ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

เรื่อง การปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตโดยการวางแผนและจัดตารางการผลิต
กรณีศึกษา : โรงงานผลิตกล่องกระดาษ

โดย นายปานพล พฤกษาจันทนา

ได้รับอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

_____คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(อาจารย์ ดร.มงคล หวังสถิตย์วงษ์)
21 พฤษภาคม 2550

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

_____ประธานกรรมการ
(อาจารย์ ดร.ณัฐพล อารีรัชชกุล)

_____กรรมการ
(รองศาสตราจารย์สมเกียรติ ขงประสิทธิ์พร)

_____กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ชัยพร วงศ์พิศาล)

_____กรรมการ
(อาจารย์ ดร.วิชัย รุ่งเรืองอนันต์)

การปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตโดยการวางแผนและจัดตารางการผลิต
กรณีศึกษา : โรงงานผลิตกล่องกระดาษ

นายปานพล พฤกษาจันทนา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ปีการศึกษา 2549
ลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ชื่อ : นายปานพล พฤกษาจันทนา
ชื่อวิทยานิพนธ์ : การปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตโดยการวางแผนและจัดตารางการผลิต กรณีศึกษา : โรงงานผลิตกล่องกระดาษ
สาขาวิชา : วิศวกรรมอุตสาหการ
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : อาจารย์ ดร.ณัฐพล อารีรัชชกุล
รองศาสตราจารย์สมเกียรติ จงประสิทธิ์พร
ปีการศึกษา : 2549

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันมีการแข่งขันทางธุรกิจสูง บริษัทต่างๆจึงต้องปรับปรุงประสิทธิภาพในการผลิตให้สูงขึ้น การจัดตารางการผลิตเป็นปัจจัยที่สำคัญในการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต ซึ่งสามารถลดเวลาล่าช้าในการส่งมอบงาน และยังทำให้ความสามารถในการผลิตเพิ่มขึ้น งานวิจัยฉบับได้ปรับปรุงประประสิทธิภาพการผลิตโดยการจัดตารางการผลิตในโรงงานผลิตกล่องกระดาษโดยมีจุดประสงค์เพื่อลดเวลาล่าช้าในการส่งมอบสินค้าเป็นหลัก

ในการปรับปรุงประสิทธิภาพของโรงงานตัวอย่างนั้น ผู้วิจัยได้ศึกษาปัญหาในการจัดตารางการผลิตเดิมซึ่งโรงงานใช้ในปัจจุบัน เพื่อหาสาเหตุซึ่งทำให้การจัดตารางการผลิตไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร และเก็บข้อมูลเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรและเวลาในการผลิต เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดตารางการผลิต ส่วนวิธีในการจัดตารางการผลิตนั้นจะใช้ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม(Genetic Algorithms) และ ฮิวริสติกโดยใช้กฎการจ่ายงานแบบ EDD (Earliest Due Date) เพื่อจัดตารางการผลิต

หลังการนำโปรแกรมจัดตารางการผลิตที่สร้างขึ้นไปใช้กับโรงงานตัวอย่าง ปรากฏว่าสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตโดยสามารถลดว่าล่าช้าในการส่งมอบงานได้ถึง 60.39% และสามารถลดจำนวนงานล่าช้าได้ถึง 63.1% นอกจากตัวชี้วัดทั้งสองตัวนี้แล้ว การจัดตารางการผลิตโดยขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมยังมีประสิทธิภาพดีกว่าการจัดตารางการผลิตโดยใช้วิธี EDD อย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 95%

(วิทยานิพนธ์มีจำนวนทั้งสิ้น 325 หน้า)

คำสำคัญ : การจัดตารางการผลิต , ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม

_____อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

Name : Mr.Panpol Prugsachantana

Thesis Title : Productivity Improvement by Planning and Job Scheduling
Case Study : Paper Box Company

Major Field : Industrial Engineering
King Mongkut's Institute of Technology North Bangkok

Thesis Advisors : Dr.Nathapol Areeratchakul
Associate Professor Somkiat Jongprasithporn

Academic Year : 2007

Abstract

In highly business competition every company must improve production efficiency. Job scheduling was the major factor in production efficiency improvement. Not only decrease tardiness but also increase production efficiency. This thesis improved production efficiency by job scheduling in paper box industrial. The major objective of this thesis was decrease tardiness of job.

In order to improve the production efficiency, the current scheduling, of the sample factory were studied for find the reason that made job scheduling efficiency not as good as it should be and collect setup time and production time for scheduling database. Method for job scheduling using genetic algorithms and dispatching rule (EDD) for job scheduling.

After the computer program developed was used for scheduling, it was found that the production efficiency was improved. The tardiness decrease 60.39% and number of tardy job decrease 63.1%. Unless two efficiency indicator job scheduling by genetic algorithms give significant better than job scheduling by EDD at 95% confidence interval

(Total 325 pages)

Keywords : Job Scheduling , Genetic Algorithms

_____ Advisor

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีด้วยความช่วยเหลือของ อาจารย์ ดร.ณัฐพล อารีรัชชกุล รองศาสตราจารย์สมเกียรติ จงประสิทธิ์พร ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ อาจารย์ ดร.ชาราชร กูลภัทรนิรันดร์ ภาควิชาบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร และ อาจารย์เชาวลิต หามนตรี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆมาโดยตลอด รวมถึงพนักงานโรงงานตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ ที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ท้ายนี้ผู้วิจัยใคร่กราบขอบพระคุณบิดา มารดา ซึ่งสนับสนุนในด้านการเงินและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยตลอดมา และเพื่อนๆพี่น้อง MIE ทุกท่าน

ปานพล พฤกษาจันทนา

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย		ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ		ค
กิตติกรรมประกาศ		จ
สารบัญตาราง		ช
สารบัญภาพ		ฎ
บทที่ 1	บทนำ	1
	1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
	1.2 วัตถุประสงค์	2
	1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	2
	1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน	3
	1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2	ทฤษฎีเกี่ยวข้อง	5
	2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดตารางการผลิต	5
	2.2 ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมในการจัดตารางการผลิต	12
	2.3 การศึกษาเวลา	19
	2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	43
บทที่ 3	วิธีการวิจัย	45
	3.1 ศึกษาสภาพการทำงานของโรงงาน	45
	3.2 ศึกษาปัญหาของโรงงาน	54
	3.3 การจัดตารางการผลิต	61
	3.4 การทดสอบปัจจัยที่ผลต่อขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม	62
บทที่ 4	ผลการทดลอง	65
	4.1 เวลามาตรฐาน	65
	4.2 โปรแกรมในการจัดตารางการผลิต	74
	4.3 การทดสอบพารามิเตอร์ของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม	77
	4.4 การนำโปรแกรมการจัดตารางการผลิตไปใช้ในโรงงานตัวอย่าง	94

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	107
5.1 สรุปผลการวิจัย	107
5.2 การนำโปรแกรมที่สร้างขึ้นไปใช้กับโรงงานตัวอย่าง	110
5.3 ข้อเสนอแนะ	111
บรรณานุกรม	113
ภาคผนวก ก	
เวลาปรับตั้งเครื่องจักร	115
ภาคผนวก ข	
รายละเอียดในการจัดตารางการผลิต	210
ภาคผนวก ค	
ผลการจัดตารางการผลิตโดยวิธีต่างๆ	287
ภาคผนวก ง	
Souce Code โปรแกรม	291
ประวัติผู้วิจัย	325

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2-1	ตารางแสดงการสร้างวงล้อรูลเล็ท	14
2-2	ข้อมูลเวลาที่บันทึกได้	27
2-3	จำนวนตัวอย่างที่เหมาะสม	29
2-4	จำนวนวัฏจักรสำหรับระดับความเชื่อมั่น 95% และระดับความผิดพลาด 5%	31
2-5	ตัวอย่างการหาค่าองค์ประกอบ	39
3-1	แสดงรายละเอียดเครื่องจักรในแผนกตัด	51
3-2	แสดงรายละเอียดเครื่องจักรในแผนกพิมพ์	51
3-3	แสดงรายละเอียดเครื่องจักรในแผนกปะกบ	52
3-4	แสดงรายละเอียดเครื่องจักรในแผนกอาบเคลือบ	52
3-5	แสดงรายละเอียดเครื่องจักรในแผนกไดคัท	53
3-6	แสดงรายละเอียดเครื่องจักรในแผนกติดประกอบ	54
3-7	แสดงรายละเอียดงานในเดือนต่างๆ	55
3-8	ตารางแสดงความน่าจะเป็นในการ Crossover ที่ดีที่สุดจากทดลองจากผู้วิจัยท่านต่างๆ	63
3-9	ตารางแสดงวิธีการ Crossover ที่ดีที่สุดที่ได้จากการทดลองจากผู้วิจัยท่านต่างๆ	63
3-10	ตารางแสดงความน่าจะเป็นในการ Mutation ที่ดีที่สุดจากการทดลองจากผู้วิจัยท่านต่างๆ	64
3-11	ตารางแสดงวิธีการ Mutation ที่ดีที่สุดที่ได้จากการทดลองจากผู้วิจัยท่านต่างๆ	64
4-1	ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องพิมพ์ Roland 800 TYP R 804	65
4-2	ตารางแสดงอัตราการผลิตของเครื่องจักรในแผนกพิมพ์	70
4-3	ตารางแสดงอัตราการผลิตของเครื่องจักรในแผนกปะกบ	71
4-4	ตารางแสดงอัตราการผลิตของเครื่องจักรในแผนกอาบเคลือบ	71
4-5	ตารางแสดงอัตราการผลิตของเครื่องจักรในแผนกไดคัท	72
4-6	ตารางแสดงอัตราการผลิตของเครื่องจักรในแผนกติดประกอบ	73

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4-7	ตารางแสดงปัจจัยและระดับปัจจัยที่นำมาทดสอบพารามิเตอร์ต่างๆที่ใช้ในขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม	80
4-8	แสดง Treatment Combination ต่างๆในการทดสอบ	82
4-9	แสดงผลการทดสอบพารามิเตอร์ของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม	86
4-10	setup time และ production rate ของเครื่องจักรต่างๆในแผนกพิมพ์	95
4-11	setup time และ production rate ของเครื่องจักรต่างๆในแผนกปะกบ	96
4-12	setup time และ production rate ของเครื่องจักรต่างๆในแผนกอาบเคลือบ	96
4-13	setup time และ production rate ของเครื่องจักรต่างๆในแผนกไดคัท	96
4-14	setup time และ production rate ของเครื่องจักรต่างๆในแผนกติดประกอบ	98
4-15	แสดงเวลาล่าช้าของการส่งมอบงานโดยการจัดตารางการจัดวิธีต่างๆ	100
4-16	ข้อมูลการจัดตารางการผลิตวิธีต่างๆ	99
5-1	แสดงเวลาล่าช้าของการส่งมอบงานโดยการจัดตารางการจัดวิธีต่างๆ	110
5-2	ตารางเปรียบเทียบการจัดตารางการผลิตโดยขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมและวิธี EDD	111
ก-1	ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องพิมพ์ Mitsubishi Diamond 1000	116
ก-2	ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องพิมพ์ Mitsubishi 6 HC-5	118
ก-3	ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องพิมพ์ CD102	120
ก-4	ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องไดคัท 1	122
ก-5	ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องไดคัท 2	124
ก-6	ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องไดคัท 3	126
ก-7	ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องไดคัท 4	127
ก-8	ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องไดคัท 5	128
ก-9	ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องไดคัท 6	132
ก-10	ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องไดคัท 7	134

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
ก-11	ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องไดคัท 8	136
ก-12	ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องไดคัท 9	138
ก-13	ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องไดคัท 10	140
ก-14	ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องไดคัท 11	142
ก-15	ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องไดคัท 12	144
ก-16	ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องไดคัท 13	146
ก-17	ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องไดคัท 14	148
ก-18	ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องไดคัท 15	150
ก-19	ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องไดคัท 16	152
ก-20	ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องไดคัท 17	154
ก-21	ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องไดคัท 18	156
ก-22	ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องไดคัท 19	158
ก-23	ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องไดคัท 20	160
ก-24	ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องไดคัท 21	162
ก-25	ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องไดคัท 22	164
ก-26	ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องไดคัท 23	166
ก-27	ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องไดคัท 24	168
ก-28	ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องไดคัท 25	170
ก-29	ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องไดคัท 26	172
ก-30	ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องติด ACE	174
ก-31	ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องติด KKK	176
ก-32	ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องติด QY	178
ก-33	ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องติด HY	180
ก-34	ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องทากาว 1	182
ก-35	ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องทากาว 2	184
ก-36	ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องอาบเทียน	186
ก-37	ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องอาบสปอร์ตยูวี Huawei	188

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
ก-38	ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องอาบวอเตอร์เบส QY	190
ก-39	ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องอาบยูวี	192
ก-40	ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องอาบยูวี 2	194
ก-41	ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องอาบบริสเตอร์	196
ก-42	ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องอาบวอเตอร์เบส	198
ก-43	ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องขัดเงา ระบบไฟฟ้า	200
ก-44	ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องขัดเงา ระบบแก๊ส	202
ก-45	ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องกลบลูกฟูกใหญ่	204
ก-46	ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องกลบลูกฟูกเล็ก	206
ก-47	ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องกลบเล็ก SAM	208
ข-1	รายละเอียดงานในการจัดตารางการผลิต	211
ค-1	ผลการจัดตารางการผลิตโดยขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม	222
ค-2	ผลการจัดตารางการผลิตโดยวิธี EDD	254

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1-1	แสดงจำนวนงานทั้งหมดและงานส่งช้า	2
2-1	การผลิตแบบไหลเลื่อนบริสุทธิ์(Pure Flow Shop)	8
2-2	การผลิตแบบไหลเลื่อนทั่วไป(General Flow Shop)	9
2-3	ทิศทางการไหลของงานในการผลิตแบบตามงาน	9
2-4	แสดงขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม(ที่มา www.its.leeds.ac.uk)	12
2-5	วงล้อรูลเล็ท	14
2-6	ขั้นตอนการศึกษาเวลา	21
2-7	ค่าการประเมินในระบบ Westinghouse	39
3-1	ขั้นตอนการผลิต	46
3-2	ภาพแสดงเครื่องจักรในแผนกพิมพ์(ภาพที่ 1)	47
3-3	ภาพแสดงเครื่องจักรในแผนกพิมพ์(ภาพที่ 2)	47
3-4	ภาพแสดงเครื่องจักรในแผนกปะกบ(ภาพที่ 1)	48
3-5	ภาพแสดงเครื่องจักรในแผนกปะกบ(ภาพที่ 2)	48
3-6	ภาพแสดงเครื่องจักรในแผนกอาบเคลือบ(ภาพที่ 1)	49
3-7	ภาพแสดงเครื่องจักรในแผนกอาบเคลือบ(ภาพที่ 2)	49
3-8	ภาพแสดงเครื่องจักรในแผนกไดคัท	50
3-9	ภาพแสดงเครื่องจักรในแผนกติดประกอบ	50
4-1	ผังการไหลของโปรแกรมจัดตารางการผลิต	74
4-2	แสดงขั้นตอนการทำงานของงาน	75
4-3	ขั้นตอนการทำงานของงาน	76
4-4	แสดงรายละเอียดเครื่องจักรต่างๆในโปรแกรม	77
4-5	แสดงรายละเอียดงานต่างๆที่ใช้ในการทดสอบพารามิเตอร์ต่างๆที่ใช้ในขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม	80
4-6	แสดงส่วนของการใส่ปัจจัยที่ใช้ในการทดสอบพารามิเตอร์ต่างๆที่ใช้ในขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม	81
4-7	แสดงคำตอบต่างๆในการจัดตารางการผลิต	84
4-8	แสดงการจัดเรียงงานต่างๆในเครื่องจักร	85

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4-10	แสดงการแจกแจงปกติของข้อมูล	89
4-11	แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Residuals และ Fitted values	90
4-12	แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางด้านสถิติ โดยโปรแกรม MINITAB	91
4-13	แสดงการแจกแจงปกติของผลกระทบจากปัจจัยต่างๆ	92
4-14	แสดงผลกระทบร่วมของปัจจัยต่างๆ	92
4-15	แสดงการหาระดับปัจจัยที่เหมาะสม(Response Optimizer)	93
4-16	แสดงโปรแกรมการจัดตารางการผลิตที่นำไปใช้ในโรงงานตัวอย่าง	95
4-17	แสดง Grantt Chart ของงานในเครื่องจักรต่างๆ	98
4-18	Normality Test ของการจัดตารางแบบเดิม	101
4-19	Normality Test เวลาล่าช้าของการจัดตารางโดยขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม	102
4-20	Normality Test เวลาล่าช้าของการจัดตารางวิธี EDD	102
4-21	ผลการทดสอบ t-Test ของเวลาล่าช้า	103
4-22	Normality Test Makespan ของการจัดตารางโดยขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม	105
4-23	Normality Test Makespan ของการจัดตารางวิธี EDD	105
4-24	ผลการทดสอบสมมติฐานของ Makespan	106
5-1	หน้าต่างข้อมูลของเครื่องจักร	108
5-2	หน้าต่างข้อมูลรายละเอียดงาน	108
5-3	แสดงลำดับงานในเครื่องต่างๆ	109
5-4	การแสดงผลของการจัดตารางการผลิต	110

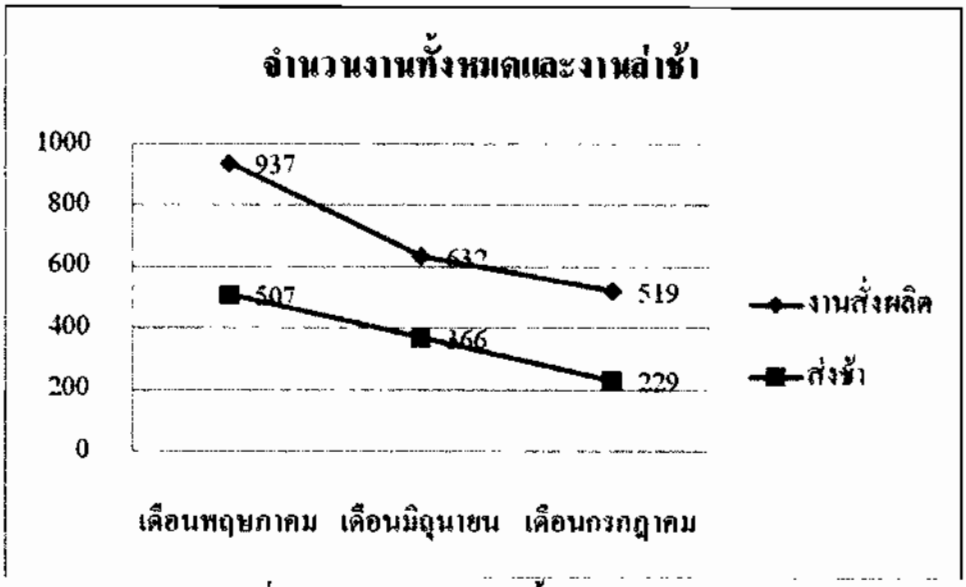
บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันอุตสาหกรรมในการผลิตกล่องกระดาษมีการแข่งขันมากขึ้นทำให้บริษัทต่างๆต้องพัฒนาตนเองในด้านต่างๆ ทั้งด้านการผลิตที่ต้องปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นและลดต้นทุนในการผลิต ด้านการวางแผนการผลิตเพื่อทำให้ทราบถึงตารางการผลิตซึ่งทำให้ส่งสินค้าได้ตรงตามเวลาที่กำหนดและสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้า โดยการปรังปรุงในด้านต่างๆที่กล่าวมานั้นทำให้บริษัทได้เปรียบทั้งด้านราคาและคุณภาพของสินค้ารวมถึงเพิ่มกำไรให้กับบริษัท

แต่ในอุตสาหกรรมที่เติบโตมาจากธุรกิจภายในครอบครัว มักประสบปัญหาในด้านแนวคิดและการวางแผนการผลิตและนโยบายที่ไม่ได้มาตรฐาน เนื่องจากข้อจำกัดทางด้านนโยบายและการปฏิบัติที่ขาดการวางแผนและติดตามผลที่ดีทำให้ไม่ทราบถึงประสิทธิภาพในการผลิตและความสามารถในการผลิต จึงทำให้เกิดข้อจำกัดในการปฏิบัติงาน รวมทั้งขาดการพัฒนาบุคคลกรอย่างต่อเนื่องเมื่อเกิดปัญหาในการผลิตจึงไม่สามารถแก้ไขได้และทำให้เกิดปัญหาในการผลิตสินค้าไม่ทันตามกำหนดซึ่งทำให้เกิดการแทรกงานและส่งผลกระทบกับสินค้าอื่นๆอีกมากมาย ซึ่งการแก้ไขปัญหาในอดีตจึงเป็นไปในลักษณะการแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าโดยใช้ประสบการณ์ที่เคยทำมา ซึ่งขาดหลักวิชาการและไม่ได้เป็นการแก้ไขปัญหาที่ต้นเหตุจึงทำให้เกิดปัญหาเหล่านั้นขึ้นอีก

ปัญหาของโรงงานตัวอย่างคือ ผลิตภัณฑ์มีหลากหลายรูปแบบขึ้นอยู่กับความต้องการของลูกค้า จำนวนในการผลิตสินค้าแต่ละแบบไม่แน่นอน และขั้นตอนในการผลิตสินค้าแต่ละแบบมีความแตกต่างกัน ซึ่งปัจจุบันทางโรงงานยังไม่มีการจัดตารางการผลิตที่มีประสิทธิภาพ จึงทำให้ผลผลิตที่ได้ไม่ตรงกับแผนที่วางไว้และมีปัญหาส่งงานล่าช้าดังแสดงใน ภาพที่ 1-1 และยังทำให้เกิดการสูญเสียในด้านความเชื่อถือของลูกค้าและปริมาณในการสั่งซื้อครั้งต่อไป



ภาพที่ 1-1 แสดงจำนวนงานทั้งหมดและงานส่งช้า

โดยในปัจจุบันได้มีการนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการทำงานด้านต่างๆเพื่อช่วยแบ่งเบาความยุ่งยากและซับซ้อนในการคำนวณ รวมถึงความสะดวกและถูกต้องในการจัดเก็บข้อมูล ซึ่งจะทำให้เข้าถึงข้อมูลมีความรวดเร็วและถูกต้องและสามารถนำข้อมูลเหล่านี้ไปประกอบการวางแผนการผลิต และบริหารต่างๆให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

ผู้จัดทำจึงเสนอการวิจัยฉบับนี้ เพื่อทำให้การวางแผนการผลิตเป็นไปอย่างมีระบบและแก้ไขปัญหาในการจัดตารางการผลิตโดยการออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับวางแผนการผลิตเพื่อแก้ไขปัญหาการส่งงานใช้โดยทำให้เวลาในการส่งงานช้ามีค่าน้อยที่สุด

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อลดเวลาในการส่งงานช้าในกระบวนการผลิตกล่องกระดาษ
2. เพื่อลดปัญหาในการรับงานที่ไม่สมดุลกับกำลังการผลิตของโรงงาน

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1. สร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับวางแผนตารางการผลิตเพื่อนำไปใช้กับโรงงานผลิตกล่องกระดาษ(โรงงานตัวอย่าง)

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ศึกษากระบวนการการผลิตในแต่ละแผนกของโรงงานเพื่อทำความเข้าใจในรายละเอียดของปัญหา
2. ออกแบบโครงสร้างของโปรแกรมและรายละเอียดต่างๆ
3. เก็บข้อมูลต่างๆที่จำเป็นต้องใช้เพื่อนำไปคำนวณในส่วนของโปรแกรม
4. เขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ตามโครงสร้างต่างๆที่ได้ออกแบบไว้
5. ทดลองใช้โปรแกรมที่เขียนกับระบบโรงงานจำลอง
6. แก้ไขโปรแกรมให้ทำงานได้ถูกต้องก่อนนำไปใช้กับโรงงานจริง
7. นำโปรแกรมไปใช้กับโรงงานจริง
8. วิเคราะห์ผลและสรุปผลการวิจัย
9. จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำการวางแผนการผลิตเป็นไปอย่างมีระบบ
2. สามารถกำหนดเวลาในการผลิตสินค้าแต่ละชนิดเพื่อนำไปคำนวณวันกำหนดส่งเพื่อทำให้กำหนด วัน-เวลา ในการกำหนดส่งได้อย่างแน่นอน ซึ่งจะหลีกเลี่ยงการกำหนดวันส่งที่เร็วเกินไปทำให้ไม่สามารถผลิตได้ทัน และการกำหนดวันส่งที่ช้าเกินไปทำให้ล่าช้าจะอาจเสียเปรียบคู่แข่งได้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดตารางการผลิต

2.1.1 เป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ของการจัดตารางการผลิต

เป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ในการจัดตารางการผลิต หมายถึง การจัดตารางการผลิตนั้นๆ ว่ามีวัตถุประสงค์อย่างไร โดยทั่วไปเป้าหมายหลักๆ 3 ประการในการจัดตารางการผลิตคือ

1. การใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์มากที่สุด
2. การตอบสนองต่อความต้องการของ ลูกค้าได้อย่างรวดเร็ว
3. ต้องสามารถผลิตสินค้าได้ตามกำหนดเวลา ในการจัดตารางการผลิต

สามารถจำแนกตามตัววัดผล (Performance Measure) ได้ดังต่อไปนี้

1. เวลาการไหลของงานโดยเฉลี่ย (Mean Flow time) หมายถึงค่าเฉลี่ยของงานที่อยู่ในระบบ หาได้จากสมการที่ 2-1

$$\overline{F} = \frac{1}{n} * \sum_{j=1}^{n} F_j \qquad (2\text{-}1)$$

โดยที่ Fj = Cj – rj

Fj หมายถึง เวลาการไหลของงาน j

Cj หมายถึง เวลาที่งาน j เสร็จ

rj หมายถึง เวลาที่พร้อมจะเริ่มงาน j

วัตถุประสงค์ของการจัดตารางการผลิตคือ การจัดตารางการผลิตให้ได้เวลาการไหลของงานโดยเฉลี่ยต่ำสุด

2. เวลาสายของงานโดยเฉลี่ย (Mean Lateness) หมายถึงค่าเฉลี่ยของเวลาสายของงาน ในระบบ หาได้จากสมการที่ 2-2

$$\overline{L} = \frac{1}{n} * \sum_{j=1}^{n} L_j \qquad (2\text{-}2)$$

โดยที่ Lj = Cj – dj

Lj หมายถึง ระยะเวลาของงานที่เสร็จก่อนหรือหลังเวลาที่กำหนด

Cj หมายถึง เวลาที่งาน j เสร็จ

dj หมายถึง เวลากำหนดส่งงาน j

วัตถุประสงค์ของการจัดตารางการผลิตคือ การจัดตารางการผลิตให้ได้เวลาสายของงานโดยเฉลี่ยต่ำที่สุด

3. ค่าเฉลี่ยของงานสาย (Mean Tardiness) หมายถึง ค่าเฉลี่ยของเวลางานสายในระบบ หาได้จากสมการ 2-3

$$\overline{T} = \frac{1}{n} * \sum_{j=1}^{n} T_j \qquad (2\text{-}3)$$

โดยที่ Tj = max {0,Lj}

Lj หมายถึง ระยะเวลาของงานที่เสร็จก่อนหรือหลังเวลากำหนดส่งงาน

วัตถุประสงค์ของการจัดตารางการผลิตคือ การจัดตารางการผลิตให้ได้ค่าเวลาล่าช้าของงานโดยเฉลี่ยต่ำ

4. จำนวนงานที่สาย (Number of tardy jobs) หมายถึงจำนวนงานที่สายในระบบ หาได้จากสมการ 2-4

$$N_j = \sum_{j=1}^{n} \delta(\mathrm{T_j}) \qquad (2\text{-}4)$$

โดยที่ δ (Tj) = 1 ถ้า Tj > 0

δ (Tj) = 0 ถ้า Tj มีค่าอื่น ๆ

วัตถุประสงค์ของการจัดตารางการผลิตคือ การจัดตารางการผลิตให้ได้ค่าจำนวนงานล่าช้าต่ำ

5. อัตราการใช้งานเครื่องจักร หมายถึง สัดส่วนระหว่างเวลาที่เครื่องจักรทำงาน กับเวลามากที่สุดที่เครื่องจักรสามารถทำงานได้ หาค่าได้จากสมการ 2-5

$$U = \frac{W}{A} \tag{2-5}$$

โดยที่ U หมายถึง อัตราการใช้งานเครื่องจักร

W หมายถึง เวลาที่เครื่องจักรทำงาน

A หมายถึง เวลามากที่สุดที่เครื่องจักรสามารถทำงานได้

วัตถุประสงค์ของการจัดตารางการผลิตคือ การจัดตารางการผลิตให้ได้ค่าอัตราการใช้งานเครื่องจักรมากที่สุด

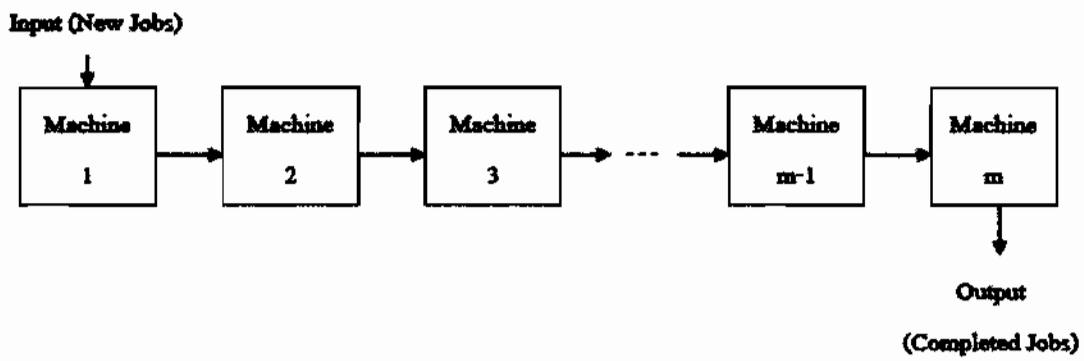
2.1.2 การจำแนกปัญหาการจัดตารางการผลิตตามลักษณะของการผลิต

ปัญหาการจัดลำดับการผลิตและการจัดตารางการผลิตสามารถแบ่งตามลักษณะการผลิตได้ ดังนี้

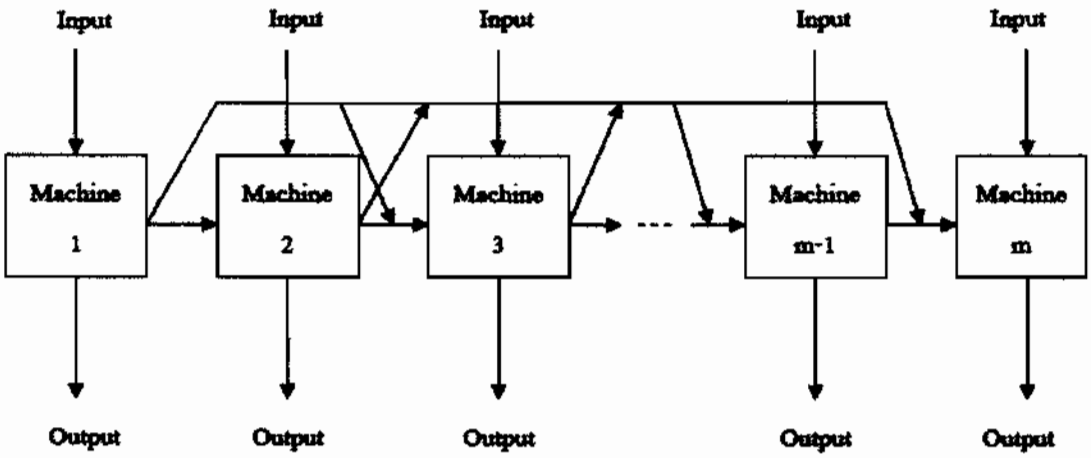
2.1.2.1 การจัดตารางการผลิตของการผลิตแบบการไหลของสายงาน (Flow Shop)

ลักษณะการผลิตแบบการไหลของสายงาน ประกอบด้วยเครื่องจักรหรือสถานีงานหลายสถานีงานที่ทำงานต่อเนื่องกัน โดยลำดับขั้นตอนการทำงานของทุกงานเหมือนกัน ซึ่งหมายความว่างานเหล่านี้มีเส้นทางการไหลเหมือนกัน ปัญหาการจัดตารางการผลิตแบบการไหลของสายงานประกอบด้วยเครื่องจักรที่ต่างกัน m เครื่อง และงานแต่ละงานประกอบด้วยจำนวนขั้นตอนการทำงาน m ขั้นตอน โดยในแต่ละขั้นตอนการทำงานใช้เครื่องจักรที่แตกต่างกัน

ในสายงานที่ประกอบด้วยเครื่องจักรต่างๆกัน m เครื่อง และแต่ละงานประกอบด้วย m กระบวนการ ซึ่งแต่ละกระบวนการนั้นต้องการเครื่องจักรต่างๆกัน การไหลของงานในลักษณะนี้เรียกว่า การไหลของสายงานในทางเดียว (Unidirectional) งานแต่ละงานจะต้องการกระบวนการทำงาน m กระบวนการในการผลิต ในกรณีที่มีกระบวนการน้อยกว่านั้นเวลาที่ใช้ในกระบวนการนั้นๆจะถูกกำหนดให้เป็นศูนย์ สำหรับการผลิตที่งานทุกงานต้องทำ m กระบวนการจึงจะถือว่าเสร็จสิ้นกระบวนการผลิต สายงานนั้นเรียกว่า ลักษณะการผลิตแบบการไหลของสายงานสมบูรณ์(Pure Flow Shop) สำหรับการผลิตที่งานที่จะผลิตสามารถมีกระบวนการน้อยกว่า m กระบวนการได้ และในการผลิตไม่จำเป็นจะต้องทำการผลิตต่อที่เครื่องจักรที่อยู่ในลำดับติดกันอย่างต่อเนื่องและกระบวนการเริ่มต้นและสิ้นสุดไม่จำเป็นต้องเป็นกระบวนการที่ 1 และที่ m สายงานแบบนี้เรียกว่าลักษณะการผลิตแบบการไหลของสายงานทั่วไป (General Flow Shop) ดังแสดงในภาพที่ 2-1 และ 2-2



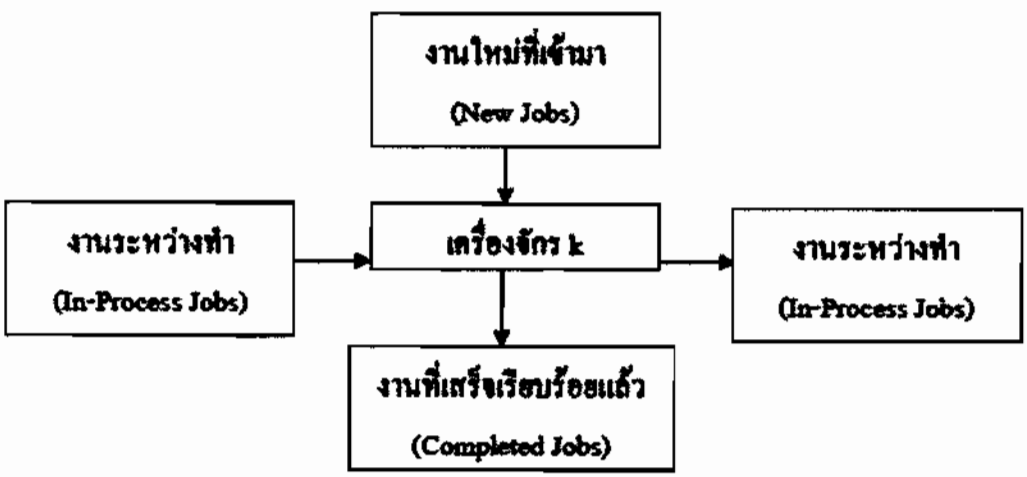
ภาพที่ 2-1 การผลิตแบบไหลเลื่อนบริสุทธิ์(Pure Flow Shop)



ภาพที่ 2-2 การผลิตแบบไหลเลื่อนทั่วไป(General Flow Shop)

2.1.2.2 การจัดตารางการผลิตของการผลิตแบบสั่งผลิตเป็นงานๆ (Job Shop)

ปัญหาการจัดตารางการผลิตแบบสั่งผลิตเป็นงานๆมีลักษณะแตกต่างจากปัญหาการจัดตารางการผลิตแบบการไหลของสายงานคือ เส้นทางการไหลของงานมีความแตกต่างกันไปตามชนิดของงาน ปัญหาการจัดตารางการผลิตแบบสั่งผลิตเป็นงานๆประกอบไปด้วยเครื่องจักรจำนวนหนึ่งและงานหลายๆประเภท โดยงานแต่ละงานประกอบด้วยขั้นตอนการทำงานหลายๆขั้นตอนซึ่งมีลำดับก่อน-หลังในการผลิตที่แน่นอน ดังรูปที่ 2-3



ภาพที่ 2-3 ทิศทางการไหลของงานในการผลิตแบบตามงาน

2.1.3 การจัดลำดับงานกรณีเครื่องจักร 1 เครื่อง (Single-Machine)

หลักการจัดลำดับงาน n ชนิด ให้เครื่องจักร 1 เครื่อง

คุณสมบัติพื้นฐานของการจัดงาน n ชนิดให้เครื่องจักร 1 เครื่อง

1. มีงาน n งาน โดยแต่ละงานมี 1 ขั้นตอน (Operation) และทุกงานสามารถเริ่มทำที่เวลา t=0
2. งานแต่ละงานอาจมีเวลาเตรียมงาน (Set Up Time) ต่างกัน แต่เวลาเตรียมงานของแต่ละงานจะไม่เปลี่ยน ไม่ว่าจะสลับลำดับการทำงานอย่างไร ดังนั้นเวลาเตรียมงาน (Set Up Time) จะรวมอยู่ในเวลาปฏิบัติงาน (Processing Time)
3. ลักษณะต่าง ๆ ของงานเป็นสิ่งที่ทราบล่วงหน้า ได้แก่วิธีการทำงาน เวลาในการทำงาน หรือกำหนดส่งงาน
4. เครื่องจักรมีการปฏิบัติงานต่อเนื่อง โดยถือว่าไม่มีเวลาเครื่องจักรหยุดว่าง (Idle Time)
5. เมื่อเครื่องจักรปฏิบัติงานใด ๆ อยู่ จะไม่มีการแทรกงาน

การจัดงาน n ชนิดให้เครื่องจักร 1 เครื่อง โดยไม่คำนึงถึงกำหนดส่งงาน

1. การจัดลำดับงานโดยมีวัตถุประสงค์ให้ค่าเฉลี่ยเวลาผลิตรวมมีค่าน้อยที่สุด (Minimize MeanFlowtime) การผลิตโดยค่าเฉลี่ยเวลาผลิตรวมมีค่าน้อยที่สุด ต้องจัดลำดับ โดยจัดลำดับงานจากงานที่ใช้เวลาทำงานน้อยไปหามาก (Shortest Processing Time, SPT)

$$_{[1]}t \leq {}_{[2]}t \leq {}_{[3]}t \leq \ldots \leq {}_{[n]}t$$

2. การจัดลำดับงาน โดยให้มีค่าเฉลี่ยเวลาผลิตรวมที่มีปัจจัยน้ำหนัก มีค่าน้อยที่สุด (MinimizeWeighted Mean Flowtime)กรณีที่มีความสำคัญแต่ละงานไม่เท่ากัน จะมีการกำหนดค่าปัจจัยน้ำหนัก (w) งานที่มีความสำคัญมาก จะให้ปัจจัยน้ำหนักมาก การผลิตโดยค่าเฉลี่ยเวลาผลิตรวมที่มีปัจจัยน้ำหนัก (Weighted Mean Flowtime) น้อยที่สุด ต้องจัดลำดับโดยเลือกงานที่มีค่าเวลาหารด้วยปัจจัยน้ำหนักมีค่าน้อยไปมาก (Weight Shortest Processing Time, WSPT)

$$_{[1]}t_{[1]} / w_{[1]} \leq {}_{[2]}t_{[2]} / w_{[2]} \leq {}_{[3]}t_{[3]} / w_{[3]} \leq \ldots \leq {}_{[n]}t_{[n]} / w_{[n]}$$

การจัดงาน n ชนิด ให้เครื่องจักร 1 เครื่อง โดยคำนึงถึงกำหนดส่งงาน

การจัดลำดับงานซึ่งมีกำหนดส่งงาน สิ่งที่พิจารณาคือ เวลาเสร็จของงานก่อนหรือหลังกำหนด(Lj) ซึ่งคือเวลาเสร็จงานลบด้วยเวลาส่งงาน Lj = Cj - dj

การพิจารณาเวลาเสร็จงานก่อนหรือหลัง ทำได้ 3 วิธีคือ

1. ค่าเฉลี่ยเวลาเสร็จงานก่อนหรือหลัง (Maximize Mean Lateness) การจัดลำดับงานเพื่อให้ค่าเฉลี่ยเวลาเสร็จงานก่อนหรือหลังน้อยที่สุด โดยใช้หลัก SPT คือ

$$_{[1]}t \leq {}_{[2]}t \leq {}_{[3]}t \leq \ldots \leq {}_{[n]}t$$

2. ค่ามากที่สุดเวลาเสร็จงานก่อนหรือหลัง (Maximum Job Lateness) มีค่าน้อยที่สุด (Min,Lmax) สามารถจัดลำดับงานได้โดยจัดงานที่มีกำหนดส่งงานก่อนมาทำก่อน (Earliest DueDate, EDD) คือ

$$_{[1]}d \leq {}_{[2]}d \leq {}_{[3]}d \leq \ldots \leq {}_{[n]}d$$

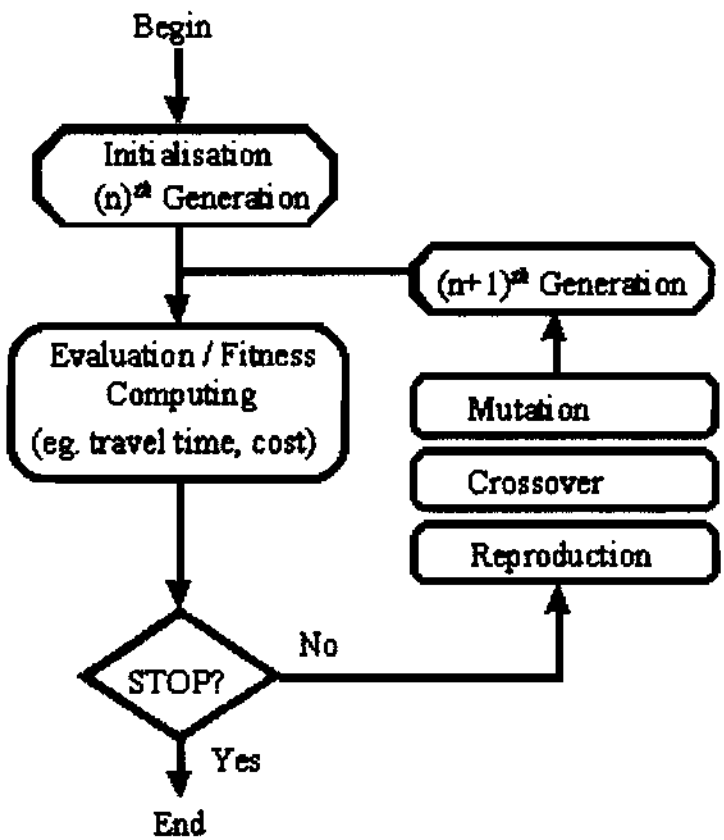
3. ค่าน้อยที่สุดเวลาเสร็จงานก่อนหรือหลัง (Minimum Job Lateness) มีค่ามากที่สุด (Max,Lmin) สามารถจัดลำดับงานได้โดยหาเวลา slack คือเวลาที่ทำงานเสร็จจนถึงกำหนดส่งงาน (di-pi) และจัดลำดับงานจาก Slack น้อยที่สุดก่อน (Minimum Slack Time, MST) คือ

$$_{[1]}{}_{[1]}d - p \leq {}_{[2]}{}_{[2]}d - p \leq {}_{[3]}{}_{[3]}d - p \leq \ldots \leq {}_{[n]}{}_{[n]}d - p$$

2.2 ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมในการจัดตารางการผลิต

ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมเป็นวิธีการค้นหาคำตอบ ซึ่งมีพื้นฐานมาจากกระบวนการคัดเลือกตามธรรมชาติ และการคัดเลือกทางพันธุศาสตร์ โดยจะคัดเลือกโครโมโซม(Chromosome) จากกลุ่มของโครโมโซมทั้งหมดโดยวิธีการคัดเลือกจากค่าความเหมาะสม (Fitness Value) หลังจากผ่านกรรมวิธีการคัดเลือกที่เหมาะสมแล้ว จะทำให้ได้โครโมโซมคำตอบที่มีค่าคำตอบดีที่สุด หรืออย่างน้อยใกล้เคียงคำตอบที่ดีที่สุด ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมไม่ได้ใช้การสุ่มอย่างง่ายๆแต่เป็นการใช้ข้อมูลในอดีตอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อพิจารณาถึงจุดที่ต้องการค้นหา โดยคาดหวังว่าค่าตัววัดสมรรถนะของคำตอบจะถูกปรับปรุงให้ดีขึ้น

ในการแก้ไขปัญหาการจัดตารางการผลิตด้วยขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม พารามิเตอร์ต่างๆ จะถูกแปลงอยู่ในรูปของ สตริง(String) หรือ โครโมโซม ซึ่งประกอบด้วยอักขระ(Character) หรือ บิท (Bit) จำนวนหนึ่ง แต่ละตำแหน่งของโครโมโซมจะเก็บค่าบิทเพื่อแสดงถึงโครงสร้างของแต่ละโครโมโซมที่จะให้คำตอบที่แตกต่างกันของปัญหา โดยขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมสามารถเขียนขั้นตอนการดำเนินการได้ดังรูป



ภาพที่ 2-4 แสดงขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม(ที่มา www.its.leeds.ac.uk)

2.2.1 การใส่รหัสคำตอบ(Chromosome Coding)

การใส่รหัสคำตอบเป็นขั้นตอนแรกของการเริ่มต้นขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม โดยการใส่รหัสคำตอบนั้นมีหลากหลายวิธีดังต่อไปนี้

1. การใส่รหัสแบบเลขฐานสอง
2. การใส่รหัสแบบเลขจำนวนจริง
3. การใส่รหัสแบบจัดเรียงตามตัวอักษร
4. การใส่รหัสแบบโครงสร้างข้อมูลทั่วไป

โดยข้อกำหนดของโครโมโซมมีข้อกำหนดต่างๆดังนี้

1. โครโมโซมแทนลำดับการทำงานของปัญหา
2. ใน 1 โครโมโซมแบ่งออกเป็นหน่วยเล็กๆที่เรียกว่าบิท เรียงกันอยู่โดยจำนวนของบิทเท่ากับจำนวนงานที่พิจารณา
3. ในแต่ละบิทจะมีค่าตัวเลขตั้งแต่ 1 ถึง n ซึ่งแทนลำดับงานต่างๆ
4. ตัวเลขในโครโมโซม(บิท)จะต้องไม่ซ้ำกัน

2.2.2 ประชากรเบื้องต้น(Initial Population)

ประชากรเบื้องต้น คือ การสร้างคำตอบเบื้องต้นเพื่อนำไปใช้ในขั้นตอนต่างๆของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม โดยประชากรเบื้องต้น 1 ตัวคือคำตอบ 1 คำตอบ โดยประชากรเบื้องต้นนั้นประกอบด้วยลำดับของงานตั้งแต่ 1-n งาน จำนวนประชากรเริ่มต้นนั้นจะเท่ากับจำนวนประชากรในแต่ละรุ่นและเป็นพารามิเตอร์ที่มีผลต่อประสิทธิภาพของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม ประชากรเบื้องต้นนั้นจะต้องไม่ซ้ำกันเพื่อไม่ให้คำตอบของประชากรเข้าสู่(Local Optimal)

2.2.3 การถอดรหัสคำตอบ(Decoding)

คำตอบของลำดับของงานที่อยู่ในประชากรนั้น คือลำดับงานเท่านั้น จะต้องนำลำดับงานต่างๆที่อยู่ภายในคำตอบนั้นมาหาค่าเป้าหมาย (Fitness) โดยค่าเป้าหมายนั้นผู้ปฏิบัติงานเป็นผู้กำหนด

2.2.4 การคัดเลือกคำตอบ(Selection)

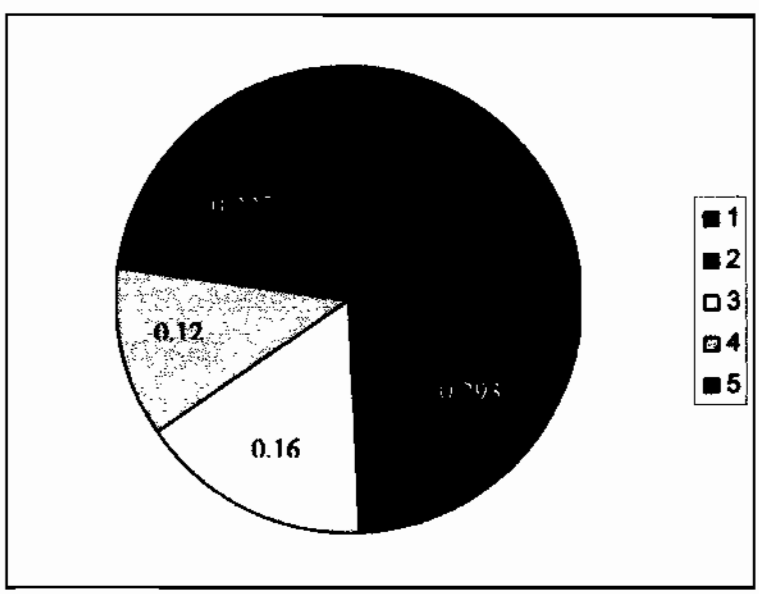
การคัดเลือกคำตอบทำโดยเอากลุ่มของประชากรเบื้องต้นทั้งหมดโดยดูจากค่าความเหมาะสมของคำตอบประชากรแต่ละตัว คำตอบที่มีความเหมาะสมมากกว่ามีโอกาสที่จะถูกเลือกมากกว่าคำตอบที่มีความเหมาะสมน้อยกว่า โดยวิธีในการคัดเลือกมีหลายวิธีดังต่อไปนี้

1. การคัดเลือกแบบวงล้อรูลเล็ท

วิธีการคัดเลือกแบบวงล้อรูลเล็ทนั้นคล้ายกับการปาเป้าในกีฬาปาเป้าแต่เป้านั้นจะถูกแบ่งออกเป็นแบ่งช่องๆเท่ากับจำนวนประชากร แต่ความกว้างของช่องในแต่ละช่องนั้นไม่เท่ากันโดยประชากรที่มีค่าความเหมาะสมมากกว่าจะมีขนาดช่องที่โตกว่า ซึ่งมีโอกาสที่ถูกปาได้มากกว่า

ตารางที่ 2-1 ตารางแสดงการสร้างวงล้อรูลเล็ท

ประชากร	Fitness	Pi	Qi
1	15	0.2	0.2
2	22	0.293	0.493
3	12	0.16	0.653
4	9	0.12	0.773
5	17	0.227	1
รวม	75	1	



ภาพที่ 2-5 วงล้อรูลเล็ท

2. การคัดเลือกแบบใช้ค่าความเหมาะสมเป็นหลัก (Fitness Based Selection)

การคัดเลือกวิธีนี้ใช้ค่าความเหมาะสมเป็นหลักในการคัดเลือกโครโมโซม โดยการคัดเลือกวิธีนี้จะจัดเรียงโครโมโซมตามลำดับค่าความเหมาะสมหลังจากนั้นเลือกโครโมโซมตามจำนวนที่กำหนดไว้ดังตัวอย่าง มีโครโมโซมจำนวน 6 โครโมโซมซึ่งในกรณีเราจะเลือกโครโมโซมที่เหมาะสมมา 3 โครโมโซม

ประชากร	Fitness	การเลือก
1	22	เลือก
2	15	เลือก
3	15	เลือก
4	12	ไม่เลือก
5	9	ไม่เลือก
6	8	ไม่เลือก

2.2.5 การครอร์สโอเวอร์(Crossover)

กระบวนการ Crossover เป็นกระบวนการที่นำโครโมโซม 2 โครโมโซมมาทำกระบวนการเพื่อแลกเปลี่ยนส่วน โดยโครโมโซมที่เลือกมานั้นจะเรียกว่าโครโมโซมพ่อแม่ (Parent) หลังจากผ่านกระบวนการ Crossover จะได้โครโมโซมใหม่ 1 คู่เรียกว่าโครโมโซมลูกหลาน(Offspring) โดยวิธี Crossover มาหลายวิธีดังต่อไปนี้

1. วิธีการสลับสายพันธุ์แบบจัดคู่ส่วน Partial Mapped Crossover(PMX)

วิธีการ Crossover แบบ PMX ทำได้โดยเลือกโครโมโซมมา 1 คู่แบบสุ่ม ซึ่งอยู่ในช่วง (1 , n-1) โดย n คือความยาวของโครโมโซมขอบเขตการ Crossover จะอยู่ในช่วง | ตัวอย่างเช่น

P1 = [1 2 3|4 5 6|7 8 9]

P2 = [2 4 5|7 8 1|6 9 3]

จากตัวอย่างจะเห็นว่าขอบเขตของการ Crossover อยู่ในช่วง [3,6] จากนั้นสร้างลูกหลานที่เกิดจากการ Crossover มา 1 คู่ โดยช่วงที่อยู่ภายในช่วง Crossover ของพ่อแม่ P1 จะอยู่ในลูกหลาน O2 และช่วง Crossover ของพ่อแม่ P2 จะอยู่ในลูกหลาน O1 ดังนี้

O1 = [###|781|###]

O2 = [###|456|###]

หลังจากนั้นพิจารณาบิทที่ไม่ซ้ำกันในช่วงการ Crossover กับบิทเดิมของ O1 และ P1 และกระทำเช่นเดียวกับ O2 และ P2 ดังนี้

O1 = [#23|781|##9]

O2 = [2##|456|#93]

จากนั้นดูตำแหน่งที่เป็นเครื่องหมาย # ใน O2 ซึ่งเดิมมาจาก P1 โดยตำแหน่ง # เดิมนั้นคือ 1 แต่ถ้าอยู่ใน O1 แล้วจะซ้ำกับ 1 ในช่วง Crossover เราจึงดูที่บิท "1" ใน O1 จะตรงกับบิท "6" ใน O2 จึงแทน # ใน O1 ด้วย "6" และกระทำเช่นเดียวกันในทุกตำแหน่งที่เป็นเครื่องหมาย # ดังนี้

O1 = [623|781|459]

O2 = [278|456|193]

2. วิธีการสลับสายพันธุ์แบบลำดับ Order Crossover (OX)

เช่นเดียวกับวิธีการ Crossover แบบอื่นๆ คือการเลือกโครโมโซมพ่อแม่อย่างสุ่มขึ้นมา 1 คู่ หลังจากนั้นสุ่มช่วงการ Crossover โดยช่วงการ Crossover อยู่ในช่วง (1 , n-1) โดย n คือความยาวของโครโมโซมขอบเขตการ Crossover จะอยู่ในช่วง | ตัวอย่างเช่น

P1 = [123|456|789]

P2 = [245|781|693]

พิจารณาช่วงการ Crossover ของ P2 ว่าซ้ำกับบิทใดบ้างใน P2 ให้ทำเป็นเครื่องหมาย # เช่นเดียวกับ P1 ดังนี้

O1 = [#23|456|##9]

O2 = [2##|781|#93]

จากนั้นเลื่อนตำแหน่งช่วง Crossover มาอยู่ช่วงแรกของโครโมโซมส่วนตำแหน่งที่ไม่เป็นเครื่องหมาย # นำมาเรียงกันด้านหลังของโครโมโซม ดังนี้

O1 = [456|###|239]

O2 = [781|###|293]

จากนั้นสลับบิทที่อยู่ในช่วง Crossover ของ P1 และ P2 ดังนี้

O1 = [456|781|239]

O2 = [781|456|293]

2.2.6 การกลายพันธุ์(Mutation)

การกลายพันธุ์เป็นกระบวนการซึ่งเกิดจากการสุ่มเลือกโครโมโซมมา 1 โครโมโซมจากนั้นจะทำให้โครโมโซมดังกล่าวเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมหรือกลายพันธุ์โดยกระบวนการกลายพันธุ์นั้นมีหลายวิธีดังต่อไปนี้

1. การกลายพันธุ์แบบสลับที่ (Inversion Mutation)

การกลายพันธ์แบบสลับที่นั้นมีกระบวนการกลายพันธุ์โดยกำหนดขอบเขตการกลายพันธุ์ขึ้นมาแบบสุ่ม และสลับตำแหน่งบิทภายในขอบเขตของการกลายพันธุ์แบบเรียงตามลำดับดังนี้

[1 2 3 | 4 5 6 | 7 8 9]

↓

[1 2 3 | 6 5 4 | 7 8 9]

2. การกลายพันธุ์แบบแทรก (Insertion Mutation)

การกลายพันธุ์แบบแทรกนั้นมีกระบวนการกลายพันธุ์โดยเลือกบิทมา 1 บิทแบบสุ่ม หลังจากนั้นกำหนดตำแหน่งที่ต้องการแทรกบิทที่ถูกเลือกขึ้นมาแทรกเข้าไปในโครโมโซมดังนี้

[1 2 3 4 5 **6** 7 8 9]

↓ ↓

[1 2 3 4 5 6 7 8 9]

↓

[1 2 3 6 4 5 7 8 9]

3. การกลายพันธุ์แบบย้ายออก (Displacement Mutation)

การกลายพันธุ์แบบย้ายออกนั้นมีกระบวนการกลายพันธุ์โดยเลือกบิทขึ้นมา 2 บิทแบบสุ่ม หลังจากนั้นสลับตำแหน่งของบิทดังต่อไปนี้

[1 2 **3** 4 5 6 **7** 8 9]

↓

[1 2 **7** 4 5 6 **3** 8 9]

2.3 การศึกษาเวลา

การศึกษาเวลา เป็นเทคนิคหนึ่งของการวัดผลงาน สามารถนำมาใช้ปรับปรุงการทำงานทำให้ประสิทธิภาพของการทำงานดีขึ้น การศึกษาเวลาทำงานจะทำหลังจากมีการศึกษาวิธีการทำงานแล้ว โดยการศึกษาวิธีการทำงานจะช่วยลดหรือกำจัดการทำงานที่ไม่จำเป็นออกไป จากนั้นจึงทำการศึกษาเวลา จะทำให้ทราบระยะเวลาในการทำงานแต่ละขั้นตอนและทราบว่ามีเวลาที่ไร้ประสิทธิภาพอยู่ในขั้นตอนใดบ้างของวิธีการทำงานนั้น แล้วทำการปรับปรุงขั้นตอนนั้นใหม่เพื่อให้ได้วิธีการทำงานที่มีประสิทธิภาพสูงสุดแล้วจึงกำหนด เป็นเวลามาตรฐานในการทำงานต่อไป

2.3.1 ความหมายของการศึกษาเวลา

"การศึกษาเวลา" คือ เทคนิคการวัดผลงานเพื่อหาเวลาและอัตราการทำงานของงานส่วนย่อยของงานชิ้นหนึ่ง ๆ ภายใต้สภาวะอันหนึ่ง และวิเคราะห์ข้อมูลในการหาเวลาเท่าที่ควรในการทำงานชิ้นหนึ่งในระดับการทำงานที่เหมาะสม แล้วกำหนดเป็นเวลามาตรฐาน

หลักการพื้นฐานของการศึกษาเวลามีดังนี้

1. การศึกษาเวลาจะต้องใช้กระบวนการในการหาเวลาในการทำงานกระบวนการศึกษาเวลาจะได้กล่าวโดยละเอียด ในหัวข้อขั้นตอนการศึกษาเวลาก่อนจะเริ่มการศึกษาเวลาจะต้องมีการกำหนดวิธีการทำงานไว้แล้วเสมอ ซึ่งต้องเตรียมเครื่องมือในการศึกษาเวลาให้พร้อม กระบวนการแบ่งแยกย่อยงาน เทคนิคการจับเวลา และขั้นตอนในการกำหนดเวลามาตรฐาน

2. คนงานที่ใช้ศึกษาในการศึกษาเวลาจะต้องเป็นคนงานที่เหมาะสม

3. คนงานที่ใช้ศึกษาต้องทำงานในอัตราปรกติ

คนงานที่ใช้เป็นหุ่นสำหรับการศึกษาเวลา จะต้องเป็นคนงานที่มีการศึกษาเฉลี่ยวฉลาดมีสภาพร่างกายแข็งแรง มีความชำนาญ มีความรู้ที่จะทำงานชิ้นนั้นให้เสร็จตามปริมาณและคุณภาพที่กำหนด และต้องแจ้งวัตถุประสงค์ของการศึกษาเวลาในการทำงานให้คนงานเข้าใจก่อนเสมอ ระหว่างการศึกษาเวลาจะต้องไม่ติดขัดจนไม่สามารถจะเก็บบันทึกข้อมูลเวลาทำงานได้อย่างถูกต้อง ให้ความร่วมมือในการทำงานอย่างปกติไม่ช้าไม่เร็วเกินไป ไม่ปิดบังข้อมูลที่มีผลกระทบต่อการทำงาน ไม่กระทำการใด ๆ ที่จะทำให้ข้อมูลที่เก็บบันทึกเวลาผิดไปจากความเป็นจริงเพื่อให้ได้ข้อมูลเวลาซึ่งใช้เป็นมาตรฐานสำหรับคนส่วนใหญ่ได้

4. ต้องมีเงื่อนไขมาตรฐานในการวัดผลงาน

ในการศึกษาเวลา เงื่อนไขมาตรฐานที่ต้องคำนึงคือ มาตรฐานการวัดเวลามาตรฐานเครื่องมือวัดเวลาและมาตรฐานการทำงาน การวัดเวลาจะต้องมีความน่าเชื่อถือและมีความมั่นคงสม่ำเสมอ เครื่องมือที่ใช้วัดก็เช่นกัน ถ้าเป็นเครื่องมือที่ทันสมัยและมาตรฐานการวัดที่สอดคล้องกันก็จะยิ่งดี และส่วนสุดท้ายคือมาตรฐานการทำงานซึ่งจะต้องครอบคลุมตั้งแต่วิธีการทำงาน สถานที่ทำงาน

