การควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์เสื้อสูบ ของบริษัท กุลธรเคอร์บี้ จำกัด (มหาชน)

QUALITY CONTROL CRANK CASE PRODUCTS OF KULTHORN KIRBY PUBLIC COMPANY LIMITED

กนกวรรณ รัศมีประเสริฐ

ชุตินันท์ กาลพันธา

เทิดพงศ์ กัมพลานนท์

ธนาภรณ์ อัสถิ

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาสถิติประยุกต์
ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2558

การควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์เสื้อสูบ
ของบริษัท กุลธรเคอร์บี้ จำกัด (มหาชน)
QUALITY CONTROL CRANK CASE PRODUCTS
OF KULTHORN KIRBY PUBLIC COMPANY LIMITED

กนกวรรณ รัศมีประเสริฐ

ชุตินันท์ กาลพันธา

เทิดพงศ์ กัมพลานนท์

ธนาภรณ์ อัสถิ

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาสถิติประยุกต์
ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

QUALITY CONTROL CRANK CASE PRODUCTS OF KULTHORN KIRBY PUBLIC COMPANY LIMITED

KANOKWAN RATSAMEEPRASERT

CHUTINAN KALPANTHA

THURDPONG KHAMPLANON

THANAPORN ATSATHI

A SPECIAL PROBLEM SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE

IN APPLIED STATISTICS

DEPARTMENT OF STATISTICS

FACULTY OF SCIENCE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2015

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	การควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์เสื้อสูบของบริษัท กุลธรเคอร์บี้ จำกัด (มหาชน)		
ชื่อนักศึกษา	นางสาวกนกวรรณ	รัศมีประเสริฐ	55051682
	นางสาวชุตินันท์	กาลพันธา	55051720
	นายเทิดพงศ์	กัมพลานนท์	55051736
	นางสาวธนาภรณ์	อัสถิ	55051743
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (สถิติประยุกต์)		
ภาควิชา	สถิติ		
ปีการศึกษา	2558		
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชูใจ คูหารัตนไชย		

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาสถิติประยุกต์ ประจำปีการศึกษา 2558

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ผศ.ชูใจ คูหารัตนไชย ประธานกรรมการ	
รศ.สายชล สินสมบูรณ์ทอง กรรมการ	
ดร.บุญญสิทธิ์ วรจันทร์ กรรมการ	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	การควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์เสื้อสูบของบริษัท กุลธรเคอร์บี้ จำกัด (มหาชน)		
ชื่อนักศึกษา	นางสาวกนกวรรณ	รัศมีประเสริฐ	55051682
	นางสาวชุตินันท์	กาลพันธา	55051720
	นายเทิดพงศ์	กัมพลานนท์	55051736
	นางสาวธนาภรณ์	อัสถิ	55051743
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (สถิติประยุกต์)		
ภาควิชา	สถิติ		
ปีการศึกษา	2558		
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชูใจ คูหารัตนไชย		

บทคัดย่อ

การศึกษาปัญหาพิเศษในครั้งนี้ ได้ทำการศึกษาการควบคุมคุณภาพในกระบวนการผลิตเสื้อสูบของบริษัท กุลธรเคอร์บี้ จำกัด (มหาชน) ซึ่งข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์เป็นข้อมูลลักษณะคุณภาพของผลิตภัณฑ์เสื้อสูบที่มาจากเครื่องจักรที่ 1 เครื่องจักรที่ 3 และเครื่องจักรที่ 4 โดยมีรายละเอียดดังนี้ เครื่องจักรที่ 1 จะทำการตรวจสอบลักษณะคุณภาพของความสูงขาสเตเตอร์และความสูงดุมเพลา เครื่องจักรที่ 3 จะทำการตรวจสอบลักษณะคุณภาพของขนาดความสูงทรัสเฟสและความยาวรูลูกสูบ และเครื่องจักรที่ 4 จะทำการตรวจสอบลักษณะคุณภาพของความได้ฉากรูเพลากับรูลูกสูบและความได้ฉากผิวหน้าขาสเตเตอร์กับรูเพลา โดยอาศัยแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$-chart) แผนภูมิควบคุมส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S-chart) ดัชนีสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) และร้อยละตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนด ซึ่งได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2559 ถึงเดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559

ผลการศึกษาสำหรับเครื่องจักรที่ 1 พบว่า กระบวนการผลิตของเครื่องจักรที่ 1 ยังอยู่ในลักษณะที่ไม่สามารถควบคุมได้ ค่า C_{pk} ทุกค่ามีค่าน้อยกว่า 1 แสดงว่า ความสามารถของกระบวนการผลิตสินค้ายังอยู่ในระดับที่ไม่ดี และยังมีสินค้าตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนดในระดับมากพอสมควร เครื่องจักรที่ 3 พบว่า กระบวนการผลิตของเครื่องจักรที่ 3 ยังอยู่ในลักษณะที่ไม่สามารถควบคุมได้ ค่า C_{pk} ทุกค่ามีค่าน้อยกว่า 1 แสดงว่า ความสามารถของกระบวนการผลิตสินค้ายังอยู่ในระดับที่ไม่ดี และยังมีสินค้าตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนดในระดับปานกลาง และเครื่องจักรที่ 4 พบว่า กระบวนการผลิตของเครื่องจักรที่ 4 ยังอยู่ในลักษณะที่ไม่สามารถควบคุมได้ ค่า C_{pk} ทุกค่ามีค่ามากกว่า 1 แสดงว่า ความสามารถของกระบวนการผลิตสินค้ายังอยู่ในระดับที่ดี และมีสินค้าตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนดเข้าใกล้ 0 ดังนั้น จึงควรทำการปรับปรุงคุณภาพของกระบวนการผลิตเสื้อสูบที่มาจากเครื่องจักรที่ 1 และเครื่องจักรที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Quality Control Crank Case Products Of Kulthorn Kirby Public Company Limited		
Students	Ms.Kanokwan	Ratsameeprasert	55051682
	Ms.Chtinan	Kalpantha	55051720
	Mr.Thurdpong	Khamplanon	55051736
	Ms.Thanapong	Atsathi	55051743
Degree	Bachelor of Science (Applied Statistics)		
Program	Statistics		
Academic Year	2015		
Advisor	Asst. Prof. Choojai	Kuharatanachai	

ABSTRACT

This special problem aimed to study Quality Control Crank Case Products Of Kulthorn Kirby Public Company Limited. The information of crank case's quality control were analyzed from the first, third and fourth machine. The details are as follows; the first machine was examined for Stator's Height and Shaft Hub Height, the third machine was examined for Thrust Face Height and Cylinder Bore Length, and the fourth machine examined for the vertical of Shaft Bore with Cylinder Bore and the vertical of Stator Pad with Cylinder Bore. Utilyzing the Mean control chart ($\bar{X}$-chart), The Standard deviation control Chart (S-chart), Process capability index (C_{pk}) and Percentile of the data that was beyond the limited criteria. The period of data collection was from January, 2016 to February, 2016.

The study result of each machine is as follows. For the first machine, it was found that the process of machine was out of control. All of process capability index which was less than 1 indicated the productions process on a rather bad level, and most products were beyond the limited criteria. For the third machine, it was found that the process of machine was out of control. All of process capability index which was less than 1 indicated the productions process on a rather bad level, and the moderate products were beyond the limited criteria. And for the fourth machine, it was found that the process of machine was out of control. All of process capability index which was more than 1 indicated the productions process rather good level, and the rather hardly products beyond the limited criteria or approach to 0. Therefore, it should improve the quality crank case products of the first machine and the third machine.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษฉบับนี้ลุล่วงได้โดยได้รับความกรุณาจากบุคคลต่างๆที่ให้ความช่วยเหลือ ซึ่งได้ให้การช่วยเหลือด้วยดีตลอดมา คือ ผศ.ชูใจ คูหารัตนไชย ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ซึ่งให้คำแนะนำ คำปรึกษา เอื้อเฟื้อเอกสารต่างๆ ที่ใช้ในการศึกษาเป็นแนวทางในการวิเคราะห์ข้อมูลในปัญหาพิเศษฉบับนี้ ตลอดจนให้ความช่วยเหลือชี้แนะ ในการตรวจสอบ และแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ เป็นอย่างดีมาโดยตลอดจึงกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้ด้วยความเคารพอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ รศ.สายชล สินสมบูรณ์ทอง และ ดร.บุญญสิทธิ์ วรจันทร์ ซึ่งให้คำแนะนำตลอดจนตรวจสอบและแก้ไขเพิ่มเติม ทำให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณพี่ๆ ของบริษัท กุลธรเคอร์บี้ จำกัด (มหาชน) ที่ทำการเอื้อเฟื้อข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมคุณภาพที่นำมาใช้ในการศึกษากระบวนการผลิต และควบคุมคุณภาพของบริษัท กุลธรเคอร์บี้ จำกัด (มหาชน) ตลอดจนให้ความอนุเคราะห์ให้ทางคณะผู้จัดทำได้ไปศึกษาถึงกระบวนการผลิตในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ คณาจารย์ภาควิชาสถิติทุกท่านเป็นอย่างสูงที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาพร้อมทั้งให้คำแนะนำต่างๆ และขอขอบพระคุณพี่อัจฉรา แผ้วบาง และพี่วรรณภา พันธุ์หิรัญ ที่อำนวยความสะดวกและช่วยเหลือในเรื่องต่างๆ ตลอดระยะเวลาในการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ และคุณแม่ที่คอยสนับสนุนและเป็นกำลังใจ และขอขอบพระคุณเพื่อนๆ ที่คอยช่วยเหลือ จนปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จไปด้วยดี

นางสาวกนกวรรณ รัศมีประเสริฐ
นางสาวชุตินันท์ กาลพันธา
นายเทิดพงศ์ กัมพลานนท์
นางสาวธนาภรณ์ อัสถิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฌ
สารบัญรูป	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ที่ศึกษา	1
1.3 ขอบเขตการศึกษา	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.5 นิยามคำศัพท์เฉพาะ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ทฤษฎีทางสถิติที่เกี่ยวข้อง	4
2.1.1 แผนภูมิควบคุมคุณภาพ	4
2.1.1.1 องค์ประกอบของแผนภูมิควบคุม	5
2.1.1.2 ขั้นตอนการสร้างแผนภูมิควบคุม	6
2.1.1.3 ลักษณะของจุดในแผนภูมิควบคุม	7
2.1.1.4 ประโยชน์ของแผนภูมิควบคุม	9
2.1.2 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	10
2.1.3 การปรับปรุงแผนภูมิควบคุม	13
2.1.4 สมรรถนะของกระบวนการ	13
2.1.4.1 สมรรถนะของกระบวนการในอุตสาหกรรมการผลิต	14
2.1.4.2 ดัชนีศักยภาพของกระบวนการ	14
2.1.4.3 ดัชนีสมรรถนะของกระบวนการ	15
2.1.5 การคำนวณหาร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนด	16
2.1.6 การแจกแจงปกติ	17
2.1.6.1 การทดสอบการแจกแจงของ Anderson-Darling	18
2.1.6.2 การแจกแจงค่าเฉลี่ยที่เป็นปกติ	19
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 แหล่งที่มาของข้อมูล 25
3.2 ขั้นตอนของกระบวนการผลิตเสื้อสูบ 29
3.3 ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล 39
3.4 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล 39

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูล 41
4.1.1 ผลการทดสอบของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 1 ลักษณะคุณภาพของความสูงขาสเตเตอร์ สำหรับวันที่ 13 และ 14 มกราคม 2559 41
4.1.2 ผลการทดสอบของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 1 ลักษณะคุณภาพของความสูงขาสเตเตอร์ สำหรับวันที่ 21 และ 22 มกราคม 2559 42
4.1.3 ผลการทดสอบของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 1 ลักษณะคุณภาพของความสูงขาสเตเตอร์ สำหรับวันที่ 28 และ 29 มกราคม 2559 43
4.1.4 ผลการทดสอบของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 1 ลักษณะคุณภาพของความสูงดุมเพลา สำหรับวันที่ 13 และ 14 มกราคม 2559 44
4.1.5 ผลการทดสอบของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 1 ลักษณะคุณภาพของความสูงดุมเพลา สำหรับวันที่ 21 และ 22 มกราคม 2559 45
4.1.6 ผลการทดสอบของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 1 ลักษณะคุณภาพของความสูงดุมเพลา สำหรับวันที่ 28 และ 29 มกราคม 2559 46
4.1.7 ผลการทดสอบของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 3 ลักษณะคุณภาพของความสูงทรัสเฟส สำหรับวันที่ 13 และ 14 มกราคม 2559 47
4.1.8 ผลการทดสอบของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 3 ลักษณะคุณภาพของความสูงทรัสเฟส สำหรับวันที่ 21 และ 22 มกราคม 2559 48
4.1.9 ผลการทดสอบของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 3 ลักษณะคุณภาพของความสูงทรัสเฟส สำหรับวันที่ 28 และ 29 มกราคม 2559 49
4.1.10 ผลการทดสอบของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 3 ลักษณะคุณภาพของความยาวรูลูกสูบ สำหรับวันที่ 13 และ 14 มกราคม 2559 50
4.1.11 ผลการทดสอบของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 3 ลักษณะคุณภาพของความยาวรูลูกสูบ สำหรับวันที่ 21 และ 22 มกราคม 2559 51
4.1.12 ผลการทดสอบของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 3 ลักษณะคุณภาพของความยาวรูลูกสูบ สำหรับวันที่ 28 และ 29 มกราคม 2559 52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

4.1.13 ผลการทดสอบของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 4 ลักษณะคุณภาพของ
ความได้ฉากรูเพลากับรูลูกสูบ สำหรับวันที่ 13 และ 14 มกราคม 2559 53
4.1.14 ผลการทดสอบของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 4 ลักษณะคุณภาพของ
ความได้ฉากรูเพลากับรูลูกสูบ สำหรับวันที่ 21 และ 22 มกราคม 2559 54
4.1.15 ผลการทดสอบของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 4 ลักษณะคุณภาพของ
ความได้ฉากรูเพลากับรูลูกสูบ สำหรับวันที่ 28 และ 29 มกราคม 2559 55
4.1.16 ผลการทดสอบของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 4 ลักษณะคุณภาพของ
ความได้ฉากผิวหน้าขาสเตเตอร์กับรูเพลา สำหรับวันที่ 13 และ 14 มกราคม 2559 56
4.1.17 ผลการทดสอบของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 4 ลักษณะคุณภาพของ
ความได้ฉากผิวหน้าขาสเตเตอร์กับรูเพลา สำหรับวันที่ 21 และ 22 มกราคม 2559 57
4.1.18 ผลการทดสอบของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 4 ลักษณะคุณภาพของ
ความได้ฉากผิวหน้าขาสเตเตอร์กับรูเพลา สำหรับวันที่ 28 และ 29 มกราคม 2559 58
4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะคุณภาพของเครื่องจักรที่ 1 59
4.2.1 ผลการวิเคราะห์ของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 1 ลักษณะคุณภาพของ
ความสูงขาสเตเตอร์ สำหรับวันที่ 13 และ 14 มกราคม 2559 60
4.2.2 ผลการวิเคราะห์ของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 1 ลักษณะคุณภาพของ
ความสูงขาสเตเตอร์ สำหรับวันที่ 21 และ 22 มกราคม 2559 61
4.2.3 ผลการวิเคราะห์ของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 1 ลักษณะคุณภาพของ
ความสูงขาสเตเตอร์ สำหรับวันที่ 28 และ 29 มกราคม 2559 62
4.2.4 ผลการวิเคราะห์ของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 1 ลักษณะคุณภาพของ
ความสูงขาสเตเตอร์ สำหรับวันที่ 4 และ 5 กุมภาพันธ์ 2559 63
4.2.5 ผลการวิเคราะห์ของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 1 ลักษณะคุณภาพของ
ความสูงดุมเพลา สำหรับวันที่ 13 และ 14 มกราคม 2559 65
4.2.6 ผลการวิเคราะห์ของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 1 ลักษณะคุณภาพของ
ความสูงดุมเพลา สำหรับวันที่ 21 และ 22 มกราคม 2559 66
4.2.7 ผลการวิเคราะห์ของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 1 ลักษณะคุณภาพของ
ความสูงดุมเพลา สำหรับวันที่ 28 และ 29 มกราคม 2559 67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

4.2.8 ผลการวิเคราะห์ของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 1 ลักษณะคุณภาพของความสูงดุมเพลา สำหรับวันที่ 4 และ 5 กุมภาพันธ์ 2559 68
4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะคุณภาพของเครื่องจักรที่ 3 70
4.3.1 ผลการวิเคราะห์ของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 3 ลักษณะคุณภาพของความสูงทรัสเฟส สำหรับวันที่ 13 และ 14 มกราคม 2559 70
4.3.2 ผลการวิเคราะห์ของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 3 ลักษณะคุณภาพของความสูงทรัสเฟส สำหรับวันที่ 21 และ 22 มกราคม 2559 71
4.3.3 ผลการวิเคราะห์ของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 3 ลักษณะคุณภาพของความสูงทรัสเฟส สำหรับวันที่ 28 และ 29 มกราคม 2559 72
4.3.4 ผลการวิเคราะห์ของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 3 ลักษณะคุณภาพของความสูงทรัสเฟส สำหรับวันที่ 4 และ 5 กุมภาพันธ์ 2559 73
4.3.5 ผลการวิเคราะห์ของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 3 ลักษณะคุณภาพของความยาวรูลูกสูบสำหรับวันที่ 13 และ 14 มกราคม 2559 75
4.3.6 ผลการวิเคราะห์ของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 3 ลักษณะคุณภาพของความยาวรูลูกสูบ สำหรับวันที่ 21 และ 22 มกราคม 2559 76
4.3.7 ผลการวิเคราะห์ของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 3 ลักษณะคุณภาพของความยาวรูลูกสูบ สำหรับวันที่ 28 และ 29 มกราคม 2559 77
4.3.8 ผลการวิเคราะห์ของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 3 ลักษณะคุณภาพของความยาวรูลูกสูบ สำหรับวันที่ 4 และ 5 กุมภาพันธ์ 2559 78
4.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะคุณภาพของเครื่องจักรที่ 4 80
4.4.1 ผลการวิเคราะห์ของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 4 ลักษณะคุณภาพของความได้ฉากรูเพลากับรูลูกสูบ สำหรับวันที่ 13 และ 14 มกราคม 2559 80
4.4.2 ผลการวิเคราะห์ของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 4 ลักษณะคุณภาพของความได้ฉากรูเพลากับรูลูกสูบ สำหรับวันที่ 21 และ 22 มกราคม 2559 81
4.4.3 ผลการวิเคราะห์ของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 4 ลักษณะคุณภาพของความได้ฉากรูเพลากับรูลูกสูบ สำหรับวันที่ 28 และ 29 มกราคม 2559 82
4.4.4 ผลการวิเคราะห์ของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 4 ลักษณะคุณภาพของความได้ฉากรูเพลากับรูลูกสูบ สำหรับวันที่ 4 และ 5 กุมภาพันธ์ 2559 83
4.4.5 ผลการวิเคราะห์ของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 4 ลักษณะคุณภาพของความได้ฉากผิวหน้าขาสเตเตอร์กับรูเพลา สำหรับวันที่ 13 และ 14 มกราคม 2559 85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

4.4.6 ผลการวิเคราะห์ของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 4 ลักษณะคุณภาพของ
ความได้ฉากผิวหน้าขาสเตเตอร์กับรูเพลา สำหรับวันที่ 21 และ 22 มกราคม 2559 86

4.4.7 ผลการวิเคราะห์ของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 4 ลักษณะคุณภาพของ
ความได้ฉากผิวหน้าขาสเตเตอร์กับรูเพลา สำหรับวันที่ 28 และ 29 มกราคม 2559 87

4.4.8 ผลการวิเคราะห์ของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 4 ลักษณะคุณภาพของ
ความได้ฉากผิวหน้าขาสเตเตอร์กับรูเพลา สำหรับวันที่ 4 และ 5 กุมภาพันธ์ 2559 88

บทที่ 5 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย 90

5.1.1 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของลักษณะคุณภาพ
ความสูงขาสเตเตอร์และความสูงดุมเพลาในเครื่องจักรที่ 1 90

5.1.2 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของลักษณะคุณภาพ
ความสูงทรัสเฟสและความยาวรูลูกสูบในเครื่องจักรที่ 3 90

5.1.3 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของลักษณะคุณภาพ
ความได้ฉากรูเพลากับรูลูกสูบและความได้ฉากผิวหน้าขาสเตเตอร์กับรูเพลา
ในเครื่องจักรที่ 4 91

5.1.4 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องจักรที่ 1
เครื่องจักรที่ 3 และเครื่องจักรที่ 4 91

5.2 ข้อเสนอแนะ 91

บรรณานุกรม 92

ภาคผนวก 93

ภาคผนวก ก ตารางสถิติ 94

ภาคผนวก ข ตัวอย่างการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย 99

ภาคผนวก ค ขั้นตอนการใช้โปรแกรม Minitab 105

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3.1	ตาราง ANSI/ASQZ1.9-1993 การตรวจสอบแบบปกติ ระดับ II	26
3.2	ตัวอย่างตารางบันทึกผลลักษณะคุณภาพของเสื้อสูบ	27
3.3	ตัวอย่างตารางบันทึกผลลักษณะคุณภาพของเสื้อสูบหลังการแก้ไข	28
4.1	ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูลเครื่องจักรที่ 1 ลักษณะคุณภาพของความสูงขาสเตเตอร์	44
4.2	ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูลเครื่องจักรที่ 1 ลักษณะคุณภาพของความสูงดุมเพลา	47
4.3	ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูลเครื่องจักรที่ 3 ลักษณะคุณภาพของขนาดความสูงทรัสเฟส	50
4.4	ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูลเครื่องจักรที่ 3 ลักษณะคุณภาพของความยาวรูลูกสูบ	53
4.5	ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูลเครื่องจักรที่ 4 ลักษณะคุณภาพของความได้ฉากรูเพลากับรูลูกสูบ	56
4.6	ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูลเครื่องจักรที่ 4 ลักษณะคุณภาพของความได้ฉากผิวหน้าขาสเตเตอร์กับรูเพลา	59
4.7	ขีดจำกัดข้อกำหนด (specification limit) ของความสูงขาสเตเตอร์ และความสูงดุมเพลา	59
4.8	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของผลิตภัณฑ์เสื้อสูบที่มาจากเครื่องจักรที่ 1 ลักษณะคุณภาพของความสูงขาสเตเตอร์	64
4.9	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของผลิตภัณฑ์เสื้อสูบที่มาจากเครื่องจักรที่ 1 ลักษณะคุณภาพของความสูงดุมเพลา	69
4.10	ขีดจำกัดข้อกำหนด (specification limit) ของความสูงทรัสเฟส และความยาวรูลูกสูบ	70
4.11	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของผลิตภัณฑ์เสื้อสูบที่มาจากเครื่องจักรที่ 3 ลักษณะคุณภาพของความสูงทรัสเฟส	74
4.12	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของผลิตภัณฑ์เสื้อสูบที่มาจากเครื่องจักรที่ 3 ลักษณะคุณภาพของความยาวรูลูกสูบ	79
4.13	ขีดจำกัดข้อกำหนด (specification limit) ของความได้ฉากรูเพลากับรูลูกสูบ และความได้ฉากผิวหน้าขาสเตเตอร์กับรูเพลา	80
4.14	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของผลิตภัณฑ์เสื้อสูบที่มาจากเครื่องจักรที่ 4 ลักษณะคุณภาพของความได้ฉากรูเพลากับรูลูกสูบ	84
4.15	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของผลิตภัณฑ์เสื้อสูบที่มาจากเครื่องจักรที่ 4 ลักษณะคุณภาพของความได้ฉากผิวหน้าขาสเตเตอร์กับรูเพลา	89

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.16	ค่าดัชนีสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) ของเครื่องจักรทั้ง 3 เครื่อง ในกระบวนการผลิตเสื้อสูบแต่ละสัปดาห์	90
4.17	แสดงค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนดของเครื่องจักรทั้ง 3 เครื่องแยกตามลักษณะคุณภาพของการตรวจสอบ	91

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	องค์ประกอบของแผนภูมิควบคุม	5
2.2	ลักษณะของแผนภูมิควบคุมที่อยู่ภายใต้การควบคุม	7
2.3	ค่าคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่มีสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_p) มากกว่า 1	15
2.4	ร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนด	16
2.5	การแจกแจงปกติ	17
2.6	การอธิบายทฤษฎีบทขีดจำกัดส่วนกลาง	20
3.1	อาคาร 25 ปีของบริษัท กุลธรเคอร์บี้ จำกัด (หมาชน)	25
3.2	แผนผังขั้นตอนของกระบวนการผลิตเสื้อสูบ	29
3.3	เหล็กหล่อก่อนผ่านกระบวนการของเครื่องจักรในเครื่องจักรที่ 1	29
3.4	เครื่องจักรที่ 1	31
3.5	เหล็กหล่อหลังผ่านกระบวนการของเครื่องจักรในเครื่องจักรที่ 1	31
3.6	วิธีการตรวจสอบลักษณะคุณภาพของความสูงขาสเตเตอร์	32
3.7	วิธีการตรวจสอบลักษณะคุณภาพของความสูงดุมเพลา	32
3.8	เครื่องจักรที่ 2	33
3.9	เหล็กหล่อหลังผ่านกระบวนการของเครื่องจักรในเครื่องจักรที่ 2	34
3.10	เครื่องจักรที่ 3	35
3.11	เหล็กหล่อหลังผ่านกระบวนการของเครื่องจักรในเครื่องจักรที่ 3	35
3.12	วิธีการตรวจสอบลักษณะคุณภาพของขนาดความสูงทรัสเฟส	36
3.13	วิธีการตรวจสอบลักษณะคุณภาพของความยาวรูลูกสูบ	36
3.14	เครื่องจักรที่ 4	37
3.15	เหล็กหล่อหลังผ่านกระบวนการของเครื่องจักรในเครื่องจักรที่ 4	38
3.16	วิธีการตรวจสอบลักษณะคุณภาพของความได้ฉากรูเพลากับรูลูกสูบ	38
3.17	วิธีการตรวจสอบลักษณะคุณภาพของความได้ฉากผิวหน้าขาสเตเตอร์กับรูเพลา	38
4.1	การทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูลเครื่องจักรที่ 1 ลักษณะคุณภาพของความสูงขาสเตเตอร์ สำหรับวันที่ 13 และ 14 มกราคม 2559 โดยใช้วิธี Anderson-Darling	41
4.2	การทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูลเครื่องจักรที่ 1 ลักษณะคุณภาพของความสูงขาสเตเตอร์ สำหรับวันที่ 21 และ 22 มกราคม 2559 โดยใช้วิธี Anderson-Darling	42
4.3	การทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูลเครื่องจักรที่ 1 ลักษณะคุณภาพของความสูงขาสเตเตอร์ สำหรับวันที่ 28 และ 29 มกราคม 2559 โดยใช้วิธี Anderson-Darling	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.4	การทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูลเครื่องจักรที่ 1 ลักษณะคุณภาพของความสูงดุมเพลา สำหรับวันที่ 13 และ 14 มกราคม 2559 โดยใช้วิธี Anderson-Darling	44
4.5	การทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูลเครื่องจักรที่ 1 ลักษณะคุณภาพของความสูงดุมเพลา สำหรับวันที่ 21 และ 22 มกราคม 2559 โดยใช้วิธี Anderson-Darling	45
4.6	การทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูลเครื่องจักรที่ 1 ลักษณะคุณภาพของความสูงดุมเพลา สำหรับวันที่ 28 และ 29 มกราคม 2559 โดยใช้วิธี Anderson-Darling	46
4.7	การทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูลเครื่องจักรที่ 3 ลักษณะคุณภาพของความสูงทรัสเฟส สำหรับวันที่ 13 และ 14 มกราคม 2559 โดยใช้วิธี Anderson-Darling	47
4.8	การทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูลเครื่องจักรที่ 3 ลักษณะคุณภาพของความสูงทรัสเฟส สำหรับวันที่ 21 และ 22 มกราคม 2559 โดยใช้วิธี Anderson-Darling	48
4.9	การทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูลเครื่องจักรที่ 3 ลักษณะคุณภาพของความสูงทรัสเฟส สำหรับวันที่ 28 และ 29 มกราคม 2559 โดยใช้วิธี Anderson-Darling	49
4.10	การทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูลเครื่องจักรที่ 3 ลักษณะคุณภาพของความยาวรูลูกสูบ สำหรับวันที่ 13 และ 14 มกราคม 2559 โดยใช้วิธี Anderson-Darling	50
4.11	การทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูลเครื่องจักรที่ 3 ลักษณะคุณภาพของความยาวรูลูกสูบ สำหรับวันที่ 21 และ 22 มกราคม 2559 โดยใช้วิธี Anderson-Darling	51
4.12	การทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูลเครื่องจักรที่ 3 ลักษณะคุณภาพของความยาวรูลูกสูบ สำหรับวันที่ 28 และ 29 มกราคม 2559 โดยใช้วิธี Anderson-Darling	52
4.13	การทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูลเครื่องจักรที่ 4 ลักษณะคุณภาพของความได้ฉากรูเพลากับรูลูกสูบ สำหรับวันที่ 13 และ 14 มกราคม 2559 โดยใช้วิธี Anderson-Darling	53
4.14	การทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูลเครื่องจักรที่ 4 ลักษณะคุณภาพของความได้ฉากรูเพลากับรูลูกสูบ สำหรับวันที่ 21 และ 22 มกราคม 2559 โดยใช้วิธี Anderson-Darling	54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.15	การทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูลเครื่องจักรที่ 4 ลักษณะคุณภาพของความได้ฉากรูเพลากับรูลูกสูบ สำหรับวันที่ 28 และ 29 มกราคม 2559 โดยใช้วิธี Anderson-Darling	55
4.16	การทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูลเครื่องจักรที่ 4 ลักษณะคุณภาพของความได้ฉากผิวหน้าขาสเตเตอร์กับรูเพลา สำหรับวันที่ 13 และ 14 มกราคม 2559 โดยใช้วิธี Anderson-Darling	56
4.18	การทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูลเครื่องจักรที่ 4 ลักษณะคุณภาพของความได้ฉากผิวหน้าขาสเตเตอร์กับรูเพลา สำหรับวันที่ 28 และ 29 มกราคม 2559 โดยใช้วิธี Anderson-Darling	58
4.19	แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเครื่องจักรที่ 1 ลักษณะคุณภาพของความสูงขาสเตเตอร์ สำหรับวันที่ 13 และ 14 มกราคม 2559	60
4.20	แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเครื่องจักรที่ 1 ลักษณะคุณภาพของความสูงขาสเตเตอร์ สำหรับวันที่ 21 และ 22 มกราคม 2559	61
4.21	แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเครื่องจักรที่ 1 ลักษณะคุณภาพของความสูงขาสเตเตอร์ สำหรับวันที่ 28 และ 29 มกราคม 2559	62
4.22	แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเครื่องจักรที่ 1 ลักษณะคุณภาพของความสูงขาสเตเตอร์ สำหรับวันที่ 4 และ 5 กุมภาพันธ์ 2559	63
4.23	แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเครื่องจักรที่ 1 ลักษณะคุณภาพของความสูงดุมเพลา สำหรับวันที่ 13 และ 14 มกราคม 2559	65
4.24	แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเครื่องจักรที่ 1 ลักษณะคุณภาพของความสูงดุมเพลา สำหรับวันที่ 21 และ 22 มกราคม 2559	66
4.25	แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเครื่องจักรที่ 1 ลักษณะคุณภาพของความสูงดุมเพลา สำหรับวันที่ 28 และ 29 มกราคม 2559	67
4.26	แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเครื่องจักรที่ 1 ลักษณะคุณภาพของความสูงดุมเพลา สำหรับวันที่ 4 และ 5 กุมภาพันธ์ 2559	68
4.27	แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเครื่องจักรที่ 3 ลักษณะคุณภาพของความสูงทรัสเฟส สำหรับวันที่ 13 และ 14 มกราคม 2559	70
4.28	แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเครื่องจักรที่ 3 ลักษณะคุณภาพของความสูงทรัสเฟส สำหรับวันที่ 21 และ 22 มกราคม 2559	71
4.29	แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเครื่องจักรที่ 3 ลักษณะคุณภาพของความสูงทรัสเฟส สำหรับวันที่ 28 และ 29 มกราคม 2559	72
4.30	แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเครื่องจักรที่ 3 ลักษณะคุณภาพของความสูงทรัสเฟส สำหรับวันที่ 4 และ 5 กุมภาพันธ์ 2559	73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.31	แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเครื่องจักรที่ 3 ลักษณะคุณภาพของความยาวรูลูกสูบ สำหรับวันที่ 13 และ 14 มกราคม 2559	75
4.32	แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเครื่องจักรที่ 3 ลักษณะคุณภาพของความยาวรูลูกสูบ สำหรับวันที่ 21 และ 22 มกราคม 2559	76
4.33	แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเครื่องจักรที่ 3 ลักษณะคุณภาพของความยาวรูลูกสูบ สำหรับวันที่ 28 และ 29 มกราคม 2559	77
4.34	แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเครื่องจักรที่ 3 ลักษณะคุณภาพของความยาวรูลูกสูบ สำหรับวันที่ 4 และ 5 กุมภาพันธ์ 2559	78
4.35	แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเครื่องจักรที่ 4 ลักษณะคุณภาพของความได้ฉากรูเพลากับรูลูกสูบสำหรับวันที่ 13 และ 14 มกราคม 2559	80
4.36	แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเครื่องจักรที่ 4 ลักษณะคุณภาพของความได้ฉากรูเพลากับรูลูกสูบสำหรับวันที่ 21 และ 22 มกราคม 2559	81
4.37	แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเครื่องจักรที่ 4 ลักษณะคุณภาพของความได้ฉากรูเพลากับรูลูกสูบหรับวันที่ 28 และ 29 มกราคม 2559	82
4.38	แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเครื่องจักรที่ 4 ลักษณะคุณภาพของความได้ฉากรูเพลากับรูลูกสูบสำหรับวันที่ 4 และ 5 กุมภาพันธ์ 2559	83
4.39	แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเครื่องจักรที่ 4 ลักษณะคุณภาพของความได้ฉากผิวหน้าขาสเตเตอร์กับรูเพลาสำหรับวันที่ 13 และ 14 มกราคม 2559	85
4.40	แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเครื่องจักรที่ 4 ลักษณะคุณภาพของความได้ฉากผิวหน้าขาสเตเตอร์กับรูเพลาสำหรับวันที่ 21 และ 22 มกราคม 2559	86
4.41	แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเครื่องจักรที่ 4 ลักษณะคุณภาพของความได้ฉากผิวหน้าขาสเตเตอร์กับรูเพลาสำหรับวันที่ 28 และ 29 มกราคม 2559	87
4.42	แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเครื่องจักรที่ 4 ลักษณะคุณภาพของความได้ฉากผิวหน้าขาสเตเตอร์กับรูเพลาสำหรับวันที่ 4 และ 5 กุมภาพันธ์ 2559	88

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันนี้ประเทศไทยได้มีการพัฒนาและส่งเสริมทางด้านอุตสาหกรรมการผลิต เพื่อก้าวไปสู่การเป็นประเทศอุตสาหกรรมใหม่ จึงก่อให้เกิดภาวะทางการแข่งขันทางด้านเศรษฐกิจที่สูงขึ้น ซึ่งถือเป็นส่วนสำคัญในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศ โดยเฉพาะอุตสาหกรรมเครื่องทำความเย็น ซึ่งมีการแข่งขันที่สูงขึ้นทั้งด้านคุณภาพและราคา การเพิ่มความสามารถในการแข่งขันจึงเป็นสิ่งที่จำเป็น รวมทั้งความรวดเร็วในการผลิตและการบริการ เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้า เพราะในกลุ่มอุตสาหกรรมประเภทนี้ในปัจจุบันเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีและมีความต้องการทางการตลาดสูงขึ้น องค์กรหลายแห่งจึงต้องมีการปรับทิศทางธุรกิจและเพิ่มความสามารถในการตอบสนองความต้องการของลูกค้าอย่างสม่ำเสมอ

บริษัท กุลธรเคอร์บี้ จำกัด (มหาชน) ซึ่งดำเนินธุรกิจอุตสาหกรรมเครื่องทำความเย็น ในการผลิตชิ้นส่วนสำหรับเครื่องทำความเย็น โดยบริษัทมีนโยบายมุ่งเน้นคุณภาพและความพึงพอใจของลูกค้าเป็นสำคัญ แต่การทำงานที่ผ่านมายังพบข้อบกพร่องของผลิตภัณฑ์ซึ่งต้องทำการซ่อมแซมทำให้งานล่าช้า เกิดผลกระทบกับการส่งมอบผลิตภัณฑ์ให้ลูกค้าไม่ทันตามกำหนดเวลาและตามความต้องการของลูกค้า สินค้ามีความเสียหายไม่สามารถเข้าสู่กระบวนการผลิตในขั้นตอนต่อไปได้อย่างสะดวก บริษัทจึงต้องการปรับปรุงกระบวนการการทำงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

ดังนั้น ในการศึกษาครั้งนี้จึงได้ศึกษาสมรรถนะของกระบวนการผลิตและเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรในแต่ละสัปดาห์ โดยอาศัยหลักเกณฑ์และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติ รวมทั้งการนำโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติเข้ามาช่วยในการศึกษา วิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลซึ่งทำให้การควบคุมคุณภาพมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ที่ศึกษา

1.2.1 เพื่อศึกษาสมรรถนะของกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์เสื้อสูบที่ผลิตจากเครื่องจักรที่ 1 เครื่องจักรที่ 3 และเครื่องจักรที่ 4

1.2.2 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตเสื้อสูบจากเครื่องจักรที่ 1 เครื่องจักรที่ 3 และเครื่องจักรที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตการศึกษา

ในการศึกษาการควบคุมคุณภาพนี้ จะทำการเก็บรวบรวมข้อมูลในการตรวจสอบผลิตภัณฑ์เสื้อสูบที่มีการบันทึกผลการตรวจสอบคุณภาพในเชิงปริมาณเท่านั้น ซึ่งก็คือจากเครื่องจักรที่ 1 เครื่องจักรที่ 3 และเครื่องจักรที่ 4 ส่วนเครื่องจักรที่ 2 ซึ่งมีการบันทึกผลการตรวจสอบคุณภาพในเชิงคุณภาพนั้น ทางคณะผู้จัดทำจึงไม่ได้นำมาวิเคราะห์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

- เครื่องจักรที่ 1 จะทำการตรวจสอบลักษณะคุณภาพของความสูงขาสเตเตอร์และความสูงดุมเพลา
- เครื่องจักรที่ 3 จะทำการตรวจสอบลักษณะคุณภาพของความสูงทรัสเฟสและความยาวรูลูกสูบ
- เครื่องจักรที่ 4 จะทำการตรวจสอบลักษณะคุณภาพของความได้ฉากรูเพลากับรูลูกสูบและความได้ฉากผิวหน้าขาสเตเตอร์กับรูเพลา

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ทำให้ทราบสมรรถนะของกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์เสื้อสูบจากเครื่องจักรที่ 1 เครื่องจักรที่ 3 และเครื่องจักรที่ 4

1.4.2 สามารถนำผลการวิเคราะห์ที่ได้มาทำการปรับปรุงคุณภาพของเครื่องจักรได้

1.5 นิยามคำศัพท์เฉพาะ

1.5.1 เครื่องจักร คือ เครื่องจักรที่ใช้ในผลิตเสื้อสูบ ซึ่งตั้งอยู่ในสายการผลิตที่ทางโรงงานเป็นผู้กำหนดไว้ มีด้วยกัน 4 เครื่องจักร

1.5.2 เครื่องอัดสารทำความเย็น (Compressors) คือ ตัวเพิ่มความดันในการให้สารทำความเย็นในตัวการระบายความร้อนเพื่อให้ความดันสอดคล้องกับอุณหภูมิอิ่มตัว และเมื่อลดอุณหภูมิอิ่มตัวลงบ้าง สารความเย็นจะเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลวได้อีก มีหน้าที่ดูดสารทำความเย็นที่มีความดันและอุณหภูมิต่ำจากแบบท่อครีบเข้ามา แล้วอัดสารทำความเย็นให้มีความดันและอุณหภูมิสูงขึ้นส่งไปยังตัวการระบายความร้อน สำหรับเครื่องอัดสารทำความเย็นที่นิยมใช้โดยทั่วไปแบ่งตามลักษณะการทำงาน ได้แก่ แบบลูกสูบ แบบโรตารี่ แบบสโครล และแบบสกรู ซึ่งแต่ละแบบมีการทำงานที่แตกต่างกัน

1.5.3 เครื่องอัดสารทำความเย็นแบบลูกสูบ (Reciprocating Compressor) ทำงานโดยอาศัยการเคลื่อนที่ของลูกสูบในลักษณะสลับไปมาหรือเดินหน้าถอยหลังภายในกระบอกสูบ อาจมีลูกสูบเดียวหรือหลายลูกสูบแล้วแต่การออกแบบตามขนาดของเครื่องอัดสารทำความเย็น โดยทั่วไปจะใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นตัวขับซึ่งปกติการเคลื่อนที่จะเป็นลักษณะการหมุน กลไกที่จะเปลี่ยนจากการหมุนให้เป็นการเคลื่อนที่สลับไปมาก็คือ ข้อเหวี่ยงกับก้านสูบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5.4 เสื้อสูบ (Crank Case) คือ ชิ้นส่วนที่ใหญ่และมีน้ำหนักมากที่สุด เป็นที่ติดตั้งชิ้นส่วนต่างๆ ซึ่งชิ้นส่วนที่ติดกับเสื้อสูบที่ใช้ประกอบเข้าด้วยกัน ได้แก่ ก้านสูบ ลูกสูบ เพลาข้อเหวี่ยง สลักลูกสูบ เป็นต้น

1.5.5 ลูกสูบ (Piston) เป็นสิ่งที่เคลื่อนไหวอยู่ตลอดเวลาในขณะที่เครื่องอัดทำงาน ลูกสูบจะเคลื่อนที่จากการขยายตัวในการเผาไหม้ก๊าซในพื้นที่กระบอกสูบ พลังการเคลื่อนที่นี้จะส่งผ่านก้านสูบ (Piston rod) และเพลาข้อเหวี่ยง (Crank shaft)

1.5.6 ฝ่ายผลิตผลิตภัณฑ์เสื้อสูบ (Production) เป็นกระบวนการแปรรูปเหล็กหล่อให้เป็นผลิตภัณฑ์เสื้อสูบ ที่พร้อมในการนำไปประกอบเป็นเครื่องอัดสารทำความเย็นเพื่อจัดจำหน่ายแก่ลูกค้า ฝ่ายผลิตผลิตภัณฑ์เสื้อสูบจะประกอบไปด้วย เครื่องจักรที่ 1 เครื่องจักรที่ 2 เครื่องจักรที่ 3 และเครื่องจักรที่ 4

1.5.7 ฝ่ายวัตถุดิบ (Raw Material Store) เป็นฝ่ายที่ทำการรับเข้า จัดเก็บ และรวมถึงการจ่ายวัตถุดิบต่างๆที่ใช้ในการผลิตเครื่องอัดสารทำความเย็นให้แก่ฝ่ายผลิต โดยที่ฝ่ายผลิตจะต้องทำการเบิกวัตถุดิบที่จะใช้ในการผลิตกับทางฝ่ายวัตถุดิบก่อน จึงจะสามารถนำวัตถุดิบต่างๆไปผลิตได้

1.5.8 กระบวนการของเครื่องจักร (Machining) เป็นกระบวนการนำเหล็กหล่อเข้าสู่กระบวนการผลิตเพื่อให้เป็นผลิตภัณฑ์เสื้อสูบ โดยผ่านกระบวนการทำงานของเครื่องจักรที่ 1 เครื่องจักรที่ 2 เครื่องจักรที่ 3 และเครื่องจักรที่ 4 ตามลำดับ

1.5.9 สเตเตอร์ (Stator) หรือตัวอยู่กับที่ จะเป็นส่วนที่ยึดอยู่กับที่ ซึ่งจะประกอบด้วยโครงของมอเตอร์ แกนเหล็กสเตเตอร์ และขดลวด

1.5.10 ดุมเพลา (Shaft Hub) เป็นชิ้นส่วนรองรับปรับขนาดเพลา เป็นอุปกรณ์ที่ใช้เพื่อกำหนดตำแหน่งรูเรียวที่ติดตั้งเข้ากับเพลาทรงกระบอกอยู่บริเวณเกือบส่วนท้ายตรงกลางของเสื้อสูบ

1.5.11 ทรัสเฟส (Thrust Face) เป็นส่วนผิวหน้าของจุดหมุนซึ่งอยู่บริเวณรูตรงกลางของเสื้อสูบ

1.5.12 รูเพลา (Shaft Bore) เป็นชิ้นส่วนที่มีไว้สำหรับรับให้อีกชิ้นสวมเข้าไปภายในซึ่งอยู่บริเวณส่วนท้ายตรงกลางของเสื้อสูบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีทางสถิติที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 แผนภูมิควบคุมคุณภาพ (กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, 2551)

แผนภูมิควบคุมคุณภาพ คือ เครื่องมือทางสถิติที่แยกความผันแปรจากสาเหตุที่ผิดธรรมชาติของข้อมูลออกจากความผันแปรที่มีสาเหตุโดยธรรมชาติของข้อมูล โดยผ่านกลไกลที่สำคัญ คือ ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิ จึงได้นำแผนภูมิควบคุมมาใช้ในการควบคุมกระบวนการผลิต ประเมินความสามารถของกระบวนการ และแสดงถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่อกระบวนการผลิตไม่ตรงตามมาตรฐานที่ผู้ผลิตได้กำหนดขึ้น

แผนภูมิควบคุมคุณภาพจำแนกได้เป็น 2 ประเภท โดยจำแนกตามลักษณะการวัดคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ดังนี้

1) แผนภูมิควบคุมสำหรับข้อมูลแบบตัวแปร (Variable control chart) อาศัยการควบคุมด้วยข้อมูลที่มีความผันแปรและสามารถประมาณค่าเป็นแบบต่อเนื่องได้ ซึ่งประกอบไปด้วยข้อมูลที่ได้จากการวัดของตัวอย่างแบบกลุ่มย่อย และการวัดตัวอย่างที่อิสระกัน ประกอบด้วย

