ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

เรื่อง การออกแบบและพัฒนาโปรแกรมการจัดลำดับงานในอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ไม้
โดยใช้วิธีฮิวริสติก

โดย นายวินัย เหลืองสมานกุล

ได้รับอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิต

_____ คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิบูลย์ ชื่นแขก)
24 กรกฎาคม 2549

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

_____ ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุทัศ บุตรดี)

_____ กรรมการ
(รองศาสตราจารย์สมเกียรติ จงประสิทธิ์พร)

_____ กรรมการ
(อาจารย์ ดร.สมภพ ดลับแก้ว)

การออกแบบและพัฒนาโปรแกรมการจัดลำดับงานในอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ไม้ โดยใช้วิธีฮิวริสติก

นายวินัย เหลืองสมานกุล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิต ภาควิชาวิศวกรรมการผลิต
บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ปีการศึกษา 2549

ISBN 974-19-0772-9

ลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ชื่อ : นายวินัย เหลืองสมานกุล
ชื่อวิทยานิพนธ์ : การออกแบบและพัฒนาโปรแกรมการจัดลำดับงานในอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ไม้ โดยใช้วิธีฮิวริสติก
สาขาวิชา : วิศวกรรมการผลิต
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : รองศาสตราจารย์ ดร.สุเทพ บุตรดี
ปีการศึกษา : 2549

บทคัดย่อ

ในสภาพการผลิตปัจจุบัน หลายบริษัทพบว่าไม่สามารถทำได้ทันเวลาหรือการบริหารเวลาไม่เป็นไปตามที่วางไว้ และไม่มีการวางแผนการทำงานที่ชัดเจน ดังนั้นแบบแผนการจัดเวลาการทำงานให้เหมาะสมจึงเป็นสิ่งสำคัญมากในการผลิตปัจจุบัน โดยเวลาที่ใช้ในการผลิตต่ำย่อมส่งผลให้ต้นทุนต่ำ และการบริหารเวลาการผลิตที่เหมาะสมยังทำให้สามารถส่งงานได้ทันกำหนด

ในงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาและการออกแบบโปรแกรมการจัดลำดับการทำงาน เพื่อลดความยุ่งยากสลับซับซ้อนในการสร้างตารางการผลิต โดยใช้วิธีฮิวริสติกที่สามารถให้คำตอบที่ดีและรวดเร็ว ซึ่งอาศัยข้อมูลจากแผนการผลิตหลัก เพื่อวางแผนลำดับการทำงานเข้าสถานีผลิตตามเงื่อนไขเส้นทางขั้นตอนการผลิต (Route) และให้คำตอบว่าการจัดลำดับงานตามหลักเกณฑ์ใดเหมาะสมกับเป้าหมายของการวางแผนผลิต เริ่มจากการศึกษาทฤษฎีการจัดลำดับงาน, ทำการสร้างฐานข้อมูลงานและฐานข้อมูลเครื่องจักร และประมวลผลตามกฎฮิวริสติก (EDD, WSPT, FCFS, MS, SPT และ LPT) โดยอยู่ภายใต้เงื่อนไขของงาน เครื่องจักร และสภาพการผลิต

จากการทดสอบโปรแกรมกับกรณีศึกษาผลที่ได้คือ วิธี SPT (Shortage – Processing Time) เป็นวิธีที่ดีที่สุดจาก 6 วิธี และได้ค่าดังนี้ ช่วงกว้างเวลาการทำงาน (Makespan) เท่ากับ 2,495 นาที จำนวนงานที่ส่งไม่ทันกำหนด (Number of Job Late) เท่ากับ 1 งาน ค่าเฉลี่ยของเวลาส่งงานล่าช้า (Mean Tardiness) เท่ากับ 192 นาทีต่องาน, ค่าผลรวมของเวลาส่งงานล่าช้า (Total Tardiness) เท่ากับ 575 นาที, และค่าเวลาเฉลี่ยที่งานอยู่ในระบบ (Mean Flow Time) เท่ากับ 1,708 นาทีต่องาน

(วิทยานิพนธ์มีจำนวนทั้งสิ้น 119 หน้า)

คำสำคัญ : เวลาที่ใช้ในการผลิต, เวลารวมที่ใช้ในการผลิต, เวลาที่ส่งงานล่าช้า, เวลาที่งานอยู่ในระบบ, จำนวนงานที่ส่งล่าช้า

_____อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

Name : Mr.Winai Luangsamankul
Thesis Title : Design and Development Program of Job Scheduling in the Wood Furniture Industry Using Heuristic Method
Major Field : Production Engineering
King Mongkut's Institute of Technology North Bangkok
Thesis Advisor : Associate Professor Dr.Suthep Butdee
Academic Year : 2006

Abstract

Presently, many industrial companies are found to be lacking of an accurate scheduling. Failure to do so will cause the late delivery or excess operation labors hour. There are many methods that are applied to support production scheduling. However, they are too many assumptions and constrains. This research focuses on the program development of job scheduling in the wood furniture industry by using "Heuristic method". This method yields a precise result and need information from Master Production Scheduling (MPS) in order to determine job sequence and routing.

The developed scheduling program is automatically created for matching with particular machines, tools, operations and manufactured parts. In addition, the program can search for the best conditions for planning method concerning with SPT (Short Processing Time), EDD (Early Due Date), FCFS (First Come First Serve), WSPT (Weight Short Processing Time), LPT(Long Process Time) and MS (Minimum Slack Time). The case study showed that the SPT method is suitable for multiple goals. The makespan, number of job late, mean tardiness, total tardiness and mean flow time are 2,495 minutes, 1 job, 192 minutes, 575 minutes and 1,708 minutes respectively.

(Total 119 pages)

Keywords : Processing Time, Makespan, Tardiness, Flow Time, Number of Job Late

Suthep Butdee
Advisor

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้เพราะได้รับความช่วยเหลือจากหลายฝ่าย คำแนะนำต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ ผู้จัดทำวิทยานิพนธ์ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สุเทพ บุตรดี รองศาสตราจารย์สมเกียรติ จงประสิทธิ์พร และอาจารย์ ดร.สมภพ ตลับแก้ว ที่ให้คำปรึกษาและคำแนะนำในการทำวิทยานิพนธ์ ขอขอบคุณ บริษัท ซีเอ็มดีวู้ด โปรดักซ์ ที่ช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ ขอขอบคุณ คุณประจักษ์ ตรีศิริธนโชติ ที่ได้ให้คำแนะนำปรึกษาในการเขียนโปรแกรม การวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนบางส่วนจากทุนอุดหนุนการวิจัยเพื่อทำวิทยานิพนธ์สำหรับนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ขอขอบคุณเจ้าที่หน้าที่ภาควิชาวิศวกรรมการผลิต ที่ช่วยเหลือในการดำเนินการต่างๆ ในการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้

สุดท้ายผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา รวมทั้งครอบครัวของผู้วิจัยที่คอยให้กำลังใจและให้การสนับสนุนด้านการเงินแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

วินัย เหลืองสมานกุล

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย		ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ		ค
กิตติกรรมประกาศ		ง
สารบัญตาราง		ช
สารบัญภาพ		ฌ
บทที่ 1	บทนำ	1
	1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
	1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	1
	1.3 ขอบเขตของการวิจัย	2
	1.4 วิธีการวิจัย	2
	1.5 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย	2
	1.6 ประโยชน์ของการวิจัย	2
บทที่ 2	ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
	2.1 บทนำ	3
	2.2 ระบบการผลิต	4
	2.3 การจัดตารางการผลิต	7
	2.4 องค์ประกอบของการปรับเปลี่ยนตารางการผลิต	9
	2.5 ตัวแปรในการจัดตารางการผลิต	10
	2.6 การจัดตารางการผลิตของงาน n งานให้หน่วยผลิต 1 หน่วย	11
	2.7 การจัดตารางการผลิตของงาน n งานให้กับหน่วยผลิต m หน่วย	19
	2.8 การจัดตารางการผลิตแบบตามสั่งทั่วไป	23
	2.9 เกณฑ์การวัดประสิทธิภาพของการจัดตารางการผลิต	25
	2.10 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับโปรแกรมภาษาวิชวลเบสิค	26
	2.11 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	27
บทที่ 3	วิธีการดำเนินงานวิจัย	33
	3.1 ศึกษากระบวนการจัดตารางการผลิตของอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ไม้ในปัจจุบัน	33
	3.2 ศึกษาและเก็บข้อมูลที่ใช้ในการจัดลำดับงาน	39
	3.3 หลักเกณฑ์ทางฮิวริสติกที่ใช้ในการจัดลำดับงาน	44
	3.4 การวัดประสิทธิภาพของการจัดตารางการผลิต	46
	3.5 การทำงานของโปรแกรมการจัดลำดับงาน	47

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิจัย	53
4.1 การออกแบบจัดทำโปรแกรมการจัดลำดับงาน	53
4.2 องค์ประกอบพื้นฐานในการประมวลผล	53
4.3 การทดสอบโปรแกรม	57
4.4 สรุปความสามารถของโปรแกรมที่จัดทำขึ้น	80
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	83
5.1 สรุปผลงานวิจัย	83
5.2 ข้อจำกัดของโปรแกรม	84
5.3 ข้อเสนอแนะ	84
บรรณานุกรม	85
ภาคผนวก ก	87
ผลการทดสอบโปรแกรมจากกรณีศึกษาที่ 1	88
ภาคผนวก ข	103
ผลการทดสอบจากกรณีศึกษาที่ 2	104
ภาคผนวก ค	111
ผลการทดสอบจากกรณีศึกษาที่ 3	112
ประวัติผู้วิจัย	119

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2-1	ลักษณะการผลิตแบบต่างๆ	6
2-2	แสดงการเปรียบเทียบระหว่างรูปแบบการไหลของงานแบบต่อเนื่อง (Flow Shop) และแบบไม่ต่อเนื่อง (Job Shop)	7
3-1	ขั้นตอนการผลิตในแผนก	34
3-2	รายการเครื่องจักรในแผนก	39
3-3	ตัวอย่างรายการชิ้นส่วนประกอบของสินค้า M.END TABEL	42
3-4	ตัวอย่างเส้นทางขั้นตอนการผลิต (Route)	43
3-5	การผลิตขาหน้า - หลัง สินค้า M - End Table จำนวน 500 ชิ้น	45
4-1	ตัวอย่างฐานข้อมูลงาน	54
4-2	ตัวอย่างฐานข้อมูลเครื่องจักร	55
4-3	ตัวอย่างตารางข้อมูลนำเข้า	56
4-4	รายการใบสั่งผลิตในกรณีศึกษาที่ 1	62
4-5	ตารางเปรียบเทียบประสิทธิภาพการจัดลำดับงานจากกรณีศึกษาที่ 1	69
4-6	ตารางสรุปช่วงเวลาการทำงานจากกรณีศึกษาที่ 1	71
4-7	รายการใบสั่งผลิตในกรณีศึกษาที่ 2	72
4-8	ตารางเปรียบเทียบประสิทธิภาพการจัดลำดับงานจากกรณีศึกษาที่ 2	74
4-9	ตารางสรุปช่วงเวลาการทำงานจากกรณีศึกษาที่ 2	76
4-10	รายการใบสั่งผลิตในกรณีศึกษาที่ 3	76
4-11	ตารางเปรียบเทียบประสิทธิภาพการจัดลำดับงานจากกรณีศึกษาที่ 3	78
4-12	ตารางสรุปช่วงเวลาการทำงานจากกรณีศึกษาที่ 3	80
4-13	ตารางเปรียบเทียบความสามารถโปรแกรมที่จัดทำกับโปรแกรม Lekin Scheduling	80
ก-1	ตารางการผลิตของงานแบบ EDD	88
ก-2	ตารางการผลิตของเครื่องจักรแบบ EDD	95
ข-1	ตารางการผลิตของงานแบบ SPT	104
ข-2	ตารางการผลิตของเครื่องจักรแบบ SPT	107
ค-1	ตารางการผลิตของงานแบบ SPT	112
ค-2	ตารางการผลิตของเครื่องจักรแบบ EDD	115

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2-1	แสดงลักษณะคุณสมบัติการผลิตแบบต่างๆ ของกระบวนการผลิตแบบไม่ต่อเนื่อง	5
2-2	รูปแบบการไหลของงานแบบต่อเนื่องและแบบไม่ต่อเนื่อง	6
2-3	การจัดตารางการผลิต 2 วิธีให้กับงาน A และ B	13
2-4	การจัดลำดับงาน 2 วิธีคือ s และ Ś เพื่อใช้อธิบายในการพิสูจน์	14
2-5	ตัวอย่างการจัดลำดับงานตามหลักเกณฑ์ของ SPT	16
2-6	การจัดตารางการผลิตในลักษณะ m หน่วยผลิตขนานกันและอนุกรมกัน	20
2-7	การแสดงผลแกนต์ชาร์ท	28
2-8	การแสดงผลลำดับงานของเครื่องจักร	28
2-9	การแสดงผลลำดับขั้นตอนผลิตของงาน	29
2-10	การแสดงผลประสิทธิภาพของการจัดลำดับงาน	30
3-1	ลักษณะการไหลของงานทั่วๆไปผ่านแผนกต่างๆ	33
3-2	ขั้นตอนการวางแผนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ไม้	36
3-3	การออกใบสั่งผลิตและบันทึกผลผลิตรายวัน	37
3-4	ตัวอย่างเส้นทางขั้นตอนการผลิตของสินค้าหรือผลิตภัณฑ์	41
3-5	ภาพสินค้า M.END TABEL	42
3-6	การเชื่อมโยงระหว่างชุดข้อมูล	48
3-7	แผนภูมิการทำงานประมวลผลของโปรแกรม	51
4-1	ขั้นตอนการใช้งานโปรแกรม	57
4-2	หน้าจอเมนูหลัก	58
4-3	หน้าจอสร้างฐานข้อมูลแผนก	59
4-4	หน้าจอสร้างข้อมูลฐานงาน	60
4-5	หน้าจอแสดงรายการฐานข้อมูลเครื่องจักร	61
4-6	หน้าจอแสดงรายการฐานข้อมูลงาน	62
4-7	หน้าจอสร้างใบสั่งผลิต	63
4-8	หน้าจอแสดงข้อมูลก่อนประมวลผล	64
4-9	หน้าจอการจัดลำดับงานแบบ WSPT	65
4-10	หน้าจอการจัดลำดับงานแบบ EDD	66
4-11	หน้าจอการจัดลำดับงานแบบ FCFS	66
4-12	หน้าจอการจัดลำดับงานแบบ MS	67

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4-13 หน้าจอการจัดลำดับงานแบบ SPT	67
4-14 หน้าจอการจัดลำดับงานแบบ LPT	68
4-15 หน้าจอบันทึกผลประสิทธิภาพการจัดลำดับงาน	68
4-16 กราฟเปรียบเทียบผลของกรณีศึกษาที่ 1	69
4-17 หน้าจอตารางการผลิตของงาน	70
4-18 หน้าจอตารางการผลิตของเครื่องจักร	71
4-19 หน้าจอสร้างใบสั่งผลิตกรณีศึกษาที่ 2	73
4-20 หน้าจอแสดงข้อมูลในการประมวลผลกรณีศึกษาที่ 2	73
4-21 หน้าจอบันทึกผลประสิทธิภาพการจัดลำดับงานกรณีศึกษาที่ 2	74
4-22 กราฟเปรียบเทียบผลของกรณีศึกษาที่ 2	74
4-23 หน้าจอตารางการผลิตของงานกรณีศึกษาที่ 2	75
4-24 หน้าจอตารางการผลิตของเครื่องจักรกรณีศึกษาที่ 2	75
4-25 หน้าจอสร้างใบสั่งผลิตกรณีศึกษาที่ 3	77
4-26 หน้าจอข้อมูลก่อนการประมวลผลกรณีศึกษาที่ 3	77
4-27 บันทึกผลประสิทธิภาพการจัดลำดับงานกรณีศึกษาที่ 3	78
4-28 กราฟเปรียบเทียบผลของกรณีศึกษาที่ 3	78
4-29 หน้าจอตารางการผลิตของงานกรณีศึกษาที่ 3	79
4-30 หน้าจอตารางการผลิตของเครื่องจักรกรณีศึกษาที่ 3	79

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในสภาพการผลิตปัจจุบัน หลายบริษัทพบว่าประสิทธิภาพการผลิตของตนนั้นมีต้นทุนสูงและคุณภาพการทำงานต่ำ ส่งผลให้คุณภาพสินค้าไม่ได้เป็นไปตามที่ลูกค้ากำหนด เนื่องจากไม่สามารถทำได้ทันเวลา หรือทำได้ทันแต่ไม่สามารถควบคุมคุณภาพและต้นทุนได้ จนทำให้บริษัทมีต้นทุนสูงขึ้นเนื่องจากต้องทำงานล่วงเวลา หรือการบริหารเวลาไม่เป็นตามที่วางไว้

ดังนั้นการจัดเวลาการทำงานให้เหมาะสมจึงเป็นสิ่งสำคัญ เวลาที่ใช้ในการผลิตต่ำย่อมส่งผลให้ต้นทุนต่ำ และเวลาที่เหมาะสมย่อมเป็นเหตุให้มีการปรับปรุงคุณภาพอย่างต่อเนื่องได้ โดยใช้เวลาทุกนาทีอย่างมีค่า ส่วนประกอบที่สำคัญของการบริหารเวลาอย่างมีประสิทธิภาพนั้นคือ การวางแผนงานอย่างเป็นระบบ ซึ่งระดับของการวางแผนจะแบ่งได้เป็น 3 ระดับ ได้แก่

1.1.1 การวางแผนกำลังการผลิต (Capacity Planning) ซึ่งเป็นการวางแผนระดับกลยุทธ์ (Strategic Level) เกี่ยวกับการดำเนินการวางแผนในระยะยาว เพื่อบรรลุถึงกลยุทธ์ที่บริษัทได้ตั้งขึ้น ได้แก่ การวางแผนผลิตภัณฑ์ใหม่ การกำหนดจำนวนบุคลากร การวางแผนซื้อเครื่องจักร เป็นต้น

1.1.2 การวางแผนรวม (Aggregate Planning) เป็นการวางแผนในระดับจัดการ (Management Level) ที่เกี่ยวกับการวางแผนการดำเนินงานในระยะสั้น ได้แก่ การวางแผนการจัดซื้อวัตถุดิบ การวางแผนการบริหารพนักงานให้เกิดประโยชน์สูงสุด เป็นต้น

1.1.3 การจัดลำดับงาน (Dispatching Job) เป็นการประเมินล่วงหน้าในระยะสั้น โดยเป็นการวางแผนในระดับปฏิบัติการ (Operational Level) โดยเน้นการวางแผนการทำงานแต่ละวันในกระบวนการผลิต เป้าหมายของการจัดลำดับงานนั้นคือ วัตถุดิบ เครื่องจักร พนักงานมีประสิทธิภาพในการทำงานมากที่สุด โดยวิธีการจัดลำดับงานจะตระหนักถึงวัตถุประสงค์หรือนโยบายของบริษัทเป็นหลัก หรือเปรียบเทียบประสิทธิภาพของกฎการจัดลำดับงานและเลือกใช้วิธีที่คาดว่าดีที่สุด

ดังนั้นการใช้โปรแกรมในการจัดลำดับงานเข้ามาช่วยวางแผน จะเกิดทำให้เกิดความสะดวกรวดเร็วในการวางแผนบริหารเวลาและรองรับการปรับเปลี่ยนตารางการผลิต

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อออกแบบและพัฒนาโปรแกรมที่ใช้ในการกำหนดเวลาและลำดับการทำงานของโรงงานอุตสาหกรรมการผลิตแบบตามสั่ง (Job Shop)

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 ออกแบบพัฒนาซอฟท์แวร์ที่ใช้ในการจัดลำดับงาน ตามหลักเกณฑ์ทางฮิวริสติกที่นิยมใช้ในงานโรงงานอุตสาหกรรม

1.3.2 เปรียบเทียบประสิทธิภาพการจัดลำดับงานแต่ละวิธี

1.4 วิธีการวิจัย

1.4.1 สำรวจงานวิจัยและศึกษาทฤษฎีการจัดลำดับงานแบบฮิวริสติกกับทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1.4.2 ศึกษากระบวนการจัดตารางการผลิตของอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ไม้ในปัจจุบัน

1.4.3 รวบรวมข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการจัดตารางการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรม

1.4.4 ออกแบบกระบวนการในการทำงานของโปรแกรมการจัดลำดับงาน

1.4.5 ศึกษาและทดลองเขียนโปรแกรมการจัดลำดับงานด้วย Microsoft Visual Basic 6.0

1.4.6 ทดสอบและแก้ไขปรับปรุง

1.4.7 เปรียบเทียบผลการจัดลำดับงานตามกฎฮิวริสติกว่าวิธีใดมีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ของโรงงานตามดัชนีตัวชี้วัดผล

1.4.8 สรุปผลจากงานวิจัยและข้อเสนอแนะ

1.4.9 จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

1.5 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

1.5.1 โปรแกรม Microsoft Visual Basic 6.0

1.5.2 โปรแกรม Microsoft Access

1.5.3 โปรแกรม Microsoft Excel

1.6 ประโยชน์ของการวิจัย

1.6.1 ลดความผิดพลาดและเวลาที่ใช้ในการจัดตารางการผลิต

1.6.2 เป็นการปรับปรุงการจัดตารางผลิตที่มีประสิทธิภาพตามเป้าหมาย

1.6.3 สามารถนำไปเชื่อมต่อกับโปรแกรมอื่นที่ใช้ในการวางแผนการผลิต

1.6.4 เป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้โปรแกรมการจัดลำดับงานในอุตสาหกรรมอื่น

บทที่ 2
ทฤษฎีและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 บทนำ

การจัดตารางการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมค่อนข้างจะเป็นปัญหาที่ยุ่งยาก ซึ่งหัวหน้างานหรือผู้มีหน้าที่ในการจัดตารางการผลิต สามารถที่จะจัดการกับปัญหาการจัดลำดับงานได้หลายวิธี วิธีที่ง่ายที่สุดคือ ไม่สนใจปัญหาแล้วจัดลำดับงานแต่ละงานโดยวิธีสุ่ม แต่สำหรับวิธีที่มีผู้นิยมใช้กันบ่อยมากที่สุด คือ วิธีสุ่มอย่างมีเหตุผล (Heuristic Approach) วิธีนี้มักจะไม่ให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด แต่ให้ผลลัพธ์ที่ดี โดยวิธีการแก้ไขปัญหาที่สมเหตุสมผล ผลลัพธ์ที่ได้เป็นไปได้ในทางปฏิบัติและใช้เวลาในการแก้ไขปัญหาไม่มากนัก ในกรณีที่มีปัญหาการจัดตารางการผลิตมีความแน่นอน เช่น เวลาในการทำงานแต่ละขั้นตอนคงที่ (ในทางปฏิบัติมักจะมีความเบี่ยงเบนสูง การประเมินเวลาที่ใช้มักจะอยู่ในรูปของค่าเฉลี่ย) เราอาจจะใช้หลักเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์ค้นหาผลลัพธ์ที่สมบูรณ์แบบที่สุด ตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการได้ อย่างไรก็ตาม ถ้าแผนการจัดตารางการผลิตที่สมบูรณ์แบบเป็นไปไม่ได้หรือเป็นไปได้ยาก เราก็ย่อมต้องการแผนการจัดตารางการผลิตที่ใกล้เคียงกับแผนที่สมบูรณ์แบบนั้น

สำหรับวัตถุประสงค์ในการกำหนดตารางการผลิตมีอยู่มากมาย แต่ที่เห็นชัดที่สุดคือเพิ่มประโยชน์การใช้งานของหน่วยงาน ซึ่งก็คือการลดช่องว่างงานของหน่วยงาน สำหรับกรณีที่มีการกำหนดจำนวนงานที่แน่นอน เปอร์เซ็นต์การใช้ประโยชน์ของหน่วยงานจะเป็นสัดส่วนกลับกับเวลาที่ต้องการใช้ในการทำงานชุดนั้นให้เสร็จทั้งหมด เวลาที่กล่าวถึงนี้หมายถึงช่วงกว้างของเวลานับตั้งแต่เริ่มงานแรกจนกระทั่งเสร็จสิ้นงานสุดท้าย ในกรณีปัญหาดังกล่าวนี้การปรับปรุงเปอร์เซ็นต์การใช้ประโยชน์หน่วยงาน สามารถกระทำได้โดยการกำหนดตารางการผลิตที่ทำให้ช่วงกว้างของเวลาลดลง

วัตถุประสงค์ในการกำหนดตารางการผลิตที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือ ลดการสะสมของงานในระหว่างงานต่อหน่วยงาน (In Process Inventory) ซึ่งหมายถึงพยายามลดจำนวนงานโดยเฉลี่ยที่คอยอยู่ในคิวในขณะที่ทำงานนั้นกำลังทำงานอื่นอยู่ ถ้าช่วงกว้างของเวลาการทำงานทั้งหมดที่คงที่ (Makespan) วิธีการจัดลำดับที่ลดเวลาเฉลี่ยของงานที่อยู่ในระบบจะสามารถลดค่าเฉลี่ยของงานที่รออยู่ระหว่างหน่วยงาน

วัตถุประสงค์สุดท้ายสำหรับการกำหนดตารางการผลิตคือ ลดจำนวนงานที่เสร็จช้ากว่ากำหนดหรือพยายามทำให้ใบสั่งงานทุกใบเสร็จในระยะเวลาที่กำหนดไว้

ในหลายๆ สถานการณ์ใบสั่งผลิตทุกใบหรือบางใบ จะกำหนดเวลาส่งงาน (Due Date) และค่าปรับที่จะเกิดขึ้น ถ้างานเสร็จหลังวันกำหนดส่ง ในโรงงานโดยทั่วไปเส้นตาย (Deadline) ก็เปรียบเสมือนเป็นวันสิ้นสุดของช่วงเวลาในการกำหนดตารางการผลิต และความผิดพลาดในการทำชิ้นส่วนแต่ละชิ้นให้เสร็จสิ้นภายในช่วงเวลาที่กำหนด จะทำให้ตารางการผลิตหลัก (Master Schedule) ไม่ถูกต้องตามไปด้วย มีหลายวิธีที่จะเข้าสู่วัตถุประสงค์ดังกล่าวนี้ได้ บางวิธีสามารถลดเวลาสูงสุดของการส่งงานไม่ทันกำหนด และวิธีบางวิธีก็สามารถลดจำนวนของงานที่ส่งไม่ทันกำหนด แต่ไม่มีวิธีใดโดยเฉพาะที่สามารถลดเวลาเฉลี่ยของการส่งงานไม่ทันกำหนด (Mean Tardiness) แต่มีวิธีการสุ่มอย่างมีเหตุผล (Heuristic) ที่มีแนวโน้มที่จะให้ผลลัพธ์ที่ดีในวัตถุประสงค์ที่กล่าวมา

หลักเกณฑ์ต่างๆ ตามวิธีสุ่มอย่างมีเหตุผล (Heuristic Approach) เป็นกระบวนการแก้ปัญหา (Problem-Solving Procedure) ที่สามารถจะให้คำตอบที่เป็นผลลัพธ์ที่ดีและใช้เวลาในการหาคำตอบไม่มากนัก แต่ไม่สามารถรับประกันได้ว่า จะเป็นผลลัพธ์ที่ดีที่สุด (Optimal Results) ที่จะกล่าวถึงเป็นหลักเกณฑ์พื้นฐานที่นิยามใช้กันอยู่ในปัจจุบัน และเป็นหลักเกณฑ์ที่กำหนดขึ้นเพื่อลดค่าใช้จ่ายอย่างใดอย่างหนึ่ง วัตถุประสงค์ 3 ข้อที่ได้กล่าวมาในข้างต้น

2.2 ระบบการผลิต

ในระบบการผลิตนั้นเราสามารถแบ่งประเภทออกเป็น 2 ประเภทด้วยกันคือ

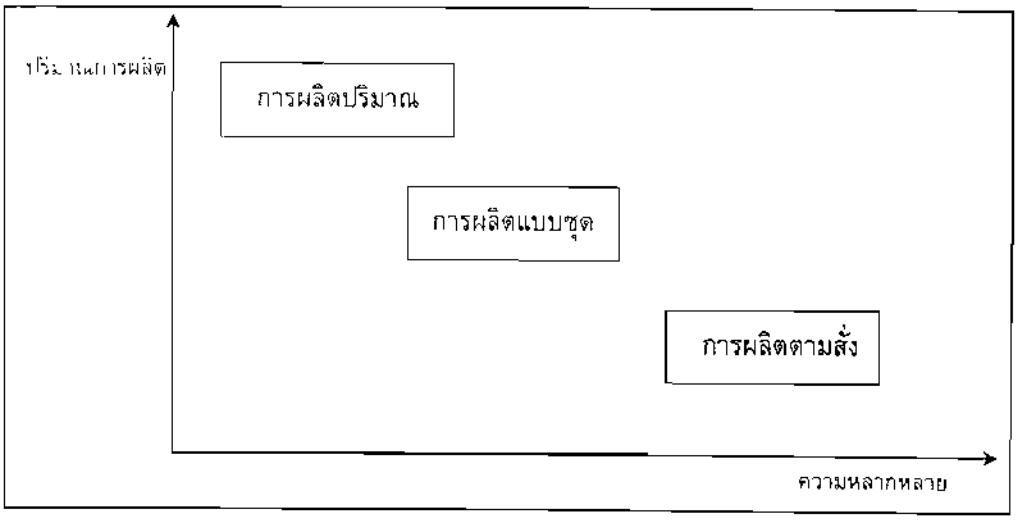
2.2.1 กระบวนการผลิตชนิดต่อเนื่อง (Continuous Manufacturing Process)

2.2.2 กระบวนการผลิตชนิดไม่ต่อเนื่อง (Discrete Manufacturing Process)

กระบวนการผลิตชนิดต่อเนื่องจะเป็นการผลิตสินค้า หรือผลิตภัณฑ์ที่เป็นมาตรฐานที่จำนวนน้อยชนิด ปริมาณความต้องการมีลักษณะเป็นแนวโน้มที่แน่นอน จึงทำให้เกิดการผลิตสินค้าเก็บไว้ในสต๊อกเพื่อรอจำหน่าย ปกติมักจะเป็นการผลิตสินค้าครั้งละมากๆ เพื่อตอบสนองความต้องการที่มีอัตราสูง ดังนั้นในสายการผลิตจึงมักใช้เครื่องจักรหรืออุปกรณ์การผลิตที่เป็นแบบเฉพาะอย่าง (Special Purpose Machine) เพราะมีความสามารถและความเที่ยงตรงในการผลิตสูง

กระบวนการผลิตชนิดไม่ต่อเนื่องนั้นจะเกี่ยวข้องกับการผลิตสินค้าที่เป็นชิ้นเดี่ยวๆ ซึ่งสามารถแบ่งเป็นประเภทย่อยต่อไปได้อีก 3 ประเภทด้วยกันคือ

1. การผลิตปริมาณมาก (Mass Production)
2. การผลิตแบบชุด (Batch Production)
3. การผลิตตามสั่ง (Job Shop Production)



ภาพที่ 2-1 แสดงลักษณะคุณสมบัติการผลิตแบบต่างๆ ของกระบวนการผลิตแบบไม่ต่อเนื่อง

การผลิตปริมาณมาก คือการผลิตผลิตภัณฑ์หรือสินค้าที่มีความหลากหลายน้อยแต่มีจำนวนมาก ผลิตภัณฑ์จะมีความต้องการจากลูกค้าค่อนข้างคงที่และแทบจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงในเรื่องของรูปแบบผลิตภัณฑ์เลยทั้งในระยะสั้นและระยะยาว เครื่องจักรที่ใช้จะเป็นพวกที่ถูกสร้างขึ้นมาพิเศษ เพื่อให้สามารถใช้งานผลิตผลิตภัณฑ์เฉพาะอย่างได้อย่างมีประสิทธิภาพสูง การผลิตจะมีความยืดหยุ่นน้อยมากแม้ว่าเครื่องจักรจะมีราคาแพง และจะคุ้มทุนในระยะยาว

การผลิตแบบชุด เป็นการผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีทั้งจำนวนในการผลิตและความหลากหลายปานกลาง ความหมายทั่วไปสำหรับการผลิตแบบชุดคือ การผลิตที่มีจำนวนชิ้นงานในแต่ละชุดน้อยๆ และจะทำการผลิตชุดแรกให้เสร็จก่อนจะดำเนินการผลิตชุดต่อไป ในการผลิตแต่ละชุดจะต้องมีความยืดหยุ่นพอสมควร เพื่อให้สามารถดำเนินการผลิตได้ตรงตามความต้องการหลากหลายลูกค้า เครื่องจักรที่ใช้มักเป็นแบบอเนกประสงค์ จะเห็นว่าการผลิตแบบชุดจะอยู่ระหว่างการผลิตตามสั่งและการผลิตปริมาณมาก ทั้งนี้เพราะความต้องการทางด้านจำนวนไม่คุ้มค่าที่จะลงทุน ในภาวะปัจจุบันจะเห็นบ่อยครั้งว่าบริษัทที่ดำเนินการผลิตแบบปริมาณมากถูกแรงกดดันจากตลาดทำให้ต้องนำเอาการผลิตแบบชุดซึ่งมีความยืดหยุ่นสูงกว่ามาใช้ ทั้งนี้เพื่อจะให้ระบบสามารถจัดการกับการผลิตที่มีจำนวนน้อยแต่มีความหลากหลายได้อย่างมีประสิทธิภาพ

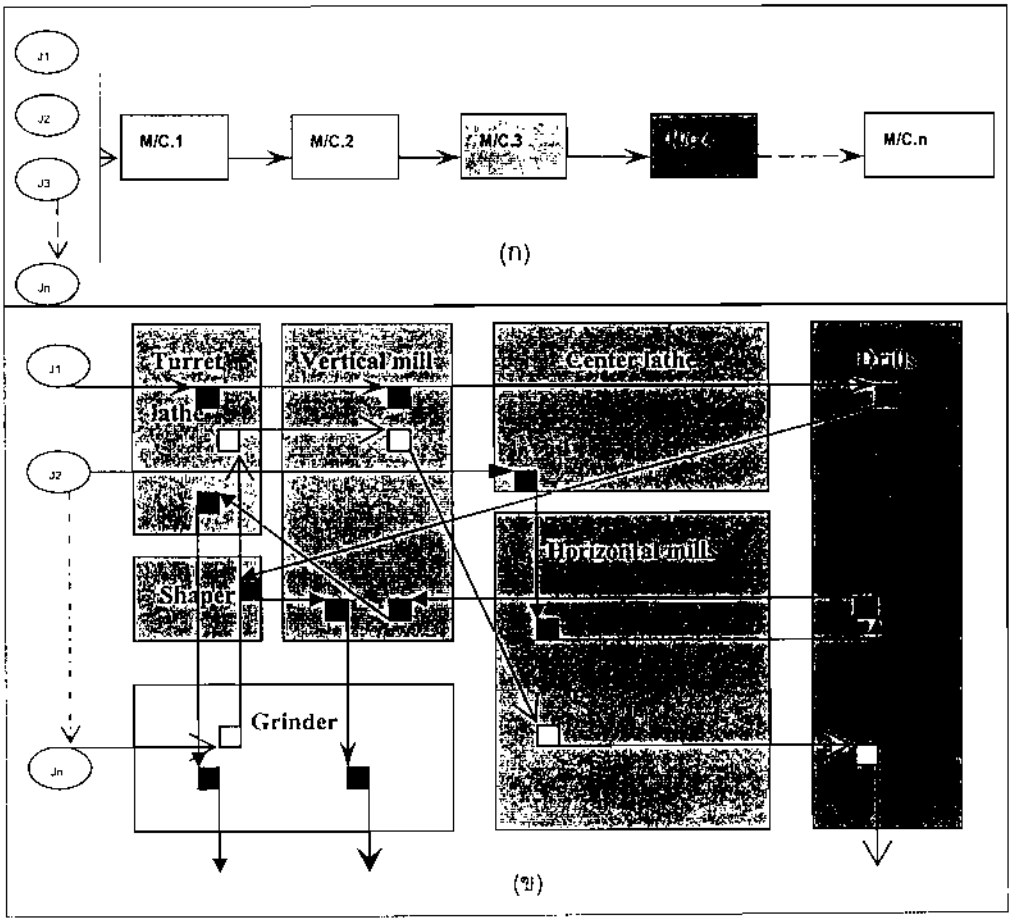
การผลิตแบบตามสั่ง โดยปกติแล้วจะเป็นการผลิตสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ตามความต้องการของลูกค้า ปริมาณการสั่งทำแต่ละครั้งมีจำนวนไม่มากนัก และมีประเภทของผลิตภัณฑ์อยู่หลากหลาย อุปกรณ์และเครื่องจักรที่นำใช้ในการผลิตจึงมักเป็นแบบอเนกประสงค์ (Multi - Purpose Machine) คือสามารถปรับตั้งเครื่องให้ใช้ได้กับทุกๆ ประเภทของผลิตภัณฑ์ หรือกล่าวได้ว่าเป็นการผลิตแบบยืดหยุ่น (Flexible Manufacturing)

ตารางที่ 2-1 ลักษณะการผลิตแบบต่างๆ

	การผลิตปริมาณมาก	การผลิตแบบชุด	การผลิตตามสั่ง
ปริมาณการผลิต	สูง	ปานกลาง	ต่ำ
ความซำนาญในการผลิต	ต่ำ	ปานกลาง	สูง
เครื่องจักรและอุปกรณ์พิเศษ	สูง	ปานกลาง	ต่ำ

รูปแบบการไหลของงาน

รูปแบบการไหลของงานโดยทั่วไปในระบบการผลิต เมื่อพิจารณารูปแบบการไหลแล้วสามารถแบ่งออกเป็นได้ 2 แบบ คือ การไหลแบบต่อเนื่อง (Flow Shop) ซึ่งจะเป็นการไหลไปในทิศทางเดียว หรือทุกงานมีเส้นทางกระบวนการผลิต (Route) ของงานเหมือนกัน ตั้งแต่ต้นจนกระทั่งเสร็จงาน ดังในภาพที่ 2-2 (ก)



ภาพที่ 2-2 รูปแบบการไหลของงานแบบต่อเนื่อง (ก) และแบบไม่ต่อเนื่อง (ข)

การไหลแบบไม่ต่อเนื่อง (Job Shop) มีรูปแบบการไหลไม่ไปในทิศทางเดียวกัน โดยองค์ประกอบของงานแบบนี้จะประกอบไปด้วยกลุ่มเครื่องจักรและกลุ่มของงาน ซึ่งงานแต่ละงานประกอบไปด้วยหลายการทำงานเรียงลำดับกันไป รูปแบบของงานจะมีจำนวน n งาน จำนวนเครื่องจักรจะมี m เครื่อง บางครั้งอาจมีการทำงานซ้ำบนเครื่องจักรเดียวกันมากกว่า 1 ครั้ง ดังภาพที่ 2-2 (ข) และมีข้อแตกต่างระหว่างรูปแบบการไหลของงานแบบต่อเนื่องและแบบไม่ต่อเนื่อง

ตารางที่ 2-2 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างรูปแบบการไหลของงานแบบต่อเนื่อง (Flow Shop) และแบบไม่ต่อเนื่อง (Job Shop)

รายละเอียด	แบบต่อเนื่อง (Flow Shop)	แบบไม่ต่อเนื่อง(Job Shop)
1. ทิศทางการไหลของงาน	ทิศทางเดียว	หลายทิศทาง
2. จำนวนผลิตภัณฑ์	น้อย	มาก
3. ประเภทของผลิตภัณฑ์	น้อย	หลายชนิด
4. วัตถุดิบคงคลัง	สูง	ต่ำ
5. สินค้าคงคลัง	สูง	ต่ำ
6. ความชำนาญของพนักงาน	ต่ำ	สูง
7. เครื่องจักร อุปกรณ์ที่ใช้	สามารถทำได้เฉพาะอย่าง	สามารถทำได้หลายอย่าง
8. รูปแบบการไหลของงาน	คงที่	เปลี่ยนแปลงได้
9. ความยืดหยุ่นของกระบวนการ	ต่ำ	สูง

2.3 การจัดตารางการผลิต

การจัดตารางการผลิตเป็นการแยกอย่างชัดเจนว่าจะใช้เครื่องจักรใด เริ่มเวลาใด เสร็จสิ้นเวลาใด และทำจำนวนเท่าไร กล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือ เป็นการจัดเตรียมตารางเวลาทำงานให้กับทรัพยากรที่เกี่ยวข้อง โดยทั่วไปการจัดตารางการผลิตจะต้องทำเกือบทุกวัน และเนื่องจากในสภาพความเป็นจริงนั้นจะมีการสั่งงานเข้ามาในโรงงานตลอดเวลา งานบางงานมีขั้นตอนที่ไม่ซับซ้อนสามารถกระทำได้ด้วยกระบวนการผลิตง่าย ๆ แต่งานบางงานก็มีขั้นตอนการผลิตซับซ้อนมาก นอกจากนั้นงานแต่ละงานก็อาจจะมีระดับความสำคัญของงานที่แตกต่างกัน สิ่งเหล่านี้อาจจะมีผลต่อการพิจารณาจัดตารางการผลิต การจัดตารางการผลิตจะต้องพยายามจัดตารางการผลิตให้เหมาะสมมิฉะนั้นอาจจะ ทำให้เกิดปัญหาในเรื่องของประสิทธิภาพ การทำงานของเครื่องจักรเนื่องจากเครื่องจักรบางเครื่องอาจต้องทำงานตลอดเวลา ในขณะที่เครื่องจักรบางเครื่องเกิดการว่างงาน หรือมีงานรอคอยรับบริการจากเครื่องจักรบางเครื่อง อยู่มากมาย ในขณะที่เครื่องจักรบางเครื่องขาดงานป้อนให้ทำ นอกจากนั้นการจัดตารางการผลิตยังจะมีผล

ต่อประสิทธิภาพการทำงานของโรงงาน ภายหลังจากที่รับใบสั่งแล้ว งานขั้นต่อไปคือ การจัดตารางการผลิต

หลักเกณฑ์ทางฮิวริสติกที่นิยมใช้ในการจัดลำดับการผลิตมีดังนี้ คือ

1. รับก่อนทำก่อน (First Come-First Served) คือ งานที่เข้ามาที่หน่วยงานหรือเครื่องจักรจะเข้าแถวคอยรับบริการตามลำดับก่อนหลังของการมาถึงที่หน่วยงาน

2. ทำงานที่ใช้เวลาน้อยที่สุดก่อน (Shortest Processing Time) คือ งานใดที่ใช้เวลาการทำงานน้อยที่สุด จะได้รับการจัดเข้าเป็นอันดับแรก งานที่ใช้เวลาน้อยถัดไปก็เป็นอันดับต่อมา จนกระทั่งถึงอันดับที่ n เมื่อ n คือ จำนวนงานทั้งหมดที่คอยอยู่

3. การทำงานที่ใช้เวลานานที่สุดก่อน (Longest Processing Time) งานที่ใช้เวลาในการทำงานมากที่สุดจะได้รับการจัดเข้าเครื่องจักรก่อน

4. ทำงานที่จะถึงวันกำหนดส่งเร็วที่สุดก่อน (Earliest Due Date)

