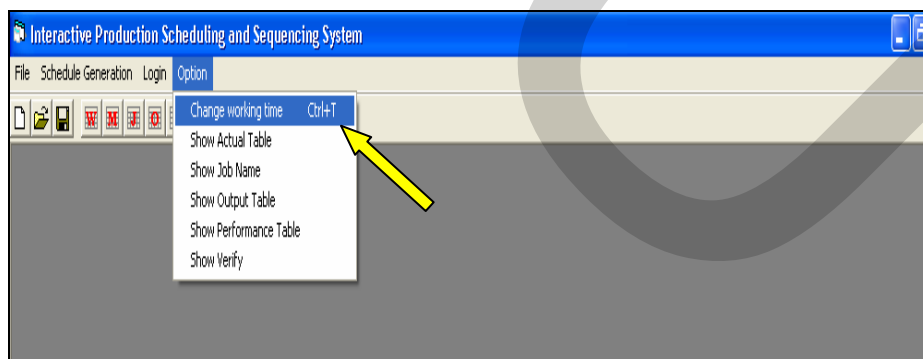


ภาพที่ 4.18 ภาพแสดงการใส่เวลาดังเครื่อง

4.3 ส่วนเพิ่มเติมของโปรแกรม (Option)

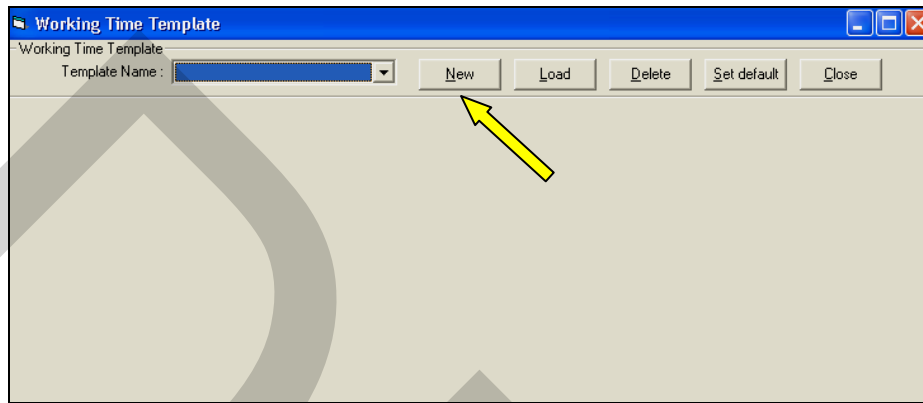
เป็นส่วนเพิ่มเติมของโปรแกรมสำหรับการรับข้อมูลหรือแสดงผลข้อมูลเพิ่มเติม

1. (Change Working Time) ฟอรัมการกำหนดเวลาของการทำงานในแต่ละรอบการทำงาน โดยตั้งรายชื่อของ (Template) ในกรณีการศึกษาในที่นี้ตั้งชื่อ Template ว่า SH2 - เลื่อนเมาส์ไปที่ ฟังก์ชัน Option เลือก Change Working Time แล้วคลิก เพื่อจะเข้าไปตั้งค่าของเวลาในการจัดตารางการผลิต ดังภาพที่ 4.19



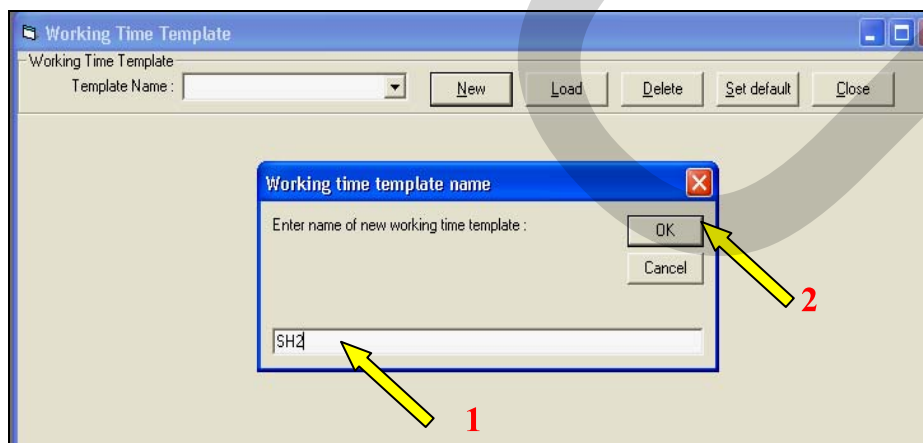
ภาพที่ 4.19 แสดงการ Set (Change Working Time)

- เลื่อนเมาส์ไปที่ New เลือกคลิกสำหรับการเพิ่ม Template ของช่วงเวลาการทำงาน ดังภาพที่ 4.20



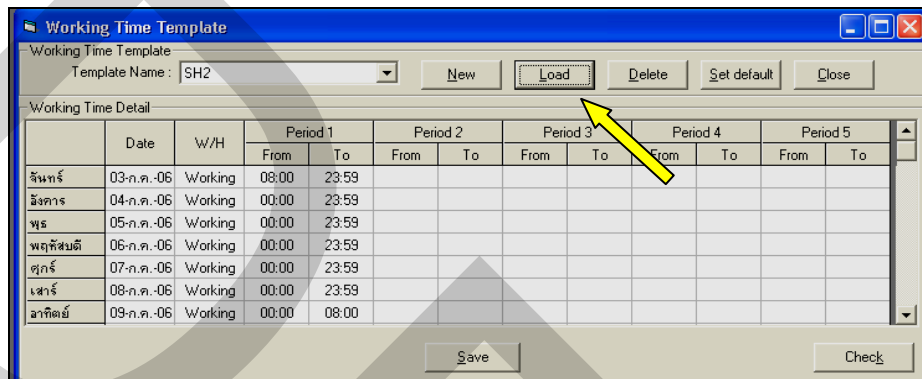
ภาพที่ 4.20 แสดงการเพิ่ม Template ของช่วงเวลา

- เมื่อเราคลิกปุ่ม New แล้วจะปรากฏหน้าต่างของ Working Time Template Name ให้กำหนดชื่อของ Template เช่น SH2 ดังหมายเลข 1
- เมื่อเรากำหนดชื่อของ Template เรียบร้อยแล้ว ให้เลื่อนเมาส์คลิกที่ปุ่ม OK ดังหมายเลขที่ 2 ดังภาพที่ 4.21



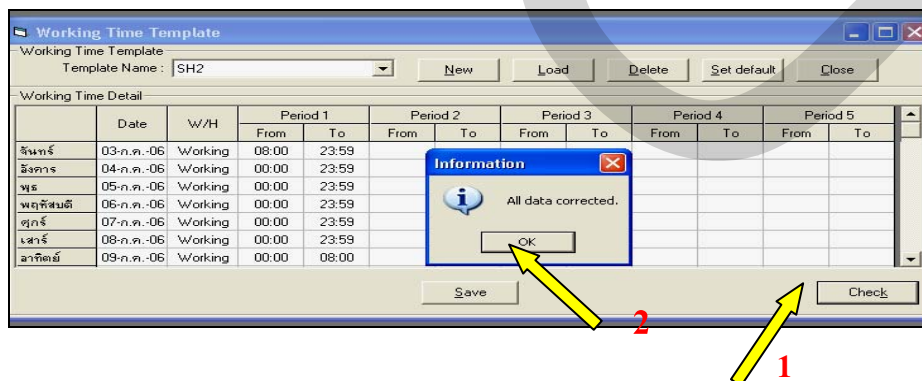
ภาพที่ 4.21 ภาพแสดงการตั้งชื่อของ Template

- เมื่อเราตั้งชื่อ Template แล้วให้เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่ปุ่ม Load เพื่อจะทำการตั้งเวลาในแต่ละวันในรอบสัปดาห์นั้นๆ ดังภาพที่ 4.22



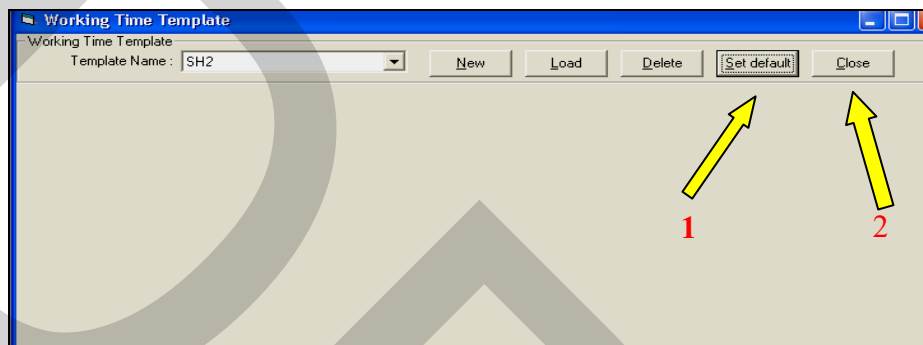
ภาพที่ 4.22 แสดงการ Load Work Time Template

- เมื่อเรากดปุ่ม Load ให้เลื่อนเมาส์ไปกดปุ่ม Check ที่ลูกศรหมายเลข 1 เพื่อทำการตรวจสอบว่าเวลาที่จัดนั้นถูกต้องหรือไม่
- ถ้าเราจัดเวลาการผลิตถูกต้องแล้ว จะปรากฏหน้าต่างของ Information ดังลูกศรหมายเลขที่ 2 แสดงว่าเราสามารถใช้งาน Work Time Template นี้ จัดตารางการผลิตได้ ดังภาพที่ 4.23



ภาพที่ 4.23 ภาพแสดงการตรวจสอบ Work Time Template ที่ใช้ในการจัดตารางการผลิต

- เมื่อเราตรวจสอบ Work Time Template เรียบร้อยแล้วให้เลื่อนเมาส์ไปที่ปุ่ม Ste Default เพื่อสำหรับกำหนดค่าปกติของ Template ของช่วงเวลาการทำงาน ดังลูกศรที่ 1
- จากนั้นให้เลื่อนเมาส์ไปที่ปุ่ม Close เพื่อปิดหน้าต่างนี้ ดังลูกศรที่ 2 ดังภาพที่ 4.24



ภาพที่ 4.24 ภาพแสดงการ Set Default

- ปุ่ม New สำหรับการเพิ่ม Template ของช่วงเวลาการทำงาน
- ปุ่ม Load สำหรับการอ่านข้อมูล Template ของช่วงเวลาการทำงานที่มีอยู่
- ปุ่ม Delete สำหรับการลบข้อมูล Template ของช่วงเวลาการทำงานที่มีอยู่
- ปุ่ม Set Default สำหรับกำหนดค่าปกติของ Template ของช่วงเวลาการทำงาน
- ปุ่ม Close สำหรับปิดฟอร์ม

2. ฟอร์มแสดงผลการจัดตารางการผลิต (Show Output Table)

เป็นการแสดงตารางการผลิตที่แสดงชื่อของงาน รหัสสถานีนงาน รหัสเครื่องจักร ขั้นตอนการทำงาน เวลาเริ่มต้นของขั้นตอนการทำงาน และเวลาแล้วเสร็จของขั้นตอนการทำงาน ก่อนที่จะมีการใช้การจัดตารางการผลิตโดยใช้กฎ และวิธีการจัดตารางการผลิตแบบต่างๆ และการจัดตารางการผลิตแบบโต้ตอบ ดังภาพที่ 4.25

Job Name	Operation	Workstation ID	Machine ID	Start Time	End Time
S73-002	1	001	001	3/7/2006 8:00:00	3/7/2006 9:15:00
S07-003	1	001	001	3/7/2006 9:15:00	3/7/2006 10:38:00
TOSTEM-OSAKI	1	002	002	3/7/2006 8:00:00	3/7/2006 16:00:00
ZN-Z	1	001	001	3/7/2006 10:38:00	3/7/2006 12:48:00
LADDING-EG-แม่พิมพ์	1	001	001	3/7/2006 12:48:00	3/7/2006 13:54:00
LADDING-EG-แม่พิมพ์	1	001	001	3/7/2006 13:54:00	3/7/2006 16:48:00
LADDING-EG-แม่พิมพ์	1	001	001	3/7/2006 16:48:00	3/7/2006 17:50:00
ZN-Cx4m-B	1	001	001	3/7/2006 17:50:00	3/7/2006 19:30:00
แม่พิมพ์เครื่องสูบลม	1	002	002	3/7/2006 16:00:00	3/7/2006 18:24:00
ZN-L	1	001	001	3/7/2006 19:30:00	3/7/2006 20:35:00
LADDING-EG-แม่พิมพ์	1	001	001	3/7/2006 20:35:00	3/7/2006 22:29:00
แม่พิมพ์เครื่องจักร	1	002	002	3/7/2006 18:24:00	3/7/2006 21:54:00
LADDING-EG-แม่พิมพ์	1	001	001	3/7/2006 22:29:00	3/7/2006 23:05:00
แม่พิมพ์เครื่องV2	1	001	001	3/7/2006 23:05:00	3/7/2006 23:45:00
แม่พิมพ์แม่พิมพ์	1	001	001	3/7/2006 23:45:00	4/7/2006 0:20:00
แม่พิมพ์แม่พิมพ์	1	001	001	4/7/2006 0:20:00	4/7/2006 3:10:00
แม่พิมพ์แม่พิมพ์	1	001	001	4/7/2006 3:10:00	4/7/2006 18:40:00

ภาพที่ 4.25 ภาพแสดงฟอร์มของการจัดตารางการผลิต (Show Output Table)

4.4 ส่วนของการจัดตารางการผลิต

เป็นส่วนของการเลือกกฎและวิธีการจัดตารางการผลิตแบบต่างๆ

1. วิธีการจัดตารางการผลิตมีกฎต่างๆดังนี้

- วิธีการจัดตารางการผลิตแบบแอกทีฟที่ใช้กฎต่างๆ 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)

- วิธีการจัดตารางการผลิตแบบแอกทีฟที่พิจารณาเวลาในการตั้งเครื่อง (With Setup Time)

