การควบคุมคุณภาพและแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตเข่งและกระถางพลาสติกของบริษัท เอส.พี.ซี.พลาสติก จำกัด

QUALITY CONTROL AND APPROACH TO INCREASE EFFICIENCY OF PRODUCTION PROCESS OF PLASTIC BASKETS AND PLASTIC POTS OF S.P.C. PLASTIC CO., LTD

กตัญญู บุญจริง
กัญญาพัชร แก้วมณีชัย
พิมพ์นภา เพชรแอ
ภาณุพงศ์ นุชเจริญ

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (สถิติประยุกต์)
ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

QUALITY CONTROL AND APPROACH TO INCREASE EFFICIENCY OF PRODUCTION PROCESS OF PLASTIC BASKETS AND PLASTIC POTS OF S.P.C. PLASTIC CO., LTD

KATANYOU BOONJING
KANYAPAT KAEWMANEECHAI
PIMNAPA PHET-AE
PHANUPONG NUCHAROAN

A SPECIAL PROBLEM SUBMITTED PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENT FOR
THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE (APPLIED STATISTICS)
DEPARTMENT OF STATISTICS FACULTY OF SCIENCE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2017

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	การควบคุมคุณภาพและแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตเข่งและกระถางพลาสติกของบริษัท เอส.พี.ซี.พลาสติก จำกัด Quality Control and Approach to Increase Efficiency of Production Process of Plastic Baskets and Plastic Pots of S.P.C. Plastic Co., Ltd		
ชื่อนักศึกษา	นายกตัญญู	บุญจริง	57051063
	นางสาวกัญญาพัชร	แก้วมณีชัย	57051073
	นางสาวพิมพ์นภา	เพชรแอ	57051150
	นายภาณุพงศ์	นุชเจริญ	57051153
ปริญญา	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (สถิติประยุกต์)		
ภาควิชา	สถิติ		
ปีการศึกษา	2560		
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.กนกกรรณ์ สี้โรจนาประภา		

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) อนุมัติให้ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (สถิติประยุกต์) ประจำปีการศึกษา 2560

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ผศ.ชูใจ คูหารัตนไชย ประธานกรรมการ	
ดร.พรพิมล ชัยวุฒิศักดิ์ กรรมการ	พรพิมล ชัยวุฒิศักดิ์
ผศ.ดร.กนกกรรณ์ สี้โรจนาประภา กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	การควบคุมคุณภาพและแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตเข่งและกระถางพลาสติกของบริษัท เอส.พี.ซี.พลาสติก จำกัด		
ชื่อนักศึกษา	นายกตัญญู	บุญจริง	57051063
	นางสาวกัญญาพัชร	แก้วมณีชัย	57051073
	นางสาวพิมพ์นภา	เพชรแอ	57051150
	นายภาณุพงศ์	นุชเจริญ	57051153
ปริญญา	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (สถิติประยุกต์)		
ภาควิชา	สถิติ		
คณะ	วิทยาศาสตร์		
มหาวิทยาลัย	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)		
ปีการศึกษา	2560		
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.ณนกรรณ์ ลี้โรจนาประภา		

บทคัดย่อ

การศึกษาปัญหาพิเศษในครั้งนี้ ได้ทำการศึกษาการควบคุมคุณภาพและแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตเข่งและกระถางพลาสติกของ บริษัท เอส.พี.ซี.พลาสติก จำกัด โดยในส่วนของการควบคุมคุณภาพ ได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจำนวนของเสีย จำนวนลักษณะรอยตำหนิและสาเหตุของเสียในกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์พลาสติก 3 ชนิด ได้แก่ เข่งพลาสติกขนาดกลาง กระถางพลาสติกขนาดเล็ก และกระถางพลาสติกขนาดใหญ่ ตั้งแต่เดือนธันวาคม พ.ศ.2560 ถึง เดือนเมษายน พ.ศ. 2561 เพื่อนำมาสร้างแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิเฉลี่ยต่อหน่วยที่ตรวจสอบ แผนผังพาเรโตและแผนผังเหตุและผล และในส่วนของแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพโดยใช้การจำลองสถานการณ์ ได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเวลาในการตกแต่งเข่งพลาสติกขนาดกลาง เพื่อนำมาสร้างแบบจำลองสถานการณ์ของขั้นตอนการตกแต่งเข่งพลาสติกในปัจจุบัน และออกแบบทางเลือกพร้อมแสดงผลการจำลองสถานการณ์ของแต่ละทางเลือก เพื่อนำมาเปรียบเทียบก่อนสรุปเลือกทางเลือกในการปรับปรุงประสิทธิภาพที่ดีที่สุดก่อนนำเสนอ ให้กับทางบริษัทสำหรับใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขต่อไป

ผลการวิเคราะห์ในส่วนของการควบคุมคุณภาพ จากแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียและแผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิเฉลี่ยต่อหน่วยของผลิตภัณฑ์พลาสติก 3 ชนิด พบว่ามีจุดตกอยู่นอกขีดจำกัดควบคุมบน แสดงว่ากระบวนการผลิตไม่สามารถควบคุมได้ จากการวิเคราะห์แผนผังพาเรโต พบว่า เข่งพลาสติกขนาดกลาง กระถางพลาสติกขนาดเล็ก และกระถางพลาสติกขนาดใหญ่มีลักษณะรอยตำหนิเกิดมากที่สุดคือการฉีดไม่เต็มรูป จากนั้นนำลักษณะรอยตำหนิที่เกิดขึ้นมากที่สุดดังกล่าวมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สร้างแผนผังเหตุและผลด้วยวิธีสัมภาษณ์ พบว่าสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดปัญหามากที่สุดคือเม็ดพลาสติกที่ไม่ได้คุณภาพ

ในส่วนของการจำลองสถานการณ์ได้ใช้โปรแกรม Arena Version 14.5 ได้นำเสนอผลการรันโปรแกรมจำนวน 100 รอบเพื่อนำมาเปรียบเทียบแนวทางการเพิ่มสิทธิภาพในกระบวนการผลิตเข่งพลาสติกขนาดกลางพบว่า แบบจำลองสถานการณ์ที่ 1 คือกำหนดให้พนักงานทำงานประจำเครื่องของตัวเองโดยไม่อนุญาตให้ไปปฏิบัติงานอื่นจนกว่าจะถึงเวลาพัก ผลปรากฏว่าลดระยะเวลาในการรอคอยก่อนเข้ากระบวนการผลิตจากเดิม 5:10 นาทีเหลือ 3:45 นาที (ต่อระยะเวลาการผลิตที่ 42 นาที) และลดระยะเวลาในการรอคอยจาก 7:33 นาทีเหลือ 3:55 นาที (ต่อระยะเวลาการผลิตที่ 4 ชั่วโมง) นอกจากนี้ยังพบว่าสามารถเพิ่มจำนวนเข่งพลาสติกที่แล้วเสร็จพร้อมจำหน่ายจากเดิม 42 ใบเป็น 43 ใบ (ต่อระยะเวลาการผลิตที่ 42 นาที) และเพิ่มจำนวนเข่งพลาสติกจาก 283 ใบเป็น 289 ใบ (ต่อระยะเวลาการผลิตที่ 4 ชั่วโมง) เนื่องจากแบบจำลองสถานการณ์ ที่ 1 ทำการเปลี่ยนแปลงกฎระเบียบข้อบังคับในการทำงานของพนักงานเพียงอย่างเดียวจึงไม่เสียค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมเหมือนแบบจำลองสถานการณ์ที่ 2 ที่ต้องเสียค่าจ่ายจากการเพิ่มพนักงานอีก 1 คนและเมื่อเปรียบเทียบระยะเวลาการรอคอยของเข่งพลาสติกก่อนเข้ากระบวนการผลิตและจำนวนแล้วเสร็จของเข่งพลาสติกก็ไม่ได้แตกต่างกันมาก ดังนั้นแบบจำลองสถานการณ์ที่ 1 จึงเหมาะสมสำหรับการเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตเข่งพลาสติกขนาดกลางมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	QUALITY CONTROL AND APPROACH TO INCREASE EFFICIENCY OF PRODUCTION PROCESS OF PLASTIC BASKETS AND PLASTIC POTS OF S.P.C. PLASTIC CO., LTD		
Students	Mr. Katanyou	Boonjing	57051063
	Miss Kanyapat	Keawmaneechai	57051173
	Miss Pimnapa	Phet-ae	57051150
	Mr. Phanupong	Nucharoan	57051153
Degree	Bachelor of Science (Applied Statistics)		
Major Program	Statistics		
Faculty	Science		
University	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)		
Academic Year	2017		
Advisor	Asst. Prof. Dr. Kanogkan Leerojanaprapa		

Abstract

In this special problem, quality control and the approach to increase efficiency of production process of plastic baskets and plastic pots of S.P.C. Plastic Co., Ltd was studied. In the part of quality control, we collected the number of defection items, the number of defects and the causes of defectives in production process for Medium plastic basket, Small plastic pot and Large plastic pot from December 2017 to April 2018 to construct the proportion control chart (p chart), the number of defects per unit control chart (u chart), Pareto diagram, and Cause and effect diagram. Simulation was used to compare the approaches to increase efficiency in production process for Medium plastic basket. We collected finishing time for particular processes to construct a simulation model of the real system. After that proposed alternatives were compared, the best alternative is selected in order to provide suggestions to increase the efficiency of production process for futher improvement.

The results of quality control, p charts and u chart of all three plastic products are outside the upper control limits. It shows that the production process is uncontrolled. According to Pareto diagram, we find that Injection is not a full product

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

occurs the most often in all three products. The result of cause and effect diagram by interviewing the staff showed that the main cause is the quality of raw materials

In the simulation part, we use the Arena Version 14.5 program to present a comparison to improve production efficiency of Medium plastic basket. Scenario 1 is to force employees to work at their own machines only without responding to other tasks until the break. As a result, the waiting time is reduced from 5:10 minutes to 3:45 minutes (per 42 minutes of production) and reduced from 7:33 minutes to 3:55 minutes (per 4 hours of productions). In addition, the number of finished plastic baskets is increased from 42 to 43 (per 42 minutes of production) and increased from 283 to 289 (per 4 hours of productions). Since scenario 1 has only changed the rules of employee behavior, it does not cause to increase cost as the scenario 2 that pays for the additional staffing. When comparing the waiting time of production and the number of finishing plastic baskets between both scenarios, they are not much different. Therefore, scenario 1 is most suitable to increase efficiency of Medium plastic basket production process.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษฉบับนี้ลุล่วงได้ด้วยดีโดยได้รับความกรุณาของบุคคลหลายฝ่ายที่ให้ความร่วมมือและผู้ที่ได้ให้การช่วยเหลือด้วยดีตลอดมา คือ ผศ.ดร.กนกกรรณ์ ลี้โรจนาประภา ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ซึ่งให้คำปรึกษาและแนะแนวทางต่าง ๆ เอื้อเฟื้อหนังสืออ้างอิงในการค้นคว้าข้อมูลในการทำปัญหาพิเศษ ตลอดจนให้ความช่วยเหลือในการตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดีมาโดยตลอดจึงขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้ด้วยความเคารพอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ ผศ.ชูใจ คูหารัตนไชย และ ดร.พรพิมล ชัยวุฒิศักดิ์ คณะกรรมการที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ ชี้ข้อบกพร่อง ตลอดจนตรวจสอบแก้ไขข้อผิดพลาดเพิ่มเติมในจุดที่คณะผู้จัดทำได้มองข้ามไป ทำให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณบริษัท เอส.พี.ซี.พลาสติก จำกัด ที่ให้ความช่วยเหลือในการให้สัมภาษณ์ ตลอดจนให้ความอนุเคราะห์กับคณะผู้จัดทำได้ไปเก็บข้อมูลและศึกษาถึงกระบวนการผลิต

ขอขอบพระคุณคณาจารย์สาขาวิชาสถิติประยุกต์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทความรู้และให้คำแนะนำต่าง ๆ และเจ้าหน้าที่สาขาวิชาสถิติประยุกต์ทุกท่านที่คอยประสานงานและอำนวยความสะดวกแก่ผู้จัดทำปัญหาพิเศษตลอดการทำงาน

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ที่คอยสนับสนุนและเป็นกำลังใจแก่ผู้จัดทำปัญหาพิเศษเสมอมา และขอขอบคุณเพื่อน ๆ พี่ ๆ สาขาวิชาสถิติประยุกต์ทุกคนที่ช่วยเป็นกำลังใจ คอยให้คำเสนอแนะมาโดยตลอด และสุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณผู้ที่เกี่ยวข้องกับความสำเร็จของการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ ที่ไม่ได้กล่าวนามไว้ทุกท่าน

กตัญญู บุญจริง
กัญญาพัชร แก้วมณีชัย
พิมพ์นภา เพชรแอ
ภาณุพงศ์ นุชเจริญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	จ
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง	ฌ
สารบัญรูป	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ที่ศึกษา	3
1.3 ขอบเขตการศึกษา	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
1.5 นิยามศัพท์	5
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
2.1 การควบคุมคุณภาพ	6
2.1.1 แผนภูมิควบคุมคุณภาพ	6
2.1.2 องค์ประกอบของแผนภูมิควบคุมคุณภาพ	7
2.1.3 ขั้นตอนการสร้างแผนภูมิควบคุมคุณภาพ	8
2.1.4 ประโยชน์ของแผนภูมิควบคุม	9
2.1.5 การตีความหมายแผนภูมิควบคุม	9
2.1.6 แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย (p chart)	12
2.1.7 แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยที่ตรวจสอบ (u chart)	15
2.1.8 เครื่องมือควบคุมคุณภาพเชิงสถิติ	17
2.2 การจำลองสถานการณ์	23
2.2.1 วิธีการศึกษาเวลา	23
2.2.2 การศึกษาเวลาโดยตรง	24
2.2.3 การจับเวลา	24
2.2.4 การจำลองสถานการณ์	25
2.2.5 ขั้นตอนการสร้างแบบจำลองสถานการณ์	25
2.2.6 การแจกแจงที่เกี่ยวข้อง	26
2.2.7 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.2.8 การวิเคราะห์รูปแบบการแจกแจงข้อมูล	29
2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	32
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย	35
3.1 วิธีการดำเนินงาน	35
3.2 ข้อมูลทั่วไปของบริษัท	37
3.3 กระบวนการผลิต	39
3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล	44
3.4.1 การควบคุมคุณภาพ	44
3.4.2 การจำลองสถานการณ์	49
3.5 สถิติและเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	55
3.5.1 การควบคุมคุณภาพ	55
3.5.2 การจำลองสถานการณ์	55
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน	56
4.1 การควบคุมคุณภาพ	56
4.1.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับเข่งพลาสติกขนาดกลาง	56
4.1.1.1 แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียของเข่งพลาสติกขนาดกลาง	56
4.1.1.2 แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ยของเข่งพลาสติกขนาดกลาง	62
4.1.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับกระถางพลาสติกขนาดเล็ก	65
4.1.2.1 แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียของกระถางพลาสติกขนาดเล็ก	65
4.1.2.2 แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ยสำหรับกระถางพลาสติกขนาดเล็ก	68
4.1.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับกระถางพลาสติกขนาดใหญ่	71
4.1.3.1 แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียสำหรับกระถางพลาสติกขนาดใหญ่	71
4.1.3.2 แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ยของกระถางพลาสติกขนาดใหญ่	74
4.1.4 ผลการวิเคราะห์แผนผังพาเรโต	77
4.1.4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเข่งพลาสติกขนาดกลาง	77
4.1.4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลกระถางพลาสติกขนาดเล็ก	78

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.1.4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลกระถางพลาสติกขนาดใหญ่ 79
4.1.5 แผนผังเหตุและผลหรือแผนผังก้างปลาและแนวทางการแก้ปัญหา 79
4.2 การจำลองสถานการณ์ 81
4.2.1 แบบจำลองระบบกระบวนการตกแต่งเข่งพลาสติก 82
4.2.2 การวิเคราะห์รูปแบบการแจกแจงของข้อมูล 84
4.2.3 แนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิต 89
4.2.4 ผลการทดลองแบบจำลองสถานการณ์ 89
บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ 92
5.1 การควบคุมคุณภาพ 92
5.1.1 แผนภูมิควบคุมคุณภาพ 92
5.1.1.1 แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย 92
5.1.1.2 แผนภูมิควบคุมรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ย 93
5.1.2 ปัญหาและสาเหตุที่สำคัญด้านคุณภาพ 94
5.1.2.1 แผนผังพาเรโต 94
5.1.2.2 แผนผังเหตุและผลหรือแผนผังก้างปลาก้างปลา 94
5.1.3 แนวทางการแก้ปัญหาด้านคุณภาพ 95
5.1.3.1 คู่มือการแก้ปัญหาฉีดไม่เต็มรูป 95
5.1.3.2 แนวทางการตรวจสอบความพร้อมในการผลิต 96
5.1.3.3 แนวทางการตรวจสอบคุณภาพของวัตถุดิบ 97
5.2 การจำลองสถานการณ์ 103
5.2.1 สรุปผลการจาลองสถานการณ์ 103
5.2.2 แนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตเข่งพลาสติกขนาดกลาง 105
5.3 ปัญหาที่พบและและข้อจำกัดในการศึกษาครั้งนี้ 106
5.4 ข้อเสนอแนะสำหรับโรงงาน 106
บรรณานุกรม 108
ภาคผนวก ก 110
ภาคผนวก ข 134
ภาคผนวก ค 141

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3.1	แผนการดำเนินงาน	36
3.2	การดำเนินการเก็บข้อมูลที่นำมาใช้ในการศึกษา	47
3.3	แบบฟอร์มการเก็บข้อมูลจำนวนการผลิตจำนวนของเสียและจำนวนรอยตำหนิของผลิตภัณฑ์พลาสติก	48
3.4	แบบฟอร์มการบันทึกข้อมูลเวลาการทำงานในกระบวนการผลิตเข่งพลาสติก	50
4.1	รูปแบบการกระจายของข้อมูลเวลาในแต่ละจุดของกระบวนการตกแต่งเข่งพลาสติก	84
4.2	แสดงจำนวนและระยะเวลารอคอยก่อนเข้ากระบวนการตกแต่งของเข่งพลาสติกในแต่ละรอบใช้เวลาการเทเม็ดพลาสติกเข้าเครื่องฉีดเม็ดพลาสติกจนเริ่มเทครั้งต่อไป (42 นาที)	88
4.3	แสดงจำนวนและระยะเวลารอคอยก่อนเข้ากระบวนการตกแต่งของเข่งพลาสติกโดยเฉลี่ยผลต่างและร้อยละของผลต่างที่ได้จากการรันโปรแกรมของแบบจำลองเปรียบเทียบกับข้อมูลจริง	88
4.4	จำนวนการผลิตที่แล้วเสร็จและระยะเวลาการรอคอยก่อนเข้ากระบวนการตกแต่งของเข่งพลาสติกขนาดกลางโดยเฉลี่ยของแบบจำลองสถานการณ์ที่ 1 จำนวน 100 รอบแต่ละรอบใช้เวลา 42 นาทีต่อกำลังการผลิตของเครื่องจักร 60 ใบ	90
4.5	จำนวนเข่งพลาสติกที่ผลิตเสร็จแล้วและระยะเวลาการรอคอยก่อนเข้ากระบวนการตกแต่งโดยเฉลี่ยของแบบจำลองสถานการณ์ที่ 1 จำนวน 100 รอบแต่ละรอบใช้เวลา 4 ชั่วโมงต่อกำลังการผลิตของเครื่องจักร 343 ใบ	90
4.6	จำนวนเข่งพลาสติกที่ผลิตเสร็จแล้วและระยะเวลาการรอคอยก่อนเข้ากระบวนการตกแต่งโดยเฉลี่ยของแบบจำลองสถานการณ์ที่ 2 จำนวน 100 รอบแต่ละรอบใช้เวลา 42 นาทีต่อกำลังการผลิตของเครื่องจักร 60 ใบ	91
4.7	จำนวนเข่งพลาสติกที่ผลิตเสร็จแล้วและระยะเวลาการรอคอยก่อนเข้ากระบวนการตกแต่งโดยเฉลี่ยของแบบจำลองสถานการณ์ที่ 2 จำนวน 100 รอบแต่ละรอบใช้เวลา 4 ชั่วโมงต่อกำลังการผลิตของเครื่องจักร 343 ใบ	91
5.1	การเปรียบเทียบค่าสัดส่วนของเสียในแต่ละช่วงเวลา	93
5.2	การเปรียบเทียบรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ยในแต่ละช่วงเวลา	94
5.3	สาเหตุของการฉีดไม่เต็มรูปตามการตรวจเช็คของผู้ควบคุมเครื่องจักร ผลต่อชิ้นงานและแนวทางในการแก้ไข	95
5.4	แผนการสุ่มตัวอย่างเชิงลำดับโดยใช้สมการของวาลด์ เมื่อ AQL = 5% LTPD = 10% α = 0.05 β = 0.1	99

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
5.5	แผนการสุ่มตัวอย่างเชิงลำดับโดยใช้สมการของวาลด์ เมื่อ AQL = 5% LTPD = 20% α = 0.05 β = 0.1	102
5.6	การเปรียบแบบจำลองสถานการณ์ทั้ง 2 แบบเทียบกับแบบจำลองปัจจุบันต่อจำนวนการผลิตที่แล้วเสร็จและระยะเวลาการรอคอยก่อนเข้ากระบวนการตกแต่งของเข่งพลาสติกขนาดกลาง โดยเฉลี่ยในกระบวนการผลิต จำนวน 100 รอบ แต่ละรอบใช้เวลา 42 นาที ต่อกำลังการผลิตของ เครื่องจักร 60 ใบ	103
5.7	การเปรียบแบบจำลองสถานการณ์ทั้ง 2 แบบเทียบกับแบบจำลองปัจจุบันต่อจำนวนการผลิตที่แล้วเสร็จและระยะเวลาการรอคอยก่อนเข้ากระบวนการตกแต่งของเข่งพลาสติกขนาดกลางโดยเฉลี่ยในกระบวนการผลิต จำนวน 100 รอบ แต่ละรอบใช้เวลา 4 ชั่วโมง ที่กำลังการผลิตของ เครื่องจักร 343 ใบ	103
ก.1	แบบฟอร์มการเก็บข้อมูลจำนวนการผลิต จำนวนของเสียและจำนวนรอยตำหนิของผลิตภัณฑ์พลาสติก	111
ก.2	แบบฟอร์มการบันทึกข้อมูลเวลาการทำงานในกระบวนการผลิตเข่งพลาสติก	112
ก.3	การเก็บข้อมูลจำนวนการผลิต จำนวนของเสียและจำนวนรอยตำหนิของเข่งพลาสติกขนาดกลาง ช่วงที่ 1 (วันที่ 9 ธ.ค. 60 ถึงวันที่ 29 ธ.ค. 60)	113
ก.4	การเก็บข้อมูลจำนวนการผลิต จำนวนของเสียและจำนวนรอยตำหนิของเข่งพลาสติกขนาดกลาง ช่วงที่ 2 (วันที่ 12 ม.ค. 61 ถึงวันที่ 5 ก.พ. 61)	115
ก.5	การเก็บข้อมูลจำนวนการผลิต จำนวนของเสียและจำนวนรอยตำหนิของเข่งพลาสติกขนาดกลาง ช่วงที่ 3 (วันที่ 22 ก.พ. 61 ถึงวันที่ 1 เม.ย. 61)	117
ก.6	การเก็บข้อมูลจำนวนการผลิต จำนวนของเสียและจำนวนรอยตำหนิของกระถางพลาสติกขนาดเล็ก ช่วงที่ 2 (วันที่ 12 ม.ค. 61 ถึงวันที่ 13 ก.พ. 61)	119
ก.7	การเก็บข้อมูลจำนวนการผลิต จำนวนของเสียและจำนวนรอยตำหนิของกระถางพลาสติกขนาดเล็ก ช่วงที่ 3 (วันที่ 5 มี.ค. 61 ถึงวันที่ 10 เม.ย. 61)	121
ก.8	การเก็บข้อมูลจำนวนการผลิต จำนวนของเสียและจำนวนรอยตำหนิของกระถางพลาสติกขนาดใหญ่ ช่วงที่ 2 (วันที่ 12 ม.ค.61 ถึงวันที่ 13 ก.พ.61)	123
ก.9	แบบฟอร์มการเก็บข้อมูลจำนวนการผลิต จำนวนของเสียและจำนวนรอยตำหนิของกระถางพลาสติกขนาดใหญ่ ช่วงที่ 3 (วันที่ 5 มี.ค. 61 ถึงวันที่ 10 เม.ย. 61)	125
ก.10	ข้อมูลระยะเวลาที่เก็บรวบรวมเข่งในแต่ละครั้ง	127
ก.11	ข้อมูลระยะเวลาที่ใช้ในการติดสติ๊กเกอร์ในแต่ละครั้ง	128
ก.12	ข้อมูลระยะเวลาในการตัดแต่งเข่งที่ละใบ	129

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก.13 ข้อมูลระยะเวลาในการตัดแต่งเข่งที่ซ้อนกัน 4 ใบที่ผ่านการตัดแต่งทีละใบเรียบร้อยแล้ว 133
ข.1 ค่าสัดส่วนของเสีย (p), UCL และ LCL ของแต่ละจุดในแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียของเข่งพลาสติกขนาดกลาง ช่วงที่ 1 (วันที่ 9 ธ.ค. 60 ถึงวันที่ 29 ธ.ค. 60 135
ข.2 ค่ารอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ย (u) UCL และ LCL ของแต่ละจุดในแผนภูมิรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ยของเข่งพลาสติกขนาดกลาง ช่วงที่ 2 (วันที่ 12 ม.ค. 61 ถึงวันที่ 5 ก.พ. 61) 138

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1.1	เข่งพลาสติกขนาดกลาง (K-1003)	4
1.2	กระถางพลาสติกขนาดเล็ก (406)	4
1.3	กระถางพลาสติกขนาดใหญ่ (404)	4
2.1	องค์ประกอบของแผนภูมิควบคุมคุณภาพ	7
2.2	ตัวอย่างลักษณะของจุดพิกัดจุด 1 จุด ตกอยู่นอกขีดจำกัดควบคุมบนและล่างตามลำดับ	10
2.3	ตัวอย่างลักษณะของจุดพิกัดมากกว่า 6 จุดติดต่อกันค่อย ๆ เพิ่มขึ้นหรือค่อย ๆ ลดลงตามลำดับ	10
2.4	ตัวอย่างลักษณะของจุดพิกัดอย่างน้อย 7 จุด ปรากฏติดต่อกันอยู่ใกล้ขีดจำกัดควบคุมบนและล่างตามลำดับ	11
2.5	ตัวอย่างลักษณะจุดพิกัด 2 จุดติดกันและอยู่ใกล้ขีดจำกัดควบคุมบนและล่างตามลำดับ	11
2.6	ตัวอย่างแผนภูมิควบคุมคุณภาพที่ดี	11
2.7	แผนผังพาเรโตแสดงชนิดของสาเหตุ A ถึง E	19
2.8	โครงสร้างแผนผังก้างปลา	20
2.9	ตัวอย่างข้อมูลเวลาการทำงานใน File Excel	30
2.10	ตัวอย่างการกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ในการสร้างแผนภูมิฮิสโตแกรมจากข้อมูลดิบ	30
2.11	รูปแบบการกระจายแบบล็อกนอร์มอล	31
2.12	ตัวอย่างผลการแสดงค่า Sum Square Error ของแต่ละการแจกแจง	31
3.1	เครื่องขึ้นรูปพลาสติก	37
3.2	เครื่องผสมสี	37
3.3	เครื่องโม่เศษพลาสติก	38
3.4	เครื่องอบไล่ความชื้น	38
3.5	แผนผังกระบวนการผลิตแบบฉีดขึ้นรูปผลิตภัณฑ์พลาสติก	39
3.6	แม่พิมพ์	40
3.7	เตรียมเม็ดพลาสติก	40
3.8	ชั่งตวงแม่สี	40
3.9	พนักงานนำวัตถุดิบเทลงในเครื่องผสมสี	41
3.10	พนักงานนำเม็ดพลาสติกที่ผสมเสร็จแล้วใส่กระสอบ	41
3.11	เม็ดพลาสติกที่ผสมกับแม่สีที่ได้ที่แล้ว	41
3.12	พนักงานเปิดฝาตู้อบเพื่อที่จะใส่เม็ดพลาสติก	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.13	พนักงานกำลังใส่เม็ดพลาสติกลงกรวยหลอมพลาสติก	42
3.14	ช่างปรับตั้งเครื่องจักร	42
3.15	การตรวจสอบชิ้นงานด้วยตาเปล่า	43
3.16	การตัดแต่งชิ้นงาน	43
3.17	เครื่องโม่เศษพลาสติก	43
3.18	รวบรวมผลิตภัณฑ์พลาสติกเตรียมพร้อมจัดส่ง	44
3.19	ตัวอย่างชิ้นงานฉีดไม่เต็มรูป	45
3.20	ตัวอย่างรอยหัก	45
3.21	ตัวอย่างการปนเปื้อนบนผิวเข่ง	45
3.22	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์บิดเบี้ยว	46
3.23	ตัวอย่างรอยยุบบริเวณผิวของชิ้นงาน	46
3.24	ตัวอย่างรอยโพรงอากาศ	46
3.25	กระบวนการผลิตแบบขยายของกระบวนการผลิตของเข่งพลาสติกขนาดกลางในกระบวนการตกแต่ง	51
3.26	เข่งพลาสติกขนาดกลางที่ฉีดเสร็จเรียบร้อยแล้ว	52
3.27	พนักงานเก็บเข่งมาซ้อน ๆ กัน	52
3.28	พนักงานทำการเคาะก้นพลาสติกที่นูนออกมา	53
3.29	พนักงานทำการติดสติ๊กเกอร์	53
3.30	พนักงานทำการตัดแต่งเข่งทีละใบ	54
3.30	พนักงานทำการตัดแต่งเข่งที่ซ้อนกัน 4 ใบที่ผ่านการตัดแต่งทีละใบเรียบร้อยแล้ว	54
4.1	แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียสำหรับเข่งพลาสติกขนาดกลาง ช่วงที่ 1 (ระหว่างวันที่ 9 ธ.ค. 60 ถึง 29 ธ.ค. 60)	57
4.2	การประยุกต์ใช้แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียสำหรับเข่งพลาสติกขนาดกลางในช่วงที่ 2 (ระหว่างวันที่ 12 ม.ค. 61 ถึง 5 ก.พ. 61)	58
4.3	แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียสำหรับเข่งพลาสติกขนาดกลาง ช่วงที่ 2 (ระหว่างวันที่ 12 ม.ค. 61 ถึง 5 ก.พ. 61)	59
4.4	การประยุกต์ใช้แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียสำหรับเข่งพลาสติกขนาดกลางในช่วงที่ 3 (ระหว่างวันที่ 22 ก.พ. 61 ถึง 1 เม.ย. 61)	60
4.5	แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียสำหรับเข่งพลาสติกขนาดกลาง ช่วงที่ 3 (ระหว่างวันที่ 22 ก.พ. 61 ถึง 1 เม.ย. 61)	61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.6	แผนภูมิควบคุมรอยตำหนิต่อหน่วยสำหรับเข่งพลาสติกขนาดกลาง ช่วงที่ 2 (ระหว่างวันที่ 12 ม.ค. 61 ถึง 5 ก.พ. 61)	62
4.7	การประยุกต์ใช้แผนภูมิควบคุมรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ยสำหรับเข่งพลาสติกขนาดกลาง ในช่วงที่ 3 (ระหว่างวันที่ 22 ก.พ. 61 ถึง 1 เม.ย. 61)	63
4.8	แผนภูมิควบคุมรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ยสำหรับเข่งพลาสติกขนาดกลาง ช่วงที่ 3 (ระหว่างวันที่ 22 ก.พ. 61 ถึงวันที่ 1 เม.ย. 61)	64
4.9	แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียสำหรับกระถางพลาสติกขนาดเล็ก ช่วงที่ 2 (ระหว่างวันที่ 12 ม.ค. 61 ถึง 13 ก.พ. 61)	65
4.10	การประยุกต์ใช้แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียสำหรับกระถางพลาสติกขนาดเล็ก ในช่วงที่ 3 (ระหว่างวันที่ 5 มี.ค. 61 ถึง 10 เม.ย. 61)	66
4.11	แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียสำหรับกระถางพลาสติกขนาดเล็ก ช่วงที่ 3 (ระหว่างวันที่ 5 มี.ค. 61 ถึง 10 เม.ย. 61)	67
4.12	แผนภูมิควบคุมรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ยสำหรับกระถางพลาสติกขนาดเล็ก ช่วงที่ 2 (ระหว่างวันที่ 12 ม.ค. 61 ถึง 13 ก.พ. 61)	68
4.13	การประยุกต์ใช้แผนภูมิควบคุมรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ยสำหรับกระถางพลาสติก ขนาดเล็ก ช่วงที่ 3 (ระหว่างวันที่ 5 มี.ค. 61 ถึง 10 เม.ย. 61)	69
4.14	แผนภูมิควบคุมรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ยสำหรับกระถางพลาสติกขนาดเล็ก ช่วงที่ 3 (ระหว่างวันที่ 5 มี.ค. 61 ถึง 10 เม.ย. 61)	70
4.15	แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียสำหรับกระถางพลาสติกขนาดใหญ่ ช่วงที่ 2 (ระหว่างวันที่ 12 ม.ค. 61 ถึง 13 ก.พ. 61)	71
4.16	การประยุกต์ใช้แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียสำหรับกระถางพลาสติกขนาดใหญ่ ในช่วงที่ 3 (ระหว่างวันที่ 5 มี.ค. 61 ถึง 10 เม.ย. 61)	72
4.17	แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียสำหรับกระถางพลาสติกขนาดใหญ่ ช่วงที่ 3 (ระหว่างวันที่ 5 มี.ค. 61 ถึง 10 เม.ย. 61)	73
4.18	แผนภูมิควบคุมรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ยสำหรับกระถางพลาสติกขนาดใหญ่ ช่วงที่ 2 (ระหว่างวันที่ 12 ม.ค. 61 ถึง 13 ก.พ. 61)	74
4.19	การประยุกต์ใช้แผนภูมิควบคุมรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ยสำหรับกระถางพลาสติกขนาด ใหญ่ในช่วงที่ 3 (ระหว่างวันที่ 5 มี.ค. 61 ถึง 10 เม.ย. 61)	75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.20	แผนภูมิควบคุมรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ยสำหรับกระถางพลาสติกขนาดใหญ่ ในช่วงที่ 3 (ระหว่างวันที่ 5 มี.ค. 61 ถึง 10 เม.ย. 61)	76
4.21	แผนผังพาเรโตในกระบวนการผลิตเข่งพลาสติกขนาดกลาง	77
4.22	แผนผังพาเรโตในกระบวนการผลิตกระถางพลาสติกขนาดเล็ก	78
4.23	แผนผังพาเรโตในกระบวนการผลิตกระถางพลาสติกขนาดใหญ่	79
4.24	แผนผังเหตุและผลของลักษณะรอยตำหนิแบบฉีดไม่เต็มรูปที่เกิดในกระบวน การผลิตพลาสติกภัณฑ์	80
4.25	แบบจำลองระบบปัจจุบันของกระบวนการผลิตเข่งพลาสติกขนาดกลาง บริษัท เอส.พี.ซี.พลาสติก จำกัด	83
4.26	ผลการทดสอบการกระจายของข้อมูลระยะเวลาที่ใช้ในขั้นตอนการเก็บรวบรวมเข่ง พลาสติกในแต่ละครั้ง	84
4.27	ผลการทดสอบการกระจายของข้อมูลระยะเวลาที่ใช้ในขั้นตอนการติดสติ๊กเกอร์เข่ง พลาสติกในแต่ละครั้ง	85
4.28	ผลการทดสอบการกระจายของข้อมูลระยะเวลาในใช้ในขั้นตอนการตัดแต่ง เข่งพลาสติก 1 ใบ	86
4.29	ผลการทดสอบการกระจายของข้อมูลเวลาในขั้นตอนการตัดแต่งเข่งพลาสติก 4 ใบเมื่อ ผ่านการตกแต่งเข่งพลาสติกทีละใบเรียบร้อยแล้ว	87
5.1	แผนการสุ่มตัวอย่างเชิงลำดับโดยใช้สมการของวาลด์ เมื่อ LTPD = 10% AQL = 5% α = 0.05 β = 0.1	98
5.2	แผนการสุ่มตัวอย่างเชิงลำดับโดยใช้สมการของวาลด์ เมื่อ LTPD = 20% AQL = 5% α = 0.05 β = 0.1	101
ข.1	แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียสำหรับเข่งพลาสติกขนาดกลาง ช่วงที่ 1 (วันที่ 9 ธ.ค. 60 ถึงวันที่ 29 ธ.ค. 60)	137
ข.2	แผนภูมิควบคุมรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ยสำหรับเข่งพลาสติกขนาดกลาง ช่วงที่ 2 (วันที่ 12 ม.ค. 61 ถึงวันที่ 5 ก.พ. 61)	140
ค.1	การกระจายของข้อมูลของเวลากระบวนการพนักงานเก็บรวบรวมเข่งพลาสติก	142
ค.2	การกระจายของข้อมูลของเวลากระบวนการพนักงานทำการติดสติ๊กเกอร์	143
ค.3	การกระจายของข้อมูลของเวลากระบวนการพนักงานตัดแต่งเข่งพลาสติก 1 ใบ	144
ค.4	ผลการทดสอบการกระจายของข้อมูลเวลาในขั้นตอนการตัดแต่งเข่งพลาสติก 4 ใบ เมื่อผ่านการตกแต่งเข่งพลาสติกทีละใบเรียบร้อยแล้ว	145

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
ค.5	แบบจำลองสถานการณ์ปัจจุบัน	146
ค.6	แบบจำลองสถานการณ์ที่ 1	157
ค.7	แบบจำลองสถานการณ์ที่ 2	158

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

กลยุทธ์การแข่งขันเป็นวิธีการสร้างความได้เปรียบและการแย่งชิงส่วนแบ่งทางการตลาด เป็นเทคนิคเพื่อสร้างรายได้จากการขายสินค้าให้ได้จำนวนมากขึ้น สามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภคได้ ซึ่งอุตสาหกรรมใดที่มีโอกาสในการทำกำไรสูง มักดึงดูดคู่แข่งเข้าสู่ตลาดใหม่ ๆ ยิ่งตลาดที่มีคู่แข่งมาก การแข่งขันก็จะมีความรุนแรงมากขึ้น ผลิตภัณฑ์ที่สามารถทดแทนกันได้มากเท่าไร ความน่าสนใจของตลาดก็ลดลงเท่านั้น เพราะตัดโอกาสในการตั้งราคาและทำให้ผู้ผลิตมีกำไรลดลง ทำให้ผู้ซื้อมีอิทธิพลในการกำหนดราคามากขึ้น ผู้บริโภคเรียกร้องผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพที่ดีขึ้นด้วยเหตุนี้ทำให้ผู้ผลิตต้องคำนึงถึงคุณภาพและราคาของผลิตภัณฑ์รวมถึงการส่งมอบให้ตรงเวลา เพื่อให้ได้ตรงตามความต้องการและความพึงพอใจของผู้อุปโภคบริโภค ดังนั้นบริษัทส่วนใหญ่จึงให้ความสำคัญกับระบบการควบคุมคุณภาพ เพื่อควบคุมและตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้ตรงตามมาตรฐานที่กำหนดไว้และระยะเวลาในกระบวนการผลิต ซึ่งจะส่งผลให้ผู้บริโภคเกิดความมั่นใจในคุณภาพสินค้าสร้างความพึงพอใจให้กับผู้บริโภคและได้รับความไว้วางใจในผลิตภัณฑ์นั้น ทำให้สั่งซื้อสินค้าอย่างต่อเนื่อง ธุรกิจเกิดการขยายตัวเข้าสู่ตลาดมากขึ้น เพิ่มยอดขายได้มากขึ้น ซึ่งเป็นผลดีต่อผู้ประกอบการ อีกทั้งยังช่วยลดต้นทุนการผลิต ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ ค่าใช้จ่ายในการส่งมอบสินค้าล่าช้า ลดความสูญเสียของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ นอกจากนี้การควบคุมคุณภาพจะสามารถควบคุมองค์ประกอบต่าง ๆ ในการผลิตได้ เช่น กระบวนการผลิต วัตถุดิบในการผลิต ผู้ปฏิบัติงานในสายการผลิต เครื่องจักร อุปกรณ์ในการผลิต การผลิตจึงเป็นหนึ่งในหน้าที่หลักของการบริหารธุรกิจที่มีผลโดยตรงต่อความอยู่รอดขององค์กรและต้องสัมพันธ์เกี่ยวกับหน้าที่อื่น ประสานงานกันอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อให้องค์กรธุรกิจบรรลุเป้าหมายสูงสุดนั้นก็คือ กำไรจากการดำเนินธุรกิจ จึงกล่าวได้ว่าการควบคุมคุณภาพในกระบวนการผลิตเป็นเรื่องที่สำคัญและเป็นหัวใจสำคัญของการก้าวไปสู่การเป็นผู้นำในวงการอุตสาหกรรม

ในองค์กรธุรกิจอุตสาหกรรมโครงการที่มีขนาดใหญ่มีขั้นตอนซับซ้อนนั้น มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องลดต้นทุน เพื่อให้เสียค่าใช้จ่ายน้อยลงแผนงานและการปฏิบัติงานต่าง ๆ ต้องตรงกับที่วางแผนไว้ที่สุดเท่าที่พึงเป็นได้ การศึกษาความเหมาะสมของแผนก่อนปฏิบัติจริงจึงนับว่ามีความสำคัญต่อโครงการต่าง ๆ เป็นอย่างมาก เทคนิคหนึ่งที่นิยมใช้เบื้องต้นก่อนการปฏิบัติงานจริงซึ่งให้ได้ผลลัพธ์ที่เร็วและประหยัด จะเป็นวิธีการอาศัยการจำลองระบบเป็นพื้นฐานเรียกว่า การจำลองสถานการณ์ (มนตรี พิริยะกุล, 2552) ในกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ใด ๆ คุณภาพและราคาของผลิตภัณฑ์เป็นสิ่งที่สำคัญที่จะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บ่งบอกถึงความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์นั้น ๆ ถ้าคุณภาพและราคาของผลิตภัณฑ์ไม่ตรงตามความต้องการของผู้บริโภค จะส่งผลให้ผลิตภัณฑ์นั้นไม่ได้รับความไว้วางใจ ซึ่งอาจทำให้ผลิตภัณฑ์นั้นมียอดจำหน่ายลดลงในเวลาต่อมา

การเปิด AEC ทำให้เกิดการขยายตัวทางเศรษฐกิจมีการสร้างแหล่งที่อยู่อาศัยเพิ่มเติม โดยเฉพาะภาคอีสานของไทย เพื่อรองรับการเข้ามาของนักลงทุนจากทั้งไทยและต่างประเทศจึงสามารถมองเห็นได้ว่าแม้เศรษฐกิจจะมีการชะลอตัวในบางภาคส่วนของอุตสาหกรรม แต่อุตสาหกรรมพลาสติกนั้นยังคงอยู่ในลำดับสินค้าส่งออก 20 อันดับแรกของไทย (สมาคมอุตสาหกรรมพลาสติกไทย, 2559) ปัจจุบันพลาสติกเป็นสิ่งที่มีบทบาทต่อชีวิตประจำวันของเราเป็นอย่างมากในทางด้านการแปรรูปไปเป็นเครื่องมือเครื่องใช้และเครื่องอุปโภคบริโภคต่าง ๆ ถูกผลิตขึ้นจากพลาสติกเป็นส่วนใหญ่ สาเหตุส่วนหนึ่งที่ทำให้พลาสติกเป็นที่นิยมใช้ในการผลิตอุปกรณ์ต่าง ๆ เป็นเพราะว่าพลาสติกมีคุณสมบัติที่พิเศษ คือ มีความเหนียวแข็งแรง เบา สามารถนำไปขึ้นรูปได้ง่าย ทนทานต่อสารเคมี ไม่เป็นสนิม ไม่เป็นฉนวนไฟฟ้า พลาสติกแต่ละชนิดจะมีสมบัติที่แตกต่างกัน (ASTV ผู้จัดการรายวัน, 2558)

บริษัท เอส.พี.ซี.พลาสติก จำกัด ได้มีกระบวนการผลิตพลาสติกภัณฑ์มาอย่างยาวนานและต่อเนื่องเป็นเวลา 10 ปี ซึ่งคณะผู้จัดทำงานวิจัยได้ทำการสำรวจและศึกษาปัญหาภายในบริษัท พบว่าการควบคุมคุณภาพในตัวพลาสติกภัณฑ์ที่ไม่มีประสิทธิภาพและบวกกับการใช้เวลาในกระบวนการผลิตพลาสติกภัณฑ์มากเกินความจำเป็น ซึ่งทำให้โรงงานมีค่าใช้จ่ายและค่าเสียเวลาที่มากเกินไป ผู้ประกอบการจึงพยายามหาแนวทางในการควบคุมคุณภาพและประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้ ทางผู้จัดทำจึงสนใจที่จะทำการศึกษาการควบคุมภาพจำนวนของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตเข่งพลาสติกและศึกษาหาแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตพลาสติกของ บริษัท เอส.พี.ซี.พลาสติก จำกัด โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีทางสถิติมาช่วยในการวิเคราะห์เพื่อแก้ไขปัญหาในการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์พลาสติกและใช้การจำลองสถานการณ์เข้ามาช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งจะช่วยลดต้นทุน ลดระยะเวลาในการผลิตและลดค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่เกี่ยวเนื่องกับกระบวนการผลิต ทำให้กระบวนการผลิตมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น อีกทั้งยังช่วยสร้างความไว้วางใจให้กับผู้บริโภคและนำไปสู่การเพิ่มผลกำไรทางธุรกิจอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ที่ศึกษา

1. สร้างแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียและแผนภูมิควบคุมรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ยของเข่งพลาสติกและกระถางพลาสติก
2. หาสาเหตุและแนวทางในการปรับปรุงคุณภาพกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์พลาสติก
3. หาแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตของเข่งพลาสติกขนาดกลาง

1.3 ขอบเขตการศึกษา

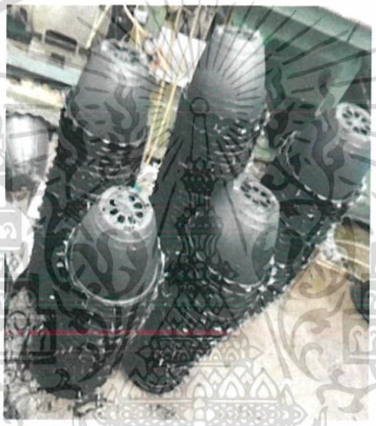
สำหรับการศึกษาการควบคุมคุณภาพ ได้เลือกทำการศึกษากระบวนการผลิตพลาสติก 3 ชนิด ได้แก่ เข่งขนาดกลาง (K-1003) ดังรูปที่ 1.1 กระถางขนาดเล็ก (406) ดังรูปที่ 1.2 และกระถางขนาดใหญ่ (404) ดังรูปที่ 1.3 เนื่องจากโรงงานมีรูปแบบการผลิตตามคำสั่งซื้อ (Make to order) คณะผู้วิจัยจึงเลือกผลิตภัณฑ์ที่เกิดของเสียในระหว่างการผลิตและมีคำสั่งซื้ออย่างต่อเนื่อง โดยทำการเก็บข้อมูลในรูปของตัวแปรเชิงคุณภาพ แล้วนำไปวิเคราะห์โดยใช้แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย (p chart) และแผนภูมิควบคุมรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ย (u chart) จากนั้นทำการศึกษาหาสาเหตุของเสียหรือข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต แล้วนำไปวิเคราะห์หาว่าข้อบกพร่องที่สำคัญหรือปัญหาที่สำคัญโดยใช้แผนภูมิพาเรโต (Pareto diagram) หลังจากนั้นจะหาสาเหตุของข้อบกพร่องดังกล่าวโดยใช้แผนภูมิก้างปลา (Cause and Effect Diagram or Fish – Bone Diagram)

การจำลองสถานการณ์ จะทำการศึกษาระบบงานจริงในกระบวนการผลิตเข่งพลาสติกขนาดกลาง (K-1003) เพื่อหาจุดที่เกิดแถวคอยในระบบและทำการเก็บข้อมูลงานขาเข้าและระยะเวลาทำงานในแต่ละกระบวนการผลิตเข่งพลาสติกขนาดกลาง (K-1003) เพื่อนำไปสร้างแบบจำลองสถานการณ์ แล้วจึงหาแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพในระบบแถวคอยของกระบวนการผลิต

ทำการศึกษาที่ บริษัท เอส.พี.ซี.พลาสติก จำกัด ซึ่งตั้งอยู่ที่ 348/5 ถนนสุคนธวิท ตำบลตลาดกระทุ่มแบน อำเภอกระทุ่มแบน จังหวัดสมุทรสาคร โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูล ช่วงระยะเวลาตั้งแต่วันที่ 9 เดือนธันวาคม พ.ศ.2560 จนถึงวันที่ 10 เดือนเมษายน พ.ศ.2561 เป็นช่วงระยะเวลา 4 เดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 1.1 เข่งพลาสติกขนาดกลาง (K-1003)



รูปที่ 1.2 กระถางพลาสติกขนาดเล็ก (406)

รูปที่ 1.3 กระถางพลาสติกขนาดใหญ่ (404)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. บริษัท ฯ ได้เห็นประโยชน์ของการใช้แผนภูมิควบคุมคุณภาพ

2. บริษัท ฯ ทราบสาเหตุหรือข้อบกพร่องที่ส่งผลด้านคุณภาพของผลิตภัณฑ์

3. บริษัท ฯ ได้แนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์พลาสติก และเป็นแนวทางปรับปรุงระบบการผลิตของพลาสติกภัณฑ์อื่น ๆ ต่อไป

4. คณะผู้จัดทำได้รับประสบการณ์และนำความรู้ที่ได้เรียนมาไปประยุกต์ใช้กับการปฏิบัติงานจริงและในสถานการณ์จริงได้

5. คณะผู้จัดทำสามารถนำทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมคุณภาพและการจำลองสถานการณ์ไปประยุกต์ใช้

1.5 นิยามศัพท์

ข้อกำหนด (Specification) หมายถึง เกณฑ์มาตรฐานของสินค้าที่บริษัทได้ออกแบบไว้ แบ่งเป็นข้อกำหนดทางสมรรถนะ (Performance) และข้อกำหนดทางรูปแบบ (Design)

การผสมสี หมายถึง กระบวนการที่นำเม็ดพลาสติกผสมกับแม่สีพลาสติก

การฉีด (Injection) หมายถึง กระบวนการฉีดพลาสติกโดยที่ใช้เม็ดพลาสติกป้อนเข้าเครื่องฉีด และเครื่องฉีดจะหลอมละลายเม็ดพลาสติกแล้วฉีดพลาสติกเหลวเข้าแม่พิมพ์ ทำให้ได้ชิ้นงานรูปร่างตามแม่พิมพ์ จากนั้นก็จะปลดชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์

การอบ (Drying) หมายถึง กระบวนการนำความร้อนไปไล่ความชื้นออกจากเม็ดพลาสติกเพื่อให้ปริมาณน้ำในวัสดุนั้นลดลง (ความชื้นลดลง) แล้วนำไปรีไซเคิลพลาสติก

งานขาเข้า (Arrival) หมายถึง งานที่เข้ามารับการบริการหรือเข้ากระบวนการผลิตจากจุดเริ่มต้นของกระบวนการผลิตด้วยระยะเวลาที่แตกต่างกันไปในแต่ละช่วงเวลาและสถานที่

เวลาในกระบวนการผลิต (Time of processing) หมายถึง ระยะที่กระบวนหนึ่งกระบวนการใช้ไปในแต่ละครั้ง

AQL (Acceptable Quality Level) หมายถึง เปอร์เซ็นต์ของเสียมากที่สุดที่ยอมให้มีได้ในกระบวนการผลิตหรือระดับคุณภาพที่ยอมรับได้

LTPD (Lot Tolerance Percent Defective) หมายถึง เปอร์เซ็นต์ของเสียที่ปนอยู่ในลอตที่ได้รับการยอมรับทั้ง ๆ ที่ควรปฏิเสธ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การควบคุมคุณภาพ

2.1.1 แผนภูมิควบคุมคุณภาพ

แผนภูมิควบคุมคุณภาพ (Control chart) หมายถึง แผนภูมิที่ใช้เพื่อตรวจสอบค่าของตัวแปรที่ต้องการควบคุมคุณภาพว่าเกิดความแปรผันเกินจากขอบเขตที่กำหนดไว้หรือไม่ ซึ่งหากพบว่าเกินจากขอบเขตที่กำหนดไว้ ผู้วิเคราะห์จะต้องหาสาเหตุของความแปรผัน และดำเนินการแก้ไขก่อนที่จะเกิดความเสียหายขึ้นกับผลิตภัณฑ์

แผนภูมิควบคุมคุณภาพ จำแนกได้เป็น 2 ประเภท โดยจำแนกตามลักษณะการวัดคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ดังนี้

1. แผนภูมิควบคุมสำหรับข้อมูลแบบตัวแปร (Variable control chart) อาศัยการควบคุมด้วยข้อมูลที่มีความผันแปร และสามารถประมาณค่าเป็นแบบต่อเนื่องได้ ซึ่งประกอบไปด้วยข้อมูลที่ได้จากการวัดของตัวอย่างแบบกลุ่มย่อย และการวัดตัวอย่างที่อิสระกัน ประกอบด้วย

- แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$ chart)
- แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย (R chart)
- แผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S chart)
- แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยว (X chart)
- แผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ (Moving range chart)

2. แผนภูมิควบคุมสำหรับข้อมูลแบบคุณลักษณะ (Attribute control chart) อาศัยการควบคุมข้อมูลที่ได้จากการนับข้อมูล ประเภทนี้มักจะได้รับความนิยมเรียกว่า จำนวนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่อง (Nonconforming product) หรือจำนวนของเสีย (Defective) ประกอบด้วย

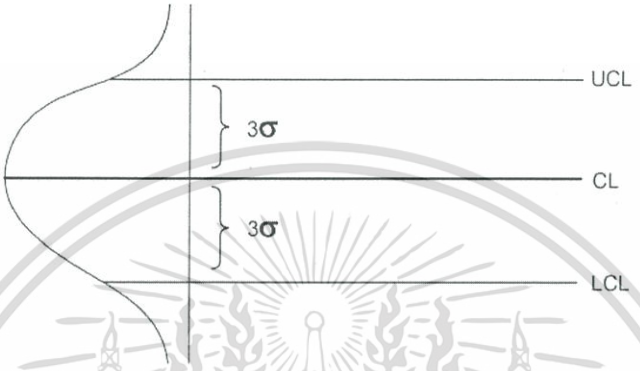
- แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย (p chart)
- แผนภูมิควบคุมจำนวนของเสีย (np chart)
- แผนภูมิควบคุมรอยตำหนิ (c chart)
- แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ย (u chart)

จึงขอกล่าวเฉพาะแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย (p chart) และแผนภูมิควบคุมรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ย (u chart) ซึ่งจะได้กล่าวรายละเอียดต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 องค์ประกอบของแผนภูมิควบคุมคุณภาพ

จากหลักการทางสถิติที่ว่า ข้อมูลที่วัดได้จากกระบวนการผลิตจะมีการแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution) ซึ่งมีค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง 2 ค่า คือ ค่าเฉลี่ย (μ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ) โดยมีโอกาสหรือความน่าจะเป็นที่ค่าสังเกตที่วัดได้จะอยู่ในช่วง $\pm 3\sigma$ เท่ากับ 0.9974 สามารถนำหลักการดังกล่าวมาสร้างกราฟแผนภูมิควบคุม ซึ่งประกอบด้วยเส้นสำคัญ 3 เส้น



รูปที่ 2.1 องค์ประกอบของแผนภูมิควบคุมคุณภาพ

ที่มา http://www.math.cmru.ac.th/web56/option/blog/blogdata/200417002643.pdf

- เส้นกลาง (Central line : CL) คือ เส้นที่แสดงค่าที่ตรวจวัดได้หรือจำนวนนับเป็นค่าเฉลี่ยของกระบวนการผลิต ซึ่งคำนวณได้โดยนำค่าจากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดมาหาค่าเฉลี่ย

- ขีดจำกัดควบคุมบน (Upper control limit : UCL) เป็นเส้นที่มีระยะห่างจากเส้นกลางเท่ากับ 3σ ทางค่ามาก

- ขีดจำกัดควบคุมล่าง (Lower control limit : LCL) เป็นเส้นที่มีระยะห่างจากเส้นกลางเท่ากับ 3σ ทางค่าน้อย

โดยค่าที่ตรวจวัดได้หรือจำนวนนับที่ได้อยู่ในขอบเขตการควบคุมก็ถือว่า ผลของกระบวนการผลิตยอมรับได้ซึ่งอยู่ในช่วง $\pm 3\sigma$ เท่านั้น หากค่าที่ตรวจวัดได้กระจายอยู่ภายในขอบเขตดังกล่าวแสดงว่ากระบวนการผลิตนั้น“อยู่ภายใต้การควบคุม (In control)” แต่หากค่าที่ตรวจวัดได้กระจายอยู่นอกขอบเขตการควบคุมแสดงว่ากระบวนการผลิตนี้ “อยู่เหนือการควบคุม (Out of control)” การผลิต ณ เวลานั้นยอมรับไม่ได้ มีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นที่ทำให้การผันแปรผิดไปจากเดิมจึงได้รับการปรับปรุงแก้ไขข้อผิดพลาดโดยทันทีเพื่อให้กระบวนการผลิตเป็นปกติหรืออยู่ในขอบเขตการควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 ขั้นตอนการสร้างแผนภูมิควบคุม

1. การกำหนดคุณลักษณะที่จะทำการควบคุม ในขั้นตอนนี้ จะเริ่มต้นจากการกำหนดสิ่งที่ต้องการควบคุมหรือวัตถุประสงค์ของการควบคุม จากนั้นดำเนินการกำหนดคุณลักษณะที่จะทำการควบคุมด้วยแผนภูมิควบคุม ซึ่งจะต้องสะท้อนถึงความต้องการของลูกค้า

2. การกำหนดระบบการวัด เมื่อทำการกำหนดคุณลักษณะที่จะนำมาทำการควบคุมได้แล้ว ขั้นตอนต่อไปคือ การดำเนินการให้คุณลักษณะที่จะควบคุมดังกล่าวอยู่ในหน่วยวัดเดียวกันและสามารถใช้สื่อสารให้เกิดความเข้าใจได้ทั่วทั้งองค์กร ซึ่งจะทำให้ตัวเลขที่ได้จากการวัดมีความเที่ยงตรง (Accuracy) และแม่นยำ (Precision) มากที่สุด เช่น มาตราวัดเป็น กรัม กิโลกรัม เป็นต้น

3. การกำหนดขนาดตัวอย่าง ความถี่ และจำนวนกลุ่มตัวอย่าง เมื่อได้กำหนดถึงคุณลักษณะควบคุมและระบบการวัดเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อมาคือ การกำหนดขนาดตัวอย่างสำหรับข้อมูลเพื่อการควบคุม โดยจะต้องอาศัยการพิจารณาจากหลักการของการจัดกลุ่มย่อย ถ้ากรณีที่ทำการผลิตเป็นแบบลอต ควรพยายามเก็บข้อมูลของกระบวนการที่มีแหล่งความผันแปรน้อย เช่น แม่พิมพ์เดียวกัน หัวบรรจุเดียวกัน ฯลฯ และถ้าหากต้องการทำการสุ่มตัวอย่างควรจะใช้ขนาด 4 ถึง 5 ตัวอย่าง ยกเว้นในกรณีที่ต้องการระบุแหล่งความผันแปรภายในกลุ่ม อาทิ เครื่องบรรจุจำนวน 20 หัวบรรจุ จะต้องเก็บข้อมูลตามหัวบรรจุทั้ง 20 ตัวอย่าง เป็นต้น

4. ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยรวบรวมข้อมูลตามที่ได้ออกแบบไว้และบันทึกลงในช่องที่กำหนดไว้ในแบบฟอร์ม ถ้าสามารถกระทำได้ควรทำการบันทึกวันที่ เวลาในการผลิต และพนักงานที่ทำการผลิตไว้ด้วย เพื่อเป็นประโยชน์สำหรับการตรวจสอบกลับของข้อมูล

5. คำนวณหาขีดจำกัดควบคุม ขั้นตอนนี้จะต้องทำการคำนวณหาค่าจากกลุ่มตัวอย่าง โดยแผนภูมิควบคุมคุณภาพ ประกอบไปด้วยขีดจำกัดควบคุมบน เส้นแกนกลาง และขีดจำกัดควบคุมล่าง

6. เขียนกราฟแผนภูมิควบคุม ให้ทำการแบ่งสเกลโดยลากเส้นขีดจำกัดควบคุมบน ขีดจำกัดควบคุมล่างและเส้นแกนกลางด้วยเส้นทึบ แล้วทำการพล็อตจุดของตัวอย่างลงในแผนภูมิ

7. การตีความหมายของแผนภูมิ เมื่อได้แผนภูมิแล้วจึงทำการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุม ซึ่งการกระจายของจุดบนแผนภูมิควบคุม จะแสดงถึงสภาพของกระบวนการผลิตว่าอยู่ภายใต้การควบคุมหรือไม่และสมควรหยุดกระบวนการผลิตเพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตหรือไม่

8. การปรับปรุงแผนภูมิควบคุม จุดที่เขียนในแผนภูมิควบคุม ถ้าไม่มีจุดใดหรือผลิตภัณฑ์กลุ่มใดตกนอกขีดจำกัดควบคุม แสดงว่ากระบวนการผลิตอยู่ในสภาวะควบคุมได้ แต่ในกรณีที่ปรากฏว่ามีจุดใดจุดหนึ่งตกอยู่นอกขีดจำกัดควบคุม โดยสามารถที่จะระบุสาเหตุได้ แสดงว่ามีสิ่งผิดปกติเกิดขึ้นจะต้องถูกตัดออกแล้วนำจุดที่เหลือไปคำนวณขีดจำกัดควบคุมและสร้างแผนภูมิควบคุมใหม่ แผนภูมิควบคุมที่ปรับปรุงแล้วอาจนำไปใช้เพื่อควบคุมกระบวนการผลิตได้ในอนาคต (กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, 2551)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4 ประโยชน์ของแผนภูมิควบคุม