5. ทำงานชิ้นที่มีเวลาเหลือสำหรับการทำงานน้อยที่สุดก่อน (Minimum Slack Time) ในกรณีชิ้นงานนั้นจะต้องผ่านหลายหน่วยงาน ให้ใช้วิธีหาค่าเฉลี่ยของค่า Slack ที่เกิดขึ้นบนแต่ละหน่วยงาน สำหรับค่า Slack ของงานจะหาได้จากการเอาเวลาที่จะต้องใช้ทั้งหมดบนหน่วยผลิตที่ต้องผ่านลบออกจากเวลาที่จะถึงกำหนดส่งงาน หารด้วยจำนวนหน่วยงานนั้นจะต้องผ่าน

6. เข้าทีหลังทำก่อน (Last Come First Serve) งานที่เข้ามาในหน่วยงานหลังสุดจะได้รับการจัดเข้าเครื่องจักรก่อนงานอื่น

หลักเกณฑ์ต่างๆ ที่กล่าวมาข้างต้นนี้มีผลดีผลเสียแตกต่างกันไปตามสภาพของเงื่อนไขและสภาพแวดล้อมของการผลิต ในบางสถานการณ์หลักเกณฑ์หนึ่งอาจจะให้ผลลัพธ์ที่ดีในวัตถุประสงค์หนึ่ง แต่อาจจะมีผลเสียในอีกวัตถุประสงค์ หนึ่ง ดังนั้น ก่อนที่จะนำหลักเกณฑ์เหล่านี้ไปใช้ ควรที่จะศึกษาว่าวิธีการใดจะให้ผลลัพธ์อย่างไร และเหมาะสมกับวัตถุประสงค์ของงานที่จะทำหรือไม่

ปัญหาการจัดตารางการผลิตในสภาพความเป็นจริงนั้นค่อนข้างจะซ้ำซ้อนมาก ไม่ใช่เป็นเรื่องงานที่จะทำให้ผลลัพธ์ที่ออกมาสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการ ดังที่ได้กล่าวมาข้างต้นทั้งนี้เพราะเวลาที่ใช้การเตรียมหรือติดตั้งเครื่องจักรเครื่องมือ (Setup Times) เพื่อทำการเฉพาะอย่างแปรเปลี่ยนไปตามขั้นตอนของการปฏิบัติงานและไม่ทราบแน่นอน เครื่องมือต่างๆ ที่มีอยู่โดยปกติจะมีอยู่หลายชนิดมากน้อยบ้าง แต่มักจะมีความต้องการใช้งานที่คาบเกี่ยวกัน (Overlap) ปัญหาดังกล่าวนี้การใช้หลักเกณฑ์ของวิธีสุ่มอย่างมีเหตุผล (Heuristic) ในการจัดตารางการผลิตจะเป็นประโยชน์ ในการเน้นให้เห็นถึงวิธีการที่จะให้ได้คำตอบของปัญหาที่มีความซับซ้อน ในการจัดลำดับงานที่มีใช้กันอยู่โดยทั่วๆ ไปที่ใช้วางแผนในการจัดตารางการผลิตโดยแยกการพิจารณาตามรูปแบบของการปฏิบัติงาน 3 รูปแบบ คือ

1. การจัดลำดับงาน n งาน ให้กับเครื่องจักร 1 เครื่อง (Scheduling n Task on one Processor)

2. การจัดลำดับงาน n งาน ให้กับเครื่องจักร m เครื่อง (Scheduling n Task on m Processor)

2.1 เครื่องจักรที่วางเรียงกัน (m Parallel Processors)

2.2 เครื่องจักรที่วางขนานกัน (m Serial Processors)

3. การจัดลำดับงาน n งาน แบบตามสั่งทั่วไป (General Job Shop Scheduling)

2.4 องค์ประกอบของการปรับเปลี่ยนตารางการผลิต

Li, Shyu and Adiga (1993) กล่าวถึงการนำวิธีฮิวริสติคส์ใช้ในการเปลี่ยนแปลงตารางการผลิตสำหรับระบบการจัดตารางการผลิตแบบคอมพิวเตอร์ ซึ่งโดยทั่วไปแล้วการจัดตารางการผลิตจะกล่าวถึงความต้องการผลิตสินค้า โดยใช้อุปกรณ์และเครื่องจักรที่มีอยู่ ซึ่งกำหนดเวลาเริ่มต้นและเวลาสิ้นสุดของแต่ละงาน การเปลี่ยนตารงการผลิตจึงจำเป็น อันเนื่องจากภาวะการผลิตที่เปลี่ยนแปลง (Dynamics)

ความจำเป็นที่ต้องเปลี่ยนตารางการผลิตนั้นเนื่องจากมีองค์ประกอบ (Reschedule Factor) หลายสาเหตุดังต่อไปนี้

1. เครื่องจักรเสีย (Machine Breakdown)

2. มีการแทรกงานเนื่องจากการมีใบสั่งผลิตด่วน (Interruption Due to Arrival of Hot Lot or Order)

3. ขาดแคลนวัตถุดิบ (Storage of Problem)

4. ปัญหาเรื่องคุณภาพ (Quality Problem)

5. การเลื่อนกำหนดส่ง (Due Date Change)

6. ความไมแม่นยำของเวลาปฏิบัติงาน (Over or Underestimation of Process Time)

7. การยกเลิกใบสั่งผลิต (Cancellation of an Order)

ในบางครั้งจึงต้องมีกิจกรรมเพิ่มขึ้นเพื่อให้การผลิตเป็นไปตามแผนการผลิตที่วางไว้

1. ทำงานล่วงเวลา (Overtime)

2. ให้ผู้รับเหมาช่วง (Subcontracting)

3. ใช้เครื่องจักรอื่นแทน (Machine Substitution)

4. การเปลี่ยนกระบวนการผลิตหรือสายการผลิต (Re-routing)

2.5 ตัวแปรในการจัดตารางการผลิต

2.5.1 เวลาปฏิบัติงานบนหน่วยผลิต (Processing Time) เป็นการพยากรณ์ค่าโดยประมาณว่าในการทำงานหนึ่งๆ ให้แล้วเสร็จจะต้องใช้เวลาเท่าไร การประมาณนี้จะรวมถึงเวลาในการเตรียมงานที่อาจจะต้องมีอยู่ด้วย ซึ่งในบทนี้จะสมมติว่าเวลาในการเตรียมงานนี้ไม่เข้ามามีส่วนเกี่ยวข้อง เพราะได้ดำเนินการเรียบร้อยแล้วก่อนที่จะนำงานนั้นมาทำการจัดลำดับงาน แต่ในบางครั้งเวลาในการเตรียมงานอาจจะเข้ามามีส่วนเกี่ยวข้องในการจัดลำดับงานด้วย นอกจากนั้น ถ้ามีหน่วยผลิตหลายๆ หน่วย การเลือกเวลาในการเตรียมงานนี้ก็อาจจะขึ้นอยู่กับหน่วยผลิตแต่ละหน่วย ประการสุดท้าย เวลาปฏิบัติงานจริงนั้นก็มักจะมีค่าไม่แน่นอน และค่าที่นำมาใช้ในการกำหนดตารางการปฏิบัติงานการผลิตนี้ ก็เป็นเพียงค่าพยากรณ์โดยประมาณเท่านั้นในบทนี้เวลาปฏิบัติงาน i จะใช้สัญลักษณ์แทนด้วย ti

2.5.2 เวลากำหนดส่งงาน (Due Date) เป็นการกำหนดวันสุดท้ายของการส่งงานหรือเป็นการกำหนดว่างานจะต้องแล้วเสร็จในช่วงเวลาดังกล่าว ถ้าหากงานแล้วเสร็จหลังจากช่วงเวลาดังกล่าวจะถูกพิจารณาว่าส่งงานไม่ทันกำหนด และจะสมมุติว่าถ้ามีการส่งงานช้ากว่ากำหนดจะต้องถูกปรับ เวลากำหนดส่งงานของงาน i ใดๆจะใช้สัญลักษณ์แทนด้วย di เวลาเบี่ยงเบน (Lateness) เป็นความเบี่ยงเบนที่เกิดจากเวลาแล้วเสร็จของงานเบี่ยงเบนไปจากเวลากำหนดส่งงานของงานนั้น งานๆ หนึ่งอาจจะมีค่าเวลาเบี่ยงเบนเป็นบวก ถ้างานนั้นแล้วเสร็จหลังวันกำหนดส่ง และจะมีค่าเวลาเบี่ยงเบนเป็นลบ ถ้างานนั้นแล้วเสร็จก่อนเวลากำหนดส่ง เวลาเบี่ยงเบนของงาน i ใดๆ จะใช้สัญลักษณ์แทนด้วย Li

2.5.3 เวลาส่งงานล่าช้า (Tardiness) เป็นเวลาของความเบี่ยงเบนที่มีค่าเป็นบวก ถ้างานเสร็จก่อนวันกำหนดส่งค่าเวลาเบี่ยงเบนจะมีค่าเป็นลบ และค่าเวลาส่งงานไม่ทันกำหนดจะมีค่าเป็น 0 แต่ถ้างานมีค่าเวลาเบี่ยงเบนเป็นบวก ค่าบวกของเวลาเบี่ยงเบนนั้นก็จะหมายถึงจำนวนเวลาเบี่ยงเบนนั้นก็จะหมายถึงจำนวนเวลาที่ส่งงานไม่ทันกำหนดด้วย เวลาส่งงานไม่ทันกำหนดของงาน i ใดๆ จะใช้สัญลักษณ์แทนด้วย T ซึ่งค่า Ti นี้จะเป็นค่าสูงสุดของ O, Li

2.5.4 เวลาเพียงพอ (Slack) เป็นการวัดความแตกต่างระหว่างเวลาที่เหลืออยู่นับถึงวันกำหนดส่งงานของงานนั้น กับบวกเวลาปฏิบัติงานบนหน่วยผลิตของงานนั้น ค่าเพียงพอของงานใดๆ จะใช้สัญลักษณ์แทนด้วย SLi ซึ่ง SLi = di - ti

2.5.5 เวลากำหนดงานเสร็จ (Completion Time) เป็นช่วงกว้างของเวลาระหว่างที่งานแรกได้เริ่มต้นขึ้น (ซึ่งเวลาที่งานแรกเริ่มต้นนี้จะถูกกำหนดเป็น 0) จนกระทั่งถึงเวลาที่งาน i ใดๆ ได้เสร็จสิ้นลงช่วงกว้างของเวลาดังกล่าวนี้จะใช้สัญลักษณ์แทนด้วย Ci

2.5.6 เวลางานอยู่ในระบบ (Flow Time) มีช่วงกว้างของเวลาระหว่างที่จุดที่ซึ่งงานใดๆ พร้อมสำหรับการผลิตกับจุดซึ่งเป็นเวลาแล้วเสร็จของงานนั้น ดังนั้นเวลางานอยู่ในระบบจึงเท่ากับเวลาปฏิบัติงานบนหน่วยงานบวกด้วยเวลาที่งานนั้นจะต้องคอยก่อนที่ถูกทำการผลิต เวลางานอยู่ในระบบของงานใดๆ จะใช้สัญลักษณ์แทนด้วย Fi

2.5.7 รุ่นการผลิต (Batch) หมายถึง จำนวนของผลิตภัณฑ์หรือชิ้นส่วนรายการใดรายการหนึ่งที่จะทำการผลิตบนหน่วยผลิตใดหน่วยหนึ่ง หลังจากที่ผลิตภัณฑ์รุ่นใดรุ่นหนึ่งได้ทำการผลิตบนหน่วยผลิตหน่วยใดๆ หรือชุดใดๆ จนเสร็จสิ้นแล้ว ผลิตภัณฑ์ชนิดอื่นก็จะถูกนำมาผลิตบนหน่วยนั้นตามขนาดของรุ่นที่ได้กำหนดไว้

2.5.8 เวลาที่งานพร้อมจะผลิต (Release Time) คือ เวลาที่สามารถเริ่มทำการผลิตงานได้จริง โดยที่งานมีความพร้อมของ วัตถุดิบ เครื่องมือ อุปกรณ์ พนักงาน หรือมาจากค่าเวลานำ (Lead Time) ซึ่งในการกำหนดลำดับการผลิตจะต้องใช้ค่ามากสุดจากการเทียบกับเวลาที่สามารถเริ่มงานได้ของเครื่องจักร (Availability)

2.6 การจัดตารางการผลิตของงาน n งานให้หน่วยผลิต 1 หน่วย (Scheduling n Tasks on one Processor)

ปัญหาการจัดตารางการผลิตแบบง่ายที่สุดจะเกิดขึ้น เมื่อมีกลุ่มของงานกลุ่มหนึ่งกำลังคอยรับบริการจากเครื่องจักร ในขณะที่เครื่องจักรที่พร้อมจะให้บริการได้มีอยู่เครื่องเดียว เวลาที่ใช้ปฏิบัติบนหน่วยงานและเวลากำหนดส่งงานจะต้องรู้ และจะไม่ขึ้นกับลำดับขั้นตอนของงาน เช่น การกลึงชิ้นงาน A ต้องใช้เวลา 10 นาที ก็จะต้องใช้ 10 นาที ไม่ว่าการกลึงชิ้นงาน A จะเป็นงานลำดับที่เท่าไรบนเครื่องกลึงเครื่องนั้น ปัญหาการจัดตารางการผลิตในสถานการณ์เช่นนี้เป็นปัญหาที่จะต้องตัดสินใจว่าจะพิจารณางานใดเป็นอันดับ 1, 2, 3 และลำดับต่อๆ ไป การเลือกจัดลำดับโดยวิธีการใดก็ตาม จะมีผลต่อเวลาแล้วเสร็จของงานแต่ละงาน แต่ช่วงกว้าง (Makespan) ของเวลาที่ใช้ในการทำงานทั้งหมดไม่ว่าจะจัดลำดับอย่างไรจะมีค่าคงที่ ซึ่งช่วงกว้างของเวลาทำงานทั้งหมดนี้จะเท่ากับผลรวมของเวลาปฏิบัติงานบนหน่วยงานทั้งหมด และสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$M_S = \sum_{i=1}^{n} t_i \qquad (2\text{-}1)$$

เมื่อ M_s = ช่วงกว้างของเวลาที่ใช้ในการทำงาน n งาน โดยวิธีการจัดลำดับแบบ s

t_i = เวลาปฏิบัติงานบนหน่วยงานของงาน i

ถ้าเราสมมติว่า งานทุกงานพร้อมที่จะทำการผลิตได้ทันทีเมื่อการกำหนดตารางการผลิตได้เริ่มต้นขึ้น (เช่น T = 0) เวลาที่งานอยู่ในระบบ (Flow Time) ของแต่ละงานจะเท่ากับเวลากำหนดเสร็จของงานนั้นด้วย ดังนั้นจึงสามารถเขียนสมการได้ดังนี้

$$F_{i,S} = C_{i,S} \quad (2\text{-}2)$$

เมื่อ $F_{i,S}$ = เวลางานอยู่ในระบบของงาน i ในการจัดตารางการผลิตแบบ S

$C_{i,S}$ = เวลาแล้วเสร็จของงาน i ในการจัดตารางการผลิตแบบ S และสำหรับเวลาเฉลี่ย ที่งานอยู่ในระบบสำหรับการจัดตารางการผลิตแบบ S คือ

$$\bar{F}_S = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} F_{i,S} \quad (2\text{-}3)$$

ถ้าเราสมมุติว่า เวลากำหนดส่งงานของงานทุกงานจะเริ่มวัดจากจุดของเวลาที่ 0 (T = 0) ดังนั้นค่าเวลาเบี่ยงเบนและเวลาส่งงานล่าช้าของงานแต่ละงานจะสามารถหาได้ดังนี้

$$L_{i,S} = C_{i,S} - d_i \quad (2\text{-}4)$$

$$T_{i,S} = \text{Max}\{0, C_{i,S} - d_i\} \quad (2\text{-}5)$$

ดังนั้น ค่าเวลาเบี่ยงเบนเฉลี่ยที่สามารถวัดได้และมีส่วนเกี่ยวข้องกันก็คือ จำนวนงานที่ส่งไม่ทันกำหนด (Tardy Jobs) ซึ่งสามารถหาได้จากสมการดังนี้

$$L_{i,S} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} L_{i,S} \quad (2\text{-}6)$$

$$T_S = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} T_{i,S} \quad (2\text{-}7)$$

สำหรับค่าอีกค่าหนึ่งที่สามารถวัดได้ และมีส่วนเกี่ยวข้องกันก็คือ จำนวนงานที่ส่งไม่ทันกำหนด (Tardy Jobs) ซึ่งสามารถหาได้จากสมการ

$$N_T = \sum_{i=1}^{n} \beta_i \quad (2\text{-}8)$$

เมื่อ N_T = จำนวนงานที่ส่งไม่ทันกำหนด

β = 1 ถ้า $T_i > 0$

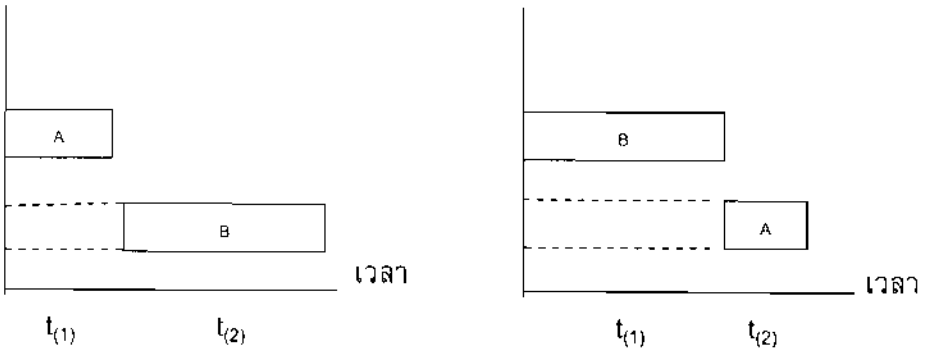
= 0 สำหรับกรณีอื่นๆ

นอกจากนั้น อาจจะสนใจค่าเวลาเบี่ยงเบนสูงสุดหรือเวลาส่งล่าช้าสูงสุด ซึ่งสามารถหาได้จากสมการดังนี้

$$T_{max} = \max \{0, L_{max}\} \quad \forall_i \text{ in } n \qquad (2\text{-}9)$$

$$L_{max} = \max \{L_i s\} \quad \forall_i \text{ in } n \qquad (2\text{-}10)$$

ถึงแม้ว่าจะไม่สามารถจัดตารางการผลิตให้มีผลกระทบต่อช่วงกว้างของเวลาทำงานทั้งหมดโดยการเลือกวิธีการจัดลำดับที่ดี แต่เราก็สามารถที่จะจัดตารางการผลิตให้มีผลกระทบต่อเวลาเฉลี่ยที่งานอยู่ในระบบ (Mean Flow Time) ค่าเวลาเบี่ยงเบนโดยเฉลี่ย (mean Lateness) และเวลาส่งงานล่าช้าโดยเฉลี่ย (Mean Tardiness) ได้



ภาพที่ 2-3 การจัดตารางการผลิต 2 วิธีให้กับงาน A และ B

พิจารณาจากงานชุดหนึ่งซึ่งมี 2 งานคือ งาน A และงาน B เวลาปฏิบัติบนหน่วยงานจะกำหนดให้เป็น t_A และ นั่นคือ $t_A < t_B$ มี 2 ทางเลือกที่ผู้จัดตารางการผลิตจะสามารถทำได้คือ ทำงาน A ก่อนหรือทำงาน B ก่อน ภาพที่ 2-3 แสดงแผนภูมิแกนต์ของทางเลือกทั้ง 2 ทางนี้ จะสังเกตเห็นว่าเวลางานอยู่ในระบบ (Flow Time) ของงานที่ทำก่อนจะเท่ากับเวลาปฏิบัติบนหน่วยผลิต (Processing Time) ของมันเอง ในขณะที่เวลางานอยู่ในระบบ (Flow Time) ของงานที่ 2 เท่ากับเวลาปฏิบัติบนหน่วยงานผลิตของมันเองบวกด้วยเวลาปฏิบัติบนหน่วยผลิตของงานที่อยู่ก่อนหน้าในดารางการผลิตเดียวกัน เราจะใช้สัญลักษณ์แทนเวลาปฏิบัติงานบนหน่วยผลิตของงานที่ 1 และงานที่ 2 ด้วย $t_{(1)}$ และ $t_{(2)}$ ตามลำดับ ซึ่งหมายเลขในวงเล็บหมายถึงตำแหน่งในการจัดตาราการผลิต สำหรับการกำหนดตารางการผลิตทั้ง 2 แบบ ในภาพที่ 2-1 สามารถหาค่าเวลาเฉลี่ยงานอยู่ในระบบ (Mean Flow Time) ได้ดังนี้

$$F = \frac{1}{2}\left(F_{[1]} + F_{[2]}\right) = \frac{1}{2}\left(t_{[1]} + t_{[1]} + t_{[2]}\right) \qquad (2\text{-}11)$$

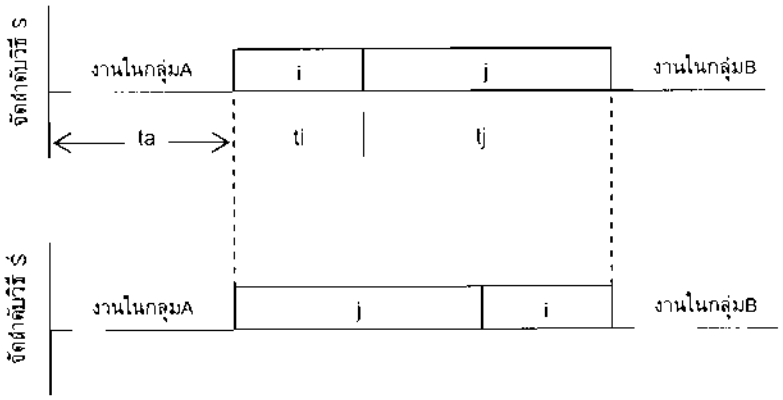
จะเห็นว่าเวลาปฏิบัติบนหน่วยงานของงานที่ทำเป็นงานแรกจะปรากฏขึ้น 2 ครั้งติดต่อกัน ในสมการ (2-10) ในขณะที่เวลาปฏิบัติงานบนหน่วยผลิตของงานที่ 2 ปรากฏเพียงครั้งเดียว ดังนั้น สำหรับวัตถุประสงค์ที่ต้องการให้เวลาเฉลี่ยงานอยู่ในระบบน้อยที่สุด จะสามารถบรรลุได้โดยการจัดตารางการผลิตให้กับงานที่ใช้เวลาน้อยที่สุดก่อน ผลลัพธ์ดังกล่าวนี้สามารถนำไปใช้ได้กับกรณีทั่วๆ ไป ซึ่งสามารถเห็นได้ในทฤษฎีที่จะกล่าวถึงต่อไป

2.6.1 การจัดตารางการผลิตบนหน่วยผลิต 1 หน่วย โดยใช้หลักเกณฑ์ของเวลาปฏิบัติงานบนหน่วยผลิตน้อยที่สุดทำก่อน จะทำให้เวลาเฉลี่ยที่ชิ้นงานอยู่ในระบบน้อยที่สุด (The SPT Rule to Minimize Flow Time on One Processor)

เมื่อต้องการจัดตารางการผลิตให้กับงาน n งาน บนหน่วยผลิตหน่วยเดียว เวลาเฉลี่ยชิ้นงานอยู่ในระบบจะน้อยที่สุดก็เมื่อทำการจัดลำดับงานที่ใช้เวลาในการปฏิบัติงานบนหน่วยผลิตน้อยที่สุด (Shortest Processing Time : SPT) ก่อน นั่นคือ

$$t_{[1]} < t_{[2]} < \ldots < t_{[n]}$$

เมื่อพิสูจน์ทฤษฎีดังกล่าว ให้พิจารณาการจัดลำดับงาน 2 วิธี จากกลุ่มงานชุดเดียวกันโดยไม่มีหลักเกณฑ์ใดๆ เรียกวิธีจัดลำดับงานเหล่านี้ว่า s และ ś ตามลำดับทั้ง 2 วิธี จะเหมือนกัน ยกเว้นงาน i และงาน j สองงานที่อยู่ติดกันซึ่งจะถูกจับสลับกันในการจัดลำดับวิธี ś และกำหนดให้ $t_i < t_j$ งานที่เกิดขึ้นก่อนงาน i และ j กำหนดให้เป็นงานในกลุ่ม A และงานที่เกิดขึ้นหลังงานเหล่านี้ คืองาน กลุ่ม B การจัดลำดับทั้ง 2 วิธีนี้ สามารถเห็นได้ดังในภาพที่ 2-4



ภาพที่ 2-4 การจัดลำดับงาน 2 วิธีคือ s และ ś เพื่อใช้อธิบายในการพิสูจน์

จะสังเกตเห็นว่าในการจัดลำดับงานทั้ง 2 วิธี งานในกลุ่ม A และ B จะเริ่มต้นและสิ้นสุดพร้อมกัน ดังนั้น เวลางานอยู่ในระบบของงานเหล่านี้จะเหมือนกัน จะมีที่แตกต่างกันก็เฉพาะงาน i และ j เท่านั้น สำหรับเวลาเฉลี่ยชิ้นงานอยู่ในระบบของการจัดลำดับทั้ง 2 วิธี สามารถหาได้ดังนี้

$$\bar{F}_s = \frac{1}{n}\left[\left(\sum_{\forall k \text{ in } A \text{ and } B} F_{ks}\right) + F_{is} + F_{js}\right]$$

$$= \frac{1}{n}\left[\left(\sum_{\forall k \text{ in } A \text{ and } B} F_{ks}\right) + \left(t_A + t_i\right) + \left(T_A + t_i + t_j\right)\right]$$

$$\bar{F}_{s'} = \frac{1}{n}\left[\left(\sum_{\forall k \text{ in } A \text{ and } B} F_{ks'}\right) + F_{is'} + F_{js'}\right]$$

$$= \frac{1}{n}\left[\left(\sum_{\forall k \text{ in } A \text{ and } B} F_{ks'}\right) + \left(t_A + t_j\right) + \left(T_A + t_j + t_i\right)\right]$$

ลบเวลาเฉลี่ยชิ้นงานอยู่ในระบบของการจัดลำดับแบบ ś ออกจากการวิธีการจัดลำดับงานแบบ s เราจะได้

$$\bar{F}_s - \bar{F}_{s'} = \frac{1}{n}[t_i + t_j]$$

เพราะว่า $t_i < t_j$ ดังนั้น

$$\bar{F}_s - \bar{F}_{s'} = \frac{1}{n}[t_i + t_j] < 0.0$$

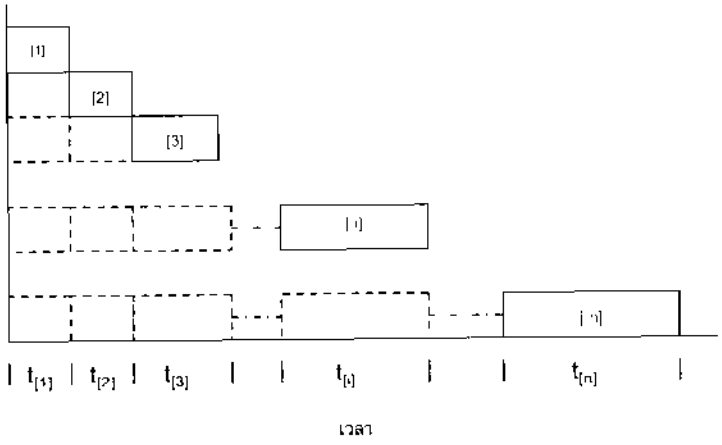
นั่นคือ

$$\bar{F}_s < \bar{F}_{s'}$$

แสดงว่าเวลาเฉลี่ยชิ้นงานอยู่ในระบบของการจัดลำดับแบบ s น้อยกว่าเวลาเฉลี่ยชิ้นงานอยู่ในระบบของการจัดลำดับแบบ ś ทั้งนี้เพราะในการจัดลำดับแบบ s นั้น งาน j ถูกจัดลำดับแบบที่ใช้หลักเกณฑ์เวลาที่น้อยที่สุดเริ่มต้นก่อน การสับเปลี่ยนงานเป็นคู่ที่ติดกันในลักษณะที่เหมือนกันนี้ก็จะให้คำตอบที่ซ้ำกันคือ เมื่อไรก็ตามที่มีการสับเปลี่ยนเอางานที่ใช้เวลาปฏิบัติงานน้อยกว่าทำก่อนงานที่ใช้เวลาปฏิบัติงานที่ยาวกว่า ในการเปลี่ยนแปลงแต่ละครั้งนั้นก็จะมีผลทำให้เวลาเฉลี่ยที่งานอยู่ในระบบลดลง ดังนั้น การปรับปรุงการจัดลำดับงานที่ทำให้เวลาเฉลี่ยงานรออยู่ในระบบน้อยที่สุดสามารถจะกระทำได้จนกระทั่งถึง n งานโดย $t_{[1]} < t_{[2]} \cdots < t_{[n]}$

การจัดตารางการผลิตโดยใช้หลักเกณฑ์เวลาปฏิบัติงานน้อยที่สุดทำก่อน (SPT) จะเห็นได้อย่างชัดเจนว่าง่ายมาก การคำนวณค่าเฉลี่ยของเวลางานอยู่ในระบบของการจัดลำดับงานก็ง่ายเช่นกัน สังเกตจากภาพที่ 2-5 จะเห็นว่าเวลาปฏิบัติงานของงานแรกในจำนวน n งานจะถูกรวมกันเข้าไปในผลรวมของเวลางานอยู่ในระบบ (Total Flow Time) n ครั้ง แต่ละครั้งเป็นผลรวมของเวลางานอยู่ในระบบ (Total Flow Time) ของแต่ละงาน และเมื่อพิจารณาต่อไปถึงการปฏิบัติงานของงานในตำแหน่งที่ i ก็จะเห็นว่าถูกรวมเข่าไปในผลรวมของเวลางานอยู่ในระบบ n-i+1 ครั้ง ดังนั้น การคำนวณเวลาเฉลี่ยของงานอยู่ในระบบสามารถจะคำนวณได้ดังนี้

$$\overline{Fs} = \frac{1}{n}[n\,t[1] + (n-1)\,t[2] + \ldots 2\,t[n-1] + t[n]] \qquad (2\text{-}12)$$



ภาพที่ 2-5 ตัวอย่างการจัดลำดับงานตามหลักเกณฑ์ของ SPT

นอกจากการจัดลำดับงาน โดยใช้หลักเกณฑ์ของเวลาปฏิบัติงานบนหน่วยงานน้อยที่สุดจะให้ผลลัพธ์เวลาเฉลี่ยงานอยู่ในระบบน้อยที่สุด แล้วยังให้ผลลัพธ์ค่าเวลาเบี่ยงเบนโดยเฉลี่ยน้อยที่สุด (Minimize the Mean Lateness) เวลารอคอยโดยเฉลี่ยน้อยที่สุด (Minimize the Mean Waiting-time) และจำนวนงานที่อยู่ระหว่าการผลิตโดยเฉลี่ยน้อยที่สุด (Minimize the Mean Number of Tasks Waiting as in Process Inventory) ไม่เพียงแต่การจัดลำดับงานด้วยวิธี SPT จะให้ผลลัพธ์ตอบสนองได้หลายๆวัตถุประสงค์เท่านั้น ยังเป็นวิธีการจัดตารางการผลิตที่ค่อนข้างจะเชื่อถือได้เช่นกัน จากการพิสูจน์การจัดลำดับงาน n งาน บนเครื่องจักรหนึ่งเครื่องตามที่กล่าวมาแล้วข้างต้นนั้น งานทุกงานจะต้องพร้อมที่จะนำเข้าสู่การผลิตได้ทันที จากการที่ได้มีการวิจัยเกี่ยวกับการจัดตารางการผลิตเพื่อค้นหาวิธี หรือหลักเกณฑ์การจัดลำดับงานในสถานการณ์ที่ซับซ้อนยิ่งขึ้นได้แสดงให้เห็นว่า SPT จะสามารถให้คำตอบที่ดีกว่าวิธีการลำดับการผลิตแบบอื่นๆ ถึงแม้ว่าอาจจะไม่สามารถรับประกันได้ว่า จะให้ผลลัพธ์ตามวัตถุประสงค์ดังกล่าวข้างต้นได้ดี

มีหลักเกณฑ์การจัดลำดับงานวิธีหนึ่งที่ผันแปรไปจากหลักเกณฑ์ของ SPT คือ หลักเกณฑ์การจัดตารางการผลิตโดยพิจารณาน้ำหนัก (Weighed-Scheduling Rule : WSPT) ซึ่งจะถูกนำมาใช้เมื่อความสำคัญของงานไม่เท่ากัน ผู้จัดตารางการผลิตสามารถที่จะกำหนดค่าความสำคัญของงาน (W_i) ค่าหนึ่งให้กับงานแต่ละงานได้ งานใดที่มีความสำคัญมากกว่างานนั้นก็จะมีค่าความสำคัญมากกว่า หลังจากนั้นเราก็จะหาเวลาปฏิบัติงานแต่ละงานด้วยน้ำหนักความสำคัญของตัวมันเอง ความต้องการของวิธีหรือหลักเกณฑ์ดังกล่าวนี้ก็เพื่อที่จะให้งานที่มีความสำคัญมากกว่าเลื่อนขั้นมาอยู่ในตำแหน่งที่อยู่ก่อนหน้าของการจัดลำดับงานนั้นมากขึ้น สำหรับเวลาเฉลี่ยงานอยู่ในระบบต่อหน่วยน้ำหนักสามารถจะคำนวณหาได้ ดังนี้

$$\bar{F}_{W,S} = \sum_{i=1}^{n} W_i F_i \Big/ \sum_{i=1}^{n} W_i \qquad (2\text{-}13)$$

2.6.2 การจัดตารางการผลิตบนหน่วยผลิต 1 หน่วย โดยใช้หลักเกณฑ์ของ WSPT จะทำให้เวลาเฉลี่ยงานอยู่ในระบบต่อหน่วยน้ำหนักน้อยที่สุด (The WSPT Rule for Minimizing Weighted Mean Flow Time on One Processor)

เมื่อต้องการจัดตารางการผลิตให้กับงาน n งาน บนหน่วยผลิต 1 หน่วย เมื่อ i แต่ละงานมีน้ำหนักค่าความสำคัญค่าหนึ่ง (W_i) เวลาเฉลี่ยงานอยู่ในระบบต่อหน่วยน้ำหนักจะน้อยที่สุดก็ต่อเมื่อจัดลำดับงานดังนี้

$$T_{[1]} / W_{[1]} < t_{[2]} / W_{[2]} < \ldots < t_{[n]} / W_{[n]}$$

2.6.3 การจัดตารางการผลิตบนหน่วยผลิต 1 หน่วยโดยใช้หลักเกณฑ์ของ SPT จะทำให้ค่าเฉลี่ยของเวลาเบี่ยงเบนน้อยที่สุด (The SPT Rule for Minimize Mean Lateness on Processor)

เมื่อทำการจัดตารางการผลิตให้กับงาน n งาน บนหน่วยผลิต 1 หน่วย ค่าเฉลี่ยของเวลาเบี่ยงเบนสามารถจะทำให้น้อยที่สุดได้โดยการจัดลำดับงานเหล่านี้ ดังนี้

$$t_{[1]} \leq t_{[2]} \leq \ldots \leq t_{[n]}$$

จากหัวข้อที่ 2.6.3 สามารถพิสูจน์ได้ดังนี้

ค่าเฉลี่ยของเวลาเบี่ยงเบนสามารถพิจารณาได้จากสมการ (2-2), (2-4) และ (2-6) ดังนี้ จากสมการ (2-6)

$$L_S = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} L_{i,S}$$

จากสมการ (2-4)

$$L_{i,S} = C_{i,S} - d_i$$

ดังนั้น

$$\bar{L}_S = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} C_{i,S} - d_i$$

และจากสมการ (2-2)

$$F_{i,S} = C_{i,S}$$

ดังนั้น

$$\bar{L}_S = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} \left(F_{i,S} - d_{i,S}\right)$$

$$\bar{L}_S = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} F_{i,S} - \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} d_{i,S}$$

$$= \bar{F}_s - \bar{d}_s$$

จะสังเกตเห็นว่า ค่า d_s เป็นค่าเฉลี่ยของเวลากำหนดส่ง ซึ่งมีค่าคงที่และไม่ได้ขึ้นอยู่กับการจัดลำดับงาน ดังนั้น ค่าน้อยที่สุดของ L_s เราจะต้องทำให้ค่า F_s น้อยที่สุดเท่านั้น โดยการใช้หลักเกณฑ์ของ SPT

หลักเกณฑ์อีกประการหนึ่งที่ได้มีการนำเสนอเป็นครั้งแรกโดย Jackson (1955) คือ หลักเกณฑ์การพิจารณาเวลากำหนดส่งเร็วที่สุดก่อน (Earliest Due Date: EDD) หลักเกณฑ์ดังกล่าวถูกนำไปใช้เพื่อทำให้ค่าสูงสุดของเวลาเบี่ยงเบนของงานน้อยที่สุด (Maximum Task Lateness) หรือค่าสูงสุดของเวลาที่ส่งงานไม่ทันกำหนดน้อยที่สุด (Minimize the Maximum Task Tardiness) แต่อย่างไรก็ตาม หลักเกณฑ์ดังกล่าวมีแนวโน้มที่จะทำให้มีจำนวนงานที่ส่งไม่ทันกำหนดมากขึ้น และค่าเฉลี่ยของเวลาที่ส่งงานล่าช้าก็เพิ่มขึ้น

2.6.4 การจัดตารางการผลิตบนหน่วยผลิต 1 หน่วยโดยใช้หลักเกณฑ์ของ EDD จะทำให้ค่าเวลาเบี่ยงเบนสูงสุดของงานน้อยที่สุด (The EDD Rule for Minimize Max Lateness on One Processor)

เมื่อทำการจัดตารางการผลิตให้กับงาน n งาน บนหน่วยผลิต 1 หน่วย เพื่อให้ค่าเวลาเบี่ยงเบนสูงสุดของงานน้อยที่สุด หรือเพื่อให้เวลาของงานส่งล้าช้าสูงสุดของงานน้อยสุด สามารถจะกระทำได้โดยการจัดลำดับงานตามหลักเกณฑ์ของ EDD ดังนี้คือ

$$d_{[1]} \leq d_{[2]} \leq \ldots\ldots d_{[n]}$$

การพิสูจน์ทฤษฎีดังกล่าวกระทำได้ในลักษณะคล้ายๆ กันกับทฤษฎีที่ 2.6.1 เว้นแต่ว่าค่าเบี่ยงเบน (Lateness) จะถูกนำมารวมกันแทนที่จะเป็นเวลางานอยู่ในระบบ (Flow Time) ซึ่งค่าความเบี่ยงเบนของงาน i และงาน j ใดๆ จะหาได้จากเวลากำหนดเสร็จและเวลากำหนดส่งของงาน i และงาน j

ในบางครั้งวัตถุประสงค์ของเวลาส่งงานล้าช้าที่สำคัญที่สุดคือ ต้องการที่จะลดค่าเฉลี่ยของเวลาส่งงานล่าช้า (Mean Tardiness) กรณีนี้จะเห็นได้ชัดถ้าค่าใช้จ่ายของเวลาส่งงานล้าช้าเหมือนกันทุกๆ งานและเป็นเส้นตรง ที่จะเกี่ยวข้องกับการพิจารณาว่าจะจัดการอย่างไรกับงานไม่ทันกำหนดซึ่งไม่มีวิธีการง่ายๆ ในการจัดตารางการผลิตเพื่อให้ค่าเฉลี่ยของเวลาส่งงานล่าช้าน้อยที่สุด ถึงแม้ว่าจะเป็นการจัดตารางการผลิตบนหน่วยเดียวกันก็ตาม ในเฉพาะบางกรณีหรือบางสถานการณ์เท่านั้นที่สามารถจะนำหลักเกณฑ์หรือวิธีง่ายๆมาใช้ได้

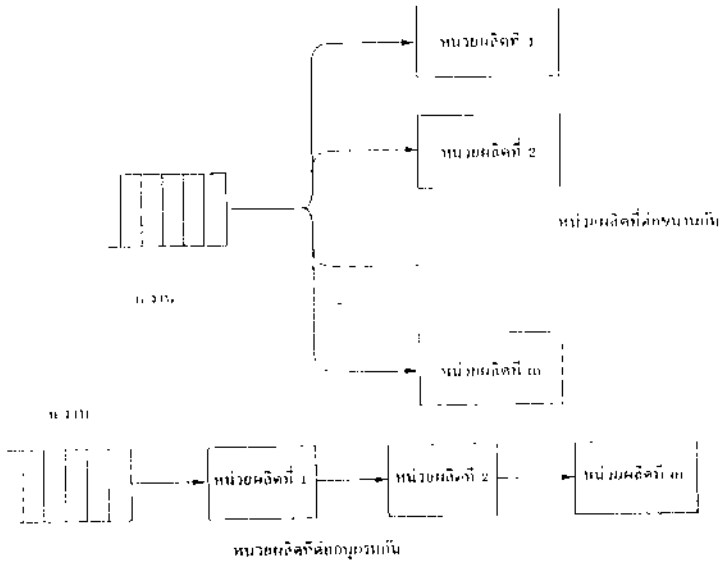
การจัดตารางการผลิตบนหน่วยผลิต 1 หน่วย เพื่อให้ค่าเฉลี่ยของเวลาส่งงานล้าช้าน้อยที่สุดวิธีการหรือหลักเกณฑ์ SPT สามารถจะให้ผลลัพธ์ดังกล่าวได้ ถ้างานทุกงานมีเวลากำหนดส่งงานเหมือนกัน หรือถ้าผลลัพธ์ที่ได้จากการจัดลำดับงานชี้ให้เห็นงานทุกงานส่งไม่ทันกำหนด

วิธีการหรือหลักเกณฑ์อีกประการหนึ่งที่มีแนวโน้มที่จะเน้นเรื่องเวลาเฉลี่ยส่งงานล้าช้า คือ หลักเกณฑ์เวลาพอเพียงน้อยที่สุด (Shortest Slack Time Rule) เวลาพอเพียงสำหรับงาน i คือ เวลาเริ่มต้นขึ้นที่เวลา 0 เวลากำหนดส่งงานเป็นหน่วยงานที่เริ่มนับหลังจากเวลาเริ่มจัดตารางการผลิต ดังนั้นเวลาพอเพียงจะเท่ากับเวลากำหนดส่งงานลบด้วยเวลาปฏิบัติงานบนหน่วยผลิต แล้วจัดเรียงลำดับงานจากเวลาพอเพียงน้อยที่สุดให้เริ่มต้นก่อน

$$SL_i = d_i - t_i \qquad (2\text{-}14)$$

2.7 การจัดตารางการผลิตของงาน n งานให้กับหน่วยผลิต m หน่วย (Scheduling n Tasks on m Processors)

การพิจารณาหน่วยผลิตหลายๆ หน่วย ในส่วนแรกจะเป็นการพิจารณาปัญหาของหน่วยผลิต m หน่วยที่ขนานกัน (m Parallels Processors) ในกรณีนี้แต่ละงานจะถูกมอบให้หน่วยผลิตใดหน่วยผลิตหนึ่งเพียงหน่วยเดียว หลังจากนั้นก็จะเป็นการพิจารณาปัญหาของหน่วยผลิต m หน่วย ที่อนุกรมกัน ในกรณีนี้แต่ละงานจะเข้าสู่หน่วยผลิตแต่ละหน่วยตามลำดับที่เหมือนกัน ทั้ง 2 สถานการณ์ที่กล่าวมานี้ได้แสดงในภาพที่ 2-6 ถึงแม้ว่าความยุ่งยากซับซ้อนจะเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย แต่ก็ทำให้การพิจารณาปัญหาทำได้ยากขึ้น