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

- วิธีการจัดตารางการผลิตแบบนอนดีเลย์ที่ใช้กฎต่างๆดังนี้

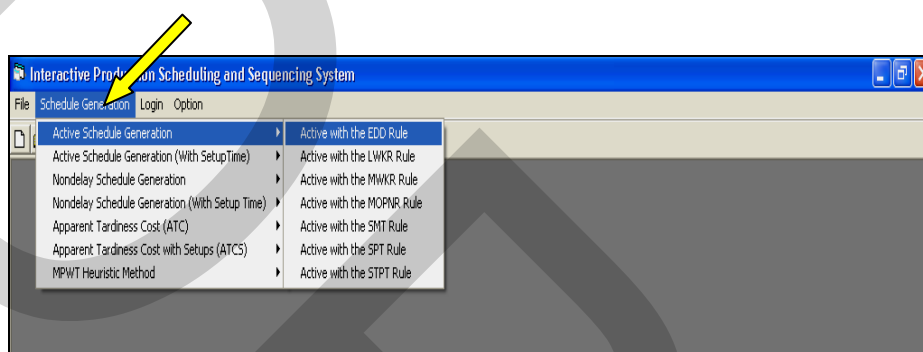
- กฎ EDD (Earliest Due Date)
- กฎ LWKR (Least Work Remaining)
- กฎ MWKR (Most Work Remaining)
- กฎ MOPNR (Most Operation Remaining)
- กฎ SMT (Smallest Value Obtained by Multiplying Time with Total Processing Time)
- กฎ SPT (Shortest Processing Time)
- กฎ STPT (Shortest Total Processing Time)

- วิธีการจัดตารางการผลิตแบบนอนดีเลย์ที่พิจารณาเวลาในการตั้งเครื่อง (With Setup Time) โดยใช้กฎต่างๆดังนี้

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

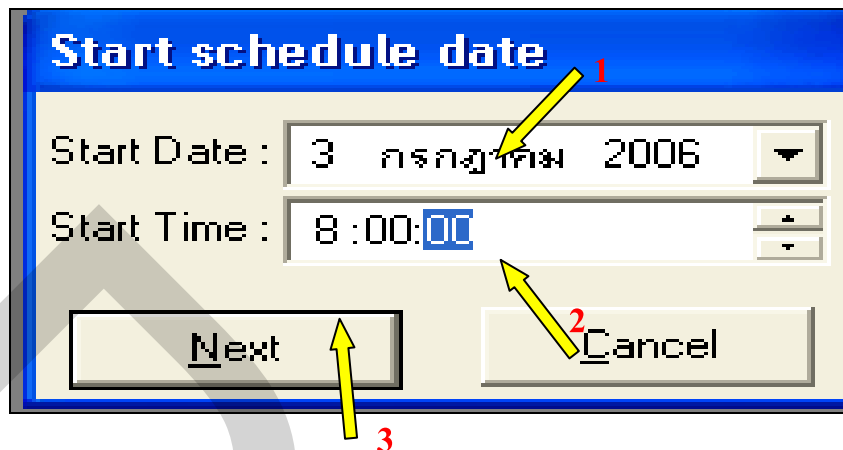
2. ทดลองการเลือกใช้กฎ

- ให้ไปที่ Schedule Generation
- ให้เลือกจะทดลองแบบวิธีการจัดการการผลิตแบบแอกทีฟ หรือนอนดิเลย์
- ให้เลือกว่าจะทดลองกฎใด ในการที่จะทดลอง ในที่นี้จะเลือกวิธีการจัดการแบบแอกทีฟ ดังภาพที่ 4.26



ภาพที่ 4.26 ภาพแสดงส่วนของกฎและวิธีการจัดการการผลิต

- เมื่อเราเลือกกฎที่จะใช้ทดลองได้แล้ว จะปรากฏ Start Schedule Date ให้เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่ Start Date เพื่อให้การกำหนดค่าเริ่มต้นของการทดลองของวันที่ตามหมายเลขที่ 1
- ให้เลื่อนเมาส์ไปที่ Start Time คลิกเพื่อกำหนดเวลาที่ทำการผลิตจะทดลองในช่วงเวลานั้นๆ ตามหมายเลขที่ 2 ดังภาพที่ 4.1
- เมื่อเรากำหนดค่าของวันและเวลาเรียบร้อยแล้วให้คลิกที่ปุ่ม Next ตามหมายเลขที่ 3 ดังภาพที่ 4.27

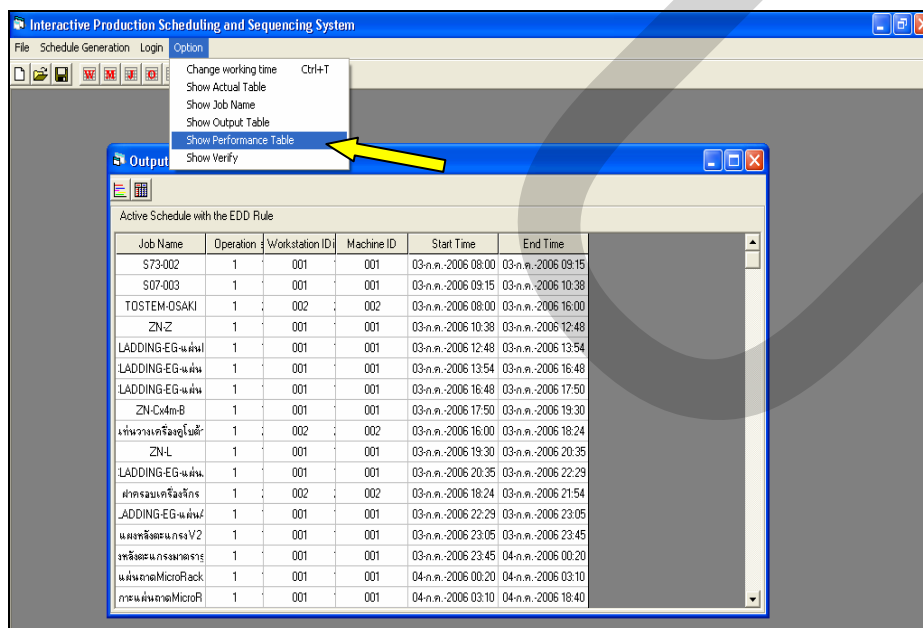


ภาพที่ 4.27 ภาพแสดงการกำหนดค่าของวันและเวลาที่ใช้ในการจัดตารางการผลิต

3. ฟอรัมแสดงตารางค่าตัววัดผล (Show Performance Table)

เป็นการแสดงค่าตัววัดผลต่างๆของกฎและวิธีการจัดตารางการผลิตที่เลือกใช้ ประกอบด้วยช่องสำหรับเลือกตัววัดผล และตารางแสดงค่าของตัววัดผลแต่ละประเภทของกฎ และวิธีการจัดตารางการผลิตแบบต่างๆ

- ให้เลื่อนเมาส์ไปที่ (Show Performance Table) แล้วคลิก ดังภาพที่ 4.28



ภาพที่ 4.28 แสดงการวิธีการเข้าไปใน (Show Performance Table)

- รูปแสดง (Show Performance Table) หลังจากที่เรากดเลือกกฎ ดังภาพที่ 4.29

Performance	Criteria1	Criteria2	Criteria3	Criteria4	Criteria5	Criteria6	Criteria7
Active Schedule with the EDD Rule	22,502.00	2,613.00	8,524.00	4,206.00	10.00	-4,318.00	23,448.00

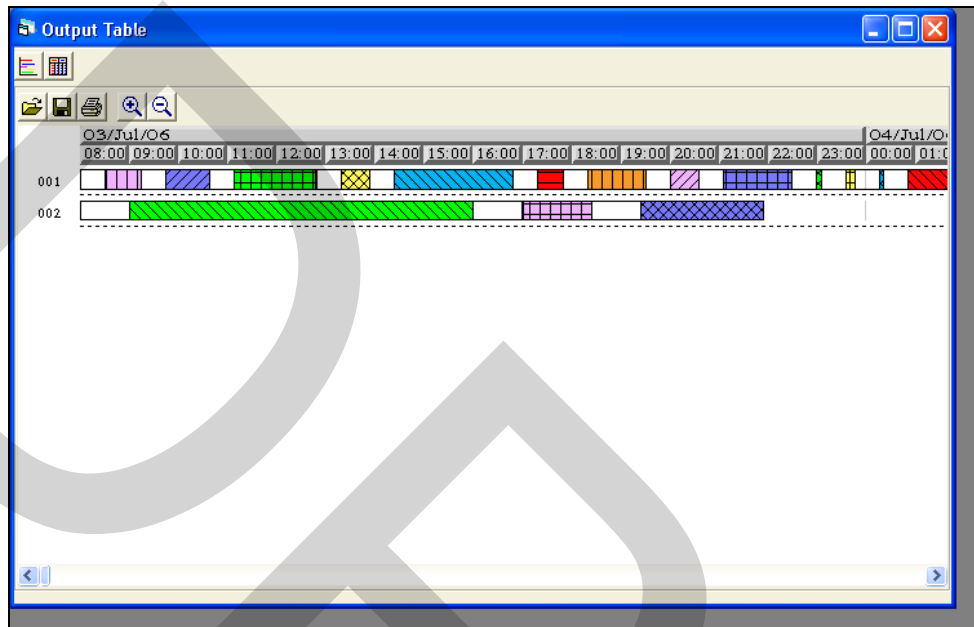
ภาพที่ 4.29 ภาพแสดงฟอร์มซึ่งแสดงตารางค่าตัววัดผล

- ให้เลื่อนเมาส์ไปที่รูปภาพ เพื่อดูสายงานของสายการผลิต ดังภาพที่ 4.30

J Name	Operation	Workstation ID	Machine ID	Start Time	End Time
S01002	1	001	001	3/7/2006 8:00:00	3/7/2006 9:15:00
S01003	1	001	001	3/7/2006 9:15:00	3/7/2006 10:38:00
TOSTER DSAKI	1	002	002	3/7/2006 8:00:00	3/7/2006 16:00:00
ZN-Z	1	001	001	3/7/2006 10:38:00	3/7/2006 12:48:00
LADDING-EG-น้ผง	1	001	001	3/7/2006 12:48:00	3/7/2006 13:54:00
LADDING-EG-น้ผง	1	001	001	3/7/2006 13:54:00	3/7/2006 16:48:00
LADDING-EG-น้ผง	1	001	001	3/7/2006 16:48:00	3/7/2006 17:50:00
ZN-Cx4m-B	1	001	001	3/7/2006 17:50:00	3/7/2006 19:30:00
น้ผงวางเครื่องงูโบดี้	1	002	002	3/7/2006 16:00:00	3/7/2006 18:24:00
ZN-L	1	001	001	3/7/2006 19:30:00	3/7/2006 20:35:00
LADDING-EG-น้ผง	1	001	001	3/7/2006 20:35:00	3/7/2006 22:29:00
ส้กรองเครื่องจักร	1	002	002	3/7/2006 18:24:00	3/7/2006 21:54:00
LADDING-EG-น้ผง	1	001	001	3/7/2006 22:29:00	3/7/2006 23:05:00
น้ผงหึ่งอะน้กรงV2	1	001	001	3/7/2006 23:05:00	3/7/2006 23:45:00
รหึ่งอะน้กรงมาตรฐาน	1	001	001	3/7/2006 23:45:00	4/7/2006 0:20:00
น้ผงถาดMicroRack	1	001	001	4/7/2006 0:20:00	4/7/2006 3:10:00
น้ผงถาดMicroR	1	001	001	4/7/2006 3:10:00	4/7/2006 18:40:00

ภาพที่ 4.30 ภาพแสดงการเข้าข้อมูลของสายการผลิต

- φόρμแสดงผลการจัดตารางการผลิต ประกอบด้วยปุ่มต่างๆ ได้แก่ ปุ่ม Show Gantt สำหรับแสดงผลการจัดตารางการผลิตในรูปของแผนภูมิแกนต์ ดังภาพที่ 4.31

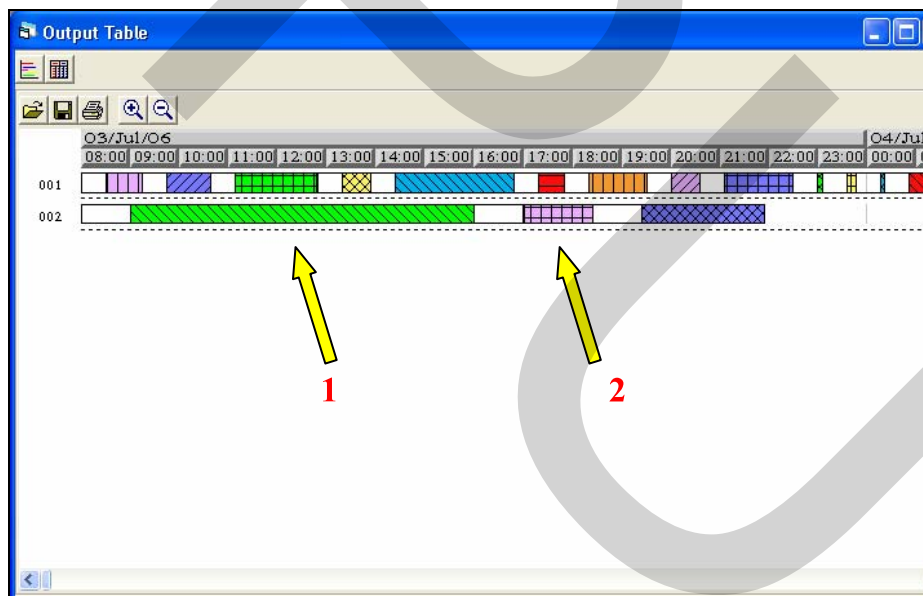


ภาพที่ 4.31 ภาพแสดงแผนภูมิแกนต์ซึ่งแสดงตารางการผลิตที่ได้จากการจัดตารางการผลิต

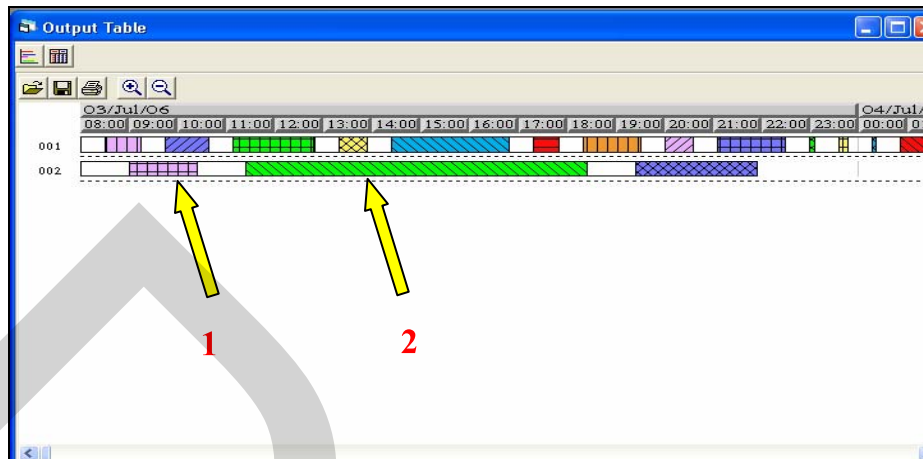
- ปุ่ม Load Gantt สำหรับอ่านข้อมูลจากตารางเพื่อแสดงผลในรูปแผนภูมิแกนต์
- ปุ่ม Save Gantt สำหรับบันทึกข้อมูลจากแผนภูมิแกนต์เพื่อแสดงผลในตาราง
- ปุ่ม Print Gantt สำหรับพิมพ์ข้อมูลจากแผนภูมิแกนต์ ออกสู่เครื่องพิมพ์โดยพิมพ์ตามแผนภูมิแกนต์ที่ปรากฏในหน้าจอ
- ปุ่ม Zoom In สำหรับขยายขนาดของแผนภูมิแกนต์ ซึ่งขยายความละเอียดได้ถึงช่วงเวลา 15 นาที
- ปุ่ม Zoom Out สำหรับย่อขนาดของแผนภูมิแกนต์ ซึ่งย่อความละเอียดได้ถึงช่วงเวลา 12 ชั่วโมง
- ปุ่ม Show Table สำหรับแสดงผลการจัดตารางการผลิตในรูปของตาราง

