ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

เรื่อง การจัดตารางการผลิตแบบทำตามสั่งโดยใช้ระบบฮิวริสติกแบบผสมผสาน
กรณีศึกษา : โรงงานผลิตเฟือง

โดย นางสาวปัญจพร แพใหญ่

ได้รับอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิต

_____คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(อาจารย์ ดร.มงคล หวังสถิตย์วงษ์)
26 มีนาคม 2550

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

_____ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ณรงค์ วรงค์เกรียงไกร)

_____กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุเทพ บุดรดี)

_____กรรมการ
(อาจารย์ ดร.ชัยวัฒน์ นุ่มทอง)

การจัดตารางการผลิตแบบทำตามสั่งโดยใช้ระบบฮิวริสติกแบบผสมผสาน
กรณีศึกษา : โรงงานผลิตเฟือง

นางสาวปัญจพร แพใหญ่

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิต ภาควิชาวิศวกรรมการผลิต
บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ปีการศึกษา 2549
ลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ชื่อ : นางสาวปัญจพร แพใหญ่
ชื่อวิทยานิพนธ์ : การจัดตารางการผลิตแบบทำตามสั่งโดยใช้ระบบฮิวริสติก
แบบผสมผสาน กรณีศึกษา : โรงงานผลิตเฟือง
สาขาวิชา : วิศวกรรมการผลิต
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : รองศาสตราจารย์ณรงค์ วรงค์เกรียงไกร
รองศาสตราจารย์ ดร.สุเทพ บุตรดี
ปีการศึกษา : 2549

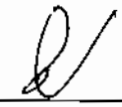
บทคัดย่อ

โรงงานผลิตเฟืองกรณีศึกษาเป็นโรงงานที่ผลิตแบบทำตามสั่ง (Job Shop) เป็นการผลิตสินค้า หรือผลิตภัณฑ์ตามความต้องการของลูกค้า ปริมาณการสั่งทำแต่ละครั้งมักจะมีจำนวนไม่มากนัก ลักษณะ การผลิตในปัจจุบันของโรงงานจะใช้เวลารับงานเป็นตัวกำหนดการตัดสินใจในการสั่งผลิตงาน เช่น งานที่สั่งทำก่อนจะทำการผลิตก่อน สภาพปัญหาสำคัญที่พบในโรงงานนี้คือ ไม่สามารถทำการผลิต และบริการเสร็จทันตามกำหนดเวลาส่งมอบ (Due Date) ของลูกค้า จากปัญหาที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน จึงได้ออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อจัดตารางการผลิตโดยนำวิธีฮิวริสติกมาประยุกต์ในการหาคำตอบได้แก่ EDD, LPT, SPT, Slack/TP, Slack, AVPRO และ Hybrid Heuristic จากนั้น วัดสมรรถนะของตารางการผลิต

ผลของการเปรียบเทียบระหว่างวิธีการจัดตารางการผลิตโดยใช้ระบบฮิวริสติกแบบผสมผสาน (Hybrid Heuristic) กับการจัดตารางการผลิตโดยใช้ระบบฮิวริสติก พบว่าวิธีที่ให้สมรรถนะที่เหมาะสมที่สุดคือ วิธีการจัดตารางการผลิตโดยใช้ระบบฮิวริสติกแบบผสมผสาน (Hybrid Heuristic) คือช่วยให้ช่วงกว้างเวลาทำงานลดลง หรืองานเสร็จเร็วขึ้น 11.92% เวลาการไหลของงานในระบบโดยเฉลี่ยลดลง หรือการคอยงานในระบบลดลง 18.82% เวลาสายของงานโดยเฉลี่ยลดลง 13.37% เวลาล่าช้าของงานสูงที่สุดลดลง 20.43% เวลาล่าช้าของงานโดยเฉลี่ยลดลง หรือมีการส่งงานล่าช้ากว่ากำหนดลดลง 59.92% และเวลารวมทั้งหมดของงานล่าช้าลดลง 35.87%

(วิทยานิพนธ์มีจำนวนทั้งสิ้น 109 หน้า)

คำสำคัญ : ฮิวริสติกแบบผสมผสาน การจัดตารางการผลิต ผลิตแบบทำตามสั่ง เฟือง



อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

Name : Miss Punjaporn Paeyai
Thesis Title : Hybrid Heuristic Method Scheduling For Job Shop Productions A Case Study : Gear Factory
Major Field : Production Engineering
King Mongkut's Institute of Technology North Bangkok
Thesis Advisors : Associate Professor Narong Varongkriengkrai
Associate Professor Dr.Suthep Butdee
Academic Year : 2006

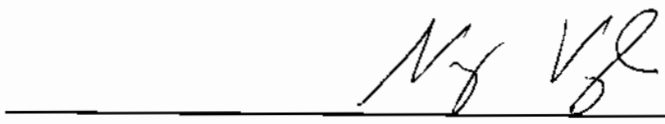
Abstract

The job shop production is a kind of production system, the production type of the case study in this factory is made to order. Each job is different in volume, product and due dates. The case study is facing the problem that many jobs cannot be done in due time. This research focuses on the Heuristic approach such as EDD (Early Due Date), SPT (Shortest Processing Time), LPT (Longest Processing Time), SLACK / TP (Smallest Ratio of Slack Time to Total Processing Time), SLACK (Minimum Slack Time),and AVPRO . Hybrid heuristics then measures the performance of scheduling.

In the comparison between the heuristic scheduling algorithms and hybrid heuristic scheduling algorithms it was found out that hybrid heuristic scheduling is the best method for this case: Makespan decreased by 11.92%, Mean Flow Time decreased by 18.82%, Mean Lateness decreased by 13.37%, Max Tardiness decreased by 20.43%, Mean Tardiness decreased by 59.92% and Total Tardiness decreased by 35.87%.

(Total 109 pages)

Keywords : Hybrid Heuristic, Job Shop, Scheduling and Gear



Advisor

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของบุคลากร และหน่วยงานหลายฝ่าย ผู้จัดทำวิทยานิพนธ์ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ณรงค์ วรงค์เกรียงไกร และรองศาสตราจารย์ ดร.สุเทพ บุตรดี ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ช่วยดูแล ให้คำแนะนำ และชี้แจงจุดบกพร่องต่างๆ และ อาจารย์ ดร.ชัยวัฒน์ นุ่มทอง ที่ช่วยตรวจสอบและทำการแก้ไขโปรแกรม รวมถึงวิทยานิพนธ์ เพื่อสมบูรณ์ถูกต้องมากยิ่งขึ้น ขอขอบคุณ ห้างหุ้นส่วนจำกัด พี.อี.เอส.แมชชีนเนอรี่ ที่ช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ และขอขอบคุณอาจารย์ทุกท่าน รวมถึงเจ้าหน้าที่ภาควิชาวิศวกรรมการผลิต ที่ช่วยเหลือในการดำเนินการต่างๆ ในการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ การวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนบางส่วนจากทุนอุดหนุนการวิจัยของบัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ จึงขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัยที่ได้ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยครั้งนี้มา ณ ที่นี้ด้วย

ท้ายนี้ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา รวมทั้งครอบครัวของผู้วิจัยที่คอยให้กำลังใจและให้การสนับสนุนด้านการเงินแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

ปัญจพร แพใหญ่

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย		ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ		ค
กิตติกรรมประกาศ		ง
สารบัญตาราง		ช
สารบัญภาพ		ฌ
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ		ฎ
บทที่ 1	บทนำ	1
	1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา	1
	1.2 วัตถุประสงค์	1
	1.3 สมมุติฐานการวิจัย	2
	1.4 ขอบเขตของการวิจัย	2
	1.5 วิธีการวิจัย	2
	1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย	3
บทที่ 2	ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
	2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดตารางผลิต	5
	2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบโปรแกรม	18
	2.3 เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	24
บทที่ 3	วิธีการดำเนินการวิจัย	29
	3.1 ศึกษาสภาพทั่วไปของโรงงานผลิตเฟืองกรณีศึกษา	29
	3.2 ขั้นตอนการผลิตเฟือง	37
	3.3 ปัญหาที่พบ	42
	3.4 วิธีการจัดตารางการผลิต และกฎเกณฑ์ที่ใช้ในการจัดตารางการผลิต	42
	3.5 การจัดตารางการผลิตโดยใช้วิธีฮิวริสติกแบบผสมผสาน (Hybrid Heuristic Method Scheduling)	44
บทที่ 4	โครงสร้างโปรแกรมการจัดตารางการผลิต	47
	4.1 รายละเอียดโปรแกรมจัดตารางการผลิต	47
	4.2 ป้อนข้อมูลนำเข้าเพื่อเป็นฐานข้อมูล	57
	4.3 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมการจัดตารางการผลิต	62
	4.4 การทดลองใช้โปรแกรมการจัดตารางการผลิตแบบฮิวริสติก	74
	4.5 ผลการทดลอง	74

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผล และข้อเสนอแนะ	83
5.1 สรุปผลการวิจัย	83
5.2 ข้อเสนอแนะ	86
บรรณานุกรม	87
ภาคผนวก ก	89
ข้อมูลนำเข้าในการจัดตารางการผลิต	90
ภาคผนวก ข	103
ผลการจัดตารางการผลิต และทดลองใช้งานจริง	104
ประวัติผู้วิจัย	109

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2-1	แสดงเวลาที่ใช้ในการผลิตในแต่ละขั้นตอนของงาน	12
2-2	แสดงเส้นทางผลิตในแต่ละขั้นตอนของงาน	12
2-3	แสดงตัวแปรและชนิดของข้อมูล	19
2-4	แสดง ActiveX Control เบื้องต้น	20
2-5	แสดงรายละเอียดของประเภทข้อมูลแบบ Number	23
2-6	แสดงประเภทของข้อมูล Microsoft Access	24
3-1	รายละเอียดของงาน	43
4-1	แสดงตัวอย่างตารางการผลิตในลักษณะของแผนภูมิงาน (Job Chart)	73
4-2	แสดงค่าเฉลี่ยจากผลการวัดสมรรถนะตารางการผลิต	74
4-3	แผนตารางการผลิตที่กำหนด และเวลาที่ผลิตได้จริง	79
4-4	ผลเปรียบเทียบการเรียงลำดับงานในการจัดตารางการผลิต ระหว่างวิธี Heuristic และ Hybrid รอบที่ 1	80
4-5	ผลเปรียบเทียบสมรรถนะตารางการผลิต ระหว่างวิธี Heuristic และ Hybrid รอบที่ 1	80
4-6	ผลเปรียบเทียบการเรียงลำดับงานในการจัดตารางการผลิต ระหว่างวิธี Heuristic และ Hybrid รอบที่ 2	80
4-7	ผลเปรียบเทียบสมรรถนะตารางการผลิต ระหว่างวิธี Heuristic และ Hybrid รอบที่ 2	81
5-1	แสดงการจัดอันดับของผลค่าเฉลี่ยจากการวัดสมรรถนะตารางการผลิต	84
5-2	เปอร์เซ็นต์ค่าสมรรถนะที่ลดลงของการจัดตารางการผลิตโดยใช้วิธีฮิวริสติกแบบผสมผสานเปรียบเทียบกับการจัดตารางการผลิตโดยใช้วิธีฮิวริสติก	85
ก-1	ข้อมูลเครื่องจักร	90
ก-2	ข้อมูลลูกค้า	93
ก-3	ข้อมูลใบสั่งผลิตในการจัดตารางการผลิตรอบที่ 1	95
ก-4	ข้อมูลใบสั่งผลิตในการจัดตารางการผลิตรอบที่ 2	95
ก-5	ข้อมูลใบสั่งผลิตในการจัดตารางการผลิตรอบที่ 3	95
ก-6	ข้อมูลใบสั่งผลิตในการจัดตารางการผลิตรอบที่ 4	96
ก-7	ข้อมูลใบสั่งผลิตในการจัดตารางการผลิตรอบที่ 5	97
ก-8	ข้อมูลใบสั่งผลิตในการจัดตารางการผลิตรอบที่ 6	98
ก-9	ข้อมูลใบสั่งผลิตในการจัดตารางการผลิตรอบที่ 7	99

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
ก-10	ข้อมูลใบสั่งผลิตในการผลิตแบบเดิม	100
ข-1	ผลการวัดประสิทธิภาพตารางการผลิต ในการจัดตารางการผลิตรอบที่ 1	104
ข-2	ผลการวัดประสิทธิภาพตารางการผลิต ในการจัดตารางการผลิตรอบที่ 2	104
ข-3	ผลการวัดประสิทธิภาพตารางการผลิต ในการจัดตารางการผลิตรอบที่ 3	104
ข-4	ผลการวัดประสิทธิภาพตารางการผลิต ในการจัดตารางการผลิตรอบที่ 4	105
ข-5	ผลการวัดประสิทธิภาพตารางการผลิต ในการจัดตารางการผลิตรอบที่ 5	105
ข-6	ผลการวัดประสิทธิภาพตารางการผลิต ในการจัดตารางการผลิตรอบที่ 6	105
ข-7	ผลการวัดประสิทธิภาพตารางการผลิต ในการจัดตารางการผลิตรอบที่ 7	106
ข-8	แสดงข้อมูล และผลที่ได้จากการนำโปรแกรมไปใช้กับงานผลิตจริง ในโรงงานผลิตเฟืองกรณีศึกษา	107

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2-1	แสดงแผนภูมิแกนท์ (Gantt Chart)	5
2-2	ลักษณะของแผนภูมิแกนท์	6
2-3	การผลิตแบบการไหลตามสายงาน	10
2-4	การไหลของงานแบบผลิตตามสั่ง	11
2-5	แผนภูมิแกนท์แสดงตารางการผลิตชนิดต่างๆ	13
2-6	แผนภาพเวนน์แสดงความสัมพันธ์ของตารางการผลิตทั้ง 4 แบบ	14
2-7	วิธีการในการจัดตารางการผลิตแบบต่างๆ	15
2-8	แสดงรูปแบบของตาราง	21
2-9	แสดงรูปแบบของคิวรี	21
2-10	แสดงรูปแบบของฟอร์ม	22
2-11	แสดงรูปแบบของมาโคร	23
3-1	ผังแสดงการจัดวางเครื่องจักรของโรงงาน	29
3-2	ผังแสดงโครงสร้างองค์กร	32
3-3	ผังแสดงกระบวนการผลิต	35
3-4	ผังแสดงขั้นตอนการผลิตในปัจจุบัน	36
3-5	แสดงเครื่องปาดหน้า เจาะรูยันศูนย์	37
3-6	แสดงเครื่องคว้าน	38
3-7	แสดงเครื่องกลึง	39
3-8	แสดงเครื่องกัดฟันเฟือง	39
3-9	แสดงเครื่องไสร่องลิ่ม	40
3-10	แสดงเครื่องเจียระไนรู และการเจียระไนรู	41
3-11	แสดงการเจียระไนฟันเฟือง	41
3-12	การทำงานของโปรแกรมการจัดตารางการผลิตโดยใช้วิธีฮิวริสติกแบบผสมผสาน	45
4-1	แสดงเมนูหลักของโปรแกรมการจัดตารางการผลิต	48
4-2	แสดงส่วนของการสร้างใบสั่งผลิต	48
4-3	แสดงส่วนของการดูใบสั่งผลิต	49
4-4	แสดงส่วนของการลบใบสั่งผลิต	49
4-5	แสดงส่วนของข้อมูลชิ้นงาน	50
4-6	แสดงส่วนของการดูข้อมูลชิ้นงาน	50
4-7	แสดงส่วนของการดูข้อมูลลูกค้า	51

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4-8	แสดงส่วนแก้ไข และเพิ่มข้อมูลเครื่องจักร	52
4-9	แสดงส่วนของการแสดงเครื่องจักรทั้งหมด	52
4-10	ส่วนของขั้นตอนการผลิตมาตรฐาน	53
4-11	ส่วนของข้อมูลเส้นทางการผลิต	54
4-12	ส่วนของการเลือกขั้นตอนการผลิต	55
4-13	ส่วนของการดูข้อมูลการผลิต	55
4-14	ส่วนของตารางการผลิต	56
4-15	ส่วนของการวัดสมรรถนะตารางการผลิต	57
4-16	ผังการไหลของข้อมูลนำเข้าเบื้องต้นของตารางการผลิต	57
4-17	แสดงหน้าจอข้อมูลลูกค้า	58
4-18	แสดงหน้าจอข้อมูลเครื่องจักร ในส่วนของการแก้ไขและเพิ่มข้อมูลเครื่องจักร	59
4-19	แสดงหน้าจอข้อมูลเครื่องจักร ในส่วนของการแสดงเครื่องจักรทั้งหมด	59
4-20	แสดงหน้าจอข้อมูลกระบวนการผลิตมาตรฐาน	60
4-21	แสดงหน้าจอข้อมูลเส้นทางการผลิตชิ้นงาน	61
4-22	แสดงหน้าจอข้อมูลพนักงาน	62
4-23	ผังการไหลแสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมการจัดตารางการผลิต	63
4-24	แสดงหน้าจอข้อมูลชิ้นงาน	65
4-25	แสดงหน้าจอข้อมูลการผลิตชิ้นงาน เพื่อเลือกเส้นทางการผลิต	66
4-26	แสดงหน้าจอรายชื่อขั้นตอนการผลิตก่อนเลือกเส้นทางการผลิต	67
4-27	แสดงหน้าจอข้อมูลการผลิตชิ้นงาน เพื่อกำหนดกำลังการผลิต	67
4-28	แสดงหน้าจอใบสั่งผลิต เพื่อสร้างใบสั่งผลิต	68
4-29	แสดงหน้าจอยกเลิกใบสั่งผลิต เพื่อลบ	69
4-30	แสดงหน้าจอจัดตารางการผลิตเพื่อเลือกงานที่ต้องการจัดตารางการผลิต	69
4-31	แสดงหน้าจอจัดตารางการผลิตแบบฮิวริสติก โดยใช้กฎ EDD	70
4-32	แสดงหน้าจอการวัดสมรรถนะตารางการผลิต	71
4-33	แสดงหน้าจอตารางการผลิตในลักษณะของ Machine Chart	72
4-34	กราฟแสดงค่าเฉลี่ยผลช่วงกว้างของเวลาการทำงาน (Makespan)	75
4-35	กราฟแสดงค่าเฉลี่ยผลเวลาการไหลของงานโดยเฉลี่ย (Mean Flowtime)	75
4-36	กราฟแสดงค่าเฉลี่ยผลเวลาสายของงานโดยเฉลี่ย (Mean Lateness)	76
4-37	กราฟแสดงค่าเฉลี่ยผลเวลาล่าช้าของงานสูงที่สุด (Max Tardiness)	76

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4-38	กราฟแสดงค่าเฉลี่ยเวลาล่าช้าของงานโดยเฉลี่ย (Mean Tardiness)	77
4-39	กราฟแสดงค่าเฉลี่ยเวลารวมทั้งหมดของเวลางานล่าช้า (Total Tardiness)	78
4-40	กราฟแสดงค่าเฉลี่ยของจำนวนงานสาย หรือจำนวนงานล่าช้า (Number of Tardiness Jobs)	78

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

สัญลักษณ์

A	=	เวลามากที่สุดที่เครื่องจักรสามารถทำงานได้
C_j	=	เวลาที่การทำงาน j เสร็จสิ้น
d_j,D_i	=	เวลากำหนดส่งงาน j
E_i	=	เวลารับงานของงาน i
$\overline{F}$	=	เวลาการไหลของงานโดยเฉลี่ย
F_j	=	เวลาการไหลของงาน j
L_j	=	ระยะเวลาที่งานเสร็จก่อนหรือหลังเวลากำหนดส่งงาน
m_i	=	จำนวนเครื่องจักรที่ทำงานสำหรับงาน i
r_j	=	เวลาที่การทำงาน j พร้อมที่จะทำงาน
PS_t	=	ตารางที่ประกอบด้วยขั้นตอนการทำงาน t ขั้นตอน
S_t	=	เซตของขั้นตอนการทำงานที่สามารถนำมาจัดตารางการผลิตได้
TT	=	เวลารวมของการทำงาน
T_i	=	เวลาการทำงานของ i
T_j	=	เวลาล่าช้าของงาน j
T_{ij}	=	เวลาการทำงานของของเครื่องจักร j สำหรับงาน i
U	=	อัตราการใช้งานเครื่องจักร
W	=	เวลาที่เครื่องจักรทำงาน
σ_j	=	เวลาเร็วที่สุดซึ่งขั้นตอนการทำงาน $j \in S_t$ ที่สามารถเริ่มต้นได้
Φ_j	=	เวลาเร็วที่สุดซึ่งขั้นตอนการทำงาน $j \in S_t$ ที่สามารถแล้วเสร็จ

คำย่อ

PO	=	Purchase Order
EDD	=	Earliest Due Date
SPT	=	Shortest Processing Time
LPT	=	Longest Processing Time
Slack/TP	=	Smallest Ratio of Slack Time to Total Processing Time Shortest Processing
Slack	=	Slack Time
FCFS	=	First Come First Served
LWKR	=	Least Work Remaining

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ (ต่อ)

คำย่อ

MWKR	=	Most Work Remaining
MPS	=	Master Production Schedule
MOPNR	=	Most Operation Remaining
MST	=	Minimum Slack Time
SFC	=	Shop Floor Control
SMT	=	Smallest Value Obtained by Multiplying Processing Time with Total
STPT	=	Shortest Total Processing Time

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา

การผลิตแบบทำตามสั่งเป็นแบบหนึ่งของระบบการผลิต ที่พบมากในโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นการผลิตสินค้า หรือผลิตภัณฑ์ตามความต้องการของลูกค้า ปริมาณการสั่งทำแต่ละครั้ง มักจะมีจำนวนไม่มากนัก โดยทั่วไปจะมีประเภทของผลิตภัณฑ์อยู่หลากหลาย ดังนั้นหากโรงงานใด สามารถจัดตารางการผลิต ซึ่งเป็นตัวเชื่อมประสานงานระหว่างหน่วยงานต่างๆ ในโรงงาน ทั้งทางด้าน การตลาด การผลิต การเงิน การจัดการ และการบริหารโรงงานแล้ว ก็จะมีโอกาส ประสบความสำเร็จในอนาคตได้

ห้างหุ้นส่วนจำกัด พี.อี.เอส. แมชชีนเนอรี่ เป็นโรงงานที่รับผลิตชิ้นส่วนเครื่องจักรกลต่างๆ โดยชิ้นงานหลักที่ทำการผลิตจะเป็นชิ้นส่วนประเภทเฟืองส่งกำลัง ซึ่งเป็นการผลิตแบบทำตามสั่ง (Job Shop) ลักษณะการผลิตในปัจจุบันของโรงงาน เป็นหน้าที่ของหัวหน้างานแต่ละแผนก จะตัดสินใจ โดยส่วนมากจะใช้เวลารับงานเป็นตัวกำหนดการตัดสินใจในการสั่งผลิตงาน เช่น งานที่สั่งทำก่อนจะทำการผลิตก่อน และบางงานหัวหน้าแผนกบางแผนกไม่ทราบหมายกำหนดการส่ง ซึ่งลักษณะดังนี้ทำให้ แผนการทำงานของแต่ละแผนกไม่สัมพันธ์กัน เกิดการรอคอยงาน สภาพปัญหาสำคัญที่พบในโรงงานนี้คือ ไม่สามารถทำการผลิต และบริการเสร็จทันตาม กำหนดเวลาส่งมอบ (Due Date) ตามคำสั่งของลูกค้า เป็นผลทำให้ลูกค้าต้องรอคอยเป็นเวลานาน รวมถึงขาดความเชื่อมั่นในประสิทธิภาพของกระบวนการผลิต จากปัญหาที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน จึงได้ออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อจัดตารางการผลิต โดยพิจารณาถึงการจัดการเรื่อง การจัดตารางการผลิตสำหรับการผลิตแบบทำตามสั่ง (Job Shop Scheduling) การจัดลำดับงาน (Dispatching Job) และการจัดเก็บข้อมูล (Database) ซึ่งจะส่งผลให้ทำการผลิต และบริการ เสร็จทันตามกำหนดเวลาส่งมอบ (Due Date) ตามคำสั่งของลูกค้า

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Software) ช่วยในการจัดตารางการผลิต สำหรับ การผลิตแบบทำตามสั่ง (Job Shop) ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับโรงงานผลิตเฟือง กรณีศึกษา

1.3 สมมุติฐานการวิจัย

1.3.1 รูปแบบการจัดตารางการผลิตเป็นแบบการจัดตารางการผลิตแบบตามสั่ง (Job Shop Scheduling)

1.3.2 วัตถุดิบมีพร้อมในการผลิตทุกชนิด

1.3.3 ขั้นตอนการส่งชุบ มีช่วงเวลาที่แน่นอน

1.3.4 งานทุก ๆ งานมีเส้นทางการผลิตที่แน่นอน และเหมาะสมกับประเภทงานนั้น ๆ

1.3.5 มีการระบุเครื่องจักร และเวลาที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนของการทำงานโดยมีการเผื่อค่าประสิทธิภาพของกำลังการผลิต

1.3.6 หากมีการแทรกงาน (Preemption) จะต้องจัดตารางการผลิตใหม่ทุกครั้ง

1.3.7 เครื่องจักรพร้อมปฏิบัติงาน

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 พิจารณาส่วนประกอบครอบคลุมเรื่อง การจัดตารางการผลิตแบบทำตามสั่ง (Job Shop Scheduling) การจัดลำดับงาน (Dispatching Job) และการจัดเก็บข้อมูล (Database) ที่ทำการศึกษาเป็นของโรงงานกรณีศึกษา

1.4.2 วิเคราะห์ตารางการผลิตแต่ละแบบ โดยจำแนกได้ดังนี้

1.4.2.1 ช่วงกว้างของเวลาในการทำงาน (Makespan) สั้นที่สุด

1.4.2.2 ค่าที่น้อยที่สุดของเวลาการไหลของงานในระบบเฉลี่ย (Mean Flow Time)

1.4.2.3 ค่าที่น้อยที่สุดของเวลาสายของงานโดยเฉลี่ย (Mean Lateness)

1.4.2.4 ค่าที่น้อยที่สุดของเวลาล่าช้าของงานสูงสุด (Max Tardiness)

1.4.2.5 ค่าที่น้อยที่สุดของเวลาล่าช้าของงานโดยเฉลี่ย (Mean Tardiness)

1.4.2.6 ค่าที่น้อยที่สุดของเวลารวมล่าช้าของงานโดยเฉลี่ย (Total Tardiness)

1.4.2.7 จำนวนงานล่าช้า (Number of Tardy Jobs)

1.5 วิธีการวิจัย

1.5.1 ศึกษาขั้นตอนในการปฏิบัติงานแต่ละแผนก ที่เกี่ยวข้องกับการผลิตเฟือง

1.5.2 ศึกษาทฤษฎี และบทความที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

1.5.3 ทำการศึกษาสภาพการดำเนินการปัจจุบันของโรงงาน รวมทั้งปัญหาที่เกิดขึ้น

1.5.4 รวบรวมข้อมูลที่ และปัญหาที่เกิดขึ้น

1.5.5 เสนอแนะวิธีแก้ไขปัญหา เพื่อพัฒนา และสร้างรูปแบบการจัดตารางการผลิตที่เหมาะสมที่สุดสำหรับโรงงานผลิตเฟืองกรณีศึกษา

1.5.6 วิเคราะห์ และออกแบบโครงสร้างแผนผังการไหลของการจัดตารางการผลิต เพื่อเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยจัดตารางการผลิตสำหรับโรงงานผลิตเฟือกรณีศึกษา

1.5.7 ทดสอบการใช้งานของโปรแกรม

1.5.8 วิเคราะห์ และสรุปผล

1.5.9 จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1.6.1 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการจัดตารางการผลิตที่เหมาะสม สำหรับการผลิตแบบทำตามสั่ง (Job Shop) กรณีศึกษาโรงงานผลิตเฟือง

1.6.2 มีระบบฐานข้อมูลที่สามารถนำไปใช้ในการบริหารการผลิตเฟือง

1.6.3 เกิดความสะดวก รวดเร็วและมีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น เมื่อใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการจัดตารางการผลิตแบบทำตามสั่ง กรณีศึกษาโรงงานผลิตเฟือง

1.6.4 เป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจเพื่อนำไปใช้ หรือประยุกต์ใช้งานการจัดตารางการผลิตแบบตามสั่งในผลิตภัณฑ์อื่นๆ หรือนำไปพัฒนาต่อไป

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เนื้อหาของวิทยานิพนธ์บทนี้จะกล่าวถึง ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดตารางการผลิต หลักการที่นำมาประยุกต์ใช้กับงานวิจัยฉบับนี้ รวมถึงงานวิจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยจุดประสงค์ของการศึกษาบทนี้คือ การหาวิธีการจัดตารางการผลิตที่เหมาะสมที่สุดในการจัดตารางการผลิตสำหรับโรงงานผลิตเฟืองกรณีศึกษาที่มีลักษณะการผลิตแบบทำตามสั่ง (Job Shop)

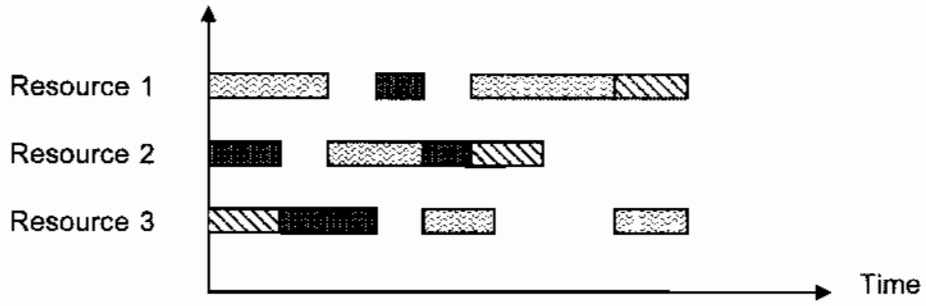
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดตารางผลิต

2.1.1 ความหมายของการจัดตารางการผลิต

มีนักวิจัยหลายท่านได้ให้คำนิยามของการจัดตารางการผลิต (Scheduling) ไว้ดังนี้ การจัดตาราง เป็นกระบวนการของการกำหนดเวลาเริ่มต้น และสิ้นสุดของการทำงานแต่ละงานสำหรับทรัพยากรที่มีอยู่ เพื่อทำงานที่ได้รับมอบหมายในสถานการณ์ต่างๆ

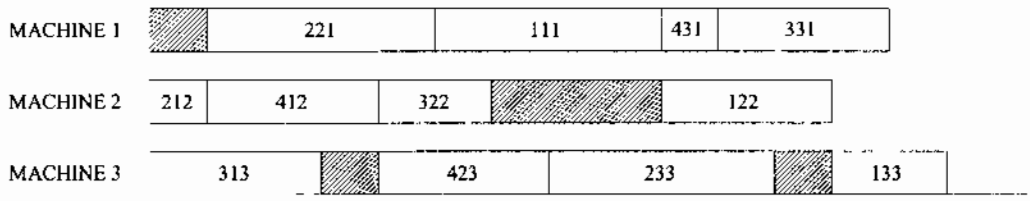
2.1.2 แผนภูมิแกนท์ (Gantt Chart)

แผนภูมิแกนท์ ถูกพัฒนาขึ้นโดยเฮนรี แกนท์ (Henry Gantt) เพื่อช่วยแก้ปัญหาเกี่ยวกับการจัดลำดับงาน และใช้ในการแสดงผลของการจัดตารางการผลิต ซึ่งจะเป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างทรัพยากร เช่น เครื่องจักร กับเวลา (ดังภาพที่ 2-1)

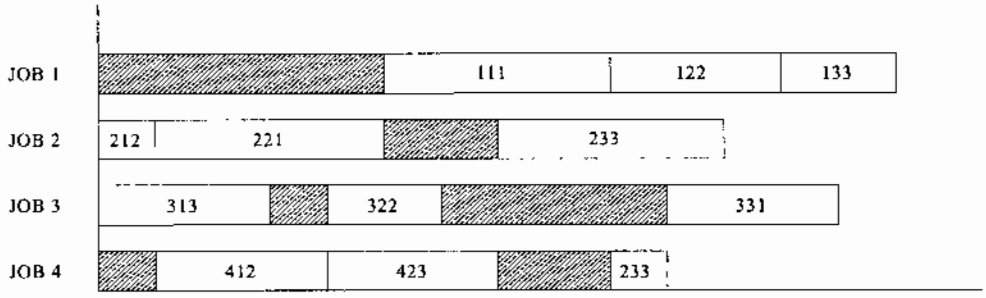


ภาพที่ 2-1 แสดงแผนภูมิแกนท์ (Gantt Chart)

โดยทั่วไปแล้ว แผนภูมิแกนท์จะแสดงได้ 2 แบบ ได้แก่ ภาพที่ 2-2 (ก) แสดงการทำงานของเครื่องจักรแต่ละเครื่อง และภาพที่ 2-2 (ข) แสดงการทำงานของงานแต่ละงาน โดยบนเครื่องจักรแต่ละเครื่องไม่สามารถทำงานพร้อมกันมากกว่า 1 การทำงาน และไม่มีการทำงานของงานงานเดียวกันที่เหลื่อมกัน นั่นคือ จะต้องทำการทำงานลำดับก่อนหน้าให้เสร็จสิ้นลงก่อน แล้วจึงทำลำดับการทำงานต่อไปจนกระทั่งเสร็จสิ้น



(ก) แสดงการทำงานของเครื่องจักรแต่ละเครื่อง



(ข) แสดงการทำงานของงานแต่ละงาน

ภาพที่ 2-2 ลักษณะของแผนภูมิแกนท์

2.1.3 ตัวแปรหรือพารามิเตอร์

ในการจัดตารางการผลิต ต้องมีตัวแปร หรือพารามิเตอร์พื้นฐานในการจัดตารางการผลิตที่เกี่ยวข้องเสมอ ซึ่งตัวแปรพื้นฐานในการจัดตารางการผลิตมีดังต่อไปนี้

2.1.3.1 เวลางานเสร็จสิ้น (Complete Time) หมายถึง เวลาเสร็จสิ้นของการทำงาน i นั้นๆ แทนด้วยสัญลักษณ์ C_i

2.1.3.2 เวลาดำเนินงาน (Process Time) หมายถึง เวลาที่ใช้ในการทำงาน i นั้นๆ ที่ทรัพยากร j แทนด้วยสัญลักษณ์ T_{ij}

2.1.3.3 เวลาพร้อมทำงาน (Readiness Time) หมายถึง เวลาที่พร้อมในการทำงาน i นั้นๆ แทนด้วยสัญลักษณ์ r_i

2.1.3.4 เวลากำหนดส่ง (Due Date) หมายถึง กำหนดเวลาที่เสร็จสิ้นการทำงาน i นั้นๆ แทนด้วยสัญลักษณ์ D_i

2.1.4 เป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ของการจัดตารางการผลิต

เป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ของการจัดตารางการผลิต ขึ้นอยู่กับว่าในการจัดตารางการผลิตนั้นๆ ต้องการเป้าหมาย หรือวัตถุประสงค์อย่างไร เช่น ต้องการส่งมอบงานให้ทันตามกำหนดเวลา มีอัตราการใช้งานเครื่องจักรมากที่สุด เป็นต้น เป้าหมายโดยทั่วไปสำหรับการจัดตารางการผลิต

คือการจัดให้เวลาที่ใช้ในการผลิตเป็นไปตามความต้องการของตัววัดสมรรถนะ ซึ่งสามารถจำแนกตัววัดสมรรถนะ ได้ดังต่อไปนี้

2.1.4.1 ช่วงกว้างของเวลาการทำงาน (Makespan) สั้นที่สุด หมายถึง เวลาแล้วเสร็จของงานที่มีเวลาแล้วเสร็จช้าที่สุดในรอบการจัดตารางการผลิตแต่ละรอบ (Maximum Completion Time) สามารถหาค่าได้ตามสมการที่ (2-1)

$$\text{Makespan} = \max(\text{Completion Time of Job } j) \tag{2-1}$$

วัตถุประสงค์ของการจัดตารางการผลิตนี้คือ เป็นการจัดตารางการผลิตเพื่อให้ได้เวลางานที่เสร็จช้าที่สุดในการจัดตารางการผลิตแต่ละรอบแล้วเสร็จน้อย

2.1.4.2 เวลาการไหลของงานในระบบโดยเฉลี่ย (Mean Flow Time) หมายถึง ค่าเฉลี่ยของเวลาการไหลของงานในระบบ สามารถหาค่าได้ตามสมการที่ (2-2)

$$\overline{F} = \frac{1}{n} * \sum_{j=1}^{n} F_j \tag{2-2}$$

โดยที่ $F_j = C_j - r_j$

F_j หมายถึง เวลาการไหลของงาน j

C_j หมายถึง เวลาที่การทำงาน j เสร็จสิ้น

r_j หมายถึง เวลาที่การทำงาน j พร้อมที่จะทำงาน

วัตถุประสงค์ของการจัดตารางการผลิตนี้คือ การจัดตารางการผลิตให้ได้เวลาการไหลของงานโดยเฉลี่ยต่ำ

2.1.4.3 เวลาสายของงานโดยเฉลี่ย (Mean Lateness) หมายถึง ค่าเฉลี่ยของเวลาสายของงานในระบบสามารถหาค่า ได้ตามสมการที่ (2-3)

$$\overline{L} = \frac{1}{n} * \sum_{j=1}^{n} L_j \tag{2-3}$$

โดยที่ $L_j = C_j - d_j$

L_j หมายถึงระยะเวลาที่งานเสร็จก่อนหรือหลังเวลากำหนดส่งงาน

C_j หมายถึง เวลาเสร็จงานของงาน j

d_j หมายถึง เวลากำหนดส่งงาน j

วัตถุประสงค์ของการจัดตารางการผลิตนี้คือ การจัดตารางการผลิตให้ได้เวลาสายของงานโดยเฉลี่ยต่ำ

2.1.4.4 เวลาล่าช้าของงานโดยเฉลี่ย (Mean Tardiness) หมายถึง ค่าเฉลี่ยของเวลาล่าช้าของงานในระบบ สามารถหาค่าได้ตามสมการที่ (2-4)

$$\overline{T} = \frac{1}{n} * \sum_{j=1}^{n} T_j \qquad (2\text{-}4)$$

โดยที่ $T_j = \max \{0, L_j\}$

L_j หมายถึง ระยะเวลางานเสร็จก่อน หรือหลังเวลากำหนดส่งงาน

วัตถุประสงค์ของการจัดตารางการผลิตนี้คือ การจัดตารางการผลิตให้ได้ค่าเวลาล่าช้าของงานโดยเฉลี่ยต่ำ

2.1.4.5 จำนวนงานล่าช้า (Number of Tardy Jobs) หมายถึง จำนวนงานที่ส่งมอบไม่ทันเวลากำหนดส่งมอบสามารถหาค่าได้ตามสมการที่ (2-5)

$$N_T = \sum_{j=1}^{n} \delta(T_j) \qquad (2\text{-}5)$$

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

$\delta(T_j) = 0$ เมื่อ $T_j \leq 0$

วัตถุประสงค์ของการจัดตารางการผลิตนี้คือ การจัดตารางการผลิตให้ได้ค่าจำนวนงานล่าช้าต่ำ

2.1.4.6 อัตราการใช้งานเครื่องจักร หมายถึง สัดส่วนระหว่างเวลาที่เครื่องจักรทำงานกับเวลามากที่สุดที่เครื่องจักรสามารถทำงานได้ สามารถหาค่าได้ตามสมการที่ (2-6)

$$U = \frac{W}{A} \qquad (2\text{-}6)$$

โดยที่ U หมายถึง อัตราการใช้งานเครื่องจักร

W หมายถึง เวลาที่เครื่องจักรทำงาน

A หมายถึง เวลามากที่สุดที่เครื่องจักรสามารถทำงานได้

วัตถุประสงค์ของการจัดตารางการผลิตในที่นี้คือ เป็นการจัดตารางการผลิตให้ได้ค่าอัตราการใช้งานเครื่องจักรสูง

2.1.5 ข้อจำกัดในการจัดตารางการผลิต (Constraints)

ข้อจำกัดในการจัดตารางการผลิตคือ เงื่อนไขที่ต้องพิจารณาในการจัดตารางการผลิต ซึ่งมีหลายอย่างด้วยกัน เช่น

2.1.5.1 ลำดับการดำเนินการ (Precedence)

ในงานแต่ละงานนั้นมีลำดับของขั้นตอนการทำงานอยู่ ดังนั้นในการจัดตารางการผลิต การทำงานขั้นตอนแรกจะต้องถูกกระทำก่อนการทำงานถัดไป โดยไม่สามารถจัดข้ามขั้นตอนได้

2.1.5.2 การทดแทนกันได้ของทรัพยากร (Resource Replacement)

โดยทั่วไปในการผลิตจะมีทรัพยากรบางอย่างที่สามารถทดแทนกันได้ ดังนั้นการจัดตารางการผลิต ถ้าหากมีทรัพยากรบางตัวไม่ว่าง ก็สามารถนำทรัพยากรตัวอื่นๆ ที่สามารถทดแทนได้และว่างอยู่มาทำงานแทน ทำให้ได้ตารางการผลิตที่มีสมรรถนะมากขึ้น

2.1.5.3 เงื่อนไขการแก้ปัญหา เมื่อเกิดการหยุดของทรัพยากรในระหว่างการดำเนินการ (Resume/Repeat)

เมื่อทรัพยากรเกิดการหยุดขึ้นมา งานที่ทรัพยากรนั้นทำอยู่ จะต้องเริ่มต้นทำใหม่ (Repeat) หรือไม่ หรือว่าสามารถทำต่อได้เลย (Resume)

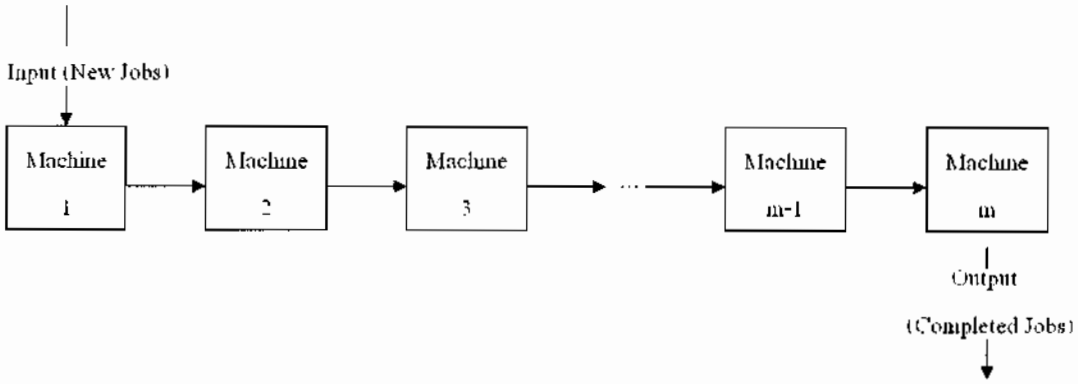
2.1.5.4 ข้อจำกัดอื่นๆ เช่น การอนุญาตให้สามารถขัดจังหวะการทำงานของทรัพยากรได้หรือไม่ (Preemption) เป็นต้น

2.1.6 ประเภทของการผลิต

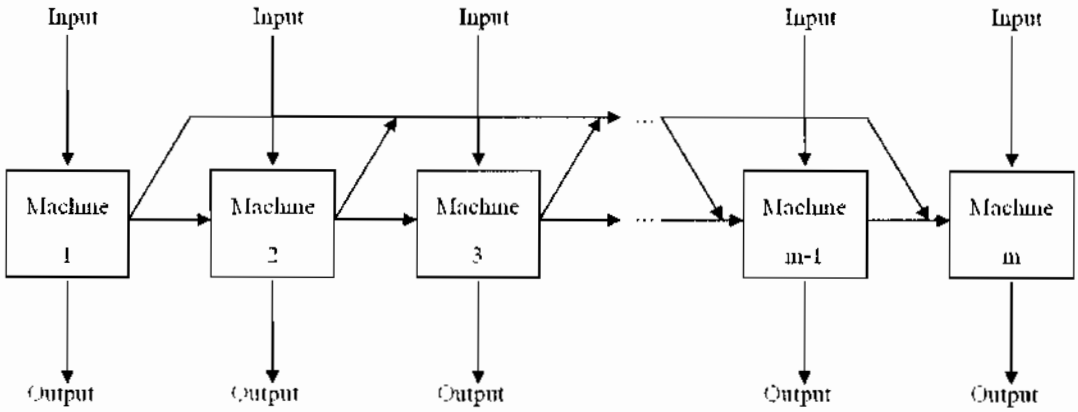
ในอุตสาหกรรมการผลิตนั้น เราสามารถจำแนกประเภทของการผลิตได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ดังต่อไปนี้

2.1.6.1 ประเภทการไหลตามสายงาน (Flow Shop)

