การประยุกต์ใช้กฎการจัดลำดับงานสำหรับปัญหาการผลิตแบบสั่งผลิต (Job Shop) ด้วยวิธีการจำลองสถานการณ์

APPLICATION OF DISPATCHING RULE FOR JOB SHOP SCHEDULING PROBLEM WITH SIMULATION METHOD

นางสาวบุญฑริกา กอรีย์

MS. BOONTARIKA KOREE

นางสาวพิชญาภา เอื้อมตามบุญ

MS. PICHAYAPA AUMTAMBOON

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2557

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การประยุกต์ใช้กฎการจัดลำดับงานสำหรับปัญหาการผลิตแบบสั่งผลิต (Job Shop) ด้วยวิธีการจำลองสถานการณ์

APPLICATION OF DISPATCHING RULE FOR JOB SHOP SCHEDULING PROBLEM WITH SIMULATION METHOD

นางสาวบุญฑริกา กอรีย์
MS. BOONTARIKA KOREE
นางสาวพิชญาภา เอื้อมตามบุญ
MS. PICHAYAPA AUMTAMBOON

วิ/ทน.
ว1440
2557
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....140418
วัน,เดือน,ปี.....20 ส.ค. 2559
b.12735243
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

APPLICATION OF DISPATCHING RULE FOR JOB SHOP SCHEDULING PROBLEM WITH SIMULATION METHOD

MS. BOONTARIKA KOREE

MS. PICHAYAPA AUMTAMBOON

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF ENGINEERING IN INDUSTRIAL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2014

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

หัวข้อปริญญานิพนธ์ การประยุกต์ใช้กฎการจัดลำดับงานสำหรับปัญหาการผลิตแบบสั่งผลิต (Job Shop) ด้วยวิธีการจำลองสถานการณ์
APPLICATION OF DISPATCHING RULE FOR JOB SHOP SCHEDULING PROBLEM WITH SIMULATION METHOD

นักศึกษา นางสาวบุญฑริกา กอรีย์ รหัสประจำตัว 54010735
นางสาวพิชญาภา เอื้อมตามบุญ รหัสประจำตัว 54010913

หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์

(ดร.เชาวลิต หามนตรี)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การประยุกต์ใช้กฎการจัดลำดับงานสำหรับปัญหาการผลิตแบบสั่งผลิต (Job Shop) ด้วยวิธีการจำลองสถานการณ์
นักศึกษา	นางสาวบุญฑริกา กอรีย์ นางสาวพิชญาภา เอื้อมตามบุญ
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา	2557
อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	ดร.เชาวลิต หามนตรี

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้ศึกษากฎการจัดลำดับงานและการจัดตารางการผลิตของแผนกเครื่องจักรกล กรณีศึกษาโรงงานผลิตนาฬิกา จากการศึกษาพบว่าแผนกเครื่องจักรกลมีปัญหาการส่งมอบงานล่าช้าและมีเครื่องจักรบางเครื่องมีภาระงานมากเกินไป วัตถุประสงค์หลักของการศึกษาเพื่อลดเวลารวมของงานที่ผ่านระบบให้มีค่าน้อยที่สุด และลดจำนวนงานที่มีการส่งมอบล่าช้า โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ส่วน ประกอบด้วย การทดลองที่ 1 ทำการศึกษากฎการจัดลำดับงานที่เหมาะสมภายใต้สภาวการณ์แบบคงที่ (Deterministic) และการทดลองที่ 2 ทำการศึกษากฎการจัดลำดับงานที่เหมาะสมภายใต้ความน่าจะเป็น (Stochastic) ตัวแบบการจำลองสถานการณ์ถูกนำมาประยุกต์ใช้เพื่อหาคำตอบที่เหมาะสม ซึ่งผลการทดลองที่ 1 สามารถสรุปได้ว่าภายใต้เกณฑ์การวัดผลค่าเวลาสิ้นสุดของงานรวม กฎการจัดลำดับงานด้วยวิธี SPT ให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกฎการจัดลำดับงานวิธีอื่น ผลการทดลองที่ 2 สามารถสรุปได้ว่าวิธีการจัดลำดับงานด้วยวิธี SPT ยังคงให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 โดยวิธี SPT ให้ค่าเวลารวมของงานที่ผ่านระบบ อัตราการทำงานของเครื่องจักร และจำนวนงานล่าช้าดีที่สุดเมื่อเทียบกับกฎการจัดลำดับงานวิธีอื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Application of Dispatching Rule for Job Shop Scheduling Problem with Simulation Method
Student	Ms. Boontarika Koree Ms. Pichayapa Aumtamboon
Degree	Bachelor of Engineering in Industrial Engineering King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Academic Year	2014
Thesis Advisor	Dr. Chaowalit Hamontree

ABSTRACT

This project studies dispatching rule techniques in machining department of the case study in which concerns with a job shop manufacturing system. The problems are resulted into some jobs overdue on the schedules and over load on some machines. The objectives of this study are to minimize throughput times and reduce a number of tardiness jobs. The project is divided into two parts of the experiments consist of deterministic and stochastic methods on job shop scheduling problem. The FCFS, SPT, LPT and EDD dispatching rules are considered and applied to solve the problem of case study according to performance criteria. The results from SPT rule show that the best results compared with other methods which throughput times and machine utilization are improved by using this technique. The second experiment is applied with the stochastic method which used simulation software package namely Enterprise Dynamics modified according to each dispatching rules. The performance criteria are used as indicators to measure and compare each technique in the simulation model. The results show that the effectiveness of dispatching rules which considered in term of throughput times and utilizations. The SPT rule is given the best result compare with other rules.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เรื่อง การประยุกต์ใช้กฎการจัดลำดับงานสำหรับปัญหาการผลิตแบบสั่งผลิต (Job Shop) ด้วยวิธีการจำลองสถานการณ์ สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี คณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณบุคคลทุกท่านที่มีส่วนเกี่ยวข้อง ส่งผลให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

ดร.เชาวลิต หามนตรี อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ คณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณอย่างสูง สำหรับการให้โอกาสในการศึกษาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ตลอดจนให้คำแนะนำ ความรู้ ความเอาใจใส่ และความช่วยเหลือในทุกๆด้าน ตลอดทั้งการศึกษาระดับปริญญาตรี ในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการจนสามารถสำเร็จลุล่วง

คณาจารย์ทุกท่าน คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง สำหรับคำแนะนำ ความรู้ และความช่วยเหลือในทุกๆด้านในการจัดทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา

ขอขอบพระคุณผู้ปกครองที่ให้โอกาสคณะผู้จัดทำได้มีการศึกษาที่ดี การสนับสนุนในทุกๆด้าน รวมถึงกำลังใจที่ส่งให้กับคณะผู้จัดทำตลอดมา

ขอขอบคุณเพื่อนทุกคนสำหรับความช่วยเหลือและคอยเป็นกำลังใจที่ดีตลอดมา

นางสาว บุญฑริกา กอรีย์
นางสาว พิชญาภา เอื้อมตามบุญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ก

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ข

กิตติกรรมประกาศ ..... ค

สารบัญ ..... ง

สารบัญตาราง ..... ช

สารบัญรูป ..... ซ

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ 1

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์ 2

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 บทนำ 3

2.2 ปัญหาการจัดตารางการผลิต 3

2.2.1 ทฤษฎีการวางแผนการผลิต 5

2.2.2 การจัดตารางการผลิต 6

2.3 ดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพ 8

2.4 การจำลองสถานการณ์ 9

2.4.1 การจำลองระบบ 10

2.4.2 ระบบงาน 10

2.4.3 แบบจำลอง (Model) 12

2.4.4 ขั้นตอนการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ 14

2.4.5 ข้อดีและข้อเสียของการใช้การสร้างแบบจำลองสถานการณ์ 15

2.5 ทฤษฎีเกี่ยวกับความน่าจะเป็น 17

2.5.1 การแจกแจงแกมมา 17

2.5.2 การแจกแจงเบต้า 18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3 การแจกแจงเอ็กซโปเนนเชียล 20
2.5.4 การแจกแจงไวบูล 21
2.5.5 การแจกแจงแบบ Erlang 22
2.5.6 การแจกแจงแบบ Lognormal 23

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน

3.1 การประยุกต์ใช้กฎการจัดลำดับงาน 25
3.1.1 วิธีเวลาปฏิบัติงานน้อยที่สุด (Shortest Processing Time, SPT) 25
3.1.2 วิธีเวลาปฏิบัติงานยาวที่สุด (Longest Processing Time, LPT) 26
3.1.3 วิธีวันกำหนดส่งเร็วที่สุด (Earliest Due Date, EDD) 26
3.2 ข้อมูลเบื้องต้น 26
3.2.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลในแผนกเครื่องจักรกล 26
3.2.2 การปรับใช้กฎการจัดลำดับงานในกระบวนการผลิต 27
3.2.3 ตัววัดประสิทธิภาพ 27
3.3 การจัดตารางการผลิตกับปัญหาแบบดีเทอร์มินีสติกส์ 29
3.4 การประยุกต์ใช้การจำลองสถานการณ์กับปัญหาการจัดตารางการผลิต 31
3.4.1 ขั้นตอนพื้นฐานของการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ (Maria, 1997) 31
3.4.2 การจัดตารางการผลิตของแผนกเครื่องจักรในปัจจุบัน 32
3.4.3 การจำลองสถานการณ์ของแผนกเครื่องจักรกล 34
3.4.4 การสร้างแบบจำลองสถานการณ์โดยใช้โปรแกรม Enterprise Dynamics 34
3.4.5 ช่วงเวลาในการวัดผล 38
3.4.6 การกำหนดจำนวนรอบของการจำลองสถานการณ์ 39
3.4.7 การตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของแบบจำลอง 39

บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน

4.1 ผลการจัดตารางการผลิตแบบคงที่ 41
4.2 ผลการจัดตารางการผลิตภายใต้ความไม่แน่นอน 46

บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงาน

5.1 สรุปผลการทดลอง 50
5.1.1 วิธีฮิวริสติก 50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.2 วิธีการจำลองสถานการณ์ 51
5.2 ข้อเสนอแนะ 51
5.2.1 ข้อเสนอแนะสำหรับบริษัท 51
5.2.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาเพิ่มเติม 51

เอกสารอ้างอิง 52
ภาคผนวก ก ผก1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 3.1 แสดงการกำหนดตัวแปรของข้อมูล 27
ตารางที่ 3.2 ขั้นตอนการทำงานและเวลาที่ใช้ในการผลิต 31
ตารางที่ 4.1 เกณฑ์การวัดผลแต่ละกฎการจัดลำดับงาน 41
ตารางที่ 4.2 อัตราการทำงานของเครื่องจักรแต่ละเครื่อง 42
ตารางที่ 4.3 ค่าเวลาเฉลี่ยของงานที่ผ่านระบบแต่ละงาน 46
ตารางที่ 4.4 จำนวนงานที่มีการส่งมอบล่าช้า 48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 การใช้แบบจำลองเพื่อศึกษาพฤติกรรมของระบบงานจริง (Pegden and at. el, 1995) 10
รูปที่ 2.2 วิธีการศึกษาระบบ (Law & Kelton,1991) 12
รูปที่ 3.1 บล็อคไดอะแกรมของโปรแกรมการจัดตารางการผลิต (Osman, 2004) 30
รูปที่ 3.2 กระบวนการผลิตแบบผลิตตามสั่ง 31
รูปที่ 3.3 การเริ่มสร้างแบบจำลอง 34
รูปที่ 3.4 การสร้าง Product 35
รูปที่ 3.5 การสร้าง Queue 36
รูปที่ 3.6 การสร้าง Server 36
รูปที่ 3.7 การสร้าง Sink 37
รูปที่ 3.8 การสร้างตัวเก็บข้อมูล 37
รูปที่ 3.9 การสร้าง Experiment 38
รูปที่ 3.10 การจำลองสถานการณ์ในโปรแกรม Enterprise Dynamics 38
รูปที่ 4.1 แสดงอัตราการทำงานของเครื่องจักรแต่ละเครื่องในแต่ละกฎการจัดลำดับงาน 43
รูปที่ 4.2 แผนภูมิแกนต์ชาร์ทแสดงการจัดลำดับงานด้วยวิธี FCFS 43
รูปที่ 4.3 แผนภูมิแกนต์ชาร์ทแสดงการจัดลำดับงานด้วยวิธี SPT 44
รูปที่ 4.4 แผนภูมิแกนต์ชาร์ทแสดงการจัดลำดับงานด้วยวิธี LPT 45
รูปที่ 4.5 แผนภูมิแกนต์ชาร์ทแสดงการจัดลำดับงานด้วยวิธี EDD 45
รูปที่ 4.6 แผนภูมิเวลาของงานที่ผ่านระบบ 47
รูปที่ 4.7 เวลาเฉลี่ยของงานที่ผ่านระบบในแต่ละกฎ 47
รูปที่ 4.8 จำนวนงานล่าช้า 49
รูปที่ 4.9 จำนวนงานล่าช้าเฉลี่ยในแต่ละกฎ 49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การแข่งขันในตลาดปัจจุบันที่มีการแข่งขันอย่างสูง การผลิตสินค้าที่มีคุณภาพตรงตามความต้องการที่ลูกค้ากำหนด มีความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ ใช้เวลาในการผลิตที่สั้น เป็นความจำเป็นอย่างมากสำหรับการผลิตในปัจจุบัน ที่ทำให้สามารถได้เปรียบกับคู่แข่ง การพัฒนาผลิตภัณฑ์และระบบการผลิตเพื่อผลิตสินค้าที่มีคุณภาพเป็นไปตามข้อกำหนดของลูกค้า รวมทั้งผลิตสินค้าให้ทันกำหนดส่งมอบ และเพื่อตอบสนองความพึงพอใจของลูกค้า จึงเป็นเรื่องที่ควรตระหนักและให้ความสำคัญ

ปริญญานิพนธ์นี้ได้ทำการศึกษาการจัดตารางการผลิตแบบสั่งผลิต (Job Shop) ในแผนกเครื่องจักรกล (Machine section) ของโรงงานผลิตนาฬิกา ซึ่งเป็นการผลิตชิ้นส่วนป้อนให้กับแผนกประกอบ (Assembly department) โดยมีรูปแบบการผลิตแบบสั่งผลิต ปัญหาหลักที่พบ คือ การผลิตไม่สามารถทำได้ตามแผนการผลิตที่กำหนดไว้ ปัญหาของงานล่าช้าเป็นปัญหาหลักที่พบมากที่สุด ซึ่งมีสาเหตุมาจากหลายปัจจัย เช่น จำนวนชนิดของชิ้นส่วนที่มีความแตกต่างกันเป็นจำนวนมาก ระยะเวลาที่ใช้ในการติดตั้ง (Setup time) เครื่องจักรที่นานเกินไป รวมทั้งการจัดตารางการผลิตในปัจจุบันที่อาศัยประสบการณ์ของผู้วางแผนการผลิตเป็นหลัก ส่งผลให้ไม่สามารถจัดส่งสินค้าให้กับแผนกประกอบได้ตามตารางการผลิตที่กำหนดไว้ จากปัญหาดังกล่าวข้างต้น กฎการจัดลำดับงานถูกนำมาศึกษาเพื่อหาวิธีการที่เหมาะสมสำหรับตารางการผลิตของแผนกเครื่องจักรกล นอกจากนี้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้นำเสนอการใช้วิธีการจำลองสถานการณ์ (Simulation) มาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ปัญหาและหาคำตอบที่เหมาะสม เพื่อจัดตารางการผลิตที่มีประสิทธิภาพ

1.2 วัตถุประสงค์

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อวิเคราะห์การใช้กฎการจัดลำดับงานสำหรับกรณีศึกษาภายใต้เกณฑ์การวัดผลของปัญหาการจัดตารางการผลิตแบบตามคำสั่งด้วยวิธีการจำลองสถานการณ์

1. เพื่อวิเคราะห์สภาพการทำงานในปัจจุบันของกรณีศึกษา
2. เพื่อนำเสนอกฎการจัดลำดับงานและปัญหาการจัดตารางการผลิต
3. เพื่อหาวิธีการจัดลำดับงานที่เหมาะสมสำหรับปัญหาของกรณีศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มุ่งเน้นเพื่อทำการศึกษาในการประยุกต์ใช้กฎการจัดลำดับงานเพื่อวิเคราะห์ปัญหาการจัดตารางการผลิตสำหรับปัญหาชิ้นงานหลายชนิดทำการผลิตบนหลายเครื่องจักรของกรณีศึกษา ข้อจำกัดบางประการของกรณีศึกษามีดังต่อไปนี้

1. แต่ละงานจะประกอบด้วยขั้นตอนการทำงานซึ่งถูกรู้ลำดับการทำงาน เวลาในการผลิต ซึ่งประกอบด้วย เวลาในการติดตั้งสำหรับเครื่องจักรแต่ละเครื่อง
2. แต่ละงานจะถูกดำเนินการบนเครื่องจักรเพียงครั้งเดียว
3. เครื่องจักร 1 เครื่องสามารถทำการผลิตได้เพียง 1 งาน ณ ช่วงเวลานั้น
4. กรณีเครื่องจักรเสียจะไม่นำมาพิจารณาในการศึกษานี้
5. ระยะเวลาในการเคลื่อนย้ายชิ้นงานระหว่างเครื่องจักรกำหนดให้มีค่าเป็นศูนย์
6. เฉพาะเครื่องจักรของแผนกเครื่องจักรกลเท่านั้นที่ถูกพิจารณาสำหรับทำการศึกษา

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถช่วยบริษัทให้รู้ถึงสภาพการดำเนินการในปัจจุบัน
2. สามารถช่วยบริษัทให้รู้ถึงกฎการจัดลำดับงานที่มีความเหมาะสมสำหรับแก้ปัญหาการจัดตารางการผลิตในปัจจุบัน
3. สามารถลดจำนวนงานล่าช้าลงได้
4. สามารถลดต้นทุนที่เกิดจากงานล่าช้าและปัญหาของการจัดตารางการผลิตที่ไม่มีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 บทนำ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการศึกษาการนำเอาวิธีฮิวริสติกและวิธีการจำลองสถานการณ์มาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาการจัดตารางการผลิตแบบสั่งผลิต (Job shop) โดยคณะผู้จัดทำได้ทำการศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการนำเอาวิธีฮิวริสติกและวิธีการจำลองสถานการณ์ที่สำคัญ ดังต่อไปนี้

1. ปัญหาการจัดตารางการผลิต
3. ดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพ
2. การจำลองสถานการณ์

2.2 ปัญหาการจัดตารางการผลิต

Baker (1974) ได้กล่าวไว้ว่า "การจัดตารางเป็นการจัดสรรทรัพยากรภายในเวลาที่มีอยู่เพื่อการดำเนินการต่างๆ" ตารางการผลิตที่ดีมีความเป็นไปได้ที่จะปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตของโรงงานในด้านการลดเวลาของงานที่ผ่านระบบ และชิ้นงานที่อยู่ระหว่างกระบวนการผลิต (Work-in-process: WIP) เพราะฉะนั้นขั้นตอนและวิธีการจัดตารางการผลิตต่างๆจึงได้รับการพัฒนาต่อไป

ปัญหาการจัดตารางที่พบในอุตสาหกรรมมี 2 ประเภท คือ

1. ปัญหาการผลิตแบบการไหลของสายงาน (Flow shop)

   ลักษณะการผลิตแบบการไหลของสายงาน ประกอบด้วยเครื่องจักรที่ต่างกัน m เครื่อง และงานแต่ละงานประกอบด้วยจำนวนขั้นตอนการทำงาน n ขั้นตอน (Operation) ซึ่งในแต่ละขั้นตอนการทำงานใช้เครื่องจักรที่แตกต่างกัน โดยมีเส้นทางการไหลของงานไปในทิศทางเดียวกัน (Baker, 1974)

2. ปัญหาการผลิตแบบสั่งผลิต (Job shop)

   ปัญหาการจัดตารางการผลิตแบบสั่งผลิต มีลักษณะแตกต่างจากปัญหาการจัดตารางการผลิตแบบการไหลของสายงานคือ เส้นทางการไหลของงานมีความแตกต่างกันไปตามชนิดของงาน ปัญหาการจัดตารางการผลิตแบบสั่งผลิตเป็นงานๆ ประกอบไปด้วยเครื่องจักรจำนวนหนึ่งและงานหลายๆ ประเภท โดยงานแต่ละงานประกอบไปด้วยขั้นตอนการทำงานหลายๆ ขั้นตอนซึ่งมีลำดับก่อน-หลังในการผลิตที่แน่นอน (Baker, 1974)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กฎการจัดลำดับงานเป็นกระบวนการสำหรับกำหนดลำดับงานที่จะดำเนินการในเครื่องจักร ในทางปฏิบัติน่าจะเป็นวิธีการที่ใช้บ่อยที่สุดสำหรับการแก้ปัญหาฮิวริสติก เนื่องจากสะดวกและใช้เวลาหาคำตอบไม่นาน การใช้วิธีของ Giffler and Thompson (1960) ที่ถือได้ว่าเป็นพื้นฐานทั่วไปของกฎความสำคัญทั้งหมดซึ่งกำหนดให้มีการดำเนินการกับเครื่องจักร ได้แก่ การดำเนินงานที่สามารถเริ่มต้นจะถูกประมวลผล ความขัดแย้งคือการแข่งขันการดำเนินงานในเครื่องเดียวกัน จะแก้ไขโดยการใช้กฎความสำคัญ ในส่วนของการศึกษาเป็นที่น่าสังเกตว่ากฎระยะเวลาดำเนินการ ซึ่งเป็นวิธีเวลาปฏิบัติงานน้อยสุดเข้ารับบริการก่อน (Shortest Processing Time: SPT) ทำงานค่อนข้างดีสำหรับการลดเวลาการไหลเฉลี่ย (Mean flow time) และด้วยเหตุนี้จึงถูกนำมาใช้เป็นกฎมาตรฐานทั่วไป (Blackstone *et al.*,1982) ในบรรดากฎการจัดลำดับงานพื้นฐาน วิธีวันกำหนดส่งงานเร็วสุดเข้ารับบริการก่อน (Earliest Due-Date: EDD) เป็นที่นิยมมากที่สุดในมุมมองของความสะดวกในการดำเนินงาน (Rajendran, 1999) กฎความสำคัญการจัดลำดับที่มีประสิทธิภาพ (Pinedo, 2000) ระบุไว้ดังนี้