ภาพที่ 2-6 การจัดตารางการผลิตในลักษณะ m หน่วยผลิตขนานกันและอนุกรมกัน

การจัดลำดับงานในลักษณะหน่วยผลิตขนานกันนี้ หมายความว่า มีหน่วยผลิต 2 หน่วยขึ้นไปที่เหมือนกันและประสิทธิภาพในการทำงานของแต่ละหน่วยงานเท่ากัน เมื่อมีงานหลายงานเข้ามาในระบบ เราจะเลือกหน่วยผลิตทุกหน่วยมาใช้แล้วทำการจัดลำดับงานบนหน่วยผลิตแต่ละหน่วย งานแต่ละงานนั้นไม่ว่าจะถูกจัดให้ทำงานบนหน่วยผลิตหน่วยใดก็จะใช้เวลาเท่ากัน

ถ้าวัตถุประสงค์ที่ต้องการคือให้เวลาเฉลี่ยชิ้นงานอยู่ในระบบน้อยที่สุด (Minimize Mean Flow Time) กฎเกณฑ์การจัดตารางการผลิตโดยแบบ SPT สามารถจะนำมาใช้เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ดังกล่าวได้ ดังมีกระบวนการดังต่อไปนี้

2.7.1 การจัดตารางการผลิตบนหน่วยผลิต m หน่วยที่ขนานกัน เพื่อให้เวลาเฉลี่ยชิ้นงานอยู่ในระบบน้อยที่สุด (Minimize Mean Flow Time on m Parallel Processors)

ขั้นตอนที่ 1 จัดลำดับงานทุกๆงานตามลำดับของ SPT

ขั้นตอนที่ 2 ดึงงานที่ได้จากการจัดลำดับในขั้นตอนที่ 1 ออกมาตามลำดับ กำหนดงานเหล่านั้นให้กับหน่วยผลิตที่พร้อมที่สุดก่อน

การจัดลำดับงานให้กับหน่วยผลิตเพียงหน่วยเดียว ไม่ว่าจะเลือกจัดลำดับด้วยวิธีใดๆ ก็ตาม ช่วงกว้างของเวลาทำงานทั้งหมดจะเท่ากันทุกวิธี แต่ในกรณีของการจัดตารางการผลิตบนหน่วยงานหลายหน่วยที่เหมือนกัน กฎเกณฑ์ต่างๆ ที่ใช้ในการพิจารณาการจัดลำดับงานบนหน่วยผลิตหน่วยเดียวกันสามารถจะนำมาใช้ได้เช่นเดียวกัน โดยการพิจารณาจัดสรรงานให้กับหน่วยผลิตที่มีความพร้อมที่สุดก่อน และสำหรับการพิจารณาจุดประสงค์เพื่อลดช่วงกว้างของเวลาการทำงานทั้งหมด เราจำเป็นต้องหากฎเกณฑ์การจัดลำดับงานที่เหมาะสม

อย่างไรก็ตาม ไม่มีกฎเกณฑ์ใดหรือกระบวนการใดที่จะรับประกันได้ว่าจะทำให้ช่วงกว้างของเวลาการทำงานทั้งหมดน้อยที่สุด แต่ก็มีวิธีการง่าย ๆ ที่ได้ชี้ให้เห็นว่าสามารถให้ผลลัพธ์ตามวัตถุประสงค์ดังกล่าวได้ดี วิธีการดังกล่าวก็คือ การใช้กระบวนการที่อยู่บนพื้นฐานของ "เวลางานยาวที่สุดก่อน" (Longest Processing Time First-LPT) หลักการของ LPT นั้นจะถูกใช้เพื่อหาว่าจะให้งานใดทำบนหน่วยผลิตใด หลังจากนั้นจะใช้กฎเกณฑ์ของ SPT ในการพิจารณาลำดับงานบนหน่วยผลิตแต่ละหน่วยเพื่อให้เวลาชิ้นงานอยู่ในระบบหน่วยงานแต่ละหน่วยน้อยที่สุด

2.7.2 การจัดตารางการผลิตบนหน่วยผลิต m หน่วยที่ขนานกันเพื่อลดช่วงกว้างของเวลาการทำงาน พร้อมทั้งลดเวลาเฉลี่ยชิ้นงานอยู่ในระบบ (Reduce Makespan as Well as Mean Flow Time on m Processors)

ขั้นตอนที่ 1 จัดลำดับงาน n งาน โดยเรียงลำดับตาม LPT

ขั้นตอนที่ 2 จัดตารางการผลิตแต่ละงานตามลำดับ LPT ที่จัดไว้ในขั้นตอนที่ 1 ให้กับหน่วยผลิตพร้อมที่สุดก่อน

ขั้นตอนที่ 3 หลังจากงานทุกงานได้ถูกจัดให้กับหน่วยผลิตแล้วให้จัดลำดับบนหน่วยผลิตแต่ละหน่วยใหม่ โดยใช้หลักเกณฑ์การจัดลำดับด้วย SPT

ถ้าวัตถุประสงค์ของปัญหาการจัดตารางการผลิต เป็นเรื่องเกี่ยวข้องกับการส่งงานล่าช้าหรือไม่ทันกำหนด กระบวนการที่จะสามารถให้ผลลัพธ์น้อยที่สุดเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ดังกล่าวยังไม่มี แต่ก็สามารถที่จะนำหลักเกณฑ์ของ EDD มาใช้กับวัตถุประสงค์เพื่อลดค่าสูงสุดของเวลาเบี่ยงเบน และใช้กระบวนการของ Hodgson กับวัตถุประสงค์ของการลดจำนวนงานที่ส่งล่าช้า ขณะที่หลักเกณฑ์ของ Slack สามารจะนำมาใช้ได้กับวัตถุประสงค์ของค่าเฉลี่ยส่งงานล่าช้า การใช้หลักเกณฑ์ของ EDD และ Slack สามารถนำมาปรับปรุงใช้ได้เช่นเดียวกับกรณีของหน่วยผลิตหน่วยเดียว ซึ่งสามารถจะให้ผลลัพธ์ที่ดีได้

2.7.3 การจัดตารางการผลิตบนหน่วยผลิต m หน่วยที่ขนานกันเพื่อลดค่าสูงสุดของเวลาส่งล่าช้า โดยใช้หลักเกณฑ์ของ EDD (EDD Rule for Reducing Maximum Tardiness on m Parallel Processors)

ขั้นตอนที่ 1 จัดลำดับงาน *n* งาน โดยเรียงลำดับด้วย EDD

ขั้นตอนที่ 2 นำเอางานมาทีละงานตามที่ได้จัดลำดับตาม EDD ในขั้นตอนที่ 1 แล้วจัดตารางการผลิตบนหน่วยผลิตที่พร้อมที่สุดในขณะนั้นก่อน ทำซ้ำขั้นตอนที่ 2 นี้กับงานในลำดับต่อไปที่ได้จัดโดย EDD จนกระทั่งงานหมด

2.7.4 การจัดตารางการผลิตบนหน่วยผลิต m หน่วย เพื่อลดจำนวนงานที่ส่งไม่ทันกำหนด (Reduce Number of Tardy on *m* Parallel Processors)

ขั้นตอนที่ 1 จัดตารางการผลิตให้กับงานทั้งหมดโดยใช้ทฤษฎีหัวข้อที่ 2.7.3

ขั้นตอนที่ 2 ในแต่ละหน่วยผลิต ให้พิจารณาเริ่มแรกสุดของการจัดลำดับงาน บนหน่วยผลิตนั้น จนกระทั่งพบงานที่ส่งไม่ทันกำหนด สมมุติว่าเป็นงานในหน่วยผลิต j ในตำแหน่งที่ *i*

ขั้นตอนที่ 3 ตรวจสอบงานจำนวน i งานแรกบนหน่วยผลิต j และพิจารณางานดูว่างานใดใช้เวลาปฏิบัติยาวนานที่สุด ดึงงานนั้นออกมาและวางไว้ในลำดับสุดท้ายของหน่วยผลิต j กลับไปทบทวนเวลากำหนดเสร็จของงานทุกงานใหม่อันเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงนี้ แล้วย้อนกลับไปขั้นตอนที่ 2

ขณะนี้จะมาพิจารณาตัวอย่างอื่นๆ ต่อไปที่แตกต่างจากปัญหาการจัดตารางผลิตบนหน่วยผลิต 1 หน่วย โดยสมมติว่า มีหน่วยผลิต m หน่วยที่ต่อนุกรมกัน และเช่นเดียวกันวัตถุประสงค์ต่างๆ ในการจัดตารางการผลิตก็เพื่อลดช่วงกว้างของเวลาการทำงานทั้งหมด n งาน ลดเวลาเฉลี่ยชิ้นงานอยู่ในระบบ และการวัดค่าเกี่ยวกับเวลาส่งงานล่าช้า

เมื่อพิจารณาถึงวัตถุประสงค์ของช่วงกว้างเวลาการทำงานทั้งหมด เราสามารถที่จะหาวิธีการจัดลำดับงานที่ดีที่สุดได้ ในกรณีของหน่วยผลิต 2 หน่วยที่ต่ออนุกรมกัน กระบวนการที่สามารถทำให้ช่วงกว้างของเวลาการทำงานทั้งหมดน้อยที่สุดที่รู้จักกันโดยทั่วไปคือ หลักเกณฑ์ของจอห์นสัน (Johnson's Rule) ถ้างาน n งานถูกนำมาจัดลำดับงานบนหน่วยผลิต 2 หน่วยงาน แต่ละงานดังกล่าวนั้นจะต้องผ่านหน่วยผลิตแต่ละหน่วยในลำดับที่เหมือนกัน

สมการทั่วๆ ไปที่สามารถนำมาใช้ไม่ว่าจะเป็นหน่วยผลิตในลำดับที่ j ใดๆ ของหน่วยผลิตที่มีอยู่ทั้งหมด m หน่วย สมการที่ใช้คำนวณได้แสดงให้เห็นดังต่อไป

เมื่อ $F_{n,j}$ คือ หมายถึง เวลาที่อยู่ในระบบหน่วยผลิต j

M.S. คือ ช่วงกว้างของเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการทำงานทุกชิ้นจนเสร็จทุกขั้นตอน ซึ่งจะเท่ากับ $F_{n,m}$ หมายถึงเวลาที่อยู่ในระบบหน่วยผลิต m (หน่วยสุดท้าย) ของงานลำดับที่ n (ลำดับสุดท้าย)

$$I_{[1],2} = T_{[1],1}$$

$$I_{[2],2} = \max \{0, (t_{[1],1} + t_{[2],1} - t_{[1],2} - I_{[1],2})\}$$

$$I_{[3],2} = \max \{t_{[1],1} + t_{[2],1} + t_{[3],1} - t_{[1],2} - t_{[2],2} - I_{[1],2} - I_{[2],2}\}$$

$$I_{[i],2} = \max\left\{0, \left(\sum_{k=1}^{i} t_{[k],1} - \sum_{k=1}^{i-1} t_{[k],2} - \sum_{k=1}^{i-1} I_{[k],2}\right)\right\} \quad (2\text{-}15)$$

$$t^{NEW}_{[1],2} = t_{[i],2} + I_{[1],2}$$

$$I_{[i],3} = t^{NEW}_{[1],2}$$

$$I_{[2],3} = \max\left\{0, \left(t^{NEW}_{[1],2} + t^{NEW}_{[2],2} + t_{[1],3} - I_{[1],3}\right)\right\} \quad (2\text{-}16)$$

$$I_{[i],3} = \max\left\{0, \left(\sum_{k=1}^{i} t^{New}_{[k],2} - \sum_{k=1}^{i-1} t_{[k],3} - \sum_{k=1}^{i-1} I_{[k],3}\right)\right\} \quad (2\text{-}17)$$

$$t^{NEW}_{[i],i-1} = t_{[i],i-1} + I_{[i],i-1} \quad (2\text{-}18)$$

$$I_{[i],i} = \max\left\{0, \left(\sum_{k=1}^{i} t^{New}_{[k],i-12} - \sum_{k=1}^{i} t_{[k],i} - \sum_{k=1}^{i-1} I_{[k],i}\right)\right\} \quad (2\text{-}19)$$

$$F_{ij} = \sum_{i}^{n} t_{[i]j} + \sum_{j} I_{[i]j} \qquad (2\text{-}20)$$

$$M.S._{[i]j} = F_{[i]j} = \sum_{i=1}^{} t_{[i+1]j} + \sum_{i=1} I_{[i]j} \qquad (2\text{-}21)$$

กระบวนการดังกล่าวมีวัตถุประสงค์เพื่อหาวิธีการจัดลำดับงานที่มีช่วงกว้างของเวลาทำงานให้น้อยที่สุด แต่ในกรณีที่ต้องการวัตถุประสงค์อื่นๆ เช่นลดเวลางานสะสมที่อยู่ในระบบ เวลาเฉลี่ยที่ส่งงานไม่ทันกำหนด และยังไม่กระบวนการทางฮิวริสติกที่สามารถให้คำตอบที่ดีที่สุดได้

2.8 การจัดตารางการผลิตแบบตามสั่งทั่วไป (General Job Shop Scheduling)

ในการจัดตารางการผลิตที่ผ่านมา งานต่างๆจะมีรูปแบบการไหลของงานบนหน่วยผลิตในทิศทางเดียวกัน ไม่ว่าจะเป็นการผลิตบนหน่วยผลิตหน่วยเดียว หรือหลายหน่วยที่ขนานกัน หรือหลายหน่วยที่ต่ออนุกรมกัน ปัญหาในการจัดตารางการผลิตดังกล่าวก็ค่อนข้างจะยุ่งยากอยู่แล้ว แต่สำหรับในกรณีที่รูปแบบการไหลของงานแต่ละงานไม่เหมือนกันก็ยิ่งจะยิ่งทำให้ปัญหาการจัดตารางการผลิตมีความยุ่งยากและซับซ้อนมากขึ้นไปอีก และเช่นเดียวกัน คงไม่มีกฎเกณฑ์หรือกระบวนการใดๆ ที่สามารถจะให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดได้ อย่างไรก็ตามกระบวนการง่ายๆ ที่ได้เคยกล่าวถึงมาแล้วในหัวข้อก่อนๆ ก็สามารถจะนำมาประยุกต์ใช้กับปัญหาการจัดตารางการผลิตแบบตามสั่งทั่วไปได้ สำหรับในที่นี้เราจะเน้นถึงกฎเกณฑ์การจัดตารางการผลิตบางกฎเกณฑ์ที่สามารถจะให้คำตอบที่ค่อนข้างจะดี ตลอดจนถึงวิธีการที่ใช้ในการเตรียมการจัดตารางการผลิตแบบตามสั่งทั่วไป

กฎเกณฑ์ง่ายๆ หลายๆ กฎเกณฑ์สามารถจะนำมาใช้ในการแก้ปัญหาในการเลือกงานใดจากกลุ่มของงานที่กำลังคอยการผลิตบนหน่วยผลิตเดียวกันตามจุดของเวลาที่หน่วยผลิตพร้อมสำหรับการผลิตงานต่อไป สำหรับกฎเกณฑ์โดยทั่วไปที่จะนำมาใช้ก็เหมือนกับที่กล่าวมาแล้ว คือ

1. เวลากำหนดส่งงานเร็วที่สุดก่อน (Earliest Due Date First-EDD)
2. งานเข้ามาในระบบก่อนบริการก่อน (First in System Served-FISFS) สำหรับกฎเกณฑ์นี้จะให้ความสำคัญกับงานที่เข้ามาในโรงงานก่อน (ไม่ใช่เข้ามาที่หน่วยผลิตก่อน)
3. งานใดมาก่อนทำก่อน (First Come First Served-FCFS) ในที่นี้จะให้ความสำคัญกับงานที่เข้ามาถึงหน่วยผลิตก่อน
4. งานที่มี Slack น้อยที่สุดก่อน (Least Slack First-LSF) ค่า Slack ในที่นี้สามารถคำนวณหาได้จากค่าแตกต่างระหว่างเวลากำหนดส่งและปริมาณงานที่เหลือค้างอยู่ของ แต่ละงาน ณ ที่เวลาศูนย์
5. งานที่มีเวลาปฏิบัติงานน้อยที่สุดก่อน (Shortest Processing Time-SPT)
6. งานที่มีเวลาเหลือในการปฏิบัติงานน้อยที่สุดก่อน (Least Work Remaining-LWR)

แต่สำหรับในสภาพของสถานการณ์ที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา เมื่องานเข้ามาในช่วงเวลาที่ผ่านเลยการดำเนินการจัดตารางการผลิตไปแล้ว และมีงานเป็นจำนวนมากอยู่ในระบบ และมีการเปลี่ยนแปลงอยู่อย่างต่อเนื่อง ความรู้ก่อนหน้าเกี่ยวกับกฎเกณฑ์ต่างๆ ซึ่งสามารถให้ผลการดำเนินการที่ดี เมื่อพิจารณาถึงค่าเฉลี่ยของการปฏิบัติงานอย่างที่เรานำมาวัดก็จะมีประโยชน์มาก

สำหรับในโรงงานผลิตแบบตามสั่งที่มีความเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา การศึกษาการจัดตารางการผลิตหลายๆ วิธี ได้ถูกนำมาดำเนินการเพื่อประเมินผลถึงการปฏิบัติงานของการใช้กฎเกณฑ์ต่างๆ การศึกษาเหล่านี้ได้ใช้คอมพิวเตอร์เข้ามาจำลองรูปแบบของสถานการณ์ เพื่อหาผลลัพธ์ที่จะนำมาประกอบการตัดสินใจดำเนินการ

จากการทดลองจัดตารางการผลิตแบบตามสั่งทั่วไป ที่ใช้ในการกำหนดเวลาโครงการภายใต้ทรัพยากรจำกัดแปลงและประยุกต์ใช้ ปรากฏว่าสามารถนำมาใช้ได้กับการจัดตารางการผลิตแบบตามสั่งทั่วไป โดยสามารถสรุปเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 กำหนดสภาพเริ่มต้นในการจัดตารางการผลิต เช่น เวลาที่พร้อมในการจัดตารางการผลิต ต่อไปของหน่วยผลิตแต่ละหน่วย (ตัวอย่างที่นำมาแสดงในที่นี้กำหนดให้หน่วยผลิตแต่ละหน่วยมีความพร้อมที่เวลาศูนย์) จำนวนหน่วยผลิตแต่ละหน่วยที่มีอยู่ และค่า TEARL ของงาน สำหรับค่า JTEARL มีความหมายดังนี้ คือ

TEARL คือ เวลาเริ่มต้นเร็วสุดของงานที่เป็นไปได้ เนื่องจากปัญหาการใช้หน่วยผลิตซ้ำซ้อนกันจึงทำให้เวลาเริ่มต้นจริงของแต่ละงานมีค่าเท่ากับหรือมากกว่า TEARL สำหรับค่า TEARL จะมีค่าเท่ากับ TFIN ของงานที่อยู่ก่อนหน้า

ขั้นตอนที่ 2 พิจารณาค่า TNOW ซึ่งหมายถึง เวลาที่เป็นจุดในการดำเนินการพิจารณาจัดตารางผลิตสำหรับค่า TNOW จะเท่ากับเวลาที่หน่วยผลิตใดๆ พร้อมเร็วที่สุด (ในตัวอย่างที่เรานำมาพิจารณาค่า TNOW จะเท่ากับ TFIN ของงานที่อยู่ก่อนหน้า

ขั้นตอนที่ 3 จัดงานที่สามารถได้รับการพิจารณาตารางการผลิต ณ จุดของเวลา TNOW โดยคัดเลือกจากงานที่มีค่า TEARL น้อยกว่าหรือเท่ากับ TNOW ที่ยังไม่ได้ถูกจัดเข้าตารางการผลิต หลังจากนั้นเรียงลำดับงานเหล่านั้นตา มีหลักเกณฑ์ที่ได้คัดเลือกไว้ และพิจารณาหน่วยผลิตที่พร้อมและจำนวนที่พร้อมสำหรับการจัดงานเข้าทำการผลิต ณ เวลา TNOW นี้

ขั้นตอนที่ 4 เลือกงานที่เป็นไปได้ในการจัดตารางการผลิต โดยพิจารณางานทีละลำดับตามที่ได้จัดไว้ในขั้นตอนที่ 3 ในการพิจารณาเลือกงานที่เป็นไปได้ในการจัดตารางการผลิตก็จะดูจากความพร้อมของหน่วยผลิตในขณะนั้นว่ามีหน่วยใดบ้าง โดยที่งานที่เป็นไปได้ในการจัดตารางการผลิตก็คืองานที่มีหน่วยผลิตที่ต้องการพร้อมอยู่ในขณะนั้น

ขั้นตอนที่ 5 คำนวณหาค่า TSTART และ TFIN พร้อมทั้งค่า TEARL ของงานที่อยู่ถัดไป สำหรับ ความหมายของ TSTART และ TFIN สามารถอธิบายได้ดังนี้

TSTART คือ เวลาเริ่มต้นจริงของงานใดๆ

TFIN คือ เวลาเสร็จสิ้นของงาน ซึ่งเท่ากับ TSTART บวกด้วยเวลาปฏิบัติของงานนั้น

พิจารณาหาค่า TNOW จุดต่อไป ซึ่งจะมีค่าเท่ากับค่า TFIN ที่น้อยสุดที่ยังไม่ได้ถูกนำมาพิจารณาเป็น TNOW หรือค่า TFIN ที่น้อยที่สุดของงานที่อยู่บนหน่วยผลิตในขณะนั้น

ขั้นตอนที่ 6 พิจารณาดูว่างานทุกงานได้รับการจัดตารางการผลิตหมดหรือยัง ถ้ายังก็ให้ย้อนกลับไปทำซ้ำขั้นตอนที่ 4 แต่ถ้าหมดแล้วให้ทำการวิเคราะห์ผลการจัดตารางการผลิตที่หามาได้

นอกจากกระบวนการทั้ง 6 ขั้นตอนจะสามารถใช้ได้กับการผลิตแบบตามสั่งทั่วไปแล้วยังสามารถนำไปใช้ในการจัดตารางการผลิตได้ทั้งบนหน่วยผลิตหน่วยเดียว บนหน่วยผลิตหลายหน่วยที่ขนานกัน และบนหน่วยผลิตหลายหน่วยที่อนุกรมกัน นอกจากนั้น ทั้ง 6 ขั้นตอนนี้สามารถจะนำไปพัฒนาเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการจัดตารางการผลิตแบบตามสั่งทั่วไป

2.9 เกณฑ์การวัดประสิทธิภาพของการจัดตารางการผลิต

การจัดตารางการผลิตต้องมีเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ที่ต้องการ ซึ่งปกติในกระบวนการผลิตจะมีเงื่อนไขต่างๆ เกิดขึ้นตามความแตกต่างของแต่ละโรงงาน โดยส่วนใหญ่เป้าหมายที่ใช้วัดประสิทธิภาพของการจัดตารางการผลิตคือ ระยะเวลาการผลิตทุกงานจะต้องสอดคล้องกับกำหนดส่ง (Due Date) ของลูกค้า

ในกรณีศึกษาพบว่าอีกเป้าหมายหนึ่งคือ เพื่อลดเวลางานที่อยู่ในระบบหรือลดการคอยงานในกระบวนการผลิตนั่นเอง จะเห็นได้ว่าเป้าหมายสำหรับการจัดตารางการผลิตแบ่งออกเป็น 2 เกณฑ์ คือ Time Base และ Due Date Base ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. Time Base หมายถึง เกณฑ์วัดผลที่ใช้เวลาเป็นตัววัดประสิทธิภาพ ซึ่งประกอบด้วยเกณฑ์ดังต่อไปนี้ ช่วงกว้างของเวลาในการทำงาน (Makespan), เวลาของงานที่อยู่ในระบบ (Flow Time), เวลาของงานที่อยู่ในระบบเฉลี่ย (Mean Flow Time) เป็นต้น

2. Due Date Base หมายถึง เกณฑ์วัดผลที่ใช้กำหนดการส่งมอบสินค้า ซึ่งประกอบด้วยเกณฑ์ดังต่อไปนี้ จำนวนงานที่ล่าช้า (Number of Job Late), เวลางานล้าช้าสูงสุด (Max Tardiness), เวลางานล้าช้าเฉลี่ย (Mean Tardiness), เวลางานสายเฉลี่ย (Mean Lateness)

หรือสรุปรวมเป้าหมายของการวัดประสิทธิภาพในการจัดตารางการผลิตดังต่อไปนี้

1. ช่วงกว้างของเวลาในการทำงาน (Makespan) สั้นที่สุด
2. ค่าที่น้อยที่สุดของเวลาการไหลของงานที่อยู่ในระบบเฉลี่ย (Mean Flow Time)
3. ค่าที่น้อยที่สุดของเวลาสูงสุดในการไหลของงาน (Max Flow Time)
4. ค่าที่น้อยที่สุดของเวลาที่ใช้ในการผลิตจนเสร็จ (Completion Time)
5. ค่าที่น้อยที่สุดของเวลาล่าช้าเฉลี่ย (Mean Tardiness)
6. ค่าที่น้อยที่สุดของเวลาล่าช้าสูงสุด (Max Tardiness)
7. ค่าที่น้อยที่สุดของจำนวนงานที่ส่งไม่ทันกำหนด (Number of Tardy Jobs)

2.10 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับโปรแกรมภาษาวิชวลเบสิค

Visual Basic เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ (Programming Language) ที่พัฒนาโดยบริษัทไมโครซอฟท์ ซึ่งเป็นบริษัทยักษ์ใหญ่ที่สร้างระบบปฏิบัติการ Windows 95/98 และ Windows NT ที่เราใช้กันอยู่ในปัจจุบัน โดยตัวภาษาเองมีรากฐานมาจากภาษา Basic ซึ่งย่อมาจาก Beginner's All Purpose Symbolic Instruction คำแปลคือ ชุดคำสั่งหรือภาษาคอมพิวเตอร์สำหรับผู้เริ่มต้น ภาษา Basic มีจุดเด่นคือผู้ที่ไม่มีพื้นฐานเรื่องการเขียนโปรแกรมเลยก็สามารถเรียนรู้ และนำไปใช้งานได้อย่างง่ายดาย และรวดเร็ว เมื่อเทียบกับการเรียนภาษาคอมพิวเตอร์อื่นๆ เช่น ภาษาซี (C), ปาสคาล (Pascal), ฟอร์แทรน (Fortran) หรือ แอสเซมบลี (Assembler)

ไมโครซอฟท์ได้พัฒนาโปรแกรมภาษา Basic มานานนับสิบปี ตั้งแต่ภาษา MBASIC (Microsoft Basic), BASICA (Basic Advanced), GWBASIC และ QuickBasic ซึ่งได้ติดตั้งมาพร้อมกับระบบปฏิบัติการ MS DOS ในที่สุดโดยใช้ชื่อว่า QBASIC โดยแต่ละเวอร์ชันที่ออกมานั้นได้มีการพัฒนา และเพิ่มคำสั่งต่างๆ เข้าไปโดยตลอด ในอดีตโปรแกรมภาษาเหล่านี้ล้วนทำงานใน Text Mode คือเป็นตัวอักษรล้วนๆ ไม่มีภาพกราฟิกสวยงามแบบระบบ Windows อย่างในปัจจุบัน จนกระทั่งเมื่อระบบปฏิบัติการ ได้รับความนิยมอย่างสูงและเข้ามาแทนที่ DOS ไมโครซอฟท์ก็เล็งเห็นว่าโปรแกรมภาษาใน Text Mode นั้นคงถึงกาลเวลาที่หมดสมัย จึงได้พัฒนาปรับปรุงโปรแกรมภาษา Basic ออกมาใหม่เพื่อสนับสนุนการทำงานในระบบ Windows ทำให้ Visual Basic ถือกำเนิดขึ้นมาตั้งแต่บัดนั้น

Visual Basic เวอร์ชันแรกคือเวอร์ชัน 1.0 ออกสู่สายตาประชาชนตั้งแต่ปี 1991 โดยในช่วงแรกนั้นยังไม่มีความสามารถต่างจากภาษา QBASIC มากนัก แต่จะเน้นเรื่องเครื่องมือที่ช่วยในการเขียนโปรแกรมบนวินโดว์ ซึ่งปรากฏว่า Visual Basic ได้รับความนิยม และประสบความสำเร็จเป็นอย่างดีไมโครซอฟท์จึงพัฒนา Visual Basic ให้ดีขึ้นเรื่อยๆ ทั้งในด้านประสิทธิภาพ ความสามารถ และเครื่องมือต่างๆเช่น เครื่องมือตรวจสอบแก้ไขโปรแกรม (Debugger) สภาพแวดล้อมของการพัฒนาโปรแกรมการเขียนโปรแกรมแบบหลายวินโดว์ย่อย (MDI) และอื่นๆ อีกมากมาย

สำหรับ Visual Basic ในปัจจุบันคือ เวอร์ชัน 6.0 ซึ่งออกมาในปี 1998 ได้เพิ่มความสามารถในการเขียนโปรแกรมติดต่อกับเครือข่ายอินเตอร์เน็ต การเชื่อมต่อกับระบบฐานข้อมูล รวมทั้งปรับปรุงเครื่องมือและการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ (Object Oriented Programming) ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้นพร้อมทั้งเพิ่มเครื่องมือต่างๆ อีกมากมายที่ทำให้ใช้ง่ายและสะดวกขึ้นกว่าเดิม

การทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้จัดทำได้เลือกใช้โปรแกรมวิชวล เบสิค 6.0 มาใช้ในการพัฒนาโปรแกรมเพื่อช่วยในการจัดวางผังโรงงาน ซึ่งโปรแกรมวิชวล เบสิค 6.0 เป็นโปรแกรมในชุดของ Microsoft ที่ชื่อ Microsoft Visual Studio 6.0 ซึ่งประกอบด้วยโปรแกรม Visual Interdev 6.0, Visual FoxPro 6.0 และVisual Basic 6 ก็มีโปรแกรมที่เป็นเครื่องมือช่วยเหลืออยู่มากมาย

เช่นกันโดยเฉพาะโปรแกรมช่วยเหลือ Help File ในวิชวล เบสิค 6.0 จะแยกออกมาต่างหาก โดยรวมอยู่ในแผ่นซีดีรอมชื่อ MSDN Library ซึ่งมีรายละเอียดบรรจุอยู่มากมายถึงสองแผ่นซีดีรอม ความสามารถใหม่ๆ ที่เพิ่มไว้ในวิชวล เบสิค 6.0 ที่โดดเด่นมีดังต่อไปนี้

1. โปรแกรมช่วยเหลือ Help File ที่มีคำอธิบายอยู่มากมายซึ่งสามารถใช้เป็นข้อมูลในการศึกษารายละเอียดเพิ่มเติมหรือช่วยเหลือเวลามีปัญหาเกี่ยวกับโปรแกรม โดยแยกอยู่ในซีดีรอมต่างหากจำนวนสองแผ่น ที่ชื่อ MSDN Library ซึ่งย่อมาจาก Microsoft Developer Network Library

2. การเขียนโปรแกรม Automation เป็นการใช้คำสั่งโปรแกรมของวิชวล เบสิค เพื่อเรียกใช้ฟังชันของโปรแกรมในชุด Microsoft Office ได้แก่ Excel, Word Power Point, Microsoft Paint, Microsoft Access

3. การใช้งานคอนโทรล Multimedia MCI Control เพื่อเขียนโปรแกรมใช้งาน ไฟล์จำพวกมัลติมีเดีย

4. การใช้ฟังก์ชันใหม่ๆ ใน Windows Application Programming Interface (Win API)

5. การใช้คอนโทรล HTML Controls สำหรับสร้างเว็บเพจ และไฟล์ชนิด HTML Document เพื่อแสดงในโปรแกรม Internet Explorer

6. การเรียกใช้โปรแกรม Internet Explorer ผ่านทางวิชวล เบสิค

7. การใช้งาน ActiveX Control ตัวใหม่เพื่อใช้งานกับฐานข้อมูลที่เรียกว่า ActiveX Data Object (ADO)

ปัจจุบันภาษาวิชวล เบสิค จัดเป็นภาษาโปรแกรมระดับ Industrial Strength คือ สามารถพัฒนา Software ที่สามารถใช้ได้จริงในธุรกิจต่างๆ และเป็นภาษาที่แพร่หลายที่สุดในโลก

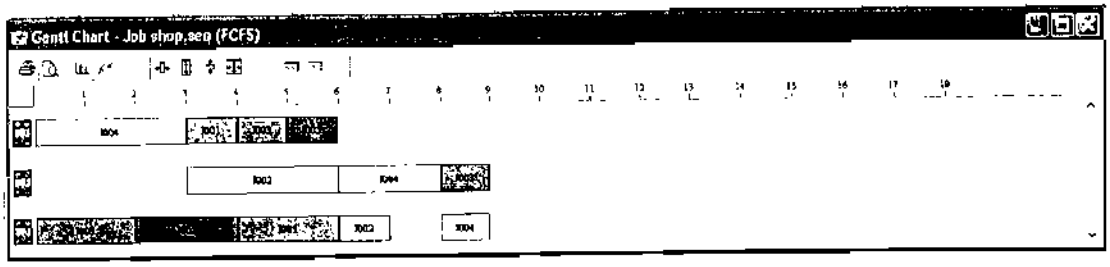
2.11 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Michael (2001) และทีมงาน ได้ทำการวิจัยและออกแบบพัฒนาซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการจัดลำดับงานชื่อ โปรแกรม LEKIN Scheduling ที่มีทั้ง Demo Version สำหรับศึกษาทฤษฎีการจัดลำดับงานและ Industrial Version สำหรับใช้สร้างตารางผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม โดยเขียนขึ้นจากภาษาซีพลัสพลัส (C++) รองรับการจัดลำดับงาน 6 รูปแบบ คือ

1. Single Machine
2. Parallel Machine
3. Flow Shop
4. Job Shop
5. Flexible Flow Shop
6. Flexible Job Shop

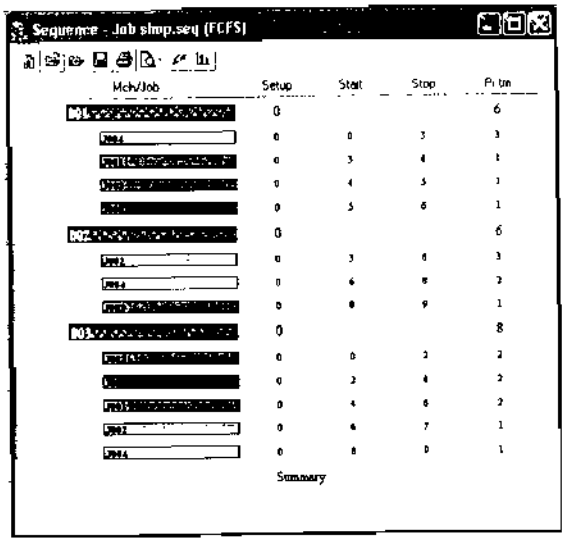
ในการทำงานของโปรแกรมมีฟังก์ชั่น Plug in เพื่อเพิ่ม Algorithm ให้กับโปรแกรม โดยมีกฎการจัดลำดับงานตามทฤษฎีมี 8 วิธี คือ SPT, LPT, ATAC, EDD, FCFS, WSPT, CR และ MS การแสดงผลการจัดลำดับงานทางด้านกราฟฟิกและทางตัวเลข ดังนี้

1. แกนต์ชาร์ทผลจากการจัดลำดับงานแต่ละแบบ



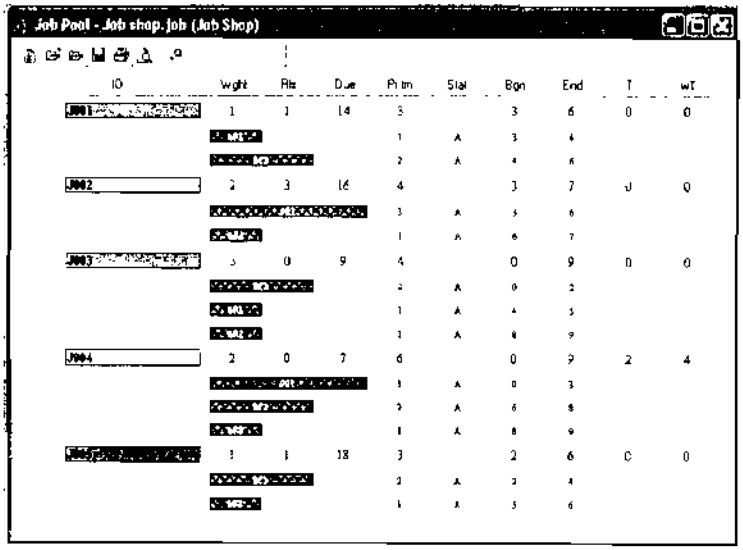
ภาพที่ 2-7 การแสดงผลแกนต์ชาร์ท

2. แสดงผลของเครื่องจักรว่าแต่ละเครื่องจะต้องมีลำดับการทำงานอย่างไรบ้าง ใช้เวลาเท่าไร



ภาพที่ 2-8 การแสดงผลลำดับงานของเครื่องจักร

3. แสดงผลของงานว่ามีลำดับขั้นตอนการผ่านเครื่องจักรอย่างไร



ภาพที่ 2-9 การแสดงผลลำดับขั้นตอนผลิตของงาน

4. การวัดและเปรียบเทียบประสิทธิภาพการจัดลำดับงานแต่ละแบบ สามารถจัดเรียงวิธีการจัดลำดับงานตามดัชนีตัวชี้วัด ดังนี้

Time = Running time

Cmax = makespan

Tmax = Max tardiness

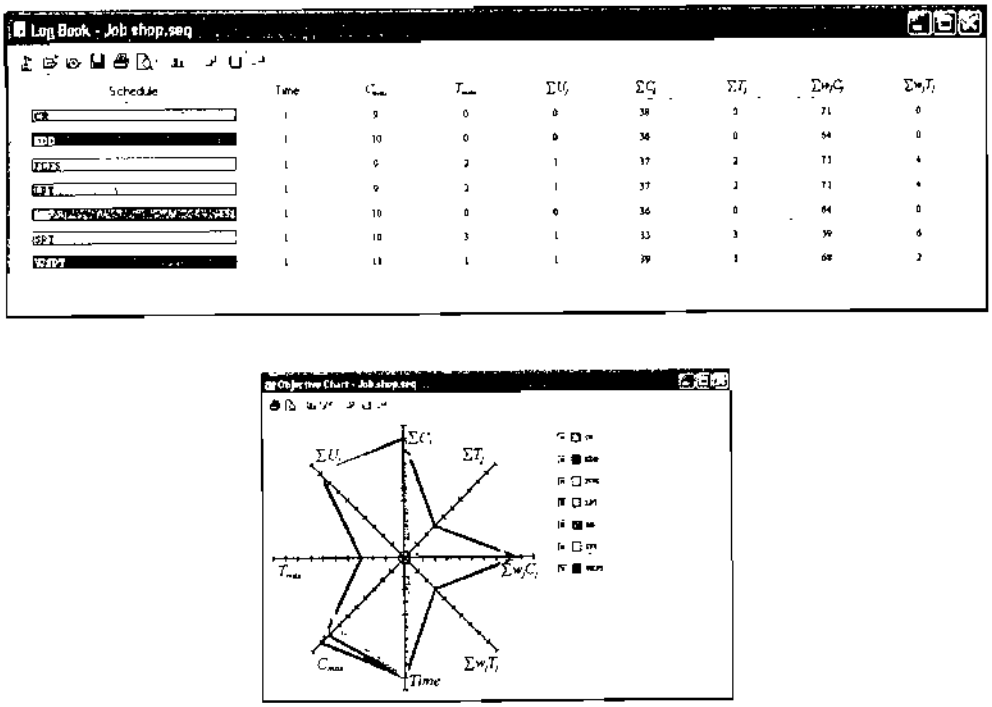
$\sum U_i$ = Number of job late

$\sum C_i$ = Total flow time

$\sum T_i$ = Total tardiness

$\sum w_i C_i$ = Total weight flow time

$\sum w_i T_i$ = Total weight tardiness



ภาพที่ 2-10 การแสดงผลประสิทธิภาพของการจัดลำดับงาน

Chaley, Frein and Vercelli (1995) ได้ศึกษาข้อมูลการจัดสายการผลิตในโรงงานประกอบรถยนต์ซึ่งมีความยุ่งยากสลับซับซ้อน โดยทั่วไปจะประกอบด้วย 3 โรงย่อย ได้แก่ โรงเชื่อมตัวรถ, โรงพ่นสี และโรงประกอบ โดยจะมีบัฟเฟอร์1 ระหว่างโรงเชื่อมตัวถังรถกับโรงพ่นสี เพื่อป้องกันปัญหาเรื่องความเร็วในการผลิตที่ต่างกัน และมีบัฟเฟอร์ 2 ระหว่างโรงพ่นสีกับโรงประกอบ เพื่อจัดลำดับการผลิตใหม่เพื่อลดภาระงานในโรงประกอบ งานวิจัยนี้มีประโยชน์ทางด้านการพิจารณาการผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีภาระงานที่แตกต่างกัน

Rajendran and Chaudhuri (1990) ได้ทำการศึกษาวิธีการทางฮิวริสติก (Heuristic) 2 แบบ สำหรับการจัดลำดับงานแบบไหลทั้งต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่อง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อจะทำให้เวลารวมในการทำงานน้อยที่สุด โดยใช้พื้นฐานขอองการจัดลำดับงานแทรกลงไปยังงานส่วนหนึ่งที่ได้จัดลำดับก่อนหน้าแล้ว วิธีการนี้ใช้ได้ดีมากในปัญหาขนาดต่างๆ จากการทดลองแก้ปัญหา 5-10 งาน กับเครื่องจักร 3-25 เครื่อง โดยทำการทดลองกับ 700 ปัญหาพบว่าสามารถให้คำตอบได้ดีที่สุด

Sotskov (1994) ได้ทำการศึกษาและแบ่งปัญหาการจัดตารางการผลิตออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ แบบตามสั่ง (Job Shop)แบบไหล (Flow Shop) และแบบเปิด (Open Shop) แต่ละประเภทแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ระบบขั้นตอนเดียว (Single-Stage System) และระบบหลายขั้นตอน (Multi-Stage System) แต่ความซับซ้อนของผลลัพธ์ที่ต้องการงานของงานวิจัยนี้จะพิจารณาจำนวนงานน้อยกว่าจำนวนเครื่องจักร ซึ่งลดความซับซ้อนลงถ้าใช้อัลกอริทึมที่มี

ขั้นตอน การทำงานเป็นฟังก์ชั่นโพลิโนเมียลไทม์กับปัญหาแบบการไหล งานวิจัยนี้ในทางปฏิบัติมีความเป็นไปได้น้อย เนื่องจากโรงงานส่วนใหญ่มักมีจำนวนงานมากกว่าจำนวนเครื่องจักรและความหลากหลายของผลิตภัณฑ์