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

2) แผนภูมิควบคุมสำหรับข้อมูลแบบคุณภาพ (Attribute control chart) อาศัยการควบคุมข้อมูลที่ได้จากการนับ ข้อมูลประเภทนี้มักจะได้รับความนิยม เรียกว่า จำนวนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่อง (nonconforming product) หรือจำนวนของเสีย (defective) ประกอบด้วย

- แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย (P-chart)
- แผนภูมิควบคุมจำนวนของเสีย (np-chart)
- แผนภูมิควบคุมรอยตำหนิ (c-chart)
- แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย (U-chart)

เนื่องจากข้อมูลที่ใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้ เป็นข้อมูลแบบตัวแปรและเก็บข้อมูลในกลุ่มย่อยๆ ละ 5 ตัวอย่าง ในที่นี้จึงขอกล่าวเฉพาะแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$-chart) และแผนภูมิควบคุมส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S-chart) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

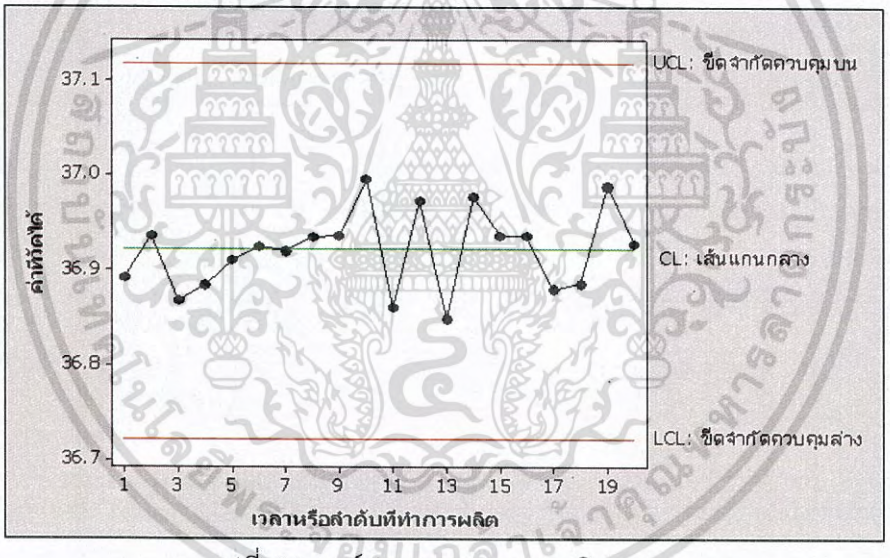
2.1.1.1 องค์ประกอบของแผนภูมิควบคุม

จากหลักการทางสถิติที่ว่า ข้อมูลที่ได้มาจากกระบวนการผลิตสำหรับข้อมูลแบบตัวแปร จะมีการแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution) ซึ่งมีค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง 2 ค่า คือ ค่าเฉลี่ย (μ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ) โดยโอกาสหรือความน่าจะเป็นของค่าสังเกตที่วัดได้จะอยู่ในช่วง $\pm 3\sigma$ เท่ากับ 0.9974 ซึ่งสามารถนำหลักการดังกล่าวมาสร้างแผนภูมิควบคุม ซึ่งประกอบด้วยเส้นสำคัญ 3 เส้น คือ

เส้นแกนกลางหรือเส้นกลาง (Central Line : CL) เป็นค่าเฉลี่ยของกระบวนการผลิต ซึ่งคำนวณได้โดยนำค่าจากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดมาหาค่าเฉลี่ย

ขีดจำกัดควบคุมบน (Upper Control Limit : UCL) เป็นเส้นที่มีระยะห่างจากเส้นแกนกลาง เท่ากับ 3σ ทางค่ามาก

ขีดจำกัดควบคุมล่าง (Lower Control Limit : LCL) เป็นเส้นที่มีระยะห่างจากเส้นแกนกลาง เท่ากับ 3σ ทางค่าน้อย



รูปที่ 2.1 องค์ประกอบของแผนภูมิควบคุม

จากรูปที่ 2.1 ขีดจำกัดควบคุมบนและขีดจำกัดควบคุมล่าง แสดงถึง ขอบเขตของความผันแปรที่อยู่ในระดับคุณภาพมาตรฐานที่ผู้ผลิตยอมรับได้ ซึ่งอยู่ในช่วง $\pm 3\sigma$ เท่านั้น

ดังนั้น หากค่าสังเกตที่วัดได้กระจายอยู่ภายในขอบเขตดังกล่าว แสดงว่ากระบวนการผลิตยังอยู่ภายใต้การควบคุม (In Control) ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้มีคุณภาพตรงตามมาตรฐาน ในทางกลับกันหากความผันแปรมีมากเกินไป ทำให้ค่าสังเกตที่วัดได้อยู่นอกขีดจำกัดทั้ง 2 แสดงว่า กระบวนการผลิตนี้อยู่เหนือการควบคุม (Out of Control) หรือผลิตภัณฑ์ดังกล่าวไม่ได้คุณภาพตามมาตรฐานการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1.2 ขั้นตอนการสร้างแผนภูมิควบคุม (กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, 2551)

1. การกำหนดคุณลักษณะที่จะทำการควบคุม

ในขั้นตอนนี้จะเริ่มต้นจากการกำหนดสิ่งที่ต้องการควบคุมหรือวัตถุประสงค์ของการควบคุม จากนั้นดำเนินการกำหนดคุณลักษณะที่จะทำการควบคุมด้วยแผนภูมิควบคุม ซึ่งจะต้องสะท้อนถึงความต้องการของลูกค้า

2. การกำหนดระบบการวัด

เมื่อทำการกำหนดคุณลักษณะที่จะนำมาทำการควบคุมได้แล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการดำเนินการให้คุณลักษณะที่จะควบคุมดังกล่าวอยู่ในหน่วยวัดเดียวกัน และสามารถใช้สื่อสารให้เกิดความเข้าใจได้ทั่วทั้งองค์กร ซึ่งจะทำให้ตัวเลขที่ได้จากการวัดมีความเที่ยงตรง (Accuracy) และแม่นยำ (Precision) มากที่สุด เช่น มาตราวัดเป็นกรัม กิโลกรัม มิลลิเมตร เซนติเมตร เป็นต้น

3. การกำหนดขนาดตัวอย่าง ความถี่ และจำนวนกลุ่มตัวอย่าง

เมื่อได้กำหนดถึงคุณลักษณะควบคุมและระบบการวัดเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อมาคือการกำหนดขนาดตัวอย่างสำหรับข้อมูลเพื่อการควบคุม โดยจะต้องอาศัยการพิจารณาจากหลักการของการจัดกลุ่มย่อย ถ้ากรณีที่ทำการผลิตเป็นแบบล็อต ควรพยายามเก็บข้อมูลของกระบวนการที่มีแหล่งความผันแปรน้อย เช่น แม่พิมพ์เดียวกัน หัวบรรจุเดียวกัน ฯลฯ และถ้าหากต้องการทำการสุ่มตัวอย่าง ควรจะใช้ขนาด 4 ถึง 5 ตัวอย่าง ยกเว้นในกรณีที่ต้องการระบุแหล่งความผันแปรภายในกลุ่มอาทิ เครื่องบรรจุจำนวน 20 หัวบรรจุ จะต้องเก็บข้อมูลตามหัวบรรจุทั้ง 20 ตัวอย่าง เป็นต้น

4. ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล

ทำการรวบรวมข้อมูลตามที่ได้ออกแบบไว้และบันทึกลงในช่องที่กำหนดไว้ในแบบฟอร์ม ถ้าสามารถกระทำได้ควรทำการบันทึกวันที่ เวลาในการผลิต และพนักงานที่ทำการผลิตไว้ด้วย เพื่อเป็นประโยชน์สำหรับการตรวจสอบกลับของข้อมูล

5. คำนวณหาขีดจำกัดควบคุม

ขั้นตอนนี้จะต้องทำการคำนวณหาค่าจากกลุ่มตัวอย่าง โดยแผนภูมิควบคุณภาพประกอบไปด้วยขีดจำกัดควบคุมบน เส้นแกนกลาง และขีดจำกัดควบคุมล่าง

6. เขียนกราฟแผนภูมิควบคุม

ให้ทำการแบ่งสเกล และลากเส้นขีดจำกัดควบคุมบนและล่างด้วยเส้นประ และเส้นแกนกลางด้วยเส้นทึบ แล้วทำการพล็อตจุดของตัวอย่างลงในแผนภูมิ

7. การตีความหมายของแผนภูมิ

เมื่อได้แผนภูมิแล้วจึงทำการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุม ซึ่งการกระจายของจุดบนแผนภูมิควบคุม จะแสดงถึงสภาพของกระบวนการผลิตว่าอยู่ภายใต้การควบคุมหรือไม่ และสมควรหยุดกระบวนการผลิตเพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. การปรับปรุงแผนภูมิควบคุม

จุดที่เขียนในแผนภูมิควบคุม ถ้าไม่มีจุดใดหรือผลิตภัณฑ์กลุ่มใดตกนอกขีดจำกัดควบคุม แสดงว่า กระบวนการผลิตอยู่ในสภาวะควบคุมได้ แต่ในกรณีที่ปรากฏว่ามีจุดใดจุดหนึ่งตกอยู่นอกขีดจำกัดควบคุม โดยสามารถที่จะระบุสาเหตุได้ แสดงว่า มีสิ่งผิดปกติเกิดขึ้นจะต้องถูกตัดออกแล้วนำจุดที่เหลือไปคำนวณขีดจำกัดควบคุมและสร้างแผนภูมิควบคุมใหม่ แผนภูมิควบคุมที่ปรับปรุงแล้วอาจนำไปใช้เพื่อควบคุมกระบวนการผลิตได้ในอนาคต

2.1.1.3 ลักษณะของจุดในแผนภูมิควบคุม

การวิเคราะห์ลักษณะของจุดในแผนภูมิควบคุมเป็นขั้นตอนที่สำคัญมากในการใช้แผนภูมิควบคุมเพื่อควบคุมกระบวนการผลิต เพราะจุดต่างๆ ในแผนภูมิควบคุมจะเป็นสิ่งที่บอกให้ทราบว่า กระบวนการผลิตเป็นอย่างไรในขณะนั้น การอ่านหรือการตีความหมายจากภาพที่ปรากฏบนแผนภูมิจึงเป็นสิ่งที่สำคัญ เพราะจากความผิดปกติในกระบวนการผลิตจะมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เพื่อให้กระบวนการผลิตนั้นดี อาจจะต้องทำการปรับปรุงกระบวนการผลิตให้เข้าสู่สภาวะที่สามารถควบคุมได้ต่อไป ดังนั้น ลักษณะจุดที่เกิดขึ้นในแผนภูมิควบคุมในกระบวนการผลิต มีดังต่อไปนี้

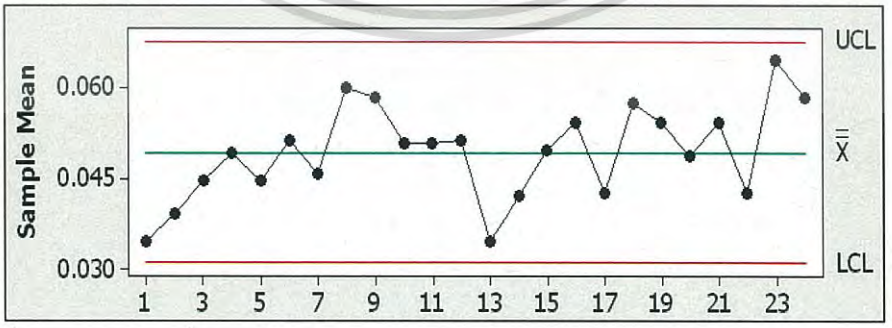
1. ลักษณะของแผนภูมิควบคุมที่อยู่ภายใต้การควบคุม มีดังนี้

1.1 มีจุดพิกัดที่น้อยที่สุดอยู่ใกล้เส้นขีดจำกัดควบคุมบนและเส้นขีดจำกัดควบคุมล่าง

1.2 ที่ตั้งของจุดพิกัดควรจะอยู่ข้ามไปข้ามมาบนเส้นแกนกลาง

1.3 จุดพิกัดต่างๆ ที่อยู่บนแผนภูมิควบคุมคุณภาพควรที่จะสมดุลกันทั้งสองข้างของเส้นแกนกลาง

1.4 ไม่มีจุดพิกัดใดเลยตกนอกเส้นขีดจำกัดควบคุมบนและเส้นขีดจำกัดควบคุมล่างของแผนภูมิควบคุมคุณภาพ



รูปที่ 2.2 ลักษณะของแผนภูมิควบคุมที่อยู่ภายใต้การควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ลักษณะของแผนภูมิควบคุมที่ไม่อยู่ภายใต้การควบคุม มีดังนี้ (ศุภชัย นาทะพันธ์, 2551)

2.1 มีจุดพิกัดอย่างน้อย 1 จุด ตกอยู่ข้างนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่าง

2.2 มีจุดพิกัดอย่างน้อย 9 จุด ที่ต่อเนื่องกันอยู่ด้านใดด้านหนึ่งของเส้นแกนกลาง

2.3 มีจุดพิกัด 6 จุด ที่ต่อเนื่องกันที่แสดงแนวโน้มที่ค่อยๆ เพิ่มขึ้นหรือที่ค่อยๆ ลดลง

2.4 มีจุดพิกัด 14 จุด ที่ต่อเนื่องกันในแนวแถวสลับกันขึ้นและลง

2.5 มีจุดพิกัด 2 ใน 3 จุด ที่ต่อเนื่องกันตกอยู่นอกเส้น 2σ แต่ยังคงอยู่ในขีดจำกัดควบคุม

2.6 มีจุดพิกัด 4 ใน 5 จุด ที่ต่อเนื่องกันตกอยู่นอกเส้น 1σ

2.7 มีจุดพิกัด 15 จุด ที่ต่อเนื่องกันในแนวแถวตกอยู่นอกเส้น 1σ

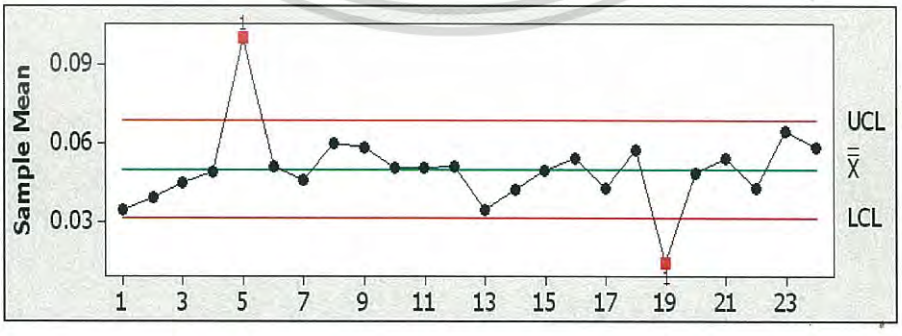
2.8 มีจุดพิกัด 8 จุด ที่ต่อเนื่องกันในแนวแถวตกอยู่นอกเส้น 1σ

ซึ่งลักษณะของแผนภูมิควบคุมที่ไม่อยู่ภายใต้การควบคุมอาจมีสาเหตุมาจาก

- ด้านกระบวนการ เช่น เครื่องจักรเริ่มเสื่อมประสิทธิภาพ
- ด้านวัตถุดิบ เช่น วัตถุดิบที่นำเข้ามีความแตกต่างกัน
- ด้านผู้ควบคุม/ผู้ผลิต เช่น ผู้ควบคุมไม่มีประสบการณ์
- ด้านอื่นๆ เช่น สิ่งแวดล้อมภายในโรงงานไม่ดี

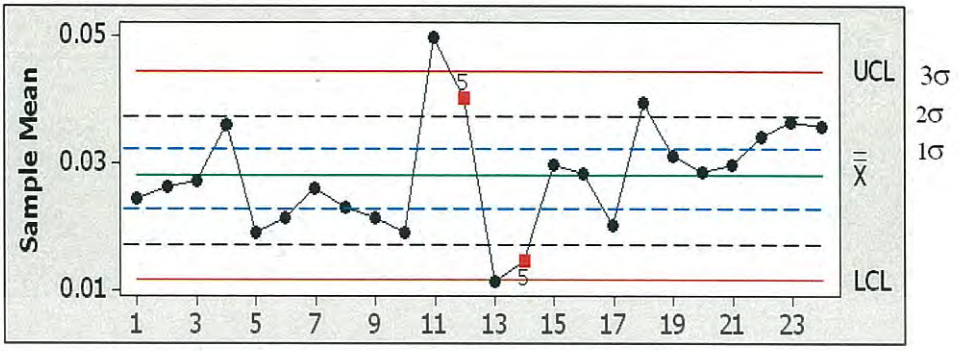
ในการทำวิจัยครั้งนี้ จะพิจารณาแผนภูมิควบคุมคุณภาพที่มีกระบวนการผลิตไม่อยู่ภายใต้การควบคุมที่เลือกมาใช้ในครั้งนี้มี 3 แบบ ดังนี้

แบบที่ 1 มีจุดพิกัดอย่างน้อย 1 จุด ตกอยู่ข้างนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่าง

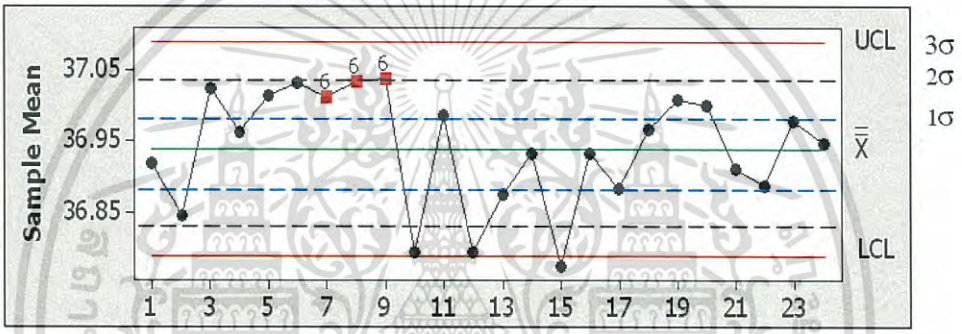


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบที่ 2 มีจุดพิกัด 2 ใน 3 จุด ที่ต่อเนื่องกันตกอยู่นอกเส้น 2σ แต่ยังคงอยู่ในขีดจำกัดควบคุม



แบบที่ 3 มีจุดพิกัด 4 ใน 5 จุด ที่ต่อเนื่องกันตกอยู่นอกเส้น 1σ



หมายเหตุ: เป็นลักษณะจุดในแผนภูมิควบคุมที่ไม่อยู่ภายใต้การควบคุมที่เกิดขึ้นบ่อยในงานวิจัยนี้ และเส้นตรงสีแดง คือ 3σ เส้นประสีดำ คือ 2σ และ เส้นประสีฟ้า 1σ

2.1.1.4 ประโยชน์ของแผนภูมิควบคุม

แผนภูมิควบคุม (Control chart) จะเป็นวิธีการทางสถิติที่สำคัญในการควบคุมกระบวนการ นอกจากนี้แผนภูมิควบคุมยังมีประโยชน์อื่นๆ อีกหลายประการ สามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

1. ควบคุมกระบวนการผลิตได้ทันต่อเหตุการณ์

สิ่งที่ต้องการควบคุมจะถูกสุ่มตัวอย่างแล้วนำมาเขียนจุดลงบนแผนภูมิควบคุมเป็นระยะๆ ถ้ามีจุดใดไม่ได้แสดงความผิดปกติ แสดงว่ากระบวนการผลิตยังอยู่ในการควบคุม เมื่อใดที่จุดแสดงความผิดปกติ จะทำให้ผู้ควบคุมการผลิตสามารถปรับปรุงกระบวนการผลิตให้กลับสู่สภาวะปกติได้อย่างทันท่วงที การกระจายของจุดในแผนภูมิควบคุมยังสามารถใช้เพื่อคาดคะเนเหตุการณ์ของกระบวนการผลิตในอนาคตได้อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การตรวจสอบค่ามาตรฐานที่กำหนด

ประโยชน์ของแผนภูมิควบคุม คือ การตรวจสอบผลของกระบวนการผลิตที่เกิดขึ้นว่าอยู่ในเกณฑ์ค่ามาตรฐานที่กำหนดหรือไม่ เมื่อตัวอย่างที่สุ่มมาตกนอกเส้นขีดจำกัดควบคุม แสดงว่ากระบวนการผลิตได้คลาดเคลื่อนออกจากค่ามาตรฐานที่กำหนดแล้ว

3. รู้ถึงสมรรถนะของกระบวนการ

กระบวนการผลิตที่แสดงว่าอยู่ภายใต้การควบคุมเชิงสถิติ ซึ่งกระบวนการผลิตนั้นอาจอยู่ในข้อกำหนด (Specification) หรือไม่ก็ได้ ซึ่งสามารถนำไปใช้คำนวณสมรรถนะของกระบวนการ เพื่อหาความสามารถในการผลิตภายใต้ข้อกำหนด ผลสมรรถนะของกระบวนการที่ได้จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับผู้บริหารที่จะช่วยในการตัดสินใจในด้านต่างๆ เช่น การตัดสินใจเพื่อลงทุนปรับปรุงสมรรถนะของกระบวนการหรือการตัดสินใจรับคำสั่งการผลิตจากลูกค้า

4. แผนภูมิควบคุมช่วยเพิ่มผลผลิต

แผนภูมิควบคุมมีส่วนช่วยอย่างยิ่งในการลดจำนวนของเสียและการทำซ้ำ เช่น แผนภูมิควบคุมจำนวนของเสียและแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย เป็นต้น ทั้งนี้จากการลดจำนวนของเสียและลดการทำซ้ำจึงเป็นส่วนช่วยเพิ่มผลผลิตให้กับกระบวนการผลิตได้อีกทาง

5. แผนภูมิควบคุมช่วยป้องกันปัญหาทางด้านคุณภาพ

แผนภูมิควบคุมช่วยให้กระบวนการผลิตอยู่ภายใต้การควบคุมตลอดเวลาการใช้แผนภูมิควบคุมจะช่วยลดการผลิตสินค้าที่ด้อยคุณภาพ เมื่อใดก็ตามที่กระบวนการผลิตเริ่มมีความผิดปกติ แผนภูมิควบคุมจะแสดงให้รู้ว่าผู้ควบคุมเครื่องจักรหรือกระบวนการผลิตควรทำการแก้ไขอย่างไรเพื่อเป็นการลดต้นทุนการผลิตได้เป็นอย่างดียิ่ง

6. แผนภูมิควบคุมให้ข้อมูลเพื่อแก้ไขกระบวนการผลิต

จากการวิเคราะห์การกระจายของจุดในแผนภูมิควบคุมอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอ จะทำให้ทราบข้อมูลเพื่อนำมาแก้ไขกระบวนการผลิตต่อไป เช่น การเปลี่ยนชนิดของวัตถุดิบ การเปลี่ยนวิธีการทำงาน หรือการเปลี่ยนแปลงรูปแบบวิศวกรรม เป็นต้น

2.1.2 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (The $\bar{X}$ and S Control Chart) (สายชล สินสมบูรณ์ทอง, 2554)

แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมพิสัยเป็นแผนภูมิที่ใช้กันโดยทั่วไปสำหรับตัวแปร บางองค์กรใช้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานตัวอย่างเป็นมาตราวัดกระจายของกลุ่มย่อย ในการเปรียบเทียบแผนภูมิควบคุมพิสัยกับแผนภูมิควบคุมส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานนั้น แผนภูมิควบคุมพิสัยคำนวณและเข้าใจง่ายกว่าแผนภูมิควบคุมส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แต่ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานตัวอย่างของกลุ่มย่อยสำหรับแผนภูมิควบคุมส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคำนวณโดยใช้ข้อมูลทั้งหมด ส่วนแผนภูมิควบคุมพิสัยคำนวณโดยใช้เฉพาะข้อมูลที่มีค่ามากที่สุดและข้อมูลที่มีค่าน้อยที่สุด ดังนั้น แผนภูมิควบคุมส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีความแม่นยำ (Precision) มากกว่าแผนภูมิควบคุมพิสัย ถ้าขนาดกลุ่มย่อย (n) มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าน้อยกว่า 10 แผนภูมิควบคุมส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและแผนภูมิควบคุมพิสัยจะมีการแปรผันไม่แตกต่างกัน แต่ถ้าขนาดของกลุ่มย่อยมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 10 และมีค่าที่ผิดปกติ (extreme value) ซึ่งค่าผิดปกตินี้จะมีผลกระทบต่อแผนภูมิควบคุมพิสัยมาก แผนภูมิควบคุมส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจะมีความแม่นยำมากกว่าแผนภูมิควบคุมพิสัย ในอดีตแผนภูมิควบคุมพิสัยนิยมใช้มากกว่าแผนภูมิควบคุมส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เนื่องจากมีความง่ายในการคำนวณค่าพิสัย (R) มากกว่าค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) ของกลุ่มย่อย อย่างไรก็ตามในปัจจุบันมีเครื่องคิดเลขและโปรแกรมสำเร็จรูปที่สามารถคำนวณค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานได้อย่างรวดเร็ว แผนภูมิควบคุมส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจึงได้รับความนิยมใช้กันมากยิ่งขึ้น

การพิจารณาหาเส้นกลางและขีดจำกัดควบคุมสำหรับแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย

1. เส้นกลาง (CL)

$$CL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} = \frac{1}{g}\sum_{i=1}^{g}\bar{X}_i$$

2. ขีดจำกัดควบคุมบน (UCL)

$$UCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + 3\sigma_{\bar{X}}$$

3. ขีดจำกัดควบคุมล่าง (LCL)

$$LCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - 3\sigma_{\bar{X}}$$

สำหรับแผนภูมิควบคุมส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

1. เส้นกลาง (CL)

$$CL_S = \bar{S} = \frac{1}{g}\sum_{i=1}^{g}S_i$$

2. ขีดจำกัดควบคุมบน (UCL)

$$UCL_S = \bar{S} + 3\sigma_S$$

3. ขีดจำกัดควบคุมล่าง (LCL)

$$LCL_S = \bar{S} - 3\sigma_S$$

ให้ $\bar{X}_i$ แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มย่อยที่ i

S_i แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานกลุ่มย่อยที่ i

g แทน จำนวนกลุ่มย่อยที่พิจารณา

$\sigma_{\bar{X}}$ แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยตัวอย่าง เท่ากับ $SD(\bar{X})$

σ_S แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานตัวอย่าง เท่ากับ SD(S)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การประมาณค่าของ SD($\bar{X}$) และ SD(S) กระทำได้ดังนี้คือ

1) $\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$ โดยที่ $\sigma = SD(X)$

2) ประมาณค่า σ ด้วย

$$\hat{\sigma} = \frac{\bar{S}}{C_4}$$

3) $$3\hat{\sigma}_{\bar{X}} = \frac{3\hat{\sigma}}{\sqrt{n}} = \frac{3\bar{S}}{C_4\sqrt{n}} = A_3\bar{S}$$

โดยที่ค่าของ $A_3 = \frac{3}{C_4\sqrt{n}}$ เปิดจากตารางที่ ก ในภาคผนวก ที่ n ค่าต่างๆ

4) $$\sigma_S = \sigma\sqrt{1-C_4^2}$$

$$\hat{\sigma}_S = \hat{\sigma}\sqrt{1-C_4^2} = \bar{S}\frac{1}{C_4}\sqrt{1-C_4^2}$$

จะได้เส้นกลาง ขีดจำกัดควบคุมบน และขีดจำกัดควบคุมล่างของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย คือ

$$CL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} = \frac{1}{g}\sum_{i=1}^{g}\bar{X}$$

$$UCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + 3\hat{\sigma}_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + A_3\bar{S}$$

$$LCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - 3\hat{\sigma}_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - A_3\bar{S}$$

ส่วนเส้นกลาง ขีดจำกัดควบคุมบน และขีดจำกัดควบคุมล่างของแผนภูมิควบคุมส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคือ

$$CL_S = \bar{S} = \frac{1}{g}\sum_{i=1}^{g}S_i$$

$$UCL_S = \bar{S} + 3\hat{\sigma}_S = \bar{S} + 3\bar{S}\frac{1}{C_4}\sqrt{1-C_4^2}$$

$$= \bar{S}\left(1+\frac{3}{C_4}\sqrt{1-C_4^2}\right) = B_4\bar{S}$$

โดยที่ค่าของ $B_4 = 1+\frac{3}{C_4}\sqrt{1-C_4^2}$ เปิดตารางที่ ก ในภาคผนวก ที่ n ค่าต่างๆ

$$LCL_S = \bar{S} - 3\hat{\sigma}_S = \bar{S} - 3\bar{S}\frac{1}{C_4}\sqrt{1-C_4^2}$$

$$= \bar{S}\left(1-\frac{3}{C_4}\sqrt{1-C_4^2}\right) = B_3\bar{S}$$

โดยที่ค่าของ $B_3 = 1-\frac{3}{C_4}\sqrt{1-C_4^2}$ เปิดตารางที่ ก ในภาคผนวก ที่ n ค่าต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 การปรับปรุงแผนภูมิควบคุม

การปรับปรุงแผนภูมิควบคุมจะทำโดยการพิจารณาว่า ถ้าไม่มีจุดใดหรือผลิตภัณฑ์กลุ่มใดตกนอกเส้นขีดจำกัดควบคุม แสดงว่า กระบวนการผลิตอยู่ในสภาวะควบคุมได้ แต่ในกรณีที่ปรากฏจุดใดจุดหนึ่งตกอยู่นอกเส้นขีดจำกัดควบคุม โดยสามารถระบุสาเหตุได้ แสดงว่า มีสิ่งผิดปกติเกิดขึ้น จะต้องตัดจุดที่มีลักษณะของความผิดปกติออก

การปรับปรุงเส้นกลางและขีดจำกัดควบคุม

สำหรับแผนภูมิค่าเฉลี่ย

$$CL_{\bar{X}_{new}} = \bar{\bar{X}}_{new}$$

$$= \frac{\sum_{i=1}^{g} \bar{X}_i - \bar{X}_d}{g - g_d}$$

$$UCL_{\bar{X}_{new}} = \bar{\bar{X}}_{new} + A_3 \bar{S}_{new}$$

$$LCL_{\bar{X}_{new}} = \bar{\bar{X}}_{new} - A_3 \bar{S}_{new}$$

สำหรับแผนภูมิควบคุมส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$$CL_{S_{new}} = \bar{S}_{new}$$

$$= \frac{\sum_{i=1}^{g} S_i - S_d}{g - g_d}$$

$$UCL_{S_{new}} = B_4 \bar{S}_{new}$$

$$LCL_{S_{new}} = B_3 \bar{S}_{new}$$

เมื่อ $\bar{X}_d$ คือ ค่าเฉลี่ยกลุ่มย่อยที่ถูกตัดออก

g_d คือ จำนวนกลุ่มย่อยที่ถูกตัดออก

S_d คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานกลุ่มย่อยที่ถูกตัดออก

2.1.4 สมรรถนะของกระบวนการ (ศุภชัย นาทะพันธ์, 2551)

การวิเคราะห์สมรรถนะของกระบวนการ (Process Capability Analysis) ซึ่งจะเป็นการเปรียบเทียบความผันแปร (Variability) ในกระบวนการผลิตที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติกับข้อกำหนด (Specifications) หรือความต้องการ (Requirements) ของผลิตภัณฑ์เพื่อนำมาใช้หาค่าสมรรถนะ (Performance) ของกระบวนการผลิตจากข้อมูลที่ได้มาจากการวัดเพื่อตรวจสอบว่ากระบวนการผลิตมีความสามารถที่จะผลิตผลิตภัณฑ์ให้ลูกค้าได้ดีเพียงใด ถ้าผลิตภัณฑ์ใดมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ที่ดี นั่นก็หมายความว่าในกระบวนการผลิตปราศจากความผันแปรหรืออาจจะมีความผันแปรที่เกิดขึ้นน้อยมาก แต่ถ้าคุณภาพของผลิตภัณฑ์ใดมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ไม่ดีหรือมีผลิตภัณฑ์เสียมาก นั่นก็หมายความว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบวนการผลิตมีความผันแปรมาก และความผันแปรที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตจะเป็นส่วนบ่งชี้ถึงความสามารถในกระบวนการผลิตว่าความสามารถในกระบวนการผลิตเป็นอย่างไร และมีศักยภาพดีมากน้อยเพียงใด

โดยสมรรถนะของกระบวนการในการผลิตหนึ่งจะรวมถึงคน เครื่องจักร วัตถุดิบ การเก็บข้อมูล และสิ่งแวดล้อม ซึ่งการศึกษาสมรรถนะของกระบวนการผลิตที่มีเวลาเป็นส่วนประกอบจึงมีความสำคัญมาก ทำให้ต้องพิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงในระดับคุณภาพ เนื่องจากเครื่องมือหรือการทดแทนเครื่องมือที่ช่วยเพิ่มความสามารถในเครื่องจักรนั้น คือ การศึกษาความผันแปรตามธรรมชาติที่คนไม่สามารถที่จะทำการแก้ไขปรับปรุงได้ หรือการศึกษาในช่วงนี้จะกระทำภายใต้เงื่อนไขของการควบคุม ตลอดจนหาความผันแปรตามธรรมชาติที่เกิดขึ้น เช่น การควบคุมคุณภาพของวัตถุดิบและการวัดหรือควบคุมเครื่องมือให้มีความเที่ยงตรงมากขึ้น

2.1.4.1 สมรรถนะของกระบวนการในอุตสาหกรรมการผลิต

ในอุตสาหกรรมการผลิตลำดับขั้นในการดำเนินงานที่สำคัญนั้นมีอยู่ 3 ประการ ได้แก่ การออกแบบกระบวนการผลิต และการตรวจสอบข้อกำหนด (Specification) ของสินค้าจะกำหนดในขั้นตอนการออกแบบด้วย ในขั้นตอนของกระบวนการผลิตต้องทำการควบคุมการผลิต ซึ่งจะต้องควบคุมให้สินค้าที่ผลิตตรงตามที่กำหนด สำหรับขั้นตอนการตรวจสอบสินค้าที่ผลิตมีลักษณะคุณภาพตรงตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ ในการควบคุมคุณภาพต้องพิจารณาคุณภาพสินค้าว่าอยู่ภายใต้ขีดจำกัดหรือไม่ ซึ่งตั้งอยู่บนพื้นฐานกระบวนการผลิตภายใต้การควบคุมอย่างสม่ำเสมอ ขั้นตอนการพิจารณา มีดังนี้

กำหนด ขีดจำกัดข้อกำหนดบน (Upper Specification Limit หรือ USL)
และ ขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง (Lower Specification Limit หรือ LSL)

โดยขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง จะกำหนดขึ้นจากรัฐบาล หน่วยงาน หรือโรงงานในการสร้างมาตรฐานของสินค้าใดสินค้าหนึ่ง

2.1.4.2 ดัชนีศักยภาพของกระบวนการ (Process capability Index : C_p)

สำหรับการวิเคราะห์สมรรถนะของกระบวนการว่าเป็นไปตามข้อกำหนดหรือไม่ สามารถคำนวณหาได้จากความสัมพันธ์ ดังนี้ (สายชล สินสมบูรณ์ทอง, 2554)

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma}$$

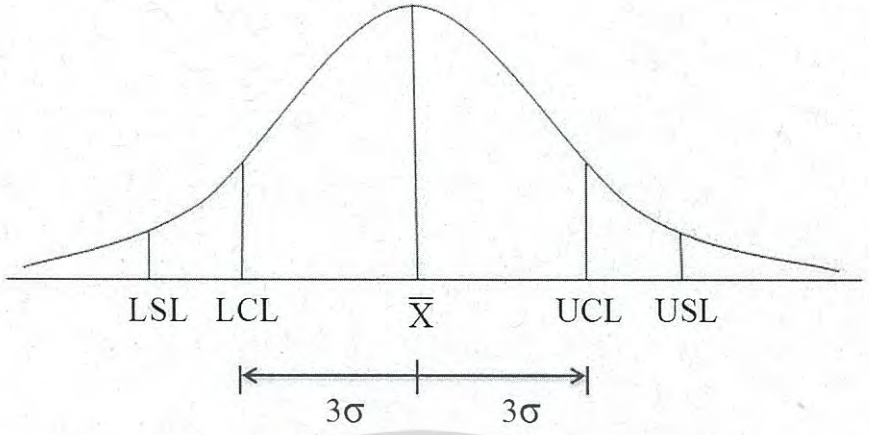
โดยที่ C_p แทน ดัชนีสมรรถนะของกระบวนการ

$USL - LSL$ แทน ความทนทาน (Tolerance)

6σ แทน สมรรถนะของกระบวนการ

โดยพิจารณาจากค่า C_p ถ้าค่ายิ่งมาก จะถือว่าสมรรถนะของกระบวนการนั้นจะยิ่งดี ($C_p > 1$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 ค่าคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่มีสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_p) มากกว่า 1

2.1.4.3 ดัชนีสมรรถนะของกระบวนการ (Process capability index : C_{pk})

จากการใช้แนวคิดสมรรถนะของกระบวนการเราสามารถวัดคุณภาพเมื่อกำหนดว่ากระบวนการอยู่ที่ศูนย์กลางได้จากค่าสมรรถนะของกระบวนการที่สูงขึ้น คุณภาพนั้นก็จะดีขึ้นด้วย ดังนั้น เราควรจะทำให้สมรรถนะของกระบวนการมีค่ามากกว่าที่จะเป็นไปได้ สิ่งนี้จะประสบความสำเร็จได้จะต้องมีข้อกำหนดที่เป็นไปได้และมีการปรับปรุงสมรรถนะของกระบวนการอย่างต่อเนื่อง ซึ่งสามารถใช้ค่า C_{pk} ในการวัดสมรรถนะของกระบวนการนั้น ซึ่งหาได้จาก

$$C_{pk} = \text{Min}\,(C_{PU}, C_{PL})$$

โดยที่ $$C_{PU} = \frac{USL - \overline{X}}{3\sigma} \quad \text{และ} \quad C_{PL} = \frac{\overline{X} - LSL}{3\sigma}$$

ให้ $C_{pk} = 1$ เป็นค่ามาตรฐานของกระบวนการ

ถ้า $C_{pk} > 1$ จึงจะถือว่าสมรรถนะของกระบวนการอยู่ในเกณฑ์ที่สามารถยอมรับได้

ข้อแนะนำเกี่ยวกับค่า C_p และ C_{pk}

1. แม้ค่ากลางของการผลิตจะเปลี่ยนไป แต่ C_p จะไม่เปลี่ยน เนื่องจากการคำนวณค่า C_p ไม่ได้ใช้ค่ากลาง
2. ถ้ากระบวนการสมมาตร (กระบวนการอยู่ที่ศูนย์กลาง) จะได้ว่า $C_p = C_{pk}$
3. $C_p \geq C_{pk}$ เสมอ กล่าวคือ ถ้า $\overline{X}$ ไม่ได้อยู่กึ่งกลางระหว่างค่า USL และค่า LSL แล้ว $C_p > C_{pk}$ แต่ถ้า $\overline{X}$ อยู่กึ่งกลางระหว่าง USL และ LSL แล้ว $C_p = C_{pk}$
4. $C_{pk} > 1$ แสดงว่ากระบวนการตรงตามข้อกำหนด
5. $C_{pk} = 1$ เป็นค่ามาตรฐาน แสดงว่ากระบวนการตรงตามข้อกำหนด
6. $C_{pk} < 1$ แสดงว่ากระบวนการไม่ตรงตามข้อกำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

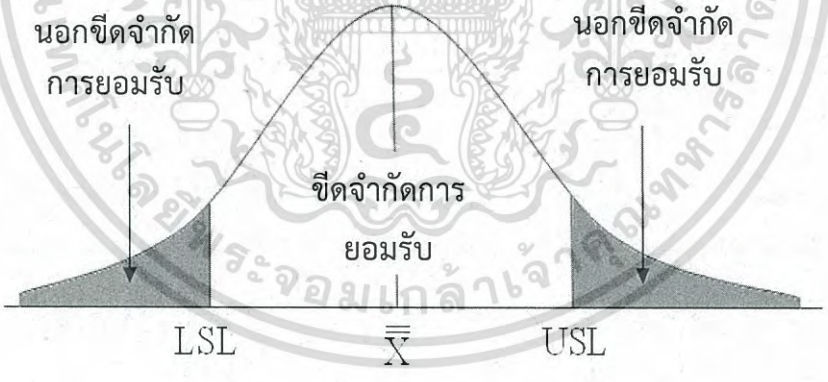
7. $C_{pk} > 0$ แสดงว่าค่าเฉลี่ยอยู่ข้างในข้อกำหนด นั่นคือ LSL < $\overline{X}$ < USL
8. $C_{pk} = 0$ แสดงว่าค่าเฉลี่ยเท่ากับข้อกำหนดหนึ่งๆนั่นคือ $\overline{X}$ = USL หรือ $\overline{X}$ = LSL
9. $C_{pk} < 0$ แสดงว่าค่าเฉลี่ยอยู่ข้างนอกข้อกำหนด นั่นคือ $\overline{X}$ > USL หรือ $\overline{X}$ < LSL
10. $C_p < 1$ แสดงว่ากระบวนการไม่สามารถดำเนินงานได้

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิเคราะห์สมรรถนะกระบวนการผลิต มีดังนี้ (ฤดี มาสุจันท์, 2550)

1. ช่วยในการปรับปรุงกระบวนการผลิต
2. ช่วยลดความผันแปรของกระบวนการผลิต
3. ช่วยประมาณความถี่ในการสุ่มตัวอย่าง
4. ทำให้สามารถคาดคะเนได้ว่าผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ยังอยู่ในขอบเขตขีดจำกัดควบคุมหรือไม่
5. ช่วยในการหามาตรฐานสำหรับข้อกำหนดทางเทคนิคของผลิตภัณฑ์ใหม่

2.1.5 การคำนวณหาร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนด (Part Per Million: PPM)

จากข้อมูลลักษณะคุณภาพผลิตภัณฑ์ที่มีการแจกแจงแบบปกติ สามารถคำนวณหาร้อยละของข้อมูลที่ตกอยู่นอกขีดจำกัดข้อกำหนด (PPM) โดยอาศัยความสัมพันธ์ดังนี้



รูปที่ 2.4 ร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนด

$$Z_U = \frac{USL - \overline{\overline{X}}}{\sigma} \quad \text{และ} \quad Z_L = \frac{LSL - \overline{\overline{X}}}{\sigma}$$

เมื่อ Z_U และ Z_L แทน ค่าปกติมาตรฐาน

σ แทน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\overline{\overline{X}}$ แทน ค่าเฉลี่ยของค่าเฉลี่ยข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

USL แทน ขีดจำกัดข้อจำกัดบน (Upper Specification Limit)

LSL แทน ขีดจำกัดข้อจำกัดล่าง (Lower Specification Limit)

จากสูตรคำนวณค่า Z_U และ Z_L ที่ได้นำไปเปิดตาราง ข ในภาคผนวกจะได้เป็นค่าพื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐานที่อยู่นอกขีดจำกัดข้อกำหนดทั้งด้านซ้ายและด้านขวา นำค่าที่ได้มารวมกันแล้วคิดเป็นค่าร้อยละ จะได้ค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนด (PPM)

2.1.6 การแจกแจงปกติ (Normal Distribution) (มนตรี สังข์ทอง, 2557)

การแจกแจงความน่าจะเป็นของตัวแปรสุ่มแบบต่อเนื่องมีหลายชนิด ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะการแจกแจงปกติ ซึ่งเป็นการแจกแจงที่มีความสำคัญอย่างยิ่งกับการเลือกใช้สถิติอิงพารามิเตอร์ จำเป็นต้องมีข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับการแจกแจงปกติของประชากร มีรายละเอียดดังนี้

กำหนดให้ X เป็นตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงปกติ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ μ และความแปรปรวนเท่ากับ σ^2 หรือเขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $X \sim N(\mu,\sigma^2)$ ฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็นของ X คือ

$$f(x;\mu,\sigma^2) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{X-\mu}{\sigma}\right)^2} \quad ; \quad -\infty < x < \infty$$

$$-\infty < \mu < \infty$$

$$\sigma^2 > 0$$

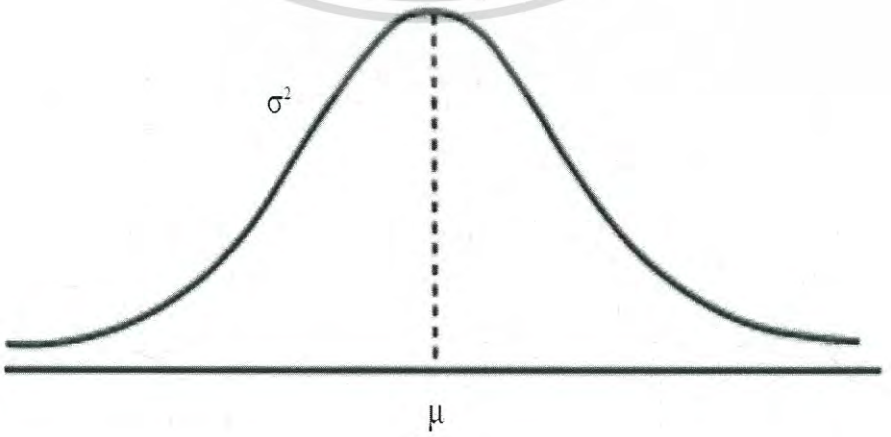
เมื่อ $f(x)$ แทน ฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น

e $\approx$ 2.71828...

π $\approx$ 3.14286...