แผนภูมิควบคุม (Control chart) จะเป็นวิธีการทางสถิติที่สำคัญในการควบคุมกระบวนการผลิต นอกจากนี้แผนภูมิควบคุมยังมีประโยชน์อื่น ๆ อีกหลายประการ สามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

1. ควบคุมกระบวนการผลิตได้ทันต่อเหตุการณ์

สิ่งที่ต้องการควบคุมจะถูกสุ่มตัวอย่าง แล้วนำมาเขียนจุดลงบนแผนภูมิควบคุมเป็นระยะ ๆ ถ้ามีจุดใดไม่ได้แสดงความผิดปกติ แสดงว่ากระบวนการผลิตยังอยู่ในการควบคุม เมื่อใดที่จุดแสดงความผิดปกติ จะทำให้ผู้ควบคุมการผลิตสามารถปรับปรุงกระบวนการผลิตให้กลับสู่สภาวะปกติได้อย่างทันท่วงที การกระจายของจุดในแผนภูมิควบคุมยังสามารถใช้เพื่อคาดคะเนเหตุการณ์ของกระบวนการผลิตในอนาคตได้อีกด้วย

2. การตรวจสอบค่ามาตรฐานที่กำหนด

ประโยชน์ของแผนภูมิควบคุม คือ การตรวจสอบผลของกระบวนการผลิตที่เกิดขึ้นว่า อยู่ในเกณฑ์ค่ามาตรฐานที่กำหนดหรือไม่เมื่อตัวอย่างที่สุ่มมาตกนอกเส้นขีดจำกัดควบคุม แสดงว่า กระบวนการผลิตได้คลาดเคลื่อนออกจากค่ามาตรฐานที่กำหนดแล้ว

3. แผนภูมิควบคุมช่วยเพิ่มผลผลิต

แผนภูมิควบคุมมีส่วนช่วยอย่างยิ่งในการลดจำนวนของเสียและการทำซ้ำ เช่น แผนภูมิควบคุมจำนวนของเสียและแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย เป็นต้น ทั้งนี้จึงเป็นส่วนช่วยเพิ่มผลผลิตให้กับกระบวนการผลิตได้อีกทาง

4. แผนภูมิควบคุมช่วยป้องกันปัญหาทางด้านคุณภาพ

แผนภูมิควบคุมช่วยให้กระบวนการผลิตอยู่ภายใต้การควบคุมตลอดเวลาการใช้แผนภูมิควบคุมจะช่วยลดการผลิตสินค้าที่ด้อยคุณภาพ เมื่อใดก็ตามที่กระบวนการผลิตเริ่มมีความผิดปกติ แผนภูมิควบคุมจะแสดงให้รู้ว่าผู้ควบคุมเครื่องจักร หรือกระบวนการผลิตควรทำการแก้ไขอย่างไร เพื่อเป็นการลดต้นทุนการผลิตได้เป็นอย่างดียิ่ง

5. แผนภูมิควบคุมให้ข้อมูลเพื่อแก้ไขกระบวนการผลิต

จากการวิเคราะห์การกระจายของจุดในแผนภูมิควบคุมอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอจะทำให้ทราบข้อมูลเพื่อนำมาแก้ไขกระบวนการผลิตต่อไป เช่น การเปลี่ยนชนิดของวัตถุดิบ การเปลี่ยนวิธีการทำงาน หรือการเปลี่ยนแปลงรูปแบบวิศวกรรม เป็นต้น

2.1.5 การตีความหมายแผนภูมิควบคุม

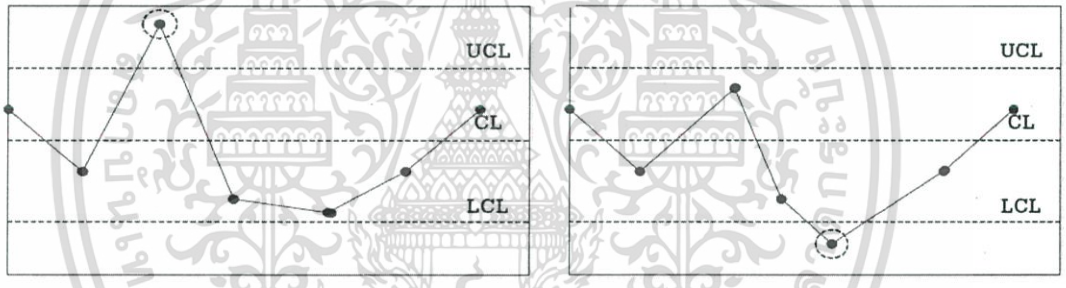
เมื่อนำข้อมูลกระบวนการผลิตมาและทำแผนภูมิควบคุม โดยการลากเส้นควบคุมของกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มพล็อตลงในแผนภูมิเรียบร้อยแล้วจะทำการตรวจสอบดูว่ามีจุดใดจุดหนึ่งหรือไม่ที่อยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกเส้นควบคุม ไม่ว่าจะเป็นขีดจำกัดควบคุมบนหรือขีดจำกัดควบคุมล่าง หากมีจุดใดจุดหนึ่งอยู่นอกเส้นควบคุม แสดงว่ากระบวนการผลิตยังไม่อยู่ในการควบคุม (Out of control) ต้องกลับไปตรวจหาสาเหตุว่าทำไมจึงมีจุดอยู่นอกการควบคุมข้อมูล ชุดที่อยู่นอกเส้นควบคุมและสามารถแก้ไขสาเหตุได้แล้วจะถูกตัดออกไป จากนั้นจึงนำข้อมูลที่เหลือมาคำนวณเส้นควบคุมทั้ง 3 ใหม่แล้วนำข้อมูลที่เหลือนั้นมาพล็อตลงในแผนภูมิควบคุมใหม่ทำไปเรื่อย ๆ จนไม่มีจุดใดจุดหนึ่งอยู่นอกเส้นควบคุม แสดงว่ากระบวนการผลิตอยู่ในการควบคุมและนำแผนภูมินั้นไปใช้ควบคุมข้อมูลที่ได้จากกระบวนการผลิตเดียวกันในเวลาต่อไปได้ ข้อมูลในแผนภูมิควบคุมที่แสดงอยู่นอกการควบคุมจำเป็นต้องหาสาเหตุให้ครบและหาทางแก้ไขส่วนของข้อมูลที่อยู่ในการควบคุมแสดงว่ากระบวนการผลิตอยู่ในสภาพปกติ

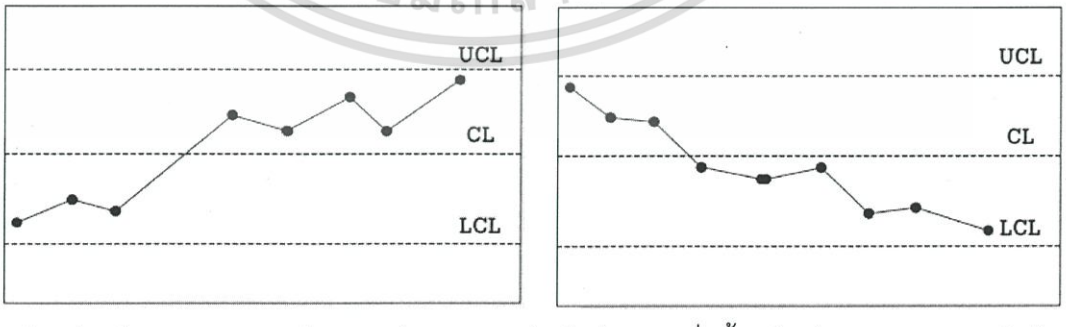
โดยปกติเมื่อได้แผนภูมิควบคุมแล้วก็จะทำการสุ่มตัวอย่างและทำการวัดผล ถ้าผลของการลงจุดในแผนภูมิควบคุมทุกจุดกระจายภายในเขตควบคุมอย่างสุ่ม คือ รูปที่ได้จะไม่แน่นอน แต่ถ้าอยู่ในรูปแบบใดใน 4 ลักษณะนี้ ถือว่ากระบวนการผลิตอยู่นอกการควบคุม (Out of control)

1. เมื่อมีจุดพิกัดอยู่นอกขีดจำกัดควบคุมข้างใดข้างหนึ่ง



รูปที่ 2.2 ตัวอย่างลักษณะของจุดพิกัดจุด 1 จุด ตกอยู่นอกขีดจำกัดควบคุมบนและล่างตามลำดับ
ที่มา : http://lean-tvl.blogspot.com/2010/03/control-chart_7408.html

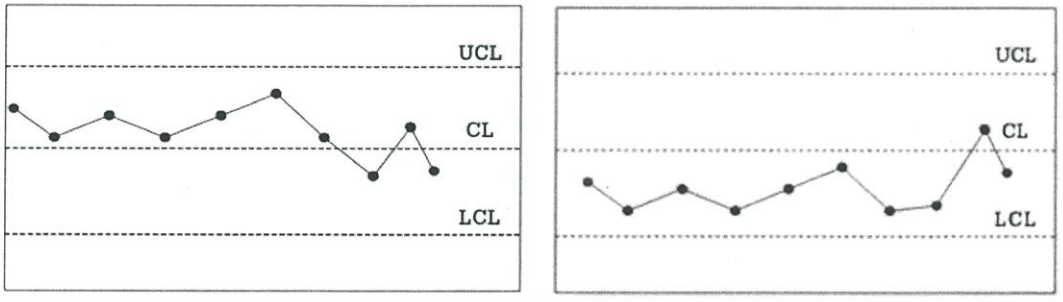
2. เมื่อมีจุดพิกัดแสดงแนวโน้มไปทางด้านใดด้านหนึ่งของแผนภูมิ



รูปที่ 2.3 ตัวอย่างลักษณะของจุดพิกัดมากกว่า 6 จุดติดต่อกันค่อย ๆ เพิ่มขึ้นหรือค่อย ๆ ลดลงตามลำดับ
ที่มา : http://lean-tvl.blogspot.com/2010/03/control-chart_7408.html

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

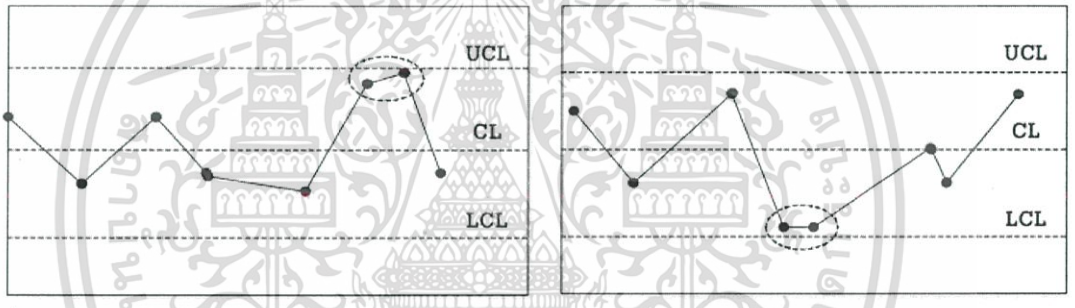
3. เมื่อมีจุดพิกัดอย่างน้อย 7 จุดติดต่อกันอยู่ด้านใดด้านหนึ่งของแผนภูมิ



รูปที่ 2.4 ตัวอย่างลักษณะของจุดพิกัดอย่างน้อย 7 จุด ปรากฏติดต่อกันอยู่ใกล้ขีดจำกัดควบคุมบนและล่างตามลำดับ

ที่มา : http://lean-tvl.blogspot.com/2010/03/control-chart_7408.html

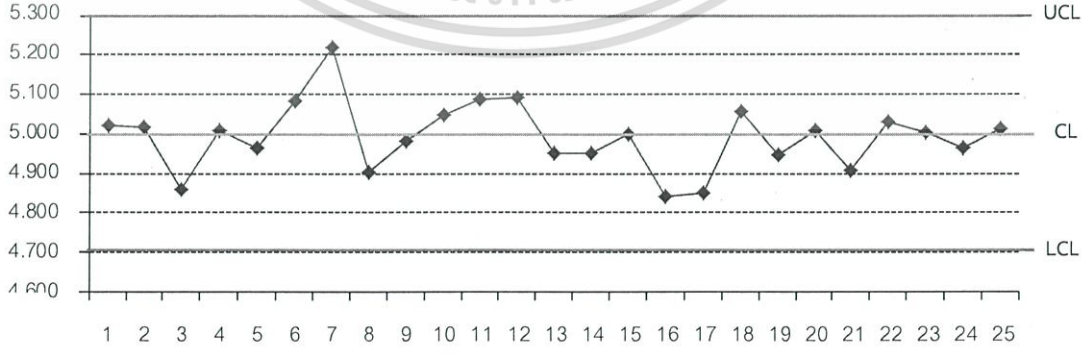
4. มี 2 จุด ติดต่ออยู่ใกล้ขีดจำกัดควบคุมบนและขีดจำกัดควบคุมล่าง



รูปที่ 2.5 ตัวอย่างลักษณะจุดพิกัด 2 จุดติดกันและอยู่ใกล้ขีดจำกัดควบคุมบนและล่างตามลำดับ

ที่มา : http://lean-tvl.blogspot.com/2010/03/control-chart_7408.html

แผนภูมิควบคุมคุณภาพที่ดีจะมีการกระจายจุดพิกัดบนเส้นค่าเฉลี่ยอย่างสุ่ม กล่าวคือ เป็นการกระจายค่าเฉลี่ยที่สมดุลกัน ทั้ง 2 ด้าน และมีพิกัดจุดโดยภาพรวมอยู่ใกล้เส้นกลาง (CL) มากที่สุด



รูปที่ 2.6 ตัวอย่างแผนภูมิควบคุมคุณภาพที่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.6 แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย (p chart)

ในการศึกษาการควบคุมคุณภาพครั้งนี้เลือกใช้แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย เพื่อรายงานสัดส่วนของเสียหรือเปอร์เซ็นต์ของเสียในสินค้าชนิดหนึ่ง สัดส่วนของเสีย คือ สัดส่วนของจำนวนของเสียในตัวอย่างหรือกลุ่มย่อยต่อจำนวนในตัวอย่างหรือกลุ่มย่อยทั้งหมด โดยเมื่อกำหนดให้ p เป็นสัญลักษณ์แทนสัดส่วนของเสีย ซึ่งมีความสัมพันธ์ดังนี้

$$p = \frac{x}{n} \tag{2.1}$$

โดยที่ x คือ จำนวนของเสียจากตัวอย่าง

n คือ ขนาดของตัวอย่าง

การสร้างแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย (p chart) กรณีขนาดกลุ่มย่อยไม่เท่ากัน

ในกรณีที่แต่ละตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน จะคำนวณค่าเฉลี่ย $\bar{p}$ ได้ดังสมการ (2.2)

$$\bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^{k} x_i}{\sum_{i=1}^{k} n_i} \tag{2.2}$$

โดยที่ x_i คือ จำนวนของเสียจากกลุ่มย่อยที่ i

n_i คือ ขนาดตัวอย่างจากกลุ่มย่อยที่ i

k คือ จำนวนกลุ่มย่อย

สามารถสร้างแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียได้จากสมการที่ (2.3) - (2.5)

เส้นกลาง (CL)

$$CL_p = \bar{p} \tag{2.3}$$

ขีดจำกัดควบคุมบน (UCL)

$$UCL_p = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n_i}} \tag{2.4}$$

ขีดจำกัดควบคุมล่าง (LCL)

$$LCL_p = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n_i}} \tag{2.5}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหาค่าสัดส่วนของเสียมาตรฐานที่จะใช้สร้างแผนภูมิควบคุมคุณภาพในเดือนถัดไปจะต้องมีการปรับค่า $\bar{p}$ ใหม่ ด้วยการตัดสัดส่วนของเสียที่ทราบสาเหตุในวันที่ตกนอกขอบเขตควบคุมบนออกจากการพิจารณา สามารถหาการปรับปรุงเส้นกลางและขีดจำกัดควบคุมได้ ดังสมการที่ (2.6) - (2.8)

เส้นกลาง (CL)

$$\bar{p}_{new} = \frac{\sum x_i - \sum x_d}{\sum n_i - \sum n_d} \tag{2.6}$$

ขีดจำกัดควบคุมบน (UCL)

$$UCL_{new} = \bar{p}_{new} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}_{new}(1-\bar{p}_{new})}{n_i}} \tag{2.7}$$

ขีดจำกัดควบคุมล่าง (LCL)

$$LCL_{new} = \bar{p}_{new} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}_{new}(1-\bar{p}_{new})}{n_i}} \tag{2.8}$$

โดยที่ $\sum x_d$ คือ จำนวนของเสียในกลุ่มย่อยที่ถูกตัดออก

$\sum n_d$ คือ จำนวนหน่วยที่ตรวจสอบในกลุ่มย่อยที่ถูกตัดออก

การสร้างแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย (p chart) กรณีขนาดกลุ่มย่อยเท่ากัน

ในกรณีที่แต่ละตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน จะคำนวณค่าเฉลี่ย p ได้ดังสมการที่ (2.9)

$$\bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^{k} x_i}{nk} \tag{2.9}$$

โดยที่ n คือ ขนาดของตัวอย่าง ในแต่ละกลุ่มย่อย

k คือ จำนวนกลุ่มย่อย

x_i คือ จำนวนของเสียจากตัวอย่างที่ i

สามารถสร้างแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียได้จากสมการที่ (2.10) - (2.12)

เส้นกลาง (CL)

$$CL_p = \bar{p} \tag{2.10}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขีดจำกัดควบคุมบน (UCL)

$$UCL_p = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \tag{2.11}$$

ขีดจำกัดควบคุมล่าง (LCL)

$$LCL_p = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \tag{2.12}$$

การหาค่าสัดส่วนของเสียมาตรฐานที่จะใช้สร้างแผนภูมิควบคุมคุณภาพในเดือนถัดไปจะต้องมีการปรับค่า $\bar{p}$ ใหม่ ด้วยการตัดสัดส่วนของเสียที่ทราบสาเหตุในวันที่ตกนอกขอบเขตควบคุมบนออกจากการพิจารณา สามารถหาการปรับปรุงเส้นกลางและขีดจำกัดควบคุมได้ ดังสมการที่ (2.13) - (2.15)

เส้นกลาง (CL)

$$\bar{p}_{new} = \frac{\sum x_i - \sum x_d}{\sum n_i - \sum n_d} \tag{2.13}$$

ขีดจำกัดควบคุมบน (UCL)

$$UCL_{new} = \bar{p}_{new} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}_{new}(1-\bar{p}_{new})}{n}} \tag{2.14}$$

ขีดจำกัดควบคุมล่าง (LCL)

$$LCL_{new} = \bar{p}_{new} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}_{new}(1-\bar{p}_{new})}{n}} \tag{2.15}$$

โดยที่ $\sum x_d$ คือ จำนวนของเสียในกลุ่มย่อยที่ถูกตัดออก

$\sum n_d$ คือ จำนวนหน่วยที่ตรวจสอบในกลุ่มย่อยที่ถูกตัดออก

ค่าสัดส่วนของเสียมาตรฐานที่มีการปรับปรุงแล้ว $\bar{p}_{new}$ จะหาได้จากค่า $\bar{p}$ สำหรับกรณีที่ไม่มีจุดหนึ่งจุดใดตกนอกขอบเขตควบคุมคุณภาพเลย $\bar{p}_{new}$ จะเท่ากับค่า $\bar{p}$ ได้เลย สำหรับกรณีที่มีจุดของสัดส่วนของเสียในแต่ละวันตกนอกขอบเขตควบคุมบน จะต้องมีการปรับปรุงค่า $\bar{p}$ ใหม่ ด้วยการตัดสัดส่วนของเสียที่ตกนอกขอบเขตควบคุมบนออกแล้วหาค่า $\bar{p}$ ใหม่ ค่า $\bar{p}$ ที่มีการปรับปรุงแล้ว $\bar{p}_{new}$ จะเป็นค่าสัดส่วนของเสียมาตรฐานที่จะใช้ในเดือนถัดไป ในกรณีที่ขนาดกลุ่มย่อยไม่เท่ากันแสดงได้ดังสมการที่ (2.6) - (2.8) และกรณีที่ขนาดกลุ่มย่อยเท่ากันแสดงได้ดังสมการที่ (2.13) - (2.15)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนภูมิควบคุม p เป็นแผนภูมิควบคุมที่มีประโยชน์มาก สามารถใช้ควบคุมลักษณะคุณภาพสินค้าหลายอย่างพร้อมกัน แผนภูมิควบคุม p ใช้วัดคุณภาพที่ผลิตโดยแผนกหนึ่ง หนึ่งกะทำงาน หรือโดยพนักงานในโรงงานทั้งหมด นอกจากนี้แผนภูมิควบคุม p สามารถใช้วัดความสามารถของผู้ปฏิบัติงาน หรือกลุ่มของผู้ปฏิบัติงาน หรือการประเมินความสามารถในการผลิตขนาดกลุ่มย่อยของแผนภูมิควบคุม p อาจจะเท่ากันหรือไม่เท่ากันก็ได้

การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ของเสีย เราต้องการดูเพียงสัดส่วนของผลิตภัณฑ์เสียต่อผลิตภัณฑ์ทั้งหมด ถ้ายิ่งมีสัดส่วนของเสียน้อยแสดงว่ามีของเสียน้อย ผู้ซื้อก็ควรยอมรับ แต่ถ้าสัดส่วนของเสียสูงแสดงว่าจำนวนของเสียมีมาก เมื่อของเสียมีมาก ผู้ผลิตก็จำเป็นต้องปรับปรุงกระบวนการผลิตให้ดีขึ้น ดังนั้นขอบเขตควบคุมล่าง (Lower control limit) ไม่จำเป็นต้องคำนวณหาก็ได้ เพราะเราจะปฏิเสธผลิตภัณฑ์ก็ต่อเมื่อสัดส่วนของเสียสูงกว่าขีดจำกัดควบคุมบน (Upper control limit) ฉะนั้น แผนภูมิควบคุมคุณภาพสัดส่วนของเสีย (p chart) จะมีแต่ขีดจำกัดควบคุมบน (Upper control limit) อย่างเดียวก็ได้ (อดิศักดิ์ พงษ์พูลผลศักดิ์, 2553)

ในการศึกษาครั้งนี้นอกจากใช้แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียแล้วยังใช้แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยที่ตรวจสอบอีกด้วย

2.1.7 แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยที่ตรวจสอบ (u chart)

แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยที่ตรวจสอบเป็นแผนภูมิที่ใช้ตรวจสอบจำนวนรอยตำหนิเฉลี่ยต่อผลิตภัณฑ์หนึ่งหน่วย ซึ่งในกรณีที่ขนาดกลุ่มย่อยไม่เท่ากัน แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยที่ตรวจสอบจะเป็นแผนภูมิควบคุมที่เหมาะสม ซึ่งจะนำข้อบกพร่องหรือรอยตำหนิมาหาค่าเฉลี่ยต่อ 1 หน่วย โดยให้ u คือจำนวนข้อบกพร่องหรือรอยตำหนิต่อ 1 หน่วยเฉลี่ย ซึ่งมีความสัมพันธ์ดังนี้

$$u_i = \frac{c_i}{n_i} \tag{2.16}$$

โดยที่ u_i คือ จำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยที่ตรวจสอบในกลุ่มย่อยที่ i

c_i คือ จำนวนรอยตำหนิในกลุ่มย่อยที่ i

n_i คือ จำนวนหน่วยที่ตรวจสอบในกลุ่มย่อยที่ i

สามารถสร้างแผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยได้จากสมการที่ (2.17) - (2.19)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เส้นกลาง (CL)

$$CL_u = \bar{u} = \frac{\sum_{i=1}^{k} c_i}{\sum_{i=1}^{k} n_i} \tag{2.17}$$

ขีดจำกัดควบคุมบน (UCL)

$$UCL_u = \bar{u} + 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n_i}} \tag{2.18}$$

ขีดจำกัดควบคุมล่าง (LCL)

$$LCL_u = \bar{u} - 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n_i}} \tag{2.19}$$

การหาจำนวนรอยตำหนิเฉลี่ยต่อหน่วยที่ตรวจสอบที่จะใช้สร้างแผนภูมิควบคุมคุณภาพในเดือนถัดไปจะต้องมีการปรับค่า $\bar{u}$ ใหม่ ด้วยการตัดจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยที่ตรวจสอบที่ทราบสาเหตุในวันที่ตกนอกขอบเขตควบคุมบนออกจากการพิจารณา สามารถหาการปรับปรุงเส้นกลางและขีดจำกัดควบคุมได้จากสมการ

เส้นกลาง (CL)

$$\bar{u}_{new} = \frac{\sum x_i - \sum x_d}{\sum n_i - \sum n_d} \tag{2.20}$$

ขีดจำกัดควบคุมบน (UCL)

$$UCL_{new} = \bar{u}_{new} + 3\sqrt{\frac{\bar{u}_{new}}{n_i}} \tag{2.21}$$

ขีดจำกัดควบคุมล่าง (LCL)

$$LCL_{new} = \bar{u}_{new} - 3\sqrt{\frac{\bar{u}_{new}}{n_i}} \tag{2.22}$$

โดยที่ $\sum x_d$ คือ จำนวนของเสียในกลุ่มย่อยที่ถูกตัดออก

$\sum n_d$ คือ จำนวนหน่วยที่ตรวจสอบในกลุ่มย่อยที่ถูกตัดออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.8 เครื่องมือควบคุมคุณภาพเชิงสถิติ

การควบคุมคุณภาพจำเป็นต้องอาศัยวิธีการทางสถิติเป็นเครื่องมือ โดยในการศึกษาครั้งนี้เลือกใช้เครื่องมือดังต่อไปนี้ (ศุภชัย นาทะพันธ์, 2551)

1. ใบตรวจสอบ (Check Sheet)

เป็นเครื่องมือตัวแรกในการแก้ปัญหาใช้สำหรับการเก็บข้อมูลที่เกิดขึ้น ณ เวลาที่สนใจในสถานที่ที่ต้องการจะศึกษา โดยผู้ปฏิบัติงานเกี่ยวกับการควบคุมกระบวนการผลิตจะเป็นผู้บันทึกขั้นตอนเริ่มต้นของการเก็บบันทึกข้อมูล คือการออกแบบใบบันทึกข้อมูล (Data Sheet) ไว้ใช้ในการเก็บข้อมูลทั้งที่เป็น ตัวเลขและไม่เป็นตัวเลข

2. แผนผังพาเรโต (Parato Chart)

อัลเฟรโด พาเรโต (1848 - 1923) ได้แสดงผลงานวิจัยของเขาซึ่งแสดงให้เห็นถึงการกระจายรายได้ของประชากรในยุโรป พบว่า รายได้มากอยู่ในมือของประชากรกลุ่มน้อย ขณะที่รายได้น้อยอยู่ในมือของประชากรกลุ่มใหญ่ ซึ่งต่อมา โจเซฟ จูราน (1992) ได้ยอมรับแนวความคิดดังกล่าวนี้ว่าสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ในหลายสาขาวิชา จึงได้สร้างวลีที่ว่า “ประเภทน้อยชนิดแต่มีผลมาก และประเภทมากชนิดแต่มีผลน้อย (Vital Few and Trivial Many)”

หลักการของพาเรโต คือ “80 - 20” ซึ่งหมายความว่า “ปัญหาหรือความสูญเสียที่มีความสำคัญมากจำนวน 80% มักจะมีสาเหตุมาจากประมาณ 20% ของสาเหตุทั้งหมด ในขณะที่อีกประมาณ 80% ของสาเหตุจะมีผลต่อปัญหาที่มีความสำคัญเพียงเล็กน้อยอีกจำนวน 20% ของปัญหาเท่านั้น” ดังนั้น แผนผังพาเรโต จึงเป็นเครื่องมือที่ชี้ให้เห็นถึงปัญหาสำคัญจริง ๆ นั้นมาจากไม่กี่สาเหตุและปัญหาที่มีความสำคัญน้อยเกิดได้จากสาเหตุมากมาย สรุปได้ว่าในการแก้ไขปัญหาไม่จำเป็นต้องแก้สาเหตุทั้งหมด แต่ให้ทำการเลือกแก้ไขเฉพาะสาเหตุหลักหรือปัญหาที่สำคัญ ๆ กล่าวคือ ปัญหาใดเป็นปัญหาที่สำคัญมาก ก็ควรเร่งแก้ไขก่อนและปัญหาใดเป็นปัญหาที่สำคัญน้อยให้ทำการแก้ไขทีหลัง

แผนผังพาเรโต มีลักษณะเป็นกราฟแท่งที่แบ่งแยกข้อมูลออกเป็นช่วง ๆ โดยเรียงลำดับของปัญหาเหล่านั้นตามความถี่ที่พบจากมากไปน้อย และจากซ้ายไปขวา โดยที่แกนแนวตั้งของกราฟ (แกน y) มี 2 แกนคือ แกนทางด้านซ้ายมือแทนความถี่ (เช่น จำนวนจุดบกพร่อง จำนวนคำร้องเรียน หรือ จำนวนอุบัติเหตุ เป็นต้น) และแกนทางด้านขวามือแทนเปอร์เซ็นต์ ส่วนแกนแนวนอนของกราฟ (แกน x) แทนสาเหตุของปัญหา ซึ่งอาจจำแนกสาเหตุได้จาก พนักงาน เครื่องจักรกล วิธีการทำงาน หรือชนิดของวัตถุดิบ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเภทของแผนผังพาเรโต สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. แผนผังพาเรโตที่ใช้วิเคราะห์ผลเสียที่เกิดขึ้น ได้แก่

- ทางด้านคุณภาพ คือ เกิดของเสีย สิ่งของมีตำหนิ สิ่งของส่งคืน สิ่งของส่งซ่อม เป็นต้น
- ทางด้านต้นทุน คือ ค่าใช้จ่ายของต้นทุนที่เพิ่มขึ้น ซึ่งเกิดจากจำนวนของเสีย
- ทางด้านความปลอดภัย คือ เกิดจากอุบัติเหตุ ความผิดพลาด การหยุดงาน เป็นต้น
- ทางด้านการขนส่ง คือ เกี่ยวข้องกับการผลิตสินค้าที่ เพียงพอต่อความต้องการของลูกค้า ทำให้เกิดความล่าช้าในการขนส่ง

2. แผนผังพาเรโตใช้วิเคราะห์ความบกพร่องของกระบวนการผลิต เพื่อพิจารณาสาเหตุส่วนใหญ่ที่ทำให้เกิดปัญหาขึ้น เช่น

- สาเหตุจากคนงาน คือ อายุ ประสบการณ์ และความชำนาญ
- สาเหตุจากเครื่องจักร คือ สภาพเครื่องจักร เครื่องมือ และการใช้งาน
- สาเหตุจากวัตถุดิบ คือ ชนิด ผู้ผลิต โรงงาน และวิธีการเก็บรักษา
- สาเหตุจากวิธีปฏิบัติการ คือ สภาวะการทำงาน และความเป็นระเบียบเรียบร้อย

ขั้นตอนในการสร้างแผนภาพพาเรโต มีดังนี้

1. ตัดสินใจว่าจะศึกษาปัญหาอะไร และแยกสาเหตุของการเกิดปัญหา โดยทำการกำหนดข้อมูลที่จะทำการตรวจสอบ เช่น จำนวนของเสีย ความสูญเสียของค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น หรือจำนวนครั้งของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น เป็นต้น การจำแนกประเภทของข้อมูล จะกระทำได้อย่างไร เช่น แยกตามลักษณะของเสีย ตำแหน่งที่เสีย เครื่องจักร คนงาน หรือวิธีการทำงาน เป็นต้น

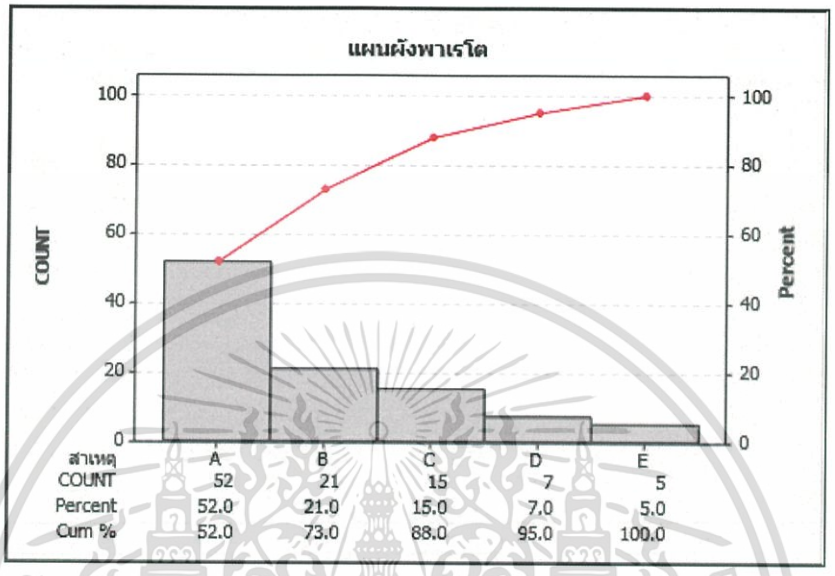
2. ออกแบบใบบันทึกข้อมูล (กำหนดช่วงเวลา ระยะเวลา และวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล)

3. ทำการจดบันทึก (ในช่วงเวลาที่ได้กำหนดไว้) จากสถานที่ที่ต้องการวิเคราะห์ปัญหา และทำการนับจำนวนลักษณะ หรือประเภทปัญหาที่เกิดขึ้น แล้วเรียงลำดับปัญหาที่เกิดขึ้นจากมากไปหาน้อย จากนั้นนำมาคำนวณร้อยละโดยรวมปริมาณแต่ละรายการเข้าด้วยกัน ปริมาณรวมคิดเป็น 100 แล้วคำนวณหาร้อยละของข้อมูลแต่ละหัวข้อพร้อมกับร้อยละ แต่ถ้าข้อมูลที่ทำการเก็บได้มีจำนวนน้อย ก็ไม่จำเป็นต้องทำเป็นร้อยละ

4. เขียนแผนผังจากร้อยละสะสม โดยให้แกนนอนเป็นลักษณะ หรือประเภทของปัญหาที่ทำให้เกิดของเสีย แล้วเขียนกราฟแท่งเรียงปัญหาที่เกิดขึ้นจากมากไปน้อย โดยจะเขียนให้ร้อยละที่มีค่าสูงสุดไว้ทางซ้ายสุดของกราฟ แล้วเรียงมาทางด้านขวา ตามลำดับของร้อยละที่ลดลงพร้อมทั้งกำหนดจุดและลากเส้นร้อยละสะสมของลักษณะหรือประเภทของปัญหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. พิจารณาแก้ไขสาเหตุที่ทำให้เกิดของเสียที่มีค่าร้อยละสูงสุด หรือปริมาณมากเป็นอันดับแรก หรือนำข้อมูลทางสถิติมาเป็นตัวตัดสินใจในการเลือกแก้ไขปัญหาหรือสาเหตุทั้งหมดที่อยู่ในช่วงเปอร์เซ็นต์สะสมประมาณ 80% ดังตัวอย่างการสร้างแผนผังพาเรโต ดังแสดงในรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 แผนผังพาเรโตแสดงชนิดของสาเหตุ A ถึง E

ประโยชน์ของแผนผังพาเรโต

1) ชี้ให้เห็นถึงปัญหาที่เกิดขึ้นบ่อยมากที่สุด

2) ทำให้เห็นถึงสัดส่วนของแต่ละปัญหา

3) เนื่องจากใช้กราฟแท่งเป็นตัวแสดงผลของปัญหา ทำให้มองเห็นแนวโน้มของปัญหาที่เกิดขึ้นได้

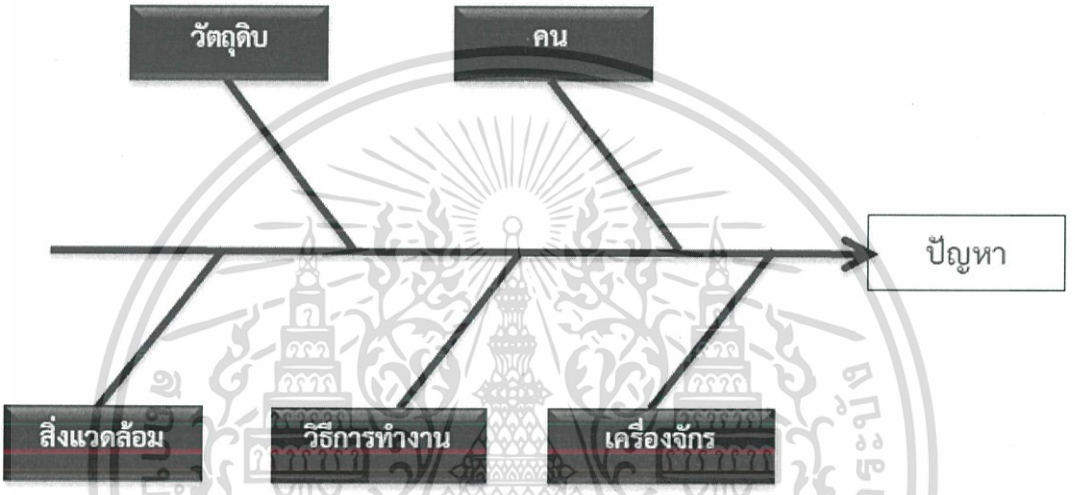
3. แผนผังเหตุและผลหรือแผนผังก้างปลา (Cause and effect diagram or Fish bone diagram)

แผนผังแสดงเหตุและผล (Cause-and-Effect (CE) Diagram) หรือแผนผังก้างปลา (Fish-Bone Diagram) หรือในบางครั้งอาจเรียกแผนผังนี้ว่า แผนผังอิชิกาว่า (Ishikawa Diagram) ซึ่งได้รับการพัฒนาโดย คาโอรุ อิชิกาวา ในปี ค.ศ.1953 โดยแผนผังนี้จะใช้ต่อจากแผนผังพาเรโต กล่าวคือ หลังจากตัดสินใจที่จะเลือกแก้ปัญหาใดจากการทำแผนผังพาเรโตแล้วขั้นต่อไปเป็นการระดมความคิดเพื่อแก้ไขปัญหาที่เลือกขึ้นมาจากแผนผังพาเรโต โดยทางขวามือของแกนนอนหรือหัวปลาจะแสดงผลกระทบหรือปัญหาที่เกิดขึ้น ส่วนสาเหตุหลักของปัญหาก็จะแสดงอยู่บนแกนนอนที่มีลักษณะเหมือนก้างปลา โดยมีสาเหตุย่อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แตกแขนงออกจากสาเหตุหลักต่อไป แผนผังเหตุและผลสามารถช่วยให้มองเห็นสาเหตุที่แท้จริง และแก้ปัญหาได้ถูกต้องตรงจุดมากขึ้น

แผนผังเหตุและผล สามารถแบ่งแยกออกเป็นสาเหตุหลัก ๆ คือ วิธีการทำงาน วัสดุอุปกรณ์ เครื่องจักร คน และสิ่งแวดล้อม โดยสาเหตุหลักที่สำคัญมากที่สุดจะอยู่ใกล้หัวปลามากที่สุดโดยเรียงลำดับความสำคัญจากมากที่สุดไปน้อยที่สุดตามลำดับ แต่ละสาเหตุหลักยังแบ่งแยกออกเป็นสาเหตุรองจำนวนมาก เช่น ภายใต้วิธีการทำงาน เราอาจจะมีการฝึกฝนความรู้ ความสามารถ คุณลักษณะ เป็นต้น



รูปที่ 2.8 โครงสร้างแผนผังก้างปลา

แผนผังก้างปลาจะแสดงถึงลักษณะคุณภาพที่ต้องการปรับปรุงอยู่ทางขวาและสาเหตุที่ก่อให้เกิดปัญหาคุณภาพอยู่ทางด้านซ้าย สาเหตุหลัก (Major Causes) โดยส่วนมากมักจะใช้หลักการ 4M 1E เป็นกลุ่มปัจจัย (Factors) ในแต่ละสาเหตุหลักยังอาจแบ่งเป็นสาเหตุย่อย (Minor Causes) ได้อีก เพื่อจะนำไปสู่การแยกแยะสาเหตุต่าง ๆ ซึ่ง 4M 1E มาจาก

- M Man คนงาน พนักงาน หรือบุคลากร
- M Machine เครื่องจักรหรืออุปกรณ์อำนวยความสะดวก
- M Material วัตถุดิบ อุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการ
- M Method กระบวนการทำงาน
- E Environment อากาศ สถานที่ ความสว่าง และบรรยากาศการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนผังก้างปลาแบ่งเป็น 2 ประเภท

1) แผนผังก้างปลาสำหรับวิเคราะห์กระบวนการผลิต (C&E Process - Analysis Type) แผนผังประเภทนี้จะเขียนขั้นตอนกระบวนการผลิตก่อน (สาเหตุหลัก) แล้วเชื่อมโยงแต่ละสาเหตุหลักด้วยสาเหตุย่อย

2) แผนผังก้างปลาสำหรับการวิเคราะห์การกระจาย (C&E for Dispersion - Analysis Type) แผนผังประเภทนี้จะทำการกำหนดสาเหตุหลักให้เสร็จก่อนเริ่มต้นระดมความคิดกำหนดวัตถุประสงค์ของแผนผังประเภทนี้ข้อดีของประเทศนี้คือมีรูปแบบแน่นอน ข้อเสียคือคณะทำงานที่จะสร้างแผนผังจะต้องละเอียดรอบคอบโดยไม่ลืมสาเหตุสำคัญ

ขั้นตอนการสร้างแผนผังก้างปลา

1) ระบุปัญหา ช่วยกันระดมความคิดที่เกี่ยวข้องกับลักษณะของคุณภาพที่ต้องการปรับปรุง และเขียนปัญหาบนแผนผังก้างปลา

2) ระบุสาเหตุหลักว่าสาเหตุใดเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดลักษณะของคุณภาพที่ต้องปรับปรุงโดยส่วนมากมักใช้หลักการ 4M 1E ในการระบุสาเหตุหลักอาจจะประยุกต์จากผังพาเรโตได้

3) ระบุสาเหตุย่อยทั้งหมด สาเหตุย่อย คือ สาเหตุที่นำไปสู่การเกิดปัญหาของสาเหตุหลัก

4) เขียนโครงสร้างความสัมพันธ์ ควรเขียนสาเหตุที่สำคัญไว้ที่เส้นก้างปลา หาสาเหตุที่มีความสำคัญถัดลงตามลำดับมาไว้ที่เส้นก้างปลาย่อยและทำลูกศรแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุกำกับไว้ด้วย

5) พิจารณาถึงความสัมพันธ์ว่ามีความถูกต้องหรือไม่แล้วทำการประมวลผลเพื่อหาข้อสรุป

ข้อดี

1) ทำให้ทราบถึงสาเหตุหลัก สาเหตุย่อย และสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาได้

2) รวบรวมความคิดของแต่ละคนไว้ด้วยกันอย่างเป็นระบบ

ข้อเสีย

1) เป็นการแสดงความคิดที่ไม่เป็นอิสระ เนื่องจากมีแผนผังก้างปลาเป็นตัวกำหนด

2) ต้องอาศัยผู้ที่มีความรู้ความชำนาญสูง จึงจะสามารถใช้แผนผังก้างปลาในการระดมความคิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. แผนการสุ่มตัวอย่างเชิงลำดับโดยใช้สมการของวาลด์ (SPR Plan)

แผนการสุ่มตัวอย่างเชิงลำดับโดยใช้สมการของวาลด์ (SPR Plan) ใช้เมื่อต้องการสุ่มตัวอย่างเพื่อตรวจสอบคุณภาพเมื่อกลุ่มตัวอย่างขนาดไม่เท่ากัน ซึ่งลักษณะของรูปกราฟเป็นเส้นคู่ขนาน 2 เส้นโดยมีความชันของกราฟเท่ากับ S และจุดตัดแกน y คือ h_1 และ h_2 กราฟ 2 เส้นนี้แบ่งพื้นที่ออกเป็น 3 ส่วน พื้นที่เหนือกราฟเส้นบนจะเป็นส่วนของการปฏิเสธ พื้นที่ใต้กราฟเส้นล่างจะเป็นส่วนของการยอมรับ ค่าคะแนนสะสมจากการสุ่มตัวอย่างตกอยู่ในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งในสองแห่งนี้จะยุติการสุ่มตัวอย่างแต่ถ้าคะแนนอยู่ในระหว่างพื้นที่ของกราฟ 2 เส้นจะต้องทำการสุ่มตัวอย่างต่อไปอีก ในการพล็อตกราฟเมื่อไม่มีของเสียจะลากเส้นขนานไปกับแกนจำนวนชิ้นที่ตรวจสอบหรือแกน x แต่เมื่อพบของเสียจะลากเส้นตั้งฉากขึ้นไป ณ จุดที่จำนวนตรวจสอบนั้นพบของเสีย จำนวนของเสียที่ใช้ในกราฟจะเป็นจำนวนของเสียสะสม แผนการสุ่มตัวอย่างนี้มีข้อดี คือ จำนวนตัวอย่างที่ใช้จะน้อยกว่าแผนการสุ่มตัวอย่างแบบอื่นทำให้ค่าใช้จ่ายในการสุ่มตัวอย่างต่ำ (เกษม พิพัฒน์ปัญญานุกูล, 2557)

การหาความชันและจุดตัดของกราฟสามารถหาได้ถ้ากำหนดค่า AQL = p_1 LTPD = p_2 α และ β ของแผนมาให้โดยหาจากสูตรดังต่อไปนี้

ให้

$$g_1 = \log \frac{p_2}{p_1}$$

$$g_2 = \log \frac{1-p_1}{1-p_2}$$

$$a = \log \frac{1-\beta}{\alpha}$$

$$b = \log \frac{1-\alpha}{\beta}$$

จะได้

$$h_1 = \frac{b}{g_1 + g_2}$$

$$h_2 = \frac{a}{g_1 + g_2}$$

$$S = \frac{g_2}{g_1 + g_2}$$

แผนตัวอย่าง เส้นของการปฏิเสธ $X_U = Sn + h_2$

เส้นของการยอมรับ $X_L = Sn - h_1$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่ AQL คือ เปอร์เซ็นต์ของเสียมากที่สุดที่ยอมให้มีได้ในกระบวนการผลิตหรือระดับคุณภาพที่ยอมรับได้

LTPD คือ เปอร์เซ็นต์ของเสียที่ปนอยู่ในลอตที่ได้รับการยอมรับทั้ง ๆ ที่ได้รับการปฏิเสธ

α คือ โอกาสหรือความเสี่ยงของผู้ผลิตที่จะถูกปฏิเสธสินค้าในลอตนั้น ทั้ง ๆ ที่เป็นสินค้าที่มีคุณภาพดีหรือความผิดพลาดแบบที่ 1 (มักใช้ร่วมกับ AQL)

β คือ โอกาสหรือความเสี่ยงของผู้บริโภคในการยอมรับสินค้าที่มีคุณภาพต่ำ ทั้ง ๆ ที่ควรปฏิเสธเป็นความผิดพลาดแบบที่ 2 (มักใช้ร่วมกับ LTPD)

จากนั้นสร้างกราฟขึ้นจากจุดตัดของแกน Y กับค่าความชันของกราฟได้อีกวิธีที่จะสร้างได้ คือ การสมมุติค่า n ลงไปในแผนตัวอย่างสัก 2 ค่า ในการพล็อตกราฟไม่มีของเสียจะลากเส้นขนานไปกับแกนจำนวนชิ้นที่ตรวจสอบ แต่เมื่อพบของเสียจะลากเส้นตั้งฉากขึ้นไป ณ จุดที่จำนวนตัวอย่างนั้นพบของเสีย

2.2 การจำลองสถานการณ์

การศึกษาเวลาในการจำลองสถานการณ์ คือ เทคนิคการวัดผลงาน ซึ่งมีกระบวนการเพื่อกำหนดหาเวลาในการทำงาน โดยคนงานที่เหมาะสมทำงานในอัตราปกติภายใต้เงื่อนไขมาตรฐานในการวัดผลงาน โดยมีผลลัพธ์ของการวัดผลงานเรียกว่า เวลามาตรฐาน ซึ่งเราจะนำเวลาที่เราศึกษานั้นมาใช้ในการจำลองสถานการณ์ (วันชัย ริจิรวนิชม, 2548)

การศึกษาเวลามีประโยชน์สำหรับองค์กรต่าง ๆ ดังนี้ (รัชต์วรรณ กาญจนปัญญาคม, 2552)

1. เพื่อใช้หากำหนดและการวางแผนสำหรับองค์กร
2. เพื่อใช้หาค่าใช้จ่ายมาตรฐานและช่วยประมาณงบใช้จ่าย
3. เพื่อใช้หาราคาของผลิตภัณฑ์ก่อนลงมือผลิต
4. เพื่อใช้หาประสิทธิภาพการทำงานของคนและเครื่องจักร
5. เพื่อใช้เวลาเป็นข้อมูลในการสมดุลสายการผลิต
6. เพื่อหาเวลามาตรฐานที่ใช้เป็นตัวฐานในการจ่ายค่าตอบแทน
7. เพื่อหาเวลามาตรฐานสำหรับใช้ในการควบคุมค่าแรง

2.2.1 การศึกษาเวลา

การศึกษาเวลามี 6 วิธี ได้แก่ (รัชต์วรรณ กาญจนปัญญาคม, 2552)

1. การคำนวณหาค่าเฉลี่ยอย่างง่าย (Simple Mathematical Computation)
2. การคาดคะเน (Professional Estimate)
3. การสุ่มตัวอย่างงาน (Direct Time Study – Extensive Sampling)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การใช้ระบบข้อมูลมาตรฐาน (Standard Time Data Systems)

5. ระบบตารางเวลาพื้นฐาน (Predetermined Motion Time Systems)

6. การศึกษาเวลาโดยตรง (Direct Time Study – Intensive Sampling)

ในการศึกษาครั้งนี้คณะผู้จัดทำได้เลือกวิธีการศึกษาเวลาโดยตรง ซึ่งการศึกษาเวลาโดยตรง เป็นเทคนิคการวัดงานโดยอาศัยการสังเกตจากเหตุการณ์จริงอย่างต่อเนื่อง และใช้นาฬิกาจับเวลาเป็นเครื่องมือในการบันทึกข้อมูล

2.2.2 การศึกษาเวลาโดยตรง

การศึกษาเวลาโดยตรง คือ การศึกษาเพื่อหาเวลามาตรฐานที่ต้องการโดยการจับเวลาจากพนักงานที่ผ่านการคัดเลือกและฝึกเป็นอย่างดี ต้องเป็นเป็นพนักงานที่ทำงานนั้นจริง โดยใช้สถานที่ปกติ

ขั้นตอนการศึกษาเวลาโดยตรง

1. หาข้อมูลเบื้องต้นของการทำงานที่จะศึกษาเวลา
2. แบ่งงานเป็นงานย่อยและบันทึก
3. สังเกตและจับเวลาการทำงานของพนักงาน
4. หาจำนวนครั้งในการจับเวลา
5. หาอัตราสมรรถนะการทำงาน (Performance Rating)
6. หาเวลาการทำงานปกติ (Normal Time)
7. หาเวลาเผื่อการทำงาน (Allowances)
8. หาเวลามาตรฐานสำหรับการทำงานนั้น

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษามีดังนี้

1. นาฬิกาจับเวลาที่สามารถแยกเวลาเป็นรอบได้หรือโทรศัพท์มือถือ
2. แบบฟอร์มการบันทึกข้อมูลเวลาการทำงานในกระบวนการผลิตเข่งพลาสติก

2.2.3 การจับเวลา

การจับเวลาเพื่อการศึกษาเวลาการทำงานสามารถแบ่งได้เป็น 3 แบบใหญ่ คือ

1. การจับเวลาแบบต่อเนื่อง (Continuous Timing) เป็นการจับเวลาโดยที่ไม่มีการหยุดนาฬิกาเพื่อบันทึกค่าเวลาแต่จะปล่อยนาฬิกาเดินจับเวลาต่อไปเรื่อย ๆ โดยผู้บันทึกเวลาจะสังเกตเวลา ณ จุดสิ้นสุดงานย่อยนั้นตรงกับเวลาในนาฬิกาค่าใดก็บันทึกเวลาค่านั้นลงไป

2. การจับเวลาแบบจับซ้ำ (Repetitive Timing) เป็นการจับเวลาที่ต้องหยุดเวลาเพื่ออ่านค่า และตั้งกลับไปที่ค่าศูนย์ใหม่เพื่อจับเวลางานย่อยถัดไป ดังนั้นเวลาที่เราจับได้จะเป็นเวลาของงานย่อยนั้น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การจับเวลาแบบสะสม (Accumulative Timing) เป็นการจับเวลาโดยการใช้นาฬิกาสองเรือนที่ต่อปุ่มพวงกัน เพื่อเวลากดให้นาฬิกาตัวหนึ่งเดินจับเวลานาฬิกาอีกตัวจะหยุดเมื่อนาฬิกาตัวแรกถูกกดให้หยุดจับเวลา นาฬิกาตัวที่สองเข็มของมันจะหมุนกลับมาตั้งที่ศูนย์แล้วเดินจับเวลาทันที ทำให้เกิดลักษณะการจับเวลาสลับกันระหว่างนาฬิกาสองเรือน

2.2.4 การจำลองสถานการณ์ (Simulation)

การจำลองสถานการณ์ (Simulation) คือ การรวบรวมวิธีการต่าง ๆ ที่ใช้จำลองสถานการณ์จริงหรือพฤติกรรมของระบบต่าง ๆ มาไว้บนคอมพิวเตอร์โดยการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Software) เข้ามาช่วยเพื่อที่จะศึกษาการไหลของกิจกรรมในรูปแบบต่าง ๆ โดยมีการเก็บข้อมูลและทำการวิเคราะห์หารูปแบบที่ถูกต้องจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อปรับปรุงในอนาคต (Kelton, et al., 2003)

เนื่องจากในการปฏิบัติงานจริงไม่สามารถที่จะทำการทดลองหรือปรับเปลี่ยนกระบวนการทำงานได้จนกว่าจะมองเห็นถึงประโยชน์ที่จะได้รับ อาทิเช่น การขจัดปัญหาที่อยู่นอกเหนือความคาดหมายที่เกิดขึ้น ทำให้กระบวนการผลิตช้าลง ดังนั้นการจำลองสถานการณ์ (Simulation) จะช่วยให้สามารถวิเคราะห์สภาพที่เป็นอยู่ในปัจจุบันของระบบ และช่วยหาแนวทางหรือทางเลือก (Scenario) ที่เหมาะสมก่อนนำไปใช้กับสถานการณ์หรือการปฏิบัติงานจริง ซึ่งจะช่วยให้ลดความเสี่ยงในการเกิดความผิดพลาดหรือความล้มเหลวได้ นอกจากนี้ยังช่วยให้ประหยัดทั้งค่าใช้จ่าย และเวลาได้ (Maria, 1997)

ในปัจจุบันนี้การจำลองสถานการณ์เป็นที่นิยมอย่างมาก เนื่องจากระบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง จึงทำให้การจำลองสถานการณ์สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้กับหลากหลายอุตสาหกรรม อาทิเช่น อุตสาหกรรมในโรงงาน, การขนส่ง, การกระจายสินค้าหรือแม้กระทั่งการให้บริการทางธุรกิจต่าง ๆ เช่น ธนาคาร โรงพยาบาล เป็นต้น (Kelton, et al., 2003)

จากประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญการจำลองสถานการณ์ พบว่าสิ่งสำคัญหรือข้อดีของการจำลองสถานการณ์ คือ มีความสมเหตุสมผล และสามารถพิสูจน์ได้ภายใต้ปัจจัยการนำเข้า (Input) และนำมาเปรียบเทียบกับผลลัพธ์ (Output) ที่ระบบประมวลออกมา (Maria, 1997)

2.2.5 ขั้นตอนการสร้างแบบจำลองสถานการณ์

1. ศึกษาปัญหา (Problem Formulation) เพื่อกำหนดปัญหาว่ามีอะไรบ้าง โดยต้องกำหนดให้ครอบคลุมปัญหาทั้งหมด

2. สร้างโมเดล (Model Building) โดยนำข้อมูลจากที่ได้จากระบบงานจริงมาสร้างแบบจำลอง

3. เก็บรวบรวมข้อมูล (Data Collecting) โดยต้องเก็บข้อมูลได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม เพื่อการจำลองให้ออกมาให้เหมือนกับระบบงานจริงมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. สร้างตัวแปร (Coding) เพื่อแสดงถึงลักษณะของระบบงานที่จำลอง รวมถึงอธิบายพฤติกรรมของระบบได้

5. พิสูจน์โมเดล (Verification) ว่าโปรแกรมที่ทำการจำลองที่สร้างนั้นจะสามารถใช้งานได้หรือไม่

6. พิสูจน์ผลว่าสามารถใช้ได้หรือไม่ (Validation) เพื่อการตรวจสอบแบบจำลองที่สร้างว่ารันได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องหรือไม่ โดยเปรียบเทียบกับระบบงานจริง

7. ออกแบบการทดลอง (Experimental Design) โดยเป็นแนวทางในการลดระยะเวลาการรอคอยในการทำงานตามที่ได้กำหนดวัตถุประสงค์ไว้

8. ทำการประมวลผล (Production Runs) โดยการรันโปรแกรมที่ได้กำหนดแนวทางเอาไว้เพื่อดูผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น

9. วิเคราะห์ผล (Analysis of Results) เพื่อวิเคราะห์และหาแนวทางการปรับปรุงเมื่อระบบงานมีการเปลี่ยนแปลง

10. แปลงและแสดงผลรายงาน (Document Program และ Report Results) โดยจัดทำเอกสารในการใช้งานและผลการทดลอง หากมีผู้นำแบบจำลองไปใช้งานจะสามารถทราบได้ถึงข้อจำกัดต่าง ๆ ของระบบจำลอง

11. ดำเนินการ (Implementation) ตามแผนที่ได้วางไว้

2.2.6 การแจกแจงที่เกี่ยวข้อง

การแจกแจงมี 2 อยู่ประเภท คือ การแจกแจงแบบต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่องเนื่องจากการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการเก็บข้อมูลเรื่องของเวลาในกระบวนการผลิตเข่งพลาสติก ซึ่งเวลาเป็นข้อมูลแบบต่อเนื่องมาใช้ในการจำลองสถานการณ์โดยใช้โปรแกรม Arena Vertion 14.5 การแจกแจงแบบต่อเนื่องที่นิยมใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลของกระบวนการผลิตในโรงงานอุสาหกรรม มีดังต่อไปนี้

1. การแจกแจกแบบปกติ (Normal Distribution)

การแจกแจงแบบปกติมีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า การแจกแจงแบบเก๊าส์เซียน (Gaussian Distribution) เป็นการแจกแจงที่มีความสำคัญมากและใช้กันมากที่สุดสำหรับตัวแปรสุ่มแบบต่อเนื่อง เนื่องจากข้อมูลส่วนใหญ่มีการแจกแจงแบบปกติหรือใกล้เคียงปกติ

นิยาม ตัวแปลสุ่ม x จะมีการแจกแจงแบบปกติ ถ้า x มีฟังก์ชันความหนาแน่นน่าจะเป็น

$$f(x;\mu,\sigma^2)=\frac{1}{\sigma\sqrt{2\mu}}e^{\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}};-\infty<x<\infty,-\infty<\mu<\infty,\sigma>0 \qquad (2.23)$$

ถ้าตัวแปรสุ่ม X มีการแจกแจงแบบปกติแล้ว X จะมีค่าเฉลี่ยและความแปรปรวน ดังนี้

$$E(X)=\mu \qquad Var(X)=\sigma^2$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การแจกแจงแบบยูนิฟอร์มต่อเนื่อง (Continuous Uniform Distribution)

การแจกแจงแบบยูนิฟอร์มต่อเนื่องมีชื่อเรียกโดยใช้หลักความจริงว่าฟังก์ชันความหนาแน่นน่าจะเป็นเหมือนกันหรือคงที่ในช่วง $[a,b]$ การแจกแจงแบบนี้มีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าการแจกแจงแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า (Rectangular Distribution) เนื่องจากรูปร่างของฟังก์ชันความหนาแน่นนาจะเป็นมีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า การแจกแจงแบบนี้เป็นการแจกแจงของตัวแปรสุ่มแบบต่อเนื่องที่ง่ายที่สุด (สายชล สินสมบูรณ์ทอง, 2548)

นิยาม ตัวแปรสุ่ม x จะมีการแจกแจงแบบยูนิฟอร์มต่อเนื่องในช่วง $[a,b]$ นั่นคือ $x \sim U[a,b]$ ถ้า x มีฟังก์ชันความหนาแน่นน่าจะเป็น

$$f(x)=\frac{1}{b-a};a\le x\le b \tag{2.24}$$

ถ้า x มีการแจกแจงแบบยูนิฟอร์มต่อเนื่องในช่วง $[a,b]$ แล้ว X จะมีค่าเฉลี่ยและความแปรปรวน ดังนี้

$$\mathrm{E}(X)=\frac{a+b}{2} \qquad Var(X)=\frac{(b-a)^2}{12}$$

3. การแจกแจงแบบแกมม่า (Gamma Distribution)

นิยาม ตัวแปรสุ่ม x จะมีการแจกแจงแบบแกมม่า ถ้า x มีฟังก์ชันความหนาแน่นน่าจะเป็น

$$f(x;\alpha,\beta)=\frac{1}{\tau(\alpha)\beta^{\alpha}}x^{\alpha-1}e^{-\frac{x}{\beta}};x>0;\alpha>0;\beta>0 \tag{2.25}$$

ถ้าตัวแปรสุ่ม X มีการแจกแจงแบบแกมม่า X จะมีค่าเฉลี่ย และความแปรปรวนดังนี้

$$E(X)=\alpha\beta \qquad Var(X)=\alpha\beta^2$$

4. การแจกแจงแบบเบต้า (Beta Distribution)

แฟมมิลี่ของฟังก์ชันความหนาแน่นน่าจะเป็นของตัวแปรสุ่มแบบต่อเนื่องที่มีค่าอยู่ในช่วง (0,1) เป็นแฟมมิลี้ของการแจกแจงแบบเบต้า

ตัวแปรสุ่ม X จะมีการแจกแจงแบบเบต้า ถ้า X มีฟังก์ชันความหนานแน่นน่าจะเป็น

$$f(x)=\frac{1}{\beta(\alpha,\beta)}x^{\alpha-1}(1-x)^{\beta-1};0<x<1,\alpha>0,\beta>0 \tag{2.26}$$