1. วิธีงานมาก่อนเข้ารับบริการก่อน (First Come First Serve: FCFS) เป็นการจัดลำดับงานโดยให้ทำงานที่เข้ามาก่อนเป็นอันดับแรกและทำงานที่เข้ามาทีหลังเป็นอันดับต่อไป ซึ่งหากพิจารณาจากเกณฑ์การวัดประสิทธิภาพการผลิตแล้ว วิธี FCFS จะเป็นวิธีที่ไม่ค่อยดีนัก แต่ถ้าพิจารณาในแง่ของความเป็นธรรมแล้ว งานที่เข้าก่อนก็ควรจะได้รับการปฏิบัติก่อน ซึ่งข้อเสียที่เด่นชัดของการจัดงานตามวิธีดังกล่าวคืองานที่ใช้เวลาทำมากจะทำให้งานอื่นๆที่ตามมาต้องคอยนาน โดยทั่วไปแล้ววิธีการจัดงานแบบ FCFS เหมาะกับงานด้านการให้บริการ เช่น งานร้านอาหาร โรงภาพยนตร์ และธนาคาร เป็นต้น
2. วิธีเวลาปฏิบัติงานน้อยสุดเข้ารับบริการก่อน (Shortage Processing Time: SPT) เป็นการจัดลำดับความสำคัญของการทำงานโดยให้ทำงานที่ใช้เวลาสั้นที่สุดก่อนแล้วจึงค่อยทำงานที่ใช้เวลามากเป็นลำดับถัดไป จะเห็นได้ว่า SPT เป็นวิธีที่มุ่งในการลดเวลาสิ้นสุดของงานรวมแต่ละงานและพยายามทำให้งานต่างๆออกจากระบบการผลิตไปให้เร็วที่สุด ข้อดีของการจัดงานด้วยวิธี SPT คือ เวลาโดยเฉลี่ยของงานในระบบจะต่ำที่สุด ทำให้เกิดสินค้าคงเหลือในระหว่างการผลิตน้อยและสามารถประหยัดพื้นที่ในการจัดเก็บ แต่ข้อเสียของ SPT คือ งานที่ใช้เวลาในการผลิตนานๆ มักถูกผลักไปอยู่ในอันดับท้าย ทำให้เกิดการรอคอย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่มีงานใหม่เข้ามาแทรกอยู่เสมอๆ และเป็นงานที่ใช้เวลาน้อยกว่า ซึ่งหากใช้ SPT ในการจัดลำดับงานที่เข้ามาแทรกก็จะได้รับการจัดอันดับให้ทำก่อน ทำให้งานที่ใช้เวลาในการผลิตนานๆ เกิดการรอคอยที่นานมากยิ่งขึ้นไปเรื่อยๆ
3. วิธีวันกำหนดส่งงานเร็วสุดเข้ารับบริการก่อน (Earliest Due Date: EDD) เป็นการจัดลำดับความสำคัญในการทำงานโดยให้ทำงานที่มีวันกำหนดส่งมอบเร็วที่สุดก่อนแล้วจึงค่อยทำงานที่มีกำหนดส่งมอบนานกว่าเป็นลำดับถัดไป โดยทั่วไปแล้ว EDD เป็นวิธีที่มุ่งเน้นการลดการล่าช้าจากกำหนดการส่งมอบงาน ถึงแม้ว่าวิธีนี้จะดูสมเหตุสมผลและเป็นวิธีที่นิยมใช้ปฏิบัติกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยทั่วไป แต่วิธีการดังกล่าวอาจทำให้มีจำนวนงานที่เข้ามาในระบบมากกว่าวิธีการอื่นๆ (หมายถึง พนักงานจะมีงานยุ่งอยู่ตลอดเวลา) และทำให้เกิดสินค้าคงเหลือระหว่างการผลิตสูง เนื่องจากในการจัดลำดับการทำงานตามหลักของ EDD นั้นไม่ได้มีการนำเอาเวลาที่ใช้ในการทำงานมาพิจารณาร่วมด้วย

4. วิธีเวลาปฏิบัติงานนานสุดเข้ารับบริการก่อน (Longest Processing Time: LPT) เป็นการจัดลำดับความสำคัญในการทำงานโดยให้ทำงานที่ใช้เวลามากที่สุดเป็นอันดับแรกแล้วจึงค่อยทำงานที่ใช้เวลาน้อยกว่าเป็นอันดับถัดไป โดยทั่วไปแล้ว LPT มักจะเป็นวิธีที่ส่งผลเสียต่อประสิทธิภาพโดยรวมของการผลิตมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีอื่นๆ เพราะการจัดงานด้วยวิธี LPT มักทำให้เวลาที่ใช้ในการผลิตงานทั้งหมดนานและยังทำให้ประสิทธิภาพการใช้งานทรัพยากรด้านการผลิต (เครื่องจักร กำลังคน ฯลฯ) ต่ำอีกด้วย แต่ข้อดีของการจัดงานด้วยวิธี LPT ประการหนึ่ง คือ สามารถสร้างขวัญและกำลังใจในการทำงานให้แก่พนักงานได้เนื่องจากเมื่องานยากๆ ที่ใช้เวลานานผ่านไปแล้วก็จะเหลือแต่งานง่ายๆที่ใช้เวลาไม่นาน ทำให้กำลังใจในการทำงานดีขึ้น

2.2.1 ทฤษฎีการวางแผนการผลิต

การประเมินความต้องการกำลังการผลิตในอนาคต เป็นกระบวนการที่ทำได้ค่อนข้างยาก ทั้งนี้เนื่องจากขึ้นอยู่กับความต้องการของลูกค้าในอนาคต หากสามารถพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าในสินค้าหรือบริการได้อย่างถูกต้องแม่นยำ ก็จะสามารถกำหนดความต้องการกำลังการผลิตได้อย่างเหมาะสมมากยิ่งขึ้น สิ่งที่ต้องพิจารณาอีกประการหนึ่งก็คือ ความต้องการของลูกค้าอาจเพิ่มขึ้นทีละน้อยแต่การเพิ่มกำลังการผลิตไม่สามารถเพิ่มทีละน้อยได้ แต่มักเพิ่มขึ้นทีละมากหรือตามขนาดกำลังการผลิตของเครื่องจักรหรือสายการผลิต สิ่งนี้จึงทำให้การเพิ่มกำลังการผลิตทำได้ยากและจะต้องถูกพิจารณาอย่างรอบคอบ

ฝ่ายวางแผนการผลิตในระบบการผลิต มีหน้าที่รับผิดชอบในการวางแผนและควบคุมการดำเนินงานของระบบการผลิต ในการวางแผนการผลิตฝ่ายควบคุมการผลิตจะทำการแบ่งแผนการผลิตออกเป็น 3 ระดับ โดยมีวัตถุประสงค์ให้สอดคล้องกับเป้าหมายขององค์กรอย่างเป็นระบบ คือ

1. แผนการผลิตรวม (Aggregate Planning) เป็นการวางแผนที่เกี่ยวกับการจัดสรรทรัพยากรการผลิตในช่วงระยะเวลา 6 เดือนหรือ 1 ปีข้างหน้า ที่เกี่ยวกับการกำหนดระดับการผลิต ระดับแรงงานหรือกำลังการผลิตและระดับสินค้าคงคลัง
2. การกำหนดตารางการผลิตหลัก (Master Scheduling) หรือแผนการผลิตรายเดือนหรือรายสัปดาห์ เป็นการกำหนดแผนการผลิตที่ชัดเจนลงไปในแผนการผลิตแต่ละเดือนหรือแต่ละสัปดาห์ว่าต้องการผลิตอะไร จำนวนเท่าไร ต้องการเวลาใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การกำหนดรายละเอียดตารางการผลิตหลัก (Detail Scheduling) คือ การกำหนดกิจกรรมที่ต้องการในช่วงเวลาต่างๆในแต่ละวันว่าใครเป็นคนทำ ใช้เครื่องจักรเครื่องใด ตั้งแต่เวลาใดถึงเท่าใด

การพยากรณ์ความต้องการของลูกค้ามี 3 ระยะ ได้แก่ ระยะยาว ระยะกลางและระยะสั้น การพยากรณ์ในระยะยาวจะช่วยให้ผู้บริหารสามารถตัดสินใจในเรื่องเกี่ยวกับกลยุทธ์ และกำลังการผลิตที่เหมาะสมได้ โดยปกติแล้วงานที่เกี่ยวข้องกับผู้บริหาร คือ การตอบคำถามต่างๆ ได้แก่ ที่ตั้งสถานประกอบการ การขยายกำลังการผลิต การพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ การจัดสรรงบเพื่อการวิจัยและการลงทุนอื่นๆตลอดช่วงหลายปีข้างหน้า

เมื่อสามารถกำหนดแผนระยะยาวเสร็จสิ้นเรียบร้อยแล้ว แผนระยะกลางจะถูกพัฒนาเป็นลำดับต่อไป แผนระยะกลางนี้เป็นหน้าที่ของผู้จัดการฝ่ายปฏิบัติการจะต้องตัดสินใจ โดยให้ปริมาณผลผลิตที่ผลิตได้มีความสอดคล้องกับความต้องการของลูกค้าที่เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา การตัดสินใจสำหรับแผนระยะกลางนี้จะต้องสืบเนื่องมาจากการตัดสินใจต่างๆของแผนระยะยาว เช่น จำนวนพนักงาน ระดับของสินค้าคงคลัง เป็นต้น ซึ่งแผนระยะกลางดังกล่าวนี้จะสำเร็จได้ด้วยการสร้าง “แผนการปฏิบัติการรวม”

สำหรับการวางแผนระยะสั้นนั้น มักจะวางแผนการปฏิบัติการไว้ในระยะเวลาไม่เกิน 1 ปี แต่โดยทั่วไปจะไม่เกิน 3 เดือน แผนระยะสั้นจะบอกถึงความรับผิดชอบของพนักงานแต่ละคนในระดับปฏิบัติ โดยหัวหน้างานหรือหัวหน้าแผนกจะเป็นผู้ที่แปลงแผนระยะกลางและกระจายมาสู่ตารางการทำงานในรายสัปดาห์ รายวัน รายกะ และรายชั่วโมง ซึ่งเป็นการกระจายหน้าที่ในการปฏิบัติการให้แก่พนักงานทุกคน งานของการวางแผนระยะสั้นนี้จะเกี่ยวข้องกับการมอบหมายงาน การจัดลำดับงาน

2.2.2 การจัดตารางการผลิต (Scheduling)

การจัดตารางการผลิต หมายถึง การจัดสรรทรัพยากรการผลิต เช่น กำลังการผลิตและวัตถุดิบ เป็นต้น ให้แก่ชิ้นงานเพื่อทำการผลิตสินค้าตามที่ได้กำหนดไว้แล้ว ผลของการจัดตารางการผลิตจะปรากฏออกมาให้เห็นเป็นมิติทางด้านเวลาของการใช้กำลังการผลิตและทรัพยากรอื่นๆ โดยบ่งบอกว่าจะผลิตอะไร เมื่อไร โดยใคร และมีการใช้อุปกรณ์อะไรบ้าง ยาวนานแค่ไหน เป็นต้น

1. <u>วัตถุประสงค์การจัดตารางการผลิต</u>

1) การเพิ่มประโยชน์การใช้งานของหน่วยงาน ซึ่งก็คือการลดช่องว่างของหน่วยงานสำหรับกรณีที่มีการกำหนดจำนวนงานที่แน่นอน เปอร์เซ็นต์การใช้ประโยชน์ของหน่วยงานจะเป็นสัดส่วนกลับกับเวลาตั้งแต่เริ่มงานแรกจนกระทั่งเสร็จสิ้นงานสุดท้าย

2) การลดการสะสมของงานในหน่วยงานต่อหน่วยงาน (In Process Inventory) คือ การพยายามลดจำนวนงานโดยเฉลี่ยที่คอยอยู่ในแถวคอยขณะที่หน่วยงานนั้นกำลังทำงานอื่นอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) การลดจำนวนงานที่เสร็จช้ากว่ากำหนดหรือพยายามทำให้ใบสั่งงานทุกใบเสร็จในระยะเวลาที่กำหนดไว้

ในหลายๆสถานการณ์ ใบสั่งการผลิตทุกใบหรือบางใบจะกำหนดเวลาส่งงาน (Due Date) หรือเส้นตาย (Deadline) และความผิดพลาดในการทำชิ้นส่วนแต่ละชิ้นให้เสร็จสิ้นภายในช่วงเวลาที่กำหนดจะทำให้ตารางการผลิตหลัก (Master Scheduling) ไม่ถูกต้องตามไปด้วย มีหลายวิธีที่จะเข้าสู่วัตถุประสงค์ที่กล่าวข้างต้นได้ บางวิธีสามารถลดเวลาสูงสุดของเวลาส่งงานไม่ทันกำหนดเวลาและบางวิธีก็สามารถลดจำนวนของงานที่ส่งไม่ทันตามกำหนด แต่มีวิธีการสุ่มอย่างมีเหตุผล (Heuristic) ที่มีแนวโน้มที่จะให้ผลลัพธ์ที่ดีในวัตถุประสงค์ที่ให้มา หลักเกณฑ์ต่างๆตามวิธีการสุ่มอย่างมีเหตุผล (Heuristic) ที่กล่าวต่อไปนี้เป็นหลักเกณฑ์ที่นิยมใช้กันอยู่ในปัจจุบัน และหลักเกณฑ์ที่กำหนดขึ้นเพื่อลดค่าใช้จ่ายอย่างใดอย่างหนึ่งตามวัตถุประสงค์ 3 ข้อข้างต้น

2. <u>กระบวนการจัดตารางการผลิต</u>

การจัดตารางการผลิต ผู้จัดต้องพยายามจัดตารางการผลิตให้เหมาะสมเพื่อที่จะลดปัญหาเรื่องประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรซึ่งขั้นตอนการจัดตารางการผลิต สรุปได้ดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 การกำหนดงานหรือชนิดของงานให้กับหน่วยผลิต (Job Assignment) เป็นการกำหนดว่างานใดหรือใบสั่งผลิตใดทำโดยหน่วยผลิตใดบ้าง ซึ่งเทคนิคต่างๆที่ได้มีการนำมาใช้ช่วยให้การกำหนดงานง่ายขึ้น ได้แก่

1) แผนภูมิภาระงาน (Loading chart) คือ การใช้แผนภูมิช่วยในการกำหนดชนิดของงานให้กับหน่วยผลิต เป็นวิธีที่นิยมใช้ในงานทั่วๆไปซึ่งจะแสดงได้เฉพาะงานที่กำลังทำเท่านั้น
2) แผนภูมิแกนต์ (Gantt chart) คือ การใช้แผนภูมิแสดงถึงการกำหนดต่างๆบนหน่วยผลิตแต่ละหน่วย แล้วยังใช้สำหรับการจัดรายละเอียดของตารางการผลิต และใช้เป็นเครื่องมือในการติดตามความก้าวหน้าของการทำงานอีกด้วย ซึ่งเป็นวิธีที่ง่ายและใช้กันมานานแล้ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่เป็นปัญหาการกำหนดงานให้กับหน่วยงานผลิตจำนวนไม่มากนัก
3) การใช้ตัวแบบการมอบงาน (Assignment model) คือ ตัวแบบการมอบงานเป็นปัญหาโปรแกรมเชิงเส้นตรงที่มีลักษณะพิเศษแบบหนึ่ง สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับปัญหาการกำหนดชนิดของงานให้กับหน่วยผลิตได้
4) การใช้วิธีการกำหนดดัชนี คือ การกำหนดเป้าหมายของการกำหนดงาน โดยการตั้งรูปแบบของของปัญหาซึ่งข้อมูลต่างๆที่จะนำมาใช้ในการตัดสินใจกำหนดงานนั้น จะต้องถูกต้องและสอดคล้องกับสภาพความเป็นจริง

ขั้นตอนที่ 2 การประเมินปริมาณของงาน (Evaluate work load) เมื่อได้กำหนดลงไปแล้วว่าหน่วยงานใดบ้างที่ใช้ในการผลิต ก็ศึกษาในรายละเอียดว่างานที่กำหนดให้แต่ละหน่วยงานจะต้องใช้แรงงานเท่าไร ใช้เวลาของเครื่องจักรเท่าไรและจะต้องใช้วัสดุชนิดใดบ้าง เป็นจำนวนเท่าไร จากนั้นจะต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปรียบเทียบความสามารถกับหน่วยงานนั้นว่าสามารถทำงานตามที่กำหนดให้ได้หรือไม่ ถ้าทำไม่ได้จะทำอย่างไรจึงจะทำให้งานที่ผ่านหน่วยงานนั้นๆสำเร็จลงได้

ขั้นตอนที่ 3 การจัดลำดับการผลิต (Sequencing) เนื่องจากบริษัทไม่ได้รับคำสั่งเพียงใบเดียว เมื่อมีใบสั่งผลิตหลายๆใบจะเกิดปัญหาเหมือนแถวคอย (Waiting line) ดังนั้นจึงต้องมีการจัดลำดับว่างานใดควรทำก่อนและควรทำหลัง หลังจากจัดลำดับงานให้แก่หน่วยงานแล้วหน่วยผลิตแต่ละหน่วยก็จะทำงานตามที่ได้จัดลำดับไว้ การจัดลำดับก่อนหลังของงานหรือใบสั่งผลิตมักขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ที่ต้องการ และหลักเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจ

ขั้นตอนที่ 4 การจัดทำรายละเอียดตารางการผลิต (Detail scheduling) กล่าวคือ เป็นการจัดทำตารางเวลาเพื่อแสดงว่างานใดจะต้องเริ่มเมื่อไหร่ และควรจะเสร็จเมื่อไรบนหน่วยผลิตต่างๆ การจัดทำรายละเอียดของตารางการผลิตมักจะทำไปพร้อมๆกับการจัดตารางการผลิตและต้องคำนึงถึงเวลาซ่อมบำรุงเครื่องจักร เวลาหยุดการทำงาน การหยุดชะงักของเครื่องจักร เนื่องจากเครื่องจักรเสียหรือมีความเสียหายเกิดขึ้น กล่าวคือ ควรมีความยืดหยุ่นเพียงพอ การจัดแสดงรายละเอียดของตารางการผลิตอาจแสดงได้ในรูปของตารางและแผนภูมิแกนต์

2.3 ดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพ

ดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพเป็นค่าที่นำมาใช้เพื่อพิจารณาความเหมาะสมสำหรับกฎการจัดลำดับงานทั้ง 4 วิธี ได้จากเกณฑ์การวัดประสิทธิภาพของการจัดตารางการผลิต ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ค่าเวลาสิ้นสุดของงานรวม (Makespan) คือ เวลารวมในการผลิตทั้งหมดที่งานลำดับสุดท้ายที่เข้าเครื่องจักร ควรมีค่าน้อยเพื่อแสดงว่ามีความเหมาะสมในการจัดลำดับงาน

$$\text{ค่าเวลาสิ้นสุดของงานรวม} = \sum_{i=1}^{m} t_i \qquad (2.1)$$

โดยที่ t_i = เวลาในการผลิต (นาที)

m = จำนวนเครื่องจักรทั้งหมด (เครื่อง)

2. เวลาของงานที่อยู่ในระบบ (Flow time) คือ เวลาที่งานเข้ามาในระบบโดยเริ่มต้นจากจุดที่มีงานอยู่แล้วและพร้อมที่จะลงมือทำงานจนกระทั่งงานนั้นเสร็จสิ้นลง
3. จำนวนงานล่าช้า (Number of tardiness) คือ จำนวนงานที่ล่าช้าทั้งหมด ควรมีค่าน้อยเพื่อแสดงว่ามีความเหมาะสมในการจัดลำดับงาน

$$\text{จำนวนงานล่าช้า} = \sum_{i=1}^{n} T_i \qquad (2.2)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่ T_i = จำนวนงานล่าช้า (ชิ้นงาน)

= ค่ามากกว่า 1 เมื่อมีจำนวนงานล่าช้า

= ค่าเป็น 0 เมื่องานส่งทันกำหนด

n = จำนวนงานทั้งหมด (ชิ้น)

4. เวลางานล่าช้า (Total tardiness) คือ เวลารวมของงานทั้งหมดที่ล่าช้าไปจากวันกำหนดส่ง
5. อัตราการทำงานของเครื่องจักร (Machine utilization) คือ ร้อยละการใช้งานของเครื่องจักร

$$\text{อัตราการทำงานของเครื่องจักร} = \frac{\text{จำนวนชั่วโมงที่ทำงาน}}{\text{จำนวนชั่วโมงทั้งหมด}} \quad (2.3)$$

2.4 การจำลองสถานการณ์

Shannon (1975) ได้ให้คำจำกัดความไว้ว่า การจำลองสถานการณ์ คือ กระบวนการออกแบบและจำลอง (Model) ของระบบงานจริง (Real System) แล้วดำเนินการทดลองใช้แบบจำลองนั้นเพื่อเรียนรู้พฤติกรรมของระบบงานหรือเพื่อประเมินการใช้กลยุทธ์ (Strategy) ต่างๆในการดำเนินงานของระบบภายใต้ข้อกำหนดที่วางไว้

แบบจำลองที่ใช้ในการจำลองสถานการณ์อาจจะเป็นระบบหรือแนวความคิดแบบใดแบบหนึ่งซึ่งไม่จำเป็นต้องเหมือนกับระบบจริง (Real System) แต่ต้องสามารถช่วยให้เข้าใจในระบบงานจริง (Real System) เพื่อประโยชน์ในการวางแผน การออกแบบ และการควบคุมระบบ ในกิจกรรมด้านต่างๆอย่างแพร่หลาย ทั้งด้านวิศวกรรม การออกแบบผลิตภัณฑ์ หรือ การบริหารจัดการ เป็นต้น กระบวนการของการจำลองสถานการณ์แบ่งได้เป็น 2 ส่วน คือ ขั้นตอนการสร้างแบบจำลอง และการนำเอาแบบจำลองไปใช้งานเชิงวิเคราะห์ ซึ่งจะบ่งบอกถึงข้อดีและข้อเสียของการใช้การจำลองสถานการณ์

แบบจำลอง (Model) สร้างขึ้นเพื่อใช้ประเมินระบบจริง ในแบบจำลองที่ไม่ซับซ้อน การหาคำตอบที่ถูกต้อง (Exact) อาจใช้วิธีทางคณิตศาสตร์ เช่น แคลคูลัส พีชคณิตหรือทฤษฎีทางสถิติได้ แต่ในระบบจริงที่มีความซับซ้อนมากขึ้น เช่น การก่อสร้างโรงงาน ที่อาจยังไม่แน่ใจว่าผลผลิตที่ได้จะคุ้มกันหรือไม่ เมื่อเปรียบเทียบกับการลงทุน การจำลองสถานการณ์ (Simulation) ซึ่งเป็นวิธีการประเมินค่า (Estimate) โดยใช้แบบจำลองในการคอมพิวเตอร์ จึงเป็นทางเลือกที่ดีทางหนึ่งในการหาคำตอบนี้ (Law & Kelton, 1991)

การจำลองสถานการณ์ (Simulation) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ ออกแบบ และแก้ไขปัญหาหรือกระบวนการทำงานต่างๆ โดยการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ที่ต้องการศึกษาแล้วทำการศึกษาพฤติกรรมของสถานการณ์นั้น โดยผ่านแบบจำลองที่สร้างขึ้นมา เหตุผลที่การจำลองสถานการณ์ได้รับความนิยมและนำไปใช้งานอย่างแพร่หลาย คือ ความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Shannon ได้ให้คำจำกัดความไว้ว่า "การจำลองสถานการณ์ คือ กระบวนการออกแบบและจำลอง (Model) ของระบบงานจริง (Real system) แล้วดำเนินการทดลองใช้แบบจำลองนั้นเพื่อการเรียนรู้พฤติกรรมของระบบงานหรือเพื่อประเมินการใช้กลยุทธ์ (Strategy) ต่างๆในการดำเนินงานของระบบภายใต้ข้อกำหนดที่วางไว้" (Shannon, 1975)

