



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมอุตสาหการ)

ปริญญา

วิศวกรรมอุตสาหการ

วิศวกรรมอุตสาหการ

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การพัฒนาการจัดตารางการผลิตโดยวิธีฮิวริสติกแบบผสมในอุตสาหกรรม
การผลิตอุปกรณ์ไฟรถยนต์

Development of a Production Scheduling in Automotive Lamp Equipment Industry use
Hybrid Heuristic Scheduling Method

نامผู้วิจัย นายอริวัฒน์ มีสมหวัง

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์รุ่งรัตน์ กิษฐ์เพ็ญ, D.Eng.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(อาจารย์พรเทพ อนุสรณินิตสาร, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(รองศาสตราจารย์อนันต์ มุ่งวัฒนา, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา วีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาการจัดการตารางการผลิตโดยวิธีฮิวริสติกแบบผสมในอุตสาหกรรม

การผลิตอุปกรณ์ไฟรถยนต์

Development of a Production Scheduling in Automotive Lamp Equipment Industry
use Hybrid Heuristic Scheduling Method

โดย

นายอริวัฒน์ มีสมหวัง

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อขอความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมอุตสาหกรรม)

พ.ศ. 2553

อิริวัฒน์ มีสมหวัง 2553: การพัฒนาการจัดตารางการผลิตโดยวิธีฮิวริสติกแบบผสมใน
อุตสาหกรรมการผลิตอุปกรณ์ไฟรถยนต์ ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
(วิศวกรรมอุตสาหกรรม) สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์รุ่งรัตน์ ภิสิทธิ์เพ็ญ, D.Eng.
136 หน้า

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาระบบการจัดตารางการผลิตเพื่อการจัดลำดับการผลิตที่เหมาะสมทำให้ได้ลำดับงานที่เหมาะสม เพื่อให้ได้กำไรจากการทำการผลิตสูงสุด ซึ่งการผลิตอุปกรณ์ไฟรถยนต์ถือเป็นระบบการผลิตแบบทำตามสั่ง (Job Shop) เนื่องจากต้องผลิตให้ได้ตามความต้องการของลูกค้า จึงมีความหลากหลายของผลิตภัณฑ์สูง ดังนั้นการจัดตารางการผลิตเพื่อให้สามารถส่งงานทั้งหมดให้ลูกค้าได้ตามกำหนดจึงเป็นสิ่งที่ผู้ผลิตต้องการวิธีการจัดลำดับงานแบบเดิม คือ งานที่มีกำหนดส่งก่อนจะทำ การผลิตก่อน (EDD) พบว่าการจัดตารางการผลิตไม่สามารถทำการผลิตได้เสร็จทันตามกำหนดเวลาส่งมอบให้ลูกค้า จึงทำการจัดตารางการผลิตด้วยโปรแกรมอาร์โนนาเพื่อช่วยลดเวลาในการวางแผนการผลิตโดยนำวิธีฮิวริสติก 7 วิธี ได้แก่ SPT, SPRT, CR, MST, MDD, PT+WINQ, ETR และได้เสนอวิธีการใหม่ คือ ฮิวริสติกแบบผสมผสาน (Hybrid Heuristic) เพื่อหาลำดับงานที่เหมาะสมและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของโรงงานให้มากที่สุด พบว่าวิธีที่ให้สมรรถนะที่เหมาะสมสำหรับข้อมูลเดือนที่ได้ทำการจัดตารางการผลิตช่วงสองสัปดาห์แรกของเดือนสิงหาคม คือวิธีการจัดตารางการผลิตโดยใช้ระบบฮิวริสติกแบบ ผสมผสาน โดยให้ค่าผลกำไรโดยรวมเพิ่มขึ้นจากวิธีเดิมถึง 57.07%

Atiwat Meesomwang 2010: Development of a Production Scheduling in Automotive Lamp Equipment Industry use Hybrid Heuristic Scheduling Method. Master of Engineering (Industrial Engineering), Major Field: Industrial Engineering, Department of Industrial Engineering. Thesis Advisor: Associate Professor Roongrat Pisuchpen, D.Eng. 136 pages.

The objective of this research was to developing the effective scheduling system in order to give highest profit. Automotive Lamp Equipment Industry is a job shop production system because it is produced to meet the customer needs. The automotive lamp equipment have high product variety then the high efficiency of job scheduling is required for lamp manufacturer. The traditional job scheduling is EDD (Early Due Date) then we found that delivery date was often tardiness. This paper proposed the computer simulation software (Arena) to reduce time that used for planning and presents the heuristic approach such as SPT, SPRT, CR , MST, MDD, PT+WING, ETR and hybrid heuristic method. After that, the performance of each heuristic method is measured and compared with the hybrid heuristic method to find the best job sequence of Automotive Lamp Equipment production. We found out that hybrid heuristic scheduling is the best method because give maximum profit that increase 57% of total profit from traditional rules.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลือจากบุคคลหลายท่าน ผู้วิจัยขอกราบ
ขอบพระคุณ ผศ.ดร.รุ่งรัตน์ ภิธัชเพ็ญ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และ อ.ดร.พรเทพ อนุสร
นิตสาร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้ให้ความรู้ คำปรึกษาในการเรียน และแนวทางในการ
ค้นคว้าวิจัย และกราบขอบพระคุณ อ.ดร.ชนะ รักยศิริ ประธานการสอบ ผศ.ดร.กาญจนา กาญจน
สุนทร ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำตลอดจนการตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้เสร็จ
สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และคุณนิภา จงจอหอ ผู้ซึ่งเป็นครอบครัวที่อบอุ่น
พร้อมให้การสนับสนุนทางด้านการศึกษา เป็นความรักและกำลังใจที่ยิ่งใหญ่ให้แก่ข้าพเจ้า และ
เพื่อน ๆ ที่ร่วมเป็นกำลังใจเสมอมา จนทำให้ผู้วิจัยสามารถทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้
ด้วยดี

อริวัฒน์ มีสมหวัง
กุมภาพันธ์ 2553

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	(7)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	5
อุปกรณ์และวิธีการ	22
อุปกรณ์	22
วิธีการ	22
ผลและวิจารณ์	50
ผล	50
วิจารณ์	72
สรุปและข้อเสนอแนะ	73
สรุป	73
ข้อเสนอแนะ	75
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	76
ภาคผนวก	79
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	136

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	วัตถุประสงค์ที่แต่ละ Dispatching Rule สามารถให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดใน การผลิตแบบตามสั่ง	15
2	แสดงค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ของแต่ละผลิตภัณฑ์	30
3	ยอดคำสั่งซื้อของสองสัปดาห์แรกเดือนสิงหาคม	32
4	จำนวนเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต	34
5	แสดงเวลามาตรฐานการผลิตและจำนวนที่ต้องผลิตโดยประมาณของแต่ละ ผลิตภัณฑ์	35
6	การแจกแจงของตัวแปรนำเข้า	38
7	ค่าลำดับของแต่ละงานในแต่ละวิธีการจัดตารางการผลิต	39
8	ตัวแปรต่างๆที่โปรแกรม Arena รับค่าผ่านทาง Microsoft Excel	42
9	ผลจากการจัดลำดับงานด้วยวิธี Shortest Processing Time	50
10	ผลจากการจัดลำดับงานด้วยวิธี Shortest Remaining Processing Time	52
11	ผลจากการจัดลำดับงานด้วยวิธี Critical Ratio	54
12	ผลจากการจัดลำดับงานด้วยวิธี Minimum Slack Time	56
13	ผลจากการจัดลำดับงานด้วยวิธี Modified Due date	58
14	ผลจากการจัดลำดับงานด้วยวิธี Processing Time + Work in next queue	60
15	ผลจากการจัดลำดับงานด้วยวิธี Earliness to Tardiness Cost Ratio	62
16	ผลจากการจัดลำดับงานด้วยวิธี Hybrid Heuristic	64
17	ผลกำไรจากการจัดตารางการผลิตด้วยวิธีต่าง ๆ	66

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ตัวอย่างของชิ้นงานพลาสติกที่ทำการฉีดเสร็จเพื่อรอการประกอบ	23
2	ขั้นตอนการหยอดกาวชิ้นงานไฟหลังรถยนต์	23
3	ขั้นตอนการใส่กั้นแสงและใช้เครื่องย้ำมือโยกกดลงในงานฉาย	24
4	ขั้นตอนการประกอบงานเข้ากับเบ้าโดยใช้จิ๊กช่วยในการประกอบ	24
5	ลักษณะการวางชิ้นงานเพื่อทำการเชื่อมชิ้นงานด้วยเครื่อง Ultrasonic	25
6	ส่วนงานเชื่อมชิ้นงานด้วยเครื่อง Ultrasonic	26
7	การตรวจสอบการรั่วของลม	26
8	การตรวจสอบการติดไฟของชิ้นงาน	27
9	ส่วนงานบรรจุผลิตภัณฑ์	27
10	ชิ้นงานหลังทำการผลิตเสร็จเรียบร้อยรอส่งลูกค้า	28
11	แผนผังของโรงงาน	29
12	โมดูลการเลือกกฎในการดำเนินการวางแผนการผลิตในโปรแกรม Arena	42
13	โมดูลการเลือกกฎเพื่อกำหนดค่าลำดับงาน	43
14	ส่วนที่ใช้คำนวณการทำงานในสถานงานที่ 6	44
15	หน้าต่างหลักในการเลือกการจัดการการผลิต	45
16	หน้าต่างการใส่ข้อมูลในการจัดการการผลิต	45
17	หน้าต่างแสดงผลค่ากำไรโดยรวมที่ได้จากการจัดการการผลิตด้วยวิธีต่าง ๆ	46
18	การเลือกกฎที่ดีที่สุดที่ใช้ในการจัดการการผลิต	46
19	หน้าต่างการเลือกกฎที่ดีที่สุดรองลงมาที่ใช้ในการจัดการการผลิต	47
20	หน้าต่างการแสดงผลค่าเปรียบเทียบวิธีจัดการการผลิตแบบต่างๆ กับฮิวริสติกแบบผสม	47
21	การเลือกกฎที่ดีที่สุดที่จะใช้ร่วมกับวิธีการเลือกงานเพื่อจ้างผลิต	48
22	หน้าต่างแสดงผลกำไรรวมจากการจัดการการผลิตพร้อมกับเลือกงานเพื่อจ้าง ผลิต	48
23	ขั้นตอนการจัดการการผลิตด้วยโปรแกรมการจัดการการผลิต	49

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
24	การเปรียบเทียบผลกำไรจากการจัดตารางการผลิตแบบต่าง ๆ	67
25	การเปรียบเทียบ Number of Tardiness จากการจัดตารางการผลิตแบบต่าง ๆ	68
26	การเปรียบเทียบเวลางานสายรวม (Total Tardiness Time) จากการจัด ตารางการผลิต	68
27	การเปรียบเทียบ $C_{\max}$ จากการจัดตารางการผลิตแบบต่าง ๆ	69
28	การเปรียบเทียบ Mean Flow Time จากการจัดตารางการผลิตแบบต่าง ๆ	69
29	การเปรียบเทียบงานที่ต้องทำการจ้างผลิตของแต่ละกฎ	70
30	การเปรียบเทียบ ผลกำไรรวมจากการจัดตารางการผลิตรวมกับกฎการ งานเพื่อทำการจ้างผลิตแบบต่าง ๆ	71
31	กราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 5 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 5	80
32	กราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 5 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 6	80
33	กราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 5 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 8	81
34	กราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 5 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 10	81
35	กราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 5 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 25	82
36	กราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 5 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 26	82
37	กราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 5 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 28	83
38	กราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 5 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 29	83
39	กราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 5 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 44	84
40	กราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 5 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 46	84
41	กราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 5 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 48	85
42	กราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 5 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 50	85
43	กราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 1	86
44	กราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 2	86
45	กราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 3	87
46	กราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 4	87

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

P	=	เวลาในการผลิตรวมทุกสถานีงานของงานแต่ละงาน (นาทีก)
p	=	เวลาในการทำการผลิตของแต่ละสถานีงานของแต่ละงาน (นาทีก)
r	=	เวลาในการผลิตรวมของสถานีงานที่เหลือของแต่ละงาน (นาทีก)
t	=	เวลาของระบบในขณะที่ทำการผลิตพิจารณาเลือกลำดับงาน (ชั่วโมง)
d	=	กำหนดส่งงาน (ชั่วโมง)
W	=	จำนวนเวลาการทำงานของงานที่รอในคิวของสถานีงานที่จะทำเป็นลำดับต่อไป (นาทีก)
h	=	ค่าใช้จ่ายจากการเก็บรักษาสินค้า (บาท/ชิ้น/วัน)
e	=	ค่าใช้จ่ายจากการผลิตงานล่าช้ากว่าวันส่ง (บาท/ชิ้น/วัน)
Z	=	ค่าของการจัดลำดับ

การพัฒนาการจัดตารางการผลิตโดยวิธีฮิวริสติกแบบผสมในอุตสาหกรรมการผลิต อุปกรณ์ไฟรถยนต์

Development of a Production Scheduling in Automotive Lamp Equipment Industry use Hybrid Heuristic Scheduling Method

คำนำ

แนวโน้มการแข่งขันในตลาดโลก การใช้ต้นทุนที่ต่ำกว่า ใช้เวลาในการผลิตที่สั้นกว่า และความหลากหลายของผลิตภัณฑ์มากกว่า จะทำให้มีความสามารถในการแข่งขันที่สูงขึ้น ดังนั้น บริษัทจะต้องมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์และระบบการผลิตอย่างต่อเนื่อง เพื่อตอบสนองความพึงพอใจของลูกค้า และวัตถุประสงค์การผลิตอันประกอบด้วยการผลิตสินค้าที่มีคุณภาพตามข้อกำหนดของลูกค้า สามารถผลิตได้ทันกำหนดส่งมอบ ดังนั้นแนวโน้มการผลิตจะมุ่งเน้นที่ลูกค้าเป็นสำคัญ ทำให้ระบบการผลิตตามสั่ง (Job Shop) ซึ่งมีปริมาณการผลิตครั้งละไม่มากแต่เน้นที่ความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ตามความต้องการของลูกค้าเริ่มมีบทบาทสำคัญมากขึ้น

เป็นที่ทราบกันดีว่าปัญหาการจัดตารางการผลิตแบบตามสั่ง (Job Shop) โดยทั่วไปนั้นจะมีการนำวิธีการbranch and bound (Branch and Bound) และวิธีแบบ Integer Programming มาใช้ อย่างไรก็ตามวิธีการแบบbranch and bound นั้น ก็มีข้อเสียที่หลีกเลี่ยงไม่ได้อยู่ 2 ประการคือ ต้องการการคำนวณที่ซับซ้อนมากในปัญหาใหญ่ ๆ และถึงแม้ว่าปัญหานั้นจะมีขนาดเล็กก็ไม่สามารถรับประกันได้ว่าจะได้ผลลัพธ์อย่างรวดเร็ว เนื่องจากปัญหาประเภทนี้มีลักษณะเป็นปัญหา NP-hard ซึ่งเป็นปัญหาคำนวณขนาดใหญ่ ทำให้ต้องใช้เวลาในการหาคำตอบนานมาก ซึ่งการวางแผนการจัดตารางการผลิตแบบตามสั่งโดยทั่วไปเป็นการวางแผนระยะสั้นทำการวางแผนเป็นรายวันหรือรายสัปดาห์ ดังนั้นการหาคำตอบต้องมีความรวดเร็วไม่ใช้เวลานานจนเกินไป จึงเสนอวิธีฮิวริสติก (Heuristic) ในการจัดตารางการผลิตที่ใช้กับโรงงานอุตสาหกรรมจริง

เนื่องจากสถานะเศรษฐกิจตกต่ำในปัจจุบันทำให้สภาพคล่องของทางบริษัทประสบกับปัญหา แผนการลงทุนในการสร้างโรงงานใหม่เพื่อรองรับปริมาณการสั่งซื้อของลูกค้าจึงต้องชะลอไว้ด้วยจึงทำให้ทางบริษัทต้องรับสถานะที่กำลังการผลิตไม่เพียงพอ จึงทำให้เกิดการส่งสินค้าไม่ทันกำหนด ซึ่งทางบริษัทก็ได้พยายามหาทางแก้ไขเกี่ยวกับปัญหาที่กำลังการผลิตไม่เพียงพอนี้โดย การ

จ้างบริษัทอื่นผลิตในบางผลิตภัณฑ์ที่ไม่ติดปัญหาเรื่องคุณภาพสามารถจ้างผลิตได้ซึ่งแนวทางการแก้ปัญหาดังกล่าวของบริษัทก็สามารถที่จะแก้ปัญหการส่งงานล่าช้าเบื้องต้นได้แต่ยังไม่ดีนักเนื่องจากมีผลิตภัณฑ์มากทำให้การเลือกผลิตภัณฑ์ที่จะทำการจ้างผลิต ซึ่งทำให้ผลกำไรของบริษัทในไตรมาสที่แล้วลดลงถึง 15 % ถ้าทางบริษัทสามารถหาวิธีในการจัดการการผลิตที่รวดเร็วและสามารถตัดสินใจที่ดีได้ก็จะสามารถเพิ่มกำไรในการผลิตได้มากขึ้น

ดังนั้นส่วนที่ต้องทำการแก้ไขคือการวางแผนการผลิตและการตัดสินใจที่จะเลือกการผลิตแบบต่าง ๆ ของบริษัทเพื่อที่จะเพิ่มผลกำไรที่ได้จากการผลิตและทำให้งานสามารถจัดส่งตามกำหนดที่ลูกค้าต้องการ ซึ่งในการพัฒนาการจัดการการผลิตจะต้องมีการเก็บข้อมูลในส่วนของเวลาที่ใช้ในการผลิตของผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ค่าใช้จ่ายต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการผลิต การส่งมอบ และการจ้างผลิตของแต่ละผลิตภัณฑ์รวมถึงผลกำไรที่จะได้รับการผลิตด้วยเพื่อที่จะนำมาใช้ในการจัดการการผลิตด้วย

วัตถุประสงค์

ในการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะทำการศึกษาดังนี้ คือ

1. เพื่อทำการจำลองการจัดลำดับงานในการผลิตให้กับโรงงานภายใต้ข้อจำกัดที่มีของโรงงาน
2. เพื่อการจัดลำดับการผลิตที่เหมาะสมทำให้ได้ลำดับงานที่เหมาะสม โดยตัววัดผลที่โรงงานตัวอย่างให้ความสำคัญคือ กำไรหรือผลตอบแทนที่บริษัทจะได้จากการผลิต
3. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบและเสนอแนะการจัดตารางการผลิตปัจจุบันกับการจัดตารางการผลิตโดยใช้วิธีฮิวริสติก (Heuristic) 8 วิธี ได้แก่ SPT, SRPT, CR, MST, MDD, ETR, EDD และ PT+WINQ
4. เปรียบเทียบค่าของตัววัดผลต่าง ๆ ที่ได้จากการใช้วิธีฮิวริสติกเปรียบเทียบกับการใช้วิธีฮิวริสติกแบบผสมผสาน (Hybrid Heuristic Method)
5. หาสถานะในการวางแผนการผลิตที่เหมาะสม ได้แก่ งานที่ จะทำการจ้างผลิต ฮิวริสติกที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการจัดตารางการผลิต

ขอบเขตของการวิจัย

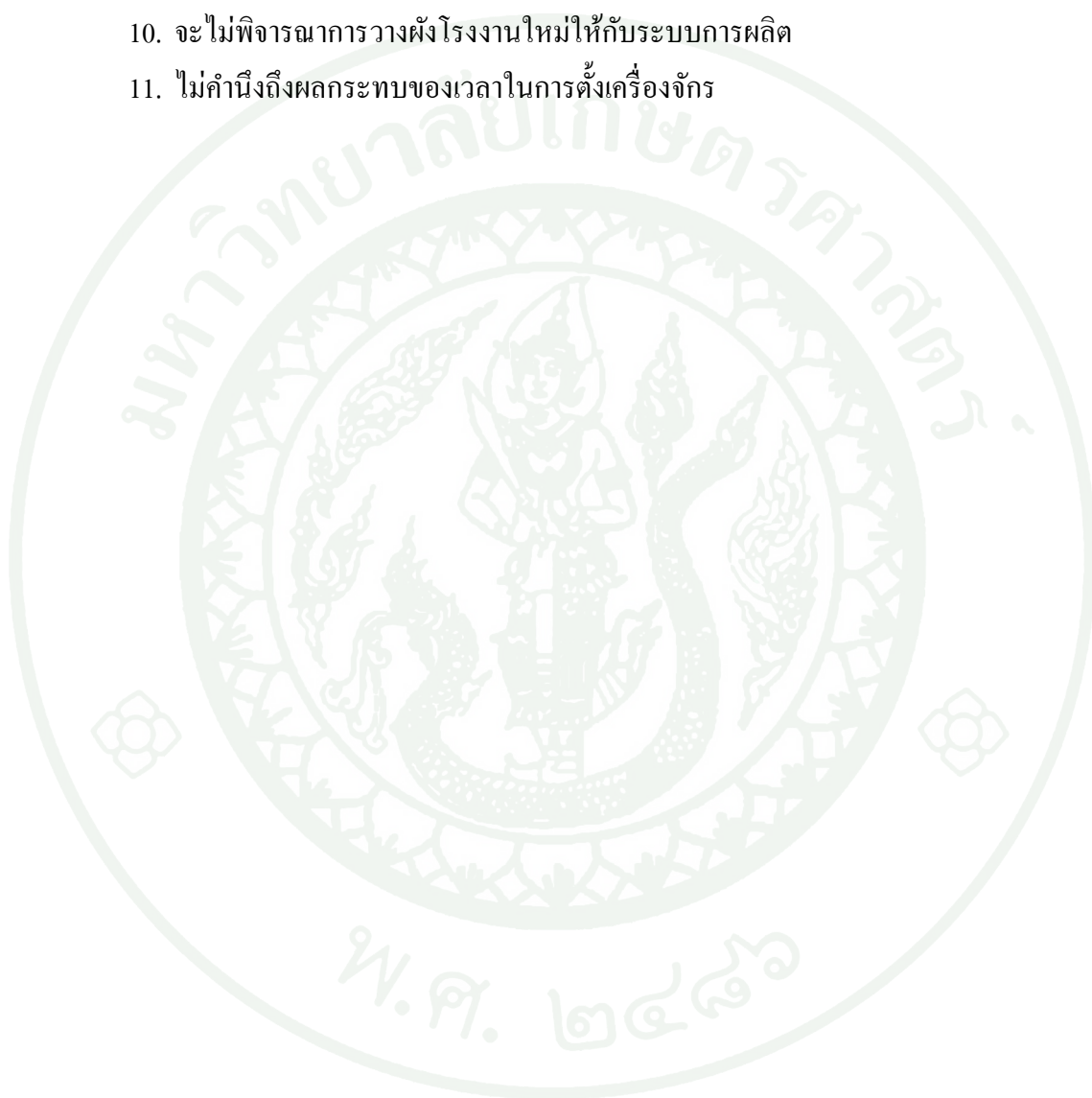
เนื่องจากสภาพแวดล้อมระบบการผลิตมีความไม่แน่นอน ทำให้การแก้ปัญหาการจัดตารางการผลิตเป็นไปได้ยาก ด้วยเหตุนี้ควรกำหนดหลักหรือแนวคิดบางประการ เพื่อจัดการกับปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนี้

1. ไม่คิดเวลาเครื่องจักรเสีย
2. การจัดลำดับงานไม่ขึ้นกับเวลาการเตรียมเครื่องจักร และรวมในเวลากการปฏิบัติงาน
3. วัสดุที่จำเป็นในการผลิตมีพร้อมอย่างต่อเนื่อง ณ เวลาเริ่มต้น หรือเมื่อต้องการ
4. ผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดมีขั้นตอนการปฏิบัติงานที่แน่นอน (ถ้าผลิตภัณฑ์ที่ 1 ต้องผ่านเครื่องจักรที่ 1-2-3 จะมีขั้นตอนแบบนี้เสมอ) ไม่มีการจัดลำดับของขั้นตอนการทำงานใหม่
5. ไม่มีการขัดจังหวะการปฏิบัติงานบนเครื่องจักร
6. งานหนึ่ง ๆ ไม่สามารถแยกได้

7. งานหนึ่งสามารถผ่านกระบวนการบนเครื่องจักรหนึ่งทีในเวลาใด ๆ
8. เครื่องจักรหนึ่งสามารถทำกระบวนการกับงานได้เพียงหนึ่งงานทีในเวลาใด ๆ
9. จะรับคำสั่งผลิตทุก ๆ 2 สัปดาห์ถ้างานเข้าระหว่าง 2 สัปดาห์ให้ถือคำสั่งผลิตของครั้ง

ถัดไป

10. จะไม่พิจารณาการวางแผนโรงงานใหม่ให้กับระบบการผลิต
11. ไม่คำนึงถึงผลกระทบของเวลาในการตั้งเครื่องจักร



การตรวจเอกสาร

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการจัดลำดับงานของกระบวนการผลิตแบบตามสั่ง (Job Shop) ได้อาศัยข้อมูลและทฤษฎีต่อไปนี้เป็นพื้นฐานในการดำเนินงานวิจัย

วัตถุประสงค์การจัดตารางการผลิต

การจัดตารางการผลิตเป็นการจัดเตรียมตารางเวลาการทำงานให้กับทรัพยากรที่เกี่ยวข้อง ได้แก่คน เครื่องจักร อุปกรณ์ และเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงานให้เกิดประโยชน์สูงสุด เนื่องจากในสภาพความเป็นจริงมีการสั่งงานเข้ามาในโรงงานตลอดเวลา บางงานมีขั้นตอนไม่ซับซ้อนสามารถกระทำได้ด้วยกระบวนการผลิตง่าย ๆ แต่บางงานมีขั้นตอนการผลิตที่ซับซ้อนมาก นอกจากนั้นงานแต่ละงานอาจมีระดับความสำคัญของงานแตกต่างกัน สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้อาจมีผลต่อการพิจารณาการจัดตารางการผลิต เช่น การพิจารณาว่าทำงานใดก่อนและงานใดหลัง เป็นต้น ซึ่งกระบวนการในการจัดตารางการผลิตมีความยุ่งยากซับซ้อน เพราะต้องผลิตตามใบสั่งงานหลาย ๆ ชนิดที่มีขั้นตอนของกระบวนการผลิตแตกต่างกัน อาจทำให้เกิดปัญหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร เนื่องจากเครื่องจักรบางเครื่องอาจต้องทำงานตลอดเวลา ขณะที่บางเครื่องเกิดการว่างงาน นอกจากนั้นยังส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานด้วย เนื่องจากตารางการผลิตจะเป็นตัวกำหนดว่าการส่งงานเข้าหรือไม่ค่าใช้จ่ายในการเตรียมงานหรือเครื่องจักรและค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับของคงคลัง

วัตถุประสงค์ของการจัดตารางการผลิต

วัตถุประสงค์ (Objective) ของการจัดตาราง หมายถึง เป้าหมายของตัววัดสมรรถภาพที่ผู้จัดทำตารางต้องการที่จะให้เกิดขึ้น เช่น การหาค่าที่มากที่สุดหรือการหาค่าน้อยที่สุดของตัววัดสมรรถภาพนั่นเอง ในทางปฏิบัติมีวัตถุประสงค์เป็นจำนวนมากที่มีความสำคัญต่อการจัดตาราง ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังต่อไปนี้ คือ

1. วัตถุประสงค์ด้านปริมาณการผลิต (Throughput Related Objectives)

บริษัทจำนวนมากให้ความสำคัญกับปริมาณผลผลิตเป็นอย่างมาก และผู้บริหารของบริษัทส่วนมากจะวัดว่าบริษัทมีผลของการดำเนินงานในด้านนี้ดีมากน้อยเพียงใด ปริมาณผลผลิตในที่นี้อาจจะเทียบเท่าได้กับอัตราการผลิต ซึ่งโดยมากจะวัดได้จากเครื่องจักรที่เป็นคอขวดของ

กระบวนการ (เช่น เครื่องจักรที่มีความสามารถในการทำงานต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับอุปสงค์ที่ต้องการ หรือเครื่องจักรที่มีภาระงานมากที่สุด เป็นต้น) ดังนั้น การทำให้ปริมาณผลผลิตมากที่สุด (Maximize Throughput) จะหมายถึง การทำให้เครื่องจักรที่เป็นคอขวดของกระบวนการมีปริมาณของผลผลิตมากที่สุดนั่นเอง วัตถุประสงค์เช่นนี้สามารถทำให้เกิดขึ้นได้หลายวิธีด้วยกัน ประการแรก ผู้จัดการต้องพยายามให้แน่ใจว่าเครื่องจักรที่เป็นคอขวดนี้ต้องไม่มีการเดินเปล่า ซึ่งทำได้โดยการป้อนงานให้กับแถวคอยของเครื่องจักรนี้อย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้แน่ใจว่าจะมีงานอยู่ในแถวคอยหน้าเครื่องจักรนี้ตลอดเวลา ประการที่สอง ถ้าเครื่องจักรที่เป็นคอขวดมีการทำงานแบบเวลาปรับตั้งเครื่องขึ้นกับลำดับงานก่อนหน้าแล้ว ผู้จัดการจะต้องจัดลำดับของงานให้ผลรวมของเวลาปรับตั้งเครื่องทั้งหมดมีค่าน้อยที่สุด ตัวอย่างของวัตถุประสงค์ด้านปริมาณผลผลิตที่สำคัญคือ

1.1 เวลาไหลของงาน (Flow Time)

เวลาไหลของงานจะหมายถึง ระยะเวลาทั้งหมดที่งานใช้เวลาอยู่ในระบบ เวลาไหลของงานนี้จะเป็นตัววัดความสามารถในการตอบสนองต่อแต่ละอุปสงค์ (Demand) ของระบบ นอกจากนี้ยังสะท้อนให้เห็นถึงเวลาที่แต่ละงานต้องคอยในระบบตั้งแต่งานนั้นเข้าสู่ระบบจนกระทั่งออกจากระบบอีกด้วย การทำให้ค่าเวลาไหลเฉลี่ยของงาน (Average flow time) มีค่าน้อยที่สุดจะเกี่ยวข้องโดยตรงกับการทำให้ค่าผลรวมของเวลาเสร็จ (Sum of completion time) มีค่าน้อยที่สุด

1.2 เวลาปิดงานของระบบ (Makespan)

เวลาปิดงานจะมีความสำคัญเมื่องานที่นำมาจัดตารางมีจำนวนจำกัด ซึ่งหมายความว่าถึงเวลาที่ระบบทำงานสิ้นสุดท้ายเสร็จสิ้น เวลาปิดงานมีความสำคัญใกล้ชิดกับวัตถุประสงค์ด้านปริมาณผลผลิต นั่นคือ การจัดตารางเพื่อทำให้เวลาปิดงานของระบบมีค่าน้อยที่สุดจะส่งผลให้เกิดการทำงานที่ก่อให้เกิดปริมาณผลผลิตมากที่สุดด้วย นอกจากนี้แล้วยังทำให้เกิดการใช้งานเครื่องจักรอย่างสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเครื่องจักรที่เป็นคอขวดของระบบ

2. วัตถุประสงค์ด้านกำหนดส่งมอบ (Due-Date Related Objectives)

มีวัตถุประสงค์ที่สำคัญเป็นจำนวนมากที่มีความเกี่ยวข้องกับกำหนดส่งมอบ เช่น

2.1 เวลาสาย (Lateness)

เวลาสายของงานเขียนแทนด้วย $L_j = C_j - d_j$ ถ้างานใดมีค่า L_j เป็นบวก หมายความว่างานนั้นสาย (เสร็จหลังกำหนดเวลา $C_j - d_j > 0$) แต่ถ้างานใดมีค่า L_j เป็นลบ แสดงว่างานนั้นทำเสร็จก่อนกำหนด (เสร็จก่อนกำหนดเวลา $C_j - d_j < 0$) และถ้างานใดมีค่า L_j เท่ากับ 0 หมายความว่า งานนั้นทำเสร็จตามกำหนดส่งมอบพอดี

2.2 เวลาสายสูงสุด (Maximum Lateness)

เวลาสายสูงสุดเขียนแทนด้วย $L_{\max} = \text{MAX}(L_1, L_2, \dots, L_n)$ การทำให้เวลาสายสูงสุดมีค่าน้อยที่สุด ($\text{MIN } L_{\max}$) จะหมายถึงการทำให้เวลาสายของงานที่แย่ที่สุด (สายมากที่สุด) ในระบบมีค่าน้อยที่สุดนั่นเอง

2.3 เวลาล่าช้า (Tardiness)

เวลาล่าช้าของงานเขียนแทนด้วย $T_j = \text{MAX}(C_j - d_j, 0)$ ข้อแตกต่างระหว่างเวลาล่าช้ากับเวลาสายคือ เวลาล่าช้าจะไม่มีทางที่จะเป็นลบได้ อย่างน้อยที่สุดจะต้องมีค่าเท่ากับ 0 ซึ่งหมายความว่า จะไม่มีผลตอบประโยชน์แทนประการใด ถ้าสามารถทำงานเสร็จเร็วกว่ากำหนด แต่เมื่อใดก็ตามที่งานเสร็จช้ากว่ากำหนด เวลาล่าช้าจะมีค่าเป็นบวก (พิภพ, 2545)

3. วัตถุประสงค์ด้านค่าใช้จ่าย (Cost Related Objectives)

มีวัตถุประสงค์ที่สำคัญเป็นจำนวนมากที่มีความเกี่ยวข้องกับค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นหลังจากที่งานถูกจัดตารางแล้ว

3.1 ค่าใช้จ่ายด้านการปรับตั้งเครื่อง (Set up cost)

โดยมากแล้วการที่เราจัดตารางเพื่อทำให้เวลาที่ใช้ในการปรับตั้งเครื่องมีค่าน้อยที่สุดนั้น จะส่งผลให้เกิดปริมาณผลผลิตที่มากที่สุด หรือจะทำให้เวลาปิดงานของระบบมีค่าต่ำที่สุด แต่

อย่างไรก็ตามในบางสถานการณ์ เราอาจจะพบว่า ถึงแม้จะมีการใช้เวลาในการปรับตั้งเครื่องที่น้อยก็ตาม อาจจะส่งผลให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายในรูปแบบอื่นที่สูงขึ้นก็ได้ ตัวอย่างเช่น เครื่องจักรเครื่องหนึ่งที่มีกำลังการผลิตอย่างเหลือเฟือ และการปรับตั้งเครื่องจักรเครื่องนี้ให้ไปทำงานอื่นถึงแม้จะใช้เวลาเพียงนิดเดียวก็ตาม ก็อาจจะทำให้เกิดการสูญเสียในด้านของวัตถุดิบที่ต้องใช้ระหว่างปรับตั้งอย่างมากก็ได้ นั่นคือเราจะต้องทิ้งวัตถุดิบที่อยู่ในกระบวนการผลิตก่อนหน้านี้ไปทั้งหมด เนื่องจากไม่สามารถที่จะนำเอาวัตถุดิบที่เคยไหลเข้าเครื่องจักรนี้กลับมาใช้อีกครั้งได้

3.2 ค่าใช้จ่ายด้านพัสดुकคงคลังของงานระหว่างกระบวนการ (Work-In-Process Inventory)

การทำให้งานระหว่างกระบวนการ (Work-In-Process, WIP) มีค่าน้อยที่สุด เป็นวัตถุประสงค์ที่มีความสำคัญอย่างมากประการหนึ่งในการบริหารจัดการ ตัวอย่างของข้อเสียของการมี WIP ในระบบคือ การมี WIP มากจะทำให้เกิดเงินจม ทำให้เกิดการบล็อกของการดำเนินงานขึ้น เพิ่มค่าใช้จ่ายด้านการขนถ่ายวัสดุ หรือเกิดความเสียหายหรือความเสื่อมกับ WIP ที่เก็บไว้นานเป็นต้น ตัววัดสมรรถนะที่เกี่ยวข้องกับ WIP คือ เวลาไหลของงาน (Flow time) การทำให้เวลาไหลของงานเฉลี่ย (Average flow time) มีค่าน้อยที่สุดจะเป็นการทำให้ WIP ในระบบมีจำนวนน้อยที่สุด และจะทำให้จำนวนเฉลี่ยของงานในระบบมีค่าน้อยที่สุดอีกด้วย

3.3 ค่าใช้จ่ายด้านพัสดुकคงคลังของสินค้าสำเร็จรูป (Finished Goods Inventory Cost)

วัตถุประสงค์อีกประการหนึ่งของการบริหารระบบผลิตก็คือ การทำให้ค่าใช้จ่ายด้านพัสดुकคงคลังของสินค้าสำเร็จรูปมีค่าต่ำที่สุด ถ้าระบบผลิตมีการทำงานแบบตามคำสั่งซื้อของลูกค้าแล้ว การที่บริษัทมีค่าใช้จ่ายด้านการจัดเก็บสินค้าสำเร็จรูปเกิดขึ้น จะมีผลมาจากการผลิตที่เสร็จเร็วกว่ากำหนดส่งมอบ แต่ถ้าระบบผลิตมีการทำงานแบบผลิตสู่คลังสินค้า การเก็บพัสดुकคงคลังของสินค้าสำเร็จรูป จะขึ้นกับค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บพัสดुक และค่าใช้จ่ายในการปรับตั้งเครื่องจักร ในกรณีนี้ถ้าอุปสงค์มีค่าไม่คงจะคงที่แล้ว เราจะต้องพิจารณาถึงจำนวนขั้นต่ำของสต็อกนิรภัยที่ควรจัดเก็บเอาไว้เพื่อใช้ในกรณีฉุกเฉิน แต่อย่างไรก็ตามเราต้องพยายามทำให้ค่าใช้จ่ายด้านพัสดुकคงคลังของสินค้าสำเร็จรูปมีค่าต่ำที่สุด

วัตถุประสงค์ที่สนใจนำมาพิจารณาในงานวิจัยนี้จะพิจารณาถึงค่าใช้จ่ายต่างๆที่ต้องเสียหักออกจากรายรับทั้งหมดโดยจะแสดงเป็นค่าผลกำไรโดยรวมที่บริษัทได้รับจากการผลิต (Profit

Related Objectives) โดยพิจารณาจากกำไรที่จะได้รับโดยรวมจากการผลิตด้วยปัจจัยในการผลิตแบบต่าง ๆ

$$\text{Profit} = \text{Sales Price} - \text{Operation cost} - \text{Inventory cost} - \text{Penalty Cost}$$

ประเภทของปัญหาการจัดลำดับ

Sule (1997) กล่าวว่า รูปแบบของตารางเวลาในการวางแผนการผลิตสามารถแบ่งออกเป็น 10 กลุ่มดังนี้

1. เครื่องจักรเดียว (Single machine) มีเพียงเครื่องจักรเดียวที่ใช้ในการผลิต และทุกงานต้องถูกผลิตโดยเครื่องจักรนี้ งานจะถูกผลิตเพียงครั้งเดียว แต่ละงานมีเวลาในการผลิตและกำหนดเวลาส่งมอบที่แตกต่างกันไป เราอาจจะกำหนดฟังก์ชันของความสูญเสียของงานที่เกิดจากการเบี่ยงเบนจากกำหนดเวลาส่งมอบ วัตถุประสงค์โดยทั่วไปส่วนใหญ่จะเป็นการทำให้เวลาการส่งมอบช้ากว่ากำหนดให้น้อยที่สุด เรียกว่า Tardiness penalty ส่วนวัตถุประสงค์อื่น ๆ นั้นขึ้นอยู่กับเกณฑ์ต่าง ๆ ที่ต้องการพัฒนาตารางเวลานั้น ๆ ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น

1.1 งานที่เป็นอิสระต่อกัน (Independent jobs) เป็นงานที่ไม่มีข้อจำกัดด้านลำดับการทำงาน

1.1.1 รูปแบบของเวลาเสร็จสิ้น (Completion time models)

1.1.2 รูปแบบของเวลาล่าช้าโดยรวม (Lateness models)

1.1.3 รูปแบบของเวลาที่ล่าช้า (Tardiness models)

1.2 งานที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (Dependent jobs) เป็นงานที่มีข้อจำกัดด้านลำดับการทำงาน ที่มีโครงสร้างเฉพาะของลำดับงาน (Special precedence structures) ที่แตกต่างกัน

1.2.1 รูปแบบของเวลาเสร็จสิ้นโดยรวม (Total completion time models)

1.2.2 รูปแบบปัญหาคำหนดเวลาการส่งมอบ (Due-date Problems)

1.2.3 รูปแบบปัญหาเวลาการเตรียมงาน (Sequence-dependent Setup Problems)

2. การผลิตแบบสายงาน (Flow shop) งานจะถูกผลิตด้วยเครื่องจักรหลายตัวที่มีลำดับการผลิตเดียวกัน อย่างไรก็ตามเวลาในการผลิตของแต่ละงานด้วยเครื่องจักรเดียวกันอาจจะแตกต่าง

กันได้ วัตถุประสงค์โดยทั่วไปส่วนใหญ่จะเป็นการทำให้เวลาการผลิตโดยรวมน้อยที่สุด (Makespan)

