การปรับปรุงกระบวนการผลิตเสื้อไหมพรมถักโดยวิธีการจำลองสถานการณ์: กรณีศึกษา บริษัท ป.สยามนิตติ้ง แฟคตอรี่ จำกัด

PRODUCTION PROCESS IMPROVEMENT OF KNITTED SWEATER USING SIMULATION METHOD: A CASE STUDY OF P. SIAM KNITTING FACTORY CO., LTD.

นางสาวพัชรินทร์ แย้มเดช

MS. PHATCHARIN YAMDECH

นางสาวศุภนิดา ทรัพย์เจริญ

MS. SUPANIDA SAPJAREON

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

PRODUCTION PROCESS IMPROVEMENT OF KNITTED SWEATER USING SIMULATION METHOD: A CASE STUDY OF P. SIAM KNITTING FACTORY CO., LTD.

MS. PHATCHARIN YAMDECH

MS. SUPANIDA SAPJAREON

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF ENGINEERING IN INDUSTRIAL ENGINEERING

SCHOOL OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2020

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

หัวข้อปริญญานิพนธ์ การปรับปรุงกระบวนการผลิตเสื้อไหมพรมถักโดยวิธีการจำลองสถานการณ์: กรณีศึกษา บริษัท ป.สยามนิตติ้ง แฟคตอรี่ จำกัด
PRODUCTION PROCESS IMPROVEMENT OF KNITTED SWEATER USING SIMULATION METHOD: A CASE STUDY OF P. SIAM KNITTING FACTORY CO., LTD.

นักศึกษา นางสาวพัชรินทร์ แย้มเดช รหัสประจำตัว 60010684
นางสาวศุภนิดา ทรัพย์เจริญ รหัสประจำตัว 60011001

หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์

กิตติวัฒน์ สิริเกษมสุข

(ผศ.ดร.กิตติวัฒน์ สิริเกษมสุข)

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การปรับปรุงกระบวนการผลิตเสื้อไหมพรมถักโดยวิธีการจำลองสถานการณ์: กรณีศึกษา บริษัท ป.สยามนิตติ้ง แฟคตอรี่ จำกัด
นักศึกษา	นางสาวพัชรินทร์ แย้มเดช นางสาวศุภนิดา ทรัพย์เจริญ
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา	2563
อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	ผศ.ดร.กิตติวัฒน์ สิริเกษมสุข

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ปัญหาในการผลิตเสื้อกันหนาวไหมพรหมของแผนกทอคอมพิวเตอร์ และเพื่อลดรอบเวลาการผลิต (Cycle Time) ในแผนกทอคอมพิวเตอร์ โดยการใช้การจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ (Simulation) ในการวิเคราะห์หารูปแบบการผลิตที่เหมาะสม โดยทำการศึกษากระบวนการต่าง ๆ ในการผลิตเสื้อกันหนาวไหมพรหม จากการเก็บข้อมูลและการจับเวลาการทำงานอย่างต่อเนื่อง พบว่า แผนกทอคอมพิวเตอร์เป็นแผนกที่รอบเวลาการผลิตจริงสูงสุด หลังจากนั้นจึงใช้แผนภูมิต้นไม้ (Tree Diagram) วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา หลังจากการใช้แผนภูมิพาเรโต พบว่าสาเหตุของปัญหามาจาก ระยะเวลารอเครื่องจักรอื่นผลิตชิ้นส่วนผ้าแผ่น และระยะเวลารอพนักงานตั้งค่าเครื่องจักร คิดเป็น 59.2214% และ 26.7681% ตามลำดับ จากข้อมูลที่ทำการวิเคราะห์ ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาแนวทางการแก้ไขปัญหาดังกล่าว ด้วยการจัดลำดับการทำงานใหม่ของการทอผ้าแผ่น ควบคู่กับการประยุกต์ใช้โปรแกรม ProModel เพื่อให้ได้การจัดลำดับการทำงานที่มีประสิทธิภาพภายใต้ข้อกำหนดต่าง ๆ ผลการจำลองพบว่า แบบจำลองหลังปรับปรุงรูปแบบที่ 1 ให้ผลการจำลองที่ดีที่สุด คือ รอบเวลาการผลิต เท่ากับ 312.29 วินาทีต่อตัว และมีค่าเวลารวมในการผลิตเสร็จสิ้น (Make Span) เท่ากับ 69,775.74 วินาที นอกจากนี้ยังมีกำลังการผลิตสูงสุด เท่ากับ 230.55 ตัวต่อวัน เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์เทียบกับรูปแบบการจัดลำดับการทอในปัจจุบันนั้น รอบเวลาการผลิตลดลง 23.4940% รวมถึงค่าเวลารวมในการผลิตเสร็จสิ้น มีค่าลดลง 20.7238% และยังเพิ่มกำลังการผลิตสูงสุดอีก 30.7047% ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า แบบจำลองหลังปรับปรุงรูปแบบที่ 1 เป็นแบบจำลองที่เหมาะสมที่สุดที่จะนำไปใช้ในกระบวนการผลิตจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Thesis Title	Production Process Improvement of Knitted Sweater Using Simulation Method: A Case Study of P. Siam Knitting Factory CO., LTD.
Student	MS. Phatcharin Yamdech MS. Supanida Sapjareon
Degree	Bachelor of Engineering in Industrial Engineering King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Academic Year	2020
Thesis Advisor	Asst.Prof.Dr. Kittiwat Sirikasemsuk

ABSTRACT

This dissertation aims to study and analyze problems in sweater production process of the computer knitting department. Another objective is to reduce the cycle time in the computer knitting department by using computer simulation. Initially, we studied all processes of sweater production. From the continuous observation and collection data, it was found that the computer knitting department was the department with the highest actual cycle times. After that, Tree Diagram and Pareto Chart were used to find and analyze the root cause of the problem. It was found that the root cause came from the waiting time from other machines to produce knitted panels and the waiting time from worker to set up the machines were 59.2214% and 26.7681%, respectively. Therefore, the researchers found a solution to these problems by rearranging the working sequence of the knitting process and applying ProModel program to achieve efficient sequencing under various requirements. The results showed that the first model was the best. The best simulation result showed that cycle time was 312.29 seconds per clothes, makespan was 69,775.74 seconds and maximum capacity was 230.55 clothes per day. The cycle time was reduced by 23.4940%, and makespan was decreased by 20.7238%, and the maximum capacity was increased by 30.7047%. Consequently, it can be concluded that the first model is the most suitable model to be used in the actual production process.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ เรื่องการปรับปรุงกระบวนการผลิตเสื้อไหมพรมถักโดยวิธีการจำลองสถานการณ์: กรณีศึกษา บริษัท ป.สยามนิตติ้ง แฟคตอรี่ จำกัด สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ทั้งนี้เนื่องจากได้รับคามอนุเคราะห์ การสนับสนุน การแนะนำ และแรงผลักดันจากอาจารย์และบุคลากรหลายฝ่ายที่มีส่วนเกี่ยวข้องดังนี้

ขอขอบพระคุณ บริษัท ป.สยามนิตติ้ง แฟคตอรี่ จำกัด เป็นอย่างสูง ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการเข้าไปศึกษากระบวนการทำงาน และขอขอบพระคุณพนักงานทุกท่านที่อำนวยความสะดวก และให้การสนับสนุนในการให้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปริญญานิพนธ์เป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.กิตติวัฒน์ สิริเกษมสุข อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ผู้ซึ่งคอยให้คำแนะนำและคำปรึกษาระหว่างการทำปริญญานิพนธ์นี้ ตลอดจนสละเวลาเพื่อตรวจทานและแก้ไขข้อบกพร่องจนปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ คุณกานต์พิชชา สุขขี ผู้จัดการบริษัท ป.สยามนิตติ้ง แฟคตอรี่ จำกัด ที่ให้ความช่วยเหลือ ชี้แนะแนวทาง และเอื้อเฟื้อข้อมูลที่เป็นประโยชน์ระหว่างการปฏิบัติงาน ทำให้โครงการฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ คณาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ประสาทความรู้จนผู้วิจัยสามารถดำเนินงานปริญญานิพนธ์เรียบร้อยสมบูรณ์

และท้ายที่สุด ขอขอบพระคุณผู้เกี่ยวข้องท่านอื่น ๆ ที่ไม่ได้กล่าวนามมา ณ ที่นี้ ซึ่งได้มีส่วนช่วยให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ดำเนินไปจนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

นางสาวพัชรินทร์ แย้มเดช
นางสาวศุภนิดา ทรัพย์เจริญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... **ก**
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... **ข**
กิตติกรรมประกาศ ..... **ค**
สารบัญ ..... **ง**
สารบัญตาราง ..... **ช**
สารบัญรูป ..... **ฌ**

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา 3
1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์ 3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4
1.5 วิธีการดำเนินการวิจัย 4
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ 6

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 การศึกษาเวลา 7
2.1.1 การศึกษาเวลาโดยตรง (Direct Time Study) 7
2.1.2 การประเมินค่าอัตราความเร็ว (Determining Rating Factor) 9
2.1.3 เวลาเผื่อ (Time Allowances) 10
2.1.4 เวลามาตรฐาน (Standard Time) 11
2.2 แผ่นการวัดสมรรถนะของระบบการผลิต (PMSMS) 11
2.3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ (Simulation) 14
2.3.1 การจำลองแบบปัญหา 14
2.3.2 สถิติสำหรับการจำลอง 19
2.3.3 วิธีการทดสอบสำหรับตัวเลขสุ่ม 19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญ

หน้า

2.3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลนำเข้า 20
2.3.5 การตรวจสอบความถูกต้องของตัวแบบจำลอง 21
2.3.6 องค์ประกอบเบื้องต้นในการสร้างโมเดลในโปรแกรม ProModel 21
2.4 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 22

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน

3.1 ข้อมูลเบื้องต้นของโรงงานกรณีศึกษา 24
3.2 ข้อมูลเบื้องต้นของกระบวนการผลิต 26
3.2.1 แผนกทอคอมพิวเตอร์ (Computer Knitting) 26
3.2.2 แผนกประกอบตัว (Assembly) 26
3.2.3 แผนกบรรจุภัณฑ์ (Packing) 31
3.3 การกำหนดปัญหาและดัชนีชี้วัดหลัก 31
3.4 ข้อมูลเบื้องต้นของกระบวนการผลิตในแผนกทอคอมพิวเตอร์ 33
3.4.1 การกำหนดหน่วยการผลิต 33
3.4.2 ข้อมูลกระบวนการผลิตของแผนกทอคอมพิวเตอร์ 34
3.4.3 เวลาของการผลิตในแต่ละขั้นตอน 38
3.5 ศึกษาสาเหตุของปัญหารากเหง้า 41
3.6 การกำหนดแนวทางการแก้ไขและปรับปรุง 45

บทที่ 4 การจำลองสถานการณ์

4.1 การกำหนดรูปแบบของปัญหา 53
4.2 การกำหนดจุดมุ่งหมายและวางแผน 53
4.2.1 จุดมุ่งหมายของการจำลอง 53
4.2.2 ขอบเขตของการจำลอง 54
4.2.3 ข้อจำกัดของการจำลอง 54
4.3 การเก็บข้อมูล 54
4.3.1 การวิเคราะห์เวลาการกระจายตัวของข้อมูล 55
4.4 การสร้างตัวแบบจำลอง 57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญ

หน้า

4.4.1 การทำงานของแบบจำลองก่อนปรับปรุง 58
4.4.2 การทำงานของแบบจำลองหลังปรับปรุงรูปแบบที่ 1 62
4.4.3 การทำงานของแบบจำลองหลังปรับปรุงรูปแบบที่ 2 65
4.5 การทวนสอบความถูกต้องของโปรแกรม (Model Verification) 70
4.6 การตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรม (Model Validation) 74
4.6.1 การประเมินประสิทธิภาพของข้อมูล 74
4.6.2 การหาจำนวนรอบสำหรับการจำลองสถานการณ์ 78
4.7 ผลการจำลองกระบวนการผลิตโดยอาศัยแบบจำลองด้วยโปรแกรม ProModel 84
4.7.1 ผลการจำลองของแบบจำลองก่อนการปรับปรุง 84
4.7.2 ผลการจำลองของแบบจำลองหลังการปรับปรุงรูปแบบที่ 1 85
4.7.3 ผลการจำลองของแบบจำลองหลังการปรับปรุงรูปแบบที่ 2 86

บทที่ 5 สรุปและอภิปรายผล

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน 89
5.2 ข้อเสนอแนะ 91

เอกสารอ้างอิง 92
ภาคผนวก 94

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงานวิจัย ปี 2563 5
ตารางที่ 2.4 ตัวอย่างของแผ่นการวัดสมรรถนะของระบบการผลิต (PMSMS) 12
ตารางที่ 3.1 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ของโรงงานกรณีศึกษา 25
ตารางที่ 3.2 แผ่นการวัดสมรรถนะของระบบการผลิต ของกระบวนการผลิตเสื้อกันหนาว ไหมพรม 33
ตารางที่ 3.3 รายละเอียดงานย่อยแต่ละขั้นตอนของแผนกทอคอมพิวเตอร์ 35
ตารางที่ 3.4 ข้อมูลเวลาการทำงานที่จับเวลาจริงในแผนกทอคอมพิวเตอร์และการคำนวณ ที่เกี่ยวข้อง 40
ตารางที่ 3.5 เวลามาตรฐานในแต่ละขั้นตอนย่อยในกระบวนการผลิต 41
ตารางที่ 3.6 ตารางระยะเวลาที่เป็นสาเหตุให้รอบเวลาการผลิต (Cycle Time) มีค่ามาก 44
ตารางที่ 3.7 ตารางแสดงผลที่ได้จากการสร้างแผนภูมิแกนต์ก่อนปรับปรุง 50
ตารางที่ 3.8 ตารางแสดงผลที่ได้จากการสร้างแผนภูมิแกนต์แนวทางการแก้ไขรูปแบบที่ 1 51
ตารางที่ 3.9 ตารางแสดงผลที่ได้จากการสร้างแผนภูมิแกนต์แนวทางการแก้ไขรูปแบบที่ 2 51
ตารางที่ 3.10 ตารางแสดงผลที่ได้จากการสร้างแผนภูมิแกนต์และคำนวณในโปรแกรม Excel 52
ตารางที่ 4.1 สรุปผลการวิเคราะห์เวลาการกระจายตัวของข้อมูล 56
ตารางที่ 4.2 ตารางสรุปผลต่างจากการคำนวณและการทำงานของโปรแกรมทั้ง 3 แบบจำลอง 70
ตารางที่ 4.3 ผลการเปรียบเทียบรอบเวลาการผลิตที่ได้จากการคำนวณและการรันโปรแกรม ของแบบจำลองก่อนปรับปรุง 71
ตารางที่ 4.4 ผลการเปรียบเทียบรอบเวลาการผลิตที่ได้จากการคำนวณและการรันโปรแกรม ของแบบจำลองหลังปรับปรุงรูปแบบที่ 1 72
ตารางที่ 4.5 ผลการเปรียบเทียบรอบเวลาการผลิตที่ได้จากการคำนวณและการรันโปรแกรม ของแบบจำลองหลังปรับปรุงรูปแบบที่ 2 73
ตารางที่ 4.6 ผลการหารอบเวลาการผลิตเฉลี่ยที่ได้จากการจำลองสถานการณ์และการคำนวณ 80
ตารางที่ 4.7 ผลการจำลองของแบบจำลองก่อนการปรับปรุง โดยโปรแกรม ProModel 85
ตารางที่ 4.8 ผลการจำลองของแบบจำลองหลังปรับปรุงรูปแบบที่ 1 โดยโปรแกรม ProModel 86
ตารางที่ 4.9 ผลการจำลองของแบบจำลองหลังปรับปรุงรูปแบบที่ 2 โดยโปรแกรม ProModel 87
ตารางที่ 4.10 ตารางแสดงผลการจำลองของกระบวนการผลิตก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง 87

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 5.1 ตารางเปรียบเทียบแบบจำลองก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงรูปแบบที่ 1 90
ตารางที่ 5.2 ตารางเปรียบเทียบแบบจำลองก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงในช่วง High Season 91

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1.1 แผนภูมิเปอร์เซ็นการผลิตเสื้อกันหนาวไหมพรม ภายในปี 2559-2562 2
รูปที่ 2.9 ขั้นตอนการศึกษาโดยใช้แบบจำลองสถานการณ์ 15
รูปที่ 3.1 สำนักงานและโรงงานของบริษัท ป.สยามนิตติ้ง แฟคตอรี่ จำกัด 24
รูปที่ 3.2 การทำงานของแผนกทอคอมพิวเตอร์ 26
รูปที่ 3.3 ขั้นตอนการตรวจผ้าแผ่น 27
รูปที่ 3.4 ขั้นตอนการโพ้ง 27
รูปที่ 3.5 ขั้นตอนการตรวจโพ้ง 27
รูปที่ 3.6 ขั้นตอนการสอยเกี่ยว 28
รูปที่ 3.7 ขั้นตอนการตรวจสอยเกี่ยว 28
รูปที่ 3.8 ขั้นตอนการซัก 29
รูปที่ 3.9 ขั้นตอนการรีด 29
รูปที่ 3.10 ขั้นตอนการเย็บป้าย 29
รูปที่ 3.11 ขั้นตอนการตรวจป้าย 30
รูปที่ 3.12 ขั้นตอนการตรวจปะ 30
รูปที่ 3.13 ขั้นตอนการตรวจไล่ฝุ่น 30
รูปที่ 3.14 ขั้นตอนการแยกไซส์ 31
รูปที่ 3.15 ขั้นตอนการเทียบไซส์ 31
รูปที่ 3.16 ขั้นตอนการติดป้ายบาร์โค้ด 31
รูปที่ 3.17 ขั้นตอนการแพ็คใส่ถุง 32
รูปที่ 3.18 ขั้นตอนการบรรจุ 32
รูปที่ 3.19 จำนวนชิ้นส่วนผ้าแผ่นที่ประกอบเป็นเสื้อกันหนาวไหมพรม (Sweater) 1 ตัว 34
รูปที่ 3.20 จำนวนชิ้นส่วนผ้าแผ่นที่ประกอบเป็นเสื้อกันหนาวไหมพรม (Sweater) 12 ตัว 34
รูปที่ 3.21 ภาพรวมของกระบวนการผลิตของแผนกทอคอมพิวเตอร์ 35
รูปที่ 3.22 ขั้นตอนการตั้งค่าเครื่องจักร 36
รูปที่ 3.23 ขั้นตอนการทอ 36
รูปที่ 3.24 ขั้นตอนการตรวจสอบ 37
รูปที่ 3.25 ขั้นตอนการนับและมัดรวม 37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 3.26 แผนผังของแผนกทอคอมพิวเตอร์ 38
รูปที่ 3.27 แผนภูมิต้นไม้ (Tree Diagram) แสดงสาเหตุของปัญหา 41
รูปที่ 3.28 แผนภูมิพาเรโตระยะเวลาที่เป็นสาเหตุให้รอบเวลาการผลิต (Cycle Time) มีค่ามาก..... 44
รูปที่ 3.29 รูปแบบการผลิตก่อนปรับปรุง 45
รูปที่ 3.30 แนวทางการแก้ไขรูปแบบที่ 1 46
รูปที่ 3.31 แนวทางการแก้ไขรูปแบบที่ 2 46
รูปที่ 3.32 Data Analysis 47
รูปที่ 3.33 รูปหน้าต่างฟังก์ชั่น Data Analysis..... 47
รูปที่ 3.34 รูปหน้าต่าง Random Number Generation..... 48
รูปที่ 3.35 แผนภูมิแกนต์ก่อนปรับปรุง..... 48
รูปที่ 3.36 แผนภูมิแกนต์แนวทางการแก้ไขรูปแบบที่ 1..... 49
รูปที่ 3.37 แผนภูมิแกนต์แนวทางการแก้ไขรูปแบบที่ 2..... 49
รูปที่ 4.1 แบบจำลองก่อนปรับปรุง..... 57
รูปที่ 4.2 แบบจำลองหลังปรับปรุงรูปแบบที่ 1..... 57
รูปที่ 4.3 แบบจำลองหลังปรับปรุงรูปแบบที่ 2..... 58
รูปที่ 4.4 สถานีของแบบจำลองก่อนปรับปรุง..... 58
รูปที่ 4.5 สิ่งที่สนใจในระบบของแบบจำลองก่อนปรับปรุง..... 59
รูปที่ 4.6 เส้นทางขนถ่ายลำเลียงของแบบจำลองก่อนปรับปรุง..... 59
รูปที่ 4.7 ทรัพยากรของแบบจำลองก่อนปรับปรุง 60
รูปที่ 4.8 ลำดับการดำเนินการของแบบจำลองก่อนปรับปรุง..... 60
รูปที่ 4.9 การเข้ามาของสิ่งใหม่ของแบบจำลองก่อนปรับปรุง 61
รูปที่ 4.10 การกำหนดตัวแปรของแบบจำลองก่อนปรับปรุง..... 61
รูปที่ 4.11 แผนผังของแบบจำลองก่อนปรับปรุง..... 61
รูปที่ 4.12 สถานีของแบบจำลองหลังปรับปรุงรูปแบบที่ 1 62
รูปที่ 4.13 สิ่งที่สนใจในระบบของแบบจำลองหลังปรับปรุงรูปแบบที่ 1..... 62
รูปที่ 4.14 เส้นทางขนถ่ายลำเลียงของแบบจำลองหลังปรับปรุงรูปแบบที่ 1..... 63
รูปที่ 4.15 ทรัพยากรของแบบจำลองหลังปรับปรุงรูปแบบที่ 1..... 63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 4.16 ลำดับการดำเนินการของแบบจำลองหลังปรับปรุงรูปแบบที่ 1 64
รูปที่ 4.17 การเข้ามาของสิ่งใหม่ของแบบจำลองหลังปรับปรุงรูปแบบที่ 1 64
รูปที่ 4.18 การกำหนดตัวแปรของแบบจำลองหลังปรับปรุงรูปแบบที่ 1 65
รูปที่ 4.19 แผนผังของแบบจำลองหลังปรับปรุงรูปแบบที่ 1 65
รูปที่ 4.20 สถานีของแบบจำลองหลังปรับปรุงรูปแบบที่ 2 66
รูปที่ 4.21 สิ่งที่สนใจในระบบของแบบจำลองหลังปรับปรุงรูปแบบที่ 2 66
รูปที่ 4.22 เส้นทางขนถ่ายลำเลียงของแบบจำลองหลังปรับปรุงรูปแบบที่ 2 67
รูปที่ 4.23 ทรัพยากรของแบบจำลองหลังปรับปรุงรูปแบบที่ 2 67
รูปที่ 4.24 ลำดับการดำเนินการของแบบจำลองหลังปรับปรุงรูปแบบที่ 2 67
รูปที่ 4.25 การเข้ามาของสิ่งใหม่ของแบบจำลองหลังปรับปรุงรูปแบบที่ 2 68
รูปที่ 4.26 การกำหนดตัวแปรของแบบจำลองหลังปรับปรุงรูปแบบที่ 2 68
รูปที่ 4.27 แผนผังของแบบจำลองหลังปรับปรุงรูปแบบที่ 2 69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 1
บทนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงรายละเอียด ความเป็นมาและความสำคัญ วัตถุประสงค์ และขอบเขตของงานวิจัย ดังแสดงในหัวข้อต่อไปนี้

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

1.2 วัตถุประสงค์การศึกษา

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5 วิธีการดำเนินการวิจัย

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

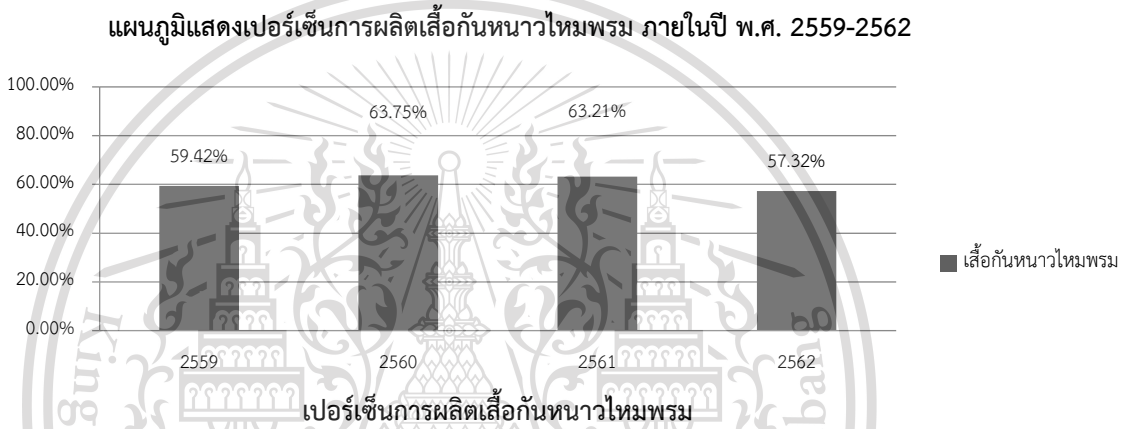
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

อุตสาหกรรมสิ่งทอ เป็นอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมภาคอุตสาหกรรมของประเทศ เนื่องจากเป็นอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ที่มีอุตสาหกรรมขนาดย่อยมาก ประกอบด้วย อุตสาหกรรมการผลิตเส้นใยสังเคราะห์ อุตสาหกรรมปั่นด้าย อุตสาหกรรมทอผ้า อุตสาหกรรมถักผ้า เสื้อผ้าสำเร็จรูป และเคหะสิ่งทอ เป็นสาขาการผลิตที่มีการจ้างแรงงานในประเทศ อย่างไรก็ตาม อุตสาหกรรมสิ่งทอไทยเป็นอุตสาหกรรมที่เปิดสู่ตลาดต่างประเทศค่อนข้างสูง จึงได้รับผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงจากปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ ความผันผวนทางเศรษฐกิจ การเปลี่ยนแปลงค่าเงินอัตราดอกเบี้ย ราคาน้ำมันดิบ ปัญหาการเมือง และภัยธรรมชาติ เป็นต้น [1]

อุตสาหกรรมทอผ้าเป็นอุตสาหกรรมขั้นกลาง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากอุตสาหกรรมนี้ได้แก่ ผ้าทอและผ้าถัก โดยผ้าทอแบ่งออกเป็น 2 ชนิดตามวัตถุดิบการผลิต คือ ผ้าทอจากฝ้าย และผ้าทอจากใยสังเคราะห์ ผ้าทอจากใยสังเคราะห์มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับผ้าทอฝ้าย และมีบางคุณสมบัติที่ดีกว่า ทั้งในด้านความยืดหยุ่น ความทนทาน น้ำหนัก และที่สำคัญคือมีราคาต่ำกว่าผ้าทอฝ้าย ดังนั้นจึงใช้ในการทอผ้ามากกว่า วัตถุดิบหลักของอุตสาหกรรมทอผ้า คือ เส้นด้าย ซึ่งมีสัดส่วนคิดเป็นร้อยละ 35 ของต้นทุนการผลิตโดยรวม ซึ่งแหล่งนำเข้าหลักของไทยได้แก่ไต้หวัน ญี่ปุ่น อินโดนีเซีย และเกาหลี เนื่องจากอุตสาหกรรมทอผ้าอาศัยการใช้แรงงานที่สูง และการนำเข้าวัตถุดิบจากต่างประเทศ ดังนั้นผู้ประกอบการในอุตสาหกรรมทอผ้าในปัจจุบันประสบกับปัญหาด้านต้นทุนการผลิตที่สำคัญ 2 ประการ คือ ปัจจัยด้านต้นทุนค่าจ้างแรงงาน และต้นทุนการนำเข้าเส้นด้ายจากต่างประเทศ [2]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บริษัท ป.สยามนิตติ้ง แฟคตอรี่ จำกัด เป็นโรงงานทอผ้านิตติ้งระดับแนวหน้าของประเทศไทย ที่รับผลิตเสื้อผ้า สิ่งทอ จากไหมพรม อาทิเช่น เสื้อกันหนาว คาร์ดิแกน สเว็ตเตอร์ และผ้าพันคอ เป็นต้น โดยมีเส้นด้ายให้เลือกมากกว่า 10 ชนิด ด้วยทักษะการผลิตระดับสูงทั้งด้านฝีมือและเครื่องจักรในการผลิต พร้อมทั้งความหลากหลายและคุณภาพวัตถุดิบ ด้วยคุณสมบัติระดับดีเยี่ยมนี้ จึงทำให้ บริษัท ป.สยามนิตติ้ง แฟคตอรี่ จำกัดเป็นที่ยอมรับจากหลายแบรนด์ชั้นนำภายในประเทศ โดยการผลิตส่วนใหญ่นั้นเป็นการผลิตตามคำสั่งซื้อของลูกค้า 95% และเป็นแบบผลิตเพื่อสต็อก 5% จากข้อมูลการผลิตสินค้าภายในปี พ.ศ. 2559-2562 พบว่า ทางบริษัทมีการผลิตเสื้อกันหนาวไหมพรมเป็นจำนวนสูงสุด ดังรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 แผนภูมิเปอร์เซ็นการผลิตเสื้อกันหนาวไหมพรม ภายในปี พ.ศ. 2559-2562

จากรูปที่ 1.1 พบว่าในปี พ.ศ. 2559 จำนวนการผลิตเสื้อกันหนาวไหมพรม คิดเป็น 59.42% จากการผลิตทั้งหมดในปี พ.ศ. 2560 จำนวนการผลิตเสื้อกันหนาวไหมพรม คิดเป็น 63.75% จากการผลิตทั้งหมดในปี พ.ศ. 2561 จำนวนการผลิตเสื้อกันหนาวไหมพรม คิดเป็น 63.21% จากการผลิตทั้งหมดในปี พ.ศ. 2562 จำนวนการผลิตเสื้อกันหนาวไหมพรม คิดเป็น 57.32% จากการผลิตทั้งหมด ผู้วิจัยจึงเลือกจึงเลือกศึกษาปรับปรุงกระบวนการผลิตเสื้อกันหนาวไหมพรม เนื่องจากมีจำนวนการผลิตสูงสุด

จากการวิเคราะห์สภาพปัญหาภายในโรงงานโดยใช้แผ่นการวัดสมรรถนะของระบบการผลิต (Performance Measurement Sheet in Manufacturing System (PMSMS)) เพื่อนำมาระบุแผนการที่ทำงานที่เป็นคอขวด พบว่า แผนกทอคอมพิวเตอร์เป็นแผนกที่มีรอบเวลาการผลิตจริง (Actual Cycle Time) สูงสุด คือ 442 วินาทีต่อตัว รวมทั้งกำลังการผลิตสูงสุด (Maximum Capacity) มีค่าต่ำที่สุดใน 3 แผนก นั่นคือ 162.89 ตัวต่อวัน เมื่อเปรียบเทียบกับความต้องการเสื้อกันหนาวไหมพรมของลูกค้าเฉลี่ยในช่วงที่ความต้องการของลูกค้าสูงที่สุด นั่นคือ ช่วง High Season มีค่าเท่ากับ 5,500 ตัวต่อเดือน ทำให้ต้องมีกำลังการผลิตเท่ากับ 211.53 ตัวต่อวัน ซึ่งไม่เพียงพอต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ความต้องการของลูกค้า เพราะปัจจุบันทางโรงงานมีกำลังการผลิตสูงสุดเพียง 162.89 ตัวต่อวัน ทางโรงงานจึงต้องทำการจ้างทอจากภายนอก ทำให้เป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิต และอาจไม่สามารถผลิตสินค้าได้ทันตามความต้องการของลูกค้า

จากสภาพปัญหาที่เกิดขึ้น และการวิเคราะห์แผ่นการวัดสมรรถนะของระบบการผลิต (PMSMS) ในกระบวนการผลิตเสื้อกันหนาวไหมพรม ปัญหาคือ รอบเวลาการผลิตจริงในแผนกทอคอมพิวเตอร์มีค่ามากเกินไป ซึ่งเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดปัญหาความสูญเสียและความสูญเปล่า ทั้งเวลา ทรัพยากร และต้นทุนในการผลิต ซึ่งถ้าหากมีการนำแนวคิดการปรับปรุงระบบการผลิตมาช่วยในการปรับปรุงการผลิตแบบเดิมที่มีอยู่ จะสามารถช่วยแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้

ดังนั้นจึงเป็นเหตุผลให้ผู้วิจัย ทำการศึกษา และปรับปรุงกระบวนการทอคอมพิวเตอร์ในกระบวนการผลิตเสื้อกันหนาวไหมพรมในโรงงานกรณีศึกษาแห่งนี้ เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาโดยใช้หลักการทางวิศวกรรมอุตสาหการ รวมทั้งการจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์มาเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการแก้ไขปัญหา ทำให้สามารถทราบแนวทางการแก้ไขที่เหมาะสมก่อนนำเสนอให้ทางโรงงานเพื่อนำไปสู่การลงมือปฏิบัติจริง

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษา และวิเคราะห์ปัญหาในการผลิตเสื้อกันหนาวไหมพรมของแผนกทอคอมพิวเตอร์ โดยการใช้การจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ในการวิเคราะห์หารูปแบบการผลิตที่เหมาะสม
2. เพื่อลดรอบเวลาการผลิต (Cycle Time) ในการทำงานของกระบวนการผลิตเสื้อกันหนาวไหมพรม

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

1. งานวิจัยนี้มีโรงงานทอไหมพรม บริษัท ป.สยามนิตติ้ง แฟคตอรี่ จำกัด เป็นกรณีศึกษา
2. ข้อมูลที่ใช้ในการจำลองสถานการณ์ได้จากการสังเกตกระบวนการผลิตจริง แล้วนำมาจัดทำเป็นเวลามาตรฐาน (Standard Time) เพื่อนำมาใช้ในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ ที่สร้างจากโปรแกรม ProModel Student Version
3. งานวิจัยนี้ทำการศึกษาเฉพาะกระบวนการผลิตเสื้อกันหนาวไหมพรม ที่ทอด้วยเส้นด้ายคอตตอน เบอร์ 40 เกลียวคู่ ขนาดเข็มทอ 14 เท่านั้น ดำเนินการเฉพาะแผนกทอคอมพิวเตอร์ ที่ทำงาน 10 ชั่วโมงต่อวัน วันละ 2 กะการทำงาน
4. ข้อมูลที่ใช้ศึกษาในงานวิจัยฉบับนี้เป็นข้อมูลย้อนหลังตั้งปี พ.ศ. 2559 ถึง ปี พ.ศ. 2563
5. เครื่องจักรที่ใช้ศึกษาเฉพาะโมเดล Shima Seiki จำนวน 36 เครื่อง
6. งานวิจัยฉบับนี้ ได้ใช้รอบเวลาการผลิต (Cycle Time) เป็นตัวชี้วัดหลัก ซึ่งได้รวมค่าความเผื่อแล้ว และเป็นเวลาที่ไม่ได้รวมเวลาหยุดของเครื่องจักรและเวลาว่างงานอื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้นำไปดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถเสนอแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการทอในแผนกทอคอมพิวเตอร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยการจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ได้

2. สามารถลดรอบเวลาการผลิต ในกระบวนการทอคอมพิวเตอร์ได้ตามวัตถุประสงค์

3. สามารถลดเวลารวมในการผลิตเสร็จสิ้น (Make Span) ที่เกิดขึ้นในกระบวนการทำงานให้น้อยลงได้

4. สามารถนำแนวทางการปรับปรุงไปต่อยอดหรืออ้างอิงได้ หากมีผู้สนใจทำการศึกษางานและเครื่องจักรในแผนกทอคอมพิวเตอร์

1.5 วิธีการดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาสภาพทั่วไปของโรงงานกรณีศึกษา กำหนดขอบเขตของงานวิจัย วัตถุประสงค์ และดัชนีชี้วัดความสำเร็จของงานวิจัย

2. ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงกระบวนการผลิตและทฤษฎีการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ รวมถึงงานวิจัยต่าง ๆ เพื่อประยุกต์ใช้ทฤษฎีกับสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นจริงอย่างมีหลักการและเหตุผล

3. ศึกษาขั้นตอนการทำงานในกระบวนการผลิตของโรงงานกรณีศึกษา และหารากเหง้าของปัญหา

4. วิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้เกิดรากเหง้าของปัญหา

5. เสนอแนวทางแก้ไขเบื้องต้นในการปรับปรุงกระบวนการผลิตปัจจุบัน

6. สร้างแบบจำลองคอมพิวเตอร์ เพื่อเปรียบเทียบรูปแบบสายการผลิตที่เหมาะสมที่สุด

7. ประเมินผลและเปรียบเทียบผลการปรับปรุงที่ได้จากการสร้างแบบจำลองสถานการณ์คอมพิวเตอร์ในกระบวนการผลิตเสื้อกันหนาวไหมพรม

8. สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

ระยะเวลาและวิธีการดำเนินการวิจัย เป็นไปตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 1.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงานวิจัย ปี พ.ศ. 2563

วิธีการดำเนินงาน	บทที่	พ.ศ. 2563					พ.ศ. 2564			
		ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.
1. กำหนดปัญหาและขอบเขตการศึกษา	1,3									
2. ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	2									
3. ศึกษาสภาพปัจจุบันและกระบวนการผลิต	3									
4. วิเคราะห์หาสาเหตุ	3									
5. เสนอแนวทางแก้ไข	3									
6. สร้างแบบจำลองคอมพิวเตอร์	4									
7. เปรียบเทียบแบบจำลองเพื่อหาแบบจำลองที่เหมาะสม	4									
8. สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ	5									

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

ในการวิจัยครั้งนี้มีศัพท์เฉพาะที่ต้องทำความเข้าใจดังต่อไปนี้

1. กระบวนการผลิต หมายถึง เทคนิคการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรม ประเภทธุรกิจผลิตเสื้อไหมพรม โดยในการผลิตมี 3 กระบวนการหลัก ได้แก่ กระบวนการทอคอมพิวเตอร์ กระบวนการประกอบตัว และกระบวนการบรรจุภัณฑ์

2. กระบวนการผลิตเสื้อกันหนาวไหมพรม หมายถึง การผลิตเสื้อกันหนาวไหมพรมที่ทอด้วยเส้นด้ายคอตตอน เบอร์ 40 เกลียวคู่ ขนาดเข็มทอ 14 ที่มี 3 กระบวนการหลัก คือ กระบวนการทอคอมพิวเตอร์ (Computer Knitting Process) ซึ่งมีเฉพาะการทอผ้าแผ่นด้านหน้า หลัง และแขนด้วยเครื่องจักรเท่านั้น กระบวนการประกอบตัว (Assembly Process) จะมีกระบวนการย่อย ทั้งหมด 5 ขั้นตอน คือ การตรวจผ้าแผ่น การโพ้ง การตรวจโพ้ง การสอยเกี่ยว การตรวจเกี่ยว การซัก การรีด การเย็บป้าย การตรวจป้าย การตรวจปะ การตรวจไล่ฝุ่น การตรวจแยกไซส์ และการเทียบไซส์ และสุดท้าย คือ กระบวนการบรรจุภัณฑ์ (Packing) มีกระบวนการย่อย ทั้งหมด 4 ขั้นตอน คือ การตรวจแยกไซส์ การติดป้ายบาร์โค้ด การแพ็คใส่ถุง และบรรจุลงกล่อง

3. เสื้อกันหนาวไหมพรม CM40/2 เข็ม 14 หมายถึง เสื้อกันหนาวไหมพรมที่ทอด้วยเส้นด้ายคอตตอน เบอร์ 40 เกลียวคู่ ขนาดเข็มทอ 14

4. เสื้อกันหนาวไหมพรมจำนวน 1 โหล หมายถึง เสื้อกันหนาวไหมพรมจำนวน 12 ตัว ที่ประกอบด้วย ผ้าแผ่นชิ้นส่วนหน้าจำนวน 12 ชิ้น ผ้าแผ่นชิ้นส่วนหลังจำนวน 12 ชิ้น ผ้าแผ่นชิ้นส่วนแขนซ้ายจำนวน 12 ชิ้น และผ้าแผ่นชิ้นส่วนแขนขวาจำนวน 12 ชิ้น

5. รอบเวลาการผลิตจริง (Actual Cycle Time) หมายถึง รอบเวลาการผลิตที่มาจากการจับเวลา โดยรวมเวลาหยุดของเครื่องจักรและเวลาที่สูญเปล่าแล้ว

6. รอบเวลาการผลิต (Cycle Time) หมายถึง รอบเวลาการผลิตที่เป็นอุดมคติ ไม่รวมเวลาที่เครื่องจักรขัดข้องชั่วคราว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึง ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ที่นำมาประยุกต์ใช้ในงานวิจัย ดังแสดงในหัวข้อต่อไปนี้

2.1 การศึกษาเวลา (Time Study)

2.2 แผ่นการวัดสมรรถนะของระบบการผลิต (PMSMS)

2.3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ (Simulation)

2.4 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การศึกษาเวลา (Time study)

การศึกษาเวลา คือ การวัดงานโดยใช้เครื่องวัดเวลา และปรับค่าตามการเปลี่ยนแปลงจากเวลาปกติ โดยมีการเผื่อเวลาที่เหมาะสมสำหรับงานแปลกปลอมต่าง ๆ ความล่าช้าของเครื่องจักร การพักเหนื่อย และความต้องการส่วนบุคคล ควรพิจารณาถึงระยะเวลาในการเรียนรู้ของพนักงานด้วย ควรแบ่งงานที่ศึกษาออกเป็นงานย่อย ซึ่งมีเนื้องานที่สม่ำเสมอเพื่อความสะดวกในการศึกษางาน

เทคนิคในการวัดปริมาณงานออกมาเป็นหน่วยของเวลา หรือจำนวนแรงงานที่ใช้ในการทำงานนั้น ซึ่งมักถูกเรียกโดยทั่ว ๆ ไปว่า “การกำหนดเวลามาตรฐาน” [4]

2.1.1 การศึกษาเวลาโดยตรง (Direct Time Study)

การศึกษาเวลาโดยตรง เป็นเทคนิคการวัดผลงานอย่างหนึ่งโดยผู้ที่ทำการวัดผลงานไปดูการปฏิบัติงานของคนงาน และจับเวลาในการทำงานนั้นด้วยนาฬิกาจับเวลา [5]

การศึกษาเวลาประกอบไปด้วย 8 ขั้นตอนดังนี้

1. ค้นหา และจดบันทึกข้อมูลทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับการศึกษารวมทั้งสภาพสิ่งแวดล้อมที่อาจมีผลต่อการทำงานนั้น
2. การแบ่งงานออกเป็นงานย่อย และบรรยายรายละเอียดของวิธีการทำงานแต่ละขั้นตอน
3. สังเกต และจดบันทึกเวลาที่ใช้ในแต่ละงานย่อย
4. คำนวณหาจำนวนรอบการทำงานที่ต้องจับเวลา
5. ประเมินอัตราความสามารถในการทำงาน และคนงาน
6. เปลี่ยนเวลาที่บันทึกได้ให้เป็นเวลาพื้นฐาน
7. คำนวณหาเวลาเผื่อ (Time Allowance)
8. เปลี่ยนเวลาพื้นฐานให้เป็นเวลามาตรฐาน (Standard Time)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.1.1.1 การแบ่งงานออกเป็นงานย่อย

งานย่อย หมายถึง ขั้นตอนหนึ่งของงานที่กำลังศึกษาขั้นตอนนี้มีการทำงานที่แน่นอนทั้งนี้เพื่อสะดวกในการสังเกตจดบันทึกเวลา และการวิเคราะห์

งานหนึ่งรอบ หมายถึง ลำดับของงานย่อยที่ทำต่อเนื่องกันจนสำเร็จได้งานหนึ่งชุดทั้งนี้รวมถึงงานย่อยที่เกิดขึ้นเป็นครั้งคราวด้วย โดยงานในหนึ่งรอบนั้นจะขึ้นต้นด้วยงานย่อยใดก็ได้ ทำเรียงต่อไปจนครบรอบการทำงานโดยจะเวียนมาบรรจบที่เดิมซึ่งเป็นงานหนึ่งรอบจุดสิ้นสุดของงานย่อยหนึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของงานย่อยถัดไป

หลักการแบ่งงานออกเป็นงานย่อย มีดังนี้

1. งานย่อยต้องมีจุดเริ่มต้น และจุดสิ้นสุดที่แน่นนอน และแบ่งแยกชัดเจนจุดสิ้นสุดของงานย่อยเรียกว่า Break Point จุดสิ้นสุดของงานย่อยหนึ่งจะเป็นจุดเริ่มต้นของงานย่อยถัดไป

2. เวลาของงานย่อยควรสั้นแต่ก็ไม่สั้นจนกระทั่งจับเวลาไม่ได้ ปกติเวลาของงานย่อยอยู่ระหว่าง 0.04 นาที (2.4 วินาที) ถึง 0.33 นาที (20 วินาที) ถ้าเวลาของงานย่อยสั้นเกินไปควรรวมหลายงานย่อยเข้าด้วยกันเพื่อให้มีเวลาเพียงพอในการจับเวลาและจดบันทึก