Wandee (1991) ได้ทำการศึกษา Due Date Assignment Model ในโรงงานผลิตกล่องกระดาษที่มีหลายผลิตภัณฑ์และหลายขั้นตอนการผลิต สำหรับการผลิตแบบไหล (Flow Shop) เป้าหมายคือ สามารถผลิตสินค้าส่งได้ทันตามกำหนดลูกค้า การศึกษาได้มีการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรมปาสคาลและสร้างระบบฐานข้อมูลเป็น 3 ส่วนคือ 1) การพัฒนาฐานข้อมูลทางด้านการผลิต 2) การหาลำดับการผลิตที่เหมาะสม 3) วิธีการจัดลำดับงานที่มุ่งเน้นในเรื่องของกำหนดส่ง ทั้งสามวิธีจะถูกนำมาใช้สำหรับงานที่เข้ามาใหม่ จะประกอบด้วย วิธี Total Work Content Method (TWK), วิธี Total Work Content Method รวมกับวิธี Number of Operation Method (TWK+NOP) และสร้างแบบจำลองสถานการณ์ จากการศึกษาพบว่าวิธี ทั้ง 3 วิธี ให้ผลดีกว่าวิธีการเดิมที่โรงงานใช้

ยรรยง (2540) ได้นำเสนอถึงการจัดลำดับงานผลิต n งาน ให้ผ่านเครื่องจักร 1 เครื่อง ด้วยวิธีของวิลเคอสัน อิวิน โดยมีเป้าหมายค่าเฉลี่ยเวลาเสร็จงานช้ากว่ากำหนดมีค่าน้อยที่สุด และอธิบายเกี่ยวกับการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการจัดลำดับงานด้วยวิธีของวิลเคอสัน อิวิน ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ได้จัดทำขึ้นมาโดยใช้ภาษา Basic เป็นภาษาในการเขียนโปรแกรม มีการทำงานในระบบปฏิบัติการ Dos

ชนากานต์ (2543) ได้ทำการปรับปรุงกระบวนการจัดลำดับการผลิตสารกึ่งตัวนำ ซึ่งมีขั้นตอนการผลิตที่ยุ่งยาก และปริมาณมาก โดยนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการวางแผนกำหนดงาน โดยทำการเปรียบเทียบวิธีการจัดงานจาก 3 วิธีคือ 1) วิธีแบบปัจจุบัน ซึ่งพนักงานจัดทำด้วยมือโดยใช้ไมโครซอฟต์เอ็กซ์เซล 2) วิธีการจัดงานโดยใช้ไมโครซอฟต์โปรเจ็ค 3) วิธีการจัดงานโดยใช้โปรแกรมชื่อ MAP ที่พัฒนาขึ้นมาโดยใช้โปรแกรมเดลไฟ (Delphi) ซึ่งมีการจัดงาน 3 แบบ คือ 1) การจัดงานโดยคำนึงถึงกำหนดส่งเร็วสุด (EDD) 2) การจัดลำดับงานโดยคำนึงถึงเวลาปฏิบัติงานสั้นสุด (SPT) 3) การจัดลำดับโดยใช้วิธีสุ่ม (Random Sequence) ผลจากการจัดตารางการผลิตทั้ง 3 วิธีข้างต้นพบว่า วิธีการจัดลำดับงานโดยใช้โปรแกรม MAP เหมาะสมที่สุด

จันทร์เพ็ญ (2539) ได้ศึกษาถึงการจัดลำดับงานกำหนดรายละเอียดตารางการทำงานสำหรับการจัดตารางการผลิตแบบไหล โดยจะทำการศึกษาวิธีฮิวริสติกแบบต่างๆ เพื่อใช้ในการจัดลำดับงาน n ชิ้น ผ่านสถานีผลิต m สถานี ต่อเนื่องกันแบบอนุกรม โดยมีจุดมุ่งหมายให้ใช้เวลาผลิตรวมน้อยที่สุด วิธีที่ได้นำมาทำการวิจัยคือ วิธีการของ Nawaz Enscore and Ham(NEH), Rajendran and Chaudhuri (RCh), Cambell Dudek and Smith (CDS) และ Genetic Algorithm (GA) ผลการศึกษาพบว่าในกรณีที่ไม่คำนึงเวลาที่ใช้ในการคำนวณวิธีที่ให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดตามลำดับก็คือ วิธีการ GA, NEH, RCh และ CDS ในกรณีที่มีเวลา

ในการคำนวณน้อย วิธีการ CDS แม้ว่าจะไม่ให้ค่าที่ดีกว่าวิธีอื่น แต่ก็นับว่าเป็นวิธีที่ให้คำตอบได้ดีในระดับหนึ่ง และใช้เวลาในการคำนวณน้อยกว่าวิธีอื่น

วุฒิ (2544) ได้ทำการแก้ปัญหาการจัดตารางการผลิตสำหรับหน่วยผลิต แบบขนาน ซึ่งเกี่ยวข้องกับการปรับตั้งเครื่องสำหรับสายการผลิตกระบอกโช้ครถจักรยานยนต์ โดยใช้ฮิวริสติกมาช่วยในขั้นตอนการแบ่งกลุ่มงาน ซึ่งเกณฑ์ในการมอบหมายงานแต่ละงานให้กับหน่วยผลิต ได้แก่ MST (Minimum Slack Time) CR (Critical ratio) SPT (Shortage Processing Time) และ LPT (Longest Processing Time) และในขั้นตอนการจัดลำดับงานฮิวริสติกที่นำมาใช้ในการปรับปรุงขั้นตอนการแบ่งกลุ่มงาน คือ API (All Pairwise Interchange) ซึ่งสามารถลดเวลาเฉลี่ยของงานส่งไม่ทันกำหนดและเวลาปรับตั้งเครื่องรวม จากการทดลองพบว่า MST และ CR ตอบสนองกับวันส่งมอบ ขณะที่ SPT และ LPT จะตอบสนองเวลาปรับตั้งเครื่องรวม API สามารถปรับปรุงลำดับงานทั้งหมดจากขั้นตอนการแบ่งกลุ่ม ซึ่งเป็นผลให้เวลาเฉลี่ยของงานส่งไม่ทันกำหนดและเวลาปรับตั้งเครื่องรวมมีค่าลดลง

วรรษมา (2545) ได้ศึกษาการวางแผนและควบคุมการผลิตแบบผสมผสานในโรงงานผลิตโซ่จักรยานยนต์ โดยจัดทำโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการจัดตารางการผลิตที่ประกอบด้วยการผลิตที่ต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่อง แนวทางที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาคือวิธีการทางฮิวริสติก ได้แก่ SPT, LPT และ Slack และแสดงผลการจัดลำดับงานออกมาในรูปแผนภูมิแกนต์ จากนั้นทำการวัดประสิทธิภาพของการจัดตารางการผลิตเพื่อหาวิธีที่เหมาะสม จากการทดสอบพบว่าวิธีที่เหมาะสมคือ SPT ซึ่งทำให้ช่วงกว้างของเวลาการทำงาน, เวลาที่งานอยู่ในระบบเฉลี่ย, เวลางานล่าช้าเฉลี่ย และจำนวนงานล่าช้าทั้งหมด ลดลง 4.45%, 30.56%, 50.39% และ 55% ตามลำดับ

ไพรัตน์ (2539) ได้ทำการศึกษาการจัดตารางการผลิตสินค้าตามใบสั่งซื้อ ในบริษัทผลิตเฟอร์นิเจอร์ โดยการวางแผนการผลิตประกอบด้วยหลักการใหญ่ๆ 2 ส่วน คือ 1) การจัดจำนวนพนักงานที่เหมาะสม 2) การจัดลำดับการผลิตให้สอดคล้องกับวันส่งมอบงาน โดยใช้สมการเส้นตรงในการแก้ปัญหา ในแผนกที่เป็นคอขวดของระบบผลิต โดยกำหนดจำนวนพนักงานที่เหมาะสมในการผลิตสินค้าแต่ละรุ่น หลักในการจัดลำดับงานคือ MS ผลจากการวิจัยพบว่า ชั่วโมงการทำงานล่วงเวลาลดลง 6.46 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีงานส่งล่าช้า และมีกำลังการผลิตเหลือในสัปดาห์นั้น 552.1 ชั่วโมงการทำงาน (Man – Hour)

บทที่ 3
การดำเนินการวิจัย

ในการทำวิทยานิพนธ์เรื่องการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมการจัดลำดับงานนี้ ได้ทำการศึกษาการจัดลำดับงานโดยใช้วิธีฮิวริสติกที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ไม้ ซึ่งเป็นวิธีที่ง่ายในการจัดลำดับงานในตารางการผลิต, ให้คำตอบที่ดี และใช้เวลาในการประมวลผลไม่มากนัก ในบทนี้กล่าวถึงรายละเอียดในการดำเนินการวิจัย เริ่มจากศึกษากระบวนการจัดตารางการผลิตของอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ไม้ในปัจจุบัน, การเก็บและสร้างฐานข้อมูลที่ใช้ในการจัดตารางการผลิต, หลักเกณฑ์ทางฮิวริสติกที่ใช้ในโปรแกรมการจัดลำดับงาน, การวัดประสิทธิภาพของการจัดลำดับงาน, การออกแบบการทำงานประมวลผล และการแสดงผลของโปรแกรมการจัดลำดับงาน โดยมีการดำเนินการวิจัย ดังนี้

3.1 ศึกษากระบวนการจัดตารางการผลิตของอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ไม้ในปัจจุบัน

3.2 ศึกษาและสร้างแบบฟอร์มข้อมูลที่ใช้ในการจัดลำดับงาน

3.3 หลักเกณฑ์ทางฮิวริสติกที่ใช้ในการจัดลำดับงาน

3.4 การวัดประสิทธิภาพของการจัดลำดับงาน

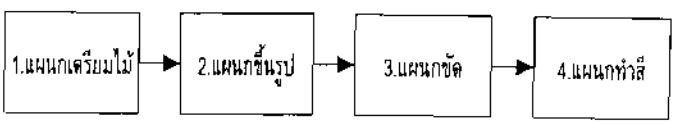
3.5 การทำงานของโปรแกรมการจัดลำดับงาน

3.6 จัดทำโปรแกรมการจัดลำดับงาน

3.1 ศึกษากระบวนการจัดตารางการผลิตของอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ไม้ในปัจจุบัน

จากกรณีศึกษาในโรงงานอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ไม้พบว่า ถ้าพิจารณารูปแบบการไหลของงานระหว่างแผนกผลิตหลัก กระบวนการผลิตจะเป็นการไหลแบบต่อเนื่อง (Flow Shop) แต่การไหลของงานระหว่างเครื่องจักรภายในแผนก จะมีการไหลแบบไม่ต่อเนื่อง (Job Shop) และในบางกรณีมีรูปแบบการไหลของงานแบบผสมผสานกันระหว่างแบบต่อเนื่อง (Flow Shop) กับไม่ต่อเนื่อง (Job Shop) ซึ่งขึ้นอยู่กับเส้นทางขั้นตอนการผลิต (Route) ของชิ้นส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ที่จะทำการผลิต และมีจำนวนตามใบสั่งซื้อของลูกค้า

สายการผลิตของโรงงานในกรณีศึกษาที่ต้องการสร้างตารางการผลิต โดยจะมีแผนกผลิตหลักอยู่ 4 แผนก และมีการไหลของงานตามลำดับ ดังภาพที่ 3-1



ภาพที่ 3-1 ลักษณะการไหลของงานทั่วไปผ่านแผนกต่างๆ

ตารางที่ 3-1 ขั้นตอนการผลิตในแผนก

1 แผนกเตรียมไม้	2 แผนกขึ้นรูป	3. แผนกขัด	4. แผนกทำสี
ชื่อขั้นตอนการผลิต			
ไส 1 หน้า	ตัดขนาด	ขัดสัน	ย้อมสี
ไส 2 หน้า	ตัดองศา	ขัดหยาบ No.180	พ่นรองพื้นขาว
ตัดหยาบ	เซาะร่อง	ขัดหยาบ No.240	พ่นรองพื้นซิลเลอร์
ไส 4 หน้า	บังใบ	ขัดละเอียด No.320	พ่นโปรย
ไสซิด	ลบR	ขัดละเอียด เก็บมือ	พ่นทับหน้าแลกเกอร์
ตีฟันจ้อยท์	ตีเดือย	ขัดร่อง	สกรีน
อัดเส้น	สล็อต	ขัดแปรง	
ไสเส้น	เจาะรู 2.5 มม.	อุดโป๊ว+ขัด	
อัดประสาน	เจาะรู 6 มม.	ขัดลบคม	
ไสกาว	เจาะรู 6.2 มม.	ขัดสปร๊อง	
ซอยขนาด	เจาะรู 5.5 มม.	ขัดรองพื้นขาว	
เหลาไม้กลม	เจาะรู 8 มม.	ขัดรองพื้นซิลเลอร์	
เหลาเดือย	เจาะรู 8/4 มม.		
ตัดขนาด	เจาะรู 9/5 มม.		
คัดสีไม้	เจาะรู 13/8 มม.		
ขัดไม้กลม	เจาะรู 22 มม.		
	ขัดจี้สายพาน		
	วาดเลื่อย		
	ขึ้นรูปเพลาตั้ง		
	ขึ้นรูป Auto		
	ขึ้นรูปCNC		
	เดินเร้าท์เตอร์		
	ซอยขนาด		
	เจาะรูปั๊ม		
	ปั๊มตราร้อน		
	ตัดมุม		
	เจาะ 10*15		
	ตีเว้า		
	เจาะ 3*33		
	เจาะ 10 มม.		

ข้อมูลในการวางแผนผลิตของโรงงานประกอบไปด้วย

1. ข้อมูลพื้นฐานในการวางแผนผลิต

1.1 ชื่อลูกค้า โดยบอกถึงที่อยู่และความสำคัญของกลุ่มของลูกค้า เช่น ในประเทศ ต่างประเทศ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการขนส่งสินค้า

1.2 รายการผลิตภัณฑ์ คือ ฐานข้อมูลรายการสินค้าทั้งหมดที่โรงงานสามารถผลิตได้ ซึ่งประกอบไปด้วย รายการชิ้นส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ ขั้นตอนการผลิต เครื่องจักรที่ใช้ และเวลาที่ใช้ผลิตโดยประมาณ

1.3 กำลังการผลิตของแผนกหรือเครื่องจักร เพื่อนำไปคำนวณเวลาแล้วเสร็จของสินค้าที่ผลิต

2. ข้อมูลรับเข้า (Data Input) คือ ข้อมูลที่แปรเปลี่ยนตามช่วงเวลา ส่วนใหญ่เกิดจากลูกค้ากำหนดมาพร้อมกับใบสั่งซื้อ (Purchase Order)

2.1 รายการสินค้าที่ลูกค้าสั่ง

2.2 กำหนดส่ง

2.3 จำนวนที่สั่งผลิต

2.4 รายการสินค้าคงคลัง

2.5 ช่วงเวลาที่ต้องการวางแผน

3. ขั้นตอนการวางแผนการผลิต

ขั้นตอนที่ 1 เริ่มต้นจากฝ่ายขายและการตลาดรับใบสั่งซื้อ (Purchase Order)

ขั้นตอนที่ 2 ฝ่ายวางแผนประมาณกำลังการผลิตว่าจะสามารถผลิตทันกำหนดส่งหรือไม่ หากไม่ทันกำหนดจะตกลงกับลูกค้าเพื่อขอเลื่อนกำหนดส่ง เมื่อลูกค้ายินยอมก็จะทำการวางแผน การผลิตในขั้นตอนต่อไป

ขั้นตอนที่ 3 ทำการวางแผนการผลิต ตามลำดับดังต่อไปนี้

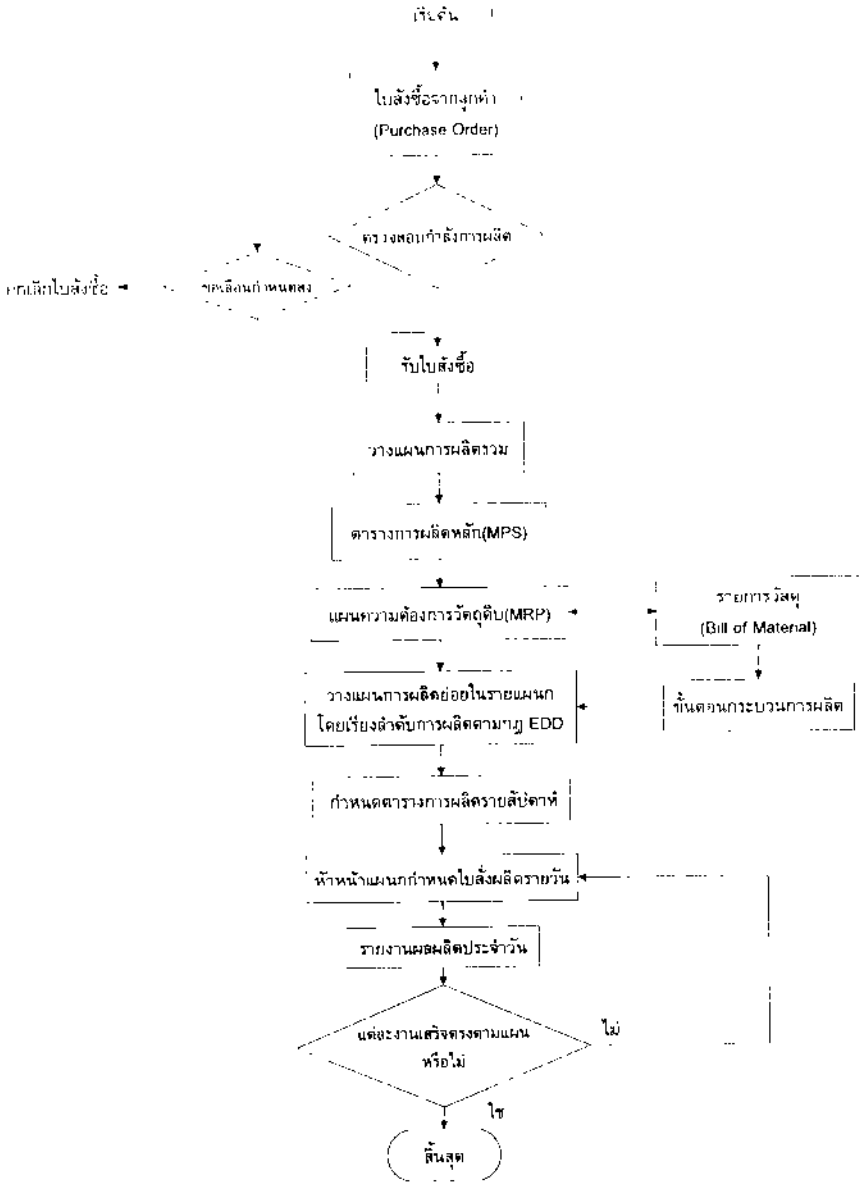
3.1 วางแผนการผลิตรวม

3.2 วางแผนการผลิตหลัก (MPS) ต่อเดือน

3.3 วางแผนความต้องการวัตถุดิบ (MRP)

3.4 วางแผนการผลิตย่อยรายวันให้กับแผนก โดยหัวหน้าแผนก

ขั้นตอนที่ 4 สรุปและบันทึกผลผลิตรายวัน โดยนำงานที่ค้างมาวางแผนผลิตในวันรุ่งขึ้น ซึ่งสามารถสรุปขั้นตอนการวางแผนโดยรวมของโรงงาน ดังในภาพที่ 3-2



ภาพที่ 3-2 ขั้นตอนการวางแผนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ไม้

4. หลักเกณฑ์ในการวางแผนการผลิต

ในการวางแผนการผลิตสำหรับระบบการผลิตที่ซับซ้อน และมีจำนวนค่อนข้างมากนั้น หลักเกณฑ์ทางฮิวริสติกที่นำเข้ามาใช้เพื่ออำนวยความสะดวกและลดเวลาหาคำตอบ ที่ต้องการ และยังสามารถจะจัดงานจำนวนมากๆ ได้ ซึ่งหลักเกณฑ์ดังกล่าวที่โรงงานตัวอย่างใช้มีดังต่อไปนี้

4.1 EDD (Earliest Due Date) ในการวางแผนผลิตหลัก คือ ในขั้นตอนแรก จะจัดเรียงลำดับงานตามกำหนดส่งของลูกค้าภายในเดือนมาจัดลงตารางผลิตก่อน

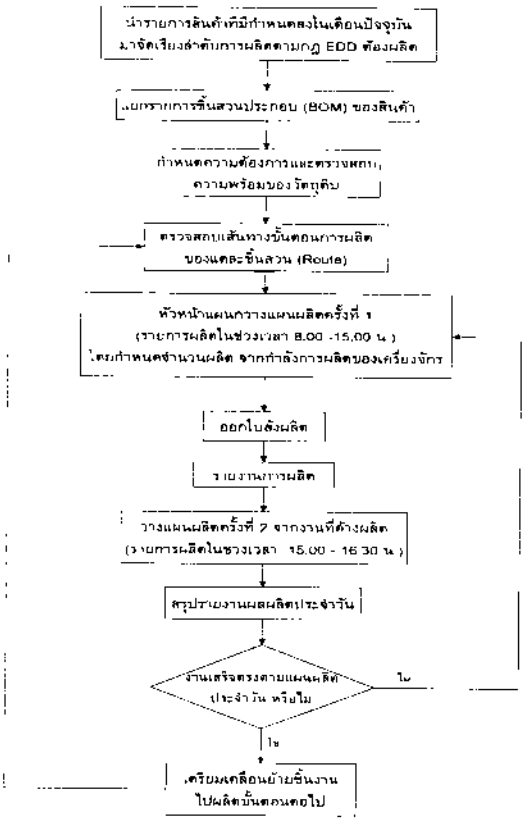
4.2 FCFS (First Come First Serve) ในการวางแผนผลิตย่อย กล่าวคือ หลังจากที่ได้เรียงลำดับตามกฎ EDD แล้ว จากนั้นหัวหน้าแผนกผลิตจะจัดเรียงลำดับงานภายในแผนกโดยจะตรวจเช็คความพร้อมของงานที่จะผลิตและจัดเรียงลำดับตามความพร้อมของงาน เช่น ในเรื่องของวัตถุดิบ และเครื่องจักร

5. การออกใบสั่งผลิตและบันทึกผลผลิตประจำวัน

ทางโรงงานจะออกใบสั่งผลิตให้แต่ละแผนกโดยหัวหน้าของแผนก ซึ่งมีการวางแผน 2 ครั้งต่อวัน ครั้งที่ 1 คือรายการผลิตในช่วงเวลา 8.00 - 15.00 น. และนำงานที่ค้างผลิตมาวางแผนผลิตครั้งที่ 2 คือรายการผลิตในช่วงเวลา 15.00 - 16.30 น. จากนั้นสรุปผลการผลิตประจำวันและวางแผนการผลิตของวันต่อไป ซึ่งในใบสั่งผลิตประกอบไปด้วยสองส่วนคือ

5.1 รายการชิ้นส่วนงานที่ต้องผลิต งานที่ทำ และจำนวนชิ้น

5.2 บันทึกรายงานผลการผลิต ที่แสดงจำนวนที่ทำได้ และเวลาที่ใช้ผลิต



ภาพที่ 3-3 การออกใบสั่งผลิตและบันทึกผลผลิตรายวัน

แบบฟอร์มใบสั่งผลิต ในช่วงเวลา 8.00 - 15.00 น.

แผนการทำงานประจำวันที่ ... .แผนก					F-PRO-03/1
(ส่วนนี้ส่ง ผ.จ.ก. ฝ่ายผลิตก่อนทำงานวันรุ่งขึ้น)					
ชื่อชิ้นงาน	งานที่ทำ	จำนวน ชิ้นงาน	จำนวนที่ทำได้		หมายเหตุ
			8.00	15.00	

แบบฟอร์มใบสรุปรายงานการผลิตประจำวัน ในช่วงเวลา 15.00 - 16.30 น.

บันทึกการทำงานตามแผน วันที่ ..... แผนก.....				F-PRO-03/2
(ส่วนนี้บันทึกการทำงานจริง และส่ง ผ.จ.ก. ฝ่ายผลิต 16.30 ทุกวัน)				
ชื่อชิ้นงาน	งานที่ทำ	จำนวน ทำได้จริง	ปัญหาหรืออุปสรรค	

3.2 ศึกษาและเก็บข้อมูลที่ใช้ในการจัดลำดับงาน

เนื่องจากโปรแกรมการจัดลำดับงานที่จะจัดทำขึ้น จะประมวลผลโดยใช้ฐานข้อมูลที่เก็บบันทึกไว้ ขั้นตอนแรกคือการสร้างฐานข้อมูลโดยเริ่มจากการเก็บและศึกษาข้อมูลที่ใช้จัดตารางการผลิตของโรงงานที่ประกอบไปด้วยคือ ข้อมูลเครื่องจักรและข้อมูลงานที่จะผลิต จากนั้นจะทำการสร้างแบบฟอร์มเพื่อจัดเก็บฐานข้อมูลของสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ใหม่ เพื่อใช้ประมวลผลการจัดลำดับการผลิต เริ่มจากการออกแบบฟอร์มฐานข้อมูลด้วย Microsoft Access ข้อมูลพื้นฐานที่ใช้จะประกอบด้วยสองชุดด้วยกัน คือ ฐานข้อมูลเครื่องจักร และฐานข้อมูลงานที่จะผลิต ซึ่งจะไม่ค่อยมีการเปลี่ยนแปลงมากนัก โดยจะใช้ประมวลผลร่วมกับข้อมูลรับเข้า (Data Input)

3.2.1 ข้อมูลเครื่องจักร ประกอบด้วย

3.2.1.1 ชื่อแผนก

3.2.1.2 หมายเลขเครื่องจักร

3.2.1.3 ชื่อเครื่องจักร

3.2.1.4 จำนวนเครื่อง

ตารางที่ 3-2 รายการเครื่องจักรในแผนก

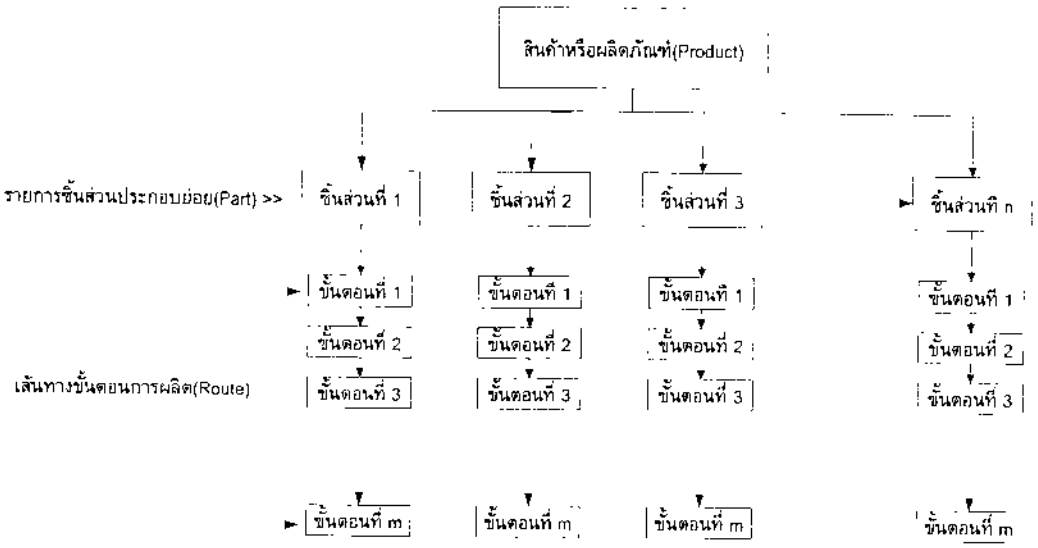
แผนก	หมายเลข	ชื่อเครื่องจักร	จำนวนเครื่อง
เตรียม	1-01	ตัดหยาบ	5
	1-02	ไส2น	5
	1-03	ไส1หน้า	3
	1-04	ไส4หน้า	3
	1-05	ไสซิด	2
	1-06	เครื่องผ่าซอย	5
	1-07	อัดประสาน	2
	1-08	เครื่องตัดไม้อัด	2
	1-09	เครื่องเหลากลม	1
	1-10	กลึง	1
ขึ้นรูป	2-01	เลื่อยวงเดือน	5
	2-02	เลาเตอร์	3
	2-03	CNC เลาเตอร์	1

ตารางที่ 3-2 (ต่อ)

แผนก	หมายเลข	ชื่อเครื่องจักร	จำนวนเครื่อง
ขึ้นรูป	2-04	Auto Copy	3
	2-05	เพลาตั้งใหญ่	6
	2-06	เพลาตั้งเล็ก	2
	2-07	เลื่อยสายพาน	1
	2-08	สไลด์	3
	2-09	สล้อต	2
	2-10	เพลาสไลด์	1
	2-11	ดีเดือย	2
	2-12	เจาะ 24 หัว1	1
	2-13	เจาะ 8 หัว1	1
	2-14	เจาะ 21หัว1	1
	2-15	เจาะแท่น	6
	2-16	ขัดสายพาน	2
	2-17	ต่อหัวไม้	2
	2-18	เจาะหัวลม	3
ขัด	3-01	ปัดแปรง	4
	3-02	สปร้องค์	2
	3-03	เครื่องขัดแท่น	2
ทำสี	4-01	พ่นออโต้	1
	4-02	ม่านน้ำตก	1
	4-03	Line แขวน	1
	4-04	กาพ่นมือ	3
	4-05	Line อุโมงค์	1
	4-06	ขัดแปรง	3
	4-07	ขัดลม	1

3.2.2 ข้อมูลสินค้าที่ผลิต

สินค้าหรือผลิตภัณฑ์ที่โรงงานทำการผลิต โดยส่วนใหญ่งานที่ผลิตจะมีชิ้นส่วนประกอบย่อย (Part) และแต่ละชิ้นส่วนประกอบย่อยก็จะมีเส้นทางขั้นตอนการผลิต (Route) ที่แตกต่างกันออกไป ดังในภาพที่ 3-4 ซึ่งในการจัดทำตารางการผลิตสินค้าค่อนข้างจะยุ่งยากสลับซับซ้อน เกิดความไม่ลงตัวในตารางการผลิตทำให้ช่วงกว้างเวลาในการผลิตเพิ่มมากขึ้น ในที่นี้ข้อมูลงานที่ใช้ในการจัดตารางการผลิตคือ ข้อมูลชิ้นส่วนประกอบ (Part)



ภาพที่ 3-4 ตัวอย่างเส้นทางขั้นตอนการผลิตของสินค้าหรือผลิตภัณฑ์

3.2.2.1 รายการข้อมูลงานที่ต้องการมีดังต่อไปนี้ คือ

ก) รหัสสินค้า (Product ID.)

ข) ชื่อสินค้า (Product Name)

ค) รหัสชิ้นงาน (Job ID.)

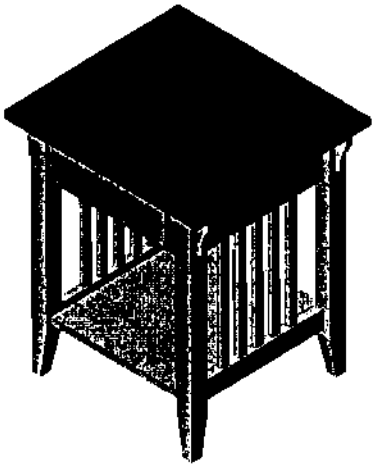
ง) ชื่อชิ้นงาน (Job Name)

จ) เส้นทางขั้นตอนการผลิตของชิ้นงาน (Route)

ช) เวลาที่ใช้ผลิตชิ้นงานต่อชิ้น (Cycle time)

ฉ) เวลาตั้งเครื่อง (Setup time)

ตัวอย่างสินค้า M.END TABEL



ภาพที่ 3-5 M.END TABEL

3.2.2.2 รายการชิ้นส่วนประกอบของสินค้า (Part)

ตารางที่ 3-3 ตัวอย่างรายการชิ้นส่วนประกอบของสินค้า M.END TABEL

รหัสผลิตภัณฑ์:	PRO_046		Series.	DINING SET		
ชื่อผลิตภัณฑ์	M.END TABEL		กลุ่ม ผลิตภัณฑ์	TABLE		
ลำดับที่	รหัสชิ้นงาน	ชื่อชิ้นงาน	จำนวน (ชิ้น)	ขนาด (มม.)		
				ความกว้าง	ความยาว	ความหนา
1	MN-01	ขาหน้า-หลัง	4	40	540	40
2	MN-02	รัดขาบน	2	110	346	20
3	MN-03	รัดขาล่าง	2	42	346	20
4	MN-04	พนังหลัง	1	110	335	20
5	MN-05	พนังหน้าสั้น	2	33	90	20
6	MN-06	พนังหน้ายาว	1	20	335	20
7	MN-07	ไม้รางลิ้นชัก	1	23	330	20
8	MN-08	หน้าลิ้นชัก	1	95	289	15
9	MN-09	กรอบหน้าลิ้นชัก	1	68	236	15
10	MN-10	กรอบหลังลิ้นชัก	1	56	236	15
11	MN-11	ซี่ระแนง	10	20	293	12
12	MN-12	แผ่นพื้นชั้นล่าง	1	335	370	16
13	MN-13	คิ้วข้าง	4	30	90	15
14	MN-14	กรอบข้างลิ้นชัก	2	68	310	15
15	MN-15	พื้นลิ้นชัก	1	245	300	4
16	MN-16	ไม้ก้อนสต๊อปเปอร์ลิ้นชัก	1	15	50	8

3.2.2.3 เส้นทางขั้นตอนการผลิตของชิ้นส่วนประกอบ (Route)

ตัวอย่างชิ้นส่วน ขาหน้า – หลัง

รหัสผลิตภัณฑ์ : PRO_046

ชื่อผลิตภัณฑ์ : M-End Table

ตารางที่ 3-4 ตัวอย่างเส้นทางขั้นตอนการผลิต (Route)

ชิ้นส่วน :	ขาหน้า – หลัง		
ขั้นตอนที่	ชื่อขั้นตอนการผลิต	เครื่องจักรที่ใช้	เวลาที่ใช้ผลิตต่อชิ้น (นาที)
1	ไส 2 หน้า	ไส 2 หน้า	0.25
2	ตัดหยาบ	ตัดหยาบ	0.1
3	ไส 4 หน้า	ไส 4 หน้า	0.75
4	ไสซิด	ไสซิด	0.5
5	ตัดขนาด	เลื่อยสายพาน	0.2
6	ขัดสัน	ขัดสายพาน	0.3
7	ขึ้นรูปเพลาตั้ง	เพลาตั้งใหญ่	0.4
8	สล๊อต	สล๊อต	0.5
9	เจาะ 10 มม.	เจาะ24 หัว1	0.5
10	เจาะ 5.5 มม.	เจาะ8 หัว1	0.5
11	สล๊อต	สล๊อต	0.5
12	ขัดแปรง	ปัดแปรง	0.25
13	ขัดหยาบ	สปร๊องค์	0.35
14	ขัดละเอียด	เครื่องขัดแท่น	0.45
15	ย้อมสี	Line แขวน	0.15
16	พ่นรองพื้นซิลเลอร์	ม่านน้ำตก	0.15
17	ขัดรองพื้น	ขัดแปรง	0.35
18	พ่นโปรย	พ่นออโต้	0.5
19	พ่นทับหน้าแลกเกอร์	Line อุโมงค์	0.45
20	ขัดลูบ	ขัดมือ	0.1

3.2.3 ข้อมูลรับเข้า (Data Input) เป็นข้อมูลที่ต้องใส่เพิ่มให้กับใบสั่งผลิตสินค้า (Job Order) ให้ชุดข้อมูลมีความสมบูรณ์ครบถ้วนก่อนขั้นตอนการประมวลผลของโปรแกรม ที่เชื่อมโยงจากฐานข้อมูลงาน ข้อมูลรับเข้าขึ้นอยู่กับการสั่งซื้อของลูกค้าตามฤดูกาล หรือภาวะการผลิตของโรงงานในช่วงเวลานั้น มีดังนี้คือ

3.2.3.1 เลขที่ใบสั่งงาน (JO-No.)

3.2.3.2 กำหนดส่งงาน (Due date)

3.2.3.3 เวลาที่งานพร้อมจะผลิต (Release date)

3.2.3.4 น้ำหนักความสำคัญของงาน (Weight)

3.2.3.5 จำนวนงานที่ลูกค้าสั่ง (Quantity)

3.3 หลักเกณฑ์ทางฮิวริสติกที่ใช้ในการจัดลำดับงาน

เนื่องจากการจัดตารางการผลิตแบบตามสั่ง (Job Shop) ซึ่งมีหลายขั้นตอนการผลิต ทำให้เกิดความยุ่งยากในการกำหนดตารางเวลาการทำงาน ในการคำนวณเวลาเริ่มงานต้องรอให้เครื่องจักรว่างงาน ในเบื้องต้นค่าเวลาที่ใช้คำนวณจะมีหน่วยเดียวกัน โดยในการจัดลำดับการงานจะต้องอยู่ภายใต้เงื่อนไข ดังต่อไปนี้

1. เส้นทางตามลำดับขั้นตอนการผลิต (Route)
2. เวลาพร้อมผลิตของงาน (Release Date)
3. เวลาพร้อมทำงานของเครื่องจักร (Availability)

ในส่วนของโปรแกรมการจัดลำดับงานที่จัดทำขึ้นนี้ใช้หลักเกณฑ์ทางฮิวริสติก 6 วิธี ซึ่งเป็นเกณฑ์พื้นฐานที่นิยมใช้กันอยู่เป็นหลักๆโดยทั่วไป ซึ่งในทางปฏิบัติอาจต้องใช้มากกว่า 1 หลักเกณฑ์ ขึ้นอยู่กับเงื่อนไขหรือข้อจำกัดของโรงงาน โดยนำมาเรียงลำดับตามความสำคัญที่ใช้ในการจัดลำดับงานของโรงงานในปัจจุบัน และคำนวณหาค่าเวลารวมที่ใช้ในการผลิตจนครบทุกขั้นตอน จากสมการ

$$t_i = Q_i\left(\sum_{j=1}^{m} Cyt_{ij}\right) + \sum_{j=1}^{m} Set_{ij} \qquad 3\text{-}1$$

เมื่อ t_i = Processing time ของงาน i จนครบทุกขั้นตอน (นาที)

Q_i = จำนวนของงาน i ที่ต้องการผลิต (ชิ้น)

Cyt_{ij} = Cycle time ของงาน i ในขั้นตอน j (นาทีต่อชิ้น)

Set_{ij} = Setup time ของงาน i ในขั้นตอน j (นาที)

ตัวอย่างการคำนวณเวลาที่ใช้ในการผลิตรวมทุกขั้นตอน

ตารางที่ 3-5 การผลิตขาหน้า - หลัง สินค้า M - End Table จำนวน 500 ชิ้น

ชิ้นส่วน :	ขาหน้า – หลัง			
ขั้นตอนที่	ชื่อขั้นตอนการผลิต	เครื่องจักรที่ใช้	Setup Time (นาที)	เวลาที่ใช้ผลิตต่อชิ้น (นาที)
1	ไส 2 หน้า	ไส 2 หน้า	10	0.25
2	ตัดหยาบ	ตัดหยาบ	5	0.1
3	ไส 4 หน้า	ไส 4 หน้า	15	0.75
4	ไสซิด	ไสซิด	5	0.5
5	ตัดขนาด	เลื่อยสายพาน	5	0.2
6	ขัดสัน	ขัดสายพาน	5	0.3
7	ขึ้นรูปเพลาตั้ง	เพลาตั้งใหญ่	5	0.4
8	สล๊อต	สล๊อต	10	0.5
9	เจาะ 10 มม.	เจาะ24 หัว1	10	0.5
10	เจาะ 5.5 มม.	เจาะ8 หัว1	10	0.5
11	สล๊อต	สล๊อต	5	0.5
12	ขัดแปรง	ขัดแปรง	0	0.25
13	ขัดหยาบ	สปริองค์	5	0.35
14	ขัดละเอียด	เครื่องขัดแท่น	5	0.45
15	ย้อมสี	Line แขวน	10	0.15
16	พ่นรองพื้นชิลเลอร์	ม่านน้ำตก	15	0.15
17	ขัดรองพื้น	ขัดแปรง	5	0.35
18	พ่นโปรย	พ่นออโต้	20	0.5
19	พ่นทับหน้าแลกเกอร์	Line อุโมงค์	15	0.45
20	ขัดลูบ	ขัดมือ	0	0.1

จากสมการที่ 3-1

t_i = 500(0.25 + 0.1 + 0.75 + 0.5 + 0.2 + 0.3 + 0.4 + 0.5 + 0.5 + 0.5 + 0.5 + 0.25 + 0.35 + 0.45 + 0.15 + 0.15 + 0.35 + 0.5 + 0.45 + 0.1) + (10 + 5 + 15 + 5 + 5 + 5 + 5 + 10 + 10 + 10 + 5 + 5 + 5 + 10 + 15 + 5 + 20 + 15)

= 2,775 นาที

หลักเกณฑ์ในการจัดเรียงลำดับงานตามกฎฮิวริสติก

1. Weighed - Scheduling Rule: WSPT คือ ทำงานที่สัดส่วนเวลาต่อหน่วยน้ำหนักความสำคัญของงานน้อยสุดก่อน

$$(t_1/W_1) < (t_2/W_2) < (t_3/W_3) < \ldots < (t_n/W_n)$$

2. Earliest Due Date: EDD คือ ทำงานที่จะถึงวันใกล้กำหนดส่งก่อน

$$d_1 < d_2 < d_3 < \ldots < t_n$$

3. First Come-First Served: FCFS คือ รับก่อนทำก่อน

$$Rls_1 < Rls_2 < Rls_3 < \ldots < Rls_n$$

4. Minimum Slack Time: MS คือ ทำงานชิ้นที่มีเวลาเหลือสำหรับการทำงานน้อยที่สุดก่อน

$$Sl_1 < Sl_2 < Sl_3 < \ldots < Sl_n$$

5. Shortest Processing Time: SPT คือ ทำงานที่ใช้เวลาน้อยที่สุดก่อน

$$t_1 < t_2 < t_3 < \ldots < t_n$$

6. Longest Processing Time: LPT คือ เลือกทำงานที่ใช้เวลานานที่สุดก่อน

$$t_1 > t_2 > t_3 > \ldots > t_n$$

เมื่อ Rls_i คือ Release Date ของงานตำแหน่งที่ i

d_i คือ Due Date ของงานตำแหน่งที่ i

W_i คือ Weight ของงานตำแหน่งที่ i

Sl_i คือ Slack ของงานตำแหน่งที่ i

3.4 การวัดประสิทธิภาพของการจัดลำดับงาน

ปกติในกระบวนการผลิตจะมีเงื่อนไขต่าง ๆ เกิดขึ้นตามความแตกต่างของแต่ละโรงงาน โดยส่วนใหญ่เป้าหมายที่ใช้วัดประสิทธิภาพของการจัดตารางการผลิตคือ เวลาเสร็จงานของทุกงานจะต้องทันกับกำหนดส่ง (Due Date) ของลูกค้า ต้องการให้เวลาที่ใช้ในการผลิตรวมต่ำสุด

ในบางเป้าหมายของการจัดตารางการผลิตคือ เพื่อลดเวลางานที่อยู่ในระบบหรือลดการคอยงานในกระบวนการผลิตนั่นเอง จะเห็นได้ว่าเป้าหมายสำหรับการจัดตารางการผลิตแบ่งออกเป็น 2 เกณฑ์ คือ Due Date Base และ Time Base ซึ่ง มีรายละเอียดดังนี้

1. Release Time คือ เวลาที่งานพร้อมในการผลิต
2. Setup Time คือ เวลาในการปรับตั้งเครื่องจักร
3. Processing Time คือ เวลาที่ใช้ในการผลิต
4. Due Date คือ เวลาการกำหนดส่งงานที่ลูกค้าต้องการ
5. Tardiness คือ เวลาที่เสร็จงานที่มีค่ามากกว่า Due Date ซึ่งมีค่าเป็นบวก
6. Lateness คือ ค่าเวลาที่เสร็จงานมีค่าน้อยกว่าหรือมากกว่า Due Date ซึ่งมีทั้งค่าลบและค่าบวก

จากความหมายของคำสำคัญต่างๆ จึงมีการนำลักษณะที่แตกต่างกันที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตไปใช้ในการวัดประสิทธิภาพดังที่ได้กล่าวในข้างต้น โดยต้องการหาค่าน้อยที่สุดของตัวชี้วัดดังต่อไปนี้

1. การหาช่วงกว้างของเวลาในการทำงาน (Makespan) สั้นที่สุด

   จากสมการที่ 2-1 $M_s = \sum_{i=1}^{n} t_i$

2. เวลาการไหลของงานที่อยู่ในระบบเฉลี่ย (Mean Flow Time)

   จากสมการที่ 2-3 $\bar{F} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} F_i$

3. เวลาส่งงานล่าช้าสูงสุด (Max tardiness)

   จากสมการที่ 2-5 $Tmax = \max \{0, Ci,s - di\}$

4. ผลรวมของเวลาส่งงานล่าช้า (Total tardiness)

   $T_{Total} = \sum_{i=1}^{n} T_i$

5. เวลาส่งงานล่าช้าเฉลี่ย (Mean tardiness)

   จากสมการที่ 2-7 $\bar{T} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} T_i$

6. จำนวนงานที่ส่งไม่ทันกำหนด (Number of tardy jobs)

   จากสมการที่ 2-8 $N_T = \sum_{i=1}^{n} \beta_i$

3.5 การทำงานของโปรแกรมการจัดลำดับงาน

หลังจากที่ได้สร้างฐานข้อมูล ขั้นตอนต่อไปนี้เป็นการออกแบบกระบวนการทำงานให้กับโปรแกรมการจัดลำดับงาน ให้ทำการจัดเรียงลำดับงานตามกฎเกณฑ์ทางฮิวริสติก โดยอยู่ภายใต้เงื่อนไขข้อจำกัดของงานและเครื่องจักร โดยทำการตรวจเช็คหาค่าเวลาที่ถูกต้องก่อนนำมาใช้กำหนดเวลาเริ่มการทำงาน และวนลูปซ้ำไปมาหลายรอบ เริ่มจากเชื่อมโยงข้อมูลที่ใช้ประมวลผลในภาพที่ 3-6

3.5.1 ข้อมูลที่ใช้ในการประมวลผล

3.5.1.1 ข้อมูลงาน

ก) รหัสงาน (Job ID.)