ถ้าตัวแปรสุ่ม X มีการแจกแจงแบบเบต้า X จะมีค่าเฉลี่ย และความแปรปรวนดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$E(X)=\frac{\alpha}{\alpha+\beta} \qquad Var(X)=\frac{\alpha\beta}{(\alpha+\beta+1)(\alpha+\beta)^2}$$

โดยที่ α คือ พารามิเตอร์ที่แสดงถึงรูปร่าง (Shape parameter)

β คือ พารามิเตอร์ที่แสดงถึงสเกล (Scale parameter)

5. การแจกแจงแบบสามเหลี่ยม (triangular Distribution)

เป็นการแจกแจงที่มีรูปแบบของข้อมูลน้องที่สุด (Minimum : a) ฐานนิยม (Most Likely หรือ Mode : m) ค่ามากที่สุด (Maximum : b) โดยที่ a, b และ m เป็นจำนวนจริง และ a < m < b ถ้า x มีฟังก์ชันความหนาแน่นน่าจะเป็น (วุฒิชัย วงษ์ทัศนีย์กร, 2555)

$$f(x)=\begin{cases}\dfrac{2(x-a)}{(b-a)(m-a)}; a\le x\le m\\ \dfrac{2(b-x)}{(b-a)(b-m)}; m\le x\le b\\ 0 \qquad\qquad ; \text{otherwise}\end{cases} \tag{2.27}$$

ถ้าตัวแปรสุ่ม X มีการแจกแจงแบบสามเหลี่ยม X จะมีค่าเฉลี่ย และความแปรปรวน ดังนี้

$$E(X)=\frac{a+b+m}{3} \qquad Var(X)=\frac{a^2+b^2+m^2-ab-am-bm}{18}$$

2.2.7 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การทดสอบไคสแควร์ (Chi-Square Test)

การทดสอบไคสแควร์ เป็นการทดสอบที่ไม่ใช้พารามิเตอร์ ใช้ทดสอบว่าข้อมูลมีการแจกแจงตามแบบที่ต้องการทดสอบหรือไม่ ใช้ทดสอบกรณีมีข้อมูลอย่างน้อย 50 ข้อมูล เช่น การแจกแจงของประชากรอาจเป็นการแจกแจงแบบปกติ (Normal distribution) การแจกแจงเอ็กซ์โพเนนเชียล (Exponential distribution) การแจกแจงปัวส์ซอง (Poisson distribution) หรือการแจกแจงยูนิฟอร์ม (Uniform distribution) เป็นต้น การทดสอบไคสแควร์จะใช้ความถี่ที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วง

โดยจากการตั้งสมมติฐาน H_0 : ข้อมูลมีการแจกแจงตามแบบที่ต้องการทดสอบ

H_1 : ข้อมูลไม่มีการแจกแจงตามแบบที่ต้องการทดสอบ

<u>สถิติทดสอบ</u> $$\chi^2=\frac{\sum_{i=1}^{n}(O_i-E_i)^2}{E_i}$$

<u>การตัดสินใจ</u> ถ้า $\chi^2_{cal}>\chi^2_{\alpha,v}, v=k-1-m$ จะปฏิเสธสมมติฐาน H_0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่ k คือ จำนวนชั้นของจากตารางแจกแจง

m คือ จำนวนพารามิเตอร์ที่ต้องประมาณค่าสำหรับการทดสอบการแจกแจงตามสมมติฐานนั่นคือ ข้อมูลไม่มีการแจกแจงตามแบบที่ต้องการทดสอบ

2.2.8 การวิเคราะห์รูปแบบการแจกแจงข้อมูล

การสร้างตัวแบบจำลองจะต้องมีการนำข้อมูลรับเข้าให้กับระบบจำลอง เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลรับเข้าจึงมีความสำคัญกับแบบจำลอง เพราะถ้าผู้วิเคราะห์ใส่รูปแบบการแจกแจงที่ไม่ถูกต้องให้กับระบบ ผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองก็จะไม่ถูกต้องตามไปด้วย (รุ่งรัตน์ ภิสัชเพ็ญ, 2551)

Input Analyzer เป็นเครื่องมือที่ใช้ทดสอบค่าการแจกแจงของข้อมูลที่ป้อนเข้าไปว่าข้อมูลนั้นมีการแจกแจงแบบใดและสามารถใช้เพื่อสุ่มให้ข้อมูลมีลักษณะการกระจายตามลักษณะการแจกแจงที่ต้องการได้คำสั่งนี้สามารถเรียกใช้ได้จากคำสั่ง Tools ไปที่ Input Analyzer

ขั้นตอนการใช้งาน Input Analyzer เพื่อทดสอบค่าการแจกแจง

1) เก็บรวบรวมข้อมูลเช่นช่วงเวลาการมาถึงของวัตถุหรือช่วงเวลาการทำงานในแต่ละขั้นตอน ซึ่งข้อมูลที่เก็บต้องมีจำนวนมากพอเพื่อหารูปแบบการแจกแจงที่ถูกต้องและบันทึกข้อมูลดังกล่าวเป็นไฟล์ Excel หรือ Notepad โดยบันทึกเป็นไฟล์ ชื่อแฟ้ม .txt หรือ ชื่อแฟ้ม .dst

2) เรียกใช้เครื่องมือ Input Analyzer

3) ประมวลผลข้อมูลจากไฟล์ที่ได้จากข้อที่ 1)

3.1 เมื่อเข้าสู่หน้าต่าง Input Analyzer เข้าไปที่เมนู File ไปที่ New หรือคลิกที่ปุ่มจะปรากฏหน้าต่างชื่อ Input

3.2 หลังจากนั้นเข้าไปที่ File ไปที่ Data File เลือกบน Use Exiting เพื่อเลือกไฟล์ที่ต้องการจะทดสอบหรือคลิกที่ปุ่มแล้วเลือกไฟล์ที่ด้องการจะทดสอบ

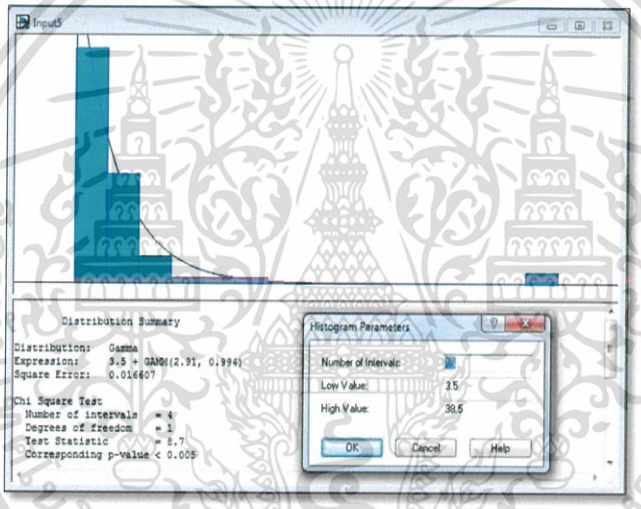
3.3 เมื่อทำตามข้อ 3.2 แล้วจะปรากฏหน้าต่างแสดงผลในรูปกราฟฮิสโตแกรมหากต้องการดูข้อมูลในข้อที่ 1) ให้เข้าไปที่ Window แล้วเลือก Input Data

3.4 ถ้าผู้สร้างต้องการกำหนดลำดับชั้นของข้อมูล (Number of Intervals) ด้วยตนเอง เพื่อสร้างแผนภูมิแท่งฮิสโตแกรม จากตัวอย่างข้อมูลดิบรูปที่ 2.9 หลังจากดำเนินการตามข้อที่ 3.2 แล้ว ให้เลือกเมนู Options ไปที่ Parameters จากนั้นจะปรากฏหน้าต่างย่อยดังรูปดังรูปที่ 2.10 ซึ่งโปรแกรมได้กำหนดค่าเหมาะสมสำหรับสร้างแผนภูมิแท่งไว้ให้แล้ว แต่สามารถเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์พารามิเตอร์ได้ ซึ่งหลังจากเปลี่ยนแปลงแผนภูมิแท่งฮิสโตแกรมจะแสดงดังรูป 2.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4	6	4	38	5
7	14	6	6	6
5	5	5	4	4
9	4	4	4	8
5	5	5	6	5
6	6	5	6	12
5	4	6	6	5
5	8	5	4	5
4	9	5	5	5
4	5	4	6	4
4	10	5	6	6
4	6	8	4	5
4	4	5	33	7
7	4	6	7	
4	4	6	5	

รูปที่ 2.9 ตัวอย่างข้อมูลเวลาการทำงานใน File Excel

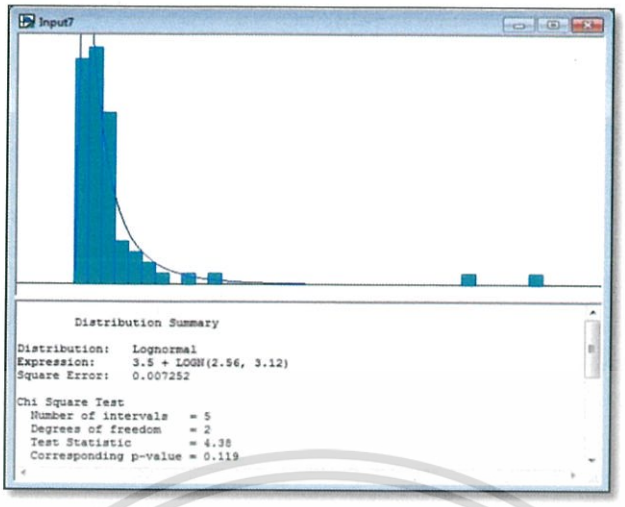


รูปที่ 2.10 ตัวอย่างการกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ในการสร้างแผนภูมิฮิสโตแกรมจากข้อมูลดิบ

4) ขั้นตอนต่อไปเป็นกระบวนการนำกราฟแท่งที่ได้มาเปรียบเทียบกับรูปแบบการแจกแจงต่าง ๆ ว่ามีรูปร่างเป็นการกระจายแบบใด วิธีเลือกค่าการกระจายที่ต้องการจะทดสอบ ทำได้โดยคลิกที่เมนู Fit เลือกลักษณะการแจกแจงข้อมูลที่ต้องการทดสอบ ตัวอย่างข้อมูลรูปที่ 2.9 เมื่อเลือกการกระจายที่ต้องการจะทดสอบแบบแกมมา (Gamma) จะแสดงในรูปที่ 2.11

5) โปรแกรม Arena สามารถแสดงรูปแบบการแจกแจงที่ให้ค่า Minimum square-error (ค่าต่ำสุดของผลรวมของความผิดพลาดยกกำลังสอง) ให้กับข้อมูลที่ต้องการทดอบได้ โดยคลิกที่คำสั่ง Fit แล้วเลือก Fit all หรือคลิกที่ปุ่มจะปรากฏหน้าต่างการแจกแจงข้อมูลที่ให้ค่า Minimum square-error ดังแสดงในรูปที่ 2.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 รูปแบบการกระจายแบบล็อกนอร์มอล

6) หลังจากดำเนินการตามข้อที่ 4) ใช้คำสั่ง Window แล้วเลือก Fit All Summary หรือคลิกที่ปุ่มจะปรากฏหน้าต่างแสดงค่าเรียงลำดับจากน้อยไปมากของค่า Minimum square-error ของทุกรูปแบบการกระจาย ดังในรูปที่ 2.12

Function	Sq Error
Lognormal	0.00287
Weibull	0.0103
Erlang	0.0156
Exponential	0.0156
Gamma	0.0166
Beta	0.0337
Poisson	0.18
Normal	0.236
Triangular	0.322
Uniform	0.392

รูปที่ 2.12 ตัวอย่างผลการแสดงค่า Sum Square Error ของแต่ละการแจกแจง

อย่างไรก็ตาม การใช้คำสั่ง Fit all นั้นไม่สามารถบอกได้ว่า การกระจายที่ได้นั้นเป็นตัวแทนที่เหมาะสมของข้อมูลหรือไม่ จนกว่าจะทำการตรวจสอบค่า P-value ที่ได้จากผลลัพธ์ Arena ว่าค่านั้นมีค่ามากกว่าค่าระดับนัยสำคัญ (Significance level) หรือไม่

จากการตั้งสมมติฐานที่ว่า . H_0 : ข้อมูลมีการกระจายตามแบบที่ต้องการทดสอบ

H_1 : ข้อมูลไม่มีการกระจายตามแบบที่ต้องการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยโปรแกรม Arena มีวิธีทดสอบสมมติฐานการกระจายตัวของความน่าจะเป็นของข้อมูล (Goodness of Fit Test) 2 วิธีด้วยกัน คือ

1. วิธีการทดสอบโคโมโกรอฟ - สเมียร์นอฟ (Kolmogorov-Smirnov Test) ใช้ทดสอบกรณีข้อมูลมีน้อยกว่า 50

2. วิธีการทดสอบไคสแควร์ (Chi-Square Test) ใช้ทดสอบกรณีข้อมูลมีอย่างน้อย 50 ข้อมูล โดยทั้งสอง วิธีโปรแกรม Arena จะคำนวณ P-value ที่ได้จากการทดสอบ ซึ่งถ้าค่า P-value ที่ได้จากการทดสอบมากกว่าค่าระดับนัยสำคัญ (Significance level) จะยอมรับสมมติฐานหลัก H_0 มิฉะนั้นจะปฏิเสธสมมติฐาน และตรวจสอบค่า P-value ทุกครั้งก่อนนำการกระจายที่ได้ไปเป็นตัวแทนของข้อมูลเพื่อใช้เป็นตัวแทนข้อมูลนำเข้าให้กับตัวแบบจำลองต่อไป

จากตัวอย่างแสดงดังรูปที่ 2.9 ณ ช่วงความเชื่อมั่น 95% (ระดับนัยสำคัญ = 0.05) สามารถสรุปได้ว่า ข้อมูลดังรูปที่ 2.11 มีรูปแบบการกระจายตัวแบบล็อกนอร์มอลเพราะค่า 0.119 (P-value) > 0.05 (ระดับนัยสำคัญ)

อย่างก็ตามแม้ใช้วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลตามที่ได้กล่าวไว้ข้างต้นไปแล้ว ข้อมูลที่ต้องการทดสอบนั้นยังไม่มีการแจกแจงทางทฤษฎีใดที่เหมาะสม ซึ่งหมายถึง ค่า P-value ที่ได้จากการทดสอบน้อยกว่าหรือเท่ากับค่าระดับนัยสำคัญ ดังนั้นการนำค่าความถี่สัมพัทธ์ (Relative Frequency) ในแต่ละช่วงของข้อมูลฮิสโตแกรมมาเป็นตัวแทนของการแจกแจงของข้อมูลเลยก็เป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการวิเคราะห์ข้อมูลโดยอาศัยการสังเกต ซึ่งข้อมูลนั้นอาจมีการแจกแจงแบบต่อเนื่องหรือมีการแจกแจงแบบไม่ต่อเนื่องก็ได้ขึ้นอยู่กับชนิดของข้อมูลนั้น ๆ โดยการหาค่าการแจกแจงโดยอาศัยการสังเกตนี้สามารถทำได้โดยการคลิกคำสั่ง Fit แล้วเลือก Empirica

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

คุณากร ผลมา และคณะ (2559) ได้ศึกษาการควบคุมคุณภาพชิ้นส่วนยางและแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตของ บริษัท Pk. Ps Rubber & Tooling โดยในส่วนของการควบคุมคุณภาพ ได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจำนวนของเสีย จำนวนลักษณะรอยตำหนิและสาเหตุของเสียในกระบวนการผลิต 3 ชนิด ได้แก่ Rubber Mount, Hose Drain I และ Rubber Grommet New เพื่อนำมาสร้างแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยที่ตรวจสอบและแผนผังเหตุและผล ผลการวิเคราะห์ในส่วนของการควบคุมคุณภาพ จากแผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยของชิ้นส่วนยาง 3 ชนิด พบว่ามีจุดตกอยู่นอกขีดจำกัดควบคุมบน แสดงว่ากระบวนการผลิตไม่สามารถควบคุมได้ จากแผนผังพาเรโต พบว่า Rubber Mount และ Rubber Grommet New มีลักษณะรอยตำหนิเกิดมากที่สุดคือ ฟองอากาศ สำหรับ Hose Drain I มีลักษณะรอยตำหนิที่เกิดมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คือ ยางไม่เต็มและฉีกขาด จากนั้นนำลักษณะรอยตำหนิที่เกิดมากที่สุดดังกล่าวมาสร้างแผนผังเหตุและผลด้วยวิธีการสัมภาษณ์ เพื่อหาสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดปัญหาดังกล่าวกับทางบริษัท เพื่อเสนอแนวทางการแก้ปัญหาด้านคุณภาพสินค้าให้กับทางบริษัทต่อไป

จุฑาภรณ์ ภู่จำปา และคณะ (2553) ได้ทำการศึกษาการควบคุมคุณภาพการผลิตกล่องพลาสติกของบริษัท เอสเอสเอส พลาสติกส์ จำกัด โดยทำการเก็บข้อมูลของเสียของกล่องพลาสติก 3 ชนิด คือ กล่องขนมชนิดมีฝาปิด กล่องขนมชนิดไม่มีฝาปิด และกล่องสบู่ส่วนฝาบนและฝาล่าง จากกระบวนการผลิตในขั้นตอนที่ 2 (การขึ้นรูปพลาสติก) และในขั้นตอนที่ 4 (การจัดเก็บบรรจุ) ตั้งแต่เดือนตุลาคม ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 เพื่อสร้างแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย แผนผังพาเรโต และแผนผังสาเหตุและผล โดยนำโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ Minitab version 15 มาช่วยในการประมวลผล ผลการวิเคราะห์โดยใช้แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย จากกระบวนกรผลิตในขั้นตอนที่ 2 (การขึ้นรูปพลาสติก) และในขั้นตอนที่ 4 (การจัดเก็บบรรจุ) พบว่า กระบวนการผลิตกล่องพลาสติก ทั้ง 3 ชนิด ส่วนใหญ่มีจุดตกนอกขีดจำกัดควบคุมบน และพบลักษณะควบคุมไม่ได้ในเดือนตุลาคม จากแผนผังพาเรโตกระบวนการผลิตในขั้นตอนที่ 2 พบว่า ลักษณะของเสียที่เกิดขึ้นมากที่สุดคือ ลักษณะลายไม่ชัด ส่วนในขั้นตอนที่ 4 พบว่า ลักษณะของเสียที่เกิดขึ้นมากที่สุดคือ ลักษณะมีสุญญากาศมาก

สมเจตน์ พัชรพันธ์ (2555) ข้อบกพร่องในชิ้นงานพลาสติกที่ผ่านกระบวนการฉีดขึ้นรูป สาเหตุและแนวทางแก้ไข ในปัจจุบันอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนพลาสติกภายในประเทศ มีการพัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์อุปกรณ์ทางไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น ซึ่งกระบวนการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์พลาสติกที่นิยมใช้ในปัจจุบัน คือ กระบวนการฉีดขึ้นรูป (Injection Molding) เนื่องจากให้อัตราการผลิตที่สูง และสามารถผลิตชิ้นงานที่มีความซับซ้อนได้อย่างแม่นยำ อย่างไรก็ตามการได้มาซึ่งผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดีหรือผลิตภัณฑ์ที่มีข้อบกพร่องเมื่อผ่านกระบวนการฉีดขึ้นรูปนั้น โดยทั่วไปแล้วขึ้นอยู่กับการออกแบบแม่พิมพ์ฉีด (Mold design) นอกจากนี้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้ยังคงขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ (Material properties) และที่สำคัญ คือ การปรับตั้งค่าของเครื่องฉีดขึ้นรูปยกตัวอย่างเช่น อุณหภูมิที่ใช้ในการฉีดขึ้นรูป (Injection temperature) ความเร็วในการฉีดขึ้นรูป (Injection speed) แรงดันคงค้าง (Holdingpressure) และอุณหภูมิแม่พิมพ์ฉีด (Mold temperature) เป็นต้น

สมภัสสร เอื้ออารีมิตร และ ธารทัศน์ โมกขมรรคกุล (2551) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การปรับปรุงผังโรงงานเป็นการปรับปรุงกระบวนการทำงานที่มีอยู่แล้วให้มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น การวิจัยครั้งนี้จะทำการปรับปรุงผังโรงงานโดยใช้โรงงานผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูปเป็นกรณีศึกษา ซึ่งโรงงานแห่งนี้เป็นโรงงานอุตสาหกรรมขนาดย่อม วัตถุประสงค์ในการวิจัยครั้งนี้เพื่อปรับปรุงผังโรงงานและจัดวางตำแหน่งเครื่องจักรใหม่เพื่อช่วยเพิ่มผลผลิตให้มากขึ้น, ลดเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนย้ายและลดเวลาที่ใช้ในการรอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอยระหว่างการผลิต ซึ่งวิธีการที่ใช้ในการวิจัย คือการเก็บข้อมูลเวลาที่ใช้ในการผลิตและเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนย้ายสินค้าเพื่อนำมาเป็นข้อมูลนำข้าใส่โปรแกรมการจำลองสถานการณ์ที่เรียกว่า Arena และทำการจำลองสถานการณ์การจัดผังโรงงานทั้งหมด 4 แบบ ได้แก่ ผังโรงงานปัจจุบัน, ผังโรงงานตามชนิดเครื่องจักร, ผังโรงงานตามชนิดสินค้าซึ่งใช้จำนวนเครื่องจักรเท่ากับจำนวนเครื่องจักรที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนของผังโรงงานปัจจุบัน และผังโรงงานตามชนิดสินค้าที่จัดสมดุลการผลิต เพื่อนำผลจากการจำลองสถานการณ์ผังโรงงานทั้ง 4 แบบมาเปรียบเทียบกัน ผลที่ได้จากการจำลองสถานการณ์พบว่า ผังโรงงานตามชนิดเครื่องจักรมีความเหมาะสมในการนำมาปรับใช้มากกว่าผังโรงงานชนิดอื่น เนื่องจากสามารถช่วยลดเวลาที่ใช้ในการขนย้ายลงได้ 30.16%, ลดเวลาที่ใช้ในการรอคอยได้ 71.15% และช่วยผลิตสินค้าได้มากกว่าผังโรงงานปัจจุบัน 3.27% และจากการคิดยอดขายต่อต้นทุนเครื่องจักรที่ใช้ของผังโรงงานแต่ละแบบ พบว่าการจัดผังโรงงานตามชนิดเครื่องจักรช่วยเพิ่มกำไรได้มากที่สุด ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า การจัดผังโรงงานตามชนิดเครื่องจักรมีความเหมาะสมในการนำมาปรับใช้กับโรงงานแห่งนี้ เพื่อทำให้การผลิตสินค้ามีประสิทธิภาพดีขึ้นและช่วยให้ผลิตสินค้าได้ทันตามเวลาที่ลูกค้ากำหนด

ศศิวรรณ รัตนอุบล และ ชานินทร์ ศรีสุวรรณนภา (2556) ได้ศึกษาเรื่องการจำลองสถานการณ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการให้บริการของคลินิกกุมารเวชและอายุรกรรม ตึกผู้ป่วยนอกโรงพยาบาลพัทลุง การศึกษาครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อจำลองระบบปัญหาแถวคอยและสถานการณ์ทางเลือกเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการให้บริการของคลินิกกุมารเวชและอายุรกรรม ตึกผู้ป่วยนอกโรงพยาบาลพัทลุงทำการเก็บข้อมูลเวลาการรอคอยและการให้บริการของแต่ละจุดให้บริการ 15 วันทำการตั้งแต่เวลา 07.00 น. ถึง 16.30 น. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลประกอบด้วย กล้องถ่ายวีดีโอดิจิตอล กล้องเว็บแคม คอมพิวเตอร์ขนาดพกพาและแบบฟอร์มการเก็บข้อมูล จำลองระบบด้วยโปรแกรม Arena วิเคราะห์ข้อมูลด้วยร้อยละค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการศึกษาโดยสรุปเป็นดังนี้ เพิ่มพยาบาลเข้าไปช่วย ณ จุดซักประวัติ 1 คน ช่วงเช้าเวลา 8.30 น. ถึง 12.00 น. ณ คลินิกกุมารเวช สำหรับตัวแบบวันจันทร์ถึงวันพฤหัสบดีทำให้เวลารอรับบริการเฉลี่ยรวมของผู้ป่วยทั่วไปลดลงจากเดิม 166.63 นาทีเป็น 120.42 นาทีร้อยละลดลงคิดเป็น 27.73 และเวลารอรับบริการเฉลี่ยรวมของผู้ป่วยบัตรนัดเพิ่มขึ้นจากเดิม 59.65 นาทีเป็น 80.71 นาที ร้อยละเพิ่มขึ้นคิดเป็น 35.31 ส่วนตัวแบบคลินิกกุมารเวช สำหรับวันศุกร์เพิ่มพยาบาล 1 คน ณ จุกซักประวัติเช่นเดียวกับตัวแบบวันจันทร์ถึงวันพฤหัสบดีทำให้เวลารอรับบริการเฉลี่ยรวมของผู้ป่วยทั่วไปลดลงจากเดิม 148.98 นาที เป็น 101.62 นาที ร้อยละที่ลดลงคิดเป็น 31.79 และเวลารอรับบริการเฉลี่ยรวมของผู้ป่วยบัตรนัดเพิ่มขึ้นจากเดิม 43.95 นาที เป็น 50.89 นาที ร้อยละเพิ่มขึ้นคิดเป็น 15.79

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

ในการดำเนินงานได้ทำการศึกษาการควบคุมคุณภาพเพื่อออกแบบแผนภูมิควบคุมคุณภาพและการจำลองสถานการณ์เพื่อเสนอแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพของ บริษัท เอส.พี.ซี.พลาสติก จำกัด ซึ่งมีวิธีการดำเนินงานแบ่งเป็นขั้นตอนต่าง ๆ ดังจะกล่าวรายละเอียดในบทนี้

3.1 วิธีการดำเนินงาน

การทำปัญหาพิเศษครั้งนี้มีการดำเนินงานโดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การควบคุมคุณภาพและการจำลองสถานการณ์ โดยสรุปขั้นตอนทั้งหมดได้ดังนี้

1. กำหนดหัวข้อปัญหาพิเศษ
2. ศึกษากระบวนการผลิตและปัญหาที่พบด้านคุณภาพสินค้าและประสิทธิภาพการผลิต
3. กำหนดกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่จะทำการศึกษา
4. การควบคุมคุณภาพ
   - 4.1 ทำการเก็บข้อมูลของเสียและของมีตำหนิของผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิด
   - 4.2 นำข้อมูลที่ได้ไปสร้างแผนภูมิควบคุมคุณภาพและปรับปรุง
   - 4.3 นำแผนภูมิควบคุมคุณภาพไปใช้
   - 4.4 วิเคราะห์ปัญหาของเสียที่ไม่อยู่ภายใต้ขอบเขตควบคุม
   - 4.5 วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาของเสียที่สำคัญที่สุด
5. การจำลองสถานการณ์
   - 5.1 ออกแบบและเก็บรวบรวมข้อมูลเวลา
   - 5.2 วิเคราะห์หารูปแบบการแจกแจงของข้อมูล
   - 5.3 สร้างแบบจำลองสถานการณ์ในขั้นตอนการตกแต่งผลิตภัณฑ์
   - 5.4 ตรวจสอบความถูกต้องของตัวแบบจำลองโดยเปรียบเทียบกับระบบงานจริง
   - 5.5 กำหนดทางเลือก
   - 5.6 วิเคราะห์เปรียบเทียบผลที่ได้ในแต่ละทางเลือก
6. จัดทำรายงานปัญหาพิเศษ

ระยะเวลาการดำเนินงานวิจัย เริ่มตั้งแต่วันที่ 1 เดือนกันยายน พ.ศ.2560 ไปจนถึงวันที่ 30 เดือนเมษายน พ.ศ.2561 โดยมีรายละเอียดการดำเนินงานดังแผนการดำเนินงานดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

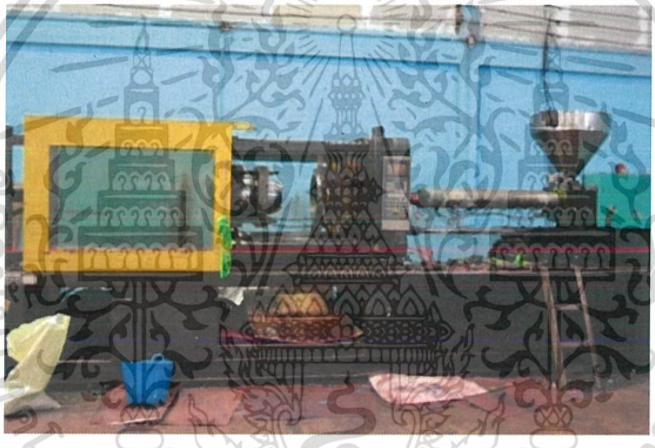
ตารางที่ 3.1 แผนการดำเนินงาน

ขั้นตอนการศึกษา	เวลาการดำเนินงาน							
	พ.ศ. 2560				พ.ศ. 2561			
	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.
1. กำหนดหัวข้อปัญหาพิเศษ	←	→						
2. ศึกษากระบวนการผลิตและปัญหาที่พบด้านคุณภาพสินค้าและประสิทธิภาพการผลิต	←	—	→					
3. กำหนดกลุ่มตัวอย่าง		←	→					
4.1 ทำการเก็บข้อมูลของเสียและของมีตำหนิของผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิด				←	—	—	—	→
4.2 นำข้อมูลที่ได้ไปสร้างแผนภูมิควบคุมสร้างแผนภูมิควบคุม p, แผนภูมิควบคุม u					←	—	—	→
4.3 นำแผนภูมิควบคุมคุณภาพไปใช้					←	—	—	→
4.4 วิเคราะห์ปัญหาของเสียที่ไม่อยู่ภายใต้ขอบเขตควบคุม					←	—	—	→
4.5 วิเคราะห์หาสาเหตุที่สำคัญที่สุด					←	—	—	→
5.1 ออกแบบและเก็บรวบรวมข้อมูลเวลา				←	→			
5.2 วิเคราะห์หารูปแบบการแจกแจงของข้อมูล					←	—	→	
5.3 สร้างแบบจำลองสถานการณ์ในขั้นตอนการตกแต่งผลิตภัณฑ์							←	→
5.4 ตรวจสอบความถูกต้องของตัวแบบจำลองโดยเปรียบเทียบกับระบบงานจริง							←	→
5.5 กำหนดทางเลือก							←	→
5.6 วิเคราะห์เปรียบเทียบผลที่ได้ในแต่ละทางเลือก							←	→
6. จัดทำรายงายปัญหาพิเศษ					←	—	—	→

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ข้อมูลทั่วไปของบริษัท

การศึกษาการควบคุมคุณภาพและการจำลองสถานการณ์เข่งพลาสติกขนาดกลาง (K-1003) กระถางขนาดเล็ก (406) และกระถางขนาดใหญ่ (404) ครั้งนี้ได้ทำการออกแบบแผนภูมิควบคุมและการจำลองสถานการณ์ในขั้นตอนการตกแต่งผลิตภัณฑ์ที่ บริษัท เอส.พี.ซี.พลาสติก จำกัด ซึ่งตั้งอยู่ที่ 348/5 ถนนสุคนธวิท ตำบลตลาดกระทุ่มแบน อำเภอกระทุ่มแบน จังหวัดสมุทรสาคร บริษัทผลิตพลาสติกประเภทบรรจุภัณฑ์ด้วยกระบวนการฉีดขึ้นรูป โดยมีการผลิตแบบตามคำสั่งซื้อของลูกค้า (Make to order) มีเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการผลิตทั้งสิ้นจำนวน 14 เครื่อง เป็นเครื่องขึ้นรูป 8 เครื่อง (รูปที่ 3.1) เครื่องผสมสี 1 เครื่อง (รูปที่ 3.2) เครื่องโม่ 3 เครื่อง (รูปที่ 3.3) เครื่องอบไล่ความชื้น 2 เครื่อง (รูปที่ 3.4) เครื่องจักรแต่ละเครื่องจะผลิตได้เพียงครั้งละแบบพิมพ์เท่านั้น โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลช่วงเช้าเวลา 07.00 - 11.00 น. ช่วงบ่าย 13.00 - 16.00 น ตั้งแต่วันที่ 9 เดือนธันวาคม พ.ศ.2560 จนถึงวันที่ 10 เดือนเมษายน พ.ศ. 2561

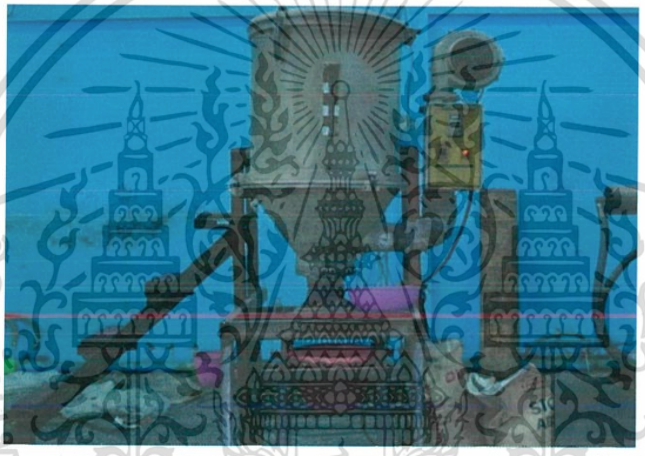


รูปที่ 3.1 เครื่องขึ้นรูปพลาสติก

รูปที่ 3.2 เครื่องผสมสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.3 เครื่องโม่เศษพลาสติก

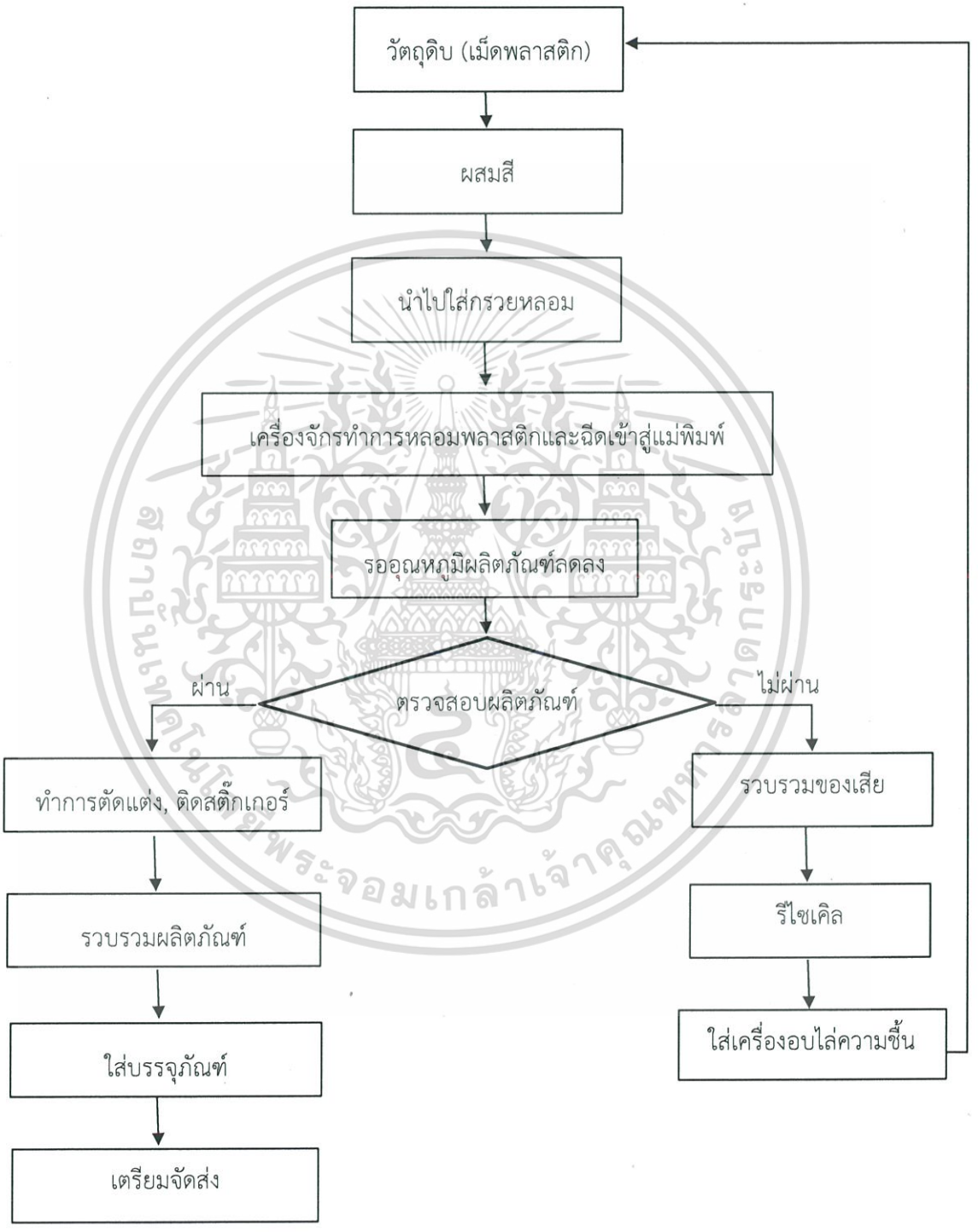


รูปที่ 3.4 เครื่องอบไล่ความชื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 กระบวนการผลิต

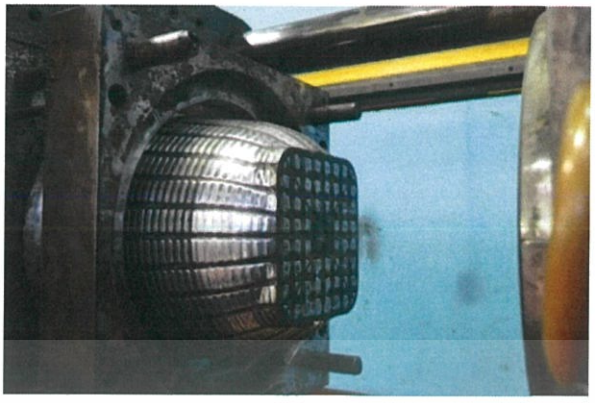
กระบวนการผลิตมีขั้นตอนการผลิตที่ได้สรุปกระบวนการผลิตแบบฉีดขึ้นรูปผลิตภัณฑ์พลาสติกไว้ดังรูป 3.5 โดยมีรายละเอียดดังนี้



รูปที่ 3.5 แผนผังกระบวนการผลิตแบบฉีดขึ้นรูปผลิตภัณฑ์พลาสติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. นำแม่พิมพ์ลงในเครื่องขึ้นรูปพลาสติกเพื่อทำการติดตั้ง (รูปที่ 3.6)



รูปที่ 3.6 แม่พิมพ์

2. การผสมสี

2.1 ทำการผสมสีแม่สีกับเม็ดพลาสติก โดยนำเม็ดพลาสติกจำนวน 4 กระสอบ (รูปที่ 3.7) และชั่งตวงแม่สี 400 กรัม ต่อ เม็ดพลาสติก 4 กระสอบ (รูปที่ 3.8) แล้วทำการนำแม่สีและเม็ดพลาสติกเทลงไปในเครื่องผสมสี (รูปที่ 3.9) เมื่อเสร็จแล้วทำการปิดฝาเครื่องผสมสี กดสวิตซ์เปิดเครื่องให้ทำงาน

รูปที่ 3.7 เตรียมเม็ดพลาสติก

รูปที่ 3.8 ชั่งตวงแม่สี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.9 พนักงานนำวัตถุดิบเทลงในเครื่องผสมสี

2.2 เมื่อเครื่องผสมสีทำงานได้ประมาณ 5 - 7 นาที (รูปที่ 3.10) แม่สีกับเม็ดพลาสติกจะผสมกันได้ที่ จึงนำเม็ดพลาสติกที่ทำการผสมสีเสร็จแล้วใส่กระสอบพร้อมนำไปขึ้นรูป (รูปที่ 3.11)

รูปที่ 3.10 เม็ดพลาสติกที่ผสมกับแม่สีที่ได้ที่แล้ว

รูปที่ 3.11 พนักงานนำเม็ดพลาสติกที่ผสมเสร็จแล้วใส่กระสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 หากมีกรณีที่เม็ดมีความชื้นจะนำเม็ดพลาสติกใส่ลงในตู้อบ ทำการปิดฝาตู้แล้วกดสวิตช์เปิดเครื่องให้ทำงาน รอประมาณ 30 นาที เม็ดพลาสติกก็จะแห้งแล้วใส่กระสอบพร้อมนำไปขึ้นรูป (รูปที่ 3.12)

รูปที่ 3.12 พนักงานเปิดฝาตู้อบเพื่อที่จะใส่เม็ดพลาสติก

3. เมื่อเม็ดพลาสติกที่ผสมสีเสร็จแล้วจะนำไปใส่เครื่องขึ้นรูปพลาสติก (รูปที่ 3.13) พนักงานจะทำการปรับตั้งเครื่องจักร (รูปที่ 3.14) เพื่อให้แม่พิมพ์ประกบกันแล้วเครื่องจักรจะทำงานโดยอัตโนมัติ โดยเครื่องจักรจะทำการหลอมพลาสติกเพื่อฉีดเข้าสู่แม่พิมพ์ และรอชิ้นงานเสร็จสมบูรณ์

รูปที่ 3.13 พนักงานกำลังใส่เม็ดพลาสติกลงกรวยหลอมพลาสติก

รูปที่ 3.14 ช่างปรับตั้งเครื่องจักร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เมื่อชิ้นงานขึ้นรูปสมบูรณ์แล้ว แม่พิมพ์จะเปิดออกอัตโนมัติและชิ้นงานจะออกมาจากเครื่องจักร จากนั้นพนักงานจะตรวจสอบชิ้นงานด้วยตาเปล่า (รูปที่ 3.15) โดยตรวจสอบว่าชิ้นงานไม่มีลักษณะของเสียและมีตำหนิ แล้วทำการตัดแต่งพลาสติกส่วนเกินออกให้ได้รูปทรงที่ลูกค้าต้องการ (รูปที่ 3.16) จากนั้นแยกชิ้นงานที่เสียจะนำไปทำการรีไซเคิลด้วยการใส่เครื่องโม่เศษพลาสติก (รูปที่ 3.17) ส่วนชิ้นงานที่ดีใส่บรรจุภัณฑ์เตรียมจัดจำหน่าย (รูปที่ 3.18)

รูปที่ 3.15 การตรวจสอบชิ้นงานด้วยตาเปล่า

รูปที่ 3.16 การตัดแต่งชิ้นงาน

รูปที่ 3.17 เครื่องโม่เศษพลาสติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.18 รวบรวมผลิตภัณฑ์พลาสติกเตรียมพร้อมจัดส่ง

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บข้อมูลจะต้องสร้างภาพที่สามารถมองเห็นในใจให้ชัดเจนขึ้นก่อนว่าเราต้องการเก็บข้อมูลไปเพื่ออะไร เมื่อมีการกำหนดวัตถุประสงค์ของการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ชัดเจนแล้วย่อมต้องมีการบันทึกข้อมูล ดังนั้นในการเก็บรวบรวมข้อมูลในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลแบบข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) คือ ข้อมูลที่ผู้วิจัยเก็บขึ้นมาใหม่เก็บรวบรวมข้อมูลเองเพื่อตอบสนองต่อวัตถุประสงค์การวิจัย และสอดคล้องกับเทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลจะดำเนินการโดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การควบคุมคุณภาพและการจำลองสถานการณ์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.4.1 การควบคุมคุณภาพ

ในการศึกษาการควบคุมคุณภาพครั้งนี้ได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของโรงงานพลาสติก โดยรวบรวมข้อมูลจำนวนการผลิต จำนวนของเสีย จำนวนลักษณะรอยตำหนิและสาเหตุของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ 3 ชนิด คือ เข่งขนาดกลาง (K-1003) กระถางขนาดเล็ก (406) และกระถางขนาดใหญ่ (404)

เนื่องจากผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดจะผลิตตามคำสั่งซื้อของลูกค้า ซึ่งคำสั่งซื้อหลัก ๆ ที่ลูกค้าจะสั่งซื้อทางบริษัทมีการผลิตอยู่ตลอดเวลาจำนวนที่ทางบริษัทฯ ผลิตในแต่ละวันนั้นอาจมีจำนวนไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับปริมาณการสั่งซื้อจากทางลูกค้า

จากผลการเก็บรวบรวมข้อมูลและทำให้กำหนดลักษณะของเสีย และลักษณะรอยตำหนิที่เกิดขึ้นของผลิตภัณฑ์กลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ลักษณะของเสีย

1.1 ชิ้นงานฉีดแล้วไม่เต็มรูป แหว่ง หรือบางบริเวณขาดหายไป (รูปที่ 3.19)

รูปที่ 3.19 ตัวอย่างชิ้นงานฉีดไม่เต็มรูป

1.2 เกิดรอยหักที่ชิ้นงาน (รูปที่ 3.20)

รูปที่ 3.20 ตัวอย่างรอยหัก

1.3 มีการปนเปื้อนที่ผิวชิ้นงาน โดยการปนเปื้อนเกิดจากการปนเปื้อนของผงสี หรือรอยไหม้บนผิวชิ้นงาน (รูปที่ 3.21)

รูปที่ 3.21 ตัวอย่างการปนเปื้อนบนผิวเข่ง

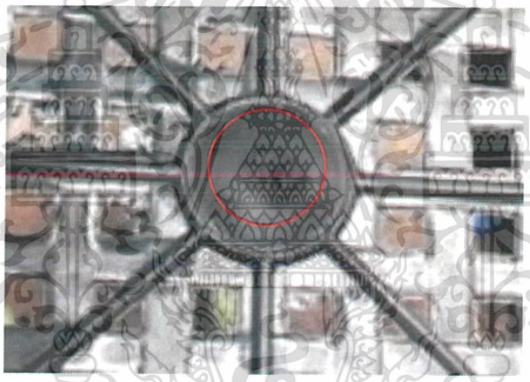
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ลักษณะของมีตำหนิ

2.1 รูปร่างของผลิตภัณฑ์บิดเบี้ยว (รูปที่ 3.22)

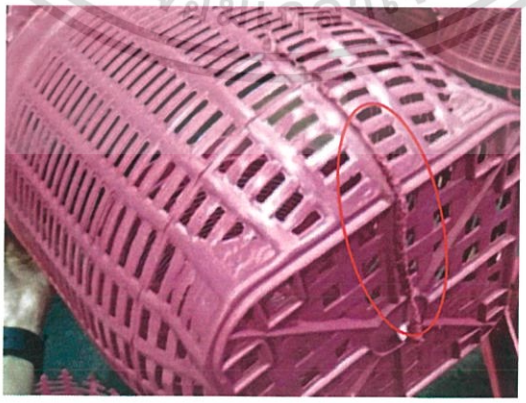
รูปที่ 3.22 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์เบี้ยว

2.2 เกิดรอยยุบบริเวณก้นหรือผิวของชิ้นงาน (รูปที่ 3.23)



รูปที่ 3.23 ตัวอย่างรอยยุบบริเวณผิวของชิ้นงาน

2.3 มีโพรงอากาศเกิดขึ้นที่ก้นหรือผิวของชิ้นงาน (รูปที่ 3.24)



รูปที่ 3.24 ตัวอย่างรอยโพรงอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลจำนวนการผลิต จำนวนของเสีย จำนวนลักษณะรอยตำหนิและสาเหตุของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต จะถูกบันทึกในแบบฟอร์มการบันทึกข้อมูลที่ออกแบบไว้ดังตารางที่ 3.2 จากปัญหาการสั่งซื้อผลิตภัณฑ์มีความไม่ต่อเนื่อง ทำให้ไม่สามารถเก็บข้อมูลผลิตภัณฑ์เข่งพลาสติกทั้ง 3 ขนาด ตามที่วางแผนไว้ในเดือน ธ.ค. – ก.พ. ได้ เพราะมีเพียงเข่งพลาสติกขนาดกลาง (K-1003) เท่านั้นที่มีการสั่งซื้อ คณะผู้วิจัยจึงทำการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์เป็น กระถางพลาสติกขนาดเล็ก (406) และกระถางพลาสติกขนาดใหญ่ (404) มาแทน และเริ่มทำการเก็บข้อมูลในการผลิตช่วงที่ 2

ดังนั้นจึงสรุปการดำเนินการเก็บข้อมูลนำมาใช้ในการศึกษา เกี่ยวกับการควบคุมคุณภาพ แบ่งออกเป็น 3 ช่วงเวลา ดังนี้

ตารางที่ 3.2 การดำเนินการเก็บข้อมูลจำนวนของเสียและรอยตำหนิที่นำมาใช้ในการศึกษา

ช่วงที่	วัน/เดือน/ปี	ข้อมูลของเสีย			ข้อมูลรอยตำหนิ		
		K-1003	406	404	K-1003	406	404
1	9 ธ.ค. 60 – 29 ธ.ค. 60	✓	-	-	-	-	-
2	12 ม.ค. 61 – 13 ก.พ. 61	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3	22 ก.พ. 61 – 10 เม.ย. 61	✓	✓	✓	✓	✓	✓

การบันทึกข้อมูลครั้งนี้คณะผู้จัดทำได้เก็บบันทึกข้อมูลด้วยตัวเอง ซึ่งโรงงานผลิตผลิตภัณฑ์ตลอด 24 ชั่วโมง แต่ผู้จัดทำเลือกเก็บข้อมูลเพียงแค่ 2 กะ คือกะเช้าและกะบ่าย เพื่อความสะดวกและความปลอดภัยของผู้บันทึกข้อมูล ผลการบันทึกข้อมูลที่ของมีตำหนิในเดือนธันวาคมนั้นเกิดข้อผิดพลาดในการบันทึกข้อมูล ทำให้เดือนธันวาคมนั้นมีเพียงข้อมูลของจำนวนของเสียเพียงอย่างเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 แบบฟอร์มการเก็บข้อมูลจำนวนการผลิตจำนวนของเสียและจำนวนรอยตำหนิของผลิตภัณฑ์พลาสติก

แบบฟอร์มจำนวนของเสียและจำนวนรอยตำหนิของผลิตภัณฑ์พลาสติก											
ชนิดผลิตภัณฑ์					ขนาด			เครื่องที่		ผู้จดบันทึก	
No	ว/ด/ป	ลักษณะรอยตำหนิ						จำนวนรอยตำหนิ	จำนวนของเสีย	จำนวนการผลิต	หมายเหตุ
		บิดเบี้ยว	รอยยุบ	โพรงอากาศ	ฉีดไม่เต็มรูป	รอยหัก	การปนเปื้อน				
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											
24											
25											
รวม											

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.4.2 การจำลองสถานการณ์

จากการศึกษาปัญหา ทางคณะผู้จัดทำได้พบว่ามีปัญหาที่กระบวนการตัดแต่งเข่งพลาสติกขนาดกลาง เนื่องจากจุดดังกล่าวนั้นมีการเกิดเวลารอคอยและเกิดการกองของเข่งพลาสติกขนาดกลางผลิตออกมามาก คณะผู้จัดทำได้เก็บรวบรวมข้อมูลเวลาการทำงานในส่วนต่าง ๆ ของระบบที่เป็นปัจจุบันของกระบวนการผลิตเข่งพลาสติกขนาดกลางจากพนักงานที่ทำงานอยู่และมีความชำนาญในงานของตน โดยเป็นการทำงานที่อยู่ในสถานการณ์ที่เป็นปกติให้มากที่สุด ที่ไม่ทำงานช้าหรือเร็วจนเกินไป

โดยมีเครื่องมือการเก็บรวบรวมเวลาการทำงานดังนี้

1. กล้องถ่ายวีดีโอ ไม่ว่าจะเป็นกล้องถ่ายรูปที่มีฟังก์ชันถ่ายวีดีโอหรือกล้องโทรศัพท์มือถือที่มีฟังก์ชันถ่ายวีดีโอ โดยมีความละเอียดมากพอที่จะสามารถมองเห็นกระบวนการได้อย่างละเอียด

2. แบบฟอร์มการบันทึกข้อมูลเวลาการทำงานภายในกระบวนการผลิตเข่งพลาสติกขนาดกลางที่ถูกออกแบบไว้ในตารางที่ 3.4 และตัวอย่างการบันทึกข้อมูลลงในแบบฟอร์มการบันทึกข้อมูล โดยใช้ข้อมูลในขั้นตอนการตกแต่งเข่งพลาสติกขนาดกลาง ดังแสดงในตารางที่ ก.10 - ก.13

ทางคณะผู้จัดทำได้ทำการบันทึกวีดีโอกระบวนการผลิตเข่งพลาสติกขนาดกลาง โดยทำการเก็บค่าเวลาอย่างต่อเนื่องโดยไม่มีการสุ่ม จำนวน 50 ค่าหรือมากกว่า เนื่องจากในการทดสอบการกระจายของข้อมูลในกระบวนการผลิตเข่งพลาสติกขนาดกลางขนาดกลาง โดยเลือกใช้การทดสอบแบบไคสแควร์ (Chi-squared Distribution) ซึ่งจะต้องมีข้อมูลดิบอยู่อย่างน้อย 50 ค่า (รุ่งรัตน์ ภิสัชเพ็ญ, 2551)

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลการจำลองสถานการณ์ในครั้งนี้ ผู้จัดทำได้ทำการถ่ายวีดีโอ ตั้งแต่เข่งพลาสติกตกลงมาจากเครื่องฉีดเม็ดพลาสติก จนถึงเข่งพลาสติกที่ทำการตัดแต่งเสร็จแล้วเตรียมพร้อมจำหน่าย จึงหยุดบันทึกวีดีโอ ซึ่งโดยระยะเวลาในการบันทึกเลือกไปที่ 1 รอบเทแบบต่อเนื่อง 10 ครั้งแล้วนำมาแปลเป็นข้อมูลดิบ แล้วนำไปสร้างแบบจำลองสถานการณ์ที่เป็นปัจจุบันในกระบวนการผลิตเข่งพลาสติกขนาดกลางในบทถัดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

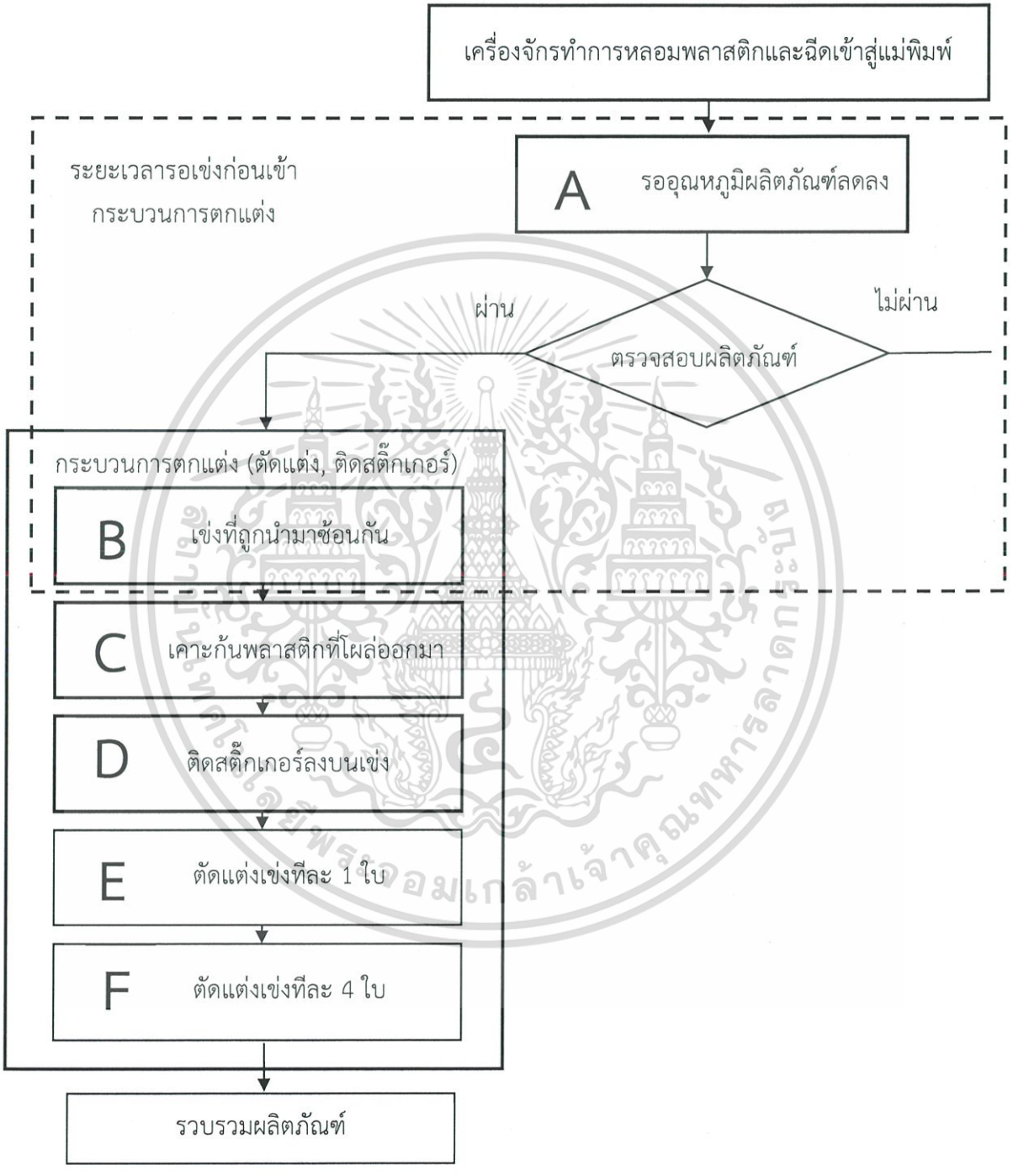
ตารางที่ 3.4 แบบฟอร์มการบันทึกข้อมูลเวลาการทำงานในกระบวนการผลิตเข่งพลาสติก

ครั้งที่	เวลา (วินาที)	ครั้งที่	เวลา (วินาที)
1		26	
2		27	
3		28	
4		29	
5		30	
6		31	
7		32	
8		33	
9		34	
10		35	
11		36	
12		37	
13		38	
14		39	
15		40	
16		41	
17		42	
18		43	
19		44	
20		45	
21		46	
22		47	
23		48	
24		49	
25		50	
		รวม	
		เวลาเฉลี่ย	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลทั่วไปของกระบวนการผลิตเข่งพลาสติกขนาดกลาง

1) กระบวนการแบบขยายของกระบวนการผลิตของเข่งพลาสติกขนาดกลางในกระบวนการตกแต่ง



รูปที่ 3.25 กระบวนการผลิตแบบขยายของกระบวนการผลิตของเข่งพลาสติกขนาดกลางในกระบวนการตกแต่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบวนการผลิตเข่งพลาสติกขนาดกลางจะทำงานทุก ๆ วันแบบ 24 ชั่วโมง โดยการเก็บข้อมูลเราได้เลือกที่การเทถุงกระสอบเม็ดพลาสติกลงไปในถาดลองรับเม็ดพลาสติก 1 ครั้ง และจบการบันทึกด้วยการเทครั้งถัดไป ซึ่งจากการบันทึกพบว่าจะใช้เวลา 42 นาที/เทถุงเม็ดพลาสติกน้ำหนัก 25 กิโลกรัม โดยประมาณ ซึ่งมีรายละเอียดและภาพประกอบกระบวนการผลิตและตารางการเก็บข้อมูลดังต่อไปนี้

A) เวลาของการผลิตเข่งพลาสติกขนาดกลางต่อหนึ่งชิ้นใช้เวลาไป 42 วินาทีตลอดการผลิตและเป็นจุดคัดเข่งพลาสติกขนาดกลางที่ดีและเข่งพลาสติกขนาดกลางเสียก่อนทำการเก็บรวบรวมไปตกแต่งดังรูปภาพที่ 3.26

รูปที่ 3.26 เข่งพลาสติกขนาดกลางที่ฉีดเสร็จเรียบร้อยแล้ว

B) พนักงานทำการรวบรวมเข่งพลาสติกขนาดกลางที่กระจัดการจายอยู่บริเวณหน้าเครื่องนำมาเรียงซ้อนกันเพื่อให้สะดวกในการหยิบมาตัดแต่งชิ้นงานในขั้นตอนต่อไป ดังรูปภาพที่ 3.27 ซึ่งมีตารางการเก็บข้อมูลดังตางรางที่ ก.10

รูปที่ 3.27 พนักงานเก็บเข่งมาซ้อน ๆ กัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

C) พนักงานจะทำการเคาะก้นพลาสติกที่นูนออกมาโดยใช้เวลา 1 วินาที ดังภาพที่ 3.28

รูปที่ 3.28 พนักงานทำการเคาะก้นพลาสติกที่นูนออกมา

D) พนักงานทำการติดสติ๊กเกอร์ดังภาพที่ 3.29 แล้วนำไปรวบรวมเข่งเพื่อไปขั้นตอนถัดไป ซึ่งมีตารางการเก็บข้อมูลดังตางรางที่ ก.11

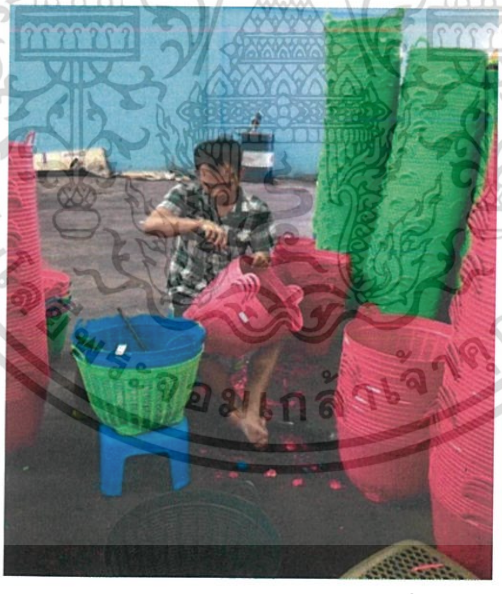
รูปที่ 3.29 พนักงานทำการติดสติ๊กเกอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

E) พนักงานทำการตัดแต่งเข่งทีละใบ ดังภาพที่ 3.30 และมีตารางการเก็บข้อมูลดังตารางที่ ก.12

รูปที่ 3.30 พนักงานทำการตัดแต่งเข่งทีละใบ

F) พนักงานทำการตัดแต่งเข่งที่ซ้อนกัน 4 ใบที่ผ่านการตัดแต่งทีละใบเรียบร้อยแล้วเพื่อเป็นการเก็บงานครั้งสุดท้ายก่อนออกจากกระบวนการไปเมื่อทำการตัดแต่งเสร็จ ดังภาพที่ 3.31 และมีตารางการเก็บข้อมูลดังตางที่ ก.13