ระยะเวลาทำงาน และสภาพแวดล้อมในการทำงาน องค์ประกอบของการทำงานเหล่านี้จะต้องได้มาตรฐานก่อนการศึกษาเวลา

5. ผลลัพธ์ของการศึกษาเวลา คือ เวลามาตรฐานของการทำงาน

การกำหนดเวลามาตรฐานของการทำงาน จะประกอบด้วยเวลาที่บันทึกได้จากการทำงานซึ่งจะต้องคำนวณหาเวลาที่ใช้เป็นค่าตัวแทนของเวลาของการทำงานหรือ "ค่าเวลาที่เลือก (Selected Time)" เมื่อประเมินตามอัตราความเร็วของการทำงานของคนงานและมีการปรับค่าการประเมินแล้วจะได้เป็น "ค่าเวลาปกติ (Normal Time)"และเมื่อมีการเพิ่มเวลาเผื่อสำหรับความเมื่อยล้าจะได้ค่าเวลาเป็น "เวลามาตรฐาน (Standard Time)"

2.3.2 ประโยชน์ของการศึกษาเวลา

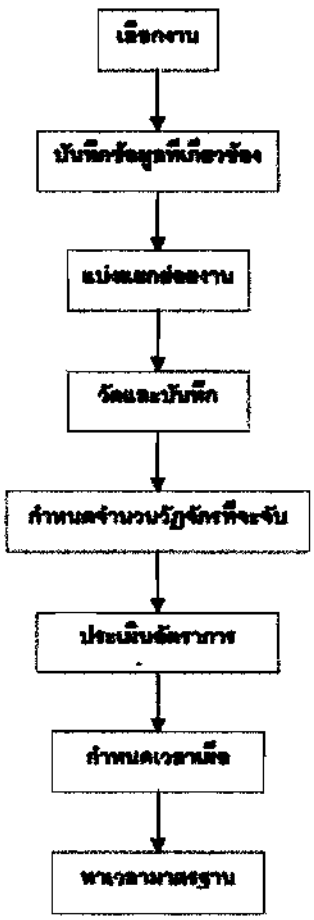
1. ใช้เปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการต่าง ๆ วิธีการทำงานที่ดีที่สุด คือวิธีที่ใช้เวลาน้อยที่สุด
2. ใช้จัดความสมดุลของงานให้กับคนงานที่ทำเป็นกลุ่ม โดยใช้ร่วมกับแผนภูมิคน–เครื่องจักร คนงานแต่ละคนในกลุ่มเดียวกันควรใช้เวลาทำงานเท่ากัน
3. ใช้จัดจำนวนเครื่องจักรให้คนงานดูแลโดยใช้ร่วมกับแผนภูมิคน-เครื่องจักร และเครื่องจักรต้องไม่ว่างมากหรือว่างพร้อมกัน
4. ใช้วางแผนและจัดตารางการผลิต รวมทั้งการจัดกำลังคนและทรัพยากรต่างๆ ให้สามารถผลิตสินค้าได้ตามปริมาณที่ต้องการและในเวลาที่กำหนด
5. ใช้เป็นข้อมูลในการประมาณค่าใช้จ่าย ราคาขายและกำหนดเวลาการส่งมอบของสินค้า
6. ใช้สร้างมาตรฐานการทำงานของคนและเครื่องจักร ทั้งยังสามารถใช้ในการกำหนดจ่ายค่าแรงจูงใจ
7. ใช้เป็นข้อมูลในการควบคุมค่าจ้างแรงงาน และกำหนดค่าใช้จ่ายมาตรฐาน

2.3.3 ขั้นตอนการศึกษาเวลา

ขั้นตอนการศึกษาเวลาที่สำคัญพอสรุปได้ดังนี้

1. การเลือกงาน
2. การบันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้อง
3. การแบ่งแยกย่อยงาน
4. การวัดและบันทึกเวลา
5. การกำหนดจำนวนวัฏจักรที่จะจับเวลา
6. การประเมินค่าอัตราการทำงาน
7. การกำหนดเวลาเผื่อ
8. การหาเวลามาตรฐาน

ขั้นตอนการศึกษาเวลาดังแสดงในภาพที่ 2-6



ภาพที่ 2-6 ขั้นตอนการศึกษาเวลา

2.3.3.1 การเลือกงาน

งานที่ควรเลือกมาเพื่อการศึกษาเวลา ควรมีลักษณะดังนี้

1. เป็นงานใหม่ที่ไม่เคยศึกษามาก่อน (ผลิตภัณฑ์ ชิ้นส่วนหรือกิจกรรมใหม่)
2. ได้มีการเปลี่ยนวัสดุหรือวิธีการทำงานใหม่ และต้องการเวลามาตรฐานใหม่
3. ได้มีการร้องเรียนจากคนงานหรือตัวแทนของคนงานในเรื่องเวลามาตรฐานของงาน
4. เป็นงานที่ทำให้เกิดการติดขัดขึ้น (Bottle Neck) ในสายการผลิต
5. หาเวลามาตรฐานของงานเพื่อจ่ายค่าแรงจูงใจ
6. เครื่องจักรว่างเป็นเวลานานหรือผลผลิตที่ได้ต่ำ จึงจำเป็นต้องไปวิเคราะห์วิธีการที่ใช้อยู่ว่าเหมาะสมหรือไม่
7. ศึกษาเวลาของงานเพื่อใช้ในการศึกษาวิธีการ ทั้งนี้เพื่อหาวิธีการที่มีประสิทธิภาพสูงสุด
8. ค่าใช้จ่ายของงานที่เป็นอยู่ในปัจจุบันสูงเกินไป

เมื่อเลือกงานที่จะทำการศึกษาเวลาได้แล้ว จะต้องศึกษาขั้นตอนการทำงานต่างๆ และข้อมูลของงานนั้นๆอย่างละเอียด เช่น ความเร็วของเครื่องจักร การขนย้ายเครื่องมืออุปกรณ์ และคุณภาพของชิ้นงาน เป็นต้น

2.3.3.2 การบันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

ก่อนลงมือจับเวลา ต้องบันทึกข้อมูลที่สำคัญในแบบฟอร์มให้ครบถ้วนและถูกต้อง เพื่อใช้อ้างอิงในภายหลัง ข้อมูลต่าง ๆ เหล่านี้จะแบ่งเป็นกลุ่ม ๆ ได้ดังนี้

1. ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการอ้างอิงในวันหลัง
2. รายละเอียดผลิตภัณฑ์
3. วิธีการผลิต วิธีการทำ เครื่องมือที่ใช้
4. ผู้ปฏิบัติงาน
5. ระยะเวลาการศึกษา
6. สภาพการทำงาน

2.3.3.3 การแบ่งแยกย่อยงาน

หลังจากได้บันทึกข้อมูลทั้งหมดในการทำงานแล้ว เลือกวิธีการทำงานที่ดีที่สุดเท่าที่เป็นไปได้มาทำการแบ่งงานออกเป็นงานย่อยๆ

งานย่อย หมายถึงขั้นตอนหนึ่งของงานที่กำลังศึกษา ขั้นตอนนี้มีวิธีการทำงานที่แน่นอนทั้งนี้เพื่อความสะดวกในการสังเกต จดเวลาและวิเคราะห์

วัฏจักรของงาน คือลำดับของงานย่อยที่ทำต่อเนื่องกันจนสำเร็จได้งานหนึ่งชุด ทั้งนี้รวมถึงงานย่อยที่เกิดขึ้นเป็นครั้งคราวด้วยวัฏจักรของงานเริ่มที่งานย่อยชิ้นแรกของการทำงานจนกระทั่งมาเริ่มซ้ำที่จุดเริ่มต้นอีก

หลักเกณฑ์ในการแบ่งงานออกเป็นงานย่อย

1. งานย่อยต้องมีจุดเริ่มต้นและสิ้นสุดที่แน่นอนและแบ่งแยกชัดเจน จุดสิ้นสุดของงานย่อยเรียก "Break Point" จุดสิ้นสุดของงานย่อยหนึ่งจะเป็นจุดเริ่มต้นของงานย่อยต่อไป
2. เวลาของงานย่อยควรมีระยะเวลาที่สามารถวัดหรือจับได้
3. งานย่อยที่ทำด้วยมือ ควรแยกจากงานย่อยที่ทำด้วยเครื่องจักร
4. งานย่อยที่คนงานทำในขณะเครื่องจักรทำงาน ควรแยกออกจากงานย่อยที่คนงานทำขณะที่เครื่องหยุด
5. งานย่อยคงที่ควรแยกออกจากงานย่อยแปรผัน
6. จัดกลุ่มงานย่อยให้อยู่ในงานเดียวกันแทนที่จะแยกออกจากกัน
7. งานย่อยที่เกิดเป็นครั้งคราวให้จับเวลาแยกจากงานย่อยที่เกิดประจำ

2.3.3.4 การวัดและบันทึกเวลา

หลังจากที่ได้แยกงานออกเป็นงานย่อยและบันทึกเรียบร้อยแล้ว จึงทำการจับเวลาซึ่งจะมีวิธีการจับเวลา 2 แบบ ด้วยกันคือ

1. การจับเวลาแบบต่อเนื่อง เมื่อเริ่มต้นจับเวลา เวลาของนาฬิกาจับเวลาเริ่มที่ 0 เมื่อสิ้นสุดงานย่อยที่หนึ่ง ให้อ่านเวลาจากนาฬิกาจับเวลา แล้วบันทึกลงในแบบฟอร์มโดยไม่ต้องหยุดเวลาไว้ เมื่อสิ้นสุดงานย่อยถัดไปก็อ่านจากนาฬิกาอีก เวลาที่ได้จะต่อเนื่องไปเรื่อยๆ จนกระทั่งสิ้นสุดการจับเวลา เวลาที่ใช้ในการทำงานแต่ละงานย่อยต้องมาคำนวณภายหลัง โดยเอาเวลางานที่จดได้หักด้วยเวลางานก่อนหน้านี้ก็จะได้เวลางานย่อยนั้นๆ

2. การจับเวลาแต่ละงานย่อย เริ่มต้นเวลาของแต่ละงานย่อยที่ 0 เมื่อสิ้นสุดงานย่อยจะอ่านเวลาแล้วบันทึกลงในแบบฟอร์ม ตั้งเวลาไว้ที่ 0 อีกเมื่อเริ่มงานย่อมถัดไป ซึ่งจะได้เวลาทำงานของแต่ละงานย่อยเลย ไม่ต้องนำมาคำนวณอีกครั้ง แต่มีข้อเสียคือ เวลาที่จดได้มีการผิดพลาดไปบ้าง

เนื่องจากต้องมาตั้งเวลาให้เป็น 0 ทุกครั้งที่เริ่มงานย่อยใหม่ จึงมักใช้วิธีนี้เฉพาะกับงานย่อยที่มีเวลายาวเพราะทำให้ค่าผิดพลาดมีน้อย

2.3.3.5 กำหนดจำนวนวัฏจักรที่จะจับเวลา

การกำหนดจำนวนวัฏจักรหรือจำนวนรอบการทำงานที่จะบันทึกเวลาก็คือ การหาขนาดของตัวอย่างในการบันทึกเวลา โดยทั่วไปเมื่อเราบันทึกเวลาเราจะพบว่า โอกาสที่จะบันทึกเวลาให้สามารถจับเวลาของงานย่อยแต่ละงาน ให้มีค่าเดียวกันในทุกๆวัฏจักรของงานเป็นเรื่องยากเนื่องจากความผิดพลาดในการจับเวลาและความไม่สม่ำเสมอในการทำงานของคนงาน หรือความแปรผันด้านอื่นๆของงาน ความเชื่อถือได้ของข้อมูลย่อมน้อยลง ฉะนั้นจำนวนข้อมูลจึงต้องเพิ่มขึ้นเพื่อให้ข้อมูลเชื่อถือได้ ดังนั้นจำนวนรอบในการจับเวลาจึงมากขึ้นตามไปด้วย แต่ถ้ามีความแตกต่างน้อยจำนวนรอบในการจับเวลาก็น้อยตามไปด้วย โดยจะเลือกใช้ค่าเฉลี่ย (mean) หรือฐานนิยม (mode) เป็นค่าเวลาที่ใช้งาน

$$\overline{X} = \sum_{i=1}^{n} X_i / n$$

X_i = ค่าเวลาที่อ่านได้

n = จำนวนวัฏจักรที่จับเวลาได้ในการเก็บข้อมูลเบื้องต้น

$\overline{X}$ = ค่าเฉลี่ยของเวลาที่จับได้

ในการกำหนดขนาดของตัวอย่างที่จะสร้างความเชื่อมั่นต่อข้อมูลที่วัดได้ โดยมีระดับความเชื่อมั่นและผิดพลาดตามต้องการ เรามีวิธีการ 3 วิธี คือ

1. วิธีใช้สูตรคำนวณจากการเปรียบเทียบค่าระดับความเชื่อมั่นเท่ากับค่าระดับความผิดพลาด
2. ใช้ตารางสำเร็จรูป
3. ใช้วิธีประมาณการจากการใช้ค่าพิสัย

การกำหนดจำนวนวัฏจักรที่จะบันทึกเวลาโดยการใช้สูตรคำนวณ

ถ้าเราเปิดค่าตารางทางสถิติของการแจกแจงแบบนอร์มอลมาตรฐาน (Standard Normal Distribution) จะมีระดับความเชื่อมั่นดังนี้

$\pm 1 \ \sigma x = 68.26\%$

$\pm 2 \ \sigma x = 95.46\%$

$\pm 3 \ \sigma x = 99.73\%$

σ คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลเวลา (Standard deviation)

ดังนั้น ถ้าเราต้องการให้มีระดับความเชื่อมั่น 95% และความผิดพลาด 5% เราจะตั้งสมการเพื่อหาสูตรได้ดังนี้

$$\pm 2\sigma = \pm 0.05\sigma\overline{X}$$

โดยที่ $$\overline{X} = \sum_{i=1}^{n} X_i$$

$$\sigma = \sqrt{(\sum X^2 - (\sum X)^2 / n)/n}$$

$$\sigma = \sigma x / \sqrt{N}$$

σ คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลเวลา

σx คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย

N คือ จำนวนตัวอย่างที่ต้องการหา

ดังนั้น $$2\sqrt{(\sum X^2 - (\sum X)^2 / n)/n} / \sqrt{N} = 0.05\overline{X}$$

$$\text{หรือ } \sqrt{N} = \frac{40\sqrt{(\sum X^2 - (\sum X)^2/n)/n}}{\sum X/n}$$

$$\therefore \text{ N} = \left(\frac{40\sqrt{n\sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X}\right)^2$$

ในกรณีที่ขนาดของตัวอย่างที่จะเก็บบันทึกเวลามีจำนวนน้อย จะมีการคำนวณหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น

$$\sigma x = \sqrt{(\sum X^2 - (\sum X)^2/n)/(n-1)}$$

ดังนั้นสูตรการคำนวณหาจำนวนตัวอย่างที่ต้องการหาจะเป็น

$$\text{N} = \frac{40n(\sqrt{(\sum X^2 - (\sum X)^2/n)/(n-1)}}{\sum X}$$

ตัวอย่างการกำหนดหาจำนวนตัวอย่างหรือจำนวนวัฏจักรที่ต้องการจับเวลา จะเริ่มต้นโดยการเก็บข้อมูลเวลา 30 วัฏจักรตามข้อมูลเวลาในตารางที่ 10.2 ซึ่งสามารถคำนวณหาจำนวนตัวอย่างที่ต้องการ โดยเกณฑ์ระดับความเชื่อมั่น 95% และระดับความผิดพลาดไม่เกิน ± 5% จะคำนวณได้ดังนี้

ตารางที่ 2-2 ข้อมูลเวลาที่บันทึกได้

ข้อมูลเวลาที่บันทึกได้ (X)	X^2
8	64
6	36
7	49
7	49
8	64
7	49
6	36
6	36
8	64
7	49
8	64
7	49
6	36
7	49
8	64
8	64
8	64
6	36
6	36
7	49
6	36
8	64
8	64
8	64
8	64
6	36
7	49
8	64
9	81
8	64
$\sum X$ = 217	$\sum X^2$ = 1593

$$N = (40\sqrt{30x1593-(217)^2}/217)^2$$

$$= 24$$

แสดงว่าจำนวนตัวอย่างที่บันทึกข้อมูลเวลามาแล้ว เพียงพอตามเงื่อนไขความเชื่อมั่น 95% และความผิดพลาดไม่เกิน 5%

เราจะสามารถกำหนดหาจำนวนตัวอย่างจากสูตรระดับความเชื่อมั่นและระดับความผิดพลาดได้ในทำนองเดียวกับสูตรที่ (10.2) เช่น ถ้าต้องการระดับความเชื่อมั่น 95% และระดับความผิดพลาดไม่เกิน 10% จะได้

$$\pm 2\ \sigma x = \pm 0.10\overline{X}$$

และได้จำนวนตัวอย่างตามสูตร

$$\therefore N = \left(\frac{20\sqrt{n\sum X^2-(\sum X)^2}}{\sum X}\right)^2$$

2.3.3.5.1 การกำหนดจำนวนวัฏจักรที่จะบันทึกเวลาโดยการใช้ตารางสำเร็จรูป

มีความพยายามเพื่อกำหนดใช้จำนวนตัวอย่างโดยประมาณการเป็นตารางสำเร็จรูปเพื่อง่ายแก่การใช้งานดังแสดงในตารางที่ 2-3 ซึ่งเป็นตารางที่ช่วยให้กำหนดจำนวนตัวอย่างที่เหมาะสมโดยวิธีการง่าย ๆ เพียงแต่ศึกษาเวลาโดยการจับเวลาเบื้องต้นเพื่อกำหนดค่าเวลาต่อวัฏจักร ซึ่งถ้าเป็นเวลาที่สั้นก็จะต้องใช้การจับเวลาที่มีจำนวนตัวอย่างมาก ถ้าเวลาต่อวัฏจักรยาวจำนวนตัวอย่างก็น้อยลง เช่น ถ้าจับข้อมูลเวลาต่อวัฏจักรได้เท่ากัน 1.00-2.00 นาที จำนวนตัวอย่างที่จะศึกษาเวลาก็จะใช้เพียง 25 วัฏจักร แต่ถ้าเวลาต่อวัฏจักรเพียง 0.10-0.25 นาที จำนวนตัวอย่างที่จะศึกษาเวลาจะใช้มากถึง 100 วัฏจักรจึงจะเพียงพอ

ตารางที่ 2-3 จำนวนตัวอย่างที่เหมาะสม

เวลา/วัฏจักร (นาที)	จำนวนตัวอย่าง
ไม่เกิน 0.1	200
0.10-0.25	100
0.25-0.50	60
0.50-0.75	40
0.75-1.00	30
1.00-2.00	25
2.00-5.00	15
5.00-10.0	10
10.0-20.0	8
20.0-40.0	5
เกินกว่า 40.0	3

2.3.3.5.3 การกำหนดจำนวนวัฏจักรที่จะบันทึกเวลาโดยการประมาณการจากการใช้ค่าพิสัย

โดยหลักการทางสถิติ เราสามารถผูกความสัมพันธ์ของค่าพิสัย (Range) กับค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานดังนี้

$$\sigma = \overline{R}/d_2$$

$\overline{R}$ = ค่าพิสัยเฉลี่ย

d_2 = ค่าองค์ประกอบประมาณการค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากค่า $\overline{R}$

และ $\sigma_{\bar{x}} = \sigma/\sqrt{N}$

ดังนั้น ถ้าต้องการความเชื่อมั่น 95% ความผิดพลาดไม่เกิน 5% จะได้

$$\pm 2\ \sigma_{\bar{x}} = \pm 0.05\overline{X}$$

$$\pm 2R/d_2\sqrt{N} = 0.05\overline{\overline{X}}$$

$$N = (40\overline{R}/d_2\overline{X})^2$$

ในกรณีที่มีข้อมูลเพียงชุดเดียว

$$R = \overline{R} \quad \text{H-L}$$

H = ค่าเวลามากที่สุด

L = ค่าเวลาน้อยที่สุด

แทนค่าสมการ (10.7) ในสมการ (10.6) จะได้

$$N = [(80/d_2)(H-L)(H+L)]^2$$

จากสูตรที่ (10.6) และ (10.7) เราสามารถสร้างตารางเพื่อกำหนดจำนวนขนาดตัวอย่างหรือจำนวนวัฏจักรของการบันทึกเวลาสำหรับขนาดตัวอย่างครั้งแรก 5 และ 10 วัฏจักร ดังแสดงในตารางที่ 2-4

ตารางที่ 2-4 จำนวนวัฏจักรสำหรับระดับความเชื่อมั่น 95% และระดับความผิดพลาด 5%

$\frac{H-L}{H+L}$	n	d2	N
0.05	5	2.236	3
	10	3.078	1
0.10	5	2.236	12
	10	3.078	7
0.15	5	2.236	27
	10	3.078	15
0.20	5	2.236	47
	10	3.078	27
0.25	5	2.236	74
	10	3.078	42
0.30	5	2.236	107
	10	3.078	61
0.35	5	2.236	145
	10	3.078	83
0.40	5	2.236	190
	10	3.078	108
0.45	5	2.236	240
	10	3.078	138
0.50	5	2.236	296
	10	3.078	170

ตัวอย่างการกำหนดหาจำนวนตัวอย่างหรือวัฏจักรของการบันทึกเวลา จะมีการอ่านข้อมูลเวลาจำนวน 10 ตัวอย่างดังต่อไปนี้ 0.07, 0.09, 0.06, 0.07, 0.08, 0.08, 0.07, 0.08, 0.09 และ 0.07

$$H = 0.09$$

$$L = 0.06$$

$$H-L = 0.03$$

$$H+L = 0.15$$

$$\frac{H-L}{H+L} = \frac{0.03}{0.15} \quad 0.2$$

ค่าจากตารางที่ 10.4 จะได้ N = 27 เมื่อ n = 10

ในกรณีเดียวกัน ถ้าแบ่งกลุ่มข้อมูลเป็น 2 ชุด ๆ ละ 5 ตัวอย่าง

5 ตัวอย่างแรกคือ 0.07, 0.09, 0.06, 0.07, 0.08

H-L = 0.03 , H+L = 0.15

5 ตัวอย่างที่สองคือ 0.08, 0.07, 0.08, 0.09, 0.07

H-L = 0.02 , H+L = 0.16

$$H-L = \frac{0.03 + 0.02}{2} = 0.025$$

$$H+L = \frac{0.15 + 0.16}{2} = 0.155$$

$$H-L / H+L = 0.025 / 0.155 = 0.161$$

ใช้ตารางที่ 2-4 สำหรับ (H-L)/(H+L) = 0.15 จะได้ N = 27 เมื่อ n = 5

2.3.3.6 การประเมินค่าอัตราการทำงาน

ในการจับเวลาและบันทึกเวลาทำงาน แม้ว่าได้เลือกคนงานที่เหมาะสมมาทำงานแล้วก็ตาม ข้อมูลที่ได้จากการจับเวลาจะมีกรณีที่เวลาที่บันทึกอาจจะสูงเกินไปหรือต่ำเกินไป ซึ่งเราอาจจะใช้วิธีการตัดเวลาดังกล่าวออกจากข้อมูลเวลาที่บันทึกได้ อย่างไรก็ตามเรามักจะพบว่าเวลาที่จับได้สูงหรือต่ำเกินไปนั้น มีส่วนที่เกิดจากความเมื่อยล้าของคนงานหรือเงื่อนไขของวัสดุซึ่งน่าจะเป็นส่วนของงานที่ทำให้เวลาที่บันทึกได้เป็นไปตามความเป็นจริง จึงไม่ควรขจัดเวลาเหล่านี้ออกไปทั้ง ๆ ที่เป็นเวลาที่ค่อนข้างจะผิดปกติก็ตาม แนวทางการใช้ข้อมูลเวลาที่บันทึกได้โดยใช้ค่าเวลาเฉลี่ยหรือค่าเวลาฐานนิยม ยังไม่สามารถแก้ไขปัญหาด้านข้อมูลเวลาที่อาจจะเบี่ยงเบนไปเนื่องจากความตั้งใจหรือไม่ตั้งใจของคนงานในการทำงาน ทำให้เวลาทำงานเร็วขึ้นหรือช้าลงได้ จึงต้องมีการประเมินค่าอัตราความเร็วของการทำงานของคนงานให้เหมาะสมขึ้นการประเมินค่าเป็นขั้นตอนที่ค่อนข้างลำบากโดยสรุปปัญหาได้ดังนี้

ปัญหาของการจับและบันทึกเวลา

1. ค่าเวลาที่จับได้อาจจะสูงเกินไปหรือต่ำเกินไป
2. เวลาของงานย่อยในชิ้นงานหนึ่งในบางรอบของการจับเวลา อาจจะสูงเกินไปเพราะสภาพเวลาที่ต่างกัน
3. อารมณ์ผันแปรของคนงานระหว่างการศึกษาเวลา ทำให้อัตราการทำงานผันแปรไม่เท่ากันในแต่ละรอบของการทำงาน
4. ความชำนาญงานของคนงานระหว่างการศึกษาเวลา มีผลกระทบต่ออัตราการทำงานโดยตรง

ปัญหาดังกล่าวข้องต้นทำให้เกิดความจำเป็นในการปรับค่าเวลาที่ได้ให้เหมาะสมโดยการใช้ค่าองค์ประกอบการประเมิน (Rating Factor)

ค่าเวลาที่เลือก	X	องค์ประกอบการประเมิน	=	ค่าเวลาปกติของงาน

2.3.3.6.1 ความหมายของการประเมินอัตราการทำงาน

"การประเมินอัตราการทำงาน" เป็นกระบวนการเปรียบเทียบอัตราการทำงานของคนงานซึ่งนักศึกษาเวลาจะใช้ทำการศึกษาเวลากับอัตราการทำงานตามมาตรฐานปรกติของการทำงานนั้น

ถ้าปรกติคนงานที่มีร่างกายสมบูรณ์และคุ้นเคยในการเดินเป็นอย่างดีสามารถเดินได้ 4 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เราจะถือว่าอัตราการเดินที่ปรกติและยึดเป็นเกณฑ์ 100% เกณฑ์ 100% นี้ถือเป็นมาตรฐานปรกติ ถ้าคนหนึ่งสามารถเดินได้ในอัตรา 125% ของระดับปรกติ เราสามารถปรับการเดินของคนนั้นให้เข้าสู่มาตรฐานโดยการคูณด้วยค่าองค์ประกอบการประเมินเท่ากับ 0.8 หรือถ้าคนงานปรกติทำงานได้ในเวลา 100 นาที เป็นเกณฑ์ ถ้าคนงานคนหนึ่งทำงานได้เร็วขึ้นเป็น 80 นาที จะต้องมีการปรับประเมินอัตราการทำงานเข้าสู่ค่าปรกติ โดยการคูณด้วยค่าองค์ประกอบการประเมินคือ 1.25

การประเมินอัตราการทำงาน เป็นไปตามการวินิจฉัยของผู้ศึกษาเวลาและการกำหนดเวลามาตรฐาน จึงขาดกระบวนการวินิจฉัยในการปรับอัตราการทำงานของผู้ศึกษาเวลา ผู้ศึกษาเวลาจึงจำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจ ความเฉลียวฉลาด ความเชื่อมั่น และประสบการณ์เพียงพอมิฉะนั้นแล้วจะถูกหลอกได้ง่าย เพียงการเคลื่อนที่ให้เร็วขึ้นโดยอัตราการทำงานไม่ได้มากขึ้นอาจจะทำให้เชื่อได้ว่า คนงานทำงานในอัตราที่สูง เป็นผลทำให้มีการคาดประเมินค่าองค์ประกอบการปรับอัตราการทำงานผิดพลาดได้

"มาตรฐานการประเมินอัตราการทำงาน (Standard Rating)" คือ อัตราการทำงานเฉลี่ยซึ่งคนงานที่เหมาะสมทำงานได้ด้วยวิธีการทำงานที่ถูกต้อง

"มาตรฐานความสามารถในการทำงาน (Standard Performance)" คือ อัตราการทำงานที่คนงานที่เหมาะสมทำงานได้โดยไม่ต้องเร่งการทำงานเกินกว่าอัตราการทำงานเฉลี่ยของเขาในแต่ละวัน ภายใต้เงื่อนไขว่า คนงานเข้าใจวิธีการทำงานเป็นอย่างดีและพอใจที่จะทำงานนั้น

องค์ประกอบที่มีผลต่ออัตราการทำงาน

1. องค์ประกอบที่อยู่นอกเหนือการควบคุมของคนงาน
2. องค์ประกอบที่อยู่ภายใต้การควบคุมของคนงาน

ภาพที่ 2-7 แสดงค่าประเมินในระบบเวสติงเฮาส์ซึ่งสามารถใช้ผลรวมของค่าการประเมินทั้งสี่องค์ประกอบการประเมิน ตัวอย่างเช่น เวลาที่เลือกคือ 0.70 และค่าองค์ประกอบการประเมินจากองค์ประกอบทั้งสี่คือ

ความชำนาญดีมา	B2	0.08
ความพยายามเฉลี่ย	D	0.00
เงื่อนไขการทำงานดี	C	0.02
ความสม่ำเสมอดี	C	0.01
		0.11

ดังนั้นเวลาปรกติ = (0.70) (1.11) = 0.777

ความชำนาญงาน			ความพยายาม		
+0.15	A1	ชำนาญสูงมาก	+0.13	A1	พยายามสูงมาก
+0.13	A2		+0.12	A2	
+0.11	B1	ดีมาก	+0.10	B1	ดีมาก
+0.08	B2		+0.08	B2	
+0.06	C1	ดี	+0.05	C1	ดี
+0.03	C2		+0.02	C2	
0.00	D	เฉลี่ย	0.00	D	เฉลี่ย
-0.05	E1	พอใช้	-0.04	E1	พอใช้
-0.10	E2		-0.08	E2	
-0.16	F1	เลว	-0.12	F1	เลว
-0.22	F2		-0.17	F2	
เงื่อนไขการทำงาน			ความสม่ำเสมอ		
+0.06	A	ดีเยี่ยม	+0.04	A	ดีเยี่ยม
+0.04	B	ดีมาก	+0.03	B	ดีมาก
+0.02	C	ดี	+0.01	C	ดี
0.00	D	เฉลี่ย	0.00	D	เฉลี่ย
-0.03	E	พอใช้	-0.02	E	พอใช้
-0.07	F	เลว	-0.04	F	เลว

ภาพที่ 2-7 ค่าการประเมินในระบบ Westinghouse

ระบบการสังเคราะห์เป็นการประเมินโดยการใช้ค่าเวลาพรีดีเทอร์มีน ซึ่งสามารถคำนวณค่าองค์ประกอบการประเมินจากสูตร

$$R = P/A$$

R = องค์ประกอบการประเมิน

P = ค่าเวลาพรีดีเทอร์มีน

A = ค่าเวลาเลือกที่บันทึกได้

ตารางที่ 2-5 แสดงการคำนวณค่าองค์ประกอบจากการใช้เวลาเลือกของงานย่อยที่ 1 และ 3 คือ 0.12 และ 0.17 นาที ค่าเวลาพรีดีเทอร์มีนของงานย่อยที่ 1 และ 3 คือ 0.13 และ 0.19 ค่าเฉลี่ยที่คำนวณได้ในตารางที่ 2-5 คือ ค่าเฉลี่ยขององค์ประกอบการประเมิน

$$R_1 = (0.13/0.12) \times 100 = 108$$

$$R_2 = (0.19/0.17) \times 100 = 112$$

$$\overline{R} = (108+112)/2 = 110$$

ตารางที่ 2-5 ตัวอย่างการหาค่าองค์ประกอบ

งานย่อยที่	เวลาเลือก	เวลาพรีดีเทอร์มีน	Ri	$\overline{R}$
1	0.12	0.13	108	110
2	0.09			110
3	0.17	0.19	112	110
4	0.26			110
5	0.32			110
6	0.07			110

ระบบตามวัตถุประสงค์ เป็นระบบการประเมินอัตราการทำงานซึ่งทำเป็นสองขั้นตอนคือ จะประเมินตามอัตราการทำงานมาตรฐานโดยพิจารณาอัตราการทำงานของการทำงานโดยไม่คำนึงถึงความยากง่ายของงาน ภายหลังจากมีการปรับอัตราความเร็วของการทำงานจะมีขั้นตอนการปรับอัตราการทำงานโดยคำนึงถึงความยากง่ายของงานซึ่งจะมีองค์ประกอบหรือประเภทการใช้ส่วนของร่างกาย 6 ระดับ คือ

1. ปริมาณการใช้งานต่อร่างกาย
2. การใช้เท้าเหยียบ
3. การใช้สองมือ
4. การใช้การประสานของตาและมือ
5. ความต้องการขนย้าย
6. น้ำหนัก

ตัวอย่าง เวลาเลือกเท่ากับ 0.28 นาที การประเมินอัตราการทำงานเท่ากับ 95% และถ้าผลรวมของการปรับค่าการทำงานตามระดับองค์ประกอบความยากของงานเท่ากับ 20% จะได้ค่าเวลาปรกติเท่ากับ (0.28x0.95x1.20) หรือ 0.32 นาที

ระบบตามสมรรถนะการทำงาน เป็นระบบที่ใช้กันแพร่หลายมากเนื่องจากจะใช้เกณฑ์เฉลี่ยอัตราการทำงานของคนงาน โดยทั่วไปในการทำงานจะมีคนที่ทำงานเร็วและทำงานช้า ซึ่งถ้ามีกลุ่มตัวอย่างข้อมูลมากพอจะพบว่า อัตราการทำงานของกลุ่มตัวอย่างจะกระจายในรูปของการกระจายแบบนอร์มอล ซึ่งจะสามารถใช้ค่าเวลาเฉลี่ยเป็นเกณฑ์อัตราการทำงานปรกติ และสามารถกำหนดค่าองค์ประกอบการประเมินโดยใช้ค่าเวลาเฉลี่ยเป็น 100%

ระบบคะแนนสเกล จะกำหนดได้หลายระบบ เช่น ระบบ 60-80, 75-100, 100-133 และ 20-100 แต่ระบบที่ง่ายและได้รับความนิยมคือ ระบบ 0-100 ดังนี้

ค่าสเกล	อัตราการทำงาน
0	ไม่ได้ทำอะไร
50	ทำงานช้ามาก
75	ทำงานสม่ำเสมอ ไม่เร่งรีบ
100	อัตราทำงานปรกติ
125	เร่ง เชื่อมั่น และเร่งมือ
150	เร็วมาก มีความพยายาม และสนใจสูง

การใช้สเกลเป็นองค์ประกอบการประเมินคือ

เวลาปรกติ = เวลาเลือก X (ค่าสเกล)/100

2.3.3.7 การกำหนดเวลาเผื่อ

การคำนวณเวลาปรกติจากการใช้เวลาเลือก เมื่อปรับด้วยค่าองค์ประกอบการประเมิน จะยังถือเป็นเวลามาตรฐานไม่ได้ เนื่องจากยังไม่ได้ครอบคลุมเวลาเผื่อสำหรับ

1. เวลาเผื่อกิจส่วนตัว (Personal allowance)
2. เวลาเผื่อความเมื่อยล้า (Fatigue allowance)
3. เวลาเผื่อความล่าช้า (Delay allowance)

"เวลาเผื่อ" จึงเป็นเวลาที่เพิ่มให้จากเวลาปรกติของคนงานที่เหมาะสมเพื่อกิจธุระส่วนตัว เพื่อการลดความเมื่อยล้า และเผื่อสำหรับความล่าช้าของกิจกรรมการรอต่าง ๆ

เวลาเผื่อเพื่อกิจส่วนตัว เช่น เข้าห้องน้ำ ล้างมือ ดื่มน้ำ ฯลฯ จะถูกกำหนดให้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับลักษณะความหนักเบาของงาน ระยะเวลาทำงาน เงื่อนไขการทำงาน ฯลฯ เวลาเผื่อสำหรับกิจส่วนตัวอาจจะสูงกว่า 5% ของเวลาปรกติ

การทำงาน 8 ชั่วโมง/วัน โดยไม่มีการพักเลยจะมีเวลาที่เป็นกิจส่วนตัว 2-5%

เวลาเผื่อส่วนตัวจะต้องสูงขึ้นถ้าเงื่อนไขการทำงานเลวลง เช่น งานหนัก ร้อน ฝุ่นจัด เสียงดัง เหม็น ชื้น ฯลฯ

เวลาเผื่อสำหรับความเมื่อยล้าจำเป็นสำหรับงานที่มีเงื่อนไขการทำงานที่จะสร้างความเมื่อยล้าในการทำงานได้มาก เช่น งานหนัก สภาพแวดล้อมการทำงานไม่ดี มีความเครียดในการทำงาน ระยะเวลาในการทำงาน ฯลฯ คนจำเป็นต้องพักเมื่อรู้สึกว่า ทำงานแล้วเกิดความเมื่อยล้า ปัญหาก็คือ ควรให้เวลาสำหรับการพักผ่อนเป็นเวลามากน้อยเท่าใด ซึ่งเวลาพักผ่อนนี้จะแปรผันไปตามสุขภาพ เพศ และวัยของคนงาน รวมทั้งลักษณะของงานที่ทำ เงื่อนไขการทำงาน วิธีการทำงาน และสภาพแวดล้อมการทำงาน ปัจจุบันไม่มีกฎเกณฑ์ใด ๆ ในการกำหนดเวลาที่เหมาะสมสำหรับการพักผ่อน แต่โดยทั่วไปที่นิยมกันคือ ให้พักได้ 10 ถึง 15 นาที ในช่วงเช้าและช่วงบ่ายของการทำงานโดยคาดหวังว่า

1. ลดความเมื่อยล้าของคนงาน
2. ลดเวลาคนงานที่หยุดงานระหว่างชั่วโมงการทำงานเพื่อกิจส่วนตัว
3. ลดความเบื่อหน่ายต่อการจำเจในการทำงานทั้งวัน
4. เพิ่มผลผลิตได้เนื่องจากมีการฟื้นตัวของการทำงาน

* สำหรับการทำงานทั่วไป กำหนดเวลาเผื่อไว้ประมาณ 4%

* การทำงานที่เบาและมีช่วงเวลาพักผ่อนเพียงพอในระหว่างวัน ไม่จำเป็นต้องมีเวลาเผื่อความเมื่อยล้า

เวลาเผื่อสำหรับความล่าช้า เป็นเวลาเผื่อสำหรับความล่าช้าเนื่องจากการปรับเปลี่ยนเครื่องมือ เครื่องจักร หรือเวลาที่เสียไปเนื่องจากเครื่องจักรชำรุด ไฟฟ้าดับ ขาดแคลนวัสดุ วัสดุมาไม่ทัน รอเครื่องมือ รอหัวหน้า รอช่าง ฯลฯ

ในการกำหนดเวลาเผื่อ เมื่อมีการประเมินเวลาเผื่อสำหรับกิจส่วนตัว ความเมื่อยล้า และความล่าช้าแล้ว จะรวมกันเป็นเปอร์เซ็นต์เวลาเผื่อและใช้ปรับค่าเวลาปรกติให้เป็นค่าเวลามาตรฐาน ในหลาย ๆ กรณี เราอาจจะไม่ได้ประเมินเวลาเผื่อแยกตามชนิดของเวลาเผื่อดังกล่าว แต่จะใช้วิธีกำหนดประเมินเวลาเผื่อไปตามการพิจารณาเงื่อนไขการงานที่เกิดขึ้น

2.3.3.8 การหาเวลามาตรฐาน

เมื่อมีการจับเวลาบันทึกข้อมูลเวลาตามจำนวนวัฏจักรให้ได้ระดับความเชื่อมั่น และระดับความผิดพลาดที่ต้องการแล้ว เราจะสามารถหาเวลาเลือก ซึ่งจะใช้ค่าเฉลี่ยหรือค่าฐานนิยมของข้อมูลเวลา จากนั้นจะปรับค่าองค์ประกอบการประเมิน ทำให้ได้ค่าเวลาปรกติ เมื่อปรับค่าเวลาเผื่อจะได้เป็นเวลามาตรฐาน

การกำหนดหาเวลามาตรฐานจากค่าเวลาปรกติปรับค่าเวลาเผื่อทำได้ 2 วิธี ดังนี้

1. เวลามาตรฐาน = เวลาปรกติ + (เวลาปรกติ x % เวลาเผื่อ)

2. $$\text{เวลามาตรฐาน} = \text{เวลาปรกติ} \times \frac{100}{100 - \%\ \text{เวลาเผื่อ}}$$

ตัวอย่าง การคำนวณหาค่าเวลามาตรฐาน

ค่าเวลาเลือก = 0.90 นาที

องค์ประกอบการประเมิน = 110 %

เวลาเผื่อ = 5 %

$$\text{เวลาปรกติ} = \frac{0.90 \times 110}{100} = 0.99 \text{ นาที}$$

โดยวิธีที่ 1

เวลามาตรฐาน = 0.99 + (0.99 x 0.05) = 1.0395 นาที

โดยวิธีที่ 2

$$\text{เวลามาตรฐาน} = \frac{0.99 \times 100}{100 - 5} = 1.0421 \text{ นาที}$$

ในการศึกษาเวลาเพื่อกำหนดเวลามาตรฐาน จะใช้กระบวนการปรับค่าเวลาของทุก ๆ งานย่อยด้วยค่าองค์ประกอบการประเมินและค่าเวลาเผื่อ และได้ค่ามาตรฐานเวลาของแต่ละงานย่อย รวมเวลามาตรฐานของทุก ๆ งานย่อยเป็นเวลามาตรฐานของงาน หรือจะใช้กระบวนการหาค่าองค์ประกอบการประเมินเฉลี่ย แล้วเอาผลรวมของเวลาเลือกมาหาเวลาปรกติ และหาเวลามาตรฐานของงานโดยการปรับค่าเวลาเผื่อดังแสดงในตัวอย่างข้างต้นก็ได้

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พัชราวลัย(2545) การวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดหาระบบการจัดตารางการผลิตที่เหมาะสมสำหรับโรงงานกรณีศึกษาซึ่งเป็นโรงงานผลิตชิ้นส่วนงานปั๊มขึ้นรูป (Press Part) ในการประกอบผลิตภัณฑ์คอมเพรสเซอร์โดยวิธีการทางฮิวริสติคส์พร้อมทั้งได้จัดทำโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการจัดลำดับการผลิตและเพื่อเป็นระบบการจัดการฐานข้อมูลพื้นฐานในการจัดตารางและควบคุมการผลิต โดยโครงสร้างของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประกอบด้วย 4 ส่วนคือ 1) ส่วนข้อมูลพื้นฐานที่ใช้ในการวางแผนการผลิต 2) ส่วนประมวลผลตารางการผลิต 3) ส่วนการวัดประสิทธิภาพตารางการผลิต และ 4) ส่วนรายงาน โปรแกรมที่จัดทำขึ้นสามารถใช้บันทึกผลการผลิตรายวัน เพื่อเป็นการติดตามผลการผลิตและเพื่อการพิจารณาปรับแผนการผลิตอย่างเหมาะสม อีกทั้งตัวโปรแกรมยังสามารถจัดตารางการผลิตแบบได้ตอบได้อีกด้วยในการทดลองเพื่อหาวิธีการจัดตารางการผลิตที่เหมาะสมได้นำฮิวริสติคส์ 7 วิธีคือ SPT(Shortest Processing Time), LPT (Longest Processing Time), WSPT (Weighted Shortest Processing Time), SDT (Smallest Ratio by Dividing Total Processing Time), LDT(Longest Ratio by Dividing Total Processing Time), SMT (Smallest Ratio by MultiplyingTotal Processing Time) และ LMT(Longest Ratio by Multiplying Total Processing Time)นำมาทดสอบกับข้อมูลการผลิตจริง พบว่าการจัดตารางการผลิตด้วยฮิวริสติคส์แบบ LPT มีค่าประสิทธิภาพการจัดตารางการผลิตดีที่สุด ซึ่งให้ค่าเฉลี่ยเวลางานในระบบลดลง 11.5 % และกฎที่ให้ค่าประสิทธิภาพรองลงมาคือ WSPT และ SPT ตามลำดับ การจัดตารางด้วยวิธีการที่นำเสนอให้ค่าเฉลี่ยงานสายเป็นลบ คือไม่ยอมให้มีงานสายเลยเนื่องจากเป็นการจัดตารางการผลิตแบบย้อนกลับ (Backward Scheduling) โดยโปรแกรมจะมีรายงานชิ้นส่วนที่ไม่สามารถผลิตได้ตามแผนการผลิตเพื่อให้ผู้วางแผนพิจารณาปรับแผนการผลิต จากการทดสอบการจัดตารางด้วยโปรแกรมที่นำเสนอให้ค่าประสิทธิภาพการใช้งานเครื่องจักรเพิ่มขึ้น23 เปอร์เซนต์

Masato(2548) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวการปรับปรุงกระบวนการ Crossover ในการจัดตารางการผลิต ในการปรับปรุงขั้นตอนการ Crossover นั้นมีขั้นตอนดังนี้ 1.เลือกโครโมโซมพ่อแม่มา 1 คู่ 2. สุ่มเลือกขอบเขตการ Crossover ขึ้นมา 3. บิททั้งหมดที่ไม่อยู่ในช่วงการ Crossover ย้ายมาที่โครโมโซมลูก 4.a ถ้าเทียบบิทระหว่าง Ap และ Bp แล้วเหมือนกัน ข้อมูลของตำแหน่งในการกลายพันธุ์ จะถูกแลกเปลี่ยนและย้ายสู่ Ac และ Bc ตามลำดับ 4.b ข้อมูลถูกเก็บและย้ายบิทที่ถูกเลือก หลังจากการปรับปรุงการ crossover แล้วได้มีการทดลองเพื่อทดสอบว่ากระบวนการ Crossover ที่ปรับปรุงนั้นทำให้ประสิทธิภาพของ ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมมีประสิทธิภาพสูงขึ้นหรือไม่ หลังจากการทดลองพบว่าการปรับปรุงกระบวนการ Crossover นั้นทำให้ค่าเฉลี่ยของค่าเป้าหมายลดลงและยังมีความเยี่ยงเบนลดลงด้วย

พิษณุ(2547) เป็นการวิจัยในโรงงานซึ่งเป็นโรงงานที่ผลิตสินค้าตามสั่ง(Make to Oder) มีรูปแบบการผลิตตามงาน(Job Shop) และสินค้าที่ลูกค้าสั่งผลิตมีหลายรูปแบบ จำนวนไม่เท่ากัน ขั้นตอนและระยะเวลาในการผลิตไม่เท่ากัน ในการปรับปรุงการผลิตนั้น จะทำการศึกษากำลังการผลิต และเวลาทำงานเพื่อกำหนดเป็นมาตรฐานสำหรับใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนและจัดตารางการผลิต สำหรับวิธีนั้นใช้วิธีการจัดการผลิตแบบฮิวริสติกส์โดยใช้กฎ EDD,SPT,LPT,FCFS และ LS เพื่อหาค่าเวลาที่อยู่ในระบบเฉลี่ย เวลาช้าเฉลี่ย และจำนวนงานล่าช้า หลังจากการจัดตารางการผลิตในโรงงานแล้ว สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตให้ดีขึ้น โดยกฎ SPT ทำให้ค่าเวลาของงานในระบบเฉลี่ยดีที่สุดลดลงจากเดิม 11.75 วันเป็น 6.38 วันต่อใบสั่งซื้อ กฎ EDD ทำให้เวลาล่าช้าเฉลี่ยดีที่สุดโดยลดลงจากเดิม 4.02 วัน เป็น 2.26 วันต่อใบสั่งซื้อ

สุรสิทธิ์ โสภณชัย (2543) ผู้วิจัยได้จัดทำโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับจัดตารางการผลิตชิ้นส่วนแม่พิมพ์ในอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ โดยได้นำทฤษฎีการจัดตารางการผลิตแบบตามส่งมาประยุกต์ ใช้ด้วยวิธีการสร้างตารางการผลิต แบบนอนดีเลย์ ร่วมกับวิธีการเชิงฮิวริสติก โดยนำเอากฎเกณฑ์ฮิวริสติก 5 วิธี ได้แก่ EDD SLACK SLACK/RO SMT SPT มาทำการทดสอบเพื่อวัตถุประสงค์ให้ค่าเวลาล่าช้าของงานโดยเฉลี่ยต่ำที่สุด พบว่า กฎเกณฑ์ฮิวริสติก แบบ EDD ด้วยวิธีการสร้างตารางการผลิตแบบ นอนดีเลย์ เป็นวิธีการจัดตารางการผลิตที่มีประสิทธิภาพที่สุด

Bor-Wen Cheng(2549) การวิจัยนี้ได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมโดยใช้วิธีการทดลองแบบ Taguchi เพื่อทดสอบปัจจัยที่ส่งผลให้ประสิทธิภาพของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยการทดลองนั้นมีปัจจัยและระดับปัจจัยดังนี้ 1.จำนวนประชากรแบ่งระดับปัจจัยออกเป็น 3 ระดับ คือ 20 30 และ 40 ตามลำดับ 2.ความน่าจะเป็นในการ Crossover แบ่งระดับปัจจัยออกเป็น 3 ระดับ คือ 0.4 0.6 และ 0.8 ตามลำดับ 3.ความน่าจะเป็นในการ Mutation แบ่งระดับปัจจัยออกเป็น 3 ระดับ คือ 0.05 0.1 และ 0.15 ตามลำดับ 4.Initial Solution แบ่งระดับปัจจัยออกเป็น 3 ระดับ คือ Random NEH และ Modi-NEH 5.การคัดเลือก แบ่งระดับปัจจัยออกเป็น 3 ระดับ คือ Roulette Wheel ,Tournament Selection และ Ranking Selection 6.การ Crossover แบ่งระดับปัจจัยออกเป็น 3 ระดับ คือ One-OP ,SJOX และ LCS 7. การ Crossover แบ่งระดับปัจจัยออกเป็น 3 ระดับ Random Exchange ,Shift Mutation และ Displacement Mutation 8. ขนาดของปัญหา แบ่งระดับปัจจัยออกเป็น 4 ระดับ คือ 20x5 ,20x20 ,50x5 และ 50x20

หลังจากการทดลองแล้วพบว่ามีปัจจัยที่เหมาะสมดังนี้ จำนวนประชากร=40 ,Crossover Rate=0.8 ,Mutation Rate=0.15 ,Initial Solution=Modi-NEH ,การคัดเลือก=Roulette Wheel ,การ Crossover=LCS ,การ Mutation= Displacement Mutation

บทที่ 3
วิธีการวิจัย

3.1 ศึกษาสภาพการทำงานของโรงงาน

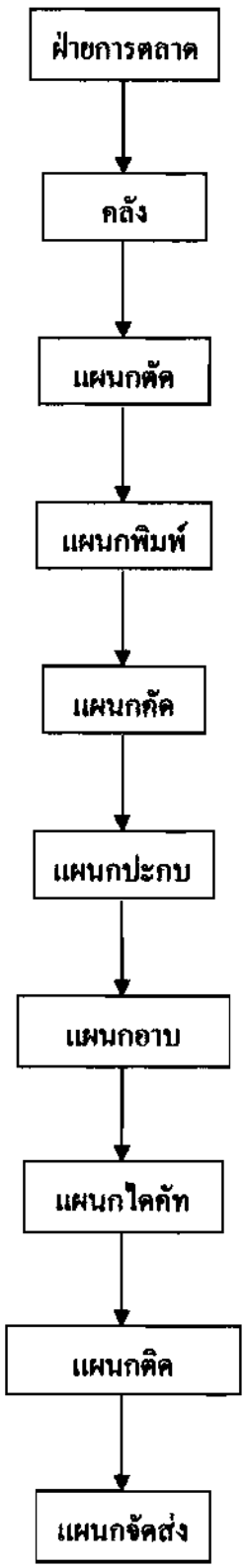
บริษัทที่ศึกษานั้นเป็นบริษัทที่ผลิตกล่องกระดาษ ซึ่งผลิตภัณฑ์มีหลากหลายแบบขึ้นอยู่กับความต้องการของลูกค้า จำนวนในการผลิตสินค้าแต่ละแบบไม่แน่นอน และขั้นตอนในการผลิตสินค้าแต่ละแบบมีความแตกต่างกัน โดยตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ได้แก่ กล่องกระดาษชนิดที่ไม่ติดกระดาษลูกฟูก และกล่องกระดาษชนิดที่ติดกระดาษลูกฟูกแบบต่างๆตามที่ลูกค้าต้องการ

3.1.1 ขั้นตอนการผลิตของบริษัทตัวอย่าง

ขั้นตอนการผลิตของบริษัทตัวอย่างมีลำดับการผลิตดังนี้

1. ฝ่ายการตลาดรับคำสั่งผลิตจากลูกค้า
2. เบิกกระดาษจากคลังวัตถุดิบ
3. แผนกตัด ตัดกระดาษให้ได้ตามขนาดที่กำหนดไว้
4. แผนกพิมพ์ พิมพ์กระดาษตามแบบที่ระบุไว้
5. แผนกคัด คัดคุณภาพงานพิมพ์ที่มาจากแผนกพิมพ์
6. แผนกปะกบ ติดกระดาษลูกฟูกสำหรับกล่องที่ลูกค้าต้องการติดกระดาษลูกฟูก
7. แผนกอาบเคลือบ เคลือบกระดาษตามชนิดที่ลูกค้าต้องการ
8. แผนกไดคัท ปั๊มและตัดกระดาษให้เป็นรอยเพื่อการพับขึ้นรูป
9. แผนกติดประกอบ ติดกาวกล่องที่มาการกระบวนการไดคัท
10. แผนกจัดส่ง ส่งสินค้าที่ผลิตสำเร็จส่งให้ลูกค้า

หรือแสดงการขั้นตอนการทำงานได้ดังรูป



ภาพที่ 3-1 ขั้นตอนการผลิต

ภาพที่ 3-2 ภาพแสดงเครื่องจักรในแผนกพิมพ์(ภาพที่ 1)

ภาพที่ 3-3 ภาพแสดงเครื่องจักรในแผนกพิมพ์(ภาพที่ 2)

ภาพที่ 3-8 ภาพแสดงเครื่องจักรในแผนกไดคัท

ภาพที่ 3-9 ภาพแสดงเครื่องจักรในแผนกติดประกอบ

3.1.2 การศึกษารายละเอียดเครื่องจักรต่างๆในแผนกต่างๆ

3.1.2.1 แผนกตัด มีรายละเอียดเครื่องจักรต่างๆดังนี้

ตารางที่ 3-1 แสดงรายละเอียดเครื่องจักรในแผนกตัด

ลำดับ	รายการ	จำนวนเครื่อง	ขนาดใหญ่ที่สุด	ควบคุมการทำงาน
1	เครื่องตัด ITOTAC	1	67 x 63"	Micro Computer
2	เครื่องตัด GW	1	48 x 48"	Micro Computer

3.1.2.2 แผนกพิมพ์ มีรายละเอียดเครื่องจักรต่างๆดังนี้

ตารางที่ 3-2 แสดงรายละเอียดเครื่องจักรในแผนกพิมพ์

ลำดับ	รายการ	จำนวน	สี	ขนาดใหญ่สุด	ควบคุมการทำงาน
1	Roland 800 TYP R 804	1	4	43 x 63"	Manual รีโมท
2	Mitsubishi Diamond 1000 (#3)	1	5	20.5 x 28.30"	Computer CIP 4
3	Heidelberg Speedmaster CD 102(6 colour)				
4	Mitsubishi 6 HC-5 (mitsu1)	1	5	41 x 56.70"	Computer CIP 4
5	Heidelberg Speedmaster CD 102	1	5	28.35 x 40.16"	Computer CIP 3
6	Heidelberg MO	1	1	18.75 x 25"	Automatic
7	Heidelberg SORDZ	1	2	25 x 36"	Automatic
8	Heidelberg SORKZ	1	2	19 x 25.5"	Automatic

3.1.2.3 แผนกปะกบ

ตารางที่ 3-3 แสดงรายละเอียดเครื่องจักรในแผนกปะกบ

ลำดับ	รายการ	จำนวน	ขนาดใหญ่ที่สุด	กำลังการผลิต
1	เครื่องกลบลูกฟูกใหญ่ Hori Zontal TS-VPF32H-5	1	55 x 61"	4,000/ ชม.
2	เครื่องกลบลูกฟูกเล็ก	1	31 x 50"	2,000/ ชม.
3	เครื่องกลบเล็ก SAM	1	20 x 30"	2,500/ ชม.