μ แทน ค่าเฉลี่ยของประชากร

σ^2 แทน ค่าความแปรปรวนของประชากร



รูปที่ 2.5 การแจกแจงปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมบัติของการแจกแจงปกติ มีดังนี้

1. การแจกแจงปกติมีลักษณะเป็นโค้งรูประฆังคว่ำบนแกน X โดยที่ปลายทั้งสองด้านลาดลงแต่ไม่แตะแกน X มีพารามิเตอร์ คือ ค่าเฉลี่ย (μ) และความแปรปรวน (σ^2)

2. การแจกแจงปกติมีค่าเฉลี่ย มัธยฐาน และฐานนิยมเท่ากัน ซึ่งอยู่ที่จุดกึ่งกลางโค้งปกติ

3. การแจกแจงปกติมีความโด่ง (Kurtosis) เท่ากับ 3 และความเบ้ (Skewness) เท่ากับ 0 ดังนั้น โค้งการแจกแจงมีลักษณะสมมาตร

2.1.6.1 การทดสอบการแจกแจงของ Anderson-Darling

Anderson และ Darling, (1954) ได้เสนอสถิติทดสอบที่ใช้ในการทดสอบภาวะสารูปสนิทดี เมื่อข้อมูลอยู่ในมาตราเรียงลำดับ (Ordinal Scale) และลักษณะการแจกแจงของข้อมูลเป็นแบบต่อเนื่อง ซึ่งคำนวณได้ดังนี้

$$AD = -n-\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(2i-1)[\ln u_i + \ln(1-u_{n-i+1})]$$

กำหนดให้ $X_1 \le X_2 \ldots \le X_n$ เป็นค่าสังเกต n ค่าในตัวอย่างอันดับ

เมื่อ u_i แทน ฟังก์ชันการแจกแจงที่คาดหวังภายใต้ H_0 : $u_i = F_0(X_i)$

ขั้นตอนการทดสอบการแจกแจงปกติของ Anderson-Darling

1. เรียงข้อมูล X จากน้อยไปมาก
2. ตั้งสมมติฐานทดสอบ

   H_0 : ข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ

   H_1 : ข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบปกติ
3. หาค่าเฉลี่ย $\bar{X}$ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน S ในการคำนวณหาจากค่า X

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^{n} X_i}{n} \quad \text{และ} \quad S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(X_i-\bar{X})^2}{n-1}}$$

4. ทำการปรับค่า ให้เป็น Z โดย

$$Z_i = \frac{X_i-\bar{X}}{S}$$

$$u_i = F_0(Z_i) = P\left(Z \le \frac{X_i-\bar{X}}{S}\right) = P(Z \le Z_i)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. หาค่า AD จากสูตร

$$AD = -n - \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(2i-1)[\ln u_i + \ln(1-u_{n-i+1})]$$

6. จะปฏิเสธ H_0 เมื่อ AD ที่คำนวณมีค่ามากกว่า Significance point จากตาราง ค ในภาคผนวก ณ ระดับนัยสำคัญที่กำหนด

2.1.6.2 การแจกแจงค่าเฉลี่ยที่เป็นปกติ (มนตรี สังข์ทอง, 2557)

การสร้างแผนภูมิควบคุมโดยหลักทั่วๆ ไป มักจะตั้งอยู่บนพื้นฐานของข้อมูลที่ต้องมีการแจกแจงปกติ การสร้างแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยก็เช่นเดียวกัน ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างจะต้องมีการแจกแจงปกติหรือใกล้เคียงปกติ ในปัญหาพิเศษนี้จะกล่าวถึงการทดลองของ Dr.Walter A. Shewhart ผู้ซึ่งถือว่าเป็นบิดาของการควบคุมคุณภาพและเป็นผู้คิดค้นการสร้างแผนภูมิควบคุมที่ $\pm 3\sigma$ ดังนี้

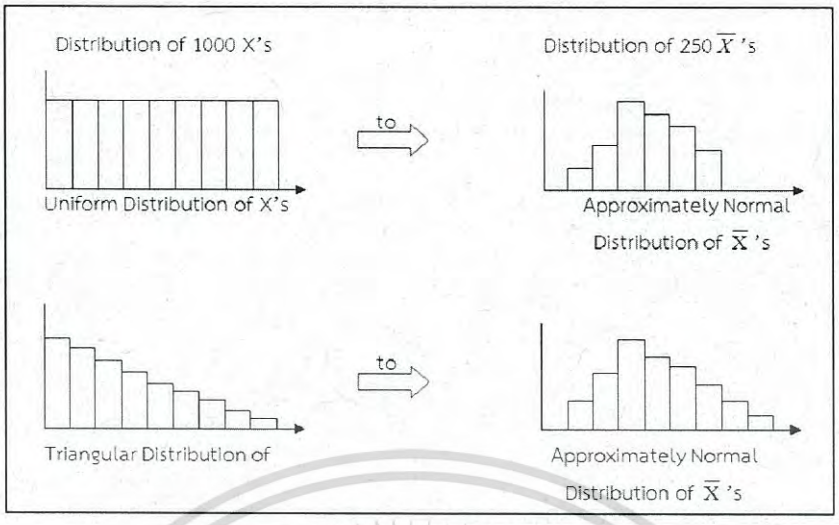
1) การทดลองของ Dr.Walter A. Shewhart

(Grant, E. L. and LeavenWorth, R. S. 1996) การทดลองของ Shewhart เกี่ยวกับการแจกแจงค่าเฉลี่ยมีรายละเอียดดังนี้ เมื่อสุ่มตัวอย่างขนาด n จากประชากรที่ไม่มีการแจกแจงปกติ การแจกแจงของค่าเฉลี่ยที่ได้จากตัวอย่างสุ่ม แนวโน้มที่จะเข้าใกล้การแจกแจงปกติ ซึ่งจากการทดลองของ Shewhart ทำการระบุตัวเลขจำนวนเต็มลงในชิบ (ตัวเลขเหล่านี้มีการแจกแจงเอกรูป) และทำการสุ่มหยิบขึ้นมาแบบแทนที่ครั้งละ 4 ชิบหลายๆ ครั้ง พบว่าเมื่อนำมาหาค่าเฉลี่ยของตัวเลขบนชิบที่สุ่มได้ในแต่ละครั้ง นำมาพล็อตกราฟจะมีแนวโน้มเข้าใกล้การแจกแจงปกติ

2) ทฤษฎีบทขีดจำกัดส่วนกลาง (Central Limit Theorem: CLT)

(Besterfield, Dale H. 2004) เมื่อสุ่มตัวอย่างจากประชากรที่ไม่มีการแจกแจงปกติ การแจกแจงของค่าเฉลี่ยที่ได้จากตัวอย่างที่สุ่มจะมีแนวโน้มหรือเข้าใกล้การแจกแจงปกติ (Approximate normal) โดยขนาดตัวอย่างต้องมีอย่างน้อยเท่ากับ 4 ซึ่งเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น การแจกแจงของค่าเฉลี่ยจะเข้าใกล้การแจกแจงปกติมากขึ้นอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 การอธิบายทฤษฎีบทขีดจำกัดส่วนกลาง

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องนั้น งานวิจัยส่วนใหญ่จะเก็บรวบรวมข้อมูลจากโรงงานอุตสาหกรรมหรือในส่วนของกระบวนการผลิตที่สนใจ โดยแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ประเภท คือ ข้อมูลแบบตัวแปรและข้อมูลแบบคุณภาพ แล้วนำข้อมูลมาสร้างแผนภูมิต่างๆ ตามลักษณะของข้อมูลที่เก็บมาได้ โดยตัวอย่างงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง มีดังต่อไปนี้

กรณ์ทิพย์ เอี่ยมประภัสสร และคณะ (2554) ได้ทำการศึกษาการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์แร็คช่องไฟฟ้าอาบสังกะสีของห้างหุ่นส่วน จำกัด ยูดี โลหะกิจ สถานที่ตั้ง คือ 153/4 หมู่ที่ 3 ตำบลพระประโทน จังหวัดนครปฐม โดยเก็บรวบรวมข้อมูลการตรวจสอบส่วนประกอบของแร็คช่องไฟฟ้า 2 ทั้งหมด 4 ชนิด คือ ความกว้างของตัวยู ความสูงของตัวยู ความยาวของพื้นแร็ค และความยาวของฐานของกรวย การรวบรวมข้อมูลจะแบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงแรกในวันที่ 7-9 เดือนมกราคม พ.ศ. 2555 ข้อมูลช่วงที่ 2 ซึ่งเป็นข้อมูลในวันที่ 6-9 เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2555 แล้วนำข้อมูลทั้ง 2 ช่วงมาสร้างแผนภูมิค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$-chart) แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย (R-chart) และแผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S-chart) รวมทั้งคำนวณหาสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) และร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด โดยนำโปรแกรมสำเร็จรูป MINITAB เข้ามาช่วยในการประมวลผล ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงที่ 1 และช่วงที่ 2 จะพบว่า ในแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$-chart) แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย (R-chart) และแผนภูมิค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S-chart) ทำให้ทราบว่าข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ทั้ง 2 ช่วงมีลักษณะที่ยังควบคุมไม่ได้ แสดงว่า กระบวนการผลิตแร็คช่องไฟฟ้าอาบสังกะสียังไม่สามารถควบคุมการผลิตได้อย่างต่อเนื่อง ส่วนค่าดัชนีวัดสมรรถนะของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบวนการผลิต (C_{pk}) ของข้อมูลทั้ง 2 ช่วงส่วนใหญ่มีค่าน้อยกว่า 1.33 แสดงว่า สมรรถนะของกระบวนการผลิตยังไม่อยู่ในระดับที่ดี จึงส่งผลให้มีผลิตภัณฑ์ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่บริษัทกำหนดได้ จึงสมควรที่จะควบคุมกระบวนการผลิตอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีความผันแปรน้อยลงและมีคุณภาพที่ดีขึ้น

จารุวรรณ อริยะพัฒนพาณิชย์ และคณะ(2546) ได้ทำการศึกษาการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์นมของบริษัท ดัชมิลล์ จำกัด ตั้งอยู่ที่ 137/6 หมู่ 1 ถนนพุทธมณฑลสาย 8 ตำบลขุนแก้ว อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม โดยเก็บรวบรวมข้อมูลการตรวจสอบคุณภาพทางด้านน้ำหนักของผลิตภัณฑ์นมพาสเจอร์ไรส์ ขนาด 120 ซี.ซี. จากเครื่องจักรยี่ห้อซัมซุง จำนวน 4 เครื่อง กับผลิตภัณฑ์นมยูเอชที ขนาด 110 ซี.ซี. และขนาด 180 ซี.ซี. จากเครื่องจักรยี่ห้อบีทีเอ จำนวน 5 เครื่อง ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2545 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2546 แล้วนำข้อมูลที่ได้มาสร้างแผนภูมิควบคุม คือ แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$-chart) และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย (R-chart) รวมทั้งการคำนวณหาสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_p) และนำเสนอขีดจำกัดข้อกำหนดที่เหมาะสมของเครื่องจักรแต่ละเครื่อง โดยนำโปรแกรมสำเร็จรูป ได้แก่ MINITAB และ Microsoft Excel เข้ามามีส่วนช่วยในการประมวลผล ผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า ค่าสมรรถนะของกระบวนการผลิตของเครื่องจักรซัมซุงและเครื่องจักรทีบีเอ จะให้ค่าที่น้อยกว่า 1 จึงได้นำมาเสนอถึงขีดจำกัดข้อกำหนดที่เหมาะสมในกรณีที่ค่าสมรรถนะของกระบวนการมีค่าเป็น 1 และ 1.33 สำหรับเครื่องจักรแต่ละเครื่อง

จุฑามาศ มุขธรรม และคณะ (2554) ได้ทำการศึกษาการควบคุมคุณภาพการบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์ก๋วยเตี๋ยวและซอสของบริษัท ไทยเบตเตอร์ฟู้ดส์ จำกัด โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจำนวนของเสียประเภทต่างๆ ได้แก่ น้ำหนักเกิน น้ำหนักขาด ซีลไม่เรียบร้อย และเส้นแตกในช่วงเดือนกันยายน ถึง เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2554 ของผลิตภัณฑ์วุ้นเส้น ก๋วยจั๊บ เส้นก๋วยเตี๋ยว เส้นหมี่ขนมจีน เครื่องต้มยำ น้ำจิ้มบ๊วย ซอสหอยนางรม และน้ำจิ้มไก่ถูกเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ด้วยแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย แผนผังพาเรโตและแผนผังก้างปลา ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียเกือบทุกประเภทของเสียของแต่ละผลิตภัณฑ์ ชี้ให้เห็นว่าของเสียมากเกินควบคุมได้และเป็นเช่นเดียวกันนี้กับทุกผลิตภัณฑ์ เมื่อของเสียมากเกินควบคุมจึงได้ใช้แผนผังพาเรโตหาประเภทของเสียที่มีจำนวนมากและใช้แผนผังก้างปลาทำการหาสาเหตุที่ทำให้เกิดของเสียประเภทเหล่านี้แล้วทำการกำหนดแนวทางแก้ไขสาเหตุเหล่านี้

พัชราพร มาตอำพร และคณะ (2556) ได้ทำการศึกษาการควบคุมคุณภาพในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นของบริษัท ไซเบอร์แพค จำกัด ซึ่งข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์มี 3 ส่วน คือ ปริมาตรของน้ำยาที่บรรจุลงกระป๋องสเปรย์ปรับอากาศโดยใช้หัวจ่ายน้ำยาจำนวน 2 หัว (หัวที่ 1 และ 2) ปริมาตรของแก๊สที่บรรจุลงกระป๋องสเปรย์ปรับอากาศโดยใช้หัวอัดแก๊สจำนวน 2 หัว (หัวที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ 2) และจำนวนของเสียและสาเหตุของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นกายซึ่งมี 3 สายการผลิต (สายการผลิตที่ 7.3,7.4 และ 7.5) ผลการศึกษาพบว่า กระบวนการผลิตของหัวจ่ายน้ำยาทั้งหัวที่ 1 และหัวที่ 2 จะให้ค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิตมากกว่า 1.33 และร้อยละของข้อมูลที่ตกนอนเกณฑ์ที่กำหนดเท่ากับ 0 ดังนั้น กระบวนการผลิตของหัวจ่ายน้ำยาหัวที่ 1 และหัวที่ 2 มีประสิทธิภาพพอๆกัน สำหรับกระบวนการผลิตของหัวอัดแก๊สหัวที่ 1 จะให้ค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิตและร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกเกณฑ์ที่กำหนดมีค่ามากบ้างน้อยบ้าง ส่วนกระบวนการผลิตของหัวอัดแก๊สหัวที่ 2 จะให้ค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต ส่วนใหญ่มีค่ามากกว่า 1.33 และ ร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกเกณฑ์ที่กำหนดจะมีค่าเท่ากับ 0 ดังนั้น กระบวนการผลิตของหัวอัดแก๊สหัวที่ 2 มีประสิทธิภาพที่ดีกว่าหัวอัดแก๊สหัวที่ 1 ในกรณีจำนวนของเสียของผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นกายในทั้ง 3 สายการผลิต เมื่อพิจารณาค่าสัดส่วนของเสียเฉลี่ยพบว่า ในกระบวนการผลิตของสายการผลิตที่ 7.5 มีประสิทธิภาพมากที่สุด และจำนวนรอยตำหนิที่พบมากที่สุด คือ การรั่วของกระป๋อง

โพยม เหลือแก้ว (2555) การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงคุณภาพในกระบวนการเชื่อมลวดโดยใช้เทคนิคซิกซ์ ซิกม่าของการผลิตออสซิลเลเตอร์โดยมีเป้าหมายเพื่อลดของเสียที่เกิดจากปัญหาลวดไม่ได้ขนาดจาก 2,640 PPM ให้เหลือต่ำกว่า 528 PPM หรือสามารถลดได้อย่างน้อย ร้อยละ 80 และต้องการปรับปรุงความสามารถของกระบวนการเชื่อมลวดในส่วนของการควบคุมขนาดบอนด์โดยมีเป้าหมายที่จะสามารถปรับค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการ (C_{pk}หรือ P_{pk}) ให้สูงขึ้นอย่างน้อยร้อยละ 50 ในการปรับปรุงอาศัยขั้นตอนของซิกซ์ ซิกม่าซึ่งเริ่มจากการระบุปัญหา การวิเคราะห์กระบวนการวัด และตามด้วยการวิเคราะห์หาสาเหตุซึ่งใช้การระดมสมองผ่านแผนภาพก้างปลาและการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (FMEA) พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อขนาดบอนด์ คือ แรง เวลา กำลังและอุณหภูมิที่ใช้ในการเชื่อมลวด จากนั้นนำปัจจัยที่ได้ไปทดสอบเพื่อหาว่าปัจจัยใดบ้างที่มีผลต่อขนาดบอนด์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลการทดสอบพบว่า ปัจจัยแรง เวลาและกำลังเท่านั้นที่มีผลอย่างมีนัยสำคัญ จากนั้นจึงทำขั้นตอนการปรับปรุงโดยการหาค่าของปัจจัยที่เหมาะสมโดยวิธีการออกแบบการทดลอง และได้ค่าที่เหมาะสมของปัจจัย แรง เวลา และกำลัง เท่ากับ 42 กรัม 15 มิลลิวินาที และ 1.54 ไมครอน (62 ไมโครนิ้ว) ตามลำดับ แล้วนำค่าที่ได้ไปทดลองและปรับใช้ จากการวิเคราะห์ผลหลังการปรับปรุง พบว่า ในระยะยาวสามารถลดของเสียจากเดิม 2,640 PPM ให้เหลือเพียง 23.10 PPM หรือสามารถลดได้ ร้อยละ 99.21 และความสามารถของกระบวนการ (C_{pk}) เพิ่มจากเดิม 0.89 ขึ้นเป็น 1.38 หรือเพิ่มขึ้นได้ ร้อยละ 74.68

มนัญญา สอนครุฑ และคณะ (2552) ในปัญหาพิเศษครั้งนี้ได้ทำการศึกษาการควบคุมคุณภาพการผลิตชิ้นส่วนบันไดเลื่อน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการควบคุมคุณภาพและวิธีการควบคุมคุณภาพทางสถิติที่เหมาะสมของชิ้นส่วนขั้นบันได จำนวน 2 รุ่น คือ รุ่น S1000 และรุ่น S600 โดยทำการวิเคราะห์จุดตรวจสอบทั้งหมด 5 จุด คือ จุดตรวจสอบ D EL ER GL และ GR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยแบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงที่ 1 เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2552 และช่วงที่ 2 เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2552 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2552 แล้วนำข้อมูลทั้ง 2 ช่วง มาสร้างแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$-chart) และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย (R-chart) พร้อมทั้งหาค่าสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) และค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกอยู่นอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด โดยนำโปรแกรมสำเร็จรูป ได้แก่ MINITAB และ Microsoft Excel เข้ามาช่วยในการประมวลผล ผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า จากข้อมูลในช่วงที่ 1 และ 2 ของชิ้นส่วนขั้นบันไดทั้ง 2 รุ่น มีลการวิเคราะห์ดังนี้ คือ ชิ้นส่วนขั้นบันไดรุ่น S1000 จะพบว่า กระบวนการผลิตทั้ง 5 จุดตรวจสอบส่วนใหญ่อยู่ในลักษณะที่ยังควบคุมไม่ได้ ส่วนค่าสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) ของจุดตรวจสอบ D มีค่าแตกต่างกันพอสมควร จุดตรวจสอบ EL และ ER มีค่ามากกว่า 1 และจุดตรวจสอบ GL และ GR มีค่ามากกว่า 2 จึงควรหาสาเหตุที่ทำให้กระบวนการผลิตเกิดความผันแปรมาก เพื่อนำมาปรับปรุงกระบวนการผลิต และจุดตรวจสอบที่ควรทำการปรับปรุงคุณภาพอันดับแรก คือ จุดตรวจสอบ D สำหรับชิ้นส่วนขั้นบันไดรุ่น S600 จะพบว่า กระบวนการผลิตทั้ง 5 จุดตรวจสอบส่วนใหญ่อยู่ในลักษณะที่ยังควบคุมไม่ได้ ส่วนค่าสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) ของจุดตรวจสอบ D มีค่ามากกว่า 1 จุดตรวจสอบ EL และ ER มีค่าแตกต่างกันค่อนข้างมาก และจุดตรวจสอบ GL และ GR มีค่าแตกต่างกันมาก จึงควรหาสาเหตุที่ทำให้กระบวนการผลิตเกิดความผันแปรมาก เพื่อนำมาปรับปรุงกระบวนการผลิต และจุดตรวจสอบที่ควรทำการปรับปรุงคุณภาพอันดับแรก คือ จุดตรวจสอบ GL และ GR

มินตรา เรืองรัศมีโรจน์ และคณะ (2551) ได้ทำการศึกษาการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์สมุนไพรอภัยภูเบศรของมูลนิธิโรงพยาบาลเจ้าพระยาอภัยภูเบศร ตั้งอยู่ที่ 32/7 หมู่ 12 ถนนปราจีนอนุสรณ์ ตำบลท่างาม อำเภอเมือง จังหวัดปราจีนบุรี โดยเก็บรวบรวมข้อมูลการตรวจสอบคุณภาพทางด้านปริมาตรสุทธิหรือน้ำหนักของผลิตภัณฑ์สมุนไพรอภัยภูเบศร 5 ชนิด คือ ยาแก้ไอมะขามป้อมแชมพูสระผมว่านหางจระเข้ ครีมนวดผมอัญชัน ครีมล้างหน้ามะขาม และแคปซูลขมิ้นชันแบบกึ่งสำเร็จรูป โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลจะแบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงแรกตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2551 และช่วงที่ 2 เป็นข้อมูลในเดือนมกราคม พ.ศ. 2552 แล้วนำข้อมูลที่ได้มานั้นทั้ง 2 ช่วง มาสร้างแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$-chart) และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย (R-chart) รวมทั้งคำนวณหาสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) และร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด โดยนำโปรแกรมสำเร็จรูป ได้แก่ SPSS, MINITAB และ Microsoft Excel เข้ามาช่วยในการประมวลผล ผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า จากข้อมูลในช่วงที่ 1 และ 2 ของผลิตภัณฑ์สมุนไพรอภัยภูเบศรทั้ง 5 ชนิด มีผลการวิเคราะห์ดังนี้ คือ ผลิตภัณฑ์ยาแก้ไอมะขามป้อมแชมพูสระผมว่านหางจระเข้ และครีมล้างหน้ามะขาม จะพบว่า กระบวนการผลิตอยู่ในลักษณะที่ยังควบคุมไม่ได้ ส่วนสมรรถนะของกระบวนการผลิตได้ผลิตสินค้าอยู่ในระดับที่ดี และไม่มีสินค้าตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนด แสดงว่า กระบวนการผลิตยังผลิตสินค้าที่มีความผันแปรมากแต่คุณภาพของสินค้ายังอยู่ในเกณฑ์ที่ทางมูลนิธิฯ กำหนดส่วนผลิตภัณฑ์ครีมนวดผมอัญชัน และแคปซูลขมิ้นชันแบบกึ่งสำเร็จรูป จะพบว่ากระบวนการผลิตอยู่ในลักษณะที่ยังควบคุมไม่ได้ ส่วนสมรรถนะของกระบวนการผลิตได้ผลิตสินค้ายังไม่อยู่ในระดับที่ดี และมีสินค้าตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนด แสดงว่า กระบวนการผลิตยังผลิตสินค้ามีความผันแปรมาก และคุณภาพของสินค้าไม่อยู่ในเกณฑ์ที่ทางมูลนิธิฯ กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้น ผลิตภัณฑ์สมุนไพรทั้ง 5 ชนิด จึงสมควรที่จะควบคุมกระบวนการผลิตอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีความผันแปรน้อยลงและมีคุณภาพในการบรรจุที่ดีขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

วิธีการดำเนินงานวิจัยในปัญหาพิเศษนี้ แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ

3.1 แหล่งที่มาของข้อมูล
3.2 ขั้นตอนของกระบวนการผลิตเสื้อสูบ
3.3 ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล
3.4 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 แหล่งที่มาของข้อมูล

บริษัท กุลธรเคอร์บี้ จำกัด (มหาชน) ก่อตั้งเมื่อวันที่ 24 มีนาคม 2523 โดยกลุ่มสิมะกุลธร และ Kirby Group ประเทศออสเตรเลียร่วมกับกลุ่มผู้ผลิตตู้เย็นในประเทศไทยและบริษัทเงินทุนอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย เพื่อประกอบกิจการผลิตและจำหน่ายมอเตอร์คอมเพรสเซอร์แบบลูกสูบ (Reciprocating Compressor) สำหรับใช้กับเครื่องทำความเย็น เช่น ตู้เย็น ตู้แช่ ตู้ทำน้ำเย็น ตู้เย็นเชิงพาณิชย์ และเครื่องปรับอากาศตั้งแต่เมื่อปี 2525 โดยได้รับการส่งเสริมการลงทุนจากคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน นับเป็นบริษัทผู้ผลิตมอเตอร์คอมเพรสเซอร์รายแรกของประเทศไทย นอกจากนี้บริษัทยังเป็นผู้ผลิต Condensing Unit ที่เป็นชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์เครื่องเย็น ชิ้นส่วนของมอเตอร์ไฟฟ้าและมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ และได้เป็นบริษัทจดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์เมื่อวันที่ 22 กุมภาพันธ์ 2534 ในชื่อหลักทรัพย์ “KKC” นอกจากนี้บริษัทยังได้ลงทุนกับนักลงทุนอื่น ๆ จัดตั้งบริษัทเพื่อผลิตชิ้นส่วนสำคัญสำหรับทดแทนการนำเข้าเพื่อเป็นการลดต้นทุนการผลิตและเพิ่มประสิทธิภาพผลิตภัณฑ์ โดยมีจุดมุ่งหมายสู่การเป็นผู้นำในอุตสาหกรรมการผลิตมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ของกลุ่มประเทศอาเซียน

รูปที่ 3.1 อาคาร 25 ปีของบริษัท กุลธรเคอร์บี้ จำกัด (มหาชน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจุบันบริษัทมีบริษัทย่อยทั้งหมด 6 บริษัท คือ

1. บริษัท กุลธรพรีเมียร์ จำกัด
2. บริษัท กุลธรเคอร์บี้เฟาน์ดรี่ จำกัด
3. บริษัท กุลธร สตีล จำกัด
4. บริษัท กุลธรแมททีเรียลส์แอนด์คอนโทรลส์ จำกัด
5. บริษัท กุลธรเมททัลโปรดักส์ จำกัด
6. บริษัท ซูโจว กุลธรแม็กเน็ตไวร์ จำกัด

ในการศึกษาการควบคุมคุณภาพนี้ ได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์เสื้อสูบของเครื่องจักรที่ 1 เครื่องจักรที่ 3 และเครื่องจักรที่ 4 โดยมีรายละเอียดดังนี้

- เครื่องจักรที่ 1 จะทำการตรวจสอบลักษณะคุณภาพของความสูงขาสเตเตอร์และความสูงดุมเพลา
- เครื่องจักรที่ 3 จะทำการตรวจสอบลักษณะคุณภาพของความสูงทรัสเฟสและความยาวรูลูกสูบ
- เครื่องจักรที่ 4 จะทำการตรวจสอบลักษณะคุณภาพของความได้ฉากรูเพลากับรูลูกสูบและความได้ฉากผิวหน้าขาสเตเตอร์กับรูเพลา

ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม 2559 ถึง เดือนกุมภาพันธ์ 2559 โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วนของเสื้อสูบ
2. ทำการออกแบบใบบันทึกข้อมูล เพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยอาศัยตาราง ANSI/ASQZ1.9-1993 การตรวจสอบแบบปกติ ระดับ II

ตารางที่ 3.1 ตาราง ANSI/ASQZ1.9-1993 การตรวจสอบแบบปกติ ระดับ II

ขนาดของรุ่น	ขนาดของหน่วยตัวอย่าง
91-150	10
151-280	15
281-400	20
401-500	25
501-1,200	35
1,201-3,200	50
3,201-10,000	75
10,001-35,000	100
35,001-150,000	150

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากในแต่ละวันเครื่องจักรทั้ง 3 เครื่องจะสามารถผลิตเสื้อสูบได้มากที่สุด คือ 3000 ชิ้น จึงได้อาศัยตาราง ANSI/ASQZ1.9-1993 การตรวจสอบแบบปกติ ระดับ II ในการกำหนดขนาดตัวอย่างของเสื้อสูบที่ต้องเก็บในแต่ละวัน ซึ่งสามารถกำหนดขนาดตัวอย่างของเสื้อสูบที่ต้องเก็บในแต่ละวันได้เท่ากับ 50 ชิ้น จากการสอบถามทางบริษัทในครั้งแรก พบว่า มีการดำเนินการผลิตในกะเช้า เวลา 7.30 - 16.30 น. แต่ในทางปฏิบัติจริงนั้น ในช่วงเวลา 7.30 น. และ 16.30 น. ไม่สามารถเก็บข้อมูลได้ เนื่องจากช่วงเวลาดังกล่าวเป็นช่วงเวลาแรกและช่วงเวลาสุดท้ายของกระบวนการผลิต ดังนั้นจึงได้ทำการออกแบบใบบันทึกข้อมูล โดยกำหนดเวลาในการเริ่มเก็บข้อมูลในช่วงเช้าตั้งแต่เวลา 8:30 น. และในช่วงบ่ายจะเริ่มเก็บเวลา 13:00 น. โดยที่ในช่วงเช้าจะทำการเก็บข้อมูลทั้งหมด 5 ครั้ง และในช่วงบ่ายอีก 5 ครั้ง รวมเป็น 10 ครั้ง โดยขนาดตัวอย่างที่ทำการเก็บในแต่ละครั้ง เท่ากับ 5 ชิ้น ซึ่งจะทำการเก็บตัวอย่างในทุกๆ 30 นาที สามารถออกแบบใบบันทึกข้อมูลได้ ดังนี้

ตารางที่ 3.2 ตัวอย่างตารางบันทึกผลลักษณะคุณภาพของเสื้อสูบ

ตารางบันทึกผลการตรวจสอบคุณภาพของชิ้นงาน...เสื้อสูบ...

เครื่องจักร ☑ เครื่องจักรที่ 1 ☐ เครื่องจักรที่ 3 ☐ เครื่องจักรที่ 4

ผู้จดบันทึก.....น.ส.กนกวรรณ รัศมีประเสริฐ.....

ลักษณะคุณภาพ.....ความสูงดุมเพลา.....

Spec (min , max).....7.11±0.1 mm.....

ลำดับ	วันที่	เวลา	ค่าที่วัดได้					$\bar{X}$	S	หมายเหตุ
			X1	X2	X3	X4	X5			
1	13/1/59	8:30	7.14	7.16	7.15	7.14	7.14	7.146	0.009	
2		9:00	7.14	7.07	7.15	7.17	7.16	7.138	0.040	
3		9:30	7.16	7.21	7.15	7.18	7.16	7.172	0.024	
4		10:00	7.16	7.16	7.19	7.16	7.15	7.164	0.015	เปลี่ยนมีดตัด
5		10:30	7.18	7.17	7.16	7.16	7.16	7.166	0.009	
6		13:00	7.17	7.17	7.21	7.18	7.16	7.178	0.019	
7		13:30	7.16	7.19	7.19	7.2	7.17	7.182	0.016	เปลี่ยนคัตเตอร์
8		14:00	7.01	7.16	7.21	7.19	7.2	7.154	0.083	
9		14:30	7.16	7.2	7.17	7.19	7.17	7.178	0.016	
10		15:00	7.17	7.16	7.18	7.21	7.17	7.178	0.019	
11	14/1/59	8:30	7.21	7.2	7.19	7.18	7.19	7.194	0.011	
12		9:00	7.17	7.2	7.17	7.16	7.18	7.176	0.015	
13		9:30	7.19	7.18	7.18	7.21	7.21	7.194	0.015	
14		10:00	7.21	7.22	7.2	7.19	7.19	7.202	0.013	
15		10:30	7.2	7.2	7.18	7.23	7.2	7.202	0.018	
16		13:00	7.15	7.21	7.2	7.17	7.18	7.182	0.024	
17		13:30	7.18	7.21	7.16	7.14	7.18	7.174	0.026	
18		14:00	7.18	7.22	7.19	7.15	7.17	7.182	0.026	
19		14:30	7.18	7.17	7.19	7.18	7.21	7.186	0.015	
20		15:00	7.21	7.2	7.2	7.22	7.25	7.216	0.021	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งในการออกแบบใบบันทึกข้อมูลในตารางที่ 3.2 นี้ ได้ใช้บันทึกผลในวันที่ 13 และ 14 มกราคม พ.ศ.2559 เท่านั้น เนื่องจากจำนวนกลุ่มย่อยที่ได้นั้นน้อยกว่า 25 กลุ่ม ดังนั้นในสัปดาห์ถัดไป จึงได้ทำการแก้ไขใบบันทึกข้อมูล โดยการเพิ่มจำนวนครั้งในการเก็บข้อมูลในช่วงเช้าเป็น 6 ครั้ง และในช่วงบ่าย 6 ครั้ง รวมเป็น 12 ครั้ง ซึ่งในช่วงเช้า ได้เพิ่มการเก็บในเวลา 11.00 น. และในช่วงบ่ายเวลา 15.30 น. จากการแก้ไขใบบันทึกข้อมูลดังกล่าวนี้ จึงทำให้ได้จำนวนกลุ่มย่อยเป็น 24 กลุ่ม และสามารถใช้เก็บข้อมูลในสัปดาห์ถัดไปได้จนครบกำหนดเวลา สามารถออกแบบใบบันทึกข้อมูลได้ดังนี้

ตารางที่ 3.3 ตัวอย่างตารางบันทึกผลลักษณะคุณภาพของเสื้อสูบหลังการแก้ไข

ตารางบันทึกผลการตรวจสอบคุณภาพของชิ้นงาน...เสื้อสูบ...

เครื่องจักร ☑ เครื่องจักรที่ 1 ☐ เครื่องจักรที่ 3 ☐ เครื่องจักรที่ 4

ผู้จดบันทึก.....น.ส.กนกวรรณ รัศมีประเสริฐ.....

ลักษณะคุณภาพ.....ความสูงดุมเพลา.....

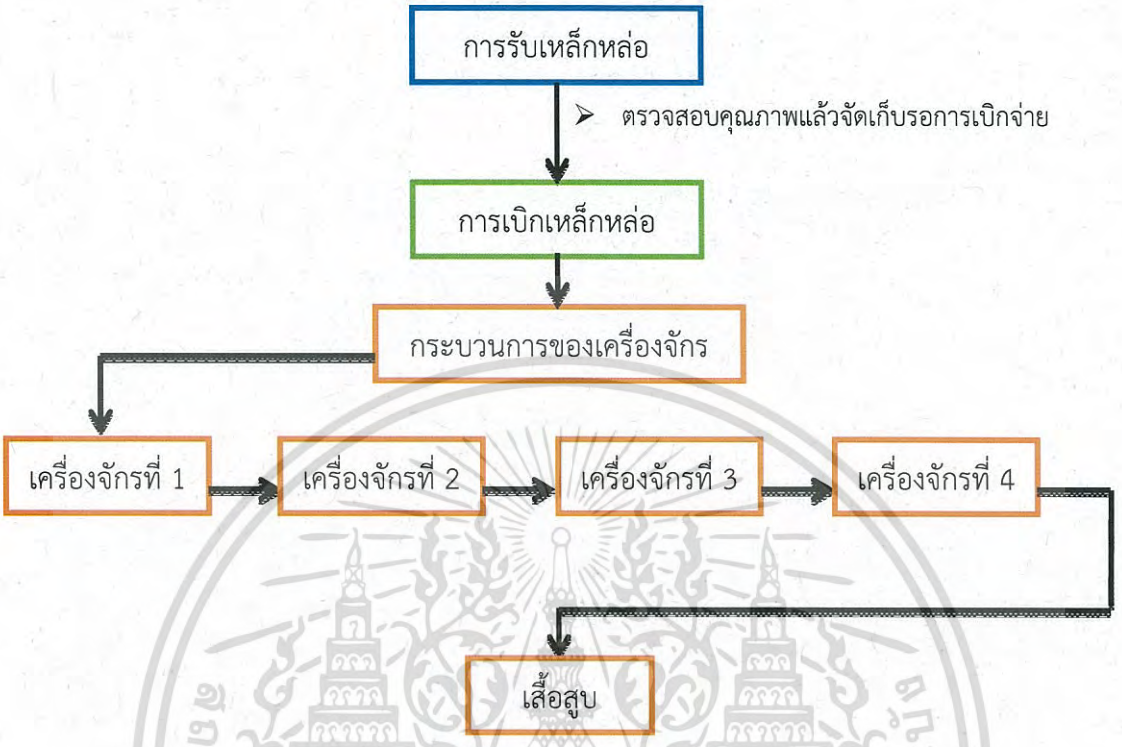
Spec (min , max).....7.11±0.1 mm.....

ลำดับ	วันที่	เวลา	ค่าที่วัดได้					$\overline{X}$	S	หมายเหตุ
			X1	X2	X3	X4	X5			
1	21/1/59	8:30	7.14	7.16	7.13	7.15	7.16	7.148	0.013	
2		9:00	7.15	7.18	7.14	7.16	7.16	7.158	0.015	
3		9:30	7.12	7.19	7.14	7.14	7.21	7.160	0.038	
4		10:00	7.13	7.2	7.21	7.14	7.1	7.156	0.047	เปลี่ยนใบมีด
5		10:30	7.08	7.13	7.2	7.17	7.15	7.146	0.045	
6		11:00	7.1	7.1	7.19	7.09	7.19	7.134	0.051	
7		13:00	7.1	7.22	7.19	7.2	7.1	7.162	0.058	
8		13:30	7.08	7.07	7.08	7.17	7.17	7.114	0.051	
9		14:00	7.1	7.19	7.18	7.2	7.12	7.158	0.045	
10		14:30	7.13	7.16	7.15	7.16	7.17	7.154	0.015	
11		15:00	7.15	7.1	7.16	7.18	7.2	7.158	0.038	
12		15:30	7.19	7.15	7.09	7.16	7.08	7.134	0.047	
13	22/1/59	8:30	7.15	7.14	7.1	7.17	7.16	7.144	0.027	
14		9:00	7.14	7.17	7.16	7.08	7.15	7.140	0.035	เติมน้ำมัน
15		9:30	7.17	7.07	7.16	7.18	7.19	7.154	0.048	เปลี่ยนใบมีด
16		10:00	7.19	7.18	7.19	7.21	7.17	7.188	0.015	
17		10:30	7.2	7.16	7.2	7.19	7.22	7.194	0.022	
18		11:00	7.15	7.16	7.2	7.18	7.17	7.172	0.019	
19		13:00	7.2	7.12	7.16	7.09	7.1	7.134	0.046	
20		13:30	7.18	7.13	7.14	7.16	7.15	7.152	0.019	
21		14:00	7.19	7.16	7.18	7.15	7.17	7.170	0.016	
22		14:30	7.1	7.14	7.12	7.09	7.16	7.122	0.029	เปลี่ยนคัตเตอร์
23		15:00	7.17	7.17	7.13	7.12	7.14	7.146	0.023	
24		15:30	7.16	7.19	7.16	7.12	7.14	7.154	0.026	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ขั้นตอนของกระบวนการผลิตเสื้อสูบ

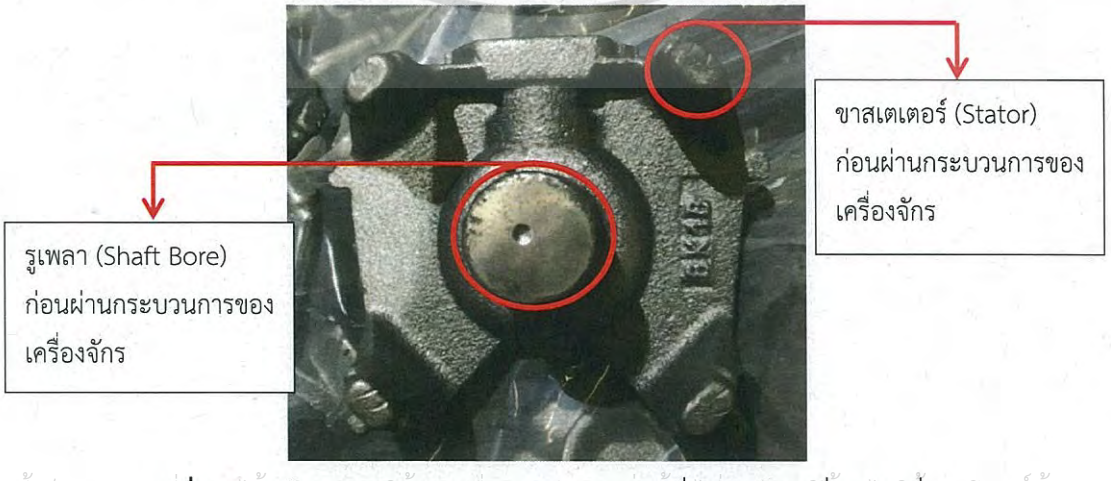
ในขั้นตอนนี้สามารถเขียนเป็นแผนผังได้ดังนี้



รูปที่ 3.2 แผนผังขั้นตอนของกระบวนการผลิตเสื้อสูบ

1. **ขั้นตอนของการรับเหล็กหล่อ**

เป็นขั้นตอนที่รับเหล็กหล่อจากบริษัทในเครือกุลธรเพื่อนำมาผลิตเป็นเสื้อสูบ ซึ่งทางบริษัทจะทำการรับซื้อเหล็กหล่อตามแผนการผลิตของฝ่ายผลิตที่ได้กำหนดไว้ เมื่อมีการรับเหล็กหล่อเข้ามาแล้ว เหล็กหล่อดังกล่าวจะต้องถูกเก็บตัวอย่างเพื่อนำไปตรวจสอบคุณภาพทางด้านลักษณะกายภาพ เช่น การเป็นสนิม หลังจากนั้น เหล็กหล่อที่ได้คุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนดจะถูกยอมรับชิ้นงานและจัดเก็บไว้ในสถานที่เก็บเหล็กหล่อ ก่อนจะนำเข้าสู่ขั้นตอนกระบวนการผลิตเสื้อสูบต่อไป



รูปที่ 3.3 เหล็กหล่อก่อนผ่านกระบวนการของเครื่องจักรในเครื่องจักรที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสาร... ...ะโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ขั้นตอนของการเบิกเหล็กหล่อ

เมื่อฝ่ายผลิต (Production) ต้องการทำการผลิตเสื้อสูบจะต้องทำการเบิกเหล็กหล่อกับทางฝ่ายวัตถุดิบ (Raw Material Store) ก่อน จึงจะสามารถนำเหล็กหล่อไปผลิตเป็นเสื้อสูบได้

3. ขั้นตอนของกระบวนการของเครื่องจักร (Machining)

เครื่องจักรในกระบวนการของเครื่องจักรนั้น ทางบริษัทมีเครื่องจักรที่ทำการผลิตเสื้อสูบทั้งหมดจำนวน 4 เครื่อง ดังนี้

- **เครื่องจักรที่ 1**

ลักษณะการทำงานของเครื่องจักรที่ 1 มี 8 ขั้นตอน ได้แก่

1. ปาดหยาบด้านหน้าฝาสูบ
2. เจาะรูเพลาและลบคม
3. เจาะรูกระบอกสูบ
4. กลึงปลอกเพลา
5. เจาะและคว้านรูท่อ
6. เจาะ คว้าน และลบคมรูบ่งชี้ตำแหน่ง
7. ปาดด้านหน้าขาสเตเตอร์เจาะรู ทำเกลียว และลบคมรูสลักของขาสเตเตอร์
8. เจาะรูแก๊ส

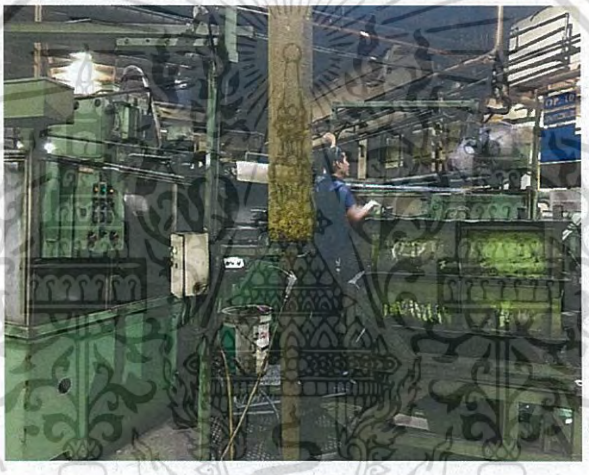
การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องจักรที่ 1 มี 16 จุดตรวจสอบ ได้แก่

1. ขนาดของรูเพลา
2. ขนาดของความกว้างด้านนอกดุมเพลา
3. ขนาดของรูลูกสูบ
4. ความสูงของดุมเพลาถึงขอบเขตที่กำหนด
5. ขนาดลบคมของรูเพลา
6. ขนาดความกว้างของรูสลักของขาสเตเตอร์
7. ขนาดความกว้างของรูบ่งชี้ตำแหน่ง
8. ตำแหน่งของรูบ่งชี้ตำแหน่งกับดุมเพลา
9. ตำแหน่งของรูขาสเตอร์กับดุมเพลา
10. ความลึกของรูเกลียวของขาสเตเตอร์และความกว้างของรูเกลียว
11. ความสูงของขาสเตเตอร์
12. ความสูงของดุมเพลาถึงแท่นสเตเตอร์
13. ความกว้างของรูแก๊สด้านท่อทางออก
14. ความกว้างของรูแก๊สด้านท่อทางออกและความลึกของรูแก๊สถึงขอบเขตที่กำหนดในขั้นแรก
15. ขนาดความกว้างของรูท่อด้านท่อดูด
16. ระยะความกว้างจากดุมเพลาถึงขาสเตเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ จะทำการเก็บข้อมูลจากเครื่องจักรที่1 และทำการตรวจสอบลักษณะคุณภาพของความสูงขาสเตเตอร์และความสูงดุมเพลา ดังนี้

1. ลักษณะคุณภาพของความสูงขาสเตเตอร์ มีวิธีการตรวจสอบดังนี้
   - ทำการตั้งค่าควบคุมที่ “0” แล้วสวมเสื้อสูบลงที่แท่นตรวจสอบ พร้อมทั้งสวมแท่งเหล็กที่มีหน้าปัดบอกค่าเข้าไปในรูเพลา โดยหมุนวัดค่าทั้ง 4 จุดจะต้องอยู่ในขนาดที่กำหนด
2. ลักษณะคุณภาพของความสูงดุมเพลา จะมีวิธีการตรวจสอบดังนี้
   - ตั้งค่าควบคุมที่ “0” แล้ววางเสื้อสูบโดยให้ขาสเตเตอร์สัมผัสกับแท่นโลหะ และดุมเพลาสัมผัสกับปลายแท่งเหล็กที่มีหน้าปัดบอกค่าที่อยู่ในรู แล้วอ่านค่าที่หน้าปัดจะต้องไม่เกินขอบเขตที่กำหนด



รูปที่ 3.4 เครื่องจักรที่ 1

รูปที่ 3.5 เหล็กหล่อหลังผ่านกระบวนการของเครื่องจักรในเครื่องจักรที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.6 วิธีการตรวจสอบลักษณะคุณภาพของความสูงขาสเตเตอร์