รูปที่ 3.31 พนักงานทำการตัดแต่งเข่งที่ซ้อนกัน 4 ใบที่ผ่านการตัดแต่งทีละใบเรียบร้อยแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 สถิติและเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การดำเนินการแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การควบคุมคุณภาพและการจำลองสถานการณ์ ดังนี้

3.5.1 การควบคุมคุณภาพ

สถิติและเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล มีดังต่อไปนี้

1. แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียหรือแผนภูมิควบคุม p (p chart) เมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างไม่เท่ากัน

2. แผนภูมิควบคุมรอยตำหนิต่อหน่วยที่ตรวจสอบหรือแผนภูมิควบคุม u (u chart) เมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างไม่เท่ากัน

3. แผนผังพาเรโต (Pareto)

4. แผนผังเหตุและผลหรือแผนผังก้างปลา (Cause and effect diagram or Fish bone diagram)

5. แผนการสุ่มตัวอย่างเชิงลำดับโดยใช้สมการของวาลด์

ทำการพิจารณาว่ากระบวนการผลิตอยู่ภายใต้การควบคุมหรือไม่ โดยใช้โปรแกรม Minitab Version 17 และนำแผนภูมิควบคุมมาใช้ โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel 2013 เพื่อคำนวณในระหว่างทำการควบคุมคุณภาพ ซึ่งถ้าหากเกิดจากความผันแปรที่ไม่เป็นธรรมชาติที่สามารถควบคุมได้ ผู้จัดทำจะต้องทำการสืบค้นหาสาเหตุและปัจจัยที่ทำให้เกิดผล แล้วทำการปรับปรุงแก้ไขต่อไป

3.5.2 การจำลองสถานการณ์

สถิติและเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล มีดังต่อไปนี้

1. การทดสอบ Chi-Square Goodness of Fit เพื่อหาการกระจายของข้อมูลที่เหมาะสม โดยใช้ Inpul Analyzer

2. สร้างแบบจำลองสถานการณ์ โดยการใช้โปรแกรม Arena version 14.5 โดยทางคณะผู้จัดทำเลือกสร้างโมเดล หรือสร้างแบบจำลองทั้งหมด 2 ทางเลือก ดังนี้

ทางเลือกที่ 1 (ให้พนักงานเฝ้าอยู่หน้าเครื่องตลอดเวลา)

ทางเลือกที่ 2 (ให้พนักงานเฝ้าอยู่หน้าเครื่องตลอดเวลา และเพิ่มคนงานเข้าไปช่วยขั้นตอนตัดแต่งอีก 1 คน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการดำเนินงาน

ผลจากการศึกษาข้อมูลการควบคุมคุณภาพของบริษัท เอส.พี.ซี.พลาสติก จำกัด ได้ทำการวิเคราะห์และสร้างแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย (p chart) และแผนภูมิรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ย (u chart) ของผลิตภัณฑ์พลาสติกทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ เข่งขนาดกลาง (K-1003) กระถางขนาดเล็ก (406) กระถางขนาดใหญ่ (404) ในส่วนของเข่งพลาสติกขนาดกลาง มีการเก็บข้อมูลแบ่งเป็น 3 ช่วงเวลา และการเก็บข้อมูลในส่วนของกระถางพลาสติกขนาดใหญ่และกระถางพลาสติกขนาดเล็ก มีการเก็บข้อมูลแบ่งเป็น 2 ช่วงเวลา รวมทั้งแสดงผลจากการนำแผนภูมิควบคุมที่สร้างขึ้นไปใช้ระหว่างกระบวนการผลิตแต่ละช่วงเวลา นอกจากนี้ยังได้ทำการวิเคราะห์หาแผนผังพาเรโตเพื่อหาลักษณะของเสียที่มากที่สุด รวมทั้งนำปัญหาดังกล่าวมาใช้วิเคราะห์ด้วยแผนผังเหตุและผล

สำหรับในส่วนที่ 2 ผลการจำลองสถานการณ์นั้นได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลการจำลองสถานการณ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตเข่งพลาสติกขนาดกลาง ในกระบวนการตัดแต่งเข่งพลาสติกได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อหาการกระจายข้อมูลในกระบวนการ โดยใช้โปรแกรม Input analyzer เพื่อนำมาสร้างแบบจำลองสถานการณ์ที่เป็นปัจจุบันของกระบวนการผลิตเข่งพลาสติก โดยใช้โปรแกรม Arena Version 14.5 และทำการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง แล้วหลังจากนั้นทำการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ขึ้นมาเพื่อแก้ไขปัญหาการรอคอยดังกล่าวโดยทำการนำแบบจำลองสถานการณ์ที่เป็นปัจจุบันมาเปรียบเทียบกับแบบจำลองสถานการณ์ที่ได้นำเสนอไปว่าแบบจำลองไหนสามารถลดระยะเวลารอในกระบวนการผลิตเข่งพลาสติกได้ดีที่สุด ภายใต้ต้นทุนที่เป็นที่ยอมรับของผู้ประกอบการ

4.1 การควบคุมคุณภาพ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลิตภัณฑ์พลาสติก ทั้ง 3 ชนิด ในการศึกษาครั้งนี้จะพิจารณาเฉพาะจุดที่ตกนอกขอบเขตบนเท่านั้น โดยรายละเอียดดังต่อไปนี้

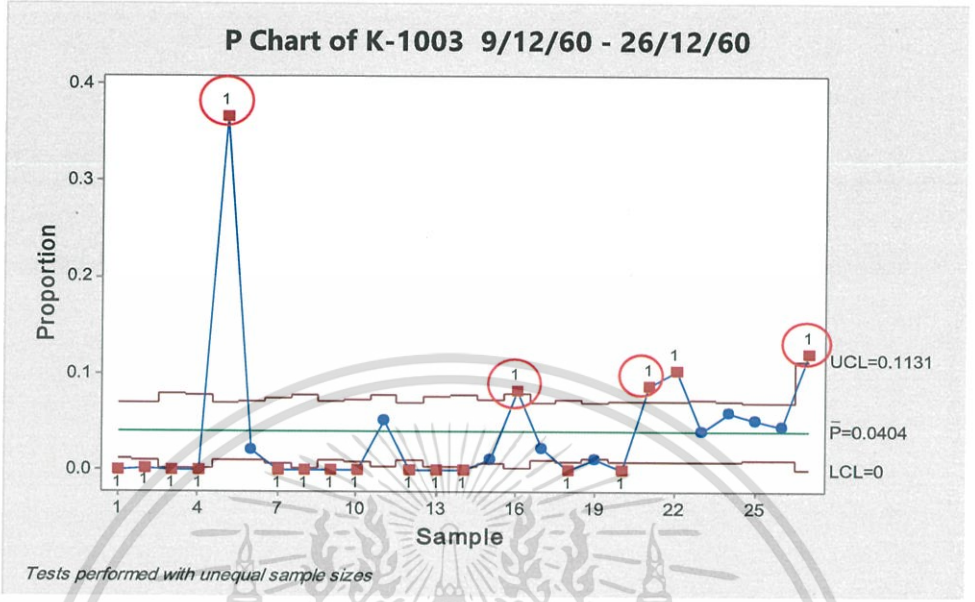
4.1.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับเข่งพลาสติกขนาดกลาง

4.1.1.1 แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียสำหรับเข่งพลาสติกขนาดกลาง

การเก็บข้อมูลในส่วนของเข่งพลาสติกขนาดกลาง มีการเก็บข้อมูลแบ่งเป็น 3 ช่วงเวลา คือช่วงแรก ตั้งแต่วันที่ 9 ธ.ค. 2560 ถึงวันที่ 29 ธ.ค. 2560 ช่วงที่ 2 ตั้งแต่วันที่ 12 ม.ค. 2561 ถึงวันที่ 13 ก.พ. 2561 และช่วงที่ 3 ตั้งแต่วันที่ 22 ก.พ. 2561 ถึงวันที่ 10 เม.ย. 2561 สามารถแสดงการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียสำหรับเข่งพลาสติกขนาดกลาง ช่วงที่ 1 (ระหว่างวันที่ 9 ธันวาคม 2560 ถึงวันที่ 29 ธันวาคม 2560)



รูปที่4.1 แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียสำหรับเข่งพลาสติกขนาดกลาง ช่วงที่ 1 (ระหว่างวันที่ 9 ธ.ค. 60 ถึง 29 ธ.ค. 60)

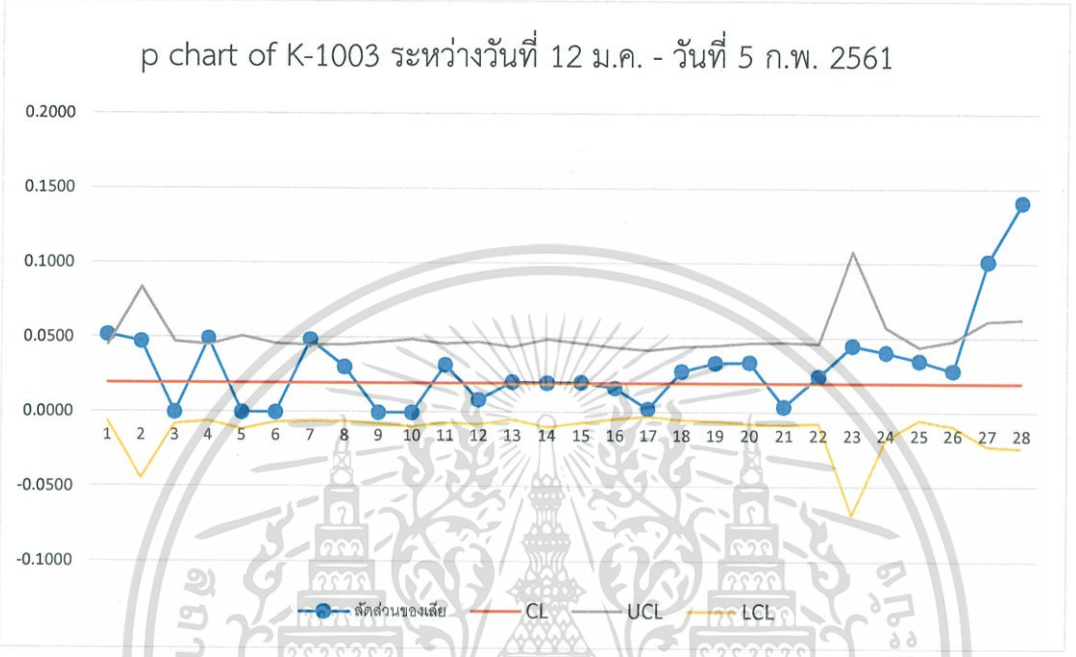
หมายเหตุ : ■ หมายถึง มีจุดพิกัดอย่างน้อย 1 จุด ตกอยู่ข้างนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่าง
○ หมายถึง จุดพิกัดที่ตกอยู่นอกขีดจำกัดควบคุมบน 1 จุดที่รู้สาเหตุ

จากรูปที่ 4.1 พบว่า จุดที่ 5, 16, 21, 22 และ 27 เป็นจุดที่ตกอยู่นอกเขตขีดจำกัดควบคุมบนแสดงว่า กระบวนการผลิตไม่สามารถควบคุมได้ จากการพิจารณาข้อมูลตารางที่ ก.3 พบว่า จุดที่ 5 (วันที่ 12 ธันวาคม 2560) ได้เปลี่ยนพนักงานที่ควบคุมเครื่องจักรและทำการปรับตั้งค่าเครื่องใหม่ซึ่งการปรับตั้งค่าเครื่องในครั้งนั้นยังไม่ได้มาตรฐานตามที่โรงงานต้องการทำให้เกิดของเสียจำนวนมาก จุดที่ 16 (วันที่ 17 ธันวาคม 2560) เนื่องจากพนักงานที่ควบคุมเครื่องจักรหยุด พนักงานที่มาแทนยังมีทักษะในการควบคุมเครื่องไม่มากพอ จุดที่ 21 (วันที่ 26 ธันวาคม 2560) เนื่องจากมีการเปลี่ยนสีที่ใช้ทำการฉีดขึ้นรูป และพนักงานที่ประจำเครื่องจักรได้ไปทำหน้าที่อื่นทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตออกมาไม่มีคนดูแล จุดที่ 27 (วันที่ 29 ธันวาคม 2560) เครื่องจักรหยุดทำงาน เนื่องจากมีชิ้นงานติดอยู่ภายในแม่พิมพ์ พนักงานจึงเปิดประตูเครื่องจักรทิ้งไว้ซึ่งต้องรอช่างมาซ่อม และจุดที่ 22 (วันที่ 26 ธันวาคม 2560) ผู้วิจัยไม่พบสาเหตุที่ทำให้เกิดของเสีย หากทำการตัดข้อมูลที่ทราบสาเหตุชุดนี้ออกแล้วทำการคำนวณค่า $\bar{p}_{new}$ พบว่ามี $\bar{p}_{new} = 0.0195$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) การประยุกต์ใช้แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียสำหรับเข่งพลาสติกขนาดกลาง ในช่วงที่ 2 (ระหว่างวันที่ 12 มกราคม 2561 ถึงวันที่ 5 กุมภาพันธ์ 2561)

สำหรับช่วงที่ 2 ได้นำค่า $\overline{p}_{new}$ ที่คำนวณได้จากช่วงที่ 1 มาทำการคำนวณขีดจำกัดการควบคุมบนและล่าง เพื่อใช้ควบคุมระหว่างการผลิตในช่วงที่ 2

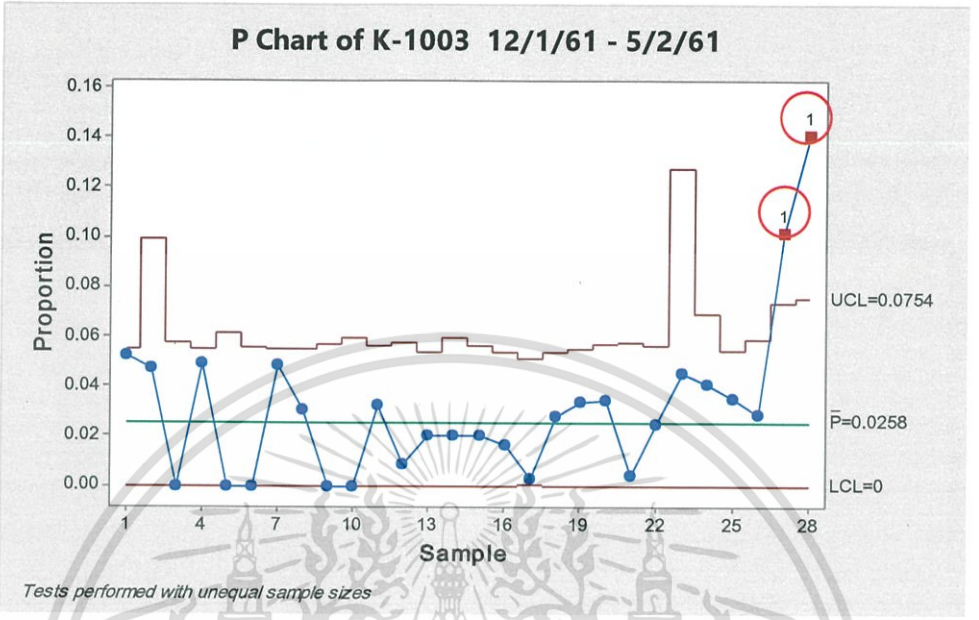


รูปที่ 4.2 การประยุกต์ใช้แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียสำหรับเข่งพลาสติกขนาดกลาง ในช่วงที่ 2 (ระหว่างวันที่ 12 ม.ค. 61 ถึง 5 ก.พ. 61)

จากรูปที่ 4.2 พบว่า มีลักษณะสัดส่วนของเสียออกนอกขีดจำกัดบน 5 จุด คือ จุดที่ 1, 4, 7, 27 และ 28 ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการแก้ไขใน จุดที่ 1 (วันที่ 12 มกราคม 2561) โดยการตามช่างมาตรวจสอบและแก้ไขเครื่องจักร จุดที่ 4 (วันที่ 19 มกราคม 2561) เนื่องจากวันที่ปรับปรุงข้อมูลมีสภาพอากาศหนาวเย็นทำให้เม็ดพลาสติกมีความชื้น จึงแนะนำพนักงานให้อบเม็ดพลาสติก จุดที่ 27 และจุดที่ 28 (วันที่ 5 กุมภาพันธ์ 2561) เนื่องจากมีพนักงานตัดแต่งประจำเครื่องลาออก ซึ่งเครื่องจักรนั้นมีการผลิตแบบอัตโนมัติซึ่งไม่มีผู้ดูว่าเข่งพลาสติกนั้นเกิดของเสีย จึงทำให้เกิดของเสียเป็นจำนวนมาก ผู้วิจัยได้แก้ไขสถานการณ์โดยตามช่างมาซ่อม และแนะนำช่างซ่อมให้เฝ้าระวังการเกิดของเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียสำหรับเข่งพลาสติกขนาดกลาง ช่วงที่ 2 (ระหว่างวันที่ 12 มกราคม 2561 ถึงวันที่ 5 กุมภาพันธ์ 2561)



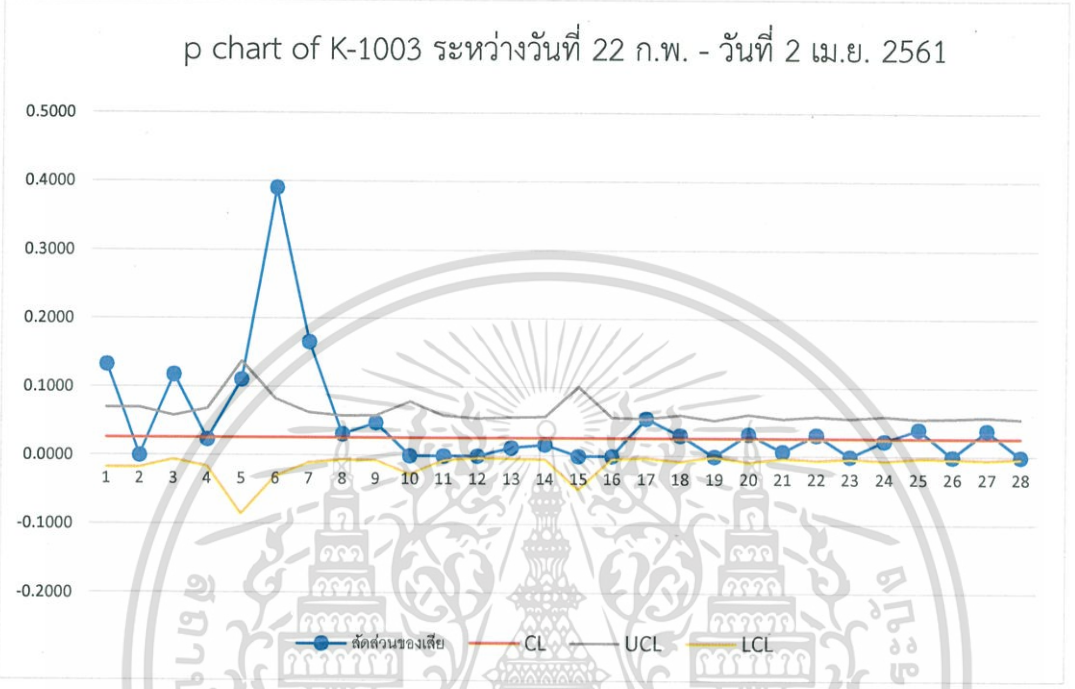
รูปที่ 4.3 แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียสำหรับเข่งพลาสติกขนาดกลาง ช่วงที่ 2 (ระหว่างวันที่ 12 ม.ค. 61 ถึง 5 ก.พ. 61)

การปรับแผนภูมิควบคุมใหม่จากข้อมูลของเสียช่วงที่ 2 แสดงดังรูปที่ 4.3 พบว่า จุดที่ 27 และ 28 เป็นจุดที่ตกอยู่นอกเขตขีดจำกัดควบคุมบนแสดงว่า กระบวนการผลิตไม่สามารถควบคุมได้ จากการพิจารณาข้อมูลตารางที่ ก.4 พบว่า จุดที่ 27 และ 28 (วันที่ 5 มกราคม 2561) มีสาเหตุของเสียได้กล่าวไว้ในการประยุกต์ใช้แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียสำหรับเข่งพลาสติกขนาดกลางในช่วงที่ 2 (ระหว่างวันที่ 12 ม.ค. 61 ถึง 5 ก.พ. 61) หากทำการตัดข้อมูลที่ทราบสาเหตุชุดนี้ออกแล้วทำการคำนวณค่า $\overline{p}_{new}$ พบว่ามี $\overline{p}_{new} = 0.0258$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) การประยุกต์ใช้แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียสำหรับเข่งพลาสติกขนาดกลางในช่วงที่ 3 (ระหว่างวันที่ 22 กุมภาพันธ์ 2561 ถึงวันที่ 1 เมษายน 2561)

สำหรับช่วงที่ 3 ได้นำค่า $\overline{p}_{new}$ ที่คำนวณได้จากช่วงที่ 2 มาทำการคำนวณขีดจำกัดการควบคุมบนและล่าง เพื่อใช้ควบคุมระหว่างการผลิตในช่วงที่ 3

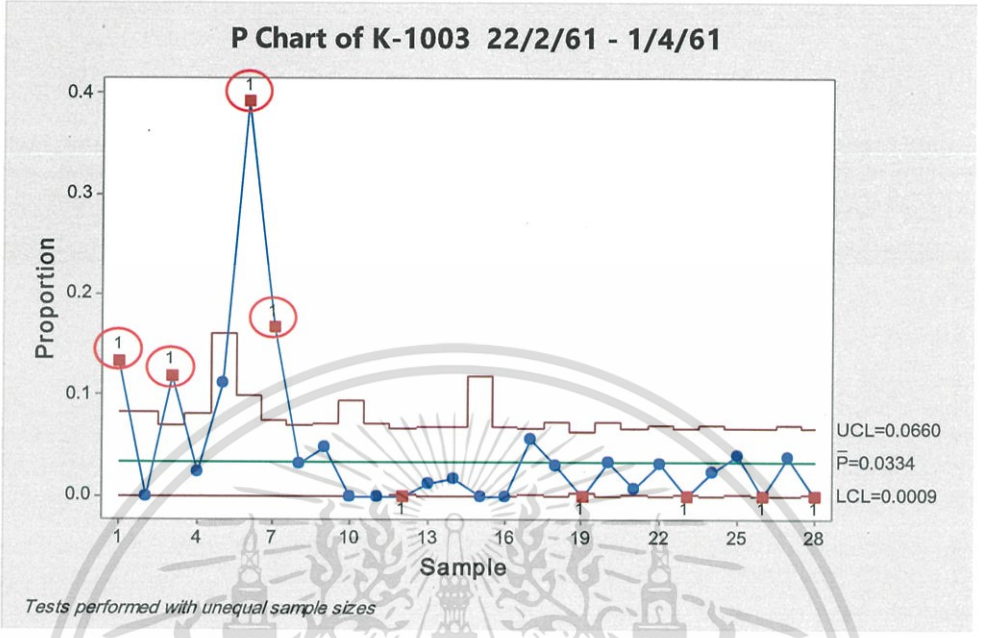


รูปที่ 4.4 การประยุกต์ใช้แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียสำหรับเข่งพลาสติกขนาดกลางในช่วงที่ 3 (ระหว่างวันที่ 22 ก.พ. 61 ถึง 1 เม.ย. 61)

จากรูปที่ 4.4 พบว่ามีลักษณะสัดส่วนของเสียตกออกนอกขีดจำกัดบน 5 จุด คือ จุดที่ 1, 3, 6, 7 และ 17 จากการพิจารณาข้อมูลตารางที่ ก.5 พบว่า จุดที่ 1 (วันที่ 22 กุมภาพันธ์ 2561) และจุดที่ 17 (วันที่ 17 มีนาคม 2561) มีของเสียมากเนื่องจากเม็ดพลาสติกไม่ไหลลงกรวยหลอมพลาสติก จึงทำการแก้ไขโดยให้พนักงานใช้ไม้กระทุ้งให้เม็ดลงกรวยหลอมพลาสติก จุดที่ 3 (วันที่ 26 กุมภาพันธ์ 2561) และจุดที่ 6 (วันที่ 5 มีนาคม 2561) มีของเสียมากเนื่องจากหัวฉีดพลาสติกอุดตันเนื่องจากมีเศษเหล็กเข้าไปติดอยู่ จึงทำการแก้ไขโดยตามช่างมาซ่อมแต่ก็แก้ไขลองผิดลองถูกเป็นเวลานาน จุดที่ 7 (วันที่ 5 มีนาคม 2561) มีของเสียมากเนื่องจากแม่พิมพ์ประกบกันไม่สนิทจึงเกิดการฉีดไม่เต็มรูป จึงทำการแก้ไขโดยตามช่างมาซ่อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียสำหรับเข่งพลาสติกขนาดกลาง ช่วงที่ 3 (ระหว่างวันที่ 22 กุมภาพันธ์ 2561 ถึงวันที่ 1 เมษายน 2561)



รูปที่ 4.5 แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียสำหรับเข่งพลาสติกขนาดกลาง ช่วงที่ 3 (ระหว่างวันที่ 22 ก.พ. 61 ถึง 1 เม.ย. 61)

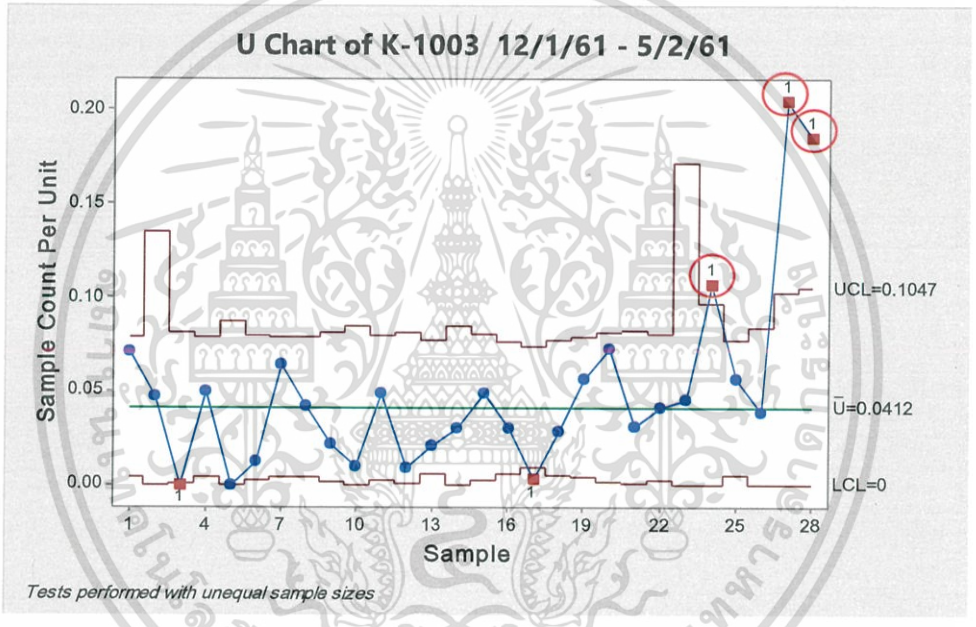
การปรับแผนภูมิควบคุมใหม่จากข้อมูลของเสีย ช่วงที่ 3 (ระหว่างวันที่ 22 ก.พ. 61 ถึง 1 เม.ย. 61) จากรูปที่ 4.5 พบว่า จุดที่ 1, 3, 6 และ 7 เป็นจุดที่ตกอยู่นอกเขตขีดจำกัดควบคุมบน แสดงว่า กระบวนการผลิตไม่สามารถควบคุมได้ ซึ่งสาเหตุการเกิดของเสียได้กล่าวไว้ในการประยุกต์ใช้ในหัวข้อก่อนหน้า หากทำการตัดข้อมูลที่ทราบสาเหตุชุดนี้ออกแล้วทำการคำนวณค่า $\bar{p}_{new}$ พบว่ามี $\bar{p}_{new}$ = 0.0179

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1.2 แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ยสำหรับเข่งพลาสติกขนาดกลาง

การเก็บข้อมูลรอยตำหนิต่อหน่วยในส่วนของเข่งพลาสติกขนาดกลาง มีการเก็บข้อมูลแบ่งเป็น 3 ช่วงเวลา เหมือนกับการเก็บข้อมูลของเสียข้างต้น แต่เนื่องจากข้อมูลรอยตำหนิในช่วงแรกผู้วิจัยมีความเข้าใจไม่ตรงกัน จึงสามารถใช้ข้อมูลได้ 2 ช่วงเวลา คือ ช่วงที่ 2 ตั้งแต่วันที่ 12 ม.ค. 2561 ถึงวันที่ 5 ก.พ. 2561 และช่วงที่ 3 ตั้งแต่วันที่ 22 ก.พ. 2561 ถึงวันที่ 1 เม.ย. 2561 โดยแสดงการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1) **แผนภูมิควบคุมรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ยสำหรับเข่งพลาสติกขนาดกลาง ช่วงที่ 2 (ระหว่างวันที่ 12 มกราคม 2561 ถึงวันที่ 5 กุมภาพันธ์ 2561)**



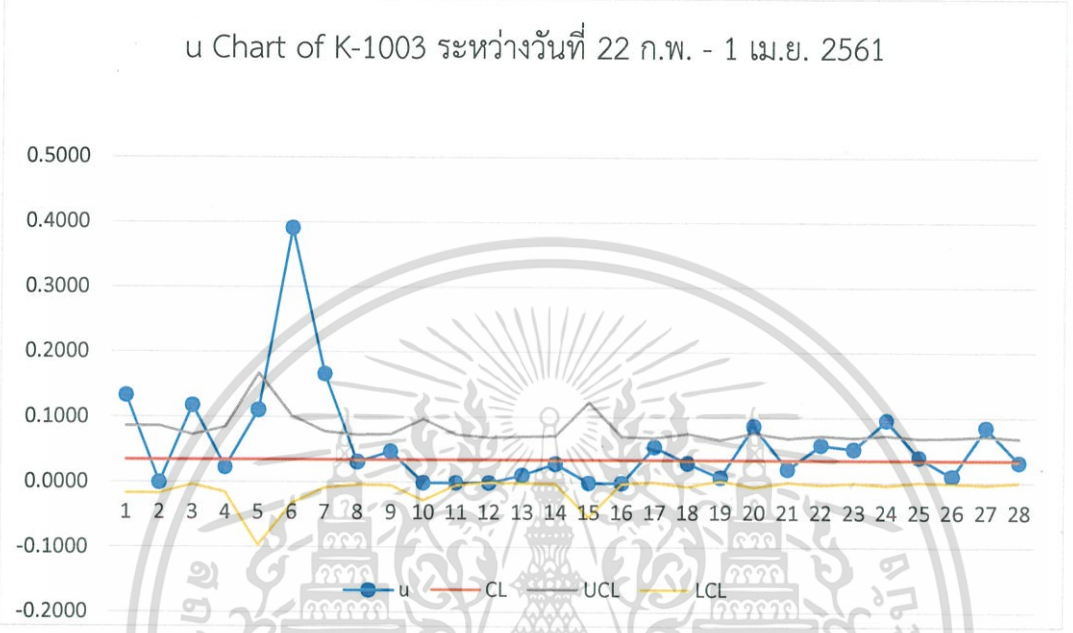
รูปที่ 4.6 แผนภูมิควบคุมรอยตำหนิต่อหน่วยสำหรับเข่งพลาสติกขนาดกลาง ช่วงที่ 2 (ระหว่างวันที่ 12 ม.ค. 61 ถึง 5 ก.พ. 61)

จากรูปที่ 4.6 พบว่า จุดที่ 24, 27 และ 28 เป็นจุดที่ตกอยู่นอกเขตขีดจำกัดควบคุมบนแสดงว่า กระบวนการผลิตไม่สามารถควบคุมได้ จากการพิจารณาข้อมูลตารางที่ ก.4 พบว่า จุดที่ 24 (วันที่ 3 กุมภาพันธ์ 2561) จุดที่ 27 และจุดที่ 28 (วันที่ 5 กุมภาพันธ์ 2561) มีของเสียเกิดขึ้นมากเนื่องจากที่โรงงานอยู่ในช่วงที่พนักงานขนของลาออกไป พนักงานที่ประจำหน้าเครื่องได้ไปทำหน้าที่นั้นแทน จึงไม่มีผู้ดูว่าเม็ดพลาสติกหมด หากทำการตัดข้อมูลที่ทราบสาเหตุชุดนี้ออกแล้วทำการคำนวณค่า $\bar{u}_{new}$ พบว่ามี $\bar{u}_{new}$ = 0.0348

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) การประยุกต์ใช้แผนภูมิควบคุมรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ยสำหรับเข่งพลาสติกขนาดกลางในช่วงที่ 3 (ระหว่างวันที่ 22 กุมภาพันธ์ 2561 ถึงวันที่ 1 เมษายน 2561)

สำหรับช่วงที่ 3 ได้นำค่า $\bar{u}_{new}$ ที่คำนวณได้จากช่วงที่ 2 มาทำการคำนวณขีดจำกัดการควบคุมบนและล่าง เพื่อใช้ควบคุมระหว่างการผลิตในช่วงที่ 3

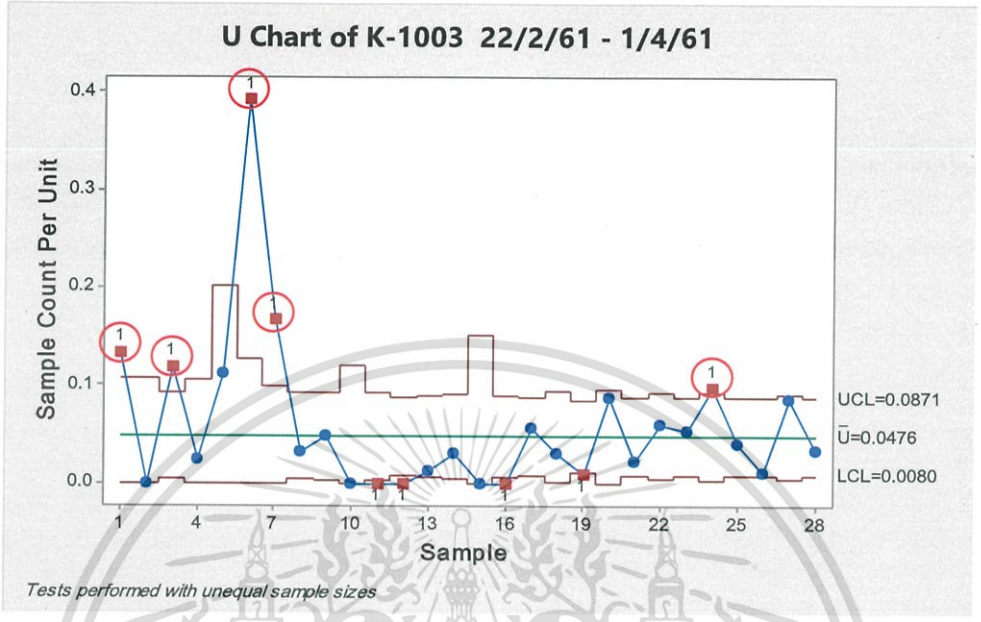


รูปที่ 4.7 การประยุกต์ใช้แผนภูมิควบคุมรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ยสำหรับเข่งพลาสติกขนาดกลางในช่วงที่ 3 (ระหว่างวันที่ 22 ก.พ. 61 ถึง 1 เม.ย. 61)

จากรูปที่ 4.7 พบว่า มีลักษณะรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ยตกออกนอกขีดจำกัดบน 7 จุด คือ จุดที่ 1, 3, 6, 7, 20, 24 และ 27 ผู้วิจัยได้ทำการแก้ไขโดย จุดที่ 20 (วันที่ 17 มีนาคม 2561) เม็ดพลาสติกไม่ไหลลงกรวยหลอมพลาสติก เนื่องจากเม็ดพลาสติกที่สั่งซื้อมาแต่ละรอบไม่เหมือนกัน จึงทำการแก้ไขโดยให้พนักงานใช้ไม้กระทุ้งให้เม็ดลงกรวยหลอมพลาสติก จุดที่ 24 (วันที่ 30 มีนาคม 2561) มีรอยบิดเบี้ยวเป็นจำนวนมาก เนื่องจากพนักงานเฝ้าหน้าเครื่องลาป่วย จึงคอยบอกให้พนักงานที่ทำหน้าที่อยู่เครื่องข้าง ๆ กันคอยมาเก็บเข่งทุก 10 นาที และจุดที่ 27 (วันที่ 1 เมษายน 2561) เกิดรอยตำหนิเนื่องจากพนักงานเฝ้าหน้าเครื่องไปทำหน้าที่อื่น ผู้จัดทำได้ทำการแก้ไขโดยบอกพนักงานให้คอยมาเก็บเข่งทุก 10 นาที โดยจุดที่ 1, 3, 6, 7 มีการแก้ไขดังที่ได้กล่าวไว้ในการประยุกต์ใช้ p chart ในช่วงที่ 2 (ระหว่างวันที่ 22 ก.พ. 61 ถึง 1 เม.ย. 61)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) แผนภูมิควบคุมรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ยสำหรับเข่งพลาสติกขนาดกลาง ช่วงที่ 3 (ระหว่างวันที่ 22 กุมภาพันธ์ 2561 ถึงวันที่ 1 เมษายน 2561)



รูปที่ 4.8 แผนภูมิควบคุมรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ยสำหรับเข่งพลาสติกขนาดกลาง ช่วงที่ 3 (ระหว่างวันที่ 22 ก.พ. 61 ถึงวันที่ 1 เม.ย. 61)

การปรับแผนภูมิควบคุมใหม่จากข้อมูลรอยตำหนิสำหรับเข่งพลาสติกขนาดกลาง ช่วงที่ 3 (ระหว่างวันที่ 22 ก.พ. 61 ถึง 1 เม.ย. 61) แสดงดังรูปที่ 4.8 พบว่า จุดที่ 1, 3, 6, 7 และ 24 เป็นจุดที่ตกอยู่นอกเขตขีดจำกัดควบคุมบนแสดงว่า กระบวนการผลิตไม่สามารถควบคุมได้ จากการพิจารณาข้อมูลตารางที่ ก.5 พบว่า จุดที่ 1 (วันที่ 22 กุมภาพันธ์ 2561) จุดที่ 3 (วันที่ 26 กุมภาพันธ์ 2561) และจุดที่ 6 (วันที่ 5 มีนาคม 2561) มีสาเหตุการเกิดรอยตำหนิต่อหน่วยได้กล่าวไว้ใน การประยุกต์ใช้ p chart สำหรับเข่งพลาสติกขนาดกลาง ระหว่างวันที่ 22 กุมภาพันธ์ 2561 ถึงวันที่ 1 เมษายน 2561 จุดที่ 7 (วันที่ 3 มีนาคม 2561) และจุดที่ 24 (วันที่ 1 เมษายน 2561) ผู้วิจัยไม่พบสาเหตุที่ทำให้เกิดของเสีย หากทำการตัดข้อมูลที่ทราบสาเหตุชุดนี้ออกแล้วทำการคำนวณค่า $\bar{u}_{new}$ พบว่ามี $\bar{u}_{new}$ = 0.0308

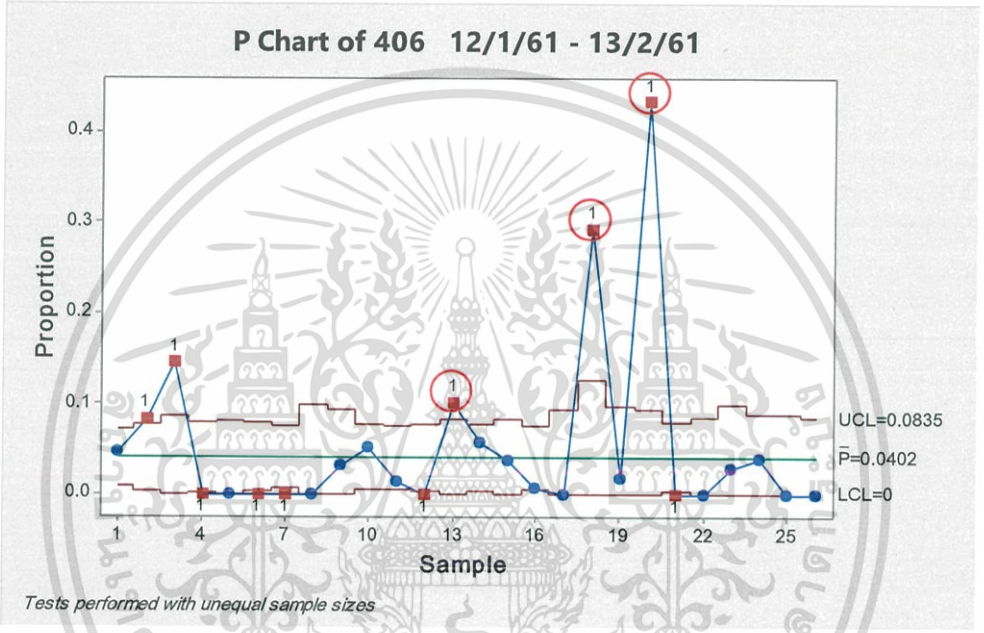
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับกระถางพลาสติกขนาดเล็ก

4.1.2.1 แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียของกระถางพลาสติกขนาดเล็ก

การเก็บข้อมูลในส่วนของกระถางพลาสติกขนาดเล็ก มีการเก็บข้อมูลแบ่งเป็น 2 ช่วงเวลา คือช่วงที่ 2 ตั้งแต่วันที่ 12 ม.ค. 2561 ถึงวันที่ 13 ก.พ. 2561 และช่วงที่ 3 ตั้งแต่วันที่ 5 มี.ค. 2561 ถึงวันที่ 10 เม.ย. 2561 สามารถแสดงการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1) แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียสำหรับกระถางพลาสติกขนาดเล็ก ช่วงที่ 2 (ระหว่างวันที่ 12 มกราคม 2561 ถึงวันที่ 13 กุมภาพันธ์ 2561)



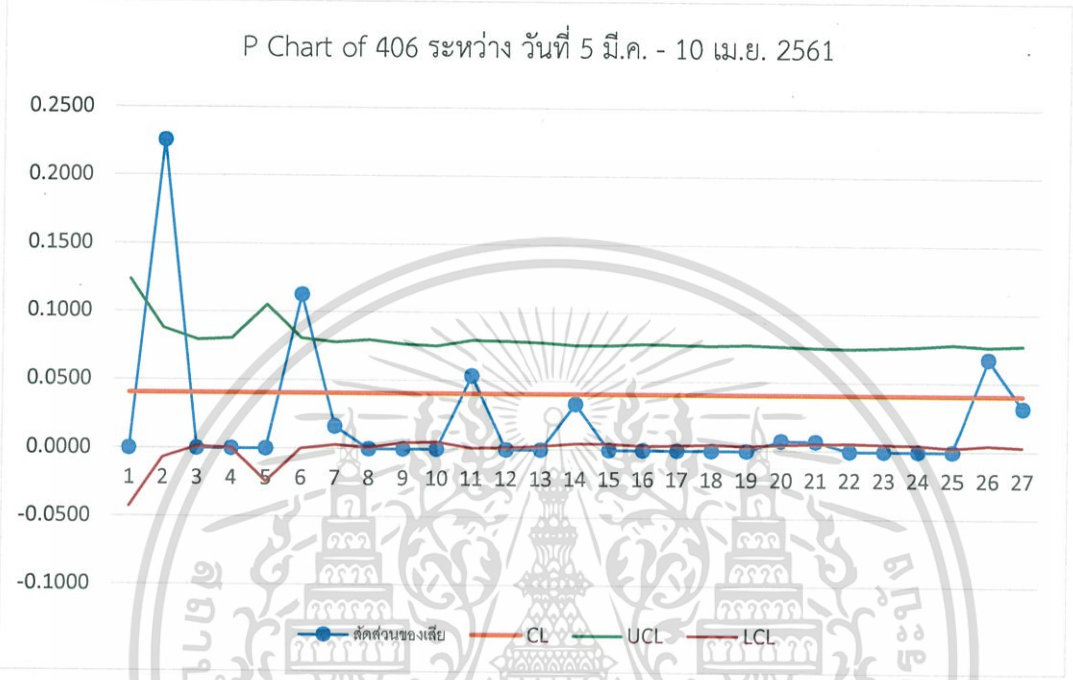
รูปที่ 4.9 แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียสำหรับกระถางพลาสติกขนาดเล็ก ช่วงที่ 2 (ระหว่างวันที่ 12 ม.ค. 61 ถึง 13 ก.พ. 61)

จากรูปที่ 4.9 พบว่า จุดที่ 2, 3, 13, 18 และ 20 เป็นจุดที่ตกอยู่นอกเขตขีดจำกัดควบคุมบน แสดงว่า กระบวนการผลิตไม่สามารถควบคุมได้ จากการพิจารณาข้อมูลตารางที่ ก.6 พบว่า จุดที่ 13 (วันที่ 3 กุมภาพันธ์ 2561) เกิดของเสียมากเนื่องจากรอช่างมาซ่อมเป็นเวลานานและไม่มีพนักงานเฝ้าเครื่องอยู่ จึงทำให้เกิดของเสียซ้ำซ้อน จุดที่ 18 (วันที่ 5 กุมภาพันธ์ 2561) เกิดของเสียมากเนื่องจากเม็ดพลาสติกไม่ไหลลงกรวยหลอมพลาสติก เม็ดพลาสติกที่สั่งซื้อมาแต่ละรอบไม่เหมือนกัน และ จุดที่ 20 (วันที่ 7 กุมภาพันธ์ 2561) เกิดของเสียมากเนื่องจากได้เปลี่ยนพนักงานที่ควบคุมเครื่องจักรและทำการปรับตั้งค่าเครื่องใหม่ซึ่งการปรับตั้งค่าเครื่องในครั้งนั้นยังไม่ได้มาตรฐานตามที่โรงงานต้องการ ทำให้เกิดของเสียจำนวนมาก หากทำการตัดข้อมูลที่ทราบสาเหตุชุดนี้ออกแล้วทำการคำนวณค่า $\bar{p}_{new}$ พบว่ามี $\bar{p}_{new} = 0.0246$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) การประยุกต์ใช้แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียสำหรับกระถางพลาสติกขนาดเล็ก ในช่วงที่ 3 (ระหว่างวันที่ 5 มีนาคม 2561 ถึงวันที่ 10 เมษายน 2561)

สำหรับช่วงที่ 3 ได้นำค่า $\overline{p}_{new}$ ที่คำนวณได้จากช่วงที่ 2 มาทำการคำนวณขีดจำกัดการควบคุมบนและล่าง เพื่อใช้ควบคุมระหว่างการผลิตในช่วงที่ 3

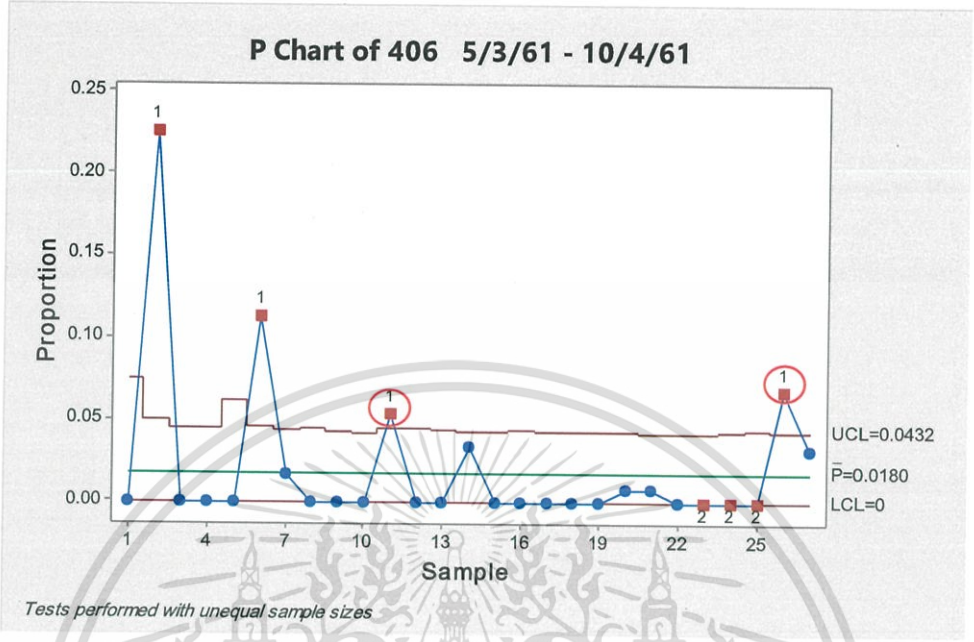


รูปที่ 4.10 การประยุกต์ใช้แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียสำหรับกระถางพลาสติกขนาดเล็กในช่วงที่ 3 (ระหว่างวันที่ 5 มี.ค. 61 ถึง 10 เม.ย. 61)

จากรูปที่ 4.10 พบว่า มีลักษณะสัดส่วนของเสียตกออกนอกขีดจำกัดบน 3 จุด คือ จุดที่ 2, 6 และ 26 พบว่า จุดที่ 2 (วันที่ 5 มีนาคม 2561) เกิดของเสียมากเนื่องจากได้เปลี่ยนพนักงานที่ควบคุมเครื่องจักรและทำการปรับตั้งค่าเครื่องใหม่ ผู้จัดทำไม่ได้แก้ไขจุดนี้ จุดที่ 6 (วันที่ 8 มีนาคม 2561) เกิดของเสียมากเนื่องจากผสมสัดส่วนเม็ดพลาสติกรีไซเคิลมาก ผู้จัดทำจึงแก้ไขด้วยการแนะนำพนักงานปรับเปลี่ยนสัดส่วนผสมเม็ดพลาสติกแต่ไม่เป็นผลเนื่องจากมีข้อจำกัดในด้านต้นทุนของผู้ประกอบการ และจุดที่ 26 (วันที่ 11 มีนาคม 2561) เกิดของเสียมากเนื่องจากสภาพอากาศฝนตกทำให้เม็ดพลาสติกมีความชื้น ทำการแก้ไขโดยบอกให้พนักงานอบเม็ดพลาสติก แสดงว่ากระบวนการผลิตยังไม่ได้อยู่ในการควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียสำหรับกระถางพลาสติกขนาดเล็ก ช่วงที่ 3 (ระหว่างวันที่ 5 มีนาคม 2561 ถึงวันที่ 10 เมษายน 2561)



รูปที่ 4.11 แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียสำหรับกระถางพลาสติกขนาดเล็ก ช่วงที่ 3 (ระหว่างวันที่ 5 มี.ค. 61 ถึง 10 เม.ย. 61)

หมายเหตุ : 2 หมายถึง มีจุดพิกัด 9 จุดที่อยู่ด้านใดด้านหนึ่งของเส้นกลาง

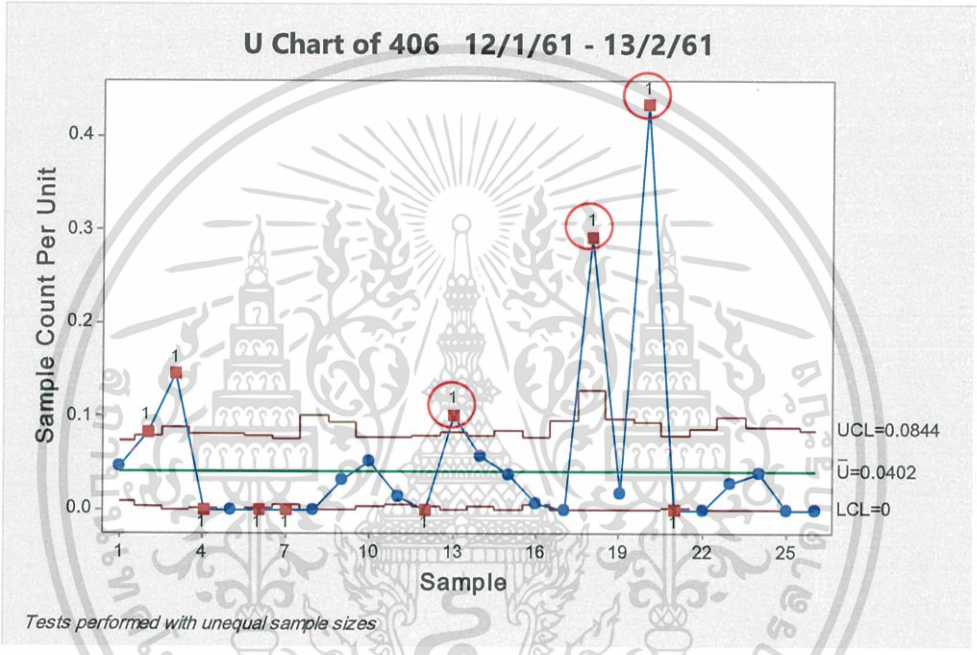
การปรับแผนภูมิควบคุมใหม่จากข้อมูลของเสียสำหรับกระถางพลาสติกขนาดเล็ก ช่วงที่ 3 (ระหว่างวันที่ 5 มี.ค. 61 ถึง 10 เม.ย. 61) จากรูปที่ 4.11 พบว่า จุดที่ 2, 6, 11 และ 26 เป็นจุดที่ตกอยู่นอกเขตขีดจำกัดควบคุมบนแสดงว่า กระบวนการผลิตไม่สามารถควบคุมได้ จากการพิจารณาข้อมูลตารางที่ ก.7 พบว่า จุดที่ 2 (วันที่ 5 มีนาคม 2561) และจุดที่ 6 (วันที่ 8 มีนาคม 2561) ผู้วิจัยไม่พบสาเหตุที่ทำให้เกิดของเสีย จุดที่ 11 (วันที่ 11 มีนาคม 2561) เกิดของเสียมากเนื่องจากไม่มีพนักงานเฝ้าหน้าเครื่อง และจุดที่ 26 (วันที่ 10 เมษายน 2561) มีสาเหตุการเกิดของเสียได้กล่าวไว้ในการประยุกต์ใช้แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียสำหรับกระถางพลาสติกขนาดเล็กก่อนหน้านี้ หากทำการตัดข้อมูลที่ทราบสาเหตุชุดนี้ออกแล้วทำการคำนวณ $\overline{p}_{new}$ พบว่ามี $\overline{p}_{new}$ = 0.0143

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2.2 แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ยสำหรับกระถางพลาสติกขนาดเล็ก

การเก็บข้อมูลรอยตำหนิในส่วนของกระถางพลาสติกขนาดเล็ก มีการเก็บข้อมูลแบ่งเป็น 2 ช่วงเวลา คือช่วงที่ 2 ตั้งแต่วันที่ 12 ม.ค. 2561 ถึงวันที่ 13 ก.พ. 2561 และช่วงที่ 3 ตั้งแต่วันที่ 5 มี.ค. 2561 ถึงวันที่ 10 เม.ย. 2561 สามารถแสดงการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1) แผนภูมิควบคุมรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ยสำหรับกระถางพลาสติกขนาดเล็ก ช่วงที่ 2 (ระหว่างวันที่ 12 มกราคม 2561 ถึงวันที่ 13 กุมภาพันธ์ 2561)



รูปที่ 4.12 แผนภูมิควบคุมรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ยสำหรับกระถางพลาสติกขนาดเล็ก ช่วงที่ 2 (ระหว่างวันที่ 12 ม.ค. 61 ถึง 13 ก.พ. 61)

หมายเหตุ : 1 ■ หมายถึง มีจุดพิกัดอย่างน้อย 1 จุด ตกอยู่ข้างนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่าง

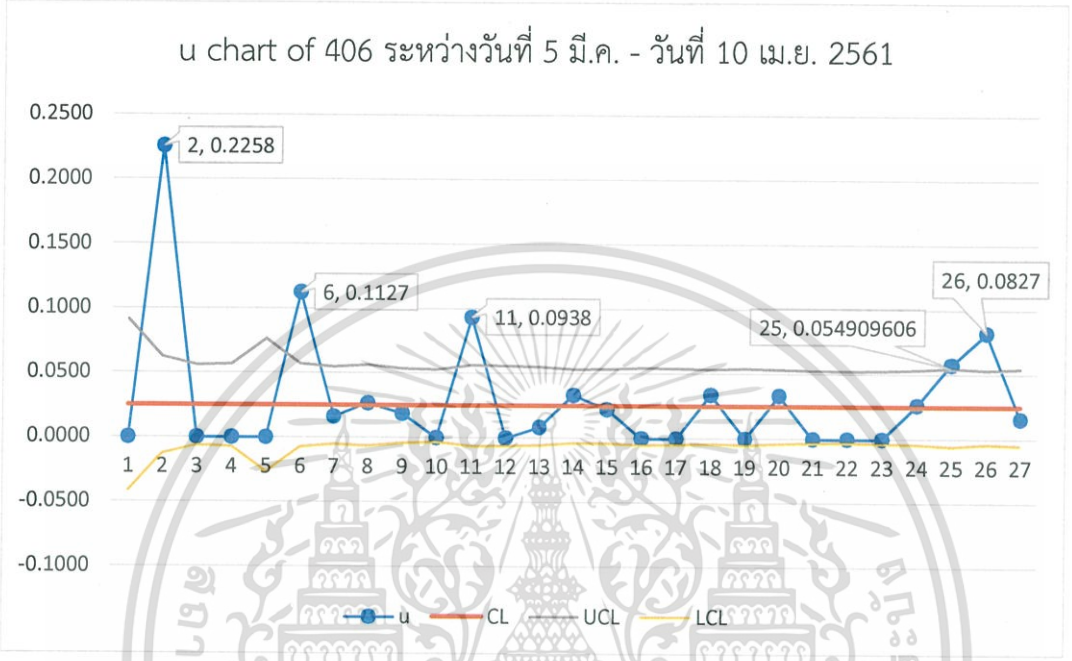
○ หมายถึง จุดพิกัดที่ตกอยู่นอกขีดจำกัดควบคุมบนที่รู้สาเหตุ

จากรูปที่ 4.12 พบว่า จุดที่ 2, 3, 13, 18 และ 20 เป็นจุดที่ตกอยู่นอกเขตขีดจำกัดควบคุมบนแสดงว่า กระบวนการผลิตไม่สามารถควบคุมได้ จากการพิจารณาข้อมูลตารางที่ ก.6 พบว่า จุดที่ 2 และจุดที่ 3 (วันที่ 21 มกราคม 2561) ผู้วิจัยไม่พบสาเหตุที่ทำให้เกิดรอยตำหนิ, จุดที่ 13 (วันที่ 3 กุมภาพันธ์ 2561), จุดที่ 18 (วันที่ 5 กุมภาพันธ์ 2561) และจุดที่ 20 (วันที่ 7 กุมภาพันธ์ 2561) มีสาเหตุการเกิดรอยตำหนิต่อหน่วยได้กล่าวไว้ใน p chart สำหรับกระถางพลาสติกขนาดเล็ก ช่วงที่ 2 หากทำการตัดข้อมูลที่ทราบสาเหตุชุดนี้ออกแล้วทำการคำนวณค่า $\bar{u}_{new}$ พบว่ามี $\bar{u}_{new}$ = 0.0246

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) การประยุกต์ใช้แผนภูมิควบคุมรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ยสำหรับกระถางพลาสติกขนาดเล็ก ช่วงที่ 3 (ระหว่างวันที่ 5 มีนาคม 2561 ถึงวันที่ 10 เมษายน 2561)

สำหรับช่วงที่ 3 ได้นำค่า $\overline{u}_{new}$ ที่คำนวณได้จากช่วงที่ 2 มาทำการคำนวณขีดจำกัดการควบคุมบนและล่าง เพื่อใช้ควบคุมระหว่างการผลิตในช่วงที่ 3

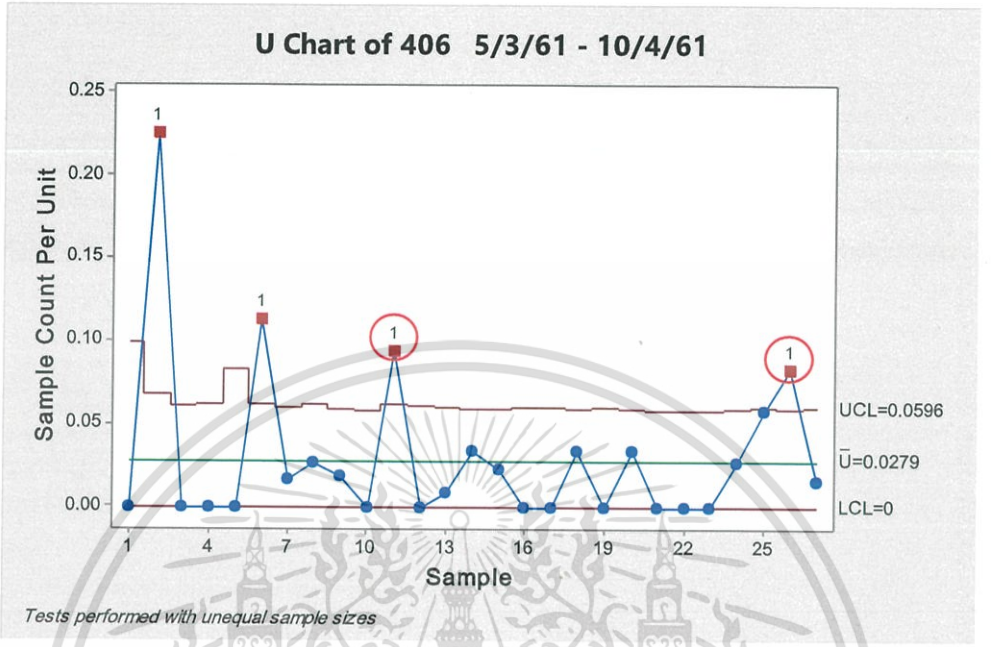


รูปที่ 4.13 การประยุกต์ใช้แผนภูมิควบคุมรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ยสำหรับกระถางพลาสติกขนาดเล็ก ช่วงที่ 3 (ระหว่างวันที่ 5 มี.ค. 61 ถึง 10 เม.ย. 61)