หลังจากที่โปรแกรมจัดการการผลิตได้คำนวณ หาดตารางการผลิตที่ได้ออกมาแล้ว ผู้ใช้โปรแกรมสามารถปรับเปลี่ยนตารางการผลิต ที่เป็นผลลัพธ์จากโปรแกรมให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมในการผลิตจริงซึ่งมีความไม่แน่นอน และมีผลต่อการจัดการการผลิต เช่นการเพิ่มการยกเลิกงาน การเพิ่มปริมาณชิ้นงานในแต่ละงาน การลดปริมาณชิ้นงานในแต่ละงาน การขาดแคลนวัสดุ การเสียของเครื่องจักร การหยุดงานของพนักงาน การเลื่อนเวลาการส่งมอบงานให้เร็วขึ้นและการเลื่อนเวลาการส่งมอบงานให้ช้าลง เป็นต้น โดยสามารถเปรียบเทียบตัววัดผลต่างๆ ระหว่างตารางการผลิตที่เป็นผลลัพธ์จากโปรแกรม และตาราง การผลิตที่ได้จากการจัดการการผลิตแบบโต้ตอบ

- หมายเลขที่ 1 และ 2 ซึ่งเป็นตัวอย่างในการจัดการการผลิตแบบโต้ตอบโดยการสลับงานสีเขียวมาทำก่อนงานสีม่วง เนื่องจากลูกค้าเร่งให้ส่งงานสีเขียวก่อน ดังภาพที่ 4.32
- ส่วนของการลากเมาส์เพื่อสลับงานเนื่องจากลูกค้าเร่งให้ส่งงานที่กำหนดก่อน

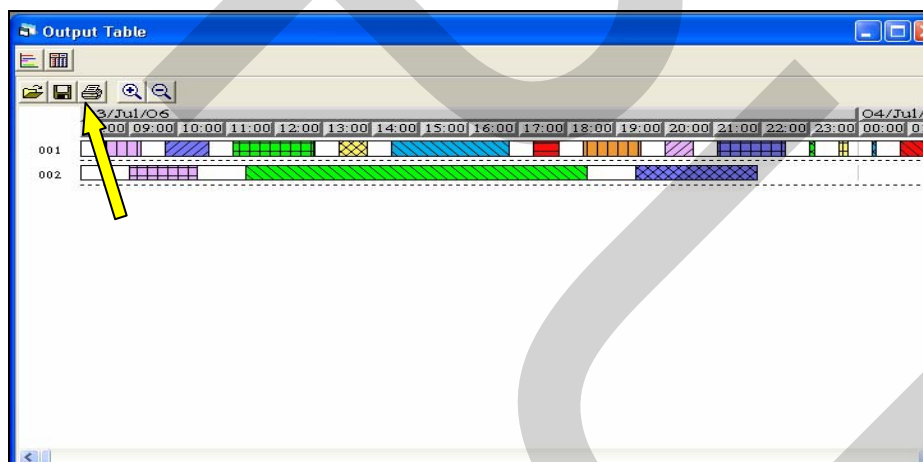


ภาพที่ 4.32 ภาพแสดงตัวอย่างการจัดการตารางการผลิตแบบโต้ตอบได้



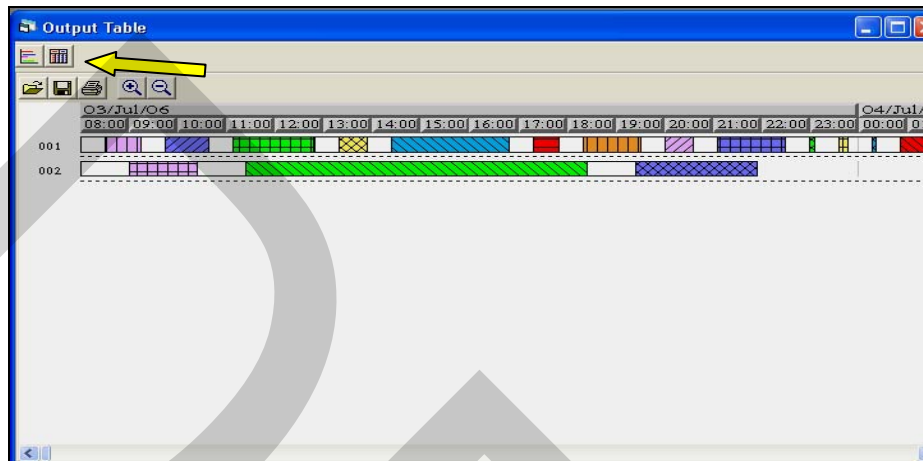
ภาพที่ 4.33 ภาพแสดงผลการสลับงานของการจัดตารางการผลิตแบบโต้ตอบได้

- เมื่อเราปรับงานเร่งด่วนเรียบร้อยแล้วให้กด Save เสมอ ดังภาพที่ 4.34

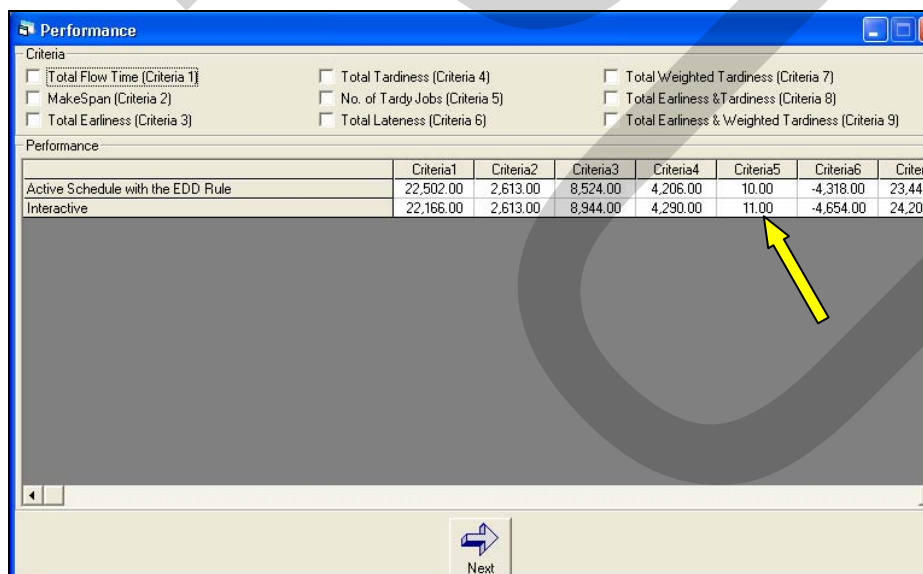


ภาพที่ 4.34 ภาพแสดงการ Save หลังจากการจัดตารางการผลิตแบบโต้ตอบได้

- เมื่อเราทำการ Save แล้วให้เลื่อนเมาส์มาคลิกที่ Icon Show Table เสมอเพื่อป้องกันการผิดพลาดของข้อมูล ดังภาพที่ 4.35



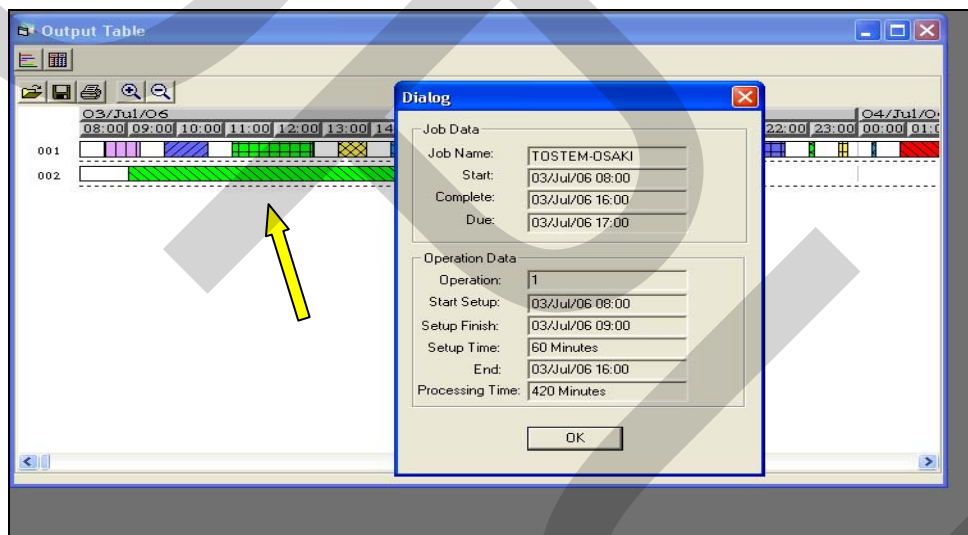
ภาพที่ 4.35 ภาพแสดงการป้องกันการผิดพลาดของข้อมูล



ภาพที่ 4.36 ภาพแสดงค่าตัววัดผลของการจัดการการผลิตแบบโต้ตอบ (Interactive)

ในการจัดการตารางการผลิตแบบโต้ตอบได้สามารถปรับเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ในโปรแกรมหรือปรับเปลี่ยนตารางการผลิตในแผนภูมิแกนต์ได้ง่าย เนื่องจากอยู่ในรูปแบบกราฟิก (Graphic) โดยผู้ใช้โปรแกรมสามารถทำการเคลื่อนย้ายขั้นตอนการทำงานที่กำหนด ไปยังตำแหน่งที่ต้องการในการตรวจสอบว่าขั้นตอนการทำงานที่พิจารณาอยู่เป็นขั้นตอนของการทำงานใด วัน และเวลาเริ่มต้นของงาน วันและเวลาแล้วเสร็จของงาน วันและเวลากำหนดส่งมอบของงาน วันและเวลาเริ่มต้นของขั้นตอนการทำงาน วันและเวลาแล้วเสร็จของการตั้งเครื่อง วันและเวลาแล้วเสร็จของขั้นตอนการทำงาน เวลาที่ใช้ในการตั้งเครื่อง และเวลาการทำงานของขั้นตอนการทำงานมีค่าเท่าใด สามารถตรวจสอบได้โดย

- เลื่อนเมาส์ไปที่ กราฟ แล้วคลิกเพื่อดูรายละเอียดของงานนั้นๆ ดังภาพที่ 4.37



ภาพที่ 4.37 ภาพแสดงข้อความในแผนภูมิแกนต์ซึ่งแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับงานและขั้นตอนการทำงาน

4.5 ส่วนการประยุกต์ใช้การวิเคราะห์แบบลำดับขั้น (Analytical Hierarchy Process, AHP)

ในการจัดตารางการผลิต

หลังจากที่ได้ทำการทดลองจัดตารางการผลิตด้วยวิธี และกฎการจัดตารางการผลิตต่างๆ จนได้ผลลัพธ์ตามเกณฑ์การตัดสินใจต่างๆ ดังภาพที่ 4.38

4.5.1 การกำหนดเกณฑ์การตัดสินใจ และกำหนดทางเลือกในการตัดสินใจ

- ใช้เมาส์กดเลือกเกณฑ์การตัดสินใจ (Criteria)
- ใช้เมาส์กดไปที่ชื่อกฎการจัดตารางการผลิตที่ต้องการจะนำไปวิเคราะห์ให้เปลี่ยนเป็นแถบสีฟ้า ดังภาพที่ 4.37
- ใช้เมาส์กดปุ่ม Next

	Criteria1	Criteria2	Criteria3	Criteria4	Criteria5	Criteria6	Criteria7
Nondelay Schedule with the EDD Rule	2,569.00	887.00	4,091.00	0.00	0.00	-4,091.00	0.00
Nondelay Schedule with the MWKR(with Setup Time) Rule	3,857.00	887.00	3,610.00	807.00	3.00	-2,803.00	4,035.00
Nondelay Schedule with the SPT(with Setup Time) Rule	2,149.00	887.00	4,511.00	0.00	0.00	-4,511.00	0.00
ATC (Nondelay)	2,149.00	887.00	4,511.00	0.00	0.00	-4,511.00	0.00
MPwT Heuristic Method (Nondelay)	2,569.00	887.00	4,091.00	0.00	0.00	-4,091.00	0.00

ภาพที่ 4.38 ภาพแสดงวิธีและกฎการจัดตารางการผลิตต่างๆ และผลลัพธ์ตามเกณฑ์การตัดสินใจต่างๆ