แบบจำลองที่ใช้ในการจำลองสถานการณ์อาจจะเป็นระบบหรือแนวความคิดแบบใดแบบหนึ่งซึ่งไม่จำเป็นต้องเหมือนกับระบบจริง (Real system) แต่ต้องสามารถช่วยให้เข้าใจในระบบงานจริง (Real System) ได้ เพื่อประโยชน์ในการวางแผน การออกแบบ และการควบคุมระบบ ในกิจกรรมด้านต่างๆ อย่างแพร่หลาย ทั้งด้านวิศวกรรม การออกแบบผลิตภัณฑ์ หรือ การบริหารจัดการ เป็นต้น กระบวนการของการจำลองสถานการณ์แบ่งได้เป็น 2 ส่วน คือ การสร้างแบบจำลอง และการนำเอาแบบจำลองไปใช้งานเชิงวิเคราะห์

2.4.1 การจำลองระบบ

การจำลองระบบ หมายถึง กระบวนการออกแบบตัวแบบจำลอง (Model) ของระบบงานจริง แล้วทำการทดลองใช้ตัวแบบจำลองนั้น เพื่อศึกษาพฤติกรรมของระบบภายใต้ข้อกำหนดที่วางไว้ โดยมีความสัมพันธ์กันระหว่างระบบงานจริงกับแบบจำลอง ดังแสดงในรูปที่ 2.1 (Pegden and at.el, 1995)

รูปที่ 2.1 การใช้แบบจำลองเพื่อศึกษาพฤติกรรมของระบบงานจริง (Pegden and et al., 1995)

ตัวอย่างการประยุกต์ใช้แบบจำลองเพื่อศึกษาระบบต่างๆ ได้แก่ การออกแบบโปรโตคอลในการสื่อสารข้อมูล การกำหนดรูปแบบการจัดซื้อสินค้าและการจัดการสินค้าคงคลัง การวิเคราะห์และออกแบบระบบการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม การวิเคราะห์ระบบการเงินการธนาคาร การวิเคราะห์และออกแบบฮาร์ดแวร์ และซอฟท์แวร์ที่เหมาะสมสำหรับระบบคอมพิวเตอร์ การศึกษาและวิเคราะห์ประสิทธิภาพของอาวุธ และเทคนิควิธีในการทำสงคราม การศึกษาและออกแบบรูปแบบการให้บริการต่างๆ การออกแบบและการควบคุมการขนส่ง เช่น การจราจร สนามบิน ท่าเรือ เป็นต้น

2.4.2 ระบบงาน

ระบบงาน (System) หมายถึง กลุ่มขององค์ประกอบ (Elements) ที่มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันและมีความร่วมมือประสานงานกัน เพื่อให้ได้ผลสำเร็จในวัตถุประสงค์บางอย่างของระ บบงานนั้นๆ สิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำคัญในการศึกษาระบบงาน คือ การกำหนดขอบเขตของระบบงาน (System boundaries) ซึ่งประกอบด้วย การกำหนดองค์ประกอบของระบบงาน การแสดงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่างๆ และการกำหนดองค์ประกอบอื่นๆ ที่อยู่นอกระบบงานแต่ส่งผลกระทบต่อการปฏิบัติงานของระบบ เรียกโดยรวมว่า "ภาวะแวดล้อมของระบบงาน" (System environment) นอกจากการกำหนดขอบเขตระบบงานแล้ว ยังต้องกำหนดลักษณะเฉพาะตัว (Attributes) ขององค์ประกอบต่างๆ ทั้งองค์ประกอบภายในระบบงานและองค์ประกอบภายนอกระบบงาน ซึ่งลักษณะเฉพาะตัวนี้จะทำให้เกิดกิจกรรม และกิจกรรมบางอย่างภายใต้เงื่อนไขบางข้อ ก็จะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสถานภาพของระบบงาน (System status)

กระบวนการที่สำคัญอันหนึ่งในการจำลองสถานการณ์นั้น อยู่ที่ตัวแบบที่ใช้ในการจำลองสถานการณ์ ดังนั้นในการที่จะสร้างแบบจำลองสถานการณ์เพื่อนำไปใช้การจำลองสถานการณ์และศึกษาปัญหาของระบบได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้สร้างแบบจำลองสถานการณ์จำเป็นต้องมีความเข้าใจในระบบงานที่ต้องการศึกษาเป็นอย่างดี มีความรู้ความเข้าใจในระบบงานจริง ซึ่งถือว่าเป็นหัวใจสำคัญของการสร้างและการใช้งานแบบจำลองสถานการณ์ ผู้สร้างแบบจำลองสถานการณ์ที่ขาดความเข้าใจในระบบงานจริงจะไม่สามารถสร้างแบบจำลองสถานการณ์ซึ่งใช้แทนระบบงานนั้นๆได้ หรือไม่สามารถที่จะใช้การจำลองนั้นในการแก้ไขปัญหาของระบบดังกล่าวได้อย่างถูกต้อง

1. <u>องค์ประกอบของระบบ</u> โดยทั่วไปจะประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก 4 ส่วน คือ

1) ส่วนทำการ (Entity) คือ ส่วนที่จะดำเนินการภายในระบบหรือสมาชิกของระบบ
2) ลักษณะการทำการ (Attribute) คือ คุณลักษณะหรือหน้าที่ของส่วนทำการในระบบ
3) กิจกรรม (Activity) คือ กรรมวิธีหรือลักษณะที่ส่วนทำการกระทำในระบบ
4) สถานภาพของระบบ (State of System) คือ ลักษณะหรือสถานภาพของส่วนทำการ

2. <u>ประเภทของระบบงาน</u> (ศิริจันทร์, 2535)

ประเภทของระบบงานอาจจำแนกได้หลายแบบแล้วแต่การนำไปใช้งาน ในการจำลองสถานการณ์การจำแนกระบบงานเพื่อความสะดวกในการใช้งาน มักจะจำแนกโดยอาศัยลักษณะการเปลี่ยนสถานภาพของระบบเป็น 4 ประเภท ดังนี้

1) ระบบต่อเนื่องหรือระบบเป็นช่วง (Continuous versus discrete systems)
2) พิจารณาจากพฤติกรรมในการเปลี่ยนสถานภาพของระบบเทียบกับเวลา ถ้าการเปลี่ยนสถานภาพของระบบเกิดขึ้นที่ช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งไม่ต่อเนื่อง ระบบงานนั้นก็จะเป็นระบบเป็นช่วง ถ้าการเปลี่ยนสถานภาพของระบบเป็นการเปลี่ยนไปตามเวลาอย่างต่อเนื่อง ระบบงานนั้นก็จะเป็นระบบต่อเนื่อง
3) ระบบตายตัวหรือระบบไม่แน่นอน (Deterministic versus stochastic system)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

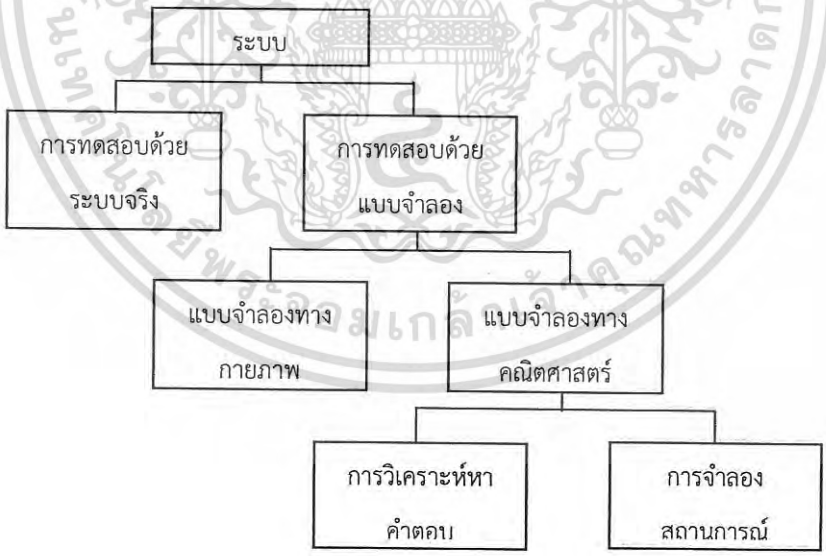
4) ระบบตายตัว หมายถึง ระบบซึ่งการเปลี่ยนแปลงสถานภาพที่ระดับใหม่สามารถบอกได้จากสถานภาพและกิจกรรมของระบบที่ระดับก่อน ส่วนระบบไม่แน่นอน หมายถึง ระบบซึ่งการเปลี่ยนสถานภาพเป็นแบบสุ่ม และในบางกรณีก็สามารถหาความน่าจะเป็น (Probability) ของการเปลี่ยนสถานภาพได้

3. ระบบงานย่อย

ระบบงานย่อย หมายถึง องค์ประกอบย่อยของระบบ พิจารณาเฉพาะองค์ประกอบของระบบย่อยระบบใดระบบหนึ่งภายในระบบใหญ่ ระบบย่อยประกอบด้วยองค์ประกอบของระบบตนเอง ซึ่งทำงานร่วมกันเพื่อก่อให้เกิดผลลัพธ์ที่เป็นผลจากการทำงานของระบบย่อยนั้น

4. วิธีการศึกษาระบบ

เนื่องจากระบบแต่ละระบบนั้นมีคุณลักษณะเฉพาะและมีองค์ประกอบของระบบที่แตกต่างกัน ดังนั้นในการศึกษาพฤติกรรมของระบบในแต่ละรูปแบบจึงมีความแตกต่างกันในวิธีการศึกษาด้วย โดยมีแนวทางในการศึกษาระบบในรูปแบบต่างๆ โดยศึกษาจากระบบจริง หรือศึกษาจากแบบจำลอง ซึ่งแบบจำลองจะแบ่งเป็น แบบจำลองทางกายภาพ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ การวิเคราะห์หาคำตอบ และการจำลองสถานการณ์ ดังแสดงในรูปที่ 2.2 (Law & Kelton,1991)



รูปที่ 2.2 วิธีการศึกษาระบบ (Law & Kelton,1991)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 แบบจำลอง (Model)

แบบจำลอง (Model) หมายถึง ตัวแทนของลักษณะหรือพฤติกรรมของสิ่งที่สนใจ ใช้ในการนำเสนอเพื่อศึกษา หรือ เลียนแบบเพื่อใช้งาน การศึกษาจะทำเฉพาะจุดที่สนใจจะศึกษามาทำแบบจำลองเท่านั้น แบบจำลองอาจนำไปใช้งานในหลายลักษณะดังนี้ (ศิริจันทร์, 2535)

1. เครื่องมือสำหรับการทำนาย ช่วยให้ผู้สร้างแบบจำลองสามารถคาดคะเน หรือทำนายได้ว่าเมื่อมีเหตุการณ์ที่มีผลกระทบต่อองค์ประกอบของระบบเกิดขึ้น จะมีผลอะไรเกิดขึ้นกับระบบ
2. เครื่องมือสำหรับการทดลอง ในกรณีที่ต้องการทดลองเงื่อนไขต่างๆกับระบบงานจริง แต่ทำไม่ได้ ก็จะนำเอาเงื่อนไขนั้นๆมาทดลองกับแบบจำลองเพื่อดูว่าจะให้ผลอย่างไร เพื่อประโยชน์ในการตัดสินใจว่า ควรนำเงื่อนไขนั้นๆไปใช้กับระบบจริงหรือไม่
3. เครื่องช่วยสอนและฝึกอบรม เช่น แบบจำลองการควบคุมการบิน ช่วยให้นักบินทำความเข้าใจและมีความคุ้นเคยกับการควบคุมเครื่องบินจริงก่อนขึ้นฝึกบินจริง
4. เครื่องช่วยคิด เช่น แบบจำลองโครงข่าย ช่วยทำให้ผู้สร้างแบบจำลองเห็นว่ามีกิจกรรมอะไรบ้างที่ต้องทำและทำกิจกรรมใดก่อนหรือหลัง
5. เครื่องสื่อความหมาย ช่วยให้เข้าใจพฤติกรรมของระบบงาน และช่วยให้สามารถอธิบายพฤติกรรม ปัญหา และการแก้ปัญหาของระบบงานได้

1. <u>ประเภทของแบบจำลอง</u>

อาจพิจารณาจากรูปที่ 2.2 หรือ สามารถจำแนกได้ตามลักษณะพิเศษเฉพาะตัวของแบบจำลองดังนี้

1) แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical model) เป็นแบบจำลองที่ใช้สัญลักษณ์และฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ แทนองค์ประกอบในระบบจริง เช่น แบบจำลองระบบแถวคอย M/M/1 เป็นต้น
2) แบบจำลองทางกายภาพ (Physical model) มีลักษณะเหมือนระบบงานจริง อาจมีขนาดเท่ากับของจริงหรือมีขนาดที่เล็กกว่าหรือใหญ่กว่า ได้แก่ แบบจำลองของเครื่องบินที่ใช้ทดสอบในอุโมงค์ลม เป็นต้น
3) แบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ (Computer model) อยู่ในรูปของโปรแกรมคอมพิวเตอร์
4) เกมการบริหาร (Game management) เป็นแบบจำลองการตัดสินใจในกิจการต่างๆ เช่น ธุรกิจ สงคราม การลงทุน เป็นต้น
5) แบบจำลองอนาลอก (Analog model) เป็นแบบจำลองที่มีพฤติกรรมเหมือนระบบงานจริง ตัวอย่างของแบบจำลองประเภทนี้ เช่น แบบจำลองในระบบควบคุมโรงกลั่นน้ำมัน เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. โครงสร้างของแบบจำลอง

โครงสร้างแบบจำลอง อาจเขียนเป็นรูปแบบแสดงความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ได้เป็น (ศิริจันทร์, 2535)

$$E = f(x_i, y_i) \tag{2.4}$$

โดยที่ E คือ ผลของการปฏิบัติการของระบบ

x_i คือ ตัวแปรและพารามิเตอร์ที่เราสามารถควบคุมได้

y_i คือ ตัวแปรและพารามิเตอร์ที่เราไม่สามารถควบคุมได้

f คือ ความสัมพันธ์ระหว่าง x_i และ y_i ที่ทำให้เกิด E

จะเห็นได้ว่าสมรรถนะของระบบนั้น เป็นผลกระทบมาจากตัวแปรต่างๆที่อยู่และไม่อยู่ในการควบคุมของเรา โดยที่ระบบทุกระบบที่ทำการศึกษาจะต้องมีขอบเขตจำกัด และต้องมีวัตถุประสงค์ของการศึกษา เมื่อรวมเข้ากับรูปแบบของความสัมพันธ์ข้างต้น โครงสร้างของแบบจำลองจะประกอบด้วย

1) องค์ประกอบ (Component) ในแบบจำลองสถานการณ์ที่ใช้แทนระบบงานประกอบด้วยองค์ประกอบที่จำเป็นสำหรับการทำงานของระบบ
2) พารามิเตอร์ (Parameters) คือ ค่าคงที่ซึ่งผู้ใช้แบบจำลองสถานการณ์เป็นผู้กำหนด อาจกำหนดขึ้นเองเพื่อศึกษาผลที่เกิดขึ้นจากค่าของพารามิเตอร์นั้น
3) ตัวแปร (Variables) คือ ค่าที่ผันแปร มีค่าได้หลายค่าตามสภาวะจริงของการใช้งานจำแนกได้ 2 ประเภท คือ ตัวแปรภายใน หมายถึง ตัวแปรที่เกิดขึ้นภายในระบบ และตัวแปรจากภายนอก หมายถึง ตัวแปรจากภายนอกระบบซึ่งเข้ามามีผลกระทบต่อสมรรถนะของระบบในทางสถิติ ตัวแปรภายนอก คือ ตัวแปรอิสระ (Independent variables) และตัวแปรภายใน คือ ตัวแปรตาม (Dependent variables)
4) ฟังก์ชันความสัมพันธ์ (Functional relationships) เป็นฟังก์ชันที่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์กับตัวแปร ความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์กับตัวแปร ส่วนใหญ่จะเขียนในรูปของสมการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจะทำให้สามารถเข้าใจได้ง่ายขึ้น
5) ขอบเขตจำกัด (Constraints) เป็นข้อจำกัดของค่าตัวแปรต่างๆ อาจเป็นข้อจำกัดที่ผู้ใช้แบบจำลองสถานการณ์ เป็นผู้กำหนด เช่น ข้อจำกัดในด้านการขนส่ง เป็นต้น
6) ฟังก์ชันเป้าหมาย (Criterion function) บอกถึงจุดประสงค์หรือเป้าหมายของระบบงานและวิธีการประเมินผลตามเป้าหมาย วัตถุประสงค์การดำเนินงานอาจแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ วัตถุประสงค์เพื่อแสวงหาระบบที่สามารถเพิ่มค่าได้และวัตถุประสงค์เพื่อทำให้ระบบสามารถคงสภาพการใช้ทรัพยากร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.4 ขั้นตอนการสร้างแบบจำลองสถานการณ์

ขั้นตอนการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ โดยทั่วไปมีการดำเนินงานเป็นดังนี้ (Law & Kelton,1991)

1. กำหนดปัญหาและวางแผนการศึกษา เป็นจุดเริ่มต้นที่ต้องกำหนดปัญหาให้ชัดเจนเหมาะสมในการหาคำตอบโดยผู้เกี่ยวข้อง จัดประชุม จากนั้นจึงทำการวางแผนโดย กำหนดกิจกรรมตามลำดับของเวลา
2. เก็บข้อมูลและกำหนดแบบจำลอง เป็นการระบุจุดที่ต้องการรวบรวมข้อมูลประสานงานใช้เครื่องมือในการรวบรวมข้อมูลที่เหมาะสม แล้วทดสอบว่ามีข้อมูลเพียงพอหรือไม่ มีการกระจายแบบใดเพื่อนำสร้างแบบจำลองต่อไป
3. ทดสอบความถูกต้องของข้อมูล เป็นการทดสอบความถูกต้องของข้อมูลว่าเหมือนกับ ระบบจริงหรือไม่ โดยการเดินสำรวจและยืนยันกับส่วนที่เกี่ยวข้อง
4. สร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์และตรวจสอบ เป็นการเลือกใช้เครื่องมือในการจำลองสถานการณ์แล้วกำหนดขั้นตอนต่างๆให้ตรงกับระบบงานจริง รวมถึงทดสอบหาข้อผิดพลาดของการรันด้วย
5. ทำการรันโปรแกรมเบื้องต้น ทำการรันโปรแกรมในสถานการณ์ที่ทำการเก็บข้อมูลเพื่อหาข้อผิดพลาดและทำการเปรียบเทียบกับระบบจริงในขั้นตอนถัดไป
6. ทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองสถานการณ์ นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ตามหลักสถิติว่าเหมือนระบบจริงหรือไม่
7. ออกแบบการทดลอง เป็นการสร้างทางเลือกโดยการเปลี่ยนปัจจัยต่างๆที่เราสนใจแล้วดูค่าผลลัพธ์ที่ต้องการศึกษาว่าเป็นเท่าไร ในแต่ละทางเลือก รวมถึงจำนวนและระยะเวลาในการรันที่เหมาะสมด้วย
8. ดำเนินการรันจริง ดำเนินตามการทดลอง ตามรูปแบบและจำนวนที่ได้กำหนดไว้
9. วิเคราะห์ข้อมูลออก วิเคราะห์ในแต่ละทางเลือกว่าทางเลือกใดเหมาะสม รวมถึงวิเคราะห์ความถูกต้องของข้อมูล
10. จัดทำเอกสารและแสดงผลลัพธ์ เป็นการจัดเตรียมนำเสนอผลของแต่ละทางเลือก รวมถึงขั้นตอนต่างๆในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ที่สร้างขึ้น

2.4.5 ข้อดีและข้อเสียของการใช้การสร้างแบบจำลองสถานการณ์

การสร้างแบบจำลองสถานการณ์ไม่สามารถให้คำตอบที่ดีที่สุดได้เหมือนกับวิธีการวิเคราะห์โดยสมการทางคณิตศาสตร์ แต่เป็นเครื่องมือที่จะช่วยในการวิเคราะห์และตัดสินใจเกี่ยวกับปัญหานั้นๆ ภายใต้สภาวะเงื่อนไขหรือตัวแปรที่กำหนด การที่จะนำแบบจำลองสถานการณ์ไปหาคำตอบนั้น จะต้องควบคุมตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แปรต่างๆ ที่จะป้อนข้อมูลเข้าไปให้เป็นไปตามเงื่อนไขที่ต้องการ และมีข้อดีข้อเสียที่ควรพิจารณาในการนำไปใช้ดังนี้

1. ข้อดีของการใช้การสร้างแบบจำลองสถานการณ์

1) ประหยัดเวลาในการวิเคราะห์ เพราะสามารถควบคุมเวลาได้โดยการใช้โปรแกรมการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ และเครื่องคอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์ในการช่วยวิเคราะห์ ซึ่งใช้เวลาเพียงไม่ถึงชั่วโมงในการวิเคราะห์ เมื่อเทียบกับระบบงานจริง อาจจะต้องใช้เวลาในการวิเคราะห์เป็นวัน เดือน

2) สะดวก รวดเร็วต่อการเปลี่ยนแปลงแบบจำลองสถานการณ์ เพื่อกำหนดแนวทางเลือกอื่นๆ แล้วนำมาเปรียบเทียบกัน หาผลลัพธ์ที่ดีที่สุดต่อการใช้งาน

3) สามารถทดสอบกับระบบที่ออกแบบใหม่ เพื่อทราบผลลัพธ์ก่อนที่จะมีการจัดสรรทรัพยากรหรือเครื่องมือให้กับระบบงานที่จะมีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งจะช่วยลดความเสี่ยงจากการลงทุนที่ไม่คุ้มค่า

4) นำไปใช้ในการแก้ไขปัญหาและประเมินผลกับระบบงานที่มีความซับซ้อนที่ไม่สามารถจะอธิบายได้ด้วยวิธีการวิเคราะห์อื่นๆ

5) ใช้กำหนดวิธีการใหม่ๆ ซึ่งสามารถทดลองโดยไม่ก่อให้เกิดผลกระทบหรือเกิดความยุ่งยากกับระบบงานจริงที่กำลังดำเนินการอยู่

6) ทำให้ไม่ต้องไปทดลองกับระบบงานจริง ซึ่งเราสามารถทดลองได้กับเงื่อนไขทุกรูปแบบและสามารถควบคุมเงื่อนไขต่างๆของการทดลองให้มีความคงที่ได้

