การควบคุมคุณภาพชิ้นส่วนยางและแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตของบริษัท พีเค. พีเอส รับเบอร์ แอนด์ ทลูลิ่ง

QUALITY CONTROL OF RUBBER PARTS AND THE APPROACH TO INCREASE EFFICIENCY OF PRODUCTION PROCESS OF PK. PS RUBBER & TOOLING CO., LTD

คุณากร ผลมา

เบญจกนก ศิริจรูญวงศ์

พวงทอง นิลศีรี

ศุภโชค บุญส่ง

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (สถิติประยุกต์)

ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

QUALITY CONTROL OF RUBBER PARTS AND THE APPROACH TO INCREASE EFFICIENCY OF PRODUCTION PROCESS OF PK. PS RUBBER & TOOLING CO., LTD

KUNAKORN PHOLMA

BENJAKANOK SIRICHAROONWONG

PUANGTONG NINKEERI

SUPACHOKH BUNSONG

A SPECIAL PROBLEM SUBMITTED PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF BACHELOR
OF SCIENCE (APPLIED STATISTICS)
DEPARTMENT OF STATISTICS FACULTY OF SCIENCE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2016

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวปัญหาพิเศษ	การควบคุมคุณภาพชิ้นส่วนยางและแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตของบริษัท พีเค. พีเอส รับเบอร์ แอนด์ ทลูลิ่ง Quality Control of Rubber Parts and The Approach to Increase Efficiency of Production Process of Pk. Ps Rubber & Tooling Co., Ltd	
ชื่อนักศึกษา	นางสาวคุณากร ผลมา	56051268
	นางสาวเบญจกนก ศิริจรูญวงศ์	56051339
	นางสาวพวงทอง นิลคีรี	56051356
	นายศุภโชค บุญส่ง	56051398
ปริญญา	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (สถิติประยุกต์)	
ภาควิชา	สถิติ	
ปีการศึกษา	2559	
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.กนกกรรณ์ ลี้โรจนาประภา	

คณะวิทยาศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) อนุมัติให้โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (สถิติประยุกต์) ประจำปีการศึกษา 2559

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ผศ.ชูใจ คูหารัตนไชย ประธานกรรมการ	
ดร.ชานินทร์ ศรีสุวรรณนภา กรรมการ	
ดร.กนกกรรณ์ ลี้โรจนาประภา กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวปัญหาพิเศษ การควบคุมคุณภาพชิ้นส่วนยางและแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตของบริษัท พีเค. พีเอส รับเบอร์ แอนด์ ทลูลิ่ง

ชื่อนักศึกษา นางสาวคุณากร ผลมา 56051268
นางสาวเบญจกนก ศิริจรูญวงศ์ 56051339
นางสาวพวงทอง นิลคีรี 56051356
นายศุภโชค บุญส่ง 56051398

ปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต (สถิติประยุกต์)

ภาควิชา สถิติ

คณะ วิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)

ปีการศึกษา 2559

อาจารย์ที่ปรึกษา ดร. กนกกรรณ์ ลิ้โรจนาประภา

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ เพื่อศึกษาการควบคุมคุณภาพชิ้นส่วนยางและแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตของบริษัท Pk. Ps Rubber & Tooling โดยในส่วนของการควบคุมคุณภาพ ได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจำนวนของเสีย จำนวนลักษณะรอยตำหนิและสาเหตุของเสียในกระบวนการผลิตของชิ้นส่วนยาง 3 ชนิด ได้แก่ Rubber Mount, Hose Drain I และ Rubber Grommet New ตั้งแต่เดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2560 เพื่อนำมาสร้างแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยที่ตรวจสอบ แผนผังพาเรโตและแผนผังเหตุและผล และในส่วนของแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพจะใช้การจำลองสถานการณ์ ได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเวลาในการตกแต่งชิ้นส่วนยางทั้ง 5 ชนิด ได้แก่ Rubber Mount, Hose Drain I, Rubber Grommet New, Rubber Reactor และ Solf Case เพื่อนำมาสร้างแบบจำลองสถานการณ์ของขั้นตอนการตกแต่งชิ้นส่วนยางในปัจจุบัน และออกแบบทางเลือกพร้อมแสดงผลการจำลองสถานการณ์ของแต่ละทางเลือก เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับแบบจำลองสถานการณ์ปัจจุบันก่อนสรุปเลือกทางเลือกที่ดีที่สุด และเสนอแนะแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตให้กับทางบริษัท เพื่อปรับปรุงแก้ไขต่อไป

ผลการวิเคราะห์ในส่วนของการควบคุมคุณภาพ จากแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียและแผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยของชิ้นส่วนยาง 3 ชนิด พบว่ามีจุดตกอยู่นอกขีดจำกัดควบคุมบน แสดงว่ากระบวนการผลิตไม่สามารถควบคุมได้ จากแผนผังพาเรโต พบว่า Rubber Mount และ Rubber Grommet New มีลักษณะรอยตำหนิเกิดมากที่สุดคือ ฟองอากาศ สำหรับ Hose Drain I มีลักษณะรอยตำหนิที่เกิดมากที่สุดคือ ยางไม่เต็มและฉีกขาด จากนั้นนำลักษณะรอยตำหนิที่เกิดมากที่สุดดังกล่าวมาสร้างแผนผังเหตุและผล ด้วยวิธีการสัมภาษณ์ เพื่อหาสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดปัญหาดังกล่าวกับทางบริษัท เพื่อเสนอแนวทางการแก้ปัญหาด้านคุณภาพสินค้าให้กับทางบริษัทต่อไป

ในส่วนของผลการวิเคราะห์ของการจำลองสถานการณ์ จากปัญหาที่มีชิ้นส่วนยางจำนวนมากรอการตรวจสอบคุณภาพในขั้นตอนสุดท้าย จึงนำเสนอแนวทางแก้ปัญหาออกเป็น 2 สถานการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้แก่ สถานการณ์ที่ 1 คือ ให้พนักงานทำงานล่วงเวลา ตั้งแต่เวลา 17.00 – 20.00 น. และสถานการณ์ที่ 2 คือ เพิ่มพนักงานรายวันจำนวน 1 คน โดยให้ทำงานในช่วงเวลาปกติ พบว่าแบบจำลองสถานการณ์ที่ 2 มีความเหมาะสมที่สุด เนื่องจากมีค่าใช้จ่ายต่อเดือนเพิ่มขึ้นจากแบบจำลองสถานการณ์ปัจจุบันเพียง 8,100 บาท และมีจำนวนชิ้นส่วนยางที่ตัดตกแต่งเสร็จเฉลี่ยเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 58.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Quality Control of Rubber Parts and The Approach to Increase Efficiency of Production Process of Pk. Ps Rubber & Tooling Co., Ltd	
Students	Miss Kunakorn Pholma	56051268
	Miss Benjakanok Siricharoonwong	56051339
	Miss Puangtong Ninkeeri	56051356
	Mr. Supachokh Bunsong	56051398
Degree	Bachelor of Science in Applied Statistics	
Department	Statistics	
Faculty	Science	
University	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)	
Academic Year	2016	
Advisor	Dr. Kanogkan Leerojanaprapa	

Abstract

The objective of this research is to study the quality control of rubber parts and the approach to increase efficiency of production process for Pk. Ps Rubber & Tooling Co., Ltd. In the part of quality control, we collected the number of defective items, the number of defects and the causes of defectives in production process for Rubber Mount, Hose Drain I and Rubber Grommet New from December 2016 to February 2017 to construct the proportion control chart (p control chart), the number of defects per unit (u control chart), Pareto diagram, and Cause and effect diagram. Simulation was used for the approach to increase efficiency of production process. We collected finishing time for Rubber Mount, Hose Drain I, Rubber Grommet New, Rubber Reactor, and Solf Case to construct a simulation model of real system. Alternative scenarios were simulated to compared with the simulation model of real system before selected the best alternative and provided suggestions to increase efficiency of production process for futher improvement.

The results of the quality control, p control chart, and u control chart of those three rubber parts found that the points falling outside the upper control limit. It showed that production process is out of control. According to Pareto diagram, we found that blister are most commonly occur on Rubber Mount and Rubber Grommet New and the misrun and torn are are most commonly occur on Hose Drian I. Then Cause and Effect Diagram of main defects was constructed by interviewing staff to identify main causes before providing suggestion to solve those problems to the company.

The results of simulation, since a lot of rubber parts are waiting in the final quality inspection process, we propose two scenarios to solve this problem. The first scenario is employing two staff to work over time from 5.00 p.m. to 8.00 p.m. The

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้นำไปดัดแปลง เผยแพร่ หรือนำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น

second scenario is employing a new staff to work at regular time. In conclusion, the second scenario is the most appropriate so this company should pay 8,100 Baht to increase the finishing rubber parts to 58.05%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องมาจากความกรุณาและความร่วมมือของทุกๆ ท่าน ขอขอบพระคุณ ดร. กนกกรรณ์ ลิ้โรจนาประภา ที่คอยให้คำปรึกษาดูแลอย่างใกล้ชิดและให้ความช่วยเหลือแนะนำที่ดีในการปรับปรุงข้อบกพร่องในการทำปัญหาพิเศษและขอขอบพระคุณกรรมการสอบปัญหาพิเศษ คือ ผศ.ชูใจ คูหารัตนไชย และดร.ชานินทร์ ศรีสุวรรณนภา ที่ให้ข้อคิดเห็นและคำแนะนำช่วยเหลือในการทำโครงงานพิเศษให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณบริษัท Pk. Ps Rubber& Tooling ที่ให้ความช่วยเหลือในการเก็บรวบรวมข้อมูลจานวนของเสีย จำนวนลักษณะรอยตำหนิ และสาเหตุของเสียในกระบวนการผลิตรวมทั้งเวลาในการตกแต่งชิ้นส่วนยาง

ขอขอบพระคุณบิดา-มารดาที่ให้ได้รับการศึกษาตลอดจนคอยเลี้ยงดูและอบรมสั่งสอนและเป็นกำลังใจเป็นแรงผลักดันในการทำปัญหาพิเศษให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีรวมถึงเพื่อนๆและบุคคลอื่นๆที่ไม่ได้กล่าวมาผู้จัดทำปัญหาพิเศษขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

คุณากร ผลมา
เบญจกนก ศิริจรูญวงศ์
พวงทอง นิลคีรี
ศุภโชค บุญส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	จ
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญรูป	ฐ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.5 นิยามศัพท์	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 การควบคุมคุณภาพ	4
2.1.1 แผนภูมิควบคุมคุณภาพ	4
2.1.2 ประเภทของการแปรผัน	5
2.1.3 แหล่งของการแปรผัน	5
2.1.4 สาเหตุของการแปรผัน	6
2.1.5 สภาวะของการผลิตในทางสถิติ	6
2.1.6 ประเภทของแผนภูมิควบคุม	6
2.1.7 การตีความแผนภูมิควบคุม	7
2.1.8 แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย	8
2.1.9 แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยที่ตรวจสอบ	11
2.1.10 เครื่องมือควบคุมคุณภาพเชิงสถิติ	12
2.1.11 การปรับปรุงด้านคุณภาพ	15
2.2 การจำลองสถานการณ์	16
2.2.1 วิธีการศึกษาเวลา	17
2.2.2 การศึกษาเวลาโดยตรง	17
2.2.3 การจับเวลา	18
2.2.4 การจำลองสถานการณ์	18
2.2.5 ขั้นตอนการสร้างแบบจำลองสถานการณ์	18
2.2.6 การแจกแจงที่เกี่ยวข้อง	19
2.2.7 การวิเคราะห์รูปแบบการแจกแจงข้อมูล	20
2.2.8 การตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรม	23
2.2.9 การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง	23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 23
2.3.1 การควบคุมคุณภาพ 23
2.3.2 การจำลองสถานการณ์ 25
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย 27
3.1 วิธีการดำเนินงาน 27
3.1.1 การควบคุมคุณภาพ 27
3.1.2 การจำลองสถานการณ์ 27
3.2 ข้อมูลทั่วไปของบริษัท 28
3.2.1 กำลังการผลิต 28
3.2.2 กระบวนการผลิต 29
3.2.2.1 กระบวนการผลิตชิ้นส่วนยางด้วยเครื่องจักรแบบฉีด 29
3.2.2.2 กระบวนการผลิตชิ้นส่วนยางด้วยเครื่องจักรแบบอัด 32
3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล 37
3.3.1 การควบคุมคุณภาพ 37
3.3.2 การจำลองสถานการณ์ 39
3.4 สถิติและเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 43
3.4.1 การควบคุมคุณภาพ 43
3.4.2 การจำลองสถานการณ์ 43
3.5 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล 43
3.5.1 การควบคุมคุณภาพ 43
3.5.2 การจำลองสถานการณ์ 44
บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล 45
4.1 การควบคุมคุณภาพ 46
4.1.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Mount 46
4.1.1.1 แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย 46
4.1.1.2 แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย 49
4.1.1.3 การเปรียบเทียบค่าสัดส่วนของเสียเฉลี่ยและค่าจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ยถ้าหากมีการนำแผนภูมิควบคุมคุณภาพไปใช้ในกระบวนการผลิต 52
4.1.1.4 แผนผังพาเรโต 53
4.1.1.5 แผนผังเหตุและผลหรือแผนผังก้างปลาและแนวทางการแก้ปัญหา 54
4.1.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสาหรับชิ้นส่วนยางชนิด Hose Drain I 56
4.1.2.1 แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย 56
4.1.2.2 แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย 58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.1.2.3 การเปรียบเทียบค่าสัดส่วนของเสียเฉลี่ยและค่าจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ยถ้าหากมีการนำแผนภูมิควบคุมคุณภาพไปใช้ในกระบวนการผลิต 60
4.1.2.4 แผนผังพาเรโต 61
4.1.2.5 แผนผังเหตุและผลหรือแผนผังก้างปลาและแนวทางการแก้ปัญหา 62
4.1.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Grommet New 66
4.1.3.1 แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย 66
4.1.3.2 แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย 69
4.1.3.3 การเปรียบเทียบค่าสัดส่วนของเสียเฉลี่ยและค่าจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ยถ้าหากมีการนำแผนภูมิควบคุมคุณภาพไปใช้ในกระบวนการผลิต 72
4.1.3.4 แผนผังพาเรโต 73
4.1.3.5 แผนผังเหตุและผลหรือแผนผังก้างปลาและแนวทางการแก้ปัญหา 74
4.2 การจำลองสถานการณ์ 76
4.2.1 การวิเคราะห์ข้อมูลนำเข้า 76
4.2.2 ผลการศึกษาแบบจำลองสถานการณ์ขั้นตอนการตกแต่งชิ้นส่วนยางในปัจจุบัน 77
4.2.3 การตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรม 77
4.2.4 การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองสถานการณ์ 77
4.2.5 แนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพในขั้นตอนการตกแต่งชิ้นส่วนยาง 78
4.2.6 ผลการจำลองสถานการณ์ในแต่ละทางเลือกของแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพในขั้นตอนการตกแต่งชิ้นส่วนยาง 78
4.2.5.1 แบบจำลองสถานการณ์ที่ 1 78
4.2.5.2 แบบจำลองสถานการณ์ที่ 2 79
4.2.7 ผลการเปรียบเทียบแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพในขั้นตอนการตกแต่งชิ้นส่วนยาง 80
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 82
5.1 การออกแบบแผนภูมิควบคุมคุณภาพ 82
5.1.1 แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย 82
5.1.2 แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย 82
5.1.3. การเปรียบเทียบเครื่องจักร 83
5.2 ปัญหาและสาเหตุที่สำคัญด้านคุณภาพของกระบวนการผลิต 83
5.2.1 แผนผังพาเรโต 83

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
5.2.2 แผนผังเหตุและผลหรือแผนผังก้างปลา	83
5.3 แนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการผลิต	84
5.4 ปัญหาที่พบ	84
5.5 ข้อเสนอแนะ	85
บรรณานุกรม	86
ภาคผนวก ก	88
ภาคผนวก ข	107
ภาคผนวก ค	114
ภาคผนวก ง	123

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3.1	ระยะเวลาการดำเนินงาน	28
3.2	ตัวอย่างข้อมูลจำนวนการผลิต จำนวนของเสีย และจำนวนรอยตำหนิของชิ้นส่วนยาง ชนิด Rubber Mount ของเดือนธันวาคม พ.ศ. 2559	38
3.3	ตัวอย่างข้อมูลเวลาขั้นตอนการตกแต่งชิ้นส่วนยางของ Rubber Reactor	40
3.4	ตัวอย่างข้อมูลจำนวนชิ้นส่วนยางแต่ละชนิดที่อยู่ใน Stock และจำนวนชิ้นส่วนยาง แต่ละชนิดที่ตกแต่งและตรวจสอบเสร็จแล้ว	41
4.1	การเปรียบเทียบค่าสัดส่วนของเสียเฉลี่ยระหว่างไม่ดำเนินการแก้ไขและหากดำเนินการ แก้ไขปัญหาที่ทราบสาเหตุ สำหรับชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Mount	52
4.2	การเปรียบเทียบค่าจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ยระหว่างไม่ดำเนินการแก้ไขและ หากดำเนินการแก้ไขปัญหาที่ทราบสาเหตุ สำหรับชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Mount	52
4.3	สาเหตุและแนวทางแก้ไขเนื่องจากการเกิดรอยตำหนิฟองอากาศของชิ้นส่วนยาง ชนิด Rubber Mount	55
4.4	การเปรียบเทียบค่าสัดส่วนของเสียเฉลี่ยระหว่างไม่ดำเนินการแก้ไขและหากดำเนินการ แก้ไขปัญหาที่ทราบสาเหตุ สำหรับชิ้นส่วนยางชนิด Hose Drain I	60
4.5	การเปรียบเทียบค่าจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ยระหว่างไม่ดำเนินการแก้ไขและ หากดำเนินการแก้ไขปัญหาที่ทราบสาเหตุ สำหรับชิ้นส่วนยางชนิด Hose Drain I	60
4.6	สาเหตุและแนวทางแก้ไขเนื่องจากการเกิดรอยตำหนิยางไม่เต็มของชิ้นส่วนยาง ชนิด Hose Drian I	64
4.7	สาเหตุและแนวทางแก้ไขเนื่องจากการเกิดรอยตำหนิฉีกขาดของชิ้นส่วนยาง ชนิด Hose Drian I	65
4.8	การเปรียบเทียบค่าสัดส่วนของเสียเฉลี่ยระหว่างไม่ดำเนินการแก้ไขและหากดำเนินการ แก้ไขปัญหาที่ทราบสาเหตุ สำหรับชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Grommet New	72
4.9	การเปรียบเทียบค่าจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ยระหว่างไม่ดำเนินการแก้ไขและ หากดำเนินการแก้ไขปัญหาที่ทราบสาเหตุ สำหรับชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Grommet New	72
4.10	สาเหตุและแนวทางแก้ไข เนื่องจากการเกิดรอยตำหนิฟองอากาศของชิ้นส่วนยาง ชนิด Rubber Grommet New	75
4.11	รูปแบบการแจกแจงของข้อมูลเวลาที่ใช้ในการตกแต่งชิ้นส่วนยาง	76
4.12	เวลารอคอยเฉลี่ยต่อ 1 ลัง ที่บรรจุชิ้นส่วนยางแต่ละชนิดในการตกแต่งชิ้นส่วนยาง และจำนวนชิ้นส่วนยางที่ตกแต่งเสร็จเฉลี่ยในแต่ละวันที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์ ปัจจุบัน	77
4.13	ผลต่างและร้อยละของผลต่างของเวลารอคอยเฉลี่ยของชิ้นส่วนยางแต่ละชนิดใน แบบจำลองสถานการณ์ปัจจุบัน	78
4.14	เวลารอคอยเฉลี่ยต่อ 1 ลัง ที่บรรจุชิ้นส่วนยางแต่ละชนิดในการตกแต่งชิ้นส่วนยาง และจำนวนชิ้นส่วนยางที่ตกแต่งเสร็จเฉลี่ยในแต่ละวันที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์ ที่ 1	79

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือแสวงหาประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.15	เวลารอคอยเฉลี่ยต่อ 1 ลัง ที่บรรจุชิ้นส่วนยางแต่ละชนิดในการตกแต่งชิ้นส่วนยาง และจำนวนชิ้นส่วนยางที่ตกแต่งเสร็จเฉลี่ยในแต่ละวันที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์ที่ 2	79
4.16	เปรียบเทียบผลการจำลองสถานการณ์ระหว่างสถานการณ์ปัจจุบันกับสถานการณ์ทางเลือกทั้ง 2 ทางเลือก	80
4.17	รายการค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงแบบจำลองสถานการณ์	80
4.18	จำนวนชิ้นส่วนยางที่ตกแต่งเสร็จเฉลี่ยและค่าใช้จ่ายของแต่ละแบบจำลองสถานการณ์	81
ก.1	แบบฟอร์มการเก็บข้อมูลจำนวนการผลิต จำนวนของเสียและลักษณะรอยตำหนิของชิ้นส่วนยางแต่ละชนิด	89
ก.2	แบบฟอร์มการเก็บข้อมูลเวลาการตกแต่งชิ้นส่วนยางแต่ละชนิด	90
ก.3	แบบฟอร์มการเก็บข้อมูลจำนวนชิ้นส่วนยางแต่ละชนิดที่อยู่ใน Stock และจำนวนชิ้นส่วนยางแต่ละชนิดที่ตกแต่งและตรวจสอบเสร็จแล้ว	91
ก.4	ข้อมูลจำนวนการผลิต จำนวนของเสียและลักษณะรอยตำหนิของชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Mount ในเดือนธันวาคม พ.ศ.2559	92
ก.5	แสดงข้อมูลจำนวนการผลิต จำนวนของเสียและลักษณะรอยตำหนิของชิ้นส่วนยางชนิด Hose Drain I ในเดือนธันวาคม พ.ศ.2559	93
ก.6	ข้อมูลจำนวนการผลิต จำนวนของเสียและลักษณะรอยตำหนิของชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Grommet New ในเดือนธันวาคม พ.ศ.2559	94
ก.7	ข้อมูลจำนวนการผลิต จำนวนของเสียและลักษณะรอยตำหนิของชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Mount ในเดือนมกราคม พ.ศ.2560	95
ก.8	ข้อมูลจำนวนการผลิต จำนวนของเสียและลักษณะรอยตำหนิของชิ้นส่วนยางชนิด Hose Drain I ในเดือนมกราคม พ.ศ.2560	96
ก.9	ข้อมูลจำนวนการผลิต จำนวนของเสียและลักษณะรอยตำหนิของชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Grommet New ในเดือนมกราคม พ.ศ.2560	97
ก.10	ข้อมูลจำนวนการผลิต จำนวนของเสียและลักษณะรอยตำหนิของชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Mount ในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2560	98
ก.11	ข้อมูลจำนวนการผลิต จำนวนของเสียและลักษณะรอยตำหนิของชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Grommet New ในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2560	99
ก.12	ข้อมูลเวลาการตกแต่งชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Reactor	100
ก.13	ข้อมูลเวลาการตกแต่งชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Grommet New	101
ก.14	ข้อมูลเวลาการตกแต่งชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Mount	102
ก.15	ข้อมูลเวลาการตกแต่งชิ้นส่วนยางชนิด Hose Drian I	103
ก.16	ข้อมูลเวลาการตกแต่งชิ้นส่วนยางชนิด Solf Case	104
ก.17	ข้อมูลจำนวนชิ้นส่วนยางแต่ละชนิดที่อยู่ใน Stock และจำนวนชิ้นส่วนยางแต่ละชนิดที่ตกแต่งและตรวจสอบเสร็จแล้ว	105

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
ข.1	ค่าสัดส่วนของเสีย (p), UCL และ LCL ของแต่ละจุดในแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียของชิ้นส่วนยาง ในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2559	108
ข.3	ค่าจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย (u), UCL และ LCL ของแต่ละจุดในแผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยของชิ้นส่วนยาง ในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2559	111

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1.1	ตัวอย่างชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Mount	3
1.2	ตัวอย่างชิ้นส่วนยางชนิด Hose Drain I	3
1.3	ตัวอย่างชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Grommet New	3
2.1	องค์ประกอบของแผนภูมิควบคุม	4
2.2	ตัวอย่างลักษณะของจุดพิกัดจุด 1 จุด ตกอยู่นอกขอบเขตควบคุมของเส้นกึ่งกลาง	7
2.3	ตัวอย่างลักษณะของจุดพิกัดอย่างน้อย 7 จุดติดต่อกันอยู่ด้านใดด้านหนึ่งของเส้นกึ่งกลาง	7
2.4	ตัวอย่างลักษณะของจุดพิกัดจุด 6 จุด ติดต่อกันค่อยๆ เพิ่มขึ้นหรือค่อยๆ ลดลง	7
2.5	ตัวอย่างลักษณะของจุดพิกัดอย่างน้อย 14 จุด สลับขึ้นและลงอย่างต่อเนื่องซ้ำกัน	8
2.6	ตัวอย่างแผนภูมิควบคุมคุณภาพที่ดี	8
2.7	ตัวอย่างแผนผังพาเรโต	13
2.8	ตัวอย่างแผนผังเหตุและผลหรือแผนผังก้างปลา	14
2.9	ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลเวลาการทำงานใน File Excel	21
2.10	ตัวอย่างการกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่เหมาะสมในการสร้างแผนภูมิฮิสโตรแกรม	21
2.11	ตัวอย่างผลที่ได้จากการกำหนดรูปแบบการแจกแจงของข้อมูล	22
2.12	ตัวอย่างผลการแสดงค่า Sum Square Error ของแต่ละการแจกแจง	22
3.1	ตัดยางเป็นเส้นยาวและนำยางใส่กระบอกฉีด	29
3.2	ดันแม่พิมพ์เข้าเครื่องจักร	29
3.3	ควบคุมเครื่องจักร	30
3.4	เครื่องทำการหลอมยางและฉีดเข้าสู่แม่พิมพ์	30
3.5	การดึงชิ้นส่วนยางออกจากแม่พิมพ์	30
3.6	การตรวจสอบชิ้นส่วนยางขั้นแรก	31
3.7	การตรวจสอบชิ้นส่วนยางขั้นที่สอง	31
3.8	การเก็บเข้าบรรจุภัณฑ์	31
3.9	ผลิตภัณฑ์พร้อมจำหน่าย	31
3.10	ตัดและชั่งน้ำหนักยาง	32
3.11	ลักษณะการวางยางบนแม่พิมพ์	32
3.12	ควบคุมเครื่องจักร	32
3.13	เครื่องจักรทำการไล่อากาศออกเพื่ออัดยางเข้าสู่แม่พิมพ์	33
3.14	การดึงชิ้นส่วนยางออกจากแม่พิมพ์	33
3.15	การตรวจสอบชิ้นส่วนยางขั้นแรก	33
3.16	การตรวจสอบชิ้นส่วนยางขั้นที่สอง	34
3.17	การเก็บเข้าบรรจุภัณฑ์	34
3.18	ผลิตภัณฑ์พร้อมจำหน่าย	34
3.19	กระบวนการผลิตชิ้นส่วนยางของเครื่องจักรทั้ง 2 แบบ	35
3.20	กระบวนการตรวจสอบคุณภาพชิ้นส่วนยางขั้นที่สอง	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.1	แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียสำหรับชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Mount ในเดือนธันวาคม พ.ศ.2559	46
4.2	แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียสำหรับชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Mount ในเดือนมกราคม พ.ศ.2560	47
4.3	แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียสำหรับชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Mount ในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2560	48
4.4	แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยสำหรับชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Mount ในเดือนธันวาคม พ.ศ.2559	49
4.5	แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยสำหรับชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Mount ในเดือนมกราคม พ.ศ.2560	50
4.6	แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยสำหรับชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Mount ในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2560	51
4.7	แผนผังพาเรโตในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Mount	53
4.8	แผนผังเหตุและผลของลักษณะรอยตำหนิฟองอากาศในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Mount	54
4.9	แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียสำหรับชิ้นส่วนยางชนิด Hose Drain I ในเดือนธันวาคม พ.ศ.2559	56
4.10	แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียสำหรับชิ้นส่วนยางชนิด Hose Drain I ในเดือนมกราคม พ.ศ.2560	57
4.11	แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยสำหรับชิ้นส่วนยางชนิด Hose Drain I ในเดือนธันวาคม พ.ศ.2559	58
4.12	แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยสำหรับชิ้นส่วนยางชนิด Hose Drain I ในเดือนมกราคม พ.ศ.2560	59
4.13	แผนผังพาเรโตในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนยางชนิด Hose Drain I	61
4.14	แผนผังเหตุและผลของลักษณะรอยตำหนิยางไม่เต็มในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนยางชนิด Hose Drian I	62
4.15	แผนผังเหตุและผลของลักษณะรอยตำหนิฉีกขาดในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนยางชนิด Hose Drian I	63
4.16	แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียสำหรับชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Grommet New ในเดือนธันวาคม พ.ศ.2559	66
4.17	แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียสำหรับชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Grommet New ในเดือนมกราคม พ.ศ.2560	67
4.18	แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียสำหรับชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Grommet New ในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2560	68
4.19	แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิสำหรับชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Grommet New ในเดือนธันวาคม พ.ศ.2559	69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.20	แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิสำหรับชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Grommet New ในเดือนมกราคม พ.ศ.2559	70
4.21	แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิสำหรับชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Grommet New ในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2559	71
4.22	แผนผังพาเรโตในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Grommet New	73
4.23	แผนผังเหตุและผลของลักษณะรอยตำหนิฟองอากาศในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Grommet New	74
ข.1	ตัวอย่างแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียของชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Mount ในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2559	110
ข.3	ตัวอย่างแผนภูมิควบคุมรอยตำหนิต่อหน่วยของชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Mount ในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2559	113
ค.1	การแจกแจงการทำงานของชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Reactor	115
ค.2	การแจกแจงการทำงานของชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Grommet New	116
ค.3	การแจกแจงการทำงานของชิ้นส่วนยางชนิด Hose Drain I	117
ค.4	การแจกแจงการทำงานของชิ้นส่วนยางชนิด Solf Case	118
ค.5	การแจกแจงการทำงานของชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Mount	119
ค.6	แบบจำลองสถานการณ์ปัจจุบัน	120
ค.7	แบบจำลองสถานการณ์ที่ 1	121
ค.8	แบบจำลองสถานการณ์ที่ 2	122
ง.1	กราฟเปรียบเทียบสัดส่วนของเสียเฉลี่ย ($\bar{p}$) ของชิ้นส่วนยางทั้งชนิด	124
ง.2	กราฟเปรียบเทียบจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ย ($\bar{u}$) ของชิ้นส่วนยางทั้ง 3 ชนิด	124

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันประเทศไทยได้มีการพัฒนาและส่งเสริมทางด้านอุตสาหกรรมเพื่อให้ก้าวไปสู่ความเป็นประเทศอุตสาหกรรมใหม่ จึงก่อให้เกิดสภาวะการแข่งขันทางด้านเศรษฐกิจที่สูงขึ้น เป็นผลทำให้ผู้ผลิตต้องคำนึงถึงคุณภาพ ราคาของผลิตภัณฑ์ รวมไปถึงกระบวนการผลิตที่มีประสิทธิภาพเพื่อให้ได้ตรงตามความต้องการและความพึงพอใจของผู้อุปโภคบริโภคมากที่สุด

อุตสาหกรรมยางและชิ้นส่วนยางเป็นอีกหนึ่งอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศไทย โดยเราจะเห็นได้ว่าสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆที่เราใช้ในชีวิตประจำวันมักจะมีส่วนประกอบที่เป็นชิ้นส่วนยาง เช่น ตู้เย็น เครื่องซักผ้า เครื่องปั่น และอะไหล่รถยนต์ เป็นต้น ดังนั้นอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยางจึงมีแนวโน้มที่จะมีการขยายตัวอย่างต่อเนื่อง ซึ่งอาจส่งผลให้กระบวนการผลิตมีประสิทธิภาพลดลง จึงกล่าวได้ว่าการควบคุมคุณภาพและกระบวนการผลิตที่มีประสิทธิภาพถือเป็นหัวใจสำคัญที่จะก้าวไปสู่ความเป็นผู้นำในวงการอุตสาหกรรม

ในกระบวนการผลิตนั้น ปัจจัยที่ทำให้เกิดผลผลิตที่ดีหรือไม่ขึ้นอยู่กับ คน เครื่องจักร วิธีการผลิตและวัตถุดิบ ซึ่งมักจะเกิดความแปรผันอยู่เสมอ ทำให้คุณภาพของชิ้นงานจากกระบวนการผลิตที่ได้ไม่คงที่ ดังนั้นบริษัทจึงจำเป็นต้องมีการควบคุมคุณภาพ ซึ่งจะทำให้บริษัทสามารถลดค่าใช้จ่ายลงไปได้ เช่นลดค่าใช้จ่ายที่ต้องซ่อมชิ้นงานที่เสียหาย ไม่ต้องลดเกรดสินค้า จึงขายได้ในราคาที่ตั้งไว้และไม่ต้องหยุดการผลิต ไม่ต้องเสียค่าแรงงานและค่าเครื่องจักรไปโดยเปล่าประโยชน์ ลดการถูกต่อว่าและเปลี่ยนสินค้าทำให้ไม่เสียชื่อเสียง ไม่เสียค่าสินค้าที่ถูกเปลี่ยน เป็นต้น นอกจากนี้ยังทำให้ภาพพจน์ของบริษัทดีขึ้นในสายตาของสังคมภายนอกด้วย พนักงานในบริษัทเองก็มีขวัญและกำลังใจในการทำงาน (เกษม พิพัฒน์ปัญญานุกูล, 2557)

ในส่วนของการเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตก็มีความสำคัญอย่างมากเช่นกัน เพราะสามารถทำให้กำลังการผลิตเพิ่มขึ้นและต้นทุนการผลิตลดต่ำลง แนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตมีด้วยกันหลายวิธี สำหรับการจำลองสถานการณ์ (Simulation) ก็เป็นอีกวิธีหนึ่งที่มีความเหมาะสม เนื่องจากการปฏิบัติงานจริงจะไม่สามารถทำการทดลองหรือปรับเปลี่ยนกระบวนการทำงานได้จนกว่าจะมองเห็นถึงประโยชน์ที่จะได้รับ โดยที่การจำลองสถานการณ์จะช่วยให้สามารถวิเคราะห์สภาพที่เป็นอยู่ในระบบปัจจุบันและช่วยหาแนวทางหรือทางเลือก (Scenario) ที่เหมาะสมก่อนนำไปใช้กับการปฏิบัติงานจริง ซึ่งจะช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดความผิดพลาดหรือความล้มเหลวได้นอกจากนี้ยังช่วยให้ประหยัดค่าใช้จ่ายและเวลาได้อีกด้วย (Maria, 1997)

บริษัท Pk. Ps Rubber& Tooling ตั้งอยู่เลขที่ 21 หมู่ 5 ตำบลบางระกำ อำเภอนครหลวง จังหวัดพระนครศรีอยุธยา เป็นบริษัทผลิตชิ้นส่วนยางชนิดต่างๆ ซึ่งเป็นส่วนประกอบของอะไหล่รถยนต์ เครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ เช่น เครื่องซักผ้า เครื่องปั่น เป็นต้น เนื่องจากบริษัทยังไม่มีแผนควบคุมคุณภาพและมีปัญหาเรื่องเวลาการรอคอยชิ้นส่วนยางในขั้นตอนการตกแต่งชิ้นส่วนยาง เนื่องจากขั้นตอนนี้มีพนักงานเพียงสองคน แต่ชิ้นส่วนยางที่รอการตกแต่งนั้นมีจำนวนมาก ทางคณะผู้จัดทำปัญหาพิเศษจึงเล็งเห็นความสำคัญ โดยนำทฤษฎีทางสถิติมาช่วยในการวิเคราะห์เพื่อแก้ไขปัญหาใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การควบคุมคุณภาพของการผลิตชิ้นส่วนยางและใช้การจำลองสถานการณ์เข้ามาช่วยเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตให้มีความน่าเชื่อถือและความไว้วางใจมากยิ่งขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. ออกแบบแผนภูมิควบคุมคุณภาพที่เหมาะสมของกระบวนการผลิตชิ้นส่วนยางทั้ง 3 ชนิด
2. วิเคราะห์ปัญหาที่สำคัญด้านคุณภาพของกระบวนการผลิตและหาสาเหตุของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิต
3. เสนอแนะแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตในขั้นตอนการตกแต่งชิ้นส่วนยาง

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

ในการศึกษาการควบคุมคุณภาพและการจำลองสถานการ์นี้ ได้ทำการออกแบบแผนภูมิควบคุมคุณภาพที่เหมาะสมในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนยาง และสร้างแบบจำลองสถานการณ์ของขั้นตอนการตกแต่งชิ้นส่วนยาง ของบริษัท Pk. Ps Rubber & Tooling ซึ่งตั้งอยู่เลขที่ 21 หมู่ 5 ตำบลบางระกำ อำเภอนครหลวง จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

โดยทางคณะผู้จัดทำได้เลือกศึกษากระบวนการผลิตของชิ้นส่วนยางที่มีจำนวนการผลิตมากที่สุด 3 ชนิด คือ Rubber Mount, Hose Drain I และ Rubber Grommet New และทำการเก็บข้อมูลจำนวนของเสีย จำนวนลักษณะรอยตำหนิ และสาเหตุของเสียในกระบวนการผลิต รวมไปถึงเวลาการตกแต่งชิ้นส่วนยางทั้ง 5 ชนิด คือ Rubber Mount, Hose Drain I, Rubber Grommet New, Rubber Reactor และ Solf Case โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นเวลา 3 เดือน ตั้งแต่วันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ.2559 ถึง 28 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2560

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

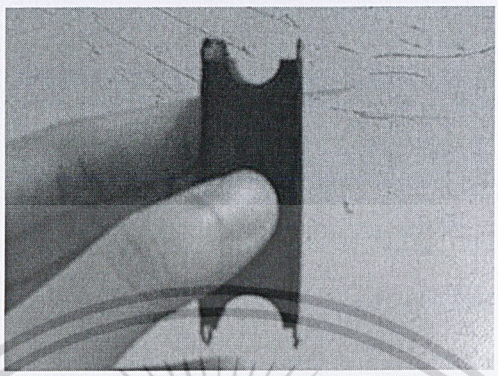
1. สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการควบคุมคุณภาพสำหรับกระบวนการผลิตชิ้นส่วนยาง
2. ทำให้ทราบปัญหาและสาเหตุของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนยาง
3. สามารถนำเสนอเป็นแนวทางให้แก่บริษัทฯ ไปใช้ปรับปรุงกระบวนการผลิตให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 นิยามศัพท์

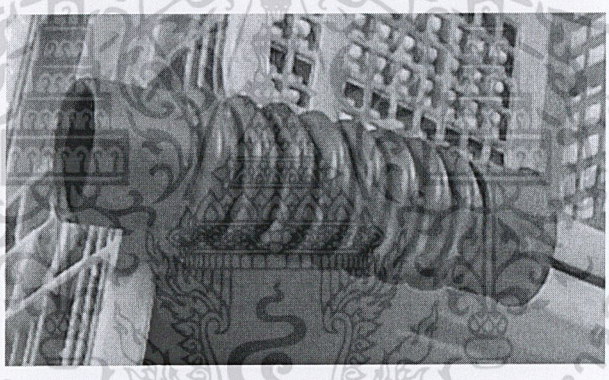
เนื้อหาในปัญหาพิเศษนี้มีการใช้คำศัพท์เฉพาะ ซึ่งมีนิยามคำศัพท์ดังนี้

Rubber Mount หมายถึง ชิ้นส่วนยางชนิดหนึ่ง มีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าและด้านข้างทั้งสองด้านมีลักษณะเว้า แสดงดังรูปที่ 1.1



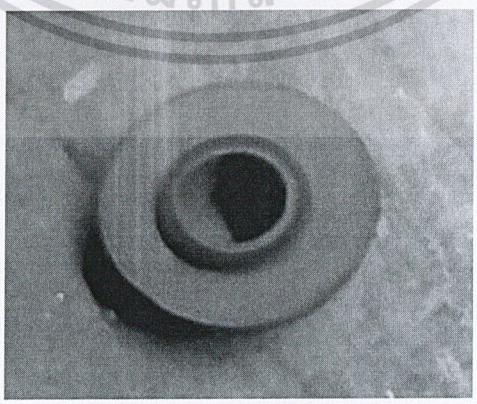
รูปที่ 1.1 ตัวอย่างชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Mount

Hose Drain I หมายถึง ชิ้นส่วนยางชนิดหนึ่ง มีลักษณะเป็นท่อเกลียวและกลวง แสดงดังรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2 ตัวอย่างชิ้นส่วนยางชนิด Hose Drain I

Rubber Grommet New หมายถึง ชิ้นส่วนยางชนิดหนึ่ง มีลักษณะเป็นจุกยางทรงกลม แสดงดังรูปที่ 1.3



รูปที่ 1.3 ตัวอย่างชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Grommet New

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้ผู้ทำวิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่เกี่ยวกับการควบคุมภาพเชิงสถิติ (Statistical Quality Control) และการจำลองสถานการณ์ (Simulation) โดยได้นำเสนอผลการศึกษาดังหัวข้อที่จะกล่าวต่อไป

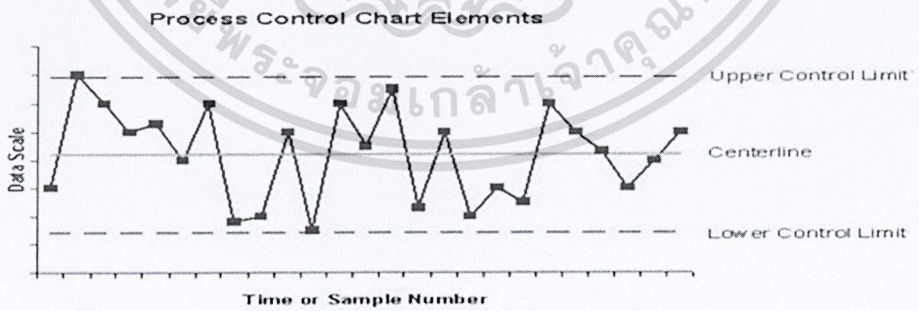
2.1 การควบคุมคุณภาพ

2.1.1 แผนภูมิควบคุมคุณภาพ

แผนภูมิควบคุมคุณภาพ (Control Chart) หมายถึง แผนภูมิที่ใช้เพื่อตรวจสอบค่าของตัวแปรที่ต้องการควบคุมคุณภาพว่าเกิดความแปรผันเกินจากขอบเขตที่กำหนดไว้หรือไม่ ซึ่งหากพบว่าเกินจากขอบเขตที่กำหนดไว้ ผู้วิเคราะห์จะต้องหาสาเหตุของความแปรผันในกระบวนการผลิตและดำเนินการแก้ไขก่อนที่จะเกิดความเสียหายกับผลิตภัณฑ์หรือส่งผลิตภัณฑ์ไม่ได้คุณภาพไปถึงผู้บริโภค

องค์ประกอบของแผนภูมิควบคุมคุณภาพแบ่งออกเป็น 6 ส่วน คือ

1. แกนนอน (Horizontal axis) จะเป็นลำดับของกลุ่มย่อย (Subgroup number) หรือเวลาที่เก็บข้อมูล ประกอบด้วยจำนวนค่าสังเกต กลุ่มย่อยเหล่านี้จะเรียงกันเป็นลำดับ โดยที่กลุ่มย่อยที่ 1 จะถูกตรวจสอบเป็นลำดับที่ 1 และกลุ่มย่อยสุดท้ายจะถูกตรวจสอบเป็นลำดับสุดท้าย
2. แกนตั้ง (Vertical axis) จะเป็นค่าสถิติ (Statistics) หรือตัวแปร (Variable)
3. จุดทึบ (Solid circle) เป็นค่าเฉลี่ยในกลุ่มย่อย
4. เส้นกลาง (Central Line : CL) เป็นมาตรฐานหรือเป้าหมายของคุณภาพสินค้าที่ผลิต
5. ขีดจำกัดควบคุมบน (Upper Control Limit : UCL) เป็นขอบเขตเพื่อจำแนกว่าสินค้าที่มีคุณภาพสูงกว่าค่านี้จะไม่ยอมรับ
6. ขีดจำกัดควบคุมล่าง (Lower Control Limit : LCL) เป็นขอบเขตเพื่อจำแนกว่าสินค้าที่มีคุณภาพต่ำกว่าค่านี้จะไม่ยอมรับ



รูปที่ 2.1 องค์ประกอบของแผนภูมิควบคุม
ที่มา : https://qcclass.wordpress.com/2007/03/01/แผนภูมิควบคุม-control-chart

จากรูปที่ 2.1 ขีดจำกัดควบคุมด้านบนและล่าง แสดงถึงขอบเขตของความแปรผันที่อยู่ในระดับคุณภาพมาตรฐานที่ผู้ผลิตยอมรับได้ ซึ่งอยู่ในช่วง $\pm 3\sigma$ เท่านั้น ดังนั้นหากค่าสังเกตที่วัดได้กระจายอยู่ภายในขอบเขตดังกล่าว ก็แสดงว่ากระบวนการผลิตยัง “อยู่ภายใต้การควบคุม (In

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Control)" สินค้าที่ผลิตได้มีคุณภาพตรงตามมาตรฐาน ในทางกลับกันหากความแปรผันมีมากเกินไป ค่าสังเกตที่วัดได้อยู่นอกเส้นขีดจำกัดทั้ง 2 ก็แสดงว่า กระบวนการผลิตนี้ "อยู่เหนือการควบคุม (Out of Control)" หรือสินค้าดังกล่าวไม่ได้คุณภาพตามมาตรฐานการผลิต

2.1.2 ประเภทของการแปรผัน

การแปรผันแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. การแปรผันในแต่ละชิ้นงาน (Within-piece variation) การแปรผันชนิดนี้อธิบายโดยความหยาบของพื้นผิวของชิ้นงานชิ้นหนึ่ง ซึ่งในส่วนหนึ่งของพื้นผิวจะหยาบกว่าอีกส่วนหนึ่ง เช่น ความกว้างของส่วนปลายของรูกุญแจด้านหนึ่งจะแปรผันจากส่วนปลายของรูกุญแจอีกด้านหนึ

2. การแปรผันระหว่างชิ้นงาน (Piece-to-piece variation) ในการผลิตครั้ง/รุ่นเดียวกัน การแปรผันชนิดนี้เกิดขึ้นระหว่างชิ้นงานที่ผลิต ณ เวลาเดียวกัน เช่น ความเข้มของแสงของหลอดไฟที่ผลิตติดต่อกัน 4 หลอด จากเครื่องจักรเครื่องหนึ่งจะแตกต่างกัน

3. การแปรผันในการผลิตแต่ละครั้ง /รุ่น (Time to time variation) การแปรผันชนิดนี้อธิบายโดยความแตกต่างในสินค้าที่ผลิต ณ เวลาต่างกันของวัน เช่น การผลิตสินค้าชนิดหนึ่งในช่วงเช้าจะแตกต่างจากในช่วงเย็น

2.1.3 แหล่งของการแปรผัน

แหล่งกำเนิดการแปรผันที่แท้จริง (True variation) แบ่งออกเป็น 4 แหล่ง คือ

1. เครื่องมือหรือเครื่องจักร (Machine/Equipment) เนื่องมาจากอายุการใช้งานของเครื่องจักร

2. วัตถุดิบ (Raw material) ถ้าวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตไม่ได้คุณภาพ ผลิตภัณฑ์ที่ได้ในขั้นสุดท้ายจะไม่ได้คุณภาพด้วย

3. คนงานหรือผู้ปฏิบัติงาน (Man/Operator) และอาจรวมไปถึงวิธีการ (Method) ด้วย กล่าวคือ ผู้ปฏิบัติงานดำเนินงานโดยใช้อารมณ์จะก่อให้เกิดการแปรผันได้ง่าย การมีลักษณะทุพพลภาพจะส่งผลต่อความสามารถด้านคุณภาพของผู้ปฏิบัติงานเป็นอย่างมาก การขาดความรู้ความเข้าใจของผู้ปฏิบัติงานในการแปรผันของวัสดุและอุปกรณ์อันเนื่องมาจากการขาดการฝึกฝนอาจจะนำไปสู่การปรับตั้งเครื่องจักรบ่อยครั้ง และหากมีการใช้อุปกรณ์ที่มีลักษณะอัตโนมัติมากขึ้นอาจทำให้อิทธิพลเกี่ยวกับการแปรผันของผู้ปฏิบัติงานลดน้อยลงได้

4. สภาพแวดล้อม (Environment) ได้แก่ อุณหภูมิ แสง รังสี ขนาดอนุภาค ความดันและความชื้น จะช่วยส่งเสริมให้เกิดการแปรผันในสินค้า

แหล่งกำเนิดการแปรผันไม่แท้จริง อาจเกิดจากการรายงานผลไม่ถูกต้อง การวัดไม่ถูกต้อง หรือเครื่องมือที่ใช้วัดไม่ถูกต้อง โดยทั่วไปการแปรผันไม่แท้จริงนี้ควรจะเป็น 1 ใน 10 ของการแปรผันที่แท้จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4 สาเหตุของการเกิดการแปรผัน

สาเหตุของการแปรผันแบ่งออกเป็น 2 สาเหตุ คือ

1. การแปรผันแบบสุ่ม (Random cause หรือ Common cause) เป็นความแปรผันที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติหรือเกิดขึ้นโดยบังเอิญ ซึ่งไม่สามารถควบคุมและกำจัดให้หมดไปได้ เช่น การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ ความชื้นหรือปริมาณฝุ่นละอองในอากาศ เป็นต้น

2. การแปรผันที่ทราบสาเหตุ (Assignable cause หรือ Special cause) เป็นความแปรผันที่เกิดขึ้นจากความผิดปกติ ความผิดพลาดหรือการชำรุดของปัจจัยการผลิตต่างๆ ซึ่งส่งผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ตัวอย่างเช่น เครื่องจักรเสื่อมคุณภาพ ความผิดพลาดในขั้นตอนการผลิตหรือความผิดพลาดของเครื่องมือที่ใช้วัดคุณภาพของสินค้า เป็นต้น อย่างไรก็ตาม ความแปรผันประเภทนี้สามารถควบคุมหรือกำจัดให้หมดไปได้

การควบคุมคุณภาพจึงเป็นความพยายามลดความแปรผันทั้ง 2 ประเภทในกระบวนการผลิตให้มากที่สุดหรือให้เบี่ยงเบนไปจากค่ามาตรฐานหรือค่าปกติที่ควรจะเป็นน้อยที่สุด ด้วยการวัดมาตรฐาน การวิเคราะห์ ควบคุมและเฝ้าติดตามการผลิต ซึ่งต้องอาศัยวิธีการทางสถิติมาประยุกต์ใช้เพื่อให้สามารถตรวจสอบคุณภาพการผลิตได้ง่ายและมีประสิทธิภาพมากขึ้น