3. งานย่อยที่ทำด้วยมือ (Manual Element) ควรแยกออกจากงานย่อยที่ทำโดยเครื่องจักร (Machine Element) เพราะงานย่อยที่ทำด้วยมือใช้เวลาไม่คงที่จะช้า หรือเร็วขึ้นอยู่กับผู้ปฏิบัติงานเป็นหลักแต่งานย่อยที่ทำโดยเครื่องจักรค่อนข้างจะคงที่เพราะป้อนชิ้นงาน หรือผลิตชิ้นงานด้วยเครื่องจักรเองแบบอัตโนมัติ

4. งานย่อยที่คนงานทำในขณะเครื่องจักรทำงาน (Inside Work Element) ควรแยกออกจากงานย่อยที่คนงานทำในขณะเครื่องจักรหยุด (Outside Work Element) เพราะงานที่คนงานทำในขณะเครื่องจักรทำงานถ้าคนงานทำเสร็จก่อนเครื่องจักรหยุดก็ไม่ทำให้เวลาของครบรอบงานเพิ่มขึ้นแต่คนงานก็ยังเหนื่อย

5. งานย่อยคงที่ (Constant Element) คือ งานย่อยที่ทำแล้วมีเวลาทำงานคงที่ และงานย่อยแปรผัน (Variable Element) คือ งานย่อยที่มีเวลาทำงานไม่คงที่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของผลิตภัณฑ์ เครื่องมือ หรือวิธีการผลิต งานย่อยคงที่ควรแยกออกจากงานย่อยแปรผัน

6. งานย่อยที่เกิดขึ้นเป็นครั้งคราวให้จับเวลาแยกออกจากงานย่อยที่เกิดประจำ งานย่อยที่เกิดขึ้นครั้งคราวเป็นงานย่อยที่ไม่ได้เกิดขึ้นทุกรอบของการทำงาน

2.1.1.2 การสังเกต และจดบันทึกเวลา

การจับเวลามี 2 วิธีดังนี้

1. การจับเวลาแบบต่อเนื่อง (Continuous Timing) คือ การจับเวลาแบบต่อเนื่องโดยเริ่มต้นจับเวลาของนาฬิกาเริ่มที่ 0 เมื่อสิ้นสุดงานย่อยที่ 1 ให้อ่านเวลาจากนาฬิกาจับเวลาแล้วบันทึกลงแบบฟอร์มโดยไม่ต้องหยุดเวลาไว้ เมื่อสิ้นสุดงานย่อยถัดไปก็ให้อ่านเวลาจากนาฬิกาอีก เวลาที่ได้ก็จะต่อเนื่องไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งสิ้นสุดการจับเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2. การจับเวลาแบบย้อนกลับ (Repetitive Timing หรือ Snap-back Timing) คือ การจับเวลาของแต่ละงานย่อย โดยเริ่มเวลาของแต่ละงานย่อยที่ 0 เมื่อสิ้นสุดงานย่อยก็จะอ่านเวลาแล้วบันทึกลงในแบบฟอร์ม ตั้งเวลาไว้ที่ 0 อีกเมื่อเริ่มงานย่อยถัดไป

2.1.1.3 การคำนวณหาจำนวนรอบในการจับเวลา

การจับเวลาโดยมีจำนวนข้อมูลที่เหมาะสมจะให้ค่ามาตรฐานที่น่าเชื่อถือ โดยการคำนวณหาจำนวนรอบที่เหมาะสมมีหลายวิธีขึ้นกับเวลาและค่าความแม่นยำ แต่ทุกวิธีต้องอาศัยข้อมูลเบื้องต้นจำนวนหนึ่งและค่าความคลาดเคลื่อนเพื่อนำมาใช้ในการคำนวณ วิธีการคำนวณจึงแปรเปลี่ยนไปตามขนาดของข้อมูลเบื้องต้น วิธีการคำนวณหาจำนวนรอบในการจับเวลาที่เหมาะสม ประกอบไปด้วย [4]

วิธีที่ 1 เมื่อขนาดข้อมูลเบื้องต้นมากกว่าเท่ากับ 30 ข้อมูล

วิธีที่ 2 เมื่อขนาดข้อมูลเบื้องต้นน้อยกว่า 30 ข้อมูล

วิธีที่ 3 ตารางของ Maytag

โดยในงานวิจัยฉบับนี้ใช้วิธีการที่ 1 ในการคำนวณหาจำนวนรอบการจับเวลาที่เหมาะสม โดยในงานวิจัยนี้กำหนดให้ค่าความเชื่อมั่นอยู่ 95% โดยสมการที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ในการวิเคราะห์หาจำนวนข้อมูล คือ

$$N = \left[\frac{A}{y}\left(\frac{\sqrt{n\sum_{i=1}^{n}x_i^2-(\sum_{i=1}^{n}x_i)^2}}{\sum_{i=1}^{n}x_i}\right)\right]^2 \qquad (2.1)$$

N = จำนวนข้อมูลนำเข้าที่ต้องการ ที่ได้จากการคำนวณ

x = ข้อมูลเวลาการทำงานจริงแต่ละค่าที่ได้จากการจับเวลา X

n = จำนวนครั้งในการจับเวลาตัวอย่าง

A = ตัวประกอบความเชื่อมั่น

y = ค่าความคาดเคลื่อน

2.1.2 การประเมินค่าอัตราความเร็ว (Determining Rating Factor)

วิธี Westinghouse System of Rating พิจารณาจากองค์ประกอบ 4 ตัว คือ

1. ทักษะหรือความชำนาญ (Skill) คือ ความชำนาญในงานที่ทำ
2. ความพยายาม (Effort) คือ ความตั้งใจหรือความใส่ใจในการทำงานนั้น
3. สภาพเงื่อนไขการทำงาน (Conditions) คือ สภาพแวดล้อมโดยทั่วไปในการทำงาน
4. ความสม่ำเสมอ (Consistency) คือ การรักษาความเร็วในการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ค่าปรับอัตราความเร็ว (Rating Factor) คือ ความเร็วของพนักงานที่ทำงานภายใต้การศึกษาโดยนาฬิกาจับเวลา ซึ่งจะมีผลต่อการคำนวณเวลามาตรฐาน ในกรณีที่ความเร็วของพนังงานมีผลต่ออัตราการทำงานและผลผลิต หรือพนักงานผู้นั้นไม่ได้ทำงานด้วยอัตราความเร็วมาตรฐาน จึงต้องคูณเวลาตัวแทนที่ได้ด้วยค่าปรับอัตราความเร็ว เพื่อให้เวลาที่ได้นั้นเป็นค่าเวลาปกติ (Normal Time)

เวลาปกติ = เวลาการทำงานจริงที่จับได้ x ค่าปรับอัตราความเร็ว (2.2)

2.1.3 เวลาเผื่อ (Time Allowances)

เวลาปกติ (Normal Time) เป็นเวลาการทำงานโดยไม่มีการหยุดพักผ่อนหรือเกิดเหตุล่าช้าเลยดังนั้น จึงต้องมีเวลาเผื่อที่บวกเพิ่มให้กับเวลาที่ใช้ทำงานจริง ทั้งนี้เพื่อให้คนงานมีโอกาสฟื้นตัวจากความเมื่อยล้าทางร่างกาย ความเครียดทางจิตใจ และการทำธุระส่วนตัวตามความจำเป็น

ค่าเผื่อแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

1. เวลาเผื่อสำหรับบุคคล (Personal Allowance) เป็นเวลาเผื่อเพื่อให้พนักงานทำกิจส่วนตัว ในอุตสาหกรรมทั่วไปมักกำหนดไว้ที่ 5%

2. เวลาเผื่อสำหรับความเครียด (Fatigue Allowance) เป็นเวลาเผื่อสำหรับความเหนื่อยล้าเนื่องจากการทำงาน ความน่าเบื่อหน่าย ความซ้ำซากจำเจ ค่าเผื่อสำหรับความเครียดแบ่งเป็นออกเป็น 2 ส่วน คือ

- ค่าเผื่อความเครียดพื้นฐาน (Basic Fatigue Allowance) องค์การแรงงานระหว่างประเทศหรือ ILO ได้กำหนดไว้ที่ 4%

- ค่าเผื่อความเครียดแปรผัน (Variable Fatigue Allowance) จะแปรผันตามลักษณะงาน ได้แก่ ท่าทางทำงานที่ผิดปกติ น้ำหนักที่กระทำ สภาพแวดล้อมการทำงาน ความซ้ำซากของงาน โดยการประเมินค่าเผื่อความเครียดแปรผัน

3. เวลาเผื่อสำหรับความล้าช้า (Delay Allowance)

ความล่าช้าเกิดได้หลายรูปแบบทั้งหลีกเลี่ยงได้ (Avoidable Delay) และแบบหลีกเลี่ยงไม่ได้ (Unavoidable Delay) ความล่าช้าหลีกเลี่ยงได้จะไม่ถูกนำมาคิดในการคำนวณเวลามาตรฐาน แต่ความล่าช้าหลีกเลี่ยงไม่ได้จะถูกนำมาคิดในการหาเวลามาตรฐาน

สาเหตุที่ทำให้งานล่าช้า คือ

- เกิดการเสียของเครื่องจักรเครื่องมืออย่างกะทันหัน
- การเตรียมงานการทำความสะอาด
- เกิดความล่าช้าเนื่องจากต้องคอยงานที่จะมาป้อน หรือคอยวัสดุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.1.4 เวลามาตรฐาน (Standard Time)

เวลามาตรฐาน คือ เวลาที่ใช้ทำงานหนึ่งๆ ให้แล้วเสร็จด้วยความสามารถในการทำงานมาตรฐาน เขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$\text{เวลามาตรฐาน} = \text{เวลาปกติ} \times (1 + \text{เวลาเผื่อ}) \quad (2.3)$$

2.2 แผ่นการวัดสมรรถนะของระบบการผลิต (Performance Measurement Sheet in Manufacturing System (PMSMS))

ในปัจจุบันโรงงานอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม รวมถึงธุรกิจการผลิตเชิงครอบครัว มักจะขาดการวัสดุสมรรถนะของระบบการผลิตโดยรวมทั่วทุกสายการผลิต (หรือทุกสถานีงาน) ส่งผลทำให้การวางแผนการผลิตจึงมาจากประสบการณ์ของผู้บริหารโดยอ้างอิงจากอดีตที่เคยปฏิบัติมา และการวางแผนการผลิตหรือแผนการปรับปรุงจึงไม่ได้อยู่บนพื้นฐานของการจัดการด้วยข้อเท็จจริง (Management by Fact) [6]

แผ่นการวัดสมรรถนะของระบบการผลิต (Performance Measurement Sheet in Manufacturing System (PMSMS)) เป็นเครื่องมือที่จะช่วยในการวัดและวิเคราะห์สมรรถนะของระบบการผลิตในทุก ๆ สายการผลิต (หรือทุกสถานีงาน) ที่ทำงานต่อเนื่องกัน และระบบการผลิตทั้งหมดตามขอบเขตที่สนใจ รวมไปถึงการวัดค่าของทรัพยากรที่ใช้ (Resource Input) สามารถสรุปประโยชน์หลัก ๆ ของแผ่นการวัดสมรรถนะของระบบการผลิต (PMSMS) ได้ 2 อย่าง ดังนี้

1. ช่วยให้องค์กรรับรู้ถึงสถานะหรือระดับของระบบการผลิต เพื่อใช้สื่อสารภายในองค์กรในเรื่องของการวางแผนการผลิตและควบคุมการผลิต รวมถึงข้อจำกัดในการผลิต

2. ช่วยในการระบุขอบเขตหรือกำหนดสถานีงานที่วิกฤต เช่น สถานีงานที่เป็นคอขวด (Bottleneck) สถานีงานที่มีเปอร์เซ็นต์การใช้ประโยชน์พนักงานต่ำสุด หรือสถานีงานที่มีต้นทุนแรงงานทางตรงสูงสุด เป็นต้น เพื่อไปสู่การผลิตแผนการปรับปรุงการทำงาน

แผ่นการวัดสมรรถนะของระบบการผลิต (PMSMS) มีลักษณะเป็นตาราง ดังตารางที่ 2.4 มีองค์ประกอบทั้งหมด 4 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 ลำดับกระบวนการผลิตหลัก

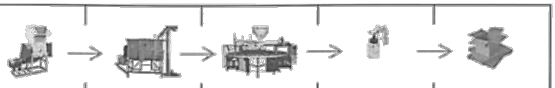
ส่วนที่ 2 การวัดค่าสมรรถนะหลักของแต่ละสถานีงาน

ส่วนที่ 3 การวัดค่าของทรัพยากรที่ใช้ (Resource Indicator)

ส่วนที่ 4 การวัดค่าสมรรถนะหลักโดยรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 2.4 ตัวอย่างของแผ่นการวัดสมรรถนะของระบบการผลิต (PMSMS) [6]

แผนก (หรือสถานี) / ตัวชี้วัด	 1. การบดวัตถุดิบ	2. ผสมวัตถุดิบ	3. การฉีดรองเท้าพีวีซี	4. การพ่นสีรองเท้าพีวีซี	5. การบรรจุรองเท้าพีวีซี
*รอบเวลาการผลิตจริง (Actual Cycle Time)	17.47 วินาทีต่อคู่	18.84 วินาทีต่อคู่	19.07 วินาทีต่อคู่	27.88 วินาทีต่อคู่	28.6 วินาทีต่อคู่
เวลาของกรรมวิธี (Process Time)	41.17 วินาที	46.51 วินาที	54.13 วินาที	63 วินาที	45.6 วินาที
เวลาในการเคลื่อนชิ้นงาน (Throughput Time)	49.28 วินาที	52.78 วินาที	68.24 วินาที	81.48 วินาที	75.78 วินาที
ประสิทธิผลของรอบการผลิต (MCE)	0.835	0.881	0.793	0.773	0.602
จำนวนพนักงาน	4 คนต่อวัน	4 คนต่อวัน	8 คนต่อวัน	11 คนต่อวัน	7 คนต่อวัน
จำนวนเครื่องจักร	2 เครื่อง	7 เครื่อง	4 เครื่อง	-	-
จำนวนชั่วโมงการทำงานปกติ	8 ชั่วโมงต่อวัน	8 ชั่วโมงต่อวัน	8 ชั่วโมงต่อวัน	8 ชั่วโมงต่อวัน	8 ชั่วโมงต่อวัน
จำนวนชั่วโมงการทำงานที่ล่วงเวลา	-	-	-	2.53 ชั่วโมงต่อวัน	2.80 ชั่วโมงต่อวัน

รอบเวลาเป้าหมาย = (8 x 60 x 60) / 1360 = 21.18 วินาทีต่อคู่ (เมื่อความต้องการของลูกค้า = 1,360 คู่ต่อวัน)

รอบเวลาการผลิตจริงในระบบการผลิตโดยรวม = 28.60 วินาทีต่อคู่

อัตราชิ้นงานที่ผลิตได้ = 125.87 คู่ต่อชั่วโมง

ค่าเฉลี่ยชิ้นงานระหว่างกระบวนการตามกฎ Little = 0.035 x 327.56 = 11.453 คู่

ประสิทธิผลของรอบการผลิต (MCE) = 250.41 / 327.56 = 0.7644

<u>หมายเหตุ</u> ในตัวอย่างนี้เวลาในการเคลื่อนชิ้นงานหารด้วยจำนวนพนักงานของแต่ละสถานีงาน ไม่เท่ากับรอบเวลาการผลิตจริงของแต่ละสถานีงาน เพราะพนักงานไม่ได้ทำงานแบบโครงสร้างการผลิตที่ขนานกัน

<u>ส่วนที่ 1 ลำดับกระบวนการผลิตหลัก</u> จะถูกระบุไว้ในแถวแรกของตาราง โดยถูกแสดงในรูปของกระบวนการผลิต (Production Process Diagram) หรือแผนภาพกระบวนการทำงาน (Work Process Diagram) ซึ่งแต่ละสายการผลิต (หรือแต่ละสถานีงาน) เปรียบเสมือนเป็นตัวแทนของชื่อในแต่ละคอลัมน์ โดยเริ่มจากคอลัมน์ที่ 2 เป็นต้นไป

<u>ส่วนที่ 2 การวัดค่าสมรรถนะหลักของแต่ละสายการผลิต</u> ต้องจับเวลา คำนวณ และบันทึกลงในตารางโดยชื่อของตัวชี้วัดจะถูกระบุไว้ในคอลัมน์แรกของตาราง และค่าต่าง ๆ จะถูกวัดและระบุลงในช่องของแต่ละสายการผลิต (หรือแต่ละสถานีงาน) ตัวอย่างของตัวชี้วัด เช่น รอบเวลาการผลิตจริง (Actual Cycle Time), จำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้ภายในเวลาทำงานปกติใน 1 วัน (Capacity), จำนวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ชิ้นงานทั้งหมดที่ผลิตได้ภายใน 1 วัน (รวมเวลาที่เกินปกติ (OT)), เวลาในการผลิตหรือประกอบ (Processing Time), เวลาในการเคลื่อนชิ้นงานหนึ่งชิ้น (Throughput Time), เปอร์เซ็นต์การใช้ประโยชน์พนักงาน (Percent of Labor Utilization) และเปอร์เซ็นต์การใช้ประโยชน์เครื่องจักร (Percent of Machine Utilization) เป็นต้น

นอกจากนี้ สามารถเพิ่มตัวชี้วัดคำสมรรถนะหลักในเรื่องของต้นทุน ความปลอดภัย คุณภาพ หรือการบำรุงรักษาเครื่องจักร เช่น ต้นทุนแรงงาน จำนวนครั้งของการเกิดอุบัติเหตุ อัตราการเกิดของเสีย หรือจำนวนครั้งของการเสียของเครื่องจักร เป็นต้น

<u>ส่วนที่ 3 การวัดค่าขอทรัพยากรที่ใช้ (Resource Indicator)</u> เป็นการบันทึกลงในตารางถัดจากส่วน 2 ลงไป โดยชื่อของทรัพยากรจะถูกระไว้ในคอลัมน์แรกของตาราง และค่าต่าง ๆ จะถูกวัดและระบุลงในช่องของแต่ละสายการผลิต (หรือแต่ละสถานีงาน) เพื่อใช้ประกอบหรือสนับสนุนการตัดสินใจตามวัตถุประสงค์ที่กล่าวไป ตัวอย่างของทรัพยากรที่ใช้ (Resource Input) อาจจะถูกเลือกลงในแต่ละสายการผลิต (หรือแต่ละสถานีงาน) มีดังนี้ จำนวนพนักงาน จำนวนชั่วโมงการทำงานปกติ จำนวนชั่วโมงการทำงานที่ล่วงเวลา และพลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อสถานี) เป็นต้น

<u>ส่วนที่ 4 การวัดค่าสมรรถนะหลักโดยรวม</u> จะคำนวณ และบันทึกใต้ตาราง เพื่อบ่งบอกถึงสมรรถนะหลักของระบบการผลิตภาพรวมทั้งหมด ตัวอย่างของตัวชี้วัด มีดังนี้

- รอบเวลาการผลิตจริงในระบบการผลิตโดยรวม (Actual Cycle Time in Total Manufacturing System)
- อัตราชิ้นงานที่ผลิตได้ต่อชั่วโมง หรือจำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้ภายใน 1 ชั่วโมง (Throughput Rate หรือ UPH)
- ประสิทธิภาพของการจัดดุลสายงาน (Efficiency of Line Balancing)
- ค่าเฉลี่ยจำนวนชิ้นงานระหว่างกระบวนการ (ดู Little's Law)
- ประสิทธิผลของรอบการผลิต (Manufacturing Cycle Effectiveness (MCE))
- จำนวนผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จที่ผลิตได้ภายใน 1 วัน (Daily Going Rate (DGR)) หรือกำลังการผลิตต่อวัน (Capacity) เป็นต้น

อนึ่ง รอบเวลาเป้าหมาย (Takt Time) สามารถระบุลงในแผ่นการวัดสมรรถนะของระบบการผลิตได้ เพื่อใช้เปรียบเทียบของรอบเวลาการผลิตจริงที่เกิดขึ้น (Actual Cycle Time) เพื่อช่วยในการพิจารณาถึงปัญหาละแหล่งของปัญหา เช่น ตัวอย่างกระบวนการผลิตรองเท้าบูทตามตารางที่ 2.4 แผ่นการวัดสมรรถนะของระบบกรผลิต (PMSMS) บ่งบอกว่า แผนกที่ 4 การพ่นสีรองเท้าพีวีซี (รอบเวลาการผลิตจริง = 27.88) และแผนกที่ 5 การบรรจุรองเท้าพีวีซี (รอบเวลาการผลิตจริง = 28.6) ไม่สามารถผลิตได้ทันภายในจำนวนชั่วโมงการทำงานปกติได้ จำเป็นต้องทำงานล่วงเวลา ดังนั้นในการคัดเลือกปัญหาเพื่อลดต้นทุนของโรงงาน ควรจะพิจารณาสองแผนกดังกล่าวก่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ (Simulation)

2.3.1 การจำลองแบบปัญหา

การจำลองแบบปัญหา (Simulation) เป็นกระบวนการออกแบบตัวแบบจำลอง (Mode) ของระบบงานจริง (Real System) แล้วดำเนินการใช้ตัวแบบจำลองนั้นเพื่อเรียนรู้พฤติกรรมของระบบ หรือประเมินผลการดำเนินงาน การใช้แผนงานต่าง ๆ ในการดำเนินงานของระบบภายใต้ขอบเขตที่วางไว้ [7]

โดยการจำลองแบบปัญหามีกระบวนการที่แบ่งได้ 2 ส่วน คือ

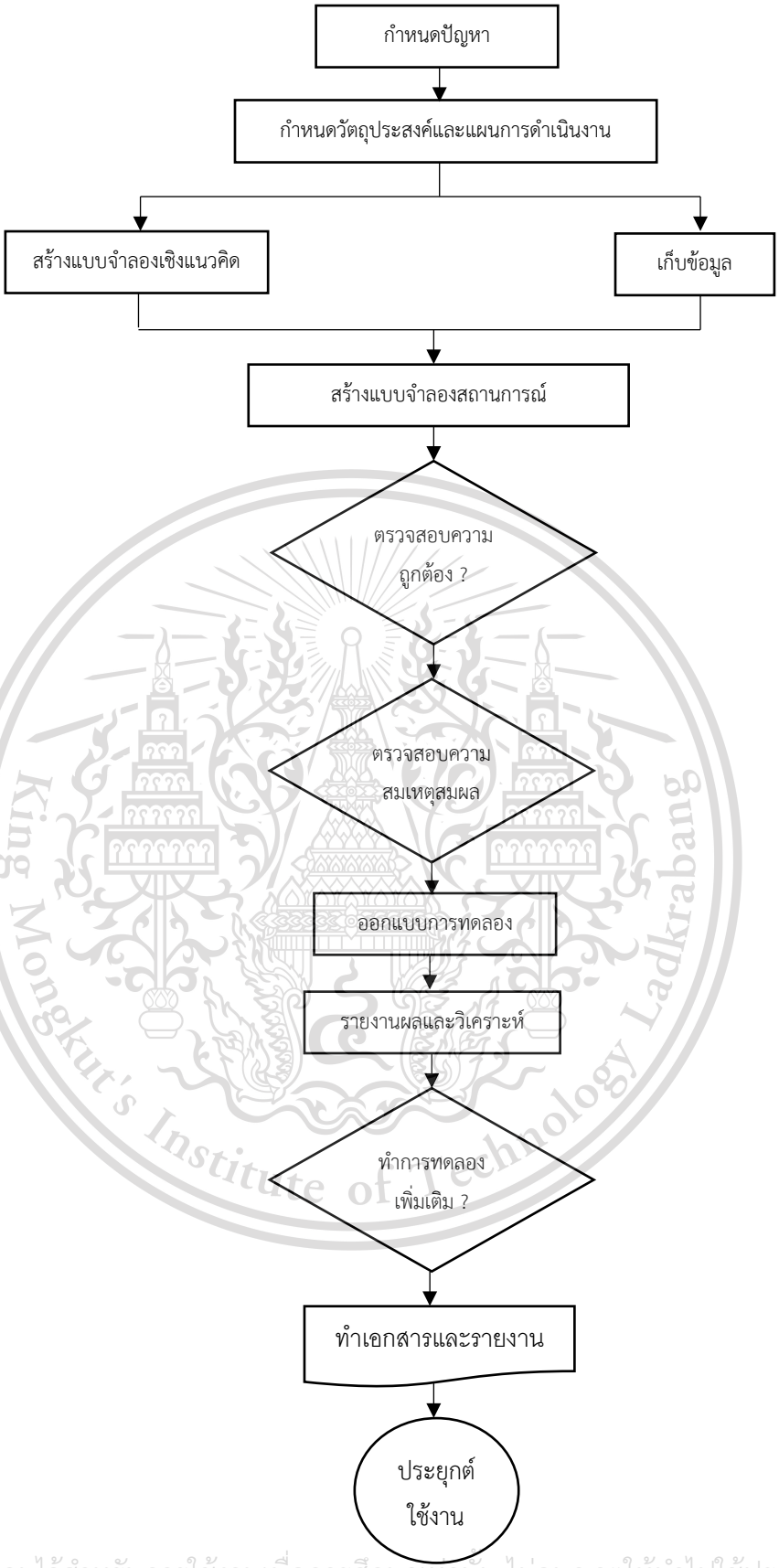
2.3.1.1 การสร้างตัวแบบจำลอง

2.3.1.2 การนำตัวแบบจำลองไปใช้งาน

2.3.1.1 การสร้างตัวแบบจำลอง

การสร้างตัวแบบจำลองมีขั้นตอน ดังรูปที่ 2.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

รูปที่ 2.9 ขั้นตอนการศึกษาโดยใช้การจำลองสถานการณ์ [8]

2.3.1.2 การนำตัวแบบจำลองไปใช้งาน

การนำตัวแบบจำลองไปใช้งานมีองค์ประกอบดังต่อไปนี้

ระบบงาน (System) คือ กลุ่มขององค์ประกอบ (Elements) ที่มีความสัมพันธ์ทำงานร่วมกัน เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของระบบงานนั้น เพราะการจำลองแบบปัญหาเป็นการศึกษากระบวนการทางานของระบบทั้งระบบ จึงจำเป็นต้องมีรูปแบบที่ชัดเจนของระบบงานที่กำลังศึกษา โดยการกำหนดขอบเขตของระบบงานนั้น (System Boundary) ในบางครั้งการปฏิบัติงานของระบบงานอาจจะมีการเปลี่ยนแปลง อันเนื่องมาจากปัจจัยภายนอก ซึ่งเรียกว่า สิ่งแวดล้อมของระบบ (Environment System) โดยทั้งองค์ประกอบภายในระบบและสิ่งแวดล้อมของระบบจะมีลักษณะเฉพาะที่ทำให้เกิดกิจกรรม และกิจกรรมภายใต้เงื่อนไขบางประการจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสถานภาพของระบบงาน

องค์ประกอบของระบบงาน (Component of a System) คือ ระบบงานต่าง ๆ จะต้องประกอบด้วยกลุ่มขององค์ประกอบ (Element or Entity) ซึ่งมีลักษณะเฉพาะตัว (Attribute) และองค์ประกอบเหล่านั้นจะก่อให้เกิดกิจกรรม (Activity) เพื่อทำให้ระบบงานสามารถดำเนินงานไปจนบรรลุวัตถุประสงค์ของระบบงาน เช่น ในระบบงานธนาคาร ลูกค้าถือว่าเป็นองค์ประกอบหนึ่ง คุณลักษณะเช็คตามสมดุลของบัญชีและการฝาก หรือถอน คือ กิจกรรมที่เข้ามาทำ เมื่อระบบงานมีการปฏิบัติงาน สถานภาพของระบบ (State of System) จะเปลี่ยนแปลงไป ในที่นี้สถานภาพของระบบ คือที่เก็บรวบรวมตัวแปรของระบบ (State of Variable) ที่จำเป็นต่อการอธิบายระบบ ณ เวลาใด ๆ ซึ่งจะมีความสัมพันธ์กับจุดมุ่งหมายที่ต้องการศึกษา ในระบบธนาคารตัวแปรของระบบก็ คือ จำนวนลูกค้าที่มาคอยติดต่องาน จำนวนผู้บริการที่ทำงานอยู่ และเวลาที่เข้ามาถึงของลูกค้าคนถัดมา เหตุการณ์ (Event) หมายถึง สิ่งที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว และอาจเปลี่ยนแปลงสถานภาพของระบบได้ในระบบงานของโรงงานอุตสาหกรรมผลิต สินค้าแห่งหนึ่งจะประกอบด้วย ระบบงานย่อย (Subsystem) หลายระบบ เช่น ระบบการผลิต ระบบสินค้า หรือวัตถุดิบในสต็อก เป็นต้น ดังนั้นถ้ามีการจำลองระบบงานของโรงงานอุตสาหกรรมแห่งนี้จะต้องมีการแบ่งแยกการจำลองออกเป็นระบบงานย่อยต่าง ๆ เพื่อจะได้ทำการจำลองให้ถูกต้องยิ่งขึ้น

ประเภทของระบบงาน (Type of a System) คือ การจำแนกประเภทของระบบงานนั้นจำแนกตามการนำไปใช้งาน โดยอาศัยลักษณะการเปลี่ยนแปลงสถานภาพของระบบ (Status System) ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 6 ประเภท ดังนี้

1. ระบบงานต่อเนื่อง (Continuous System) คือ ระบบงานที่เปลี่ยนแปลง สถานภาพของระบบงานต่อเนื่องตลอดเวลา เช่น ระดับน้ำภายหลังเขื่อน ซึ่งจะต้องเพิ่ม หรือลดตลอดเวลา อันเกิดจากการเปิดระบายน้ำออก หรือเมื่อเกิดฝนตกเหนือเขื่อน หรือระบบการจราจร หรือระบบการฝาก - ถอนเงิน ATM ของธนาคาร เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2. ระบบงานไม่ต่อเนื่อง (Discrete System) คือ ระบบงานที่มีการเปลี่ยนแปลงสถานภาพของระบบเป็นช่วงๆ ระยะเวลาใดเวลาหนึ่ง เช่น ระบบการทำงานของธนาคาร ซึ่งจะมีการเปลี่ยนแปลงสถานภาพของระบบระหว่างเวลาทำการ

3. ระบบแน่นอน (Deterministic System) คือ ระบบที่มีการเปลี่ยนแปลงสถานภาพของระบบใหม่สามารถบอกได้แน่นอนว่าเป็นอย่างไร เช่น ระบบปฏิบัติงานหนึ่งกระบวนการจะมีผลลัพธ์ออกมาทุกงานใช้เวลา 15 วินาที

4. ระบบไม่แน่นอน (Stochastic System) คือ ระบบที่มีการเปลี่ยนแปลสถานภาพของระบบที่ไม่สามารถบอกได้ว่าจะเกิดอะไรขึ้น

5. ระบบสถิต (Static System) คือ ระบบที่มีการเปลี่ยนแปลงสถานภาพ ของระบบไม่เกี่ยวข้องกับเวลา เช่น Monte Carlo Simulation

6. ระบบพลวัต (Dynamic System) คือ ระบบที่มีการเปลี่ยนแปลง สถานภาพของระบบมีความเกี่ยวข้องกับเวลา

ตัวแบบจำลอง (Mode) คือ วัตถุ หรือโปรแกรมคอมพิวเตอร์ หรือระบบที่สร้างขึ้น เพื่อใช้ในการศึกษาระบบการทำงานจริงที่ต้องการศึกษา และตัวแบบที่จะใช้ในการจำลองนี้เป็นตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ตัวแบบจำลองนี้สามารถแบ่งได้เป็น 6 ประเภทตามประเภทของระบบงานตามที่ได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อที่ผ่านมา แต่สำหรับตัวแบบที่ใช้ในการจำลองที่นิยมใช้ในการสร้างตัวแบบที่อาศัยคอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือในการหาผลลัพธ์จะเป็นตัวแบบจำลองที่เรียกว่า ตัวแบบจำลองมอนติคาร์โล (Monte Carlo Simulation Model)

การประยุกต์ใช้ตัวแบบจำลองกับระบบงานจริง (Areas of Application) ตัวแบบจำลองปัญหาสามารถนำไปแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้หลายระบบงาน ตัวอย่างเช่น

1. การจำลองระบบงานด้านอุตสาหกรรม เช่น ระบบสินค้าคงคลัง ระบบแถวคอย ระบบการสื่อสาร ระบบการรับ - จ่ายสินค้า

2. การจำลองระบบงานด้านบริหารธุรกิจ และเศรษฐศาสตร์ เช่น การศึกษาสภาวะการตลาด ภาวะเงินเฟ้อ พฤติกรรมของผู้บริโภค

3. การจำลองสถานการณ์ในการรบการต่อสู้

4. การจำลองปัญหาด้านการจราจรระยะเวลาการเปิดสัญญาณไฟเขียวและไฟแดง

5. การจำลองปัญหาด้านการจัดการคมนาคมทางอากาศ ให้เครื่องบินลำใดขึ้น ณ ระดับความสูงเท่าไร เพื่อป้องกันอุบัติเหตุเครื่องบินชนกัน

สาเหตุที่ไม่ใช้ระบบงานจริงในการศึกษาทดลอง

1. ทำให้การทำงานตามปกติเกิดความติดขัด

2. ใช้ค่าใช้จ่ายในการทดลองมาก เช่น ต้องมีการจ้างพนักงาน

3. ใช้เวลาในการทดลองมากเท่ากับเวลาจริงของการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4. ได้ผลการทดลองไม่ทันตามความต้องการ

5. ทดลองไม่ได้ทุกสถานการณ์

ข้อได้เปรียบจากการใช้ตัวแบบจำลอง

1. ตัวแบบจำลองสามารถทำการทดลองงานซ้ำ ๆ กันหลายครั้งในแต่ละกรณีค่าใช้จ่ายต่ำกว่าการทดลองกับระบบงานจริง

2. เป็นวิธีการวิเคราะห์ที่ประยุกต์ใช้ได้ง่ายเพราะคำตอบที่ได้รับสามารถใช้งานได้

3. ตัวแบบจำลองสามารถจะใช้วิเคราะห์ระบบงานจริงได้ แม้ว่าข้อมูลจะน้อย

4. เป็นเครื่องมือในการฝึกอบรม ทดลองในสถานการณ์ที่อันตราย

ข้อเสียเปรียบของการใช้ตัวแบบจำลอง

1. ตัวแบบจำลองที่เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์อาจต้องใช้เวลาและค่าใช้จ่ายในการสร้างตัวแบบจำลองมาก

2. ผลที่ได้จากตัวแบบจำลองมักจะเป็นค่าประมาณหรือซื้อเครื่องมือใหม่มาทดลอง

3. ทำให้ผู้ที่คุ้นเคยในการสร้างตัวแบบจำลอง มักจะไม่ค่อยค้นหาวิธีการ หรือตัวแบบทางคณิตศาสตร์ ซึ่งอาจแก้ปัญหาได้ง่ายกว่าในบางกรณี

ขั้นตอนการศึกษาโดยใช้ตัวแบบจำลอง ในการสร้างตัวแบบจำลองที่ต้องทำเป็นตัวแบบทางคณิตศาสตร์ซึ่งต้องอาศัยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการทำงาน มีขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดรูปแบบปัญหา เป็นการศึกษาเพื่อแก้ปัญหาใดก็ตามประการแรกสุด คือ ต้องกำหนดว่าปัญหามีอะไรบ้าง ผู้กำหนดนโยบายต้องพิจารณาอย่างมั่นใจว่าปัญหาที่หยิบยกขึ้นมานั้นครอบคลุมปัญหาทั้งหมดแล้ว

2. กำหนดจุดมุ่งหมาย และวางแผนสาหรับโครงงาน เพื่อให้แน่ชัดว่าจะทำตัวแบบจำลองนั้นอย่างไร กำหนดขอบเขตของโครงงาน ข้อจำกัดต่าง ๆ

3. สร้างตัวแบบ โดยการสร้างตัวแบบจำลองต้องคำนึงถึง ลักษณะของระบบงานที่เราจำลองและตัวแบบจำลองนี้ต้องสามารถอธิบายพฤติกรรมของระบบได้

4. การเก็บข้อมูล เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลตัวแปรของระบบทั้งหมด

5. ลงรหัส เป็นการเปลี่ยนตัวแบบจำลองให้เป็นโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์

6. ทวนสอบความถูกต้องของโปรแกรม (Verified) เป็นการตรวจสอบว่าโปรแกรมนี้ทำงานได้หรือไม่

7. ตรวจสอบความถูกต้องของระบบจำลอง (Validate) เป็นการตรวจสอบต่อว่าโปรแกรมรันผ่านได้ แล้วให้ผลลัพธ์ถูกต้องหรือไม่

8. วางแผนการทดลอง เป็นการวางแผนการใช้ตัวแบบจำลองอย่างไร จึงจะได้ข้อมูลมาวิเคราะห์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

9. ให้ตัวแบบทำงาน และวิเคราะห์ผล เมื่อวางแผนการทดลองอย่างไรก็สั่งให้ตัวแบบทำตามแผนที่วางไว้ และวิเคราะห์ผลที่ได้ออกมา

10. ต้องทำงานเพิ่มหรือไม่ เพราะบางครั้งตัวแบบจำลองให้ผลออกมาไม่ดีนัก หรือต้องการความถูกต้องมากยิ่งขึ้น ก็ให้ตัวแบบทำงานเพิ่มได้

11. การทำคู่มือการใช้งาน และทำรายงานผล เป็นส่วนหนึ่งจะทำให้ผู้ใช้งานทราบข้อจำกัดต่าง ๆ ของตัวแบบจำลอง หากมีการนำตัวแบบจำลองไปใช้งาน และจัดทำรายงานผลการทำงาน หรือผลการทดลองออกมาแสดงด้วย

12. การนำไปใช้งาน เป็นการนำผลสำเร็จในรายงาน มาใช้ช่วยในการตัดสินใจต่อไป

2.3.2 สถิติสำหรับการจำลอง

ตัวแปรสุ่ม (Random Variable) สามารถจำแนกออกตามผลการทดลองแบ่งได้ 2 ประเภท

1. ตัวแปรสุ่มไม่ต่อเนื่อง (Discrete Random Variable) นิยามให้ตัวแปรสุ่ม X เป็นตัวแปรสุ่ม ถ้าค่าที่เป็นไปได้ของ X มีจำนวนจำกัดหรือนับจำนวนได้เรียก X ว่า ตัวแปรสุ่มไม่ต่อเนื่อง คือ

$$X = \{\frac{x}{x} = x_1, x_2, x_3, \dots\} \tag{2.4}$$

- การแจกแจงของตัวแปรสุ่มไม่ต่อเนื่อง (Discrete Random Variable Distribution) มีดังนี้ การแจกแจงแบบเบอร์นูลี่ การแจกแจงยูนิฟอร์มที่ไม่ต่อเนื่อง การแจกแจงแบบทวินาม การแจกแจงแบบเรขาคณิต การแจกแจงแบบทวินามลบ และการแจกแจงแบบปัวซอง

2. ตัวแปรสุ่มต่อเนื่อง (Continuous Random Variable) นิยามให้ตัวแปรสุ่ม X เป็นตัวแปรสุ่ม เราไม่อาจจะนับค่าที่เป็นไปได้ของตัวแปรนั้น ค่าของตัวแปรสุ่มประเภทนี้จะกำหนดเป็นช่วง ๆ

$$X = \{\frac{x}{0} < x < 10\} \tag{2.5}$$

- การแจกแจงของตัวแปรสุ่มต่อเนื่อง (Continuous Random Distribution) มีดังนี้ การแจกแจงแบบสม่ำเสมอยูนิฟอร์ม การแจกแจงแบบเอ็กโปเนนเชียล การแจกแจงแบบแกรมมา การแจกแจงแบบไวบูลล์ การแจกแจงแบบปกติ การแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล การแจกแจงแบบสามเหลี่ยม และการแจกแจงแบบเบต้า

2.3.3 วิธีการทดสอบสำหรับตัวเลขสุ่ม

คุณสมบัติของตัวเลขสุ่ม คือ มีโอกาสเกิดขึ้นเท่ากัน และเป็นอิสระต่อกันซึ่งการที่จะตรวจสอบว่าตัวผลิต (Generator) เลขสุ่มนั้นให้คุณสมบัติทั้งสองนั้นหรือไม่ ซึ่งสามารถทดสอบได้ด้วยวิธีการทดสอบดังต่อไปนี้ [8]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

1. ทดสอบการแจกแจง (Distribution Test) เพื่อทดสอบความสม่ำเสมอของชุดตัวเลขที่ผลิต เราจะใช้การทดสอบโคโมโกรอฟ - สเมียร์นอฟ (Kologorov - Smirnov Test) และการทดสอบไคสแควร์ (Chi - Square Test) ทั้งสองการทดสอบจะวัดความแตกต่างระหว่างการแจกแจงของตัวอย่างกับการแจกแจงสม่ำเสมอทางทฤษฎี

2. ทดสอบรัน (Run Test) เพื่อทดสอบสมมติฐานว่าตัวเลขเหล่านี้ เป็นอิสระต่อกันหรือไม่ ในการทดสอบความเป็นอิสระของตัวเลขด้วยข้อทดสอบรันต่าง ๆ ต้องพิจารณาจำนวนรัน และความยาวของรัน

a. การรันอัพ และรันดาวน์ (Run up & Run down)

b. รันอะโบฟ และรันบีโล (Runs Above & Run below)

c. การทดสอบการรันของตัวเลข: ความยาวของการรัน (Length of run)

3. ทดสอบความสัมพันธ์กันเอง (Autocorrelation Test) ทดสอบสหสัมพันธ์ (Correlation) หรือความสัมพันธ์ระหว่างตัวเลข เป็นการทดสอบความสัมพันธ์กันเอง โดยจะคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์กันเอง (Autocorrelation Coefficient) ทุก ๆ ตัวเลขที่ m จะเป็นค่าวัดความสัมพันธ์ระหว่างตัวเลขทุก ๆ m ตัวเลข

4. ทดสอบช่องว่าง (Gap Test) การทดสอบช่องว่างจะใช้ข้อทดสอบโคโมโกรอฟ - สเมียร์นอฟ โดยเปรียบเทียบค่าความถี่สะสมทางทฤษฎีกับค่าความถี่สะสมที่หาได้จากตัวอย่าง

5. ทดสอบโป๊กเกอร์ (Poker Test) ข้อทดสอบโป๊กเกอร์ สำหรับทดสอบความเป็นอิสระของตัวเลขสุ่มที่ผลิตขึ้นโดยใช้วิธีพิจารณาความถี่ หรือจำนวนครั้งของการเกิดตัวเลขซ้ำ

2.3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลนำเข้า

การศึกษาโดยอาศัยตัวแบบจำลอง สิ่งที่มีความจำเป็นเกี่ยวกับตัวแบบจำลอง คือ ข้อมูลนำเข้าที่เกี่ยวข้องกับระบบงานจริง รูปแบบของข้อมูลนำเข้าจะมีรูปแบบการแจกแจงแบบใด ๆ เมื่อข้อมูลนำเข้าที่เก็บมา ข้อมูลที่ได้จะสรุปเป็นกรแจกแจงเชิงการทดลอง (Empirical Distribution) ซึ่งเป็นการแจกแจงที่มีข้อจำกัด และต้องทำการวิเคราะห์ข้อมูลนำเข้ามีขั้นตอน ดังนี้ [8]

1. เก็บรวบรวมข้อมูล (Data Collection) โดยข้อมูลที่เก็บมาต้องมีจำนวนมากเพียงพอเพื่อที่จะทำให้ได้ตัวแบบจำลองที่ถูกต้อง และแม่นยำ

2. การจัดรูปแบบแจกแจงให้ข้อมูลนำเข้า (Identifying the Distribution) เป็นขั้นตอนการค้นหารูปแบบการแจกแจงในการสถิติแบบใด ๆ นั่นเอง โดยจะต้องพิจารณาว่าข้อมูลนำเข้าที่ได้มาจะเป็นตัวแปรสุ่มแบบต่อเนื่อง หรือตัวแปรสุ่มไม่ต่อเนื่อง จากนั้นนำข้อมูลมาจัดการตามกระบวนการโดย จัดทำกราฟแท่ง (Histogram) และทำนายรูปแบบการแจกแจง จากกราฟแท่งที่ได้มาเทียบกับกราฟของการแจกแจงต่าง ๆ ว่ามีรูปร่างคล้ายกับการแจกแจงแบบใดมากที่สุด แล้วทำนายว่าควรมีการแจกแจงแบบใด