ลักษณะการผลิตแบบการไหลตามสายงาน (Flow Shop) จะมีสายการผลิตที่ค่อนข้างคงตัว การไหลของงานจะเป็นไปในทิศทางเดียวตั้งแต่ต้นจนกระทั่งเสร็จสิ้นงาน และมีการจัดวางเครื่องจักรเรียงกันตามกระบวนการต่อเนื่องกัน โดยส่วนมากจะเป็นการผลิตเก็บไว้เพื่อรอคำสั่งซื้อจากลูกค้า



(ก) การผลิตแบบ Pure Flow Shop



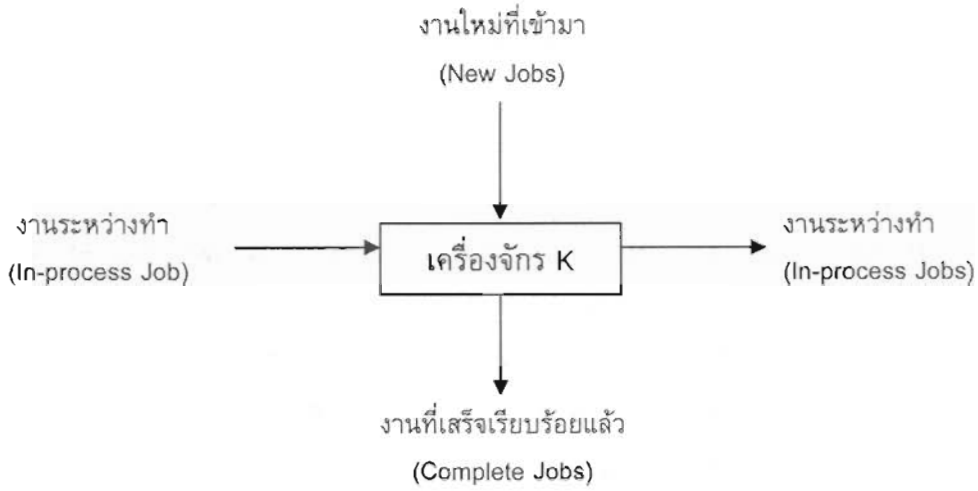
(ข) การผลิตแบบ General Flow Shop

ภาพที่ 2-3 การผลิตแบบการไหลตามสายงาน (Baker, 1974: 137)

จากภาพที่ 2-3 (ก) งานทุกงานประกอบไปด้วยการทำงานเพียงอย่างเดียวบนเครื่องจักร 1 เครื่อง ส่วนภาพที่ 2-3 (ข) งานทุกงานประกอบไปด้วยการทำงานมากที่สุด m การทำงาน ซึ่งงานนั้นอาจจะไม่ต้องผ่านเครื่องจักรทุกเครื่อง เพียงแต่ต้องเรียงลำดับของเครื่องจักร โดยที่จุดเริ่มต้นและสิ้นสุดไม่จำเป็นต้องเป็นเครื่องจักรเครื่องที่ 1 และ m เสมอไป

2.1.6.2 ประเภทผลิตตามสั่ง (Job Shop)

ลักษณะการผลิตแบบตามสั่ง (Job Shop) มักจะมีความหลากหลายในตัวสินค้า การไหลของงานจะไม่เป็นไปในทิศทางเดียวกัน ซึ่งงานแต่ละงานจะประกอบไปด้วยหลายการทำงาน (Operation) โดยโรงงานจะมีการจัดเรียงเครื่องจักรแบ่งเป็นกลุ่มการทำงาน เช่น แผนกกลึง แผนกเจาะ แผนกกัด เป็นต้น รูปแบบส่วนใหญ่ของงาน จะมีจำนวน m การทำงาน แต่ละการทำงานจะใช้เครื่องจักร 1 เครื่อง และบางครั้งอาจจะมีการทำงานซ้ำบนเครื่องจักรเครื่องเดิมมากกว่า 1 ครั้ง ดังภาพที่ 2-4



ภาพที่ 2-4 การไหลของงานแบบผลิตตามสั่ง (Baker, 1974: 178)

ข้อแตกต่างระหว่างระบบผลิตแบบ Flow Shop และ Job Shop นั้นมีด้วยกันหลายด้าน เช่น ความแตกต่างกันในเรื่องทิศทางการไหลของงาน จำนวนและประเภทของผลิตภัณฑ์ วัตถุดิบคงคลัง สินค้าระหว่างผลิต สินค้าคงคลัง ความชำนาญของคนงาน เครื่องจักรอุปกรณ์ที่ใช้รูปแบบการไหลของงาน และความยืดหยุ่นของกระบวนการ อาจกล่าวได้ว่าระบบการผลิตแบบ Job Shop มีความยืดหยุ่น และสามารถเปลี่ยนแปลงเพื่อให้เกิดความเหมาะสมกับระบบการผลิตตามต้องการ และครอบคลุมการจัดตารางการผลิตแบบอื่นๆ

2.1.7 ชนิดของตารางการผลิต

การจัดตารางการผลิตโดยทั่วไปนั้น สามารถแบ่งลักษณะของตารางการผลิตออกเป็น 4 แบบ ดังแสดงในภาพที่ 2-5 (ก)-(ง) ซึ่งเป็นตารางการผลิตที่ได้จากการจัดโดยใช้ข้อมูลตามตารางที่ 2-1 และ 2-2 ตามลำดับ โดยมีรายละเอียดของตารางการผลิตแต่ละแบบดังต่อไปนี้

2.1.7.1 ตารางการผลิตแบบเซมิแอคทีฟ (Semiactive Schedules)

ตารางการผลิตแบบเซมิแอคทีฟ เป็นตารางการผลิตที่ภายหลังจากการจัดตารางการผลิตแล้ว ไม่สามารถทำการเลื่อนการทำงานให้เร็วขึ้นได้ โดยที่ไม่ทำให้ลำดับการทำงานบนเครื่องจักรเปลี่ยนแปลงไป จากภาพที่ 2-5 (ก) แสดงให้เห็นถึงลักษณะของตารางการผลิตแบบเซมิแอคทีฟ จะเห็นได้ว่าไม่มีงานใดๆ แล้ว ที่สามารถทำงานได้เร็วขึ้นอีก โดยที่ไม่ทำให้ลำดับการทำงานบนเครื่องจักรเปลี่ยนแปลงไป

2.1.7.2 ตารางการผลิตแบบแอคทีฟ (Active Schedules)

ตารางการผลิตแบบแอคทีฟ เป็นตารางการผลิตที่ภายหลังจากการจัดตารางการผลิตแล้ว ไม่มีการทำงานที่สามารถเลื่อนให้เร็วขึ้น โดยไม่ทำให้งานอื่นๆ ต้องช้าลง จากภาพที่ 2-5 (ข) และ 2-5 (ค) จะเห็นได้ว่าไม่มีการทำงานใดที่สามารถเลื่อนให้เร็วขึ้นโดยไม่ทำให้งานอื่นๆ ต้องช้าลง

2.1.7.3 ตารางการผลิตแบบนอนดีเลย์ (Nondelay Schedules)

ตารางการผลิตแบบนอนดีเลย์ เป็นตารางการผลิตแบบแอคทีฟ แต่มีลักษณะพิเศษคือ จะไม่มีเครื่องจักรใดว่างอยู่เลย หากสามารถจัดการทำงานให้เครื่องจักรทำงานได้ จากภาพที่ 2-5 (ข) จะเห็นได้ว่า บนเครื่องจักรที่ 1 งานที่ 3 สามารถเลื่อนมาทำงานให้เร็วขึ้นได้ โดยเลื่อนให้มาทำงานก่อนงานที่ 4 และเลื่อนงานที่ 4 ไปเป็นงานสุดท้าย เมื่อเลื่อนแล้วก็จะกลายเป็นภาพที่ 2-5 (ง) ซึ่งเป็นตารางการผลิตแบบนอนดีเลย์

2.1.7.4 ตารางการผลิตแบบออพติมอลล์ (Optimal Schedules)

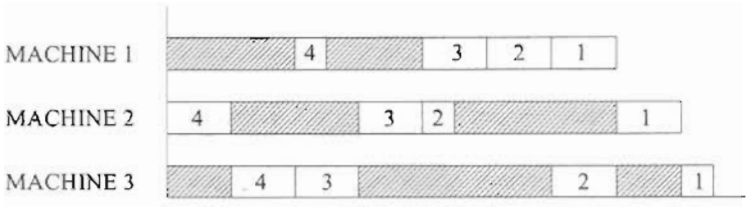
ตารางการผลิตแบบออพติมอลล์ เป็นตารางการผลิตที่ดีที่สุดสำหรับวัตถุประสงค์ในการจัดนั้นๆ ไม่มีตารางการผลิตใดที่ดีไปกว่านี้อีก

ตารางที่ 2-1 แสดงเวลาที่ใช้ในการผลิตในแต่ละขั้นตอนของงาน

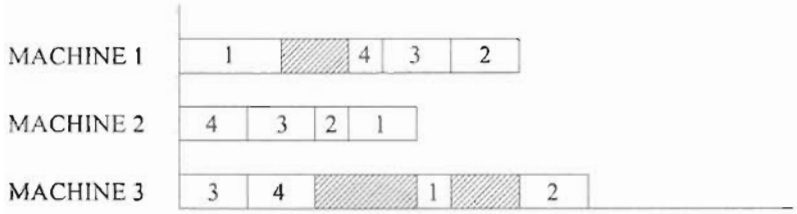
งานที่	ขั้นตอนการผลิต		
	1	2	3
1	4	3	2
2	1	4	4
3	3	2	3
4	3	3	1

ตารางที่ 2-2 แสดงเส้นทางผลิตในแต่ละขั้นตอนของงาน

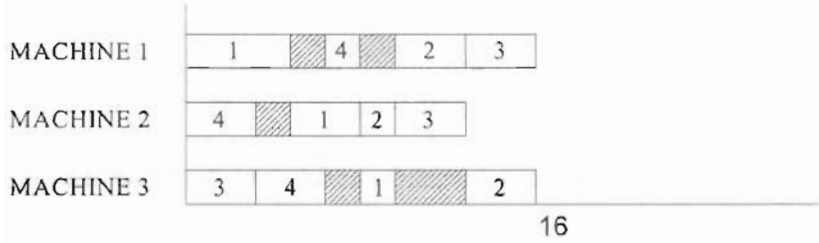
งานที่	ขั้นตอนการผลิต		
	1	2	3
1	1	2	3
2	2	1	3
3	3	2	1
4	2	3	1



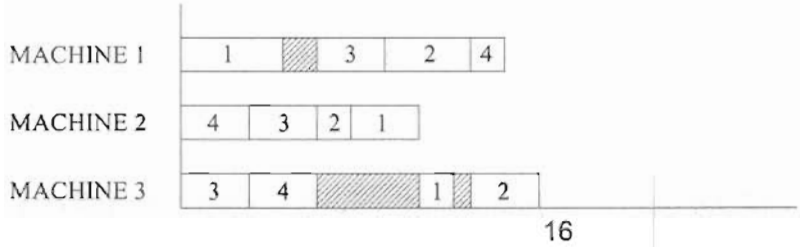
(ก) เซมิแอคทีฟ



(ข) แอคทีฟ

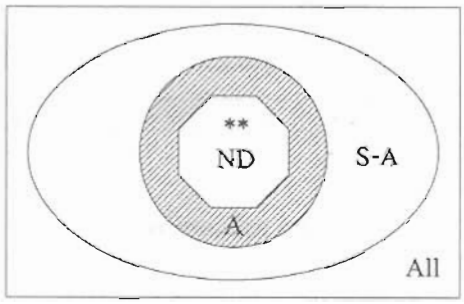


(ค) แอคทีฟ

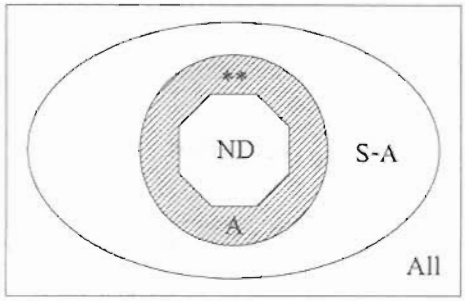


(ง) นอนดีเลย์

ภาพที่ 2-5 แผนภูมิแกนท์แสดงตารางการผลิตชนิดต่าง ๆ



(ก) ตารางการผลิตแบบออพติมอลล์เป็นสับเซ็ตของตารางการผลิตแบบนอนดีเลย์



(ข)ตารางการผลิตแบบออพติมอลล์เป็นสับเซ็ตของตารางการผลิตแบบแอคทีฟ

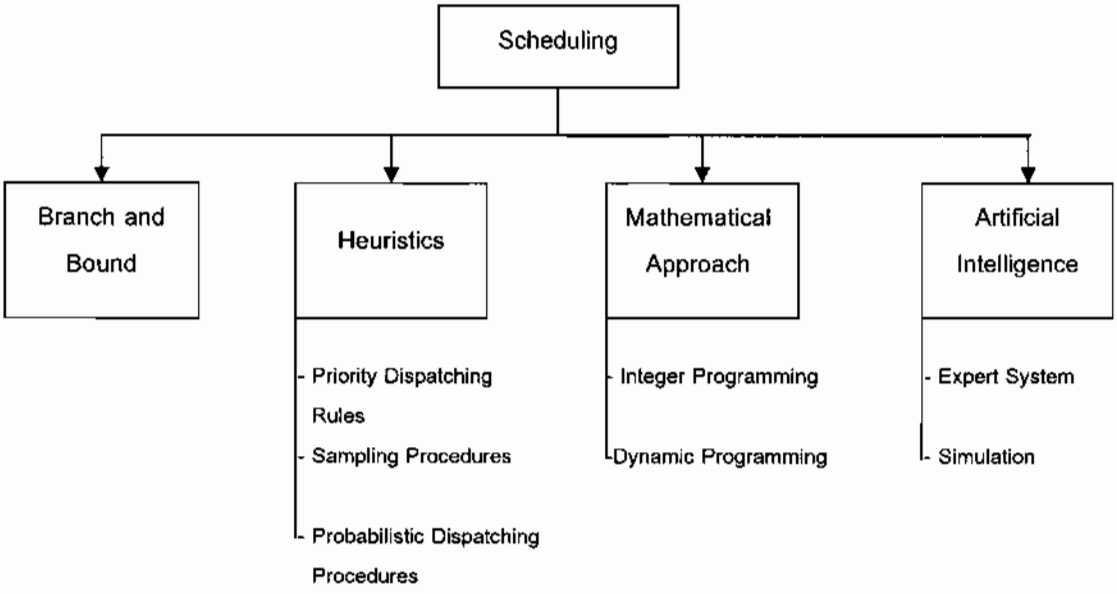
หมายเหตุ S-A หมายถึง ตารางการผลิตแบบเซมิแอคทีฟ
A หมายถึง ตารางการผลิตแบบแอคทีฟ
ND หมายถึง ตารางการผลิตแบบนอนดีเลย์
** หมายถึง ตารางการผลิตแบบออพติมอลล์

ภาพที่ 2-6 แผนภาพเวนน์แสดงความสัมพันธ์ของตารางการผลิตทั้ง 4 แบบ

ความสัมพันธ์ของตารางการผลิตทั้ง 4 แบบ สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 2-6 ซึ่งเป็นแผนภาพเวนน์แสดงความสัมพันธ์ของตารางการผลิตทั้ง 4 แบบ ภาพที่ 2-6 (ก) แสดงให้เห็นว่าตารางการผลิตแบบนอนดีเลย์เป็นสับเซตของตารางการผลิตแบบแอคทีฟ ตารางการผลิตแบบแอคทีฟเป็นสับเซทของตารางการผลิตแบบเซมิแอคทีฟ ตามลำดับ ตารางการผลิตแบบออพติมอลล์อยู่ในสับเซทของตารางผลิตแบบนอนดีเลย์ ภาพที่ 2-6 (ข) แสดงให้เห็นว่าตารางการผลิตแบบออพติมอลล์อยู่ในสับเซ็ตของตารางการผลิตแบบแอคทีฟ แต่ไม่เป็นสับเซ็ตของตารางการผลิตแบบนอนดีเลย์ โดยทั่วไปแล้วตารางการผลิตแบบนอนดีเลย์จะมีประสิทธิ์ภาพของตารางดีกว่าตารางการผลิตแบบแอคทีฟ และใช้เวลาในการจัดไม่มาก

2.1.8 กฎ และวิธีการจัดตารางในการผลิต

วิธีการในการจัดตารางการผลิตที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมีหลายวิธีด้วยกัน แต่นิยมใช้กันมาก มีดังต่อไปนี้



ภาพที่ 2-7 วิธีการในการจัดตารางการผลิตแบบต่างๆ

2.1.8.1 วิธีบรานช์แอนด์บาวด์ (Branch and Bound)

วิธีการนี้ประกอบด้วย 2 ขั้นตอนคือ ขั้นตอนบรานช์และบาวด์ ขั้นตอนบรานช์เป็นกระบวนการแบ่งส่วนของปัญหาที่มีขนาดใหญ่ออกเป็นปัญหาย่อย ขั้นตอนบาวด์เป็นกระบวนการของการคำนวณค่าโลเวอร์บาวด์ (Lower Bound) ที่ดีที่สุดสำหรับปัญหาย่อยนั้น

2.1.8.2 วิธีฮิวริสติก (Heuristic Method)

วิธีการฮิวริสติกเป็นการจัดตารางการผลิตที่ง่าย ใช้เวลาไม่มาก และสมรรถนะของตารางการผลิตที่ดีพอสมควรฮิวริสติกที่ใช้ในการจัดตารางการผลิตมีหลายตัวด้วยกัน แต่นิยมใช้กันมาก มีดังต่อไปนี้

ก) ฮิวริสติกการกระจายแบบพื้นฐาน (Simple Dispatching Heuristic)

เป็นการใช้หลักลำดับความสำคัญ เป็นเกณฑ์ในการใช้จัดตารางการผลิตซึ่งจะใช้ร่วมกับวิธีการจัดตารางการผลิตแบบต่างๆ โดยสามารถจำแนกแยกย่อยตามลักษณะของลำดับความสำคัญดังต่อไปนี้

1. ลำดับความสำคัญแบบสถิตย์ (Static Priority) ลำดับความสำคัญแบบนี้จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงและคงที่ตลอดการใช้งาน เช่น ให้เลือกงานที่เข้ามาก่อน

2. ลำดับความสำคัญแบบพลวัต (Dynamic Priority) ลำดับความสำคัญแบบนี้จะเปลี่ยนแปลงไปทุกครั้งที่งานใดๆ ถูกกระทำ เช่น จำนวนงานที่เหลือ

3. ลำดับความสำคัญแบบทั้งหมด (Global Priority) ลำดับความสำคัญแบบนี้จะไม่ขึ้นอยู่กับตำแหน่งหรือสถานะในระบบ เช่น วันส่งมอบงานเร็วสุด

4. ลำดับความสำคัญแบบท้องถิ่น (Local Priority) ลำดับความสำคัญแบบนี้จะขึ้นอยู่กับสถานะตำแหน่งบนเครื่องจักร เช่น เวลาในการปฏิบัติงานที่สั้นที่สุด

5. ลำดับความสำคัญแบบพยากรณ์ (Forecast Priority) ลำดับความสำคัญแบบนี้จะขึ้นอยู่กับสถานะของเครื่องจักร และประสบการณ์ในการพยากรณ์งานที่เหลืออยู่ เช่น อัตราส่วนวิกฤตน้อยสุด

จากการจำแนกลำดับความสำคัญทั้งหมดในขั้นต้น สามารถแยกลงเป็นตัวอย่างของลำดับความสำคัญแบบต่างๆ เช่น

1. SPT (Shortest Processing Time) เลือกงานที่เวลาการทำงานน้อยสุด
2. LWKR (Least Work Remaining) เลือกงานที่มีจำนวนการทำงานที่เหลืออยู่น้อยสุด
3. FOFO (First of First on) เลือกงานที่สามารถทำงานได้ก่อนมาทำก่อน
4. FASFS (First Arrival at the Shop First Serve) เลือกงานที่เข้ามาก่อนทำก่อน
5. EDD (Early Due Date) เลือกงานที่มีกำหนดส่งมอบเร็วสุดทำก่อน
6. SLACK (Minimum Slack Time) เลือกงานที่มีเวลาเหลือน้อยสุดทำก่อน
7. MWKR (Most Work Remaining) เลือกงานที่เหลือก่อนทำงานมากสุดทำก่อน
8. Random เลือกงานแบบสุ่ม

ข) ฮิวริสติกค้นหา (Search Heuristic) เป็นการหาผลลัพธ์โดยทำการประมวลผลฮิวริสติกซ้ำๆ กันหลายๆ ครั้งจนได้ผลที่ดี ซึ่งวิธีนี้มีข้อจำกัดคือใช้ความสามารถในการคำนวณมาก ตัวอย่างของวิธีการแบบนี้มีดังต่อไปนี้

1. ไกด์แรมดอมไมส์ดิสแพทชิ่ง (Guide Randomized Dispatch) เป็นวิธีการสุ่มเอาฮิวริสติกต่างๆ มาใช้ในการคำนวณ โดยตอนเริ่มต้นจะเริ่มต้นด้วยฮิวริสติกที่ดีที่สุด

2. ไกด์บีมเสริช์ (Guide Beam Search) เป็นการนำเอาฮิวริสติกไปใช้ร่วมกับวิธีบรานช์แอนด์บราวน์

2.1.8.3 วิธีทางตัวเลข (Integer Programming Approach)

เป็นการจัดตารางการผลิตโดยใช้วิธีการกำหนดตัวเลขจำนวนเต็ม เพื่อหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุด

2.1.8.4 อื่นๆ

ผลของการจัดตารางการผลิตตามวิธีที่ 2.1.8.1 และวิธีที่ 2.1.8.3 จะให้ค่าคำตอบที่ดีที่สุด แต่ต้องใช้เวลาและความรู้ค่อนข้างมาก มีขั้นตอนการคำนวณที่ยุ่งยากซับซ้อน ปัญหาขนาดใหญ่บางปัญหาอาจจะหาคำตอบไม่ได้เลยเนื่องจากต้องใช้เวลาในการแก้ปัญหานานมาก ส่วนผลที่ได้จากการจัดตารางตามวิธีที่ 2.1.8.2 นั้น อยู่ในเกณฑ์ที่ค่อนข้างดี แม้ว่าจะไม่ดีที่สุด นอกจากนี้ยังใช้เวลาในการจัดไม่นานและขั้นตอนไม่ยุ่งยากซับซ้อน

2.1.9 การสร้างตารางการผลิต (Schedule Generation)

ในกระบวนการผลิตแบบผลิตตามคำสั่ง (Job Shop Production) วิธีการสร้างตารางการผลิตที่นิยมใช้มีอยู่ 3 วิธีด้วยกันคือ การสร้างตารางการผลิตแบบแอคทีฟ (Active Schedule Generation) การสร้างตารางการผลิตแบบนอนดีเลย์ (Non Delay Schedule Generation) และการสร้างตารางการผลิตโดยใช้ฮิวริสติก โดยมีพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง และขั้นตอนการสร้างของแต่ละวิธีดังต่อไปนี้

พารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง

PS_t ตารางที่ประกอบด้วยการทำงาน t การทำงาน

S_t เซตของการทำงานที่ขั้นดอน t ซึ่งสอดคล้องกับ PS_t

σ_j เวลาเร็วสุดซึ่งการทำงาน j $\in$ S_t ที่สามารถเริ่มต้นได้

ϕ_j เวลาเร็วสุดซึ่งการทำงาน j $\in$ S_t ที่สามารถเสร็จสิ้นลง

2.1.9.1 การสร้างตารางการผลิตแบบแอคทีฟ

มีขั้นตอนการสร้างดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 ให้ t = 0 และเริ่มต้นด้วย PS_t = 0, S_t เป็นเซตของการทำงานทุกการทำงาน

ขั้นตอนที่ 2 กำหนด ϕ^* = min $_{j \in St}$ $\{\phi_j\}$ และเครื่องจักร m* ซึ่งสามารถเริ่มได้

ขั้นตอนที่ 3 สำหรับแต่ละการทำงาน j $\in$ S_t ที่ต้องทำบนเครื่องจักร m* และสำหรับ σ_j < ϕ^* จากนั้นสร้าง PS_t ซึ่งประกอบไปด้วยการทำงาน j และเวลาเริ่มต้นที่ σ_j

ขั้นตอนที่ 4 สำหรับแต่ละ PS_{t+1} กลับไปทำขั้นตอนที่ 3 และปรับปรุงข้อมูลดังนี้

ย้ายการทำงาน j จาก S_t

จาก S_{t+1} เพิ่มการทำงานที่เสร็จเรียบร้อยแล้วเข้าไปใน S_t

เพิ่ม t+1

ขั้นตอนที่ 5 กลับไปยังขั้นตอนที่ 2 สำหรับแต่ละ PS_{t+1} สร้างขั้นตอนที่ 3 และทำต่อไปจนกระทั่งเสร็จ

ตัวอย่าง : จากข้อมูลการทำงานในตารางที่ 2.1 และ 2.2 สามารถสร้างตารางการผลิตได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ให้ t = 0, PS_t = 0, S_t = {412 ,313 ,212 ,111}

ขั้นตอนที่ 2 กำหนด ϕ^* = min $_{j \in St}$ $\{\phi_j\}$

ϕ_j = {3 ,3 ,1 ,4}

ϕ^* = min {4,1,3 ,3 } = 1

ขั้นตอนที่ 3 นำงาน 212 ไปทำบนเครื่องจักร2

ขั้นตอนที่ 4 PS_{t+1} = {212}, PS_{t+1} = {412 ,313 ,221 ,111}

ขั้นตอนที่ 5 กลับไปยังขั้นตอนที่ 2 ใหม่

2.1.9.2 การสร้างตารางการผลิตแบบนอนดีเลย์

มีขั้นตอนการสร้างดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 ให้ t = 0 และ เริ่มต้นด้วย PS_t = 0, S_t เป็นเซตของการทำงานทุกการทำงาน

ขั้นตอนที่ 2 กำหนด σ^* = min $_{j \in S_t}$ $\{\sigma_j\}$ และ เครื่องจักร m* ซึ่งสามารถเริ่มได้

ขั้นดอนที่ 3 สำหรับแต่ละการทำงาน j $\in$ S_t ที่ต้องทำบนเครื่องจักร m* และสำหรับ σ_j = σ^* จากนั้นสร้าง PS_t ซึ่งประกอบไปด้วยการทำงาน j และเวลาเริ่มต้นที่ σ_j

ขั้นตอนที่ 4 สำหรับแต่ละ PS_{t+1} กลับไปทำขั้นตอนที่ 3 และ ปรับปรุงข้อมูลดังนี้

ย้ายการทำงาน j จาก S_t

จาก S_{t+1} เพิ่มการทำงานที่เสร็จเรียบร้อยแล้วเข้าไปใน S_t

เพิ่ม t+1

ขั้นดอนที่ 5 กลับไปยังขั้นตอนที่ 2 สำหรับแต่ละ S_{t+1} สร้างขั้นตอนที่ 3 และทำ ต่อไปจนกระทั่งเสร็จ

ตัวอย่าง : จากข้อมูลการทำงานในตารางที่ 2.1 และ 2.2 สามารถสร้างตารางการผลิตได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ให้ t = O, PS_t = O, S_t = {111, 212, 313, 412}

ขั้นตอนที่ 2 กำหนด ϕ^* = min $_{j \in S_t}$ $\{\phi_j\}$

ϕ_j = {0, 0, 0, 0}

ϕ^* = min {0, 0, 0, 0} = 0

ขั้นตอนที่ 3 นำงานใดไปทำบนเครื่องจักรใดก็ได้ ในกรณีนี้เลือก 111

ขั้นตอนที่ 4 PS_{t+1} = {111}, S_{t+1} = {122, 212, 313, 412}

ขั้นตอนที่ 5 กลับไปยังขั้นตอนที่ 2 ใหม่

2.1.9.3 การสร้างตารางการผลิตด้วยวิธีฮิวริสติก

วิธีการนี้เป็นการนำฮิวริสติกมาช่วยในการสร้างตารางการผลิตแบบแอคทีฟ และแบบนอนดีเลย์ โดยฮิวริสติกที่นำมาใช้จะถูกนำมาใช้ในขั้นตอนที่ 3 ของการสร้างตารางการผลิตในแต่ละวิธี โดยทำการสร้างดัชนีของการทำงานจากฮิวริสติกนั้นๆ ขึ้นมา แล้วทำการคำนวณหาค่าดัชนีที่ดีที่สุดสำหรับฮิวริสติกที่ใช้

2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบโปรแกรม

โปรแกรม หรือซอฟต์แวร์ (Software) หมายถึง ชุดคำสั่งหรือโปรแกรมที่คอยสั่งการให้เครื่องคอมพิวเตอร์ทำงาน รวมไปถึงการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์แวดล้อมต่างๆ เช่น Modem, CD ROM, Drive เป็นต้น ซอฟต์แวร์ เป็นสิ่งที่มองไม่เห็นจับต้องไม่ได้ แต่รับรู้การทำงานผลลัพธ์ต่างๆ เช่น ผลการพิมพ์ที่ได้จากเครื่องคอมพิวเตอร์ การสั่งงานใดๆ ให้เครื่องคอมพิวเตอร์

ทำงานตามที่เราต้องการนั้นต้องอาศัยซอฟต์แวร์เป็นตัวเชื่อมระหว่างคน หรือผู้ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์กับเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ใช้ โปรแกรมภาษาวิชวลเบสิค 6.0 (Microsoft Visual Basic 6.0) ร่วมกับ โปรแกรมฐานข้อมูล Microsoft Access เป็นเครื่องมือในการเขียนโปรแกรมการจัดตารางการผลิต

2.2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับโปรแกรมภาษาวิชวลเบสิค 6.0 (Microsoft Visual Basic 6.0)

2.2.1.1 ตัวแปรและชนิดของข้อมูล

การเขียนโปรแกรมเพื่อสร้างแอปพลิเคชั่นนั้น สิ่งหนึ่งที่เรามักจะใช้งานอยู่บ่อยๆ คือ ตัวแปร (Variable) ซึ่งจะใช้เก็บข้อมูลชั่วคราว หรือนำมาใช้เก็บข้อมูลเพื่อทำการคำนวณ เนื่องจากถ้าใช้ตัวแปรในการเก็บข้อมูล จึงมีความจำเป็นต้องรู้จักข้อมูลชนิดต่างๆ ที่สามารถนำมาใช้งานได้ ซึ่งมีรายละเอียดต่อไปนี้

ตารางที่ 2-3 แสดงตัวแปรและชนิดของข้อมูล

ชนิด	คำอธิบาย	ขนาด หน่วยความจำ
Byte	เป็นข้อมูลตัวเลขจำนวนเต็มตั้งแต่ 0ถึง255	1ไบต์
Boolean	เป็นข้อมูลทางตรรกะ:จริง (TRUE) เท็จ (FALSE)	2ไบต์
Integer	เป็นจำนวนเต็มระหว่าง -32 ,768ถึง32,767	2ไบต์
Long	เป็นจำนวนเต็มระหว่าง-2,147,483,648ถึง2,147,483,647	4ไบต์
Single	เป็นเลขทศนิยมระหว่าง-3.402823E38ถึง1.401298-E-45สำหรับค่าลบ และ1.401298E-45ถึง 3.402823E38 สำหรับค่าบวก	4ไบต์
Currency	เป็นเลขที่มีค่าตั้งแต่ -922 ,337,203,685,477,5808 ถึง 922,337,203,685,477,5807	8ไบต์
Date	เป็นวันที่ตั้งแต่ 1มกราคม ค.ศ 100.ถึง 31ธันวาคม ค.ศ9999.	8ไบต์
Object	เป็นข้อมูลที่อ้างอิงออบเจ็กต์ จึงเก็บแอดเดรสของออบเจ็กต์ไว้	4ไบต์
String	เก็บสตริงหรือข้อความที่เรียงต่อกัน	64KB หรือ 2MB
Variant	เป็นข้อมูลชนิดพิเศษที่เก็บค่าได้ทุกแบบ (รวมไปถึงค่าพิเศษต่างๆ เช่น EMPTY,NULL เป็นต้น)	16ไบต์

2.2.1.2 การใช้งาน ActiveX Control เบื้องต้น

ในการเขียนโปรแกรมเพื่อสร้างแอปพลิเคชั่นจาก Microsoft Visual Basic นั้นทำได้โดยการนำเอา ActiveX Control มาวางบนฟอร์ม และเขียนโค้ดกำกับการทำงานเอาไว้

ตารางที่ 2-4 แสดง ActiveX Control เบื้องต้น

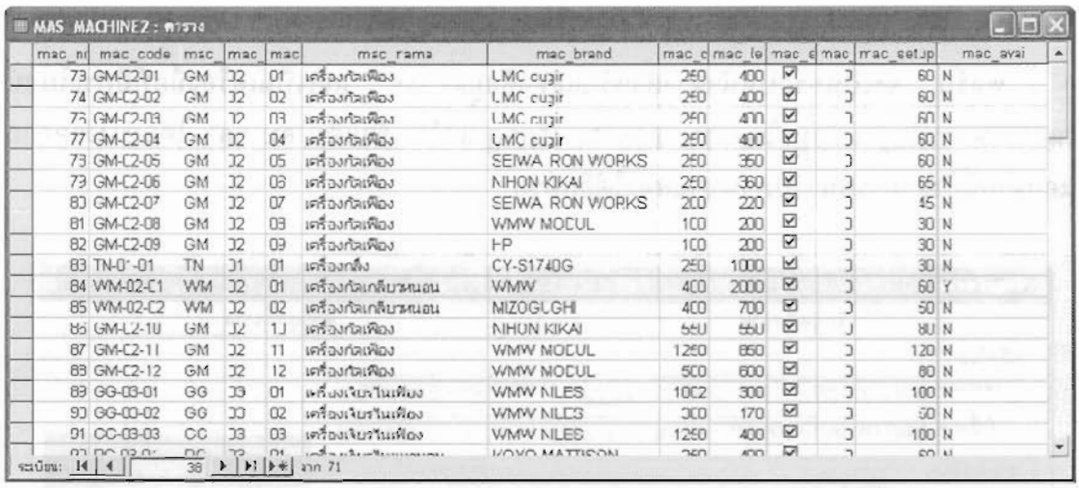
ActiveX Control	คำอธิบาย
Label	เป็นแถบข้อความ มักใช้เขียนข้อความให้อ่านอย่างเดียว
TextBox	เป็นช่องให้ผู้ใช้งานกรอกข้อความ
Frame	เป็นกรอบที่จัดกลุ่ม Control ต่าง ๆออกเป็นพวก ๆ
Command Button	เป็นปุ่มกดให้ผู้ใช้งานกด <Enter> หรือคลิกที่ปุ่มนี้
Checkbox	เป็นปุ่มให้ผู้ใช้งานคลิกเลือก ซึ่งจะเลือกกี่ตัวก็ได้
Option Box	เป็นปุ่มให้ผู้ใช้งานคลิกเลือก ซึ่งเลือกได้เพียง 1ตัวเท่านั้น
Combo Box	เป็นรายการข้อมูลให้ผู้ใช้งานเลือก
List Box	เป็นรายการข้อมูลให้ผู้ใช้งานเลือก
Scrollbar	เป็นแถบเลื่อนตามแนวนอน
Scrollbar	เป็นแถบเลื่อนตามแนวตั้ง
Timer	เป็นตัวจับเวลา
DriveListBox	เป็น ActiveX Control ที่ติดต่อกับฮาร์ดไดรว์หรือซีดีรอม
DirListBox	เป็น ActiveX Control ที่ติดต่อกับฮาร์ดไดรว์หรือไดเร็คทอรี
FileListBox	เป็น ActiveX Control ที่ติดต่อกับไฟล์

2.2.4 โปรแกรมฐานข้อมูล Microsoft Access

องค์ประกอบต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานมีดังนี้

2.2.4.1 ตาราง (Table)

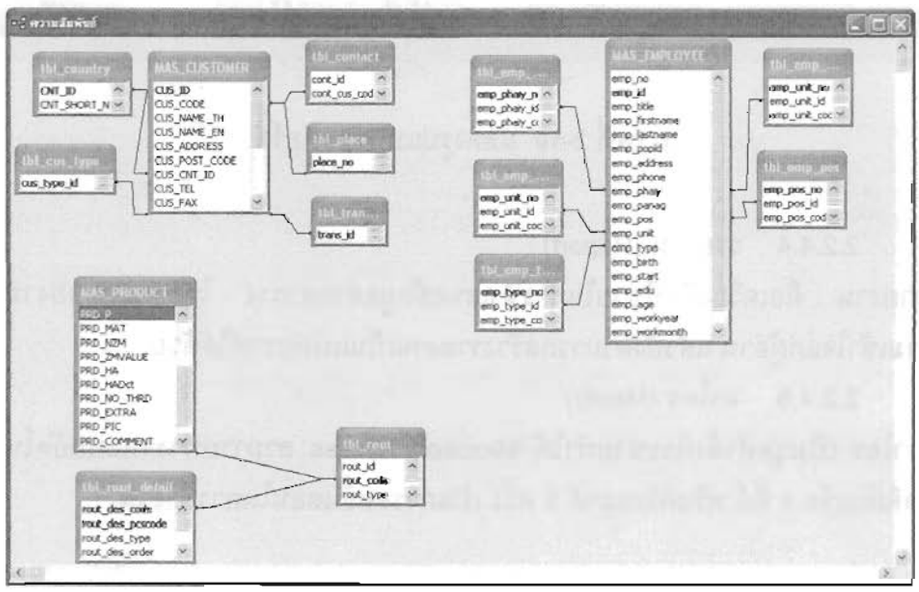
คือส่วนที่ใช้เก็บข้อมูลต่างๆ รวมถึงโครงสร้างฐานข้อมูลจะมีการจัดเก็บแบบตาราง 2 มิติ ประกอบด้วยแถวและคอลัมน์ ซึ่งในหนึ่งแถวเรียกว่าเรคอร์ด เช่นตารางข้อมูล Machine จะใช้เก็บข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องจักร (รหัส ชื่อ กำลังการผลิต สถานะของเครื่องจักร ฯลฯ) และในตารางนี้จะประกอบไปด้วยข้อมูลของเครื่องจักรจำนวนมาก ในหนึ่งเรคอร์ดคือรายละเอียดของเครื่องจักรแต่ละเครื่อง ดังภาพที่ 2-8



ภาพที่ 2-8 แสดงรูปแบบของตาราง

2.2.4.2 คิวรี (Query)

คิวรี คือเครื่องมือในการสอบถาม ค้นหา เฉพาะข้อมูลที่ต้องการแล้วนำมาแสดงผลจากหนึ่งตาราง หรือหลายตาราง ช่วยให้ประหยัดเวลาในการทำงาน ดังภาพที่ 2-9



ภาพที่ 2-9 แสดงรูปแบบของคิวรี

2.2.4.3 ฟอร์ม (Form)

ฟอร์ม จะเป็นกรอบหน้าต่างสำหรับแสดงข้อมูลต่างๆ และเป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์ในการจัดการกับฐานข้อมูลในตาราง สามารถ เรียกดู แก้ไข เพิ่มเติม ลบ ฯลฯ ได้อย่างง่ายดาย นอกจากนี้ยังสามารถนำรูปภาพมาแสดงได้อีกด้วย

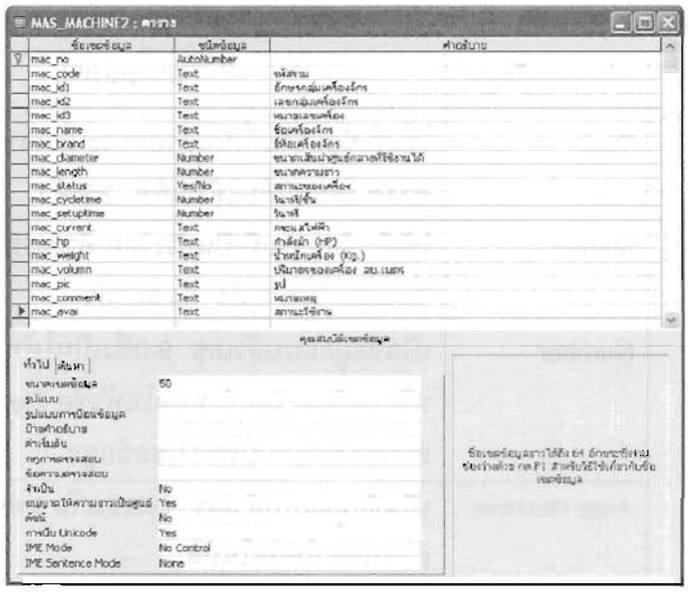
ภาพที่ 2-10 แสดงรูปแบบของฟอร์ม

2.2.4.4 รายงาน (Report)

รายงาน คือเครื่องมือที่ช่วยในการนำเสนอข้อมูลจากตาราง ให้มีความสวยงาม และเพิ่มความเข้าใจแก่ผู้อ่าน แล้วยังสามารถสร้างรายงานเป็นแบบกราฟได้ด้วย

2.2.4.5 มาโคร (Macro)

มาโคร เป็นชุดคำสั่งที่จะช่วยทำให้ Microsoft Access สามารถทำงานแบบอัตโนมัติได้ เพียงกดคีย์บอร์ด 1 คีย์ หรือคลิกเมาส์ 1 ครั้ง เป็นการลดขั้นตอนในการทำงาน



ภาพที่ 2-11 แสดงรูปแบบของมาโคร

2.2.5 ประเภทของข้อมูล

ระบบฐานข้อมูล Microsoft Access มีประเภทของข้อมูล 9 ประเภทด้วยกัน ขึ้นอยู่กับการใช้งาน ดังตารางที่ 2-5 และตารางที่ 2-6

ตารางที่ 2-5 แสดงรายละเอียดของประเภทข้อมูลแบบ Number

ชนิดของข้อมูล	ความหมาย
Byte	ไบต์ เป็นเลขจำนวนเต็มจะมีค่า 0ถึง 255
Integer	อินทีเจอร์ เป็นเลขจำนวนเต็ม จะมีค่า 32,768- ถึง32,767+
Long Integer	รองอินทีเจอร์ เป็นเลขจำนวนเต็ม จะมีค่า 2,147,483,648- ถึง+ 2,147,483,647
Single	ซิงเกิ้ล เป็นเลขทศนิยมจะมีค่า 3.4-x1038ถึง3.4+x1038
Double	ดับเบิ้ล เป็นเลขทศนิยมจะมีค่า1.797- x10308 ถึง1.797+x10308
Replication ID	เรพลิเคชั่นไอดี เป็นข้อมูลที่เกี่ยวกับการเรพลิเคดข้อมูล

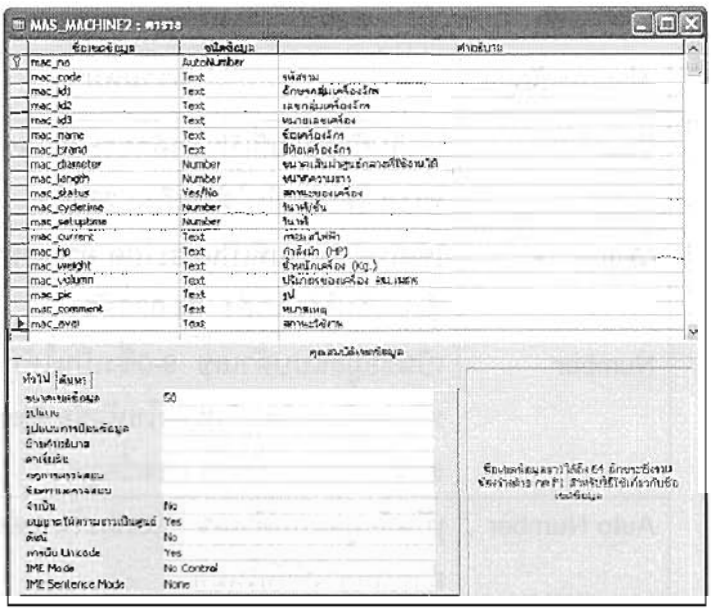
ตารางที่ 2-6 แสดงประเภทของข้อมูล Microsoft Access