2.1.5 สภาวะของการผลิตในทางสถิติ

การผลิตในทางสถิติแบ่งออกเป็น 2 สภาวะ คือ

1. สภาวะภายในการควบคุม (Under statistical control) มีเพียงการแปรผันแบบสุ่มเกิดขึ้นเท่านั้น

2. สภาวะภายนอกการควบคุม (Out of statistical control) นอกจากการแปรผันแบบสุ่มเกิดขึ้นแล้ว ยังมีการแปรผันที่ทราบสาเหตุเกิดขึ้นด้วย ทำให้ความแปรปรวนที่ค่ามากเกินขอบเขตที่จะรับได้

2.1.6 ประเภทของแผนภูมิควบคุม

แผนภูมิควบคุมแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. แผนภูมิควบคุมสำหรับตัวแปร (Control chart for variable) ประกอบด้วยแผนภูมิดังต่อไปนี้

1.1 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง ($\overline{X}$ control chart)

1.2 แผนภูมิควบคุมค่าพิสัยของตัวอย่าง (R control chart)

1.3 แผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่าง (S control chart)

2. แผนภูมิควบคุมสำหรับลักษณะ (Control chart for attribute) ประกอบด้วยแผนภูมิดังต่อไปนี้

2.1 แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย (p control chart)

2.2 แผนภูมิควบคุมร้อยละของเสีย (PD control chart)

2.3 แผนภูมิควบคุมจำนวนของเสีย (np control chart)

2.4 แผนภูมิควบคุมรอยตำหนิ (c control chart)

2.5 แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยที่ตรวจสอบ (u control chart)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ ทางคณะผู้จัดทำจึงเลือกใช้แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย (p control chart) และแผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยที่ตรวจสอบ (u control chart) ในการวิเคราะห์ข้อมูล โดยรายละเอียดแสดงดังหัวข้อที่ 2.18 - 2.19

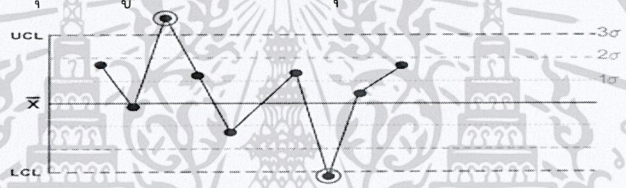
โดยวัตถุประสงค์ของแผนภูมิควบคุม มีดังนี้

1. เพื่อคำนวณหาระดับเฉลี่ยของคุณภาพสินค้าที่ผลิตแล้วมีของดีของเสียเท่าใด
2. เพื่อใช้กำหนดระดับของคุณภาพสินค้าที่ผลิต
3. เพื่อปรับปรุงคุณภาพสินค้า ช่วยให้คนงานรู้ถึงระดับคุณภาพสินค้าที่ผลิต
4. เพื่อประเมินความสามารถในการผลิตสินค้าที่มีคุณภาพของคนงานและฝ่ายบริหาร
5. เพื่อตัดสินใจเกี่ยวกับสินค้าที่ผลิตว่าจะส่งสินค้าให้แก่ลูกค้าหรือไม่

2.1.7 การตีความแผนภูมิควบคุม

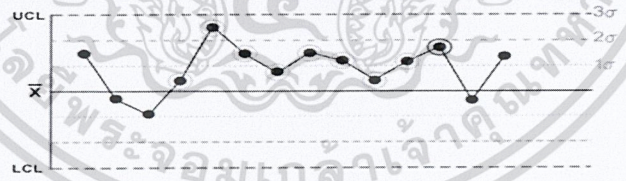
การพิจารณาว่ากระบวนการผลิตใดไม่ได้อยู่ในการควบคุมสำหรับแผนภูมิควบคุมสำหรับลักษณะ (Control chart for attribute) นั้น จะพิจารณาจากการกระจายของจุดพิกัดที่มีลักษณะตรงตามกราฟรูปใดรูปหนึ่งใน 4 รูปแบบต่อไปนี้

1. มีจุดพิกัด 1 จุด ตกอยู่นอกขอบเขตควบคุมซึ่งในที่นี้กำหนดที่ 3σ ของเส้นกึ่งกลาง



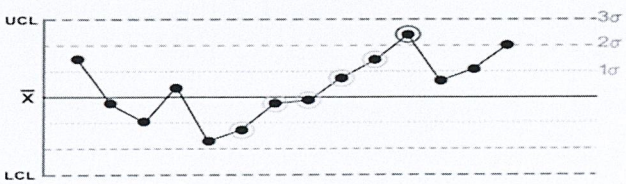
รูปที่ 2.2 ตัวอย่างลักษณะของจุดพิกัดจุด 1 จุด ตกอยู่นอกขอบเขตควบคุมของเส้นกึ่งกลาง
ที่มา : https://en.wikipedia.org/wiki/Nelson_rules

2. มีจุดพิกัดอย่างน้อย 7 จุด ติดต่อกันอยู่ด้านใดด้านหนึ่งของเส้นกึ่งกลาง



รูปที่ 2.3 ตัวอย่างลักษณะของจุดพิกัดอย่างน้อย 7 จุด ติดต่อกันอยู่ด้านใดด้านหนึ่งของเส้นกึ่งกลาง
ที่มา : https://en.wikipedia.org/wiki/Nelson_rules

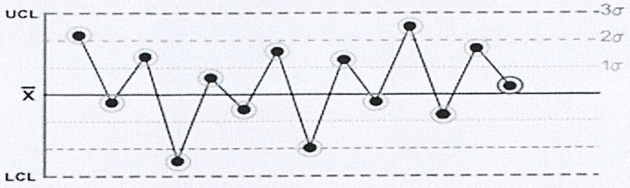
3. มีจุดพิกัด 6 จุด ติดต่อกันค่อยๆ เพิ่มขึ้นหรือค่อยๆ ลดลง (เกิดแนวโน้ม)



รูปที่ 2.4 ตัวอย่างลักษณะของจุดพิกัด 6 จุด ติดต่อกันค่อยๆ เพิ่มขึ้นหรือค่อยๆ ลดลง
ที่มา : https://en.wikipedia.org/wiki/Nelson_rules

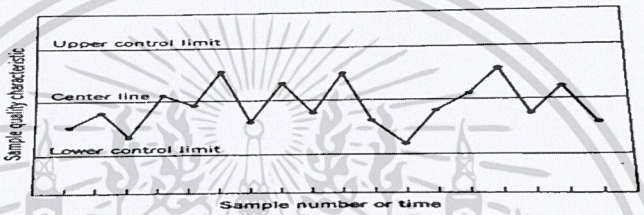
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ลบเครื่องหมายการค้า และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของลิขสิทธิ์ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. มีจุดพิกัดอย่างน้อย 14 จุด สลับขึ้นและลงอย่างต่อเนื่องซ้ำกัน (เกิดวัฏจักร)



รูปที่ 2.5 ตัวอย่างลักษณะของจุดพิกัดอย่างน้อย 14 จุด สลับขึ้นและลงอย่างต่อเนื่องซ้ำกัน
ที่มา : https://en.wikipedia.org/wiki/Nelson_rules

แผนภูมิควบคุมคุณภาพที่ดีจะมีการกระจายจุดพิกัดบนเส้นค่าเฉลี่ยอย่างสุ่ม กล่าวคือ เป็นการกระจายค่าเฉลี่ยที่สมดุลกันทั้ง 2 ด้าน และมีพิกัดจุดโดยภาพรวมอยู่ใกล้เส้นกลาง (Central Line) มากที่สุด



รูปที่ 2.6 ตัวอย่างแผนภูมิควบคุมคุณภาพที่ดี
ที่มา : การควบคุมคุณภาพเชิงสถิติและวิศวกรรม, 2554

2.1.8 แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย (p Control Chart)

ในการศึกษาการควบคุมคุณภาพครั้งนี้เลือกใช้แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย เพื่อรายงานสัดส่วนของเสียหรือเปอร์เซ็นต์ของเสียในสินค้าชนิดหนึ่ง สัดส่วนของเสีย คือสัดส่วนของจำนวนของเสียในตัวอย่างหรือกลุ่มย่อยต่อจำนวนในตัวอย่างหรือกลุ่มย่อยทั้งหมด โดยเมื่อกำหนดให้ p เป็นสัญลักษณ์แทนสัดส่วนของเสีย ซึ่งมีความสัมพันธ์ดังนี้

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

โดยที่ x หมายถึง จำนวนของเสียจากตัวอย่าง
n หมายถึง ขนาดของตัวอย่าง

การสร้างแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย (p Control Chart) กรณีขนาดกลุ่มย่อยไม่เท่ากัน

ในกรณีที่แต่ละตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน จะคำนวณค่าเฉลี่ย p ได้ดังสมการที่ (2.2)

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

โดยที่ n_i หมายถึง ขนาดตัวอย่างที่ i
x_i หมายถึง จำนวนของเสียจากตัวอย่างที่ i

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถสร้างแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียได้จากสมการที่ (2.3) - (2.5)

เส้นกลาง (CL)

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

ขีดจำกัดควบคุมบน (UCL)

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

ขีดจำกัดควบคุมล่าง (LCL)

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

การหาค่าสัดส่วนของเสียมาตรฐานที่จะใช้สร้างแผนภูมิควบคุมคุณภาพในเดือนถัดไปจะต้องมีการปรับค่า p ใหม่ ด้วยการตัดสัดส่วนของเสียที่ทราบสาเหตุในวันที่ตกนอกขอบเขตควบคุมบนออกจากการพิจารณา สามารถหาการปรับปรุงเส้นกลางและขีดจำกัดควบคุมได้ ดังสมการที่ (2.6) - (2.8)

เส้นกลาง (CL)

$$\overline{p}_{new} = \frac{\sum_{i=1}^{k} x_i - \sum_{i=1}^{k} x_d}{\sum_{i=1}^{k} n_i - \sum_{i=1}^{k} n_d} \tag{2.6}$$

ขีดจำกัดควบคุมบน (UCL)

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

ขีดจำกัดควบคุมล่าง (LCL)

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

โดยที่ $\sum_{i=1}^{k} x_d$ คือ จำนวนของเสียในกลุ่มย่อยที่ถูกตัดออก

$\sum_{i=1}^{k} n_d$ คือ จำนวนหน่วยที่ตรวจสอบในกลุ่มย่อยที่ถูกตัดออก

การสร้างแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย (p Control Chart) กรณีขนาดกลุ่มย่อยเท่ากัน

ในกรณีที่แต่ละตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน จะคำนวณค่าเฉลี่ย p ได้ดังสมการที่ (2.9)

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

โดยที่ n หมายถึง ขนาดของตัวอย่าง

k หมายถึง จำนวนตัวอย่าง

x_i หมายถึง จำนวนของเสียจากตัวอย่างที่ i

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถสร้างแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียได้จากสมการที่ (2.10) - (2.12)

เส้นกลาง (CL)

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

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 p ใหม่ ด้วยการตัดสัดส่วนของเสียที่ทราบสาเหตุในวันที่ตกนอกขอบเขตควบคุมบนออกจากการพิจารณา สามารถหาการปรับปรุงเส้นกลางและขีดจำกัดควบคุมได้ ดังสมการที่ (2.13) - (2.15)

เส้นกลาง (CL)

$$\bar{p}_{new} = \frac{\sum_{i=1}^{k} x_i - \sum_{i=1}^{k} x_d}{\sum_{i=1}^{k} n_i - \sum_{i=1}^{k} n_d} \tag{2.13}$$

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 $\sum_{i=1}^{k} x_d$ คือ จำนวนของเสียในกลุ่มย่อยที่ถูกตัดออก

$\sum_{i=1}^{k} n_d$ 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) (อดิศักดิ์ พงษ์พูลผลศักดิ์, 2535)

โดยทั่วไป สัดส่วนของเสีย p มีค่า 0.10 หรือน้อยกว่า 0.10 ยกเว้นในสถานการณ์ไม่ปกติ p จะมีค่ามากกว่า 0.10 แสดงว่าองค์กรนั้นอยู่ในสภาวะขั้นรุนแรง เนื่องจากสัดส่วนของเสียมีค่าน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาก ขนาดกลุ่มย่อยต้องมีขนาดใหญ่เพียงพอที่จะทำให้ได้แผนภูมิควบคุมที่มีความหมาย (สายชล สินสมบูรณ์ทอง, 2554)

แผนภูมิควบคุม p เป็นแผนภูมิควบคุมที่มีประโยชน์มาก สามารถใช้ควบคุมลักษณะคุณภาพสินค้าหลายอย่างพร้อมกัน แผนภูมิควบคุม p ใช้วัดคุณภาพที่ผลิตโดยแผนกหนึ่ง หนึ่งกะทำงาน หรือโดยพนักงานในโรงงานทั้งหมด นอกจากนี้แผนภูมิควบคุม p สามารถใช้วัดความสามารถของผู้ปฏิบัติงานหรือกลุ่มของผู้ปฏิบัติงานหรือการประเมินความสามารถในการผลิต ขนาดกลุ่มย่อยของแผนภูมิควบคุม p อาจจะเท่ากันหรือไม่เท่ากันก็ได้

การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ของเสีย เราต้องการดูเพียงสัดส่วนของผลิตภัณฑ์เสียต่อผลิตภัณฑ์ทั้งหมด ถ้ายิ่งมีสัดส่วนของเสียน้อยแสดงว่ามีของเสียน้อย ผู้ซื้อก็ควรยอมรับ แต่ถ้าสัดส่วนของเสียสูงแสดงว่าจำนวนของเสียมีมาก เมื่อของเสียมีมาก ผู้ผลิตก็จำเป็นต้องปรับปรุงกระบวนการผลิตให้ดีขึ้น ดังนั้นขอบเขตควบคุมล่าง (Lower Control Limit) ไม่จำเป็นต้องคำนวณหาก็ได้เพราะเราจะปฏิเสธผลิตภัณฑ์ก็ต่อเมื่อสัดส่วนของเสียสูงกว่าขอบเขตควบคุมบน (Upper Control Limit) ฉะนั้น แผนภูมิควบคุมคุณภาพสัดส่วนของเสีย (p control chart) จะมีแต่ขอบเขตควบคุมบน (Upper Control Limit) อย่างเดียวก็ได้ (อดิศักดิ์ พงษ์พูลผลศักดิ์, 2535)

ในการศึกษาครั้งนี้นอกจากใช้แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียแล้วยังใช้แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยที่ตรวจสอบอีกด้วย

2.1.9 แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยที่ตรวจสอบ (u Control Chart)

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

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

โดยที่ c_i แทน จำนวนรอยตำหนิในกลุ่มย่อยที่ i

n_i แทน จำนวนหน่วยที่ตรวจสอบในกลุ่มย่อยที่ i

u_i แทน จำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยที่ตรวจสอบในกลุ่มย่อยที่ i

$\bar{u}$ แทน จำนวนรอยตำหนิเฉลี่ยต่อหน่วยที่ตรวจสอบในกลุ่มย่อยทั้งหมด

สามารถสร้างแผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยได้จากสมการที่ (2.17) - (2.19)

เส้นกลาง (CL)

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขีดจำกัดควบคุมบน (UCL)

$$UCL_u = \bar{u} + 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n_i}} \quad (2.18)$$

ขีดจำกัดควบคุมล่าง (LCL)

$$LCL_u = \bar{u} - 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n_i}} \quad (2.19)$$

การหาจำนวนรอยตำหนิเฉลี่ยต่อหน่วยที่ตรวจสอบที่จะใช้สร้างแผนภูมิควบคุมคุณภาพในเดือนถัดไปจะต้องมีการปรับค่า $\bar{u}$ ใหม่ ด้วยการตัดจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยที่ตรวจสอบที่ทราบสาเหตุในวันที่ตกนอกขอบเขตควบคุมบนออกจากการพิจารณา สามารถหาการปรับปรุงเส้นกลางและขีดจำกัดควบคุมได้จากสมการ

เส้นกลาง (CL)

$$\bar{u}_{new} = \frac{\sum_{i=1}^{k} c_i - \sum_{i=1}^{k} c_d}{\sum_{i=1}^{k} n_i - \sum_{i=1}^{k} n_d} \quad (2.20)$$

ขีดจำกัดควบคุมบน (UCL)

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

ขีดจำกัดควบคุมล่าง (LCL)

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

โดยที่ $\sum_{i=1}^{k} x_d$ คือ จำนวนของเสียในกลุ่มย่อยที่ถูกตัดออก

$\sum_{i=1}^{k} n_d$ คือ จำนวนหน่วยที่ตรวจสอบในกลุ่มย่อยที่ถูกตัดออก

2.1.10 เครื่องมือควบคุมคุณภาพเชิงสถิติ

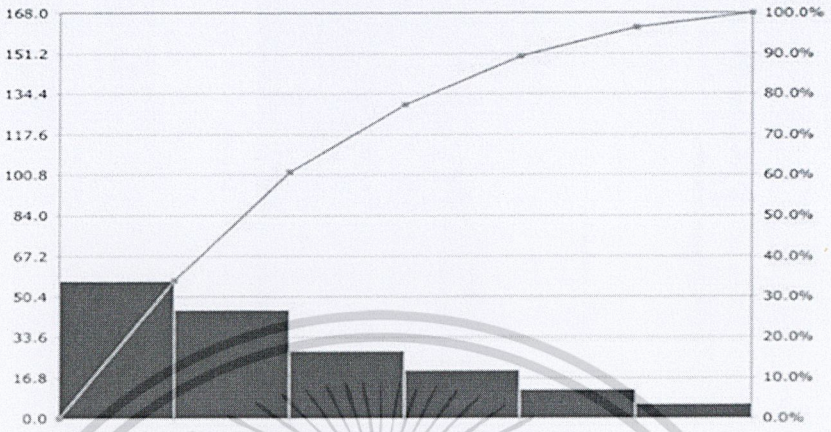
การควบคุมคุณภาพจำเป็นต้องอาศัยวิธีการทางสถิติเป็นเครื่องมือ โดยในการศึกษาครั้งนี้เลือกใช้เครื่องมือดังต่อไปนี้

1. ใบตรวจสอบ (Check sheet) เป็นกระดาษที่อยู่ในรูปตารางสำหรับใช้กรอกรายละเอียด ข้อมูล เพื่อให้ทราบถึงสภาพของข้อมูลในทุกแง่ทุกมุม อาจนับได้ว่าใบตรวจสอบนั้นเป็นจุดเริ่มต้นของการควบคุมคุณภาพ ลักษณะของใบตรวจสอบจะต้องง่ายต่อการจดบันทึกข้อมูล ง่ายต่อการจำแนกข้อมูลและวิเคราะห์ผล ไม่สับสนยุ่งยาก สะดวกสำหรับพนักงาน สามารถปฏิบัติงานได้ง่าย ใบตรวจสอบควรมีหัวข้อ บอกวันที่ ผลัด เวลา รุ่นที่ผลิต หน่วยงาน คุณสมบัติที่ตรวจสอบ หมายเลขที่ตรวจสอบ ตำแหน่งที่ตรวจสอบ ชื่อผู้ตรวจสอบ เป็นต้น

2. แผนผังพาเรโต (Pareto diagram) เป็นแผนผังแสดงว่า มูลเหตุใดเป็นมูลเหตุที่สำคัญที่สุด วิธีการเขียนแผนผังพาเรโตเริ่มจากการใช้ใบตรวจสอบเก็บข้อมูลก่อน แล้วจำแนกแจกแจงข้อมูลเป็นหมวดหมู่ตามสาเหตุต่างๆ หลังจากนั้นจะจัดอันดับ โดยนำสาเหตุที่มีความถี่สูงที่สุดไปแสดงไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซ้ายมือสุดในแผนผังและสาเหตุรองลงมาก็แสดงไว้ชิดมาทางขวามือ แผนภูมิพาเรโตช่วยให้ผู้วิเคราะห์ตัดสินใจเลือกปัญหาที่จะแก้ไขได้ โดยพิจารณาเลือกปัญหาที่มีความถี่สูงสุดเป็นอันดับแรก ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 ตัวอย่างแผนผังพาเรโต
ที่มา : http://en.wikipedia.org/wiki/Pareto_chart

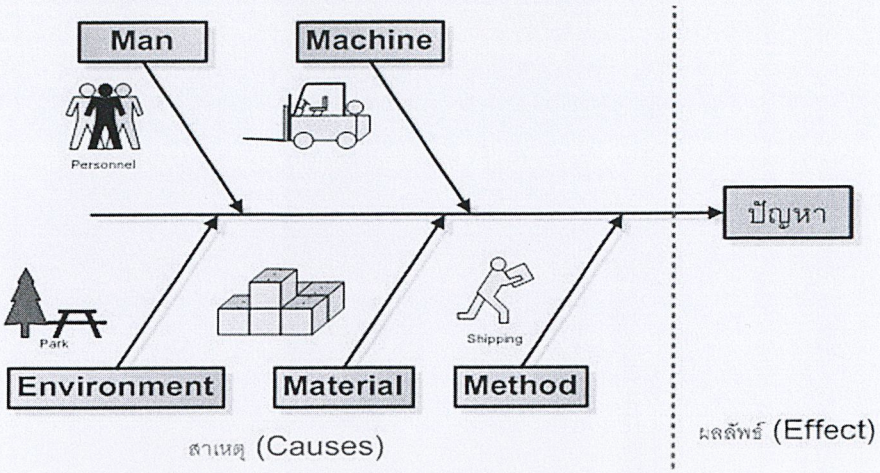
หลักเกณฑ์การเขียนแผนผังพาเรโต

1. จำแนกลักษณะและประเภทสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น
2. เก็บรวบรวมข้อมูล นับจำนวนลักษณะหรือประเภทของปัญหาที่เกิดขึ้น แล้วคำนวณร้อยละของลักษณะหรือประเภทของปัญหา
3. เรียงข้อมูลที่นับจำนวนได้จากมากไปน้อย และจัดทำร้อยละสะสม
4. เขียนแผนผังจากร้อยละสะสม โดยให้แกนนอนเป็นลักษณะหรือประเภทของปัญหา แล้วเขียนกราฟ โดยเรียงลักษณะหรือประเภทของปัญหาที่พบบ่อยจากมากไปน้อย พร้อมทั้งกำหนดจุดและลากเส้นร้อยละสะสมของลักษณะหรือประเภทของปัญหา

3. แผนผังเหตุและผลหรือแผนผังก้างปลา (Cause and effect diagram or Fish bone diagram) เป็นแผนผังที่ใช้ต่อจากแผนผังพาเรโต กล่าวคือ หลังจากตัดสินใจที่จะเลือกแก้ปัญหาใดจากการทำแผนผังพาเรโตแล้ว ขั้นต่อไปเป็นการระดมความคิดเพื่อแก้ไขปัญหาที่เลือกขึ้นมาจากแผนผังพาเรโต โดยทางขวามือของแกนนอนหรือหัวปลาจะแสดงผลกระทบหรือปัญหาที่เกิดขึ้น ส่วนสาเหตุหลักของปัญหาก็จะแสดงอยู่บนแกนนอนที่มีลักษณะเหมือนก้างปลา โดยมีสาเหตุย่อยแตกแขนงออกจากสาเหตุหลักต่อไป แผนผังเหตุและผลสามารถช่วยให้มองเห็นสาเหตุที่แท้จริงและแก้ปัญหาได้ถูกต้องตรงจุดมากขึ้น

แผนผังเหตุและผล สามารถแบ่งแยกออกเป็นสาเหตุหลักๆ คือ วิธีการทำงาน วัสดุอุปกรณ์ เครื่องจักร คน และสิ่งแวดล้อม แต่ละสาเหตุหลักยังแบ่งแยกออกเป็นสาเหตุรองจำนวนมาก เช่น ภายใต้วิธีการทำงาน เราอาจจะมีการฝึกฝนความรู้ ความสามารถ คุณลักษณะ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 ตัวอย่างแผนผังเหตุและผล หรือแผนผังก้างปลา
ที่มา : http://www.prachasan.com/mindmapknowledge/fishbonemm.htm

หลักเกณฑ์การเขียนแผนผังเหตุและผล

1. กำหนดปัญหาที่ต้องการแก้ไขจากแผนผังพาเรโต โดยปัญหาที่กำหนดจะอยู่ทางขวามือสุดของแผนผังก้างปลา แล้วลากเส้นตรงไปทางซ้ายมือตามแนวนอน

2. เขียนต้นเหตุใหญ่ของปัญหา ซึ่งโดยทั่วไปจะประกอบด้วย คน เครื่องจักร สภาพแวดล้อม วิธีการทำงาน และวัตถุดิบ โดยแตกแยกแขนงออกจากเส้นตามแนวนอน ซึ่งการเขียนต้นเหตุใหญ่ของปัญหาจะเขียนต้นเหตุที่สำคัญมากสุดไว้ขวามือติดกับปัญหา และเขียนต้นเหตุที่สำคัญรองลงมา เรียงไปตามลำดับทางซ้ายมือ

3. จากต้นเหตุใหญ่ 5 ประการข้างต้น จะแตกแยกแขนงปัญหาทั้ง 5 ออกเป็นปัญหาย่อยๆ ซึ่งในขั้นตอนนี้จะเป็นการระดมความคิดต่อเนื่องจากการหาต้นเหตุใหญ่ ด้วยการสร้างคำถามขึ้นมาเพื่อหาสาเหตุย่อยและนำลงมาเขียนในแผนผังก้างปลาเพื่อเขียนเป็นแขนงย่อย

การหาสาเหตุรองทั้งหมดจำเป็นต้องระดมความคิดเห็นโดยคณะทำงาน การระดมความคิดเห็นเป็นวิธีการที่ทำให้เกิดแนวความคิดซึ่งเหมาะสมกับแผนผังเหตุและผล ใช้ความสามารถในการคิดเชิงสร้างสรรค์ของคณะทำงาน แนวทางการหาสาเหตุรองมีดังนี้

1. การมีส่วนร่วมของสมาชิกทุกคนในคณะทำงาน โดยให้สมาชิกแต่ละคนออกความคิดเห็น ถ้าสมาชิกคนหนึ่งไม่สามารถคิดสาเหตุรองได้ ให้ผ่านความคิดเห็นไปให้สมาชิกคนอื่นๆ ความคิดเห็นอื่นๆอาจจะเกิดขึ้นที่สมาชิกคนสุดท้ายก็ได้

2. จำนวนความคิดเห็นค่อนข้างจะมากกว่าคุณภาพของความคิดเห็น ความคิดเห็นของพนักงานคนหนึ่งอาจจะชักนำความคิดเห็นอื่นๆ ของพนักงานบางคน บ่อยครั้งความคิดเห็นเล็กๆ น้อยๆ อาจนำไปสู่แนวทางแก้ไขปัญหาที่ดีที่สุด

3. ในเบื้องต้นยังไม่มีการประเมินผลงานของความคิดเห็น ควรจะมีการแลกเปลี่ยนข้อมูลกัน ซึ่งพนักงานมีการจินตนาการอย่างเป็นอิสระกัน ทุกความคิดเห็นให้ใส่ไว้ในแผนผัง การประเมินความคิดเห็นเกิดขึ้น ณ เวลาในขั้นตอนสุดท้าย

4. วิสัยทัศน์ของแผนผังเป็นปัจจัยเบื้องต้นของการมีส่วนร่วม เพื่อให้มีช่องว่างสำหรับทุกสาเหตุรอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. สร้างบรรยากาศให้คุ้นเคยในการแก้ไขปัญหาและไม่สร้างความรำคาญในการประชุมให้กับพนักงานคนอื่น โดยเน้นการแก้ไขปัญหามากกว่าอภิปรายว่าเริ่มต้นอย่างไร หัวหน้าคณะทำงานควรถามคำถาม โดยใช้คำว่าทำไม อะไร ที่ไหน เมื่อไร ใคร และใช้วิธีการอย่างไร

6. ให้ความคิดเห็นต่างๆ มีการปล่อยทิ้งไว้ระยะหนึ่ง (อย่างน้อย 1 วัน) และมีการประชุมระดมความคิดเห็นอื่นๆ คัดลอกความคิดเห็นให้สมาชิกของคณะทำงานหลังจากการประชุมครั้งแรก ถ้าไม่มีความคิดเห็นเพิ่มเติม เป็นอันสิ้นสุดกิจกรรมระดมความคิดเห็น

แผนผังเหตุและผลจะสมบูรณ์ได้ก็ต่อเมื่อมีการประเมินเพื่อหาสาเหตุที่เป็นไปได้ โดยส่วนใหญ่กิจกรรมนี้บรรลุผลในการประชุมแบบแยกกันเป็นส่วนๆ วิธีการโดยพนักงานแต่ละคนออกความคิดเห็นเกี่ยวกับสาเหตุรอง สมาชิกของคณะทำงานอาจจะออกความคิดเห็นได้มากกว่า 1 สาเหตุ และไม่จำเป็นต้องลงคะแนนเสียงในสาเหตุที่พวกเขาออกความเห็นก็ได้ สาเหตุรองเหล่านี้ต้องได้รับการลงคะแนนเสียงเป็นส่วนใหญ่ หาสาเหตุที่เป็นไปได้โดยส่วนใหญ่ 4-5 สาเหตุ

แนวทางแก้ไขคือการพัฒนาเพื่อหาสาเหตุและปรับปรุงกระบวนการผลิต เกณฑ์การตัดสินแนวทางแก้ไขที่เป็นไปได้ ประกอบด้วย ราคา ความเหมาะสม ความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลง ผลที่เกิดขึ้น การฝึกฝน และอื่นๆ

แผนผังเหตุและผลมีการใช้ในการวิจัย การผลิต การตลาด การปฏิบัติงานในสำนักงาน และอื่นๆ สิ่งที่สำคัญที่สุดคือการให้พนักงานทุกคนมีส่วนร่วมและแจกจ่ายให้พนักงานทุกคนระดมความคิดเห็นในกระบวนการผลิต (สายชล สินสมบูรณ์ทอง, 2554)

2.1.11 การปรับปรุงด้านคุณภาพ

ขั้นตอนในการปรับปรุงกระบวนการผลิต แบ่งออกเป็น 4 ส่วน คิดเป็น 10 ขั้นตอน (สายชล สินสมบูรณ์ทอง, 2554)

1. การวางแผน (Plan) วางแผนงาน วิเคราะห์ปัญหาต่างๆ ว่าเกิดจากสาเหตุอะไร จะมีวิธีการแก้ไขปัญหาอย่างไร การวางแผนมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เลือกงานที่จะปรับปรุงเป็นอันดับแรก ในระยะแรกควรเป็นเรื่องง่ายๆ เพื่อฝึกฝนตัวเองให้มีความเข้าใจในหลักการและวิธีการของการปรับปรุงด้านคุณภาพ เช่น การรักษาความสะอาด เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 2 เก็บข้อมูลเพื่อดูสภาพเดิม ในการเก็บข้อมูลอาจจำเป็นต้องออกแบบฟอร์มเพื่อให้สะดวกในการเก็บข้อมูลแล้วพยายามแปลงข้อมูลออกมาในรูปของสถิติ เช่น กราฟเส้นตรง กราฟวงกลม เป็นต้น ส่วนระยะเวลาในการเก็บข้อมูลขึ้นอยู่กับความยุ่งยากของงานที่ต้องการจะปรับปรุง

ขั้นตอนที่ 3 ตั้งเป้าหมาย พิจารณาจากสภาพเดิมของงานแล้วตั้งเป้าหมายในการปรับปรุงงานพร้องกับกำหนดระยะเวลาดำเนินงาน

ขั้นตอนที่ 4 มองปัญหาให้ถูกจุด เพื่อให้การปรับปรุงงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพจำเป็นต้องรู้ว่าปัญหาหลักคืออะไร แล้วเข้าปรับปรุงจุดนั้นก่อนเป็นอันดับแรก โดยใช้แผนผังพาเรโต (Pareto diagram) เข้ามาช่วยในการค้นหาปัญหาหลัก

ขั้นตอนที่ 5 ระดมความคิดหาสาเหตุ นำปัญหาหลักที่ได้จากการวิเคราะห์ในขั้นตอนที่ 4 มาค้นหาสาเหตุว่าเกิดจากอะไรกันแน่ โดยใช้แผนผังเหตุและผลหรือแผนผังก้างปลา (Cause and effect diagram or Fish bone diagram) เข้ามาช่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 6 วางแผนแก้ไข นำสาเหตุต่างๆ ที่วิเคราะห์ได้จากขั้นตอนที่ 5 มาวางแผนแก้ไข โดยกำหนดวิธีแก้ไขผู้รับผิดชอบและระยะเวลาในการดำเนินการ

2. การปฏิบัติ (Do) หลังจากได้ดำเนินการวางแผนขั้นต่างๆ แล้ว ในขั้นตอนนี้เป็นการปฏิบัติตามแผน เพื่อให้บรรลุป้าหมายที่วางไว้อย่างมีประสิทธิภาพภายใต้สาเหตุของแต่ละสาเหตุ และวิธีการปรับปรุงแก้ไขที่เลือกมาปฏิบัติจากแผนภูมิต่างๆ

ขั้นตอนที่ 7 ดำเนินการแก้ไข ปัญหาใดที่สามารถแก้ไขได้เองก็ดำเนินการได้ทันที ส่วนปัญหาใดที่เกี่ยวข้องกับหน่วยงานอื่นๆ ก็ให้แจ้งผ่านผู้บังคับบัญชาเพื่อขอความร่วมมือในการดำเนินงาน

3. การติดตามผล (Check) ประเมินแนวทางแก้ไขปัญหา ถ้าแนวทางแก้ไขปัญหาดีก็ใช้ต่อไปเรื่อยๆ เราควรวางแผนว่าแต่ละขั้นตอนทำอย่างไร

ขั้นตอนที่ 8 เปรียบเทียบผลกับเป้าหมาย นำผลที่ได้จากการดำเนินการเปรียบเทียบกับเป้าหมาย ถ้าผลที่ได้เป็นที่พอใจคือใกล้เคียงกับเป้าหมายก็ให้จัดทำมาตรฐานไว้ ถ้าผลที่ได้ไม่เข้าสู่เป้าหมายก็ให้ดำเนินการแก้ไขปรับปรุงใหม่

4. การปรับปรุงแก้ไขและการจัดทำมาตรฐาน (Action) ถ้าได้ผลตามเป้าหมายหรือสูงกว่าเป้าหมาย ก็ให้นำผลการปฏิบัติ ต่างๆ มาจัดทำเป็นมาตรฐาน แต่ถ้าได้ผลต่ำกว่าเป้าหมาย ก็ปรับปรุงแก้ไขงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น แล้วจึงจัดทำเป็นมาตรฐาน จัดทำเป็นงานในการปฏิบัติเพื่อเสนอรายงานให้กลุ่มอื่นได้ทราบต่อไป

4.1 เมื่อผลที่ได้ใกล้เคียงกับเป้าหมาย

ขั้นตอนที่ 9 จัดทำมาตรฐานการทำงาน นำวิธีการแก้ไขที่ได้ผลจัดทำเป็นมาตรฐานการทำงานให้ทุกคนปฏิบัติตามโดยเคร่งครัด เพื่อป้องกันมิให้ปัญหาเช่นนี้เกิดขึ้นซ้ำอีกและเมื่อเวลาสับเปลี่ยนตำแหน่ง ผู้ที่ย้ายมาใหม่จะได้ปฏิบัติถูกต้องตามมาตรฐาน

4.2 เมื่อผลที่ได้ไม่เป็นไปตามเป้าหมาย

ขั้นตอนที่ 10 แก้ไขปรับปรุง เมื่อปรากฏว่าวิธีการที่นำมาแก้ไขไม่สามารถทำให้การปรับปรุงงานเป็นไปตามเป้าหมาย สามารถดำเนินการได้ 2 กรณีดังนี้

กรณีที่ 1 แก้ไขปรับปรุงแผนงานและวิธีการที่กำหนดไว้ขั้นต้นอีกเพียงเล็กน้อยแล้วดำเนินการแก้ไข

กรณีที่ 2 พิจารณาวางแผนใหม่หมด ตั้งแต่ขั้นตอนมองปัญหาให้ถูกจุดจนกระทั่งถึงขั้นตอนวางแผนแก้ไข แล้วดำเนินการแก้ไข

2.2 การจำลองสถานการณ์

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

การศึกษาเวลา มีประโยชน์สำหรับองค์กรต่างๆ ดังนี้ (รัชต์วรรณ กาญจนปัญญาคม, 2552)

1. เพื่อใช้หากำหนดการและการวางแผน
2. เพื่อใช้หาค่าใช้จ่ายมาตรฐานและช่วยประมาณงบใช้จ่าย
3. เพื่อใช้หาราคาของผลิตภัณฑ์ก่อนลงมือผลิต
4. เพื่อใช้หาประสิทธิภาพการทำงานของคนและเครื่องจักร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. เพื่อใช้เวลาเป็นข้อมูลในการสมดุลสายการผลิต
6. เพื่อหาเวลามาตรฐานที่ใช้เป็นตัวฐานในการจ่ายค่าตอบแทน
7. เพื่อหาเวลามาตรฐานสำหรับใช้ในการควบคุมค่าแรง

2.2.1 วิธีการศึกษาเวลา

การศึกษาเวลามี 6 วิธี (รัชต์วรรณ กาญจนปัญญาคม, 2552) ได้แก่

1. การคำนวณหาค่าเฉลี่ยอย่างง่าย (Simple Mathematical Computation)
2. การคาดคะเน (Professional Estimate)
3. การสุ่มตัวอย่างงาน (Direct Time Study – Extensive Sampling)
4. การใช้ระบบข้อมูลมาตรฐาน (Standard Time Data Systems)
5. ระบบตารางเวลาพื้นฐาน (Predetermined Motion Time Systems)
6. การศึกษาเวลาโดยตรง (Direct Time Study – Intensive Sampling)

ในการศึกษาครั้งนี้คณะผู้จัดทำ ได้เลือกวิธีการศึกษาเวลาโดยตรง ซึ่งการศึกษาเวลาโดยตรงเป็นเทคนิคการวัดงาน โดยอาศัยการสังเกตการณ์จากเหตุการณ์จริงอย่างต่อเนื่องและใช้นาฬิกาจับเวลาบันทึกเวลาไว้ เป็นวิธีการกำหนดเวลามาตรฐานที่ได้รับความนิยมมากที่สุด

2.2.2 การศึกษาเวลาโดยตรง

การศึกษาเวลาโดยตรง คือ การศึกษาเพื่อหาเวลามาตรฐานที่ต้องการโดยการจับเวลาจากพนักงานที่ผ่านการคัดเลือกและฝึกเป็นอย่างดี ต้องเป็นเป็นพนักงานที่ทำงานนั้นจริง โดยใช้สถานที่ปกติ สถานการณ์ที่ปกติ

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. แบบฟอร์มการบันทึกข้อมูลเวลาการตกแต่งชิ้นส่วนยาง
3. แบบฟอร์มการบันทึกข้อมูลจำนวนชิ้นส่วนยางแต่ละชนิดที่อยู่ใน Stock และจำนวนชิ้นส่วนยางแต่ละชนิดที่ตกแต่งและตรวจสอบเสร็จแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 การจับเวลา

การจับเวลาเพื่อการศึกษาเวลาการทำงานสามารถแบ่งได้เป็น 3 แบบใหญ่ คือ

1. การจับเวลาแบบต่อเนื่อง (Continuous Timing) เป็นการจับเวลาโดยที่ไม่มีการหยุดนาฬิกาเพื่อบันทึกค่าเวลาแต่จะปล่อยนาฬิกาเดินจับเวลาต่อไปเรื่อยๆ โดยผู้บันทึกเวลาจะสังเกตเวลา ณ จุดสิ้นสุดงานย่อยนั้นตรงกับเวลาในนาฬิกาค่าใดก็บันทึกเวลาค่านั้นลงไป ดังนั้นการบันทึกเวลาของงานย่อยต่างๆ จะเป็นการบันทึกเวลาที่ต่อเนื่องกัน

2. การจับเวลาแบบจับซ้ำ (Repetitive Timing) เป็นการจับเวลาที่ต้องหยุดเวลาเพื่ออ่านค่าและตั้งกลับไปที่ค่าศูนย์ใหม่เพื่อจับเวลางานย่อยถัดไป ดังนั้นเวลาที่เราจับได้จะเป็นเวลาของงานย่อยนั้นเลย

3. การจับเวลาแบบสะสม (Accumulative Timing) เป็นการจับเวลาโดยการใช้นาฬิกาสองเรือนที่ต่อปุ่มพวงกัน เพื่อเวลากดให้นาฬิกาตัวหนึ่งเดินจับเวลา นาฬิกาอีกตัวจะหยุด เมื่อนาฬิกาตัวแรกถูกกดให้หยุดจับเวลา นาฬิกาตัวที่สอง เข็มของมันจะหมุนกลับมาตั้งที่ศูนย์แล้วเดินจับเวลาทันที ทำให้เกิดลักษณะการจับเวลาสลับกันระหว่างนาฬิกาสองเรือน

2.2.4 การจำลองสถานการณ์ (Simulation)

การจำลองสถานการณ์ (Simulation) เป็นการรวบรวมวิธีการต่างๆ ที่ใช้จำลองสถานการณ์จริงหรือพฤติกรรมของระบบต่างๆ โดยการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Software) เข้ามาช่วย เพื่อที่จะศึกษาการไหลของกิจกรรมในรูปแบบต่างๆ โดยมีการเก็บข้อมูลและทำการวิเคราะห์หารูปแบบที่ถูกต้องจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อปรับปรุงในอนาคต (Kelton, et al., 2003)

เนื่องจากในการปฏิบัติงานจริงไม่สามารถที่จะทำการทดลองหรือปรับเปลี่ยนกระบวนการทำงานได้จนกว่าจะมองเห็นถึงประโยชน์ที่จะได้รับ อาทิเช่น การขจัดปัญหาที่ทำให้กระบวนการผลิตช้าลง ดังนั้นการจำลองสถานการณ์ (Simulation) ช่วยให้สามารถวิเคราะห์สภาพที่เป็นอยู่ในปัจจุบันของระบบและช่วยหาแนวทางหรือทางเลือก (Scenario) ที่เหมาะสม ก่อนนำไปใช้กับการปฏิบัติงานจริง ซึ่งจะช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดความผิดพลาดหรือความล้มเหลวได้ นอกจากนี้ยังช่วยให้ประหยัดค่าใช้จ่ายและเวลาได้อีกด้วย (Maria, 1997)

ในปัจจุบันนี้การจำลองสถานการณ์เป็นที่นิยมอย่างมาก เนื่องจากระบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง จึงทำให้การจำลองสถานการณ์สามารถนำมาไปประยุกต์ใช้ได้กับหลากหลายอุตสาหกรรม อาทิเช่น อุตสาหกรรมในโรงงาน การขนส่ง การกระจายสินค้าหรือแม้กระทั่งการให้การบริการทางธุรกิจต่างๆ เช่น ธนาคาร โรงพยาบาล เป็นต้น (Kelton, et al., 2003)

2.2.5 ขั้นตอนการสร้างแบบจำลองสถานการณ์

การสร้างแบบจำลองสถานการณ์ มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. กำหนดปัญหาว่ามีอะไรบ้างโดยต้องกำหนดให้ครอบคลุมปัญหาทั้งหมด

2. กำหนดวัตถุประสงค์และขอบเขตของการศึกษาให้ชัดเจน เพื่อให้แน่ชัดถึงการทำงานของแบบจำลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เก็บรวบรวมข้อมูล โดยเก็บข้อมูลได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม เพื่อนำมาเป็นข้อมูลนำเข้าให้กับแบบจำลอง ซึ่งมีความสำคัญมากเพราะหากเก็บข้อมูลนำเข้าผิดพลาดจะทำให้ผลลัพธ์ที่ได้ผิดพลาดไปด้วย

4. สร้างแบบจำลองโดยนำข้อมูลที่ได้จากระบบงานจริงมาสร้างแบบจำลอง ซึ่งจะต้องคำนึงถึงลักษณะของระบบงานที่จะจำลองและแบบจำลองนี้ต้องสามารถอธิบายพฤติกรรมของระบบได้

5. ตรวจสอบความสามารถและความถูกต้องของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ว่าโปรแกรมที่สร้างขึ้นสามารถใช้งานได้หรือไม่

6. ตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง เป็นการตรวจสอบแบบจำลองที่สร้างว่ารันแล้วให้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องหรือไม่โดยเปรียบเทียบกับระบบงานจริง

7. การออกแบบทางเลือก เป็นการหาแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน

8. ดำเนินการทดลองตามแผนที่ได้วางไว้

9. วิเคราะห์ผลการทดลองที่ได้จากแบบจำลองและวิเคราะห์แนวทางการปรับปรุงเมื่อระบบงานมีการเปลี่ยนแปลง

10. จัดทำเอกสารในการใช้งานและรายงานผลของทางเลือก

11. นำผลลัพธ์ที่ดีที่สุดไปใช้ในการช่วยตัดสินใจ

2.2.6 การแจกแจงที่เกี่ยวข้อง

การแจกแจงมี 2 ประเภท คือ การแจกแจงแบบต่อเนื่อง และการแจกแจงแบบไม่ต่อเนื่อง เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการเก็บข้อมูลเรื่องของเวลาในขั้นตอนการตกแต่งชิ้นส่วนยาง ซึ่งเวลาเป็นข้อมูลแบบต่อเนื่องนำมาใช้ในการจำลองสถานการณ์ โดยใช้โปรแกรม Arena การแจกแจงแบบต่อเนื่องที่นิยมใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลของขั้นตอนการตกแต่งชิ้นส่วนยางในโรงงานอุตสาหกรรมมีดังต่อไปนี้

1. การแจกแจงแบบล็อกปกติ (Lognormal distribution)

นิยาม ถ้า X มีการแจกแจงแบบล็อกปกติที่มีพารามิเตอร์ μ,σ^2 แล้วฟังก์ชันความหนาแน่นน่าจะเป็นของ X คือ

$$f(x;\mu,\sigma^2)=\frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}}\exp\left[-\frac{1}{2\sigma^2}(\ln x-\mu)\right];\infty<x<\infty,-\infty<\mu<\infty,\sigma>0 \quad (2.23)$$

ถ้าตัวแปรสุ่ม X มีการแจกแจงแบบล็อกปกติแล้ว X จะมีค่าเฉลี่ยและความแปรปรวน ดังนี้

$$E(X)=e^{\mu+\frac{\sigma^2}{2}} \qquad Var(X)=\left[e^{\sigma^2}-1\right]e^{(2\mu+\sigma^2)}$$

2. การแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution)

นิยาม ถ้า X มีการแจกแจงแบบปกติที่มีพารามิเตอร์ μ,σ^2 แล้วฟังก์ชันความหนาแน่นน่าจะเป็นของ X คือ

$$f(x;\mu,\sigma^2)=\frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}}\exp\left[-\frac{1}{2\sigma^2}(x-\sigma)^2\right];\infty<x<\infty,-\infty<\mu<\infty,\sigma>0 \quad (2.24)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าตัวแปรสุ่ม X มีการแจกแจงแบบปกติแล้ว X จะมีค่าเฉลี่ยและความแปรปรวน ดังนี้

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

3. การแจกแจงแบบเบต้า (Beta Distribution)

นิยาม ถ้า X มีการแจกแจงแบบเบต้าที่มีพารามิเตอร์ α, β แล้วฟังก์ชันความหนาแน่นน่าจะเป็นของ X คือ

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

ถ้าตัวแปรสุ่ม X มีการแจกแจงแบบเบต้า X จะมีค่าเฉลี่ย และความแปรปรวน ดังนี้

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

4. การแจกแจงแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล (Exponential Distribution)

นิยาม ถ้า X มีการแจกแจงแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่มีพารามิเตอร์ λ แล้วฟังก์ชันหนาแน่นน่าจะเป็นของ X คือ

$$f(x;\lambda) = \frac{1}{\lambda} e^{-\frac{x}{\lambda}} \; ; \; x>0, \; \lambda>0 \qquad (2.26)$$

ถ้าตัวแปรสุ่ม X มีการแจกแจงแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล X จะมีค่าเฉลี่ย และความแปรปรวน ดังนี้

$E(X) = \lambda$ $\quad$ $Var(X) = \lambda^2$

2.2.7 การวิเคราะห์รูปแบบการแจกแจงข้อมูล

การสร้างตัวแบบจำลองจะต้องมีการนำข้อมูลรับเข้าให้กับระบบจำลอง เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ระบบ ข้อมูลเหล่านี้เป็นข้อมูลที่มีค่าไม่แน่นอนและเป็นข้อมูลที่อยู่ในรูปของการแจกแจง การวิเคราะห์ข้อมูลรับเข้าจึงมีความสำคัญกับแบบจำลองเพราะถ้าผู้วิเคราะห์ใส่รูปแบบการแจกแจงที่ไม่ถูกต้องให้กับระบบ ผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองก็จะไม่ถูกต้องตามไปด้วย (รุ่งรัตน์ ภิสัชเพ็ญ, 2553)

Input Analyzer เป็นเครื่องมือที่ใช้ทดสอบค่าการแจกแจงของข้อมูลที่ป้อนเข้าไปว่าข้อมูลนั้นมีการแจกแจงแบบใดและสามารถใช้เพื่อสุ่มให้ข้อมูลมีลักษณะการกระจายตามลักษณะการแจกแจงที่ต้องการได้ คำสั่งนี้สามารถเรียกใช้ได้จากคำสั่ง Tools ไปที่ Input Analyzer

ขั้นตอนการใช้งาน Input analyzer เพื่อทดสอบค่าการแจกแจงของข้อมูล

1. เก็บรวบรวมข้อมูล เช่น ช่วงเวลาการมาถึงของวัตถุหรือช่วงเวลาการทำงานในแต่ละขั้นตอน ซึ่งข้อมูลที่เก็บต้องมีจำนวนมากพอ เพื่อหารูปแบบการแจกแจงที่ถูกต้องและบันทึกข้อมูลดังกล่าวเป็นไฟล์ Excel หรือ Notepad โดยบันทึกเป็นไฟล์ .txt หรือ .dst
2. เรียกใช้เครื่องมือ Input Analyzer
3. ประมวลผลข้อมูลจากไฟล์ที่ได้จากข้อ 1.
   3.1 เมื่อเข้าสู่หน้าต่าง Input Analyzer เข้าไปที่เมนู File แล้วคลิกเลือกที่ New จะปรากฏหน้าต่างชื่อ Input

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

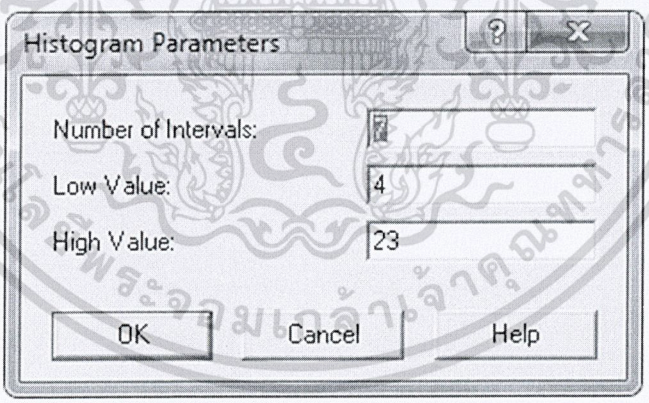
3.2 หลังจากนั้นเข้าไปที่เมนู File และไปที่เมนู Data File แล้วคลิกเลือกที่ Using Exiting เพื่อเลือกไฟล์ที่ต้องการจะทดสอบ