3. ประเมินค่าพารามิเตอร์ (Parameter Estimation)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4. ทดสอบสาระรูปสนิทดี (Goodness of Fit Test) เป็นการทดสอบว่าข้อมูลที่เก็บมามีการแจกแจงดังที่คาดหมายไว้หรือไม่

2.3.5 การตรวจสอบความถูกต้องของตัวแบบจำลอง

การใช้การจำลองแบบเป็นเครื่องมือหาข้อมูล ตัวแบบจำลองจะต้องทำงานได้อย่างถูกต้องหรือใกล้เคียงกับระบบงานจริงที่ปฏิบัติงานอยู่ แต่การจะให้ตัวแบบทำงานได้ถูกต้องจะมีกระบวนการหรือขั้นตอนการทำให้ตัวแบบทำงานได้ไม่มีผิดพลาดดังนี้ [8]

1. ขั้นตอนสร้างตัวแบบ (Model Building) ขั้นตอนนี้จะมีการสังเกตการทำงานของระบบงานจริง ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ ของระบบ การเก็บรวบรวมข้อมูล และศึกษาพฤติกรรมของระบบ (System Behavior)

2. การทวนสอบความถูกต้องของโปรแกรม (Verification) มีข้อควรปฏิบัติดังนี้

2.1 ตรวจสอบโปรแกรมโดยโปรแกรมเมอร์คนอื่น ๆ

2.2 เขียนโฟล์ชาร์ตของโปรแกรม พยายามศึกษาถึงตรรกะต่าง ๆ ของระบบงาน

2.3 พิจารณาผลลัพธ์อย่างมีเหตุผล ภายใต้การเปลี่ยนแปลงของพารามิเตอร์

2.4 ให้พิมพ์พารามิเตอร์นำเข้า เมื่อเสร็จการจำลอง เพื่อกันความผิดพลาดที่จะเกิดขึ้น หากพารามิเตอร์มีการเปลี่ยนแปลง

2.5 พิมพ์โปรแกรมที่ใช้ออกมากำหนดชื่อ และความหมายของตัวแปรที่กำหนดในโปรแกรม

3. เป็นขั้นตอนที่พิจารณาว่าตัวแบบทำงานได้เหมือนระบบงานจริงหรือไม่ (Validate) โดยการใช้เทคนิคทางสถิติเข้ามาตรวจสอบ โดยการทดสอบสมมติฐานทางสถิติ

2.3.6 องค์ประกอบเบื้องต้นในการสร้างโมเดลในโปรแกรม ProModel

การสร้างโมเดลในโปรแกรม ProModel จะแบ่งเป็นองค์ประกอบหลัก และองค์ประกอบย่อย ดังนี้

<u>องค์ประกอบหลัก</u>

- Location เครื่องจักร สถานที่ทำงาน
- Entities สิ่งที่สนใจในระบบ เช่น วัตถุดิบ ชิ้นงาน ส่วนประกอบชิ้นงาน
- Processing การดำเนินงานที่เกิดขึ้นในสถานที่
- Arrival การเข้ามาในระบบของ Entities
- Path Network เส้นทางขนถ่ายลำเลียง เส้นทางการเดิน
- Resources พนักงาน พาหนะขนถ่ายลำเลียง เช่น รถโฟล์คลิฟท์

<u>องค์ประกอบย่อย</u>

- Attribute ตัวแปรที่ใช้บอกคุณลักษณะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

- Variable ตัวแปรที่ใช้บอกจำนวนหรือเวลา

2.4 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ยุทธกร เชิดสม และคณะ (พ.ศ. 2563) ได้ศึกษาการลดเวลาและเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตเสื้อแขนสั้น กรณีศึกษา บริษัทผู้ผลิตชุดกีฬา เพื่อนำเสนอแนวทางในการลดความสูญเปล่าและเพิ่มประสิทธิภาพของสายการผลิตเสื้อแขนสั้น ของบริษัทผู้ผลิตชุดกีฬา แผนก A ด้วยหลักการ ECRS เช่น การรวมขั้นตอนการทำงานที่สามารถทำได้พร้อมกันไว้ด้วยกัน หรือการให้พนักงานสามารถทำงานแทนกันได้ ผลลัพธ์คือ การปฏิบัติงานจากเดิม มี 24 ขั้นตอนหลังปรับปรุงลดลงเหลือ 21 ขั้นตอน สามารถลดได้ 3 ขั้นตอน เวลามาตรฐานที่ใช้หลังการปรับปรุงแล้วเหลือ 17.30 นาที จากเดิม 22.20 นาที คิดเป็น 22% และระยะทางจาก 74 เมตร ลดลงเหลือ 8 เมตร ลดระยะทางได้ถึง 66 เมตร คิดเป็น 89% [9]

จักรกฤษณ์ ฮั่นยะลา (พ.ศ. 2557) ได้ศึกษาการพัฒนาประสิทธิภาพกระบวนการผลิตกางเกงเวสในโรงงานอุตสาหกรรมเสื้อผ้าสำเร็จรูป กรณีศึกษา นอร์ธเทิร์นแอทไทร์ จำกัด โดยใช้หลักการของการจำกัด การรวมกัน การจัดใหม่ และการทำให้ง่าย (ECRS) เพื่อลดขั้นตอนและลดเวลาในกระบวนการผลิต ซึ่งผลวิจัยที่ได้คือ การลดระยะเวลาในกระบวนการผลิต จาก 44.44 นาที เป็น 41.42 นาที ลดลงร้อยละ 6.79 และลดขั้นตอนการผลิตโดยการรวมขั้นตอนการผลิตเข้าด้วยกัน ช่วยทำให้ ขั้นตอนการผลิตลดลงจาก 155 ขั้นตอน เป็น 98 ขั้นตอน หรือลดลงร้อยละ 36.77 สรุปว่าการใช้เครื่องมือดังกล่าวนั้นช่วยให้การทำงานสามารถลดขั้นตอนและลดเวลาในการทำงานได้จริง [10]

กิตติพงษ์ ไชยยา (พ.ศ. 2558) ศึกษาเกี่ยวกับเทคนิค ECRS และสมดุลการผลิต โดยมีการออกแบบ โดยการจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ หลังจากที่ได้แบบจำลองที่ให้ผลดีที่สุด จึงนำมาปรับปรุงกระบวนการทำงาน ในโรงงานผลิตตัวกำเนิดเลเซอร์ พบว่าสามารถยุบรวมสถานีทำงานจาก 10 สถานี เหลือ 5 สถานี อัตราการผลิตเพิ่มขึ้น 59% จาก 0.0086 ตัว/ชั่วโมง/คน เป็น 0.021 ตัว/ชั่วโมง/คน ค่าอรรถประโยชน์ของพนักงานเพิ่มขึ้น 37.9% จากเดิม 20.896 เป็น 58.7%6 และประสิทธิภาพการสายผลิตเพิ่มขึ้น 53:3% จาก เดิม 36% เป็น 89.33% [11]

กัณศิริ กิตติภากร (พ.ศ. 2553) พบว่าปัญหาของการทำงานไม่มีความสมดุล จึงได้นำหลักการการจัดสมดุลการผลิต การศึกษาเวลา แล้วนำมาจำลองในโปรแกรม พบว่าช่วยเพิ่มผลการผลิตให้มีประสิทธิภาพ เช่น การลดพนักงานในสายการผลิต จากเดิม 19 คน เหลือ 10 คน ต่อสายการผลิต อีกทั้งได้ออกแบบจำลองเพื่อจะได้จัดสรรทรัพยากรให้เหมาะสมเมื่อมีการสั่งซื้อเพิ่มขึ้นของสายการผลิตอุตสาหกรรมอาหาร [12]

นิสากร มรกตเขียว (พ.ศ. 2553) ศึกษาเกี่ยวกับการปรับปรุงสายการผลิตแผงประตูภายในรถยนต์ โดยได้ใช้หลักการ ECRS จากการทำงานพบว่า หลังจากการจัดสมดุลสายการผลิตทำให้เวลาการทำงานลดลงจาก 476.74 วินาที เป็น 440.06 วินาที และรอบเวลาการผลิตลดลงจากเดิม 58.68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

วินาที เป็น 57.82 วินาที ทำให้กำลังการผลิตเพิ่มขึ้นจาก 444 คันต่อวันเป็น 465 คันต่อวัน หรือคิดเป็น 4.73% และสามารถลดพนักงานจาก 9 คนเหลือ 8 คนต่อสายการผลิตอีกด้วย [13]

ปรัชญา พละพันธ์ (พ.ศ. 2555) ศึกษาเกี่ยวกับการเกี่ยวกับกระบวนสายการผลิตชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ พบว่า มีปัญหาการว่างงานของพนักงานระหว่างการผลิต จึงได้ใช้เทคนิคการจัดสมดุลสายการผลิต เทคนิคการปรับปรุงงาน และการจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ มีการออกแบบกรณีที่มีคำสั่งซื้อเพิ่มขึ้น 10% และ 20% พบว่า สามารถปรับปรุง เพิ่มอัตราผลิตผลอรรถประโยชน์และประสิทธิภาพของสายการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในกรณีปริมาณผลิต 14,000 ชิ้น ซึ่งเพียงพอต่อปริมาณการสั่งซื้อเดิมสามารถเพิ่ม Labor Productivity จาก 29.59 ชิ้นต่อชั่วโมต่อคน เป็น 35.58 ชิ้นต่อชั่วโมงต่อคน (เพิ่มขึ้น 20.35%) และ %Total Utilization เฉลี่ยจาก 73.09% เป็น 81.08% (เพิ่มขึ้น 10.94%) กรณีที่มีคำสั่งซื้อมากขึ้น 10% และ 20% เพิ่มค่าอรรถประโยชน์ของพนักงานเพิ่มขึ้น 8.54% จาก 64.19% เป็น 72.64% [7]

ปาริกชาต แก้วมณี (พ.ศ. 2555) ศึกษาหาสมดุลของสายการผลิตเบาะหนังรถยนต์พบว่าก่อนปรับปรุงวิธีการทำงานเป็นแบบใช้มือทำงานมีรอบการทำงานเท่ากับ 215.58 นาที ได้ทำการปรับปรุงโดยการเลือกขั้นตอนที่เหมาะสม เพื่อลดขั้นตอนการทำงานที่ซับซ้อน มีการประยุกต์วิธีการจัดการฐานข้อมูล และพัฒนาระบบคอมพิวเตอร์ทำให้สมารถจัดสมดุลได้อย่างมีประสิทธิภาพ ลดรอบการทำงานเหลือเพียง 13.22 นาที เพิ่มประสิทธิภาพการทำงานได้มากถึง 93.87% [14]

ปิยพงศ์ แคบำรุง (พ.ศ. 2557) ได้ทำการศึกษาการปรับปรุงสายการผลิตแผ่นกันความร้อนห้องผู้โดยสารในรถยนต์เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพสมดุลสายการผลิต โดยใช้เทคนิค ECRS ร่วมกันกับอัลกอริทึม กิลบริดจ์และเวสเตอร์ พบว่าการทำงานยังอยู่ภายใต้ Takt Time ที่ลูกค้าต้องการ แต่ประสิทธิภาพสมดุลการผลิตอยู่ที่ร้อยละ 77.83% หลังจากการปรับปรุงประสิทธิภาพของสายการผลิตคือ 95.44% เพิ่มขึ้น 17.16% ส่งผลให้ลดจำนวนพนักงานจาก 9 คน เหลือ 6 คน [15]

ภานุวัฒน์ ศรีชัย (พ.ศ. 2555) ได้ศึกษาการปรับปรุงผลิตภาพของกระบวน การทำความสะอาดขั้นสุดท้ายในสายการผลิตพบว่า สายการผลิตไม่มีความสมดุล จึงได้ใช้การจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ร่วมกับการปรับปรุง โดยใช้เทคนิค ECRS และการจัดทำสมดุลการผลิต จากการศึกษาคู่ประสิทธิภาพสายการผลิตเพิ่มขึ้นจาก 53.66% เป็น 87.45% จึงทำให้ผลผลิตเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจาก 1,693 ชิ้น เป็น 2,119 ชิ้นต่อกะ [16]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

เนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึงสภาพปัจจุบันของโรงงานกรณีศึกษา กระบวนการผลิต การวิเคราะห์หาสาเหตุรากเหง้า รวมถึงแนวทางการแก้ไขและปรับปรุง ดังแสดงในหัวข้อต่อไปนี้

3.1 ข้อมูลเบื้องต้นของโรงงานกรณีศึกษา

3.2 ข้อมูลเบื้องต้นของกระบวนการผลิต

3.3 การกำหนดปัญหาและดัชนีชี้วัดหลัก

3.4 ข้อมูลเบื้องต้นของกระบวนการผลิตในแผนกทอคอมพิวเตอร์

3.5 ศึกษาสาเหตุของปัญหารากเหง้า

3.6 การกำหนดแนวทางการแก้ไขและปรับปรุง

3.1 ข้อมูลเบื้องต้นของโรงงานกรณีศึกษา

บริษัท ป.สยามนิตติ้ง แฟคตอรี่ จำกัด (P. SIAMKNITTING FACTORY CO., LTD.) เดิมชื่อห้างหุ้นส่วนจำกัด แหลมทองการทอ เข้าจดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์ครั้งแรก เมื่อวันที่ 18 เมษายน พ.ศ. 2539 ด้วยทุนจดทะเบียน 1,000,000.00 บาท และเปลี่ยนชื่อมาเป็นชื่อปัจจุบัน เพื่อประกอบธุรกิจเป็นผู้รับจ้างผลิตสินค้าสิ่งทอด้วยการถักและถักโครเชต์ โดยใน 15 ปีแรก สำนักงานและโรงงานตั้งอยู่ที่ 39/55-58 ซอยเพชรเกษม77/4 ถนนเพชรเกษม แขวงหนองค้างพลู เขตหนองแขม กรุงเทพมหานคร ผลิตสิ่งทอจากไหมพรม ต่อมาบริษัทได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง จนมาในปี พ.ศ. 2554 สำนักงานและโรงงานย้ายมาที่ 125/10 หมู่ 6 ถนนเศรษฐกิจ1 ตำบลคลองมะเดื่อ อำเภอกระทุ่มแบน จังหวัดสมุทรสาคร ปัจจุบันมีทุนจดทะเบียน 5,000,000 บาท มีพนักงาน 110 คน มีเครื่องทอชนิดทอแบบ Flat Knitting ของบริษัท Shima Seiki 36 เครื่อง

รูปที่ 3.1 สำนักงานและโรงงานของบริษัท ป.สยามนิตติ้ง แฟคตอรี่ จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สินค้าที่โรงงานกรณีศึกษารับผลิตเป็นเสื้อผ้า สิ่งทอ จากไหมพรม อาทิเช่น เสื้อกันหนาว คาร์ดิแกน สเว็ตเตอร์และผ้าพันคอ เป็นต้น ดังตารางที่ 3.1 โดยมีเส้นด้ายให้เลือกมากกว่า 10 ชนิด บริษัท ป.สยาม นิตติ้ง แฟคตอรี่ จำกัด ถือว่าเป็นโรงงานทอผ้านิตติ้งระดับแนวหน้าของประเทศไทย ด้วยทักษะการผลิตระดับสูงทั้งด้านฝีมือและเครื่องจักรในการผลิตที่การันตีด้วยประสบการณ์ในอุตสาหกรรมสิ่งทอมากกว่า 30 ปี พร้อมทั้งความหลากหลายและคุณภาพวัตถุดิบ ด้วยคุณสมบัติระดับดีเยี่ยมนี้จึงทำให้ บริษัท ป.สยามนิตติ้ง แฟคตอรี่ จำกัด เป็นที่ยอมรับจากหลากหลายแบรนด์ชั้นนำภายในประเทศ เช่น แบรนด์ Jaspal, CPS Chaps, CC Double O, LYN Around and Misty Mynx รวมไปถึง ASAVA และ RENO (Thailand)

ตารางที่ 3.1 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ของโรงงานกรณีศึกษา

รูปผลิตภัณฑ์	ชื่อผลิตภัณฑ์	รูปผลิตภัณฑ์	ชื่อผลิตภัณฑ์
	คาร์ดิแกนผู้ชาย		เสื้อแขนยาว
	สเว็ตเตอร์ผู้ชาย (Men's Sweather)		ผ้าพันคอไหมพรม (Knit Scarf)
	คาร์ดิแกนผู้หญิง		Knitting Cap
	สเว็ตเตอร์ผู้หญิง (Women's Sweather)		Knitting Bag

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is published for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.2 ข้อมูลเบื้องต้นของกระบวนการผลิต

การผลิตสิ่งทอจากไหมพรมนั้น มีกระบวนการผลิตหลายขั้นตอนด้วยกัน นอกเหนือจากการทอชิ้นส่วนผ้าแผ่นขึ้นมาแล้ว ยังมีขั้นตอนการประกอบตัว (การโพ้ง) การรีด การซัก การตรวจสอบ เป็นต้น ซึ่งล้วนแต่เป็นกระบวนการที่สำคัญในการผลิตสิ่งทอ โดยภายในโรงงานกรณีศึกษาแห่งนี้มีหลายแผนก ที่คอยสนับสนุนให้แต่ละขั้นตอนเป็นไปด้วยความราบรื่น ไม่เกิดการติดขัดในกระบวนการผลิตแต่ละกระบวนการ ซึ่งแผนกทั้งหมดภายในโรงงานกรณีศึกษามีดังนี้

3.2.1 แผนกทอคอมพิวเตอร์ (Computer Knitting)

ในส่วนของแผนกทอคอมพิวเตอร์ เป็นแผนกที่มีการทอชิ้นส่วนของผ้าแผ่นขึ้นมาด้วยเครื่อง Knitting Machine โดยในแผนกนี้จะเริ่มต้นขึ้นเมื่อรูปแบบของผลิตภัณฑ์ผ่านการคำนวณแบบเสร็จเรียบร้อย ได้ค่าตัวเลขในโปรแกรมที่แน่นอน โดยสามารถป้อนเข้าสู่เครื่องจักรแล้วเครื่องจักรสามารถทำงานได้ในทันที เมื่อพนักงานออกแบบนำข้อมูลให้หัวหน้าช่าง หัวหน้าช่างจะนำข้อมูลนั้นป้อนใส่แผ่นดิสก์หรือแฟลชไดร์ฟ เพื่อส่งต่อให้พนักงานที่ประจำไลน์นั้น ๆ โดยพนักงานมีหน้าที่ป้อนคำสั่งทำให้เครื่องจักรทำงานตรงตามแบบของลูกค้า หรือที่เรียกว่าการตั้งค่าเครื่องจักร โดยผ้าแผ่นที่ได้จากการทอคอมพิวเตอร์นั้นประกอบด้วยส่วนหน้า หลัง และแขน กระบวนการในแผนกทอคอมพิวเตอร์ดำเนินการดังรูปที่ 3.2

รูปที่ 3.2 การทำงานของแผนกทอคอมพิวเตอร์

3.2.2 แผนกประกอบตัว (Assembly)

แผนกประกอบตัว มีหน้าที่ประกอบชิ้นส่วนผ้าแผ่นเข้าด้วยกันให้ได้เป็นผลิตภัณฑ์ตามที่ลูกค้าต้องการ เช่น เสื้อกันหนาว เดรส กระเป๋า เป็นต้น โดยสามารถแบ่งขั้นตอนในแผนกได้ดังนี้

1. ขั้นตอนการตรวจผ้าแผ่น ทำหน้าที่ตรวจสอบมาตรฐานผ้าแผ่นที่ได้จากแผนกทอคอมพิวเตอร์ ดังรูปที่ 3.3 ว่าผ้ามีรูใหญ่หรือไม่ สามารถนำไปโพ้ง (การประกอบตัว) ต่อได้หรือไม่ ถ้าผ่านการตรวจสอบแล้วจึงนำส่งต่อไปยังขั้นตอนการโพ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

รูปที่ 3.3 ขั้นตอนการตรวจผ้าแผ่น

2. ขั้นตอนการโพ้ง ทำหน้าที่ประกอบส่วนของผ้าแผ่นให้สำเร็จรูปขึ้นมาเป็น เสื้อไหมพรม เสื้อคาร์ดิแกน ผ้าพันคอ เดรส หมวก เป็นต้น โดยในขั้นตอนนี้พนักงานจะเริ่มจากแยกชิ้นส่วนหน้า หลังและแขนที่ได้รับมาจากการตรวจสอบผ้าแผ่น แล้วทำการตัดรูไหล่ เลาะดักและตัดไส้ไก่เพื่อนำมาใช้เชื่อมส่วนประกอบต่าง ๆ โดยเครื่องจักรที่ใช้เรียกว่า จักรโพ้ง ขั้นตอนนี้จะเริ่มต้นโดยการกำหนดเข็ม กำหนดระยะเริ่มต้น หลังจากนั้นจึงทำการต่อไหล่ เข้าวงแขนเสื้อ เข้าข้างเสื้อ โพ้งปกเสื้อ และกุ๊นกระเป๋าเป็นลำดับสุดท้าย ดังรูปที่ 3.4

รูปที่ 3.4 ขั้นตอนการโพ้ง

3. ขั้นตอนการตรวจโพ้ง ทำหน้าที่ตรวจสอบการประกอบตัวที่ส่งมาจากแผนกโพ้งว่าผ่านมาตรฐานหรือไม่ มีด้ายหลุดไหม การประกอบตรงกันหรือไม่ ถ้าต้องมีการแก้ไขก็จะส่งกลับไปแก้ไขที่ขั้นตอนการโพ้ง ให้ทำการโพ้งใหม่ ดังรูปที่ 3.5

รูปที่ 3.5 ขั้นตอนการตรวจโพ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4. ขั้นตอนการสอยเกี่ยว มีหน้าที่สอยเกี่ยวเส้นด้าย เมื่อผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการโพ้งมาแล้ว จะมีส่วนของขี้ด้ายหรือเศษด้ายโผล่ออกมา ทำให้พนักงานในขั้นตอนนี้มีหน้าที่เกี่ยวด้ายส่วนที่สามารถซ่อนได้ เลาะขี้ด้ายบริเวณคอเสื้อออก และทำการเกี่ยวด้ายบริเวณไหล่ ชายเสื้อ แขน วงแขน และกระเป๋าเป็นการเก็บงาน ดังรูปที่ 3.6

รูปที่ 3.6 ขั้นตอนการสอยเกี่ยว

5. ขั้นตอนการตรวจเกี่ยว มีหน้าที่ในการตรวจสอบความเรียบร้อยของงานในขั้นตอนการสอยเกี่ยว ดังรูปที่ 3.7

รูปที่ 3.7 ขั้นตอนการตรวจสอยเกี่ยว

6. ขั้นตอนการซัก เป็นขั้นตอนที่จะนำผ้าสำเร็จรูปไปทำความสะอาดโดยการผ่านน้ำยาซักผ้า น้ำยาผ้านุ่ม น้ำยาปรับผ้านุ่ม เพื่อทำความสะอาดแล้วจึงนำผ้าไปอบให้แห้ง แล้วส่งต่อไปยังขั้นตอนการรีด ดังรูปที่ 3.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

รูปที่ 3.8 ขั้นตอนการซัก

7. ขั้นตอนการรีด ทำหน้าที่นำผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการซักแล้ว นำมารีดด้วยเตารีดไอน้ำ เพื่อให้ผ้าเรียบและได้ขนาดตามที่ลูกค้าสั่ง เพราะบางครั้งหากการโพ้งไม่ได้ขนาดและไม่ได้นำกลับไปแก้ไข เกิดจากการที่พนักงานโพ้งมองว่าพนักงานรีดสามารถทำการรีดให้ได้ขนาดตามที่ลูกค้าต้องการได้ ดังรูปที่ 3.9

รูปที่ 3.9 ขั้นตอนการรีด

8. ขั้นตอนการเย็บป้าย มีหน้าที่ในการนำป้ายแบรนด์ของลูกค้าเย็บให้ติดกับคอเสื้อ ดังรูปที่ 3.10

รูปที่ 3.10 ขั้นตอนการเย็บป้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

9. ขั้นตอนการตรวจป้าย ในขั้นตอนนี้มีหน้าที่ตรวจป้ายตรงคอเสื้อ ป้ายข้างเสื้อและตัดด้ายส่วนเกินออก ดังรูปที่ 3.11

รูปที่ 3.11 ขั้นตอนการตรวจป้าย

10. ขั้นตอนการตรวจปะ มีหน้าที่ทำการตรวจสอบแบบละเอียด เปรียบเสมือนการ QC ครั้งสุดท้าย ทำการตรวจรอยเปื้อน เส้นด้าย ดังรูปที่ 3.12

รูปที่ 3.12 ขั้นตอนการตรวจปะ

11. ขั้นตอนการตรวจไล่ฝุ่น มีหน้าที่ตรวจไล่ขี้ฝุ่น โดยการนำสก็อตเทปมาติดไล่เศษด้ายที่ติดบนเสื้อออกไปให้หมด ดังรูปที่ 3.13

รูปที่ 3.13 ขั้นตอนการตรวจไล่ฝุ่น

12. ขั้นตอนการตรวจแยกไซส์ มีหน้าที่แยกไซส์เสื้อที่เหมือนกันไว้ด้วยกัน ดังรูปที่ 3.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

รูปที่ 3.14 ขั้นตอนการตรวจแยกไซส์

13. ขั้นตอนการเทียบไซส์ ทำหน้าเทียบไซส์เสื้อผ้าสำเร็จรูปที่ได้จากการ ดังรูปที่ 3.15

รูปที่ 3.15 ขั้นตอนการเทียบไซส์

3.2.3 แผนกบรรจุภัณฑ์ (Packing)

1. ขั้นตอนการติดป้ายบาร์โค้ด ทำหน้าที่ในการปักสัญลักษณ์หรือโลโก้ ตามคำสั่งซื้อของลูกค้า ดังรูปที่ 3.16

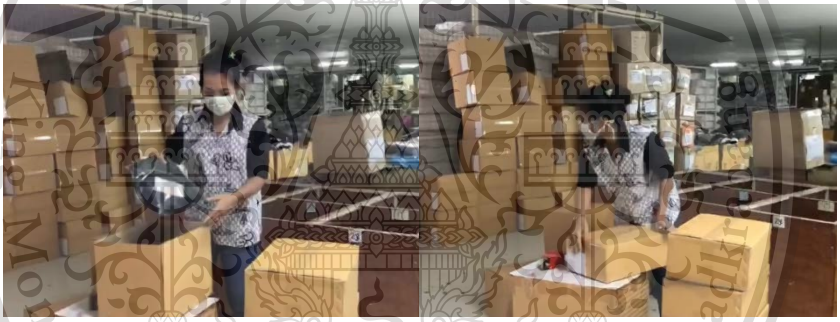
รูปที่ 3.16 ขั้นตอนการติดป้ายบาร์โค้ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2. ขั้นตอนการแพ็คใส่ถุง ทำหน้าที่ในการนำสินค้าสำเร็จรูปมาพับใส่ถุงเพื่อส่งต่อให้ขั้นตอนการบรรจุ ดังรูปที่ 3.17

รูปที่ 3.17 ขั้นตอนการแพ็คใส่ถุง

3. ขั้นตอนการบรรจุ มีหน้าที่ในการบรรจุสินค้าที่แพ็คใส่ถุงเรียบร้อยแล้ว จัดลงใส่กล่องตามจำนวนที่ลูกค้าต้องการ ดังรูปที่ 3.18



รูปที่ 3.18 ขั้นตอนการบรรจุ

3.3 การกำหนดปัญหาและดัชนีชี้วัดหลัก

จากการศึกษาสภาพทั่วไปของกระบวนการผลิตเสื้อกันหนาวไหมพรม เพื่อหาปัญหาและข้อบกพร่องที่มีอยู่ในสายการผลิต โดยนำแผ่นสมรรถนะของระบบการผลิตโดยรวมมาใช้เพื่อช่วยระบุขอบเขตหรือกำหนดแผนกงานที่วิกฤต จากการเก็บข้อมูลสามารถแสดงดังตารางที่ 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 3.2 แผ่นการวัดสมรรถนะของระบบการผลิตของกระบวนการผลิตเสื้อกันหนาวไหมพรม

แผนก / ตัวชี้วัด	1. การทอคอมพิวเตอร์	2. การประกอบเสื้อผ้า	3. การบรรจุ
กำลังการผลิตสูงสุด (Maximum Capacity)	162.89 ตัวต่อวัน (รวมทั้ง 2 กะ)	416 ตัวต่อวัน	1,214.17 ตัวต่อวัน
รอบเวลาการผลิตจริง (Actual Cycle Time)	442 วินาทีต่อตัว	69.23 วินาทีต่อตัว	23.37 วินาทีต่อตัว
จำนวนพนักงาน	4 คน (ต่อกะ)	64 คน	4 คน
จำนวนเครื่องจักร	36 เครื่อง (18 คู่)	-	-
จำนวนชั่วโมงการทำงานปกติ	8 ชั่วโมงต่อวัน	8 ชั่วโมงต่อวัน	8 ชั่วโมงต่อวัน *จ้างเป็นรายวัน
จำนวนชั่วโมงการทำงานล่วงเวลา	2 ชั่วโมงต่อวัน	-	-
จำนวนกะ	2 กะต่อวัน	1 กะต่อวัน	1 กะต่อวัน

จากตารางที่ 3.2 จะเห็นได้ว่าแผนกทอคอมพิวเตอร์เป็นแผนกคอขวดในสายการผลิตนี้ ซึ่งมีรอบเวลาการผลิตจริง (Actual Cycle Time) สูงสุด คือ 442 วินาทีต่อตัว และมีกำลังการผลิตสูงสุดต่อวัน (Maximum Capacity) ต่ำที่สุดนั่นคือ 162.89 ตัวต่อวัน (ค่าก่อนทำการปรับปรุง) ผู้วิจัยจึงเลือกศึกษาเฉพาะแผนกที่เกิดปัญหานั่นก็คือ แผนกทอคอมพิวเตอร์

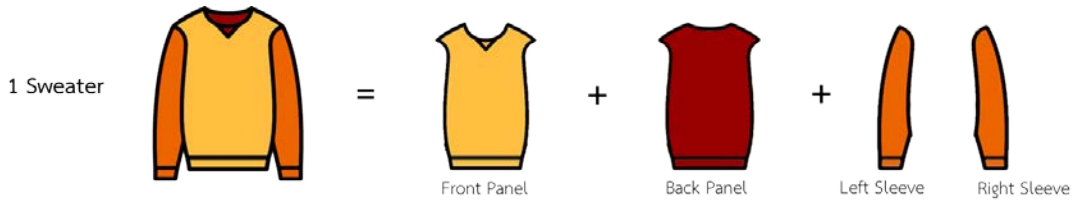
ดังนั้นข้อความแห่งปัญหาของงานวิจัยฉบับนี้คือ แผนกทอคอมพิวเตอร์ใช้รอบเวลาการผลิตสูง โดยมีดัชนีชี้วัดหลัก คือ รอบเวลาการผลิตจริง (Actual Cycle Time) ซึ่งมีค่าปัจจุบันเท่ากับ 442 วินาทีต่อตัว แต่เนื่องจากกระบวนการที่นำมาใช้เป็นแบบอุดมคติ เครื่องจักรทำงานเต็มที ตัวชี้วัดหลักจึงเป็นเพียง รอบเวลาการผลิต (Cycle Time)

3.4 ข้อมูลเบื้องต้นของกระบวนการผลิตในแผนกทอคอมพิวเตอร์

3.4.1 การกำหนดหน่วยการผลิต

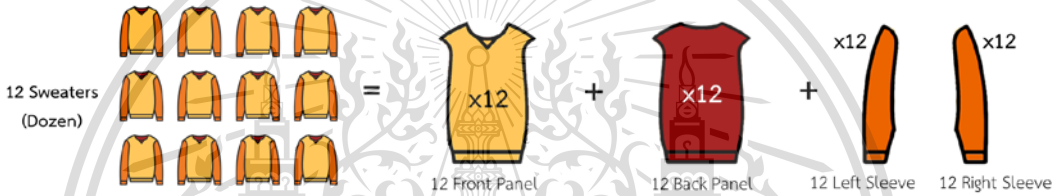
เพื่อความเข้าใจในการอ่านวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยจึงได้ขอกำหนดหน่วยการผลิตเพื่อความใจตรงกันว่า กระบวนการผลิตเสื้อกันหนาวไหมพรมในแผนกทอคอมพิวเตอร์นี้ เริ่มต้นจากการที่เครื่องจักรจะทอผ้าออกมาเป็นผ้าแผ่น ซึ่งเสื้อกันหนาวไหมพรม (Sweater) 1 ตัวนั้น จะต้องประกอบไปด้วยผ้าแผ่นชิ้นส่วนหน้าจำนวน 1 ชิ้น ผ้าแผ่นชิ้นส่วนหลังจำนวน 1 ชิ้น ผ้าแผ่นส่วนแขนซ้ายจำนวน 1 ชิ้น และผ้าแผ่นส่วนแขนขวาจำนวน 1 ชิ้น เมื่อทั้ง 4 องค์ประกอบได้ถูกส่งไปยังแผนกประกอบตัวที่จะประกอบชิ้นส่วนทั้ง 4 ชิ้นเป็นเสื้อกันหนาวไหมพรม ดังรูปที่ 3.19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.19 จำนวนชิ้นส่วนผ้าแผ่นที่ประกอบเป็นเสื้อกันหนาวไหมพรม (Sweater) 1 ตัว

การส่งชิ้นส่วนผ้าแผ่นไปยังแผนกประกอบตัว พนักงานจะส่งไปอย่างน้อยครั้งละ 1 มัด โดยแต่ละมัดนั้น เป็นผ้าแผ่นสำหรับประกอบเสื้อ 1 โหล ซึ่งประกอบไปด้วย ผ้าแผ่นชิ้นส่วนหน้าจำนวน 12 ชิ้น ผ้าแผ่นชิ้นส่วนหลังจำนวน 12 ชิ้น ผ้าแผ่นส่วนแขนซ้ายจำนวน 12 ชิ้น และผ้าแผ่นส่วนแขนขวาจำนวน 12 ชิ้น รวมทั้งสิ้น 48 ชิ้น ดังรูปที่ 3.20



รูปที่ 3.20 จำนวนชิ้นส่วนผ้าแผ่นที่ประกอบเป็นเสื้อกันหนาวไหมพรม (Sweater) 12 ตัว

3.4.2 ข้อมูลกระบวนการผลิตของแผนกทอคอมพิวเตอร์

การผลิตของแผนกทอคอมพิวเตอร์ คือ กระบวนการแปรรูปจากเส้นด้ายไหมพรมให้เป็นผ้าแผ่น โดยเครื่องจักรที่เป็น Knitting Machine โดยเมื่อได้แบบที่ต้องการจะผลิต รวมถึงได้รับเส้นด้ายที่จะนำมาใช้ในการทอ ก็จะเข้าสู่กระบวนการทอคอมพิวเตอร์ทั้ง 16 ขั้นตอน ดังตารางที่ 3.3 โดยทั้ง 16 ขั้นตอนที่ได้กล่าวถึงนั้น เป็นกระบวนการที่ค่อนข้างซ้ำไปซ้ำมาและขึ้นอยู่กับเครื่องจักรเป็นหลัก ผู้วิจัยจึงสามารถจัดกลุ่มขั้นตอนได้ 4 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 ขั้นตอนการตั้งค่าเครื่องจักร

กลุ่มที่ 2 ขั้นตอนการทอ

กลุ่มที่ 3 ขั้นตอนการตรวจสอบ

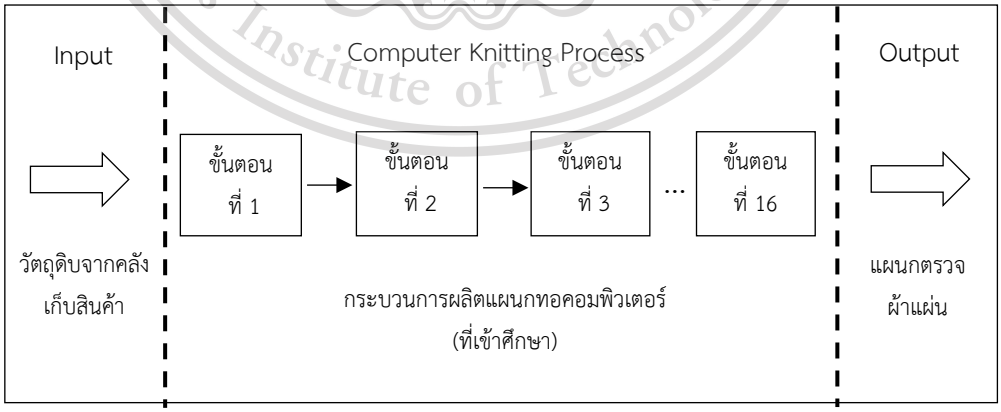
กลุ่มที่ 4 ขั้นตอนการนับและมัดรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 3.3 รายละเอียดงานย่อยแต่ละขั้นตอนของแผนกทอคอมพิวเตอร์

ขั้นตอน	รายละเอียดงานย่อย
1	เตรียมความพร้อมและปรับตั้งเครื่องจักรที่ 1
2	เตรียมความพร้อมและปรับตั้งเครื่องจักรที่ 2
3	พนักงานรอเครื่องจักรที่ 2 ทอชิ้นส่วนแขนชิ้นแรกเสร็จ
4	พนักงานดึงผ้าตรวจสอบสเปคผ้าส่วนแขนชิ้นแรกจากเครื่องจักรที่ 2
5	พนักงานสั่งทอส่วนแขนที่เหลือต่อ
6	พนักงานรอเครื่องจักรที่ 1 ทอชิ้นส่วนหน้าชิ้นแรกเสร็จ
7	พนักงานดึงผ้าตรวจสอบสเปคผ้าส่วนหน้าชิ้นแรกจากเครื่องจักรที่ 1
8	พนักงานสั่งทอส่วนหน้าที่เหลือต่อ
9	พนักงานรอทอได้ผ้าชิ้นส่วนหน้าที่เหลือเสร็จ
10	พนักงานปรับตั้งเครื่องจักรที่ 1 เพื่อทอชิ้นส่วนหลัง
11	พนักงานรอเครื่องจักรที่ 2 ทอชิ้นส่วนแขนที่เหลือเสร็จ
12	พนักงานรอเครื่องจักรที่ 1 ทอได้ผ้าชิ้นส่วนหลังชิ้นแรกเสร็จ
13	พนักงานดึงผ้าตรวจสอบสเปคผ้าส่วนหลังชิ้นแรกจากเครื่องจักรที่ 1
14	พนักงานสั่งทอส่วนหลังที่เหลือต่อ
15	พนักงานรอเครื่องจักรที่ 1 ทอชิ้นส่วนหลังที่เหลือเสร็จ
16	พนักงานนับผ้าและมัดรวม

หลังจากจบกระบวนการในแผนกทอคอมพิวเตอร์ ทั้ง 16 ขั้น จะส่งต่อไปยังแผนกตรวจผ้าแผ่นซึ่งมีภาพรวมของกระบวนการผลิต ดังรูปที่ 3.21



รูปที่ 3.21 ภาพรวมของกระบวนการผลิตของแผนกทอคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จากรูปที่ 3.21 เมื่อรับวัตถุดิบจากคลังสินค้ามาสู่แผนกทอคอมพิวเตอร์แล้ว จะดำเนินการตาม 16 ขั้นตอน ที่จัดกลุ่มเป็น 4 ขั้นตอนหลักดังต่อไปนี้

กลุ่มที่ 1 ขั้นตอนการตั้งค่าเครื่องจักร

ในขั้นตอนตั้งค่าเครื่องจักร โดยปกติ เมื่อพนักงานต้องการผลิตชิ้นส่วนผ้าแผ่นส่วนหน้าและหลัง จะเลือกตั้งค่าที่เครื่องจักรที่ 1 (ไลน์สีเหลือง) และถ้าหากเป็นชิ้นส่วนแขนจะตั้งค่าที่เครื่องจักรที่ 2 (ไลน์สีแดง) ดังรูปที่ 3.22

รูปที่ 3.22 ขั้นตอนการตั้งค่าเครื่องจักร

กลุ่มที่ 2 ขั้นตอนการทอ

เป็นขั้นตอนที่เครื่องจักรเริ่มทำงาน และจะทอชิ้นส่วนผ้าแผ่นขึ้นมาตามรูปแบบที่พนักงานได้ตั้งค่าไว้ตามใบแบบและคำสั่งซื้อของลูกค้า ดังรูปที่ 3.23

รูปที่ 3.23 ขั้นตอนการทอ

กลุ่มที่ 3 ขั้นตอนการตรวจสอบ

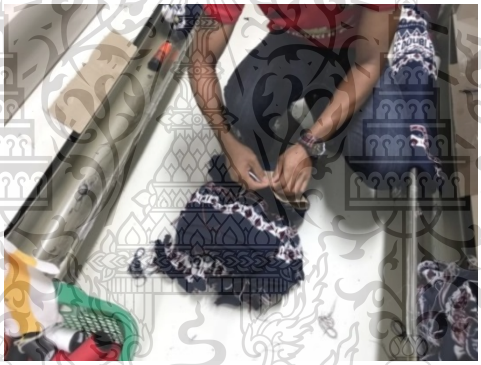
ขั้นตอนที่จะทำการตรวจสอบผ้าแผ่นชิ้นแรกของทุก ๆ การผลิต 1 โหล ว่า ขนาด ลาย สีของเส้นด้าย ตรงตามที่ต้องการหรือไม่ หากไม่ตรงต้องทำการตั้งค่าเครื่องจักรใหม่ ดังรูปที่ 3.24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

รูปที่ 3.24 ขั้นตอนการตรวจสอบ

กลุ่มที่ 4 ขั้นตอนการนับและมัดรวม

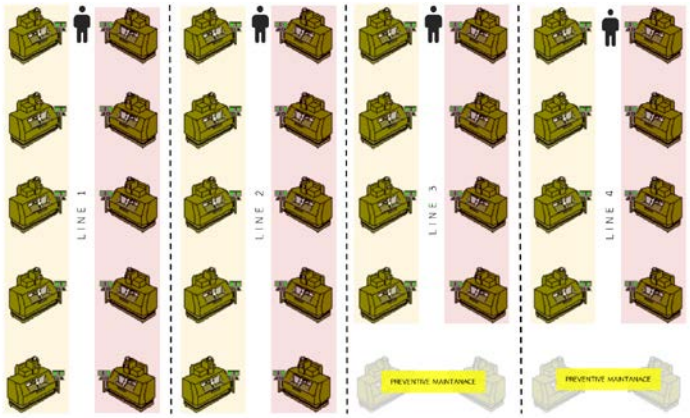
เมื่อเครื่องจักรทั้ง 2 เครื่อง ทอผ้าแผ่นออกมาได้ครบ 3 ชิ้นส่วน คือ ส่วนหน้า จำนวน 12 ชิ้น ส่วนหลัง จำนวน 12 ชิ้น และส่วนแขนทั้งสองข้าง จำนวน 24 ชิ้น พนักงานจะทำการนับชิ้นส่วนและมัดรวมกันกับใบแบบ เพื่อรอเตรียมส่งไปยังแผนกตรวจผ้าแผ่น ดังรูปที่ 3.25



รูปที่ 3.25 ขั้นตอนการนับและมัดรวม

กระบวนการผลิตเสื้อกันหนาวไหมพรม จำนวน 1 โหล จะใช้เครื่อง Knitting Machine จำนวน 2 เครื่อง โดยเครื่องแถวในเส้นสีเหลือง จะผลิตส่วนหน้าและหลัง และเครื่องจักรที่อยู่ในแถวสีแดง จะผลิตส่วนแขน มีพนักงานจำนวน 4 คน ประจำไลน์การผลิตของตัวเอง ในแผนกทอคอมพิวเตอร์มีเครื่องจักรที่ใช้งานได้จำนวน 40 เครื่อง เมื่อจับกลุ่มเครื่องจักร จะได้ทั้งหมด 20 คู่ โดยในแต่ละวันจะมีเครื่องจักรจำนวน 4 เครื่อง ที่มีการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ซึ่งจะสลับสับเปลี่ยนเครื่องจักรกันไปจนครบทั้ง 40 เครื่อง ทำให้เหลือเครื่องจักรที่ทำงานจริงในแต่ละวัน 36 เครื่อง ได้ 18 คู่ ดังรูปที่ 3.26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.26 แผนผังของแผนกทอคอมพิวเตอร์