ข) ขั้นตอนการผลิต (Route)

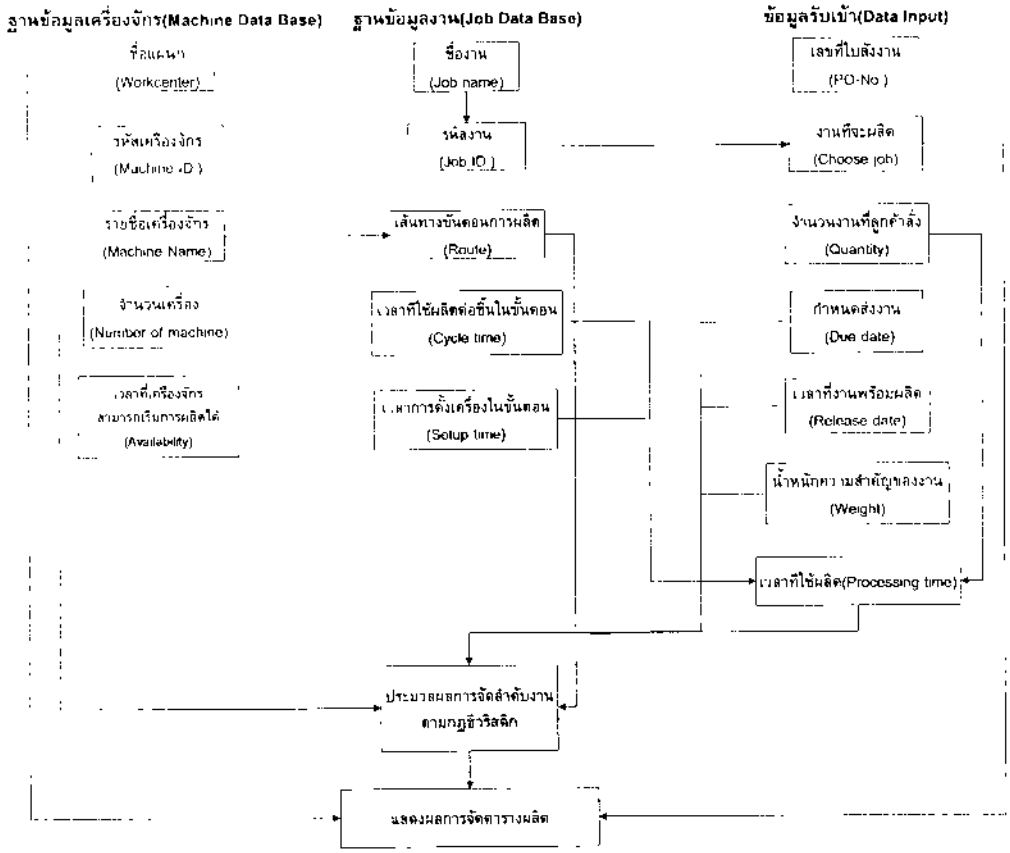
ค) เวลาที่ใช้ผลิตต่อชิ้น (Cycle time)

ง) เวลาตั้งเครื่อง (Setup time)

3.5.1.2 ข้อมูลเครื่องจักร

ก) รหัสเครื่องจักร (Machine ID)

ข) จำนวนเครื่องจักรในกลุ่ม (Number of Machine)



ภาพที่ 3-6 การเชื่อมโยงระหว่างชุดข้อมูล

3.5.2 ขั้นตอนการทำงานประมวลผลของโปรแกรม

3.5.2.1 เริ่มต้นด้วยการเลือกงานที่ต้องการออกใบสั่งผลิต โปรแกรมจะเรียกรหัสงาน (Job ID.) พร้อมกับชื่องานมาให้ผู้วางแผนเลือกจากฐานข้อมูลงานที่ได้สร้างไว้

3.5.2.2 เพิ่มความสมบูรณ์ให้กับข้อมูลงานก่อนประมวลผล โดยต้องกรอกค่าข้อมูลนำเข้า (Data Input) จากนั้นทำการบันทึกรายการงานที่จะสั่งผลิตในครั้งนี้

3.5.2.3 ผู้วางแผนทดลองเลือกวิธีการจัดลำดับงานตามกฎฮิวริสติก ดังนี้คือ SPT (k =1), LPT (k =2), EDD (k =3), FCFS (k =4), WSPT (k =5) และ MS (k =6)

3.5.2.4 โปรแกรมทำการจัดเรียงลำดับงานที่ i ถึง n

3.5.2.5 เริ่มต้นที่ i = 1 พร้อมทั้งเรียกข้อมูลที่เป็นเงื่อนไขของงาน คือ เส้นทางขั้นตอนการผลิต และเวลาที่ใช้ผลิตรวมเวลาตั้งเครื่อง

3.5.2.6 ตรวจสอบว่าได้ทำการจัดลำดับงานครบหรือไม่ โดยสร้างเงื่อนไขว่า หากค่า i = n +1 แล้วให้ข้ามไปที่ข้อ 3.5.2.12

3.5.2.7 หากการจัดลำดับงานยังไม่ครบทุกจำนวนงาน (n) จะเริ่มจัดจากขั้นตอนการผลิตที่ 1 (j = 1) และวนลูปซ้ำไปจนถึงขั้นตอนสุดท้าย (m)

3.5.2.8 ตรวจเช็คว่าได้ทำการจัดงานครบทุกขั้นตอนหรือไม่จาก j < m ถ้าไม่ใช่ให้ค่า i = i +1 วนกลับไปทำซ้ำขั้นตอนที่ 3.5.2.5 หรือหมายความว่า เมื่อจัดงานปัจจุบันเข้าสู่เครื่องจักรจนครบทุกขั้นตอนแล้ว ให้เริ่มจัดงานลำดับต่อไป

3.5.2.9 นำเงื่อนไขเส้นทางขั้นตอนการผลิตมาทำการกำหนด และหาค่าเวลาเริ่มงาน คือ TSij = Max [Release Datei : Machine Availabilityj]

3.5.2.10 กำหนดเวลาเสร็จขั้นตอนจาก $TF_{ij} = TS_{ij} + t_{ij} + Set_{ij}$ พร้อมทั้งบันทึกเวลาทำงานในตารางเครื่องจักร เพื่อใช้เป็นค่า Machine Availability, หากมีงานอื่นที่ต้องทำงานบนเครื่องจักรนี้

3.5.2.11 เก็บบันทึกผลการจัดเรียงลำดับงาน และวนกลับไปจัดงานตามลำดับขั้นตอนการผลิตต่อไป โดย j = j + 1 และวนกลับไปทำซ้ำขั้นตอนที่ 3.5.2.7

สรุปขั้นตอนที่ 3.5.2.5 – 3.5.2.11 ได้ดังนี้

เมื่อ $(t + Set)_{ij}$ คือ เวลาที่ใช้ผลิตบวกด้วยเวลาตั้งเครื่อง ของลำดับงานที่ i ในขั้นตอนการผลิตที่ j

1. $(t + Set)_{11} + (t + Set)_{12} + (t + Set)_{13} + \ldots\ldots\ldots\ldots + (t + Set)_{1m}$
2. $(t + Set)_{21} + (t + Set)_{22} + (t + Set)_{23} + \ldots\ldots\ldots\ldots + (t + Set)_{2m}$
3. $(t + Set)_{31} + (t + Set)_{32} + (t + Set)_{33} + \ldots\ldots\ldots\ldots + (t + Set)_{3m}$

   .....

n. $(t + Set)_{n1} + (t + Set)_{n2} + (t + Set)_{n3} + \ldots\ldots\ldots\ldots + (t + Set)_{nm}$

3.5.2.12 คำนวณประสิทธิภาพของการจัดเรียงลำดับงานแบบ k และบันทึกค่าไว้สำหรับเปรียบเทียบผล

3.5.2.13 หากต้องการทดลองจัดเรียงลำดับงานแบบอื่นต่อไป วนกลับไปทำซ้ำที่ขั้นตอน 3.5.2.3

3.5.2.14 แสดงผลการจัดตารางการผลิตงานแบบ k ตามที่ผู้วางแผนต้องการ โดยแปลงค่า TSij และ TFij จากหน่วยนาที ให้แสดงผลเป็น วันที่ – เวลา การทำงาน ดังนี้

ก) กำหนดตัวแปรเวลาการทำงาน

ตัวแปรวันที่และเวลา dd / mn / yyyy hh : mm

1. Strd คือ วันที่เริ่มวางแผน
2. DD_{ij}, MN_{ij}, YY_{ij}, HH_{ij} : MM_{ij} = วัน, เดือน, ปี ชั่วโมง และนาที ที่เริ่มขั้นตอนการผลิตงาน i ในขั้นตอน j ตามลำดับ

3. dd_{ij}, mn_{ij}, yy_{ij}, hh_{ij} : mm_{ij} = วัน, เดือน, ปี, ชั่วโมง และนาที ที่สิ้นสุดการผลิตงาน i ในขั้นตอน j ตามลำดับ

ตัวแปรช่วงเวลาในการทำงาน

4. A1 = เวลาเริ่มงานของกะเช้า
5. A2 = เวลาหยุดพักของกะเช้า
6. B1 = เวลาเริ่มงานของกะบ่าย
7. B2 = เวลาหยุดพักของกะบ่าย

ข) ขั้นตอนการคำนวณ

Start Time = Strd + (A1 + TS_{ij})

Finish Time = Strd + (A1 + TF_{ij})

IF mm_{ij} >= 60

Then hh_{ij} = hh_{ij} +1

mm_{ij} = mm_{ij} - 60

IF hh_{ij} > A2

Then hh_{ij} = B1 + (hh_{ij} – A2)

IF hh_{ij} > B2

Then hh_{ij} = A1 + (hh_{ij} – B2)

dd_{ij} = dd_{ij} + 1

IF dd_{ij} > 30

Then dd_{ij} = 1

mn_{ij} = mn_{ij} + 1

IF mm_{ij} > 12

Then mn_{ij} = 1

yy_{ij} = yy_{ij} + 1

3.5.2.15 แสดงผลตารางการผลิตของเครื่องจักร โดยจัดเรียงลำดับงานที่ผ่านเครื่องจักรในแผนก เริ่มจากแผนกผลิตที่ 1 ไปจนถึงแผนกสุดท้าย ซึ่งมีขั้นตอนการทำงาน ดังนี้

ก) เรียกข้อมูลจากตารางการผลิตของงานมาเก็บบันทึกไว้

ข) จัดเรียงข้อมูลจากค่าน้อยไปหาค่ามากในคอลัมน์แผนก

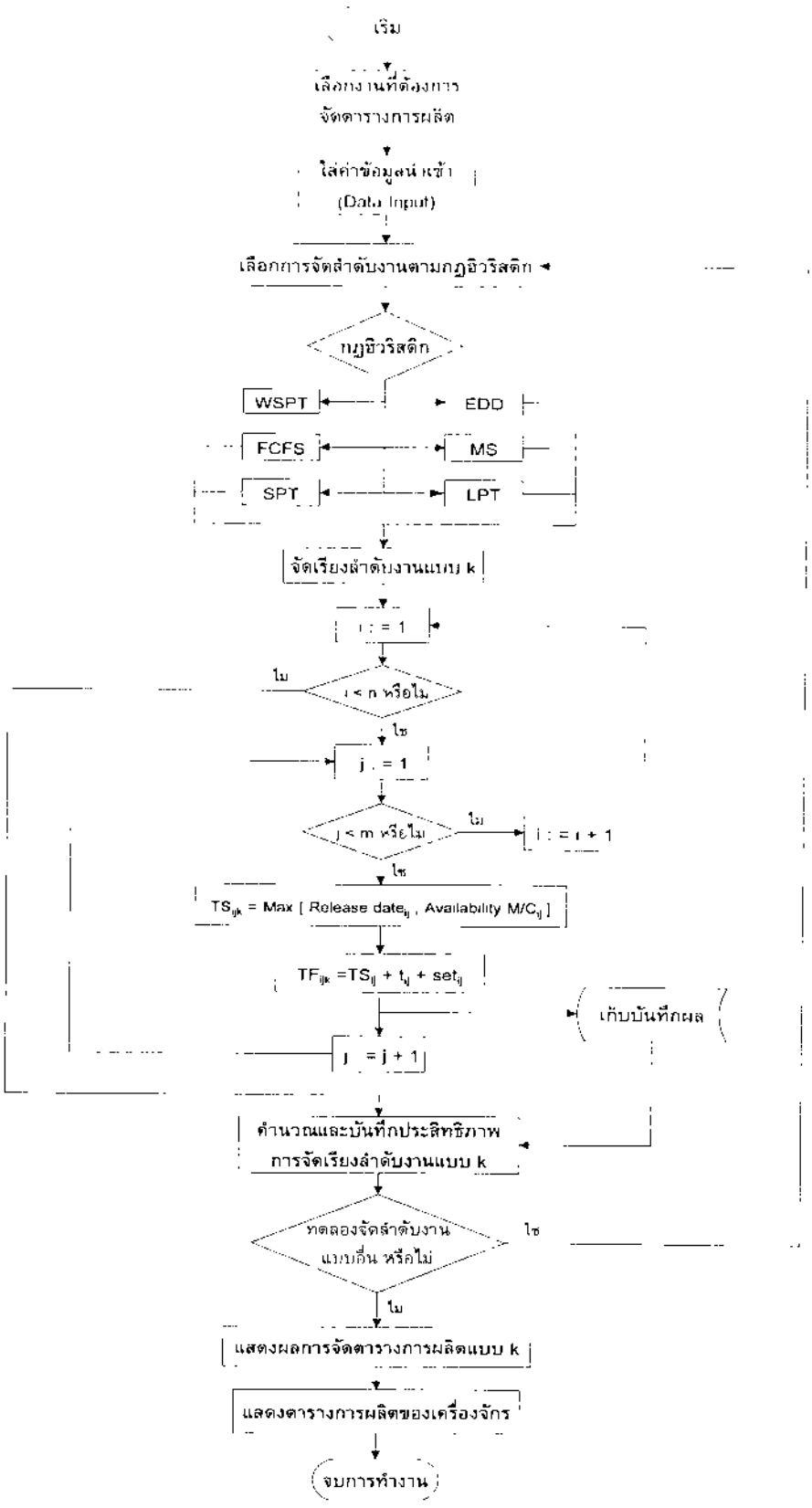
ค) จัดเรียงข้อมูลจากค่าน้อยไปหาค่ามากในคอลัมน์เครื่องจักร

ง) จัดเรียงข้อมูลจากค่าน้อยไปหาค่ามากในคอลัมน์วันที่เริ่มผลิต

จ) จัดเรียงข้อมูลจากค่าน้อยไปหาค่ามากในคอลัมน์เวลาเริ่มผลิต

3.5.2.16 บันทึกผลการจัดตารางการผลิต

3.5.2.17 จบการทำงาน



ภาพที่ 3-7 แผนภูมิการทำงานประมวลผลของโปรแกรม

3.5.3 การแสดงผลการจัดลำดับงาน

การจัดลำดับงานเป็นขั้นตอนหนึ่งในการจัดตารางการผลิต เพื่อการบริหารการจัดการเวลาว่าจะใช้เวลาในแต่ละช่วงทำงานใด การจัดลำดับงานก็เพื่อต้องการทราบว่าวิธีใดที่ให้คำตอบใกล้เคียงกับเป้าหมายที่ต้องการ ในการใช้โปรแกรมการจัดลำดับงานผู้วางแผนต้องเปรียบเทียบผลจากตารางบันทึกประสิทธิภาพการจัดลำดับงาน (Log Book) ตามตัวชี้วัดประสิทธิภาพการจัดลำดับงานดังรายการในหัวข้อที่ 3-5 เพื่อตัดสินใจเลือกว่าจะใช้วิธีการจัดลำดับงานแบบใดในการกำหนดตารางการผลิต โดยส่วนใหญ่เป้าหมายของการจัดลำดับงานในโรงงานอุตสาหกรรมก็คือ ต้องการให้จำนวนงานส่งล่าช้าต่ำสุด และลดช่วงกว้างของเวลาในการผลิตรวม

การแสดงผลของโปรแกรมการจัดลำดับงานจะประกอบไปด้วย 2 ส่วน คือ ตารางการผลิตของงาน และตารางการผลิตของเครื่องจักร ที่กำหนดเวลาเริ่มและเวลาจบของแต่ละขั้นตอนการผลิต ซึ่งผู้วางแผนจะนำผลการจัดลำดับงานที่ได้นำมาทำการกำหนดรายละเอียดให้กับตารางการผลิต (Detail Scheduling) เช่น รายการวัตถุดิบ, รายการวัสดุอุปกรณ์, เครื่องมือ และพนักงาน เพื่อเตรียมพร้อมล่วงหน้าก่อนถึงเวลาการผลิต หรือใช้พิจารณาในการปรับเปลี่ยนจากแผนผลิตแบบเดิมให้สอดคล้องกับเป้าหมายมากขึ้น เช่น ใช้ค่ามากสุดของเวลาส่งงานล่าช้า (Max Tardiness) ในการเพิ่มชั่วโมงการทำงาน (Over Time) หรือแบ่งงานให้ผู้จ้างเหมา (Sub Contact)

3.5.3.1 ตารางการผลิตของงาน (Job Schedule) จากผลการจัดเรียงลำดับงานโดยให้ความสนใจกับงานหรือสินค้าว่าต้องผ่านขั้นตอนการผลิตใดบ้าง เพื่อกำหนดรายละเอียดของขั้นตอนและหาคำตอบของงาน โดยแสดงผล ดังนี้

ก) ลำดับขั้นตอนกระบวนการผลิต

ข) ช่วงกว้างเวลาในการผลิตรวม (Makespan)

ค) เวลาเสร็จขั้นตอนสุดท้ายของงาน ทันกำหนดส่งหรือไม่

ง) เวลาเริ่ม – จบ และเครื่องจักรที่ใช้ ในแต่ละขั้นตอน

3.5.3.2 ตารางการผลิตของเครื่องจักร (Machine Schedule) คือการแสดงผลที่ให้ความสนใจไปที่เครื่องจักรว่ามีรายการลำดับการผลิตสินค้าหรืองานอย่างไร โดยมีรายละเอียดขั้นตอนการผลิตของเครื่องจักร ดังนี้

ก) ลำดับการผลิตงานบนเครื่องจักร

ข) เวลาเริ่ม – จบการผลิต ของแต่ละงาน

ค) เวลาการทำงานและเวลาว่างงานของเครื่องจักร

บทที่ 4
ผลการวิจัย

จากกฎเกณฑ์ทางฮิวริสติกที่ใช้จัดลำดับงานกันอยู่ในปัจจุบัน จึงได้นำหลักเกณฑ์ดังกล่าวมาออกแบบพัฒนาโปรแกรมการจัดลำดับงาน เพื่อลดเวลาและความผิดพลาดในการวางแผนของกระบวนการผลิตแบบตามสั่ง (Job Shop) โดยใช้ข้อมูลกรณีศึกษาจากอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ไม้ เพื่อหาคำตอบว่าจะผลิตสินค้าใดก่อนและหลัง ใช้เวลาในแต่ละช่วงทำงานใด จากการจัดตารางการผลิตแบบนั้นเกิดประสิทธิภาพเท่าใด สอดคล้องกับนโยบายหรือเป้าหมายของโรงงานหรือไม่ บทนี้กล่าวถึงผลจากการออกแบบจัดทำโปรแกรมการจัดลำดับงาน องค์ประกอบพื้นฐานในการประมวลผล การทดสอบโปรแกรมกับกรณีศึกษา และสรุปความสามารถของโปรแกรมที่จัดทำขึ้น

4.1 การออกแบบจัดทำโปรแกรมการจัดลำดับงาน

การจัดลำดับงานหรือการจัดตารางการผลิตด้วยมนุษย์นั้น เป็นขั้นตอนที่ยุ่งยากซับซ้อน เพราะต้องใช้การคำนวณหลายขั้นตอนวนซ้ำกันไปมา ดังนั้นเพื่อป้องกันความผิดพลาดของมนุษย์ จึงได้ทำการออกแบบพัฒนาโปรแกรมการจัดลำดับงานเพื่อช่วยในการจัดตารางการผลิต จากที่ได้ทำการออกแบบกระบวนการทำงานให้กับโปรแกรม และทำการสร้างฟอร์มโปรแกรมขึ้นโดยใช้โปรแกรมไมโครซอฟต์วิชวลเบสิก 6 (Microsoft Visual Basic 6) ที่เป็นภาษาการเขียนโปรแกรมแบบวิชวล (Visual Programming Language, VPL) ใช้เชื่อมต่อกับฐานข้อมูลที่สร้างขึ้นด้วยไมโครซอฟต์เอกเซส (Microsoft Access)

เนื่องจากโปรแกรมไมโครซอฟต์วิชวลเบสิก 6 เป็นภาษาที่สามารถออกแบบและสร้างโปรแกรมได้ง่าย สามารถพัฒนาต่อไปได้ในอนาคต ง่ายต่อการใช้งาน มีแบบฟอร์มที่สวยงามบนระบบปฏิบัติการบนไมโครซอฟต์วินโดว์ (Microsoft Window)

4.2 องค์ประกอบพื้นฐานในการประมวลผล

องค์ประกอบพื้นฐานก่อนทำการประมวลผลของโปรแกรมการจัดลำดับงาน คือ ฐานข้อมูลงาน, ฐานข้อมูลเครื่องจักร และตารางข้อมูลนำเข้า จากที่ได้ทำการเก็บและศึกษาข้อมูลที่ใช้จัดทำโปรแกรมการจัดลำดับงาน จากนั้นได้ทำการสร้างแบบฟอร์มในการเก็บข้อมูลเพื่อให้ทำงานร่วมกับโปรแกรม โดยแสดงตัวอย่างแบบฟอร์มตารางฐานข้อมูลที่ออกแบบสร้างขึ้นและข้อมูลที่ได้เก็บบันทึก

4.2.1 ฐานข้อมูลงาน

ตารางที่ 4-1 ตัวอย่างฐานข้อมูลงาน

Job Data Base				
ID	Name	Seq_ij	T_ij	Setup_ij
SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	1-02ไส2น.	0.15	5
SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	1-01ตัดหยาบ	0.1	5
SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	1-04ไส4น	0.3	10
SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	1-05ไสชิด	0.2	5
SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	1-07อัดประสาน	0.55	10
SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	1-06เครื่องผ่าซอย	0.2	5
SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	2-03CNCเลาเตอร์	0.35	10
SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	2-13เจาะ 8 หัว1	0.25	10
SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	3-02สปร้องค์	0.5	0
SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	4-06ขัดแปรง	0.35	0
SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	3-03เครื่องขัดแท่น	0.25	5
SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	4-04กาพ่นมือ	0.15	10
SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	4-07ขัดลม	0.2	5
SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	4-01พ่นออโต้	0.2	10
SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	4-07ขัดลม	0.2	5
SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	3-01ปัดแปรง	0.2	5
SU007	เขียงกลมร่องรอบ L	1-08เครื่องตัดไม้อัด	0.15	5
SU007	เขียงกลมร่องรอบ L	1-02ไส2น.	0.15	5
SU007	เขียงกลมร่องรอบ L	2-03CNC เลาเตอร์	0.3	10
SU007	เขียงกลมร่องรอบ L	2-04Auto Copy	0.35	10
SU007	เขียงกลมร่องรอบ L	3-03เครื่องขัดแท่น	0.2	10
SU007	เขียงกลมร่องรอบ L	4-07ขัดลม	0.2	5
SU007	เขียงกลมร่องรอบ L	4-02ม่านน้ำตก	0.25	10
SU007	เขียงกลมร่องรอบ L	4-06ขัดแปรง	0.25	5
SU011-1	ฐานที่แขวนแก้ว	1-02ไส2น.	0.2	5
SU011-1	ฐานที่แขวนแก้ว	2-01เลื่อยวงเดือน	0.15	5
SU011-1	ฐานที่แขวนแก้ว	2-03CNC เลาเตอร์	0.3	15
SU011-1	ฐานที่แขวนแก้ว	2-12เจาะ 24 หัว1	0.2	10
SU011-1	ฐานที่แขวนแก้ว	2-16ขัดสายพาน	0.3	5
SU011-1	ฐานที่แขวนแก้ว	4-03Line แขวน	0.3	10
SU011-1	ฐานที่แขวนแก้ว	4-05Line อุโมงค์	0.2	10
SU011-1	ฐานที่แขวนแก้ว	4-04กาพ่นมือ	0.3	15

ตารางที่ 4-1 (ต่อ)

Job Data Base				
ID	Name	Seq_ij	T_ij	Setup_ij
SU011-1	ฐานที่แขวนแก้ว	4-07ขัดลม	.25	5
SU012	เขียงเรียบปั๊มCHOP	1-01ตัดหยาบ	0.15	5
SU012	เขียงเรียบปั๊มCHOP	1-02ไส2น.	0.15	5
SU012	เขียงเรียบปั๊มCHOP	1-07อัดประสาน	0.5	20
SU012	เขียงเรียบปั๊มCHOP	1-05ไสซิด	0.15	5
SU012	เขียงเรียบปั๊มCHOP	1-04ไส4น	0.25	5
SU012	เขียงเรียบปั๊มCHOP	2-13เจาะ 8 หัว1	0.2	5
SU012	เขียงเรียบปั๊มCHOP	2-09สล็อต	0.2	10
SU012	เขียงเรียบปั๊มCHOP	2-04Auto Copy	0.25	10
SU012	เขียงเรียบปั๊มCHOP	4-06ขัดแปรง	0.2	5
SU012	เขียงเรียบปั๊มCHOP	4-01พ่นออโต้	0.2	10
SU012	เขียงเรียบปั๊มCHOP	4-07ขัดลม	0.25	10
SU012	เขียงเรียบปั๊มCHOP	4-05Line อุโมงค์	0.25	10

4.2.2 ฐานข้อมูลเครื่องจักร

ตารางที่ 4-2 ตัวอย่างฐานข้อมูลเครื่องจักร

ID	MC_Name	Workcenter	Avai	Num_of_MC	หมายเหตุ
1-01	1-01ตัดหยาบ	เตรียมไม้	0	5	-
1-02	1-02ไส2น.	เตรียมไม้	0	5	-
1-03	1-03ไส1น	เตรียมไม้	0	3	-
1-04	1-04ไส4น	เตรียมไม้	0	3	-
1-05	1-05ไสซิด	เตรียมไม้	0	2	-
1-06	1-06เครื่องผ่าซอย	เตรียมไม้	0	5	-
1-07	1-07อัดประสาน	เตรียมไม้	0	2	-
1-08	1-08เครื่องตัดไม้อัด	เตรียมไม้	0	2	-
1-09	1-09เครื่องเหลากลม	เตรียมไม้	0	1	-
1-10	1-10กลึง	เตรียมไม้	0	1	-
2-01	2-01เลื่อยวงเดือน	ขึ้นรูป	0	5	-
2-02	2-02เลาเตอร์	ขึ้นรูป	0	3	-
2-03	2-03CNC เลาเตอร์	ขึ้นรูป	0	1	-
2-04	2-04Auto Copy	ขึ้นรูป	0	3	-
2-05	2-05เพลาตั้งใหญ่	ขึ้นรูป	0	6	-
2-06	2-06เพลาตั้งเล็ก	ขึ้นรูป	0	2	-

ตารางที่ 4-2 (ต่อ)

ID	MC_Name	Workcenter	Avai	Num_of_MC	หมายเหตุ
2-07	2-07เลื่อยสายพาน	ขึ้นรูป	0	1	-
2-08	2-08สไลด์	ขึ้นรูป	0	3	-
2-09	2-09สล๊อต	ขึ้นรูป	0	2	-
2-10	2-10เพลาสไลด์	ขึ้นรูป	0	1	-
2-11	2-11ดีเดือย	ขึ้นรูป	0	2	-
2-12	2-12เจาะ 24 หัว1	ขึ้นรูป	0	1	-
2-13	2-13เจาะ 8 หัว1	ขึ้นรูป	0	1	-
2-14	2-14เจาะ 21หัว1	ขึ้นรูป	0	1	-
2-15	2-15เจาะแท่น	ขึ้นรูป	0	6	-
2-16	2-16ขัดสายพาน	ขึ้นรูป	0	2	-
2-17	2-17ต่อหัวไม้	ขึ้นรูป	0	2	-
2-18	2-18เจาะหัวลม	ขึ้นรูป	0	3	-
3-01	3-01ปัดแปรง	ขัด	0	4	-
3-02	3-02สปร้องค์	ขัด	0	2	-
3-03	3-03เครื่องขัดแท่น	ขัด	0	2	-
4-01	4-01พ่นออโต้	ทำสี	0	1	-
4-02	4-02ม่านน้ำตก	ทำสี	0	1	-
4-03	4-03 Line แขวน	ทำสี	0	1	-
4-04	4-04 กาพ่นมือ	ทำสี	0	3	-
4-05	4-05Line อุโมงค์	ทำสี	0	1	-
4-06	4-06 ขัดแปรง	ทำสี	0	3	-
4-07	4-07 ขัดลม	ทำสี	0	1	-

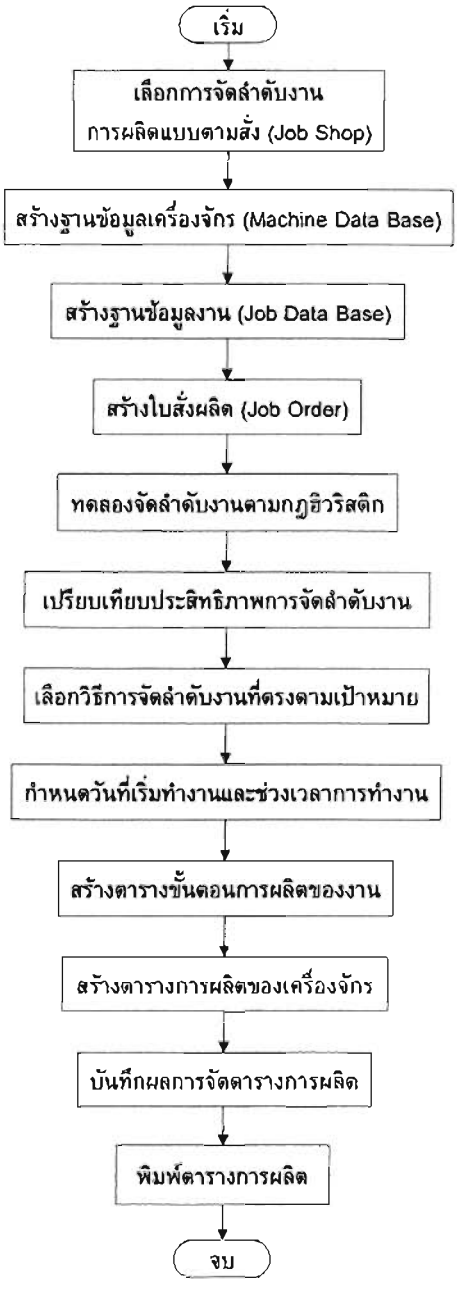
4.2.3 ข้อมูลนำเข้า (Data Input)

ตารางที่ 4-3 ตัวอย่างตารางข้อมูลนำเข้า

Jobs – Order							
Order_No.	Job_ID.	Name	Pt.	Quant.	DD.	ICD.	W.
Jo-005/01-06	SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	3093	500	3360	0	2
Jo-006/01-06	SU007	เขียงกลมร่องรอบ L	2284	520	4320	0	2
Jo-007/02-06	SU011-1	ฐานที่แขวนแก้ว	6063	700	8160	0	1
Jo-008/02-06	SU012	เขียงเรียบปั๊ม CHOP	797	150	1440	0	1

4.3 การทดสอบโปรแกรม

จากโปรแกรมการจัดลำดับงานที่ได้ออกแบบและจัดทำขึ้น ขั้นตอนต่อไปคือการทดสอบการทำงานของโปรแกรม โดยแสดงหน้าจอหลักตามขั้นตอนการใช้งานโปรแกรมการจัดลำดับงานตั้งแต่เริ่มต้นเข้าสู่เมนูหลัก, สร้างฐานข้อมูล, สร้างใบสั่งผลิต, ทดลองจัดลำดับงาน, ผู้วางแผนตัดสินใจเลือกเกณฑ์ที่ใช้ในการจัดลำดับงานจากตารางเปรียบเทียบผล, สร้างตารางการผลิต ภาพที่ 4-1 และทำการทดสอบกับกรณีศึกษาของโรงงานอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ไม้ เพื่อหาข้อบกพร่องและเป็นแนวทางในการพัฒนาโปรแกรมต่อไปให้มีความสมบูรณ์เพิ่มมากขึ้น



ภาพที่ 4-1 ขั้นตอนการใช้งานโปรแกรม

4.3.1 เมนูหลัก เป็นการเริ่มต้นเข้าสู่โปรแกรม โดยผู้วางแผนต้องเลือกรูปแบบของการจัดลำดับงาน ที่มีให้เลือก 4 รูปแบบการจัดลำดับงาน คือ

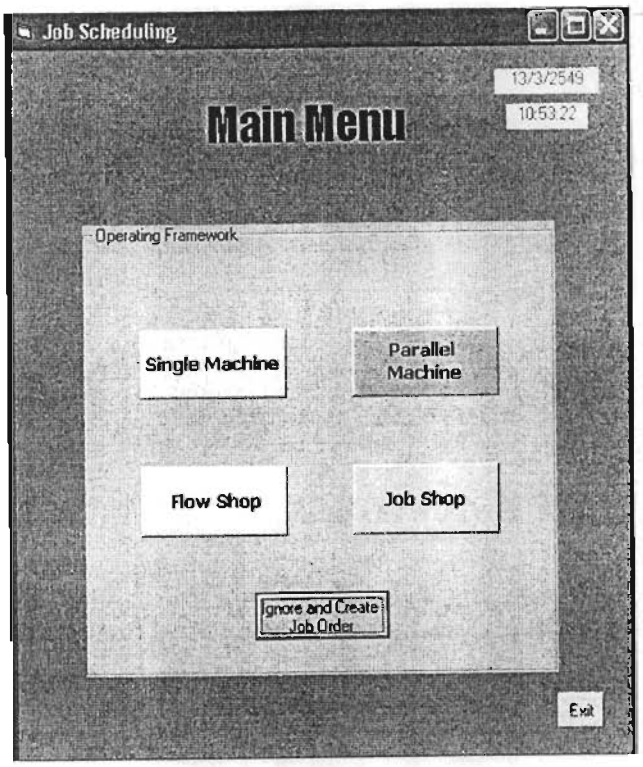
4.3.1.1 การจัดลำดับงานให้กับเครื่องจักรเครื่องเดียว (Single Machine)

4.3.1.2 การจัดลำดับงานให้กับเครื่องจักรหลายเครื่องที่วางขนานกัน (Parallel Machine)

4.3.1.3 การจัดลำดับงานให้กับเครื่องจักรที่ผลิตแบบไหล (Flow Shop)

4.3.1.4 การจัดลำดับงานให้กับเครื่องจักรที่ผลิตแบบตามสั่ง (Job Shop)

คลิกที่ปุ่ม Job Shop เพื่อเข้าสู่ขั้นตอนการจัดลำดับงานของอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ไม้ ถ้าหากต้องการข้ามขั้นตอนการสร้างฐานข้อมูลเครื่องจักร และฐานข้อมูลงานไปยังหน้าจอการสร้างใบสั่งผลิต คลิกที่ปุ่ม Ignore and Create Jobs Order



ภาพที่ 4-2 หน้าจอเมนูหลัก

4.3.2 หน้าจอข้อมูลแผนก คือ ส่วนของการสร้างข้อมูลของเครื่องจักรในแผนกผลิตก่อนเก็บบันทึกลงในฐานข้อมูล เพราะการสร้างฐานข้อมูลงาน ในส่วนของการกำหนดเส้นทางขั้นตอนการผลิต (Route) จะต้องกำหนดว่าใช้เครื่องจักรในขั้นตอนกระบวนการผลิตนั้น

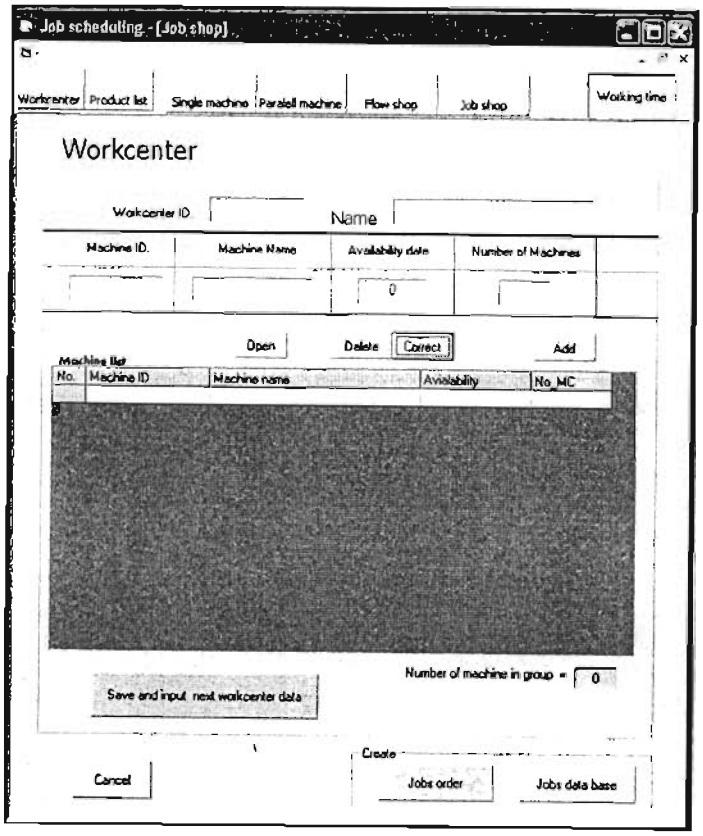
4.3.2.1 กรอกข้อมูลต่อไปนี้

ก) ชื่อแผนก (Workcenter)

ข) รหัสเครื่องจักร (Machine ID.)