กลุ่มของข้อมูล	ประเภทข้อมูล	ความหมาย
ตัวอักขระ (Character)	Text	ใช้เก็บข้อความที่เป็นตัวอักขระ ตัวเลข เครื่องหมายต่างๆ โดยจะเก็บได้ไม่เกิน 255ตัว
	Memo	ใช้เก็บข้อความที่เป็นประโยค คำแนะนำ คำอธิบายต่างๆ ซึ่งจะเก็บได้มากถึง 64,000ตัว
ตัวเลข (Numeric)	Number	เป็นข้อมูลแบบตัวเลข 9-0ซึ่งเป็นได้ทั้งเลขจำนวนเต็มหรือทศนิยม โดยกำหนดในหัวข้อ Field Size ที่มีอยู่ในส่วนของคุณสมบัติของเขตข้อมูล
	Auto Number	เป็นข้อมูลแบบตัวเลข 9-0เช่นกัน แต่จะมีการกำหนดค่าให้อัตโนมัติ
	Currency	เป็นข้อมูลที่เกี่ยวกับตัวเลขในทางการเงินจะมีความแม่นยำและน่าเชื่อถือสูง เพราะว่ามีตำแหน่งหลังจุดทศนิยม 4ตำแหน่ง
	Yes/No	เป็นข้อมูลทางตรรกะ ซึ่งจะมีเพียงสองค่า คือ 1กับ 0 แต่ใน Microsoft Access 97 จะแสดงค่าเป็น Yes/No,True/False หรือ On/Off
วัน/เวลา (Data/Time)	Data/Time	เป็นข้อมูลเกี่ยวกับ วัน-เดือน-ปี และเวลา
อ๊อบเจ็กต์ OLE:OBJECT Linking Embedding	OLE Object	เป็นข้อมูลเกี่ยวกับอ๊อบเจ็กต์ต่างๆเช่น ภาพ เสียง สนับสนุนไฟล์ฟอร์แมต .BMP .TIF .DIB .MF .TXT .XLS .DIE .WAV และ .MID
ไฮเปอร์ลิงค์	Hyperlink	เป็นข้อมูลที่เกี่ยวกับลิงค์ในการเชื่อมต่อกับอินทราเน็ตและอินเตอร์เน็ต โดยจะเก็บที่อยู่ URL เอาไว้

2.3 เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Prabhu and Baker (1986) ได้กล่าวถึงการนำเอาโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาช่วยในการจัดตารางผลิต โดยองค์ประกอบของโปรแกรมควรมีดังต่อไปนี้

1. ข้อมูลนำเข้า
   1.1 Work Centre / Calendar File ประกอบด้วยเวลาในการทำงานของแต่ละสถานีงาน
   1.2 Modification File ใช้ในการเปลี่ยนแปลงข้อมูลด้านเวลาในการทำงาน



ภาพที่ **2-11** แสดงรูปแบบของมาโคร

2.2.5 ประเภทของข้อมูล

ระบบฐานข้อมูล Microsoft Access มีประเภทของข้อมูล 9 ประเภทด้วยกัน ขึ้นอยู่กับการใช้งาน ดังตารางที่ 2-5 และตารางที่ 2-6

ตารางที่ **2-5** แสดงรายละเอียดของประเภทข้อมูลแบบ Number

ชนิดของข้อมูล	ความหมาย
Byte	ไบต์ เป็นเลขจำนวนเต็มจะมีค่า 0ถึง 255
Integer	อินทีเจอร์ เป็นเลขจำนวนเต็ม จะมีค่า 32,768- ถึง32,767+
Long Integer	รองอินทีเจอร์ เป็นเลขจำนวนเต็ม จะมีค่า 2,147,483,648- ถึง+ 2,147,483,647
Single	ซิงเกิ้ล เป็นเลขทศนิยมจะมีค่า 3.4-x1038ถึง3.4+x1038
Double	ดับเบิ้ล เป็นเลขทศนิยมจะมีค่า1.797- x10308 ถึง1.797+x10308
Replication ID	เรพลิเคชั่นไอดี เป็นข้อมูลที่เกี่ยวกับการเรพลิเคตข้อมูล

ตารางที่ 2-6 แสดงประเภทของข้อมูล Microsoft Access

กลุ่มของข้อมูล	ประเภทข้อมูล	ความหมาย
ตัวอักขระ (Character)	Text	ใช้เก็บข้อความที่เป็นตัวอักขระ ตัวเลข เครื่องหมายต่าง ๆ โดยจะเก็บได้ไม่เกิน 255ตัว
	Memo	ใช้เก็บข้อความที่เป็นประโยค คำแนะนำ คำอธิบายต่าง ๆ ซึ่งจะเก็บได้มากถึง 64,000ตัว
ตัวเลข (Numeric)	Number	เป็นข้อมูลแบบตัวเลข 9-0ซึ่งเป็นได้ทั้งเลขจำนวนเต็มหรือทศนิยม โดยกำหนดในหัวข้อ Field Size ที่มีอยู่ในส่วนของคุณสมบัติของเขตข้อมูล
	Auto Number	เป็นข้อมูลแบบตัวเลข 9-0เช่นกัน แต่จะมีการกำหนดค่าให้อัตโนมัติ
	Currency	เป็นข้อมูลที่เกี่ยวกับตัวเลขในทางการเงินจะมีความแม่นยำและน่าเชื่อถือสูง เพราะว่ามีตำแหน่งหลังจุดทศนิยม 4ตำแหน่ง
	Yes/No	เป็นข้อมูลทางตรรกะ ซึ่งจะมีเพียงสองค่า คือ 1กับ 0 แต่ใน Microsoft Access 97 จะแสดงค่าเป็น Yes/No,True/False หรือ On/Off
วัน/เวลา (Data/Time)	Data/Time	เป็นข้อมูลเกี่ยวกับ วัน-เดือน-ปี และเวลา
อ๊อบเจ็กต์ OLE:OBJECT Linking Embedding	OLE Object	เป็นข้อมูลเกี่ยวกับอ๊อบเจ็กต์ต่าง ๆเช่น ภาพ เสียง สนับสนุนไฟล์ฟอร์แมต .BMP .TIF .DIB .MF .TXT .XLS .DIE .WAV และ .MID
ไฮเปอร์ลิงค์	Hyperlink	เป็นข้อมูลที่เกี่ยวกับลิงค์ในการเชื่อมต่อกับอินทราเน็ตและอินเตอร์เน็ต โดยจะเก็บที่อยู่ URL เอาไว้

2.3 เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Prabhu and Baker (1986) ได้กล่าวถึงการนำเอาโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาช่วยในการจัดตารางผลิต โดยองค์ประกอบของโปรแกรมควรมีดังต่อไปนี้

1. ข้อมูลนำเข้า
   1.1 Work Centre / Calendar File ประกอบด้วยเวลาในการทำงานของแต่ละสถานีงาน
   1.2 Modification File ใช้ในการเปลี่ยนแปลงข้อมูลด้านเวลาในการทำงาน

1.3 Job File ประกอบด้วยรายละเอียด ชื่อผู้ประมวลผล เลขที่คำสั่ง เลขที่ผลิตภัณฑ์ วัน/เดือน/ปี ที่สั่ง และการส่งงาน

1.4 Component File ประกอบด้วยชิ้นส่วนต่างๆ เลขที่ชิ้นส่วน รายละเอียด หน่วยวัด จำนวนชิ้นงาน ที่ใช้ในงานนั้นๆ เป็นต้น

1.5 Routing File ประกอบด้วยกระบวนการผลิต ชื่อสถานีที่ทำการผลิต เวลาติดตั้งเครื่อง เลขที่ขั้นตอนการผลิต รายละเอียดเกี่ยวกับเวลาที่ใช้ในการผลิต/หน่วย เวลาในการขนส่ง เป็นต้น

2. การประมวลผล และกฎต่างๆ ที่นำมาใช้ในการประมวลผล

3. รายงานผลการประมวลผล

3.1 งานที่ทำในแต่ละสถานีงานทั้งในรูปของรายงาน และแผนภูมิแกนท์

3.2 ผลลัพธ์ของการประมวลผล

กิจจา (2535) ได้เสนอระบบการจัดลำดับงานในการผลิตสำหรับการขึ้นรูปงานโลหะแผ่นในอุตสาหกรรมประกอบเครื่องปรับอากาศ โดยได้เสนอกฎเกณฑ์และวิธีการจัดลำดับที่เหมาะสม พร้อมทั้งจัดทำเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประกอบด้วย 2 ส่วนย่อย คือระบบจัดการฐานข้อมูล และระบบการจัดลำดับงานในการผลิต หลังจากปรับปรุงระบบ พบว่าช่วยลดความต้องการจัดลำดับงาน ลดระยะเวลาในการวางแผนผลิต ได้แผนการผลิต และจัดลำดับงานที่ถูกต้องแม่นยำสอดคล้องกับนโยบายการบริหารการผลิต ตลอดจนมีระบบการจัดเก็บข้อมูลที่เป็นระเบียบ สะดวก รวดเร็วในการค้นหา

จิรวรรณ (2536) การมีระบบการวางแผนที่ไม่ดีพอ และมีข้อบกพร่องเกิดขึ้นในการผลิต ติดตามงาน เป็นเหตุให้การดำเนินการผลิตอาจจะไม่ทันตามกำหนด หรือผลิตได้ไม่ครบตามปริมาณที่สั่งซึ่งจะก่อให้เกิดผลเสีย ผู้วิจัยจึงได้เสนอการดำเนินงานด้านการผลิต โดยเริ่มจากการศึกษาข้อมูลสภาพโดยทั่วไปของโรงงาน ศึกษาการวางแผน และการติดตามผล ซึ่งในขั้นตอนแรกจะเป็นการวางแผนด้วยเทคนิคการแบ่งขั้นตอนการดำเนินการผลิตออกเป็นกิจกรรมย่อยที่มีส่วนสัมพันธ์กัน เพื่อเขียนเป็นผังโครงสร้างตาข่าย และหาระยะเวลาดำเนินการผลิตของแต่ละงานย่อย แล้วนำมาคำนวณหาระยะเวลาที่ควรจะเริ่มต้นและผลิตเสร็จของผลิตภัณฑ์นั้น จากนั้นจึงทำการติดตามผลการดำเนินงานด้วยเทคนิค ซึ่งจะเป็นการติดตามผลการดำเนินงานในแต่ละวันที่มีการผลิตเกิดขึ้นในแต่ละแผนก เพื่อเปรียบเทียบการดำเนินการผลิตที่เกิดขึ้นจริงของผลิตภัณฑ์กับแผนการผลิตที่กำหนดได้ กรณีที่การติดตามผลพบว่าไม่เป็นไปตามแผน ทำให้ทราบว่าเกิดปัญหาที่ขั้นตอน หรือกิจกรรมย่อยใดจะได้หาทางแก้ไขปัญหา เพื่อผลิตให้เสร็จทันตามกำหนดส่งผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ยังมีขั้นตอนของการพิจารณากำลังการผลิตโดยรวม และการวางแผนการผลิตในแต่ละแผนก เพื่อประโยชน์ในการปรับเปลี่ยนแผนงาน หรือแก้ไขปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นได้ในการผลิตให้เหมาะสมกับการดำเนินการผลิตในขณะนั้น ในงานวิจัยนี้ได้พัฒนาระบบคอมพิวเตอร์ใช้ภาษา FOXPRO ซึ่งจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนของการ

วางแผนโดยใช้ PERT ส่วนของการติดตามผลโดยใช้ LOB และส่วนของการปรับแผน เพื่อให้ผู้บริหาร และผู้เกี่ยวข้องกับการผลิตสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการวางแผน และติดตามผลได้อย่างมีระบบ และมีสมรรถนะมากขึ้น และสามารถติดตามแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็ว

วรรษมา (2545) จัดทำโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการจัดตารางการผลิตที่ประกอบด้วยการผลิตที่ต่อเนื่อง และไม่ต่อเนื่อง ซึ่งแนวทางที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาคือวิธีการทางฮิวริสติก ได้แก่ SPT, LPT และ Slack และแสดงผลการจัดลำดับงานออกมาในรูปแผนภูมิแกนท์ จากนั้นทำการวัดสมรรถนะ (Performance) ของการจัดตารางการผลิตเพื่อหาวิธีที่เหมาะสม จากการทดสอบพบว่า วิธีที่เหมาะสมคือ SPT ซึ่งทำให้ช่วงกว้างของเวลาการทำงานลดลง 4.45%, เวลาที่งานอยู่ในระบบเฉลี่ยลดลง 30.56%, เวลางานล่าช้าเฉลี่ยลดลง 50.39% และจำนวนงานล่าช้าทั้งหมด ลดลง 55%

มงคล (2546) ศึกษาระบบการจัดตารางเวลาการผลิตรายวัน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาวิธีการจัดตารางเวลาการผลิตให้มีเวลารวมในการผลิตน้อยที่สุด (Minimize Makespan) ซึ่งใช้วิธีการฮิวริสติก (Heuristic) จัดตารางเวลาการผลิต โดยจากการทดลองวิธีการฮิวริสติกแบบสลับคู่เปลี่ยนแบบสลับทุกคู่ เป็นวิธีที่ดีที่สุด โดยให้ผลลัพธ์ของเวลารวมในการผลิตน้อยที่สุด

ขณิดา (2547) พัฒนาระบบการจัดตารางการผลิต เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในโรงงานอุตสาหกรรมเครื่องเรือน ปัญหาที่พบคือ งานล่าช้าในระบบสูง, การรองาน และใช้เครื่องจักรไม่เต็มที่ ซึ่งวิธีการจัดตารางการผลิตที่นำมาพัฒนาระบบการจัดตารางการผลิต คือ กฎงานมีกำหนดส่งก่อนทำก่อน (EDD) สำหรับเรียงลำดับผลิตที่ระดับชิ้นส่วนด้วยกฎเลาการผลิตสั้นที่สุดทำก่อน (SPT) ผลที่ได้จากการวัดสมรรถนะ (Performance) ของระบบมีแนวโน้มดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ดังนี้

1. ระยะเวลางานในระบบเฉลี่ย ลดลง 25%
2. จำนวนงานล่าช้าเฉลี่ย ลดลง 21%
3. เวลางานล่าช้า ลดลง 52%

พิษณุ (2547) ทำการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต โดยการวางแผน และจัดตารางการผลิต โดยศึกษาโรงงานที่ผลิตสินค้าแบบทำตามสั่ง (Make to Order) ที่มีปัญหาทางด้านผลิตสินค้าไม่ทันตามกำหนดเวลา ทำให้ส่งมอบงานล่าช้า และต้องแทรกงานระหว่างการผลิต ดังนั้นจึงนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาช่วยในการวางแผน และจัดตารางการผลิต ใช้วิธีการจัดตารางแบบฮิวริสติกส์ และใช้กฎ EDD, SPT, LPT, FCFS และ LS ปรากฏว่าสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตได้ดียิ่งขึ้น โดยพบว่าค่าเวลางานที่อยู่ในระบบโดยเฉลี่ย เวลางานล่าช้าเฉลี่ย และจำนวนงานล่าช้าลดลง โดยกฎ SPT สามารถทำให้ค่าเวลาของงานในระบบเฉลี่ยดีที่สุดโดยลดลงจากเดิม 54.25% กฎ EDD สามารถทำให้ค่าเวลางานล่าช้าเฉลี่ยดีที่สุดโดยลดลงจากเดิม 51.18% และกฎ EDD ให้ค่าจำนวนงานล่าช้าดีที่สุด โดยลดลงจากเดิม 51.33%

สุรชัย (2546) พัฒนาซอฟต์แวร์เพื่อประยุกต์ใช้กับการจัดตารางการผลิตหลัก โดยเลือกใช้ AHP (Analytic Hierarchy Process) และ GP (Goal Programming) ประกอบกันเพื่อให้ได้วิธีใหม่ที่สามารถรองรับเกณฑ์ในการตัดสินใจได้ทั้งเชิงปริมาณ และคุณภาพ ซึ่งผลที่ได้จากการใช้ซอฟต์แวร์จัดตารางการผลิตหลักโดยวิธีนี้ จะสามารถกระจายกำลังการผลิตไปสู่สินค้าทุกรายการตามสัดส่วนความสำคัญของสินค้าแต่ละรายการ ซึ่งได้ผลดีกว่าใช้ผู้วางแผน

สุรศักดิ์ (2547) เสนอแนวความคิด และหลักการในการจัดลำดับการผลิต และการจัดตารางการผลิต สำหรับการผลิตในลักษณะสั่งผลิตเป็นงานๆ (Job Shop) ด้วยวิธีการจัดตารางการผลิตแบบแอคทีฟโดยใช้วิธีบรานช์แอนด์บาวด์โดยไม่มีการคำนวณย้อนกลับ เป็นผลให้

1. จำนวนงานล่าช้าลดลงตลอดช่วง 6 เดือนดังนี้ 56.25%, 46.67%, 75.00%, 97.03%, 91.14% และ 78.95% ตามลำดับ

2. ผลรวมค่าของเวลาล่าช้าของงานลดลงตลอดช่วง 6 เดือนดังนี้ 85.87%, 66.18%, 95.79%, 97.28%, 99.08%, และ 86.98% ตามลำดับ

3. ผลรวมค่าของเวลาสายของงานลดลงตลอดช่วง 4 เดือนดังนี้ 184.17%, 130.89%, 102.80% และ130.44% ตามลำดับ

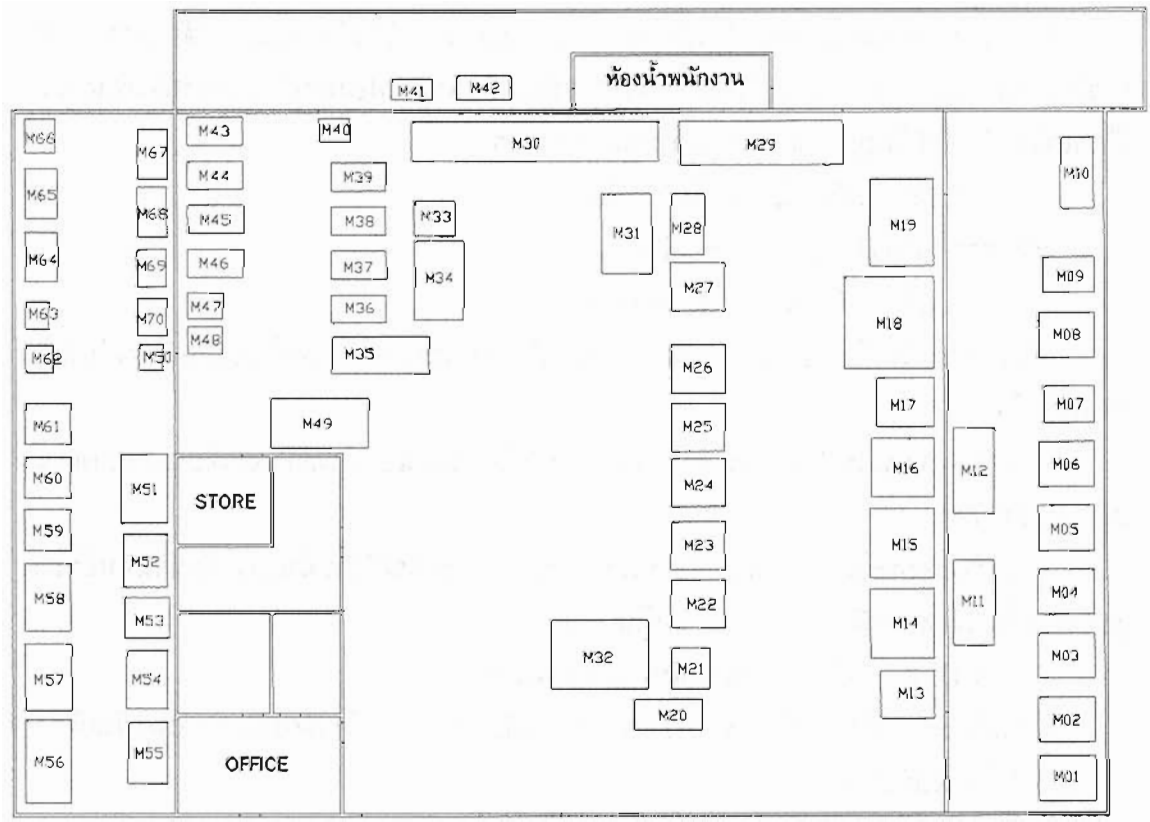
ฉัตรชัย (2547) เสนอการจัดตารางการผลิตแบบขนาน สำหรับโรงงานผลิตผ้าดิบ โดยงานมีความแตกต่างกันทั้งในด้านปริมาณ ประเภทของผลิตภัณฑ์ และกำหนดการส่งมอบ ซึ่งวัตถุประสงค์ของการจัดตารางการผลิตนี้คือ ให้ค่าจำนวนงานล่าช้าต่ำสุด โดยนำทฤษฎีแบบนอนดีเลย์ ร่วมกับกฎเกณฑ์ฮิวริสติก ได้แก่ EDD, SPT, LPT, AVPRO, Slack และ Slack/TP จัดตารางการผลิตโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยเพื่อลดเวลา และความผิดพลาดด้วยมือ โดยมีโครงสร้างประกอบด้วย 1) ส่วนของข้อมูลสินค้า 2) ส่วนของวัตถุดิบ 3) ส่วนของจำนวนเครื่องจักร และเวลาตั้งเครื่องจักร 4) ส่วนของใบสั่งซื้อ/ใบสั่งผลิต 5) ส่วนของการแสดงผล และมีการวัดสมรรถนะ (Performance) ของการจัดตารางเป็นเวลาการไหลของงานโดยเฉลี่ย และจำนวนงานล่าช้ามีค่าต่ำสุด ซึ่งผลการทดลองพบว่ากฎเกณฑ์ที่เหมาะสมในการนำมาใช้ในการจัดตารางการผลิตคือ EDD ด้วยวิธีการสร้างตารางการผลิต แบบนอนดีเลย์ เมื่อเปรียบเทียบกับการจัดตารางการผลิตแบบเดิม ซึ่งมีจำนวนงานล่าช้าลดลง 52.08% เวลาล่าช้าของงานโดยเฉลี่ยลดลง 75.92% และเวลาในการวางแผนการผลิตลดลง 83.33% และรองลงมาคือวิธี AVPRO, SPT, Slack, Slack/TP และ LPT ตามลำดับ

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

เนื้อหาของวิทยานิพนธ์บทนี้จะกล่าวถึง วิธีการวิจัย สภาพทั่วไป ผลิตภัณฑ์ และกระบวนการผลิตของโรงงานผลิตเฟืองกรณีศึกษา ขั้นตอนการปฏิบัติงาน และการวางแผนของส่วนงานที่พบปัญหา

3.1 ศึกษาสภาพทั่วไปของโรงงานผลิตเฟืองกรณีศึกษา

โรงงานเฟืองที่เป็นโรงงานกรณีศึกษา เป็นโรงงานที่ผลิตชิ้นส่วนเครื่องจักรทั่วไป โดยเน้นการผลิตชิ้นส่วนเครื่องจักรประเภทส่งกำลัง คือพวกเฟือง มีพนักงานทั้งสิ้นประมาณ 80 คน มีเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตเฟืองทั้งสิ้นประมาณ 70 เครื่อง ซึ่งมีรายละเอียดต่างๆ ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 3-1 ผังแสดงการจัดวางเครื่องจักรของโรงงาน

3.1.1 ผังโรงงาน และกำลังการผลิต

3.1.1.1 เครื่องปาดหน้า เจาะรูยันศูนย์ 2 เครื่อง

จะใช้ปาดหน้า และเจาะรูยันศูนย์ในคราวเดียวกัน จะเหมาะสำหรับงานที่เป็นเพลายาว หรืองานที่ไม่ต้องการคว้านเจาะรู

3.1.1.2 เครื่องเจาะ หรือคว้าน 5 เครื่อง

เครื่องเจาะ จะใช้เจาะรูยึดงานทั่วไป เหมาะสำหรับงานทุกขนาดโดยขึ้นอยู่กับ ขนาดของโต๊ะเครื่องเจาะ ส่วนเครื่องคว้านจะเหมาะกับงานชิ้นใหญ่ที่ไม่สามารถเจาะรูบนเครื่องเจาะทั่วไปได้ เครื่องคว้านยังสามารถคว้าน และปาดผิวงานสำหรับงานใหญ่ได้อีกด้วย

3.1.1.3 เครื่องกลึง 13 เครื่อง

คือเครื่องจักรที่ใช้ปอกผิว, ใช้เจาะรูเพื่อสวมเพลา หรือปาดผิวงานให้เป็นทรงกระบอก เพื่อลดขนาดให้ได้ตามต้อการ หรือเพื่อให้ได้ความละเอียดผิวตามที่ต้องการ

3.1.1.4 เครื่องกัดทั่วไป 9 เครื่อง

คือเครื่องจักรที่ใช้ปาดผิวชิ้นงานให้ได้ขนาด และรูปร่างตามที่ต้องการ โดยส่วนมากในการผลิตเฟือง จะใช้เครื่องกัด กัดร่องลิ่มสำหรับชิ้นงานที่เป็นเพลา

3.1.1.5 เครื่องกัดฟันเฟือง 13 เครื่อง

คือเครื่องจักรเฉพาะสำหรับกัดเฟืองช่วงฟันของเฟือง ให้ได้ตามโมดูลที่ต้องการ ซึ่งการใช้งานจะต้องกำหนดความเร็วรอบ อัตราการขับเคลื่อนของเฟืองภายในเครื่องกัดเฟือง และเลือกเครื่องมือที่ใช้ ให้ถูกต้องตามขนาดโมดูลที่ต้องการ

3.1.1.6 เครื่องไสแนวตั้ง 2 เครื่อง

ใช้สำหรับไสร่องลิ่ม ในส่วนของรูด้านใน

3.1.1.7 เครื่องเจียระไน 10 เครื่อง

เครื่องเจียระไนที่ใช้ในงานผลิตเฟืองจะแบ่งได้หลายประเภท โดยไม่รวมเครื่องเจียระไนฟันเฟือง ได้แก่

1. เครื่องเจียระไนเพลากลม สามารถเจียระไนได้ทั้งส่วนของเพลา และเจียระไนปาดหน้าในคราวเดียวกัน

2. เครื่องเจียระไนราบ จะใช้เจียระไนปาดหน้างานในกรณีที่งานมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางสูงๆ และสั้น ไม่เหมาะที่จะใช้เครื่องเจียระไนเพลากลม

3.1.1.8 เครื่องเจียระไนฟันเฟือง 8 เครื่อง

เป็นเครื่องเจียระไนที่จะใช้เฉพาะโรงงานที่ผลิตเฟืองเท่านั้น จะใช้เจียระไนช่วงร่องฟันเฟือง

3.1.2 โครงสร้างองค์กร

บทบาท และหน้าที่ของแผนกต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการวางแผนการผลิต สามารถแบ่งออกเป็นส่วนหลักๆ ดังต่อไปนี้

3.1.2.1 ผจก.ฝ่ายขาย และการตลาด

ก) รับ Order จาก Customer และตกลงเรื่องรายละเอียดงาน

ข) เสนอราคางาน

ค) จัดเก็บข้อมูลของชิ้นงานเข้า (วันรับงาน วันส่ง ราคา ลักษณะ ผู้สั่งผลิต)

ง) ตรวจสอบและสั่งวัสดุอุปกรณ์

3.1.2.2 ผจก.ฝ่ายผลิต

ก) รับข้อมูลจากการตลาด

ข) กำหนดรายละเอียดขั้นตอนการปฏิบัติงาน

ค) วางแผน และจัดลำดับการผลิต

ง) สั่งผลิตงานตามแผนการผลิต

3.1.2.3 ฝ่ายบัญชี

ก) ทำใบเสนอราคาให้ลูกค้า

ข) ทำใบสอบถามราคาวัสดุ (เพื่อการเสนอราคางาน)

ค) ทำใบสั่งซื้อวัสดุ เก็บเป็นข้อมูลราคาวัสดุ

ง) ทำใบส่งของชั่วคราว และใบรายละเอียดงาน

จ) ใบกำกับภาษี หรือบิลเงินสด

ฉ) ใบเสร็จรับเงิน

3.1.2.4 แผนกเขียนแบบ

ก) เขียนแบบจากตัวอย่างเพื่อนำไปใช้ในการผลิต

ข) จัดเก็บข้อมูลของแบบชิ้นงาน และรายละเอียดของ วัน/เวลา/Customer

3.1.2.5 คนงานแต่ละแผนก

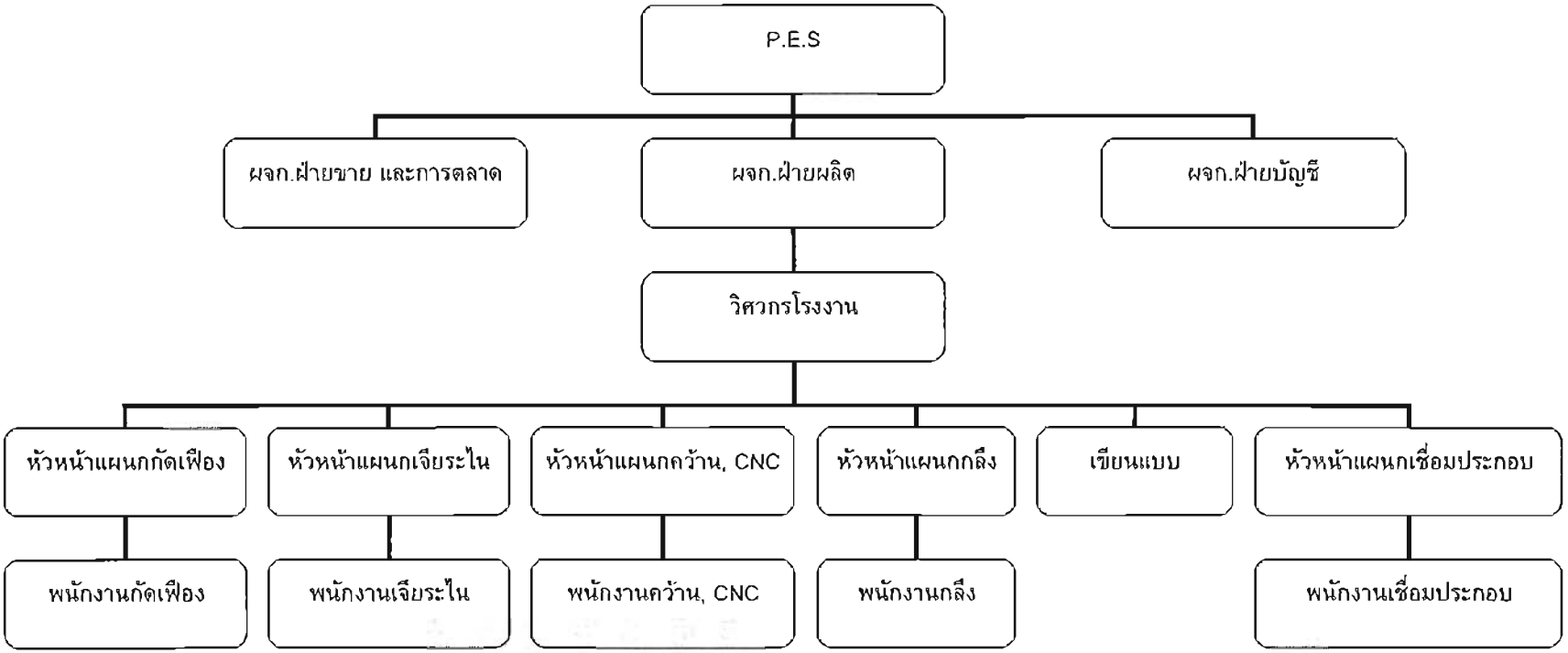
ก) ทำงานตามขั้นตอนการปฏิบัติงาน และแบบงาน

ข) แจ้งศูนย์งานทุกวันหลังเลิกงานเกี่ยวกับความคืบหน้าของงาน (ใบขั้นตอนปฏิบัติงาน)

3.1.2.6 ตรวจสอบ

ก) ตรวจสอบงานที่เสร็จตามแบบงาน

ข) บรรจุงาน และจัดส่ง



ภาพที่ 3-2 ผังแสดงโครงสร้างองค์กร

3.1.3 ประเภทของงานที่ผลิต

งานหลักของโรงงานกรณีศึกษาจะผลิตชิ้นส่วนเครื่องจักรกลตามสั่งทั่วไป แต่จะเน้นการผลิตเฟืองเป็นหลัก โดยสามารถแบ่งประเภทเฟือง และกระบวนการผลิตที่โรงงานกรณีศึกษาสามารถผลิตได้ดังนี้

3.1.3.1 เฟืองโซ่ (Chain Wheel)

3.1.3.2 เฟืองตรง (Spur Gear)

3.1.3.3 เฟืองเฉียง (Helical Gear)

3.1.3.4 เฟืองสะพาน (Gear Rack)

3.1.3.5 สไปลน์ฟันใน (Internal Gear)

3.1.3.6 สไปลน์ (External Gear)

3.1.3.7 เกลียวหนอน (Worm Shaft)

3.1.3.8 เฟืองหนอน (Worm Wheel)

3.1.4 กระบวนการผลิต

กระบวนการผลิตของโรงงานกรณีศึกษาสามารถแบ่งตามประเภทของงานที่ผลิตดังนี้

3.1.4.1 เฟืองโซ่ (Chain Wheel)

ก) กระบวนการผลิตมาตรฐาน

เจาะรู, กลึงปาดหน้า, คว้านรู, กลึงปอก, เจาะรูอื่นๆ หรือขึ้นรูปอื่นๆ ทั่วไป, ไสร่องลิ่ม, กัดฟันเฟือง, ชุบอินดักชั่น, เจียระไนรู, เจียระไนปาดหน้าให้ดั้งฉากรู, เจียระไนราบ

ข) กระบวนการผลิตกรณีที่เฟืองเป็นชิ้นส่วนเดียวกันกับเพลา

เจาะรูยันศูนย์และปาดหน้า, กลึงปอก, เจาะรูอื่นๆ หรือขึ้นรูปอื่นๆ ทั่วไป, ไสร่องลิ่ม, กัดฟันเฟือง, ชุบอินดักชั่น, เจียระไนรู, เจียระไนปาดหน้าให้ดั้งฉากรู, เจียระไนราบ

3.1.4.2 เฟืองตรง (Spur Gear)

ก) กระบวนการผลิตมาตรฐาน

เจาะรู, กลึงปาดหน้า, คว้านรู, กลึงปอก, เจาะรูอื่นๆ หรือขึ้นรูปอื่นๆ ทั่วไป, ไสร่องลิ่ม, กัดฟันเฟือง, ชุบผิวแข็ง, เจียระไนรู, เจียระไนปาดหน้าให้ดั้งฉากรู, เจียระไนราบ, เจียระไนฟันเฟือง

ข) กระบวนการผลิตกรณีที่เฟืองเป็นชิ้นส่วนเดียวกันกับเพลา

เจาะรูยันศูนย์และปาดหน้า, กลึงปอก, เจาะรูอื่นๆ หรือขึ้นรูปอื่นๆ ทั่วไป, ไสร่องลิ่ม, กัดฟันเฟือง, ชุบผิวแข็ง, เจียระไนรู, เจียระไนปาดหน้าให้ดั้งฉากรู, เจียระไนราบ, เจียระไนฟันเฟือง

ค) กระบวนการผลิตกรณีที่งานไม่มีรูทั่วไป

เจาะรู, กลึงปาดหน้า, คว้านรู, กลึงปอก, ไสร่องลิ่ม, กัดฟันเฟือง, ชุบผิวแข็ง, เจียระไนรู, เจียระไนปาดหน้าให้ดั้งฉากรู, เจียระไนราบ, เจียระไนฟันเฟือง

ง) กระบวนการผลิตกรณีที่ใช้วัสดุชนิดที่ไม่ต้องการชุบผิวแข็ง

เจาะรู, กลึงปาดหน้า, คว้านรู, กลึงปอก, ไสร่องลิ่ม, กัดฟันเฟือง, ชุบผิวแข็ง, เจียระไนกลม, เจียระไนฟันเฟือง

3.1.4.3 เฟืองเฉียง (Helical Gear)

ก) กระบวนการผลิตมาตรฐาน

เจาะรู, กลึงปาดหน้า, คว้านรู, กลึงปอก, เจาะรูอื่นๆ หรือขึ้นรูปอื่นๆ ทั่วไป, ไสร่องลิ่ม, กัดฟันเฟือง, ชุบผิวแข็ง, เจียระไนรู, เจียระไนปาดหน้าให้ตั้งฉากรู, เจียระไนราบ, เจียระไนฟันเฟือง

ข) กระบวนการผลิตกรณีที่เฟืองเป็นชิ้นส่วนเดียวกันกับเพลา

เจาะรูยันศูนย์และปาดหน้า, กลึงปอก, เจาะรูอื่นๆ หรือขึ้นรูปอื่นๆ ทั่วไป, ไสร่องลิ่ม, กัดฟันเฟือง, ชุบผิวแข็ง, เจียระไนรู, เจียระไนปาดหน้าให้ตั้งฉากรู, เจียระไนราบ, เจียระไนฟันเฟือง

ค) กระบวนการผลิตกรณีที่งานไม่มีรูทั่วไป

เจาะรู, กลึงปาดหน้า, คว้านรู, กลึงปอก, ไสร่องลิ่ม, กัดฟันเฟือง, ชุบผิวแข็ง, เจียระไนรู, เจียระไนปาดหน้าให้ตั้งฉากรู, เจียระไนราบ, เจียระไนฟันเฟือง

ง) กระบวนการผลิตกรณีที่ใช้วัสดุชนิดที่ไม่ต้องการชุบผิวแข็ง

เจาะรู, กลึงปาดหน้า, คว้านรู, กลึงปอก, ไสร่องลิ่ม, กัดฟันเฟือง, ชุบผิวแข็ง, เจียระไนกลม, เจียระไนฟันเฟือง

3.1.4.4 เฟืองสะพาน (Gear Rack)

ก) กระบวนการผลิตมาตรฐาน

กัดขึ้นรูป, เจาะรูและ ทำเกลียวทั่วไป, เจียระไนราบ, ไสเฟืองสะพาน

3.1.4.5 สไปลน์ฟันใน (Internal Gear)

ก) กระบวนการผลิตมาตรฐาน

เจาะรู, กลึงปาดหน้า, คว้านรู, กลึงปอก, ชุบผิวแข็ง, กลึงปาดหน้าสำเร็จ, คว้านรูสำเร็จ, กลึงปอกสำเร็จ, ไสสไปลน์

ข) กระบวนการผลิตกรณีที่ใช้วัสดุชนิดที่ไม่ต้องการชุบผิวแข็ง

กลึงปาดหน้าสำเร็จ, คว้านรูสำเร็จ, กลึงปอกสำเร็จ, ไสสไปลน์

3.1.4.6 สไปลน์ (External Gear)

ก) กระบวนการผลิตมาตรฐาน

เจาะรูยันศูนย์และปาดหน้า, กลึงปอก, กัดสไปลน์, ชุบผิวแข็ง, เจียระไนกลม, เจียระไนฟันสไปลน์

ข) กระบวนการผลิตกรณีที่ใช้วัสดุชนิดที่ไม่ต้องการชุบผิวแข็ง

เจาะรูยันศูนย์และปาดหน้า, กลึงปอก, กัดสไปลน์, เจียระไนกลม, เจียระไนฟันสไปลน์

3.1.4.7 เกลียวหนอน (Worm Shaft)

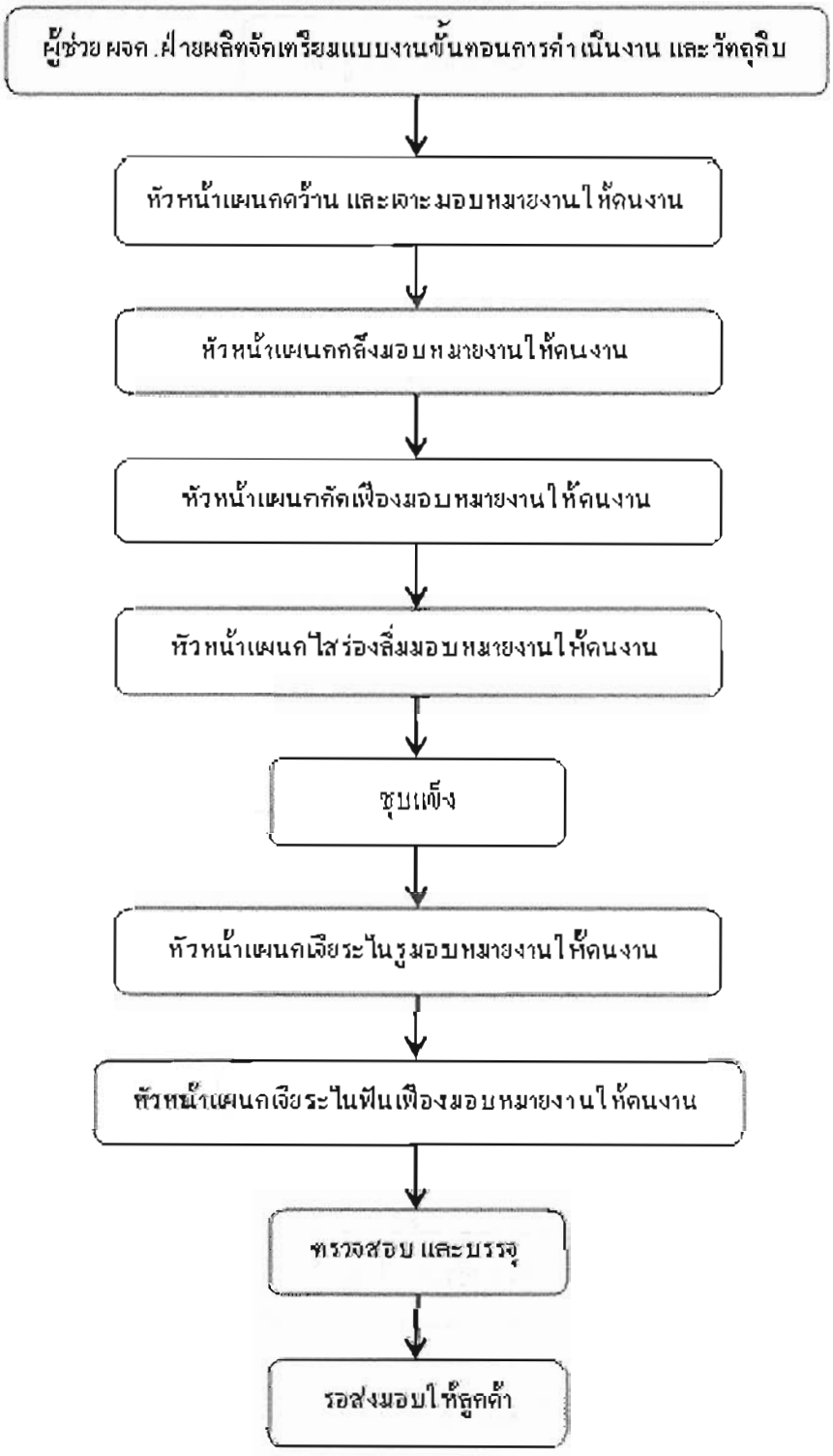
ก) กระบวนการผลิตมาตรฐาน

ปาดหน้ายันศูนย์, กลึงปอก, กัดเกลียว, ชุบผิวแข็ง, เจียระไนเกลียว

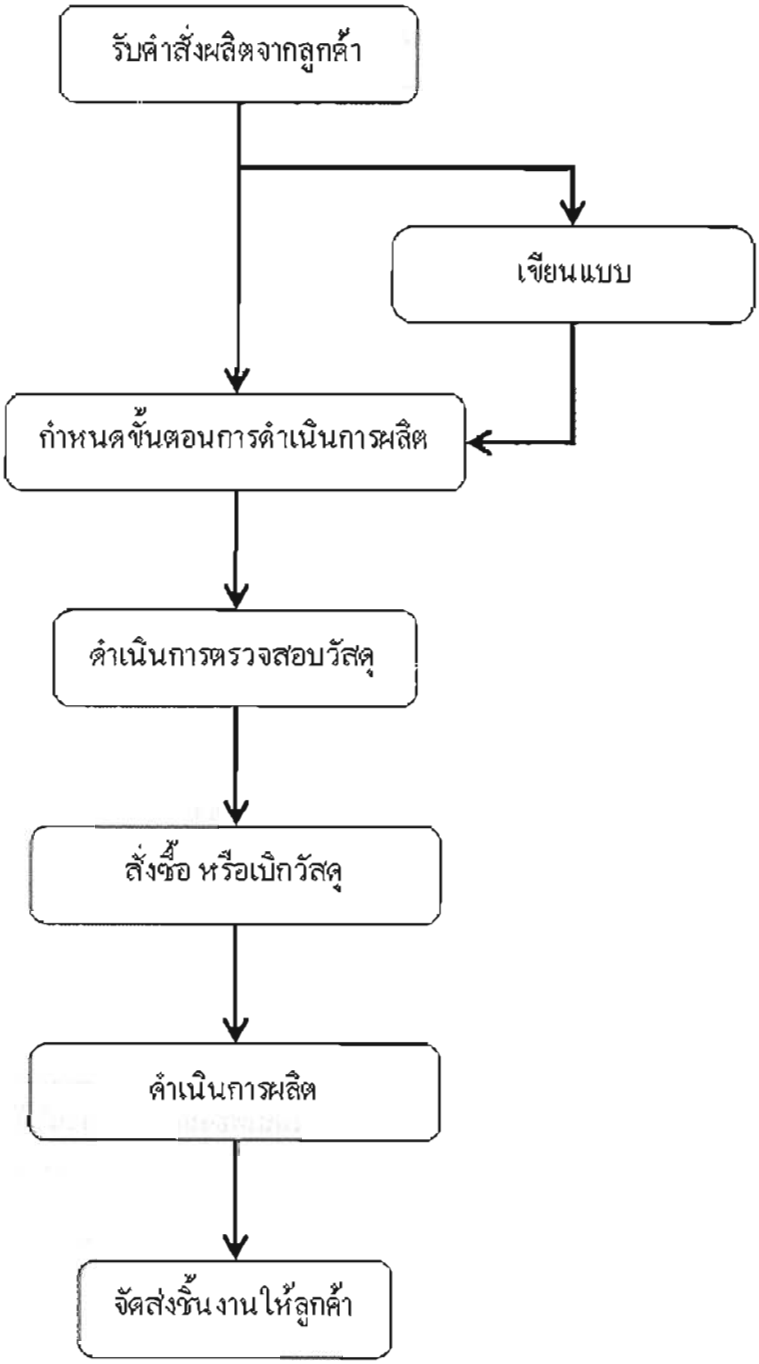
3.1.4.8 เฟืองหนอน (Worm Wheel)