3.1.2.4 แผนกอาบเคลือบ

ตารางที่ 3-4 แสดงรายละเอียดเครื่องจักรในแผนกอาบเคลือบ

ลำดับ	รายการ	จำนวน	ขนาดใหญ่ที่สุด	ควบคุมการทำงาน
1	เครื่องอาบเทียน	1	28 x 60"	Manual
2	เครื่องอาบพลาสติกแผ่น OPP SFN-1100B	1	28 x 40"	Manual
3	เครื่องอาบสปอร์ตยูวี Huawei RHW-J1300	1	36 x 50"	Automatic
4	เครื่องอาบวอเตอร์เบส QY (Qun Ying)	1	28 x 40"	Automatic
5	เครื่องอาบยูวี ZUVGC-1200A	2	60 x 66"	Manual
6	เครื่องอาบยูวี 2	2	60 x 66"	Manual
7	เครื่องอาบบริสเตอร์	1	47 x 60"	Manual
8	เครื่องอาบวอเตอร์เบส	1	40 x 60"	Manual
9	เครื่องขัดเงา ระบบไฟฟ้า	2	40 x 60"	Manual
10	เครื่องขัดเงา ระบบแก๊ส	2	40 x 60"	Manual

3.1.2.5 แผนกไดคัท

ตารางที่ 3-5 แสดงรายละเอียดเครื่องจักรในแผนกไดคัท

ลำดับ	รายการ	จำนวน	ขนาดใหญ่ที่สุด	ควบคุมการทำงาน
1	เครื่องปั๊มไดคัท SUMO 1660E	1	44 x 64"	Automatic
2	เครื่องปั๊มไดคัท YOCO Auto	1	28 x 40"	Automatic
3	เครื่องปั๊มไดคัท YOCO Auto JY105E	1	28 x 40"	Automatic
4	เครื่องปั๊มไดคัท Auto	1	26 x 38"	Automatic
5	เครื่องปั๊มไดคัท Auto	1	26 x 38"	Automatic
6	เครื่องปั๊ม K ทอง YAMA	2	20 x 28"	Automatic
7	เครื่องปั๊ม K ทอง	1	20 x 28"	Manual
8	เครื่องปั๊มไดคัท	2	49 x 64"	Manual
9	เครื่องปั๊มไดคัท	2	34 x 47"	Manual
10	เครื่องปั๊มไดคัท	2	16 x 20"	Manual
11	เครื่องปั๊มไดคัท	2	28 x 37"	Manual
12	เครื่องปั๊มไดคัท	3	30 x 45"	Manual
13	เครื่องปั๊มไดคัท	1	28 x 38"	Manual
14	เครื่องปั๊มไดคัท	1	38 x 54"	Manual
15	เครื่องปั๊มไดคัท	1	33 x 46"	Manual
16	เครื่องปั๊มไดคัท	1	20 x 28"	Manual
17	เครื่องปั๊มไดคัท	1	20 x 28"	Manual
18	เครื่องปั๊มไดคัท	1	20 x 28"	Manual
19	เครื่องปั๊มไดคัท	1	20 x 28"	Manual
20	เครื่องปั๊มไดคัท	1	20 x 28"	Manual
21	เครื่องปั๊มไดคัท	1	18 x 24"	Manual
22	เครื่องปั๊มไดคัท	1	18 x 24"	Manual
23	เครื่องปั๊มไดคัท	1	16 x 20"	Manual

ตารางที่ 3-5 (ต่อ)

ลำดับ	รายการ	จำนวน	ขนาดใหญ่ที่สุด	ควบคุมการทำงาน
24	เครื่องปั๊มไดคัท	1	16 x 20"	Manual
25	เครื่องK ทอง TYM 720	1	16 x 20"	Manual
26	เครื่องไดคัทแบบเจาะ Brand Die Cutter YMQ200	1	16 x 20"	Manual

3.1.2.6 แผนกติดประกอบ

ตารางที่ 3-6 แสดงรายละเอียดเครื่องจักรในแผนกติดประกอบ

ลำดับ	รายการ	จำนวน	ขนาดใหญ่ที่สุด	ควบคุมการทำงาน
1	เครื่องติด ACE	1	28 x 40"	Automatic
2	เครื่องติด KKK	1	31 x 43"	Automatic
3	เครื่องติด QY	1	20 x 28"	Automatic
4	เครื่องติด HY	1	18 x 25"	Automatic
5	เครื่องทากาว 1	1	34 x 49"	Manual
6	เครื่องทากาว 2	1	50 x 70"	Manual

3.2 ศึกษาปัญหาของโรงงาน

จากการศึกษาปัญหาต่างๆของโรงงานพบว่าปัจจุบันทางโรงงานไม่มีการจัดตารางการผลิตจึงทำให้วันส่งมอบสินค้าไม่เป็นไปตามที่ตกลงไว้กับลูกค้า เนื่องจากแผนกรับงานรับงานมากเกินกว่าความสามารถในการผลิตของโรงงาน หลังพบปัญหาซึ่งเกิดจากแผนกรับงานรับงานมากเกินความสามารถในการผลิตแล้ว ทางฝ่ายผลิตจึงสั่งลดการรับงานให้น้อยลงเพื่อเป้าหมายในการผลิตงานได้เสร็จทันกำหนดส่งงาน หลังจากมีการปรับลดปริมาณของงานลงปรากฏว่าเกิดเวลาว่างงานขึ้น ซึ่งปัญหาที่เกิดนี้เกิดจากโรงงานไม่มีระบบจัดตารางการผลิต หากมีตารางการผลิตแล้วทางฝ่ายรับงานก็จะทราบว่าในขณะนี้มีการใดบ้างที่ค้างอยู่ในระบบและหากรับงานแล้ว งานจะเสร็จเมื่อใดทำให้นัดวันลูกค้าได้อย่างถูกต้อง โดยรายละเอียดจำนวนงานและจำนวนงานล่าช้า แสดงดังตาราง

ตารางที่ 3-7 แสดงรายละเอียดงานในเดือนต่างๆ

	เดือนพฤษภาคม	เดือนมิถุนายน	เดือนกรกฎาคม
งานสั่งผลิต	937	632	519
ส่งช้า	507	366	229

จากข้อมูลที่แสดงในตารางที่ 3-7 พบว่างานช้ามีจำนวนมากเมื่อเทียบกับจำนวนงานทั้งหมด แต่จำนวนงานช้าอาจจะไม่สะท้อนปัญหาของโรงงานได้ดีเท่ากับเวลาล่าช้าเฉลี่ยของงานทั้งหมด เพราะว่าการลดจำนวนงานที่ล่าช้านั้นทำให้จำนวนงานช้าลดลง แต่อาจจะไม่ได้ลดจำนวนเวลาล่าช้าในแต่ละงาน ซึ่งจะทำให้เวลาล่าช้าของงานบางงานมีค่ามากเกินกว่าที่ลูกค้าจะยอมรับได้ โดยในการวิจัยนี้ผู้วิจัยกำหนดเป้าหมายในการลดเวลาล่าช้าเฉลี่ยเป็นหลักในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในโรงงานตัวอย่าง

3.2.1 การจัดตารางการผลิตแบบเดิม(ซึ่งใช้อยู่ปัจจุบัน)

ซึ่งในการจัดตารางการผลิตที่ทางโรงงานตัวอย่างใช้อยู่นั้น ไม่ได้อ้างอิงหลักการทางวิชาการ ซึ่งทำให้การส่งมอบงานให้ลูกค้าล่าช้า โดยการผลิตสินค้าในโรงงานตัวอย่างนั้นทางโรงงานจะผลิตงานวันต่อวัน เพื่อไม่งานค้างไปวันอื่นๆยกเว้นกรณีที่ลูกค้าสั่งสินค้าจำนวนมากๆ เช่น มากกว่า 50000 ชิ้น อาจจะต้องผลิตสินค้าเลยวันที่กำหนดไว้ หลังจากผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลในการส่งมอบสินค้ากับลูกค้าแล้วพบว่าทางโรงงานตัวอย่างนั้นส่งสินค้าให้กับลูกค้าล่าช้าเป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากทางโรงงานไม่มีการวางแผนการผลิต จึงไม่สามารถทราบถึงวันเสร็จงานจากการจัดตารางการผลิต

3.2.2 การจัดตารางการผลิตที่นำมาใช้แทนการจัดตารางการผลิตเดิม

ทางผู้วิจัยจึงได้เลือกวิธีในการจัดตารางการผลิตซึ่งอ้างอิงหลักการทางวิชาการมาใช้ในการจัดตารางการผลิต โดยเป้าหมายในการจัดตารางการผลิต คือลดเวลาล่าช้าในการส่งมอบงานเป็นหลัก ซึ่งหลักการในการจัดตารางการผลิตนั้นผู้วิจัยได้เลือกวิธีการในการจัดตารางการผลิต 2 วิธีคือ EDD และ ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม ซึ่งสาเหตุที่เลือกขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมเนื่องจากปัญหางานล่าช้านั้นเป็นปัญหาแบบ NP-Hard ซึ่งไม่มีวิธีที่สามารถหาคำตอบได้โดยตรง ซึ่งหนึ่งในวิธีการแก้ปัญหา NP-Hard นั้นคือขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมและขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมนั้นมีขั้นตอนการคำนวณที่ซับซ้อนน้อยกว่าวิธีอื่นๆ และได้มีผู้ทำวิจัยเกี่ยวกับการจัดตารางการผลิตโดยใช้ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมซึ่งผลการวิจัยของผู้วิจัยท่านอื่นๆสามารถลดเวลาล่าช้าในการส่งมอบงานได้อย่างมาก โดยขั้นตอนการคำนวณโดยใช้วิธีเชิงพันธุกรรมเทียบกับวิธี EDD จะแสดงดังต่อไปนี้

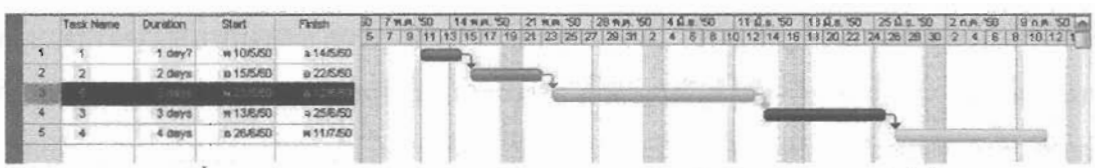
ตัวอย่างการคำนวณ

กำหนดรายละเอียดงานต่างๆดังนี้

ตารางที่ 3-8 งานต่างๆที่ใช้ในการจัดตารางการผลิต

งานที่	เวลาในการผลิต	วันส่งงาน
1	1	1
2	2	2
3	3	3
4	4	5
5	5	2

1.จัดงานต่างๆโดยใช้วิธี EDD ดังต่อไปนี้

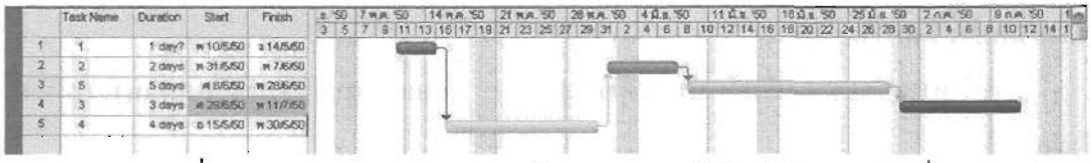


ภาพที่ 3-10 Gantt Chart แสดงการจัดตารางการผลิตโดยวิธี EDD (วิธีที่1)

สามารถคำนวณเวลาล่าช้าของงานต่างๆได้ดังนี้

ตารางที่ 3-9 แสดงการจัดตารางการผลิตโดยวิธี EDD (วิธีที่1)

งานที่	เวลาเสร็จงาน	เวลาล่าช้า
1	1	0
2	3	1
3	11	8
4	15	10
5	9	4
	รวม	23



ภาพที่ 3-11 Gantt Chart แสดงการจัดตารางการผลิตโดยวิธี EDD (วิธีที่2)

สามารถคำนวณเวลาล่าช่าของงานต่างๆได้ดังนี้

ตารางที่ 3-10 แสดงการจัดตารางการผลิตโดยวิธี EDD (วิธีที่2)

งานที่	เวลาเสร็จงาน	เวลาล่าช้า
1	1	0
2	8	1
3	11	6
4	15	8
5	8	10
	รวม	25

การหาคำตอบโดยขั้นวิธีเชิงพันธุกรรม

สำหรับการหาคำตอบโดยขั้นวิธีเชิงพันธุกรรมนั้นจะต้องมีขั้นตอนหลายขั้นตอนในการหาคำตอบซึ่งตัวอย่างนี้จะใช้ปัจจัยต่างต่างๆดังนี้

1.ประชากรเริ่มต้น = 10

2.วิธีในการ Crossover ใช้วิธี PMX

3. ความน่าจะเป็นในการ Crossover = 0.8

4. วิธีในการ Mutation ใช้วิธี Displacement

5. ความน่าจะเป็นในการ Mutation = 0.1

1.กำหนดประชากรเริ่มต้น

การกำหนดประชากรเริ่มต้นนั้นจะกำหนด โดยการสุ่มเลือกมาตัวจำนวนที่กำหนดไว้ดังต่อไปนี้

[5 2 3 4 1]

[1 4 2 3 5]

[3 2 5 4 1]

[4 5 3 1 2]

[1 3 5 2 4]

[3 2 1 5 4]

[2 3 1 5 4]

[5 4 3 2 1]

[4 1 5 3 2]

[3 1 4 2 5]

2. ทำการ Crossover

โดยกำหนดจำนวนประชากรในการ Crossover ตามความน่าจะเป็นในการ Crossover และ Crossover ดังวิธีที่ได้กำหนดไว้

P1 [5 | 2 3 4 | 1]

P2 [1 | 4 3 2 | 5]

⇩

O1 [1 | 2 3 4 | 5]

O2 [5 | 4 3 2 | 1]

หลังจากการ Crossover แล้วจะได้ประชากรเพิ่มขึ้นจากเดิมซึ่งทำให้มีประชากรทั้งหมดดังต่อไปนี้

[5 2 3 4 1]

[1 4 2 3 5]

[3 2 5 4 1]

[4 5 3 1 2]

[1 3 5 2 4]

[3 2 1 5 4]

[2 3 1 5 4]

[5 4 3 2 1]

[4 1 5 3 2]

[3 1 4 2 5]

[1 4 2 3 5]

[5 2 3 4 1]

[3 4 5 2 1]

[1 3 5 4 2]

[4 3 1 5 2]

[2 5 3 1 4]

[3 1 4 2 5]

[4 1 5 3 2]

[3 4 5 2 1]

[1 3 5 4 2]

3. ทำการ Mutation

โดยกำหนดจำนวนประชากรในการ Mutation ตามความน่าจะเป็นในการ Mutation และ Mutation ดังวิธีที่ได้กำหนดไว้

[1 4 2 3 5]

⇩

[1 3 2 4 5]

4. คัดเลือกประชากรที่มีความสมบรูณ์มากที่สุดโดย Fitness Function ที่กำหนดไว้คือ

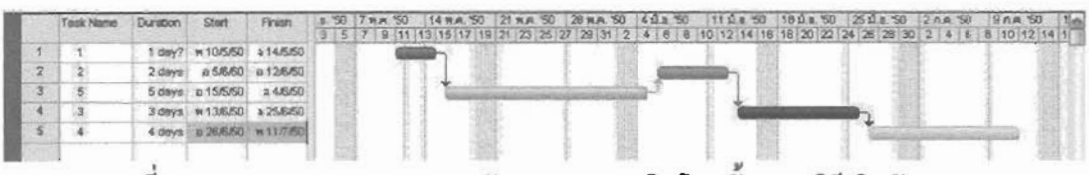
$$\sum T_k = (P_i I_j + I_{j+1} P_{i+1} + ... + I_{j+n} P_{i+n})$$

โดยที่ T_k = เวลาล่าช้าของงาน โดยที่ k มีค่าตั้งแต่ 1-n

P_i = เวลาในการผลิตในแผนกต่างๆ โดยที่ i มีค่าตั้งแต่ 1-n

I_j = เวลาในการรอคอยในแผนกต่างๆ โดยที่ j มีค่าตั้งแต่ 1-n

หลังจากคัดเลือกประชากรที่มีค่าความเหมาะสมมากที่สุดแล้ว ได้คำตอบในการจัดตารางการผลิตดังต่อไปนี้



ภาพที่ 3-12 Gantt Chart แสดงการจัดตารางการผลิตโดยขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม

สามารถคำนวณเวลาล่าช่าของงานต่างๆได้ดังนี้

ตารางที่ 3-11 แสดงการจัดตารางการผลิตโดยขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม

งานที่	เวลาเสร็จงาน	เวลาล่าช้า
1	1	0
2	3	0
3	5	3
4	10	5
5	15	13
	รวม	21

3.3 การจัดตารางการผลิต

ในขั้นตอนการจัดตารางการผลิตนั้นเราจำเป็นต้องทราบถึงข้อมูลในด้านต่างๆเพื่อ ทำให้การจัดตารางการผลิตนั้นเป็นไปความถูกต้อง หรือทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด โดยใช้ข้อมูลต่างๆดังนี้

3.3.1 เวลามาตรฐานในการปรับตั้งเครื่องจักร

สำหรับเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรนั้นเครื่องจักรแต่ละเครื่องนั้น มีเวลาที่ใช้ในการปรับตั้งไม่เท่ากัน เพราะฉะนั้นจึงต้องจับเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรแต่ละเครื่อง เพื่อให้การจัดตารางการผลิตมีความถูกต้อง

โดยมีขั้นตอนในการหาเวลามาตรฐานในการปรับตั้งเครื่องจักรดังนี้

1. จับเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักร ซึ่งในการจับเวลาในการวิจัยนี้ได้อ้างอิงจากเอกสารในการจับเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรของโรงงานตัวอย่าง โดยเอกสารของทางโรงงานนั้นจะแยกการเก็บข้อมูลด้านการปรับตั้งเครื่องจักร เวลาในการผลิต แยกออกเป็นเครื่องต่างๆในแผนกต่างๆ ซึ่งสะดวกต่อการคำนวณเวลาปกติของการปรับตั้งเครื่องจักรต่างๆ

2. คำนวณวัฏจักรการจับเวลาว่าเพียงพอต่อการความเชื่อมั่นที่กำหนด และความผิดพลาดที่กำหนดหรือไม่ โดยการวิจัยนี้กำหนดความเชื่อมั่น 95% และความผิดพลาด 5% โดยสูตรที่ใช้ในการคำนวณใช้สูตรดังต่อไปนี้

$$N = \left(\frac{20\sqrt{n\sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2$$

หากคำนวณแล้ววัฏจักรที่เก็บข้อมูลมาไม่เพียงพอจะต้องเก็บเพิ่ม หากคำนวณแล้วเพียงพอหรือมากกว่าสามารถนำข้อมูลที่เก็บไปคำนวณในขั้นตอนต่อไป

3. กำหนดค่าประเมินอัตราการทำงาน ในการวิจัยนี้ผู้วิจัยกำหนดค่าประเมินอัตราการทำงานที่ 100% (1.0) หมายถึงผู้ปฏิบัติงานมีอัตราการทำงานปกติ

4. กำหนดเวลาเผื่อ ในการวิจัยนี้ผู้วิจัยกำหนดเวลาเผื่อในการปรับตั้งเครื่องจักร คิดเป็น 5% ของเวลาปกติ

5. คำนวณเวลามาตรฐานในการปรับตั้งเครื่องโดยคำนวณจาก

เวลามาตรฐาน = เวลาปกติ + เวลาเผื่อ

3.3.2 เวลามาตรฐานในการผลิต

เวลาในการผลิตในบริษัทตัวอย่างนั้นสามารถแบ่งออกเป็น เครื่องจักรที่สามารถกำหนดจำนวนการผลิต/ชั่วโมงได้ เช่นเครื่องจักรในแผนกพิมพ์ ที่ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติซึ่งผู้ปฏิบัติงานสามารถกำหนดจำนวนการผลิต/ชั่วโมงได้ จะกำหนดจำนวนการผลิตเป็นค่าเฉลี่ยซึ่งอยู่

ระหว่างจำนวนการผลิตต่ำสุดและจำนวนการผลิตสูงสุด และเครื่องจักรที่ต้องวัดจำนวนของที่ผลิต/ชั่วโมง เช่นเครื่องจักรที่ต้องใช้ผู้ปฏิบัติงานทำงานโดยตรง จะกำหนดจำนวนการผลิตเป็นค่าเฉลี่ยซึ่งอยู่ระหว่างจำนวนการผลิตต่ำสุดและจำนวนการผลิตสูงสุด ส่วนเครื่องจักรที่ต้องวัดจำนวนในการผลิตนั้นจะใช้วิธีในการวัดเช่นเดียวกับเครื่องที่สามารถกำหนดจำนวนการผลิต/ชั่วโมงได้

3.3.3 เป้าหมายในการจัดตารางการผลิต

ในการกำหนดเป้าหมายในการผลิตนั้น มีเป้าหมายในลดการล่าช้าของงานโดยเป้าหมายที่เกี่ยวข้องกับการลดการล่าช้าของงานนั้นตั้งเป้าหมายไว้ 2 เป้าหมายคือ ลดเวลาช้าสูงสุด และ ลดเวลาล่าช้าเฉลี่ย สำหรับการลดเวลาช้าสูงสุดนั้นใช้วิธีการจัดตารางการผลิตแบบเวลาส่งงานเร็วสุดทำก่อน(EDD) ส่วนเป้าในการลดเวลาช้าเฉลี่ยนั้นใช้วิธีการจัดตารางการผลิตแบบขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม(Genetic Algorithms)

3.4 การทดสอบปัจจัยที่ผลต่อขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม

เนื่องจากขั้นวิธีเชิงพันธุกรรมนั้นมีปัจจัยที่ส่งผลถึงประสิทธิภาพของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมหลายปัจจัยซึ่งก่อนนำขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมไปใช้นั้นเราจึงต้องทดสอบปัจจัยที่ทำให้ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยในการทดลองปัจจัยนี้ทางผู้วิจัยจะสร้างระบบการผลิตจำลองซึ่งมีจำนวนเครื่องจักรน้อยกว่าที่ใช้อยู่จริงในโรงงานตัวอย่าง เพื่อความรวดเร็วในการทดสอบปัจจัยที่ส่งผมการทบกับขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม โดยรายละเอียดและขั้นตอนการทดสอบมีดังต่อไปนี้

1. กำหนดแผนกงานจำนวน 4 แผนก
2. ในแต่ละแผนกมีเครื่องจำนวนต่างๆกันไปดังต่อไปนี้
   2.1 แผนก A มีจำนวนเครื่องจักร 4 เครื่อง
   2.2 แผนก B มีจำนวนเครื่องจักร 5 เครื่อง
   2.3 แผนก C มีจำนวนเครื่องจักร 10 เครื่อง
   2.4 แผนก D มีจำนวนเครื่องจักร 4 เครื่อง
3. กำหนดเป้าหมายของการจัดตารางการผลิต ซึ่งในกรณีนี้กำหนดเป้าหมายในการทดสอบเป็นเวลาล่าช้าของงาน T
4. นำงานตัวอย่างจำนวน 50 งานมาจัดตารางการผลิต โดยใช้ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมโดยปัจจัยต่างๆดังต่อไปนี้

   4.1 Initial Population Size (P)

สำหรับการทดลองนี้กำหนดจำนวนประชากรเริ่มต้นเป็น 10 และ 30

4.2 ความน่าจะเป็นในการ Crossover (Pc)

กำหนดความน่าจะเป็นในการ Crossover เป็น 0.7 และ 1.0 เนื่องจากอ้างอิงจากการทดลองของผู้วิจัยท่านอื่นๆที่ได้ทดสอบปัจจัยต่างๆที่ใช้กับขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมดังตารางที่ 3-8

ตารางที่ 3-8 ตารางแสดงความน่าจะเป็นในการ Crossover ที่ดีที่สุดจากทดลองจากผู้วิจัยท่านต่างๆ

ผู้วิจัย	ความน่าจะเป็นในการ Crossover ที่ดีที่สุดจากทดลอง
เชาวลิต หามนตรี (47 งาน)	0.8
เชาวลิต หามนตรี (72 งาน)	0.9
เชาวลิต หามนตรี (108 งาน)	ไม่มีนัยสำคัญ
Bor-wang Cheng , Chun-Lang Chang	0.8

3.4.1 วิธีการ Crossover

วิธีการ Crossover ในการทดลองนี้กำหนดวิธีการ Crossover โดยใช้วิธี PMX(Partial Mapped Crossover) และ OX(Order Crossover) เนื่องจากอ้างอิงจากการทดลองของผู้วิจัยท่านอื่นๆดังตารางที่ 3-9

ตารางที่ 3-9 ตารางแสดงวิธีการ Crossover ที่ดีที่สุดที่ได้จากการทดลองจากผู้วิจัยท่านต่างๆ

ผู้วิจัย	วิธีการ Crossover ที่ดีที่สุดที่ได้จากการทดลอง
เชาวลิต หามนตรี (47 งาน)	OX
เชาวลิต หามนตรี (72 งาน)	OX
เชาวลิต หามนตรี (108 งาน)	OX
เชาวลิต หามนตรี (47 งาน ร่วมกับฮิวริสติก))	PMX

3.4.2 ความน่าจะเป็นในการ Mutation (Pm)

กำหนดความน่าจะเป็นในการ Mutation เป็น 0.1 และ 0.2 เนื่องจากอ้างอิงจากการทดลองของผู้วิจัยท่านอื่นๆที่ได้ทดสอบปัจจัยต่างๆที่ใช้กับขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมดังตารางที่ 3-10

ตารางที่ 3-10 ตารางแสดงความน่าจะเป็นในการ Mutation ที่ดีที่สุดจากการทดลองจากผู้วิจัยท่านต่างๆ

ผู้วิจัย	ความน่าจะเป็นในการ Mutation ที่ดีที่สุดจากการทดลอง
เชาวลิต หามนตรี (47 งาน)	ไม่มีนัยสำคัญ
เชาวลิต หามนตรี (72 งาน)	0.1
เชาวลิต หามนตรี (108 งาน)	ไม่มีนัยสำคัญ
Bor-wang Cheng , Chun-Lang Chang	0.15

3.4.3 วิธีการ Mutation

กำหนดวิธีการ Mutation ในการทดลองนี้โดยใช้วิธี Inversion Mutation และ Displacement Mutation เนื่องจากอ้างอิงจากการทดลองของผู้วิจัยท่านอื่นๆดังตารางที่ 3-11

ตารางที่ 3-11 ตารางแสดงวิธีการ Mutation ที่ดีที่สุดที่ได้จากการทดลองจากผู้วิจัยท่านต่างๆ

ผู้วิจัย	วิธีการ Mutation ที่ดีที่สุดที่ได้จากการทดลอง
Bor-wang Cheng , Chun-Lang Chang	Displacement Mutation
Uwe Aickelina , Kathryn A. Dowsland	Displacement Mutation

บทที่ 4

ผลการทดลอง

จากการแก้ไขปัญหาการส่งงานล่าช้าของโรงงานตัวอย่าง โดยการจัดตารางการผลิตนั้น จะต้องทราบข้อมูลในการคำนวณเวลาสำหรับเครื่องจักรต่างๆและในการผลิตขั้นตอนต่างๆ ซึ่งประกอบด้วยเวลามาตรฐานในการปรับตั้งเครื่องจักร และ เวลามาตรฐานในการผลิต นอกจากนั้นจะต้องทดสอบปัจจัยที่ทำให้ประสิทธิภาพของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมมีประสิทธิภาพดีที่ดีสุด เพื่อให้การจัดตารางการผลิตเป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ โดยมีขั้นตอนต่างๆดังต่อไปนี้

4.1 เวลามาตรฐาน

เวลามาตรฐานถือเป็นข้อมูลที่สำคัญในการจัดตารางการผลิต เนื่องจากทำให้ทราบถึงเวลาที่ต้องใช้ในการผลิตในเครื่องจักรต่างๆ ซึ่งรวมถึงเวลาที่ใช้ในการปรับตั้งเครื่องจักรด้วย หากเวลามาตรฐานของเครื่องจักรต่างๆมีความคลาดเคลื่อน และก็จะทำให้ความแม่นยำในการจัดตารางการผลิตลดลงด้วย ในการวิจัยนี้จะใช้เวลามาตรฐาน 2 อย่างคือ เวลามาตรฐานในการปรับตั้งเครื่องจักร และ เวลามาตรฐานในการผลิต

4.1.1 เวลามาตรฐานในการปรับตั้งเครื่องจักร

1. เครื่องพิมพ์ Roland 800 TYP R 804

ตารางที่ 4-1 ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องพิมพ์ Roland 800 TYP R 804

ครั้งที่	เวลาเริ่มต้นตั้งเครื่อง	เวลาตั้งเครื่องเสร็จ	เวลาที่ใช้ในการตั้งเครื่อง
1	8:00	8:25	0:25
2	10:50	11:10	0:20
3	13:45	14:15	0:30
4	16:00	16:40	0:40
5	9:15	9:45	0:30
6	11:30	11:55	0:25

ตารางที่ 4-1 (ต่อ)

ครั้งที่	เวลาเริ่มต้นตั้งเครื่อง	เวลาตั้งเครื่องเสร็จ	เวลาที่ใช้ในการตั้งเครื่อง
7	14:50	15:15	0:25
8	17:30	18:00	0:30
9	21:40	22:10	0:30
10	10:50	11:20	0:30
11	13:10	13:45	0:35
12	8:30	8:50	0:20
13	10:00	10:30	0:30
14	13:30	14:00	0:30
15	9:50	10:25	0:35
		เฉลี่ย	0:29

จากข้อมูลในตารางที่ 4-1 สามารถนำมาคำนวณหาจำนวนวัฏจักรในการจับเวลาปรับตั้งเครื่องจักรได้ โดยในการคำนวณหาจำนวนวัฏจักรที่เหมาะสมในการจับเวลานั้นทางผู้วิจัยใช้ช่วงความเชื่อมั่น 95% และความผิดพลาด 10% โดยวิธีการคำนวณเป็นไปตามสมการ

$$N = \left(\frac{40\sqrt{n\sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2$$

โดยแทนค่าต่างๆในสมการได้ดังนี้

$$10.5 = \left(\frac{40\sqrt{15(12650) - (430)^2}}{430} \right)^2$$

จากการคำนวณได้ค่า 10.5 ≈ 11 วัฏจักร ซึ่งในการเก็บข้อมูลในการปรับตั้งเครื่องพิมพ์ Roland 800 TYP R 804 นั้นผู้วิจัยเก็บข้อมูลมา 15 วัฏจักรซึ่งถือว่าเพียงพอแล้ว ซึ่งเวลาเฉลี่ยในการปรับตั้งเครื่องจักรสำหรับเครื่องพิมพ์ Roland 800 TYP R 804 คือ 29 นาที และในการประเมินอัตราการทำงานนั้นทางผู้วิจัยในค่า 100ซึ่งหมายถึง อัตราการทำงานปกติ

ดังนั้นเวลาปกติของการปรับตั้งเครื่องเครื่องพิมพ์ Roland 800 TYP R 804เท่ากับ

29 x 1.0 = 29 นาที

สำหรับการกำหนดเวลาเผื่อนั้นทางผู้วิจัยกำหนดให้เผื่อ 5% เนื่องจากการทำงานในแผนกพิมพ์นั้นผู้ปฏิบัติงานจะต้องเดินไปกลับระหว่างหน้าเครื่องและท้ายเครื่องเพื่อนำกระดาษออกจากเครื่องเพื่อนำกระดาษมาตรวจค่าสีจึงจำเป็นต้องกำหนดเวลาเผื่อค่อนข้างมากเพื่อป้องกันผู้ปฏิบัติงานเมื่อยล้าขณะทำงาน

เวลามาตรฐาน = 29 + (29 x 0.05) = 30.45 ≈ 31 นาที

สำหรับเครื่องจักรต่างๆในแผนกอื่นๆนั้นจะคำนวณในลักษณะเดียวกัน จึงยกการคำนวณเวลามาตรฐานในการปรับตั้งเครื่องของเครื่องต่างๆไว้ในภาคผนวก โดยเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรของแผนกต่างๆนั้นแสดงดังต่อไปนี้

1. แผนกพิมพ์

แผนกพิมพ์	setup time
Roland 800 TYP R 804	00:31
Mitsubishi Diamond 1000	00:37
Heidelberg Speedmaster CD 102(6 colour)	00:42
Mitsubishi 6 HC-5	01:01
Heidelberg Speedmaster CD 102	00:41
Heidelberg MO	00:38
Heidelberg SORDZ	00:35
Heidelberg SORKZ	00:39

2. แผนกปะกบ

แผนกปะกบ	setup time
เครื่องกลบลูกฟูกไหญ่ Hori Zontal TS-VPF32H-5	00:23
เครื่องกลบลูกฟูกเล็ก	00:13
เครื่องกลบเล็ก SAM	00:12

3. แผนกอาบเคลือบ

แผนกอาบเคลือบ	setup time
เครื่องอาบเทียน	00:16
เครื่องอาบสปอร์ตยูวี Huawei RHW-J1300	00:34
เครื่องอาบวอเตอร์เบส QY (Qun Ying)	00:29
เครื่องอาบยูวี ZUVGC-1200A	00:23
เครื่องอาบยูวี 2	00:26
เครื่องอาบบริสเตอร์	00:21
เครื่องอาบวอเตอร์เบส	00:24
เครื่องขัดเงา ระบบไฟฟ้า	00:32
เครื่องขัดเงา ระบบแก๊ส	00:33

4. แผนกไดคัท

แผนกไดคัท	setup time
เครื่องปั้มไดคัท 1	00:25
เครื่องปั้มไดคัท 2	00:11
เครื่องปั้มไดคัท 3	01:24
เครื่องปั้มไดคัท 4	00:47
เครื่องปั้มไดคัท 5	00:55
เครื่องปั้มไดคัท 6	00:56
เครื่องปั้มไดคัท 7	00:57
เครื่องปั้มไดคัท 8	01:32
เครื่องปั้มไดคัท 9	02:00

แผนกไดคัท	setup time
เครื่องปั้มไดคัท 10	01:26
เครื่องปั้มไดคัท 11	01:48
เครื่องปั้มไดคัท 12	01:12
เครื่องปั้มไดคัท 13	01:55
เครื่องปั้มไดคัท 14	01:23
เครื่องปั้มไดคัท 15	01:09
เครื่องปั้มไดคัท 16	01:24
เครื่องปั้มไดคัท 17	01:13
เครื่องปั้มไดคัท 18	01:28
เครื่องปั้มไดคัท 19	01:08
เครื่องปั้มไดคัท 20	02:01
เครื่องปั้มไดคัท 21	01:06
เครื่องปั้มไดคัท 22	01:09
เครื่องปั้มไดคัท 23	01:24
เครื่องปั้มไดคัท 24	01:25
เครื่องปั้มไดคัท 25	01:19
เครื่องปั้มไดคัท 26	01:19

5. แผนกติดประกอบ

แผนกติดประกอบ	setup time
เครื่องติด ACE	00:16
เครื่องติด KKK	00:23
เครื่องติด QY	00:34
เครื่องติด HY	00:32
เครื่องทากาว 1	00:13
เครื่องทากาว 2	00:13

4.1.2 เวลามาตรฐานในการผลิต

4.1.2.1 แผนกพิมพ์

สำหรับเครื่องจักรแผนกพิมพ์นั้นเป็นเครื่องจักรที่สามารถกำหนดอัตราการผลิตได้ตามที่ต้องการ โดยสามารถปรับตั้งจำนวนการพิมพ์นั้นสามารถปรับตั้งได้ที่เครื่องโดยตรงไม่ขึ้นอยู่กับความสามารถของผู้ปฏิบัติงาน โดยอัตราการผลิตของเครื่องจักรแผนกพิมพ์นั้นแสดงดังตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-2 ตารางแสดงอัตราการผลิตของเครื่องจักรในแผนกพิมพ์

ลำดับ	รายการ	อัตราการผลิต แผ่น/ชั่วโมง
1	Roland 800 TYP R 804	5000
2	Mitsubishi Diamond 1000	5000
3	Heidelberg Speedmaster CD 102 (6 colors)	6000
4	Mitsubishi 6 HC-5	5000
5	Heidelberg Speedmaster CD 102	7000
6	Heidelberg MO	3000
7	Heidelberg SORDZ	3000
8	Heidelberg SORKZ	3000

4.1.2.2 แผนกปะกบ

แผนกปะกบสามารถแบ่งได้เป็นส่วนที่ใช้เครื่องจักรสำหรับเครื่องจักรในแผนกปะกบนั้นเป็นเครื่องที่เป็นระบบอัตโนมัติ ซึ่งสามารถกำหนดอัตราการผลิตได้ที่เครื่องโดยตรงคล้ายกับเครื่องในแผนกพิมพ์ และมีส่วนที่เป็นการปะกบมือซึ่งส่วนที่เป็นการปะกบมือนั้นผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลในการผลิตของผู้ปฏิบัติงานหลายๆคน เพื่อหาค่าเฉลี่ยของอัตราการผลิตและเพื่อความถูกต้องในการประเมินอัตราการผลิต โดยอัตราการผลิตของแผนกปะกบ แสดงดังตาราง 4-3

ตารางที่ 4-3 ตารางแสดงอัตราการผลิตของเครื่องจักรในแผนกปะกบ

ลำดับ	รายการ	อัตราการผลิต แผ่น/ชั่วโมง
1	เครื่องกลบลูกฟูกใหญ่ Hori Zontal TS-VPF32H-5	2000
2	เครื่องกลบลูกฟูกเล็ก	1000
3	เครื่องกลบเล็ก SAM	1000

4.1.2.3 แผนกอาบเคลือบ

เครื่องจักรในแผนกอาบเคลือบ เป็นเครื่องจักรที่ต้องให้ผู้ปฏิบัติงานเป็นผู้ควบคุมการทำงานต่างๆ ซึ่งจะต้องหาค่าเฉลี่ยอัตราการผลิตของผู้ปฏิบัติงานหลายๆคน เพื่อความถูกต้องในการประเมินอัตราการผลิต โดยอัตราการผลิตของแผนกอาบเคลือบ แสดงดังตาราง 4-4

ตารางที่ 4-4 ตารางแสดงอัตราการผลิตของเครื่องจักรในแผนกอาบเคลือบ

ลำดับ	รายการ	อัตราการผลิต แผ่น/ชั่วโมง
1	เครื่องอาบเทียน	5000
2	เครื่องอาบสปอร์ตยูวี Huawei RHW-J1300	3000
3	เครื่องอาบวอเตอร์เบส QY (Qun Ying)	5000
4	เครื่องอาบยูวี ZUVGC-1200A	3000
5	เครื่องอาบยูวี	3000
6	เครื่องอาบบริสเตอร์	3000
7	เครื่องอาบวอเตอร์เบส	3500
8	เครื่องขัดเงา ระบบไฟฟ้า	1000
9	เครื่องขัดเงา ระบบแก๊ส	1000

4.1.2 .4แผนกไดคัท

เครื่องจักรในแผนกอาบเคลือบ เป็นเครื่องจักรที่ใช้ระบบควบคุมอัตโนมัติและเครื่องจักรที่ต้องให้ผู้ปฏิบัติงานเป็นผู้ควบคุมการทำงานต่างๆ ซึ่งจะต้องหาค่าเฉลี่ยอัตราการผลิตของผู้ปฏิบัติงานหลายๆคน เพื่อความถูกต้องในการประเมินอัตราการผลิต โดยอัตราการผลิตของแผนกไดคัท แสดงดังตาราง 4-5

ตารางที่ 4-5 ตารางแสดงอัตราการผลิตของเครื่องจักรในแผนกไดคัท

ลำดับ	รายการ	อัตราการผลิต แผ่น/ชั่วโมง
1	เครื่องปั๊มไดคัท 1	1650
2	เครื่องปั๊มไดคัท 2	2800
3	เครื่องปั๊มไดคัท 3	1400
4	เครื่องปั๊มไดคัท 4	2300
5	เครื่องปั๊มไดคัท 5	2500
6	เครื่องปั๊มไดคัท 6	1300
7	เครื่องปั๊มไดคัท 7	560
8	เครื่องปั๊มไดคัท 8	300
9	เครื่องปั๊มไดคัท 9	450
10	เครื่องปั๊มไดคัท 10	600
11	เครื่องปั๊มไดคัท 11	580
12	เครื่องปั๊มไดคัท 12	600
13	เครื่องปั๊มไดคัท 13	700
14	เครื่องปั๊มไดคัท 14	610
15	เครื่องปั๊มไดคัท 15	700
16	เครื่องปั๊มไดคัท 16	420
17	เครื่องปั๊มไดคัท 17	880
18	เครื่องปั๊มไดคัท 18	960
19	เครื่องปั๊มไดคัท 19	640
20	เครื่องปั๊มไดคัท 20	670
21	เครื่องปั๊มไดคัท 21	720

ตารางที่ 4-5 (ต่อ)

ลำดับ	รายการ	อัตราการผลิต แผ่น/ชั่วโมง
22	เครื่องปั้มไดคัท 22	530
23	เครื่องปั้มไดคัท 23	550
24	เครื่องปั้มไดคัท 24	690
25	เครื่องปั้มไดคัท 25	500
26	เครื่องปั้มไดคัท 26	700

4.1.2.5 แผนกติดประกอบ

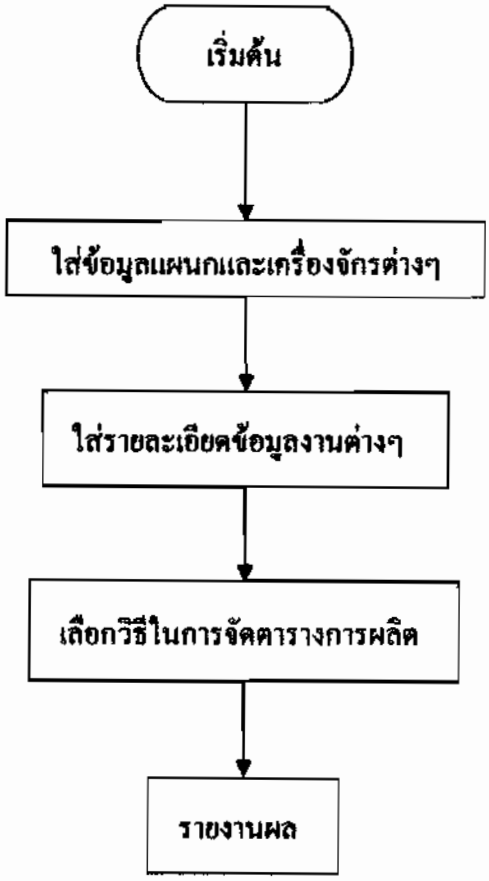
เครื่องจักรในแผนกติดประกอบนั้น เป็นเครื่องจักรที่กึ่งอัตโนมัติเนื่องจากผู้ปฏิบัติงานจะต้องควบคุมความเร็วของงานที่เข้าเครื่องให้เหมาะสมกับลักษณะงานนั้นๆ ผู้วิจัยจึงต้องหาค่าเฉลี่ยอัตราการผลิตของผู้ปฏิบัติงานหลายๆคน เพื่อความถูกต้องในการประเมินอัตราการผลิต. โดยอัตราการผลิตของแผนกไดคัท แสดงดังตาราง 4-6

ตารางที่ 4-6 ตารางแสดงอัตราการผลิตของเครื่องจักรในแผนกติดประกอบ

ลำดับ	รายการ	อัตราการผลิต แผ่น/ชั่วโมง
1	เครื่องติด ACE	7000
2	เครื่องติด KKK	1000
3	เครื่องติด QY	1400
4	เครื่องติด HY	7000
5	เครื่องทากาว	2500
6	เครื่องทากาว	2500

4.2 โปรแกรมในการจัดตารางการผลิต

สำหรับรูปแบบโครงสร้างของโปรแกรมที่ใช้ในการจัดตารางการผลิตนั้น สร้างขึ้นจากโปรแกรมภาษา ซี ซึ่งอาศัยการจัดการฐานข้อมูลของ Microsoft Access ในการเก็บข้อมูลต่างๆที่ใช้ในโปรแกรม โดยสามารถแก้ไขข้อมูลต่างๆที่เก็บอยู่ภายในโปรแกรมได้ง่าย และสะดวกต่อการใช้งาน และสามารถทำงานบนระบบปฏิบัติการ Windows ได้ โดยผังการไหลของโปรแกรมที่ใช้ในการจัดตารางการผลิตนั้นเป็นไปดังภาพที่ 4-1



ภาพที่ 4-1 ผังการไหลของโปรแกรมจัดตารางการผลิต

4.2.1 การออกแบบโครโมโซมของการจัดตารางการผลิตโดยใช้ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม

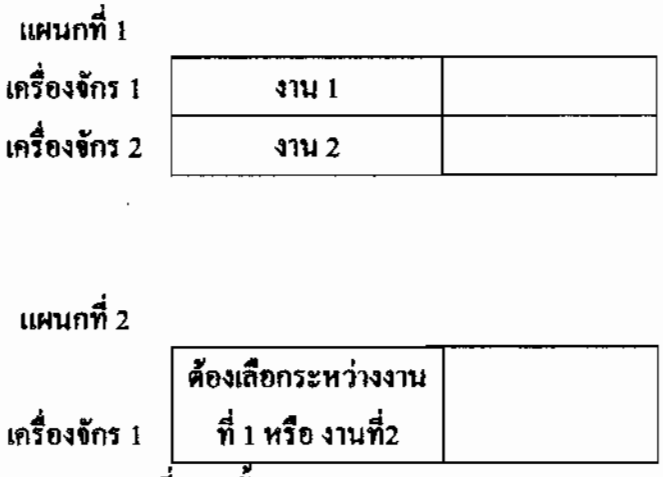
สำหรับการออกแบบโครโมโซมของคำตอบนั้นทางผู้วิจัยได้วิเคราะห์โครงสร้างของโรงงานตัวอย่าง จึงพบว่าเครื่องจักรในแต่ละแผนกนั้นดูเสมือนว่าจะเป็นเครื่องจักรที่ขนานกัน แต่เมื่อสอบถามการทำงานของเครื่องจักรในงานต่างๆแล้วพบว่า เครื่องจักรที่อยู่ในแผนกต่างๆส่วนใหญ่แล้วเป็นเครื่องจักรที่ไม่ขนานกัน โดยเครื่องจักรแต่ละเครื่องไม่สามารถทำงานแทนกันได้เนื่องจากเครื่องจักรแต่ละเครื่องมีคุณสมบัติที่ต่างๆกัน เช่น ขนาดที่สามารถพิมพ์สินค้าได้แตกต่างกัน มีจำนวนสีที่สามารถพิมพ์ได้แตกต่างกัน จึงไม่สามารถออกแบบโครโมโซมในลักษณะที่เป็นเครื่องจักรขนานกันได้ ทางผู้วิจัยจึงออกแบบโครโมโซมในลักษณะเครื่องต่อเครื่อง ซึ่งจะให้สามารถแก้ไขปัญหาดังที่ได้กล่าวมาได้ ยกตัวอย่างเช่น มีงาน 1, 2 และ 3 เข้ามาที่เครื่องจักรที่ 1 หลังจากผลิตในเครื่องจักรที่ 1 เสร็จแล้ว จึงผลิตในเครื่องจักรที่ 2 ดังภาพต่อไปนี้

เครื่องจักร 1	งาน 1	งาน 2	งาน 3			
เครื่องจักร 2		งาน 1	งาน 2	งาน 3		

เครื่องจักร 1	งาน 1	งาน 2	งาน 3			
เครื่องจักร 2				งาน 3	งาน 2	งาน 1

ภาพที่ 4-2 แสดงขั้นตอนการทำงานของงาน

จากภาพที่ 4-2 จะเห็นได้ว่าภาพด้านบนแสดงลักษณะงานที่ควรจะเป็นในการผลิต ซึ่งต่างจากจากภาพด้านล่าง ซึ่งเห็นได้ชัดว่าการจัดลำดับงานที่ไม่เหมาะสมจะทำให้เกิดเวลารอคอยเป็นอย่างมาก โดยการยกตัวอย่างในภาพที่ 4-2 นั้นแสดงให้เห็นว่าหากใช้ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมในทุกแผนกนั้น อาจจะทำให้เกิดคำตอบที่ไม่เหมาะสมขึ้นเป็นจำนวนมาก และทำให้การหาคำตอบนั้นเสียเวลาเป็นอย่างมาก ทางผู้วิจัยจึงใช้ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมในแผนกแรกเท่านั้น และในแผนกอื่นๆ นั้นจะจัดลำดับงานตามลำดับงานที่เรียงในแผนกที่ 1 เช่นเดียวกับ ภาพที่ 4-2 ด้านบน แต่หลังจากศึกษาปัญหาการจัดตารางการผลิตมากขึ้นพบว่ายังมีปัญหาในการจัดตารางการผลิตอีก โดยปัญหาที่เกิดขึ้นนั้นเกิดขึ้นจาก งานที่อยู่ในแผนกแรกเสร็จพร้อมกันและจะต้องทำงานต่อในแผนกที่สองในเครื่องเดียวกันดังภาพที่ 4-3



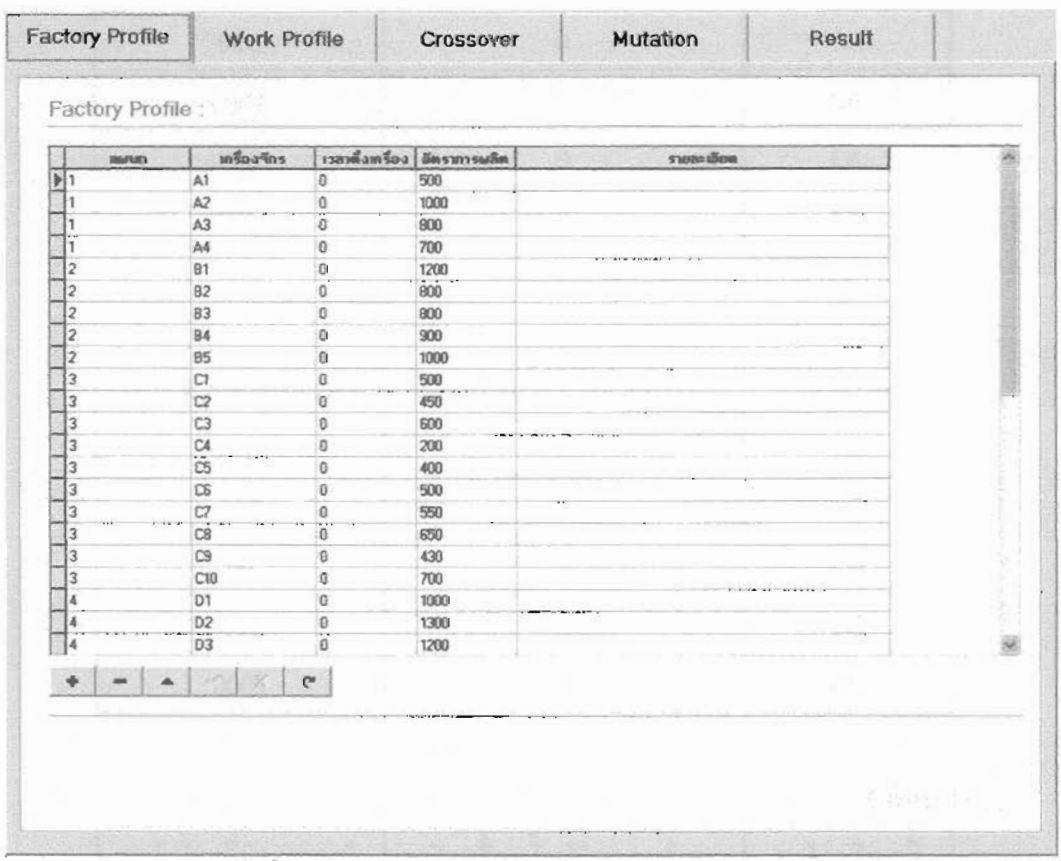
ภาพที่ 4-3 ขั้นตอนการทำงานของงาน

จากภาพที่ 4-3 จะเห็นได้ว่างานที่ 1 และงานที่ 2 นั้นเสร็จพร้อมกันและต้องเลือกทำงานในแผนกที่ 2 โดยทางผู้วิจัยได้แก้ไขปัญหาดังกล่าวโดยการใช้กฎการจ่ายงานที่เป็นวิธีทางฮิวริกติก มาช่วยในการแก้ไขปัญหา โดยทางผู้วิจัยได้เลือกใช้กฎการจ่ายงานแบบ EDD(Earliest Due Date) เพราะว่ากฎ EDD เป็นกฎการจ่ายงานที่เกี่ยวข้องการเวลาล่าช้าของงานและยังเป็นอีกวิธีหนึ่งที่ใช่ในการจัดตารางการผลิตในงานวิจัยครั้งนี้ด้วย โดยการแก้ปัญหานี้สามารถแก้ไขได้โดยเลือกงานที่มีวันส่งงานก่อนทำก่อนเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว

4.3 การทดสอบพารามิเตอร์ของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม(Genetic Algorithms)

ในการทดสอบพารามิเตอร์ของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมนั้น ทางผู้วิจัยได้ทดสอบพารามิเตอร์ต่างๆที่ใช้ในขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม โดยใช้โปรแกรมที่สร้างขึ้นเพื่อนำไปใช้จริงในโรงงานตัวอย่างเพื่อ ทดสอบความถูกต้องของโปรแกรมที่สร้างขึ้นและทดสอบพารามิเตอร์ต่างที่ในขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมเป็นการควบคู่กัน โดยขั้นตอนการทดสอบและการใช้งานในส่วนต่างๆของโปรแกรมมีดังนี้

1. กำหนดแผนกและเครื่องจักรต่างๆที่ใช้ในการทดสอบพารามิเตอร์ต่างๆที่ใช้ในขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม โดยในการทดสอบนี้ได้กำหนดแผนกและเครื่องจักรในแผนกต่างๆ รวมถึงอัตราการผลิตของเครื่องจักรต่างๆ ดังรูปที่ 4-4



ภาพที่ 4-4 แสดงรายละเอียดเครื่องจักรต่างๆในโปรแกรม

จากรูปที่ 4-4 จะเห็นได้ว่าจำนวนแผนกและจำนวนเครื่องจักรต่างๆที่สามารถใส่เข้าไปในโปรแกรมนั้น สามารถเพิ่มและลบออกจากโปรแกรมได้ตามลักษณะของโรงงานที่จะนำไปใช้ ซึ่งการสร้างโปรแกรมในลักษณะนี้ทำให้โปรแกรมมีความยืดหยุ่น สามารถนำไปใช้กับโรงงานที่มี

ลักษณะโครงสร้างต่างจากโรงงงานตัวอย่างได้ สำหรับการทดสอบพารามิเตอร์ต่างๆที่ใช้ในขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมนั้น ผู้วิจัยได้จำลองโครงสร้างของโรงงานขึ้น โดยการกำหนดแผนกและเครื่องจักรต่างๆในแผนกต่างๆนั้น จะกำหนดให้มีจำนวนน้อยกว่าจำนวนแผนกและจำนวนเครื่องจักรในโรงงานตัวอย่างที่จะนำโปรแกรมไปใช้ และกำหนดเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรในเป็นศูนย์ และได้กำหนดให้แสดงผลในขั้นตอนสุดท้ายของการทำงาน เพื่อความรวดเร็วในการทดสอบ โดยการทดสอบพารามิเตอร์ต่างๆที่ใช้ในขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม มีรายละเอียดของแผนกและเครื่องจักรต่างๆดังนี้

1. แผนกที่ 1

ชื่อเครื่องจักร	เวลาในการปรับตั้งเครื่องจักร	อัตราการผลิต/ชั่วโมง
A1	0	500
A2	0	1000
A3	0	800
A4	0	700

2. แผนกที่ 2

ชื่อเครื่องจักร	เวลาในการปรับตั้งเครื่องจักร	อัตราการผลิต/ชั่วโมง
B1	0	1200
B2	0	800
B3	0	00
B4	0	900
B5	0	1000

3. แผนกที่ 3

ชื่อเครื่องจักร	เวลาในการปรับตั้งเครื่องจักร	อัตราการผลิต/ชั่วโมง
C1	0	5
C2	0	45
C3	0	6
C4	0	2
C5	0	4

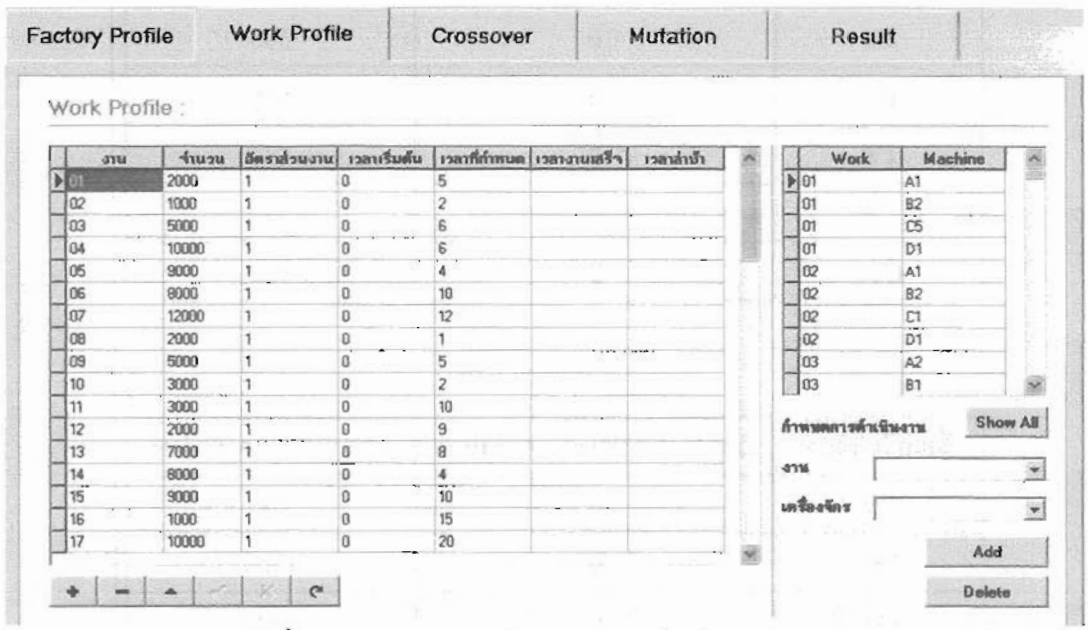
C6	0	500
C7	0	550
C8	0	650
C9	0	430
C10	0	700

4. แผนกที่ 4

ชื่อเครื่องจักร	เวลาในการปรับตั้งเครื่องจักร	อัตราการผลิต/ชั่วโมง
D1	0	100
D2	0	1300
D3	0	1200
D4	0	1200

2. กำหนดงานต่างๆที่ใช้ในการทดสอบพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ใช้ในขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม สำหรับงานที่นำไปทดสอบพารามิเตอร์ต่างๆที่ใช้ในขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมนั้น ทางผู้วิจัยกำหนดงานที่ใช้ในการทดสอบขึ้นมา 50 งาน โดยการที่กำหนดจำนวนงานที่นำไปทดสอบพารามิเตอร์ต่างๆที่ใช้ในขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมนั้น ผู้วิจัยได้กำหนดจำนวนงานที่อาจจะมากกว่าจำนวนงานที่ทำจริงในโรงงานตัวอย่าง และวันที่กำหนดส่งงานเร็วกว่า งานที่ทำจริงในโรงงานตัวอย่างเนื่องจากต้องการทดสอบประสิทธิภาพของโปรแกรมและตรวจสอบการทำงานของโปรแกรม โดยรายละเอียดข้อมูลของงานต่างๆที่ใส่ในโปรแกรมนั้นมีรายละเอียดของงาน และหน้าต่างของโปรแกรมดังนี้

1. เลขที่ของงาน
2. จำนวนที่ต้องการผลิต
3. อัตราส่วน(เนื่องจากการผลิตสินค้าของโรงงานตัวอย่างนั้นเป็นงานพิมพ์ ซึ่งการพิมพ์ 1 แผ่นอาจจะได้สินค้ามากกว่า 1 ชิ้น ซึ่งขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของงานนั้นๆ)
4. เวลาเริ่มต้น(เป็นเวลาที่งานนั้นเข้ามาในระบบ)
5. เวลาที่กำหนดส่ง(Due Date)
6. เวลางานเสร็จ
7. เวลาล่าช้า

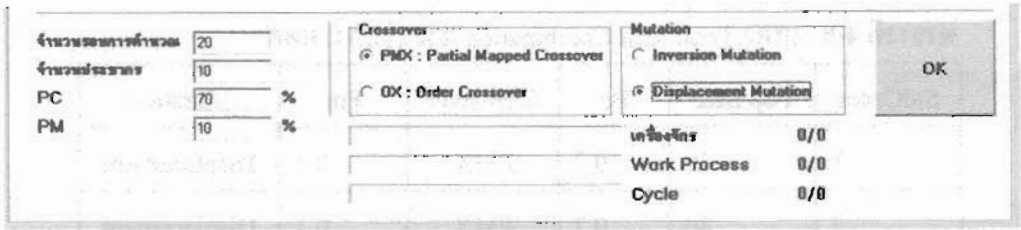


ภาพที่ 4-5 แสดงรายละเอียดงานต่างๆที่ใช้ในการทดสอบพารามิเตอร์ต่างๆที่ใช้ในขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม

3. กำหนดปัจจัยต่างที่ใช้ในการทดสอบพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ใช้ในขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม สำหรับการการทดสอบพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ใช้ในขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมในครั้งนี้ ทางผู้วิจัยได้กำหนดปัจจัยต่างๆที่ จะนำมาทดสอบพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ใช้ในขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม ดังตารางที่ 4-7

ตารางที่ 4-7 ตารางแสดงปัจจัยและระดับปัจจัยที่นำมาทดสอบพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ใช้ในขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม

ปัจจัย	ระดับสูง	ระดับต่ำ
Pop Size	30	10
Pc	1.0	0.7
Crossover	OX	PMX
Pm	0.2	0.1
Mutation	Displacement	Inversion



ภาพที่ 4-6 แสดงส่วนของการใส่ปัจจัยที่ใช้ในการทดสอบพารามิเตอร์ต่างๆที่ใช้ในขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม

จากภาพที่ 4-6 จะเห็นได้ว่าโปรแกรมสามารถใส่ปัจจัยต่างๆที่ใช้ในขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมได้ แต่โปรแกรมที่จะนำไปใช้กับโรงงานตัวอย่างนั้น จะไม่สามารถกำหนดปัจจัยต่างๆได้ เนื่องจากหลังจากทดสอบปัจจัยต่างๆที่ใช้ในขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมแล้ว ผู้วิจัยจะกำหนดปัจจัยและระดับปัจจัยต่างๆเข้าไปในโปรแกรมและไม่สามารถแก้ไขได้ เพื่อป้องกันการปรับเปลี่ยนปัจจัยซึ่งส่งผลกระทบกับประสิทธิภาพของโปรแกรม

4. ทดสอบปัจจัยต่างๆที่ใช้ในขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม โดยการวิเคราะห์ผลของการทดสอบพารามิเตอร์ต่างๆที่ใช้ในขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมนั้น ทางผู้วิจัยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลทางด้านสถิติเพื่อความถูกต้องในการวิเคราะห์ผลการทดสอบ ซึ่งในการทดสอบครั้งนี้มีปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง 5 ปัจจัย และทดลองซ้ำ 2 ครั้ง(2 Replicate) โดยการทดสอบจะทำให้เกิด Treatment Combination ดังตารางที่ 4-8

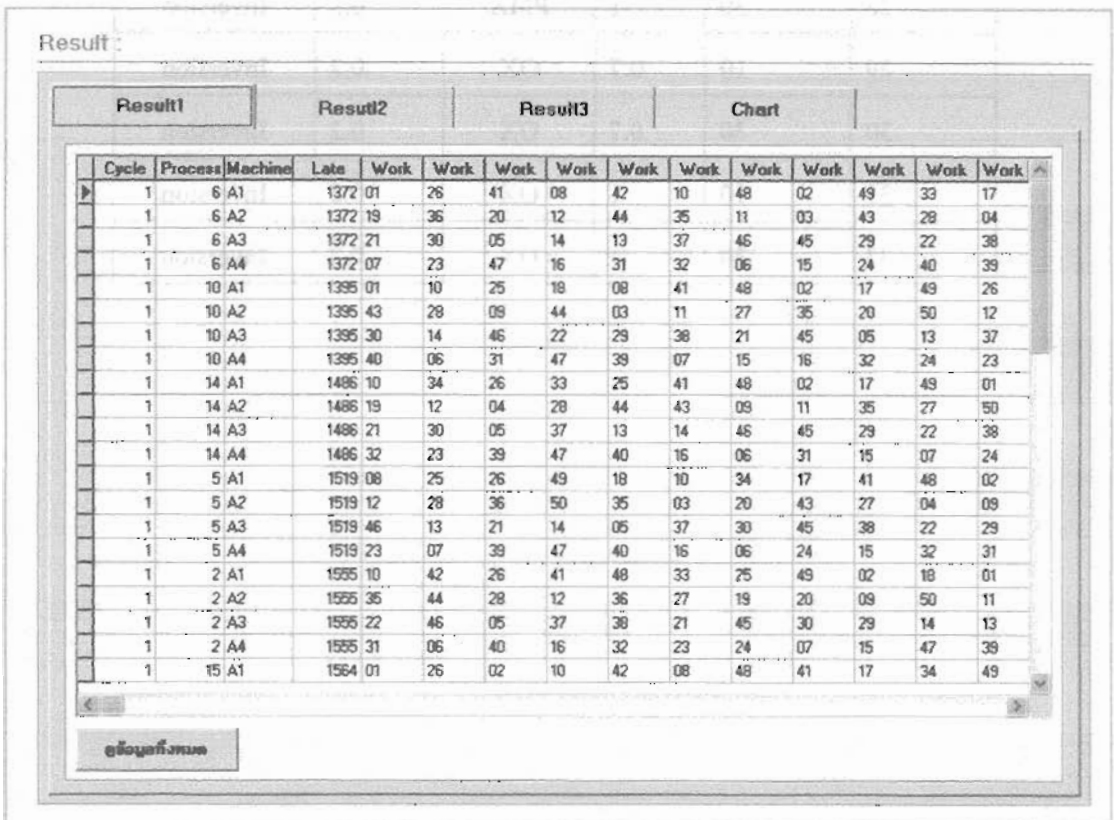
ตารางที่ 4-8 แสดง Treatment Combination ต่างๆในการทดสอบ

StdOrder	Pop Size	Pc	Crossover	Pm	Mutation
1	10	0.7	PMX	0.1	Displacement
2	30	0.7	PMX	0.1	Displacement
3	10	1	PMX	0.1	Displacement
4	30	1	PMX	0.1	Displacement
5	10	0.7	OX	0.1	Displacement
6	30	0.7	OX	0.1	Displacement
7	10	1	OX	0.1	Displacement
8	30	1	OX	0.1	Displacement
9	10	0.7	PMX	0.2	Displacement
10	30	0.7	PMX	0.2	Displacement
11	10	1	PMX	0.2	Displacement
12	30	1	PMX	0.2	Displacement
13	10	0.7	OX	0.2	Displacement
14	30	0.7	OX	0.2	Displacement
15	10	1	OX	0.2	Displacement
16	30	1	OX	0.2	Displacement
17	10	0.7	PMX	0.1	Inversion
18	30	0.7	PMX	0.1	Inversion
19	10	1	PMX	0.1	Inversion
20	30	1	PMX	0.1	Inversion
21	10	0.7	OX	0.1	Inversion
22	30	0.7	OX	0.1	Inversion
23	10	1	OX	0.1	Inversion
24	30	1	OX	0.1	Inversion
25	10	0.7	PMX	0.2	Inversion

ตารางที่ 4-8 (ต่อ)