3.3 เมื่อทำตามข้อ 3.2 แล้ว จะปรากฏหน้าต่างแสดงผลในรูปกราฟฮิตโตแกรม และหากต้องการดูข้อมูลจากไฟล์ที่ได้จากข้อ 1. ให้เข้าไปที่เมนู Window แล้วคลิกเลือกที่ Input data

3.4 ถ้าต้องการสร้างกราฟฮิตโตแกรมโดยกำหนดลำดับชั้นของข้อมูลด้วยตัวเอง จากตัวอย่างข้อมูลเวลา แสดงดังรูปที่ 2.9 หลังจากดำเนินการตามข้อ 3.2 แล้ว ให้เข้าไปที่เมนู Option แล้วคลิกเลือก Parameter จะปรากฏหน้าต่างย่อย แสดงดังรูปที่ 2.10 ซึ่งโปรแกรมจะกำหนดค่าต่างๆ ที่เหมาะสมไว้แล้ว แต่สามารถเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ได้

7.82	12.24	15.66	15.52	7.01
7.88	6.87	8.51	5.48	5.71
7.60	18.52	13.58	4.12	17.84
9.96	13.51	6.62	15.57	7.80
9.75	9.06	9.41	14.07	6.15
6.26	8.69	6.21	19.99	15.30
10.15	6.39	5.44	9.76	6.33
8.37	6.64	5.55	22.25	9.98
8.26	6.79	6.72	8.85	6.76
6.68	8.89	9.84	6.20	13.89

รูปที่ 2.9 ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลเวลาการทำงานใน File Excel



รูปที่ 2.10 ตัวอย่างการกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ในการสร้างแผนภูมิฮิสโตรแกรม

4. ขั้นตอนต่อไปเป็นการนำกราฟฮิสโตรแกรมไปเปรียบเทียบกับรูปแบบการแจกแจงต่างๆ ว่ามีรูปแบบการแจกแจงแบบใด ทำได้โดยเข้าไปที่เมนู Fit แล้วคลิกเลือก Fit All จะแสดงการแจกแจงข้อมูลที่ให้ค่า Minimum Sum Square Error แสดงตัวอย่างดังรูปที่ 2.11 (รูปแบบการแจกแจงที่ได้จากคำสั่ง Fit All นั้นไม่ได้เป็นตัวบ่งชี้ว่าเป็นรูปแบบการแจกแจงที่ดีที่สุดและไม่ได้หมายความว่ามี p-value มากกว่ารูปแบบการแจกแจงอื่น)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        Distribution Summary

Distribution:   Lognormal
Expression:     4 + LOGN(6.14, 6.25)
Square Error:   0.007115