ก) กระบวนการผลิตมาตรฐาน

เจาะรู, กลึงปาดหน้า, คว้านรู, กลึงปอก, เจาะรูอื่นๆ หรือขึ้นรูปอื่นๆ ทั่วไป, ไสร่องลิ่ม, กัดฟันเฟือง, เจียระไนรู, เจียระไนปาดหน้าให้ตั้งฉากรู, เจียระไนราบ



ภาพที่ 3-3 ผังแสดงกระบวนการผลิต



ภาพที่ 3-4 ผังแสดงขั้นตอนการผลิตในปัจจุบัน

3.2 ขั้นตอนการผลิตเฟือง

ขั้นตอนการผลิตเฟือง ของโรงงานกรณีศึกษาก่อนที่จะนำโปรแกรมจัดตารางการผลิตเข้าไปช่วยจัดตารางการผลิต ซึ่งกระบวนการผลิตเริ่มจากโรงงานจะรับคำสั่งจากลูกค้า (Purchase Order) ให้ผลิตงานตามแบบงานที่กำหนดมาให้ หรืออาจจะมีตัวอย่างงานมาให้แต่ไม่มีแบบงาน เมื่อรับคำสั่งจากลูกค้าแล้วก็จะทำการตรวจสอบข้อมูลของลูกค้า แล้วส่งตัวอย่างงานให้พนักงานเขียนแบบ (ในกรณีที่ไม่มีแบบ) และเขียนขั้นตอนการปฏิบัติงาน จากนั้นก็จะจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องการ แล้วมอบหมายงานให้ฝ่ายผลิตดำเนินงานตามขั้นตอนการปฏิบัติงานที่กำหนด ซึ่งขั้นตอนการปฏิบัติงานแต่ละแผนกมีรายละเอียดดังนี้

3.2.1 กรรมวิธีการปาดหน้า เจาะรูยันศูนย์

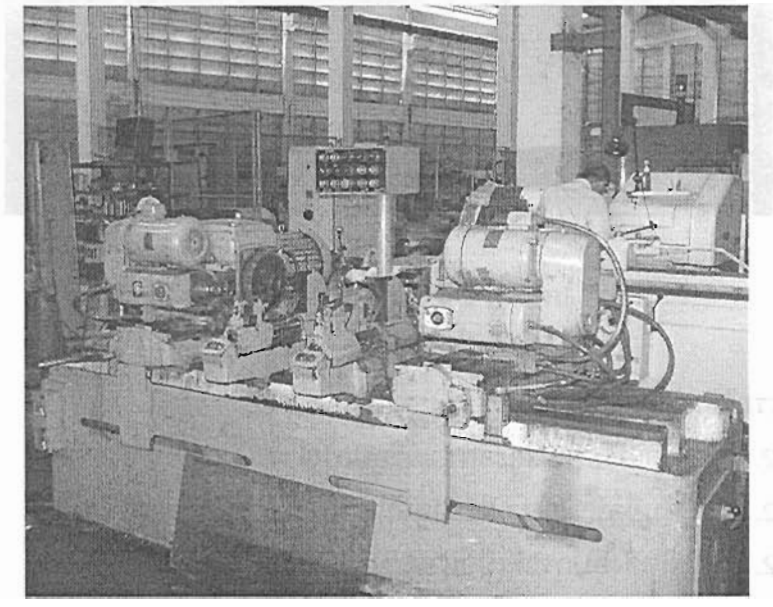
3.2.1.1 จัดเตรียมเครื่องจักร และอุปกรณ์

3.2.1.2 จับยึดชิ้นงาน

3.2.1.3 ปาดหน้าตามขนาดที่ต้องการ

3.2.1.4 เจาะรูยันศูนย์

3.2.1.5 นำชิ้นงานลงจากเครื่อง



ภาพที่ 3-5 แสดงเครื่องปาดหน้า เจาะรูยันศูนย์

3.2.2 กรรมวิธีการเจาะ หรือคว้าน

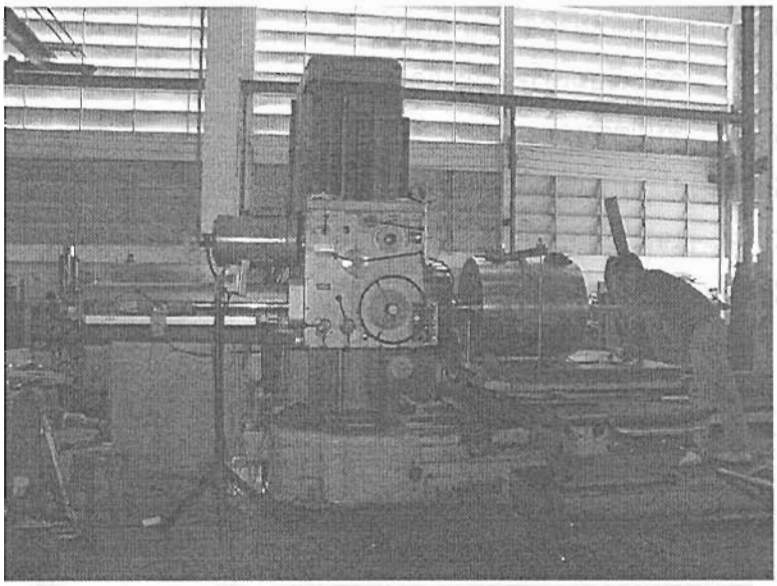
3.2.2.1 จัดเตรียมเครื่องจักร และอุปกรณ์

3.2.2.2 จับยึดชิ้นงาน และหาศูนย์งาน

3.2.2.3 ติดตั้งอุปกรณ์ (ต้องเปลี่ยนอุปกรณ์โดยเริ่มจากสว่านในระดับแรก จากนั้นเปลี่ยนเป็นมีดคว้าน ถ้าคว้านรูใหญ่ จะต้องเปลี่ยนมีดคว้านตามขนาดไปเรื่อย ๆ)

3.2.2.4 ทำการเจาะ หรือคว้านรูจนเสร็จ

3.2.2.5 นำชิ้นงานลงจากเครื่อง



ภาพที่ 3-6 แสดงเครื่องคว้าน

3.2.3 กรรมวิธีการกลึง

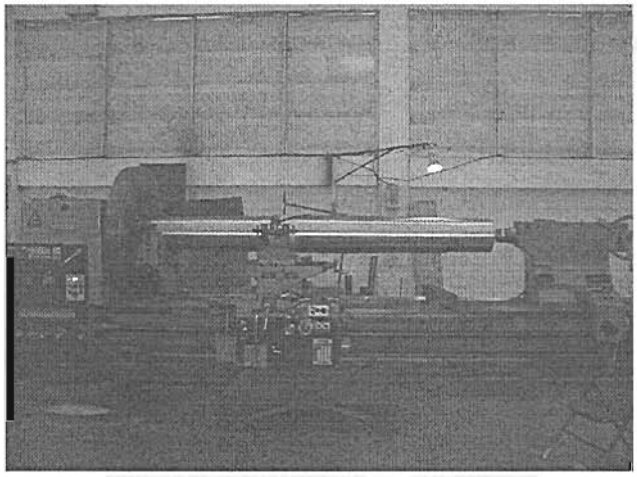
3.2.3.1 จัดเตรียมเครื่องจักร และอุปกรณ์

3.2.3.2 จับยึดชิ้นงาน และหาศูนย์งาน

3.2.3.3 ติดตั้งอุปกรณ์ (มีดปาด, ปอก, คว้าน)

3.2.3.4 ทำการกลึง และคว้านจนเสร็จ

3.2.3.5 นำชิ้นงานลงจากเครื่อง



ภาพที่ 3-7 แสดงเครื่องกลึง

3.2.4 กรรมวิธีการกัดเฟือง

3.2.4.1 จัดเตรียม และอุปกรณ์

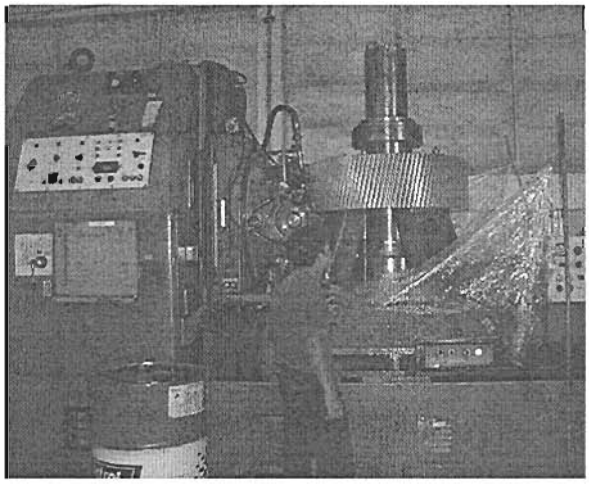
3.2.4.2 ตรวจสอบความตั้งฉากของโต๊ะงาน

3.2.4.3 จับยึดชิ้นงาน หาศูนย์งาน และความฉาก

3.2.4.4 ติดตั้งอุปกรณ์ (Cutter, เฟืองที่ต้องใช้ในโมดูลที่ต่างกัน)

3.2.4.5 ทำการกัดเฟืองจนเสร็จ

3.2.4.6 นำชิ้นงานลงจากเครื่อง



ภาพที่ 3-8 แสดงเครื่องกัดฟันเฟือง

3.2.5 กรรมวิธีการไสร่องลิ่ม

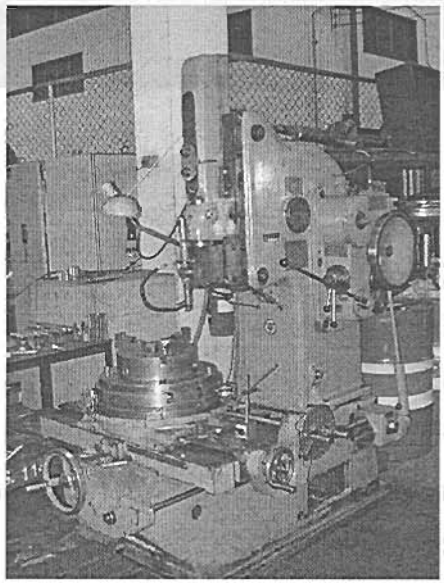
3.2.5.1 จัดเตรียมเครื่องจักร และอุปกรณ์

3.2.5.2 ติดตั้งอุปกรณ์ (มีดไสร่องลิ่ม)

3.2.5.3 จับยึดชิ้นงาน และหาศูนย์งาน

3.2.5.4 ทำการไสร่องลิ่มจนเสร็จ

3.2.5.5 นำชิ้นงานลงจากเครื่อง



ภาพที่ 3-9 แสดงเครื่องไสร่องลิ่ม

3.2.6 กรรมวิธีการเจียระไนรู

3.2.6.1 จัดเตรียมเครื่องจักร และอุปกรณ์

3.2.6.2 จับยึดชิ้นงาน และหาศูนย์งาน

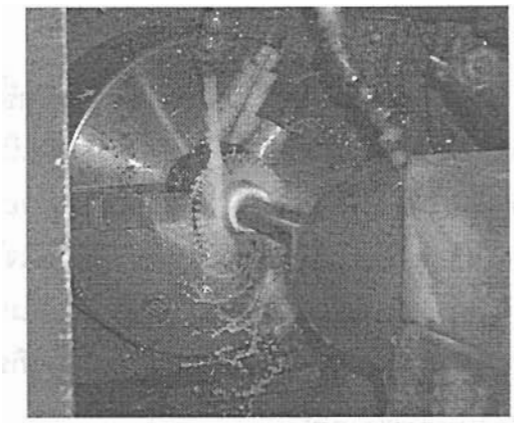
3.2.6.3 ติดตั้งอุปกรณ์ (หินเจียระไน)

3.2.6.4 ลับหินเจียระไนก่อนทำการเจียระไน

3.2.6.5 ทำการเจียระไนผิวหน้า

3.2.6.6 ทำการเจียระไนรู จนได้ขนาดที่กำหนด

3.2.6.7 นำชิ้นงานลงจากเครื่อง



ภาพที่ 3-10 แสดงเครื่องเจียระไนรู และการเจียระไนรู

3.2.7 กรรมวิธีการเจียระไนฟันเฟือง

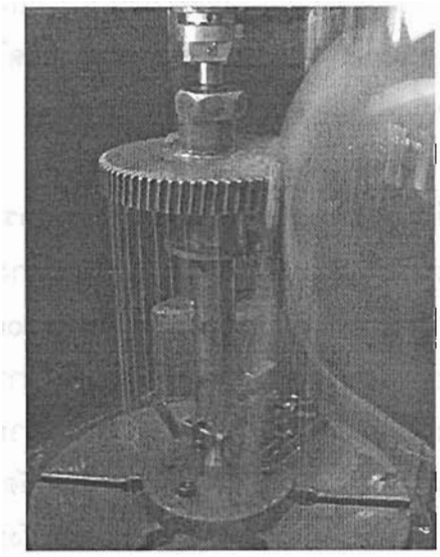
3.2.7.1 จัดเตรียมเครื่องจักร และอุปกรณ์

3.2.7.2 จับยึดชิ้นงาน และหาศูนย์งาน

3.2.7.3 ติดตั้งอุปกรณ์ (ลับหินบางครั้ง, เฟืองที่ต้องใช้ในโมดูลที่ต่างกัน)

3.2.7.4 ทำการเจียระไนฟันเฟืองจนเสร็จ

3.2.7.5 นำชิ้นงานลงจากเครื่อง



ภาพที่ 3-11 แสดงการเจียระไนฟันเฟือง

3.3 ปัญหาที่พบ

ห้างหุ้นส่วนจำกัด พี.อี.เอส. แมชชีนเนอรี่ เป็นโรงงานที่รับผลิตชิ้นส่วนเครื่องจักรกลต่างๆ โดยชิ้นงานหลักที่ทำการผลิตจะเป็นชิ้นส่วนประเภทเฟืองส่งกำลัง ซึ่งเป็นการผลิตแบบทำตามสั่ง (Job Shop) ลักษณะการผลิตในปัจจุบันของโรงงาน เป็นหน้าที่ของหัวหน้างานแต่ละแผนกจะตัดสินใจ โดยส่วนมากจะใช้เวลารับงานเป็นตัวกำหนดการตัดสินใจในการสั่งผลิตงาน เช่น งานที่สั่งทำก่อนจะทำการผลิตก่อน และบางงานหัวหน้าแผนกบางแผนกไม่ทราบหมายกำหนดการส่ง ซึ่งลักษณะดังนี้ทำให้ แผนการทำงานของแต่ละแผนกไม่สัมพันธ์กัน เกิดการรอคอยงาน

สภาพปัญหาที่สำคัญที่พบในโรงงานนี้คือ

1. ไม่สามารถทำการผลิต และการบริการเสร็จทันตามกำหนดเวลาส่งมอบ (Due Date) ตามคำสั่งผลิตของลูกค้า

2. ไม่มีการกำหนดขั้นตอน และวิธีการจัดตารางการผลิตที่ไม่เหมาะสม โดยในการผลิตปัจจุบันนั้นไม่มีการวางแผนการผลิตล่วงหน้า เป็นผลทำให้ลูกค้าต้องคอยเป็นเวลานาน รวมถึงขาดความเชื่อมั่นในประสิทธิภาพของกระบวนการผลิต

3. ไม่มีการวางแผนการจัดตารางการผลิต ทำให้พนักงานในแต่ละแผนกไม่ทราบว่าจะต้องทำอะไรบ้าง และไม่ได้เตรียมการผลิตที่ต่อเนื่อง ทำให้เครื่องจักร และพนักงานเกิดการรองาน (Idle Time)

ดังนั้นผู้ทำวิทยานิพนธ์จึงได้นำทฤษฎีทางด้าน การวางแผนการจัดลำดับงาน โดยใช้กฎฮิวริสติกมาช่วยดำเนินการจัดตารางการผลิต โดยพัฒนาเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ให้เหมาะสมกับการใช้งานเพื่อช่วยให้การวางแผน และติดตามการผลิตให้สะดวกขึ้นอันเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอีกทางหนึ่ง

3.4 วิธีการจัดตารางการผลิต และกฎเกณฑ์ที่ใช้ในการจัดตารางการผลิต

ในการจัดตารางการผลิต ที่มีงานที่ต้องการนำมาจัดตารางการผลิตเป็นจำนวนมากนั้น ดังเช่นในระบบการผลิตแบบผลิตตามสั่ง (Job Shop Production) เป็นการยากที่จะใช้เวลาในการจัดตารางการผลิตที่น้อย และได้รับประสิทธิภาพการจัดตารางการผลิตที่ดี เนื่องจากมีหนทางของการจัดตารางการผลิตมากมาย โดยที่เราไม่ทราบว่าหนทางใดหรือคำตอบใดที่จะให้ประสิทธิภาพที่ดี ดังนั้นเราจึงต้องนำหลักเกณฑ์มาช่วยในการจัดตารางการผลิต เพื่ออำนวยความสะดวกและลดเวลาในการหาคำตอบที่ต้องการ และยังสามารถจัดงานจำนวนมากๆ ให้เสร็จสิ้นลงในระยะเวลาอันสั้นอีกด้วย ซึ่งกฎเกณฑ์ดังกล่าวเรียกว่า "ฮิวริสติก" (Heuristic) ซึ่งหลังจากที่ได้ทำการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องในบทที่ 2 กฎฮิวริสติกที่เหมาะสมที่จะใช้ในงานวิจัยมี 6 วิธี ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3-1 รายละเอียดของงาน

งาน	1	2	3	4	5
เวลาปฏิบัติงาน	1	2	3	4	5
กำหนดส่ง	5	4	3	2	1

3.4.1 EDD (Earliest Due Date) เลือกงานซึ่งมีกำหนดส่งงานเร็วที่สุด จากตารางที่ 3-1 สามารถจัดลำดับของงานโดยพิจารณากำหนดส่งงานได้ คือ 5 – 4 – 3 – 2 – 1

3.4.2 SPT (Shortest Processing Time) เลือกการทำงานที่มีเวลาปฏิบัติงานสั้นสุด จากตารางที่ 3-1 งานใดที่มีเวลาปฏิบัติงานน้อยที่สุดจะถูกเลือกนำมาทำก่อน ซึ่งผลการเรียงลำดับงานนั้นคือ 1 – 2 – 3 – 4 – 5

3.4.3 LPT (Longest Processing Time) เลือกการทำงานที่มีเวลาปฏิบัติงานมากที่สุด จากตารางที่ 3-1 งานใดที่มีเวลาปฏิบัติงานมากที่สุดจะถูกเลือกนำมาทำก่อน ผลการเรียงลำดับงานเป็นดังนี้คือ 5 – 4 – 3 – 2 – 1

3.4.4 AVPRO เลือกการทำงานของเวลาการทำงานหารด้วยจำนวนเครื่องจักรที่ใช้ในงานนั้น ที่น้อยที่สุดทำก่อน (ตัวอย่างใช้ 1 เครื่อง)

งาน = เวลาปฏิบัติงาน / จำนวนเครื่องจักรที่ใช้ (3-1)

ตัวอย่าง งาน 1 = 5 / 1 = 5
งาน 2 = 4 / 1 = 4
งาน 3 = 3 / 1 = 3
งาน 4 = 2 / 1 = 2
งาน 5 = 1 / 1 = 1

ดังนั้น ลำดับของงานจะเป็น 5 – 4 – 3 – 2 – 1

3.4.5 Slack (Slack Time) เลือกการทำงานที่มีเวลาเหลือก่อนถึงกำหนดส่งงานหักด้วยเวลาปฏิบัติงานน้อยที่สุด

งาน = กำหนดส่งงาน – เวลาปฏิบัติงาน (3-2)

ตัวอย่าง งาน 1 = 5 – 1 = 4
งาน 2 = 4 – 2 = 2
งาน 3 = 3 – 3 = 0
งาน 4 = 2 – 4 = -2
งาน 5 = 1 – 5 = -4

ดังนั้น ลำดับของงานจะเป็น 5 – 4 – 3 – 2 – 1

3.4.6 Slack / TP (Smallest Ratio of Slack Time to Total Processing Time) เลือกการทำงานที่มีเวลาเหลือก่อนถึงกำหนดส่งงานหักด้วยเวลาปฏิบัติงาน จากนั้นหารด้วยเวลาปฏิบัติงานรวมทั้งหมดของงานนั้นที่น้อยที่สุด

งาน = (กำหนดส่งงาน – เวลาปฏิบัติงาน) / เวลาปฏิบัติงานรวม (3-3)

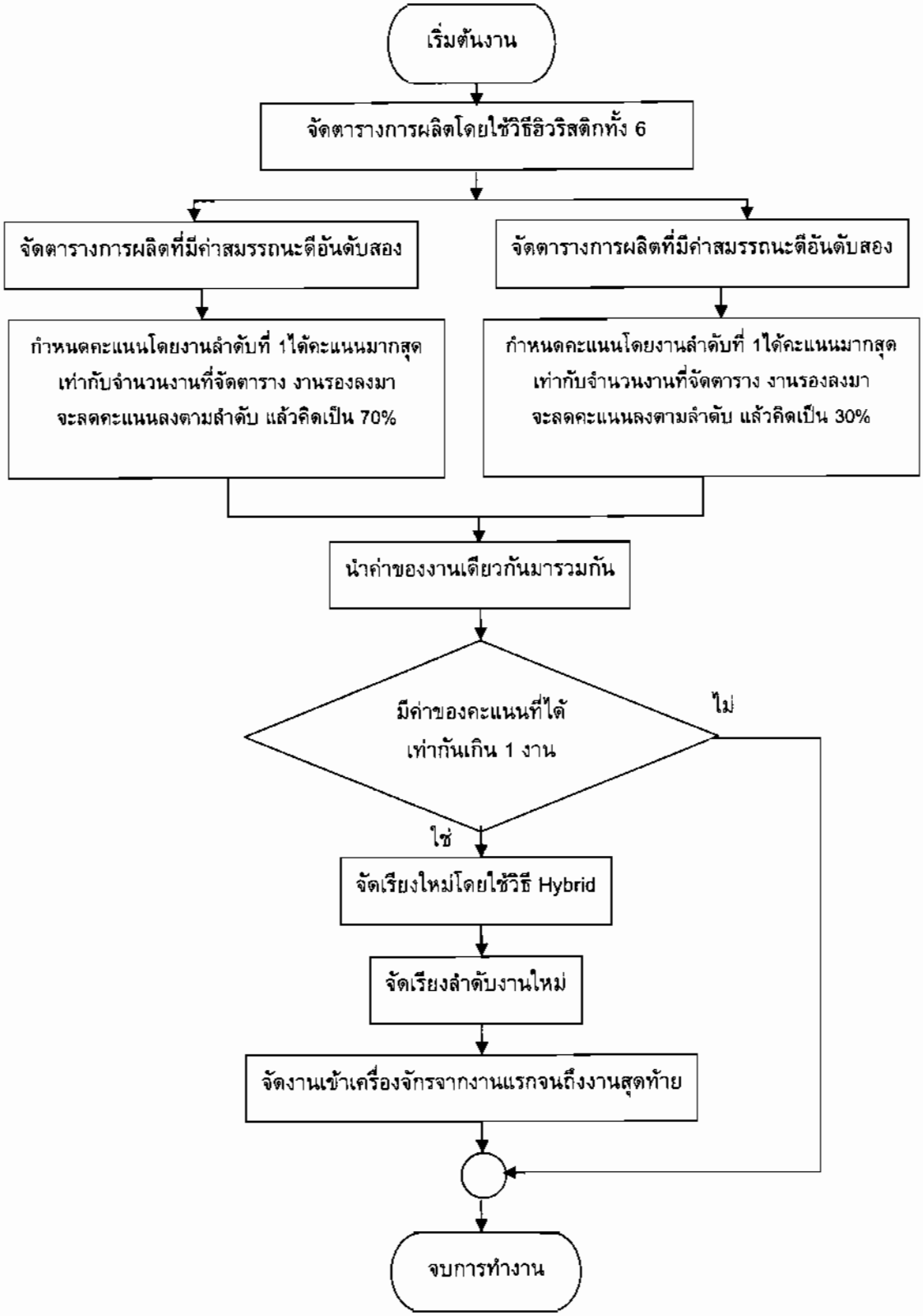
ตัวอย่าง เมื่อเวลาปฏิบัติงานทุกงานรวมกัน = 1 + 2 + 3 + 4 + 5 = 15 หน่วยเวลา

งาน 1	=	5 – 1	=	4 /15	=	0.267
งาน 2	=	4 – 2	=	2 / 15	=	0.133
งาน 3	=	3 – 3	=	0 / 15	=	0
งาน 4	=	2 – 4	=	-2 / 15	=	-0.133
งาน 5	=	1 – 5	=	-4 / 15	=	-0.267

ดังนั้น ลำดับของงานจะเป็น 5 – 4 – 3 – 2 – 1

3.5 การจัดตารางการผลิตโดยใช้วิธีฮิวริสติกแบบผสมผสาน (Hybrid Heuristic Method Scheduling)

การจัดตารางการผลิตแบบผสมผสานเป็นวิธีที่นำเอาการจัดตารางการผลิตแบบฮิวริสติกที่ดีอันดับที่หนึ่ง และอันดับที่สองในการจัดตารางการผลิตนั้นๆ มาจัดตารางการผลิตใหม่โดยให้คะแนนในสัดส่วนที่เหมาะสม



ภาพที่ 3-12 การทำงานของโปรแกรมการจัดตารางการผลิตโดยใช้วิธีฮิวริสติกแบบผสมผสาน

3.5.1 สัดส่วนของการจัดตารางการผลิตโดยวิธีฮิวริสติกแบบผสมผสาน (Hybrid Heuristic)

สัดสวนการให้คะแนนของตารางการผลิตโดยวิธีฮิวริสติกแบบผสมผสาน (Hybrid Heuristic) ได้มาจากผลรวมของเปอร์เซ็นต์ค่าเฉลี่ยผลการวัดสมรรถนะการผลิต ระหว่างการจัดตารางการผลิตโดยใช้วิธีฮิวริสติกที่ดีที่สุดนั่นคือแบบEDD และการจัดตารางการผลิตโดยใช้วิธีฮิวริสติกที่ดีอันดับสองนั่นคือแบบ LPT ซึ่งได้ค่าประมาณ 30% ดังนั้นจึงเลือกให้คะแนนตารางการผลิตโดยใช้วิธีฮิวริสติกที่ดีที่สุดด้วยสัดส่วน 70% และให้คะแนนตารางการผลิตโดยใช้วิธีฮิวริสติกที่ดีเป็นอันดับสองด้วยสัดส่วน 30%

3.5.2 สมการการจัดตารางการแบบ Hybrid

ขั้นตอนที่ 1 จัดตารางการผลิตตามกฎฮิวริสติก

ขั้นตอนที่ 2 เปรียบเทียบสมรรถนะของตารางทั้งหมด โดยเลือกตารางที่มีค่าสมรรถนะดีที่สุดเป็นตารางที่ดีอันดับหนึ่ง และสมรรถนะที่ดีรองลงมาเป็นตารางที่ดีอันดับสอง

ขั้นตอนที่ 3 กำหนดคะแนนให้ลำดับงานแรก จนถึงสุดท้าย โดยที่งานลำดับแรกสุดจะมีคะแนนมากที่สุดเท่ากับจำนวนงานทั้งหมดในการจัดตาราง และลดลำดับลงเรื่อยๆ จน = 1 โดยการให้คะแนนของตารางที่ดีอันดับหนึ่งจะคิดที่ 70% และคะแนนของตารางที่ดีอันดับที่สองจะคิดที่ 30%

ตารางที่ดีอันดับหนึ่ง			ตารางที่ดีอันดับสอง		
Gi	=	(n) x 70%	Hi	=	(n) x 30%
Gi+1	=	(n-1) x 70%	Hi+1	=	(n-1) x 30%
Gi+n	=	(n-n) x 70%	Hi+n	=	(n-n) x 30%

โดยกำหนดให้ Gi = ลำดับงานแรกสุดของตารางที่มีค่าสมรรถนะที่ดีที่สุด

Hi = ลำดับงานแรกสุดของตารางที่มีค่าสมรรถนะที่ดีอันดับที่สอง

ขั้นตอนที่ 4 นำค่าของงานเดียวกันมารวมกันแล้วเรียงลำดับงานที่มีค่าผลรวมมากที่สุดทำงานก่อน

$$(Gi + Hi) > (Gi+1+Hi+1) >...> (Gi+n + Hi+n)$$

ขั้นตอนที่ 5 จัดงานเข้าเครื่องจักรจากงานแรกจนถึงงานสุดท้าย

ขั้นตอนที่ 6 จบการทำงาน

บทที่ 4
โครงสร้างโปรแกรมการจัดตารางการผลิต

เนื้อหาในบทนี้กล่าวถึงรายละเอียดของโปรแกรมการจัดตารางการผลิต โครงสร้างของโปรแกรมการจัดตารางการผลิต ขั้นตอนการจัดตารางการผลิต การทดลอง และผลการทดลองโดยใช้โปรแกรมจัดตารางการผลิตที่ได้พัฒนาขึ้นมา ซึ่งโปรแกรมนี้สามารถนำมาใช้กับสภาพการทำงานจริงที่เกิดขึ้นของโรงงานผลิตเฟืองกรณีศึกษา โดยมีเนื้อหาเกี่ยวกับข้อมูลวิธีการกฎเกณฑ์ที่ใช้ในการจัดตารางการผลิต และองค์ประกอบของโปรแกรมการจัดตารางการผลิต

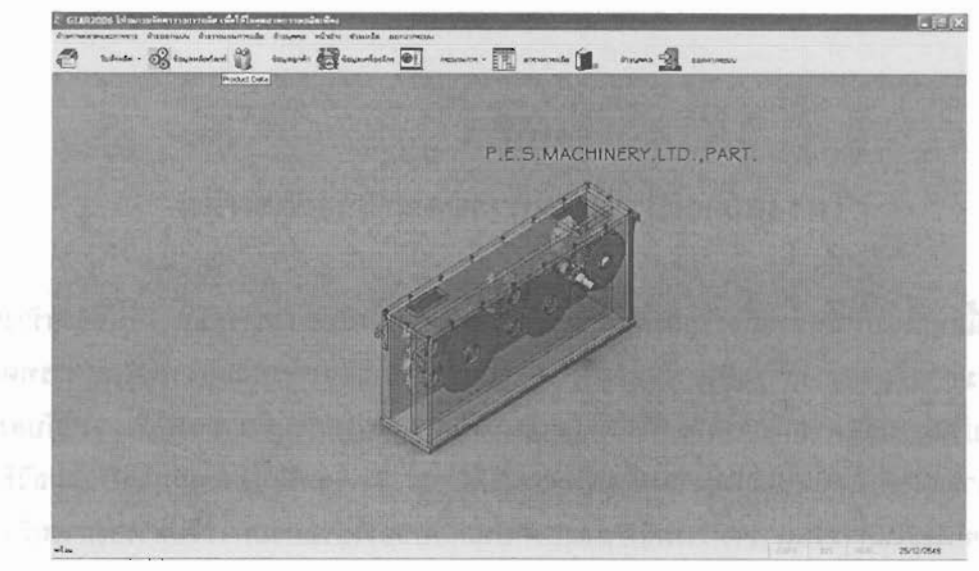
4.1 รายละเอียดโปรแกรมจัดตารางการผลิต

เนื้อหาในบทนี้กล่าวถึงโครงสร้างของโปรแกรมจัดตารางการผลิต และขั้นตอนการจัดตารางการผลิตโดยใช้โปรแกรม ซึ่งรองรับกับสภาพการทำงานจริงที่เกิดขึ้นของโรงงานผลิตเฟืองกรณีศึกษา

4.1.1 โครงสร้างของโปรแกรมการจัดตารางการผลิต

โปรแกรมการจัดตารางการผลิตที่ได้จากการเก็บข้อมูล และศึกษาวิจัย เพื่อหาวิธีที่เหมาะสมที่สุดจากโรงงานผลิตเฟือง กรณีศึกษา สามารถแบ่งออกได้เป็น 7 ส่วนหลักๆ ดังต่อไปนี้

1. ส่วนของใบสั่งผลิต
2. ส่วนของข้อมูลผลิตภัณฑ์
3. ส่วนของข้อมูลลูกค้า
4. ส่วนของข้อมูลเครื่องจักร
5. ส่วนของกระบวนการผลิต
6. ส่วนของการจัดตารางการผลิต
7. ส่วนของการวัดสมรรถนะตารางการผลิต

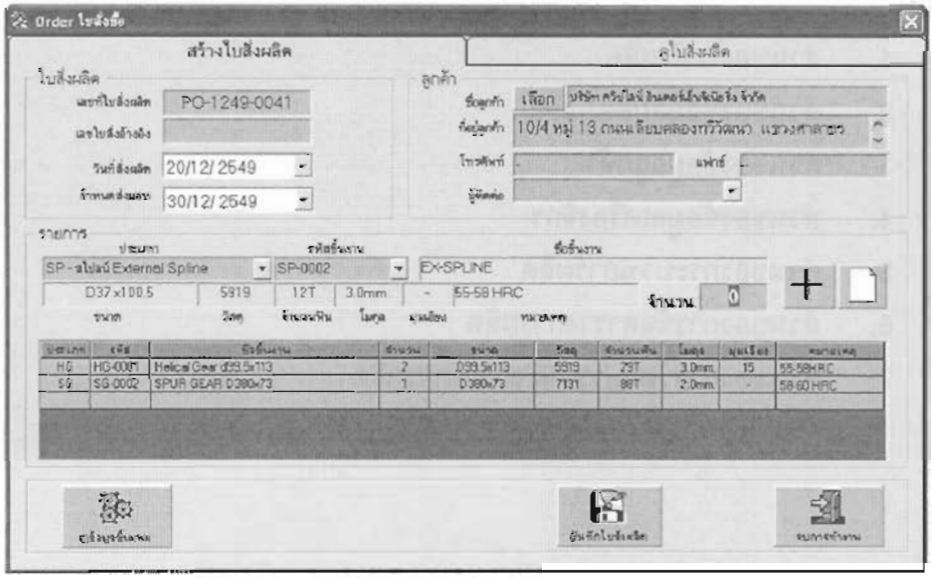


ภาพที่ 4-1 แสดงเมนูหลักของโปรแกรมการจัดตารางการผลิต

4.1.1.1 ส่วนของใบสั่งผลิต นั้นจะมีอยู่ 2 ส่วนดังต่อไปนี้

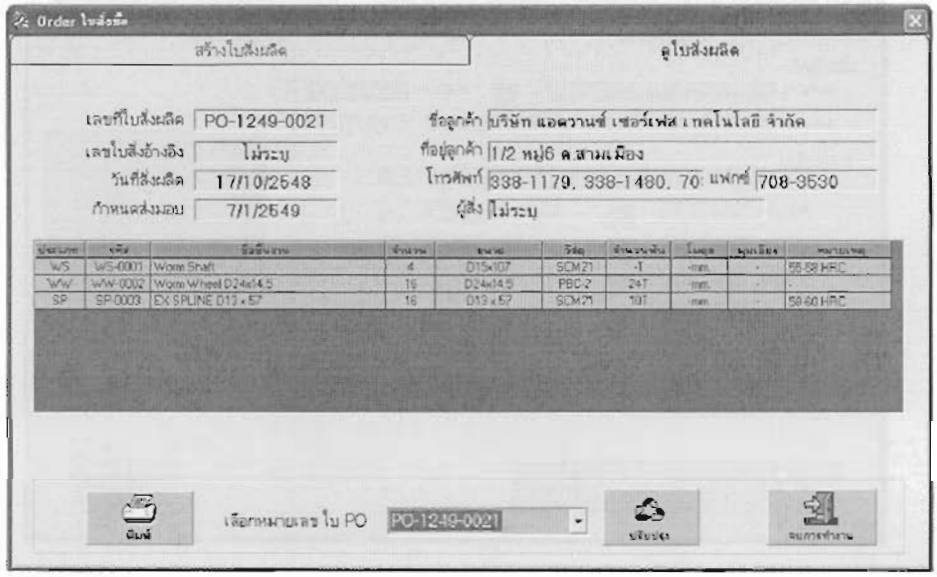
ก) ส่วนของการสร้างใบสั่งผลิต

1. ส่วนของการสร้างใบสั่งผลิต ต้องนำข้อมูลผลิตภัณฑ์ ที่กำหนดเส้นทางการผลิต และกำลังการผลิตเรียบร้อยแล้ว มากำหนดวัน-เวลาสั่งผลิต และกำหนดส่งมอบ



ภาพที่ 4-2 แสดงส่วนของการสร้างใบสั่งผลิต

2. ส่วนของการดูใบสั่งผลิต จะสามารถสั่งพิมพ์ หรือเรียกดูใบสั่งผลิตที่ทำไว้แล้ว โดยเลือกจากเลขที่ใบสั่งผลิต ซึ่งจะมีรายละเอียดคร่าว ๆของงาน จำนวนชิ้นงานที่ต้องการ ลูกค้าที่สั่งผลิต วัน-เวลาสั่งผลิต และกำหนดส่งมอบ



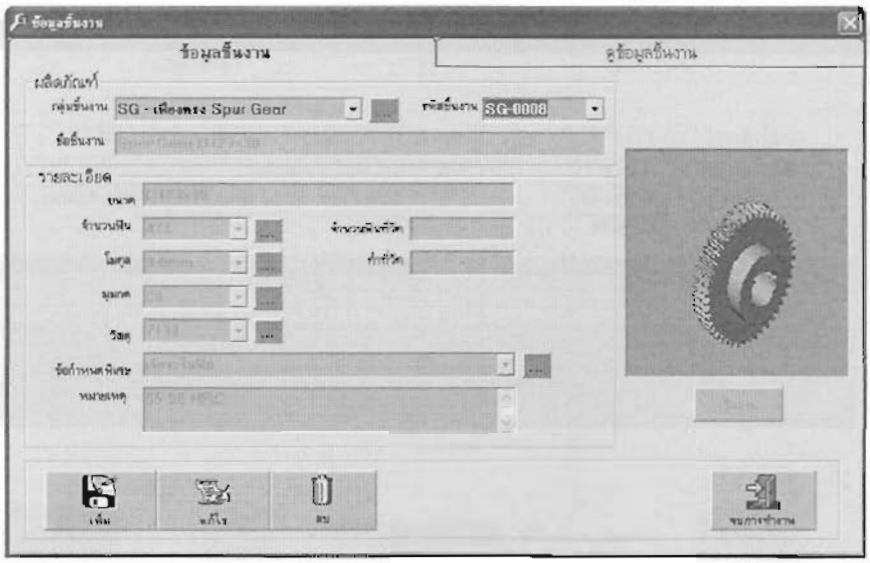
ภาพที่ 4-3 แสดงส่วนของการดูใบสั่งผลิต

ข) ส่วนของการยกเลิกใบสั่งผลิตจะเลือกเลขที่ใบสั่งผลิตที่ต้องการ เพื่อลบใบสั่งผลิต ซึ่งส่วนนี้สามารถดูใบสั่งผลิตก่อนลบใบสั่งผลิตได้เช่นกัน

ภาพที่ 4-4 แสดงส่วนของการลบใบสั่งผลิต

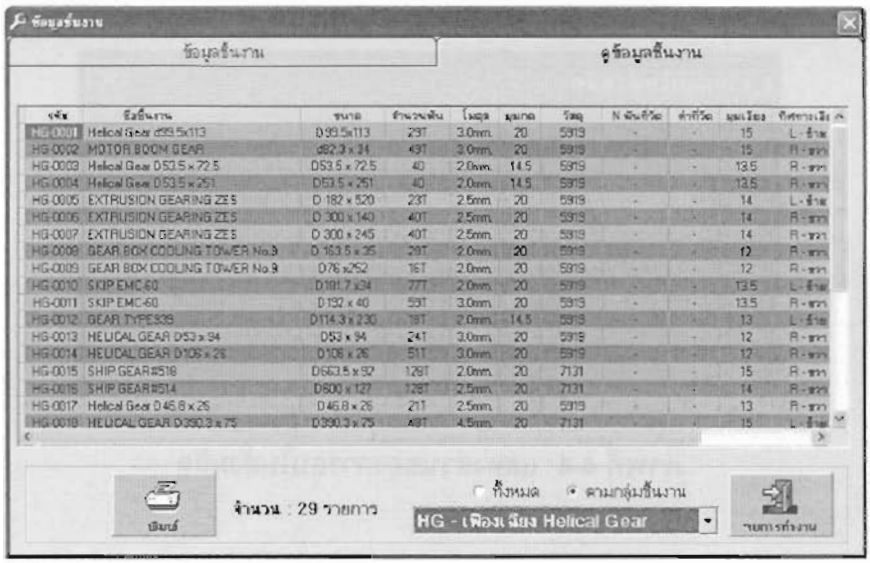
4.1.1.2 ส่วนของข้อมูลผลิตภัณฑ์หรือข้อมูลชิ้นงาน จะแบ่งเป็น 2 ส่วนดังต่อไปนี้

ก) ต่างให้กรอกรายละเอียดของชิ้นงานที่จำเป็นในการผลิตชิ้นงาน โดยสามารถเพิ่มประเภทเฟืองเข้าไปในกลุ่มชิ้นงานได้



ภาพที่ 4-5 แสดงส่วนของข้อมูลชิ้นงาน

ข) ส่วนของการดูข้อมูลชิ้นงาน สามารถสั่งพิมพ์ และเลือกดูข้อมูลของชิ้นงานได้โดยดูทั้งหมด หรือแบ่งตามกลุ่มของชิ้นงาน



ภาพที่ 4-6 แสดงส่วนของการดูข้อมูลชิ้นงาน

4.1.1.3 ส่วนของข้อมูลลูกค้า จะแบ่งเป็น 3 ส่วนดังต่อไปนี้

ภาพที่ 4-7 แสดงส่วนของการดูข้อมูลลูกค้า

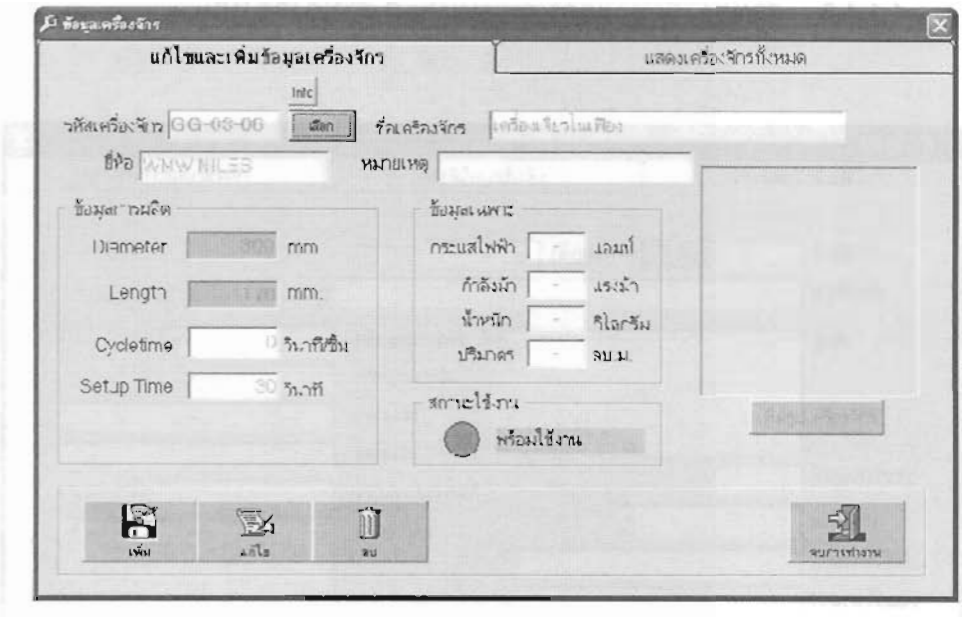
ก) ส่วนของการเพิ่มข้อมูลลูกค้า สามารถเพิ่ม แก้ไข หรือลบข้อมูลโดยทั่วไปของลูกค้า และวิธีการชำระเงินของลูกค้า โดยการแก้ไขจะสามารถเรียกดูรายชื่อ และรหัสลูกค้าได้