7) ทำให้เราได้รับความเข้าใจว่า ตัวแปรตัวใดในระบบงานที่มีความสำคัญมากที่สุดต่อสมรรถนะของระบบงานและทราบว่าตัวแปรต่างๆในระบบงานเกิดปฏิกิริยาต่อกันอย่างไร

8) ทำให้ทราบถึงจุดคับคั่งของงาน (Bottleneck) ในสายงานผลิตระบบการขนส่งสินค้าและระบบงานอื่นๆ

9) เป็นประโยชน์สำหรับระบบงานที่ยังไม่มีอยู่จริงหรือระบบงานที่มีความรู้และประสบการณ์เกี่ยวกับมันอยู่อย่างจำกัด ซึ่งสามารถทดลองได้ในแบบจำลองสถานการณ์ โดยออกแบบให้เป็นไปตามแนวคิดและเงื่อนไขของตัวแปรต่างๆที่คาดว่าจะมี

10) สมมติฐานของปรากฏการณ์ต่างๆที่เรายังไม่ทราบค่า สามารถหาคำตอบอย่างประมาณการหรือสามารถได้รับการทดสอบสำหรับความเป็นไปได้ในการเกิดโดยการใช้การสร้างแบบจำลองสถานการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2. ข้อเสียของการสร้างแบบจำลองสถานการณ์

1) ผลลัพธ์ของแบบจำลองสถานการณ์ บางครั้งยากแก่การอธิบาย เพราะว่าแบบจำลองสถานการณ์เป็นการพยายามที่จะจำลองเหตุการณ์ในระบบงานจริง โดยใช้ตัวเลขสุ่ม ซึ่งมีโอกาสที่จะทำให้ข้อมูลที่ได้มีข้อผิดพลาด

2) ใช้เวลาและค่าใช้จ่ายสูง รวมทั้งต้องอาศัยความรู้ความชำนาญและความเข้าใจในตัวระบบงานที่ซับซ้อนเป็นอย่างสูง

3) ข้อมูลที่ได้จากการใช้แบบจำลองสถานการณ์ไม่มีความแม่นยำและไม่สามารถวัดขนาดของความแม่นยำได้

4) แบบจำลองสถานการณ์ที่ได้ในบางครั้ง ดูเหมือนว่าสามารถใช้เป็นตัวแทนของระบบงานจริงได้ แต่ในความเป็นจริงแบบจำลองสถานการณ์นั้นอาจจะไม่ใช่ตัวแทนของระบบงานนั้นๆ และการที่จะบอกได้ว่าแบบจำลองสถานการณ์นั้นใช้ได้หรือไม่นั้นก็ตอบได้ยาก

2.5 ทฤษฎีเกี่ยวกับความน่าจะเป็น

ทฤษฎีเกี่ยวกับความน่าจะเป็นมีความสำคัญในกระบวนการจำลองแบบปัญหา ซึ่งนำมาใช้ในการวิเคราะห์การแจกแจง การกระจายตัว และการสุ่มข้อมูล ในการจำลองแบบปัญหามีการแจกแจงความน่าจะเป็นของข้อมูลดังนี้

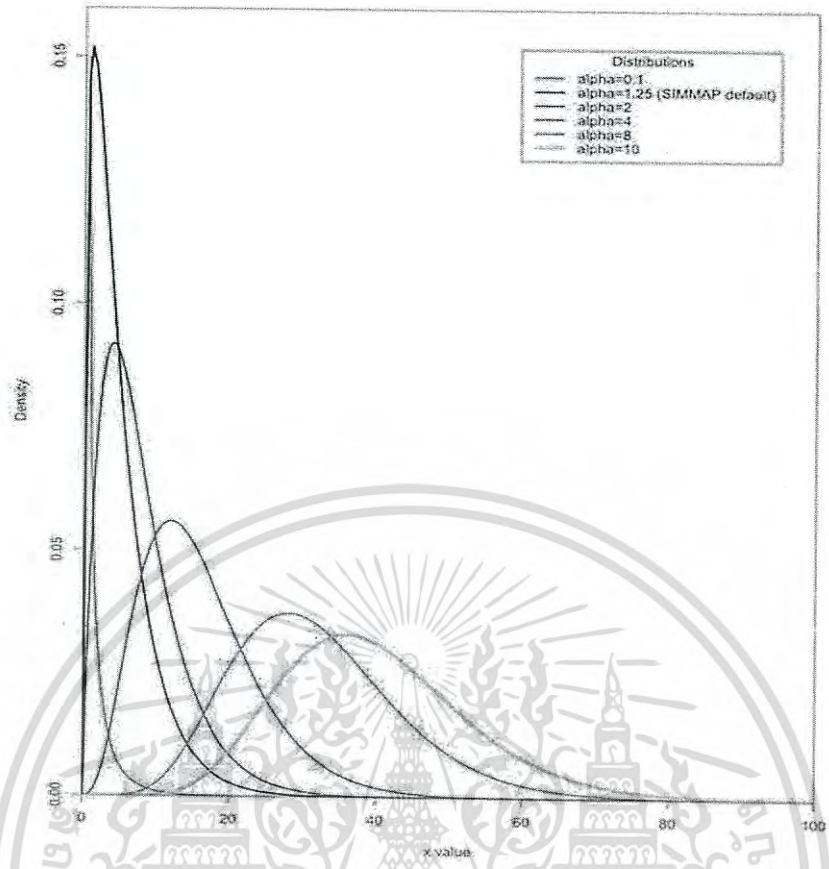
2.5.1 การแจกแจงแกมมา

ตัวแปรสุ่ม X มีลักษณะการแจกแจงหรือกระจายแกมมา ถ้ามีฟังก์ชันความหนาแน่นเป็น

$$() = \begin{cases} \frac{\alpha-1-\beta}{\beta^{\alpha}\Gamma()} & > 0 \\ 0 & \leq 0 \end{cases} \qquad (\alpha\ ,\ \beta > 0) \qquad (2.5)$$

140418

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 กราฟการแจกแจงแกมมา

สำหรับค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนถูกกำหนดโดย

$$\mu = \alpha\beta \tag{2.6}$$

$$\sigma^2 = \alpha\beta^2 \tag{2.7}$$

ฟังก์ชันที่ให้โมเมนต์และฟังก์ชันคุณลักษณะกำหนดโดย

$$( ) = (1-\beta)^{-\alpha} \tag{2.8}$$

$$\emptyset(\omega) = (1-\beta_\omega)^{-\alpha} \tag{2.9}$$

โดยทั่วไปการแจกแจงแกมมาจะคล้ายกับการแจกแจงแบบ Erlang และปกติจะใช้กับเวลาในการทำงาน เช่น เวลาการทำงานของเครื่องจักร หรือเวลาซ่อมแซมเครื่องจักร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 การแจกแจงเบต้า

ตัวแปรสุ่มมีการแจกแจงหรือมีการกระจายเบต้า มีฟังก์ชันความหนาแน่นดังต่อไปนี้

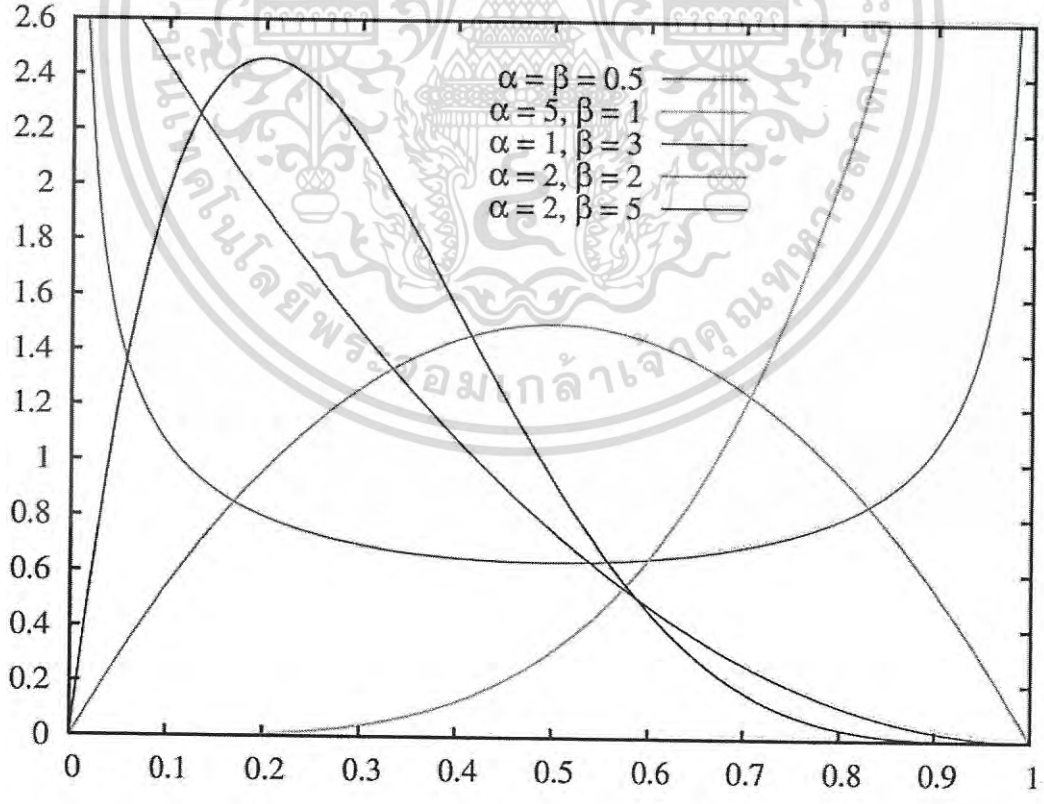
$$( ) = \begin{cases} \frac{^{\alpha-1}(1-)^{\beta-1}}{\beta(\alpha,\beta)} & 0 < < 1 \\ 0 & \end{cases} \quad (2.10)$$

เมื่อ $\beta(\alpha,\beta)$ คือ ฟังก์ชันเบต้า โดยที่เขียนแทนด้วย $\beta(\ , \ )$ นิยามโดย

$$\beta(\ , \ ) = \int_0^1 \ ^{-1}(1-)^{-1} \qquad > 0, > 0 \quad (2.11)$$

จากความสัมพันธ์ในสมการ ความสัมพันธ์ระหว่างฟังก์ชันแกมมาและฟังก์ชันเบต้า การแจกแจงเบต้าสามารถนิยามฟังก์ชันความหนาแน่นได้

$$( ) = \begin{cases} \frac{\Gamma(\alpha+\beta)}{\Gamma(\alpha)\Gamma(\beta)} \ ^{\alpha-1}(1-)^{\beta-1} & 0 < < 1 \\ 0 & \end{cases} \quad (2.12)$$



รูปที่ 2.4 กราฟการแจกแจงเบต้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ α, β มีค่าเป็นบวก ค่าเฉลี่ยความแปรปรวน คือ

$$\mu = \frac{\alpha-1}{\alpha+\beta} \tag{2.13}$$

$$\alpha^2 = \frac{\alpha\beta}{(\alpha+\beta)^2(\alpha+\beta+1)} \tag{2.14}$$

สำหรับ $\alpha > 1, \beta > 1$ ฐานนิยมจะมีค่าเดียว คือ

$$\text{mod} = \frac{\alpha-1}{\alpha+\beta-2} \tag{2.15}$$

การแจกแจงแบบนี้ส่วนใหญ่มีรูปร่างที่แตกต่างกันในช่วงกว้าง จึงนิยมใช้ในตัวแบบที่ค่อนข้างไม่สมบูรณ์หรือตัวแบบที่มีข้อมูลน้อยเพราะมีช่วงกว้าง (Range) ของการแจกแจงอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 การแจกแจงแบบนี้นิยมใช้กับอัตราส่วน เช่น อัตราส่วนของจำนวนของเสีย เป็นต้น

2.5.3 การแจกแจงเอ็กซ์โปเนนเชียล

$$( ) = \begin{cases} -\alpha & > 0 \\ 0 & \leq 0 \end{cases} \tag{2.16}$$

$$\mu = \frac{1}{\alpha} \tag{2.17}$$

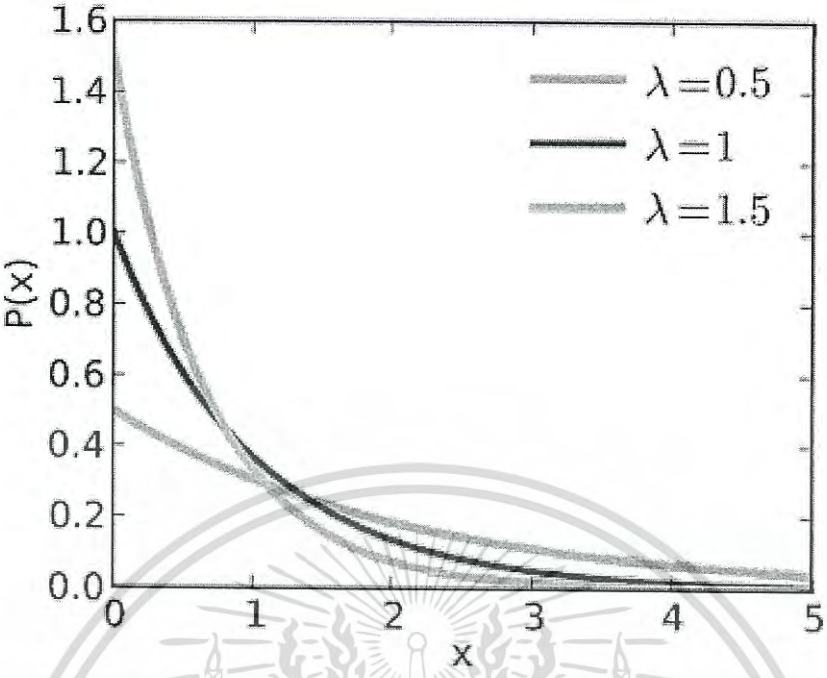
$$\sigma^2 = \frac{1}{\alpha^2} \tag{2.18}$$

$$( ) = \frac{\alpha}{\alpha-1} \tag{2.19}$$

ตัวแปรสุ่มข้างต้นที่มีฟังก์ชันความหนาแน่นดังกล่าว จะมีการแจกแจงเอ็กซ์โปเนนเชียลหรือมีการกระจายแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล

โดยปกติการแจกแจงแบบนี้จะใช้ตัวแบบเกี่ยวกับเวลาระหว่างเหตุการณ์ในการมาถึงและการเสียหายของขบวนการ แต่ไม่เหมาะกับตัวแบบที่เกี่ยวกับเวลาล่าช้าของกระบวนการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 กราฟการแจกแจงเอ็กซ์โปเนนเชียล

2.5.4 การแจกแจงไวบูล

ตัวแปรสุ่มที่กล่าวว่ามีการแจกแจงหรือการกระจายไวบูลหรือถ้ามีฟังก์ชันความหนาแน่น คือ

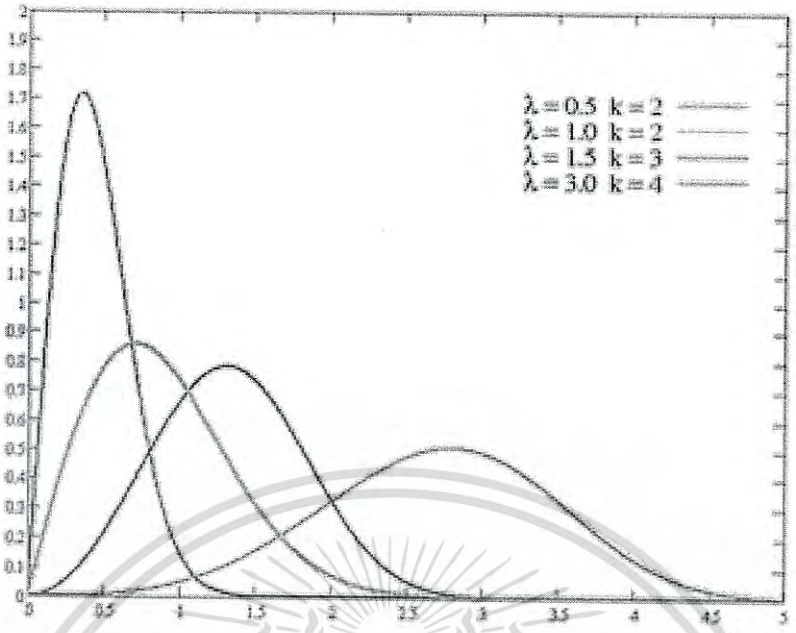
$$() = \begin{cases} {}^{-1}- & > 0 \\ 0 & \leq 0 \end{cases} \quad (2.20)$$

$$\mu = \quad {}^{-1/}\Gamma(1 + 1/\ ) \quad (2.21)$$

$$\sigma^2 = \quad {}^{-2/}\ [\Gamma(1 + 2/\ ) - \Gamma^2(1 + 1/\ ) \quad (2.22)$$

การแจกแจงไวบูลจะใช้ในตัวแบบที่มีความน่าเชื่อถือเกี่ยวกับเวลาของระบบ เช่น ถ้าระบบประกอบด้วยชิ้นส่วนจำนวนมากและมีความเสียหายที่เป็นอิสระต่อกันและถ้าระบบเสียหายเมื่อมีเพียงชิ้นส่วนเดียวที่เสียหาย ดังนั้นเวลาของกราฟเสียหายที่ต่อเนื่องเหมาะสมกับการแจกแจงแบบไวบูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 กราฟการแจกแจงไวบูล

2.5.5 การแจกแจงแบบ Erlang

ตัวแปรสุ่มที่กล่าวว่ามีการแจกแจง Erlang หรือมีการกระจาย Erlang ถ้ามีฟังก์ชันความหนาแน่นดังต่อไปนี้

$$() = \begin{cases} \dfrac{\beta^{-} \; ^{-1} \; - \; /\beta}{(-1)!} & > 0 \\ 0 & \end{cases} \qquad (2.23)$$

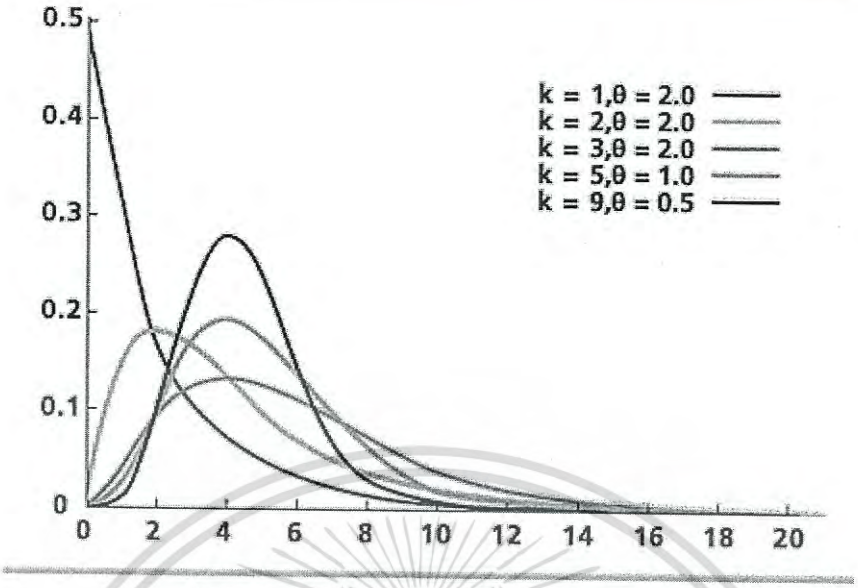
ช่วงกว้าง (Range) $[0, +\alpha]$

ค่าเฉลี่ย (Mean) β

ความแปรปรวน (Variance) β^2

โดยที่การแจกแจงแบบนี้ใช้กับกิจกรรมในขั้นตอนที่สมบูรณ์ และแต่ละขั้นตอนมีการแจกแจงแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลในขนาด k มากๆ การแจกแจง Erlang จะเข้าใกล้การแจกแจงแบบปกติ ส่วนมากแล้วการแจกแจงแบบนี้จะใช้กับเวลาที่ต้องการให้งานสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 กราฟการแจกแจง Erlang

2.5.6 การแจกแจงแบบ Lognormal

ตัวแปรสุ่มที่กล่าวว่ามีการแจกแจง Lognormal หรือมีการกระจาย Lognormal มีฟังก์ชันความหนาแน่นดังต่อไปนี้

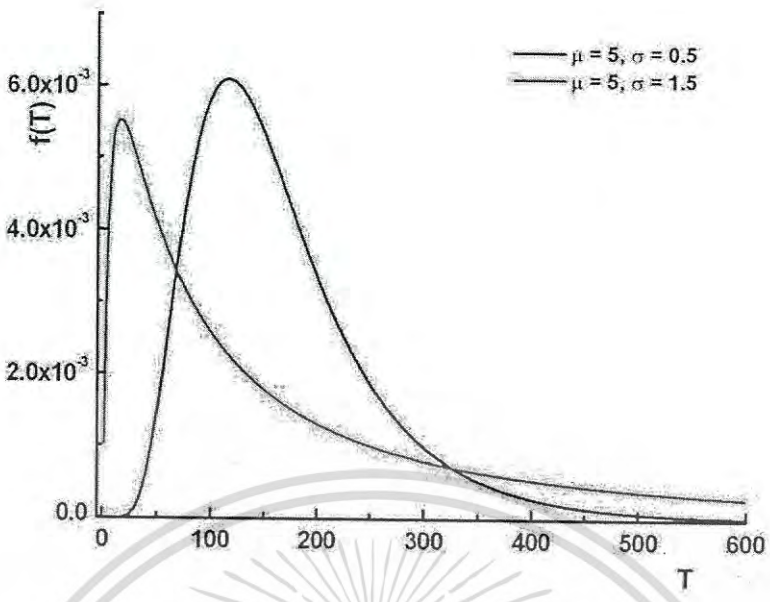
$$( ) = \begin{cases} \frac{1}{\sigma\sqrt{2\Pi}} & ^{-(\ln(\ )-\mu)^2 / (2\sigma^2)} \\ 0 \end{cases} \quad > 0 \qquad (2.24)$$

ช่วงกว้าง (Range) $[0,+\alpha)$

ค่าเฉลี่ย (Mean) $\mu+\sigma^2/2$

ความแปรปรวน (Variance) $2\mu+\sigma^2(\ \ \sigma^2-1)$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 กราฟการแจกแจง Lognormal

การแจกแจง Lognormal ส่วนใหญ่ใช้สุ่มในกระบวนการที่มีการผลิตจำนวนมากหรือใช้กับปริมาณเวลา การแจกแจงแบบนี้ส่วนใหญ่สัมพันธ์กับการแจกแจงปกติ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ใช้ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการแก้ปัญหาการจัดตารางการผลิตแบบสั่งผลิต โดยแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ

1. ปัญหาการจัดตารางการผลิต เป็นการศึกษาถึงปัญหาที่เกิดขึ้นในกรณีศึกษา เพื่อนำกฎการจัดลำดับงานมาประยุกต์ใช้แก้ปัญหาด้วยวิธีฮิวริสติก
2. ดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพ เป็นค่าที่นำมาใช้เพื่อพิจารณาความเหมาะสมสำหรับกฎการจัดลำดับงานทั้ง 4 วิธี ซึ่งมีเกณฑ์การวัดประสิทธิภาพของการจัดตารางการผลิต 5 ประเภท คือ ค่าเวลาสิ้นสุดของงานรวม เวลาของงานที่ผ่านในระบบ จำนวนงานล่าช้า เวลางานล่าช้า และอัตราการทำงานของเครื่องจักร
3. การจำลองสถานการณ์ เป็นการสร้างแบบจำลองของระบบเพื่อศึกษาพฤติกรรมในระบบจริงในการวางแผน การออกแบบ และการควบคุมกิจกรรมต่างๆที่เกิดขึ้น ดังแสดงในหัวข้อที่ 2.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

3. วิธีดำเนินงาน

ในส่วนนี้กฎการจัดลำดับงานทั้ง 4 วิธี ได้แก่ วิธีงานมาก่อนเข้ารับบริการก่อน (FCFS) วิธีวันกำหนดส่งงานเร็วสุดเข้ารับบริการก่อน (EDD) วิธีเวลาปฏิบัติงานน้อยสุดเข้ารับบริการก่อน (SPT) และวิธีเวลาปฏิบัติงานนานสุดเข้ารับบริการก่อน (LPT) จะถูกนำไปใช้ในการวิเคราะห์ปัญหาการจัดตารางการผลิตแบบสั่งผลิตของกรณีศึกษาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดตารางการผลิตในอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วน โดยในการดำเนินงานนี้จะประกอบไปด้วยขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาและเก็บข้อมูลและระบบการผลิตในปัจจุบันของกรณีศึกษา
2. ทดสอบกฎการจัดลำดับงานทั้ง 4 วิธี ด้วยสภาวะแวดล้อมแบบดีเทอร์มินีสติก
3. สร้างแบบจำลองสถานการณ์กับปัญหาการจัดตารางการผลิต (Model Building)
4. พิสูจน์ความถูกต้องของแบบจำลอง (Verification)
5. การยืนยันความถูกต้องของแบบจำลอง (Validation)
6. ออกแบบการทดลอง (Experimental Design)
7. การใช้งานและการประมวลผล (Simulation Run)
8. การวิเคราะห์ผล (Analysis of Results)
9. การนำไปใช้งาน (Implement)

3.1 การประยุกต์ใช้กฎการจัดลำดับงาน

สำหรับกฎการจัดลำดับงานในแต่ละวิธีสำหรับประยุกต์ใช้กับปัญหาการจัดตารางการผลิตแบบสั่งผลิต (Job shop) ซึ่งนำเสนอโดย (Baker 1974) สำหรับในกรณีศึกษานี้ กฎการจัดลำดับงาน 4 วิธีจะถูกนำเสนอเพื่อนำไปใช้ในการจัดตารางการผลิต ดังต่อไปนี้

3.1.1 วิธีเวลาปฏิบัติงานน้อยสุดเข้ารับบริการก่อน (Shortest Processing Time, SPT)

หมายถึง การจัดลำดับความสำคัญของการทำงานโดยให้ทำงานที่ใช้เวลาสั้นที่สุดก่อนแล้วจึงค่อยทำงานที่ใช้เวลามากเป็นลำดับถัดไป จะเห็นได้ว่า SPT เป็นวิธีที่มุ่งในการลดเวลาสิ้นสุดของงานรวมแต่ละงานและพยายามทำให้งานต่างๆ ออกจากระบบการผลิตไปให้เร็วที่สุด ข้อดีของการจัดงานด้วยวิธี SPT คือ เวลาโดยเฉลี่ยของงานในระบบจะต่ำที่สุด ทำให้เกิดสินค้าคงเหลือในระหว่างการผลิตน้อยและสามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประหยัดพื้นที่ในการจัดเก็บ แต่ข้อเสียของ SPT คืองานที่ใช้เวลาในการผลิตนานๆ มักถูกผลักไปอยู่ในอันดับท้ายทำให้เกิดการรอคอย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่มีงานใหม่เข้ามาแทรกอยู่เสมอๆ และเป็นงานที่ใช้เวลาน้อยกว่า ซึ่งหากใช้ SPT ในการจัดลำดับงานที่เข้ามาแทรกก็จะได้รับการจัดอันดับให้ทำก่อนทำให้งานที่ใช้เวลาในการผลิตนานๆ เกิดการรอคอยที่นานมากยิ่งขึ้นไปเรื่อยๆ

3.1.2 วิธีเวลาปฏิบัติงานนานสุดเข้ารับบริการก่อน (Longest Processing Time, LPT)

หมายถึง การจัดลำดับความสำคัญในการทำงานโดยให้ทำงานที่ใช้เวลามากที่สุดเป็นอันดับแรกแล้วจึงทำงานที่ใช้เวลาน้อยกว่าเป็นอันดับถัดมา โดยทั่วไปแล้ว LPT มักจะเป็นวิธีที่ส่งผลเสียต่อประสิทธิภาพโดยรวมของการผลิตมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีอื่นๆ เพราะการจัดงานด้วยวิธี LPT มักทำให้เวลาที่ใช้ในการผลิตงานทั้งหมดนานและยังทำให้ประสิทธิภาพการใช้งานทรัพยากรด้านการผลิต (เครื่องจักร กำลังคน ฯลฯ) ต่ำอีกด้วย แต่ข้อดีของการจัดงานด้วยวิธี LPT ประการหนึ่งก็คือ สามารถสร้างขวัญและกำลังใจในการทำงานให้แกพนักงานได้เนื่องจากเมื่องานยากๆที่ใช้เวลานานผ่านไปแล้วก็จะเหลือแต่งานง่ายๆที่ใช้เวลาไม่นาน ทำให้กำลังใจในการทำงานดีขึ้น

3.1.3 วิธีวันกำหนดส่งงานเร็วสุดเข้ารับบริการก่อน (Earliest Due Date, EDD)

หมายถึง การจัดลำดับความสำคัญในการทำงานโดยให้ทำงานที่มีกำหนดส่งมอบเร็วที่สุดก่อนแล้วจึงค่อยทำงานที่มีกำหนดส่งมอบนานกว่าเป็นลำดับถัดไป โดยทั่วไปแล้ว EDD เป็นวิธีที่มุ่งเน้นการลดการล่าช้าจากกำหนดการสงมอบงาน ถึงแม้วาวิธีนี้จะดูสมเหตุสมผลและเป็นวิธีที่นิยมใช้ปฏิบัติกันโดยทั่วไป แต่วิธีการดังกล่าวอาจทำให้มีจำนวนงานที่เข้ามาในระบบมากกว่าวิธีการอื่นๆ และทำให้เกิดสินค้าคงเหลือระหว่างการผลิตสูง เนื่องจากในการจัดลำดับการทำงานตามหลักด้วยวิธี EDD นั้นไม่ได้มีการนำเอาเวลาที่ใช้ในการทำงานมาพิจารณาร่วมด้วย

3.2 ข้อมูลเบื้องต้น

บริษัทกรณีศึกษาเป็นโรงงานผลิตนาฬิกาที่นี่มีเทคโนโลยีที่ทันสมัยซึ่งมีประสบการณ์ในการผลิตชิ้นงานที่มีความละเอียดและมีคุณภาพในทุกๆกระบวนการ เริ่มตั้งแต่การพัฒนาผลิตภัณฑ์, การออกแบบการผลิตแม่พิมพ์, การฉีดขึ้นรูปชิ้นงาน, การตกแต่งพื้นผิว, การประกอบ, การตรวจสอบ จนถึงการส่งมอบสินค้า ซึ่งทางบริษัทฯ จะตอบสนองความต้องการของลูกค้าโดยการใช้ระบบ (Just In Time)

3.2.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลในแผนกเครื่องจักรกล

ในกรณีศึกษานี้ ลักษณะของกระบวนการผลิตเป็นการผลิตแบบสั่งผลิต ซึ่งคำสั่งซื้อนั้นจะได้มาจากส่วนของการวางแผนการผลิต ดังนั้น แผนกนี้จะผลิตตามข้อกำหนดที่นำเสนอมาจากลูกค้าโดยวิศวกร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเป็นผู้เขียนแบบ ข้อมูลที่แสดงในตารางที่ 3.1 เป็นข้อมูลที่จำเป็นจะต้องใช้ในแต่ละงาน เช่น หมายเลขของงาน, ลักษณะงาน, เวลาในการผลิตบนเครื่องจักรแต่ละเครื่อง และวันกำหนดส่งงาน

ตารางที่ 3.1 แสดงการกำหนดตัวแปรของข้อมูล

หมายเลขงาน	ชื่อชิ้นงาน	กำหนดส่ง (นาที)	เวลาการทำงาน (นาที)				
			NC 1	NC 2	Drilling	Milling	Grinding
1	Top clamping plate	73	15	12	6	-	8
2	Cavity plate	55	-	8	10	14	6
3	Core plate	49	10	10	6	8	5
4	Support plate	46	6	12	6	10	-
5	Spacer block	56	15	10	4	8	6
6	Ejector retainer plate	69	10	8	4	-	16
7	Ejector plate	52	10	12	5	4	6
8	Bottom clamping plate	53	8	10	6	6	5

3.2.2 การปรับใช้กฎการจัดลำดับงานในกระบวนการผลิต

เมื่อข้อมูลทั้งหมดถูกรวบรวม การใช้กฎการจัดลำดับงานเป็นดังต่อไปนี้

1. การจัดลำดับของข้อมูลขึ้นอยู่กับเวลาการทำงาน, เส้นทางของงาน, วันกำหนดส่ง และอื่นๆ
2. การเลือกกฎการจัดลำดับงาน ไม่ว่าจะเป็น FCFS, SPT, LPT, EDD ใช้เพื่อการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของการจัดตารางการผลิต (Scheduling) ของแต่ละกรณีศึกษา
3. การจัดตารางการผลิตและการจัดลำดับ (Production Scheduling and Sequence) การจัดตารางการผลิตและการจัดลำดับงานของกระบวนการผลิตจะดำเนินการโดยซอฟต์แวร์เพื่อลดความซับซ้อนในการคำนวณ

3.2.3 ตัววัดประสิทธิภาพ

ในส่วนนี้จะแสดงถึงตารางการผลิตที่เสร็จสมบูรณ์จากซอฟต์แวร์และตัวบ่งชี้ถึงประสิทธิภาพของเครื่องจักรในรูปแบบของตารางและแผนภูมิแกนต์ เกณฑ์การตัดสินใจในการเลือกการจัดลำดับของงานตามแบบหนึ่งแบบใดใน 4 แบบดังกล่าวข้างต้น สามารถพิจารณาได้จากค่าดัชนีชี้วัดทั้ง 4 ตัว ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. เวลาเฉลี่ยสิ้นสุดของงานรวม (Average completion time)

คือเวลาโดยเฉลี่ยทั้งหมดของการสิ้นสุดของงาน ซึ่งหาได้จากการนำเอาเวลาที่ใช้ในการทำงาน (Processing time) และเวลาที่ต้องรอคอยการเข้าผลิต (Idle time) ของทุกๆงานมารวมกัน ซึ่งเรียกรวมกันว่า "เวลาทั้งหมดในการทำงาน" (Total flow time) แล้วนำเวลาดังกล่าวนี้มาหารด้วยจำนวนงานทั้งหมดที่มีก็จะได้ค่าเฉลี่ยของการทำงานในงานแต่ละงาน

2. อัตราการทำงานของเครื่องจักร (Machine utilization)

เป็นดัชนีชี้วัดความสามารถในการใช้ทรัพยากรต่างๆ ในการผลิตโดยจะเน้นหนักในเรื่องของเวลาที่ต้องสูญเสียไปเนื่องจากการรอคอย (Idle time) เป็นสำคัญ ซึ่งหากจัดลำดับความสำคัญในการทำงานได้ดีก็จะส่งผลให้เวลาที่ต้องรอคอยการผลิตของแต่ละงานลดน้อยลงและ ทำให้ประสิทธิภาพในการใช้งานทรัพยากรในการผลิตต่างๆสูงตามไปด้วย

Total Processing Time = เวลาที่ใช้ในการทำงานทั้งหมดของแต่ละงานรวมกัน

Total Flow Time = เวลาที่ใช้ในการทำงานรวมกับเวลาที่ต้องสูญเสียไปเนื่องจากการรอคอยของแต่ละงานรวมกัน

3. จำนวนเฉลี่ยของงานที่อยู่ในระบบ (Average no. of jobs in system)

คือค่าเฉลี่ยของจำนวนงานที่เข้ามาในระบบต่อหน่วยเวลา เป็นดัชนีที่ชี้วัดปริมาณภาระงานที่มีแก่พนักงานว่ามากน้อยเพียงใด ในบางครั้งการจัดลำดับของการทำงานในแบบต่างๆ อาจจะให้เวลาสิ้นสุดของงานรวมเท่าๆกัน แต่ถ้าหากพิจารณาดูที่ค่าดัชนีดังกล่าวนี้ อาจพบว่าวิธีการจัดลำดับงานแบบหนึ่งอาจให้ค่าเฉลี่ยของจำนวนงานที่ทำต่อหน่วยเวลาสูงกว่าอีกแบบหนึ่ง ซึ่งหมายความว่า ในการจัดงานแบบที่ให้ค่าเฉลี่ยของจำนวนงานที่ทำต่อหน่วยเวลาสูงนั้นพนักงานจะมีภาระงานหนักมากกว่าแบบที่ให้ค่าเฉลี่ยของจำนวนงานที่ทำต่อหน่วยเวลาน้อยกว่า

4. ค่าเฉลี่ยของงานล่าช้า (Average job lateness)

คือค่าเฉลี่ยของงานแต่ละงานเมื่อเทียบกับกำหนดแล้วเสร็จ (Due Date) ค่าดัชนีตัวนี้มักได้รับความสนใจมากเป็นพิเศษ เนื่องจากในทางปฏิบัติแล้วการจัดงานโดยมุ่งเน้นในเรื่องของการลดจำนวนการส่งมอบงานล่าช้ามักเป็นสิ่งสำคัญเสมอ แต่ถึงกระนั้น หากเรามุ่งความสนใจในดัชนีชี้วัดตัวนี้มากจนเกินไปโดยไม่พิจารณาถึงค่าดัชนีตัวอื่นๆประกอบ แน่นอนว่าประสิทธิภาพโดยรวมของการผลิตย่อมต่ำลง ถึงแม้ว่าจะไม่มีจำนวนการส่งมอบงานล่าช้าเลยก็ตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การจัดตารางการผลิตกับปัญหาแบบดีเทอร์มินีสติก

การทดลองนี้ได้ประยุกต์ใช้โดยกำหนดให้ตัวแปรเป็นแบบดีเทอร์มินีสติก (Deterministic) ซึ่งพารามิเตอร์ทั้งหมดจะถือว่าเป็นค่าคงที่ โปรแกรมที่ใช้ในขั้นตอนนี้คือ LEKIN Scheduling (Feldman & Pinedo, 2001) ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างมากสำหรับปัญหาการจัดตารางการผลิต นอกจากนี้ ระบบซอฟต์แวร์นี้ยังบรรจุจำนวนของวิธีการจัดตารางการผลิตและกฎการจัดลำดับงานที่รู้จักเป็นอย่างดี เพื่อให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมการผลิตแบบสั่งผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.1 บล็อคไดอะแกรมของโปรแกรมการจัดตารางการผลิต (Osman, 2004)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การประยุกต์ใช้การจำลองสถานการณ์กับปัญหาการจัดตารางการผลิต

ในส่วนนี้เทคนิคการจำลองสถานการณ์คือหนึ่งในเครื่องมือที่มีประโยชน์มากสำหรับการแก้ไขปัญหาในหลายๆสาขาทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งตัวแปรทุกตัวหรือพารามิเตอร์จะถูกเก็บรวบรวมจากระบบที่มีความไม่แน่นอน

ในส่วนนี้จะมุ่งเน้นไปที่ตัวแบบการจำลองที่ใช้โปรแกรม Enterprise Dynamics ในการทดสอบและพิจารณากฎการจัดลำดับงานในปัญหาการผลิตแบบสั่งผลิต ในกรณีศึกษานี้มุ่งเน้นไปที่วัตถุประสงค์ที่สำคัญ 2 อย่าง คือ เพื่อลดเวลาเฉลี่ยของงานที่ผ่านระบบและเพื่อลดจำนวนงานที่ล่าช้า นอกจากนี้ วิธีการดำเนินงานเป็นการวิเคราะห์และประเมินผลปัญหาในส่วนของการจัดตารางการผลิตแบบสั่งผลิต (Job shop) ในการทดลองนี้ ตัวแบบการจำลองสถานการณ์จะถูกแบ่งออกเป็น 2 แบบ แบบแรกคือการจำลองสถานการณ์ของการจัดตารางการผลิตแบบเดิมด้วยวิธี FCFS การทดลองแบบที่สอง เป็นการนำเสนอกฎการจัดลำดับงานแบบอื่นซึ่งมีความแตกต่างกันอีก 3 กฎประกอบไปด้วย SPT, LPT และ EDD โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อวิเคราะห์และประเมินผล เพื่อหาวิธีการแก้ไขปัญหาที่ดีที่สุดโดยยึดตามเกณฑ์การวัดประสิทธิภาพ

3.4.1 ขั้นตอนพื้นฐานของการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ (Maria, 1997)

1. กำหนดปัญหา (Problem Formulation) เป็นขั้นตอนที่สำคัญของแบบจำลอง ซึ่งการกำหนดปัญหาจะต้องมีความชัดเจน จะเป็นการกำหนดวัตถุประสงค์ของการศึกษาระบบ การกำหนดสมมติฐาน การกำหนดขอบเขตข้อจำกัดต่างๆ และวิธีวัดผลของระบบงาน เพื่อเป็นการเตรียมที่จะวิเคราะห์โดยวิธีแบบจำลอง
2. การกำหนดเป้าหมาย (Setting of Objective and Overall Project Plan) เป็นการกำหนดเป้าหมายของปัญหาที่ต้องการจะตรวจสอบ รวมถึงการวางแผนการศึกษาระบบงานที่จะใช้สร้างแบบจำลอง
3. สร้างแบบจำลอง (Model Building) การสร้างแบบจำลองใดๆนั้นจะเริ่มต้นที่รูปแบบของแบบจำลองที่ง่ายๆก่อน แล้วจึงเพิ่มความซับซ้อนเข้าไปเพื่อพัฒนาแบบจำลองให้เสมือนจริง เพื่อที่จะอธิบายพฤติกรรมของระบบงานตามวัตถุประสงค์ที่ศึกษา การเริ่มต้นของแบบจำลองประกอบด้วยการเข้ามา (Arrivals) ของแถวคอยและการบริการ หลังจากนั้นจึงค่อยๆเพิ่มความซับซ้อนของตารางการทำงาน และเพิ่มความสามารถในการให้บริการและมีการเพิ่มรายละเอียดพิเศษเข้าไป เช่น ต้นทุน ศึกษาเวลาที่ระบบทำงานสมบูรณ์กลายเป็นแบบจำลองที่มีความซับซ้อน
4. เก็บรวบรวมข้อมูล (Data Collecting) การเก็บรวบรวมข้อมูลและนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาวิเคราะห์หาข้อมูลต่างๆที่จำเป็นสำหรับแบบจำลองและจัดให้อยู่ในรูปแบบที่นำมาใช้งานกับแบบจำลองได้ เช่น การหาการแจกแจงข้อมูลต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. พิสูจน์แบบจำลอง (Verification) เป็นการตรวจสอบว่าการพัฒนาสร้างระบบทำอย่างถูกต้องหรือไม่

6. การยืนยันความถูกต้อง (Validation) เป็นการตรวจสอบว่าระบบที่พัฒนาขึ้นมานั้นถูกต้องหรือไม่

จะเห็นว่าทั้งสองคำ มีจุดมุ่งหมายเพื่อค้นหาข้อบกพร่องของระบบและเพื่อประเมินว่าระบบนั้นสามารถใช้งานได้ในสภาพการทำงานจริงหรือไม่

7. ออกแบบการทดลอง (Experimental Design) คือ การกำหนดเงื่อนไขในการลดเวลาของระบบและ Run เพื่อดูผลลัพธ์ที่ได้ว่า เวลาของระบบงานลดลงไปหรือไม่ หากไม่ก็สามารถทำการทดลองกำหนดเงื่อนไขเพิ่มเติมได้

8. การใช้งานและการประมวลผล (Production Runs) เป็นการทดลองแนวทางต่างๆ กับแบบจำลอง โดยการใส่ข้อมูลต่างๆ ตามแนวทางที่กำหนดให้ครบถ้วนแล้วนำผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองมาวิเคราะห์ เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ปัญหากับระบบงานจริง

9. วิเคราะห์ผล (Analysis of Results) หลังจากทำแบบจำลองสมบูรณ์แล้ว หากผลที่ได้ยังไม่สามารถที่จะนำไปวิเคราะห์ให้ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องได้ จะต้องทำแบบจำลองเพิ่ม (More run)

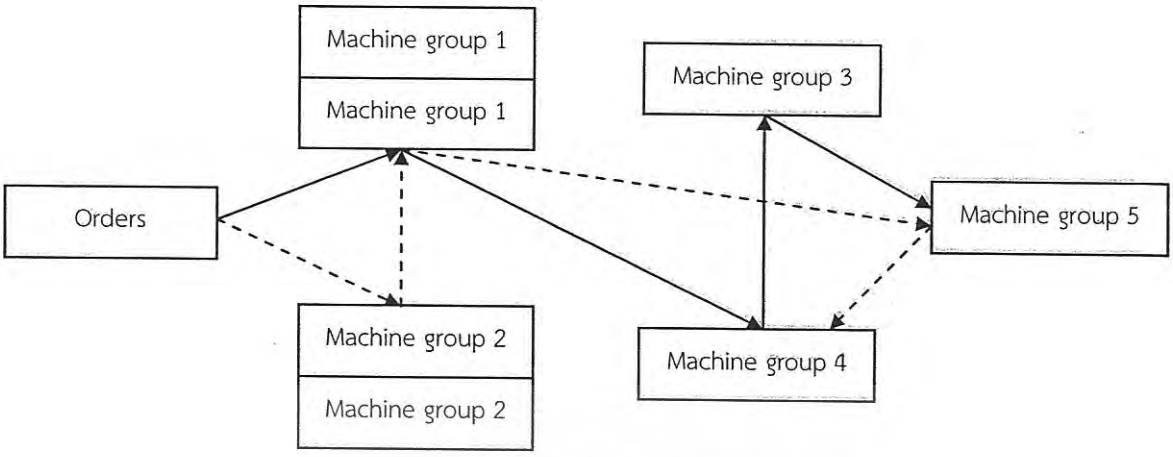
10. แปลและแสดงผลรายงาน (Document Program และ Report Results) จะเป็นการบรรทุกกิจกรรมในการจัดทำแบบจำลอง โครงสร้างแบบจำลอง วิธีการใช้งานและผลที่ได้จากการใช้งาน เพื่อเป็นประโยชน์สำหรับผู้ที่นำแบบจำลองไปใช้ และเพื่อปรับปรุงดัดแปลงแบบจำลองในครั้งต่อไป