Chi Square Test
  Number of intervals   = 4
  Degrees of freedom    = 1
  Test Statistic        = 3.24
  Corresponding p-value = 0.0763
```

รูปที่ 2.11 ตัวอย่างผลที่ได้จากการกำหนดรูปแบบการแจกแจงของข้อมูล

5. หลังจากนั้นเข้าไปที่เมนู Windows แล้วคลิกเลือก Fit All Summary จะแสดงค่า Sum Square Error เรียงลำดับจากน้อยไปมากของทุกรูปแบบการแจกแจง แสดงดังรูปที่ 2.12

Function	Sq Error
Lognormal	0.00711
Gamma	0.0113
Erlang	0.012
Weibull	0.0142
Beta	0.0219
Exponential	0.0313
Normal	0.0501
Triangular	0.0606
Uniform	0.0891

รูปที่ 2.12 ตัวอย่างผลการแสดงค่า Sum Square Error ของแต่ละการแจกแจง

อย่างไรก็ตามการใช้คำสั่ง Fit All นั้น ไม่สามารถบอกได้ว่า การแจกแจงที่ได้เป็นตัวแทนที่เหมาะสมของข้อมูลหรือไม่ จนกว่าจะทำการตรวจสอบค่า p-value ที่ได้จากผลลัพธ์ Arena ว่าค่าที่ได้มีค่ามากกว่าค่าระดับนัยสำคัญ (Significance Level) หรือไม่

จากการตั้งสมมติฐานที่ว่า H_0 : ข้อมูลมีการแจกแจงตามแบบที่ต้องการทดสอบ

H_1 : ข้อมูลไม่มีการแจกแจงตามแบบที่ต้องการทดสอบ

โดยโปรแกรม Arena มีวิธีทดสอบสมมติฐานการแจกแจงความน่าจะเป็นของข้อมูล (Goodness of Fit Test) 2 วิธีด้วยกัน (รุ่งรัตน์ ภิสัชเพ็ญ, 2553) คือ

1. วิธีการทดสอบโคโมโกรอฟ-สเมียร์นอฟ (Komogolov-Smirnov Test) ใช้ทดสอบกรณีข้อมูลน้อยกว่า 50 ข้อมูล

2. วิธีการทดสอบไคสแควร์ (Chi-Square Test) ใช้ทดสอบกรณีข้อมูลมีอย่างน้อย 50 ข้อมูล โดยโปรแกรม Arena จะคำนวณค่า p-value ที่ได้จากการทดสอบ ซึ่งถ้าค่า p-value มากกว่าค่าระดับนัยสำคัญ (α) จะยอมรับ H_0 แสดงว่าข้อมูลมีการแจกแจงตามแบบที่ต้องการทดสอบ แต่ถ้าค่า p-value ที่ได้จากการทดสอบน้อยกว่าหรือเท่ากับค่าระดับนัยสำคัญ (α) จะปฏิเสธ H_0 แสดงว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลไม่มีการแจกแจงตามแบบที่ต้องการทดสอบ ดังนั้นจะต้องมีการตั้งสมมติฐานและตรวจสอบค่า p-value ทุกครั้งก่อนนำการแจกแจงที่ได้ไปเป็นตัวแทนของข้อมูล เพื่อใช้เป็นตัวแทนข้อมูลนำเข้าให้กับตัวแบบจำลองต่อไป

อย่างไรก็ตาม ถ้าใช้วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลตามที่ได้กล่าวข้างต้นไปแล้ว ข้อมูลที่ต้องการทดสอบนั้นยังไม่มีการแจกแจงทางทฤษฎีใดที่เหมาะสม ซึ่งหมายถึง ค่า p-value ที่ได้จากการทดสอบน้อยกว่าหรือเท่ากับค่าระดับนัยสำคัญ ดังนั้นการนำค่าความถี่สัมพัทธ์ (Relative frequency) ในแต่ละช่องของข้อมูลฮิสโตแกรมมาเป็นตัวแทนของการแจกแจงของข้อมูลเลยก็เป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการวิเคราะห์ข้อมูลโดยอาศัยการสังเกต ซึ่งการหาค่าการแจกแจงโดยอาศัยการสังเกตนี้สามารถทำได้โดยการใช้คำสั่ง Fit แล้วคลิกเลือก Empirical

2.2.8 การตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรม (Varification)

การตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรม สามารถตรวจสอบได้ดังนี้

1. ให้คนอื่นช่วยตรวจสอบแบบจำลอง หรืออธิบายแบบจำลองให้ผู้อื่นฟังอย่างละเอียด ทีละโมดูล

2. ให้มีการไหลเข้า 1 ครั้งแล้วติดตามสิ่งนี้ไปตลอดทางในระบบ เช่น สังเกตว่าใช้ทรัพยากรในระบบถูกหรือไม่ เวลาที่ใช้ในแต่ละสถานีเป็นอย่างไร มีเส้นทางการเดินถูกหรือไม่

3. หากใช้ซอฟต์แวร์สำเร็จรูปที่มีภาพเคลื่อนไหว ให้สังเกตภาพเคลื่อนไหว เช่น มีแถวคอยใดที่ยาวผิดปกติควรใช้ภาพที่แตกต่างกันสำหรับแต่ละสถานะของทรัพยากร เช่น เมื่อเครื่องจักรว่าง เมื่อทำงานหรือเมื่อเสีย

4. วิเคราะห์ความไว (Sensitivity analysis) กับพารามิเตอร์สำคัญๆ เพื่อทดสอบว่าเอาท์พุทเปลี่ยนตามในทิศทางที่ควรจะเป็นหรือไม่ เช่น สำหรับระบบผู้ป่วยนอก เมื่อเพิ่มอัตราที่คนไข้ไหลเข้าเวลารอคอยในระบบควรเพิ่มขึ้นหรือเมื่อเพิ่มจำนวนแพทย์ เวลารอคอยในระบบควรลดลง

2.2.9 การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง (Validation)

ในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ของกระบวนการจะมีการตรวจสอบความถูกต้องของการประมวลผลแยกตามหมวดหมู่ต่างๆ ซึ่งแต่ละหมวดหมู่จะมีรูปแบบการรายงานผลของแบบจำลองก่อนนำไปใช้งานจริงเพื่อทำให้เกิดความมั่นใจว่าแบบจำลองนั้นมีความถูกต้อง และได้ค่าแตกต่างจากการประมวลผลของโปรแกรมที่ใกล้เคียงกับเหตุการณ์จริงมากที่สุด (Jerry and John, 1984)

การตรวจสอบความถูกต้อง สามารถทำได้โดยการหาค่าวัดความถูกต้องของระบบจำลอง ซึ่งจะต้องเบี่ยงเบนไปจากค่าประสิทธิภาพของระบบจริงไม่เกิน 20% ของเวลาเฉลี่ยของระบบงานจริงจึงจะถือว่าตัวแบบจำลองสามารถเป็นตัวแทนของระบบงานจริงได้ (Law and Kelton, 1991)

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมคุณภาพทางสถิติและการจำลองสถานการณ์กับผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ชิ้นส่วนยาง โดยผู้วิจัยได้สรุปไว้ดังนี้

2.3.1 การควบคุมคุณภาพ

พัทธนันธ์ ต่วนเทศ และคณะ (2552) ได้ทำการศึกษาการควบคุมคุณภาพถุงนิ้วมือผลิตภัณฑ์จากยางพาราของบริษัท ไทยฟิล คลีนรูม เทคโนโลยี จำกัด เพื่อศึกษากระบวนการผลิต ทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้ได้วิธีการควบคุมคุณภาพทางสถิติที่เหมาะสม และใช้เป็นแนวทางการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่คล้ายคลึงกันได้ โดยเก็บข้อมูลจำนวนรอยตำหนิ ได้แก่ ถุงนิ้วมือยางเหนียว ไม่เปิด มีคราบแป้ง มีจุดขาว ไม่มีขอบ และฉีกขาด ในขั้นตอนการ Drying ซึ่งทำการเก็บรวบรวมข้อมูล 2 ช่วง คือ ช่วงแรกเป็นข้อมูลก่อนการปรับปรุงตั้งแต่เดือนมิถุนายน ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2552 ช่วงที่สองเป็นข้อมูลหลังทำการปรับปรุงตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2552 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2553 แล้วนำข้อมูลที่ได้มาสร้างแผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิ (c control chart) ต่อมาวิเคราะห์แผนผังพาเรโต และแผนผังเหตุและผลหรือแผนผังก้างปลา จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า รอยตำหนิที่พบมากที่สุดในกระบวนผลิต คือ รอยตำหนิที่เกิดจากถุงนิ้วมือผลิตภัณฑ์จากยางพาราไม่เปิด ซึ่งสาเหตุดังกล่าวเกิดจากขั้นตอน Drying ดังนั้นจึงได้นำเสนอในรูปแบบแผนภูมิเหตุและผล เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ไขต่อไป และเมื่อนำข้อมูลมาเปรียบเทียบผลการดำเนินการปรับปรุงก่อน – หลังการควบคุมคุณภาพ พบว่าหลังจากที่มีการควบคุมคุณภาพสามารถเพิ่มจำนวนผลิตภัณฑ์เกรด A ได้ถึง 105.00% ในขณะเดียวกันสามารถลดจำนวนผลิตภัณฑ์เกรด B และ C ได้ถึง 24.60% และ 100.00% ตามลำดับ

ชุติมณฑน์ แสงสมบูรณ์ และคณะ (2555) ได้ทำการศึกษาการควบคุมคุณภาพสื่อชีวภาพของบริษัท ไฟเบอร์เทค จำกัดโดยเก็บข้อมูลจำนวนของเสีย และจำนวนรอยตำหนิของสื่อชีวภาพจากเครื่องผลิตแบบที่ 1 และเครื่องผลิตแบบที่ 2 โดยทำการเก็บข้อมูล 2 ครั้ง คือ การเก็บข้อมูลครั้งที่ 1 ทำการเก็บข้อมูลโดยสุ่มตัวอย่างกลุ่มละ 200 จำนวน 50 กลุ่ม ของเครื่องผลิตแบบที่ 1 และเครื่องผลิตแบบที่ 2 เก็บรวมกันไม่แยกเครื่องผลิต การเก็บข้อมูลครั้งที่ 2 โดยเก็บข้อมูลทุกๆ 1 ชั่วโมง เวลา 8.00 – 19.00 น. ของเครื่องผลิตแบบที่ 1 และเครื่องผลิตแบบที่ 2 แยกข้อมูลแต่ละเครื่อง โดยทำเก็บข้อมูลตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2555 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2556 เพื่อสร้างแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียแผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย แผนผังพาเรโต และแผนผังสาเหตุและผลจากการวิเคราะห์พบว่าสัดส่วนของเสียที่เกิดจากการผลิตสื่อชีวภาพจากเครื่องผลิตแบบที่ 1 จะมีความผันแปรมากกว่าเครื่องผลิตแบบที่ 2 และจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยที่เกิดจากการผลิตสื่อชีวภาพจากเครื่องผลิตแบบที่ 1 จะมีค่ามากกว่าเครื่องผลิตแบบที่ 2

พัชราพร มาตอำพร และคณะ (2556) ได้ทำการศึกษาการควบคุมคุณภาพของผลิตผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นของบริษัท ไซเบอร์แพด จำกัดโดยทำการเก็บข้อมูลปริมาตรของน้ำยาที่บรรจุลงกระป๋องสเปรย์ปรับอากาศโดยใช้หัวจ่ายน้ำยาจำนวน 2 หัว (หัวที่ 1 และ 2) ปริมาตรของแก๊สที่บรรจุลงกระป๋องสเปรย์ปรับอากาศโดยใช้หัวอัดแก๊สจำนวน 2 หัว (หัวที่ 1 และ 2) และจำนวนของเสียและสาเหตุของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นกายซึ่งมี 3 สายการผลิต (สายการผลิตที่ 7.3, 7.4 และ 7.5) พบว่าในกระบวนการผลิตของหัวจ่ายน้ำยาหัวที่ 1 และ 2 มีประสิทธิภาพพอๆ กัน ส่วนกระบวนการผลิตของหัวอัดแก๊สหัวที่ 2 มีประสิทธิภาพดีกว่าหัวอัดแก๊สหัวที่ 1 และในส่วนกระบวนการผลิตของสายการผลิตที่ 7.5 มีประสิทธิภาพมากที่สุด และจำนวนรอยตำหนิที่พบมากที่สุดคือการรั่วของกระป๋อง

ญาณุตรา ดิฐวรรณกุล และคณะ (2557) ได้ทำการศึกษาการควบคุมคุณภาพยางสำหรับจัดฟันของบริษัท Perfect Plast โดยทำการเก็บข้อมูลสัดส่วนของเสียและจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยของยางสำหรับจัดฟัน 3 ชนิด คือ Donut, O – Hook และ Self Ligate Ring เป็น 2 กะ คือ กะเช้าและกะดึก ซึ่งทำการเก็บข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2558 จากนั้นนำข้อมูลมาทำการวิเคราะห์เป็น 2 ส่วน คือ การสร้างขอบเขตควบคุมของแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อ และนำข้อมูลลักษณะของเสียมาสร้างแผนผังพาเรโต และแผนผังเหตุและผลหรือแผนผังก้างปลา เพื่อสรุปสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตและได้แจ้งให้บริษัททราบสาเหตุหลักของปัญหาที่เกิดขึ้นเพื่อทำการปรับปรุงกระบวนการผลิต โดยจากการวิเคราะห์พบว่าขอบเขตการควบคุมมีแนวโน้มแคบลงจนอยู่ในระดับที่บริษัทยอมรับได้ เพื่อใช้ในการควบคุมคุณภาพในการผลิตยางจัดฟันทั้ง 3 ชนิดต่อไป และสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดของเสียมากที่สุด คือ ห่วงไม่สมบูรณ์ ซึ่งได้แจ้งให้บริษัททราบสาเหตุหลักของปัญหาที่เกิดขึ้นเพื่อทำการปรับปรุงกระบวนการผลิต โดยพบว่าของเสียหลังจากบริษัททราบสาเหตุของปัญหามีสัดส่วนลดลงเมื่อเทียบกับก่อนทราบสาเหตุของปัญหา

2.3.2 การจำลองสถานการณ์

รุ่งโรจน์ เชียงทอง (2550) งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงกระบวนการบรรจุเคมีเกษตร โดยการใช้โปรแกรมการจำลองสถานการณ์ (Plant simulation) เข้ามาช่วยในการวิเคราะห์ โดยเริ่มจากการศึกษากระบวนการบรรจุสารเคมีจากนั้นทำการจับเวลา และนำเอาข้อมูลของแต่ละสถานีงานมาทำการจำลองสถานการณ์ จากนั้นทำการวิเคราะห์กระบวนการเพื่อทำการปรับปรุงกระบวนการ จากการจำลองสถานการณ์โดยใช้โปรแกรม Plant Simulation หลังปรับปรุงความสามารถในกระบวนการบรรจุเคมีเกษตร 390 นาที ได้ 1,168 กล่อง และมี Takt time 19.98 วินาที/กล่อง และใช้พนักงานในการทำงานเพียงจากเดิมที่บรรจุบรรจุไกรโฟเซต 50% 390.0 นาที ได้ 666 ถัง Takt time 34.0 วินาที/ถัง หากทำการปรับปรุง จะสามารถผลิตได้เพิ่มขึ้น 502 กล่องหรือคิดเป็นหน่วยลิตรคือ 502 กล่อง x 6 แกลลอน x 4 ลิตร x 24 วันทำงาน = 290,304 ลิตร/เดือน และจากข้อมูลพบว่ากำไร/ลิตร = 3 บาท ซึ่งจะมีรายได้เพิ่มมากขึ้น คือ 870,912 บาท/เดือน และสามารถลดพนักงานจากเดิม 12 คนเหลือเพียง 6 คน โดยที่จุดคุ้มทุนของเครื่องจักร จากการตรวจสอบราคาเครื่องจักร มีราคาอยู่ที่ 6 ล้านบาท ซึ่งจะคุ้มทุนภายใน 7 เดือน หรือไม่เกิน 1 ปี ผลลัพธ์ที่ได้จากก่อนการปรับปรุงคือ ในกระบวนการบรรจุใช้พนักงานทำงาน 12 คน Takt time 34.00 วินาที/กล่อง หลังการปรับปรุงกระบวนการบรรจุสารเคมีใช้พนักงานในการทำงาน 6 คน Takt time 17.00 วินาที/แกลลอน

วันชัย ลีลากวีวงศ์ และคณะ (2554) ได้ทำการศึกษากระบวนการผลิตและการทำงานของพนักงานปฏิบัติงานสายการผลิตทรานซิสเตอร์ในรุ่นผลิตภัณฑ์ TO-220FI โดยนำโปรแกรมการจำลองสถานการณ์มาช่วยในการตัดสินใจ เพื่อหาแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพสายการผลิต และการทำงานของพนักงาน จากการศึกษาการทำงานโดยใช้ทฤษฎีการศึกษาการทำงานมาใช้ในการเก็บข้อมูลที่จำเป็นในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ซึ่งประกอบด้วยผังพื้นที่สายการผลิตทรานซิสเตอร์ กระบวนการทำงาน และเวลาที่ใช้ในการทำงานในที่นี้ได้กำหนดเป็น 3 ทางเลือก โดยมีปัจจัยที่ใช้ในการกำหนดทาง เลือกดังนี้ 1) ประสิทธิภาพการทำงานของพนักงาน 2) จำนวนผู้ปฏิบัติงาน 3) เวลาการรอคอยของกระบวนการผลิต และ 4) ค่าใช้จ่าย โดยใช้โปรแกรมการจำลองสถานการณ์เป็นเครื่องมือหลักในการทดสอบการทำงานทั้ง 3 ทางเลือก เมื่อเปรียบเทียบแบบจำลองก่อนปรับปรุงและแบบจำลองสถานการณ์ในแต่ละทางเลือกซึ่งมีทั้งหมด 3 ทางเลือก พบว่าทางเลือกที่ 3 มีความเหมาะสมต่อการปรับปรุงมากกว่า ทางเลือกที่ 1 และทางเลือกที่ 2 ซึ่งผลการศึกษามีดังนี้ เปอร์เซ็นต์การทำงานของพนักงานจาก 32.94% เป็น 42.65% ซึ่งเพิ่มขึ้นจากเดิม 9.71 % เวลาคอยของกระบวนการผลิตจาก 122.76 นาที เป็น 108.42 นาที ซึ่งลดลงจากเดิม 14.34 นาที สายการผลิตใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พนักงานทั้งหมด 41 คน เป็นพนักงานคุมเครื่องจักร 23 คน และพนักงานตรวจสอบชิ้นงาน 18 คน เหลือ 35 คน โดยมีพนักงานคุมเครื่องจักร 20 คน และพนักงานตรวจสอบชิ้นงาน 15 คน ลดลง 6 คน มูลค่าที่โรงงานสามารถลดค่าใช้จ่ายในการจ้างพนักงานลง 699,840 บาทต่อปี จำนวนชิ้นงานที่ผลิตเพิ่มขึ้น 9.8%

กาญจนา พันแสน และคณะ (2554) มีการศึกษาและสร้างแบบจำลองสถานการณ์การจัดระบบเดินรถโดยสายประจำทางสาย 1013 โดยเปรียบเทียบการจัดระบบการเดินรถโดยสารประจำทางสาย 1013 ของระบบปัจจุบันกับนโยบายที่นำเสนอ โดยศึกษาเวลาที่รถโดยสารประจำทางมาถึง ณ ป้ายๆหนึ่งและเวลาของผู้เข้ารับบริการ โดยการสร้างแบบจำของสถานการณ์โดยใช้โปรแกรม Arena Version 10.0 โดยทำการเปรียบเทียบผลจากการจำลองสถานการณ์ในระบบปัจจุบันคือการปล่อยรถทุกๆ 12 นาที กับนโยบายที่นำเสนอ คือการปล่อยรถทุก 6, 8, 10, 14 และ 16 นาที ผลการวิเคราะห์แบบจำลองสถานการณ์พบว่านโยบายที่เหมาะสมที่สุดที่ทำให้เวลารอคอยของผู้เข้ารับบริการลดลงและบริษัทได้รับผลประโยชน์มากที่สุดคือจะปล่อยรถทุกๆ 10 นาที

ศศิวรรณ รัตนอุบล และ ชานินทร์ ศรีสุวรรณนภา (2556) ได้จำลองระบบปัญหาแถวคอยและสถานการณ์ทางเลือกเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการให้บริการของคลินิกกุมารเวชและอายุรกรรม ตึกผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลพัทลุง โดยทำการเก็บข้อมูลเวลาการรอคอยและการให้บริการของแต่ละจุดให้บริการ และนำมาจำลองระบบด้วยโปรแกรม Arena ผลการศึกษาสรุปได้ว่า เพิ่มพยาบาลเข้าไปช่วยจุดซักประวัติ 1 คน เวลา 08.30 น. - 12.00 น. สำหรับตัวแบบวันจันทร์ถึงวันพฤหัสบดีทำให้เวลารอรับบริการเฉลี่ยรวมของผู้ป่วยทั่วไปลดลงจากเดิมและเวลารอรับบริการเฉลี่ยรวมของผู้ป่วยนัดเพิ่มขึ้นจากเดิม ส่วนตัวแบบวันศุกร์ เพิ่มพยาบาลเข้าไปช่วยจุดซักประวัติ 1 คน ทำให้เวลารอรับบริการเฉลี่ยรวมของผู้ป่วยทั่วไปลดลงจากเดิมและเวลารอรับบริการเฉลี่ยรวมของผู้ป่วยนัดเพิ่มขึ้นจากเดิม เพิ่มเจ้าหน้าที่เวชสถิติจุดค้นบัตร 1 คน เวลา 09.00 - 12.00 น. เพิ่มพยาบาลจุดซักประวัติผู้ป่วยทั่วไปโต๊ะที่ 1 เวลา 08.30 – 12.00 น. 1 คน และเพิ่มแพทย์อีก 1 คนเวลา 09.00 - 16.30 น. ที่คลินิกอายุรกรรมทำให้เวลารอรับบริการเฉลี่ยรวมของผู้ป่วยทั่วไปลดลงจากเดิมและเวลารอรับบริการเฉลี่ยรวมของผู้ป่วยนัดลดลงจากเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

ในการดำเนินงานได้ทำการศึกษาการควบคุมคุณภาพเพื่อออกแบบแผนภูมิควบคุมคุณภาพและการจำลองสถานการณ์เพื่อเสนอแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพของบริษัท Pk. Ps Rubber & Tooling ซึ่งมีวิธีการดำเนินงานแบ่งเป็นขั้นตอนต่างๆ ดังจะกล่าวรายละเอียดในบทนี้

3.1 วิธีการดำเนินงาน

การทำปัญหาพิเศษครั้งนี้มีการดำเนินงานโดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การควบคุมคุณภาพและการจำลองสถานการณ์

3.1.1 การควบคุมคุณภาพ

การควบคุมคุณภาพมีวิธีการดำเนินงานดังต่อไปนี้

1. กำหนดหัวข้อเรื่อง
2. ศึกษารูปแบบกระบวนการผลิตของชิ้นส่วนยางทั้ง 3 ชนิด
3. ออกแบบตารางบันทึกข้อมูลและเก็บรวบรวมข้อมูลของชิ้นส่วนยาง
4. วิเคราะห์ข้อมูล โดยการสร้างแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย
5. วิเคราะห์ข้อมูล โดยการสร้างแผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย
6. วิเคราะห์ข้อมูลแผนผังพาเรโต
7. วิเคราะห์ข้อมูลแผนผังเหตุและผล หรือแผนผังก้างปลา
8. จัดทำรายงานปัญหาพิเศษ

3.1.2 การจำลองสถานการณ์

การจำลองสถานการณ์มีวิธีการดำเนินงานดังต่อไปนี้

1. ศึกษาปัญหาการรอคอยที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตของชิ้นส่วนยาง
2. ทำการเก็บข้อมูลในขั้นตอนการตกแต่งชิ้นส่วนยาง
3. วิเคราะห์ข้อมูล โดยทำการหารูปแบบการแจกแจงของข้อมูลนำเข้า
4. นำข้อมูลมาสร้างแบบจำลองสถานการณ์ในขั้นตอนการตกแต่งชิ้นส่วนยาง
5. ทดสอบความถูกต้องของตัวแบบจำลองโดยเปรียบเทียบกับระบบงานจริง
6. ออกแบบทางเลือกและสร้างแบบจำลองสถานการณ์ของทางเลือกในการเพิ่มประสิทธิภาพขั้นตอนการตกแต่งชิ้นส่วนยาง
7. วิเคราะห์ผลการจำลองที่ได้จากตัวแบบทางเลือกเมื่อเปรียบเทียบกับแบบจำลองปัจจุบัน
8. จัดทำรายงานปัญหาพิเศษ

การดำเนินงานวิจัยในช่วงเดือนกันยายน พ.ศ.2559 ถึง เดือนเมษายน พ.ศ.2560 โดยมีรายละเอียดระยะเวลาการดำเนินงานดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 ระยะเวลาดำเนินงาน

ขั้นตอนการศึกษา	เวลาการดำเนินงาน							
	พ.ศ.2559				พ.ศ.2560			
	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.
1. กำหนดหัวข้อเรื่อง	←	→						
2. ศึกษากระบวนการผลิตและปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตของชิ้นส่วนยาง	←	—	→					
3. ออกแบบตารางบันทึกข้อมูลและเก็บรวบรวมข้อมูลจำนวนของเสียจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยและเวลาการผลิตชิ้นส่วนยางในขั้นตอนต่างๆ		←	—	—	—	→		
4. สร้างแผนภูมิควบคุม p และแผนภูมิควบคุม u (การควบคุมคุณภาพ)					←	—	→	
5. สร้างแบบจำลองสถานการณ์และทดสอบความถูกต้องของแบบจำลอง (การจำลองสถานการณ์)					←	—	→	
6. วิเคราะห์แผนผังพาเรโต (การควบคุมคุณภาพ)						←	—	→
7. ออกแบบทางเลือกและสร้างแบบจำลองสถานการณ์ของทางเลือก (การจำลองสถานการณ์)					←	—	→	
8. วิเคราะห์แผนผังเหตุและผล หรือแผนผังก้างปลา (การควบคุมคุณภาพ)						←	—	→
9. วิเคราะห์ผลการจำลองสถานการณ์ (การจำลองสถานการณ์)						←	—	→
10. จัดทำรายงานปัญหาพิเศษ					←	—	—	→

3.2 ข้อมูลทั่วไปของบริษัท

การศึกษาการควบคุมคุณภาพและการจำลองสถานการณ์นี้ ได้ทำการออกแบบแผนภูมิควบคุมคุณภาพที่เหมาะสมในกระบวนการผลิตและสร้างแบบจำลองสถานการณ์ในขั้นตอนตกแต่งชิ้นส่วนยางของบริษัท Pk. Ps Rubber & Tooling ซึ่งตั้งอยู่เลขที่ 21 หมู่ 5 ตำบลบางระกำ อำเภอนครหลวง จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

3.2.1 กำลังการผลิต

บริษัท Pk. Ps Rubber & Tooling มีเครื่องจักรสำหรับผลิตชิ้นส่วนยางจำนวน 8 เครื่อง โดยแบ่งเป็นเครื่องฉีด 2 เครื่องและเครื่องอัด 6 เครื่อง มีแม่พิมพ์ทั้งหมด 5 แบบ ตามลักษณะของชิ้นส่วนยาง โดยเครื่องจักรแต่ละเครื่องจะผลิตชิ้นส่วนยางได้ครั้งละแบบ หากเครื่องจักรเครื่องใดเครื่องหนึ่งเสียจะสามารถเปลี่ยนแม่พิมพ์มาใช้งานเครื่องจักรอีกเครื่องได้ โดยจะมีพนักงานควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องจักรหนึ่งคนต่อหนึ่งเครื่อง แบ่งเวลาทำงานเป็น 2 กะ คือ กะเช้า เวลา 08.00 – 17.00 น.และกะดึก เวลา 20.00 – 05.00 น.

การศึกษาครั้งนี้ได้รับความร่วมมือจากบริษัท Pk. Ps Rubber & Tooling ช่วยเก็บรวบรวมข้อมูลจำนวนการผลิต จำนวนของเสีย จำนวนลักษณะรอยตำหนิและสาเหตุของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนยาง 3 ชนิด คือ Rubber Mount, Hose Drain I และ Rubber Grommet New รวมไปถึงเวลาการตกแต่งชิ้นส่วนยางทั้ง 5 ชนิด คือ Rubber Mount, Hose Drain I, Rubber Grommet New, Rubber Reactor และ Solf Case ซึ่งจำนวนที่ทางบริษัทฯ ผลิตและตกแต่งชิ้นส่วนยางในแต่ละวันนั้นอาจมีจำนวนไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับปริมาณการสั่งซื้อจากทางลูกค้า โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นเวลา 3 เดือน ตั้งแต่วันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ.2559 ถึง 28 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2560

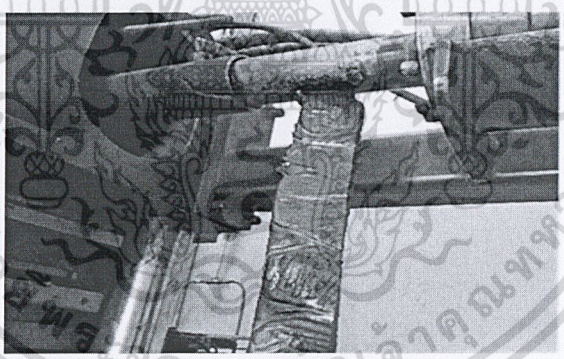
3.2.2 กระบวนการผลิต

เนื่องจากทางบริษัทมีเครื่องจักรในการผลิตชิ้นส่วนยาง 2 แบบ คือ เครื่องฉีดและเครื่องอัด ซึ่ง Rubber Mount และ Hose Drain I จะทำการผลิตโดยใช้เครื่องฉีด และ Rubber Grommet New จะทำการผลิตโดยใช้เครื่องอัด โดยการทำงานของเครื่องจักรในแต่ละแบบมีขั้นตอนในการผลิตดังต่อไปนี้

3.2.2.1 กระบวนการผลิตชิ้นส่วนยางด้วยเครื่องจักรแบบฉีด

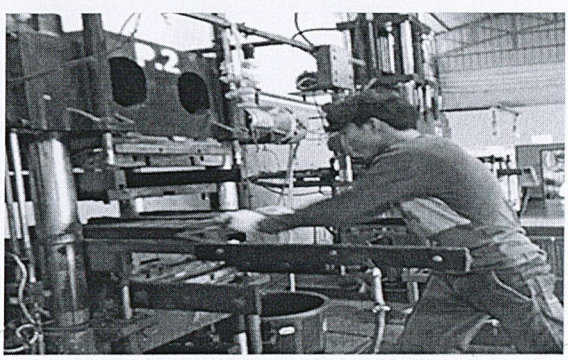
เครื่องจักรแบบฉีดมีขั้นตอนการผลิตดังต่อไปนี้

1. นำยางมาตัดเป็นเส้นยาวให้ได้ขนาดตามช่องใส่ยางของเครื่องจักรแล้วนำยางที่ตัดเสร็จแล้วมาใส่ในกระบอกฉีด (รูปที่ 3.1)



รูปที่ 3.1 ตัดยางเป็นเส้นยาวและนำยางใส่กระบอกฉีด

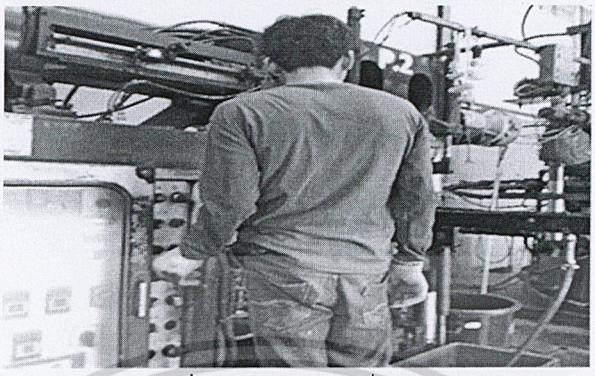
2. พนักงานดันแม่พิมพ์เข้าเครื่องจักรให้สุด (รูปที่ 3.2)



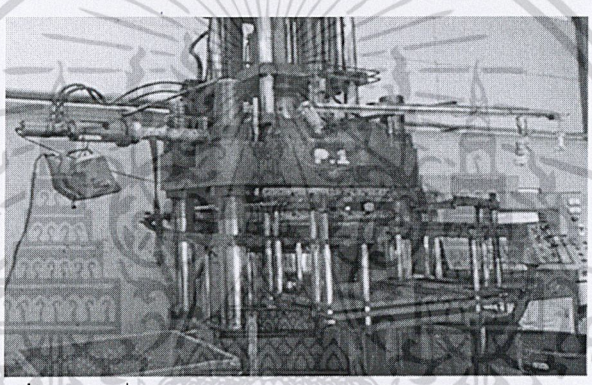
รูปที่ 3.2 ดันแม่พิมพ์เข้าเครื่องจักร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำ นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. จากนั้นพนักงานจะทำการควบคุมเครื่องจักร เพื่อให้แม่พิมพ์ประกบกันแล้วเครื่องจักรจะทำงานโดยอัตโนมัติ โดยเครื่องจักรจะทำการหลอมยางเพื่อฉีดเข้าสู่แม่พิมพ์ (รูปที่ 3.3 – รูปที่ 3.6) และรอชิ้นส่วนยางขึ้นรูปจนสมบูรณ์



รูปที่ 3.3 ควบคุมเครื่องจักร



รูปที่ 3.4 เครื่องจักรทำการหลอมยางและฉีดเข้าสู่แม่พิมพ์

4. เมื่อชิ้นส่วนยางขึ้นรูปสมบูรณ์แล้ว แม่พิมพ์จะเปิดออกอัตโนมัติ จากนั้นพนักงานจะดึงแม่พิมพ์ออกมาและทำการดึงชิ้นส่วนยางออกจากแม่พิมพ์โดยใช้ปืนลม (รูปที่ 3.5)

รูปที่ 3.5 การดึงชิ้นส่วนยางออกจากแม่พิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. เมื่อได้ชิ้นส่วนยางแล้วพนักงานจะตรวจสอบชิ้นส่วนยางขั้นแรก (แบบไม่ละเอียด) ก่อนที่จะส่งให้พนักงานตรวจสอบขั้นที่สองต่อไป (รูปที่ 3.6)

รูปที่ 3.6 การตรวจสอบชิ้นส่วนยางขั้นแรก

6. ตรวจสอบชิ้นส่วนยางขั้นที่สองโดยละเอียด โดยตรวจสอบว่าชิ้นส่วนยางไม่มีรอยตำหนิทั้ง 6 รอยและทำการตกแต่งชิ้นส่วนยางให้ได้ตามเกณฑ์ที่ลูกค้าต้องการ (รูปที่ 3.7) และแยกชิ้นส่วนยางที่ดีใส่บรรจุภัณฑ์จัดจำหน่าย (รูปที่ 3.8 – รูปที่ 3.9) ชิ้นส่วนยางที่เสียจะนำไปทิ้ง

รูปที่ 3.7 การตรวจสอบชิ้นส่วนยางขั้นที่สอง

รูปที่ 3.8 การเก็บเข้าบรรจุภัณฑ์

รูปที่ 3.9 ผลิตภัณฑ์พร้อมจำหน่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

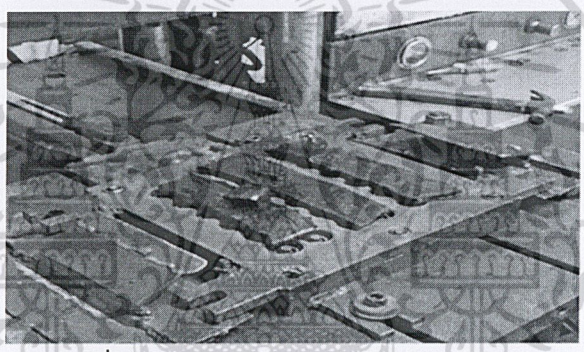
3.2.2.2 กระบวนการผลิตชิ้นส่วนยางด้วยเครื่องจักรแบบอัด

เครื่องจักรแบบอัดมีขั้นตอนการผลิตดังต่อไปนี้

1. นำยางมาตัดและชั่งน้ำหนักให้ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด (รูปที่ 3.10)

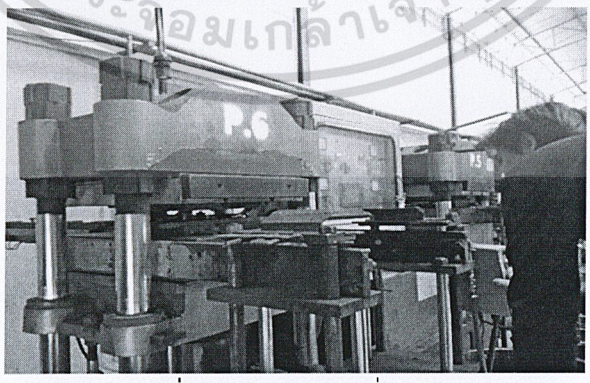
รูปที่ 3.10 ตัดและชั่งน้ำหนักยาง

2. นำยางที่ตัดและชั่งน้ำหนักเสร็จแล้ววางบนแม่พิมพ์ (รูปที่ 3.11)



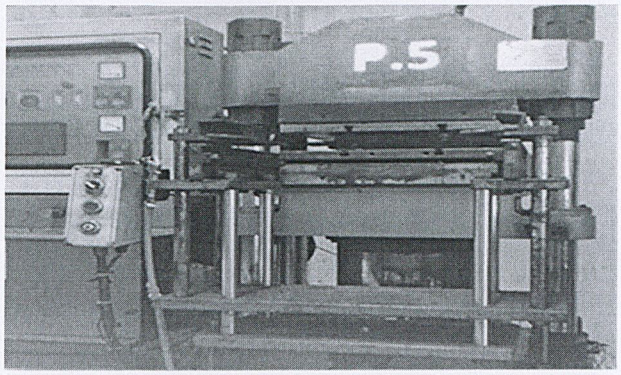
รูปที่ 3.11 ลักษณะการวางยางบนแม่พิมพ์

3. จากนั้นพนักงานจะทำการควบคุมเครื่องจักร เพื่อให้แม่พิมพ์จะเลื่อนเข้าและประกบกัน จากนั้นเครื่องจักรจะเริ่มทำงานอัตโนมัติ โดยเครื่องจักรจะทำการไล่อากาศออกเพื่ออัดยางเข้าสู่แม่พิมพ์และรอจนชิ้นส่วนยางขึ้นรูปจนสมบูรณ์ (รูปที่ 3.12 - รูปที่ 3.13)



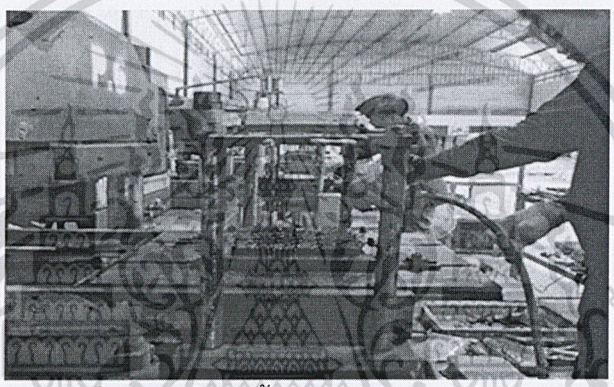
รูปที่ 3.12 ควบคุมเครื่องจักร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.13 เครื่องจักรทำการไล่อากาศออกเพื่ออัดยางเข้าสู่แม่พิมพ์

4. เมื่อชิ้นส่วนยางขึ้นรูปสมบูรณ์แล้ว แม่พิมพ์จะเปิดออกอัตโนมัติ จากนั้นพนักงานจะดึงแม่พิมพ์ออกมาและทำการดึงชิ้นส่วนยางออกจากแม่พิมพ์โดยใช้ปืนลม (รูปที่ 3.14)



รูปที่ 3.14 การดึงชิ้นส่วนยางออกจากแม่พิมพ์

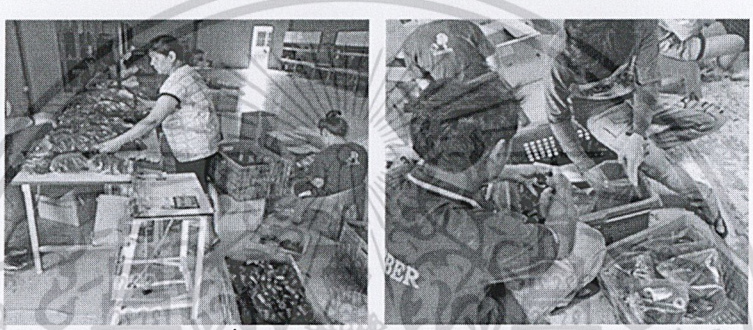
5. เมื่อได้ชิ้นส่วนยางแล้วพนักงานจะตรวจสอบชิ้นส่วนยางขั้นแรก (แบบไม่ละเอียด) ก่อนที่จะส่งให้พนักงานตรวจสอบขั้นที่สองต่อไป (รูปที่ 3.15)

รูปที่ 3.15 การตรวจสอบชิ้นส่วนยางขั้นแรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ตรวจสอบชิ้นส่วนยางขั้นที่สองโดยละเอียด โดยตรวจสอบว่าชิ้นส่วนยางไม่มีรอยตำหนิทั้ง 6 รอยและทำการตกแต่งชิ้นส่วนยางให้ได้ตามเกณฑ์ที่ลูกค้าต้องการ (รูปที่ 3.16) และแยกชิ้นส่วนยางที่ดีใส่บรรจุภัณฑ์จัดจำหน่าย (รูปที่ 3.17 – รูปที่ 3.18) ชิ้นส่วนยางที่เสียจะนำไปทิ้ง

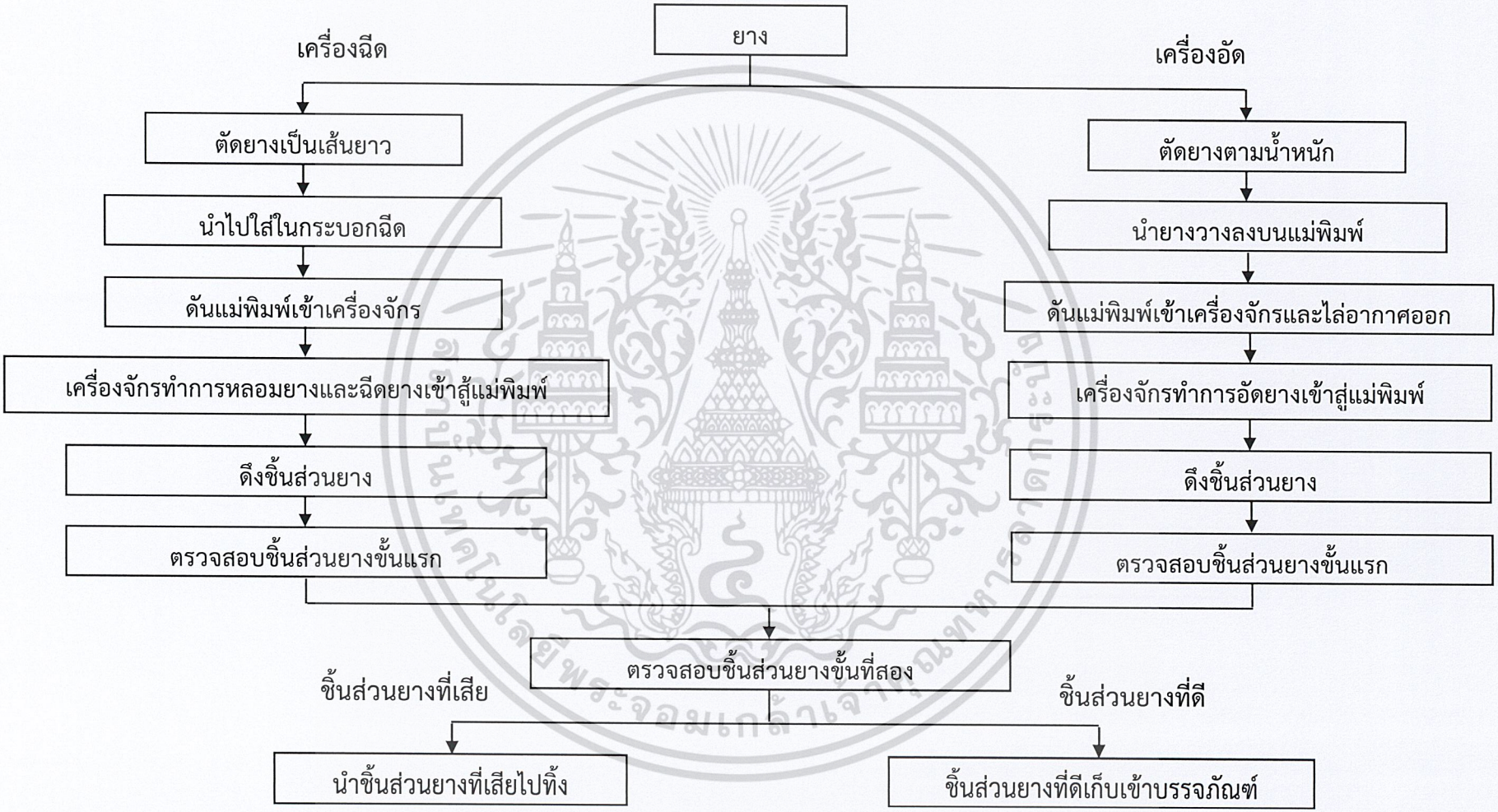
รูปที่ 3.16 การตรวจสอบชิ้นส่วนยางขั้นที่สอง



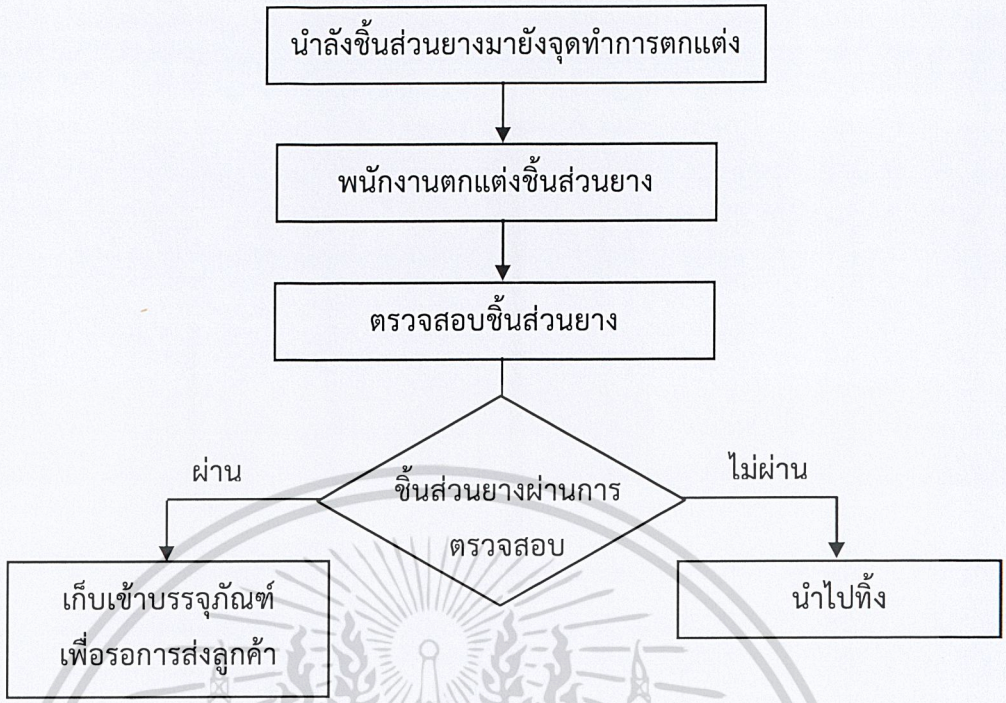
รูปที่ 3.17 การเก็บเข้าบรรจุภัณฑ์

รูปที่ 3.18 ผลิตภัณฑ์พร้อมจำหน่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.19 กระบวนการผลิตชิ้นส่วนยางของเครื่องจักรทั้ง 2 แบบ



รูปที่ 3.20 กระบวนการตรวจสอบคุณภาพชิ้นส่วนยางขั้นที่สอง

โดยจะมีลังชนิดของชิ้นส่วนยางในการตัดตกแต่งดังนี้ดังนี้

Rubber Grommet New	1 ลัง	มีจำนวนชิ้นส่วนยางลังละ 1,000 ชิ้น
Rubber Mount	1 ลัง	มีจำนวนชิ้นส่วนยางลังละ 1,200 ชิ้น
Hose Drain I	1 ลัง	มีจำนวนชิ้นส่วนยางลังละ 300 ชิ้น
Rubber Reactor	1 ลัง	มีจำนวนชิ้นส่วนยางลังละ 1,000 ชิ้น
Solf Case	1 ลัง	มีจำนวนชิ้นส่วนยางลังละ 1,000 ชิ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลจะดำเนินการโดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การควบคุมคุณภาพและการจำลองสถานการณ์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.3.1 การควบคุมคุณภาพ

การศึกษาครั้งนี้ได้รับความร่วมมือจากบริษัท Pk. Ps Rubber & Tooling ช่วยเก็บรวบรวมข้อมูลจำนวนการผลิต จำนวนของเสีย จำนวนลักษณะรอยตำหนิและสาเหตุของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนยาง 3 ชนิด คือ Rubber Mount, Hose Drain I และ Rubber Grommet New เนื่องจากว่าเป็นออเดอร์หลักๆ ที่ลูกค้าจะสั่งทางบริษัทมีการผลิตอยู่ตลอดเวลาซึ่งจำนวนที่ทางบริษัทฯ ผลิตในแต่ละวันนั้นอาจมีจำนวนไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับปริมาณการสั่งซื้อจากทางลูกค้า โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นเวลา 3 เดือน ตั้งแต่วันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ.2559 ถึง 28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2560

จากกระบวนการผลิตพบว่าเกิดลักษณะรอยตำหนิ 6 ลักษณะดังนี้

1. ฉีกขาด หมายถึง ลักษณะที่ชิ้นส่วนยางขาดแยกออกจากกัน
2. ฟองอากาศ หมายถึง ลักษณะเป็นฟองเล็กๆ นูนขึ้นมาที่ผิวของชิ้นส่วนยาง มีรูปทรงกลมหลากหลายขนาด
3. จุกลึก หมายถึง ลักษณะที่ชิ้นส่วนยางเกิดร่องลึก หรือรอยยุบบนผิวของชิ้นงาน
4. ยางไม่เต็ม หมายถึง ลักษณะที่ชิ้นส่วนยางบางส่วนไม่ได้รับการฉีดหรืออัด
5. รูปทรง หมายถึง ลักษณะที่ชิ้นส่วนยางเกิดการบิดเบี้ยว และการหดตัว คลายตัวที่ไม่เท่ากัน ทำให้ไม่ได้รูปแบบตามต้องการ
6. แม่พิมพ์ หมายถึง ลักษณะของเสียที่เกิดจากการชำรุดของแม่พิมพ์ ซึ่งชิ้นส่วนยางแต่ละชนิดจะเกิดของเสียที่มีลักษณะแตกต่างกัน

หมายเหตุ : ลักษณะรอยตำหนิต่างๆ ลูกค้าเป็นผู้กำหนดให้กับบริษัท เพื่อจำแนกชิ้นส่วนยางดีกับชิ้นส่วนยางเสีย

ข้อมูลจำนวนการผลิต จำนวนของเสีย จำนวนลักษณะรอยตำหนิและสาเหตุของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต จะถูกบันทึกในแบบฟอร์มการบันทึกข้อมูลที่ออกแบบไว้ดังตารางที่ ก.1 ในภาคผนวก ก สำหรับข้อมูลที่เก็บบันทึกได้ของชิ้นส่วนยางทั้ง 3 ชนิด ตั้งแต่วันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ. 2559 ถึง 28 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2560 แสดงไว้ดังตารางที่ ก.4 – ก.11 ในภาคผนวก ก ยกตัวอย่างการบันทึกข้อมูลลงในแบบฟอร์มการบันทึกข้อมูล โดยใช้ข้อมูลชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Mount ของเดือนธันวาคม พ.ศ.2559 แสดงดังตารางที่ 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 ตัวอย่างข้อมูลจำนวนการผลิต จำนวนของเสียและจำนวนรอยตำหนิของชิ้นส่วนยาง ชนิด Rubber Mount ของเดือนธันวาคม พ.ศ.2559

จุดที่	วันที่	จำนวนการผลิต (ชิ้น)	จำนวนของเสีย (ชิ้น)	ลักษณะรอยตำหนิ							หมายเหตุ
				ฉีกขาด	ฟองอากาศ	จุกลึก	ยางไม่เต็ม	รูปทรง	แม่พิมพ์	รวม	
1	1 ธ.ค.59	1,680	24	-	12	7	9	-	-	28	
2	2 ธ.ค.59	4,176	69	11	39	5	-	17	-	72	
3	3 ธ.ค.59	2,832	16	-	13	4	7	-	-	24	
4	6 ธ.ค.59	2,880	183	18	97	35	12	32	-	194	อุณหภูมิไม่เหมาะสม
5	7 ธ.ค.59	2,832	60	-	38	9	19	6	-	72	
6	8 ธ.ค.59	2,400	28	6	20	-	-	7	-	33	
7	9 ธ.ค.59	2,448	46	12	31	-	5	9	-	57	
8	10 ธ.ค.59	2,784	58	8	28	6	-	24	-	66	
9	12 ธ.ค.59	2,640	91	10	50	41	-	-	-	101	
10	13 ธ.ค.59	3,120	62	2	19	-	48	-	-	69	
11	14 ธ.ค.59	2,736	17	-	10	-	3	6	-	19	
12	15 ธ.ค.59	2,544	61	2	24	12	9	18	-	65	
13	16 ธ.ค.59	2,880	22	3	18	8	-	-	-	29	
14	17 ธ.ค.59	2,640	19	-	9	2	-	11	-	22	
15	19 ธ.ค.59	2,880	102	12	27	56	6	7	-	108	อุณหภูมิไม่เหมาะสม
16	20 ธ.ค.59	2,736	46	13	16	-	-	22	-	51	
17	21 ธ.ค.59	2,784	50	-	17	13	-	25	-	55	
18	22 ธ.ค.59	3,216	36	9	12	-	21	-	-	42	
19	23 ธ.ค.59	2,592	48	11	26	-	8	14	-	59	
20	24 ธ.ค.59	2,880	21	-	10	-	5	2	-	17	
21	26 ธ.ค.59	2,784	376	55	79	15	63	121	48	381	ไกด์งอ
22	27 ธ.ค.59	2,832	23	3	17	4	2	-	-	26	
23	28 ธ.ค.59	2,640	224	15	121	48	29	21	-	234	เปลี่ยนคนคุม
24	29 ธ.ค.59	2,496	208	45	103	-	11	67	-	226	เปลี่ยนคนคุม
25	30 ธ.ค.59	1,728	135	21	62	45	11	8	-	147	เปลี่ยนคนคุม
รวม		68,160	2,025	256	898	310	268	417	48	2,197	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 การจำลองสถานการณ์

จากการศึกษาขั้นตอนการตกแต่งชิ้นส่วนยาง คณะผู้จัดทำได้เก็บรวบรวมข้อมูลเวลาการทำงานในปัจจุบันของพนักงานที่ทำงานอยู่และมีความชำนาญในงานของตน โดยเป็นการทำงานที่อยู่ในสถานการณ์ปกติ ไม่ทำงานช้าหรือเร็วเกินไป

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเวลา

1. นาฬิกาจับเวลาที่สามารถแยกเวลาเป็นรอบได้หรือโทรศัพท์มือถือ

2. แบบฟอร์มการบันทึกข้อมูลเวลาการตกแต่งชิ้นส่วนยางที่ออกแบบไว้ดังตารางที่ ก.2 ในภาคผนวก ก สำหรับข้อมูลที่เก็บบันทึกได้ของชิ้นส่วนยางทั้ง 5 ชนิด แสดงไว้ดังตารางที่ ก.12 – ก.16 ในภาคผนวก ก ยกตัวอย่างการบันทึกข้อมูลลงในแบบฟอร์มการบันทึกข้อมูล โดยใช้ข้อมูลเวลาการตกแต่งชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Reactor แสดงดังตารางที่ 3.3

3. แบบฟอร์มการบันทึกข้อมูลจำนวนชิ้นส่วนยางแต่ละชนิดที่อยู่ใน Stock และจำนวนชิ้นส่วนยางแต่ละชนิดที่ตกแต่งและตรวจสอบเสร็จแล้วที่ออกแบบไว้ดังตารางที่ ก.3 ในภาคผนวก ก สำหรับข้อมูลที่เก็บบันทึกได้ของชิ้นส่วนยางทั้ง 5 ชนิด แสดงไว้ดังตารางที่ ก.17 ในภาคผนวก ก ยกตัวอย่างการบันทึกข้อมูลลงในแบบฟอร์มการบันทึกข้อมูล แสดงดังตารางที่ 3.4

ทางคณะผู้จัดทำได้ทำการจับเวลาขั้นตอนตกแต่งชิ้นส่วนจำนวน 5 ชนิด โดยแต่ละชนิดจะทำการสุ่มจับเวลาทุกๆ 10 นาทีต่อหนึ่งค่า และสุ่มมาเป็นจำนวน 50 ค่า เนื่องจากต้องการทดสอบการแจกแจงของข้อมูลเวลาการตกแต่งชิ้นส่วนยางแต่ละชนิด โดยเลือกใช้การทดสอบแบบไคว์สแควร์ ซึ่งจะต้องทำการเก็บข้อมูลมาอย่างน้อย 50 ค่า (รุ่งรัตน์ ภิสัชเพ็ญ, 2553) โดยผลการทดสอบการแจกแจงของข้อมูลเวลาการตกแต่งชิ้นส่วนยางทั้ง 5 ชนิด แสดงไว้ ในภาคผนวก ค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 ตัวอย่างข้อมูลเวลาการตกแต่งชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Reactor

ครั้งที่	เวลา (วินาที)	ครั้งที่	เวลา (วินาที)
1	07:82	26	06:21
2	07:88	27	05:44
3	07:60	28	05:55
4	09:96	29	06:72
5	09:75	30	09:84
6	06:26	31	15:52
7	10:15	32	05:48
8	08:37	33	04:12
9	08:26	34	15:57
10	06:88	35	14:07
11	12:24	36	19:99
12	06:87	37	09:76
13	18:52	38	22:25
14	13:51	39	08:58
15	09:06	40	06:20
16	08:69	41	07:01
17	06:39	42	05:71
18	06:64	43	17:84
19	06:79	44	07:80
20	08:89	45	06:15
21	15:66	46	15:30
22	08:51	47	06:33
23	13:58	48	09:98
24	06:62	49	06:76
25	09:41	50	13:89
		รวม	**08:10:38**
		เวลาเฉลี่ย	**09:73**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.4 ตัวอย่างข้อมูลจำนวนชิ้นส่วนยางแต่ละชนิดที่อยู่ใน Stock และจำนวนชิ้นส่วนยางแต่ละชนิดที่ตกแต่งและตรวจสอบเสร็จแล้ว

วันที่	จำนวนชิ้นส่วนยางที่ผลิตได้ทั้งหมดของวันก่อนหน้า	จำนวนชิ้นส่วนยางที่อยู่ใน Stock (ชิ้น)					รวม	จำนวนชิ้นส่วนยางที่ตกแต่งและตรวจสอบเสร็จ (ชิ้น)					รวม	คงเหลือ
		GM	HD	RM	RR	SF		GM	HD	RM	RR	SF		
1 ธ.ค.59	-	1,289	1,604	1,656	0	2,218	6,767	689	900	0	0	1,010	2,599	4,168
2 ธ.ค.59	10,093	2,233	2,300	5,827	0	3,901	14,261	900	989	0	0	690	2,579	11,682
3 ธ.ค.59	6,441	3,333	2,908	8,643	0	3,239	18,123	850	1,011	0	0	2,025	3,886	14,237
6 ธ.ค.59	8,292	3,786	3,435	11,153	0	4,155	22,529	830	1,100	0	0	878	2,808	19,721
7 ธ.ค.59	5,780	4,357	3,895	13,972	0	3,277	25,501	954	990	0	0	0	1,944	23,557
8 ธ.ค.59	5,289	4,691	4,534	16,344	0	3,277	28,846	0	1,089	1,656	0	0	2,745	26,101
9 ธ.ค.59	5,336	6,037	5,033	17,090	0	3,277	31,437	0	1,155	1,765	0	0	2,920	28,517
10 ธ.ค.59	6,020	7,733	5,424	18,103	0	3,277	34,537	0	1,020	1,788	0	0	2,808	31,729
12 ธ.ค.59	8,746	9,013	5,935	18,960	0	6,567	40,475	0	1,167	1,659	0	0	2,826	37,649
13 ธ.ค.59	9,845	10,583	6,351	20,359	0	10,201	47,494	768	0	1,873	0	0	2,641	44,853
14 ธ.ค.59	8,568	11,239	7,939	21,109	0	13,134	53,421	734	0	1,898	0	0	2,632	50,789
15 ธ.ค.59	5,559	11,900	9,560	21,754	0	13,134	56,348	976	0	2,538	0	0	3,514	52,834
16 ธ.ค.59	6,764	11,999	11,151	22,074	1,240	13,134	59,598	990	0	0	1,234	0	2,224	57,374
17 ธ.ค.59	7,888	12,593	12,715	24,705	2,115	13,134	65,262	947	0	0	2,101	0	3,048	62,214
19 ธ.ค.59	6,901	12,956	14,219	27,339	1,467	13,134	69,115	570	991	0	1,447	0	3,008	66,107
20 ธ.ค.59	7,655	14,015	14,148	30,214	2,251	13,134	73,762	620	879	0	2,229	0	3,728	70,034
21 ธ.ค.59	6,024	15,079	14,874	32,971	0	13,134	76,058	956	0	0	0	4,400	5,356	70,702
22 ธ.ค.59	6,282	15,603	16,496	36,151	0	8,734	76,984	970	0	0	0	4,339	5,309	71,675

ตารางที่ 3.4 (ต่อ) ตัวอย่างข้อมูลจำนวนชิ้นส่วนยางแต่ละชนิดที่อยู่ใน Stock และจำนวนชิ้นส่วนยางแต่ละชนิดที่ตกแต่งและตรวจสอบเสร็จแล้ว

วันที่	จำนวนชิ้นส่วนยางที่ผลิตได้ทั้งหมดของวันก่อนหน้า	จำนวนชิ้นส่วนยางที่อยู่ใน Stock (ชิ้น)					รวม	จำนวนชิ้นส่วนยางที่ตกแต่งและตรวจสอบเสร็จ (ชิ้น)					รวม	คงเหลือ
		GM	HD	RM	RR	SF		GM	HD	RM	RR	SF		
23 ธ.ค.59	8,095	16,267	18,063	38,996	0	6,444	**79,770**	0	1,109	2,830	0	0	**3,939**	**75,831**
24 ธ.ค.59	6,574	17,234	18,529	37,893	0	8,749	**82,405**	0	998	1,719	0	0	**2,717**	**79,688**
26 ธ.ค.59	7,487	18,678	19,030	38,478	0	10,989	**87,175**	0	1,198	2,293	0	0	**3,491**	**83,684**
27 ธ.ค.59	8,076	20,099	19,419	38,994	0	13,248	**91,760**	0	1,129	2,798	0	0	**3,927**	**87,833**
28 ธ.ค.59	1,131	21,437	19,892	38,612	0	9,023	**88,964**	889	1,201	0	0	0	**2,090**	**86,874**
29 ธ.ค.59	5,112	21,791	20,272	40,900	0	9023	**91,986**	876	1,198	0	0	0	**2,074**	**89,912**
30 ธ.ค.59	5,896	22,586	20,650	43,549	0	9023	**95,808**	1,020	1,134	0	0	0	**2,154**	**93,654**
หมายเหตุ : GM = Rubber Grommet New, HD = Hose Drain I, RM = Rubber Mount, RR = Rubber Reactor, SC = Solf Case														

3.4 สถิติและเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การดำเนินการแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การควบคุมคุณภาพและการจำลองสถานการณ์ ดังนี้

3.4.1 การควบคุมคุณภาพ

สถิติและเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล มีดังต่อไปนี้

1. แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียหรือแผนภูมิควบคุม p (p control chart) เมื่อขนาดกลุ่มย่อยไม่เท่ากัน

2. แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยที่ตรวจสอบหรือแผนภูมิควบคุม u (u control chart) เมื่อขนาดกลุ่มย่อยไม่เท่ากัน

3. แผนผังพาเรโต (Pareto diagram)

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

ทำการพิจารณาว่ากระบวนการผลิตอยู่ภายใต้การควบคุมหรือไม่ โดยใช้โปรแกรม Minitab 16 โดยทางคณะผู้จัดทำเลือกพิจารณาทั้ง 4 ลักษณะ (รายละเอียดดังหัวข้อ 2.1.7) ดังนี้

1. เมื่อมีจุดพิกัด 1 จุด ตกอยู่นอกขอบเขตควบคุมซึ่งในที่นี้กำหนดที่ 3σ ของเส้นกึ่งกลาง