ข) ส่วนของการเพิ่มข้อมูลผู้ติดต่อ สามารถเพิ่ม แก้ไข หรือลบชื่อ และที่อยู่ของผู้ติดต่อโดยจะต้องเลือกบริษัทของผู้ติดต่อจากส่วนของการเพิ่มข้อมูลลูกค้าก่อน

ค) ส่วนของการเพิ่มข้อมูลสถานที่ส่งของ สามารถเพิ่ม แก้ไข หรือลบข้อมูลสถานที่ส่งของ โดยจะต้องเลือกบริษัทของผู้ติดต่อจากส่วนของการเพิ่มข้อมูลลูกค้าก่อน

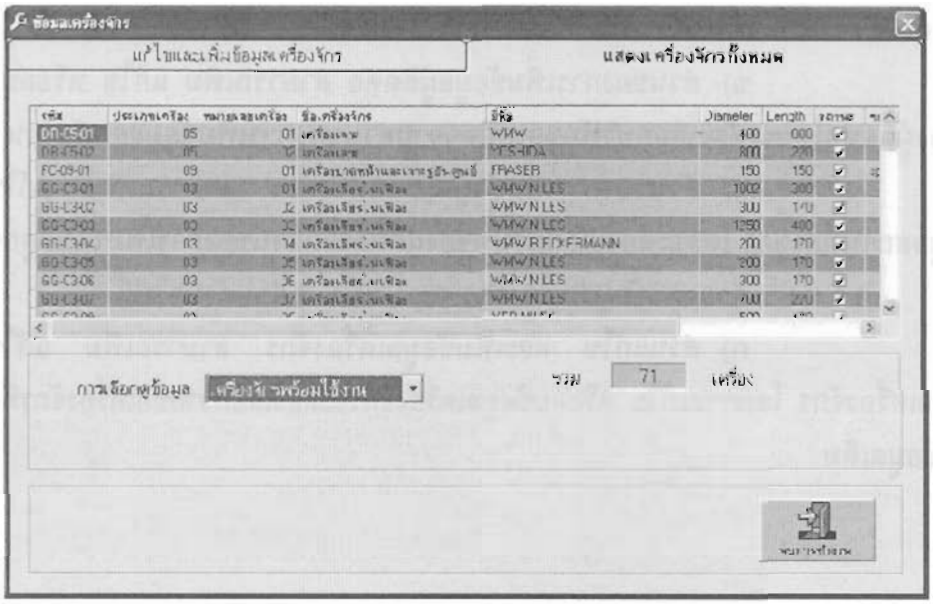
4.1.1.4 ส่วนของข้อมูลเครื่องจักร จะแบ่งเป็น 2 ส่วนดังต่อไปนี้

ก) ส่วนแก้ไข และเพิ่มข้อมูลเครื่องจักร สามารถเพิ่ม แก้ไข หรือลบข้อมูลเครื่องจักร โดยการแก้ไข หรือลบข้อมูลเครื่องจักรจะต้องเลือกรายชื่อเครื่องจักรที่มีอยู่แล้วในฐานข้อมูลเดิม



ภาพที่ 4-8 แสดงส่วนแก้ไข และเพิ่มข้อมูลเครื่องจักร

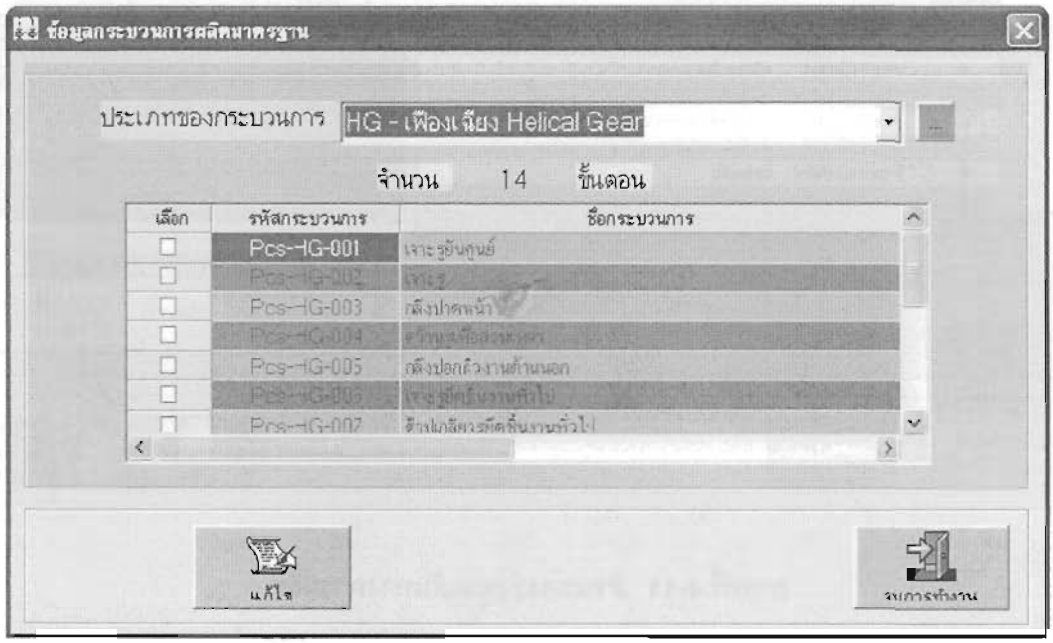
ข) ส่วนของการแสดงเครื่องจักรทั้งหมด เป็นการดูรายละเอียด และสถานะของเครื่องจักร สามารถเลือกดูในส่วนของเครื่องจักรพร้อมใช้งาน หรือดูในส่วนของเครื่องจักรเสีย หรือดูรายละเอียด และสถานะของเครื่องจักรโดยแบ่งตามประเภทของเครื่องจักร



ภาพที่ 4-9 แสดงส่วนของการแสดงเครื่องจักรทั้งหมด

4.1.1.5 ส่วนของกระบวนการผลิตจะแบ่งเป็น 3 ส่วนดังต่อไปนี้

ก) ส่วนของขั้นตอนการผลิตมาตรฐาน เป็นการกำหนดกระบวนการผลิตเบื้องต้น เพื่อเป็นฐานข้อมูลให้กับเส้นทางการผลิต ดังนั้นการกำหนดกระบวนการผลิตเบื้องต้นจะต้องกำหนดกระบวนการผลิตให้ครอบคลุมทุกเส้นทางการผลิต

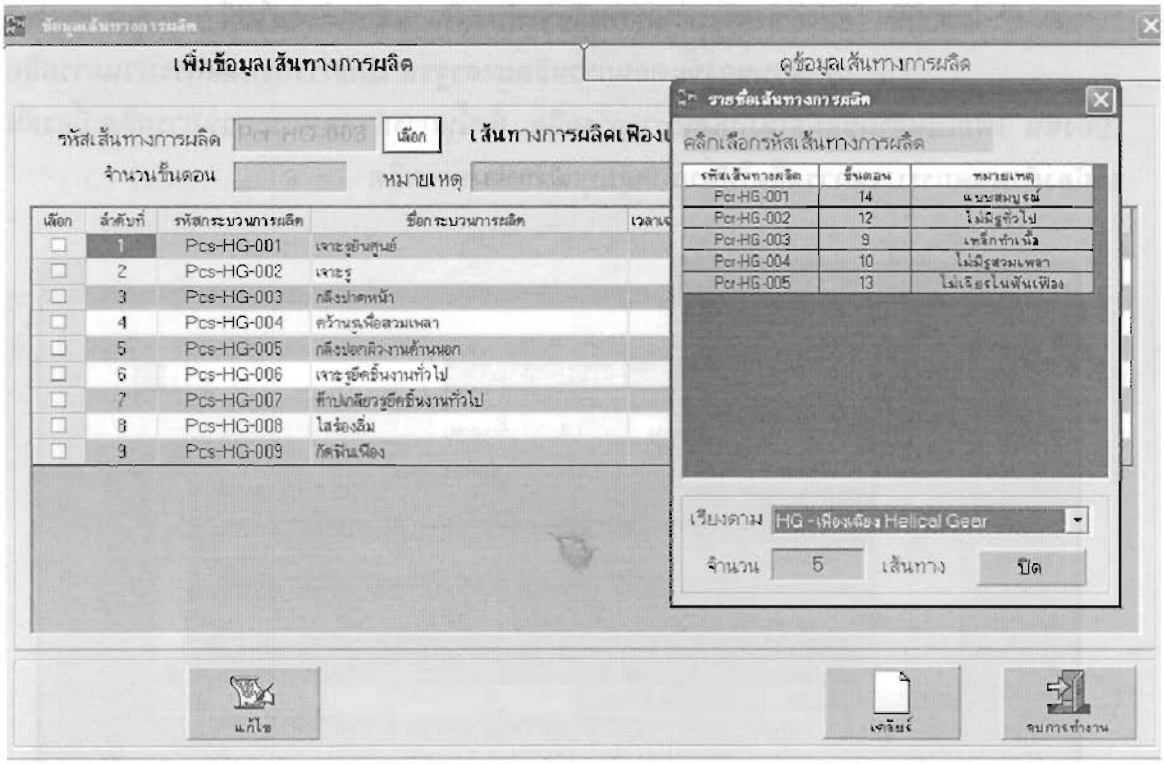


ภาพที่ 4-10 ส่วนของขั้นตอนการผลิตมาตรฐาน

ข) ส่วนข้อมูลเส้นทางการผลิต

1. ส่วนของการเพิ่มข้อมูลเส้นทางการผลิต สามารถเพิ่ม แก้ไข และลบข้อมูลเส้นทางการผลิต เพื่อจัดทำเส้นทางการผลิตที่เหมาะสมสำหรับเฟืองในแต่ละลักษณะ

2. ส่วนของการดูข้อมูลเส้นทางการผลิต จะสามารถสั่งพิมพ์ หรือเรียกดูรายการกระบวนการผลิตของข้อมูลเส้นทางการผลิตที่มีอยู่แล้ว โดยแบ่งตามกลุ่มของชิ้นงาน หรือชิ้นงานทั้งหมด

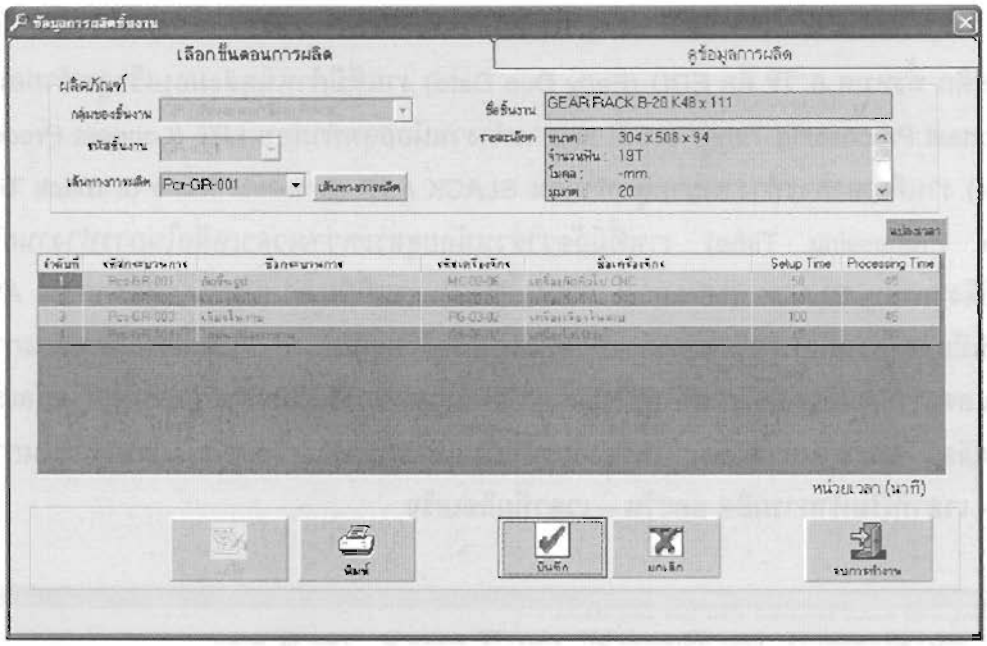


ภาพที่ 4-11 ส่วนของข้อมูลเส้นทางการผลิต

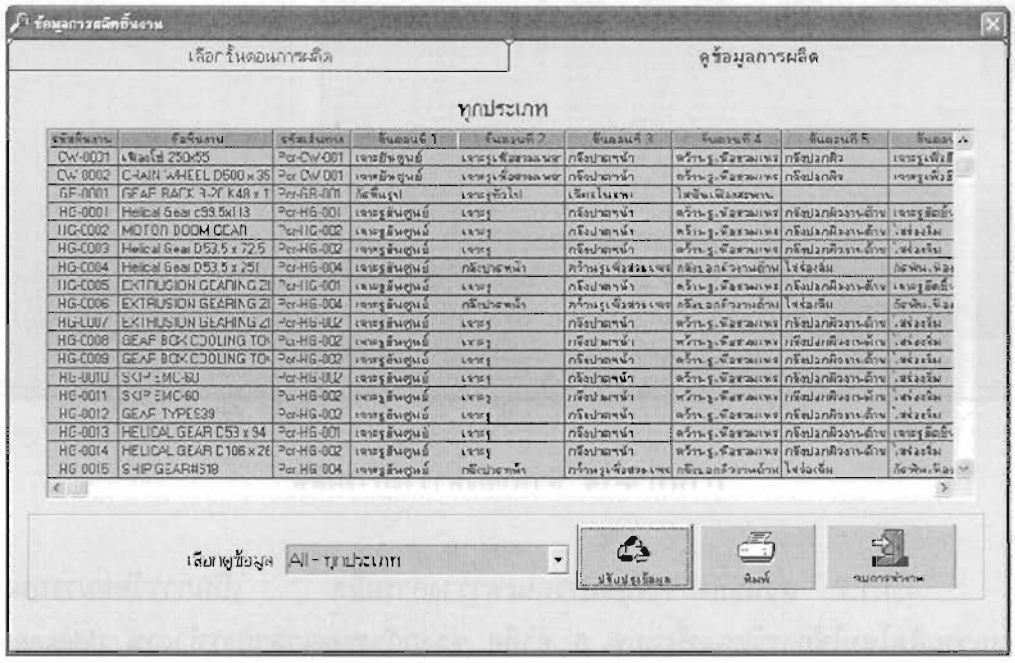
ค) ส่วนของข้อมูลการผลิตชิ้นงาน

1. ส่วนของการเลือกขั้นตอนการผลิต เป็นการกำหนดเวลาการผลิต (Processing Time) และเครื่องจักรที่ใช้ให้กับกระบวนการผลิตของชิ้นงานที่กำหนด และสามารถแก้ไข ยกเลิก หรือสั่งพิมพ์ข้อมูลการผลิต

2. ส่วนของการดูข้อมูลการผลิต จะสามารถสั่งพิมพ์ หรือเรียกดูข้อมูลการผลิตที่มีอยู่แล้ว โดยแบ่งตามกลุ่มของชิ้นงาน หรือชิ้นงานทั้งหมด

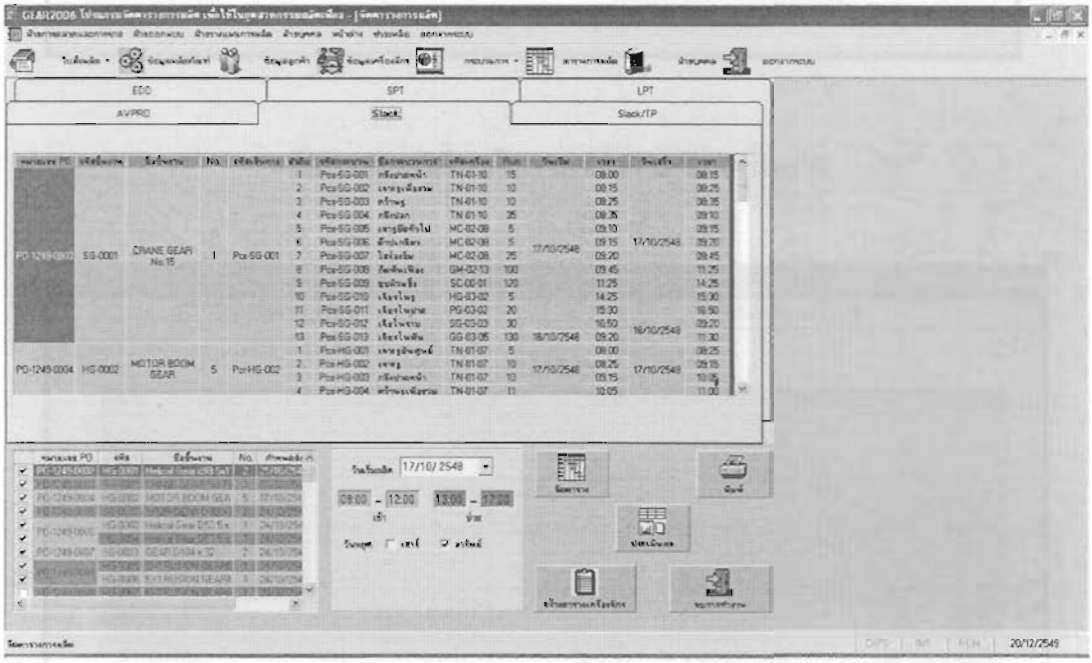


ภาพที่ 4-12 ส่วนของการเลือกขั้นตอนการผลิต



ภาพที่ 4-13 ส่วนของการดูข้อมูลการผลิต

4.1.1.6 ส่วนของตารางการผลิต เป็นส่วนของการจัดทำตารางการผลิตโดยใช้วิธีฮิวริสติก ทั้งหมด 6 วิธี คือ EDD (Early Due Date) งานที่มีกำหนดส่งมอบเร็วสุดทำก่อน SPT (Shortest Processing Time) งานที่เวลาการทำงานน้อยสุดทำก่อน LPT (Longest Processing Time) งานที่เวลาการทำงานมากสุดทำก่อน SLACK / TP (Smallest Ratio of Slack Time to Total Processing Time) งานที่มีอัตราส่วนน้อยสุดระหว่างเวลาเหลือในการทำงานกับเวลาปฏิบัติงานรวม SLACK (Minimum Slack Time) งานที่มีเวลาเหลือน้อยสุดทำก่อน AVPRO งานที่มีอัตราส่วนน้อยสุดระหว่างการทำงานกับเครื่องจักรที่ใช้ และการแสดงแผนการผลิตโดยแสดงรายละเอียดของเลขที่ใบสั่งผลิต รหัสชิ้นงาน ชื่อชิ้นงาน ลำดับการผลิต รหัสเส้นทางการผลิต กระบวนการผลิต เครื่องจักรที่ใช้ในแต่ละกระบวนการผลิต เวลาที่ใช้ในการผลิต วัน – เวลาที่เริ่มทำการผลิต และวัน – เวลาที่ผลิตเสร็จ



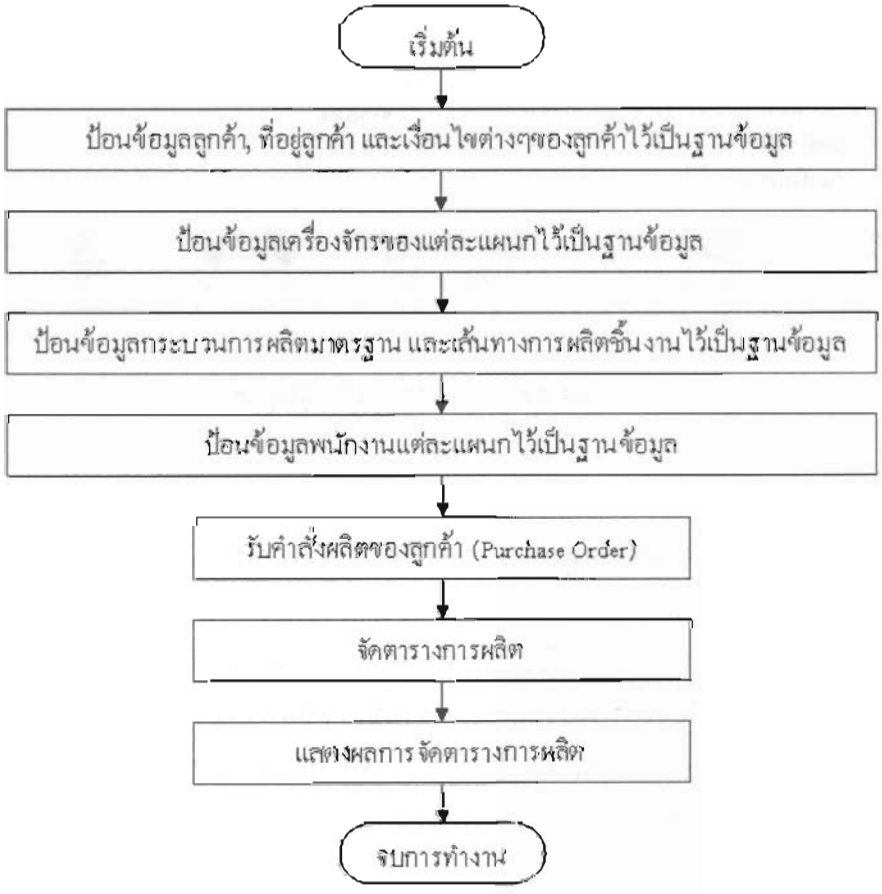
ภาพที่ 4-14 ส่วนของตารางการผลิต

4.1.1.7 ส่วนของการวัดสมรรถนะตารางการผลิต เป็นการวัดสมรรถนะของตารางการผลิตโดยใช้การวัดผลทั้งหมด 6 ค่าคือ ช่วงกว้างของเวลาการทำงาน (Makespan), เวลาการไหลของงานในระบบโดยเฉลี่ย (Mean Flow Time), เวลาสายของงานโดยเฉลี่ย (Mean Lateness), เวลาล่าช้าของงานสูงที่สุด (Max Tardiness), เวลาล่าช้าของงานโดยเฉลี่ย (Mean Tardiness), เวลารวมทั้งหมดของงานล่าช้า (Total Tardiness) และจำนวนงานล่าช้า (Number of Tardy Jobs)

ภาพที่ 4-15 ส่วนของการวัดสมรรถนะตารางการผลิต

4.2 ป้อนข้อมูลนำเข้าเพื่อเป็นฐานข้อมูล

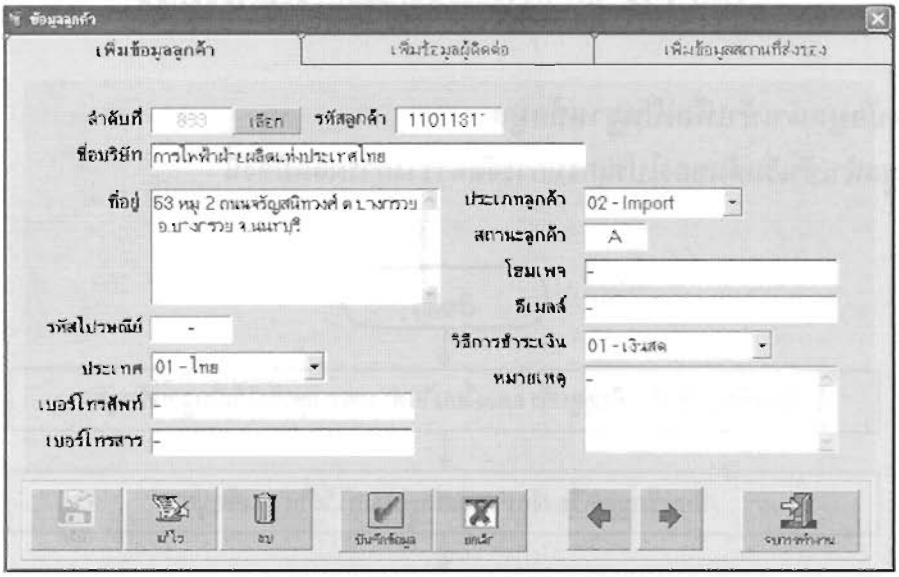
ข้อมูลนำเข้าเริ่มต้นของโปรแกรมการจัดตารางการผลิตมีดังนี้



ภาพที่ 4-16 ผังการไหลของข้อมูลนำเข้าเบื้องต้นของตารางการผลิต

4.2.1 ฐานข้อมูลลูกค้า

ฐานข้อมูลลูกค้า จะมีข้อมูลเกี่ยวกับลูกค้า ทั้งในส่วนของชื่อบริษัทลูกค้า ผู้ติดต่อ ที่อยู่ลูกค้า และเงื่อนไขต่างๆ ทางด้านของการเงิน และการจัดส่งสินค้า การป้อนข้อมูลลูกค้าใหม่ทำได้โดยคลิกปุ่มเพิ่ม แล้วใส่รายละเอียดของข้อมูลลูกค้า โดยมีข้อมูลดังนี้ รหัสลูกค้า ชื่อบริษัท ที่อยู่ ประเภทลูกค้า สถานะลูกค้า วิธีการชำระเงิน เมื่อใส่รายละเอียดครบตามที่ต้องการแล้ว จะคลิกปุ่มบันทึก ข้อมูลจะถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูล ส่วนการแก้ไขรายละเอียดของลูกค้า ทำได้จากหน้าจอเดียวกัน คือหน้าจอข้อมูลลูกค้า โดยคลิกปุ่ม เลือก เลือก แล้วทำการแก้ไขข้อมูล จากนั้นคลิกปุ่มบันทึก ข้อมูลใหม่จะถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูล

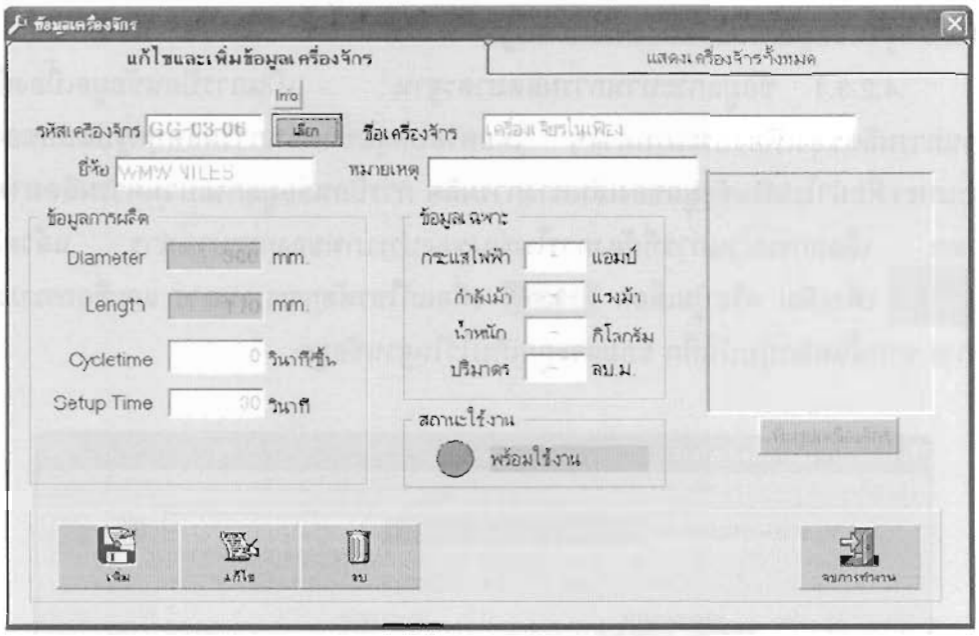


ภาพที่ 4-17 แสดงหน้าจอข้อมูลลูกค้า

4.2.2 ฐานข้อมูลเครื่องจักร

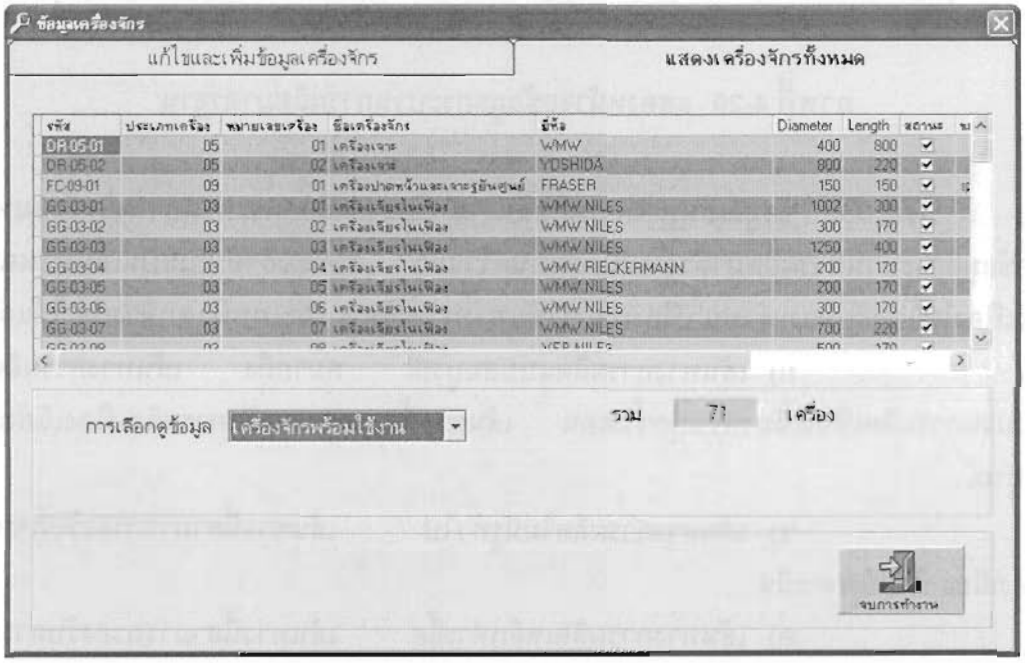
ฐานข้อมูลเครื่องจักร จะมีข้อมูลของเครื่องจักรของโรงงานทั้งหมด โดยจะแบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่

4.2.2.1 ส่วนของการแก้ไขและเพิ่มข้อมูลเครื่องจักร โดยหน้าจอนี้จะสามารถแก้ไข และเพิ่มข้อมูลเครื่องจักรเพื่อจัดเก็บเป็นฐานข้อมูลของเครื่องจักร การแก้ไข และเพิ่มข้อมูลเครื่องจักร ทำได้โดยคลิกปุ่มเลือก เลือก เพื่อแก้ไขข้อมูลของเครื่องจักร และคลิกปุ่มเพิ่ม เพื่อเป็นการป้อนข้อมูลเครื่องจักรใหม่ จากนั้นคลิกปุ่มบันทึก ข้อมูลใหม่จะถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูล



ภาพที่ 4-18 แสดงหน้าจอข้อมูลเครื่องจักร ในส่วนของการแก้ไขและเพิ่มข้อมูลเครื่องจักร

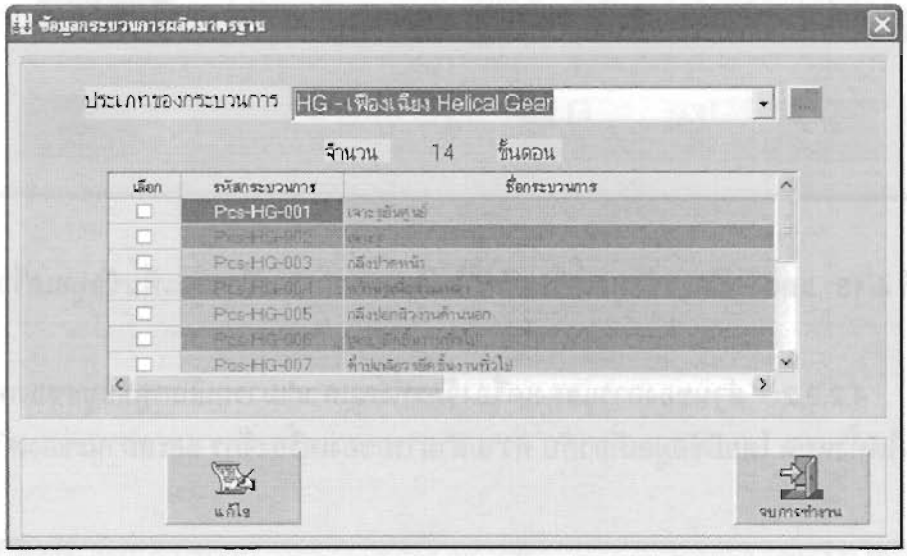
4.2.2.2 ส่วนของการแสดงเครื่องจักรทั้งหมด สามารถเลือกดูข้อมูลของเครื่องจักรในโรงงานได้ทั้งหมด โดยมีข้อมูลเกี่ยวกับ ความสามารถของเครื่องจักร และสถานะของเครื่องจักร



ภาพที่ 4-19 แสดงหน้าจอข้อมูลเครื่องจักร ในส่วนของการแสดงเครื่องจักรทั้งหมด

4.2.3 ฐานข้อมูลกระบวนการผลิตมาตรฐาน และเส้นทางการผลิตชิ้นงาน

4.2.3.1 ข้อมูลกระบวนการผลิตมาตรฐาน เป็นการป้อนข้อมูลเบื้องต้นของกระบวนการผลิตของเฟืองประเภทต่างๆ โดยครอบคลุมขั้นตอนการผลิตทุกรูปแบบของเฟืองทุกประเภท เพื่อนำไปเป็นข้อมูลของเส้นทางการผลิต การป้อนข้อมูลกระบวนการผลิตมาตรฐานทำได้โดย เลือกกระบวนการที่ต้องการในช่องของประเภทของกระบวนการ แล้วคลิกปุ่มเพิ่ม เพื่อเพิ่ม หรือปุ่มเลือก เลือก เพื่อแก้ไขรหัสกระบวนการ และชื่อกระบวนการที่ต้องการ จากนั้นคลิกปุ่มบันทึก ข้อมูลจะถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูล



ภาพที่ 4-20 แสดงหน้าจอข้อมูลกระบวนการผลิตมาตรฐาน

4.2.3.2 ข้อมูลเส้นทางการผลิตชิ้นงาน เป็นการเลือกกระบวนการผลิตที่เหมาะสมจากข้อมูลกระบวนการผลิตมาตรฐานที่ได้กำหนดไว้แล้ว มาเรียงลำดับกันเป็นเส้นทางเฉพาะของเฟืองในแต่ละประเภท เช่น เฟืองเฉียงมีเส้นทางการผลิต 4 ประเภทที่แตกต่างกัน ได้แก่

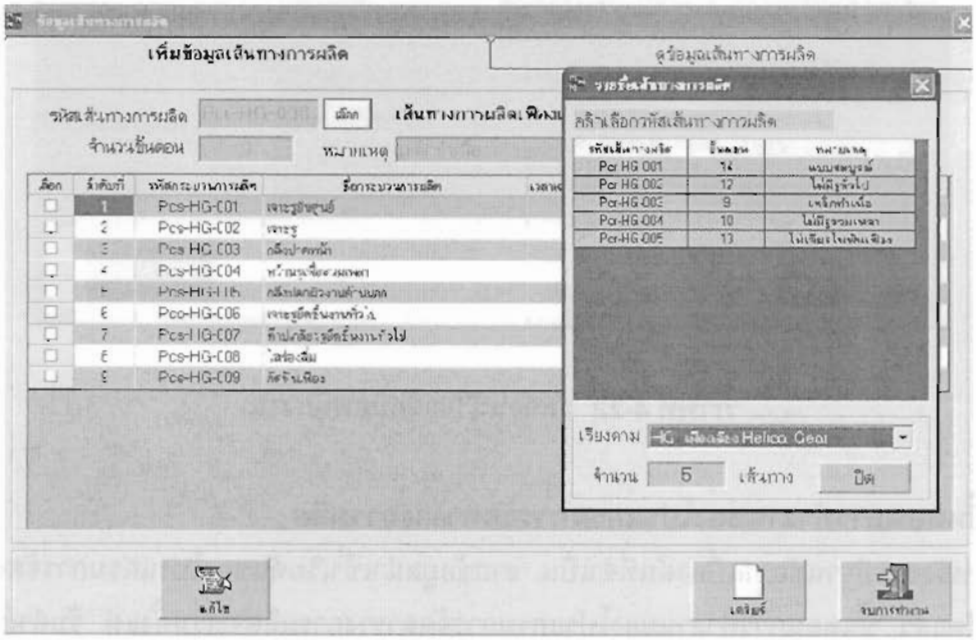
ก) เส้นทางการผลิตแบบสมบูรณ์ หมายถึง เส้นทางการผลิตที่มีกระบวนการผลิตเฟืองเฉียงครบทุกขั้นตอน เส้นทางนี้สามารถรองรับการผลิตเฟืองเฉียงแบบสมบูรณ์

ข) เส้นทางการผลิตไม่มีรูทั่วไป เส้นทางนี้สามารถรองรับการผลิตเฟืองเฉียง ที่ไม่มีรูเจาะยึด

ค) เส้นทางการผลิตเหล็กทำเนื้อ เส้นทางนี้สามารถรองรับการผลิตเฟืองเฉียงที่ไม่ต้องผ่านกระบวนการชุบผิวแข็ง เนื่องจากเหล็กทำเนื้อ) เหล็กเกรด 7225, 4140, SCM440, 6582 และ SHCM439) เป็นเหล็กที่มีคุณสมบัติความแข็งที่เพียงพอ สำหรับผลิตเฟืองส่งกำลัง

ง) เส้นทางการผลิตไม่มีรูสวมเพลา เส้นทางนี้สามารถรองรับการผลิตเฟืองตาม (Idle Gear) ลักษณะจะไม่มีรูตรงกลาง แต่จะมีบ่าแบริ่ง หรือเพลาต่อจากเฟือง ซึ่งกระบวนการผลิตในเส้นทางการผลิตนี้จะไม่มีกระบวนการเจาะ และคว้านรู

จ) เส้นทางการผลิตไม่เจียระไนฟันเฟือง เส้นทางนี้จะไม่มีกระบวนการเจียระไนฟันเฟือง ซึ่งอาจเป็น ความต้องการจากลูกค้า

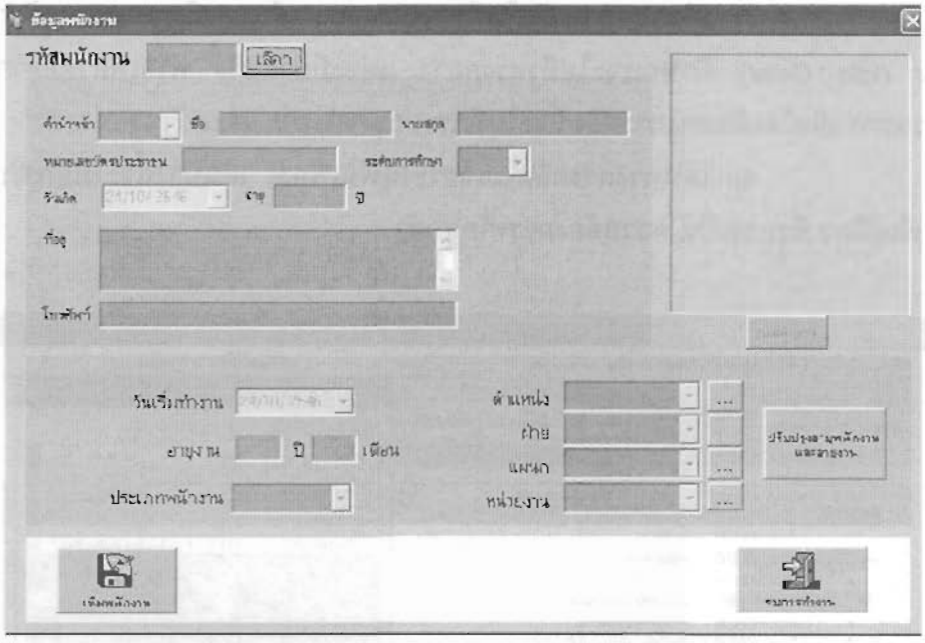


ภาพที่ 4-21 แสดงหน้าจอข้อมูลเส้นทางการผลิตชิ้นงาน

การป้อนข้อมูลเส้นทางการผลิตชิ้นงาน ทำได้โดยคลิกปุ่มเลือก เลือก เพื่อเลือกประเภทเฟืองที่ต้องการจะทำเส้นทางการผลิต จากนั้นคลิกปุ่มแก้ไข แก้ไข เพื่อเลือกกระบวนการที่ต้องการในช่องของประเภทของกระบวนการ จากนั้นคลิกปุ่มบันทึก ข้อมูลใหม่จะถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูล

4.2.4 ฐานข้อมูลฝ่ายบุคลากร

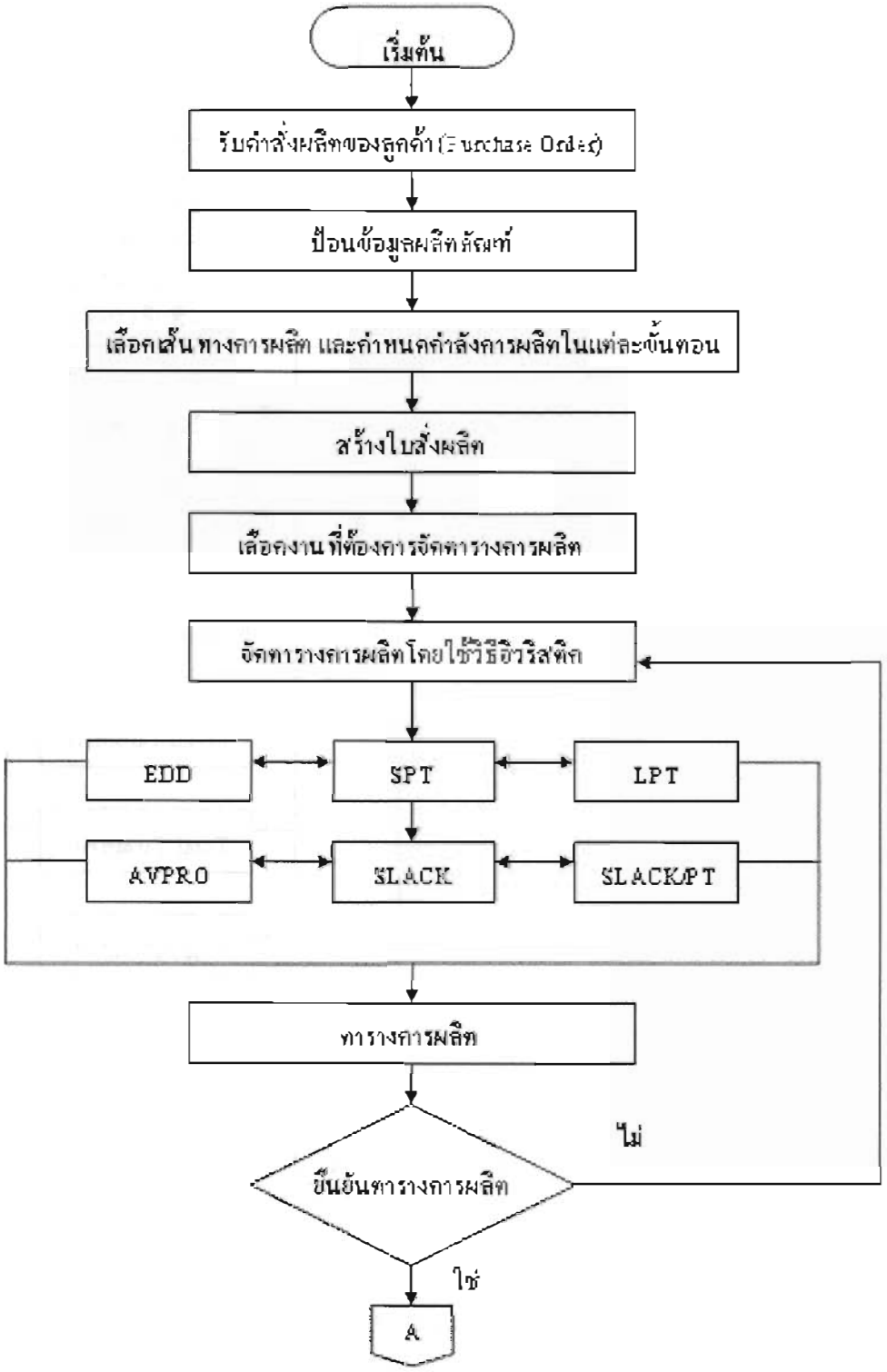
ฐานข้อมูลฝ่ายบุคลากรจะมีข้อมูลของพนักงาน โดยสามารถเพิ่มเติม และแก้ไขข้อมูลของพนักงาน การป้อนข้อมูลพนักงานใหม่ ทำได้โดยคลิกปุ่มเพิ่มพนักงาน เพิ่มพนักงาน แล้วใส่รายละเอียดข้อมูลของพนักงาน ส่วนการแก้ไขรายละเอียดของพนักงาน ทำได้จากหน้าจอเดียวกัน คือคลิกปุ่มเลือก เลือก แล้วทำการแก้ไขข้อมูล จากนั้นคลิกปุ่มบันทึก ข้อมูลใหม่จะถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูล



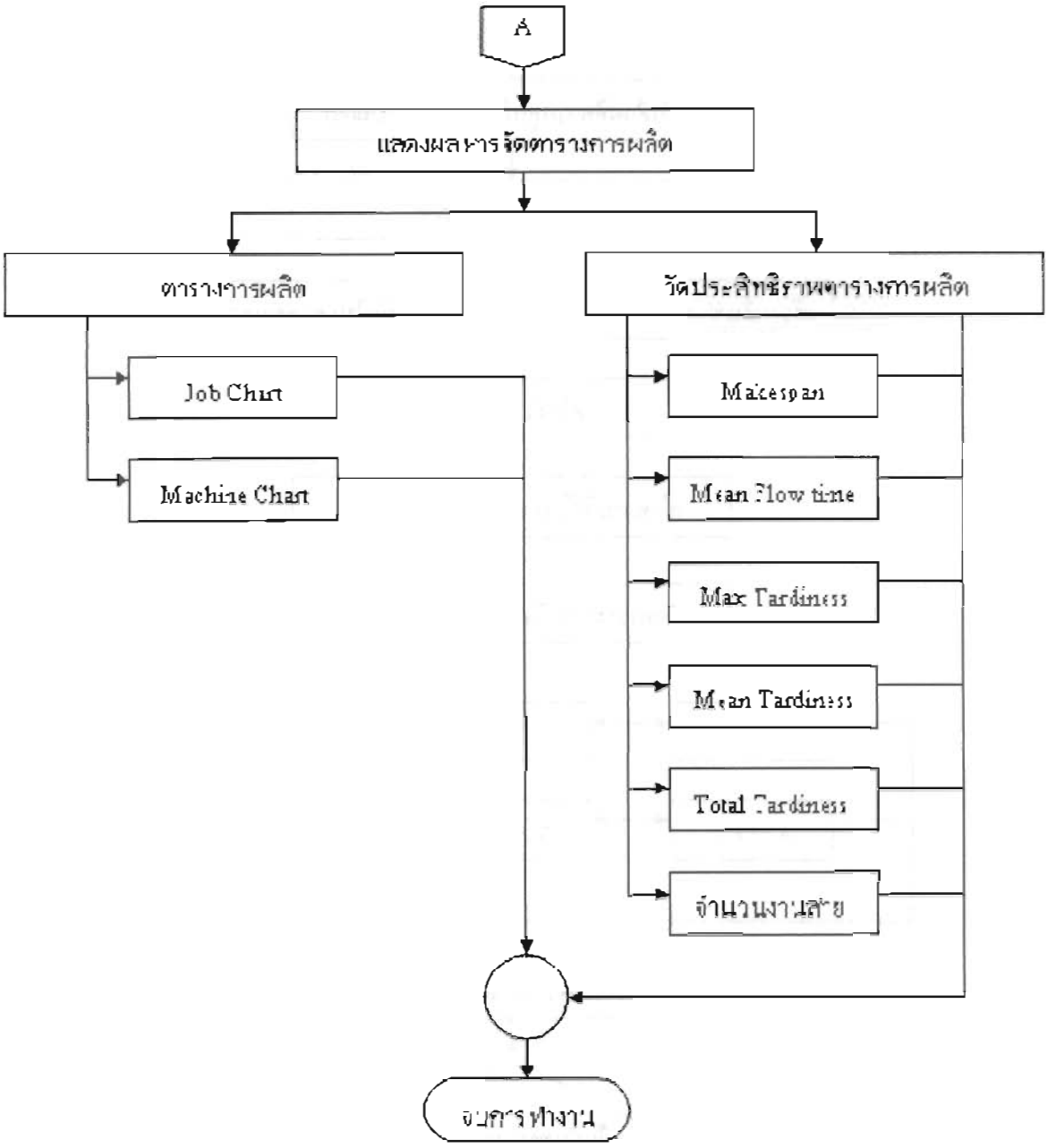
ภาพที่ 4-22 แสดงหน้าจอข้อมูลพนักงาน

4.3 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมการจัดตารางการผลิต

หลังจากมีฐานข้อมูลเบื้องต้นที่จำเป็น จากข้อมูลนำเข้าเริ่มต้นของโปรแกรมการจัดตารางการผลิตแล้ว ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมการจัดตารางการผลิตจะเริ่มตั้งแต่ รับคำสั่งผลิตจากลูกค้า (Purchase Order) ซึ่งข้อมูลที่ได้รับจากลูกค้าได้แก่ ข้อมูลผลิตภัณฑ์ หรือข้อมูลชิ้นงานที่ลูกค้าสั่งผลิต เราจะป้อนข้อมูลชิ้นงานลงในหน้าจอข้อมูลชิ้นงาน จากนั้นจะสร้างใบสั่งผลิต โดยเลือกชิ้นงานที่ต้องการ และเส้นทางการผลิตที่เหมาะสมกับชิ้นงานนั้นๆ รวมทั้งกำหนดเวลาส่งงานตามที่ลูกค้าต้องการ แล้วทำการจัดตารางการผลิตโดยใช้วิธีฮิวริสติก และวิเคราะห์ผลการจัดตาราง เพื่อเลือกวิธีที่เหมาะสมที่สุดสำหรับตารางการ



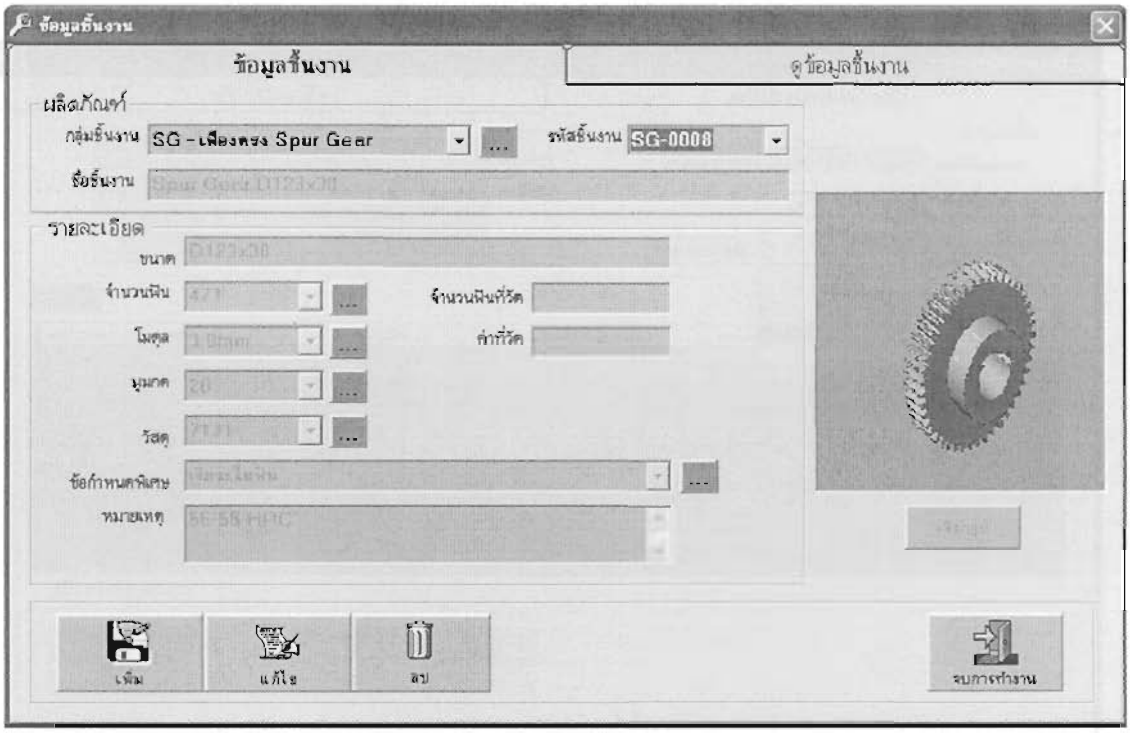
ภาพที่ 4-23 ผังการไหลแสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมการจัดตารางการผลิต


A
แสดงผลการจัดตารางการผลิต
ตารางการผลิต
วัดประสิทธิภาพตารางการผลิต
Job Chart
Machine Chart
Makespan
Mean Flow time
Max Tardiness
Mean Tardiness
Total Tardiness
จำนวนงานสาย
จบการทำงาน

ภาพที่ 4-23 (ต่อ)

4.3.1 ป้อนข้อมูลผลิตภัณฑ์

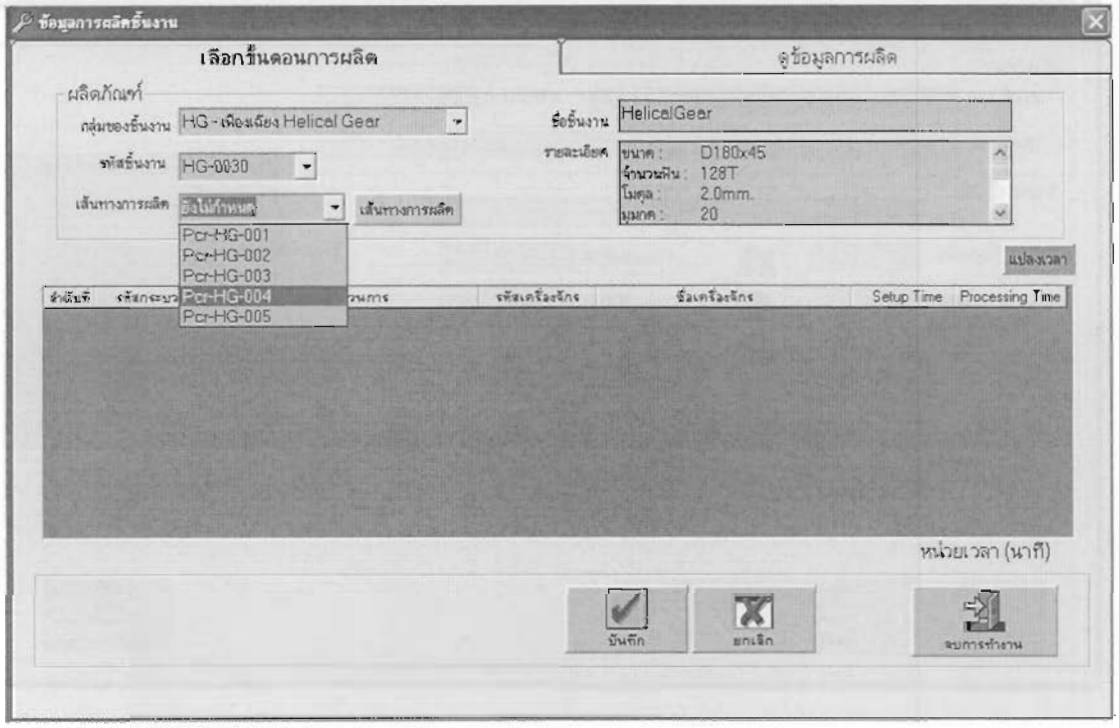
ข้อมูลผลิตภัณฑ์ หรือข้อมูลชิ้นงาน จะมีรายละเอียดของชิ้นงานโดยแบ่งตามกลุ่มของชิ้นงาน ซึ่งรายละเอียดเหล่านี้มีความสำคัญต่อการนำไปปฏิบัติงาน การป้อนข้อมูลผลิตภัณฑ์หรือข้อมูลชิ้นงานทำได้โดย เปิดหน้าจอข้อมูลผลิตภัณฑ์ แล้วเลือกกลุ่มชิ้นงาน ว่าเป็นเฟืองประเภทใด (ในโปรแกรมนี้มีเฟืองอยู่ 8 ประเภท หากต้องการเพิ่มประเภทของเฟืองสามารถทำได้โดยคลิกปุ่ม แล้วคลิกปุ่ม ... ที่อยู่ด้านข้างของรายการกลุ่มชิ้นงาน) จากนั้นคลิกปุ่มเพิ่ม เพื่อเป็นการป้อนข้อมูลชิ้นงานใหม่ โดยที่รหัสชิ้นงานจะถูกตั้งอัตโนมัติ แล้วคลิกปุ่มบันทึก ข้อมูลใหม่จะถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูล หากต้องการแก้ไขข้อมูลชิ้นงานเก่า หรือลบข้อมูลชิ้นงาน ทำได้โดยเลือกกลุ่มชิ้นงาน แล้วเลือกรหัสชิ้นงาน เพื่อหาชิ้นงานที่ต้องการแก้ไข จากนั้นคลิกที่ปุ่มแก้ไข เพื่อแก้ไขข้อมูลชิ้นงาน หรือคลิกปุ่มลบ เพื่อลบข้อมูลชิ้นงานนั้นๆ แล้วคลิกปุ่มบันทึกเมื่อแก้ไข หรือลบข้อมูลเรียบร้อยแล้ว



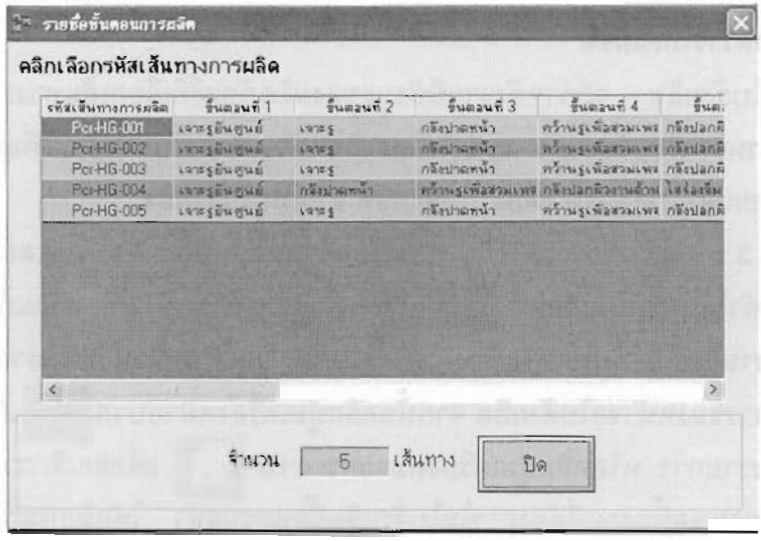
ภาพที่ 4-24 แสดงหน้าจอข้อมูลชิ้นงาน

4.3.2 การเลือกเส้นทางการผลิต และกำหนดกำลังการผลิต

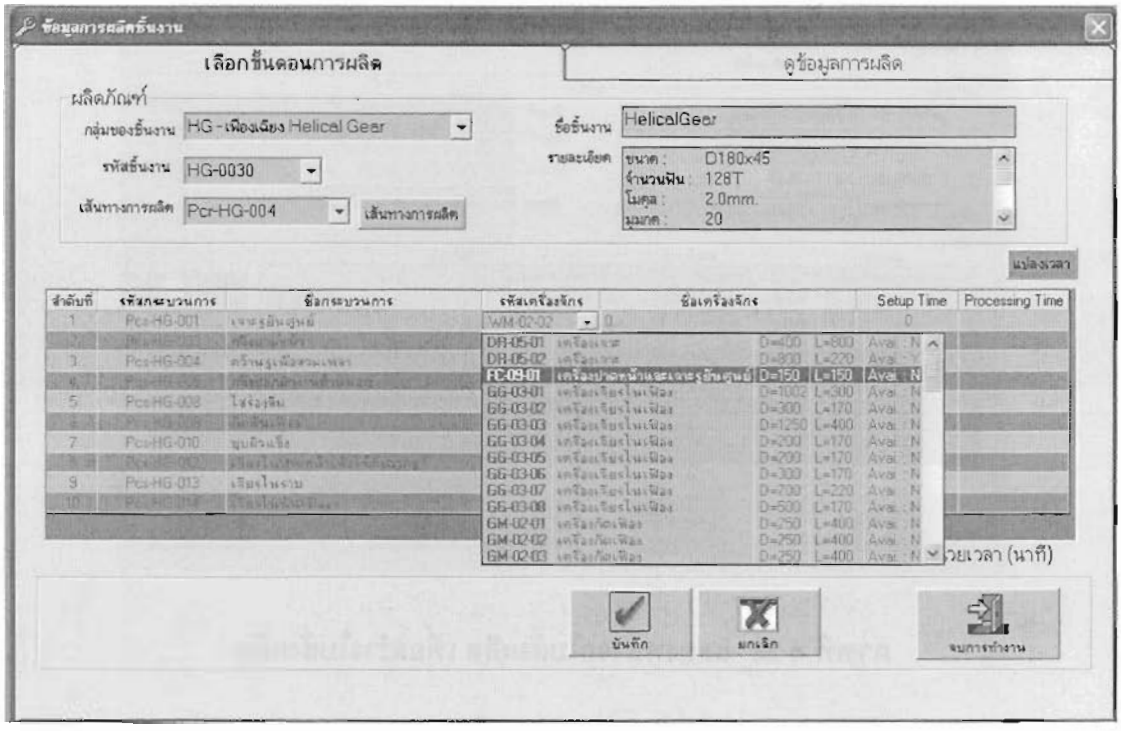
หลังจากมีข้อมูลชิ้นงานแล้ว จะทำการเลือกเส้นทางการผลิตที่เหมาะสมกับชิ้นงานนั้นๆ ซึ่งการเลือกเส้นทางการผลิตทำได้โดยเลือกหน้าจอข้อมูลการผลิตชิ้นงาน จากเมนูกระบวนการ แล้วเลือกชิ้นงานที่จะกำหนดเส้นทางการผลิต โดยเลือกกลุ่มของชิ้นงานเพื่อเลือกประเภทของเฟือง และเลือกรหัสชิ้นงานที่ต้องการ จากนั้นเลือกเส้นทางการผลิตที่เหมาะสมกับชิ้นงาน โดยคลิกปุ่มเส้นทางการผลิตเพื่อดูกระบวนการของแต่ละเส้นทางการผลิต ในหน้าจอรายชื่อขั้นตอนการผลิตที่มีในฐานข้อมูลก่อนเลือกเส้นทางการผลิต หรือเลือกเส้นทางการผลิตจากรหัสเส้นทางการผลิตในช่องเส้นทางการผลิต จากนั้นกำหนดเครื่องจักร และเวลาในการผลิต (Processing Time) ของแต่ละกระบวนการจนครบทุกกระบวนการ แล้วกดปุ่มบันทึก ในการแก้ไขเส้นทางการผลิต หรือกำลังการผลิตนั้นทำได้จากหน้าจอเดียวกัน โดยหลังจากเลือกชิ้นงานที่ต้องการแล้วให้กดปุ่มแก้ไข แล้วทำการแก้ไขข้อมูลตามต้องการ แล้วกดปุ่มบันทึกเมื่อแก้ไขเรียบร้อยแล้ว



ภาพที่ 4-25 แสดงหน้าจอข้อมูลการผลิตชิ้นงาน เพื่อเลือกเส้นทางการผลิต



ภาพที่ 4-26 แสดงหน้าจอรายชื่อขั้นตอนการผลิตก่อนเลือกเส้นทางการผลิต

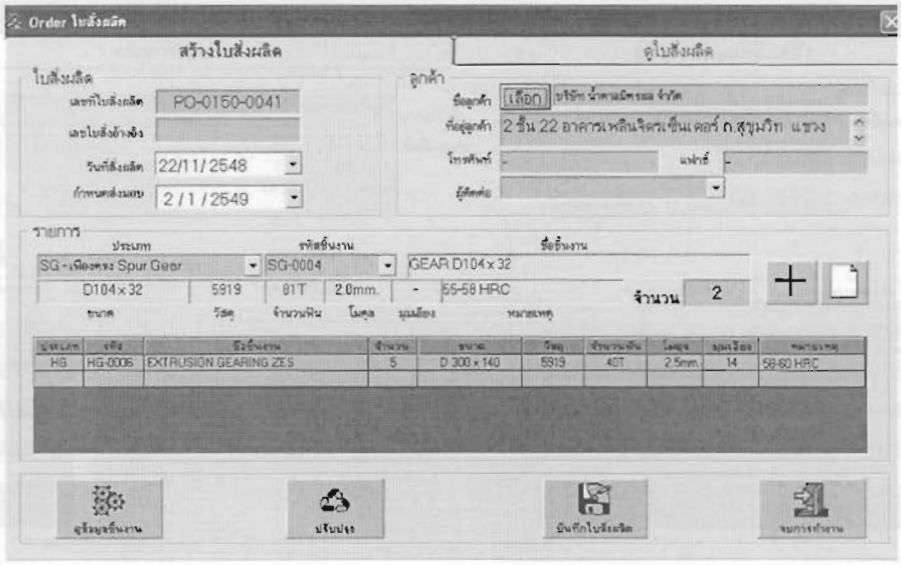


ภาพที่ 4-27 แสดงหน้าจอข้อมูลการผลิตชิ้นงาน เพื่อกำหนดกำลังการผลิต

4.3.3 การสร้างใบสั่งผลิต

การสร้างใบสั่งผลิต จะทำหลังจากมีข้อมูลของผลิตภัณฑ์ที่เลือกเส้นทางการผลิต และกำหนดกำลังการผลิตเรียบร้อยแล้ว จะทำได้โดยเปิดหน้าจอสร้างใบสั่งผลิต เพื่อสร้างใบสั่งผลิต หรือเปิดหน้าจอยกเลิกใบสั่งผลิต เพื่อลบใบสั่งผลิต จากเมนูใบสั่งผลิต

4.3.3.1 สร้างใบสั่งผลิต ทำได้โดยกำหนดวันที่สั่งผลิต และกำหนดส่งมอบ จากนั้นเลือกลูกค้าโดยคลิกปุ่มเลือก เลือก เพื่อดูรายชื่อลูกค้า หรือแก้ไขข้อมูลลูกค้า แล้วกำหนดชิ้นงานโดยเลือกประเภทเฟือง รหัสชิ้นงาน และพิมพ์จำนวนชิ้นงานในช่องจำนวน ในช่วงของรายการของหน้าจอใบสั่งผลิต จากนั้นคลิกปุ่มเครื่องหมายบวก + เพื่อเพิ่มรายการชิ้นงานลงในช่วงรายการ หรือคลิกปุ่มเครื่องหมายกระดาษ เพื่อยกเลิกรายการที่กำหนดก่อนหน้า เมื่อกำหนดชิ้นงานที่ต้องการในใบสั่งผลิตนี้จนครบแล้ว ให้คลิกปุ่มบันทึกใบสั่งผลิต ซึ่งในการสร้างในสั่งผลิตควรกำหนดเลขใบสั่งอ้างอิงตามความเข้าใจของผู้ที่จะทำการจัดตารางการผลิต เพื่อไม่สับสนในการเลือกใบสั่งผลิตขณะจัดตารางการผลิต



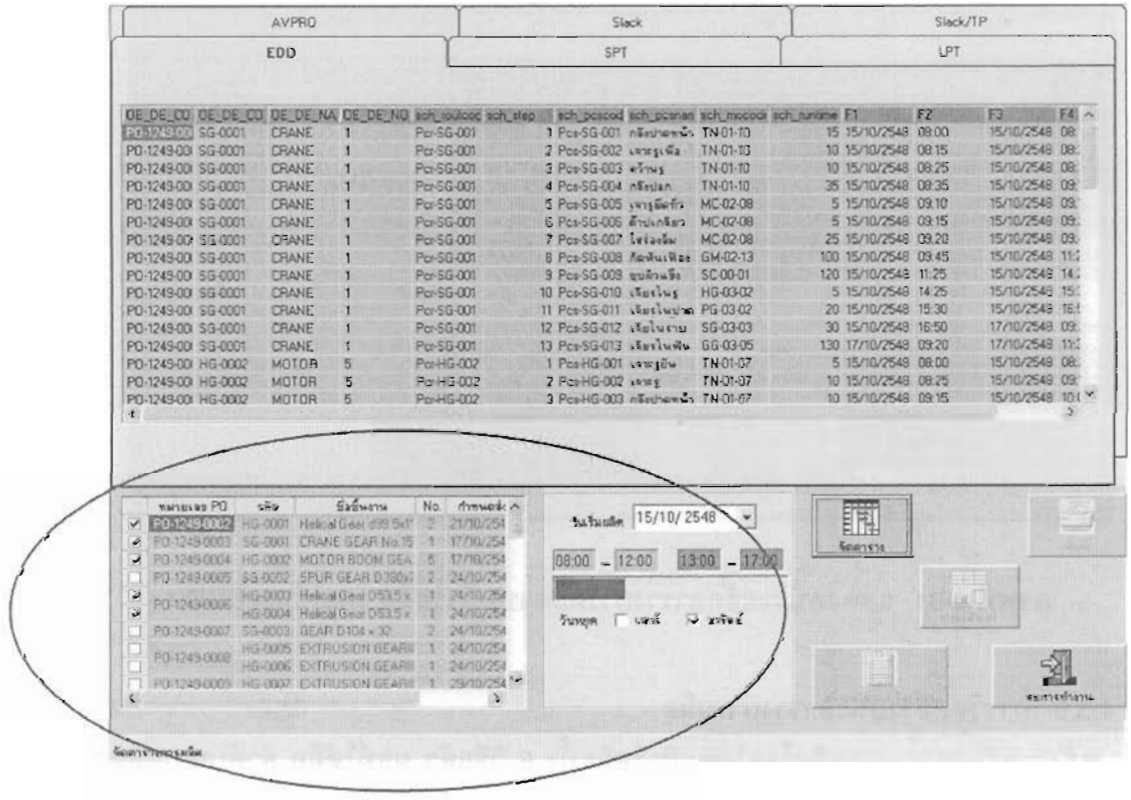
ภาพที่ 4-28 แสดงหน้าจอใบสั่งผลิต เพื่อสร้างใบสั่งผลิต

4.3.3.2 ยกเลิกใบสั่งผลิต ทำได้โดยเลือกหมายเลขใบสั่งผลิต โดยดูจากรายละเอียดของใบสั่งผลิตที่มีอยู่ โดยคลิกปุ่มดูใบสั่งผลิต ดูใบสั่งผลิต หรือเลือกหมายเลขใบสั่งผลิตจากช่องที่กำหนด จากนั้นคลิกปุ่มลบใบสั่งผลิต ลบใบสั่งผลิต เพื่อลบใบสั่งผลิต

ภาพที่ 4-29 แสดงหน้าจอยกเลิกใบสั่งผลิต เพื่อลบ

4.3.4 การเลือกงานที่ต้องการจัดตารางการผลิต

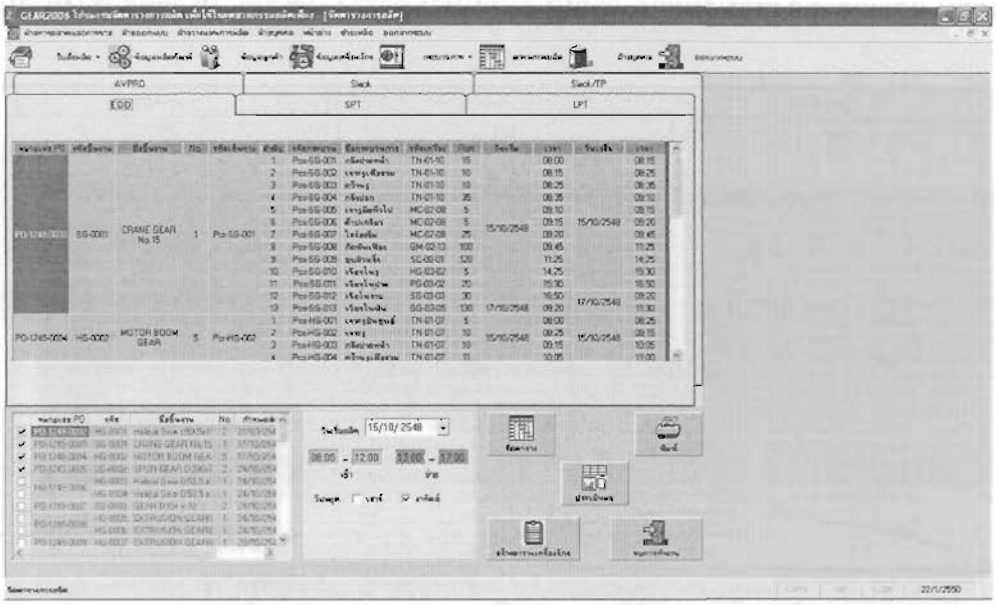
เป็นขั้นตอนหนึ่งในการจัดตารางการผลิต ทำได้โดย เลือกหน้าจอจัดตารางการผลิต จากเมนูตารางการผลิต แล้วเลือกงานที่ต้องการจัดตารางการผลิตจากรายการใบสั่งผลิต แล้ว กำหนดวัน และเวลาของการเริ่มผลิต จากนั้นคลิกปุ่มจัดตาราง เพื่อจัดตารางการผลิต



ภาพที่ 4-30 แสดงหน้าจอจัดตารางการผลิตเพื่อเลือกงานที่ต้องการจัดตารางการผลิต

4.3.5 จัดตารางการผลิตโดยใช้วิธีฮิวริสติก

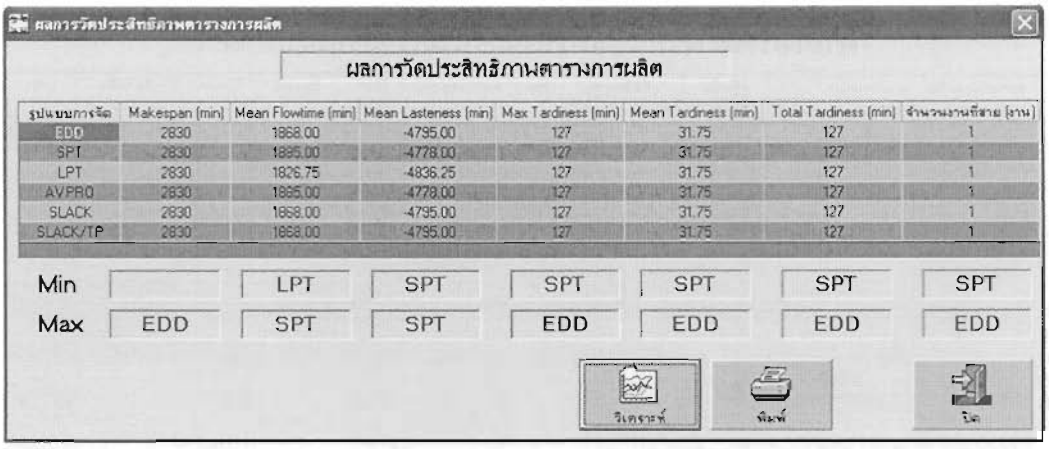
ในการจัดตารางการผลิตสำหรับระบบการผลิตที่ยืดหยุ่น (Flexibility) และมีงานที่ต้องการนำมาจัดตารางการผลิตเป็นจำนวนมาก ดังเช่นในระบบการผลิตแบบทำตามสั่ง (Job Shop Production) เป็นการยากที่จะใช้เวลาในการจัดตารางการผลิตที่น้อย และได้รับสมรรถนะการจัดตารางการผลิตที่ดี เนื่องจากมีหนทางของการจัดตารางการผลิตมากมาย โดยที่เราไม่ทราบว่าหนทางใด หรือคำตอบใด ที่จะให้สมรรถนะการจัดตารางการผลิตที่เหมาะสมที่สุด ดังนั้นเราจึงต้องนำหลักเกณฑ์มาช่วยในการจัดตารางการผลิต เพื่ออำนวยความสะดวก และลดเวลาในการหาคำตอบที่ต้องการ อีกทั้งยังสามารถจัดงานจำนวนมากๆ ให้เสร็จสิ้นลงในระยะเวลาอันสั้นอีกด้วย ซึ่งกฎเกณฑ์ดังกล่าวเรียกว่า ฮิวริสติก (Heuristic) สำหรับในส่วนของงานวิจัยนี้ได้นำกฎเกณฑ์ฮิวริสติกมาใช้ทั้งหมด 6 วิธี เพื่อศึกษาและเลือกวิธีที่เหมาะสมมาใช้ในการจัดตารางการผลิตสำหรับโรงงาน



ภาพที่ 4-31 แสดงหน้าจอจัดตารางการผลิตแบบฮิวริสติก โดยใช้กฎ EDD

4.3.6 การวัดสมรรถนะตารางการผลิต

หลังจากจัดตารางการผลิตโดยใช้กฎฮิวริสติกทั้ง 6 วิธีแล้ว ผลที่ได้คือ ลำดับการผลิตงาน วันและเวลาการเริ่มต้นผลิต และวัน-เวลาเสร็จในแต่ละกระบวนการ ของตารางการผลิตทั้ง 6 วิธี จากนั้นเราสามารถตัดสินใจเลือกวิธีที่เหมาะสมที่สุด โดยการพิจารณาถึงสมรรถนะของการจัดตารางได้จาก ผลการวิเคราะห์ตารางการผลิต ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้



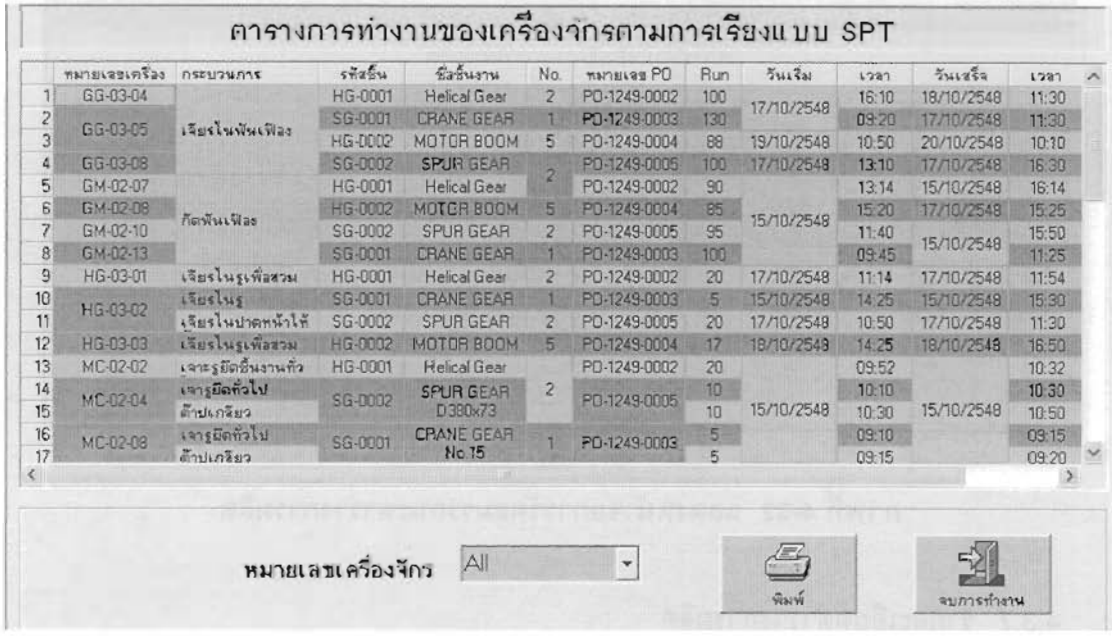
ภาพที่ 4-32 แสดงหน้าจอการวัดสมรรถนะตารางการผลิต

4.3.7 รายละเอียดตารางการผลิต

เมื่อพิจารณาจากผลการวิเคราะห์ตารางการผลิตแล้ว สามารถตัดสินใจเลือกวิธีการจัดตารางการผลิตที่เหมาะสมที่สุดจากกฎฮิวริสติกทั้ง 6 วิธีโดยโปรแกรมจะแสดงลำดับการจัดตารางการผลิต ว่าใบสั่งใดเริ่มต้นก่อน และหลัง ในลักษณะของแผนภูมิแกนท์ โดยจะแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ แผนภูมิงาน (Job Chart) และแผนภูมิเครื่องจักร (Machine Chart)

4.3.7.1 แผนภูมิงาน (Job Chart) เป็นการแสดงวันและเวลาการเริ่มต้นผลิต และวันและเวลาเสร็จในแต่ละกระบวนการของการทำงาน โดยสามารถเลือกจากวิธีที่เหมาะสมที่สุด แล้วเลือกดูรายละเอียดจากหน้าจอ และสามารถพิมพ์ได้

4.3.7.2 แผนภูมิเครื่องจักร (Machine Chart) เป็นการแสดงรายละเอียดกระบวนการทำงานของเครื่องจักรแต่ละเครื่องโดยเรียงลำดับตาม วันและเวลาของการทำงานของเครื่องจักร ซึ่งเราสามารถดูรายละเอียดการทำงานของเครื่องจักรทุกเครื่องในช่วงการจัดตารางการผลิตนั้นๆ หรือดูรายละเอียดเฉพาะของแต่ละเครื่องจักรที่ใช้ก็ได้ โดยเลือกที่ช่องหมายเลขเครื่องจักร และสามารถทำการสั่งพิมพ์เพื่อดูราละเอียด หรือใช้ติดตามงานได้



	หมายเลขเครื่อง	กระบวนการ	รหัสชิ้น	ชื่อชิ้นงาน	No.	หมายเลข PO	Run	วันเริ่ม	เวลา	วันเสร็จ	เวลา
1	GG-03-04	เจียรในฟันเฟือง	HG-0001	Helical Gear	2	PO-1249-0002	100	17/10/2548	16:10	18/10/2548	11:30
2	GG-03-05		SG-0001	CRANE GEAR	1	PO-1249-0003	130		09:20	17/10/2548	11:30
3			HG-0002	MOTOR BOOM	5	PO-1249-0004	88	19/10/2548	10:50	20/10/2548	10:10
4	GG-03-08		SG-0002	SPUR GEAR	2	PO-1249-0005	100	17/10/2548	13:10	17/10/2548	16:30
5	GM-02-07	กัดฟันเฟือง	HG-0001	Helical Gear		PO-1249-0002	90		13:14	15/10/2548	16:14
6	GM-02-08		HG-0002	MOTOR BOOM	5	PO-1249-0004	85	15/10/2548	15:20	17/10/2548	15:25
7	GM-02-10		SG-0002	SPUR GEAR	2	PO-1249-0005	95		11:40	15/10/2548	15:50
8	GM-02-13		SG-0001	CRANE GEAR	1	PO-1249-0003	100		09:45		11:25
9	HG-03-01	เจียรในรูเพื่อสวม	HG-0001	Helical Gear	2	PO-1249-0002	20	17/10/2548	11:14	17/10/2548	11:54
10	HG-03-02	เจียรในรู	SG-0001	CRANE GEAR	1	PO-1249-0003	5	15/10/2548	14:25	15/10/2548	15:30
11		เจียรในปาดหน้าไห้	SG-0002	SPUR GEAR	2	PO-1249-0005	20	17/10/2548	10:50	17/10/2548	11:30
12	HG-03-03	เจียรในรูเพื่อสวม	HG-0002	MOTOR BOOM	5	PO-1249-0004	17	18/10/2548	14:25	18/10/2548	16:50
13	MC-02-02	เจาะรูยึดชิ้นงานทั่ว	HG-0001	Helical Gear		PO-1249-0002	20		09:52		10:32
14	MC-02-04	เจารูยึดทั่วไป	SG-0002	SPUR GEAR D380x73	2	PO-1249-0005	10		10:10		10:30
15		ต๊าปเกลียว					10	15/10/2548	10:30	15/10/2548	10:50
16	MC-02-08	เจารูยึดทั่วไป	SG-0001	CRANE GEAR No.15	1	PO-1249-0003	5		09:10		09:15
17		ต๊าปเกลียว					5		09:15		09:20

ภาพที่ 4-33 แสดงหน้าจอตารางการผลิตในลักษณะของ Machine Chart

ตารางที่ 4-1 แสดงตัวอย่างตารางการผลิตในลักษณะของแผนภูมิงาน (Job Chart)

หมายเลข P0	รหัสชิ้นงาน	ชื่อชิ้นงาน	Q'ty	ลำดับ	ชื่อกระบวนการ	รหัสเครื่อง	Run	วันเริ่ม	เวลา	วันเสร็จ	เวลา
PO-1249-0003	SG-0001	CRANE GEAR No.15	1	1	กลึงปาดหน้า	TN-01-10	15	17/10/2548	8:00	17/10/2548	8:15
				2	เจาะรูเพื่อสวมเพลา	TN-01-10	10	17/10/2548	8:15	17/10/2548	8:25
				3	ควานรู	TN-01-10	10	17/10/2548	8:25	17/10/2548	8:35
				4	กลึงปอก	TN-01-10	35	17/10/2548	8:35	17/10/2548	9:10
				5	เจารูยึดทั่วไป	MC-02-08	5	17/10/2548	9:10	17/10/2548	9:15
				6	ต๊าปเกลียว	MC-02-08	5	17/10/2548	9:15	17/10/2548	9:20
				7	ไสร่องลิ่ม	MC-02-08	25	17/10/2548	9:20	17/10/2548	9:45
				8	กัดฟันเฟือง	GM-02-13	100	17/10/2548	9:45	17/10/2548	11:25
				9	ชุบผิวแข็ง	SC-00-01	120	17/10/2548	11:25	17/10/2548	14:25
				10	เจียรในรู	HG-03-02	5	17/10/2548	14:25	17/10/2548	15:30
				11	เจียรในปาดหน้าให้ตั้งฉากรู	PG-03-02	20	17/10/2548	15:30	17/10/2548	16:50
				12	เจียในราบ	SG-03-03	30	17/10/2548	16:50	18/10/2548	9:20
				13	เจียรในฟันเฟือง	GG-03-05	130	18/10/2548	9:20	18/10/2548	11:30
PO-1249-0005	SG-0002	SPUR GEAR D380x73	2	1	เจาะรูเพื่อสวมเพลา	TN-01-10	15	17/10/2548	9:10	17/10/2548	9:40
				2	กลึงปาดหน้า	TN-01-10	10	17/10/2548	9:40	17/10/2548	10:00
				3	กลึงปอก	TN-01-10	20	17/10/2548	10:00	17/10/2548	10:40
				4	เจารูยึดทั่วไป	MC-02-04	10	17/10/2548	10:40	17/10/2548	11:00
				5	ต๊าปเกลียว	MC-02-04	10	17/10/2548	11:00	17/10/2548	11:20
				6	ไสร่องลิ่ม	SS-06-01	25	17/10/2548	16:54	18/10/2548	9:44
				7	กัดฟันเฟือง	GM-02-10	95	18/10/2548	9:44	18/10/2548	13:54
				8	ชุบผิวแข็ง	SC-00-01	90	18/10/2548	15:54	19/10/2548	10:54
				9	เจียรในปาดหน้าให้ตั้งฉากรู	HG-03-02	20	19/10/2548	10:54	19/10/2548	11:34
				10	เจียในราบ	PG-03-02	20	19/10/2548	11:34	19/10/2548	13:14

4.4 การทดลองใช้โปรแกรมการจัดตารางการผลิตแบบฮิวริสติก

จากโปรแกรมการจัดตารางการผลิตที่ได้จัดทำขึ้น เพื่อจัดตารางการผลิตสำหรับการผลิตแบบทำตามสั่งนั้น จะทำการทดสอบโดยจัดนำข้อมูลการสั่งผลิตของโรงงานผลิตเฟือง กรณีศึกษาของเดือนตุลาคม 2548 โดยมีรายละเอียดงานทั้งหมด 63 งาน จัดทำเป็นใบสั่งผลิตทั้งหมด 39 ใบสั่งผลิต และนำมาจัดตารางการผลิต 7 ตาราง โดยรายละเอียดของข้อมูลใบสั่งผลิตแสดงในภาคผนวก ก และแสดงผลของสมรรถนะการจัดตารางการผลิตในภาคผนวก ข

4.5 ผลการทดลอง

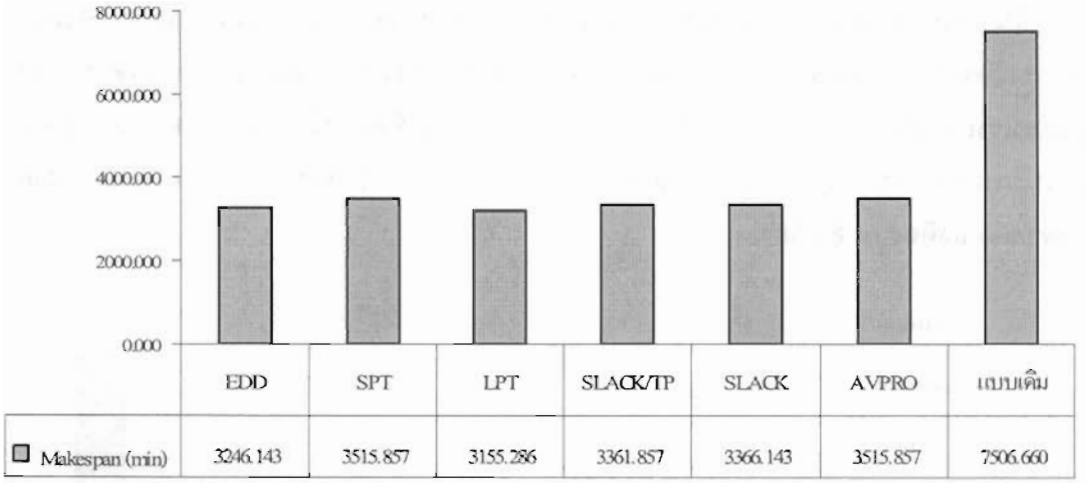
4.5.1 ผลการทดลองของโปรแกรมการจัดตารางการผลิตแบบฮิวริสติก