ค) ชื่อเครื่องจักร (Machine Name)

ง) เวลาที่เครื่องจักรพร้อมทำงาน (Availability)



ภาพที่ 4-3 หน้าจอสร้างฐานข้อมูลแผนก

4.3.2.2 คลิกปุ่ม Add เพื่อใส่ข้อมูลลงในตาราง และกรอกข้อมูลของเครื่องจักรอื่นที่เหลือในแผนก

4.3.2.3 เมื่อกรอกข้อมูลของเครื่องจักรในแผนกจนครบแล้ว คลิกปุ่ม Save and Input Next Workcenter Data เพื่อบันทึกข้อมูลและกรอกข้อมูลเครื่องจักรของแผนกต่อไป

4.3.2.4 คลิกปุ่ม Job Data Base เพื่อไปยังหน้าจอการสร้างข้อมูลงาน ถ้าต้องการข้ามขั้นตอนการสร้างฐานข้อมูลงานไปยังหน้าจอการสร้างใบสั่งผลิต คลิกปุ่ม Job Order

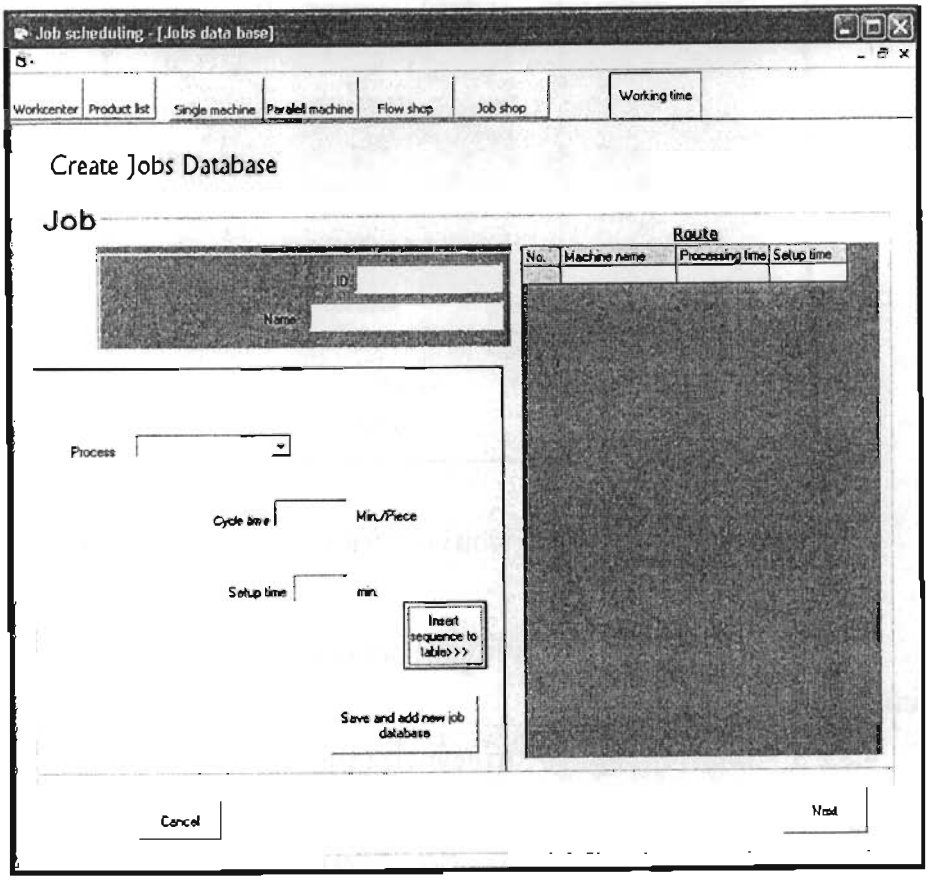
4.3.3 หน้าจอสร้างข้อมูลงาน เพื่อสร้างฐานข้อมูลงานที่โรงงานสามารถผลิตได้ ซึ่งในงานอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ไม้ส่วนใหญ่ จะมีขั้นตอนการผลิตแบบตามสั่ง (Job Shop) ในส่วนนี้เป็นการกำหนดเส้นทางขั้นตอนการผลิต (Route) ให้กับงานว่ามีขั้นตอนการผลิตอย่างไร ต้องใช้เครื่องจักรใดในการทำงานขั้นตอนนั้นๆ มีรอบเวลาการผลิต (Cycle Time) และเวลาตั้งเครื่องจักร (Setup Time) เป็นเวลาเท่าใด

4.3.3.1 กรอกข้อมูล

ก) รหัสงาน

ข) ชื่องาน

ค) เส้นทางขั้นตอนการผลิต (Route)
เครื่องจักรที่ใช้ในขั้นตอน
รอบเวลาการผลิต (Cycle Time)
เวลาตั้งเครื่องจักร (Setup Time)



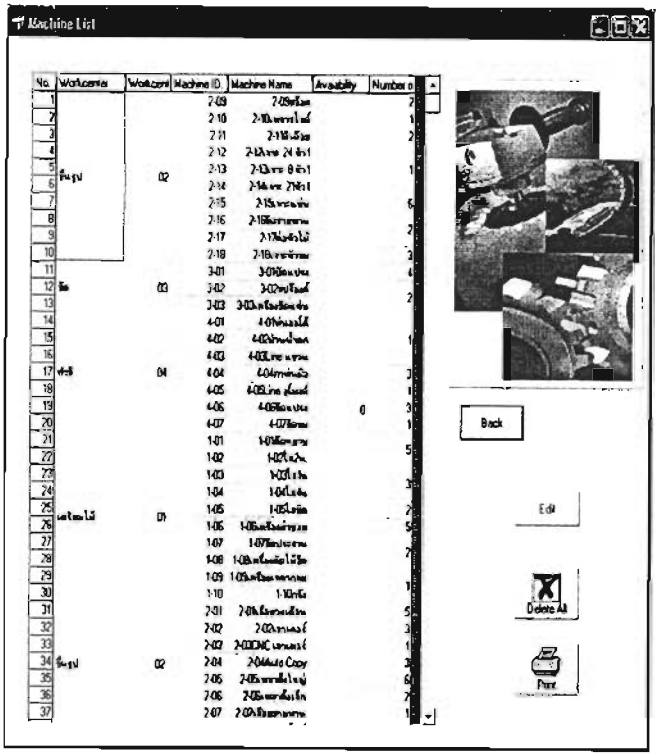
ภาพที่ 4-4 หน้าจอสร้างฐานข้อมูลงาน

4.3.3.2 คลิกปุ่ม Insert Sequence to Table เพื่อกำหนดเส้นทางการผลิตลงในตารางทีละขั้นตอน และกำหนดลำดับขั้นตอนการผลิตต่อไปจนครบถึงขั้นตอนสุดท้าย

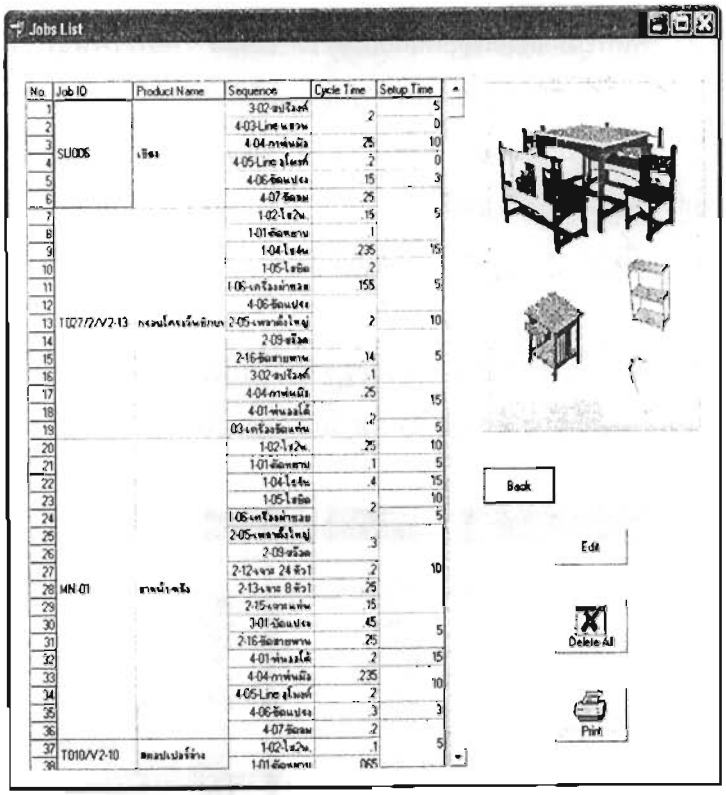
4.3.3.3 คลิกปุ่ม Save and Add a New Job Data Base เพื่อบันทึกลงฐานข้อมูลและสร้างฐานข้อมูลของงานต่อไป

4.3.3.4 เมื่อกรอกข้อมูลจนครบทุกงาน หรือต้องการไปยังหน้าจอการสร้างใบสั่งผลิต คลิกปุ่ม Next

4.3.3.5 หากต้องการตรวจสอบข้อมูลที่เก็บบันทึก คลิกปุ่ม Workcenter List เพื่อแสดงรายการฐานข้อมูลเครื่องจักร หรือคลิกที่ปุ่ม Job List เพื่อแสดงรายการฐานข้อมูลงาน



ภาพที่ 4-5 หน้าจอแสดงรายการฐานข้อมูลเครื่องจักร



ภาพที่ 4-6 หน้าจอแสดงรายการฐานข้อมูลงาน

กรณีศึกษาที่ 1 การจัดตารางการผลิตให้กับสินค้าที่มีกำหนดส่งภายในสัปดาห์ที่ 3 ของเดือน ข้อมูลดังในตารางที่ 4-4 วันที่เริ่มการผลิตคือ 6/3/2006 ช่วงเวลาการทำงานคือ 8:00 - 12:00 น. และ 13:00 - 17:00 น. ทำงาน 7 วันต่อสัปดาห์ โดยมีเป้าหมายคือ ต้องการให้มีจำนวนงานที่ส่งล่าช้าน้อยสุด

ตารางที่ 4-4 รายการใบสั่งผลิตในกรณีศึกษาที่ 1

หมายเลขใบสั่งผลิต	รหัสสินค้า	ชื่อสินค้า	จำนวน	กำหนดส่ง	วันที่พร้อมผลิต
Jo-01AMC05-3	T027/2/V2-13	กรอบโครงลิ้นซักบน	500	16/3/2006	6/3/2006
Jo-02BK23-1	MN-01	ขาหน้า-หลัง	300	17/3/2006	6/3/2006
Jo-03BK42-1	SU-005	ถาดขัดลิ้น	500	13/3/2006	6/3/2006
Jo-04EN06-3	SU012	เขียงเรียบปั๊มCHOP	250	11/3/2006	6/3/2006
Jo-05BK36-3	SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	300	13/3/2006	6/3/2006
Jo-06BK09-1	SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	300	12/3/2006	6/3/2006
Jo-07SP03-1	D003-EC-2	โต๊ะนักเรียนแบบบาง	250	12/3/2006	6/3/2006
Jo-08CH25-2	D003-EC-2	โต๊ะนักเรียนแบบบาง	500	15/4/2006	7/3/2006

4.3.4 หน้าจอสร้างใบสั่งผลิต เป็นหน้าจอที่กรอกข้อมูลรับเข้า (Data Input) โดยแสดงรายการงานให้เลือกซึ่งเชื่อมโยงมาจากฐานข้อมูลงาน เพื่อให้ผู้วางแผนได้เพิ่มชุดข้อมูลใบสั่งผลิตให้มีความสมบูรณ์ก่อนการประมวลผล

4.3.4.1 กรอกข้อมูล

ก) หมายเลขใบสั่งงาน (JO-No.)

ข) งานที่ลูกค้าสั่งผลิต

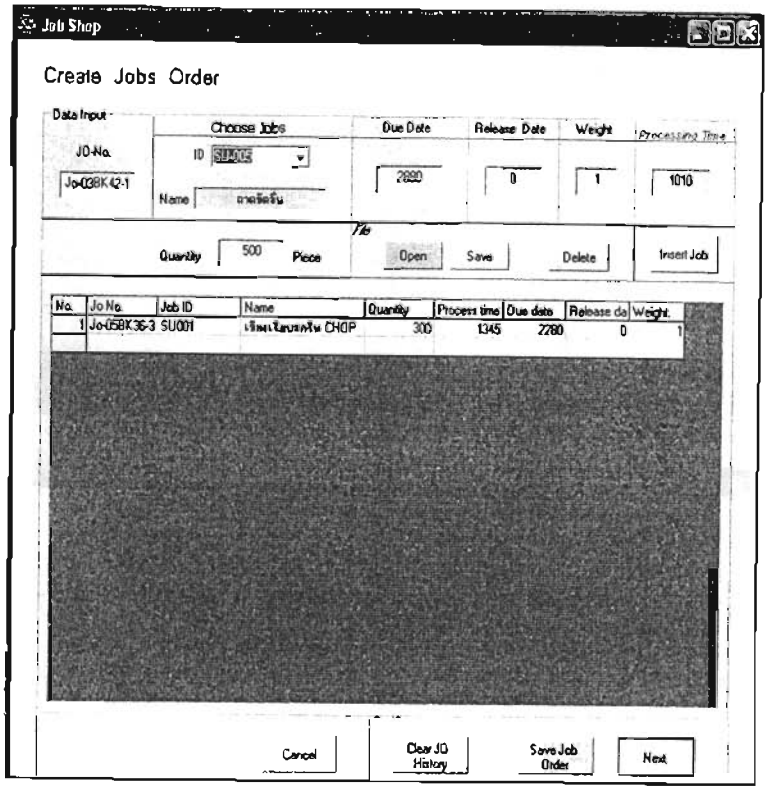
ค) กำหนดส่ง (Due Date) โดยแปลงให้เป็นหน่วยนาที

ง) เวลาที่งานพร้อมผลิต (Release Date) โดยแปลงให้เป็นหน่วยนาที

จ) น้ำหนักความสำคัญของงาน (Weight)

ฉ) จำนวน (Quantity)

ช) เวลาที่ใช้ในการผลิต (Processing Time) คำนวณจากสมการที่ 3-1



ภาพที่ 4-7 หน้าจอสร้างใบสั่งผลิต

4.3.4.2 คลิกปุ่ม Insert Job เพื่อใส่ข้อมูลของใบสั่งผลิตลงในตาราง และเลือกงานที่จะสร้างใบสั่งผลิตใหม่

4.3.4.3 เมื่อสร้างใบสั่งผลิตครบ คลิกปุ่ม Save เพื่อบันทึก

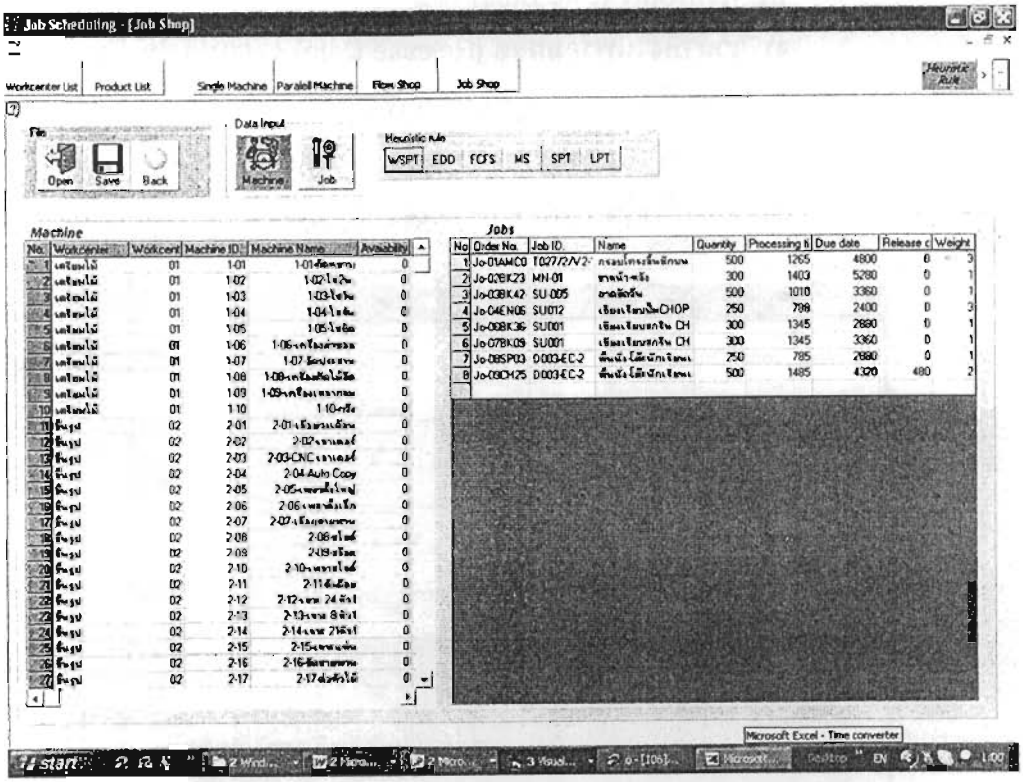
4.3.4.4 คลิกปุ่ม Next เพื่อไปยังหน้าจอต่อไป

4.3.5 หน้าจอแสดงข้อมูลก่อนประมวลผล เป็นหน้าจอแสดงข้อมูลที่ผู้วางแผนเลือกที่จะจัดตารางการผลิต และตรวจสอบความถูกต้องของชุดข้อมูลก่อนการประมวลผลตามกฎฮิวริสติก ที่ประกอบด้วย

4.3.5.1 ตารางแสดงรายชื่อเครื่องจักร

4.3.5.2 ตารางแสดงรายการใบสั่งผลิตสินค้า

4.3.5.3 ปุ่มการจัดลำดับงานตามหลักเกณฑ์ทางฮิวริสติก



ภาพที่ 4-8 หน้าจอแสดงข้อมูลก่อนประมวลผล

4.3.6 หน้าจอคำนวณประสิทธิภาพการจัดลำดับงาน หลังจากคลิกปุ่มเกณฑ์การจัดลำดับงานทางฮิวริสติก โปรแกรมจะทำการประมวลผลภายใต้เงื่อนไขเส้นทางการผลิตของงานพร้อมทั้งแสดงข้อมูลและค่าต่างๆ ลงในตารางที่ประกอบด้วย

4.3.6.1 หมายเลขใบสั่งผลิต (Job Order Number)

4.3.6.2 รหัสงาน (Job ID)

4.3.6.3 ชื่องาน (Job Name)

4.3.6.4 น้ำหนักความสำคัญของงาน (Weight)

4.3.6.5 กำหนดส่ง (Due Date) เป็นหน่วยนาที

4.3.6.6 เวลาที่ใช้ผลิตในขั้นตอน (Process Time) เป็นหน่วยนาที

4.3.6.7 เวลาเริ่มผลิตในขั้นตอน (Start) เป็นหน่วยนาที

4.3.6.8 เวลาผลิตเสร็จในขั้นตอน (Finish) เป็นหน่วยนาที

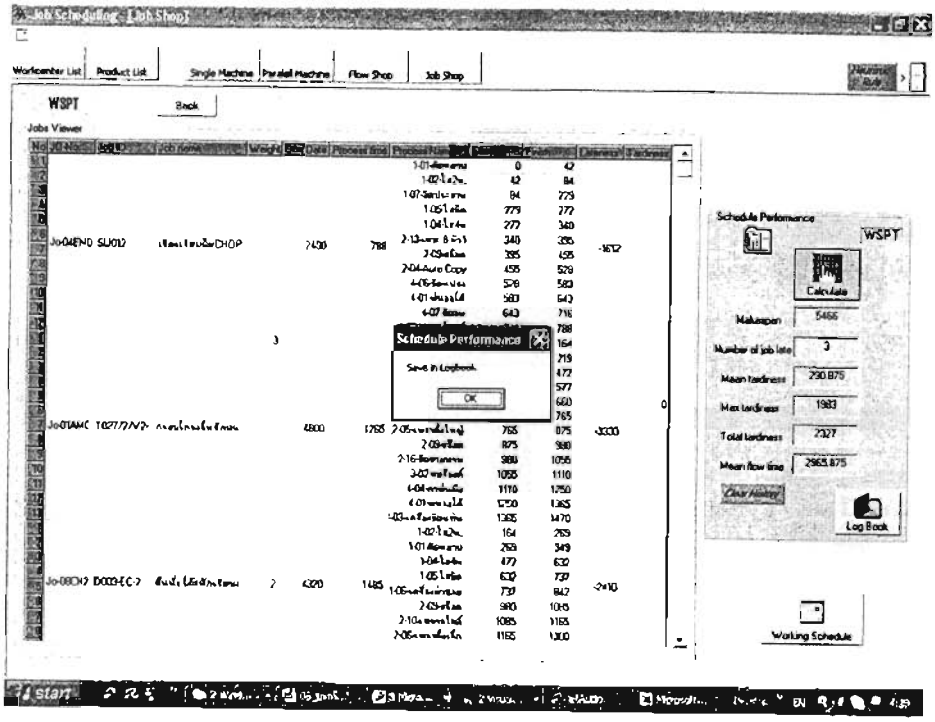
4.3.6.9 เวลาเบี่ยงเบน (Lateness) เป็นหน่วยนาที

4.3.6.10 เวลาส่งงานล่าช้า (Tardiness) เป็นหน่วยนาที

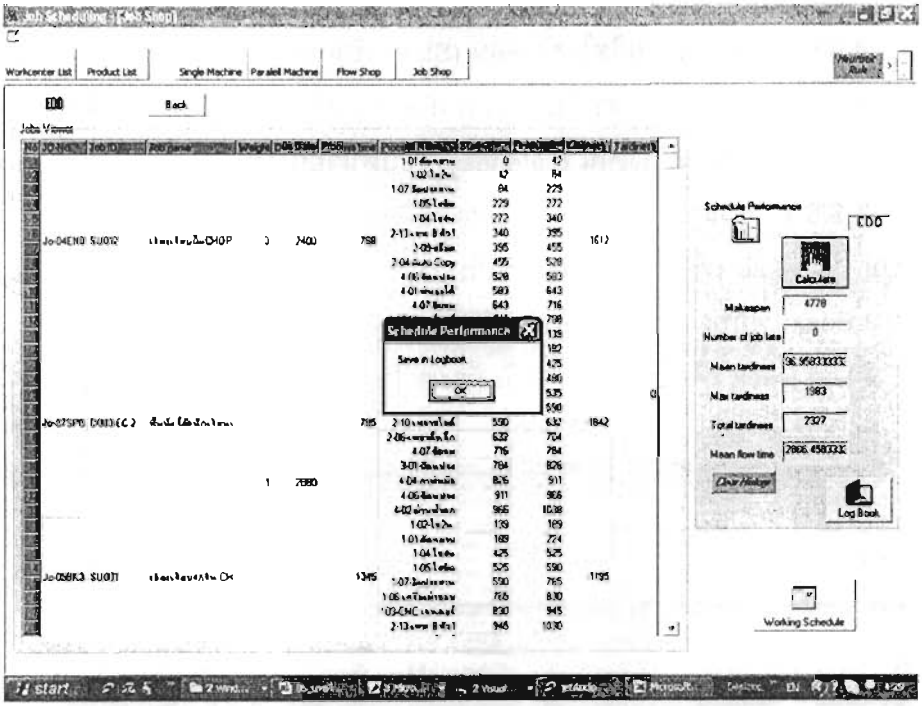
คลิกปุ่ม Calculate เพื่อประมวลผลและเก็บค่าลงในตารางบันทึก

คลิกปุ่ม Back เพื่อทดลองจัดลำดับงานวิธีอื่น

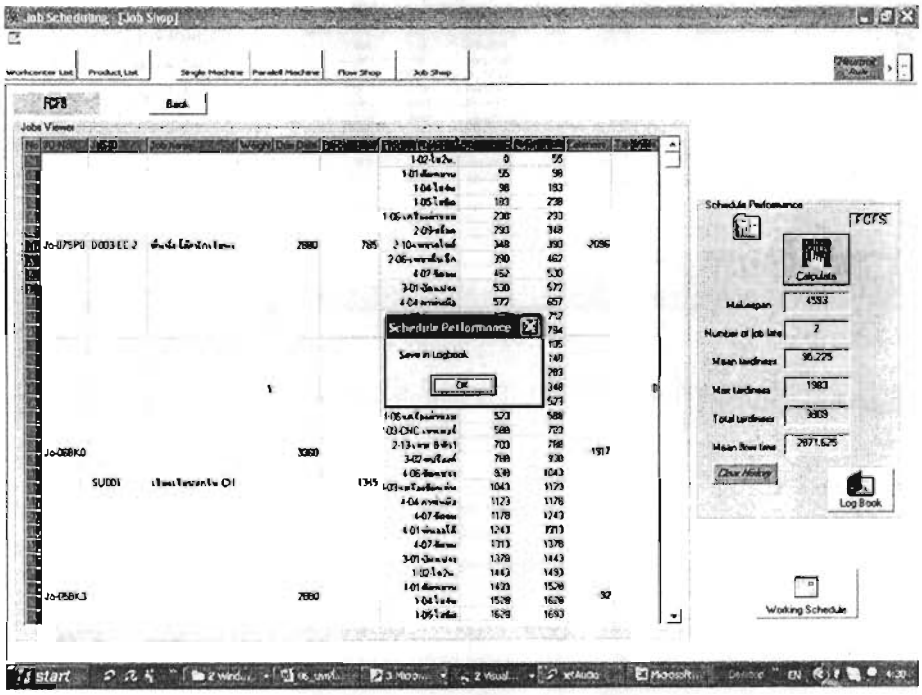
คลิกปุ่ม Log Book เพื่อไปยังหน้าจอบันทึกผลประสิทธิภาพการจัดลำดับงาน



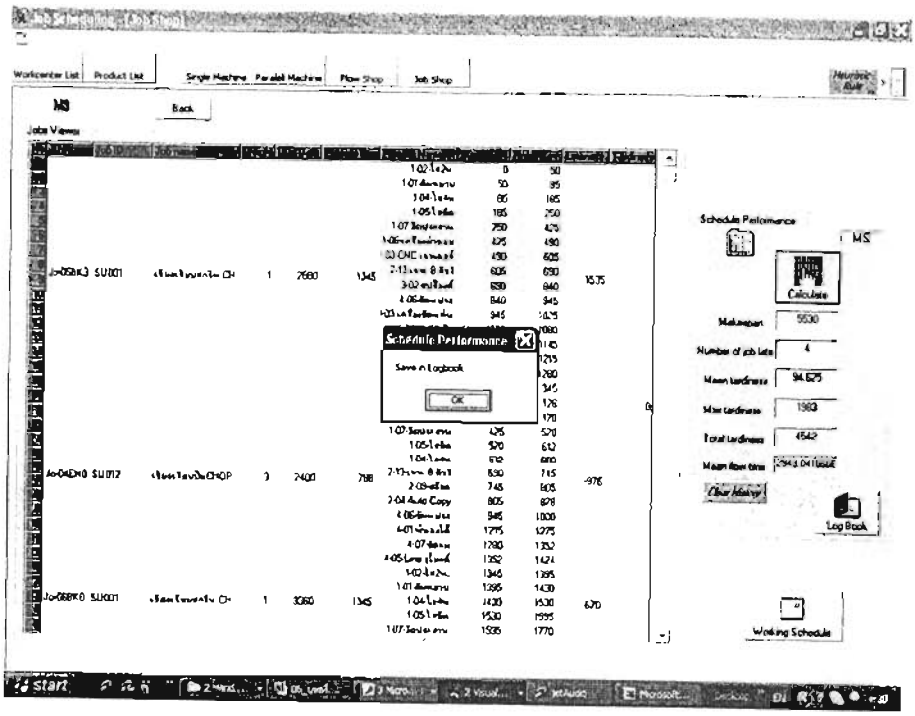
ภาพที่ 4-9 หน้าจอการจัดลำดับงานแบบ WSPT



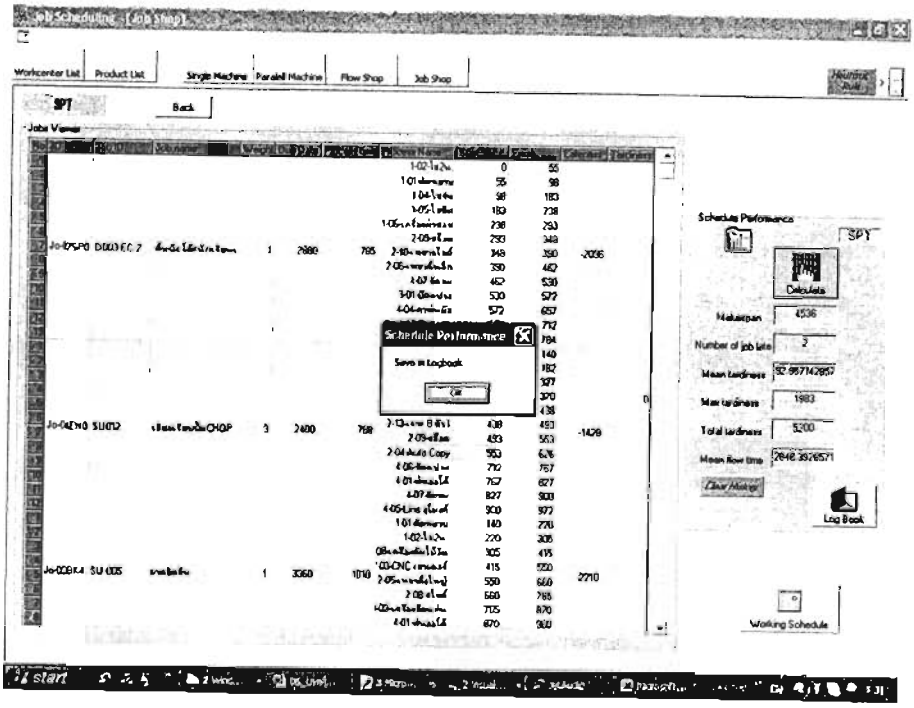
ภาพที่ 4-10 หน้าจอการจัดลำดับงานแบบ EDD



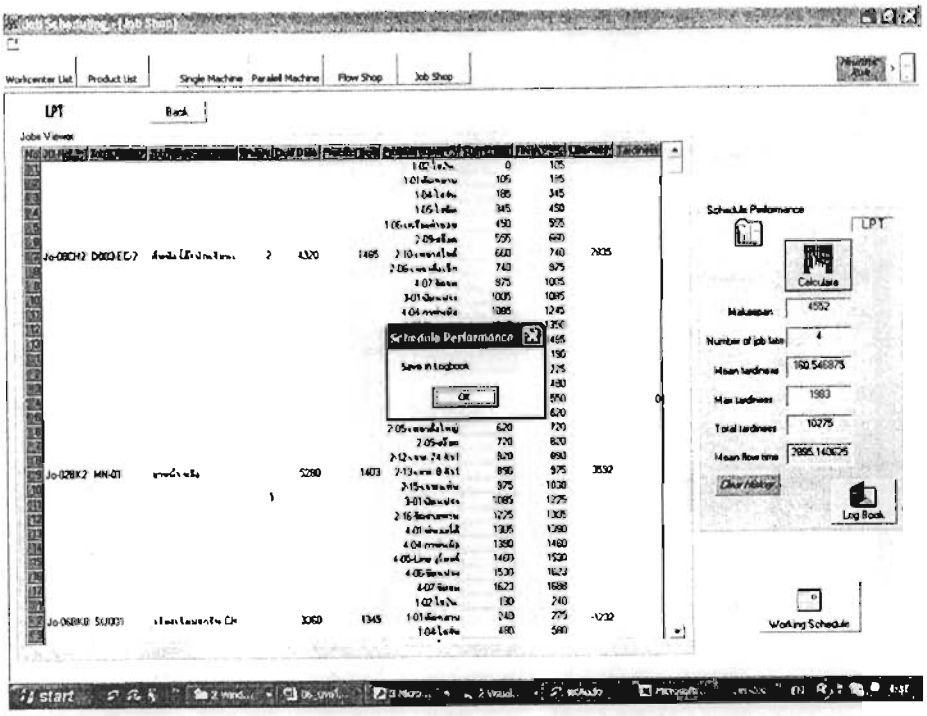
ภาพที่ 4-11 หน้าจอการจัดลำดับงานแบบ FCFS



ภาพที่ 4-12 หน้าจอการจัดลำดับงานแบบ MS



ภาพที่ 4-13 หน้าจอการจัดลำดับงานแบบ SPT



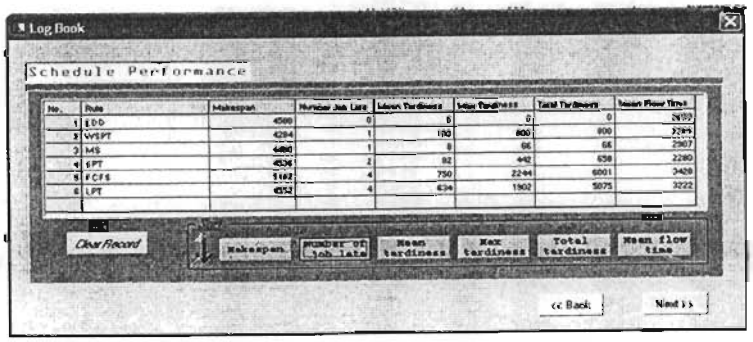
ภาพที่ 4-14 หน้าจอการจัดลำดับงานแบบ LPT

4.3.7 หน้าจอบันทึกผลประสิทธิภาพการจัดลำดับงาน (Log Book) เพื่อตัดสินใจ เลือกใช้วิธีการจัดลำดับงานที่เหมาะสมกับเป้าหมาย โดยมีคำสั่งการจัดเรียงค่า (Sort) ของตัวชี้วัดประสิทธิภาพจากน้อยไปหามาก เพื่อความสะดวกในการเปรียบเทียบผล

4.3.7.1 คลิกปุ่ม Number of Job Late เพื่อหาวิธีการจัดลำดับงานที่เหมาะสมกับเป้าหมาย ผลที่ได้คือ วิธี EDD

4.3.7.2 คลิกปุ่ม Clear Record เพื่อลบค่าที่เก็บบันทึกไว้

4.3.7.3 คลิกที่ปุ่ม Next เพื่อกลับไปยังหน้าจอแสดงข้อมูลก่อนประมวลผล

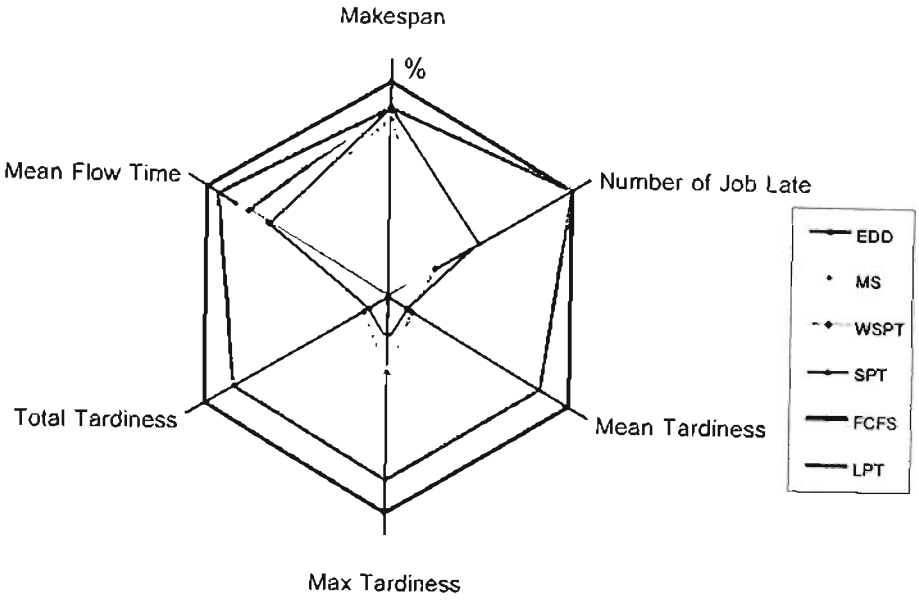


ภาพที่ 4-15 หน้าจอบันทึกผลประสิทธิภาพการจัดลำดับงาน

ตารางที่ 4-5 ตารางเปรียบเทียบประสิทธิภาพการจัดลำดับงานของกรณีศึกษาที่ 1

Rule	Makespan	Number of Job Late	Mean Tardiness	Max Tardiness	Total Tardiness	Mean Flow Time
EDD	4588	0	0	0	0	2659
MS	4480	1	8	66	66	2907
WSPT	4284	1	100	800	800	2289
SPT	4536	2	82	442	658	2280
FCFS	5182	4	750	2244	6001	3428
LPT	4552	4	634	1902	5075	3222

4.3.7.4 นำค่าจากตารางที่ 4-5 มาสร้างกราฟเปรียบเทียบผล เพื่อแสดงถึงข้อดีข้อเสียของวิธีการจัดลำดับงานแต่ละแบบในกรณีศึกษาที่ 1 โดยที่ค่าของแต่ละแกนมีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์เทียบกับค่ามากสุดของแต่ละกลุ่มข้อมูล ดังในภาพที่ 4-6



ภาพที่ 4-16 กราฟเปรียบเทียบผลของกรณีศึกษาที่ 1

จากกราฟเปรียบเทียบผลพบว่าการจัดลำดับงานแบบ EDD เหมาะสมกับเป้าหมายที่ต้องการ คือ ไม่มีงานที่ส่งล่าช้า และยังให้ค่าที่ดีกับเป้าหมายอื่น คือ ผลรวมของเวลาล่าช้า (Total Tardiness), เวลาล่าช้ามากสุด (Max Tardiness) และค่าเฉลี่ยของเวลาล่าช้าต่องาน (Mean Tardiness) ดังนั้นจึงใช้วิธี EDD ในการจัดลำดับการผลิต

4.3.7.5 ที่หน้าจอแสดงข้อมูลก่อนประมวลผล คลิกปุ่ม EDD

4.3.7.6 ที่หน้าจอคำนวณประสิทธิภาพการจัดลำดับงานคลิกปุ่ม Working Schedule เพื่อไปยังขั้นตอนการสร้างตารางการผลิตต่อไป

4.3.8 หน้าจอตารางการผลิตของงาน (Job Schedule) แสดงรายการลำดับงานและขั้นตอนการผลิตของแต่ละงาน โดยแสดงผลเป็นเวลาเริ่ม – จบการทำงาน แสดงในภาคผนวก ก-1

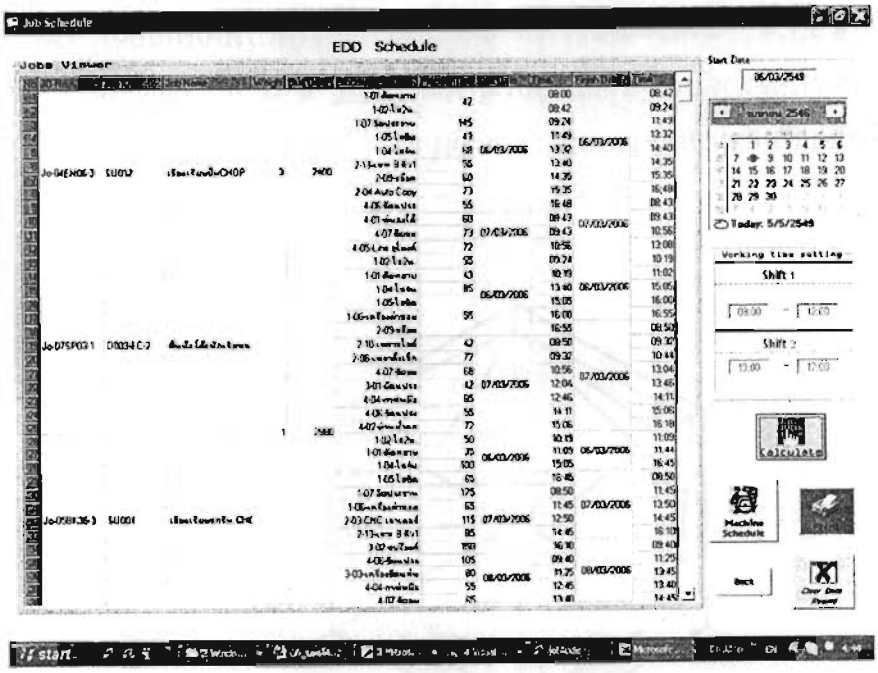
4.3.8.1 ใส่วันที่เริ่มการผลิต คือ 06/03/2549

4.3.8.2 ใส่ช่วงเวลาการทำงาน 8:00 – 12:00 น. และ 13:00 – 17:00 น.