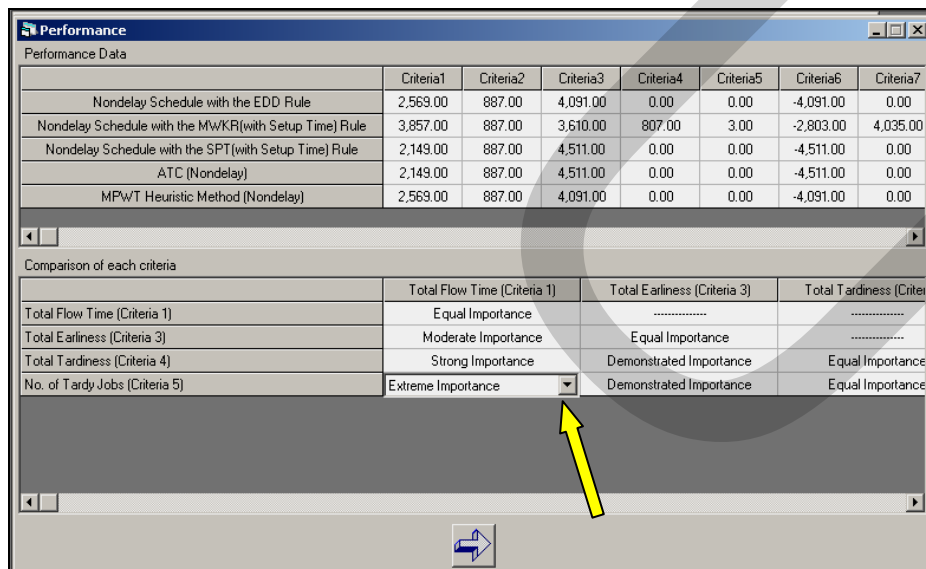
4.5.2 การเปรียบเทียบลำดับความสำคัญ (Preference and Importance Comparison)

4.5.2.1 การเปรียบเทียบลำดับความสำคัญของเกณฑ์การตัดสินใจ

- ใช้เมาส์กดไปที่ช่องว่างเพื่อเลือกระดับตามความสำคัญของเกณฑ์การตัดสินใจ โดยเปรียบเทียบเป็นคู่ๆ ดังภาพที่ 4.39 ซึ่งมีระดับความสำคัญแบ่งได้ดังนี้

- 1) มีความสำคัญเท่ากัน (Equal Importance)
- 2) มีความสำคัญมากกว่าปานกลาง (Moderate Importance)
- 3) มีความสำคัญมากกว่ามาก (Strong Importance)
- 4) มีความสำคัญมากกว่าอย่างเห็นได้ชัด (Demonstrated Importance)
- 5) มีความสำคัญมากกว่าเป็นอย่างมาก (Extreme Importance)

- เมื่อเปรียบเทียบลำดับตามความสำคัญจนครบทุกคู่แล้วให้ใช้เมาส์กดปุ่มลูกศร Next



ภาพที่ 4.39 ภาพแสดงฟอร์มสำหรับเปรียบเทียบน้ำหนักตามความสำคัญของเกณฑ์การตัดสินใจ(Criteria)

4.5.2.2 การเปรียบเทียบความแตกต่างของทางเลือกในการตัดสินใจในแต่ละเกณฑ์ (Criteria)

- ใช้เมาส์คลิกไปที่ช่องว่างเพื่อเลือกระดับความแตกต่างของทางเลือกในการตัดสินใจ โดยเปรียบเทียบเป็นคู่ๆ โดยที่ทางเลือกที่อยู่ทางซ้าย (ตามแนวดิ่ง) จะมีความมากกว่าทางเลือกที่อยู่ทางขวา (ตามแนวนอน) ซึ่งมีระดับความสำคัญแรงได้ดังนี้

- 1) ไม่แตกต่างกัน (Not Different)
- 2) แตกต่างกัปานกลาง (Moderate better than)
- 3) แตกต่างกันมาก (Strong better than)
- 4) แตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด (Demonstrated better than)
- 5) แตกต่างกันเป็นอย่างมาก (Extreme better than)

The screenshot shows a software window titled 'Performance' with a 'Performance Data' table and a comparison matrix for 'Total Flow Time (Criteria 1)'. The data table lists five scheduling rules with their values across seven criteria. The comparison matrix shows pairwise comparisons between these rules, with a dropdown menu open for the comparison between 'Nondelay Schedule with the SPT(with Setup Time) Rule' and 'MPWT Heuristic Method (Nondelay)', showing options like 'Not Different', 'Moderate better than', 'Strong better than', 'Demonstrated better than', and 'Extreme better than'.

Performance Data	Criteria1	Criteria2	Criteria3	Criteria4	Criteria5	Criteria6	Criteria7
Nondelay Schedule with the EDD Rule	2,569.00	887.00	4,091.00	0.00	0.00	-4,091.00	0.00
Nondelay Schedule with the MvKR(with Setup Time) Rule	3,857.00	887.00	3,610.00	807.00	3.00	-2,803.00	4,035.00
Nondelay Schedule with the SPT(with Setup Time) Rule	2,149.00	887.00	4,511.00	0.00	0.00	-4,511.00	0.00
ATC (Nondelay)	2,149.00	887.00	4,511.00	0.00	0.00	-4,511.00	0.00
MPWT Heuristic Method (Nondelay)	2,569.00	887.00	4,091.00	0.00	0.00	-4,091.00	0.00

Total Flow Time (Criteria 1)	Nondelay Schedule with the EDD Rule	Nondelay Schedule with the MvKR(with Setup Time) Rule	Nondelay Schedule with the SPT(with Setup Time) Rule	ATC (Nondelay)	MPWT Heuristic Method (Nondelay)
Nondelay Schedule with the EDD Rule	Not Different				
Nondelay Schedule with the MvKR(with Setup Time) Rule	Not Different	Not Different			
Nondelay Schedule with the SPT(with Setup Time) Rule	Not Different		Not Different		
ATC (Nondelay)				Not Different	
MPWT Heuristic Method (Nondelay)					Not Different

ภาพที่ 4.40 ภาพแสดงฟอร์มสำหรับเปรียบเทียบความแตกต่างของทางเลือกในเกณฑ์การตัดสินใจที่ 1 (Criteria 1)

- เมื่อเปรียบเทียบทางเลือกแต่ละทางเลือกจนครบทุกคู่แล้วให้กดปุ่มลูกศร Next ดังภาพที่ 4.41

Performance Data							
	Criteria1	Criteria2	Criteria3	Criteria4	Criteria5	Criteria6	Criteria7
Nondelay Schedule with the EDD Rule	2,569.00	887.00	4,091.00	0.00	0.00	-4,091.00	0.00
Nondelay Schedule with the MvKR(with Setup Time) Rule	3,857.00	887.00	3,610.00	807.00	3.00	-2,803.00	4,035.00
Nondelay Schedule with the SPT(with Setup Time) Rule	2,149.00	887.00	4,511.00	0.00	0.00	-4,511.00	0.00
ATC (Nondelay)	2,149.00	887.00	4,511.00	0.00	0.00	-4,511.00	0.00
MPWT Heuristic Method (Nondelay)	2,569.00	887.00	4,091.00	0.00	0.00	-4,091.00	0.00

Total Flow Time (Criteria 1)		
	ATC (Nondelay)	MPWT Heuristic Method (Nondelay)
Nondelay Schedule with the EDD Rule	Not Different	Moderate better than
Nondelay Schedule with the MvKR(with Setup Time) Rule	-----	-----
Nondelay Schedule with the SPT(with Setup Time) Rule	Not Different	Moderate better than
ATC (Nondelay)	Not Different	Moderate better than
MPWT Heuristic Method (Nondelay)	-----	Not Different

ภาพที่ 4.41 ภาพแสดงฟอร์มสำหรับเปรียบเทียบความแตกต่างของทางเลือกในเกณฑ์การตัดสินใจ ที่ 1 (Criteria 1) ครบทุกคู่แล้ว

- ทำการเลือกระดับความแตกต่างของทางเลือกในการตัดสินใจจนครบทุกเกณฑ์การตัดสินใจ ตามที่ได้เลือกไว้ข้างต้น (Criteria)

4.5.3 การพิจารณาความสอดคล้องในการเปรียบเทียบ (Consistency of Judgment)

- พิจารณาว่าค่าความสอดคล้อง (Consistency Ratio, CR) มีค่าเกิน 0.1 หรือไม่ ถ้าเกิน 0.1 แสดงว่าการเปรียบเทียบเกณฑ์การตัดสินใจ และการเปรียบเทียบทางเลือกในการตัดสินใจ มีความไม่สอดคล้องกันดังภาพที่ 4.42
- ถ้าค่า CR เกิน 0.1 ให้กลับไปทำข้อ 4.5.2 ใหม่ โดยทำการเปรียบเทียบลำดับความสำคัญของแต่ละเกณฑ์การตัดสินใจและเปรียบเทียบความแตกต่างของทางเลือกจนกว่า จะ ได้ค่า CR ไม่เกิน 0.1

4.5.4 การจัดลำดับทางเลือกในการตัดสินใจ (Ranking Decision Alternative)

- พิจารณาว่าทางเลือกใดมีค่าน้ำหนักความสำคัญมากที่สุด ทางเลือกนั้นจะถูกเลือกตัดสินใจ ดังตัวอย่างภาพที่ 4.42

The screenshot shows a software window titled "Performance" with two main sections: "Consistency Ratio Calculations" and "Priority Ranking".

Consistency Ratio Calculations

Criteria	CI	CR
Total Flow Time (Criteria 1)	0.02244	0.02004
Total Earliness (Criteria 3)	0.03248	0.02900
Total Tardiness (Criteria 4)	0.00000	0.00000
No. of Tardy Jobs (Criteria 5)	0.00000	0.00000
Criteria Comparison Matrix	0.06946	0.07718

Priority Ranking

	Priority
Nondelay Schedule with the EDD Rule	0.22875
Nondelay Schedule with the MWKR(with Setup Time) Rule	0.07807
Nondelay Schedule with the SPT(with Setup Time) Rule	0.22875
ATC (Nondelay)	0.22875
MPWT Heuristic Method (Nondelay)	0.23567

A "Back" button is located at the bottom center of the window.

ภาพที่ 4.42 ภาพแสดงค่าความสอดคล้อง (Consistency Ratio, CR) และค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละทางเลือก

บทที่ 5

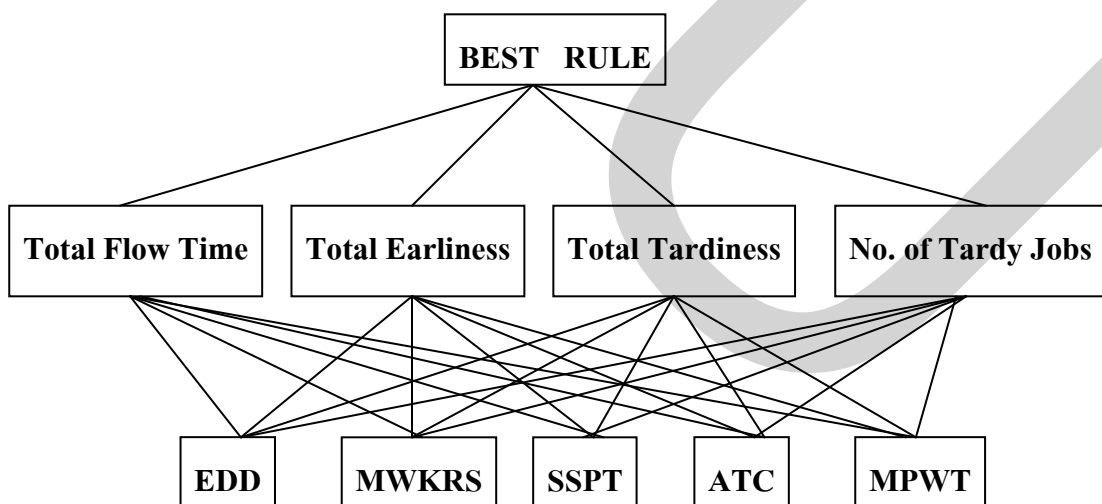
การพัฒนาแบบปัญหาการตัดสินใจและการวิเคราะห์ข้อมูล

ในบทนี้จะกล่าวถึงการพัฒนาแบบโครงสร้างลำดับชั้นของการเลือกกฎการ จัดตารางการผลิตที่เหมาะสมที่สุด สำหรับแผนกอบฟันสีของโรงงานผลิตเฟอร์นิเจอร์ที่เป็นกรณีศึกษา และกล่าวถึงขั้นตอนการรวบรวมข้อมูลเพื่อการศึกษาวิจัย การออกแบบแบบสอบถามที่จะใช้ในการรวบรวมข้อมูล นอกจากนี้ยังกล่าวถึงการวิเคราะห์ข้อมูล และผลของการวิเคราะห์ข้อมูล ข้อมูลที่ได้จะเป็นข้อมูลของน้ำหนักความสำคัญของแต่ละวัตถุประสงค์

5.1 วัตถุประสงค์ของรูปแบบ

วัตถุประสงค์ของรูปแบบที่พัฒนาขึ้นนี้มีขึ้นเพื่อที่จะพิจารณาน้ำหนักความสำคัญ ของทางเลือกของกฎการ จัดตารางการผลิตแต่ละกฎ โดยพิจารณาปัจจัยตามวัตถุประสงค์ของการจัดตารางการผลิตของ โรงงานผลิตที่เป็นกรณีศึกษา

5.2 รูปแบบลำดับชั้นสำหรับการเลือกกฎการ จัดตารางการผลิตที่เหมาะสมที่สุด



ภาพที่ 5.1 ภาพลำดับชั้นสำหรับการเลือกกฎการ จัดตารางการผลิตของ โรงงานที่เป็นกรณีศึกษา

เกณฑ์	ทางเลือก
ปัจจัยตามวัตถุประสงค์ของการจัดตารางการผลิตของโรงงานผลิตที่เป็นกรณีศึกษา	กฎที่ใช้ในการจัดตารางการผลิต
- ผลรวมเวลาที่งานอยู่ในระบบ (Total Flow Time)	- กฎ EDD
- เวลาที่งานจะเสร็จก่อน (Total Earliness)	- กฎ MWKRS
- ผลรวมค่าของเวลาล่าช้าของงาน (Total Tardiness)	- กฎ SSPT
- จำนวนงานล่าช้า (Number of Tardy Jobs)	- กฎ ATC
	- กฎ MPWT