จากรูปที่ 4.13 พบว่า มีลักษณะการกระจายของรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ยออกนอกขีดจำกัดบน 5 จุด คือ 2, 6, 11, 25 และ 26 ทำการแก้ไขโดย จุดที่ 11 (วันที่ 11 มีนาคม 2561) เกิดของเสียมากเนื่องจากพนักงานประจำเครื่องได้ไปทำหน้าที่อื่น ทำการแก้ไขโดยบอกพนักงานให้มาเก็บกระถางทุก 10 นาที และจุดที่ 26 (วันที่ 10 เมษายน 2561) เกิดของเสียมากเนื่องจากสภาพอากาศฝนตกทำให้เม็ดพลาสติกมีความชื้น ทำการแก้ไขโดยให้พนักงานอบเม็ดพลาสติกก่อนนำไปฉีดขึ้นรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) แผนภูมิควบคุมรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ยสำหรับกระถางพลาสติกขนาดเล็กระหว่างช่วงที่ 3 (วันที่ 5 มีนาคม 2561 ถึงวันที่ 10 เมษายน 2561)



รูปที่ 4.14 แผนภูมิควบคุมรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ยสำหรับกระถางพลาสติกขนาดเล็ก ช่วงที่ 3 (ระหว่างวันที่ 5 มี.ค. 61 ถึง 10 เม.ย. 61)

การปรับแผนภูมิควบคุมใหม่จากข้อมูลรอยตำหนิ สำหรับกระถางพลาสติกขนาดเล็ก ระหว่างวันที่ 5 มีนาคม 2561 ถึงวันที่ 10 เมษายน 2561 จากรูปที่ 4.14 พบว่า จุดที่ 2, 6, 11 และ 26 เป็นจุดที่ตกอยู่นอกเขตขีดจำกัดควบคุมบนแสดงว่า กระบวนการผลิตไม่สามารถควบคุมได้ จากการพิจารณาข้อมูลตารางที่ ก.7 พบว่า จุดที่ 2 (วันที่ 5 มีนาคม 2561) และจุดที่ 6 (วันที่ 8 มีนาคม 2561) ผู้วิจัยไม่พบสาเหตุที่ทำให้เกิดรอยตำหนิ จุดที่ 11 (วันที่ 11 มีนาคม 2561) และจุดที่ 26 (10 เมษายน 2561) ได้กล่าวสาเหตุการเกิดรอยตำหนิต่อหน่วยไว้ในการประยุกต์ใช้ u chart สำหรับกระถางพลาสติกขนาดเล็กก่อนหน้านี้ หากทำการตัดข้อมูลที่ทราบสาเหตุชุดนี้ออกแล้วทำการคำนวณค่า $\overline{u}_{new}$ พบว่ามี $\overline{u}_{new}$ = 0.0229

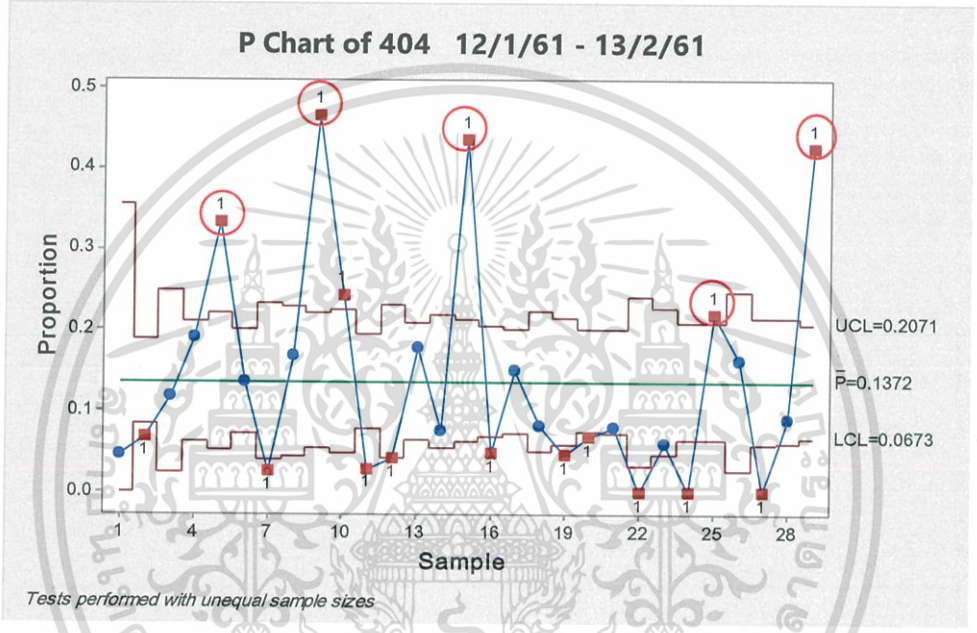
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับกระถางพลาสติกขนาดใหญ่

4.1.3.1 แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียสำหรับกระถางพลาสติกขนาดใหญ่

การเก็บข้อมูลของเสียในส่วนของกระถางพลาสติกขนาดใหญ่มีการเก็บข้อมูลแบ่งเป็น 2 ช่วงเวลา คือช่วงที่ 2 ตั้งแต่วันที่ 12 ม.ค. 2561 ถึงวันที่ 13 ก.พ. 2561 และช่วงที่ 3 ตั้งแต่วันที่ 5 มี.ค. 2561 ถึงวันที่ 10 เม.ย. 2561 สามารถแสดงการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1) แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียสำหรับกระถางพลาสติกขนาดใหญ่ ช่วงที่ 2 (ระหว่างวันที่ 12 มกราคม 2561 ถึงวันที่ 13 กุมภาพันธ์ 2561)



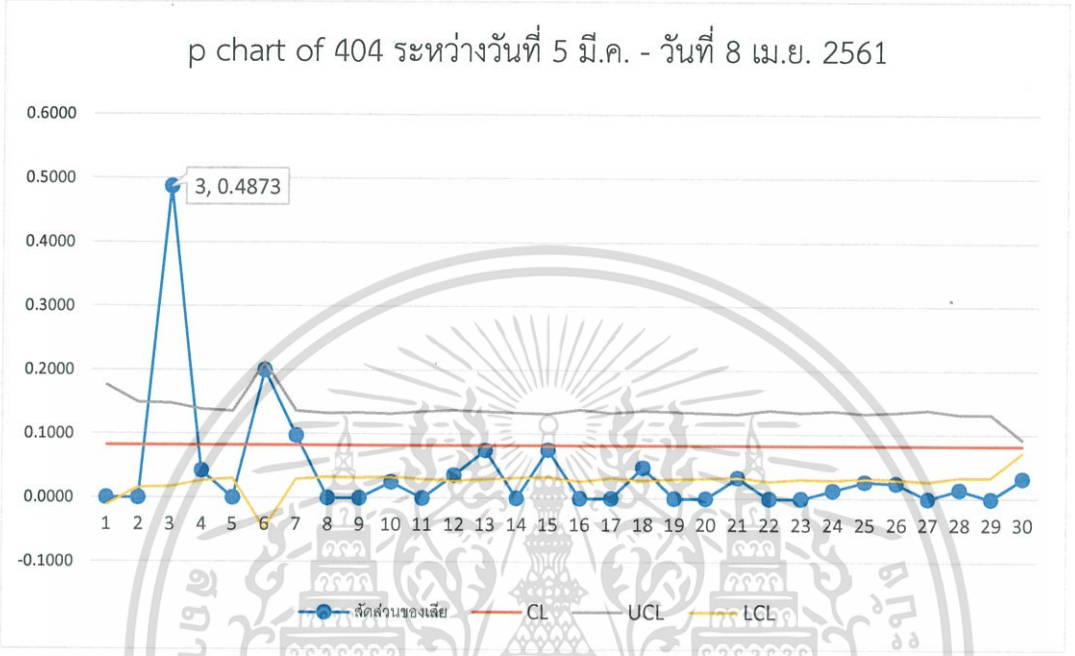
รูปที่ 4.15 แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียสำหรับกระถางพลาสติกขนาดใหญ่ ช่วงที่ 2 (ระหว่างวันที่ 12 ม.ค. 61 ถึง 13 ก.พ. 61)

จากรูปที่ 4.15 พบว่า จุดที่ 5, 9, 10, 15, 25 และ 29 เป็นจุดที่ตกอยู่นอกเขตขีดจำกัดควบคุมบนแสดงว่า กระบวนการผลิตไม่สามารถควบคุมได้ จากการพิจารณาข้อมูลตารางที่ ก.8 พบว่า จุดที่ 5 (วันที่ 19 มกราคม 2561) และ จุดที่ 9 (วันที่ 21 มกราคม 2561) เกิดของเสียมากเนื่องจากมีการปรับตั้งเครื่องเพื่อลดของเสียหลายครั้ง จุดที่ 10 (วันที่ 23 มกราคม 2561) ผู้วิจัยไม่พบสาเหตุที่ทำให้เกิดของเสีย จุดที่ 15 (วันที่ 27 มกราคม 2561) เกิดของเสียเนื่องจากแม่พิมพ์เกิดน้ำรั่วในระบบหล่อเย็น จุดที่ 25 (วันที่ 6 กุมภาพันธ์ 2561) เกิดของเสียเนื่องจากเม็ดพลาสติกมีความชื้น และมีการลองผิดลองถูกในการปรับตั้งเพิ่มอุณหภูมิเพื่อหลอมละลายพลาสติกที่ชื้น และจุดที่ 29 (วันที่ 8 กุมภาพันธ์ 2561) เกิดของเสียเนื่องจากแม่พิมพ์มีปัญหา และพนักงานไม่ทันสังเกตว่ามีของเสีย หากทำการตัดข้อมูลที่ทราบสาเหตุชุดนี้ออกแล้วทำการคำนวณค่า $\bar{p}_{new}$ พบว่ามี $\bar{p}_{new}$ = 0.0821

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) การประยุกต์ใช้แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียสำหรับกระถางพลาสติกขนาดใหญ่ ช่วงที่ 3 (ระหว่างวันที่ 5 มีนาคม 2561 ถึงวันที่ 10 เมษายน 2561)

สำหรับช่วงที่ 3 ได้นำค่า $\overline{p}_{new}$ ที่คำนวณได้จากช่วงที่ 2 มาทำการคำนวณขีดจำกัดการควบคุมบนและล่าง เพื่อใช้ควบคุมระหว่างการผลิตในช่วงที่ 3

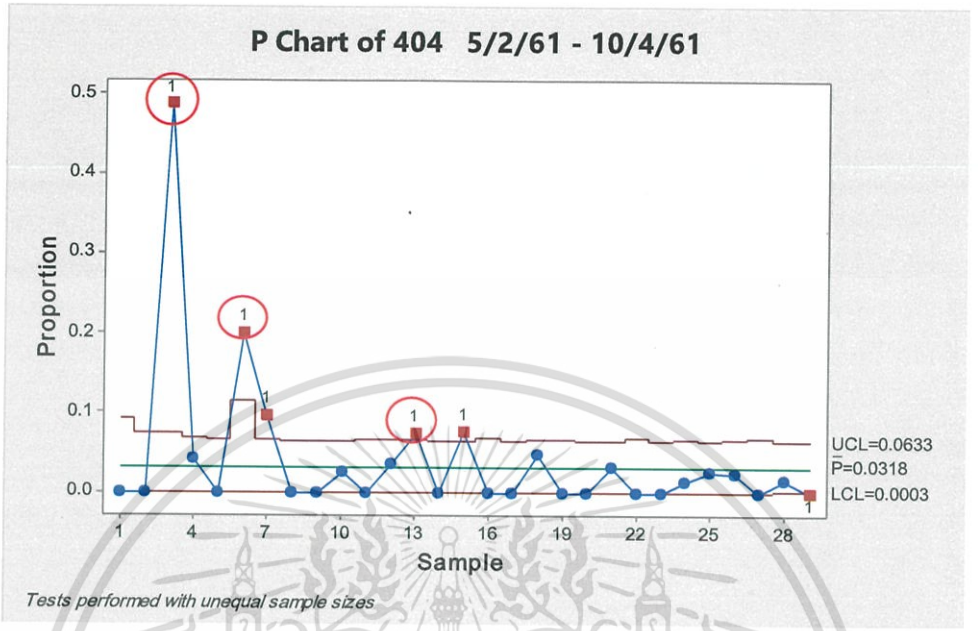


รูปที่ 4.16 การประยุกต์ใช้แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียสำหรับกระถางพลาสติกขนาดใหญ่ ในช่วงที่ 3 (ระหว่างวันที่ 5 มี.ค. 61 ถึง 10 เม.ย. 61)

จากรูปที่ 4.16 พบว่า มีลักษณะสัดส่วนของเสียออกนอกขีดจำกัดบน 1 จุด คือ จุดที่ 3 (วันที่ 9 มีนาคม 2561) เกิดของเสียมากเนื่องจากแม่พิมพ์แนบไม่สนิทกันทำให้ชิ้นงานหักงอ ทำการแก้ไขโดยตามช่างมาซ่อมเครื่องจักร แสดงว่ากระบวนการผลิตยังไม่ได้อยู่ในการควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียสำหรับกระถางพลาสติกขนาดใหญ่ ช่วงที่ 3 (ระหว่างวันที่ 5 มีนาคม 2561 ถึงวันที่ 10 เมษายน 2561)



รูปที่ 4.17 แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียสำหรับกระถางพลาสติกขนาดใหญ่ ช่วงที่ 3 (ระหว่างวันที่ 5 มี.ค. 61 ถึง 10 เม.ย. 61)

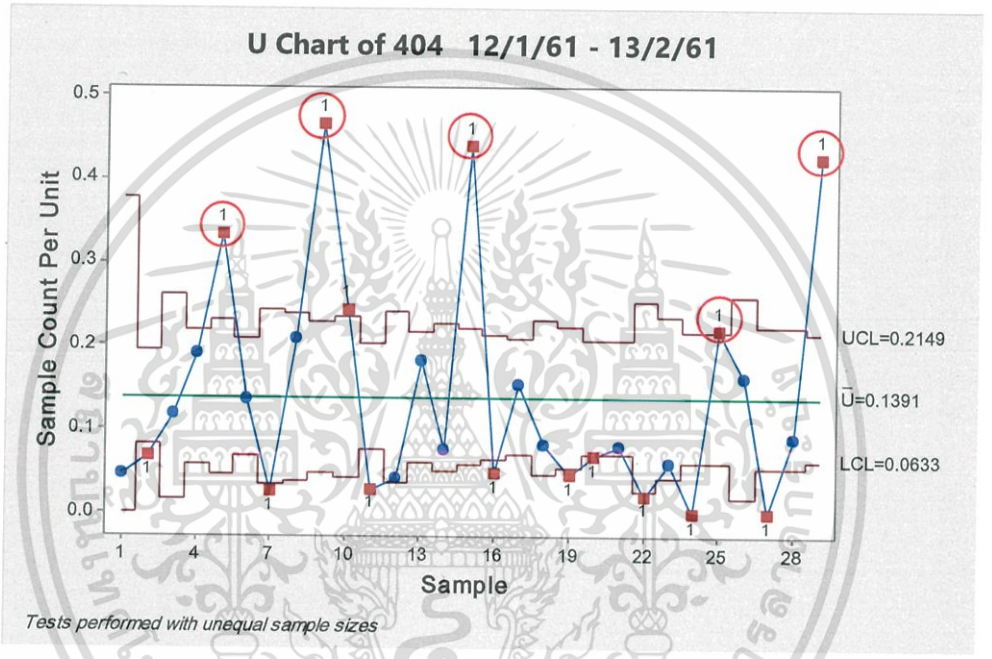
การปรับแผนภูมิควบคุมใหม่จากข้อมูลของเสียสำหรับกระถางพลาสติกขนาดใหญ่ ช่วงที่ 3 (ระหว่างวันที่ 5 มีนาคม 2561 ถึงวันที่ 10 เมษายน 2561) จากรูปที่ 4.17 พบว่า จุดที่ 3, 6, 7, 13 และ 15 เป็นจุดที่ตกอยู่นอกเขตขีดจำกัดควบคุมบนแสดงว่า กระบวนการผลิตไม่สามารถควบคุมได้ จากการพิจารณาข้อมูลตารางที่ ก.9 พบว่า จุดที่ 3 (วันที่ 9 มีนาคม 2561) และ จุดที่ 13 (วันที่ 25 มีนาคม 2561) เกิดของเสียมากเนื่องจากแม่พิมพ์แนบไม่สนิทกันทำให้ชิ้นงานหักงอ จุดที่ 6 (วันที่ 19 มีนาคม 2561) เกิดของเสียเนื่องจากกำลังฉีดของเครื่องจักรมีปัญหาและแม่พิมพ์ยังไม่ได้ซ่อม จุดที่ 7 (วันที่ 19 มีนาคม 2561) และจุดที่ 15 (วันที่ 28 มีนาคม 2561) ผู้วิจัยไม่พบสาเหตุที่ทำให้เกิดของเสีย หากทำการตัดข้อมูลที่ทราบสาเหตุชุดนี้ออกแล้วทำการคำนวณค่า $\bar{p}_{new}$ พบว่ามี $\bar{p}_{new}$ = 0.0174

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3.2 แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ยสำหรับกระถางพลาสติกขนาดใหญ่

การเก็บข้อมูลรอยตำหนิในส่วนของกระถางพลาสติกขนาดใหญ่มีการเก็บข้อมูลแบ่งเป็น 2 ช่วงเวลา คือช่วงที่ 2 ตั้งแต่วันที่ 12 ม.ค. 2561 ถึงวันที่ 13 ก.พ. 2561 และช่วงที่ 3 ตั้งแต่วันที่ 5 มี.ค. 2561 ถึงวันที่ 10 เม.ย. 2561 สามารถแสดงการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1) แผนภูมิควบคุมรอยตำหนิสำหรับกระถางพลาสติกขนาดใหญ่ ช่วงที่ 2 (ระหว่างวันที่ 12 มกราคม 2561 ถึงวันที่ 13 กุมภาพันธ์ 2561)



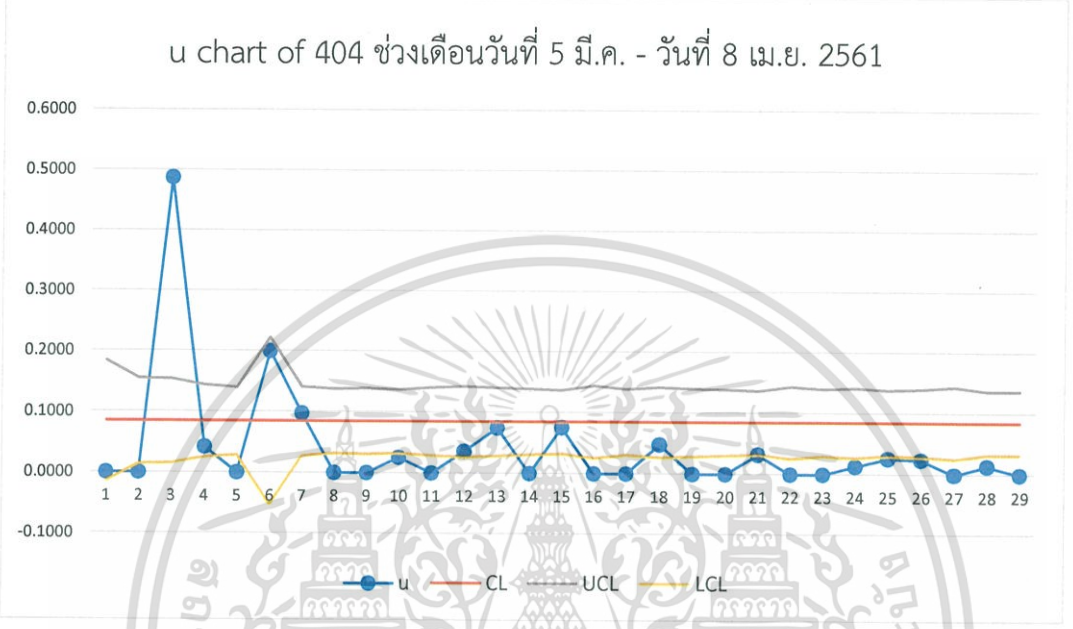
รูปที่ 4.18 แผนภูมิควบคุมรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ยสำหรับกระถางพลาสติกขนาดใหญ่ ช่วงที่ 2 (ระหว่างวันที่ 12 ม.ค. 61 ถึง 13 ก.พ. 61)

รูปที่ 4.18 พบว่า จุดที่ 5, 9, 10, 15, 25 และ 29 เป็นจุดที่ตกอยู่นอกเขตขีดจำกัดควบคุม บนแสดงว่ากระบวนการผลิตไม่สามารถควบคุมได้ จากการพิจารณาข้อมูลตารางที่ ก.8 พบว่า จุดที่ 5 (วันที่ 18 มกราคม 2561) จุดที่ 9 (วันที่ 21 มกราคม 2561) จุดที่ 10 (วันที่ 23 มกราคม 2561) ผู้วิจัยไม่พบสาเหตุที่ทำให้เกิดรอยตำหนิ จุดที่ 15 (วันที่ 27 มกราคม 2561) จุดที่ 25 (วันที่ 6 กุมภาพันธ์ 2561) และจุดที่ 29 (วันที่ 8 กุมภาพันธ์ 2561) ได้กล่าวสาเหตุการเกิดรอยตำหนิต่อหน่วยไว้ใน p chart สำหรับกระถางพลาสติกขนาดใหญ่ในช่วงที่ 2 หากทำการตัดข้อมูลที่ทราบสาเหตุชุดนี้ออกแล้วทำการคำนวณค่า $\overline{u}_{new}$ พบว่ามี $\overline{u}_{new}$ = 0.0843

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) การประยุกต์ใช้แผนภูมิควบคุมรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ยสำหรับกระถางพลาสติกขนาดใหญ่ในช่วงที่ 3 (ระหว่างวันที่ 5 มีนาคม 2561 ถึงวันที่ 10 เมษายน 2561)

สำหรับช่วงที่ 3 ได้นำค่า $\overline{u}_{new}$ ที่คำนวณได้จากช่วงที่ 2 มาทำการคำนวณขีดจำกัดการควบคุมบนและล่าง เพื่อใช้ควบคุมระหว่างการผลิตในช่วงที่ 3

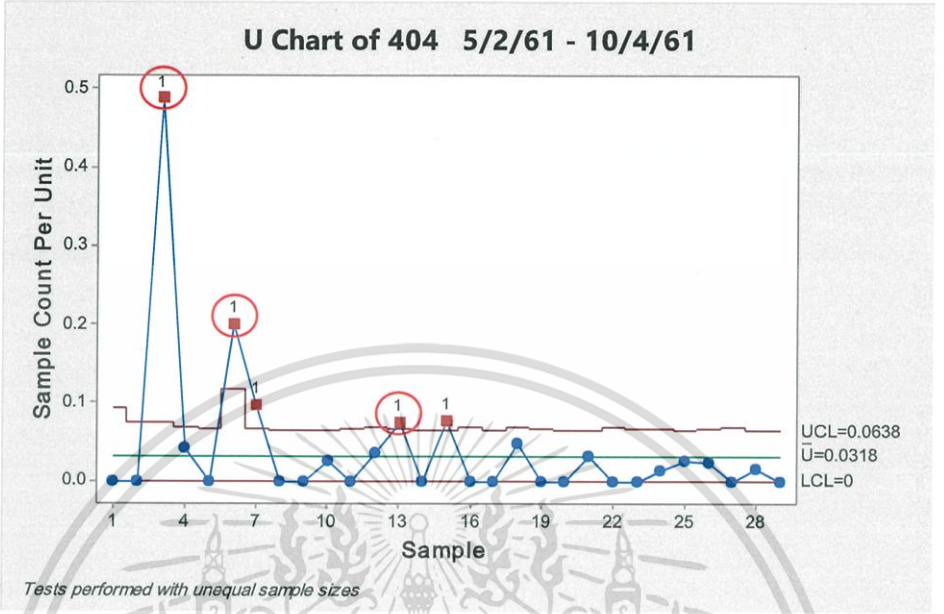


รูปที่ 4.19 การประยุกต์ใช้แผนภูมิควบคุมรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ยสำหรับกระถางพลาสติกขนาดใหญ่ในช่วงที่ 3 (ระหว่างวันที่ 5 มี.ค. 61 ถึง 10 เม.ย. 61)

จากรูปที่ 4.19 พบว่า มีลักษณะรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ยตกออกนอกขีดจำกัดบน 1 จุด คือ จุดที่ 3 (วันที่ 23 มีนาคม 2561) เกิดของเสียมากเนื่องจากแม่พิมพ์แนบไม่สนิทกันทำให้ชิ้นงานหักงอ ได้ทำการแก้ไขคือตามช่างมาซ่อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) แผนภูมิควบคุมรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ยสำหรับกระถางพลาสติกขนาดใหญ่ ในช่วงที่ 3 (ระหว่างวันที่ 5 มีนาคม 2561 ถึงวันที่ 10 เมษายน 2561)



รูปที่ 4.20 แผนภูมิควบคุมรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ยสำหรับกระถางพลาสติกขนาดใหญ่ ในช่วงที่ 3 (ระหว่างวันที่ 5 มี.ค. 61 ถึง 10 เม.ย. 61)

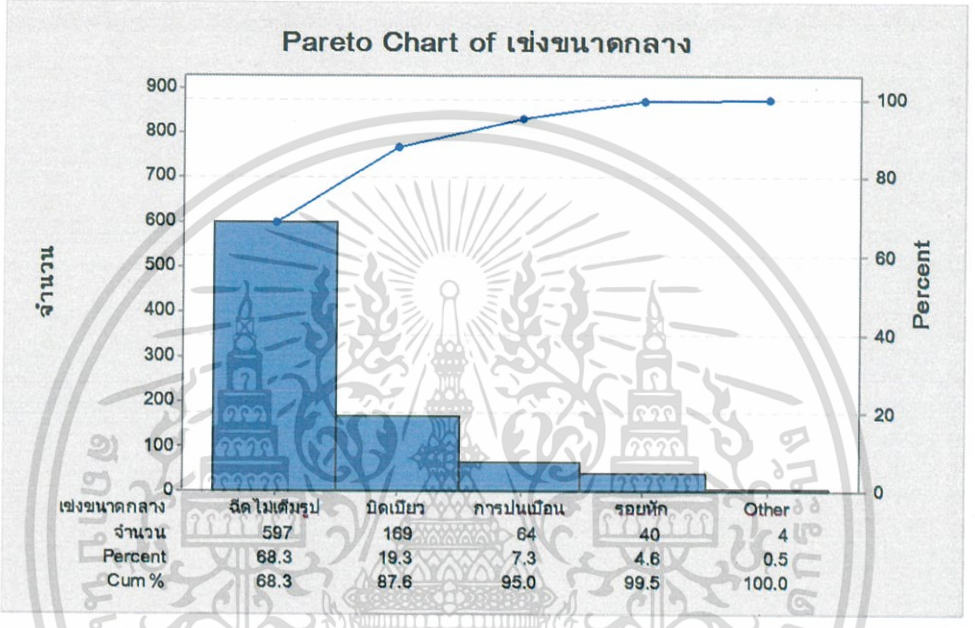
การปรับแผนภูมิควบคุมใหม่จากข้อมูลรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ยสำหรับกระถางพลาสติกขนาดใหญ่ ช่วงที่ 3 (ระหว่างวันที่ 5 มี.ค. 61 ถึง 10 เม.ย. 61) จากรูปที่ 4.20 พบว่า จุดที่ 3, 6, 7, 13 และ 15 เป็นจุดที่ตกอยู่นอกเขตขีดจำกัดควบคุมบนแสดงว่า กระบวนการผลิตไม่สามารถควบคุมได้ จากการพิจารณาข้อมูลตารางที่ ก.9 พบว่า จุดที่ 3, จุดที่ 13 (วันที่ 9 และวันที่ 25 มีนาคม 2561) และจุดที่ 6 (วันที่ 19 มีนาคม 2561) ได้กล่าวสาเหตุการเกิดรอยตำหนิต่อหน่วยไว้ใน p chart สำหรับกระถางพลาสติกขนาดใหญ่ในช่วงที่ 3 และจุดที่ 7 (วันที่ 19 มีนาคม 2561) ผู้วิจัยไม่พบสาเหตุที่ทำให้เกิดรอยตำหนิ หากทำการตัดข้อมูลที่ทราบสาเหตุชุดนี้ออกแล้วทำการคำนวณค่า $\overline{u}_{new}$ พบว่ามี $\overline{u}_{new}$ = 0.0174

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.4 ผลการวิเคราะห์แผนผังพาเรโต

4.1.4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเข่งพลาสติกขนาดกลาง

ในหัวข้อนี้นำเสนอจำนวนลักษณะรอยตำหนิ เปอร์เซ็นต์ของจำนวนลักษณะรอยตำหนิ และเปอร์เซ็นต์สะสมของจำนวนลักษณะรอยตำหนิที่พบในกระบวนการผลิตเข่งขนาดกลาง ตลอด 4 เดือน คือ ตั้งแต่เดือนธันวาคม พ.ศ.2560 ถึง เดือนเมษายน พ.ศ.2561 โดยมีรายละเอียดดังนี้



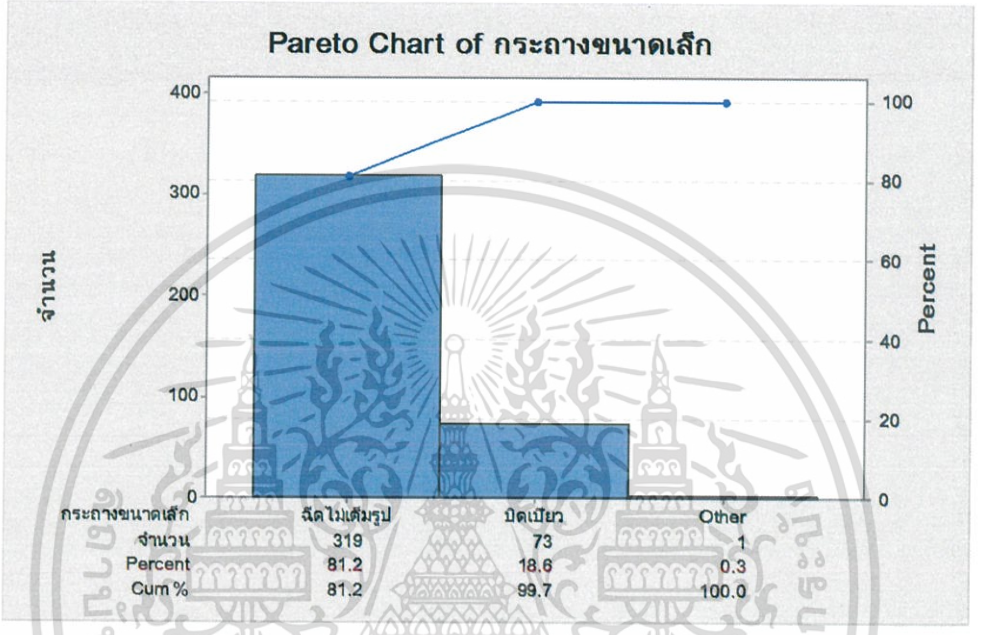
รูปที่ 4.21 แผนผังพาเรโตในกระบวนการผลิตเข่งพลาสติกขนาดกลาง

จากรูป 4.20 เป็นกราฟเส้นแสดงถึงเปอร์เซ็นต์สะสมของลักษณะรอยตำหนิที่เกิดจากสาเหตุต่างๆ ในกระบวนการผลิตเข่งพลาสติก ซึ่งลักษณะรอยตำหนิที่เกิดขึ้นมากที่สุด คือ ฉีดไม่เต็มรูป มีจำนวน 597 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 68.3 รองลงมาคือ บิดเบี้ยว มีจำนวน 169 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 19.3 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลกระถางพลาสติกขนาดเล็ก

ในหัวข้อนี้นำเสนอจำนวนลักษณะรอยตำหนิ เปอร์เซ็นต์ของจำนวนลักษณะรอยตำหนิ และเปอร์เซ็นต์สะสมของจำนวนลักษณะรอยตำหนิที่พบในกระบวนการผลิตกระถางขนาดเล็ก ตลอด 3 เดือน คือ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ.2561 ถึง เดือนเมษายน พ.ศ.2561 โดยมีรายละเอียดดังนี้



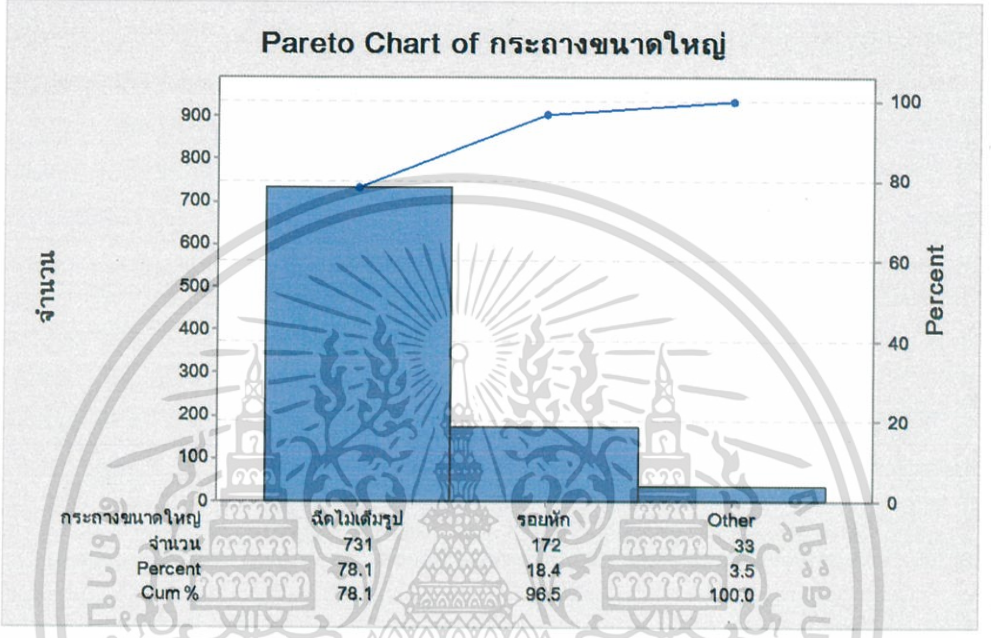
รูปที่ 4.22 แผนผังพาเรโตในกระบวนการผลิตกระถางพลาสติกขนาดเล็ก

จากรูป 4.21 เป็นกราฟเส้นแสดงถึงเปอร์เซ็นต์สะสมของลักษณะรอยตำหนิที่เกิดจากสาเหตุต่างๆ ในกระบวนการผลิตเข่งพลาสติก ซึ่งลักษณะรอยตำหนิที่เกิดขึ้นมากที่สุด คือ ฉีดไม่เต็มรูป มีจำนวน 319 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 81.2 รองลงมาคือ บิดเบี้ยว มีจำนวน 73 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 18.6 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลกระถางพลาสติกขนาดใหญ่

ในหัวข้อนี้นำเสนอจำนวนลักษณะรอยตำหนิ เปอร์เซ็นต์ของจำนวนลักษณะรอยตำหนิ และเปอร์เซ็นต์สะสมของจำนวนลักษณะรอยตำหนิที่พบในกระบวนการผลิตกระถางขนาดใหญ่ ตลอด 3 เดือน คือ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ.2561 ถึง เดือนเมษายน พ.ศ.2561 โดยมีรายละเอียดดังนี้



รูปที่ 4.23 แผนผังพาเรโตในกระบวนการผลิตกระถางพลาสติกขนาดใหญ่

จากรูป 4.23 เป็นกราฟเส้นแสดงถึงเปอร์เซ็นต์สะสมของลักษณะรอยตำหนิที่เกิดจากสาเหตุต่าง ๆ ในกระบวนการผลิตเข่งพลาสติก ซึ่งลักษณะรอยตำหนิที่เกิดขึ้นมากที่สุด คือ ฉีดไม่เต็มรูป มีจำนวน 731 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 78.1 รองลงมาคือ รอยหัก มีจำนวน 172 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 18.4 ตามลำดับ

4.1.5 แผนผังเหตุและผลหรือแผนผังก้างปลา และแนวทางการแก้ปัญหา

จากผลการวิเคราะห์แผนผังพาเรโตจำนวนรอยตำหนิ ที่เกิดขึ้นในสายการผลิตทั้ง 3 ผลิตภัณฑ์ พบว่าสาเหตุรอยตำหนิ คือ ฉีดไม่เต็มรูป ซึ่งสามารถนำมาสร้างแผนผังแสดงเหตุและผลของสาเหตุที่ทำให้เกิดรอยตำหนิประเภทฉีดไม่เต็มรูปได้ต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.24 แผนผังเหตุและผลของลักษณะรอยตำหนิแบบฉีดไม่เต็มรูปที่เกิดในกระบวนการผลิตพลาสติกภัณฑ์

จากรูปที่ 4.24 แผนผังแสดงเหตุและผลที่ทำให้เกิดการฉีดไม่เต็มรูป จะพบได้ว่าปัจจัยที่เป็นสาเหตุของปัญหาที่ทำให้เกิดการฉีดไม่เต็มรูป มี 5 ปัจจัยหลัก ดังนี้

1. วัตถุดิบ เนื่องมาจากเม็ดพลาสติกที่ใช้นั้น บางครั้งก็มีความหนาแน่นน้อยและเม็ดเล็กทำให้ไม่ไหลลงไปกรวยหลอม ไม่มีขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบก่อนการผลิต และมีสิ่งแปลกปลอมปะปนอยู่

2. เครื่องจักร เนื่องมาจากเครื่องจักรมีอายุการใช้งานที่มากทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรทำงานได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ เครื่องสึกหรอ ทำให้กำลังในการฉีกไม่พอ และแรงดันฉีดไม่พอ ปลายหัวฉีดอุดตันอยู่บ่อยครั้ง แม่พิมพ์ประกบกันไม่แนบสนิท ผิวผลิตภัณฑ์มีบางจุดหนา บางจุดบาง ไม่มีการตรวจสอบสภาพเครื่องจักรก่อนการใช้งาน

3. การทำงาน เนื่องจากไม่มีแบบแผนในการทำงาน ว่าขั้นตอนการปฏิบัติงานในแต่ละขั้นตอนเป็นอย่างไร ไม่มีการฝึกอบรมทักษะของพนักงานเพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันและเป็นมาตรฐานเดียวกัน ตำแหน่งการทำงานที่ไม่แน่นอนทำให้พนักงานสับสนในการทำงาน การสื่อสารที่ไม่ตรงกัน ไม่มีมาตรการป้องกันความปลอดภัยของพนักงาน

4. พนักงาน เนื่องจากใช้เวลาในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นกับเครื่องจักรค่อนข้างนาน เพราะไม่มีความชำนาญ ขาดทักษะในการใช้เครื่องจักร ขาดความเอาใจใส่ พนักงานบางรายอายุมาก เกิดการเจ็บป่วยและเหนื่อยง่าย สื่อสารกันไม่เข้าใจเนื่องจากพนักงานส่วนใหญ่เป็นแรงงานต่างชาติ พนักงานไม่มีความชำนาญในการใช้เครื่องจักร ขาดทักษะในการทำงาน

5. สิ่งแวดล้อม เนื่องจากสภาพอากาศบางวันร้อนจัด บางวันฝนตก ทำให้อากาศมีความชื้นส่งผลต่อเม็ดพลาสติกที่จะใช้ฉีดขึ้นรูปมีความชื้น ทำให้เม็ดพลาสติกขึ้นรูปยากต้องทำการปรับตั้งค่าเครื่องใหม่ สำหรับโรงงานฉีดพลาสติกจัดว่าเป็นโรงงานที่มีความร้อนที่ออกจากเครื่องจักร สภาพอากาศภายในโรงงานร้อนจึงร้อนอบอ้าวและอากาศไม่ถ่ายเท ได้ส่งผลทำให้กิจกรรมในการทำงานของพนักงานไม่มีประสิทธิภาพ

4.2 การจำลองสถานการณ์

การวิเคราะห์ข้อมูลการจำลองสถานการณ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตเข่งพลาสติกขนาดกลาง บริษัท เอส.พี.ซี.พลาสติก จำกัด ประกอบไปด้วย

1) แบบจำลองระบบกระบวนการตกแต่งเข่งพลาสติก
2) การวิเคราะห์รูปแบบการแจกแจงของข้อมูลนำเข้า
3) ผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์จริงและผลลัพธ์ได้จากการเปรียบเทียบแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

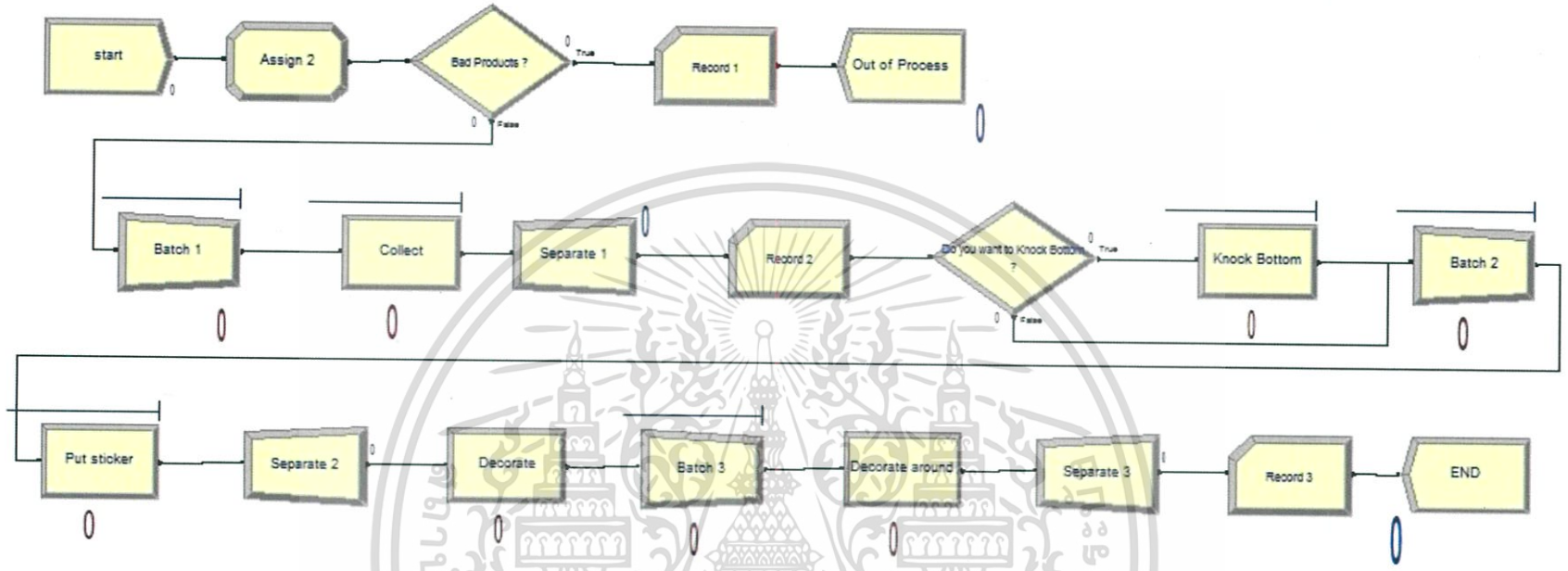
4.2.1 แบบจำลองระบบกระบวนการตกแต่งเข่งพลาสติก

จากรูปที่ 4.25 แสดงแบบจำลองระบบปัจจุบันของกระบวนการผลิตเข่งพลาสติกขนาดกลางเป็นระยะเวลา 42 นาที นำมาสร้างโมเดลด้วยโปรแกรม Arena มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

Create Module ชื่อ "start" ใช้สร้างการเข้ามาของเข่งพลาสติกขนาดกลางที่ถูกฉีดผ่านเครื่องฉีดเม็ดพลาสติกโดยการมาถึงแบบคงที่และไปยัง Assign Module ชื่อ "Assign 2" เพื่อกำหนดค่าเวลาเข่งขาเข้าในแต่ละชิ้น และผ่านไปยัง Decide Module ชื่อ "Bad Products?" เพื่อทำการตรวจสอบเข่งพลาสติกขนาดกลางที่ดีและเข่งพลาสติกที่เสียก่อนทำการรวบรวมไปตัดแต่ง ซึ่งถ้าพบเข่งพลาสติกที่เสียก็เข้าสู่ Record Module ชื่อ "Record 1" เพื่อเก็บค่าจำนวนของเสียและออกจากระบบไป ถ้าพบเข่งพลาสติกขนาดกลางที่ดีก็ไปยังกระบวนการถัดไป และผ่านไปยัง Batch Module ชื่อ "Batch 1" เพื่อทำการรวบรวมเข่งพลาสติกขนาดกลางแล้วไปสู่ขั้นตอนถัดไป จากนั้นจะผ่านเข้าสู่ Process Module ชื่อ "Collect" เพื่อทำการเก็บรวบรวมเข่งที่ตกลงมากองตรงหน้าเครื่องฉีดเข่งพลาสติกขนาดกลาง จะผ่านไปยัง Separate Module ชื่อ "Separate 1" เพื่อทำการนำเอาเข่งที่รวบรวมเอาไว้ออกมาแล้วเข้าสู่ Record Module ชื่อ "Record 2" เพื่อทำการเก็บค่าเวลาของการรอของเข่งก่อนเข้ารับบริการ ต่อไปเข้าสู่ Decide Module ชื่อ "Do you want to Knock Bottom" เพื่อทำการตรวจสอบที่ก้นพลาสติกว่ามีเศษเกินหรือไม่ ถ้าไม่มีเศษที่ก้นของเข่งพลาสติกขนาดกลางก็ไปกระบวนการถัดไปเลย แต่ถ้าพบว่ามีเศษเกินที่ก้นของเข่งพลาสติกขนาดกลางก็จะผ่านไปยัง Process Module ชื่อ "Knock Bottom" เพื่อทำการเคาะก้นพลาสติกออกเสียก่อนที่จะไปกระบวนการถัดไป ต่อมาจะผ่าน Batch Module ชื่อ "Batch 2" เพื่อทำการรวบรวมเข่งพลาสติกขนาดกลางก่อนเข้าไปสู่ขั้นตอนถัดไป

ถัดไปจะ Process Module ชื่อ "Put sticker" เพื่อทำการติดสติ๊กเกอร์เข้าสู่ Separate Module ชื่อ "Separate 2" เพื่อทำการนำเอาเข่งที่รวบรวมเอาไว้ออกมาแล้วผ่าน Process Module ชื่อ "Decorate" เพื่อทำการตัดแต่งเข่งทีละใบ แล้วผ่าน Batch Module ชื่อ "Batch 3" เพื่อทำการรวบรวมเข่งพลาสติกก่อนเข้าสู่ Process Module ชื่อ "Decorate around" เพื่อทำการตกแต่งเข่งพลาสติกที่ซ้อนกัน 4 ใบที่ได้ผ่านการตัดแต่งทีละใบมาเรียบร้อยแล้วเข้า Separate Module ชื่อ "Separate 3" แล้วทำการนำ Record Module ชื่อ "Record 3" มาทำการเก็บระยะเวลาที่ใช้ในการเข้ารับบริการจนเสร็จสิ้นกระบวนการต่อชิ้นแล้วจึงออกจากกระบวนการไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.25 แบบจำลองระบบปัจจุบันของกระบวนการผลิตเข่งพลาสติกขนาดกลาง บริษัท เอส.พี.ซี.พลาสติก จำกัด

หมายเหตุ : หมายถึง จุดเริ่มต้นกระบวนการ (ขาเข้า)

หมายถึง กระบวนการทำงาน

หมายถึง กระบวนการรวบรวมสินค้า

หมายถึง กระบวนการตัดสินใจ

หมายถึง กระบวนแยกสินค้าออกจากกัน

หมายถึง จุดสิ้นสุดกระบวนการ

หมายถึง กระบวนการกำหนดค่าให้กับวัตถุ

หมายถึง กระบวนการบันทึกที่ช่วงเวลานั้น

4.2.2 การวิเคราะห์รูปแบบการแจกแจงของข้อมูล

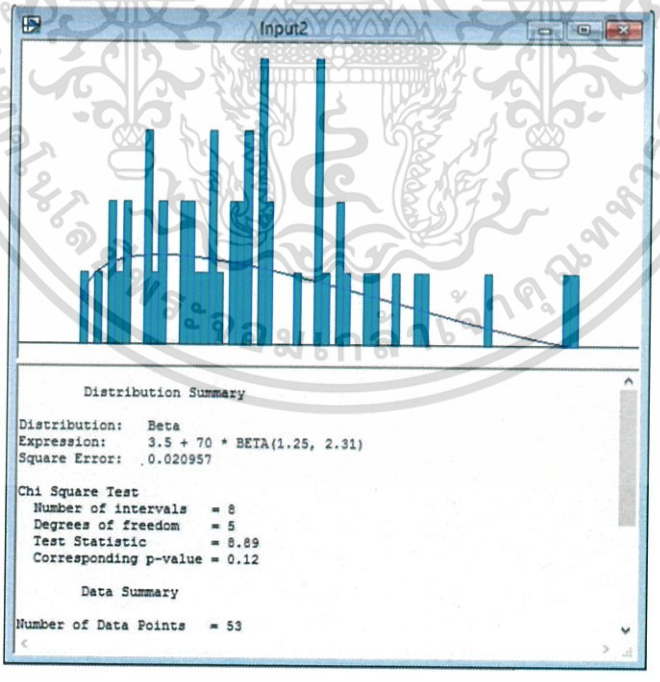
นำข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมมาวิเคราะห์ โดยใช้เครื่องมือ Input Analyzer ในโปรแกรม Arena และวิเคราะห์การกระจายของแต่ละจุดในกระบวนการผลิตโดยวิธี Goodness of fit test เพื่อนำไปใช้ในการสร้างแบบการจำลองของระบบปัจจุบันต่อไป แสดงผลการหาการกระจายของข้อมูลในกระบวนการผลิตในแต่ละจุด ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 รูปแบบการกระจายของข้อมูลเวลาในแต่ละจุดของกระบวนการตกแต่งเข่งพลาสติก

จุดให้บริการ	รูปแบบการแจกแจง	ฟังชั่นการแจกแจง	N	p-value
เก็บรวบรวมเข่งพลาสติก	BETA(α, β)	3.5 + 70 * BETA(1.25, 2.31)	53	0.12
ทำการติดสติ๊กเกอร์เข่งพลาสติก	GAMMA(α, β)	8.5 + GAMM(2.58, 2.53)	63	0.321
ตัดแต่งเข่งพลาสติก 1 ใบ	GAMMA(α, β)	4.5 + GAMM(1.3, 9.67)	251	0.498
พนักงานตัดแต่งเข่งพลาสติก 4 ใบ ที่เข่งพลาสติกผ่านตกแต่งทีละใบเรียบร้อยแล้ว	TRI(a, b, c)	TRIA(26.5, 46, 93.5)	62	0.144

รายละเอียดการวิเคราะห์เป็นดังนี้

วิเคราะห์การกระจายของข้อมูลในกระบวนการเก็บรวบรวมเข่งพลาสติกแสดงผลวิเคราะห์ ดังรูปที่ 4.26



รูปที่ 4.26 ผลการทดสอบการกระจายของข้อมูลระยะเวลาที่ใช้ในขั้นตอนการเก็บรวบรวมเข่งพลาสติกในแต่ละครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>สมมติฐานเพื่อการทดสอบ</u> H_0 : ข้อมูลมีการกระจายแบบ Beta

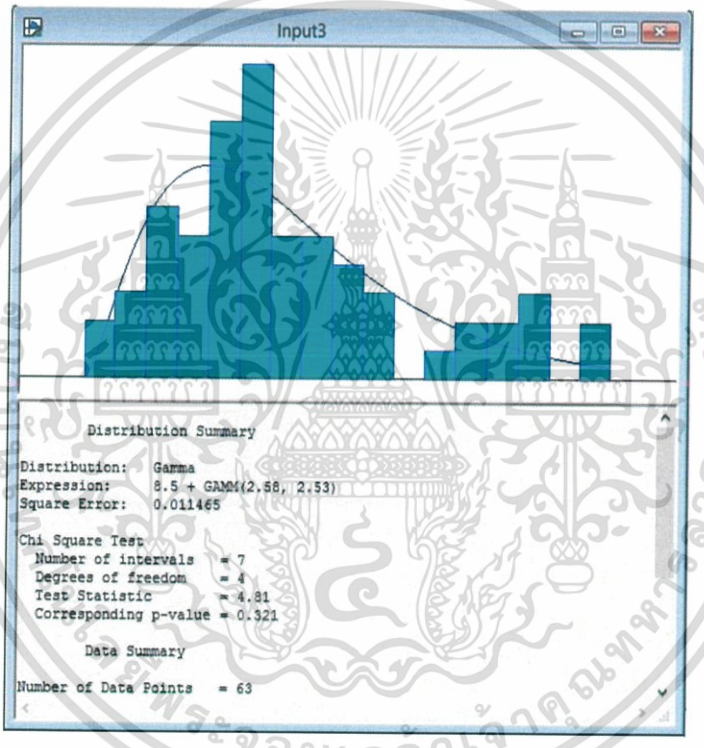
H_1 : ข้อมูลไม่มีการกระจายแบบ Beta

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

สถิติทดสอบ : Chi-Square Test

จากรูปการทดสอบพบว่าค่า p-value = 0.12 ซึ่งมากกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้นจะยอมรับ H_0 คือระยะเวลาในกระบวนการเก็บรวบรวมเข่งพลาสติก มีการกระจายแบบ Beta มีค่า 8.5 + GAMM(2.58, 2.53) โดยมี Square Error = 0.020957 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

วิเคราะห์การกระจายของข้อมูลในกระบวนการติดสติ๊กเกอร์เข่งพลาสติกแสดงดังรูปที่ 4.27



รูปที่ 4.27 ผลการทดสอบการกระจายของข้อมูลระยะเวลาที่ใช้ในขั้นตอนการติดสติ๊กเกอร์เข่งพลาสติกในแต่ละครั้ง

<u>สมมติฐานเพื่อการทดสอบ</u> H_0 : ข้อมูลมีการกระจายแบบ Gamma

H_1 : ข้อมูลไม่มีการกระจายแบบ Gamma

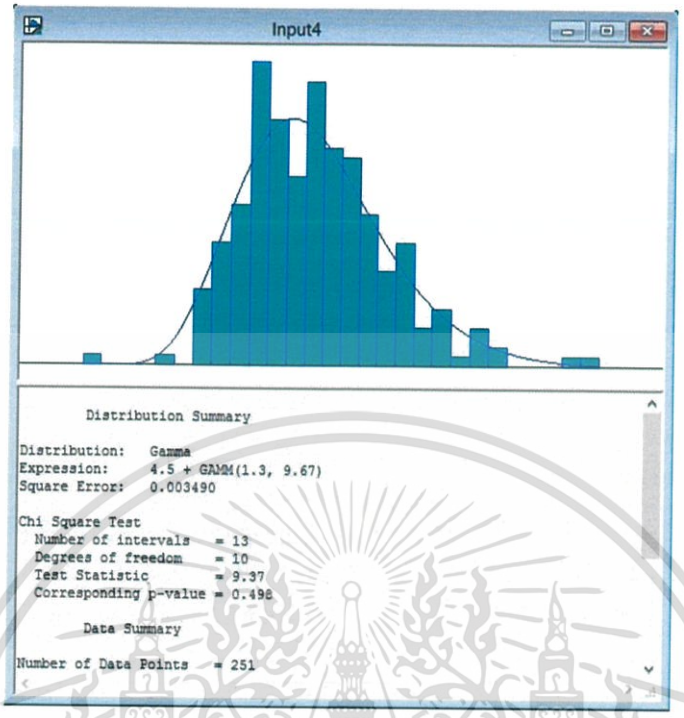
ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

สถิติทดสอบ : Chi-Square Test

จากรูปการทดสอบพบว่าค่า p-value = 0.321 ซึ่งมากกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้นจะยอมรับ H_0 คือระยะเวลาในกระบวนการติดสติ๊กเกอร์เข่งพลาสติก มีการกระจายแบบ Gamma มีค่า 8.5 + GAMM(2.58, 2.53) โดยมี Square Error = 0.011465 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิเคราะห์การกระจายของข้อมูลกระบวนการพนักงานตัดแต่งเข่งพลาสติก 1 ใบแสดงดังรูป 4.28



รูปที่ 4.28 ผลการทดสอบการกระจายของข้อมูลระยะเวลาในใช้ในขั้นตอนการตัดแต่งเข่งพลาสติก 1 ใบ

<u>สมมติฐานเพื่อการทดสอบ</u> H_0 : ข้อมูลมีการกระจายแบบ Gamma

H_1 : ข้อมูลไม่มีการกระจายแบบ Gamma

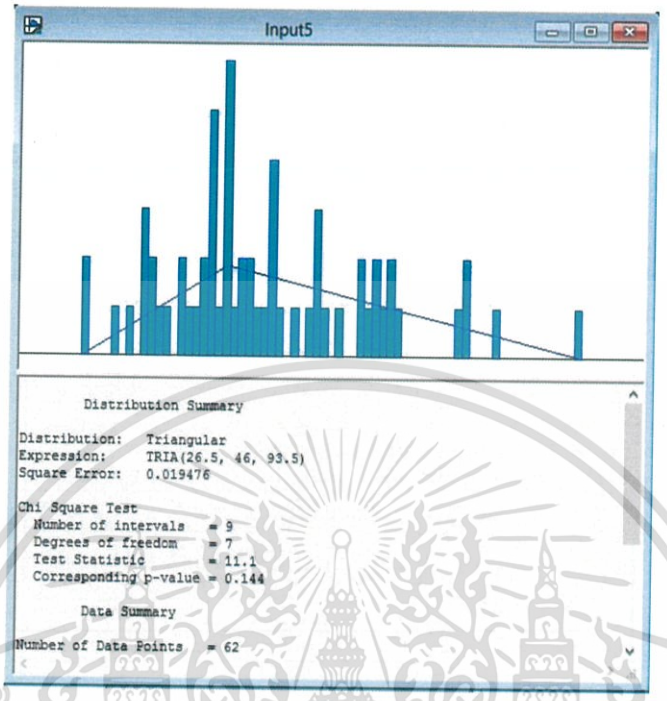
ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

สถิติทดสอบ : Chi-Square Test

จากรูปการทดสอบพบว่าค่า p-value = 0.498 ซึ่งมากกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้นจึงยอมรับ H_0 คือระยะเวลาในกระบวนการตัดแต่งเข่งพลาสติก 1 ใบ มีการกระจายแบบ Gamma มีค่า 4.5 + GAMM(1.3, 9.67) โดยมี Square Error = 0.003490 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิเคราะห์การกระจายของข้อมูลกระบวนการตัดแต่งเข่งพลาสติก 4 ใบเมื่อเข่งพลาสติกผ่านตกแต่งทีละใบเรียบร้อยแล้วแสดงดังรูปที่ 4.29



รูปที่ 4.29 ผลการทดสอบการกระจายของข้อมูลเวลาในขั้นตอนการตัดแต่งเข่งพลาสติก 4 ใบเมื่อผ่านการตกแต่งเข่งพลาสติกทีละใบเรียบร้อยแล้ว

<u>สมมติฐานเพื่อการทดสอบ</u> H_0 : ข้อมูลมีการกระจายแบบ Triangular

H_1 : ข้อมูลไม่มีการกระจายแบบ Triangular

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

สถิติทดสอบ : Chi-Square Test

จากรูปการทดสอบพบว่าค่า p-value = 0.144 ซึ่งมากกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้นจึงยอมรับ H_0 คือระยะเวลาในกระบวนการตัดแต่งเข่งพลาสติก 4 ใบที่เข่งพลาสติกผ่านตกแต่งทีละใบเรียบร้อยแล้ว มีการกระจายแบบ Triangular มีค่า TRIA(26.5, 46, 93.5) โดยมี Square Error = 0.019476 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

4.2.3 ผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลอง

หลังจากทำการสร้างแบบจำลองที่เป็นปัจจุบันของกระบวนการตัดแต่งเข่งพลาสติกขนาดกลางและการวิเคราะห์การแจกแจงในแต่ละจุดบริการของกระบวนการผ่านโปรแกรม Arena เสร็จสิ้นแล้ว ขั้นตอนถัดไปเป็นขั้นตอนการตรวจสอบแบบจำลองที่ทางคณะผู้วิจัยได้สร้างขึ้นว่าจะสามารถเป็นตัวแทนของระบบงานจริงได้หรือไม่ ซึ่งมีรายละเอียดดังตารางที่ 4.2 และตารางที่ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 แสดงจำนวนและระยะเวลารอคอยก่อนเข้ากระบวนการตกแต่งของเข่งพลาสติกในแต่ละรอบใช้เวลาการเทเม็ดพลาสติกเข้าเครื่องฉีด (42 นาที)

รอบที่	จำนวนเข่งพลาสติกที่ถูกตัดแต่งจนเสร็จ (ใบ)	ระยะเวลารอคอยของเข่งพลาสติกก่อนเข้ากระบวนการตกแต่ง (นาที)
1	37	5:10
2	36	5:10
3	36	5:00
4	40	5:50
5	41	5:50
6	38	5:40
7	37	5:40
8	40	5:10
9	36	5:50
10	39	4:40
รวม	**380**	**54:00**
เฉลี่ย	**38**	**5:40**

ตารางที่ 4.3 แสดงจำนวนและระยะเวลารอคอยก่อนเข้ากระบวนการตกแต่งของเข่งพลาสติกเฉลี่ย ผลต่างและร้อยละของผลต่างที่ได้จากการรันโปรแกรมของแบบจำลองเปรียบเทียบกับข้อมูลจริง

ขั้นตอน	ผลลัพธ์		ผลต่าง	ร้อยละของผลต่าง
	ข้อมูลเก็บรวบรวม	แบบจำลอง		
จำนวนเข่งพลาสติกที่ถูกตัดแต่งจนเสร็จโดยเฉลี่ย (ใบ)	38	42	4	10.526
ระยะเวลารอคอยโดยเฉลี่ยก่อนที่เข่งพลาสติกจะเข้ากระบวนการตกแต่ง (นาที)	5:40	5:10	0.314	5.733
ค่าเฉลี่ย				8.1295

จากตารางที่ 4.3 แสดงให้เห็นถึงข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมและจากแบบจำลอง ซึ่ง Law and Kelton (1991) ได้กล่าวไว้ว่าถ้าร้อยละผลต่างของค่าเฉลี่ยของระบบงานจริงกับแบบจำลองไม่เกินร้อยละ 20 ถือว่าตัวแบบจำลองสามารถเป็นตัวแทนของระบบงานจริงได้ และผลจากการวิเคราะห์ข้างต้นพบว่าร้อยละของความแตกต่างระหว่างข้อมูลจริงและข้อมูลจากแบบจำลองมีค่าเฉลี่ย 8.1295 ซึ่งไม่เกินร้อยละ 20 จึงสามารถสรุปได้ว่าข้อมูลที่ได้จากการรวบรวม มีค่าใกล้เคียงกับข้อมูลจริงและสามารถนำไปเป็นตัวแทนในการวิเคราะห์กระบวนการผลิตเข่งพลาสติกขนาดกลาง ซึ่งจะให้ผลใกล้เคียงกับระบบงานจริงมากที่สุด