รูปที่ 3.7 วิธีการตรวจสอบลักษณะคุณภาพของความสูงดุมเพลา

- **เครื่องจักรที่ 2**

ลักษณะการทำงานของเครื่องจักรที่ 2 มี 6 ขั้นตอน ได้แก่

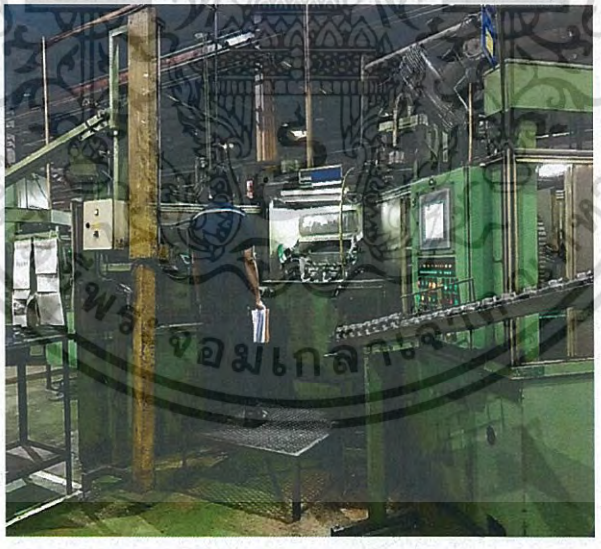
1. ทำบ่าอุปกรณ์เก็บเสียงทั้ง 2
2. เจาะและลบคมรูสลักอุปกรณ์เก็บเสียง
3. คว้านกระบอกสูบและลบคม
4. ทำร่องสลักลูกสูบ
5. เจาะลบคมและทำเกลียวรูหัวกระบอกสูบทั้ง 4
6. ทำเกลียวรูสลักอุปกรณ์เก็บเสียงทั้ง 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องจักรที่ 2 มี 11 จุดตรวจสอบ ได้แก่

1. ขนาดความกว้างของร่องยึดวาล์วด้านท่อดูด
2. ตำแหน่งบ่าอุปกรณ์เก็บเสียงกับรูเกลียวและความลึกรูเกลียวก่อนเคาะ
3. ขนาดความกว้างของร่องนำสำหรับใช้ในการสวมหัวกระบอกสูบ
4. ขนาดความกว้างของเกลียวอุปกรณ์เก็บเสียงด้านท่อทางออก
5. ขนาดความกว้างของเกลียวอุปกรณ์เก็บเสียงด้านท่อดูด
6. ระยะรอยลบคมด้านหลังถึงหน้าฝาสูบ
7. ขนาดความกว้างของเกลียวและความลึก
8. ขนาดความลึกของรูฝาสูบ
9. ขนาดความกว้างของอุปกรณ์เก็บเสียงและความลึกของบ่าทั้ง 2 ด้าน
10. ตำแหน่งรูยึดฝาสูบกับรูลูกสูบ
11. ขนาดความกว้างของเกลียว

ซึ่งเครื่องจักรที่ 2 นั้นไม่ได้ทำเก็บข้อมูลการตรวจสอบลักษณะคุณภาพ เพราะข้อมูลที่เก็บได้นั้นเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ เนื่องจากเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบเป็นเครื่องมือที่ได้ทำการกำหนดค่ามาแล้ว ข้อมูลที่บันทึกได้จะอ่านค่าเป็นผ่าน และไม่ผ่านเกณฑ์เท่านั้น



รูปที่ 3.8 เครื่องจักรที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.9 เหล็กหล่อหลังผ่านกระบวนการของเครื่องจักรในเครื่องจักรที่ 2

- **เครื่องจักรที่ 3**

ลักษณะการทำงานของเครื่องจักรที่ 3 มี 9 ขั้นตอน ได้แก่

1. ปาดหัวกระบอกสูบขั้นสุดท้าย
2. คว้านหยาบรูเพลา
3. ปาดหยาบทรัสเฟสและลบคม
4. เจาะรู
5. ทำร่องวาล์ว
6. คว้านละเอียดรูเพลา
7. ปาดทรัสเฟสและลบคมขั้นสุดท้าย
8. คว้านละเอียดกระบอกสูบ ลบคมและคว้านปากรูเพื่อทำรูสวมสกรู
9. ยิงท่อลบคมหน้าฝาสูบ

การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องจักรที่ 3 มี 10 จุดตรวจสอบ ได้แก่

1. ขนาดความลึกของรูสวมสกรู
2. ตำแหน่งที่ปาดร่องแบบลากยาว
3. ความลึกร่องน้ำมันทรัสเฟส
4. ความลึกที่ตกแต่งพื้นรอบๆ รูที่เจาะด้วยสว่าน
5. รอยลบคมรูเพลาด้านทรัสเฟส
6. ความสูงทรัสเฟส
7. ขนาดความกว้างของเกลียว
8. ขนาดความกว้างของรูลูกสูบ
9. ขนาดความกว้างของรูเพลา
10. ความยาวของรูลูกสูบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ จะทำการเก็บข้อมูลจากเครื่องจักรที่ 3 และทำการตรวจสอบลักษณะคุณภาพของความสูงทรัสเฟสและความยาวรูลูกสูบ ดังนี้

1. ลักษณะคุณภาพของความสูงทรัสเฟส จะมีวิธีการตรวจสอบดังนี้
   - ตั้งค่าควบคุมที่ “0”ก่อนแล้วนำเสื้อสูบเข้าไปวัดโดยให้ปลายเข็มนาฬิกาสัมผัสกับทรัสเฟสพอดีอ่านค่าแล้วจะต้องอยู่ในขอบเขตกำหนด
2. ลักษณะคุณภาพของความยาวรูลูกสูบโดยมีวิธีการตรวจสอบดังนี้
   - ตั้งค่าควบคุมที่ “0”ที่หน้าฝาสูบแล้วเลื่อนเครื่องมือวัดความยาวไปที่ตัวควบคุมแล้วอ่านค่า

รูปที่ 3.10 เครื่องจักรที่ 3

รูปที่ 3.11 เหล็กหล่อหลังผ่านกระบวนการของเครื่องจักรในเครื่องจักรที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.12 วิธีการตรวจสอบลักษณะคุณภาพของความสูงทรัสเฟส

รูปที่ 3.13 วิธีการตรวจสอบลักษณะคุณภาพของความยาวรูลูกสูบ

- **เครื่องจักรที่ 4**

ลักษณะการทำงานของเครื่องจักรที่ 4 มี 6 ขั้นตอน ได้แก่

1. ขัดผิวกระบอกสูบ
2. ขัดผิวรูเพลา
3. ขัดผิวทรัสเฟส
4. วัดขนาดของรูเพลาและกระบอกสูบ
5. ใส่ท่อ
6. ปาดขาสเตเตอร์แพด

การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องจักรที่ 4 มี 13 จุดตรวจสอบ ได้แก่

1. ความกว้างของรูลูกสูบ
2. ความกลมของรูลูกสูบ
3. ความเรียวของรูลูกสูบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

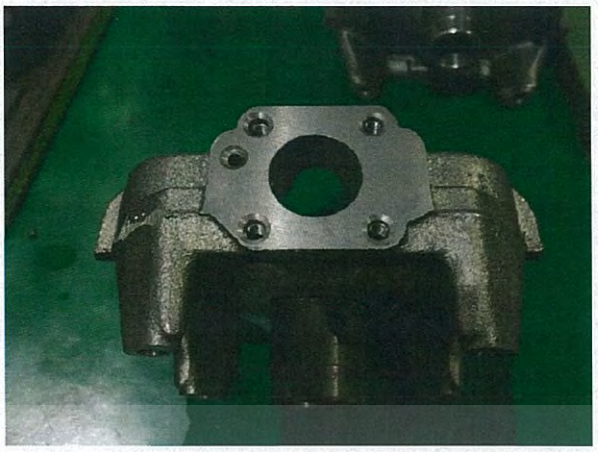
4. ความกว้างของรูเพลา
5. ความกลมของรูเพลา
6. ความเรียวของรูเพลา
7. ความสูงทรัสเฟส
8. ความได้ฉากของรูเพลากับรูลูกสูบ
9. ความได้ฉากของรูลูกสูบกับหน้าฝาสูบ
10. ความได้ฉากของผิวหน้าขาสเตเตอร์กับรูเพลา
11. ความเรียบของผิวรูลูกสูบ
12. ความเรียบของผิวรูเพลา
13. ความเรียบของผิวทรัสเฟส

ซึ่งในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ จะทำการเก็บข้อมูลจากเครื่องจักรที่4 และทำการตรวจสอบลักษณะคุณภาพของความได้ฉากของรูเพลากับรูลูกสูบ และความได้ฉากของผิวหน้าขาสเตเตอร์กับรูเพลา ดังนี้

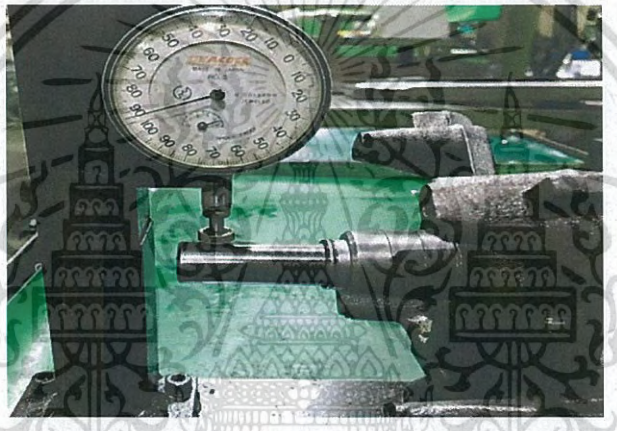
1. ลักษณะคุณภาพของความได้ฉากของรูเพลากับรูลูกสูบโดยมีวิธีการตรวจสอบดังนี้
   - ใช้แท่งขนานสวมเข้าที่เสื้อสูบด้านรูลูกสูบและรูเพลา สวมเข้าไปที่เครื่องมือที่ใช้ตรวจสอบแล้วตั้งค่าควบคุมที่“0”ด้านใดด้านหนึ่ง จากนั้นหมุนไปอีกด้านเพื่อทำการวัดค่า และอ่านค่าความแตกต่างต้องไม่เกิน 0.08 มิลลิเมตร
2. ลักษณะคุณภาพของความได้ฉากผิวหน้าขาสเตเตอร์กับรูเพลาโดยมีวิธีการตรวจสอบดังนี้
   - ตั้งค่าควบคุมที่“0”ตรงตำแหน่งของผิวหน้าขาสเตเตอร์ แล้วหมุนเสื้อสูบให้ครบรอบ อ่านค่าสูงสุดและต่ำสุดต้องไม่เกิน 0.1 มิลลิเมตรหรือ 0.004 นิ้ว

รูปที่ 3.14 เครื่องจักรที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.15 เหล็กหล่อหลังผ่านกระบวนการของเครื่องจักรในเครื่องจักรที่ 4



รูปที่ 3.16 วิธีการตรวจสอบลักษณะคุณภาพของความได้ฉากรูเพลากับรูลูกสูบ

รูปที่ 3.17 วิธีการตรวจสอบลักษณะคุณภาพของความได้ฉากผิวหน้าขาสเตเตอร์กับรูเพลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ดำเนินการติดต่อประสานงานกับทางบริษัท กุลธรเคอร์บี้ จำกัด (มหาชน) เพื่อขอเข้าไปศึกษาดูงานเกี่ยวกับกระบวนการผลิต และวิธีการเก็บข้อมูลในฝ่ายผลิต

2. เก็บรวบรวมข้อมูลในการตรวจสอบคุณภาพของเสื้อสูบโดยเริ่มทำการเก็บข้อมูล ด้านลักษณะคุณภาพของผลิตภัณฑ์เสื้อสูบตั้งแต่เดือนมกราคม 2559 ถึง เดือนกุมภาพันธ์ 2559

3.4 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล

หลังจากที่ทำการรวบรวมข้อมูลเรียบร้อยแล้ว สามารถนำข้อมูลลักษณะคุณภาพของเสื้อสูบที่ได้จากเครื่องจักรที่ 1 เครื่องจักรที่ 3 และเครื่องจักรที่ 4 มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. ทดสอบข้อมูลว่ามีการแจกแจงปกติหรือไม่ โดยใช้ Anderson-Darling

2. สร้างแผนภูมิควบคุมคุณภาพ ได้แก่ แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$-chart) และแผนภูมิควบคุมส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S-chart)

3. คำนวณหาดัชนีสมรรถนะของกระบวนการ (C_{pk}) และร้อยละของข้อมูลที่ตกอยู่นอกข้อกำหนด (Specifications) ของบริษัท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมไว้ จะทำการวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะคุณภาพของผลิตภัณฑ์เสื้อสูบ โดยทำการทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูล หลังจากนั้นจะใช้แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$-chart) แผนภูมิควบคุมส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S-chart) ดัชนีสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) และร้อยละของข้อมูลที่ตกอยู่นอกขอบเขตข้อกำหนดของบริษัท โดยในกรณีที่มีจุดตกนอกขีดจำกัดควบคุมและสามารถระบุสาเหตุได้ จะทำการปรับปรุงขีดจำกัดควบคุมใหม่

สำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูลนั้น จะทำการเก็บรวบรวมตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2559 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559 ซึ่งข้อมูลที่รวบรวมมาได้นั้น มีดังนี้

วัน/เดือน/ปี	จำนวนข้อมูล	จำนวนข้อมูล	จำนวนข้อมูล
13 มกราคม 2559	10	5 กุมภาพันธ์ 2559	12
14 มกราคม 2559	10	10 กุมภาพันธ์ 2559	12
21 มกราคม 2559	12	11 กุมภาพันธ์ 2559	12
22 มกราคม 2559	12	17 กุมภาพันธ์ 2559	12
28 มกราคม 2559	12	20 กุมภาพันธ์ 2559	12
29 มกราคม 2559	12	25 กุมภาพันธ์ 2559	12
4 กุมภาพันธ์ 2559	12	26 กุมภาพันธ์ 2559	12

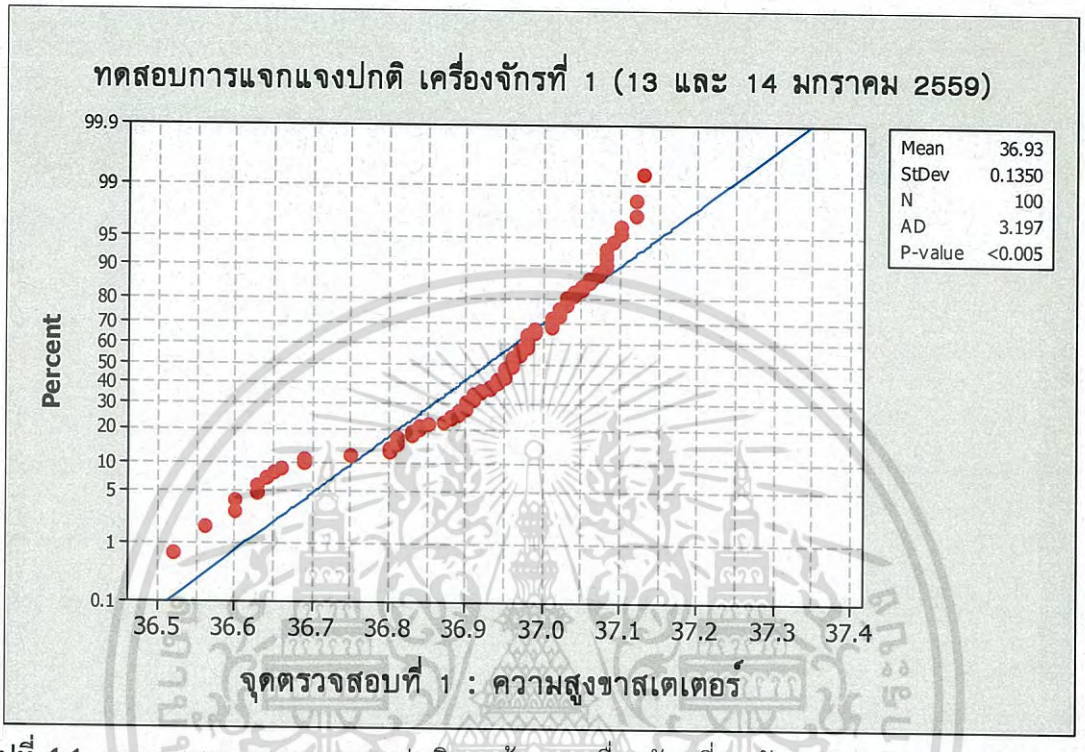
และในการตรวจสอบเสื้อสูบของเครื่องจักรที่ 1 เครื่องจักรที่ 3 และเครื่องจักรที่ 4 มีรายละเอียด ดังนี้

- เครื่องจักรที่ 1 จะทำการตรวจสอบลักษณะคุณภาพของความสูงขาสเตเตอร์และความสูงดุมเพลา
- เครื่องจักรที่ 3 จะทำการตรวจสอบลักษณะคุณภาพของความสูงทรัสเฟสและความยาวรูลูกสูบ
- เครื่องจักรที่ 4 จะทำการตรวจสอบลักษณะคุณภาพของความได้ฉากรูเพลากับรูลูกสูบและความได้ฉากผิวหน้าขาสเตเตอร์กับรูเพลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูล

4.1.1 ผลการทดสอบของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 1 ลักษณะคุณภาพของความสูงขาสเตเตอร์ สำหรับวันที่ 13 และ 14 มกราคม 2559

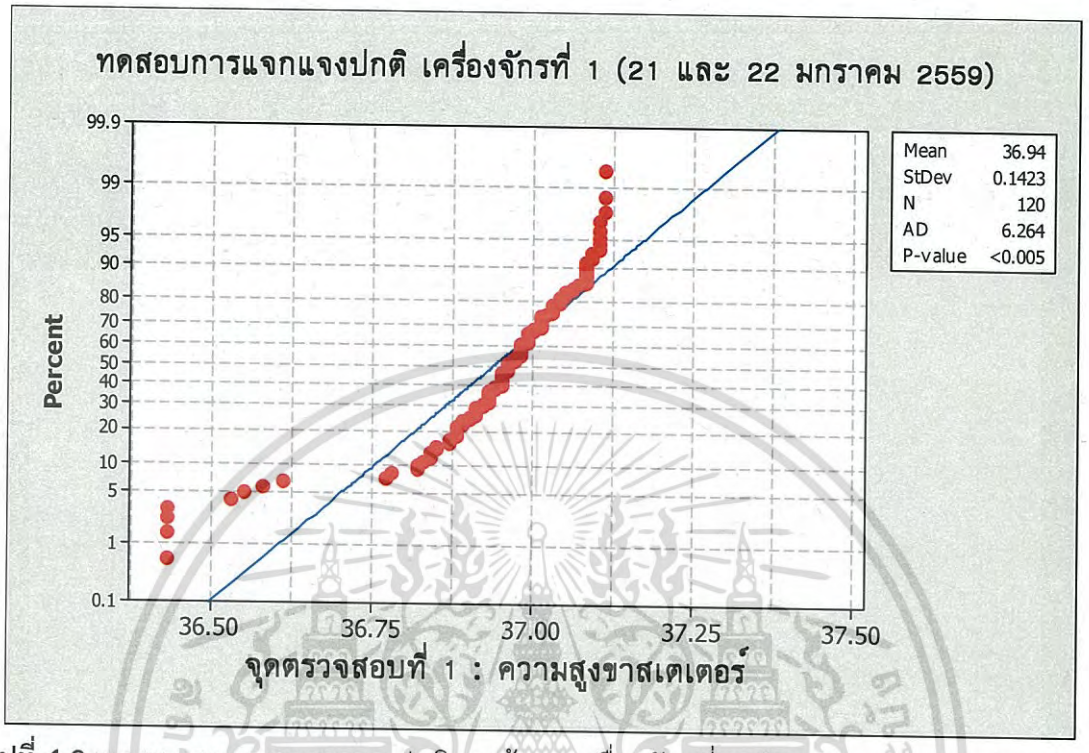


รูปที่ 4.1 การทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูลเครื่องจักรที่ 1 ลักษณะคุณภาพของความสูงขาสเตเตอร์ สำหรับวันที่ 13 และ 14 มกราคม 2559 โดยใช้วิธี Anderson-Darling

จากรูปที่ 4.1 จะพบว่าข้อมูลชุดนี้ส่วนใหญ่จะไม่อยู่รอบๆ เส้นตรงและจากการทดสอบโดยใช้ Anderson-Darling Test จะได้ค่า AD = 3.197 และ P-value < 0.005 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 แสดงว่าข้อมูลของเครื่องจักรที่ 1 ลักษณะคุณภาพของความสูงขาสเตเตอร์สำหรับวันที่ 13 และ 14 มกราคม 2559 ไม่มีการแจกแจงปกติที่ $\alpha = 0.05$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 ผลการทดสอบของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 1 ลักษณะคุณภาพของความสูงขาสเตเตอร์ สำหรับวันที่ 21 และ 22 มกราคม 2559

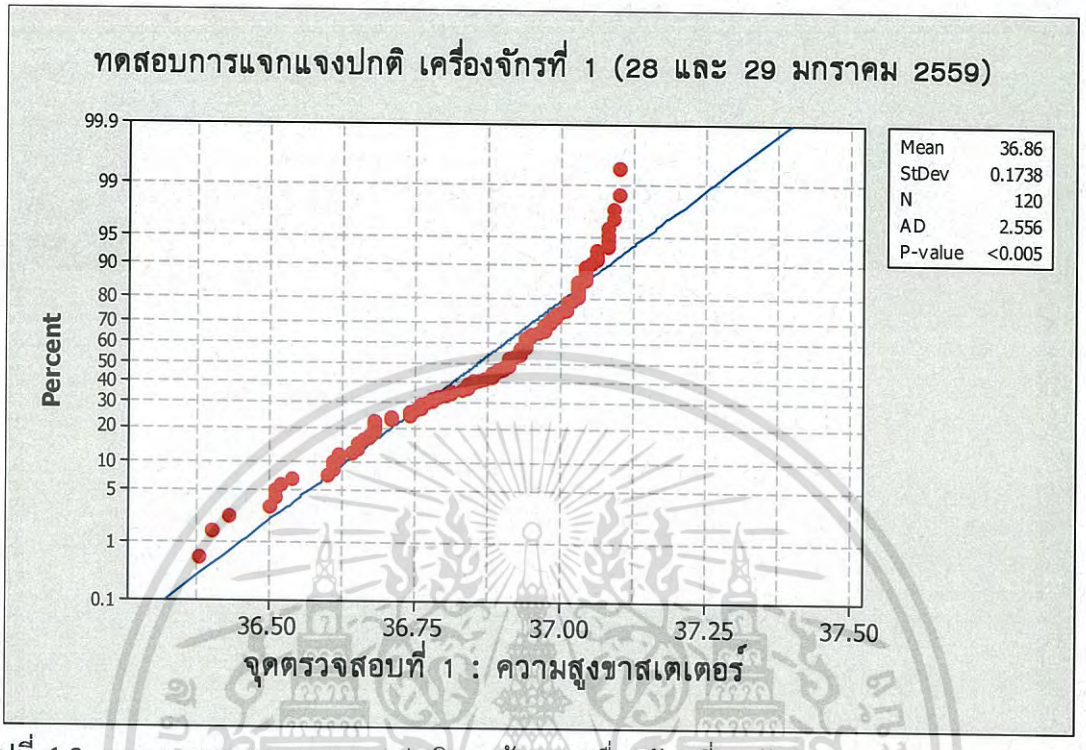


รูปที่ 4.2 การทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูลเครื่องจักรที่ 1 ลักษณะคุณภาพของความสูงขาสเตเตอร์ สำหรับวันที่ 21 และ 22 มกราคม 2559 โดยใช้วิธี Anderson-Darling

จากรูปที่ 4.2 จะพบว่าข้อมูลชุดนี้ส่วนใหญ่จะไม่อยู่รอบๆ เส้นตรงและจากการทดสอบโดยใช้ Anderson-Darling Test จะได้ค่า AD = 6.264 และ P-value < 0.005 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 แสดงว่าข้อมูลของเครื่องจักรที่ 1 ลักษณะคุณภาพของความสูงขาสเตเตอร์สำหรับวันที่ 21 และ 22 มกราคม 2559 ไม่มีการแจกแจงปกติที่ $\alpha = 0.05$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 ผลการทดสอบของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 1 ลักษณะคุณภาพของความสูงขาสเตเตอร์ สำหรับวันที่ 28 และ 29 มกราคม 2559



รูปที่ 4.3 การทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูลเครื่องจักรที่ 1 ลักษณะคุณภาพของความสูงขาสเตเตอร์ สำหรับวันที่ 28 และ 29 มกราคม 2559 โดยใช้วิธี Anderson-Darling

จากรูปที่ 4.3 จะพบว่าข้อมูลชุดนี้ส่วนใหญ่จะไม่อยู่รอบๆ เส้นตรงและจากการทดสอบโดยใช้ Anderson-Darling Test จะได้ค่า AD = 2.556 และ P-value < 0.005 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 แสดงว่าข้อมูลของเครื่องจักรที่ 1 ลักษณะคุณภาพของความสูงขาสเตเตอร์สำหรับวันที่ 28 และ 29 มกราคม 2559 ไม่มีการแจกแจงปกติที่ $\alpha = 0.05$

สำหรับผลการทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูลในวันอื่นๆ ก็สามารถทำได้ในทำนองเดียวกัน จึงสามารถนำมาสรุปผลการวิเคราะห์ของข้อมูลเครื่องจักรที่ 1 ลักษณะคุณภาพของความสูงขาสเตเตอร์ ได้ดังตารางต่อไปนี้

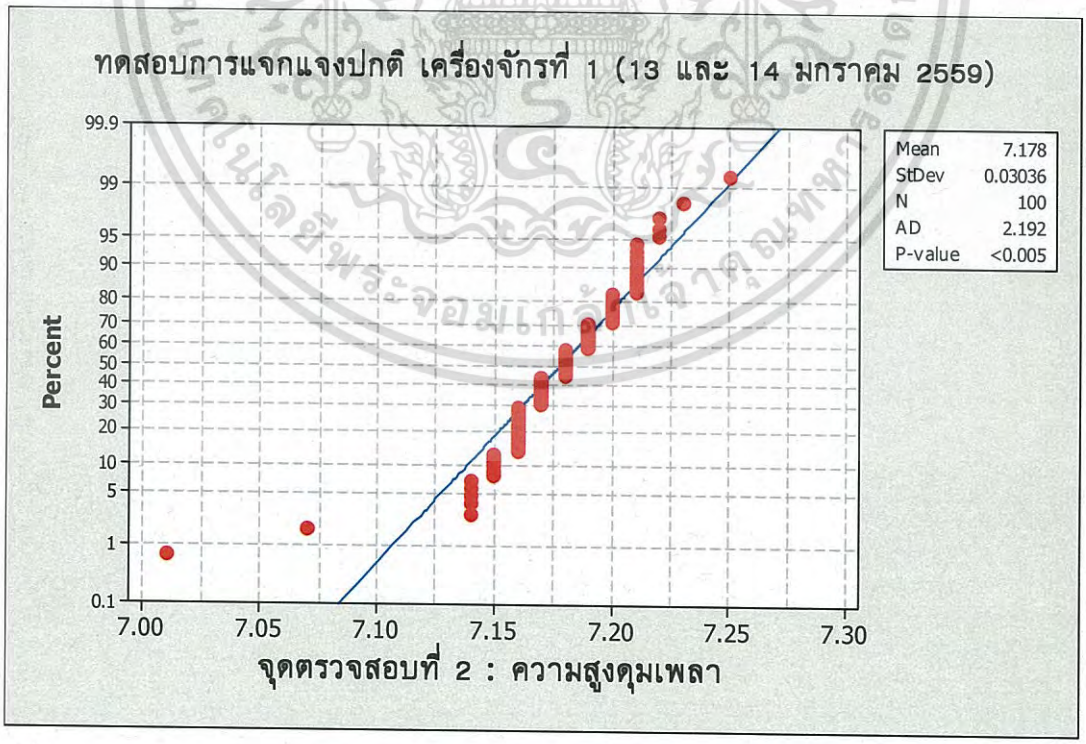
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูลเครื่องจักรที่ 1 ลักษณะคุณภาพของความสูงขาสเตเตอร์

ชุดที่	วัน/เดือน/ปี	ค่า AD	P-value	การสรุปผล
1	13 และ 14 มกราคม 2559	3.197	<0.005	ไม่มีการแจกแจงปกติ
2	21 และ 22 มกราคม 2559	6.264	<0.005	ไม่มีการแจกแจงปกติ
3	28 และ 29 มกราคม 2559	2.556	<0.005	ไม่มีการแจกแจงปกติ
4	4 และ 5 กุมภาพันธ์ 2559	3.086	<0.005	ไม่มีการแจกแจงปกติ
5	10 และ 11 กุมภาพันธ์ 2559	0.879	0.024	ไม่มีการแจกแจงปกติ
6	17 และ 20 กุมภาพันธ์ 2559	2.153	<0.005	ไม่มีการแจกแจงปกติ
7	25 และ 26 กุมภาพันธ์ 2559	6.571	<0.005	ไม่มีการแจกแจงปกติ

จากตารางที่ 4.1 จะเห็นว่า ข้อมูลเครื่องจักรที่ 1 ลักษณะคุณภาพของความสูงขาสเตเตอร์ ซึ่งข้อมูลทั้ง 7 ชุดนั้นไม่มีการแจกแจงปกติ

4.1.4 ผลการทดสอบของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 1 ลักษณะคุณภาพของความสูงดุมเพลา สำหรับวันที่ 13 และ 14 มกราคม 2559

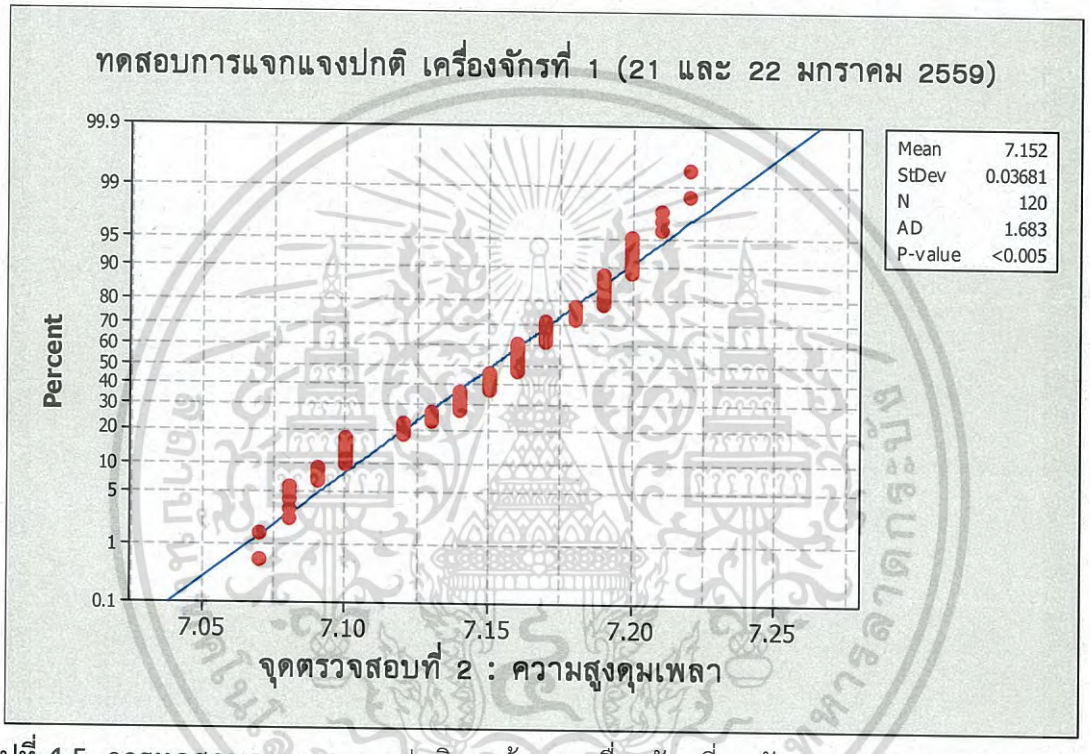


รูปที่ 4.4 การทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูลเครื่องจักรที่ 1 ลักษณะคุณภาพของความสูงดุมเพลา สำหรับวันที่ 13 และ 14 มกราคม 2559 โดยใช้วิธี Anderson-Darling

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.4 จะพบว่าข้อมูลชุดนี้ส่วนใหญ่จะไม่อยู่รอบๆ เส้นตรงและจากการทดสอบโดยใช้ Anderson-Darling Test จะได้ค่า AD = 2.192 และ P-value < 0.005 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 แสดงว่าข้อมูลของเครื่องจักรที่ 1 ลักษณะคุณภาพของความสูงดุมเพลาสำหรับวันที่ 13 และ 14 มกราคม 2559 ไม่มีการแจกแจงปกติที่ α = 0.05

4.1.5 ผลการทดสอบของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 1 ลักษณะคุณภาพของความสูงดุมเพลา สำหรับวันที่ 21 และ 22 มกราคม 2559

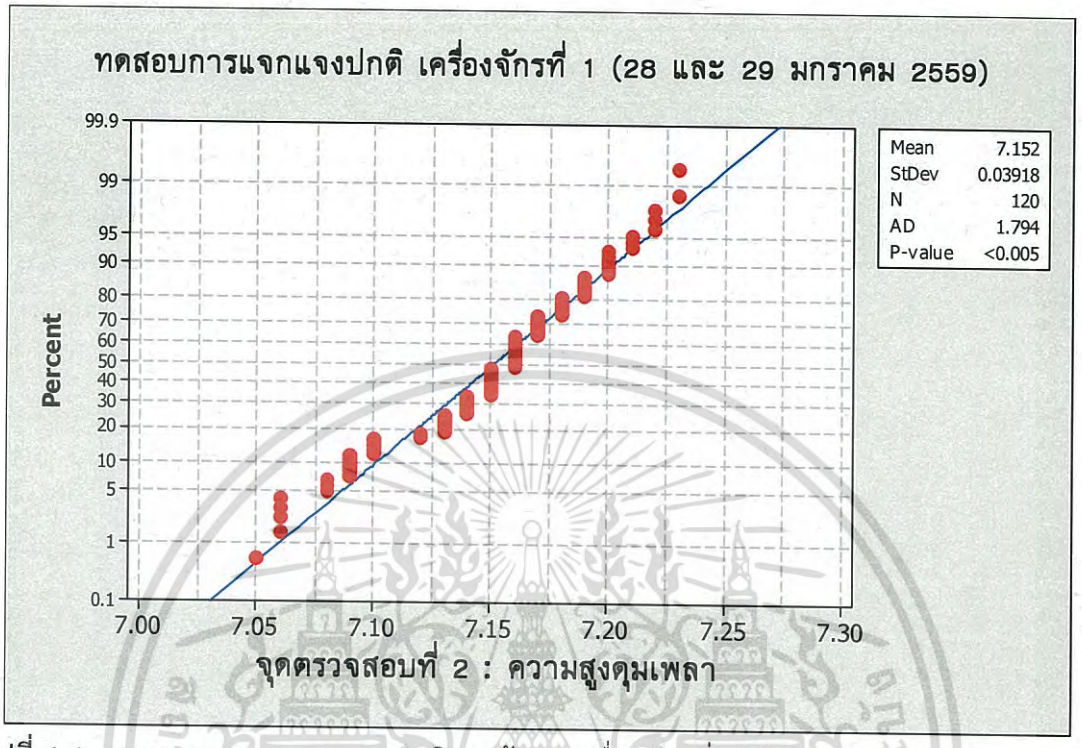


รูปที่ 4.5 การทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูลเครื่องจักรที่ 1 ลักษณะคุณภาพของความสูงดุมเพลา สำหรับวันที่ 21 และ 22 มกราคม 2559 โดยใช้วิธี Anderson-Darling

จากรูปที่ 4.5 จะพบว่าข้อมูลชุดนี้ส่วนใหญ่จะไม่อยู่รอบๆ เส้นตรงและจากการทดสอบโดยใช้ Anderson-Darling Test จะได้ค่า AD = 1.683 และ P-value < 0.005 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 แสดงว่าข้อมูลของเครื่องจักรที่ 1 ลักษณะคุณภาพของความสูงดุมเพลาสำหรับวันที่ 21 และ 22 มกราคม 2559 ไม่มีการแจกแจงปกติที่ α = 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.6 ผลการทดสอบของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 1 ลักษณะคุณภาพของความสูงดุมเพลา สำหรับวันที่ 28 และ 29 มกราคม 2559



รูปที่ 4.6 การทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูลเครื่องจักรที่ 1 ลักษณะคุณภาพของความสูงดุมเพลา สำหรับวันที่ 28 และ 29 มกราคม 2559 โดยใช้วิธี Anderson-Darling

จากรูปที่ 4.6 จะพบว่าข้อมูลชุดนี้ส่วนใหญ่จะไม่อยู่รอบๆ เส้นตรงและจากการทดสอบโดยใช้ Anderson-Darling Test จะได้ค่า AD = 1.794 และ P-value < 0.005 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 แสดงว่าข้อมูลของเครื่องจักรที่ 1 ลักษณะคุณภาพของความสูงดุมเพลาสำหรับวันที่ 28 และ 29 มกราคม 2559 ไม่มีการแจกแจงปกติที่ $\alpha = 0.05$

สำหรับผลการทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูลในวันอื่นๆ ก็สามารถทำได้ในทำนองเดียวกัน จึงสามารถนำมาสรุปผลการวิเคราะห์ของข้อมูลเครื่องจักรที่ 1 ลักษณะคุณภาพของความสูงดุมเพลา ได้ดังตารางต่อไปนี้

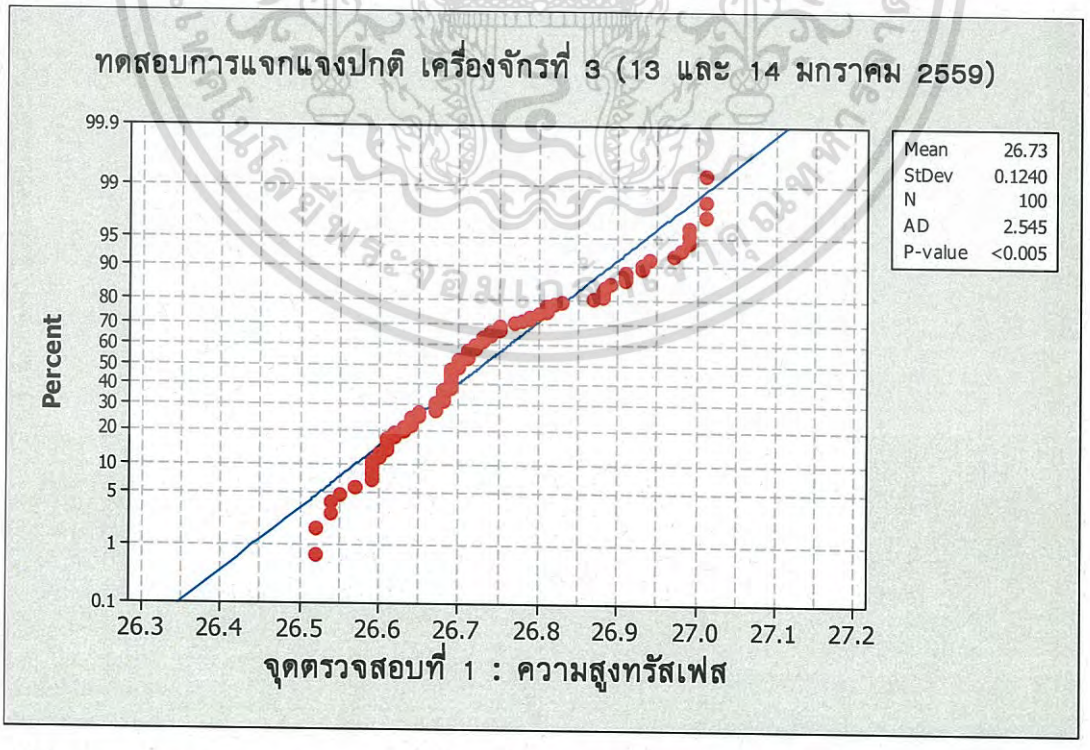
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูลเครื่องจักรที่ 1 ลักษณะคุณภาพของความสูงดุมเพลา

ชุดที่	วัน/เดือน/ปี	ค่า AD	P-value	การสรุปผล
1	13 และ 14 มกราคม 2559	2.192	<0.005	ไม่มีการแจกแจงปกติ
2	21 และ 22 มกราคม 2559	1.683	<0.005	ไม่มีการแจกแจงปกติ
3	28 และ 29 มกราคม 2559	1.794	<0.005	ไม่มีการแจกแจงปกติ
4	4 และ 5 กุมภาพันธ์ 2559	1.661	<0.005	ไม่มีการแจกแจงปกติ
5	10 และ 11 กุมภาพันธ์ 2559	1.191	<0.005	ไม่มีการแจกแจงปกติ
6	17 และ 20 กุมภาพันธ์ 2559	2.793	<0.005	ไม่มีการแจกแจงปกติ
7	25 และ 26 กุมภาพันธ์ 2559	1.673	<0.005	ไม่มีการแจกแจงปกติ

จากตารางที่ 4.2 จะเห็นว่า ข้อมูลเครื่องจักรที่ 1 ลักษณะคุณภาพของความสูงดุมเพลา ซึ่งข้อมูลทั้ง 7 ชุดนั้นไม่มีการแจกแจงปกติ

4.1.7 ผลการทดสอบของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 3 ลักษณะคุณภาพของความสูงทรัสเฟส สำหรับวันที่ 13 และ 14 มกราคม 2559

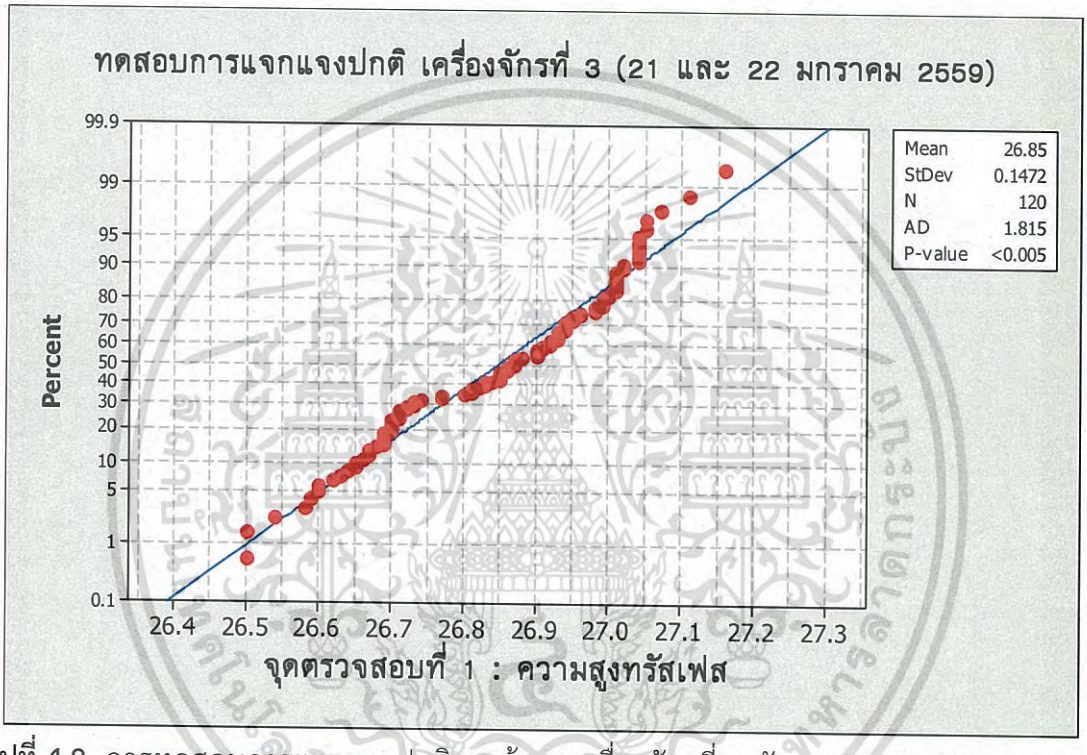


รูปที่ 4.7 การทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูลเครื่องจักรที่ 3 ลักษณะคุณภาพของความสูงทรัสเฟส สำหรับวันที่ 13 และ 14 มกราคม 2559 โดยใช้วิธี Anderson-Darling

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.7 จะพบว่าข้อมูลชุดนี้ส่วนใหญ่จะไม่อยู่รอบๆ เส้นตรงและจากการทดสอบโดยใช้ Anderson-Darling Test จะได้ค่า AD = 2.545 และ P-value < 0.005 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 แสดงว่าข้อมูลของเครื่องจักรที่ 3 ลักษณะคุณภาพของความสูงทรัสเฟสสำหรับวันที่ 13 และ 14 มกราคม 2559 ไม่มีการแจกแจงปกติที่ α = 0.05

4.1.8 ผลการทดสอบของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 3 ลักษณะคุณภาพของความสูงทรัสเฟส สำหรับวันที่ 21 และ 22 มกราคม 2559

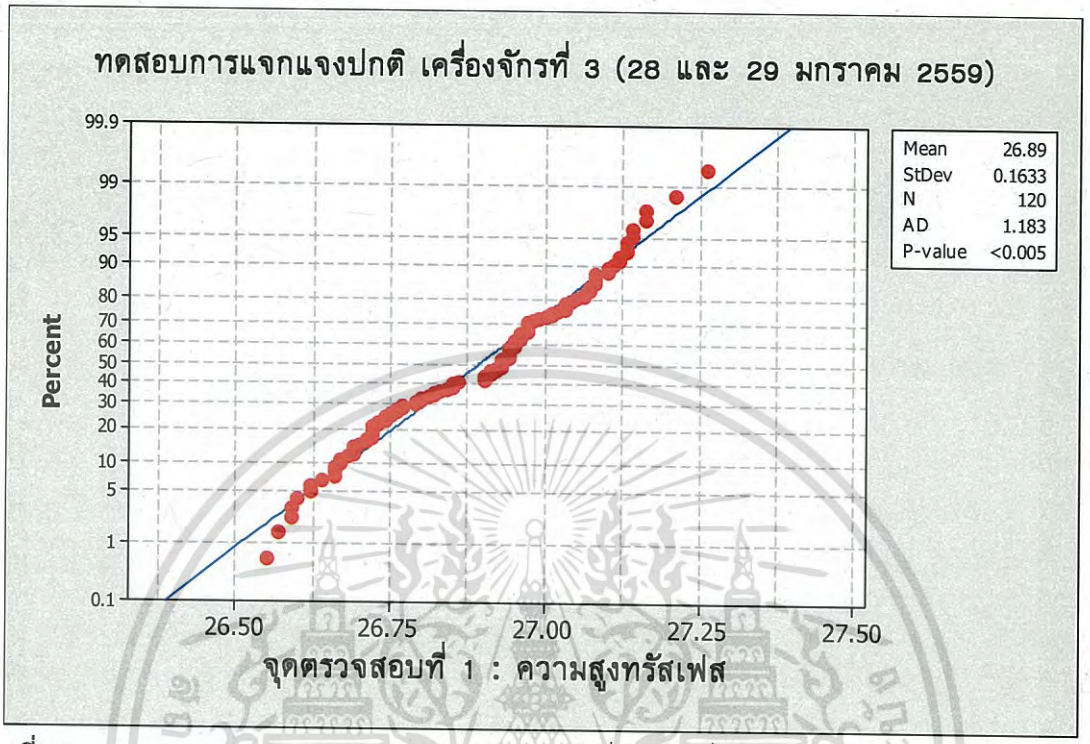


รูปที่ 4.8 การทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูลเครื่องจักรที่ 3 ลักษณะคุณภาพของความสูงทรัสเฟส สำหรับวันที่ 21 และ 22 มกราคม 2559 โดยใช้วิธี Anderson-Darling