3. เครื่องจักรแบบขนาน (Parallel machines) มีเครื่องจักรที่เป็นอิสระต่อกันหลายตัว และแต่ละงานมีความต้องการการผลิตจากเครื่องจักรเพียงเครื่องเดียว งานถัดไปไม่สามารถผลิตได้ถ้างานก่อนหน้ายังผลิตไม่เสร็จ วัตถุประสงค์โดยทั่วไปส่วนใหญ่จะเป็นการทำให้เวลาการผลิตโดยรวมน้อยที่สุด (Minimize Makespan)

4. การผลิตแบบตามงาน (Job shop) เป็นระบบการผลิตที่ใช้กันอย่างกว้างขวางระบบหนึ่ง ซึ่งมีเครื่องจักรที่ทำงานแตกต่างกัน และแต่ละงานต้องการการผลิตจากเครื่องจักรบางเครื่องตามลำดับความต้องการของงานนั้น ๆ แบบจำลองที่ง่ายที่สุดของระบบการผลิตแบบตามงานคือ การที่งานแต่ละงานสามารถที่จะทำการดำเนินงานบนเครื่องจักรใด ๆ ก็ตามที่อยู่บนเส้นทางงานของตนได้เพียงแค่หนึ่งครั้งเท่านั้น สำหรับแบบจำลองที่ซับซ้อนขึ้นอาจเป็นไปได้ว่า งานอาจจะกลับมาทำซ้ำที่เครื่องจักรเดิมได้หลายครั้งบนเส้นทางที่กำหนดให้และเรียกการทำงานแบบนี้ว่า “การเวียนซ้ำ (Recirculation)” วัตถุประสงค์โดยทั่วไปส่วนใหญ่จะเป็นการทำให้เวลาการผลิตโดยรวมน้อยที่สุด (Minimize Makespan) หรือการทำให้เวลาการส่งมอบช้ากว่ากำหนดให้น้อยที่สุด (Minimize Tardiness penalty)

5. การผลิตแบบเปิด (Open shop) มีความคล้ายคลึงกันกับการผลิตแบบแยกงาน เพียงแต่งานนั้นสามารถผลิตได้ในหลากหลายลำดับการผลิต หรือมีความอิสระด้านลำดับการผลิตนั่นเอง วัตถุประสงค์โดยทั่วไปส่วนใหญ่จะเป็นการทำให้เวลาการผลิตโดยรวมน้อยที่สุด (Minimize Makespan)

6. การผลิตแบบไม่อิสระต่อกัน (Dependent shop) เป็นการผลิตที่มีสิ่งแวดล้อมเหมือนกับ การผลิตแบบแยกงาน (Job shop) เพียงแต่ว่าลำดับของงานนั้นอาจขึ้นอยู่กับการผลิตของงานอื่น ๆ ได้ หรือไม่มีความอิสระด้านลำดับการผลิต วัตถุประสงค์โดยทั่วไปส่วนใหญ่จะเป็นการทำให้เวลาการผลิตโดยรวมน้อยที่สุด เรียกว่า Makespan

7. การผลิตแบบกลุ่มงาน (Batch processing) งานจะถูกผลิตเป็นกลุ่มก้อนที่มีเวลาการผลิตที่แน่นอน และมีกำลังการผลิตที่จำกัดในแต่ละครั้งของการผลิต เช่น เตาอบขนม

8. การผลิตแบบมีเวลาเตรียมการ (Sequence-dependent setup times) มีความคล้ายคลึงกันกับการผลิตแบบกลุ่มงาน เพียงแต่จะมีเวลาเตรียมการผลิตในกรณีที่กลุ่มงานที่ผลิตต่อกันเป็นงานที่แตกต่างกัน จึงเกิดต้นทุนจากการเตรียมการผลิตขึ้น แต่ละงานมีกำหนดเวลาส่งมอบ และวัตถุประสงค์โดยทั่วไปจะเป็นการทำให้เวลาโดยรวมของการส่งมอบช้ากว่ากำหนดให้น้อยที่สุดเรียกว่า Total tardiness penalty

9. การผลิตแบบสายงานการประกอบ (Assembly line) ทุกงานจะผ่านลำดับการผลิตที่แน่นอนมีวัตถุประสงค์โดยทั่วไปในการกำหนดงานให้แต่ละสถานีงานเพื่อให้ได้ระดับการผลิตและประสิทธิภาพตามที่ต้องการ เช่น การสมดุลสายงาน (Line balancing)

10. การผลิตแบบผสมในสายงานการประกอบ (Mixed-mode assembly line) งานผลิตบนการผลิตแบบสายงานการประกอบ แต่สามารถผลิตงานที่คล้ายกันที่มีลักษณะการทำงานและเวลาแตกต่างกันได้วิธีการจัดการการผลิต (Production Scheduling Approach)

วิธีการจัดการการผลิต

วิธีการจัดการการผลิตนั้นหลากหลายวิธีตามความเหมาะสม และลักษณะของปัญหาที่ต้องการจัดการการผลิต ซึ่งสามารถแบ่งแยกได้ 2 กลุ่มหลัก ๆ คือ

1. วิธี Exact algorithm หรือวิธีการหาคำตอบที่ดีที่สุดของปัญหา (Optimal Solution)

เป็นวิธีการที่หาตารางการผลิตที่ดีที่สุด เช่น ถ้าเป้าหมายของการจัดการการผลิตของปัญหาคือ ทำให้ต้นทุนต่ำสุด ดังนั้นคำตอบที่เป็น Optimal solution ก็คือตารางการผลิตที่มีต้นทุนต่ำ ไม่มีตารางการผลิตใดที่ดีกว่านี้ ไม่มีตารางการผลิตใดที่ดีกว่านี้ วิธีทาง Exact algorithm นี้ประกอบด้วยวิธีทางรูปแบบคณิตศาสตร์ (Mathematical model) ทั้งหมด เช่น Linear programming, Integer programming เป็นต้น นอกจากนี้ Exact algorithm นี้จะใช้เวลานานในการคำนวณหาคำตอบถ้าปัญหามีขนาดใหญ่ ในบางปัญหาไม่สามารถหาคำตอบได้เลย ถ้าปัญหามีขนาดใหญ่มาก เพราะต้องใช้เวลาในการคำนวณหาคำตอบเป็นเวลาหลายปี เพื่อที่จะได้คำตอบ Optimal solution

2. วิธี Heuristic

เนื่องจากวิธี Exact algorithm นั้นไม่สามารถหาคำตอบสำหรับปัญหาที่มีขนาดใหญ่ได้หรือต้องใช้เวลาหาคำตอบนานมาก ๆ ดังนั้นนักวิจัยจึงได้คิดวิธีหาคำตอบ (ตารางการผลิต) ที่สามารถหาคำตอบของปัญหานั้นได้ โดยที่คำตอบนั้นไม่สามารถทราบได้ว่าเป็น คำตอบที่ดีที่สุด (Optimal solution) หรือไม่ แต่ถือว่าเป็นคำตอบ (ตารางการผลิต) ที่ดีและยอมรับได้ วิธีการหาคำตอบดังกล่าว เรียกว่า Heuristic เช่น วิธีการ Tabu search, Simulated annealing หรือ Genetic algorithm เป็นต้น

เนื่องจากในสภาพความเป็นจริงมีการสั่งงานเข้ามาในโรงงานตลอดเวลา บางงานมีขั้นตอนไม่ซับซ้อนสามารถกระทำได้ด้วยกระบวนการผลิตง่าย ๆ แต่บางงานมีขั้นตอนการผลิตที่ซับซ้อนมาก นอกจากนั้นงานแต่ละงานอาจมีระดับความสำคัญของงานแตกต่างกัน สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้อาจมีผลต่อการพิจารณาการจัดตารางการผลิต เช่น การพิจารณาว่าทำงานใดก่อนและงานใดหลัง เป็นต้น ซึ่งกระบวนการในการจัดตารางการผลิตมีความยุ่งยากซับซ้อน เพราะต้องผลิตตามใบสั่งงานหลาย ๆ ชนิดที่มีขั้นตอนของกระบวนการผลิตแตกต่างกัน อาจทำให้เกิดปัญหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร เนื่องจากเครื่องจักรบางเครื่องอาจต้องทำงานตลอดเวลา ขณะที่บางเครื่องเกิดการว่างงาน นอกจากนั้นยังส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการทำงานด้วย เนื่องจากตารางการผลิตจะเป็นตัวกำหนดว่าการทำงานช้าหรือไม่ และค่าใช้จ่ายในการเตรียมงานหรือเครื่องจักร การจัดลำดับงานส่วนใหญ่ใช้วิธีสุ่มอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยหลักเกณฑ์ต่าง ๆ ที่นิยม ดังนี้

2.1 ทำงานที่ใช้เวลาน้อยที่สุดก่อน (Shortest Processing Time: SPT) คือ งานใดที่ใช้เวลาทำงานน้อยที่สุด จะได้รับการจัดเข้าเป็นอันดับแรก งานที่ใช้เวลาน้อยถัดไปก็จะเป็นอันดับที่ 2, 3 และ 4 จนกระทั่งถึงอันดับที่ k เมื่อ k คือ จำนวนงานทั้งหมดที่คอยอยู่

$$Z = P \quad (1)$$

2.2 ทำงานที่มีเวลาในการทำงานที่เหลือน้อยก่อน (Shortest-Remaining-Processing-Time: SRPT) ซึ่งวิธีนี้จะมีการจัดลำดับงานคล้ายกับ SPT

$$Z = r \quad (2)$$

2.3 ทำงานที่จะถึงวันกำหนดส่งเร็วที่สุดก่อน (Earliest Due Date)

$$Z = d \quad (3)$$

2.4 ทำงานชิ้นที่มีเวลาเหลือสำหรับการทำงานน้อยที่สุดก่อน (Minimum Slack Time) กรณีชิ้นงานนั้นจะต้องผ่านหลายหน่วยงาน จะใช้วิธีหาค่าเฉลี่ยของค่าเวลาเพียงพอ (Slack) ที่เกิดขึ้นบนแต่ละหน่วยงานสำหรับค่าเวลาเพียงพอ (Slack) ของงานหาได้จากการเอาเวลาที่ต้องใช้ทั้งหมดบนหน่วยผลิตที่ต้องผ่านลบออกจากเวลาถึงกำหนดส่งงาน หาค่าด้วยจำนวนหน่วยงานที่งานนั้นต้องผ่าน

$$Z = (d-r-t) \quad (4)$$

2.5 พิจารณาโดยการปรับปรุงกำหนดส่ง (Modified Due Date) เป็นการดูจากกำหนดส่งและเวลาปัจจุบันที่ทำการผลิตมาถึงรวมกับเวลาการผลิตของงานนั้น โดยจะเลือกค่ามากของค่าทั้งสองมาพิจารณาเพื่อจัดลำดับการผลิตต่อไป

$$Z = \text{Max}(d, r+t) \quad (5)$$

2.6 สัดส่วนวิกฤต (Critical Ratio) เป็นการจัดลำดับงาน โดยดูจากสัดส่วนของเวลาที่เหลือก่อนจะถึงกำหนดส่งงานแต่ละชิ้นที่นำมาพิจารณาหารด้วยเวลาทำงานของงานแต่ละชิ้นที่นำมาพิจารณา โดยจะเลือกทำงานที่มีสัดส่วนวิกฤตก่อน

$$Z = (d-t)/r \quad (6)$$

2.7 การจัดตารางการผลิตโดยพิจารณาอัตราส่วนระหว่างค่าเก็บรักษาต่อค่าปรับเนื่องจากผลิตช้ากว่ากำหนด (Earliness cost to Tardiness cost Ratio (ETR)) เป็นวิธีการจัดลำดับงาน โดยอาศัยหลักการของวิธี ETR ซึ่งงานจะถูกจัดเข้าสู่เครื่องจักรหลังจากที่อัตราส่วนระหว่างค่าเก็บรักษาต่อค่าปรับเนื่องจากผลิตช้ากว่ากำหนดของงานทุกงาน ถูกเรียงจากน้อยไปหามาก

$$Z = h/e \quad (7)$$

2.8 นอกจากวิธีการสุ่มอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยหลักเกณฑ์ต่าง ๆ เหล่านี้แล้วยังมีการรวมวิธีต่าง ๆ เหล่านี้เข้าด้วยกัน (Combination of dispatching rules) เพื่อให้ได้การจัดตารางการผลิตที่ได้ผลลัพธ์ตามวัตถุประสงค์ที่เฉพาะยิ่งขึ้นเช่น วิธีที่พิจารณาการจัดตารางการผลิตโดยรวมเวลาที่ใช้

ในการผลิตกับงานที่จะทำในลำดับต่อไปไปด้วยกัน (Processing Time + Work in Next Queue) (Holthaus, O. 1997.)

$$Z = p_{ij} + W \quad (8)$$

2.9 วิธีฮิวริสติกแบบผสมผสาน (Hybrid Heuristic Method) การจัดตารางการผลิตแบบผสมผสาน เป็นวิธีที่นำเอาการจัดตารางการผลิตแบบฮิวริสติกที่ดีอันดับที่หนึ่งและอันดับที่สองในการจัดตารางการผลิตนั้น ๆ มาจัดตารางการผลิตใหม่โดยให้คะแนนในสัดส่วนที่เหมาะสมโดยสัดส่วนการให้คะแนนของตารางการผลิตโดยวิธีฮิวริสติกแบบผสมผสาน ได้มาจากผลรวมของเปอร์เซ็นต์ค่าเฉลี่ยผลการวัดสมรรถนะการผลิตระหว่างการจัดตารางการผลิต โดยใช้วิธีฮิวริสติกที่ดีที่สุด และการจัดตารางการผลิตโดยใช้วิธีฮิวริสติกที่ดีอันดับสอง เป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ของการจัดตารางการผลิตขึ้นอยู่กับว่าในการจัดตารางการผลิตนั้น ๆ ต้องการเป้าหมาย หรือ วัตถุประสงค์อย่างไร เช่น ต้องการส่งมอบงานให้ทันตามกำหนดเวลา มีอัตราการใช้งานเครื่องจักรมากที่สุด เป็นต้น เป้าหมายโดยทั่วไปสำหรับการจัดตารางการผลิต คือการจัดให้เวลาที่ใช้ในการผลิตเป็นไปตามความต้องการของตัววัดสมรรถนะซึ่งในงานวิจัยนี้จะดูที่ ผลกำไร โดยรวมที่บริษัทจะได้รับเป็นหลัก

กฎเกณฑ์ฮิวริสติกแบบผสมผสานที่ใช้จัดตารางการผลิตมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

2.9.1 จัดตารางการผลิตตามกฎฮิวริสติกแบบต่าง ๆ

2.9.2 เปรียบเทียบสมรรถนะของตารางทั้งหมด โดยเลือกตารางที่มีค่าสมรรถนะดีที่สุดเป็นตารางที่ดีอันดับหนึ่ง และสมรรถนะที่ด้อยลงมาเป็นตารางที่ดีอันดับสอง

2.9.3 กำหนดคะแนน ให้ลำดับงานแรกจนถึงสุดท้าย โดยที่งานลำดับแรกสุดจะมีคะแนนมากที่สุดเท่ากับจำนวนงานทั้งหมดในการจัดตาราง และลดลำดับลงเรื่อย ๆ จนเท่ากับ 1 โดยการให้คะแนนของตารางที่ดีอันดับหนึ่งจะคิดที่ W_1 และคะแนนของตารางที่ดีอันดับที่สองจะคิดที่ W_2 โดยตารางที่ดีอันดับหนึ่ง

$$G_i = (n) \times W_1, G_{i+1} = (n-1) \times W_1, \dots, G_{i+n} = (n-n) \times W_1$$

ตารางที่ดีอันดับสอง

$$H_i = (n) \times W_2, H_{i+1} = (n-1) \times W_2, \dots, H_{i+n} = (n-n) \times W_2$$

โดยกำหนดให้ G_i = ลำดับงานแรกของตารางที่มีค่าสมรรถนะที่ดีที่สุด

H_i = ลำดับงานแรกของตารางที่มีค่าสมรรถนะที่ดีอันดับที่สอง

โดย W_1 และ W_2 เท่ากับ

$$W_1 = P_{\max 1} / (P_{\max 1} + P_{\max 2})$$

$$W_2 = P_{\max 2} / (P_{\max 1} + P_{\max 2})$$

โดยที่ $P_{\max 1}$ = ผลกำไรโดยรวมของกฎที่ให้ผลกำไรมากที่สุด

$P_{\max 2}$ = ผลกำไรโดยรวมของกฎที่ให้ผลกำไรมากรองลงมา

2.9.4 นำค่าของงานเดียวกันมารวมกันแล้วเรียงลำดับงานที่มีค่าผลรวมมากที่สุด

ทำงานก่อน $(G_i + H_i) > (G_{i+1} + H_{i+1}) > \dots > (G_{i+n} + H_{i+n})$

2.9.5 จัดงานเข้าเครื่องจักรจากงานแรกจนถึงงานสุดท้าย

หลักเกณฑ์ต่าง ๆ ที่กล่าวมาข้างต้นนี้ไม่สามารถรับรองว่าให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด เนื่องจากมีผลดีผลเสียแตกต่างกันตามลักษณะเงื่อนไข และสภาพแวดล้อมของการผลิต บางสถานการณ์หลักเกณฑ์หนึ่งอาจให้ผลลัพธ์ที่ดีกับวัตถุประสงค์หนึ่งแต่มีผลเสียกับอีกวัตถุประสงค์หนึ่ง โดยวัตถุประสงค์การกำหนดตารางการผลิต ได้แก่การทำให้เวลาทำงานทั้งหมดอยู่ในระบบมีค่าต่ำสุด ลดงานระหว่างทำ ลดจำนวนงานที่เสร็จช้ากว่ากำหนด เป็นต้น

ตารางที่ 1 วัตถุประสงค์ที่แต่ละ Dispatching Rule สามารถให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดในการผลิตแบบตามสั่ง

Dispatching Rule	Performance Criteria	References
SPT	Mean Flowtime, Percentage Tardiness	Chiang and Li-Chen Fu (2006)
EDD	Mean tardiness	Horng-Chyi Horng(2006)
CR	Tardiness Variance	Horng-Chyi Horng(2006)
MST	Mean Tardiness	Horng-Chyi Horng(2006)
MDD	Mean Tardiness	Horng-Chyi Horng(2006)
SPRT	Percentage Tardiness	Holthaus and Rajendran(1999)
PT+WINQ	Mean Flowtime	Holthaus and Rajendran(1997)

ซึ่งปัญหาการจัดตารางการผลิตก่อนข้างเข้าช้อนมากการทำให้ผลลัพธ์สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการทั้งหมดเป็นเรื่องยาก เพราะเวลาที่ใช้เตรียมหรือติดตั้งเครื่องจักร (Set-up Time) เพื่อทำการเฉพาะอย่างจะเปลี่ยนไปตามขั้นตอนการปฏิบัติงาน (พิภพ, 2542) โดยหลักเกณฑ์ข้างต้นมีการกล่าวถึงและนำมาใช้ร่วมกันได้ในการวิเคราะห์ปัญหาการจัดตารางการผลิตที่ซับซ้อน (Baker, 1984) สำหรับการเลือกหลักเกณฑ์ต่าง ๆ ในการจัดลำดับงาน สามารถพิจารณาตามรูปแบบของการปฏิบัติงาน แบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ คือ การผลิตแบบต่อเนื่อง (Flow Shop) ที่มีรูปแบบการไหล ของงานบนหน่วยผลิตในทิศทางเดียวกัน และการผลิตแบบตามสั่ง (Job Shop)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สุเทพ และ ปัญจพร (2550) ได้เสนอการพัฒนาโปรแกรม คอมพิวเตอร์เพื่อจัดตารางการผลิตโดยนำวิธีฮิวริสติกด้วยวิธี EDD, LPT, SPT, Slack/TP, Slack, AVPRO และได้เสนอวิธีการใหม่ คือ ฮิวริสติกแบบผสมผสาน(Hybrid Heuristic) เพื่อจัดตารางการผลิตเฟือง จากนั้นวัดสมรรถนะของการจัดตารางการผลิตเปรียบเทียบวิธีฮิวริสติกแบบเดิมกับแบบผสมผสาน โดยใช้ข้อมูลจริงจากโรงงานตัวอย่าง พบว่าวิธีที่ให้สมรรถนะที่ดีที่สุดคือวิธีการจัดตารางการผลิตโดยใช้ระบบฮิวริสติกแบบผสมผสาน เพราะช่วงกว้างเวลาทำงานลดลง 11.92% เวลาการไหลของงานในระบบโดยเฉลี่ยลดลง 18.82% เวลาสายของงานโดยเฉลี่ยลดลง 13.37% เวลาล่าช้าของงานสูง

ที่สุดลดลง 20.43% เวลาต่ำซ้ำของงานโดยเฉลี่ยลดลง 59.92% และเวลารวมทั้งหมดของงานต่ำซ้ำลดลง 35.87%

ปาริฉัตร (2548) วิธีการจัดการการผลิตสำหรับการผลิตแบบการไหลของสายงานได้ถูกนำมาใช้ โดยเสนอวิธีการในแบบฮิวริสติก 3 วิธี ได้แก่ วิธีการของพาลเมอร์ วิธีการของกุปต้า และวิธีการของซีดีเอส มาทดสอบด้วยข้อมูลคำสั่งซื้อจริงโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่จัดทำขึ้น จากนั้นจะนำวิธีการทั้งสามมาเปรียบเทียบกับวิธีการจัดการการผลิตของโรงงานตัวอย่าง ในการเปรียบเทียบผลการจัดการการผลิตด้วยวิธีการทางฮิวริสติกทั้ง 3 วิธี พบว่าวิธีการของกุปต้าเป็นวิธีที่ให้ตารางการผลิตที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด โดยเมื่อทำการเปรียบเทียบกับวิธีการจัดการการผลิตแบบเดิม ตารางการผลิตที่ได้จากวิธีการของกุปต้าให้ค่าจำนวนงานต่ำซ้ำ ค่าเวลาต่ำซ้ำของงานโดยเฉลี่ย และค่าเวลาสายของงานโดยเฉลี่ยลดลงจากวิธีการแบบเดิม 57.14%, 26.77% และ 34.03% ตามลำดับ และยังลดเวลาที่ใช้ไปในการเตรียมเครื่องจักรในจุดที่เป็นคอขวดของการผลิตลง 2,400 นาทีหรือ 11.3% จากวิธีการแบบเดิม และจากการใช้โปรแกรมการจัดการตารางการผลิตมาช่วยในการประมวลผลทำให้ลดเวลาในการจัดการตารางการผลิตลงได้ถึง 9 ชั่วโมง

ศศิกาญจน์ และ กาญจนา (2551) ศึกษาเกี่ยวกับการจัดลำดับงานบนเครื่องจักรเดี่ยว ที่มีระยะเวลาในการเตรียมงานแบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (Sequence-Dependent Setup Time) โดยระยะเวลาการเตรียมงานดังกล่าวส่วนใหญ่จะพบในโรงงานที่มีเครื่องจักรเดี่ยวที่สามารถทำงานได้หลายอย่าง (A Multipurpose Machine) ได้มีการแก้ไขปัญหาโดยการพัฒนารูปแบบทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) เพื่อหาค่าผลเฉลยที่ดีที่สุด (Optimal Solution) แต่สำหรับปัญหาที่มีการจัดการตารางการผลิตขนาดใหญ่ขึ้น (Industrial-sized problem) หรือที่มีความซับซ้อนของปัญหาจะสามารถหาคำตอบโดยการพัฒนาวีธีทางฮิวริสติกส์ (Heuristic) พบว่าค่าเฉลี่ยของค่าคำตอบทั้งสองวิธีซึ่งก็คือค่าใช้จ่ายรวมของวิธีรูปแบบทางคณิตศาสตร์และค่าใช้จ่ายรวมของวิธีฮิวริสติกส์มีค่าแตกต่างกันส่วนเวลาที่ใช้ในการทดสอบจะพบว่าเมื่อจำนวนงานมากขึ้นรูปแบบทางคณิตศาสตร์เริ่มใช้เวลามากขึ้น แต่วิธีทางฮิวริสติกส์ยังคงใช้เวลาไม่มากนัก ฮิวริสติกส์จึงสามารถแก้ไขปัญหาที่มีจำนวนงานมีขนาดเพิ่มมากขึ้น เพื่อช่วยลดระยะเวลาของการค้นหาคำตอบ

มานพ (2550) นำเสนอรูปแบบทางคณิตศาสตร์เพื่อนำไปจัดการตารางการผลิตในอุตสาหกรรม รูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่นำเสนอได้พัฒนาต่อยอดจากวิธีการแตกกิ่งและจำกัดเขต โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดเวลาการผลิตและค่าไฟฟ้ารวมของระบบ ในที่นี้สมการเป้าหมายอยู่ในรูป

ของ Value Function ซึ่งจะทำให้ผู้ใช้สามารถตัดสินใจเลือกน้ำหนักความสำคัญระหว่างเวลาแล้วเสร็จรวมของงานในระบบและค่าไฟฟ้าที่เกิดขึ้นได้ ประเภทของปัญหาที่พิจารณาเป็นงานการผลิตแบบสั่งทำ ซึ่งในระบบการผลิตมี 4 งานและ 4 เครื่องจักร ผลจากการทดลองจากการจำลองสถานการณ์ชี้ให้เห็นว่า รูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่นำเสนอให้ผลคำตอบที่ดีกว่าหรือเทียบเท่ากับวิธีการแตกกิ่งและจำกัดเขตในการลดเวลาการผลิตและค่าไฟฟ้ารวมของงานในระบบ

ณัฐวร และ เตือนใจ (2550) ได้พัฒนาวิธีการจัดตารางการผลิตเพื่อให้เวลาล่าช้ารวมต่ำที่สุดด้วยวิธีการแก้ปัญหาแบบหลายขั้นตอน (Multi-phase methodology) ในขั้นตอนแรกเป็นการแบ่งกลุ่มงาน (Allocation) มอบหมายงานให้เครื่องจักร โดยการใช้กฎการจ่ายงาน (Dispatching Rules) ด้วยการใช้เกณฑ์วันกำหนดส่ง (EDD : Early Due Date) ข้อจำกัดของผลิตภัณฑ์ และความสำคัญของลูกค้าเป็นเกณฑ์ในการจัดมอบงาน ขั้นที่สองเป็นการจัดลำดับงาน (Assigning) โดยวิธีการค้นหาแบบตาบ (Tabu Search) ในการหาคำตอบที่ดีที่สุดของการจัดตารางการผลิต ซึ่งในการสร้างคำตอบตั้งต้นหรือคำตอบที่เป็นไปได้ทั้งหมดนั้นได้ใช้การหาคำตอบข้างเคียง (Neighborhood Search) โดยการใช้การสลับงาน (Swap Pairwise Interchange) และได้ประยุกต์วิธีการในการทดลองข้อมูลที่มีลักษณะการกระจายตัวเป็นแบบปกติซึ่งอยู่ในช่วงงานที่ 70-90 งาน ช่วง 91-110 งาน ช่วง 111-130 งาน และช่วง 131-150 งาน จากผลการทดลองพบว่าวิธีการจัดตารางที่ใช้การค้นหาแบบตาบให้ค่าเวลาล่าช้ารวมที่น้อยกว่าการจัดตารางแบบเดิมประมาณ 90% ส่วนเวลาที่ใช้ในการจัดตารางการผลิตพบว่าวิธีการจัดตารางการผลิตแบบใหม่ใช้เวลาที่น้อยกว่าวิธีการจัดตารางการผลิตแบบเดิมประมาณ 75% ในทุก ๆ ช่วงงาน ในการหาลำดับการค้นหาที่ให้ค่าเวลาล่าช้ารวมน้อยที่สุดมีลักษณะแบบสุ่ม และการวิเคราะห์เวลาในการรันโปรแกรมพบว่ามีความสัมพันธ์กับจำนวนรอบการค้นหาและจำนวนงานที่ทำการผลิตอย่างมีนัยสำคัญ

สุรสิทธิ์ (2543) ได้ทำการวิจัยและนำเสนอการจัดตารางการผลิตชิ้นส่วนแม่พิมพ์แบบใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสำหรับอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ โดยได้ทำการศึกษาเพื่อหาวิธีการเพื่อจัดตารางการผลิตที่มีประสิทธิภาพสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ในการจัดตารางการผลิตคือ ให้ค่าเวลาล่าช้าของงานโดยเฉลี่ยต่ำที่สุด ได้ทำทฤษฎีการจัดตารางการผลิตแบบตามสั่งมาประยุกต์ใช้ด้วยวิธีการจัดตารางการผลิตแบบนอนดิเลย์ร่วมกับวิธีการเชิงฮิวริสติกส์โดยนำเอากฎเกณฑ์ฮิวริสติก RO SMT SPT มาทำการทดสอบกับข้อมูลการผลิตจริงด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่จัดทำขึ้น ผลการทดลองพบว่ากฎเกณฑ์ฮิวริสติกแบบ EDD เป็นวิธีการจัดตารางการผลิตที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด โดยเมื่อทำการเปรียบเทียบกับข้อมูลการผลิตเก่า ได้ค่าเวลาล่าช้าของงานโดยเฉลี่ยลดลง

29% จำนวนงานล่าช้าลดลง 40% และหาค่าเวลาสายของงานโดยเฉลี่ยลดลง 61% โดยระยะเวลาในการวางแผนการผลิต และได้แผนตารางการผลิตที่มีความถูกต้องแม่นยำสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ในการจัดการการผลิต

รัฐพงศ์ (2551) เสนอการพัฒนาวิธีการทางฮิวริสติกอัลกอริทึมในการจัดการการผลิตสำหรับเครื่องจักรแบบขนานโดยมีเวลาเตรียมการผลิตเป็นแบบไม่อิสระ ซึ่งการจัดการการผลิตมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับเวลาทำการผลิตของเครื่องจักร โดยมีเวลาเตรียมการผลิตเป็นแบบไม่อิสระ และเครื่องจักรแบบขนาน วิทยานิพนธ์นี้จึงเสนอการจัดการการผลิต วิธีการฮิวริสติกอัลกอริทึม 5 วิธี ได้แก่ วิธี SSPJ, วิธี SPAST, วิธี SPACT, วิธี SPASCR และ วิธี SPASPR โดยมีการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบอัลกอริทึมที่ให้ค่าของ Makespan ต่ำที่สุด ซึ่งผลของการศึกษานี้จะทำให้สามารถเลือกอัลกอริทึมในการจัดการการผลิตวิธีที่เหมาะสม ผลจากการศึกษานี้ได้พบว่า วิธีการทางฮิวริสติกอัลกอริทึมวิธี SPACT เป็นวิธีที่ให้ค่าของ Makespan ต่ำที่สุด

สุทธิลักษณ์ (2550) ทำการพยากรณ์ปริมาณการใช้วัตถุดิบแต่ละชนิดด้วยวิธีอนุกรมเวลาและพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาใช้ในการวางแผนและจัดการการผลิต สำหรับวิธีการจัดการการผลิตนั้นจะใช้วิธีการจัดการแบบฮิวริสติก เพื่อหาค่าเวลางานที่อยู่ในระบบโดยเฉลี่ย เวลางานล่าช้าเฉลี่ย และจำนวนงานล่าช้า หลังจากนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นมาใช้ในการวางแผนและจัดการการผลิตในโรงงานตัวอย่างแล้ว ปรากฏว่าสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตได้ดียิ่งขึ้น โดยผู้วิจัยเลือกใช้กฎ Priority ในการวางแผนและจัดการการผลิต ผลการวิจัยคือสามารถทำให้ค่าเวลาของงานในระบบเฉลี่ยลดลงจากเดิม 5.53 วัน เหลือ 3.25 วันต่อใบสั่งซื้อ ค่าเวลางานล่าช้าเฉลี่ยลดลงจากเดิม 3.25 วัน เหลือ 1.2 วันต่อใบสั่งซื้อ และจำนวนงานล่าช้าลดลงจาก 1,815 ชิ้นเหลือ 608 ชิ้น

Oliver and Chandrasekharan (1997) ได้นำเสนอ ฮิวริสติกใหม่ 2 วิธีมาเปรียบเทียบกับแบบเดิมได้แก่ SPT WINQ RAN RR โดยทำการเปรียบเทียบที่การทดลองในสถานะต่าง ๆ ดังนี้ ที่ Utilization 60 70 80 85 90 95 โดยวัดผลมาจาก ค่าเฉลี่ยเวลาการไหลของงาน (Mean flowtime) ค่าเฉลี่ยงานล่าช้า (Mean tardiness) เปอร์เซ็นต์ของจำนวนงานที่เสร็จช้า (Percentage of tardy job) และเวลาการกระจายของเวลาการทำงานในช่วงต่าง ๆ ได้แก่ 1-50 1-100 10-50 พบว่าฮิวริสติกใหม่ 2 วิธี ที่นำเสนอ (Rule 1, Rule 2) ให้ผลการจัดการการผลิตดีที่สุดในการพิจารณา ค่าเฉลี่ยเวลาการไหลของงาน ซึ่งให้ข้อเสนอไว้ว่าถ้าลักษณะงานมีลักษณะที่มีข้อจำกัดที่เพิ่มขึ้นการใช้เพียง

กฎเดียวไม่สามารถจัดการตารางการผลิตที่ดีได้ ต้องมีการผสมกันของวิธีต่าง ๆ เพื่อให้เข้ากับข้อจำกัด และวัตถุประสงค์ที่มี เช่น Rule 1 ก็เป็นการรวมกันของ SPT กับ WINQ

Che Chiang and Chen Fu (2006) ได้ทำการศึกษาวิธีฮิวริสติกที่ใช้คำนวณหาตารางการผลิตต่าง ๆ 16 วิธี โดยแบ่งวิธีต่าง ๆ ออกตามลักษณะของตัวชี้วัดดังนี้ (1) วิธีที่คิดคำนวณจากเวลาที่ใช้ในการผลิต (Processing time-based rules) ได้แก่ SPT LTWK SPRT (2) วิธีที่คิดคำนวณจากกำหนดวันส่งงาน (Due date-based rules) ได้แก่ EDD MDD ODD MOD SLACK (3) วิธีที่คิดคำนวณจากสัดส่วน (Ratio-based rules) CR COVERT ATC CR+SPT SLK/RPT+SPT (4) วิธีแบบทั่วไป ได้แก่ FIFO PTPW PTPWOOD ผลจากการทำการทดลองกับโรงงานประกอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แห่งหนึ่งพบว่า สำหรับตัวชี้วัดอัตราการส่งงานช้า (Tardy rate) พบว่า PTPWOOD ได้ค่าที่ต่ำที่สุด สำหรับตัวชี้วัด เวลาส่งงานล่าช้าโดยเฉลี่ย (Mean Tardiness) พบว่าวิธีในกลุ่ม Due date-based rules และ Ratio-based rules ได้ผลที่มีค่าน้อยพอ ๆ กัน และสำหรับตัวชี้วัดการส่งงานช้ามากที่สุด (Maximum Tardiness) พบว่าวิธีในกลุ่ม Due date-based rules และ Ratio-based rules ยังคงให้ผลดีที่สุดอยู่ ซึ่งในกลุ่มของ Due date-based rules จะให้ผลที่ดีกว่าในกลุ่มของ Ratio-based rules อยู่เล็กน้อย

Michael E. and Gregory R. (2004) ได้ทำการศึกษาการใช้ Dispatching Rules ได้แก่ FIFO, SPT, EDD, CR, RWK กลยุทธ์ในการทำการผลิตใหม่ (Rework Strategies) ระดับของงานที่จะต้องทำการผลิตใหม่ (Rework Levels) ซึ่งมี 1%, 5%, 10% ลักษณะการผลิตซึ่งมี 2 แบบคือแบบตามสั่ง (Make-to-order) และแบบผลิตจำนวนมาก (Make-to-stock) ในการจำลองสถานการณ์ การจัดการตารางการผลิตของโรงงานประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์แห่งหนึ่ง โดยวัดผลจาก รอบเวลาการผลิต (Cycle time) เปอร์เซ็นต์ของงานที่ส่งทันเวลา (Percentage on time) และ งานระหว่างการผลิต (Work in process) ซึ่งพบว่าการใช้ FIFO, RWK ร่วมกับแผนการทำการผลิตใหม่แบบ First Bottleneck จะให้ผลในการทำงานดีที่สุด

Kawai and Fujimoto (2005) ได้ทำการทดลองรวม Dispatching rules ต่าง ๆ สำหรับแก้ปัญหาการวางแผนการผลิตแบบตามสั่ง (Job-shop Scheduling Problem, JSSP) โดยทำการเสนอวิธีใหม่ในการจัดการตารางการผลิต 3 วิธีดังนี้ วิธีแรกเป็นการรวม Dispatching rules ที่นิยมนำมาใช้ในการวางแผนการผลิตจริงในโรงงานอุตสาหกรรมทั่วไป คือการรวม SPT และ MWKR ผลปรากฏว่าดีกว่าที่จะใช้เพียงวิธีใดวิธีหนึ่ง วิธีที่สองเป็นการเสนอวิธีที่จะพยายามรักษาสมดุลของภาระงาน

ของเครื่องจักรทุกเครื่องให้ใกล้เคียงกัน ซึ่งวิธีนี้จะทำการกำหนดน้ำหนักของภาระงานตั้งแต่ขั้นตอนแรก ๆ วิธีที่สามเป็นการผสมสัดส่วนของงาน (mixing ratio) ซึ่งวิธีที่สามนี้ให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าวิธีอื่น ๆ ที่นำมาทดลอง

Chyi Horng (2006) ได้เสนอวิธีการจำลองสถานการณ์เพื่อเปรียบเทียบการวิธีการจัดการการผลิตโดยใช้ Dispatching Rules ทั้งหมด 13 แบบในการผลิตแบบ Open shop ดังนี้ FIFO, AT, AT-RPT, SPT, EDD, MST, MDD, CR, S/RMOP, RR, PT+WINQ, PT+WINQ+AT, PT+WINQ+SL พร้อมด้วยใช้วิธีในการเลือกเครื่องจักรในการผลิตแบ่งเป็นสามวิธีคือใช้การสุ่ม (Random) วิธี NINQ ในการเลือกเครื่องจักรสามารถทำให้เวลาในการไหลของงานเฉลี่ยมีค่าน้อยที่สุดขณะที่ใช้วิธี LINQ ในการเลือกเครื่องจักรจะได้ค่า mean tardiness ของงานน้อยที่สุดในทุก ๆ กรณี ซึ่งการเลือก Dispatching Rules ที่เหมาะสมนั้นทำได้โดยใช้ตัวแปรต่าง ๆ เป็นตัวแปรในการทดลองคือ utilization factor ที่ 80% และ 95% , number of machines ที่ 5 และ 10 เครื่อง และใช้การแจกแจงของเวลาการผลิต (processing time distribution of jobs) ได้แก่ Uniform(1,49), EXPO(25) และ Normal(25,5) จากผลการทดลองพบว่าพิจารณาจาก เวลาเฉลี่ยของการไหลของงาน (Mean flowtime) วิธี NINQ+SPT และ LINQ+SPT เป็นคำตอบที่ดีในทุก ๆ การทดลอง ขณะที่ NINQ+MDD และ NINQ+EDD จะได้ผลดีเฉพาะเวลาในการผลิตมีการกระจายแบบ uniform ส่วนถ้าพิจารณาจาก เวลาการไหลของงานที่มากที่สุด และความเบี่ยงเบนของเวลาการไหลของงานพบว่า NINQ+AT-RPT และ LINQ+AT-RPT ทั้งสองวิธีได้ผลที่ดี และถ้านำเอา EDD, MDD และ MST มารวมกับ NINQ หรือ LINQ จะให้ผลการจัดที่ได้ค่า เวลาในการส่งงานล่าช้า น้อยที่สุด

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนตัว
2. โปรแกรมสำเร็จรูป Arena รุ่น 12.0

วิธีการ

การจำลองแบบปัญหา (Simulation) คือ กระบวนการออกแบบจำลอง (Model) ของระบบงานจริง (Real System) แล้วดำเนินการทดลองใช้แบบจำลองนั้น เพื่อเรียนรู้พฤติกรรมของระบบงานหรือเพื่อประเมินผลการใช้กลยุทธ์ (Strategies) ต่าง ๆ ในการดำเนินงานของระบบภายใต้ข้อกำหนดที่วางไว้

กระบวนการของการจำลองแบบปัญหานั้นแบ่งออกเป็นสองส่วน คือ การสร้างแบบจำลองส่วนหนึ่ง และการนำเอาแบบจำลองนั้นไปใช้งานเชิงวิเคราะห์อีกส่วนหนึ่ง จะเห็นได้ว่าแบบจำลองที่ใช้ในการจำลองแบบปัญหานี้อาจเป็นหุ่น เป็นระบบหรือเป็นแนวคิดลักษณะหนึ่งลักษณะใด โดยต้องให้เหมือนกับระบบจริงให้ได้มากที่สุด และสามารถช่วยให้เข้าใจในระบบจริง เพื่อที่จะเป็นประโยชน์ในการอธิบายพฤติกรรม และเพื่อปรับปรุงการดำเนินงานของระบบจริง