4.3.8.3 คลิกปุ่ม Calculate เพื่อประมวลผล

4.3.8.4 เมื่อไม่ต้องการบันทึกผลตารางการผลิตของงาน คลิกปุ่ม Clear Data Record

4.3.8.5 คลิกปุ่ม Machine Schedule เพื่อไปยังหน้าจอต่อไป



ภาพที่ 4-17 หน้าจอตารางการผลิตของงาน

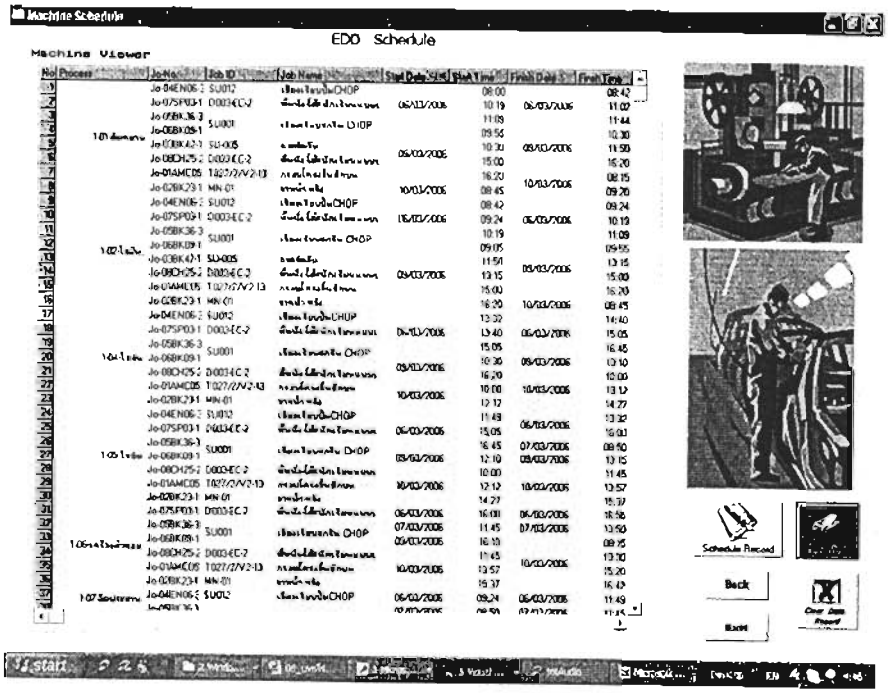
4.3.9 หน้าจอตารางการผลิตของเครื่องจักร (Machine Schedule) แสดงลำดับและเวลาการผลิตงานบนเครื่องจักรในแต่ละแผนก แสดงในภาคผนวก ก-2

4.3.9.1 คลิกปุ่ม Schedule Record เพื่อทำการเก็บบันทึกตารางการผลิตของเครื่องจักร

4.3.9.2 เมื่อต้องการลบตารางการผลิตของเครื่องจักรที่บันทึกไว้ คลิกปุ่ม Clear Data Record

4.3.9.3 หากต้องการกลับไปยังหน้าจอตารางการผลิตของงาน คลิกปุ่ม Back

4.3.9.4 คลิกปุ่ม Exit เพื่อจบการทำงานของโปรแกรม



ภาพที่ 4-18 หน้าจอตารางการผลิตของเครื่องจักร

ตารางที่ 4-6 ตารางสรุปช่วงเวลาการทำงานจากกรณีศึกษาที่ 1

Rule : EDD						
No.	Jo No.	Job ID.	Due Date	Start	Finish	Flow Time (hh:mm)
1	Jo-04EN06-3	SU012	11/3/2006	06/03/2006 08:00	07/03/2006 13:08	12:08
2	Jo-07SP03-1	D003-EC-2	12/3/2006	06/03/2006 09:24	07/03/2006 16:18	13:54
3	Jo-05BK36-3	SU001	13/3/2006	06/03/2006 10:19	09/03/2006 09:05	22:46
4	Jo-06BK09-1	SU001	12/3/2006	09/03/2006 09:05	11/03/2006 13:30	19:25
5	Jo-03BK42-1	SU-005	13/3/2006	09/03/2006 10:30	11/03/2006 16:00	20:30
6	Jo-08CH25-2	D003-EC-2	15/4/2006	09/03/2006 13:15	12/03/2006 15:20	26:05

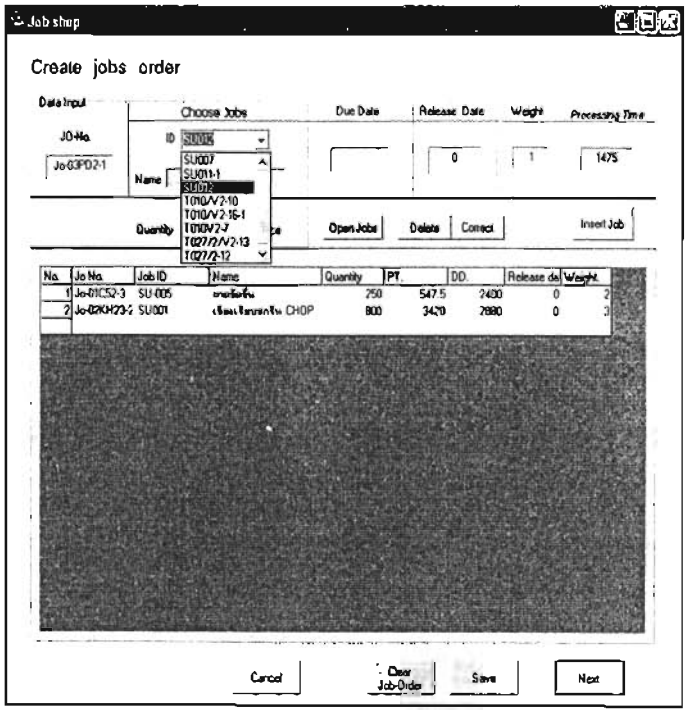
ตารางที่ 4-6 (ต่อ)

Rule : EDD						
No.	Jo No.	Job ID.	Due Date	Start	Finish	Flow Time (hh:mm)
7	Jo-01AMC05-3	T027/2/V2-13	16/3/2006	09/03/2006 15:00	14/03/2006 08:35	34:35
8	Jo-02BK23-1	MN-01	17/3/2006	09/03/2006 16:20	14/03/2006 15:38	32:18
	Job Late = No Makespan = 06/03/2006 08:00 - 14/03/2006 15:38					

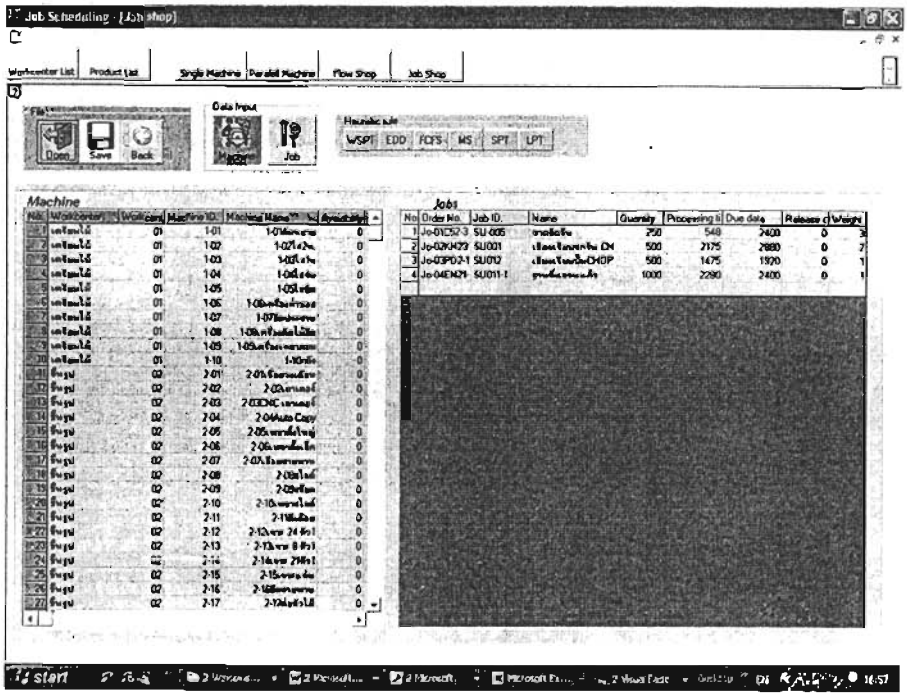
กรณีศึกษาที่ 2 การจัดตารางการผลิตรายสัปดาห์ข้อมูลดังในตารางที่ 4-7 วันที่เริ่มการผลิต คือ 3/4/2006 ช่วงเวลาการทำงานคือ 8:00 – 12:00 น.และ 13:00 – 17:00 น. โดยมีเป้าหมาย คือต้องการให้มีจำนวนงานส่งล่าช้าน้อยสุด

ตารางที่ 4-7 รายการใบสั่งผลิต

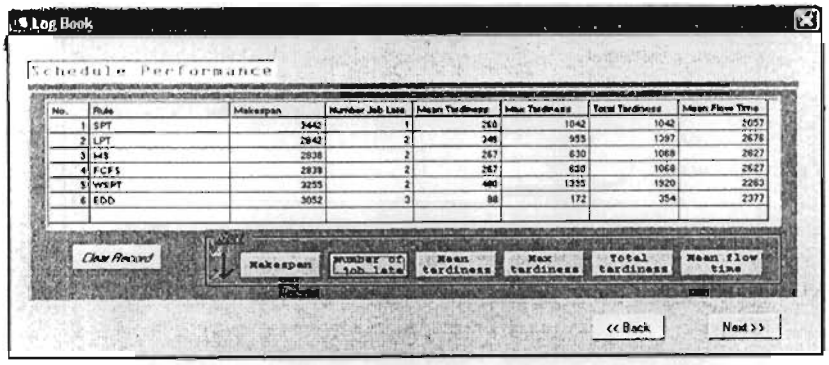
หมายเลขใบสั่งผลิต	รหัสสินค้า	ชื่อสินค้า	จำนวน	กำหนดส่ง	วันที่พร้อมผลิต
Jo-01C52-3	SU-005	ถาดขัดลื่น	250	7/4/2006	3/4/2006
Jo-02KH23-2	SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	500	8/4/2006	3/4/2006
Jo-03PD2-1	SU012	เขียงเรียบปั๊ม CHOP	500	6/4/2006	3/4/2006
Jo-04EN21-2	SU011-1	ฐานที่แขวนแก้ว	1000	7/4/2006	3/4/2006



ภาพที่ 4-19 หน้าจอสร้างใบสั่งผลิตกรณีศึกษาที่ 2



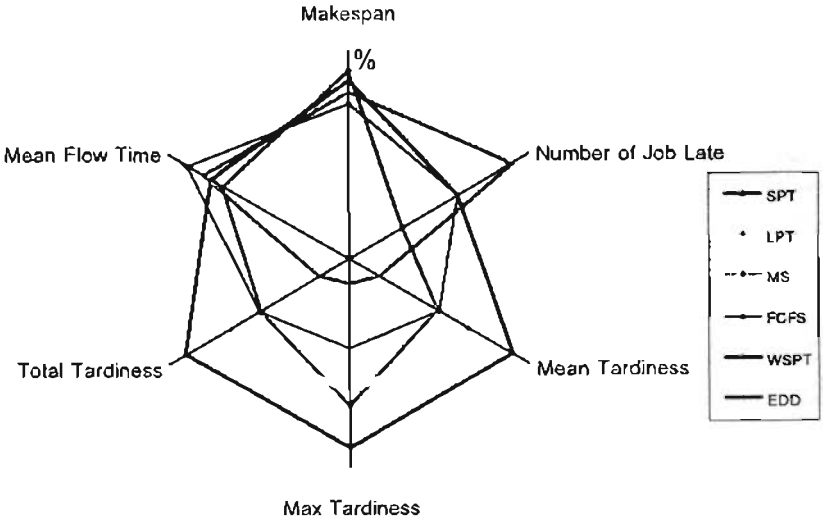
ภาพที่ 4-20 หน้าจอแสดงข้อมูลในการประมวลผลกรณีศึกษาที่ 2



ภาพที่ 4-21 หน้าจอบันทึกผลประสิทธิภาพการจัดลำดับงานกรณีศึกษาที่ 2

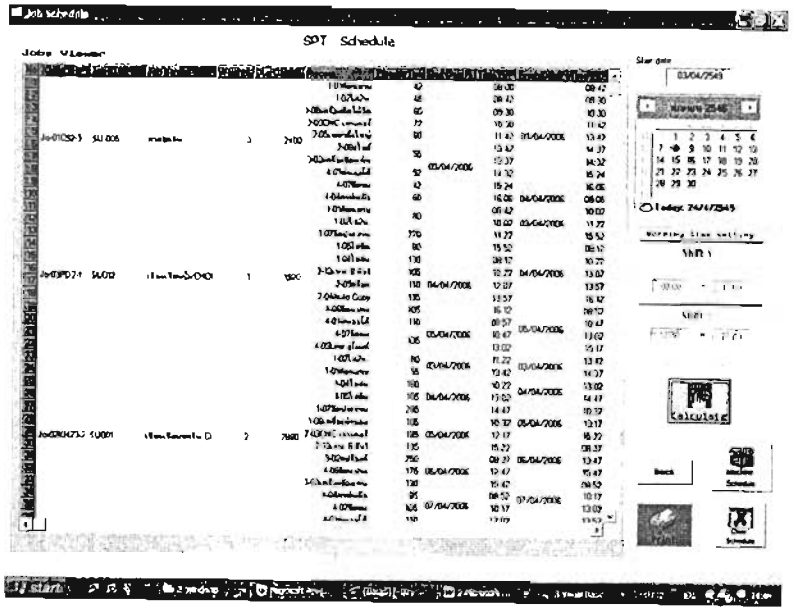
ตารางที่ 4-8 ตารางเปรียบเทียบประสิทธิภาพการจัดลำดับงานจากกรณีศึกษาที่ 2

Rule	Makespan	Number of Job Late	Mean Tardiness	Max Tardiness	Total Tardiness	Mean Flow Time
SPT	3442	1	260	1042	1042	2057
LPT	2842	2	349	955	1397	2676
MS	2838	2	267	630	1068	2627
FCFS	2838	2	267	630	1068	2627
WSPT	3255	2	480	1335	1920	2263
EDD	3052	3	88	172	354	2377

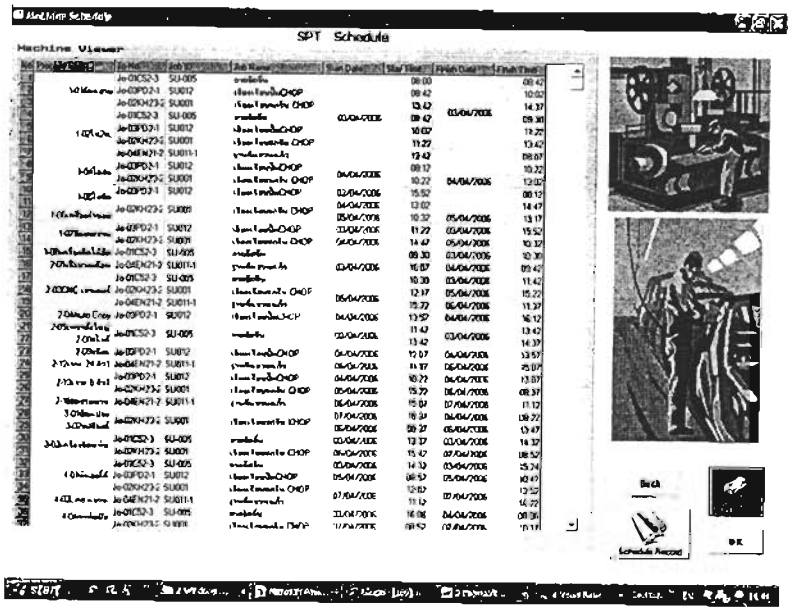


ภาพที่ 4-22 กราฟเปรียบเทียบผลของกรณีศึกษาที่ 2

จากภาพที่ 4-22 พบว่าการจัดลำดับงานแบบ SPT เหมาะสมกับเป้าหมายที่ต้องการ คือ มีงานที่ส่งล่าช้าน้อยสุดเท่ากับ 1 งาน แต่มีค่าเวลาส่งงานล่าช้า (Tardiness) สูง แสดงดังในภาคผนวก ข และหากต้องการไม่ให้มีงานที่ส่งไม่ทันกำหนดด้วยการเพิ่มชั่วโมงการทำงานล่วงเวลา (Over Time) ควรใช้วิธี EDD เพราะใช้เวลาทำงานล่วงเวลา (Over Time) ต่ำ โดยใช้เวลา 354 นาที



ภาพที่ 4-23 หน้าจอตารางการผลิตของงานกรณีศึกษาที่ 2



ภาพที่ 4-24 หน้าจอตารางการผลิตของเครื่องจักรกรณีศึกษาที่ 2

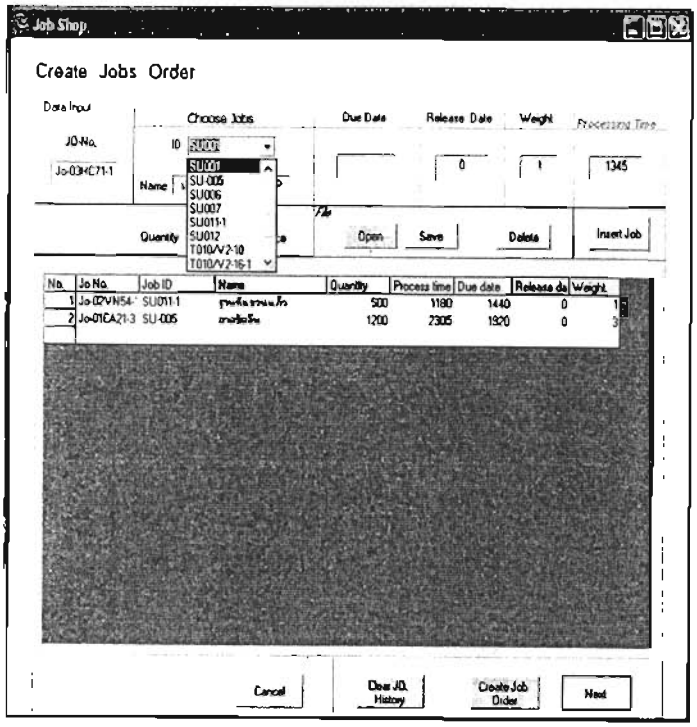
ตารางที่ **4-9** ตารางสรุปช่วงเวลาการทำงานจากกรณีศึกษาที่ 2

Rule : SPT						
No.	Jo No.	Job ID.	Due Date	Start	Finish	Flow Time (hh:mm)
1	Jo-01C52-3	SU-005	7/4/2006	03/04/2006 08:00	04/04/2006 08:06	08:06
2	Jo-03PD2-1	SU012	6/4/2006	03/04/2006 08:42	05/04/2006 15:17	21:35
3	Jo-02KH23-2	SU001	8/4/2006	03/04/2006 11:22	06/04/2006 15:42	27:20
4	Jo-04EN21-2	SU011-1	7/4/2006	03/04/2006 13:42	09/04/2006 11:22	46:40
	Job Late = Jo-04EN21-2 Makespan = 03/04/2006 08:00 - 09/04/2006 11:22					

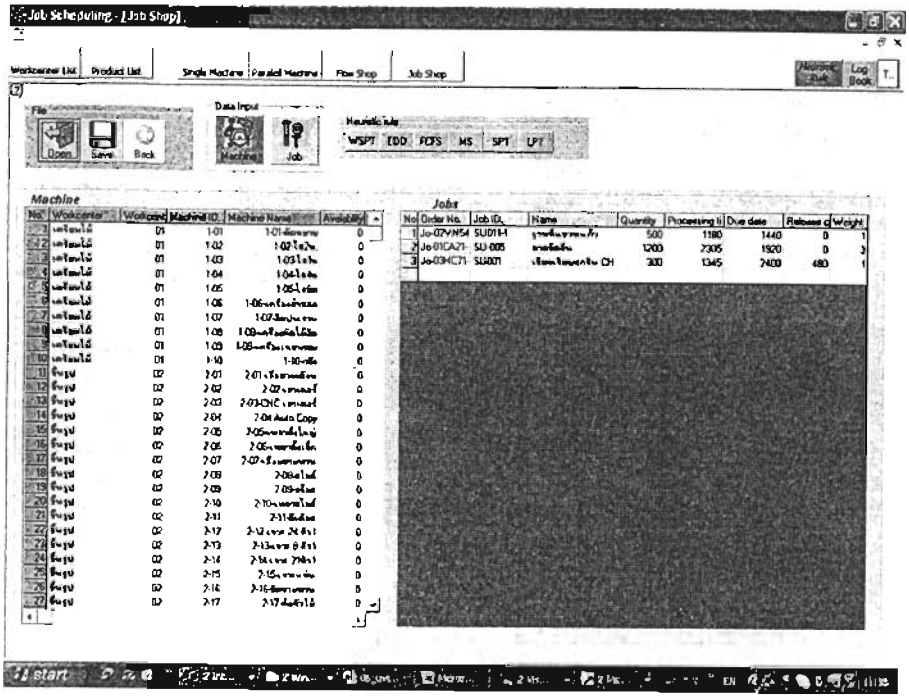
กรณีศึกษาที่ 3 การจัดตารางการผลิตที่มีกำหนดส่งในสัปดาห์ ข้อมูลดังในตารางที่ 4-8 วันที่เริ่มการผลิตคือ 17/4/2006 ช่วงเวลาการทำงานคือ 8:00 – 12:00 น.และ 13:00 – 17:00 น. โดยที่วัตถุดิบของรหัสสินค้า SU-005 จะพร้อมผลิตเมื่อ 17/4/2006 11:00 น. โดยต้องการให้ผลการจัดลำดับงานสอดคล้องกับหลายเป้าหมาย

ตารางที่ **4-10** รายการใบสั่งผลิตในกรณีศึกษาที่ 3

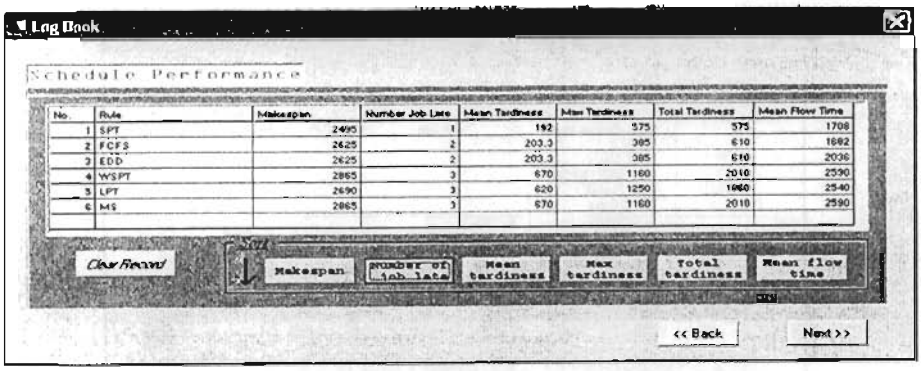
หมายเลขใบสั่งผลิต	รหัสสินค้า	ชื่อสินค้า	จำนวน	กำหนดส่ง	วันที่พร้อมผลิต
Jo-01CA21-3	SU-005	ถาดขัดลื่น	1200	21/4/2006	17/4/2006
Jo-02VN54-1	SU011-1	ฐานที่แขวนแก้ว	500	20/4/2006	17/4/2006
Jo-03HC71-1	SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	300	22/4/2006	17/4/2006



ภาพที่ 4-25 หน้าจอสร้างใบสั่งผลิตกรณีศึกษาที่ 3



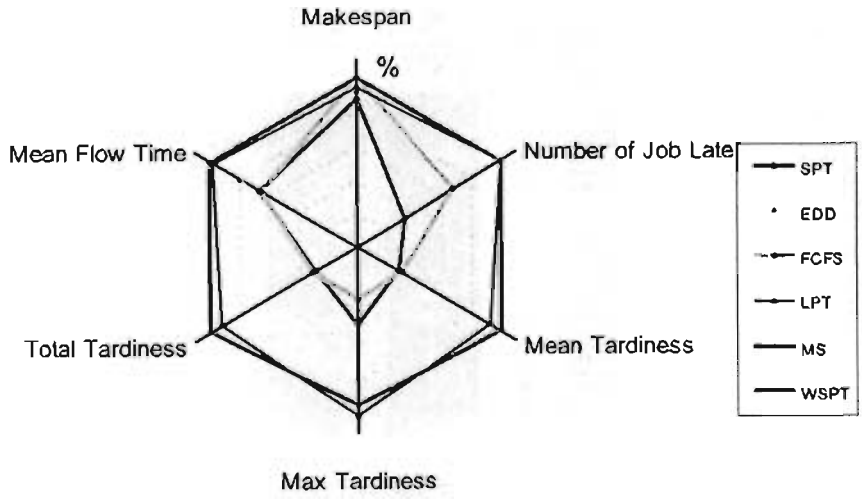
ภาพที่ 4-26 หน้าจอข้อมูลก่อนการประมวลผลกรณีศึกษาที่ 3



ภาพที่ 4-27 บันทึกผลประสิทธิภาพการจัดลำดับงานกรณีศึกษาที่ 3

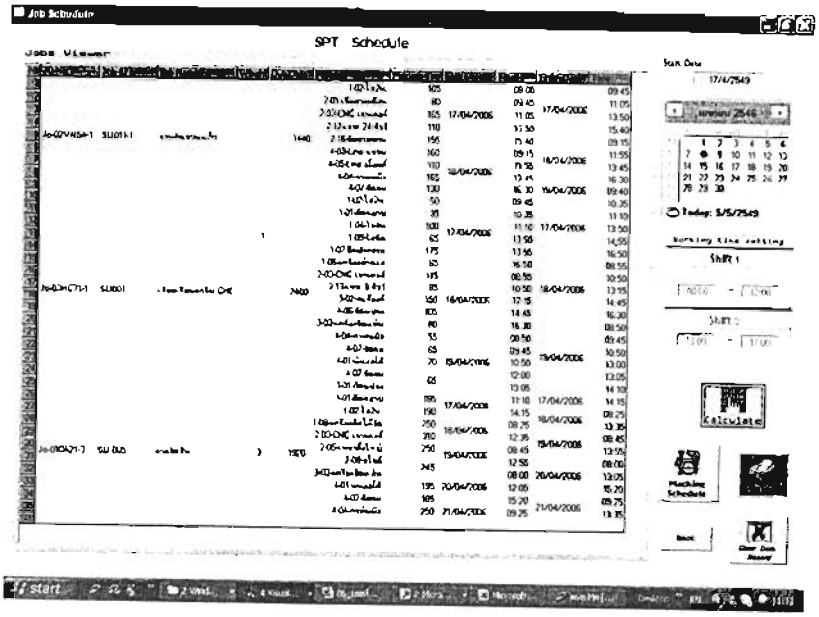
ตารางที่ 4-11 ตารางเปรียบเทียบประสิทธิภาพการจัดลำดับงานจากกรณีศึกษาที่ 3

Rule	Makespan	Number of Job Late	Mean Tardiness	Max Tardiness	Total Tardiness	Mean Flow Time
SPT	2495	1	192	575	575	1708
EDD	2625	2	203	385	610	2036
FCFS	2865	2	203	385	610	1682
LPT	2690	3	620	1250	1860	2540
MS	2865	3	670	1160	2010	2590
WSPT	2865	3	670	1160	2010	2590

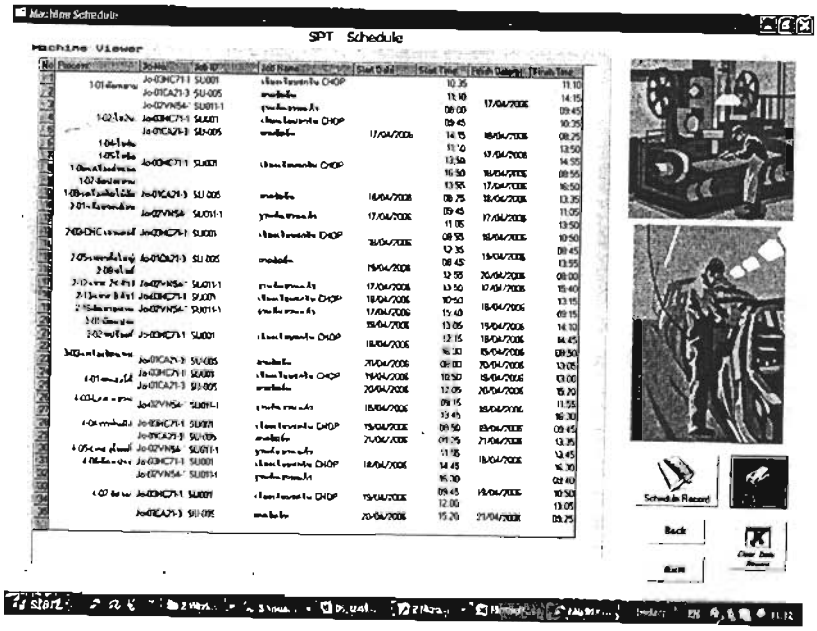


ภาพที่ 4-28 กราฟเปรียบเทียบผลของกรณีศึกษาที่ 3

จากการพิจารณาภาพที่ 4-28 ผลที่ได้คือ การจัดลำดับงานแบบ SPT เหมาะสมกับเป้าหมายที่ต้องการ โดยให้คำตอบที่ดีกับเป้าหมายหลายข้อ คือ ช่วงกว้างเวลาการผลิตรวมต่ำสุดเท่ากับ 2,495 นาที, มีงานที่ส่งล่าช้าน้อยสุดเท่ากับ 1 งาน และผลรวมเวลาส่งงานล่าช้าเท่ากับ 575 นาที จึงเลือกใช้วิธี SPT ในการจัดลำดับงาน แสดงดังในภาคผนวกที่ ค



ภาพที่ 4-29 หน้าจอตารางการผลิตของงานกรณีศึกษาที่ 3



ภาพที่ 4-30 หน้าจอตารางการผลิตของเครื่องจักรกรณีศึกษาที่ 3

ตารางที่ 4-12 ตารางสรุปช่วงเวลาการทำงานจากกรณีศึกษาที่ 3

Rule : SPT						
No.	Jo No.	Job ID.	Due Date	Start	Finish	Flow Time (hh:mm)
1	Jo-02VN54-1	SU011-1	19/4/2006	17/4/2006 08:00	19/04/2006 09:40	17:40
2	Jo-03HC71-1	SU001	22/4/2006	17/4/2006 10:35	19/04/2006 13:05	17:35
3	Jo-01CA21-3	SU-005	20/4/2006	17/4/2006 8:00	21/04/2006 13:35	36:35
	Job Late = Jo-01CA21-3 Makespan = 17/04/2006 08:00 - 21/04/2006 13:35					

4.4 สรุปความสามารถของโปรแกรมที่จัดทำขึ้น

เนื่องจากโปรแกรมการจัดลำดับงานที่จำหน่ายในปัจจุบันมีอยู่หลายโปรแกรมและมีราคาสูง แต่ละโปรแกรมมีความเหมาะสมกับรูปแบบการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมที่ต่างกัน โปรแกรม Lekin Scheduling เป็นโปรแกรมหนึ่งที่มีความยืดหยุ่น มีความน่าเชื่อถือ และง่ายต่อการใช้งาน ดังนั้นจึงทำการเปรียบความสามารถของโปรแกรมที่จัดทำขึ้นกับโปรแกรมดังกล่าว โดยหาข้อจำกัดและจุดบกพร่องของทั้งสองโปรแกรมเมื่อใช้ในการจัดลำดับงานให้กับโรงงานอุตสาหกรรม เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขต่อไป

ตารางที่ 4-13 ตารางเปรียบเทียบความสามารถโปรแกรมที่จัดทำกับโปรแกรม Lekin Scheduling

รายการ	Lekin Scheduling	Job Scheduling
1. จำกัดจำนวนงาน	50 งาน	ไม่จำกัด
2. จำกัดขั้นตอนการทำงาน	20 แผนก	ไม่จำกัด
3. สามารถสร้างฐานข้อมูลงานและเครื่องจักร	ทำไม่ได้	ทำได้
4. สามารถกำหนดตารางเวลาการทำงานเป็นหน่วยเวลา	ทำไม่ได้	ทำได้
5. ค่าตัวเลขอินพุทมากสุดที่โปรแกรมรองรับ	999	ไม่จำกัด
6. สามารถปรับตั้งช่วงเวลาการทำงาน	ทำไม่ได้	ทำได้
7. สามารถปรับแต่งลำดับงานหลังประมวลผลได้	ทำได้	ทำไม่ได้

ตารางที่ 4-13 (ต่อ)

รายการ	Lekin Scheduling	Job Scheduling
8. สามารถแสดงผลเป็นกราฟฟิก (Objective Chart, Gantt Chart, Setup Time)	ทำได้	ทำไม่ได้
9. สามารถเพิ่ม Algorithm ให้กับการประมวลผลของโปรแกรม	ทำได้	ทำไม่ได้
10. สามารถปรับตั้งวันหยุดการทำงาน	ทำไม่ได้	ทำไม่ได้
11. สามารถจัดตารางการผลิตที่เกิดงานเสีย (Rework Job)	ทำไม่ได้	ทำไม่ได้
12. สามารถจัดตารางการผลิตในสายการผลิตแบบประกอบ (Assembly Line Scheduling)	ทำไม่ได้	ทำไม่ได้
13. สามารถแสดงผลค่าเวลาของการเคลื่อนย้ายงานระหว่างขั้นตอน	ทำไม่ได้	ทำไม่ได้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยเป็นการศึกษาและออกแบบพัฒนาโปรแกรมการจัดลำดับงานตามกฎฮิวริสติก ที่นิยมใช้กันอยู่ในปัจจุบัน คือ WSPT, EDD, FCFS, MS, SPT และ LPT โดยใช้ข้อมูลของโรงงานอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ไม้เป็นกรณีศึกษา ซึ่งในการผลิตสินค้าส่วนใหญ่มีลักษณะการผลิตแบบตามสั่ง (Job Shop) เริ่มจากการศึกษาวิธีการจัดตารางการผลิตและการสั่งผลิต ของโรงงานอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ไม้ในปัจจุบัน เก็บข้อมูลที่ใช้ในการประมวลผลการจัดลำดับงาน ออกแบบการทำงานของโปรแกรม จัดทำโปรแกรมการจัดลำดับงานขึ้นด้วยโปรแกรม Microsoft Visual Basic 6.0 ทดสอบโปรแกรมโดยเริ่มจากการเก็บสร้างฐานข้อมูลเพื่อใช้ประมวลผล และแสดงผลการทดสอบ โปรแกรมการจัดลำดับงานจะประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก คือ ส่วนฐานข้อมูล (Data Base), ส่วนการทำงานประมวลผล (Processing) และส่วนการแสดงผล (Output) หลังจากประมวลผลโปรแกรมจะแสดงประสิทธิภาพของการจัดลำดับงานแต่ละแบบ เพื่อเปรียบเทียบและเลือกวิธีที่เหมาะสมกับเป้าหมายในการสร้างตารางการผลิต

5.1 สรุปผลงานวิจัย

การสรุปผลการวิจัยการจัดลำดับงานแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ การสรุปผลจากการทดสอบโปรแกรมการจัดลำดับงานที่ได้ออกแบบสร้างขึ้น และสรุปผลการจัดลำดับงานตามหลักเกณฑ์ทางฮิวริสติก

5.1.1 การทดสอบโปรแกรมการจัดลำดับงาน

โปรแกรมการจัดลำดับงานที่ออกแบบจัดทำขึ้นโดยที่มีการสร้างฐานข้อมูลงาน และเครื่องจักร ซึ่งมีผลความแม่นยำของการจัดตารางการผลิต สามารถรองรับการเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าตามช่วงเวลาของวางแผนการผลิต สามารถสร้างตารางการผลิตให้กับงานและเครื่องจักรได้ และสามารถปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมให้ใช้งานร่วมกับโปรแกรมวางแผนการผลิตของอุตสาหกรรมอื่นๆ ได้ โดยแก้ไขในส่วนของฐานข้อมูล (Data Base) จากการทดสอบกับกรณีศึกษา ได้ผลดังนี้

กรณีศึกษาที่ 1 มีเป้าหมายต้องการให้จำนวนงานส่งล่าช้า (Number of Job Late) ต่ำสุด เลือกใช้การจัดลำดับงานวิธี EDD ให้ค่าตามเป้าหมายน้อยสุดคือไม่มีงานส่งล่าช้า ช่วงเวลาการทำงานรวมเท่ากับ 2,659 นาที

กรณีศึกษาที่ 2 มีเป้าหมายต้องการให้จำนวนงานส่งล่าช้า (Number of Job Late) ต่ำสุด เลือกใช้การจัดลำดับงานวิธี SPT ให้ค่าตามเป้าหมายน้อยสุดเท่ากับ 1 งาน ต้องการทำงานล่วงเวลา (Over Time) เท่ากับ 1,942 นาที

กรณีศึกษาที่ 3 มีเป้าหมายต้องการให้ผลการจัดลำดับงานสอดคล้องกับเป้าหมายหลายข้อมากที่สุด เลือกใช้การจัดลำดับงานวิธี SPT ผลที่ได้คือ ช่วงกว้างเวลาการทำงาน (Makespan) เท่ากับ 2,495 นาที ค่าเฉลี่ยของเวลาส่งงานล่าช้า (Mean Tardiness) เท่ากับ 192 นาทีต่องาน หากต้องการผลิตเสร็จครบทุกงานต้องใช้เวลาการทำงานล่วงเวลาเท่ากับ 575 นาที

5.1.2 การจัดลำดับงานตามหลักเกณฑ์ทางฮิวริสติก

การจัดลำดับงานเป็นการวางแผนระดับปฏิบัติงานมีช่วงระยะเวลาการวางแผนที่สั้น และเป็นขั้นตอนในการสร้างตารางการผลิต ซึ่งเป็นการบริหารจัดการเวลาการทำงานของเครื่องจักร โดยจัดเรียงลำดับงานที่จะผลิตตามหลักเกณฑ์ทางฮิวริสติกที่อยู่ภายใต้เงื่อนไขของสภาพการผลิต เพื่อกำหนดว่าจะใช้เวลาในแต่ละช่วงทำงานใด พร้อมทั้งแสดงเวลาเริ่มและเวลาที่เสร็จงานในแต่ละขั้นตอนการผลิตไปจนถึงขั้นตอนสุดท้าย ในขั้นแรกผู้วางแผนต้องกำหนดเป้าหมายในการจัดตารางการผลิต เพื่อเลือกวิธีการจัดลำดับงานที่เหมาะสม ในกรณีศึกษาวิธี SPT ให้คำตอบที่เหมาะสมที่สุดจาก 6 วิธี

5.2 ข้อจำกัดของโปรแกรม

จากโปรแกรมการจัดลำดับงานต้นแบบที่จัดทำขึ้นมีข้อบกพร่อง ดังนี้

5.2.1 ไม่สามารถแสดงผลการจัดตารางการผลิตเป็นแกนต์ชาร์ตได้

5.2.2 หลังจากการประมวลผลไม่สามารถแก้ไขเปลี่ยนแปลงผลการจัดลำดับงานได้

5.2.3 ไม่สามารถใส่ปฏิทินและเวลาทำงาน ทำให้ไม่รองรับวันหยุดงาน

5.2.4 ไม่รองรับการจัดตารางการผลิตในกรณีที่เกิดงานซ่อม (Rework) ในระหว่างการผลิต

5.2.5 ไม่รองรับการจัดลำดับการผลิตให้กับการผลิตแบบประกอบ (Assembly) หรือการแบ่งเป็นชิ้นส่วนย่อยในระหว่างกระบวนการผลิต

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ควรออกแบบพัฒนาฟังก์ชั่นการหาค่าที่ดีที่สุด (Optimization) ตามเป้าหมายการจัดตารางการผลิตที่ต้องการ

5.3.2 จากการประมวลผลของโปรแกรม ควรมีการแก้ไขการจัดตารางการผลิตใหม่ได้

5.3.3 ออกแบบการแสดงผลเพิ่มเติม ดังนี้ แกนต์ชาร์ต, กราฟเปรียบเทียบประสิทธิภาพ และแสดงค่าเวลาตั้งเครื่อง (Setup Time)

5.3.4 ปรับปรุงการเก็บข้อมูลเวลาการตั้งเครื่องจักรให้เป็นแบบ Setup Matrix

5.3.5 เพิ่มฟังก์ชั่นการตั้งค่าวันหยุดการทำงาน

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

ชุมพล ศฤงคารศิริ. การวางแผนและควบคุมการผลิต. กรุงเทพมหานคร: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2545.

ธนวัฒน์ ลิ้มศิริเศรษฐกุล. "การจัดลำดับงานโดยอาศัยหลายเกณฑ์วัตถุประสงค์ : กรณีศึกษาในอุตสาหกรรมการผลิตวงจรรวม." วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2542.

ธาริน สิทธิธรรมชารี. คู่มือการเขียนโปรแกรม Visual Basic Version 6.0. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: บริษัท ส.เอเชียเพรส จำกัด, 2545.

พิชิต สุขเจริญพงษ์. การจัดการวิศวกรรมการผลิต. กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2540.

พิภพ ลลิตาภรณ์. ระบบวางแผนและควบคุมการผลิต. กรุงเทพมหานคร: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2545.

วัสชัย ลิมปนวาร. "สู่ความเป็นเลิศในการจัดลำดับงาน." Productivity world. (มกราคม - กุมภาพันธ์ 2544) : 1-7.

ภาษาอังกฤษ

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

Chris N. Potts and Mikhail Y. Kovalyov. "Scheduling with Batching: A Review." European Journal of Operation Research. 120, (2000) : 228-249.

Dileep R. Sule. Industrial Scheduling. New York: PWS Publishing Company, 1996.

French, S. Sequencing and Scheduling: An Introduction to the mathematics of the Job-Shop. New York: Eellis Horwood Ltd., 1982.

K.C. JAIN and L.N. Aggarwal. Production Planning Control and Industrial Management. Delhi: Goyal Offset Printer, 1983.

Ronal G. Asgin and Charles R. Standridge. Modeling and Analysis of Manufacturing Systems. New York: John Wiley Inc, 1993.

Valery Gordon, Jean-Marie Prot and Chengbin Chu. "A Survey of the State-of-the Art of Common Due Date Assignment and Scheduling Research." European Journal of Operation Research. 139, (2002) : 1-25.

ภาคผนวก ก

ผลการทดสอบโปรแกรมจากกรณีศึกษาที่ 1

ตารางที่ ก-1 ตารางการผลิตของงานแบบ EDD

Job Order Number	Job ID	Job Name	Process Name	Start		Finish	
				Date	Time	Date	Time
Jo-04EN06-3	SU012	เขียงเรียบปั๊มCHOP	1-01-ตัดหยาบ	06/03/2006	08:00	06/03/2006	08:42
			1-02-ไส2น.	06/03/2006	08:42	06/03/2006	09:24
			1-07-อัดประสาน	06/03/2006	09:24	06/03/2006	11:49
			1-05-ไสซิด	06/03/2006	11:49	06/03/2006	13:32
			1-04-ไส4น	06/03/2006	13:32	06/03/2006	14:40
			2-13-เจาะ 8 หัว1	06/03/2006	13:40	06/03/2006	14:35
			2-09-สล๊อต	06/03/2006	14:35	06/03/2006	15:35
			2-04-Auto Copy	06/03/2006	15:35	06/03/2006	16:48
			4-06-ขัดแปรง	06/03/2006	16:48	07/03/2006	08:43
			4-01-พ่นออโต้	07/03/2006	08:43	07/03/2006	09:43
			4-07-ขัดลม	07/03/2006	09:43	07/03/2006	10:56
			4-05-Line อุโมงค์	07/03/2006	10:56	07/03/2006	13:08
Jo-07SP03-1	D003-EC-2	พื้นนั่ง-โต๊ะนักเรียนแบบบาง	1-02-ไส2น.	06/03/2006	09:24	06/03/2006	10:19
			1-01-ตัดหยาบ	06/03/2006	10:19	06/03/2006	11:02
			1-04-ไส4น	06/03/2006	13:40	06/03/2006	15:05
			1-05-ไสซิด	06/03/2006	15:05	06/03/2006	16:00

ตารางที่ ก-1 (ต่อ)

Job Order Number	Job ID	Job Name	Process Name	Start		Finish	
				Date	Time	Date	Time
Jo-07SP03-1	D003-EC-2	พื้นนั่ง-โต๊ะนักเรียนแบบบาง	1-06-เครื่องผ่าซอย	06/03/2006	16:00	06/03/2006	16:55
			2-09-สล๊อต	06/03/2006	16:55	07/03/2006	08:50
			2-10-เพลาสไลด์	07/03/2006	08:50	07/03/2006	09:32
			2-06-เพลาตั้งเล็ก	07/03/2006	09:32	07/03/2006	10:44
			4-07-ขัดลม	07/03/2006	10:56	07/03/2006	13:04
			3-01-ปัดแปรง	07/03/2006	12:04	07/03/2006	13:46
			4-04-กาพ่นมือ	07/03/2006	12:46	07/03/2006	14:11
			4-06-ขัดแปรง	07/03/2006	14:11	07/03/2006	15:06
			4-02-ม่านน้ำตก	07/03/2006	15:06	07/03/2006	16:18
Jo-05BK36-3	SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	1-02-ไส2น.	06/03/2006	10:19	06/03/2006	11:09
			1-01-ตัดหยาบ	06/03/2006	11:09	06/03/2006	11:44
			1-04-ไส4น	06/03/2006	15:05	06/03/2006	16:45
			1-05-ไสซิด	06/03/2006	16:45	07/03/2006	08:50
			1-07-อัดประสาน	07/03/2006	08:50	07/03/2006	11:45
			1-06-เครื่องผ่าซอย	07/03/2006	11:45	07/03/2006	13:50
			2-03-CNC เลาเตอร์	07/03/2006	12:50	07/03/2006	14:45

ตารางที่ ก-1 (ต่อ)

Job Order Number	Job ID	Job Name	Process Name	Start		Finish	
				Date	Time	Date	Time
Jo-05BK36-3	SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	2-13-เจาะ 8 หัว1	07/03/2006	14:45	07/03/2006	16:10
			3-02-สปร๊องค์	07/03/2006	16:10	08/03/2006	09:40
			4-06-ขัดแปรง	08/03/2006	09:40	08/03/2006	11:25
			3-03-เครื่องขัดแท่น	08/03/2006	11:25	08/03/2006	13:45
			4-04-กาพ่นมือ	08/03/2006	12:45	08/03/2006	13:40
			4-07-ขัดลม	08/03/2006	13:40	08/03/2006	14:45
			4-01-พ่นออโต้	08/03/2006	14:45	08/03/2006	15:55
			4-07-ขัดลม	08/03/2006	15:55	09/03/2006	08:00
			3-01-ปัดแปรง	09/03/2006	08:00	09/03/2006	09:05
Jo-06BK09-1	SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	1-02-ไส2น.	09/03/2006	09:05	09/03/2006	09:55
			1-01-ตัดหยาบ	09/03/2006	09:55	09/03/2006	10:30
			1-04-ไส4น	09/03/2006	10:30	09/03/2006	13:10
			1-05-ไสซิด	09/03/2006	12:10	09/03/2006	13:15
			1-07-อัดประสาน	09/03/2006	13:15	09/03/2006	16:10
			1-06-เครื่องผ่าซอย	09/03/2006	16:10	10/03/2006	08:15
			2-03-CNC เลาเตอร์	10/03/2006	08:15	10/03/2006	10:10

ตารางที่ ก-1 (ต่อ)

Job Order Number	Job ID	Job Name	Process Name	Start		Finish	
				Date	Time	Date	Time
Jo-06BK09-1	SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	2-13-เจาะ 8 หัว1	10/03/2006	10:10	10/03/2006	11:35
			3-02-สปร็องค์	10/03/2006	11:35	10/03/2006	14:05
			4-06-ขัดแปรง	10/03/2006	14:05	10/03/2006	15:50
			3-03-เครื่องขัดแท่น	10/03/2006	15:50	11/03/2006	08:10
			4-04-กาพ่นมือ	11/03/2006	08:10	11/03/2006	09:05
			4-07-ขัดลม	11/03/2006	09:05	11/03/2006	10:10
			4-01-พ่นออโต้	11/03/2006	10:10	11/03/2006	11:20
			4-07-ขัดลม	11/03/2006	11:20	11/03/2006	13:25
			3-01-ปัดแปรง	11/03/2006	12:25	11/03/2006	13:30
Jo-03BK42-1	SU-005	ถาดขัดลื่น	1-01-ตัดหยาบ	09/03/2006	10:30	09/03/2006	11:50
			1-02-ไส2น.	09/03/2006	11:50	09/03/2006	13:15
			1-08-เครื่องตัดไม้อัด	09/03/2006	13:15	09/03/2006	15:05
			2-03-CNC เลาเตอร์	10/03/2006	10:10	10/03/2006	13:25
			2-05-เพลาตั้งใหญ่	10/03/2006	12:25	10/03/2006	14:15
			2-08-สไลด์	10/03/2006	14:15	10/03/2006	16:00
			3-03-เครื่องขัดแท่น	11/03/2006	08:10	11/03/2006	09:55

ตารางที่ ก-1 (ต่อ)