11. การนำไปใช้งาน (Implementation) ผู้บริหารทำการตัดสินใจจากผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองแล้วเลือกแนวทางปฏิบัติไปใช้ในระบบงานจริง

3.4.2 การจัดตารางการผลิตของแผนกเครื่องจักรกลในปัจจุบัน

ในส่วนนี้เป็นการศึกษาสภาพการจัดตารางการผลิตแบบสั่งผลิต โดยใช้เทคนิคการจำลองสถานการณ์ ด้วยโปรแกรม Enterprise Dynamics ในกระบวนการผลิตของแผนกเครื่องจักรกลประกอบด้วย กลุ่มของเครื่องจักรจำนวน 5 กลุ่ม ซึ่งแต่ละกลุ่มจะทำงานแตกต่างกันตามที่แสดงดังรูปภาพ 3.2 เครื่องจักรกลุ่มที่ 1 และ 2 ประกอบด้วย เครื่องจักรชนิดเดียวกันจำนวน 2 เครื่อง ส่วนในกลุ่มที่3-5 จะมีเครื่องจักรอย่างละ 1 เครื่อง ชิ้นงานที่ถูกนำมาผลิตในกรณีศึกษานี้ ประกอบด้วย 8 ชิ้นงาน ที่มีความแตกต่างกัน โดยแต่ละชิ้น จะมีการเข้ามาในระบบอย่างเป็นอิสระโดยมีรูปแบบการกระจายตัวแบบ Exponential โดยมีช่วงเวลาของการเข้ามา (Inter-Arrival Time) ทุก 60 นาทีโดยเฉลี่ย ชิ้นงานแต่ละชิ้นจะต้องผ่านขั้นตอนการทำงานบนเครื่องจักรอย่างน้อย 4 ขั้นตอนแต่ไม่เกิน 5 ขั้นตอน โดยมีเวลาการทำงานตั้งแต่ 8.00 น. – 17.00 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 กระบวนการผลิตแบบผลิตสั่งผลิต

ขั้นตอนการทำงานของงานที่ทำงานผ่านกลุ่มเครื่องจักรแต่ละกลุ่ม และเวลาที่งานถูกทำงานบนเครื่องจักรแต่ละเครื่อง (Processing time) ในรูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นถูกแสดงในตาราง 3.2

ตารางที่ 3.2 ขั้นตอนการทำงานและเวลาที่ใช้ในการผลิต

	ชิ้นงานที่1		ชิ้นงานที่2		ชิ้นงานที่3		ชิ้นงานที่4	
	เส้นทาง	รอบเวลา	เส้นทาง	รอบเวลา	เส้นทาง	รอบเวลา	เส้นทาง	รอบเวลา
1	5	Uni(6,10)	3	Uni(5,15)	1	N(10,2)	4	N(10,2)
2	3	Uni(5,7)	2	N(8,2)	4	N(8,2)	3	Uni(5,7)
3	2	N(12,2)	4	N(14,3)	3	Uni(5,7)	2	N(12,2)
4	1	N(15,2)	5	Uni(5,7)	2	N(10,2)	1	N(6,2)
5					5	Uni(4,6)		

	ชิ้นงานที่5		ชิ้นงานที่6		ชิ้นงานที่7		ชิ้นงานที่8	
	เส้นทาง	รอบเวลา	เส้นทาง	รอบเวลา	เส้นทาง	รอบเวลา	เส้นทาง	รอบเวลา
1	2	N(10,1)	5	Uni(14,18)	4	N(4,1)	2	N(10,1)
2	3	Uni(3,5)	3	Uni(3,5)	5	Uni(4,8)	3	Uni(5,7)
3	1	N(15,2)	2	N(8,2)	2	N(12,2)	1	N(8,2)
4	4	N(8,2)	1	N(10,2)	1	N(10,2)	4	N(6,1)
5	5	Uni(5,7)	5	Uni(14,18)	3	Uni(4,6)	5	Uni(4,6)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 3.2 จะเห็นได้ว่าชิ้นงานที่ 1 ต้องผ่านเครื่องจักร 4 กลุ่ม ในขั้นตอนแรก จะเริ่มต้นทำงานบนเครื่องกลุ่มที่ 5 โดยมีเวลาในการผลิตซึ่งมีการแจกแจงแบบยูนิฟอร์ม (Uniform Distribution) โดยใช้เวลาระหว่าง 6-10 นาที ขั้นตอนต่อไป ชิ้นงานจะถูกเคลื่อนที่เข้าสู่เครื่องจักรในกลุ่มที่ 3 ด้วยเวลาในการผลิตที่มีการแจกแจงแบบยูนิฟอร์ม ระหว่าง 5-7 นาที เมื่องานเสร็จจากเครื่องจักรในกลุ่มที่ 3 แล้วจะถูกส่งต่อไปยังเครื่องจักรกลุ่มที่ 2 ซึ่งในขั้นตอนนี้ จะมีเวลาในการผลิตที่มีการแจกแจงเป็นแบบปกติ (Normal Distribution) ด้วยค่าเวลาเฉลี่ย 12 นาทีและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2 นาที ต่อจากนั้น งานที่เสร็จแล้วจะถูกส่งต่อไปยังเครื่องจักรกลุ่มที่ 1 โดยมีเวลาในการทำงานบนเครื่องจักรเป็นแบบการแจกแจงปกติ ด้วยเวลาเฉลี่ย 15 นาทีและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2 นาที

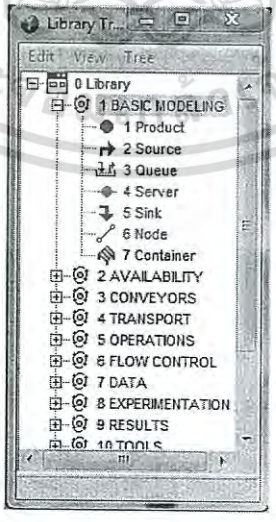
3.4.3 การจำลองสถานการณ์ของแผนกเครื่องจักรกล

ลักษณะการผลิตของกรณีศึกษาเป็นการผลิตแบบสั่งผลิต ในสภาวะการจัดตารางการผลิตในปัจจุบันของแผนกเครื่องจักรกล ได้มีการจัดลำดับงานให้กับเครื่องจักรโดยใช้กฎการจัดลำดับงานด้วยวิธีมาก่อนรับบริการก่อน (First Come First Serve: FCFS) ดังนั้น กฎการจัดลำดับงานด้วยวิธี FCFS จะถูกนำมาประยุกต์ใช้เพื่อสร้างตัวแบบการจำลองสถานการณ์ในปัจจุบัน

3.4.4 การสร้างแบบจำลองสถานการณ์โดยใช้โปรแกรม Enterprise Dynamics

ขั้นตอนในการสร้างแบบจำลองในโปรแกรม Enterprise Dynamics มีดังต่อไปนี้

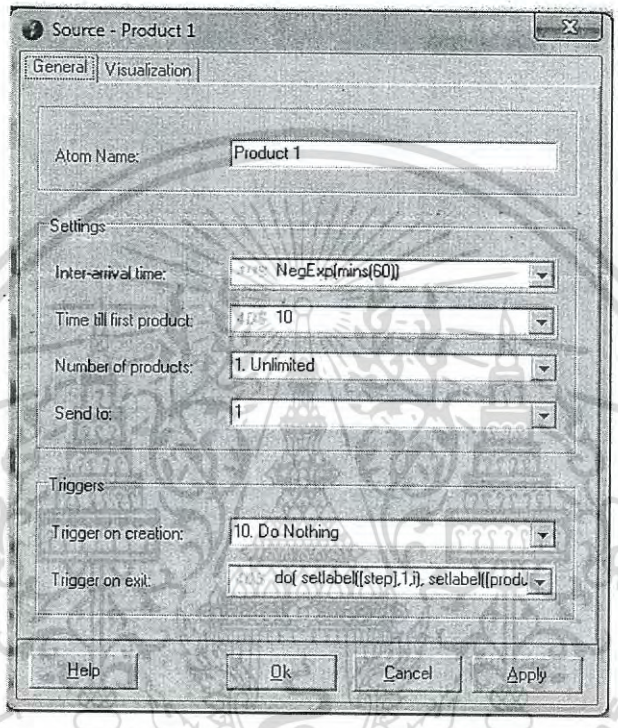
1) เริ่มการสร้างแบบจำลองด้วย Basic Modeling ซึ่งผู้จัดทำใช้ทรัพยากรที่มีในโปรแกรม 5 ตัว ดังต่อไปนี้ Product, Source, Queue, Server และSink โดยการลากไปใส่หน้าต่าง Model Layout ดังแสดงในรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 การเริ่มสร้างแบบจำลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

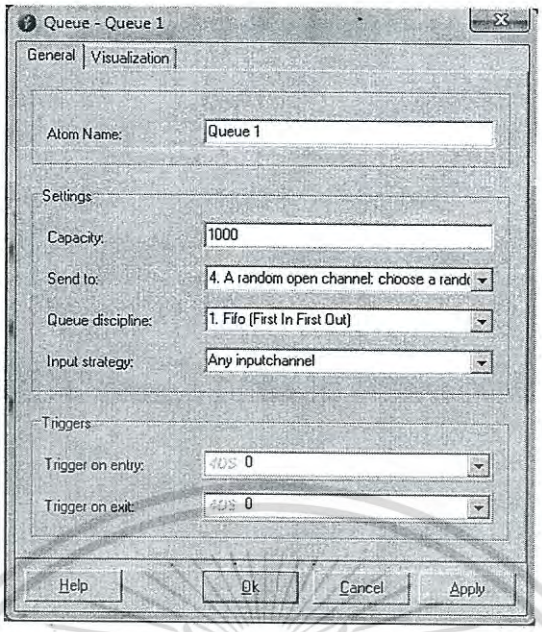
2) การสร้างตัวแปรนำเข้า (Input) จะใช้เป็นตัวของ Product และSource ซึ่งSource เป็นการป้อนตัวแปรนำเข้า เข้ามาในระบบ โดยกำหนด Atom Name ได้ตามต้องการ ส่วนของ Settings กำหนดให้ Inter-arrival time เป็นแบบ Negative Exponential ด้วยเวลา 60 นาที ซึ่งได้มาจากค่าเฉลี่ยการมาของงานจากการเก็บข้อมูล และNumber of products เป็นแบบ Unlimited ดังแสดงในรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 การสร้าง Product

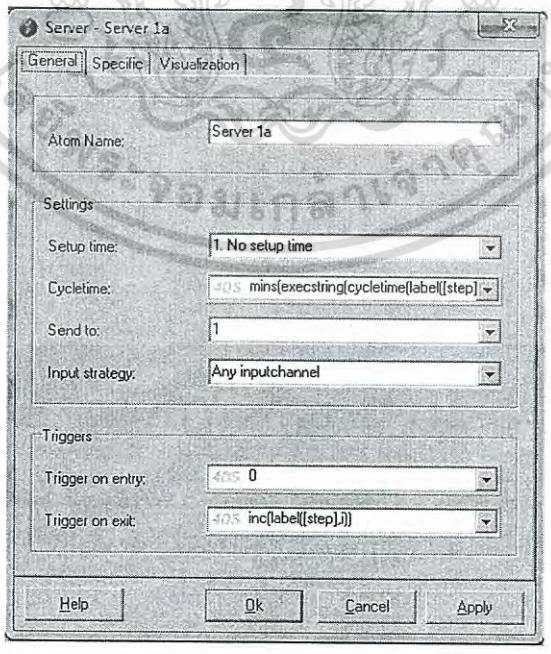
3) การสร้างแถวคอย (Queue) หน้าเครื่องจักร จำเป็นจะต้องมีไว้หน้าเครื่องจักรเพื่อรอการจัดเรียงชิ้นงานเข้าเครื่องจักรแต่ละเครื่องตามตารางที่ 3.1 สามารถกำหนด Atom Name ได้ตามต้องการ ส่วนของ Settings กำหนดให้ Capacity เป็น 1000 เพื่อเป็นการรองรับของชิ้นงานที่เข้ามา Send to เป็นแบบ 4. A random open channel หมายถึง ชิ้นงานถูกทำงานบนเครื่องจักรได้ทันทีเมื่อเครื่องจักรนั้นๆว่าง Queue discipline กำหนดได้ตามกฎการจัดลำดับงานที่ต้องการใช้ ดังแสดงในรูปที่ 3.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 การสร้าง Queue

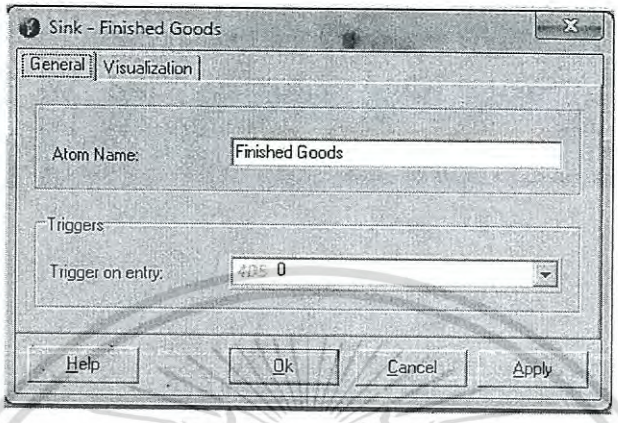
4) การสร้างตัว Server ซึ่งเปรียบเสมือนตัวเครื่องจักร สามารถกำหนด Atom Name ได้ตามต้องการ ส่วนของ Settings ได้ตามต้องการ กำหนดให้ Setup time เป็น 1. No setup time เนื่องจากกรณีศึกษานี้ไม่นำการตั้งค่าเครื่องจักรมาใช้ในการคิด Cycle time เป็นไปตามตารางที่ 4.1 ดังแสดงในรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 การสร้าง Server

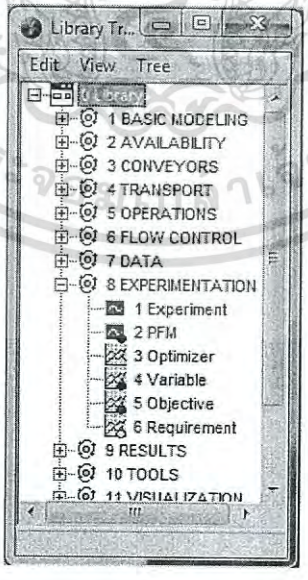
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) การสร้าง Sink เป็นการเก็บตัวแปรนำเข้าของระบบเพื่อเก็บข้อมูลว่า ตัวแปรนำเข้ากลายเป็นสินค้าสำเร็จรูป (Finished goods) กี่หน่วยในเวลานั้นๆ สามารถกำหนด Atom Name ได้ตามต้องการ ดังแสดงในรูปที่ 3.7



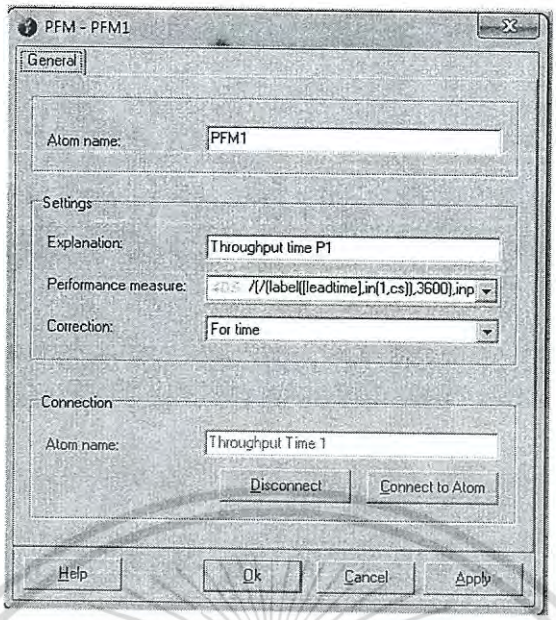
รูปที่ 3.7 การสร้าง Sink

6) การสร้างตัวเก็บข้อมูล สร้างได้จาก Experimentation ดังแสดงในรูปที่ 3.8 โดยการลากตัว Experiment ไปใส่ที่ตัว Model Layout สามารถกำหนด Atom Name ได้ตามต้องการ กำหนด Explanation ได้ตามต้องการโดยเป็นชื่อของข้อมูลที่ต้องการจะเก็บ ดังแสดงในรูปที่ 3.9



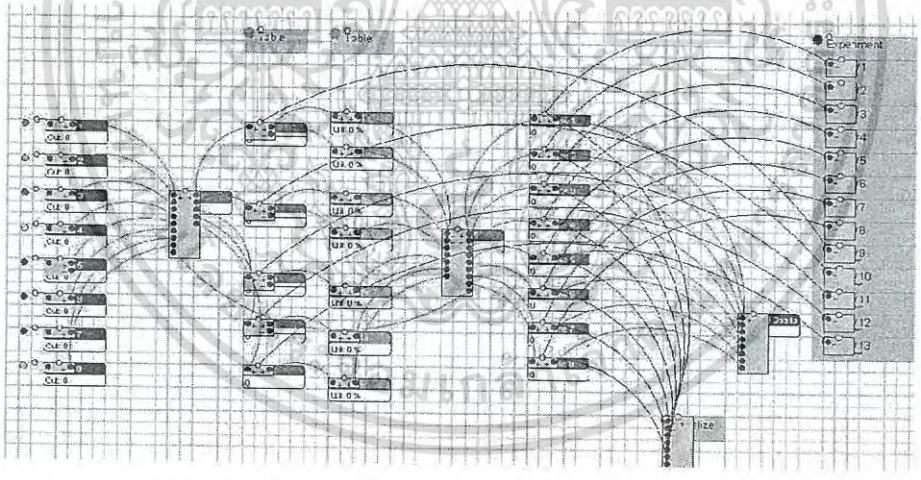
รูปที่ 3.8 การสร้างตัวเก็บข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 การสร้าง Experiment

7) เมื่อสร้างทรัพยากรในระบบครบแล้ว จะได้แบบจำลองที่เสร็จสมบูรณ์ ดังแสดงในรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 การจำลองสถานการณ์ในโปรแกรม Enterprise Dynamics

3.4.5 ช่วงเวลาในการวัดผล

ตัวแบบการจำลองจะทำการวัดผลโดยใช้ช่วงเวลาเท่ากับการทำงานของระบบจริง โดยมีเวลาทำงาน 1 วัน เท่ากับ 8 ชั่วโมง และ 5 วันต่อสัปดาห์ ในการจำลองสถานการณ์นี้มีการบันทึกผลลัพธ์เป็นเวลา 10 สัปดาห์ จึงจำเป็นต้องมีการกำหนดรอบของการประมวลผล (Run) เป็นเวลา 400 ชั่วโมง โดยมีช่วงของการวอร์มอัพ (Warm-up) 40 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.6 การกำหนดจำนวนรอบของการจำลองสถานการณ์

ในการจำลองสถานการณ์จำเป็นต้องมีการกำหนดรอบของการรัน (Run) หรือการประมวลผลให้เพียงพอเพื่อลดความแปรปรวนของผลลัพธ์ การหาจำนวนรอบสามารถหาได้ดังนี้

$$R = \left(\frac{t_{\frac{\alpha}{2}, R_0 - 1} \; S_0}{\varepsilon} \right)^2$$

โดย R คือ จำนวนรอบในการจำลองสถานการณ์

$t_{\frac{\alpha}{2}, R_0 - 1}$ คือ ค่าแจกแจง t ที่มีความเชื่อมั่น 1-α และองศาอิสระ

S_0 คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ได้จากการจำลองเบื้องต้น

ε คือ ค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้

จากการจำลองระบบการทำงานของแผนกเครื่องจักรนั้น ในการจำลองสถานการณ์ต้องมีการกำหนดจำนวนรอบในการรันซ้ำ (Number of replication) ที่เพียงพอ เพื่อลดความแปรปรวนของผลลัพธ์ โดยข้อกำหนดของทางโรงงาน จากการทำ Paired T-Test ได้ค่า T-Value เท่ากับ 0.27 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 21.63 ความผิดพลาดที่ยอมรับได้ เท่ากับ 0 จึงได้จำนวนรอบในการประมวลผล เท่ากับ 34 รอบ

3.4.7 การตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของแบบจำลอง

หลังจากการรันประมวลผลซ้ำ 34 รอบ ก่อนที่จะนำแบบจำลองที่สร้างขึ้นไปใช้อธิบายระบบการทำงานจริงนั้น ต้องมีการตรวจสอบความถูกต้อง (Model Verification) และความสมเหตุสมผลของแบบจำลอง (Model Validation) ก่อนที่จะนำระบบจำลองที่ได้สร้างขึ้นไปใช้เป็นตัวแทนของระบบจริง

1. <u>การตรวจสอบความถูกต้อง</u>

ในการตรวจสอบความถูกต้องของตัวแบบจำลองที่ผู้วิจัยได้จำลองขึ้นนั้น สามารถทำได้โดยการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ป้อนให้แก่ตัวแบบจำลอง และภาพเคลื่อนไหวที่แสดงเส้นทางการเดินของชิ้นงานทางแผนกเครื่องจักรกล ซึ่งประกอบด้วยกลุ่มของเครื่องจักร 5 กลุ่ม โดยชิ้นงานทั้งหมด 8 ชิ้น จะถูกดำเนินการบนแต่ละเครื่องจักรตามเวลาการผลิตและเส้นทางการเคลื่อนที่ของชิ้นงาน โดยเวลาการติดตั้งเครื่องจักรและเครื่องจักรเสียเท่ากับศูนย์และจำนวนชิ้นงานที่เข้ามาในระบบจะต้องเท่ากับจำนวนชิ้นงานที่ออกจากระบบ ผลลัพธ์จำนวนชิ้นงานที่เข้ามาในระบบและออกจากระบบจากแบบจำลองที่ผู้วิจัยได้ทำการสร้างนั้น พบว่าจำนวนชิ้นงานที่เข้ามาในระบบ (Number In) มีค่าเท่ากับจำนวนชิ้นงานที่ออกจากระบบ (Number Out) แสดงให้เห็นว่าระบบที่ได้จำลองขึ้น สามารถจำลองระบบจริงในโรงงานได้โดยไม่มีชิ้นงานค้างอยู่ในระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การตรวจสอบความสมเหตุสมผลของแบบจำลอง

ในการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของแบบจำลอง จะใช้การตรวจสอบความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลอง เปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้จากระบบจริงของทางโรงงาน ด้วยวิธี Welch Confidence Interval ที่ความเชื่อมั่น 95% เพื่อทดสอบว่า ข้อมูลที่ได้จากระบบจริงนั้น อยู่ภายใต้ช่วง 95% CI ของข้อมูลที่ได้จากระบบจำลองผลจากการทดสอบ โดยทำการเปรียบเทียบเวลารวมในระบบโดยเฉลี่ยของชิ้นงานที่ถูกดำเนินการบนแต่ละเครื่องจักร ผลลัพธ์เวลารวมเฉลี่ยในระบบของชิ้นงานบนแต่ละเครื่องจักร