5.3 ขั้นตอนการรวบรวมข้อมูล

- 5.3.1 ศึกษาข้อมูล ขั้นตอนและวิธีการจัดตารางการผลิตแบบเดิมของโรงงานที่เป็นกรณีศึกษา
- 5.3.2 รวบรวมข้อมูลของน้ำหนักความสำคัญ โดยเปรียบเทียบของเกณฑ์การตัดสินใจและทางเลือกต่างๆ ในที่นี้จะทำการสัมภาษณ์ด้วยแบบสอบถามที่สร้างขึ้นเพื่อหาน้ำหนักความสำคัญโดยเปรียบเทียบเป็นคู่ๆ ดังแสดงในภาคผนวก ก. โดยผู้วิจัยจะทำการอธิบายผู้ตอบแบบสอบถามให้เข้าใจถึงหลักการของการเปรียบเทียบความสำคัญด้วยวิธีนี้ และให้ข้อมูลพื้นฐานของแต่ละกฎการจัดตารางการผลิต เพื่อให้ผู้ตอบแบบสอบถามมีข้อมูลเบื้องต้นเพียงพอในการตอบแบบสอบถาม จากนั้นทำการสอบถามความสำคัญของเกณฑ์การตัดสินใจในแต่ละทางเลือก หาแนวโน้มของความคิดในการเปรียบเทียบความสำคัญเป็นคู่ๆ ของผู้ตอบแบบสอบถาม
- 5.3.3 นำข้อมูลที่ได้ไปทำการวิเคราะห์หาน้ำหนักความสำคัญ และค่าอัตราส่วนความไม่สอดคล้องของข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Dr. Chatpon M. 's Interactive Production Scheduling & Sequencing Software, IPSS. และพิจารณาค่าความสอดคล้องในการเปรียบเทียบ (Consistency of Judgement) เป็นการวิเคราะห์ค่าอัตราส่วนความสอดคล้อง (Consistency Ratio, CR) จากการทดลองเพื่อแสดงว่าการเปรียบเทียบและการจัดลำดับความสำคัญของทางเลือก แต่ละทางเลือก ในแต่ละเกณฑ์การตัดสินใจมีค่าอัตราส่วน CR โดยปกติหรือไม่ ถ้าปกติจะมีค่าไม่เกิน 0.1 หรือ 10% ซึ่งจากตาราง CR ในภาคผนวก ก. จะเห็นได้ว่าค่าอัตราส่วนความไม่สอดคล้องที่ได้จากแบบสอบถามและการทดลองนั้นมีค่าไม่เกิน 0.1 แสดงว่าเป็นค่าที่ยอมรับได้

5.4 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล

ขั้นตอนที่ 1: เก็บข้อมูลน้ำหนักของปัจจัยและเปรียบเทียบแต่ละกฎที่ใช้ในการจัดตารางการผลิตที่เหมาะสมกับข้อมูลการผลิตในแต่ละวัน

ขั้นตอนที่ 2: วิเคราะห์ข้อมูลจากที่เก็บรวบรวมได้ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Dr. Chatpon M. 's Interactive Production Scheduling & Sequencing Software, IPSS. รวมทั้งตรวจสอบอัตราส่วนความไม่สอดคล้องจะได้ค่าความสำคัญของแต่ละกฎที่ใช้ในการจัดตารางการผลิต ในแต่ละปัจจัย

ขั้นตอนที่ 3: การวิเคราะห์หากฎที่ใช้ในการจัดตารางการผลิตที่เหมาะสมกับ ข้อมูลการผลิตในแต่ละวันของโรงงานที่เป็นกรณีศึกษา แล้วนำมาวิเคราะห์หากฎที่ใช้ในการจัดตารางการผลิตที่เหมาะสมที่สุดของโรงงานที่เป็นกรณีศึกษา โดยใช้ทฤษฎีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA)

5.5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหากฎที่ใช้ในการจัดตารางการผลิตที่เหมาะสม

5.5.1 คำน้ำหนักของปัจจัย

ในการเปรียบเทียบ ความสำคัญของปัจจัยต่างๆ ภายใต้วัตถุประสงค์ของปัญหาพบว่า ผู้ตัดสินใจให้ความสำคัญกับปัจจัยมีลำดับดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ทำการเปรียบเทียบน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยต่างๆแบบเป็นคู่

	Total Flow time	Total Earliness	Total Tardiness	No. Of Tardy Job	Norm.
Total Flow time	1	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{9}$	0.053
Total Earliness	3	1	$\frac{1}{7}$	$\frac{1}{7}$	0.089
Total Tardiness	5	7	1	1	0.402
No. Of Tardy Job	9	7	1	1	0.457
Σ	18	15.33	2.34	2.25	

ขั้นตอนที่ 2 ทำการหา Norm. Wts.

$$\begin{bmatrix} 1 \\ 3 \\ 5 \\ 9 \end{bmatrix} \rightarrow \begin{bmatrix} 0.056 \\ 0.167 \\ 0.278 \\ 0.5 \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} \frac{1}{3} \\ 1 \\ 7 \\ 7 \end{bmatrix} \rightarrow \begin{bmatrix} 0.022 \\ 0.065 \\ 0.457 \\ 0.457 \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} \frac{1}{5} \\ \frac{1}{7} \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} \rightarrow \begin{bmatrix} 0.086 \\ 0.061 \\ 0.427 \\ 0.427 \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} \frac{1}{9} \\ \frac{1}{7} \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} \rightarrow \begin{bmatrix} 0.49 \\ 0.064 \\ 0.444 \\ 0.444 \end{bmatrix}$$

หา Norm. Wts. Mean

$$\begin{bmatrix} 0.056 \\ 0.167 \\ 0.278 \\ 0.5 \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} 0.022 \\ 0.065 \\ 0.457 \\ 0.457 \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} 0.086 \\ 0.061 \\ 0.427 \\ 0.427 \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} 0.049 \\ 0.064 \\ 0.444 \\ 0.444 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.053 \\ 0.089 \\ 0.402 \\ 0.457 \end{bmatrix}$$

ดังนั้นจากการคำนวณจะได้ผลลัพธ์ดังนี้

อันดับที่ 1	จำนวนงานล่าช้า (Number of Tardy Jobs)	มีค่าน้ำหนัก	0.457
อันดับที่ 2	ผลรวมของเวลาล่าช้าของงาน (Total Tardiness)	มีค่าน้ำหนัก	0.402
อันดับที่ 3	เวลารวมที่งานจะเสร็จก่อน (Total Earliness)	มีค่าน้ำหนัก	0.089
อันดับที่ 4	ผลรวมเวลาที่งานอยู่ในระบบ (Total Flow Time)	มีค่าน้ำหนัก	0.053

5.5.1.1 ค่าน้ำหนักของแต่ละกฎในการจัดตารางการผลิตที่ในแต่ละวันที่ทำการทดลอง

จากการทดลองจัดตารางการผลิตโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Dr. Chatpon M.'s Interactive Production Scheduling & Sequencing Software, IPSS. ได้ค่าน้ำหนักของแต่ละกฎรวมทั้งค่าอัตราส่วนความสอดคล้อง (Consistency Ratio, CR) ดังนี้

ผลการทดลองวันที่ 1

Performance

Consistency Ratio Calculations

Criteria	CI	CR
Total Flow Time (Criteria 1)	0.02244	0.02004
Total Earliness (Criteria 3)	0.03248	0.02900
Total Tardiness (Criteria 4)	0.00000	0.00000
No. of Tardy Jobs (Criteria 5)	0.00000	0.00000
Criteria Comparison Matrix	0.06946	0.07718

Priority Ranking

	Priority
Interactive	0.22875
Nondelay Schedule with the M/WKR(with Setup Time) Rule	0.07807
Nondelay Schedule with the SPT(with Setup Time) Rule	0.22875
ATC (Nondelay)	0.22875
MPWT Heuristic Method (Nondelay)	0.23567

Back

ภาพที่ 5.2 ภาพผลการทดลองวันที่ 1

ผลการทดลองวันที่ 2

Performance

Consistency Ratio Calculations

Criteria	CI	CR
Total Flow Time (Criteria 1)	0.02211	0.01974
Total Earliness (Criteria 3)	0.06891	0.06152
Total Tardiness (Criteria 4)	0.00000	0.00000
No. of Tardy Jobs (Criteria 5)	0.00000	0.00000
Criteria Comparison Matrix	0.06946	0.07718

Priority Ranking

	Priority
Interactive	0.19151
Nondelay Schedule with the M/WKR(with Setup Time) Rule	0.22100
Nondelay Schedule with the SPT(with Setup Time) Rule	0.20769
ATC (Nondelay)	0.18961
MPWT Heuristic Method (Nondelay)	0.19018

Back

ภาพที่ 5.3 ภาพผลการทดลองวันที่ 2

ผลการทดลองวันที่ 3

Performance

Consistency Ratio Calculations

Criteria	CI	CR
Total Flow Time (Criteria 1)	0.04142	0.03698
Total Earliness (Criteria 3)	0.02219	0.01982
Total Tardiness (Criteria 4)	0.00000	0.00000
No. of Tardy Jobs (Criteria 5)	0.00000	0.00000
Criteria Comparison Matrix	0.09555	0.10617

Priority Ranking

	Priority
Interactive	0.28894
Nondelay Schedule with the MWKR(with Setup Time) Rule	0.07991
Nondelay Schedule with the SPT(with Setup Time) Rule	0.28957
ATC (Nondelay)	0.05435
MPWT Heuristic Method (Nondelay)	0.28723

Back

ภาพที่ 5.4 ภาพผลการทดลองวันที่ 3

ผลการทดลองวันที่ 4

Performance

Consistency Ratio Calculations

Criteria	CI	CR
Total Flow Time (Criteria 1)	0.02219	0.01981
Total Earliness (Criteria 3)	0.03346	0.02987
Total Tardiness (Criteria 4)	0.00000	0.00000
No. of Tardy Jobs (Criteria 5)	0.04372	0.03903
Criteria Comparison Matrix	0.06946	0.07718

Priority Ranking

	Priority
Interactive	0.29491
Nondelay Schedule with the MWKR(with Setup Time) Rule	0.08049
Nondelay Schedule with the SPT(with Setup Time) Rule	0.30087
ATC (Nondelay)	0.16187
MPWT Heuristic Method (Nondelay)	0.16187

Back

ภาพที่ 5.5 ภาพผลการทดลองวันที่ 4

ผลการทดลองวันที่ 5

Consistency Ratio Calculations

Criteria	CI	CR
Total Flow Time (Criteria 1)	0.04704	0.04200
Total Earliness (Criteria 3)	0.04735	0.04228
Total Tardiness (Criteria 4)	0.00000	0.00000
No. of Tardy Jobs (Criteria 5)	0.00000	0.00000
Criteria Comparison Matrix	0.06946	0.07718

Priority Ranking

	Priority
Interactive	0.19289
Nondelay Schedule with the MWKR(with Setup Time) Rule	0.23000
Nondelay Schedule with the SPT(with Setup Time) Rule	0.19519
ATC (Nondelay)	0.19080
MPWT Heuristic Method (Nondelay)	0.19112

Back

ภาพที่ 5.6 ภาพผลการทดลองวันที่ 5

ผลการทดลองวันที่ 6

Consistency Ratio Calculations

Criteria	CI	CR
Total Flow Time (Criteria 1)	0.06169	0.05508
Total Earliness (Criteria 3)	0.00000	0.00000
Total Tardiness (Criteria 4)	0.00000	0.00000
No. of Tardy Jobs (Criteria 5)	0.00000	0.00000
Criteria Comparison Matrix	0.06946	0.07718

Priority Ranking

	Priority
Nondelay Schedule with the EDD Rule	0.15620
Nondelay Schedule with the MWKR(with Setup Time) Rule	0.06623
Nondelay Schedule with the SPT(with Setup Time) Rule	0.25919
ATC (Nondelay)	0.25919
MPWT Heuristic Method (Nondelay)	0.25919

Back

ภาพที่ 5.7 ภาพผลการทดลองวันที่ 6

ผลการทดลองวันที่ 7

Consistency Ratio Calculations		
Criteria	CI	CR
Total Flow Time (Criteria 1)	0.04803	0.04288
Total Earliness (Criteria 3)	0.02683	0.02395
Total Tardiness (Criteria 4)	0.03343	0.02985
No. of Tardy Jobs (Criteria 5)	0.03343	0.02985
Criteria Comparison Matrix	0.06946	0.07718

Priority Ranking	
	Priority
Interactive	0.27633
Nondelay Schedule with the MWKR(with Setup Time) Rule	0.06513
Nondelay Schedule with the SPT(with Setup Time) Rule	0.27924
ATC (Nondelay)	0.10528
MPWT Heuristic Method (Nondelay)	0.27403

Back

ภาพที่ 5.8 ภาพผลการทดลองวันที่ 7

ผลการทดลองวันที่ 8

Consistency Ratio Calculations		
Criteria	CI	CR
Total Flow Time (Criteria 1)	0.04818	0.04302
Total Earliness (Criteria 3)	0.04009	0.03580
Total Tardiness (Criteria 4)	0.00000	0.00000
No. of Tardy Jobs (Criteria 5)	0.00000	0.00000
Criteria Comparison Matrix	0.06946	0.07718

Priority Ranking	
	Priority
Interactive	0.26292
Nondelay Schedule with the MWKR(with Setup Time) Rule	0.07501
Nondelay Schedule with the SPT(with Setup Time) Rule	0.26879
ATC (Nondelay)	0.13312
MPWT Heuristic Method (Nondelay)	0.26016

Back

ภาพที่ 5.9 ภาพผลการทดลองวันที่ 8

ผลการทดลองวันที่ 9

Consistency Ratio Calculations		
Criteria	CI	CR
Total Flow Time (Criteria 1)	0.00253	0.00226
Total Earliness (Criteria 3)	0.00253	0.00226
Total Tardiness (Criteria 4)	0.00000	0.00000
No. of Tardy Jobs (Criteria 5)	0.00000	0.00000
Criteria Comparison Matrix	0.06946	0.07718

Priority Ranking	
	Priority
Nondelay Schedule with the EDD Rule	0.19641
Nondelay Schedule with the MWKR(with Setup Time) Rule	0.20262
Nondelay Schedule with the SPT(with Setup Time) Rule	0.19829
ATC (Nondelay)	0.20134
MPWT Heuristic Method (Nondelay)	0.20134