1. กรณีศึกษาอุตสาหกรรมการผลิตอุปกรณ์ไฟรถยนต์

บริษัทตัวอย่างในงานวิจัยนี้ คือบริษัทผู้ผลิตที่ครอบไฟรถยนต์ และรถจักรยานยนต์ ซึ่งถือเป็นสินค้าประเภทตามแฟชั่นที่มีความต้องการสินค้าในรูปแบบที่หลากหลาย และเนื่องจากที่ผลิตภัณฑ์มีความหลากหลายนี้เองการผลิตของโรงงานจึงต้องพยายามให้มีความยืดหยุ่นสูงเพื่อที่สามารถปรับตัวให้ได้กับการผลิตที่มีความหลากหลายของผลิตภัณฑ์สูง โดยขั้นตอนหลัก ๆ ที่ใช้ในกระบวนการผลิตมีดังต่อไปนี้

1. กระบวนการขึ้นรูปชิ้นงานพลาสติก

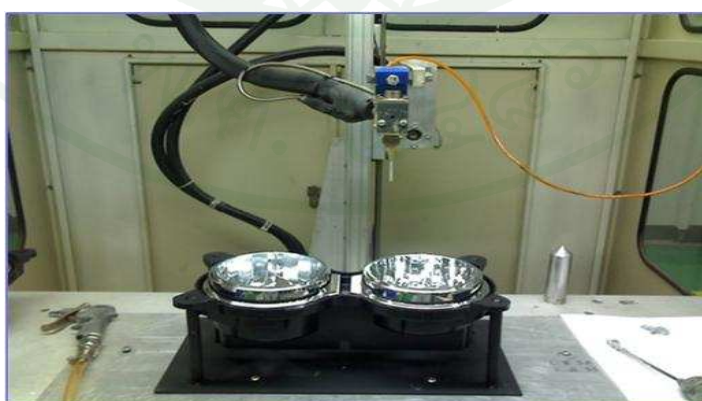
ส่วนประกอบพลาสติกต่าง ๆ ของตัวอุปกรณ์ที่ครอบหลอดไฟโดยที่แต่ละผลิตภัณฑ์จะมี ส่วนประกอบที่แตกต่างกันตามความต้องการของลูกค้า



ภาพที่ 1 ตัวอย่างของชิ้นงานพลาสติกที่ทำการฉีดเสร็จเพื่อรอการประกอบ

2. กระบวนการหยอดกาวซิลิโคน

จะทำการหยอดกาวซิลิโคนด้วยเครื่องหยอดกาว PLC พร้อมปั๊มกาวทำการหยอดกาว PUR เพื่อยึดเลนส์กับเป็น



ภาพที่ 2 แสดงขั้นตอนการหยอดกาวชิ้นงานไฟหลังรถยนต์

3. ขั้นตอนการประกบชิ้นงานด้วยเครื่องอัดอัตโนมัติและเครื่องอัดมือโยก

เป็นขั้นตอนการประกบชิ้นงานให้ติดกับด้วยเครื่องอัดอัตโนมัติ และ เครื่องอัดมือโยก แล้วแต่ลักษณะของแต่ละผลิตภัณฑ์ที่แตกต่างกันดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 การใส่ก้อนแสง และใช้เครื่องอัดมือโยกกดลงในงานฉาย

4. ขั้นตอนการประกอบชิ้นส่วนที่ได้จากแม่พิมพ์

จะทำการประกอบส่วนประกอบต่าง ๆ เข้าด้วยกันซึ่งส่วนประกอบอาจจะเป็นส่วนที่ฉีดออกมาพร้อมกันหรืออาจจะสั่งส่วนประกอบจากผู้รับจ้างผลิตรายอื่นเข้ามาแล้วแต่ผลิตภัณฑ์โดยใช้เครื่องมือต่างๆช่วยในการประกอบได้แก่ จิ๊ก ตัวจับยึด โดยลักษณะการประกอบจะเป็นลักษณะเฉพาะของแต่ละผลิตภัณฑ์ดังแสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 การประกอบขอบเข้ากับเบ้าโดยใช้จิ๊กช่วยในการประกอบ

5. ขั้นตอนการพ่นสีและอบผิว

ทำการพ่นสีชิ้นงานด้วยเครื่องพ่นสีและทำการอบผิวชิ้นงานด้วยเครื่องพ่นสี MRP-2100PF ซึ่งมีวิธีในการทำงานดังนี้

5.1 ทำความสะอาดชิ้นงานด้วยน้ำยาเช็ดคราบ

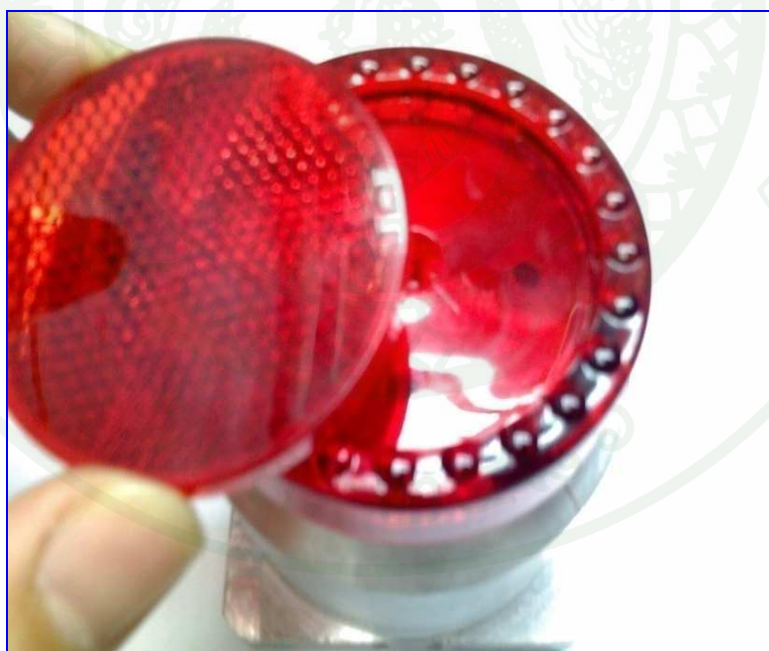
5.2 พ่นน้ำยาเกาะพลาสติก 2 เที้ยว

5.3 พ่นจริงทับ

5.4 นำไปเข้าเครื่องอบสี

6. ขั้นตอนการเชื่อมชิ้นงานเข้าด้วยกันด้วยเครื่อง Ultrasonic

โดยใช้เครื่องอัลตราโซนิกทำการเชื่อมชิ้นงานงานเข้าด้วยกันโดยใช้จิ๊กช่วยในการดำเนินงาน



ภาพที่ 5 ลักษณะการวางชิ้นงานเพื่อทำการเชื่อมชิ้นงานด้วยเครื่อง Ultrasonic



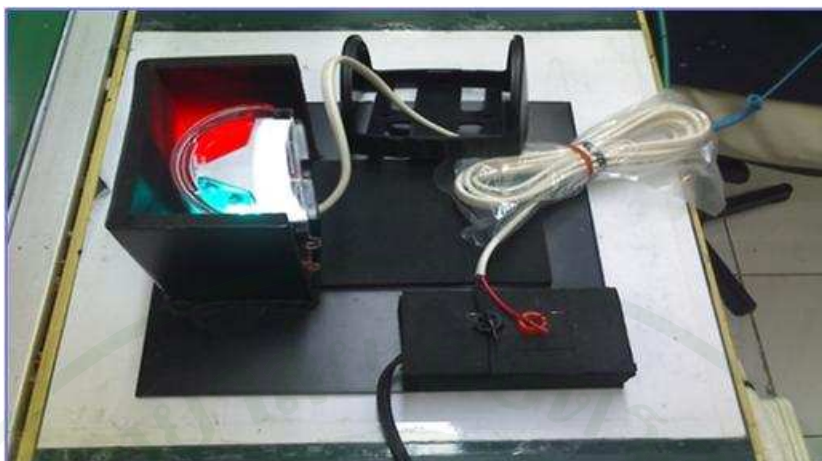
ภาพที่ 6 ส่วนงานเชื่อมชิ้นงานด้วยเครื่อง Ultrasonic

7. ขั้นตอนการตรวจสอบ

โดยจะตรวจสอบชิ้นงานว่าได้ตามมาตรฐานที่ถูกข้อกำหนดหรือไม่ เช่นการตรวจสอบการรั่วของชิ้นงานโดยใช้ลมในการทดสอบและการตรวจสอบการติดของหลอดไฟดังแสดงในภาพที่ 7 และภาพที่ 8



ภาพที่ 7 การตรวจสอบลมรั่วของชิ้นงาน



ภาพที่ 8 ตรวจสอบการติดไฟของชิ้นงาน

8. ขั้นตอนการบรรจุหีบห่อ

ทำการบรรจุด้วย เครื่องซีลเซตดูลดเคลื่อนความถี่สูง แล้วประกอบกล่องบรรจุภัณฑ์ ลักษณะการทำงานจะเป็นลักษณะการผลิตแบบตามสั่ง โดยส่วนงานต่าง ๆ จะอยู่เป็นส่วน ๆ โดยผลิตภัณฑ์จะเคลื่อนที่ไปผลิตตามส่วนงานต่าง ๆ ตามใบสั่งผลิตที่มีขั้นตอนที่แตกต่างกันโดยลักษณะการผลิตจะผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ไปตามจำนวนในใบสั่งผลิตโดยไม่มีการแทรกผลิตภัณฑ์ชนิดอื่นระหว่างที่ยังทำการผลิตไม่ครบตามจำนวนในใบสั่งผลิต

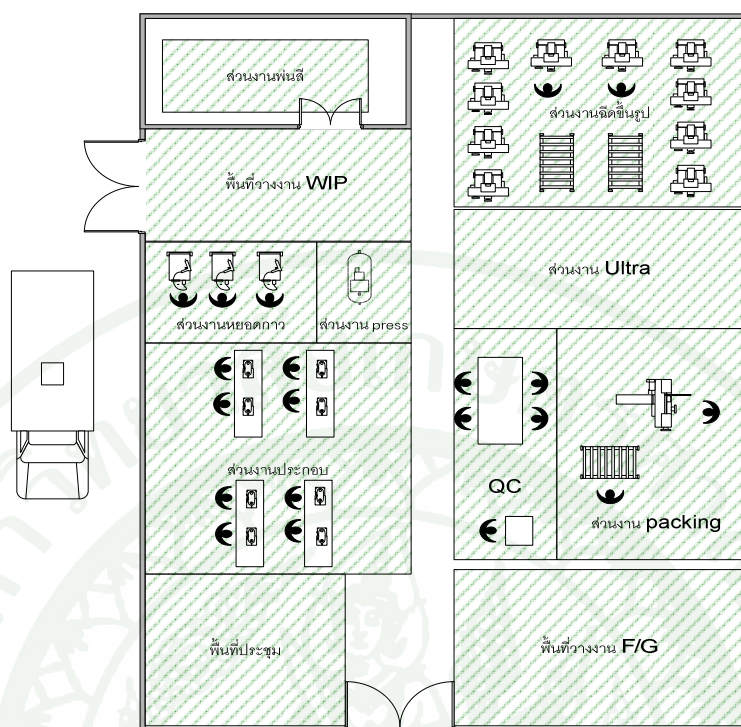


ภาพที่ 9 ส่วนงานบรรจุผลิตภัณฑ์



ภาพที่ 10 ชิ้นงานหลังทำการผลิตเสร็จเรียบร้อยรอส่งลูกค้า

โดยส่วนงานฉีดขึ้นรูปจะมีเครื่องฉีดทั้งหมด 13 เครื่อง ส่วนงานหยอดกาวซิลิโคนจะมีเครื่องหยอดกาวทั้งหมด 3 เครื่อง ส่วนงานบรรจุจะมีเครื่องซีด 1 เครื่อง ส่วนงานเชื่อมชิ้นงานด้วยเครื่อง Ultrasonic จะมีเครื่อง Ultrasonic 2 เครื่อง ส่วนงานประกอบจะเป็นการเตรียมอุปกรณ์ให้ตรงตามการผลิตผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดซึ่งมีขั้นตอนในการประกอบที่แตกต่างกัน ซึ่งการผลิตแต่ละผลิตภัณฑ์บางผลิตภัณฑ์ มีขั้นตอนในการผลิตสูงสุดคือ 7 ขั้นตอน บางการผลิตมีขั้นตอนการผลิตต่ำสุดเพียง 3 ขั้นตอน ซึ่งผลิตภัณฑ์ของโรงงานจะไม่ได้เริ่มและจบที่ขั้นตอนการผลิตเดียวกันทุกงาน เพราะผลิตภัณฑ์บางตัวไม่มีการฉีดที่โรงงานเพราะจ้างผลิตจากภายนอกและงานบางชนิดไม่มีการใส่บรรจุภัณฑ์เพราะต้องส่งไปทำการประกอบที่โรงงานประกอบรถยนต์ เป็นต้น



ภาพที่ 11 ภาพแผนผังของโรงงาน

วิเคราะห์และสรุปข้อมูลที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง

ข้อมูลต่าง ๆ ที่ใช้ในการจำลองสถานการณ์ในงานวิจัยนี้ สามารถแบ่งข้อมูลได้เป็น 4 ข้อมูล คือ 1. คำสั่งซื้อที่จะทำการผลิต 2. ขั้นตอนการผลิตทั้ง 10 แบบ 3. ทรัพยากรของกระบวนการผลิตทั้ง 9 สถานการณ์ และ 4. เวลาที่ใช้ในกระบวนการทำการผลิต

1. ข้อมูลการพยากรณ์คำสั่งซื้อที่จะทำการผลิต

วิธีการสั่งซื้อผลิตภัณฑ์ ลูกค้านี้จะมีการสั่งซื้อผ่านฝ่ายขายของบริษัทโดยเปิดเป็นคำสั่งซื้อแบบรวม (Batch Purchase Order) แล้วจะให้ยอดการพยากรณ์การเรียกสินค้าในแต่ละเดือน (ดังแสดงในตารางที่ 3) ให้กับทางบริษัทหลังจากฝ่ายขายได้รับการพยากรณ์การเรียกสินค้าของลูกค้าแล้วก็จะทำการประชุมกับฝ่ายผลิตเพื่อกำหนดนโยบายการวางแผนการผลิต

ในการสั่งซื้อผลิตภัณฑ์ จะมีรายละเอียดที่บอกถึง วันสั่งซื้อ (Date of Order), ชื่อลูกค้า (Customer Name), รหัสแบบของผลิตภัณฑ์ (Type ID), วันกำหนดส่ง (Due Date), ยอดสั่งซื้อ

(Order Quantity) หลังจากนั้นจะทำการบันทึกข้อมูลการสั่งซื้อลงในฐานข้อมูล เพื่อดำเนินการแสดงผลการสั่งผลิต

2. ข้อมูลค่าใช้จ่ายที่ต้องนำมาพิจารณาเพื่อใช้ในการวางแผนการผลิต

ในการวางแผนการผลิตข้อมูลที่ผู้วางแผนจำเป็นต้องนำมาเพื่อพิจารณาคือค่าใช้จ่ายในการผลิต, ค่าใช้จ่ายในการจ้างผลิต, ราคาขายต่อชิ้นของแต่ละผลิตภัณฑ์, ค่าเก็บรักษา และค่าปรับจากการส่งงานล่าช้า (ดังแสดงในตารางที่ 2)

โดยในการทำวิจัยนี้จะทำการเปรียบเทียบผลการกำหนดลำดับงานด้วยวิธีการแบบต่าง ๆ ดังนี้คือ

1. การทำงานปัจจุบันซึ่งทางบริษัทจะจัดงานโดยคำนวณเองโดยใช้จากประสบการณ์และโปรแกรม Excel ช่วยในการคำนวณและประมวลผลในบางกรณี

2. เขียนโปรแกรม โดยใช้โปรแกรม Arena ในการสร้างแบบจำลองและใช้โปรแกรม Microsoft Excel ในการเก็บข้อมูลและประมวลผลบางส่วนโดยมีวิธีต่าง ๆ ดังนี้

2.1 วิธีการจัดลำดับงานโดยนำงานที่มีเวลาการทำงานรวมน้อยที่สุดก่อน (SPT)

2.3 วิธีการจัดลำดับงานโดยนำงานที่มีเวลาการทำงานเหลือน้อยที่สุดก่อน (SRPT)

2.3 วิธีการจัดลำดับงานโดยนำงานที่จะถึงวันกำหนดส่งเร็วที่สุดก่อน (EDD)

2.4 วิธีการจัดลำดับงานโดยนำงานขึ้นที่มีเวลาเหลือสำหรับการทำงานน้อยที่สุดทำก่อน (MST)

2.5 วิธีการจัดลำดับงานโดยดูจากกำหนดส่งและเวลาปัจจุบันที่ทำการผลิตมาถึงรวมกับเวลาการผลิตของงานนั้น โดยจะเลือกค่ามากของค่าทั้งสองมาพิจารณาเพื่อจัดลำดับการผลิต (MDD)

2.6 วิธีการจัดลำดับงานโดยเป็นการจัดลำดับงานโดยดูจากสัดส่วนของเวลาที่เหลือก่อนจะถึงกำหนดส่งงานแต่ละชิ้นที่นำมาพิจารณาหารด้วยเวลาทำงานของงานแต่ละชิ้นที่นำมาพิจารณา โดยจะเลือกงานที่มีสัดส่วนวิกฤตก่อน (CR)

2.7 วิธีการจัดลำดับงานโดยที่พิจารณาการจัดการตารางการผลิตโดยรวมเวลาที่ใช้ในการผลิตกับงานที่จะทำในลำดับต่อไปไว้ด้วยกันอันไหนมีค่าน้อยก็จะนำมาทำก่อน (PT+WINQ)

2.8 วิธีการจัดลำดับงานโดยพิจารณาจากอัตราส่วนของค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาสินค้ากับค่าปรับที่จะเกิดขึ้นจากการส่งงานไม่ทันกำหนด (ETR)

ตารางที่ 2 ค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ของแต่ละผลิตภัณฑ์

คำสั่งซื้อ	ค่าใช้จ่ายใน การผลิต (บาท/ชิ้น)	ค่าใช้จ่ายใน การจ้างผลิต (บาท/ชิ้น)	ราคาขาย (บาท/ชิ้น)	ค่าเก็บรักษา (บาท/ชิ้น)	ค่าปรับ (บาท/ คำสั่งซื้อ/วัน)
1	1260	1530	1800	50	5000
2	1750	2125	2500	35	5000
3	420	510	600	35	3500
4	1400	1700	2000	38	8000
5	193	234	275	50	7000
6	154	187	220	55	7000
7	168	204	240	15	5000
8	280	340	400	40	5000
9	350	425	500	75	1500
10	315	383	450	15	5000
11	980	1190	1400	15	5000
12	1260	1530	1800	48	5000
13	1050	1275	1500	85	15000
14	1225	1488	1750	68	15000
15	910	1105	1300	75	5000
16	175	213	250	88	1000
17	595	723	850	25	0
18	525	638	750	19	0
19	315	383	450	20	0
20	350	425	500	20	0
21	385	468	550	20	0
22	840	1020	1200	15	5000
23	700	850	1000	10	5000
24	595	723	850	15	5000

ตารางที่ 2 (ต่อ)

คำสั่งซื้อ	ค่าใช้จ่ายใน การผลิต (บาท/ชิ้น)	ค่าใช้จ่ายใน การจ้างผลิต (บาท/ชิ้น)	ราคาขาย (บาท/ชิ้น)	ค่าเก็บรักษา (บาท/ชิ้น)	ค่าปรับ (บาท/ คำสั่งซื้อ/วัน)
25	175	213	250	5	3500
26	560	680	800	7	0
27	980	1190	1400	7	0
28	875	1063	1250	10	0
29	546	663	780	5	0
30	385	468	550	20	5000
31	420	510	600	10	3000
32	1050	1275	1500	8	0
33	245	298	350	15	0
34	245	298	350	15	3500
35	490	595	700	8	0
36	490	595	700	10	0
37	560	680	800	18	0
38	245	298	350	10	0
39	210	255	300	5	15000
40	2100	2550	3000	33	7500
41	1400	1700	2000	25	0
42	315	383	450	10	0
43	245	298	350	15	3500
44	175	213	250	20	0
45	245	298	350	70	0
46	210	255	300	60	0
47	350	425	500	42	0
48	280	340	400	10	3500

ตารางที่ 2 (ต่อ)

คำสั่งซื้อ	ค่าใช้จ่ายใน การผลิต (บาท/ชิ้น)	ค่าใช้จ่ายใน การจ้างผลิต (บาท/ชิ้น)	ราคาขาย (บาท/ชิ้น)	ค่าเก็บรักษา (บาท/ชิ้น)	ค่าปรับ (บาท/ คำสั่งซื้อ/วัน)
49	945	1148	1350	15	0
50	175	213	250	15	0

ตารางที่ 3 ยอดคำสั่งซื้อสินค้าของสองสัปดาห์แรกของเดือนสิงหาคม

คำสั่งซื้อ	ลำดับขั้นตอนการผลิต	จำนวน (ชิ้น)	กำหนดส่ง(วัน)
1	1>2>6>7	500	10
2	1>4>2>6>7>8	350	8
3	1>2>6>3>7>8	350	12
4	1>4>6>7	380	14
5	1>6>2>5>7>8	500	12
6	1>6>5>2>3>7>8	550	13
7	1>3>2>7>6>8	150	10
8	6>3>5>2>7>8	400	10
9	1>2>6>7	750	11
10	1>5>2>6	150	13
11	1>4>6>7>8	150	12
12	1>4>2>6>7>8	480	11
13	1>4>2>6>7>8	850	12
14	1>4>2>6>7>8	680	11
15	1>4>2>6>7>8	750	10
16	1>4>2>6>7>8	880	9
17	1>4>6	250	11
18	1>4>6	190	8
19	1>2>6>3>7>8	200	11

ตารางที่ 3 (ต่อ)

คำสั่งซื้อ	ลำดับขั้นตอนการผลิต	จำนวน (ชิ้น)	กำหนดส่ง(วัน)
20	1>2>6>3>7>8	200	12
21	1>2>6>3>7>8	200	12
22	1>2>6>7>8	150	12
23	1>2>6>7>8	100	12
24	1>2>6>7>8	150	12
25	1>6>2>5>7>8	50	14
26	1>6>2>5>7>8	70	13
27	1>2>6>7>8	70	11
28	1>6>2>5>7>8	100	11
29	1>2>6>5>7>8	50	11
30	1>2>6>7>8	200	11
31	1>2>6>7>8	100	10
32	1>2>3>6>7>8	75	9
33	1>2>6>7>8	150	14
34	1>2>6>7>8	150	12
35	1>2>6>7>8	75	12
36	1>2>6>7>8	100	12
37	1>2>6>7>8	175	13
38	1>2>6>7>8	100	13
39	1>2>6>7>8	50	13
40	1>2>6>7>8	330	13
41	1>2>6>7>8	250	13
42	1>2>3>6>7>8	100	13
43	1>2>3>6>7>8	150	11
44	1>6>5>2>3>7>8	200	11
45	1>6>5>2>3>7>8	700	12
46	1>6>5>2>3>7>8	600	12

ตารางที่ 3 (ต่อ)

คำสั่งซื้อ	ลำดับขั้นตอนการผลิต	จำนวน (ชิ้น)	กำหนดส่ง(วัน)
47	1>6>2>3>7>8	420	11
48	1>6>5>2>3>7>8	100	12
49	1>6>2>3>7>8	150	11
50	1>6>5>2>3>7>8	150	12

รายละเอียดในแต่ละขั้นตอน ดังนี้

- 1 = นิด
- 2 = หยอดกาว
- 3 = เครื่องอัดมือโยก
- 4 = ฟันสี
- 5 = Ultrasonics
- 6 = ประกอบ
- 7 = ตรวจสอบ
- 8 = บรรจุ

ตารางที่ 4 แสดงจำนวนของเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต

เครื่องจักร	จำนวนเครื่องจักร(เครื่อง)
เครื่องฉีดพลาสติก	13
เครื่อง Ultrasonic	3
เครื่องหยอดกาว	3
เครื่องซีล	1
เครื่องอัด	6

ที่มา: โรงงานผลิตอุปกรณ์ไฟรถยนต์

ตารางที่ 5 เวลามาตรฐานการผลิตและจำนวนที่ต้องผลิตโดยประมาณของแต่ละผลิตภัณฑ์

NO.	ITEM	Standard Processing time (MIN/UNIT)							
		ฉีด	หยอดกาว	Manual Press	พันลวด	Ultrasonic	ประกอบ	ตรวจสอบ	ซีล/บรรจุ
1	AE-01-222	5	4	-	-	-	3	0.25	-
2	AE-01-223	4	0.5	-	4	-	2.5	0.2	2
3	AE-01-225	3.25	1	0.5	-	-	1.2	0.2	1.2
4	AE-01-236	10	-	-	5	-	2	0.5	-
5	AE-08-902	2	1.5	-	-	1	2	0.2	0.2
6	AE-02-673	1.5	0.6	0.1	-	0.75	1.5	0.5	1
7	AE-08-904	5	1	0.75	-	-	0.5	0.5	1
8	AE-01-386	-	0.5	0.5	-	1.75	2.5	1	0.75
9	AE-05-445	2.5	1	-	-	-	0.25	0.75	-
10	AE-03-242	2	0.25	-	-	1.5	0.5	1.75	-
11	AE-05-223	6	-	-	5	-	2	2.75	1
12	AE-01-221	4	0.5	-	3	-	2.5	0.2	2
13	AE-01-320	4	1.5	-	3.5	-	2.5	0.2	2
14	AE-05-340	3	2.5	-	1	-	2.5	0.2	2
15	AE-01-219	4	3.5	-	2	-	2.5	0.2	2
16	AE-05-320	3	4.5	-	3.75	-	2.5	0.2	2

ตารางที่ 5 (ต่อ)

NO.	ITEM	Standard Processing time (MIN/UNIT)							
		ฉีด	หยอดแก้ว	Manual Press	พ่นสี	Ultra	ประกอบ	ตรวจสอบ	ซีล/บรรจุ
17	AE-01-221	8	-	-	2	-	-	-	-
18	AE-01-517	8	-	-	3	-	2	-	-
19	AE-05-482	1.5	1	0.5	-	-	1	0.2	1.2
20	AE-02-221	2	0.5	0.5	-	-	1	0.75	1
21	AE-02-222	2.5	0.75	1	-	-	2	0.2	1
22	AE-02-223	3	0.5	-	-	-	2.5	0.2	2
23	AE-02-225	3	1	-	-	-	2	0.5	1
24	AE-02-236	3	2.5	-	-	-	2.5	0.2	1
25	AE-02-902	2	1.5	-	-	0.5	0.75	0.2	0.2
26	AE-03-673	3	2.5	-	-	2	3	1.2	1.2
27	AE-05-904	2.5	1	-	-	-	0.25	0.75	0.1
28	AE-06-219	1	1.5	-	-	0.5	2	0.2	0.2
29	AE-07-320	1.5	1.5	-	-	1	2	0.2	0.2
30	AE-03-222	2	1	0.5	-	-	0.25	0.75	0.1
31	AE-03-223	1	1	-	-	-	0.25	0.75	0.1
32	AE-01-221	2.5	1	2.5	-	-	0.25	0.75	0.1
33	AE-01-219	1.5	1	-	-	-	0.25	0.75	0.1

ตารางที่ 5 (ต่อ)

NO.	ITEM	Standard Processing time (MIN/UNIT)							
		ฉีด	หยอดกาว	Manual Press	พันสี	Ultra	ประกอบ	ตรวจสอบ	ซีล/บรรจุ
34	AE-01-225	2.5	2	-	-	-	1.25	1.75	0.1
35	AE-01-310	3.5	3	-	-	-	2.25	2.75	0.1
36	AE-01-311	4.5	4	-	-	-	3.25	3.75	0.1
37	AE-01-312	5.5	5	-	-	-	4.25	4.75	0.1
38	AE-01-313	6.5	6	-	-	-	5.25	5.75	0.1
39	AE-01-314	7.5	7	-	-	-	6.25	6.75	0.1
40	AE-01-315	4	0.5	-	-	-	2.5	0.2	0.5
41	AE-02-107	3	0.5	-	-	-	2.5	0.5	0.5
42	AE-02-108	2.5	1	2.5	-	-	0.25	0.75	0.1
43	AE-01-109	2	1	0.5	-	-	0.25	0.75	0.1
44	AE-01-110	1.5	0.6	0.1	-	0.75	1.5	0.5	1
45	AE-01-111	1	0.25	0.1	-	0.5	1	0.5	1
46	AE-02-102	1.5	0.6	0.2	-	0.75	1	0.5	1
47	AE-02-103	2.5	0.5	1.2	-	-	1.5	1.5	2
48	AE-02-104	1.5	0.6	0.1	-	0.25	1.5	0.5	1
49	AE-02-105	1.5	0.5	1.1	-	-	2.5	1.5	2

ตารางที่ 5 (ต่อ)

NO.	ITEM	Standard Processing time (MIN/UNIT)							
		ฉีด	หยอดกาว	Manual Press	พันสี	Ultra	ประกอบ	ตรวจสอบ	ซีล/บรรจุ
50	AE-02-106	1.5	0.3	2.1	-	0.5	1	2.5	3

เนื่องจากเวลาที่แต่ละผลิตภัณฑ์ใช้ในแต่ละสถานงานบางสถานงานได้แก่ สถานงานประกอบ และสถานงาน Ultrasonic Welding จำเป็นจะต้องใช้ความชำนาญและทักษะโดยเฉพาะทำให้เวลาการทำงานในแต่ละกะแต่ละวัน มักมีความต่างกัน ดังนั้นลักษณะของเวลาการทำงานจะถูกทำให้อยู่ในรูปการแจกแจงทางสถิติเพื่อใช้เป็นข้อมูลนำเข้าในการสร้างแบบจำลอง โดยใช้เครื่องมือ Input Analyzer ของโปรแกรมอริโน่าในการหาการแจกแจงที่เหมาะสมซึ่งได้ค่าการแจกแจงที่นำไปใช้ในการคำนวณการจัดตารางการผลิตดังนี้

ตารางที่ 6 การแจกแจงของตัวแปรนำเข้าเวลาในการผลิต

ชนิดของงานที่ทำงานในสถานี	การแจกแจงของตัวแปรทางสถิติ แสดงด้วยคำสั่งอริโน่า	หน่วย
สถานงานที่ 5 ผลิตภัณฑ์แบบที่ 5	$-0.001 + 1 * \text{BETA}(0.75, 0.676)$	นาที
สถานงานที่ 5 ผลิตภัณฑ์แบบที่ 6	$\text{NORM}(0.611, 0.212)$	นาที
สถานงานที่ 5 ผลิตภัณฑ์แบบที่ 8	$1.19 + 0.81 * \text{BETA}(2.6, 1.5)$	นาที
สถานงานที่ 5 ผลิตภัณฑ์แบบที่ 10	$1.35 + 0.6 * \text{BETA}(1.1, 1.48)$	นาที
สถานงานที่ 5 ผลิตภัณฑ์แบบที่ 25	$1 * \text{BETA}(1.21, 0.943)$	นาที
สถานงานที่ 5 ผลิตภัณฑ์แบบที่ 26	$1.19 + 1.32 * \text{BETA}(2.22, 2.85)$	นาที
สถานงานที่ 5 ผลิตภัณฑ์แบบที่ 28	$\text{NORM}(0.644, 0.185)$	นาที

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ชนิดของงานที่ทำงานในสถานี	การแจกแจงของตัวแปรทางสถิติ แสดงด้วยค่าสั่งอาร์ร้น่า	หน่วย
สถานีงานที่ 5 ผลิตรถยนต์แบบที่ 29	$-0.001 + 1 * \text{BETA}(0.75, 0.676)$	นาทึ
สถานีงานที่ 5 ผลิตรถยนต์แบบที่ 44	$\text{NORM}(0.611, 0.212)$	นาทึ
สถานีงานที่ 5 ผลิตรถยนต์แบบที่ 45	$1.19 + 0.81 * \text{BETA}(2.6, 1.5)$	นาทึ
สถานีงานที่ 5 ผลิตรถยนต์แบบที่ 46	$0.21 + 1.04 * \text{BETA}(2.68, 2.81)$	นาทึ
สถานีงานที่ 5 ผลิตรถยนต์แบบที่ 48	$\text{TRIA}(0.2, 0.238, 1)$	นาทึ
สถานีงานที่ 5 ผลิตรถยนต์แบบที่ 50	$0.07 + \text{ERLA}(0.00818, 5)$	นาทึ
สถานีงานที่ 6 ผลิตรถยนต์แบบที่ 1	$2.17 + 1.56 * \text{BETA}(2.49, 1.91)$	นาทึ
สถานีงานที่ 6 ผลิตรถยนต์แบบที่ 2	$\text{NORM}(2.74, 0.276)$	นาทึ
สถานีงานที่ 6 ผลิตรถยนต์แบบที่ 3	$0.999 + 1 * \text{BETA}(1.14, 1.27)$	นาทึ
สถานีงานที่ 6 ผลิตรถยนต์แบบที่ 4	$1.08 + \text{WEIB}(0.76, 2.36)$	นาทึ
สถานีงานที่ 6 ผลิตรถยนต์แบบที่ 5	$0.71 + \text{WEIB}(1.48, 3.7)$	นาทึ
สถานีงานที่ 6 ผลิตรถยนต์แบบที่ 6	$\text{TRIA}(1.06, 1.47, 2.63)$	นาทึ
สถานีงานที่ 6 ผลิตรถยนต์แบบที่ 7	$\text{NORM}(0.764, 0.233)$	นาทึ
สถานีงานที่ 6 ผลิตรถยนต์แบบที่ 8	$2 + 1 * \text{BETA}(1.04, 0.823)$	นาทึ
สถานีงานที่ 6 ผลิตรถยนต์แบบที่ 9	$0.04 + \text{LOGN}(0.451, 0.3)$	นาทึ
สถานีงานที่ 6 ผลิตรถยนต์แบบที่ 10	$0.19 + \text{LOGN}(0.535, 0.318)$	นาทึ
สถานีงานที่ 6 ผลิตรถยนต์แบบที่ 11	$\text{NORM}(2.34, 0.301)$	นาทึ
สถานีงานที่ 6 ผลิตรถยนต์แบบที่ 12	$2 + 1 * \text{BETA}(1.07, 1.18)$	นาทึ
สถานีงานที่ 6 ผลิตรถยนต์แบบที่ 13	$2 + 1 * \text{BETA}(0.749, 0.68)$	นาทึ
สถานีงานที่ 6 ผลิตรถยนต์แบบที่ 14	$2 + 1 * \text{BETA}(0.954, 0.866)$	นาทึ
สถานีงานที่ 6 ผลิตรถยนต์แบบที่ 15	$\text{NORM}(2.56, 0.246)$	นาทึ
สถานีงานที่ 6 ผลิตรถยนต์แบบที่ 16	$2 + 1 * \text{BETA}(0.6, 0.639)$	นาทึ
สถานีงานที่ 6 ผลิตรถยนต์แบบที่ 17	$0.999 + 1 * \text{BETA}(0.612, 0.593)$	นาทึ
สถานีงานที่ 6 ผลิตรถยนต์แบบที่ 18	$1.4 + 1.2 * \text{BETA}(1.36, 1.46)$	นาทึ
สถานีงานที่ 6 ผลิตรถยนต์แบบที่ 19	$0.4 + 1.2 * \text{BETA}(2.05, 2.08)$	นาทึ

ตารางที่ 6 (ต่อ)

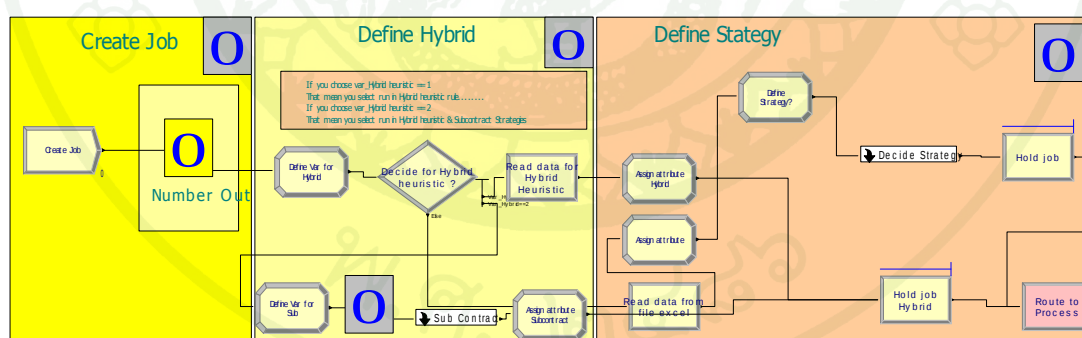
ชนิดของงานที่ทำงานในสถานี	การแจกแจงของตัวแปรทางสถิติ แสดงด้วยค่าสั่งอาร์ริ่น่า	หน่วย
สถานีงานที่ 6 ผลิตรถยนต์แบบที่ 20	$0.4 + 1.2 * \text{BETA}(1.31, 1.32)$	นาทีก
สถานีงานที่ 6 ผลิตรถยนต์แบบที่ 21	$1.4 + 1.2 * \text{BETA}(1.62, 1.77)$	นาทีก
สถานีงานที่ 6 ผลิตรถยนต์แบบที่ 22	$2 + 1 * \text{BETA}(0.891, 0.973)$	นาทีก
สถานีงานที่ 6 ผลิตรถยนต์แบบที่ 23	$1.36 + 1.64 * \text{BETA}(2.98, 1.57)$	นาทีก
สถานีงานที่ 6 ผลิตรถยนต์แบบที่ 24	$2 + 1 * \text{BETA}(0.767, 0.976)$	นาทีก
สถานีงานที่ 6 ผลิตรถยนต์แบบที่ 25	$\text{TRIA}(0.14, 0.775, 1.41)$	นาทีก
สถานีงานที่ 6 ผลิตรถยนต์แบบที่ 26	$2.4 + 1.2 * \text{BETA}(1.55, 1.46)$	นาทีก
สถานีงานที่ 6 ผลิตรถยนต์แบบที่ 27	$0.01 + 1.22 * \text{BETA}(1.74, 1.89)$	นาทีก
สถานีงานที่ 6 ผลิตรถยนต์แบบที่ 28	$\text{TRIA}(1.71, 1.94, 2.79)$	นาทีก
สถานีงานที่ 6 ผลิตรถยนต์แบบที่ 29	$1.71 + 1.08 * \text{BETA}(1.03, 1.19)$	นาทีก
สถานีงานที่ 6 ผลิตรถยนต์แบบที่ 30	$\text{NORM}(0.659, 0.251)$	นาทีก
สถานีงานที่ 6 ผลิตรถยนต์แบบที่ 31	$0.06 + \text{LOGN}(0.478, 0.316)$	นาทีก
สถานีงานที่ 6 ผลิตรถยนต์แบบที่ 32	$0.07 + \text{GAMM}(0.147, 3.54)$	นาทีก
สถานีงานที่ 6 ผลิตรถยนต์แบบที่ 33	$0.13 + 1.19 * \text{BETA}(1.29, 1.38)$	นาทีก
สถานีงานที่ 6 ผลิตรถยนต์แบบที่ 34	$1 + 1 * \text{BETA}(0.899, 0.975)$	นาทีก
สถานีงานที่ 6 ผลิตรถยนต์แบบที่ 35	$\text{TRIA}(2.13, 2.87, 3.28)$	นาทีก
สถานีงานที่ 6 ผลิตรถยนต์แบบที่ 36	$2.73 + 1.16 * \text{BETA}(1.41, 1.5)$	นาทีก
สถานีงานที่ 6 ผลิตรถยนต์แบบที่ 37	$3.41 + 1.18 * \text{BETA}(1.69, 1.64)$	นาทีก
สถานีงานที่ 6 ผลิตรถยนต์แบบที่ 38	$3.49 + 1.27 * \text{BETA}(1.68, 1.66)$	นาทีก
สถานีงานที่ 6 ผลิตรถยนต์แบบที่ 39	$\text{TRIA}(5.39, 6.42, 6.7)$	นาทีก
สถานีงานที่ 6 ผลิตรถยนต์แบบที่ 40	$2 + 1 * \text{BETA}(1.05, 0.972)$	นาทีก
สถานีงานที่ 6 ผลิตรถยนต์แบบที่ 41	$1.6 + 1.2 * \text{BETA}(1.81, 1.62)$	นาทีก
สถานีงานที่ 6 ผลิตรถยนต์แบบที่ 42	$\text{BETA}(1.25, 1.21867)$	นาทีก
สถานีงานที่ 6 ผลิตรถยนต์แบบที่ 43	$\text{ERLA}(0.137, 4)$	นาทีก
สถานีงานที่ 6 ผลิตรถยนต์แบบที่ 44	$0.4 + 1.2 * \text{BETA}(1.75, 1.71)$	นาทีก