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 แนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิต

จากผลการวิเคราะห์แผนภูมิกระบวนการไหลและผลจากแบบจำลองสถานการณ์กระบวนการผลิตในปัจจุบัน ซึ่งคณะทางผู้จัดทำจึงได้ทราบถึงความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต ส่งผลให้การทำงานล้าช้าทำให้ผลิตเข่งพลาสติกได้ไม่มากตามที่ควรจะเป็น ดังนั้นคณะผู้จัดทำได้มีการออกแบบการทดลองเพื่อหาแนวทางในการลดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตเข่งพลาสติกขนาดกลาง 2 แบบจำลอง ได้แก่

1 แบบจำลองสถานการณ์ที่ 1

ให้พนักงานทำงานประจำเครื่องของตัวเองโดยไม่อนุญาตให้ไปปฏิบัติงานอื่นจนกว่าจะถึงเวลาพัก

2 แบบจำลองสถานการณ์ที่ 2

ทำการเพิ่มพนักงานที่มีความสามารถที่เท่าเทียมกับพนักงานคนเก่า ซึ่งเพิ่มเข้าไปในกระบวนการอีก 1 คน และใช้กฎให้พนักงานทำงานประจำเครื่องของตัวเองโดยไม่อนุญาตให้ไปปฏิบัติงานอื่นจนกว่าจะถึงเวลาพัก

4.2.4 ผลการทดลองแบบจำลองสถานการณ์

จากการที่คณะผู้จัดทำได้ทำการออกแบบการทดลองทั้งหมด 2 แบบจำลองสถานการณ์ เพื่อหาแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตเข่งพลาสติกขนาดกลาง ได้ผลการจำลองสถานการณ์ดังต่อไปนี้

1. แบบจำลองสถานการณ์ที่ 1

จากผลลัพธ์การรันโปรแกรมของแบบจำลองสถานการณ์ที่ 1 สามารถแสดงให้เห็นถึงจำนวนเข่งที่ถูกตัดแต่งจนเสร็จและระยะเวลารอคอยของเข่งพลาสติกก่อนเข้ากระบวนการตกแต่งโดยเฉลี่ยดังตารางที่ 4.4 และตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.4 จำนวนการผลิตที่แล้วเสร็จและระยะเวลาการรอคอยก่อนเข้ากระบวนการตกแต่งของเข่งพลาสติกขนาดกลางโดยเฉลี่ยของแบบจำลองสถานการณ์ที่ 1 จำนวน 100 รอบแต่ละรอบใช้เวลา 42 นาทีต่อกำลังการผลิตของเครื่องจักร 60 ใบ

ขั้นตอน	แบบจำลองสถานการณ์ที่ 1
จำนวนเข่งที่ถูกตัดแต่งจนเสร็จโดยเฉลี่ย (พร้อมจัดจำหน่าย)	43 ใบ
ระยะเวลารอคอยโดยเฉลี่ยก่อนที่เข่งจะเข้ากระบวนการตกแต่ง	3:45 นาที
จำนวนเข่งโดยเฉลี่ยที่รอเข้ากระบวนการตัดแต่ง	5 ใบ
จำนวนเข่งโดยเฉลี่ยที่ยังคงค้างในกระบวนการตัดตกแต่ง	4 ใบ
จำนวนของเสียโดยเฉลี่ยที่เครื่องจักรผลิตออกมา	8 ใบ

ผลการศึกษาจากนโยบายที่ 1 ที่กำหนดให้คนงานต้องประจำอยู่ที่เครื่องโดยไม่อนุญาตให้ไปปฏิบัติงานอื่น ๆ ได้พบว่าจำนวนเข่งพลาสติกที่เครื่องจักรผลิตออกมาได้ทั้งหมด 60 ใบแบ่งเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวนเข่งที่ถูกตัดแต่งจนเสร็จโดยเฉลี่ย 43 ใบจำนวนเข่งโดยเฉลี่ยที่รอเข้ากระบวนการตัดแต่ง 5 ใบ จำนวนเข่งโดยเฉลี่ยที่ยังคงค้างในกระบวนการตัดแต่ง 4 ใบและจำนวนของเสียโดยเฉลี่ยที่เครื่องจักรผลิตออกมา 8 ใบ โดยมีช่วงเวลารอคอยที่เข่งจะถูกนำเข้ากระบวนตกแต่งโดยเฉลี่ยเป็น 3:45 นาที

ตารางที่ 4.5 จำนวนเข่งพลาสติกที่ผลิตเสร็จแล้วและระยะเวลาการรอคอยก่อนเข้ากระบวนการตกแต่งโดยเฉลี่ยของแบบจำลองสถานการณ์ที่ 1 จำนวน 100 รอบแต่ละรอบใช้เวลา 4 ชั่วโมงต่อกำลังการผลิตของเครื่องจักร 343 ใบ

ขั้นตอน	แบบจำลองสถานการณ์ที่ 1
จำนวนเข่งที่ถูกตัดแต่งจนเสร็จโดยเฉลี่ย (พร้อมจัดจำหน่าย)	289 ใบ
ระยะเวลารอคอยโดยเฉลี่ยก่อนที่เข่งจะเข้ากระบวนการตกแต่ง	3:55 นาที
จำนวนเข่งโดยเฉลี่ยที่รอเข้ากระบวนการตัดแต่ง	5 ใบ
จำนวนเข่งโดยเฉลี่ยที่ยังคงค้างในกระบวนการตัดแต่ง	4 ใบ
จำนวนของเสียโดยเฉลี่ยที่เครื่องจักรผลิตออกมา	45 ใบ

ผลการศึกษาจากนโยบายที่ 1 ที่กำหนดให้คนงานต้องประจำอยู่ที่เครื่องโดยไม่อนุญาตให้ไปปฏิบัติงานอื่น ๆ ได้ พบว่าจำนวนเข่งพลาสติกที่เครื่องจักรผลิตออกมาได้ทั้งหมด 343 ใบแบ่งเป็นจำนวนเข่งที่ถูกตัดแต่งจนเสร็จโดยเฉลี่ย 289 ใบจำนวนเข่งโดยเฉลี่ยที่รอเข้ากระบวนการตัดแต่ง 5 ใบจำนวนเข่งโดยเฉลี่ยที่ยังคงค้างในกระบวนการตัดแต่ง 4 ใบและจำนวนของเสียโดยเฉลี่ยที่เครื่องจักรผลิตออกมา 45 ใบ โดยมีช่วงเวลารอคอยที่เข่งจะถูกนำเข้ากระบวนตกแต่งโดยเฉลี่ยเป็น 3:55 นาที

2. แบบจำลองสถานการณ์ที่ 2

จากผลลัพธ์การรันโปรแกรมของแบบจำลองสถานการณ์ที่ 2 สามารถแสดงให้เห็นถึงจำนวนเข่งที่ถูกตัดแต่งจนเสร็จและระยะเวลารอคอยของเข่งพลาสติกขนาดกลางก่อนเข้ากระบวนการตกแต่งโดยเฉลี่ยดังตารางที่ 4.6 และตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.6 จำนวนเข่งพลาสติกที่ผลิตเสร็จแล้วและระยะเวลาการรอคอยก่อนเข้ากระบวนการตกแต่งโดยเฉลี่ยของแบบจำลองสถานการณ์ที่ 2 จำนวน 100 รอบแต่ละรอบใช้เวลา 42 นาทีต่อกำลังการผลิตของเครื่องจักร 60 ใบ

ขั้นตอน	แบบจำลองสถานการณ์ที่ 2
จำนวนเข่งที่ถูกตัดแต่งจนเสร็จโดยเฉลี่ย (พร้อมจัดจำหน่าย)	45 ใบ
ระยะเวลารอคอยโดยเฉลี่ยก่อนที่เข่งจะเข้ากระบวนการตกแต่ง	2:54 นาที
จำนวนเข่งโดยเฉลี่ยที่รอเข้ากระบวนการตัดแต่ง	0 ใบ
จำนวนเข่งโดยเฉลี่ยที่ยังคงค้างในกระบวนการตัดแต่ง	7 ใบ
จำนวนของเสียโดยเฉลี่ยที่เครื่องจักรผลิตออกมา	8 ใบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการศึกษาจากนโยบายที่ 2 ที่กำหนดให้เพิ่มคนงาน 1 คนและกำหนดให้คนงานต้องประจำอยู่ที่เครื่องโดยไม่อนุญาตให้ไปปฏิบัติงานอื่น ๆ ได้ พบว่าจำนวนเข่งพลาสติกที่เครื่องจักรผลิตออกมาได้ทั้งหมด 60 ใบแบ่งเป็นจำนวนเข่งที่ถูกตัดแต่งจนเสร็จโดยเฉลี่ย 45 ใบจำนวนเข่งโดยเฉลี่ยที่รอเข้ากระบวนการตัดแต่ง 0 ใบจำนวนเข่งโดยเฉลี่ยที่ยังคงค้างในกระบวนการตัดแต่ง 7 ใบและจำนวนของเสียโดยเฉลี่ยที่เครื่องจักรผลิตออกมา 8 ใบ โดยมีช่วงเวลารอคอยที่เข่งจะถูกนำเข้ากระบวนตกแต่งโดยเฉลี่ยเป็น 2:54 นาที

ตารางที่ 4.7 จำนวนเข่งพลาสติกที่ผลิตเสร็จแล้วและระยะเวลาการรอคอยก่อนเข้ากระบวนการตกแต่งโดยเฉลี่ยของแบบจำลองสถานการณ์ที่ 2 จำนวน 100 รอบแต่ละรอบใช้เวลา 4 ชั่วโมงต่อกำลังการผลิตของเครื่องจักร 343 ใบ

ขั้นตอน	แบบจำลองสถานการณ์ที่ 2
จำนวนเข่งที่ถูกตัดแต่งจนเสร็จโดยเฉลี่ย (พร้อมจัดจำหน่าย)	292 ใบ
ระยะเวลารอคอยโดยเฉลี่ยก่อนที่เข่งจะเข้ากระบวนการตกแต่ง	3:02 นาที
จำนวนเข่งโดยเฉลี่ยที่รอเข้ากระบวนการตัดแต่ง	0 ใบ
จำนวนเข่งโดยเฉลี่ยที่ยังคงค้างในกระบวนการตัดตกแต่ง	6 ใบ
จำนวนของเสียโดยเฉลี่ยที่เครื่องจักรผลิตออกมา	45 ใบ

ผลการศึกษาจากนโยบายที่ 2 ที่กำหนดให้เพิ่มคนงาน 1 คนและกำหนดให้คนงานต้องประจำอยู่ที่เครื่องโดยไม่อนุญาตให้ไปปฏิบัติงานอื่น ๆ ได้ พบว่าจำนวนเข่งพลาสติกที่เครื่องจักรผลิตออกมาได้ทั้งหมด 343 ใบแบ่งเป็นจำนวนเข่งที่ถูกตัดแต่งจนเสร็จโดยเฉลี่ย 292 ใบจำนวนเข่งโดยเฉลี่ยที่รอเข้ากระบวนการตัดแต่ง 0 ใบจำนวนเข่งโดยเฉลี่ยที่ยังคงค้างในกระบวนการตัดแต่ง 6 ใบและจำนวนของเสียโดยเฉลี่ยที่เครื่องจักรผลิตออกมา 45 ใบ โดยมีช่วงเวลารอคอยที่เข่งจะถูกนำเข้ากระบวนตกแต่งโดยเฉลี่ยเป็น 3:02 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

การทำปัญหาพิเศษครั้งนี้มีการดำเนินงาน โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือการควบคุมคุณภาพและการจำลองสถานการณ์

การควบคุมคุณภาพมีจุดประสงค์ เพื่อออกแบบแผนภูมิควบคุมคุณภาพที่เหมาะสมของการผลิตของผลิตภัณฑ์พลาสติกแต่ละชนิด นำไปใช้ในการควบคุมคุณภาพระหว่างการผลิต และหาสาเหตุของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิต โดยเก็บข้อมูลของเสียผลิตภัณฑ์พลาสติก 3 ชนิด คือ เข่งขนาดกลาง กระถางขนาดเล็ก และกระถางขนาดใหญ่ ตั้งแต่เดือนวันที่ 9 ธันวาคม พ.ศ.2560 ถึงวันที่ 10 เดือนเมษายน พ.ศ.2561 จากนั้นนำข้อมูลของเสียที่ได้มาทำวิเคราะห์โดยการสร้างแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ย แผนผังพาเรโต และแผนผังเหตุและผลหรือแผนผังก้างปลา โดยนำโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ Minitab 17 มาช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูล

การจำลองสถานการณ์มีจุดประสงค์ เพื่อหาแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์พลาสติกขนาดกลาง โดยเก็บรวบรวมข้อมูลเวลาการตัดแต่งพลาสติกส่วนเกินของเข่งขนาดกลาง จากนั้นนำข้อมูลเวลาในกระบวนการตัดแต่งเข่งที่ได้มาวิเคราะห์ โดยการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ โดยนำโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ Arena Version 14.5 มาช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูล และตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับสถานการณ์ทางเลือกเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิต

5.1 การควบคุมคุณภาพ

5.1.1 แผนภูมิควบคุมคุณภาพ

ได้ทำการออกแบบแผนภูมิควบคุมคุณภาพ ได้แก่ แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียและแผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิ ได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

5.1.1.1 แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย

จากผลการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียของผลิตภัณฑ์พลาสติก 3 ชนิด ได้แก่ เข่งพลาสติกขนาดกลาง (K-1003) กระถางขนาดเล็ก (406) และกระถางขนาดใหญ่ (404) พบว่ามีจุดที่ตกอยู่นอกขีดจำกัดควบคุมบน แสดงว่ากระบวนการผลิตไม่สามารถควบคุมได้ จากตารางเปรียบเทียบค่าสัดส่วนของเสียเฉลี่ยในแต่ละช่วงเวลา หลังจากที่มีการนำแผนภูมิควบคุมที่สร้างขึ้นไปใช้ในช่วงเดือนถัดไป เพื่อทำการควบคุมการผลิตระหว่างกระบวนการผลิต เพราะหากมีจุดออกนอกขอบเขตควบคุม จะรีบทำการแจ้งเจ้าหน้าที่ให้ดำเนินการแก้ไขได้ทันเวลา โดยพบว่าค่าสัดส่วนของเสียเฉลี่ยส่วนใหญ่มีแนวโน้มลดลง ยกเว้นการเปรียบเทียบค่าสัดส่วนเฉลี่ยของเข่งพลาสติกขนาดกลางระหว่างช่วงที่ 2 กับช่วงที่ 3 เนื่องจากช่างที่มาควบคุมเครื่องจักรนั้นยังมีทักษะในการควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องจักรไม่มากพอ จึงไม่สามารถแก้ไขสาเหตุการเกิดของเสียได้ทันที หากดำเนินการแก้ไขปัญหาที่ทราบสาเหตุที่เกิดขึ้นทันทีในระหว่างกระบวนการผลิต จะพบว่าค่าสัดส่วนของเสียเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์พลาสติกทั้ง 3 ชนิดลดลง

ตารางที่ 5.1 การเปรียบเทียบค่าสัดส่วนของเสียในแต่ละช่วงเวลา

ผลิตภัณฑ์พลาสติก	ช่วงที่	วัน/เดือน/ปี	$\bar{p}$	สัดส่วนของเสียเฉลี่ยที่ลดลง
เข่งขนาดกลาง (K-1003)	1	วันที่ 9 ธ.ค. 60 ถึงวันที่ 29 ธ.ค. 60	0.0404	0.0146
	2	วันที่ 12 ม.ค. 61 ถึงวันที่ 5 ก.พ. 61	0.0258	
	3	วันที่ 22 ก.พ. 61 ถึงวันที่ 1 เม.ย. 61	0.0334	
กระถางขนาดเล็ก (406)	2	วันที่ 12 ม.ค. 61 ถึงวันที่ 13 ก.พ. 61	0.0402	0.0222
	3	วันที่ 5 มี.ค. 61 ถึงวันที่ 10 เม.ย. 61	0.0180	
กระถางขนาดใหญ่ (404)	2	วันที่ 12 ม.ค. 61 ถึงวันที่ 13 ก.พ. 61	0.1372	0.1054
	3	วันที่ 5 มี.ค. 61 ถึงวันที่ 10 เม.ย. 61	0.0318	

5.1.1.2 แผนภูมิควบคุมรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ย

จากผลการวิเคราะห์จากแผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยของผลิตภัณฑ์พลาสติก 3 ชนิด ได้แก่ เข่งขนาดกลาง (K-1003) กระถางขนาดเล็ก (406) และกระถางขนาดใหญ่ (404) พบว่า มีจุดที่ตกอยู่นอกขีดจำกัดควบคุมบน แสดงว่า กระบวนการผลิตไม่สามารถควบคุมได้ จากตารางการเปรียบเทียบรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ยในแต่ละช่วงเวลา หลังจากที่มีการนำแผนภูมิควบคุมที่สร้างขึ้นไปใช้ในช่วงเดือนถัดไป เพื่อทำการควบคุมการผลิตระหว่างกระบวนการผลิต เพราะหากมีจุดออกนอกขอบเขตควบคุม จะรีบทำการแจ้งเจ้าหน้าที่ให้ดำเนินการแก้ไขได้ทันเวลา โดยพบว่ารอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ยส่วนใหญ่มีแนวโน้มลดลง ยกเว้นการเปรียบเทียบรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ยของเข่งพลาสติกขนาดกลางระหว่างช่วงที่ 2 กับช่วงที่ 3 เนื่องจากช่างที่มาควบคุมเครื่องจักรนั้นยังมีทักษะในการควบคุมเครื่องจักรไม่มากพอ จึงไม่สามารถแก้ไขสาเหตุการเกิดของเสียได้ทันที หากดำเนินการแก้ไขปัญหาที่ทราบสาเหตุที่เกิดขึ้นทันทีในระหว่างกระบวนการผลิต จะพบว่าค่าสัดส่วนของเสียเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์พลาสติกทั้ง 3 ชนิดลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.2 การเปรียบเทียบรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ยในแต่ละช่วงเวลา

ผลิตภัณฑ์พลาสติก	ช่วงที่	วัน/เดือน/ปี	$\overline{u}$	ค่ารอยตำหนิเฉลี่ยต่อหน่วยที่ลดลง
เข่งขนาดกลาง (K-1003)	2	วันที่ 12 ม.ค. 61 ถึงวันที่ 5 ก.พ. 61	0.0412	-0.0064
	3	วันที่ 22 ก.พ. 61 ถึงวันที่ 1 เม.ย. 61	0.0476	
กระถางขนาดเล็ก (406)	2	วันที่ 12 ม.ค. 61 ถึงวันที่ 13 ก.พ. 61	0.0402	0.0223
	3	วันที่ 5 มี.ค. 61 ถึงวันที่ 10 เม.ย. 61	0.0179	
กระถางขนาดใหญ่ (404)	2	วันที่ 12 ม.ค. 61 ถึงวันที่ 13 ก.พ. 61	0.1391	0.1073
	3	มีนที่ 5 มี.ค. 61 ถึงวันที่ 10 เม.ย. 61	0.0318	

5.1.2 ปัญหาและสาเหตุที่สำคัญด้านคุณภาพ

คณะผู้ทำวิจัยได้ใช้แผนผังพาเรโตในการวิเคราะห์ข้อบกพร่องด้านคุณภาพที่เกิดบ่อยที่สุด และใช้แผนผังก้างปลาในการหาต้นเหตุของสาเหตุดังกล่าว

5.1.2.1 แผนผังพาเรโต

จากผลการวิเคราะห์แผนผังพาเรโตในกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์พลาสติก 3 ชนิด ได้แก่ เข่งขนาดกลาง (K-1003) กระถางขนาดเล็ก (406) และกระถางขนาดใหญ่ (404) ให้ผลการวิเคราะห์เหมือนกัน คือ ผลิตภัณฑ์พลาสติก 3 ชนิด มีปัญหาของเสียแบบเดียวกันคือฉีดไม่เต็มรูป ซึ่งทำให้เกิดของเสียเป็นจำนวนมากที่สุด

5.1.2.2 แผนผังเหตุและผลหรือแผนผังก้างปลาก้างปลา

จากการวิเคราะห์แผนผังเหตุและผลในกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์พลาสติก 3 ชนิด มีปัญหาของเสียแบบเดียวกันคือฉีดไม่เต็มรูป ซึ่งทำให้เกิดของเสียเป็นจำนวนมาก มีปัจจัยหลักที่เป็นสาเหตุสำคัญของปัญหา 5 ปัจจัย เรียงจากมากไปน้อย ได้แก่ วัตถุดิบเครื่องจักร วิธีการทำงาน บุคลากรและสิ่งแวดล้อม ซึ่งทางคณะผู้จัดทำได้มีการเสนอแนวทางการแก้ปัญหาให้กับทางบริษัทคือ ควรมีการตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบโดยใช้แผนการสุ่มเชิงลำดับโดยใช้สมการของวาลด์ เนื่องจากสะดวก ไม่มีค่าใช้จ่าย ทำคู่มือการแก้ปัญหาฉีดไม่เต็มรูปและแนวทางการตรวจสอบความพร้อมในการผลิตเป็นประจำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.3 แนวทางการแก้ปัญหาด้านคุณภาพ

5.1.3.1 คู่มือการแก้ปัญหาฉีดไม่เต็มรูป

ผู้วิจัยได้สังเกตการณ์ และเก็บรวบรวมสาเหตุที่ทำให้เกิดการฉีดไม่เต็มรูปจากการสัมภาษณ์ช่างที่ทำงานได้ดี โดยผู้วิจัยได้เสนอแนะแนวทางการแก้ไขข้อบกพร่องเกี่ยวกับการฉีดไม่เต็มรูป ดังตารางที่ 5.3

ตารางที่ 5.3 สาเหตุของการฉีดไม่เต็มรูปตามการตรวจเช็คของผู้ควบคุมเครื่องจักร ผลต่อชิ้นงาน และแนวทางในการแก้ไข

ชนิดผลิตภัณฑ์พลาสติก	เข่งขนาดกลาง,กระถางขนาดเล็ก,กระถางขนาดใหญ่		**สี**	ดำ	**สาเหตุของเสีย**	ฉีดไม่เต็มรูป
วันเดือนปี	30/3/61					
สิ่งที่สำรวจได้	**สาเหตุ**	**ส่งผลต่อชิ้นงาน**	**แนวทางแก้ไข/ข้อเสนอแนะ**			
1. คุณภาพของวัตถุดิบ	- วัตถุดิบไม่มีการตรวจสอบ - วัตถุดิบมีความชื้น นิ่ม เหนียว	- ฉีดไม่เต็มรูป - ขึ้นรูปยาก	ใช้แผนการสุ่มตัวอย่างเชิงลำดับโดยใช้สมการของวาลด์ ใช้เครื่องตรวจวัดความชื้น ความนิ่ม ความเหนียว อบไล่ความชื้น			
2. เม็ดพลาสติกไม่ไหลสู่ช่องหลอม	- เม็ดพลาสติกมีขนาดเล็ก และเบาเกินไป	- ฉีดไม่เต็มรูป	ใช้ไม้กระทุ้งให้เม็ดไหลลงสู่ช่องหลอม ตรวจสอบคุณภาพของวัตถุดิบก่อนนำไปขึ้นรูป			
3. มีสิ่งอุดตันช่องหลอม	- วัตถุดิบมีสิ่งปนเปื้อน	- ฉีดไม่เต็มรูป	- หยุดการผลิตแล้วใช้เหล็กเขี่ยออก			
4. มีสิ่งอุดตันปลายฉีด	-ไม่มีการตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบ ใช้เม็ดที่ผสมกับพลาสติกรีไซเคิล	- ฉีดไม่เต็มรูป	- ตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบ - ตรวจสอบที่ปลายกระบอกฉีด			
5. มีความผิดปกติจากแม่พิมพ์	- แม่พิมพ์ไม่สมมาตร - บางบริเวณหนา บางบริเวณบาง	- บางส่วนหนา บางส่วนบาง - ฉีดไม่เต็มรูป	- ตรวจสอบแม่พิมพ์ก่อนนำไปขึ้นรูป - หากตรวจสอบเบื้องต้นไม่ดีขึ้น นำแม่พิมพ์ส่งซ่อม - ใช้แผนอะลูมิเนียมไปเสียบในช่องของแขนแม่พิมพ์			
6. การตั้งค่าพารามิเตอร์	- ลองผิดลองถูกไปเรื่อย ๆ	- ฉีดไม่เต็มรูป - เกิดของเสียจำนวนมาก	ทำคู่มือประกอบการตั้งค่าพารามิเตอร์			
7. ปริมาตรการฉีด	- ทดลองไปเรื่อย ๆ จากน้อยไปมาก	- ฉีดไม่เต็มรูป - มีครีบ	กำหนดปริมาณการฉีดให้เป็นมาตรฐาน			
8. ความดันในการฉีด	- เครื่องจักรมีอายุการใช้งานที่มาก	- ความดันไม่พอทำให้ฉีดไม่เต็ม	ปรับความดันในการฉีดให้เหมาะสม			
9. อุณหภูมิในการฉีด	- สภาพอากาศที่แตกต่างกัน - คุณภาพของวัตถุดิบ	- สีที่ผิดเพี้ยนไป - ฉีดไม่เต็มรูป	กำหนดอุณหภูมิในการฉีดให้เป็นมาตรฐาน หรืออาจปรับตามสภาพอากาศในแต่ละวัน			
10. ความเร็วในการฉีด	- อายุการใช้งานของเครื่องจักร - การตั้งค่าพารามิเตอร์	- ช้าไปฉีดไม่เต็ม - เร็วไปชิ้นงานยุบ	กำหนดความเร็วในการฉีดให้เป็นมาตรฐาน			
11. ระยะการฉีด	- วัตถุดิบที่ใช้ขึ้นรูปไม่ได้มาตรฐาน	- ขึ้นรูปไม่ได้ - รูปทรงบิดเบี้ยว	กำหนดระยะการฉีดให้เป็นมาตรฐาน			
12. เวลาในการฉีด	- ไม่มีแบบแผนการทำงาน	- ฉีดไม่เต็มรูป	จัดทำคู่มือในการปรับตั้งค่าพารามิเตอร์			
13. มีการเปลี่ยนแปลงผู้ปฏิบัติงาน	- พนักงานมีทักษะที่แตกต่างกัน	- คุณภาพของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนไป	ทำคู่มือประกอบ หรือทำการฝึกอบรมพนักงาน			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.3.2 แนวทางการตรวจสอบความพร้อมในการผลิต

การเตรียมความพร้อมการผลิตในระบบโรงงานฉีดพลาสติก ก็เปรียบเสมือนคู่มือปฏิบัติงานต้องมีไว้เพื่อเป็นการระบุรายละเอียดวิธีการทำงานที่เป็นมาตรฐานของโรงงาน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) การเตรียมความพร้อมเครื่องจักร

เครื่องที่ฉีดพลาสติกต้องตรวจความพร้อมในการใช้งานว่าอยู่ในสภาพที่สามารถเดินการผลิตได้ ไม่ชำรุดเสียหาย และควรเก็บเก็บข้อมูลการเสียของเครื่องจักรเป็นรายวัน เพื่อให้ช่างฉีดพลาสติกเป็นผู้ตรวจสอบ ซึ่งบางรายการที่เกิดความผิดปกติ แต่ยังใช้ได้อยู่ ก็ควรที่จะเร่งแก้ไขให้อยู่ในสภาพที่สมบูรณ์ที่สุดก่อนไปสู่การผลิตต่อไป

2) การเตรียมความพร้อมแม่พิมพ์

การฉีดพลาสติก ในส่วนเริ่มต้นก่อนการผลิต ต้องมีการตรวจสอบแม่พิมพ์ตั้งแต่ ตรวจสอบรุ่น ความถูกต้องและสภาพของแม่พิมพ์ก่อนนำมาใช้ เมื่อทำการตรวจสอบความถูกต้องเสร็จแล้วก็จะมาดูความเรียบร้อยในการติดตั้งแม่พิมพ์ โดยให้ช่างที่มีหน้าที่ขึ้นแม่พิมพ์ให้พร้อมใช้งาน รวมทั้งทำความสะอาดผิวแม่พิมพ์ก่อนเริ่มฉีดผลิตภัณฑ์

คุณลักษณะแม่พิมพ์ที่ดี

- ทนต่อการกัดกร่อนได้ดีและความเพี้ยนต่ำหลังจากการอบร้อน
- สมมาตร ไม่ทำให้การขึ้นรูปผิดเพี้ยนไป
- ทนต่อแรงกดทับ
- มีความแข็งแรง ทนต่อการกัดกร่อนสูง
- มีระบบการไหลเวียน หรือระบบหล่อเย็นที่ดี
- มีความแข็งแรง

3) การเตรียมความพร้อมด้านพนักงาน

ผู้ที่จะปรับพารามิเตอร์ต่าง ๆ ในกระบวนการผลิต (การฉีดพลาสติก) ได้เป็นอย่างดีนั้นต้องเป็นผู้ที่มีความรู้เกี่ยวกับเม็ดพลาสติก แม่พิมพ์ และเครื่องฉีดพลาสติกที่ใช้ในกระบวนการผลิตขึ้นงานเป็นอย่างดีเสียก่อน โดยเริ่มตั้งแต่ชนิดของพลาสติก อุณหภูมิหลอมเหลว ความหนาแน่น ความดันที่ต้องใช้คุณสมบัติการไหลของพลาสติกเหลว รวมไปถึงฟังก์ชันและปุ่มควบคุมการทำงานของเครื่องฉีด นอกจากนี้ยังต้องรู้จักปัญหาต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นในระหว่างการผลิตโดยสามารถวิเคราะห์เพื่อหาต้นเหตุของปัญหาได้ มีแนวทางและเลือกแนวทางในการแก้ไขปัญหาได้อย่างเหมาะสม

4) การตรวจสอบคุณภาพของวัตถุดิบ

ในการแก้ปัญหาในครั้งนี้ ทางผู้จัดทำได้เสนอแนวทางในการจัดการดูแลควบคุมจำนวนของเสียของกระบวนการผลิต โดยเสนอวิธีการตรวจสอบวัตถุดิบโดยใช้แผนการสุ่มตัวอย่างเชิงลำดับโดยใช้สมการของวาลด์ เพื่อใช้ตรวจสอบคุณภาพของวัตถุดิบเมื่อจำนวนการตรวจสอบแต่ละครั้งไม่เท่ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.3.3 แนวทางการตรวจสอบคุณภาพของวัตถุดิบ

ในการตรวจสอบคุณภาพของวัตถุดิบในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำแผนการสุ่มตัวอย่างเชิงลำดับโดยใช้สมการของวาลด์มาใช้ในการตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบ และได้ทดลองตรวจสอบลอตเม็ดพลาสติกเพื่อเป็นแนวทางในการตรวจสอบคุณภาพของเม็ดพลาสติก โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) แผนการสุ่มตัวอย่างเชิงลำดับโดยใช้สมการของวาลด์

กรณีที่ 1 เมื่อกำหนดค่า LTPD = 10% ($p_2 = 0.1$), AQL = 5% ($p_1 = 0.05$), $\alpha = 0.05$, $\beta = 0.1$

การคำนวณเป็นดังนี้

$$g_1 = \log \frac{p_2}{p_1} = \log \frac{0.1}{0.05} = 0.3010$$

$$g_2 = \log \frac{1-p_1}{1-p_2} = \log \frac{1-0.05}{1-0.1} = 0.02348$$

$$a = \log \frac{1-\beta}{\alpha} = \log \frac{1-0.1}{0.05} = 1.25527$$

$$b = \log \frac{1-\alpha}{\beta} = \log \frac{1-0.05}{0.1} = 0.9777$$

จุดตัดของเส้นขีดจำกัดการยอมรับคือ

$$h_1 = \frac{b}{g_1 + g_2} = \frac{0.9777}{0.3010 + 0.02348} = 3.0131$$

จุดตัดของเส้นขีดจำกัดการปฏิเสธคือ

$$h_2 = \frac{a}{g_1 + g_2} = \frac{1.25527}{0.3010 + 0.02348} = 3.86855$$

ความชันของเส้นขีดจำกัดการยอมรับและการปฏิเสธ

$$S = \frac{g_2}{g_1 + g_2} = \frac{0.02348}{0.3010 + 0.02348} = 0.07236$$

แทนค่าต่าง ๆ ลงในสมการสำหรับเส้นขีดจำกัดการยอมรับและปฏิเสธ

เส้นของการยอมรับ $X_L = Sn - h_1 =$ 0.07236n – 3.0131

เส้นของการปฏิเสธ $X_U = Sn + h_2 =$ 0.07236n + 3.86855

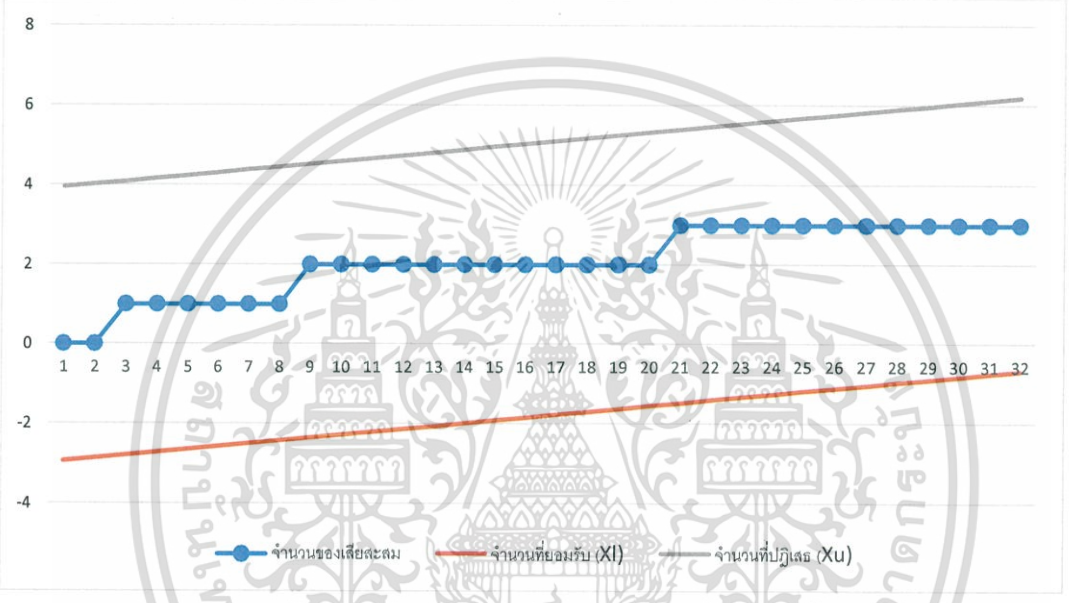
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนการสุ่มตัวอย่างบเชิงลำดับอาจจะแสดงในรูปของตาราง ดังแสดงในตารางที่ 5.4 การสร้างตารางแผนภูมิการสุ่มเชิงลำดับทำได้โดยการแทนค่า n ต่าง ๆ ลงในสมการข้างต้น เช่น n = 35 จะได้

$$X_L = 0.07236(35) - 3.0131 = -0.4805 \approx 0$$

$$X_U = 0.07236(35) + 3.86855 = 6.40115 \approx 7$$

การคำนวณเลขจำนวนการยอมรับ X_L ถ้าค่าที่ได้เป็นเลขทศนิยมให้ตัดเศษทศนิยมทิ้งไป ส่วนการคำนวณเลขจำนวนการปฏิเสธ X_U ถ้าค่าที่ได้เป็นเลขทศนิยมให้ปัดเศษทศนิยมเป็นเลขจำนวนเต็มถัดไป โดยได้ผลการตรวจสอบเป็นดังนี้



รูปที่ 5.1 แผนการสุ่มตัวอย่างเชิงลำดับโดยใช้สมการของวาลด์ เมื่อ LTPD = 10% AQL = 5% α = 0.05 β = 0.1

เมื่อกำหนดค่า LTPD = 10% AQL = 5% α = 0.05 β = 0.1 จะได้เส้นขีดจำกัดการยอมรับ คือ X_L = 0.07236n – 3.0131 และเส้นขีดจำกัดการปฏิเสธ คือ X_U = 0.07236n + 3.86855 พบว่า ได้ทำการสุ่มตัวอย่างทั้งหมด 32 ชิ้น และได้ทำการตรวจสอบแล้วพบ ของเสียสะสม 3 ชิ้น แสดงว่าวัตถุดิบลอตดังกล่าวมีคุณภาพสามารถนำไปขึ้นรูปตามที่เงื่อนไขกำหนดไว้ จึงยอมรับวัตถุดิบลอตนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.4 ตัวอย่างการใช้แผนการสุ่มตัวอย่างเชิงลำดับโดยใช้สมการของวาลด์ เมื่อ AQL = 5% LTPD = 10% α = 0.05 β = 0.1

จำนวนที่ตรวจสอบ (n)	จำนวนของเสีย	จำนวนของเสียสะสม	จำนวนที่ยอมรับ (X_L)	จำนวนที่ปฏิเสธ (X_U)
1	0	0	*	4
2	0	0	*	5
3	1	1	*	5
4	0	1	*	5
5	0	1	*	5
6	0	1	*	5
7	0	1	*	5
8	0	1	*	5
9	1	2	*	5
10	0	2	*	5
11	0	2	*	5
12	0	2	*	5
13	0	2	*	5
14	0	2	*	5
15	0	2	*	5
16	0	2	*	6
17	0	2	*	6
18	0	2	*	6
19	0	2	*	6
20	0	2	*	6
21	1	3	*	6
22	0	3	*	6
23	0	3	*	6
24	0	3	*	6
25	0	3	*	6
26	0	3	*	6
27	0	3	*	6
28	0	3	*	6
29	0	3	*	6
30	0	3	*	6
31	0	3	*	6
32	0	3	*	6
33	-	-	*	7
34	-	-	*	7
35	-	-	*	7

หมายเหตุ เมื่อ * หมายถึง เลขจำนวนการยอมรับหรือการปฏิเสธที่เป็นไปไม่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณีที่ 2 เมื่อกำหนด LTPD = 20% (p_2 = 0.2), AQL = 5% (p_1 = 0.05), α = 0.05, β = 0.1

การคำนวณเป็นดังนี้

$$g_1 = \log \frac{p_2}{p_1} = \log \frac{0.2}{0.05} = 0.60206$$

$$g_2 = \log \frac{1-p_1}{1-p_2} = \log \frac{1-0.05}{1-0.2} = 0.07463$$

$$a = \log \frac{1-\beta}{\alpha} = \log \frac{1-0.1}{0.05} = 1.25527$$

$$b = \log \frac{1-\alpha}{\beta} = \log \frac{1-0.05}{0.1} = 0.9777$$

จุดตัดของเส้นขีดจำกัดการยอมรับคือ

$$h_1 = \frac{b}{g_1 + g_2} = \frac{0.9777}{0.60206 + 0.07463} = 1.4448$$

จุดตัดของเส้นขีดจำกัดการปฏิเสธคือ

$$h_2 = \frac{a}{g_1 + g_2} = \frac{1.25527}{0.60206 + 0.07463} = 1.8550$$

ความชันของเส้นขีดจำกัดการยอมรับและการปฏิเสธ

$$S = \frac{g_2}{g_1 + g_2} = \frac{0.07463}{0.60206 + 0.07463} = 0.11028$$

แทนค่าต่าง ๆ ลงในสมการสำหรับเส้นขีดจำกัดการยอมรับและปฏิเสธ

เส้นของการยอมรับ $X_L = Sn - h_1 =$ 0.11028n – 1.4448

เส้นของการปฏิเสธ $X_U = Sn + h_2 =$ 0.11028n + 1.8550

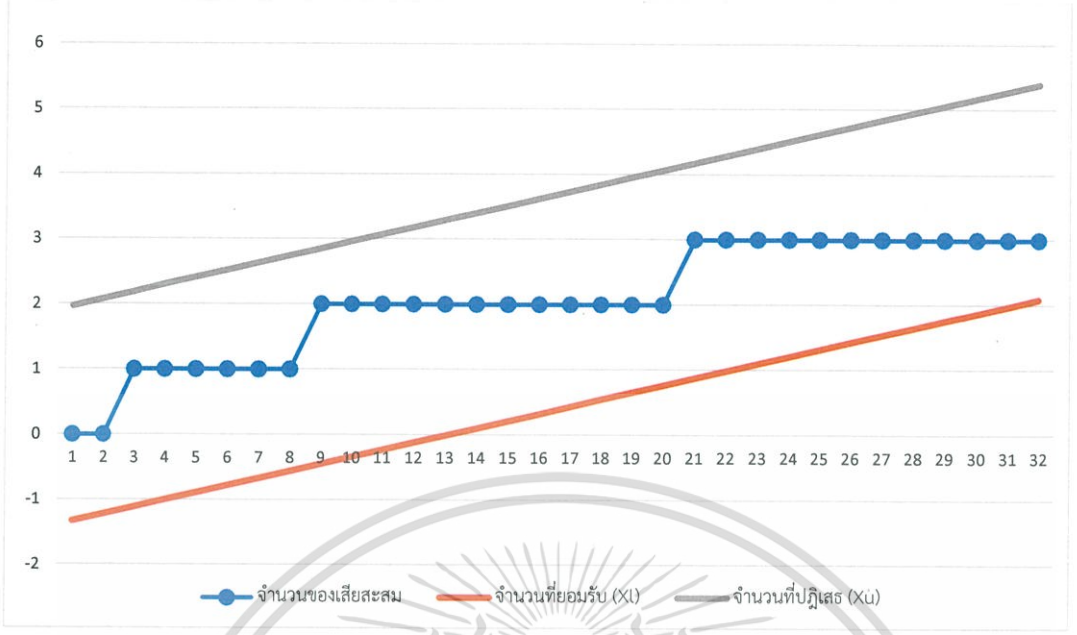
แผนการสุ่มตัวอย่างบเชิงลำดับอาจจะแสดงในรูปของตาราง ดังแสดงในตารางที่ 5.5 การสร้างตารางแผนภูมิการสุ่มเชิงลำดับทำได้โดยการแทนค่า n ต่าง ๆ ลงในสมการข้างต้น เช่น n = 35 จะได้

X_L = 0.11028(35) – 1.4448 = 2.415 ≈ 2

X_U = 0.11028(35) + 1.8550 = 5.7148 ≈ 6

การคำนวณเลขจำนวนการยอมรับ X_L ถ้าค่าที่ได้เป็นเลขทศนิยมให้ตัดเศษทศนิยมทิ้งไป ส่วนการคำนวณเลขจำนวนการปฏิเสธ X_U ถ้าค่าที่ได้เป็นเลขทศนิยมให้ปัดเศษทศนิยมเป็นเลขจำนวนเต็มถัดไป โดยได้ผลการตรวจสอบเป็นดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.2 แผนการสุ่มตัวอย่างเชิงลำดับโดยใช้สมการของวาลด์ เมื่อ LTPD = 20% AQL = 5% α = 0.05 β = 0.1

เมื่อกำหนดค่า LTPD = 20% AQL = 5% α = 0.05 β = 0.1 จะได้เส้นขีดจำกัดการยอมรับ คือ X_L = 0.11028n – 1.4448 และเส้นขีดจำกัดการปฏิเสธ คือ X_U = 0.11028n + 1.8550 พบว่า ได้ทำการสุ่มตัวอย่างทั้งหมด 32 ชิ้น และได้ทำการตรวจสอบแล้วพบของเสียสะสม 3 ชิ้น แสดงว่าวัตถุดิบลอตดังกล่าวมีคุณภาพสามารถนำไปขึ้นรูปตามที่เงื่อนไขกำหนดไว้ จึงยอมรับวัตถุดิบลอตนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.5 ตัวอย่างการใช้แผนการสุ่มตัวอย่างเชิงลำดับโดยใช้สมการของวาลด์ เมื่อ AQL = 5% LTPD = 20% α = 0.05 β = 0.1

จำนวนที่ตรวจสอบ (n)	จำนวนของเสีย	จำนวนของเสียสะสม	จำนวนที่ยอมรับ (X_L)	จำนวนที่ปฏิเสธ (X_U)
1	0	0	*	2
2	0	0	*	3
3	1	1	*	3
4	0	1	*	3
5	0	1	*	3
6	0	1	*	3
7	0	1	*	3
8	0	1	*	3
9	1	2	*	3
10	0	2	*	3
11	0	2	*	4
12	0	2	*	4
13	0	2	*	4
14	0	2	0	4
15	0	2	0	4
16	0	2	0	4
17	0	2	0	4
18	0	2	0	4
19	0	2	0	4
20	0	2	0	5
21	1	3	0	5
22	0	3	0	5
23	0	3	1	5
24	0	3	1	5
25	0	3	1	5
26	0	3	1	5
27	0	3	1	5
28	0	3	1	5
29	0	3	1	5
30	0	3	1	5
31	0	3	1	5
32	0	3	1	6
33	-	-	1	6
34	-	-	1	6
35	-	-	2	6

หมายเหตุ เมื่อ * หมายถึง เลขจำนวนการยอมรับหรือการปฏิเสธที่เป็นไปไม่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 การจำลองสถานการณ์

5.2.1 สรุปผลการจำลองสถานการณ์

จากผลการจำลองสถานการณ์กระบวนการผลิตเข่งพลาสติกขนาดกลางในปัจจุบันสามารถนำมาเปรียบเทียบกับผลการทดลองสถานการณ์ทั้ง 2 แบบจำลองทางเลือกและแบบจำลองสถานการณ์ปัจจุบัน แสดงดังตารางที่ 5.6 และ ตารางที่ 5.7

ตารางที่ 5.6 การเปรียบแบบจำลองสถานการณ์ทั้ง 2 แบบเทียบกับแบบจำลองปัจจุบันต่อจำนวนการผลิตที่แล้วเสร็จและระยะเวลาการรอคอยก่อนเข้ากระบวนการตกแต่งของเข่งพลาสติกขนาดกลางโดยเฉลี่ยในกระบวนการผลิต จำนวน 100 รอบ แต่ละรอบใช้เวลา 42 นาที ต่อกำลังการผลิตของเครื่องจักร 60 ใบ

ขั้นตอน	แบบจำลองปัจจุบัน	แบบจำลองสถานการณ์ที่ 1	แบบจำลองสถานการณ์ที่ 2
จำนวนเข่งที่ถูกตัดแต่งจนเสร็จโดยเฉลี่ย (พร้อมจัดจำหน่าย)	42 ใบ	43 ใบ	45 ใบ
ระยะเวลารอคอยโดยเฉลี่ยก่อนที่เข่งจะเข้ากระบวนการตกแต่ง	5:10 นาที	3:45 นาที	2:54 นาที
จำนวนเข่งโดยเฉลี่ยที่รอเข้ากระบวนการตัดแต่ง	6 ใบ	5 ใบ	0 ใบ
จำนวนเข่งโดยเฉลี่ยที่ยังคงค้างในกระบวนการตัดตกแต่ง	4 ใบ	4 ใบ	7 ใบ
จำนวนของเสียโดยเฉลี่ยที่เครื่องจักรผลิตออกมา	8 ใบ	8 ใบ	8 ใบ

ตารางที่ 5.7 การเปรียบแบบจำลองสถานการณ์ทั้ง 2 แบบเทียบกับแบบจำลองปัจจุบันต่อจำนวนการผลิตที่แล้วเสร็จและระยะเวลาการรอคอยก่อนเข้ากระบวนการตกแต่งของเข่งพลาสติกขนาดกลางโดยเฉลี่ยในกระบวนการผลิต จำนวน 100 รอบ แต่ละรอบใช้เวลา 4 ชั่วโมง ที่กำลังการผลิตของเครื่องจักร 343 ใบ

ขั้นตอน	แบบจำลองปัจจุบัน	แบบจำลองสถานการณ์ที่ 1	แบบจำลองสถานการณ์ที่ 2
จำนวนเข่งที่ถูกตัดแต่งจนเสร็จโดยเฉลี่ย (พร้อมจัดจำหน่าย)	283 ใบ	289 ใบ	292 ใบ
ระยะเวลารอคอยโดยเฉลี่ยก่อนที่เข่งจะเข้ากระบวนการตกแต่ง	7:33 นาที	3:55 นาที	3:02 นาที
จำนวนเข่งโดยเฉลี่ยที่รอเข้ากระบวนการตัดแต่ง	11 ใบ	5 ใบ	0 ใบ
4จำนวนเข่งโดยเฉลี่ยที่ยังคงค้างในกระบวนการตัดตกแต่ง	4 ใบ	4 ใบ	6 ใบ
จำนวนของเสียโดยเฉลี่ยที่เครื่องจักรผลิตออกมา	45 ใบ	45 ใบ	45 ใบ

จากตารางที่ 5.6 และตารางที่ 5.7 พบว่า แบบจำลองสถานการณ์ที่ 2 ซึ่งมีช่วงเวลาที่เข่งจะถูกนำเข้าสู่กระบวนตกแต่งอยู่ที่ 2:54 นาทีต่อระยะเวลาการผลิตที่ 42 นาทีและใช้เวลา 3:02 นาทีต่อระยะเวลาการผลิตที่ 4 ชั่วโมงเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับแบบจำลองสถานการณ์ในปัจจุบันพบว่าเข่งพลาสติกขนาดกลางถูกนำเข้าสู่กระบวนตกแต่งเร็วขึ้น 2:16 นาทีต่อระยะเวลาการผลิตที่ 42 นาทีและเร็วขึ้น 4:31 นาทีต่อระยะเวลาการผลิตที่ 4 ชั่วโมงและเพิ่มจำนวนเข่งที่ถูกตัดแต่งจนเสร็จจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เดิม 42 ใบเป็น 45 ใบ ต่อระยะเวลาการผลิตที่ 42 นาทีและเพิ่มขึ้นจาก 283 ใบเป็น 292 ใบต่อระยะเวลาการผลิตที่ 4 ชั่วโมงและเข่งที่รอตกแต่งลดลงจาก 6 ใบ เป็น 0 ใบต่อระยะเวลาการผลิตที่ 42 นาทีและลดลงจาก 11 ใบเป็น 0 ใบต่อระยะเวลาการผลิตที่ 4 ชั่วโมง

รองลงมาได้แก่แบบจำลองสถานการณ์ที่ 1 ซึ่งมีช่วงเวลาที่เข่งจะถูกนำเข้าสู่กระบวนตกแต่งอยู่ที่ 3:45 นาทีต่อระยะเวลาการผลิตที่ 42 นาทีและใช้เวลา 3:55 นาที ต่อระยะเวลาการผลิตที่ 4 ชั่วโมง ซึ่งเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับแบบจำลองสถานการณ์ในปัจจุบันของการผลิตเข่งพลาสติกขนาดกลางทำให้ช่วงเวลาที่เข่งจะถูกนำเข้าสู่กระบวนตกแต่งเร็วขึ้น 1:25 นาทีต่อระยะเวลาการผลิตที่ 42 นาทีและเร็วขึ้น 3:38 นาที ต่อระยะเวลาการผลิตที่ 4 ชั่วโมง และเพิ่มจำนวนเข่งที่ถูกตัดแต่งจนเสร็จจากเดิม 42 ใบเป็น 43 ใบต่อระยะเวลาการผลิตที่ 42 นาทีและเพิ่มขึ้นจาก 283 ใบเป็น 289 ใบต่อระยะเวลาการผลิตที่ 4 ชั่วโมงและเข่งที่รอตกแต่งลดลงจาก 6 ใบ เป็น 5 ใบ ต่อระยะเวลาการผลิตที่ 42 นาทีและลดลงจาก 11 ใบเป็น 5 ใบต่อระยะเวลาการผลิตที่ 4 ชั่วโมง

ซึ่งสาเหตุที่ยังมีเข่งพลาสติกขนาดกลางที่ยังคงค้างในกระบวนการตกแต่งเข่งพลาสติกขนาดกลางอันเนื่องมาจากข้อจำกัดของคณะผู้จัดที่ทำการบันทึกกระบวนการนั้นมีกรอบเวลาอย่างคงที่ไว้ที่ 42 นาทีและ 4 ชั่วโมง ซึ่งระยะเวลาที่ใช้ในการตกแต่งของพนักงานนานกว่าระยะเวลาในการผลิตเข่งออกมาได้ ทำให้จำนวนเข่งพลาสติกขนาดกลางจึงยังคงตกแต่งอยู่ในกระบวนการถึงแม้ว่าเวลาที่บันทึกจะเสร็จสิ้นไปแล้วก็ตาม

จากผลการเปรียบเทียบแบบจำลองสถานการณ์ดังที่กล่าวมาข้างต้น พบว่าการสร้างกฎระเบียบที่เป็นแบบแผนมีความเหมาะสมมากกว่าการเพิ่มคนงานต่อการเพิ่มประสิทธิภาพต่อกระบวนการผลิตเข่งพลาสติกขนาดกลางนี้ในส่วนของช่วงเวลาที่เข่งจะถูกนำเข้าสู่กระบวนตกแต่งได้เร็วขึ้น โดยสาเหตุของการเลือกใช้แบบจำลองสถานการณ์ที่ 1 นั้นก็เพราะช่วงเวลาที่เข่งจะถูกนำเข้าสู่กระบวนตกแต่งได้ จำนวนเข่งที่รอเข้ากระบวนการตัดแต่งและจำนวนเข่งพลาสติกผลิตที่แล้วเสร็จได้ไม่แตกต่างกันมากเมื่อเปรียบเทียบกับแบบจำลองสถานการณ์ที่ 2 เนื่องจากเครื่องฉีดเข่งพลาสติกขนาดกลางมีกำลังการผลิตอย่างจำกัดซึ่งต่ำกว่าการทำงานของคนงานสองคน เพื่อที่จะได้จำนวนเข่งแบบเพิ่มจำนวนเป็นเท่าตัวได้ ซึ่งเมื่อคำนึงถึงหลักความเป็นจริงแล้วแบบจำลองสถานการณ์ที่ 2 มีการเพิ่มพนักงานเข้าไปในกระบวนการผลิตซึ่งมีต้นทุนเพิ่มขึ้นจึงจำเป็นต้องคำนวณถึงต้นทุนและค่าใช้จ่ายประกอบการตัดสินใจอีกชั้นหนึ่ง ดังนั้นแบบจำลองสถานการณ์ที่ 1 จึงเหมาะสมตามหลักความเป็นจริง ซึ่งการที่คนงานคุมเครื่องอยู่ตลอดเวลาทำงานโดยไม่ไปทำงานอื่นไม่ว่าจะแบบทางเลือกที่ 1 และแบบทางเลือกที่ 2 จะส่งผลให้คนงานสามารถใส่ใจกับงานที่ทำอยู่ซึ่งทำให้งานที่เสร็จสิ้นนั้นมีคุณภาพมากขึ้น ทำให้ลูกค้าพึงพอใจกับสินค้าและสามารถเพิ่มยอดขายให้กับเข่งพลาสติกขนาดกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.2 แนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตเข่งพลาสติกขนาดกลาง

แนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตเข่งพลาสติกขนาดกลางในกระบวนการผลิตเข่งพลาสติกขนาดกลาง ของบริษัท เอส.พี.ซี.พลาสติก จำกัด ในปัจจุบันมีดังต่อไปนี้

1) การปรับปรุงกระบวนการผลิตเข่งพลาสติกขนาดกลาง

จากการศึกษากระบวนการและการสร้างแบบจำลองของการผลิตเข่งพลาสติกขนาดกลาง ทำให้ทราบถึงกระบวนการผลิตของเข่งพลาสติกขนาดกลางที่ไม่สามารถทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพอันเนื่องมากจากกระบวนผลิตอย่างไม่ต่อเนื่องมีการหยุดการผลิตเพื่อการเกณฑ์คนเพื่อไปทำอย่างอื่นอยู่บ่อยครั้ง ซึ่งทางผู้ประกอบการควรกลับมาคำนึงถึงกระบวนการผลิตที่ไม่ต่อเนื่องเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตเข่งพลาสติกขนาดกลาง ซึ่งอาจจะลดขั้นตอนกระบวนการผลิตหรือการกำหนดกฎเกณฑ์ให้กับคนงานอย่างชัดเจนในกระบวนการผลิตเพื่อทำให้การทำงานเป็นไปอย่างต่อเนื่องมากที่สุด ซึ่งต้องใช้หลักความรู้ทางด้านการวางแผนและการจัดการด้านสินค้าคงคลังเข้ามาช่วยเพื่อหาแนวทางเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตเพื่อสร้างกำไรให้กับทางผู้ประกอบการได้มากยิ่งขึ้น

2) ทำการย้ายกระบวนการผลิตเข้าเครื่องฉีดที่ใหม่กว่าเครื่องฉีดเครื่องเก่า

จากแบบจำลองสถานการณ์ที่ 2 นั้นชี้ให้เห็นว่าเครื่องฉีดเข่งพลาสติกขนาดกลางมีกำลังการผลิตอย่างจำกัดซึ่งต่ำกว่าการทำงานของคนงานสองคน ซึ่งจากผลวิเคราะห์แบบจำลองสถานการณ์ที่ 2 ทางคณะผู้จัดทำขึ้น ได้ชี้ให้เห็นว่า การเพิ่มคนงานเข้าไปในกระบวนการผลิตนั้นสามารถช่วยลดระยะเวลาการรอคอยของเข่งพลาสติกก่อนเข้ากระบวนการผลิตได้อย่างชัดเจน ซึ่งอาจสรุปได้ว่าการเพิ่มคนงานเข้าไปไม่ได้ช่วยให้ประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตดีขึ้นเพราะไม่ได้ใช้คนงานอย่างเต็มประสิทธิภาพ

ซึ่งทางผู้ประกอบการได้มีการนำเข้าเครื่องฉีดเม็ดพลาสติกเครื่องใหม่เข้ามา ซึ่งมีประสิทธิภาพและกำลังการผลิตที่สูง ซึ่งจะสามารถช่วยเพิ่มกำลังการผลิตที่สามารถรองรับการเพิ่มจำนวนคนเข้าไปในกระบวนการผลิตและสามารถมองเห็นได้ถึงระยะเวลาการรอคอยก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิตและจำนวนเข่งพลาสติกที่ผลิตแล้วเสร็จพร้อมจัดจำหน่ายของเข่งพลาสติกขนาดกลางได้ชัดเจนกว่าเครื่องฉีดเข่งพลาสติกที่ใช้แทนแบบจำลองสถานการณ์ที่เป็นปัจจุบันที่ตัวเครื่องมีอายุการใช้งานมากกว่า โดยทางผู้ประกอบการต้องคำนึงถึงต้นทุนการผลิตของเครื่องฉีดใหม่ที่ได้ทำการย้ายกระบวนการผลิตเข่งพลาสติกเข้าไป เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับเครื่องฉีดเข่งพลาสติกที่ใช้แทนแบบจำลองสถานการณ์ที่เป็นปัจจุบัน เพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจเลือกว่าเหมาะสมต่อการย้ายกระบวนการผลิตเข้าเครื่องฉีดใหม่หรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 ปัญหาที่พบและข้อจำกัดในการศึกษาครั้งนี้

1. เนื่องจากช่วงเวลาที่ไปเก็บข้อมูลมีสภาพอากาศฝนตก ทำให้เกิดความยากลำบากในการเดินทางไปเก็บข้อมูล

2. โรงงานที่ผู้วิจัยไปเก็บข้อมูลมีระยะทางค่อนข้างไกล ทำให้มีค่าใช้จ่ายในการเดินทางสูง

3. การสื่อสารระหว่างผู้วิจัยกับพนักงานค่อนข้างเป็นไปได้ยาก เนื่องจากพนักงานส่วนใหญ่ไม่สามารถพูดไทยได้

4. ผู้วิจัยไม่สามารถเก็บข้อมูลอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานานได้ เนื่องจากข้อจำกัดด้านเครื่องบันทึกวีดีโอ จึงได้เลือกบันทึกเท่าที่แบตเตอร์รี่สามารถถ่ายได้และจะทำการหยุดบันทึกและเก็บเป็นรอบ ๆ การผลิตจนครบ 10 รอบการเทเม็ดพลาสติก ทำให้อาจไม่ได้รวมเวลาเผื่อที่เกิดขึ้นในช่วงเวลานั้น ๆ

5. ข้อจำกัดของคณะผู้จัดที่ทำการบันทึกกระบวนการนั้นมีกรอบเวลาอย่างคงที่ไว้ที่ 42 นาที ซึ่งระยะเวลาที่ใช้ในการตกแต่งของพนักงานนานกว่าระยะเวลาในการผลิตเข่งออกมาได้ ทำให้จำนวนเข่งพลาสติกขนาดกลางจึงยังคงตกแต่งอยู่ในกระบวนการถึงแม้ว่าเวลาที่บันทึกจะเสร็จสิ้นไปแล้ว

5.4 ข้อเสนอแนะสำหรับโรงงาน

1. ควรเพิ่มมาตรฐานในการตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบในการผลิตในแต่ละลอตการผลิตเพื่อลดของเสีย

2. สถานประกอบการมีศักยภาพที่จะพัฒนาการผลิตสู่มาตรฐานให้กับโรงงาน โดยส่วนใหญ่โรงงานฉีดพลาสติกที่มีการบริหารจัดการที่ดีจะมีการทำ ISO 9001 และ ISO 14001 ซึ่งสามารถใช้ได้ในวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม สามารถช่วยยกระดับคุณภาพของผลิตภัณฑ์

3. หากมีคำสั่งซื้อที่ต่อเนื่องบริษัทอาจมีแบบแผนและระบบในการทำงานให้ชัดเจน มีตำแหน่งงานที่ชัดเจน เพื่อให้พนักงานเกิดความเข้าใจตรงกัน

4. หากผู้ประกอบการมีแนวคิดในการปรับปรุงระบบด้วยการเปลี่ยนเครื่องจักร ควรทำการเปรียบเทียบเครื่องจักรอย่างละเอียด เพื่อดูว่าเครื่องจักรแบบเก่าควรนำมาใช้งานหรือไม่ หรือควรทำการซื้อเครื่องจักรใหม่มาแทนเพื่อลดปัญหาของเสียที่เกิดขึ้น โดยใช้เทคนิคการวางแผนการทดลองทางการผลิตมาใช้ในการศึกษา แต่ต้องคำนึงถึงต้นทุนและผลตอบแทนของผู้ประกอบการด้วย

5. ควรมีกระบวนการวัดความชื้นเพื่อใช้ตรวจวัดความชื้นของวัตถุดิบก่อนการขึ้นรูป ซึ่งสามารถลดของเสียในการผลิต

6. สร้างคู่มือในการปรับค่าพารามิเตอร์ของเครื่องจักรในการฉีดขึ้นรูป

7. จากการเปรียบเทียบแบบจำลองสถานการณ์ในครั้งนี้ได้ชี้ให้เห็นว่าการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตที่มีต้นทุนเข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น การเพิ่มคนงานต้องมีการพิจารณาอย่างรอบคอบโดยเฉพาะต้นทุนที่แท้จริง ดังนั้นทางบริษัทควรให้ความสำคัญด้านการวิเคราะห์ค่าต้นทุนเพื่อให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถนำผลการเปรียบเทียบผลลัพธ์จากการสร้างแบบจำลองในทางเลือกสำหรับการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมาร่วมวิเคราะห์กับการวิเคราะห์ต้นทุนเพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจเลือกทางเลือกในการเพิ่มประสิทธิภาพได้อย่างเหมาะสมต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. 2551. **หลักการควบคุมคุณภาพ**. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

เกษม พิพัฒน์ปัญญานุกูล. 2557. **การควบคุมคุณภาพ.** กรุงเทพมหานคร: ท้อป

คุณากร ผลมา, เบญจกนก ศิริจรูญวงศ์, พวงทอง นิลคีรี และศุภโชค บุญส่ง. 2559. **การควบคุมคุณภาพชิ้นส่วนยางและแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตของบริษัท พีเค. พีเอส รับเบอร์ แอนด์ ทลูลิ่ง.** ภาควิชาสถิติประยุกต์, คณะวิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

จุฑาภรณ์ ภู่จำปา, ฐิติกาญจน์ ทองคำเอี่ยม, ฤทธิเดช ตุลย์มงคล และสายชล หริตา. 2553. **การควบคุมคุณภาพการผลิตกล่องพลาสติกของบริษัท เอสเอสเอส พลาสติกส์ จำกัด**. ภาควิชาสถิติประยุกต์, คณะวิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

มนตรี พิริยะกุล. 2552. **การจำลองแบบSimulation Models.** กรุงเทพ ฯ. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

รุ่งรัตน์ ภิสัชเพ็ญ. 2551. **คู่มือการสร้างแบบจำลองด้วยโปรแกรม Arena.** กรุงเทพมหานคร : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

รัชต์วรรณ กาญจนปัญญาคม. 2552. **การศึกษางานอุตสาหกรรม (INDUSTRIAL WORK STUDY).** กรุงเทพมหานคร: ท้อป

วันชัย ริจิรวนิชม. 2548. การศึกษาการทำงานหลักและกรณีศึกษา. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิชัย สุรเชิดเกียรติ. 2544. **การจำลองเชิงคอมพิวเตอร์.** กรุงเทพมหานคร : สกายบุ๊กส์

วุฒิชัย วงษ์ทัศนีย์กร. 2555. **การวิเคราะห์แบบจำลอง (Simulation Model Analysis).** กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

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

ศศิวรรณ รัตนอุบล, ชานินทร์ ศรีสุวรรณนภา. 2556. **การจำลองสถานการณ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการให้บริการของคลินิกกุมารเวชและอายุรกรรม ตึกผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลพัทลุง.** สาขาวิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศุภนัฏ อู่วัฒนสกุล, ศุภลักษณ์ บุญญาวัฒน์, หทัยภัทร ไตรภพ, อภิญญา เทพพนมรัตน์. 2555. **การลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต Keycard holder โดยใช้แบบจำลองสถานการณ์.** ภาควิชาสถิติประยุกต์, คณะวิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สมภัสสร เอื้ออารีมิตรม, ดร. ธารทัศน์ โมกขมรรคกุล. 2551. **การปรับปรุงผังโรงงานโดยการใช้แบบจำลองสถานการณ์กรณีศึกษาของโรงงานผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป.** การประชุมวิชาการด้านการวิจัยดำเนินงานแห่งชาติ

สมเจตน์ พัชรพันธ์. 2555. **ข้อบกพร่องในชิ้นงานพลาสติกที่ผ่านกระบวนการฉีดขึ้นรูป: สาเหตุและแนวทางการแก้ไข.** อาจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน

สายชล สินสมบูรณ์ทอง. 2554. **การควบคุมคุณภาพเชิงสถิติและวิศวกรรม.** กรุงเทพฯ: จามจุรีโปรดักท์.