Back

ภาพที่ 5.10 ภาพผลการทดลองวันที่ 9

ผลการทดลองวันที่ 10

Consistency Ratio Calculations		
Criteria	CI	CR
Total Flow Time (Criteria 1)	0.04042	0.03609
Total Earliness (Criteria 3)	0.04058	0.03623
Total Tardiness (Criteria 4)	0.00000	0.00000
No. of Tardy Jobs (Criteria 5)	0.00000	0.00000
Criteria Comparison Matrix	0.06946	0.07718

Priority Ranking	
	Priority
Nondelay Schedule with the EDD Rule	0.19170
Nondelay Schedule with the MWKR(with Setup Time) Rule	0.23172
Nondelay Schedule with the SPT(with Setup Time) Rule	0.19265
ATC (Nondelay)	0.19265
MPWT Heuristic Method (Nondelay)	0.19128

Back

ภาพที่ 5.11 ภาพผลการทดลองวันที่ 10

ผลการทดลองวันที่ 11

Performance		
Consistency Ratio Calculations		
Criteria	CI	CR
Total Flow Time (Criteria 1)	0.02996	0.02675
Total Earliness (Criteria 3)	0.01492	0.01332
Total Tardiness (Criteria 4)	0.00000	0.00000
No. of Tardy Jobs (Criteria 5)	0.00000	0.00000
Criteria Comparison Matrix	0.06946	0.07718

Priority Ranking	
	Priority
Interactive	0.22980
Nondelay Schedule with the MWKR(with Setup Time) Rule	0.07446
Nondelay Schedule with the SPT(with Setup Time) Rule	0.22957
ATC (Nondelay)	0.23787
MPWT Heuristic Method (Nondelay)	0.22830

Back

ภาพที่ 5.12 ภาพผลการทดลองวันที่ 11

ผลการทดลองวันที่ 12

Performance		
Consistency Ratio Calculations		
Criteria	CI	CR
Total Flow Time (Criteria 1)	0.02956	0.02639
Total Earliness (Criteria 3)	0.00190	0.00170
Total Tardiness (Criteria 4)	0.00000	0.00000
No. of Tardy Jobs (Criteria 5)	0.07428	0.06632
Criteria Comparison Matrix	0.06946	0.07718

Priority Ranking	
	Priority
Nondelay Schedule with the EDD Rule	0.17426
Nondelay Schedule with the MWKR(with Setup Time) Rule	0.05387
Nondelay Schedule with the SPT(with Setup Time) Rule	0.30180
ATC (Nondelay)	0.18096
MPWT Heuristic Method (Nondelay)	0.28911

Back

ภาพที่ 5.13 ภาพผลการทดลองวันที่ 12

ผลการทดลองวันที่ 13

The screenshot shows a software window titled "Performance" with two main sections: "Consistency Ratio Calculations" and "Priority Ranking".

Consistency Ratio Calculations

Criteria	CI	CR
Total Flow Time (Criteria 1)	0.05398	0.04819
Total Earliness (Criteria 3)	0.05379	0.04803
Total Tardiness (Criteria 4)	0.03343	0.02985
No. of Tardy Jobs (Criteria 5)	0.04559	0.04071
Criteria Comparison Matrix	0.06946	0.07718

Priority Ranking

	Priority
Interactive	0.32909
Nondelay Schedule with the MWKR(with Setup Time) Rule	0.07192
Nondelay Schedule with the SPT(with Setup Time) Rule	0.26903
ATC (Nondelay)	0.08954
MPWT Heuristic Method (Nondelay)	0.24042

A callout box labeled "EDD" points to the "Interactive" row in the Priority Ranking table. A "Back" button is located at the bottom of the window.

ภาพที่ 5.14 ภาพผลการทดลองวันที่ 13

5.6 สรุป

จากผลการทดลองในแต่ละวันจะเห็นได้ว่ากฎที่ใช้ในการจัดตารางการผลิตที่ตอบสนองต่อวัตถุประสงค์ส่วนใหญ่ของโรงงานที่เป็นกรณีศึกษานั้นไม่เหมือนกันทุกวัน จึงจำเป็นต้องใช้ทฤษฎีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เพื่อหากฎการจัดตารางการผลิตที่ตอบสนองต่อวัตถุประสงค์ส่วนใหญ่ของโรงงานที่เป็นกรณีศึกษาได้อย่างดีที่สุด ดังจะกล่าวในบทต่อไป

บทที่ 6

การทดลองเพื่อวิเคราะห์หากฎและวิธีการจัดการการผลิตที่เหมาะสม

จากทฤษฎีการจัดการการผลิตที่กล่าวมาแล้วในบทที่ 2 และกฎการจัดการการผลิตที่ใช้ในโปรแกรมการจัดการการผลิตในบทที่ 4 จะเห็นได้ว่าปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการจัดการการผลิตคือ กฎที่ใช้ในการจัดการการผลิต ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการทดลองเพื่อวิเคราะห์หาการจัดการการผลิตที่เหมาะสมในแต่ละวัตถุประสงค์ของการจัดการการผลิต โดยพิจารณาจากตัววัดผลต่างๆ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการการผลิตที่สามารถตอบสนองต่อวัตถุประสงค์ของโรงงานที่เป็นกรณีศึกษาได้อย่างเหมาะสม

เนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดของ วัตถุประสงค์ สมมติฐานการทดลอง วิธีการทดลอง วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการทดลอง การวิเคราะห์ผลทางสถิติ และสรุปผลการทดลอง ตามลำดับ

6.1 วัตถุประสงค์

เพื่อวิเคราะห์หากฎและวิธีการจัดการการผลิตที่เหมาะสมสำหรับวัตถุประสงค์การจัดการการผลิตของโรงงานที่เป็นกรณีศึกษา โดยพิจารณาจากตัววัดผลต่างๆ

6.2 สมมติฐานการทดลอง

6.2.1 กฎที่ใช้ในการจัดการการผลิต

กฎและวิธีที่ใช้ในการจัดการการผลิตนั้นมีทั้งหมด 5 แบบ ได้แก่ กฎ EDD, กฎ MWKRS, กฎ SSPT, กฎ ATC และ กฎ MPWT โดยมีรายละเอียดขั้นตอนการคำนวณตามกฎการจัดการการผลิต ดังที่กล่าวไว้ในบทที่ 4

6.2.2 วิธีการจัดตารางการผลิต

วิธีการในการจัดตารางการผลิตได้แก่ วิธีการจัดตารางการผลิตแบบนอนดีเลย์

6.2.3 วัตถุประสงค์ในการจัดตารางการผลิต

วัตถุประสงค์ของการจัดตารางการผลิตในการทดลองเป็นแบบพหุเกณฑ์ (Multi-objective Scheduling) โดยพิจารณาจากตัววัดผล ดังต่อไปนี้

6.2.3.1 ผลรวมเวลาที่งานอยู่ในระบบ (Total Flow Time)

6.2.3.2 เวลาที่งานจะเสร็จก่อน (Total Earliness)

6.2.3.3 ผลรวมค่าของเวลาล่าช้าของงาน (Total Tardiness)

6.2.3.4 จำนวนงานล่าช้า (Number of Tardy Jobs)

6.2.4 ลักษณะของข้อมูลที่ใช้ในการทดลอง

ข้อมูลที่ใช้ในการทดลองมีลักษณะของข้อมูล ดังต่อไปนี้

6.2.4.1 จำนวนข้อมูลที่ใช้ในการทดลองเท่ากับ 13 วัน

6.2.4.2 จำนวนขั้นตอนการทำงานที่ใช้ในการทดลองคือ 1 ขั้นตอน (อบพ่นสี)

6.2.4.3 จำนวนเครื่องจักรที่ใช้ในการทดลองเท่ากับ 2 เครื่อง

6.2.4.4 เครื่องจักรแต่ละเครื่องทำงานแบบวางขนานกัน (Parallel Machine)

6.3 วิธีการทดลอง

วิธีการทดลองในงานวิจัยนี้สามารถสรุปเป็นขั้นตอนได้ดังต่อไปนี้

6.3.1 ใช้ข้อมูลเกี่ยวกับงาน (job) ขั้นตอนการทำงาน (operation) เครื่องจักร (machine) เวลาที่ใช้ในการผลิตแต่ละขั้นตอน (Processing time) วันและเวลาดำหนดส่งมอบ (due date)

6.3.2 สร้างฐานข้อมูลเพื่อรองรับตารางการผลิตที่ได้

- 6.3.3 ทดลองจัดตารางการผลิตด้วยกฎการจัดตารางการผลิตทั้ง 5 แบบ ด้วยวิธีการจัดตารางการผลิตแบบนอนติเลย์ โดยใช้โปรแกรมการจัดตารางการผลิต
- 6.3.4 คำนวณหาค่าตัววัดผล
- 6.3.5 นำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ตามกระบวนการทางสถิติ เพื่อวิเคราะห์หาความแตกต่างของ กฎและวิธีการจัดตารางการผลิตแบบต่าง ๆ โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนและการวิเคราะห์เปรียบเทียบเชิงซ้อนด้วยวิธีการ Tukey 's pairwise comparisons และ วิธีการ Fisher 's pairwise comparisons โดยใช้ค่า $\alpha = 0.05$

6.4 วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA)

หลังจากได้ข้อมูลผลจากการทดลองแล้ว จึงทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนเนื่องจากปัจจัยจากกฎที่ใช้ในการจัดตารางการผลิต โดยสามารถเขียนสมการแสดงความแปรผันของตัวแปรตามได้ดังนี้

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

โดยที่ β_j = อิทธิพลของปัจจัย (กฎที่ใช้ในการจัดตารางการผลิต)

สมมติฐานหลักที่จะทดสอบคือ

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = \beta_5 = 0$$

6.5 ผลการทดลอง

จากผลการทดลองที่ได้ เมื่อนำไปวิเคราะห์ด้วยวิธีทางสถิติได้ผลดังต่อไปนี้

ตารางที่ 6.1 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของกฎและวิธีการจัดการการผลิต ที่มีผลกระทบต่อเวลาล่าช้าของงาน โดยเฉลี่ย

แหล่งความแปรผัน	DF	ผลบวกกำลัง สอง(SS)	ค่าเฉลี่ยผลบวก กำลังสอง(MS)	F	P-value
กฎ	4	0.15486	0.03872	12.66	0.000
ความผิดพลาดแบบสุ่ม	60	0.18345	0.00306		
รวม	64	0.33832			

จากวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน ได้บริเวณวิกฤตซึ่งเป็นบริเวณที่ปฏิเสธสมมติฐานหลัก ดังนี้

บริเวณวิกฤต (critical region) สำหรับการทดสอบผลกระทบของปัจจัยหลัก (main effect)

$$\text{ปฏิเสธ } H_0 : \alpha_i = 0 \text{ ถ้า } MS_{\text{ปัจจัยที่ } 1} / MS_E < F_{0.05, 1, 162} \text{ หรือ } P\text{-value} < 0.005$$

จากตารางที่ 6.1 พบว่า ปัจจัยคือ กฎที่ใช้ในการจัดการการผลิตได้ค่า P-value น้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่ทดสอบ ($\alpha = 0.005$) จึงปฏิเสธสมมติฐานหลัก ซึ่งสรุปได้ว่า กฎที่ใช้ในการจัดการการผลิตมีผลต่อค่านำหนักรวมของการประเมินประสิทธิภาพ ของการจัดการการผลิต

สรุปได้ว่า กฎการจัดการการผลิตเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการประเมินประสิทธิภาพ ของการจัดการการผลิตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99.5%

Level	N	Mean	StDev
ATC	13	0.17072	0.06117
EDD	13	0.23182	0.05378
MPWT	13	0.23153	0.04148
MWKRS	13	0.11773	0.07254
SSPT	13	0.24774	0.04088
Pooled StDev =		0.05529	

ภาพที่ 6.1 ภาพแสดงค่าเฉลี่ยของน้ำหนักรวมของกฎการจัดตารางการผลิตที่มีผลของค่าน้ำหนักรวมของการประเมินประสิทธิภาพของการจัดตารางการผลิต

Fisher's pairwise comparisons				
Family error rate = 0.960				
Individual error rate = 0.500				
Critical value = 0.679				
Intervals for (column level mean) - (row level mean)				
	ATC	EDD	MPWT	MWKRS
EDD	-0.07583 -0.04638			
MPWT	-0.07554 -0.04609	-0.01443 0.01502		
MWKRS	0.03827 0.06772	0.09937 0.12882	0.09908 0.12853	
SSPT	-0.09175 -0.06230	-0.03064 -0.00119	-0.03094 -0.00148	-0.14474 -0.11529

ภาพที่ 6.2 ภาพแสดงผลการวิเคราะห์ Fisher's pairwise comparisons ของกฎการจัดตารางการผลิตที่มีผลต่อค่าน้ำหนักรวมของการประเมินประสิทธิภาพของการจัดตารางการผลิต

จากภาพที่ 6.2 เป็นภาพแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งเป็นวิธีการเปรียบเทียบเชิงซ้อนด้วยวิธี Fisher's pairwise comparisons สำหรับปัจจัยคือ กฎการจัดตารางการผลิต ซึ่งมีระดับปัจจัย 5 ระดับ คือ กฎ EDD, กฎ MWKRS, กฎ SSPT, กฎ ATC และ กฎ MPWT ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งได้ผลดังนี้

- เปรียบเทียบระหว่างกฎ EDD กับกฎ ATC ผลคือ ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
- เปรียบเทียบระหว่างกฎ EDD กับกฎ MPWT ผลคือ ไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
- เปรียบเทียบระหว่างกฎ EDD กับกฎ MWKRS ผลคือ ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
- เปรียบเทียบระหว่างกฎ EDD กับกฎ SSPT ผลคือ ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
- เปรียบเทียบระหว่างกฎ MPWT กับกฎ ATC ผลคือ ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
- เปรียบเทียบระหว่างกฎ MPWT กับกฎ EDD ผลคือ ไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
- เปรียบเทียบระหว่างกฎ MPWT กับกฎ MWKRS ผลคือ ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
- เปรียบเทียบระหว่างกฎ MPWT กับกฎ SSPT ผลคือ ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
- เปรียบเทียบระหว่างกฎ MWKRS กับกฎ ATC ผลคือ ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
- เปรียบเทียบระหว่างกฎ MWKRS กับกฎ EDD ผลคือ ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
- เปรียบเทียบระหว่างกฎ MWKRS กับกฎ MPWT ผลคือ ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
- เปรียบเทียบระหว่างกฎ MWKRS กับกฎ SSPT ผลคือ ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
- เปรียบเทียบระหว่างกฎ SSPT กับกฎ ATC ผลคือ ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
- เปรียบเทียบระหว่างกฎ SSPT กับกฎ EDD ผลคือ ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
- เปรียบเทียบระหว่างกฎ SSPT กับกฎ MPWT ผลคือ ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
- เปรียบเทียบระหว่างกฎ SSPT กับกฎ MWKRS ผลคือ ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