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ชนิดของงานที่ทำงานในสถานี	การแจกแจงของตัวแปรทางสถิติ แสดงด้วยคำสั่งอาร์รนำ	หน่วย
สถานีงานที่ 6 ผลิตรถยนต์แบบที่ 45	$0.71 + 1.08 * \text{BETA}(1.07, 1.41)$	นาที
สถานีงานที่ 6 ผลิตรถยนต์แบบที่ 46	$\text{TRIA}(0.4, 1.34, 1.6)$	นาที
สถานีงานที่ 6 ผลิตรถยนต์แบบที่ 47	$\text{NORM}(1.54, 0.262)$	นาที
สถานีงานที่ 6 ผลิตรถยนต์แบบที่ 48	$1.21 + 1.08 * \text{BETA}(1.42, 1.85)$	นาที
สถานีงานที่ 6 ผลิตรถยนต์แบบที่ 49	$1.4 + 1.2 * \text{BETA}(1.35, 1.36)$	นาที
สถานีงานที่ 6 ผลิตรถยนต์แบบที่ 50	$0.71 + 1.08 * \text{BETA}(1.31, 1.25)$	นาที

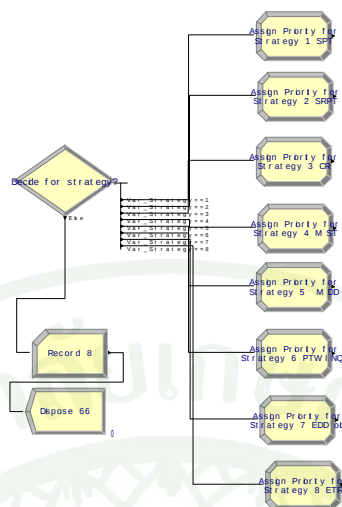
การออกแบบโปรแกรมจัดการตารางการผลิตด้วยโปรแกรม Arena

ทำการกำหนดการเลือกกฎและการคำนวณค่าที่ได้จากการจัดการตารางการผลิตโดยใช้โปรแกรม Arena ในการคำนวณโดยจะทำการพิจารณาค่าสั่งซื้อต่าง ๆ โดยค่าลำดับการจัดงานเข้าสู่ระบบจะทำการเลือกจัดตามกฎต่าง ๆ ดังแสดงในภาพที่ 12



ภาพที่ 12 โมดูลการเลือกกฎในการดำเนินการวางแผนการผลิตในโปรแกรม Arena

หลังจากที่ได้กำหนดว่าจะทำการจัดการตารางการผลิตด้วยวิธีการจัดการตารางการผลิตแบบใดแล้วงานแต่ละงานก็จะถูกส่งไปยังส่วนที่จะคำนวณเพื่อกำหนดค่าลำดับของแต่ละงานว่างานชนิดใดจะเข้าก่อนหลังดังแสดงในภาพที่ 5

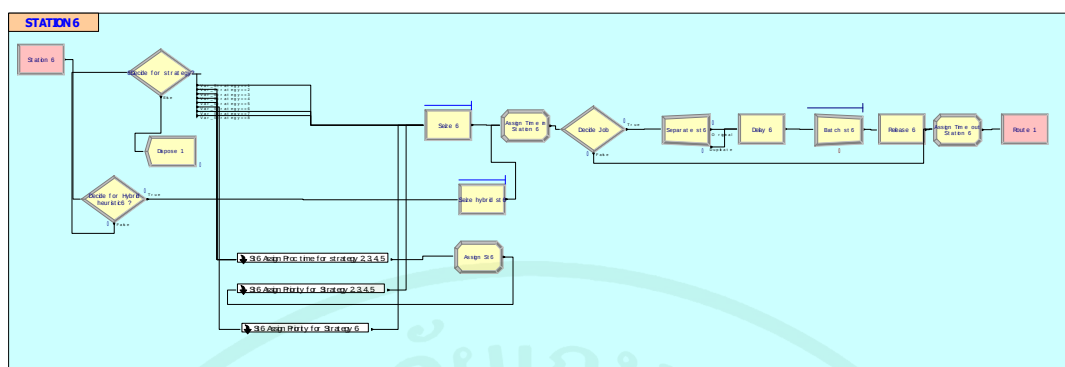


ภาพที่ 13 แสดงโมดูลการเลือกกฎเพื่อกำหนดค่าในการจัดลำดับงาน

ซึ่งค่าลำดับการผลิตของงานในแต่ละกฎการจัดตารางการผลิตจะมีค่าแตกต่างกันไปดังแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 แสดงค่าลำดับของแต่ละงานในแต่ละวิธีการจัดตารางการผลิต

วิธีการจัด ตารางการผลิต	ค่าลำดับงาน	ค่าลำดับงานที่ใช้ในโปรแกรม Arena
SPT	$Z = P$	= Att_TotalProc
SRPT	$Z = r$	= Att_TotalProc - Exp_Proc(this_station)
CR	$Z = (d-t)/r$	=(Att_Duedate Att_Time_In)/Att_TotalProc
MST	$Z = (d-r-t)$	=Att_Duedate - Att_TotalProc - Att_Time_In
MDD	$Z = \text{Max}(d, r+t)$	=MX(Att_Duedate , Att_TotalProc +Att_Time_In)
PT+WINQ	$Z = p_{ij} + W$	=Exp_Proc(Nextstation)+TAVG(Seize.Queue.WaitingTime)
ETR	$Z = h/e$	=(Att_holdcost)/ (Att_pntycost)
EDD	$Z = d$	=Att_duedate



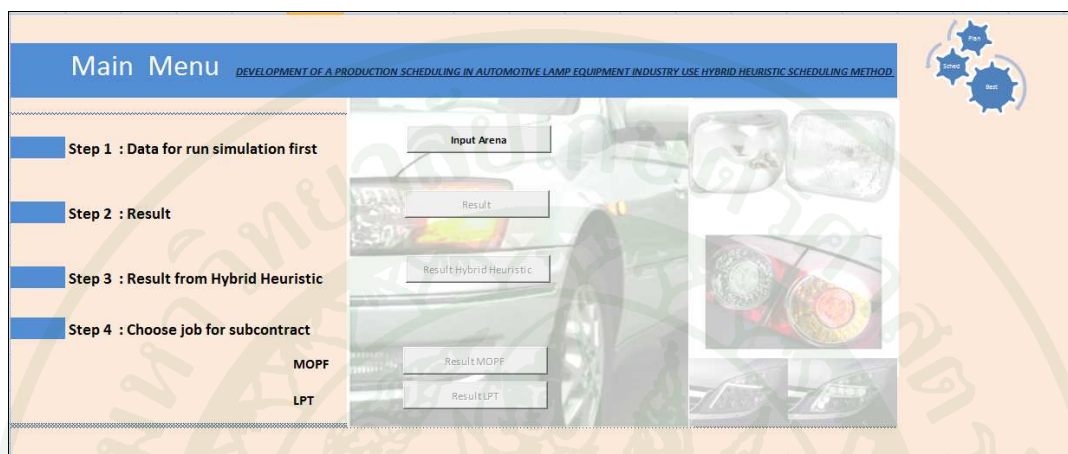
ภาพที่ 14 ส่วนที่ใช้ในการคำนวณการทำงานในสถานีงานที่ 6

ในแต่ละสถานีงานจะต้องมีการปรับค่าที่ใช้ในการจัดการการผลิตอยู่ตลอดเวลาเนื่องจากจะต้องมีการพิจารณาค่าลำดับงานในทุก ๆ สถานีงาน โดยค่าที่จะต้องทำการปรับปรุงในทุกสถานีงานคือค่า Total Remaining Processing Time ซึ่งจะต้องทำการหักค่าเวลาการทำงานของสถานีงานที่ได้ทำมาแล้วออกเพื่อนำค่า Total Remaining Processing Time ไปพิจารณาในทุกสถานีงาน

ตารางที่ 8 ตัวแปรต่าง ๆ ที่โปรแกรม Arena รับค่าผ่าน Microsoft Excel

ค่าที่รับผ่าน Microsoft Excel	คำอธิบาย	ค่าที่แสดงใน Arena Program	หน่วย
Order	จำนวนงานที่ต้องการผลิต	Att_qty	ชิ้น
Type	ชนิดของงานที่ต้องการผลิต	Att_type	-
Duedate	กำหนดส่ง	Att_duedate	วัน
Production cost	ค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการผลิต	Att_mfgcost	บาท/ชิ้น
Outsource cost	ค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการจ้างผลิต	Att_oscost	บาท/ชิ้น
Holding Cost	ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาชิ้นงาน	Att_holdcost	บาท/ลอต/ชิ้น
Penalty cost	ค่าปรับจากการส่งงานล่าช้า	Att_pntycost	บาท/ลอต/ชิ้น
Price	ราคาสินค้า	Att_price	บาท/ชิ้น

โดยขั้นตอนในการดำเนินงานจะเริ่มโดยการรับข้อมูลในการผลิตผ่าน Micorsoft Excel ดังตารางที่ 8 โดยผู้ใช้งานสามารถเลือกเพื่อกรอกข้อมูลจากเมนูหลักดังภาพที่ 15 ส่วนการกรอกข้อมูลดังภาพที่ 16



ภาพที่ 15 หน้าต่างเมนูหลักในการเลือกจัดการตารางการผลิต

หลังจากทำการเลือกเพื่อที่จะทำการกรอกข้อมูลในการผลิตต่างๆแล้วก็จะเข้าสู่ขั้นตอนการคำนวณการจัดตารางการผลิตด้วยโปรแกรม Arena ด้วยวิธีต่าง ๆ

NO	Order	Type	Due date	Production cost/Pcs	Outsource cost/Pcs	Holding Cost/Lot/day	Penalty cost/Lot/Days	Price/ Pcs	
1	500	1	240	1260	1530	30	5000	1800	Run Arena
2	350	2	192	1750	2125	35	5000	2500	Main Menu
3	350	3	288	420	510	35	3500	600	
4	380	4	336	1400	1700	38	8000	2000	
5	500	5	288	193	234	30	7000	275	
6	550	6	312	154	187	55	7000	220	
7	150	7	240	168	204	15	5000	240	
8	400	8	240	280	340	40	5000	400	
9	750	9	264	350	425	75	1500	500	
10	150	10	312	315	383	15	5000	450	
11	150	11	288	980	1190	15	5000	1400	
12	480	12	264	1260	1530	8	5000	1800	
13	850	13	288	1050	1275	5	15000	1500	
14	680	14	264	1225	1488	8	15000	1750	
15	750	15	240	910	1105	5	5000	1300	
16	880	16	216	175	213	8	1000	250	Clear Order Data
17	250	17	264	595	723	5	0	850	
18	190	18	192	525	638	9	0	750	
19	200	19	264	315	383	20	0	450	
20	201	20	288	350	425	20	0	500	
21	202	21	288	385	468	20	0	550	
22	150	22	288	840	1020	15	5000	1200	
23	100	23	288	700	850	10	5000	1000	
24	150	24	288	595	723	15	5000	850	
25	50	25	336	175	213	5	3500	250	
26	70	26	312	560	680	7	0	800	

ภาพที่ 16 หน้าต่างกรใส่ข้อมูลในการจัดการตารางการผลิต

หลังจากทำการคำนวณการจัดตารางการผลิตด้วยวิธีต่าง ๆ ตามโปรแกรม Arena แล้ว โปรแกรมจะทำการแสดงผลค่ากำไรรวมที่ได้จากการจัดตารางการผลิตดังแสดงในภาพที่ 17

Strategy	Profit Value
1. SPT	3160324.8
2. SRPT	3159587
3. CR	2446463
4. MST	2340956
5. MDD	3159568
6. PT+WINQ	3475436.5
7. EDD	2357685
8. ETR	3688216

Best rule is: ETR
Second rule is: PT+WINQ

Select Best & Second rule for Hyb Heuristic

ภาพที่ 17 หน้าต่างแสดงผลค่ากำไรโดยรวมที่ได้จากการจัดตารางการผลิตด้วยวิธีต่าง ๆ

Best Rule	Profit Value
☐ SPT	3160324.8
☐ SRPT	3159587
☐ CR	2446463
☐ MST	2340956
☐ MDD	3159568
☐ PT+WINQ	3475436.5
☐ EDD	2357685
☒ ETR	3688216

Next

Reset

ภาพที่ 18 หน้าต่างการเลือกกฎที่ดีที่สุดที่จะใช้ในการจัดตารางการผลิต

Second rule	Value
☐ SPT	3160324.8
☐ SRPT	3159587
☐ CR	2446463
☐ MST	2340956
☐ MDD	3159568
☒ PT+WINQ	3475436.5
☐ EDD	2357685
☐ ETR	3688216

Buttons: Run Hyb Heuristic, Back, Reset Value

ภาพที่ 19 หน้าต่างการเลือกกฎที่ดีที่สุดรองลงมาที่จะใช้ในการจัดตารางการผลิต

ภาพที่ 18 และ ภาพที่ 19 แสดงการเลือกวิธีการจัดตารางการผลิตที่ดีที่สุดอันดับที่ 1 และ อันดับที่ 2 มาเพื่อทำการจัดตารางการผลิตแบบ Hybrid Heuristic แล้วดูว่าผลลัพธ์ที่ได้จากการจัดตารางการผลิตเป็นอย่างไรดังภาพที่ 20

Rule	Value
1. SPT	3160324.8
2. SRPT	3159587
3. CR	2446463
4. MST	2340956
5. MDD	3159568
6. PT+WINQ	3475436.5
7. EDD	2357685
8. ETR	3688216
9. Hybrid Heuristic	3703348.5

Button: View report

ภาพที่ 20 หน้าต่างการแสดงผลค่าเปรียบเทียบวิธีจัดตารางการผลิตแบบต่าง ๆ กับวิธีสถิติแบบผสม

Job ID	Value	Selected
1. SPT	3160324.8	☐
2. SRPT	3159587	☐
3. CR	2446463	☐
4. MST	2340956	☐
5. MDD	3159568	☐
6. PT+WINQ	3475436.5	☐
7. EDD	2357685	☐
8. ETR	3688216	☐
9. Hybrid Heuristic	3703348.5	☒

View report

Select Job for Subcontract

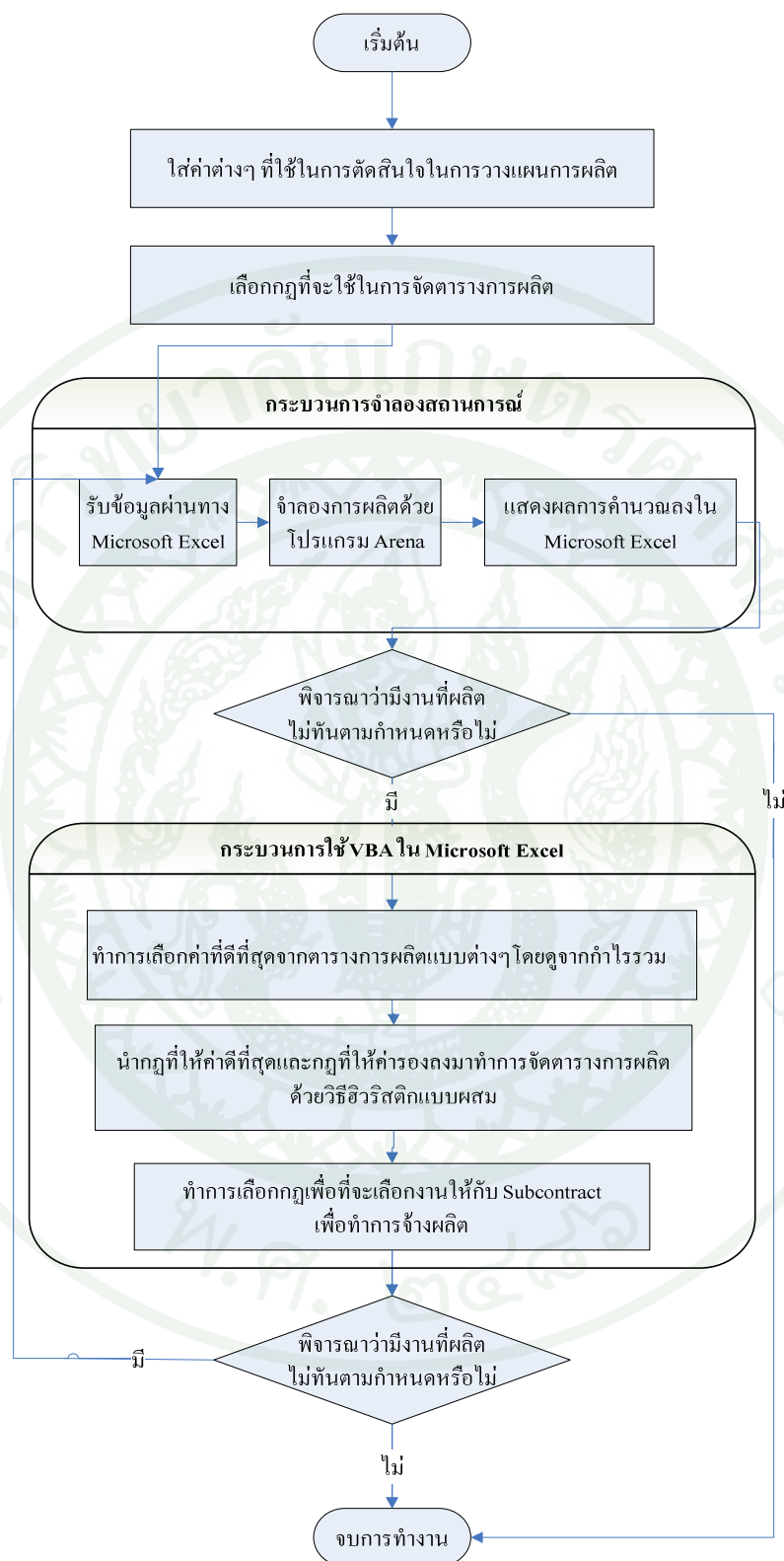
ภาพที่ 21 แสดงการเลือกกฎที่ดีที่สุดที่จะใช้ร่วมกับวิธีการเลือกงานเพื่อจ้างผลิต

หลังจากทำการเลือกวิธีที่เหมาะสมในการจัดตารางการผลิตแล้วก็จะทำการเลือกส่วนที่จะเลือกงานเพื่อนำไปจ้างผลิตดังภาพที่ 21 โดยจะเลือกงานออกจนกว่าจะเหลือจำนวนงานที่โรงงานผลิตได้เองทั้งหมด โดยผลจากการเลือกงานออกเพื่อไปจ้างผลิตด้วยวิธี MOPF และ LPT แสดงในภาพที่ 22

Method	Total Profit	Jobs to Subcontract
MOPF Result	2762224	40, 2, 4, 41, 1, 12, 14, 13, 32, 11, 27, 49, 15
LPT Result	2974087	16, 13, 15, 14, 12, 1, 4

Back

ภาพที่ 22 แสดงหน้าต่างแสดงผลกำไรรวมจากการจัดตารางการผลิตพร้อมกับเลือกงานเพื่อจ้างผลิต



ภาพที่ 23 แสดงขั้นตอนการจัดตารางการผลิตด้วยโปรแกรมการจัดตารางการผลิต

ผลและวิจารณ์

ผล

1. ผลการจัดตารางการผลิตโดยใช้วิธีการจัดตารางการผลิตแบบเดิม

การจัดตารางการผลิตแบบเดิมเป็นการจัดตารางการผลิตที่ยังไม่มีระบบและขั้นตอนการจัดตารางการผลิตที่แน่นอน การจัดตารางการผลิตโดยส่วนใหญ่เป็นลักษณะที่เลือกการทำงานที่จะถึงกำหนดส่งมอบงานก่อน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพนักงานที่ทำหน้าที่วางแผนการผลิตหรือบางครั้งก็ขึ้นกับพนักงานผู้ปฏิบัติงานในแต่ละสถานงาน การจัดตารางการผลิตดังกล่าวยังไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร ดังจะเห็นได้จากปัญหาการส่งมอบงานไม่ทันตามกำหนด ที่จะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ และ ยังทำให้เกิดปัญหาด้านความเชื่อถือต่อลูกค้าในอนาคตได้ ดังนั้น ส่วนที่ต้องทำในการแก้ไขปัญหที่เกิดขึ้น คือ การจัดตารางการผลิต เพื่อที่จะลดเวลาที่สูญเสียในการเตรียมเครื่องจักรและจัดลำดับการผลิตให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ทำให้สามารถส่งมอบสินค้าได้ทันกำหนดส่งมอบเพิ่มขึ้น

จากกฎเกณฑ์ ฮิวริสติกที่ใช้จัดลำดับงานกันอยู่ในปัจจุบัน จึงได้นำหลักเกณฑ์ต่างๆ มาออกแบบเพื่อทำโปรแกรมเพื่อการจัดลำดับงาน เพื่อลดเวลาและความผิดพลาดในการวางแผนของกระบวนการผลิตแบบตามสั่ง (Job Shop) โดยใช้ข้อมูลของโรงงานผลิตอุปกรณ์ไฟรถยนต์ในสองสัปดาห์แรกของเดือนสิงหาคม 2552 ในการทดสอบการทำงานของโปรแกรมและกฎการจัดลำดับงานแบบฮิวริสติกผสมผสานเพื่อวิเคราะห์ผลที่ได้จากการจัดตารางการผลิตแบบต่างๆ ซึ่งผลจากการจัดตารางการผลิต ด้วยโปรแกรมในแต่ละวิธีได้ผลดังที่แสดงในตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 9 ผลจากการจัดลำดับงานด้วยวิธี Sortest Processing Time

คำสั่งซื้อ	เสร็จ (วัน)	กำหนดส่ง (วัน)	ผลต่าง (วัน)	กำไรรวมที่ได้ (บาท)
25	1	14	13	3,645
31	1	10	9	17,820
27	1	11	10	29,281
29	1	11	10	11,615
32	1	9	8	33,660
48	2	12	10	11,910
28	2	11	9	37,410
43	2	11	9	15,645
33	2	14	12	15,675
10	2	13	11	20,220
26	2	13	11	16,800
42	2	13	11	13,500
23	2	12	10	29,780
8	3	10	7	47,600
30	3	11	8	32,820
35	3	12	9	15,690
19	3	11	8	26,920
20	3	12	9	30,130
39	3	13	10	4,500
44	3	11	8	14,810
34	3	12	9	15,525
22	4	12	8	53,850
7	4	10	6	10,695
49	4	11	7	60,730
24	4	12	8	38,250

ตารางที่ 9 (ต่อ)

คำสั่งซื้อ	เสร็จ (วัน)	กำหนดส่ง (วัน)	ผลต่าง (วัน)	กำไรรวมที่ได้ (บาท)
36	4	12	8	20,800
41	4	13	9	149,915
21	4	12	8	33,067
38	5	13	8	10,420
18	5	8	3	42,714
50	5	12	7	11,090
17	4	11	7	63,690
40	6	13	7	296,991
3	7	12	5	62,755
37	7	13	6	41,633
11	7	12	5	62,805
9	7	11	3	110,775
45	9	12	3	73,440
5	9	12	3	41,130
6	9	13	4	35,255
46	10	12	2	53,910
47	10	11	1	62,830
2	11	8	-3	167,500
4	11	14	3	227,924
1	12	10	-2	170,000
12	14	11	-3	149,200
14	16	11	-5	102,000
15	18	10	-8	197,500
13	19	12	-7	307,500
16	23	9	-14	57,000

ตารางที่ 10 ผลจากการจัดลำดับงานด้วยวิธี Sortest Remaining Processing Time

คำสั่งซื้อ	เสร็จ (วัน)	กำหนดส่ง (วัน)	ผลต่าง (วัน)	กำไรรวมที่ได้ (บาท)
25	1	14	13	3,645
31	1	10	9	17,820
27	1	11	10	29,281
29	1	11	10	11,615
32	1	9	8	33,660
28	2	11	9	37,390
48	2	12	10	11,910
43	2	11	9	15,645
33	2	14	12	15,675
10	2	13	11	20,190
26	2	13	11	16,786
23	2	12	10	29,780
42	2	13	11	13,290
8	3	10	7	47,640
30	3	11	8	32,820
35	3	12	9	15,690
19	3	11	8	26,920
44	3	11	8	14,990
20	3	12	9	29,728
34	3	12	9	15,450
22	3	12	9	53,775
39	3	13	10	4,425
7	3	10	7	10,620
49	4	11	7	60,710
24	4	12	8	38,235

ตารางที่ 10 (ต่อ)

คำสั่งซื้อ	เสร็จ (วัน)	กำหนดส่ง (วัน)	ผลต่าง (วัน)	กำไรรวมที่ได้ (บาท)
21	4	12	8	32,886
36	4	12	8	20,820
41	4	13	9	149,930
18	4	8	4	42,714
50	5	12	7	11,230
38	5	13	8	10,480
17	5	11	6	63,690
40	6	13	7	296,991
3	7	12	5	62,755
37	7	13	6	41,633
11	7	12	5	62,805
9	8	11	3	110,775
45	9	12	3	73,440
5	9	12	3	41,130
6	9	13	4	35,255
46	10	12	2	53,910
47	10	11	1	62,830
2	11	8	-3	167,500
4	11	14	3	227,924
1	11	10	-1	170,000
12	14	11	-3	149,200
14	16	11	-5	102,000
15	18	10	-8	197,500
13	19	12	-7	307,500
16	23	9	-14	57,000

ตารางที่ 11 ผลจากการจัดลำดับงานด้วยวิธี Critical Ratio

คำสั่งซื้อ	เสร็จ (วัน)	กำหนดส่ง (วัน)	ผลต่าง (วัน)	กำไรรวมที่ได้ (บาท)
8	1	10	9	47,800
16	7	9	2	65,872
1	7	10	3	269,610
2	8	8	0	257,500
4	8	14	6	227,772
13	10	12	2	382,460
9	10	11	1	110,925
47	10	11	1	62,820
18	11	8	-3	42,750
12	11	11	0	259,184
5	11	12	1	41,250
11	11	12	1	62,790
17	12	11	-1	63,750
15	13	10	-3	207,500
14	14	11	-3	72,000
36	14	12	-2	21,000
7	14	10	-4	-99,200
44	14	11	-3	15,000
34	14	12	-2	8,750
19	14	11	-3	27,000
30	14	11	-3	-2,000
20	14	12	-2	30,150
10	14	13	-1	-29,750
32	14	9	-5	33,750
23	14	12	-2	-30,000

ตารางที่ 11 (ต่อ)

คำสั่งซื้อ	เสร็จ (วัน)	กำหนดส่ง (วัน)	ผลต่าง (วัน)	กำไรรวมที่ได้ (บาท)
24	15	12	-3	-31,750
35	15	12	-3	15,750
26	15	13	-2	16,800
28	15	11	-4	37,500
49	15	11	-4	60,750
48	15	12	-3	-72,000
27	15	11	-4	29,400
43	15	11	-4	-68,250
22	15	12	-3	29,000
31	15	10	-5	3,000
29	15	11	-4	11,700
25	15	14	-1	-17,250
33	15	14	-1	15,750
42	15	13	-2	13,500
39	16	13	-3	-205,500
41	16	13	-3	150,000
21	16	12	-4	33,330
50	16	12	-4	11,250
38	16	13	-3	10,500
40	17	13	-4	192,000
3	17	12	-5	-10,500
37	17	13	-4	42,000
45	18	12	-6	73,500
46	18	12	-6	54,000
6	19	13	-6	-96,700

ตารางที่ 12 ผลจากการจัดลำดับงานด้วยวิธี Minimum Slack Time

คำสั่งซื้อ	เสร็จ (วัน)	กำหนดส่ง (วัน)	ผลต่าง (วัน)	กำไรรวมที่ได้ (บาท)
8	1	10	9	47,800
16	7	9	2	65,872
13	8	12	4	382,440
4	9	14	5	227,772
15	10	10	0	292,480
1	10	10	0	250,000
12	11	11	0	259,192
11	11	12	1	62,670
17	11	11	0	63,750
18	11	8	-3	42,750
14	12	11	-1	192,000
47	13	11	-2	63,000
9	13	11	-2	105,000
2	14	8	-6	197,500
3	14	12	-2	-7,000
40	14	13	-1	124,500
5	14	12	-2	-126,750
37	14	13	-1	42,000
46	15	12	-3	54,000
38	15	13	-2	10,500
45	15	12	-3	73,500
6	16	13	-3	-75,700
50	16	12	-4	11,250
19	16	11	-5	27,000
22	16	12	-4	14,000

ตารางที่ 12 (ต่อ)

คำสั่งซื้อ	เสร็จ (วัน)	กำหนดส่ง (วัน)	ผลต่าง (วัน)	กำไรรวมที่ได้ (บาท)
21	16	12	-4	33,330
49	17	11	-6	60,750
20	17	12	-5	30,150
7	17	10	-7	- 99,200
24	17	12	-5	33,250
44	17	11	-6	15,000
23	17	12	-5	0
32	17	9	-8	33,750
41	17	13	-4	150,000
26	17	13	-4	16,800
34	17	12	-5	- 22,750
28	17	11	-6	37,500
35	17	12	-5	15,750
31	17	10	-7	- 18,000
29	17	11	-6	11,700
43	17	11	-6	- 26,250
30	18	11	-7	- 32,000
36	18	12	-6	21,000
10	18	13	-5	- 49,750
48	18	12	-6	- 40,500
27	18	11	-7	29,400
42	18	13	-5	13,500
25	18	14	-4	- 52,250
39	18	13	-5	- 235,500
33	18	14	-4	15,750

ตารางที่ 13 ผลจากการจัดลำดับงานด้วยวิธี Modified Due Date

คำสั่งซื้อ	เสร็จ (วัน)	กำหนดส่ง (วัน)	ผลต่าง (วัน)	กำไรรวมที่ได้ (บาท)
31	1	10	9	17,800
27	1	11	10	29,267
29	1	11	10	11,610
25	1	14	13	3,665
32	1	9	8	33,660
28	1	11	10	37,390
48	1	12	11	11,910
43	1	11	10	15,645
33	1	14	13	15,675
10	1	13	12	20,190
26	1	13	12	16,786
23	1	12	11	29,780
42	1	13	12	13,290
8	2	10	8	47,640
30	2	11	9	32,820
35	2	12	10	15,690
19	2	11	9	26,920
44	2	11	9	14,990
20	2	12	10	29,728
34	2	12	10	15,450
22	2	12	10	53,775
39	2	13	11	4,425
7	2	10	8	10,620
49	3	11	8	60,710
24	3	12	9	38,235

ตารางที่ 13 (ต่อ)

คำสั่งซื้อ	เสร็จ (วัน)	กำหนดส่ง (วัน)	ผลต่าง (วัน)	กำไรรวมที่ได้ (บาท)
21	3	12	9	32,886
36	3	12	9	20,820
41	3	13	10	149,930
18	4	8	4	42,714
50	4	12	8	11,230
38	4	13	9	10,480
17	5	11	6	63,690
40	5	13	8	296,991
3	6	12	6	62,755
37	6	13	7	41,633
11	6	12	6	62,805
9	7	11	4	110,775
45	8	12	4	73,440
5	8	12	4	41,130
6	8	13	5	35,255
46	9	12	3	53,910
47	9	11	2	62,830
2	10	8	-2	167,500
4	11	14	3	227,924
1	12	10	-2	170,000
12	13	11	-2	149,200
14	15	11	-4	102,000
15	17	10	-7	197,500
13	18	12	-6	307,500
16	22	9	-13	57,000

ตารางที่ 14 ผลจากการจัดลำดับงานด้วยวิธี Processing time + Work in Next Queue

คำสั่งซื้อ	เสร็จ (วัน)	กำหนดส่ง (วัน)	ผลต่าง (วัน)	กำไรรวมที่ได้ (บาท)
29	1	11	10	11,595
25	1	14	13	3,650
28	1	11	10	37,330
8	1	10	9	47,880
31	1	10	9	17,970
27	1	11	10	29,379
33	1	14	13	15,720
48	1	12	11	11,990
32	1	9	8	33,743
10	1	13	12	19,950
49	1	11	10	60,580
26	1	13	12	16,688
50	2	12	10	11,180
42	2	13	11	13,430
35	2	12	10	15,705
23	2	12	10	29,960
34	2	12	10	15,705
43	2	11	9	15,705
19	2	11	9	26,540
44	2	11	9	14,800
36	2	12	10	20,830
20	3	12	9	29,929
30	3	11	8	32,780
22	3	12	9	53,910
37	3	13	10	41,668

ตารางที่ 14 (ต่อ)

คำสั่งซื้อ	เสร็จ (วัน)	กำหนดส่ง (วัน)	ผลต่าง (วัน)	กำไรรวมที่ได้ (บาท)
45	4	12	8	73,470
41	4	13	9	149,995
21	4	12	8	32,886
24	4	12	8	37,965
38	4	13	9	10,310
7	4	10	6	10,560
6	5	13	8	36,080
11	5	12	7	62,985
46	5	12	7	53,850
5	5	12	7	40,860
39	5	13	8	4,435
47	7	11	4	62,950
40	7	13	6	296,991
3	7	12	5	62,300
18	7	8	1	42,678
2	8	8	0	262,430
9	8	11	3	111,375
17	9	11	2	63,685
12	10	11	1	259,016
14	12	11	-1	282,000
1	13	10	-3	190,000
16	18	9	-9	49,000
4	18	14	-4	196,000
15	19	10	-9	252,500
13	20	12	-8	202,500

ตารางที่ 15 ผลจากการจัดลำดับงานด้วยวิธี Earliest Cost To Tardiness Cost

คำสั่งซื้อ	เสร็จ (วัน)	กำหนดส่ง (วัน)	ผลต่าง (วัน)	กำไรรวมที่ได้ (บาท)
8	1	10	9	47,800
39	2	13	11	4,455
40	2	13	11	296,997
13	5	12	7	382,435
14	6	11	5	356,888
11	7	12	5	62,895
10	7	13	6	20,115
15	8	10	2	292,415
25	8	14	6	3,665
4	8	14	6	227,810
12	9	11	2	259,192
23	9	12	3	29,770
48	9	12	3	11,790
7	9	10	1	10,515
22	9	12	3	53,790
24	10	12	2	38,085
31	10	10	0	17,890
30	10	11	1	32,780
34	10	12	2	15,615
43	10	11	1	15,615
5	10	12	2	41,010
1	10	10	0	215,000
2	11	8	-3	142,500
6	11	13	2	35,530
3	12	12	0	62,755

ตารางที่ 15 (ต่อ)

คำสั่งซื้อ	เสร็จ (วัน)	กำหนดส่ง (วัน)	ผลต่าง (วัน)	กำไรรวมที่ได้ (บาท)
9	12	11	-1	81,000
29	12	11	-1	11,700
41	12	13	1	149,900
26	12	13	1	16,674
27	12	11	-1	29,400
32	12	9	-3	33,750
17	12	11	-1	63,750
18	13	8	-5	42,750
16	16	9	-7	58,000
35	16	12	-4	15,750
28	16	11	-5	37,500
36	16	12	-4	21,000
38	16	13	-3	10,500
42	16	13	-3	13,500
44	17	11	-6	15,000
45	17	12	-5	73,500
46	17	12	-5	54,000
47	18	11	-7	63,000
49	18	11	-7	60,750
50	19	12	-7	11,250
33	19	14	-5	15,750
37	19	13	-6	42,000
19	19	11	-8	27,000
20	19	12	-7	30,150
21	19	12	-7	33,330

ตารางที่ 16 ผลจากการจัดลำดับงานด้วยวิธี Hybrid Heuristic

คำสั่งซื้อ	เสร็จ (วัน)	กำหนดส่ง (วัน)	ผลต่าง (วัน)	กำไรรวมที่ได้ (บาท)
8	3	12	9	47,800
1	3	12	9	269,550
25	3	13	10	3,675
48	4	8	4	11,880
31	4	12	8	17,880
10	4	13	9	20,100
23	5	11	6	29,910
29	5	13	8	11,655
34	6	12	6	15,405
39	6	13	7	4,405
27	6	12	6	29,267
28	7	11	4	37,320
22	8	12	4	53,805
43	8	12	4	15,570
32	8	13	5	33,675
30	9	12	3	32,860
26	9	11	2	16,765
40	10	8	-2	296,997
11	11	14	3	62,715
7	12	10	-2	10,560
24	13	11	-2	38,040
35	15	11	-4	15,653
14	17	10	-7	356,936
36	18	12	-6	20,930
13	22	9	-13	382,430

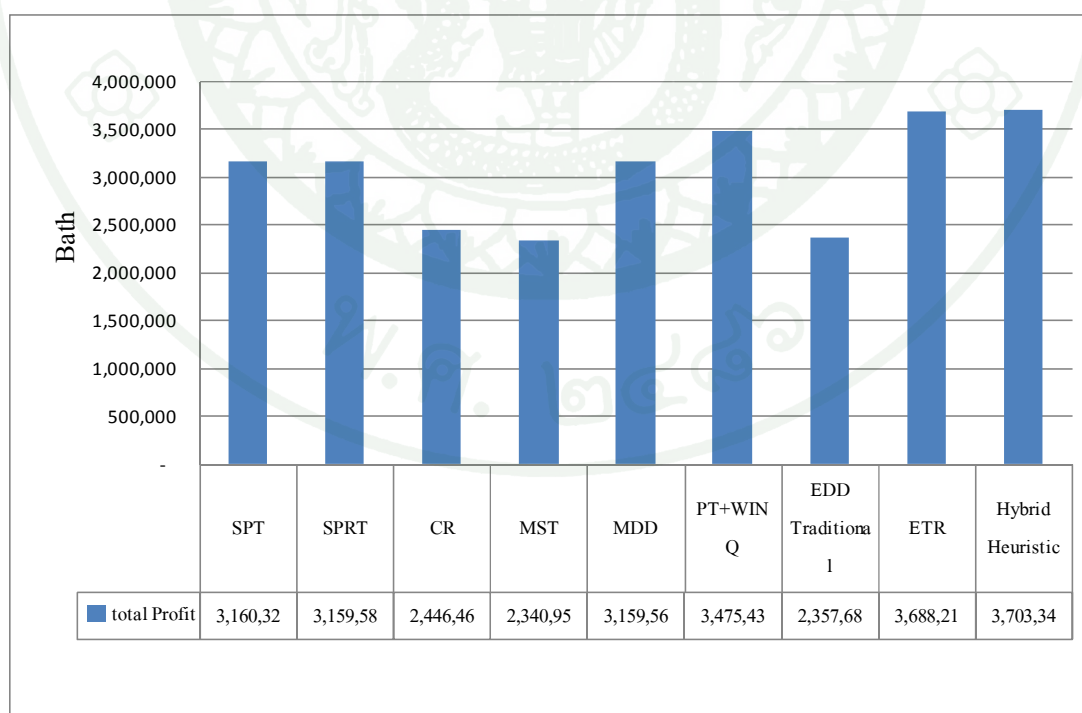
ตารางที่ 16 (ต่อ)

คำสั่งซื้อ	เสร็จ (วัน)	กำหนดส่ง (วัน)	ผลต่าง (วัน)	กำไรรวมที่ได้ (บาท)
42	3	12	9	13,360
33	3	12	9	15,540
12	3	13	10	259,024
49	4	8	4	60,580
6	4	12	8	35,860
50	4	13	9	11,250
5	5	11	6	40,590
15	5	13	8	262,500
41	6	12	6	149,920
44	6	13	7	15,000
9	6	12	6	82,500
4	7	11	4	227,962
2	8	12	4	147,500
3	8	12	4	42,000
45	8	13	5	73,500
19	9	12	3	27,000
38	9	11	2	10,500
37	10	8	-2	42,000
20	11	14	3	30,150
46	12	10	-2	54,000
18	13	11	-2	42,750
21	15	11	-4	33,330
17	17	10	-7	63,750
47	18	12	-6	63,000
16	22	9	-13	64,000

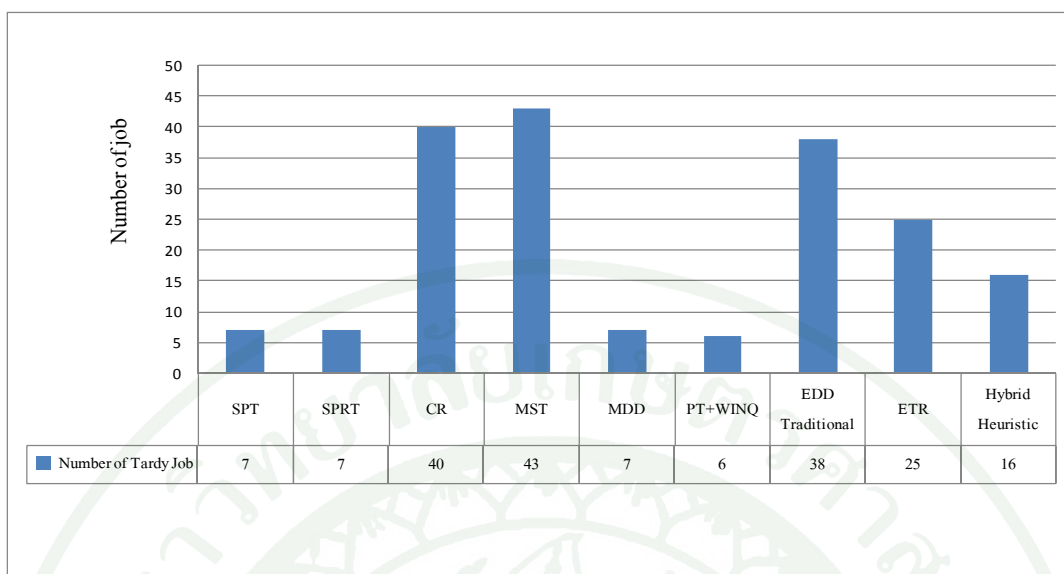
ตารางที่ 17 ผลจากการจัดตารางการผลิตในวิธีต่าง ๆ