2. เมื่อมีจุดพิกัดอย่างน้อย 7 จุด ติดต่อกันอยู่ด้านใดด้านหนึ่งของเส้นกึ่งกลาง
3. เมื่อมีจุดพิกัด 6 จุด ติดต่อกันค่อยๆ เพิ่มขึ้นหรือค่อยๆ ลดลง (เกิดแนวโน้ม)
4. เมื่อมีจุดพิกัดอย่างน้อย 14 จุด สลับขึ้นและลงอย่างต่อเนื่องซ้ำกัน (เกิดวัฏจักร)

3.4.2 การจำลองสถาการณ์

สถิติและเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล มีดังต่อไปนี้

1. การทดสอบ Chi-Square Goodness of Fit เพื่อหาการแจกแจงที่เหมาะสมของข้อมูล
2. สร้างแบบจำลองสถานการณ์ โดยใช้โปรแกรม Arena

โดยทางคณะผู้จัดทำเลือกสร้างโมเดลหรือสร้างแบบจำลองทั้งหมด 3 แบบ ดังนี้

1. แบบจำลองสถานการณ์ปัจจุบัน
2. แบบจำลองสถานการณที่ 1
3. แบบจำลองสถานการณ์ที่ 2

3.5 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล

การดำเนินการแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การควบคุมคุณภาพและการจำลองสถานการณ์ ดังนี้

3.5.1 การควบคุมคุณภาพ

นำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้มาทำการวิเคราะห์ โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. สร้างแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียหรือแผนภูมิควบคุม p (p control chart) เมื่อขนาดกลุ่มย่อยไม่เท่ากันเนื่องจากกำลังการผลิตในแต่ละวันไม่เท่ากัน

2. สร้างแผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยที่ตรวจสอบหรือแผนภูมิควบคุม u (u control chart) เมื่อขนาดกลุ่มย่อยไม่เท่ากัน

3. วิเคราะห์แผนผังพาเรโต (Pareto diagram) โดยนำจำนวนลักษณะรอยตำหนิที่เกิดขึ้นมาคำนวณร้อยละ แล้วเรียงข้อมลูจากมากไปน้อย และหาร้อยละสะสม ดังนั้น ลักษณะรอยตำหนิที่เกิดขึ้นมาที่สุดถือเป็นปัญหาหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. วิเคราะห์แผนผังเหตุและผลหรือแผนผังก้างปลา (Cause and effect diagram or Fish bone diagram) จากการวิเคราะห์แผนผังพาเรโตทำให้ทราบลักษณะรอยตำหนิที่เกิดขึ้นมากที่สุดถือเป็นปัญหาหลัก จากปัญหาหลักที่ได้จะเป็นผลอยู่ขวามือสุดของแผนผังก้างปลา หลังจากนั้นทำการสอบถามกับทางบริษัทถึงสาเหตุหลักและสาเหตุย่อยที่ทำให้เกิดลักษณะรอยตำหนินี้

3.5.2 การจำลองสถานการณ์

นำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้มาทำการวิเคราะห์ โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. วิเคราะห์หาการแจกแจงของข้อมูล โดยนำข้อมูลเวลาการตกแต่งชิ้นส่วนยางทั้ง 5 ชนิด ชนิดละ 50 ค่า เพื่อหาว่าชิ้นส่วนยางแต่ละชนิดมีการแจกแจงแบบใด โดยใช้เครื่องมือในโปรแกรมการจำลองสถานการณ์ Arena เรียกว่า Input Analyzer ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้ทดสอบการแจกแจงของข้อมูลการรับเข้าว่ามีการแจกแจงรูปแบบใด

2. สร้างแบบจำลองสถานการณ์การทำงานในปัจจุบันจากระบบงานจริง

3. ตรวจสอบความสามารถและความถูกต้องของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ว่าโปรแกรมที่สร้างขึ้นสามารถใช้งานได้หรือไม่

4. ตรวจสอบความถูกต้องว่าแบบจำลองสถานการณ์สามารถใช้งานแทนระบบงานจริงได้หรือไม่ โดยสามารถเบี่ยงเบนไปจากค่าประสิทธิภาพของระบบจริงไม่เกิน 20% ของเวลาเฉลี่ยของระบบงานจริง จึงจะถือว่าตัวแบบจำลองสามารถเป็นตัวแทนของระบบงานจริงได้

5. ออกแบบทางเลือก เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานในขั้นตอนการตกแต่งชิ้นส่วนยาง

6. ดำเนินการทดลองตามแบบจำลองสถานการณ์ที่ได้คาดไว้

7. วิเคราะห์ผลการทดลองที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์ เพื่อหาทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการศึกษาข้อมูลการผลิตของบริษัท Pk. Ps Rubber & Tooling ได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การควบคุมคุณภาพและการจำลองสถานการณ์

การควบคุมคุณภาพ ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย (p control chart) และแผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย (u control chart) ของชิ้นส่วนยางทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ Rubber Mount, Hose Drain I และ Rubber Grommet New โดยเก็บข้อมูลช่วงกะเช้า คือ เวลา 08.00 - 17.00 น. นอกจากนี้ยังมีการนำลักษณะรอยตำหนิที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการผลิตมาวิเคราะห์ด้วยแผนผังพาเรโตเพื่อหาลักษณะรอยตำหนิที่เกิดขึ้นมากที่สุด จากนั้นจึงนำปัญหาดังกล่าวมาเขียนแผนผังเหตุและผลหรือแผนผังก้างปลา โดยการสัมภาษณ์พนักงานผู้รับผิดชอบในกระบวนการผลิต ซึ่งแผนผังนี้จะช่วยจำแนกโครงสร้างปัญหาตามกลุ่มของปัจจัยที่อาจเป็นสาเหตุของปัญหาที่ทำให้เกิดของเสียและรอยตำหนิขึ้น เพื่อเป็นข้อเสนอแนะหรือแนวทางในการแก้ปัญหาและปรับปรุงคุณภาพการผลิตต่อไป

ในส่วนของการจำลองสถานการณ์ นำข้อมูลเวลาการตกแต่งชิ้นส่วนยางทั้ง 5 ชนิด คือ Rubber Mount, Hose Drain I, Rubber Grommet New, Rubber Reactor และ Solf Case มาทำการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ปัจจุบัน และออกแบบทางเลือกพร้อมทั้งสร้างแบบจำลองสถานการณ์ของแต่ละทางเลือก จากนั้นนำมาเปรียบเทียบกับแบบจำลองสถานการณ์ปัจจุบันแล้วเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดเพื่อเป็นข้อเสนอแนะหรือแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตในขั้นตอนการตกแต่งชิ้นส่วนยางต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1 การควบคุมคุณภาพ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของชิ้นส่วนยางทั้ง 3 ชนิด มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

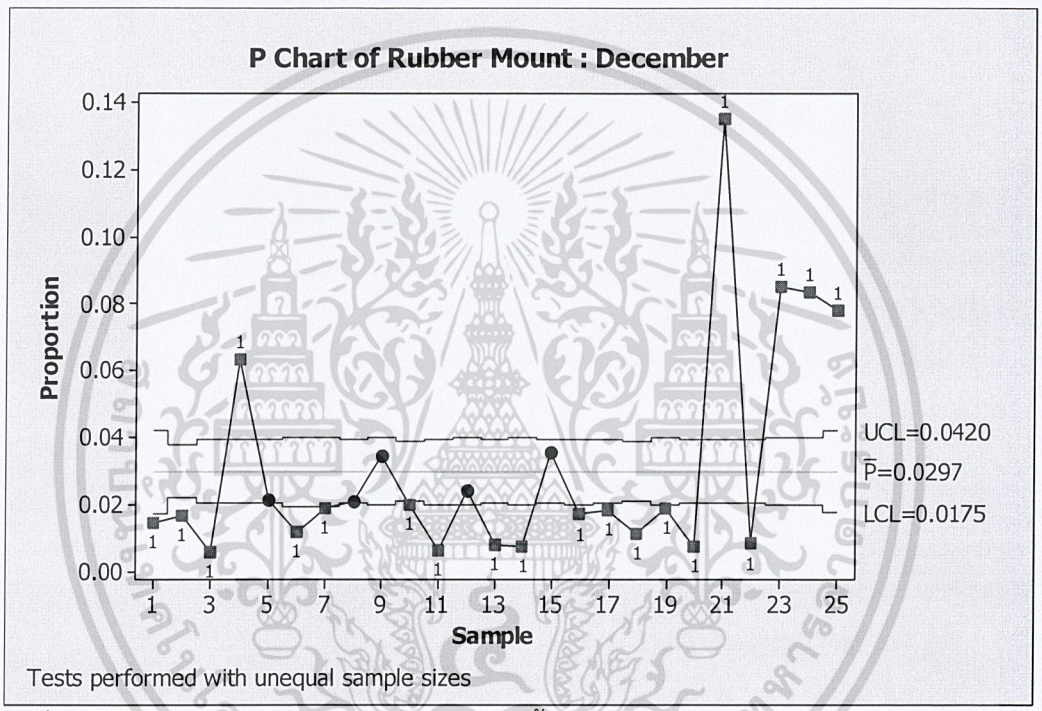
4.1.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Mount

ในการผลิตชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Mount ได้ทำการเก็บข้อมูลกะเช้า คือเวลา 08.00 - 17.00 น. เป็นเวลา 3 เดือน ตั้งแต่เดือนธันวาคม พ.ศ.2559 ถึง เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2560

4.1.1.1 แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย

ผลจากการสร้างแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย ตั้งแต่เดือนธันวาคม พ.ศ.2559 ถึง เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2560 โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. เดือนธันวาคม พ.ศ.2559

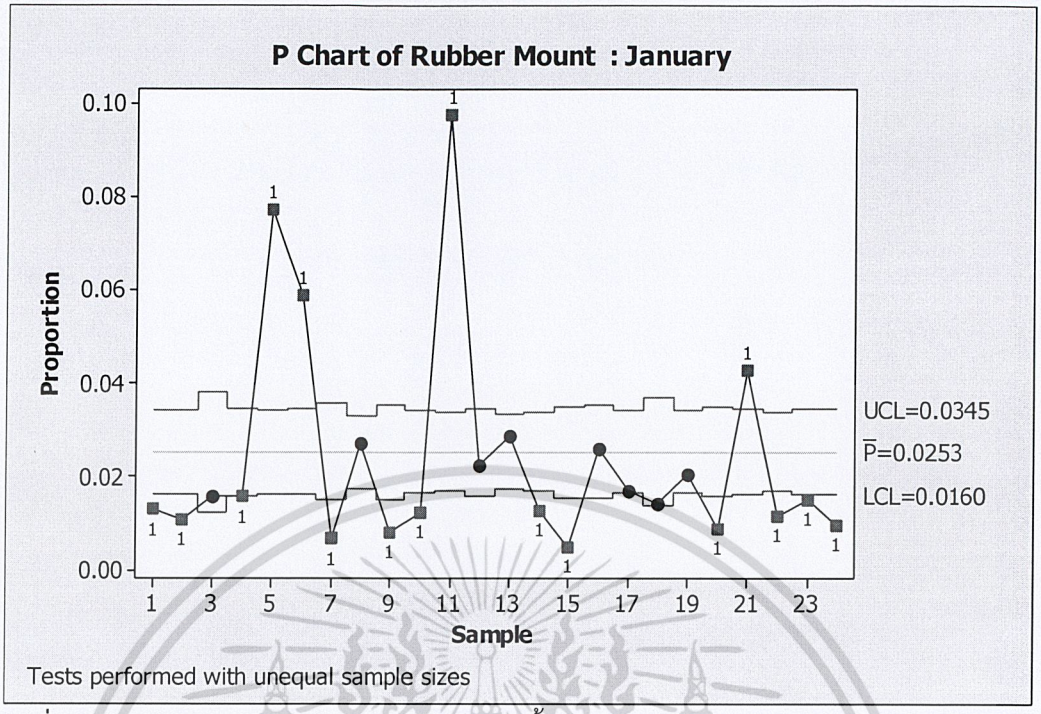


รูปที่ 4.1 แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียสำหรับชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Mount ในเดือนธันวาคม พ.ศ.2559

จากรูปที่ 4.1 พบว่ามีจุดที่ 4, 21, 23, 24 และ 25 เป็นจุดที่ตกอยู่นอกขีดจำกัดควบคุมบน แสดงว่า กระบวนการผลิตไม่สามารถควบคุมได้ จากการพิจารณาข้อมูลในตารางที่ ก.4 ในภาคผนวก ก พบว่า จุดที่ 4 (วันที่ 6 ธันวาคม พ.ศ.2559) มีของเสียเกิดขึ้นมากเนื่องจากอุณหภูมิไม่เหมาะสมในช่วงแรกของการเริ่มงาน จุดที่ 21 (วันที่ 26 ธันวาคม พ.ศ.2559) มีของเสียเกิดขึ้นมากเนื่องจากไกด์ตัวที่ใช้ยึดแม่พิมพ์ให้ประกบกันงอผิดปกติ และจุดที่ 23 ถึง 25 (วันที่ 28 ถึง 30 ธันวาคม พ.ศ.2559) มีของเสียเกิดขึ้นมากเนื่องจากมีการเปลี่ยนพนักงานคุมเครื่องจักร และหากทำการตัดข้อมูลชุดนี้ออกแล้วทำการคำนวณค่า $\bar{p}_{new}$ พบว่ามี $\bar{p}_{new} = 0.0162$ โดยตัวอย่างวิธีการคำนวณจะแสดงไว้ใน ตัวอย่างที่ 1 ภาคผนวก ข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เดือนมกราคม พ.ศ.2560

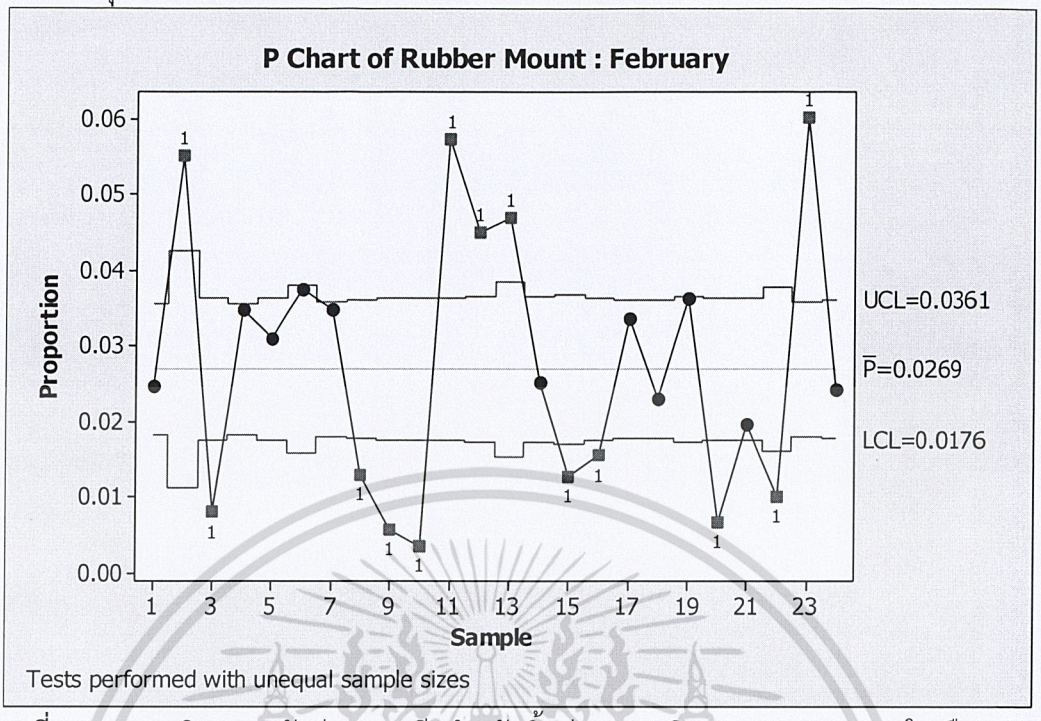


รูปที่ 4.2 แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียสำหรับชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Mount ในเดือนมกราคม พ.ศ.2560

จากรูปที่ 4.2 พบว่ามีจุดที่ 5, 6, 11 และ 21 เป็นจุดที่ตกอยู่นอกขีดจำกัดควบคุมบน แสดงว่า กระบวนการผลิตไม่สามารถควบคุมได้ จากการพิจารณาข้อมูลในตารางที่ ก.7 ในภาคผนวก ก พบว่า จุดที่ 5 และ 6 (วันที่ 9 และ 10 มกราคม พ.ศ.2560) มีของเสียเกิดขึ้นมากเนื่องจากมีการเปลี่ยนพนักงานคุมเครื่องจักรจุดที่ 11 (วันที่ 16 มกราคม พ.ศ.2560) มีของเสียเกิดขึ้นมากเนื่องจากอุณหภูมิไม่เหมาะสมในช่วงแรกของการเริ่มงานและยางมีปัญหา และจุดที่ 21 (วันที่ 27 มกราคม พ.ศ.2560) มีของเสียเกิดขึ้นมากเนื่องจากไกด์ตัวที่ใช้ยึดแม่พิมพ์ให้ประกบกันงอผิดปกติ และหากทำการตัดข้อมูลชุดนี้ออก แล้วทำการคำนวณค่า $\bar{p}_{new}$ พบว่ามี $\bar{p}_{new} = 0.0155$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2560



รูปที่ 4.3 แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียสำหรับชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Mount ในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2560

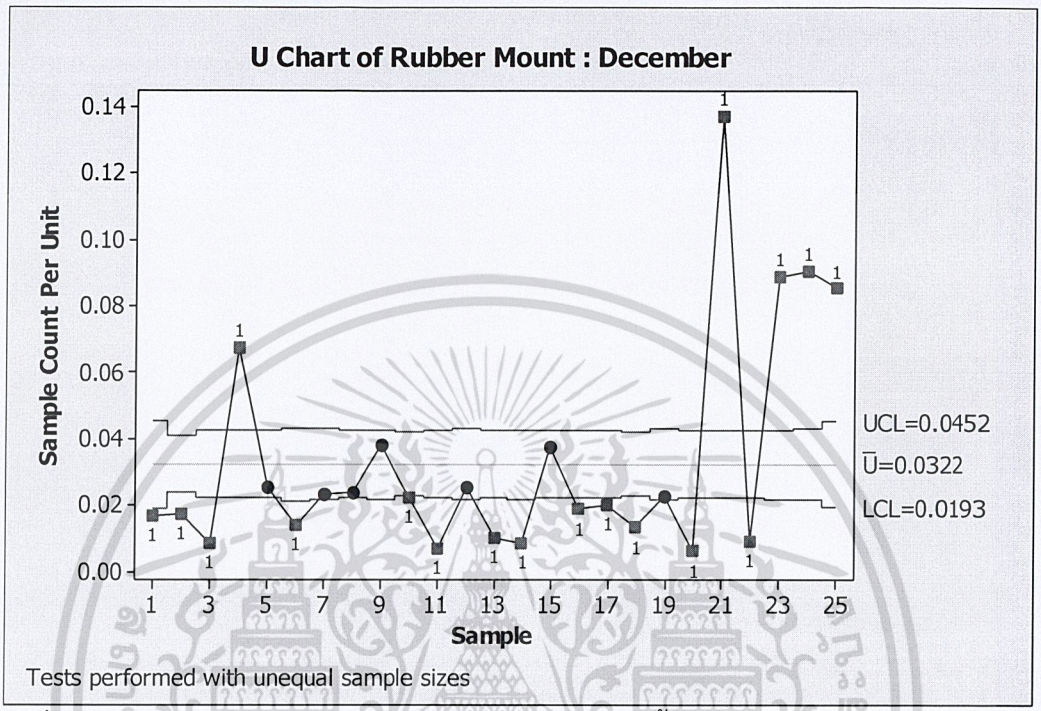
จากรูปที่ 4.3 พบว่ามีจุดที่ 2, 11, 12, 13 และ 23 เป็นจุดที่ตกอยู่นอกขีดจำกัดควบคุมบน แสดงว่า กระบวนการผลิตไม่สามารถควบคุมได้ จากการพิจารณาข้อมูลในตารางที่ ก.10 ในภาคผนวก ก พบว่า จุดที่ 2 (วันที่ 2 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2560) มีของเสียเกิดขึ้นมากเนื่องจากไฟดับขณะเครื่องจักรทำงานจุดที่ 11 และ 12 (วันที่ 13 และ 14 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2560) มีของเสียเกิดขึ้นมากเนื่องจากมีการเปลี่ยนพนักงานคุมเครื่องจักร และจุดที่ 23 (วันที่ 27 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2560) มีของเสียเกิดขึ้นมากเนื่องจากอุณหภูมิไม่เหมาะสมในช่วงแรกของการเริ่มงาน และหากทำการตัดข้อมูลชุดนี้ออก แล้วทำการคำนวณค่า $\bar{p}_{new}$ พบว่ามี $\bar{p}_{new} = 0.0220$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1.2 แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย

ผลจากการสร้างแผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย ตั้งแต่เดือนธันวาคม พ.ศ.2559 ถึง เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2560 โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. เดือนธันวาคม พ.ศ.2559

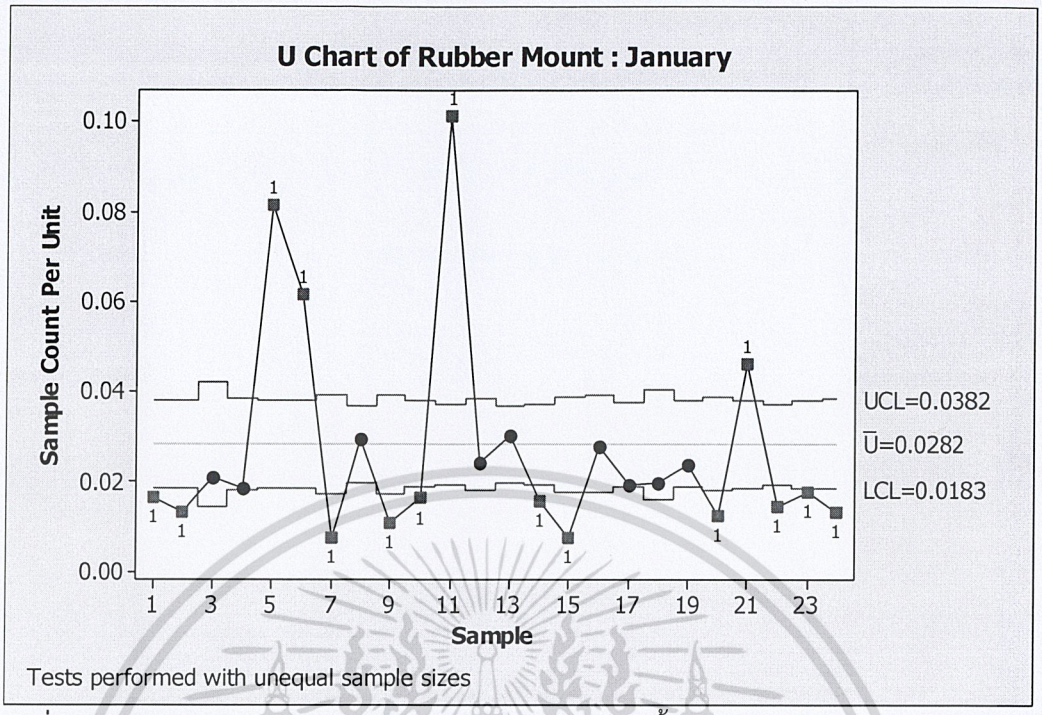


รูปที่ 4.4 แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยสำหรับชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Mount ในเดือนธันวาคม พ.ศ.2559

จากรูปที่ 4.4 พบว่ามีจุดที่ 4, 21, 23, 24 และ 25 เป็นจุดที่ตกอยู่นอกขีดจำกัดควบคุมบน แสดงว่า กระบวนการผลิตไม่สามารถควบคุมได้ จากการพิจารณาข้อมูลในตารางที่ ก.4 ในภาคผนวก ก พบว่า จุดที่ 4 (วันที่ 6 ธันวาคม พ.ศ.2559) มีของเสียเกิดขึ้นมากเนื่องจากอุณหภูมิไม่เหมาะสมในช่วงแรกของการเริ่มงาน จุดที่ 21 (วันที่ 26 ธันวาคม พ.ศ.2559) มีของเสียเกิดขึ้นมากเนื่องจากไกด์ตัวที่ใช้ยึดแม่พิมพ์ให้ประกบกันงอผิดปกติ และจุดที่ 23 ถึง 25 (วันที่ 28 ถึง 30 ธันวาคม พ.ศ.2559) มีของเสียเกิดขึ้นมากเนื่องจากมีการเปลี่ยนพนักงานคุมเครื่องจักร และหากทำการตัดข้อมูลชุดนี้ออก แล้วทำการคำนวณค่า $\bar{u}_{new}$ พบว่ามี $\bar{u}_{new} = 0.0182$ โดยตัวอย่างวิธีการคำนวณจะแสดงไว้ใน ตัวอย่างที่ 2 ภาคผนวก ข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เดือนมกราคม พ.ศ.2560

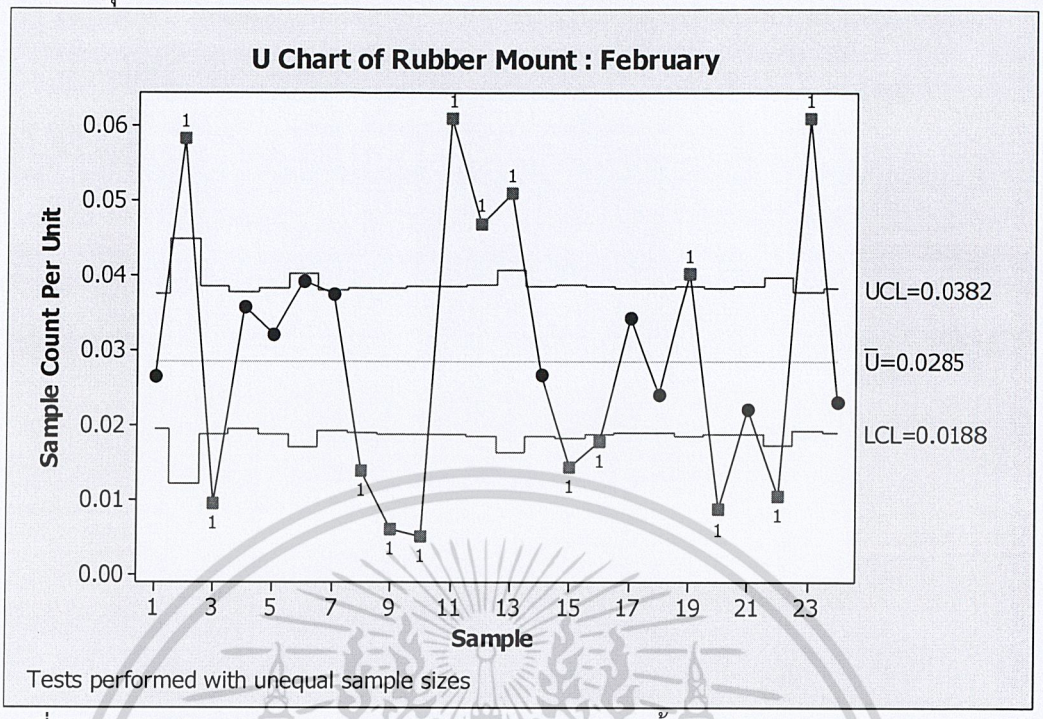


รูปที่ 4.5 แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยสำหรับชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Mount ในเดือนมกราคม พ.ศ.2560

จากรูปที่ 4.5 พบว่ามีจุดที่ 5, 6, 11 และ 21 เป็นจุดที่ตกอยู่นอกขีดจำกัดควบคุมบน แสดงว่า กระบวนการผลิตไม่สามารถควบคุมได้ จากการพิจารณาข้อมูลในตารางที่ ก.7 ในภาคผนวก ก พบว่า จุดที่ 5 และ 6 (วันที่ 9 และ 10 มกราคม พ.ศ.2560) มีของเสียเกิดขึ้นมากเนื่องจากมีการเปลี่ยนพนักงานคุมเครื่องจักรจุดที่ 11 (วันที่ 16 มกราคม พ.ศ.2560) มีของเสียเกิดขึ้นมากเนื่องจากอุณหภูมิไม่เหมาะสมในช่วงแรกของการเริ่มงานและยางมีปัญหา และจุดที่ 21 (วันที่ 27 มกราคม พ.ศ.2560) มีของเสียเกิดขึ้นมากเนื่องจากไกด์ตัวที่ใช้ยึดแม่พิมพ์ให้ประกบกันงอผิดปกติ และหากทำการตัดข้อมูลชุดนี้ออก แล้วทำการคำนวณค่า $\bar{u}_{new}$ พบว่ามี $\bar{u}_{new} = 0.0184$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2560



รูปที่ 4.6 แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยสำหรับชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Mount ในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2560

จากรูปที่ 4.6 พบว่ามีจุดที่ 2, 11, 12, 13, 19 และ 23 เป็นจุดที่ตกอยู่นอกขีดจำกัดควบคุมบน แสดงว่า กระบวนการผลิตไม่สามารถควบคุมได้ จากการพิจารณาข้อมูลในตารางที่ ก.10 ในภาคผนวก ก พบว่า จุดที่ 2 (วันที่ 2 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2560) มีของเสียเกิดขึ้นมากเนื่องจากไฟดับขณะเครื่องจักรทำงานจุดที่ 11 และ 12 (วันที่ 13 และ 14 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2560) มีของเสียเกิดขึ้นมากเนื่องจากมีการเปลี่ยนพนักงานคุมเครื่องจักร จุดที่ 19 (วันที่ 22 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2560) มีของเสียเกิดขึ้นมากเนื่องจากยางมีปัญหา และจุดที่ 23 (วันที่ 27 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2560) มีของเสียเกิดขึ้นมากเนื่องจากอุณหภูมิไม่เหมาะสมในช่วงแรกของการเริ่มงาน และหากทำการตัดข้อมูลชุดนี้ออก แล้วทำการคำนวณค่า $\bar{u}_{new}$ พบว่ามี $\bar{u}_{new} = 0.0227$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1.3 การเปรียบเทียบค่าสัดส่วนของเสียเฉลี่ยและค่าจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ยถ้าหากมีการนำแผนภูมิควบคุมคุณภาพไปใช้ในกระบวนการผลิต

การนำแผนภูมิควบคุมคุณภาพไปใช้ในกระบวนการผลิต จะทำให้สามารถตรวจสอบหรือพบความผิดปกติของกระบวนการผลิตได้ทันที จึงสามารถแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้ทันเวลา ซึ่งอาจส่งผลให้จำนวนของเสียและจำนวนรอยตำหนิที่เกิดขึ้นลดลง

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Mount ที่กล่าวข้างต้น ได้ทำการเปรียบเทียบค่าสัดส่วนของเสียเฉลี่ยและค่าจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ยระหว่างไม่ดำเนินการแก้ไขโดยนำเสนอด้วยค่า $\bar{p}$ และ $\bar{u}$ และหากดำเนินการแก้ไขปัญหาที่ทราบสาเหตุที่เกิดขึ้นทันทีในระหว่างกระบวนการผลิต ซึ่งทำให้สามารถแก้ปัญหาที่ทราบสาเหตุได้ทันเวลาระหว่างกระบวนการผลิตโดยนำเสนอด้วยค่า $\bar{p}_{new}$ และ $\bar{u}_{new}$ แสดงดังตารางที่ 4.1 และ 4.2

ตารางที่ 4.1 การเปรียบเทียบค่าสัดส่วนของเสียเฉลี่ยระหว่างไม่ดำเนินการแก้ไขและหากดำเนินการแก้ไขปัญหาที่ทราบสาเหตุ สำหรับชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Mount

เดือน/ปี	ค่าสัดส่วนของเสียเฉลี่ย		สัดส่วนของเสียเฉลี่ยที่ลดลง
	ไม่ดำเนินการแก้ไข ($\bar{p}$)	หากดำเนินการแก้ไข ($\bar{p}_{new}$)	
ธันวาคม พ.ศ.2559	0.0297	0.0162	0.0135
มกราคม พ.ศ.2560	0.0253	0.0155	0.0098
กุมภาพันธ์ พ.ศ.2560	0.0269	0.0220	0.0049

ตารางที่ 4.2 การเปรียบเทียบค่าจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ยระหว่างไม่ดำเนินการแก้ไขและหากดำเนินการแก้ไขปัญหาที่ทราบสาเหตุ สำหรับชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Mount

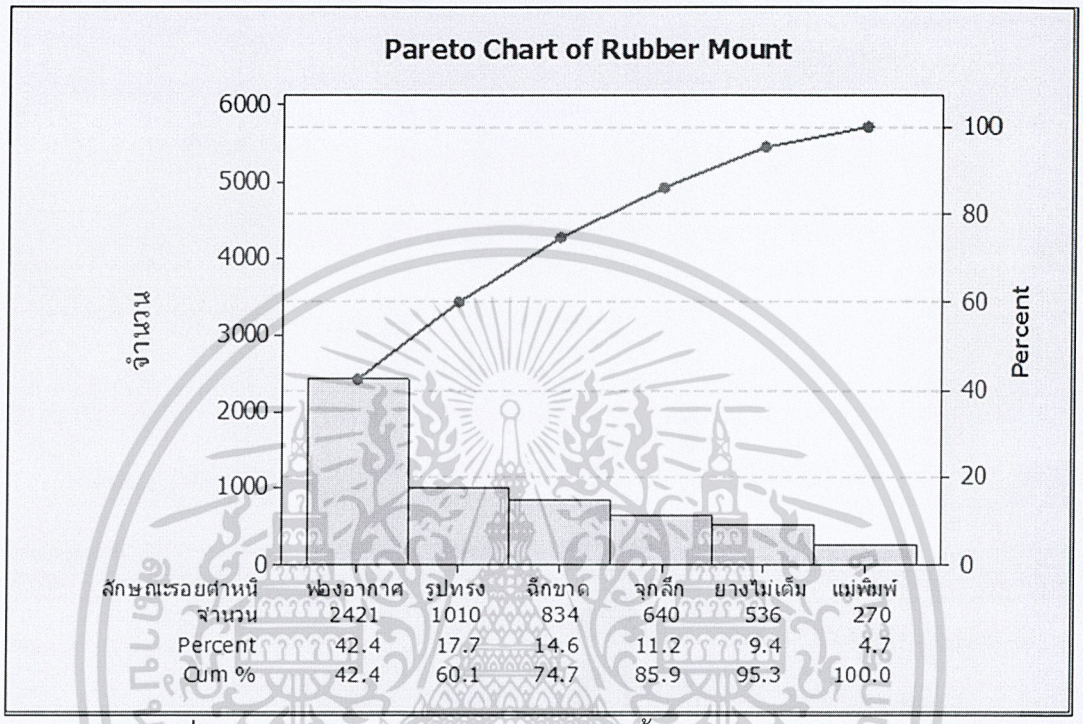
เดือน/ปี	ค่าจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ย		จำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ยที่ลดลง
	ไม่ดำเนินการแก้ไข ($\bar{u}$)	หากดำเนินการแก้ไข ($\bar{u}_{new}$)	
ธันวาคม พ.ศ.2559	0.0322	0.0182	0.0140
มกราคม พ.ศ.2560	0.0282	0.0184	0.0098
กุมภาพันธ์ พ.ศ.2560	0.0285	0.0227	0.0058

จากตารางที่ 4.1 และ 4.2 พบว่าการไม่ดำเนินการแก้ไขปัญหาที่ทราบสาเหตุที่เกิดขึ้นทันทีในระหว่างกระบวนการผลิต เนื่องจากยังไม่มีการนำแผนภูมิควบคุมคุณภาพไปใช้ ทำให้มีสัดส่วนของเสียเฉลี่ยและจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ยในแต่ละเดือนไม่แตกต่างกันมากนัก และหากมีการนำแผนภูมิควบคุมคุณภาพไปใช้จะทำให้สามารถแก้ไขปัญหาที่ทราบสาเหตุที่เกิดขึ้นได้ทันที ซึ่งจะทำให้สัดส่วนของเสียเฉลี่ยและจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ยลดลงจากสัดส่วนของเสียและจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยที่พบในปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1.4 แผนผังพาเรโต

ในหัวข้อนี้จะนำเสนอจำนวนลักษณะรอยตำหนิ เปอร์เซ็นต์ของจำนวนลักษณะรอยตำหนิ และเปอร์เซ็นต์สะสมของจำนวนลักษณะรอยตำหนิที่พบในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Mount ตลอด 3 เดือน คือ ตั้งแต่เดือนธันวาคม พ.ศ.2559 ถึง เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2560 โดยมีรายละเอียด ดังนี้



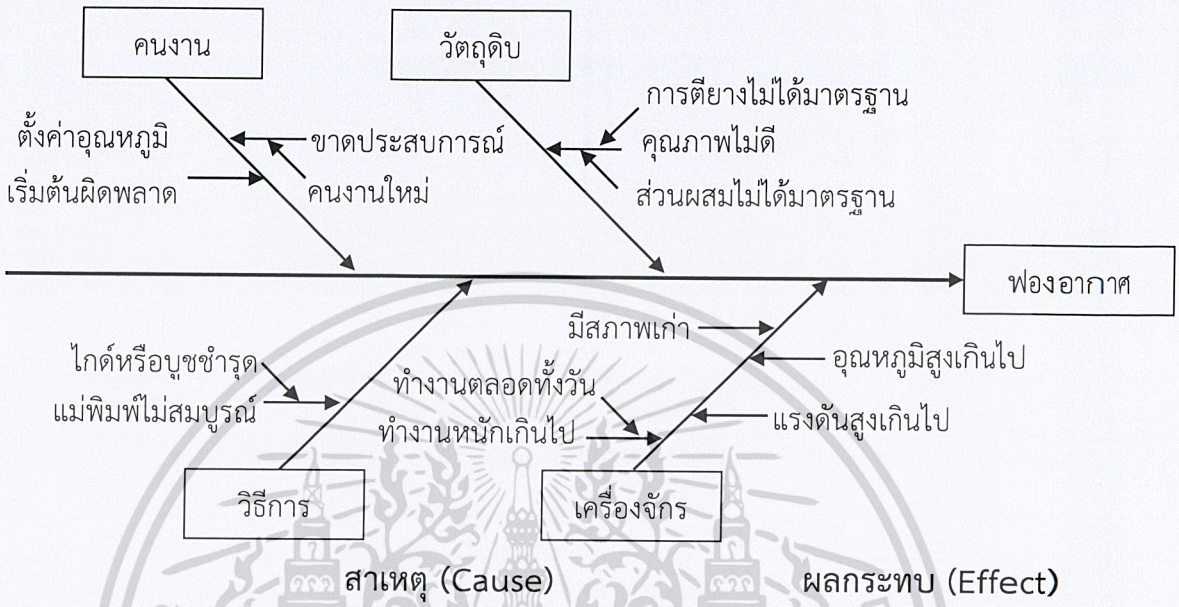
รูปที่ 4.7 แผนผังพาเรโตในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Mount

จากรูปที่ 4.7 เป็นกราฟเส้นแสดงถึงเปอร์เซ็นต์สะสมของลักษณะรอยตำหนิที่เกิดจากสาเหตุต่างๆ ในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Mount ซึ่งลักษณะรอยตำหนิที่เกิดขึ้นมากที่สุด คือ ฟองอากาศ มีจำนวน 2,421 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 42.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1.5 แผนผังเหตุและผลหรือแผนผังก้างปลา และแนวทางการแก้ปัญหา

จากแผนผังพาเรโต พบว่าปัญหาหลักคือ ฟองอากาศ โดยคิดเป็นร้อยละ 42.4 จึงนำมาวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา โดยการสัมภาษณ์พนักงานผู้รับผิดชอบในกระบวนการผลิตถึงสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น และนำมาสร้างแผนผังเหตุและผล ได้ดังรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 แผนผังเหตุและผลของลักษณะรอยตำหนิฟองอากาศในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Mount

ปัจจัยที่เป็นสาเหตุสำคัญของปัญหาที่ทำให้เกิดฟองอากาศ มี 4 ปัจจัยหลัก ดังนี้

1. เครื่องจักร เนื่องมาจาก เครื่องจักรมีสภาพเก่า อุณหภูมิและแรงดันภายในเครื่องจักรมีค่าสูงเกินไป และมีการทำงานหนักเกินไปเพราะต้องทำงานตลอดทั้งวัน

2. วัตถุดิบ เนื่องมาจาก คุณภาพไม่ดีเพราะการตียางไม่ได้มาตรฐาน เช่น ตีเร็วหรือแรงเกินไป ทำให้เกิดฟองอากาศ และส่วนผสมไม่ได้มาตรฐาน เช่น อัตราส่วนของส่วนผสมไม่เป็นไปตามเกณฑ์

3. วิธีการ เนื่องมาจาก กระบวนการผลิตไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กาหนดไว้เช่นแม่พิมพ์ไม่สมบูรณ์เพราะไกด์หรือบูชชำรุด

4. คนงาน เนื่องมาจาก ตั้งค่าอุณหภูมิเริ่มต้นผิดพลาดและขาดประสบการณ์เพราะเป็นคนงานใหม่

จากรูปที่ 4.8 ผลการวิเคราะห์แผนผังเหตุและผลในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Mount สามารถกำหนดแนวทางแก้ไขสาเหตุเหล่านี้ แสดงดังตารางที่ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 สาเหตุและแนวทางแก้ไข เนื่องจากการรอยตำหนิเกิดฟองอากาศของชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Mount

แนวทางแก้ไข / สาเหตุ	จัดฝึกอบรม	ตรวจสอบวัตถุดิบ	ปรับค่าอุณหภูมิให้เป็นค่ากลาง	มีการสลับหรือพักเครื่อง	ตรวจเช็คสภาพเครื่องเป็นประจำ	กำหนดค่าอุณหภูมิเริ่มต้นให้ชัดเจน	ตรวจเช็คความพร้อมของคนงานก่อนเริ่มงาน
1. เครื่องจักร							
1.1 มีสภาพเก่า					✓		
1.2 อุณหภูมิสูงเกินไป			✓				
1.3 แรงดันสูงเกินไป			✓				
1.4 ทำงานหนักเกินไป							
1.4.1 ทำงานตลอดทั้งวัน				✓			
2. วัตถุดิบ							
2.1 คุณภาพไม่ดี							
2.1.1 การตียางไม่ได้มาตรฐาน		✓					
2.1.2 ส่วนผสมไม่ได้มาตรฐาน		✓					
3.วิธีการ							
3.1 แม่พิมพ์ไม่สมบูรณ์							
3.1.1 ไกด์หรือบูชชำรุด							✓
4. คนงาน							
4.1 ตั้งค่าอุณหภูมิเริ่มต้นผิดพลาด						✓	
4.2 ขาดประสบการณ์							
4.2.1 คนงานใหม่	✓						

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับชิ้นส่วนยางชนิด Hose Drain I

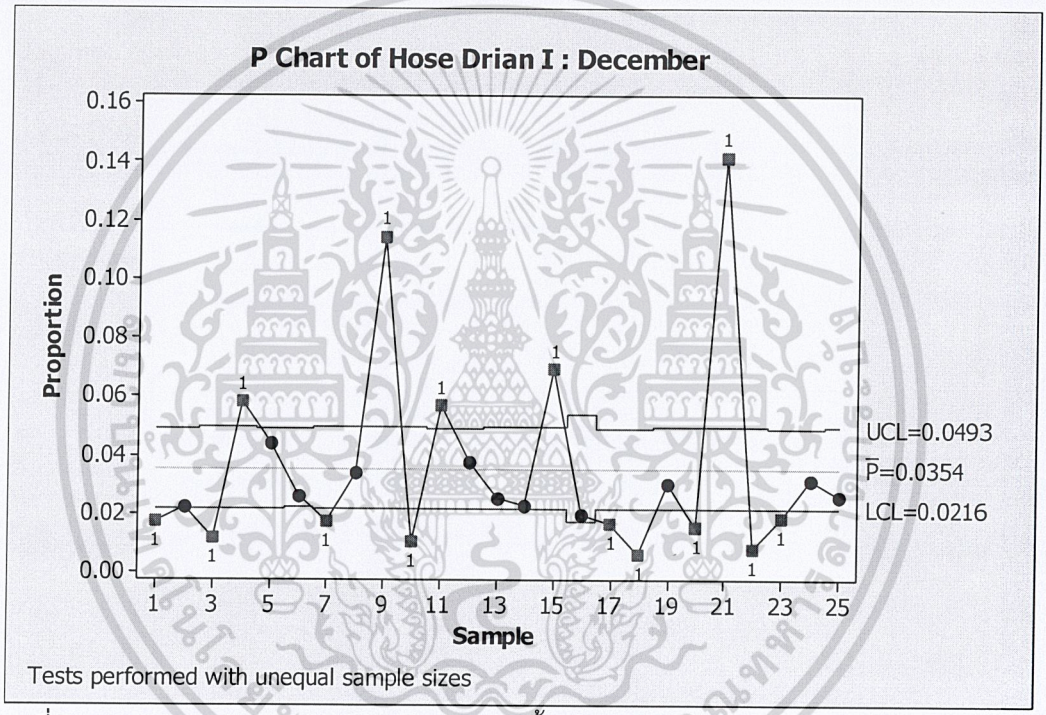
ในการผลิตชิ้นส่วนยางชนิด Hose Drain I ได้ทำการเก็บข้อมูลกะเช้า คือเวลา 08.00 - 17.00 น. เป็นเวลา 2 เดือน ตั้งแต่เดือนธันวาคม พ.ศ.2559 ถึง เดือนมกราคม พ.ศ.2560

ในเดือนมกราคม พ.ศ.2560 ทางบริษัทพบว่ายางมีปัญหา ส่งผลให้สินค้าไม่ได้คุณภาพ และสินค้าถูกตีกลับเป็นจำนวนมาก จึงสั่งหยุดผลิตชิ้นส่วนยางชนิด Hose Drain I ทำให้ไม่มีข้อมูลในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2560

4.1.2.1 แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย

ผลจากการสร้างแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย ตั้งแต่เดือนธันวาคม พ.ศ.2559 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ.2560 โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. เดือนธันวาคม พ.ศ.2559

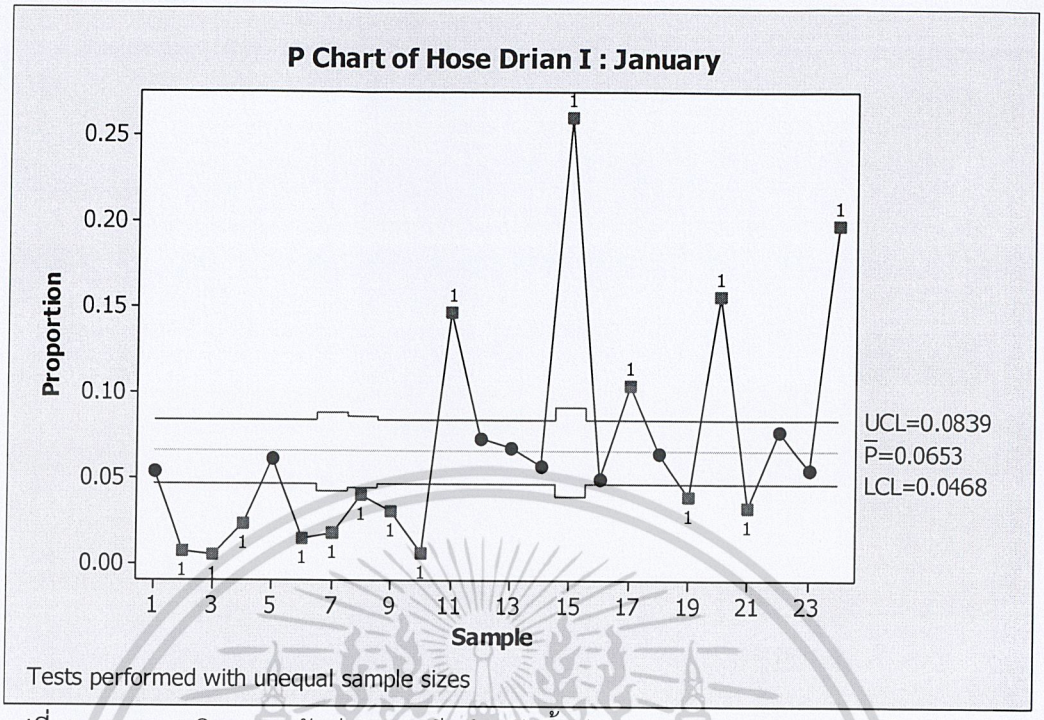


รูปที่ 4.9 แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียสำหรับชิ้นส่วนยางชนิด Hose Drain I ในเดือนธันวาคม พ.ศ.2559

จากรูปที่ 4.19 พบว่ามีจุดที่ 4, 9, 11, 15 และ 21 เป็นจุดที่ตกอยู่นอกขีดจำกัดควบคุมบน แสดงว่า กระบวนการผลิตไม่สามารถควบคุมได้ จากการพิจารณาข้อมูลในตารางที่ ก.5 ในภาคผนวก ก พบว่า จุดที่ 9 (วันที่ 12 ธันวาคม พ.ศ.2559) มีของเสียเกิดขึ้นมากเนื่องจากอุณหภูมิไม่เหมาะสมในช่วงแรกของการเริ่มงานและยางมีปัญหา จุดที่ 11 (วันที่ 14 ธันวาคม พ.ศ.2559) มีของเสียเกิดขึ้นมากเนื่องจากยางมีปัญหา จุดที่ 15 (วันที่ 19 ธันวาคม พ.ศ.2559) มีของเสียเกิดขึ้นมากเนื่องจากอุณหภูมิไม่เหมาะสมในช่วงแรกของการเริ่มงานและจุดที่ 21 (วันที่ 26 ธันวาคม พ.ศ.2559) มีของเสียเกิดขึ้นมากเนื่องจากปืนลมมีปัญหา และหากทำการตัดข้อมูลชุดนี้ออก แล้วทำการคำนวณค่า $\overline{p}_{new}$ พบว่ามี $\overline{p}_{new} = 0.0238$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เดือนมกราคม พ.ศ.2560



รูปที่ 4.10 แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียสำหรับชิ้นส่วนยางชนิด Hose Drain I ในเดือนมกราคม พ.ศ.2560

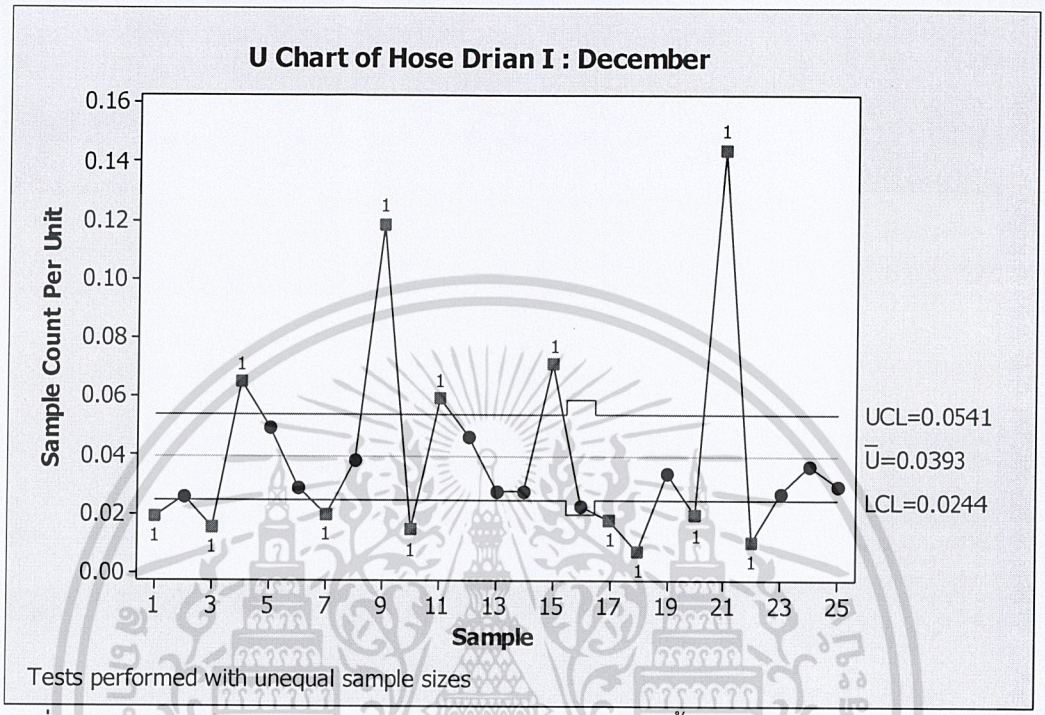
จากรูปที่ 4.10 พบว่ามีจุดที่ 11, 15, 17, 20 และ 24 เป็นจุดที่ตกอยู่นอกขีดจำกัดควบคุมบน แสดงว่า กระบวนการผลิตไม่สามารถควบคุมได้ จากการพิจารณาข้อมูลในตารางที่ ก.8 ในภาคผนวก ก พบว่า จุดที่ 11 (วันที่ 16 มกราคม พ.ศ.2560) มีของเสียเกิดขึ้นมากเนื่องจากมีการเปลี่ยนพนักงานคุมเครื่องจักรและปืนลมมีปัญหา จุดที่ 15 (วันที่ 20 มกราคม พ.ศ.2560) มีของเสียเกิดขึ้นมากเนื่องจากอุณหภูมิไม่เหมาะสมในช่วงแรกของการเริ่มงาน และจุดที่ 17, 20 และ 24 (วันที่ 23, 26 และ 31 มกราคม พ.ศ.2560) มีของเสียเกิดขึ้นมากเนื่องจากยางมีปัญหา แล้วหากทำการตัดข้อมูลชุดนี้ออก แล้วทำการคำนวณค่า $\bar{p}_{new}$ พบว่ามี $\bar{p}_{new} = 0.0415$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2.2 แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย

ผลจากการสร้างแผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย ตั้งแต่เดือนธันวาคม พ.ศ.2559 ถึง เดือนมกราคม พ.ศ.2560 โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. เดือนธันวาคม พ.ศ.2559

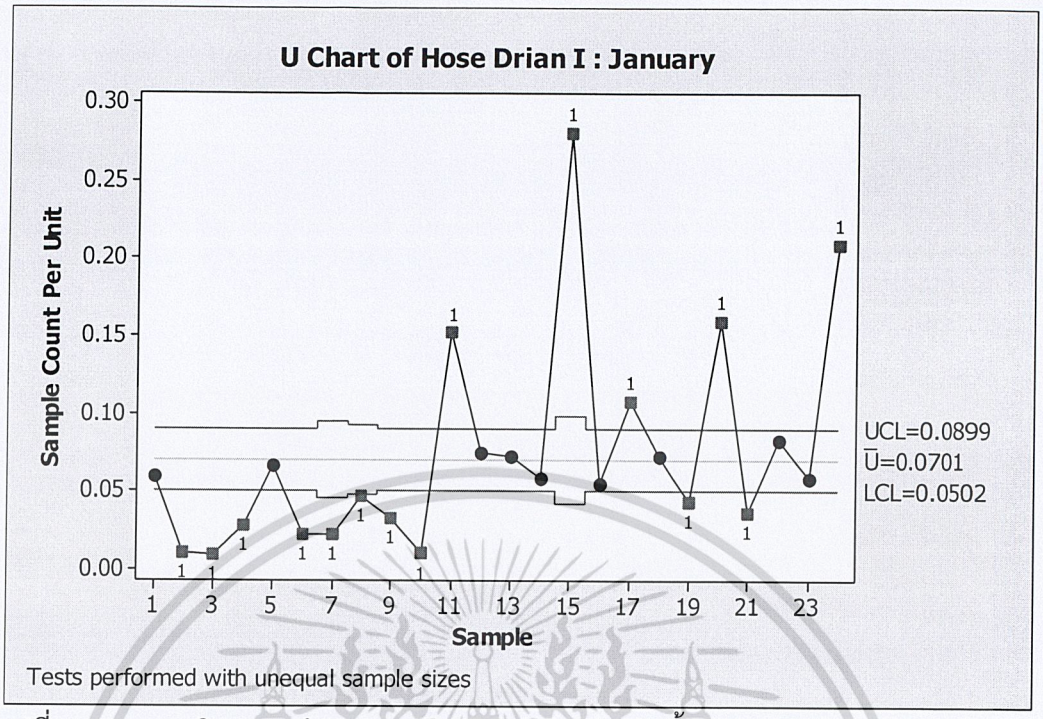


รูปที่ 4.11 แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยสำหรับชิ้นส่วนยางชนิด Hose Drain I ในเดือนธันวาคม พ.ศ.2559

จากรูปที่ 4.11 พบว่ามีจุดที่ 4, 9, 11, 15 และ 21 เป็นจุดที่ตกอยู่นอกขีดจำกัดควบคุมบน แสดงว่า กระบวนการผลิตไม่สามารถควบคุมได้ จากการพิจารณาข้อมูลในตารางที่ ก.5 ในภาคผนวก ก พบว่า จุดที่ 9 (วันที่ 12 ธันวาคม พ.ศ.2559) มีของเสียเกิดขึ้นมากเนื่องจากอุณหภูมิไม่เหมาะสมในช่วงแรกของการเริ่มงานและยางมีปัญหา จุดที่ 11 (วันที่ 14 ธันวาคม พ.ศ.2559) มีของเสียเกิดขึ้นมากเนื่องจากยางมีปัญหา จุดที่ 15 (วันที่ 19 ธันวาคม พ.ศ.2559) มีของเสียเกิดขึ้นมากเนื่องจากอุณหภูมิไม่เหมาะสมในช่วงแรกของการเริ่มงานและจุดที่ 21 (วันที่ 26 ธันวาคม พ.ศ.2559) มีของเสียเกิดขึ้นมากเนื่องจากปืนลมมีปัญหา แล้วหากทำการตัดข้อมูลชุดนี้ออก แล้วทำการคำนวณค่า $\bar{u}_{new}$ พบว่ามี $\bar{u}_{new} = 0.0278$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เดือนมกราคม พ.ศ.2560



รูปที่ 4.12 แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยสำหรับชิ้นส่วนยางชนิด Hose Drain I ในเดือนมกราคม พ.ศ.2560

จากรูปที่ 4.12 พบว่ามีจุดที่ 11, 15, 17, 20 และ 24 เป็นจุดที่ตกอยู่นอกขีดจำกัดควบคุมบน แสดงว่า กระบวนการผลิตไม่สามารถควบคุมได้ จากการพิจารณาข้อมูลในตารางที่ ก.8 ในภาคผนวก ก พบว่า จุดที่ 11 (วันที่ 16 มกราคม พ.ศ.2560) มีของเสียเกิดขึ้นมากเนื่องจากมีการเปลี่ยนพนักงานคุมเครื่องจักรและปืนลมมีปัญหา จุดที่ 15 (วันที่ 20 มกราคม พ.ศ.2560) มีของเสียเกิดขึ้นมากเนื่องจากอุณหภูมิไม่เหมาะสมในช่วงแรกของการเริ่มงาน และจุดที่ 17, 20 และ 24 (วันที่ 23, 26 และ 31 มกราคม พ.ศ.2560) มีของเสียเกิดขึ้นมากเนื่องจากยางมีปัญหา แล้วหากทำการตัดข้อมูลชุดนี้ออก แล้วทำการคำนวณค่า $\bar{u}_{new}$ พบว่ามี $\bar{u}_{new} = 0.0455$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2.3 การเปรียบเทียบค่าสัดส่วนของเสียเฉลี่ยและค่าจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ยถ้าหากมีการนำแผนภูมิควบคุมคุณภาพไปใช้ในกระบวนการผลิต

การนำแผนภูมิควบคุมคุณภาพไปใช้ในกระบวนการผลิต จะทำให้สามารถตรวจสอบหรือพบความผิดปกติของกระบวนการผลิตได้ทันที จึงสามารถแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้ทันเวลา ซึ่งอาจส่งผลให้จำนวนของเสียและจำนวนรอยตำหนิที่เกิดขึ้นลดลง

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับชิ้นส่วนยางชนิด Hose Drain I ที่กล่าวข้างต้น ได้ทำการเปรียบเทียบค่าสัดส่วนของเสียเฉลี่ยและค่าจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ยระหว่างไม่ดำเนินการแก้ไขโดยนำเสนอด้วยค่า $\bar{p}$ และ $\bar{u}$ และหากดำเนินการแก้ไขปัญหาที่ทราบสาเหตุที่เกิดขึ้นทันทีในระหว่างกระบวนการผลิต ซึ่งทำให้สามารถแก้ปัญหาที่ทราบสาเหตุได้ทันเวลาระหว่างกระบวนการผลิตโดยนำเสนอด้วยค่า $\bar{p}_{new}$ และ $\bar{u}_{new}$ แสดงดังตารางที่ 4.4 และ 4.5

ตารางที่ 4.4 การเปรียบเทียบค่าสัดส่วนของเสียเฉลี่ยระหว่างไม่ดำเนินการแก้ไขและหากดำเนินการแก้ไขปัญหาที่ทราบสาเหตุ สำหรับชิ้นส่วนยางชนิด Hose Drain I

เดือน/ปี	ค่าสัดส่วนของเสียเฉลี่ย		สัดส่วนของเสียเฉลี่ยที่ลดลง
	ไม่ดำเนินการแก้ไข ($\bar{p}$)	หากดำเนินการแก้ไข ($\bar{p}_{new}$)	
ธันวาคม พ.ศ.2559	0.0354	0.0238	0.0116
มกราคม พ.ศ.2560	0.0653	0.0415	0.0238

ตารางที่ 4.5 การเปรียบเทียบค่าจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ยระหว่างไม่ดำเนินการแก้ไขและหากดำเนินการแก้ไขปัญหาที่ทราบสาเหตุ สำหรับชิ้นส่วนยางชนิด Hose Drain I

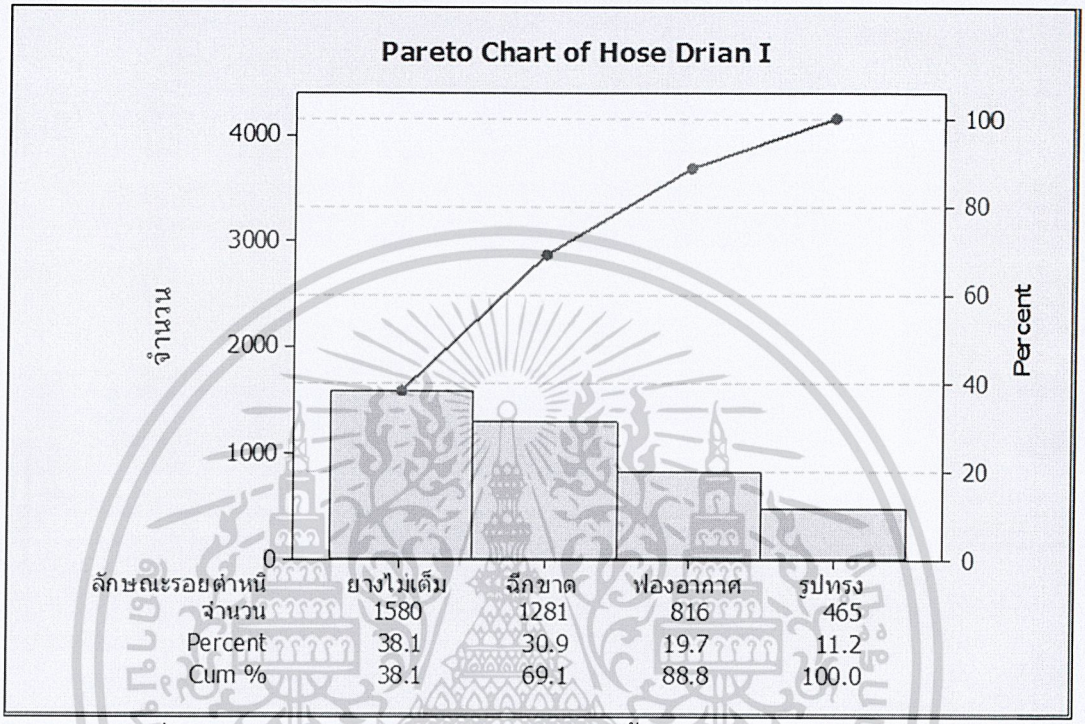
เดือน/ปี	ค่าจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ย		จำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ยที่ลดลง
	ไม่ดำเนินการแก้ไข ($\bar{u}$)	หากดำเนินการแก้ไข ($\bar{u}_{new}$)	
ธันวาคม พ.ศ.2559	0.0393	0.0278	0.0115
มกราคม พ.ศ.2560	0.0701	0.0455	0.0246

จากตารางที่ 4.4 และ 4.5 พบว่าการไม่ดำเนินการแก้ไขปัญหาที่ทราบสาเหตุที่เกิดขึ้นทันทีในระหว่างกระบวนการผลิต เนื่องจากยังไม่มีการนำแผนภูมิควบคุมคุณภาพไปใช้ ทำให้มีสัดส่วนของเสียเฉลี่ยและจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ยในเดือนธันวาคมและมกราคมแตกต่างกันมาก เนื่องจากในเดือนมกราคมทางบริษัทพบว่ายางมีปัญหา และหากมีการนำแผนภูมิควบคุมคุณภาพไปใช้จะทำให้สามารถแก้ไขปัญหาที่ทราบสาเหตุที่เกิดขึ้นได้ทันที ซึ่งจะทำให้สัดส่วนของเสียเฉลี่ยและจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ยลดลงจากสัดส่วนของเสียและจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยที่พบในปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2.4 แผนผังพาเรโต

ในหัวข้อนี้จะนำเสนอจำนวนลักษณะรอยตำหนิ เปอร์เซ็นต์ของจำนวนลักษณะรอยตำหนิ และเปอร์เซ็นต์สะสมของจำนวนลักษณะรอยตำหนิที่พบในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนยางชนิด Hose Drain I ตลอด 2 เดือน คือ ตั้งแต่เดือนธันวาคม พ.ศ.2559 ถึง เดือนมกราคม พ.ศ.2560 โดยมีรายละเอียด ดังนี้



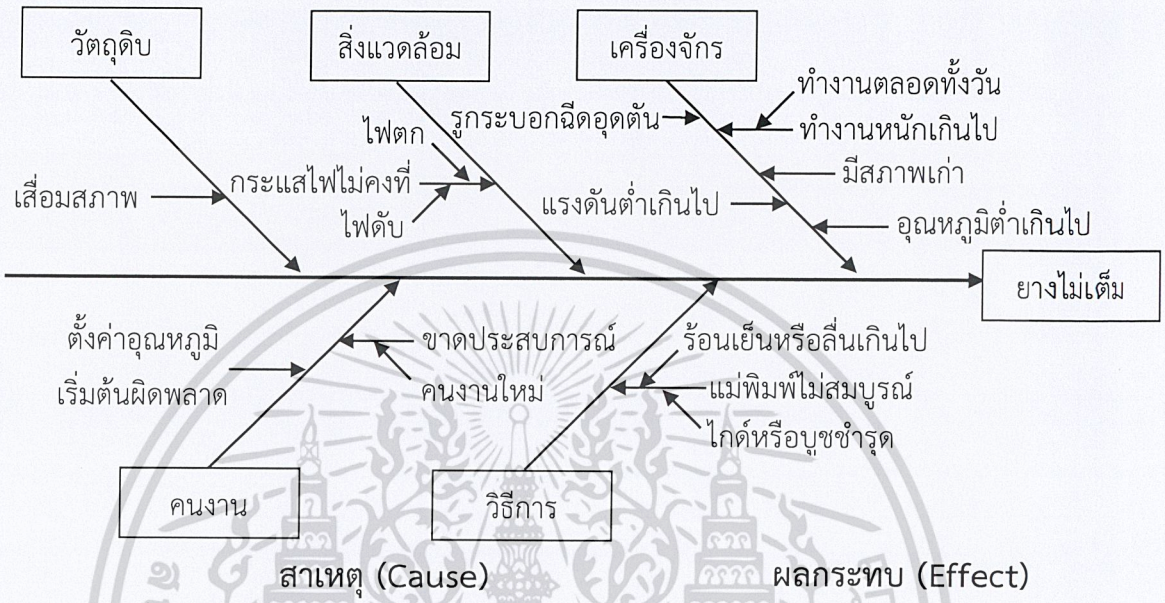
รูปที่ 4.13 แผนผังพาเรโตในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนยางชนิด Hose Drain I

จากรูปที่ 4.13 เป็นกราฟเส้นแสดงถึงเปอร์เซ็นต์สะสมของลักษณะรอยตำหนิที่เกิดจากสาเหตุต่างๆ ในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนยางชนิด Hose Drain I ซึ่งลักษณะรอยตำหนิที่เกิดขึ้นมากที่สุด คือ ยางไม่เต็ม มีจำนวน 1,580 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 38.1 รองลงมา คือ ฉีกขาด มีจำนวน 1,281 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 30.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2.5 แผนผังเหตุและผลหรือแผนผังก้างปลา และแนวทางการแก้ปัญหา

จากแผนผังพาเรโต พบว่าปัญหายางไม่เต็มและฉีกขาด มีเปอร์เซ็นต์ที่เกิดขึ้นใกล้เคียงกัน คือ 38.1 และ 30.9 ตามลำดับ จึงนำมาวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา โดยการสัมภาษณ์พนักงานผู้รับผิดชอบในกระบวนการผลิตถึงสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น และนำมาสร้างแผนผังเหตุและผล ได้ดังรูปที่ 4.14 และ 4.15



รูปที่ 4.14 แผนผังเหตุและผลของลักษณะรอยตำหนิยางไม่เต็มในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนยางชนิด Hose Drian I

ปัจจัยที่เป็นสาเหตุสำคัญของปัญหาที่ทำให้เกิดยางไม่เต็ม มี 5 ปัจจัยหลัก ดังนี้

1. เครื่องจักร เนื่องมาจาก เครื่องจักรมีสภาพเก่าอุณหภูมิและแรงดันภายในเครื่องจักรมีค่าต่ำเกินไป มีการทำงานหนักเกินไปเพราะต้องทำงานตลอดทั้งวัน และรูกระบอกฉีดอุดตันจากการผลิตก่อนหน้า

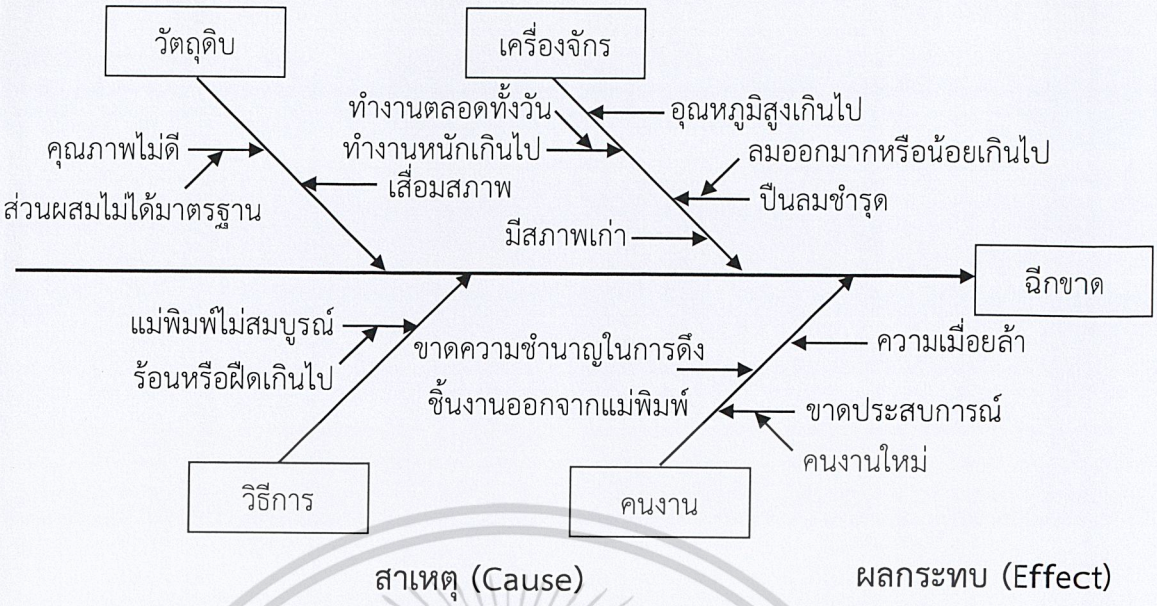
2. วิธีการ เนื่องมาจาก กระบวนการผลิตไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กาหนดไว้เช่นแม่พิมพ์ไม่สมบูรณ์เพราะไกด์หรือบูชชำรุดและแม่พิมพ์ร้อน เย็นหรือลื่นเกินไป อุณหภูมิและแรงดันมีค่าต่ำเกินไป

3. สิ่งแวดล้อม เนื่องมาจาก เกิดไฟตกหรือไฟดับเพราะสภาพอากาศเปลี่ยนแปลง

4. คนงาน เนื่องมาจาก ตั้งค่าอุณหภูมิเริ่มต้มผิดพลาด และขาดประสบการณ์เพราะเป็นคนงานใหม่

5. วัตถุดิบ เนื่องมาจาก เสื่อมสภาพเพราะหมดอายุหรือเก็บไว้ในอุณหภูมิที่ไม่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.15 แผนผังเหตุและผลของลักษณะรอยตำหนิฉีกขาดในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนยางชนิด Hose Drian I

ปัจจัยที่เป็นสาเหตุสำคัญของปัญหาที่ทำให้เกิดฉีกขาด มี 4 ปัจจัยหลัก ดังนี้

1. คนงาน เนื่องมาจาก ขาดความชำนาญในการดึงชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์ ขาดประสบการณ์เพราะเป็นคนงานใหม่และความเมื่อยล้าเพราะทำงานติดต่อกันเป็นเวลานา

2. เครื่องจักร เนื่องมาจาก เครื่องจักรมีสภาพเก่าอุณหภูมิภายในเครื่องจักรมีค่าสูงเกินไป มีการทำงานหนักเกินไปเพราะต้องทำงานตลอดทั้งวัน และปืนลมชำรุดเพราะมีลมออกไม่สม่ำเสมอ

3. วิธีการ เนื่องมาจาก กระบวนการผลิตไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กาหนดไว้เช่นแม่พิมพ์ไม่สมบูรณ์เพราะร้อนหรือฝืดเกินไป

4. วัตถุดิบ เนื่องมาจาก คุณภาพไม่ดีเพราะส่วนผสมไม่ได้มาตรฐาน เช่น อัตราส่วนของส่วนผสมไม่เป็นไปตามเกณฑ์ และเสื่อมสภาพเพราะหมดอายุหรือเก็บไว้ในอุณหภูมิที่ไม่เหมาะสม

จากรูปที่ 4.14 และ 4.15 ผลการวิเคราะห์แผนผังเหตุและผลในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนยางชนิด Hose Drian I สามารถกำหนดแนวทางแก้ไขสาเหตุเหล่านี้ แสดงดังตารางที่ 4.6 และ 4.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 สาเหตุและแนวทางแก้ไข เนื่องจากการเกิดรอยตำหนิยางไม่เต็มของชิ้นส่วนยางชนิด Hose Drian I

สาเหตุ \ แนวทางแก้ไข	จัดฝึกอบรม	ปรับค่าอุณหภูมิให้เป็นค่ากลาง	ติดตั้งเครื่องปั่นไฟ	มีการสลับหรือพักเครื่อง	ตรวจเช็คสภาพวัตถุดิบเป็นประจำ	ตรวจเช็คสภาพเครื่องเป็นประจำ	กำหนดค่าอุณหภูมิเริ่มต้มให้ชัดเจน	ตรวจเช็คความพร้อมของแม่พิมพ์ก่อนเริ่มงาน
1. เครื่องจักร								
1.1 มีสภาพเก่า						✓		
1.2 อุณหภูมิต่ำเกินไป		✓						
1.3 แรงดันต่ำเกินไป		✓						
1.4 ทำงานหนักเกินไป								
1.4.1 ทำงานตลอดทั้งวัน				✓				
1.5 รูกระบอกฉีดอุดตัน						✓		
2. วิธีการ								
2.1 แม่พิมพ์ไม่สมบูรณ์								
2.1.1 ไกด์หรือบูชชำรุด								✓
2.1.2 ร้อน เย็นหรือลื่นเกินไป								✓
3. สิ่งแวดล้อม								
3.1 กระแสไฟไม่คงที่								
3.1.1 ไฟตก			✓					
3.1.2 ไฟดับ			✓					
4. คนงาน								
4.1 ตั้งค่าอุณหภูมิเริ่มต้นผิดพลาด							✓	
4.2 ขาดประสบการณ์								
4.2.1 คนงานใหม่	✓							
5. วัตถุดิบ								
5.1 เสื่อมสภาพ					✓			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 สาเหตุและแนวทางแก้ไข เนื่องจากการเกิดรอยตำหนิฉีกขาดของชิ้นส่วนยางชนิด Hose Drian I

แนวทางแก้ไข / สาเหตุ	จัดฝึกอบรม	ตรวจสอบวัตถุดิบ	ปรับค่าอุณหภูมิให้เป็นค่ากลาง	มีการสลับตำแหน่งงาน	มีการสลับหรือพักเครื่อง	ตรวจเช็คสภาพวัตถุดิบเป็นประจำ	ตรวจเช็คสภาพเครื่องเป็นประจำ	ตรวจเช็คความพร้อมของแม่พิมพ์ก่อนเริ่มงาน
1. คนงาน								
1.1 ขาดความชำนาญในการดึงชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์	✓							
1.2 ขาดประสบการณ์								
1.2.1 คนงานใหม่	✓							
1.3 ความเมื่อยล้า				✓				
2.เครื่องจักร								
2.1 มีสภาพเก่า							✓	
2.2 อุณหภูมิสูงเกินไป			✓					
2.3 ทำงานหนักเกินไป								
2.3.1 ทำงานตลอดทั้งวัน					✓			
2.4 ปืนลมชำรุด								
2.4.1 ลมออกมากหรือน้อยเกินไป							✓	
3. วิธีการ								
3.1 แม่พิมพ์ไม่สมบูรณ์								
3.1.1 ร้อนหรือฝืดเกินไป								✓
4. วัตถุดิบ								
4.1 คุณภาพไม่ดี								
4.1.1 ส่วนผสมไม่ได้มาตรฐาน		✓						
4.2 เสื่อมสภาพ						✓		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

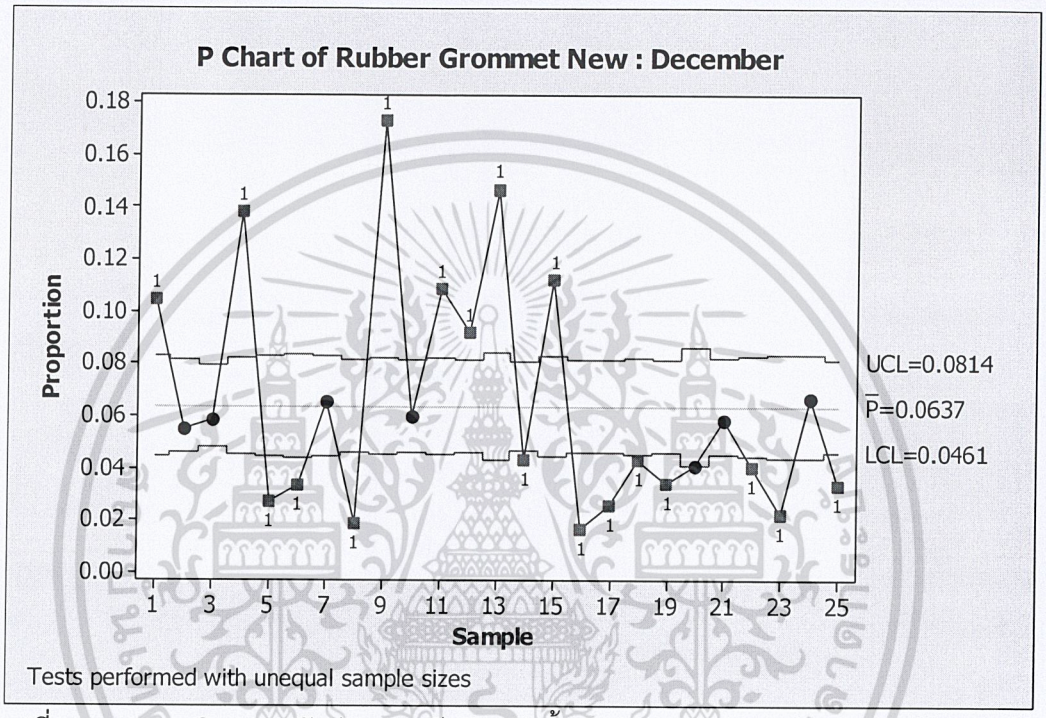
4.1.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Grommet New

ในการผลิตชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Grommet New ได้ทำการเก็บข้อมูลกะเช้า คือเวลา 08.00 - 17.00 น. เป็นเวลา 3 เดือน ตั้งแต่เดือนธันวาคม พ.ศ.2559 ถึง เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2560

4.1.3.1 แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย

ผลจากการสร้างแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย ตั้งแต่เดือนธันวาคม พ.ศ.2559 ถึง เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2560 โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. เดือนธันวาคม พ.ศ.2559

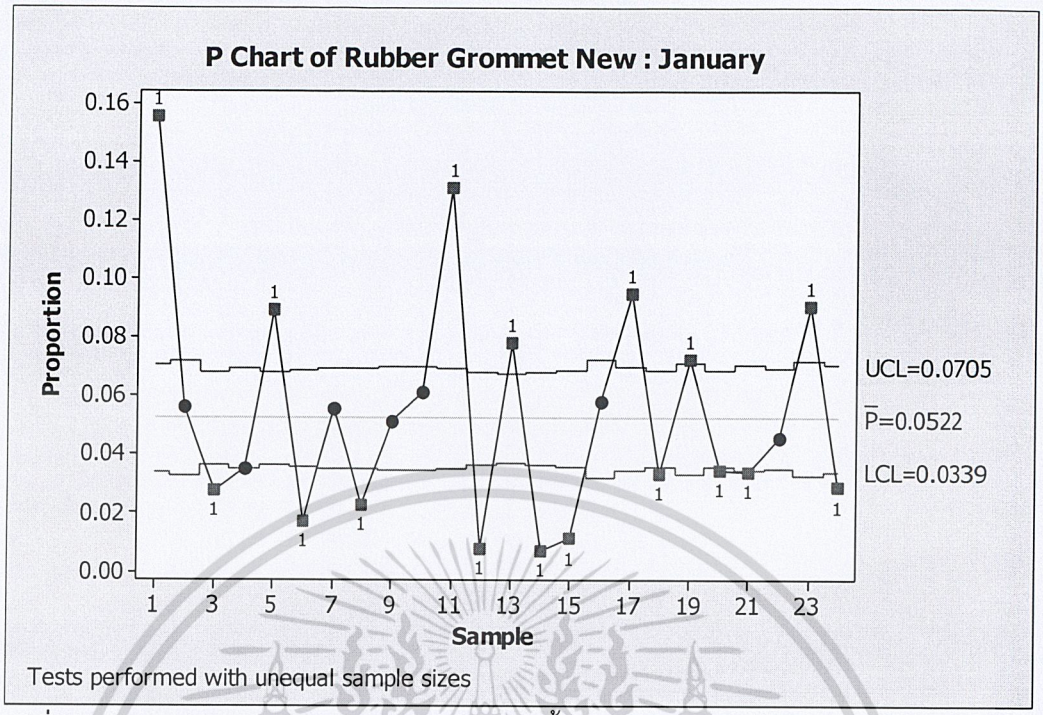


รูปที่ 4.16 แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียสำหรับชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Grommet New ในเดือนธันวาคม พ.ศ.2559

จากรูปที่ 4.16 พบว่ามีจุดที่ 1, 4, 9, 11, 12, 13 และ 15 เป็นจุดที่ตกอยู่นอกขีดจำกัดควบคุมบน แสดงว่า กระบวนการผลิตไม่สามารถควบคุมได้ จากการพิจารณาข้อมูลในตารางที่ ก.6 ในภาคผนวก ก พบว่า จุดที่ 1 (วันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ.2559) มีของเสียเกิดขึ้นมากเนื่องจากยางและปืนลมมีปัญหา จุดที่ 4 (วันที่ 6 ธันวาคม พ.ศ.2559) มีของเสียเกิดขึ้นมากเนื่องจากอุณหภูมิไม่เหมาะสมในช่วงแรกของการเริ่มงาน จุดที่ 9 (วันที่ 12 ธันวาคม พ.ศ.2559) มีของเสียเกิดขึ้นมากเนื่องจากมีการเปลี่ยนพนักงานคุมเครื่องจักรและไกด์ตัวที่ใช้ยึดแม่พิมพ์ให้ประกบกันงอผิดปกติ และจุดที่ 11 ถึง 13 (วันที่ 14 ถึง 16 ธันวาคม พ.ศ.2559) มีของเสียเกิดขึ้นมากเนื่องจากมีการเปลี่ยนพนักงานคุมเครื่องจักร และหากทำการตัดข้อมูลชุดนี้ออก แล้วทำการคำนวณค่า $\overline{p}_{new}$ พบว่ามี $\overline{p}_{new}$ = 0.0447

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เดือนมกราคม พ.ศ.2560

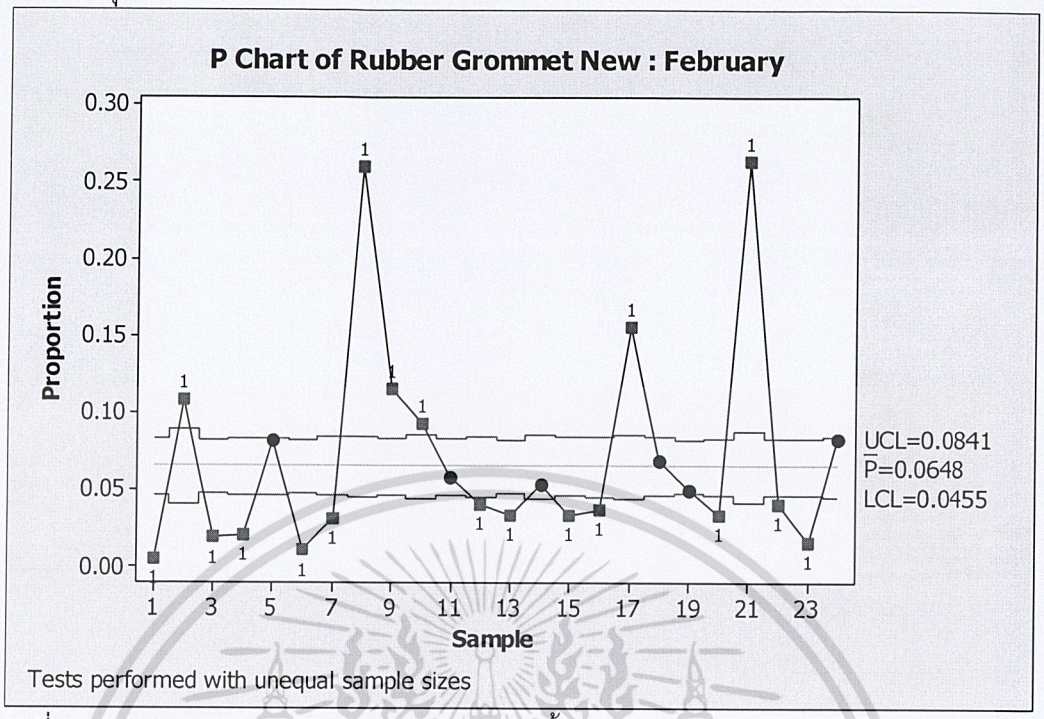


รูปที่ 4.17 แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียสำหรับชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Grommet New ในเดือนมกราคม พ.ศ.2560

จากรูปที่ 4.17 พบว่ามีจุดที่ 1, 5, 11, 13, 17, 19 และ 23 เป็นจุดที่ตกอยู่นอกขีดจำกัดควบคุมบน แสดงว่า กระบวนการผลิตไม่สามารถควบคุมได้ จากการพิจารณาข้อมูลในตารางที่ ก.9 ในภาคผนวก ก พบว่า จุดที่ 1 (วันที่ 4 มกราคม พ.ศ.2560) มีของเสียเกิดขึ้นมากเนื่องจากอุณหภูมิไม่เหมาะสมในช่วงแรกของการเริ่มงานจุดที่ 11 (วันที่ 16 มกราคม พ.ศ.2560) มีของเสียเกิดขึ้นมากเนื่องจากอุณหภูมิไม่เหมาะสมในช่วงแรกของการเริ่มงาน จุดที่ 13 (วันที่ 18 มกราคม พ.ศ.2560) มีของเสียเกิดขึ้นมากเนื่องจากยางมีปัญหาจุดที่ 19 (วันที่ 25 มกราคม พ.ศ.2560) มีของเสียเกิดขึ้นมากเนื่องจากปืนลมมีปัญหา และจุดที่ 23 (วันที่ 30 มกราคม พ.ศ.2560) มีของเสียเกิดขึ้นมากเนื่องจากไกด์ตัวที่ใช้ยึดแม่พิมพ์ให้ประกบกันงอผิดปกติ และหากทำการตัดข้อมูลชุดนี้ออก แล้วทำการคำนวณค่า $\overline{p}_{new}$ พบว่ามี $\overline{p}_{new} = 0.0394$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2560