6.6 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

จากตารางที่ 6.1 และภาพที่ 6.1-6.2 สามารถสรุปผลการวิเคราะห์ทางสถิติได้ดังต่อไปนี้

6.6.1 ปัจจัยด้านกฎในการจัดการการผลิตมีผลต่อค่าตัววัดผลทั้ง 4 ตัว อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

6.6.2 จากการใช้วิธีการวิเคราะห์ Fisher 's pairwise comparisons โดยใช้ $\alpha = 0.005$ สามารถสรุปผลโดยเรียงลำดับกฎการจัดการการผลิตที่เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ส่วนใหญ่ของโรงงานที่เป็นกรณีศึกษาในสามอันดับแรก ได้แก่

- วิธีการจัดการการผลิตแบบนอนดีเลย์โดยใช้กฎ SSPT
- วิธีการจัดการการผลิตแบบนอนดีเลย์โดยใช้กฎ EDD
- วิธีการจัดการการผลิตแบบนอนดีเลย์โดยใช้กฎ MPWT

6.6.2 จากการใช้วิธีการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนได้ค่าเฉลี่ยและเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของแต่ละกฎการจัดการการผลิต ดังตารางที่ 5.2

ตารางที่ 6.2 ตารางแสดงค่าเฉลี่ยและเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของแต่ละกฎการจัดการการผลิต

Rule	Mean	Different Percentage %
SSPT	0.24774	0
EDD	0.23182	6.43
MPWT	0.23158	6.52
ATC	0.17072	31.09
MWKRS	0.11773	52.48

6.7 สรุปผลการทดลอง

กฎที่ใช้ในการจัดตารางการผลิต เป็นปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของการจัดตารางการผลิต โดยกฎการจัดตารางการผลิตที่ตอบสนองต่อวัตถุประสงค์ส่วนใหญ่ได้เป็นอย่างดีคือ วิธีการจัดตารางการผลิตแบบนอนดีเลย์โดยใช้กฎ SSPT (Shortest Setup Times and Processing Times) โดยสามารถตอบสนองต่อวัตถุประสงค์ของโรงงานที่เป็นกรณีศึกษาเป็นอย่างดี

ซึ่งกฎดังกล่าวเป็นวิธีการจัดตารางการผลิตที่เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับวิธีการจัดตารางการผลิตแบบเดิมของโรงงานที่เป็นกรณีศึกษา ซึ่งใช้วิธีการจัดตารางการผลิตแบบนอนดีเลย์ โดยใช้กฎ EDD (Earliest Due Date) จะเห็นได้ว่ามีความต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งเห็นได้จากภาพที่ 6.2 ซึ่งเป็นรูปแสดงผลการวิเคราะห์ Fisher's pairwise comparisons ของกฎการจัดตารางการผลิตที่มีผลต่อค่าน้ำหนักรวมของการประเมิน

ดังนั้นวิธีการจัดตารางการผลิตแบบวิธีการจัดตารางการผลิตแบบนอนดีเลย์ โดยใช้กฎ SSPT จึงเป็นวิธีการจัดตารางการผลิตที่เหมาะสมที่สุดและสามารถจะนำเสนอให้โรงงานที่เป็นกรณีศึกษานำไปใช้ในการจัดตารางการผลิตต่อไปประสิทธิภาพของการจัดตารางการผลิต

บทที่ 7

สรุปผลการวิจัย ปัญหาและข้อเสนอแนะ

ในบทนี้จะประกอบด้วยผลการสรุปผลการวิจัย และปัญหาที่พบจากการวิจัย รวมไปถึงข้อเสนอแนะต่างๆที่สามารถนำไปใช้ในกรณีศึกษาอื่นๆได้

7.1 สรุปผลการวิจัย

กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์เป็นหนึ่งในเครื่องมือ เพื่อช่วยวิเคราะห์การตัดสินใจแบบพหุเกณฑ์ในการประเมินทางเลือกเพื่อให้ได้มาซึ่งการตัดสินใจ และเป็นกระบวนการที่ไม่สลับซับซ้อน ง่ายแก่การทำความเข้าใจ การนำเอากระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์มาช่วยในการพัฒนาวิธีการตัดสินใจเพื่อเลือกกฎและวิธีการจัดการการผลิตที่เหมาะสม สำหรับวัตถุประสงค์การจัดการการผลิตสำหรับโรงงานที่เป็นกรณีศึกษา จึงเป็นสิ่งที่น่าจะนำมาพิจารณาใช้งาน

จากการศึกษาประยุกต์ใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์เพื่อหากฎ และวิธีการจัดการการผลิตที่เหมาะสมสำหรับวัตถุประสงค์การจัดการการผลิต โดยพิจารณาจากตัววัดผลต่างๆ สรุปได้ดังนี้

7.1.1 โรงงานที่เป็นกรณีศึกษาเป็นโรงงานเฟอร์นิเจอร์เหล็ก ผลิตแผงกันแดด ประตูเหล็ก ชั้นวางสินค้าและตู้แช่เครื่องดื่ม

งานวิจัยนี้ส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับส่วนวางแผนการผลิต โดยมุ่งเน้นเฉพาะแผนกฟออบสี เนื่องจากส่วนวางแผนการผลิตมีหน้าที่โดยตรงในการจัดลำดับการผลิตและการจัดการการผลิต และเป็นส่วนที่เก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการจัดการการผลิต กระบวนการผลิตของโรงงานมีลักษณะเป็นแบบ การจัดการการผลิตแบบสั่งผลิตเป็นงานๆ (job shop scheduling) โดยมีรูปแบบกระบวนการผลิตหลักๆอยู่ 6 ขั้นตอน ดังนี้ ตัด-ปะ-พับ-เชื่อม-ประกอบ-อบฟออบสี แต่ในงานวิจัยนี้จะมุ่งเน้นศึกษาการจัดการการผลิตเฉพาะขั้นตอนฟออบสี

โดยปัญหาผลการดำเนินงานของโรงงานที่เป็นกรณีศึกษาได้แก่ การเกิดจำนวนงานล่าช้าทำให้ไม่สามารถส่งของให้ลูกค้าได้ตรงตามเวลา โดยปัญหาที่เกิดขึ้นนั้นมีสาเหตุมาจาก การเกิดปัญหาของขวดที่แผนกอบแผ่นสี เนื่องจากแผนกอบแผ่นสีนั้นมีเครื่องอบแผ่นสีเพียง 2 เครื่อง จึงไม่สามารถทำงานได้ทันกับปริมาณผลิตภัณฑ์ที่ออกมาจากแผนกอื่น และนอกจากการผลิตสินค้าหลักของทางโรงงานแล้วทางโรงงานที่เป็นกรณีศึกษายังได้มีการรับจ้างเฉพาะการอบแผ่นสีให้กับลูกค้ารายอื่นๆด้วย ประกอบกับทางโรงงานยังขาดการจัดตารางการผลิตที่ถูกต้องและมีประสิทธิภาพ

7.1.2 ในกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ รูปแบบปัญหาการเลือกกฎและวิธีการจัดตารางการผลิตของโรงงาน เป็นโครงสร้างลำดับชั้นที่มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกันระหว่างระดับชั้น ประกอบด้วย ปัจจัยที่เป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจต่างๆ ซึ่งเป็นอิสระต่อกัน โดยรูปแบบปัญหาประกอบด้วย

ระดับที่หนึ่ง เป็นระดับชั้นของวัตถุประสงค์ในการตัดสินใจในที่นี้ก็คือ การเลือกกฎการจัดตารางการผลิตที่เหมาะสมสำหรับโรงงานผลิตเฟอร์นิเจอร์เหล็กที่เป็นกรณีศึกษา

ระดับที่สอง เป็นระดับชั้นของปัจจัยที่ใช้ในการเลือกกฎ การจัดตารางการผลิตที่เหมาะสมสำหรับ โรงงานผลิตเฟอร์นิเจอร์เหล็กที่เป็นกรณีศึกษาได้แก่

- ผลรวมเวลาที่งานอยู่ในระบบ (Total Flow Time)
- เวลารวมที่งานจะเสร็จก่อน (Total Earliness)
- ผลรวมค่าของเวลาล่าช้าของงาน (Total Tardiness)
- จำนวนงานล่าช้า (Number of Tardy Jobs)

ระดับสุดท้าย เป็นกฎการจัดตารางการผลิตที่เป็นทางเลือกซึ่งมีทั้งหมด 5 แบบได้แก่ กฎ EDD, กฎ MWKRS, กฎ SSPT, กฎ ATC, กฎ MPWT

7.1.3 สำหรับโรงงานผลิตเฟอร์นิเจอร์เหล็กที่ใช้เป็นกรณีศึกษาพบว่า จากการศึกษาระบุว่าใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ เพื่อเลือกกฎการจัดตารางการผลิตที่เหมาะสม สรุปได้ดังนี้

- ในการเปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัย พบว่าผู้ตัดสินใจให้ความสำคัญกับปัจจัยต่างๆมีลำดับดังนี้

1) จำนวนงานล่าช้า (No. of Tardy Jobs)	มีค่าน้ำหนัก 0.457
2) ผลรวมของเวลาล่าช้าของงาน (Total Tardiness)	มีค่าน้ำหนัก 0.402
3) เวลารวมที่งานจะเสร็จก่อน (Total Earliness)	มีค่าน้ำหนัก 0.089
4) ผลรวมเวลาที่งานอยู่ในระบบ (Total Flow Time)	มีค่าน้ำหนัก 0.053

- จากการวิเคราะห์ค่าน้ำหนักของกฎการจ้ดตารางการผลิตที่เหมาะสม ภายใต้วัตถุประสงค์ของปัญหาการจ้ดตารางการผลิตและปัจจัยต่างๆ พบว่าผู้ตัดสินใจควรจะเลือกวิธีการจ้ดตารางการผลิตแบบนอนดิเลย์ โดยใช้กฎ SSPT ซึ่งเป็นกฎที่เหมาะสมที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยของน้ำหนัก มีลำดับดังนี้

1) กฎ SSPT	มีค่าเฉลี่ยของน้ำหนัก 0.24774
2) กฎ EDD	มีค่าเฉลี่ยของน้ำหนัก 0.23182
3) กฎ MPWT	มีค่าเฉลี่ยของน้ำหนัก 0.23158
4) กฎ ATC	มีค่าเฉลี่ยของน้ำหนัก 0.17072
5) กฎ MWKRS	มีค่าเฉลี่ยของน้ำหนัก 0.11773

- วิธีการจ้ดตารางการผลิตแบบนอนดิเลย์โดยใช้กฎ SSPT เป็นวิธีการจ้ดตารางการผลิตที่เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับวิธีการจ้ดตารางการผลิตแบบเดิมของโรงงานที่เป็นกรณีศึกษา ซึ่งใช้วิธีการจ้ดตารางการผลิตแบบนอนดิเลย์ โดยใช้กฎ EDD (Earliest Due Date) จะเห็นได้ว่ามีความต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นวิธีการจ้ดตารางการผลิตแบบนอนดิเลย์ โดยใช้กฎ SSPT จึงเป็นวิธีการจ้ดตารางการผลิตที่เหมาะสมที่สุดและ สามารถจะนำเสนอให้โรงงานที่เป็นกรณีศึกษานำไปใช้ในการจ้ดตารางการผลิตต่อไปประสิทธิภาพของการจ้ดตารางการผลิต

7.1.4 จากกรณีศึกษาในการวิจัยครั้งนี้จะเห็นได้ว่า การนำเอากระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์มาใช้ในการตัดสินใจเลือกกฎการจ้ดตารางการผลิตที่เหมาะสมนั้น จะช่วยให้ผู้ตัดสินใจสามารถบอกถึงความสำคัญ โดยเปรียบเทียบของปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการตัดสินใจ และยังสามารถช่วยให้ผู้ตัดสินใจบอกถึงกฎการจ้ดตารางการผลิตที่ควรจะเลือกภายใต้ปัจจัยหนึ่งๆ โดยจะสามารถบอกได้ว่ากฎการจ้ดตาราง

การผลิตใดที่เหมาะสมที่สุด ในการจัดการการผลิตของโรงงานได้อย่างเหมาะสม แม้ว่าความสำคัญของปัจจัยหรือความแตกต่างของทางเลือกจะมีความแตกต่างกันไม่มาก นอกจากนี้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ยังช่วยให้ผู้ตัดสินใจสามารถตรวจสอบความสอดคล้องของข้อมูลได้อีกด้วย และในการวิจัยนี้ยังได้นำเอาโปรแกรม IPSS มาช่วยในการตัดสินใจให้รวดเร็วและแม่นยำขึ้นด้วย ซึ่งรูปแบบโครงสร้างปัญหาการเลือกกฎการจัดการการผลิตที่เหมาะสมสำหรับโรงงานผลิตเฟอร์นิเจอร์ที่เป็นกรณีศึกษานี้ สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางสำหรับการตัดสินใจเลือกวิธีและกฎการจัดการการผลิตที่เหมาะสมสำหรับโรงงานผลิตเฟอร์นิเจอร์อื่นๆได้ โดยอาจมีการปรับปรุงเกณฑ์การตัดสินใจบางเกณฑ์ ทางเลือกในการตัดสินใจและน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย เพื่อความเหมาะสมกับสถานการณ์และข้อจำกัดต่างๆของแต่ละโรงงาน นอกจากนี้โรงงานอื่นๆ สามารถนำรูปแบบโครงสร้างปัญหานี้ไปเป็นแบบอย่างในการใช้งานสำหรับเลือกวิธีการและกฎการจัดการการผลิตที่เหมาะสมได้ แต่ไม่สามารถนำน้ำหนักความสำคัญที่ได้จากกรณีศึกษานี้ไปใช้งานได้ เนื่องจากแต่ละโรงงานจะมีคุณลักษณะเฉพาะตัวที่แตกต่างกัน