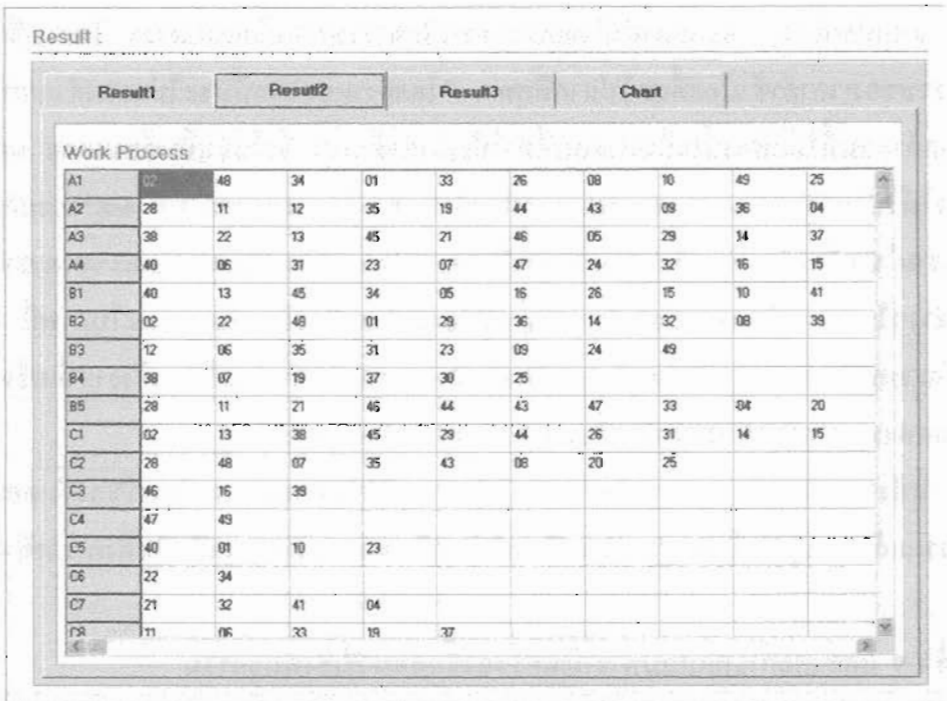
StdOrder	Pop Size	Pc	Crossover	Pm	Mutation
26	30	0.7	PMX	0.2	Inversion
27	10	1	PMX	0.2	Inversion
28	30	1	PMX	0.2	Inversion
29	10	0.7	OX	0.2	Inversion
30	30	0.7	OX	0.2	Inversion
31	10	1	OX	0.2	Inversion
32	30	1	OX	0.2	Inversion

เมื่อทราบถึง Treatment Combination ต่างๆในการทดสอบแล้ว จึงใส่ปัจจัยต่างๆดังที่ได้แสดงในหัวข้อที่ผ่านมาแล้ว จึงทดสอบตาม Treatment Combination ต่างๆและเก็บค่าตอบสนอง (Response) ซึ่งค่าตอบสนองในการทดสอบนี้ คือ เวลาล่าช้า โดยการอ่านค่าผลลัพธ์ของโปรแกรมมีวิธีการอ่านค่าดังต่อไปนี้



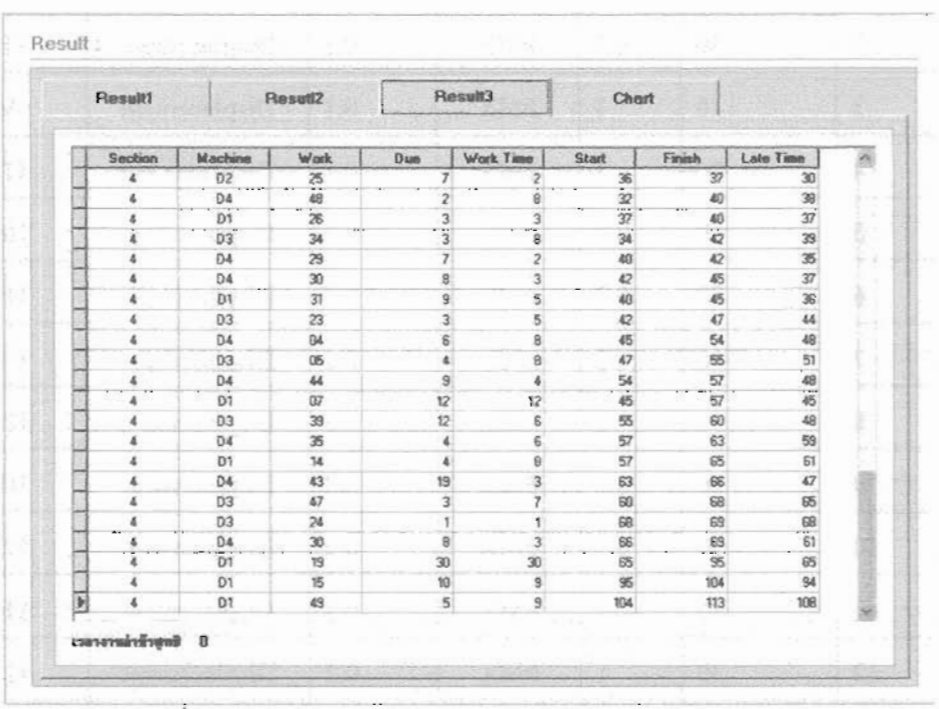
Cycle	Process	Machine	Late	Work	Work	Work	Work	Work	Work	Work	Work	Work	Work	Work
1	6	A1	1372	01	26	41	08	42	10	48	02	49	33	17
1	6	A2	1372	19	36	20	12	44	35	11	03	43	28	04
1	6	A3	1372	21	30	05	14	13	37	46	45	29	22	38
1	6	A4	1372	07	23	47	16	31	32	06	15	24	40	39
1	10	A1	1395	01	10	25	18	08	41	48	02	17	49	26
1	10	A2	1395	43	28	09	44	03	11	27	35	20	50	12
1	10	A3	1395	30	14	46	22	29	38	21	45	05	13	37
1	10	A4	1395	40	06	31	47	39	07	15	16	32	24	23
1	14	A1	1486	10	34	26	33	25	41	48	02	17	49	01
1	14	A2	1486	19	12	04	28	44	43	09	11	35	27	50
1	14	A3	1486	21	30	05	37	13	14	46	45	29	22	38
1	14	A4	1486	32	23	39	47	40	16	06	31	15	07	24
1	5	A1	1519	08	25	26	49	18	10	34	17	41	48	02
1	5	A2	1519	12	28	36	50	35	03	20	43	27	04	09
1	5	A3	1519	46	13	21	14	05	37	30	45	38	22	29
1	5	A4	1519	23	07	39	47	40	16	06	24	15	32	31
1	2	A1	1555	10	42	26	41	48	33	25	49	02	18	01
1	2	A2	1555	35	44	28	12	36	27	19	20	09	50	11
1	2	A3	1555	22	46	05	37	38	21	45	30	29	14	13
1	2	A4	1555	31	06	40	16	32	23	24	07	15	47	39
1	15	A1	1564	01	26	02	10	42	08	48	41	17	34	49

ภาพที่ 4-7 แสดงคำตอบต่างๆในการจัดตารางการผลิต



A1	02	48	34	01	33	26	08	10	49	25
A2	28	11	12	35	19	44	43	09	36	04
A3	38	22	13	45	21	46	05	29	14	37
A4	40	06	31	23	07	47	24	32	16	15
B1	40	13	45	34	05	16	26	15	10	41
B2	02	22	48	01	29	36	14	32	08	39
B3	12	06	35	31	23	09	24	49		
B4	38	07	19	37	30	25				
B5	28	11	21	46	44	43	47	33	04	20
C1	02	13	38	45	29	44	26	31	14	15
C2	28	48	07	35	43	08	20	25		
C3	46	16	39							
C4	47	49								
C5	40	01	10	23						
C6	22	34								
C7	21	32	41	04						
C8	11	06	33	19	37					

ภาพที่ 4-8 แสดงการจัดเรียงงานต่างๆในเครื่องจักร



Section	Machine	Work	Due	Work Time	Start	Finish	Late Time
4	D2	25	7	2	36	37	30
4	D4	48	2	8	32	40	38
4	D1	26	3	3	37	40	37
4	D3	34	3	8	34	42	39
4	D4	29	7	2	40	42	35
4	D4	30	8	3	42	45	37
4	D1	31	9	5	40	45	36
4	D3	23	3	5	42	47	44
4	D4	04	6	8	45	54	48
4	D3	05	4	8	47	55	51
4	D4	44	9	4	54	57	48
4	D1	07	12	12	45	57	45
4	D3	39	12	6	55	60	48
4	D4	35	4	6	57	63	59
4	D1	14	4	8	57	65	61
4	D4	43	19	3	63	66	47
4	D3	47	3	7	60	68	65
4	D3	24	1	1	68	69	68
4	D4	30	8	3	66	69	61
4	D1	19	30	30	65	95	65
4	D1	15	10	9	95	104	94
4	D1	49	5	9	104	113	108

ภาพที่ 4-9 แสดงรายละเอียดของงานต่างๆหลังจากจัดเรียงแล้ว

จากภาพที่ 4-7 จะแสดงถึงคำตอบของการจัดตารางการผลิตแบบต่างๆ โดยจะเรียงลำดับจากผลรวมของเวลาล่าช้าน้อยที่สุดไปมากที่สุด โดยการแสดงผลนั้นจะไม่แสดงคำตอบทั้งหมด เนื่องจากคำตอบที่ไม่แสดงนั้นเป็นคำตอบที่ทำให้เวลาล่าช้ามาก จึงไม่จำเป็นต้องแสดง แต่ถ้าหากต้องการให้โปรแกรมแสดงผล สามารถเลือกที่ ดูข้อมูลทั้ง ได้ และจากภาพที่ 4-8 จะแสดงถึงการจัดเรียงงานในเครื่องจักรต่างๆในแผนกต่างๆทั้งหมด โดยจะแสดงผลในลักษณะของตาราง และตัวเลขต่างๆในตารางนั้นหมายถึงลำดับของงานที่ต้องทำในเครื่องจักรนั้นๆ และในภาพที่ 4-9 จะแสดงถึงรายละเอียดของงานที่ทำเสร็จโดยเรียงลำดับจากงานที่เสร็จก่อนไปจนถึงงานที่เสร็จสุดท้าย และยังแสดงรายละเอียดของเวลาที่เสร็จงาน และเวลาล่าช้าของงานนั้นๆ

หลังจากทราบขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมที่ใช้ทดสอบพารามิเตอร์ของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมแล้ว ทางผู้วิจัยจึงทดสอบพารามิเตอร์ต่างๆโดยผลการทดสอบเป็นไปดังตารางที่ 4-9

ตารางที่ 4-9 แสดงผลการทดสอบพารามิเตอร์ของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม

StdOrder	Pop Size	Pc	Crossover	Pm	Mutation	Late
1	10	0.7	PMX	0.1	Displacement	1102
2	30	0.7	PMX	0.1	Displacement	1176
3	10	1	PMX	0.1	Displacement	961
4	30	1	PMX	0.1	Displacement	1172
5	10	0.7	OX	0.1	Displacement	1094
6	30	0.7	OX	0.1	Displacement	1116
7	10	1	OX	0.1	Displacement	1343
8	30	1	OX	0.1	Displacement	1211
9	10	0.7	PMX	0.2	Displacement	1036
10	30	0.7	PMX	0.2	Displacement	1281
11	10	1	PMX	0.2	Displacement	1174
12	30	1	PMX	0.2	Displacement	1213
13	10	0.7	OX	0.2	Displacement	1067
14	30	0.7	OX	0.2	Displacement	1059

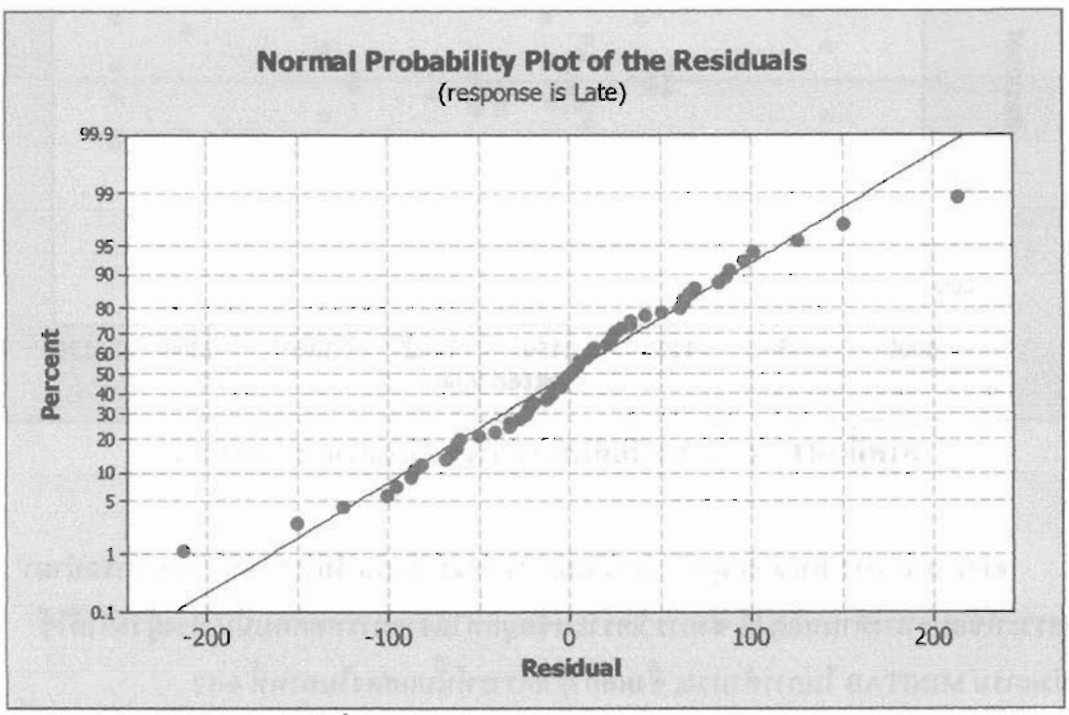
ตารางที่ 4-9 (ต่อ)

StdOrder	Pop Size	Pc	Crossover	Pm	Mutation	Late
15	10	1	OX	0.2	Displacement	1320
16	30	1	OX	0.2	Displacement	1161
17	10	0.7	PMX	0.1	Inversion	1249
18	30	0.7	PMX	0.1	Inversion	1151
19	10	1	PMX	0.1	Inversion	1150
20	30	1	PMX	0.1	Inversion	1107
21	10	0.7	OX	0.1	Inversion	1276
22	30	0.7	OX	0.1	Inversion	1156
23	10	1	OX	0.1	Inversion	1029
24	30	1	OX	0.1	Inversion	1056
25	10	0.7	PMX	0.2	Inversion	1190
26	30	0.7	PMX	0.2	Inversion	974
27	10	1	PMX	0.2	Inversion	1393
28	30	1	PMX	0.2	Inversion	1110
29	10	0.7	OX	0.2	Inversion	1136
30	30	0.7	OX	0.2	Inversion	1147
31	10	1	OX	0.2	Inversion	1226
32	30	1	OX	0.2	Inversion	1126
33	10	0.7	PMX	0.1	Displacement	1112
34	30	0.7	PMX	0.1	Displacement	1185
35	10	1	PMX	0.1	Displacement	1262
36	30	1	PMX	0.1	Displacement	1050
37	10	0.7	OX	0.1	Displacement	1520
38	30	0.7	OX	0.1	Displacement	1280
39	10	1	OX	0.1	Displacement	1316

ตารางที่ 4-9 (ต่อ)

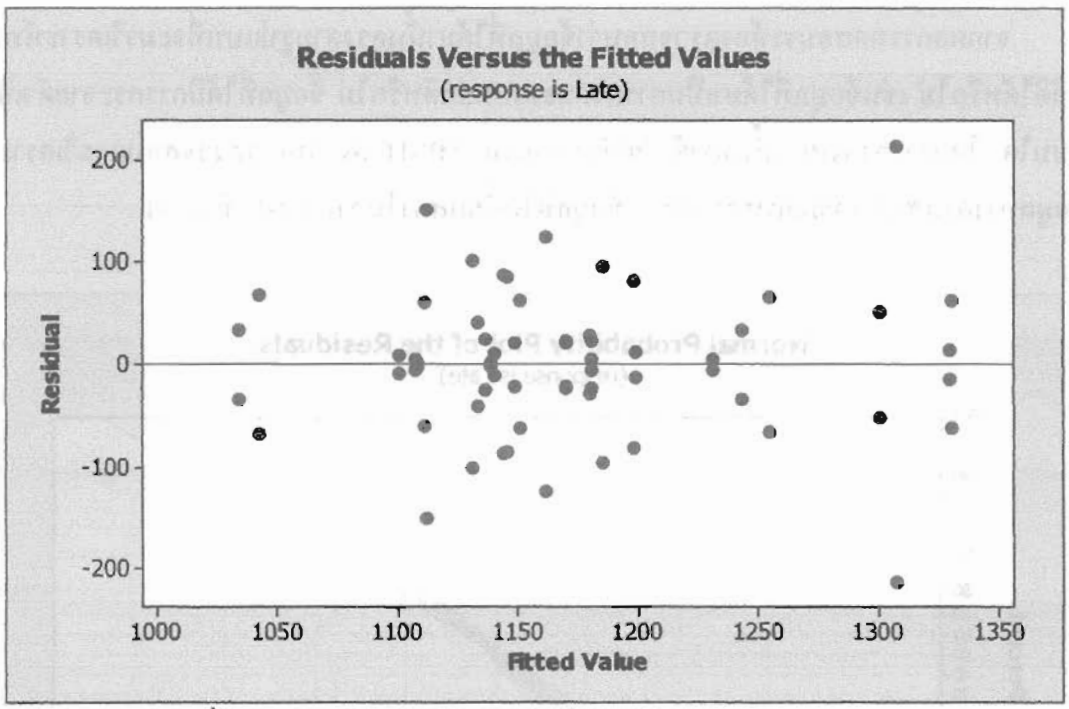
StdOrder	Pop Size	Pc	Crossover	Pm	Mutation	Late
40	30	1	OX	0.1	Displacement	1186
41	10	0.7	PMX	0.2	Displacement	1286
42	30	0.7	PMX	0.2	Displacement	1089
43	10	1	PMX	0.2	Displacement	1092
44	30	1	PMX	0.2	Displacement	1088
45	10	0.7	OX	0.2	Displacement	1001
46	30	0.7	OX	0.2	Displacement	1231
47	10	1	OX	0.2	Displacement	1189
48	30	1	OX	0.2	Displacement	1111
49	10	0.7	PMX	0.1	Inversion	1351
50	30	0.7	PMX	0.1	Inversion	1208
51	10	1	PMX	0.1	Inversion	1130
52	30	1	PMX	0.1	Inversion	1109
53	10	0.7	OX	0.1	Inversion	1210
54	30	0.7	OX	0.1	Inversion	1204
55	10	1	OX	0.1	Inversion	1232
56	30	1	OX	0.1	Inversion	1232
57	10	0.7	PMX	0.2	Inversion	1149
58	30	0.7	PMX	0.2	Inversion	1111
59	10	1	PMX	0.2	Inversion	1267
60	30	1	PMX	0.2	Inversion	1091
61	10	0.7	OX	0.2	Inversion	1140
62	30	0.7	OX	0.2	Inversion	1193
63	10	1	OX	0.2	Inversion	1236
64	30	1	OX	0.2	Inversion	1170

จากผลการทดสอบจะต้องตรวจสอบว่าข้อมูลที่ได้มานั้นตรงตามรูปแบบที่จะมาวิเคราะห์ทางสถิติได้หรือไม่ เช่นข้อมูลที่ได้มาเป็นการแจกแจงแบบปกติหรือไม่ ข้อมูลที่ได้มีการกระจายตัวเป็นแบบใด โดยการตรวจสอบนั้นทางผู้วิจัยใช้โปรแกรม MINITAB ในการตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูลทางด้านสถิติ โดยผลการตรวจสอบข้อมูลที่ได้นั้นแสดงในภาพที่ 4-10 ถึง 4-11



ภาพที่ 4-10 แสดงการแจกแจงปกติของข้อมูล

จากภาพที่ 4-10 จะเห็นได้ว่าข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติเป็นส่วนมาก ถึงแม้จะมีข้อมูลบางข้อมูลที่ออกจากเส้นของการแจกแจงปกติบ้างเล็กน้อย แต่จากภาพถึงว่าข้อมูลที่ได้นั้นมีการแจกแจงแบบปกติ จึงสามารถนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติได้



ภาพที่ 4-11 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Residuals และ Fitted values

จากภาพที่ 4-11 พบว่าข้อมูลที่ได้มานั้นมีการกระจายตัวกัน ไม่เกาะกลุ่ม จึงสามารถนำมาวิเคราะห์ข้อมูลทางด้านสถิติได้ ซึ่งการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบนั้น ทางผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรม MINITAB ในการคำนวณ ซึ่งผลการวิเคราะห์นั้นแสดงในภาพที่ 4-12

Session

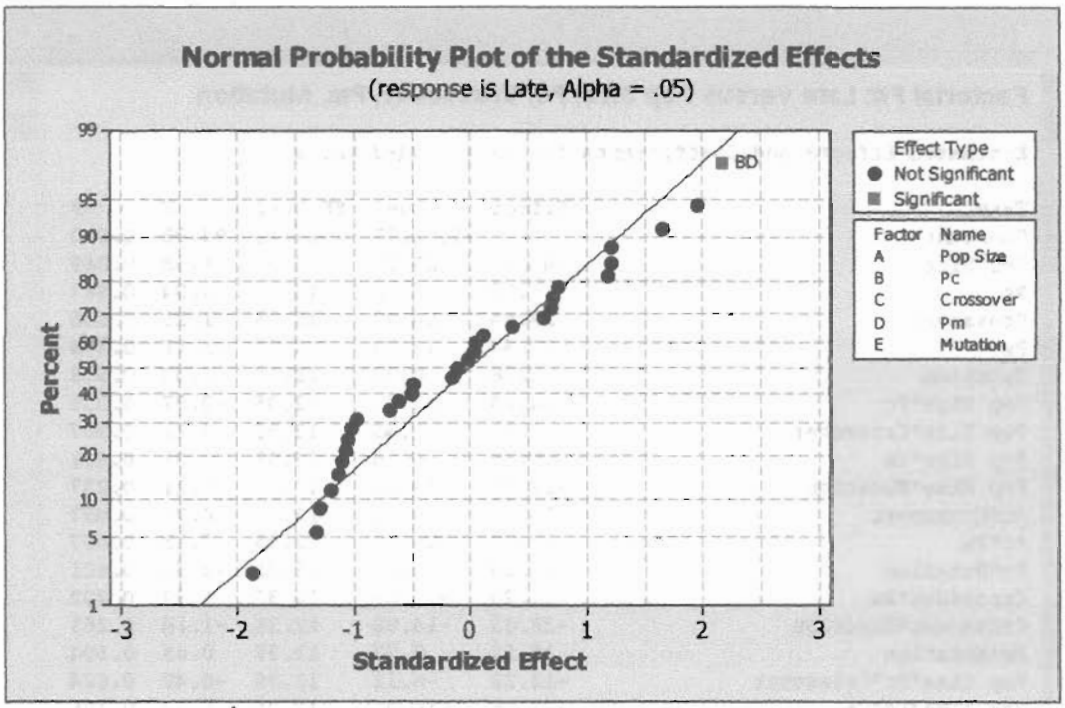
Factorial Fit: Late versus Pop Size, Pc, Crossover, Pm, Mutation

Estimated Effects and Coefficients for Late (coded units)

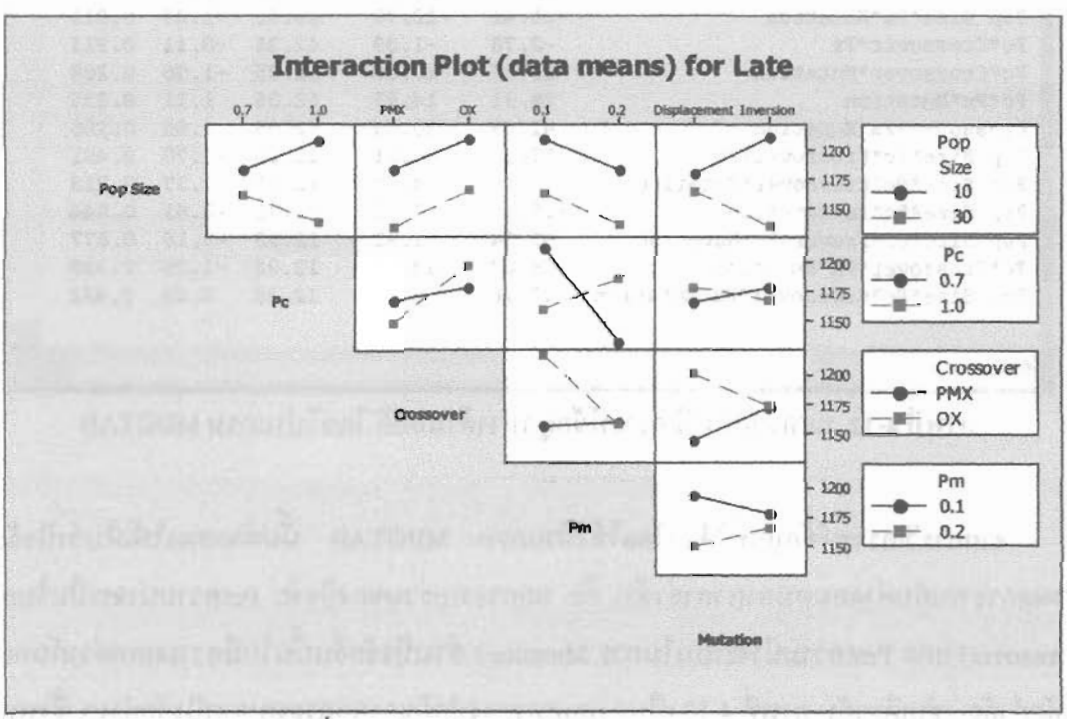
Term	Effect	Coef	SE Coef	T	P
Constant		1171.77	12.35	94.90	0.000
Pop Size	-46.41	-23.20	12.35	-1.88	0.069
Pc	1.03	0.52	12.35	0.04	0.967
Crossover	29.84	14.92	12.35	1.21	0.236
Pm	-27.47	-13.73	12.35	-1.11	0.274
Mutation	0.78	0.39	12.35	0.03	0.975
Pop Size*Pc	-24.03	-12.02	12.35	-0.97	0.338
Pop Size*Crossover	2.91	1.45	12.35	0.12	0.907
Pop Size*Pm	-0.28	-0.14	12.35	-0.01	0.991
Pop Size*Mutation	-29.78	-14.89	12.35	-1.21	0.237
Pc*Crossover	18.59	9.30	12.35	0.75	0.457
Pc*Pm	53.78	26.89	12.35	2.18	0.037
Pc*Mutation	-12.34	-6.17	12.35	-0.50	0.621
Crossover*Pm	-31.78	-15.89	12.35	-1.29	0.207
Crossover*Mutation	-28.03	-14.02	12.35	-1.14	0.265
Pm*Mutation	15.53	7.77	12.35	0.63	0.534
Pop Size*Pc*Crossover	-12.22	-6.11	12.35	-0.49	0.624
Pop Size*Pc*Pm	-32.66	-16.33	12.35	-1.32	0.195
Pop Size*Pc*Mutation	17.47	8.73	12.35	0.71	0.484
Pop Size*Crossover*Pm	29.16	14.58	12.35	1.18	0.246
Pop Size*Crossover*Mutation	48.16	24.08	12.35	1.95	0.060
Pop Size*Pm*Mutation	-25.41	-12.70	12.35	-1.03	0.311
Pc*Crossover*Pm	-2.78	-1.39	12.35	-0.11	0.911
Pc*Crossover*Mutation	-26.66	-13.33	12.35	-1.08	0.288
Pc*Pm*Mutation	29.91	14.95	12.35	1.21	0.235
Crossover*Pm*Mutation	41.09	20.55	12.35	1.66	0.106
Pop Size*Pc*Crossover*Pm	-17.22	-8.61	12.35	-0.70	0.491
Pop Size*Pc*Crossover*Mutation	9.16	4.58	12.35	0.37	0.713
Pop Size*Pc*Pm*Mutation	-15.16	-7.58	12.35	-0.61	0.544
Pop Size*Crossover*Pm*Mutation	-3.84	-1.92	12.35	-0.16	0.877
Pc*Crossover*Pm*Mutation	-26.03	-13.02	12.35	-1.05	0.300
Pop Size*Pc*Crossover*Pm*Mutation	17.16	8.58	12.35	0.69	0.492

ภาพที่ 4-12 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางด้านสถิติ โดยโปรแกรม MINITAB

จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้มาโดยใช้โปรแกรม MINITAB นั้นทำแสดงให้เห็นว่าปัจจัยที่ส่งผลกระทบกับค่าตอบสนอง(เวลาล่าช้า) คือ ผลกระทบร่วมของปัจจัย Pc(ความน่าจะเป็นในการ Crossover) และ Pm(ความน่าจะเป็นในการ Mutation) ส่วนปัจจัยอื่นนั้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เช่นเดียวกับ ภาพที่ 4-13 เป็นภาพแสดงแจงปกติของผลกระทบจากปัจจัยต่างๆ ซึ่งพบว่าผลกระทบร่วมของปัจจัย Pc และ Pm ส่งผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญการค่าตอบสนอง โดยหากดูจากค่า P-Value = 0.037 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า ความเชื่อมั่นที่ตั้งไว้คือ 0.05 จึงสรุปได้ว่าผลกระทบร่วมของปัจจัย Pc และ Pm ส่งผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญการค่าตอบสนอง

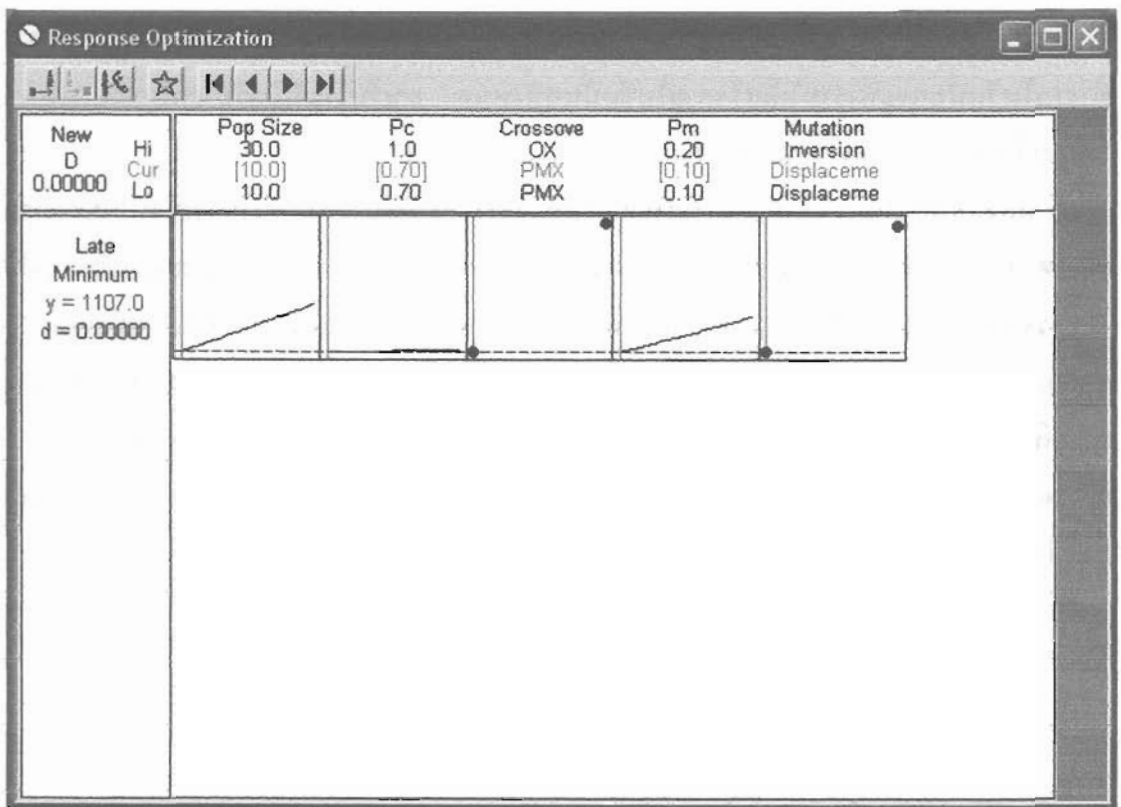


ภาพที่ 4-13 แสดงการแจกแจงปกติของผลกระทบจากปัจจัยต่างๆ



ภาพที่ 4-14 แสดงผลกระทบร่วมของปัจจัยต่างๆ

จากทราบถึงปัจจัยที่ส่งผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญกับค่าตอบสนองแล้ว ผู้วิจัยถึงทำการ Optimization เพื่อหาระดับของปัจจัยที่ทำให้ค่าตอบสนองนั้นเป็นไปดังที่ได้ตั้งเป้าหมายไว้ ในกรณีการทดสอบพารามิเตอร์ที่นำไปใช้ในขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมนั้น การกำหนดเป้าหมายของค่าตอบสนองนั้น ผู้วิจัยกำหนดค่าตอบสนองให้มีค่าน้อยที่สุด



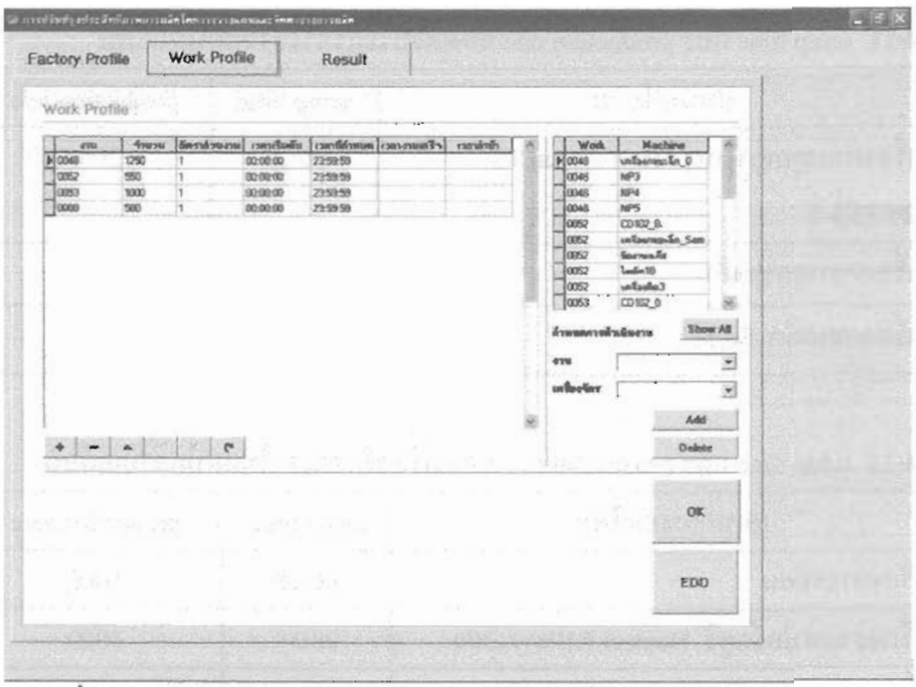
ภาพที่ 4-15 แสดงการหาระดับปัจจัยที่เหมาะสม(Response Optimizer)

จากภาพที่ 4-15 จะแสดงถึงการหาระดับปัจจัยที่เหมาะสม(Response Optimizer) ซึ่งค่าตอบสนอง(เวลาล่าช้า)ที่น้อยที่สุดนั้น เท่ากับ 1107.0 และสามารถสรุปได้ว่าพารามิเตอร์ที่จะนำไปใช้กับขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมนั้นมีดังต่อไปนี้ Pop Size = 10 ,Pc = 0.7 ,Crossover ใช้วิธี PMX ,Pm = 0.1 และ Mutation ใช้วิธี Displacement

4.4 การนำโปรแกรมการจัดตารางการผลิตไปใช้ในโรงงานตัวอย่าง

ในการนำโปรแกรมการจัดตารางการผลิตไปใช้ในโรงงานตัวอย่างนั้น ทางผู้วิจัยจะต้องทราบรายละเอียดการทำงานของโรงงานตัวอย่างก่อน โดยการสอบถามถึงเวลาในการทำงานของโรงงานตัวอย่างนั้นทำให้ทราบว่า โรงงานแห่งนี้ปฏิบัติงานตลอด 24 ชั่วโมง โดยแบ่งเป็น 2 กะๆละ 12 ชั่วโมง และการเลือกผลิตสินค้าในวันนั้นๆ ทางโรงงานจะเลือกตามวันส่งงานและจำนวนงานที่ต้องผลิตเป็นหลัก โดยไม่ได้คำนึงเวลาล่าช้าที่เกิดขึ้นเมื่อเลือกสินค้าที่นำมาผลิตไม่เหมาะสม ซึ่งการทำงานในวันนั้นๆจะทำงานให้เสร็จภายในวันนั้นๆทั้งหมด ยกเว้นงานที่มีปริมาณมากและงานที่มีรายละเอียดมากและต้องใช้เวลาในการผลิตมากกว่างานทั่วๆไป

หลังจากทราบถึงรายละเอียดในการทำงานของโรงงานตัวอย่างแล้ว ทางผู้วิจัยจึงนำโปรแกรมการจัดตารางการผลิตมาใช้ในการจัดตารางการผลิตของโรงงานตัวอย่าง โดยโปรแกรมที่นำมาใช้ในการจัดตารางการผลิตของโรงงานตัวอย่างนั้นจะแตกต่างกับโปรแกรมที่นำมาทดสอบปัจจัยที่ส่งผลกระทบกับประสิทธิภาพของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม เนื่องจากตัวโปรแกรมการจัดตารางการผลิตที่นำมาใช้กับโรงงานตัวอย่างนั้นจะไม่สามารถใส่ค่าต่างๆเข้าไปในตัวโปรแกรมได้ เนื่องจากปกป้องผู้ใช้งานที่ไม่ทราบถึงการใส่ค่าปัจจัยต่างๆ โดยโปรแกรมการจัดตารางการผลิตที่นำไปใช้ในโรงงานตัวอย่างนั้นแสดงดังภาพที่ 4-16



ภาพที่ 4-16 แสดงโปรแกรมการจัดตารางการผลิตที่นำไปใช้ในโรงงานตัวอย่าง

ซึ่งการใช้งานโปรแกรมการจัดตารางการผลิตนั้น ทางผู้ใช้งานจะต้องใส่ข้อมูลต่างๆ ในโปรแกรมเพื่อให้โปรแกรมทำงานได้อย่างถูกต้อง โดยจะต้องใส่ข้อมูล ชื่อเครื่องจักรต่างๆ เวลาในการปรับตั้งเครื่องจักร จำนวนที่สามารถผลิตได้ ดังตารางที่ 4-10 ถึง ตารางที่ 4-14

ตารางที่ 4-10 setup time และ production rate ของเครื่องจักรต่างๆในแผนกพิมพ์

แผนกพิมพ์	setup time	production rate
Roland 800 TYP R 804	00:31	5000
Mitsubishi Diamond 1000	00:37	5000
Heidelberg Speedmaster CD 102(6 colour)	00:42	6000
Mitsubishi 6 HC-5	01:01	5000
Heidelberg Speedmaster CD 102	00:41	7000
Heidelberg MO	00:38	3000
Heidelberg SORDZ	00:35	3000
Heidelberg SORKZ	00:39	3000

ตารางที่ 4-11 setup time และ production rate ของเครื่องจักรต่างๆในแผนกปะกบ

แผนกปะกบ	setup time	production rate
เครื่องกลบลูกฟูกใหญ่ Hori Zontal TS-VPF32H-5	00:23	2000
เครื่องกลบลูกฟูกเล็ก	00:13	1000
เครื่องกลบเล็ก SAM	00:12	1000

ตารางที่ 4-12 setup time และ production rate ของเครื่องจักรต่างๆในแผนกอาบเคลือบ

แผนกอาบเคลือบ	setup time	production rate
เครื่องอาบเทียน	00:16	5000
เครื่องอาบสปอร์ตยูวี Huawei RHW-J1300	00:34	3000
เครื่องอาบวอเตอร์เบส QY (Qun Ying)	00:29	5000
เครื่องอาบยูวี ZUVGC-1200A	00:23	3000
เครื่องอาบยูวี 2	00:26	3000
เครื่องอาบบริสเตอร์	00:21	3000
เครื่องอาบวอเตอร์เบส	00:24	3500
เครื่องขัดเงา ระบบไฟฟ้า	00:32	1000
เครื่องขัดเงา ระบบแก๊ส	00:33	1000

ตารางที่ 4-13 setup time และ production rate ของเครื่องจักรต่างๆในแผนกไดคัท

แผนกไดคัท	setup time	production rate
เครื่องปั๊มไดคัท 1	00:25	1650
เครื่องปั๊มไดคัท 2	00:11	2800
เครื่องปั๊มไดคัท 3	01:24	1400
เครื่องปั๊มไดคัท 4	00:47	2000
เครื่องปั๊มไดคัท 5	00:55	2300
เครื่องปั๊มไดคัท 6	00:56	1300

ตารางที่ 4-13 (ต่อ)

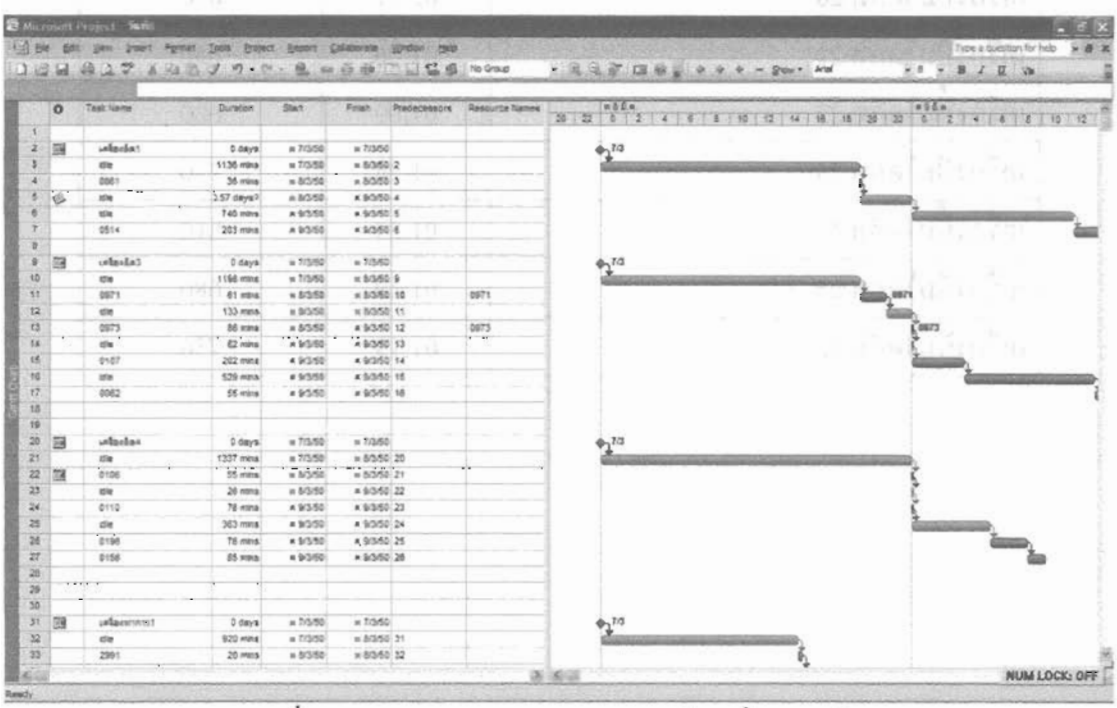
แผนกไดคัท	setup time	production rate
เครื่องปั๊มไดคัท 7	00:57	800
เครื่องปั๊มไดคัท 8	01:32	300
เครื่องปั๊มไดคัท 9	02:00	450
เครื่องปั๊มไดคัท 10	01:26	600
เครื่องปั๊มไดคัท 11	01:48	750
เครื่องปั๊มไดคัท 12	01:12	600
เครื่องปั๊มไดคัท 13	01:55	700
เครื่องปั๊มไดคัท 14	01:23	610
เครื่องปั๊มไดคัท 15	01:09	700
เครื่องปั๊มไดคัท 16	01:24	420
เครื่องปั๊มไดคัท 17	01:13	880
เครื่องปั๊มไดคัท 18	01:28	960
เครื่องปั๊มไดคัท 19	01:08	640
เครื่องปั๊มไดคัท 20	02:01	670
เครื่องปั๊มไดคัท 21	01:06	630
เครื่องปั๊มไดคัท 22	01:09	600
เครื่องปั๊มไดคัท 23	01:24	710
เครื่องปั๊มไดคัท 24	01:25	810
เครื่องปั๊มไดคัท 25	01:19	680
เครื่องปั๊มไดคัท 26	01:19	750

ตารางที่ 4-14 setup time และ production rate ของเครื่องจักรต่างๆในแผนกติดประกอบ

แผนกติดประกอบ	setup time	production rate
เครื่องติด ACE	00:16	7000
เครื่องติด KKK	00:23	1000
เครื่องติด QY	00:34	6000
เครื่องติด HY	00:32	7000
เครื่องทากาว 1	00:13	2500
เครื่องทากาว 2	00:13	2500

4.4.1 การเขียน Gantt Chart สำหรับงานต่างๆ

การเขียน Gantt Chart สำหรับงานวิจัยฉบับนี้ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้โปรแกรม Microsoft Project มีใช้ในการเขียน Gantt Chart สำหรับงานในเครื่องจักรต่างๆ โดยการการเขียน Gantt Chart ในโปรแกรม Microsoft Project นั้นจะต้องกำหนดเครื่องจักรที่ต้องการเขียน Gantt Chart ก่อน เมื่อกำหนดเครื่องจักรที่ต้องการได้แล้วจึงใส่งานต่างๆ และเวลางานนั้นๆ รวมถึงเวลารอคอยด้วย และกำหนดงานก่อนหน้า โปรแกรมจะแสดง Gantt Chart ดังภาพที่ 4-17



ภาพที่ 4-17 แสดง Gantt Chart ของงานในเครื่องจักรต่างๆ

4.4.2 ผลการจัดตารางการผลิต

การจัดตารางการผลิตในการวิจัยฉบับนี้ผู้วิจัย จะเปรียบเทียบผลการจัดตารางการผลิตเดิมเทียบกับการจัดตารางการผลิตใหม่โดยวิธีที่ใช้ในการเปรียบเทียบมีทั้งหมด 3 วิธีได้แก่ วิธีการเดิม ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม และ ฮิวริสติก(EDD) โดยการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการจัดตารางการผลิตแต่ละวิธีนั้นผู้วิจัยตั้งเป้าในการวัดประสิทธิภาพหลัก คือเวลาล่าช้าเฉลี่ยของการส่งมอบงานให้กับลูกค้า โดยเทียบการจัดตารางการผลิตเดิมกับขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม และ การจัดตารางการผลิตเดิมกับวิธีฮิวริสติก(EDD) โดยขั้นตอนการเปรียบเทียบวิธีการจัดตารางการผลิตวิธีการต่างๆนั้นมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

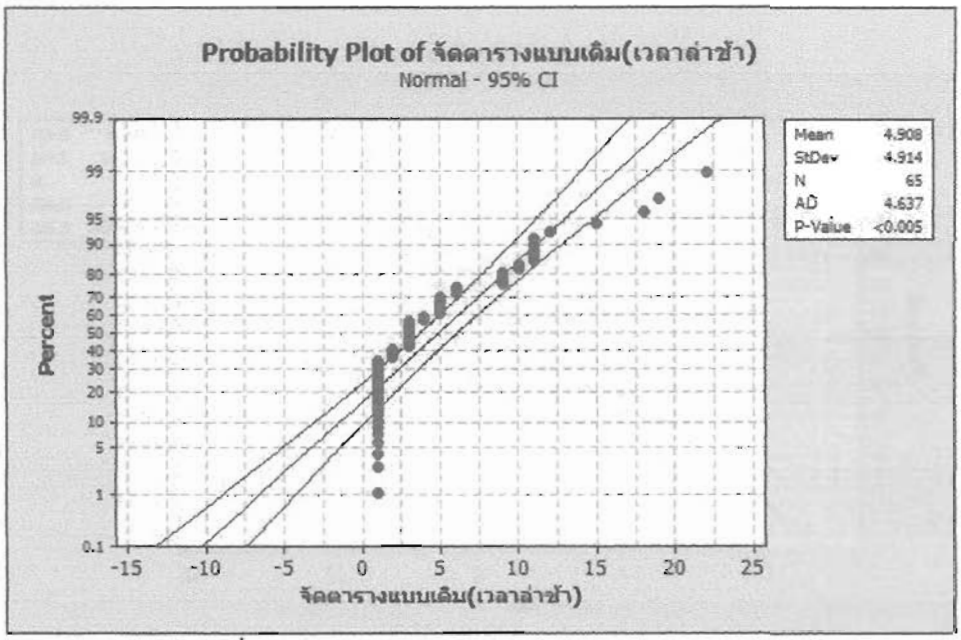
1. กำหนดขอบเขตของจำนวนงานที่นำมาจัดตารางการผลิต เพื่อเปรียบเทียบผลของการจัดตาราง โดยดูจากข้อมูลเก่าที่ทางโรงงานตัวอย่างได้เก็บข้อมูลไว้ โดยในการทดลองเปรียบเทียบผลการจัดตารางการผลิตครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดงานที่ใช้ในการจัดตารางการผลิตจำนวน 207 งาน ซึ่งคิดเป็นสินค้าจำนวน 1,049,619 ชิ้น

โดยแนวทางการทำงานของโรงงานตัวอย่างนั้นจะทำงานให้เสร็จภายใน 1 วัน ยกตัวอย่างเช่น งานที่รับเข้ามาในวันที่ 1 นั้นทางโรงงานจะไปผลิตในวันที่ 2 โดยจะพยายามผลิตให้เสร็จภายในวันที่ 2 เนื่องจากหากงานไม่เสร็จจะทำให้ต้องผลิตข้ามไปในวันที่ 3 ซึ่งจะทำให้งานที่ทำไม่เสร็จนั้นไปแทรกงานวันที่ 3 ได้ยกเว้นกรณีงานที่จำนวนสั่งเยอะมากๆ อาจจะต้องผลิตกันข้ามวันเนื่องจากไม่สามารถผลิตให้เสร็จภายในวันเดียวได้ ซึ่งการจัดตารางการผลิตเดิมที่โรงงานใช้ไม่ได้มีหลักในการจัดตารางการผลิตที่ใช้หลักการทางวิชาการ ซึ่งทำให้การจัดตารางการผลิตเดิมของโรงงานตัวอย่างนั้นไม่สามารถผลิตได้ตามที่ได้ตั้งเป้าหมายไว้ และส่งผลกระทบทำให้การส่งมอบงานช้ากว่าวันกำหนดส่ง และการเก็บข้อมูลเวลาส่งมอบงานนั้นทางโรงงานตัวอย่างเก็บข้อมูลหน่วยเป็นวัน จึงทำให้ข้อมูลที่เก็บมีความคลาดเคลื่อนสูง ผู้วิจัยจึงกำหนดให้งานที่เสร็จในวันใดๆนั้นเสร็จเวลา 8 โมง และกำหนดวันส่งสินค้าให้กับลูกค้า 8 โมงเช่นกัน หากผลิตเสร็จหลังจาก 5 โมงเย็นจะถือว่าเสร็จงานในวันรุ่งขึ้นเนื่องจากลูกค้าจะมารับของถึงเวลา 5 โมงเย็นเท่านั้น โดยผลการจัดตารางการผลิตโดยใช้วิธีต่างๆนั้นผลิตดังตารางที่ 4-15

ตารางที่ 4-15 แสดงเวลาล่าช้าของการส่งมอบงานโดยการจัดตารางการจัดวิธีต่างๆ

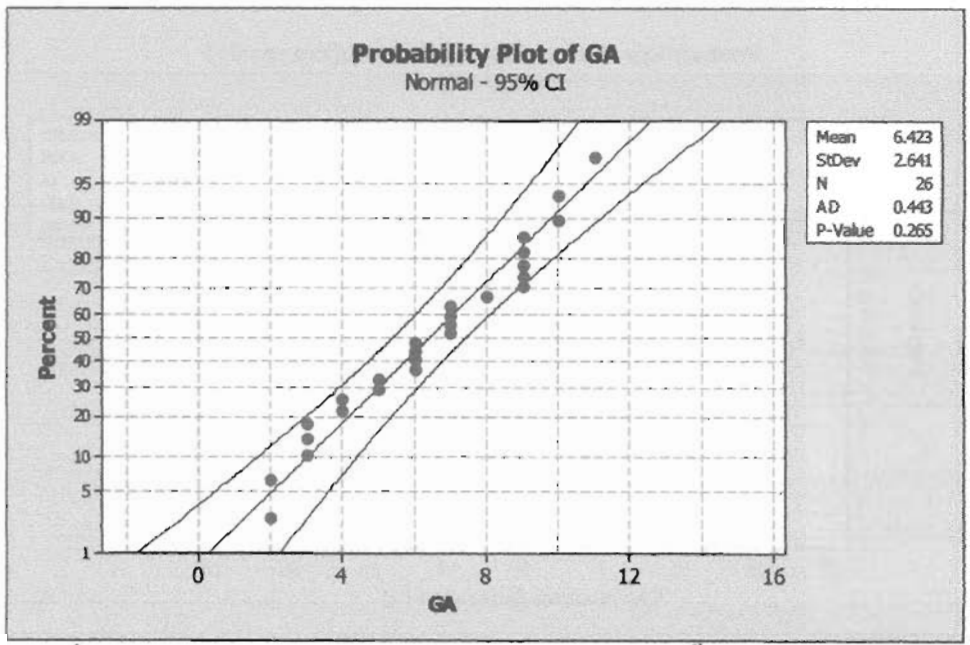
	วิธีการจัดตารางการผลิต		
วิธี	เดิม	GA	EDD
จำนวนงานทั้งหมด	207	207	207
จำนวนงานล่าช้า	65	24	26
เวลาล่าช้ารวม(วัน)	319	123	130
เวลาล่าช้าเฉลี่ย(วัน)	1.54	0.59	0.63
คิดเป็น	100.00%	38.31%	40.91%

จากจำนวนงานล่าช้าในตารางที่ 4-15 จะพบว่าการจัดตารางการผลิตโดยใช้วิธีเดิมนั้นทำให้มีจำนวนงานล่าช้าและเวลาล่าช้ามากที่สุด ส่วนวิธีการจัดตารางการผลิตโดยใช้ขั้นตอนเชิงพันธุกรรมส่งผลให้จำนวนงานช้าและเวลาล่าช้าน้อยที่สุด แต่หากค่าที่ได้นั้นแตกต่างกันค่อนข้างน้อยผู้วิจัยจึงใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์มาช่วยในการตัดสินใจ เลือกวิธีที่จะนำไปใช้จัดตารางการผลิต โดยผู้วิจัยใช้หลักการทางสถิติมาวิเคราะห์เพื่อเลือกวิธีการจัดตารางการผลิตที่เหมาะสม ซึ่งการหาว่าวิธีในการจัดตารางการผลิตแบบใดเหมาะสมในการนำไปใช้มากที่สุดนั้น ควรจะใช้หลักการทางสถิติวิเคราะห์และเปรียบเทียบผลทั้งสามวิธี แต่ว่าข้อมูลที่ได้จากการจัดตารางการผลิตแบบเดิมนั้นมีรูปไม่เป็นการจัดแจงแบบปกติ ซึ่งทำให้ไม่สามารถวิเคราะห์ได้โดยสามารถทดสอบข้อมูลดังกล่าวโดยใช้ Normality Test โดยใช้โปรแกรม Minitab และกำหนดช่วงความเชื่อมั่นที่ 95% ผลการทดสอบเป็นไปดังภาพที่ 4-18

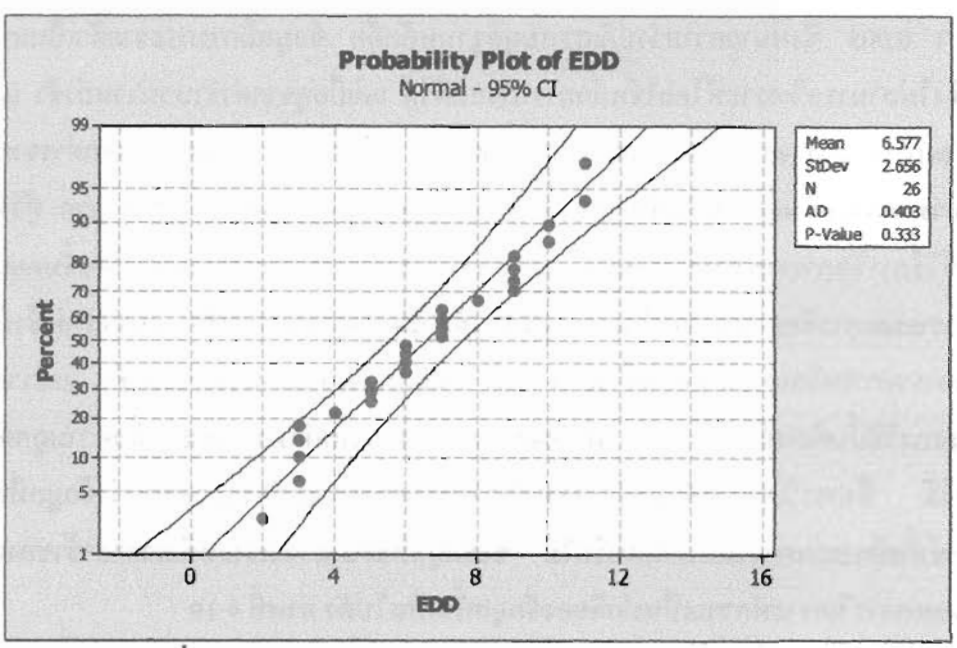


ภาพที่ 4-18 Normality Test ของการจัดตารางแบบเดิม

จากภาพที่ 4-18 พบว่าข้อมูลที่ได้นั้นไม่กระจายตัวแบบปกติ โดยดูได้จากค่า P-Value ที่มีค่าน้อยกว่า 0.005 ซึ่งหมายความว่าปฏิเสธสมมุติฐานหลักคือ ข้อมูลมีการกระจายตัวเป็นแบบปกติ ดังนั้นจึงไม่สามารถวิเคราะห์โดยใช้หลักการทางสถิติได้ แต่เมื่อดูจากค่าจำนวนงานล่าช้า และเวลาล่าช้าของการจัดตารางการผลิตแบบเดิมแล้ว พบว่าค่าที่ได้กล่าวมานั้นมีความแตกต่างจากการจัดตารางการผลิตโดยขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมและการจัดตารางการผลิตแบบ EDD มาก ผู้วิจัยจึงไม่เลือกใช้วิธีการจัดตารางการผลิตแบบเดิม แต่จะพิจารณาวิธีการจัดตารางการผลิตโดยขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมและการจัดตารางการผลิตแบบ EDD ซึ่งให้ผลจำนวนงานล่าช้า และเวลาล่าช้าน้อยกว่าการจัดตารางการผลิตแบบเดิมค่อนข้างมาก แต่ความแตกต่างของจำนวนงานล่าช้า และเวลาล่าช้าของทั้งสองวิธีนั้นค่อนข้างน้อย ผู้วิจัยจึงใช้หลักการทางสถิติมาวิเคราะห์เพื่อความถูกต้องและเชื่อถือได้ ซึ่งการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้หลักการทางสถิตินั้นจะต้องตรวจสอบว่าข้อมูลที่จะนำว่าวิเคราะห์นั้นมีการแจกแจงแบบปกติหรือไม่ ซึ่งข้อมูลที่จะนำมาวิเคราะห์คือเวลาล่าช้าของส่งมอบงาน โดยผลการวิเคราะห์ความเป็นปกติของข้อมูลนั้นเป็นไปดัง ภาพที่ 4-19



ภาพที่ 4-19 Normality Test เวลาล่าช้าของการจัดตารางโดยขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม



ภาพที่ 4-20 Normality Test เวลาล่าช้าของการจัดตารางวิธี EDD

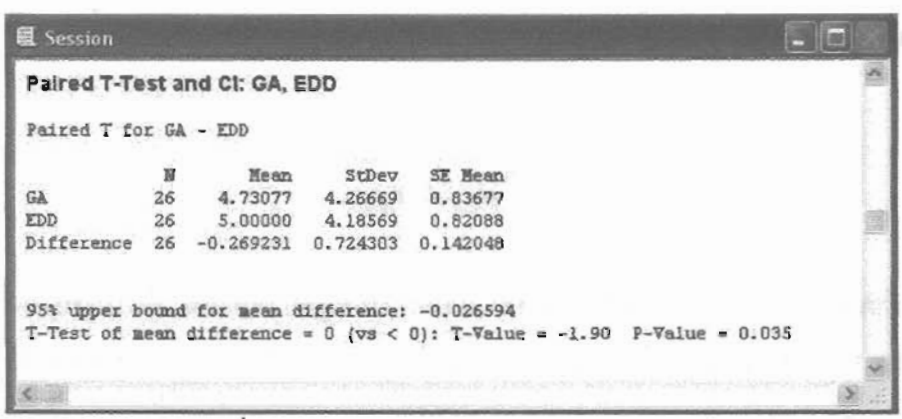
จากผลการทดสอบพบว่าข้อมูลเวลาล่าช้าทั้งสองวิธีมีการแจกแจงแบบปกติ จึงสามารถนำมาวิเคราะห์โดยใช้หลักการทางสถิติได้ ซึ่งการทดสอบทางสถิตินั้นผู้วิจัยเลือกใช้การทดสอบแบบ t-Test เนื่องจากวิธีการจัดตารางการผลิตทั้งสองมีจำนวนงานล่าช้าน้อยกว่า 30 งานจึงไม่สามารถใช้ Z-Test ได้

การทดสอบสมมุติฐานนั้นผู้วิจัยได้ตั้งสมมุติหลักและรองคือ

$$H_0 : \mu_{GA} = \mu_{EDD}$$

$$H_1 : \mu_{GA} < \mu_{EDD}$$

สาเหตุที่ผู้วิจัยตั้งสมมุติฐานหลักดังกล่าวเนื่องจาก พิจารณาจากเวลาล่าช้าของจัดตารางการผลิตโดยขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมแล้วมีค่าน้อยกว่า การจัดตารางการผลิตแบบ EDD และได้กำหนดความเชื่อมั่นที่ 95% โดยมีผลการทดสอบดังภาพที่ 4-21



ภาพที่ 4-21 ผลการทดสอบ t-Test ของเวลาล่าช้า

จากผลการทดสอบค่า P-Value ของการทดสอบนั้นมีค่า 0.035 ซึ่งมากกว่าช่วงความเชื่อมั่นที่ได้กำหนดไว้ จึงปฏิเสธสมมุติฐานหลักคือ $\mu_{GA} = \mu_{EDD}$ ดังนั้นจึงรับสมมติฐานรองคือ $\mu_{GA} < \mu_{EDD}$