3.4.3 เวลาของการผลิตในแต่ละขั้นตอน

จากการศึกษากระบวนการผลิตในปัจจุบัน ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาเวลาในการปฏิบัติงานในแต่ละขั้นตอน ตามรายละเอียดของงานย่อย โดยการจับเวลาแต่ละงานย่อยต่อการปฏิบัติงานในแต่ละชิ้นผ้าแผ่น พร้อมทั้งวิเคราะห์จำนวนข้อมูล หรือจำนวนครั้งที่จับเวลาที่ได้ทดลองไปนั้น ว่ามีความน่าเชื่อถือเพียงพอหรือไม่ โดยในงานวิจัยนี้กำหนดให้ค่าความเชื่อมั่นอยู่ 95% โดยสมการที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ในการวิเคราะห์หาจำนวนข้อมูล คือ

$$N = \left[\frac{A}{y}\left(\frac{\sqrt{n\sum_{i=1}^{n} x_i^2 - (\sum_{i=1}^{n} x_i)^2}}{\sum_{i=1}^{n} x_i}\right)\right]^2 \quad (3.1)$$

N = จำนวนข้อมูลนำเข้าที่ต้องการ ที่ได้จากการคำนวณ

x = ข้อมูลเวลาการทำงานจริงแต่ละค่าที่ได้จากการจับเวลา X

n = จำนวนครั้งในการจับเวลาตัวอย่าง

A = ค่าความเชื่อมั่น

y = ค่าความคาดเคลื่อน

การหาเวลามาตรฐาน สามารถหาได้จากสมการ ดังต่อไปนี้

เวลามาตรฐาน = เวลาปกติ + ค่าความเผื่อต่าง ๆ

Standard Time/Unit = Normal time /Unit + Allowance /unit (3.2)

โดยเวลาปกติ (Normal time) เป็นเวลาที่พนักงานแต่ละคนใช้ในการปฏิบัติงานซึ่งแม้การปฏิบัติงานแบบเดียวกัน ก็อาจใช้เวลาที่แตกต่างกัน ดังนั้น จำเป็นต้องคำนวณค่าปรับอัตราเร็วในการทำงาน (Rating Factor) ซึ่งในขณะจับเวลา พนักงานจะปฏิบัติงานด้วยอัตราเร็วสูงกว่า ปกติประมาณ 5% จึงกำหนดให้ค่าปรับอัตราเร็ว มีค่าเท่ากับ 106%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ส่วนเวลาเผื่อ (Allowance time) เป็นเวลาเผื่อต่าง ๆ 3 กรณี คือ เวลาเผื่อส่วนบุคคล เวลาเผื่อส่วนสำหรับความเครียด และเวลาเผื่อสำหรับความล่าช้า โดยทางโรงงานกรณีศึกษาใช้ ค่าเหล่านี้ในการอ้างอิง

เวลาเผื่อส่วนบุคคล = 9% และ เวลาเผื่อสำหรับการยืน = 2%

ดังนั้น เวลาเผื่อทั้งหมด = ส่วนบุคคล + ความเครียด + ความล่าช้า = 11%

จึงสามารถเขียนสมการการหาเวลามาตรฐานใหม่ได้ ดังนี้

เวลามาตรฐาน = (เวลาปกติ X 106%) + เวลาเผื่อรวม (11%) (3.3)

ดังนั้น จึงขอยกตัวอย่างการคำนวณเวลามาตรฐานจากงานย่อยที่ 1 ในขั้นตอนที่ 1 โดยต้องคำนวณหาจำนวนข้อมูล การจับเวลา ว่ามีความน่าเชื่อถือเพียงพอในการนำไปหาเวลามาตรฐานต่อไปได้หรือไม่ก่อน ซึ่งในที่นี้ต้องการความเชื่อมั่นที่ 95% คือ A เท่ากับ 1.96 แต่ขอใช้ค่าเป็นจำนวนเต็ม ดังนั้น A จึงเท่ากับ 2 และค่าความคลาดเคลื่อนเป็น ±5% ดังนั้น จึงเท่ากับ 0.05 โดยข้อมูล และผลการคำนวณแสดงได้ในตารางที่ 3.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 3.4 ข้อมูลเวลาการทำงานที่จับเวลาจริงในแผนกทอคอมพิวเตอร์และการคำนวณที่เกี่ยวข้อง

ขั้นตอนที่ 1		ตั้งค่าเครื่องจักรที่ 1	
จำนวนพนักงาน	1 คน	จำนวนเครื่องจักร	1 เครื่อง
เวลาการทำงานที่จับได้จริง (วินาที)		เวลาที่คิด Rating Factor 106% และค่าความเผื่อ 11% แล้ว (วินาที)	
128.54	132.16	136.2524	140.0896
132.67	131.70	140.6302	139.6020
133.91	133.37	141.9446	141.3722
135.16	132.77	143.2696	140.7362
132.83	133.10	140.7998	141.0860
134.60	133.54	142.6760	141.5524
132.11	131.72	140.0366	139.6232
130.98	133.15	138.8388	141.1390
137.56	131.45	145.8136	139.3370
129.65	133.63	137.4290	141.6478
134.45	131.74	142.5170	139.6444
134.14	132.31	142.1884	140.2486
130.93	133.34	138.7858	141.3400
131.74	133.22	139.6444	141.2132
134.57	132.99	142.6442	140.9694
เวลามาตรฐาน (วินาที)		141.8791	
จำนวนข้อมูลนำเข้าที่ต้องการน้อยสุด		18.3666	

เมื่อแทนค่าลงในสูตร (3.1) จะได้คำตอบ N= 18.3666 หรือประมาณ 19 จากนั้นนำคำตอบที่ได้ไปเทียบกับข้อมูลที่ได้เก็บมา (n) โดยพิจารณาดังนี้

N > n ข้อมูลที่เก็บมายังไม่เพียงพอ ให้ทำการเก็บข้อมูลเพิ่ม หรือตัดข้อมูลที่มีความแตกต่างมากๆ ออกไป และคำนวณหาค่า N ใหม่

N < n ข้อมูลที่เก็บมาเพียงพอ สามารถหาข้อมูลเหล่านั้น ไปใช้ต่อไปได้ซึ่ง ค่า N ที่ได้จากตัวอย่างการคำนวณข้างต้นของงานย่อยที่ 1 มีค่าน้อยกว่า n (มีการเก็บข้อมูลจำนวน 30 ข้อมูล) ดังนั้น จึงสามารถสรุปได้ว่าจำนวนข้อมูลการจับเวลาในงานย่อยที่ 1 นี้มีความน่าเชื่อถือเพียงพอในการนำไปหาเวลามาตรฐานได้ สำหรับงานย่อยอื่น ๆ จะมีการคำนวณในแนวทางเดียวกัน สามารถดูรายละเอียดเพิ่มเติมได้จากภาคผนวก ก และสามารถสรุปได้ในตารางที่ 3.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

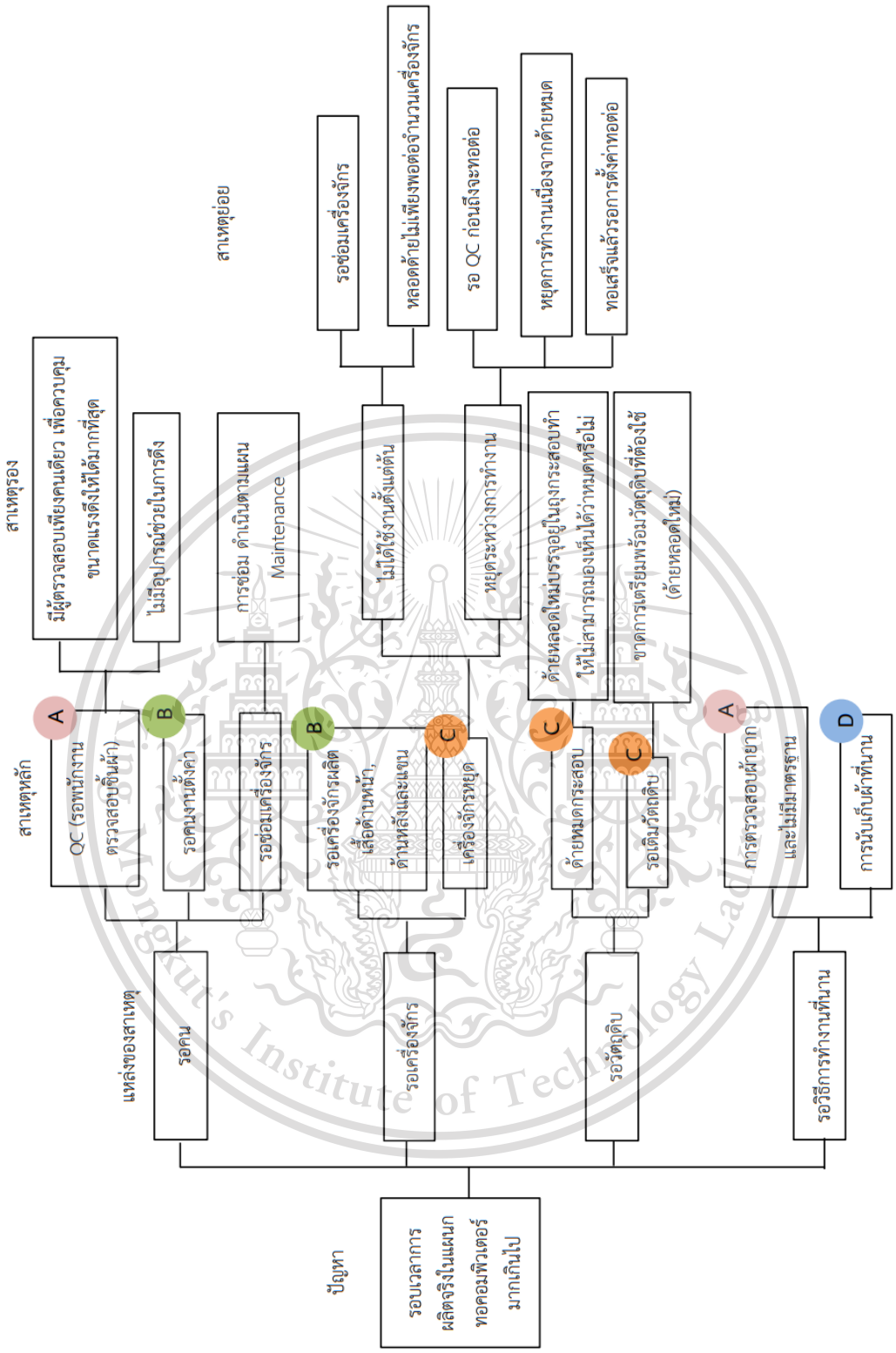
ตารางที่ 3.5 เวลามาตรฐานในแต่ละขั้นตอนย่อยในกระบวนการผลิต

ขั้นตอน	กระบวนการทำงาน	เวลาเฉลี่ย (วินาที)	เวลาปกติ (วินาที)	จำนวนชิ้นงาน (ตัว)	เวลามาตรฐาน (วินาที)	ความเชื่อมั่น 95%
1	ตั้งค่า M/C 1 และสั่งทอชิ้นส่วนหน้า	132.80	140.77	12	141.88	ผ่าน
2	ตั้งค่า M/C 2 และสั่งทอชิ้นส่วนแขน	131.27	139.15	12	140.26	ผ่าน
3	ทำการทอจนได้ชิ้นส่วนหน้าชิ้นแรก	3642.80	3642.80	1	3642.80	ผ่าน
4	ตรวจสอบสเปคผ้าส่วนหน้าชิ้นแรก	105.51	111.84	1	112.95	ผ่าน
5	สั่งทอชิ้นส่วนหน้าที่เหลือต่อ	9.34	9.90	11	11.01	ผ่าน
6	ดำเนินการทอจนได้ชิ้นส่วนแขนชิ้นแรก	1890.03	1890.03	1	1890.03	ผ่าน
7	ตรวจสอบสเปคผ้าส่วนแขนชิ้นแรก	106.19	112.56	1	113.67	ผ่าน
8	สั่งทอชิ้นส่วนแขนที่เหลือต่อ	6.18	6.55	11	7.66	ผ่าน
9	ทอจนได้ชิ้นส่วนหน้าที่เหลือทั้งหมด	40071	40071	11	40071	ผ่าน
10	ปรับตั้งค่า M/C1 และสั่งทอชิ้นส่วนหลัง	16.29	17.26	12	18.37	ผ่าน
11	ทำการทอจนได้ชิ้นส่วนหลังชิ้นแรก	3642.80	3642.80	1	3642.80	ผ่าน
12	ดึงผ้าตรวจสอบสเปคผ้าส่วนหลังชิ้นแรก	106.81	113.22	1	114.33	ผ่าน
13	สั่งทอชิ้นส่วนหลังที่เหลือต่อ	7.45	7.89	11	9.01	ผ่าน
14	ทอจนได้ชิ้นส่วนแขนที่เหลือทั้งหมด	43471	43471	23	43471	ผ่าน
15	ทอจนได้ชิ้นส่วนหลังที่เหลือทั้งหมด	40071	40071	11	40071	ผ่าน
16	นับและมัดผ้ารวม	271.50	287.79	12	288.90	ผ่าน

3.5 ศึกษาสาเหตุของปัญหารากเหง้า

จากที่ได้กล่าวไปในตอนต้นว่าผู้วิจัยได้ใช้แผนการวัดสมรรถนะของระบบการผลิต (PMSMS) ของกระบวนการผลิตเสื้อกันหนาวไหมพรม มากำหนดขอบเขตของปัญหาที่ทำให้รอบเวลาการผลิตมีค่ามาก ซึ่งอยู่ในแผนกทอคอมพิวเตอร์ ในกระบวนการผลิตเสื้อกันหนาวไหมพรม ทำให้การศึกษาสภาพปัจจุบันภายในโรงงาน ได้มีการรวบรวมปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น เพื่อนำมาวิเคราะห์หาสาเหตุปัญหาที่เกิดขึ้นโดยใช้หลักการ 4M (Man, Machine, Material และ Method) พร้อมทั้งศึกษาเวลาการทำงานในสายการผลิต สามารถแยกแหล่งของสาเหตุของความสูญเปล่าที่ทำให้ “รอบเวลาการผลิต (Cycle Time) ของแผนกทอคอมพิวเตอร์มากเกินไป” ออกเป็น 4 แหล่ง คือ จากการรอคนงาน รอเครื่องจักร รอวัตถุดิบ และรอวิธีการทำงานที่นาน โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์คือ แผนภาพต้นไม้ (Tree Diagram) ซึ่งจะเน้นไปถึงความเป็นไปได้ในการปรับปรุงกระบวนการผลิตที่มีระยะเวลาจำกัดและการลงทุนที่ไม่มาก โดยทำการวิเคราะห์หาสาเหตุได้ดังรูปที่ 3.27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.27 แผนภูมิต้นไม้ (Tree Diagram) แสดงสาเหตุของปัญหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จากแผนภูมิต้นไม้ (Tree Diagram) ในรูปที่ 3.28 ผู้วิจัยได้ทำการรวมกลุ่มสาเหตุเข้าไว้ด้วยกัน ด้วยการระบุตัวอักษร A, B, C และ D กำกับไว้ โดยสาเหตุที่ระบุตัวอักษรเดียวกันนั้นเป็นปัญหาที่มาจากสาเหตุเดียวกัน หรือเป็นปัญหาที่สามารถแก้ไขร่วมกันได้ โดย สามารถรวมกลุ่มสาเหตุของปัญหาได้ 4 สาเหตุดังต่อไปนี้

สาเหตุที่ 1 (A) การรอพนักงานตรวจสอบชิ้นผ้าและการตรวจสอบผ้าที่ยากไป

สาเหตุของปัญหามาจากการที่ชิ้นผ้าแผ่นต้องรอให้คนงานมาตรวจสอบ เนื่องจากมีผู้ตรวจสอบเพียง 1-2 คนต่อกะ และเนื่องจากการตรวจสอบนั้นต้องใช้แรงดึงจากคน ซึ่งไม่มีความแน่นอน เพราะแรงแต่ละคนไม่เท่ากัน ส่งผลให้การตรวจสอบนั้นยาก และไม่มีมาตรฐานการตรวจสอบที่ทำให้ทุกคนสามารถทำได้เหมือนกัน

สาเหตุที่ 2 (B) การรอคนงานตั้งค่าเครื่องจักรและเครื่องจักรรอเครื่องจักรอื่นผลิตชิ้นส่วนผ้าแผ่น

การรอคนงานตั้งค่าเครื่องจักรและเครื่องจักรรอเครื่องจักรอื่นผลิตชิ้นส่วนผ้าแผ่น เกิดจากการใช้เวลาในการตั้งค่าเครื่องจักรนาน เพราะใช้เครื่องจักรในการผลิตส่วนหน้า หลัง และส่วนแขนทั้งหมด 2 เครื่อง นั่นแสดงว่าถ้าจะผลิตผลิตภัณฑ์เดิมต้องมีการตั้งค่าใหม่ทุกครั้ง และการรอเครื่องจักรเครื่องอื่นผลิตชิ้นส่วนผ้าแผ่น เกิดจากการที่เมื่อทอชิ้นส่วนผ้าแผ่นส่วนแขนเสร็จแล้ว เครื่องจักรที่ 2 จะต้องรอคอยเครื่องจักรที่ 1 ทอชิ้นส่วนผ้าแผ่นส่วนหน้าและหลังให้เสร็จก่อน ทำให้ใช้เวลานานในการทอให้ครบ เพราะเครื่องจักรที่ 2 จะต้องรอคอยเครื่องจักรที่ 1 ไปเรื่อย ๆ

สาเหตุที่ 3 (C) เครื่องจักรหยุดทำงาน ด้ายหมดกระสอบ และรอเติมวัตถุดิบ

จากสาเหตุที่เครื่องจักรหยุดทำงาน เกิดจาก 2 สาเหตุ คือ หยุดระหว่างการทำงานและไม่ได้ใช้งานตั้งแต่ต้น โดยสาเหตุที่หยุดระหว่างการทำงานนั้นประกอบด้วย การทอเสร็จและต้องรอการตั้งค่าเครื่องจักร หรือรอพนักงาน QC และรอเติมวัตถุดิบเนื่องจากด้ายหมด ส่วนปัญหาจากการที่ไม่ได้ใช้งานตั้งแต่ต้น มีสาเหตุจากการรอบำรุงรักษาของเครื่องจักรและหลอดด้ายไม่เพียงพอต่อจำนวนเครื่องจักร นอกจากนี้ในสาเหตุหลัก C ยังมี ด้ายหมดกระสอบ เนื่องจาก ด้ายบรรจุอยู่ในกระสอบทำให้มองไม่เห็นว่าหมดหรือไม่ คนงานจึงไม่ได้เตรียมด้ายไว้ และการรอเติมวัตถุดิบเนื่องจากด้ายหมด สาเหตุจากการเตรียมพร้อมวัตถุดิบที่ต้องใช้ สาเหตุนี้ยังทำให้เครื่องจักรหยุดเป็นเวลานานอีกด้วย

สาเหตุที่ 4 (D) การนับผ้าและมัดรวมผ้าใช้เวลานาน

เนื่องจากคนงานนั่งทำงานด้วยท่าทางที่ไม่ถนัด ไม่มีโต๊ะในการทำงาน ไม่มีสถานที่ที่เหมาะสมในการทำงาน รวมทั้งไม่มีอุปกรณ์หรือเครื่องมือช่วยในการนับและมัดผ้า

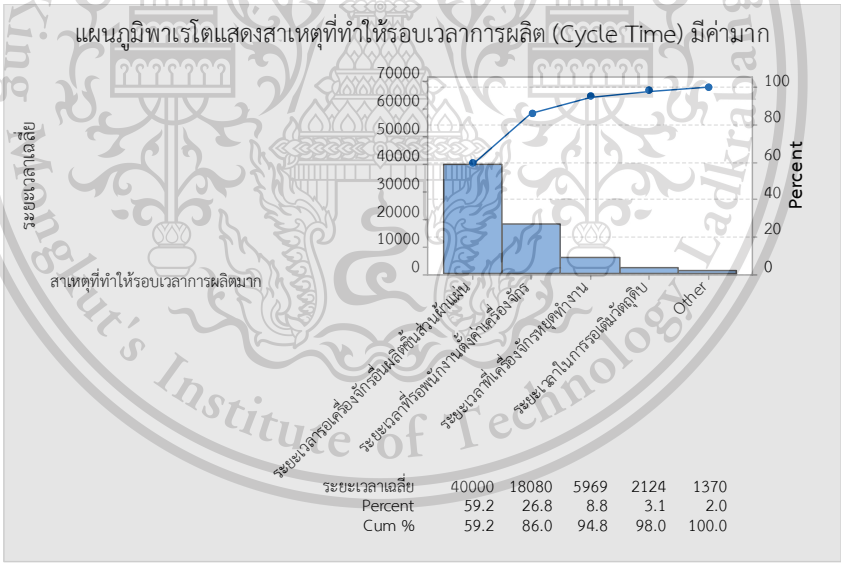
หลังจากที่ทำการวิเคราะห์สาเหตุต่าง ๆ ผู้วิจัยจึงเข้าไปเก็บข้อมูลการจับเวลาเฉลี่ยของสาเหตุปัญหาที่เกิดขึ้นในเดือน ตุลาคม พ.ศ. 2563 เป็นระยะเวลา 1 เดือน โดยอ้างอิงจาก 4 สาเหตุหลัก ที่สามารถแยกย่อยออกมาเป็นกิจกรรมทั้ง 6 กิจกรรม คือ ระยะเวลารอเครื่องจักรอื่นผลิตชิ้นส่วนผ้าแผ่น ระยะเวลาที่รอพนักงานตั้งค่าเครื่องจักร ระยะเวลาที่เครื่องจักรหยุดทำงาน ระยะเวลาในการรอเติมวัตถุดิบ ระยะเวลาในการรอพนักงาน QC และระยะเวลาในการนับและมัดผ้า มาเรียงลำดับจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สาเหตุที่มีระยะเวลามากที่สุดไปน้อยสุด โดยสามารถแสดงข้อมูลได้ดังตารางที่ 3.6 และจะใช้แผนภูมิพาเรโตมาเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าว ดังรูปที่ 3.28 เพื่อคัดเลือกสาเหตุของปัญหาที่จะนำมาแก้ไขก่อนเป็นลำดับแรก

ตารางที่ 3.6 ตารางระยะเวลาที่เป็นสาเหตุให้รอบเวลาการผลิต (Cycle Time) มีค่ามาก

กิจกรรม	ระยะเวลาเฉลี่ย (วินาทีต่อวัน)	เปอร์เซ็นต์	เปอร์เซ็นสะสม
ระยะเวลารอเครื่องจักรอื่นผลิตชิ้นส่วนผ้าแผ่น (B)	40,000.00	59.2214%	59.2214%
ระยะเวลาที่รอพนักงานตั้งค่าเครื่องจักร (B)	18080.00	26.7681%	85.9895%
ระยะเวลาที่เครื่องจักรหยุดทำงาน (C)	5,969.08	8.8374%	94.8269%
ระยะเวลาในการรอเติมวัตถุดิบ (C)	2,123.58	3.1440%	97.9710%
ระยะเวลาในการรอพนักงาน QC (A)	1,091.48	1.6159%	99.5869%
ระยะเวลาในการนับและมัดผ้า (D)	279.00	0.4131%	100%
ทั้งหมด	67,543.14	100%	



รูปที่ 3.28 แผนภูมิพาเรโตระยะเวลาที่เป็นสาเหตุให้รอบเวลาการผลิต (Cycle Time) มีค่ามาก

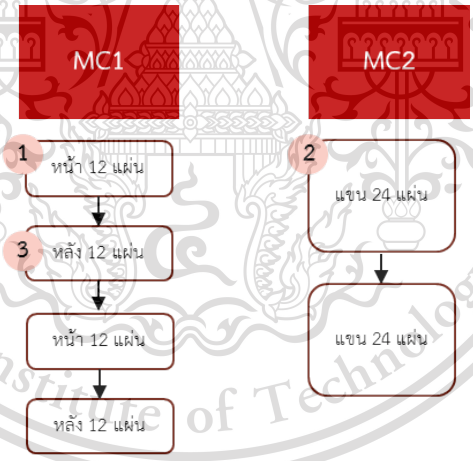
จากรูปที่ 3.28 แผนภูมิพาเรโตข้างต้นแสดงระยะเวลาที่เป็นสาเหตุให้รอบเวลาการผลิตมีค่ามาก ซึ่งแกนแนวนอนจะแสดงชื่อของกิจกรรมที่เป็นสาเหตุที่ทำให้รอบเวลาการผลิต (Cycle Time) แกนแนวตั้งเป็นระยะเวลา (วินาที) พบว่าสาเหตุที่ทำให้รอบเวลาการผลิตในแผนกทอคอมพิวเตอร์มีค่ามากที่สุด คือ ระยะเวลารอเครื่องจักรอื่นผลิตชิ้นส่วนหน้า, หลัง และแขน และระยะเวลาที่รอพนักงานตั้งค่าเครื่องจักร คิดเป็น 59.2214% และ 26.7681% ตามลำดับ ดังนั้นงานวิจัยฉบับนี้จึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เลือกที่จะแก้ไขปัญหา สาเหตุหลักสาเหตุเดียว คือ สาเหตุ (A) โดยมุ่งไปที่การลดระยะเวลาการรอเครื่องจักรผลิตชิ้นส่วนต่าง ๆ ให้เสร็จอย่างรวดเร็ว และการรอพนักงานตั้งค่าเครื่องจักรให้ลดลง เพื่อสามารถลดรอบเวลาการผลิตในแผนกทอคอมพิวเตอร์นี้ได้ตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย สำหรับสาเหตุ (B) สาเหตุ (C) และ สาเหตุ (D) ไม่ได้นำมาแก้ไข เพราะระยะเวลาที่มีสาเหตุมาจาก 3 สาเหตุนี้ ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่ารอบเวลาการผลิตน้อยกว่าหรือเท่ากับ 20% ตามหลักการของแผนภูมิพาเรโต ซึ่งหากแก้ไขแล้วอาจจะไม่ได้เปลี่ยนแปลงรอบเวลาการผลิตมากนัก แต่จะเป็นข้อเสนอแนะ เพื่อให้ทางโรงงานได้นำไปแก้ไขปรับปรุงในลำดับถัดไป

3.6 การกำหนดแนวทางการแก้ไขและปรับปรุง

กระบวนการผลิตเสื้อกันหนาวไหมพรม ในแผนกทอคอมพิวเตอร์ในสภาพปัจจุบันนั้น การผลิตเสื้อกันหนาวไหมพรม จำนวน 1 โหล จะใช้เครื่องจักร จำนวน 2 เครื่อง ดังนั้นจากเครื่องจักรจำนวน 36 เครื่อง จะจับกลุ่มเครื่องจักรได้ 18 คู่ โดยเครื่องจักรที่ 1 จะผลิตผ้าแผ่นส่วนหน้าและส่วนหลัง เครื่องจักรที่ 2 จะผลิตผ้าแผ่นส่วนแขน หากเครื่องจักรที่ 2 ผลิตส่วนผ้าแผ่นแขนเสร็จก่อนจะว่างงาน และรอเครื่องจักรที่ 1 ผลิตผ้าแผ่นส่วนหน้าและหลังเสร็จ ดังรูปที่ 3.29 ซึ่งทำให้รอบเวลาการผลิตมีค่ามาก



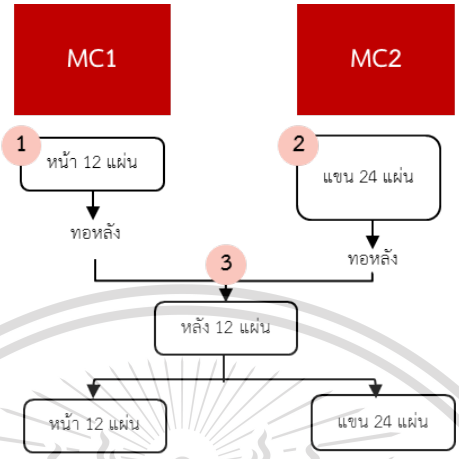
รูปที่ 3.29 รูปแบบการผลิตก่อนปรับปรุง

ผู้วิจัยจึงได้เสนอแนวทางในการแก้ไขให้มีการจัดรูปแบบการผลิตใหม่ ซึ่งมีแนวทางแก้ไขทั้งหมด 2 แนวทางการแก้ไข คือ

แนวทางการแก้ไขรูปแบบที่ 1: แนวทางการแก้ไขแรก จะคล้ายกับกระบวนการผลิตในสภาพปัจจุบัน โดยจะใช้เครื่องจักร จำนวน 2 เครื่องสำหรับการจับกลุ่มเครื่องจักรที่ใช้ผลิตเสื้อกันหนาวไหมพรม จำนวน 1 โหล ดังนั้นจากเครื่องจักร จำนวน 36 เครื่อง จะจับกลุ่มเครื่องจักรได้ 18 คู่

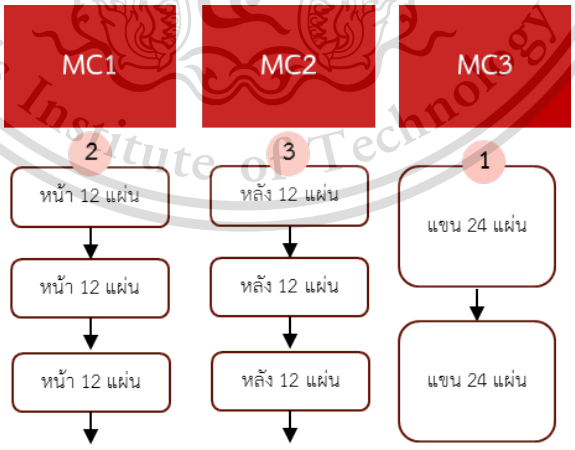
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

โดยเครื่องจักรที่ 1 จะผลิตส่วนหน้าและหลัง เครื่องจักรที่ 2 จะผลิตส่วนแขน หากเครื่องจักรที่ 2 ผลิตส่วนแขนเสร็จก่อน พนักงานจะตั้งค่าเครื่องที่ 2 ให้ผลิตส่วนหลังด้วย ดังรูปที่ 3.30



รูปที่ 3.30 แนวทางการแก้ไขรูปแบบที่ 1

แนวทางการแก้ไขรูปแบบที่ 2: แนวทางการแก้ไขที่สอง จะใช้เครื่องจักรในการผลิต 3 เครื่องจักร สำหรับการจับกลุ่มเครื่องจักรที่ใช้ผลิตเสื้อกันหนาวไหมพรม จำนวน 1 โหล ดังนั้นจากเครื่องจักร จำนวน 36 เครื่อง จะจับกลุ่มเครื่องจักรได้ 12 คู่ โดยเครื่องจักรที่ 1 ทอเฉพาะผ้าแผ่นส่วนหน้า เครื่องจักรที่ 2 ทอเฉพาะผ้าแผ่นส่วนหลัง และเครื่องจักรที่ 3 ทอเฉพาะผ้าแผ่นส่วนแขน ดังรูปที่ 3.31



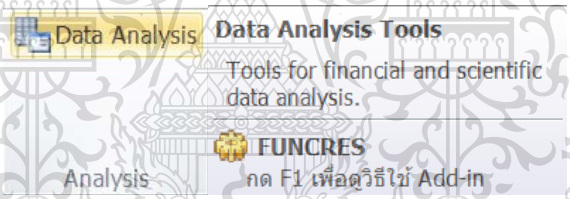
รูปที่ 3.31 แนวทางการแก้ไขรูปแบบที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ทั้งนี้เนื่องจาก เวลาการทำงานในแผนกทอคอมพิวเตอร์ มีส่วนที่เป็นทั้งค่าคงที่ (Constant Time) และค่าที่ไม่สามารถคาดการณ์ได้ (Stochastic Time) รวมทั้งการจำลองในสถานการณ์จริงต้องใช้เวลาในการทดลองมากเท่ากับเวลาจริงของการทำงาน กอปรกับสถานการณ์โรคระบาด Covid-19 อย่างรุนแรง ผู้วิจัยจึงเลือกการจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ (Simulation) แทน เพราะสามารถช่วยลดต้นทุนการผลิต ซึ่งสามารถช่วยประเมินผลการทำงานหาแนวทางที่เหมาะสมโดยไม่ต้องลองผิดลองถูกกับกระบวนการทำงานจริง

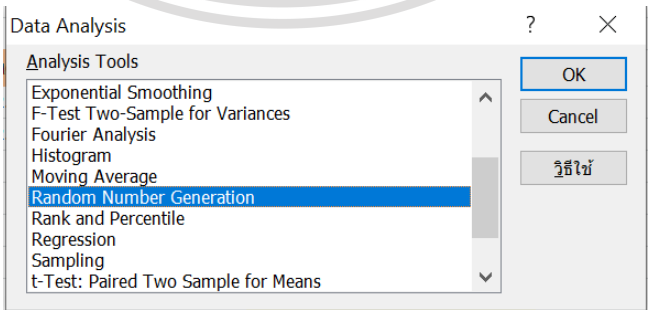
ก่อนที่จะทำการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ ผู้วิจัยได้ทำการคำนวณรอบเวลาการผลิต (Cycle Time) โดยการสร้างแผนภูมิแกนต์ (Gantt Chart) ในโปรแกรม Microsoft Excel เพื่อนำไปใช้ในการตรวจสอบกับค่าที่จะได้จากการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ โดยพื้นที่สีเหลืองเป็นเวลาที่เป็นค่าเวลาที่เป็นคงที่ (Constant Time) และพื้นที่ที่เป็นสีเขียว สีม่วง และสีแดง เป็นค่าเวลาที่ไม่สามารถคาดการณ์ได้ (Stochastic Time) ทำให้ต้องมีการสุ่มค่าขึ้นมาตามรูปแบบการแจกแจง ซึ่งการแจกแจงที่ใช้ ผู้วิจัยได้ใช้ฟังก์ชั่น Data Analysis มาช่วยในการสุ่มค่าการแจกแจงข้อมูลในกระบวนการผลิตนี้ มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. เปิดโปรแกรม Microsoft Excel เลือกข้อมูล (Data) และเลือก Data Analysis ดังรูปที่ 3.32



รูปที่ 3.32 Data Analysis

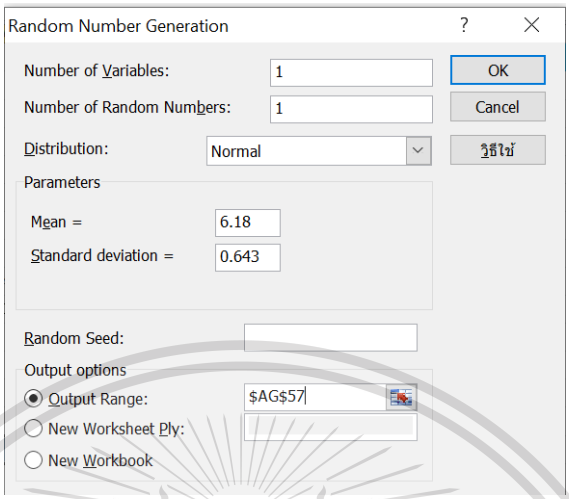
2. จะปรากฏหน้าต่าง Data Analysis ขึ้นมา ให้เลือก Random Number Generation แล้วกด OK ดังรูปที่ 3.33



รูปที่ 3.33 รูปหน้าต่างฟังก์ชั่น Data Analysis

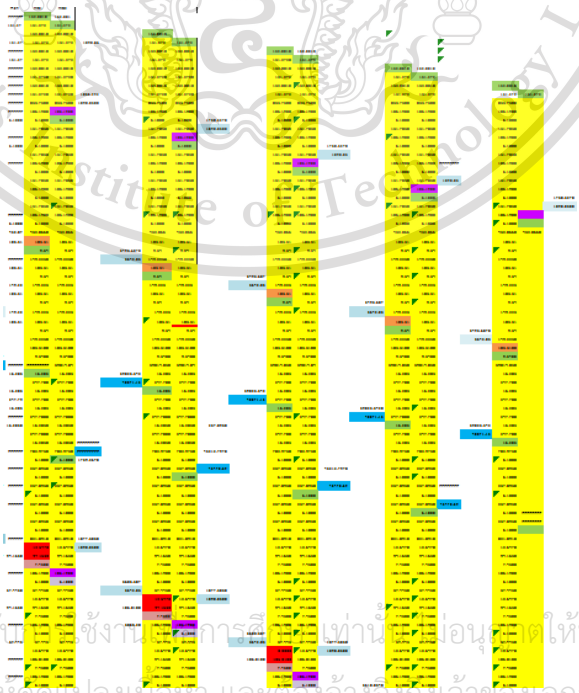
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3. จะปรากฏหน้าต่าง Random Number Generation ขึ้นมา โดยรูปแบบการแจกแจงที่ใช้จะเป็นไปตามตารางที่ 4.1 โดยจะนำค่าจากตารางมาป้อนข้อมูลใส่โปรแกรม ดังรูปที่ 3.34



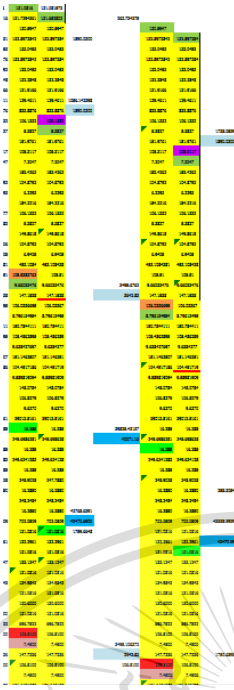
รูปที่ 4.34 รูปหน้าต่าง Random Number Generation

4. เมื่อ Random ค่ามาแล้ว จะนำค่าที่ได้มาใส่ในตารางแผนภูมิแกนต์ เพื่อหาค่ารอบเวลาการผลิตของแต่ละแบบจำลอง ซึ่งแผนภูมิแกนต์ที่ได้สร้างขึ้นมานั้นจะมี 3 รูปแบบ คือ แผนภูมิแกนต์ก่อนปรับปรุง, แผนภูมิแกนต์แนวทางการแก้ไขรูปแบบที่ 1 และ แผนภูมิแกนต์แนวทางการแก้ไขรูปแบบที่ 2 แสดงดังรูปที่ 3.35 ถึง รูปที่ 3.37

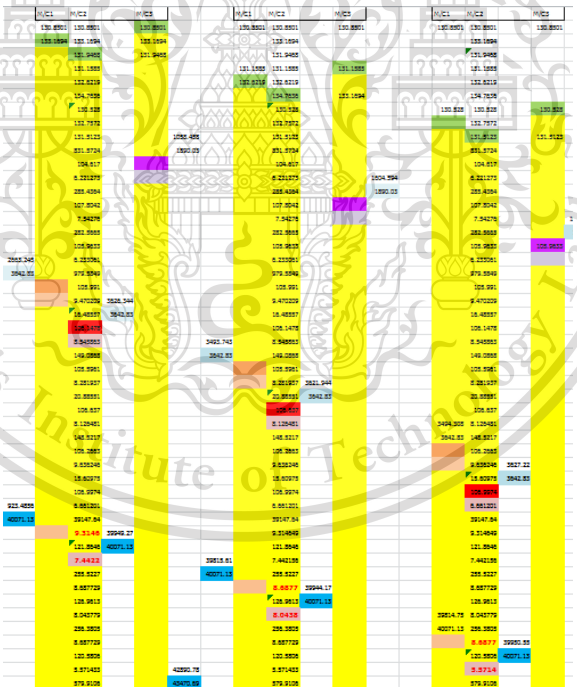


รูปที่ 3.35 แผนภูมิแกนต์ก่อนปรับปรุง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.36 แผนภูมิแกนต์แนวทางการแก้ไขรูปแบบที่ 1



รูปที่ 3.37 แผนภูมิแกนต์แนวทางการแก้ไขรูปแบบที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

แผนภูมิแกนต์ที่ได้สร้างขึ้นมานั้น เป็นการจำลองการผลิตแบบอุดมคติ เพราะได้ทำการตัดข้อจำกัดหลายอย่างออกไป เช่น เวลาที่เครื่องจักรหยุดทำงาน ทำให้ผลที่ได้จะเป็นการทำงานของเครื่องจักร 100% หรือเรียกได้ว่าเครื่องจักรทำงานตลอดเวลา โดยผลที่ได้จากการรัน ทั้งหมด 30 ครั้ง ดังตารางที่ 3.7 ถึง 3.9

ตารางที่ 3.7 ตารางแสดงผลที่ได้จากการสร้างแผนภูมิแกนต์ก่อนปรับปรุง

Runtime	รอบเวลาการผลิต (วินาทีต่อล็อต	Runtime	รอบเวลาการผลิต (วินาทีต่อล็อต)	Runtime	รอบเวลาการผลิต (วินาทีต่อล็อต)
1	88,168.881	11	88,169.715	21	88,174.412
2	88,165.945	12	88,165.897	22	88,165.922
3	88,171.592	13	88,164.359	23	88,173.007
4	88,171.356	14	88,172.118	24	88,167.931
5	88,167.891	15	88,172.848	25	88,165.659
6	88,166.893	16	88,168.275	26	88,167.123
7	88,170.500	17	88,165.966	27	88,172.200
8	88,167.981	18	88,169.724	28	88,170.835
9	88,165.756	19	88,169.309	29	88,160.804
10	88,166.599	20	88,158.536	30	88,166.516

จากตารางที่ 3.7 จะได้รอบเวลาการผลิตเฉลี่ยจากการคำนวณ เท่ากับ 88,168.152 วินาทีต่อล็อต และเนื่องจากก่อนปรับปรุง การผลิต 1 ล็อต จะใช้เครื่องจักรทั้งหมด 36 เครื่อง หรือ 18 คู่ ในการผลิตเสื้อกันหนาวไหมพรม จำนวน 1 โหล จะได้ จำนวนเสื้อกันหนาวไหมพรมที่ผลิตได้ 216 ตัวต่อวันต่อล็อต ดังนั้น ผลการคำนวณในโปรแกรม Excel จะได้รอบเวลาการผลิต เท่ากับ 408.19 วินาทีต่อตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 3.8 ตารางแสดงผลที่ได้จากการสร้างแผนภูมิแกนต์แนวทางการแก้ไขรูปแบบที่ 1

Runtime	รอบเวลาการผลิต (วินาทีต่อล็อต	Runtime	รอบเวลาการผลิต (วินาทีต่อล็อต)	Runtime	รอบเวลาการผลิต (วินาทีต่อล็อต)
1	67,459.943	11	67,456.988	21	67,448.771
2	67,451.065	12	67,446.972	22	67,450.968
3	67,450.293	13	67,455.597	23	67,448.779
4	67,462.327	14	67,452.619	24	67,459.841
5	67,445.804	15	67,451.937	25	67,453.048
6	67,459.155	16	67,448.476	26	67,452.707
7	67,457.317	17	67,450.342	27	67,463.614
8	67,451.512	18	67,453.839	28	67,452.691
9	67,455.521	19	67,460.322	29	67,445.653
10	67,453.742	20	67,457.233	30	67,457.032

จากตารางที่ 3.8 จะได้รอบเวลาการผลิตเฉลี่ยจากการคำนวณ เท่ากับ 67,453.8036 วินาทีต่อล็อต และเนื่องจากก่อนปรับปรุง การผลิต 1 ล็อต จะใช้เครื่องจักรทั้งหมด 36 เครื่อง หรือ 18 คู่ ในการผลิตเสื้อกันหนาวไหมพรม จำนวน 1 โหล จะได้ จำนวนเสื้อกันหนาวไหมพรมที่ผลิตได้ 216 ตัวต่อวันต่อล็อต ดังนั้น ผลการคำนวณในโปรแกรม Excel จะได้รอบเวลาการผลิต เท่ากับ 312.29 วินาทีต่อตัว

ตารางที่ 3.9 ตารางแสดงผลที่ได้จากการสร้างแผนภูมิแกนต์แนวทางการแก้ไขรูปแบบที่ 2

Runtime	รอบเวลาการผลิต (วินาทีต่อล็อต	Runtime	รอบเวลาการผลิต (วินาทีต่อล็อต)	Runtime	รอบเวลาการผลิต (วินาทีต่อล็อต)
1	45,746.967	11	45,745.202	21	45,757.382
2	45,746.516	12	45,753.675	22	45,748.046
3	45,756.518	13	45,740.619	23	45,745.781
4	45,749.066	14	45,750.341	24	45,757.784
5	45,745.201	15	45,748.019	25	45,752.805
6	45,750.733	16	45,751.926	26	45,751.909
7	45,749.297	17	45,744.849	27	45,751.582
8	45,754.099	18	45,749.432	28	45,743.251
9	45,749.066	19	45,753.117	29	45,752.580
10	45,757.864	20	45,749.286	30	45,748.826

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จากตารางที่ 3.9 จะได้รอบเวลาการผลิตเฉลี่ยจากการคำนวณ เท่ากับ 45,750.0580 วินาทีต่อล็อต และเนื่องจากก่อนปรับปรุง การผลิต 1 ล็อต จะใช้เครื่องจักรทั้งหมด 36 เครื่อง หรือ 12 คู่ ในการผลิตเสื้อกันหนาวไหมพรม จำนวน 1 โหล จะได้ จำนวนเสื้อกันหนาวไหมพรมที่ผลิตได้ 144 ตัวต่อวันต่อล็อต ดังนั้น ผลการคำนวณในโปรแกรม Excel จะได้รอบเวลาการผลิต เท่ากับ 317.71 วินาทีต่อตัว