เป็นการหาค่าเฉลี่ยจากผลการวัดสมรรถนะ (Performance) ตารางการผลิตที่ได้จากการจัดตารางการผลิตทั้งหมด 7 ตารางการผลิต ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4-2 แสดงค่าเฉลี่ยจากผลการวัดสมรรถนะตารางการผลิต

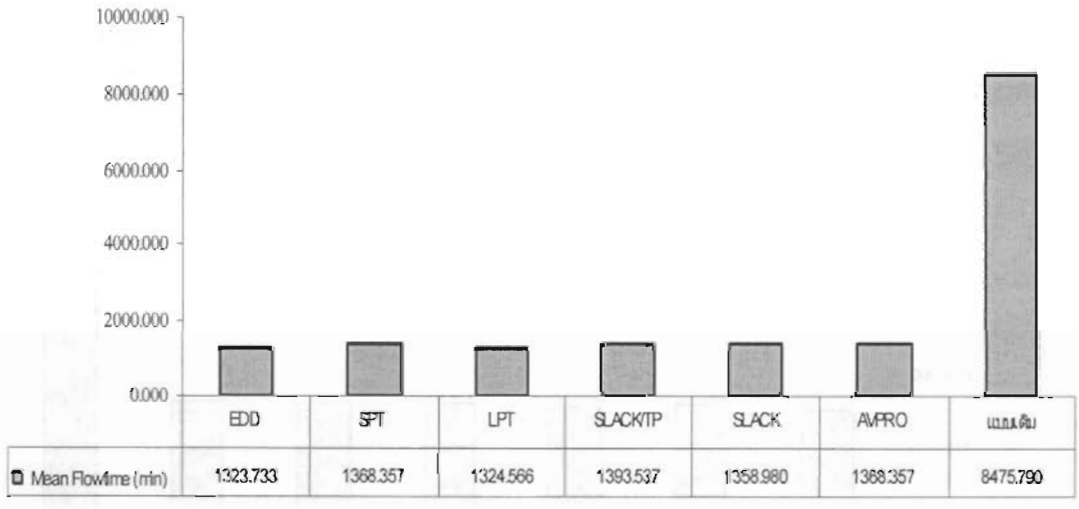
รูปแบบการจัด	Makespan (min)	Mean Flow time (min)	Mean Lateness (min)	Max Tardiness (min)	Mean Tardiness (min)	Total Tardiness (min)	จำนวนงานที่สาย (งาน)
EDD	3246.14	1323.73	-22072.62	2941.71	417.19	4964.00	1.1428571
SPT	3515.86	1368.36	-22027.99	3083.86	439.89	5126.14	1.4285714
LPT	3155.29	1324.57	-22071.78	3030.86	424.09	5053.14	1.1428571
SLACK/TP	3361.86	1393.54	-22002.81	3119.71	450.91	5194.00	1.5714286
SLACK	3366.14	1358.98	-22037.37	3083.71	440.61	5116.71	1.4285714
AVPRO	3515.86	1368.36	-22027.99	3083.86	439.89	5126.14	1.4285714
แบบเดิม	7506.66	8475.79	47342.28	6720.00	1212.63	46080.00	19

จากตารางที่ 4-2 สามารถแสดงเป็นกราฟได้ดังภาพที่ 4-34 ภาพที่ 4-40 ดังต่อไปนี้



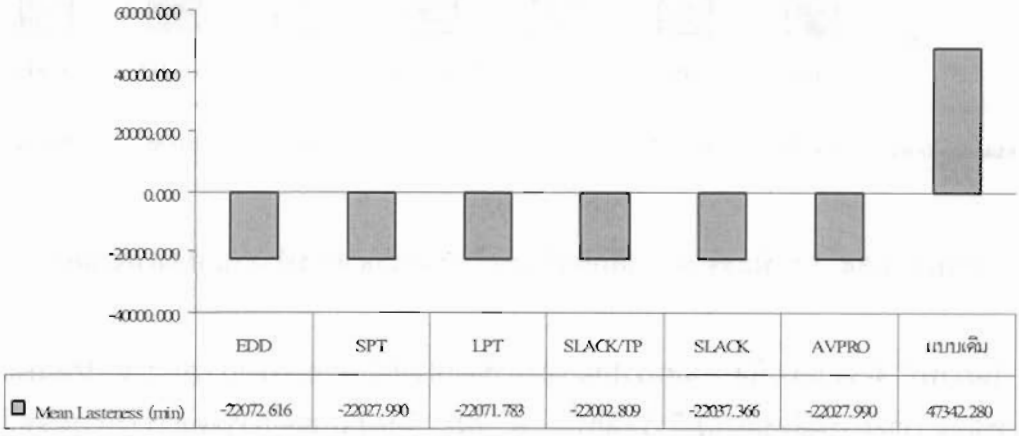
ภาพที่ 4-34 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยผลช่วงกว้างของเวลาการทำงาน (Makespan)

ในภาพที่ 4-34 แสดงให้เห็นสมรรถนะของค่าของช่วงกว้างของเวลาการทำงาน (Makespan) จากการจัดตารางการผลิตของกฎฮิวริสติกทั้ง 6 กฎ ซึ่งกฎเกณฑ์การจัดตารางการผลิตแบบ LPT จะให้สมรรถนะดีที่สุด เพราะเวลางานที่เสร็จช้าที่สุดในการจัดตารางการผลิตน้อยที่สุด และเมื่อเปรียบเทียบกับการผลิตแบบเดิมสามารถลดค่าของช่วงกว้างของเวลาการทำงาน (Makespan) ลงคิดเป็น 57.97%



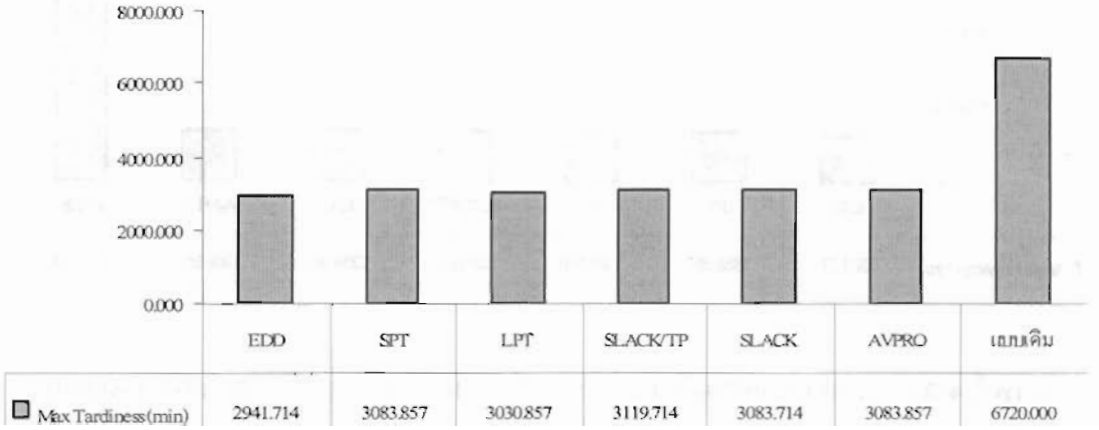
ภาพที่ 4-35 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยผลเวลาการไหลของงานโดยเฉลี่ย (Mean Flowtime)

ในภาพที่ 4-35 แสดงให้เห็นสมรรถนะของเวลาการไหลของงานโดยเฉลี่ย (Mean Flowtime) จากการจัดตารางการผลิตของกฎฮิวริสติกทั้ง 6 กฎ ซึ่งกฎเกณฑ์การจัดตารางการผลิตแบบ EDD จะให้สมรรถนะดีที่สุด เพราะมีการไหลของงานในระบบน้อยที่สุด หรือมีเวลารอคอยต่ำที่สุด และเมื่อเปรียบเทียบกับการผลิตแบบเดิมสามารถลดค่าของเวลาการไหลของงานโดยเฉลี่ย (Mean Flowtime) ลงคิดเป็น 84.38%



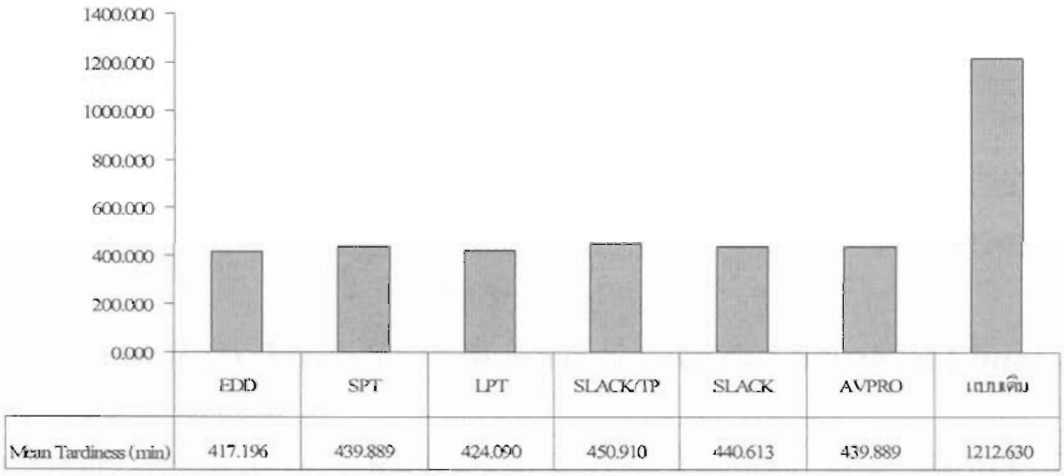
ภาพที่ 4-36 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยผลเวลาสายของงานโดยเฉลี่ย (Mean Lateness)

ในภาพที่ 4-36 แสดงให้เห็นสมรรถนะของเวลาสายของงานโดยเฉลี่ย (Mean Lateness) จากการจัดตารางการผลิตของกฎฮิวริสติกทั้ง 6 กฎ ซึ่งกฎเกณฑ์การจัดตารางการผลิตแบบ EDD จะให้สมรรถนะดีที่สุด เพราะค่าเวลางานสายต่ำที่สุด หรืองานส่วนใหญ่เสร็จทันกำหนดส่งมอบ และเมื่อเปรียบเทียบกับการผลิตแบบเดิมสามารถลดค่าของเวลาสายของงานโดยเฉลี่ย (Mean Lateness) ลงคิดเป็น 146.62%



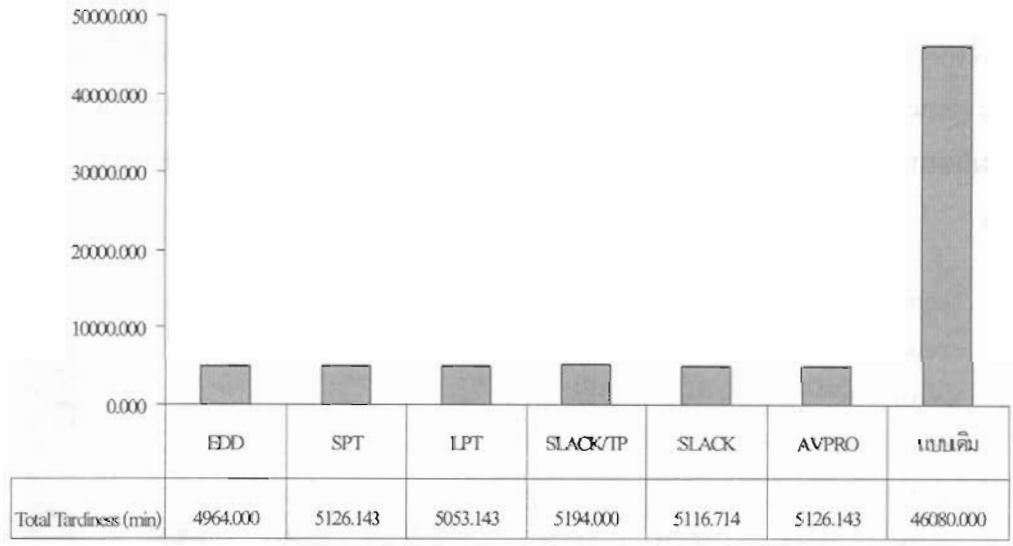
ภาพที่ 4-37 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยผลเวลาล่าช้าของงานสูงที่สุด (Max Tardiness)

ในภาพที่ 4-37 แสดงให้เห็นสมรรถนะของเวลาล่าช้าของงานสูงที่สุด (Max Tardiness) จากการจัดตารางการผลิตของกฎฮิวริสติกทั้ง 6 กฎ ซึ่งกฎเกณฑ์การจัดตารางการผลิตแบบ EDD จะให้สมรรถนะดีที่สุด เพราะค่าเวลาล่าช้าของงานสูงที่สุดนั้นมีค่าต่ำที่สุด และเมื่อเปรียบเทียบกับการผลิตแบบเดิมสามารถลดค่าของเวลาล่าช้าของงานสูงที่สุด (Max Tardiness) ลงคิดเป็น 56.22%



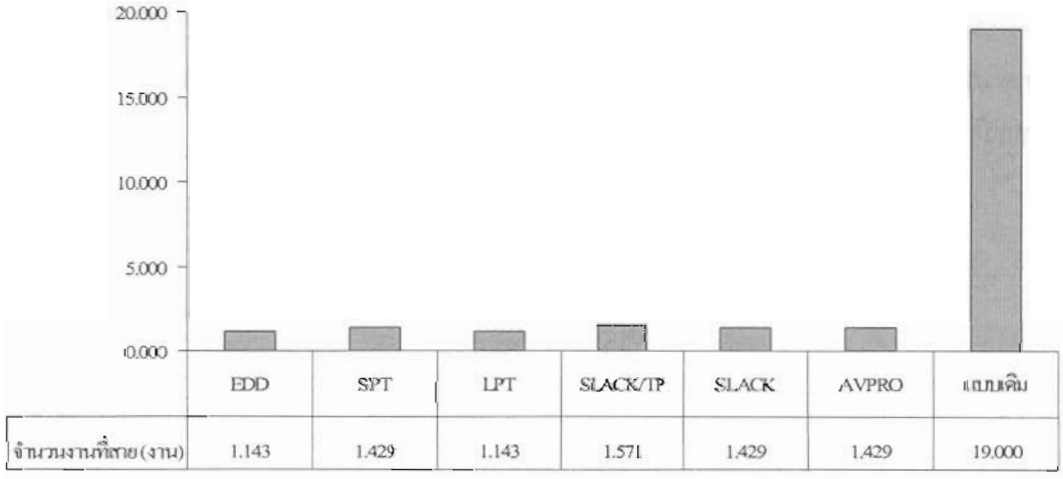
ภาพที่ 4-38 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยเวลาล่าช้าของงานโดยเฉลี่ย (Mean Tardiness)

ในภาพที่ 4-38 แสดงให้เห็นสมรรถนะของเวลาล่าช้าของงานโดยเฉลี่ย (Mean Tardiness) จากการจัดตารางการผลิตของกฎฮิวริสติกทั้ง 6 กฎ ซึ่งกฎเกณฑ์การจัดตารางการผลิตแบบ EDD จะให้สมรรถนะดีที่สุด เพราะค่าเวลาล่าช้าของงานโดยเฉลี่ยมีค่าน้อยที่สุด หรือมีการส่งงานล่าช้ากว่ากำหนดน้อยที่สุด และเมื่อเปรียบเทียบกับการผลิตแบบเดิมสามารถลดค่าของเวลาล่าช้าของงานโดยเฉลี่ย (Mean Tardiness) ลงคิดเป็น 65.59%



ภาพที่ 4-39 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยเวลารวมทั้งหมดของเวลางานล่าช้า (Total Tardiness)

ในภาพที่ 4-39 แสดงให้เห็นสมรรถนะของเวลารวมทั้งหมดของเวลางานล่าช้า (Total Tardiness) จากการจัดตารางการผลิตของกฎฮิวริสติกทั้ง 6 กฎ ซึ่งกฎเกณฑ์การจัดตารางการผลิตแบบ EDD จะให้สมรรถนะดีที่สุด เพราะค่าเวลารวมทั้งหมดของเวลางานล่าช้ามีค่าน้อยที่สุด และเมื่อเปรียบเทียบกับการผลิตแบบเดิมสามารถลดค่าของเวลารวมทั้งหมดของเวลางานล่าช้า (Total Tardiness) ลงคิดเป็น 89.23%



ภาพที่ 4-40 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยของจำนวนงานสาย หรือจำนวนงานล่าช้า (Number of Tardiness Jobs)

ในภาพที่ 4-40 แสดงให้เห็นสมรรถนะของจำนวนงานสาย หรือจำนวนงานล่าช้า (Number of Tardiness Jobs) จากการจัดตารางการผลิตของกฎฮิวริสติกทั้ง 6 กฎ ซึ่งกฎเกณฑ์การจัดตารางการผลิตแบบ EDD และ LPT จะให้สมรรถนะดีที่สุด เพราะจำนวนงานสาย หรือจำนวนงานล่าช้ามีค่าน้อยที่สุด หรือมีจำนวนงานที่ส่งล่าช้ากว่ากำหนดน้อยที่สุด และเมื่อเปรียบเทียบกับการผลิตแบบเดิมสามารถลดจำนวนงานสาย หรือจำนวนงานล่าช้า (Number of Tardiness Jobs) ลงคิดเป็น 93.98%

4.5.2 ผลการนำโปรแกรมการจัดตารางการผลิตไปทดลองใช้งานจริงในโรงงานกรณีศึกษา

เป็นการจัดตารางการผลิตโดยใช้โปรแกรมจัดตารางการผลิตที่ได้ผลที่ดีที่สุดจากการทดลองหาสมรรถนะ (Performance) ของตารางการผลิต นั้นคือการจัดตารางการผลิตแบบ EDD (Early Due Date) งานที่มีกำหนดส่งมอบเร็วสุดทำก่อน ซึ่งแผนตารางการผลิตที่กำหนด และเวลาที่ผลิตได้จริงแสดงในตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-3 แผนตารางการผลิตที่กำหนด และเวลาที่ผลิตได้จริง

PO	Name	Q'ty	Process Name	Machine ID	Set up	Run	โปรแกรมจัดตาราง				ติดตามงานจริง			
							StartDate	Time	Finish Date	Time	StartDate	Time	Finish Date	Time
PO025-0041	GEAR	2	กลึง	TN-01-07	48	26	27/01/50	08:00	27/01/50	09:40	27/01/50	13:00	27/01/50	13:50
			ควักรู	TN-01-07	40	20	27/01/50	09:40	27/01/50	11:00	27/01/50	13:50	27/01/50	15:00
			ไสสไปลน์	GS-06-01	40	60	27/01/50	11:00	27/01/50	14:40	30/01/50	09:00	30/01/50	14:00
			กัดฟันเฟือง	GM-02-09	40	100	27/01/50	14:40	29/01/50	10:40	01/02/50	08:00	01/02/50	11:00
			ชุบผิวแข็ง	SC-00-01	100	500	29/01/50	10:40	31/01/50	14:00	02/02/50	15:00	05/02/50	13:00

จากการใช้โปรแกรมการจัดตารางการผลิตแบบ EDD จะมีข้อมูลของชิ้นงาน จำนวนที่ผลิต และรายละเอียดของเวลาการผลิตในแต่ละขั้นตอน เมื่อนำไปใช้งานจริงไม่สามารถทำตามเวลาในตารางการผลิตได้ เนื่องจากยังมีงานทำค้างอยู่ในบางเครื่องจักร และในการชุบผิวแข็งใช้เวลาไม่แน่นอน ซึ่งมีความสัมพันธ์กับสมมุติฐานการวิจัย และข้อเสนอแนะของการจัดทำโปรแกรมตารางการผลิตนี้

4.5.3 ผลการทดลองของโปรแกรมการจัดตารางการผลิตโดยใช้วิธีฮิวริสติกแบบผสมผสาน

ในการทดลองจัดตารางการผลิตแบบผสมผสานได้จัดทั้งหมด 2 รอบ ซึ่งมีจำนวนงานที่นำไปจัดตารางการผลิตแตกต่างกัน โดยการจัดตารางการผลิตในรอบแรกมี 3 งาน และตารางการผลิตรอบที่สอง 8 งาน

ตารางที่ 4-4 ผลเปรียบเทียบการเรียงลำดับงานในการจัดตารางการผลิต ระหว่างวิธี Heuristic และ Hybrid รอบที่ 1

PO-No.	Name	Q'ty	Processing Time(min)	Start Date	Due Date	Finish Date	EDD Sequent	LPT Sequent	Hybrid Sequent
PO-0008	Extrusion Gearing	1	510	24/10/48	24/10/48	24/10/48	1	1	1
	Gear ZES	1	455	24/10/48	24/10/48	25/10/48	2	3	2
PO-0009	Helical Gear	1	480	24/10/48	29/10/48	24/10/48	3	2	3

ตารางที่ 4-5 ผลเปรียบเทียบสมรรถนะตารางการผลิต ระหว่างวิธี Heuristic และ Hybrid รอบที่ 1

รูปแบบการจัด	Makespan (min)	Mean Flowtime (min)	Mean Lateness (min)	Max Tardiness (min)	Mean Tardiness (min)	Total Tardiness (min)	จำนวนงานที่สาย (งาน)
EDD	890	765.0	-303.0	2222	1416	4249	2
LPT	915	818.3	-249.7	2247	1423	4269	2
Hybrid	720	640.0	-400.0	1720	1002	3006	2
เปรียบเทียบ 2 แบบที่ดีที่สุด	19.10%	16.34%	24.25%	22.59%	29.24%	29.24%	-

ตารางที่ 4-6 ผลเปรียบเทียบการเรียงลำดับงานในการจัดตารางการผลิต ระหว่างวิธี Heuristic และ Hybrid รอบที่ 2

PO-No.	Name	Q'ty	Processing Time(min)	Start Date	Due Date	Finish Date	EDD Sequent	LPT Sequent	Hybrid Sequent
PO-0008	Extrusion Gearing	1	510	24/10/48	24/10/48	24/10/48	1	1	1
	Gear ZES	1	455	24/10/48	24/10/48	25/10/48	2	3	2
PO-0009	Helical Gear	1	480	24/10/48	29/10/48	24/10/48	3	2	3
PO-0010	Gear Box No. 9	1	475	24/10/48	29/10/48	25/10/48	4	5	4
	Gear Box No. 10	1	455	24/10/48	29/10/48	26/10/48	5	7	7
PO-0011	EX1100# Gear	1	384	28/10/48	01/11/48	29/10/48	8	8	8
PO-0012	Skip EMC60A	1	525	27/10/48	29/10/48	29/10/48	6	2	5
	Skip EMC60	1	560	27/10/48	29/10/48	31/10/48	7	1	6

ตารางที่ 4-7 ผลเปรียบเทียบสมรรถนะตารางการผลิต ระหว่างวิธี Heuristic และ Hybrid รอบที่ 2

รูปแบบการจัด	Makespan (min)	Mean Flowtime (min)	Mean Lateness (min)	Max Tardiness (min)	Mean Tardiness (min)	Total Tardiness (min)	จำนวนงานที่สาย (งาน)
EDD	1090	813	-2118	1206.5	449.1	2245.5	2
LPT	967	844	-2087	1331.5	474.1	2370.5	2
Hybrid	960	660	-2445	960.0	180.0	1440.0	2
เปรียบเทียบ 2 แบบที่ดีที่สุด	11.92%	18.82%	13.37%	20.43%	59.92%	35.87%	-

4.5.3.1 ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะตารางการผลิตระหว่างวิธี Heuristic ที่ดีที่สุด และ Hybrid Heuristic รอบที่ 1 ตามตารางที่ 4-5 ผลที่ได้คือการจัดตารางการผลิตโดยใช้ระบบฮิวริสติกแบบผสมผสาน (Hybrid Heuristic) จะให้ค่าสมรรถนะของตารางการผลิตที่ดีที่สุด โดยเมื่อเปรียบเทียบระหว่างตารางการผลิตโดยวิธี Heuristic นั่นคือแบบ EDD (Early Due Date) เป็นแบบที่ดีอันดับที่สอง โดยการจัดตารางการผลิตโดยใช้ระบบฮิวริสติกแบบผสมผสาน (Hybrid Heuristic) จะได้ค่าช่วงกว้างเวลาทำงานลดลง หรืองานเสร็จเร็วขึ้น 19.10% เวลาการไหลของงานในระบบโดยเฉลี่ยลดลง หรือการคอยงานในระบบลดลง 16.34% เวลาสายของงานโดยเฉลี่ยลดลง 24.25% เวลาล่าช้าของงานสูงที่สุดลดลง 22.59% เวลาล่าช้าของงานโดยเฉลี่ยลดลง หรือมีการส่งงานล่าช้ากว่ากำหนดลดลง 29.24% และเวลารวมทั้งหมดของงานล่าช้าลดลง 29.24%

4.5.3.2 ผลเปรียบเทียบการเรียงลำดับงานในการจัดตารางการผลิต ระหว่างวิธีฮิวริสติกแบบผสมผสาน (Hybrid Heuristic) ของตารางการผลิตรอบที่ 1 ตามตารางที่ 4-4 และรอบที่ 2 ตามตารางที่ 4-6 สามารถสรุปได้ว่า การเรียงลำดับงาน จะเรียงลำดับต่างจากเดิมเมื่อจัดตารางการผลิตทั้งหมด 6 งานขึ้นไป

4.5.3.3 ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะตารางการผลิตระหว่างวิธี Heuristic ที่ดีที่สุด และ Hybrid Heuristic รอบที่ 2 ตามตารางที่ 4-7 ผลที่ได้คือการจัดตารางการผลิตโดยใช้ระบบฮิวริสติกแบบผสมผสาน (Hybrid Heuristic) จะให้ค่าสมรรถนะของตารางการผลิตที่ดีที่สุด โดยเมื่อเปรียบเทียบระหว่างตารางการผลิตโดยวิธี Heuristic นั่นคือแบบ EDD (Early Due Date) เป็นแบบที่ดีอันดับที่สอง โดยการจัดตารางการผลิตโดยใช้ระบบฮิวริสติกแบบผสมผสาน (Hybrid Heuristic) จะได้ค่าช่วงกว้างเวลาทำงานลดลง หรืองานเสร็จเร็วขึ้น 11.92% เวลาการไหลของงานในระบบโดยเฉลี่ยลดลง หรือการคอยงานในระบบลดลง 18.82% เวลาสายของงานโดยเฉลี่ยลดลง13.37% เวลาล่าช้าของงานสูงที่สุดลดลง 20.43% เวลาล่าช้าของงานโดยเฉลี่ยลดลง หรือมีการส่งงานล่าช้ากว่ากำหนดลดลง 59.92% และเวลารวมทั้งหมดของงานล่าช้าลดลง 35.87%

บทที่ 5
สรุปผล และข้อเสนอแนะ

วัตถุประสงค์หลักของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ คือการจัดตารางการผลิต สำหรับการผลิตแบบทำตามสั่ง โดยใช้โรงงานผลิตชิ้นส่วนเฟือง เป็นกรณีศึกษาจากการศึกษาการทำงานกระบวนการผลิต การวางแผนการผลิตในปัจจุบันพร้อมกับปัญหาการจัดตารางการผลิตที่ทางโรงงานประสบอยู่ เป็นผลให้สร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการจัดตารางการผลิต โดยนำกฎฮิวริสติกต่างๆ มาประยุกต์ในการจัดตารางการผลิต นอกจากนี้โปรแกรมนี้ยังมีการวัดสมรรถนะการจัดตารางการผลิตตามกฎเกณฑ์ฮิวริสติก เพื่อใช้ผู้จัดตารางพิจารณาถึงความเหมาะสมสำหรับแต่ละงาน จากรายละเอียดดังกล่าวข้างต้น สามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 สภาพปัญหาที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการผลิตเฟือง ได้แก่การขาดการวางแผน และกำหนดขั้นตอนการผลิตก่อน รวมถึงวิธีการการจัดตารางการผลิตที่มีประสิทธิภาพ ลักษณะการผลิตในปัจจุบันของโรงงาน เป็นหน้าที่ของหัวหน้างานแต่ละแผนกจะตัดสินใจในการจ่ายงาน โดยส่วนมากจะใช้เวลารับงานเป็นตัวกำหนดการตัดสินใจในการสั่งผลิตงาน เช่น งานที่สั่งทำก่อนจะทำการผลิตก่อน และบางงานหัวหน้าแผนกบางแผนกไม่ทราบหมายกำหนดการส่ง ซึ่งลักษณะดังนี้ทำให้ แผนการทำงานของแต่ละแผนกไม่สัมพันธ์กัน เกิดการรอคอยงาน ตลอดจนรูปแบบการผลิตเป็นแบบผลิตตามสั่ง (Job Shop Production) ที่มีความซับซ้อนค่อนข้างมาก เช่น การผลิตเฟืองชิ้นหนึ่งมีหลายขั้นตอนการทำงาน (Operation Step) โดยส่วนมากทิศทางการไหลต้องผ่านเครื่องจักรหลายเครื่องแบบหลายทิศทาง และแต่ละเครื่องจักรยังต้องรองรับการทำงาน (Operation) ที่แตกต่างกันจากงานหลายๆ งานทำให้ในทางปฏิบัติการจัดตารางการผลิตทำได้ยากและใช้เวลานานมาก

5.1.2 วิธีการจัดตารางการผลิตที่นำเสนอ เป็นวิธีการจัดตารางการผลิตแบบผลิตตามสั่ง (Job Shop Scheduling) โดยนำเทคนิคของฮิวริสติกมาช่วยในการจัดตารางการผลิต เพื่อให้สามารถหาตารางการผลิตที่เหมาะสมได้ในระยะเวลาอันสั้น โดยทำการเลือกกฎเกณฑ์ฮิวริสติกที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ในการจัดตารางการผลิตมา 6 กฎ ได้แก่ EDD (Early Due Date), SPT (Shortest Processing Time), LPT (Longest Processing Time), SLACK / TP (Smallest Ratio of Slack Time to Total Processing Time), SLACK (Minimum Slack Time), AVPRO พร้อมทั้งจัดทำโปรแกรมการจัดตารางการผลิต เพื่อช่วยให้วิธีการจัดตารางการผลิตที่ค่อนข้างซับซ้อน และต้องใช้เวลานานในการทำเป็นจริงได้ในทางปฏิบัติ

5.1.3 โปรแกรมการจัดตารางการผลิตนี้ จัดทำขึ้นเพื่อใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการจัดตารางการผลิตสำหรับโรงงานผลิตเฟือง กรณีศึกษา และรองรับการทำงานจริง รวมถึงความไม่แน่นอนต่างๆ ที่เกิดขึ้นของโรงงานตัวอย่าง ตลอดจนใช้ในการจำลองแบบปัญหาเพื่อทดสอบหากฎเกณฑ์ฮิวริสติกที่มีความเหมาะสมสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การจัดตารางการผลิตที่ตั้งไว้

5.1.4 การวัดสมรรถนะตารางการผลิตระหว่างวิธีการ และกฎเกณฑ์ฮิวริสติกที่นำเสนอทั้ง 6 กฎ โดยใช้โปรแกรมการจัดตารางการผลิตที่จัดทำขึ้นเป็นเครื่องมือช่วย กับบันทึกการทำงานและวิธีการผลิตแบบเดิมของโรงงานตัวอย่าง พบว่าการใช้โปรแกรมการจัดตารางการผลิตที่จัดทำขึ้น ดีกว่าบันทึกการทำงานและวิธีการเดิมของโรงงานตัวอย่าง ในดัชนีทางการจัดตารางการผลิตทั้ง 6 ค่าคือ ช่วงกว้างของเวลาการทำงาน (Makespan) เวลาการไหลของงานในระบบโดยเฉลี่ย (Mean Flow Time) เวลาสายของงานโดยเฉลี่ย (Mean Lateness) เวลาล่าช้าของงานสูงที่สุด (Max Tardiness) เวลาล่าช้าของงานโดยเฉลี่ย (Mean Tardiness) เวลารวมทั้งหมดของงานล่าช้า (Total Tardiness) และจำนวนงานล่าช้า (Number of Tardy Jobs) โดยจากข้อมูลของผลค่าเฉลี่ยจากการวัดสมรรถนะตารางการผลิต ในตารางที่ 4-5 สามารถสรุปอันดับความเหมาะสมของกฎเกณฑ์ฮิวริสติก ได้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 5-1 แสดงการจัดอันดับของผลค่าเฉลี่ยจากการวัดสมรรถนะตารางการผลิต

รูปแบบการจัด	Makespan (min)	Mean Flowtime (min)	Mean Lateness (min)	Max Tardiness (min)	Mean Tardiness (min)	Total Tardiness (min)	จำนวนงานที่สาย (งาน)
EDD	2	1	1	1	1	1	1
SPT	5	4	4	4	3	4	2
LPT	1	2	2	2	2	2	1
SLACK/TP	3	5	5	5	5	5	3
SLACK	4	3	3	3	4	3	2
AVPRO	5	4	4	4	3	4	2

จากการพิจารณาค่าโดยเฉลี่ยจากการวัดสมรรถนะตารางการผลิต เมื่อเปรียบเทียบกับการผลิตแบบเดิมของโรงงานผลิตเฟืองกรณีศึกษา พบว่ากฎเกณฑ์ที่สามารถตอบสนองต่อตัววัดสมรรถนะตารางการผลิตได้ดีที่สุด คือ กฎเกณฑ์ฮิวริสติกแบบ EDD (Early Due Date) ซึ่งทำให้ช่วงกว้างของเวลาการทำงาน (Makespan) เวลาการไหลของงานในระบบโดยเฉลี่ย (Mean Flow Time) เวลาสายของงานโดยเฉลี่ย (Mean Lateness) เวลาล่าช้าของงานสูงที่สุด (Max Tardiness) เวลาล่าช้าของงานโดยเฉลี่ย (Mean Tardiness) เวลารวมทั้งหมดของงานล่าช้า (Total Tardiness) และจำนวนงานล่าช้า (Number of Tardy Jobs) ลดลงจากเดิม 56.76%, 84.38%, 146.62%, 56.22%, 65.59%, 89.23% และ 93.98% ตามลำดับ

5.1.5 จากผลการเปรียบเทียบสมรรถนะตารางการผลิต ระหว่างตารางการผลิตโดยวิธีฮิวริสติกที่ได้ผลสมรรถนะดีที่สุดในการจัดตารางการผลิต และวิธีฮิวริสติกแบบผสมผสาน ในตารางที่ 4-4 ถึงตารางที่ สามารถสรุปได้ว่า

5.1.5.1 จำนวนงานในการจัดตารางการผลิตแบบ Hybrid

ก) มีผลต่อการเรียงลำดับงาน โดยจะเรียงลำดับต่างจากเดิม เมื่อจัดตารางการผลิตทั้งหมด 6 งานขึ้นไป

ค) ไม่มีผลต่อค่า Makespan, Mean Flow time, Mean Lateness, Max Tardiness, Mean Tardiness และTotal Tardiness

5.1.5.2 สมรรถนะของตารางการผลิตแบบ Hybrid

การจัดตารางการผลิตโดยใช้วิธีฮิวริสติกแบบผสมผสาน เป็นการจัดตารางการผลิตที่ให้ค่าสมรรถนะดีที่สุด เมื่อเปรียบเทียบการจัดตารางการผลิตโดยใช้วิธีฮิวริสติกแบบผสมผสาน กับการจัดตารางการผลิตโดยใช้วิธีฮิวริสติก ซึ่งในการจัดตารางการผลิตที่ทดลองทั้งสองรอบ มีผลให้ค่า Makespan, Mean Flow time, Mean Lateness, Max Tardiness, Mean Tardiness และ Total Tardiness ลดลงทั้งสองรอบโดยรอบที่1 จะให้ค่าช่วงกว้างเวลาทำงานลดลง หรืองานเสร็จเร็วขึ้น 19.10% เวลาการไหลของงานในระบบโดยเฉลี่ยลดลง หรือการคอยงานในระบบลดลง 16.34% เวลาสายของงานโดยเฉลี่ยลดลง 24.25% เวลาล่าช้าของงานสูงที่สุดลดลง 22.59% เวลาล่าช้าของงานโดยเฉลี่ยลดลง หรือมีการส่งงานล่าช้ากว่ากำหนดลดลง 29.24% และเวลารวมทั้งหมดของงานล่าช้าลดลง 29.24% ในรอบที่2จะให้ค่าช่วงกว้างเวลาทำงานลดลง หรืองานเสร็จเร็วขึ้น 11.92% เวลาการไหลของงานในระบบโดยเฉลี่ยลดลง หรือการคอยงานในระบบลดลง 18.82% เวลาสายของงานโดยเฉลี่ยลดลง13.37% เวลาล่าช้าของงานสูงที่สุดลดลง 20.43% เวลาล่าช้าของงานโดยเฉลี่ยลดลง หรือมีการส่งงานล่าช้ากว่ากำหนดลดลง 59.92% และเวลารวมทั้งหมดของงานล่าช้าลดลง 35.87% ดังแสดงในตารางที่ 5-2

ตารางที่ 5-2 เปอร์เซ็นต์ค่าสมรรถนะที่ลดลงของการจัดตารางการผลิตโดยใช้วิธีฮิวริสติกแบบผสมผสานเปรียบเทียบกับการจัดตารางการผลิตโดยใช้วิธีฮิวริสติก

รูปแบบการจัด	Makespan (min)	Mean Flowtime (min)	Mean Lateness (min)	Max Tardiness (min)	Mean Tardiness (min)	Total Tardiness (min)
Hybrid รอบที่ 1	19.10%	16.34%	24.25%	22.59%	29.24%	29.24%
Hybrid รอบที่ 1	11.92%	18.82%	13.37%	20.43%	59.92%	35.87%

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ควรทดลองนำไปประยุกต์ใช้กับโรงงานที่มีระบบการผลิตเป็นแบบผลิตตามสั่ง

5.2.2 สอดคล้องกับสถานการณ์จริงในโรงงาน จะมีงานทำค้างอยู่

5.2.3 การผสมผสานระหว่างกฎต่างๆ ของฮิวริสติกที่ใช้ควรทดลองใช้สัดส่วนอื่น

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

กิจจา ตั้งวงศ์พร. **การจัดลำดับงานการผลิตสำหรับการขึ้นรูปชิ้นงานโลหะแผ่น.** วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2535.

ขณิดา ขุขันธิน. **การพัฒนาระบบการจัดตารางการผลิต เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในโรงงานอุตสาหกรรมเครื่องเรือน**. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2547

ฉัตรชัย ประจันตะเสน. **การจัดตารางการผลิตสินค้าตามใบสั่งซื้อในอุตสาหกรรมทอผ้า**. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2547

ชุมพล ศฤงคารศิริ. **การวางแผนและควบคุมการผลิต.** พิมพ์ครั้งที่ 11. กรุงเทพมหานคร: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2547.

พิชิต สุขเจริญพงษ์. **การจัดการวิศวกรรมการผลิต**. กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2540.

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

มงคล แสงวณิช. **วิธีการทางฮิวริสติกในการจัดตารางเวลาการผลิตรายวันสำหรับงานปั๊มขึ้นรูปชิ้นงานโลหะแผ่นเพื่อให้ได้เวลารวมในการผลิตต่ำสุด : กรณีศึกษา**. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2546

วรรษมา แสงปลั่ง. **การวางแผนและควบคุมการผลิตแบบผสมผสานในโรงงานผลิตโซ่รถจักรยานยนต์**. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2545

สมโภช แซ่น้า. **การจัดตาราง/การเปลี่ยนตารางการผลิตสำหรับระบบการผลิตแบบยืดหยุ่นในกรณีของเครื่องจักรเสีย**. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.

สุรชัย ตั้งใจพัฒนา. **การพัฒนาซอฟต์แวร์เพื่อประยุกต์ใช้กับการจัดตารางการผลิตหลักกรณีศึกษา โรงงานประกอบฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ**. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2546

สุรศักดิ์ สุวัฒนานนท์. **การจัดลำดับการผลิตและการจัดตารางการผลิตสำหรับระบบการผลิตแบบตามสั่ง กรณีศึกษา : อุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนยานยนต์**. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2547

สุรสิทธิ์ โสภณชัย. **การจัดตารางการผลิตชิ้นส่วนแม่พิมพ์แบบใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสำหรับอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนยานยนต์**. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543.