รูปที่ 4.18 แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียสำหรับชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Grommet New ในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2560

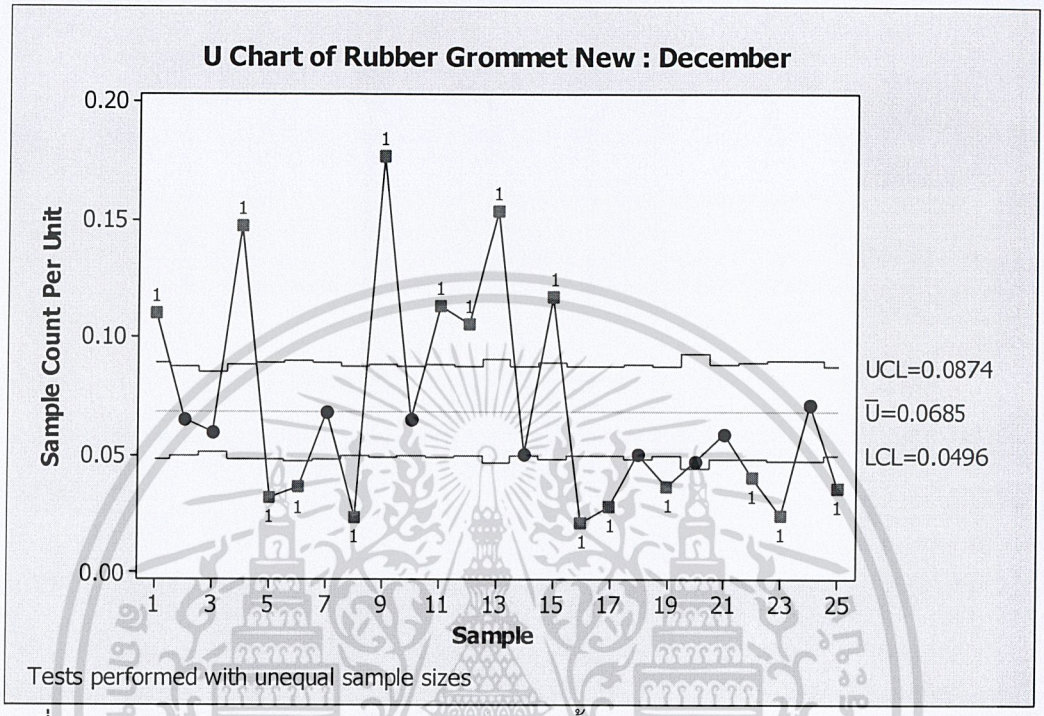
จากรูปที่ 4.18 พบว่ามีจุดที่ 2, 8, 9, 10,17 และ 21 เป็นจุดที่ตกอยู่นอกขีดจำกัดควบคุมบน แสดงว่า กระบวนการผลิตไม่สามารถควบคุมได้ จากการพิจารณาข้อมูลในตารางที่ ก.11 ในภาคผนวก ก พบว่า จุดที่ 2 (วันที่ 2 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2560) มีของเสียเกิดขึ้นมากเนื่องจากไฟดับขณะเครื่องจักรทำงานจุดที่ 8 (วันที่ 9 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2560) มีของเสียเกิดขึ้นมากเนื่องจากมีการเปลี่ยนพนักงานคุมเครื่องจักรและยางมีปัญหาจุดที่ 9 และ 10 (วันที่ 10 และ 11 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2560) มีของเสียเกิดขึ้นมากเนื่องจากมีการเปลี่ยนพนักงานคุมเครื่องจักรจุดที่ 17 (วันที่ 20 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2560) มีของเสียเกิดขึ้นมากเนื่องจากอุณหภูมิไม่เหมาะสมในช่วงแรกของการเริ่มงาน และจุดที่ 21 (วันที่ 24 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2560) มีของเสียเกิดขึ้นมากเนื่องจากไกด์ตัวที่ใช้ยึดแม่พิมพ์ให้ประกบกันหัก และหากทำการตัดข้อมูลชุดนี้ออก แล้วทำการคำนวณค่า $\bar{p}_{new}$ พบว่ามี $\bar{p}_{new} = 0.0392$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3.2 แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย

ผลจากการสร้างแผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย ตั้งแต่เดือนธันวาคม พ.ศ.2559 ถึง เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2560 โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. เดือนธันวาคม พ.ศ.2559

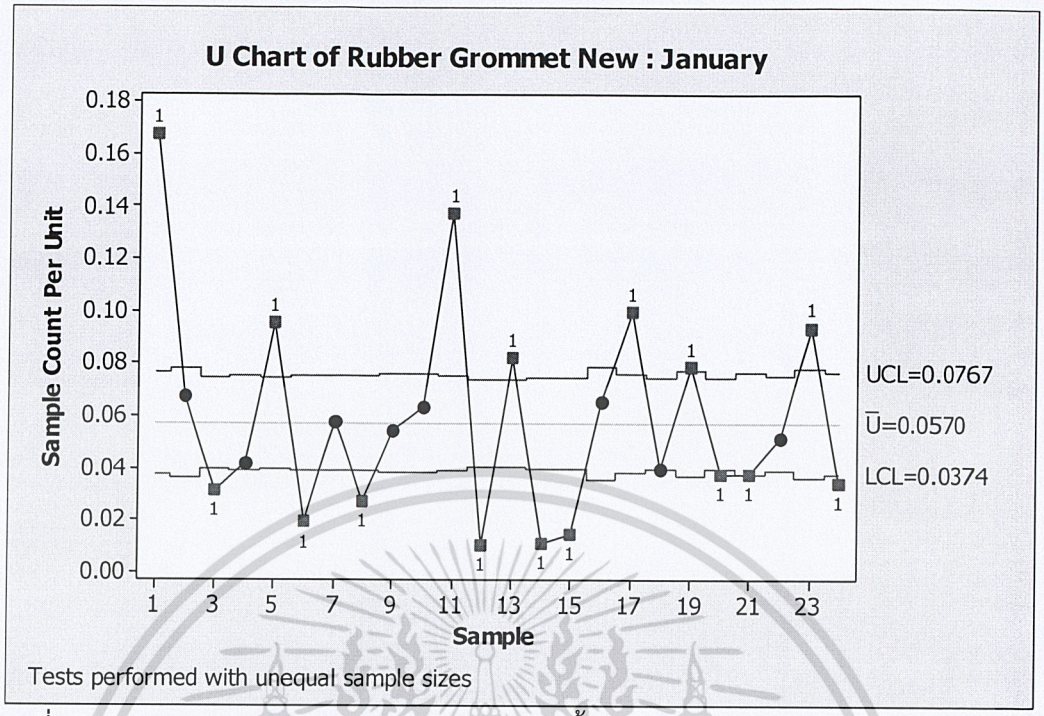


รูปที่ 4.19 แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิสำหรับชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Grommet New ในเดือนธันวาคม พ.ศ.2559

จากรูปที่ 4.19 พบว่ามีจุดที่ 1, 4, 9, 11, 12, 13 และ 15 เป็นจุดที่ตกอยู่นอกขีดจำกัดควบคุมบน แสดงว่า กระบวนการผลิตไม่สามารถควบคุมได้ จากการพิจารณาข้อมูลในตารางที่ ก.6 ในภาคผนวก ก พบว่า จุดที่ 1 (วันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ.2559) มีของเสียเกิดขึ้นมากเนื่องจากยางและปืนลมมีปัญหา จุดที่ 4 (วันที่ 6 ธันวาคม พ.ศ.2559) มีของเสียเกิดขึ้นมากเนื่องจากอุณหภูมิไม่เหมาะสมในช่วงแรกของการเริ่มงาน จุดที่ 9 (วันที่ 12 ธันวาคม พ.ศ.2559) มีของเสียเกิดขึ้นมากเนื่องจากมีการเปลี่ยนพนักงานคุมเครื่องจักรและไกด์ตัวที่ใช้ยึดแม่พิมพ์ให้ประกบกันงอผิดปกติ และจุดที่ 11 ถึง 13 (วันที่ 14 ถึง 16 ธันวาคม พ.ศ.2559) มีของเสียเกิดขึ้นมากเนื่องจากมีการเปลี่ยนพนักงานคุมเครื่องจักร และหากทำการตัดข้อมูลชุดนี้ออก แล้วทำการคำนวณค่า $\bar{u}_{new}$ พบว่ามี $\bar{u}_{new}$ = 0.0488

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เดือนมกราคม พ.ศ.2560

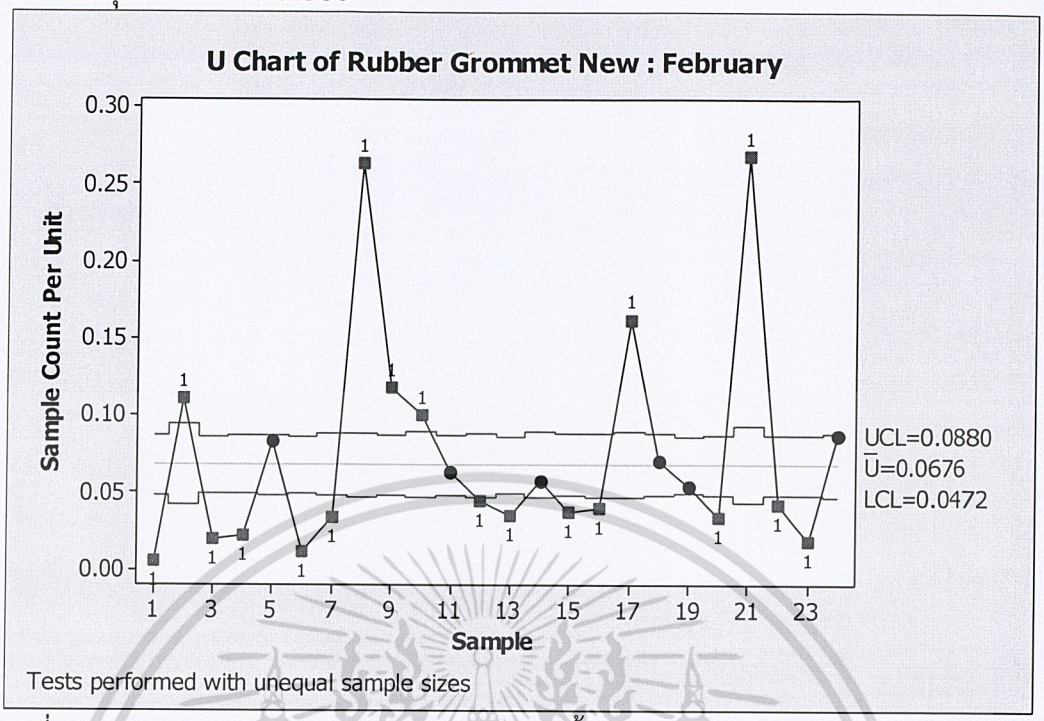


รูปที่ 4.20 แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิสำหรับชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Grommet New ในเดือนมกราคม พ.ศ.2560

จากรูปที่ 4.20 พบว่ามีจุดที่ 1, 5, 11, 13, 17, 19 และ 23 เป็นจุดที่ตกอยู่นอกขีดจำกัดควบคุมบน แสดงว่า กระบวนการผลิตไม่สามารถควบคุมได้ จากการพิจารณาข้อมูลในตารางที่ ก.9 ในภาคผนวก ก พบว่า จุดที่ 1 (วันที่ 4 มกราคม พ.ศ.2560) มีของเสียเกิดขึ้นมากเนื่องจากอุณหภูมิไม่เหมาะสมในช่วงแรกของการเริ่มงานจุดที่ 11 (วันที่ 16 มกราคม พ.ศ.2560) มีของเสียเกิดขึ้นมากเนื่องจากอุณหภูมิไม่เหมาะสมในช่วงแรกของการเริ่มงาน จุดที่ 13 (วันที่ 18 มกราคม พ.ศ.2560) มีของเสียเกิดขึ้นมากเนื่องจากยางมีปัญหาจุดที่ 19 (วันที่ 25 มกราคม พ.ศ.2560) มีของเสียเกิดขึ้นมากเนื่องจากปืนลมมีปัญหา และจุดที่ 23 (วันที่ 30 มกราคม พ.ศ.2560) มีของเสียเกิดขึ้นมากเนื่องจากไกด์ตัวที่ใช้ยึดแม่พิมพ์ให้ประกบกันงอผิดปกติ และหากทำการตัดข้อมูลชุดนี้ออก แล้วทำการคำนวณค่า $\bar{u}_{new}$ พบว่ามี $\bar{u}_{new} = 0.0438$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2560



รูปที่ 4.21 แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิสำหรับชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Grommet New ในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2560

จากรูปที่ 4.21 พบว่ามีจุดที่ 2, 8, 9, 10,17 และ 21 เป็นจุดที่ตกอยู่นอกขีดจำกัดควบคุมบน แสดงว่า กระบวนการผลิตไม่สามารถควบคุมได้ จากการพิจารณาข้อมูลในตารางที่ ก.11 ในภาคผนวก ก พบว่า จุดที่ 2 (วันที่ 2 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2560) มีของเสียเกิดขึ้นมากเนื่องจากไฟดับขณะเครื่องจักรทำงานจุดที่ 8 (วันที่ 9 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2560) มีของเสียเกิดขึ้นมากเนื่องจากมีการเปลี่ยนพนักงานคุมเครื่องจักรและยางมีปัญหาจุดที่ 9 และ 10 (วันที่ 10 และ 11 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2560) มีของเสียเกิดขึ้นมากเนื่องจากมีการเปลี่ยนพนักงานคุมเครื่องจักรจุดที่ 17 (วันที่ 20 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2560) มีของเสียเกิดขึ้นมากเนื่องจากอุณหภูมิไม่เหมาะสมในช่วงแรกของการเริ่มงาน และจุดที่ 21 (วันที่ 24 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2560) มีของเสียเกิดขึ้นมากเนื่องจากไกด์ตัวที่ใช้ยึดแม่พิมพ์ให้ประกบกันหัก และหากทำการตัดข้อมูลชุดนี้ออก แล้วทำการคำนวณค่า $\bar{u}_{new}$ พบว่ามี $\bar{u}_{new} = 0.0414$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3.3 การเปรียบเทียบค่าสัดส่วนของเสียเฉลี่ยและค่าจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ยถ้าหากมีการนำแผนภูมิควบคุมคุณภาพไปใช้ในกระบวนการผลิต

การนำแผนภูมิควบคุมคุณภาพไปใช้ในกระบวนการผลิต จะทำให้สามารถตรวจสอบหรือพบความผิดปกติของกระบวนการผลิตได้ทันที จึงสามารถแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้ทันเวลา ซึ่งอาจส่งผลให้จำนวนของเสียและจำนวนรอยตำหนิที่เกิดขึ้นลดลง

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Grommet New ที่กล่าวข้างต้น ได้ทำการเปรียบเทียบค่าสัดส่วนของเสียเฉลี่ยและค่าจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ยระหว่างไม่ดำเนินการแก้ไขโดยนำเสนอด้วยค่า $\bar{p}$ และ $\bar{u}$ และหากดำเนินการแก้ไขปัญหาที่ทราบสาเหตุที่เกิดขึ้นทันทีในระหว่างกระบวนการผลิต ซึ่งทำให้สามารถแก้ปัญหาที่ทราบสาเหตุได้ทันเวลาระหว่างกระบวนการผลิตโดยนำเสนอด้วยค่า $\bar{p}_{new}$ และ $\bar{u}_{new}$ แสดงดังตารางที่ 4.8 และ 4.9

ตารางที่ 4.8 การเปรียบเทียบค่าสัดส่วนของเสียเฉลี่ยระหว่างไม่ดำเนินการแก้ไขและหากดำเนินการแก้ไขปัญหาที่ทราบสาเหตุ สำหรับชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Grommet New

เดือน/ปี	ค่าสัดส่วนของเสียเฉลี่ย		สัดส่วนของเสียเฉลี่ยที่ลดลง
	ไม่ดำเนินการแก้ไข ($\bar{p}$)	หากดำเนินการแก้ไข ($\bar{p}_{new}$)	
ธันวาคม พ.ศ.2559	0.0637	0.0447	0.0190
มกราคม พ.ศ.2560	0.0522	0.0394	0.0128
กุมภาพันธ์ พ.ศ.2560	0.0648	0.0392	0.0256

ตารางที่ 4.9 การเปรียบเทียบค่าจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ยระหว่างไม่ดำเนินการแก้ไขและหากดำเนินการแก้ไขปัญหาที่ทราบสาเหตุ สำหรับชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Grommet New

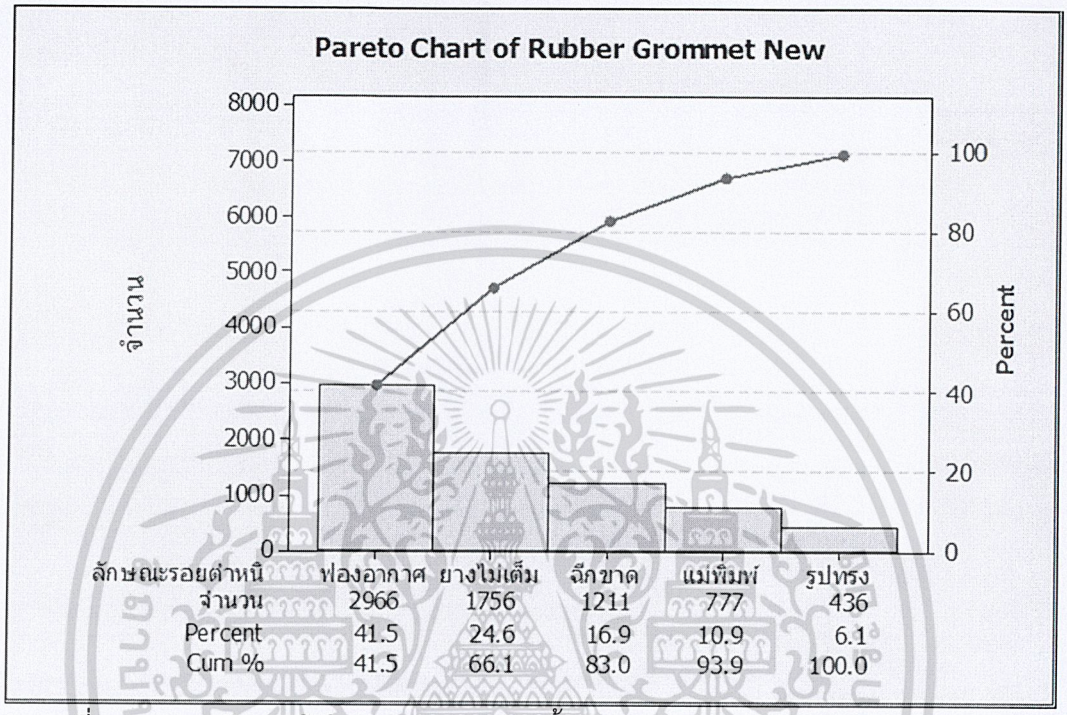
เดือน/ปี	ค่าจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ย		จำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ยที่ลดลง
	ไม่ดำเนินการแก้ไข ($\bar{u}$)	หากดำเนินการแก้ไข ($\bar{u}_{new}$)	
ธันวาคม พ.ศ.2559	0.0685	0.0488	0.0197
มกราคม พ.ศ.2560	0.0570	0.0438	0.0132
กุมภาพันธ์ พ.ศ.2560	0.0676	0.0414	0.0262

จากตารางที่ 4.8 และ 4.9 พบว่าการไม่ดำเนินการแก้ไขปัญหาที่ทราบสาเหตุที่เกิดขึ้นทันทีในระหว่างกระบวนการผลิต เนื่องจากยังไม่มีการนำแผนภูมิควบคุมคุณภาพไปใช้ ทำให้มีสัดส่วนของเสียเฉลี่ยและจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ยในแต่ละเดือนไม่แตกต่างกันมากนัก และหากมีการนำแผนภูมิควบคุมคุณภาพไปใช้จะทำให้สามารถแก้ไขปัญหาที่ทราบสาเหตุที่เกิดขึ้นได้ทันที ซึ่งจะทำให้สัดส่วนของเสียเฉลี่ยและจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ยลดลงจากสัดส่วนของเสียและจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยที่พบในปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3.4 แผนผังพาเรโต

ในหัวข้อนี้จะนำเสนอจำนวนลักษณะรอยตำหนิ เปอร์เซ็นต์ของจำนวนลักษณะรอยตำหนิ และเปอร์เซ็นต์สะสมของจำนวนลักษณะรอยตำหนิที่พบในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Grommet New ตลอด 3 เดือน คือ ตั้งแต่เดือนธันวาคม พ.ศ.2559 ถึง เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2560 โดยมีรายละเอียด ดังนี้



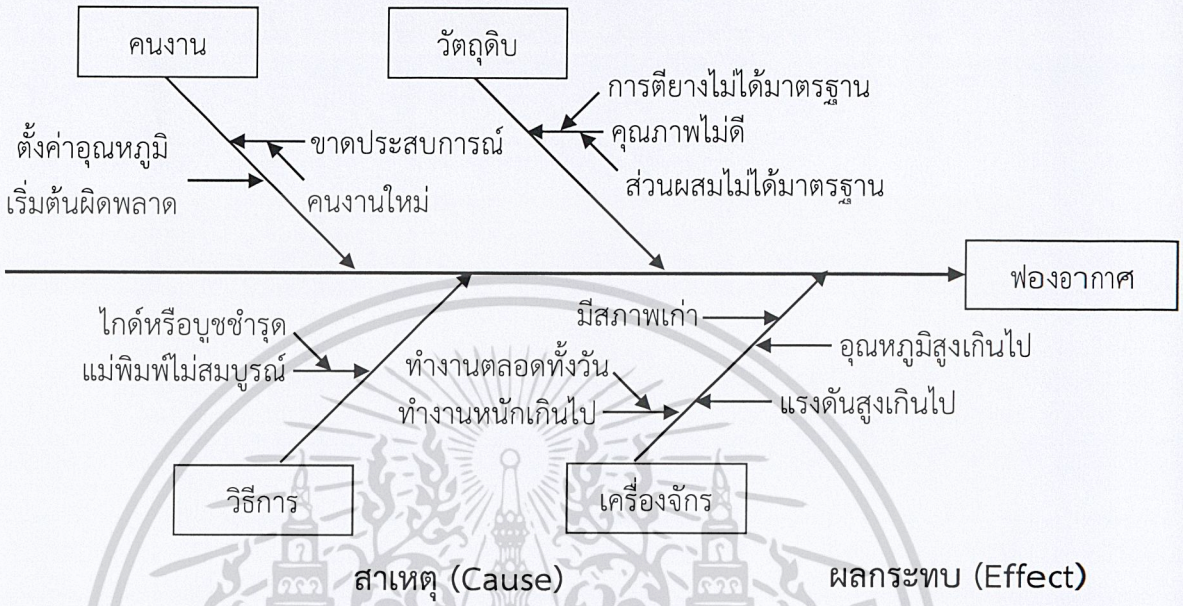
รูปที่ 4.22 แผนผังพาเรโตในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Grommet New

จากรูปที่ 4.22 เป็นกราฟเส้นแสดงถึงเปอร์เซ็นต์สะสมของลักษณะรอยตำหนิที่เกิดจากสาเหตุต่างๆ ในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Grommet New ซึ่งลักษณะรอยตำหนิที่เกิดขึ้นมากที่สุด คือ ฟองอากาศ มีจำนวน 2,966 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 41.5 รองลงมา คือยางไม่เต็ม มีจำนวน 1,756 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 24.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3.5 แผนผังเหตุและผลหรือแผนผังก้างปลา และแนวทางการแก้ปัญหา

จากแผนผังพาเรโต พบว่าปัญหาหลักคือ ฟองอากาศ โดยคิดเป็นร้อยละ 41.5 จึงนำมาวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา โดยการสัมภาษณ์พนักงานผู้รับผิดชอบในกระบวนการผลิตถึงสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น และนำมาสร้างแผนผังเหตุและผล ได้ดังรูปที่ 4.23



รูปที่ 4.23 แผนผังเหตุและผลของลักษณะรอยตำหนิฟองอากาศในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Grommet New

ปัจจัยที่เป็นสาเหตุสำคัญของปัญหาที่ทำให้เกิดฟองอากาศ มี 4 ปัจจัยหลัก ดังนี้

1. เครื่องจักร เนื่องมาจาก เครื่องจักรมีสภาพเก่า อุณหภูมิและแรงดันภายในเครื่องจักรมีค่าสูงเกินไป และมีการทำงานหนักเกินไปเพราะต้องทำงานตลอดทั้งวั

2. วัตถุดิบ เนื่องมาจาก คุณภาพไม่ดีเพราะการตียางไม่ได้มาตรฐาน เช่น ตีเร็วหรือแรงเกินไป ทำให้เกิดฟองอากาศ และส่วนผสมไม่ได้มาตรฐาน เช่น อัตราส่วนของส่วนผสมไม่เป็นไปตามเกณฑ์

3. วิธีการ เนื่องมาจาก กระบวนการผลิตไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กาหนดไว้เช่นแม่พิมพ์ไม่สมบูรณ์เพราะไกด์หรือบูชชำรุด

4. คนงาน เนื่องมาจาก ตั้งค่าอุณหภูมิเริ่มต้มผิดพลาดและขาดประสบการณ์เพราะเป็นคนงานใหม่

จากรูปที่ 4.23 ผลการวิเคราะห์แผนผังเหตุและผลในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Grommet New สามารถกำหนดแนวทางแก้ไขสาเหตุเหล่านี้ แสดงดังตารางที่ 4.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.10 สาเหตุและแนวทางแก้ไข เนื่องจากการเกิดรอยตำหนิฟองอากาศของชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Grommet New

แนวทางแก้ไข / สาเหตุ	จัดฝึกอบรม	ตรวจสอบวัตถุดิบ	ปรับค่าอุณหภูมิให้เป็นค่ากลาง	มีการสลับตำแหน่งงาน	มีการสลับหรือพักเครื่อง	ตรวจเช็คสภาพเครื่องเป็นประจำ	กำหนดค่าอุณหภูมิเริ่มต้นให้ชัดเจน	ตรวจเช็คความพร้อมของแม่พิมพ์ก่อนเริ่มงาน
1.เครื่องจักร								
1.1 มีสภาพเก่า						✓		
1.2 อุณหภูมิสูงเกินไป			✓					
1.3 แรงดันสูงเกินไป			✓					
1.4 ทำงานหนักเกินไป								
1.4.1 ทำงานตลอดทั้งวัน					✓			
2. วัตถุดิบ								
2.1 คุณภาพไม่ดี								
2.1.1 การตียางไม่ได้มาตรฐาน		✓						
2.1.2 ส่วนผสมไม่ได้มาตรฐาน		✓						
3. วิธีการ								
3.1 แม่พิมพ์ไม่สมบูรณ์								
3.1.1 ไกด์หรือบูชชำรุด								✓
4. คนงาน								
4.1 ตั้งค่าอุณหภูมิเริ่มต้นผิดพลาด							✓	
4.2 ขาดประสบการณ์								
4.2.1 คนงานใหม่	✓							
4.3 ความเมื่อยล้า				✓				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การจำลองสถานการณ์

ในปัจจุบันพบว่า ขั้นตอนการตกแต่งชิ้นส่วนยางมีพนักงานทำงานอยู่ 2 คน ทำงานตั้งแต่เวลา 08.00 – 17.00 น. พนักงานได้เงินเดือนคิดเป็นรายวัน วันละ 300 บาท ในขั้นตอนการตกแต่งชิ้นส่วนยางมีชนิดยางที่รอการตกแต่งจำนวน 5 ชนิด คือ Rubber Mount, Hose Drain I, Rubber Grommet New, Rubber Reactor และ Solf Case ใน 1 ลังจะมีชิ้นส่วนยางอยู่ 1 ชนิด โดยลักษณะการทำงานขั้นตอนการตกแต่ง คือ พนักงานผลิตจะนำลังชิ้นส่วนยางแต่ละชนิดที่ผลิตได้ในแต่ละวันมาวางไว้ที่จุดเก็บชิ้นส่วนยางเวลา 17.00 น. เพื่อรอการตกแต่งในวันถัดๆไป โดยในจุดเก็บชิ้นส่วนยางจะมีลังของวันก่อนหน้าวางอยู่แล้ว เมื่อถึงเวลาทำงาน 08.00 น. ในแต่ละวันพนักงานทั้ง 2 คนจะนำลังชิ้นส่วนยางจากจุดเก็บชิ้นส่วนยางมาทำการตกแต่ง ซึ่งจะเลือกลังไหนมาตกแต่งก่อนก็ได้ โดยพนักงาน 1 คน จะตกแต่งชิ้นส่วนยางคนละ 1 ลัง เมื่อตกแต่งชิ้นส่วนยางเสร็จ 1 ลัง พนักงงานจะนำลังถัดไปมาตกแต่งต่อจนกระทั่งหมดเวลาทำงาน

4.2.1 การวิเคราะห์ข้อมูลนำเข้า

จากการที่คณะผู้จัดทำได้ทำการศึกษาเวลาในขั้นตอนการตกแต่งชิ้นส่วนยาง และเก็บข้อมูลเวลาการตกแต่งชิ้นส่วนยาง ดังตารางที่ ก.12 – ก.16 ในภาคผนวก ก นำข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาวิเคราะห์เพื่อหารูปแบบการแจกแจงของข้อมูลโดยใช้เครื่องมือ Input Analyzer ในโปรแกรม Arena เพื่อหาว่าเวลาในการตกแต่งชิ้นส่วนยางแต่ละชนิดมีการแจกแจงของข้อมูลเป็นแบบใด และจึงนำไปใช้สร้างแบบจำลองสถานการณ์ตัวแทนระบบในปัจจุบัน แสดงผลการวิเคราะห์การแจกแจงของเวลาในการตกแต่งชิ้นส่วนยางแต่ละชนิด ดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 รูปแบบการแจกแจงของข้อมูลเวลาที่ใช้ในการตกแต่งชิ้นส่วนยาง

ชนิดของชิ้นส่วนยาง	ฟังก์ชันการแจกแจง	n	p-value
Rubber Reactor	4 + LOGN(6.14,6.25)	50	0.0763
Rubber Grommet New	12 + 31 * BETA(1.45,1.38)	50	0.158
Hose Drain I	NORM(29.7,10.5)	50	0.121
Solf Case	1 + EXPO(5.07)	50	0.398
Rubber Mount	0.999 + 0.44 * BETA(0.693,1.36)	50	0.202

จากตารางที่ 4.11 เวลาการตกแต่งชิ้นส่วนยาง Rubber Reactor มีการแจกแจงแบบล็อกปกติ โดยการทดสอบสมมติฐานที่ว่า

H_0 : ข้อมูลมีการแจกแจงแบบล็อกปกติ

H_1 : ข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบล็อกปกติ

ที่ระดับนัยสำคัญ (α) = 0.05 พบว่าจะได้ค่า p-value = 0.0763 ดังนั้น p-value มากกว่า α = 0.05 จึงยอมรับ H_0 แสดงว่าข้อมูลเวลาการตกแต่งชิ้นส่วนยางมีการแจกแจงแบบล็อกปกติด้วยฟังก์ชันการแจกแจง 4 + LOGN(6.14,6.25) สำหรับการวิเคราะห์หาการแจกแจงของเวลาตกแต่งชิ้นส่วนยางชนิดอื่นๆ แสดงไว้ในภาคผนวก ค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 ผลการศึกษาแบบจำลองสถานการณ์ขั้นตอนการตกแต่งชิ้นส่วนยางในปัจจุบัน

จากฟังก์ชันการแจกแจงของการตกแต่งชิ้นส่วนยางชนิดต่างๆ นำมาสร้างแบบจำลองสถานการณ์ในปัจจุบันขึ้น

การกำหนดขอบเขตการประมวลผล ทางคณะผู้จัดทำได้ทำการรันทั้งหมด 100 รอบ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่แม่นยำและให้แบบจำลองทำงานได้เต็มประสิทธิภาพ โดยการรัน 1 รอบแทนระบบการทำงานใน 1 วัน ซึ่งจะเริ่มจับเวลารอคอยของลังชิ้นส่วนยางที่รออยู่ในจุดเก็บชิ้นส่วนยาง หลังจากพนักงานทั้ง 2 คน เริ่มทำการตกแต่งในแต่ละวัน

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยต่อ 1 ลัง ที่บรรจุชิ้นส่วนยางแต่ละชนิดในการตกแต่งชิ้นส่วนยางและจำนวนชิ้นส่วนยางที่ตกแต่งเสร็จเฉลี่ยในแต่ละวัน แสดงดังตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 เวลารอคอยเฉลี่ยต่อลังชิ้นส่วนยางแต่ละชนิดที่รอทำการตกแต่งและจำนวนชิ้นส่วนยางที่ตกแต่งเสร็จเฉลี่ยในแต่ละวันที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์ปัจจุบัน

ชนิด	เวลารอคอยเฉลี่ยในแต่ละวัน (นาที)	จำนวนชิ้นส่วนยางที่ตกแต่งเสร็จเฉลี่ยในแต่ละวัน (ชิ้น)
Rubber Reactor	146.81	1,022
Rubber Grommet New	143.69	938
Hose Drain I	139.31	306
Solf Case	97.7	212
Rubber Mount	59.35	466

จากตารางที่ 4.12 จะเห็นได้ว่าเวลารอคอยเฉลี่ยต่อลังชิ้นส่วนยางแต่ละชนิดที่รอทำการตกแต่งและจำนวนชิ้นส่วนยางที่ตกแต่งเสร็จเฉลี่ยในแต่ละวันแตกต่างกัน เนื่องจากการตกแต่งชิ้นส่วนยางแต่ละชนิดมีความยากง่ายไม่เหมือนกัน

4.2.3 การตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรม (Verification)

การตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรม สามารถตรวจสอบได้จาก Entity ที่ได้กำหนดให้กับชิ้นส่วนยางแต่ละชนิดนั้น สามารถวิ่งในเส้นทางที่ถูกต้องหรือไม่ และพิจารณาจากผลการจำลองสถานการณ์ที่ได้ว่าเป็นไปในทิศทางที่ควรจะเป็นหรือไม่

4.2.4 การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองสถานการณ์ (Validation)

ก่อนที่คณะผู้จัดทำจะนำแบบจำลองสถานการณ์ที่ได้สร้างขึ้นมานั้นไปใช้งาน จะต้องมีการตรวจสอบดูว่าแบบจำลองที่ได้สร้างขึ้นสามารถเป็นตัวแทนของระบบกระบวนการผลิตจริงได้หรือไม่ ซึ่งวิธีในการตรวจสอบนั้นสามารถตรวจสอบได้โดยดูร้อยละของผลต่างเฉลี่ยว่ามีความแตกต่างกันเกินร้อยละ 20 หรือไม่ ซึ่งผลที่ได้จะแสดงดังตารางที่ 4.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.13 ผลต่างและร้อยละของผลต่างของเวลารอคอยเฉลี่ยของลังชิ้นส่วนยางแต่ละชนิดในแบบจำลองสถานการณ์ปัจจุบัน

ข้อมูล	ค่าจริง	แบบจำลองสถานการณ์	ผลต่าง	ร้อยละของผลต่าง
จำนวนชิ้นส่วนยางที่ตกแต่งเสร็จเฉลี่ย (ชิ้น/วัน)	2,925	2,944	19	0.65
เวลารอคอยเฉลี่ยของ Rubber Reactor (นาที/ลัง)	125.23	146.81	21.58	17.23
เวลารอคอยเฉลี่ยของ Rubber Grommet New (นาที/ลัง)	122.1	143.69	21.59	17.68
เวลารอคอยเฉลี่ยของ Hose Drain I (นาที/ลัง)	126.25	139.31	13.06	10.34
เวลารอคอยเฉลี่ยของ Solf Case (นาที/ลัง)	120.11	97.7	22.41	18.66
เวลารอคอยเฉลี่ยของ Rubber Mount (นาที/ลัง)	129.17	59.35	69.82	54.05
ค่าเฉลี่ย	-	-	-	19.77

จากตารางที่ 4.13 จะเห็นว่า ร้อยละของผลต่างข้อมูลที่ได้จากค่าจริงและข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์ ซึ่ง Law and Kelton (1991) ได้กล่าวไว้ว่าถ้าความแตกต่างเฉลี่ยของระบบงานจริงกับแบบจำลองไม่เกินร้อยละ 20 ถือว่าแบบจำลองสามารถเป็นตัวแทนของระบบงานจริงได้

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวม มีค่าใกล้เคียงกับข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์ และสามารถนำไปเป็นตัวแทนในการวิเคราะห์ขั้นตอนการตกแต่งชิ้นส่วนยางได้ ซึ่งจะให้ผลใกล้เคียงกับระบบจริงมากที่สุด

4.2.5 แนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพในขั้นตอนการตกแต่งชิ้นส่วนยาง

คณะผู้จัดทำได้ออกแบบทางเลือกเพื่อหาแนวทางเพิ่มประสิทธิภาพในขั้นตอนการตกแต่งชิ้นส่วนยาง 2 ทางเลือก ดังนี้

1. แบบจำลองสถานการณ์ที่ 1 คือ ให้พนักงานทั้ง 2 คน ที่ทำหน้าที่ตกแต่งชิ้นส่วนยางทำงานล่วงเวลา ตั้งแต่เวลา 17.00 – 20.00 น. ซึ่งทางบริษัทยังไม่เคยมีการทำงานล่วงเวลา โดยทางคณะผู้จัดทำได้กำหนดค่าล่วงเวลาเป็น 1.5 เท่าของอัตราค่าจ้างต่อชั่วโมง ตามพระราชบัญญัติคุ้มครองแรงแรง พ.ศ.2541 หมวด 5 มาตรา 61

2. แบบจำลองสถานการณ์ที่ 2 คือ เพิ่มพนักงานรายวันในขั้นตอนการตกแต่งชิ้นส่วนยาง จำนวน 1 คน โดยให้ทำงานในช่วงเวลาปกติ

4.2.6 ผลการจำลองสถานการณ์ในแต่ละทางเลือกของแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพในขั้นตอนการตกแต่งชิ้นส่วนยาง

จากการที่คณะผู้จัดทำได้ออกแบบทางเลือก 2 ทางเลือก และนำมาสร้างแบบจำลองสถานการณ์ ได้ผลการจำลองสถานการณ์ดังต่อไปนี้

4.2.6.1 แบบจำลองสถานการณ์ที่ 1

จากการให้พนักงานทั้ง 2 คน ที่ทำหน้าที่ตกแต่งชิ้นส่วนยาง ทำงานล่วงเวลา ตั้งแต่เวลา 17.00 – 20.00 น. ได้ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยต่อ 1 ลัง ที่บรรจุชิ้นส่วนยางแต่ละชนิดในการตกแต่งชิ้นส่วนยางและจำนวนชิ้นส่วนยางที่ตกแต่งเสร็จเฉลี่ยในแต่ละวัน แสดงดังตารางที่ 4.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือแสวงหาประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.14 เวลารอคอยเฉลี่ยต่อลังชิ้นส่วนยางแต่ละชนิดที่รอทำการตกแต่งและจำนวนชิ้นส่วนยางที่ตกแต่งเสร็จเฉลี่ยในแต่ละวันที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์ที่ 1

ชนิด	เวลารอคอยเฉลี่ยในแต่ละวัน (นาที)	จำนวนชิ้นส่วนยางที่ตกแต่งเสร็จเฉลี่ยในแต่ละวัน (ชิ้น)
Rubber Reactor	153.61	1,372
Rubber Grommet New	153.3	1296
Hose Drain I	147.08	435
Solf Case	156.44	297
Rubber Mount	95.92	538

จากตารางที่ 4.14 จะเห็นได้ว่าเวลารอคอยเฉลี่ยต่อลังชิ้นส่วนยางแต่ละชนิดที่รอทำการตกแต่งและจำนวนชิ้นส่วนยางที่ตกแต่งเสร็จเฉลี่ยในแต่ละวันแตกต่างกัน เนื่องจากการตกแต่งชิ้นส่วนยางแต่ละชนิดมีความยากง่ายไม่เหมือนกัน

4.2.6.2 แบบจำลองสถานการณ์ที่ 2

จากการเพิ่มพนักงานรายวันในขั้นตอนการตกแต่งชิ้นส่วนยาง 1 คน โดยให้ทำงานในช่วงเวลาปกติ ได้ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยต่อ 1 ลัง ที่บรรจุชิ้นส่วนยางแต่ละชนิดในการตกแต่งชิ้นส่วนยางและจำนวนชิ้นส่วนยางที่ตกแต่งเสร็จเฉลี่ยในแต่ละวัน แสดงดังตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.15 เวลารอคอยเฉลี่ยต่อลังชิ้นส่วนยางแต่ละชนิดที่รอทำการตกแต่งและจำนวนชิ้นส่วนยางที่ตกแต่งเสร็จเฉลี่ยในแต่ละวันที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์ที่ 2

ชนิด	เวลารอคอยเฉลี่ยในแต่ละวัน (นาที)	จำนวนชิ้นส่วนยางที่ตกแต่งเสร็จเฉลี่ยในแต่ละวัน (ชิ้น)
Rubber Reactor	145.35	1,576
Rubber Grommet New	151.09	1,549
Hose Drain I	141.44	518
Solf Case	74.93	399
Rubber Mount	73.14	611

จากตารางที่ 4.15 จะเห็นได้ว่าเวลารอคอยเฉลี่ยต่อลังชิ้นส่วนยางแต่ละชนิดที่รอทำการตกแต่งและจำนวนชิ้นส่วนยางที่ตกแต่งเสร็จเฉลี่ยในแต่ละวันแตกต่างกัน เนื่องจากการตกแต่งชิ้นส่วนยางแต่ละชนิดมีความยากง่ายไม่เหมือนกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.7 ผลการเปรียบเทียบแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพในขั้นตอนการตกแต่งชิ้นส่วนยาง

การเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ แสดงดังตารางที่ 4.16

ตารางที่ 4.16 เปรียบเทียบผลการจำลองสถานการณ์ระหว่างสถานการณ์ปัจจุบันกับสถานการณ์ทางเลือกทั้ง 2 ทางเลือก

ชนิดชิ้นส่วนยาง	เวลารอคอยเฉลี่ยในแต่ละวัน			จำนวนชิ้นส่วนยาง ที่ตกแต่งเสร็จเฉลี่ยในแต่ละวัน		
	แบบจำลอง สถานการณ์ ปัจจุบัน	แบบจำลอง สถานการณ์ ที่ 1	แบบจำลอง สถานการณ์ ที่ 2	แบบจำลอง สถานการณ์ ปัจจุบัน	แบบจำลอง สถานการณ์ ที่ 1	แบบจำลอง สถานการณ์ ที่ 2
Rubber Reactor	146.81	153.61	145	1,022	1,372	1,576
Rubber Grommet New	143.69	153.3	151	938	1296	1,549
Hose Drain I	139.31	147.08	141	306	435	518
Solf Case	97.7	156.44	74.9	212	297	399
Rubber Mount	59.35	95.92	73.1	466	538	611

จากตารางที่ 4.16 พบว่าแบบจำลองสถานการณ์ที่ 1 มีเวลารอคอยเฉลี่ยต่อลังชิ้นส่วนยางแต่ละชนิดที่รอทำการตกแต่งในแต่ละวันมากกว่าแบบจำลองสถานการณ์ปัจจุบัน เนื่องจากมีการเพิ่มเวลาการทำงานในแต่ละวันจาก 8 ชั่วโมง เป็น 11 ชั่วโมง และแบบจำลองสถานการณ์ที่ 2 มีเวลารอคอยเฉลี่ยต่อลังชิ้นส่วนยางแต่ละชนิดที่รอทำการตกแต่งในแต่ละวันใกล้เคียงกับแบบจำลองสถานการณ์ปัจจุบัน เนื่องจากมีการเพิ่มจำนวนพนักงานในขั้นตอนการตกแต่งชิ้นส่วนยางจาก 2 คน เป็น 3 คน แต่เวลาการทำงานในแต่ละวันยังคงเท่าเดิม คือ 8 ชั่วโมง จากการเปรียบเทียบแบบจำลองสถานการณ์ทางเลือกทั้ง 2 ทางเลือกทำให้ได้จำนวนชิ้นส่วนยางที่ตกแต่งเสร็จในแต่ละวันเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับแบบจำลองสถานการณ์ปัจจุบัน

ในทางปฏิบัติ การให้พนักงานทำงานล่วงเวลาตั้งแต่เวลา 17.00 - 20.00 น. และการเพิ่มจำนวนพนักงานรายวันเข้ามานั้น สามารถนำไปปรับปรุงการทำงานในปัจจุบันได้ ซึ่งสามารถคำนวณค่าใช้จ่ายเพื่อเปรียบเทียบแบบจำลองสถานการณ์ปัจจุบันกับแบบจำลองสถานการณ์ทางเลือก โดยมีค่าใช้จ่ายดังตารางที่ 4.17 และตารางที่ 4.18

ตารางที่ 4.17 รายการค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงแบบจำลองสถานการณ์

รายการค่าใช้จ่าย	จำนวนเงิน	หน่วย
ค่าจ้างพนักงานรายวัน	300	บาท/วัน
ค่าทำงานล่วงเวลา	$\frac{300}{8} \times 1.5 = 56.25$	บาท/ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.18 จำนวนชิ้นส่วนยางที่ตัดตกแต่งเสร็จเฉลี่ยและค่าใช้จ่ายของแต่ละแบบจำลองสถานการณ์

ข้อมูล	แบบจำลองสถานการณ์ปัจจุบัน	แบบจำลองสถานการณ์ที่ 1	แบบจำลองสถานการณ์ที่ 2
จำนวนชิ้นส่วนยางที่ตัดตกแต่งเสร็จเฉลี่ย (ชิ้น/วัน)	2,944	3,938	4,653
จำนวนพนักงาน (คน)	2	2	3
ค่าจ้างพนักงาน (บาท/วัน)	300	300	300
ค่าล่วงเวลา (บาท/ชั่วโมง)	-	56.25	-
ค่าใช้จ่ายต่อวัน (บาท)	300×2 = 600	[300+(56.25×3)]×2 = 937.5	300×3 = 900
ค่าใช้จ่ายต่อเดือน (บาท)	600×27 = 16,200	937.5×27 = 25,312.5	900×27 = 24,300
ร้อยละของจำนวนชิ้นส่วนยางที่เพิ่มขึ้นจากแบบจำลองสถานการณ์ปัจจุบัน	-	33.76	58.05
ร้อยละของค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่เพิ่มขึ้นจากแบบจำลองสถานการณ์ปัจจุบัน	-	56.25	50.00

จากตารางที่ 4.18 พบว่าแบบจำลองสถานการณ์ที่ 1 มีจำนวนชิ้นส่วนยางที่ตกแต่งเสร็จเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจาก 2,944 ชิ้น/วัน เป็น 3,938 ชิ้น/วัน คิดเป็นร้อยละ 33.76 และมีค่าใช้จ่ายต่อเดือนเพิ่มขึ้นจาก 16,200.00 บาท เป็น 25,312.50 บาท คิดเป็นร้อยละ 56.25 ส่วนแบบจำลองสถานการณ์ที่ 2 มีจำนวนชิ้นส่วนยางที่ตกแต่งเสร็จเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจาก 2,944 ชิ้น/วัน เป็น 4,653 ชิ้น/วัน คิดเป็นร้อยละ 58.05 และมีค่าใช้จ่ายต่อเดือนเพิ่มขึ้นจาก 16,200.00 บาท เป็น 24,300.00 บาท คิดเป็นร้อยละ 50.00

จะเห็นได้ว่าแบบจำลองสถานการณ์ที่ 2 มีความเหมาะสมที่สุด เนื่องจากมีจำนวนชิ้นส่วนยางที่ตกแต่งเสร็จเฉลี่ยในแต่ละวันเพิ่มขึ้นมากกว่าแบบจำลองสถานการณ์ที่ 1 คิดเป็นร้อยละ 33.76 และมีค่าใช้จ่ายต่อเดือนเพิ่มขึ้นน้อยกว่าแบบจำลองสถานการณ์ที่ 1 คิดเป็นร้อยละ 6.25

อนึ่ง ในการเปรียบเทียบสถานการณ์ทางเลือกทั้ง 2 ยังไม่ได้นำค่าใช้จ่ายอื่นๆ เช่น ค่าอาหาร ค่าที่พัก ค่าประกันสังคม เป็นต้น มาใช้ในการคำนวณ อีกทั้งยังพบว่าในช่วงที่มีการผลิตน้อย การมีพนักงาน 3 คน อาจมากเกินไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การทำปัญหาพิเศษครั้งนี้มีการดำเนินงาน โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การควบคุมคุณภาพและการจำลองสถานการณ์

การควบคุมคุณภาพมีจุดประสงค์ เพื่อออกแบบแผนภูมิควบคุมคุณภาพที่เหมาะสมของการผลิตชิ้นส่วนยางแต่ละชนิด และหาสาเหตุของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิต โดยเก็บรวบรวมข้อมูลของเสียของชิ้นส่วนยาง 3 ชนิด คือ Rubber Mount, Hose Drian I และ Rubber Grommet New ตั้งแต่เดือนธันวาคม พ.ศ.2559 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2560 จากนั้นนำข้อมูลของเสียที่ได้มาวิเคราะห์ โดยการสร้างแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย แผนผังพาเรโต และแผนผังเหตุและผลหรือแผนผังก้างปลา โดยนำโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ Minitab 16 มาช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูล

การจำลองสถานการณ์มีจุดประสงค์ เพื่อเสนอแนะแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตในขั้นตอนการตกแต่งชิ้นส่วนยาง โดยเก็บรวบรวมข้อมูลเวลาการตกแต่งชิ้นส่วนยางทั้ง 5 ชนิด คือ Rubber Mount, Hose Drian I, Rubber Grommet New, Rubber Reactor และ Solf Case จากนั้นนำข้อมูลเวลาการตกแต่งชิ้นส่วนยางที่ได้มาวิเคราะห์ โดยการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ โดยนำโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ Arena มาช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 การออกแบบแผนภูมิควบคุมคุณภาพ

ทำการออกแบบแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียและแผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย ได้ผลการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

5.1.1 แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย

จากผลการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียของชิ้นส่วนยาง 3 ชนิด คือ Rubber Mount, Hose Drian I และ Rubber Grommet New ตั้งแต่เดือนธันวาคม พ.ศ.2559 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2560 พบว่า มีจุดที่ตกอยู่นอกขีดจำกัดควบคุมบน แสดงว่า กระบวนการผลิตไม่สามารถควบคุมได้ จากตารางเปรียบเทียบค่าสัดส่วนของเสียเฉลี่ยระหว่างไม่ดำเนินการแก้ไขและหากดำเนินการแก้ไขปัญหาที่ทราบสาเหตุที่เกิดขึ้นทันทีในระหว่างกระบวนการผลิต พบว่าหากมีการนำแผนภูมิควบคุมคุณภาพไปใช้ในกระบวนการผลิต จะทำให้ค่าสัดส่วนของเสียเฉลี่ยของชิ้นส่วนยางทั้ง 3 ชนิดลดลง

5.1.2 แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย

จากผลการวิเคราะห์จากแผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยของชิ้นส่วนยาง 3 ชนิด คือ Rubber Mount, Hose Drian I และ Rubber Grommet New ตั้งแต่เดือนธันวาคม พ.ศ.2559 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2560 พบว่า มีจุดที่ตกอยู่นอกขีดจำกัดควบคุมบน แสดงว่า กระบวนการผลิตไม่สามารถควบคุมได้ จากการเปรียบเทียบค่าจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ยระหว่างไม่ดำเนินการแก้ไขกับหากดำเนินการแก้ไขปัญหาที่ทราบสาเหตุที่เกิดขึ้นทันทีในระหว่างกระบวนการผลิต พบว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หากมีการนำแผนภูมิควบคุมคุณภาพไปใช้ในกระบวนการผลิต จะทำให้ค่าจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ยของชิ้นส่วนยางทั้ง 3 ชนิดลดลง

5.1.3 การเปรียบเทียบเครื่องจักร

เนื่องจากทางบริษัทมีเครื่องจักรในการผลิตชิ้นส่วนยาง 2 แบบ คือ เครื่องฉีดและเครื่องอัด จึงทำการเปรียบเทียบคุณภาพการผลิตของเครื่องจักรทั้ง 2 แบบ โดยการพล็อตกราฟค่าสัดส่วนของเสียเฉลี่ย ($\bar{p}$) และจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ย ($\bar{u}$) ซึ่งแสดงไว้ในภาคผนวก ง พบว่า ชิ้นส่วนยางที่ทำการผลิตโดยใช้เครื่องฉีดมีค่าสัดส่วนของเสียเฉลี่ยและจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ยต่ำกว่าชิ้นส่วนยางที่ทำการผลิตโดยใช้เครื่องอัด แสดงให้เห็นว่าเครื่องฉีดมีคุณภาพการผลิตดีกว่าเครื่องอัด

5.2 ปัญหาและสาเหตุที่สำคัญด้านคุณภาพของกระบวนการผลิต

ทำการสร้างแผนผังพาเรโตและแผนผังเหตุและผลหรือแผนผังก้างปลา ได้ผลการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

5.2.1 แผนผังพาเรโต

จากผลการวิเคราะห์แผนผังพาเรโตในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนยางทั้ง 3 ชนิดคือ Rubber Mount, Hose Drian I และ Rubber Grommet New ตั้งแต่เดือนธันวาคม พ.ศ.2559 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2560 ให้ผลการวิเคราะห์ต่างกัน คือ Rubber Mount พบว่าลักษณะรอยตำหนิหลักที่ทำให้เกิดของเสียมากที่สุดคือ ฟองอากาศ ส่วนลักษณะรอยตำหนิรองลงมาคือ รูปทรง Hose Drian I พบว่าลักษณะรอยตำหนิหลักที่ทำให้เกิดของเสียมากที่สุดคือ ยางไม่เต็ม ส่วนลักษณะรอยตำหนิรองลงมาคือ ฉีกขาด และ Rubber Grommet New พบว่าลักษณะรอยตำหนิหลักที่ทำให้เกิดของเสียมากที่สุดคือ ฟองอากาศ ส่วนลักษณะรอยตำหนิรองลงมาคือ ยางไม่เต็ม โดยลักษณะรอยตำหนิฟองอากาศเป็นลักษณะรอยตำหนิที่ทำให้เกิดของเสียเป็นจำนวนมาก ซึ่งอาจเกิดจากการตั้งค่าอุณหภูมิของเครื่องจักรไม่เหมาะสม และอาจเกิดจากการทำงานของเครื่องจักรที่ผิดพลาด ดังนั้นจึงควรให้ความสำคัญกับการควบคุมจำนวนของเสียในขั้นตอนดังกล่าวเป็นพิเศษ

5.2.2 แผนผังเหตุและผลหรือแผนผังก้างปลา

จากการวิเคราะห์แผนผังเหตุและผลในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนยางพบว่าลักษณะหลักของปัญหาในการเกิดของเสียของชิ้นส่วนยางทั้ง 3 ชนิด ให้ผลต่างกัน คือ

Rubber Mount พบว่าลักษณะรอยตำหนิหลักคือ ฟองอากาศ มีจำนวน 2,421 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 42.40 มีปัจจัยหลักที่เป็นสาเหตุสำคัญของปัญหา 4 ปัจจัย เรียงจากมากไปน้อย ได้แก่ เครื่องจักร วัตถุดิบ วิธีการ และคนงาน

Hose Drian I พบว่าลักษณะรอยตำหนิหลักคือ ยางไม่เต็ม และ ฉีกขาด เนื่องจากมีเปอร์เซ็นต์ที่เกิดขึ้นใกล้เคียงกัน โดยยางไม่เต็ม มีจำนวน 1,580 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 38.10 มีปัจจัยหลักที่เป็นสาเหตุสำคัญของปัญหา 5 ปัจจัย เรียงจากมากไปน้อย ได้แก่ เครื่องจักร วิธีการ สิ่งแวดล้อม คนงาน และวัตถุดิบ และฉีกขาด มีจำนวน 1,281 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 30.90 มีปัจจัยหลักที่เป็นสาเหตุสำคัญของปัญหา 4 ปัจจัย เรียงจากมากไปน้อย ได้แก่ คนงาน เครื่องจักร วิธีการ และวัตถุดิบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Rubber Grommet New พบว่าลักษณะรอยตำหนิหลักคือ ฟองอากาศ มีจำนวน 2,966 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 41.50 มีปัจจัยหลักที่เป็นสาเหตุสำคัญของปัญหา 4 ปัจจัย เรียงจากมากไปน้อย ได้แก่ เครื่องจักร วัตถุดิบ วิธีการ และคนงาน

ดังนั้น เมื่อทราบถึงปัจจัยที่เป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดของเสียและรอยตำหนิ ทำให้สามารถแก้ปัญหาได้ตรงจุด โดยสาเหตุที่สำคัญมาจากเครื่องจักรรวมไปถึงคนงาน ซึ่งทางคณะผู้จัดทำได้มีการเสนอแนวทางการแก้ปัญหาให้กับทางบริษัทคือ ควรมีการตรวจเช็คสภาพเครื่องเป็นประจำ มีการให้ความรู้และดูแลคนงานมากยิ่งขึ้นตรวจเช็คความพร้อมของแม่พิมพ์ก่อนเริ่มงานและเพิ่มการตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบเพื่อให้ได้วัตถุดิบที่ดี มีคุณภาพมากยิ่งขึ้น

5.3 แนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิต

จากผลการวิเคราะห์การสร้างแบบจำลองสถานการณ์ โดยทำการออกแบบทางเลือก 2 ทางเลือก ได้แก่ แบบจำลองสถานการณ์ที่ 1 คือ ให้พนักงานทำงานล่วงเวลา ตั้งแต่เวลา 17.00 – 20.00 น. และแบบจำลองสถานการณ์ที่ 2 คือ เพิ่มพนักงานรายวันจำนวน 1 คน โดยให้ทำงานในช่วงเวลาปกติ พบว่าแบบจำลองสถานการณ์ที่มีความเหมาะสมที่สุด คือ แบบจำลองสถานการณ์ที่ 2 เนื่องจากมีค่าใช้จ่ายต่อเดือนเพิ่มขึ้นจากแบบจำลองสถานการณ์ปัจจุบันเพียง 8,100 บาท และมีจำนวนชิ้นส่วนยางที่ตัดตกแต่งเสร็จเฉลี่ยเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 58.05

5.4 ปัญหาที่พบ

1. บริษัทไม่มีข้อมูลจำนวนรอยตำหนิ จึงต้องดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลเอง แต่เนื่องจากระยะเวลาในการเก็บข้อมูลมีจำกัด ทำให้ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์มีไม่มากนัก

2. เนื่องจากทางบริษัทมียอดการผลิตจำนวนมาก และพนักงานมีจำนวนน้อยทำให้การเก็บข้อมูลด้วยการสัมภาษณ์หรือการขอข้อมูลด้านอื่นๆ ใช้เวลาและทำได้ยาก

3. ค่า $\overline{p}_{new}$ และค่า $\overline{u}_{new}$ ที่คำนวณได้ เป็นค่าที่ได้จากการการตัดข้อมูลที่ตกอยู่นอกขีดจำกัดควบคุมบนที่ทราบสาเหตุออกหลังจากการเก็บข้อมูลครบแล้ว แต่ในทางการควบคุมคุณภาพหากพบปัญหากระบวนการผลิตไม่อยู่ในการควบคุมจะต้องรีบหาสาเหตุและแก้ไขปัญหาที่ทราบสาเหตุทันทีในขั้นตอนการผลิต แต่สำหรับปัญหาพิเศษนี้ทางบริษัทยังมีข้อจำกัดที่ยังไม่สามารถนำแผนภูมิควบคุมคุณภาพไปใช้ได้ ทางคณะผู้จัดทำจึงใช้ค่า $\overline{p}_{new}$ และ $\overline{u}_{new}$ เป็นตัวประมาณสัดส่วนของเสียเฉลี่ยและจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ยถ้าหากมีการนำแผนภูมิควบคุมคุณภาพไปใช้ ซึ่งพบว่าตัวเลขประมาณการดังกล่าว อาจเป็นการประมาณการอย่างหยาบๆ เท่านั้น

4. ในการรันผลการจำลองสถานการณ์นั้น โปรแกรมจะทำการสุ่มเลือกลังชิ้นส่วนยางเพื่อนำมาทำการตัดตกแต่ง ซึ่งเราไม่สามารถทราบได้ว่าโปรแกรมจะสุ่มลังชิ้นส่วนยางชนิดไหนมาก่อนหรือบ่อยที่สุด โดยทางคณะผู้จัดทำกำหนดให้ความน่าจะเป็นในการสุ่มของแต่ละลังมีค่าเท่าๆ กัน