จากรูปที่ 4.8 จะพบว่าข้อมูลชุดนี้ส่วนใหญ่จะไม่อยู่รอบๆ เส้นตรงและจากการทดสอบโดยใช้ Anderson-Darling Test จะได้ค่า AD = 1.815 และ P-value < 0.005 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 แสดงว่าข้อมูลของเครื่องจักรที่ 3 ลักษณะคุณภาพของความสูงทรัสเฟสสำหรับวันที่ 21 และ 22 มกราคม 2559 ไม่มีการแจกแจงปกติที่ α = 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.9 ผลการทดสอบของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 3 ลักษณะคุณภาพของความสูงทรัสเฟส สำหรับวันที่ 28 และ 29 มกราคม 2559



รูปที่ 4.9 การทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูลเครื่องจักรที่ 3 ลักษณะคุณภาพของความสูงทรัสเฟส สำหรับวันที่ 28 และ 29 มกราคม 2559 โดยใช้วิธี Anderson-Darling

จากรูปที่ 4.9 จะพบว่าข้อมูลชุดนี้ส่วนใหญ่จะไม่อยู่รอบๆ เส้นตรงและจากการทดสอบโดยใช้ Anderson-Darling Test จะได้ค่า AD = 1.183 และ P-value < 0.005 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 แสดงว่าข้อมูลของเครื่องจักรที่ 3 ลักษณะคุณภาพของความสูงทรัสเฟสสำหรับวันที่ 28 และ 29 มกราคม 2559 ไม่มีการแจกแจงปกติที่ $\alpha = 0.05$

สำหรับผลการทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูลในวันอื่นๆ ก็สามารถทำได้ในทำนองเดียวกัน จึงสามารถนำมาสรุปผลการวิเคราะห์ของข้อมูลเครื่องจักรที่ 3 ลักษณะคุณภาพของความสูงทรัสเฟส ได้ดังตารางต่อไปนี้

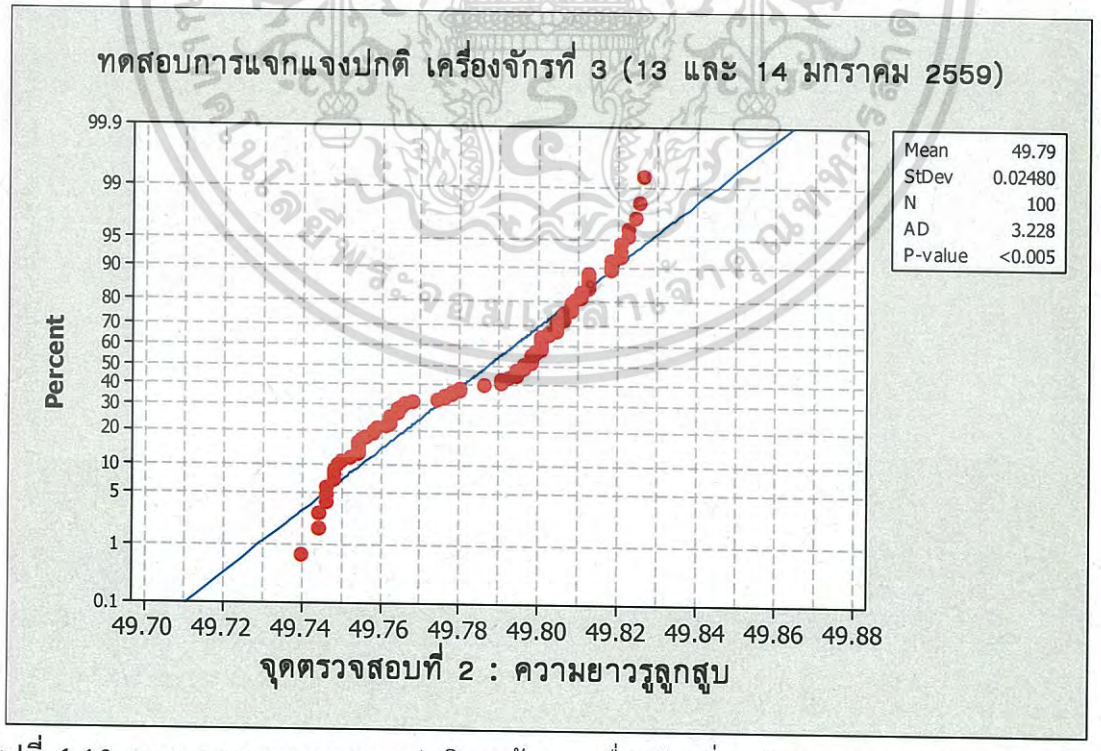
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูลเครื่องจักรที่ 3 ลักษณะคุณภาพของความสูงทรัสเฟส

ชุดที่	วัน/เดือน/ปี	ค่า AD	P-value	การสรุปผล
1	13 และ 14 มกราคม 2559	2.545	<0.005	ไม่มีการแจกแจงปกติ
2	21 และ 22 มกราคม 2559	1.815	<0.005	ไม่มีการแจกแจงปกติ
3	28 และ 29 มกราคม 2559	1.183	<0.005	ไม่มีการแจกแจงปกติ
4	4 และ 5 กุมภาพันธ์ 2559	1.770	<0.005	ไม่มีการแจกแจงปกติ
5	10 และ 11 กุมภาพันธ์ 2559	0.884	0.023	ไม่มีการแจกแจงปกติ
6	17 และ 20 กุมภาพันธ์ 2559	0.798	0.038	ไม่มีการแจกแจงปกติ
7	25 และ 26 กุมภาพันธ์ 2559	1.619	<0.005	ไม่มีการแจกแจงปกติ

จากตารางที่ 4.3 จะเห็นว่า ข้อมูลเครื่องจักรที่ 3 ลักษณะคุณภาพของความสูงทรัสเฟส ซึ่งข้อมูลทั้ง 7 ชุดนั้นไม่มีการแจกแจงปกติ

4.1.10 ผลการทดสอบของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 3 ลักษณะคุณภาพของความยาวรูลูกสูบ สำหรับวันที่ 13 และ 14 มกราคม 2559

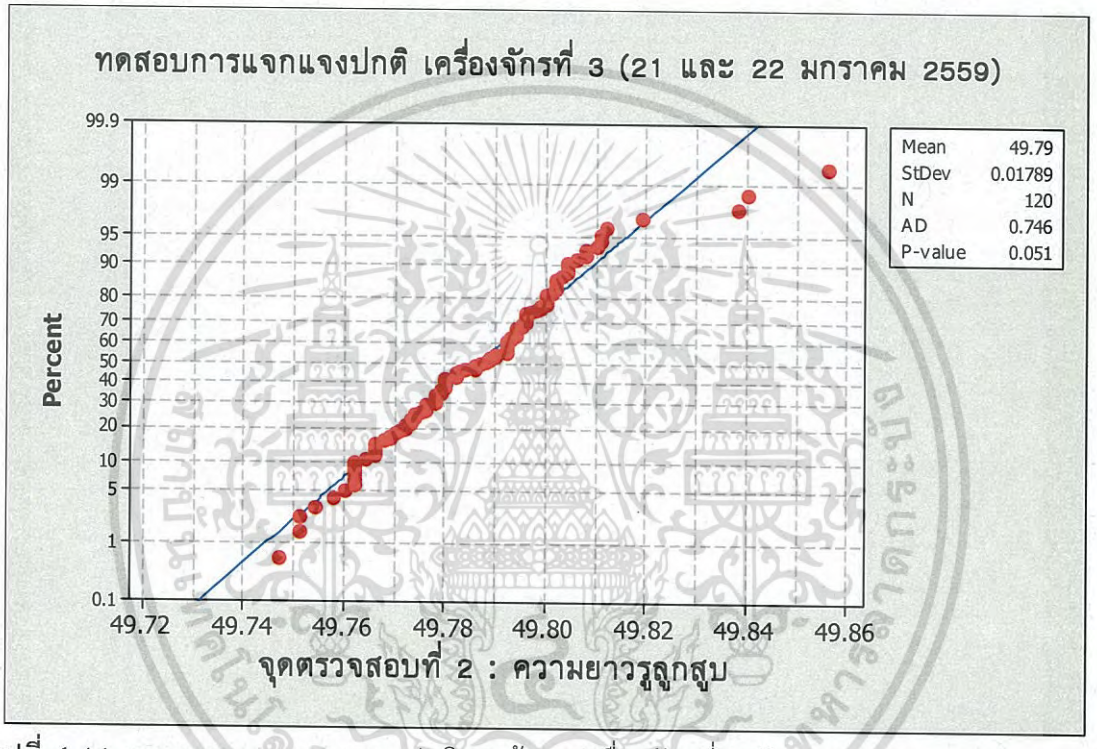


รูปที่ 4.10 การทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูลเครื่องจักรที่ 3 ลักษณะคุณภาพของความยาวรูลูกสูบ สำหรับวันที่ 13 และ 14 มกราคม 2559 โดยใช้วิธี Anderson-Darling

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.10 จะพบว่าข้อมูลชุดนี้ส่วนใหญ่จะไม่อยู่รอบๆ เส้นตรงและจากการทดสอบโดยใช้ Anderson-Darling Test จะได้ค่า AD = 3.228 และ P-value < 0.005 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 แสดงว่า ข้อมูลของเครื่องจักรที่ 3 ลักษณะคุณภาพของความยาวรูลูกสูบสำหรับวันที่ 13 และ 14 มกราคม 2559 ไม่มีการแจกแจงปกติที่ α = 0.05

4.1.11 ผลการทดสอบของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 3 ลักษณะคุณภาพของความยาวรูลูกสูบ สำหรับวันที่ 21 และ 22 มกราคม 2559

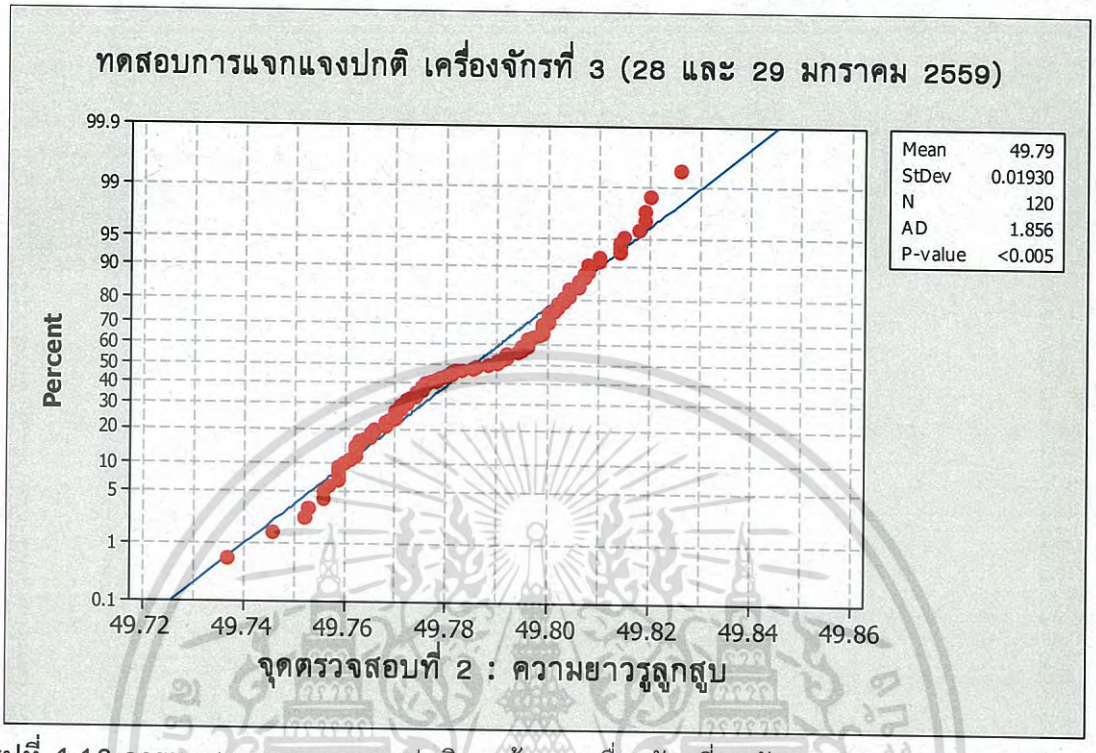


รูปที่ 4.11 การทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูลเครื่องจักรที่ 3 ลักษณะคุณภาพของความยาวรูลูกสูบ สำหรับวันที่ 21 และ 22 มกราคม 2559 โดยใช้วิธี Anderson-Darling

จากรูปที่ 4.11 จะพบว่าข้อมูลชุดนี้ส่วนใหญ่จะอยู่รอบๆ เส้นตรงและจากการทดสอบโดยใช้ Anderson-Darling Test จะได้ค่า AD = 0.746 และ P-value = 0.051 ซึ่งมากกว่า 0.05 แสดงว่า ข้อมูลของเครื่องจักรที่ 3 ลักษณะคุณภาพของความยาวรูลูกสูบสำหรับวันที่ 21 และ 22 มกราคม 2559 มีการแจกแจงปกติที่ α = 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.12 ผลการทดสอบของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 3 ลักษณะคุณภาพของความยาวรูลูกสูบ สำหรับวันที่ 28 และ 29 มกราคม 2559



รูปที่ 4.12 การทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูลเครื่องจักรที่ 3 ลักษณะคุณภาพของความยาวรูลูกสูบ สำหรับวันที่ 28 และ 29 มกราคม 2559 โดยใช้วิธี Anderson-Darling

จากรูปที่ 4.12 จะพบว่าข้อมูลชุดนี้ส่วนใหญ่จะไม่อยู่รอบๆ เส้นตรงและจากการทดสอบโดยใช้ Anderson-Darling Test จะได้ค่า AD = 1.856 และ P-value < 0.005 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 แสดงว่า ข้อมูลของเครื่องจักรที่ 3 ลักษณะคุณภาพของความยาวรูลูกสูบสำหรับวันที่ 28 และ 29 มกราคม 2559 ไม่มีการแจกแจงปกติที่ $\alpha = 0.05$

สำหรับผลการทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูลในวันอื่นๆ ก็สามารถทำได้ในทำนองเดียวกัน จึงสามารถนำมาสรุปผลการวิเคราะห์ของข้อมูลเครื่องจักรที่ 3 ลักษณะคุณภาพของความยาวรูลูกสูบ ได้ดังตารางต่อไปนี้

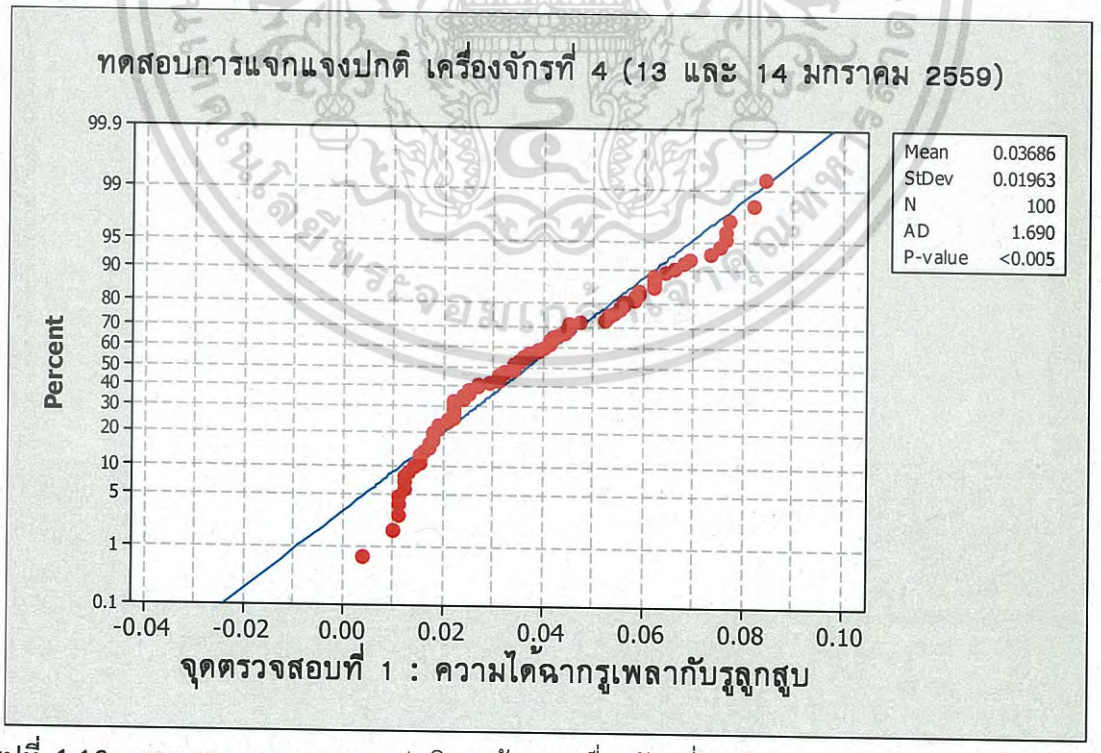
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูลเครื่องจักรที่ 3 ลักษณะคุณภาพของความยาวรูลูกสูบ

ชุดที่	วัน/เดือน/ปี	ค่า AD	P-value	การสรุปผล
1	13 และ 14 มกราคม 2559	3.228	<0.005	ไม่มีการแจกแจงปกติ
2	21 และ 22 มกราคม 2559	0.746	0.051	มีการแจกแจงปกติ
3	28 และ 29 มกราคม 2559	1.856	<0.005	ไม่มีการแจกแจงปกติ
4	4 และ 5 กุมภาพันธ์ 2559	3.337	<0.005	ไม่มีการแจกแจงปกติ
5	10 และ 11 กุมภาพันธ์ 2559	1.253	<0.005	ไม่มีการแจกแจงปกติ
6	17 และ 20 กุมภาพันธ์ 2559	2.606	<0.005	ไม่มีการแจกแจงปกติ
7	25 และ 26 กุมภาพันธ์ 2559	1.729	<0.005	ไม่มีการแจกแจงปกติ

จากตารางที่ 4.4 จะเห็นว่า ข้อมูลเครื่องจักรที่ 3 ลักษณะคุณภาพของความยาวรูลูกสูบ ซึ่งข้อมูลทั้ง 7 ชุดนั้น มีเพียง 1 ชุด ที่ข้อมูลมีการแจกแจงปกติ

4.1.13 ผลการทดสอบของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 4 ลักษณะคุณภาพของความได้ฉากรูเพลากับรูลูกสูบ สำหรับวันที่ 13 และ 14 มกราคม 2559

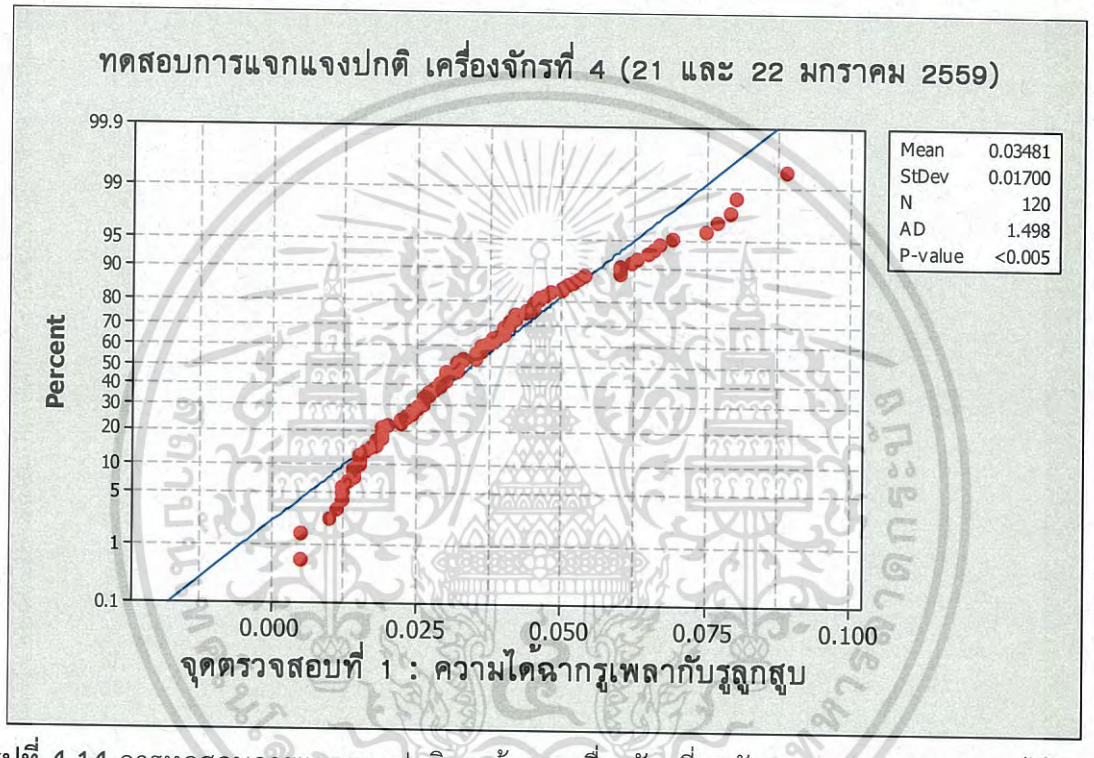


รูปที่ 4.13 การทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูลเครื่องจักรที่ 4 ลักษณะคุณภาพของความได้ฉากรูเพลากับรูลูกสูบ สำหรับวันที่ 13 และ 14 มกราคม 2559 โดยใช้วิธี Anderson-Darling

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.13 จะพบว่าข้อมูลชุดนี้ส่วนใหญ่จะไม่อยู่รอบๆ เส้นตรงและจากการทดสอบโดยใช้ Anderson-Darling Test จะได้ค่า AD = 1.690 และ P-value < 0.005 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 แสดงว่า ข้อมูลของเครื่องจักรที่ 4 ลักษณะคุณภาพของความได้ฉากรูเพลากับรูลูกสูบสำหรับวันที่ 13 และ 14 มกราคม 2559 ไม่มีการแจกแจงปกติที่ α = 0.05

4.1.14 ผลการทดสอบของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 4 ลักษณะคุณภาพของความได้ฉากรูเพลากับรูลูกสูบ สำหรับวันที่ 21 และ 22 มกราคม 2559

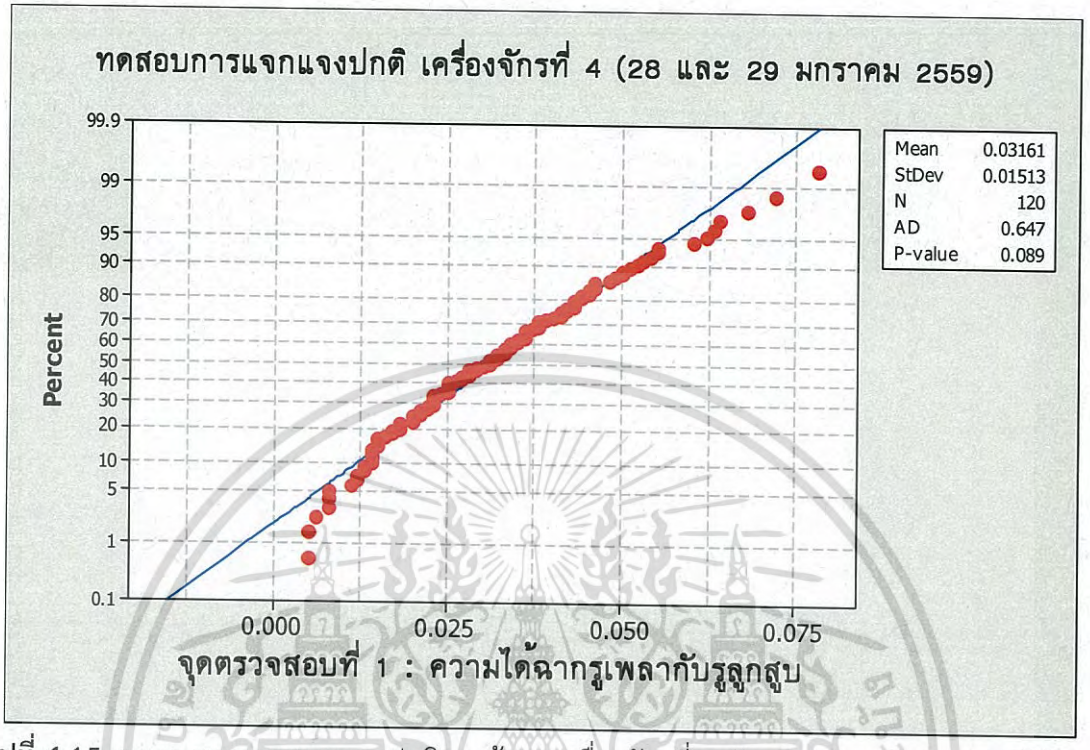


รูปที่ 4.14 การทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูลเครื่องจักรที่ 4 ลักษณะคุณภาพของความได้ฉากรูเพลากับรูลูกสูบ สำหรับวันที่ 21 และ 22 มกราคม 2559 โดยใช้วิธี Anderson-Darling

จากรูปที่ 4.14 จะพบว่าข้อมูลชุดนี้ส่วนใหญ่จะไม่อยู่รอบๆ เส้นตรงและจากการทดสอบโดยใช้ Anderson-Darling Test จะได้ค่า AD = 1.498 และ P-value < 0.005 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 แสดงว่า ข้อมูลของเครื่องจักรที่ 4 ลักษณะคุณภาพของความได้ฉากรูเพลากับรูลูกสูบสำหรับวันที่ 21 และ 22 มกราคม 2559 ไม่มีการแจกแจงปกติที่ α = 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.15 ผลการทดสอบของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 4 ลักษณะคุณภาพของความได้ฉากรูเพลากับรูลูกสูบ สำหรับวันที่ 28 และ 29 มกราคม 2559



รูปที่ 4.15 การทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูลเครื่องจักรที่ 4 ลักษณะคุณภาพของความได้ฉากรูเพลากับรูลูกสูบ สำหรับวันที่ 28 และ 29 มกราคม 2559 โดยใช้วิธี Anderson-Darling

จากรูปที่ 4.15 จะพบว่าข้อมูลชุดนี้ส่วนใหญ่จะอยู่รอบๆ เส้นตรงและจากการทดสอบโดยใช้ Anderson-Darling Test จะได้ค่า AD = 0.647 และ P-value = 0.089 ซึ่งมากกว่า 0.05 แสดงว่าข้อมูลของเครื่องจักรที่ 4 ลักษณะคุณภาพของความได้ฉากรูเพลากับรูลูกสูบสำหรับวันที่ 28 และ 29 มกราคม 2559 มีการแจกแจงปกติที่ α = 0.05

สำหรับผลการทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูลในวันอื่นๆ ก็สามารถทำได้ในทำนองเดียวกัน จึงสามารถนำมาสรุปผลการวิเคราะห์ของข้อมูลเครื่องจักรที่ 4 ลักษณะคุณภาพของความได้ฉากรูเพลากับรูลูกสูบ ได้ดังตารางต่อไปนี้

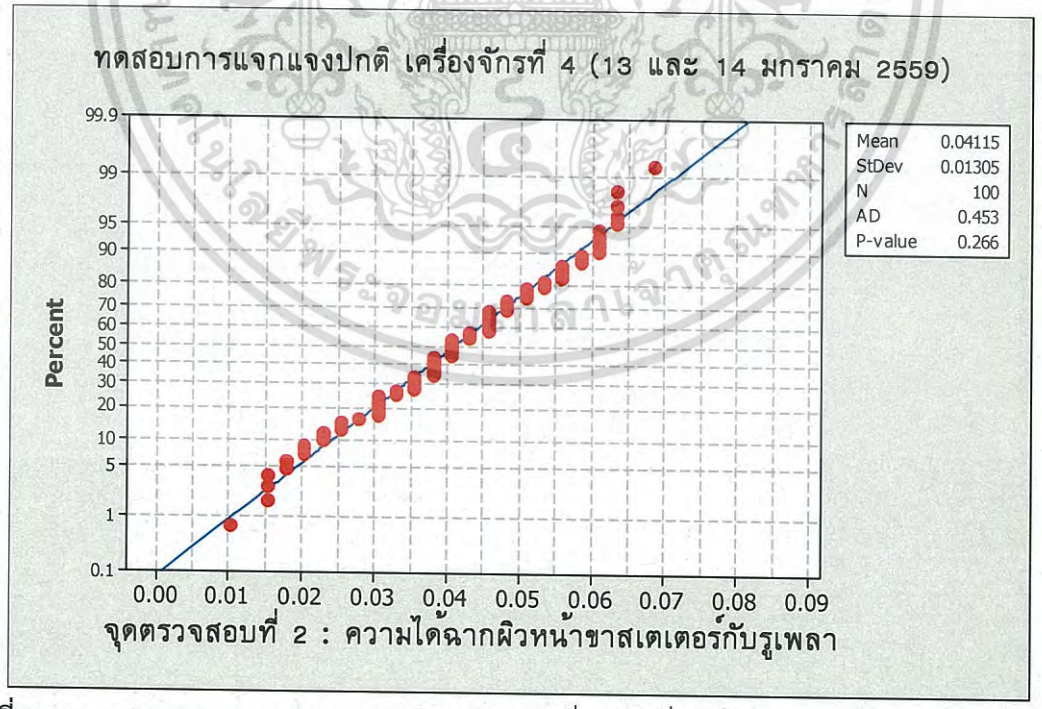
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูลเครื่องจักรที่ 4 ลักษณะคุณภาพของความได้ฉากรูเพลากับรูลูกสูบ

ชุดที่	วัน/เดือน/ปี	ค่า AD	P-value	การสรุปผล
1	13 และ 14 มกราคม 2559	1.690	<0.005	ไม่มีการแจกแจงปกติ
2	21 และ 22 มกราคม 2559	1.498	<0.005	ไม่มีการแจกแจงปกติ
3	28 และ 29 มกราคม 2559	0.647	0.089	มีการแจกแจงปกติ
4	4 และ 5 กุมภาพันธ์ 2559	0.521	0.182	มีการแจกแจงปกติ
5	10 และ 11 กุมภาพันธ์ 2559	1.607	<0.005	ไม่มีการแจกแจงปกติ
6	17 และ 20 กุมภาพันธ์ 2559	1.176	<0.005	ไม่มีการแจกแจงปกติ
7	25 และ 26 กุมภาพันธ์ 2559	0.721	0.059	มีการแจกแจงปกติ

จากตารางที่ 4.5 จะเห็นว่า ข้อมูลเครื่องจักรที่ 4 ลักษณะคุณภาพของความได้ฉากรูเพลากับรูลูกสูบซึ่งข้อมูลทั้ง 7 ชุดนั้น มีอยู่ 3 ชุดที่ข้อมูลมีการแจกแจงปกติ

4.1.16 ผลการทดสอบของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 4 ลักษณะคุณภาพของความได้ฉากผิวหน้าขาสเตเตอร์กับรูเพลา สำหรับวันที่ 13 และ 14 มกราคม 2559

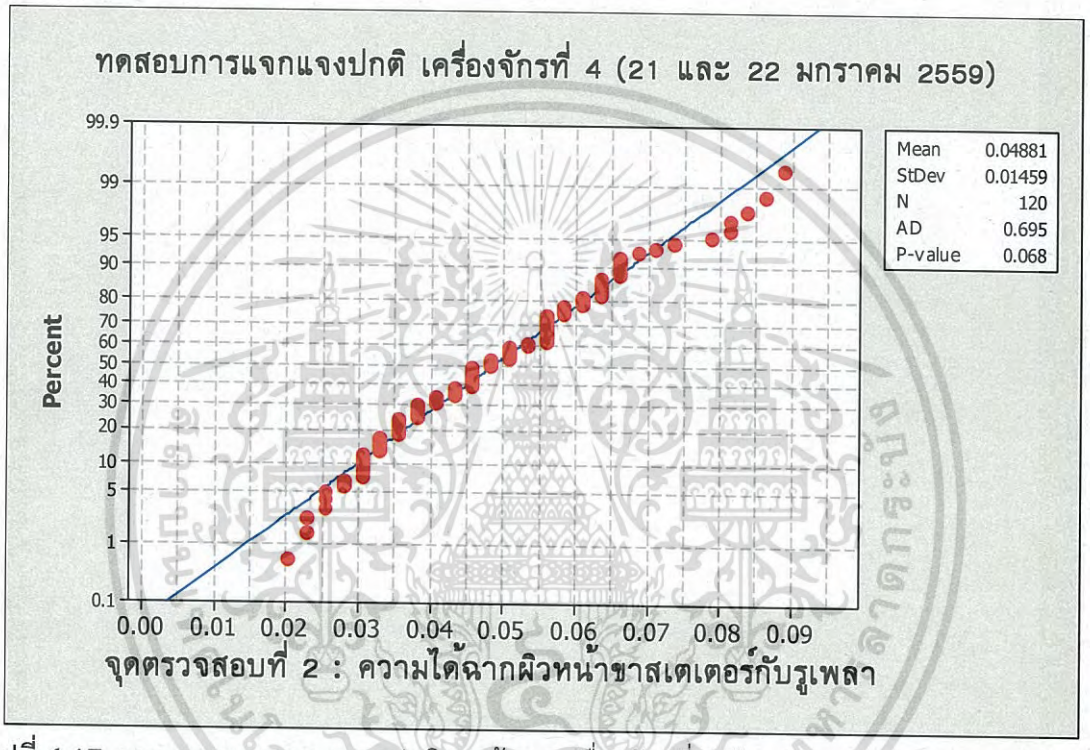


รูปที่ 4.16 การทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูลเครื่องจักรที่ 4 ลักษณะคุณภาพของความได้ฉากผิวหน้าขาสเตเตอร์กับรูเพลา สำหรับวันที่ 13 และ 14 มกราคม 2559 โดยใช้วิธี Anderson-Darling

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.16 จะพบว่าข้อมูลชุดนี้ส่วนใหญ่จะอยู่รอบๆ เส้นตรงและจากการทดสอบโดยใช้ Anderson-Darling Test จะได้ค่า AD = 0.453 และ P-value = 0.266 ซึ่งมากกว่า 0.05 แสดงว่าข้อมูลของเครื่องจักรที่ 4 ลักษณะคุณภาพของความได้ฉากผิวหน้าขาสเตเตอร์กับรูเพลาสำหรับวันที่ 13 และ 14 มกราคม 2559 มีการแจกแจงปกติที่ α = 0.05

4.1.17 ผลการทดสอบของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 4 ลักษณะคุณภาพของความได้ฉากผิวหน้าขาสเตเตอร์กับรูเพลาสำหรับวันที่ 21 และ 22 มกราคม 2559

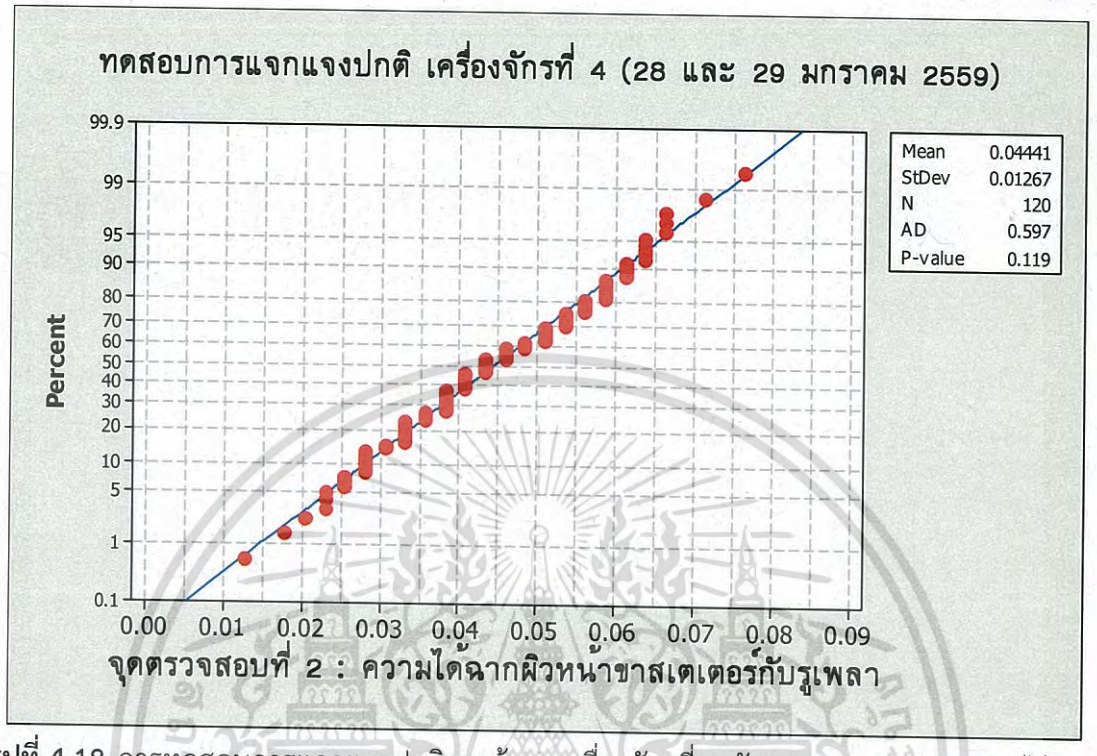


รูปที่ 4.17 การทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูลเครื่องจักรที่ 4 ลักษณะคุณภาพของความได้ฉากผิวหน้าขาสเตเตอร์กับรูเพลา สำหรับวันที่ 21 และ 22 มกราคม 2559 โดยใช้วิธี Anderson-Darling

จากรูปที่ 4.17 จะพบว่าข้อมูลชุดนี้ส่วนใหญ่จะอยู่รอบๆ เส้นตรงและจากการทดสอบโดยใช้ Anderson-Darling Test จะได้ค่า AD = 0.695 และ P-value = 0.068 ซึ่งมากกว่า 0.05 แสดงว่าข้อมูลของเครื่องจักรที่ 4 ลักษณะคุณภาพของความได้ฉากผิวหน้าขาสเตเตอร์กับรูเพลาสำหรับวันที่ 21 และ 22 มกราคม 2559 มีการแจกแจงปกติที่ α = 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.18 ผลการทดสอบของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 4 ลักษณะคุณภาพของความได้ฉากผิวหน้าขาสเตเตอร์กับรูเพลา สำหรับวันที่ 28 และ 29 มกราคม 2559



รูปที่ 4.18 การทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูลเครื่องจักรที่ 4 ลักษณะคุณภาพของความได้ฉากผิวหน้าขาสเตเตอร์กับรูเพลา สำหรับวันที่ 28 และ 29 มกราคม 2559 โดยใช้วิธี Anderson-Darling

จากรูปที่ 4.18 จะพบว่าข้อมูลชุดนี้ส่วนใหญ่จะอยู่รอบๆ เส้นตรงและจากการทดสอบโดยใช้ Anderson-Darling Test จะได้ค่า AD = 0.597 และ P-value = 0.119 ซึ่งมากกว่า 0.05 แสดงว่าข้อมูลของเครื่องจักรที่ 4 ลักษณะคุณภาพของความได้ฉากผิวหน้าขาสเตเตอร์กับรูเพลาสำหรับวันที่ 28 และ 29 มกราคม 2559 มีการแจกแจงปกติที่ α = 0.05

สำหรับผลการทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูลในวันอื่นๆ ก็สามารถทำได้ในทำนองเดียวกัน จึงสามารถนำมาสรุปผลการวิเคราะห์ของข้อมูลเครื่องจักรที่ 4 ลักษณะคุณภาพของความได้ฉากผิวหน้าขาสเตเตอร์กับรูเพลา ได้ดังตารางต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูลเครื่องจักรที่ 4 ลักษณะคุณภาพของความได้ฉากผิวหน้าขาสเตเตอร์กับรูเพลา

ชุดที่	วัน/เดือน/ปี	ค่า AD	P-value	การสรุปผล
1	13 และ 14 มกราคม 2559	0.453	0.266	มีการแจกแจงปกติ
2	21 และ 22 มกราคม 2559	0.695	0.068	มีการแจกแจงปกติ
3	28 และ 29 มกราคม 2559	0.597	0.119	มีการแจกแจงปกติ
4	4 และ 5 กุมภาพันธ์ 2559	0.359	0.445	มีการแจกแจงปกติ
5	10 และ 11 กุมภาพันธ์ 2559	1.078	0.008	ไม่มีการแจกแจงปกติ
6	17 และ 20 กุมภาพันธ์ 2559	0.597	0.119	มีการแจกแจงปกติ
7	25 และ 26 กุมภาพันธ์ 2559	0.409	0.340	มีการแจกแจงปกติ

จากตารางที่ 4.6 จะเห็นว่า ข้อมูลเครื่องจักรที่ 4 ลักษณะคุณภาพของความได้ฉากผิวหน้าขาสเตเตอร์กับรูเพลาซึ่งข้อมูลทั้ง 7 ชุดนั้น มีอยู่ 6 ชุดที่ข้อมูลมีการแจกแจงปกติ

จากการทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูลในตารางที่ 4.1 ถึงตารางที่ 4.6 จะพบว่าข้อมูลในตารางที่ 4.6 ข้อมูลส่วนใหญ่มีการแจกแจงปกติ แต่ในตารางที่ 4.1 ถึงตารางที่ 4.5 จะพบว่าข้อมูลส่วนใหญ่ไม่มีการแจกแจงปกติ แต่เนื่องจากในการเก็บข้อมูลแต่ละครั้งได้ทำการเก็บครั้งละ 5 ตัวอย่าง ซึ่งทำให้สอดคล้องกับการทดลองของ Dr.Walter A. Shewhart และทฤษฎีบทขีดจำกัดส่วนกลาง จึงกล่าวได้ว่าข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ต่อไปนี้ จะมีการแจกแจงเข้าใกล้ปกติ (Approximate normal)

4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะคุณภาพของเครื่องจักรที่ 1

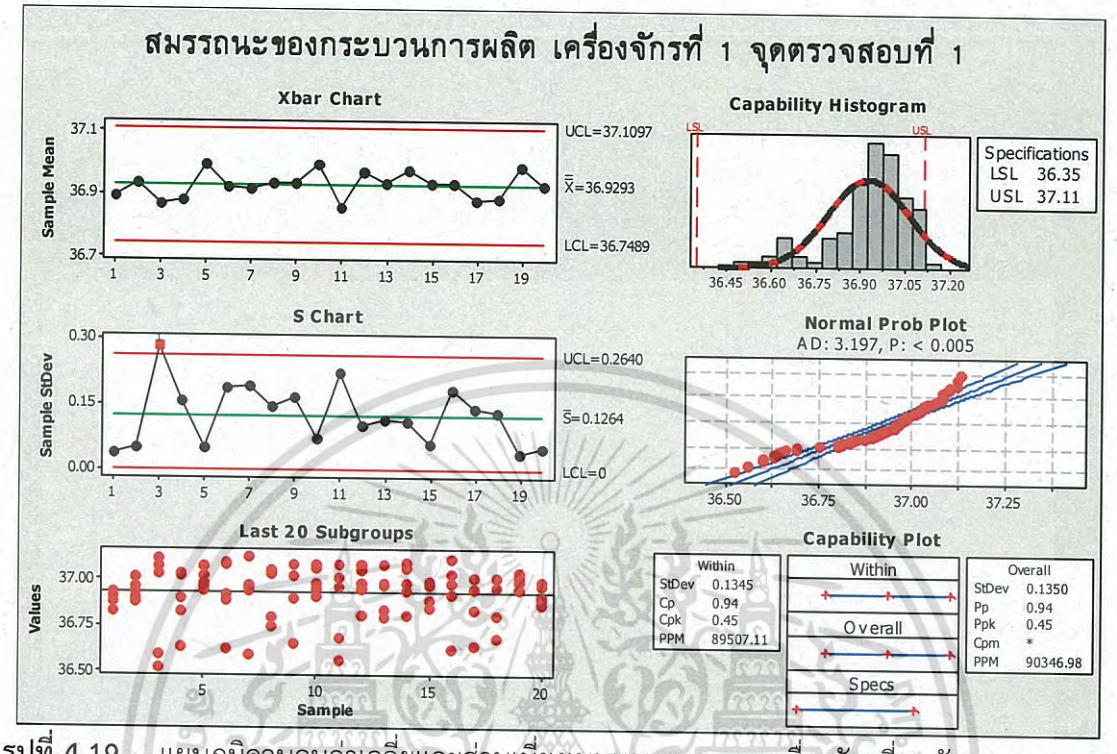
เครื่องจักรที่ 1 จะทำการตรวจสอบลักษณะคุณภาพของความสูงขาสเตเตอร์และความสูงดุมเพลา ซึ่งทางบริษัทได้มีข้อกำหนดไว้ดังนี้

ตารางที่ 4.7 ขีดจำกัดข้อกำหนด (Specification limit) ของความสูงขาสเตเตอร์และความสูงดุมเพลา (หน่วย: มิลลิเมตร)

ลักษณะคุณภาพ	**ขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง (LSL)**	**ขีดจำกัดข้อกำหนดบน (USL)**
ความสูงขาสเตเตอร์	36.35	37.11
ความสูงดุมเพลา	7.01	7.21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1 ผลการวิเคราะห์ของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 1 ลักษณะคุณภาพของความสูงขาสเตเตอร์ สำหรับวันที่ 13 และ 14 มกราคม 2559