จากผลจากการสร้างแผนภูมิแกนต์และคำนวณในโปรแกรม Excel ทำให้สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 3.10

ตารางที่ 3.10 ตารางแสดงผลที่ได้จากการสร้างแผนภูมิแกนต์และคำนวณในโปรแกรม Excel

แบบจำลอง	จำนวนเครื่องจักร	รอบเวลาการผลิตเฉลี่ยจากการคำนวณ (วินาทีต่อล็อต)	จำนวนเสื้อกันหนาวไหมพรมที่ผลิตได้ (ตัวต่อวันต่อล็อต)	รอบเวลาการผลิต (วินาทีต่อตัว)	S.D.
ก่อนปรับปรุง	36 เครื่อง 18 คู่	88,168.152	216	408.19	3.518
แนวทางการแก้ไขรูปแบบที่ 1	36 เครื่อง 18 คู่	67,453.8036	216	312.29	4.821
แนวทางการแก้ไขรูปแบบที่ 2	36 เครื่อง 12 คู่	45,750.0580	144	317.71	4.322

จากตารางที่ 3.10 แนวทางแก้ไขรูปแบบที่ 1 มีค่ารอบเวลาการผลิตน้อยที่สุด คือ 312.29 วินาทีต่อตัว แต่ยังไม่ใช่การสรุปผล แต่เป็นการนำผลที่ได้นี้ไปใช้ตรวจสอบการจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ (Simulation) ว่าถูกต้องหรือไม่ มีความคลาดเคลื่อนเท่าไหร่ ซึ่งจะกล่าวถึง การสร้างแบบจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ต่อไปในบทที่ 4 การจำลองสถานการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 4
การจำลองสถานการณ์

ในบทนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ การเก็บข้อมูล การทวนสอบความถูกต้องของโปรแกรม การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง รวมถึงแสดงผลที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ ดังแสดงในหัวข้อต่อไปนี้

4.1 การกำหนดรูปแบบของปัญหา

4.2 การกำหนดจุดมุ่งหมายและวางแผน

4.3 การเก็บข้อมูล

4.4 การสร้างตัวแบบจำลอง

4.5 การทวนสอบความถูกต้องของโปรแกรม (Model Verification)

4.6 การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง (Model Validation)

4.7 ผลการจำลองกระบวนการผลิตโดยอาศัยแบบจำลองด้วยโปรแกรม ProModel

4.1 การกำหนดรูปแบบของปัญหา

จากการวิเคราะห์สภาพปัญหาภายในโรงงานโดยใช้แผ่นการวัดสมรรถนะของระบบการผลิต (Performance Measurement Sheet in Manufacturing System (PMSMS)) เพื่อนำมาระบุแผนกที่เป็นคอขวด พบว่าแผนกทอคอมพิวเตอร์เป็นแผนกที่มีรอบเวลาการผลิตจริง (Actual Cycle Time) สูงสุด และหลังจากทำการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหารากเหง้า พบว่าระยะที่เครื่องจักรรอเครื่องจักรอื่นผลิตชิ้นส่วนผ้าแผ่นส่วนหน้า หลัง และแขน และระยะเวลาที่รอพนักงานตั้งค่าเครื่องจักร ส่งผลมากสุด งานวิจัยฉบับนี้จึงเลือกที่จะแก้ไขปัญหานี้ เพื่อสามารถลดรอบเวลาการผลิตในแผนกทอคอมพิวเตอร์นี้ได้ตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย และจึงเลือกแผนกนี้มาเป็นกรณีศึกษาในการสร้างแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ เพื่อหาแนวทางในการปรับปรุงและเปรียบเทียบรูปแบบการจำลองที่เหมาะสม

4.2 การกำหนดจุดมุ่งหมายและวางแผน

4.2.1 จุดมุ่งหมายของการจำลอง

1. เพื่อสร้างแบบจำลองสถานการณ์ในกระบวนการทอคอมพิวเตอร์ ที่ผลิตเสื้อกันหนาวไหมพรม โดยมีเป้าหมายเพื่อลดรอบเวลาการผลิตให้ลดลง ได้โดยไม่จำเป็นต้องทำการทดลองในสายการผลิตจริง

2. เพื่อเปรียบเทียบแบบจำลองที่เหมาะสมที่สุดในกระบวนการทอคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4.2.2 ขอบเขตของการจำลอง

ขอบเขตในการศึกษานี้มุ่งที่จะศึกษาเฉพาะผลิตภัณฑ์ที่เป็นเสื้อกันหนาวไหมพรม ครอบคลุมทุกขั้นตอนในกระบวนการทอผ้าคอมพิวเตอร์

ข้อมูลที่ใช้ในการจำลองสถานการณ์ได้จากการสังเกตกระบวนการผลิตจริง แล้วนำมาจัดทำเป็นเวลามาตรฐาน (Standard Time) เพื่อนำมาช่วยสร้างแบบจำลองสถานการณ์ในการผลิตเสื้อกันหนาวไหมพรมในกระบวนการทอผ้าด้วยคอมพิวเตอร์ (Computer Knitting)

4.2.3 ข้อจำกัดของการจำลอง

เนื่องจากต้องการให้การจำลองสถานการณ์ให้ผลชัดเจน และสามารถตรวจสอบความถูกต้องได้ง่ายขึ้น จึงกำหนดข้อจำกัดต่าง ๆ ซึ่งเป็นสภาวะเดียวกันกับที่เกิดขึ้นจริงในสายการผลลิต เพื่อใช้เปรียบเทียบค่าที่ได้จากการจำลองกับค่าที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติงานจริง โดยข้อจำกัดต่าง ๆ สามารถสรุปได้ดังนี้

1. กำหนดให้พนักงาน และเครื่องจักรประเภทเดียวกันมีความสามารถในการผลิตเหมือนกัน
2. กำหนดให้พนักงานทุกคนเริ่มปฏิบัติงานพร้อมกัน โดยสายการผลิตมีการเตรียมการผลิตไว้ล่วงหน้า เช่น การเตรียมวัตถุดิบ
3. เวลาที่ใช้ในการจำลองสถานการณ์ 1 รอบการผลิต คือ 1 กะ (20 ชั่วโมง)
4. ไม่พบงานเสียระหว่างกระบวนการผลิต
5. เครื่องจักรทำงานตลอดเวลาไม่มี Downtime หรือ Breakdown
6. ระยะห่างระหว่างเครื่องจักร หรือสถานีงานมีน้อยมากซึ่งพนักงานสามารถเอื้อม หรือหันตัวเพื่อปฏิบัติงานได้ ดังนั้นจึงไม่ได้นำมาคิดคำนวณด้วย
7. โปรแกรม ProModel ที่ใช้เป็น Student Version จึงทำให้มีการจำกัดจำนวน Locations, Entity, Resource และ Attributes เป็นต้น

4.3 การเก็บข้อมูล (Data collection)

ข้อมูลเวลาในการปฏิบัติงานในแต่ละกระบวนการ ได้จากการจับเวลาในแต่ละขั้นตอนย่อย โดยคำนึงถึงจำนวนข้อมูลที่ให้ค่าความเชื่อมั่นตามที่กำหนด จากนั้นนำข้อมูลมาคำนวณหาเวลามาตรฐาน โดยผ่านการคำนวณด้านค่าปรับอัตราความเร็วและเวลาเผื่อการทำงานมาทดสอบทางสถิติเพื่อดูการกระจายตัวของข้อมูล ผลลัพธ์ที่ได้เป็นค่าเฉลี่ยสำหรับการวิเคราะห์ด้วยตัวแบบจำลอง เพื่อทดสอบความถูกต้องของโปรแกรมการวิจัย โดยการจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ โดยโปรแกรม ProModel จะต้องมีการทดสอบประเภทการกระจายของข้อมูลโดยใช้โปรแกรม StatFit เพื่อวิเคราะห์หาประเภทของการกระจายของข้อมูล ก่อนที่จะนำไปใช้จำลองสถานการณ์เพื่อให้การจำลองได้ผลใกล้เคียงกับการปฏิบัติงานจริงมากที่สุด โดยข้อมูลเวลามาตรฐานของแต่ละงานย่อยแสดงเพิ่มเติมในภาคผนวก ข และสามารถสรุปได้ว่า การทดสอบความเท่าเทียม Goodness of test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ด้วย Kolmogorov Smirnov และ Anderson Darling พบว่า ค่า P-Value มากกว่า 0.05 แสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างการแจกแจงของตัวอย่าง และการแจกแจงทางทฤษฎีการทดสอบความเป็น Independence test (P-Value) ด้วย Run test ค่า P-Value มากกว่า 0.05 แสดงว่าข้อมูลตัวอย่างเป็นอิสระต่อกัน

4.3.1 การวิเคราะห์เวลาการกระจายตัวของข้อมูล

ทำการทดสอบความถูกต้องของข้อมูล จะต้องทำการวิเคราะห์ค่าการกระจายตัวของข้อมูลเพื่อเป็นการทดสอบค่าความน่าจะเป็นของข้อมูลในแต่ละขั้นตอน ซึ่งสามารถสรุปผลของการวิเคราะห์ได้ดังตารางที่ 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 4.1 สรุปผลการวิเคราะห์เวลาการกระจายตัวของข้อมูลการกระจาย

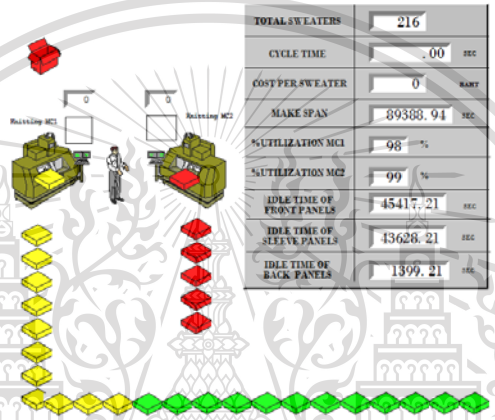
ขั้นตอนการทำงานหลัก	Goodness Test	Parameter	Goodness of test (P-Value)		Independence test (P-Value)	
			Kolmogorov-Smirnov	Anderson- Darling	RunTest Above Below	RunTest Turning Point
1	Normal	Normal (133,1.68)	0.95	0.912	Pass	Pass
2	Normal	Normal (131,1.9)	0.819	0.751	Pass	Pass
3	Constant					
4	Constant					
5	Normal	Normal (106,0.831)	0.929	0.913	Pass	Pass
6	Normal	Normal (9.34,0.729)	0.952	0.999	Pass	Pass
7	Normal	Normal (106,0.904)	0.899	0.952	Pass	Pass
8	Normal	Normal (6.18,0.643)	0.665	0.867	Pass	Pass
9	Constant					
10	Constant					
11	Normal	Normal (16.3,1.07)	0.792	0.736	Pass	Pass
12	Constant					
13	Normal	Normal (107,0.842)	0.827	0.961	Pass	Pass
14	Normal	Normal (7.45,0.817)	0.399	0.635	Pass	Pass
15	Constant					
16	Normal	Normal (272,2.68)	0.390	0.402	Pass	Pass

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้ ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4.4 การสร้างตัวแบบจำลอง (Model Building)

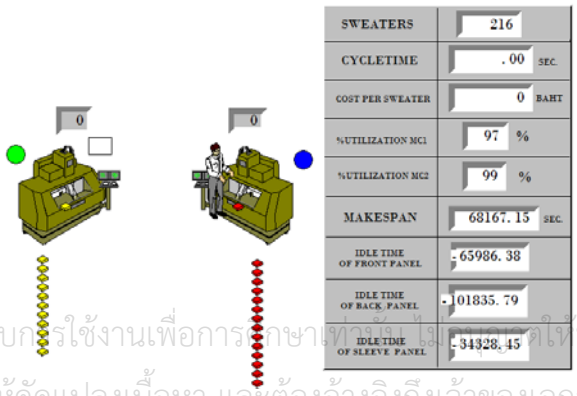
จากข้อมูลการผลิตเสื้อกันหนาวไหมพรม ในบทที่ 3 สามารถสร้างตัวแบบจำลองด้วยโปรแกรม ProModel แบ่งเป็น แบบจำลองก่อนปรับปรุง และแบบจำลองหลังปรับปรุง 2 รูปแบบ ดังนี้

แบบจำลองก่อนปรับปรุง: แบบจำลองนี้เป็นสถานการณ์ปัจจุบันของโรงงานกรณีศึกษา โดยในการผลิตเสื้อกันหนาวไหมพรมจำนวน 1 โหล จะใช้เครื่องจักร จำนวน 2 เครื่อง โดยเครื่องจักรที่ 1 จะผลิตส่วนหน้าและส่วนหลัง เครื่องจักรที่ 2 จะผลิตส่วนแขน หากเครื่องจักรที่ 2 ผลิตส่วนแขนเสร็จก่อนจะว่างงาน และรอเครื่องจักรที่ 1 ผลิตส่วนหลังเสร็จ ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 แบบจำลองก่อนปรับปรุง

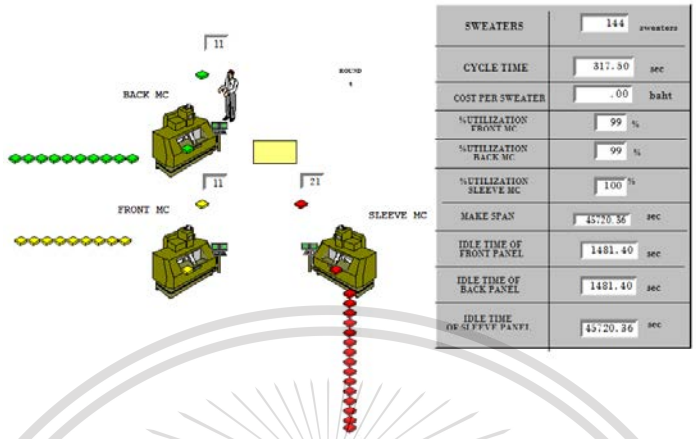
แบบจำลองหลังปรับปรุงรูปแบบที่ 1: แบบจำลองนี้จะคล้ายกับแบบจำลองก่อนปรับปรุง โดยจะใช้เครื่องจักร จำนวน 2 เครื่อง โดยเครื่องจักรที่ 1 จะผลิตส่วนหน้าก่อน เครื่องจักรที่ 2 จะผลิตส่วนแขนก่อน หากเครื่องจักรใดผลิตส่วนที่ผลิตอยู่เสร็จแล้ว จะช่วยกันผลิตส่วนหลังต่อ และเมื่อทั้ง 2 เครื่อง ช่วยกันผลิตหลังเสร็จ จะทำซ้ำเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ ดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 แบบจำลองหลังปรับปรุงรูปแบบที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

แบบจำลองหลังปรับปรุงรูปแบบที่ 2: แบบจำลองนี้จะใช้เครื่องจักรในการผลิต 3 เครื่องจักร โดยเครื่องจักรที่ 1 ทอเฉพาะส่วนหน้า เครื่องจักรที่ 2 ทอเฉพาะส่วนหลัง และเครื่องจักรที่ 3 ทอเฉพาะส่วนแขน ดังรูปที่ 4.3



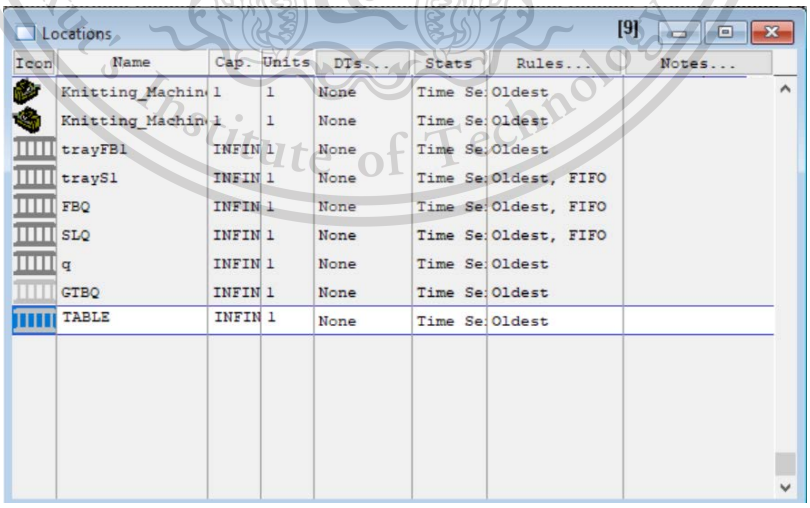
รูปที่ 4.3 แบบจำลองหลังปรับปรุงรูปแบบที่ 2

4.4.1 การทำงานของแบบจำลองก่อนปรับปรุง

การทำงานของแบบจำลองก่อนปรับปรุง มีองค์ประกอบดังต่อไปนี้

1. สถานี (Location)

การกำหนดสถานที่ของตัวแบบจำลองเพื่อให้สิ่งที่สนใจในระบบ (Entities) หรือสิ่งที่เข้ามาในระบบ ถูกส่งไปตามกระบวนการผลิต โดยผ่านขั้นตอนแรกไปจนถึงขั้นตอนสุดท้าย ดังรูปที่ 4.4

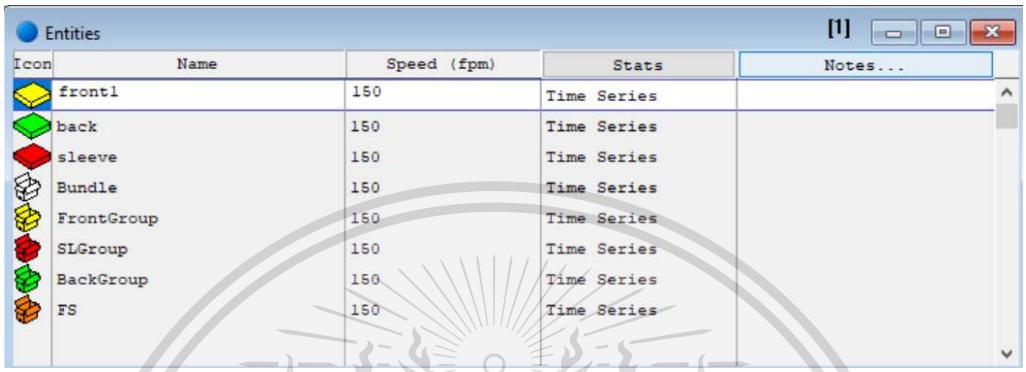


รูปที่ 4.4 สถานีของแบบจำลองก่อนปรับปรุง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2. สิ่งที่สนใจในระบบ (Entities)

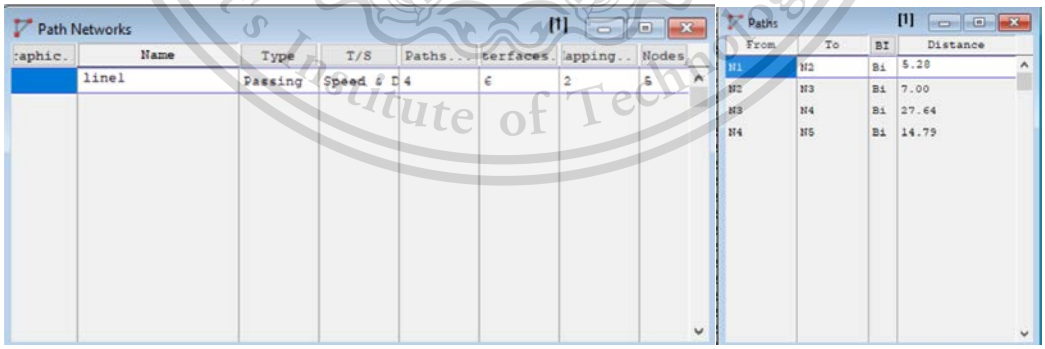
การกำหนดสิ่งที่เข้ามาในระบบ หรือ สิ่งที่สนใจในระบบ (Entities) ของตัวแบบจำลองเพื่อแสดงถึงสิ่งที่กำลังถูกดำเนินการอยู่ในระบบ โดยรวมตั้งแต่วัตถุดิบ งานค้างระหว่างกระบวนการ (Work In Process) และผลิตภัณฑ์ที่สำเร็จแล้ว สามารถแสดงดังรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 สิ่งที่สนใจในระบบของแบบจำลองก่อนปรับปรุง

3. เส้นทางขนถ่ายลำเลียง (Path Networks)

การกำหนดเส้นทางขนถ่ายลำเลียงของตัวแบบจำลอง เพื่อเป็นเส้นทางผ่านที่เป็นไปได้ของทรัพยากรในระบบ โดยต้องมีการพิจารณาว่า ในระบบนั้นมีทรัพยากรอะไรบ้าง เส้นทางมีลักษณะอย่างไร จำนวนเส้นทางในระบบเป็นเท่าไร ซึ่งเส้นทางขนถ่ายลำเลียงของตัวแบบจำลองในงานวิจัยนี้เป็นเส้นทางของทรัพยากรประเภทพนักงานซึ่งปฏิบัติในสายการผลิต ดังรูปที่ 4.6

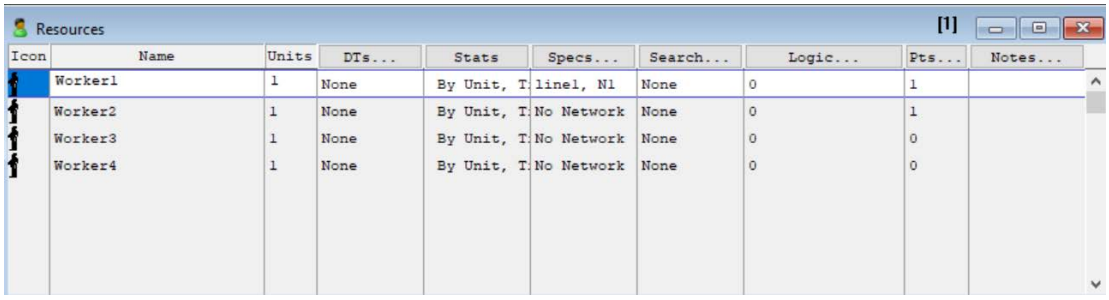


รูปที่ 4.6 เส้นทางขนถ่ายลำเลียงของแบบจำลองก่อนปรับปรุง

4. ทรัพยากร (Resources)

การกำหนดทรัพยากร (Resources) ของตัวแบบจำลองเพื่อเป็นสิ่งที่จะถูกเรียกใช้ในระบบ ซึ่งได้แก่ พนักงานประจำแต่ละแผนก ในที่นี้คือ พนักงานประจำในแผนกทอคอมพิวเตอร์ ดังรูปที่ 4.7

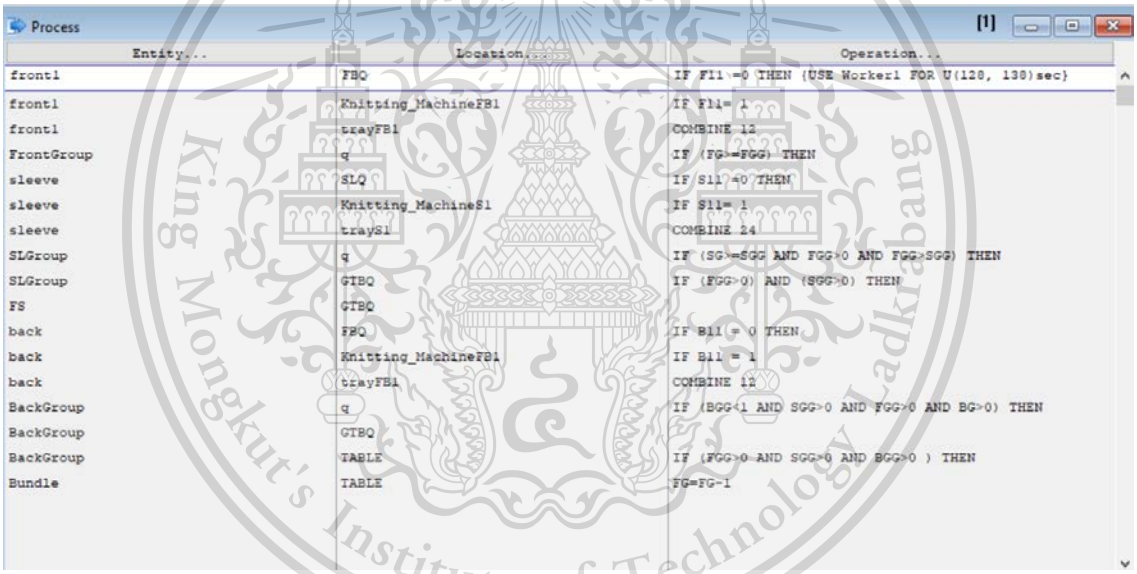
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.7 ทรัพยากรของแบบจำลองก่อนปรับปรุง

5. ลำดับการดำเนินการ (Processing)

การกำหนดลำดับการดำเนินการ (Processing) เป็นตัวกำหนดลำดับการดำเนินการและตรรกะของสิ่งที่สนใจในระบบ ระหว่างการไหลในแต่ละสถานที่โดยบอกถึงเงื่อนไขของเส้นทางด้วย ดังรูปที่ 4.8

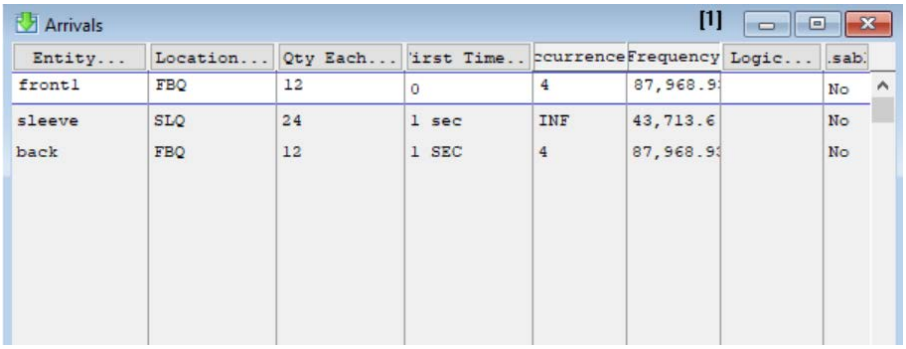


รูปที่ 4.8 ลำดับการดำเนินการของแบบจำลองก่อนปรับปรุง

6. การเข้ามาของสิ่งใหม่ (Arrivals)

การเข้ามาของวัตถุใหม่เข้าสู่ระบบ (Arrivals) ซึ่งก็ คือ สิ่งที่สนใจในระบบนั่นเอง โดยกำหนดปริมาณการเข้ามาในแต่ละครั้งและความถี่ในการเข้ามา ซึ่งในแบบจำลองนี้ได้กำหนดให้สิ่งที่สนใจในระบบเข้าสู่ระบบที่จุดเริ่มต้นของการจำลองสถานการณ์ แสดงได้ดังรูปที่ 4.9

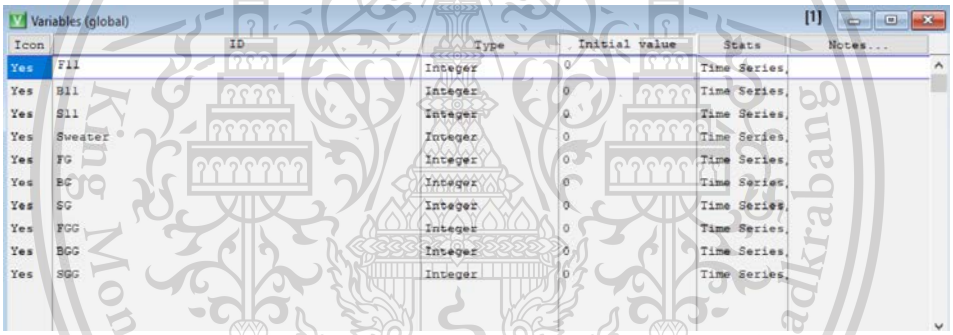
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.9 การเข้ามาของสิ่งใหม่ของแบบจำลองก่อนปรับปรุง

7. ตัวแปรหรือค่าที่เปลี่ยนแปลงได้ (Variable)

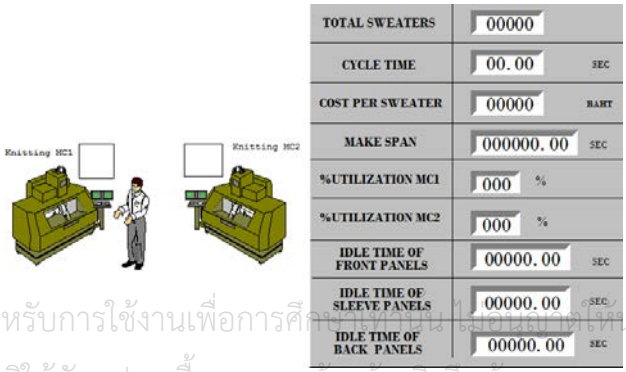
ตัวแปรหรือค่าที่เปลี่ยนแปลงได้ (Variable) แสดงค่าตามคำสั่งหรือสมการที่กำหนดขึ้นเพื่อประโยชน์ในการทำงานของโปรแกรม ดังรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.10 การกำหนดตัวแปรของแบบจำลองก่อนปรับปรุง

8. แผนผัง (Layout)

แผนผัง (Layout) เป็นการแสดงรูปแบบของการจำลองสถานการณ์ แสดงได้ดังรูป 4.11



รูปที่ 4.11 แผนผังของแบบจำลองก่อนปรับปรุง

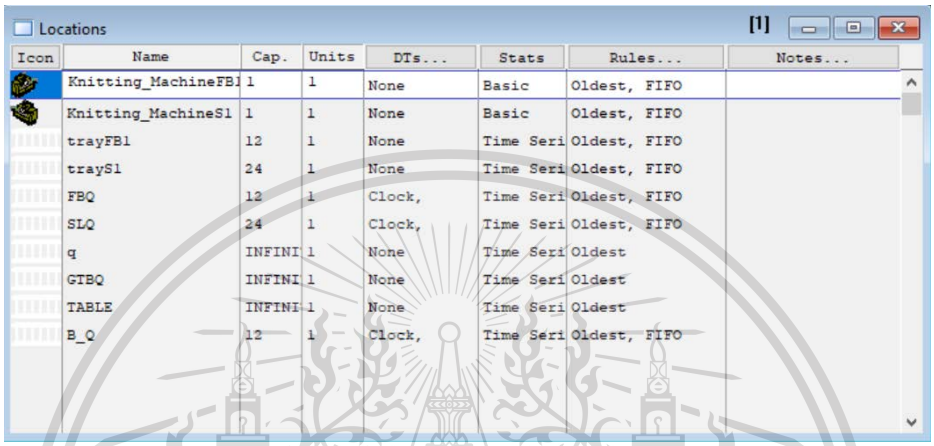
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4.4.2 การทำงานของแบบจำลองหลังปรับปรุงรูปแบบที่ 1

การทำงานของแบบจำลองหลังปรับปรุงรูปแบบที่ 1 มีองค์ประกอบดังต่อไปนี้

1. สถานี (Location)

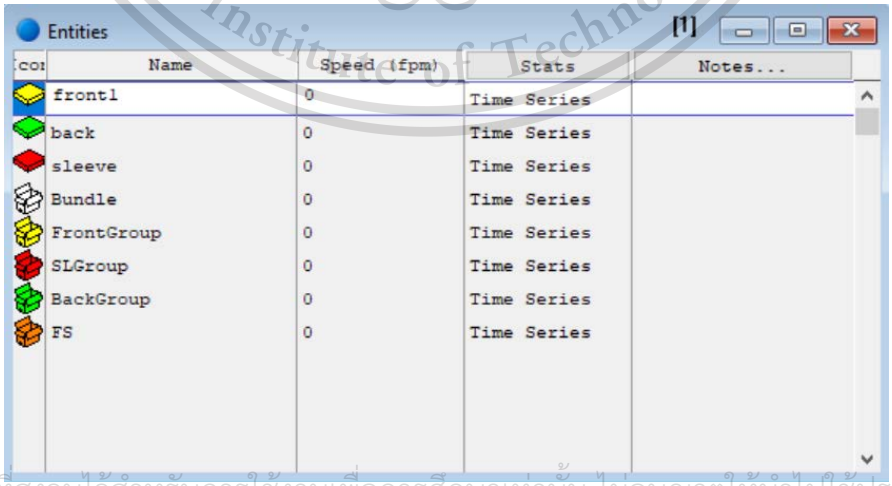
การกำหนดสถานที่ของตัวแบบจำลองเพื่อให้สิ่งที่สนใจในระบบ (Entities) หรือสิ่งที่เข้ามาในระบบ ถูกส่งไปตามกระบวนการผลิต โดยผ่านขั้นตอนแรกไปจนถึงขั้นตอนสุดท้าย ดังรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.12 สถานีของแบบจำลองหลังปรับปรุงรูปแบบที่ 1

2. สิ่งที่สนใจในระบบ (Entities)

การกำหนดสิ่งที่เข้ามาในระบบ หรือ สิ่งที่สนใจในระบบ (Entities) ของตัวแบบจำลองเพื่อแสดงถึงสิ่งที่กำลังถูกดำเนินการอยู่ในระบบ โดยรวมตั้งแต่วัตถุดิบ งานค้างระหว่างกระบวนการ (Work In Process) และผลิตภัณฑ์ที่สำเร็จแล้ว สามารถแสดงดังรูปที่ 4.13

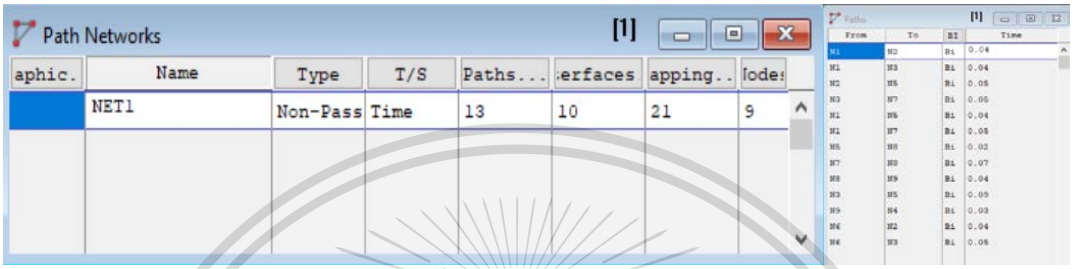


รูปที่ 4.13 สิ่งที่สนใจในระบบของแบบจำลองหลังปรับปรุงรูปแบบที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3. เส้นทางขนถ่ายลำเลียง (Path Networks)

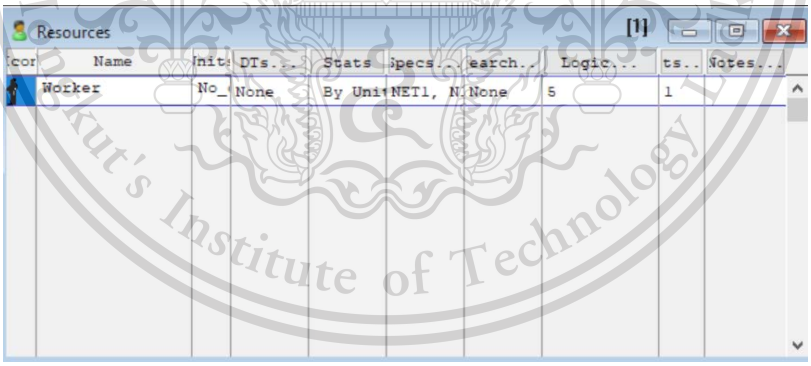
การกำหนดเส้นทางขนถ่ายลำเลียงของตัวแบบจำลอง เพื่อเป็นเส้นทางผ่านที่เป็นไปได้ของทรัพยากรในระบบ โดยต้องมีการพิจารณาว่า ในระบบนั้นมีทรัพยากรอะไรบ้าง เส้นทางมีลักษณะอย่างไร จำนวนเส้นทางในระบบเป็นเท่าไร ซึ่งเส้นทางขนถ่ายลำเลียงของตัวแบบจำลองในงานวิจัยนี้เป็นเส้นทางของทรัพยากรประเภทพนักงานซึ่งปฏิบัติในสายการผลิต ดังรูปที่ 4.14



รูปที่ 4.14 เส้นทางขนถ่ายลำเลียงของแบบจำลองหลังปรับปรุงรูปแบบที่ 1

4. ทรัพยากร (Resources)

การกำหนดทรัพยากร (Resources) ของตัวแบบจำลองเพื่อเป็นสิ่งที่จะถูกเรียกใช้ในระบบ ซึ่งได้แก่ พนักงานประจำแต่ละแผนก ในที่นี้คือ พนักงานประจำในแผนกทอคอมพิวเตอร์ ดังรูปที่ 4.15

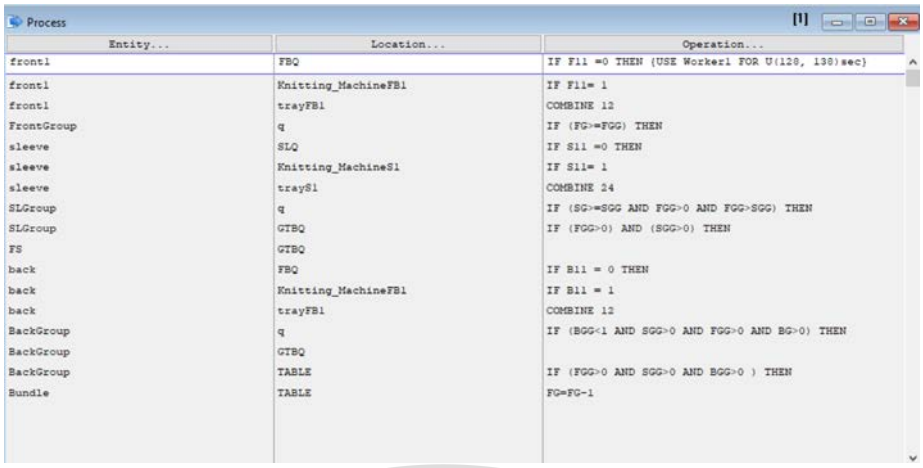


รูปที่ 4.15 ทรัพยากรของแบบจำลองหลังปรับปรุงรูปแบบที่ 1

5. ลำดับการดำเนินการ (Processing)

การกำหนดลำดับการดำเนินการ (Processing) เป็นตัวกำหนดลำดับการดำเนินการและตรรกะของสิ่งที่สนใจในระบบ ระหว่างการไหลในแต่ละสถานที่โดยบอกถึงเงื่อนไขของเส้นทางด้วย ดังรูปที่ 4.16

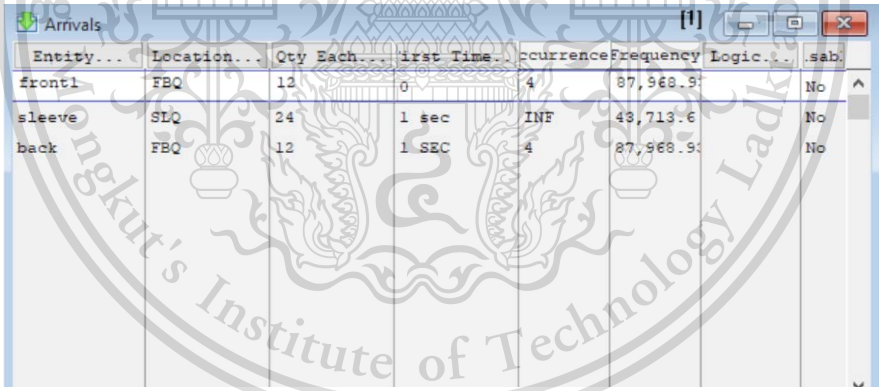
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.16 ลำดับการดำเนินการของแบบจำลองหลังปรับปรุงรูปแบบที่ 1

6. การเข้ามาของสิ่งใหม่ (Arrivals)

การเข้ามาของวัตถุใหม่เข้าสู่ระบบ (Arrivals) คือ สิ่งที่สนใจในระบบนั่นเอง โดยกำหนดปริมาณการเข้ามาในแต่ละครั้งและความถี่ในการเข้ามา ซึ่งในแบบจำลองนี้ได้กำหนดให้สิ่งที่สนใจในระบบ เข้าสู่ระบบที่จุดเริ่มต้นของการจำลองสถานการณ์ ดังรูปที่ 4.17

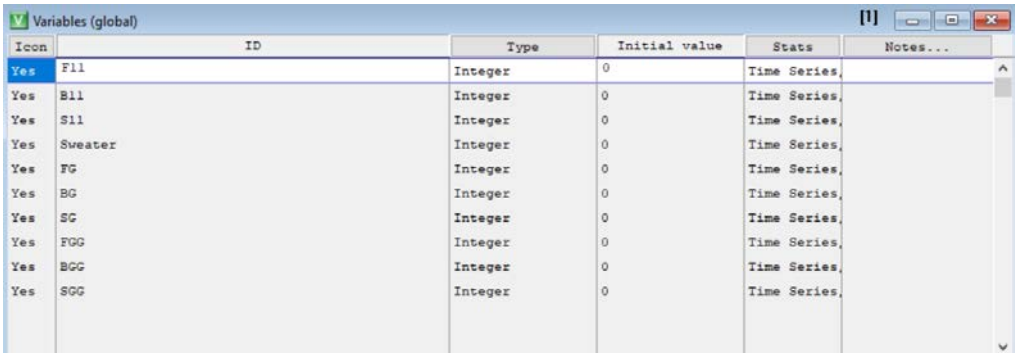


รูปที่ 4.17 การเข้ามาของสิ่งใหม่ของแบบจำลองหลังปรับปรุงรูปแบบที่ 1

7. ตัวแปรหรือค่าที่เปลี่ยนแปลงได้ (Variable)

ตัวแปรหรือค่าที่เปลี่ยนแปลงได้ (Variable) แสดงค่าตามคำสั่งหรือสมการที่กำหนดขึ้นเพื่อประโยชน์ในการทำงานของโปรแกรม ดังรูปที่ 4.18

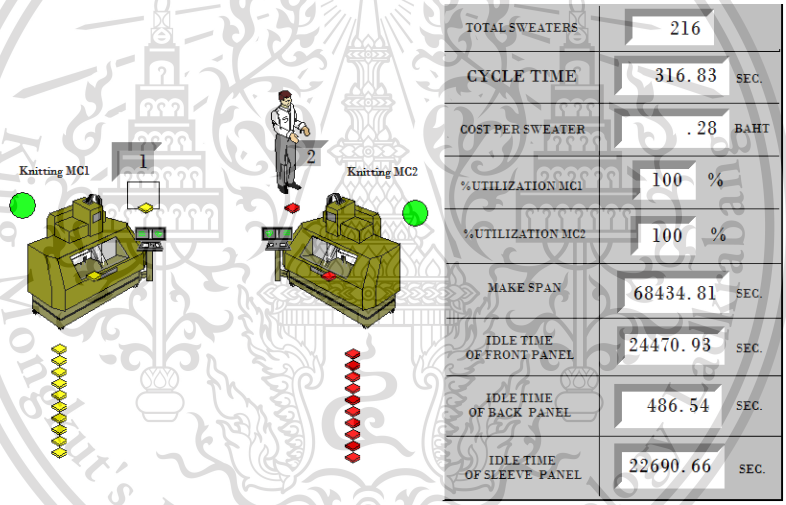
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.18 การกำหนดตัวแปรของแบบจำลองหลังปรับปรุงรูปแบบที่ 1

8. แผนผัง (Layout)

แผนผัง (Layout) เป็นการแสดงรูปแบบของการจำลองสถานการณ์ ดังรูปที่ 4.19



รูปที่ 4.19 แผนผังของแบบจำลองหลังปรับปรุงรูปแบบที่ 1

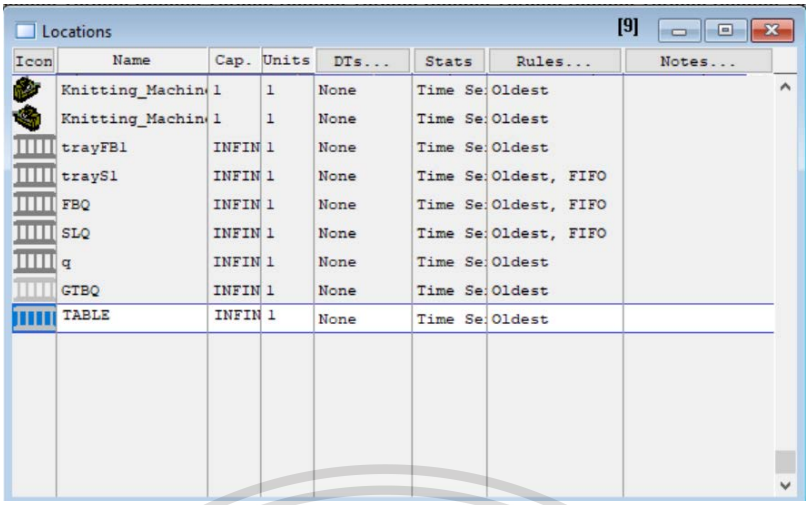
4.4.3 การทำงานของแบบจำลองหลังปรับปรุงรูปแบบที่ 2