เมื่อนำผลมาเปรียบเทียบกับข้อมูลจริงที่ได้จากโรงงานในส่วนของเวลารวมเฉลี่ยในระบบปัจจุบันนั้น ได้มาจากการเก็บข้อมูลจากหน้างานจริงเป็นจำนวนอย่างน้อย 20 ค่า แสดงให้เห็นว่าข้อมูลเวลารวมในระบบโดยเฉลี่ยของชิ้นงานแต่ละชิ้นที่ได้มาจากระบบปัจจุบันของทางโรงงานนั้น อยู่ภายใต้ช่วง 95% CI ของข้อมูลที่ได้จากระบบจำลองโดยมีการประมวลผลซ้ำ 34 รอบ จึงสามารถสรุปได้ว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นกับระบบจริงของทางโรงงานไม่แตกต่างกัน เนื่องจากค่าเฉลี่ยเวลารวมในแบบจำลองนี้สามารถนำมาอธิบายการทำงานของระบบปัจจุบันของทางโรงงานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการดำเนินงาน

4. ผลการทดลอง

ในส่วนนี้ผลการทดลองสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน ในการทดลองส่วนแรกกฎการจัดลำดับงานและการจัดตารางการผลิตจะถูกทำการวิเคราะห์ภายใต้สภาพแวดล้อมแบบคงที่ (Deterministic) โดยใช้โปรแกรม LEKIN Scheduling Software ในส่วนของการทดลองที่สองจะทำการวิเคราะห์การจัดลำดับงานและตารางการผลิตภายใต้สภาพแวดล้อมที่ไม่แน่นอน (Stochastic) โดยใช้โปรแกรม Enterprise Dynamics Simulation Software โดยผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลองทั้งสองแบบจะถูกนำไปประเมินผลเพื่อหาวิธีการจัดลำดับงานที่เหมาะสมกับกรณีศึกษา

4.1 ผลการจัดตารางการผลิตแบบคงที่

ในส่วนนี้กฎการจัดลำดับงานและการจัดตารางการผลิตจะถูกทำการวิเคราะห์ภายใต้สภาพแวดล้อมแบบคงที่ (Deterministic) โดยใช้โปรแกรม LEKIN Scheduling Software ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลองจะแสดงในตาราง 4.1 ประกอบด้วย ค่าเวลาสิ้นสุดของงานรวม (Makespan) เวลาของงานที่ผ่านในระบบ (Total flow time) เวลางานล่าช้าสูงสุด (Max tardiness) จำนวนงานที่มีการส่งมอบล่าช้า (Number of tardy jobs) และเวลางานล่าช้า (Tardiness time) ซึ่งใช้สำหรับการวิเคราะห์และประเมินผลเพื่อค้นหาทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด

ตาราง 4.1 เกณฑ์การวัดผลแต่ละกฎการจัดลำดับงาน

กฎการจัดงาน	เกณฑ์การวัดผล (Performance Measures)				
	ค่าเวลาสิ้นสุดของงานรวม (Makespan)	เวลาของงานที่ผ่านในระบบ (Flow time)	เวลางานล่าช้าสูงสุด (Max tardiness)	จำนวนงานที่มีการส่งมอบล่าช้า (No. of tardiness)	เวลางานล่าช้า (Tardiness)
FCFS	70	451	16	3	36
SPT	63	444	15	4	36
LPT	87	446	35	4	48
EDD	72	448	8	2	14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

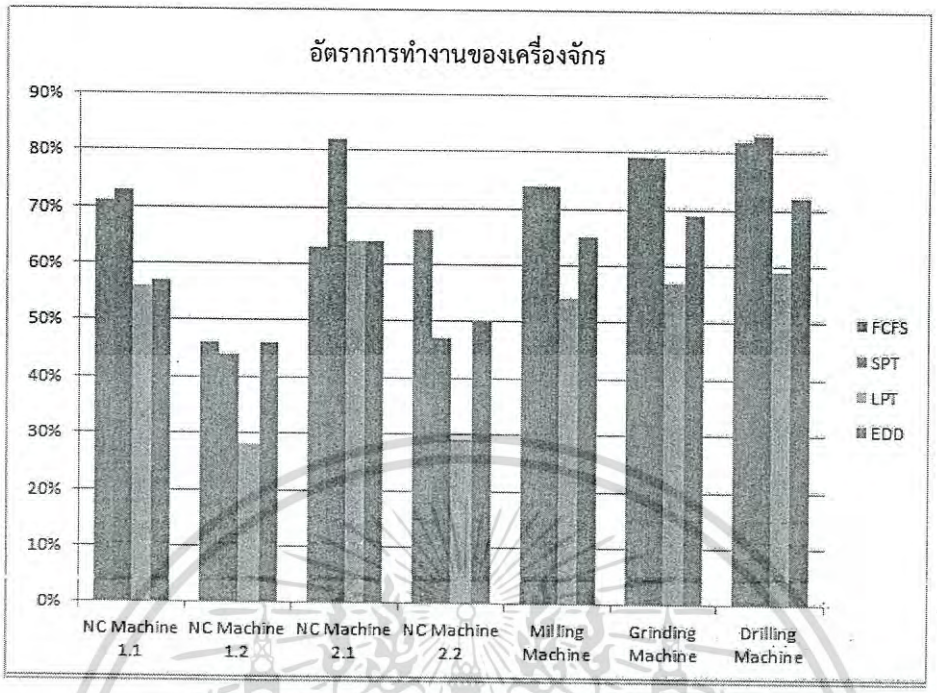
จากผลการทดลองที่แสดงในตารางที่ 4.1 แสดงเกณฑ์การวัดผลของการจัดตารางการผลิต ซึ่งประกอบไปด้วย ค่าเวลาสิ้นสุดของงานรวม ค่าเวลาของงานที่ผ่านระบบ จำนวนงานที่มีการส่งมอบล่าช้า และเพิ่มอัตราการทำงานของเครื่องจักรให้มากที่สุด เมื่อพิจารณาเกณฑ์วัดประสิทธิภาพในด้านของค่าเวลาสิ้นสุดของงานรวมพบว่า กฎการจัดลำดับงานด้วยวิธี SPT ให้ผลดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกฎการจัดลำดับงานด้วยวิธีอื่นๆ ซึ่งใช้เวลา 63 นาที ส่วนกฎการจัดลำดับงานที่ให้ผลลัพธ์ที่ดีเป็นลำดับที่สองคือ กฎการจัดลำดับงานด้วยวิธี FCFS มีเวลาเท่ากับ 70 นาที จากนั้นเป็นกฎการจัดลำดับงานด้วยวิธี EDD มีค่าเวลาเท่ากับ 72 นาที และสุดท้ายเป็นกฎการจัดลำดับงานด้วยวิธี FCFS มีค่าเวลาเป็น 87 นาที ตามลำดับ โดยเมื่อพิจารณาในด้านของจำนวนงานที่มีการส่งมอบล่าช้าพบว่า กฎการจัดลำดับงานด้วยวิธี EDD ให้ผลดีที่สุด ซึ่งมีจำนวนงานที่มีการส่งมอบล่าช้าเพียง 2 งาน ลำดับที่สองคือกฎการจัดลำดับงานด้วยวิธี FCFS จำนวน 3 งาน และสุดท้ายคือกฎการจัดลำดับงานด้วยวิธี SPT และกฎการจัดลำดับงานด้วยวิธี LPT ซึ่งให้ค่าเท่ากันคือจำนวน 4 งาน

ตาราง 4.2 อัตราการทำงานของเครื่องจักรแต่ละเครื่อง

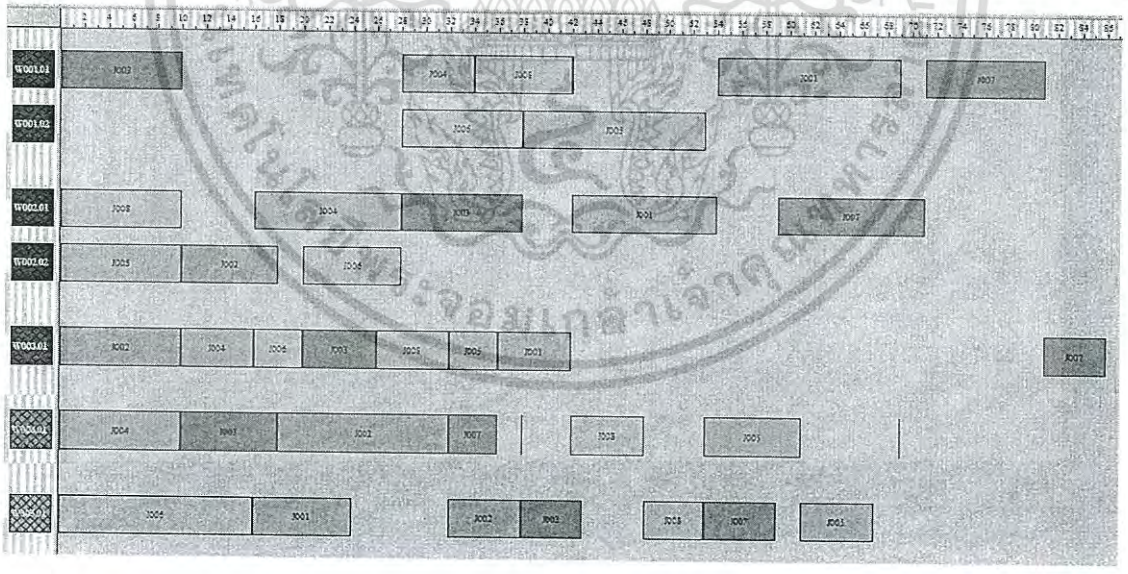
เครื่องจักร	อัตราการทำงานของเครื่องจักร (Machine Utilization)			
	The FCFS rule	The SPT rule	The LPT rule	The EDD rule
1. NC Machine 1.1	0.71	0.73	0.56	0.57
1. NC Machine 1.2	0.46	0.44	0.28	0.46
3. NC Machine 2.1	0.63	0.82	0.64	0.64
4. NC Machine 2.2	0.66	0.47	0.29	0.50
5. Milling Machine	0.74	0.74	0.54	0.65
6. Grinding Machine	0.79	0.79	0.57	0.69
7. Drilling Machine	0.82	0.83	0.59	0.72
ค่าเฉลี่ย	0.69	0.70	0.50	0.60

ผลการทดลองในตารางที่ 4.2 แสดงค่าอัตราการทำงานของเครื่องจักรแต่ละเครื่องและค่าอัตราการทำงานของเครื่องจักรโดยรวมเฉลี่ย และรูปที่ 4.1 แสดงการเปรียบเทียบค่าอัตราการทำงานของเครื่องจักรแต่ละวิธี ซึ่งพบว่ากฎการจัดลำดับงานด้วยวิธี SPT ให้ค่าเฉลี่ยอัตราการทำงานของเครื่องจักรสูงสุดคิดเป็นร้อยละ 70 และกฎการจัดลำดับงานด้วยวิธี LPT มีค่าสูงสุดเป็นลำดับที่สองคิดเป็นร้อยละ 69 ส่วนกฎการจัดลำดับงานด้วยวิธี EDD และกฎการจัดลำดับงานด้วย FCFS ให้ค่าเฉลี่ยอัตราการทำงานของเครื่องจักรคิดเป็นร้อยละ 60 และ 50 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 แสดงอัตราการทำงานของเครื่องจักรแต่ละเครื่องในแต่ละกฎการจัดลำดับงาน

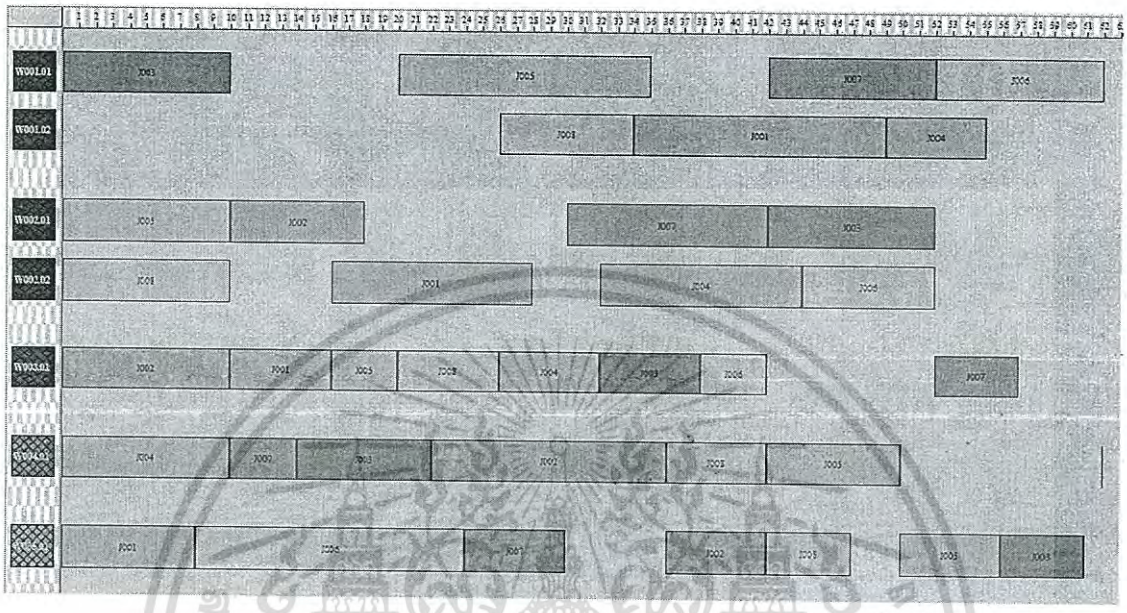


รูปที่ 4.2 แผนภูมิแกนต์แสดงการจัดลำดับงานด้วยวิธี FCFS

จากรูปที่ 4.2 แสดงแผนภูมิแกนต์ชาร์ท (Gantt Chart) ของกฎการจัดลำดับงานด้วยวิธีงานมาก่อนเข้ารับบริการก่อน (FCFS) ซึ่งมีค่าเวลาสิ้นสุดของงานรวม 70 นาที มีเวลารวมของงานที่ผ่านระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

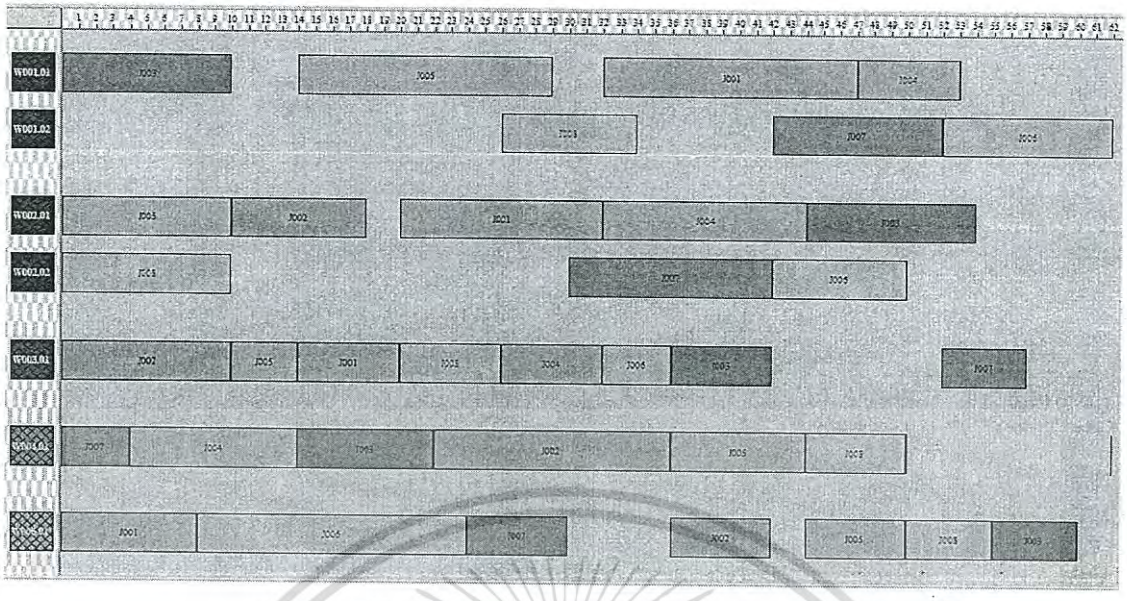
เท่ากับ 451 นาที โดยมีจำนวนงานที่มีการส่งมอบล่าช้าจำนวน 3 งานและมีเวลาที่ส่งงานล่าช้าโดยรวมเท่ากับ 36 นาที นอกจากนี้อัตราการทำงานของเครื่องจักรสำหรับกฎการจัดลำดับงานด้วยวิธีมาก่อนเข้ารับบริการก่อนเท่ากับร้อยละ 69



รูปที่ 4.3 แผนภูมิแกนต์แสดงการจัดลำดับงานด้วยวิธี SPT

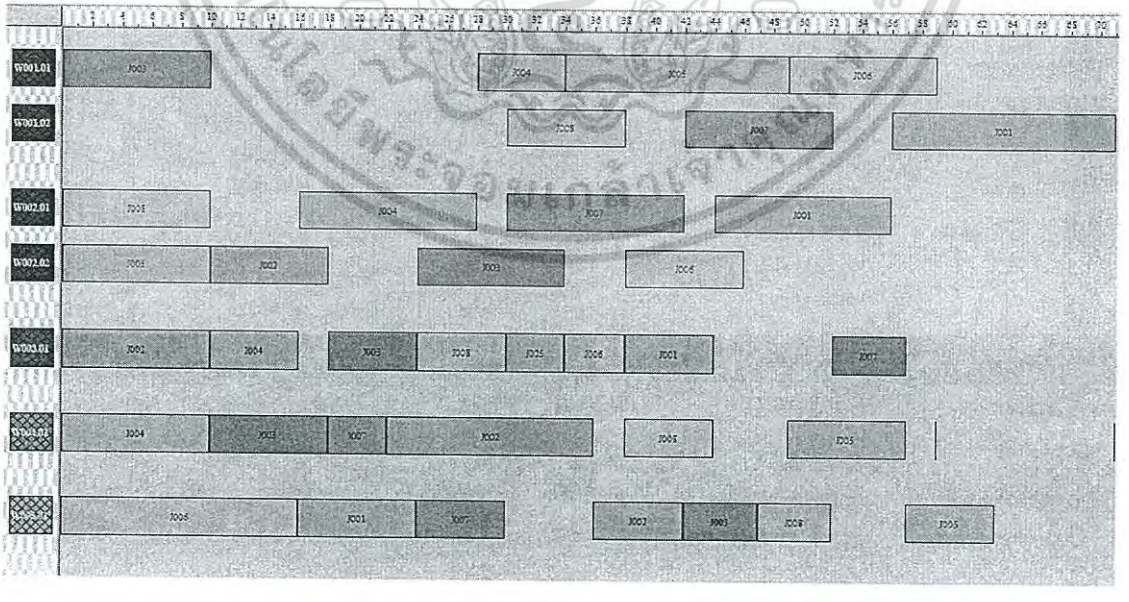
จากรูปที่ 4.3 แสดงแผนภูมิแกนต์ชาร์ท (Gantt Chart) ของกฎการจัดลำดับงานด้วยวิธีเวลาปฏิบัติงานน้อยสุดเข้ารับบริการก่อน (SPT) ซึ่งมีค่าเวลาสิ้นสุดของงานรวม 63 นาที มีเวลารวมของงานที่ผ่านระบบเท่ากับ 444 นาที โดยมีจำนวนงานที่มีการส่งมอบล่าช้าจำนวน 4 งานและมีเวลาที่ส่งงานล่าช้าโดยรวมเท่ากับ 36 นาที นอกจากนี้อัตราการทำงานของเครื่องจักรสำหรับกฎการจัดลำดับงานแบบเวลาปฏิบัติงานน้อยสุดเข้ารับบริการก่อนเท่ากับร้อยละ 70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 แผนภูมิแกนต์แสดงการจัดลำดับงานด้วยวิธี LPT

จากรูปที่ 4.4 แสดงแผนภูมิแกนต์ชาร์ท (Gantt Chart) ของกฎการจัดลำดับงานด้วยวิธีเวลาปฏิบัติงานนานสุดเข้ารับบริการก่อน (LPT) ซึ่งมีค่าเวลาสิ้นสุดของงานรวม 87 นาที มีเวลารวมของงานที่ผ่านระบบเท่ากับ 446 นาที โดยมีจำนวนงานที่มีการส่งมอบล่าช้าจำนวน 4 งานและมีเวลาที่ส่งงานล่าช้าโดยรวมเท่ากับ 48 นาที นอกจากนี้อัตราการทำงานของเครื่องจักรสำหรับกฎการจัดลำดับงานด้วยวิธีเวลาปฏิบัติงานนานสุดเข้ารับบริการก่อนเท่ากับร้อยละ 50



รูปที่ 4.5 แสดงแผนภูมิแกนต์ของกฎการจัดลำดับงานด้วยวิธี EDD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.5 แสดงแผนภูมิแกนต์ชาร์ท (Gantt Chart) ของกฎการจัดลำดับงานด้วยวิธีวันกำหนดส่งงานเร็วสุดเข้ารับบริการก่อน (EDD) ซึ่งมีค่าสิ้นสุดของงานรวม 72 นาที มีเวลารวมของงานที่ผ่านระบบเท่ากับ 448 นาที โดยมีจำนวนงานที่มีการส่งมอบล่าช้าจำนวน 2 งานและมีเวลาที่ส่งงานล่าช้าโดยรวมเท่ากับ 14 นาที นอกจากนี้อัตราการทำงานของเครื่องจักรสำหรับกฎการจัดลำดับงานวันกำหนดส่งงานเร็วสุดเข้ารับบริการก่อนเท่ากับร้อยละ 60

4.2 ผลการจัดตารางการผลิตภายใต้ความไม่แน่นอน

ในส่วนนี้ตัวแบบการจำลองสถานการณ์ด้วยกฎการจัดลำดับงานและการจัดตารางการผลิตจะถูกทำการวิเคราะห์และประเมินผลภายใต้ความไม่แน่นอน (Stochastic) โดยใช้โปรแกรม Enterprise Dynamic Simulation ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลองจะแสดงในตาราง 4.3 และ 4.4 ในการวัดค่าเวลาเฉลี่ยของงานที่ผ่านระบบแต่ละงาน และจำนวนงานที่มีการส่งมอบล่าช้าเฉลี่ย จากนั้นทำการพิจารณาเปรียบเทียบผลเพื่อเลือกหาวิธีการที่เหมาะสม