รูปที่ 4.19 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเครื่องจักรที่ 1 ลักษณะคุณภาพของความสูงขาสเตเตอร์สำหรับวันที่ 13 และ 14 มกราคม 2559

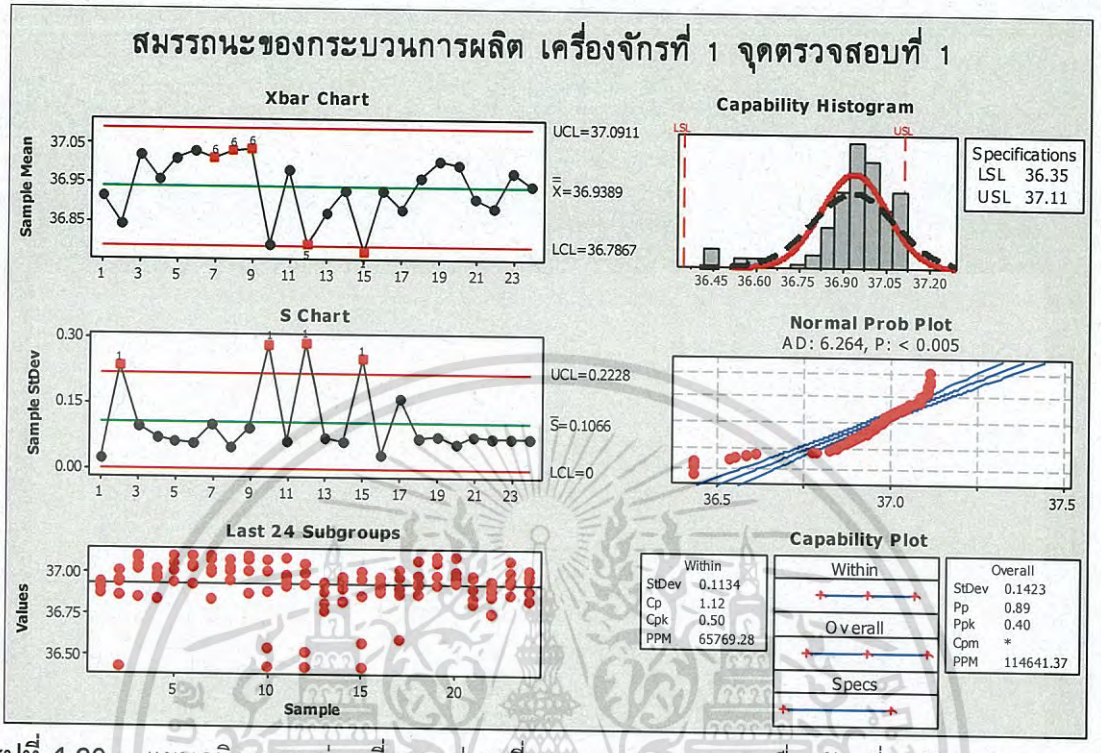
หมายเหตุ: 1 หมายถึง มีจุดพิกัดอย่างน้อย 1 จุด ตกอยู่ข้างนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่าง

จากรูปที่ 4.19 พบว่า ไม่มีจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย สำหรับแผนภูมิควบคุมส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน พบว่า จุดที่ 3 เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบน แสดงว่ากระบวนการผลิตยังไม่สามารถควบคุมได้

ดัชนีสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.45 และค่า PPM = 89507.11 แสดงว่า ความสามารถของกระบวนการผลิตสินค้ายังอยู่ในระดับที่ไม่ดี และจากค่าความน่าจะเป็นของข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนดมีค่าเท่ากับ 0.0895 แสดงว่า มีสินค้าตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนดร้อยละ 8.95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 ผลการวิเคราะห์ของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 1 ลักษณะคุณภาพของความสูงขาสเตเตอร์ สำหรับวันที่ 21 และ 22 มกราคม 2559



รูปที่ 4.20 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเครื่องจักรที่ 1 ลักษณะคุณภาพของความสูงขาสเตเตอร์สำหรับวันที่ 21 และ 22 มกราคม 2559

หมายเหตุ: 1 หมายถึง มีจุดพิกัดอย่างน้อย 1 จุด ตกอยู่ข้างนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่าง

5 หมายถึง มีจุดพิกัด 2 ใน 3 จุดที่ต่อเนื่องกันตกอยู่นอกเส้น 2σ แต่ยังคงอยู่ในขีดจำกัดควบคุม

6 หมายถึง มีจุดพิกัด 4 ใน 5 จุดที่ต่อเนื่องกันตกอยู่นอกเส้น 1σ

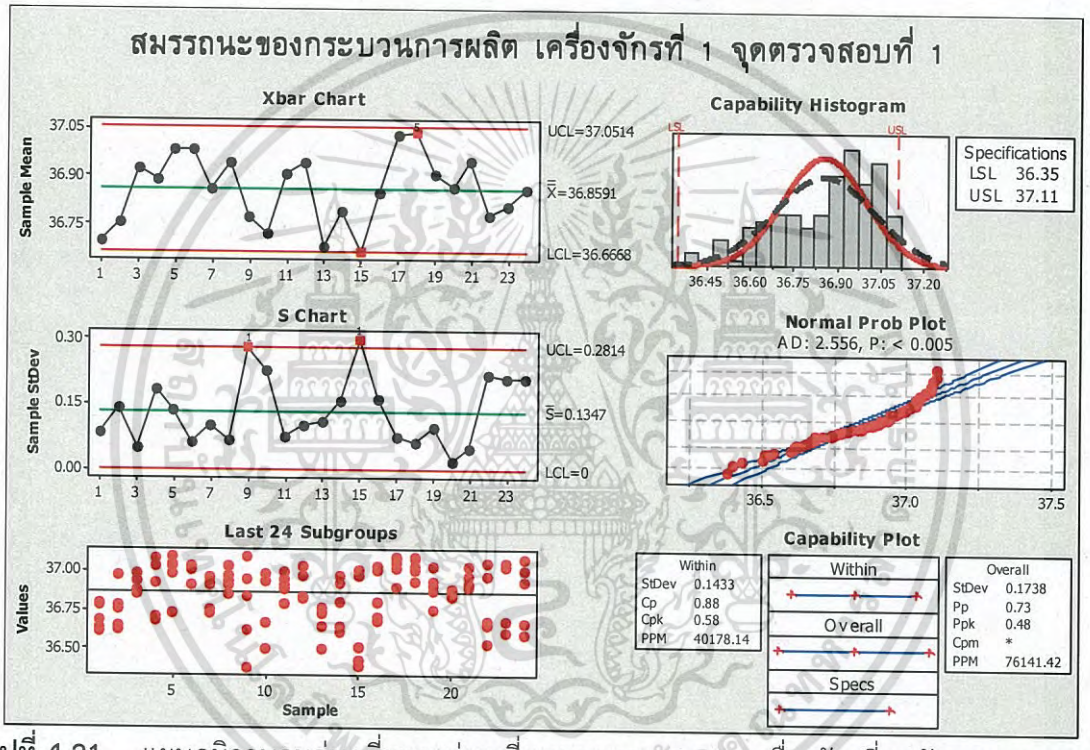
จากรูปที่ 4.20 พบว่า มีจุดที่ 15 เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมล่างของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และมีจุดที่ 10-12 มีลักษณะที่ควบคุมไม่ได้ คือมีจุดพิกัด 2 ใน 3 จุดที่ต่อเนื่องกันตกอยู่นอกเส้น 2σ แต่ยังคงอยู่ในขีดจำกัดควบคุม และยังมีจุดที่ 3-7 , 4-8 และ 5-9 มีลักษณะที่ควบคุมไม่ได้เช่นกัน คือมีจุดพิกัด 4 ใน 5 จุดที่ต่อเนื่องกันตกอยู่นอกเส้น 1σ สำหรับแผนภูมิควบคุมส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน พบว่า จุดที่ 2, 10, 12 และ 15 เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบน แสดงว่ากระบวนการผลิตยังไม่สามารถควบคุมได้

ดัชนีสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.50 และค่า PPM = 65769.28 แสดงว่า ความสามารถของกระบวนการผลิตสินค้ายังอยู่ในระดับที่ไม่ดี และจากค่าความน่าจะเป็นของข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนดมีค่าเท่ากับ 0.0658 แสดงว่า มีสินค้าตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนดร้อยละ 6.58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากจุดที่ 15 ในแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็นจุดที่สามารถระบุถึงสาเหตุของความผันแปรได้ จึงทำการปรับปรุงแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยใหม่ ทำให้ได้ขีดจำกัดควบคุมบน (UCL) ใหม่ เท่ากับ 37.0983 และขีดจำกัดควบคุมล่าง (LCL) ใหม่ เท่ากับ 36.7940 และทำการปรับปรุงแผนภูมิควบคุมส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานใหม่ ทำให้ได้ขีดจำกัดควบคุมบน (UCL) ใหม่ เท่ากับ 0.2093 และขีดจำกัดควบคุมล่าง (LCL) ใหม่ เท่ากับ 0

4.2.3 ผลการวิเคราะห์ของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 1 ลักษณะคุณภาพของความสูงขาสเตเตอร์ สำหรับวันที่ 28 และ 29 มกราคม 2559



รูปที่ 4.21 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเครื่องจักรที่ 1 ลักษณะคุณภาพของความสูงขาสเตเตอร์สำหรับวันที่ 28 และ 29 มกราคม 2559

หมายเหตุ: 1 หมายถึง มีจุดพิกัดอย่างน้อย 1 จุด ตกอยู่ข้างนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่าง

5 หมายถึง มีจุดพิกัด 2 ใน 3 จุดที่ต่อเนื่องกันตกอยู่นอกเส้น 2σ แต่ยังคงอยู่ในขีดจำกัดควบคุม

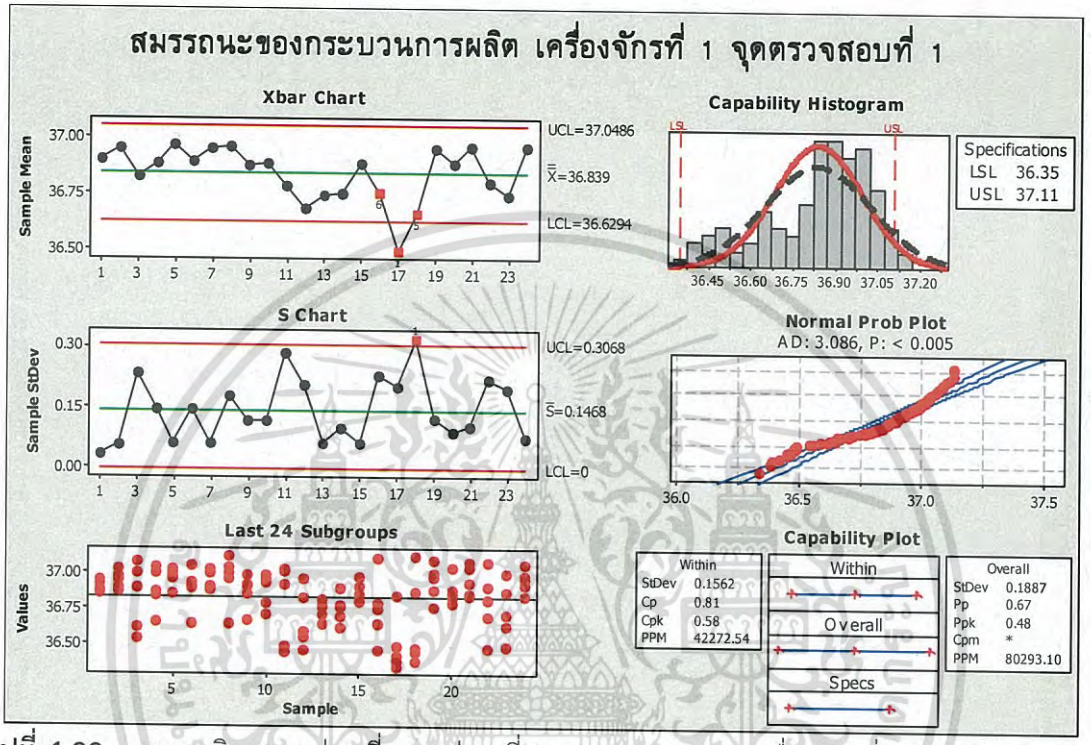
จากรูปที่ 4.21 พบว่า มีจุดที่ 15 เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมล่างของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และมีจุดที่ 16-18 มีลักษณะที่ควบคุมไม่ได้ คือมีจุดพิกัด 2 ใน 3 จุดที่ต่อเนื่องกันตกอยู่นอกเส้น 2σ แต่ยังคงอยู่ในขีดจำกัดควบคุม สำหรับแผนภูมิควบคุมส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน พบว่า จุดที่ 9 และ 15 เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบน แสดงว่ากระบวนการผลิตยังไม่สามารถควบคุมได้

ดัชนีสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.58 และค่า PPM = 40178.14 แสดงว่า ความสามารถของกระบวนการผลิตสินค้ายังอยู่ในระดับที่ไม่ดี และจากค่าความน่าจะเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้เพื่อการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนดมีค่าเท่ากับ 0.0402 แสดงว่า มีสินค้าตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนดร้อยละ 4.02

4.2.4 ผลการวิเคราะห์ของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 1 ลักษณะคุณภาพของความสูงขาสเตเตอร์ สำหรับวันที่ 4 และ 5 กุมภาพันธ์ 2559



รูปที่ 4.22 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเครื่องจักรที่ 1 ลักษณะคุณภาพของความสูงขาสเตเตอร์สำหรับวันที่ 4 และ 5 กุมภาพันธ์ 2559

หมายเหตุ: 1 หมายถึง มีจุดพิกัดอย่างน้อย 1 จุด ตกอยู่ข้างนอกขีดจากัดควบคุมบนหรือล่าง

5 หมายถึง มีจุดพิกัด 2 ใน 3 จุดที่ต่อเนื่องกันตกอยู่นอกเส้น 2σ แต่ยังคงอยู่ในขีดจำกัดควบคุม

6 หมายถึง มีจุดพิกัด 4 ใน 5 จุดที่ต่อเนื่องกันตกอยู่นอกเส้น 1σ

จากรูปที่ 4.22 พบว่า มีจุดที่ 17 เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมล่างของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และมีจุดที่ 16-18 มีลักษณะที่ควบคุมไม่ได้ คือมีจุดพิกัด 2 ใน 3 จุดที่ต่อเนื่องกันตกอยู่นอกเส้น 2σ แต่ยังคงอยู่ในขีดจำกัดควบคุม และยังมีจุดที่ 12-16 มีลักษณะที่ควบคุมไม่ได้เช่นกัน คือมีจุดพิกัด 4 ใน 5 จุดที่ต่อเนื่องกันตกอยู่นอกเส้น 1σ แต่ยังคงอยู่ในขีดจำกัดควบคุม สำหรับแผนภูมิควบคุมส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน พบว่า จุดที่ 18 เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบน แสดงว่ากระบวนการผลิตยังไม่สามารถควบคุมได้

ดัชนีสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.58 และค่า PPM = 42272.54 แสดงว่า ความสามารถของกระบวนการผลิตสินค้ายังอยู่ในระดับที่ไม่ดี และจากค่าความน่าจะเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนดมีค่าเท่ากับ 0.0423 แสดงว่า มีสินค้าตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนดร้อยละ 4.23

ส่วนผลการวิเคราะห์ข้อมูลเครื่องจักรที่ 1 ลักษณะคุณภาพของความสูงขาสเตเตอร์ของผลิตภัณฑ์เสื้อสูบ สำหรับข้อมูลในวันอื่นๆ สามารถทำได้ในทำนองเดียวกัน และนำมาสรุปผลการวิเคราะห์ของข้อมูลได้ดังตารางต่อไปนี้

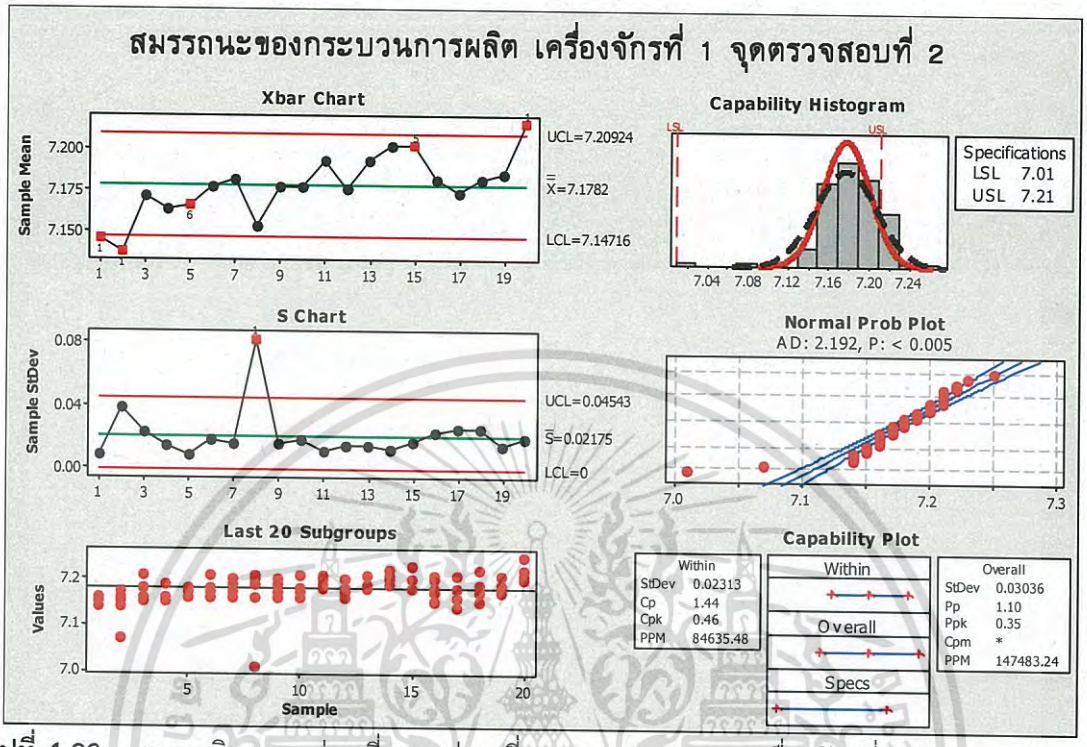
ตารางที่ 4.8 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของผลิตภัณฑ์เสื้อสูบที่มาจากเครื่องจักรที่ 1 ลักษณะคุณภาพของความสูงขาสเตเตอร์

วัน/เดือน/ปี	แผนภูมิควบคุม				ลักษณะการควบคุม	C_{pk}	ร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกข้อกำหนด
	ค่าเฉลี่ย		ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน				
	LCL	UCL	LCL	UCL			
13/01/59 14/01/59	36.749	37.110	0	0.264	ควบคุมไม่ได้	0.45	8.95
21/01/59 22/01/59	36.794	37.098	0	0.209	ควบคุมไม่ได้	0.50	6.58
28/01/59 29/01/59	36.667	37.051	0	0.281	ควบคุมไม่ได้	0.58	4.02
4/02/59 5/02/59	36.629	37.049	0	0.307	ควบคุมไม่ได้	0.58	4.23
10/02/59 11/02/59	36.683	37.033	0	0.256	ควบคุมได้	0.64	2.68
17/02/59 20/02/59	36.697	37.076	0	0.277	ควบคุมไม่ได้	0.53	5.72
25/02/59 26/02/59	36.630	37.020	0	0.285	ควบคุมไม่ได้	0.65	2.54

จากตารางที่ 4.8 แสดงให้เห็นว่ากระบวนการผลิตเสื้อสูบจากเครื่องจักรที่ 1 ลักษณะคุณภาพของความสูงขาสเตเตอร์ส่วนใหญ่ยังไม่สามารถควบคุมได้ ดัชนีสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่าน้อยกว่า 1 แสดงว่า ความสามารถของกระบวนการผลิตสินค้ายังอยู่ในระดับที่ไม่ดี และยังมีสินค้าตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนดสูงสุดอยู่ที่ร้อยละ 8.95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.5 ผลการวิเคราะห์ของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 1 ลักษณะคุณภาพของความสูงดุมเพลา สำหรับวันที่ 13 และ 14 มกราคม 2559



รูปที่ 4.23 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเครื่องจักรที่ 1 ลักษณะคุณภาพของความสูงดุมเพลาสำหรับวันที่ 13 และ 14 มกราคม 2559

หมายเหตุ: 1 หมายถึง มีจุดพิกัดอย่างน้อย 1 จุด ตกอยู่ข้างนอกขีดจากัดควบคุมบนหรือล่าง

5 หมายถึง มีจุดพิกัด 2 ใน 3 จุดที่ต่อเนื่องกันตกอยู่นอกเส้น 2σ แต่ยังคงอยู่ในขีดจำกัดควบคุม

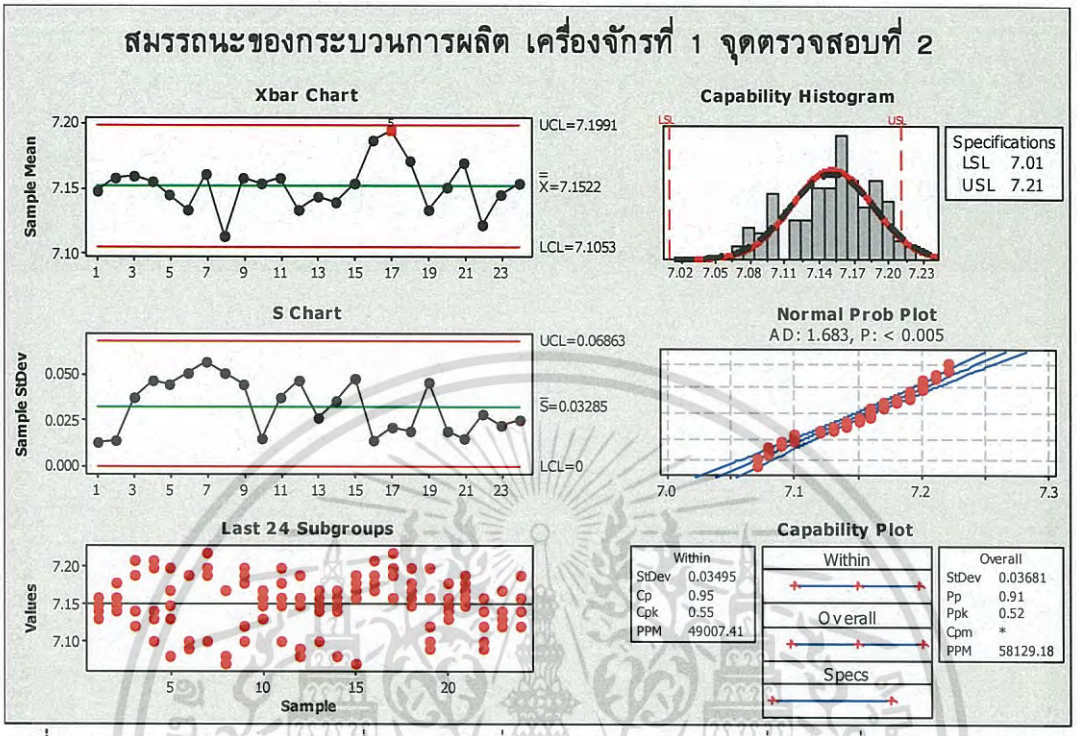
6 หมายถึง มีจุดพิกัด 4 ใน 5 จุดที่ต่อเนื่องกันตกอยู่นอกเส้น 1σ

จากรูปที่ 4.23 พบว่า มีจุดที่ 1, 2 และ 20 เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่างของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และมีจุดที่ 13-15 มีลักษณะที่ควบคุมไม่ได้ คือมีจุดพิกัด 2 ใน 3 จุดที่ต่อเนื่องกันตกอยู่นอกเส้น 2σ แต่ยังคงอยู่ในขีดจำกัดควบคุม และยังมีจุดที่ 1-5 มีลักษณะที่ควบคุมไม่ได้เช่นกัน คือมีจุดพิกัด 4 ใน 5 จุดที่ต่อเนื่องกันตกอยู่นอกเส้น 1σ สำหรับแผนภูมิควบคุมส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน พบว่า จุดที่ 8 เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบน แสดงว่ากระบวนการผลิตยังไม่สามารถควบคุมได้

ดัชนีสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.46 และค่า PPM = 84635.48 แสดงว่า ความสามารถของกระบวนการผลิตสินค้ายังอยู่ในระดับที่ไม่ดี และจากค่าความน่าจะเป็นของข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนดมีค่าเท่ากับ 0.0846 แสดงว่า มีสินค้าตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนดร้อยละ 8.46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.6 ผลการวิเคราะห์ของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 1 ลักษณะคุณภาพของความสูงดุมเพลา สำหรับวันที่ 21 และ 22 มกราคม 2559



รูปที่ 4.24 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเครื่องจักรที่ 1 ลักษณะคุณภาพของความสูงดุมเพลาสำหรับวันที่ 21 และ 22 มกราคม 2559

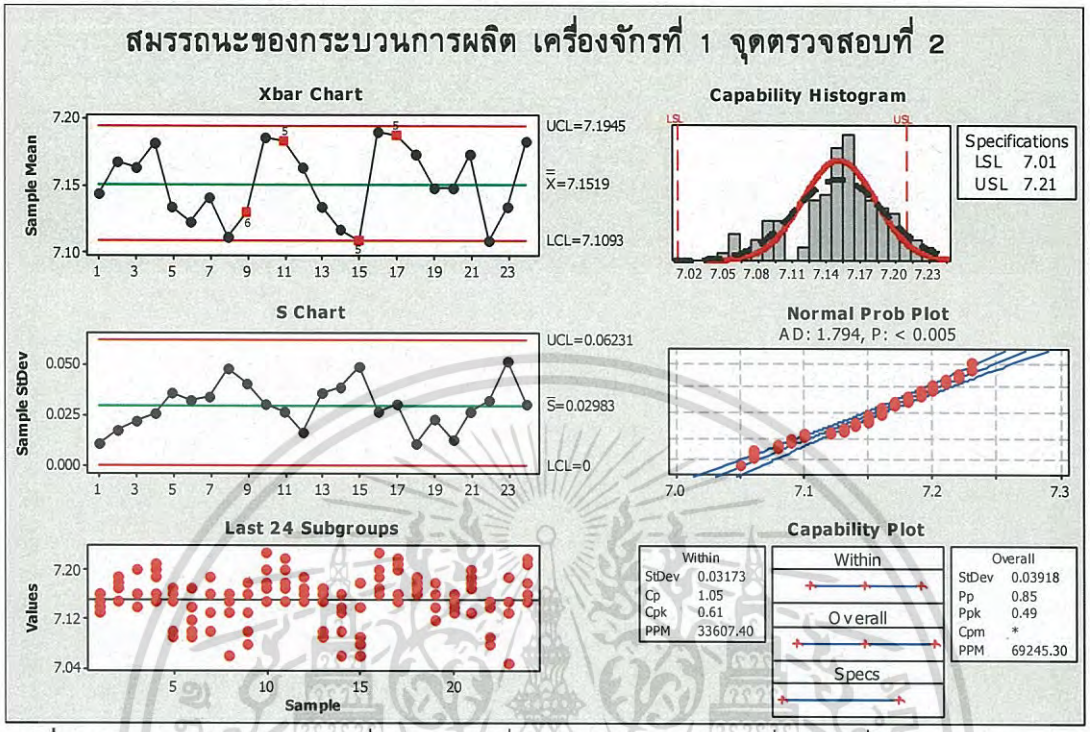
หมายเหตุ: 5 หมายถึง มีจุดพิกัด 2 ใน 3 จุดที่ต่อเนื่องกันตกอยู่นอกเส้น 2σ แต่ยังคงอยู่ในขีดจำกัดควบคุม

จากรูปที่ 4.24 พบว่า ไม่มีจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย แต่มีจุดที่ 15-17 มีลักษณะที่ควบคุมไม่ได้ คือมีจุดพิกัด 2 ใน 3 จุดที่ต่อเนื่องกันตกอยู่นอกเส้น 2σ แต่ยังคงอยู่ในขีดจำกัดควบคุม สำหรับแผนภูมิควบคุมส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน พบว่า ไม่มีจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบน แสดงว่ากระบวนการผลิตยังไม่สามารถควบคุมได้

ดัชนีสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.55 และค่า PPM = 49007.41 แสดงว่า ความสามารถของกระบวนการผลิตสินค้ายังอยู่ในระดับที่ไม่ดี และจากค่าความน่าจะเป็นของข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนดมีค่าเท่ากับ 0.0490 แสดงว่า มีสินค้าตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนดร้อยละ 4.90

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.7 ผลการวิเคราะห์ของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 1 ลักษณะคุณภาพของความสูงดุมเพลา สำหรับวันที่ 28 และ 29 มกราคม 2559



รูปที่ 4.25 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเครื่องจักรที่ 1 ลักษณะคุณภาพของความสูงดุมเพลาสำหรับวันที่ 28 และ 29 มกราคม 2559

หมายเหตุ: 5 หมายถึง มีจุดพิกัด 2 ใน 3 จุดที่ต่อเนื่องกันตกอยู่นอกเส้น 2σ แต่ยังคงอยู่ในขีดจำกัดควบคุม

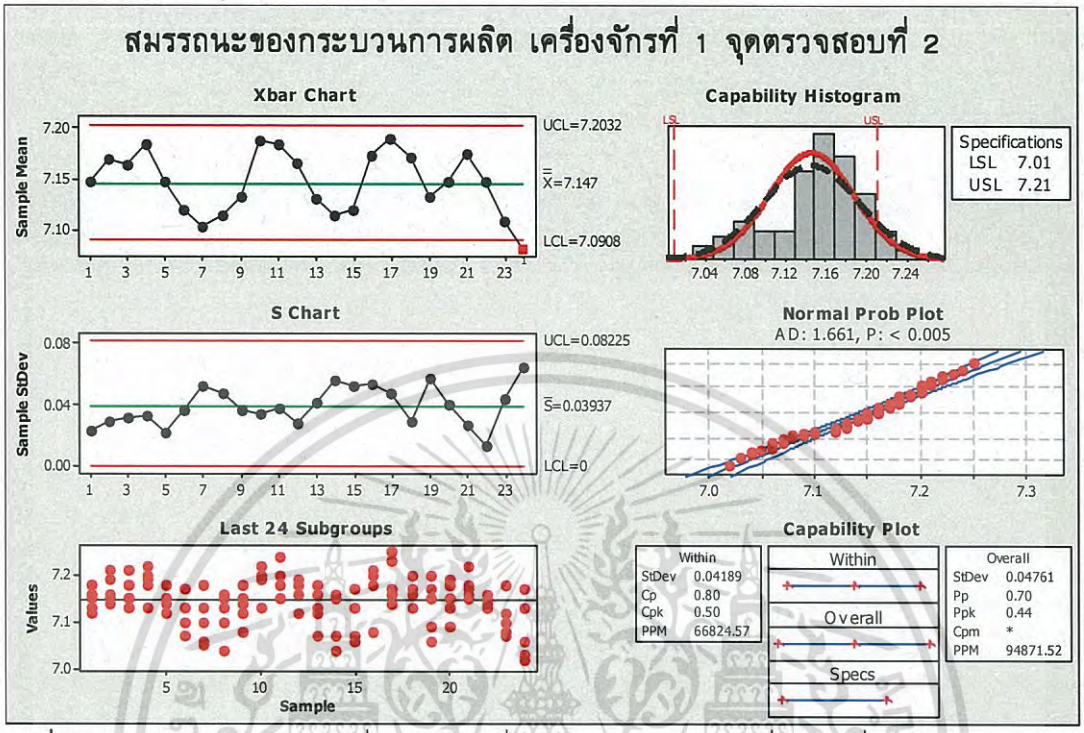
6 หมายถึง มีจุดพิกัด 4 ใน 5 จุดที่ต่อเนื่องกันตกอยู่นอกเส้น 1σ

จากรูปที่ 4.25 พบว่า ไม่มีจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย แต่มีจุดที่ 9-11 , 13-15 และ 15-17 มีลักษณะที่ควบคุมไม่ได้ คือมีจุดพิกัด 2 ใน 3 จุดที่ต่อเนื่องกันตกอยู่นอกเส้น 2σ แต่ยังคงอยู่ในขีดจำกัดควบคุม และยังมีจุดที่ 5-9 มีลักษณะที่ควบคุมไม่ได้เช่นกัน คือมีจุดพิกัด 4 ใน 5 จุดที่ต่อเนื่องกันตกอยู่นอกเส้น 1σ สำหรับแผนภูมิควบคุมส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานพบว่า ไม่มีจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุม แสดงว่ากระบวนการผลิตยังไม่สามารถควบคุมได้

ดัชนีสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.61 และค่า PPM = 33607.40 แสดงว่า ความสามารถของกระบวนการผลิตสินค้ายังอยู่ในระดับที่ไม่ดี และจากค่าความน่าจะเป็นของข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนดมีค่าเท่ากับ 0.0336 แสดงว่า มีสินค้าตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนดร้อยละ 3.36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.8 ผลการวิเคราะห์ของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 1 ลักษณะคุณภาพของความสูงดุมเพลา สำหรับวันที่ 4 และ 5 กุมภาพันธ์ 2559



รูปที่ 4.26 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเครื่องจักรที่ 1 ลักษณะคุณภาพของความสูงดุมเพลาสำหรับวันที่ 4 และ 5 กุมภาพันธ์ 2559

หมายเหตุ: 1 หมายถึง มีจุดพิกัดอย่างน้อย 1 จุด ตกอยู่ข้างนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่าง

จากรูปที่ 4.26 พบว่า มีจุดที่ 24 เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมล่างของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย สำหรับแผนภูมิควบคุมส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน พบว่า ไม่มีจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุม แสดงว่ากระบวนการผลิตยังไม่สามารถควบคุมได้

ดัชนีสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.50 และค่า PPM = 66824.57 แสดงว่า ความสามารถของกระบวนการผลิตสินค้ายังอยู่ในระดับที่ไม่ดี และจากค่าความน่าจะเป็นของข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนดมีค่าเท่ากับ 0.0668 แสดงว่า มีสินค้าตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนดร้อยละ 6.68

เนื่องจากจุดที่ 24 ในแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยเป็นจุดที่สามารถระบุถึงสาเหตุของความผันแปรได้ จึงทำการปรับปรุงแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยใหม่ ทำให้ได้ขีดจำกัดควบคุมบน (UCL) ใหม่ เท่ากับ 7.2060 และขีดจำกัดควบคุมล่าง (LCL) ใหม่ เท่ากับ 7.0936 และทำการปรับปรุงแผนภูมิควบคุมส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานใหม่ ทำให้ได้ขีดจำกัดควบคุมบน (UCL) ใหม่เท่ากับ 0.0800 และขีดจำกัดควบคุมล่าง (LCL) ใหม่ เท่ากับ 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนผลการวิเคราะห์ข้อมูลเครื่องจักรที่ 1 ลักษณะคุณภาพของความสูงดุมเพลาของผลิตภัณฑ์เสื้อสูบ สำหรับข้อมูลในวันอื่นๆ สามารถทำได้ในทำนองเดียวกัน และนำมาสรุปผลการวิเคราะห์ของข้อมูลได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.9 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของผลิตภัณฑ์เสื้อสูบที่มาจากเครื่องจักรที่ 1 ลักษณะคุณภาพของความสูงดุมเพลา

วัน/เดือน/ปี	แผนภูมิควบคุม				ลักษณะการควบคุม	C_{pk}	ร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกข้อกำหนด
	ค่าเฉลี่ย		ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน				
	LCL	UCL	LCL	UCL			
13/01/59 14/01/59	7.147	7.209	0	0.045	ควบคุมไม่ได้	0.46	8.46
21/01/59 22/01/59	7.105	7.199	0	0.069	ควบคุมไม่ได้	0.55	4.90
28/01/59 29/01/59	7.109	7.195	0	0.062	ควบคุมไม่ได้	0.61	3.36
4/02/59 5/02/59	7.091	7.203	0	0.082	ควบคุมไม่ได้	0.50	6.68
10/02/59 11/02/59	7.059	7.194	0	0.099	ควบคุมไม่ได้	0.55	5.98
17/02/59 20/02/59	7.097	7.222	0	0.091	ควบคุมไม่ได้	0.36	13.84
25/02/59 26/02/59	7.094	7.206	0	0.085	ควบคุมไม่ได้	0.42	10.63

จากตารางที่ 4.9 แสดงให้เห็นว่ากระบวนการผลิตเสื้อสูบจากเครื่องจักรที่ 1 ลักษณะคุณภาพของความสูงดุมเพลายังไม่สามารถควบคุมได้ ดัชนีสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่าน้อยกว่า 1 แสดงว่า ความสามารถของกระบวนการผลิตสินค้ายังอยู่ในระดับที่ไม่ดี และยังมีสินค้าตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนดสูงสุดอยู่ที่ร้อยละ 13.84

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

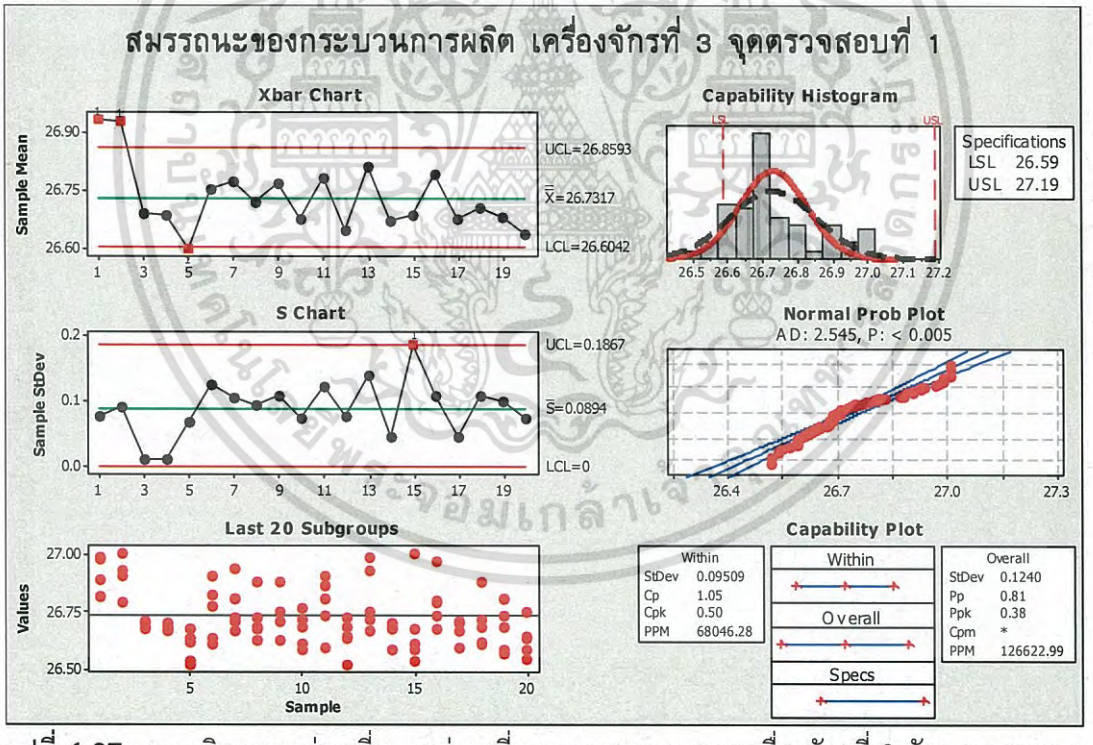
4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะคุณภาพของเครื่องจักรที่ 3

เครื่องจักรที่ 3 จะทำการตรวจสอบลักษณะคุณภาพของความสูงทรัสเฟสและความยาวรูลูกสูบซึ่งทางบริษัทได้มีข้อกำหนดไว้ดังนี้

ตารางที่ 4.10 ขีดจำกัดข้อกำหนด (Specification limit) ของความสูงทรัสเฟสและความยาวรูลูกสูบ (หน่วย : มิลลิเมตร)

ลักษณะคุณภาพ	ขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง (LSL)	ขีดจำกัดข้อกำหนดบน (USL)
ความสูงทรัสเฟส	26.59	27.19
ความยาวรูลูกสูบ	49.746	49.822

4.3.1 ผลการวิเคราะห์ของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 3 ลักษณะคุณภาพของความสูงทรัสเฟส สำหรับวันที่ 13 และ 14 มกราคม 2559



รูปที่ 4.27 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเครื่องจักรที่ 3 ลักษณะคุณภาพของความสูงทรัสเฟสสำหรับวันที่ 13 และ 14 มกราคม 2559

หมายเหตุ: 1 หมายถึง มีจุดพิกัดอย่างน้อย 1 จุด ตกอยู่ข้างนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่าง

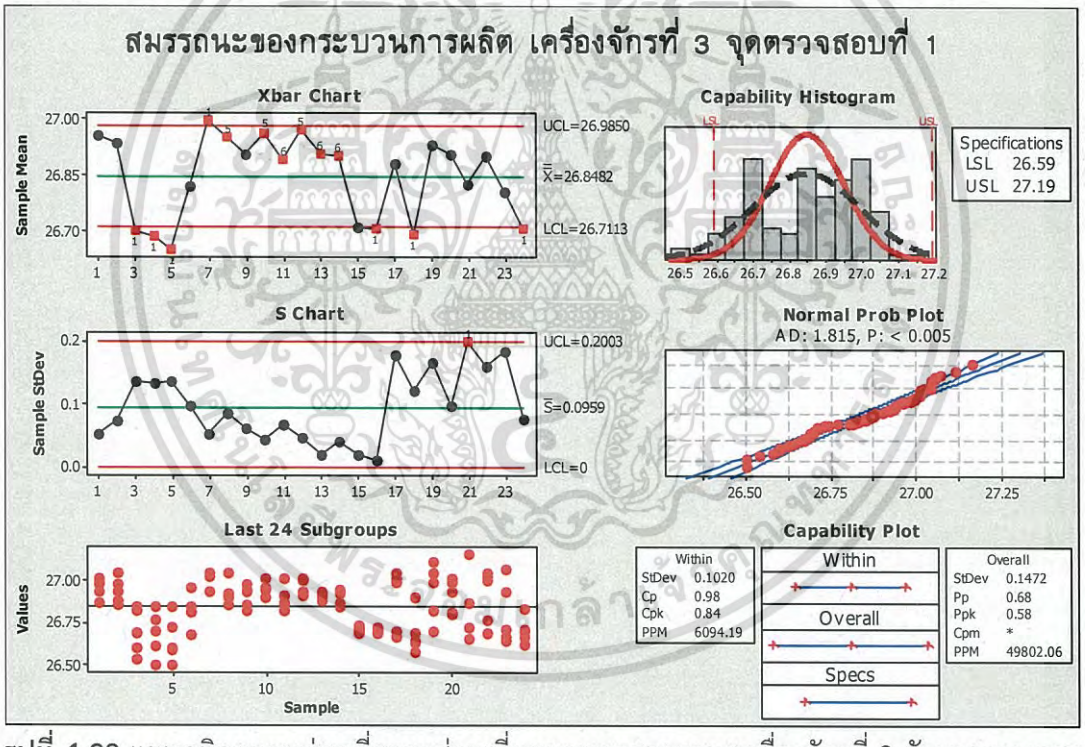
จากรูปที่ 4.27 พบว่า มีจุดที่ 1, 2 และ 5 เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่างของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย สำหรับแผนภูมิควบคุมส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน พบว่า จุดที่ 15 เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบน แสดงว่ากระบวนการผลิตยังไม่สามารถควบคุมได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดัชนีสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.50 และค่า PPM = 68046.28 แสดงว่า ความสามารถของกระบวนการผลิตสินค้ายังอยู่ในระดับที่ไม่ดี และจากค่าความน่าจะเป็นของข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนดมีค่าเท่ากับ 0.0680 แสดงว่า มีสินค้าตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนดร้อยละ 6.80

เนื่องจากจุดที่ 5 ในแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยเป็นจุดที่สามารถระบุถึงสาเหตุของความผันแปรได้ จึงทำการปรับปรุงแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยใหม่ ทำให้ได้ขีดจำกัดควบคุมบน (UCL) ใหม่ เท่ากับ 26.5138 และขีดจำกัดควบคุมล่าง (LCL) ใหม่ เท่ากับ 26.2588 และทำการปรับปรุงแผนภูมิควบคุมส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานใหม่ ทำให้ได้ขีดจำกัดควบคุมบน (UCL) ใหม่เท่ากับ 0.1561 และขีดจำกัดควบคุมล่าง (LCL) ใหม่ เท่ากับ 0

4.3.2 ผลการวิเคราะห์ของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 3 ลักษณะคุณภาพของความสูงทรัสเฟส สำหรับวันที่ 21 และ 22 มกราคม 2559



รูปที่ 4.28 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเครื่องจักรที่ 3 ลักษณะคุณภาพของความสูงทรัสเฟสสำหรับวันที่ 21 และ 22 มกราคม 2559

หมายเหตุ: 1 หมายถึง มีจุดพิกัดอย่างน้อย 1 จุด ตกอยู่ข้างนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่าง

5 หมายถึง มีจุดพิกัด 2 ใน 3 จุดที่ต่อเนื่องกันตกอยู่นอกเส้น 2σ แต่ยังคงอยู่ในขีดจำกัดควบคุม