5. ทางคณะผู้จัดทำได้แค่เพียงเสนอแนะแนวทางในการปรับปรุงแก้ปัญหาด้านการผลิตแต่ไม่สามารถเข้าไปทำการแก้ปัญหาได้ เนื่องจากการปรับปรุงแก้ไขจริงมีข้อจำกัดในเรื่องของต้นทุนเข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น การตรวจเช็คสภาพเครื่องเป็นประจำ หรือการตรวจสอบวัตถุดิบ จำเป็นต้องใช้พนักงานที่มีความรู้ ความสามารถ รวมไปถึงการซื้ออุปกรณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งทำให้ต้นทุนเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.5 ข้อเสนอแนะ

1. ทางบริษัทควรมีการนำแผนภูมิควบคุมคุณภาพมาช่วยในการควบคุมกระบวนการผลิตอย่างต่อเนื่อง เพราะจะทำให้ทราบถึงกระบวนการที่เกิดขึ้นในช่วงเวลานั้น และสามารถแก้ไขปัญหาได้ทันท่วงทีและควรมีการจดบันทึกจำนวนชิ้นส่วนงานที่ได้อย่างถูกต้องและสม่ำเสมอเพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์เพื่อพัฒนาให้ดียิ่งขึ้นอย่างต่อเนื่อง

2. ทางบริษัทควรมีการตรวจสอบวัตถุดิบก่อนที่จะรับวัตถุดิบจากลูกค้า เพราะจะช่วยให้ได้วัตถุดิบที่ดี มีคุณภาพมากยิ่งขึ้น โดยใช้เทคนิคแผนการสุ่มตัวอย่างแบบแอ็ททริบิวท์ (Lot by lot acceptant sampling plans by attribute)

3. ทางบริษัทควรทำการเปรียบเทียบเครื่องจักรทั้ง 2 แบบ อย่างละเอียด เพื่อดูว่าเครื่องจักรแบบฉีดมีคุณภาพการผลิตดีกว่าเครื่องจักรแบบอัดจริงหรือไม่ โดยใช้เทคนิคการวางแผนการทดลองทางการผลิตมาใช้ในการศึกษา

4. การเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตนั้น หากต้องมีการลงทุนบริษัทจำเป็นต้องคำนึงถึงค่าใช้จ่ายที่จะเพิ่มขึ้นหรืออาจต้องมีการศึกษาถึงจุดคุ้มทุนภายใต้สถานการณ์ต่างๆ ก่อนดำเนินการตัดสินใจต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กาญจนา พันแสน, จงรักดี แหยมตั้ง, ทิติยา พวงมณี, และลัดดาวัลย์ น้อยจ้อย. 2554. **การจำลองสถานการณ์การจัดระบบเดินรถโดยสารประจำทางสาย 1013.** ภาควิชาสถิติประยุกต์, คณะวิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

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

ชุติมณฑน์ แสงสมบูรณ์, ณิชารีย์ ถือแก้ว, วีรวุฒิ บูรณรักษ์, และรัสรินทร์ สุ่นจันทร์. 2555. **การควบคุมคุณภาพสื่อชีวภาพของบริษัท ไฟเบอร์เทคจำกัด.** ภาควิชาสถิติประยุกต์, คณะวิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ญาณุตรา ดิฐวรรณกุล, ธัญญ์นภัส ฐิติสกุลโรจน์, ภาสินี จินจาตุรันต์ และอักษร แต้ศิริเวชช์. 2557. **การควบคุมคุณภาพยางสำหรับจัดฟัน ของบริษัท Perfect Plast.** ภาควิชาสถิติประยุกต์, คณะวิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

พัชราพร มาตอำพร, มุกระวี มุฮำหมัด, วันเพ็ญ ทับอุไร, และอมันดา อานัน. 2556. **การควบคุมคุณภาพของผลิตผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นของบริษัท ไซเบอร์แพดจำกัด.** ภาควิชาสถิติประยุกต์, คณะวิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

พัทธนันธ์ ต่วนเทศ, แสงเดือน กาญจนะ และปรัชญาภรณ์ เพชรรัตน์. 2552. **การควบคุมคุณภาพถุงนิ้วมือผลิตภัณฑ์จากยางพาราของบริษัท ไทยฟิล คลีนรูม เทคโนโลยี จำกัด.** ภาควิชาสถิติประยุกต์, คณะวิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

รุ่งโรจน์ เชียงทอง. 2550. **การปรับปรุงกระบวนการการบรรจุเคมีเกษตร โดยโปรแกรมการจำลองสถานการณ์ กรณีศึกษาโรงงานผลิตภัณฑ์เคมีเกษตร.** สถาบันไทย-เยอรมัน.

รุ่งรัตน์ ภิสัชเพ็ญ. 2553. **คู่มือสร้างแบบจำลองด้วยโปรแกรม Arena.** กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

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

วันชัย ริจิรวนิชม. 2548. **การศึกษาการทำงานหลักและกรณีศึกษา.** กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วันชัย ลีลากวีวงศ์, สุขุม โฆษิตชัยมงคล, สิริพงศ์ จึงถาวรรณ, และสายรุ้ง ฤกษ์เนาวรัตน์. 2554. **การเพิ่มประสิทธิภาพสายการผลิตทรานซิสเตอร์ด้วยโปรแกรมการจำลองสถานการณ์ กรณีศึกษาโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์.** ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ, คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยศิลปากร.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศศิวรรณ รัตนอุบล และชานินทร์ ศรีสุวรรณนภา. 2556. **การจำลองสถานการณ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการให้บริการของคลินิกกุมารเวชและอายุรกรรม ตึกผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลพัทลุง.** ภาควิชาสถิติประยุกต์, คณะวิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

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

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

อดิศักษิ์ พงษ์พูลผลศักดิ์. 2535. **การควบคุมคุณภาพ.** กรุงเทพมหานคร: ศูนย์ส่งเสริมกรุงเทพ.

Averill M. Law and W. David Kelton. 1991. **Simulation Modeling and Analysis.** 2nd ed. New York: McGraw-Hill.

Jerry B. and John S.C. 1984. **Discrete-Event System Simulation.** 2nd ed. New Jersey: Prentice-Hill.

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.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.1 แบบฟอร์มการเก็บข้อมูลจำนวนการผลิต จำนวนของเสียและลักษณะรอยตำหนิของชิ้นส่วนยางแต่ละชนิด

ใบบันทึกการเก็บข้อมูล ชิ้นส่วนยางชนิด : ..... เดือน :											
จุดที่	วันที่	จำนวนการผลิต (ชิ้น)	จำนวนของเสีย (ชิ้น)	ลักษณะรอยตำหนิ							หมายเหตุ
				ฉีกขาด	ฟองอากาศ	จุกลึก	ยางไม่เต็ม	รูปทรง	แม่พิมพ์	รวม	
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											

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.2 แบบฟอร์มการเก็บข้อมูลเวลาการตกแต่งชิ้นส่วนยางแต่ละชนิด

ใบบันทึกการจับเวลา ชิ้นส่วนยางชนิด : ..... ขั้นตอน : ..... แผนก :			
ครั้งที่	เวลา (นาที:วินาที)	ครั้งที่	เวลา (นาที: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

ตารางที่ ก.3 แบบฟอร์มการเก็บข้อมูลจำนวนชิ้นส่วนยางแต่ละชนิดที่อยู่ใน Stock และจำนวนชิ้นส่วนยางแต่ละชนิดที่ตกแต่งและตรวจสอบเสร็จแล้ว

ใบบันทึกจำนวนชิ้นส่วนยาง

ขั้นตอน : ....

วันที่	**จำนวนชิ้นส่วนยางที่ผลิตได้ทั้งหมดของวันก่อนหน้า**	**จำนวนชิ้นส่วนยางที่อยู่ใน Stock (ลัง)**					**รวม**	**จำนวนชิ้นส่วนยางที่ตกแต่งและตรวจสอบเสร็จแล้ว (ลัง)**					**รวม**	**คงเหลือ**
		GM	HD	RM	RR	SC		GM	HD	RM	RR	SC		

หมายเหตุ : GM =Rubber Grommet New, HD = Hose Drain I, RM = Rubber Mount, RR = Rubber Reactor, SC = Solf Care

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.4 ข้อมูลจำนวนการผลิต จำนวนของเสียและลักษณะรอยตำหนิของชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Mount ในเดือนธันวาคม พ.ศ.2559

จุดที่	วันที่	จำนวนการผลิต (ชิ้น)	จำนวนของเสีย (ชิ้น)	ลักษณะรอยตำหนิ							หมายเหตุ
				ฉีกขาด	ฟองอากาศ	จุกลึก	ยางไม่เต็ม	รูปทรง	แม่พิมพ์	รวม	
1	1 ธ.ค.59	1,680	24	-	12	7	9	-	-	28	
2	2 ธ.ค.59	4,176	69	11	39	5	-	17	-	72	
3	3 ธ.ค.59	2,832	16	-	13	4	7	-	-	24	
4	6 ธ.ค.59	2,880	183	18	97	35	12	32	-	194	อุณหภูมิไม่เหมาะสม
5	7 ธ.ค.59	2,832	60	-	38	9	19	6	-	72	
6	8 ธ.ค.59	2,400	28	6	20	-	-	7	-	33	
7	9 ธ.ค.59	2,448	46	12	31	-	5	9	-	57	
8	10 ธ.ค.59	2,784	58	8	28	6	-	24	-	66	
9	12 ธ.ค.59	2,640	91	10	50	41	-	-	-	101	
10	13 ธ.ค.59	3,120	62	2	19	-	48	-	-	69	
11	14 ธ.ค.59	2,736	17	-	10	-	3	6	-	19	
12	15 ธ.ค.59	2,544	61	2	24	12	9	18	-	65	
13	16 ธ.ค.59	2,880	22	3	18	8	-	-	-	29	
14	17 ธ.ค.59	2,640	19	-	9	2	-	11	-	22	
15	19 ธ.ค.59	2,880	102	12	27	56	6	7	-	108	อุณหภูมิไม่เหมาะสม
16	20 ธ.ค.59	2,736	46	13	16	-	-	22	-	51	
17	21 ธ.ค.59	2,784	50	-	17	13	-	25	-	55	
18	22 ธ.ค.59	3,216	36	9	12	-	21	-	-	42	
19	23 ธ.ค.59	2,592	48	11	26	-	8	14	-	59	
20	24 ธ.ค.59	2,880	21	-	10	-	5	2	-	17	
21	26 ธ.ค.59	2,784	376	55	79	15	63	121	48	381	ไกด์งอ
22	27 ธ.ค.59	2,832	23	3	17	4	2	-	-	26	
23	28 ธ.ค.59	2,640	224	15	121	48	29	21	-	234	เปลี่ยนคนคุม
24	29 ธ.ค.59	2,496	208	45	103	-	11	67	-	226	เปลี่ยนคนคุม
25	30 ธ.ค.59	1,728	135	21	62	45	11	8	-	147	เปลี่ยนคนคุม
รวม		68,160	2,025	256	898	310	268	417	48	2,197	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.5 ข้อมูลจำนวนการผลิต จำนวนของเสียและลักษณะรอยตำหนิของชิ้นส่วนยางชนิด Hose Drain I ในเดือนธันวาคม พ.ศ.2559

จุดที่	วันที่	จำนวนการผลิต (ชิ้น)	จำนวนของเสีย (ชิ้น)	ลักษณะรอยตำหนิ							หมายเหตุ
				ฉีกขาด	ฟองอากาศ	จุกลึก	ยางไม่เต็ม	รูปทรง	แม่พิมพ์	รวม	
1	1 ธ.ค.59	1,632	28	18	3	-	10	-	-	31	
2	2 ธ.ค.59	1,632	36	23	10	-	8	1	-	42	
3	3 ธ.ค.59	1,616	19	12	2	-	11	-	-	25	
4	6 ธ.ค.59	1,616	94	29	-	-	45	31	-	105	
5	7 ธ.ค.59	1,632	72	10	13	-	58	-	-	81	
6	8 ธ.ค.59	1,672	43	20	16	-	12	-	-	48	
7	9 ธ.ค.59	1,616	28	17	6	-	9	-	-	32	
8	10 ธ.ค.59	1,600	54	22	7	-	29	3	-	61	
9	12 ธ.ค.59	1,616	185	49	23	-	86	34	-	192	อุณหภูมิไม่เหมาะสมและยางมีปัญหา
10	13 ธ.ค.59	1,600	17	12	5	-	6	-	-	23	
11	14 ธ.ค.59	1,632	93	32	21	-	18	26	-	97	ยางมีปัญหา
12	15 ธ.ค.59	1,632	62	29	-	-	32	15	-	76	
13	16 ธ.ค.59	1,600	40	9	-	-	24	11	-	44	
14	17 ธ.ค.59	1,600	36	10	8	-	23	3	-	44	
15	19 ธ.ค.59	1,600	111	36	12	-	49	17	-	114	อุณหภูมิไม่เหมาะสม
16	20 ธ.ค.59	928	18	13	-	-	8	-	-	21	
17	21 ธ.ค.59	1,632	27	8	4	-	17	-	-	29	
18	22 ธ.ค.59	1,632	10	5	-	-	7	-	-	12	
19	23 ธ.ค.59	1,616	49	26	11	-	16	2	-	55	
20	24 ธ.ค.59	1,600	25	10	9	-	12	-	-	31	
21	26 ธ.ค.59	1,600	227	89	27	-	91	24	-	231	ปีนลมมีปัญหา
22	27 ธ.ค.59	1,600	13	9	-	-	5	3	-	17	
23	28 ธ.ค.59	1,632	30	16	5	-	23	-	-	44	
24	29 ธ.ค.59	1,632	51	21	9	-	29	-	-	59	
25	30 ธ.ค.59	1,600	41	8	14	-	6	19	-	47	
รวม		**39,768**	**1,409**	**533**	**205**	**-**	**634**	**189**	**-**	**1,561**	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.6 ข้อมูลจำนวนการผลิต จำนวนของเสียและลักษณะรอยตำหนิของชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Grommet New ในเดือนธันวาคม พ.ศ.2559

จุดที่	วันที่	จำนวนการผลิต (ชิ้น)	จำนวนของเสีย (ชิ้น)	ลักษณะรอยตำหนิ							หมายเหตุ
				ฉีกขาด	ฟองอากาศ	จุกลึก	ยางไม่เต็ม	รูปทรง	แม่พิมพ์	รวม	
1	1 ธ.ค.59	1,440	151	35	83	-	41	-	-	159	ยางมีปัญหาและปืนลมมีปัญหา
2	2 ธ.ค.59	1,728	95	21	19	-	48	13	11	112	
3	3 ธ.ค.59	2,124	124	23	84	-	19	-	-	126	
4	6 ธ.ค.59	1,512	209	40	79	-	71	5	28	223	อุณหภูมิไม่เหมาะสม
5	7 ธ.ค.59	1,440	39	9	11	-	26	-	-	46	
6	8 ธ.ค.59	1,332	44	5	31	-	-	-	12	48	
7	9 ธ.ค.59	1,440	94	24	58	-	16	-	-	98	
8	10 ธ.ค.59	1,728	32	8	23	-	9	-	-	40	
9	12 ธ.ค.59	1,548	268	19	93	-	45	3	114	274	เปลี่ยนคนคุมและไกด์งอ
10	13 ธ.ค.59	1,728	103	21	62	-	21	-	9	113	เปลี่ยนคนคุม
11	14 ธ.ค.59	1,598	174	17	101	-	-	-	63	181	เปลี่ยนคนคุม
12	15 ธ.ค.59	1,692	156	16	79	-	48	14	21	178	เปลี่ยนคนคุม
13	16 ธ.ค.59	1,260	185	44	57	-	13	-	79	193	เปลี่ยนคนคุม
14	17 ธ.ค.59	1,764	76	9	44	-	25	11	-	89	
15	19 ธ.ค.59	1,476	166	22	86	-	34	-	31	173	
16	20 ธ.ค.59	1,656	27	5	27	-	3	-	-	35	
17	21 ธ.ค.59	1,728	44	3	5	-	21	-	19	48	
18	22 ธ.ค.59	1,512	65	10	29	-	18	9	10	76	
19	23 ธ.ค.59	1,692	58	2	8	-	52	-	-	62	
20	24 ธ.ค.59	1,008	41	11	37	-	-	-	-	48	
21	26 ธ.ค.59	1,512	88	20	54	-	-	15	-	89	
22	27 ธ.ค.59	1,476	59	-	9	-	-	17	34	60	
23	28 ธ.ค.59	1,368	30	3	9	-	21	-	-	33	
24	29 ธ.ค.59	1,332	89	18	43	-	29	5	-	95	
25	30 ธ.ค.59	1,728	57	9	37	-	16	-	-	62	
รวม		38,822	2,474	394	1,168	-	576	92	431	2,661	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.7 ข้อมูลจำนวนการผลิต จำนวนของเสียและลักษณะรอยตำหนิของชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Mount ในเดือนมกราคม พ.ศ.2560

จุดที่	วันที่	จำนวนการผลิต (ชิ้น)	จำนวนของเสีย (ชิ้น)	ลักษณะรอยตำหนิ							หมายเหตุ
				ฉีกขาด	ฟองอากาศ	จุกลึก	ยางไม่เต็ม	รูปทรง	แม่พิมพ์	รวม	
1	4 ม.ค.60	2,716	35	9	21	6	-	9	-	45	
2	5 ม.ค.60	2,736	29	13	18	5	-	-	-	36	
3	6 ม.ค.60	1,333	21	-	14	-	3	11	-	28	พนักงานไม่สบาย
4	7 ม.ค.60	2,496	39	-	13	9		24	-	46	
5	9 ม.ค.60	2,736	211	28	109	23	19	44	-	223	เปลี่ยนคนคุม
6	10 ม.ค.60	2,640	155	46	91	18	7	-	-	162	เปลี่ยนคนคุม
7	11 ม.ค.60	2,112	14	8	3	1	-	4	-	16	
8	12 ม.ค.60	3,600	98	11	41	-	21	33	-	106	
9	13 ม.ค.60	2,160	17	-	11	3	-	9	-	23	
10	14 ม.ค.60	2,832	35	-	27	11	-	8	-	46	
11	16 ม.ค.60	3,168	309	19	131	25	37	13	96	321	อุณหภูมิไม่เหมาะสมและยางมีปัญหา
12	17 ม.ค.60	2,496	56	-	22	-	9	29	-	60	
13	18 ม.ค.60	3,456	99	37	19	31	18	-	-	105	
14	19 ม.ค.60	3,168	40	12	28	10	-	-	-	50	
15	20 ม.ค.60	2,304	11	6	-	-	7	4	-	17	
16	21 ม.ค.60	2,208	57	22	19	3	-	17	-	61	
17	23 ม.ค.60	2,880	49	14	13	-	-	10	18	55	
18	24 ม.ค.60	1,680	24	-	16	9	-	8	-	33	
19	25 ม.ค.60	2,832	58	10	32	-	14	11	-	67	
20	26 ม.ค.60	2,400	21	4	19	7	-	-	-	30	
21	27 ม.ค.60	2,640	113	17	84	6	-	15	-	122	ไกด์งอ
22	28 ม.ค.60	3,120	36	-	27	11	-	7	-	45	
23	30 ม.ค.60	2,640	40	-	30	6	-	11	-	47	
24	31 ม.ค.60	2,592	25	12	5	9	5	3	-	34	
รวม		62,945	1,592	268	793	193	140	270	114	1,778	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.8 ข้อมูลจำนวนการผลิต จำนวนของเสียและลักษณะรอยตำหนิของชิ้นส่วนยางชนิด Hose Drain I ในเดือนมกราคม พ.ศ.2560

จุดที่	วันที่	จำนวนการผลิต (ชิ้น)	จำนวนของเสีย (ชิ้น)	ลักษณะรอยตำหนิ							หมายเหตุ
				ฉีกขาด	ฟองอากาศ	จุกลึก	ยางไม่เต็ม	รูปทรง	แม่พิมพ์	รวม	
1	4 ม.ค.60	1,632	89	23	34	-	36	4	-	97	
2	5 ม.ค.60	1,632	12	4	5	-	8	-	-	17	
3	6 ม.ค.60	1,632	9	5	-	-	6	3	-	14	
4	7 ม.ค.60	1,616	38	13	10	-	22	-	-	45	
5	9 ม.ค.60	1,632	101	21	48	-	40	-	-	109	
6	10 ม.ค.60	1,616	24	12	6	-	9	8	-	35	
7	11 ม.ค.60	1,040	19	9	2	-	11	1	-	23	
8	12 ม.ค.60	1,232	50	17	19	-	18	3	-	57	
9	13 ม.ค.60	1,600	49	16	7	-	24	5	-	52	
10	14 ม.ค.60	1,600	10	6	5	-	4	-	-	15	
11	16 ม.ค.60	1,600	235	83	48	-	97	16	-	244	เปลี่ยนคนคุมและปืนลมมีปัญหา
12	17 ม.ค.60	1,600	117	41	29	-	18	32	-	120	เปลี่ยนคนคุม
13	18 ม.ค.60	1,600	109	39	-	-	57	19	-	115	เปลี่ยนคนคุม
14	19 ม.ค.60	1,600	92	21	30	-	33	10	-	94	
15	20 ม.ค.60	800	208	67	31	-	127	-	-	225	อุณหภูมิไม่เหมาะสม
16	21 ม.ค.60	1,600	79	38	-	-	45	5	-	88	
17	23 ม.ค.60	1,600	167	63	47	-	54	9	-	173	ยางมีปัญหา
18	24 ม.ค.60	1,600	104	41	36	-	12	27	-	116	ยางมีปัญหา
19	25 ม.ค.60	1,600	63	37	-	-	23	8	-	68	ยางมีปัญหา
20	26 ม.ค.60	1,600	250	74	45	-	98	39	-	256	ยางมีปัญหา
21	27 ม.ค.60	1,600	52	18	13	-	24	2	-	57	ยางมีปัญหา
22	28 ม.ค.60	1,600	124	30	19	-	69	15	-	133	ยางมีปัญหา
23	30 ม.ค.60	1,600	89	29	9	-	34	21	-	93	ยางมีปัญหา
24	31 ม.ค.60	1,600	316	41	168	-	77	49	-	335	ยางมีปัญหา
รวม		36,832	2,406	748	611	-	946	276	-	2,581	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.9 ข้อมูลจำนวนการผลิต จำนวนของเสียและลักษณะรอยตำหนิของชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Grommet New ในเดือนมกราคม พ.ศ.2560

จุดที่	วันที่	จำนวนการผลิต (ชิ้น)	จำนวนของเสีย (ชิ้น)	ลักษณะรอยตำหนิ							หมายเหตุ
				ฉีกขาด	ฟองอากาศ	จุกลึก	ยางไม่เต็ม	รูปทรง	แม่พิมพ์	รวม	
1	4 ม.ค.60	1,296	201	43	81	-	68	9	16	217	อุณหภูมิไม่เหมาะสม
2	5 ม.ค.60	1,152	65	9	33	-	15	-	21	78	
3	6 ม.ค.60	1,728	48	15	21	-	18	-	-	54	
4	7 ม.ค.60	1,512	53	19	17	-	24	3	-	63	
5	9 ม.ค.60	1,728	154	34	52	-	63	16	-	165	
6	10 ม.ค.60	1,584	27	8	15	-	-	-	7	30	
7	11 ม.ค.60	1,548	86	10	47	-	23	9	-	89	
8	12 ม.ค.60	1,548	35	21	3	-	18	-	-	42	
9	13 ม.ค.60	1,404	72	17	26	-	9	10	14	76	
10	14 ม.ค.60	1,440	88	11	48	-	27	5	-	91	
11	16 ม.ค.60	1,512	198	29	82	-	58	16	23	208	อุณหภูมิไม่เหมาะสม
12	17 ม.ค.60	1,800	14	3	7	-	8	-	-	18	
13	18 ม.ค.60	1,872	146	-	78	-	41	19	16	154	ยางมีปัญหา
14	19 ม.ค.60	1,728	12	-	9	-	10	-	-	19	
15	20 ม.ค.60	1,620	18	2	14	-	-	7	-	23	
16	21 ม.ค.60	1,080	63	9	15	-	36	-	11	71	
17	23 ม.ค.60	1,404	133	20	53	-	37	11	19	140	
18	24 ม.ค.60	1,620	54	18	16	-	-	13	17	64	
19	25 ม.ค.60	1,260	91	32	48	-	-	19	-	99	ปืนลมมีปัญหา
20	26 ม.ค.60	1,656	57	-	31	-	24	7	-	62	
21	27 ม.ค.60	1,368	46	17	25	-	-	-	9	51	
22	28 ม.ค.60	1,548	71	-	22	-	43	15	-	80	
23	30 ม.ค.60	1,152	104	12	32	-	18	-	46	108	ไกด์งอ
24	31 ม.ค.60	1,332	38	-	21	-	15	9	-	45	
รวม		**35,892**	**1,874**	**329**	**796**	**-**	**555**	**168**	**199**	**2,047**	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.10 ข้อมูลจำนวนการผลิต จำนวนของเสียและลักษณะรอยตำหนิของชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Mount ในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2560

จุดที่	วันที่	จำนวนการผลิต (ชิ้น)	จำนวนของเสีย (ชิ้น)	ลักษณะรอยตำหนิ							หมายเหตุ
				ฉีกขาด	ฟองอากาศ	จุกลึก	ยางไม่เต็ม	รูปทรง	แม่พิมพ์	รวม	
1	1 ก.พ.60	3,168	78	14	31	-	17	22	-	84	
2	2 ก.พ.60	960	53	12	26	5	-	13	-	56	ไฟดับ
3	3 ก.พ.60	2,640	21	9	14	-	-	2	-	25	
4	4 ก.พ.60	3,072	107	26	40	3	19	22	-	110	
5	6 ก.พ.60	2,688	83	18	39	24	-	5	-	86	
6	7 ก.พ.60	1,920	72	13	37	7	18	-	-	75	
7	8 ก.พ.60	2,928	102	21	52	-	22	15	-	110	ไกด์งอ
8	9 ก.พ.60	2,736	35	14	8	-	5	11	-	38	
9	10 ก.พ.60	2,688	15	4	6	4	-	2	-	16	
10	11 ก.พ.60	2,592	9	-	3	-	3	-	7	13	
11	13 ก.พ.60	2,640	151	38	47	11	9	32	24	161	เปลี่ยนคนคุม
12	14 ก.พ.60	2,496	112	20	42	5	-	14	36	117	เปลี่ยนคนคุม
13	15 ก.พ.60	1,728	81	15	44	-	4	25	-	88	
14	16 ก.พ.60	2,544	64	20	29	-	3	11	5	68	
15	17 ก.พ.60	2,448	31	-	15	13	-	7	-	35	
16	18 ก.พ.60	2,592	40	9	18	10	-	9	-	46	
17	20 ก.พ.60	2,736	92	13	35	-	8	38	-	94	
18	21 ก.พ.60	2,784	64	14	31	18	-	-	4	67	
19	22 ก.พ.60	2,544	92	16	47	10	-	29	-	102	ยางมีปัญหา
20	23 ก.พ.60	2,688	18	-	13	2	1	7	-	23	
21	24 ก.พ.60	2,592	51	9	24	-	6	8	10	57	
22	25 ก.พ.60	2,016	20	5	4	2	4	6	-	21	
23	27 ก.พ.60	2,976	179	20	82	14	6	37	22	181	อุณหภูมิไม่เหมาะสม
24	28 ก.พ.60	2,736	66	-	43	9	3	8	-	63	
รวม		60,912	1,636	310	730	137	128	323	108	1,736	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.11 ข้อมูลจำนวนการผลิต จำนวนของเสียและลักษณะรอยตำหนิของชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Grommet New ในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2560

จุดที่	วันที่	จำนวนการผลิต (ชิ้น)	จำนวนของเสีย (ชิ้น)	ลักษณะรอยตำหนิ							หมายเหตุ
				ฉีกขาด	ฟองอากาศ	จุกลึก	ยางไม่เต็ม	รูปทรง	แม่พิมพ์	รวม	
1	1 ก.พ.60	1,620	8	4	3	-	2	-	-	9	
2	2 ก.พ.60	900	97	15	34	-	30	9	12	100	ไฟดับ
3	3 ก.พ.60	1,728	32	7	19	-	8	-	-	34	
4	4 ก.พ.60	1,692	34	-	17	-	20	-	-	37	
5	6 ก.พ.60	1,620	132	33	45	-	31	18	8	135	อุณหภูมิไม่เหมาะสม
6	7 ก.พ.60	1,764	18	3	10	-	7	-	-	20	
7	8 ก.พ.60	1,512	47	21	17	-	13	-	-	51	
8	9 ก.พ.60	1,368	355	98	169	-	54	-	39	360	เปลี่ยนคนคุมและยางมีปัญหา
9	10 ก.พ.60	1,548	179	43	88	-	40	11	-	182	เปลี่ยนคนคุม
10	11 ก.พ.60	1,332	123	27	23	-	84	-	-	134	เปลี่ยนคนคุม
11	13 ก.พ.60	1,620	94	20	37	-	46	-	-	103	
12	14 ก.พ.60	1,476	60	11	40	-	5	9	-	65	
13	15 ก.พ.60	1,764	59	9	36	-	10	-	7	62	
14	16 ก.พ.60	1,332	72	12	38	-	11	15	-	76	
15	17 ก.พ.60	1,512	51	5	25	-	19	7	-	56	
16	18 ก.พ.60	1,440	54	8	26	-	13	10	-	57	
17	20 ก.พ.60	1,332	207	53	83	-	36	21	23	216	อุณหภูมิไม่เหมาะสม
18	21 ก.พ.60	1,512	105	14	47	-	32	14	-	107	
19	22 ก.พ.60	1,728	87	21	25	-	29	18	-	93	
20	23 ก.พ.60	1,620	54	9	23	-	15	5	3	55	
21	24 ก.พ.60	972	256	42	104	-	67	22	26	261	ไกด์หัก
22	25 ก.พ.60	1,656	67	11	32	-	18	-	9	70	
23	27 ก.พ.60	1,548	24	5	16	-	4	3	-	28	
24	28 ก.พ.60	1,468	123	17	45	-	31	14	20	127	
รวม		36,064	2,338	488	1,002	-	625	176	147	2,438	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.12 ข้อมูลเวลาการตกแต่งชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Reactor

ครั้งที่	เวลา (วินาที)	ครั้งที่	เวลา (วินาที)
1	07:82	26	06:21
2	07:88	27	05:44
3	07:60	28	05:55
4	09:96	29	06:72
5	09:75	30	09:84
6	06:26	31	15:52
7	10:15	32	05:48
8	08:37	33	04:12
9	08:26	34	15:57
10	06:88	35	14:07
11	12:24	36	19:99
12	06:87	37	09:76
13	18:52	38	22:25
14	13:51	39	08:58
15	09:06	40	06:20
16	08:69	41	07:01
17	06:39	42	05:71
18	06:64	43	17:84
19	06:79	44	07:80
20	08:89	45	06:15
21	15:66	46	15:30
22	08:51	47	06:33
23	13:58	48	09:98
24	06:62	49	06:76
25	09:41	50	13:89
		รวม	**08:10:38**
		เวลาเฉลี่ย	**09:73**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.13 ข้อมูลเวลาการตกแต่งชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Grommet New

ครั้งที่	เวลา (วินาที)	ครั้งที่	เวลา (วินาที)
1	24:85	26	30:64
2	16:26	27	41:34
3	32:20	28	25:40
4	31:35	29	31:87
5	30:47	30	19:69
6	35:69	31	19:33
7	42:48	32	30:71
8	42:35	33	19:80
9	24:83	34	20:30
10	24:87	35	18:43
11	41:22	36	30:69
12	26:49	37	33:52
13	33:53	38	24:99
14	16:03	39	15:75
15	34:17	40	13:66
16	23:06	41	35:12
17	27:25	42	30:75
18	28:57	43	24:87
19	34:17	44	12:50
20	32:68	45	24:52
21	18:82	46	27:99
22	21:73	47	38:40
23	30:86	48	13:51
24	30:58	49	31:57
25	37:85	50	35:41
		รวม	**23:22:12**
		เวลาเฉลี่ย	**27:86**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.14 ข้อมูลเวลาการตกแต่งชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Mount

ครั้งที่	เวลา (นาที)	ครั้งที่	เวลา (นาที)
1	01:13	26	01:36
2	01:05	27	01:37
3	01:28	28	01:19
4	01:14	29	01:11
5	01:05	30	01:12
6	01:04	31	01:17
7	01:23	32	01:02
8	01:08	33	01:11
9	01:02	34	01:15
10	01:00	35	01:06
11	01:25	36	01:00
12	01:15	37	01:06
13	01:03	38	01:03
14	01:03	39	01:18
15	01:27	40	01:12
16	01:01	41	01:37
17	01:18	42	01:24
18	01:21	43	01:25
19	01:02	44	01:00
20	01:04	45	01:40
21	01:06	46	01:25
22	01:24	47	01:25
23	01:03	48	01:35
24	01:02	49	01:34
25	01:06	50	01:29
		รวม	**57:41**
		เวลาเฉลี่ย	**01:25**

หมายเหตุ : Rubber Mount เวลาปกติ / 5 ชิ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.15 ข้อมูลเวลาการตกแต่งชิ้นส่วนยางชนิด Hose Drian I

ครั้งที่	เวลา (วินาที)	ครั้งที่	เวลา (วินาที)
1	12:31	26	20:67
2	27:41	27	58:15
3	20:25	28	26:37
4	36:24	29	28:89
5	26:33	30	38:31
6	25:52	31	18:77
7	26:83	32	35:26
8	26:19	33	26:46
9	27:79	34	22:60
10	25:92	35	:30:70
11	20:26	36	19:68
12	36:38	37	16:76
13	22:87	38	21:82
14	29:10	39	48:39
15	:24:69	40	57:98
16	42:15	41	16:65
17	:30:18	42	18:48
18	38:54	43	26:37
19	36:31	44	14:44
20	25:52	45	30:64
21	53:73	46	37:51
22	31:92	47	39:86
23	36:06	48	39:86
24	40:88	49	16:33
25	28:13	50	22:28
		รวม	**24:72:88**
		เวลาเฉลี่ย	**29:68**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.16 ข้อมูลเวลาการตกแต่งชิ้นส่วนยางซนิด Solf Case

ครั้งที่	เวลา (วินาที)	ครั้งที่	เวลา (วินาที)
1	07:66	26	09:93
2	03:40	27	02:22
3	02:48	28	27:17
4	01:44	29	01:96
5	06:53	30	02:62
6	03:93	31	01:37
7	09:74	32	09:59
8	02:16	33	09:60
9	02:87	34	01:96
10	03:86	35	06:73
11	06:46	36	06:41
12	07:52	37	02:84
13	04:31	38	01:38
14	06:01	39	05:22
15	04:71	40	09:21
16	01:18	41	04:44
17	16:18	42	03:26
18	02:75	43	06:20
19	02:42	44	01:90
20	03:07	45	07:96
21	02:16	46	03:92
22	02:17	47	06:85
23	07:84	48	25:06
24	08:17	49	10:06
25	08:23	50	08:42
		รวม	**05:29:53**
		เวลาเฉลี่ย	**06:01**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.17 ข้อมูลจำนวนชิ้นส่วนยางแต่ละชนิดที่อยู่ใน Stock และจำนวนชิ้นส่วนยางแต่ละชนิดที่ตกแต่งและตรวจสอบเสร็จแล้ว

วันที่	จำนวนชิ้นส่วนยางที่ผลิตได้ทั้งหมดของวันก่อนหน้า	จำนวนชิ้นส่วนยางที่อยู่ใน Stock (ชิ้น)					รวม	จำนวนชิ้นส่วนยางที่ตกแต่งและตรวจสอบเสร็จ (ชิ้น)					รวม	คงเหลือ
		GM	HD	RM	RR	SF		GM	HD	RM	RR	SF		
1 ธ.ค.59	-	1,289	1,604	1,656	0	2,218	6,767	689	900	0	0	1,010	2,599	4,168
2 ธ.ค.59	10,093	2,233	2,300	5,827	0	3,901	14,261	900	989	0	0	690	2,579	11,682
3 ธ.ค.59	6,441	3,333	2,908	8,643	0	3,239	18,123	850	1,011	0	0	2,025	3,886	14,237
6 ธ.ค.59	8,292	3,786	3,435	11,153	0	4,155	22,529	830	1,100	0	0	878	2,808	19,721
7 ธ.ค.59	5,780	4,357	3,895	13,972	0	3,277	25,501	954	990	0	0	0	1,944	23,557
8 ธ.ค.59	5,289	4,691	4,534	16,344	0	3,277	28,846	0	1,089	1,656	0	0	2,745	26,101
9 ธ.ค.59	5,336	6,037	5,033	17,090	0	3,277	31,437	0	1,155	1,765	0	0	2,920	28,517
10 ธ.ค.59	6,020	7,733	5,424	18,103	0	3,277	34,537	0	1,020	1,788	0	0	2,808	31,729
12 ธ.ค.59	8,746	9,013	5,935	18,960	0	6,567	40,475	0	1,167	1,659	0	0	2,826	37,649
13 ธ.ค.59	9,845	10,583	6,351	20,359	0	10,201	47,494	768	0	1,873	0	0	2,641	44,853
14 ธ.ค.59	8,568	11,239	7,939	21,109	0	13,134	53,421	734	0	1,898	0	0	2,632	50,789
15 ธ.ค.59	5,559	11,900	9,560	21,754	0	13,134	56,348	976	0	2,538	0	0	3,514	52,834
16 ธ.ค.59	6,764	11,999	11,151	22,074	1,240	13,134	59,598	990	0	0	1,234	0	2,224	57,374
17 ธ.ค.59	7,888	12,593	12,715	24,705	2,115	13,134	65,262	947	0	0	2,101	0	3,048	62,214
19 ธ.ค.59	6,901	12,956	14,219	27,339	1,467	13,134	69,115	570	991	0	1,447	0	3,008	66,107
20 ธ.ค.59	7,655	14,015	14,148	30,214	2,251	13,134	73,762	620	879	0	2,229	0	3,728	70,034
21 ธ.ค.59	6,024	15,079	14,874	32,971	0	13,134	76,058	956	0	0	0	4,400	5,356	70,702

ตารางที่ ก.17 (ต่อ) ข้อมูลจำนวนชิ้นส่วนยางแต่ละชนิดที่อยู่ใน Stock และจำนวนชิ้นส่วนยางแต่ละชนิดที่ตกแต่งและตรวจสอบเสร็จแล้ว

วันที่	จำนวนชิ้นส่วนยางที่ผลิตได้ทั้งหมดของวันก่อนหน้า	จำนวนชิ้นส่วนยางที่อยู่ใน Stock (ชิ้น)					รวม	จำนวนชิ้นส่วนยางที่ตกแต่งและตรวจสอบเสร็จ (ชิ้น)					รวม	คงเหลือ
		GM	HD	RM	RR	SF		GM	HD	RM	RR	SF		
22 ธ.ค.59	6,282	15,603	16,496	36,151	0	8,734	**76,984**	970	0	0	0	4,339	**5,309**	**71,675**
23 ธ.ค.59	8,095	16,267	18,063	38,996	0	6,444	**79,770**	0	1,109	2,830	0	0	**3,939**	**75,831**
24 ธ.ค.59	6,574	17,234	18,529	37,893	0	8,749	**82,405**	0	998	1,719	0	0	**2,717**	**79,688**
26 ธ.ค.59	7,487	18,678	19,030	38,478	0	10,989	**87,175**	0	1,198	2,293	0	0	**3,491**	**83,684**
27 ธ.ค.59	8,076	20,099	19,419	38,994	0	13,248	**91,760**	0	1,129	2,798	0	0	**3,927**	**87,833**
28 ธ.ค.59	1,131	21,437	19,892	38,612	0	9,023	**88,964**	889	1,201	0	0	0	**2,090**	**86,874**
29 ธ.ค.59	5,112	21,791	20,272	40,900	0	9023	**91,986**	876	1,198	0	0	0	**2,074**	**89,912**
30 ธ.ค.59	5,896	22,586	20,650	43,549	0	9023	**95,808**	1,020	1,134	0	0	0	**2,154**	**93,654**
หมายเหตุ : GM = Rubber Grommet New, HD = Hose Drain I, RM = Rubber Mount,RR = Rubber Reactor, SC = Solf Case														

ภาคผนวก ข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการคำนวณขอบเขตควบคุมคุณภาพสัดส่วนของเสียแสดงดังตัวอย่างที่ 1

ตัวอย่างที่ 1 จากข้อมูลสัดส่วนของเสียของชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Mount ในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 ดังตารางที่ ข.1 นำข้อมูลที่ได้มาคำนวณสัดส่วนของเสีย (p), UCL และ LCL โดยจะแสดงการคำนวณในจุดแรกและจุดสุดท้าย

ตารางที่ ข.1 ค่าสัดส่วนของเสีย (p), UCL และ LCL ของแต่ละจุดในแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียของชิ้นส่วนยาง ในเดือนธันวาคมพ.ศ. 2559

จุดที่	วันที่	จำนวนการผลิต (n)	จำนวนของเสีย (x)	สัดส่วนของเสีย (p)	UCL	LCL	หมายเหตุ
1	1 ธ.ค.59	1,680	24	0.0143	0.0421	0.0173	
2	2 ธ.ค.59	4,176	69	0.0165	0.0376	0.0218	
3	3 ธ.ค.59	2,832	16	0.0056	0.0393	0.0201	
4	6 ธ.ค.59	2,880	183	0.0635	0.0392	0.0202	อุณหภูมิไม่เหมาะสม
5	7 ธ.ค.59	2,832	60	0.0212	0.0393	0.0201	
6	8 ธ.ค.59	2,400	28	0.0117	0.0401	0.0193	
7	9 ธ.ค.59	2,448	46	0.0188	0.0400	0.0194	
8	10 ธ.ค.59	2,784	58	0.0208	0.0394	0.0201	
9	12 ธ.ค.59	2,640	91	0.0345	0.0396	0.0198	
10	13 ธ.ค.59	3,120	62	0.0199	0.0388	0.0206	
11	14 ธ.ค.59	2,736	17	0.0062	0.0394	0.0200	
12	15 ธ.ค.59	2,544	61	0.0240	0.0398	0.0196	
13	16 ธ.ค.59	2,880	22	0.0076	0.0392	0.0202	
14	17 ธ.ค.59	2,640	19	0.0072	0.0396	0.0198	
15	19 ธ.ค.59	2,880	102	0.0354	0.0392	0.0202	อุณหภูมิไม่เหมาะสม
16	20 ธ.ค.59	2,736	46	0.0168	0.0394	0.0200	
17	21 ธ.ค.59	2,784	50	0.0180	0.0394	0.0201	
18	22 ธ.ค.59	3,216	36	0.0112	0.0387	0.0207	
19	23 ธ.ค.59	2,592	48	0.0185	0.0397	0.0197	
20	24 ธ.ค.59	2,880	21	0.0073	0.0392	0.0202	
21	26 ธ.ค.59	2,784	376	0.1351	0.0394	0.0201	ไกด์งอ
22	27 ธ.ค.59	2,832	23	0.0081	0.0393	0.0201	
23	28 ธ.ค.59	2,640	224	0.0848	0.0396	0.0198	เปลี่ยนคนคุม
24	29 ธ.ค.59	2,496	208	0.0833	0.0399	0.0195	เปลี่ยนคนคุม
25	30 ธ.ค.59	1,728	135	0.0781	0.0420	0.0175	เปลี่ยนคนคุม
รวม		**68,160**	**2,025**				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ ข.1 สามารถคำนวณหาขีดจำกัดควบคุมสัดส่วนของเสียเมื่อขนาดกลุ่มย่อยไม่เท่ากันในแต่ละวันได้จากสูตร

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

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

หาค่า $CL_p = \overline{p} = \frac{\sum_{i=1}^{k} x_i}{\sum_{i=1}^{k} n_i} = \frac{2,025}{68,160} = 0.0297$

คำนวณสัดส่วนของเสียและขีดจำกัดควบคุมในแต่ละวัน ได้ดังนี้

วันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ.2559

$$p_1 = \frac{24}{1,680} = 0.0143$$

$$UCL_{p_1} = 0.0297 + 3\sqrt{\frac{0.0297(1-0.0297)}{1,680}} = 0.0421$$

$$LCL_{p_1} = 0.0297 - 3\sqrt{\frac{0.0297(1-0.0297)}{1,680}} = 0.0173$$

วันที่ 30 ธันวาคม พ.ศ.2559

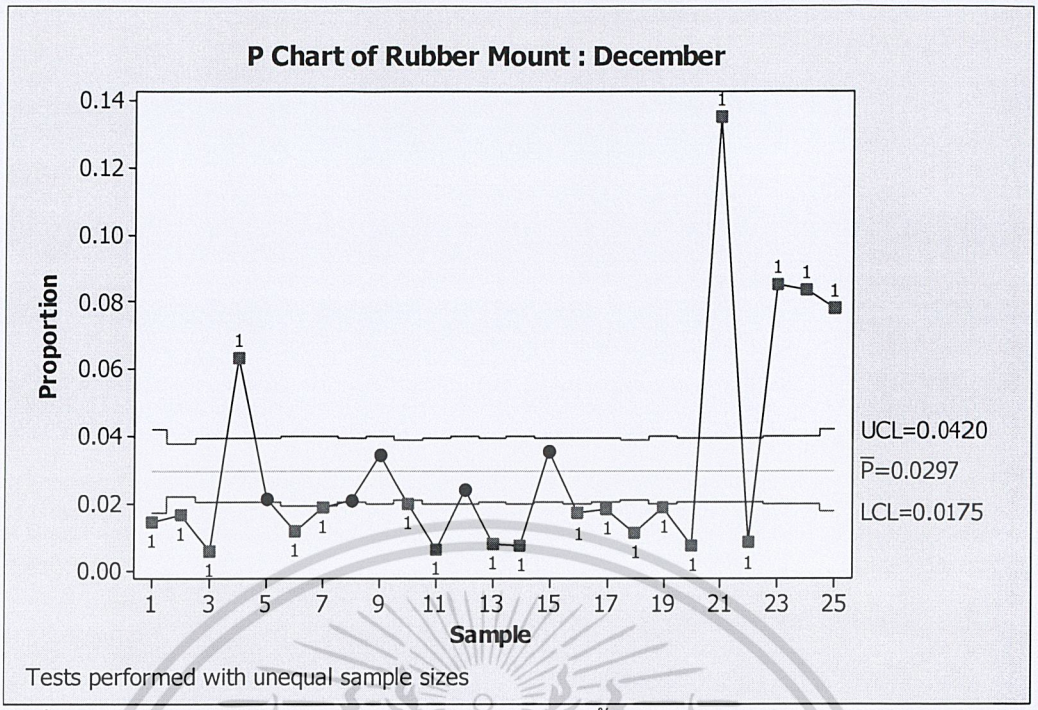
$$p_{25} = \frac{135}{1,728} = 0.0781$$

$$UCL_{p_{25}} = 0.0297 + 3\sqrt{\frac{0.0297(1-0.0297)}{1,728}} = 0.0420$$

$$LCL_{p_{25}} = 0.0297 - 3\sqrt{\frac{0.0297(1-0.0297)}{1,728}} = 0.0175$$

เมื่อคำนวณครบทุกจุด จะได้ UCL และ LCL ในแต่ละจุดไม่เท่ากัน นำมาเขียนแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย ได้ดังรูปที่ ข.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.1 ตัวอย่างแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียของชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Mount ในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2559

จากรูปที่ ข.1 ถ้าต้องการคำนวณค่า $\bar{p}_{new}$ ด้วยการตัดสัดส่วนของเสียที่ทราบสาเหตุในวันที่ตกนอกขอบเขตควบคุมบน ได้แก่จุดที่ 4, 21, 23, 24 และ 25 นำข้อมูลที่ได้มาคำนวณค่า $\bar{p}_{new}$ และนำค่า $\bar{p}_{new}$

$$\bar{p}_{new} = \frac{\sum_{i=1}^{k} X_i - \sum_{i=1}^{k} X_d}{\sum_{i=1}^{k} n_i - \sum_{i=1}^{k} n_d} = \frac{2,025 - 183 - 376 - 224 - 208 - 135}{68,160 - 2,880 - 2,784 - 2,640 - 2,496 - 1,728} = 0.0162$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการคำนวณขอบเขตควบคุมคุณภาพจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยแสดงดังตัวอย่างที่ 2

ตัวอย่างที่ 2จากข้อมูลจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยของชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Mount ในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 ดังตารางที่ ข.3 นำข้อมูลที่ได้มาคำนวณจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย (u), UCL และ LCL โดยจะแสดงการคำนวณในจุดแรกและจุดสุดท้าย

ตารางที่ ข.3 ค่าจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย (u), UCL และ LCL ของแต่ละจุดในแผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยของชิ้นส่วนยาง ในเดือนธันวาคมพ.ศ. 2559

จุดที่	วันที่	จำนวนการผลิต (n)	จำนวนรอยตำหนิ (c)	รอยตำหนิต่อหน่วย (u)	UCL	LCL	หมายเหตุ
1	1 ธ.ค.59	1,680	28	0.0167	0.0454	0.0191	
2	2 ธ.ค.59	4,176	72	0.0172	0.0406	0.0239	
3	3 ธ.ค.59	2,832	24	0.0085	0.0424	0.0221	
4	6 ธ.ค.59	2,880	194	0.0674	0.0423	0.0222	อุณหภูมิไม่เหมาะสม
5	7 ธ.ค.59	2,832	72	0.0254	0.0424	0.0221	
6	8 ธ.ค.59	2,400	33	0.0138	0.0432	0.0212	
7	9 ธ.ค.59	2,448	57	0.0233	0.0431	0.0213	
8	10 ธ.ค.59	2,784	66	0.0237	0.0424	0.0220	
9	12 ธ.ค.59	2,640	101	0.0383	0.0427	0.0218	
10	13 ธ.ค.59	3,120	69	0.0221	0.0419	0.0226	
11	14 ธ.ค.59	2,736	19	0.0069	0.0425	0.0219	
12	15 ธ.ค.59	2,544	65	0.0256	0.0429	0.0216	
13	16 ธ.ค.59	2,880	29	0.0101	0.0423	0.0222	
14	17 ธ.ค.59	2,640	22	0.0083	0.0427	0.0218	
15	19 ธ.ค.59	2,880	108	0.0375	0.0423	0.0222	อุณหภูมิไม่เหมาะสม
16	20 ธ.ค.59	2,736	51	0.0186	0.0425	0.0219	
17	21 ธ.ค.59	2,784	55	0.0198	0.0424	0.0220	
18	22 ธ.ค.59	3,216	42	0.0131	0.0417	0.0227	
19	23 ธ.ค.59	2,592	59	0.0228	0.0428	0.0217	
20	24 ธ.ค.59	2,880	17	0.0059	0.0423	0.0222	
21	26 ธ.ค.59	2,784	381	0.1369	0.0424	0.0220	ไกด์งอ
22	27 ธ.ค.59	2,832	26	0.0092	0.0424	0.0221	
23	28 ธ.ค.59	2,640	234	0.0886	0.0427	0.0218	เปลี่ยนคนคุม
24	29 ธ.ค.59	2,496	226	0.0905	0.0430	0.0215	เปลี่ยนคนคุม
25	30 ธ.ค.59	1,728	147	0.0851	0.0452	0.0193	เปลี่ยนคนคุม
รวม		**68,160**	**2,197**				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ ข.3 สามารถคำนวณหาขีดจำกัดควบคุมรอยตำหนิต่อหน่วย เมื่อขนาดกลุ่มย่อยไม่เท่ากันในแต่ละวันได้จากสูตร

ขีดจำกัดควบคุมบน (UCL) $UCL_u = \overline{u} + 3\sqrt{\frac{\overline{u}}{n_i}}$

ขีดจำกัดควบคุมล่าง (LCL) $LCL_u = \overline{u} - 3\sqrt{\frac{\overline{u}}{n_i}}$

หาค่า $CL_u = \overline{u} = \frac{\sum_{i=1}^{k} c_i}{\sum_{i=1}^{k} n_i} = \frac{2,197}{68,160} = 0.0322$

คำนวณรอยตำหนิต่อหน่วยและขีดจำกัดควบคุมในแต่ละวัน ได้ดังนี้

วันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ.2559

$$u_1 = \frac{28}{1,680} = 0.0167$$

$$UCL_{u_1} = 0.0322 + 3\sqrt{\frac{0.0322}{1,680}} = 0.0454$$

$$LCL_{u_1} = 0.0322 - 3\sqrt{\frac{0.0322}{1,680}} = 0.0191$$

วันที่ 30 ธันวาคม พ.ศ.2559

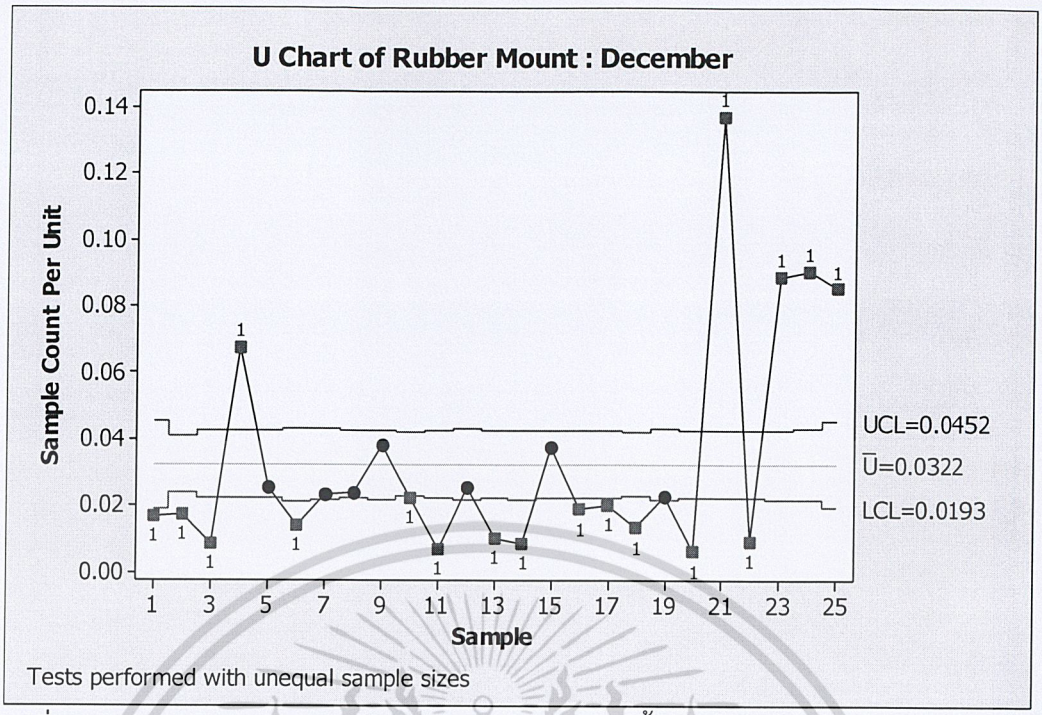
$$u_{25} = \frac{147}{1,728} = 0.0851$$

$$UCL_{u_{25}} = 0.0322 + 3\sqrt{\frac{0.0322}{1,728}} = 0.0452$$

$$LCL_{u_{25}} = 0.0322 - 3\sqrt{\frac{0.0322}{1,728}} = 0.0193$$

เมื่อคำนวณครบทุกจุด จะได้ UCL และ LCL ในแต่ละจุดไม่เท่ากัน นำมาเขียนแผนภูมิควบคุมรอยตำหนิต่อหน่วยได้ดังรูปที่ ข.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.3 ตัวอย่างแผนภูมิควบคุมรอยตำหนิต่อหน่วยของชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Mount ในเดือนธันวาคมพ.ศ. 2559

จากรูปที่ ข.3 ถ้าต้องการคำนวณค่า $\bar{u}_{new}$ ด้วยการตัดรอยตำหนิต่อหน่วยที่ทราบสาเหตุในวันที่ตกนอกขอบเขตควบคุมบน ได้แก่จุดที่ 4, 21, 23, 24 และ 25 นำข้อมูลที่ได้มาคำนวณค่า $\bar{u}_{new}$

$$\bar{u}_{new} = \frac{\sum_{i=1}^{k} c_i - \sum_{i=1}^{k} c_d}{\sum_{i=1}^{k} n_i - \sum_{i=1}^{k} n_d} = \frac{2,197 - 194 - 381 - 234 - 226 - 147}{68,160 - 2,880 - 2,784 - 2,640 - 2,496 - 1,728} = 0.0182$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

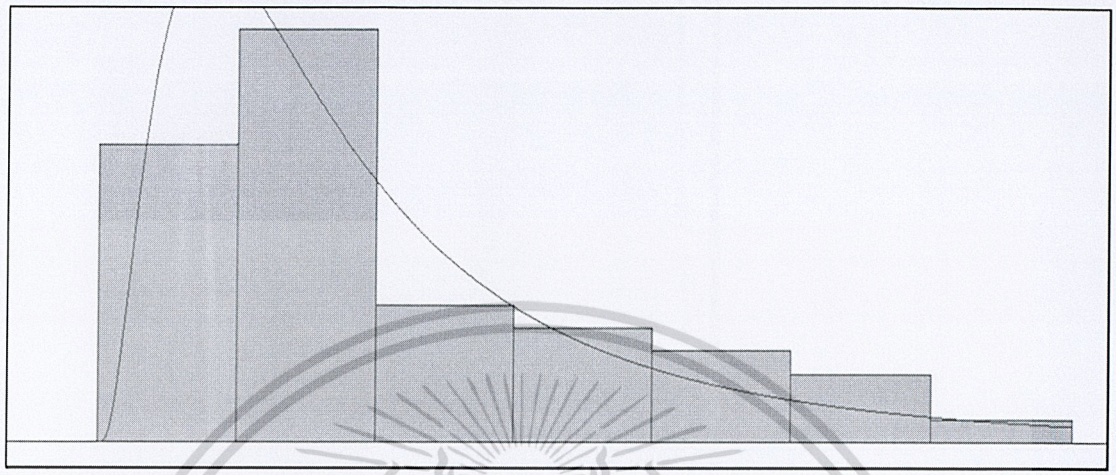
ภาคผนวก ค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ข้อมูลที่นำมาสร้างแบบจำลองสถานการณ์ของขั้นตอนการตกแต่งชิ้นส่วนยาง

ค.1 การวิเคราะห์การแจกแจงของข้อมูลเวลาการตกแต่งชิ้นส่วนยางแต่ละชนิด

ค.1.1 ข้อมูลเวลาการตกแต่งชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Reactor