จากการวัดประสิทธิภาพโดยใช้เวลาล่าช้าในการส่งมอบงานเป็นตัวชี้วัดแล้ว หากมองถึงการทำงานในแต่ละวันของโรงงานตัวอย่างแล้ว ยังมีตัววัดประสิทธิภาพอื่นๆที่ส่งผลทำให้ประสิทธิภาพการผลิตเพิ่มขึ้นอีกเช่น เวลาสายสูงสุด เวลาทำงาน(Makespan) ดังข้อมูลในตารางที่ 4-16

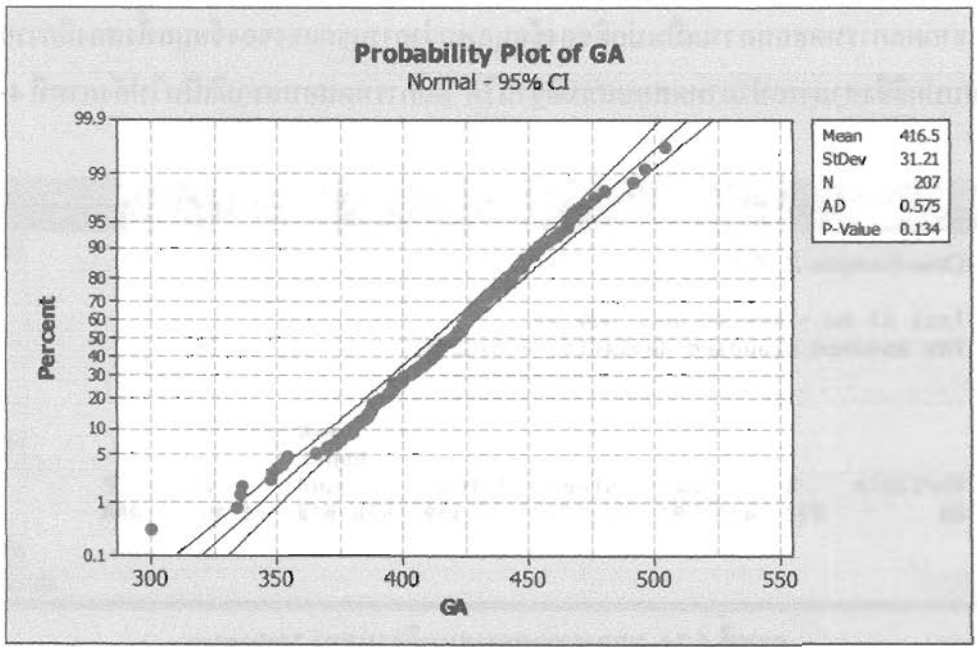
ตารางที่ 4-16 ข้อมูลการจัดตารางการผลิตวิธีต่างๆ

	วิธีการจัดตารางการผลิต	
	GA	EDD
Makespan ต่องาน(นาที)	416	431
เวลาสายสูงสุด(ชั่วโมง)	9:27	17:39

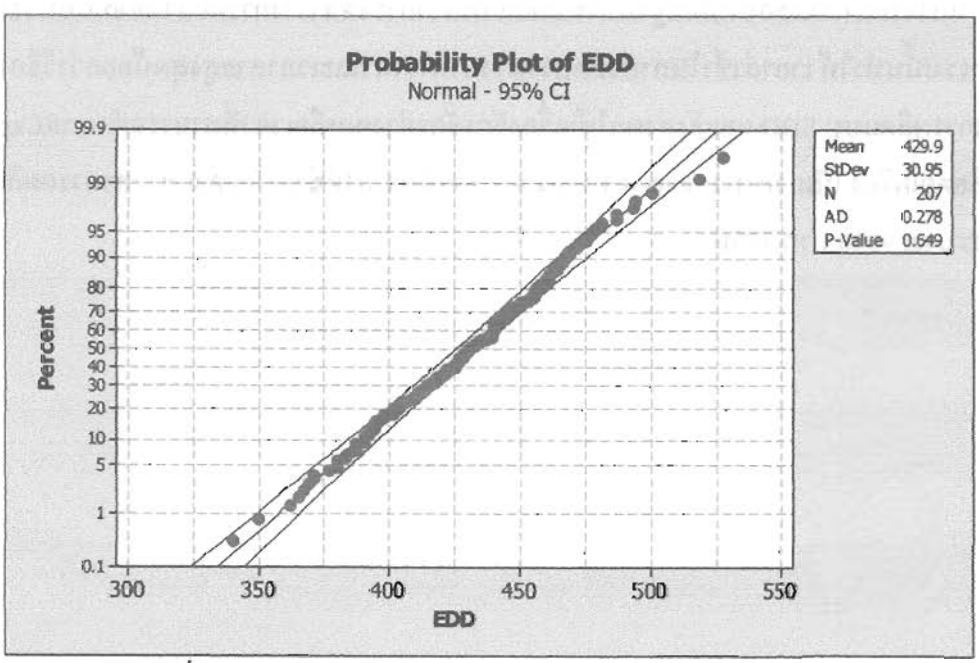
จากตารางที่ 4-16 พบว่าเวลาทำงานของงานต่างๆนั้นมีค่าที่ใกล้เคียงกันโดย หากใช้เวลาน้อยกว่าแสดงว่าประสิทธิภาพในการจัดตารางการผลิตวิธีนั้นสูงกว่า จากข้อมูลในตารางที่ 4-16 จะนำมาวิเคราะห์ด้วยหลักการทางสถิติว่า Makesapn ของการจัดตารางการผลิตทั้งสองวิธีนั้นต่างกันกันหรือไม่ โดยผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานหลักและสมมติฐานรองของการทดสอบดังนี้

$$H_0 : \mu_{GA} = \mu_{EDD}$$
$$H_1 : \mu_{GA} < \mu_{EDD}$$

ซึ่งก่อนการทดสอบสมมติฐานจะต้องทราบก่อนว่าข้อมูลที่ได้มานั้น มีการแจกแจงแบบปกติหรือไม่โดยการทดสอบสามารถใช้ Normality Test เพื่อทดสอบได้ โดยผลการทดสอบเป็นไปดังภาพที่ 4-22 และ 4-23

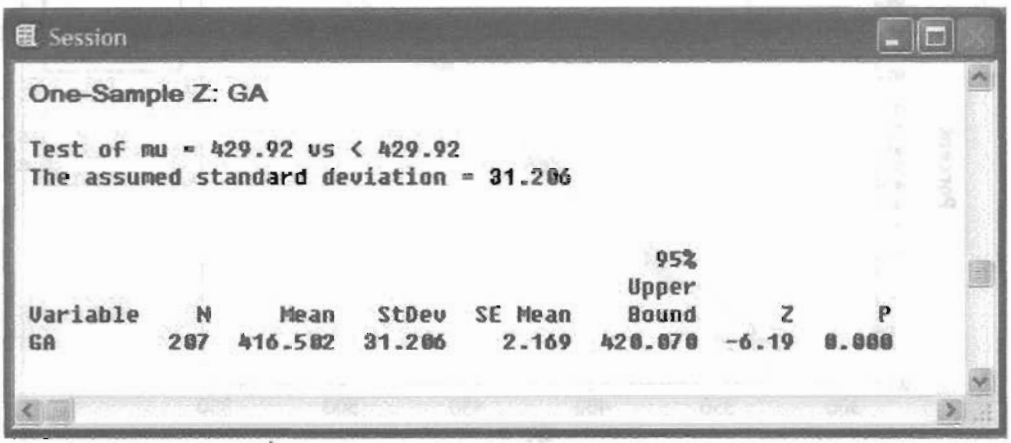


ภาพที่ 4-22 Normality Test Makespan ของการจัดตารางโดยขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม



ภาพที่ 4-23 Normality Test Makespan ของการจัดตารางวิธี EDD

จากผลการทดสอบความเป็นปกติของข้อมูลพบว่าการแจกแจงของข้อมูลทั้งสองมีการแจกแจงแบบปกติจึงสามารถนำมาทดสอบสมมติฐานได้ ผลการทดสอบสมมติเป็นไปดังภาพที่ 4-24



ภาพที่ 4-24 ผลการทดสอบสมมติฐานของ Makespan

จากการทดสอบสมมติฐานนั้นพบว่าค่า P-Value นั้นมีค่าน้อยกว่า 0.05 ดังนั้นจึงปฏิเสธสมมตฐานหลัก $\mu_{GA} = \mu_{EDD}$ และรับสมมติฐานรอง $\mu_{GA} < \mu_{EDD}$

หลังจากการทดสอบสมมติฐานทั้งหมดแล้วพบว่าการจัดตารางการผลิตโดยขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมนั้นทำให้ เวลาล่าช้าในกาส่งมอบงาน เวลาทำงาน และเวลาสายสูงสุดน้อยกว่าวิธีการจัดตารางการผลิตแบบ EDD และยังส่งผลให้เครื่องจักรจักรต่างๆเหลือเวลาที่สามารถทำงาน(Capacity) อีกเฉลี่ยต่อเครื่อง เป็นเวลาประมาณ 4 ชั่วโมง หากคิดเป็นรายได้ซึ่งเครื่องดังกล่าวสามารถผลิตได้นั้นประมาณ 9000 บาทต่อวัน

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

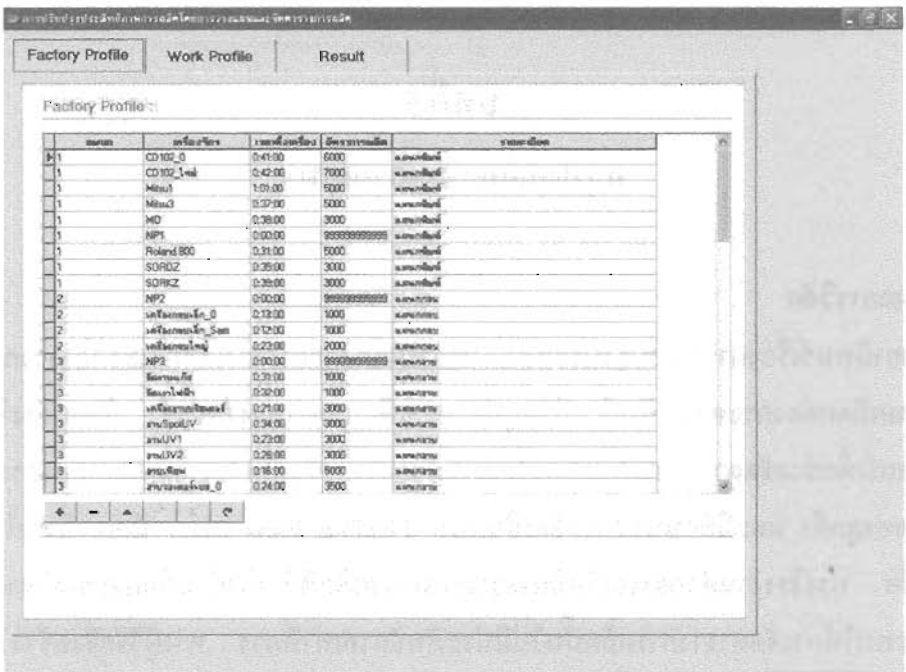
วิทยานิพนธ์เรื่องการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตโดยการวางแผนและจัดตารางการผลิตในโรงงานผลิตกล่องกระดาษฉบับนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อลดการส่งงานล่าช้า โดยสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยจัดตารางการผลิตของโรงงานตัวอย่าง ซึ่งเป็นโรงงานผลิตกล่องกระดาษตามคำสั่งซื้อของลูกค้า และมีลักษณะการผลิตเป็นแบบ Flexible Flow Shop ปัญหาที่พบในโรงงานตัวอย่างคือ ทางโรงงานตัวอย่างยังไม่มีการวางแผนการผลิตที่อ้างอิงถึงหลักการทางวิชาการ ซึ่งส่งผลกระทบให้การจัดตารางการผลิตนั้นไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร ทางผู้วิจัยจึงสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ช่วยในการจัดตารางการผลิต โดยการจัดตารางการผลิตนั้นได้อ้างวิธีการทางวิชาการโดยมีเป้าหมายหลักในการลดเวลาล่าช้าของการส่งมอบสินค้าให้กับลูกค้า

5.1.1 รูปแบบโปรแกรม

รูปแบบของโปรแกรมในการจัดตารางการผลิตนั้นมีส่วนสำคัญในการใช้งานดังต่อไปนี้

5.1.1.1 ข้อมูลของเครื่องจักรต่างๆที่มีอยู่ในโรงงาน(Factory Profile)

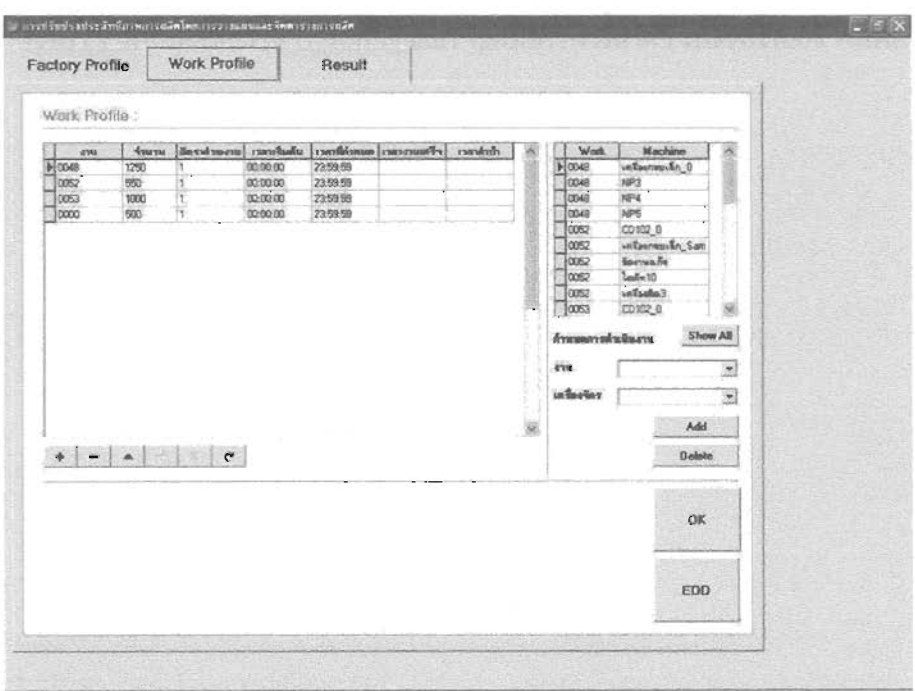
เป็นส่วนกำหนดเครื่องจักรต่างๆและแผนกต่างๆ ที่มีอยู่ในโรงงาน โดยข้อมูลต่างๆที่ต้องใส่ลงไปคือ แผนก ชื่อเครื่องจักร เวลาตั้งจักร(Setup Time) และอัตราการผลิต(แผ่น/ชั่วโมง)



ภาพที่ 5-1 หน้าต่างข้อมูลของเครื่องจักร

5.1.1.2 ข้อมูลรายละเอียดงานต่างๆ(Work Profile)

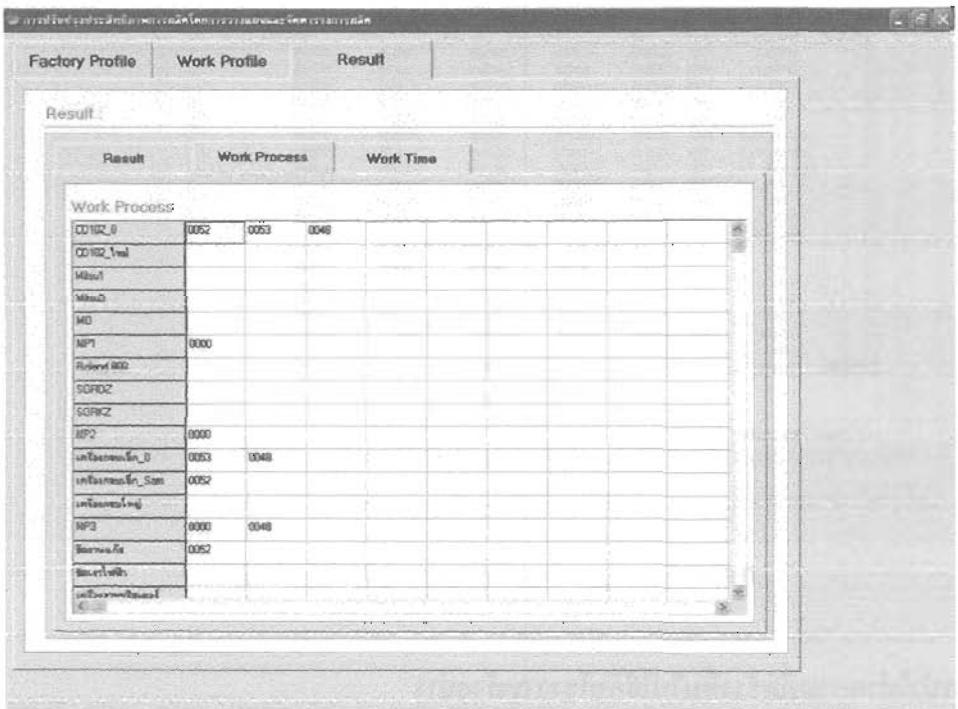
เป็นส่วนที่กำหนดรายละเอียดของงานต่างๆที่นำมาใส่ในโปรแกรม โดยผู้ใช้งานจะต้องกำหนดข้อมูลต่างๆดังนี้ เลขที่งาน เวลาเริ่มต้น เวลาที่กำหนด และรายละเอียดของเครื่องจักรที่งานนั้นๆ จะต้องผ่าน



ภาพที่ 5-2 หน้าต่างข้อมูลรายละเอียดงาน

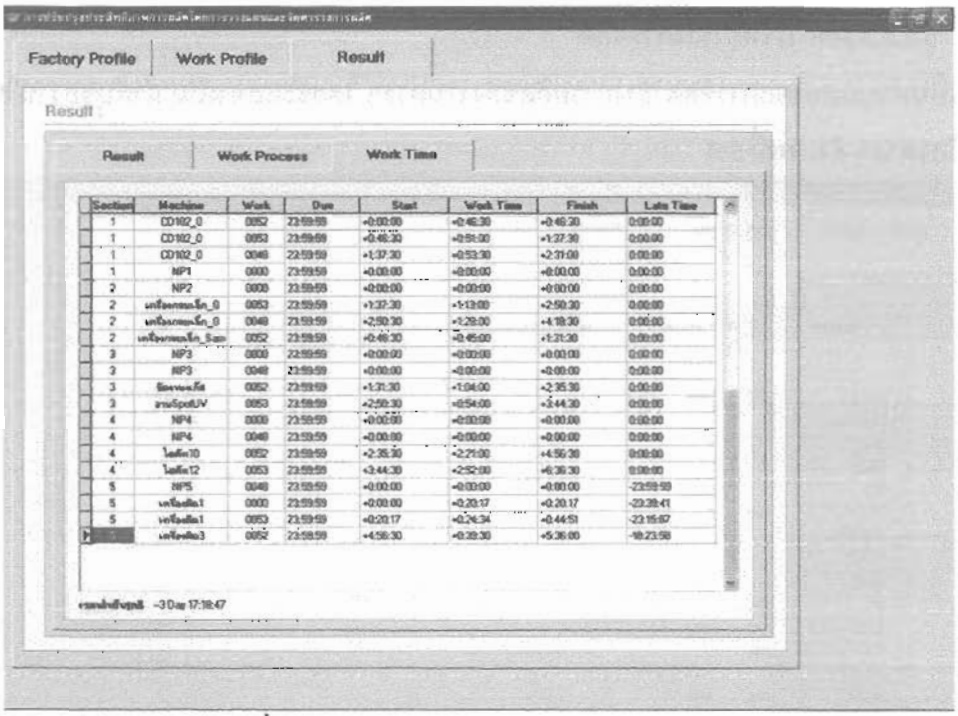
5.1.1.3 ผลการจัดตารางการผลิต

เป็นส่วนแสดงผลการจัดตารางการผลิตของงานต่างๆ โดยจะแสดงเป็น ลำดับของงานในเครื่องจักรต่างๆ ดังภาพที่ 5-3



ภาพที่ 5-3 แสดงลำดับงานในเครื่องต่างๆ

และการแสดงผลเป็นตารางเวลาของเครื่องจักรต่างๆ โดยแสดงผล ดังนี้ เครื่องจักรต่างๆ งานที่ต้องทำในเครื่องจักรนั้นๆ เวลาในการเริ่มงานในเครื่องจักร เวลาที่ใช้ในการผลิต เวลาเสร็จของงาน และเวลาล่าช้า ดังภาพที่ 5-4



ภาพที่ 5-4 การแสดงผลของการจัดตารางการผลิต

5.2 การนำโปรแกรมที่สร้างขึ้นไปใช้กับโรงงานตัวอย่าง

จากผลการทดลองการใช้โปรแกรมการจัดตารางการผลิตจัดต่างการผลิตในโรงงานตัวอย่าง โดยทดลองโดยนำไปใช้กับข้อมูลตัวอย่างในการผลิตสินค้าทั้งสิ้นประมาณ 1,049,619 ชิ้น ซึ่งนำไปเปรียบเทียบกับข้อมูลเดิมซึ่งทางโรงงานตัวอย่างได้เก็บข้อมูลไว้ โดยมีชี้วัดประสิทธิภาพหลักคือ เวลาล่าช้าในการส่งมอบงาน และตัวชี้วัดอื่นๆเช่น เวลาสายสูงสุด และเวลาทำงาน(Makespan) โดยผลของการจัดตารางการผลิตโดยใช้โปรแกรมที่สร้างขึ้นทั้งสองวิธีนั้นเปรียบเทียบกับการจัดตารางผลิตวิธีเดิมนั้นเป็นไปดังตารางที่ 5-1 และการเปรียบเทียบผลการจัดตารางการผลิตทั้งสองวิธีในตารางที่ 5-2

ตารางที่ 5-1 แสดงเวลาล่าช้าของการส่งมอบงานโดยการจัดตารางการจัดวิธีต่างๆ

	วิธีการจัดตารางการผลิต				
วิธี	เดิม	GA	ลดลง	EDD	ลดลง
จำนวนงานทั้งหมด	207	207		207	
จำนวนงานล่าช้า	65	24	63.1%	26	60%
เวลาล่าช้าเฉลี่ย(วัน)	1.54	0.59	61.69%	0.63	59.09%

ตารางที่ 5-2 ตารางเปรียบเทียบการจัดตารางการผลิตโดยขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมและวิธี EDD

	วิธีการจัดตารางการผลิต		
	GA	EDD	GA ดีกว่า
Makespan ต่องาน(นาที)	416	431	3.48%
เวลาสายสูงสุด(ชั่วโมง)	9:27	17:39	46.45%

จากตารางที่ 5-1 พบว่าการจัดตารางการผลิตโดยใช้โปรแกรมการจัดตารางการผลิตที่สร้างขึ้นมานั้นสามารถลดเวลาล่าช้าในการส่งมอบงาน ซึ่งเป็นเป้าหมายหลักของการจัดตารางการผลิตของงานวิจัยนี้ได้ 61.69% และ 59.09% ตามลำดับ ซึ่งพิจารณาจากค่าเฉลี่ยแล้วผลที่สามารถปรับปรุงได้ของทั้งสองวิธีนั้นค่อนข้างใกล้เคียงกันมาก ผู้วิจัยจึงใช้หลักการทางสถิติมาช่วยในการวิเคราะห์ผล ซึ่งพบว่าการจัดตารางการผลิตโดยขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมมีความแตกต่างกับการจัดตารางการผลิตโดยใช้วิธี EDD อย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 95% ผู้วิจัยจึงเลือกใช้การจัดตารางการผลิตโดยขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม เนื่องจากส่งผลให้เวลาล่าช้าเฉลี่ยของงานต่ำกว่า นอกจากนั้นยังมีตัวชี้วัดประสิทธิภาพอื่นอีกเช่น Makespanเฉลี่ย และเวลาสายสูงสุด ซึ่งหลังจากการทดสอบสมมติฐานแล้วพบว่าการจัดตารางการผลิต โดยขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมนั้นให้ผลดีกว่าอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 95% ในตัวชี้วัดทั้งหมด

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 การใช้งานโปรแกรมการจัดตารางการผลิตที่สร้างขึ้นจำเป็นที่จะต้องให้ผู้ที่มีความรู้ทางด้านผลิตในการจัดตารางการผลิตเพื่อทำให้ทราบถึงขั้นตอนต่างๆในการผลิต

5.3.2 ควรมีโปรแกรมตรวจสอบการเข้าของงานในเครื่องจักรต่างๆว่านำงานเข้าตามที่ได้จัดตารางการผลิตหรือไม่

5.3.3 โปรแกรมการจัดตารางการผลิตที่สร้างขึ้นนั้นสร้างสำหรับโรงงานตัวอย่างโดยเฉพาะหากต้องการนำไปใช้กับโรงงานอื่นนั้นอาจจะต้องปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะกับโรงงานนั้นๆ

5.3.4 อาจจะมีการกำหนดตัวชี้วัดอื่นๆเพื่อให้เหมาะสมกับการนำไปใช้ในงานนั้นๆเพื่อให้เหมาะสมกับสภาพของงานนั้นๆ

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

คณาจารย์ภาควิชาสถิติประยุกต์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. สถิติสำหรับวิศวกรและนักวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ, 2545.

ชุมพร ศฤงคารศิริ. การวางแผนและควบคุมการผลิต ฉบับปรับปรุงใหม่ . กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ ส.ส.ท., 2545.

เชาวลิต หามนตรี. การกำหนดตาราการผลิต โดยใช้วิธีฮิวริสติกร่วมกับเจเนติกอัลกอริทึม กรณีศึกษา แผนกโลหะแผ่นในโรงงานเครื่องจักรอัตโนมัติ. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2545.

พิษณุ ทองขาว. การปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตโดยการวางแผนและจัดตารางการผลิต กรณีศึกษา : อุตสาหกรรมการผลิตคอยล์. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2547.

พัชราวลัย แสงอรุณ. การจัดตารางการผลิต : กรณีศึกษาโรงงานผลิต คอมเพรสเซอร์. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

ปารเมศ ชุติมา. เทคนิคการจัดตารางดำเนินงาน. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2546.

ภาษาอังกฤษ

Melanie Mitchell. An Introduction to Genetic Algorithms. London : MIT Press, 1998.

Douglas C. Montagomery. Design And Analysis of Experiment. New York : John Wiley & Son, 2005.

Mitsuo Gen , Runwei Cheng. Genetic Algorithms & Engineering Optimization. Canada : John Wiley & Son, 2000.

Bor-Wen Cheng , Chun-Lang Chang. "A study on flowshop scheduling problem combining Taguchi experimental design and genetic algorithm." Expert System with Applications. (2006).

Masato Watanabe , Kenichi Ida and Mitsuo Gen. "A genetic algorithm with modified crossover operator and search area adaptation for the job-shop scheduling problem." Computers & Industrial Engineering. 48 (2005) : 743–752.

ภาคผนวก ก

เวลาในการปรับตั้งเครื่องจักร

1. แผนกพิมพ์

1.1 เครื่องพิมพ์ Mitsubishi Diamond 1000

ตารางที่ ก-1 ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องพิมพ์ Mitsubishi Diamond 1000

ครั้งที่	เวลาเริ่มต้นตั้งเครื่อง	เวลาตั้งเครื่องเสร็จ	เวลาที่ใช้ในการตั้งเครื่อง
1	2:00	2:30	0:30
2	21:30	22:00	0:30
3	1:30	2:10	0:40
4	3:30	4:00	0:30
5	5:30	6:00	0:30
6	21:30	22:10	0:40
7	23:30	0:10	0:40
8	2:30	3:20	0:50
9	4:00	4:30	0:30
10	2:00	2:40	0:40
11	22:30	22:50	0:20
12	23:40	24:00	0:20
13	10:30	11:00	0:30
14	13:00	13:40	0:40
15	13:50	14:40	0:50
16	14:40	15:20	0:40
17	15:20	15:55	0:35
18	16:00	16:35	0:35
19	8:00	8:35	0:35
20	9:40	10:15	0:35
21	10:15	10:50	0:35
22	10:50	11:25	0:35
		เฉลี่ย	0:35

จากข้อมูลในตารางที่ ก-1 สามารถนำมาคำนวณหาจำนวนวัฏจักรในการจับเวลาปรับตั้งเครื่องจักรได้ โดยในการคำนวณหาจำนวนวัฏจักรที่เหมาะสมในการจับเวลานั้นทางผู้วิจัยใช้ช่วงความเชื่อมั่น 95% และความผิดพลาด 10% โดยวิธีการคำนวณเป็นไปตามสมการ

$$N = \left(\frac{40\sqrt{n\sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2$$

โดยแทนค่าต่างๆในสมการได้ดังนี้

$$17.81 = \left(\frac{40\sqrt{22(28150) - (770)^2}}{770} \right)^2$$

จากการคำนวณได้ค่า 17.81 ≈ 18 วัฏจักร ซึ่งในการเก็บข้อมูลในการปรับตั้งเครื่องพิมพ์ Mitsubishi Diamond 1000 นั้นผู้วิจัยเก็บข้อมูลมา 22 วัฏจักรซึ่งถือว่าเพียงพอแล้ว ซึ่งเวลาเฉลี่ยในการปรับตั้งเครื่องจักรสำหรับเครื่องพิมพ์ Mitsubishi Diamond 1000 คือ 35 นาที และในการประเมินอัตราการทำงานนั้นทางผู้วิจัยในค่า 100 ซึ่งหมายถึง อัตราการทำงานปกติ

ดังนั้นเวลาปกติของการปรับตั้งเครื่องเครื่องพิมพ์ Mitsubishi Diamond 1000 เท่ากับ

35 x 1.0 = 35 นาที

สำหรับการกำหนดเวลาเผื่อนั้นทางผู้วิจัยกำหนดให้เผื่อ 5% เนื่องจากการทำงานในแผนกพิมพ์นั้นผู้ปฏิบัติงานจะต้องเดินไปกลับระหว่างหน้าเครื่องและท้ายเครื่องเพื่อนำกระดาษออกจากเครื่องเพื่อนำกระดาษมาตรวจค่าสีจึงจำเป็นต้องกำหนดเวลาเผื่อค่อนข้างมากเพื่อป้องกันผู้ปฏิบัติงานเมื่อยล้าขณะทำงาน

เวลามาตรฐาน = 35 + (35 x 0.05) = 36.75 ≈ 37 นาที

1.2 เครื่องพิมพ์ Mitsubishi 6 HC-5

ตารางที่ ก-2 ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องพิมพ์ Mitsubishi 6 HC-5

ครั้งที่	เวลาเริ่มต้นตั้งเครื่อง	เวลาตั้งเครื่องเสร็จ	เวลาที่ใช้ในการตั้งเครื่อง
1	21:30	22:40	1:10
2	8:00	9:00	1:00
3	8:30	9:40	1:10
4	17:40	19:00	1:20
5	13:00	14:10	1:10
6	14:00	15:40	1:40
7	16:40	17:50	1:10
8	18:00	19:20	1:20
9	20:30	21:10	0:40
10	15:30	16:10	0:40
11	16:30	17:00	0:30
12	15:00	15:50	0:50
13	16:00	17:00	1:00
14	17:20	17:50	0:30
15	14:40	15:40	1:00
16	16:00	16:40	0:40
17	13:50	15:10	1:20
18	15:40	16:30	0:50
19	21:40	23:00	1:20
20	3:00	4:10	1:10
21	4:10	5:10	1:00
22	5:20	6:00	0:40
23	20:00	20:50	0:50
24	21:00	22:00	1:00

ตารางที่ ก-2 (ต่อ)

ครั้งที่	เวลาเริ่มต้นตั้งเครื่อง	เวลาตั้งเครื่องเสร็จ	เวลาที่ใช้ในการตั้งเครื่อง
25	22:20	23:10	0:50
26	23:10	23:50	0:40
27	1:00	2:00	1:00
28	2:10	2:40	0:30
29	3:00	3:50	0:50
		เฉลี่ย	0:58

จากข้อมูลในตารางที่ ก-2 สามารถนำมาคำนวณหาจำนวนวัฏจักรในการจับเวลาปรับตั้งเครื่องจักรได้ โดยในการคำนวณหาจำนวนวัฏจักรที่เหมาะสมในการจับเวลานั้นทางผู้วิจัยใช้ช่วงความเชื่อมั่น 95% และความผิดพลาด 10% โดยวิธีการคำนวณเป็นไปตามสมการ

$$N = \left(\frac{40\sqrt{n\sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2$$

โดยแทนค่าต่างๆในสมการได้ดังนี้

$$27.99 = \left(\frac{40\sqrt{22(102900) - (1670)^2}}{1670} \right)^2$$

จากการคำนวณได้ค่า 27.99 ≈ 28 วัฏจักร ซึ่งในการเก็บข้อมูลในการปรับตั้งเครื่องพิมพ์ Mitsubishi 6 HC-5 นั้นผู้วิจัยเก็บข้อมูลมา 29 วัฏจักรซึ่งถือว่าเพียงพอแล้ว ซึ่งเวลาเฉลี่ยในการปรับตั้งเครื่องจักรสำหรับเครื่องพิมพ์ Mitsubishi 6 HC-5 คือ 58 นาที และในการประเมินอัตราการทำงานนั้นทางผู้วิจัยในค่า 100 ซึ่งหมายถึง อัตราการทำงานปกติ

ดังนั้นเวลาปกติของการปรับตั้งเครื่องเครื่องพิมพ์ Mitsubishi 6 HC-5 เท่ากับ

$$58 \times 1.0 = 58 \text{ นาที}$$

กำหนดให้เวลาเผื่อเท่ากับ 5%

$$\text{เวลามาตรฐาน} = 58 + (58 \times 0.05) = 60.9 \approx 61 \text{ นาที}$$

1.3 เครื่องพิมพ์ CD102

ตารางที่ ก-3 ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องพิมพ์ CD102

ครั้งที่	เวลาเริ่มต้นตั้งเครื่อง	เวลาตั้งเครื่องเสร็จ	เวลาที่ใช้ในการตั้งเครื่อง
1	20:00	20:40	0:40
2	21:00	21:20	0:20
3	8:00	8:45	0:45
4	10:00	10:35	0:35
5	13:50	14:40	0:50
6	15:20	16:20	1:00
7	16:30	17:25	0:55
8	18:00	18:30	0:30
9	15:00	15:56	0:56
10	16:40	17:20	0:40
11	5:00	5:25	0:25
12	7:05	7:40	0:35
13	22:30	23:10	0:40
14	22:50	23:45	0:55
15	1:00	1:50	0:50
16	3:30	4:05	0:35
17	21:10	21:50	0:40
18	23:35	0:20	0:45
19	1:55	2:30	0:35
20	3:00	3:25	0:25
21	6:20	7:00	0:40
22	8:00	8:45	0:45
23	18:20	18:50	0:30
24	14:20	15:10	0:50

ตารางที่ ก-3 (ต่อ)

ครั้งที่	เวลาเริ่มต้นตั้งเครื่อง	เวลาตั้งเครื่องเสร็จ	เวลาที่ใช้ในการตั้งเครื่อง
25	15:20	15:55	0:35
		เฉลี่ย	0:40

จากข้อมูลในตารางที่ ก-3 สามารถนำมาคำนวณหาจำนวนวัฏจักรในการจับเวลาปรับตั้งเครื่องจักรได้ โดยในการคำนวณหาจำนวนวัฏจักรที่เหมาะสมในการจับเวลานั้นทางผู้วิจัยใช้ช่วงความเชื่อมั่น 95% และความผิดพลาด 10% โดยวิธีการคำนวณเป็นไปตามสมการ

$$N = \left(\frac{40\sqrt{n\sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2$$

โดยแทนค่าต่างๆในสมการได้ดังนี้

$$25 = \left(\frac{40\sqrt{22(42500) - (1000)^2}}{1000} \right)^2$$

จากการคำนวณได้ค่า 25 ≈ 25 วัฏจักร ซึ่งในการเก็บข้อมูลในการปรับตั้งเครื่องพิมพ์ CD102 นั้นผู้วิจัยเก็บข้อมูลมา 25 วัฏจักรซึ่งถือว่าเพียงพอแล้ว ซึ่งเวลาเฉลี่ยในการปรับตั้งเครื่องจักรสำหรับเครื่องพิมพ์ CD102 คือ 40 นาที และในการประเมินอัตราการทำงานนั้นทางผู้วิจัยให้ค่า 100 ซึ่งหมายถึง อัตราการทำงานปกติ

ดังนั้นเวลาปกติของการปรับตั้งเครื่องเครื่องพิมพ์ CD102 เท่ากับ

$$40 \times 1.0 = 40 \text{ นาที}$$

กำหนดให้เวลาเผื่อเท่ากับ 5%

$$\text{เวลามาตรฐาน} = 40 + (40 \times 0.05) = 40.2 \approx 41 \text{ นาที}$$

2 แผนกไดคัท

2.1เครื่องไดคัท 1

ตารางที่ ก-4 ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องไดคัท 1

ครั้งที่	เวลาเริ่มต้นตั้งเครื่อง	เวลาตั้งเครื่องเสร็จ	เวลาที่ใช้ในการตั้งเครื่อง
1	8:00	8:20	0:20
2	10:30	10:55	0:25
3	11:25	11:50	0:25
4	13:00	13:20	0:20
5	14:50	15:10	0:20
6	15:30	15:55	0:25
7	16:50	17:10	0:20
8	18:00	18:20	0:20
9	19:30	20:00	0:30
10	2:30	3:00	0:30
11	4:50	5:15	0:25
12	6:00	6:20	0:20
13	7:40	8:00	0:20
14	10:30	10:50	0:20
15	11:45	12:15	0:30
16	13:00	13:20	0:20
		เฉลี่ย	0:23

จากข้อมูลในตารางที่ ก-4 สามารถนำมาคำนวณหาจำนวนวัฏจักรในการจับเวลาปรับตั้งเครื่องจักรได้ โดยในการคำนวณหาจำนวนวัฏจักรที่เหมาะสมในการจับเวลานั้นทางผู้วิจัยใช้ช่วงความเชื่อมั่น 95% และความผิดพลาด 10% โดยวิธีการคำนวณเป็นไปตามสมการ

$$N = \left(\frac{40\sqrt{n\sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2$$

โดยแทนค่าต่างๆในสมการได้ดังนี้

$$11.4 = \left(\frac{40\sqrt{22(8800) - (370)^2}}{370} \right)^2$$

จากการคำนวณได้ค่า 11.4 ≈ 12 วัฏจักร ซึ่งในการเก็บข้อมูลในการปรับตั้ง เครื่องไดคัท 1 นั้นผู้วิจัยเก็บข้อมูลมา 16 วัฏจักรซึ่งถือว่าเพียงพอแล้ว ซึ่งเวลาเฉลี่ยในการปรับตั้งเครื่องจักรสำหรับเครื่องไดคัท 1 คือ 23 นาที และในการประเมินอัตราการทำงานนั้นทางผู้วิจัยในค่า 100 ซึ่งหมายถึงอัตราการทำงานปกติ

ดังนั้นเวลาปกติของการปรับตั้งเครื่องเครื่องไดคัท 1 เท่ากับ

$$23 \times 1.0 = 23 \text{ นาที}$$

กำหนดให้เวลาเผื่อเท่ากับ 5%

$$\text{เวลามาตรฐาน} = 23 + (23 \times 0.05) = 24.15 \approx 25 \text{ นาที}$$

2.2 เครื่องไดคัท 2

ตารางที่ ก-5 ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องไดคัท 2

ครั้งที่	เวลาเริ่มต้นตั้งเครื่อง	เวลาตั้งเครื่องเสร็จ	เวลาที่ใช้ในการตั้งเครื่อง
1	20:00	20:10	0:10
2	23:00	23:08	0:08
3	20:00	20:12	0:12
4	20:00	20:10	0:10
5	2:30	2:38	0:08
6	20:10	20:22	0:12
7	15:10	15:20	0:10
8	16:30	16:31	0:01
9	8:00	8:10	0:10
10	9:45	9:53	0:08
		เฉลี่ย	0:10

จากข้อมูลในตารางที่ ก-5 สามารถนำมาคำนวณหาจำนวนวัฏจักรในการจับเวลาปรับตั้งเครื่องจักรได้ โดยในการคำนวณหาจำนวนวัฏจักรที่เหมาะสมในการจับเวลานั้นทางผู้วิจัยใช้ช่วงความเชื่อมั่น 95% และความผิดพลาด 10% โดยวิธีการคำนวณเป็นไปตามสมการ

$$N = \left(\frac{40\sqrt{n\sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2$$

โดยแทนค่าต่างๆในสมการได้ดังนี้

$$8.53 = \left(\frac{40\sqrt{22(1001) - (99)^2}}{99} \right)^2$$

จากการคำนวณได้ค่า 8.53 ≈ 9 วัฏจักร ซึ่งในการเก็บข้อมูลในการปรับตั้ง เครื่องไดดัท 2 นั้นผู้วิจัยเก็บข้อมูลมา 10 วัฏจักรซึ่งถือว่าเพียงพอแล้ว ซึ่งเวลาเฉลี่ยในการปรับตั้งเครื่องจักรสำหรับเครื่องไดดัท 2 คือ 10 นาที และในการประเมินอัตราการทำงานนั้นทางผู้วิจัยในค่า 100 ซึ่งหมายถึงอัตราการทำงานปกติ

ดังนั้นเวลาปกติของการปรับตั้งเครื่องเครื่องไดดัท 2 เท่ากับ

$$10 \times 1.0 = 10 \text{ นาที}$$

กำหนดให้เวลาเผื่อเท่ากับ 5%

$$\text{เวลามาตรฐาน} = 10 + (10 \times 0.05) = 10.5 \approx 11 \text{ นาที}$$

2.3 เครื่องไดคัท 3

ตารางที่ ก-6 ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องไดคัท 3

ครั้งที่	เวลาเริ่มต้นตั้งเครื่อง	เวลาตั้งเครื่องเสร็จ	เวลาที่ใช้ในการตั้งเครื่อง
1	20:00	20:10	0:10
2	23:00	23:08	0:08
3	20:00	20:12	0:12
4	20:00	20:10	0:10
5	2:30	2:38	0:08
6	20:10	20:22	0:12
7	15:10	15:20	0:10
8	16:30	16:31	0:01
9	8:00	8:10	0:10
10	9:45	9:53	0:08
		เฉลี่ย	0:10

จากข้อมูลในตารางที่ ก-6 สามารถนำมาคำนวณหาจำนวนวัฏจักรในการจับเวลาปรับตั้งเครื่องจักรได้ โดยในการคำนวณหาจำนวนวัฏจักรที่เหมาะสมในการจับเวลานั้นทางผู้วิจัยใช้ช่วงความเชื่อมั่น 95% และความผิดพลาด 10% โดยวิธีการคำนวณเป็นไปตามสมการ

$$N = \left(\frac{40\sqrt{n\sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2$$

โดยแทนค่าต่างๆในสมการได้ดังนี้

$$5.83 = \left(\frac{40\sqrt{22(97400) - (1200)^2}}{1200} \right)^2$$

จากการคำนวณได้ค่า 5.83 ≈ 6 วัฏจักร ซึ่งในการเก็บข้อมูลในการปรับตั้ง เครื่องไดคัท 3 นั้นผู้วิจัยเก็บข้อมูลมา 15 วัฏจักรซึ่งถือว่าเพียงพอแล้ว ซึ่งเวลาเฉลี่ยในการปรับตั้งเครื่องจักรสำหรับเครื่องไดคัท 3 คือ 80 นาที และในการประเมินอัตราการทำงานนั้นทางผู้วิจัยในค่า 100 ซึ่งหมายถึงอัตราการทำงานปกติ

ดังนั้นเวลาปกติของการปรับตั้งเครื่องเครื่องไดคัท 3 เท่ากับ

$$80 \times 1.0 = 80 \text{ นาที}$$

กำหนดให้เวลาเผื่อเท่ากับ 5%

$$\text{เวลามาตรฐาน} = 80 + (80 \times 0.05) = 84 \approx 84 \text{ นาที}$$

2.4เครื่องไดคัท 4

ตารางที่ ก-7 ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องไดคัท 4

ครั้งที่	เวลาเริ่มต้นตั้งเครื่อง	เวลาตั้งเครื่องเสร็จ	เวลาที่ใช้ในการตั้งเครื่อง
1	9:15	10:05	0:50
2	11:30	12:05	0:35
3	15:40	16:25	0:45
4	19:30	20:15	0:45
5	12:00	12:45	0:45
6	15:00	15:50	0:50
7	18:50	19:35	0:45
8	21:30	22:15	0:45
9	0:40	1:20	0:40
10	9:50	10:30	0:40
11	10:20	11:10	0:50
12	16:30	17:05	0:35
13	18:50	19:35	0:45
		เฉลี่ย	0:44

จากข้อมูลในตารางที่ ก-7 สามารถนำมาคำนวณหาจำนวนวัฏจักรในการจับเวลาปรับตั้งเครื่องจักรได้ โดยในการคำนวณหาจำนวนวัฏจักรที่เหมาะสมในการจับเวลานั้นทางผู้วิจัยใช้ช่วงความเชื่อมั่น 95% และความผิดพลาด 10% โดยวิธีการคำนวณเป็นไปตามสมการ

$$N = \left(\frac{40\sqrt{n\sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2$$

โดยแทนค่าต่างๆในสมการได้ดังนี้

$$4.92 = \left(\frac{40\sqrt{13(25300)-(570)^2}}{570}\right)^2$$

จากการคำนวณได้ค่า 4.92 ≈ 5 วัฏจักร ซึ่งในการเก็บข้อมูลในการปรับตั้ง เครื่องไดดัท 4 นั้นผู้วิจัยเก็บข้อมูลมา 13 วัฏจักรซึ่งถือว่าเพียงพอแล้ว ซึ่งเวลาเฉลี่ยในการปรับตั้งเครื่องจักรสำหรับเครื่องไดดัท 4 คือ 44 นาที และในการประเมินอัตราการทำงานนั้นทางผู้วิจัยในค่า 100 ซึ่งหมายถึงอัตราการทำงานปกติ

ดังนั้นเวลาปกติของการปรับตั้งเครื่องเครื่องไดดัท 4 เท่ากับ

44 x 1.0 = 44 นาที

กำหนดให้เวลาเผื่อเท่ากับ 5%

เวลามาตรฐาน = 44 + (44 x 0.05) = 46.2 ≈ 47 นาที

2.5 เครื่องไดคัท 5

ตารางที่ ก-8 ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องไดคัท 5

ครั้งที่	เวลาเริ่มต้นตั้งเครื่อง	เวลาตั้งเครื่องเสร็จ	เวลาที่ใช้ในการตั้งเครื่อง
1	10:30	11:15	0:45
2	12:50	13:40	0:50
3	18:00	18:50	0:50
4	19:30	20:25	0:55
5	0:45	1:35	0:50
6	9:30	10:20	0:50
7	18:50	19:35	0:45
8	22:50	23:50	1:00
9	0:40	1:35	0:55
10	9:50	10:45	0:55
		เฉลี่ย	0:52

จากข้อมูลในตารางที่ ก-8 สามารถนำมาคำนวณหาจำนวนวัฏจักรในการจับเวลาปรับตั้งเครื่องจักรได้ โดยในการคำนวณหาจำนวนวัฏจักรที่เหมาะสมในการจับเวลานั้นทางผู้วิจัยใช้ช่วงความเชื่อมั่น 95% และความผิดพลาด 10% โดยวิธีการคำนวณเป็นไปตามสมการ

$$N = \left(\frac{40\sqrt{n\sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2$$

โดยแทนค่าต่างๆในสมการได้ดังนี้

$$3.05 = \left(\frac{40\sqrt{10(26725) - (515)^2}}{515} \right)^2$$

จากการคำนวณได้ค่า 3.05 ≈ 4 วัฏจักร ซึ่งในการเก็บข้อมูลในการปรับตั้ง เครื่องไดคัท 5 นั้นผู้วิจัยเก็บข้อมูลมา 10 วัฏจักรซึ่งถือว่าเพียงพอแล้ว ซึ่งเวลาเฉลี่ยในการปรับตั้งเครื่องจักรสำหรับเครื่องไดคัท 5 คือ 52 นาที และในการประเมินอัตราการทำงานนั้นทางผู้วิจัยในค่า 100 ซึ่งหมายถึงอัตราการทำงานปกติ

ดังนั้นเวลาปกติของการปรับตั้งเครื่องเครื่องไดคัท 5 เท่ากับ

$$52 \times 1.0 = 52 \text{ นาที}$$

กำหนดให้เวลาเผื่อเท่ากับ 5%

$$\text{เวลามาตรฐาน} = 52 + (52 \times 0.05) = 54.6 \approx 55 \text{ นาที}$$

2.6 เครื่องไดคัท 6

ตารางที่ ก-9 ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องไดคัท 6

ครั้งที่	เวลาเริ่มต้นตั้งเครื่อง	เวลาตั้งเครื่องเสร็จ	เวลาที่ใช้ในการตั้งเครื่อง
1	14:00	14:50	0:50
2	17:30	18:20	0:50
3	20:10	21:10	1:00
4	22:50	23:50	1:00
5	1:20	2:20	1:00
6	8:20	9:00	0:40
7	10:30	11:40	1:10
8	13:00	14:00	1:00
9	14:50	15:40	0:50
10	17:00	17:30	0:30
11	8:00	8:50	0:50
12	14:30	15:20	0:50
13	16:40	17:30	0:50
14	18:00	19:00	1:00
		เฉลี่ย	0:53

จากข้อมูลในตารางที่ ก-9 สามารถนำมาคำนวณหาจำนวนวัฏจักรในการจับเวลาปรับตั้งเครื่องจักรได้ โดยในการคำนวณหาจำนวนวัฏจักรที่เหมาะสมในการจับเวลานั้นทางผู้วิจัยใช้ช่วงความเชื่อมั่น 95% และความผิดพลาด 10% โดยวิธีการคำนวณเป็นไปตามสมการ

$$N = \left(\frac{40\sqrt{n\sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2$$

โดยแทนค่าต่างๆในสมการได้ดังนี้

$$13.15 = \left(\frac{40\sqrt{14(70700) - (740)^2}}{740} \right)^2$$

จากการคำนวณได้ค่า 13.15 ≈ 14 วัฏจักร ซึ่งในการเก็บข้อมูลในการปรับตั้ง เครื่องไดคัท 6 นั้นผู้วิจัยเก็บข้อมูลมา 14 วัฏจักรซึ่งถือว่าเพียงพอแล้ว ซึ่งเวลาเฉลี่ยในการปรับตั้งเครื่องจักรสำหรับเครื่องไดคัท 6 คือ 53 นาที และในการประเมินอัตราการทำงานนั้นทางผู้วิจัยในค่า 100 ซึ่งหมายถึงอัตราการทำงานปกติ

ดังนั้นเวลาปกติของการปรับตั้งเครื่องเครื่องไดคัท 6 เท่ากับ

$$53 \times 1.0 = 53 \text{ นาที}$$

กำหนดให้เวลาเผื่อเท่ากับ 5%

$$\text{เวลามาตรฐาน} = 53 + (53 \times 0.05) = 55.65 \approx 56 \text{ นาที}$$

2.7 เครื่องไดคัท 7

ตารางที่ ก-10 ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องไดคัท 7

ครั้งที่	เวลาเริ่มต้นตั้งเครื่อง	เวลาตั้งเครื่องเสร็จ	เวลาที่ใช้ในการตั้งเครื่อง
1	20:20	21:20	1:00
2	22:50	23:30	0:40
3	9:10	10:20	1:10
4	13:00	13:50	0:50
5	15:20	16:10	0:50
6	18:30	19:20	0:50
7	21:00	22:00	1:00
8	0:10	1:10	1:00
9	2:50	3:40	0:50
10	7:40	8:30	0:50
11	10:00	10:50	0:50
12	14:20	15:10	0:50
		เฉลี่ย	0:54

จากข้อมูลในตารางที่ ก-10 สามารถนำมาคำนวณหาจำนวนวัฏจักรในการจับเวลาปรับตั้งเครื่องจักรได้ โดยในการคำนวณหาจำนวนวัฏจักรที่เหมาะสมในการจับเวลานั้นทางผู้วิจัยใช้ช่วงความเชื่อมั่น 95% และความผิดพลาด 10% โดยวิธีการคำนวณเป็นไปตามสมการ

$$N = \left(\frac{40\sqrt{n\sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2$$

โดยแทนค่าต่างๆในสมการได้ดังนี้

$$7.8 = \left(\frac{40\sqrt{12(34800) - (640)^2}}{640} \right)^2$$

จากการคำนวณได้ค่า 7.8 ≈ 8 วัฏจักร ซึ่งในการเก็บข้อมูลในการปรับตั้ง เครื่องไดดัท 7 นั้น ผู้วิจัยเก็บข้อมูลมา 12 วัฏจักรซึ่งถือว่าเพียงพอแล้ว ซึ่งเวลาเฉลี่ยในการปรับตั้งเครื่องจักรสำหรับเครื่องไดดัท 7 คือ 54 นาที และในการประเมินอัตราการทำงานนั้นทางผู้วิจัยในค่า 100 ซึ่งหมายถึงอัตราการทำงานปกติ

ดังนั้นเวลาปกติของการปรับตั้งเครื่องเครื่องไดดัท 7 เท่ากับ

$$54 \times 1.0 = 54 \text{ นาที}$$

กำหนดให้เวลาเผื่อเท่ากับ 5%

$$\text{เวลามาตรฐาน} = 54 + (54 \times 0.05) = 56.7 \approx 57 \text{ นาที}$$

2.8 เครื่องไดคัท 8

ตารางที่ ก-11 ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องไดคัท 8

ครั้งที่	เวลาเริ่มต้นตั้งเครื่อง	เวลาตั้งเครื่องเสร็จ	เวลาที่ใช้ในการตั้งเครื่อง
1	15:30	16:50	1:20
2	18:40	20:10	1:30
3	23:40	1:00	1:20
4	8:10	9:50	1:40
5	11:10	12:30	1:20
6	15:00	16:20	1:20
7	18:00	19:30	1:30
8	9:20	11:00	1:40
9	13:00	14:20	1:20
10	16:10	17:40	1:30
		เฉลี่ย	1:27

จากข้อมูลในตารางที่ ก-11 สามารถนำมาคำนวณหาจำนวนวัฏจักรในการจับเวลาปรับตั้งเครื่องจักรได้ โดยในการคำนวณหาจำนวนวัฏจักรที่เหมาะสมในการจับเวลานั้นทางผู้วิจัยใช้ช่วงความเชื่อมั่น 95% และความผิดพลาด 10% โดยวิธีการคำนวณเป็นไปตามสมการ

$$N = \left(\frac{40\sqrt{n\sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2$$

โดยแทนค่าต่างๆในสมการได้ดังนี้

$$3.2 = \left(\frac{40\sqrt{10(76300) - (870)^2}}{640} \right)^2$$

จากการคำนวณได้ค่า 3.2 ≈ 4 วัฏจักร ซึ่งในการเก็บข้อมูลในการปรับตั้ง เครื่องไดคัท 8 นั้น ผู้วิจัยเก็บข้อมูลมา 10 วัฏจักรซึ่งถือว่าเพียงพอแล้ว ซึ่งเวลาเฉลี่ยในการปรับตั้งเครื่องจักรสำหรับเครื่องไดคัท 8 คือ 87 นาที และในการประเมินอัตราการทำงานนั้นทางผู้วิจัยในค่า 100 ซึ่งหมายถึงอัตราการทำงานปกติ

ดังนั้นเวลาปกติของการปรับตั้งเครื่องเครื่องไดคัท 8 เท่ากับ

$$87 \times 1.0 = 87 \text{ นาที}$$

กำหนดให้เวลาเผื่อเท่ากับ 5%

$$\text{เวลามาตรฐาน} = 87 + (87 \times 0.05) = 91.35 \approx 92 \text{ นาที}$$

2.9 เครื่องไดดัท 9

ตารางที่ ก-12 ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องไดดัท 9

ครั้งที่	เวลาเริ่มต้นตั้งเครื่อง	เวลาตั้งเครื่องเสร็จ	เวลาที่ใช้ในการตั้งเครื่อง
1	8:00	10:10	2:10
2	14:00	15:30	1:30
3	16:00	17:30	1:30
4	18:30	20:20	1:50
5	23:00	1:20	2:20
6	8:00	10:10	2:10
7	13:30	15:20	1:50
8	16:00	18:10	2:10
9	19:00	20:30	1:30
10	21:00	22:50	1:50
11	1:30	3:30	2:00
		เฉลี่ย	1:54

จากข้อมูลในตารางที่ ก-12 สามารถนำมาคำนวณหาจำนวนวัฏจักรในการจับเวลาปรับตั้งเครื่องจักรได้ โดยในการคำนวณหาจำนวนวัฏจักรที่เหมาะสมในการจับเวลานั้นทางผู้วิจัยใช้ช่วงความเชื่อมั่น 95% และความผิดพลาด 10% โดยวิธีการคำนวณเป็นไปตามสมการ

$$N = \left(\frac{40\sqrt{n\sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2$$

โดยแทนค่าต่างๆในสมการได้ดังนี้

$$9.16 = \left(\frac{40\sqrt{11(145300) - (1250)^2}}{1250} \right)^2$$

จากการคำนวณได้ค่า 9.16 ≈ 10 วัฏจักร ซึ่งในการเก็บข้อมูลในการปรับตั้ง เครื่องไดคัท 9 นั้นผู้วิจัยเก็บข้อมูลมา 11 วัฏจักรซึ่งถือว่าเพียงพอแล้ว ซึ่งเวลาเฉลี่ยในการปรับตั้งเครื่องจักรสำหรับเครื่องไดคัท 9 คือ 114 นาที และในการประเมินอัตราการทำงานนั้นทางผู้วิจัยในค่า 100 ซึ่งหมายถึงอัตราการทำงานปกติ

ดังนั้นเวลาปกติของการปรับตั้งเครื่องเครื่องไดคัท 9 เท่ากับ

$$114 \times 1.0 = 114 \text{ นาที}$$

กำหนดให้เวลาเผื่อเท่ากับ 5%

$$\text{เวลามาตรฐาน} = 114 + (114 \times 0.05) = 119.7 \approx 120 \text{ นาที}$$

2.10 เครื่องไดดัท 10

ตารางที่ ก-13 ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องไดดัท 10

ครั้งที่	เวลาเริ่มต้นตั้งเครื่อง	เวลาตั้งเครื่องเสร็จ	เวลาที่ใช้ในการตั้งเครื่อง
1	13:00	13:50	0:50
2	16:30	17:40	1:10
3	18:00	19:20	1:20
4	20:30	22:10	1:40
5	22:40	23:40	1:00
6	1:30	2:40	1:10
7	9:00	10:20	1:20
8	11:00	12:40	1:40
9	14:00	15:20	1:20
10	16:00	17:20	1:20
11	18:00	19:10	1:10
12	21:50	23:30	1:40
13	1:00	2:10	1:10
14	8:30	10:10	1:40
15	13:00	14:10	1:10
16	16:00	17:20	1:20
17	18:00	19:50	1:50
		เฉลี่ย	1:21

จากข้อมูลในตารางที่ ก-13 สามารถนำมาคำนวณหาจำนวนวัฏจักรในการจับเวลาปรับตั้งเครื่องจักรได้ โดยในการคำนวณหาจำนวนวัฏจักรที่เหมาะสมในการจับเวลานั้นทางผู้วิจัยใช้ช่วงความเชื่อมั่น 95% และความผิดพลาด 10% โดยวิธีการคำนวณเป็นไปตามสมการ

$$N = \left(\frac{40\sqrt{n\sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2$$

โดยแทนค่าต่างๆในสมการได้ดังนี้

$$15.56 = \left(\frac{40\sqrt{17(114700) - (1370)^2}}{1370} \right)^2$$

จากการคำนวณได้ค่า 15.56 ≈ 17 วัฏจักร ซึ่งในการเก็บข้อมูลในการปรับตั้ง เครื่องไดคัท 10 นั้นผู้วิจัยเก็บข้อมูลมา 17 วัฏจักรซึ่งถือว่าเพียงพอแล้ว ซึ่งเวลาเฉลี่ยในการปรับตั้งเครื่องจักรสำหรับเครื่องไดคัท 10 คือ 81 นาที และในการประเมินอัตราการทำงานนั้นทางผู้วิจัยในค่า 100 ซึ่งหมายถึง อัตราการทำงานปกติ

ดังนั้นเวลาปกติของการปรับตั้งเครื่องเครื่องไดคัท 10 เท่ากับ

$$81 \times 1.0 = 81 \text{ นาที}$$

กำหนดให้เวลาเผื่อเท่ากับ 5%

$$\text{เวลามาตรฐาน} = 81 + (81 \times 0.05) = 85.05 \approx 86 \text{ นาที}$$

2.11 เครื่องไดดัท 11

ตารางที่ ก-14 ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องไดดัท 11

ครั้งที่	เวลาเริ่มต้นตั้งเครื่อง	เวลาตั้งเครื่องเสร็จ	เวลาที่ใช้ในการตั้งเครื่อง
1	1:25	3:05	1:40
2	4:30	6:15	1:45
3	8:45	10:30	1:45
4	12:45	14:25	1:40
5	18:20	20:05	1:45
6	6:30	8:05	1:35
7	9:00	10:45	1:45
8	13:00	14:35	1:35
		เฉลี่ย	1:42

จากข้อมูลในตารางที่ ก-14 สามารถนำมาคำนวณหาจำนวนวัฏจักรในการจับเวลาปรับตั้งเครื่องจักรได้ โดยในการคำนวณหาจำนวนวัฏจักรที่เหมาะสมในการจับเวลานั้นทางผู้วิจัยใช้ช่วงความเชื่อมั่น 95% และความผิดพลาด 10% โดยวิธีการคำนวณเป็นไปตามสมการ

$$N = \left(\frac{40\sqrt{n\sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2$$

โดยแทนค่าต่างๆในสมการได้ดังนี้

$$0.67 = \left(\frac{40\sqrt{8(82150) - (810)^2}}{810} \right)^2$$

จากการคำนวณได้ค่า 0.67 ≈ 1 วัฏจักร ซึ่งในการเก็บข้อมูลในการปรับตั้ง เครื่องไดดัท 11 นั้นผู้วิจัยเก็บข้อมูลมา 8 วัฏจักรซึ่งถือว่าเพียงพอแล้ว ซึ่งเวลาเฉลี่ยในการปรับตั้งเครื่องจักรสำหรับ