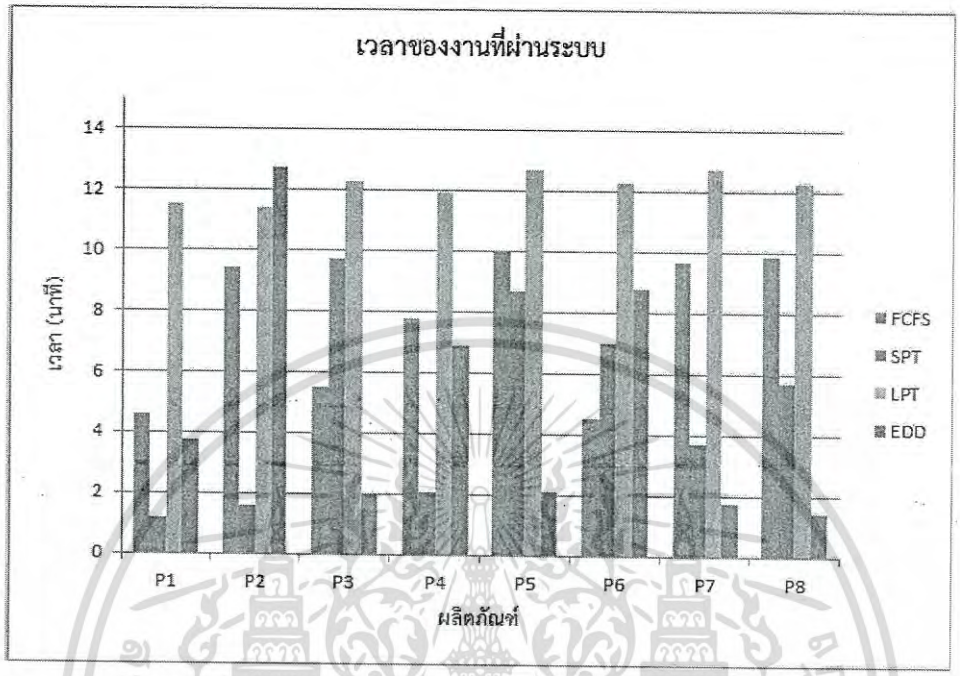
ตารางที่ 4.3 ค่าเวลาเฉลี่ยของชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการผลิตแต่ละงาน

ชิ้นงาน	FCFS (กฎเดิมที่ใช้)	SPT	LPT	EDD
P1	4.55523	1.1833005	11.50234	3.7387694
P2	9.434118	1.6197306	11.42764	12.738722
P3	5.5024421	9.730986	12.31255	2.0016588
P4	7.746085	2.0710802	11.90975	6.912591
P5	10.04623	8.6771664	12.70814	2.1183278
P6	4.516909	6.9718226	12.30543	8.8118239
P7	9.676185	3.7296192	12.77152	1.759361
P8	9.896345	5.7349621	12.27505	1.4404374
ค่าเฉลี่ย	8.200261	4.4362655	12.15155	4.9402115

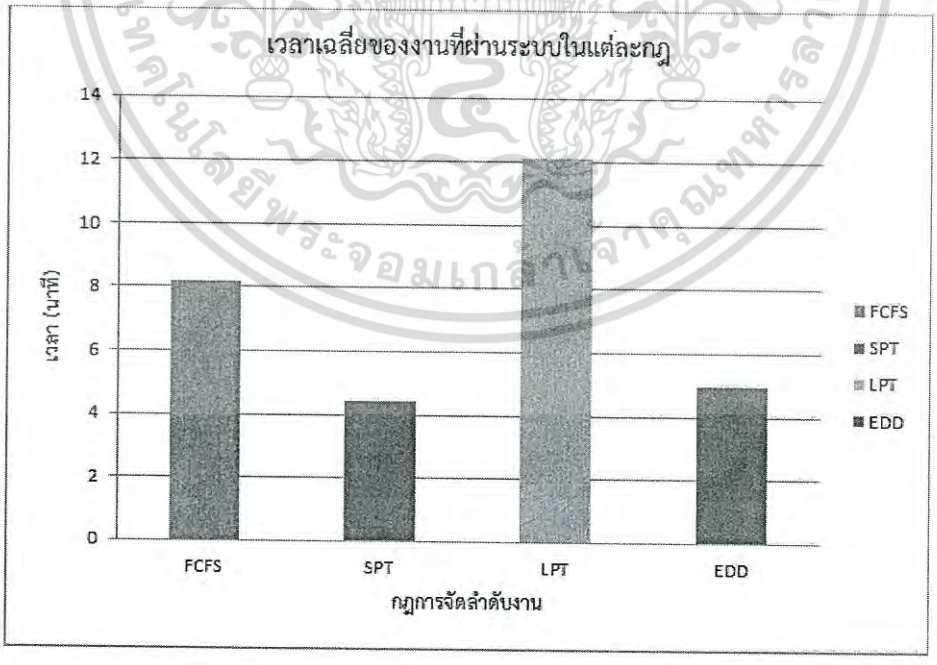
จากผลการทดลองที่แสดงในตารางที่ 4.3 แสดงค่าเวลาเฉลี่ยของงานที่ผ่านระบบแต่ละงาน เมื่อพิจารณาในแต่ละกฎการจัดลำดับงานพบว่า กฎการจัดลำดับงานด้วยวิธี SPT ให้ผลดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกฎการจัดลำดับงานด้วยวิธีอื่นๆ ซึ่งใช้เวลา 4.4 นาที ส่วนกฎการจัดลำดับงานที่ให้ผลลัพธ์ที่ดีเป็นลำดับที่สองคือ กฎการจัดลำดับงานด้วยวิธี EDD มีเวลาเท่ากับ 4.9 นาที จากนั้นเป็นกฎการจัดลำดับงานด้วยวิธี FCFS มีค่าเวลาเท่ากับ 8.2 นาที และสุดท้ายเป็นกฎการจัดลำดับงานด้วยวิธี LPT มีค่าเวลาเป็น 12.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นาที ตามลำดับ โดยตารางที่ 4.3 สามารถแสดงเป็นแผนภูมิของค่าเวลาของงานที่ผ่านระบบแต่ละงานและค่าเวลาเฉลี่ยของงานที่ผ่านระบบในแต่ละกฎการจัดลำดับงาน ดังแสดงในรูปที่ 4.6 และ 4.7



รูปที่ 4.6 แผนภูมิเวลาของงานที่ผ่านระบบ



รูปที่ 4.7 เวลาเฉลี่ยของงานที่ผ่านระบบในแต่ละกฎ

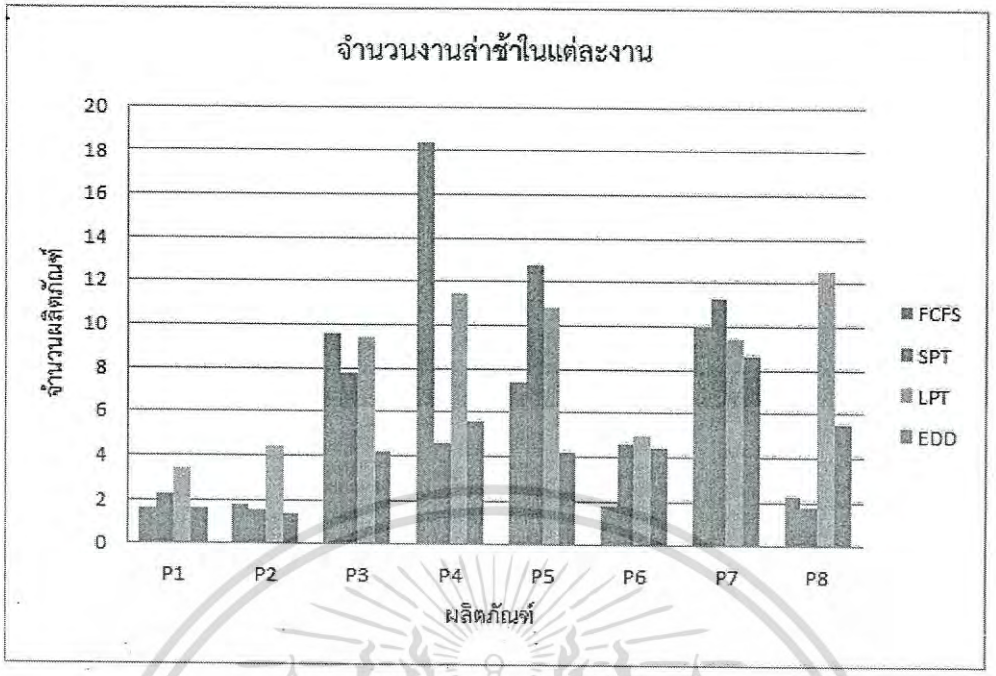
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 จำนวนงานที่มีการส่งมอบล่าช้าของแต่ละงาน

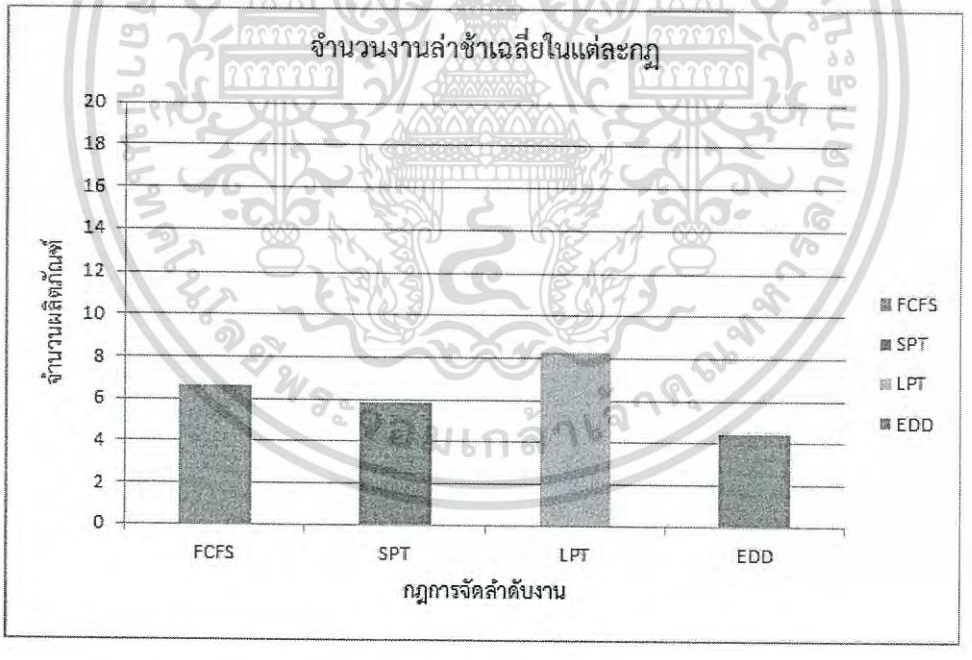
ชิ้นงาน	FCFS	SPT	LPT	EDD
P1	1.6	2.2	3.4	1.6
P2	1.8	1.5	4.4	1.4
P3	9.6	7.8	9.4	4.2
P4	18.4	4.6	11.4	5.6
P5	7.4	12.8	10.8	4.2
P6	1.8	4.6	5	4.4
P7	9.95	11.3	9.4	8.6
P8	2.2	1.8	12.5	5.5
ค่าเฉลี่ย	6.59375	5.825	8.2875	4.4375

จากผลการทดลองที่แสดงในตารางที่ 4.4 แสดงจำนวนงานที่มีการส่งมอบล่าช้าของแต่ละงาน เมื่อพิจารณาในแต่ละกฎการจัดลำดับงานพบว่า กฎการจัดลำดับงานด้วยวิธี EDD ให้ผลดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกฎการจัดลำดับงานด้วยวิธีอื่นๆ ซึ่งมีจำนวนงานล่าช้า 4.4 งาน ส่วนกฎการจัดลำดับงานที่ให้ผลลัพธ์ที่ดีเป็นลำดับที่สองคือกฎการจัดลำดับงานด้วยวิธี SPT ซึ่งมีจำนวนงานล่าช้า 5.8 งาน จากนั้นเป็นกฎการจัดลำดับงานด้วยวิธี FCFS ซึ่งมีจำนวนงานล่าช้า 6.6 งาน และสุดท้ายเป็นกฎการจัดลำดับงานด้วยวิธี LPT ซึ่งมีจำนวนงานล่าช้า 8.2 งาน ตามลำดับ โดยตารางที่ 4.4 สามารถแสดงเป็นแผนภูมิของจำนวนงานล่าช้าและจำนวนงานล่าช้าเฉลี่ยในแต่ละกฎการจัดลำดับงาน ดังแสดงในรูปที่ 4.8 และ 4.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 จำนวนงานล่าช้า



รูปที่ 4.9 จำนวนงานล่าช้าเฉลี่ยในแต่ละกฎ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการดำเนินงาน

การศึกษาการนำเอาวิธีฮิวริสติกและวิธีการจำลองสถานการณ์มาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาการจัดตารางการผลิตแบบตามสั่ง สามารถสรุปผลการดำเนินงานได้ดังนี้

5. สรุปผลการทดลอง

ในกรณีศึกษาการประยุกต์ใช้กฎการจัดลำดับงานในปัญหากระบวนการผลิตแบบสั่งผลิต ซึ่งมีงานจำนวน 8 งาน ทำการผลิตบนกลุ่มเครื่องจักร 5 ประเภท โดยในกรณีศึกษานี้จะเก็บข้อมูลเฉพาะกรณีของการผลิตนาฬิกาเพียง 1 รุ่นเท่านั้น วัตถุประสงค์ของการศึกษา เพื่อศึกษาค่าเวลาเฉลี่ยน้อยที่สุดของงานที่ผ่านระบบ จำนวนงานที่มีการส่งมอบล่าช้า และการปรับปรุงอัตราการทำงานของเครื่องจักร โดยใช้กฎการจัดลำดับงานต่างๆสำหรับการทดสอบเพื่อหาวิธีการที่ดีที่สุดซึ่งเป็นวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมกับกรณีศึกษานี้

5.1 สรุปผลการทดลอง

ผลการเปรียบเทียบระหว่างผลการทดลองของกฎการจัดลำดับงานด้วยวิธี SPTและกฎการจัดลำดับงานด้วยวิธีอื่นๆ รวมทั้งกฎการจัดลำดับงานด้วยวิธี FCFS ซึ่งเป็นกฎที่ใช้อยู่ในปัจจุบันของกรณีศึกษานี้ ผลการศึกษาพบว่ากฎการจัดลำดับงานด้วยวิธี SPT ดีกว่ากฎการจัดลำดับงานด้วยวิธีอื่นๆ

5.1.1 วิธีฮิวริสติก

กฎการจัดลำดับงานด้วยวิธี SPT ให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดโดยรวม เมื่อเปรียบเทียบกับกฎการจัดลำดับงานวิธีอื่นๆ และเมื่อเทียบกับกฎการจัดลำดับงานที่ใช้อยู่ในปัจจุบันคือวิธี FCFS จะให้ค่าเวลาสิ้นสุดของงานรวม (Makespan) ลดลงประมาณ 20% ในการพิจารณาจำนวนงานที่มีการส่งมอบล่าช้า (Number of tardiness job) กฎการจัดลำดับงานด้วยวิธี EDD จะให้ประสิทธิภาพดีขึ้น 33% เมื่อเทียบกับกฎการจัดลำดับงานด้วยวิธี FCFS นอกจากนี้กฎการจัดลำดับงานด้วยวิธี SPT ยังให้ค่าอัตราการทำงานของเครื่องจักรมีค่าเพิ่มสูงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.2 วิธีการจำลองสถานการณ์

กฎการจัดลำดับงานด้วยวิธี SPT จะให้ค่าเวลาเฉลี่ยของงานที่ผ่านระบบลดลง 45.97% เมื่อเทียบกับกฎการจัดลำดับงานในปัจจุบัน ในการพิจารณาจำนวนงานที่มีการส่งมอบล่าช้า กฎการจัดลำดับงานด้วยวิธี EDD ให้ประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น 19.18% โดยสามารถสรุปแต่ละกฎการจัดลำดับงานได้ดังนี้

1. กฎการจัดลำดับงานแต่ละกฎมีผลกระทบที่สำคัญต่อประสิทธิภาพของระบบซึ่งขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของระบบ
2. กฎการจัดลำดับงานด้วยวิธี FCFS ที่ใช้อยู่ในปัจจุบันไม่สามารถตอบสนองเกณฑ์การวัดประสิทธิภาพของระบบทั้งหมดในกรณีนี้ได้
3. กฎการจัดลำดับงานด้วยวิธี SPT ให้ประสิทธิภาพสูงสุดในด้านเวลาของงานที่ผ่านระบบ และอัตราการทำงานของเครื่องจักร
4. กฎการจัดลำดับงานด้วยวิธี EDD จะให้จำนวนงานล่าช้าน้อยที่สุดโดยทั่วไปงานจะเสร็จประมาณวันครบกำหนดส่ง ในกรณีนี้กฎการจัดลำดับงานด้วยวิธี SPT และ LPT ส่งผลกระทบโดยตรงต่อจำนวนงานที่มีการส่งมอบล่าช้า

5.2 ข้อเสนอแนะ

หลักการในการนำเอาวิธีฮิวริสติกและวิธีการจำลองสถานการณ์มาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาการจัดตารางการผลิตแบบสั่งผลิตที่นำเสนอเป็นการแสดงภาพรวม ดังนั้นการนำไปประยุกต์ใช้จริงนั้น ควรมีการพัฒนาให้เหมาะสมสำหรับแต่ละโรงงาน ซึ่งทางคณะผู้จัดทำได้แบ่งข้อเสนอแนะเป็น 2 ส่วน ดังนี้

5.2.1 ข้อเสนอแนะสำหรับบริษัท

1. ในการเริ่มต้น ผู้วางแผนควรระวังในการเลือกเครื่องจักรที่สามารถทำการดำเนินการเดียวกันได้ เช่น เครื่อง NC เครื่องกัด เครื่องเจาะ กับการดำเนินการ เพราะถ้าผู้วางแผนกระจายงานไปยังหนึ่งในเครื่องจักรเหล่านี้มากกว่าเครื่องอื่นๆแล้วเครื่องจักรเหล่านี้จะกลายเป็นคอขวดของระบบการผลิต
2. สำหรับกรณีศึกษานี้ บริษัทควรใช้กฎการจัดลำดับงานด้วยวิธี SPT เพื่อช่วยในการวางแผนการผลิต เพราะให้ผลลัพธ์ที่เหมาะสมกับกรณีศึกษานี้มากกว่ากฎการจัดลำดับงานด้วยวิธีอื่นๆ

5.2.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาเพิ่มเติม

1. ควรมีการพิจารณากฎการจัดลำดับงานวิธีอื่น เช่น LWKR CR หรือ Minimum Slack มาใช้ในการศึกษาผลกระทบต่อการจัดตารางการผลิต
2. ควรใช้กฎการจัดลำดับงานแบบผสมมาทดลองสำหรับการดำเนินการที่ขัดแย้ง ในกรณีที่การจัดลำดับงานด้วยกฎเดียวไม่สามารถแก้ปัญหาได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] ชุมพล ศฤงคารศิริ. การวางแผนและการควบคุมการผลิต. พิมพ์ครั้งที่10. กรุงเทพมหานคร : สมาคมส่งเสริม เทคโนโลยี (ไทย – ญี่ปุ่น), 2545.

[2] ปรเมศ ชุติมา. เทคนิคการจัดตารางการดำเนินงาน. พิมพ์ครั้งที่1. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2546

[3] Baker, K.R. (1984). Sequencing rules and due-date assignments in a job shop. Management Science, Vol. 30, pp. 1093–1104.

[4] Gere, J.R. (1966). Heuristics in job shop scheduling. Management Science, Vol. 13, pp. 167-190.

[5] Maria, A., 1997 , "Introduction to model and simulation", Proceeding of the 1997 Winter simulation Conference ed. S. Andradottir, K.J. Healy, D.H. Withers, and B.L.Nelson.

[6] Pinedo, M. (2001). Scheduling: theory, algorithms, and systems. New York: Prentice Hall.

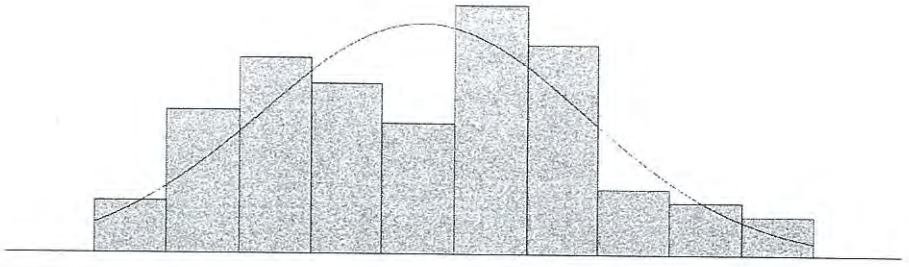
[7] Reid, R. D., Sanders, N. R. (2002).Operations management. New York: Wiley

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

(ข้อมูลที่ใช้ในการแจกแจงข้อมูล)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ผก 1 การแจกแจงแบบปกติ

การแจกแจง: Normal

การแสดง: NORM(15.1, 2.04)

ค่าคลาดเคลื่อนกำลังสอง: 0.012139

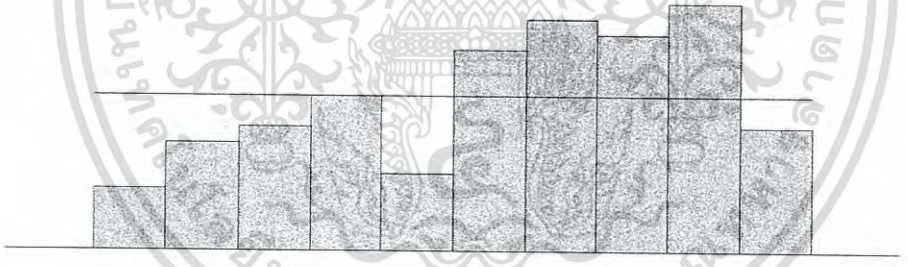
การทดสอบไคสแควร์

จำนวนครั้งของการทดลอง = 7

องศาความเป็นอิสระ = 4

ค่าทดสอบทางสถิติ = 8.67

ความสอดคล้องของค่า p-value = 0.074



รูปที่ ผก 2 การแจกแจงแบบยูนิฟอร์ม

การแจกแจง: Uniform

การแสดง: UNIF(4, 8)

ค่าคลาดเคลื่อนกำลังสอง: 0.016400

การทดสอบไคสแควร์

จำนวนครั้งของการทดลอง = 9

องศาความเป็นอิสระ = 8

ค่าทดสอบทางสถิติ = 16.8

ความสอดคล้องของค่า p-value = 0.0341

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผก 1 เปรียบเทียบค่าของงานระหว่างระบบจริงกับแบบจำลอง

ชิ้นงาน	ชิ้นงานในระบบจริง (ชิ้น/สัปดาห์)	ชิ้นงานในแบบจำลอง (ชิ้น/สัปดาห์)	ผลต่าง	ส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ยกำลังสอง
P1	45	43.5275	1.4725	2.73675
P2	60	57.625	2.375	5.640625
P3	100	101.425	-1.425	2.030625
P4	55	56.487	-1.487	2.211169
P5	60	62.487	-2.487	6.185169
P6	50	51.851	-1.851	3.426201
P7	100	99.802	0.198	0.039204
P8	65	63.25	1.75	3.0625
			-0.1818125	3.16653

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้