สายชล สินสมบูรณ์ทอง. 2548. **ความน่าจะเป็น (PROBABILITY).** กรุงเทพฯ: จามจุรีโปรดักท์.

อดิศักดิ์ พงษ์พูลผลศักดิ์. 2553. **การควบคุมคุณภาพ.** กรุงเทพมหานคร: ศูนย์ส่งเสริมกรุงเทพ.

Kelton, W.D., Sadowski Randall P., Sturrock David T. 2003. **Simulation with Arena, 3 ed.,** McGraw–Hill, New York, NY.

Maria, A. 1997. **Introduction to Model and Simulation.** Proceeding of the 1997 Winter simulation Conference ed. S. Andradottir, K.J. Healy, D.H. Withers, and B.L.Nelson.

สมาคมอุตสาหกรรมพลาสติกไทย. 2559. **แนวโน้มอุตสาหกรรมพลาสติกไทย.** [online]. Available : http://indexes.oie.go.th/list_industrial_status.aspx

ASTV ผู้จัดการรายวัน. 2558. **พลาสติกกับชีวิตประจำวัน.** [online]. Available : https://mgronline.com/daily

Business management with Excel. 2013. **การควบคุมคุณภาพเชิงสถิติ.** [online]. Available : http://www.math.cmru.ac.th/web56/option/blog/blogdata/200417002643.pdf

Manufacturing Idea. 2010. **การวิเคราะห์ลักษณะแบบจุดในแผนภูมิ.** [online]. Available : http://lean-tvl.blogspot.com/2010/03/control-chart_7408.html

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.1 แบบฟอร์มการเก็บข้อมูลจำนวนการผลิต จำนวนของเสียและจำนวนรอยตำหนิของผลิตภัณฑ์พลาสติก

แบบฟอร์มจำนวนของเสียและจำนวนรอยตำหนิของผลิตภัณฑ์พลาสติก											
ชนิดผลิตภัณฑ์					ขนาด			เครื่องที่		ผู้จดบันทึก	
No	ว/ด/ป	ลักษณะรอยตำหนิ						จำนวนรอยตำหนิ	จำนวนของเสีย	จำนวนการผลิต	หมายเหตุ
		บิดเบี้ยว	รอยยุบ	โพรงอากาศ	ฉีดไม่เต็มรูป	รอยหัก	การปนเปื้อน				
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											
24											
25											
รวม											

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ตารางที่ ก.2 แบบฟอร์มการบันทึกข้อมูลเวลาการทำงานในกระบวนการผลิตเข่งพลาสติก

ครั้งที่	เวลา (วินาที)	ครั้งที่	เวลา (วินาที)
1		28	
2		29	
3		30	
4		31	
5		32	
6		33	
7		34	
8		35	
9		36	
10		37	
11		38	
12		39	
13		40	
14		41	
15		42	
16		43	
17		44	
18		45	
19		46	
20		47	
21		48	
22		49	
23		50	
24		51	
25		52	
26		53	
27		54	
		รวม	
		เวลาเฉลี่ย	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.3 การเก็บข้อมูลจำนวนการผลิต จำนวนของเสียและจำนวนรอยตำหนิของเข่งพลาสติกขนาดกลาง ช่วงที่ 1 (วันที่ 9 ธ.ค. 60 ถึงวันที่ 29 ธ.ค. 60)

No	ว/ด/ป	ลักษณะรอยตำหนิ						จำนวนรอยตำหนิ	จำนวนของเสีย	จำนวนตรวจสอบ	หมายเหตุ
		บิดเบี้ยว	รอยยุบ	โพรงอากาศ	ฉีดไม่เต็มรูป	รอยหัก	ปนเปื้อน				
1	9/12/2560	0	560	560	0	0	0	1120	0	404	
2	9/12/2560	23	411	411	0	1	0	845	1	398	พนักงานไปทำหน้าที่อื่นไม่มีพนักงานประจำเครื่อง
3	10/12/2560	0	240	240	0	0	0	480	0	240	
4	10/12/2560	0	241	241	0	0	0	482	0	241	พนักงานไปทำหน้าที่อื่น
5	12/12/2560	4	557	557	147	0	0	1118	147	401	พนักงานไปทำหน้าที่อื่น
6	12/12/2560	0	368	368	8	0	0	736	8	368	ปรับตั้งเครื่องใหม่
7	13/12/2560	0	300	300	0	0	0	600	0	300	
8	13/12/2560	0	248	248	0	0	0	496	0	248	
9	14/12/2560	0	384	384	0	0	0	768	0	384	
10	14/12/2560	0	336	336	0	0	0	672	0	336	
11	15/12/2560	2	266	0	9	0	4	268	13	253	ปรับตั้งเครื่องใหม่
12	15/12/2560	0	678	0	0	0	0	678	0	402	
13	16/12/2560	0	270	0	0	0	0	270	0	270	
14	16/12/2560	0	254	0	0	0	0	254	0	254	
15	17/12/2560	27	321	0	4	0	0	348	4	321	พนักงานประจำหยุด

ตารางที่ ก.3 (ต่อ) การเก็บข้อมูลจำนวนการผลิต จำนวนของเสียและจำนวนรอยตำหนิของเข่งพลาสติกขนาดกลาง ช่วงที่ 1 (วันที่ 9 ธ.ค. 60 ถึงวันที่ 29 ธ.ค. 60)

No	ว/ด/ป	ลักษณะรอยตำหนิ						จำนวนรอยตำหนิ	จำนวนของเสีย	จำนวนตรวจสอบ	หมายเหตุ
		บิดเบี้ยว	รอยยุบ	โพรงอากาศ	ฉีดไม่เต็มรูป	รอยหัก	ปนเปื้อน				
16	17/12/2560	6	230	0	19	0	0	236	19	230	พนักงานประจำหยุด, มีคนมาตัดแต่งแทน
17	18/12/2560	1	445	0	8	0	1	446	9	399	เปลี่ยนสีเข่ง
18	18/12/2560	0	335	0	0	0	0	335	0	335	
19	25/12/2560	2	0	0	3	1	1	2	5	404	ตั้งค่าเครื่องใหม่
20	25/12/2560	1	0	0	0	0	0	1	0	360	
21	26/12/2560	4	0	0	13	6	12	4	31	352	เปลี่ยนสีที่ฉีด, พนักงานไปทำหน้าที่อื่น
22	26/12/2560	2	1	0	31	0	6	3	37	358	
23	27/12/2560	8	0	4	7	3	4	12	14	344	พนักงานไปทำหน้าที่อื่น
24	27/12/2560	5	5	2	9	8	4	12	21	354	มีชิ้นงานติดที่แม่พิมพ์
25	28/12/2560	10	1	3	9	8	4	14	21	398	
26	28/12/2560	9	0	0	16	0	2	9	18	391	
27	29/12/2560	9	1	0	5	1	2	10	8	66	ชิ้นงานติดอยู่ภายในแม่พิมพ์, พนักงานไปทำหน้าที่อื่น
รวม		113	6452	3654	288	28	40	10575	356	8811	

ตารางที่ ก.4 การเก็บข้อมูลจำนวนการผลิต จำนวนของเสียและจำนวนรอยตำหนิของเข่งพลาสติกขนาดกลาง ช่วงที่ 2 (วันที่ 12 ม.ค. 61 ถึงวันที่ 5 ก.พ. 61)

No	ว/ด/ป	ลักษณะรอยตำหนิ						จำนวน	จำนวน	จำนวน	หมายเหตุ
		บิดเบี้ยว	รอยยุบ	โพรงอากาศ	ฉีดไม่เต็มรูป	รอยหัก	ปนเปื้อน	รอยตำหนิ	ของเสีย	ตรวจสอบ	
1	12/1/2561	5	0	0	7	5	2	19	14	268	เปลี่ยนสี, เครื่องเสีย
2	13/1/2561	0	0	0	0	0	2	2	2	42	เม็ดพลาสติกหมด
3	18/1/2561	0	0	0	0	0	0	0	0	228	
4	19/1/2561	0	0	0	13	0	0	13	13	263	เม็ดมีความชื้น
5	19/1/2561	0	0	0	0	0	0	0	0	178	
6	20/1/2561	3	0	0	0	0	0	3	0	249	
7	20/1/2561	4	0	0	13	0	0	17	13	266	เม็ดมีความชื้น
8	21/1/2561	3	0	0	8	0	0	11	8	261	
9	21/1/2561	5	0	0	0	0	0	5	0	231	เปลี่ยนสี
10	22/1/2561	2	0	0	0	0	0	2	0	200	
11	22/1/2561	4	0	0	7	0	1	12	8	247	เปลี่ยนสี
12	23/1/2561	0	0	0	2	0	0	2	2	227	
13	23/1/2561	0	0	0	4	0	2	6	6	291	การเปลี่ยนสี
14	24/1/2561	2	0	0	4	0	0	6	4	198	
15	24/1/2561	7	0	0	3	0	2	12	5	244	ปรับตั้งเครื่องเพื่อลดของเสีย, เปลี่ยนสี

ตารางที่ ก.4 (ต่อ) การเก็บข้อมูลจำนวนการผลิต จำนวนของเสียและจำนวนรอยตำหนิของเข่งพลาสติกขนาดกลาง ช่วงที่ 2 (วันที่ 12 ม.ค. 61 ถึงวันที่ 5 ก.พ. 61)

No	ว/ด/ป	ลักษณะรอยตำหนิ						จำนวนรอยตำหนิ	จำนวนของเสีย	จำนวนตรวจสอบ	หมายเหตุ
		บิดเบี้ยว	รอยยุบ	โพรงอากาศ	ฉีดไม่เต็มรูป	รอยหัก	ปนเปื้อน				
16	25/1/2561	0	4	0	5	0	0	9	5	297	
17	25/1/2561	0	0	0	1	0	0	1	1	352	
18	26/1/2561	0	0	0	1	0	7	8	8	284	หยุดการผลิตเนื่องจากเครื่องเสีย
19	28/1/2561	6	0	0	9	0	0	15	9	266	ปรับตั้งเครื่องลดกำลังเครื่อง, เพิ่มแรงดัน
20	29/1/2561	9	0	0	8	0	0	17	8	234	ไม่มีพนักงานอยู่ที่เครื่อง
21	29/1/2561	6	0	0	1	0	0	7	1	225	
22	1/2/2561	4	0	0	6	0	0	10	6	242	
23	3/2/2561	0	0	0	0	0	1	1	1	22	เริ่มฉีด 10:30 น., มีการเลี่ยนสี
24	3/2/2561	8	0	0	2	0	3	13	5	122	พนักงานไปทำหน้าที่อื่น, ไม่มีคนเติมเม็ดพลาสติก
25	4/2/2561	6	0	0	5	5	0	16	10	283	ชิ้นงานติดในแม่พิมพ์ 4 ครั้ง
26	4/2/2561	2	0	0	5	1	0	8	6	208	ระบบหล่อเย็นตัวของเครื่องมีปัญหา
27	5/2/2561	10	0	0	10	0	0	20	10	98	คนงานไม่ได้เฝ้าหน้าเครื่องไปทำหน้าที่อื่น
28	5/2/2561	4	0	0	12	1	0	17	13	92	เริ่มผลิต 13:47 น., หยุดเครื่อง
รวม		90	4	0	126	12	20	252	158	6118	

ตารางที่ ก.5 การเก็บข้อมูลจำนวนการผลิต จำนวนของเสียและจำนวนรอยตำหนิของเข่งพลาสติกขนาดกลาง ช่วงที่ 3 (วันที่ 22 ก.พ. 61 ถึงวันที่ 1 เม.ย. 61)

No	ว/ด/ป	ลักษณะรอยตำหนิ						จำนวนรอยตำหนิ	จำนวนของเสีย	จำนวนที่ตรวจสอบ	หมายเหตุ
		บิดเบี้ยว	รอยยุบ	โพรงอากาศ	ฉีดไม่เต็มรูป	รอยหัก	ปนเปื้อน				
1	22/2/2561	0	0	0	16	0	0	16	16	120	เม็ดพลาสติกน้ำหนักเบาจึงไม่ไหลลงกรวยหลอม
2	26/2/2561	0	0	0	0	0	0	0	0	119	
3	26/2/2561	0	0	0	26	0	0	26	26	220	หัวฉีดตัน
4	27/2/2561	0	0	0	3	0	0	3	3	127	
5	27/2/2561	0	0	0	2	0	0	2	2	18	หยุดการผลิต
6	5/3/2561	0	0	0	27	0	0	27	27	69	หัวฉีดอุดตัน
7	5/3/2561	0	0	0	28	0	0	28	28	168	แม่พิมพ์ประกบกันไม่สนิท
8	6/3/2561	0	0	0	7	0	0	7	7	220	เม็ดพลาสติกน้ำหนักเบาจึงไม่ไหลลงกรวยหลอม
9	6/3/2561	0	0	0	10	0	0	10	10	208	เม็ดพลาสติกน้ำหนักเบาจึงไม่ไหลลงกรวยหลอม
10	8/3/2561	0	0	0	0	0	0	0	0	81	เริ่มผลิต 10:00 น.
11	8/3/2561	0	0	0	0	0	0	0	0	215	
12	9/3/2561	0	0	0	0	0	0	0	0	272	
13	10/3/2561	0	0	0	3	0	0	3	3	248	หัวฉีดอุดตัน
14	10/3/2561	3	0	0	3	0	1	7	4	236	เปลี่ยนสี
15	14/3/2561	0	0	0	0	0	0	0	0	40	เริ่มผลิต 10:30 น.

ตารางที่ ก.5 (ต่อ) การเก็บข้อมูลจำนวนการผลิต จำนวนของเสียและจำนวนรอยตำหนิของเข่งพลาสติกขนาดกลาง ช่วงที่ 3 (วันที่ 22 ก.พ. 61 ถึงวันที่ 1 เม.ย. 61)

No	ว/ด/ป	ลักษณะรอยตำหนิ						จำนวนรอยตำหนิ	จำนวนของเสีย	จำนวนที่ตรวจสอบ	หมายเหตุ
		บิดเบี้ยว	รอยยุบ	โพรงอากาศ	ฉีดไม่เต็มรูป	รอยหัก	ปนเปื้อน				
16	14/3/2561	0	0	0	0	0	0	0	0	251	
17	15/3/2561	0	0	0	15	0	0	15	15	270	เม็ดพลาสติกน้ำหนักเบาจึงไม่ไหลลงกรวยหลอม
18	15/3/2561	0	0	0	3	0	3	6	6	194	แบตเตอร์รี่เครื่องหมด เวลา 15:30 น.
19	17/3/2561	3	0	0	0	0	0	3	0	319	ขึ้นงานเย็นตัวข้า, ไม่มีพนักงานเก็บหน้าเครื่อง
20	17/3/2561	10	0	0	6	0	0	16	6	182	เม็ดพลาสติกน้ำหนักเบาจึงไม่ไหลลงกรวยหลอม
21	29/3/2561	4	0	0	2	0	0	6	2	273	
22	29/3/2561	6	0	0	7	0	0	13	7	221	มีสิ่งอุดตันปลายฉีด
23	30/3/2561	14	0	0	0	0	0	14	0	265	พนักงานลา
24	30/3/2561	16	0	0	5	0	0	21	5	217	พนักงานลา
25	31/3/2561	0	0	0	11	0	0	11	11	274	เม็ดพลาสติกน้ำหนักเบาจึงไม่ไหลลงกรวยหลอม
26	31/3/2561	3	0	0	0	0	0	3	0	261	
27	1/4/2561	11	0	0	9	0	0	20	9	232	ไม่มีพนักงานเฝ้าเครื่อง
28	1/4/2561	9	0	0	0	0	0	9	0	274	ไม่มีพนักงานเฝ้าเครื่อง
รวม		79	0	0	183	0	4	266	187	5594	

ตารางที่ ก.6 การเก็บข้อมูลจำนวนการผลิต จำนวนของเสียและจำนวนรอยตำหนิของกระถางพลาสติกขนาดเล็ก ช่วงที่ 2 (วันที่ 12 ม.ค. 61 ถึงวันที่ 13 ก.พ. 61)

No	ว/ด/ป	ลักษณะรอยตำหนิ						จำนวนรอยตำหนิ	จำนวนของเสีย	จำนวนตรวจสอบ	หมายเหตุ
		บิดเบี้ยว	รอยยุบ	โพรงอากาศ	ฉีดไม่เต็มรูป	รอยหัก	ปนเปื้อน				
1	12/1/2561	0	0	0	16	0	0	16	16	348	
2	21/1/2561	0	0	0	21	0	0	21	21	256	
3	21/1/2561	0	0	0	24	0	0	24	24	166	
4	22/1/2561	0	0	0	0	0	0	0	0	227	
5	22/1/2561	0	0	0	0	0	0	0	0	215	
6	23/1/2561	0	0	0	0	0	0	0	0	238	
7	23/1/2561	0	0	0	0	0	0	0	0	295	
8	24/1/2561	0	0	0	0	0	0	0	0	101	
9	24/1/2561	0	0	0	4	0	0	4	4	126	ปรับตั้งเครื่องเพื่อลดของเสียหลายครั้ง
10	25/1/2561	0	0	0	13	0	1	14	14	271	เม็ดมีความชื้น
11	2/2/2561	0	0	0	4	0	0	4	4	279	
12	2/2/2561	0	0	0	0	0	0	0	0	252	
13	3/2/2561	0	0	0	20	0	0	20	20	198	ชิ้นงานติดแม่พิมพ์, รอช่างมาแก้ไข
14	3/2/2561	0	0	0	14	0	0	14	14	249	
15	4/2/2561	0	0	0	7	0	0	7	7	193	ชิ้นงานติดที่แม่พิมพ์, เม็ดพลาสติกมีน้ำหนักเบา

ตารางที่ ก.6 (ต่อ) การเก็บข้อมูลจำนวนการผลิต จำนวนของเสียและจำนวนรอยตำหนิของกระถางพลาสติกขนาดเล็ก ช่วงที่ 2 (วันที่ 12 ม.ค. 61 ถึงวันที่ 13 ก.พ. 61)

No	ว/ด/ป	ลักษณะรอยตำหนิ						จำนวน	จำนวน	จำนวน	หมายเหตุ
		บิดเบี้ยว	รอยยุบ	โพรงอากาศ	ฉีดไม่เต็มรูป	รอยหัก	ปนเปื้อน	รอยตำหนิ	ของเสีย	ตรวจสอบ	
16	4/2/2561	0	0	0	2	0	0	2	2	283	
17	5/2/2561	0	0	0	0	0	0	0	0	121	
18	5/2/2561	0	0	0	14	0	0	14	14	48	เม็ดมีความหนาแน่นมาก เมื่อเกิดของเสียมากจึงหยุดผลิต
19	7/2/2561	0	0	0	2	0	0	2	2	110	ปรับตั้งเครื่องเพื่อลดเศษพลาสติกหลายครั้ง
20	7/2/2561	0	0	0	55	0	0	55	55	127	ปรับตั้งเครื่องเพื่อลดเศษพลาสติกหลายครั้ง
21	8/2/2561	0	0	0	0	0	0	0	0	240	
22	8/2/2561	0	0	0	0	0	0	0	0	180	
23	12/2/2561	0	0	0	3	0	0	3	3	105	หัวฉีดตัน
24	12/2/2561	0	0	0	6	0	0	6	6	155	หัวฉีดตัน
25	13/2/2561	0	0	0	0	0	0	0	0	160	
26	13/2/2561	0	0	0	0	0	0	0	0	185	
รวม		0	0	0	205	0	1	206	206	5128	

ตารางที่ ก.7 การเก็บข้อมูลจำนวนการผลิต จำนวนของเสียและจำนวนรอยตำหนิของกระถางพลาสติกขนาดเล็ก ช่วงที่ 3 (วันที่ 5 มี.ค. 61 ถึงวันที่ 10 เม.ย. 61)

No	ว/ด/ป	ลักษณะรอยตำหนิ						จำนวน	จำนวน	จำนวน	หมายเหตุ
		บิดเบี้ยว	รอยยุบ	โพรงอากาศ	ฉีดไม่เต็มรูป	รอยหัก	ปนเปื้อน	รอยตำหนิ	ของเสีย	ตรวจสอบ	
1	5/3/2561	0	0	0	0	0	0	0	0	50	
2	5/3/2561	0	0	0	35	0	0	35	35	155	
3	6/3/2561	0	0	0	0	0	0	0	0	228	
4	7/3/2561	0	0	0	0	0	0	0	0	216	
5	8/3/2561	0	0	0	0	0	0	0	0	83	
6	8/3/2561	0	0	0	24	0	0	24	24	213	
7	9/3/2561	0	0	0	4	0	0	4	4	246	
8	10/3/2561	6	0	0	0	0	0	6	0	224	
9	10/3/2561	5	0	0	0	0	0	5	0	265	
10	11/3/2561	0	0	0	0	0	0	0	0	280	
11	11/3/2561	9	0	0	12	0	0	21	12	224	ไม่มีพนักงานเฝ้าเครื่อง
12	12/3/2561	0	0	0	0	0	0	0	0	229	
13	12/3/2561	2	0	0	0	0	0	2	0	241	
14	13/3/2561	0	0	0	9	0	0	9	9	269	หัวฉีดอุดตัน
15	26/3/2561	6	0	0	0	0	0	6	0	267	

ตารางที่ ก.7 (ต่อ) การเก็บข้อมูลจำนวนการผลิต จำนวนของเสียและจำนวนรอยตำหนิของกระถางพลาสติกขนาดเล็ก ช่วงที่ 3 (วันที่ 5 มี.ค. 61 ถึงวันที่ 10 เม.ย. 61)

No	ว/ด/ป	ลักษณะรอยตำหนิ						จำนวนรอยตำหนิ	จำนวนของเสีย	จำนวนตรวจสอบ	หมายเหตุ
		บิดเบี้ยว	รอยยุบ	โพรงอากาศ	ฉีดไม่เต็มรูป	รอยหัก	ปนเปื้อน				
16	27/3/2561	0	0	0	0	0	0	0	0	248	
17	27/3/2561	0	0	0	0	0	0	0	0	255	
18	28/3/2561	9	0	0	0	0	0	9	0	264	
19	28/3/2561	0	0	0	0	0	0	0	0	251	
20	29/3/2561	7	0	0	2	0	0	9	2	267	
21	29/3/2561	0	0	0	2	0	0	0	2	281	
22	30/3/2561	0	0	0	0	0	0	0	0	288	
23	30/3/2561	0	0	0	0	0	0	0	0	278	
24	31/3/2561	7	0	0	0	0	0	7	0	265	ไม่มีพนักงานเฝ้าเครื่อง
25	31/3/2561	14	0	0	0	0	0	14	0	241	ไม่มีพนักงานเฝ้าเครื่อง
26	10/4/2561	4	0	0	18	0	0	22	18	266	เม็ดมีความชื้นชื้น
27	10/4/2561	4	0	0	8	0	0	4	8	250	
รวม		73	0	0	114	0	0	187	114	6344	

ตารางที่ ก.8 การเก็บข้อมูลจำนวนการผลิต จำนวนของเสียและจำนวนรอยตำหนิของกระถางพลาสติกขนาดใหญ่ ช่วงที่ 2 (วันที่ 12 ม.ค.61 ถึงวันที่ 13 ก.พ.61)

No	ว/ด/ป	ลักษณะรอยตำหนิ						จำนวนรอยตำหนิ	จำนวนของเสีย	จำนวนตรวจสอบ	หมายเหตุ
		บิดเบี้ยว	รอยยุบ	โพรงอากาศ	ฉีดไม่เต็มรูป	รอยหัก	ปนเปื้อน				
1	12/1/2561	0	0	0	1	0	0	1	1	22	เริ่มผลิต 10:50 น.
2	12/1/2561	0	0	0	26	0	0	26	26	384	พนักงานลาป่วย
3	15/1/2561	0	0	0	10	0	0	10	10	84	หยุดซ่อมเครื่องหลายครั้ง
4	15/1/2561	0	0	0	37	0	0	37	37	194	หยุดซ่อมเครื่องหลายครั้ง
5	18/1/2561	0	0	0	46	0	3	49	49	147	ปรับตั้งเครื่องเพื่อลดเศษพลาสติกหลายครั้ง
6	19/1/2561	0	0	0	29	0	6	35	35	254	เม็ดพลาสติกมีคุณภาพต่ำ, เปลี่ยนสี
7	19/1/2561	0	0	0	3	0	0	3	3	115	
8	20/1/2561	0	5	0	18	0	3	26	21	124	เม็ดพลาสติกน้ำหนักเบาจึงไม่ไหลลงกรวยหลอม
9	22/1/2561	0	0	0	71	0	0	71	71	152	ปรับตั้งเครื่องเพื่อลดเศษพลาสติกหลายครั้ง
10	23/1/2561	0	0	0	30	0	3	33	33	135	เริ่มผลิต 10:30 น. เปลี่ยนสี, ไม่มีพนักงานเฝ้าเครื่อง
11	23/1/2561	0	0	0	9	0	0	9	9	311	
12	24/1/2561	0	0	0	5	0	0	5	5	120	สีฟ้า เริ่มผลิต เวลา 9:30 น.
13	24/1/2561	0	1	0	36	0	0	37	36	201	ปรับตั้งเครื่องเพื่อลดเศษพลาสติกหลายครั้ง
14	27/1/2561	0	0	0	12	0	0	12	12	158	แม่พิมพ์แนบกันไม่สนิท
15	27/1/2561	0	1	0	82	0	0	83	82	188	แม่พิมพ์มีปัญหาเกิดน้ำรั่วในระบบหล่อเย็น

ตารางที่ ก.8 (ต่อ) การเก็บข้อมูลจำนวนการผลิต จำนวนของเสียและจำนวนรอยตำหนิของกระถางพลาสติกขนาดใหญ่ ช่วงที่ 2 (วันที่ 12 ม.ค.61 ถึงวันที่ 13 ก.พ.61)

No	ว/ด/ป	ลักษณะรอยตำหนิ						จำนวนรอยตำหนิ	จำนวนของเสีย	จำนวนตรวจสอบ	หมายเหตุ
		บิดเบี้ยว	รอยยุบ	โพรงอากาศ	ฉีดไม่เต็มรูป	รอยหัก	ปนเปื้อน				
16	28/1/2561	0	0	0	11	0	0	11	11	231	หัวฉีดอุดตัน
17	28/1/2561	0	1	0	39	0	0	40	39	259	ปรับตั้งเครื่องเพื่อลดเศษพลาสติกหลายครั้ง
18	29/1/2561	0	0	0	12	0	0	12	12	144	เริ่มผลิต 9.00 น. ไม่มีพนักงานอยู่หน้าเครื่อง
19	29/1/2561	0	0	0	8	0	0	8	8	175	ปรับตั้งเครื่องเพื่อลดเศษพลาสติกหลายครั้ง
20	4/2/2561	0	0	0	16	0	2	18	18	264	อุณหภูมิหลอมละลายสูงมากเกินไป
21	4/2/2561	0	0	0	18	0	3	21	21	261	เปลี่ยนสี
22	5/2/2561	0	2	0	0	0	0	2	0	97	เริ่มผลิต 9:40 น.
23	5/2/2561	0	0	0	6	0	2	8	8	132	หัวฉีดอุดตัน, เปลี่ยนสี
24	6/2/2561	0	0	0	0	0	0	0	0	200	
25	6/2/2561	0	0	0	45	0	0	45	45	205	เม็ดมีความชื้น, ปรับตั้งเครื่องเพื่อลดเศษพลาสติกหลายครั้ง
26	7/2/2561	0	0	0	14	0	0	14	14	86	เริ่มผลิต 9:30 น.
27	7/2/2561	0	0	0	0	0	0	0	0	173	เปลี่ยนสี
28	8/2/2561	0	0	0	16	0	0	16	16	177	พนักงานละเลยต่อหน้าที่, ปรับตั้งเครื่องเพื่อลดเศษพลาสติกหลายครั้ง
29	8/2/2561	0	0	0	92	0	1	93	93	218	พนักงานละเลยต่อหน้าที่, ปรับตั้งเครื่องเพื่อลดเศษพลาสติกหลายครั้ง
รวม		0	10	0	692	0	23	725	715	5211	

ตารางที่ ก.9 การเก็บข้อมูลจำนวนการผลิต จำนวนของเสียและจำนวนรอยตำหนิของกระถางพลาสติกขนาดใหญ่ ช่วงที่ 3 (วันที่ 5 มี.ค. 61 ถึงวันที่ 10 เม.ย. 61)

No	ว/ด/ป	ลักษณะรอยตำหนิ						จำนวน	จำนวน	จำนวน	หมายเหตุ
		บิดเบี้ยว	รอยยุบ	โพรงอากาศ	ฉีดไม่เต็มรูป	รอยหัก	ปนเปื้อน	รอยตำหนิ	ของเสีย	ตรวจสอบ	
1	5/3/2561	0	0	0	0	0	0	0	0	77	
2	6/3/2561	0	0	0	0	0	0	0	0	153	
3	9/3/2561	0	0	0	0	77	0	77	77	158	แม่พิมพ์เหลี่ยมแนบกันไม่สนิท
4	10/3/2561	0	0	0	9	0	0	9	9	215	
5	10/3/2561	0	0	0	0	0	0	0	0	243	
6	19/3/2561	0	0	0	0	8	0	8	8	40	แม่พิมพ์ยังไม่ได้ซ่อม, กำลังเครื่องฉีดมีปัญหา
7	19/3/2561	0	0	0	0	23	0	23	23	236	
8	25/3/2561	0	0	0	0	0	0	0	0	271	
9	25/3/2561	0	0	0	0	0	0	0	0	261	
10	26/3/2561	0	0	0	7	0	0	7	7	277	
11	26/3/2561	0	0	0	0	0	0	0	0	241	
12	27/3/2561	0	0	0	8	0	0	8	8	222	
13	27/3/2561	0	0	0	0	18	0	18	18	241	แม่พิมพ์แนบกันไม่สนิท
14	28/3/2561	0	0	0	0	0	0	0	0	261	
15	28/3/2561	0	0	0	0	21	0	21	21	277	

ตารางที่ ก.9 (ต่อ) การเก็บข้อมูลจำนวนการผลิต จำนวนของเสียและจำนวนรอยตำหนิของกระถางพลาสติกขนาดใหญ่ ช่วงที่ 3 (วันที่ 5 มี.ค. 61 ถึงวันที่ 10 เม.ย. 61)

No	ว/ด/ป	ลักษณะรอยตำหนิ						จำนวน	จำนวน	จำนวน	หมายเหตุ
		บิดเบี้ยว	รอยยุบ	โพรงอากาศ	ฉีดไม่เต็มรูป	รอยหัก	ปนเปื้อน	รอยตำหนิ	ของเสีย	ตรวจสอบ	
16	29/3/2561	0	0	0	0	0	0	0	0	213	
17	29/3/2561	0	0	0	0	0	0	0	0	261	
18	30/3/2561	0	0	0	11	0	0	11	11	228	
19	30/3/2561	0	0	0	0	0	0	0	0	244	
20	4/4/2561	0	0	0	0	0	0	0	0	259	มีฝุ่นเกาะแม่พิมพ์
21	4/4/2561	0	0	0	0	9	0	9	9	277	
22	5/4/2561	0	0	0	0	0	0	0	0	216	
23	5/4/2561	0	0	0	0	0	0	0	0	251	
24	6/4/2561	0	0	0	0	3	0	3	3	231	
25	6/4/2561	0	0	0	0	7	0	7	7	264	
26	7/4/2561	0	0	0	4	2	0	6	6	247	
27	7/4/2561	0	0	0	0	0	0	0	0	215	
28	8/4/2561	0	0	0	0	4	0	4	4	278	
29	8/4/2561	0	0	0	0	0	0	0	0	279	
รวม		0	0	0	39	172	0	211	211	6636	

ตารางที่ ก.10 ข้อมูลระยะเวลาที่เก็บรวบรวมเข่งพลาสติกในแต่ละครั้ง

ครั้งที่	เวลา (วินาที)	ครั้งที่	เวลา (วินาที)
1	7	28	6
2	12	29	11
3	6	30	10
4	12	31	9
5	5	32	4
6	12	33	10
7	9	34	7
8	5	35	10
9	8	36	10
10	11	37	15
11	13	38	9
12	1	39	7
13	19	40	9
14	15	41	11
15	12	42	10
16	10	43	10
17	11	44	10
18	10	45	6
19	9	46	8
20	12	47	6
21	15	48	10
22	9	49	8
23	13	50	11
24	5	51	7
25	8	52	7
26	3	53	8
27	10	54	-
		รวม	491
		เวลาเฉลี่ย	9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.11 ข้อมูลระยะเวลาที่ใช้ในการติดสติ๊กเกอร์ในแต่ละครั้ง

ครั้งที่	เวลา (วินาที)	ครั้งที่	เวลา (วินาที)
1	17	32	22
2	14	33	16
3	20	34	13
4	25	35	12
5	21	36	22
6	16	37	13
7	21	38	13
8	14	39	18
9	10	40	14
10	11	41	18
11	11	42	11
12	23	43	16
13	13	44	13
14	17	45	25
15	13	46	23
16	11	47	14
17	12	48	14
18	16	49	13
19	17	50	14
20	14	51	14
21	13	52	14
22	11	53	14
23	12	54	13
24	14	55	15
25	10	56	18
26	9	57	23
27	17	58	15
28	9	59	11
29	10	60	12
30	15	61	15
31	12	62	15
		63	16
		รวม	947
		เวลาเฉลี่ย	15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.12 ข้อมูลระยะเวลาในการตัดแต่งเข่งทีละใบ

ครั้งที่	เวลา (วินาที)	ครั้งที่	เวลา (วินาที)
1	20	30	15
2	19	31	22
3	24	32	17
4	26	33	15
5	24	34	17
6	16	35	16
7	22	36	15
8	19	37	14
9	15	38	14
10	18	39	17
11	17	40	17
12	20	41	27
13	17	42	21
14	21	43	15
15	16	44	14
16	15	45	15
17	14	46	17
18	19	47	12
19	13	48	14
20	19	49	21
21	18	50	15
22	18	51	20
23	17	52	20
24	18	53	18
25	14	54	14
26	20	55	16
27	15	56	15
28	15	57	14
29	17	58	17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.12 (ต่อ) ข้อมูลระยะเวลาในการตัดแต่งเข่งทีละใบ

ครั้งที่	เวลา (วินาที)	ครั้งที่	เวลา (วินาที)
59	17	93	24
60	19	94	17
61	13	95	21
62	15	96	22
63	17	97	16
64	15	98	22
65	14	99	14
66	12	100	14
67	15	101	12
68	18	102	13
69	15	103	5
70	14	104	9
71	13	105	13
72	15	106	11
73	17	107	12
74	31	108	13
75	16	109	18
76	20	110	11
77	19	111	18
78	22	112	13
79	11	113	16
80	15	114	17
81	16	115	12
82	15	116	13
83	22	117	13
84	21	118	16
85	19	119	21
86	22	120	17
87	26	121	20
88	26	122	20
89	32	123	21
90	19	124	14
91	27	125	14
92	17	126	14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.12 (ต่อ) ข้อมูลระยะเวลาในการตัดแต่งเข่งทีละใบ

ครั้งที่	เวลา (วินาที)	ครั้งที่	เวลา (วินาที)
127	12	161	13
128	17	162	15
129	12	163	16
130	14	164	16
131	22	165	15
132	14	166	18
133	13	167	17
134	16	168	17
135	18	169	14
136	13	170	19
137	15	171	14
138	12	172	15
139	14	173	11
140	19	174	11
141	14	175	23
142	14	176	12
143	14	177	14
144	14	178	16
145	14	179	11
146	11	180	19
147	18	181	18
148	16	182	16
149	20	183	15
150	14	184	15
151	14	185	18
152	13	186	14
153	12	187	17
154	12	188	15
155	14	189	14
156	17	190	17
157	13	191	13
158	11	192	13
159	12	193	17
160	13	194	17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.12 (ต่อ) ข้อมูลระยะเวลาในการตัดแต่งเข่งทีละใบ

ครั้งที่	เวลา (วินาที)	ครั้งที่	เวลา (วินาที)
195	16	223	21
196	19	224	22
197	16	225	20
198	16	226	21
199	16	227	24
200	16	228	20
201	17	229	23
202	17	230	18
203	18	231	22
204	18	232	18
205	23	233	18
206	19	234	14
207	12	235	20
208	19	236	23
209	20	237	18
210	18	238	25
211	17	239	20
212	22	240	19
213	21	241	19
214	18	242	19
215	18	243	19
216	18	244	17
217	19	245	15
218	19	246	20
219	26	247	17
220	24	248	19
221	20	249	22
222	22	250	24
		251	19
		รวม	4277
		เวลาเฉลี่ย	17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.13 ข้อมูลระยะเวลาในการตัดแต่งเข่งที่ซ้อนกัน 4 ใบที่ผ่านการตัดแต่งทีละใบเรียบร้อยแล้ว

ครั้งที่	เวลา (วินาที)	ครั้งที่	เวลา (วินาที)
1	44	33	47
2	55	34	45
3	66	35	52
4	82	36	43
5	64	37	38
6	77	38	64
7	68	39	46
8	68	40	44
9	67	41	37
10	46	42	40
11	52	43	42
12	58	44	35
13	49	45	78
14	59	46	53
15	48	47	35
16	57	48	51
17	40	49	36
18	41	50	35
19	69	51	46
20	36	52	46
21	65	53	61
22	66	54	58
23	93	55	27
24	58	56	48
25	50	57	46
26	43	58	49
27	44	59	44
28	31	60	52
29	52	61	78
30	33	62	27
31	46	**รวม**	3174
32	44	**เวลาเฉลี่ย**	51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการคำนวณขอบเขตควบคุมคุณภาพสัดส่วนของเสียตัวอย่างที่ 1

ตัวอย่างที่ 1 จากข้อมูลสัดส่วนของเสียของเข่งพลาสติกขนาดกลาง ช่วงที่ 1 (วันที่ 9 ธ.ค. 60 ถึงวันที่ 29 ธ.ค. 60) ดังตารางที่ ข.1 นำข้อมูลที่ได้มาคำนวณสัดส่วนของเสีย (p), UCL และ LCL โดยแสดงการคำนวณเพียงแค่จุดแรกและจุดสุดท้าย

ตารางที่ ข.1 ค่าสัดส่วนของเสีย (p), UCL และ LCL ของแต่ละจุดในแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียของเข่งพลาสติกขนาดกลาง ช่วงที่ 1 (วันที่ 9 ธ.ค. 60 ถึงวันที่ 29 ธ.ค. 60)

จุดที่	ว/ด/ป	จำนวนของเสีย (x)	จำนวนตรวจสอบ (n)	สัดส่วนของเสีย (p)	UCL	LCL	หมายเหตุ
1	9/12/2560	0	404	0.0000	0.0660	0.0092	
2	9/12/2560	1	398	0.0025	0.0662	0.0090	พนักงานไปทำหน้าที่อื่น
3	10/12/2560	0	240	0.0000	0.0744	0.0008	
4	10/12/2560	0	241	0.0000	0.0744	0.0008	พนักงานไปทำหน้าที่อื่น
5	12/12/2560	147	401	0.3666	0.0661	0.0091	ปรับตั้งเครื่องใหม่
6	12/12/2560	8	368	0.0217	0.0673	0.0079	ปรับตั้งเครื่องใหม่
7	13/12/2560	0	300	0.0000	0.0705	0.0047	
8	13/12/2560	0	248	0.0000	0.0738	0.0014	
9	14/12/2560	0	384	0.0000	0.0667	0.0085	
10	14/12/2560	0	336	0.0000	0.0687	0.0065	
11	15/12/2560	13	253	0.0514	0.0735	0.0017	ปรับตั้งเครื่องใหม่
12	15/12/2560	0	402	0.0000	0.0661	0.0091	
13	16/12/2560	0	270	0.0000	0.0723	0.0029	
14	16/12/2560	0	254	0.0000	0.0734	0.0018	
15	17/12/2560	4	321	0.0125	0.0695	0.0057	พนักงานประจำหยุด
16	17/12/2560	19	230	0.0826	0.0752	0.0000	พนักงานประจำหยุด
17	18/12/2560	9	399	0.0226	0.0662	0.0090	
18	18/12/2560	0	335	0.0000	0.0688	0.0064	
19	25/12/2560	5	404	0.0124	0.0660	0.0092	ตั้งค่าเครื่องใหม่
20	25/12/2560	0	360	0.0000	0.0677	0.0075	
21	26/12/2560	31	352	0.0881	0.0680	0.0072	พนักงานไปทำหน้าที่อื่น
22	26/12/2560	37	358	0.1034	0.0678	0.0074	
23	27/12/2560	14	344	0.0407	0.0684	0.0068	พนักงานไปทำหน้าที่อื่น
24	27/12/2560	21	354	0.0593	0.0679	0.0073	มีชิ้นงานติดที่แม่พิมพ์
25	28/12/2560	21	398	0.0528	0.0662	0.0090	ฉีดสีดำ
26	28/12/2560	18	391	0.0460	0.0665	0.0087	
27	29/12/2560	8	66	0.1212	0.1078	-0.0326	มีชิ้นงานติดในแม่พิมพ์
รวม		356	8811	0.0404			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตาราง ข.1 สามารถคำนวณหาขีดจำกัดควบคุมสัดส่วนของเสียเมื่อขนาดกลุ่มย่อยไม่เท่ากันในแต่ละวันได้จากสูตร

ขีดจำกัดควบคุมบน (UCL) $$UCL_p = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n_i}}$$

ขีดจำกัดควบคุมล่าง (LCL) $$LCL_p = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n_i}}$$

หาค่าเส้นกลาง (CL) $$CL_p = \bar{p} = \frac{\sum_{i-1}^{k} x_i}{\sum_{i-1}^{k} n_i} = \frac{356}{8811} = 0.040404$$

คำนวณสัดส่วนของเสียและขีดจำกัดควบคุมในแต่ละวัน ได้ดังนี้

วันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ.2560

$$p_1 = \frac{0}{404} = 0$$

$$UCL_{p_1} = 0.040404 + 3\sqrt{\frac{0.040404 \times (1-0.040404)}{404}} = 0.0698$$

$$LCL_{p_1} = 0.040404 - 3\sqrt{\frac{0.040404 \times (1-0.040404)}{404}} = 0.0110$$

วันที่ 29 ธันวาคม พ.ศ.2560

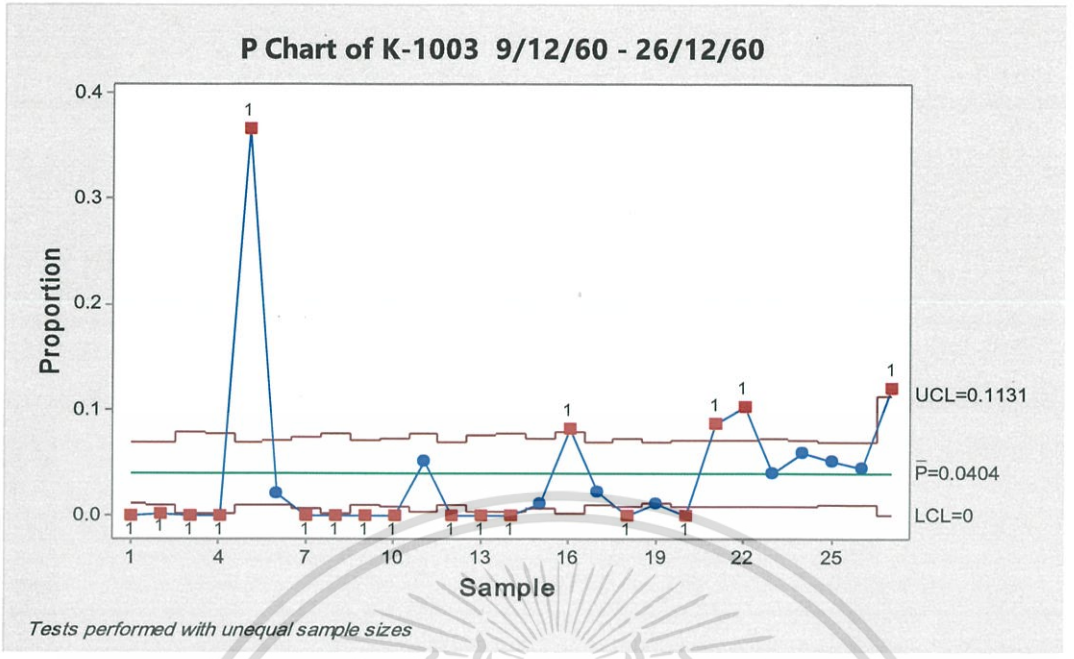
$$p_{27} = \frac{8}{66} = 0.121212$$

$$UCL_{p_{27}} = 0.040404 + 3\sqrt{\frac{0.040404 \times (1-0.040404)}{66}} = 0.1131$$

$$LCL_{p_{27}} = 0.040404 - 3\sqrt{\frac{0.040404 - (1-0.040404)}{66}} = -0.0323$$

เมื่อคำนวณครบทุกจุดจะได้ UCL และ LCL แต่ละจุดไม่เท่ากันนำค่าที่ได้ไปเขียนแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย ได้ดังรูป ข.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.1 แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียสำหรับเข่งพลาสติกขนาดกลาง ช่วงที่ 1 (วันที่ 9 ธ.ค. 60 ถึงวันที่ 29 ธ.ค. 60)

จากรูปที่ ข.1 ถ้าต้องการคำนวณค่า $\bar{p}_{new}$ ด้วยการตัดสัดส่วนของเสียที่ทราบสาเหตุในวันที่ตกนอกขอบเขตควบคุมบน ได้แก่จุดที่ 5, 16, 21, 22 และ 27 เนื่องด้วยจุด 22 ไม่ทราบสาเหตุจึงไม่ได้ทำการตัดข้อมูลนั้นออกนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณค่า $\bar{p}_{new}$

$$\bar{p}_{new} = \frac{\sum_{i-1}^{k} x_i - \sum_{i-1}^{k} x_d}{\sum_{i-1}^{k} n_i - \sum_{i-1}^{k} n_d} = \frac{356 - 147 - 19 - 31 - 8}{8811 - 401 - 230 - 352 - 66} = 0.0195$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างที่ 2 จากข้อมูลรอยตำหนิของเข่งพลาสติกขนาดกลาง ช่วงที่ 2 (วันที่ 12 ม.ค. 61 ถึงวันที่ 5 ก.พ. 61) ดังตารางที่ ข.2 นำข้อมูลที่ได้มาคำนวณรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ย (u), UCL และ LCL โดยแสดงการคำนวณเพียงแค่จุดแรกและจุดสุดท้าย

ตารางที่ ข.2 ค่ารอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ย (u) UCL และ LCL ของแต่ละจุดในแผนภูมิรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ยของเข่งพลาสติกขนาดกลาง ช่วงที่ 2 (วันที่ 12 ม.ค. 61 ถึงวันที่ 5 ก.พ. 61)

จุดที่	วันที่	จำนวนรอยตำหนิ (c)	จำนวนตรวจสอบ (n)	รอยตำหนิต่อหน่วย (u)	UCL	LCL	หมายเหตุ
1	12/1/2561	19	268	0.0709	0.0784	0.0040	เปลี่ยนสี, เครื่องเสีย
2	13/1/2561	2	42	0.0476	0.1351	-0.0528	เม็ดพลาสติกหมด
3	18/1/2561	0	228	0.0000	0.0815	0.0009	
4	19/1/2561	13	263	0.0494	0.0787	0.0036	เม็ดมีความชื้น
5	19/1/2561	0	178	0.0000	0.0868	-0.0044	
6	20/1/2561	3	249	0.0120	0.0798	0.0026	
7	20/1/2561	17	266	0.0639	0.0785	0.0039	เม็ดมีความชื้น
8	21/1/2561	11	261	0.0421	0.0789	0.0035	
9	21/1/2561	5	231	0.0216	0.0812	0.0011	เปลี่ยนสี
10	22/1/2561	2	200	0.0100	0.0842	-0.0019	
11	22/1/2561	12	247	0.0486	0.0799	0.0024	เปลี่ยนสี
12	23/1/2561	2	227	0.0088	0.0816	0.0008	
13	23/1/2561	6	291	0.0206	0.0769	0.0055	การเปลี่ยนสี
14	24/1/2561	6	198	0.0303	0.0845	-0.0021	
15	24/1/2561	12	244	0.0492	0.0802	0.0022	ปรับตั้งเครื่องเพื่อลดของเสีย, เปลี่ยนสี
16	25/1/2561	9	297	0.0303	0.0765	0.0059	
17	25/1/2561	1	352	0.0028	0.0736	0.0087	
18	26/1/2561	8	284	0.0282	0.0773	0.0051	หยุดการผลิตเนื่องจากเครื่องเสีย
...	...	...	...	...	...	...	
24	3/2/2561	13	122	0.1066	0.0963	-0.0139	พนักงานไปทำหน้าที่อื่น, ไม่มีคนเติมเม็ดพลาสติก
25	4/2/2561	16	283	0.0565	0.0774	0.0050	ชิ้นงานติดในแม่พิมพ์ 4 ครั้ง
26	4/2/2561	8	208	0.0385	0.0834	-0.0010	ระบบหล่อเย็นตัวของเครื่องมีปัญหา
27	5/2/2561	20	98	0.2041	0.1027	-0.0203	คนงานไปทำหน้าที่อื่น
28	5/2/2561	17	92	0.1848	0.1047	-0.0223	เริ่มผลิต 13:47 น., หยุดเครื่อง
รวม		252	6118	0.0412			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตาราง ข.2 สามารถคำนวณหาขีดจำกัดควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยเมื่อขนาดกลุ่มย่อยไม่เท่ากันในแต่ละวันได้จากสูตร

ขีดจำกัดควบคุมบน (UCL) $$UCL_u \equiv \bar{u} + 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n_i}}$$

ขีดจำกัดควบคุมล่าง (LCL) $$LCL_u \equiv \bar{u} - 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n_i}}$$

เส้นกลาง (CL) $$CL_u = \bar{u} = \frac{\sum_{i-1}^{k} c_i}{\sum_{i-1}^{k} n_i} = \frac{252}{6118} = 0.0412$$

คำนวณจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ยและขีดจำกัดควบคุมในแต่ละวัน ได้ดังนี้

วันที่ 12 มกราคม พ.ศ. 2561

$$UCL_u = 0.0412 + 3\sqrt{\frac{0.0412}{227}} = 0.0816$$

$$LCL_u = 0.0412 - 3\sqrt{\frac{0.0412}{227}} = 0.0008$$

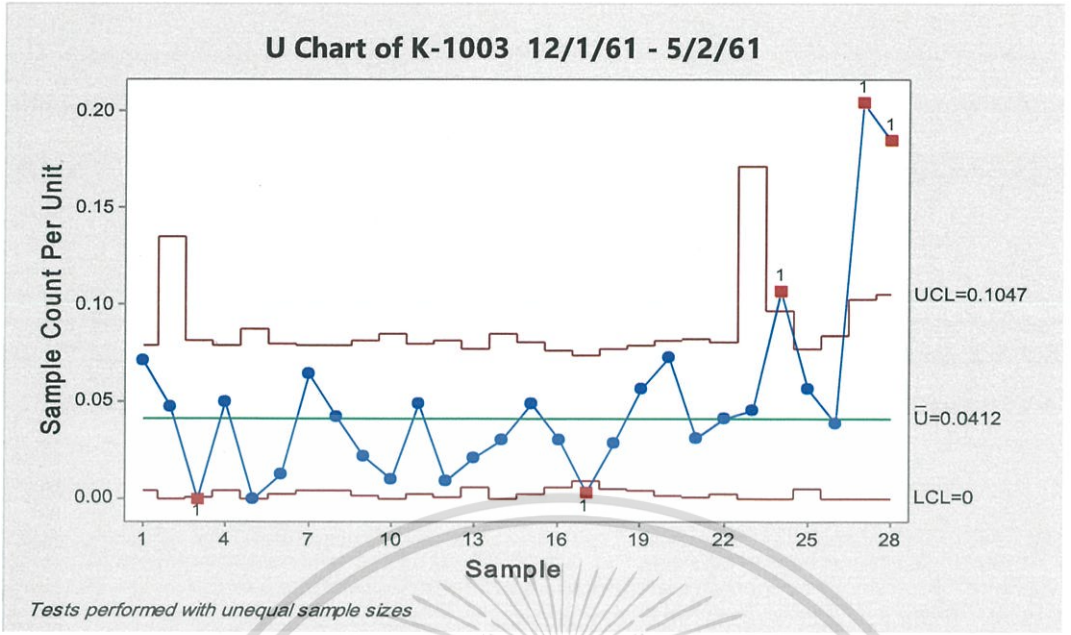
วันที่ 3 กุมพาพันธ์ พ.ศ. 2561

$$UCL_u = 0.0412 + 3\sqrt{\frac{0.0412}{122}} = 0.0963$$

$$LCL_u = 0.0412 - 3\sqrt{\frac{0.0412}{122}} = -0.0139$$

เมื่อคำนวณครบทุกจุดจะได้ UCL และ LCL แต่ละจุดไม่เท่ากันนำค่าที่ได้ไปเขียนแผนภูมิควบคุมรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ย ได้ดังรูป ข.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.2 แผนภูมิควบคุมรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ยสำหรับเข่งพลาสติกขนาดกลาง ช่วงที่ 2 (วันที่ 12 ม.ค. 61 ถึงวันที่ 5 ก.พ. 61)

จากรูปที่ ข.2 ถ้าต้องการคำนวณค่า $\bar{u}_{new}$ ด้วยการตัดของมีตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ยที่ทราบสาเหตุในวันที่ตกนอกขอบเขตควบคุมบน ได้แก่จุดที่ 24, 27 และ 28 เป็นจุดที่ตกอยู่นอกเขตขีดจำกัดควบคุมบนแสดงว่า กระบวนการผลิตไม่สามารถควบคุมได้ หากทำการตัดข้อมูลชุดนี้ออกแล้วทำการคำนวณค่า $\bar{u}_{new}$ พบว่ามี $\bar{u}_{new}$ = 0.0348

$$\bar{u}_{new} = \frac{\sum_{i-1}^{k} c_i - \sum_{i-1}^{k} c_d}{\sum_{i-1}^{k} n_i - \sum_{i-1}^{k} n_d} = \frac{252 - 13 - 20 - 17}{6118 - 122 - 98 - 92} = 0.0348$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

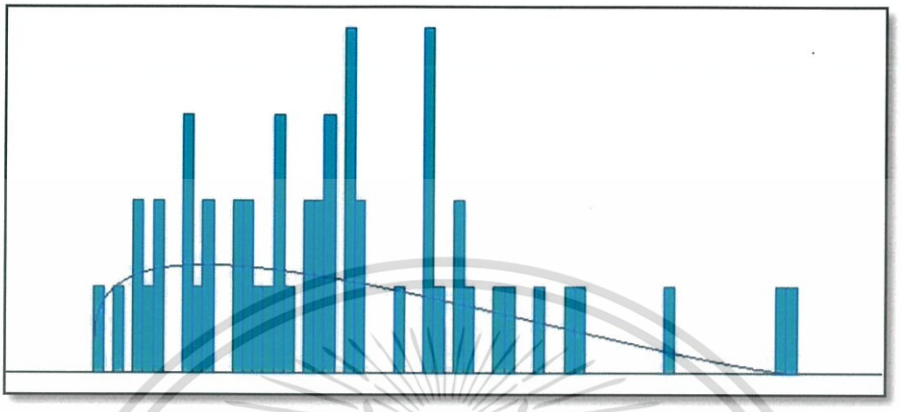
ภาคผนวก ค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ข้อมูลที่นำมาสร้างแบบจำลองสถานการณ์ของกระบวนการผลิตเข่งพลาสติก

ค.1 การวิเคราะห์การกระจายของข้อมูลในกระบวนการผลิตเข่งพลาสติก

ค.1.1 วิเคราะห์การกระจายของข้อมูลในกระบวนการเก็บรวบรวมเข่งพลาสติก



Distribution Summary

Distribution:	Beta
Expression:	3.5 + 70 * BETA(1.25, 2.31)
Square Error:	0.020957

Chi Square Test

Number of intervals	= 8
Degrees of freedom	= 5
Test Statistic	= 8.89
Corresponding p-value	= 0.12

Data Summary

Number of Data Points	= 53
Min Data Value	= 4
Max Data Value	= 73
Sample Mean	= 28.1
Sample Std Dev	= 15.7

รูปที่ ค.1 การกระจายของข้อมูลของเวลากระบวนการเก็บรวบรวมเข่งพลาสติก

สมมติฐานเพื่อการทดสอบ H_0: ข้อมูลมีการกระจายแบบ Beta

H_1: ข้อมูลไม่มีการกระจายแบบ Beta

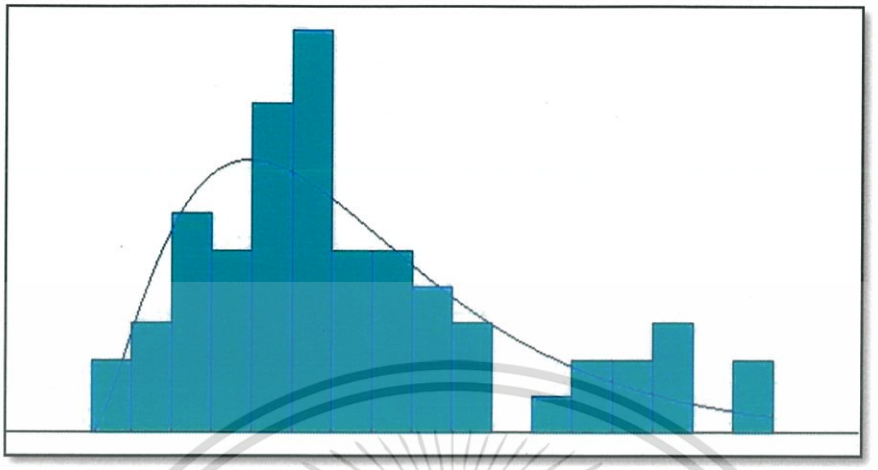
ที่ระดับนัยสำคัญ (α) = 0.05

สถิติทดสอบ : Chi-Square Test

จากการวิเคราะห์ในโปรแกรม Arena พบว่าค่า p-value = 0.12 ซึ่งมากกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้นจะ ยอมรับ H_0 คือระยะเวลาในกระบวนการเก็บรวบรวมเข่งพลาสติก มีการกระจายแบบ Beta มีค่า 8.5 + GAMM(2.58, 2.53) โดยมี Square Error = 0.020957 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค.1.2 วิเคราะห์การกระจายของข้อมูลในกระบวนการติดสติ๊กเกอร์