6 หมายถึง มีจุดพิกัด 4 ใน 5 จุดที่ต่อเนื่องกันตกอยู่นอกเส้น 1σ

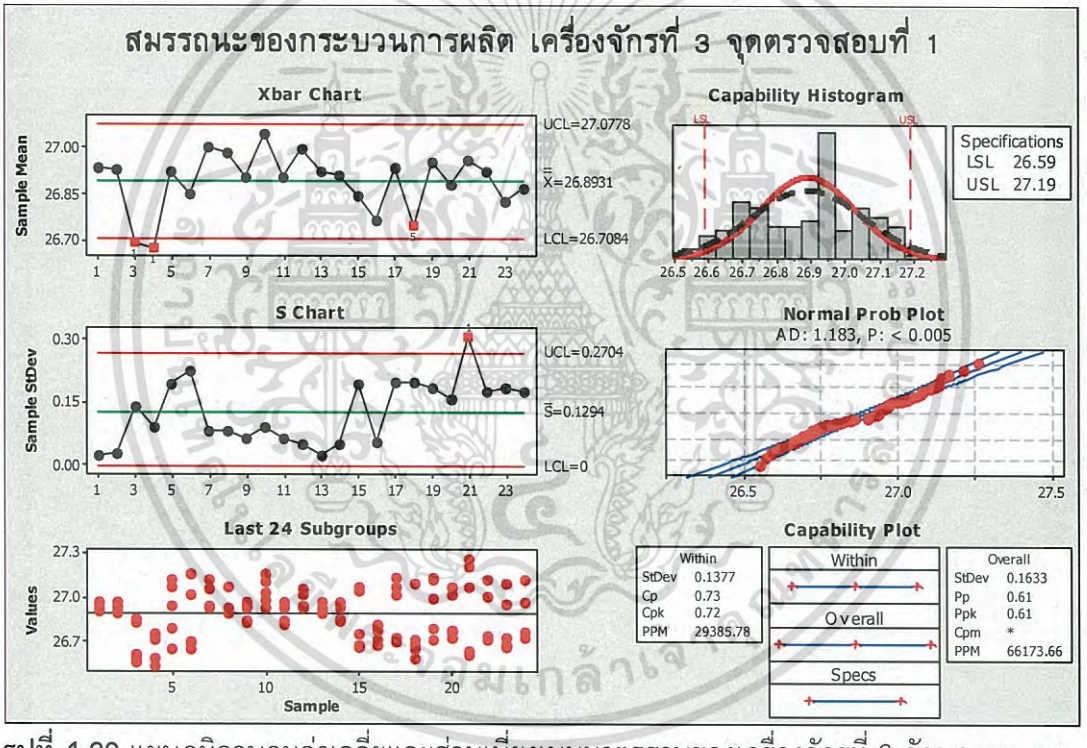
จากรูปที่ 4.28 พบว่า มีจุดที่ 3 , 4 , 5 , 7 , 16 , 18 และ 24 เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่างของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และมีจุดที่ 6-8 , 8-10 และ 10-12 มีลักษณะที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ควบคุมไม่ได้ คือมีจุดพิกัด 2 ใน 3 จุดที่ต่อเนื่องกันตกอยู่นอกเส้น 2σ แต่ยังคงอยู่ในขีดจำกัดควบคุม และยังมีจุดที่ 7-11 , 9-13 และ 10-14 มีลักษณะที่ควบคุมไม่ได้เช่นกัน คือมีจุดพิกัด 4 ใน 5 จุดที่ต่อเนื่องกันตกอยู่นอกเส้น 1σ สำหรับแผนภูมิควบคุมส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน พบว่า จุดที่ 21 เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบน แสดงว่ากระบวนการผลิตยังไม่สามารถควบคุมได้

ดัชนีสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.84 และค่า PPM = 6094.19 แสดงว่า ความสามารถของกระบวนการผลิตสินค้ายังอยู่ในระดับที่ไม่ดี และจากค่าความน่าจะเป็นของข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนดมีค่าเท่ากับ 0.0061 แสดงว่า มีสินค้าตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนดร้อยละ 0.61

4.3.3 ผลการวิเคราะห์ของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 3 ลักษณะคุณภาพของความสูงทรัสเฟส สำหรับวันที่ 28 และ 29 มกราคม 2559



รูปที่ 4.29 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเครื่องจักรที่ 3 ลักษณะคุณภาพของความสูงทรัสเฟสสำหรับวันที่ 28 และ 29 มกราคม 2559

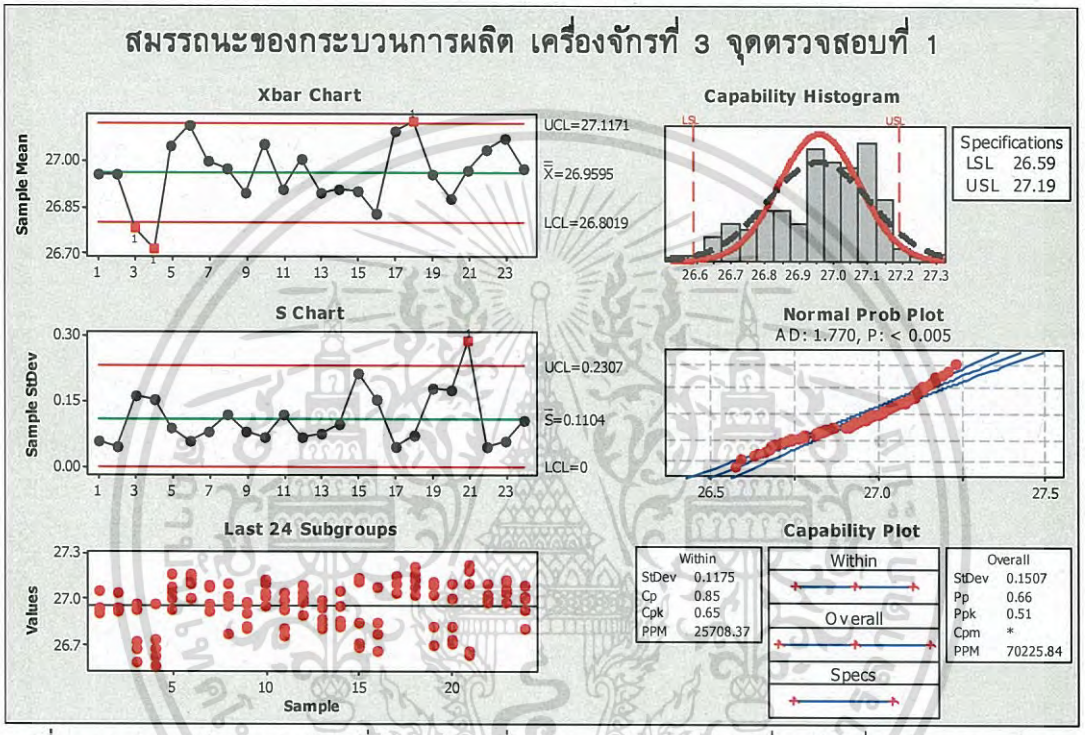
หมายเหตุ: 1 หมายถึง มีจุดพิกัดอย่างน้อย 1 จุด ตกอยู่ข้างนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่าง
5 หมายถึง มีจุดพิกัด 2 ใน 3 จุดที่ต่อเนื่องกันตกอยู่นอกเส้น 2σ แต่ยังคงอยู่ในขีดจำกัดควบคุม

จากรูปที่ 4.29 พบว่า มีจุดที่ 3 และ 4 เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมล่างของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และมีจุดที่ 16-18 มีลักษณะที่ควบคุมไม่ได้ คือมีจุดพิกัด 2 ใน 3 จุดที่ต่อเนื่องกันตกอยู่นอกเส้น 2σ แต่ยังคงอยู่ในขีดจำกัดควบคุม สำหรับแผนภูมิควบคุมส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน พบว่า จุดที่ 21 เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบน แสดงว่ากระบวนการผลิตยังไม่สามารถควบคุมได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดัชนีสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.72 และค่า PPM = 29385.78 แสดงว่า ความสามารถของกระบวนการผลิตสินค้ายังอยู่ในระดับที่ไม่ดี และจากค่าความน่าจะเป็นของข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนดมีค่าเท่ากับ 0.0294 แสดงว่า มีสินค้าตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนดร้อยละ 2.94

4.3.4 ผลการวิเคราะห์ของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 3 ลักษณะคุณภาพของความสูงทรัสเฟส สำหรับวันที่ 4 และ 5 กุมภาพันธ์ 2559



รูปที่ 4.30 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเครื่องจักรที่ 3 ลักษณะคุณภาพของความสูงทรัสเฟสสำหรับวันที่ 4 และ 5 กุมภาพันธ์ 2559

หมายเหตุ: 1 หมายถึง มีจุดพิกัดอย่างน้อย 1 จุด ตกอยู่ข้างนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่าง

จากรูปที่ 4.30 พบว่า มีจุดที่ 3 , 4 และ 18 เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่างของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย สำหรับแผนภูมิควบคุมส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน พบว่า จุดที่ 21 เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบน แสดงว่ากระบวนการผลิตยังไม่สามารถควบคุมได้

ดัชนีสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.65 และค่า PPM = 25708.37 แสดงว่า ความสามารถของกระบวนการผลิตสินค้ายังอยู่ในระดับที่ไม่ดี และจากค่าความน่าจะเป็นของข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนดมีค่าเท่ากับ 0.0257 แสดงว่า มีสินค้าตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนดร้อยละ 2.57

เนื่องจากจุดที่ 3 ในแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยเป็นจุดที่สามารถระบุถึงสาเหตุของความผันแปรได้ จึงทำการปรับปรุงแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยใหม่ ทำให้ได้ขีดจำกัดควบคุมบน (UCL) ใหม่ เท่ากับ 27.1249 และขีดจำกัดควบคุมล่าง (LCL) ใหม่ เท่ากับ 26.8097 และทำการปรับปรุงแผนภูมิควบคุม

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานใหม่ ทำให้ได้ขีดจำกัดควบคุมบน (UCL) ใหม่เท่ากับ 0.2259 และขีดจำกัดควบคุมล่าง (LCL) ใหม่ เท่ากับ 0

ส่วนผลการวิเคราะห์ข้อมูลเครื่องจักรที่ 3 ลักษณะคุณภาพของความสูงทรัสเฟสของผลิตภัณฑ์เสื้อสูบ สำหรับข้อมูลในวันอื่นๆ สามารถทำได้ในทำนองเดียวกัน และนำมาสรุปผลการวิเคราะห์ของข้อมูลได้ดังตารางต่อไปนี้

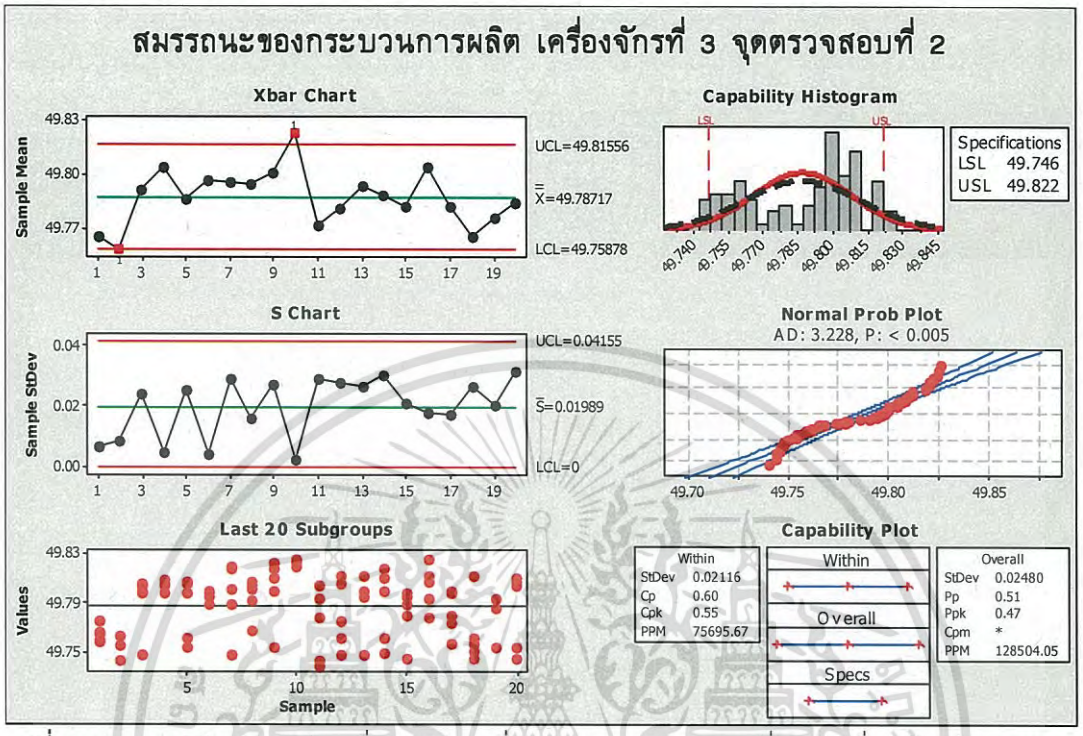
ตารางที่ 4.11 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของผลิตภัณฑ์เสื้อสูบที่มาจากเครื่องจักรที่ 3 ลักษณะคุณภาพของความสูงทรัสเฟส

วัน/เดือน/ปี	แผนภูมิควบคุม				ลักษณะการควบคุม	C_{pk}	ร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกข้อกำหนด
	ค่าเฉลี่ย		ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน				
	LCL	UCL	LCL	UCL			
13/01/59 14/01/59	26.259	26.514	0	0.187	ควบคุมไม่ได้	0.50	6.80
21/01/59 22/01/59	26.711	26.985	0	0.200	ควบคุมไม่ได้	0.84	0.61
28/01/59 29/01/59	26.708	27.078	0	0.270	ควบคุมไม่ได้	0.72	2.94
4/02/59 5/02/59	26.810	27.125	0	0.231	ควบคุมไม่ได้	0.65	2.57
10/02/59 11/02/59	26.705	27.041	0	0.248	ควบคุมไม่ได้	0.75	1.82
17/02/59 20/02/59	26.679	27.048	0	0.270	ควบคุมไม่ได้	0.66	3.23
25/02/59 26/02/59	26.770	27.073	0	0.222	ควบคุมไม่ได้	0.79	1.05

จากตารางที่ 4.11 แสดงให้เห็นว่ากระบวนการผลิตเสื้อสูบจากเครื่องจักรที่ 3 ลักษณะคุณภาพของความสูงทรัสเฟสยังไม่สามารถควบคุมได้ ดัชนีสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่าน้อยกว่า 1 แสดงว่า ความสามารถของกระบวนการผลิตสินค้ายังอยู่ในระดับที่ไม่ดี และยังมีสินค้าตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนดสูงสุดอยู่ที่ร้อยละ 6.80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.5 ผลการวิเคราะห์ของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 3 ลักษณะคุณภาพของความยาวรูลูกสูบสำหรับวันที่ 13 และ 14 มกราคม 2559



รูปที่ 4.31 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเครื่องจักรที่ 3 ลักษณะคุณภาพของความยาวรูลูกสูบสำหรับวันที่ 13 และ 14 มกราคม 2559

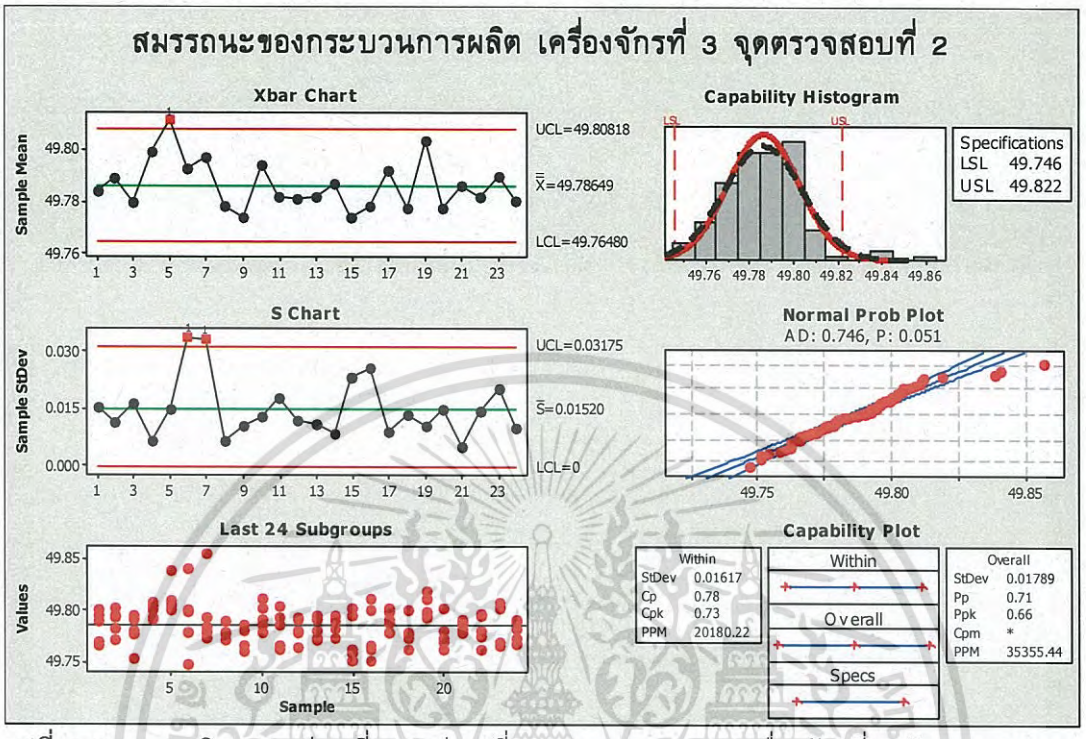
หมายเหตุ: 1 หมายถึง มีจุดพิกัดอย่างน้อย 1 จุด ตกอยู่ข้างนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่าง

จากรูปที่ 4.31 พบว่า มีจุดที่ 2 และ 10 เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่างของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย สำหรับแผนภูมิควบคุมส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน พบว่า ไม่มีจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบน แสดงว่ากระบวนการผลิตยังไม่สามารถควบคุมได้

ดัชนีสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.55 และค่า PPM = 75695.67 แสดงว่า ความสามารถของกระบวนการผลิตสินค้ายังอยู่ในระดับที่ไม่ดี และจากค่าความน่าจะเป็นของข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนดมีค่าเท่ากับ 0.0757 แสดงว่า มีสินค้าตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนดร้อยละ 7.57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.6 ผลการวิเคราะห์ของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 3 ลักษณะคุณภาพของความยาวรูลูกสูบ สำหรับวันที่ 21 และ 22 มกราคม 2559



รูปที่ 4.32 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเครื่องจักรที่ 3 ลักษณะคุณภาพของความยาวรูลูกสูบสำหรับวันที่ 21 และ 22 มกราคม 2559

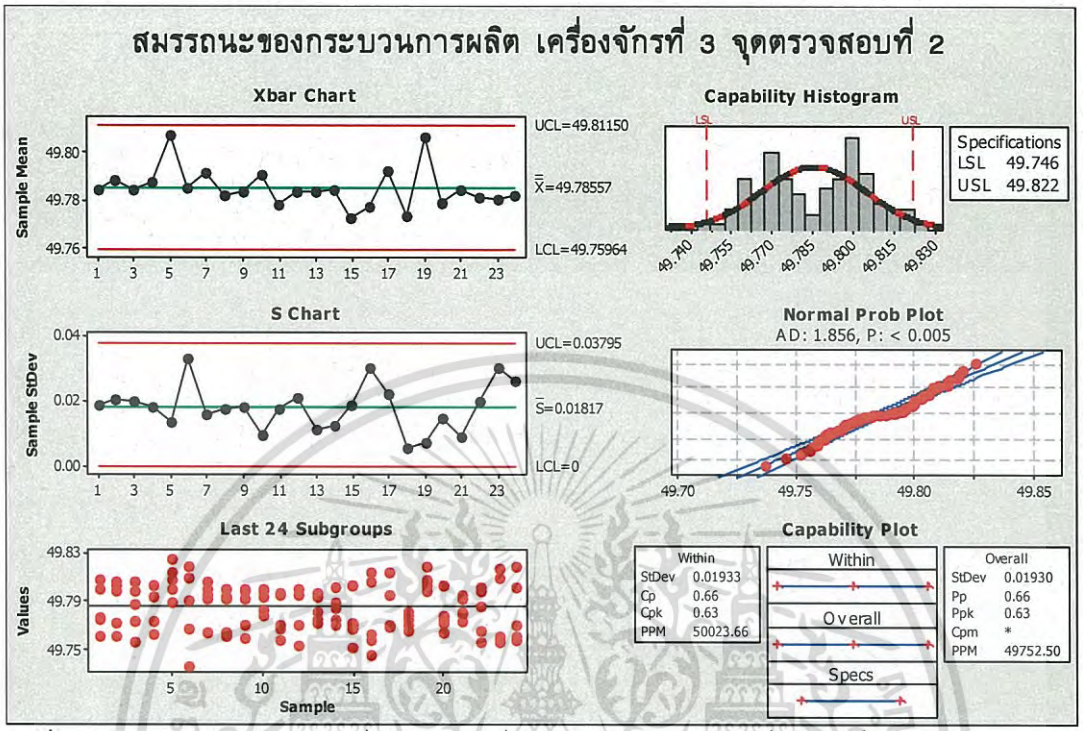
หมายเหตุ: 1 หมายถึง มีจุดพิกัดอย่างน้อย 1 จุด ตกอยู่ข้างนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่าง

จากรูปที่ 4.32 พบว่า มีจุดที่ 5 เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย สำหรับแผนภูมิควบคุมส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน พบว่า จุดที่ 6 และ 7 เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบน แสดงว่ากระบวนการผลิตยังไม่สามารถควบคุมได้

ดัชนีสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.73 และค่า PPM = 20180.22 แสดงว่า ความสามารถของกระบวนการผลิตสินค้ายังอยู่ในระดับที่ไม่ดี และจากค่าความน่าจะเป็นของข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนดมีค่าเท่ากับ 0.0202 แสดงว่า มีสินค้าตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนดร้อยละ 2.02

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.7 ผลการวิเคราะห์ของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 3 ลักษณะคุณภาพของความยาวรูลูกสูบ สำหรับวันที่ 28 และ 29 มกราคม 2559



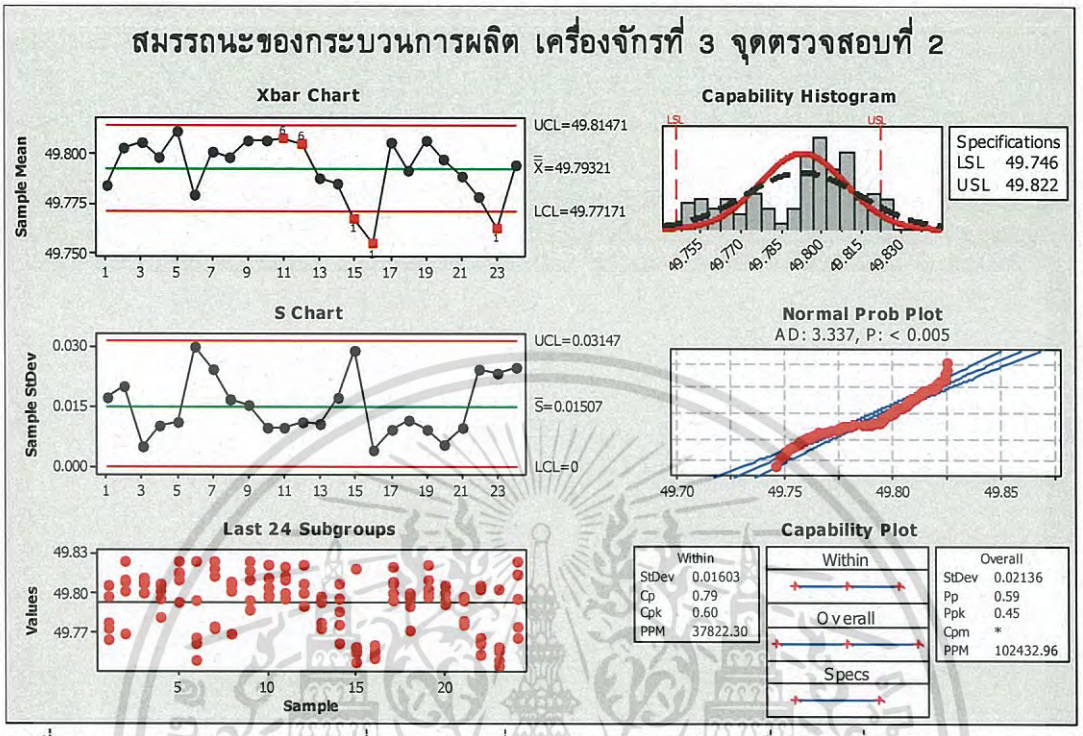
รูปที่ 4.33 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเครื่องจักรที่ 3 ลักษณะคุณภาพของความยาวรูลูกสูบสำหรับวันที่ 28 และ 29 มกราคม 2559

จากรูปที่ 4.33 พบว่า ไม่มีจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แสดงว่ากระบวนการผลิตสามารถควบคุมได้

ดัชนีสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.63 และค่า PPM = 50023.66 แสดงว่า ความสามารถของกระบวนการผลิตสินค้ายังอยู่ในระดับที่ไม่ดี และจากค่าความน่าจะเป็นของข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนดมีค่าเท่ากับ 0.0500 แสดงว่า มีสินค้าตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนดร้อยละ 5.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.8 ผลการวิเคราะห์ของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 3 ลักษณะคุณภาพของความยาวรูลูกสูบ สำหรับวันที่ 4 และ 5 กุมภาพันธ์ 2559



รูปที่ 4.34 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเครื่องจักรที่ 3 ลักษณะคุณภาพของความยาวรูลูกสูบสำหรับวันที่ 4 และ 5 กุมภาพันธ์ 2559

หมายเหตุ: 1 หมายถึง มีจุดพิกัดอย่างน้อย 1 จุด ตกอยู่ข้างนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่าง
6 หมายถึง มีจุดพิกัด 4 ใน 5 จุดที่ต่อเนื่องกันตกอยู่นอกเส้น 1σ

จากรูปที่ 4.34 พบว่า มีจุดที่ 15 , 16 และ 23 เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมล่างของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และมีจุดที่ 7-11 และ 8-12 มีลักษณะที่ควบคุมไม่ได้ คือมีจุดพิกัด 4 ใน 5 จุดที่ต่อเนื่องกันตกอยู่นอกเส้น 1σ สำหรับแผนภูมิควบคุมส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน พบว่า ไม่มีจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุม แสดงว่ากระบวนการผลิตยังไม่สามารถควบคุมได้

ดัชนีสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.60 และค่า PPM = 37822.30 แสดงว่า ความสามารถของกระบวนการผลิตสินค้ายังอยู่ในระดับที่ไม่ดี และจากค่าความน่าจะเป็นของข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนดมีค่าเท่ากับ 0.0378 แสดงว่า มีสินค้าตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนดร้อยละ 3.78

ส่วนผลการวิเคราะห์ข้อมูลเครื่องจักรที่ 3 ลักษณะคุณภาพของความยาวรูลูกสูบของผลิตภัณฑ์เสื้อสูบ สำหรับข้อมูลในวันอื่นๆ สามารถทำได้ในทำนองเดียวกัน และนำมาสรุปผลการวิเคราะห์ของข้อมูลได้ดังตารางต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.12 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของผลิตภัณฑ์เสื้อสูบที่มาจากเครื่องจักรที่ 3 ลักษณะคุณภาพของความยาวรูลูกสูบ

วัน/เดือน/ปี	แผนภูมิควบคุม				ลักษณะการควบคุม	C_{pk}	ร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกข้อกำหนด
	ค่าเฉลี่ย		ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน				
	LCL	UCL	LCL	UCL			
13/01/59 14/01/59	49.759	49.816	0	0.042	ควบคุมไม่ได้	0.55	7.57
21/01/59 22/01/59	49.765	49.808	0	0.032	ควบคุมไม่ได้	0.73	2.02
28/01/59 29/01/59	49.760	49.812	0	0.038	ควบคุมได้	0.63	5.00
4/02/59 5/02/59	49.772	49.815	0	0.032	ควบคุมไม่ได้	0.60	3.78
10/02/59 11/02/59	49.764	49.814	0	0.037	ควบคุมได้	0.58	5.16
17/02/59 20/02/59	49.761	49.812	0	0.038	ควบคุมได้	0.61	5.04
25/02/59 26/02/59	49.762	49.808	0	0.034	ควบคุมไม่ได้	0.72	2.68

จากตารางที่ 4.12 แสดงให้เห็นว่ากระบวนการผลิตเสื้อสูบจากเครื่องจักรที่ 3 ลักษณะคุณภาพของความยาวรูลูกสูบยังไม่สามารถควบคุมได้ ดัชนีสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่าน้อยกว่า 1 แสดงว่า สมรรถนะของกระบวนการผลิตสินค้ายังอยู่ในระดับที่ไม่ดี และยังมีสินค้าตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนดสูงสุดอยู่ที่ร้อยละ 7.57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะคุณภาพของเครื่องจักรที่ 4

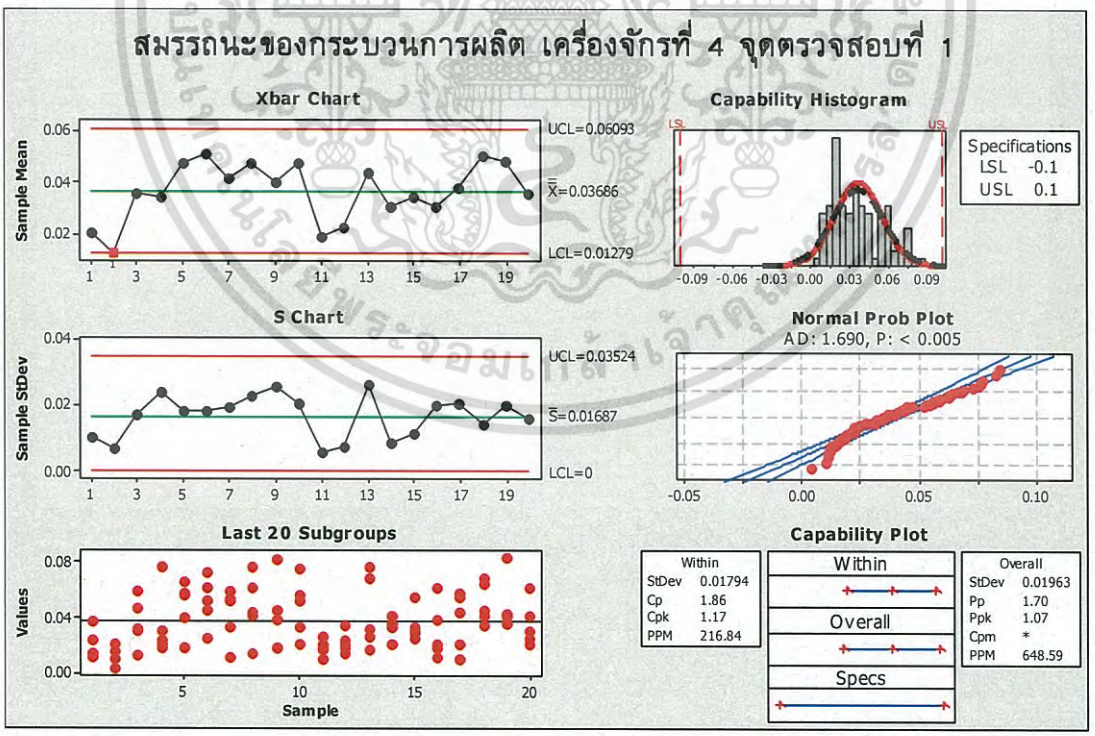
เครื่องจักรที่ 4 จะทำการตรวจสอบลักษณะคุณภาพของความได้ฉากรูเพลากับรูลูกสูบและความได้ฉากผิวหน้าขาสเตเตอร์กับรูเพลา ซึ่งทางบริษัทได้มีข้อกำหนดไว้ดังนี้

ตารางที่ 4.13 ขีดจำกัดข้อกำหนด (Specification limit) ของความได้ฉากรูเพลากับรูลูกสูบและความได้ฉากผิวหน้าขาสเตเตอร์กับรูเพลา (หน่วย: มิลลิเมตร)

ลักษณะคุณภาพ	ขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง (LSL)	ขีดจำกัดข้อกำหนดบน (USL)
ความได้ฉากรูเพลากับรูลูกสูบ	-	0.1
ความได้ฉากผิวหน้าขาสเตเตอร์กับรูเพลา	-	0.1

หมายเหตุ: เครื่องจักรที่ 4 มีขีดจำกัดข้อกำหนดบนเพียงด้านเดียว (-) แล้วจึงกำหนดค่าขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง -0.1 ให้สามารถรันโปรแกรมได้

4.4.1 ผลการวิเคราะห์ของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 4 ลักษณะคุณภาพของความได้ฉากรูเพลากับรูลูกสูบ สำหรับวันที่ 13 และ 14 มกราคม 2559



รูปที่ 4.35 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเครื่องจักรที่ 4 ลักษณะคุณภาพของความได้ฉากรูเพลากับรูลูกสูบสำหรับวันที่ 13 และ 14 มกราคม 2559

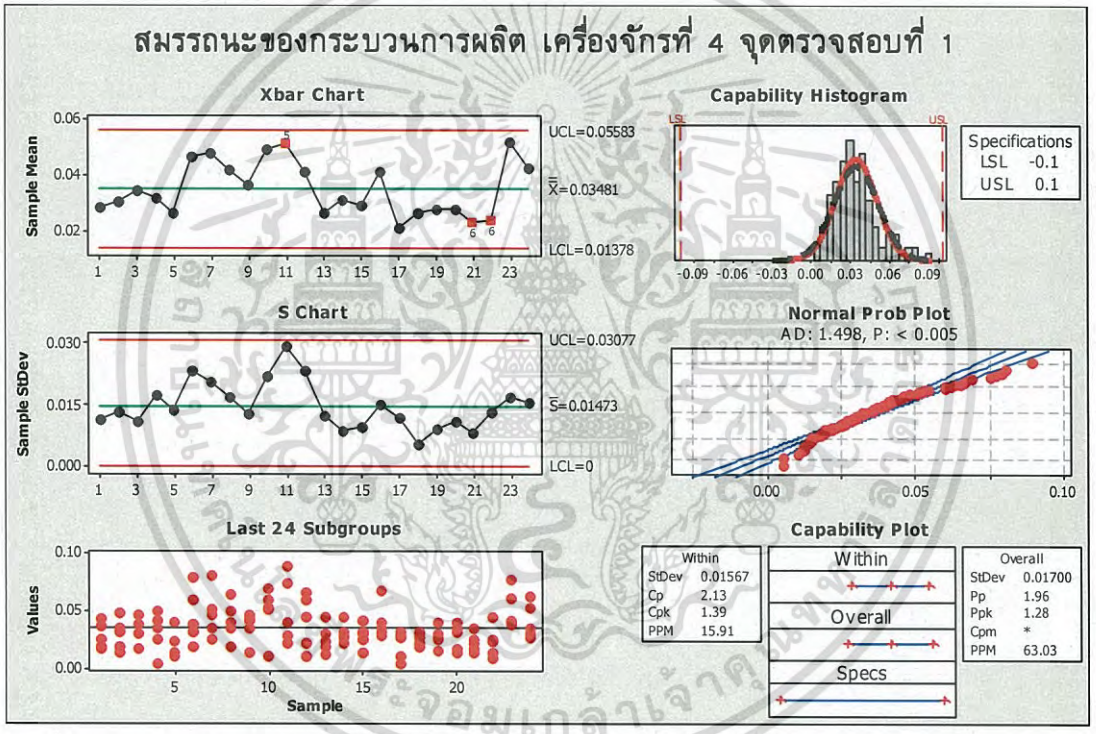
หมายเหตุ: 1 หมายถึง มีจุดพิกัดอย่างน้อย 1 จุด ตกอยู่ข้างนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.35 พบว่า มีจุดที่ 2 เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมล่างของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย สำหรับแผนภูมิควบคุมส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน พบว่า ไม่มีจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุม แสดงว่ากระบวนการผลิตยังไม่สามารถควบคุมได้

ดัชนีสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 1.17 และค่า PPM = 216.84 แสดงว่า ความสามารถของกระบวนการผลิตสินค้าอยู่ในระดับที่ดี และจากค่าความน่าจะเป็นของข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนดมีค่าเท่ากับ 0.0002 แสดงว่า มีสินค้าตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนดร้อยละ 0.02

4.4.2 ผลการวิเคราะห์ของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 4 ลักษณะคุณภาพของความได้ฉากรูเพลากับรูลูกสูบ สำหรับวันที่ 21 และ 22 มกราคม 2559



รูปที่ 4.36 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเครื่องจักรที่ 4 ลักษณะคุณภาพของความได้ฉากรูเพลากับรูลูกสูบสำหรับวันที่ 21 และ 22 มกราคม 2559

หมายเหตุ: 5 หมายถึง มีจุดพิกัด 2 ใน 3 จุดที่ต่อเนื่องกันตกอยู่นอกเส้น 2σ แต่ยังคงอยู่ในขีดจำกัดควบคุม

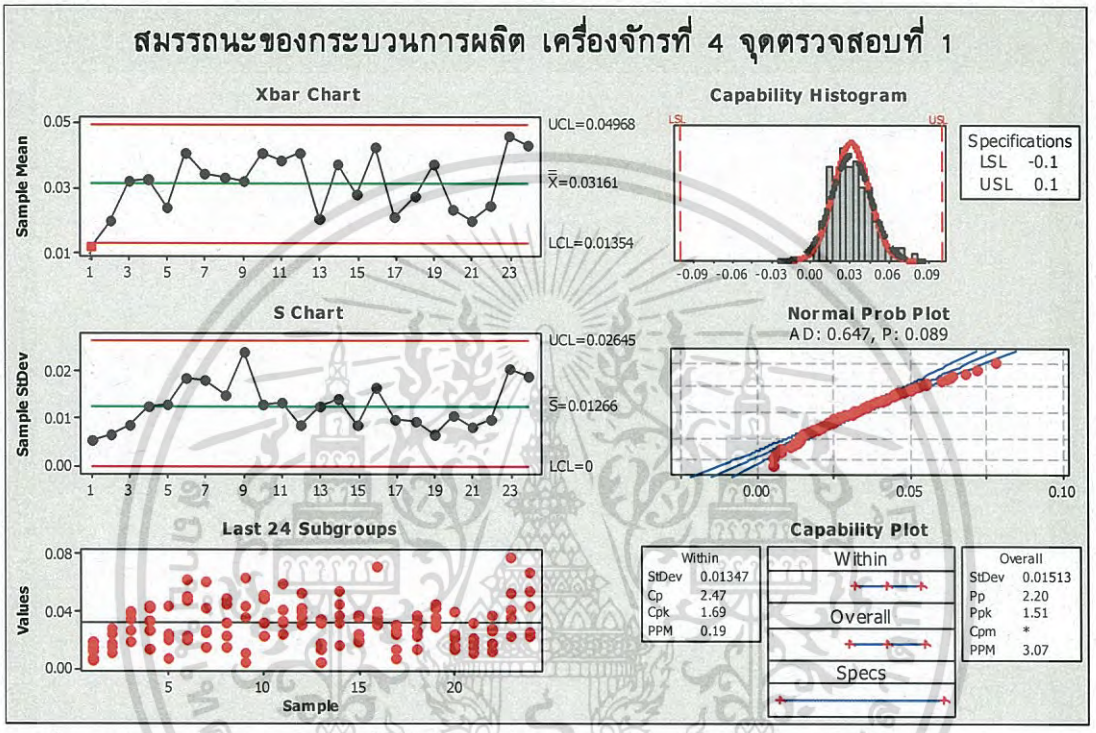
6 หมายถึง มีจุดพิกัด 4 ใน 5 จุดที่ต่อเนื่องกันตกอยู่นอกเส้น 1σ

จากรูปที่ 4.36 พบว่า ไม่มีจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย แต่มีจุดที่ 9-11 มีลักษณะที่ควบคุมไม่ได้ คือมีจุดพิกัด 2 ใน 3 จุดที่ต่อเนื่องกันตกอยู่นอกเส้น 2σ แต่ยังคงอยู่ในขีดจำกัดควบคุม และยังมีจุดที่ 17-21 และ 18-22 มีลักษณะที่ควบคุมไม่ได้เช่นกัน คือมีจุดพิกัด 4 ใน 5 จุดที่ต่อเนื่องกันตกอยู่นอกเส้น 1σ สำหรับแผนภูมิควบคุมส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน พบว่า ไม่มีจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุม แสดงว่ากระบวนการผลิตยังไม่สามารถควบคุมได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดัชนีสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 1.39 และค่า PPM = 15.91 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตสินค้ายังอยู่ในระดับที่ดี และจากค่าความน่าจะเป็นของข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนดมีค่าเข้าใกล้ 0 แสดงว่า ไม่มีสินค้าตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนด

4.4.3 ผลการวิเคราะห์ของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 4 ลักษณะคุณภาพของความได้ฉากรูเพลากับรูลูกสูบ สำหรับวันที่ 28 และ 29 มกราคม 2559



รูปที่ 4.37 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเครื่องจักรที่ 4 ลักษณะคุณภาพของความได้ฉากรูเพลากับรูลูกสูบสำหรับวันที่ 28 และ 29 มกราคม 2559

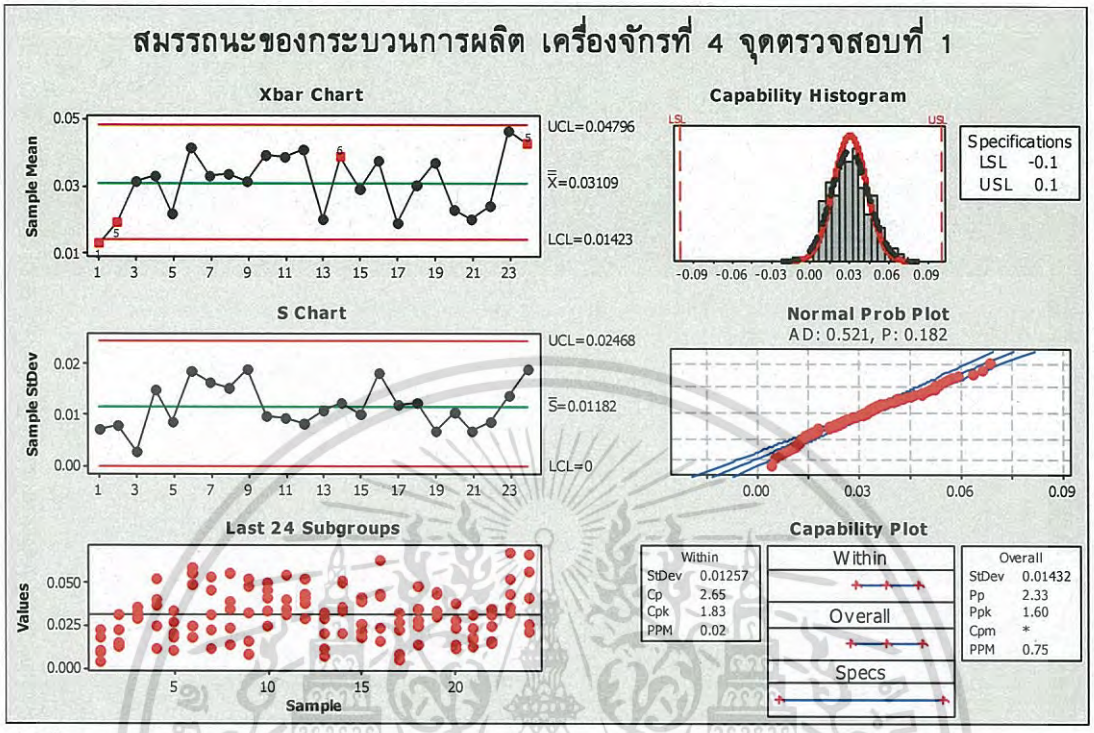
หมายเหตุ: 1 หมายถึง มีจุดพิกัดอย่างน้อย 1 จุด ตกอยู่ข้างนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่าง

จากรูปที่ 4.37 พบว่า มีจุดที่ 1 เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมล่างของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย สำหรับแผนภูมิควบคุมส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน พบว่า ไม่มีจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุม แสดงว่ากระบวนการผลิตยังไม่สามารถควบคุมได้

ดัชนีสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 1.69 และค่า PPM = 0.19 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตสินค้าอยู่ในระดับที่ดี และจากค่าความน่าจะเป็นของข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนดมีค่าเข้าใกล้ 0 แสดงว่า ไม่มีสินค้าตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.4 ผลการวิเคราะห์ของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 4 ลักษณะคุณภาพของความได้ฉากรูเพลากับรูลูกสูบ สำหรับวันที่ 4 และ 5 กุมภาพันธ์ 2559



รูปที่ 4.38 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเครื่องจักรที่ 4 ลักษณะคุณภาพของความได้ฉากรูเพลากับรูลูกสูบสำหรับวันที่ 4 และ 5 กุมภาพันธ์ 2559

หมายเหตุ: 1 หมายถึง มีจุดพิกัดอย่างน้อย 1 จุด ตกอยู่ข้างนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่าง

5 หมายถึง มีจุดพิกัด 2 ใน 3 จุดที่ต่อเนื่องกันตกอยู่นอกเส้น 2σ แต่ยังคงอยู่ในขีดจำกัดควบคุม

6 หมายถึง มีจุดพิกัด 4 ใน 5 จุดที่ต่อเนื่องกันตกอยู่นอกเส้น 1σ

จากรูปที่ 4.38 พบว่า มีจุดที่ 1 เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมล่างของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และมีจุดที่ 1-2 และ 22-24 มีลักษณะที่ควบคุมไม่ได้ คือมีจุดพิกัด 2 ใน 3 จุดที่ต่อเนื่องกันตกอยู่นอกเส้น 2σ แต่ยังคงอยู่ในขีดจำกัดควบคุม และยังมีจุดที่ 10-14 มีลักษณะที่ควบคุมไม่ได้เช่นกัน คือมีจุดพิกัด 4 ใน 5 จุดที่ต่อเนื่องกันตกอยู่นอกเส้น 1σ สำหรับแผนภูมิควบคุมส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน พบว่า ไม่มีจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุม แสดงว่ากระบวนการผลิตยังไม่สามารถควบคุมได้

ดัชนีสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 1.83 และค่า PPM = 0.02 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตสินค้าอยู่ในระดับที่ดี และจากค่าความน่าจะเป็นของข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนดมีค่าเข้าใกล้ 0 แสดงว่า ไม่มีสินค้าตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนด

ส่วนผลการวิเคราะห์ข้อมูลเครื่องจักรที่ 4 ลักษณะคุณภาพของความได้ฉากรูเพลากับรูลูกสูบของผลิตภัณฑ์เสื้อสูบ สำหรับข้อมูลในวันอื่นๆ สามารถทำได้ในทำนองเดียวกัน และนำมาสรุปผลการวิเคราะห์ของข้อมูลได้ดังตารางต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