```
        Distribution Summary

Distribution:   Lognormal
Expression:     4 + LOGN(6.14, 6.25)
Square Error:   0.007115

Chi Square Test
  Number of intervals   = 4
  Degrees of freedom    = 1
  Test Statistic        = 3.24
  Corresponding p-value = 0.0763

     Data Summary

Number of Data Points   = 50
Min Data Value          = 4.12
Max Data Value          = 22.3
Sample Mean             = 9.73
Sample Std Dev          = 4.23
```

รูปที่ ค.1 การแจกแจงการทำงานของชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Reactor

สมมติฐานเพื่อการทดสอบ คือ

H_o : ข้อมูลมีการแจกแจงแบบล็อกปกติ

H_1 : ข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบล็อกปกติ

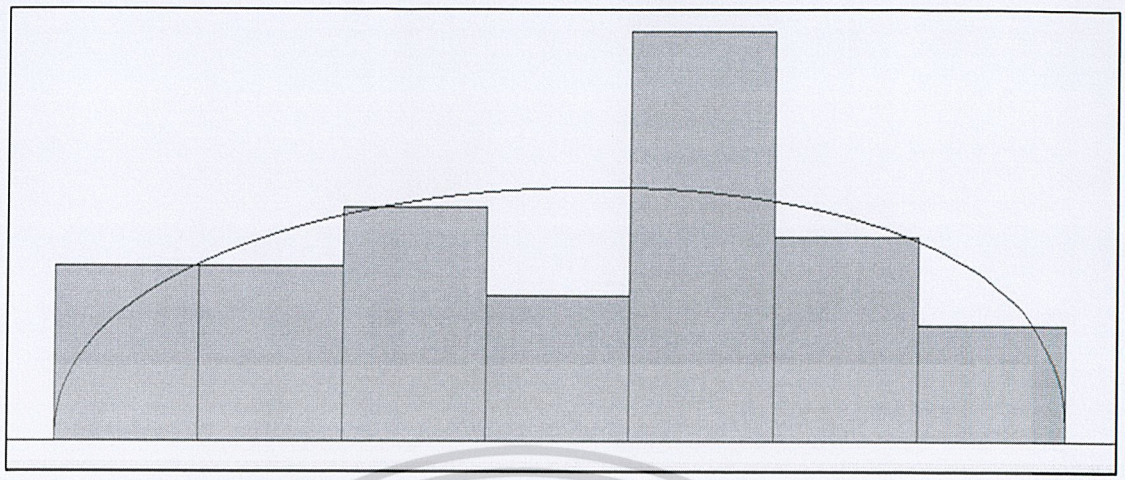
ที่ระดับนัยสำคัญ (α) = 0.05

จากการวิเคราะห์ในโปรแกรม Arena จะได้ค่า p-value = 0.0763

ดังนั้นp-value มากกว่า α = 0.05 จึงยอมรับ H_o แสดงว่าข้อมูลมีการแจกแจงแบบล็อกปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค.1.2 ข้อมูลเวลาการตกแต่งชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Grommet New



```
        Distribution Summary

Distribution:   Beta
Expression:     12 + 31 * BETA(1.45, 1.38)
Square Error:   0.019607

Chi Square Test
  Number of intervals   = 6
  Degrees of freedom    = 3
  Test Statistic        = 5.42
  Corresponding p-value = 0.158

        Data Summary

Number of Data Points   = 50
Min Data Value          = 12.5
Max Data Value          = 42.5
Sample Mean             = 27.9
Sample Std Dev          = 7.92
```

รูปที่ ค.2 การแจกแจงการทำงานของชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Grommet New

สมมติฐานเพื่อการทดสอบ คือ

H_o : ข้อมูลมีการแจกแจงแบบเบต้า

H_1 : ข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบเบต้า

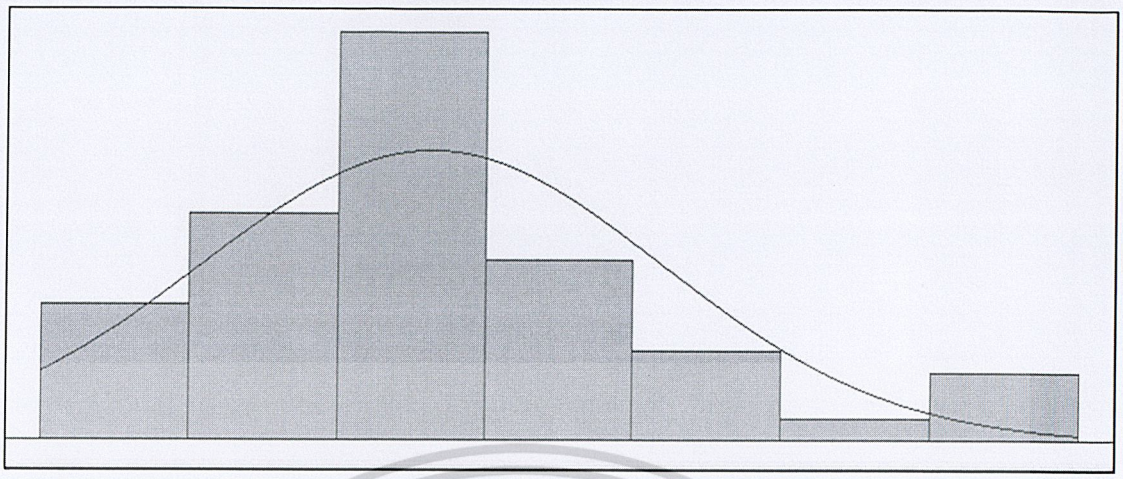
ที่ระดับนัยสำคัญ (α) = 0.05

จากการวิเคราะห์ในโปรแกรม Arena จะได้ค่า p-value = 0.158

ดังนั้นp-value มากกว่า α = 0.05 จึงยอมรับ H_o แสดงว่าข้อมูลมีการแจกแจงแบบเบต้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค.1.3 ข้อมูลเวลาการตกแต่งชิ้นส่วนยางชนิด Hose Drain I



```
        Distribution Summary

Distribution:   Normal
Expression:     NORM(29.7, 10.5)
Square Error:   0.020706

Chi Square Test
  Number of intervals   = 5
  Degrees of freedom    = 2
  Test Statistic        = 4.34
  Corresponding p-value = 0.121

        Data Summary

Number of Data Points   = 50
Min Data Value          = 12.3
Max Data Value          = 58.1
Sample Mean             = 29.7
Sample Std Dev          = 10.6
```

รูปที่ ค.3 การแจกแจงการทำงานของชิ้นส่วนยางชนิด Hose Drain I

สมมติฐานเพื่อการทดสอบ คือ

H_o : ข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ

H_1 : ข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบปกติ

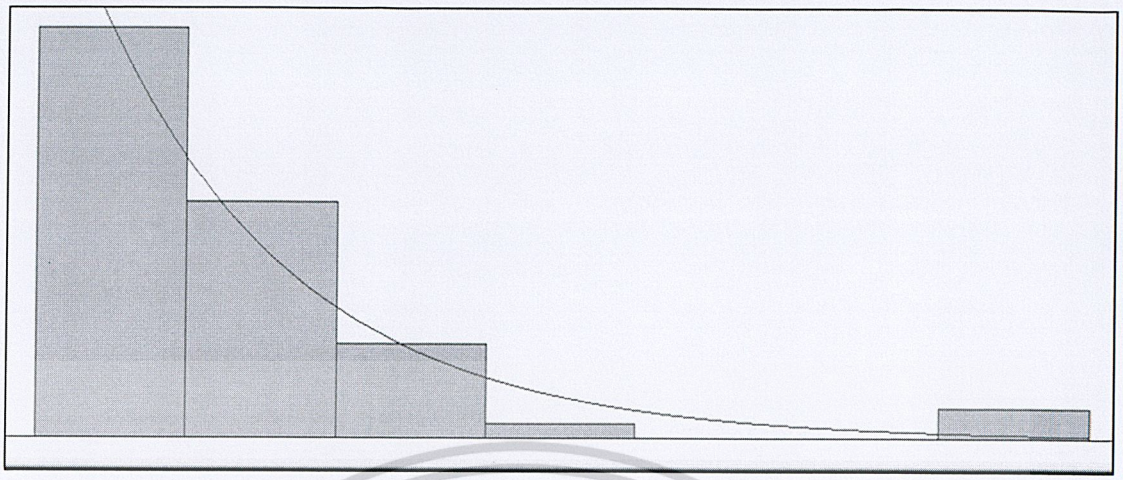
ที่ระดับนัยสำคัญ (α) = 0.05

จากการวิเคราะห์ในโปรแกรม Arena จะได้ค่า p-value = 0.121

ดังนั้นp-value มากกว่า α = 0.05 จึงยอมรับ H_o แสดงว่าข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค.1.4 ข้อมูลเวลาการตกแต่งชิ้นส่วนยางชนิด Solf Case



```
        Distribution Summary

Distribution:    Exponential
Expression:      1 + EXPO(5.07)
Square Error:    0.005936

Chi Square Test
  Number of intervals   = 3
  Degrees of freedom    = 1
  Test Statistic        = 0.808
  Corresponding p-value = 0.398

        Data Summary

Number of Data Points   = 50
Min Data Value          = 1.18
Max Data Value          = 27.2
Sample Mean             = 6.07
Sample Std Dev          = 5.21
```

รูปที่ ค.4 การแจกแจงการทำงานของชิ้นส่วนยางชนิด Solf Case

สมมติฐานเพื่อการทดสอบ คือ

H_o : ข้อมูลมีการแจกแจงแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล

H_1 : ข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล

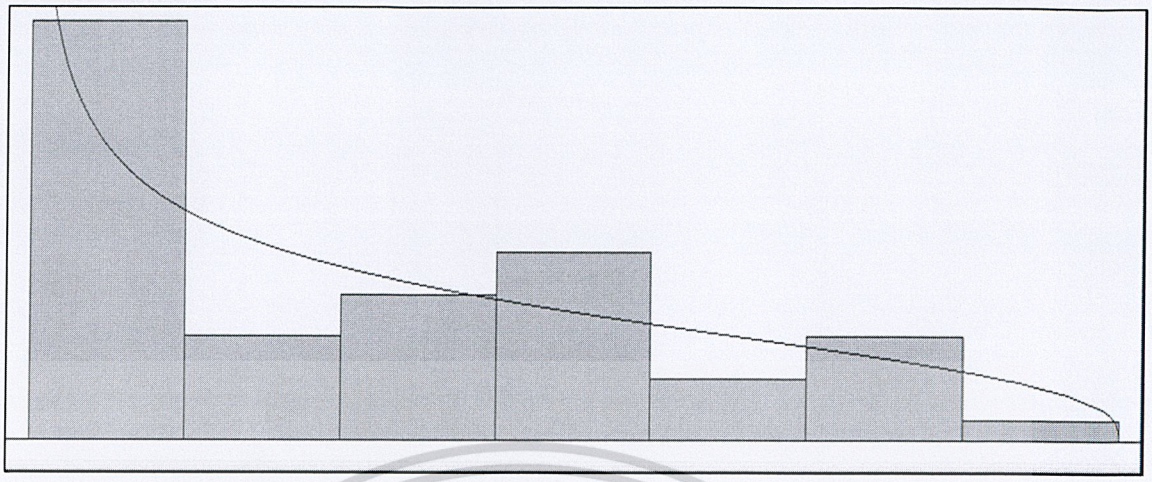
ที่ระดับนัยสำคัญ (α) = 0.05

จากการวิเคราะห์ในโปรแกรม Arena จะได้ค่า p-value = 0.398

ดังนั้นp-value มากกว่า α = 0.05 จึงยอมรับ H_o แสดงว่าข้อมูลมีการแจกแจงแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค.1.5 ข้อมูลเวลาการตกแต่งชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Mount



```
        Distribution Summary

Distribution:   Beta
Expression:     0.999 + 0.441 * BETA(0.693, 1.36)
Square Error:   0.017634

Chi Square Test
  Number of intervals   = 6
  Degrees of freedom    = 3
  Test Statistic        = 4.8
  Corresponding p-value = 0.202
        Data Summary

Number of Data Points   = 50
Min Data Value          = 1
Max Data Value          = 1.4
Sample Mean             = 1.15
Sample Std Dev          = 0.119
```

รูปที่ ค.5 การแจกแจงการทำงานของชิ้นส่วนยางชนิด Rubber Mount

สมมติฐานเพื่อการทดสอบ คือ

H_o : ข้อมูลมีการแจกแจงแบบเบต้า

H_1 : ข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบเบต้า

ที่ระดับนัยสำคัญ (α) = 0.05

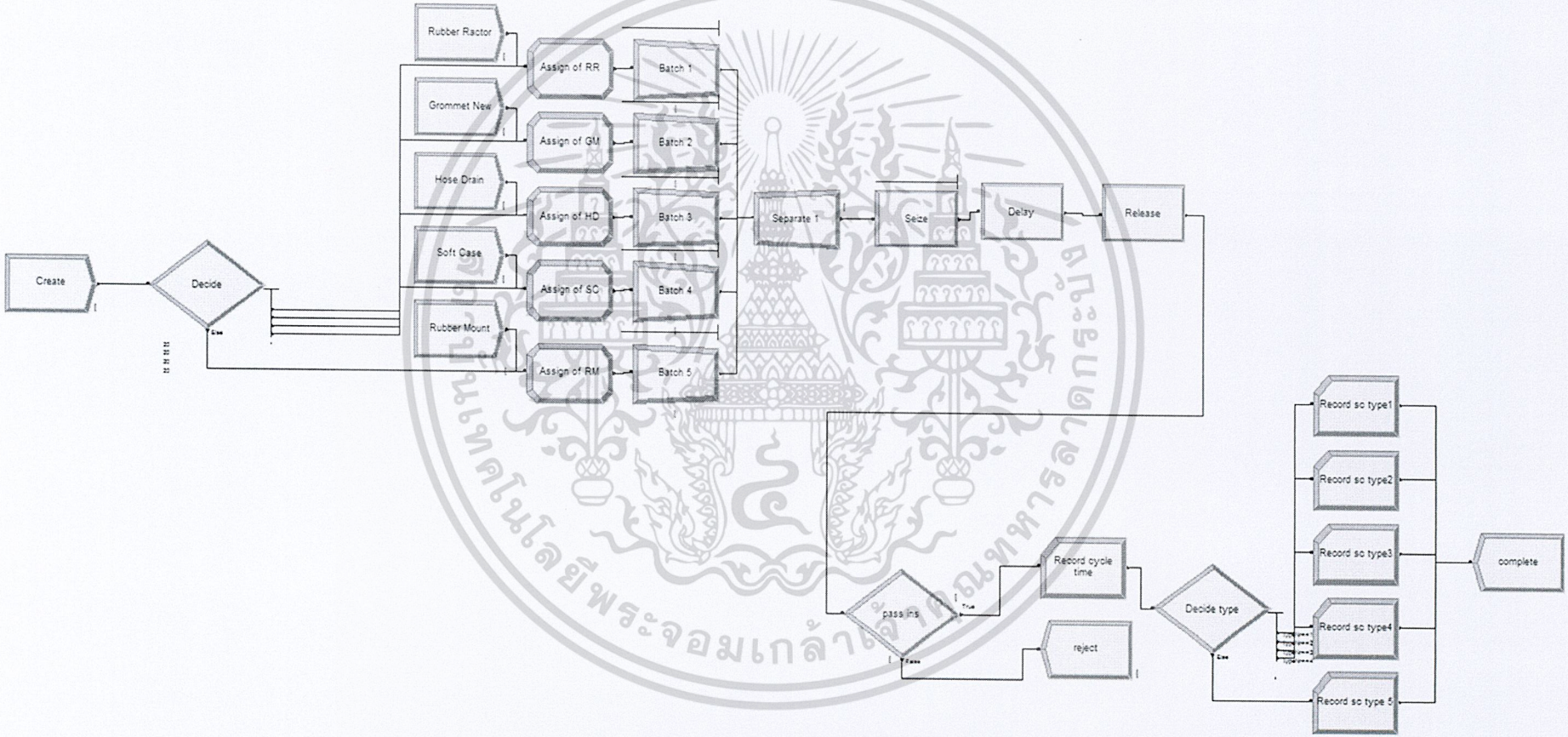
จากการวิเคราะห์ในโปรแกรม Arena จะได้ค่า p-value = 0.202

ดังนั้นp-value มากกว่า α = 0.05 จึงยอมรับ H_o แสดงว่าข้อมูลมีการแจกแจงแบบเบต้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

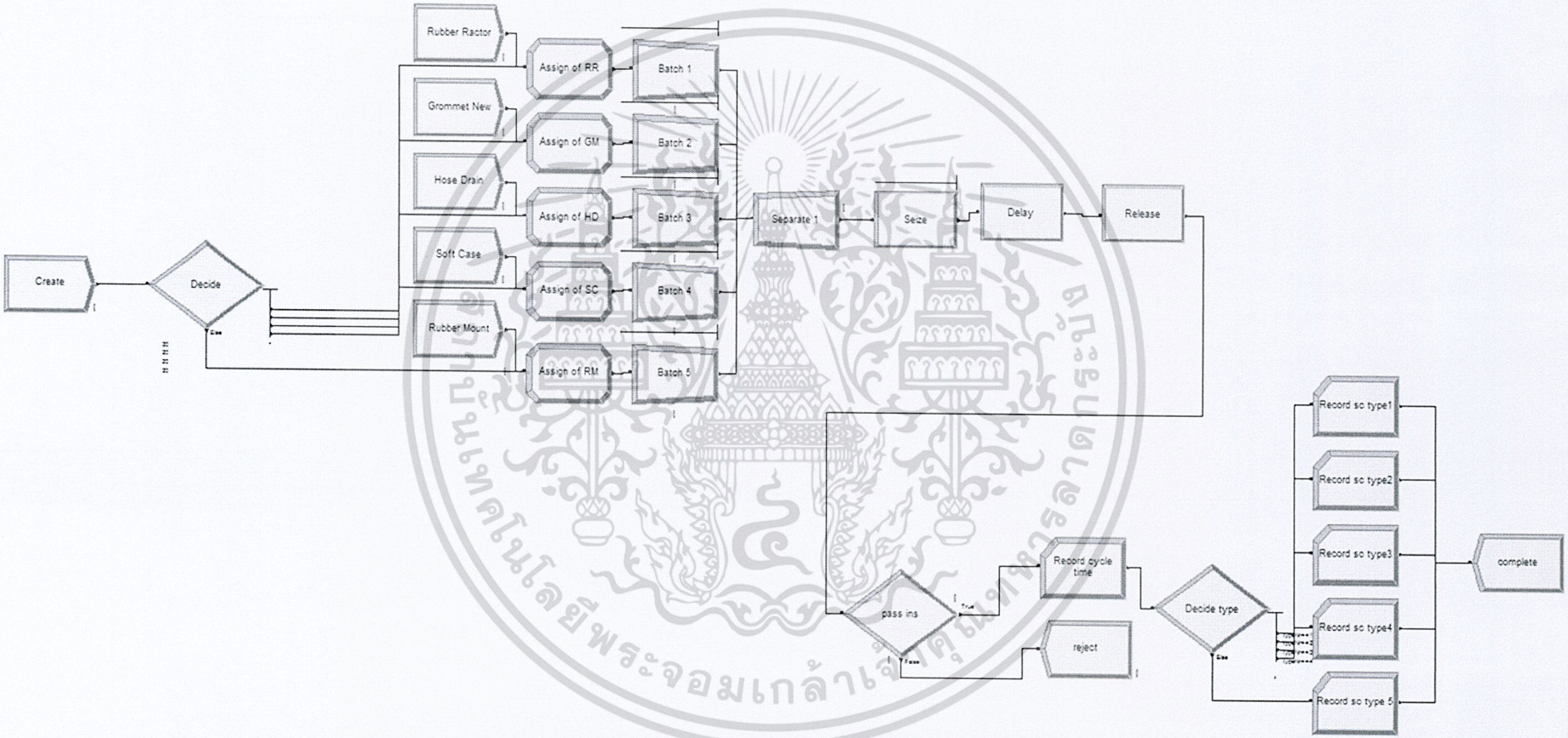
ค.2 การสร้างแบบจำลองสถานการณ์ของขั้นตอนการตกแต่งชิ้นส่วนยาง โดยใช้โปรแกรม Arena

ค.2.1 แบบจำลองสถานการณ์ปัจจุบันของขั้นตอนตกแต่งชิ้นส่วนยาง



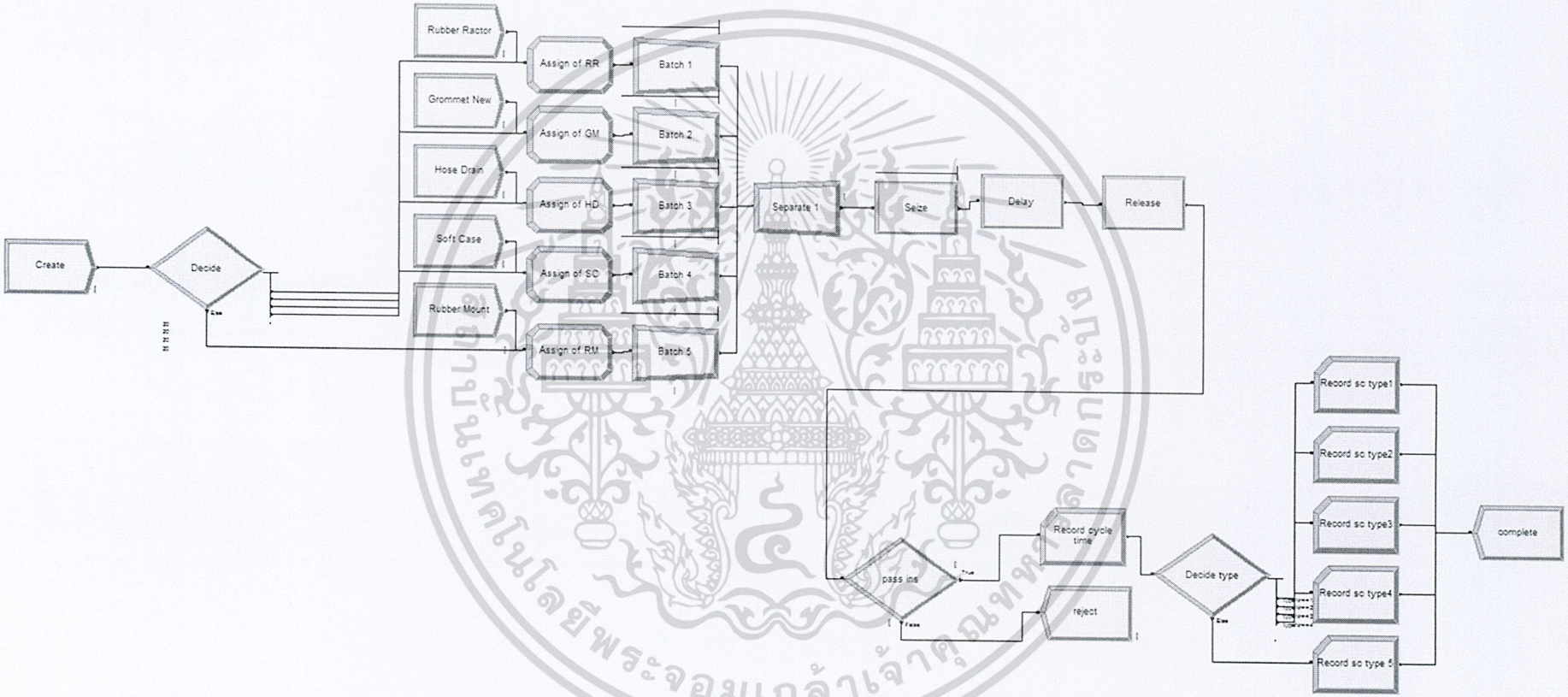
รูปที่ ค.6 แบบจำลองสถานการณ์ปัจจุบัน

ค.2.2 แบบจำลองสถานการณ์ที่ 1



รูปที่ ค.7 แบบจำลองสถานการณ์ที่ 1

ค.2.3 แบบจำลองสถานการณ์ที่ 2

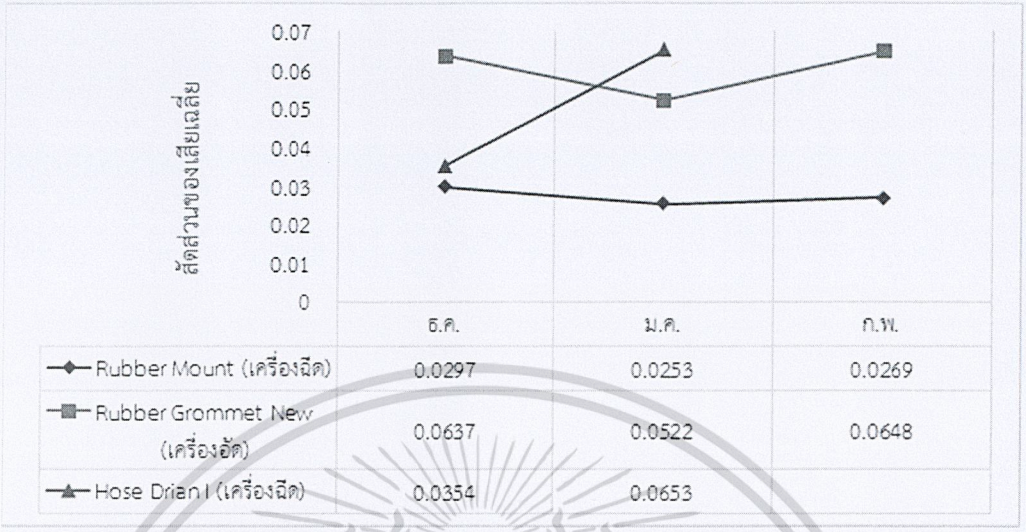


รูปที่ ค.8 แบบจำลองสถานการณ์ที่ 2

ภาคผนวก ง

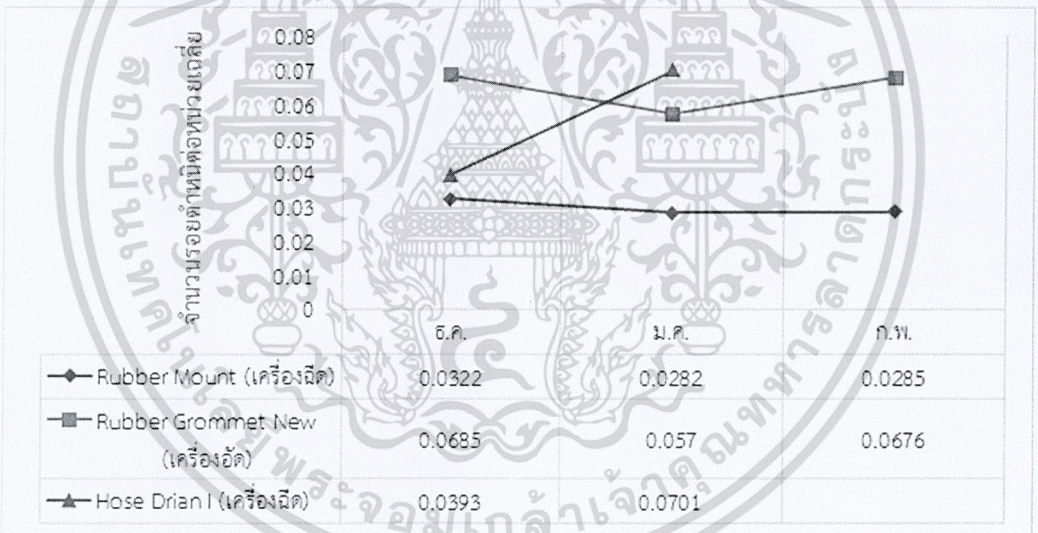
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟเปรียบเทียบสัดส่วนของเสียเฉลี่ย ($\bar{p}$) และจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ย ($\bar{u}$) ของชิ้นส่วนยางทั้ง 3 ชนิด ในเดือนธันวาคม พ.ศ.2559 ถึง กุมภาพันธ์ พ.ศ.2560



	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.
Rubber Mount (เครื่องฉีด)	0.0297	0.0253	0.0269
Rubber Grommet New (เครื่องอัด)	0.0637	0.0522	0.0648
Hose Drian I (เครื่องฉีด)	0.0354	0.0653	

รูปที่ ง.1 กราฟเปรียบเทียบสัดส่วนของเสียเฉลี่ย ($\bar{p}$) ของชิ้นส่วนยางทั้ง 3 ชนิด



	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.
Rubber Mount (เครื่องฉีด)	0.0322	0.0282	0.0285
Rubber Grommet New (เครื่องอัด)	0.0685	0.057	0.0676
Hose Drian I (เครื่องฉีด)	0.0393	0.0701	

รูปที่ ง.2 กราฟเปรียบเทียบจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยเฉลี่ย ($\bar{u}$) ของชิ้นส่วนยางทั้ง 3 ชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้