Dispatching Rules	Total profit	Number tardy jobs	Total tardiness times	C_{max}	Mean flow time
SPT	3,160,325	7	850.71	23	119.63
SPRT	3,159,587	7	850.71	23	119.25
CR	2,446,463	40	3086.92	19	327.41
MST	2,340,956	43	4415.81	18	356.22
MDD	3,159,568	7	850.71	22	119.24
PT+WINQ	3,475,437	6	827.45	20	121.29
EDD Traditional	2,357,685	38	2380.86	20	304.07
ETR	3,688,216	25	2726.40	19	287.95
Hybrid Heuristic	3,703,349	16	1316.53	22	201.90

หลังจากทำการทดลองเบื้องต้นแล้วพบว่าวิธีจัดลำดับงานที่ทำให้ได้กำไรสูงสุดอันดับที่ 1 และรองลงมาได้แก่วิธี ETR และ PT+WINQ จากนั้นทำการรวมด้วยวิธีการจัดลำดับงานแบบ Hybrid Heuristic พบว่าได้กำไรจากการจัดลำดับด้วยวิธี Hybrid Heuristic เพิ่มขึ้นจากวิธี ETR 0.41 % และเพิ่มจากวิธี PT+WINQ 6.56 % ดังแสดงในภาพที่ 24

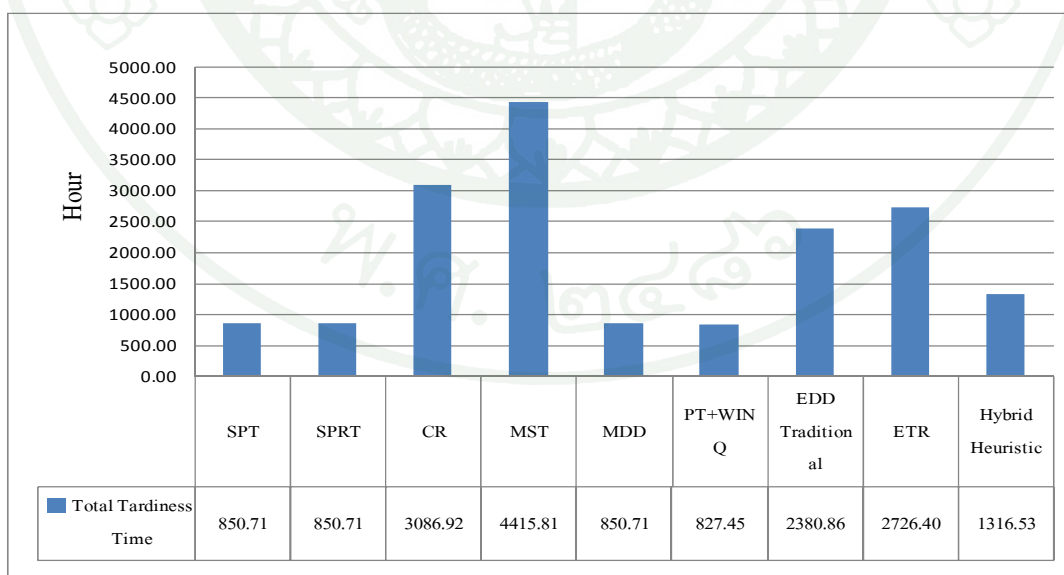


ภาพที่ 24 การเปรียบเทียบผลกำไรจากการจัดตารางการผลิตแบบต่าง ๆ



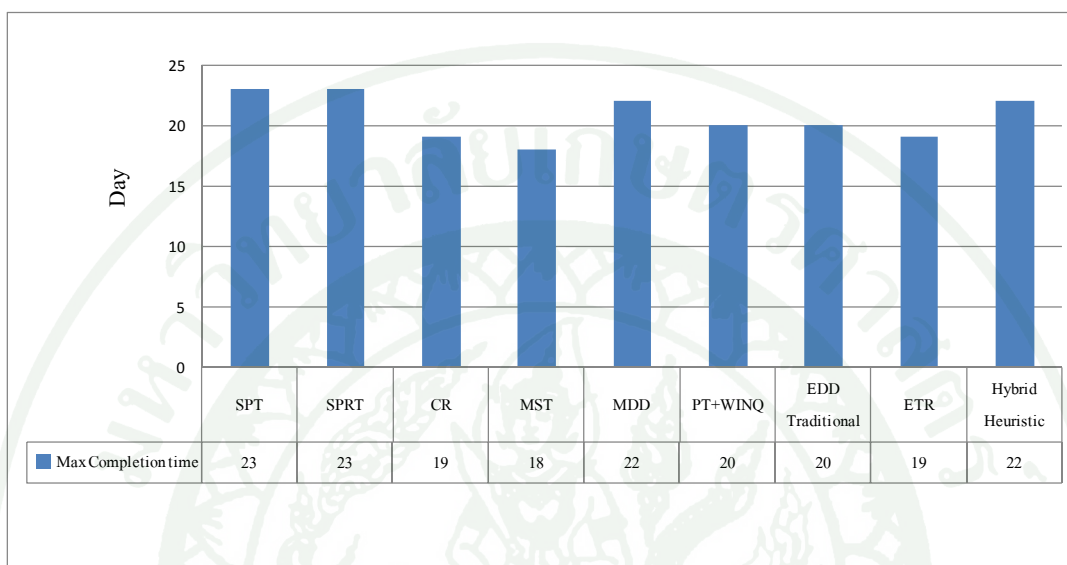
ภาพที่ 25 การเปรียบเทียบ Number of Tardiness จากการจัดการตารางการผลิตแบบต่าง ๆ

จากภาพที่ 25 แสดงให้เห็นจำนวนงานที่เสร็จไม่ทันตามกำหนด (Tardy Job) จากการจัดการตารางการผลิตของกฎวิธีสถิติทั้ง 8 วิธีและวิธีการดั้งเดิมของโรงงาน (EDD Traditional) ซึ่งกฎ PT+WINQ จะให้ค่าที่ดีที่สุดคือมีงานที่เสร็จไม่ทันกำหนด 6 งานลดลงจากเดิม 32 งานคิดเป็น 84% จากวิธีเดิม

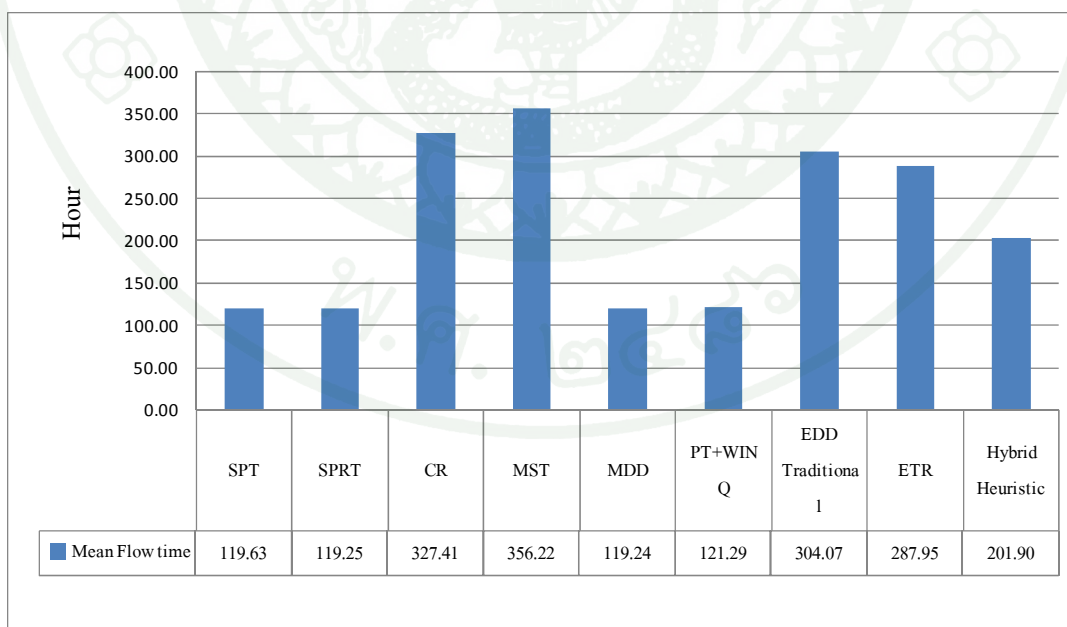


ภาพที่ 26 การเปรียบเทียบเวลางานสายรวม (Total Tardiness Time) จากการจัดการตารางการผลิต

จากภาพที่ 26 แสดงให้เห็นเวลางานสายรวมของการจัดตารางการผลิตของกฎฮิวริสติกทั้ง 8 วิธีและวิธีการดั้งเดิมของโรงงาน (EDD Traditional) พบว่า PT+WINQ มีเวลางานสายรวมน้อยที่สุดโดยลดลงจากแบบดั้งเดิม 65.24%



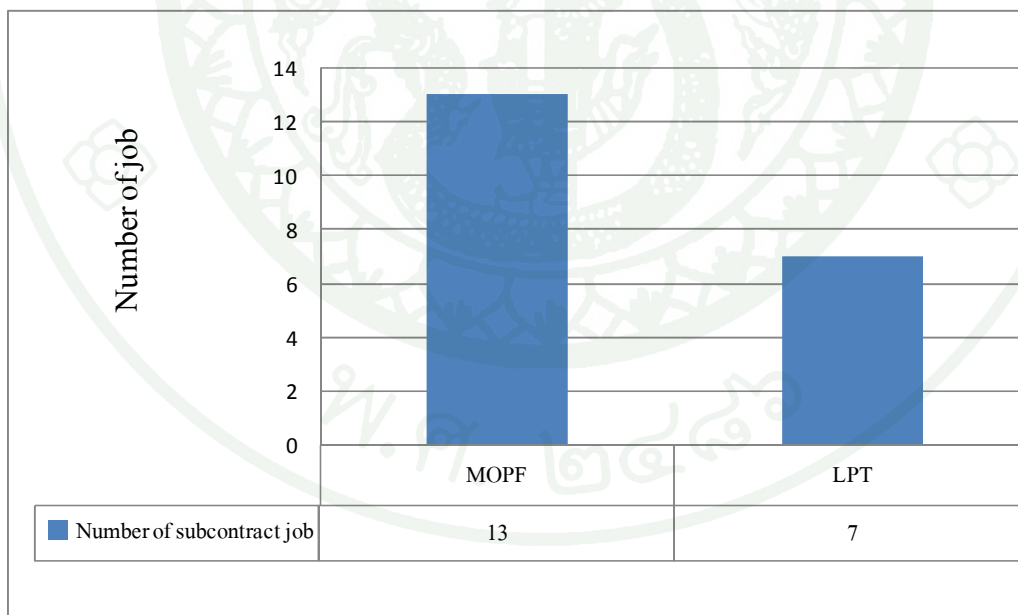
ภาพที่ 27 การเปรียบเทียบ C_{max} จากการจัดตารางการผลิตแบบต่าง ๆ



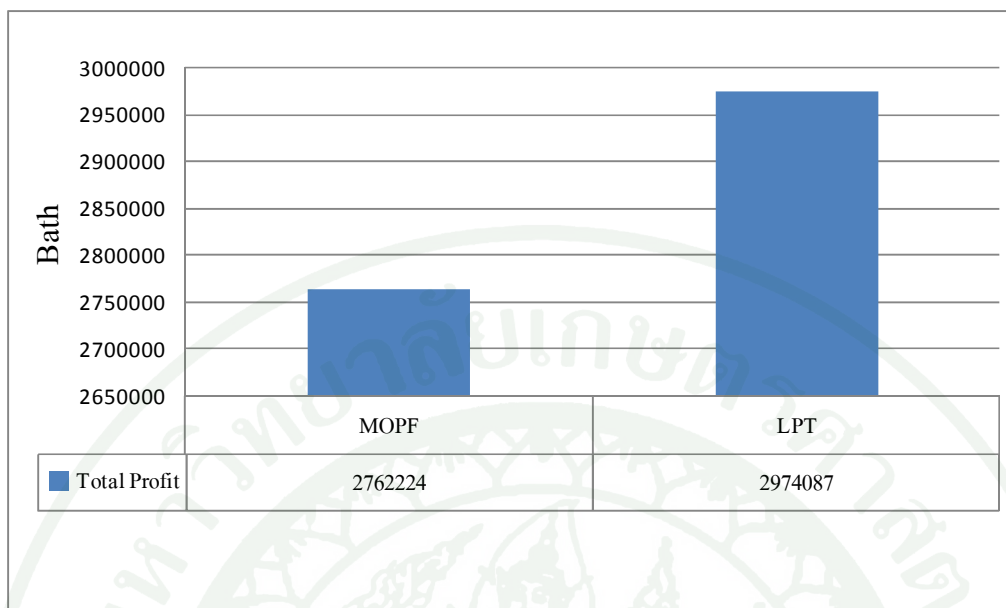
ภาพที่ 28 การเปรียบเทียบ Mean Flow time จากการจัดตารางการผลิตแบบต่าง ๆ

จากภาพที่ 27 แสดงให้เห็นเวลาที่ทำงานเสร็จสูงสุดของการจัดการการผลิตของกฎวิธี
สติกทั้ง 8 วิธีและวิธีการดั้งเดิมของโรงงาน (EDD Traditional) พบว่า MST มีค่าเวลาที่ทำงานเสร็จ
สูงสุดต่ำที่สุดโดยลดลงจากแบบดั้งเดิม 10% และจากภาพที่ 28 แสดงให้เห็นว่าค่าเวลาการไหลของ
งานเฉลี่ย MDD มีค่าน้อยที่สุดคือ 119.25 โดยมี SPRT SPT และ PT+WINQ ได้ค่าที่ใกล้เคียงได้แก่
119.25, 119.63 และ 121.29 ตามลำดับ

หลังจากที่ทราบวิธีการจัดการการผลิตที่ทำให้ได้กำไรสูงสุดจากการจัดการการผลิต
แล้วจึงทำการเลือกงานที่จะส่งไปให้โรงงานอื่นในกลุ่มบริษัททำการผลิตช่วยโดยใช้กฎในการเลือก
คือ MOPF (Maximum Outsource Profit First) คือเลือกงานที่ได้กำไรสูงในการทำการจ้างผลิต
ส่งไปทำก่อน และ LPT (Longest Processing Time) คือเลือกงานที่ใช้เวลาการผลิตนาน ๆ ไปทำ
ก่อน จนกว่าที่กำลังการผลิตของโรงงานปัจจุบันจะทำได้พอโดยจะเลือกงานออกที่ละงานแล้วใช้กฎ
การจัดการการผลิตที่ได้กำไรรวมสูงสุดในขั้นตอนแรกมาทำการจัดการการผลิตโดยจะทำการ
เอางานออกเพื่อส่งไปยังบริษัทที่เราจ้างเพื่อทำการผลิตสินค้าที่ละชิ้นจนกว่ากำลังการผลิตเดิมของ
โรงงานจะสามารถผลิตงานที่เหลือได้ทั้งหมดและไม่มียางสาย



ภาพที่ 29 การเปรียบเทียบงานที่ต้องทำการจ้างผลิตของแต่ละกฎ



ภาพที่ 30 การเปรียบเทียบ ผลกำไรรวม (Total Profit) จากการจัดการการผลิตแบบต่าง ๆ

จากภาพที่ 12 และ ภาพที่ 13 แสดงให้เห็นว่าถ้าใช้วิธีการเลือกงานออกไปให้ Subcontract ผลิตด้วยวิธี MOPF จะต้องนำงานออกไปจ้างผลิตถึง 13 งานซึ่งมากกว่า วิธี LPT 5 งานแต่ได้กำไร น้อยกว่าคือได้กำไร 2,762,224 บาทในขณะที่ LPT ได้กำไร 2,974,087 บาท

วิจารณ์

จากผลการดำเนินงานที่กล่าวมาข้างต้นพบว่าวิธีการจัดการการผลิตอิวิริสติกแบบผสมที่เป็นการรวมกันของวิธีการจัดลำดับงานโดยพิจารณาจากอัตราส่วนของค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาสินค้ากับค่าปรับที่จะเกิดขึ้นจากการส่งงานไม่ทันกำหนด (ETR) รวมกับ วิธีการจัดการการผลิตแบบที่พิจารณาการจัดการการผลิตโดยรวมเวลาที่ใช้ในการผลิตกับจำนวนงานในแถวคอยของสถานงานที่จะทำในลำดับต่อไปได้ด้วยกันอันไหนมีค่าน้อยก็จะนำมาทำก่อน (PT+WINQ) ให้ผลกำไรรวมจากการผลิตมากที่สุด โดยมีค่ามากกว่าแบบมากที่สุดเดิม (ETR) 25 % ลดจำนวนงานสายลง 8 งาน ลดเวลาล่าช้าเฉลี่ยลง 4.5 ชั่วโมง ส่วนวิธีการเลือกงานเพื่อนำไปจ้างผลิตพบว่าวิธีการเลือกแบบ LPT ทำให้ได้ผลกำไรเยอะกว่า แบบ MPF อยู่ 7.67 % แต่วิธีการจัดการการผลิตที่เหมาะสมก็จะเปลี่ยนไปตามข้อมูลการผลิตที่เปลี่ยนไป

งานวิจัยนี้เพียงแต่นำเสนอวิธีการรวมของอิวิริสติกต่างๆ เพื่อเป็นทางเลือกเพิ่มเติมเท่านั้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะข้อมูลของโรงงานว่าวิธีการจัดการการผลิตใดจะเหมาะสมกับข้อมูลในช่วงนั้น ๆ

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

วัตถุประสงค์หลักของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ คือการจัดตารางการผลิต สำหรับการผลิตแบบตามสั่ง โดยใช้โรงงานผลิตอุปกรณ์ไฟรถยนต์ เป็นกรณีศึกษาจากการศึกษาการทำงานกระบวนการผลิต การวางแผนการผลิตในปัจจุบันพร้อมกับปัญหาการจัดตารางการผลิตที่ทางโรงงานประสบอยู่ เป็นผลให้สร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการจัดตารางการผลิต โดยนำกฎฮิวริสติกแบบต่าง ๆ มาประยุกต์ในการจัดตารางการผลิต นอกจากนี้โปรแกรมยังมีการเสนอแนวทางในการจัดส่งงานเพื่อจ้างผลิตซึ่งเป็นปัญหาที่โรงงานประสบอยู่ขณะนี้ เพื่อให้ทางโรงงานมีข้อมูลที่จะทำการตัดสินใจในการวางแผนการผลิตได้ โดยวิธีการพัฒนาวิธีการจัดตารางการผลิตดังนี้

1. วิธีการจัดลำดับงานโดยนำงานที่มีเวลาการทำงานรวมน้อยที่สุดทำก่อน (SPT)
2. วิธีการจัดลำดับงานโดยนำงานที่มีเวลาการทำงานเหลือน้อยที่สุดทำก่อน(SRPT)
3. วิธีการจัดลำดับงานโดยนำงานที่จะถึงวันกำหนดส่งเร็วที่สุดก่อนทำก่อน(EDD)
4. วิธีการจัดลำดับงาน โดยนำงานชิ้นที่มีเวลาเหลือสำหรับการทำงานน้อยที่สุดทำก่อน (MST)
5. วิธีการจัดลำดับงาน โดยดูจากกำหนดส่งและเวลาปัจจุบันที่ทำการผลิตมาถึงรวมกับเวลาการผลิตของงานนั้น โดยจะเลือกค่ามากของค่าทั้งสองมาพิจารณาเพื่อจัดลำดับการผลิต (MDD)
6. วิธีการจัดลำดับงาน โดยเป็นการจัดลำดับงานโดยดูจากสัดส่วนของเวลาที่เหลือก่อนจะถึงกำหนดส่งงานแต่ละชิ้นที่นำมาพิจารณาร่วมด้วยเวลาทำงานของงานแต่ละชิ้นที่นำมาพิจารณา โดยจะเลือกงานที่มีสัดส่วนวิกฤตก่อน(CR)
7. วิธีการจัดลำดับงาน โดยที่พิจารณาการจัดตารางการผลิตโดยรวมเวลาที่ใช้ในการผลิตกับงานที่จะทำในลำดับต่อไปไว้ด้วยกันอันไหนมีค่าน้อยก็จะนำมาทำก่อน (PT+WINQ)
8. วิธีการจัดลำดับงาน โดยพิจารณาจากอัตราส่วนของค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาสินค้ากับค่าปรับที่จะเกิดขึ้นจากการส่งงานไม่ทันกำหนด (ETR)
9. วิธีการจัดลำดับงานแบบฮิวริสติกผสมผสาน (Hybrid Heuristic)

การสรุปผลการวิจัยการจัดลำดับงานแบ่งเป็นสองส่วน คือ การสรุปผลจากการทดสอบโปรแกรมจัดลำดับงานตามหลักเกณฑ์ทางฮิวริสติกรวมทั้งฮิวริสติกแบบผสม และการทดสอบกฎการเลือกงานเพื่อจ้างผลิต

โดยในส่วนแรกการทดสอบโปรแกรมจัดลำดับงานตามกฎฮิวริสติกแบบต่างๆรวมทั้งฮิวริสติกแบบผสมพบว่าการจัดตารางการผลิตวิธี MDD มีว่าเวลาการไหลของงานโดยเฉลี่ย (Mean Flow Time) ดีที่สุดโดยมีค่าที่ดีใกล้เคียงกัน ส่วนวิธีที่ให้ค่าจำนวนงานสาย (Number of Tardy Job) และ เวลางานสายเฉลี่ย (Total Tardiness Time) น้อยที่สุดได้แก่วิธี PT+WINQ และวิธี MST ให้เวลาเสร็จมากที่สุด (C_{max}) ต่ำที่สุด และวิธี Hybrid Heuristic ให้กำไรรวมที่ได้จากการผลิตมากที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 14

ตารางที่ 14 วิธีการจัดตารางการผลิตที่ดีในสามอันดับแรก ของตัววัดผลต่าง ๆ

ตัววัดผล	วิธีการจัดตารางการผลิตที่ดีในสามอันดับแรก
Mean Flow Time	1. MDD 2. SPRT 3. SPT
Number of Tardy Jobs	1. PT + WINQ 2. MDD 3. SPRT, SPT
C_{max}	1. MST 2. CR 3. ETR
Total Tardiness Times	1. PT+WINQ 2. MDD 3. SPT, SPRT
Total Profit	1. Hybrid Heuristic 2. ETR 3. PT+WINQ

ในส่วนของการเลือกงานเพื่อทำการส่งไปจ้างผลิตพบว่าการเลือกงานแบบ LPT ให้ผลกำไรโดยรวมดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับวิธี MOPF โดยให้ผลกำไรดีกว่าและมีจำนวนงานที่ต้องจ้างน้อยกว่า

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการพัฒนาโปรแกรมให้สอดคล้องกับการทำงานจริง โดยเชื่อมโยงข้อมูลกับฝ่ายการตลาด ฝ่ายวางแผนการผลิต ฝ่ายผลิตและฝ่ายจัดซื้อ
2. ควรพัฒนาให้โปรแกรมสามารถเพิ่มกฎการจัดตารางการผลิตในรูปแบบใหม่ ๆ ได้เพื่อเพิ่มความสามารถในการจัดตารางการผลิต
3. ในโปรแกรมการจัดตารางการผลิตสามารถรองรับข้อมูลที่เป็นลักษณะการพยากรณ์ล่วงหน้าได้เป็นลักษณะของการแจกแจงดังนั้นผู้วางแผนอาจนำมาใช้ในการพยากรณ์กำลังการผลิตที่จะต้องเตรียมไว้ในการดำเนินงานได้
4. เมื่อนำโปรแกรมไปใช้ในการทำงานจริงของโรงงานพบว่ายังใช้ได้ไม่ตรงตามผลของโปรแกรมมากนักเนื่องจากสภาพการทำงานจริงยังมีตัวแปรอื่นๆอีกเช่น การเสียของเครื่องจักร การขาดวัตถุดิบในการผลิต ในการพัฒนาต่อไปควรใส่ความน่าจะเป็นที่จะเกิดเหตุการณ์เหล่านี้ในโปรแกรมเพื่อความแม่นยำของผลจากการจัดตารางการผลิต

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- ณัฐวร ยมพูล และ เตือนใจ สมบูรณ์วิวัฒน์. 2550. การจัดการการผลิตเครื่องจักรแบบขนานที่ไม่สัมพันธ์กันในการผลิตบรรจุภัณฑ์พลาสติก, น. 23-33. ใน วารสารพระจอมเกล้าลาดกระบัง ฉบับที่ 2 เดือนสิงหาคม 2550. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.
- นัฐพงศ์ สุกพุ่ม. 2551. การจัดการการผลิตสำหรับเครื่องจักรแบบขนานโดยมีเวลาเตรียมการผลิตเป็นแบบไม่อิสระ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ปาริฉัตร ปั่นทอง. 2548. การพัฒนาระบบการจัดการการผลิตในอุตสาหกรรมการผลิตล้ออัลลอย, น. 130-140. ใน การประชุมวิชาการการวิจัยดำเนินงาน ประจำปี 2548.
- พิภพ สถิตาภรณ์. 2542. ระบบการวางแผนและควบคุมการผลิต. พิมพ์ครั้งที่ 4. บริษัท ดวงกมล สมัยจำกัด, กรุงเทพฯ.
- มานพ ดอนหมื่น. 2550. วิธีการจัดการการผลิตในอุตสาหกรรมเพื่อลดปริมาณความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- วิโรจน์ เตชะวิญญูธรรม. 2540. งานฉีดพลาสติก. บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน), กรุงเทพฯ.
- สุเทพ บุตรดี, ชัยวัฒน์ นุ่มทอง และ ปญฺญพร แพใหญ่. 2550. วิธีการจัดการการผลิตแบบฮิวริสติกแบบผสมเพื่อประสิทธิภาพการผลิตสูงสุด. ใน การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหกรรมประจำปี 2550.

ศศิกัญจน์ พุทธธา และ กาญจนา เศรษฐนันท์. 2551. การจัดตารางการผลิตบนเครื่องจักรเดียวในกรณีที่ระยะเวลาของการเตรียมงานไม่เป็นอิสระต่อกันเพื่อให้ค่าใช้จ่ายรวมต่ำที่สุด, น.595-599. ใน การประชุมวิชาการเทคโนโลยี และนวัตกรรมสำหรับการพัฒนาอย่างยั่งยืน. คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

Baker, J. R. and G. B. McMahon. 1985. Scheduling the General Job Shop. **Management Science**. 31 (5): 594-598.

E.J. Anderson and J.C. Nyirenda. 1990. Two new rules to minimize tardiness in a job shop. **International Journal of Production Research**, 28: 2277 -2292.

Holthaus, O. and Rajendran, C. 1997. Efficient dispatching rules for scheduling in a job shop, **International Journal of Production Economics**, 48: 87-105.

Hong-Chyi Hong. 2006 .Comparing Steady-state Performance of Dispatching Rule-pairs in Open Shops. **International Journal of Applied Science and Engineering**: 259-273

Oliver Holthaus and Chandrasekharan Rajendran. 1997. New Dispatching Rules for Scheduling in a Job Shop - AnExperimental Study. **International Journal of Advanced manufacturing Technology**: 148-153

Parker, R.G. 1995. **Deterministic Scheduling Theory**. Chapman & Hall, London, UK. 290 p.

Rajendran, C. and Holthaus, O. 1999. A comparative study of dispatching rules in dynamic flow shops and job shops. **European Journal of Operational Research**, 116: 156-170.

Roongrat Pisuchpen, Nipa Chongchoho.2009. Development of Decision Support Software for Production Scheduling of Glass Industry.**Asia Pacific Industrial Engineering and Mangement Systems Conference**, 682-687

Sule, D.R. 1997. **Industrial Scheduling**. International Thomson Publishing Inc. New York.

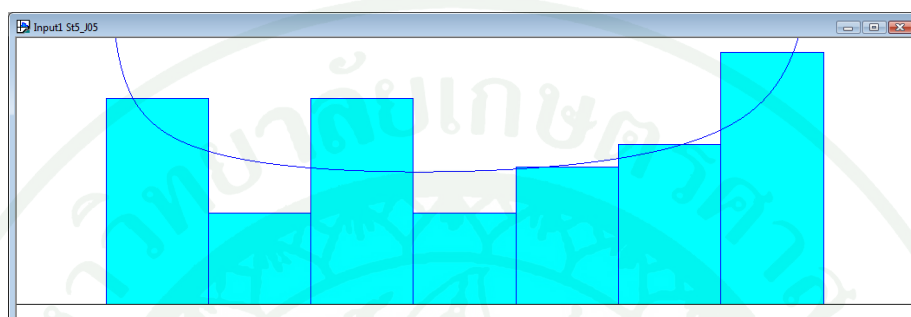
Tatsunobu Kawai and Yasutaka Fujimoto. 2005. An Efficient Combination of Dispatch Rules for Job-shop Scheduling Problem. **IEEE International Conference on Industrial Informatics (INDIN)**: 484-489

Tsung-Che Chiang and Li-Chen Fu. 2006 . A Simulation Study on Dispatching Rules in Semiconductor Wafer Fabrication Facilities with Due Date-based Objectives. **IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics October**: 4460-4465



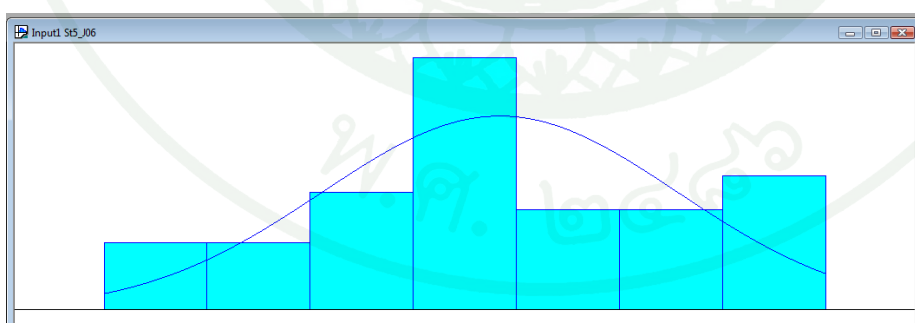
ภาคผนวก

1. แสดงกราฟการแจกแจงของข้อมูลเวลาที่ใช้ในการผลิต



ภาพผนวกที่ 31 กราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 5 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 5

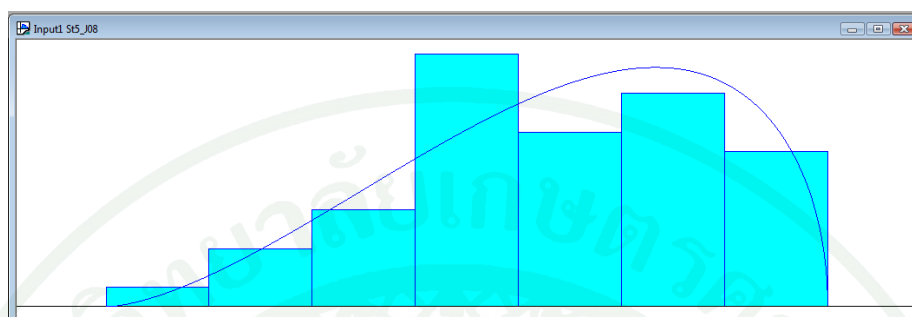
เวลาที่ผลิตภัณฑ์แบบที่ 5 ใช้ในสถานีงานที่ 5 ต่อการผลิตแบบที่ 5 1 ชิ้น ประกอบด้วยข้อมูลทั้งหมดจำนวน 50 ข้อมูล มีการแจกแจงเป็นแบบเบต้า (Beta) ภาพที่ 31 แสดงกราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 5 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 5 โดยมีค่า Shape parameter alpha 1 (α_1) เท่ากับ 0.75 นาที และมีค่า Shape parameter alpha 2 (α_2) เท่ากับ 0.676 นาที สมการของการแจกแจงที่ใช้ในอริโนโมเดล คือ $-0.001 + 1 * \text{BETA}(0.75, 0.676)$



ภาพผนวกที่ 32 กราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 5 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 6

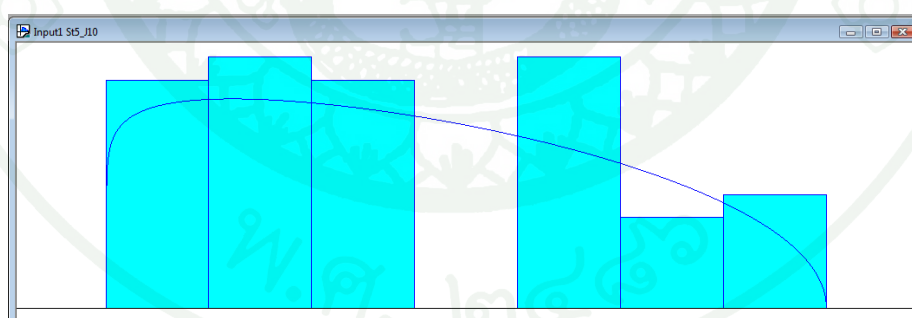
เวลาที่ผลิตภัณฑ์แบบที่ 6 ใช้ในสถานีงานที่ 5 ต่อการผลิตแบบที่ 6 1 ชิ้น ประกอบด้วยข้อมูลทั้งหมดจำนวน 50 ข้อมูล มีการแจกแจงเป็นแบบปกติ (Normal) ภาพที่ 32 แสดงกราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 5 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 6 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.611 นาที

และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.212 นาที มีสมการของการแจกแจงที่ใช้ในอริ่น่าโมเดล คือ $NORM(0.611, 0.212)$



ภาพผนวกที่ 33 กราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 5 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 8

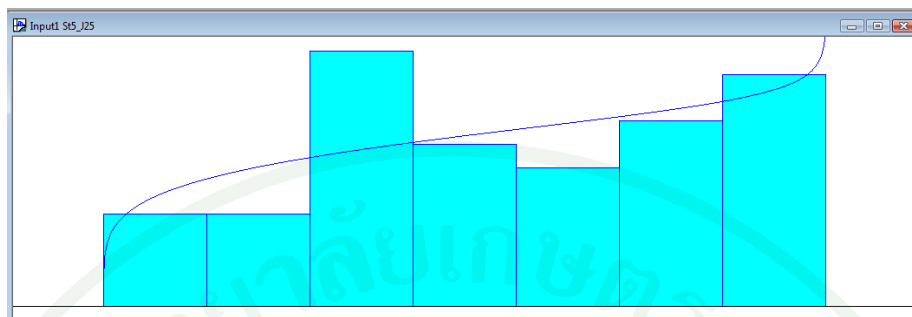
เวลาที่ผลิตภัณฑ์แบบที่ 8 ใช้ในสถานีงานที่ 5 ต่อการผลิตแบบที่ 8 1 ชิ้น ประกอบด้วย ข้อมูลทั้งหมดจำนวน 50 ข้อมูล มีการแจกแจงเป็นแบบเบต้า (Beta) ภาพที่ 33 แสดงกราฟของ ข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 5 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 8 โดยมีค่า Shape parameter alpha 1 (α_1) เท่ากับ 2.6 นาที และมีค่า Shape parameter alpha 2 (α_2) เท่ากับ 1.5 นาที สมการของการแจกแจงที่ใช้ในอริ่น่าโมเดล คือ $1.19 + 0.81 * BETA(2.6, 1.5)$



ภาพผนวกที่ 34 กราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 5 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 10

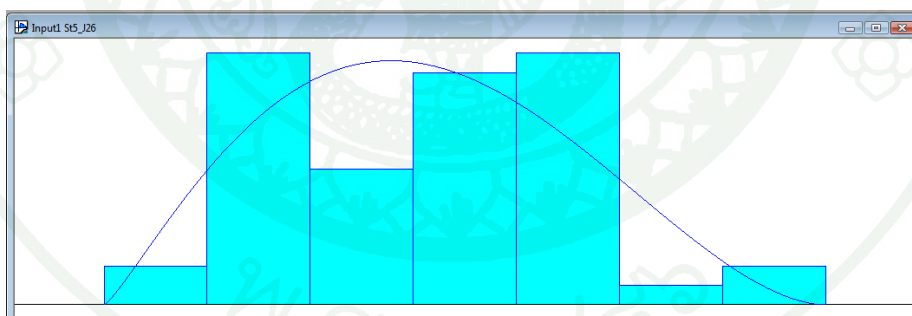
เวลาที่ผลิตภัณฑ์แบบที่ 10 ใช้ในสถานีงานที่ 5 ต่อการผลิตแบบที่ 10 1 ชิ้น ประกอบด้วย ข้อมูลทั้งหมดจำนวน 55 ข้อมูล การแจกแจงเป็นแบบเบต้า (Beta) ภาพที่ 34 แสดงกราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 5 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 10 โดยมีค่า Shape parameter alpha 1 (α_1) เท่ากับ 1.1 นาที และมีค่า Shape parameter alpha 2 (α_2) เท่ากับ 1.48 นาที สมการของการ

แจกแจงที่ใช้ในอริหน้าโมเดล คือ $1.35 + 0.6 * \text{BETA}(1.1, 1.48)$



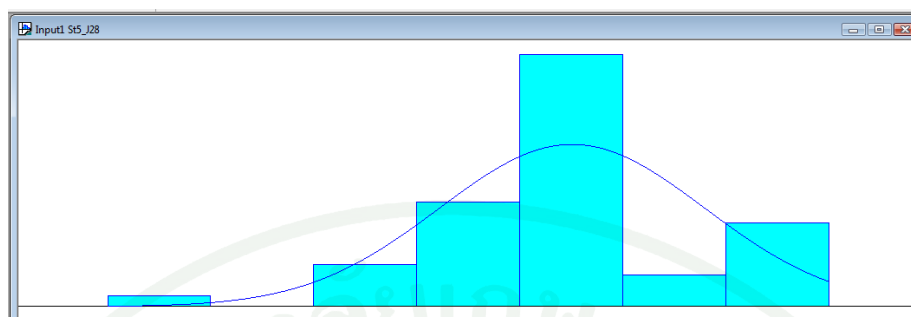
ภาพผนวกที่ 35 กราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 5 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 25

เวลาที่ผลิตภัณฑ์แบบที่ 25 ใช้ในสถานีงานที่ 5 ต่อการผลิตแบบที่ 25 1 ชิ้น ประกอบด้วยข้อมูลทั้งหมดจำนวน 50 ข้อมูล การแจกแจงเป็นแบบเบต้า (Beta) ภาพที่ 35 แสดงกราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 5 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 25 โดยมีค่า Shape parameter alpha 1 (α_1) เท่ากับ 1.21 นาที และมีค่า Shape parameter alpha 2 (α_2) เท่ากับ 0.943 นาที สมการของการแจกแจงที่ใช้ในอริหน้าโมเดล คือ $1 * \text{BETA}(1.21, 0.943)$



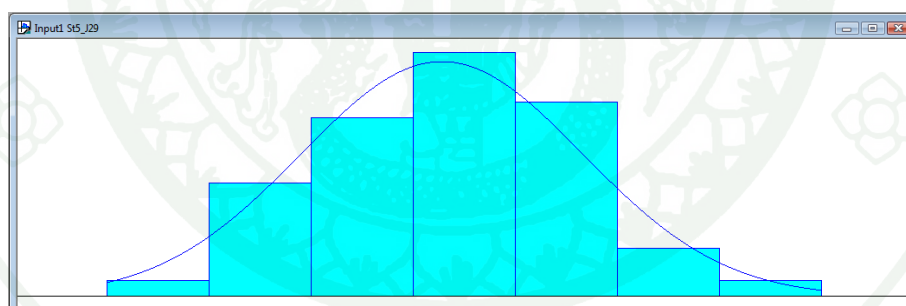
ภาพผนวกที่ 36 กราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 5 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 26

เวลาที่ผลิตภัณฑ์แบบที่ 9 ใช้ในสถานีงานที่ 5 ต่อการผลิตแบบที่ 26 1 ชิ้น ประกอบด้วยข้อมูลทั้งหมดจำนวน 50 ข้อมูล มีการแจกแจงเป็นแบบเบต้า (Beta) ภาพที่ 36 แสดงกราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 5 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 26 โดยมีค่า Shape parameter alpha 1 (α_1) เท่ากับ 2.22 นาที และมีค่า Shape parameter alpha 2 (α_2) เท่ากับ 2.85 นาที มีสมการของการแจกแจงที่ใช้ในอริหน้าโมเดล คือ $1.19 + 1.32 * \text{BETA}(2.22, 2.85)$