Job Order Number	Job ID	Job Name	Process Name	Start		Finish	
				Date	Time	Date	Time
Jo-03BK42-1	SU-005	ถาดขัดลื่น	4-01-พ่นออโต้	11/03/2006	11:20	11/03/2006	13:50
			4-07-ขัดลม	11/03/2006	12:50	11/03/2006	14:10
			4-04-กาพ่นมือ	11/03/2006	14:10	11/03/2006	16:00
Jo-08CH25-2	D003-EC-2	พื้นนั่ง-โต๊ะนักเรียนแบบบาง	1-02-ไส2น.	09/03/2006	13:15	09/03/2006	15:00
			1-01-ตัดหยาบ	09/03/2006	15:00	09/03/2006	16:20
			1-04-ไส4น	09/03/2006	16:20	10/03/2006	10:00
			1-05-ไสซิด	10/03/2006	10:00	10/03/2006	11:45
			1-06-เครื่องผ่าซอย	10/03/2006	11:45	10/03/2006	13:30
			2-09-สล๊อต	10/03/2006	13:30	10/03/2006	15:15
			2-10-เพลาสไลด์	10/03/2006	15:15	10/03/2006	16:35
			2-06-เพลาตั้งเล็ก	10/03/2006	16:35	11/03/2006	09:50
			4-07-ขัดลม	11/03/2006	14:10	11/03/2006	16:20
			3-01-ปัดแปรง	11/03/2006	16:20	12/03/2006	08:40
			4-04-กาพ่นมือ	12/03/2006	08:40	12/03/2006	11:20
			4-06-ขัดแปรง	12/03/2006	11:20	12/03/2006	13:05
			4-02-ม่านน้ำตก	12/03/2006	13:05	12/03/2006	15:20

ตารางที่ ก-1 (ต่อ)

Job Order Number	Job ID	Job Name	Process Name	Start		Finish	
				Date	Time	Date	Time
Jo-01AMC05-3	T027/2/V2-13	กรอบโครงลิ้นชักบน	1-02-ไส2น.	09/03/2006	15:00	09/03/2006	16:20
			1-01-ตัดหยาบ	09/03/2006	16:20	10/03/2006	08:15
			1-04-ไส4น	10/03/2006	10:00	10/03/2006	13:12
			1-05-ไสซิด	10/03/2006	12:12	10/03/2006	13:57
			1-06-เครื่องผ่าซอย	10/03/2006	13:57	10/03/2006	15:20
			4-06-ขัดแปรง	12/03/2006	13:05	12/03/2006	14:50
			2-05-เพลาตั้งใหญ่	12/03/2006	14:50	12/03/2006	16:40
			2-09-สล๊อต	12/03/2006	16:40	13/03/2006	09:25
			2-16-ขัดสายพาน	13/03/2006	09:25	13/03/2006	10:40
			3-02-สปร้องค์	13/03/2006	10:40	13/03/2006	11:35
			4-04-กาพ่นมือ	13/03/2006	11:35	13/03/2006	13:55
			4-01-พ่นออโต้	13/03/2006	13:55	13/03/2006	15:50
			3-03-เครื่องขัดแท่น	13/03/2006	15:50	14/03/2006	08:35
Jo-02BK23-1	MN-01	ขาหน้า-หลัง	1-02-ไส2น.	09/03/2006	16:20	10/03/2006	08:45
			1-01-ตัดหยาบ	10/03/2006	08:45	10/03/2006	09:20
			1-04-ไส4น	10/03/2006	12:12	10/03/2006	14:27

ตารางที่ ก-1 (ต่อ)

Job Order Number	Job ID	Job Name	Process Name	Start		Finish	
				Date	Time	Date	Time
Jo-02BK23-1	MN-01	ขาหน้า-หลัง	1-05-ไสซิด	10/03/2006	14:27	10/03/2006	15:37
			1-06-เครื่องผ่าซอย	10/03/2006	15:37	10/03/2006	16:42
			2-05-เพลาตั้งใหญ่	12/03/2006	16:40	13/03/2006	09:20
			2-09-สล๊อต	13/03/2006	09:25	13/03/2006	11:05
			2-12-เจาะ 24 หัว1	13/03/2006	11:05	13/03/2006	13:15
			2-13-เจาะ 8 หัว1	13/03/2006	12:15	13/03/2006	13:40
			2-15-เจาะแท่น	13/03/2006	13:40	13/03/2006	14:35
			3-01-ปัดแปรง	13/03/2006	14:35	13/03/2006	16:55
			2-16-ขัดสายพาน	13/03/2006	16:55	14/03/2006	09:15
			4-01-พ่นออโต้	14/03/2006	09:15	14/03/2006	10:30
			4-04-กาพ่นมือ	14/03/2006	10:30	14/03/2006	11:50
			4-05-Line อุโมงค์	14/03/2006	11:50	14/03/2006	13:00
			4-06-ขัดแปรง	14/03/2006	13:00	14/03/2006	14:33
			4-07-ขัดลม	14/03/2006	14:33	14/03/2006	15:38

ตารางที่ ภ-2 ตารางการผลิตของเครื่องจักรแบบ EDD

Workcenter	Machine Name	Job Order	Job ID.	Job Name	Start		Finish	
					Date	Time	Date	Time
เตรียมไม้	1-01-ตัดหยาบ	Jo-04EN06-3	SU012	เขียงเรียบปั๊มCHOP	06/03/2006	08:00	06/03/2006	08:42
		Jo-07SP03-1	D003-EC-2	พื้นนั่ง-โต๊ะนักเรียนแบบบาง	06/03/2006	10:19	06/03/2006	11:02
		Jo-05BK36-3	SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	06/03/2006	11:09	06/03/2006	11:44
		Jo-06BK09-1	SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	09/03/2006	09:55	09/03/2006	10:30
		Jo-03BK42-1	SU-005	ถาดขัดลื่น	09/03/2006	10:30	09/03/2006	11:50
		Jo-08CH25-2	D003-EC-2	พื้นนั่ง-โต๊ะนักเรียนแบบบาง	09/03/2006	15:00	09/03/2006	16:20
		Jo-01AMC05-3	T027/2/V2-13	กรอบโครงลิ้นชักบน	09/03/2006	16:20	10/03/2006	08:15
		Jo-02BK23-1	MN-01	ขาหน้า-หลัง	10/03/2006	08:45	10/03/2006	09:20
	1-02-ไส2น.	Jo-04EN06-3	SU012	เขียงเรียบปั๊มCHOP	06/03/2006	08:42	06/03/2006	09:24
		Jo-07SP03-1	D003-EC-2	พื้นนั่ง-โต๊ะนักเรียนแบบบาง	06/03/2006	09:24	06/03/2006	10:19
		Jo-05BK36-3	SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	06/03/2006	10:19	06/03/2006	11:09
		Jo-06BK09-1	SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	09/03/2006	09:05	09/03/2006	09:55
		Jo-03BK42-1	SU-005	ถาดขัดลื่น	09/03/2006	11:50	09/03/2006	13:15
		Jo-08CH25-2	D003-EC-2	พื้นนั่ง-โต๊ะนักเรียนแบบบาง	09/03/2006	13:15	09/03/2006	15:00
		Jo-01AMC05-3	T027/2/V2-13	กรอบโครงลิ้นชักบน	09/03/2006	15:00	09/03/2006	16:20
		Jo-02BK23-1	MN-01	ขาหน้า-หลัง	09/03/2006	16:20	10/03/2006	08:45

ตารางที่ ก-2 (ต่อ)

Workcenter	Machine Name	Job Order	Job ID.	Job Name	Start		Finish	
					Date	Time	Date	Time
เตรียมไม้	1-04-ไส4น	Jo-04EN06-3	SU012	เขียงเรียบปั๊มCHOP	06/03/2006	13:32	06/03/2006	14:40
		Jo-07SP03-1	D003-EC-2	พื้นนั่ง-โต๊ะนักเรียนแบบบาง	06/03/2006	13:40	06/03/2006	15:05
		Jo-05BK36-3	SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	06/03/2006	15:05	06/03/2006	16:45
		Jo-06BK09-1	SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	09/03/2006	10:30	09/03/2006	13:10
		Jo-08CH25-2	D003-EC-2	พื้นนั่ง-โต๊ะนักเรียนแบบบาง	09/03/2006	16:20	10/03/2006	10:00
		Jo-01AMC05-3	T027/2/V2-13	กรอบโครงลิ้นชักบน	10/03/2006	10:00	10/03/2006	13:12
		Jo-02BK23-1	MN-01	ขาหน้า-หลัง	10/03/2006	12:12	10/03/2006	14:27
	1-05-ไสซิด	Jo-04EN06-3	SU012	เขียงเรียบปั๊มCHOP	06/03/2006	11:49	06/03/2006	13:32
		Jo-07SP03-1	D003-EC-2	พื้นนั่ง-โต๊ะนักเรียนแบบบาง	06/03/2006	15:05	06/03/2006	16:00
		Jo-05BK36-3	SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	06/03/2006	16:45	07/03/2006	08:50
		Jo-06BK09-1	SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	09/03/2006	12:10	09/03/2006	13:15
		Jo-08CH25-2	D003-EC-2	พื้นนั่ง-โต๊ะนักเรียนแบบบาง	10/03/2006	10:00	10/03/2006	11:45
		Jo-01AMC05-3	T027/2/V2-13	กรอบโครงลิ้นชักบน	10/03/2006	12:12	10/03/2006	13:57
		Jo-02BK23-1	MN-01	ขาหน้า-หลัง	10/03/2006	14:27	10/03/2006	15:37
	1-06-เครื่องผ่าซอย	Jo-07SP03-1	D003-EC-2	พื้นนั่ง-โต๊ะนักเรียนแบบบาง	06/03/2006	16:00	06/03/2006	16:55
		Jo-05BK36-3	SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	07/03/2006	11:45	07/03/2006	13:50

ตารางที่ ก-2 (ต่อ)

Workcenter	Machine Name	Job Order	Job ID.	Job Name	Start		Finish	
					Date	Time	Date	Time
เตรียมไม้	1-06-เครื่องผ่าซอย	Jo-06BK09-1	SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	09/03/2006	16:10	10/03/2006	08:15
		Jo-08CH25-2	D003-EC-2	พื้นนั่ง-โต๊ะนักเรียนแบบบาง	10/03/2006	11:45	10/03/2006	13:30
		Jo-01AMC05-3	T027/2/V2-13	กรอบโครงลิ้นชักบน	10/03/2006	13:57	10/03/2006	15:20
		Jo-02BK23-1	MN-01	ขาหน้า-หลัง	10/03/2006	15:37	10/03/2006	16:42
	1-07-อัดประสาน	Jo-04EN06-3	SU012	เขียงเรียบปั๊มCHOP	06/03/2006	09:24	06/03/2006	11:49
		Jo-05BK36-3	SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	07/03/2006	08:50	07/03/2006	11:45
		Jo-06BK09-1	SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	09/03/2006	13:15	09/03/2006	16:10
	1-08-เครื่องตัดไม้อัด	Jo-03BK42-1	SU-005	ถาดขัดลื่น	09/03/2006	13:15	09/03/2006	15:05
ขึ้นรูป	2-03-CNC เลาเตอร์	Jo-05BK36-3	SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	07/03/2006	12:50	07/03/2006	14:45
		Jo-06BK09-1	SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	10/03/2006	08:15	10/03/2006	10:10
		Jo-03BK42-1	SU-005	ถาดขัดลื่น	10/03/2006	10:10	10/03/2006	13:25
	2-04-Auto Copy	Jo-04EN06-3	SU012	เขียงเรียบปั๊มCHOP	06/03/2006	15:35	06/03/2006	16:48
	2-05-เพลาตั้งใหญ่	Jo-03BK42-1	SU-005	ถาดขัดลื่น	10/03/2006	12:25	10/03/2006	14:15
		Jo-01AMC05-3	T027/2/V2-13	กรอบโครงลิ้นชักบน	12/03/2006	14:50	12/03/2006	16:40
		Jo-02BK23-1	MN-01	ขาหน้า-หลัง	12/03/2006	16:40	13/03/2006	09:20
	2-06-เพลาตั้งเล็ก	Jo-07SP03-1	D003-EC-2	พื้นนั่ง-โต๊ะนักเรียนแบบบาง	07/03/2006	09:32	07/03/2006	10:44
		Jo-08CH25-2	D003-EC-2	พื้นนั่ง-โต๊ะนักเรียนแบบบาง	10/03/2006	16:35	11/03/2006	09:50

ตารางที่ ก-2 (ต่อ)

Workcenter	Machine Name	Job Order	Job ID.	Job Name	Start		Finish	
					Date	Time	Date	Time
ขึ้นรูป	2-08-สไลด์	Jo-03BK42-1	SU-005	ถาดขัดลิ้น	10/03/2006	14:15	10/03/2006	16:00
	2-09-สล๊อต	Jo-04EN06-3	SU012	เขียงเรียบปั๊มCHOP	06/03/2006	14:35	06/03/2006	15:35
		Jo-07SP03-1	D003-EC-2	พื้นนั่ง-โต๊ะนักเรียนแบบบาง	06/03/2006	16:55	07/03/2006	08:50
		Jo-08CH25-2	D003-EC-2	พื้นนั่ง-โต๊ะนักเรียนแบบบาง	10/03/2006	13:30	10/03/2006	15:15
		Jo-01AMC05-3	T027/2/V2-13	กรอบโครงลิ้นชักบน	12/03/2006	16:40	13/03/2006	09:25
		Jo-02BK23-1	MN-01	ขาหน้า-หลัง	13/03/2006	09:25	13/03/2006	11:05
	2-10-เพลาสไลด์	Jo-07SP03-1	D003-EC-2	พื้นนั่ง-โต๊ะนักเรียนแบบบาง	07/03/2006	08:50	07/03/2006	09:32
		Jo-08CH25-2	D003-EC-2	พื้นนั่ง-โต๊ะนักเรียนแบบบาง	10/03/2006	15:15	10/03/2006	16:35
	2-12-เจาะ 24 หัว1	Jo-02BK23-1	MN-01	ขาหน้า-หลัง	13/03/2006	11:05	13/03/2006	13:15
	2-13-เจาะ 8 หัว1	Jo-04EN06-3	SU012	เขียงเรียบปั๊มCHOP	06/03/2006	13:40	06/03/2006	14:35
		Jo-05BK36-3	SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	07/03/2006	14:45	07/03/2006	16:10
		Jo-06BK09-1	SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	10/03/2006	10:10	10/03/2006	11:35
		Jo-02BK23-1	MN-01	ขาหน้า-หลัง	13/03/2006	12:15	13/03/2006	13:40
	2-15-เจาะแท่น	Jo-02BK23-1	MN-01	ขาหน้า-หลัง	13/03/2006	13:40	13/03/2006	14:35
	2-16-ขัดสายพาน	Jo-01AMC05-3	T027/2/V2-13	กรอบโครงลิ้นชักบน	13/03/2006	09:25	13/03/2006	10:40
	2-16-ขัดสายพาน	Jo-02BK23-1	MN-01	ขาหน้า-หลัง	13/03/2006	16:55	14/03/2006	09:15
ขัด	3-01-ปัดแปรง	Jo-07SP03-1	D003-EC-2	พื้นนั่ง-โต๊ะนักเรียนแบบบาง	07/03/2006	12:04	07/03/2006	13:46

ตารางที่ ก-2 (ต่อ)

Workcenter	Machine Name	Job Order	Job ID.	Job Name	Start		Finish	
					Date	Time	Date	Time
ขัด	3-01-ปัดแปรง	Jo-05BK36-3	SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	09/03/2006	08:00	09/03/2006	09:05
		Jo-06BK09-1	SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	11/03/2006	12:25	11/03/2006	13:30
		Jo-08CH25-2	D003-EC-2	พื้นนั่ง-โต๊ะนักเรียนแบบบาง	11/03/2006	16:20	12/03/2006	08:40
		Jo-02BK23-1	MN-01	ขาหน้า-หลัง	13/03/2006	14:35	13/03/2006	16:55
	3-02-สปร้องค์	Jo-05BK36-3	SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	07/03/2006	16:10	08/03/2006	09:40
		Jo-06BK09-1	SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	10/03/2006	11:35	10/03/2006	14:05
		Jo-01AMC05-3	T027/2/V2-13	กรอบโครงลิ้นชักบน	13/03/2006	10:40	13/03/2006	11:35
	3-03-เครื่องขัดแท่น	Jo-05BK36-3	SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	08/03/2006	11:25	08/03/2006	13:45
		Jo-06BK09-1	SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	10/03/2006	15:50	11/03/2006	08:10
		Jo-03BK42-1	SU-005	ถาดขัดลึ่น	11/03/2006	08:10	11/03/2006	09:55
		Jo-01AMC05-3	T027/2/V2-13	กรอบโครงลิ้นชักบน	13/03/2006	15:50	14/03/2006	08:35
ทำสี	4-01-พ่นออโต้	Jo-04EN06-3	SU012	เขียงเรียบปั๊มCHOP	07/03/2006	08:43	07/03/2006	09:43
		Jo-05BK36-3	SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	08/03/2006	14:45	08/03/2006	15:55
		Jo-06BK09-1	SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	11/03/2006	10:10	11/03/2006	11:20
		Jo-03BK42-1	SU-005	ถาดขัดลึ่น	11/03/2006	11:20	11/03/2006	13:50
		Jo-01AMC05-3	T027/2/V2-13	กรอบโครงลิ้นชักบน	13/03/2006	13:55	13/03/2006	15:50
		Jo-02BK23-1	MN-01	ขาหน้า-หลัง	14/03/2006	09:15	14/03/2006	10:30

ตารางที่ ก-2 (ต่อ)

Workcenter	Machine Name	Job Order	Job ID.	Job Name	Start		Finish	
					Date	Time	Date	Time
ทำสี	4-02-ม่านน้ำตก	Jo-07SP03-1	D003-EC-2	พื้นนั่ง-โต๊ะนักเรียนแบบบาง	07/03/2006	15:06	07/03/2006	16:18
		Jo-08CH25-2	D003-EC-2	พื้นนั่ง-โต๊ะนักเรียนแบบบาง	12/03/2006	13:05	12/03/2006	15:20
	4-04-กาพ่นมือ	Jo-07SP03-1	D003-EC-2	พื้นนั่ง-โต๊ะนักเรียนแบบบาง	07/03/2006	12:46	07/03/2006	14:11
		Jo-05BK36-3	SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	08/03/2006	12:45	08/03/2006	13:40
		Jo-06BK09-1	SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	11/03/2006	08:10	11/03/2006	09:05
		Jo-03BK42-1	SU-005	ถาดขัดลื่น	11/03/2006	14:10	11/03/2006	16:00
		Jo-08CH25-2	D003-EC-2	พื้นนั่ง-โต๊ะนักเรียนแบบบาง	12/03/2006	08:40	12/03/2006	11:20
		Jo-01AMC05-3	T027/2/V2-13	กรอบโครงลิ้นชักบน	13/03/2006	11:35	13/03/2006	13:55
		Jo-02BK23-1	MN-01	ขาหน้า-หลัง	14/03/2006	10:30	14/03/2006	11:50
	4-05-Line อุโมงค์	Jo-04EN06-3	SU012	เขียงเรียบปั๊มCHOP	07/03/2006	10:56	07/03/2006	13:08
		Jo-02BK23-1	MN-01	ขาหน้า-หลัง	14/03/2006	11:50	14/03/2006	13:00
	4-06-ขัดแปรง	Jo-04EN06-3	SU012	เขียงเรียบปั๊มCHOP	06/03/2006	16:48	07/03/2006	08:43
		Jo-07SP03-1	D003-EC-2	พื้นนั่ง-โต๊ะนักเรียนแบบบาง	07/03/2006	14:11	07/03/2006	15:06
		Jo-05BK36-3	SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	08/03/2006	09:40	08/03/2006	11:25
		Jo-06BK09-1	SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	10/03/2006	14:05	10/03/2006	15:50
		Jo-08CH25-2	D003-EC-2	พื้นนั่ง-โต๊ะนักเรียนแบบบาง	12/03/2006	11:20	12/03/2006	13:05
		Jo-01AMC05-3	T027/2/V2-13	กรอบโครงลิ้นชักบน	12/03/2006	13:05	12/03/2006	14:50

ตารางที่ ก-2 (ต่อ)

Workcenter	Machine Name	Job Order	Job ID.	Job Name	Start		Finish	
					Date	Time	Date	Time
ทำสี	4-06-ขัดแปรง	Jo-02BK23-1	MN-01	ขาหน้า-หลัง	14/03/2006	13:00	14/03/2006	14:33
	4-07-ขัดลม	Jo-04EN06-3	SU012	เขียงเรียบปั๊มCHOP	07/03/2006	09:43	07/03/2006	10:56
		Jo-07SP03-1	D003-EC-2	พื้นนั่ง-โต๊ะนักเรียนแบบบาง	07/03/2006	10:56	07/03/2006	13:04
		Jo-05BK36-3	SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	08/03/2006	13:40	08/03/2006	14:45
		Jo-05BK36-3	SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	08/03/2006	15:55	09/03/2006	08:00
		Jo-06BK09-1	SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	11/03/2006	09:05	11/03/2006	10:10
		Jo-06BK09-1	SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	11/03/2006	11:20	11/03/2006	13:25
		Jo-03BK42-1	SU-005	ถาดขัดลื่น	11/03/2006	12:50	11/03/2006	14:10
		Jo-08CH25-2	D003-EC-2	พื้นนั่ง-โต๊ะนักเรียนแบบบาง	11/03/2006	14:10	11/03/2006	16:20
		Jo-02BK23-1	MN-01	ขาหน้า-หลัง	14/03/2006	14:33	14/03/2006	15:38

ภาคผนวก ข

ผลการทดสอบจากกรณีศึกษาที่ 2

ตารางที่ ข-1 ตารางการผลิตของงานแบบ SPT

Job Order Number	Job ID	Job Name	Process Name	Start		Finish	
				Date	Time	Date	Time
Jo-01C52-3	SU-005	ถาดขัดลื่น	1-01-ตัดหยาบ	03/04/2006	08:00	03/04/2006	08:42
			1-02-ไส2น.	03/04/2006	08:42	03/04/2006	09:30
			1-08-เครื่องตัดไม้อัด	03/04/2006	09:30	03/04/2006	10:30
			2-03-CNC เลาเตอร์	03/04/2006	10:30	03/04/2006	11:42
			2-05-เพลาตั้งใหญ่	03/04/2006	11:42	03/04/2006	13:42
			2-08-สไลด์	03/04/2006	13:42	03/04/2006	14:37
			3-03-เครื่องขัดแท่น	03/04/2006	13:37	03/04/2006	14:32
			4-01-พ่นออโต้	03/04/2006	14:32	03/04/2006	15:24
			4-07-ขัดลม	03/04/2006	15:24	03/04/2006	16:06
			4-04-กาพ่นมือ	03/04/2006	16:06	04/04/2006	08:06
Jo-03PD2-1	SU012	เขียงเรียบปั๊มCHOP	1-01-ตัดหยาบ	03/04/2006	08:42	03/04/2006	10:02
			1-02-ไส2น.	03/04/2006	10:02	03/04/2006	11:22
			1-07-อัดประสาน	03/04/2006	11:22	03/04/2006	15:52
			1-05-ไสซิด	03/04/2006	15:52	04/04/2006	08:12
			1-04-ไส4น	04/04/2006	08:12	04/04/2006	10:22
			2-13-เจาะ 8 หัว1	04/04/2006	10:22	04/04/2006	13:07

ตารางที่ ข-1 (ต่อ)

Job Order Number	Job ID	Job Name	Process Name	Start		Finish	
				Date	Time	Date	Time
Jo-03PD2-1	SU012	เขียงเรียบปั๊มCHOP	2-09-สล๊อต	04/04/2006	12:07	04/04/2006	13:57
			2-04-Auto Copy	04/04/2006	13:57	04/04/2006	16:12
			4-06-ขัดแปรง	04/04/2006	16:12	05/04/2006	08:57
			4-01-พ่นออโต้	05/04/2006	08:57	05/04/2006	10:47
			4-07-ขัดลม	05/04/2006	10:47	05/04/2006	13:02
			4-05-Line อุโมงค์	05/04/2006	13:02	05/04/2006	15:17
Jo-02KH23-2	SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	1-02-ไส2น.	03/04/2006	11:22	03/04/2006	13:42
			1-01-ตัดหยาบ	03/04/2006	13:42	03/04/2006	14:37
			1-04-ไส4น	04/04/2006	10:22	04/04/2006	13:02
			1-05-ไสซิด	04/04/2006	13:02	04/04/2006	14:47
			1-07-อัดประสาน	04/04/2006	14:47	05/04/2006	10:32
			1-06-เครื่องผ่าซอย	05/04/2006	10:32	05/04/2006	13:17
			2-03-CNC เลาเตอร์	05/04/2006	12:17	05/04/2006	15:22
			2-13-เจาะ 8 หัว1	05/04/2006	15:22	06/04/2006	08:37
			3-02-สปร๊องค์	06/04/2006	08:37	06/04/2006	13:47
			4-06-ขัดแปรง	06/04/2006	12:47	06/04/2006	15:42

ตารางที่ ข-1 (ต่อ)

Job Order Number	Job ID	Job Name	Process Name	Start		Finish	
				Date	Time	Date	Time
Jo-02KH23-2	SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	3-03-เครื่องขัดแท่น	06/04/2006	15:42	07/04/2006	08:52
			4-04-กาพ่นมือ	07/04/2006	08:52	07/04/2006	10:17
			4-07-ขัดลม	07/04/2006	10:17	07/04/2006	13:02
			4-01-พ่นออโต้	07/04/2006	12:02	07/04/2006	13:52
			4-07-ขัดลม	07/04/2006	13:52	07/04/2006	15:37
			3-01-ปัดแปรง	07/04/2006	15:37	08/04/2006	08:22
Jo-04EN21-2	SU011-1	ฐานที่แขวนแก้ว	1-02-ไส2น.	03/04/2006	13:42	04/04/2006	08:07
			2-01-เลื่อยวงเดือน	03/04/2006	16:07	04/04/2006	09:42
			2-03-CNC เลาเตอร์	05/04/2006	15:22	06/04/2006	11:37
			2-12-เจาะ 24 หัว1	06/04/2006	11:37	06/04/2006	15:07
			2-16-ขัดสายพาน	06/04/2006	15:07	07/04/2006	11:12
			4-03-Line แขวน	07/04/2006	11:12	07/04/2006	16:22
			4-05-Line อุโมงค์	07/04/2006	16:22	08/04/2006	10:52
			4-04-กาพ่นมือ	08/04/2006	10:52	08/04/2006	16:07
			4-07-ขัดลม	08/04/2006	16:07	09/04/2006	11:22

ตารางที่ ข-2 ตารางการผลิตของเครื่องจักรแบบ SPT

Workcenter	Machine Name	Job Order	Job ID.	Job Name	Start		Finish	
					Date	Time	Date	Time
เตรียมไม้	1-01ตัดหยาบ	Jo-01C52-3	SU-005	ถาดขัดลื่น	03/04/2006	08:00	03/04/2006	08:42
		Jo-03PD2-1	SU012	เขียงเรียบปั๊มCHOP	03/04/2006	08:42	03/04/2006	10:02
		Jo-02KH23-2	SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	03/04/2006	13:42	03/04/2006	14:37
	1-02ไส2น.	Jo-01C52-3	SU-005	ถาดขัดลื่น	03/04/2006	08:42	03/04/2006	09:30
		Jo-03PD2-1	SU012	เขียงเรียบปั๊มCHOP	03/04/2006	10:02	03/04/2006	11:22
		Jo-02KH23-2	SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	03/04/2006	11:22	03/04/2006	13:42
		Jo-04EN21-2	SU011-1	ฐานที่แขวนแก้ว	03/04/2006	13:42	04/04/2006	08:07
	1-04ไส4น	Jo-03PD2-1	SU012	เขียงเรียบปั๊มCHOP	04/04/2006	08:12	04/04/2006	10:22
		Jo-02KH23-2	SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	04/04/2006	10:22	04/04/2006	13:02
	1-05ไสซิด	Jo-03PD2-1	SU012	เขียงเรียบปั๊มCHOP	03/04/2006	15:52	04/04/2006	08:12
		Jo-02KH23-2	SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	04/04/2006	13:02	04/04/2006	14:47
	1-06เครื่องผ่าซอย	Jo-02KH23-2	SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	05/04/2006	10:32	05/04/2006	13:17
	1-07อัดประสาน	Jo-03PD2-1	SU012	เขียงเรียบปั๊มCHOP	03/04/2006	11:22	03/04/2006	15:52
		Jo-02KH23-2	SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	04/04/2006	14:47	05/04/2006	10:32
	1-08เครื่องตัดไม้อัด	Jo-01C52-3	SU-005	ถาดขัดลื่น	03/04/2006	09:30	03/04/2006	10:30
ขึ้นรูป	2-01เลื่อยวงเดือน	Jo-04EN21-2	SU011-1	ฐานที่แขวนแก้ว	03/04/2006	16:07	04/04/2006	09:42
	2-03CNC เลาเตอร์	Jo-01C52-3	SU-005	ถาดขัดลื่น	03/04/2006	10:30	03/04/2006	11:42

ตารางที่ ข-2 (ต่อ)

Workcenter	Machine Name	Job Order	Job ID.	Job Name	Start		Finish	
					Date	Time	Date	Time
ขึ้นรูป	2-03CNC เลาเตอร์	Jo-02KH23-2	SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	05/04/2006	12:17	05/04/2006	15:22
		Jo-04EN21-2	SU011-1	ฐานที่แขวนแก้ว	05/04/2006	15:22	06/04/2006	11:37
	2-04Auto Copy	Jo-03PD2-1	SU012	เขียงเรียบปั๊มCHOP	04/04/2006	13:57	04/04/2006	16:12
	2-05เพลาตั้งใหญ่	Jo-01C52-3	SU-005	ถาดขัดลื่น	03/04/2006	11:42	03/04/2006	13:42
	2-08สไลด์	Jo-01C52-3	SU-005	ถาดขัดลื่น	03/04/2006	13:42	03/04/2006	14:37
	2-09สล๊อต	Jo-03PD2-1	SU012	เขียงเรียบปั๊มCHOP	04/04/2006	12:07	04/04/2006	13:57
	2-12เจาะ 24 หัว1	Jo-04EN21-2	SU011-1	ฐานที่แขวนแก้ว	06/04/2006	11:37	06/04/2006	15:07
	2-13เจาะ 8 หัว1	Jo-03PD2-1	SU012	เขียงเรียบปั๊มCHOP	04/04/2006	10:22	04/04/2006	13:07
		Jo-02KH23-2	SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	05/04/2006	15:22	06/04/2006	08:37
	2-16ขัดสายพาน	Jo-04EN21-2	SU011-1	ฐานที่แขวนแก้ว	06/04/2006	15:07	07/04/2006	11:12
ขัด	3-01ปัดแปรง	Jo-02KH23-2	SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	07/04/2006	15:37	08/04/2006	08:22
	3-02สปร๊องค์	Jo-02KH23-2	SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	06/04/2006	08:37	06/04/2006	13:47
	3-03เครื่องขัดแท่น	Jo-01C52-3	SU-005	ถาดขัดลื่น	03/04/2006	13:37	03/04/2006	14:32
		Jo-02KH23-2	SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	06/04/2006	15:42	07/04/2006	08:52
ทำสี	4-01พ่นออโต้	Jo-01C52-3	SU-005	ถาดขัดลื่น	03/04/2006	14:32	03/04/2006	15:24
		Jo-03PD2-1	SU012	เขียงเรียบปั๊มCHOP	05/04/2006	08:57	05/04/2006	10:47
		Jo-02KH23-2	SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	07/04/2006	12:02	07/04/2006	13:52

ตารางที่ ข-2 (ต่อ)

Workcenter	Machine Name	Job Order	Job ID.	Job Name	Start		Finish	
					Date	Time	Date	Time
ทำสี	4-03Line แขวน	Jo-04EN21-2	SU011-1	ฐานที่แขวนแก้ว	07/04/2006	11:12	07/04/2006	16:22
	4-04กาฟ่นมือ	Jo-01C52-3	SU-005	ถาดขัดลื่น	03/04/2006	16:06	04/04/2006	08:06
		Jo-02KH23-2	SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	07/04/2006	08:52	07/04/2006	10:17
		Jo-04EN21-2	SU011-1	ฐานที่แขวนแก้ว	08/04/2006	10:52	08/04/2006	16:07
	4-05Line อุโมงค์	Jo-03PD2-1	SU012	เขียงเรียบปั๊มCHOP	05/04/2006	13:02	05/04/2006	15:17
		Jo-04EN21-2	SU011-1	ฐานที่แขวนแก้ว	07/04/2006	16:22	08/04/2006	10:52
	4-06ขัดแปรง	Jo-03PD2-1	SU012	เขียงเรียบปั๊มCHOP	04/04/2006	16:12	05/04/2006	08:57
		Jo-02KH23-2	SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	06/04/2006	12:47	06/04/2006	15:42
	4-07ขัดลม	Jo-01C52-3	SU-005	ถาดขัดลื่น	03/04/2006	15:24	03/04/2006	16:06
		Jo-03PD2-1	SU012	เขียงเรียบปั๊มCHOP	05/04/2006	10:47	05/04/2006	13:02
		Jo-02KH23-2	SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	07/04/2006	10:17	07/04/2006	13:02
		Jo-02KH23-2	SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	07/04/2006	13:52	07/04/2006	15:37
		Jo-04EN21-2	SU011-1	ฐานที่แขวนแก้ว	08/04/2006	16:07	09/04/2006	11:22

ภาคผนวก ค

ผลการทดสอบจากกรณีศึกษาที่ 3

ตารางที่ ค-1 ตารางการผลิตของงานแบบ SPT

Job Order Number	Job ID	Job Name	Process Name	Start		Finish	
				Date	Time	Date	Time
Jo-02VN54-1	SU011-1	ฐานที่แขวนแก้ว	1-02-ไส2น.	17/04/1463	08:00	17/04/1463	09:45
			2-01-เลื่อยวงเดือน	17/04/1463	09:45	17/04/1463	11:05
			2-03-CNC เลาเตอร์	17/04/1463	11:05	17/04/1463	13:50
			2-12-เจาะ 24 หัว1	17/04/1463	13:50	17/04/1463	15:40
			2-16-ขัดสายพาน	17/04/1463	15:40	18/04/1463	09:15
			4-03-Line แขวน	18/04/1463	09:15	18/04/1463	11:55
			4-05-Line อุโมงค์	18/04/1463	11:55	18/04/1463	13:45
			4-04-กาพ่นมือ	18/04/1463	13:45	18/04/1463	16:30
			4-07-ขัดลม	18/04/1463	16:30	19/04/1463	09:40
Jo-03HC71-1	SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	1-02-ไส2น.	17/04/1463	09:45	17/04/1463	10:35
			1-01-ตัดหยาบ	17/04/1463	10:35	17/04/1463	11:10
			1-04-ไส4น	17/04/1463	11:10	17/04/1463	13:50
			1-05-ไสซิด	17/04/1463	13:50	17/04/1463	14:55
			1-07-อัดประสาน	17/04/1463	13:55	17/04/1463	16:50
			1-06-เครื่องผ่าซอย	17/04/1463	16:50	18/04/1463	08:55
			2-03-CNC เลาเตอร์	18/04/1463	08:55	18/04/1463	10:50

ตารางที่ ค-1 (ต่อ)

Job Order Number	Job ID	Job Name	Process Name	Start		Finish	
				Date	Time	Date	Time
Jo-03HC71-1	SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	2-13-เจาะ 8 หัว1	18/04/1463	10:50	18/04/1463	13:15
			3-02-สปร๊องค์	18/04/1463	12:15	18/04/1463	14:45
			4-06-ขัดแปรง	18/04/1463	14:45	18/04/1463	16:30
			3-03-เครื่องขัดแท่น	18/04/1463	16:30	19/04/1463	08:50
			4-04-กาพ่นมือ	19/04/1463	08:50	19/04/1463	09:45
			4-07-ขัดลม	19/04/1463	09:45	19/04/1463	10:50
			4-01-พ่นออโต้	19/04/1463	10:50	19/04/1463	13:00
			4-07-ขัดลม	19/04/1463	12:00	19/04/1463	13:05
			3-01-ปัดแปรง	19/04/1463	13:05	19/04/1463	14:10
Jo-01CA21-3	SU-005	ถาดขัดลื่น	1-01-ตัดหยาบ	17/04/1463	11:10	17/04/1463	14:15
			1-02-ไส2น.	17/04/1463	14:15	18/04/1463	08:25
			1-08-เครื่องตัดไม้อัด	18/04/1463	08:25	18/04/1463	13:35
			2-03-CNC เลาเตอร์	18/04/1463	12:35	19/04/1463	08:45
			2-05-เพลาตั้งใหญ่	19/04/1463	08:45	19/04/1463	13:55
			2-08-สไลด์	19/04/1463	12:55	20/04/1463	08:00
			3-03-เครื่องขัดแท่น	20/04/1463	08:00	20/04/1463	13:05

ตารางที่ ค-1 (ต่อ)

Job Order Number	Job ID	Job Name	Process Name	Start		Finish	
				Date	Time	Date	Time
Jo-01CA21-3	SU-005	ถาดขัดลื่น	4-01-พ่นออโต้	20/04/1463	12:05	20/04/1463	15:20
			4-07-ขัดลม	20/04/1463	15:20	21/04/1463	09:25
			4-04-กาพ่นมือ	21/04/1463	09:25	21/04/1463	13:35

ตารางที่ ค-2 ตารางการผลิตของเครื่องจักรแบบ EDD

Workcenter	Machine Name	Job Order	Job ID.	Job Name	Start		Finish	
					Date	Time	Date	Time
เตรียมไม้	1-01-ตัดหยาบ	Jo-03HC71-1	SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	17/04/1463	10:35	17/04/1463	11:10
		Jo-01CA21-3	SU-005	ถาดขัดลื่น	17/04/1463	11:10	17/04/1463	14:15
	1-02-ไส2น.	Jo-02VN54-1	SU011-1	ฐานที่แขวนแก้ว	17/04/1463	08:00	17/04/1463	09:45
		Jo-03HC71-1	SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	17/04/1463	09:45	17/04/1463	10:35
		Jo-01CA21-3	SU-005	ถาดขัดลื่น	17/04/1463	14:15	18/04/1463	08:25
	1-04-ไส4น	Jo-03HC71-1	SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	17/04/1463	11:10	17/04/1463	13:50
	1-05-ไสชิด	Jo-03HC71-1	SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	17/04/1463	13:50	17/04/1463	14:55
	1-06-เครื่องผ่าซอย	Jo-03HC71-1	SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	17/04/1463	16:50	18/04/1463	08:55
	1-07-อัดประสาน	Jo-03HC71-1	SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	17/04/1463	13:55	17/04/1463	16:50
	1-08-เครื่องตัดไม้อัด	Jo-01CA21-3	SU-005	ถาดขัดลื่น	18/04/1463	08:25	18/04/1463	13:35
ขึ้นรูป	2-01-เลื่อยวงเดือน	Jo-02VN54-1	SU011-1	ฐานที่แขวนแก้ว	17/04/1463	09:45	17/04/1463	11:05
	2-03-CNC เลาเตอร์	Jo-02VN54-1	SU011-1	ฐานที่แขวนแก้ว	17/04/1463	11:05	17/04/1463	13:50
		Jo-03HC71-1	SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	18/04/1463	08:55	18/04/1463	10:50
		Jo-01CA21-3	SU-005	ถาดขัดลื่น	18/04/1463	12:35	19/04/1463	08:45
	2-05-เพลาตั้งใหญ่	Jo-01CA21-3	SU-005	ถาดขัดลื่น	19/04/1463	08:45	19/04/1463	13:55
	2-08-สไลด์	Jo-01CA21-3	SU-005	ถาดขัดลื่น	19/04/1463	12:55	20/04/1463	08:00
	2-12-เจาะ 24 หัว1	Jo-02VN54-1	SU011-1	ฐานที่แขวนแก้ว	17/04/1463	13:50	17/04/1463	15:40

ตารางที่ ค-2 (ต่อ)

Workcenter	Machine Name	Job Order	Job ID.	Job Name	Start		Finish	
					Date	Time	Date	Time
ขึ้นรูป	2-13-เจาะ 8 หัว1	Jo-03HC71-1	SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	18/04/1463	10:50	18/04/1463	13:15
	2-16-ขัดสายพาน	Jo-02VN54-1	SU011-1	ฐานที่แขวนแก้ว	17/04/1463	15:40	18/04/1463	09:15
ขัด	3-01-ปัดแปรง	Jo-03HC71-1	SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	19/04/1463	13:05	19/04/1463	14:10
	3-02-สปร้องค์	Jo-03HC71-1	SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	18/04/1463	12:15	18/04/1463	14:45
	3-03-เครื่องขัดแท่น	Jo-03HC71-1	SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	18/04/1463	16:30	19/04/1463	08:50
		Jo-01CA21-3	SU-005	ถาดขัดลื่น	20/04/1463	08:00	20/04/1463	13:05
ทำสี	4-01-ฟนออโต้	Jo-03HC71-1	SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	19/04/1463	10:50	19/04/1463	13:00
		Jo-01CA21-3	SU-005	ถาดขัดลื่น	20/04/1463	12:05	20/04/1463	15:20
	4-03-Line แขวน	Jo-02VN54-1	SU011-1	ฐานที่แขวนแก้ว	18/04/1463	09:15	18/04/1463	11:55
	4-04-กาพ่นมือ	Jo-02VN54-1	SU011-1	ฐานที่แขวนแก้ว	18/04/1463	13:45	18/04/1463	16:30
		Jo-03HC71-1	SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	19/04/1463	08:50	19/04/1463	09:45
		Jo-01CA21-3	SU-005	ถาดขัดลื่น	21/04/1463	09:25	21/04/1463	13:35
	4-05-Line อุโมงค์	Jo-02VN54-1	SU011-1	ฐานที่แขวนแก้ว	18/04/1463	11:55	18/04/1463	13:45
	4-06-ขัดแปรง	Jo-03HC71-1	SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	18/04/1463	14:45	18/04/1463	16:30
		Jo-02VN54-1	SU011-1	ฐานที่แขวนแก้ว	18/04/1463	16:30	19/04/1463	09:40
		Jo-03HC71-1	SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	19/04/1463	09:45	19/04/1463	10:50
		Jo-03HC71-1	SU001	เขียงเรียบสกรีน CHOP	19/04/1463	12:00	19/04/1463	13:05

ตารางที่ ค-2 (ต่อ)

Workcenter	Machine Name	Job Order	Job ID.	Job Name	Start		Finish	
					Date	Time	Date	Time
ทำสี	4-07-ขัดลม	Jo-01CA21-3	SU-005	ถาดขัดลื่น	20/04/1463	15:20	21/04/1463	09:25

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ : นายวินัย เหลืองสมานกุล

ชื่อวิทยานิพนธ์ : การออกแบบพัฒนาโปรแกรมการจัดลำดับงานในอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ไม้โดยใช้วิธีฮิวริสติก

สาขาวิชา : วิศวกรรมการผลิต

ประวัติ

ประวัติส่วนตัว เกิดเมื่อวันที่ 23 มกราคม พ.ศ. 2522 ที่อยู่ปัจจุบันเลขที่ 59 หมู่ที่ 7 ตำบลหนองพลับ อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

ประวัติการศึกษา สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคนครปฐม จังหวัดนครปฐม ปีการศึกษา 2540 และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์ ปีการศึกษา 2545