การทำงานของแบบจำลองหลังปรับปรุงรูปแบบที่ 2 มีองค์ประกอบดังต่อไปนี้

1. สถานี (Location)

การกำหนดสถานที่ของตัวแบบจำลองเพื่อให้สิ่งที่สนใจในระบบ (Entities) หรือสิ่งที่เข้ามาในระบบ ถูกส่งไปตามกระบวนการผลิต โดยผ่านขั้นตอนแรกไปจนถึงขั้นตอนสุดท้าย ดังรูปที่ 4.20

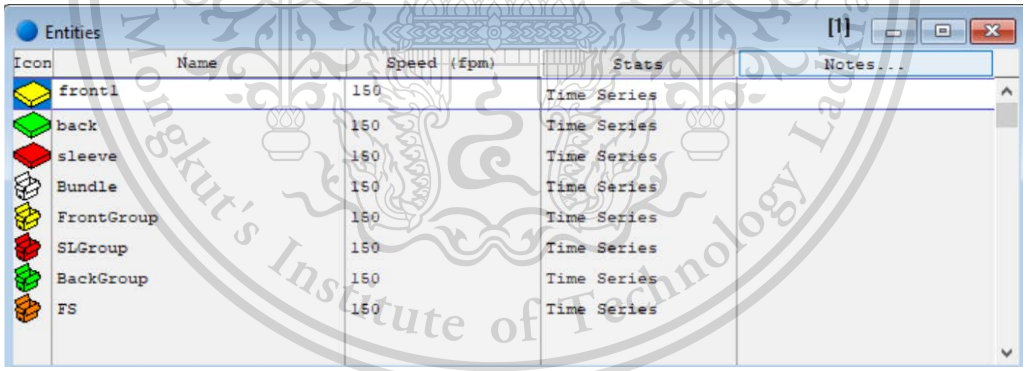
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.20 สถานีของแบบจำลองหลังปรับปรุงรูปแบบที่ 2

2. สิ่งที่สนใจในระบบ (Entities)

การกำหนดสิ่งที่เข้ามาในระบบ หรือ สิ่งที่สนใจในระบบ (Entities) ของตัวแบบจำลองเพื่อแสดงถึงสิ่งที่กำลังถูกดำเนินการอยู่ในระบบ โดยรวมตั้งแต่วัตถุดิบ งานค้างระหว่างกระบวนการ (Work In Process) และผลิตภัณฑ์ที่สำเร็จแล้ว สามารถแสดงดังรูปที่ 4.21

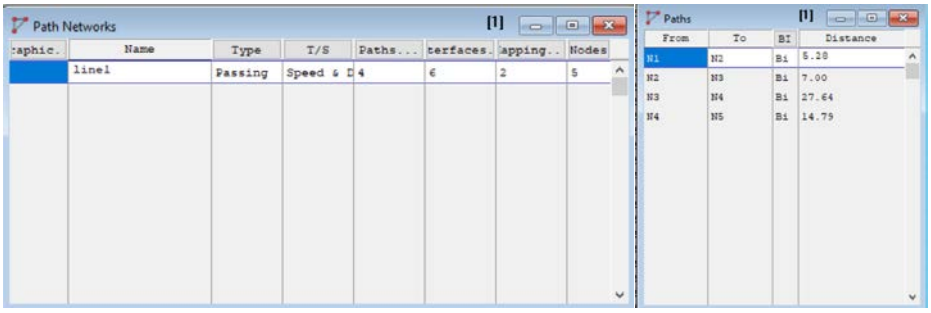


รูปที่ 4.21 สิ่งที่สนใจในระบบของแบบจำลองหลังปรับปรุงรูปแบบที่ 2

3. เส้นทางขนถ่ายลำเลียง (Path Networks)

การกำหนดเส้นทางขนถ่ายลำเลียงของตัวแบบจำลอง เพื่อเป็นเส้นทางผ่านที่เป็นไปได้ของทรัพยากรในระบบ โดยต้องมีการพิจารณาว่า ในระบบนั้นมีทรัพยากรอะไรบ้าง เส้นทางมีลักษณะอย่างไร จำนวนเส้นทางในระบบเป็นเท่าไร ซึ่งเส้นทางขนถ่ายลำเลียงของตัวแบบจำลองในงานวิจัยนี้เป็นเส้นทางของทรัพยากรประเภทพนักงานซึ่งปฏิบัติในสายการผลิต ดังรูปที่ 4.22

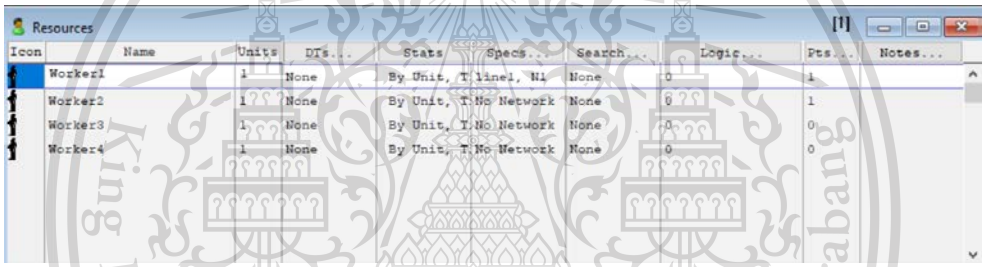
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.22 เส้นทางขนถ่ายลำเลียงของแบบจำลองหลังปรับปรุงรูปแบบที่ 2

4. ทรัพยากร (Resources)

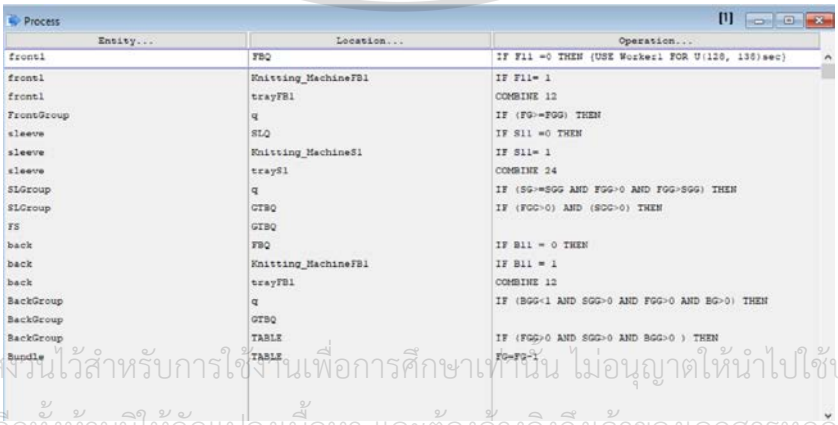
การกำหนดทรัพยากร (Resources) ของตัวแบบจำลองเพื่อเป็นสิ่งที่จะถูกเรียกใช้ในระบบ ซึ่งได้แก่ พนักงานประจำแต่ละแผนก ในที่นี้คือ พนักงานประจำในแผนกทอคอมพิวเตอร์ ดังรูปที่ 4.23



รูปที่ 4.23 ทรัพยากรของแบบจำลองหลังปรับปรุงรูปแบบที่ 2

5. ลำดับการดำเนินการ (Processing)

การกำหนดลำดับการดำเนินการ (Processing) เป็นตัวกำหนดลำดับการดำเนินการและตรรกะของสิ่งที่สนใจในระบบ ระหว่างการไหลในแต่ละสถานที่โดยบอกถึงเงื่อนไขของเส้นทางด้วย ดังรูปที่ 4.24

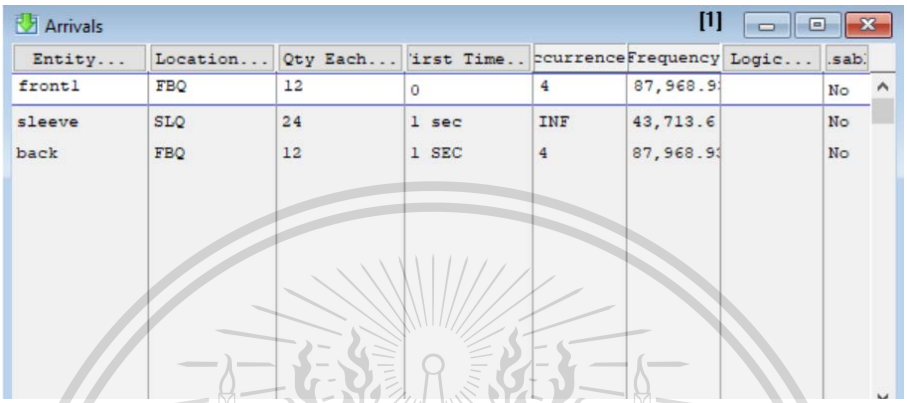


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

รูปที่ 4.24 ลำดับการดำเนินการของแบบจำลองหลังปรับปรุงรูปแบบที่ 2

6. การเข้ามาของสิ่งใหม่ (Arrivals)

การเข้ามาของวัตถุใหม่เข้าสู่ระบบ (Arrivals) คือ สิ่งที่สนใจในระบบนั่นเอง โดยกำหนดปริมาณการเข้ามาในแต่ละครั้งและความถี่ในการเข้ามา ซึ่งในแบบจำลองนี้ได้กำหนดให้สิ่งที่สนใจในระบบเข้าสู่ระบบที่จุดเริ่มต้นของการจำลองสถานการณ์ ดังรูปที่ 4.25

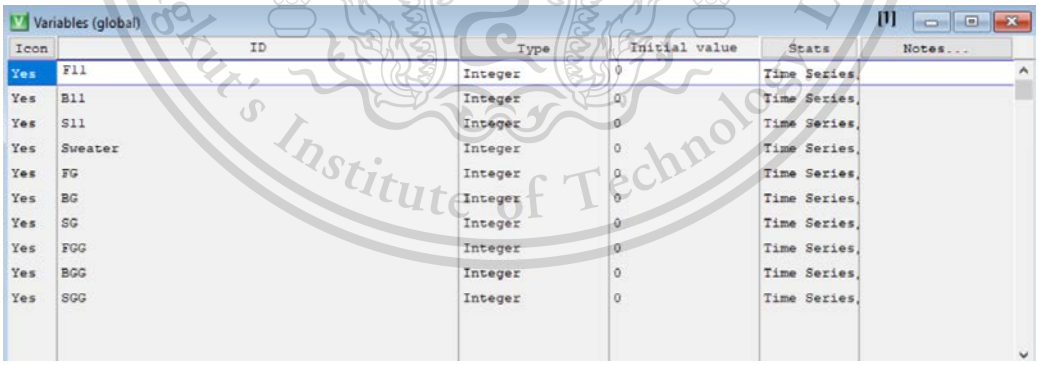


Entity...	Location...	Qty Each...	First Time..	Occurrence	Frequency	Logic...	Sab
front1	FBQ	12	0	4	87,968.9		No
sleeve	SLQ	24	1 sec	INF	43,713.6		No
back	FBQ	12	1 SEC	4	87,968.9		No

รูปที่ 4.25 การเข้ามาของสิ่งใหม่ของแบบจำลองหลังปรับปรุงรูปแบบที่ 2

7. ตัวแปรหรือค่าที่เปลี่ยนแปลงได้ (Variable)

ตัวแปรหรือค่าที่เปลี่ยนแปลงได้ (Variable) แสดงค่าตามคำสั่งหรือสมการที่กำหนดขึ้นเพื่อประโยชน์ในการทำงานของโปรแกรม ดังรูปที่ 4.26



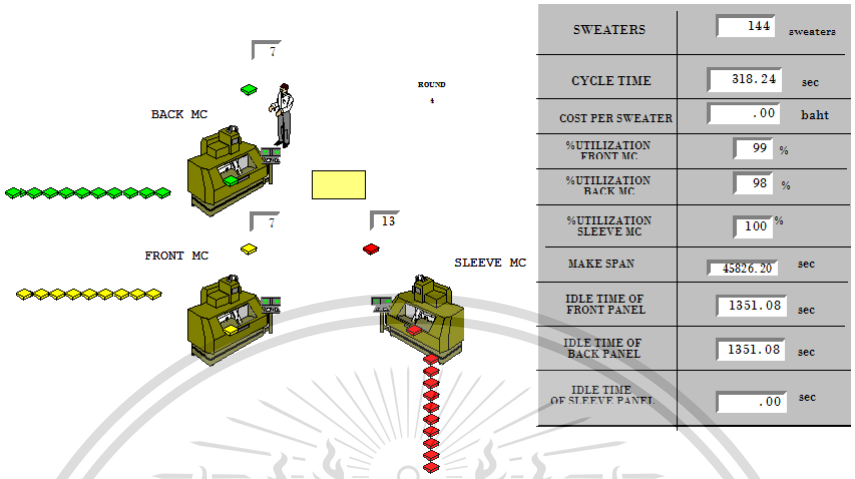
Icon	ID	Type	Initial value	Stats	Notes...
Yes	F11	Integer	0	Time Series	
Yes	B11	Integer	0	Time Series	
Yes	S11	Integer	0	Time Series	
Yes	Sweater	Integer	0	Time Series	
Yes	FG	Integer	0	Time Series	
Yes	BG	Integer	0	Time Series	
Yes	SG	Integer	0	Time Series	
Yes	FGG	Integer	0	Time Series	
Yes	BGG	Integer	0	Time Series	
Yes	SGG	Integer	0	Time Series	

รูปที่ 4.26 การกำหนดตัวแปรของแบบจำลองหลังปรับปรุงรูปแบบที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

8. แผนผัง (Layout)

แผนผัง (Layout) เป็นการแสดงรูปแบบของการจำลองสถานการณ์ แสดงได้ดังรูปที่ 4.27



รูปที่ 4.27 แผนผังของแบบจำลองหลังปรับปรุงรูปแบบที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4.5 การทวนสอบความถูกต้องของโปรแกรม (Model Verification)

เป็นขั้นตอนการตรวจสอบว่าโปรแกรมสามารถทำงานได้หรือไม่ โดยการให้โปรแกรมทำงานปริมาณต่างกัน และพิจารณาเวลาการทำงานที่ได้เปรียบเทียบกับผลการคำนวณจากการปฏิบัติงานจริงจากการผลิตเสื้อกันหนาวไหมพรม หากผลที่ได้มีค่าใกล้เคียงกัน และร้อยละความคลาดเคลื่อนของข้อมูลมีน้อยสามารถสรุปได้ว่า แบบจำลองที่สร้างขึ้นมีความถูกต้อง โดยในที่นี้ เราเปรียบเทียบรอบเวลาการผลิต (Cycle Time) ที่ได้ทำการจำลองโดยใช้ Excel โดยการสร้างแผนภูมิแกนต์ (Gantt Chart) กับการรันโปรแกรม ProModel ทั้งหมด 30 ครั้ง ได้ผลดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ตารางสรุปผลต่างจากการคำนวณและการทำงานของโปรแกรมทั้ง 3 แบบจำลอง

แบบจำลอง	รอบเวลาการผลิตเฉลี่ย (วินาที)		ผลต่างจากการคำนวณและการทำงานของโปรแกรม	
	คำนวณ	ProModel	รอบเวลาการผลิตเฉลี่ย (วินาที)	ร้อยละ
ก่อนปรับปรุง	88,168.152	88,169.192	-1.0400	-0.0012%
แบบจำลองหลังปรับปรุงรูปแบบที่ 1	67,453.804	67,454.656	-0.8524	-0.0013%
แบบจำลองหลังปรับปรุงรูปแบบที่ 2	45,750.058	45,748.529	1.5292	0.0033%

จากตารางที่ 4.2 พบว่า การตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรมโดยเปรียบเทียบจากค่าที่ได้จากการคำนวณกับค่าที่ได้จากการรันโปรแกรมนั้นมีค่าใกล้เคียงกัน โดยมีค่าแตกต่างกันมากที่สุด 0.0033% แสดงว่า โปรแกรมมีความถูกต้อง จึงสามารถนำผลที่ได้จากการทำงานของโปรแกรมนี้ไปใช้งานต่อได้ และนอกจากจากนี้ ได้มีการเปรียบเทียบรอบเวลาการผลิตที่ได้จากการคำนวณและจากการรันโปรแกรมของทั้ง 3 แบบจำลอง จำนวน Runtime ทั้งหมด 30 ครั้ง โดยสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 4.3 ถึง 4.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 4.3 ผลการเปรียบเทียบรอบเวลาการผลิตที่ได้จากการคำนวณ
และการรันโปรแกรมของแบบจำลองก่อนปรับปรุง

Runtime	รอบเวลาการผลิต (วินาทีต่อล็อต)		ผลต่างจากการคำนวณและการทำงานของโปรแกรม	
ครั้งที่	การคำนวณ	ProModel	รอบเวลาการผลิต (วินาทีต่อล็อต)	ร้อยละ
1	88,168.881	88,166.102	2.779	0.0032%
2	88,165.945	88,166.820	-0.875	-0.0010%
3	88,171.592	88,169.960	1.632	0.0019%
4	88,171.356	88,177.158	-5.802	-0.0066%
5	88,167.891	88,166.628	1.263	0.0014%
6	88,166.893	88,160.227	6.666	0.0076%
7	88,170.500	88,166.051	4.449	0.0050%
8	88,167.981	88,164.034	3.947	0.0045%
9	88,165.756	88,172.461	-6.705	-0.0076%
10	88,166.599	88,166.845	-0.246	-0.0003%
11	88,169.715	88,172.296	-2.581	-0.0029%
12	88,165.897	88,166.678	-0.781	-0.0009%
13	88,164.359	88,166.671	-2.312	-0.0026%
14	88,172.118	88,173.431	-1.313	-0.0015%
15	88,172.848	88,169.522	3.326	0.0038%
16	88,168.275	88,172.761	-4.486	-0.0051%
17	88,165.966	88,172.015	-6.049	-0.0069%
18	88,169.724	88,170.196	-0.472	-0.0005%
19	88,169.309	88,176.206	-6.897	-0.0078%
20	88,158.536	88,170.737	-12.201	-0.0138%
21	88,174.412	88,169.575	4.837	0.0055%
22	88,165.922	88,166.840	-0.918	-0.0010%
23	88,173.007	88,162.492	10.515	0.0119%
24	88,167.931	88,169.406	-1.475	-0.0017%
25	88,165.659	88,171.163	-5.504	-0.0062%
26	88,167.123	88,166.536	0.587	0.0007%
27	88,172.200	88,170.163	2.037	0.0023%
28	88,170.835	88,168.443	2.392	0.0027%
29	88,160.804	88,173.598	-12.794	-0.0145%
30	88,166.516	88170.742	-4.226	-0.0048%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 4.4 ผลการเปรียบเทียบรอบเวลาการผลิตที่ได้จากการคำนวณ
และการรันโปรแกรมของแบบจำลองหลังปรับปรุงรูปแบบที่ 1

Runtime	รอบเวลาการผลิต (วินาทีต่อล็อต)		ผลต่างจากการคำนวณและการทำงานของโปรแกรม	
ครั้งที่	การคำนวณ	ProModel	รอบเวลาการผลิต (วินาทีต่อล็อต)	ร้อยละ
1	67,459.943	67,448.775	11.168	0.0166%
2	67,451.065	67,462.606	-11.541	-0.0171%
3	67,450.293	67,458.655	-8.362	-0.0124%
4	67,462.327	67,453.219	9.108	0.0135%
5	67,445.804	67,454.731	-8.927	-0.0132%
6	67,459.155	67,458.684	0.471	0.0007%
7	67,457.317	67,459.036	-1.719	-0.0025%
8	67,451.512	67,446.744	4.768	0.0071%
9	67,455.521	67,459.632	-4.111	-0.0061%
10	67,453.742	67,451.514	2.228	0.0033%
11	67,456.988	67,453.933	3.055	0.0045%
12	67,446.972	67,449.813	-2.841	-0.0042%
13	67,455.597	67,454.092	1.505	0.0022%
14	67,452.619	67,453.458	-0.839	-0.0012%
15	67,451.937	67,446.045	5.892	0.0087%
16	67,448.476	67,455.218	-6.742	-0.0100%
17	67,450.342	67,453.854	-3.512	-0.0052%
18	67,453.839	67,452.229	1.610	0.0024%
19	67,460.322	67,452.734	7.588	0.0112%
20	67,457.233	67,461.480	-4.247	-0.0063%
21	67,448.771	67,449.933	-1.162	-0.0017%
22	67,450.968	67,456.384	-5.416	-0.0080%
23	67,448.779	67,452.727	-3.948	-0.0059%
24	67,459.841	67,457.618	2.223	0.0033%
25	67,453.048	67,452.879	0.169	0.0003%
26	67,452.707	67,456.545	-3.838	-0.0057%
27	67,463.614	67,454.918	8.696	0.0129%
28	67,452.691	67,453.401	-0.710	-0.0011%
29	67,445.653	67,460.466	-14.813	-0.0220%
30	67,457.032	67,458.367	-1.335	-0.0020%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 4.5 ผลการเปรียบเทียบรอบเวลาการผลิตที่ได้จากการคำนวณ
และการรันโปรแกรมของแบบจำลองหลังปรับปรุงรูปแบบที่ 2

Runtime	รอบเวลาการผลิต (วินาทีต่อล็อต)		ผลต่างจากการคำนวณและการทำงานของโปรแกรม	
ครั้งที่	การคำนวณ	ProModel	รอบเวลาการผลิต (วินาทีต่อล็อต)	ร้อยละ
1	45,746.967	45,749.108	-2.141	-0.0047%
2	45,746.516	45,751.459	-4.943	-0.0108%
3	45,756.518	45,745.262	11.256	0.0246%
4	45,749.066	45,746.586	2.480	0.0054%
5	45,745.201	45,754.379	-9.178	-0.0201%
6	45,750.733	45,750.380	0.353	0.0008%
7	45,749.297	45,754.919	-5.622	-0.0123%
8	45,754.099	45,749.204	4.895	0.0107%
9	45,749.066	45,751.630	-2.564	-0.0056%
10	45,757.864	45,745.288	12.576	0.0275%
11	45,745.202	45,749.539	-4.337	-0.0095%
12	45,753.675	45,741.315	12.360	0.0270%
13	45,740.619	45,747.469	-6.850	-0.0150%
14	45,750.341	45,751.621	-1.280	-0.0028%
15	45,748.019	45,750.102	-2.083	-0.0046%
16	45,751.926	45,748.260	3.666	0.0080%
17	45,744.849	45,748.391	-3.542	-0.0077%
18	45,749.432	45,748.229	1.203	0.00265
19	45,753.117	45,747.782	5.335	0.0117%
20	45,749.286	45,745.042	4.244	0.0093%
21	45,757.382	45,748.081	9.301	0.0203%
22	45,748.046	45,753.571	-5.525	-0.0121%
23	45,745.781	45,742.752	3.029	0.0066%
24	45,757.784	45,754.248	3.536	0.0077%
25	45,752.805	45,743.480	9.325	0.0204%
26	45,751.909	45,747.955	3.954	0.0086%
27	45,751.582	45,749.446	2.136	0.0047%
28	45,743.251	45,746.313	-3.062	-0.0067%
29	45,752.580	45,749.829	2.751	0.0060%
30	45,748.826	45,744.225	4.601	0.0101%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จากตารางที่ 4.3, 4.4 และ 4.5 พบว่า การตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรมกำหนดเวลาที่การผลิตแต่ละชั่วโมงให้พนักงานทุกคนเริ่มปฏิบัติงานพร้อมกัน และในการผลิตนั้นจะมีการเตรียมวัตถุดิบบางส่วนไว้ล่วงหน้า รวมถึงไม่รวมเวลาหยุดทำงานของเครื่องจักร เพื่อให้การจำลองสถานการณ์ใกล้เคียงกับการคำนวณ จากตารางการเปรียบเทียบข้างต้นทุกการ Runtime เป็นความแตกต่างที่สามารถยอมรับได้ แสดงว่าโปรแกรมมีความถูกต้อง สามารถนำผลที่ได้จากการทำงานของโปรแกรมไปใช้งานได้

4.6 การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง (Model Validation)

เป็นขั้นตอนการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองที่สร้างขึ้น เพื่อแสดงถึงความน่าเชื่อถือและความสามารถใกล้เคียงกับสายการผลิตจริงเพียงใด โดยในที่นี้ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐานค่าเฉลี่ยในรูปแบบของการกระจายโดยให้โปรแกรมทำงานทั้งหมด 30 รอบ ซึ่งสามารถคำนวณจำนวนรอบได้จากสมการในทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ ดังรายละเอียดดังต่อไปนี้

- ขนาดตัวอย่างของการทำงานโปรแกรมซ้ำ คือ 30 ตัวอย่าง (n = 30)
- กำหนดระดับความเชื่อมั่น 95% ซึ่งจะได้ระดับนัยสำคัญ α = 0.05 ดังรายละเอียดต่อไปนี้

4.6.1 การประเมินประสิทธิภาพของข้อมูล

$$\bar{\mathrm{X}} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n} \tag{4.1}$$

$$\mathrm{S} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \tag{4.2}$$

กำหนดให้

$\mathrm{X_i}$ หมายถึง รอบเวลาการผลิตเฉลี่ยที่ได้จากการทำงานของโปรแกรม หรือการคำนวณ

$\bar{x}$ หมายถึง ค่าเฉลี่ยของรอบเวลาการผลิตที่ได้จากการทำงานของโปรแกรม หรือการคำนวณ

S หมายถึง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของรอบเวลาการผลิตที่ได้จากการทำงานของโปรแกรม หรือการคำนวณ

การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองก่อนปรับปรุง จากโปรแกรม ProModel

ค่าเฉลี่ยของรอบเวลาการผลิต $\bar{x}$ = 88,169.192 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเวลา s = 3.794

คำนวณค่า Half-Width ได้ตามสมการข้างนี้

$$hw = \frac{\left(t_{n-1,\frac{\alpha}{2}}\right)s}{\sqrt{n}} \tag{4.3}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เมื่อ $t_{n-1,\frac{\alpha}{2}}$ สามารถเปิดค่าได้จากตาราง T-Distribution (ภาคผนวก ค) ที่ Degree of Freedom (n-1) และระดับนัยสำคัญ α = 0.05 จะได้

$$\text{hw} = \frac{(t_{30-1,0.05/2})s}{\sqrt{30}}$$

$$\text{hw} = \frac{(2.0452)3.794}{\sqrt{30}}$$

$$\text{hw} = 1.4167$$

นอกจากนี้เราสามารถหาช่วงความเชื่อมั่นของแบบจำลองสถานการณ์ได้จากสูตรที่ (4.4)

$$\bar{x} - \frac{\left(t_{\frac{\alpha}{2},n-1}\right)s}{\sqrt{n}} \leq \mu \leq \bar{x} + \frac{\left(t_{\frac{\alpha}{2},n-1}\right)s}{\sqrt{n}} \qquad (4.4)$$

$$\bar{x} - \text{hw} \leq \mu \leq \bar{x} + \text{hw}$$

ดังนั้น

$$88{,}169.192 - 1.4167 \leq \mu \leq 88{,}169.192 + 1.4167$$

$$88{,}167.7753 \leq \mu \leq 88{,}170.6087$$

แสดงว่ารอบเวลาการผลิตเฉลี่ยของแบบจำลองก่อนปรับปรุง จากโปรแกรม ProModel ควรได้อยู่ในช่วง 88,167.7753 ถึง 88,170.6087 วินาทีต่อล็อต

การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองหลังปรับปรุงรูปแบบที่ 1 จากโปรแกรม ProModel

ค่าเฉลี่ยของรอบเวลาการผลิต $\bar{x}$ = 67,454.656 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเวลา s = 4.149

คำนวณค่า Half-Width ได้ตามสมการ (4.3) จะได้

$$\text{hw} = \frac{(2.0452)4.149}{\sqrt{30}}$$

$$\text{hw} = 1.5492$$

นอกจากนี้เราสามารถหาช่วงความเชื่อมั่นของแบบจำลองสถานการณ์ได้จากสูตรที่ (4.4)

ดังนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

$$67{,}454.656 - 1.5492 \leq \mu \leq 67{,}454.656 + 1.5492$$

$$67{,}453.1068 \leq \mu \leq 67{,}456.2052$$

แสดงว่ารอบเวลาการผลิตเฉลี่ยของแบบจำลองหลังปรับปรุงรูปแบบที่ 1 จากโปรแกรม ProModel ควรได้อยู่ในช่วง 67,453.1068 ถึง 67,456.2052 วินาทีต่อล็อต

การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองหลังปรับปรุงรูปแบบที่ 2 จากโปรแกรม ProModel

ค่าเฉลี่ยของรอบเวลาการผลิต $\overline{\mathbf{X}}$ = 45,748.529 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเวลา $\boldsymbol{S}$ = 3.449

คำนวณค่า Half-Width ได้ตามสมการ (4.3) จะได้

$$\text{hw} = \frac{(2.0452)3.449}{\sqrt{30}}$$

hw = 1.2879

นอกจากนี้เราสามารถหาช่วงความเชื่อมั่นของแบบจำลองสถานการณ์ได้จากสูตรที่ (4.4) ดังนั้น

$$45{,}748.529 - 1.2879 \leq \mu \leq 45{,}748.529 + 1.2879$$

$$45{,}747.2409 \leq \mu \leq 45749.8167$$

แสดงว่ารอบเวลาการผลิตเฉลี่ย ของแบบจำลองหลังปรับปรุงรูปแบบที่ 2 จากโปรแกรม ProModel ควรได้อยู่ในช่วง 45,747.2409 ถึง 45,749.8167 วินาทีต่อล็อต

การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองก่อนปรับปรุง จากการคำนวณ

ค่าเฉลี่ยของรอบเวลาการผลิต $\overline{\boldsymbol{X}}$ = 88,168.152 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเวลา $\boldsymbol{S}$ = 3.518

คำนวณค่า Half-Width ได้ตามสมการ (4.3) จะได้

$$\text{hw} = \frac{(2.0452)3.518}{\sqrt{30}}$$

hw = 1.3136

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

นอกจากนี้เราสามารถหาช่วงความเชื่อมั่นของแบบจำลองสถานการณ์ได้จากสูตรที่ (4.4)
ดังนั้น

$$88{,}168.152 - 1.3136 \leq \mu \leq 88{,}168.152 + 1.3136$$

$$88{,}166.8384 \leq \mu \leq 88{,}169.4656$$

แสดงว่ารอบเวลาการผลิตเฉลี่ย ของแบบจำลองก่อนปรับปรุง จากการคำนวณ ควรได้อยู่ในช่วง 88,166.8384 ถึง 88,169.4656 วินาทีต่อล็อต

การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองหลังปรับปรุงรูปแบบที่ 1 จากการคำนวณ

ค่าเฉลี่ยของรอบเวลาการผลิต $\bar{x}$ = 67,453.8036 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเวลา s = 4.821
คำนวณค่า Half-Width ได้ตามสมการ (4.3) จะได้

$$\text{hw} = \frac{(2.0452)4.821}{\sqrt{30}}$$

hw = 1.8002

นอกจากนี้เราสามารถหาช่วงความเชื่อมั่นของแบบจำลองสถานการณ์ได้จากสูตรที่ (4.4)
ดังนั้น

$$67{,}453.8036 - 1.8002 \leq \mu \leq 67{,}453.8036 + 1.8002$$

$$67{,}452.0034 \leq \mu \leq 67{,}455.6038$$

แสดงว่ารอบเวลาการผลิตเฉลี่ย ของแบบจำลองหลังปรับปรุงรูปแบบที่ 1 จากการคำนวณ ควรได้อยู่ในช่วง 67,452.0034 ถึง 67,455.6038 วินาทีต่อล็อต

การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองหลังปรับปรุงรูปแบบที่ 2 จากการคำนวณ

ค่าเฉลี่ยของรอบเวลาการผลิต $\bar{x}$ = 45,750.0580 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเวลา s = 4.322
คำนวณค่า Half-Width ได้ตามสมการ (4.3) จะได้

$$\text{hw} = \frac{(2.0452)4.322}{\sqrt{30}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

hw = 1.6138

นอกจากนี้เราสามารถหาช่วงความเชื่อมั่นของแบบจำลองสถานการณ์ได้จากสูตรที่ (4.4)
ดังนั้น

$$45{,}750.0580 - 1.6138 \leq \mu \leq 45{,}750.0580 + 1.6138$$

$$45{,}748.4442 \leq \mu \leq 45{,}751.6718$$

แสดงว่ารอบเวลาการผลิตเฉลี่ย ของแบบจำลองหลังปรับปรุงรูปแบบที่ 2 จากการคำนวณ ควรได้อยู่ในช่วง 45,748.4442 ถึง 45,751.6718 วินาทีต่อล็อต

4.6.2 การหาจำนวนรอบสำหรับการจำลองสถานการณ์

$$n' = \left[\frac{(Z_{(1-\frac{\alpha}{2})})s}{hw}\right]^2 \quad (4.5)$$

$$n' = \left[\frac{(Z_{(1-0.025)})s}{hw}\right]^2$$

การหาจำนวนรอบสำหรับแบบจำลองก่อนปรับปรุง จากโปรแกรม ProModel
คำนวณหาจำนวนรอบ ได้ตามสมการ (4.5) จะได้

$$n' = \left[\frac{(1.96)3.794}{1.4167}\right]^2$$

$$n' = 27.5526 \approx 28$$

การหาจำนวนรอบสำหรับแบบจำลองหลังปรับปรุงรูปแบบที่ 1 จากโปรแกรม ProModel
คำนวณหาจำนวนรอบ ได้ตามสมการ (4.5) จะได้

$$n' = \left[\frac{(1.96)4.149}{1.5492}\right]^2$$

$$n' = 27.5526 \approx 28$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

การหาจำนวนรอบสำหรับแบบจำลองหลังปรับปรุงรูปแบบที่ 2 จากโปรแกรม ProModel

คำนวณหาจำนวนรอบ ได้ตามสมการ (4.5) จะได้

$$n' = \left[\frac{(1.96)3.449}{1.2879}\right]^2$$

$$n' = 27.5526 \approx 28$$

การหาจำนวนรอบสำหรับแบบจำลองก่อนปรับปรุง จากการคำนวณ

คำนวณหาจำนวนรอบ ได้ตามสมการ (4.5) จะได้

$$n' = \left[\frac{(1.96)3.518}{1.3136}\right]^2$$

$$n' = 27.5526 \approx 28$$

การหาจำนวนรอบสำหรับแบบจำลองหลังปรับปรุงรูปแบบที่ 1 จากการคำนวณ

คำนวณหาจำนวนรอบ ได้ตามสมการ (4.5) จะได้

$$n' = \left[\frac{(1.96)4.821}{1.8002}\right]^2$$

$$n' = 27.5526 \approx 28$$

การหาจำนวนรอบสำหรับแบบจำลองหลังปรับปรุงรูปแบบที่ 2 จากการคำนวณ

คำนวณหาจำนวนรอบ ได้ตามสมการ (4.5) จะได้

$$n' = \left[\frac{(1.96)4.322}{1.6138}\right]^2$$

$$n' = 27.5526 \approx 28$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จากการคำนวณพบว่า ผลการคำนวณที่ได้แสดงให้เห็นว่าการทำงานของโปรแกรมซ้ำ 30 รอบนั้นเพียงพอต่อการจำลองสถานการณ์

นอกจากนี้ยังนำการทดสอบสมมติฐาน มาใช้เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองที่สร้างขึ้นเพื่อแสดงถึงความน่าเชื่อถือ และความสามารถใกล้เคียงกับสายการผลิตจริงเพียงใด หลังจากทำการรันโปรแกรมซ้ำ 30 รอบ และรันค่าที่ได้จากการคำนวณด้วยโปรแกรม Excel สามารถแสดงผลรอบเวลาเฉลี่ยที่ได้จากโปรแกรมและจากการคำนวณ พร้อมทั้งหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ผลการหารอบเวลาการผลิตเฉลี่ยที่ได้จากการจำลองสถานการณ์และการคำนวณ

แบบจำลอง	**รอบเวลาการผลิตเฉลี่ยจากโปรแกรม (วินาทีต่อล็อต)**	**S.D.**	**รอบเวลาการผลิตเฉลี่ยจากการคำนวณ (วินาทีต่อล็อต)**	**S.D.**
ก่อนปรับปรุง	88,169.192	3.794	88,168.152	3.518
แบบจำลองหลังปรับปรุงรูปแบบที่ 1	67,454.656	4.149	67,453.8036	4.821
แบบจำลองหลังปรับปรุงรูปแบบที่ 2	45,748.5288	3.449	45,750.0580	4.322

จากการจำลองการทำงานด้วยโปรแกรม ProModel ในแบบจำลองก่อนปรับปรุงได้รอบเวลาการผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 88,169.192 วินาทีต่อล็อต (μ_1) เปรียบเทียบกับรอบเวลาการผลิตเฉลี่ย ที่ได้จากการคำนวณเท่ากับ 88,168.152 วินาทีต่อล็อต (μ_2) ทราบค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ได้จากโปรแกรมเท่ากับ 3.794 และจากการคำนวณเท่ากับ 3.518 ทดสอบว่าโปรแกรมที่สร้างขึ้นมาเป็นจริงหรือไม่ โดยจะทดสอบด้วย 2 Sample T-Test ที่ระดับนัยสำคัญ α = 0.05

สมมติฐาน คือ

สมมติฐานหลัก: ค่าเฉลี่ยรอบเวลาการผลิตจากการทำงานของแบบจำลองด้วยโปรแกรม ProModel และค่าเฉลี่ยรอบเวลาการผลิตจาก แผนภูมิแกนต์ ในโปรแกรม Excel ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

สมมติฐานรอง: ค่าเฉลี่ยรอบเวลาการผลิตจากการทำงานของแบบจำลองด้วยโปรแกรม ProModel และค่าเฉลี่ยรอบเวลาการผลิตจาก แผนภูมิแกนต์ ในโปรแกรม Excel แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$$

คำนวณค่า S_p จากสมการ ที่ (4.6) จะได้

$$S_p^2 = \frac{(n_1-1)s_1^2+(n_2-1)s_2^2}{n_1+n_2-2} \quad (4.6)$$

$$S_p^2 = \frac{(30-1)3.794^2+(30-1)3.518^2}{30+30-2}$$

$$S_p^2 = \frac{417.4386+358.9133}{58} = 14.3164$$

$$S_p = \sqrt{14.3164} = 3.7837$$

คำนวณค่า t_0 จากสมการที่ (4.7) จะได้

$$t_0 = \frac{\overline{x_1}-\overline{x_2}}{S_p\sqrt{\frac{1}{n_1}+\frac{1}{n_2}}} \quad (4.7)$$

$$t_0 = \frac{88,169.192 - 88,168.152}{3.7837\sqrt{\frac{1}{30}+\frac{1}{30}}} = \frac{1.04}{0.9769}$$

$$t_0 = 1.0646$$

เมื่อ $t_{\alpha/2,n-1}$ สามารถเปิดค่าได้จากตาราง T-Distribution (ภาคผนวก ค) Degree of Freedom (n-1) และระดับนัยสำคัญ α = 0.05 จะได้ $t_{0.025,29}$ = 2.0452

ดังนั้น เมื่อ $t_0 < t_{0.025,29}$ จึงไม่สามารถปฏิเสธสมมุติฐานหลักที่ระดับนัยสำคัญ α = 0.05 หรือสรุปได้ว่าค่าเฉลี่ยรอบเวลาการผลิต จากการทำงานของแบบจำลองด้วยโปรแกรม ProModel และจากแผนภูมิแกนต์ในโปรแกรม Excel ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ นั่นแสดงว่าสามารถใช้แบบจำลองที่สร้างโดยโปรแกรม ProModel จำลองแทนการผลิตจริงก่อนและหลังปรับปรุงได้

จากการจำลองการทำงานด้วยโปรแกรม ProModel ในแบบจำลองหลังปรับปรุงรูปแบบที่ 1 ได้รอบเวลาการผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 67,454.656 วินาทีต่อล็อต (μ_1) เปรียบเทียบกับรอบเวลาการผลิตเฉลี่ย ที่ได้จากการคำนวณเท่ากับ 67,453.8036 วินาทีต่อล็อต (μ_2) ทราบค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ได้จากโปรแกรมเท่ากับ 4.149 และจากการคำนวณเท่ากับ 4.821 ทดสอบว่าโปรแกรมที่สร้างขึ้นมาเป็นจริงหรือไม่ โดยจะทดสอบด้วย 2 Sample T-Test ที่ระดับนัยสำคัญ α = 0.05

สมมติฐาน คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สมมติฐานหลัก: ค่าเฉลี่ยรอบเวลาการผลิตจากการทำงานของแบบจำลองด้วยโปรแกรม ProModel และค่าเฉลี่ยรอบเวลาการผลิตจาก แผนภูมิแกนต์ ในโปรแกรม Excel ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

สมมติฐานรอง: ค่าเฉลี่ยรอบเวลาการผลิตจากการทำงานของแบบจำลองด้วยโปรแกรม ProModel และค่าเฉลี่ยรอบเวลาการผลิตจาก แผนภูมิแกนต์ ในโปรแกรม Excel แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$$

คำนวณค่า S_p จากสมการ ที่ (4.6) จะได้

$$S_p^2 = \frac{(n_1-1)s_1^2+(n_2-1)s_2^2}{n_1+n_2-2} \quad (4.6)$$

$$S_p^2 = \frac{(30-1)4.149^2+(30-1)4.821^2}{30+30-2}$$

$$S_p^2 = \frac{499.2118+674.0191}{58} = 20.2281$$

$$S_p = \sqrt{20.2281} = 4.4976$$

คำนวณค่า t_0 จากสมการที่ (4.7) จะได้

$$t_0 = \frac{\overline{x_1}-\overline{x_2}}{S_p\sqrt{\frac{1}{n_1}+\frac{1}{n_2}}} \quad (4.7)$$

$$t_0 = \frac{67{,}454.656 - 67{,}453.8036}{4.4976\sqrt{\frac{1}{30}+\frac{1}{30}}} = \frac{0.8524}{1.1613}$$

$$t_0 = 0.7340$$

เมื่อ $t_{\alpha/2,n-1}$ สามารถเปิดค่าได้จากตาราง T-Distribution (ภาคผนวก ค) Degree of Freedom (n-1) และระดับนัยสำคัญ α = 0.05จะได้ $t_{0.025,29}$ = 2.0452

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ดังนั้น เมื่อ $t_0 < t_{0.025,29}$ จึงไม่สามารถปฏิเสธสมมุติฐานหลักที่ระดับนัยสำคัญ α = 0.05 หรือสรุปได้ว่าค่าเฉลี่ยรอบเวลาการผลิต จากการทำงานของแบบจำลองด้วยโปรแกรม ProModel และจาก แผนภูมิแกนต์ ในโปรแกรม Excel ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ นั่นแสดงว่าสามารถใช้แบบจำลองที่สร้างโดยโปรแกรม ProModel จำลองแทนการผลิตจริงก่อนและหลังปรับปรุงได้

จากการจำลองการทำงานด้วยโปรแกรมโปรโมเดลในแบบจำลองหลังปรับปรุงรูปแบบที่ 2 ได้รอบเวลาการผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 45,748.5288 วินาทีต่อล็อต (μ_1) เปรียบเทียบกับรอบเวลาการผลิตเฉลี่ยที่ได้จากการคำนวณเท่ากับ 45,750.0580 วินาทีต่อล็อต (μ_2) ทราบค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ได้จากโปรแกรมเท่ากับ 3.449 และจากการคำนวณเท่ากับ 4.322 ทดสอบว่าโปรแกรมที่สร้างขึ้นมาเป็นจริงหรือไม่ โดยจะทดสอบด้วย 2 Sample T-Test ที่ระดับนัยสำคัญ α = 0.05

สมมติฐาน คือ

สมมติฐานหลัก: ค่าเฉลี่ยรอบเวลาการผลิตจากการทำงานของแบบจำลองด้วยโปรแกรม ProModel และค่าเฉลี่ยรอบเวลาการผลิตจาก แผนภูมิแกนต์ ในโปรแกรม Excel ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

สมมติฐานรอง: ค่าเฉลี่ยรอบเวลาการผลิตจากการทำงานของแบบจำลองด้วยโปรแกรม ProModel และค่าเฉลี่ยรอบเวลาการผลิตจาก แผนภูมิแกนต์ ในโปรแกรม Excel แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$$