เครื่องไดดัท 11 คือ 102 นาที และในการประเมินอัตราการทำงานนั้นทางผู้วิจัยในค่า 100 ซึ่งหมายถึง อัตราการทำงานปกติ

ดังนั้นเวลาปกติของการปรับตั้งเครื่องเครื่องไดดัท 11 เท่ากับ

$$102 \times 1.0 = 102 \text{ นาที}$$

กำหนดให้เวลาเผื่อเท่ากับ 5%

$$\text{เวลามาตรฐาน} = 102 + (102 \times 0.05) = 107.1 \approx 108 \text{ นาที}$$

2.12 เครื่องไดคัท 12

ตารางที่ ก-15 ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องไดคัท 12

ครั้งที่	เวลาเริ่มต้นตั้งเครื่อง	เวลาตั้งเครื่องเสร็จ	เวลาที่ใช้ในการตั้งเครื่อง
1	6:20	7:20	1:00
2	8:30	9:40	1:10
3	9:30	10:30	1:00
4	11:20	12:30	1:10
5	15:10	16:20	1:10
6	17:00	18:10	1:10
7	8:00	9:05	1:05
8	9:40	10:55	1:15
		เฉลี่ย	1:08

จากข้อมูลในตารางที่ ก-15 สามารถนำมาคำนวณหาจำนวนวัฏจักรในการจับเวลาปรับตั้งเครื่องจักรได้ โดยในการคำนวณหาจำนวนวัฏจักรที่เหมาะสมในการจับเวลานั้นทางผู้วิจัยใช้ช่วงความเชื่อมั่น 95% และความผิดพลาด 10% โดยวิธีการคำนวณเป็นไปตามสมการ

$$N = \left(\frac{40\sqrt{n\sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2$$

โดยแทนค่าต่างๆในสมการได้ดังนี้

$$2.19 = \left(\frac{40\sqrt{8(36650) - (540)^2}}{540} \right)^2$$

จากการคำนวณได้ค่า 2.19 ≈ 3 วัฏจักร ซึ่งในการเก็บข้อมูลในการปรับตั้ง เครื่องไดคัท 12 นั้นผู้วิจัยเก็บข้อมูลมา 8 วัฏจักรซึ่งถือว่าเพียงพอแล้ว ซึ่งเวลาเฉลี่ยในการปรับตั้งเครื่องจักรสำหรับ

เครื่องไดคัท 12 คือ 68 นาที และในการประเมินอัตราการทำงานนั้นทางผู้วิจัยในค่า 100 ซึ่งหมายถึงอัตราการทำงานปกติ

ดังนั้นเวลาปกติของการปรับตั้งเครื่องเครื่องไดคัท 12 เท่ากับ

$$68 \times 1.0 = 68 \text{ นาที}$$

กำหนดให้เวลาเผื่อเท่ากับ 5%

$$\text{เวลามาตรฐาน} = 68 + (68 \times 0.05) = 71.4 \approx 72 \text{ นาที}$$

2.13 เครื่องไดคัท 13

ตารางที่ ก-16 ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องไดคัท 13

ครั้งที่	เวลาเริ่มต้นตั้งเครื่อง	เวลาตั้งเครื่องเสร็จ	เวลาที่ใช้ในการตั้งเครื่อง
1	13:00	14:50	1:50
2	16:50	18:40	1:50
3	23:40	1:30	1:50
4	8:40	10:30	1:50
5	11:00	12:30	1:30
6	14:00	16:00	2:00
7	17:30	19:20	1:50
8	23:40	1:10	1:30
9	3:10	5:00	1:50
10	7:50	9:50	2:00
11	14:20	16:00	1:40
12	17:30	19:20	1:50
13	23:50	1:30	1:40
14	9:30	11:30	2:00
15	13:00	15:10	2:10
16	18:50	20:30	1:40
		เฉลี่ย	1:49

จากข้อมูลในตารางที่ ก-16 สามารถนำมาคำนวณหาจำนวนวัฏจักรในการจับเวลาปรับตั้งเครื่องจักรได้ โดยในการคำนวณหาจำนวนวัฏจักรที่เหมาะสมในการจับเวลานั้นทางผู้วิจัยใช้ช่วงความเชื่อมั่น 95% และความผิดพลาด 10% โดยวิธีการคำนวณเป็นไปตามสมการ

$$N = \left(\frac{40\sqrt{n\sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2$$

โดยแทนค่าต่างๆในสมการได้ดังนี้

$$3.75 = \left(\frac{40\sqrt{16(191000) - (1740)^2}}{1740} \right)^2$$

จากการคำนวณได้ค่า 3.75 ≈ 16 วัฏจักร ซึ่งในการเก็บข้อมูลในการปรับตั้ง เครื่องไดคัท 13 นั้นผู้วิจัยเก็บข้อมูลมา 16 วัฏจักรซึ่งถือว่าเพียงพอแล้ว ซึ่งเวลาเฉลี่ยในการปรับตั้งเครื่องจักรสำหรับเครื่องไดคัท 13 คือ 109 นาที และในการประเมินอัตราการทำงานนั้นทางผู้วิจัยในค่า 100 ซึ่งหมายถึง อัตราการทำงานปกติ

ดังนั้นเวลาปกติของการปรับตั้งเครื่องเครื่องไดคัท 13 เท่ากับ

$$109 \times 1.0 = 109 \text{ นาที}$$

กำหนดให้เวลาเผื่อเท่ากับ 5%

$$\text{เวลามาตรฐาน} = 109 + (109 \times 0.05) = 114.45 \approx 115 \text{ นาที}$$

2.14 เครื่องไดคัท 14

ตารางที่ ก-17 ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องไดคัท 14

ครั้งที่	เวลาเริ่มต้นตั้งเครื่อง	เวลาตั้งเครื่องเสร็จ	เวลาที่ใช้ในการตั้งเครื่อง
1	13:00	14:10	1:10
2	15:30	16:40	1:10
3	17:00	18:10	1:10
4	19:50	21:00	1:10
5	8:40	10:00	1:20
6	11:00	12:00	1:00
7	13:50	15:30	1:40
8	16:00	17:20	1:20
9	18:20	19:40	1:20
10	22:00	23:30	1:30
11	1:00	2:30	1:30
12	3:00	4:20	1:20
13	8:30	10:00	1:30
14	10:50	12:00	1:10
15	15:00	16:30	1:30
16	17:50	19:00	1:10
17	23:00	0:20	1:20
18	3:40	4:50	1:10
19	8:40	10:10	1:30
		เฉลี่ย	1:19

จากข้อมูลในตารางที่ ก-17 สามารถนำมาคำนวณหาจำนวนวัฏจักรในการจับเวลาปรับตั้งเครื่องจักรได้ โดยในการคำนวณหาจำนวนวัฏจักรที่เหมาะสมในการจับเวลานั้นทางผู้วิจัยใช้ช่วงความเชื่อมั่น 95% และความผิดพลาด 10% โดยวิธีการคำนวณเป็นไปตามสมการ

$$N = \left(\frac{40\sqrt{n\sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2$$

โดยแทนค่าต่างๆในสมการได้ดังนี้

$$6.68 = \left(\frac{40\sqrt{19(120400) - (1500)^2}}{1500} \right)^2$$

จากการคำนวณได้ค่า 6.68 ≈ 7 วัฏจักร ซึ่งในการเก็บข้อมูลในการปรับตั้ง เครื่องไดคัท 14 นั้นผู้วิจัยเก็บข้อมูลมา 19 วัฏจักรซึ่งถือว่าเพียงพอแล้ว ซึ่งเวลาเฉลี่ยในการปรับตั้งเครื่องจักรสำหรับเครื่องไดคัท 14 คือ 79 นาที และในการประเมินอัตราการทำงานนั้นทางผู้วิจัยในค่า 100 ซึ่งหมายถึงอัตราการทำงานปกติ

ดังนั้นเวลาปกติของการปรับตั้งเครื่องเครื่องไดคัท 14 เท่ากับ

$$79 \times 1.0 = 79 \text{ นาที}$$

กำหนดให้เวลาเผื่อเท่ากับ 5%

$$\text{เวลามาตรฐาน} = 79 + (79 \times 0.05) = 82.95 \approx 83 \text{ นาที}$$

2.15 เครื่องไดคัท 15

ตารางที่ ก-18 ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องไดคัท 15

ครั้งที่	เวลาเริ่มต้นตั้งเครื่อง	เวลาตั้งเครื่องเสร็จ	เวลาที่ใช้ในการตั้งเครื่อง
1	19:00	20:10	1:10
2	1:30	2:20	0:50
3	7:50	9:00	1:10
4	10:40	11:40	1:00
5	13:00	14:20	1:20
6	15:50	16:50	1:00
7	18:00	18:50	0:50
8	20:40	21:40	1:00
9	23:00	0:10	1:10
10	1:30	2:30	1:00
11	8:30	9:40	1:10
12	13:00	14:10	1:10
13	15:40	16:50	1:10
14	19:50	20:50	1:00
		เฉลี่ย	1:05

จากข้อมูลในตารางที่ ก-18 สามารถนำมาคำนวณหาจำนวนวัฏจักรในการจับเวลาปรับตั้งเครื่องจักรได้ โดยในการคำนวณหาจำนวนวัฏจักรที่เหมาะสมในการจับเวลานั้นทางผู้วิจัยใช้ช่วงความเชื่อมั่น 95% และความผิดพลาด 10% โดยวิธีการคำนวณเป็นไปตามสมการ

$$N = \left(\frac{40\sqrt{n\sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2$$

โดยแทนค่าต่างๆในสมการได้ดังนี้

$$6.52 = \left(\frac{40\sqrt{14(58800) - (900)^2}}{900} \right)^2$$

จากการคำนวณได้ค่า 6.52 ≈ 7 วัฏจักร ซึ่งในการเก็บข้อมูลในการปรับตั้ง เครื่องไดคัท 15 นั้นผู้วิจัยเก็บข้อมูลมา 14 วัฏจักรซึ่งถือว่าเพียงพอแล้ว ซึ่งเวลาเฉลี่ยในการปรับตั้งเครื่องจักรสำหรับเครื่องไดคัท 15 คือ 65 นาที และในการประเมินอัตราการทำงานนั้นทางผู้วิจัยในค่า 100 ซึ่งหมายถึงอัตราการทำงานปกติ

ดังนั้นเวลาปกติของการปรับตั้งเครื่องเครื่องไดคัท 15 เท่ากับ

65 x 1.0 = 65 นาที

กำหนดให้เวลาเผื่อเท่ากับ 5%

เวลามาตรฐาน = 65 + (65 x 0.05) = 68.25 ≈ 69 นาที

2.16 เครื่องไดคัท 16

ตารางที่ ก-19 ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องไดคัท 16

ครั้งที่	เวลาเริ่มต้นตั้งเครื่อง	เวลาตั้งเครื่องเสร็จ	เวลาที่ใช้ในการตั้งเครื่อง
1	9:30	10:50	1:20
2	13:40	15:00	1:20
3	18:00	19:20	1:20
4	20:00	21:10	1:10
5	21:30	23:00	1:30
6	1:30	3:00	1:30
7	8:20	9:30	1:10
8	10:40	12:00	1:20
9	14:10	15:20	1:10
10	16:20	17:40	1:20
11	18:30	19:50	1:20
12	22:10	23:30	1:20
13	9:10	10:30	1:20
		เฉลี่ย	1:20

จากข้อมูลในตารางที่ ก-19 สามารถนำมาคำนวณหาจำนวนวัฏจักรในการจับเวลาปรับตั้งเครื่องจักรได้ โดยในการคำนวณหาจำนวนวัฏจักรที่เหมาะสมในการจับเวลานั้นทางผู้วิจัยใช้ช่วงความเชื่อมั่น 95% และความผิดพลาด 10% โดยวิธีการคำนวณเป็นไปตามสมการ

$$N = \left(\frac{40\sqrt{n\sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2$$

โดยแทนค่าต่างๆในสมการได้ดังนี้

$$2.41 = \left(\frac{40\sqrt{13(82100) - (1030)^2}}{1030} \right)^2$$

จากการคำนวณได้ค่า 2.41 ≈ 3 วัฏจักร ซึ่งในการเก็บข้อมูลในการปรับตั้ง เครื่องไดคัท 16 นั้นผู้วิจัยเก็บข้อมูลมา 13 วัฏจักรซึ่งถือว่าเพียงพอแล้ว ซึ่งเวลาเฉลี่ยในการปรับตั้งเครื่องจักรสำหรับเครื่องไดคัท 16 คือ 80 นาที และในการประเมินอัตราการทำงานนั้นทางผู้วิจัยในค่า 100 ซึ่งหมายถึงอัตราการทำงานปกติ

ดังนั้นเวลาปกติของการปรับตั้งเครื่องเครื่องไดคัท 16 เท่ากับ

$$80 \times 1.0 = 80 \text{ นาที}$$

กำหนดให้เวลาเผื่อเท่ากับ 5%

$$\text{เวลามาตรฐาน} = 80 + (80 \times 0.05) = 84 \approx 84 \text{ นาที}$$

2.17 เครื่องไดคัท 17

ตารางที่ ก-20 ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องไดคัท 17

ครั้งที่	เวลาเริ่มต้นตั้งเครื่อง	เวลาตั้งเครื่องเสร็จ	เวลาที่ใช้ในการตั้งเครื่อง
1	15:30	16:30	1:00
2	18:00	19:10	1:10
3	20:30	21:40	1:10
4	23:50	1:10	1:20
5	3:40	4:40	1:00
6	7:40	8:40	1:00
7	9:50	11:00	1:10
8	13:00	14:10	1:10
9	15:30	16:30	1:00
10	17:50	19:00	1:10
11	23:00	0:10	1:10
12	8:00	9:10	1:10
13	10:00	11:10	1:10
14	13:40	15:10	1:30
15	16:00	17:00	1:00
16	17:30	18:40	1:10
17	19:00	20:10	1:10
18	23:00	0:10	1:10
		เฉลี่ย	1:09

จากข้อมูลในตารางที่ ก-20 สามารถนำมาคำนวณหาจำนวนวัฏจักรในการจับเวลาปรับตั้งเครื่องจักรได้ โดยในการคำนวณหาจำนวนวัฏจักรที่เหมาะสมในการจับเวลานั้นทางผู้วิจัยใช้ช่วงความเชื่อมั่น 95% และความผิดพลาด 10% โดยวิธีการคำนวณเป็นไปตามสมการ

$$N = \left(\frac{40\sqrt{n\sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2$$

โดยแทนค่าต่างๆในสมการได้ดังนี้

$$4.58 = \left(\frac{40\sqrt{18(86400) - (1240)^2}}{1240} \right)^2$$

จากการคำนวณได้ค่า 4.58 ≈ 5 วัฏจักร ซึ่งในการเก็บข้อมูลในการปรับตั้ง เครื่องไดคัท 17 นั้นผู้วิจัยเก็บข้อมูลมา 18 วัฏจักรซึ่งถือว่าเพียงพอแล้ว ซึ่งเวลาเฉลี่ยในการปรับตั้งเครื่องจักรสำหรับเครื่องไดคัท 17 คือ 69 นาที และในการประเมินอัตราการทำงานนั้นทางผู้วิจัยในค่า 100 ซึ่งหมายถึงอัตราการทำงานปกติ

ดังนั้นเวลาปกติของการปรับตั้งเครื่องเครื่องไดคัท 17 เท่ากับ

$$69 \times 1.0 = 69 \text{ นาที}$$

กำหนดให้เวลาเผื่อเท่ากับ 5%

$$\text{เวลามาตรฐาน} = 69 + (69 \times 0.05) = 72.45 \approx 73 \text{ นาที}$$

2.18 เครื่องไดคัท 18

ตารางที่ ก-21 ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องไดคัท 18

ครั้งที่	เวลาเริ่มต้นตั้งเครื่อง	เวลาตั้งเครื่องเสร็จ	เวลาที่ใช้ในการตั้งเครื่อง
1	20:40	22:10	1:30
2	23:30	1:00	1:30
3	2:20	3:40	1:20
4	8:20	10:10	1:50
5	13:50	15:40	1:50
6	17:10	19:20	2:10
7	23:00	0:20	1:20
8	10:20	12:10	1:50
9	15:50	17:40	1:50
10	19:30	21:00	1:30
11	23:10	1:00	1:50
12	8:10	10:00	1:50
13	13:40	15:20	1:40
14	17:30	19:10	1:40
		เฉลี่ย	1:22

จากข้อมูลในตารางที่ ก-21 สามารถนำมาคำนวณหาจำนวนวัฏจักรในการจับเวลาปรับตั้งเครื่องจักรได้ โดยในการคำนวณหาจำนวนวัฏจักรที่เหมาะสมในการจับเวลานั้นทางผู้วิจัยใช้ช่วงความเชื่อมั่น 95% และความผิดพลาด 10% โดยวิธีการคำนวณเป็นไปตามสมการ

$$N = \left(\frac{40\sqrt{n\sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2$$

โดยแทนค่าต่างๆในสมการได้ดังนี้

$$7.14 = \left(\frac{40\sqrt{14(146600) - (1420)^2}}{1420} \right)^2$$

จากการคำนวณได้ค่า 7.14 ≈ 8 วัฏจักร ซึ่งในการเก็บข้อมูลในการปรับตั้ง เครื่องไดคัท 18 นั้นผู้วิจัยเก็บข้อมูลมา 14 วัฏจักรซึ่งถือว่าเพียงพอแล้ว ซึ่งเวลาเฉลี่ยในการปรับตั้งเครื่องจักรสำหรับเครื่องไดคัท 18 คือ 102 นาที และในการประเมินอัตราการทำงานนั้นทางผู้วิจัยในค่า 100 ซึ่งหมายถึง อัตราการทำงานปกติ

ดังนั้นเวลาปกติของการปรับตั้งเครื่องเครื่องไดคัท 18 เท่ากับ

102 x 1.0 = 102 นาที

กำหนดให้เวลาเผื่อเท่ากับ 5%

เวลามาตรฐาน = 102 + (102 x 0.05) = 107.1 ≈ 108 นาที

2.19 เครื่องไดคัท 19

ตารางที่ ก-22 ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องไดคัท 19

ครั้งที่	เวลาเริ่มต้นตั้งเครื่อง	เวลาตั้งเครื่องเสร็จ	เวลาที่ใช้ในการตั้งเครื่อง
1	9:00	10:10	1:10
2	11:00	12:00	1:00
3	13:00	13:50	0:50
4	14:30	15:20	0:50
5	16:00	17:10	1:10
6	18:00	19:10	1:10
7	23:30	0:30	1:00
8	9:00	10:10	1:10
9	11:00	12:00	1:00
10	13:30	14:30	1:00
11	16:20	17:40	1:20
12	19:00	20:00	1:00
13	23:00	0:10	1:10
14	16:00	17:00	1:00
15	18:00	19:00	1:00
		เฉลี่ย	1:04

จากข้อมูลในตารางที่ ก-22 สามารถนำมาคำนวณหาจำนวนวัฏจักรในการจับเวลาปรับตั้งเครื่องจักรได้ โดยในการคำนวณหาจำนวนวัฏจักรที่เหมาะสมในการจับเวลานั้นทางผู้วิจัยใช้ช่วงความเชื่อมั่น 95% และความผิดพลาด 10% โดยวิธีการคำนวณเป็นไปตามสมการ

$$N = \left(\frac{40\sqrt{n\sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2$$

โดยแทนค่าต่างๆในสมการได้ดังนี้

$$6.20 = \left(\frac{40\sqrt{15(61100)-(950)^2}}{950}\right)^2$$

จากการคำนวณได้ค่า 6.20 ≈ 7 วัฏจักร ซึ่งในการเก็บข้อมูลในการปรับตั้ง เครื่องไดคัท 19 นั้นผู้วิจัยเก็บข้อมูลมา 15 วัฏจักรซึ่งถือว่าเพียงพอแล้ว ซึ่งเวลาเฉลี่ยในการปรับตั้งเครื่องจักรสำหรับเครื่องไดคัท 19 คือ 64 นาที และในการประเมินอัตราการทำงานนั้นทางผู้วิจัยในค่า 100 ซึ่งหมายถึงอัตราการทำงานปกติ

ดังนั้นเวลาปกติของการปรับตั้งเครื่องเครื่องไดคัท 19 เท่ากับ

$$64 \times 1.0 = 64 \text{ นาที}$$

กำหนดให้เวลาเผื่อเท่ากับ 5%

$$\text{เวลามาตรฐาน} = 64 + (64 \times 0.05) = 67.2 \approx 68 \text{ นาที}$$

2.20 เครื่องไดคัท 20

ตารางที่ ก-23 ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องไดคัท 20

ครั้งที่	เวลาเริ่มต้นตั้งเครื่อง	เวลาตั้งเครื่องเสร็จ	เวลาที่ใช้ในการตั้งเครื่อง
1	14:40	16:30	1:50
2	18:10	19:50	1:40
3	22:30	0:20	1:50
4	8:00	9:40	1:40
5	11:00	13:10	2:10
6	15:10	17:30	2:20
7	23:00	1:10	2:10
8	15:20	17:00	1:40
		เฉลี่ย	1:55

จากข้อมูลในตารางที่ ก-23 สามารถนำมาคำนวณหาจำนวนวัฏจักรในการจับเวลาปรับตั้งเครื่องจักรได้ โดยในการคำนวณหาจำนวนวัฏจักรที่เหมาะสมในการจับเวลานั้นทางผู้วิจัยใช้ช่วงความเชื่อมั่น 95% และความผิดพลาด 10% โดยวิธีการคำนวณเป็นไปตามสมการ

$$N = \left(\frac{40\sqrt{n\sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2$$

โดยแทนค่าต่างๆในสมการได้ดังนี้

$$6.81 = \left(\frac{40\sqrt{8(107600) - (920)^2}}{920} \right)^2$$

จากการคำนวณได้ค่า 6.81 ≈ 7 วัฏจักร ซึ่งในการเก็บข้อมูลในการปรับตั้ง เครื่องไดคัท 20 นั้นผู้วิจัยเก็บข้อมูลมา 8 วัฏจักรซึ่งถือว่าเพียงพอแล้ว ซึ่งเวลาเฉลี่ยในการปรับตั้งเครื่องจักรสำหรับ

เครื่องไดคัท 20 คือ 115 นาที และในการประเมินอัตราการทำงานนั้นทางผู้วิจัยในค่า 100 ซึ่งหมายถึง อัตราการทำงานปกติ

ดังนั้นเวลาปกติของการปรับตั้งเครื่องเครื่องไดคัท 20 เท่ากับ

$$115 \times 1.0 = 115 \text{ นาที}$$

กำหนดให้เวลาเผื่อเท่ากับ 5%

$$\text{เวลามาตรฐาน} = 115 + (115 \times 0.05) = 120.75 \approx 121 \text{ นาที}$$

2.21 เครื่องไดคัท 21

ตารางที่ ก-24 ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องไดคัท 21

ครั้งที่	เวลาเริ่มต้นตั้งเครื่อง	เวลาตั้งเครื่องเสร็จ	เวลาที่ใช้ในการตั้งเครื่อง
1	6:50	7:55	1:05
2	8:10	9:10	1:00
3	10:30	11:35	1:05
4	15:00	16:10	1:10
5	17:10	18:00	0:50
6	18:00	19:10	1:10
7	20:40	21:35	0:55
8	9:30	10:30	1:00
9	11:20	12:15	0:55
10	13:00	14:00	1:00
11	15:10	16:05	0:55
12	16:00	16:50	0:50
		เฉลี่ย	1:02

จากข้อมูลในตารางที่ ก-24 สามารถนำมาคำนวณหาจำนวนวัฏจักรในการจับเวลาปรับตั้งเครื่องจักรได้ โดยในการคำนวณหาจำนวนวัฏจักรที่เหมาะสมในการจับเวลานั้นทางผู้วิจัยใช้ช่วงความเชื่อมั่น 95% และความผิดพลาด 10% โดยวิธีการคำนวณเป็นไปตามสมการ

$$N = \left(\frac{40\sqrt{n\sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2$$

โดยแทนค่าต่างๆในสมการได้ดังนี้

$$4.91 = \left(\frac{40\sqrt{12(43125)-(715)^2}}{715} \right)^2$$

จากการคำนวณได้ค่า 4.91 ≈ 5 วัฏจักร ซึ่งในการเก็บข้อมูลในการปรับตั้ง เครื่องไดคัท 21 นั้นผู้วิจัยเก็บข้อมูลมา 12 วัฏจักรซึ่งถือว่าเพียงพอแล้ว ซึ่งเวลาเฉลี่ยในการปรับตั้งเครื่องจักรสำหรับเครื่องไดคัท 21 คือ 62 นาที และในการประเมินอัตราการทำงานนั้นทางผู้วิจัยในค่า 100 ซึ่งหมายถึงอัตราการทำงานปกติ

ดังนั้นเวลาปกติของการปรับตั้งเครื่องเครื่องไดคัท 21 เท่ากับ

62 x 1.0 = 62 นาที

กำหนดให้เวลาเผื่อเท่ากับ 5%

เวลามาตรฐาน = 62 + (62 x 0.05) = 65.1 ≈ 66 นาที

2.22 เครื่องไดคัท 22

ตารางที่ ก-25 ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องไดคัท 22

ครั้งที่	เวลาเริ่มต้นตั้งเครื่อง	เวลาตั้งเครื่องเสร็จ	เวลาที่ใช้ในการตั้งเครื่อง
1	8:40	10:30	1:00
2	11:30	13:10	1:05
3	15:00	16:50	1:05
4	19:30	21:10	1:00
5	22:40	0:50	1:10
6	9:50	12:10	1:05
7	8:00	10:10	1:10
		เฉลี่ย	1:05

จากข้อมูลในตารางที่ ก-25 สามารถนำมาคำนวณหาจำนวนวัฏจักรในการจับเวลาปรับตั้งเครื่องจักรได้ โดยในการคำนวณหาจำนวนวัฏจักรที่เหมาะสมในการจับเวลานั้นทางผู้วิจัยใช้ช่วงความเชื่อมั่น 95% และความผิดพลาด 10% โดยวิธีการคำนวณเป็นไปตามสมการ

$$N = \left(\frac{40\sqrt{n\sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2$$

โดยแทนค่าต่างๆในสมการได้ดังนี้

$$1.35 = \left(\frac{40\sqrt{7(29675) - (455)^2}}{455} \right)^2$$

จากการคำนวณได้ค่า 1.35 ≈ 2 วัฏจักร ซึ่งในการเก็บข้อมูลในการปรับตั้ง เครื่องไดคัท 22 นั้นผู้วิจัยเก็บข้อมูลมา 7 วัฏจักรซึ่งถือว่าเพียงพอแล้ว ซึ่งเวลาเฉลี่ยในการปรับตั้งเครื่องจักรสำหรับเครื่องไดคัท 22 คือ 65 นาที และในการประเมินอัตราการทำงานนั้นทางผู้วิจัยในค่า 100 ซึ่งหมายถึงอัตราการทำงานปกติ

ดังนั้นเวลาปกติของการปรับตั้งเครื่องเครื่องไดคัท 22 เท่ากับ

$$65 \times 1.0 = 65 \text{ นาที}$$

กำหนดให้เวลาเผื่อเท่ากับ 5%

$$\text{เวลามาตรฐาน} = 65 + (65 \times 0.05) = 68.25 \approx 69 \text{ นาที}$$

2.23 เครื่องไดคัท 23

ตารางที่ ก-26 ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องไดคัท 23

ครั้งที่	เวลาเริ่มต้นตั้งเครื่อง	เวลาตั้งเครื่องเสร็จ	เวลาที่ใช้ในการตั้งเครื่อง
1	11:20	12:45	1:25
2	15:20	16:40	1:20
3	18:00	19:10	1:10
4	12:30	13:50	1:20
5	15:10	16:30	1:20
6	23:20	0:50	1:30
7	0:40	1:55	1:15
8	1:00	2:15	1:15
9	10:20	11:50	1:30
10	12:50	14:15	1:25
		เฉลี่ย	1:20

จากข้อมูลในตารางที่ ก-26 สามารถนำมาคำนวณหาจำนวนวัฏจักรในการจับเวลาปรับตั้งเครื่องจักรได้ โดยในการคำนวณหาจำนวนวัฏจักรที่เหมาะสมในการจับเวลานั้นทางผู้วิจัยใช้ช่วงความเชื่อมั่น 95% และความผิดพลาด 10% โดยวิธีการคำนวณเป็นไปตามสมการ

$$N = \left(\frac{40\sqrt{n\sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2$$

โดยแทนค่าต่างๆในสมการได้ดังนี้

$$2.38 = \left(\frac{40\sqrt{10(66000) - (810)^2}}{810} \right)^2$$

จากการคำนวณได้ค่า 2.38 ≈ 3 วัฏจักร ซึ่งในการเก็บข้อมูลในการปรับตั้ง เครื่องไดคัท 23 นั้นผู้วิจัยเก็บข้อมูลมา 10 วัฏจักรซึ่งถือว่าเพียงพอแล้ว ซึ่งเวลาเฉลี่ยในการปรับตั้งเครื่องจักรสำหรับเครื่องไดคัท 23 คือ 80 นาที และในการประเมินอัตราการทำงานนั้นทางผู้วิจัยในค่า 100 ซึ่งหมายถึงอัตราการทำงานปกติ

ดังนั้นเวลาปกติของการปรับตั้งเครื่องเครื่องไดคัท 23 เท่ากับ

$$80 \times 1.0 = 80 \text{ นาที}$$

กำหนดให้เวลาเผื่อเท่ากับ 5%

$$\text{เวลามาตรฐาน} = 80 + (80 \times 0.05) = 84 \approx 84 \text{ นาที}$$

2.24 เครื่องไดคัท 24

ตารางที่ ก-27 ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องไดคัท 24

ครั้งที่	เวลาเริ่มต้นตั้งเครื่อง	เวลาตั้งเครื่องเสร็จ	เวลาที่ใช้ในการตั้งเครื่อง
1	13:00	14:15	1:15
2	16:00	17:30	1:30
3	18:30	20:00	1:30
4	22:30	23:55	1:25
5	23:10	0:30	1:20
6	0:20	1:50	1:30
7	3:40	4:55	1:15
8	5:00	6:15	1:15
		เฉลี่ย	1:23

จากข้อมูลในตารางที่ ก-27 สามารถนำมาคำนวณหาจำนวนวัฏจักรในการจับเวลาปรับตั้งเครื่องจักรได้ โดยในการคำนวณหาจำนวนวัฏจักรที่เหมาะสมในการจับเวลานั้นทางผู้วิจัยใช้ช่วงความเชื่อมั่น 95% และความผิดพลาด 10% โดยวิธีการคำนวณเป็นไปตามสมการ

$$N = \left(\frac{40\sqrt{n\sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2$$

โดยแทนค่าต่างๆในสมการได้ดังนี้

$$2.57 = \left(\frac{40\sqrt{8(54800) - (660)^2}}{660} \right)^2$$

จากการคำนวณได้ค่า 2.57 ≈ 3 วัฏจักร ซึ่งในการเก็บข้อมูลในการปรับตั้ง เครื่องไดคัท 24 นั้นผู้วิจัยเก็บข้อมูลมา 8 วัฏจักรซึ่งถือว่าเพียงพอแล้ว ซึ่งเวลาเฉลี่ยในการปรับตั้งเครื่องจักรสำหรับ

เครื่องไดคัท 24 คือ 83 นาที และในการประเมินอัตราการทำงานนั้นทางผู้วิจัยในค่า 100 ซึ่งหมายถึงอัตราการทำงานปกติ

ดังนั้นเวลาปกติของการปรับตั้งเครื่องเครื่องไดคัท 24 เท่ากับ

$$83 \times 1.0 = 83 \text{ นาที}$$

กำหนดให้เวลาเผื่อเท่ากับ 5%

$$\text{เวลามาตรฐาน} = 83 + (83 \times 0.05) = 84.15 \approx 85 \text{ นาที}$$

2.25 เครื่องไดคัท 25

ตารางที่ ก-28 ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องไดคัท 25

ครั้งที่	เวลาเริ่มต้นตั้งเครื่อง	เวลาตั้งเครื่องเสร็จ	เวลาที่ใช้ในการตั้งเครื่อง
1	11:30	12:45	1:15
2	13:10	14:20	1:10
3	15:20	16:35	1:15
4	8:00	9:20	1:20
5	10:50	12:05	1:15
6	12:10	13:30	1:20
7	15:20	16:30	1:10
8	16:30	17:45	1:15
9	9:10	10:25	1:15
		เฉลี่ย	1:15

จากข้อมูลในตารางที่ ก-28 สามารถนำมาคำนวณหาจำนวนวัฏจักรในการจับเวลาปรับตั้งเครื่องจักรได้ โดยในการคำนวณหาจำนวนวัฏจักรที่เหมาะสมในการจับเวลานั้นทางผู้วิจัยใช้ช่วงความเชื่อมั่น 95% และความผิดพลาด 10% โดยวิธีการคำนวณเป็นไปตามสมการ

$$N = \left(\frac{40\sqrt{n\sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2$$

โดยแทนค่าต่างๆในสมการได้ดังนี้

$$0.79 = \left(\frac{40\sqrt{9(50725) - (675)^2}}{675} \right)^2$$

จากการคำนวณได้ค่า 0.79 ≈ 1 วัฏจักร ซึ่งในการเก็บข้อมูลในการปรับตั้ง เครื่องไดคัท 25 นั้นผู้วิจัยเก็บข้อมูลมา 9 วัฏจักรซึ่งถือว่าเพียงพอแล้ว ซึ่งเวลาเฉลี่ยในการปรับตั้งเครื่องจักรสำหรับ

เครื่องไดคัท 25 คือ 75 นาที และในการประเมินอัตราการทำงานนั้นทางผู้วิจัยในค่า 100 ซึ่งหมายถึงอัตราการทำงานปกติ

ดังนั้นเวลาปกติของการปรับตั้งเครื่องเครื่องไดคัท 25 เท่ากับ

$$75 \times 1.0 = 75 \text{ นาที}$$

กำหนดให้เวลาเผื่อเท่ากับ 5%

$$\text{เวลามาตรฐาน} = 75 + (75 \times 0.05) = 78.75 \approx 79 \text{ นาที}$$

2.26 เครื่องไดคัท 26

ตารางที่ ก-29 ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องไดคัท 26

ครั้งที่	เวลาเริ่มต้นตั้งเครื่อง	เวลาตั้งเครื่องเสร็จ	เวลาที่ใช้ในการตั้งเครื่อง
1	10:30	11:50	1:20
2	13:00	14:15	1:15
3	15:20	16:40	1:20
4	17:10	18:20	1:10
5	18:00	19:15	1:15
6	19:00	20:15	1:15
7	9:30	10:40	1:10
		เฉลี่ย	1:15

จากข้อมูลในตารางที่ ก-29 สามารถนำมาคำนวณหาจำนวนวัฏจักรในการจับเวลาปรับตั้งเครื่องจักรได้ โดยในการคำนวณหาจำนวนวัฏจักรที่เหมาะสมในการจับเวลานั้นทางผู้วิจัยใช้ช่วงความเชื่อมั่น 95% และความผิดพลาด 10% โดยวิธีการคำนวณเป็นไปตามสมการ

$$N = \left(\frac{40\sqrt{n\sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2$$

โดยแทนค่าต่างๆในสมการได้ดังนี้

$$1.02 = \left(\frac{40\sqrt{7(39475) - (525)^2}}{525} \right)^2$$

จากการคำนวณได้ค่า 1.02 ≈ 2 วัฏจักร ซึ่งในการเก็บข้อมูลในการปรับตั้ง เครื่องไดคัท 26 นั้นผู้วิจัยเก็บข้อมูลมา 7 วัฏจักรซึ่งถือว่าเพียงพอแล้ว ซึ่งเวลาเฉลี่ยในการปรับตั้งเครื่องจักรสำหรับเครื่องไดคัท 26 คือ 75 นาที และในการประเมินอัตราการทำงานนั้นทางผู้วิจัยในค่า 100 ซึ่งหมายถึงอัตราการทำงานปกติ

ดังนั้นเวลาปกติของการปรับตั้งเครื่องเครื่องไดดัท 26 เท่ากับ

$$75 \times 1.0 = 75 \text{ นาที}$$

กำหนดให้เวลาเผื่อเท่ากับ 5%

$$\text{เวลามาตรฐาน} = 75 + (75 \times 0.05) = 78.75 \approx 79 \text{ นาที}$$

3. แผนกติดประกอบ

3.1 เครื่องติด ACE

ตารางที่ ก-30 ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องติด ACE

ครั้งที่	เวลาเริ่มต้นตั้งเครื่อง	เวลาตั้งเครื่องเสร็จ	เวลาที่ใช้ในการตั้งเครื่อง
1	8:20	8:35	0:15
2	9:20	9:35	0:15
3	10:20	10:35	0:15
4	13:00	13:20	0:20
5	15:40	15:55	0:15
6	8:00	8:10	0:10
7	9:10	9:25	0:15
8	11:00	11:15	0:15
9	13:00	13:15	0:15
10	8:40	8:55	0:15
11	13:00	13:10	0:10
12	15:00	15:15	0:15
		เฉลี่ย	0:15

จากข้อมูลในตารางที่ ก-30 สามารถนำมาคำนวณหาจำนวนวัฏจักรในการจับเวลาปรับตั้งเครื่องจักรได้ โดยในการคำนวณหาจำนวนวัฏจักรที่เหมาะสมในการจับเวลานั้นทางผู้วิจัยใช้ช่วงความเชื่อมั่น 95% และความผิดพลาด 10% โดยวิธีการคำนวณเป็นไปตามสมการ

$$N = \left(\frac{40\sqrt{n\sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2$$

โดยแทนค่าต่างๆในสมการได้ดังนี้

$$11.43 = \left(\frac{40\sqrt{12(2625)-(175)^2}}{175}\right)^2$$

จากการคำนวณได้ค่า 11.43 ≈ 12 วัฏจักร ซึ่งในการเก็บข้อมูลในการปรับตั้ง เครื่องติด ACE นั้นผู้วิจัยเก็บข้อมูลมา 12 วัฏจักรซึ่งถือว่าเพียงพอแล้ว ซึ่งเวลาเฉลี่ยในการปรับตั้งเครื่องจักรสำหรับเครื่องติด ACE คือ 15 นาที และในการประเมินอัตราการทำงานนั้นทางผู้วิจัยในค่า 100 ซึ่งหมายถึง อัตราการทำงานปกติ

ดังนั้นเวลาปกติของการปรับตั้งเครื่องเครื่องติด ACE เท่ากับ

15 x 1.0 = 15 นาที

กำหนดให้เวลาเผื่อเท่ากับ 5%

เวลามาตรฐาน = 15 + (15 x 0.05) = 15.75 ≈ 16 นาที

3.2 เครื่องติด KKK

ตารางที่ ก-31 ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องติด KKK

ครั้งที่	เวลาเริ่มต้นตั้งเครื่อง	เวลาตั้งเครื่องเสร็จ	เวลาที่ใช้ในการตั้งเครื่อง
1	13:00	13:15	0:15
2	8:00	8:20	0:20
3	11:00	11:25	0:25
4	8:00	8:20	0:20
5	13:00	13:20	0:20
6	15:20	15:45	0:25
7	17:00	17:20	0:20
8	18:00	18:20	0:20
9	20:30	20:45	0:15
10	23:40	0:05	0:25
		เฉลี่ย	0:21

จากข้อมูลในตารางที่ ก-31 สามารถนำมาคำนวณหาจำนวนวัฏจักรในการจับเวลาปรับตั้งเครื่องจักรได้ โดยในการคำนวณหาจำนวนวัฏจักรที่เหมาะสมในการจับเวลานั้นทางผู้วิจัยใช้ช่วงความเชื่อมั่น 95% และความผิดพลาด 10% โดยวิธีการคำนวณเป็นไปตามสมการ

$$N = \left(\frac{40\sqrt{n\sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2$$

โดยแทนค่าต่างๆในสมการได้ดังนี้

$$6.90 = \left(\frac{40\sqrt{10(4275) - (205)^2}}{205} \right)^2$$

จากการคำนวณได้ค่า 6.90 ≈ 7 วัฏจักร ซึ่งในการเก็บข้อมูลในการปรับตั้ง เครื่องติด KKK นั้นผู้วิจัยเก็บข้อมูลมา 10 วัฏจักรซึ่งถือว่าเพียงพอแล้ว ซึ่งเวลาเฉลี่ยในการปรับตั้งเครื่องจักรสำหรับเครื่องติด KKK คือ 21 นาที และในการประเมินอัตราการทำงานนั้นทางผู้วิจัยในค่า 100 ซึ่งหมายถึง อัตราการทำงานปกติ

ดังนั้นเวลาปกติของการปรับตั้งเครื่องเครื่องติด KKK เท่ากับ

$$21 \times 1.0 = 21 \text{ นาที}$$

กำหนดให้เวลาเผื่อเท่ากับ 5%

$$\text{เวลามาตรฐาน} = 21 + (21 \times 0.05) = 22.05 \approx 23 \text{ นาที}$$

3.3 เครื่องติด QY

ตารางที่ ก-32 ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องติด QY

ครั้งที่	เวลาเริ่มต้นตั้งเครื่อง	เวลาตั้งเครื่องเสร็จ	เวลาที่ใช้ในการตั้งเครื่อง
1	15:00	15:25	0:25
2	18:30	19:05	0:35
3	22:00	22:35	0:35
4	8:40	9:10	0:30
5	10:50	11:20	0:30
6	13:00	13:30	0:30
7	15:10	15:45	0:35
8	18:00	18:30	0:30
9	22:30	22:55	0:25
10	9:40	10:15	0:35
11	10:30	11:00	0:30
12	14:00	14:35	0:35
13	16:00	16:30	0:30
14	19:20	19:35	0:15
		เฉลี่ย	0:32

จากข้อมูลในตารางที่ ก-32 สามารถนำมาคำนวณหาจำนวนวัฏจักรในการจับเวลาปรับตั้งเครื่องจักรได้ โดยในการคำนวณหาจำนวนวัฏจักรที่เหมาะสมในการจับเวลานั้นทางผู้วิจัยใช้ช่วงความเชื่อมั่น 95% และความผิดพลาด 10% โดยวิธีการคำนวณเป็นไปตามสมการ

$$N = \left(\frac{40\sqrt{n\sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2$$

โดยแทนค่าต่างๆในสมการได้ดังนี้

$$12.70 = \left(\frac{40\sqrt{14(13000) - (420)^2}}{420} \right)^2$$

จากการคำนวณได้ค่า 12.70 ≈ 13 วัฏจักร ซึ่งในการเก็บข้อมูลในการปรับตั้ง เครื่องติด QY นั้นผู้วิจัยเก็บข้อมูลมา 14 วัฏจักรซึ่งถือว่าเพียงพอแล้ว ซึ่งเวลาเฉลี่ยในการปรับตั้งเครื่องจักรสำหรับเครื่องติด QY คือ 32 นาที และในการประเมินอัตราการทำงานนั้นทางผู้วิจัยในค่า 100 ซึ่งหมายถึงอัตราการทำงานปกติ

ดังนั้นเวลาปกติของการปรับตั้งเครื่องเครื่องติด QY เท่ากับ

$$32 \times 1.0 = 32 \text{ นาที}$$

กำหนดให้เวลาเผื่อเท่ากับ 5%

$$\text{เวลามาตรฐาน} = 32 + (32 \times 0.05) = 33.6 \approx 34 \text{ นาที}$$

3.4 เครื่องติด HY

ตารางที่ ก-33 ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องติด HY

ครั้งที่	เวลาเริ่มต้นตั้งเครื่อง	เวลาตั้งเครื่องเสร็จ	เวลาที่ใช้ในการตั้งเครื่อง
1	15:00	15:25	0:25
2	18:30	19:05	0:35
3	22:00	22:30	0:30
4	8:40	9:10	0:30
5	10:50	11:20	0:30
6	13:00	13:30	0:30
7	15:10	15:40	0:30
8	18:00	18:30	0:30
9	22:30	23:00	0:30
10	9:40	10:10	0:30
11	10:30	11:00	0:30
12	14:00	14:35	0:35
13	16:00	16:30	0:30
14	19:20	19:50	0:30
		เฉลี่ย	0:30

จากข้อมูลในตารางที่ ก-33 สามารถนำมาคำนวณหาจำนวนวัฏจักรในการจับเวลาปรับตั้งเครื่องจักรได้ โดยในการคำนวณหาจำนวนวัฏจักรที่เหมาะสมในการจับเวลานั้นทางผู้วิจัยใช้ช่วงความเชื่อมั่น 95% และความผิดพลาด 10% โดยวิธีการคำนวณเป็นไปตามสมการ

$$N = \left(\frac{40\sqrt{n\sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2$$

โดยแทนค่าต่างๆในสมการได้ดังนี้

$$2.27 = \left(\frac{40\sqrt{14(12975) - (425)^2}}{425} \right)^2$$

จากการคำนวณได้ค่า 2.27 ≈ 3 วัฏจักร ซึ่งในการเก็บข้อมูลในการปรับตั้ง เครื่องติด HY นั้นผู้วิจัยเก็บข้อมูลมา 14 วัฏจักรซึ่งถือว่าเพียงพอแล้ว ซึ่งเวลาเฉลี่ยในการปรับตั้งเครื่องจักรสำหรับเครื่องติด HY คือ 30 นาที และในการประเมินอัตราการทำงานนั้นทางผู้วิจัยในค่า 100 ซึ่งหมายถึงอัตราการทำงานปกติ

ดังนั้นเวลาปกติของการปรับตั้งเครื่องเครื่องติด HY เท่ากับ

$$30 \times 1.0 = 30 \text{ นาที}$$

กำหนดให้เวลาเผื่อเท่ากับ 5%

$$\text{เวลามาตรฐาน} = 30 + (30 \times 0.05) = 31.5 \approx 32 \text{ นาที}$$

3.5 เครื่องทากาว 1

ตารางที่ ก-34 ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องทากาว 1

ครั้งที่	เวลาเริ่มต้นตั้งเครื่อง	เวลาตั้งเครื่องเสร็จ	เวลาที่ใช้ในการตั้งเครื่อง
1	8:30	8:40	0:10
2	11:40	11:50	0:10
3	15:00	15:15	0:15
4	17:00	17:10	0:10
5	19:30	19:40	0:10
6	22:00	22:15	0:15
7	9:40	9:50	0:10
8	10:50	11:00	0:10
9	13:40	13:50	0:10
10	15:00	15:10	0:10
11	9:30	9:40	0:10
		เฉลี่ย	0:12

จากข้อมูลในตารางที่ ก-34 สามารถนำมาคำนวณหาจำนวนวัฏจักรในการจับเวลาปรับตั้งเครื่องจักรได้ โดยในการคำนวณหาจำนวนวัฏจักรที่เหมาะสมในการจับเวลานั้นทางผู้วิจัยใช้ช่วงความเชื่อมั่น 95% และความผิดพลาด 10% โดยวิธีการคำนวณเป็นไปตามสมการ

$$N = \left(\frac{40\sqrt{n\sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2$$

โดยแทนค่าต่างๆในสมการได้ดังนี้

$$8.75 = \left(\frac{40\sqrt{11(1350) - (120)^2}}{120} \right)^2$$

จากการคำนวณได้ค่า 8.75 ≈ 9 วัฏจักร ซึ่งในการเก็บข้อมูลในการปรับตั้ง เครื่องทากาว 1 นั้นผู้วิจัยเก็บข้อมูลมา 14 วัฏจักรซึ่งถือว่าเพียงพอแล้ว ซึ่งเวลาเฉลี่ยในการปรับตั้งเครื่องจักรสำหรับเครื่องทากาว 1 คือ 12 นาที และในการประเมินอัตราการทำงานนั้นทางผู้วิจัยในค่า 100 ซึ่งหมายถึงอัตราการทำงานปกติ

ดังนั้นเวลาปกติของการปรับตั้งเครื่องทากาว 1 เท่ากับ

$$12 \times 1.0 = 12 \text{ นาที}$$

กำหนดให้เวลาเผื่อเท่ากับ 5%

$$\text{เวลามาตรฐาน} = 12 + (12 \times 0.05) = 12.6 \approx 13 \text{ นาที}$$

3.6 เครื่องทากาว 2

ตารางที่ ก-35 ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องทากาว 2

ครั้งที่	เวลาเริ่มต้นตั้งเครื่อง	เวลาตั้งเครื่องเสร็จ	เวลาที่ใช้ในการตั้งเครื่อง
1	18:30	18:40	0:10
2	22:00	22:10	0:10
3	10:30	10:40	0:10
4	13:00	13:10	0:10
5	16:40	16:50	0:10
6	19:00	19:15	0:15
7	9:30	9:40	0:10
8	13:00	13:10	0:10
9	18:30	18:40	0:10
		เฉลี่ย	0:11

จากข้อมูลในตารางที่ ก-35 สามารถนำมาคำนวณหาจำนวนวัฏจักรในการจับเวลาปรับตั้งเครื่องจักรได้ โดยในการคำนวณหาจำนวนวัฏจักรที่เหมาะสมในการจับเวลานั้นทางผู้วิจัยใช้ช่วงความเชื่อมั่น 95% และความผิดพลาด 10% โดยวิธีการคำนวณเป็นไปตามสมการ

$$N = \left(\frac{40\sqrt{n\sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2$$

โดยแทนค่าต่างๆในสมการได้ดังนี้

$$8.86 = \left(\frac{40\sqrt{9(1025) - (95)^2}}{95} \right)^2$$

จากการคำนวณได้ค่า 8.86 ≈ 9 วัฏจักร ซึ่งในการเก็บข้อมูลในการปรับตั้ง เครื่องทากาว 2 นั้นผู้วิจัยเก็บข้อมูลมา 9 วัฏจักรซึ่งถือว่าเพียงพอแล้ว ซึ่งเวลาเฉลี่ยในการปรับตั้งเครื่องจักรสำหรับ

เครื่องทากาว 2 คือ 11 นาที และในการประเมินอัตราการทำงานนั้นทางผู้วิจัยในค่า 100 ซึ่งหมายถึง อัตราการทำงานปกติ

ดังนั้นเวลาปกติของการปรับตั้งเครื่องทากาว 2 เท่ากับ

$$11 \times 1.0 = 11 \text{ นาที}$$

กำหนดให้เวลาเผื่อเท่ากับ 5%

$$\text{เวลามาตรฐาน} = 11 + (11 \times 0.05) = 11.55 \approx 12 \text{ นาที}$$

4. แผนกอาบเคลือบ

4.1 เครื่องอาบเทียน

ตารางที่ ก-36 ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องอาบเทียน

ครั้งที่	เวลาเริ่มต้นตั้งเครื่อง	เวลาตั้งเครื่องเสร็จ	เวลาที่ใช้ในการตั้งเครื่อง
1	19:30	19:40	0:10
2	22:20	22:35	0:15
3	10:50	11:10	0:20
4	11:50	12:00	0:10
5	14:00	14:15	0:15
6	19:10	19:30	0:20
7	0:00	0:10	0:10
8	1:40	1:55	0:15
9	8:40	8:55	0:15
10	11:00	11:15	0:15
11	13:50	14:10	0:20
12	16:00	16:15	0:15
13	18:00	18:15	0:15
14	10:30	10:45	0:15
15	14:30	14:45	0:15
16	18:00	18:15	0:15
17	20:10	20:25	0:15
		เฉลี่ย	0:15

จากข้อมูลในตารางที่ ก-36 สามารถนำมาคำนวณหาจำนวนวัฏจักรในการจับเวลาปรับตั้งเครื่องจักรได้ โดยในการคำนวณหาจำนวนวัฏจักรที่เหมาะสมในการจับเวลานั้นทางผู้วิจัยใช้ช่วงความเชื่อมั่น 95% และความผิดพลาด 10% โดยวิธีการคำนวณเป็นไปตามสมการ

$$N = \left(\frac{40\sqrt{n\sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2$$

โดยแทนค่าต่างๆในสมการได้ดังนี้

$$15.69 = \left(\frac{40\sqrt{17(3975) - (255)^2}}{255} \right)^2$$

จากการคำนวณได้ค่า 15.69 ≈ 16 วัฏจักร ซึ่งในการเก็บข้อมูลในการปรับตั้ง เครื่องอาบเทียนนั้นผู้วิจัยเก็บข้อมูลมา 17 วัฏจักรซึ่งถือว่าเพียงพอแล้ว ซึ่งเวลาเฉลี่ยในการปรับตั้งเครื่องจักรสำหรับเครื่องอาบเทียน คือ 15 นาที และในการประเมินอัตราการทำงานนั้นทางผู้วิจัยในค่า 100 ซึ่งหมายถึง อัตราการทำงานปกติ

ดังนั้นเวลาปกติของการปรับตั้งเครื่องอาบเทียน เท่ากับ

$$15 \times 1.0 = 15 \text{ นาที}$$

กำหนดให้เวลาเผื่อเท่ากับ 5%

$$\text{เวลามาตรฐาน} = 15 + (15 \times 0.05) = 15.75 \approx 16 \text{ นาที}$$

4.2 เครื่องอาบสปอร์ตยูวี Huawei

ตารางที่ ก-37 ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องอาบสปอร์ตยูวี Huawei

ครั้งที่	เวลาเริ่มต้นตั้งเครื่อง	เวลาตั้งเครื่องเสร็จ	เวลาที่ใช้ในการตั้งเครื่อง
1	10:00	10:35	0:35
2	13:00	13:30	0:30
3	16:30	17:05	0:35
4	21:40	22:15	0:35
5	10:20	10:50	0:30
6	13:50	14:20	0:30
7	16:00	16:30	0:30
8	18:00	18:30	0:30
9	9:15	9:45	0:30
10	11:00	11:30	0:30
11	15:40	16:10	0:30
12	18:30	19:10	0:40
13	8:00	8:30	0:30
		เฉลี่ย	0:32

จากข้อมูลในตารางที่ ก-37 สามารถนำมาคำนวณหาจำนวนวัฏจักรในการจับเวลาปรับตั้งเครื่องจักรได้ โดยในการคำนวณหาจำนวนวัฏจักรที่เหมาะสมในการจับเวลานั้นทางผู้วิจัยใช้ช่วงความเชื่อมั่น 95% และความผิดพลาด 10% โดยวิธีการคำนวณเป็นไปตามสมการ

$$N = \left(\frac{40\sqrt{n\sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2$$

โดยแทนค่าต่างๆในสมการได้ดังนี้

$$3.83 = \left(\frac{40\sqrt{13(13375)-(415)^2}}{415}\right)^2$$

จากการคำนวณได้ค่า 3.83 ≈ 4 วัฏจักร ซึ่งในการเก็บข้อมูลในการปรับตั้ง เครื่องอาบสปอร์ตยูวี Huawei นั้นผู้วิจัยเก็บข้อมูลมา 13 วัฏจักรซึ่งถือว่าเพียงพอแล้ว ซึ่งเวลาเฉลี่ยในการปรับตั้งเครื่องจักรสำหรับเครื่องอาบสปอร์ตยูวี Huawei คือ 32 นาที และในการประเมินอัตราการทำงานนั้นทางผู้วิจัยในค่า 100 ซึ่งหมายถึง อัตราการทำงานปกติ

ดังนั้นเวลาปกติของการปรับตั้งเครื่องอาบสปอร์ตยูวี Huawei เท่ากับ

32 x 1.0 = 32 นาที

กำหนดให้เวลาเผื่อเท่ากับ 5%

เวลามาตรฐาน = 32 + (32 x 0.05) = 33.6 ≈ 34 นาที

4.3 เครื่องอาบวอเตอร์เบส QY

ตารางที่ ก-38 ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องอาบวอเตอร์เบส QY

ครั้งที่	เวลาเริ่มต้นตั้งเครื่อง	เวลาตั้งเครื่องเสร็จ	เวลาที่ใช้ในการตั้งเครื่อง
1	15:00	15:20	0:20
2	18:30	18:55	0:25
3	20:40	21:10	0:30
4	8:10	8:40	0:30
5	15:30	16:00	0:30
6	19:50	20:15	0:25
7	8:40	9:10	0:30
8	11:30	11:50	0:20
9	14:00	14:30	0:30
10	18:30	18:55	0:25
		เฉลี่ย	0:27

จากข้อมูลในตารางที่ ก-38 สามารถนำมาคำนวณหาจำนวนวัฏจักรในการจับเวลาปรับตั้งเครื่องจักรได้ โดยในการคำนวณหาจำนวนวัฏจักรที่เหมาะสมในการจับเวลานั้นทางผู้วิจัยใช้ช่วงความเชื่อมั่น 95% และความผิดพลาด 10% โดยวิธีการคำนวณเป็นไปตามสมการ

$$N = \left(\frac{40\sqrt{n\sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2$$

โดยแทนค่าต่างๆในสมการได้ดังนี้

$$3.83 = \left(\frac{40\sqrt{13(13375) - (415)^2}}{415} \right)^2$$

จากการคำนวณได้ค่า 3.83 ≈ 4 วัฏจักร ซึ่งในการเก็บข้อมูลในการปรับตั้ง เครื่องอาบวอเตอร์เบส QY นั้นผู้วิจัยเก็บข้อมูลมา 13 วัฏจักรซึ่งถือว่าเพียงพอแล้ว ซึ่งเวลาเฉลี่ยในการปรับตั้งเครื่องจักรสำหรับเครื่องอาบวอเตอร์เบส QY คือ 27 นาที และในการประเมินอัตราการทำงานนั้นทางผู้วิจัยในค่า 100 ซึ่งหมายถึง อัตราการทำงานปกติ

ดังนั้นเวลาปกติของการปรับตั้งเครื่องอาบวอเตอร์เบส QY เท่ากับ

$$27 \times 1.0 = 27 \text{ นาที}$$

กำหนดให้เวลาเผื่อเท่ากับ 5%

$$\text{เวลามาตรฐาน} = 27 + (27 \times 0.05) = 28.35 \approx 29 \text{ นาที}$$

4.4 เครื่องอาบยูวี

ตารางที่ ก-39 ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องอาบยูวี

ครั้งที่	เวลาเริ่มต้นตั้งเครื่อง	เวลาตั้งเครื่องเสร็จ	เวลาที่ใช้ในการตั้งเครื่อง
1	18:30	18:50	0:20
2	22:00	22:20	0:20
3	10:30	10:50	0:20
4	13:00	13:20	0:20
5	16:40	17:00	0:20
6	19:00	19:25	0:25
7	9:30	9:50	0:20
8	13:00	13:20	0:20
9	18:30	18:50	0:20
		เฉลี่ย	0:21

จากข้อมูลในตารางที่ ก-39 สามารถนำมาคำนวณหาจำนวนวัฏจักรในการจับเวลาปรับตั้งเครื่องจักรได้ โดยในการคำนวณหาจำนวนวัฏจักรที่เหมาะสมในการจับเวลานั้นทางผู้วิจัยใช้ช่วงความเชื่อมั่น 95% และความผิดพลาด 10% โดยวิธีการคำนวณเป็นไปตามสมการ

$$N = \left(\frac{40\sqrt{n\sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2$$

โดยแทนค่าต่างๆในสมการได้ดังนี้

$$2.34 = \left(\frac{40\sqrt{9(3825) - (185)^2}}{185} \right)^2$$

จากการคำนวณได้ค่า 2.34 ≈ 3 วัฏจักร ซึ่งในการเก็บข้อมูลในการปรับตั้ง เครื่องอาบยูวีนั้น ผู้วิจัยเก็บข้อมูลมา 9 วัฏจักรซึ่งถือว่าเพียงพอแล้ว ซึ่งเวลาเฉลี่ยในการปรับตั้งเครื่องจักรสำหรับ

เครื่องอาบยูวี คือ 21 นาที และในการประเมินอัตราการทำงานนั้นทางผู้วิจัยในค่า 100 ซึ่งหมายถึง อัตราการทำงานปกติ

ดังนั้นเวลาปกติของการปรับตั้งเครื่องอาบยูวี เท่ากับ

$$21 \times 1.0 = 21 \text{ นาที}$$

กำหนดให้เวลาเผื่อเท่ากับ 5%

$$\text{เวลามาตรฐาน} = 21 + (21 \times 0.05) = 22.05 \approx 23 \text{ นาที}$$

4.5 เครื่องอาบยูวี 2

ตารางที่ ก-40 ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องอาบยูวี 2

ครั้งที่	เวลาเริ่มต้นตั้งเครื่อง	เวลาตั้งเครื่องเสร็จ	เวลาที่ใช้ในการตั้งเครื่อง
1	9:20	9:40	0:20
2	11:00	11:25	0:25
3	15:30	15:55	0:25
4	18:00	18:25	0:25
5	9:10	9:30	0:20
6	13:30	13:50	0:20
7	16:00	16:25	0:25
8	18:50	19:15	0:25
9	23:30	23:50	0:20
10	15:00	15:20	0:20
		เฉลี่ย	0:24

จากข้อมูลในตารางที่ ก-40 สามารถนำมาคำนวณหาจำนวนวัฏจักรในการจับเวลาปรับตั้งเครื่องจักรได้ โดยในการคำนวณหาจำนวนวัฏจักรที่เหมาะสมในการจับเวลานั้นทางผู้วิจัยใช้ช่วงความเชื่อมั่น 95% และความผิดพลาด 10% โดยวิธีการคำนวณเป็นไปตามสมการ

$$N = \left(\frac{40\sqrt{n\sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2$$

โดยแทนค่าต่างๆในสมการได้ดังนี้

$$4.94 = \left(\frac{40\sqrt{10(5125) - (225)^2}}{225} \right)^2$$

จากการคำนวณได้ค่า 4.94 ≈ 5 วัฏจักร ซึ่งในการเก็บข้อมูลในการปรับตั้ง เครื่องอาบยูวี 2 นั้นผู้วิจัยเก็บข้อมูลมา 10 วัฏจักรซึ่งถือว่าเพียงพอแล้ว ซึ่งเวลาเฉลี่ยในการปรับตั้งเครื่องจักรสำหรับเครื่องอาบยูวี 2 คือ 24 นาที และในการประเมินอัตราการทำงานนั้นทางผู้วิจัยในค่า 100 ซึ่งหมายถึงอัตราการทำงานปกติ

ดังนั้นเวลาปกติของการปรับตั้งเครื่องอาบยูวี 2 เท่ากับ

$$24 \times 1.0 = 24 \text{ นาที}$$

กำหนดให้เวลาเผื่อเท่ากับ 5%

$$\text{เวลามาตรฐาน} = 24 + (24 \times 0.05) = 25.2 \approx 26 \text{ นาที}$$

4.6 เครื่องอาบบริสเตอร์

ตารางที่ ก-41 ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องอาบบริสเตอร์