7.1.5 โปรแกรม IPSS เป็นหนึ่งในซอฟต์แวร์การจัดการการผลิตและเป็นระบบวิเคราะห์การตัดสินใจแบบพหุเกณฑ์ ที่อยู่บนพื้นฐานของกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process) ที่เป็นที่ยอมรับในปัจจุบัน เป็นวิธีการที่มีความสามารถและเข้าใจง่ายในการทำการตัดสินใจที่ใช้ทั้งข้อมูลที่วัดได้ และการตัดสินใจจากผู้ตัดสินใจ นั่นคือ สามารถใช้ตัวแปรพหุเกณฑ์ในผู้ตัดสินใจที่ต้องเกี่ยวข้องกับเกณฑ์การตัดสินใจทั้งแบบรูปธรรม (Objective) และนามธรรม (Subjective)

ดังนั้นโปรแกรม IPSS จึงมีความสามารถในการที่จะช่วยให้ผู้ตัดสินใจได้มาซึ่งการตัดสินใจที่เป็นระบบดียิ่งขึ้น แต่โปรแกรม IPSS ไม่สามารถที่จะแทนที่การตัดสินใจของมนุษย์ได้ แม้ว่าจะมีข้อมูลที่สมบูรณ์แบบก็ตาม และไม่ได้เป็นสิ่งที่ประกันความถูกต้องของคำตอบที่ได้ โดยเป็นเพียงระบบสนับสนุนการตัดสินใจโดยผู้เชี่ยวชาญและไม่ได้ทำการตัดสินใจแต่ช่วยสนับสนุน ในการตัดสินใจเท่านั้น

อย่างไรก็ตาม สิ่งสำคัญที่สุดในการตัดสินใจเลือกวิธีและกฎการจัดตารางการผลิตที่เหมาะสมคือ ผู้ตัดสินใจหรือฝ่ายวางแผนการผลิตจะต้องมีความเชี่ยวชาญในการวางแผนการผลิต รวมถึงต้องมีความรู้และความเข้าใจในสภาพต่างๆ ของโรงงาน ไม่ว่าจะเป็นสมรรถภาพของเครื่องจักร กำลังการผลิต ความสามารถของพนักงาน ปริมาณของวัตถุดิบและปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการวางแผนการผลิตของโรงงาน จึงจะทำให้การตัดสินใจเป็นไปอย่างถูกต้องที่สุด

7.1.6 หลังจากที่ได้นำโปรแกรมสำเร็จรูปไปทดลองใช้ในการจัดตารางการผลิตของโรงงานที่เป็นกรณีศึกษาแล้วปรากฏว่าระยะเวลาที่ใช้ในการจัดตารางการผลิตในแต่ละวันลดน้อยลง โดยจากเดิมในเวลาในการจัดตารางการผลิตประมาณ 60-90 นาที แต่หลังจากที่ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเข้ามาช่วยแล้วจะใช้เวลาประมาณ 15-30 นาทีเท่านั้น

7.1.7 หลังจากที่ได้เข้าหน้าที่ฝ่ายวางแผนการผลิตของโรงงานที่เป็นกรณีศึกษาได้ทดลองใช้โปรแกรมสำเร็จรูป รวมไปถึงผู้บริหารของโรงงานล้วนแล้วแต่มีความพึงพอใจในประสิทธิภาพของโปรแกรมและความสะดวกรวดเร็วในการจัดตารางการผลิต

7.2 ปัญหาที่พบในการวิจัย

แม้ว่ากระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์จะเป็นกระบวนการที่มีประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ปัญหาการตัดสินใจ แต่ในการวิจัยพบว่ามีปัญหาดังนี้

7.2.1 หากมีเกณฑ์ตัดสินใจจำนวนมากต้องมีการเปรียบเทียบมากและยากขึ้น หากผู้ตัดสินใจไม่เข้าใจหลักการวิเคราะห์ปัญหาจะทำให้สับสนในการเปรียบเทียบ ทำให้ข้อมูลที่ได้อาจไม่สอดคล้องกันเท่าที่ควร

7.2.2 ผู้ที่จะตัดสินใจหรือผู้ที่ตอบแบบสอบถามในการให้น้ำหนักของปัจจัย ขาดความรู้ความเข้าใจในวางแผนการผลิต รวมถึงความเข้าใจในสภาพต่างๆ ของโรงงาน

- 7.2.3 เวลามาตรฐานของการทำงานในแต่ละผลิตภัณฑ์ ของทางโรงงานที่เป็น
กรณีศึกษานั้นมีความคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง จึงจำเป็นต้องมีการจัดทำ
เวลามาตรฐานของในการทำงานของแต่ละผลิตภัณฑ์ขึ้นมาใหม่
- 7.3.4 โรงงานที่เป็นกรณีศึกษาเป็นโรงงานที่มีการผลิตแบบ Make to Order จึงเป็น
การยากในการวางแผนการผลิต เพราะคำสั่งซื้อมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา
ประกอบกับโรงงานที่เป็นกรณีศึกษามีผลิตภัณฑ์เป็นจำนวนมาก

7.3 ข้อเสนอแนะ

- 7.3.1 จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้นนั้นวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ
ทำการศึกษาถึงผลกระทบของความไม่แน่นอนที่มีต่อการจัดการการผลิต ได้
แก่ กรณีเครื่องจักรเสีย ซึ่งได้ทำการสร้างโปรแกรมเพื่อช่วยในการจัดการ/
เปลี่ยนตารางการผลิต ดังนั้น โปรแกรมนี้สามารถที่จะนำไปพัฒนาเพื่อใช้ใน
ระบบการผลิตจริงต่อไป โดยนำไปช่วยในการวางแผนการจัดการการผลิต
ซึ่งถ้าหากเกิดกรณีเครื่องจักรเสียขึ้น สามารถที่จะเปลี่ยนตารางการผลิตเพื่อให้
สอดคล้องกับระบบการผลิตที่เป็นอยู่ได้ อาจจะนำไปใช้ในกรณีมีงานเร่งด่วน
มีงานอื่นแทรกเข้ามา หรือมีการเพิ่ม/ลดงานบางงาน
- 7.3.2 รูปแบบปัญหาของกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ และข้อมูลที่ได้จากการ
วิจัยนี้เป็นเพียงกรณีศึกษาของการเลือกกฎการจัดการการผลิตที่เหมาะสมของ
โรงงานแห่งหนึ่งเท่านั้น การตัดสินใจเลือกกฎการจัดการการผลิตสำหรับ
โรงงานอื่นๆจะมีความแตกต่างในแต่ละโรงงาน อันเนื่องมาจากความแตกต่าง
ในลักษณะเฉพาะของแต่ละโรงงาน ดังนั้นการนำผลการวิจัยไปประยุกต์ใช้กับ
อื่นๆ อาจต้องมีการปรับปรุงปัจจัยหรือทางเลือก เพื่อให้เหมาะสมกับ
ลักษณะเฉพาะของแต่ละบริษัท
- 7.3.3 ในการออกแบบสอบถามที่จะให้ผู้ตัดสินใจตอบ ควรต้องมีการอธิบายถึงวิธีการ
ตอบแบบสอบถาม และวิธีของกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ และแจกแจง

ปัจจัยต่างๆ ที่จะใช้เป็นโครงสร้างลำดับชั้นให้ชัดเจน เพื่อผู้ตัดสินใจจะได้ทราบถึงกระบวนการในการประเมินที่ถูกต้องและเป็นไปในแนวทางเดียวกัน

7.3.4 ผู้ที่จะตัดสินใจหรือผู้ที่ตอบแบบสอบถาม จะต้องเป็นผู้ที่มีความเชี่ยวชาญในการวางแผนการผลิต รวมถึงต้องมีความรู้และความเข้าใจในสภาพต่างๆ ของโรงงาน ไม่ว่าจะเป็นสมรรถภาพของเครื่องจักร กำลังการผลิต ความสามารถของพนักงาน ปริมาณของวัตถุดิบและปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการวางแผนการผลิตของโรงงาน

7.3.5 จากผลของการวิจัยจะเห็นว่า ผู้ตัดสินใจให้ความสำคัญแตกต่างกันในแต่ละปัจจัย ทำให้น้ำหนักของทางเลือกบางทางเลือกมีค่าใกล้เคียงกัน

โดยผลการวิเคราะห์น้ำหนักของปัจจัยขึ้นกับการตัดสินใจของผู้มีอำนาจตัดสินใจแต่การเลือกกฎและวิธีการจัดการการผลิตที่ดีขึ้นอยู่กับการปรับเปลี่ยนค่าผลต่างของตัววัดประสิทธิภาพตารางการผลิต เมื่อใช้วิธีการที่ต่างกัน โดยปรับเปลี่ยนเป็นสเกล (Scale) ของการวิเคราะห์แบบลำดับชั้น (Analytical Hierarchy Process, AHP)

7.3.6 โปรแกรม IPSS เป็นหนึ่งในระบบวิเคราะห์การตัดสินใจแบบ พหุเกณฑ์ที่อยู่บนพื้นฐานของกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process) ซึ่งเป็นวิธีการที่มีความสามารถและเข้าใจง่ายในการทำการตัดสินใจ ดังนั้นโปรแกรม IPSS จึงเหมาะที่จะช่วยให้ผู้ตัดสินใจได้มาซึ่งการตัดสินใจที่เป็นระบบดียิ่งขึ้น

7.3.7 จากการใช้โปรแกรม IPSS ไปใช้ในการจัดการตารางการผลิต พบว่าผู้ใช้งานควรมีพื้นด้านการผลิตและคอมพิวเตอร์ เพราะในการใช้งานและการป้อนข้อมูลของโปรแกรม IPSS ค่อนข้างมีความซับซ้อน

กรม
การ
การ

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

วิทยานิพนธ์

ปิยมากรณ์ ชมสุวรรณ. (2540). การจัดการ/การเปลี่ยนตารางการผลิตสำหรับระบบการผลิตแบบยืดหยุ่นในกรณีของเครื่องจักรเสีย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สมโภชน์ แซ่น้ำ. (2542). การจัดการการผลิตแบบโต้ตอบภายใต้เงื่อนไขการผลิตที่มีความไม่แน่นอน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาต่างประเทศ

BOOK

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

ARTICLES

Chatpon Mongkalig. (2005, 9-30, June) "Heuristics for Job Shop Scheduling Problems with Progressive Weighted Tardiness Penalties and Inter-machine overlapping Sequence-dependent Setup Times." **IEMS Journal, Vol. 4, No. 1.** pp.1-22.

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.

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

ปิยะมากรณ์ ชมสุวรรณ. การจัดการวาง/การเปลี่ยนตารางการผลิตสำหรับระบบการผลิตแบบ
ยืดหยุ่นในกรณีของเครื่องจักรเสีย. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรม
อุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540

สมโภชน์ แซ่น้ำ. การจัดการวางการผลิตแบบโต้ตอบภายใต้เงื่อนไขการผลิตที่มีความไม่แน่นอน.
วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542

ภาษาอังกฤษ

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

Chatpon Mongkalig, 2005, "Heuristics for Job Shop Scheduling Problems with Progressive
Weighted Tardiness 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 insertion in early-tardy parallel
machines scheduling with precedence constraints," Production Planning & Control
Vol. 3, No. 2, pp. 133-142, 2002.

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, 2001.

ด

พ

ภาคผนวก

๕

แบบสอบถามเปรียบเทียบระดับความสำคัญของปัจจัยของการจัดการการผลิต

เกณฑ์การให้คะแนนระดับความสำคัญมี 5 ระดับ ดังนี้

- มีความสำคัญเท่ากัน (Equal Importance) (1 คะแนน)
- มีความสำคัญมากกว่าปานกลาง (Moderate Importance) (3 คะแนน)
- มีความสำคัญมากกว่ามาก (Strong Importance) (5 คะแนน)
- มีความสำคัญมากกว่าอย่างเห็นได้ชัด (Demonstrated Importance) (7 คะแนน)
- มีความสำคัญมากกว่าเป็นอย่างยิ่ง (Extreme Importance) (9 คะแนน)

ตัววัดผล (Measures of Performance) ที่นำมาเปรียบเทียบมี 6 ข้อดังนี้

- Total Flow Times เวลาทำงานรวม Work in process
- Total Earliness เวลารวมที่งานจะเสร็จก่อน (เกิดสินค้าคงคลัง)
- Total Tardiness เวลารวมงานล่าช้า
- No. Of Tardy Jobs จำนวนงานล่าช้า

คำถาม

จงเปรียบเทียบน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยต่างๆแบบเป็นคู่

1) ท่านให้ความสำคัญกับ “Total Flow Time” มากกว่า “Total Earliness” เท่าไร

1	3	5	7	9
1/9	1/7	1/5	1/3	

2) ท่านให้ความสำคัญกับ “Total Flow Time” มากกว่า “Total Tardiness” เท่าไร

1	3	5	7	9
1/9	1/7	1/5	1/3	

3) ท่านให้ความสำคัญกับ “Total Flow Time” มากกว่า “No. Of Tardy Jobs” เท่าไร

1	3	5	7	9
1/9	1/7	1/5	1/3	

4) ท่านให้ความสำคัญกับ “Total Earliness” มากกว่า “Total Tardiness” เท่าไร

1	3	5	7	9
1/9	1/7	1/5	1/3	

5) ท่านให้ความสำคัญกับ “Total Earliness” มากกว่า “No. Of Tardy Jobs” เท่าไร

1	3	5	7	9
1/9	1/7	1/5	1/3	

6) ท่านให้ความสำคัญกับ “Total Tardiness” มากกว่า “No. Of Tardy Jobs” เท่าไร

1	3	5	7	9
1/9	1/7	1/5	1/3	

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – นามสกุล นายชนกฤต แก้วนุ้ย
ประวัติการศึกษา - ระดับปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตร์ (วศ.บ.) สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน

2546 – ปัจจุบัน ครูปฏิบัติการ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
2547 – ปัจจุบัน ที่ปรึกษา หจก.ไทยวัฒนาอีควิปเมนต์ลีนส์
2550 – ปัจจุบัน กรรมการฝ่ายวิชาการและเทคโนโลยี
สมาคมโลจิสติกส์ และการผลิต (TLAPS)