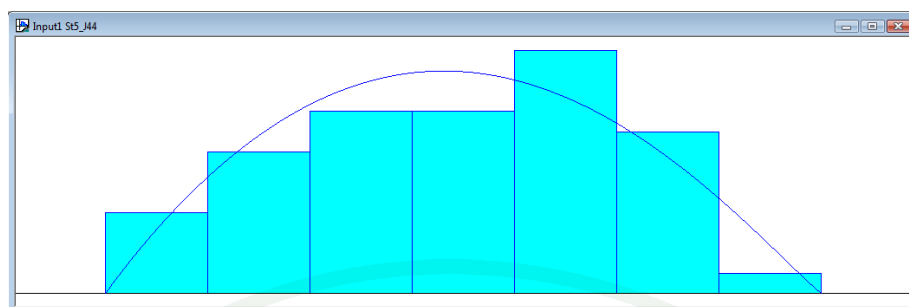
ภาพผนวกที่ 37 กราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 5 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 28

เวลาที่ผลิตภัณฑ์แบบที่ 28 ใช้ในสถานีงานที่ 5 ต่อการผลิตแบบที่ 28 1 ชิ้น ประกอบด้วยข้อมูลทั้งหมดจำนวน 50 ข้อมูล มีการแจกแจงเป็นแบบนอร์มอล (Normal) ภาพที่ 37 แสดงกราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 5 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 28 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.644 นาที และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.185 นาที มีสมการของการแจกแจงที่ใช้ในอริ่นาโมเดล คือ NORM (0.644, 0.185)



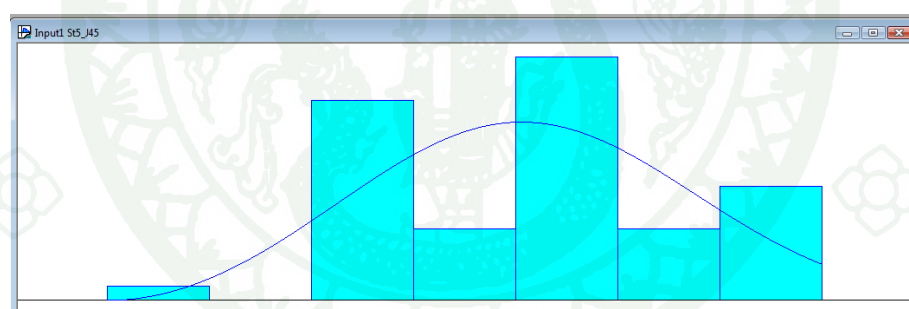
ภาพผนวกที่ 38 กราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 5 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 29

เวลาที่ผลิตภัณฑ์แบบที่ 29 ใช้ในสถานีงานที่ 5 ต่อการผลิตแบบที่ 29 1 ชิ้น ประกอบด้วยข้อมูลทั้งหมดจำนวน 50 ข้อมูล มีการแจกแจงเป็นแบบนอร์มอล (Normal) ภาพที่ 38 แสดงกราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 5 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 29 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.754 นาที และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.284 นาที มีสมการของการแจกแจงที่ใช้ในอริ่นาโมเดล คือ NORM(0.754, 0.284)



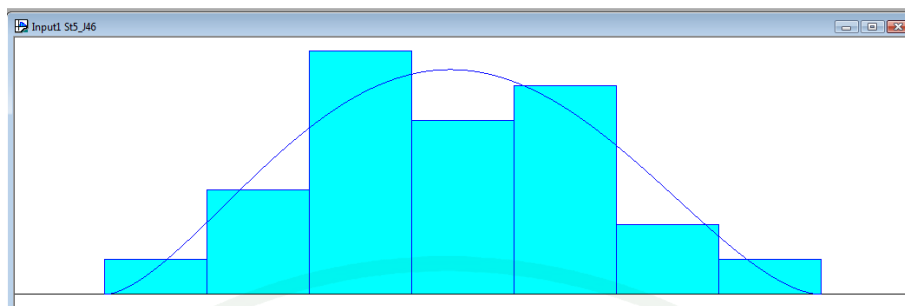
ภาพผนวกที่ 39 กราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 5 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 44

เวลาที่ผลิตภัณฑ์แบบที่ 44 ใช้ในสถานีงานที่ 5 ต่อการผลิตแบบที่ 44 1 ชิ้น ประกอบด้วยข้อมูลทั้งหมดจำนวน 55 ข้อมูล มีการแจกแจงเป็นแบบเบต้า (Beta) ภาพที่ 39 แสดงกราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 5 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 44 โดยมีค่า Shape parameter alpha 1 (α_1) เท่ากับ 1.99 นาที และมีค่า Shape parameter alpha 2 (α_2) เท่ากับ 2.1 นาที มีสมการของการแจกแจงที่ใช้ในอริ่นาโมเดล คือ $0.33 + 0.87 * \text{BETA}(1.99, 2.1)$



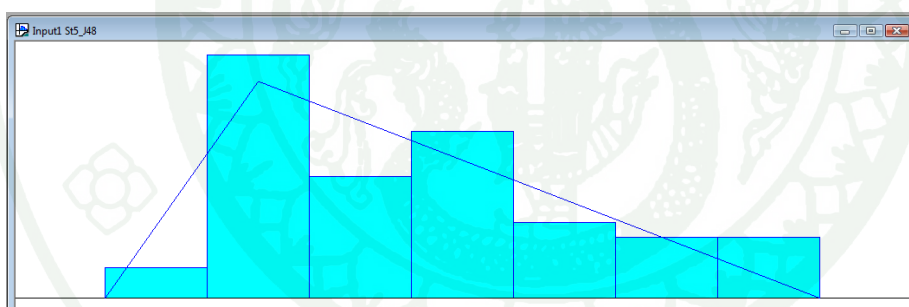
ภาพผนวกที่ 40 กราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 5 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 45

เวลาที่ผลิตภัณฑ์แบบที่ 45 ใช้ในสถานีงานที่ 5 ต่อการผลิตแบบที่ 45 1 ชิ้น ประกอบด้วยข้อมูลทั้งหมดจำนวน 50 ข้อมูล มีการแจกแจงเป็นแบบไวบูล (Weibull) ภาพที่ 40 แสดงกราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 5 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 45 โดยมีค่า Scale parameter beta (β) เท่ากับ 0.666 นาที และมีค่า Shape parameter alpha (α) เท่ากับ 4.13 นาที มีสมการของการแจกแจงที่ใช้ในอริ่นาโมเดล คือ $\text{WEIB}(0.666, 4.13)$



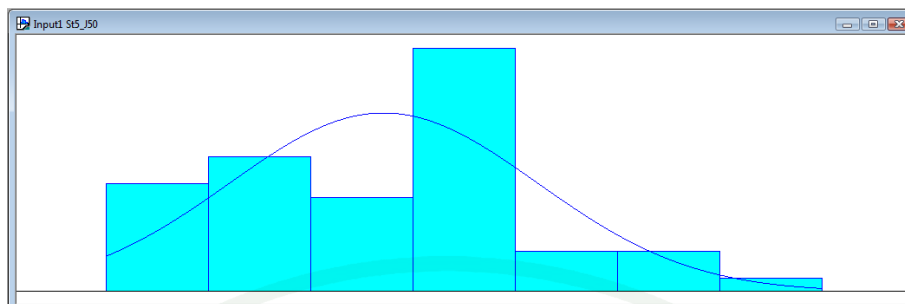
ภาพผนวกที่ 41 กราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 5 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 46

เวลาที่ผลิตภัณฑ์แบบที่ 46 ใช้ในสถานีงานที่ 5 ต่อการผลิตแบบที่ 46 1 ชิ้น ประกอบด้วยข้อมูลทั้งหมดจำนวน 55 ข้อมูล มีการแจกแจงเป็นแบบเบต้า (Beta) ภาพที่ 41 แสดงกราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 7 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 7 โดยมีค่า Shape parameter alpha 1 (α_1) เท่ากับ 2.68 นาที และมีค่า Shape parameter alpha 2 (α_2) เท่ากับ 2.81 นาที มีสมการของการแจกแจงที่ใช้ในอริंनाโมเดล คือ $0.21 + 1.04 * \text{BETA}(2.68, 2.81)$



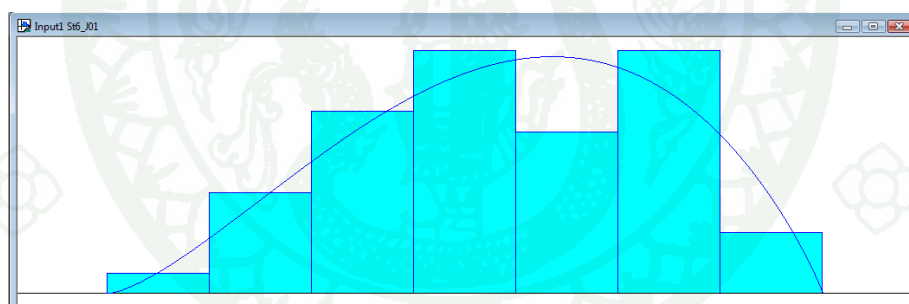
ภาพผนวกที่ 42 กราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 5 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 48

เวลาที่ผลิตภัณฑ์แบบที่ 48 ใช้ในสถานีงานที่ 5 ต่อการผลิตแบบที่ 48 1 ชิ้น ประกอบด้วยข้อมูลทั้งหมดจำนวน 50 ข้อมูล มีการแจกแจงเป็นแบบไตรแองกูล่า (Triangular) ภาพที่ 42 แสดงกราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 5 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 48 โดยมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.2 นาที ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.238 นาที และมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 1 นาที มีสมการของการแจกแจงที่ใช้ในอริंनाโมเดล คือ $\text{TRIA}(0.2, 0.238, 1)$



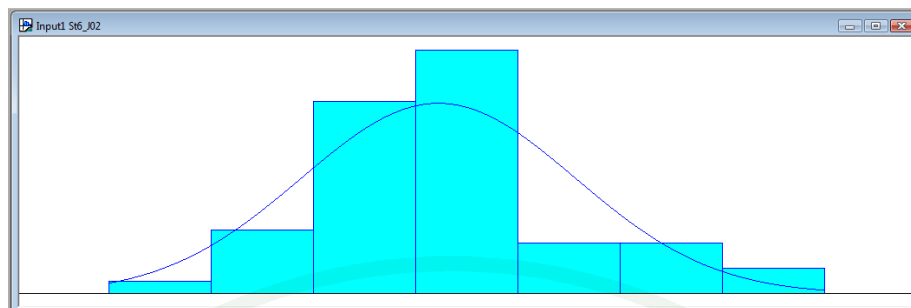
ภาพผนวกที่ 43 กราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 5 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 50

เวลาที่ผลิตภัณฑ์แบบที่ 50 ใช้ในสถานีงานที่ 5 ต่อการผลิตแบบที่ 50 1 ชิ้น ประกอบด้วยข้อมูลทั้งหมดจำนวน 50 ข้อมูล มีการแจกแจงเป็นแบบเออแลงก์ (Erlang) ภาพที่ 43 แสดงกราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 5 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 50 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.00818 นาที และมีค่าErlang parameter (k) เท่ากับ 5 นาที มีสมการของการแจกแจงที่ใช้ในอริโน่าโมเดล คือ $0.07 + \text{ERLA}(0.00818, 5)$



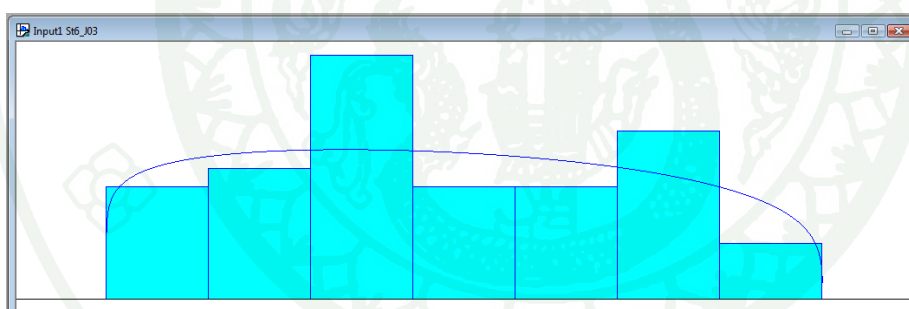
ภาพผนวกที่ 44 กราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 1

เวลาที่ผลิตภัณฑ์แบบที่ 1 ใช้ในสถานีงานที่ 6 ต่อการผลิตแบบที่ 1 1 ชิ้น ประกอบด้วยข้อมูลทั้งหมดจำนวน 50 ข้อมูล มีการแจกแจงเป็นแบบเบต้า (Beta) ภาพที่ 44 แสดงกราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 1 โดยมีค่า Shape parameter alpha 1 (α_1) เท่ากับ 2.49 นาที และมีค่า Shape parameter alpha 2 (α_2) เท่ากับ 1.91 นาที มีสมการของการแจกแจงที่ใช้ในอริโน่าโมเดล คือ $2.17 + 1.56 * \text{BETA}(2.49, 1.91)$



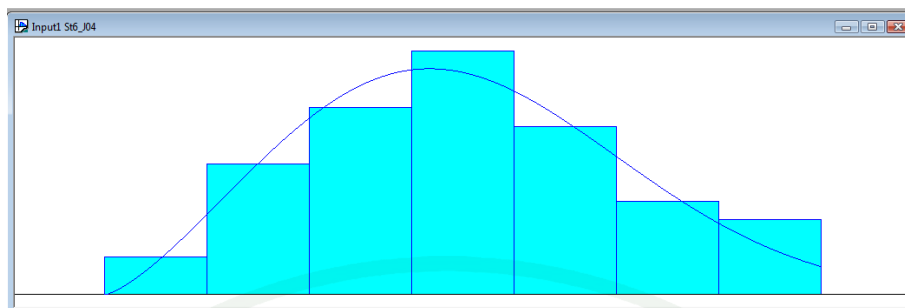
ภาพผนวกที่ 45 กราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 2

เวลาที่ผลิตภัณฑ์แบบที่ 2 ใช้ในสถานีงานที่ 6 ต่อการผลิตแบบที่ 2 1 ชิ้น ประกอบด้วยข้อมูลทั้งหมดจำนวน 50 ข้อมูล มีการแจกแจงเป็นแบบนอร์มอล (Normal) ภาพที่ 45 แสดงกราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 2 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.74 นาที และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.276 นาที มีสมการของการแจกแจงที่ใช้ในอริंनाโมเดล คือ $NORM(2.74, 0.276)$



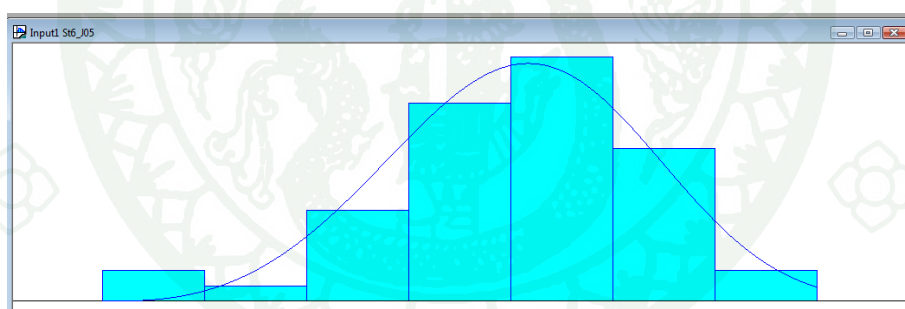
ภาพผนวกที่ 46 กราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 3

เวลาที่ผลิตภัณฑ์แบบที่ 3 ใช้ในสถานีงานที่ 6 ต่อการผลิตแบบที่ 3 1 ชิ้น ประกอบด้วยข้อมูลทั้งหมดจำนวน 50 ข้อมูล มีการแจกแจงเป็นแบบเบต้า (Beta) ภาพที่ 46 แสดงกราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 3 โดยมีค่า Shape parameter alpha 1 (α_1) เท่ากับ 1.14 นาที และมีค่า Shape parameter alpha 2 (α_2) เท่ากับ 1.27 นาที มีสมการของการแจกแจงที่ใช้ในอริंनाโมเดล คือ $0.999 + 1 * BETA(1.14, 1.27)$



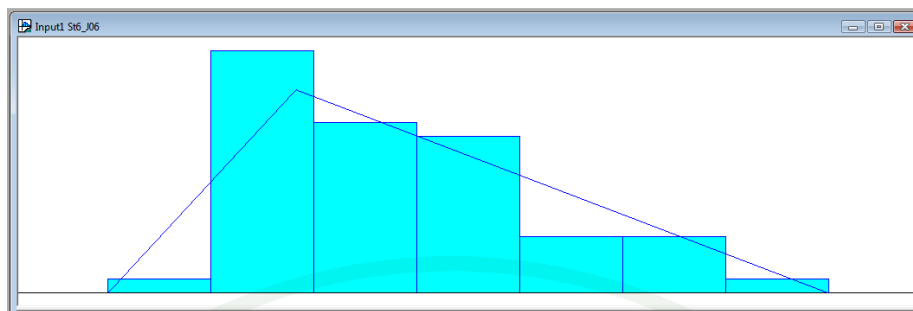
ภาพผนวกที่ 47 กราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 4

เวลาที่ผลิตภัณฑ์แบบที่ 4 ใช้ในสถานีงานที่ 6 ต่อการผลิตแบบที่ 4 1 ชิ้น ประกอบด้วย ข้อมูลทั้งหมดจำนวน 50 ข้อมูล มีการแจกแจงเป็นแบบไวบูล (Weibull) ภาพที่ 47 แสดงกราฟของ ข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 5 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 45 โดยมีค่า Scale parameter beta (β) เท่ากับ 0.76 นาที และมีค่า Shape parameter alpha (α) เท่ากับ 2.36 นาที มีสมการของการแจกแจงที่ใช้ในอริ่น่าโมเดล คือ $1.08 + \text{WEIB}(0.76, 2.36)$



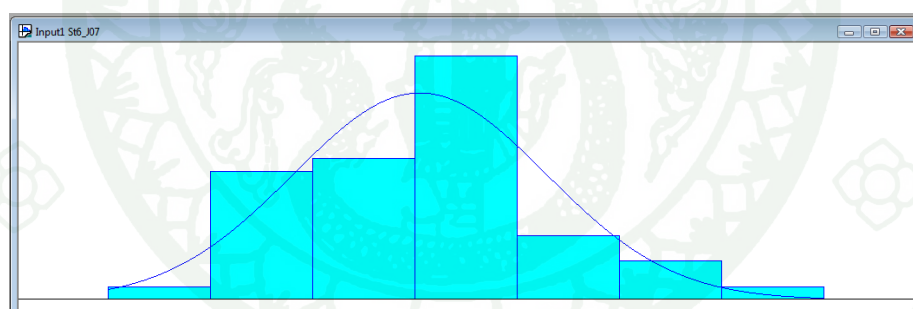
ภาพผนวกที่ 48 กราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 5

เวลาที่ผลิตภัณฑ์แบบที่ 5 ใช้ในสถานีงานที่ 6 ต่อการผลิตแบบที่ 5 1 ชิ้น ประกอบด้วย ข้อมูลทั้งหมดจำนวน 50 ข้อมูล มีการแจกแจงเป็นแบบไวบูล (Weibull) ภาพที่ 48 แสดงกราฟของ ข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 5 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 45 โดยมีค่า Scale parameter beta (β) เท่ากับ 1.48 นาที และมีค่า Shape parameter alpha (α) เท่ากับ 3.7 นาที มีสมการของการแจกแจงที่ใช้ในอริ่น่าโมเดล คือ $0.71 + \text{WEIB}(1.48, 3.7)$



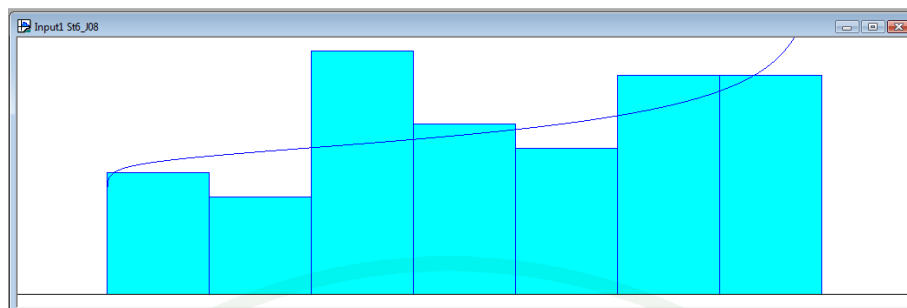
ภาพผนวกที่ 49 กราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 6

เวลาที่ผลิตภัณฑ์แบบที่ 6 ใช้ในสถานีงานที่ 6 ต่อการผลิตแบบที่ 6 1 ชิ้น ประกอบด้วยข้อมูลทั้งหมดจำนวน 50 ข้อมูล มีการแจกแจงเป็นแบบไตรแองกูล่า (Triangular) ภาพที่ 49 แสดงกราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 6 โดยมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 1.06 นาที ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.47 นาที และมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 2.63 นาที มีสมการของการแจกแจงที่ใช้ในอาร์เรนาโมเดล คือ $TRIA(1.06, 1.47, 2.63)$



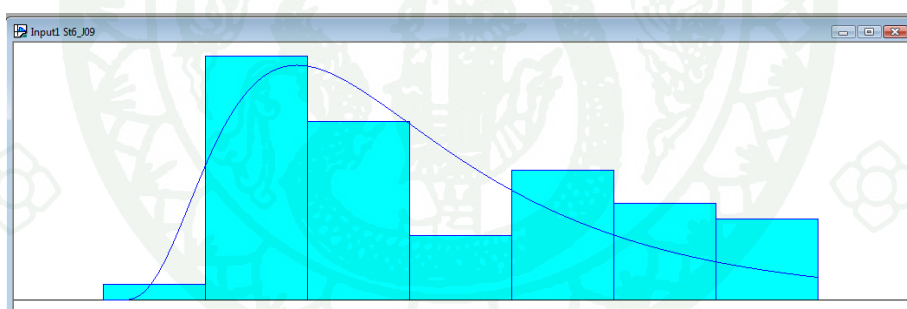
ภาพผนวกที่ 50 กราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 7

เวลาที่ผลิตภัณฑ์แบบที่ 7 ใช้ในสถานีงานที่ 6 ต่อการผลิตแบบที่ 7 1 ชิ้น ประกอบด้วยข้อมูลทั้งหมดจำนวน 55 ข้อมูล มีการแจกแจงเป็นแบบนอร์มอล (Normal) ภาพที่ 50 แสดงกราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 7 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.764 นาที และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.233 นาที มีสมการของการแจกแจงที่ใช้ในอาร์เรนาโมเดล คือ $NORM(0.764, 0.233)$



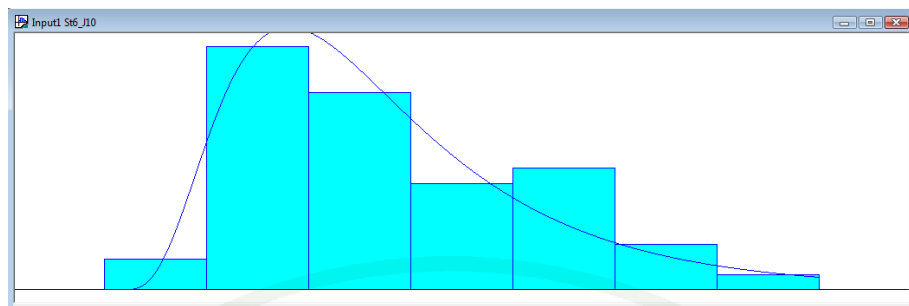
ภาพผนวกที่ 51 กราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 8

เวลาที่ผลิตภัณฑ์แบบที่ 8 ใช้ในสถานีงานที่ 6 ต่อการผลิตแบบที่ 8 1 ชิ้น ประกอบด้วยข้อมูลทั้งหมดจำนวน 50 ข้อมูล มีการแจกแจงเป็นแบบเบต้า (Beta) ภาพที่ 51 แสดงกราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 8 โดยมีค่า Shape parameter alpha 1 (α_1) เท่ากับ 1.04 นาที และมีค่า Shape parameter alpha 2 (α_2) เท่ากับ 0.823 นาที มีสมการของการแจกแจงที่ใช้ในอริंनाโมเดล คือ $2 + 1 * \text{BETA}(1.04, 0.823)$



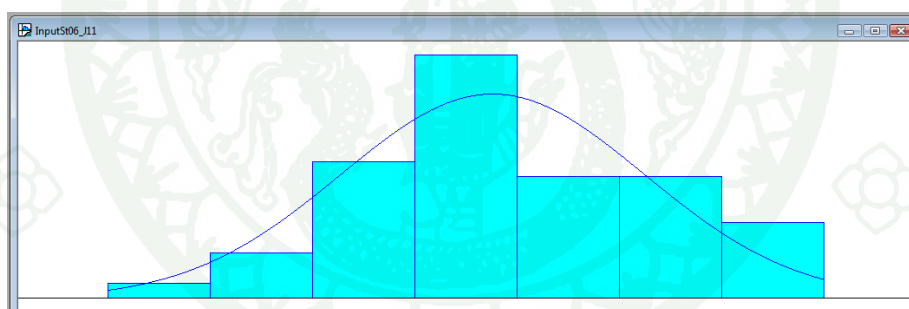
ภาพผนวกที่ 52 กราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 9

เวลาที่ผลิตภัณฑ์แบบที่ 9 ใช้ในสถานีงานที่ 6 ต่อการผลิตแบบที่ 9 1 ชิ้น ประกอบด้วยข้อมูลทั้งหมดจำนวน 50 ข้อมูล มีการแจกแจงเป็นแบบลอการิทึม (Lognormal) ภาพที่ 52 แสดงกราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 9 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.451 นาที และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.3 นาที มีสมการของการแจกแจงที่ใช้ในอริंनाโมเดล คือ $0.04 + \text{LOGN}(0.451, 0.3)$



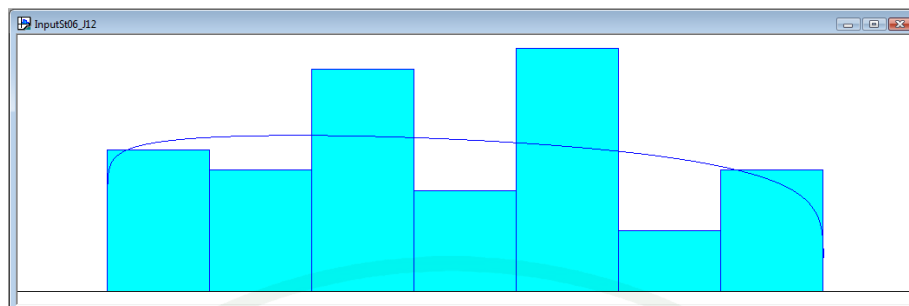
ภาพผนวกที่ 53 กราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 10

เวลาที่ผลิตภัณฑ์แบบที่ 10 ใช้ในสถานีงานที่ 6 ต่อการผลิตแบบที่ 10 1 ชิ้น ประกอบด้วยข้อมูลทั้งหมดจำนวน 50 ข้อมูล มีการแจกแจงเป็นแบบล็อกนอร์มอล (Lognormal) ภาพที่ 53 แสดงกราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 10 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.535 นาที และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.318 นาที มีสมการของการแจกแจงที่ใช้ในอริ่น่าโมเดล คือ $0.19 + \text{LOGN}(0.535, 0.318)$



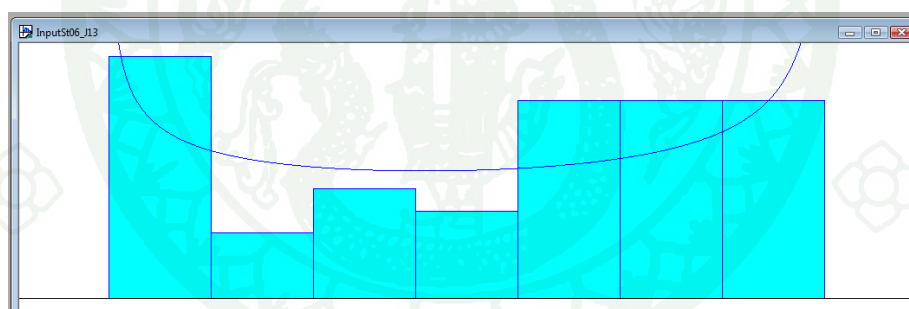
ภาพผนวกที่ 54 กราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 11

เวลาที่ผลิตภัณฑ์แบบที่ 11 ใช้ในสถานีงานที่ 6 ต่อการผลิตแบบที่ 11 1 ชิ้น ประกอบด้วยข้อมูลทั้งหมดจำนวน 50 ข้อมูล มีการแจกแจงเป็นแบบนอร์มอล (Normal) ภาพที่ 54 แสดงกราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 11 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.34 นาที และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.301 นาที มีสมการของการแจกแจงที่ใช้ในอริ่น่าโมเดล คือ $\text{NORM}(2.34, 0.301)$



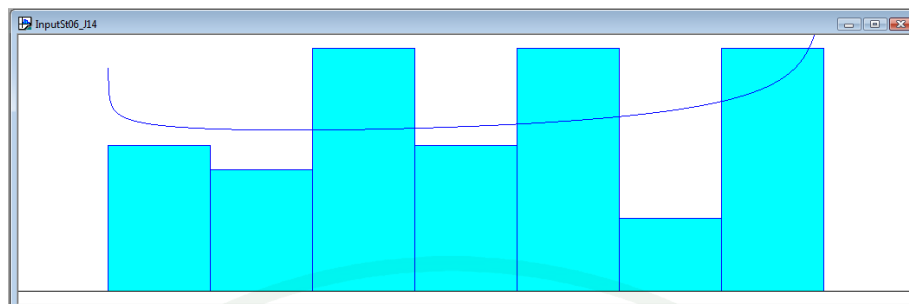
ภาพผนวกที่ 55 กราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 12

เวลาที่ผลิตภัณฑ์แบบที่ 12 ใช้ในสถานีงานที่ 6 ต่อการผลิตแบบที่ 23 1 ชิ้น ประกอบด้วยข้อมูลทั้งหมดจำนวน 50 ข้อมูล มีการแจกแจงเป็นแบบเบต้า (Beta) ภาพที่ 55 แสดงกราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 12 โดยมีค่า Shape parameter alpha 1 (α_1) เท่ากับ 1.07 นาที และมีค่า Shape parameter alpha 2 (α_2) เท่ากับ 1.18 นาที มีสมการของการแจกแจงที่ใช้ในอริ่น่าโมเดล คือ $2 + 1 * \text{BETA}(1.07, 1.18)$



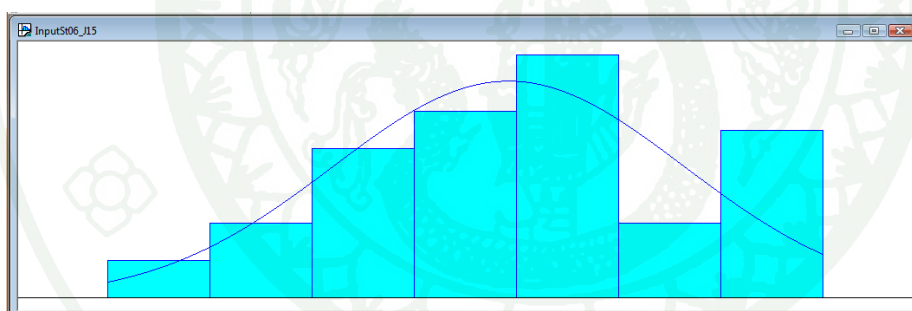
ภาพผนวกที่ 56 กราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 13

เวลาที่ผลิตภัณฑ์แบบที่ 13 ใช้ในสถานีงานที่ 6 ต่อการผลิตแบบที่ 24 1 ชิ้น ประกอบด้วยข้อมูลทั้งหมดจำนวน 50 ข้อมูล มีการแจกแจงเป็นแบบเบต้า (Beta) ภาพที่ 56 แสดงกราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 13 โดยมีค่า Shape parameter alpha 1 (α_1) เท่ากับ 0.749 นาที และมีค่า Shape parameter alpha 2 (α_2) เท่ากับ 0.68 นาที มีสมการของการแจกแจงที่ใช้ในอริ่น่าโมเดล คือ $2 + 1 * \text{BETA}(0.749, 0.68)$



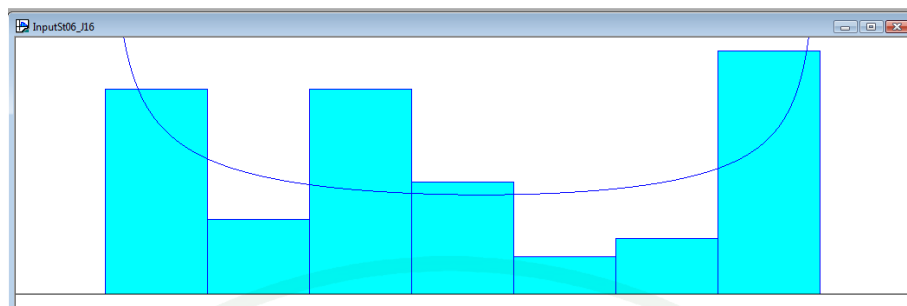
ภาพผนวกที่ 57 กราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 14

เวลาที่ผลิตภัณฑ์แบบที่ 14 ใช้ในสถานีงานที่ 6 ต่อการผลิตแบบที่ 14 1 ชิ้น ประกอบด้วยข้อมูลทั้งหมดจำนวน 50 ข้อมูล มีการแจกแจงเป็นแบบเบต้า (Beta) ภาพที่ 57 แสดงกราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 14 โดยมีค่า Shape parameter alpha 1 (α_1) เท่ากับ 0.954 นาที และมีค่า Shape parameter alpha 2 (α_2) เท่ากับ 0.866 นาที มีสมการของการแจกแจงที่ใช้ในอริน่าโมเดล คือ $2 + 1 * \text{BETA}(0.954, 0.866)$



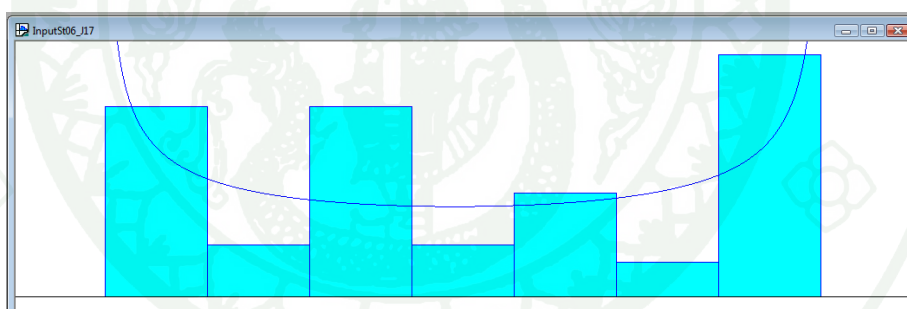
ภาพผนวกที่ 58 กราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 15

เวลาที่ผลิตภัณฑ์แบบที่ 15 ใช้ในสถานีงานที่ 6 ต่อการผลิตแบบที่ 30 1 ชิ้น ประกอบด้วยข้อมูลทั้งหมดจำนวน 50 ข้อมูล มีการแจกแจงเป็นแบบนอร์มอล (Normal) ภาพที่ 58 แสดงกราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 15 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.56 นาที และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.246 นาที มีสมการของการแจกแจงที่ใช้ในอริน่าโมเดล คือ $\text{NORM}(2.56, 0.246)$



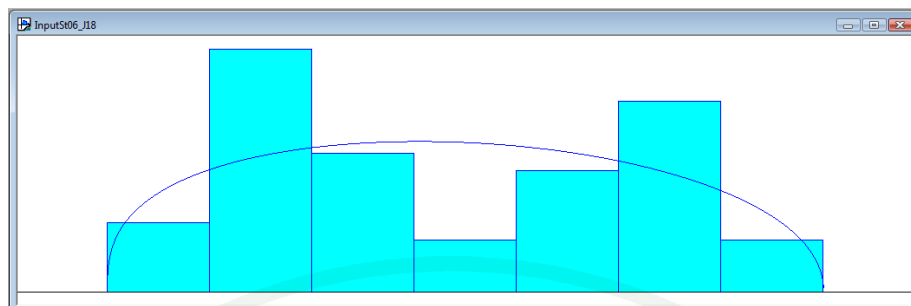
ภาพผนวกที่ 59 กราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 16

เวลาที่ผลิตภัณฑ์แบบที่ 16 ใช้ในสถานีงานที่ 6 ต่อการผลิตแบบที่ 16 1 ชิ้น ประกอบด้วยข้อมูลทั้งหมดจำนวน 50 ข้อมูล มีการแจกแจงเป็นแบบเบต้า (Beta) ภาพที่ 59 แสดงกราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 16 โดยมีค่า Shape parameter alpha 1 (α_1) เท่ากับ 0.6 นาที และมีค่า Shape parameter alpha 2 (α_2) เท่ากับ 0.639 นาที มีสมการของการแจกแจงที่ใช้ในอริ่น่าโมเดล คือ $2 + 1 * \text{BETA}(0.6, 0.639)$



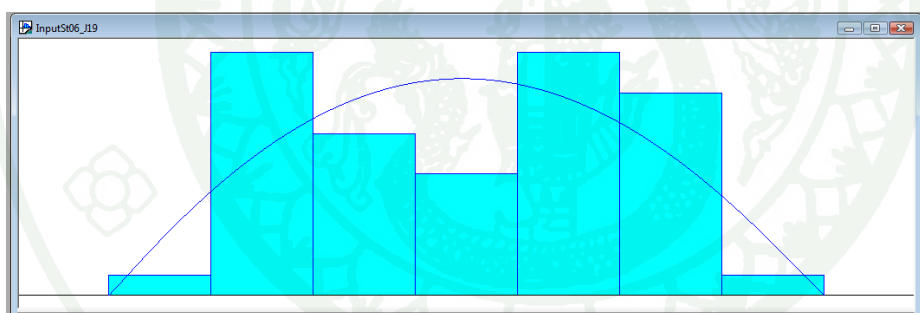
ภาพผนวกที่ 60 กราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 17

เวลาที่ผลิตภัณฑ์แบบที่ 17 ใช้ในสถานีงานที่ 6 ต่อการผลิตแบบที่ 17 1 ชิ้น ประกอบด้วยข้อมูลทั้งหมดจำนวน 50 ข้อมูล มีการแจกแจงเป็นแบบเบต้า (Beta) ภาพที่ 60 แสดงกราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 17 โดยมีค่า Shape parameter alpha 1 (α_1) เท่ากับ 0.612 นาที และมีค่า Shape parameter alpha 2 (α_2) เท่ากับ 0.593 นาที มีสมการของการแจกแจงที่ใช้ในอริ่น่าโมเดล คือ $0.999 + 1 * \text{BETA}(0.612, 0.593)$



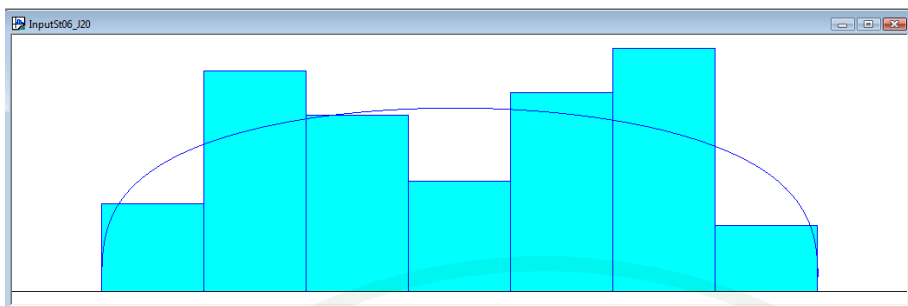
ภาพผนวกที่ 61 กราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 18

เวลาที่ผลิตภัณฑ์แบบที่ 18 ใช้ในสถานีงานที่ 6 ต่อการผลิตแบบที่ 18 1 ชิ้น ประกอบด้วยข้อมูลทั้งหมดจำนวน 50 ข้อมูล มีการแจกแจงเป็นแบบเบต้า (Beta) ภาพที่ 61 แสดงกราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 18 โดยมีค่า Shape parameter alpha 1 (α_1) เท่ากับ 1.36 นาที และมีค่า Shape parameter alpha 2 (α_2) เท่ากับ 1.46 นาที มีสมการของการแจกแจงที่ใช้ในอริ่น่าโมเดล คือ $1.4 + 1.2 * \text{BETA}(1.36, 1.46)$



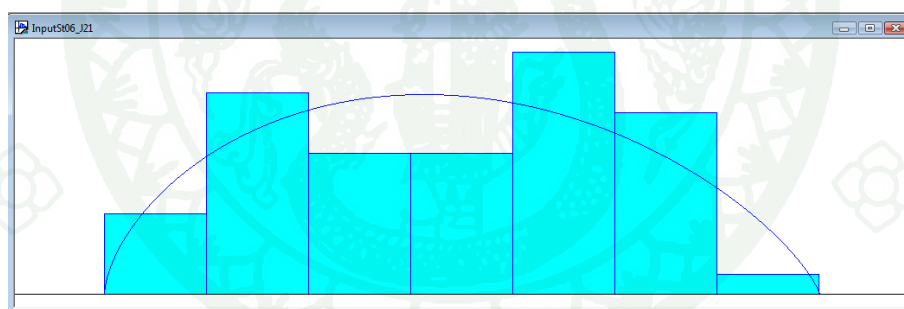
ภาพผนวกที่ 62 กราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 19