ครั้งที่	เวลาเริ่มต้นตั้งเครื่อง	เวลาตั้งเครื่องเสร็จ	เวลาที่ใช้ในการตั้งเครื่อง
1	17:30	17:50	0:20
2	9:00	9:20	0:20
3	13:00	13:20	0:20
4	15:40	16:00	0:20
5	18:30	18:50	0:20
6	23:00	23:20	0:20
7	9:00	9:20	0:20
8	11:10	11:30	0:20
9	14:30	14:55	0:25
10	16:40	17:00	0:20
11	19:00	19:15	0:15
12	10:20	10:45	0:25
		เฉลี่ย	0:20

จากข้อมูลในตารางที่ ก-41 สามารถนำมาคำนวณหาจำนวนวัฏจักรในการจับเวลาปรับตั้งเครื่องจักรได้ โดยในการคำนวณหาจำนวนวัฏจักรที่เหมาะสมในการจับเวลานั้นทางผู้วิจัยใช้ช่วงความเชื่อมั่น 95% และความผิดพลาด 10% โดยวิธีการคำนวณเป็นไปตามสมการ

$$N = \left(\frac{40\sqrt{n\sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2$$

โดยแทนค่าต่างๆในสมการได้ดังนี้

$$5.83 = \left(\frac{40\sqrt{12(5075) - (245)^2}}{245} \right)^2$$

จากการคำนวณได้ค่า 5.83 ≈ 6 วัฏจักร ซึ่งในการเก็บข้อมูลในการปรับตั้ง เครื่องอาบบริสเตอร์ นั้นผู้วิจัยเก็บข้อมูลมา 12 วัฏจักรซึ่งถือว่าเพียงพอแล้ว ซึ่งเวลาเฉลี่ยในการปรับตั้งเครื่องจักรสำหรับเครื่องอาบบริสเตอร์ คือ 20 นาที และในการประเมินอัตราการทำงานนั้นทางผู้วิจัยในค่า 100 ซึ่งหมายถึง อัตราการทำงานปกติ

ดังนั้นเวลาปกติของการปรับตั้งเครื่องอาบบริสเตอร์ เท่ากับ

$$20 \times 1.0 = 20 \text{ นาที}$$

กำหนดให้เวลาเผื่อเท่ากับ 5%

$$\text{เวลามาตรฐาน} = 20 + (20 \times 0.05) = 21 \approx 21 \text{ นาที}$$

4.7 เครื่องอาบวอเตอร์เบส

ตารางที่ ก-42 ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องอาบวอเตอร์เบส

ครั้งที่	เวลาเริ่มต้นตั้งเครื่อง	เวลาตั้งเครื่องเสร็จ	เวลาที่ใช้ในการตั้งเครื่อง
1	13:00	13:20	0:20
2	16:50	17:10	0:20
3	18:30	18:55	0:25
4	22:00	22:25	0:25
5	3:30	3:50	0:20
6	8:00	8:20	0:20
7	10:00	10:25	0:25
8	14:30	14:50	0:20
9	17:40	18:00	0:20
10	19:10	19:35	0:25
		เฉลี่ย	0:22

จากข้อมูลในตารางที่ ก-42 สามารถนำมาคำนวณหาจำนวนวัฏจักรในการจับเวลาปรับตั้งเครื่องจักรได้ โดยในการคำนวณหาจำนวนวัฏจักรที่เหมาะสมในการจับเวลานั้นทางผู้วิจัยใช้ช่วงความเชื่อมั่น 95% และความผิดพลาด 10% โดยวิธีการคำนวณเป็นไปตามสมการ

$$N = \left(\frac{40\sqrt{n\sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2$$

โดยแทนค่าต่างๆในสมการได้ดังนี้

$$4.96 = \left(\frac{40\sqrt{10(4900) - (220)^2}}{220} \right)^2$$

จากการคำนวณได้ค่า 4.96 ≈ 5 วัฏจักร ซึ่งในการเก็บข้อมูลในการปรับตั้ง เครื่องอาบวอเตอร์เบส นั้นผู้วิจัยเก็บข้อมูลมา 10 วัฏจักรซึ่งถือว่าเพียงพอแล้ว ซึ่งเวลาเฉลี่ยในการปรับตั้งเครื่องจักรสำหรับเครื่องอาบวอเตอร์เบส คือ 22 นาที และในการประเมินอัตราการทำงานนั้นทางผู้วิจัยในค่า 100 ซึ่งหมายถึง อัตราการทำงานปกติ

ดังนั้นเวลาปกติของการปรับตั้งเครื่องอาบวอเตอร์เบส เท่ากับ

$$22 \times 1.0 = 22 \text{ นาที}$$

กำหนดให้เวลาเผื่อเท่ากับ 5%

$$\text{เวลามาตรฐาน} = 22 + (22 \times 0.05) = 23.1 \approx 24 \text{ นาที}$$

4.8 เครื่องขัดเงา ระบบไฟฟ้า

ตารางที่ ก-43 ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องขัดเงา ระบบไฟฟ้า

ครั้งที่	เวลาเริ่มต้นตั้งเครื่อง	เวลาตั้งเครื่องเสร็จ	เวลาที่ใช้ในการตั้งเครื่อง
1	14:00	14:30	0:30
2	17:10	17:40	0:30
3	23:40	0:10	0:30
4	8:30	9:05	0:35
5	11:00	11:30	0:30
6	14:50	15:20	0:30
7	18:10	18:40	0:30
8	21:00	21:25	0:25
9	23:00	23:35	0:35
10	1:40	2:10	0:30
11	3:30	4:00	0:30
		เฉลี่ย	0:30

จากข้อมูลในตารางที่ ก-43 สามารถนำมาคำนวณหาจำนวนวัฏจักรในการจับเวลาปรับตั้งเครื่องจักรได้ โดยในการคำนวณหาจำนวนวัฏจักรที่เหมาะสมในการจับเวลานั้นทางผู้วิจัยใช้ช่วงความเชื่อมั่น 95% และความผิดพลาด 10% โดยวิธีการคำนวณเป็นไปตามสมการ

$$N = \left(\frac{40\sqrt{n\sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2$$

โดยแทนค่าต่างๆในสมการได้ดังนี้

$$2.85 = \left(\frac{40\sqrt{11(10275) - (335)^2}}{335} \right)^2$$

จากการคำนวณได้ค่า 2.85 ≈ 3 วัฏจักร ซึ่งในการเก็บข้อมูลในการปรับตั้ง เครื่องขัดเงาระบบไฟฟ้า นั้นผู้วิจัยเก็บข้อมูลมา 11 วัฏจักรซึ่งถือว่าเพียงพอแล้ว ซึ่งเวลาเฉลี่ยในการปรับตั้งเครื่องจักรสำหรับเครื่องขัดเงา ระบบไฟฟ้า คือ 30 นาที และในการประเมินอัตราการทำงานนั้นทางผู้วิจัยในค่า 100 ซึ่งหมายถึง อัตราการทำงานปกติ

ดังนั้นเวลาปกติของการปรับตั้งเครื่องขัดเงา ระบบไฟฟ้า เท่ากับ

$$30 \times 1.0 = 30 \text{ นาที}$$

กำหนดให้เวลาเผื่อเท่ากับ 5%

$$\text{เวลามาตรฐาน} = 30 + (30 \times 0.05) = 31.5 \approx 32 \text{ นาที}$$

4.9 เครื่องขัดเงา ระบบแก๊ส

ตารางที่ ก-44 ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องขัดเงา ระบบแก๊ส

ครั้งที่	เวลาเริ่มต้นตั้งเครื่อง	เวลาตั้งเครื่องเสร็จ	เวลาที่ใช้ในการตั้งเครื่อง
1	14:30	15:00	0:30
2	17:50	18:25	0:35
3	21:00	21:35	0:35
4	8:40	9:10	0:30
5	10:30	11:00	0:30
6	13:40	14:10	0:30
7	18:00	18:25	0:25
8	21:40	22:10	0:30
		เฉลี่ย	0:31

จากข้อมูลในตารางที่ ก-44 สามารถนำมาคำนวณหาจำนวนวัฏจักรในการจับเวลาปรับตั้งเครื่องจักรได้ โดยในการคำนวณหาจำนวนวัฏจักรที่เหมาะสมในการจับเวลานั้นทางผู้วิจัยใช้ช่วงความเชื่อมั่น 95% และความผิดพลาด 10% โดยวิธีการคำนวณเป็นไปตามสมการ

$$N = \left(\frac{40\sqrt{n\sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2$$

โดยแทนค่าต่างๆในสมการได้ดังนี้

$$3.83 = \left(\frac{40\sqrt{8(7575) - (245)^2}}{245} \right)^2$$

จากการคำนวณได้ค่า 3.83 ≈ 4 วัฏจักร ซึ่งในการเก็บข้อมูลในการปรับตั้ง เครื่องขัดเงา ระบบแก๊ส นั้นผู้วิจัยเก็บข้อมูลมา 8 วัฏจักรซึ่งถือว่าเพียงพอแล้ว ซึ่งเวลาเฉลี่ยในการปรับตั้ง

เครื่องจักรสำหรับเครื่องขัดเงา ระบบแก๊ส คือ 31 นาที และในการประเมินอัตราการทำงานนั้นทางผู้วิจัยในค่า 100 ซึ่งหมายถึง อัตราการทำงานปกติ

ดังนั้นเวลาปกติของการปรับตั้งเครื่องขัดเงา ระบบแก๊ส เท่ากับ

$$31 \times 1.0 = 31 \text{ นาที}$$

กำหนดให้เวลาเผื่อเท่ากับ 5%

$$\text{เวลามาตรฐาน} = 31 + (31 \times 0.05) = 32.55 \approx 33 \text{ นาที}$$

5.2 เครื่องกลบลูกฟูกเล็ก

ตารางที่ ก-46 ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องกลบลูกฟูกเล็ก

ครั้งที่	เวลาเริ่มต้นตั้งเครื่อง	เวลาตั้งเครื่องเสร็จ	เวลาที่ใช้ในการตั้งเครื่อง
1	10:20	10:30	0:10
2	13:00	13:10	0:10
3	16:30	16:40	0:10
4	18:10	18:20	0:10
5	9:00	9:15	0:15
6	13:00	13:15	0:15
7	15:20	15:30	0:10
8	18:00	18:10	0:10
9	22:30	22:45	0:15
10	8:10	8:25	0:15
11	13:30	13:45	0:15
12	17:20	17:35	0:15
13	21:00	21:10	0:10
14	10:30	10:40	0:10
		เฉลี่ย	0:12

จากข้อมูลในตารางที่ ก-46 สามารถนำมาคำนวณหาจำนวนวัฏจักรในการจับเวลาปรับตั้งเครื่องจักรได้ โดยในการคำนวณหาจำนวนวัฏจักรที่เหมาะสมในการจับเวลานั้นทางผู้วิจัยใช้ช่วงความเชื่อมั่น 95% และความผิดพลาด 10% โดยวิธีการคำนวณเป็นไปตามสมการ

$$N = \left(\frac{40\sqrt{n\sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2$$

โดยแทนค่าต่างๆในสมการได้ดังนี้

$$6.58 = \left(\frac{40\sqrt{13(5700) - (270)^2}}{270} \right)^2$$

จากการคำนวณได้ค่า 6.58 ≈ 7 วัฏจักร ซึ่งในการเก็บข้อมูลในการปรับตั้ง เครื่องกลบลูกฟูกเล็ก นั้นผู้วิจัยเก็บข้อมูลมา 13 วัฏจักรซึ่งถือว่าเพียงพอแล้ว ซึ่งเวลาเฉลี่ยในการปรับตั้งเครื่องจักรสำหรับเครื่องกลบลูกฟูกเล็ก คือ 12 นาที และในการประเมินอัตราการทำงานนั้นทางผู้วิจัยในค่า 100 ซึ่งหมายถึง อัตราการทำงานปกติ

ดังนั้นเวลาปกติของการปรับตั้งเครื่องกลบลูกฟูกเล็ก เท่ากับ

$$12 \times 1.0 = 12 \text{ นาที}$$

กำหนดให้เวลาเผื่อเท่ากับ 5%

$$\text{เวลามาตรฐาน} = 12 + (12 \times 0.05) = 12.6 \approx 13 \text{ นาที}$$

5.3 เครื่องกลบเล็ก SAM

ตารางที่ ก-47 ตารางแสดงเวลาในการปรับตั้งเครื่องกลบเล็ก SAM

ครั้งที่	เวลาเริ่มต้นตั้งเครื่อง	เวลาตั้งเครื่องเสร็จ	เวลาที่ใช้ในการตั้งเครื่อง
1	8:30	8:40	0:10
2	10:20	10:30	0:10
3	13:00	13:15	0:15
4	18:50	19:05	0:15
5	22:30	22:40	0:10
6	9:00	9:10	0:10
7	13:00	13:10	0:10
8	16:40	16:50	0:10
9	18:00	18:10	0:10
10	20:10	20:20	0:10
11	8:30	8:40	0:10
12	11:00	11:10	0:10
		เฉลี่ย	0:11

จากข้อมูลในตารางที่ ก-47 สามารถนำมาคำนวณหาจำนวนวัฏจักรในการจับเวลาปรับตั้งเครื่องจักรได้ โดยในการคำนวณหาจำนวนวัฏจักรที่เหมาะสมในการจับเวลานั้นทางผู้วิจัยใช้ช่วงความเชื่อมั่น 95% และความผิดพลาด 10% โดยวิธีการคำนวณเป็นไปตามสมการ

$$N = \left(\frac{40\sqrt{n\sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2$$

โดยแทนค่าต่างๆในสมการได้ดังนี้

$$11.83 = \left(\frac{40\sqrt{12(1450)-(130)^2}}{130}\right)^2$$

จากการคำนวณได้ค่า 11.83 ≈ 12 วัฏจักร ซึ่งในการเก็บข้อมูลในการปรับตั้ง เครื่องกลบเล็ก SAM นั้นผู้วิจัยเก็บข้อมูลมา 12 วัฏจักรซึ่งถือว่าเพียงพอแล้ว ซึ่งเวลาเฉลี่ยในการปรับตั้งเครื่องจักรสำหรับเครื่องกลบเล็ก SAM คือ 11 นาที และในการประเมินอัตราการทำงานนั้นทางผู้วิจัยในค่า 100 ซึ่งหมายถึง อัตราการทำงานปกติ

ดังนั้นเวลาปกติของการปรับตั้งเครื่องกลบเล็ก SAM เท่ากับ

$$11 \times 1.0 = 11 \text{ นาที}$$

กำหนดให้เวลาเผื่อเท่ากับ 5%

$$\text{เวลามาตรฐาน} = 11 + (11 \times 0.05) = 11.55 \approx 12 \text{ นาที}$$

ภาคผนวก ข

รายละเอียดในการจัดตารางการผลิต

ตารางที่ ช-1 รายละเอียดงานในการจัดตารางการผลิต

12	STICKER ELASTOPLAST SENSITIVE ติดลังใน / 19-2285B	นีโอพลาสท์
13	STICKER ELASTOPLAST SENSITIVE ติดลังนอก / 19-2285C	นีโอพลาสท์
47	กล่อง 23 PCS ZEPTER 33x55.5x33cm VERSAIL	รอยัลปอร์ซเลน
49	STICKERขาวด้าน 3x4" LR010 -203 641265343602	RPC
50	STICKER LR010-242 , LR010-203 ติดมาสเตอร์	RPC
51	STICKER LR010-242 , LR010-203 ติดแวร์	RPC
56	กล่อง 18 PCS ZEPTER 28x28x23.5cm FLORA	รอยัลปอร์ซเลน
57	กล่อง 18 PCS ZEPTER 28x28x23.5cm VERSAIL	รอยัลปอร์ซเลน
61	กล่อง 23 PCS ZEPTER 33x55.5x33cm EDEN	รอยัลปอร์ซเลน
62	กล่อง 23 PCS ZEPTER 33x55.5x33cm FLORA	รอยัลปอร์ซเลน
106	กล่อง NOODEL CART THAI PEANUT/013-8	ไทยคิทเช่น
107	กล่อง THAI PEANUT NOODLE USA/ 041-3	ไทยคิทเช่น
110	กล่อง NOODLE CART ROASTED GARLLC USA / 037-3	ไทยคิทเช่น
156	กล่อง PROTEC PLASTIC PLASTER 50'S / 03-2184A	นีโอพลาสท์
185	กล่อง HP DESKJET D2360 (HT1G2360722)	แคลคอม
196	กล่อง NO.60-120 / 1BFP001	สยามโภชนากร
227	กล่อง XTEND	อรรถบูรณ์
228	กล่อง XTEND	อรรถบูรณ์
230	DTK-AB Karaage GREENLAND Net Wg. / 4SRU015	สยามโภชนากร
231	DTK-AB Karaage Russia 10000(500gX20)	สยามโภชนากร
234	C.M.S. 03-1197	นีโอพลาสท์
235	C.M.S. 03-1197 B	นีโอพลาสท์
236	C.M.S. 03-1197 A	นีโอพลาสท์
237	PAM FIRST AICL STIRP (03-3207)	นีโอพลาสท์

ตารางที่ ข-1 (ต่อ)

239	กล่องสบู่ WANLAPA SKIN LOTON 100 ml .ITEM162	รีเอ็กโปรดักส์
241	สติ๊กเกอร์ใส WANLAPA ขนาด 25X50 MM.	รีเอ็กโปรดักส์
242	สติ๊กเกอร์ OKD Aji Fry 300 g / 4SFI011	สยามโภชนากร
264	กล่อง PROTEC PLASTIC PLASTER 50'S(NEW)/03-2184A	นีโอพลาสท์
299	ลัง Fitoporous 5 cmX 20M. ข้าง A / 05-1122T	นีโอพลาสท์
0299/1	ลัง Fitoporous 5 cmX 20M. ข้าง B / 05-1122T	นีโอพลาสท์
301	ลัง Fitoporous 2.5 cmX 20M. ข้าง A / 05-1122S	นีโอพลาสท์
0301/1	ลัง Fitoporous 2.5 cmX 20M. ข้าง B / 05-1122S	นีโอพลาสท์
514	กล่อง PAD THAI NODLE CART / 025-6	ไทยดิทเช่น
775	ลัง FITOSTRAP 2.5cm x 20m / 05-1122E	นีโอพลาสท์
777	ลัง FITOSTRAP 3.8cm x 13.7m / 05-1122C	นีโอพลาสท์
778	ลัง FITOSTRAM 5cm x 20m / 05-1122F	นีโอพลาสท์
971	กล่อง NOODEL CART PAD THAI	ไทยดิทเช่น
973	กล่อง NOODEL CART ROASTED GARLLC USA/037-3	ไทยดิทเช่น
0048/1	รูปปะกล่อง #34337KITCHEN CART OAK 905x940x153mm	วินซั่ม
52	กล่อง 12 PCS ZEPTER 18x31x13.5cm EDEN	รอยัลปอร์ซเลน
53	กล่อง 12 PCS ZEPTER 18x31x13.5cm LORA	รอยัลปอร์ซเลน
54	กล่อง 12 PCS ZEPTER 18x31x13.5cm VERSAIL	รอยัลปอร์ซเลน
58	กล่อง 15 PCS ZEPTER 28x31x13.5cm EDEN	รอยัลปอร์ซเลน
59	กล่อง 15 PCS ZEPTER 28x31x13.5cm FOLRAL	รอยัลปอร์ซเลน
60	กล่อง 15 PCS ZEPTER 28x31x13.5cmVERSAIL	รอยัลปอร์ซเลน
80	กล่อง DJ 06319 (CB#02676) 13x13x15.5cm / 4510000899	พิณอินเตอร์
81	กล่อง DJ 06330, DJ 06331, DJ 06332 / 4510001004,CB04619,04620	พิณอินเตอร์
82	กล่อง DJ 06320 (CB#04622) 6.6x14.85x18cm / 4510001005	พิณอินเตอร์
84	กล่อง 06511 TRAIN NUMBER PUZZIE / 4510001112	พิณอินเตอร์

ตารางที่ ช-1 (ต่อ)

175	กล่อง สตาร์ไลฟ์ 111 82x82x282mm	ฉัตรชัย
188	ปรู้พงาน size 268x111.5x55mm	รีเอ็กโปรดักส์
189	ปรู้พงาน size 65x16x109.5mm	รีเอ็กโปรดักส์
232	กล่องใน ARO 94X150X202 MM.	พรีเซริฟ ฟูดส์
238	กล่อง WANLAPA BREAST MASSAGS GEL 40 ml. ITEM 168 , กล่อง WANLAPA NANO CLEANSING GEL 60 ml. ITEM 161	รีเอ็กโปรดักส์
240	กล่องสบู่ WANLAPA RAINBOW SOAP 100 g. ITEM163,164	รีเอ็กโปรดักส์
295	ลัง Fitoporous 3.8 cmX 13.7M. ข้าง A / 05-1122U	นีโอพลาสท์
0295/1	ลัง Fitoporous 3.8 cmX 13.7M. ข้าง B / 05-1122U	นีโอพลาสท์
296	ลัง Fitoporous 5 cmX 13.7M. ข้าง A / 05-1122V	นีโอพลาสท์
0296/1	ลัง Fitoporous 5 cmX 13.7M. ข้าง B / 05-1122V	นีโอพลาสท์
297	ลัง Fitoporous 3.8 cmX 13.7M. ข้าง A / 05-1122Q	นีโอพลาสท์
0297/1	ลัง Fitoporous 3.8 cmX 13.7M. ข้าง B / 05-1122Q	นีโอพลาสท์
298	ลัง Fitoporous 5 cmX 13.7M. ข้าง A / 05-1122R	นีโอพลาสท์
0298/1	ลัง Fitoporous 5 cmX 13.7M. ข้าง B / 05-1122R	นีโอพลาสท์
300	ลัง Fitoporous 5 cmX 20M. ข้าง A / 05-1122X	นีโอพลาสท์
0300/1	ลัง Fitoporous 5 cmX 20M. ข้าง B / 05-1122X	นีโอพลาสท์
302	ลัง Fitoporous 2.5 cmX 20M. ข้าง A / 05-1122W	นีโอพลาสท์
0302/1	ลัง Fitoporous 2.5 cmX 20M. ข้าง B / 05-1122W	นีโอพลาสท์
304	PAM FIRST AICTSTRRP	นีโอพลาสท์
562	ถาดรองเค็กช็อกโกแลตมาร์เบิล	เอส แอนด์ พี
772	ลัง FITOPOROUS 3.8cm x 13.7m / 05-1122G	นีโอพลาสท์
773	ลัง FITOPOROUS 5cm x 20m / 05-1122J	นีโอพลาสท์
774	ลัง FITOPOROUS 2.5cm x 20m / 05-1122I	นีโอพลาสท์
776	ลัง FITOSTRAP 5cm x 13.7m / 05--1122D	นีโอพลาสท์

ตารางที่ ข-1 (ต่อ)

796	ลัง Fitoprosu 5cm x 13.7m / 05-1122H	นีโอพลาสท์
935	METAL KING HD COMPACT 60x75.5x138mm	FMP GROUP
936	METAL KING HD MEDIUM 73.5x74.5x158 mm.	FMP GROUP
938	กล่องลายเชือก (13331)	เมลามีน
939	กล่องลายเชือก B320--5 (13332X	เมลามีน
940	กล่อง 6 SOUP BOELS REF 24110/PK-4-00052	เมลามีน
972	กล่อง CURR STIR-FRY RICE NOODLE / 008-3	ไทยดิทเช่น
974	กล่อง NOODEL CART THAI PEANUT/026-6	ไทยดิทเช่น
477	METAL KING HD SMALL 75x74.5x111mm	FMP GROUP
77	กล่อง DJ 06309 #05628 11.5x16.5x21.5cm/4510001132	พิณอินเตอร์
78	กล่อง DJ 06303 (CB#01684) 13x13x15.5cm / 4510000680	พิณอินเตอร์
79	กล่อง DJ 06307 (CB#01683) 6.5x19.5x25.5cm/451000681	พิณอินเตอร์
91	STICKER MEDLINE BORDERED GAUZE 4x8"/19-3498A	นีโอพลาสท์
99	กล่อง MEDLINE DRESSING 4x14 MSC 32414 / 04-3490B	นีโอพลาสท์
104	กล่อง CURRY NOODLE / 022-3	ไทยดิทเช่น
105	กล่อง TOSTED SESAME NOODLE / 021-3	ไทยดิทเช่น
108	กล่อง TOSTED SESAME NOODLE / 042-3	ไทยดิทเช่น
109	กล่อง TOSTED SESAME NOODLE / 042-3	ไทยดิทเช่น
114	กล่อง BELT HOT & SOUR BOWL/CANADA 050-2	ไทยดิทเช่น
127	กล่อง SURESITE 4x4.8" MSC 2705 04-3538B	นีโอพลาสท์
128	กล่อง MEDLINE DRESSING 4x10" MSC 32410 / 04-3489A	นีโอพลาสท์
129	กล่อง MEDLINE DRESSING 2x2" MSC 3222 / 04-3493A	นีโอพลาสท์
130	กล่อง MEDLINE DRESSING 4x4" MSC 3244 / 04-3491A	นีโอพลาสท์
148	STICKER PAM'S 19-3204	นีโอพลาสท์
154	กล่อง GREEN C'ROSS DRESSING STRIP 03-1124	นีโอพลาสท์

ตารางที่ ช-1 (ต่อ)

155	กล่อง GREEN CROSS DRESSING STRIP 7.5cm x 5m / 03-1126	นีโอพลาสท์
157	กล่อง GREEN CROSS FABRIC DRESSING / 03-1180	นีโอพลาสท์
158	กล่อง GREEN CROSS FABRIC FINGERTIP LARGE / 03-1182	นีโอพลาสท์
159	กล่อง GREEN CROSS FABRIC FINGERTIP REGULAR / 03-1181	นีโอพลาสท์
160	กล่อง GREEN CROSS FABRIC KNUCKLE / 03-1183	นีโอพลาสท์
161	กล่อง GREEN CROSS BLUE DETECTABLE PLAST / 03-2311	นีโอพลาสท์
165	กล่อง PROTEC 38mm x 7.5m / 03-2141A	นีโอพลาสท์
174	กล่อง สตาร์ไลฟ์ 999 82x82x228mm	ฉัตรชัย
192	กล่อง Hunderdplast'100 / 03-11390	นีโอพลาสท์
226	HERBAL	เบสแพ็ค
245	กล่อง MEPORE จิ๋วนอก / 04-2220A	นีโอพลาสท์
269	สติ๊กเกอร์ BARCODE GREENLAND 82G (MW20F)/4SGR101	สยามโภชนากร
270	สติ๊กเกอร์ BARCODE GREENLAND 105G (SW30)/4SGR104	สยามโภชนากร
271	สติ๊กเกอร์ BARCODE GREENLAND 82G (MW20D)/4SGR100	สยามโภชนากร
282	BOX MEGA RAID SCSI 320-2 / LL-840000501	SCI
287	สติ๊กเกอร์ BARCODE GREENLAND 82 G (MW20F)/4SGR112	สยามโภชนากร
305	กล่อง BELT HOT & SOUR BOWL/USA / 017-4	ไทยดิทเช่น
306	กล่อง BELT LEMONRASS & CHILI / 010-7	ไทยดิทเช่น
307	กล่อง BELT THAI GINGER RICE NOODLE BOW/ 023-6	ไทยดิทเช่น
313	กล่อง LL-842500600LF	SCI

ตารางที่ ข-1 (ต่อ)

317	มาสคาล่า	เบสแพ็ค
0317/1	มาสคาล่า	เบสแพ็ค
373	กล่อง IF พร้อมไส้ ภาษานอร์เวย์	PRO FAR EAST
575	กล่อง NEOCAPSICUM มาเลย์ / 03 - 1115B	นีโอพลาสท์
606	กล่อง NEOCAPSICUM มาเลย์ / 03 - 1115B	นีโอพลาสท์
966	กล่อง KAYABA 11080 / CAT 211080-3	สยามคายาบ้า
970	กล่อง TOSTED SESAME NOODLE / 021-3	ไทยคิทเช่น
32	กล่องใส่ LCD 408x799x69mm	ดีอีไอ
75	กลอ่ง DJ 06313(CB#02618) 10.5x12.5x56cm/4510000952	พิณอินเตอร์
76	กล่อง DJ 06314 (CB#05609) 10.5x12.5x41.5cm / 4510001092	พิณอินเตอร์
0081/1	ไส้กล่อง DJ 06330, DJ 06331, DJ 06332	พิณอินเตอร์
83	กล่อง DJ 06311 (CB#04624) 160x185x39mm / 4510001012	พิณอินเตอร์
98	กล่อง GPO STRIPE 30 ซอง 81x171x98mm / 03-2130	นีโอพลาสท์
131	กล่อง MEDLINE DRESSING 6x6" MSC3266 / 043492A	นีโอพลาสท์
132	STICKER PLASTER 50'S 10UNITS 19421001695244/19-1158	นีโอพลาสท์
133	STICKER ขนาด 80x150 mm / 19-1158A	นีโอพลาสท์
134	STIKCER PAM'S 100'S ติด SHRINK / 19-3208	นีโอพลาสท์
135	STICKER PAM'S 100'S ติดลัง 1 94 15077 01100 8 / 19-3208A	นีโอพลาสท์
136	STICKER TRANSPARENT 50'S 10 UNIT 19421001695411 / 19-1159	นีโอพลาสท์
137	STICKER PLASTER 100'S / 19-1157A-60A,64A	นีโอพลาสท์
138	STICKER DRESSING STRIP 10 UNIT / 19-1160B	นีโอพลาสท์
139	STICKER PLASTER 100'S 10 UNITS 194210016952151 / 19-1157	นีโอพลาสท์

ตารางที่ ข-1 (ต่อ)

141	STICKER STRAPPING TAPE 38mm 200 UNIT / 19-1165A	นีโอพลาสท์
142	STIKCER STRAPPING TAPE 25mm 10 UNIT / 19-1164	นีโอพลาสท์
143	STICKER PAM'S 19-3209A 19415077016768 / 19-3209A	นีโอพลาสท์
144	STICKER PAM'S CLEAR PLASTER / 19-3205, 19-3206	นีโอพลาสท์
145	STICKER PAM'S CLEAR PLASTER / 19-3205	นีโอพลาสท์
146	STICKER PAM'S 19-3204A / 19-3205A,	นีโอพลาสท์
147	STICKER PAM'S 19-3207 194 15077 010285 / 19-3207	นีโอพลาสท์
163	กล่อง PROTEC TRANEPARENT PLASTIC / 03-2167	นีโอพลาสท์
164	กล่อง PROTEC PLASTIC PLASTER 100 / 03-2185A	นีโอพลาสท์
166	กล่อง PROTEC 25mm x 5m / 03-2141	นีโอพลาสท์
167	กล่อง PAM'S MEDICAL TAPE 25mm x 9.1m / 03-3206	นีโอพลาสท์
169	กล่อง PAM'S CLEAR PLASTER STIIPS 50 ชิ้น / 03-3202	นีโอพลาสท์
170	กล่อง PAM'S DRESSING STRIP / 03-3203	นีโอพลาสท์
171	กล่อง PAM'S PLASTER STRIPS 50 / 03-3200	นีโอพลาสท์
177	กล่อง HT LG ^ GINJAS RIC / 035-3	ไทยดิทเช่น
187	กล่อง BANDAGES FABRIC ASSORTED / 03-1256C	นีโอพลาสท์
204	PAPER BOARD KN63 F(N) # 10 / EPABA-005N	ไทยโคโพลี
205	PAPER BOARD KN63 B(N) # 8 / EPABA-006N	ไทยโคโพลี
208	PAPER BOARD KN63(N) # 8ไส้กระเป๋า / EPABA-009N	ไทยโคโพลี
209	PAPER BOARD (F)N 622#BLK , PAPER BOARD (M)N 622#BLK / EPABA-0140N , EPAPA011N	ไทยโคโพลี
219	PAPER BOARD (F)N952B # 10 BLK	ไทยโคโพลี
220	PAPER BOARD (B) N952B #8 BLK/BLK / EPABA-028N	ไทยโคโพลี
223	PAPER BOARD (F) N1132#10 BLK / EPABA-018N	ไทยโคโพลี
224	PAPER BOAR5D (B) N 1132#8 BLK/BLK / EPABA-019N	ไทยโคโพลี
255	STICKER MEDFIX 3'X5 Y NON/19-1136-260401,260402,260404,260403	นีโอพลาสท์

ตารางที่ ข-1 (ต่อ)

257	กล่อง BANDAGES FABRIC ASSORTED SIZE 100 / 03-1256C	นีโอพลาสท์
258	STICKER CARING PAPER 2"X10 หลา /19-3451A	นีโอพลาสท์
273	กล่องถุงขาวเสียบไม้ (CI 0332)	พรานทะเล
274	MEDFIX ELASYIC ADHESIVE BANDAGE 3"X5 หลา / 04-1136B	นีโอพลาสท์
281	กล่อง COSTA (CI 0052)	พรานทะเล
308	กล่อง COSTA CI 0270 , 0312 , 0311	พรานทะเล
309	กล่องถุงมือยาง FEELERS NITERILE / STB-6015-1/L	ซันไทย
310	กล่องถุงมือยาง FEELERS NITERILE / STB-6015-1/M	ซันไทย
311	กล่องถุงมือยาง FEELERS NITERILE / STB-6015-1/S	ซันไทย
312	กล่องถุงมือยาง FEELERS NITERILE / STB-6015-1/XL	ซันไทย
314	กล่องพิมพ์กุ้งขาวเสียบไม้ /CI0332	พรานทะเล
316	กล่อง 94528	วินซั่ม
337	กล่องถุงมือยาง MEDGLUV / 6529-1L	ซันไทย
338	กล่อง COSTA / CI0303	พรานทะเล
340	กล่อง EYESAFET SIZE 435X451X165 MM.	คุณนิทัศน์
345	กล่องถุงมือยาง Blue Nltrile Better touch / STB7004-1/XXL	ซันไทย
348	กล่องพิมพ์กุ้งขาวเสียบไม้ /CI0332	พรานทะเล
356	กล่อง TOKUYAMA NITRILE STB5524-1XS / 5524-1M	ซันไทย
687	STICKER ELASTOPLAST SPORT HT / 19-1293B	นีโอพลาสท์
688	STICKER ELASTOPLAST SPORT HT / 19-1293C	นีโอพลาสท์
881	กล่อง PAM'S CLEAR PLASTER STIIPS 50 ชิ้น / 03-3202	นีโอพลาสท์
958	กล่อง CARTLM KYB / CAT211096-3	สยามคายาบ้า
963	กล่อง KAYABA 11118/ CAT211118-3	สยามคายาบ้า
92	STICKER MEDFIX EZ 2"X2YDMSC 4122 / 19-3519	นีโอพลาสท์
140	STICKER STRAPPING TAPE 30mm 10 UNIT / 19-1165	นีโอพลาสท์

ตารางที่ ข-1 (ต่อ)

176	กล่อง HT THAI PEANUT / 048-1	ไทยดิทเช่น
178	กล่อง HT HOT&SOUR RICE NOODLE BOWL / 029-3	ไทยดิทเช่น
179	กล่อง HT MUSHROOM RICE NOODLE BOWL / 030-2	ไทยดิทเช่น
180	กล่อง HT SPRING ONION RICE NOODLE BOWL / 031-2	ไทยดิทเช่น
181	กล่อง HT PAD THAI / 047-2	ไทยดิทเช่น
210	PAPER BOARD (B) N622#8 BLK/BLK / EPABA-012N	ไทยโคโพลี
211	PAPER BOARD (P) N622#8 BLK / EPABA-013N	ไทยโคโพลี
213	PAPER BOARD (M) และ (F) N632 # 8 BLK / EPABA-014N , EPABA-015N	ไทยโคโพลี
214	PAPER BOARD (B) N632#8 BLK/BLK / EPABA-016N	ไทยโคโพลี
215	PAPER BOARD (P) N632 # 8 BLK / EPABA-017N	ไทยโคโพลี
217	PAPER BOARD N952D # 10 BLK / EPABA-026N	ไทยโคโพลี
221	PAPER BOARD (F) N1122#10 BLK / EPABA-020N	ไทยโคโพลี
222	PAPER BOARD (B) N1122#8 BLK/BLK / EPABA-021N	ไทยโคโพลี
246	กล่อง Mate Size 365x145x230 mm.	เพาเวอร์คอม
259	กล่อง ALCOHOL PREP ขนาด 62x135x65 MM. / 03-3702A	นีโอพลาสท์
285	กล่องข้าวโพดอ่อน 125 g OH-BOXBCC 12 ตัว	เอเชียเอ็กโซติค
315	กล่องข้าวโพดอ่อน 125 g OH-BOXBCC 12 ตัว / WH00083	เอเชียเอ็กโซติค
341	กล่องถุงมือยาง FEDEMED PRODERED / STB8308-1M	ซันไทย
342	กล่องถุงมือยาง FEDEMED PRODERED / STB8308-1L	ซันไทย
362	กล่อง USL SPORT DYNAFIX-H / 04-3516B	นีโอพลาสท์
369	กล่องพิมพ์ TRAWIC (CI0331)	พรานทะเล
372	กล่อง Hunderdplast'100 / 03-1139O	นีโอพลาสท์
378	CHICKEN BREAST & PUMKIN CODE NO.2010	วิริยะบรรจุภัณฑ์
379	CHICKEN BREAST & CHEESE CODE NO.2006	วิริยะบรรจุภัณฑ์
380	CHICKEN BREAST CODE NO.2002	วิริยะบรรจุภัณฑ์
381	TUNA FILLET & SEAWEED CODE NO.2009	วิริยะบรรจุภัณฑ์

ตารางที่ ช-1 (ต่อ)

411	กล่อง CI0052	พรานทะเล
412	กล่อง CI0226	พรานทะเล
975	กล่อง PAD THAI NOODLE CART / 025-6	ไทยดิทเช่น

ภาคผนวก ค

ผลการจัดตารางการผลิตโดยวิธีต่างๆ

ตารางที่ ค-1 ผลการจัดตารางการผลิตโดยขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม

แผนกพิมพ์		
CD102 O		
วันที่ 8		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
185	0:00	1:09
241	1:09	1:55
วันที่ 9		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
776	0:00	0:44
54	0:44	1:38
53	1:38	2:28
481	2:28	3:21
58	3:21	4:09
772	4:09	4:52
วันที่ 10		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
966	0:00	3:04
174	3:04	4:23
128	4:23	5:13
155	5:13	6:06
306	6:06	7:46
79	7:46	8:39
78	8:39	9:32
305	9:32	12:12
245	12:12	13:05
114	13:05	14:10

ตารางที่ ค-1 (ต่อ)

307	14:10	15:13
159	15:13	16:05
วันที่ 12		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
308	0:00	0:41
170	0:41	2:22
220	2:22	3:29
76	3:29	4:22
311	4:22	5:13
75	5:13	6:06
310	6:06	7:13
881	7:13	8:36
281	8:36	9:17
วันที่ 13		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
178	0:00	0:53
342	0:53	2:05
222	2:05	2:52
179	2:52	3:45
CD102 ใหม่		
วันที่ 8		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
196	0:00	1:26
230	1:26	2:09
242	2:09	2:59
264	2:59	3:44

ตารางที่ ค-1 (ต่อ)

วันที่ 9		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
52	0:00	0:46
940	0:46	1:31
60	1:31	2:31
175	2:31	3:38
796	3:38	4:26
773	4:26	5:17
232	5:17	6:03
188	6:03	6:46
59	6:46	7:49
วันที่ 10		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
282	0:00	0:47
606	0:47	1:36
313	1:36	2:28
154	2:28	3:20
271	4:56	5:39
575	5:39	6:32
99	6:32	7:20
269	7:20	8:04
วันที่ 12		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
169	0:00	1:37
309	1:37	2:34
345	2:34	5:25

ตารางที่ ค-1 (ต่อ)

338	5:25	6:07
142	6:07	6:50
312	6:50	7:39
137	7:39	8:22
356	8:22	9:09
337	9:09	10:04
139	10:04	10:48
224	10:48	11:49
204	11:49	13:32
วันที่ 13		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
215	0:00	0:43
180	0:43	1:36
341	1:36	3:12
246	3:12	4:09
369	4:09	6:23
Mitsu1		
วันที่ 8		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
47	0:00	1:21
57	1:21	2:33
227	2:33	3:35
62	3:35	5:01
777	5:01	6:06
56	6:06	7:20
61	7:20	8:50

ตารางที่ ค-1 (ต่อ)

วันที่ 9		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
81	0:00	1:22
938	1:22	2:27
939	2:27	3:33
วันที่ 10		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
226	0:00	1:10
161	1:10	2:50
317	2:50	3:55
226	3:55	5:05
3171	5:05	6:14
วันที่ 12		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
133	0:00	1:01
316	1:01	2:03
205	2:03	4:32
32	4:32	5:47
219	5:47	7:05
138	7:05	8:08
166	8:08	9:24
83	9:24	10:38
340	10:38	11:52
136	11:52	12:56
วันที่ 13		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน

ตารางที่ ค-1 (ต่อ)

285	0:00	1:34
381	1:34	3:13
259	3:13	4:39
372	4:39	5:48
378	5:48	7:26
380	7:26	9:05
379	9:05	10:43
315	10:43	13:18
214	13:18	14:25
Mitsu3		
วันที่ 8		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
514	0:00	4:59
971	4:59	6:09
235	6:09	6:46
237	6:46	7:24
106	7:24	8:34
110	8:34	10:13
2991	10:13	10:54
299	10:54	11:34
973	11:34	13:14
301	13:14	13:54
234	13:54	14:32
236	14:32	15:10
3011	15:10	15:50
239	15:50	17:32

ตารางที่ ค-1 (ต่อ)

107	17:32	21:31
วันที่ 9		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
562	0:00	5:59
84	5:59	1:53
774	1:53	2:33
936	2:33	3:25
240	3:25	6:09
82	6:09	6:58
302	6:58	7:42
304	7:42	8:20
80	8:20	9:11
300	9:11	10:00
935	10:00	10:45
วันที่ 10		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
130	0:00	3:40
108	3:40	5:50
127	5:50	6:33
129	6:33	7:14
130	7:14	10:54
109	10:54	13:04
477	13:04	13:55
77	13:55	14:46
108	14:46	16:55
105	16:55	17:59

ตารางที่ ค-1 (ต่อ)

วันที่ 12		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
958	0:00	0:51
187	0:51	2:22
131	2:22	5:03
177	5:03	6:42
98	6:42	7:27
171	7:27	9:37
348	9:37	10:28
963	10:28	11:55
257	11:55	12:50
167	12:50	14:01
314	14:01	16:14
274	16:14	16:57
วันที่ 13		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
975	0:00	4:11
176	4:11	5:51
181	5:51	6:48
MO		
วันที่ 9		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
298	0:00	0:49
295	0:49	1:33
297	1:33	2:17
2951	2:17	3:01

ตารางที่ ค-1 (ต่อ)

วันที่ 12		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
146	0:00	0:43
258	0:43	1:22
147	1:22	2:12
208	2:12	4:03
255	4:03	4:44
688	4:44	5:26
163	5:26	6:30
วันที่ 13		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
210	0:00	0:45
217	0:45	1:36
92	1:36	2:15
Sordz		
วันที่ 8		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
156	0:00	2:39
13	2:39	3:18
12	3:18	4:13
วันที่ 9		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
2961	0:00	0:46
วันที่ 10		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
157	0:00	1:08

ตารางที่ ค-1 (ต่อ)

270	1:08	2:05
165	2:05	3:03
วันที่ 12		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
132	0:00	0:53
223	0:53	1:52
273	1:52	2:28
145	2:28	3:06
143	3:06	3:53
134	3:53	4:36
วันที่ 13		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
362	0:00	1:00
213	1:00	1:42
221	1:42	2:24
Sorkz		
วันที่ 8		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
50	0:00	0:39
231	0:39	1:22
49	1:22	2:05
778	2:05	2:48
51	2:48	3:27
775	3:27	4:10
วันที่ 9		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน

ตารางที่ ค-1 (ต่อ)

2971	0:00	0:45
238	0:45	4:55
วันที่ 10		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
373	0:00	0:46
158	0:46	1:38
วันที่ 12		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
811	0:00	1:14
209	1:14	2:42
811	2:42	3:56
144	3:56	4:57
วันที่ 13		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
140	0:00	0:39
211	0:39	1:22
แผนกกลบ		
เครื่องกลบเล็ก		
วันที่ 8		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
2991	10:54	11:25
299	11:34	12:05
301	13:54	14:25
3011	15:50	16:21
วันที่ 9		

ตารางที่ ค-1 (ต่อ)

งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
52	0:46	1:32
298	1:32	2:18
295	2:18	2:49
54	2:49	4:20
297	4:20	4:51
938	4:51	5:25
774	5:25	5:53
939	5:53	6:27
772	6:27	6:54
773	6:54	8:07
82	8:07	9:20
80	9:20	10:45
วันที่ 10		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
174	4:23	8:28
477	13:55	15:17
วันที่ 12		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
208	4:03	7:55
32	7:55	9:20
83	10:38	11:57
224	11:57	14:22
963	14:22	18:47
วันที่ 13		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน

ตารางที่ ค-1 (ต่อ)

217	1:36	2:28
246	4:09	6:04
เครื่องกลบเล็ก sam		
วันที่ 8		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
47	1:21	3:15
57	3:15	4:21
778	4:21	4:44
775	4:44	5:08
777	6:06	6:38
61	8:50	11:26
วันที่ 9		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
2971	0:45	1:15
2961	1:15	2:00
940	2:00	2:33
53	2:33	4:09
58	4:09	5:00
796	5:00	10:00
300	10:00	11:12
วันที่ 10		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
373	0:46	1:19
77	14:46	16:10
วันที่ 12		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน

ตารางที่ ค-1 (ต่อ)

958	0:51	2:15
220	3:29	6:17
76	6:17	7:41
205	7:41	15:11
75	15:11	16:35
219	16:35	19:40
340	19:40	19:26
วันที่ 13		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
215	0:43	1:07
285	1:34	4:34
213	4:34	5:07
214	14:25	15:10
เครื่องกลบใหญ่		
วันที่ 8		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
185	1:09	2:56
196	2:56	5:55
62	5:55	7:21
56	7:21	8:17
239	17:32	20:37
วันที่ 9		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
81	1:22	2:39
60	2:39	4:05
936	4:05	5:04

ตารางที่ ค-1 (ต่อ)

175	5:04	6:54
302	7:42	8:23
59	8:23	9:58
วันที่ 10		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
966	3:04	10:36
วันที่ 12		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
811	1:14	2:29
348	10:28	3:45
204	13:32	17:32
วันที่ 13		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
315	13:18	17:35
แผนกอาบเคลือบ		
เครื่องขัดเงา gas		
วันที่ 8		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
775	5:08	5:51
วันที่ 9		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
2971	1:15	2:04
295	2:49	3:38
วันที่ 10		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน

ตารางที่ ค-1 (ต่อ)

105	17:59	20:42
วันที่ 12		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
208	7:55	12:05
356	12:05	13:12
83	13:12	14:49
เครื่องขัดเงาไฟฟ้า		
วันที่ 8		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
778	4:44	5:28
61	11:26	14:22
วันที่ 9		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
84	1:53	3:49
940	3:49	4:42
54	4:42	6:32
วันที่ 10		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
270	2:05	3:43
313	3:43	5:27
99	7:20	8:31
159	16:05	17:46
วันที่ 12		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
166	9:24	11:08
75	16:35	18:19

ตารางที่ ค-1 (ต่อ)

274	18:19	19:21
วันที่ 13		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
178	0:53	2:37
211	2:37	3:01
213	5:07	6:00
246	6:04	8:18
เครื่องอาบบริสเตอร์		
วันที่ 9		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
772	6:54	7:20
วันที่ 10		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
282	0:47	1:20
575	6:32	7:19
วันที่ 12		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
169	1:37	4:07
312	7:39	8:16
วันที่ 13		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
217	2:28	3:02
181	6:48	7:43
อาบspot UV		
วันที่ 8		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน

ตารางที่ ค-1 (ต่อ)

514	4:59	12:51
62	12:51	14:07
56	14:07	15:03
110	15:03	17:21
วันที่ 9		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
297	4:51	5:31
58	5:31	6:18
936	6:18	7:16
วันที่ 10		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
168	3:03	4:00
271	5:39	6:16
306	7:46	10:18
79	10:18	11:16
78	11:16	12:14
245	13:05	14:03
114	14:10	15:32
วันที่ 12		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
171	9:37	12:46
วันที่ 13		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
342	2:05	3:43
975	4:11	10:43
259	10:43	12:00

ตารางที่ ค-1 (ต่อ)

369	12:00	16:08
เครื่องอาบUV1		
วันที่ 8		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
777	6:38	7:07
วันที่ 10		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
966	10:36	15:45
วันที่ 13		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
179	3:45	4:32
176	5:51	7:58
เครื่องอาบUV2		
วันที่ 8		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
2991	11:25	11:57
299	12:05	12:37
301	14:25	14:57
วันที่ 9		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
53	3:39	4:23
938	5:25	5:58
796	5:58	6:39
232	6:39	7:14
939	7:14	7:47
773	8:07	8:53

ตารางที่ ค-1 (ต่อ)

80	10:45	11:35
300	11:35	12:21
วันที่ 10		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
606	1:36	2:18
154	3:20	4:09
130	9:32	15:04
606	15:04	15:46
128	15:46	16:30
127	16:30	17:07
269	17:07	17:38
174	17:38	19:21
130	19:21	+1d 0:53
477	+1d 0:53	+1d 1:42
วันที่ 13		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
958	2:15	3:05
170	3:05	5:30
309	5:30	6:32
311	6:32	7:19
76	7:41	8:31
32	9:20	10:10
204	17:32	20:22
วันที่ 13		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
362	1:00	1:51

ตารางที่ ค-1 (ต่อ)

285	4:34	5:56
เครื่องอาบเทียน		
วันที่ 12		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
220	6:17	7:04
98	7:27	7:52
เครื่องอาบวอเตอร์เบส		
วันที่ 9		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
59	9:58	11:03
60	4:05	4:59
วันที่ 10		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
155	6:06	6:49
109	13:04	15:40
วันที่ 12		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
811	2:29	3:23
177	6:42	4:17
แผนกไดคัท		
ไดคัท1		
วันที่ 9		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
936	7:16	8:25
วันที่ 10		

ตารางที่ ค-1 (ต่อ)

งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
282	1:20	2:06
79	11:16	12:24
78	12:24	13:33
130	15:04	+1d 0:45
วันที่ 12		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
76	8:31	9:39
75	18:19	19:27
ไดดัท2		
วันที่ 8		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
514	12:51	20:52
62	20:52	21:48
239	21:48	23:54
107	23:54	+1d 6:05
วันที่ 9		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
238	4:55	8:52
60	8:52	9:48
772	9:48	10:04
302	10:04	10:27
วันที่ 10		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
165	4:00	4:35
วันที่ 12		

ตารางที่ ค-1 (ต่อ)

งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
187	3:45	5:32
169	5:32	8:02
345	8:02	13:34
310	13:34	14:40
881	14:40	16:21
314	16:21	19:24
204	20:22	23:07
วันที่ 13		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
180	2:20	2:57
341	3:12	5:41
975	10:43	17:18
369	17:18	21:18
ไดคัท3		
วันที่ 9		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
80	1:35	10:27
300	13:50	15:57
วันที่ 10		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
966	15:45	+1d 3:21
วันที่ 12		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
223	1:52	4:07
วันที่ 13		

ตารางที่ ค-1 (ต่อ)

งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
246	8:18	10:55
ไดคัท6		
วันที่ 9		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
295	3:38	4:48
84	4:48	6:49
232	7:14	8:31
935	10:45	12:11
วันที่ 10		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
271	6:16	7:20
306	10:18	15:46
305	15:46	+1d 1:51
วันที่ 12		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
170	5:30	11:02
171	12:46	19:40
167	19:40	22:46
ไดคัท7		
วันที่ 8		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
57	4:21	6:25
778	6:25	7:37
วันที่ 9		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน

ตารางที่ ค-1 (ต่อ)

175	6:54	11:28
วันที่ 12		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
811	3:23	6:31
309	9:40	12:52
83	14:49	19:09
340	19:26	21:42
วันที่ 13		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
213	6:00	7:23
259	12:00	15:39
ไดคัท8		
วันที่ 8		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
241	1:55	5:07
777	7:07	9:45
วันที่ 9		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
774	5:53	8:15
54	8:15	14:07
วันที่ 10		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
157	1:56	8:58
วันที่ 12		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
224	14:22	23:14

ตารางที่ ค-1 (ต่อ)

ไดดัท9		
วันที่ 8		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
47	3:15	9:02
วันที่ 10		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
155	6:49	11:23
วันที่ 13		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
176	7:58	21:31
ไดดัท10		
วันที่ 8		
งานที่ที่	เวลาเวลาเริ่มงานผลิต	เวลาผลิตเวลาเสร็จงาน
156	2:39	14:24
วันที่ 10		
งานที่ที่	เวลาเวลาเริ่มงานผลิต	เวลาผลิตเวลาเสร็จงาน
575	7:19	10:55
269	17:38	19:32
วันที่ 12		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
220	7:04	12:50
วันที่ 13		
งานที่ที่	เวลาเวลาเริ่มงานผลิต	เวลาผลิตเวลาเสร็จงาน
178	2:37	6:03

ตารางที่ ค-1 (ต่อ)

แผนกติดประกอบ		
เครื่องติด1		
วันที่ 8		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
61	18:56	19:33
514	20:52	+1d 0:15
วันที่ 9		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
81	4:44	5:15
297	7:06	7:24
59	16:22	16:59
วันที่ 10		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
477	+1d 4:49	+1d 5:15
วันที่ 12		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
187	5:32	6:27
311	8:42	9:07
310	14:40	15:17
83	17:09	17:34
963	22:01	22:53
วันที่ 13		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
181	9:21	9:52
369	21:18	23:06
เครื่องติด2		

ตารางที่ ค-1 (ต่อ)

วันที่ 8		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
วันที่ 9		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
298	4:18	5:14
2971	7:22	8:03
938	8:14	8:58
774	8:58	9:36
302	10:27	11:26
939	11:26	12:10
935	12:11	13:13
วันที่ 10		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
154	6:56	8:28
161	10:06	15:47
77	18:45	20:20
วันที่ 12		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
98	9:00	10:05
312	10:39	11:50
309	12:52	15:03
166	15:03	16:38
356	16:38	17:37
177	17:37	23:12
วันที่ 13		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน

ตารางที่ ค-1 (ต่อ)

362	5:19	6:57
259	15:39	18:11
เครื่องตัด3		
วันที่ 8		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
971	10:45	11:46
973	16:37	18:03
62	21:48	22:43
107	+1d 6:05	+1d 9:27
วันที่ 9		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
2951	5:07	5:44
84	6:49	7:37
772	10:04	10:40
80	13:50	14:36
300	15:57	16:41
วันที่ 10		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
157	8:58	9:49
79	12:24	13:10
78	13:33	14:19
109	20:18	22:09
127	20:29	22:48
159	22:48	23:34
174	23:34	+1d 0:46
วันที่ 12		

ตารางที่ ค-1 (ต่อ)

งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
170	11:02	12:36
340	21:42	22:26
167	5:49	23:49
224	23:49	23:59
เครื่องติด4		
วันที่ 8		
งานที่	**เวลาเริ่มงาน**	**เวลาเสร็จงาน**
196	9:18	10:34
106	14:20	15:15
156	15:15	16:40
110	20:32	21:49
วันที่ 9		
งานที่	**เวลาเริ่มงาน**	**เวลาเสร็จงาน**
295	4:48	5:23
936	8:25	9:07
773	10:10	10:51
175	11:28	12:24
วันที่ 10		
งานที่	**เวลาเริ่มงาน**	**เวลาเสร็จงาน**
606	4:59	5:38
108	+1d 4:09	+1d 5:47
วันที่ 12		
งานที่	**เวลาเริ่มงาน**	**เวลาเสร็จงาน**
958	7:20	8:03
76	9:39	10:22

ตารางที่ ค-1 (ต่อ)

345	13:34	16:15
257	16:27	17:11
75	19:27	20:10
171	20:10	21:48
วันที่ 13		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
342	6:01	7:01
246	10:55	11:41
เครื่องทากาว1		
วันที่ 8		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
57	6:25	7:00
775	7:17	7:35
47	9:02	9:55
777	9:55	10:16
2991	14:04	14:24
299	16:10	16:31
301	18:17	18:37
3011	18:37	18:58
วันที่ 9		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
2961	3:03	3:29
52	4:36	5:02
796	9:05	9:36
82	13:01	13:38
วันที่ 10		

ตารางที่ ค-1 (ต่อ)

งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
99	9:43	10:11
245	17:40	18:22
105	22:34	23:40
966	+1d 3:21	+1d 9:18
วันที่ 12		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
169	8:02	10:49
337	12:21	13:10
881	16:21	18:14
274	21:12	21:37
วันที่ 13		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
372	9:12	11:41
975	17:18	+1d 0:40
176	+1d 0:40	+1d 2:58
เครื่องทากาว2		
วันที่ 8		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
264	6:09	6:31
778	7:37	7:37
56	17:31	18:11
วันที่ 9		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
776	2:29	2:50
53	6:37	7:11

ตารางที่ ค-2 ผลการจัดตารางการผลิตโดยวิธี EDD

แผนกพิมพ์		
CD102_0		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
241	0:00:00	0:46:00
185	0:46:00	1:55:00
วันที่ 9		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
772	0:00:00	0:43:18
776	0:43:18	1:27:36
58	1:27:36	2:15:06
53	2:15:06	3:05:06
481	3:05:06	3:58:36
54	3:58:36	4:52:36
วันที่ 10		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
305	0:00:00	2:40:00
966	2:40:00	5:44:00
128	5:44:00	6:34:00
155	6:34:00	7:26:30
159	7:26:30	8:19:00
79	8:19:00	9:12:00
245	9:12:00	10:05:00
78	10:05:00	10:58:00
307	10:58:00	12:01:00
114	12:01:00	13:06:00

ตารางที่ ค-2 (ต่อ)

174	13:06:00	14:25:36
306	14:25:36	16:05:36
วันที่ 12		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
308	0:00:00	0:41:36
281	0:41:36	1:23:12
311	1:23:12	2:14:42
75	2:14:42	3:07:41
76	3:07:41	4:00:41
310	4:00:41	5:07:12
220	5:07:12	6:14:12
881	6:14:12	7:37:12
170	7:37:12	9:17:57
วันที่ 13		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
222	0:00:00	0:46:30
178	0:46:30	1:39:30
179	1:39:30	2:32:30
342	2:32:30	3:45:24
CD102_ใหม่		
วันที่ 8		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
230	0:00:00	0:43:17
264	0:43:17	1:28:17
242	1:28:17	2:18:15
196	2:18:15	3:44:49

ตารางที่ ค-2 (ต่อ)

วันที่ 9		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
188	0:00:00	0:43:22
940	0:43:22	1:28:22
232	1:28:22	2:14:13
52	2:14:13	3:00:56
796	3:00:56	3:49:17
773	3:49:17	4:39:51
60	4:39:51	5:39:51
59	5:39:51	6:42:25
175	6:42:25	7:49:12
วันที่ 10		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
271	0:00:00	0:43:27
269	0:43:27	1:27:51
282	1:27:51	2:15:00
99	2:15:00	3:02:34
192	3:02:34	9:13:42
606	9:13:42	10:02:34
160	10:02:34	10:54:25
154	10:54:25	11:46:17
313	11:46:17	12:38:34
575	12:38:34	13:31:42
วันที่ 10		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
271	0:00:00	0:43:27

ตารางที่ ค-2 (ต่อ)

269	0:43:27	1:27:51
282	1:27:51	2:15:00
99	2:15:00	3:02:34
192	3:02:34	9:13:42
606	9:13:42	10:02:34
160	10:02:34	10:54:25
154	10:54:25	11:46:17
313	11:46:17	12:38:34
575	12:38:34	13:31:42
วันที่ 12		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
345	0:00:00	2:50:34
338	2:50:34	3:33:05
142	3:33:05	4:15:38
137	4:15:38	4:58:40
139	4:58:40	5:43:04
356	5:43:04	6:30:12
312	6:30:12	7:19:04
337	7:19:04	8:13:42
309	8:13:42	9:11:08
224	9:11:08	10:12:00
169	10:12:00	11:49:17
204	11:49:17	13:32:59
วันที่ 13		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
369	0:00:00	2:13:42

ตารางที่ ค-2 (ต่อ)

215	2:13:42	2:57:25
180	2:57:25	3:49:42
246	3:49:42	4:46:17
341	4:46:17	6:23:08
Mitsu1		
วันที่ 8		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
227	0:00:00	1:01:50
777	1:01:50	2:06:48
57	2:06:48	3:18:36
56	3:18:36	4:32:48
47	4:32:48	5:54:12
62	5:54:12	7:20:24
61	7:20:24	8:50:11
วันที่ 9		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
938	0:00:00	1:05:12
939	1:05:12	2:10:24
81	2:10:24	3:33:00
วันที่ 10		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
317	0:00:00	1:04:36
287	1:04:36	2:12:23
3171	2:12:23	3:20:35
226	3:20:35	4:30:54
161	4:30:54	6:11:30

ตารางที่ ค-2 (ต่อ)

วันที่ 12		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
205	0:00:00	2:28:36
316	2:28:36	3:30:19
133	3:30:19	4:32:06
138	4:32:06	5:35:44
136	5:35:44	6:39:44
340	6:39:44	7:53:20
83	7:53:20	9:07:32
32	9:07:32	10:22:56
166	10:22:56	11:38:20
219	11:38:20	12:56:08
วันที่ 13		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
315	0:00:00	2:34:36
214	2:34:36	3:42:12
372	3:42:12	4:50:24
259	4:50:24	6:17:12
285	6:17:12	7:51:48
380	7:51:48	9:30:18
379	9:30:18	11:08:48
378	11:08:48	12:47:18
381	12:47:18	14:25:47
Mitsu3		
วันที่ 8		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน

ตารางที่ ค-2 (ต่อ)