Distribution Summary

Distribution: Gamma
Expression: 8.5 + GAMM(2.58, 2.53)
Square Error: 0.011465

Chi Square Test
Number of intervals = 7
Degrees of freedom = 4
Test Statistic = 4.81
Corresponding p-value = 0.321

Data Summary

Number of Data Points = 63
Min Data Value = 9
Max Data Value = 25
Sample Mean = 15
Sample Std Dev = 3.96

รูปที่ ค.2 การกระจายของข้อมูลของเวลากระบวนการติดสติ๊กเกอร์

สมมติฐานเพื่อการทดสอบ H_0: ข้อมูลมีการกระจายแบบ Gamma

H_1: ข้อมูลไม่มีการกระจายแบบ Gamma

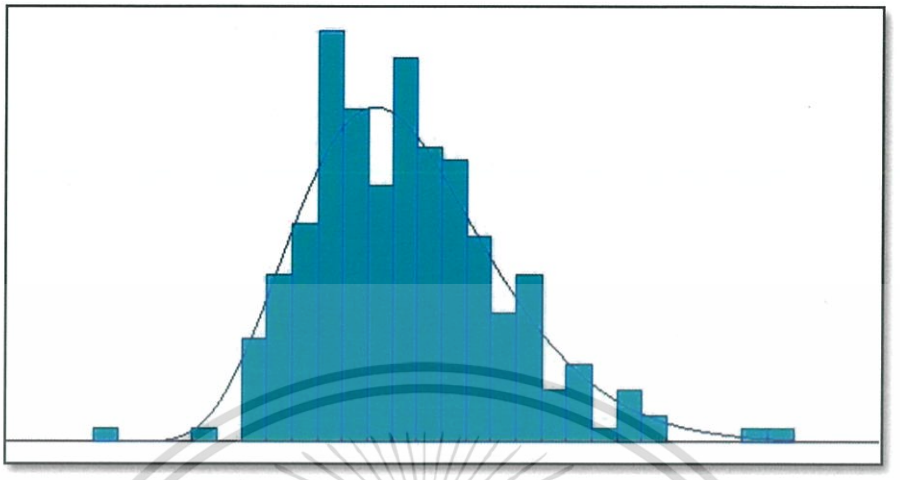
ที่ระดับนัยสำคัญ (α) = 0.05

สถิติทดสอบ: Chi-Square Test

จากการวิเคราะห์ในโปรแกรม Arena พบว่าค่า p-value = 0.321 ซึ่งมากกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้นจะ ยอมรับ H_0 คือระยะเวลาในกระบวนการติดสติ๊กเกอร์เข่งพลาสติก มีการกระจายแบบ Gamma มีค่า 8.5 + GAMM(2.58, 2.53) โดยมี Square Error = 0.011465 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค.1.3 วิเคราะห์การกระจายของข้อมูลกระบวนการตัดแต่งเข่งพลาสติก 1 ใบ



Distribution Summary

Distribution:	Gamma
Expression:	4.5 + GAMM(1.3, 9.67)
Square Error:	0.003490

Chi Square Test

Number of intervals	= 13
Degrees of freedom	= 10
Test Statistic	= 9.37
Corresponding p-value	= 0.498

Data Summary

Number of Data Points	= 251
Min Data Value	= 5
Max Data Value	= 32
Sample Mean	= 17
Sample Std Dev	= 3.84

รูปที่ ค.3 การกระจายของข้อมูลของเวลากระบวนการตัดแต่งเข่งพลาสติก 1 ใบ

สมมติฐานเพื่อการทดสอบ H_0: ข้อมูลมีการกระจายแบบ Gamma

H_1: ข้อมูลไม่มีการกระจายแบบ Gamma

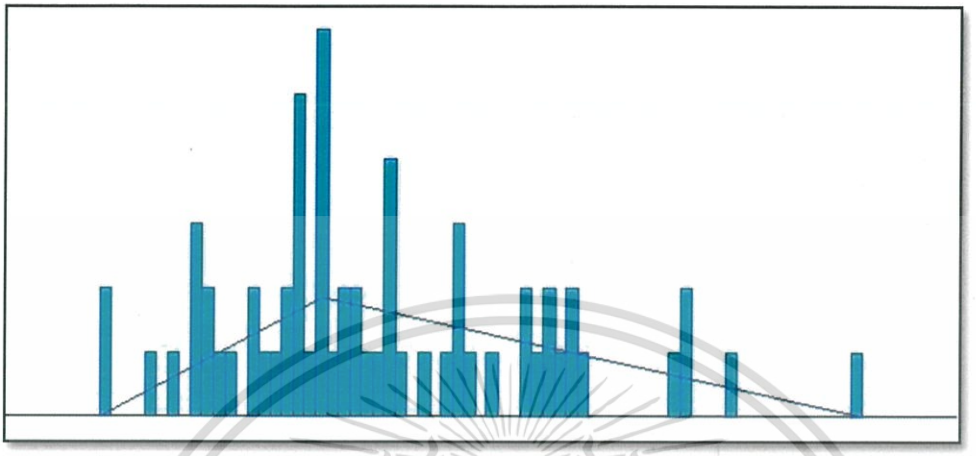
ที่ระดับนัยสำคัญ (α) = 0.05

สถิติทดสอบ: Chi-Square Test

จากการวิเคราะห์ในโปรแกรม Arena พบว่าค่า p-value = 0.498 ซึ่งมากกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้นจึงยอมรับ H_0 คือระยะเวลาในกระบวนการตัดแต่งเข่งพลาสติก 1 ใบ มีการกระจายแบบ Gamma มีค่า 4.5 + GAMM(1.3, 9.67) โดยมี Square Error = 0.003490 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค.1.4 วิเคราะห์การกระจายของข้อมูลกระบวนการตัดแต่งเข่งพลาสติก 4 ใบเมื่อเข่งพลาสติกผ่านตกแต่งทีละใบเรียบร้อยแล้ว



```
Distribution Summary

Distribution:    Triangular
Expression:      TRIA(26.5, 46, 93.5)
Square Error:    0.019476

Chi Square Test
  Number of intervals   = 9
  Degrees of freedom    = 7
  Test Statistic        = 11.1
  Corresponding p-value = 0.144

Data Summary

Number of Data Points   = 62
Min Data Value          = 27
Max Data Value          = 93
Sample Mean             = 51.2
Sample Std Dev          = 13.9
```

รูปที่ ค.4 ผลการทดสอบการกระจายของข้อมูลเวลาในขั้นตอนการตัดแต่งเข่งพลาสติก 4 ใบเมื่อผ่านการตกแต่งเข่งพลาสติกทีละใบเรียบร้อยแล้ว

สมมติฐานเพื่อการทดสอบ H_0: ข้อมูลมีการกระจายแบบ Triangular

H_1: ข้อมูลไม่มีการกระจายแบบ Triangular

ที่ระดับนัยสำคัญ (α) = 0.05

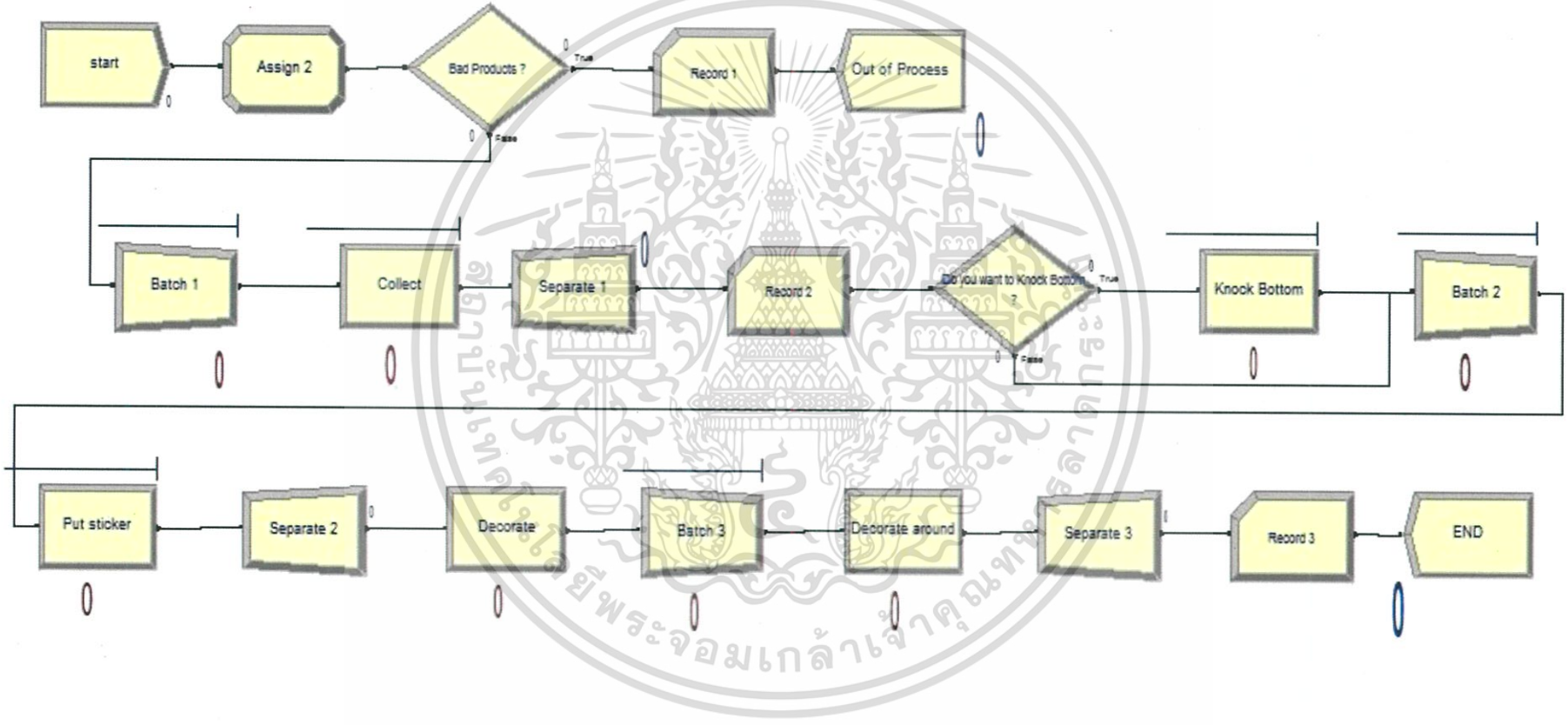
สถิติทดสอบ: Chi-Square Test

จากการวิเคราะห์ในโปรแกรม Arena พบว่าค่า p-value = 0.144 ซึ่งมากกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้นจึงยอมรับ H_0 คือระยะเวลาในกระบวนการตัดแต่งเข่งพลาสติก 4 ใบที่เข่งพลาสติกผ่านตกแต่งทีละใบเรียบร้อยแล้ว มีการกระจายแบบ Triangular มีค่า TRIA(26.5, 46, 93.5) โดยมี Square Error = 0.019476 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

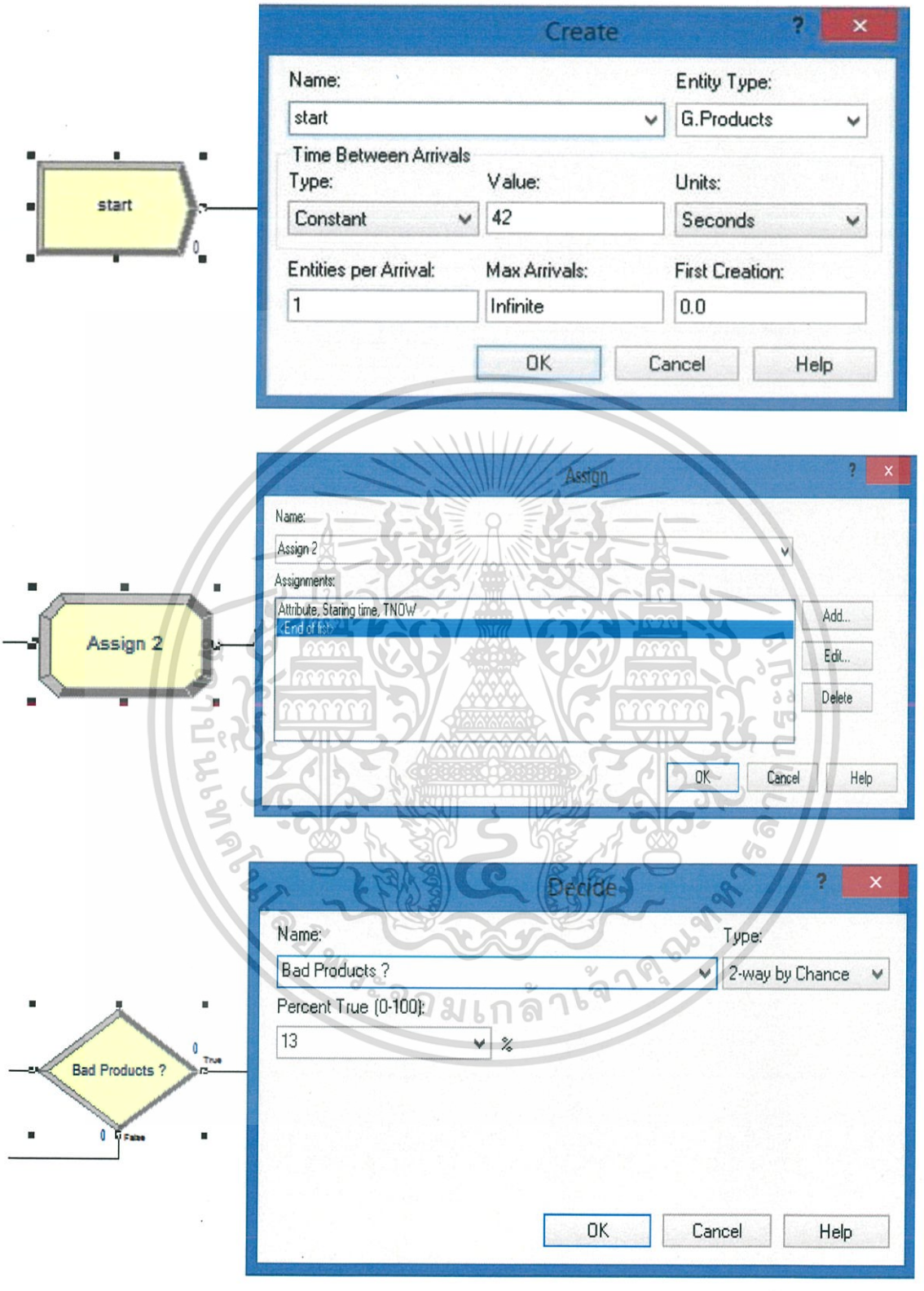
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค.2 การสร้างแบบจำลองสถานการณ์ของของกระบวนการผลิตเข่งพลาสติกโดยใช้โปรแกรม Arena

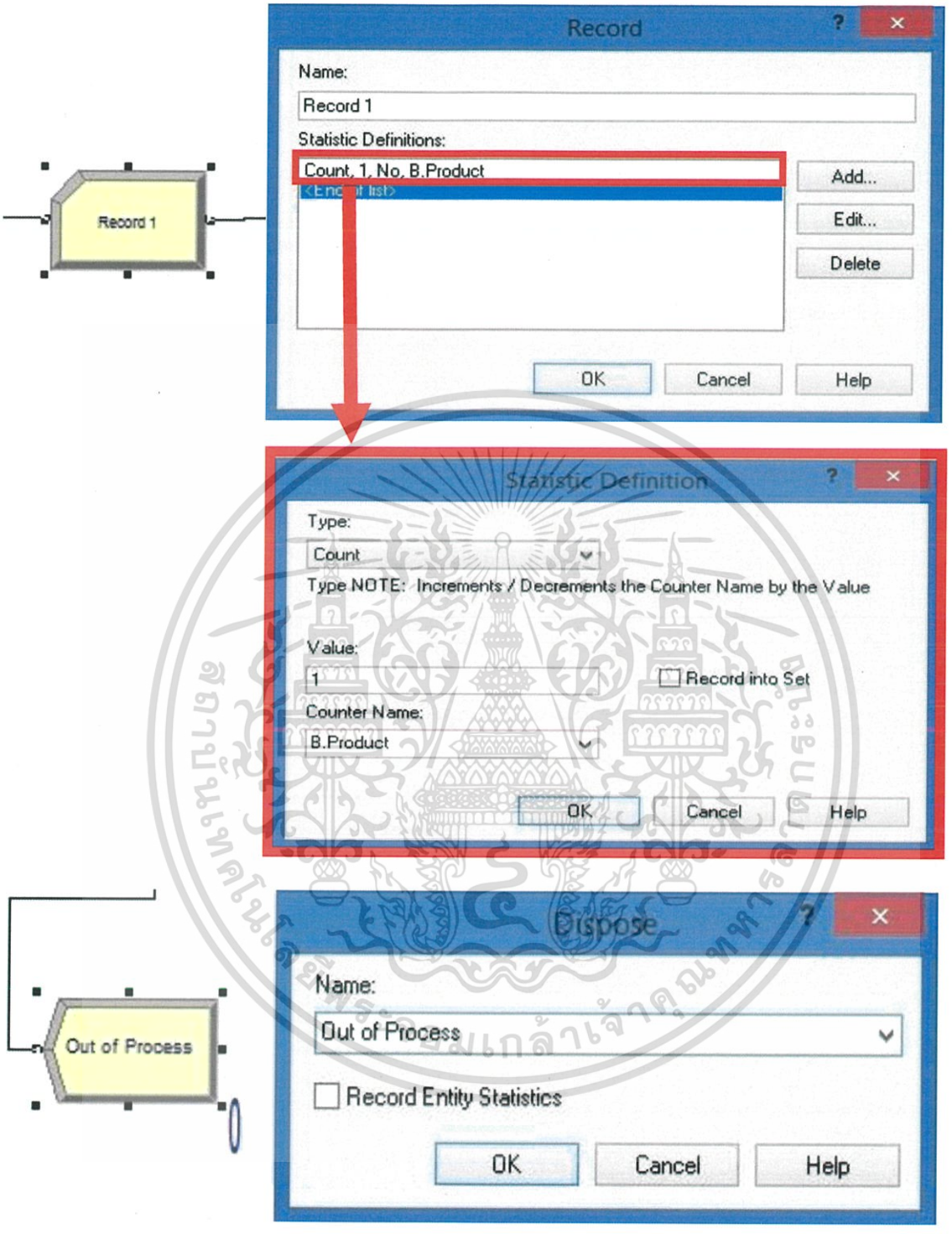
ค.2.1 แบบจำลองสถานการณ์และ Module ต่างๆที่เป็นปัจจุบันปัจจุบันของของกระบวนการผลิตเข่งพลาสติก



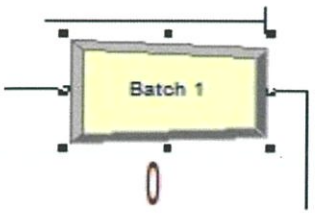
รูปที่ ค.5 แบบจำลองสถานการณ์ปัจจุบัน

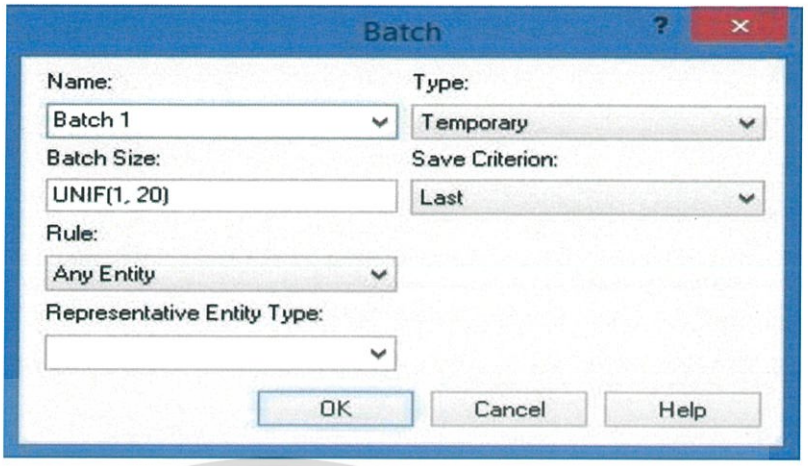


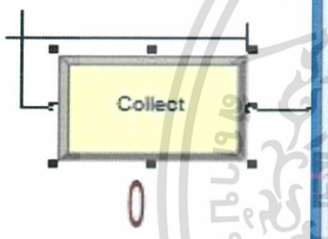
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

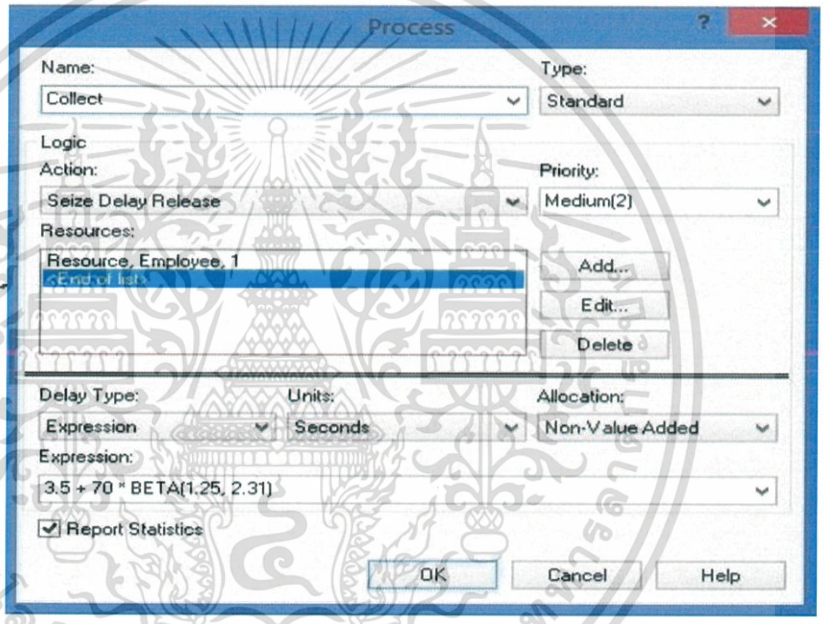


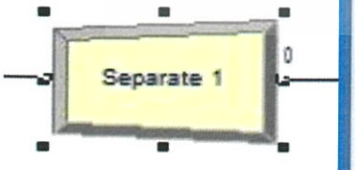
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

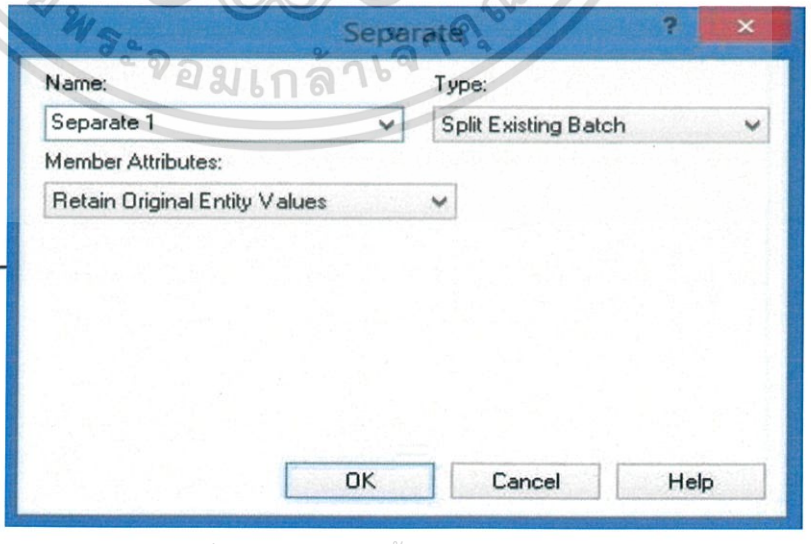




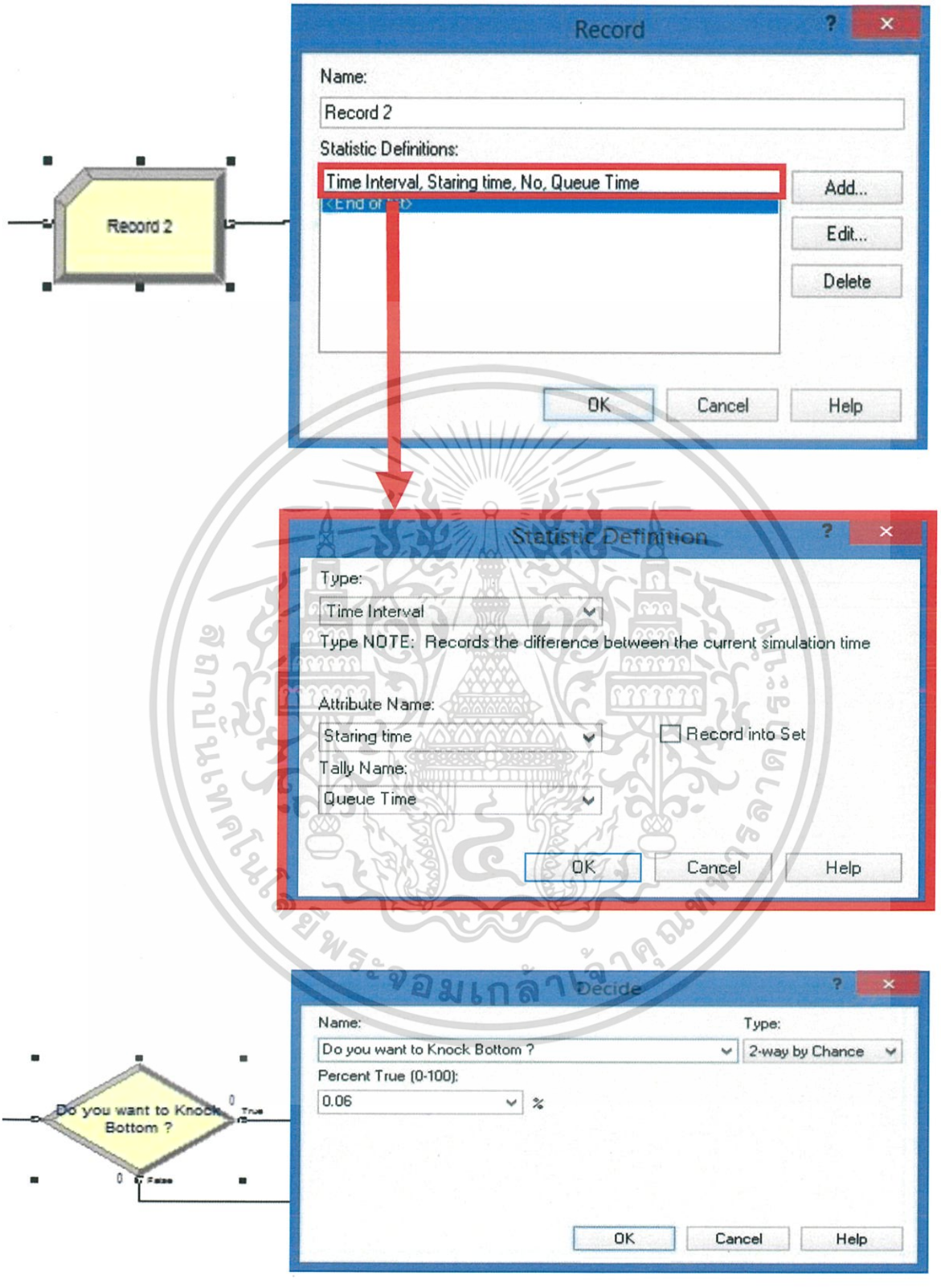




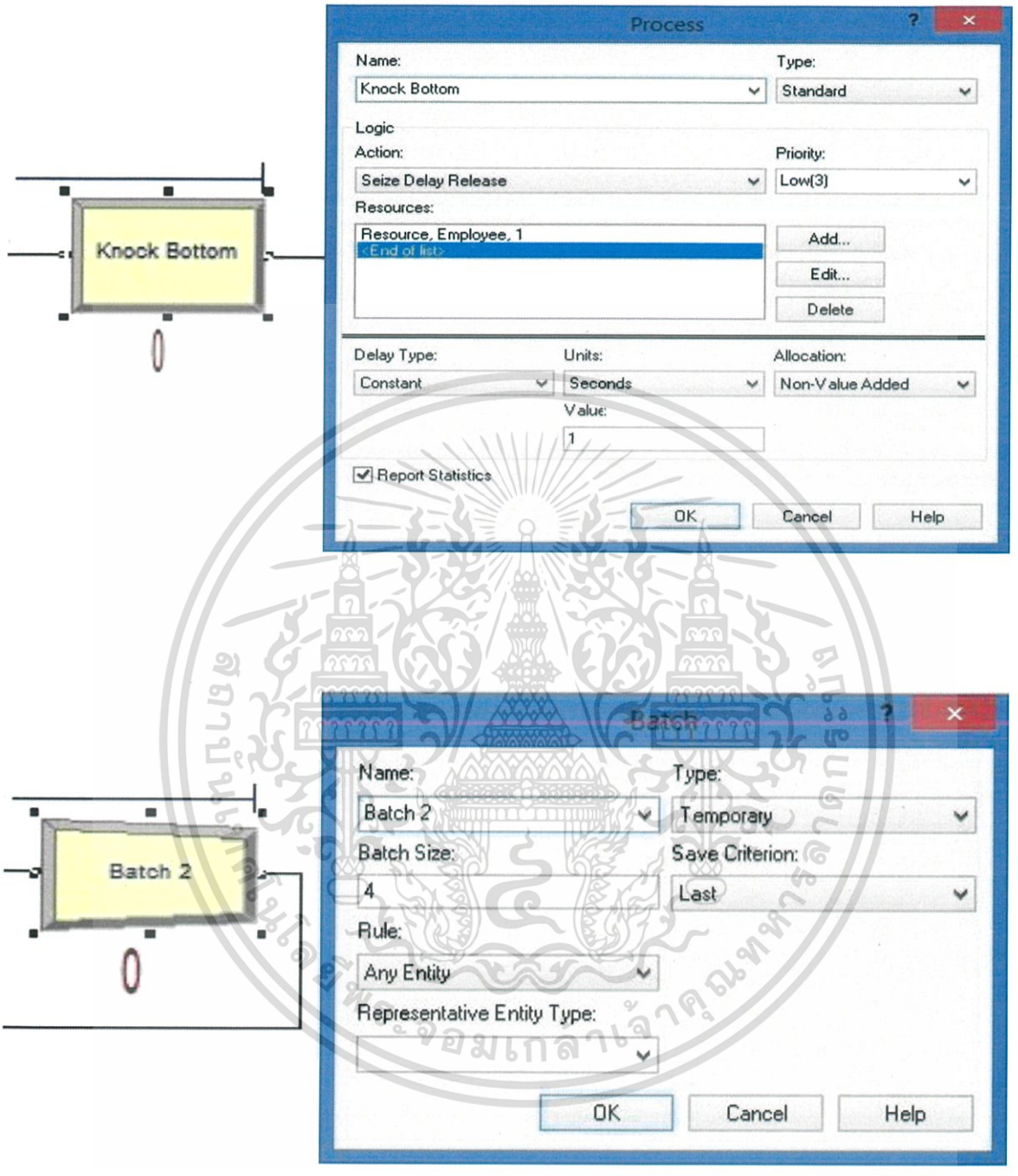




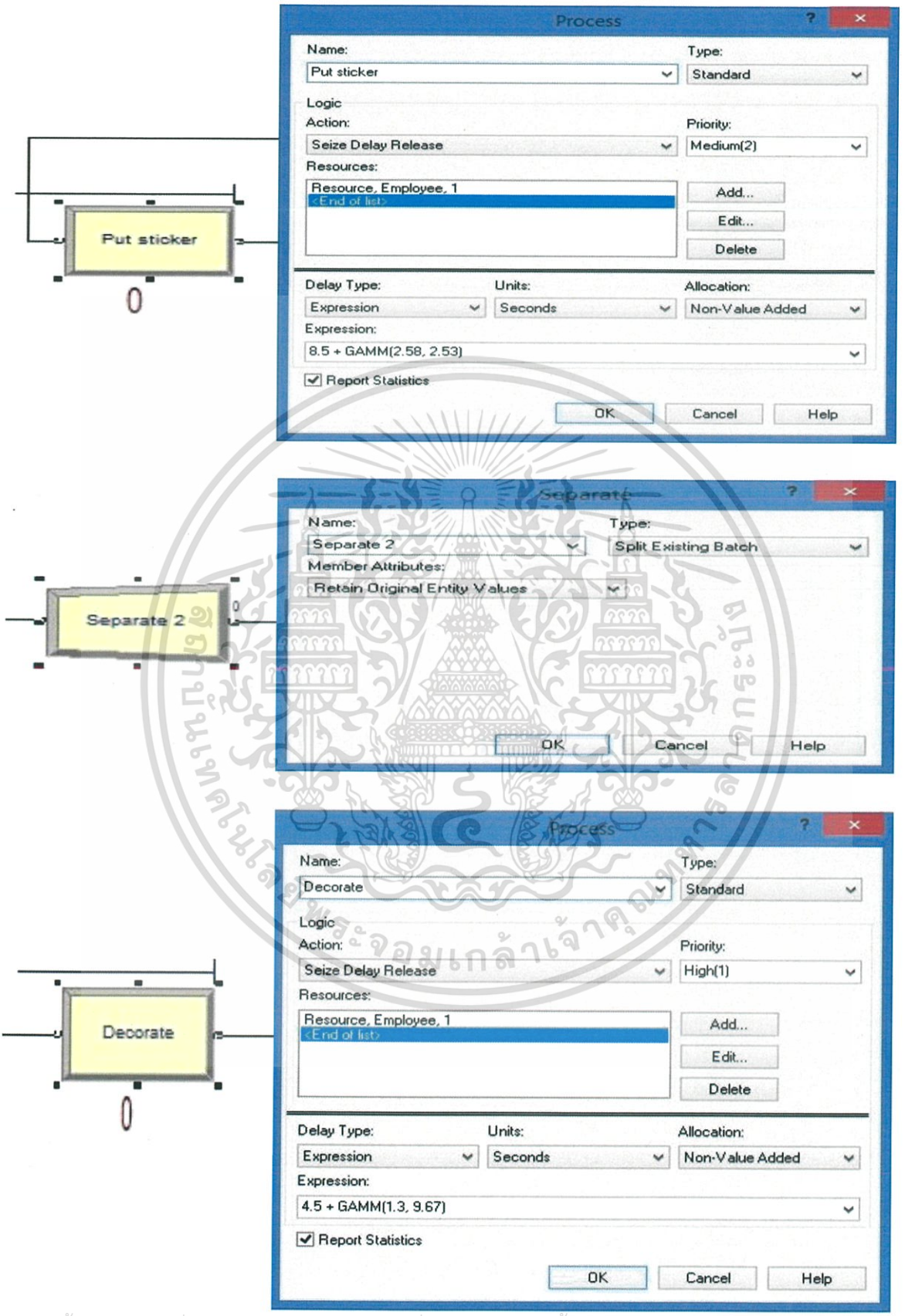
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



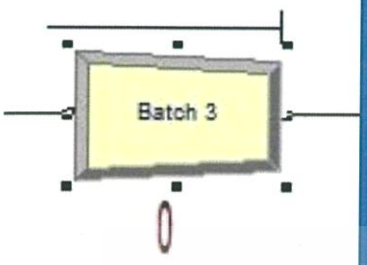
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

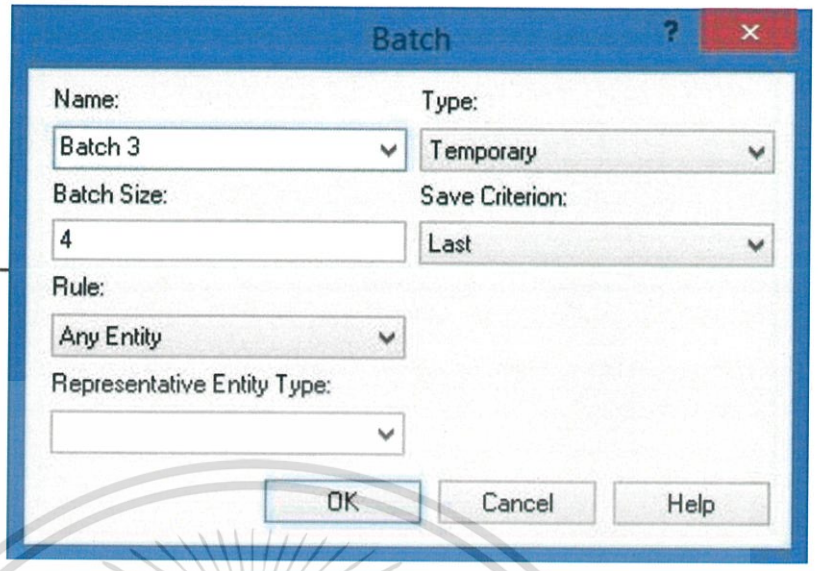


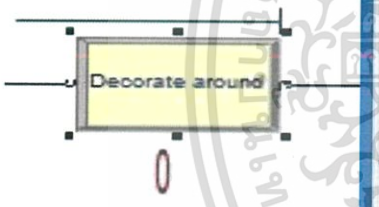
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

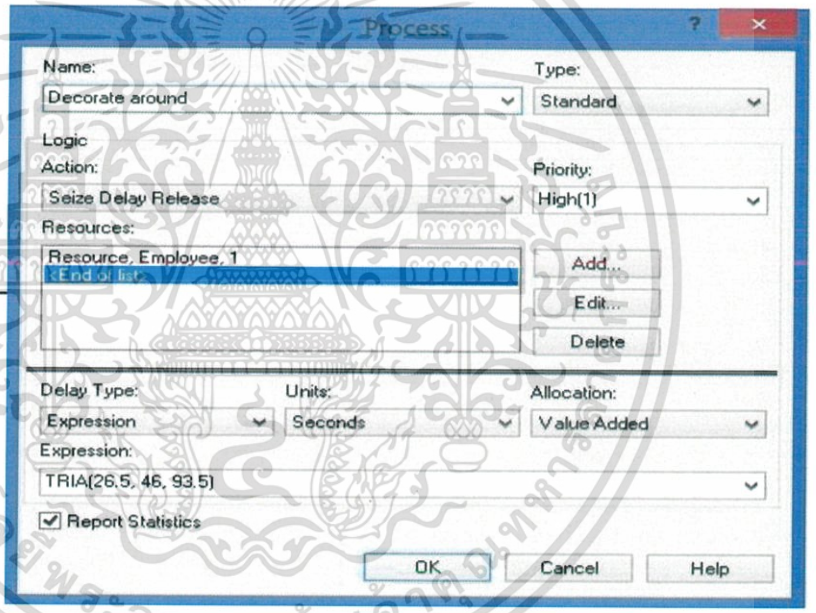


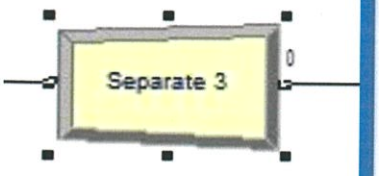
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

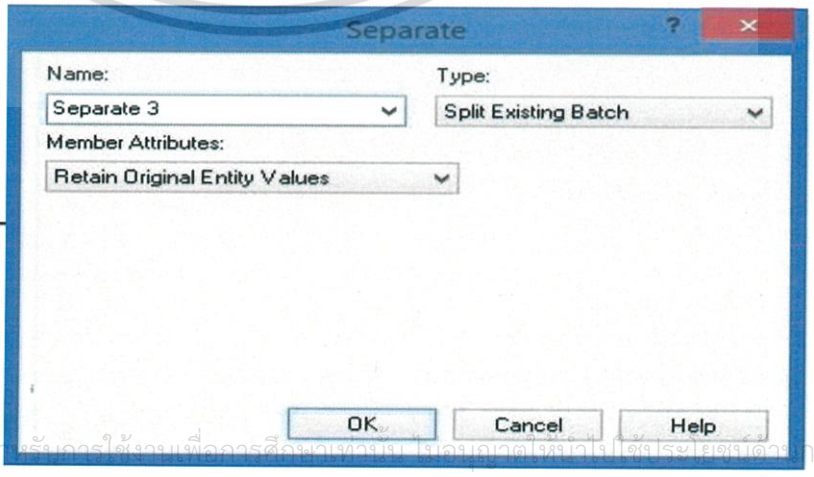




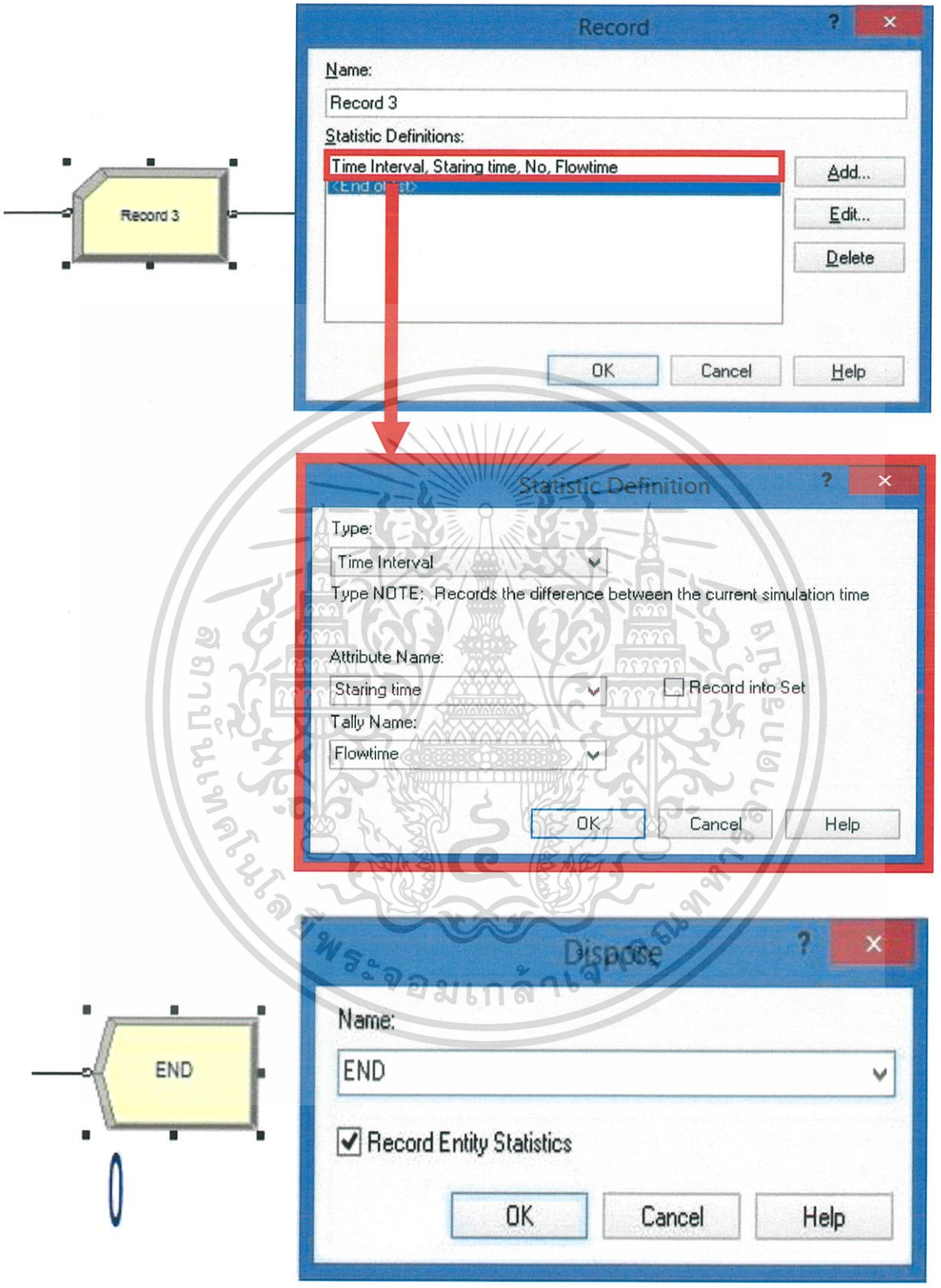




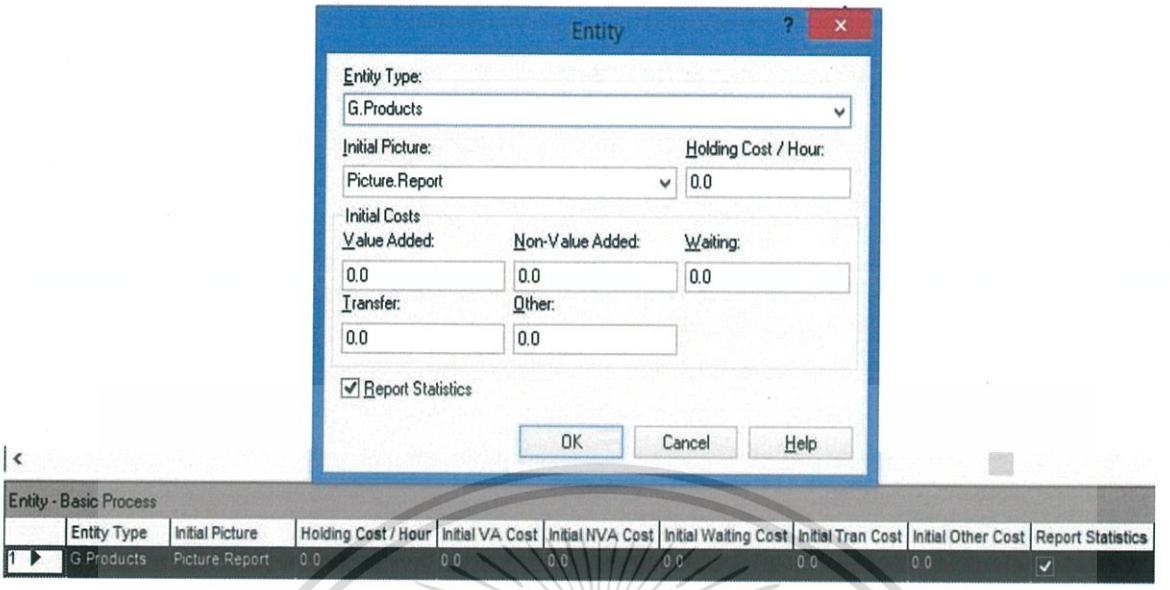


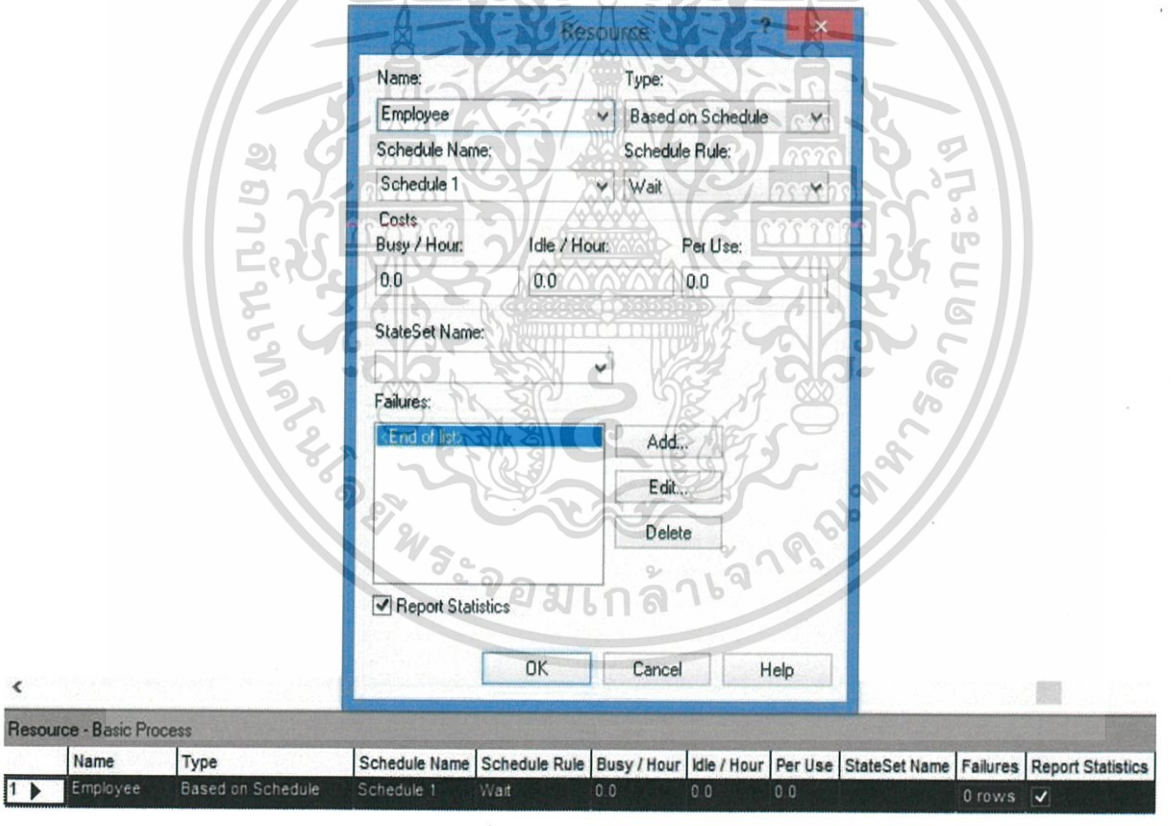


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

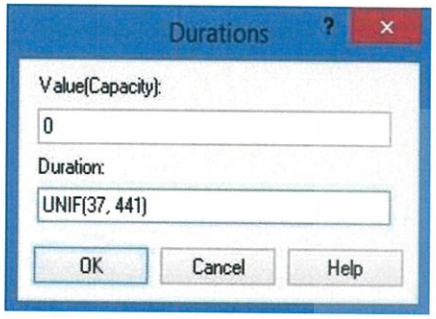


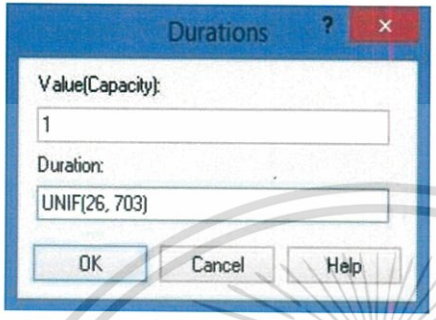
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

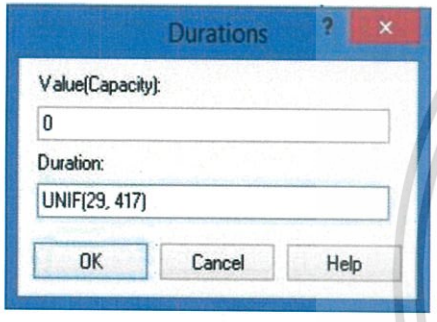


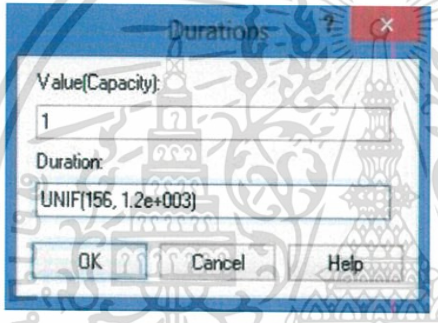


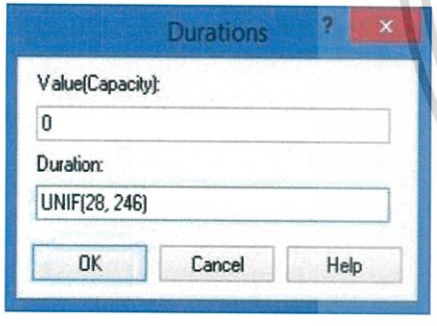
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

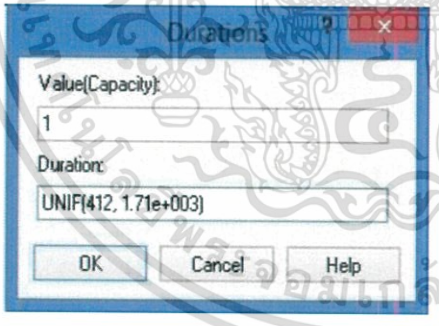


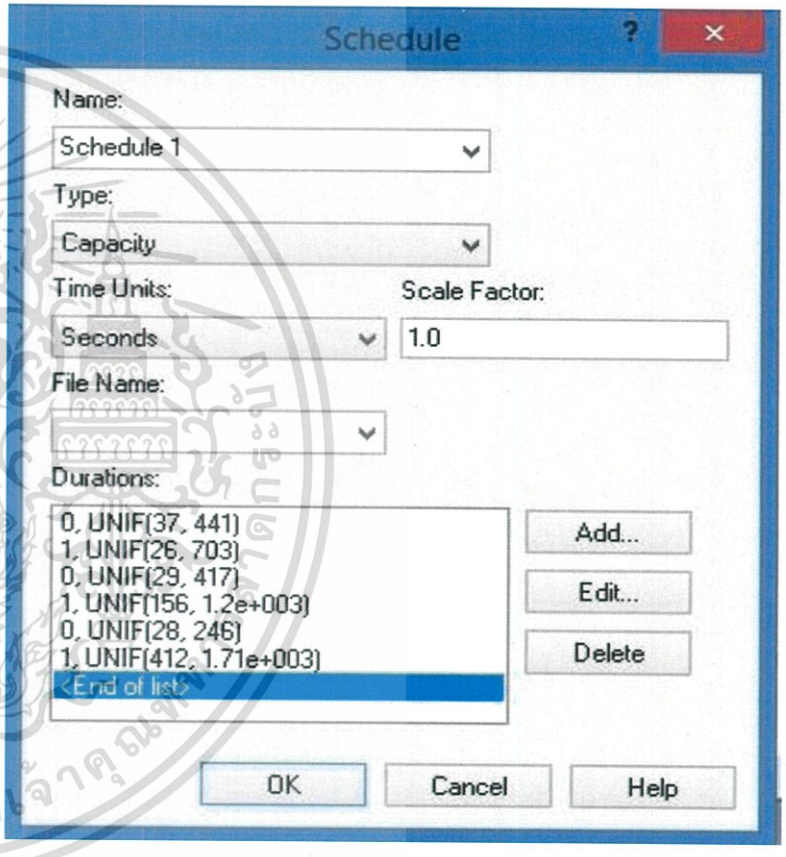






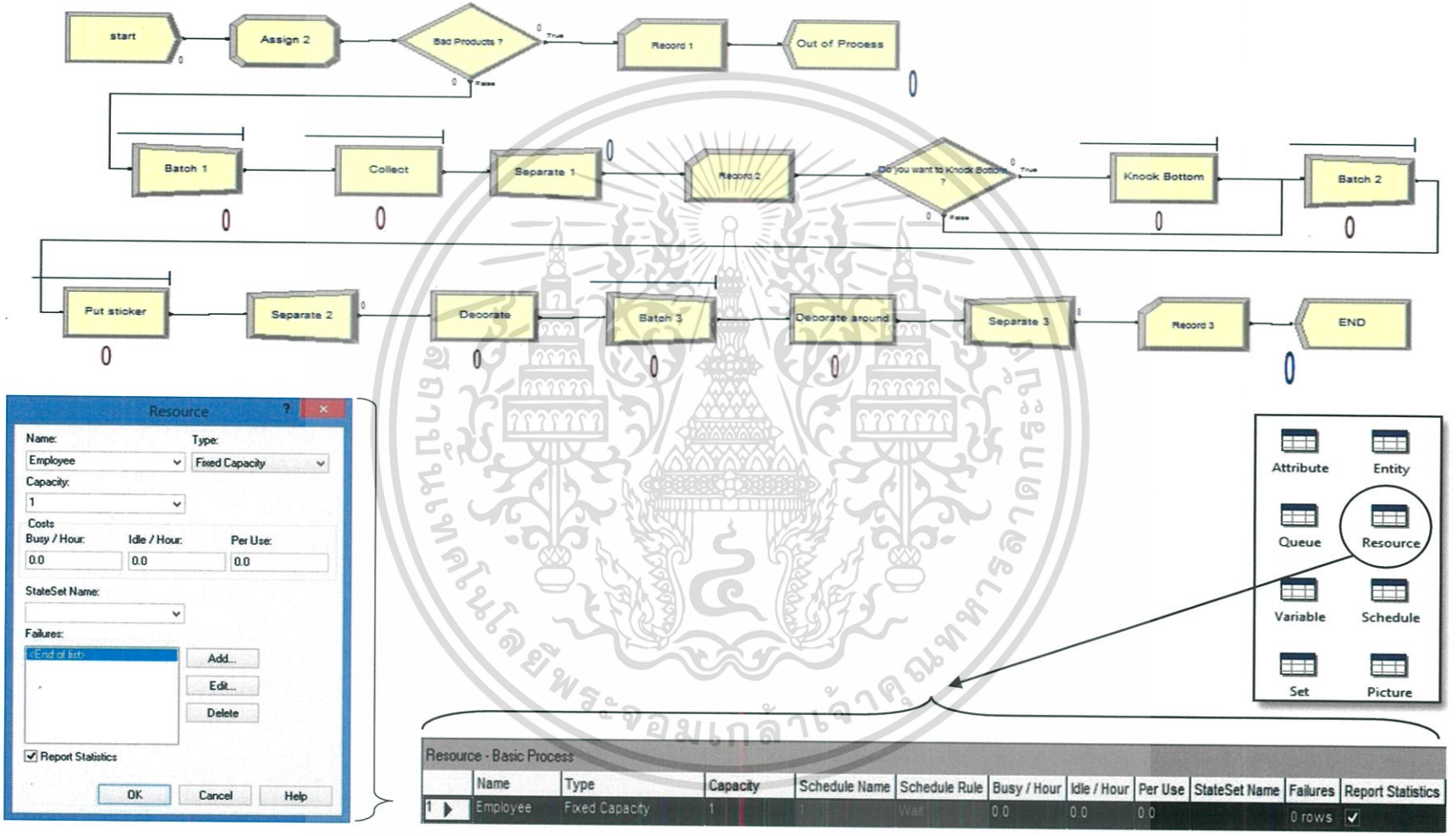






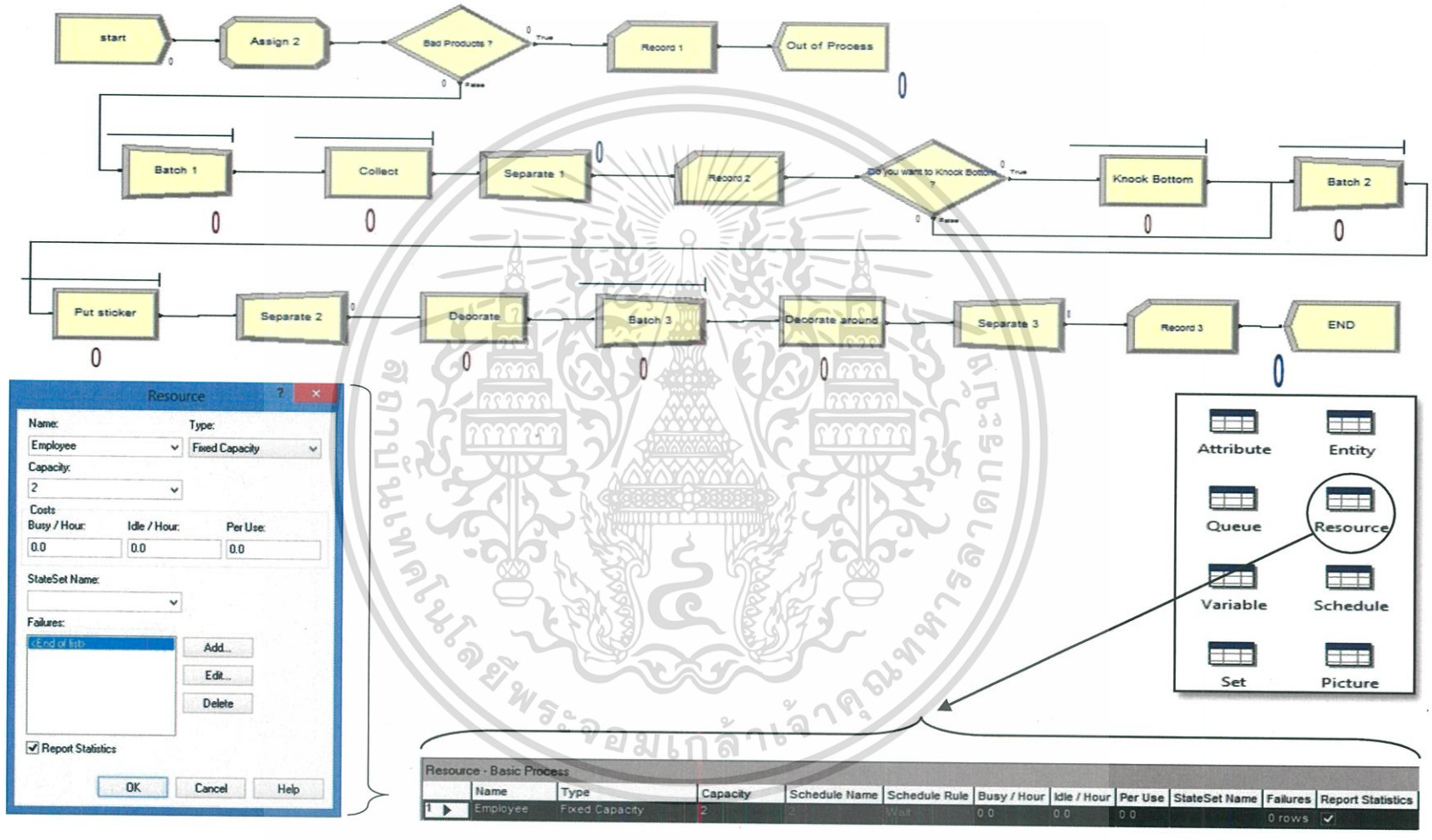
	Name	Type	Time Units	Scale Factor	File Name	Durations
1	Schedule 1	Capacity	Seconds	1.0		6 rows

ค.2.2 แบบจำลองสถานการณ์ที่ 1



รูปที่ ค.6 แบบจำลองสถานการณ์ที่ 1

ค.2.3 แบบจำลองสถานการณ์ที่ 2



รูปที่ ค.7 แบบจำลองสถานการณ์ที่ 2