คำนวณค่า S_p จากสมการ ที่ (4.6) จะได้

$$S_p^2 = \frac{(n_1-1)s_1^2+(n_2-1)s_2^2}{n_1+n_2-2} \quad (4.6)$$

$$S_p^2 = \frac{(30-1)3.449^2+(30-1)4.322^2}{30+30-2}$$

$$S_p^2 = \frac{344.9724+541.7108}{58} = 15.2876$$

$$S_p = \sqrt{15.2876} = 3.9099$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

คำนวณค่า t_0 จากสมการที่ (4.7) จะได้

$$t_0 = \frac{\overline{x_1} - \overline{x_2}}{S_p\sqrt{\frac{1}{n_1}+\frac{1}{n_2}}} \quad (4.7)$$

$$t_0 = \frac{45{,}748.5288 - 45{,}750.0580}{3.9099\sqrt{\frac{1}{30}+\frac{1}{30}}} = \frac{-1.5292}{1.0095}$$

$$t_0 = -1.5148$$

เมื่อ $t_{\alpha/2,n-1}$ สามารถเปิดค่าได้จากตาราง T-Distribution (ภาคผนวก ค) Degree of Freedom (n-1) และระดับนัยสำคัญ α = 0.05 จะได้ $t_{0.025,29}$ = 2.0452

ดังนั้น เมื่อ $t_0 < t_{0.025,29}$ จึงไม่สามารถปฏิเสธสมมุติฐานหลักที่ระดับนัยสำคัญ α = 0.05 หรือสรุปได้ว่าค่าเฉลี่ยรอบเวลาการผลิต จากการทำงานของแบบจำลองด้วยโปรแกรม ProModel และจาก แผนภูมิแกนต์ ในโปรแกรม Excel ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ นั่นแสดงว่าสามารถใช้แบบจำลองที่สร้างโดยโปรแกรม ProModel จำลองแทนการผลิตจริงก่อนและหลังปรับปรุงได้

4.7 ผลการจำลองกระบวนการผลิตโดยอาศัยแบบจำลองด้วยโปรแกรม ProModel

งานวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อเพื่อลดรอบเวลาการผลิต (Cycle Time) ในการทำงานของกระบวนการผลิตเสื้อกันหนาวไหมพรม โดยวัดผลจากตัวชี้วัดหลัก (KPI) คือ รอบเวลาการผลิตเฉลี่ย (Cycle Time) และตัวชี้วัดรอง (PI) ทั้งหมด 2 ค่า คือ เวลารวมในการผลิตเสร็จสิ้น (Make Span) และจำนวนเสื้อกันหนาวไหมพรมที่ผลิตได้ โดยในการจำลองสถานการณ์จะแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ แบบจำลองก่อนการปรับปรุง 1 รูปแบบ และหลังการปรับปรุงอีก 2 รูปแบบ ดังนี้

4.7.1 แบบจำลองก่อนการปรับปรุง

4.7.2 แบบจำลองหลังการปรับปรุงรูปแบบที่ 1

4.7.3 แบบจำลองหลังการปรับปรุงรูปแบบที่ 1

4.7.1 ผลการจำลองของแบบจำลองก่อนการปรับปรุง

จากการรันแบบจำลองก่อนปรับปรุง ในโปรแกรม ProModel ทั้งหมด 30 ครั้ง สามารถแสดงผลของแบบจำลองก่อนการปรับปรุง ดังตารางที่ 4.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 4.7 ผลการจำลองของแบบจำลองก่อนการปรับปรุง โดยโปรแกรม ProModel

Runtime	รอบเวลาการผลิต (วินาทีต่อล็อต)	Runtime	รอบเวลาการผลิต (วินาทีต่อล็อต)	Runtime	รอบเวลาการผลิต (วินาทีต่อล็อต)
1	88,166.102	11	88,172.296	21	88,169.575
2	88,166.820	12	88,166.678	22	88,166.840
3	88,169.960	13	88,166.671	23	88,162.492
4	88,177.158	14	88,173.431	24	88,169.406
5	88,166.628	15	88,169.522	25	88,171.163
6	88,160.227	16	88,172.761	26	88,166.536
7	88,166.051	17	88,172.015	27	88,170.163
8	88,164.034	18	88,170.196	28	88,168.443
9	88,172.461	19	88,176.206	29	88,173.598
10	88,166.845	20	88,170.737	30	88,170.742

จากตารางที่ 4.7 จะได้รอบเวลาการผลิตเฉลี่ยจากการรันโปรแกรม ProModel เท่ากับ 88,169.192 วินาทีต่อล็อต และเนื่องจากก่อนปรับปรุง การผลิต 1 ล็อต จะใช้เครื่องจักรทั้งหมด 36 เครื่อง หรือ 18 คู่ ในการผลิตเสื้อกันหนาวไหมพรม จำนวน 1 โหล ทำให้ได้ จำนวนเสื้อกันหนาวไหมพรมที่ผลิตได้ 216 ตัวต่อวันต่อล็อต ดังนั้น รอบเวลาการผลิตมีค่าเท่ากับ 408.19 วินาทีต่อตัว แต่ใน 1 วัน ชั่วโมงการทำงานปกติของพนักงานรวมกับจำนวนชั่วโมงการทำงานล่วงเวลา เป็น 72,000 วินาทีต่อวันทำให้ได้กำลังการผลิตสูงสุด (Maximum Capacity) เท่ากับ 176.39 ตัวต่อวัน นอกจากนี้เวลารวมในการผลิตเสร็จสิ้น (Make Span) มีค่าเท่ากับ 88,015.97 วินาที

4.7.2 ผลการจำลองของแบบจำลองหลังการปรับปรุงรูปแบบที่ 1

จากการรันแบบจำลองหลังการปรับปรุงรูปแบบที่ 1 ในโปรแกรม ProModel ทั้งหมด 30 ครั้ง สามารถแสดงผลของแบบจำลองหลังการปรับปรุงรูปแบบที่ 1 ดังตารางที่ 4.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 4.8 ผลการจำลองของแบบจำลองหลังการปรับปรุงรูปแบบที่ 1 โดยโปรแกรม ProModel

Runtime	รอบเวลาการผลิต (วินาทีต่อล็อต)	Runtime	รอบเวลาการผลิต (วินาทีต่อล็อต)	Runtime	รอบเวลาการผลิต (วินาทีต่อล็อต)
1	67,448.775	11	67,453.933	21	67,449.933
2	67,462.606	12	67,449.813	22	67,456.384
3	67,458.655	13	67,454.092	23	67,452.727
4	67,453.219	14	67,453.458	24	67,457.618
5	67,454.731	15	67,446.045	25	67,452.879
6	67,458.684	16	67,455.218	26	67,456.545
7	67,459.036	17	67,453.854	27	67,454.918
8	67,446.744	18	67,452.229	28	67,453.401
9	67,459.632	19	67,452.734	29	67,460.466
10	67,451.514	20	67,461.48	30	67,458.367

จากตารางที่ 4.8 จะได้รอบเวลาการผลิตเฉลี่ยจากการรันโปรแกรม ProModel เท่ากับ 67,454.656 วินาทีต่อล็อต และเนื่องจากแบบจำลองหลังการปรับปรุงรูปแบบที่ 1 การผลิต 1 ล็อต จะใช้เครื่องจักรทั้งหมด 36 เครื่อง หรือ 18 คู่ ในการผลิตเสื้อกันหนาวไหมพรม จำนวน 1 โหล ทำให้ได้จำนวนเสื้อกันหนาวไหมพรมที่ผลิตได้ 216 ตัวต่อวันต่อล็อต ดังนั้น รอบเวลาการผลิตมีค่าเท่ากับ 312.29 วินาทีต่อตัว แต่ใน 1 วัน ชั่วโมงการทำงานปกติของพนักงานรวมกับจำนวนชั่วโมงการทำงานล่วงเวลาเป็น 72,000 วินาทีต่อวันทำให้ได้กำลังการผลิตสูงสุด (Maximum Capacity) เท่ากับ 230.55 ตัวต่อวัน นอกจากนี้ เวลารวมในการผลิตเสร็จสิ้น (Make Span) มีค่าเท่ากับ 69,775.74 วินาที

4.7.3 ผลการจำลองของแบบจำลองหลังการปรับปรุงรูปแบบที่ 2

จากการรันแบบจำลองหลังการปรับปรุงรูปแบบที่ 2 ในโปรแกรม ProModel ทั้งหมด 30 ครั้ง สามารถแสดงผลของแบบจำลองหลังการปรับปรุงรูปแบบที่ 2 ดังตารางที่ 4.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 4.9 ผลการจำลองของแบบจำลองหลังการปรับปรุงรูปแบบที่ 2 โดยโปรแกรม ProModel

Runtime	รอบเวลาการผลิต (วินาทีต่อล็อต)	Runtime	รอบเวลาการผลิต (วินาทีต่อล็อต)	Runtime	รอบเวลาการผลิต (วินาทีต่อล็อต)
1	45,749.108	11	45,749.539	21	45,748.081
2	45,751.459	12	45,741.315	22	45,753.571
3	45,745.262	13	45,747.469	23	45,742.752
4	45,746.586	14	45,751.621	24	45,754.248
5	45,754.379	15	45,750.102	25	45,743.48
6	45,750.38	16	45,748.26	26	45,747.955
7	45,754.919	17	45,748.391	27	45,749.446
8	45,749.204	18	45,748.229	28	45,746.313
9	45,751.63	19	45,747.782	29	45,749.829
10	45,745.288	20	45,745.042	30	45,744.225

จากตารางที่ 4.9 จะได้รอบเวลาการผลิตเฉลี่ยจากการรันโปรแกรม ProModel เท่ากับ 67,453.8036 วินาทีต่อล็อต และเนื่องจากแบบจำลองหลังการปรับปรุงรูปแบบที่ 1 การผลิต 1 ล็อต จะใช้เครื่องจักรทั้งหมด 36 เครื่อง หรือ 12 คู่ ในการผลิตเสื้อกันหนาวไหมพรม จำนวน 1 โหล ทำให้ได้จำนวนเสื้อกันหนาวไหมพรมที่ผลิตได้ 144 ตัวต่อวันต่อล็อต ดังนั้น รอบเวลาการผลิตมีค่าเท่ากับ 317.71 วินาทีต่อตัว แต่ใน 1 วัน ชั่วโมงการทำงานปกติของพนักงานรวมกับจำนวนชั่วโมงการทำงานล่วงเวลาเป็น 72,000 วินาทีต่อวันทำให้ได้กำลังการผลิตสูงสุด (Maximum Capacity) เท่ากับ 226.63 ตัวต่อวัน นอกจากนี้ เวลารวมในการผลิตเสร็จสิ้น (Make Span) มีค่าเท่ากับ 45,826.20 วินาที ดังนั้นจึงสามารถสรุปภาพรวมของทั้ง 3 แบบจำลอง ได้ดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ตารางแสดงผลการจำลองของกระบวนการผลิตก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง

ตัวชี้วัด	**ก่อนปรับปรุง**	**หลังปรับปรุง**	
		รูปแบบที่ 1	**รูปแบบที่ 2**
กำลังการผลิตสูงสุด (Maximum Capacity)	176.39 ตัวต่อวัน	230.55 ตัวต่อวัน	226.63 ตัวต่อวัน
รอบเวลาการผลิต (Cycle Time)	408.19 วินาทีต่อตัว	312.29 วินาทีต่อตัว	317.70 วินาทีต่อตัว
เวลารวมในการผลิตเสร็จสิ้น (Make Span)	88,015.97 วินาที	69,775.74 วินาที	45,826.20 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น รวมทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จากตารางที่ 4.10 พบว่าการทำงานในปัจจุบันหรือก่อนปรับปรุงนั้น จากการรันโปรแกรม ProModel จะได้ค่ารอบเวลาการผลิต เท่ากับ 408.19 วินาทีต่อตัว โดยมีกำลังผลิตสูงสุด เท่ากับ 176.39 ตัวต่อวัน และมีค่าเวลารวมในการผลิตเสร็จสิ้น (Make Span) เท่ากับ 88,015.97 วินาที หลังจากการปรับปรุง ผลการจำลองของรูปแบบที่ 1 มีค่ารอบเวลาการผลิต เท่ากับ 312.29 วินาทีต่อตัว และมีค่าเวลารวมในการผลิตเสร็จสิ้น เท่ากับ 69,775.74 วินาที และกำลังการผลิตสูงสุด เท่ากับ 230.55 ตัวต่อวัน ในขณะที่ผลการจำลองของรูปแบบที่ 2 มีค่ารอบเวลาการผลิต เท่ากับ 317.70 วินาทีต่อตัว มีค่าเวลารวมในการผลิตเสร็จสิ้น เท่ากับ 45,826.20 วินาที และมีกำลังการผลิตสูงสุดเท่ากับ 226.63 ตัวต่อวัน เมื่อเปรียบเทียบแบบจำลองก่อนปรับปรุงกับหลังปรับปรุง (รูปแบบที่ 1) จะสามารถลดรอบเวลาการผลิตต่อตัวได้ 23.4940% และลดเวลารวมในการผลิตเสร็จสิ้นได้ 20.7238% นอกจากนี้ยังเพิ่มกำลังการผลิตสูงสุดอีก 30.7047% และหากเทียบก่อนปรับปรุงกับหลังปรับปรุง (รูปแบบที่ 2) พบว่า สามารถลดรอบเวลาการผลิตได้ 22.1686% และลดเวลารวมในการผลิตเสร็จสิ้นได้ 47.9342% นอกจากนี้ยังเพิ่มกำลังการผลิตสูงสุดอีก 28.4823% ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่า การจัดลำดับการทอแบบใหม่ สามารถช่วยลดรอบเวลาการผลิตและเวลารวมในการผลิตเสร็จสิ้น ในแผนกทอคอมพิวเตอร์ได้ นอกจากนี้ยังเพิ่มกำลังการผลิตสูงสุดทั้ง 2 รูปแบบ และเมื่อพิจารณาจำนวนเสื้อกันหนาวที่ผลิตได้สูงสุดต่อวันและรอบเวลาการผลิตแล้วนั้น รูปแบบการจำลองหลังปรับปรุงรูปแบบที่ 1 เป็นแบบจำลองที่เหมาะสมที่สุดที่จะนำไปใช้ในกระบวนการผลิตจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 5
สรุปผลการดำเนินงาน

ในบทนี้จะกล่าวถึงสรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ ดังแสดงในหัวข้อต่อไปนี้

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

งานวิจัยเรื่อง การปรับปรุงกระบวนการผลิตเสื้อไหมพรมถักโดยวิธีการจำลองสถานการณ์ กรณีศึกษา บริษัท ป.สยามนิตติ้ง แฟคตอรี่ จำกัด มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ปัญหาในการผลิตเสื้อกันหนาวไหมพรมของแผนกทอคอมพิวเตอร์ โดยการใช้การจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ในการวิเคราะห์หารูปแบบการผลิตที่เหมาะสม รวมทั้งสามารถลดรอบเวลาการผลิต (Cycle Time) ในแผนกทอคอมพิวเตอร์ได้ โดยงานวิจัยนี้ เริ่มต้นจากการศึกษากระบวนการต่างๆในการผลิตเสื้อกันหนาวไหมพรม จากการเก็บข้อมูลและการจับเวลาการทำงานอย่างต่อเนื่อง (Continuous Observation (CO)) เพื่อศึกษาสภาพปัจจุบันและปัญหาในการทำงาน และใช้แผ่นการวัดสมรรถนะของระบบการผลิต (Performance Measurement Sheet in Manufacturing System (PMSMS)) เพื่อหาแผนกที่มีปัญหา พบว่า แผนกทอคอมพิวเตอร์เป็นแผนกที่รอบเวลาการผลิตจริง (Actual Cycle Time) สูงสุด หลังจากนั้นจึงใช้แผนภูมิต้นไม้ (Tree Diagram) เพื่อหาสาเหตุของปัญหา และเมื่อนำแผนภูมิพาเรโต (Pareto Chart) มาวิเคราะห์หาสาเหตุที่ส่งผลมากที่สุด คือ ระยะเวลาที่รอเครื่องจักรอื่นผลิตชิ้นส่วนผ้าแผ่นส่วนหน้า, หลัง และแขน และระยะเวลาที่รอพนักงานตั้งค่าเครื่องจักร ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาแนวทางการแก้ไขปัญหาดังกล่าว ด้วยการจัดลำดับการทำงานใหม่ของการทอผ้าแผ่น มาใช้แก้ปัญหาควบคู่กับการประยุกต์ใช้โปรแกรม ProModel เพื่อให้ได้การจัดลำดับการทำงานที่เหมาะสม ที่สามารถลดรอบเวลาการผลิตได้จริงและมีประสิทธิภาพภายใต้ข้อกำหนดต่าง ๆ อย่างชัดเจน จากผลการดำเนินงานพบว่าก่อนปรับปรุง การจัดลำดับการทำงานแยกโดยให้ เครื่องจักรที่ 1 ทอชิ้นส่วนหน้าและหลัง เครื่องจักรที่ 2 ทอชิ้นส่วนแขน อย่างเดียว ซึ่งผลการจำลองด้วยโปรแกรม ProModel พบว่า รอบเวลาการผลิต (Cycle Time) เท่ากับ 408.19 วินาทีต่อตัว มีค่าเวลารวมในการผลิตเสร็จสิ้น (Make Span) เท่ากับ 88,015.97 วินาที นอกจากนี้ยังมีกำลังการผลิตสูงสุด เท่ากับ 176.39 ตัวต่อวัน เมื่อได้เทียบกับการจัดลำดับการทอหลังปรับปรุง อีก 2 รูปแบบ พบว่า แบบจำลองหลังปรับปรุงรูปแบบที่ 1 ซึ่งเป็นการจัดลำดับการทำงานโดยใช้ 2 เครื่องจักร เมื่อทั้ง 2 เครื่องจักร ทอชิ้นส่วนหน้าและแขนเสร็จ จะช่วยกันทอชิ้นส่วนหลัง ให้ผลการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จำลองที่ดีที่สุด คือ รอบเวลาการผลิต เท่ากับ 312.29 วินาทีต่อตัว และมีค่าเวลารวมในการผลิตเสร็จสิ้น (Make Span) เท่ากับ 69,775.74 วินาที นอกจากนี้ยังมีกำลังการผลิตสูงสุด เท่ากับ 230.55 ตัวต่อวัน เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์เทียบกับรูปแบบการจัดลำดับการทอในปัจจุบันนั้น รอบเวลาการผลิตลดลง 23.4940% รวมถึงค่าเวลารวมในการผลิตเสร็จสิ้น มีค่าลดลง 20.7238% และยังเพิ่มกำลังการผลิตสูงสุดอีก 30.7047% ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า แบบจำลองหลังปรับปรุงรูปแบบที่ 1 เป็นแบบจำลองที่เหมาะสมที่สุดที่จะนำไปใช้ในกระบวนการผลิตจริง และสามารถลดรอบเวลาการผลิต ซึ่งถือว่าบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ โดยสามารถสรุปเป็นตัวชี้วัดหลักและตัวชี้วัดรองเพื่อเปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุงได้ดังตารางที่ 5.1 และตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.1 ตารางเปรียบเทียบแบบจำลองก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงรูปแบบที่ 1

ตัวชี้วัด	ค่าก่อนปรับปรุง	ค่าหลังปรับปรุง	
		ปรับ OT	ไม่ปรับ OT
ตัวชี้วัดหลัก (KPI) คือ รอบเวลาการผลิต (Cycle Time)	408.19 วินาทีต่อตัว	312.29 วินาทีต่อตัว	312.29 วินาทีต่อตัว
ตัวชี้วัดรอง (PI) คือ กำลังการผลิตสูงสุด (Maximum Capacity)	176.39 ตัวต่อวัน (รวมทั้ง 2 กะ)	184.44 ตัวต่อวัน (รวมทั้ง 2 กะ)	230.55 ตัวต่อวัน (รวมทั้ง 2 กะ)
จำนวนพนักงาน	4 คน (ต่อกะ)	4 คน (ต่อกะ)	4 คน (ต่อกะ)
จำนวนเครื่องจักร	36 เครื่อง (18 คู่)	36 เครื่อง (18 คู่)	36 เครื่อง (18 คู่)
จำนวนชั่วโมงการทำงานปกติ	8 ชั่วโมงต่อวัน	8 ชั่วโมงต่อวัน	8 ชั่วโมงต่อวัน
จำนวนชั่วโมงการทำงานล่วงเวลา	2 ชั่วโมงต่อวัน	-	2 ชั่วโมงต่อวัน
จำนวนกะ	2 กะต่อวัน	2 กะต่อวัน	2 กะต่อวัน

จากตารางที่ 5.1 จะเห็นได้ว่า ตัวชี้วัดหลัก (KPI) คือ รอบเวลาการผลิต หลังจากปรับปรุงแล้วนั้น ลดลงมา 23.4940% และตัวชี้วัดรอง (PI) คือ กำลังการผลิตสูงสุด เพิ่มขึ้นมา 30.71% หากไม่มีการปรับจำนวนชั่วโมงการทำงานล่วงเวลา และหากมีการปรับให้ลดชั่วโมงการทำงานล่วงเวลาของพนักงาน ซึ่งยังสามารถผลิตได้ทันจะมีกำลังการผลิตสูงสุด เพิ่มขึ้นมา 4.56% และเนื่องจากเสื้อกันหนาวไหมพรมเป็นสินค้าที่มีช่วงที่นิยมและช่วงที่เป็นปกติ ซึ่งหากในช่วงที่มีความต้องการของลูกค้าสูงถึง 5,500 ตัวต่อเดือน หรือช่วงที่เป็น High-Season นั้น ทางโรงงานต้องผลิตเสื้อกันหนาวไหมพรมให้ได้ 211.53 ตัวต่อวัน แต่เนื่องจากกำลังการผลิตสูงสุดเดิม คือ 176.39 ตัวต่อวัน ทำให้อีก 35 ตัว ทางโรงงานต้องไปจ้างผลิตข้างนอก ซึ่งหากปรับปรุงแล้วพบว่า โรงงานสามารถผลิตเสื้อกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

หนาวไหมพรมได้ทัน โดยไม่ต้องจ้างผลิตข้างนอก และยังสามารถลดจำนวนชั่วโมงการทำงานล่วงเวลาจากเดิม 4 ชั่วโมงตัววันต่อกะ (หากต้องการผลิตให้ได้ 211 ตัวต่อวัน) เหลือกะแรกทำงานล่วงเวลา 1 ชั่วโมงต่อวัน กะที่สองทำงานล่วงเวลา 1 ชั่วโมง 30 นาทีต่อวัน โดยสามารถลดชั่งโมงการทำงานล่วงเวลาได้ 1 ชั่วโมง 30 นาที ดังตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 ตารางเปรียบเทียบแบบจำลองก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงในช่วง High Season

ตัวชี้วัด	ค่าก่อนปรับปรุง	ค่าหลังปรับปรุง
ตัวชี้วัดหลัก (KPI) คือ รอบเวลาการผลิต (Cycle Time)	408.19 วินาทีต่อตัว	312.29 วินาทีต่อตัว
ตัวชี้วัดรอง (PI) คือ กำลังการผลิตสูงสุด (Maximum Capacity)	211.53 ตัวต่อวัน (รวมทั้ง 2 กะ)	211.53 ตัวต่อวัน (รวมทั้ง 2 กะ)
จำนวนพนักงาน	4 คน (ต่อกะ)	4 คน (ต่อกะ)
จำนวนเครื่องจักร	36 เครื่อง (18 คู่)	36 เครื่อง (18 คู่)
จำนวนชั่วโมงการทำงานปกติ	8 ชั่วโมงต่อวัน	8 ชั่วโมงต่อวัน
จำนวนชั่วโมงการทำงานล่วงเวลา	4 ชั่วโมงต่อวัน	กะแรก 1 ชั่วโมงต่อวัน กะสอง 1 ชั่วโมง 30 นาทีต่อวัน
จำนวนกะ	2 กะต่อวัน	2 กะต่อวัน

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. โรงงานกรณีศึกษาควรจัดเวลามาตรฐานในการผลิตสินค้าของแต่ละกระบวนการเพื่อสามารถนำไปใช้วางแผนด้านอื่น ๆ และปรับปรุงกระบวนการผลิตให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

2. ควรมีการวางแผนการผลิตและทำการบันทึกข้อมูลแต่ละขั้นตอนการผลิตทุกครั้งเพื่อสามารถนำไปปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานให้ดีมากยิ่งขึ้น

3. หากทางโรงงานกรณีศึกษาต้องการนำงานวิจัยฉบับนี้ไปต่อยอดหรือใช้งานจริง อาจจะต้องมีการเก็บข้อมูลเรื่องเวลาการทำงานของพนักงาน และปัจจัยภายนอกอื่น ๆ มากกว่านี้ เนื่องจากแบบจำลองสถานการณ์นี้มีข้อจำกัดอยู่หลายอย่าง จึงไม่ได้คำนึงถึงปัจจัยภายนอกอื่น ๆ มากนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เอกสารอ้างอิง

[1] สำนักนโยบายและยุทธศาสตร์การค้าสินค้าอุตสาหกรรมและธุรกิจบริการ. (2555). *อนาคตสิ่งทอไทยร่วงหรือโรจน์.*

[2] สำนักงานส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม. (2555). *แผนปฏิบัติการส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อยรายสาขาอุตสาหกรรมสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่ม.*

[3] ศุภชัย นาทะพันธ์. (2551). *การควบคุมคุณภาพ (Quality Control).* กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

[4] รัชต์วรรณ กาญจนปัญญาคม. (2552). *การศึกษางานอุตสาหกรรม.* กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ท้อป จำกัด.

[5] วัชรินทร์ สิธิเจริญ. (2547). *การศึกษางาน (Work study).* กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

[6] กิตติวัฒน์ สิริเกษมสุข. (2563). *การศึกษาการทำงานอุตสาหกรรม (Industrial Work Study).* พิมพ์ครั้งที่ 1, กรุงเทพมหานคร: ห้างหุ้นส่วนจำกัด มีน เซอร์วิส ซัพพลาย.

[7] ปรัชญา พละพันธ์. (2555). *การปรับปรุงสายการประกอบโดยใช้การจำลองสถานการณ์ กรณีศึกษา สายการประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ*. วิทยานิพนธ์ (วศ.บ.) วิศวกรรมอุตสาหการ. ปทุมธานี: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

[8] Charles, H., Biman, K. G., & Royce, B. (2003). *Simulation Using ProModel* (2nd Ed.). Singapore: McGraw-Hill.

[9] ยุทธกร เชิดสม และคณะ. (2563). การลดเวลาและเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตเสื้อขนสั้น: กรณีศึกษาบริษัทผู้ผลิตชุดกีฬา. *การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 7.* ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยศรีปทุม วิทยาเขตขอนแก่น.

[10] จักรกฤษณ์ ฮั่นยะลา. (2557). การพัฒนาประสิทธิภาพกระบวนการผลิตกางเกงเวสในโรงงานอุตสาหกรรม เสื้อผ้าสำเร็จรูป กรณีศึกษาบริษัท นอร์ธเทิร์น แอทไทร์ จำกัด. *วารสารวิชาการ, คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง ปีที่ 7 .* (ฉบับที่ 1). ลำปาง: *มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง.*

[11] กิตติพงษ์ ไชยยา. (2558). *การจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์เพื่อวิเคราะห์การเพิ่มประสิทธิภาพสายการผลิต: กรณีศึกษาโรงงานผลิตตัวกำเนิดเลเซอร์*. วิทยานิพนธ์ (วศ.บ.) วิศวกรรมอุตสาหการ. ปทุมธานี: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

[12] กัณศิริ กิตตาภากร. (2553). *การจัดสมดุลการผลิตและการวางแผนทรัพยากรโดยใช้การจำลองด้วยคอมพิวเตอร์ กรณีศึกษา อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์อาหาร*. วิทยานิพนธ์ (วศ.บ.) วิศวกรรมอุตสาหการ. ปทุมธานี: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

[13] นิสากร มรกตเขียว. (2553). *การปรับปรุงสายการผลิตแผงประตูรถยนต์*. วิทยานิพนธ์ (วศ.บ.) วิศวกรรมอุตสาหการ. ปทุมธานี: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

[14] ปาริกชาต แก้วมณี. (2555). *การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ด้วยสมดุลการผลิต กรณีศึกษา: บริษัทใน อุตสาหกรรมยานยนต์*. วิทยานิพนธ์ (วศ.บ.) วิศวกรรมอุตสาหการ. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

[15] ปิยพงศ์ แคบำรุง. (2557). *การปรับปรุงสายการผลิตแผ่นกันความร้อนห้องผู้โดยสารภายในรถยนต์*, วิทยานิพนธ์ (วศ.บ.) วิศวกรรมอุตสาหการ. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี.

[16] ภานุวัฒน์ ศรีชัย. (2555). *การปรับปรุงกระบวนการผลิตด้วยการประยุกต์ใช้ เทคนิควิศวอุตสาหกรรม และการจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ กรณีศึกษา: สายการผลิตชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ*. วิทยานิพนธ์ (วศ.บ.) วิศวกรรมอุตสาหการ. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ภาคผนวก ก

ข้อมูลเวลาและการหาเวลามาตรฐาน

ศึกษาเวลาในการปฏิบัติงานในแต่ละกระบวนการ

โดยการจับเวลาในแต่ละกระบวนการต่อการปฏิบัติงานในแต่ละชิ้นงาน พร้อมทั้งวิเคราะห์จำนวนข้อมูล หรือจำนวนครั้งที่จับเวลาที่ได้ทดลองไปนั้น ว่ามีความน่าเชื่อถือเพียงพอหรือไม่ โดยในงานวิจัยนี้กำหนดให้ค่าความเชื่อมั่นอยู่ 95% โดยสมการที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ในการหาคำตอบก็คือ

$$N = \left[\frac{A}{y}\left(\frac{\sqrt{n\sum_{i=1}^{n} x_i^2 - (\sum_{i=1}^{n} x_i)^2}}{\sum_{i=1}^{n} x_i}\right)\right]^2 \quad (3.1)$$

N = จำนวนข้อมูลนำเข้าที่ต้องการ ที่ได้จากการคำนวณ

x = ข้อมูลเวลาการทำงานจริงแต่ละค่าที่ได้จากการจับเวลา X

n = จำนวนครั้งในการจับเวลาตัวอย่าง

A = ค่าความเชื่อมั่น

y = ค่าความคาดเคลื่อน

การหาเวลามาตรฐาน สามารถหาได้จากสมการ ดังต่อไปนี้

เวลามาตรฐาน = เวลาปกติ + ค่าความเผื่อต่างๆ

Standard Time/Unit = Normal time /Unit + Allowance /unit (3.2)

โดยเวลาปกติ (Normal time) เป็นเวลาที่พนักงานแต่ละคนใช้ในการปฏิบัติงานซึ่งแม้การปฏิบัติงานแบบเดียวกัน ก็อาจใช้เวลาที่แตกต่างกัน ดังนั้น จำเป็นต้องคำนวณค่าปรับอัตราเร็วในการทำงาน (Rating Factor) ซึ่งในขณะจับเวลา พนักงานจะปฏิบัติงานด้วยอัตราเร็วสูงกว่า ปกติประมาณ 5% จึงกำหนดให้ค่าปรับอัตราเร็ว มีค่าเท่ากับ 106%

ส่วนเวลาเผื่อ (Allowance time) เป็นเวลาเผื่อต่างๆ 3 กรณี คือ เวลาเผื่อส่วนบุคคล เวลาเผื่อส่วนสำหรับความเครียด และเวลาเผื่อสำหรับความล่าช้า โดยทางโรงงานกรณีศึกษาใช้ ค่าเหล่านี้ ในการอ้างอิง

เวลาเผื่อส่วนบุคคล = 9% และ เวลาเผื่อสำหรับการยืน = 2%

ดังนั้น เวลาเผื่อทั้งหมด = ส่วนบุคคล + ความเครียด + ความล่าช้า = 11%

จึงสามารถเขียนสมการการหาเวลามาตรฐานใหม่ได้ ดังนี้

เวลามาตรฐาน = (เวลาปกติ X 106%) + เวลาเผื่อรวม (11%) (3.3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ดังนั้น จึงขอยกตัวอย่างการคำนวณเวลามาตรฐานจากงานย่อยที่ 1 ในขั้นตอนที่ 1 โดยต้องคำนวณหาจำนวนข้อมูล การจับเวลา ว่ามีความน่าเชื่อถือเพียงพอในการนำไปหาเวลามาตรฐานต่อไปได้หรือไม่ก่อน ซึ่งในที่นี้ต้องการความเชื่อมั่นที่ 95% คือ A เท่ากับ 1.96 แต่ขอใช้ค่าเป็นจำนวนเต็ม ดังนั้น A จึงเท่ากับ 2 และค่าความคลาดเคลื่อนเป็น ±5% ดังนั้น จึงเท่ากับ 0.05 โดยข้อมูล และผลการคำนวณแสดงได้ในตารางที่ ก-1 ถึง ก-10

ตารางที่ ก-1 ตารางเวลาในการปฏิบัติขั้นตอนที่ 1

แผนกที่ 1		Computer Knitting	
ขั้นตอนที่ 1		ตั้งค่าเครื่องจักรที่ 1	
จำนวนพนักงาน	1 คน	จำนวนเครื่องจักร	1 เครื่อง
เวลาการทำงานที่จับได้จริง (วินาที)		เวลาที่คิด Rating Factor 106% และค่าความเผื่อ 11% แล้ว (วินาที)	
128.54	132.16	136.2524	140.0896
132.67	131.70	140.6302	139.6020
133.91	133.37	141.9446	141.3722
135.16	132.77	143.2696	140.7362
132.83	133.10	140.7998	141.0860
134.60	133.54	142.6760	141.5524
132.11	131.72	140.0366	139.6232
130.98	133.15	138.8388	141.1390
137.56	131.45	145.8136	139.3370
129.65	133.63	137.4290	141.6478
134.45	131.74	142.5170	139.6444
134.14	132.31	142.1884	140.2486
130.93	133.34	138.7858	141.3400
131.74	133.22	139.6444	141.2132
134.57	132.99	142.6442	140.9694
เวลามาตรฐาน (วินาที)		141.8791	
จำนวนข้อมูลนำเข้าที่ต้องการน้อยสุด		18.3666	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ ก-2 ตารางเวลาในการปฏิบัติขั้นตอนที่ 2

แผนกที่ 1		Computer Knitting	
ขั้นตอนที่ 2		ตั้งค่าเครื่องจักรที่ 2	
จำนวนพนักงาน	1 คน	จำนวนเครื่องจักร	1 เครื่อง
เวลาการทำงานที่จับได้จริง (วินาที)		เวลาที่คิด Rating Factor 106% และค่าความเผื่อ 11% แล้ว (วินาที)	
134.71	129.67	142.7926	137.4502
128.27	131.44	135.9662	139.3264
131.82	130.47	139.7292	138.2982
129.42	131.58	137.1852	139.4748
131.52	130.62	139.4112	138.4572
125.43	132.59	132.9558	140.5454
129.21	132.33	136.9626	140.2698
135.66	131.41	143.7996	139.2946
132.87	131.33	140.8422	139.2098
133.81	131.46	141.8386	139.3476
132.16	129.27	140.0896	137.0262
130.3	131.18	138.1180	139.0508
130.73	130.59	138.5738	138.4254
132.57	132.22	140.5242	140.1532
131.03	132.43	138.8918	140.3758
เวลามาตรฐาน (วินาที)		139.1462	
จำนวนข้อมูลนำเข้าที่ต้องการน้อยสุด		18.3666	

หมายเหตุ ขั้นตอนที่ 3, 4, 9, 10, 12 และ 15 เป็นขั้นตอนที่มีเวลาการทำงานคงที่และเครื่องจักรทำงานอย่างเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ ก-3 ตารางเวลาในการปฏิบัติขั้นตอนที่ 5

แผนกที่ 1		Computer Knitting	
ขั้นตอนที่ 5		ดึงผ้าตรวจสอบสเปคผ้าส่วนหน้าชิ้นแรกจากเครื่องจักรที่1	
จำนวนพนักงาน	1 คน	จำนวนเครื่องจักร	- เครื่อง
เวลาการทำงานที่จับได้จริง (วินาที)		เวลาที่คิด Rating Factor 106% และค่าความเผื่อ 11% แล้ว (วินาที)	
105.15	106.52	111.459	112.9112
105.73	105.75	112.0738	112.0950
105.26	103.92	111.5756	110.1552
105.34	105.85	111.6604	112.2010
105.19	104.48	111.5014	110.7488
105.32	106.53	111.6392	112.9218
105.65	104.68	111.9890	110.9608
105.49	105.56	111.8194	111.8936
104.23	104.98	110.4838	111.2788
106.72	106.73	113.1232	113.1338
106.87	104.32	113.2822	110.5792
106.58	103.87	112.9748	110.1022
105.54	106.41	111.8724	112.7946
105.69	105.79	112.0314	112.1374
104.88	106.21	111.1728	112.5826
เวลามาตรฐาน (วินาที)		112.9484	
จำนวนข้อมูลนำเข้าที่ต้องการน้อยสุด		18.3666	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ ก-4 ตารางเวลาในการปฏิบัติขั้นตอนที่ 6

แผนกที่ 1		Computer Knitting	
ขั้นตอนที่ 6		สั่งทอชิ้นส่วนหน้าที่เหลือต่อ	
จำนวนพนักงาน	1 คน	จำนวนเครื่องจักร	1 เครื่อง
เวลาการทำงานที่จับได้จริง (วินาที)		เวลาที่คิด Rating Factor 106% และค่าความเผื่อ 11% แล้ว (วินาที)	
10.23	8.43	10.8438	8.9358
9.15	10.9	9.6990	11.5540
8.76	9.35	9.2856	9.9110
9.89	9.05	10.4834	9.5930
10.43	10.1	11.0558	10.7060
9.42	7.75	9.9852	8.2150
8.66	10.34	9.1796	10.9604
9.21	10.19	9.7626	10.8014
8.24	9.69	8.7344	10.2714
9.31	8.64	9.8686	9.1584
8.93	9.12	9.4658	9.6672
9.4	8.68	9.9640	9.2008
9.36	10.01	9.9216	10.6106
9.75	9.69	10.3350	10.2714
8.15	9.37	8.6390	9.9322
เวลามาตรฐาน (วินาที)		11.0104	
จำนวนข้อมูลนำเข้าที่ต้องการน้อยสุด		18.3628	

หมายเหตุ ขั้นตอนที่ 3, 4, 9, 10, 12 และ 15 เป็นขั้นตอนที่มีเวลาการทำงานคงที่และเครื่องจักรทำงานอย่างเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ ก-5 ตารางเวลาในการปฏิบัติขั้นตอนที่ 7

แผนกที่ 1		Computer Knitting	
ขั้นตอนที่ 7		ดึงผ้าตรวจสอบเสปคผ้าส่วนแขนชิ้นแรกจากเครื่องจักรที่2	
จำนวนพนักงาน	1 คน	จำนวนเครื่องจักร	1 เครื่อง
เวลาการทำงานที่จับได้จริง (วินาที)		เวลาที่คิด Rating Factor 106% และค่าความเผื่อ 11% แล้ว (วินาที)	
106.32	107.30	112.6992	113.7380
107.17	105.11	113.6002	111.4166
106.28	105.72	112.6568	112.0632
105.99	104.52	112.3494	110.7912
105.74	106.48	112.0844	112.8688
107.56	106.34	114.0136	112.7204
105.32	106.15	111.6392	112.5190
104.91	107.6	111.2046	114.0560
105.72	105.37	112.0632	111.6922
106.74	107.36	113.1444	113.8016
108.23	106.25	114.7238	112.6250
104.97	105.66	111.2682	111.9996
106.33	106.71	112.7098	113.1126
106.21	107.11	112.5826	113.5366
105.29	105.15	111.6074	111.4590
เวลามาตรฐาน (วินาที)		112.5582	
จำนวนข้อมูลนำเข้าที่ต้องการน้อยสุด		18.3666	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ ก-6 ตารางเวลาในการปฏิบัติขั้นตอนที่ 8

แผนกที่ 1		Computer Knitting	
ขั้นตอนที่ 8		สั่งทอชิ้นส่วนแขนที่เหลือต่อ	
จำนวนพนักงาน	1 คน	จำนวนเครื่องจักร	1 เครื่อง
เวลาการทำงานที่จับได้จริง (วินาที)		เวลาที่คิด Rating Factor 106% และค่าความเผื่อ 11% แล้ว (วินาที)	
5.54	6.70	5.8724	7.1020
6.77	6.45	7.1762	6.8370
7.52	5.62	7.9712	5.9572
5.79	6.47	6.1374	6.8582
6.83	6.32	7.2398	6.6992
5.81	5.45	6.1586	5.7770
6.37	5.68	6.7522	6.0208
6.13	5.70	6.4978	6.0420
5.84	7.95	6.1904	8.4270
6.23	6.18	6.6038	6.5508
5.01	6.46	5.3106	6.8476
5.37	5.38	5.6922	5.7028
7.16	6.4	7.5896	6.7840
6.06	6.47	6.4236	6.8582
5.70	6.13	6.0420	6.4978
เวลามาตรฐาน (วินาที)		7.6639	
จำนวนข้อมูลนำเข้าที่ต้องการน้อยสุด		18.3598	

หมายเหตุ ขั้นตอนที่ 3, 4, 9, 10, 12 และ 15 เป็นขั้นตอนที่มีเวลาการทำงานคงที่และเครื่องจักรทำงานอย่างเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ ก-7 ตารางเวลาในการปฏิบัติขั้นตอนที่ 11

แผนกที่ 1		Computer Knitting	
ขั้นตอนที่ 11		ตั้งค่าเครื่องจักรที่ 1	
จำนวนพนักงาน	1 คน	จำนวนเครื่องจักร	1 เครื่อง
เวลาการทำงานที่จับได้จริง (วินาที)		เวลาที่คิด Rating Factor 106% และค่าความเผื่อ 11% แล้ว (วินาที)	
16.24	15.34	17.2144	16.2604
15.86	17.05	16.8116	18.0730
15.31	16.79	16.2286	17.7974
17.52	15.74	18.5712	16.6844
16.35	15.96	17.3310	16.9176
16.37	16.15	17.3522	17.1190
16.78	15.59	17.7868	16.5254
15.92	18.52	16.8752	19.6312
15.48	15.88	16.4088	16.8328
17.02	16.52	18.0412	17.5112
16.45	18.11	17.4370	19.1966
15.51	16.25	16.4406	17.2250
15.53	15.01	16.4618	15.9106
13.05	17.09	13.8330	18.1154
18.42	16.74	19.5252	17.7444
เวลามาตรฐาน (วินาที)		18.3721	
จำนวนข้อมูลนำเข้าที่ต้องการน้อยสุด		18.3639	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ ก-8 ตารางเวลาในการปฏิบัติขั้นตอนที่ 13

แผนกที่ 1		Computer Knitting	
ขั้นตอนที่ 13		ดึงผ้าตรวจสอบสเปคผ้าส่วนหลังชิ้นแรกจากเครื่องจักรที่1	
จำนวนพนักงาน	1 คน	จำนวนเครื่องจักร	- เครื่อง
เวลาการทำงานที่จับได้จริง (วินาที)		เวลาที่คิด Rating Factor 106% และค่าความเผื่อ 11% แล้ว (วินาที)	
106.73	106.98	113.1338	113.3988
107.32	106.13	113.7592	112.4978
106.34	107.39	112.7204	113.8334
107.2	105.66	113.6320	111.9996
106.65	106.29	113.0490	112.6674
107.62	108.16	114.0772	114.6496
107.84	107.2	114.3104	113.6320
106.52	105.88	112.9112	112.2328
106.09	104.97	112.4554	111.2682
106.79	106.32	113.1974	112.6992
106.62	106.63	113.0172	113.0278
105.99	105.9	112.3494	112.2540
108.79	108.36	115.3174	114.8616
106.18	107.57	112.5508	114.0242
107.51	106.67	113.9606	113.0702
เวลามาตรฐาน (วินาที)		114.3286	
จำนวนข้อมูลนำเข้าที่ต้องการน้อยสุด		18.3666	

หมายเหตุ ขั้นตอนที่ 3, 4, 9, 10, 12 และ 15 เป็นขั้นตอนที่มีเวลาการทำงานคงที่และเครื่องจักรทำงานอย่างเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ ก-9 ตารางเวลาในการปฏิบัติขั้นตอนที่ 14