เวลาที่ผลิตภัณฑ์แบบที่ 19 ใช้ในสถานีงานที่ 6 ต่อการผลิตแบบที่ 19 1 ชิ้น ประกอบด้วยข้อมูลทั้งหมดจำนวน 50 ข้อมูล มีการแจกแจงเป็นแบบเบต้า (Beta) ภาพที่ 62 แสดงกราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 19 โดยมีค่า Shape parameter alpha 1 (α_1) เท่ากับ 2.05 นาที และมีค่า Shape parameter alpha 2 (α_2) เท่ากับ 2.08 นาที มีสมการของการแจกแจงที่ใช้ในอริ่น่าโมเดล คือ $0.4 + 1.2 * \text{BETA}(2.05, 2.08)$



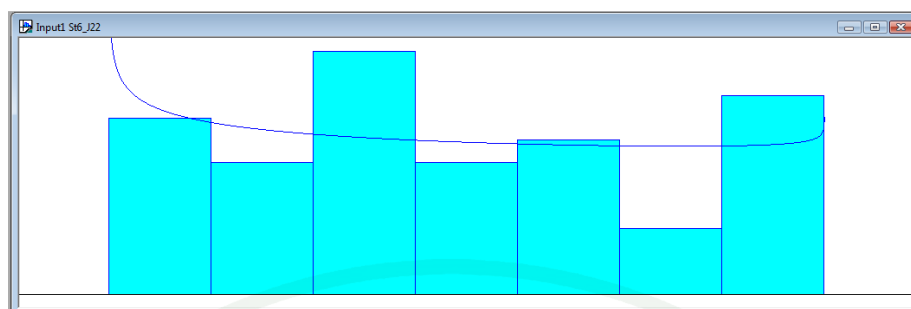
ภาพผนวกที่ 63 กราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 20

เวลาที่ผลิตภัณฑ์แบบที่ 20 ใช้ในสถานีงานที่ 6 ต่อการผลิตแบบที่ 20 1 ชิ้น ประกอบด้วยข้อมูลทั้งหมดจำนวน 50 ข้อมูล มีการแจกแจงเป็นแบบเบต้า (Beta) ภาพที่ 63 แสดงกราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 48 โดยมีค่า Shape parameter alpha 1 (α_1) เท่ากับ 1.31 นาที และมีค่า Shape parameter alpha 2 (α_2) เท่ากับ 1.32 นาที มีสมการของการแจกแจงที่ใช้ในอริริ่นาโมเดล คือ $0.4 + 1.2 * \text{BETA}(1.31, 1.32)$



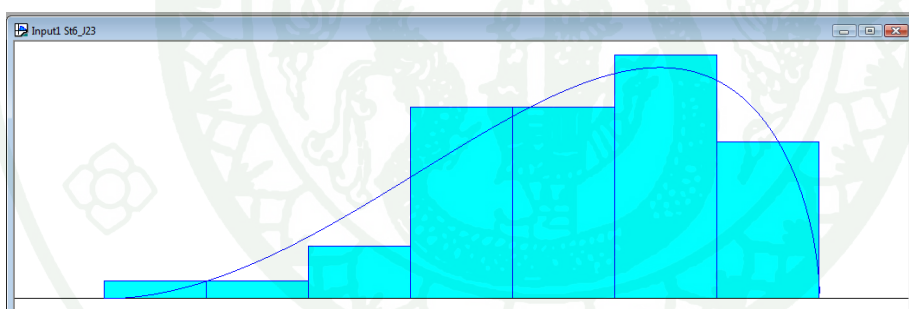
ภาพผนวกที่ 64 กราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 21

เวลาที่ผลิตภัณฑ์แบบที่ 21 ใช้ในสถานีงานที่ 6 ต่อการผลิตแบบที่ 21 1 ชิ้น ประกอบด้วยข้อมูลทั้งหมดจำนวน 50 ข้อมูล มีการแจกแจงเป็นแบบเบต้า (Beta) ภาพที่ 64 แสดงกราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 8 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 21 โดยมีค่า Shape parameter alpha 1 (α_1) เท่ากับ 1.62 นาที และมีค่า Shape parameter alpha 2 (α_2) เท่ากับ 1.77 นาที มีสมการของการแจกแจงที่ใช้ในอริริ่นาโมเดล คือ $1.4 + 1.2 * \text{BETA}(1.62, 1.77)$



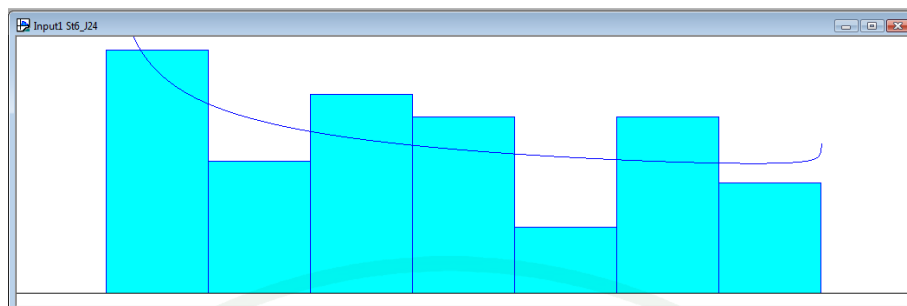
ภาพผนวกที่ 65 กราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 22

เวลาที่ผลิตภัณฑ์แบบที่ 22 ใช้ในสถานีงานที่ 6 ต่อการผลิตแบบที่ 22 1 ชิ้น ประกอบด้วยข้อมูลทั้งหมดจำนวน 50 ข้อมูล มีการแจกแจงเป็นแบบเบต้า (Beta) ภาพที่ 65 แสดงกราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 22 โดยมีค่า Shape parameter alpha 1 (α_1) เท่ากับ 0.891 นาฬิกา และมีค่า Shape parameter alpha 2 (α_2) เท่ากับ 0.973 นาฬิกา มีสมการของการแจกแจงที่ใช้ในออริน่าโมเดล คือ $2 + 1 * \text{BETA}(0.891, 0.973)$



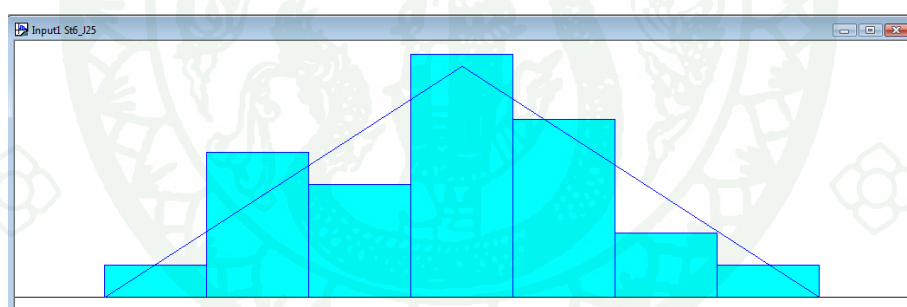
ภาพผนวกที่ 66 กราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 23

เวลาที่ผลิตภัณฑ์แบบที่ 23 ใช้ในสถานีงานที่ 6 ต่อการผลิตแบบที่ 23 1 ชิ้น ประกอบด้วยข้อมูลทั้งหมดจำนวน 50 ข้อมูล มีการแจกแจงเป็นแบบเบต้า (Beta) ภาพที่ 66 แสดงกราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 23 โดยมีค่า Shape parameter alpha 1 (α_1) เท่ากับ 2.98 นาฬิกา และมีค่า Shape parameter alpha 2 (α_2) เท่ากับ 1.57 นาฬิกา มีสมการของการแจกแจงที่ใช้ในออริน่าโมเดล คือ $1.36 + 1.64 * \text{BETA}(2.98, 1.57)$



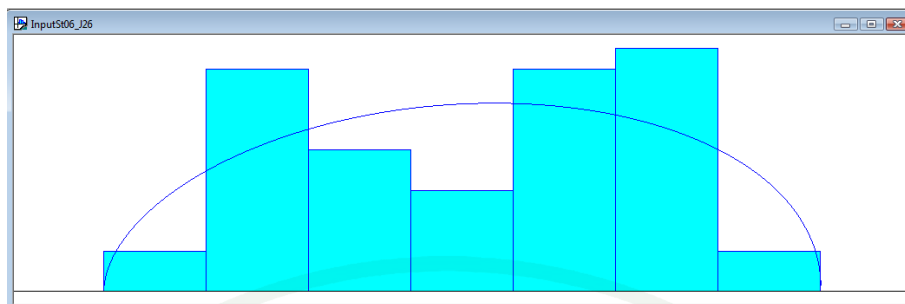
ภาพผนวกที่ 67 กราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 24

เวลาที่ผลิตภัณฑ์แบบที่ 24 ใช้ในสถานีงานที่ 6 ต่อการผลิตแบบที่ 24 1 ชิ้น ประกอบด้วยข้อมูลทั้งหมดจำนวน 50 ข้อมูล มีการแจกแจงเป็นแบบเบต้า (Beta) ภาพที่ 67 แสดงกราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 4 โดยมีค่า Shape parameter alpha 1 (α_1) เท่ากับ 0.767 นาฬิกา และมีค่า Shape parameter alpha 2 (α_2) เท่ากับ 0.976 นาฬิกา มีสมการของการแจกแจงที่ใช้ในอริ่น่าโมเดล คือ $2 + 1 * \text{BETA}(0.767, 0.976)$



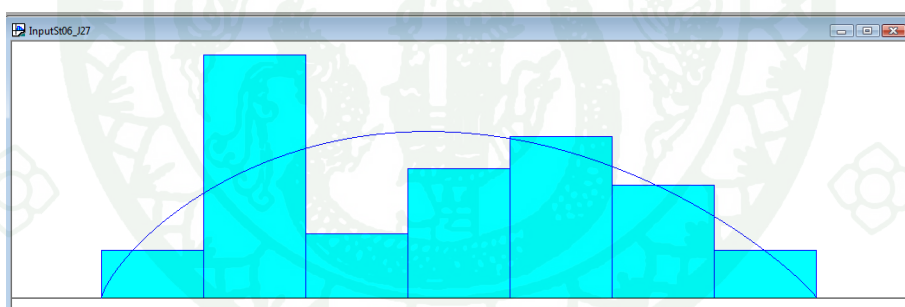
ภาพผนวกที่ 68 กราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 25

เวลาที่ผลิตภัณฑ์แบบที่ 25 ใช้ในสถานีงานที่ 6 ต่อการผลิตแบบที่ 25 1 ชิ้น ประกอบด้วยข้อมูลทั้งหมดจำนวน 50 ข้อมูล มีการแจกแจงเป็นแบบไตรแองกูล่า (Triangular) ภาพที่ 68 แสดงกราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 25 โดยมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.14 นาฬิกา ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.775 นาฬิกา และมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 1.41 นาฬิกา มีสมการของการแจกแจงที่ใช้ในอริ่น่าโมเดล คือ $\text{TRIA}(0.14, 0.775, 1.41)$



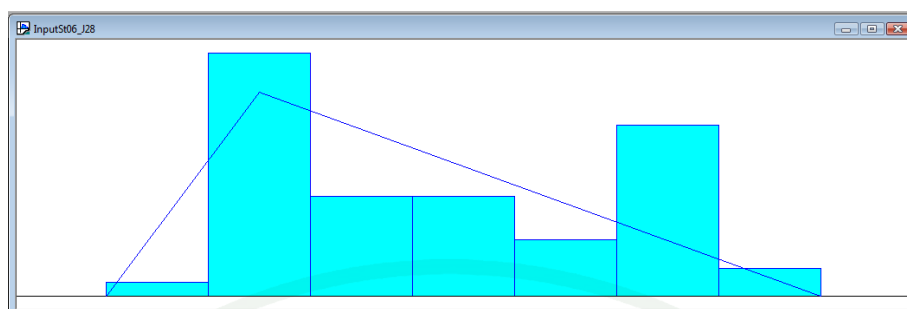
ภาพผนวกที่ 69 กราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 26

เวลาที่ผลิตภัณฑ์แบบที่ 26 ใช้ในสถานีงานที่ 6 ต่อการผลิตแบบที่ 26 1 ชิ้น ประกอบด้วยข้อมูลทั้งหมดจำนวน 50 ข้อมูล มีการแจกแจงเป็นแบบเบต้า (Beta) ภาพที่ 69 แสดงกราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 26 โดยมีค่า Shape parameter alpha 1 (α_1) เท่ากับ 1.55 นาที และมีค่า Shape parameter alpha 2 (α_2) เท่ากับ 1.46 นาที มีสมการของการแจกแจงที่ใช้ในอริ่นาโมเดล คือ $2.4 + 1.2 * \text{BETA}(1.55, 1.46)$



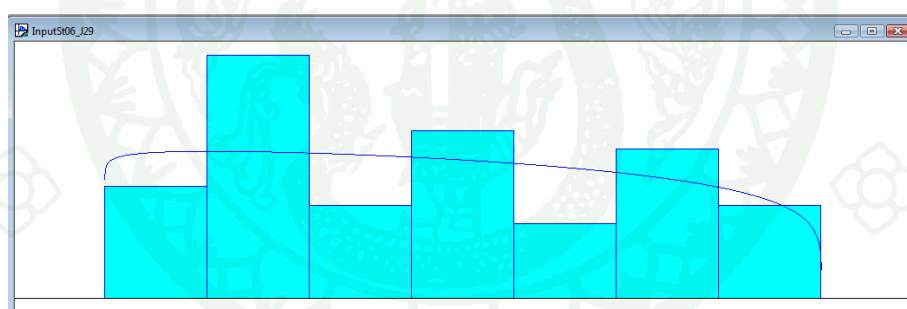
ภาพผนวกที่ 70 กราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 27

เวลาที่ผลิตภัณฑ์แบบที่ 27 ใช้ในสถานีงานที่ 6 ต่อการผลิตแบบที่ 27 1 ชิ้น ประกอบด้วยข้อมูลทั้งหมดจำนวน 50 ข้อมูล มีการแจกแจงเป็นแบบเบต้า (Beta) ภาพที่ 70 แสดงกราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 27 โดยมีค่า Shape parameter alpha 1 (α_1) เท่ากับ 1.74 นาที และมีค่า Shape parameter alpha 2 (α_2) เท่ากับ 1.89 นาที มีสมการของการแจกแจงที่ใช้ในอริ่นาโมเดล คือ $0.01 + 1.22 * \text{BETA}(1.74, 1.89)$



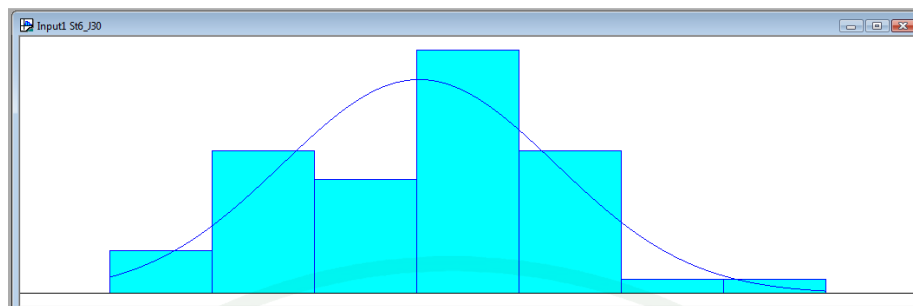
ภาพผนวกที่ 71 กราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 28

เวลาที่ผลิตภัณฑ์แบบที่ 8 ใช้ในสถานีงานที่ 6 ต่อการผลิตแบบที่ 28 1 ชิ้น ประกอบด้วยข้อมูลทั้งหมดจำนวน 50 ข้อมูล มีการแจกแจงเป็นแบบไตรแองกูล่า (Triangular) ภาพที่ 71 แสดงกราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 28 โดยมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 1.71 นาที ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.94 นาที และมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 2.79 นาที มีสมการของการแจกแจงที่ใช้ในออร์ินาโมเดล คือ $TRIA(1.71, 1.94, 2.79)$



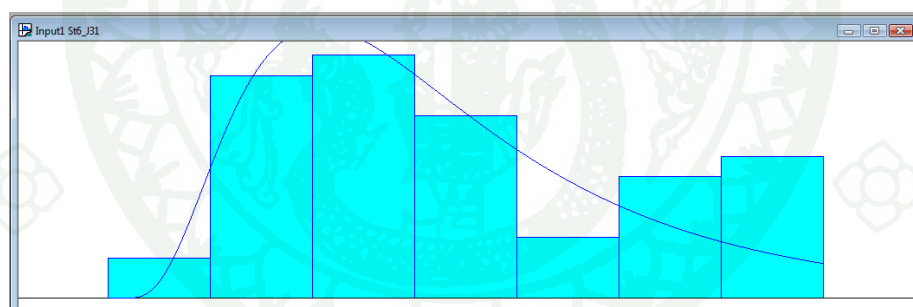
ภาพผนวกที่ 72 กราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 29

เวลาที่ผลิตภัณฑ์แบบที่ 29 ใช้ในสถานีงานที่ 6 ต่อการผลิตแบบที่ 29 1 ชิ้น ประกอบด้วยข้อมูลทั้งหมดจำนวน 50 ข้อมูล มีการแจกแจงเป็นแบบเบต้า (Beta) ภาพที่ 72 แสดงกราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 29 โดยมีค่า Shape parameter alpha 1 (α_1) เท่ากับ 1.03 นาที และมีค่า Shape parameter alpha 2 (α_2) เท่ากับ 1.19 นาที มีสมการของการแจกแจงที่ใช้ในออร์ินาโมเดล คือ $1.71 + 1.08 * BETA(1.03, 1.19)$



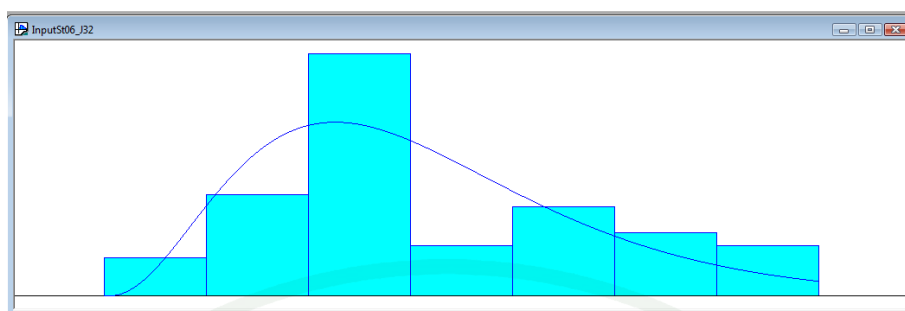
ภาพผนวกที่ 73 กราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 30

เวลาที่ผลิตภัณฑ์แบบที่ 10 ใช้ในสถานีงานที่ 6 ต่อการผลิตแบบที่ 10 1 ชิ้น ประกอบด้วยข้อมูลทั้งหมดจำนวน 50 ข้อมูล มีการแจกแจงเป็นแบบนอร์มอล (Normal) ภาพที่ 73 แสดงกราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 10 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.659 นาที และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.251 นาที มีสมการของการแจกแจงที่ใช้ในอริน่าโมเดล คือ $NORM(0.659, 0.251)$



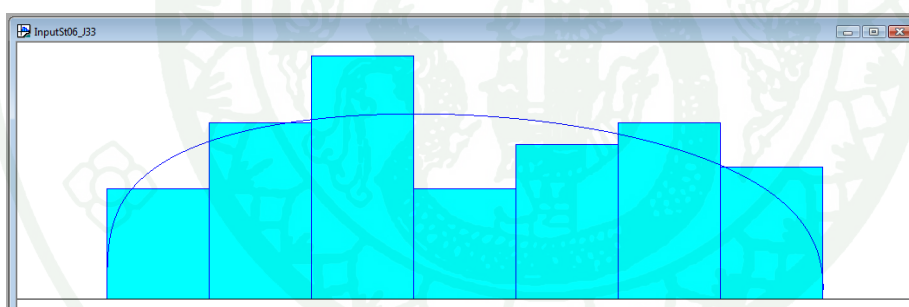
ภาพผนวกที่ 74 กราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 31

เวลาที่ผลิตภัณฑ์แบบที่ 31 ใช้ในสถานีงานที่ 6 ต่อการผลิตแบบที่ 31 1 ชิ้น ประกอบด้วยข้อมูลทั้งหมดจำนวน 50 ข้อมูล มีการแจกแจงเป็นแบบลอการิธึม (Lognormal) ภาพที่ 74 แสดงกราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 8 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 31 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.478 นาที และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.316 นาที มีสมการของการแจกแจงที่ใช้ในอริน่าโมเดล คือ $0.06 + LOGN(0.478, 0.316)$



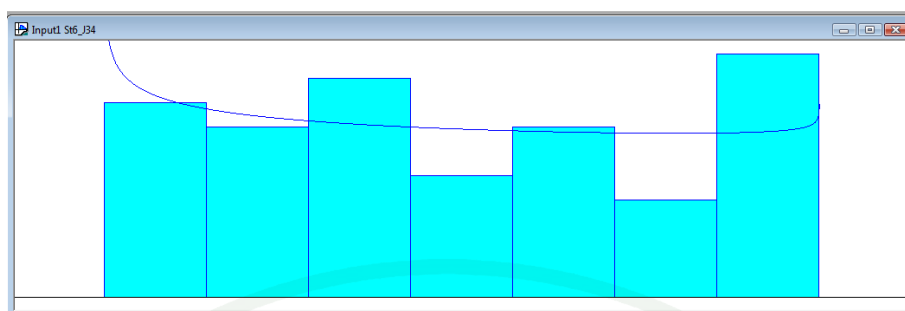
ภาพผนวกที่ 75 กราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 32

เวลาที่ผลิตภัณฑ์แบบที่ 32 ใช้ในสถานีงานที่ 6 ต่อการผลิตแบบที่ 32 1 ชิ้น ประกอบด้วยข้อมูลทั้งหมดจำนวน 50 ข้อมูล มีการแจกแจงเป็นแบบแกมมา (Gamma) ภาพที่ 75 แสดงกราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 32 โดยมีค่า Scale parameter beta (β) เท่ากับ 0.147นาทีก และค่า Shape parameter alpha (α) เท่ากับ 3.54นาทีก มีสมการของการแจกแจงที่ใช้ในอริंनाโมเดล คือ $0.07 + \text{GAMM}(0.147, 3.54)$



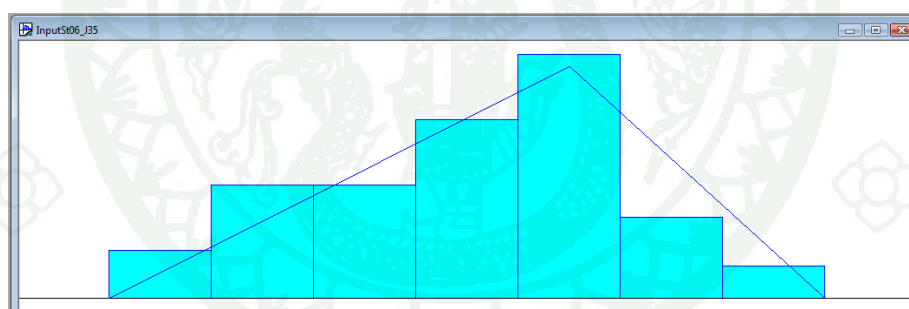
ภาพผนวกที่ 76 กราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 33

เวลาที่ผลิตภัณฑ์แบบที่ 33 ใช้ในสถานีงานที่ 6 ต่อการผลิตแบบที่ 33 1 ชิ้น ประกอบด้วยข้อมูลทั้งหมดจำนวน 50 ข้อมูล มีการแจกแจงเป็นแบบเบต้า (Beta) ภาพที่ 76 แสดงกราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 33 โดยมีค่า Shape parameter alpha 1 (α_1) เท่ากับ 1.29นาทีก และค่า Shape parameter alpha 2 (α_2) เท่ากับ 1.38นาทีก มีสมการของการแจกแจงที่ใช้ในอริंनाโมเดล คือ $0.13 + 1.19 * \text{BETA}(1.29, 1.38)$



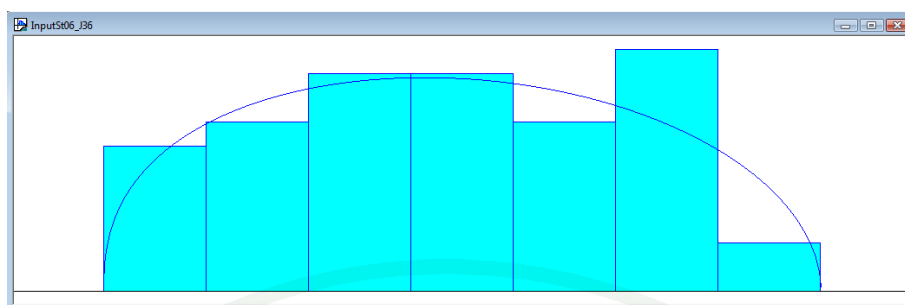
ภาพผนวกที่ 77 กราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 34

เวลาที่ผลิตภัณฑ์แบบที่ 34 ใช้ในสถานีงานที่ 6 ต่อการผลิตแบบที่ 34 1 ชิ้น ประกอบด้วยข้อมูลทั้งหมดจำนวน 50 ข้อมูล มีการแจกแจงเป็นแบบเบต้า (Beta) ภาพที่ 77 แสดงกราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 34 โดยมีค่า Shape parameter alpha 1 (α_1) เท่ากับ 0.899 นาที และมีค่า Shape parameter alpha 2 (α_2) เท่ากับ 0.975 นาที มีสมการของการแจกแจงที่ใช้ในอริโนโมเดล คือ $1 + 1 * \text{BETA}(0.899, 0.975)$



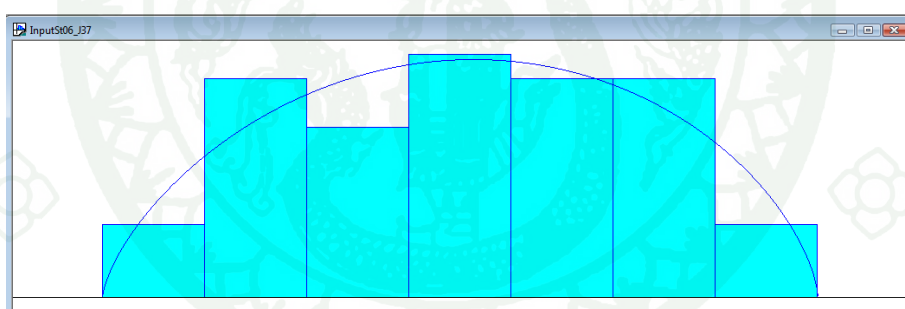
ภาพผนวกที่ 78 กราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 35

เวลาที่ผลิตภัณฑ์แบบที่ 35 ใช้ในสถานีงานที่ 6 ต่อการผลิตแบบที่ 35 1 ชิ้น ประกอบด้วยข้อมูลทั้งหมดจำนวน 50 ข้อมูล มีการแจกแจงเป็นแบบไตรแองกูล่า (Triangular) ภาพที่ 78 แสดงกราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 35 โดยมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 2.13 นาที ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.87 นาที และมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 3.28 นาที มีสมการของการแจกแจงที่ใช้ในอริโนโมเดล คือ $T \text{ TRIA}(2.13, 2.87, 3.28)$



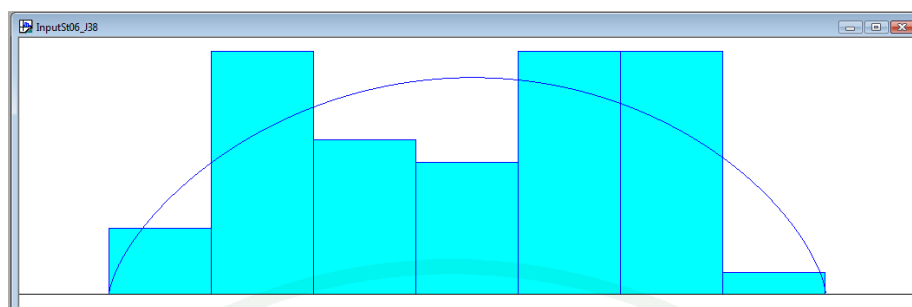
ภาพผนวกที่ 79 กราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 36

เวลาที่ผลิตภัณฑ์แบบที่ 36 ใช้ในสถานีงานที่ 6 ต่อการผลิตแบบที่ 36 1 ชิ้น ประกอบด้วยข้อมูลทั้งหมดจำนวน 50 ข้อมูล มีการแจกแจงเป็นแบบเบต้า (Beta) ภาพที่ 79 แสดงกราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 36 โดยมีค่า Shape parameter alpha 1 (α_1) เท่ากับ 1.41 นาที และมีค่า Shape parameter alpha 2 (α_2) เท่ากับ 1.5 นาที มีสมการของการแจกแจงที่ใช้ในอริ่นาโมเดล คือ $2.73 + 1.16 * \text{BETA}(1.41, 1.5)$



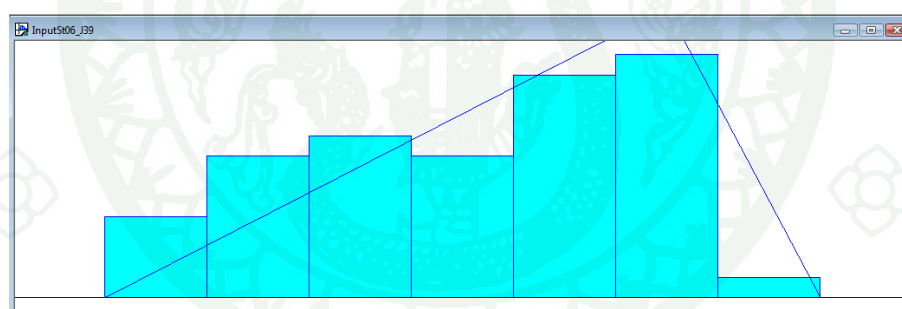
ภาพผนวกที่ 80 กราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 37

เวลาที่ผลิตภัณฑ์แบบที่ 37 ใช้ในสถานีงานที่ 6 ต่อการผลิตแบบที่ 37 1 ชิ้น ประกอบด้วยข้อมูลทั้งหมดจำนวน 50 ข้อมูล มีการแจกแจงเป็นแบบเบต้า (Beta) ภาพที่ 80 แสดงกราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 37 โดยมีค่า Shape parameter alpha 1 (α_1) เท่ากับ 1.69 นาที และมีค่า Shape parameter alpha 2 (α_2) เท่ากับ 1.64 นาที มีสมการของการแจกแจงที่ใช้ในอริ่นาโมเดล คือ $3.41 + 1.18 * \text{BETA}(1.69, 1.64)$



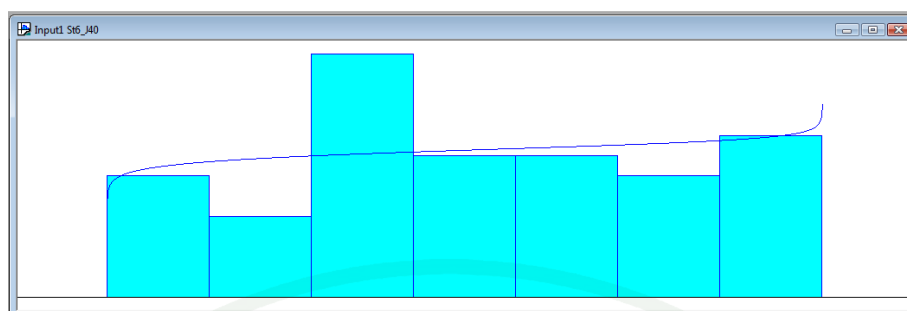
ภาพผนวกที่ 81 กราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 38

เวลาที่ผลิตภัณฑ์แบบที่ 38 ใช้ในสถานีงานที่ 6 ต่อการผลิตแบบที่ 38 1 ชิ้น ประกอบด้วยข้อมูลทั้งหมดจำนวน 50 ข้อมูล มีการแจกแจงเป็นแบบเบต้า (Beta) ภาพที่ 81 แสดงกราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 38 โดยมีค่า Shape parameter α_1 เท่ากับ 1.68 นาที และมีค่า Shape parameter α_2 เท่ากับ 1.66 นาที มีสมการของการแจกแจงที่ใช้ในอริโนโมเดล คือ $3.49 + 1.27 * \text{BETA}(1.68, 1.66)$



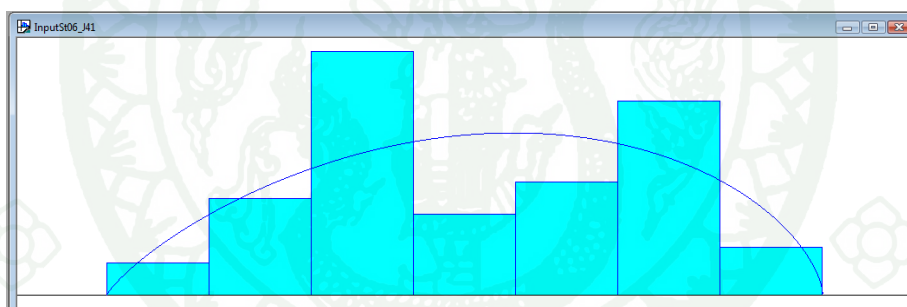
ภาพผนวกที่ 82 กราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 39

เวลาที่ผลิตภัณฑ์แบบที่ 39 ใช้ในสถานีงานที่ 6 ต่อการผลิตแบบที่ 39 1 ชิ้น ประกอบด้วยข้อมูลทั้งหมดจำนวน 50 ข้อมูล มีการแจกแจงเป็นแบบไตรแองกูล่า (Triangular) ภาพที่ 82 แสดงกราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 39 โดยมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 5.39 นาที ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.42 นาที และมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 6.7 นาที มีสมการของการแจกแจงที่ใช้ในอริโนโมเดล คือ $\text{TRIA}(5.39, 6.42, 6.7)$



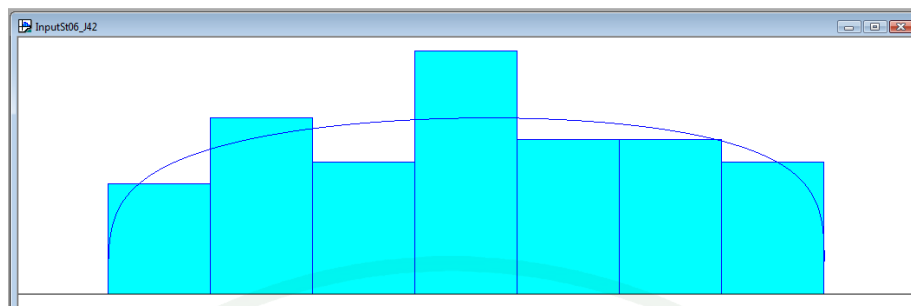
ภาพผนวกที่ 83 กราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 40

เวลาที่ผลิตภัณฑ์แบบที่ 40 ใช้ในสถานีงานที่ 6 ต่อการผลิตแบบที่ 40 1 ชิ้น ประกอบด้วยข้อมูลทั้งหมดจำนวน 50 ข้อมูล มีการแจกแจงเป็นแบบเบต้า (Beta) ภาพที่ 83 แสดงกราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 40 โดยมีค่า Shape parameter alpha 1 (α_1) เท่ากับ 1.05 นาที และมีค่า Shape parameter alpha 2 (α_2) เท่ากับ 0.972 นาที มีสมการของการแจกแจงที่ใช้ในอริ่นาโมเดล คือ $2 + 1 * \text{BETA}(1.05, 0.972)$



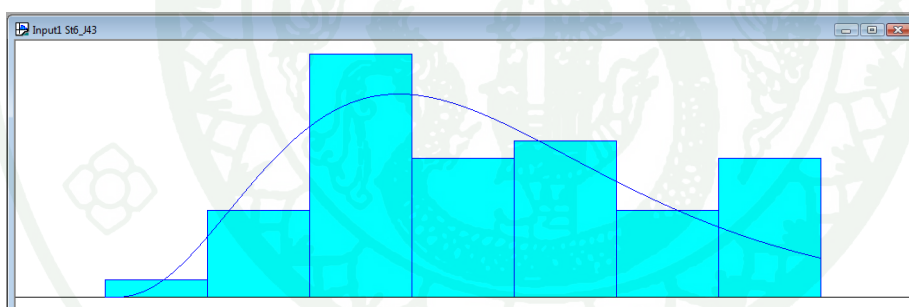
ภาพผนวกที่ 84 กราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 41

เวลาที่ผลิตภัณฑ์แบบที่ 41 ใช้ในสถานีงานที่ 6 ต่อการผลิตแบบที่ 41 1 ชิ้น ประกอบด้วยข้อมูลทั้งหมดจำนวน 50 ข้อมูล มีการแจกแจงเป็นแบบเบต้า (Beta) ภาพที่ 84 แสดงกราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 8 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 41 โดยมีค่า Shape parameter alpha 1 (α_1) เท่ากับ 1.81 นาที และมีค่า Shape parameter alpha 2 (α_2) เท่ากับ 1.62 นาที มีสมการของการแจกแจงที่ใช้ในอริ่นาโมเดล คือ $1.6 + 1.2 * \text{BETA}(1.81, 1.62)$



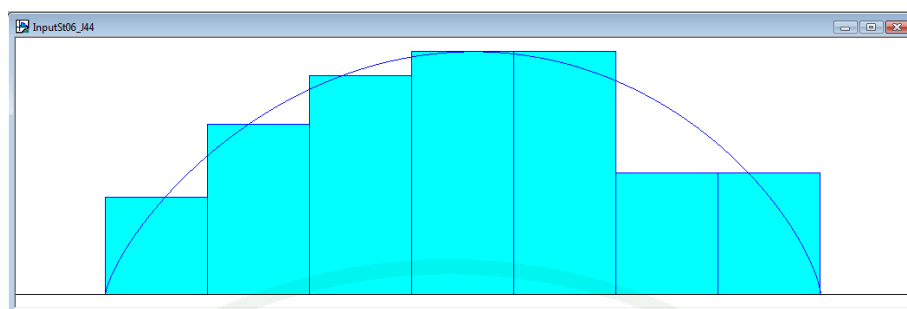
ภาพผนวกที่ 85 กราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 42

เวลาที่ผลิตภัณฑ์แบบที่ 42 ใช้ในสถานีงานที่ 6 ต่อการผลิตแบบที่ 42 1 ชิ้น ประกอบด้วยข้อมูลทั้งหมดจำนวน 50 ข้อมูล มีการแจกแจงเป็นแบบเบต้า (Beta) ภาพที่ 85 แสดงกราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 42 โดยมีค่า Shape parameter alpha 1 (α_1) เท่ากับ 1.25 นาที และมีค่า Shape parameter alpha 2 (α_2) เท่ากับ 1.21867 นาที มีสมการของการแจกแจงที่ใช้ในอริน่าโมเดล คือ $BETA(1.25, 1.21867)$



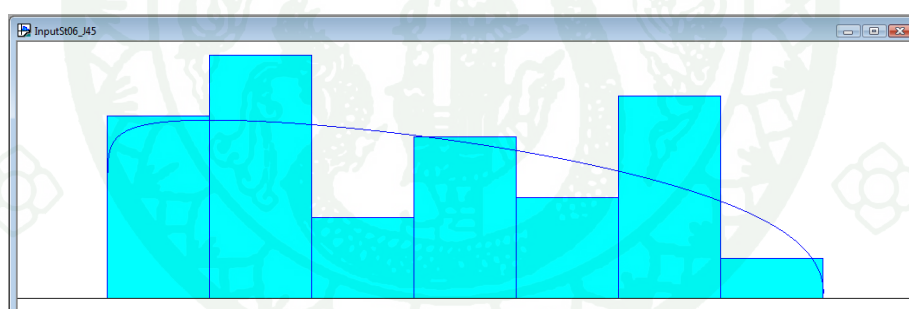
ภาพผนวกที่ 86 กราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 43

เวลาที่ผลิตภัณฑ์แบบที่ 43 ใช้ในสถานีงานที่ 6 ต่อการผลิตแบบที่ 43 1 ชิ้น ประกอบด้วยข้อมูลทั้งหมดจำนวน 50 ข้อมูล มีการแจกแจงเป็นแบบเออแลงก์ (Erlang) ภาพที่ 86 แสดงกราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 43 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.137 นาที และมีค่า Erlang parameter (k) เท่ากับ 4 นาที มีสมการของการแจกแจงที่ใช้ในอริน่าโมเดล คือ $ERLA(0.137, 4)$