107	0:00:00	3:58:36
514	3:58:36	8:58:24
235	8:58:24	9:36:10
234	9:36:10	10:13:57
236	10:13:57	10:51:44
237	10:51:44	11:29:34
3011	11:29:34	12:10:10
299	12:10:10	12:50:46
2991	12:50:46	13:31:22
301	13:31:22	14:11:58
106	14:11:58	15:21:22
971	15:21:22	16:30:46
973	16:30:46	18:10:10
110	18:10:10	19:49:34
239	19:49:34	21:31:22
วันที่ 9		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
240	0:00:00	2:44:12
304	2:44:12	3:22:02
774	3:22:02	4:02:02
302	4:02:02	4:46:14
935	4:46:14	5:31:02
82	5:31:02	6:20:02
300	6:20:02	7:09:02
936	7:09:02	8:00:26
80	8:00:26	8:51:50

ตารางที่ ค-2 (ต่อ)

84	8:51:50	9:45:38
562	9:45:38	10:45:26
วันที่ 10		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
108	0:00:00	2:09:24
109	2:09:24	4:18:48
130	4:18:48	7:59:24
129	7:59:24	8:40:00
127	8:40:00	9:23:36
477	9:23:36	10:14:24
77	10:14:24	11:05:48
970	11:05:48	11:57:12
105	11:57:12	13:00:35
104	13:00:35	14:21:59
วันที่ 12		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
171	0:00:00	2:10:00
314	2:10:00	4:23:43
131	4:23:43	7:04:19
274	7:04:19	7:47:15
98	7:47:15	8:32:39
348	8:32:39	9:23:24
958	9:23:24	10:14:48
257	10:14:48	11:09:12
167	11:09:12	12:20:06
963	12:20:06	13:47:30

ตารางที่ ค-2 (ต่อ)

187	13:47:30	15:18:30
177	15:18:30	16:57:54
วันที่ 13		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
975	0:00:00	4:11:48
181	4:11:48	5:09:12
176	5:09:12	6:48:36
MO		
วันที่ 9		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
2951	0:00:00	0:44:00
297	0:44:00	1:28:00
295	1:28:00	2:12:00
298	2:12:00	3:01:00
วันที่ 12		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
258	0:00:00	0:39:12
255	0:39:12	1:19:36
688	1:19:36	2:02:00
146	2:02:00	2:45:24
147	2:45:24	3:35:36
163	3:35:36	4:39:06
208	4:39:06	6:30:06
วันที่ 13		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
975	0:00:00	4:11:48

ตารางที่ ค-2 (ต่อ)

181	4:11:48	5:09:12
176	5:09:12	6:48:36
SORDZ		
วันที่ 8		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
156	0:00:00	2:39:00
13	2:39:00	3:18:36
12	3:18:36	4:13:36
วันที่ 9		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
2961	0:00:00	0:46:00
วันที่ 10		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
270	0:00:00	0:57:00
165	0:57:00	1:55:00
157	1:55:00	3:03:00
วันที่ 12		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
273	0:00:00	0:36:24
145	0:36:24	1:14:30
134	1:14:30	1:57:30
143	1:57:30	2:44:06
132	2:44:06	3:37:06
223	3:37:06	4:36:06
วันที่ 13		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน

ตารางที่ ค-2 (ต่อ)

213	0:00:00	0:42:00
221	0:42:00	1:24:00
362	1:24:00	2:24:00
SORKZ		
วันที่ 8		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
51	0:00:00	0:39:30
50	0:39:30	1:19:12
231	1:19:12	2:01:42
778	2:01:42	2:44:30
775	2:44:30	3:27:30
49	3:27:30	4:10:53
วันที่ 9		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
238	0:00:00	4:10:00
2971	4:10:00	4:55:00
วันที่ 10		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
373	0:00:00	0:46:00
158	0:46:00	1:38:00
วันที่ 12		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
135	0:00:00	0:40:36
209	0:40:36	1:24:36
144	1:24:36	2:25:36
811	2:25:36	3:39:36

ตารางที่ ค-2 (ต่อ)

164	3:39:36	4:56:36
วันที่ 13		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
140	0:00:00	0:39:42
211	0:39:42	1:22:42
เครื่องกลบเล็ก		
วันที่ 8		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
3011	12:10:10	12:41:10
299	12:50:46	13:21:46
2991	13:31:22	14:02:22
301	14:11:58	14:42:58
วันที่ 9		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
772	0:43:18	1:10:06
938	1:10:06	1:44:06
297	1:44:06	2:15:06
939	2:15:06	2:49:06
295	2:49:06	3:20:06
52	3:20:06	4:06:06
298	4:06:06	4:52:05
774	4:52:05	5:20:05
773	5:20:05	6:33:05
54	6:33:05	8:04:05
82	8:04:05	9:17:06
80	9:17:06	10:42:06

ตารางที่ ค-2 (ต่อ)

วันที่ 10		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
477	10:14:24	11:36:24
174	14:25:36	18:30:12
วันที่ 12		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
208	6:30:06	10:22:05
83	10:22:05	11:41:05
224	11:41:05	14:06:06
32	14:06:06	15:31:06
963	15:31:06	19:56:06
วันที่ 13		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
217	2:15:18	3:07:17
246	4:46:17	6:41:17
เครื่องกลบเล็ก_Sam		
วันที่ 8		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
777	2:06:48	2:38:36
778	2:44:30	3:07:54
57	3:18:36	4:24:36
775	4:24:36	4:48:36
47	5:54:12	7:48:12
61	8:50:11	11:26:12
วันที่ 9		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน

ตารางที่ ค-2 (ต่อ)

2961	0:46:00	1:31:00
940	1:31:00	2:04:00
58	2:15:06	3:06:06
53	3:06:06	4:12:06
796	4:12:06	5:08:30
2971	5:08:30	5:38:30
300	7:09:02	8:21:02
วันที่ 10		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
373	0:46:00	1:19:00
77	11:05:48	12:29:47
วันที่ 12		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
205	2:28:36	9:58:36
75	9:58:36	11:22:35
76	11:22:35	12:46:35
220	12:46:35	15:34:35
340	15:34:35	16:49:35
958	16:49:35	18:13:35
219	18:13:35	19:49:35
วันที่ 13		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
213	0:42:00	1:15:00
215	2:57:25	3:21:25
214	3:42:12	4:27:12
285	7:51:48	10:51:48

ตารางที่ ค-2 (ต่อ)

เครื่องกลบใหญ่		
วันที่ 8		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
185	1:55:00	3:42:00
196	3:44:49	6:43:49
56	6:43:49	7:39:49
62	7:39:49	9:05:49
239	21:31:22	1 Day 0:36:22
วันที่ 9		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
81	3:33:00	4:50:00
302	4:50:00	5:31:00
60	5:39:51	7:05:51
59	7:05:51	8:40:51
175	8:40:51	10:30:33
936	10:30:33	11:29:33
วันที่ 10		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
966	5:44:00	13:16:00
วันที่ 12		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
811	3:39:36	4:55:06
348	9:23:24	10:20:45
204	13:32:59	17:32:00
วันที่ 13		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน

ตารางที่ ค-2 (ต่อ)

315	2:34:36	6:51:36
ขัดงานแก๊ส		
วันที่ 8		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
775	4:48:36	5:31:36
วันที่ 9		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
295	3:20:06	4:09:06
2971	5:38:30	6:27:30
วันที่ 10		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
287	2:12:23	3:17:21
105	13:00:35	15:43:35
วันที่ 12		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
356	6:30:12	7:37:12
208	10:22:05	14:32:06
83	14:32:06	16:09:06
ขัดเงาไฟฟ้า		
วันที่ 8		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
778	3:07:54	3:51:18
61	11:26:12	14:22:12
วันที่ 9		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
940	2:04:00	2:57:00

ตารางที่ ค-2 (ต่อ)

54	8:04:05	9:54:05
84	9:54:05	11:50:05
วันที่ 10		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
270	0:57:00	2:35:00
99	3:02:34	4:13:34
159	8:19:00	10:00:00
313	12:38:34	14:22:34
วันที่ 12		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
274	7:47:15	8:48:57
75	11:22:35	13:06:36
166	13:06:36	14:50:36
วันที่ 13		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
213	1:15:00	2:08:00
211	2:08:00	2:52:00
178	2:52:00	4:36:00
246	6:41:17	8:55:17
เครื่องอาบบริสเตอร์		
วันที่ 9		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
772	1:10:06	1:35:42
วันที่ 10		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
282	2:15:00	2:48:00

ตารางที่ ค-2 (ต่อ)

575	13:31:42	14:18:42
วันที่ 12		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
312	7:19:04	7:56:04
169	11:49:17	14:19:17
วันที่ 13		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
217	3:07:17	3:41:17
181	5:09:12	6:04:12
อาบSpotUV		
วันที่ 8		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
56	7:39:49	8:35:49
514	8:58:24	16:50:24
62	16:50:24	18:06:24
110	19:49:34	22:07:34
วันที่ 9		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
297	2:15:06	2:55:06
58	3:06:06	3:53:06
936	11:29:33	12:27:33
วันที่ 10		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
271	0:43:27	1:20:51
165	1:55:00	2:52:00
79	9:12:00	10:10:00

ตารางที่ ค-2 (ต่อ)

245	10:10:00	11:08:00
78	11:08:00	12:05:59
114	13:06:00	14:28:00
306	16:05:36	18:37:36
วันที่ 12		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
171	2:10:00	5:19:00
164	5:19:00	6:31:00
วันที่ 13		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
369	2:13:42	6:21:42
342	6:21:42	7:59:30
975	7:59:30	14:31:30
259	14:31:30	15:48:30
อาบUV1		
วันที่ 8		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
777	2:38:36	3:08:12
วันที่ 9		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
160	10:54:25	11:40:25
966	13:16:00	18:25:00
104	18:25:00	20:02:00
วันที่ 13		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
179	2:32:30	3:19:30

ตารางที่ ค-2 (ต่อ)

176	6:48:36	8:55:35
อาบUV2		
วันที่ 8		
งานที่	**เวลาเริ่มงาน**	**เวลาเสร็จงาน**
299	13:21:46	13:53:46
2991	14:02:22	14:34:22
301	14:42:58	15:14:58
วันที่ 9		
งานที่	**เวลาเริ่มงาน**	**เวลาเสร็จงาน**
938	1:44:06	2:17:06
232	2:17:06	2:52:05
939	2:52:05	3:25:05
53	4:12:06	4:56:06
796	5:08:30	5:49:18
773	6:33:05	7:19:05
300	8:21:02	9:07:02
80	10:42:06	11:32:06
วันที่ 10		
งานที่	**เวลาเริ่มงาน**	**เวลาเสร็จงาน**
269	1:27:51	1:59:27
128	6:34:00	7:18:00
130	7:59:24	13:31:24
127	13:31:24	14:08:24
606	14:08:24	14:50:24
477	14:50:24	15:39:24
154	15:39:24	16:28:24

ตารางที่ ค-2 (ต่อ)

174	18:30:12	20:13:24
วันที่ 12		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
311	2:14:42	3:01:42
309	9:11:08	10:13:08
170	10:13:08	12:38:38
76	12:46:35	13:36:35
32	15:31:06	16:21:06
204	17:32:00	20:22:00
958	20:22:00	21:12:00
วันที่ 13		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
362	2:24:00	3:15:00
285	10:51:48	12:13:48
อาบวอเตอร์เบส		
วันที่ 9		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
59	8:40:51	9:46:00
วันที่ 10		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
109	4:18:48	6:54:48
155	7:26:30	8:10:12
วันที่ 12		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
811	4:55:06	5:49:06
177	16:57:54	18:51:02

ตารางที่ ค-2 (ต่อ)

วันที่ 13		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
180	3:49:42	4:34:17
214	4:34:17	5:07:42
372	5:07:42	5:42:00
ไดดัท01		
วันที่ 9		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
936	12:27:33	13:36:11
วันที่ 10		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
282	2:48:00	3:34:49
79	10:10:00	11:18:38
78	12:05:59	13:14:38
130	13:31:24	23:12:45
วันที่ 12		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
75	13:06:36	14:15:14
76	14:15:14	15:23:52
ไดดัท02		
วันที่ 8		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
107	3:58:36	10:09:36
514	16:50:24	1 Day 0:50:41
62	1 Day 0:50:41	1 Day 1:46:41
239	1 Day 1:46:41	1 Day 3:53:23

ตารางที่ ค-2 (ต่อ)

วันที่ 9		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
772	1:35:42	1:51:37
238	4:10:00	8:07:04
302	8:07:04	8:30:55
60	8:30:55	9:26:55
วันที่ 10		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
165	2:52:00	3:27:38
104	20:02:00	21:32:17
วันที่ 12		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
345	2:50:34	8:23:00
314	8:23:00	11:26:42
310	11:26:42	12:32:21
881	12:32:21	14:13:21
169	14:19:17	16:48:29
187	16:48:29	18:35:55
204	20:22:00	23:07:17
วันที่ 13		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
180	4:34:17	5:10:59
369	6:21:42	10:22:00
341	10:22:00	12:50:08
975	14:31:30	21:06:05
ไดดัท03		

ตารางที่ ค-2 (ต่อ)

วันที่ 9		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
300	9:07:02	11:13:53
80	11:32:06	13:47:31
วันที่ 10		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
966	18:25:00	1 Day 6:01:51
วันที่ 12		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
223	4:36:06	6:51:31
วันที่ 13		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
246	8:55:17	11:32:08
ไดดัท04		
วันที่ 8		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
196	6:43:49	10:06:49
973	18:10:10	21:33:10
วันที่ 9		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
2961	1:31:00	2:34:30
81	4:50:00	6:31:00
773	7:19:05	8:36:05
วันที่ 10		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
109	6:54:48	11:32:48

ตารางที่ ค-2 (ต่อ)

174	20:13:24	22:56:12
วันที่ 12		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
98	8:57:03	10:05:03
337	10:23:37	11:54:52
วันที่ 13		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
181	6:04:12	7:42:11
ไดดัท05		
วันที่ 8		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
110	22:07:34	1 Day 1:18:13
วันที่ 9		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
240	2:44:12	8:15:43
82	9:17:06	10:38:11
วันที่ 10		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
99	4:13:34	5:25:31
114	14:28:00	16:25:36
105	16:25:36	18:17:59
192	18:17:59	1 Day 11:54:44
วันที่ 12		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
311	3:01:42	4:24:05
131	9:36:55	15:00:36

ตารางที่ ค-2 (ต่อ)

205	15:00:36	19:06:03
963	19:56:06	22:40:39
วันที่ 13		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
342	7:59:30	10:17:43
ไดดัท06		
วันที่ 9		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
232	2:52:05	4:08:52
295	4:09:06	5:18:56
935	5:31:02	6:57:02
84	11:50:05	13:50:42
วันที่ 10		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
271	1:20:51	2:24:42
305	5:31:48	15:37:01
306	18:37:36	1 Day 0:05:54
วันที่ 12		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
171	5:19:00	12:12:41
170	12:38:38	18:10:24
167	18:10:24	21:16:47
ไดดัท07		
วันที่ 8		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
778	3:51:18	5:02:33

ตารางที่ ค-2 (ต่อ)

57	5:02:33	7:07:03
วันที่ 9		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
175	10:30:33	15:04:18
วันที่ 12		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
811	5:49:06	8:57:21
309	10:13:08	13:25:08
83	16:09:06	18:28:36
340	18:28:36	20:44:21
วันที่ 13		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
213	2:08:00	3:31:15
259	15:48:30	19:26:45
ไดคัท08		
วันที่ 8		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
241	0:46:00	3:58:00
777	3:58:00	6:36:00
วันที่ 9		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
774	5:20:05	7:42:05
54	9:54:05	15:46:05
วันที่ 10		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
157	6:20:36	13:22:36

ตารางที่ ค-2 (ต่อ)

วันที่ 12		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
224	14:06:06	22:58:06
ไดคัท09		
วันที่ 8		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
47	7:48:12	13:34:52
วันที่ 10		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
155	8:10:12	12:43:32
วันที่ 12		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
164	6:31:00	12:44:20
วันที่ 13		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
176	8:55:35	22:28:56
เครื่องติด1		
วันที่ 8		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
61	18:56:54	19:33:29
514	1 Day 0:50:41	1 Day 4:14:24
วันที่ 9		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
297	4:29:48	4:48:23
81	6:31:00	7:02:25
59	15:05:03	15:41:38

ตารางที่ ค-2 (ต่อ)

วันที่ 10		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
477	18:46:23	19:12:15
192	1 Day 11:54:44	1 Day 17:39:52
วันที่ 12		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
311	4:24:05	4:49:05
310	12:32:21	13:10:12
83	18:28:36	18:54:01
187	18:54:01	19:48:36
963	22:40:39	23:32:39
วันที่ 13		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
181	7:42:11	8:12:46
369	10:22:00	12:09:42
เครื่องคิด2		
วันที่ 9		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
938	4:33:05	5:17:06
939	6:49:05	7:33:05
298	7:33:05	8:29:06
935	8:29:06	9:31:06
774	9:31:06	10:09:06
2971	10:09:06	10:50:06
302	10:50:06	11:49:06
54	15:46:05	17:27:05

ตารางที่ ค-2 (ต่อ)

วันที่ 10		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
77	15:04:37	16:39:37
161	16:39:37	20:20:37
154	20:20:37	21:52:37
วันที่ 13		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
362	6:46:30	8:24:30
259	19:26:45	21:58:45
เครื่องติด3		
วันที่ 8		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
107	10:09:36	13:31:36
971	21:07:31	22:08:31
973	22:08:31	23:34:31
62	1 Day 1:46:41	1 Day 2:41:41
วันที่ 9		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
772	1:51:37	2:27:55
2951	2:50:45	3:27:45
300	11:13:53	11:57:53
80	13:47:31	14:33:31
84	14:33:31	15:21:31
วันที่ 10		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
79	11:18:38	12:04:38

ตารางที่ ค-2 (ต่อ)

วันที่ 10		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
77	15:04:37	16:39:37
161	16:39:37	20:20:37
154	20:20:37	21:52:37
วันที่ 13		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
362	6:46:30	8:24:30
259	19:26:45	21:58:45
เครื่องติด3		
วันที่ 8		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
107	10:09:36	13:31:36
971	21:07:31	22:08:31
973	22:08:31	23:34:31
62	1 Day 1:46:41	1 Day 2:41:41
วันที่ 9		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
772	1:51:37	2:27:55
2951	2:50:45	3:27:45
300	11:13:53	11:57:53
80	13:47:31	14:33:31
84	14:33:31	15:21:31
วันที่ 10		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
79	11:18:38	12:04:38

ตารางที่ ค-2 (ต่อ)

109	12:04:38	13:55:38
78	13:55:38	14:41:38
157	14:41:38	15:32:08
159	15:32:08	16:17:38
160	16:17:38	17:03:08
127	17:03:08	17:42:38
174	22:56:12	1 Day 0:08:48
วันที่ 12		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
170	18:10:24	19:44:09
340	20:44:21	21:28:51
167	21:28:51	22:31:06
224	22:58:06	23:54:06
เครื่องตัด4		
วันที่ 8		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
196	10:06:49	11:23:24
156	14:24:59	15:50:08
106	21:07:48	22:02:57
110	1 Day 1:18:13	1 Day 2:34:48
วันที่ 9		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
295	5:18:56	5:53:31
773	8:36:05	9:16:40
936	13:36:11	14:18:28
175	15:04:18	16:01:04

ตารางที่ ค-2 (ต่อ)

วันที่ 10		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
108	14:13:24	15:51:24
970	15:51:24	16:33:41
606	17:32:05	18:10:56
วันที่ 12		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
345	8:23:00	11:03:34
171	12:12:41	13:51:07
75	14:15:14	14:57:31
257	14:57:31	15:41:57
76	15:41:57	16:24:14
958	1 Day 9:36:57	1 Day 10:19:14
วันที่ 13		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
342	10:17:43	11:17:04
246	11:32:08	12:18:42
เครื่องทากาว1		
วันที่ 8		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
777	6:36:00	6:56:55
775	6:57:44	7:15:32
57	7:15:32	7:50:08
47	13:34:52	14:28:40
3011	14:53:10	15:13:22
299	16:00:38	16:20:50

ตารางที่ ค-2 (ต่อ)

2991	18:07:29	18:27:41
301	20:14:21	20:34:33
วันที่ 9		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
2961	2:34:30	3:00:42
52	6:13:06	6:39:18
796	8:39:06	9:09:51
82	10:38:11	11:15:11
วันที่ 10		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
99	5:25:31	5:54:07
245	14:45:51	15:27:39
105	18:17:59	19:23:47
966	1 Day 6:01:51	1 Day 11:58:03
วันที่ 12		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
274	10:40:23	11:05:16
337	11:54:52	12:43:16
881	14:13:21	16:07:09
169	16:48:29	19:36:18
วันที่ 13		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
372	8:31:42	8:59:06
975	21:06:05	1 Day 4:28:41
เครื่องทากาว2		
วันที่ 8		

ตารางที่ ค-2 (ต่อ)

งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
264	3:53:17	4:14:41
778	5:02:33	5:20:06
56	11:03:49	11:43:13
วันที่ 9		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
776	3:12:36	3:33:31
232	4:08:52	4:32:40
940	4:54:25	5:15:49
58	6:49:57	7:18:33
53	7:18:33	7:53:09
60	9:26:55	10:30:19
วันที่ 10		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
165	3:27:38	4:08:14
158	5:14:00	5:42:36
104	21:32:17	23:14:05
วันที่ 12		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
314	11:26:42	14:53:09
164	14:53:09	15:51:45
131	15:51:45	20:11:57
วันที่ 13		
งานที่	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จงาน
341	12:50:08	15:36:44

ภาคผนวกง

Souce Code โปรแกรม

```
//Crossover-------------------------------------------------------------------------------------------------
void __fastcall TForm1::TS1_B1Click(TObject *Sender)
{
 aaaa = StrToInt(TS1_E1->Text)*StrToInt(TS1_E2->Text)/100;
 aaaa2 = aaaa/2;
 if ((aaaa2*2)-aaaa == -1)
 {
  aaaa = aaaa + 1;
 }
 if (aaaa < 2)
 {
  aaaa = 2;
 }

 POP = StrToInt(TS1_E1->Text);
 TS1_S1->RowCount = StrToInt(TS1_E1->Text);
 k = TS3_S1_T->ColCount;

 TS1_S1->ColCount = k;
 TS1_S2->ColCount = k;
 TS1_S3->ColCount = k;
 TS1_S4->ColCount = k;

 for (i=0; i<=TS1_S1->RowCount-1; i++)
 {
  TS1_S1->Rows[i]->Clear();
  TS1_S1->Cells[0][i] = "P" + IntToStr(i+1);
  for (j=1; j<=TS1_S1->ColCount-1; j++)
  {
   TS1_S1->ColWidths[j] = 64;
```

```
    TS1_S2->ColWidths[j] = 64;
    TS1_S3->ColWidths[j] = 64;
    TS1_S4->ColWidths[j] = 64;
    ck1 = false;
    do
    {
     v1 = int(rand()%(TS1_S1->ColCount));
     if (TS1_S1->Cells[v1][i] == "")
     {
      TS1_S1->Cells[v1][i] = j;
      ck1 = true;
     }
    }
    while (ck1 == false);
  }
 }
 if (x == 1)
 {
  for (i=0; i<=TS1_S1->RowCount-1; i++)
  {
   for (j=1; j<=TS1_S1->ColCount-1; j++)
   {
    TS1_S1->Cells[j][i] = TS3_S1_T->Cells[StrToInt(TS1_S1->Cells[j][i])][0];
   }
  }
 }
 else
 {
  ADODataSet9->Close();
```

```
  ADODataSet9->CommandText = "select * from Temp3 where Machine like '%" + Machine +
"%' Order by Process";
  ADODataSet9->Open();
  if (ADODataSet9->RecordCount != 0)
  {
   ADODataSet9->First();
   j = 0;
   for (i=1; i<=30; i++)
   {
    if (ADODataSet9->Fields->Fields[i]->IsNull == false)
    {
     j = j + 1;
    }
   }

   TS3_S1_T->Rows[0]->Clear();
   TS3_S1_T->ColCount = j + 1;
   TS3_S1_T->Cells[0][0] =  Machine;
   for (x2=0; x2<=ADODataSet9->RecordCount-1; x2++)
   {
    for (x3=1; x3<=j; x3++)
    {
     TS1_S1->Cells[x3][x2] = AnsiString(ADODataSet9->Fields->Fields[x3]->Value);
    }
    ADODataSet9->Next();
   }
  }
 }

TS1_S2->ColCount = TS1_S1->ColCount;
```

```
TS1_S2->RowCount = aaaa;
TS1_S3->ColCount = TS1_S1->ColCount;
TS1_S3->RowCount = aaaa;
TS1_E3->Caption = TS1_S2->RowCount;
for (i=0; i<=TS1_S2->RowCount-1; i++)
{
 TS1_S2->Rows[i]->Clear();
 TS1_S3->Rows[i]->Clear();
 ck1 = false;
 do
 {
  v1 = int(rand()%(TS1_S1->RowCount));
  ck1 = true;
  for (j=0; j<=TS1_S2->RowCount; j++)
  {
   if (TS1_S2->Cells[0][j] == TS1_S1->Cells[0][v1])
   {
    ck1 = false;
   }
  }
  if (TS1_S2->Cells[0][i] == "" && ck1 == true);
  {
   TS1_S2->Rows[i] = TS1_S1->Rows[v1];
  }
 }
 while (ck1 == false);
}
}
//---------------------------------------------------------------------------
```

```
//PMX : Partial Mapped Crossover-----------------------------------------------------------------------
void __fastcall TForm1::TS1_B2Click(TObject *Sender)
{
 for (i=0; i<=TS1_S2->RowCount-1; i++)
 {
  TS1_S3->Rows[i]->Clear();
  TS1_S3->Cells[0][i] = "O" + IntToStr(i+1);
 }

 v2 = rand()%((TS1_S2->ColCount)/2);
 if (v2 == 0) { v2 = 1; }
 v3 = rand()%((TS1_S2->ColCount)/2);
 if (v3 == 0) { v3 = 1; }

 L1->Left = 72 + (64*v2);
 L3->Left = 72 + (64*v2);
 L2->Left = 72 + (64*(v3+v2));
 L4->Left = 72 + (64*(v3+v2));

 loop = TS1_S2->RowCount / 2;
 for (i=0; i<=loop-1; i++)
 {
  //Step 1 ---------------------------------------------------------------
  for (j=1+v2; j<=v2+v3; j++)
  {
   TS1_S3->Cells[j][i*2] = TS1_S2->Cells[j][(i+1)*2-1];
   TS1_S3->Cells[j][(i+1)*2-1] = TS1_S2->Cells[j][i*2];
  }
  //Step 2 ---------------------------------------------------------------
  for (j=1; j<=TS1_S2->ColCount; j++)
```

```
{
 if (TS1_S3->Cells[j][i*2] == "")
 {
  s1 = TS1_S2->Cells[j][i*2];
  ck2 = true;
  for (k=1; k<=TS1_S2->ColCount; k++)
  {
   if (s1 == TS1_S3->Cells[k][i*2])
   {
    ck2 = false;
   }
  }
  if (ck2 == true)
  {
   TS1_S3->Cells[j][i*2] = s1;
  }
 }

 if (TS1_S3->Cells[j][(i+1)*2-1] == "")
 {
  s1 = TS1_S2->Cells[j][(i+1)*2-1];
  ck2 = true;
  for (k=1; k<=TS1_S2->ColCount; k++)
  {
   if (s1 == TS1_S3->Cells[k][(i+1)*2-1])
   {
    ck2 = false;
   }
  }
  if (ck2 == true)
```

```
    {
     TS1_S3->Cells[j][(i+1)*2-1] = s1;
    }
   }
  }
 }

loop = TS1_S2->RowCount / 2;
for (i=0; i<=loop-1; i++)
{
//Step 3 ----------------------------------------------------------------
 for (j=1; j<=TS1_S2->ColCount; j++)
 {
  if (TS1_S3->Cells[j][i*2] == "")
  {
   s1 = TS1_S2->Cells[j][i*2];
   for (l=1; l<=TS1_S2->ColCount; l++)
   {
    for (k=1; k<=TS1_S2->ColCount; k++)
    {
     if (s1 == TS1_S3->Cells[k][i*2])
     {
      s1 = TS1_S3->Cells[k][(i+1)*2-1];
     }
    }
   }
   TS1_S3->Cells[j][i*2] = s1;
  }
 }
```

```
 for (j=1; j<=TS1_S2->ColCount; j++)
 {
  if (TS1_S3->Cells[j][(i+1)*2-1] == "")
  {
   s1 = TS1_S2->Cells[j][(i+1)*2-1];
   for (l=1; l<=TS1_S2->ColCount; l++)
   {
    for (k=1; k<=TS1_S2->ColCount; k++)
    {
     if (s1 == TS1_S3->Cells[k][(i+1)*2-1])
     {
      s1 = TS1_S3->Cells[k][i*2];
     }
    }
   }
   TS1_S3->Cells[j][(i+1)*2-1] = s1;
  }
 }
}
TS2_S1->ColCount = TS1_S1->ColCount;
TS1_S4->RowCount = TS1_S1->RowCount + TS1_S3->RowCount;
TS2_S1->RowCount = TS1_S4->RowCount;
for (i=0; i<=TS1_S1->RowCount-1; i++)
{
 TS1_S4->Rows[i]->Clear();
 TS1_S4->Rows[i] = TS1_S1->Rows[i];
 TS2_S1->Rows[i]->Clear();
 TS2_S1->Rows[i] = TS1_S1->Rows[i];
}
for (i=TS1_S1->RowCount; i<=TS1_S4->RowCount; i++)
```

```
 {
  TS1_S4->Rows[i]->Clear();
  TS1_S4->Rows[i] = TS1_S3->Rows[i-TS1_S1->RowCount];
  TS2_S1->Rows[i]->Clear();
  TS2_S1->Rows[i] = TS1_S3->Rows[i-TS1_S1->RowCount];
 }
 TS2_E0->Text = TS2_S1->RowCount;
}
//---------------------------------------------------------------------------

//OX : Order Crossover-------------------------------------------------------
void __fastcall TForm1::TS1_B3Click(TObject *Sender)
{
 int v1,v2,v3,loop;
 AnsiString s1,s2;
 bool ck2,ck3;

 for (i=0; i<=TS1_S2->RowCount-1; i++)
 {
  TS1_S3->Rows[i]->Clear();
  TS1_S3->Cells[0][i] = "O" + IntToStr(i+1);
 }

 v1 = rand()%4;
 if (v1 == 0) { v1 = 2; }
 TS1_B3->Caption = "OX : Order Crossover àÅ×Í¡ªèÇ§·Õè " + IntToStr(v1);
 v2 = rand()%((TS1_S2->ColCount)/2);
 if (v2 == 0) { v2 = 1; }
 v3 = rand()%((TS1_S2->ColCount)/2);
 if (v3 == 0) { v3 = 1; }
```

```
L1->Left = 72 + (64*v2);
L3->Left = 72 + (64*v2);
L2->Left = 72 + (64*(v3+v2));
L4->Left = 72 + (64*(v3+v2));

loop = TS1_S2->RowCount / 2;
for (i=0; i<=loop-1; i++)
{
 //Step 1 ----------------------------------------------------------------
 switch (v1)
 {
  case 1:
  {
   for (j=1; j<=v2; j++)
   {
    TS1_S3->Cells[j][i*2] = TS1_S2->Cells[j][(i+1)*2-1];
    TS1_S3->Cells[j][(i+1)*2-1] = TS1_S2->Cells[j][i*2];
   }
  } break;
  case 2:
  {
   for (j=1+v2; j<=v2+v3; j++)
   {
    TS1_S3->Cells[j][i*2] = TS1_S2->Cells[j][(i+1)*2-1];
    TS1_S3->Cells[j][(i+1)*2-1] = TS1_S2->Cells[j][i*2];
   }
  } break;
  case 3:
  {
```

```
    for (j=v2+v3+1; j<=TS1_S2->ColCount; j++)
    {
     TS1_S3->Cells[j][i*2] = TS1_S2->Cells[j][(i+1)*2-1];
     TS1_S3->Cells[j][(i+1)*2-1] = TS1_S2->Cells[j][i*2];
    }
  } break;
}

//Step 2 ------------------------------------------------------------------
for (j=1; j<=TS1_S2->ColCount; j++)
{
 if (TS1_S3->Cells[j][i*2] == "")
 {
  s1 = TS1_S2->Cells[j][i*2];
  ck2 = true;
  for (k=1; k<=TS1_S2->ColCount; k++)
  {
   if (s1 == TS1_S3->Cells[k][i*2])
   {
    ck2 = false;
   }
  }
  if (ck2 == true)
  {
   TS1_S3->Cells[j][i*2] = s1;
  }
 }

 if (TS1_S3->Cells[j][(i+1)*2-1] == "")
 {
```

```
    s1 = TS1_S2->Cells[j][(i+1)*2-1];
    ck2 = true;
    for (k=1; k<=TS1_S2->ColCount; k++)
    {
     if (s1 == TS1_S3->Cells[k][(i+1)*2-1])
     {
      ck2 = false;
     }
    }
    if (ck2 == true)
    {
     TS1_S3->Cells[j][(i+1)*2-1] = s1;
    }
   }
  }
}

loop = TS1_S2->RowCount / 2;
for (i=0; i<=loop-1; i++)
{
//Step 3 ------------------------------------------------------------------
 for (j=1; j<=TS1_S2->ColCount; j++)
 {
  if (TS1_S3->Cells[j][i*2] == "")
  {
   s1 = TS1_S2->Cells[j][i*2];
   for (l=1; l<=TS1_S2->ColCount; l++)
   {
    for (k=1; k<=TS1_S2->ColCount; k++)
    {
```

```
        if (s1 == TS1_S3->Cells[k][i*2])
        {
         s1 = TS1_S3->Cells[k][(i+1)*2-1];
        }
       }
      }
      TS1_S3->Cells[j][i*2] = s1;
     }
    }

    for (j=1; j<=TS1_S2->ColCount; j++)
    {
     if (TS1_S3->Cells[j][(i+1)*2-1] == "")
     {
      s1 = TS1_S2->Cells[j][(i+1)*2-1];
      for (l=1; l<=TS1_S2->ColCount; l++)
      {
       for (k=1; k<=TS1_S2->ColCount; k++)
       {
        if (s1 == TS1_S3->Cells[k][(i+1)*2-1])
        {
         s1 = TS1_S3->Cells[k][i*2];
        }
       }
      }
      TS1_S3->Cells[j][(i+1)*2-1] = s1;
     }
    }
   }
```

```
TS2_S1->ColCount = TS1_S1->ColCount;
TS1_S4->RowCount = TS1_S1->RowCount + TS1_S3->RowCount;
TS2_S1->RowCount = TS1_S4->RowCount;
for (i=0; i<=TS1_S1->RowCount-1; i++)
{
 TS1_S4->Rows[i]->Clear();
 TS1_S4->Rows[i] = TS1_S1->Rows[i];
 TS2_S1->Rows[i]->Clear();
 TS2_S1->Rows[i] = TS1_S1->Rows[i];
}
for (i=TS1_S1->RowCount; i<=TS1_S4->RowCount; i++)
{
 TS1_S4->Rows[i]->Clear();
 TS1_S4->Rows[i] = TS1_S3->Rows[i-TS1_S1->RowCount];
 TS2_S1->Rows[i]->Clear();
 TS2_S1->Rows[i] = TS1_S3->Rows[i-TS1_S1->RowCount];
}
TS2_E0->Text = TS2_S1->RowCount;
}
//---------------------------------------------------------------------------

//Mutation Step :-----------------------------------------------------------------------------
void __fastcall TForm1::TS2_B3Click(TObject *Sender)
{
 aaaa = StrToInt(TS2_E0->Text)*StrToInt(TS2_E1->Text)/100;
 aaaa2 = aaaa/2;

 if ((aaaa2*2)-aaaa == -1)
 {
  aaaa = aaaa + 1;
```

```
 }

 TS2_S2->ColCount = TS1_S1->ColCount;
 TS2_S3->ColCount = TS1_S1->ColCount;
 TS2_S1->RowCount = TS1_S4->RowCount;
 TS2_S3->RowCount = TS1_S4->RowCount;
 TS2_S2->RowCount = aaaa;

for (i=0; i<=TS2_S2->RowCount-1; i++)
{
 TS2_S2->Rows[i]->Clear();
 ck1 = false;
 do
 {
  v1 = int(rand()%(TS2_S1->RowCount));
  ck1 = true;
  for (j=0; j<=TS2_S2->RowCount; j++)
  {
   if (TS2_S2->Cells[0][j] == TS2_S1->Cells[0][v1])
   {
    ck1 = false;
   }
  }
  if (TS2_S2->Cells[0][i] == "" && ck1 == true);
  {
   TS2_S2->Rows[i] = TS2_S1->Rows[v1];
  }
 }
 while (ck1 == false);
}
```

```
 for (i=0; i<=TS2_S1->RowCount-1; i++)
 {
  TS2_S3->Rows[i] = TS2_S1->Rows[i];
 }
}
//---------------------------------------------------------------------------

//Inversion Mutation-------------------------------------------------------------
void __fastcall TForm1::TS2_B1Click(TObject *Sender)
{
 int ivm1,ivm2;
 AnsiString ivm1_S1,ivm1_S2,ivm1_S3;


 for (i=0; i<=TS2_S2->RowCount-1; i++)
 {
  if (TS2_S2->ColCount > 3)
  {
   do
   {
    ivm1 = int(rand()%(TS2_S2->ColCount-1));
   } while (ivm1 == 0);
   do
   {
    ivm2 = int(rand()%(TS2_S2->ColCount-1));
   } while (ivm2 == ivm1 || ivm2 == 0);

   ivm1_S1 = TS2_S2->Cells[ivm1][i];
```

```
  for (j=ivm1; j<=TS2_S2->ColCount-1; j++)
  {
   TS2_S2->Cells[j][i] = TS2_S2->Cells[j+1][i];
  }
  for (j=ivm2; j<=TS2_S2->ColCount+1; j++)
  {
   if (j == ivm2)
   {
    ivm1_S3 = TS2_S2->Cells[ivm2][i];
    TS2_S2->Cells[ivm2][i] = ivm1_S1;
    ivm1_S2 = ivm1_S3;
   }
   else
   {
    ivm1_S3 = TS2_S2->Cells[j][i];
    TS2_S2->Cells[j][i] = ivm1_S2;
    ivm1_S2 = ivm1_S3;
   }
  }
 }
 else if (TS2_S2->ColCount == 3)
 {
  ivm1_S1 = TS2_S2->Cells[1][i];
  ivm1_S2 = TS2_S2->Cells[2][i];

  TS2_S2->Cells[1][i] = ivm1_S2;
  TS2_S2->Cells[2][i] = ivm1_S1;
 }
 else if (TS2_S2->ColCount == 2)
 {
```

```
    TS2_S2->Cells[1][i] = TS2_S2->Cells[1][i];
   }
  }


 for (i=0; i<=TS2_S2->RowCount; i++)
 {
  for (j=0; j<=TS2_S3->RowCount; j++)
  {
   if (TS2_S3->Cells[0][j] == TS2_S2->Cells[0][i])
   {
    TS2_S3->Rows[j] = TS2_S2->Rows[i];
   }
  }
 }
}
//---------------------------------------------------------------------------


//Displacement Mutation-------------------------------------------------------
void __fastcall TForm1::TS2_B2Click(TObject *Sender)
{
 int ivm1,ivm2;
 AnsiString ivm1_S1,ivm1_S2;


 for (i=0; i<=TS2_S2->RowCount-1; i++)
 {
  if (TS2_S2->ColCount > 3)
  {
   do
```

```
    {
     ivm1 = int(rand()%(TS2_S2->ColCount-1));
    } while (ivm1 == 0);
    do
    {
     ivm2 = int(rand()%(TS2_S2->ColCount-1));
    } while (ivm2 == ivm1 || ivm2 == 0);
    ivm1_S1 = TS2_S2->Cells[ivm1][i];
    ivm1_S2 = TS2_S2->Cells[ivm2][i];
    TS2_S2->Cells[1][i] = ivm1_S2;
    TS2_S2->Cells[2][i] = ivm1_S1;
   }
   else if (TS2_S2->ColCount == 3)
   {
    ivm1_S1 = TS2_S2->Cells[1][i];
    ivm1_S2 = TS2_S2->Cells[2][i];

    TS2_S2->Cells[1][i] = ivm1_S2;
    TS2_S2->Cells[2][i] = ivm1_S1;
   }
   else if (TS2_S2->ColCount == 2)
   {
    TS2_S2->Cells[1][i] = TS2_S2->Cells[1][i];
   }
  }
  for (i=0; i<=TS2_S2->RowCount; i++)
  {
   for (j=0; j<=TS2_S3->RowCount; j++)
   {
    if (TS2_S3->Cells[0][j] == TS2_S2->Cells[0][i])
```

```
    {
     TS2_S3->Rows[j] = TS2_S2->Rows[i];
    }
   }
  }
}
//---------------------------------------------------------------------------
//Process Time Calculation---------------------------------------------------
void __fastcall TForm1::TS5_Cal0Click(TObject *Sender)
{
 TS5_S1_T->RowCount = TS2_S3->RowCount;
 TS5_S1_T->Cols[0]->Clear();

 for (i=0; i<=TS2_S3->RowCount-1; i++)
 {
  ADODataSet8->Insert();
  ADODataSet8->Fields->Fields[31]->Value = Machine;
  ADODataSet8->Fields->Fields[32]->Value = TS2_S3->Cells[0][i];
  TS5_S1_T->Cells[0][i] = TS2_S3->Cells[0][i];
  for (j=1; j<=TS2_S3->ColCount-1; j++)
  {
   ADODataSet8->Fields->Fields[j]->Value = TS2_S3->Cells[j][i];
  }
  ADODataSet8->Post();

 }
}
//---------------------------------------------------------------------------

void __fastcall TForm1::TS5_Cal1Click(TObject *Sender)
```

```
{
 TDateTime *TL = new TDateTime();
 int dd;
 Find_SectionClick(Sender);
 ADODataSet5->Close();
 ADODataSet5->CommandText = "select * from Factory where Section like '%1%' Order by
Machine";
 ADODataSet5->Open();
 ADODataSet5->First();
 Section1 = ADODataSet5->RecordCount;
 TS5_S2_T->RowCount = Section1;
 for (i=0; i<=Section1-1; i++)
 {
  TS5_S2_T->Cells[0][i] = AnsiString(ADODataSet5->Fields->Fields[2]->Value);
  ADODataSet5->Next();
 }
 ProgressBar3->Max = TS5_S1_T->RowCount;
 ProgressBar3->Position = 0;
 c22->Caption = IntToStr(ProgressBar3->Max);

 TS5_S3_T->RowCount = Section1;
 for (i=0; i<=Section1-1; i++)
 {
  TS5_S3_T->Rows[i]->Clear();
  TS5_S3_T->Cells[0][i] = TS5_S2_T->Cells[0][i];
 }
 Process = 0;
 //Add Work To Result-----------------------------------------------------------------
 for (ax=0; ax<=TS5_S1_T->RowCount-1; ax++) //Work
 {
```

```
ADODataSet5->Close();
ADODataSet5->CommandText = "select * from Factory Order by Section,Machine";
ADODataSet5->Open();
ADODataSet5->First();
TS3_R->RowCount = ADODataSet5->RecordCount;

for (i=0; i<=TS3_R->RowCount; i++)
{
 TS3_R->Rows[i]->Clear();
 TS3_R->Cells[0][i] = AnsiString(ADODataSet5->Fields->Fields[2]->Value);
 ADODataSet5->Next();
}

for (ay=0; ay<=TS5_S2_T->RowCount-1; ay++) //Machine
{
 ADODataSet8->Close();
 ADODataSet8->CommandText = "select * from Temp2 where Machine like '%" +
TS5_S2_T->Cells[0][ay] + "%' and Style like '%" + TS5_S1_T->Cells[0][ax] + "%'";
 ADODataSet8->Open();
 if (ADODataSet8->RecordCount != 0)
 {
  TS5_S3_T->Cells[1][ay] = TS5_S1_T->Cells[0][ax];
  for (az=1; az<=30; az++)
  {
   if (ADODataSet8->Fields->Fields[az]->IsNull == false)
   {
    Work_Text = AnsiString(ADODataSet8->Fields->Fields[az]->Value);
    TS3_R->Cells[az][ay] = Work_Text;
   }
  }
```

```
  }
 }
 //Calualation-----------------------------------------------------
 Process = ax+1;
 TS5_CalClick(Sender);
 TS5_AddResultClick(Sender);
 TS5_SortResultClick(Sender);
 Time_Late_All = 0;
 //---------------------------------------------------------------
 ProgressBar3->Position = ProgressBar3->Position + 1;
 c21->Caption = IntToStr(ProgressBar3->Position);
 TL->Val = Time_Late_All * U_Hour;

 if (TL->Val > 0)
 {
  dd = int(TL->Val);
  if (dd != 0)
  {
   L_Late->Caption = "+" + IntToStr(dd) + " Day " + TL->TimeString();
  }
  else
  {
   L_Late->Caption = "+" + TL->TimeString();
  }
 }
 else
 {
  dd = int(TL->Val);
  if (dd != 0)
  {
```

```
      L_Late->Caption = "-" + IntToStr(dd) + " Day " + TL->TimeString();
     }
     else
     {
      L_Late->Caption = "-" + TL->TimeString();
     }
    }
  }
}
//---------------------------------------------------------------------------




void __fastcall TForm1::TS5_CalClick(TObject *Sender)
{
 TDateTime *T01 = new TDateTime();
 TDateTime *T02 = new TDateTime();

 ADODataSet4->Close();
 ADODataSet4->CommandText = "select * from Temp";
 ADODataSet4->Open();
 if (ADODataSet4->RecordCount != 0)
 {
  ADODataSet4->First();
  j = ADODataSet4->RecordCount;
  for (i=1; i<=j; i++)
  {
   ADODataSet4->Delete();
```

```
  }
 }
 Cal_Mac = 0;
 //Section 1 Calculation----------------------------------------------------
 for (i=0; i<=TS5_S2_T->RowCount-1; i++)
 {
  Cal_Mac = Cal_Mac + 1;

  ADODataSet7->Close();
  ADODataSet7->CommandText = "select * from Work2 where Machine like '%" + TS5_S2_T-
>Cells[0][i] + "%' Order by Section";
  ADODataSet7->Open();
  Work_in_Mac = ADODataSet7->RecordCount;

  Time_Start = 0;
  for (j=1; j<=Work_in_Mac; j++)
  {
   Machine_Do = TS3_R->Cells[0][i];
   Work_Do = TS3_R->Cells[j][i];

   ADODataSet5->Close();
   ADODataSet5->CommandText = "select * from Factory where Machine like '%" +
Machine_Do + "%'";
   ADODataSet5->Open();

   ADODataSet6->Close();
   ADODataSet6->CommandText = "select * from Work where Work like '%" + Work_Do +
"%'";
   ADODataSet6->Open();
```

```
    Rate_M = StrToFloat(AnsiString(ADODataSet5->Fields->Fields[4]->Value));
    T01->Val = StrToDateTime(AnsiString(ADODataSet5->Fields->Fields[3]->Value));
    Setup_Time = float(T01->Val)/U_Hour;

    T02->Val = StrToDateTime(AnsiString(ADODataSet6->Fields->Fields[4]->Value));
    Start = float(T02->Val)/U_Hour;
    Rate_W = StrToFloat(AnsiString(ADODataSet6->Fields->Fields[3]->Value));
    Quantity = StrToFloat(AnsiString(ADODataSet6->Fields->Fields[2]->Value));

    Time_Cal = Setup_Time + (Quantity / (Rate_M * Rate_W));
    Time_Start = Time_Start + Start;
    Time_Finish = Time_Start + Time_Cal;

    ADODataSet7->Close();
    ADODataSet7->CommandText = "select * from Work2 where Work like '%" + Work_Do +
"%' Order by Section";
    ADODataSet7->Open();
    ADODataSet7->First();
    ADODataSet7->Next();

    ADODataSet4->Insert();
    ADODataSet4->Fields->Fields[1]->Value = AnsiString(ADODataSet6->Fields->Fields[1]-
>Value);
    T01->Val = StrToDateTime(AnsiString(ADODataSet6->Fields->Fields[5]->Value));
    ADODataSet4->Fields->Fields[2]->Value = FloatToStr(float(T01->Val) / U_Hour);
    ADODataSet4->Fields->Fields[3]->Value = FormatFloat("0.##########",Time_Cal);
    ADODataSet4->Fields->Fields[4]->Value = FormatFloat("0.##########",Time_Start);
    ADODataSet4->Fields->Fields[5]->Value = FormatFloat("0.##########",Time_Finish);
    ADODataSet4->Fields->Fields[6]->Value = "0";
```

```
    ADODataSet4->Fields->Fields[7]->Value = AnsiString(ADODataSet7->Fields->Fields[2]-
>Value);
    ADODataSet4->Fields->Fields[8]->Value = "1";
    ADODataSet4->Fields->Fields[9]->Value = Machine_Do;
    ADODataSet4->Fields->Fields[10]->Value = Time_Finish;
    ADODataSet4->Fields->Fields[11]->Value = Time_Start;
    ADODataSet4->Post();
    Time_Start = Time_Finish;
   }
  }
  ADODataSet4->Close();
  ADODataSet4->CommandText = "select * from Temp Order by Temp5,Temp2";
  ADODataSet4->Open();
  //---------------------------------------------------------------------------
  for (i=1; i<=ListBox1->Items->Count-1; i++)
  {
   ADODataSet5->Close();
   ADODataSet5->CommandText = "select * from Factory where Section like '%" + ListBox1-
>Items->Strings[i] + "%'";
   ADODataSet5->Open();
   Mac_in_Sec = ADODataSet5->RecordCount;
   //Add---------------------------------------------------------------------
   for (j=Cal_Mac; j<=Cal_Mac + Mac_in_Sec-1; j++)
   {
    Work_Text = TS3_R->Cells[0][j];
    ADODataSet4->Close();
    ADODataSet4->CommandText = "select * from Temp where Temp7 like '%" + Work_Text +
"%' Order by Temp10,Temp2";
    ADODataSet4->Open();
    Work_in_Mac = ADODataSet4->RecordCount;
```

```
    //TS3_R->Rows[j]->Clear();
    ADODataSet4->First();
    if (ADODataSet4->RecordCount != 0)
    {
     ADODataSet4->First();
     //TS3_R->Cells[0][j] = AnsiString(ADODataSet4->Fields->Fields[7]->Value);
     for (k=1; k<=Work_in_Mac; k++)
     {
      TS3_R->Cells[k][j] = AnsiString(ADODataSet4->Fields->Fields[1]->Value);
      ADODataSet4->Next();
     }
    }
   }
   //Cal-----------------------------------------------------------------------
   for (j=Cal_Mac; j<=Cal_Mac + Mac_in_Sec-1; j++)
   {
    Machine_Do = TS3_R->Cells[0][j];
    ADODataSet4->Close();
    ADODataSet4->CommandText = "select * from Temp where Temp7 like '%" + TS3_R-
>Cells[0][j] + "%' Order by Temp10,Temp2";
    ADODataSet4->Open();
    ADODataSet4->First();

    Work_in_Mac = ADODataSet4->RecordCount;
    if (Work_in_Mac != 0)
    {
     Time_Start2 = float(ADODataSet4->Fields->Fields[5]->Value);
    }
    for (k=1; k<=Work_in_Mac; k++)
    {
```

```
Machine_Do = TS3_R->Cells[0][j];
Work_Do = TS3_R->Cells[k][j];
ADODataSet5->Close();
ADODataSet5->CommandText = "select * from Factory where Machine like '%" +
Machine_Do + "%'";
ADODataSet5->Open();
ADODataSet6->Close();
ADODataSet6->CommandText = "select * from Work where Work like '%" + Work_Do +
"%'";
ADODataSet6->Open();
ADODataSet8->Close();
ADODataSet8->CommandText = "select * from Temp where Temp1 like '%" + Work_Do +
"%' and Temp8 like '%" + IntToStr(i) + "%'";
ADODataSet8->Open();
Time_Finish_Old2 = StrToFloat(AnsiString(ADODataSet8->Fields->Fields[5]->Value));
Rate_M = StrToFloat(AnsiString(ADODataSet5->Fields->Fields[4]->Value));
T01->Val = StrToDateTime(AnsiString(ADODataSet5->Fields->Fields[3]->Value));
Setup_Time = float(T01->Val)/U_Hour;
Rate_W = StrToFloat(AnsiString(ADODataSet6->Fields->Fields[3]->Value));
Quantity = StrToFloat(AnsiString(ADODataSet6->Fields->Fields[2]->Value));
Time_Cal = Setup_Time + (Quantity / (Rate_M * Rate_W));
if ((Time_Start2 >= Time_Finish_Old2) && (k == 1))
{
 Time_Start = Time_Start2;
}
else
{
 if (Time_Finish_Old < Time_Finish_Old2)
 {
  Time_Start = Time_Finish_Old2;
```

```
        }
        else
        {
          Time_Start = Time_Finish_Old;
        }
      }
      Time_Finish = Time_Start + Time_Cal;
      Time_Finish_Old = Time_Finish;
      ADODataSet7->Close();
      ADODataSet7->CommandText = "select * from Work2 where Work like '%" + Work_Do +
"%' Order by Section";
      ADODataSet7->Open();
      ADODataSet7->First();
      for (l=0; l<=i; l++)
      {
        ADODataSet7->Next();
      }
      ADODataSet4->Insert();
      ADODataSet4->Fields->Fields[1]->Value = AnsiString(ADODataSet6->Fields->Fields[1]-
>Value);
      T01->Val = StrToDateTime(AnsiString(ADODataSet6->Fields->Fields[5]->Value));
      ADODataSet4->Fields->Fields[2]->Value = FloatToStr(float(T01->Val) / U_Hour);
      ADODataSet4->Fields->Fields[3]->Value = FormatFloat("0.##########",Time_Cal);
      ADODataSet4->Fields->Fields[4]->Value = FormatFloat("0.##########",Time_Start);
      ADODataSet4->Fields->Fields[5]->Value = FormatFloat("0.##########",Time_Finish);
      ADODataSet4->Fields->Fields[6]->Value = "0";
      ADODataSet4->Fields->Fields[7]->Value = ADODataSet7->Fields->Fields[2]->Value;
      ADODataSet4->Fields->Fields[8]->Value = i+1;
      ADODataSet4->Fields->Fields[9]->Value = Machine_Do;
      ADODataSet4->Fields->Fields[10]->Value = Time_Finish;
```

```
      ADODataSet4->Fields->Fields[11]->Value = Time_Start;
      ADODataSet4->Post();
      Time_Start = Time_Finish;
     }
    }
    Cal_Mac = Cal_Mac + Mac_in_Sec;
  }
  Time_Late_All = 0;
  i = ListBox1->Items->Count;
  ADODataSet4->Close();
  ADODataSet4->CommandText = "select * from Temp where Temp8 like '%" + ListBox1-
>Items->Strings[i-1] + "%' Order by Temp5,Temp2";
  ADODataSet4->Open();
  ADODataSet4->First();
  for (i=1; i<=ADODataSet4->RecordCount; i++)
  {
    Time_Finish = float(ADODataSet4->Fields->Fields[5]->Value);
    Time_Due = float(ADODataSet4->Fields->Fields[2]->Value);
    Time_Late = Time_Finish - Time_Due;
    Time_Late_All = Time_Late_All + Time_Late;
    ADODataSet4->Edit();
    ADODataSet4->Fields->Fields[6]->Value = FormatFloat("0.##########",Time_Late);
    ADODataSet4->Post();
    ADODataSet4->Next();
  }
  delete T01;
  delete T02;
}
//---------------------------------------------------------------------------
```

```
void __fastcall TForm1::TS5_AddResultClick(TObject *Sender)
{
 x_process = x_process + 1;
 Chart2->Series[0]->AddXY(x_process,Time_Late_All,IntToStr(x) + "-" +
FormatFloat("000",ax),clRed);

 //Add Result----------------------------------------------------------
 for (i=0; i<=TS5_S3_T->RowCount-1; i++)
 {
  ADODataSet8->Close();
  ADODataSet8->CommandText = "select * from Temp2 where Machine like '%" + TS5_S3_T-
>Cells[0][i] + "%' and Style like '%" + TS5_S3_T->Cells[1][i] + "%'";
  ADODataSet8->Open();

  ADODataSet9->Insert();
  for (j=1; j<=32; j++)
  {
   ADODataSet9->Fields->Fields[j]->Value = ADODataSet8->Fields->Fields[j]->Value;
  }
  ADODataSet9->Fields->Fields[31]->Value = TS5_S3_T->Cells[0][i];
  ADODataSet9->Fields->Fields[33]->Value = x;
  ADODataSet9->Fields->Fields[34]->Value = Time_Late_All;
  ADODataSet9->Fields->Fields[35]->Value = Process;
  ADODataSet9->Post();
 }
}
//---------------------------------------------------------------------------------------------------

void __fastcall TForm1::TS5_SortResultClick(TObject *Sender)
{
```

```
void __fastcall TForm1::TS5_AddResultClick(TObject *Sender)
{
 x_process = x_process + 1;
 Chart2->Series[0]->AddXY(x_process,Time_Late_All,IntToStr(x) + "-" +
FormatFloat("000",ax),clRed);

 //Add Result----------------------------------------------------------------
 for (i=0; i<=TS5_S3_T->RowCount-1; i++)
 {
  ADODataSet8->Close();
  ADODataSet8->CommandText = "select * from Temp2 where Machine like '%" + TS5_S3_T-
>Cells[0][i] + "%' and Style like '%" + TS5_S3_T->Cells[1][i] + "%'";
  ADODataSet8->Open();

  ADODataSet9->Insert();
  for (j=1; j<=32; j++)
  {
   ADODataSet9->Fields->Fields[j]->Value = ADODataSet8->Fields->Fields[j]->Value;
  }
  ADODataSet9->Fields->Fields[31]->Value = TS5_S3_T->Cells[0][i];
  ADODataSet9->Fields->Fields[33]->Value = x;
  ADODataSet9->Fields->Fields[34]->Value = Time_Late_All;
  ADODataSet9->Fields->Fields[35]->Value = Process;
  ADODataSet9->Post();
 }
}
//---------------------------------------------------------------------------

void __fastcall TForm1::TS5_SortResultClick(TObject *Sender)
{
```

```
void __fastcall TForm1::TS5_AddResultClick(TObject *Sender)
{
 x_process = x_process + 1;
 Chart2->Series[0]->AddXY(x_process,Time_Late_All,IntToStr(x) + "-" +
FormatFloat("000",ax),clRed);

 //Add Result----------------------------------------------------------------
 for (i=0; i<=TS5_S3_T->RowCount-1; i++)
 {
  ADODataSet8->Close();
  ADODataSet8->CommandText = "select * from Temp2 where Machine like '%" + TS5_S3_T-
>Cells[0][i] + "%' and Style like '%" + TS5_S3_T->Cells[1][i] + "%'";
  ADODataSet8->Open();

  ADODataSet9->Insert();
  for (j=1; j<=32; j++)
  {
   ADODataSet9->Fields->Fields[j]->Value = ADODataSet8->Fields->Fields[j]->Value;
  }
  ADODataSet9->Fields->Fields[31]->Value = TS5_S3_T->Cells[0][i];
  ADODataSet9->Fields->Fields[33]->Value = x;
  ADODataSet9->Fields->Fields[34]->Value = Time_Late_All;
  ADODataSet9->Fields->Fields[35]->Value = Process;
  ADODataSet9->Post();
 }
}
//---------------------------------------------------------------------------

void __fastcall TForm1::TS5_SortResultClick(TObject *Sender)
{
```

```
void __fastcall TForm1::TS5_AddResultClick(TObject *Sender)
{
 x_process = x_process + 1;
 Chart2->Series[0]->AddXY(x_process,Time_Late_All,IntToStr(x) + "-" +
FormatFloat("000",ax),clRed);

 //Add Result----------------------------------------------------------------
 for (i=0; i<=TS5_S3_T->RowCount-1; i++)
 {
  ADODataSet8->Close();
  ADODataSet8->CommandText = "select * from Temp2 where Machine like '%" + TS5_S3_T-
>Cells[0][i] + "%' and Style like '%" + TS5_S3_T->Cells[1][i] + "%'";
  ADODataSet8->Open();

  ADODataSet9->Insert();
  for (j=1; j<=32; j++)
  {
   ADODataSet9->Fields->Fields[j]->Value = ADODataSet8->Fields->Fields[j]->Value;
  }
  ADODataSet9->Fields->Fields[31]->Value = TS5_S3_T->Cells[0][i];
  ADODataSet9->Fields->Fields[33]->Value = x;
  ADODataSet9->Fields->Fields[34]->Value = Time_Late_All;
  ADODataSet9->Fields->Fields[35]->Value = Process;
  ADODataSet9->Post();
 }
}
//---------------------------------------------------------------------------------------------------

void __fastcall TForm1::TS5_SortResultClick(TObject *Sender)
{
```

```
 //Sort Result----------------------------------------------------------------
 ADODataSet9->Close();
 ADODataSet9->CommandText = "select * from Temp3 Order by Time_Late_All,Process";
 ADODataSet9->Open();
 if (ADODataSet9->RecordCount > (StrToInt(TS1_E1->Text)*TS5_S2_T->RowCount))
 {
  j = ADODataSet9->RecordCount;
  for (i=1; i<=j; i++)
  {
   if (i > StrToInt(TS1_E1->Text)*TS5_S2_T->RowCount)
   {
    ADODataSet9->Delete();
   }
   ADODataSet9->Next();
  }
 }
 ADODataSet9->Close();
 ADODataSet9->CommandText = "select * from Temp3 Order by Cycle,Process,Machine";
 ADODataSet9->Open();
}
//---------------------------------------------------------------------------------------------------------
```

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ : นายปานพล พฤกษาจันทนา

ชื่อวิทยานิพนธ์ : การปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตโดยการวางแผนและจัดตารางการผลิต กรณีศึกษา : โรงงานผลิตกล่องกระดาษ

สาขาวิชา : วิศวกรรมอุตสาหการ

ประวัติส่วนตัว

เกิดวันพุธที่ 27 เมษายน พ.ศ. 2527 ที่อยู่ปัจจุบัน 151/82 ม.พงษ์เพชร ถ.แจ้งวัฒนะ ทุ่งสองห้อง หลักสี่ กทม. 10210

ประวัติการศึกษา

สำเร็จการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นจากโรงเรียนเซนต์จอห์น สำเร็จการศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ สาขาวิชาเครื่องกล และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ภาควิชาวิศวกรรมการผลิต คณะวิศวกรรมศาสตร์