แผนกที่ 1		Computer Knitting	
ขั้นตอนที่ 14		สั่งทอชิ้นส่วนหน้าที่เหลือต่อ	
จำนวนพนักงาน	1 คน	จำนวนเครื่องจักร	1 เครื่อง
เวลาการทำงานที่จับได้จริง (วินาที)		เวลาที่คิด Rating Factor 106% และค่าความเผื่อ 11% แล้ว (วินาที)	
7.89	8.33	8.3634	8.8298
6.72	7.71	7.1232	8.1726
7.81	7.23	8.2786	7.6638
7.43	6.48	7.8758	6.8688
6.77	8.49	7.1762	8.9994
6.2	6.38	6.5720	6.7628
8.3	7.89	8.7980	8.3634
8.2	9.11	8.6920	9.6566
7.25	8.04	7.6850	8.5224
7.91	6.9	8.3846	7.3140
7.73	7.84	8.1938	8.3104
6.82	8.37	7.2292	8.8722
7.94	6.46	8.4164	6.8476
5.8	7.58	6.1480	8.0348
5.95	7.97	6.3070	8.4482
เวลามาตรฐาน (วินาที)		9.0070	
จำนวนข้อมูลนำเข้าที่ต้องการน้อยสุด		18.3590	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ ก-10 ตารางเวลาในการปฏิบัติขั้นตอนที่ 16

แผนกที่ 1		Computer Knitting	
ขั้นตอนที่ 16		นับผ้าและมัดรวม	
จำนวนพนักงาน	1 คน	จำนวนเครื่องจักร	- เครื่อง
เวลาการทำงานที่จับได้จริง (วินาที)		เวลาที่คิด Rating Factor 106% และค่าความเผื่อ 11% แล้ว (วินาที)	
275.44	272.45	291.9664	288.7970
269.13	273.21	285.2778	287.4826
275.25	272.74	291.7650	289.1044
265.12	272.62	281.0272	288.9772
277.36	273.16	294.0016	289.5496
266.45	271.79	282.4370	288.0974
271.23	269.32	287.5038	285.4792
264.52	271.5	280.3912	287.7900
272.68	272.6	289.0408	288.9560
273.12	269.1	289.5072	286.3060
270.84	272.13	287.0904	288.4578
271.11	271.77	287.3766	288.0762
270.77	272.01	287.0162	290.4506
271.03	272.11	287.2918	289.4966
270.27	272.17	286.4862	288.5002
เวลามาตรฐาน (วินาที)		288.9008	
จำนวนข้อมูลนำเข้าที่ต้องการน้อยสุด		18.3666	

หมายเหตุ ขั้นตอนที่ 3, 4, 9, 10, 12 และ 15 เป็นขั้นตอนที่มีเวลาการทำงานคงที่และเครื่องจักรทำงานอย่างเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ภาคผนวก ข

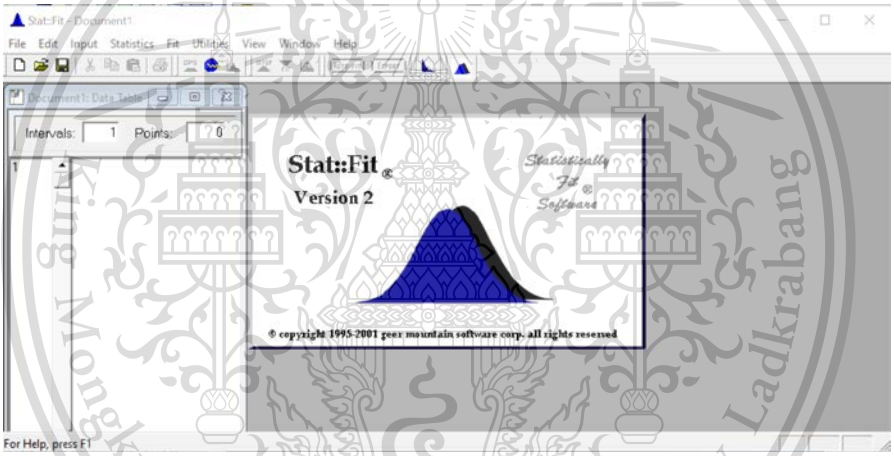
ตัวอย่างการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติและรูปแบบการแจกแจงของข้อมูล

ทดสอบการกระจายของข้อมูล โดยใช้ โปรแกรม Stat Fit ก่อนที่จะนำไปใช้ในการจำลองสถานการณ์การทดสอบความเท่าของ Goodness of test ด้วย

1. Kolmogorov Smirnov
2. Anderson Darling

การทดสอบความเป็น อิสระของข้อมูล Independence test (P-Value) ด้วย Run test พบว่าค่า P-Value มากกว่า 0.05 แสดงว่าข้อมูลตัวอย่างเป็นอิสระต่อกัน

1. Run test (above / below median)
2. Run test (turning points)



รูปที่ ข-1 โปรแกรม Stat::Fit

การวิเคราะห์รูปแบบการแจกแจงของเวลามาตรฐานใน ขั้นตอนที่ 1 การตั้งค่าเครื่องจักรที่ 1 จากการนำข้อมูลทั้ง 10 ค่าที่ได้จากการจับเวลา ใส่ในโปรแกรม Stat::Fit จะได้ผลแสดงได้ดังรูป ที่ ข-2 ถึงรูปที่ ข-4 โดยรายละเอียด ดังนี้

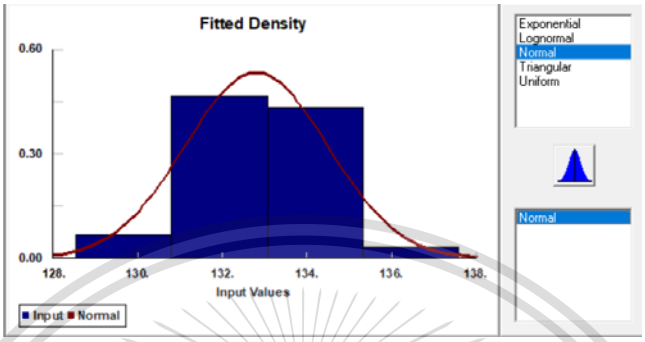
- การทดสอบความเท่าเทียม (Uniformity Test) ด้วย Kolmogorov-Smirnov Test และ Anderson-Darling พบว่า ค่า P-Value มากกว่า 0.05 แสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างการแจกแจง

- การทดสอบความเป็นอิสระ (Independence Test) ด้วย Run Test พบว่าค่า P-Value มากกว่า 0.05 แสดงว่า ข้อมูลตัวอย่างเป็นอิสระต่อกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Auto::Fit of Distributions

distribution	rank	acceptance
Normal(133, 1.68)	100	do not reject
Lognormal(30.6, 4.63, 1.65e-002)	99.	do not reject
Triangular(128, 138, 133)	17.3	do not reject
Uniform(129, 138)	3.02e-002	reject
Exponential(129, 4.26)	3.75e-005	reject



รูปที่ ข-2 รูปแบบการแจกแจงของข้อมูลและการทดสอบความเหมาะสมของงานย่อยในขั้นตอนที่ 1

Normal

mean	=	132.801
sigma	=	1.68422

Kolmogorov-Smirnov

data points	30
ks stat	9.e-002
alpha	5.e-002
ks stat(30,5.e-002)	0.242
p-value	0.95
result	DO NOT REJECT

Anderson-Darling

data points	30
ad stat	0.332
alpha	5.e-002
ad stat(5.e-002)	2.49
p-value	0.912
result	DO NOT REJECT

รูปที่ ข-3 การทดสอบความเท่าเทียม (Uniformity Test) ในขั้นตอนที่ 1

runs test on input

runs test (above/below median)

data points	30
points above median	15
points below median	15
total runs	20
mean runs	16.
standard deviation runs	2.69098
runs statistic	1.48645
level of significance	5.e-002
runs statistic(2.5e-002)	1.95996
p-value	0.137161
result	DO NOT REJECT

runs test (turning points)

data points	30
turning points	21
mean turnings	19.6667
standard deviation turnings	2.23855
turnings statistic	0.595623
level of significance	5.e-002
turnings statistic(2.5e-002)	1.95996
p-value	0.551427
result	DO NOT REJECT

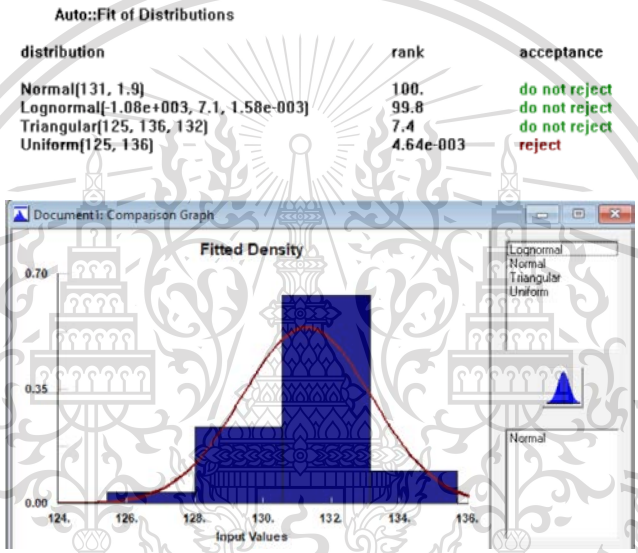
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

รูปที่ ข-4 การทดสอบความเป็นอิสระ (Independence Test) ในขั้นตอนที่ 1

การวิเคราะห์รูปแบบการแจกแจงของเวลามาตรฐานใน ขั้นตอนที่ 2 การตั้งค่าเครื่องจักรที่ 2 จากการนำข้อมูลทั้ง 10 ค่าที่ได้จากการจับเวลา ใส่ในโปรแกรม Stat::Fit จะได้ผลแสดงได้ดังรูป ที่ ข-5 ถึงรูปที่ ข-7 โดยรายละเอียด ดังนี้

- การทดสอบความเท่าเทียม (Uniformity Test) ด้วย Kolmogorov-Smirnov Test และ Anderson-Darling พบว่า ค่า P-Value มากกว่า 0.05 แสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างการแจกแจง

- การทดสอบความเป็นอิสระ (Independence Test) ด้วย Run Test พบว่าค่า P-Value มากกว่า 0.05 แสดงว่า ข้อมูลตัวอย่างเป็นอิสระต่อกัน



รูปที่ ข-5 รูปแบบการแจกแจงของข้อมูลและการทดสอบความเหมาะสมของงานย่อยในขั้นตอนที่ 2

รูปที่ ข-6 การทดสอบความเท่าเทียม (Uniformity Test) ในขั้นตอนที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

runs test (above/below median)

data points	30
points above median	15
points below median	15
total runs	19
mean runs	16.
standard deviation runs	2.69098
runs statistic	1.11484
level of significance	5.e-002
runs statistic(2.5e-002)	1.95996
p-value	0.264921
result	DO NOT REJECT

runs test (turning points)

data points	30
turning points	21
mean turnings	19.6667
standard deviation turnings	2.23855
turnings statistic	0.595623
level of significance	5.e-002
turnings statistic(2.5e-002)	1.95996
p-value	0.551427
result	DO NOT REJECT

รูปที่ ข-7 การทดสอบความเป็นอิสระ (Independence Test) ในขั้นตอนที่ 2

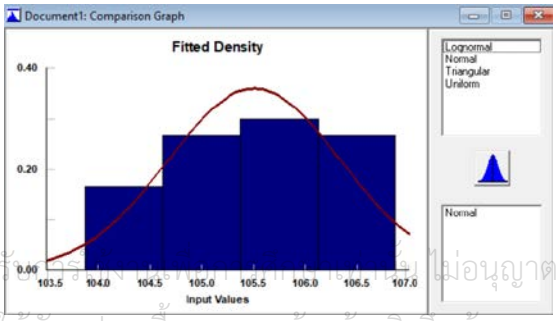
การวิเคราะห์รูปแบบการแจกแจงของเวลามาตรฐานใน ขั้นตอนที่ 5 ดึงผ้าตรวจสอบสเปคผ้าส่วนหน้าชิ้นแรกจากเครื่องจักรที่1 จากการนำข้อมูลทั้ง 10 ค่าที่ได้จากการจับเวลา ใส่ในโปรแกรม Stat::Fit จะได้ผลแสดงได้ดังรูป ที่ ข-8 ถึงรูปที่ ข-10 โดยรายละเอียด ดังนี้

- การทดสอบความเท่าเทียม (Uniformity Test) ด้วย Kolmogorov-Smirnov Test และ Anderson-Darling พบว่า ค่า P-Value มากกว่า 0.05 แสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างการแจกแจง

- การทดสอบความเป็นอิสระ (Independence Test) ด้วย Run Test พบว่าค่า P-Value มากกว่า 0.05 แสดงว่า ข้อมูลตัวอย่างเป็นอิสระต่อกัน

Auto::Fit of Distributions

distribution	rank	acceptance
Normal(106, 0.831)	100.	do not reject
Lognormal(-645, 6.62, 1.11e-003)	100.	do not reject
Triangular(103, 107, 106)	79.	do not reject
Uniform(104, 107)	18.5	do not reject



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

รูปที่ ข-8 รูปแบบการแจกแจงของข้อมูลและการทดสอบความเหมาะสมของงานย่อยในขั้นตอนที่ 5

Normal		
mean	=	105.508
sigma	=	0.831113
Kolmogorov-Smirnov		
data points		30
ks stat		9.44e-002
alpha		5.e-002
ks stat(30,5.e-002)		0.242
p-value		0.929
result		DO NOT REJECT
Anderson-Darling		
data points		30
ad stat		0.331
alpha		5.e-002
ad stat(5.e-002)		2.49
p-value		0.913
result		DO NOT REJECT

รูปที่ ข-9 การทดสอบความเท่าเทียม (Uniformity Test) ในขั้นตอนที่ 5

runs test on input

runs test (above/below median)

data points	30
points above median	15
points below median	15
total runs	20
mean runs	16.
standard deviation runs	2.69098
runs statistic	1.48645
level of significance	5.e-002
runs statistic(2.5e-002)	1.95996
p-value	0.137161
result	DO NOT REJECT

runs test (turning points)

data points	30
turning points	22
mean turnings	19.6667
standard deviation turnings	2.23855
turnings statistic	1.04234
level of significance	5.e-002
turnings statistic(2.5e-002)	1.95996
p-value	0.297254
result	DO NOT REJECT

รูปที่ ข-10 การทดสอบความเป็นอิสระ (Independence Test) ในขั้นตอนที่ 5

การวิเคราะห์รูปแบบการแจกแจงของเวลามาตรฐานใน ขั้นตอนที่ 6 สั่งทอชิ้นส่วนหน้าที่เหลือต่อ จากการนำข้อมูลทั้ง 10 ค่าที่ได้จากการจับเวลา ใส่ในโปรแกรม Stat::Fit จะได้ผลแสดงได้ดังรูป ที่ ข-11 ถึงรูปที่ ข-13 โดยรายละเอียด ดังนี้

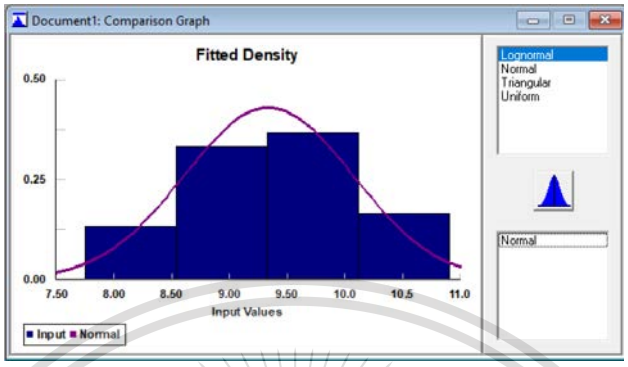
- การทดสอบความเท่าเทียม (Uniformity Test) ด้วย Kolmogorov-Smirnov Test และ Anderson-Darling พบว่า ค่า P-Value มากกว่า 0.05 แสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ระหว่างการแจกแจง

- การทดสอบความเป็นอิสระ (Independence Test) ด้วย Run Test พบว่าค่า P-Value มากกว่า 0.05 แสดงว่า ข้อมูลตัวอย่างเป็นอิสระต่อกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Auto::Fit of Distributions

distribution	rank	acceptance
Lognormal(-460, 6.15, 1.55e-003)	100.	do not reject
Normal(9.34, 0.729)	99.9	do not reject
Triangular(7.54, 11.1, 9.36)	99.3	do not reject
Uniform(7.75, 10.9)	6.65	do not reject



รูปที่ ข-11 รูปแบบการแจกแจงของข้อมูลและการทดสอบความเหมาะสมของงานย่อยในขั้นตอนที่ 6

Normal

mean	=	9.34
sigma	=	0.729178
Kolmogorov-Smirnov		
data points		30
ks stat		8.97e-002
alpha		5.e-002
ks stat(30,5.e-002)		0.242
p-value		0.952
result		DO NOT REJECT
Anderson-Darling		
data points		30
ad stat		0.148
alpha		5.e-002
ad stat(5.e-002)		2.49
p-value		0.999
result		DO NOT REJECT

รูปที่ ข-12 การทดสอบความเท่าเทียม (Uniformity Test) ในขั้นตอนที่ 6

runs test on input

runs test (above/below median)

data points	30
points above median	15
points below median	15
total runs	13
mean runs	16.
standard deviation runs	2.69098
runs statistic	1.11484
level of significance	5.e-002
runs statistic(2.5e-002)	1.95996
p-value	0.264921
result	DO NOT REJECT

runs test (turning points)

data points	30
turning points	20
mean turnings	19.6667
standard deviation turnings	2.23855
turnings statistic	0.148906
level of significance	5.e-002
turnings statistic(2.5e-002)	1.95996
p-value	0.881628
result	DO NOT REJECT

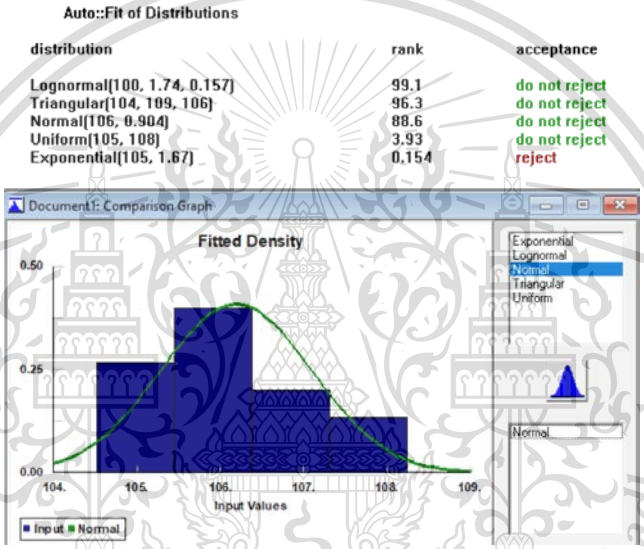
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

รูปที่ ข-13 การทดสอบความเป็นอิสระ (Independence Test) ในขั้นตอนที่ 6

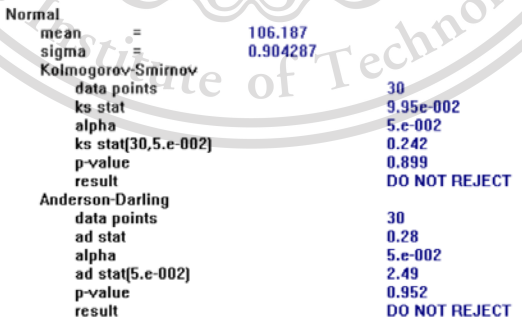
การวิเคราะห์รูปแบบการแจกแจงของเวลามาตรฐานใน ขั้นตอนที่ 7 ดึงผ้าตรวจสอบสเปคผ้าส่วนแขนชิ้นแรกจากเครื่องจักรที่2 จากการนำข้อมูลทั้ง 10 ค่าที่ได้จากการจับเวลา ใส่ในโปรแกรม Stat::Fit จะได้ผลแสดงได้ดังรูป ที่ ข-14 ถึงรูปที่ ข-16 โดยรายละเอียด ดังนี้

- การทดสอบความเท่าเทียม (Uniformity Test) ด้วย Kolmogorov-Smirnov Test และ Anderson-Darling พบว่า ค่า P-Value มากกว่า 0.05 แสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างการแจกแจง

- การทดสอบความเป็นอิสระ (Independence Test) ด้วย Run Test พบว่าค่า P-Value มากกว่า 0.05 แสดงว่า ข้อมูลตัวอย่างเป็นอิสระต่อกัน



รูปที่ ข-14 รูปแบบการแจกแจงของข้อมูลและการทดสอบความเหมาะสมของงานย่อยในขั้นตอนที่ 7



รูปที่ ข-15 การทดสอบความเท่าเทียม (Uniformity Test) ในขั้นตอนที่ 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

runs test on input

runs test (above/below median)

data points	30
points above median	15
points below median	15
total runs	18
mean runs	16.
standard deviation runs	2.69098
runs statistic	0.743223
level of significance	5.e-002
runs statistic(2.5e-002)	1.95996
p-value	0.457346
result	DO NOT REJECT

runs test (turning points)

data points	30
turning points	19
mean turnings	19.6667
standard deviation turnings	2.23855
turnings statistic	0.297812
level of significance	5.e-002
turnings statistic(2.5e-002)	1.95996
p-value	0.765847
result	DO NOT REJECT

รูปที่ ข-16 การทดสอบความเป็นอิสระ (Independence Test) ในขั้นตอนที่ 7

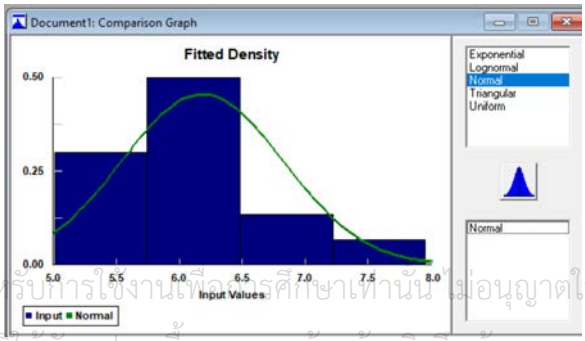
การวิเคราะห์รูปแบบการแจกแจงของเวลามาตรฐานใน ขั้นตอนที่ 8 สังทอชิ้นส่วนแขนที่เหลือต่อจากการนำข้อมูลทั้ง 10 ค่าที่ได้จากการจับเวลา ใส่ในโปรแกรม Stat::Fit จะได้ผลแสดงได้ดังรูป ที่ ข-17 ถึงรูปที่ ข-19 โดยรายละเอียด ดังนี้

- การทดสอบความเท่าเทียม (Uniformity Test) ด้วย Kolmogorov-Smirnov Test และ Anderson-Darling พบว่า ค่า P-Value มากกว่า 0.05 แสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างการแจกแจง

- การทดสอบความเป็นอิสระ (Independence Test) ด้วย Run Test พบว่าค่า P-Value มากกว่า 0.05 แสดงว่า ข้อมูลตัวอย่างเป็นอิสระต่อกัน

Auto::Fit of Distributions

distribution	rank	acceptance
Lognormal(3.64, 0.9, 0.25)	100	do not reject
Normal(6.18, 0.643)	61.5	do not reject
Triangular(4.88, 8.15, 5.7)	37.5	do not reject
Exponential(5.01, 1.17)	7.79e-002	reject
Uniform(5.01, 7.95)	7.71e-003	reject



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

รูปที่ ข-17 รูปแบบการแจกแจงของข้อมูลและการทดสอบความเหมาะสมของงานย่อยในขั้นตอนที่ 8

Normal		
mean	=	6.183
sigma	=	0.643211
Kolmogorov-Smirnov		
data points		30
ks stat		0.128
alpha		5.e-002
ks stat(30,5.e-002)		0.242
p-value		0.665
result		DO NOT REJECT
Anderson-Darling		
data points		30
ad stat		0.382
alpha		5.e-002
ad stat(5.e-002)		2.49
p-value		0.867
result		DO NOT REJECT

รูปที่ ข-18 การทดสอบความเท่าเทียม (Uniformity Test) ในขั้นตอนที่ 8

runs test on input

runs test (above/below median)

data points	30
points above median	15
points below median	15
total runs	19
mean runs	16.
standard deviation runs	2.69098
runs statistic	1.11484
level of significance	5.e-002
runs statistic(2.5e-002)	1.95996
p-value	0.264921
result	DO NOT REJECT

runs test (turning points)

data points	30
turning points	19
mean turnings	19.6667
standard deviation turnings	2.23855
turnings statistic	0.297812
level of significance	5.e-002
turnings statistic(2.5e-002)	1.95996
p-value	0.765847
result	DO NOT REJECT

รูปที่ ข-19 การทดสอบความเป็นอิสระ (Independence Test) ในขั้นตอนที่ 8

การวิเคราะห์รูปแบบการแจกแจงของเวลามาตรฐานใน ขั้นตอนที่ 11 การตั้งค่าเครื่องจักรที่ 1 เพื่อสั่งทอหลัง จากการนำข้อมูลทั้ง 10 ค่าที่ได้จากการจับเวลา ใส่ในโปรแกรม Stat::Fit จะได้ผลแสดงได้ดังรูป ที่ ข-20 ถึงรูปที่ ข-22 โดยรายละเอียด ดังนี้

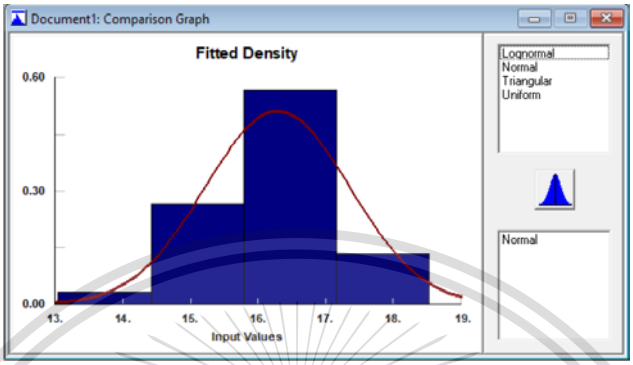
- การทดสอบความเท่าเทียม (Uniformity Test) ด้วย Kolmogorov-Smirnov Test และ Anderson-Darling พบว่า ค่า P-Value มากกว่า 0.05 แสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างการแจกแจง

- การทดสอบความเป็นอิสระ (Independence Test) ด้วย Run Test พบว่าค่า P-Value มากกว่า 0.05 แสดงว่า ข้อมูลตัวอย่างเป็นอิสระต่อกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Auto::Fit of Distributions

distribution	rank	acceptance
Normal(16.3, 1.07)	99.9	do not reject
Lognormal(-738, 6.63, 1.41e-003)	99.9	do not reject
Triangular(12.8, 19., 16.4)	3.49	do not reject
Uniform(13.1, 18.5)	8.6e-004	reject



รูปที่ ข-20 รูปแบบการแจกแจงของข้อมูลและการทดสอบความเหมาะสมของงานย่อยในขั้นตอนที่ 11

Normal

mean	=	16.285
sigma	=	1.06649
Kolmogorov-Smirnov		
data points		30
ks stat		0.114
alpha		5.e-002
ks stat(30,5.e-002)		0.242
p-value		0.792
result		DO NOT REJECT
Anderson-Darling		
data points		30
ad stat		0.51
alpha		5.e-002
ad stat(5.e-002)		2.49
p-value		0.736
result		DO NOT REJECT

รูปที่ ข-21 การทดสอบความเท่าเทียม (Uniformity Test) ในขั้นตอนที่ 11

runs test on input

runs test (above/below median)

data points	30
points above median	15
points below median	15
total runs	14
mean runs	16.
standard deviation runs	2.69098
runs statistic	0.743223
level of significance	5.e-002
runs statistic(2.5e-002)	1.95996
p-value	0.457346
result	DO NOT REJECT

runs test (turning points)

data points	30
turning points	20
mean turnings	19.6667
standard deviation turnings	2.23855
turnings statistic	0.148906
level of significance	5.e-002
turnings statistic(2.5e-002)	1.95996
p-value	0.881628
result	DO NOT REJECT

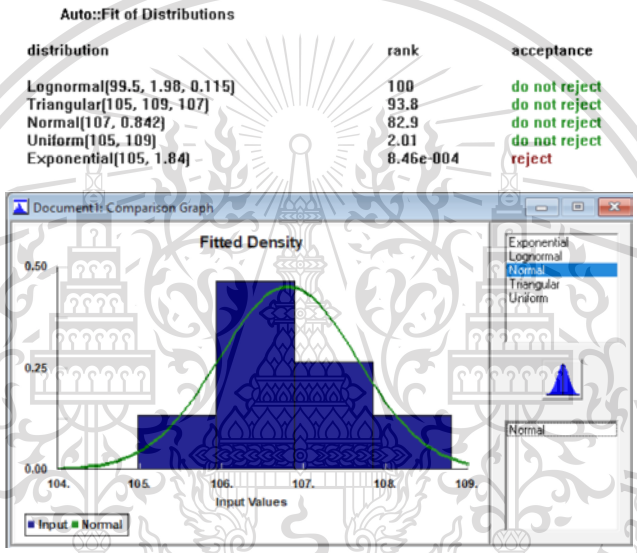
รูปที่ ข-22 การทดสอบความเป็นอิสระ (Independence Test) ในขั้นตอนที่ 11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

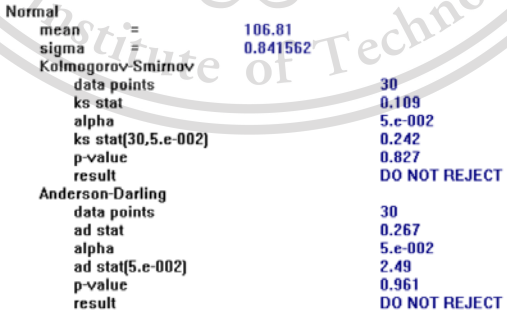
การวิเคราะห์รูปแบบการแจกแจงของเวลามาตรฐานใน ขั้นตอนที่ 13 ดึงผ้าตรวจสอบสเปคผ้าส่วนหลังชิ้นแรกจากเครื่องจักรที่ 1 จากการนำข้อมูลทั้ง 10 ค่าที่ได้จากการจับเวลา ใส่ในโปรแกรม Stat::Fit จะได้ผลแสดงได้ดังรูป ที่ ข-23 ถึงรูปที่ ข-25 โดยรายละเอียด ดังนี้

- การทดสอบความเท่าเทียม (Uniformity Test) ด้วย Kolmogorov-Smirnov Test และ Anderson-Darling พบว่า ค่า P-Value มากกว่า 0.05 แสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างการแจกแจง

- การทดสอบความเป็นอิสระ (Independence Test) ด้วย Run Test พบว่าค่า P-Value มากกว่า 0.05 แสดงว่า ข้อมูลตัวอย่างเป็นอิสระต่อกัน



รูปที่ ข-23 รูปแบบการแจกแจงของข้อมูลและการทดสอบความเหมาะสมของงานย่อยในขั้นตอนที่ 13



รูปที่ ข-24 การทดสอบความเท่าเทียม (Uniformity Test) ในขั้นตอนที่ 13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

runs test on input

runs test (above/below median)

data points	30
points above median	15
points below median	15
total runs	17
mean runs	16.
standard deviation runs	2.69098
runs statistic	0.371612
level of significance	5.e-002
runs statistic(2.5e-002)	1.95996
p-value	0.710182
result	DO NOT REJECT

runs test (turning points)

data points	30
turning points	19
mean turnings	19.6667
standard deviation turnings	2.23855
turnings statistic	0.297812
level of significance	5.e-002
turnings statistic(2.5e-002)	1.95996
p-value	0.765847
result	DO NOT REJECT

รูปที่ ข-25 การทดสอบความเป็นอิสระ (Independence Test) ในขั้นตอนที่ 13

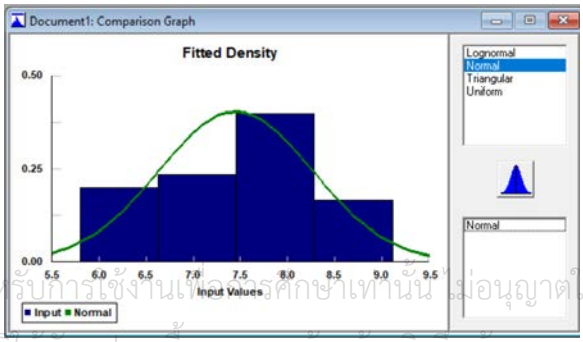
การวิเคราะห์รูปแบบการแจกแจงของเวลามาตรฐานใน ขั้นตอนที่ 14 สั่งทอชิ้นส่วนหลังที่เหลือต่อ จากการนำข้อมูลทั้ง 10 ค่าที่ได้จากการจับเวลา ใส่ในโปรแกรม Stat::Fit จะได้ผลแสดงได้ดังรูป ที่ ข-26 ถึงรูปที่ ข-28 โดยรายละเอียด ดังนี้

- การทดสอบความเท่าเทียม (Uniformity Test) ด้วย Kolmogorov-Smirnov Test และ Anderson-Darling พบว่า ค่า P-Value มากกว่า 0.05 แสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างการแจกแจง

- การทดสอบความเป็นอิสระ (Independence Test) ด้วย Run Test พบว่าค่า P-Value มากกว่า 0.05 แสดงว่า ข้อมูลตัวอย่างเป็นอิสระต่อกัน

Auto::Fit of Distributions

distribution	rank	acceptance
Triangular(5.4, 9.26, 7.89)	100	do not reject
Normal(7.45, 0.817)	34.7	do not reject
Lognormal(-743, 6.62, 1.09e-003)	34.5	do not reject
Uniform(5.8, 9.11)	10.2	do not reject



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

รูปที่ ข-26 รูปแบบการแจกแจงของข้อมูลและการทดสอบความเหมาะสมของงานย่อยในขั้นตอนที่ 14

Normal

mean	=	7.45
sigma	=	0.817096

Kolmogorov-Smirnov

data points	30
ks stat	0.158
alpha	5.e-002
ks stat(30,5.e-002)	0.242
p-value	0.399
result	DO NOT REJECT

Anderson-Darling

data points	30
ad stat	0.614
alpha	5.e-002
ad stat(5.e-002)	2.49
p-value	0.635
result	DO NOT REJECT

รูปที่ ข-27 การทดสอบความเท่าเทียม (Uniformity Test) ในขั้นตอนที่ 14

runs test on input

runs test (above/below median)

data points	30
points above median	15
points below median	15
total runs	19
mean runs	16.
standard deviation runs	2.69098
runs statistic	1.11484
level of significance	5.e-002
runs statistic(2.5e-002)	1.95996
p-value	0.264921
result	DO NOT REJECT

runs test (turning points)

data points	30
turning points	17
mean turnings	19.6667
standard deviation turnings	2.23855
turnings statistic	1.19125
level of significance	5.e-002
turnings statistic(2.5e-002)	1.95996
p-value	0.233557
result	DO NOT REJECT

รูปที่ ข-28 การทดสอบความเป็นอิสระ (Independence Test) ในขั้นตอนที่ 14

การวิเคราะห์รูปแบบการแจกแจงของเวลามาตรฐานใน ขั้นตอนที่ 16 นับผ้าและมัดรวม จากการนำข้อมูลทั้ง 10 ค่าที่ได้จากการจับเวลา ใส่ในโปรแกรม Stat::Fit จะได้ผลแสดงได้ดังรูป ที่ ข-26 ถึงรูปที่ ข-28 โดยรายละเอียด ดังนี้

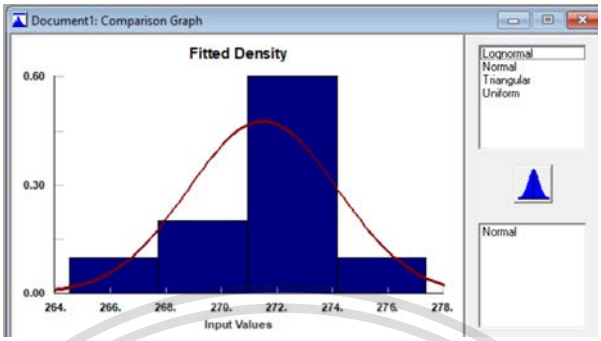
- การทดสอบความเท่าเทียม (Uniformity Test) ด้วย Kolmogorov-Smirnov Test และ Anderson-Darling พบว่า ค่า P-Value มากกว่า 0.05 แสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างการแจกแจง

- การทดสอบความเป็นอิสระ (Independence Test) ด้วย Run Test พบว่าค่า P-Value มากกว่า 0.05 แสดงว่า ข้อมูลตัวอย่างเป็นอิสระต่อกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Auto::Fit of Distributions

distribution	rank	acceptance
Normal(272, 2.68)	100	do not reject
Lognormal(-935, 7.1, 2.22e-003)	98.3	do not reject
Triangular(264, 278, 272)	56.3	do not reject
Uniform(265, 277)	0.193	reject



รูปที่ ข-26 รูปแบบการแจกแจงของข้อมูลและการทดสอบความเหมาะสมของงานย่อยในขั้นตอนที่ 16

Normal		
mean	=	271.5
sigma	=	2.68183
Kolmogorov-Smirnov		
data points		30
ks stat		0.159
alpha		5.e-002
ks stat(30,5.e-002)		0.242
p-value		0.39
result		DO NOT REJECT
Anderson-Darling		
data points		30
ad stat		0.92
alpha		5.e-002
ad stat(5.e-002)		2.49
p-value		0.402
result		DO NOT REJECT

รูปที่ ข-27 การทดสอบความเท่าเทียม (Uniformity Test) ในขั้นตอนที่ 16

runs test on input

runs test (above/below median)

data points	30
points above median	15
points below median	15
total runs	17
mean runs	16.
standard deviation runs	2.69098
runs statistic	0.371612
level of significance	5.e-002
runs statistic(2.5e-002)	1.95996
p-value	0.710182
result	DO NOT REJECT

runs test (turning points)

data points	30
turning points	24
mean turnings	19.6667
standard deviation turnings	2.23855
turnings statistic	1.93578
level of significance	5.e-002
turnings statistic(2.5e-002)	1.95996
p-value	5.28952e-002
result	DO NOT REJECT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

รูปที่ ข-28 การทดสอบความเป็นอิสระ (Independence Test) ในขั้นตอนที่ 16

ภาคผนวก ค

ตารางการแจกแจง t

t-Distribution

ตารางการแจกแจง t

df	0.1 0.2	0.05 0.1	0.025 0.05	0.02 0.04	0.015 0.03	0.01 0.02	0.005 0.01	0.0025 0.005	0.0005 0.001	One-tail Two-tail
1	3.0777	6.3137	12.7062	15.8945	21.2051	31.8210	63.6559	127.3211	636.5776	
2	1.8856	2.9200	4.3027	4.8487	5.6428	6.9645	9.9250	14.0892	31.5998	
3	1.6377	2.3534	3.1824	3.4819	3.8961	4.5407	5.8408	7.4532	12.9244	
4	1.5332	2.1318	2.7765	2.9985	3.2976	3.7469	4.6041	5.5975	8.6101	
5	1.4759	2.0150	2.5706	2.7565	3.0029	3.3649	4.0321	4.7733	6.8685	
6	1.4398	1.9432	2.4469	2.6122	2.8289	3.1427	3.7074	4.3168	5.9587	
7	1.4149	1.8946	2.3646	2.5168	2.7146	2.9979	3.4995	4.0294	5.4081	
8	1.3968	1.8595	2.3060	2.4490	2.6338	2.8965	3.3554	3.8325	5.0414	
9	1.3830	1.8331	2.2622	2.3984	2.5738	2.8214	3.2498	3.6896	4.7809	
10	1.3722	1.8125	2.2281	2.3593	2.5275	2.7638	3.1693	3.5814	4.5868	
11	1.3634	1.7959	2.2010	2.3281	2.4907	2.7181	3.1058	3.4966	4.4369	
12	1.3562	1.7823	2.1788	2.3027	2.4607	2.6810	3.0545	3.4284	4.3178	
13	1.3502	1.7709	2.1604	2.2816	2.4358	2.6503	3.0123	3.3725	4.2209	
14	1.3450	1.7613	2.1448	2.2638	2.4149	2.6245	2.9768	3.3257	4.1403	
15	1.3406	1.7531	2.1315	2.2485	2.3970	2.6025	2.9467	3.2860	4.0728	
16	1.3368	1.7459	2.1199	2.2354	2.3815	2.5835	2.9208	3.2520	4.0149	
17	1.3334	1.7396	2.1098	2.2238	2.3681	2.5669	2.8982	3.2224	3.9651	
18	1.3304	1.7341	2.1009	2.2137	2.3562	2.5524	2.8784	3.1966	3.9217	
19	1.3277	1.7291	2.0930	2.2047	2.3457	2.5395	2.8609	3.1737	3.8833	
20	1.3253	1.7247	2.0860	2.1967	2.3362	2.5280	2.8453	3.1534	3.8496	
21	1.3232	1.7207	2.0796	2.1894	2.3278	2.5176	2.8314	3.1352	3.8193	
22	1.3212	1.7171	2.0739	2.1829	2.3202	2.5083	2.8188	3.1188	3.7922	
23	1.3195	1.7139	2.0687	2.1770	2.3132	2.4999	2.8073	3.1040	3.7676	
24	1.3178	1.7109	2.0639	2.1715	2.3069	2.4922	2.7970	3.0905	3.7454	
25	1.3163	1.7081	2.0595	2.1666	2.3011	2.4851	2.7874	3.0782	3.7251	
26	1.3150	1.7056	2.0555	2.1620	2.2958	2.4786	2.7787	3.0669	3.7067	
27	1.3137	1.7033	2.0518	2.1578	2.2909	2.4727	2.7707	3.0565	3.6895	
28	1.3125	1.7011	2.0484	2.1539	2.2864	2.4671	2.7633	3.0470	3.6739	
29	1.3114	1.6991	2.0452	2.1503	2.2822	2.4620	2.7564	3.0380	3.6595	
30	1.3104	1.6973	2.0423	2.1470	2.2783	2.4573	2.7500	3.0298	3.6460	
31	1.3095	1.6955	2.0395	2.1438	2.2746	2.4528	2.7440	3.0221	3.6335	
32	1.3086	1.6939	2.0369	2.1409	2.2712	2.4487	2.7385	3.0149	3.6218	
33	1.3077	1.6924	2.0345	2.1382	2.2680	2.4448	2.7333	3.0082	3.6109	
34	1.3070	1.6909	2.0322	2.1356	2.2650	2.4411	2.7284	3.0020	3.6007	
35	1.3062	1.6896	2.0301	2.1332	2.2622	2.4377	2.7238	2.9961	3.5911	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ภาคผนวก ง
ใบตอบรับ การอนุญาตให้เก็บข้อมูลในบริษัท ในการทำปริญญานิพนธ์/การค้นคว้าแบบอิสระ

ใบตอบรับ

การอนุญาตให้เก็บข้อมูลในบริษัท ในการทำปริญญานิพนธ์/การค้นคว้าแบบอิสระ

ส่วนที่ 1: รายละเอียดปริญญานิพนธ์/การค้นคว้าแบบอิสระ

ชื่อนักศึกษา: นางสาวพัชรินทร์ แย้มเดช รหัสนักศึกษา 60010684

นางสาวศุภนิดา ทรัพย์เจริญ รหัสนักศึกษา 60011001

มีความประสงค์เก็บข้อมูลของ บริษัทป.สยามนิตติ้ง แฟคตอรี่ จำกัด

เพื่อใช้ในการทำวิจัย ☑ ปริญญานิพนธ์ ☐ การค้นคว้าแบบอิสระ

ชื่อปริญญานิพนธ์ / การค้นคว้าแบบอิสระ การปรับปรุงกระบวนการของแผนกเย็บ ในกระบวนการผลิตเสื้อโปโลชาย : กรณีศึกษา บริษัท ป.สยามนิตติ้ง แฟคตอรี่ จำกัด

ส่วนที่ 2: รายละเอียดบริษัท

บริษัท: บริษัท ป.สยามนิตติ้ง แฟคตอรี่ จำกัด

ที่อยู่: เลขที่ 125/10 หมู่ 6 ซอย คลองมะเดื่อ 17 ถนน เศรษฐกิจ 1 ตำบล คลองมะเดื่อ อำเภอ กระทุ่มแบน จังหวัดสมุทรสาคร 74110

โทรศัพท์: 034-878-422

ส่วนที่ 3: ผลการพิจารณาการอนุญาตให้เก็บข้อมูลเพื่อทำวิจัย

☐ ไม่อนุญาตให้เก็บข้อมูลของบริษัท ในการทำวิทยานิพนธ์/การค้นคว้าแบบอิสระ

☑ อนุญาตให้เก็บข้อมูลของบริษัท

ส่วนที่4: การอนุญาตเผยแพร่ผลงานวิจัยแล้วเห็นควรดังนี้อนุมัติให้เผยแพร่ได้

☑ อนุมัติให้เผยแพร่ได้

☐ อนุมัติให้เผยแพร่ได้ และมีความประสงค์ขออนุญาตใช้สิทธิ (Licensing)

☐ ไม่อนุมัติให้เผยแพร่ เนื่องจาก _____

ลงชื่อ กานต์พิชญา สุชชี ผู้พิจารณา

(นางสาวกานต์พิชญา สุชชี)

ตำแหน่ง ผู้อำนวยการ

วันที่ 8 / ตุลาคม / 2563

วันที่ออกเอกสาร : 1 ตุลาคม 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.