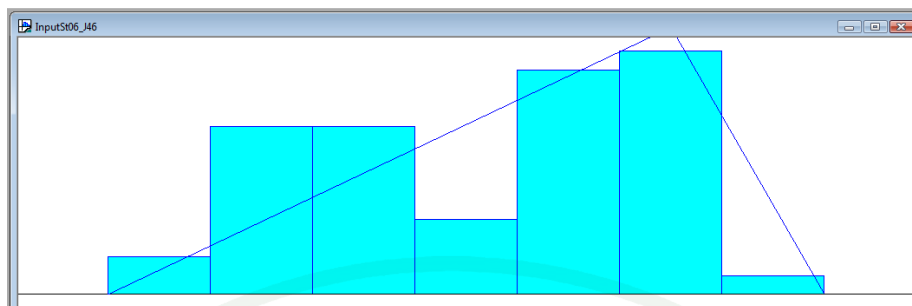
ภาพผนวกที่ 87 กราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 44

เวลาที่ผลิตภัณฑ์แบบที่ 44 ใช้ในสถานีงานที่ 6 ต่อการผลิตแบบที่ 44 1 ชิ้น ประกอบด้วยข้อมูลทั้งหมดจำนวน 50 ข้อมูล มีการแจกแจงเป็นแบบเบต้า (Beta) ภาพที่ 87 แสดงกราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 44 โดยมีค่า Shape parameter α_1 เท่ากับ 1.75 นาที และมีค่า Shape parameter α_2 เท่ากับ 1.71 นาที มีสมการของการแจกแจงที่ใช้ในอริंनाโมเดล คือ $0.4 + 1.2 * \text{BETA}(1.75, 1.71)$



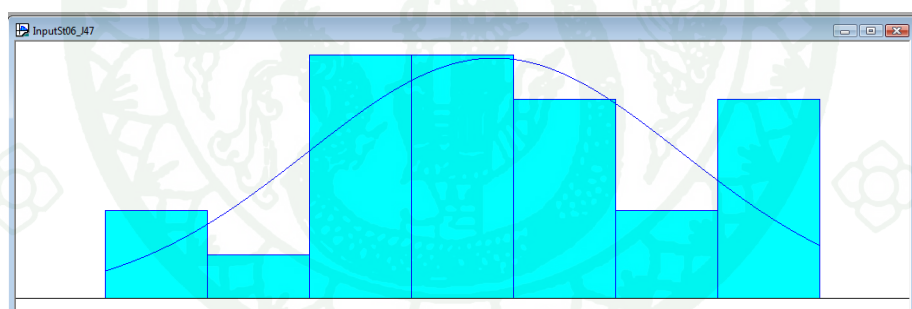
ภาพผนวกที่ 88 กราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 45

เวลาที่ผลิตภัณฑ์แบบที่ 45 ใช้ในสถานีงานที่ 6 ต่อการผลิตแบบที่ 55 1 ชิ้น ประกอบด้วยข้อมูลทั้งหมดจำนวน 50 ข้อมูล มีการแจกแจงเป็นแบบเบต้า (Beta) ภาพที่ 88 แสดงกราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 55 โดยมีค่า Shape parameter α_1 เท่ากับ 1.07 นาที และมีค่า Shape parameter α_2 เท่ากับ 1.41 นาที มีสมการของการแจกแจงที่ใช้ในอริंनाโมเดล คือ $0.71 + 1.08 * \text{BETA}(1.07, 1.41)$



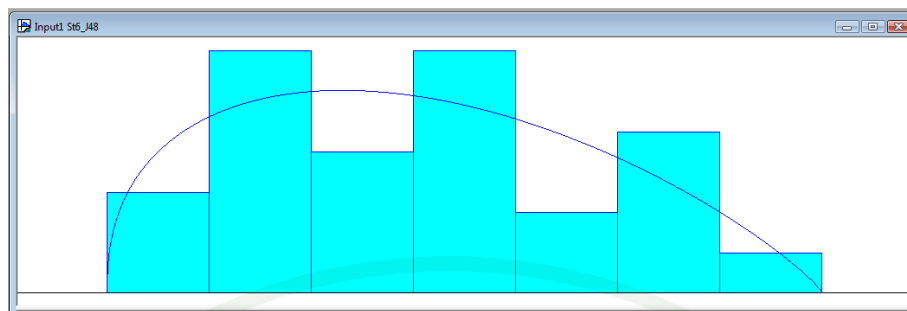
ภาพผนวกที่ 89 กราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 46

เวลาที่ผลิตภัณฑ์แบบที่ 46 ใช้ในสถานีงานที่ 6 ต่อการผลิตแบบที่ 6 1 ชิ้น ประกอบด้วยข้อมูลทั้งหมดจำนวน 50 ข้อมูล มีการแจกแจงเป็นแบบไตรแองกูล่า (Triangular) ภาพที่ 89 แสดงกราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 46 โดยมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.4 นาที ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.34 นาที และมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 1.6 นาที มีสมการของการแจกแจงที่ใช้ในอาร์น่าโมเดล คือ $TRIA(0.4, 1.34, 1.6)$



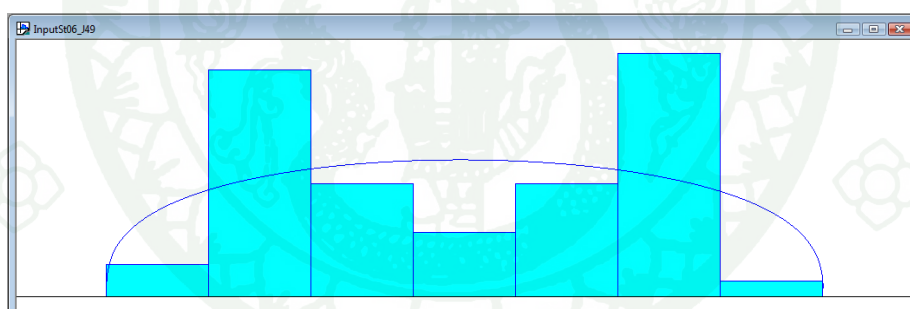
ภาพผนวกที่ 90 กราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 47

เวลาที่ผลิตภัณฑ์แบบที่ 47 ใช้ในสถานีงานที่ 6 ต่อการผลิตแบบที่ 47 1 ชิ้น ประกอบด้วยข้อมูลทั้งหมดจำนวน 55 ข้อมูล มีการแจกแจงเป็นแบบนอร์มอล (Normal) ภาพที่ 90 แสดงกราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 47 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.54 นาที และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.262 นาที มีสมการของการแจกแจงที่ใช้ในอาร์น่าโมเดล คือ $NORM(1.54, 0.262)$



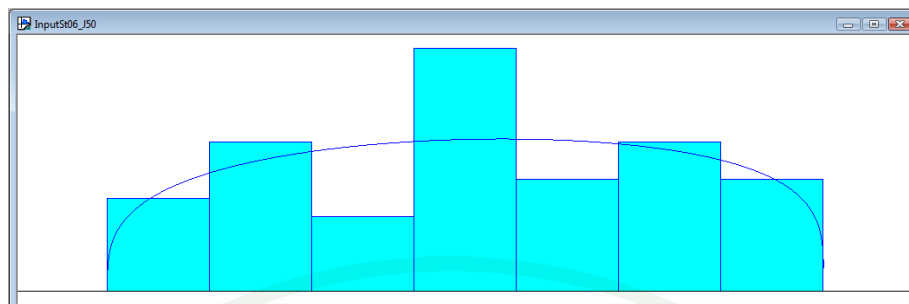
ภาพผนวกที่ 91 กราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 48

เวลาที่ผลิตภัณฑ์แบบที่ 48 ใช้ในสถานีงานที่ 6 ต่อการผลิตแบบที่ 48 1 ชิ้น ประกอบด้วยข้อมูลทั้งหมดจำนวน 50 ข้อมูล มีการแจกแจงเป็นแบบเบต้า (Beta) ภาพที่ 91 แสดงกราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 48 โดยมีค่า Shape parameter α_1 เท่ากับ 1.42 นาที และมีค่า Shape parameter α_2 เท่ากับ 1.85 นาที มีสมการของการแจกแจงที่ใช้ในออริน่าโมเดล คือ $1.21 + 1.08 * \text{BETA}(1.42, 1.85)$



ภาพผนวกที่ 92 กราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 49

เวลาที่ผลิตภัณฑ์แบบที่ 49 ใช้ในสถานีงานที่ 6 ต่อการผลิตแบบที่ 49 1 ชิ้น ประกอบด้วยข้อมูลทั้งหมดจำนวน 50 ข้อมูล มีการแจกแจงเป็นแบบเบต้า (Beta) ภาพที่ 92 แสดงกราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 49 โดยมีค่า Shape parameter α_1 เท่ากับ 1.35 นาที และมีค่า Shape parameter α_2 เท่ากับ 1.36 นาที มีสมการของการแจกแจงที่ใช้ในออริน่าโมเดล คือ $1.4 + 1.2 * \text{BETA}(1.35, 1.36)$



ภาพผนวกที่ 93 กราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 50

เวลาที่ผลิตภัณฑ์แบบที่ 50 ใช้ในสถานีงานที่ 6 ต่อการผลิตแบบที่ 50 1 ชิ้น ประกอบด้วยข้อมูลทั้งหมดจำนวน 50 ข้อมูล มีการแจกแจงเป็นแบบเบต้า (Beta) ภาพที่ 93 แสดงกราฟของข้อมูล Processing Time ของสถานีงานที่ 6 ของผลิตภัณฑ์แบบที่ 50 โดยมีค่า Shape parameter alpha 1 (α_1) เท่ากับ 1.31 นาที และมีค่า Shape parameter alpha 2 (α_2) เท่ากับ 1.25 นาที มีสมการของการแจกแจงที่ใช้ในอาร์นาโมเดล คือ $0.71 + 1.08 * \text{BETA}(1.31, 1.25)$

2. ตัวอย่างของคำสั่งวิซวลเบสิกของเอ็กเซลและวิซวลเบสิกในอาร์นา

2.1 การรับค่าของคำสั่งซื้อผ่านทาง User Interface

```
Private Sub CommandButton4_Click()
    Sheet19.Cells(1, 1) = "0"
    Sheet18.Select
    Sheet18.CommandButton2.Enabled = False
    Sheet18.CommandButton3.Enabled = True
    Set App = CreateObject("Arena.application")
    With App.Models.Open ThisWorkbook.Path & "\"Thesis_Atiwat.doe"
    End With
End Sub

Private Sub CommandButton5_Click()
    Sheet18.Activate
End Sub
```

```
Private Sub CommandButton6_Click()
Range("A5:I54").Select
Selection.ClearContents
End Sub
```

2.2 การกำหนดวิธีการจัดการตารางการผลิตโดยผ่านทาง Microsoft Excel

```
Private Sub CommandButton1_Click()
UserForm3.TextBox1.Value = Sheet19.Cells(7, 2)
UserForm3.TextBox2.Value = Sheet19.Cells(8, 2)
UserForm3.TextBox3.Value = Sheet19.Cells(9, 2)
UserForm3.TextBox4.Value = Sheet19.Cells(10, 2)
UserForm3.TextBox5.Value = Sheet19.Cells(11, 2)
UserForm3.TextBox6.Value = Sheet19.Cells(12, 2)
UserForm3.TextBox7.Value = Sheet19.Cells(13, 2)
UserForm3.TextBox8.Value = Sheet19.Cells(14, 2)
Sheets("Result Strategy 1").Select
Range("A8:AA57").Select
Selection.Sort Key1:=Range("A8"), Order1:=xlAscending, Header:=xlGuess, _
OrderCustom:=1, MatchCase:=False, Orientation:=xlTopToBottom, _
DataOption1:=xlSortNormal
Sheets("Result Strategy 2").Select
Range("A8:AA57").Select
Selection.Sort Key1:=Range("A8"), Order1:=xlAscending, Header:=xlGuess, _
OrderCustom:=1, MatchCase:=False, Orientation:=xlTopToBottom, _
DataOption1:=xlSortNormal
Sheets("Result Strategy 3").Select
Range("A8:AA57").Select
Selection.Sort Key1:=Range("A8"), Order1:=xlAscending, Header:=xlGuess, _
OrderCustom:=1, MatchCase:=False, Orientation:=xlTopToBottom, _
```

```

DataOption1:=xlSortNormal
Sheets("Result Strategy 4").Select
Range("A8:AA57").Select
Selection.Sort Key1:=Range("A8"), Order1:=xlAscending, Header:=xlGuess, _
OrderCustom:=1, MatchCase:=False, Orientation:=xlTopToBottom, _
DataOption1:=xlSortNormal
Sheets("Result Strategy 5").Select
Range("A8:AA57").Select
Selection.Sort Key1:=Range("A8"), Order1:=xlAscending, Header:=xlGuess, _
OrderCustom:=1, MatchCase:=False, Orientation:=xlTopToBottom, _
DataOption1:=xlSortNormal
Sheets("Result Strategy 6").Select
Range("A8:AA57").Select
Selection.Sort Key1:=Range("A8"), Order1:=xlAscending, Header:=xlGuess, _
OrderCustom:=1, MatchCase:=False, Orientation:=xlTopToBottom, _
DataOption1:=xlSortNormal
Sheets("Result Strategy 7").Select
Range("A8:AA57").Select
Selection.Sort Key1:=Range("A8"), Order1:=xlAscending, Header:=xlGuess, _
OrderCustom:=1, MatchCase:=False, Orientation:=xlTopToBottom, _
DataOption1:=xlSortNormal
Sheets("Result Strategy 8").Select
Range("A8:AA57").Select
Selection.Sort Key1:=Range("A8"), Order1:=xlAscending, Header:=xlGuess, _
OrderCustom:=1, MatchCase:=False, Orientation:=xlTopToBottom, _
DataOption1:=xlSortNormal
Sheets("Display Sceen").Select
Range("a1").Select
UserForm2.Hide
UserForm3.Show

```

```

End Sub

Private Sub CommandButton3_Click()
    Sheets("Display Sceen").Select
    UserForm2.TextBox1.Value = Sheet19.Cells(7, 2)
    UserForm2.TextBox2.Value = Sheet19.Cells(8, 2)
    UserForm2.TextBox3.Value = Sheet19.Cells(9, 2)
    UserForm2.TextBox4.Value = Sheet19.Cells(10, 2)
    UserForm2.TextBox5.Value = Sheet19.Cells(11, 2)
    UserForm2.TextBox6.Value = Sheet19.Cells(12, 2)
    UserForm2.TextBox7.Value = Sheet19.Cells(13, 2)
    UserForm2.TextBox8.Value = Sheet19.Cells(14, 2)
    UserForm2.TextBox9.Value = Sheet19.Cells(7, 5)
    UserForm2.TextBox10.Value = Sheet19.Cells(8, 5)
End Sub

```

2.3 การเลือกวิธีการจัดการตารางการผลิตแบบ Hybrid Heuristic

```

Private Sub CommandButton2_Click()
    UserForm4.TextBox1.Value = Sheet19.Cells(7, 2)
    UserForm4.TextBox2.Value = Sheet19.Cells(8, 2)
    UserForm4.TextBox3.Value = Sheet19.Cells(9, 2)
    UserForm4.TextBox4.Value = Sheet19.Cells(10, 2)
    UserForm4.TextBox5.Value = Sheet19.Cells(11, 2)
    UserForm4.TextBox6.Value = Sheet19.Cells(12, 2)
    UserForm4.TextBox7.Value = Sheet19.Cells(13, 2)
    UserForm4.TextBox8.Value = Sheet19.Cells(14, 2)
    Sheet19.Activate
    UserForm3.Hide
    UserForm4.Show
End Sub

```

```
Private Sub CommandButton3_Click()
```

```
UserForm3.TextBox1.Enabled = True
```

```
UserForm3.TextBox2.Enabled = True
```

```
UserForm3.TextBox3.Enabled = True
```

```
UserForm3.TextBox4.Enabled = True
```

```
UserForm3.TextBox5.Enabled = True
```

```
UserForm3.TextBox6.Enabled = True
```

```
UserForm3.TextBox7.Enabled = True
```

```
UserForm3.TextBox8.Enabled = True
```

```
UserForm4.TextBox1.Enabled = True
```

```
UserForm4.TextBox2.Enabled = True
```

```
UserForm4.TextBox3.Enabled = True
```

```
UserForm4.TextBox4.Enabled = True
```

```
UserForm4.TextBox5.Enabled = True
```

```
UserForm4.TextBox6.Enabled = True
```

```
UserForm4.TextBox7.Enabled = True
```

```
UserForm4.TextBox8.Enabled = True
```

```
UserForm3.OptionButton1.Enabled = True
```

```
UserForm3.OptionButton2.Enabled = True
```

```
UserForm3.OptionButton3.Enabled = True
```

```
UserForm3.OptionButton4.Enabled = True
```

```
UserForm3.OptionButton5.Enabled = True
```

```
UserForm3.OptionButton6.Enabled = True
```

```
UserForm3.OptionButton7.Enabled = True
```

```
UserForm3.OptionButton8.Enabled = True
```

```
UserForm4.OptionButton9.Enabled = True
```

```
UserForm4.OptionButton10.Enabled = True
```

```
UserForm4.OptionButton11.Enabled = True
```

```
UserForm4.OptionButton12.Enabled = True
```

```
UserForm4.OptionButton13.Enabled = True
```

```

UserForm4.OptionButton14.Enabled = True
UserForm4.OptionButton15.Enabled = True
UserForm4.OptionButton16.Enabled = True
End Sub

Private Sub OptionButton1_Click()
Sheet1.Cells(3, 10) = "1"
Sheet1.Cells(3, 11) = "0"
Sheet1.Cells(3, 12) = "0"
Sheet1.Cells(3, 13) = "0"
Sheet1.Cells(3, 14) = "0"
Sheet1.Cells(3, 15) = "0"
Sheet1.Cells(3, 16) = "0"
Sheet1.Cells(3, 17) = "0"

UserForm3.OptionButton2.Enabled = False
UserForm3.OptionButton3.Enabled = False
UserForm3.OptionButton4.Enabled = False
UserForm3.OptionButton5.Enabled = False
UserForm3.OptionButton6.Enabled = False
UserForm3.OptionButton7.Enabled = False
UserForm3.OptionButton8.Enabled = False

UserForm3.TextBox2.Enabled = False
UserForm3.TextBox3.Enabled = False
UserForm3.TextBox4.Enabled = False
UserForm3.TextBox5.Enabled = False
UserForm3.TextBox6.Enabled = False
UserForm3.TextBox7.Enabled = False
UserForm3.TextBox8.Enabled = False

UserForm4.OptionButton9.Enabled = False
End Sub

Private Sub OptionButton2_Click()

```

```

UserForm3.TextBox1.Enabled = False
UserForm3.TextBox2.Enabled = True
UserForm3.TextBox3.Enabled = False
UserForm3.TextBox4.Enabled = False
UserForm3.TextBox5.Enabled = False
UserForm3.TextBox6.Enabled = False
UserForm3.TextBox7.Enabled = False
UserForm3.TextBox8.Enabled = False
Sheet1.Cells(3, 10) = "0"
Sheet1.Cells(3, 11) = "1"
Sheet1.Cells(3, 12) = "0"
Sheet1.Cells(3, 13) = "0"
Sheet1.Cells(3, 14) = "0"
Sheet1.Cells(3, 15) = "0"
Sheet1.Cells(3, 16) = "0"
Sheet1.Cells(3, 17) = "0"
UserForm3.OptionButton1.Enabled = False
UserForm3.OptionButton3.Enabled = False
UserForm3.OptionButton4.Enabled = False
UserForm3.OptionButton5.Enabled = False
UserForm3.OptionButton6.Enabled = False
UserForm3.OptionButton7.Enabled = False
UserForm3.OptionButton8.Enabled = False
UserForm4.OptionButton10.Enabled = False
UserForm4.OptionButton9.Enabled = True
End Sub

```

```

Private Sub OptionButton3_Click()
UserForm3.TextBox1.Enabled = False
UserForm3.TextBox2.Enabled = False

```

```

UserForm3.TextBox4.Enabled = False
UserForm3.TextBox5.Enabled = False
UserForm3.TextBox6.Enabled = False
UserForm3.TextBox7.Enabled = False
UserForm3.TextBox8.Enabled = False
Sheet1.Cells(3, 10) = "0"
Sheet1.Cells(3, 11) = "0"
Sheet1.Cells(3, 12) = "1"
Sheet1.Cells(3, 13) = "0"
Sheet1.Cells(3, 14) = "0"
Sheet1.Cells(3, 15) = "0"
Sheet1.Cells(3, 16) = "0"
Sheet1.Cells(3, 17) = "0"
UserForm3.OptionButton1.Enabled = False
UserForm3.OptionButton2.Enabled = False
UserForm3.OptionButton4.Enabled = False
UserForm3.OptionButton5.Enabled = False
UserForm3.OptionButton6.Enabled = False
UserForm3.OptionButton7.Enabled = False
UserForm3.OptionButton8.Enabled = False
UserForm4.OptionButton11.Enabled = False
UserForm4.OptionButton10.Enabled = True
End Sub

```

```

Private Sub OptionButton4_Click()
UserForm3.TextBox1.Enabled = False
UserForm3.TextBox2.Enabled = False
UserForm3.TextBox3.Enabled = False
UserForm3.TextBox5.Enabled = False
UserForm3.TextBox6.Enabled = False

```

```

UserForm3.TextBox7.Enabled = False
UserForm3.TextBox8.Enabled = False
Sheet1.Cells(3, 10) = "0"
Sheet1.Cells(3, 11) = "0"
Sheet1.Cells(3, 12) = "0"
Sheet1.Cells(3, 13) = "1"
Sheet1.Cells(3, 14) = "0"
Sheet1.Cells(3, 15) = "0"
Sheet1.Cells(3, 16) = "0"
Sheet1.Cells(3, 17) = "0"
UserForm3.OptionButton1.Enabled = False
UserForm3.OptionButton2.Enabled = False
UserForm3.OptionButton3.Enabled = False
UserForm3.OptionButton5.Enabled = False
UserForm3.OptionButton6.Enabled = False
UserForm3.OptionButton7.Enabled = False
UserForm3.OptionButton8.Enabled = False
UserForm4.OptionButton12.Enabled = False
End Sub
Private Sub OptionButton5_Click()
UserForm3.TextBox1.Enabled = False
UserForm3.TextBox2.Enabled = False
UserForm3.TextBox3.Enabled = False
UserForm3.TextBox4.Enabled = False
UserForm3.TextBox6.Enabled = False
UserForm3.TextBox7.Enabled = False
UserForm3.TextBox8.Enabled = False
Sheet1.Cells(3, 10) = "0"
Sheet1.Cells(3, 11) = "0"
Sheet1.Cells(3, 12) = "0"

```

```

Sheet1.Cells(3, 13) = "0"
Sheet1.Cells(3, 14) = "1"
Sheet1.Cells(3, 15) = "0"
Sheet1.Cells(3, 16) = "0"
Sheet1.Cells(3, 17) = "0"

UserForm3.OptionButton1.Enabled = False
UserForm3.OptionButton2.Enabled = False
UserForm3.OptionButton3.Enabled = False
UserForm3.OptionButton4.Enabled = False
UserForm3.OptionButton6.Enabled = False
UserForm3.OptionButton7.Enabled = False
UserForm3.OptionButton8.Enabled = False
UserForm4.OptionButton13.Enabled = False
End Sub

Private Sub OptionButton6_Click()
UserForm3.TextBox1.Enabled = False
UserForm3.TextBox2.Enabled = False
UserForm3.TextBox3.Enabled = False
UserForm3.TextBox4.Enabled = False
UserForm3.TextBox5.Enabled = False
UserForm3.TextBox7.Enabled = False
UserForm3.TextBox8.Enabled = False
Sheet1.Cells(3, 10) = "0"
Sheet1.Cells(3, 11) = "0"
Sheet1.Cells(3, 12) = "0"
Sheet1.Cells(3, 13) = "0"
Sheet1.Cells(3, 14) = "0"
Sheet1.Cells(3, 15) = "1"
Sheet1.Cells(3, 16) = "0"
Sheet1.Cells(3, 17) = "0"

```

```

UserForm3.OptionButton1.Enabled = False
UserForm3.OptionButton2.Enabled = False
UserForm3.OptionButton3.Enabled = False
UserForm3.OptionButton4.Enabled = False
UserForm3.OptionButton5.Enabled = False
UserForm3.OptionButton7.Enabled = False
UserForm3.OptionButton8.Enabled = False
UserForm4.OptionButton14.Enabled = False
End Sub

Private Sub OptionButton7_Click()
UserForm3.TextBox1.Enabled = False
UserForm3.TextBox2.Enabled = False
UserForm3.TextBox3.Enabled = False
UserForm3.TextBox4.Enabled = False
UserForm3.TextBox5.Enabled = False
UserForm3.TextBox6.Enabled = False
UserForm3.TextBox8.Enabled = False

Sheet1.Cells(3, 10) = "0"
Sheet1.Cells(3, 11) = "0"
Sheet1.Cells(3, 12) = "0"
Sheet1.Cells(3, 13) = "0"
Sheet1.Cells(3, 14) = "0"
Sheet1.Cells(3, 15) = "0"
Sheet1.Cells(3, 16) = "1"
Sheet1.Cells(3, 17) = "0"

UserForm3.OptionButton1.Enabled = False
UserForm3.OptionButton2.Enabled = False
UserForm3.OptionButton3.Enabled = False
UserForm3.OptionButton4.Enabled = False

```

```

UserForm3.OptionButton5.Enabled = False
UserForm3.OptionButton6.Enabled = False
UserForm3.OptionButton8.Enabled = False
UserForm4.OptionButton15.Enabled = False
End Sub

Private Sub OptionButton8_Click()
UserForm3.TextBox1.Enabled = False
UserForm3.TextBox2.Enabled = False
UserForm3.TextBox3.Enabled = False
UserForm3.TextBox4.Enabled = False
UserForm3.TextBox5.Enabled = False
UserForm3.TextBox6.Enabled = False
UserForm3.TextBox7.Enabled = False
Sheet1.Cells(3, 10) = "0"
Sheet1.Cells(3, 11) = "0"
Sheet1.Cells(3, 12) = "0"
Sheet1.Cells(3, 13) = "0"
Sheet1.Cells(3, 14) = "0"
Sheet1.Cells(3, 15) = "0"
Sheet1.Cells(3, 16) = "0"
Sheet1.Cells(3, 17) = "1"
UserForm3.OptionButton1.Enabled = False
UserForm3.OptionButton2.Enabled = False
UserForm3.OptionButton3.Enabled = False
UserForm3.OptionButton4.Enabled = False
UserForm3.OptionButton5.Enabled = False
UserForm3.OptionButton6.Enabled = False
UserForm3.OptionButton7.Enabled = False
UserForm4.OptionButton16.Enabled = False
End Sub

```

```

Private Sub UserForm_Click()
UserForm4.Hide
Sheet18.Select
Sheet18.CommandButton2.Enabled = False
Sheet18.CommandButton3.Enabled = False
Sheet18.CommandButton1.Enabled = True
Sheet19.Cells(1, 1) = "9"
Set App = CreateObject("Arena.application")
With App.Models.Open ThisWorkbook.Path & "\Thesis_Atiwat.doe"
End With
End Sub
Private Sub CommandButton2_Click()
Sheet19.Activate
UserForm4.Hide
UserForm3.Show
End Sub
Private Sub CommandButton3_Click()
UserForm4.OptionButton9.Enabled = True
UserForm4.OptionButton10.Enabled = True
UserForm4.OptionButton11.Enabled = True
UserForm4.OptionButton12.Enabled = True
UserForm4.OptionButton13.Enabled = True
UserForm4.OptionButton14.Enabled = True
UserForm4.OptionButton15.Enabled = True
UserForm4.OptionButton16.Enabled = True
End Sub
Private Sub OptionButton10_Click()
Sheet1.Cells(4, 10) = "0"
Sheet1.Cells(4, 11) = "1"
Sheet1.Cells(4, 12) = "0"

```

```

Sheet1.Cells(4, 13) = "0"
Sheet1.Cells(4, 14) = "0"
Sheet1.Cells(4, 15) = "0"
Sheet1.Cells(4, 16) = "0"
Sheet1.Cells(4, 17) = "0"

UserForm4.OptionButton9.Enabled = False
UserForm4.OptionButton11.Enabled = False
UserForm4.OptionButton12.Enabled = False
UserForm4.OptionButton13.Enabled = False
UserForm4.OptionButton14.Enabled = False
UserForm4.OptionButton15.Enabled = False
UserForm4.OptionButton16.Enabled = False
UserForm4.TextBox1.Enabled = False
UserForm4.TextBox3.Enabled = False
UserForm4.TextBox4.Enabled = False
UserForm4.TextBox5.Enabled = False
UserForm4.TextBox6.Enabled = False
UserForm4.TextBox7.Enabled = False
UserForm4.TextBox8.Enabled = False
End Sub

Private Sub OptionButton11_Click()
Sheet1.Cells(4, 10) = "0"
Sheet1.Cells(4, 11) = "0"
Sheet1.Cells(4, 12) = "1"
Sheet1.Cells(4, 13) = "0"
Sheet1.Cells(4, 14) = "0"
Sheet1.Cells(4, 15) = "0"
Sheet1.Cells(4, 16) = "0"
Sheet1.Cells(4, 17) = "0"

```

```

UserForm4.OptionButton9.Enabled = False
UserForm4.OptionButton10.Enabled = False
UserForm4.OptionButton12.Enabled = False
UserForm4.OptionButton13.Enabled = False
UserForm4.OptionButton14.Enabled = False
UserForm4.OptionButton15.Enabled = False
UserForm4.OptionButton16.Enabled = False
UserForm4.TextBox1.Enabled = False
UserForm4.TextBox2.Enabled = False
UserForm4.TextBox4.Enabled = False
UserForm4.TextBox5.Enabled = False
UserForm4.TextBox6.Enabled = False
UserForm4.TextBox7.Enabled = False
UserForm4.TextBox8.Enabled = False
End Sub

Private Sub OptionButton12_Click()
Sheet1.Cells(4, 10) = "0"
Sheet1.Cells(4, 11) = "0"
Sheet1.Cells(4, 12) = "0"
Sheet1.Cells(4, 13) = "1"
Sheet1.Cells(4, 14) = "0"
Sheet1.Cells(4, 15) = "0"
Sheet1.Cells(4, 16) = "0"
Sheet1.Cells(4, 17) = "0"

UserForm4.OptionButton9.Enabled = False
UserForm4.OptionButton10.Enabled = False
UserForm4.OptionButton11.Enabled = False
UserForm4.OptionButton13.Enabled = False
UserForm4.OptionButton14.Enabled = False
UserForm4.OptionButton15.Enabled = False

```

```

UserForm4.OptionButton16.Enabled = False
UserForm4.TextBox1.Enabled = False
UserForm4.TextBox2.Enabled = False
UserForm4.TextBox3.Enabled = False
UserForm4.TextBox5.Enabled = False
UserForm4.TextBox6.Enabled = False
UserForm4.TextBox7.Enabled = False
UserForm4.TextBox8.Enabled = False
End Sub

Private Sub OptionButton13_Click()
Sheet1.Cells(4, 10) = "0"
Sheet1.Cells(4, 11) = "0"
Sheet1.Cells(4, 12) = "0"
Sheet1.Cells(4, 13) = "0"
Sheet1.Cells(4, 14) = "1"
Sheet1.Cells(4, 15) = "0"
Sheet1.Cells(4, 16) = "0"
Sheet1.Cells(4, 17) = "0"

UserForm4.OptionButton9.Enabled = False
UserForm4.OptionButton10.Enabled = False
UserForm4.OptionButton11.Enabled = False
UserForm4.OptionButton12.Enabled = False
UserForm4.OptionButton14.Enabled = False
UserForm4.OptionButton15.Enabled = False
UserForm4.OptionButton16.Enabled = False

UserForm4.TextBox1.Enabled = False
UserForm4.TextBox2.Enabled = False
UserForm4.TextBox3.Enabled = False
UserForm4.TextBox4.Enabled = False
UserForm4.TextBox6.Enabled = False

```

```

UserForm4.TextBox7.Enabled = False
UserForm4.TextBox8.Enabled = False
End Sub

Private Sub OptionButton14_Click()
Sheet1.Cells(4, 10) = "0"
Sheet1.Cells(4, 11) = "0"
Sheet1.Cells(4, 12) = "0"
Sheet1.Cells(4, 13) = "0"
Sheet1.Cells(4, 14) = "0"
Sheet1.Cells(4, 15) = "1"
Sheet1.Cells(4, 16) = "0"
Sheet1.Cells(4, 17) = "0"
UserForm4.OptionButton9.Enabled = False
UserForm4.OptionButton10.Enabled = False
UserForm4.OptionButton11.Enabled = False
UserForm4.OptionButton12.Enabled = False
UserForm4.OptionButton13.Enabled = False
UserForm4.OptionButton15.Enabled = False
UserForm4.OptionButton16.Enabled = False
UserForm3.TextBox1.Enabled = False
UserForm3.TextBox2.Enabled = False
UserForm3.TextBox3.Enabled = False
UserForm3.TextBox4.Enabled = False
UserForm3.TextBox5.Enabled = False
UserForm3.TextBox7.Enabled = False
UserForm3.TextBox8.Enabled = False
End Sub

Private Sub OptionButton15_Click()
Sheet1.Cells(4, 10) = "0"
Sheet1.Cells(4, 11) = "0"

```

```

Sheet1.Cells(4, 12) = "0"
Sheet1.Cells(4, 13) = "0"
Sheet1.Cells(4, 14) = "0"
Sheet1.Cells(4, 15) = "0"
Sheet1.Cells(4, 16) = "1"
Sheet1.Cells(4, 17) = "0"
UserForm4.OptionButton9.Enabled = False
UserForm4.OptionButton10.Enabled = False
UserForm4.OptionButton11.Enabled = False
UserForm4.OptionButton12.Enabled = False
UserForm4.OptionButton13.Enabled = False
UserForm4.OptionButton14.Enabled = False
UserForm4.OptionButton16.Enabled = False
UserForm3.TextBox1.Enabled = False
UserForm3.TextBox2.Enabled = False
UserForm3.TextBox3.Enabled = False
UserForm3.TextBox4.Enabled = False
UserForm3.TextBox5.Enabled = False
UserForm3.TextBox6.Enabled = False
UserForm3.TextBox8.Enabled = False
End Sub

Private Sub OptionButton16_Click()
Sheet1.Cells(4, 10) = "0"
Sheet1.Cells(4, 11) = "0"
Sheet1.Cells(4, 12) = "0"
Sheet1.Cells(4, 13) = "0"
Sheet1.Cells(4, 14) = "0"
Sheet1.Cells(4, 15) = "0"
Sheet1.Cells(4, 16) = "0"
Sheet1.Cells(4, 17) = "1"

```

```

UserForm4.OptionButton9.Enabled = False
UserForm4.OptionButton10.Enabled = False
UserForm4.OptionButton11.Enabled = False
UserForm4.OptionButton12.Enabled = False
UserForm4.OptionButton13.Enabled = False
UserForm4.OptionButton14.Enabled = False
UserForm4.OptionButton15.Enabled = False
UserForm3.TextBox1.Enabled = False
UserForm3.TextBox2.Enabled = False
UserForm3.TextBox3.Enabled = False
UserForm3.TextBox4.Enabled = False
UserForm3.TextBox5.Enabled = False
UserForm3.TextBox6.Enabled = False
UserForm3.TextBox7.Enabled = False
End Sub
Private Sub OptionButton9_Click()
Sheet1.Cells(4, 10) = "1"
Sheet1.Cells(4, 11) = "0"
Sheet1.Cells(4, 12) = "0"
Sheet1.Cells(4, 13) = "0"
Sheet1.Cells(4, 14) = "0"
Sheet1.Cells(4, 15) = "0"
Sheet1.Cells(4, 16) = "0"
Sheet1.Cells(4, 17) = "0"
UserForm4.OptionButton10.Enabled = False
UserForm4.OptionButton11.Enabled = False
UserForm4.OptionButton12.Enabled = False
UserForm4.OptionButton13.Enabled = False
UserForm4.OptionButton14.Enabled = False
UserForm4.OptionButton15.Enabled = False

```

```

UserForm4.OptionButton16.Enabled = False
UserForm4.TextBox2.Enabled = False
UserForm4.TextBox3.Enabled = False
UserForm4.TextBox4.Enabled = False
UserForm4.TextBox5.Enabled = False
UserForm4.TextBox6.Enabled = False
UserForm4.TextBox7.Enabled = False
UserForm4.TextBox8.Enabled = False
End Sub

```

2.4 การสั่งให้อาริณำรันโปรแกรม

```

Public xRunAll As String
Public xAllEnd As String
Private Sub CommandButton1_Click()
Dim m As Model
Dim theMod As Module
Dim i As Long
Set m = ThisDocument.Model
If xRunAll = "All" Then
For x = 1 To 8
i = m.Modules.Find(smFindTag, "Ovar_Hybrid")
Set theMod = m.Modules(i)
theMod.Data("Value") = "0"
i = m.Modules.Find(smFindTag, "Ovar_Strategy")
Set theMod = m.Modules(i)
theMod.Data("Value") = x
If x = 8 Then xAllEnd = "Yes"
m.Go
m.End

```

```

Next x

xRunAll = ""

m.Save

MsgBox ("Run complete Please click Result of All Strategies ")

UserForm02.Hide

Else

xAllEnd = "No"

i = m.Modules.Find(smFindTag, "Ovar_Hybrid")

Set theMod = m.Modules(i)

theMod.Data("Value") = (0)

i = m.Modules.Find(smFindTag, "Ovar_Strategy")

Set theMod = m.Modules(i)

theMod.Data("Value") = TextBox1.value

m.Go

m.End

MsgBox ("Run complete Please click Result of All Strategies ")

m.Save

UserForm02.Hide

End If

xAllEnd = ""

End Sub

Private Sub CommandButton2_Click()

UserForm02.Hide

UserForm04.Show

End Sub

Private Sub OptionButton1_Click()

xRunAll = ""

TextBox1.Text = "1"

TextBox1.Enabled = OptionButton1.value

End Sub

```

```
Private Sub OptionButton2_Click()
xRunAll = ""
TextBox1.Text = "2"
TextBox1.Enabled = OptionButton2.value
End Sub

Private Sub OptionButton3_Click()
xRunAll = ""
TextBox1.Text = "3"
TextBox1.Enabled = OptionButton3.value
End Sub

Private Sub OptionButton4_Click()
xRunAll = ""
TextBox1.Text = "4"
TextBox1.Enabled = OptionButton4.value
End Sub

Private Sub OptionButton5_Click()
xRunAll = ""
TextBox1.Text = "5"
TextBox1.Enabled = OptionButton5.value
End Sub

Private Sub OptionButton6_Click()
xRunAll = ""
TextBox1.Text = "6"
TextBox1.Enabled = OptionButton6.value
End Sub

Private Sub OptionButton7_Click()
xRunAll = ""
TextBox1.Text = "7"
TextBox1.Enabled = OptionButton7.value
End Sub
```

```

Private Sub OptionButton8_Click()
    xRunAll = ""
    TextBox1.Text = "8"
    TextBox1.Enabled = OptionButton8.value
End Sub

Private Sub OptionButton9_Click()
    xRunAll = "All"
End Sub

```

Hybrid Heuristics

```

Private Sub CommandButton1_Click()
    Dim m As Model
    Dim theMod As Module
    Dim i As Long
    Set m = ThisDocument.Model
    i = m.Modules.Find(smFindTag, "Ovar_Hybrid")
    Set theMod = m.Modules(i)
    theMod.Data("Value") = "1"
    m.Go
    MsgBox ("Please Wait")
    m.End
    m.Save
    MsgBox ("Run complete Please click Result Hybrid Heuristic")
    UserForm03.Hide
End Sub

Private Sub CommandButton1_Click()
    Dim m As Model
    Dim theMod As Module
    Dim i As Long

```

```

Set m = ThisDocument.Model
If xRunAll = "All" Then
For x = 1 To 3
i = m.Modules.Find(smFindTag, "Ovar_Hybrid")
Set theMod = m.Modules(i)
theMod.Data("Value") = TextBox1.value
If x = 3 Then xAllEnd = "Yes"
MsgBox ("Please Wait")
m.Go
m.End
MsgBox ("Run complete")
m.Save
Next x
xRunAll = ""
UserForm1.Hide
Else
xAllEnd = "No"
i = m.Modules.Find(smFindTag, "Ovar_Hybrid")
Set theMod = m.Modules(i)
theMod.Data("Value") = TextBox1.value
m.Go
MsgBox ("Please Wait")
m.End
m.Save
MsgBox ("Run complete")
UserForm1.Hide
End If
xAllEnd = ""
End Sub

```

Subcontract Strategies

```
Private Sub OptionButton1_Click()  
xRunAll = ""  
TextBox1.Text = "2"  
TextBox1.Enabled = OptionButton1.value  
End Sub  
Private Sub OptionButton2_Click()  
xRunAll = ""  
TextBox1.Text = "3"  
TextBox1.Enabled = OptionButton2.value  
End Sub  
Private Sub OptionButton3_Click()  
xRunAll = "All"  
End Sub
```

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นายอิทธิวัฒน์ มีสมหวัง
วัน เดือน ปี ที่เกิด	20 เมษายน 2526
สถานที่เกิด	สุพรรณบุรี
ประวัติการศึกษา	วศ.บ.(อุตสาหกรรม)
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-