ภาษาอังกฤษ

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

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

ภาคผนวก ก

ข้อมูลนำเข้าในการจัดตารางการผลิต

ตารางที่ ก-1 ข้อมูลเครื่องจักร

ชื่อเครื่องจักร	รหัสเครื่องจักร	ประเภทเครื่องจักร	Machine Brand	ความสามารถของเครื่องจักร
M01	GM-02-01	เครื่องกัดเฟือง	UMC cugir	∅250 x 400
M02	GM-02-02	เครื่องกัดเฟือง	UMC cugir	∅250 x 400
M03	GM-02-03	เครื่องกัดเฟือง	UMC cugir	∅250 x 400
M04	GM-02-04	เครื่องกัดเฟือง	UMC cugir	∅250 x 400
M05	GM-02-05	เครื่องกัดเฟือง	SEIWA IRON WORKS	∅250 x 350
M06	GM-02-06	เครื่องกัดเฟือง	NIHON KIKAI	∅250 x 350
M07	GM-02-07	เครื่องกัดเฟือง	SEIWA IRON WORKS	∅200 x 220
M08	GM-02-08	เครื่องกัดเฟือง	WMW MODUL	∅100 x 200
M09	GM-02-09	เครื่องกัดเฟือง	HP	∅100 x 200
M10	TN-01-01	เครื่องกลึง	CY-S1740G	∅250 x 1000
M11	WM-02-01	เครื่องกัดเกลียวหนอน	WMW	∅400 x 2000
M12	WM-02-02	เครื่องกัดเกลียวหนอน	MIZOGUGHI	∅400 x 700
M13	GM-02-10	เครื่องกัดเฟือง	NIHON KIKAI	∅550 x 550
M14	GM-02-11	เครื่องกัดเฟือง	WMW MODUL	∅1250 x 850
M15	GM-02-12	เครื่องกัดเฟือง	WMW MODUL	∅500 x 600
M16	GG-03-01	เครื่องเจียระไนเฟือง	WMW NILES	∅1000 x 300
M17	GG-03-02	เครื่องเจียระไนเฟือง	WMW NILES	∅300 x 170
M18	GG-03-03	เครื่องเจียระไนเฟือง	WMW NILES	∅1250 x 400
M19	PG-03-01	เครื่องเจียระไนแนวนอน	KOYO-MATTISON	1200x500x350
M20	GM-02-13	เครื่องกัดเฟือง	LIEBHERR	∅300 x 500
M21	GS-06-01	เครื่องไสเฟือง	CHINESE	∅180 x 60
M22	GS-06-02	เครื่องไสเฟือง	TOS	∅500 x 420
M23	GG-03-04	เครื่องเจียระไนเฟือง	WMW RIECKERMANN	∅200 x 170
M24	GG-03-05	เครื่องเจียระไนเฟือง	WMW NILES	∅200 x 170
M25	GG-03-06	เครื่องเจียระไนเฟือง	WMW NILES	∅300 x 170
M26	GG-03-07	เครื่องเจียระไนเฟือง	WMW NILES	∅700 x 220
M27	GG-03-08	เครื่องเจียระไนเฟือง	VEB NILES	∅500 x 170
M28	SG-03-01	เครื่องเจียระไนเพลากลม	OKUMA	∅150 x 900
M29	TN-01-02	เครื่องกลึง CNC	IKEGAI	∅700 x 2000

ตารางที่ ก-1 (ต่อ)

ชื่อเครื่องจักร	รหัสเครื่องจักร	ประเภทเครื่องจักร	Machine Brand	ความสามารถของเครื่องจักร
M30	TN-01-03	เครื่องกลึง	TOS CELAKOVICE SU125	∅1250 x 5000
M31	HT-04-01	เครื่องคว้าน	TOS VARNSDORF	∅600 x 900
M32	HT-04-02	เครื่องคว้าน	SHIBAURA	2500x2000x2500
M33	DR-05-01	เครื่องเจาะ	WMW	
M34	HT-04-03	เครื่องคว้าน	TOS YARNSDOKF	∅600 x 900
M35	SG-03-02	เครื่องเจียระไนเพลากลม	NAXOS-UNION	∅300 x 250
M36	FC-09-01	เครื่องปาดหน้า เจาะยันศูนย์	FRASER	∅150 x 150
M37	TN-01-04	เครื่องกลึง	ESL6250	∅420 x 1500
M38	TN-01-05	เครื่องกลึง	CBT CS6266B	∅420 x 1500
M39	TN-01-06	เครื่องกลึง	BUCHAREST	
M40	WD-09-02	เครื่องเชื่อม	ACCUTIB300P	∅400 x 3000
M41	MC-02-01	เครื่องกัด	MAKINO	450X200X350
M42	SC-06-01	เครื่องไส	UCHIDA	Stroke 450
M43	TN-01-07	เครื่องกลึง	LES INNOVATIONS MECANIOUES	∅400 x 650
M44	TN-01-08	เครื่องกลึง	IKEGAI A25	∅500 x 1000
M45	TN-01-09	เครื่องกลึง	IKEGAI A20	∅500 x 1000
M46	TN-01-10	เครื่องกลึง	VICTOR	∅400 x 1000
M47	SS-06-01	เครื่องไสร่องลิ่ม	CHINESE	∅800 x 220
M48	DR-05-02	เครื่องเจาะ	YOSHIDA	∅800 x 220
M49	SM-09-02	เครื่องจักรเอนกประสงค์	MAKINO MC65	630x500x400
M50	MS-09-03	เครื่องลับมีดกัด	SEIWA	∅100 x 500
M51	MC-02-02	เครื่องกัด CNC	OKUMA	1000x600x500
M52	MC-02-03	เครื่องกัด CNC	MAHO MH900	1000x650x500
M53	MC-02-04	เครื่องกัด CNC	TOS FNG40CNC	500x400x400
M54	MC-02-05	เครื่องกัด CNC	LEADWELL MCV-760XL	700x500x500
M55	MC-02-06	เครื่องกัด CNC	HITACHI SEIKI	
M56	TN-01-11	เครื่องกลึง CNC	MAZAK (SLANT TURN)	∅300 x 1250
M57	TN-01-12	เครื่องกลึง CNC	NAKAMURA TMC3	∅250 x 650
M58	TN-01-13	เครื่องกลึง CNC	MORI SEIKI	∅250 x 650
M59	MC-02-07	เครื่องกัด	YAMASAKI GIKEN	350x200x350

ตารางที่ ก-1 (ต่อ)

ชื่อเครื่องจักร	รหัสเครื่องจักร	ประเภทเครื่องจักร	Machine Brand	ความสามารถของเครื่องจักร
M60	MC-02-08	เครื่องกัด	CHINESE X8126	350x200x350
M61	MC-02-09	เครื่องกัด	CHINESE KXX8126B	350x200x350
M62	TS-09-01	เครื่องลับมีด	SHIN.NIPPON.KOKI	
M63	TS-09-02	เครื่องลับมีด	WMW GOTHA	
M64	HG-03-01	เครื่องเจียระไนรู	WMW BWF	∅300 x 250
M65	HG-03-02	เครื่องเจียระไนรู	WOTAN	∅500 x 1000
M66	HG-03-03	เครื่องเจียระไนรู	VEM	∅150 x 60
M67	SG-03-03	เครื่องเจียระไนเพลากลม	KAESER GIORI	∅300 x 900
M68	SG-03-04	เครื่องเจียระไนเพลากลม	YNNO.2MTW	∅150 x 800
M69	PG-03-02	เครื่องเจียระไนราบ	SUPER TEC	300x600x200
M70	SC-00-01	เครื่องเจียระไนเกลียว	REISHRUER	∅200 x 700

ตารางที่ ก-2 ข้อมูลลูกค้า

รหัส	ชื่อ	ที่อยู่
adv	บ.แอดวานซ์ เซอร์เฟส เทคโนโลยี จำกัด	1/2 ม.6 ต.สามเมือง อ.ลาดบัวหลวง จ.พระนครศรีอยุธยา
aj	บ.เอ.เจ.พลาสท์ จำกัด (มหาชน)	38/11 ม.5 ต.ทุ่งสุขลา อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี
alla	บ.ออลล่า เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด	933 ซ.อ่อนนุช 46 ถ.อ่อนนุช แขวงสวนหลวง เขตสวนหลวง กรุงเทพฯ
b2s	ห้างหุ้นส่วนจำกัด บีทูเอส กลการ	161/232 ม.9 ถ.วิภาวดี- รังสิต แขวงสีกัน เขตดอนเมือง กรุงเทพฯ
bang	ธนาคารแห่งประเทศไทย	274 ถ.สามเสน แขวงวัดสามพระยา เขตพระนคร กรุงเทพฯ
bank	โรงพิมพ์ธนบัตร ธนาคารแห่งประเทศไทย	273 ถ.สามเสน แขวงวัดสามพระยา เขตพระนคร กรุงเทพฯ
bb	บ.บุ๊ค แอนด์ บูม จำกัด	39/1 ม.7 ถ.เพชรเกษม แขวงหนองค้างพลู เขตหนองแขม กรุงเทพฯ
bf	บ.บางกอกโฟม จำกัด	63/11,22,37 ม.2 ซ.เพชรเกษม 81 ถ.เพชรเกษม ต.หนองค้างพลู อ.หนองแขม กรุงเทพฯ
bj	บ.บางจากปิโตรเลียม จำกัด (มหาชน)	210 สุขุมวิท 64 พระโขนง กรุงเทพฯ เขตพระนคร กรุงเทพฯ
bpvc	ห้างหุ้นส่วนจำกัด บางกอก พีวีซี อินเตอร์เทรดดิ้ง	40/2 ม.7 ต.ลำลูกกา อ.ลำลูกกา จ.ปทุมธานี
bss	บ.บุญส่งเสริมเอ็นจิเนียริ่ง แอนด์ ซัพพลาย จำกัด	97/8 ซ.3 (เจริญกุล) ถ.สายลวด ต.ปากน้ำ อ.เมือง จ.สมุทรปราการ
cpacb	บ.อุตสาหกรรมซีแพคบล็อค จำกัด	240 ม.4 ต.ศรีบัวบาน อ.เมือง จ.ลำพูน
cpacb1	บ.ผลิตภัณฑ์คอนกรีตซีแพค จำกัด	123 ม.5 ถ.ร่มเกล้า แขวงคลองสามประเวศ เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ
cpc1	บ.ชลประทานซีเมนต์ จำกัด (มหาชน)	1 ถ.ชลประทานซีเมนต์ ต.ชะอำ อ.ชะอำ จ.เพชรบุรี
ctn	ห้างหุ้นส่วนจำกัด ชินตานี บ้านโป่ง	6/35 ม.4 ต.สวนกล้วย อ.บ้านโป่ง จ.ราชบุรี
et	บ.อีสเทิร์น โพลีแพค จำกัด	47 ม.6 ต.แม่น้ำคู้ ต.ปลวกแดง จ.ระยอง
euro	ห้างหุ้นส่วนจำกัด ยูโรเปี้ยนไทยเทรดดิ้ง	525/205 ซ.2 หมู่บ้านพรสว่างนิเวศน์ ม.7 ถ.สุขุมวิท 113 ต.สำโรงเหนือ อ.เมือง จ.สมุทรปราการ
ft	บ.ฟู้ดส์ เทค เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด	107/4 ม.6 ต.บางรักพัฒนา อ.บางบัวทอง จ.นนทบุรี
honda	บ.ฮอนด้า เอ็นจิเนียริ่ง เอเชี่ยน จำกัด	49 ม.9 สวนอุตสาหกรรมโรจนะ ถ.โรจนะ ต.ธนู อ.อุทัย จ.พระนครศรีอยุธยา
iav	บ.อุตสาหกรรมแว่นตาไทย จำกัด	83 ม.2 ถ.งามวงศ์วาน ต.บางเขน อ.เมือง จ.นนทบุรี
ikt	บ.อุตสาหกรรมกระดาษคราฟท์ไทย จำกัด	99 ม.6 ถ.แสงชูโต (สายเก่า) ต.วังศาลา อ.ท่าม่วง จ.กาญจนบุรี
ine	บ.อุตสาหกรรมน้ำตาลอีสาน จำกัด	99 ม.9 ถนนวังสามหมอ-ดำม่วง ต.สำราญ กิ่ง อ.สามชัย จ.กาฬสินธุ์
ink	บ.อุตสาหกรรมน้ำตาลกาญจนบุรี จำกัด	88 ม.12 ต.ทัพหลวง อ.บ้านไร่ จ.อุทัยธานี
it	บ.ไทยอุตสาหกรรมน้ำตาล จำกัด	อาคารไทยรวมทุน 794 ถ.กรุงเกษม แขวงวัดโสมนัส เขตป้อมปราบฯ กรุงเทพฯ
kct	บ.คิมเบอร์ลี่ย์ - คล๊าค ประเทศไทย จำกัด	54 ม.3 ต.บางขะแยง อ.เมือง จ.ปทุมธานี
kff	การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย	53 ม.2 ถ.จรัญสนิทวงศ์ ต.บางกรวย อ.บางกรวย จ.นนทบุรี
kimm	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ	1518 ถ.พิบูลสงคราม เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ
kv	บ.กังวาลโพลีเอสเตอร์ จำกัด	88 ม.2 ต.หนองชุมพล อ.เขาย้อย จ.เพชรบุรี
nbp	บ.น้ำตาลบ้านโป่ง จำกัด	408/144 อาคารพหลโยธินเพลส ชั้น 34 ถ.พหลโยธิน แขวงสามเสนใน เขตพญาไท กรุงเทพฯ

ตารางที่ ก-2 (ต่อ)

รหัส	ชื่อ	ที่อยู่
neo	บ.นีโอพลาสท์ จำกัด	53/1 ซ.สุขาภิบาล 2 ถ.ปทุม-บางเลน อ.ลาดหลุมแก้ว จ.ปทุมธานี
ness	บ.เนส แมคคาทรอนิคส์ จำกัด	11 ซ.ลาซาล 87 ถ.ลาซาล แขวงบางนา เขตบางนา กรุงเทพฯ
nh	บ.น่ำเฮงสตีล จำกัด	569 ถนนพระรามที่ 3 แขวงบางโพงพาง เขตยานนาวา กรุงเทพฯ
njn	น่ำเจริญการช่าง	249/32 ม.6 ถ.รังสิต-ปทุม ต.บางพูน อ.เมือง จ.ปทุมธานี
nk	บ.น้ำตาลเกษตรผล จำกัด	ชั้น 7 อาคารบุญมิตร 138 ถ.สีลม แขวงสุริยวงศ์ เขตบางรัก กรุงเทพฯ
nkk	บ.น้ำตาลขอนแก่น จำกัด (มหาชน)	503 อาคาร เค.เอส.แอล ทาวเวอร์ ชั้น 9 ถ.ศรีอยุธยา แขวงพญาไท เขตราชเทวี กรุงเทพฯ
nkp	บ.น้ำตาลกุมภวาปี จำกัดล	73 ก. ม.11 ถ.โพนทอง ต.กุมภวาปี อ.กุมภวาปี จ.อุดรธานี
nmp	บ.น้ำตาลมิตรผล จำกัด	2 ชั้น 22 อาคารเพลินจิตรเซ็นเตอร์ ถ.สุขุมวิท แขวงคลองเตย เขตคลองเตย กรุงเทพฯ
scm1	บ.นครหลวงคอนกรีต จำกัด	200/1 ถ.กำแพงเพชร แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ
shm	บ.สหมิตรถังแก๊ส จำกัด (มหาชน)	72/9 ม.7 ซ.พูลเฉลย ถ.บางขุนเทียน-ชายทะเล แขวงแสมดำ เขตบางขุนเทียน กรุงเทพฯ
skk	บ.ปูนซิเมนต์ไทย (แก่งคอย) จำกัด	(โรงงานแก่งคอย) 33/1 ม.3 ถ.มิตรภาพ ต.บ้านป่า อ.แก่งคอย สระบุรี
skp	บ.สยามเครื่องจักรกลพลาสติก จำกัด	41/52 ถ.สุขสวัสดิ์ ซ.14 จอมทอง กรุงเทพฯ
slp	บ.ปูนซิเมนต์ไทย (ลำปาง) จำกัด	279 ม.5 ต.บ้านสา อ.แจ้ห่ม จ.ลำปาง
ssc	บ.สยามสตีลซินดิเกต จำกัด	2013 ถ.เพชรบุรีตัดใหม่ แขวงบางกะปิ เขตห้วยขวาง กรุงเทพฯ
stb	บ.เซาท์เทิร์น คอนกรีต บล็อค จำกัด	348 ถ.กาญจนวณิช ต.พะตง อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา
stl	บ.ปูนซิเมนต์ไทย (ท่าหลวง) จำกัด	(โรงงานท่าหลวง) 1 ม.9 ถ.พัฒน์พงศ์ ต.บ้านครัว อ.บ้านหมอ จ.สระบุรี
summa	บ.ซัมม่า เอ็น.เค.คอนแทรคติ้ง จำกัด	53/96 ถ.รังสิต-ปทุมธานี ต.บ้านกลาง อ.เมืองปทุมธานี จ.ปทุมธานี
summit	บ.ซัมมิทนอดวานซ์แมททีเรียล จำกัด	199/1 ม.3 ต.ทุ่งสุขลา อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี
tgi	อุตสาหกรรมพัฒนามูลนิธิ สถาบันไทย-เยอรมัน	700/1 ม.1 นิคมอุตสาหกรรมบางประกง 2 ถ.บางนา-ตราด กม. 57 ต.คลองตำหรุ อ.เมือง จ.ชลบุรี
thd	Thai Honda Manufacturing Co.,Ltd.	410 Ladkrabang Industrial Estate, Chalongkrung Road, Lamplatue, Ladkrabang, Bangkok
tpl	บ.ทีพีไอ โพลีน จำกัด (มหาชน)	อาคาร ที พี ไอ ทาวเวอร์ 26/56 ถ.จันทน์ตัดใหม่ แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาทร กรุงเทพฯ

ตารางที่ ก-3 ข้อมูลใบสั่งผลิตในการจัดตารางการผลิตรอบที่ 1

Type	NAME	รหัส	PO-No.	Size	Q'ty	Z	M	Pa	HRC	Gr	Ang	L,R	MAT	Order	Due Date
เฟืองเฉียง	Helical Gear	HG-0001	1249-0002	D99.5x113	2	29	3	20	55-58	Y	15	L	5919	7/10/48	21/10/48
เฟืองตรง	Crane Gear No. 15	SG-0001	1249-0003	D98.8x664	1	19	3	20	55-58	Y	-	-	5919	7/10/48	17/10/48
เฟืองเฉียง	Motor Boom Gear	HG-0002	1249-0004	D82.3x34	5	49	3	20	55-58	Y	15	R	5919	7/10/48	17/10/48
เฟืองตรง	Spur Gear D380x73	SG-0002	1249-0005	D380x73	2	88	2	20	58-60	Y	-	-	7131	7/10/48	24/10/48

ตารางที่ ก-4 ข้อมูลใบสั่งผลิตในการจัดตารางการผลิตรอบที่ 2

Type	NAME	รหัส	PO-No.	Size	Q'ty	Z	M	Pa	HRC	Gr	Ang	L,R	MAT	Order	Due Date
เฟืองเฉียง	Helical Gear d53.5x72.5	HG-0003	1249-0006	D33.5x72.5	1	40	2	14.5	55-58	Y	14	R	5919	8/10/48	24/10/48
	Helical Gear d53.5x251	HG-0004		D53.5x251	1	40	2	14.5	55-58	Y	14	R			
เฟืองตรง	Gear d104x32	SG-0003	1249-0007	D104x32	2	81	2	20	55-58	Y	-	-	5919	8/10/48	24/10/48
เฟืองเฉียง	Extrusion Gearing Zes	HG-0005	1249-0008	D182x520	1	23	2.5	20	58-60	Y	14	L	5919	8/10/48	24/10/48
		HG-0006		D300x140	1	40	2.5	20	58-60	Y	14	R	5919		
เฟืองเฉียง	Extrusion Gearing Zes	HG-0007	1249-0009	D300x245	1	40	2.5	20	58-60	Y	14	R	5919	8/10/48	29/10/48

ตารางที่ ก-5 ข้อมูลใบสั่งผลิตในการจัดตารางการผลิตรอบที่ 3

Type	NAME	รหัส	PO-No.	Size	Q'ty	Z	M	Pa	HRC	Gr	Ang	L,R	MAT	Order	Due Date
เฟืองเฉียง	Gear Box Cooling Tower NO.9	HG-0008	1249-0010	D163.5x35	1	28	2	20	58-60	Y	12	R	5119	10/10/48	19/10/48
		HG-0009		D76x252	1	16	2	20	58-60	Y	12	R	5919		
สไปลน์	EX1100 # GEAR	SP-0001	1249-0011	D84x276	1	21	1	20	-	-	-	-	5919	11/10/48	1/11/48
เฟืองเฉียง	SKIP EMC-60	HG-0010	1249-0012	D181.7x34	1	77	2	20	55-58	Y	14	L	5919	11/10/48	29/10/48
		HG-0011		D192x40	1	59	3	20	55-58	Y	14	R	5919		

ตารางที่ ก-6 ข้อมูลใบสั่งผลิตในการจัดตารางการผลิตรอบที่ 4

Type	NAME	รหัส	PO-No.	Size	O'ty	Z	M	Pa	HRC	Gr	Ang	L,R	MAT	Order	Due Date
เฟืองเฉียง	GEAR TYPE 939	HG-0012	1249-0013	D114.3x230	2	18	2	145	58-60	Y	13	L	5919	12/10/48	31/10/48
สไปลน์	EX-SPLINE	SP-0002	1249-0014	D37x100.5	1	12	3	20	55-58	Y	-	-	5919	12/10/48	31/10/48
เฟืองเฉียง	HELICAL GEAR d53x94	HG-0013		D53x94	1	24	3	20		Y					
เฟืองเฉียง	HELICAL GEAR d106x26	HG-0014		D106x26	1	51	3	20		Y					
เฟืองตรง	SHIP GEAR # 518	HG-0015	1249-0015	D663.5x92	5	128	2	20	55-58	Y	15	R	7131	12/6/48	7/1/48
สไปลน์ฟันใน	SHIP SPLING GEAR #518	JS-0001		D105.2x222.5	16	26	2	20		-	-	R	5919		
เฟืองตรง	GEAR D150.3x113	SG-0005	1249-0016	D150.3x113	3	48	3	-	55-58	Y	-	-	7131	13/10/48	5/10/48
	GEAR D150.3x185.3	SG-0006		D150.3x185.3	1	48	3	-	-	Y	-	-			
เฟืองเฉียง	SHTP GEAR #514	HG-0016	1249-0017	D600x127	2	128	2.5	20	58-60	Y	14	R	7131	13/10/48	12/11/48
สไปลน์ฟันใน	SHIP SPLINE GEAR #514	IS-0002		D192.8x182.5	6	25	2.5	20	"	Y	-	-	5919		
เฟืองตรง	Spur Gear d80x52	SG-0007	1249-0018	D-80x52	1	30	3	20	55-58	Y	-	-	7131	13/10/48	24/11/48
เฟืองตรง	Spur Gear d123x30	SG-0008		D123x30	1	47	3	20		Y	-	-			
สไปลน์ฟันใน	Internal Saline d180x55	IS-0003		D180x55	1	8	-	-		Y	-	-			

ตารางที่ ก-7 ข้อมูลใบสั่งผลิตในการจัดตารางการผลิตรอบที่ 5

Type	NAME	รหัส	PO-No.	Size	Q'ty	Z	M	Pa	HRC	Gr	Ang	L,R	MAT	Order	Due Date
เฟืองหนอน	Worm wheel	WW-0001	1249-0019	D146x45	1	30	-	-	-	-	-	-	ALBC-2	14/10/48	31/10/48
เฟืองตรง	Spur Gear d189.5x110	SG-0009	1249-0020	D189.5x110	30	18	9	20	58-62	Y	-	-	18CrMo4	15/10/48	19/11/48
เกลียวหนอน	Worm Shaft	WS-0001	1249-0021	D15x107	4	-	-	-	55-58	Y	-	-	SCM4	17/10/48	7/1/49
เฟืองหนอน	Worm wheel d24x14.5	WW-0002		D24x14.5	16	24	-	-	-	-	-	-	PBC-2		
เฟืองตรง	EXSPLINE d13.57	SP-0003		D13.57	16	10	-	-	55-58	Y	-	-	SCM21		
เฟืองเฉียง	Helical Gear d46.8x26	HG-0011	1249-0022	D46.8x26	21	-	-	20	55-58	-	13	R	5919	17/10/48	30/11/48
เฟืองเฉียง	HELICAL GEAR d390.3x75	HG-0018	1249-0023	D390.3x75	2	48	4.5	20	55-58	Y	15	L	7131	17/10/48	3/11/48
เฟืองตรง	Spur Gear d145x290	SG-0010		D145x290	2	24	5.5	20	"	Y	-	-			
เฟืองตรง	Gear d158.5x30	SG-0011	1249-0024	D158.5x30	2	22	6.5	20	55-58	Y	-	-	7131	17/10/48	5/11/48
	Gear d439.7x115	SG-0012		D439.7x115	2	66	6.5	20		Y	-	-			

ตารางที่ ก-8 ข้อมูลใบสั่งผลิตในการจัดตารางการผลิตรอบที่ 6

Type	NAME	รหัส	PO-No.	Size	Q'ty	Z	M	Pa	HRC	Gr	Ang	L,R	MAT	Order	Due Date
เฟืองเฉียง	Helical Gear d412.2x50	HG-0010	1249-0025	D412.2x50	1	128	3	20	55-58	Y	13	L	7225	18/10/48	15/11/48
เฟืองตรง	เฟืองเครื่องกลึง	SG-0013	1249-0026	D65x109.5	2	30	2	20	55-58	Y	-	-	5919	18/10/48	15/11/48
สไปลน์ฟันใน	เฟืองเครื่องกลึง	IS-0004	1249-0027	D50x84	1	6	-	20	58-60	Y	-	-	7131	18/10/48	9/12/48
เฟืองตรง	เฟืองเครื่องกลึง	SG-0014		D50x85	1	19	2	20		Y	-	-			
เฟืองเฉียง	HELICAL GEAR d175x24	HG-0020	1249-0028	D175x24	1	94	4	20	55-58	-	15	-	5919	19/10/48	31/10/48
เฟืองสะพาน	Gear Rack B- 20K48x111	GR-0001	1249-0029	304x508x94	2	19	-	20	-	-	-	-	SCM21	19/10/48	31/10/48
เฟืองเฉียง	GEAR BOX MAIN HOIST	HG-0021	1249-0030	D190.8x1155	1	25	3	14.5	55-60	Y	14	L	5919	19/10/48	31/1/49
	CRANE 121	HG-0023		D323x125	1	75	3	14.5		Y	13	R	7225		
				D154x361	1	15	3	14.5		Y	14	R	5919		
เฟืองเฉียง	GEAR BOX บั้นจั้น 1.21J	HG-0024	1249-0031	D191x1163	1	25	3	20	55-58	Y	14	L	5919	19/10/48	31/3/49
	C03 (KH22-800)	HG-0025		D523x123	1	72	3	20		Y	13	R	7131		
		HG0026		D154.6x360	1	15	3	20		Y	13	R	5919		
		HG0027		D935.7x150	1	101	3	20		Y	13	L	42CsMo4		
เฟืองตรง	GEAR d238.5x486	SG-0015	1249-0032	D238.5x486	1	14	2.5	20	55-58	Y	-	-	5919	19/10/48	19/11/48
สไปลน์ฟันใน	GEAR d1077.5x202	IS-0005		D1077.5x202	1	12	-	-	-	-	-	-	4140		
เฟืองเฉียง	HELICAL GEAR d143.3x38	HG-0028	1249-0033	D143.3x38	1	66	2	20	55-58	Y	13	R	7131	19/10/48	14/1/49
	HELICAL GEAR d143.3x41	HG-0029		D143.3x41	1	66	2	20		Y	13	L			

ตารางที่ ก-9 ข้อมูลใบสั่งผลิตในการจัดตารางการผลิตรอบที่ 7

Type	NAME	รหัส	PO-No.	Size	O'ty	Z	M	Pa	HRC	Gr	Ang	L,R	MAT	Order	Due Date
เฟืองเฉียง	Helical Gear d412.2x50	HG-0010	1249-0025	D412.2x50	1	128	3	20	55-58	Y	13	L	7225	18/10/48	15/11/48
เฟืองตรง	เฟืองเครื่องกลึง	SG-0013	1249-0026	65x109.5	2	30	2	20	55-58	Y	-	-	5919	18/10/48	15/11/48
สไปลน์ฟันใน	เฟืองเครื่องกลึง	IS-0004	1249-0027	D50x84	1	6	-	20	58-60	Y	-	-	7131	18/10/48	9/12/48
เฟืองตรง	เฟืองเครื่องกลึง	SG-0014		D50x85	1	19	2	20		Y	-	-			
เฟืองเฉียง	HELICAL GEAR d175x24	HG-0020	1249-0028	D175x24	1	94	4	20	55-58	-	15	-	5919	19/10/48	31/10/48
เฟืองสะพาน	Gear Rack B- 20K48x111	GR-0001	1249-0029	304x508x94	2	19	-	20	-	-	-	-	SCM21	19/10/48	31/10/48
เฟืองเฉียง	GEAR BOX MAIN HOIST	HG-0021	1249-0030	D190.8x1155	1	25	3	14.5	55-60	Y	14	L	5919	19/10/48	31/1/49
	CRANE 121	HG-0023		323x125	1	75	3	14.5		Y	13	R	7225		
				D154x361	1	15	3	14.5		Y	14	R	5919		
เฟืองเฉียง	GEAR BOX บั้นจั่น 1 21J	HG-0024	1249-0031	D191x1163	1	25	3	20	55-58	Y	14	L	5919	19/10/48	31/3/49
	C03 (KH22-800)	HG-0025		D523x123	1	72	3	20		Y	13	R	7131		
		HG0026		D154.6x360	1	15	3	20		Y	13	R	5919		
		HG0027		D935.7x150	1	101	3	20		Y	13	L	42CsMo4		
เฟืองตรง	GEAR d238.5x486	SG-0015	1249-0032	D238.5x486	1	14	2.5	20	55-58	Y	-	-	5919	19/10/48	19/11/48
สไปลน์ฟันใน	GEAR d1077.5x202	IS-0005		D1077.5x202	1	12	-	-	-	-	-	-	4140		
เฟืองเฉียง	HELICAL GEAR d143.3x38	HG-0028	1249-0033	D143.3x38	1	66	2	20	55-58	Y	13	R	7131	19/10/48	14/1/49
	HELICAL GEAR d143.3x41	HG-0029		D143.3x41	1	66	2	20		Y	13	L			
สไปลน์	BUAH SPLINE	SP-0004	1249-0034	D41.5x21	1	20	19	20	55-58	-	-	-	SCM21	22/10/48	26/11/48
สไปลน์	BUAH SPLINE	SP-0005		D44x37	1	22	19	20		-	-	-			
สไปลน์ฟันใน	JOINT OUTLET	IS-0006		D45x73.5	1	19	19	20		-	-	-			
เฟืองโซ่	CHAIN WHEEL d500x35	CW-0002	1249-0035	D500x35	2	30	1.5	-	-	-	-	-	SS400	25/10/48	15/11/48
เฟืองหนอน	Worm wheel	WW-0003	1249-0036	D640x86	1	59	-	-	-	-	-	-	ALBC-2	25/10/48	15/11/48
เฟืองหนอน	Worm wheel	WW-0004	1249-0037	D147x74	1	27	-	-	-	-	-	-	ALBC-2	25/10/48	10/11/48
เฟืองโซ่	เฟืองโซ่ 250x55	CW-0001	1249-0038	D550x55	5	32	2.5	-	55-56	-	-	-	SCM4	26/10/48	12/11/48
สไปลน์	TAPER SHRFT	SP-0006	1249-0040	D130x755	4	35	4	-	-	-	-	-	SCM21	25/10/48	6/12/48

ตารางที่ ก-10 ข้อมูลใบสั่งผลิตในการผลิตแบบเดิม

Type	รหัสงาน	PO-No.	Size	O'ty	Z	M	Pa	HRC	Gr	Ang	L,R	MAT	Start	Fin
เฟืองเฉียง	HG-0001	1249-0002	D99.5x113	2	29	3	20	55-58	Y	15	L	5919	12/10/48	22/10/48
เฟืองตรง	SG-0001	1249-0003	D98.8x664	1	19	3	20	55-58	Y	-	-	5919	12/10/48	30/10/48
เฟืองเฉียง	HG-0002	1249-0004	D82.3x34	5	49	3	20	55-58	Y	15	R	5919	12/10/48	25/10/48
เฟืองตรง	SG-0002	1249-0005	D380x73	2	88	2	20	58-60	Y	-	-	7131	12/10/48	28/10/48
เฟืองเฉียง	HG-0003	1249-0006	D33.5x72.5	1	40	2	14.5	55-58	Y	13.5	R	5919	12/10/48	28/10/48
	HG-0004		D53.5x251	1	40	2	14.5	55-58	Y	13.5	R			
เฟืองตรง	SG-0003	1249-0007	D104x32	2	81	2	20	55-58	Y	-	-	5919	14/10/48	26/10/48
เฟืองเฉียง	HG-0005	1249-0008	D182x520	1	23	2.5	20	58-60	Y	14	L	5919	14/10/48	30/10/48
	HG-0006		D300x140	1	40	2.5	20	58-60	Y	14	R	5919		
เฟืองเฉียง	HG-0007	1249-0009	D300x245	1	40	2.5	20	58-60	Y	14	R	5919	14/10/48	29/10/48
เฟืองเฉียง	HG-0008	1249-0010	D163.5x35	1	28	2	20	58-60	Y	12	R	5119	15/10/48	29/10/48
	HG0009		D76x252	1	16	2	20	58-60	Y	12	R	5919		
สปายสไปลน์	SP-0001	1249-0011	D84x276	1	21	1	20	-	-	-	-	5919	15/10/48	29/10/48
เฟืองเฉียง	HG-0010	1249-0012	D181.7x34	1	77	2	20	55-58	Y	13.5	L	5919	15/10/48	02/11/48
	HG-0011		D192x40	1	59	3	20	55-58	Y	13.5	R	5919		
เฟืองเฉียง	HG-0012	1249-0013	D114 3x230	2	18	2	145	58-60	Y	13	L	5919	15/10/48	04/11/48
สปายสไปลน์	SP-0002	1249-0014	D37x100.5	1	12	3	20	55-58	Y	-	-	5919	15/10/48	02/11/48
เฟืองเฉียง	HG-0013		D53x94	1	24	3	20		Y					
เฟืองเฉียง	HG-0014		D106x26	1	51	3	20		Y					
เฟืองตรง	HG-0015	1249-0015	D663.5x92	5	128	2	2	55-58	Y	15	R	7131	18/10/48	15/11/48
สไปลน์ฟันใน	JS-0001		D105 2x222 5	16	26	2	20		-	-	R	5919		
เฟืองตรง	SG-0005	1249-0016	D150.3x113	3	48	3	-	55-58	Y	-	-	7131	16/10/48	05/11/48
	SG-0006		D150 3x185.3	1	48	3	-	-	Y	-	-			
เฟืองเฉียง	HG-0016	1249-0017	D600x127	2	128	2.5	20	58-60	Y	14	R	7131	18/10/48	22/11/48
สไปลน์ฟันใน	IS-0002		D192.8x182.56	6	25	2.5	20	"	Y	-	-	5919		
เฟืองตรง	SG-0007	1249-0018	D-80x52	1	30	3	20	55-58	Y	-	-	7131	16/10/48	24/11/48
เฟืองตรง	SG-0008		D123x30	1	47	3	20		Y	-	-			
สไปลน์ฟันใน	IS-0003		D180x55	1	8	-	-		Y	-	-			
เฟืองหนอน	WW-0001	1249-0019	D146x45	1	30	-	-	-	-	-	-	ALBC-2	16/10/48	31/10/48
เฟืองตรง	SG-0009	1249-0020	D189.5x110	30	18	9	20	58-62	Y	-	-	18CrMo4	18/10/48	37/11/48
เกลียวหนอน	WS-0001	1249-0021	D15x107	4	-	-	-	55-58	Y	-	-	SCM4	22/10/48	07/01/49
เฟืองหนอน	WW-0002		D24x14.5	16	24	-	-	-	-	-	-	PBC-2		
เฟืองตรง	SP-0003		D13.57	16	10	-	-	55-58	Y	-	-	SCM21		
เฟืองเฉียง	HG-0011	1249-0022	D46.8x26	21	-	-	20	55-58	-	13	R	5919	22/10/48	30/11/48
เฟืองเฉียง	HG-0018	1249-0023	D390.3x75	2	48	4 5	20	55-58	Y	15	L	7131	20/10/48	05/11/48
เฟืองตรง	SG-0010		D145x290	2	24	5.5	20	"	Y	-	-			
เฟืองตรง	SG-0011	1249-0024	D158.5x30	2	22	6.5	20	55-58	Y	-	-	7131	20/10/48	08/11/48
	SG-0012		D439.7x115	2	66	6.5	20		Y	-	-			
เฟืองเฉียง	HG-0010	1249-0025	D412.2x50	1	128	3	20	55-58	Y	13	L	7225	20/10/48	18/11/48
เฟืองตรง	SG-0013	1249-0026	D65x109.5	2	30	2	20	55-58	Y	-	-	5919	20/10/48	15/11/48
สไปลน์ฟันใน	IS-0004	1249-0027	D50x84	1	6	-	20	58-60	Y	-	-	7131	20/10/48	09/12/48
เฟืองตรง	SG-0014		D50x85	1	19	2	20		Y	-	-	"		
เฟืองเฉียง	HG-0020	1249-0028	D175x24	1	94	4	20	55-58	-	15	-	5919	24/10/48	03/11/48
เฟืองสะพาน	GR-0001	1249-0029	304x508x94	2	19	-	20	-	-	-	-	SCM21	24/10/48	21/11/48

ตารางที่ ก-10 (ต่อ)

Type	รหัสงาน	PO-No.	Size	O'ty	Z	M	Pa	HRC	Gr	Ang	L,R	MAT	Start	Fin
เฟืองเฉียง	HG-0021	1249-0030	D190.8x1155	1	25	3	14.5	55-60	Y	14	L	5919	24/10/48	03/01/49
	HG-0023		D323x125	1	75	3	14.5		Y	13	R	7225		
			D154x361	1	15	3	14.5		Y	14	R	5919		
เฟืองเฉียง	HG-0024	1249-0031	D191x1163	1	25	3	20	55-58	Y	14	L	5919	22/10/48	09/01/49
	HG-0025		D523x123	1	72	3	20		Y	13	R	7131		
	HG0026		D154.6x360	1	15	3	20		Y	13	R	5919		
	HG0027		D935.7x150	1	101	3	20		Y	13	L	42CsMo4		
เฟืองตรง	SG-0015	1249-0032	D238.5x486	1	14	2.5	20	55-58	Y	-	-	5919	24/10/48	19/11/48
สไปลน์ฟันใน	IS-05		D1077.5x202	1	12	-	-	ทำเนื้อ	-	-	-	4140		
เฟืองเฉียง	HG-0028	1249-0033	D143.3x38	1	66	2	20	55-58	Y	13	R	7131	24/10/48	31/11/48
	HG-0029		D143.3x41	1	66	2	20		Y	13	L			
สไปลน์	SP-0004	1249-0034	D41 5x21	1	20	19	20	55-58	-	-	-	SCM21	26/10/48	26/11/48
สไปลน์	SP-0005		D44x37	1	22	19	20		-	-	-			
สไปลน์ฟันใน	IS-0006		D45x73 5	1	19	19	20		-	-	-			
เฟืองโซ่	CW-0002	1249-0035	D500x35	2	30	1 5	-	-	-	-	-	SS400	28/10/48	18/11/48
เฟืองหนอน	WW-0003	1249-0036	D640x86	1	59	-	-	-	-	-	-	ALBC-2	30/10/48	15/11/48
เฟืองหนอน	WW-0004	1249-0037	D147x74	1	27	-	-	-	-	-	-	ALBC-2	28/10/48	10/11/48
เฟืองโซ่	CW-0001	1249-0038	D550x55	5	32	2.5	-	55-56	-	-	-	SCM4	28/10/48	12/11/48
สไปลน์	SP-0006	1249-0040	D130x755	4	35	4	-	-	-	-	-	SCM21	28/10/48	6/12/48

ภาคผนวก ข

ผลการจัดตารางการผลิต และทดลองใช้งานจริง

ตารางที่ ข-1 ผลการวัดประสิทธิภาพตารางการผลิต ในการจัดตารางการผลิตรอบที่ 1

รูปแบบการจัด	Makespan (min)	Mean Flowtime (min)	Mean Lateness (min)	Max Tardiness (min)	Mean Tardiness (min)	Total Tardiness (min)	จำนวนงานที่สาย (งาน)
EDD	1216	1007.33	-2868.67	2154	718	2154	1
SPT	1290	1030	-2846	2154	718	2154	1
LPT	1056	952.33	-2923.67	2149	716.33	2149	1
SLACK/TP	1216	1007.33	-2868.67	2154	718	2154	1
SLACK	1216	1007.33	-2868.67	2154	718	2154	1
AVPRO	1290	1030	-2846	2154	718	2154	1

ตารางที่ ข-2 ผลการวัดประสิทธิภาพตารางการผลิต ในการจัดตารางการผลิตรอบที่ 2

รูปแบบการจัด	Makespan (min)	Mean Flowtime (min)	Mean Lateness (min)	Max Tardiness (min)	Mean Tardiness (min)	Total Tardiness (min)	จำนวนงานที่สาย (งาน)
EDD	1320	817.5	-4738.5	0	0	0	0
SPT	1235	827.5	-4728.5	0	0	0	0
LPT	1039	816.33	-4739.67	0	0	0	0
SLACK/TP	1320	817.5	-4738.5	0	0	0	0
SLACK	1320	817.5	-4738.5	0	0	0	0
AVPRO	1235	827.5	-4728.5	0	0	0	0

ตารางที่ ข-3 ผลการวัดประสิทธิภาพตารางการผลิต ในการจัดตารางการผลิตรอบที่ 3

รูปแบบการจัด	Makespan (min)	Mean Flowtime (min)	Mean Lateness (min)	Max Tardiness (min)	Mean Tardiness (min)	Total Tardiness (min)	จำนวนงานที่สาย (งาน)
EDD	1255	839.8	-1500.2	0	0	0	0
SPT	2084	1049.2	-1290.8	608	121.6	608	1
LPT	1080	785.8	-1554.2	0	0	0	0
SLACK/TP	2084	1289.6	-1050.4	608	171.4	857	2
SLACK	2084	1049.2	-1290.8	608	121.6	608	1
AVPRO	2084	1049.2	-1290.8	608	121.6	608	1

ตารางที่ ข-4 ผลการวัดประสิทธิภาพตารางการผลิต ในการจัดตารางการผลิตรอบที่ 4

รูปแบบการจัด	Makespan (min)	Mean Flowtime (min)	Mean Lateness (min)	Max Tardiness (min)	Mean Tardiness (min)	Total Tardiness (min)	จำนวนงานที่สาย (งาน)
EDD	5272	1904.23	-12864.08	38	5.08	66	2
SPT	5272	1932.54	-12835.77	244	31.69	412	3
LPT	5272	1893.69	-12874.62	38	5.08	66	2
SLACK/TP	5272	2011.77	-12756.54	349	37.85	492	3
SLACK	5272	1968.38	-12799.92	89	14.77	192	3
AVPRO	5272	1932.54	-12835.77	244	31.69	412	3

ตารางที่ ข-5 ผลการวัดประสิทธิภาพตารางการผลิต ในการจัดตารางการผลิตรอบที่ 5

รูปแบบการจัด	Makespan (min)	Mean Flowtime (min)	Mean Lateness (min)	Max Tardiness (min)	Mean Tardiness (min)	Total Tardiness (min)	จำนวนงานที่สาย (งาน)
EDD	10050	3036.3	-33431.7	3032	303.2	3032	1
SPT	11124	3113.7	-33354.3	3032	303.2	3032	1
LPT	10050	3094.4	-33373.6	3346	334.6	3346	1
SLACK/TP	10050	3008.8	-33459.2	3338	333.8	3338	1
SLACK	10050	3044.8	-33423.2	3346	334.6	3346	1
AVPRO	11124	3113.7	-33354.3	3032	303.2	3032	1

ตารางที่ ข-6 ผลการวัดประสิทธิภาพตารางการผลิต ในการจัดตารางการผลิตรอบที่ 6

รูปแบบการจัด	Makespan (min)	Mean Flowtime (min)	Mean Lateness (min)	Max Tardiness (min)	Mean Tardiness (min)	Total Tardiness (min)	จำนวนงานที่สาย (งาน)
EDD	1300	853.59	-85836.53	13799	1593.71	27093	2
SPT	1296	834.06	-85856.06	13980	1604.35	27274	2
LPT	1280	878.53	-85811.59	14114	1612.24	27408	2
SLACK/TP	1281	819.76	-85870.35	13820	1594.94	27114	2
SLACK	1311	825.65	-85864.47	13820	1594.94	27114	2
AVPRO	1296	834.06	-85856.06	13980	1604.35	27274	2

ตารางที่ ข-7 ผลการวัดประสิทธิภาพตารางการผลิต ในการจัดตารางการผลิตรอบที่ 7

รูปแบบการจัด	Makespan (min)	Mean Flowtime (min)	Mean Lateness (min)	Max Tardiness (min)	Mean Tardiness (min)	Total Tardiness (min)	จำนวนงานที่สาย (งาน)
EDD	2310	807.38	-13268.63	1569	300.38	2403	2
SPT	2310	791.5	-13284.5	1569	300.38	2403	2
LPT	2310	850.88	-13225.13	1569	300.38	2403	2
SLACK/TP	2310	800	-13276	1569	300.38	2403	2
SLACK	2310	800	-13276	1569	300.38	2403	2
AVPRO	2310	791.5	-13284.5	1569	300.38	2403	2

ตารางที่ ข-8 แสดงข้อมูล และผลที่ได้จากการนำโปรแกรมไปใช้กับงานผลิตจริงในโรงงานผลิตเฟืองกรณีศึกษา

PO	Name	Q'ty	Process Name	Machine ID	Setup Time	Run Time	Start EDD	Time	Finish EDD	Time	Start Test	Time	Finish Test	Time
PO025 -0041	GEAR	2	กลึง	TN-01-07	48	26	27/01/50	08:00	27/01/50	09:40	27/01/50	13:00	27/01/50	13:50
			คว้านรู	TN-01-07	40	20	27/01/50	09:40	27/01/50	11:00	27/01/50	13:50	27/01/50	15:00
			ไสสไปลน์	GS-06-01	40	60	27/01/50	11:00	27/01/50	14:40	30/01/50	09:00	30/01/50	14:00
			กัดฟันเฟือง	GM-02-09	40	100	27/01/50	14:40	29/01/50	10:40	01/02/50	08:00	01/02/50	11:00
			ชุบผิวแข็ง	SC-00-01	100	500	29/01/50	10:40	31/01/50	14:00	02/02/50	15:00	05/02/50	13:00

จากสรุปผลในบทที่ 5 พบว่ากฎเกณฑ์ที่สามารถตอบสนองต่อตัววัดประสิทธิภาพตารางการผลิตได้ดีที่สุดสำหรับโรงงานผลิตเฟืองกรณีศึกษา คือ กฎเกณฑ์ฮิวริสติกแบบ EDD (Early Due Date) ดังนั้นจึงได้นำตารางการผลิตแบบ EDD ไปทดลองใช้กับงานจริง

จะเห็นได้ว่าจากวัน และเวลาการทำงานที่กำหนดให้โดยใช้โปรแกรมการจัดตารางการผลิตแบบ EDD เมื่อนำไปใช้งานจริงไม่สามารถทำตามเวลาในตารางการผลิตได้ เนื่องจาก ยังมีงานทำค้างอยู่ในบางเครื่องจักร และในการชุบผิวแข็งใช้เวลาไม่แน่นอน ซึ่งมีความสัมพันธ์กับสมมุติฐานการวิจัยในหัวข้อที่ 1.3 และข้อเสนอแนะของการจัดทำโปรแกรมในหัวข้อที่ 5.2

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ : นางสาวปัญจพร แพใหญ่

ชื่อวิทยานิพนธ์ : การจัดตารางการผลิตแบบทำตามสั่งโดยใช้ระบบฮิวริสติกแบบผสมผสาน กรณีศึกษา : โรงงานผลิตเฟือง

สาขาวิชา : วิศวกรรมการผลิต

ประวัติ

ประวัติส่วนตัว เมื่อวันที่ 19 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2522 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร ที่อยู่ปัจจุบัน เลขที่ 29/12 หมู่ที่ 1 ถนนติวานนท์ ตำบลตลาดขวัญ อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี

ประวัติการศึกษา สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (หลักสูตร 4 ปี) สาขาวิชาช่างกลโรงงาน สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตนนทบุรี ปี พ.ศ. 2541 และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปี พ.ศ. 2545