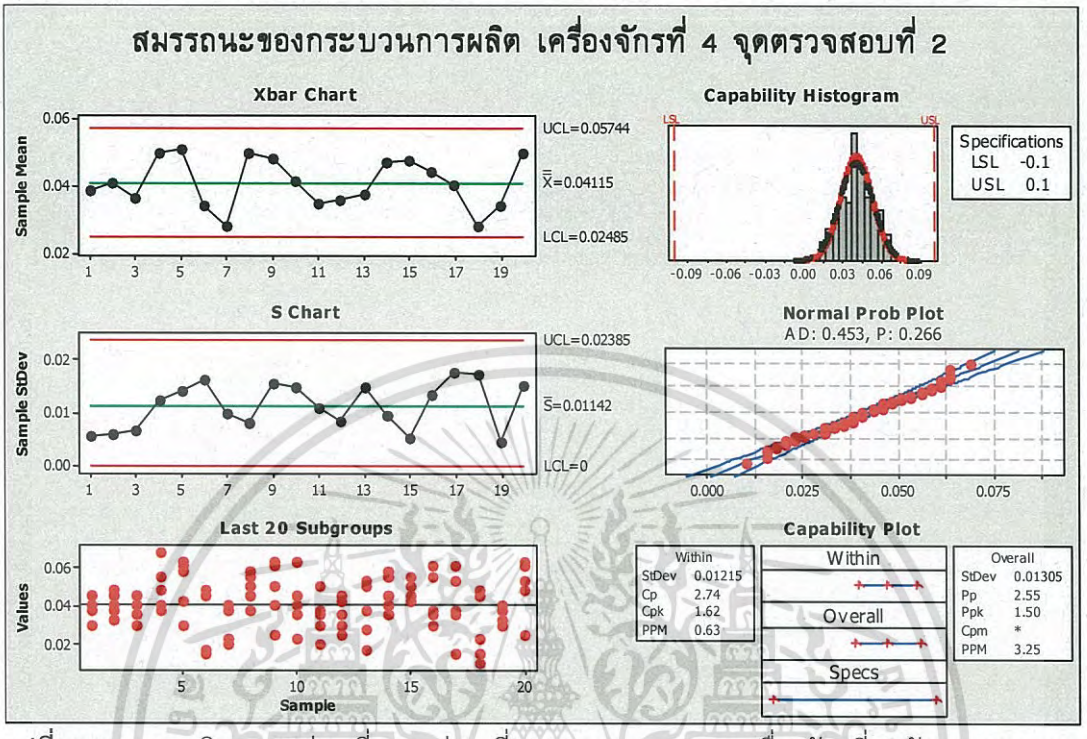
ตารางที่ 4.14 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของผลิตภัณฑ์เสื้อสูบที่มาจากเครื่องจักรที่ 4 ลักษณะคุณภาพของความได้ฉากรูเพลากับรูลูกสูบ

วัน/เดือน/ปี	แผนภูมิควบคุม				ลักษณะการควบคุม	C_{pk}	ร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกข้อกำหนด
	ค่าเฉลี่ย		ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน				
	LCL	UCL	LCL	UCL			
13/01/59 14/01/59	0.0128	0.0609	0	0.0352	ควบคุมไม่ได้	1.17	0.02
21/01/59 22/01/59	0.0138	0.0558	0	0.0308	ควบคุมไม่ได้	1.39	0.00
28/01/59 29/01/59	0.0135	0.0497	0	0.0265	ควบคุมไม่ได้	1.69	0.00
4/02/59 5/02/59	0.0142	0.0480	0	0.0247	ควบคุมไม่ได้	1.83	0.00
10/02/59 11/02/59	0.0088	0.0488	0	0.0293	ควบคุมไม่ได้	1.59	0.00
17/02/59 20/02/59	0.0106	0.0446	0	0.0248	ควบคุมไม่ได้	1.91	0.00
25/02/59 26/02/59	0.0114	0.0445	0	0.0242	ควบคุมไม่ได้	1.95	0.00

จากตารางที่ 4.14 แสดงให้เห็นว่ากระบวนการผลิตเสื้อสูบจากเครื่องจักรที่ 4 ลักษณะคุณภาพของความได้ฉากรูเพลากับรูลูกสูบส่วนใหญ่สามารถควบคุมได้ ดัชนีสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่ามากกว่า 1 แสดงว่า ความสามารถของกระบวนการผลิตสินค้าอยู่ในระดับที่ดี และยังมีสินค้าตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนดสูงสุดอยู่ที่ร้อยละ 0.02

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.5 ผลการวิเคราะห์ของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 4 ลักษณะคุณภาพของความได้ฉากผิวหน้าขาสเตเตอร์กับรูเพลา สำหรับวันที่ 13 และ 14 มกราคม 2559



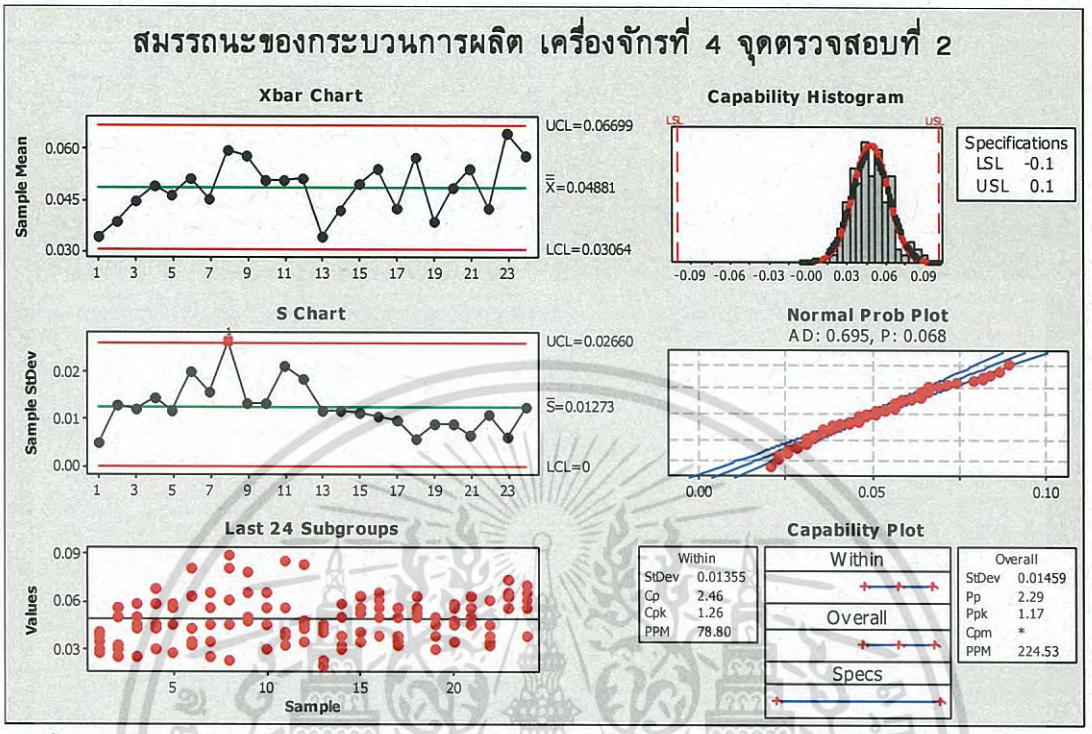
รูปที่ 4.39 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเครื่องจักรที่ 4 ลักษณะคุณภาพของความได้ฉากผิวหน้าขาสเตเตอร์กับรูเพลาสำหรับวันที่ 13 และ 14 มกราคม 2559

จากรูปที่4.39 พบว่าไม่มีจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แสดงว่ากระบวนการผลิตสามารถควบคุมได้

ดัชนีสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ1.62 และค่า PPM = 0.63 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตสินค้าอยู่ในระดับที่ดี และจากค่าความน่าจะเป็นของข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนดมีค่าเข้าใกล้ 0 แสดงว่า ไม่มีสินค้าตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.6 ผลการวิเคราะห์ของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 4 ลักษณะคุณภาพของความได้ฉากผิวหน้าขาสเตเตอร์กับรูเพลา สำหรับวันที่ 21 และ 22 มกราคม 2559



รูปที่ 4.40 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเครื่องจักรที่ 4 ลักษณะคุณภาพของความได้ฉากผิวหน้าขาสเตเตอร์กับรูเพลาสำหรับวันที่ 21 และ 22 มกราคม 2559

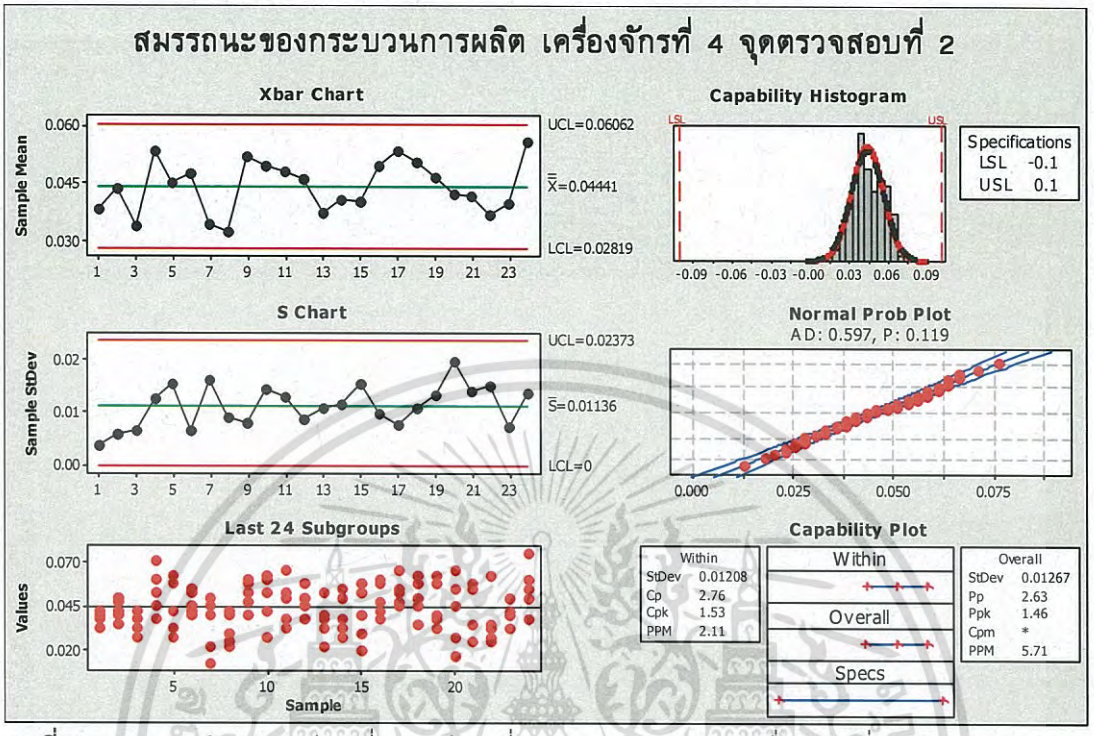
หมายเหตุ: 1 หมายถึง มีจุดพิกัดอย่างน้อย 1 จุด ตกอยู่ข้างนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่าง

จากรูปที่ 4.40 พบว่า ไม่มีจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย สำหรับแผนภูมิควบคุมส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน พบว่า จุดที่ 8 เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบน แสดงว่ากระบวนการผลิตยังไม่สามารถควบคุมได้

ดัชนีสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 1.26 และค่า PPM = 78.80 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตสินค้าอยู่ในระดับที่ดี และจากค่าความน่าจะเป็นของข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนดมีค่าเท่ากับ 0.0001 แสดงว่า มีสินค้าตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนดร้อยละ 0.01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.7 ผลการวิเคราะห์ของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 4 ลักษณะคุณภาพของความได้ฉากผิวหน้าขาสเตเตอร์กับรูเพลา สำหรับวันที่ 28 และ 29 มกราคม 2559



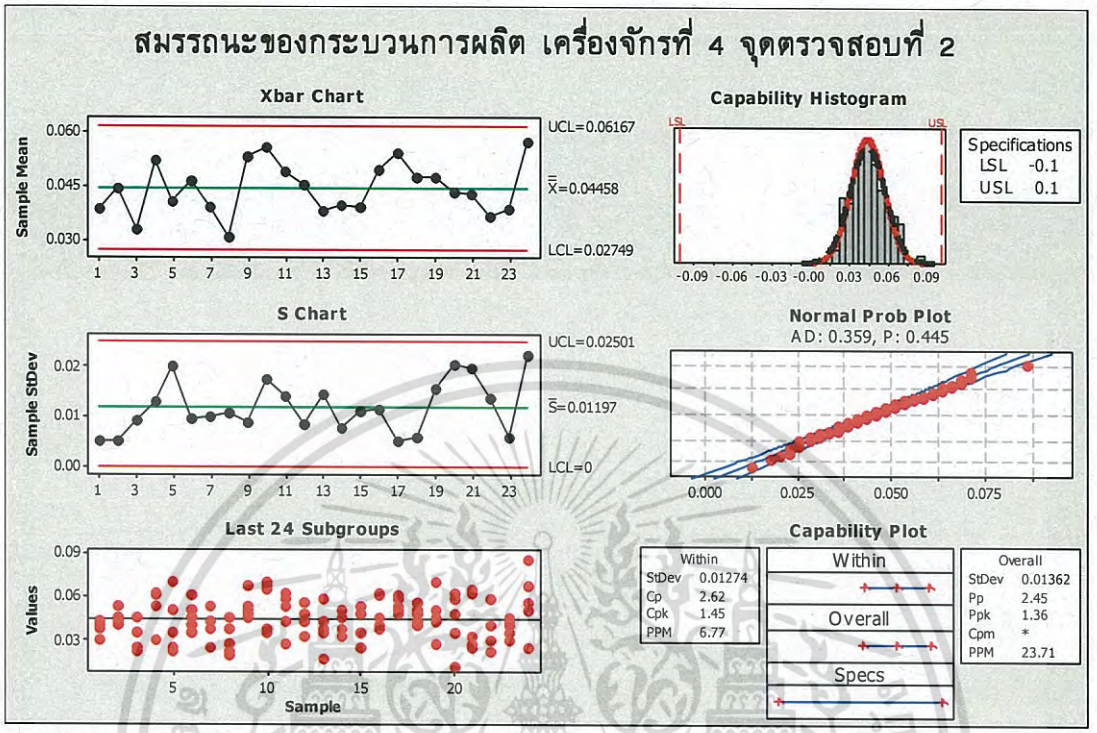
รูปที่ 4.41 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเครื่องจักรที่ 4 ลักษณะคุณภาพของความได้ฉากผิวหน้าขาสเตเตอร์กับรูเพลาสำหรับวันที่ 28 และ 29 มกราคม 2559

จากรูปที่ 4.41 พบว่า ไม่มีจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แสดงว่ากระบวนการผลิตสามารถควบคุมได้

ดัชนีสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 1.53 และค่า PPM = 2.11 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตสินค้าอยู่ในระดับที่ดี และจากค่าความน่าจะเป็นของข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนดมีค่าเข้าใกล้ 0 แสดงว่า ไม่มีสินค้าตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.8 ผลการวิเคราะห์ของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 4 ลักษณะคุณภาพของความได้ฉากผิวหน้าขาสเตเตอร์กับรูเพลา สำหรับวันที่ 4 และ 5 กุมภาพันธ์ 2559



รูปที่ 4.42 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเครื่องจักรที่ 4 ลักษณะคุณภาพของความได้ฉากผิวหน้าขาสเตเตอร์กับรูเพลาสำหรับวันที่ 4 และ 5 กุมภาพันธ์ 2559

จากรูปที่ 4.42 พบว่า ไม่มีจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แสดงว่ากระบวนการผลิตสามารถควบคุมได้

ดัชนีสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 1.45 และค่า PPM = 6.77 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตสินค้าอยู่ในระดับที่ดี และจากค่าความน่าจะเป็นของข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนดมีค่าเข้าใกล้ 0 แสดงว่า ไม่มีสินค้าตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนด

ส่วนผลการวิเคราะห์ข้อมูลเครื่องจักรที่ 4 ลักษณะคุณภาพของความได้ฉากผิวหน้าขาสเตเตอร์กับรูเพลาของผลิตภัณฑ์เสื้อสูบ สำหรับข้อมูลในวันอื่นๆ สามารถทำได้ในทำนองเดียวกัน และนำมาสรุปผลการวิเคราะห์ของข้อมูลได้ดังตารางต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.15 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของผลิตภัณฑ์เสื้อสูบที่มาจากเครื่องจักรที่ 4 ลักษณะคุณภาพของความได้ฉากผิวหน้าขาสเตเตอร์กับรูเพลา

วัน/เดือน/ปี	แผนภูมิควบคุม				ลักษณะการควบคุม	C_{pk}	ร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกข้อกำหนด
	ค่าเฉลี่ย		ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน				
	LCL	UCL	LCL	UCL			
13/01/59 14/01/59	0.0249	0.0574	0	0.0239	ควบคุมได้	1.62	0.00
21/01/59 22/01/59	0.0306	0.0670	0	0.0266	ควบคุมไม่ได้	1.26	0.01
28/01/59 29/01/59	0.0282	0.0606	0	0.0237	ควบคุมได้	1.53	0.00
4/02/59 5/02/59	0.0275	0.0617	0	0.0250	ควบคุมได้	1.45	0.00
10/02/59 11/02/59	0.0197	0.0635	0	0.0320	ควบคุมได้	1.19	0.02
17/02/59 20/02/59	0.0333	0.0657	0	0.0237	ควบคุมได้	1.39	0.00
25/02/59 26/02/59	0.0225	0.0526	0	0.0221	ควบคุมได้	1.87	0.00

จากตารางที่ 4.15 แสดงให้เห็นว่ากระบวนการผลิตเสื้อสูบจากเครื่องจักรที่ 4 ลักษณะคุณภาพของความได้ฉากผิวหน้าขาสเตเตอร์กับรูเพลาส่วนใหญ่สามารถควบคุมได้ ดัชนีสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่ามากกว่า 1 แสดงว่า ความสามารถของกระบวนการผลิตสินค้าอยู่ในระดับที่ดี และยังมีสินค้าตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนดสูงสุดอยู่ที่ร้อยละ 0.02

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

การทำปัญหาพิเศษครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์เสื้อสูบของบริษัท กุลธรเคอร์บี้ จำกัด (มหาชน) จากข้อมูลลักษณะคุณภาพของผลิตภัณฑ์เสื้อสูบที่มาจากเครื่องจักรที่ 1 เครื่องจักรที่ 3 และเครื่องจักรที่ 4 โดยมีรายละเอียดดังนี้

- เครื่องจักรที่ 1 จะทำการตรวจสอบลักษณะคุณภาพของความสูงขาสเตเตอร์และความสูงดุมเพลา
- เครื่องจักรที่ 3 จะทำการตรวจสอบลักษณะคุณภาพของความสูงทรัสเฟสและความยาวรูลูกสูบ
- เครื่องจักรที่ 4 จะทำการตรวจสอบลักษณะคุณภาพของความได้ฉากรูเพลากับรูลูกสูบและความได้ฉากผิวหน้าขาสเตเตอร์กับรูเพลา

สำหรับข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ได้รวบรวมข้อมูลในวันที่ 13 มกราคม พ.ศ. 2559 ถึง วันที่ 26 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559 รวมจำนวนทั้งหมด 42 ชุด ในหนึ่งชุดจะประกอบด้วย กลุ่มตัวอย่าง 20 หรือ 24 กลุ่ม และในหนึ่งกลุ่มตัวอย่างจะเก็บข้อมูลมา 5 ตัวอย่าง ซึ่งในการวิเคราะห์ข้อมูลนั้นอาศัยหลักเกณฑ์ทางสถิติและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมคุณภาพ สามารถนำมาสรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 การทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูล

ในการทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูลในครั้งนี้ได้ใช้วิธี Anderson-Darling จากการทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูลลักษณะคุณภาพของผลิตภัณฑ์เสื้อสูบที่มาจากเครื่องจักรที่ 1 เครื่องจักรที่ 3 และเครื่องจักรที่ 4 รวมจำนวนทั้งหมด 42 ชุด พบว่า ข้อมูลส่วนใหญ่ไม่มีการแจกแจงปกติ แต่เนื่องจากในการเก็บข้อมูลแต่ละครั้งได้ทำการเก็บครั้งละ 5 ตัวอย่าง ซึ่งทำให้สอดคล้องกับการทดลองของ Dr.Walter A. Shewhart และทฤษฎีขีดจำกัดสู่ส่วนกลาง ดังนั้น ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ทั้ง 42 ชุดจึงถือได้ว่า มีการแจกแจงเข้าใกล้แบบปกติ (Approximate normal)

5.1.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะคุณภาพของเครื่องจักรที่ 1

เครื่องจักรที่ 1 จะทำการตรวจสอบลักษณะคุณภาพของความสูงขาสเตเตอร์และความสูงดุมเพลา โดยใช้แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน พบว่า กระบวนการผลิตของเครื่องจักรที่ 1 ยังอยู่ในลักษณะที่ไม่สามารถควบคุมได้ ดัชนีสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk})

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทุกค่ามีค่าน้อยกว่า 1 แสดงว่า ความสามารถของกระบวนการผลิตสินค้ายังอยู่ในระดับที่ไม่ดี และยังมีสินค้าตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนดในระดับมากพอสมควร

5.1.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะคุณภาพของเครื่องจักรที่ 3

เครื่องจักรที่ 3 จะทำการตรวจสอบลักษณะคุณภาพของความสูงทรัสเฟสและความยาวรูลูกสูบ โดยใช้แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน พบว่า กระบวนการผลิตของเครื่องจักรที่ 3 ยังอยู่ในลักษณะที่ไม่สามารถควบคุมได้ ดัชนีสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) ทุกค่ามีค่าน้อยกว่า 1 แสดงว่า ความสามารถของกระบวนการผลิตสินค้ายังอยู่ในระดับที่ไม่ดี และยังมีสินค้าตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนดในระดับปานกลาง

5.1.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะคุณภาพของเครื่องจักรที่ 4

เครื่องจักรที่ 4 จะทำการตรวจสอบลักษณะคุณภาพของความได้ฉากรูเพลากับรูลูกสูบและความได้ฉากผิวหน้าขาสเตเตอร์กับรูเพลา โดยใช้แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน พบว่า

- กระบวนการผลิตของเครื่องจักรที่ 4 ลักษณะคุณภาพของความได้ฉากรูเพลากับรูลูกสูบ ยังอยู่ในลักษณะที่ไม่สามารถควบคุมได้ ดัชนีสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) ทุกค่ามีค่ามากกว่า 1 แสดงว่า ความสามารถของกระบวนการผลิตสินค้ายังอยู่ในระดับที่ดี และมีสินค้าตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนดเข้าใกล้ 0 หรือน้อยมาก
- กระบวนการผลิตของเครื่องจักรที่ 4 ลักษณะคุณภาพของความได้ฉากผิวหน้าขาสเตเตอร์กับรูเพลาส่วนใหญ่อยู่ในลักษณะที่สามารถควบคุมได้ ดัชนีสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) ทุกค่ามีค่ามากกว่า 1 แสดงว่า ความสามารถของกระบวนการผลิตสินค้ายังอยู่ในระดับที่ดี และมีสินค้าตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนดเข้าใกล้ 0 หรือน้อยมาก

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ในกระบวนการผลิตเสื้อสูบมีหลายขั้นตอน จึงควรศึกษาให้รอบคอบก่อนทำการเก็บรวบรวมข้อมูล

2. ในการตรวจสอบลักษณะคุณภาพของเสื้อสูบที่ผ่านกระบวนการจากเครื่องจักรที่ 1 เครื่องจักรที่ 3 และเครื่องจักรที่ 4 ต้องใช้เครื่องมือในการตรวจสอบที่มีวิธีการค่อนข้างยาก ทำให้ต้องใช้เวลาในการตรวจสอบมาก หากจำเป็นต้องเก็บข้อมูลในลักษณะเช่นนี้ จะต้องเรียนรู้เครื่องมือในการตรวจสอบให้มากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กรณ์ทิพย์ เอี่ยมประภัสสร และคณะ. 2554. **การควบคุมคุณภาพการผลิตแร็คช่องไฟฟ้าอาบสังกะสี ของห้างหุ้นส่วน จำกัด ยูดี โลหะกิจ**. ปัญหาพิเศษ, ภาควิชาสถิติ, คณะวิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

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

จารุวรรณ อริยะพัฒนพาณิชย์ และคณะ. 2546. **การควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์นมของบริษัท ดัชมิลล์ จำกัด**. ปัญหาพิเศษ, ภาควิชาสถิติ, คณะวิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

จุฑามาศ มุขธรรม และคณะ. 2554. **การควบคุมคุณภาพการบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์ก๋วยเตี๋ยวและซอสของบริษัทไทยเบตเตอร์ฟู้ดส์ จำกัด**. ปัญหาพิเศษ, ภาควิชาสถิติ, คณะวิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

พัชราพร มาตอำพร และคณะ. 2556. **การควบคุมคุณภาพของผลิตผลิตภัณฑ์สเปรย์ระงับกลิ่นของบริษัท ไซเบอร์แพค จำกัด.** ปัญหาพิเศษ, ภาควิชาสถิติ, คณะวิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

โพยม เหลือแก้ว. 2555. **การปรับปรุงคุณภาพในกระบวนการเชื่อมลวดโดยใช้เทคนิคซิกซ์ ซิกม่า**. ปัญหาพิเศษ, ภาควิชาการจัดการวิศวกรรมธุรกิจ, คณะบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

มนัญญา สอนครุฑ และคณะ. 2552. **การควบคุมคุณภาพการผลิตชิ้นส่วนบันไดเลื่อน**. ปัญหาพิเศษ, ภาควิชาสถิติ, คณะวิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

มนตรี สังข์ทอง. 2557. **หลักสถิติ.**กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

มินตรา เรืองรัศมีโรจน์ และคณะ. 2551. **การควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์สมุนไพรอภัยภูเบศรของมูลนิธิโรงพยาบาลเจ้าพระยาอภัยภูเบศร**. ปัญหาพิเศษ, ภาควิชาสถิติ, คณะวิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ฤดี มาสุจันท์. 2550. **การควบคุมคุณภาพ**. กรุงเทพฯ : แผนกตำรา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ศุภชัย นาทะพันธ์. 2551. **การควบคุมคุณภาพ**. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

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

Dale H. Besterfield. 2004. **Quality Control**. New Jersey : Pearson Prentice.

E. L. Grant and R. S. Leavenworth. 1996. **Statistical Quality Control**. Boston : McGraw-Hill.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
ตารางสถิติ

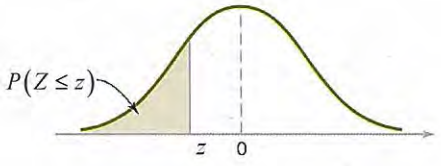
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก ค่าตัวประกอบสำหรับการคำนวณเส้นขีดจำกัดควบคุม

Number of Observations in Sample , n	Chart for Averages			Chart for Standard Deviations					Chart for Ranges				
	Factors for Control Limits			Factors for Central Line	Factors for Control Limits				Factors for Central Line	Factors for Control Limits			
	A	A_2	A_3	C_4	B_1	B_2	B_3	B_4	d_2	D_1	D_2	D_3	D_4
2	2.121	1.880	2.659	0.798	0	1.843	0	3.267	1.128	0	3.686	0	3.267
3	1.732	1.023	1.954	0.886	0	1.858	0	2.568	1.693	0	4.358	0	2.575
4	1.500	0.729	1.628	0.921	0	1.808	0	2.266	2.059	0	4.698	0	2.282
5	1.342	0.577	1.427	0.940	0	1.756	0	2.089	2.326	0	4.918	0	2.115
6	1.225	0.483	1.287	0.952	0.026	1.711	0.030	1.970	2.534	0	5.078	0	2.004
7	1.134	0.419	1.182	0.959	0.105	1.672	0.118	1.882	2.704	0.205	5.203	0.076	1.924
8	1.061	0.373	1.099	0.965	0.167	1.638	0.185	1.815	2.847	0.387	5.307	0.136	1.864
9	1.000	0.337	1.032	0.969	0.219	1.609	0.239	1.761	2.970	0.546	5.394	0.184	1.816
10	0.949	0.308	0.975	0.973	0.262	1.584	0.284	1.716	3.078	0.687	5.469	0.223	1.777
11	0.905	0.285	0.927	0.975	0.299	1.561	0.321	1.679	3.173	0.812	5.534	0.256	1.744
12	0.866	0.266	0.886	0.977	0.331	1.541	0.354	1.646	3.258	0.924	5.592	0.284	1.716
13	0.832	0.249	0.850	0.979	0.359	1.523	0.382	1.618	3.336	1.026	5.646	0.308	1.692
14	0.802	0.235	0.817	0.981	0.384	1.507	0.406	1.594	3.407	1.121	5.693	0.329	1.671
15	0.775	0.223	0.789	0.982	0.406	1.492	0.428	1.572	3.472	1.207	5.737	0.348	1.652
16	0.750	0.212	0.763	0.984	0.427	1.478	0.448	1.552	3.532	1.285	5.779	0.364	1.636
17	0.728	0.203	0.739	0.985	0.445	1.465	0.466	1.534	3.588	1.359	5.817	0.379	1.621
18	0.707	0.194	0.718	0.985	0.461	1.454	0.482	1.518	3.640	1.426	5.854	0.392	1.608
19	0.688	0.187	0.698	0.986	0.477	1.443	0.497	1.503	3.689	1.490	5.888	0.404	1.596
20	0.671	0.180	0.680	0.987	0.491	1.433	0.510	1.490	3.735	1.548	5.922	0.414	1.586
21	0.655	0.173	0.663	0.988	0.504	1.424	0.523	1.477	3.778	1.606	5.950	0.425	1.575
22	0.640	0.167	0.647	0.988	0.516	1.415	0.534	1.466	3.819	1.659	5.979	0.434	1.566
23	0.626	0.162	0.633	0.989	0.527	1.407	0.545	1.455	3.858	1.710	6.006	0.443	1.557
24	0.612	0.157	0.619	0.989	0.538	1.399	0.555	1.445	3.895	1.759	6.031	0.452	1.548
25	0.600	0.153	0.606	0.990	0.548	1.392	0.565	1.435	3.931	1.804	6.058	0.459	1.541

โดย DOUGLAS-C.-MONTGOMERY

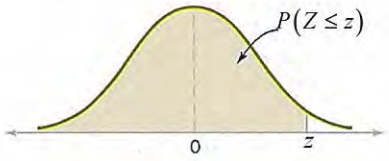
ตาราง ข พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐาน



z	−0.09	−0.08	−0.07	−0.06	−0.05	−0.04	−0.03	−0.02	−0.01	−0.00
−3.9	.000033	.000034	.000036	.000037	.000039	.000041	.000042	.000044	.000046	.000048
−3.8	.000050	.000052	.000054	.000057	.000059	.000062	.000064	.000067	.000069	.000072
−3.7	.000075	.000078	.000082	.000085	.000088	.000092	.000096	.000100	.000104	.000108
−3.6	.000112	.000117	.000121	.000126	.000131	.000136	.000142	.000147	.000153	.000159
−3.5	.000165	.000172	.000178	.000185	.000193	.000200	.000208	.000216	.000224	.000233
−3.4	.000242	.000251	.000260	.000270	.000280	.000291	.000302	.000313	.000325	.000337
−3.3	.000349	.000362	.000376	.000390	.000404	.000419	.000434	.000450	.000466	.000483
−3.2	.000501	.000519	.000538	.000557	.000577	.000598	.000619	.000641	.000664	.000687
−3.1	.000711	.000736	.000762	.000789	.000816	.000845	.000874	.000904	.000935	.000968
−3.0	.001001	.001035	.001070	.001107	.001144	.001183	.001223	.001264	.001306	.001350
−2.9	.001395	.001441	.001489	.001538	.001589	.001641	.001695	.001750	.001807	.001866
−2.8	.001926	.001988	.002052	.002118	.002186	.002256	.002327	.002401	.002477	.002555
−2.7	.002635	.002718	.002803	.002890	.002980	.003072	.003167	.003264	.003364	.003467
−2.6	.003573	.003681	.003793	.003907	.004025	.004145	.004269	.004396	.004527	.004661
−2.5	.004799	.004940	.005085	.005234	.005386	.005543	.005703	.005868	.006037	.006210
−2.4	.006387	.006569	.006756	.006947	.007143	.007344	.007549	.007760	.007976	.008198
−2.3	.008424	.008656	.008894	.009137	.009387	.009642	.009903	.010170	.010444	.010724
−2.2	.011011	.011304	.011604	.011911	.012224	.012545	.012874	.013209	.013553	.013903
−2.1	.014262	.014629	.015003	.015386	.015778	.016177	.016586	.017003	.017429	.017864
−2.0	.018309	.018763	.019226	.019699	.020182	.020675	.021178	.021692	.022216	.022750
−1.9	.023295	.023852	.024419	.024998	.025588	.026190	.026803	.027429	.028067	.028717
−1.8	.029379	.030054	.030742	.031443	.032157	.032884	.033625	.034380	.035148	.035930
−1.7	.036727	.037538	.038364	.039204	.040059	.040930	.041815	.042716	.043633	.044565
−1.6	.045514	.046479	.047460	.048457	.049471	.050503	.051551	.052616	.053699	.054799
−1.5	.055917	.057053	.058208	.059380	.060571	.061780	.063008	.064255	.065522	.066807
−1.4	.068112	.069437	.070781	.072145	.073529	.074934	.076359	.077804	.079270	.080757
−1.3	.082264	.083793	.085343	.086915	.088508	.090123	.091759	.093418	.095098	.096800
−1.2	.098525	.100273	.102042	.103835	.105650	.107488	.109349	.111232	.113139	.115070
−1.1	.117023	.119000	.121001	.123024	.125072	.127143	.129238	.131357	.133500	.135666
−1.0	.137857	.140071	.142310	.144572	.146859	.149170	.151505	.153864	.156248	.158655
−0.9	.161087	.163543	.166023	.168528	.171056	.173609	.176186	.178786	.181411	.184060
−0.8	.186733	.189430	.192150	.194895	.197663	.200454	.203269	.206108	.208970	.211855
−0.7	.214764	.217695	.220650	.223627	.226627	.229650	.232695	.235763	.238852	.241964
−0.6	.245097	.248252	.251429	.254627	.257846	.261086	.264347	.267629	.270931	.274253
−0.5	.277595	.280957	.284339	.287740	.291160	.294599	.298056	.301532	.305026	.308538
−0.4	.312067	.315614	.319178	.322758	.326355	.329969	.333598	.337243	.340903	.344578
−0.3	.348268	.351973	.355691	.359424	.363169	.366928	.370700	.374484	.378281	.382089
−0.2	.385908	.389739	.393580	.397432	.401294	.405165	.409046	.412936	.416834	.420740
−0.1	.424655	.428576	.432505	.436441	.440382	.444330	.448283	.452242	.456205	.460172
0.0	.464144	.468119	.472097	.476078	.480061	.484047	.488034	.492022	.496011	.500000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ข พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐาน (ต่อ)



z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	.500000	.503989	.507978	.511967	.515953	.519939	.523922	.527903	.531881	.535856
0.1	.539828	.543795	.547758	.551717	.555670	.559618	.563560	.567495	.571424	.575345
0.2	.579260	.583166	.587064	.590954	.594835	.598706	.602568	.606420	.610261	.614092
0.3	.617911	.621720	.625516	.629300	.633072	.636831	.640576	.644309	.648027	.651732
0.4	.655422	.659097	.662757	.666402	.670031	.673645	.677242	.680823	.684386	.687933
0.5	.691463	.694974	.698468	.701944	.705402	.708840	.712260	.715661	.719043	.722405
0.6	.725747	.729069	.732371	.735653	.738914	.742154	.745373	.748571	.751748	.754903
0.7	.758036	.761148	.764238	.767305	.770350	.773373	.776373	.779350	.782305	.785236
0.8	.788145	.791030	.793892	.796731	.799546	.802338	.805106	.807850	.810570	.813267
0.9	.815940	.818589	.821214	.823815	.826391	.828944	.831472	.833977	.836457	.838913
1.0	.841345	.843752	.846136	.848495	.850830	.853141	.855428	.857690	.859929	.862143
1.1	.864334	.866501	.868643	.870762	.872857	.874928	.876976	.879000	.881000	.882977
1.2	.884930	.886861	.888768	.890651	.892512	.894350	.896165	.897958	.899727	.901475
1.3	.903200	.904902	.906583	.908241	.909877	.911492	.913085	.914657	.916207	.917736
1.4	.919243	.920730	.922196	.923642	.925066	.926471	.927855	.929219	.930563	.931888
1.5	.933193	.934478	.935745	.936992	.938220	.939429	.940620	.941792	.942947	.944083
1.6	.945201	.946301	.947384	.948449	.949497	.950529	.951543	.952540	.953521	.954486
1.7	.955435	.956367	.957284	.958185	.959071	.959941	.960796	.961636	.962462	.963273
1.8	.964070	.964852	.965621	.966375	.967116	.967843	.968557	.969258	.969946	.970621
1.9	.971283	.971933	.972571	.973197	.973810	.974412	.975002	.975581	.976148	.976705
2.0	.977250	.977784	.978308	.978822	.979325	.979818	.980301	.980774	.981237	.981691
2.1	.982136	.982571	.982997	.983414	.983823	.984222	.984614	.984997	.985371	.985738
2.2	.986097	.986447	.986791	.987126	.987455	.987776	.988089	.988396	.988696	.988989
2.3	.989276	.989556	.989830	.990097	.990358	.990613	.990863	.991106	.991344	.991576
2.4	.991803	.992024	.992240	.992451	.992656	.992857	.993053	.993244	.993431	.993613
2.5	.993790	.993963	.994132	.994297	.994457	.994614	.994766	.994915	.995060	.995201
2.6	.995339	.995473	.995604	.995731	.995855	.995975	.996093	.996207	.996319	.996427
2.7	.996533	.996636	.996736	.996833	.996928	.997020	.997110	.997197	.997282	.997365
2.8	.997445	.997523	.997599	.997673	.997744	.997814	.997882	.997948	.998012	.998074
2.9	.998134	.998193	.998250	.998305	.998359	.998411	.998462	.998511	.998559	.998605
3.0	.998650	.998694	.998736	.998777	.998817	.998856	.998893	.998930	.998965	.998999
3.1	.999032	.999065	.999096	.999126	.999155	.999184	.999211	.999238	.999264	.999289
3.2	.999313	.999336	.999359	.999381	.999402	.999423	.999443	.999462	.999481	.999499
3.3	.999517	.999534	.999550	.999566	.999581	.999596	.999610	.999624	.999638	.999651
3.4	.999663	.999675	.999687	.999698	.999709	.999720	.999730	.999740	.999749	.999759
3.5	.999767	.999776	.999784	.999792	.999800	.999807	.999815	.999822	.999828	.999835
3.6	.999841	.999847	.999853	.999858	.999864	.999869	.999874	.999879	.999883	.999888
3.7	.999892	.999896	.999900	.999904	.999908	.999912	.999915	.999918	.999922	.999925
3.8	.999928	.999931	.999933	.999936	.999939	.999941	.999943	.999946	.999948	.999950
3.9	.999952	.999954	.999956	.999958	.999959	.999961	.999963	.999964	.999966	.999967

ผลิตโดยโปรแกรมอาร์ เวอร์ชัน 3.2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ค ตารางแสดงค่า Significance point ของ Anderson-Darling

- Case 1: The mean μ and the variance σ^2 are both known.
- Case 2: The variance σ^2 is known, but the mean μ is unknown.
- Case 3: The mean μ is known, but the variance σ^2 is unknown.
- Case 4: Both the mean μ and the variance σ^2 are unknown.

Significance	Case 1	Case 2*	Case 3	Case 4
15%	1.610	?	?	0.576
10%	1.933	0.908	1.760	0.656
5%	2.492	1.105	2.323	0.787
2.5%	3.070	1.304	2.904	0.918
1%	3.857	1.573	3.690	1.092

(*) For the case 2, the values are for the asymptotic distribution.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
ตัวอย่างการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย

จากตัวอย่างการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของชิ้นงานเสื้อสูบสำหรับ เครื่องจักรที่ 1 ลักษณะคุณภาพของความสูงดุมเพลา ในหัวข้อที่ 4.2.8 มีวิธีการคำนวณ ดังนี้

ลำดับ	วันที่	เวลา	ค่าที่วัดได้					$\bar{X}$	S	หมายเหตุ
			X_1	X_2	X_3	X_4	X_5			
1	4/02/59	8:30	7.15	7.13	7.12	7.16	7.18	7.148	0.024	
2		9:00	7.14	7.19	7.16	7.21	7.15	7.170	0.029	
3		9:30	7.15	7.21	7.18	7.13	7.15	7.164	0.031	
4		10:00	7.22	7.13	7.2	7.18	7.19	7.184	0.034	
5		10:30	7.15	7.14	7.18	7.12	7.15	7.148	0.022	
6		11:00	7.13	7.17	7.07	7.13	7.1	7.120	0.037	
7		13:00	7.1	7.05	7.06	7.18	7.13	7.104	0.053	
8		13:30	7.16	7.04	7.15	7.13	7.1	7.116	0.048	
9		14:00	7.14	7.12	7.08	7.18	7.15	7.134	0.037	
10		14:30	7.13	7.19	7.2	7.2	7.22	7.188	0.034	
11		15:00	7.15	7.18	7.15	7.24	7.2	7.184	0.038	
12		15:30	7.18	7.19	7.16	7.12	7.18	7.166	0.028	
13	5/02/59	8:30	7.18	7.07	7.13	7.12	7.16	7.132	0.042	
14		9:00	7.16	7.04	7.16	7.07	7.15	7.116	0.057	
15		9:30	7.17	7.07	7.13	7.06	7.17	7.120	0.053	
16		10:00	7.21	7.2	7.18	7.08	7.2	7.174	0.054	
17		10:30	7.17	7.14	7.25	7.16	7.23	7.190	0.047	
18		11:00	7.2	7.13	7.2	7.17	7.16	7.172	0.029	
19		13:00	7.2	7.15	7.17	7.09	7.06	7.134	0.058	
20		13:30	7.19	7.13	7.18	7.15	7.09	7.148	0.040	
21		14:00	7.15	7.17	7.22	7.16	7.18	7.176	0.027	
22		14:30	7.15	7.14	7.16	7.13	7.16	7.148	0.013	
23		15:00	7.08	7.12	7.07	7.18	7.1	7.110	0.044	เปลี่ยนคัตเตอร์
24		15:30	7.06	7.03	7.02	7.13	7.17	7.082	0.065	เปลี่ยนใบมีด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีทำ

1. คำนวณค่า $\overline{\overline{X}}$ และ $\overline{S}$

$$\overline{\overline{X}} = \frac{\sum_{i=1}^{g}\overline{X}_i}{g} = \frac{7.148+7.170+...+7.082}{24} = 7.1470$$

$$\overline{S} = \frac{\sum_{i=1}^{g}S_i}{g} = \frac{0.024+0.029+...+0.065}{24} = 0.0394$$

2. คำนวณขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย

ขีดจำกัดควบคุมบน ($UCL_{\overline{X}}$)

$$UCL_{\overline{X}} = \overline{\overline{X}}+A_3\overline{S} = 7.1470+(1.427)0.0394 = 7.2032$$

(เปิด A_3 ได้จากการเปิดตาราง ก ในภาคผนวก)

ขีดจำกัดควบคุมล่าง ($LCL_{\overline{X}}$)

$$LCL_{\overline{X}} = \overline{\overline{X}}-A_3\overline{S} = 7.1470-(1.427)0.0394 = 7.0908$$

(เปิด A_3 ได้จากการเปิดตาราง ก ในภาคผนวก)

3. คำนวณขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ขีดจำกัดควบคุมบน (UCL_S)

$$UCL_S = B_4\overline{S} = 2.089(0.0394) = 0.0823$$

(เปิด B_4 ได้จากการเปิดตาราง ก ในภาคผนวก)

ขีดจำกัดควบคุมล่าง (LCL_S)

$$LCL_S = B_3\overline{S} = 0(0.0394) = 0$$

(เปิด B_3 ได้จากการเปิดตาราง ก ในภาคผนวก)

เมื่อคำนวณค่าต่างๆ เรียบร้อยแล้วก็จะนำค่าไปพล็อตลงในแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ดังรูปที่ 4.26 ซึ่งจะเห็นว่ามีจุดตกนอกขีดจำกัดควบคุม เราจึงได้ทำการปรับปรุงแผนภูมิควบคุมและแผนภูมิควบคุมส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยจะตัดจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมและสามารถระบุสาเหตุได้ออก ซึ่งได้แก่จุดที่ 24 แล้วทำการคำนวณหาเส้นพิกัดควบคุมใหม่ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ห้ามมิให้ทำซ้ำ ดัดแปลง หรือนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า โดยไม่ได้รับอนุญาต ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนวณหาค่า $\overline{\overline{X}}_{new}$

$$\overline{\overline{X}}_{new} = \frac{\sum_{i=1}^{g} \overline{X}_i - \overline{X}_d}{g - g_d} = \frac{164.446 - 7.082}{24 - 1} = 6.8419$$

ขีดจำกัดควบคุมบนใหม่ ($UCL_{\overline{X}_{new}}$) จะได้

$$UCL_{\overline{X}_{new}} = \overline{\overline{X}}_{new} + A_3\overline{S}_{new} = 6.8419 - (1.427)0.0394 = 6.8981$$

(เปิด A_3 ได้จากการเปิดตาราง ก ในภาคผนวก)

ขีดจำกัดควบคุมล่างใหม่ ($LCL_{\overline{X}_{new}}$) จะได้

$$LCL_{\overline{X}_{new}} = \overline{\overline{X}}_{new} - A_3\overline{S}_{new} = 6.8419 - (1.427)0.0394 = 6.7857$$

(เปิด A_3 ได้จากการเปิดตาราง ก ในภาคผนวก)

คำนวณหาค่า $\overline{S}_{new}$

$$\overline{S}_{new} = \frac{\sum_{i=1}^{g} S_i - S_d}{g - g_d} = \frac{0.945 - 0.065}{24 - 1} = 0.0383$$

ขีดจำกัดควบคุมบนใหม่ ($UCL_{S_{new}}$) จะได้

$$UCL_{S_{new}} = B_4\overline{S}_{new} = 2.089(0.0383) = 0.0800$$

(เปิด B_4 ได้จากการเปิดตาราง ก ในภาคผนวก)

ขีดจำกัดควบคุมล่างใหม่ ($LCL_{S_{new}}$) จะได้

$$LCL_{S_{new}} = B_3\overline{S}_{new} = 0(0.0383) = 0$$

(เปิด B_3 ได้จากการเปิดตาราง ก ในภาคผนวก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. คำนวณหาความสามารถของกระบวนการ

ในที่นี้ ค่า LSL = 7.01 และ ค่า USL = 7.21

จากค่า $\bar{S} = 0.0394$

หาค่า $\hat{\sigma} = \frac{\bar{S}}{c_4}$

จะได้ $\hat{\sigma} = \frac{0.0394}{0.94} = 0.0419$

คำนวณค่า C_p จากสูตร

$$C_p = \frac{USL-LSL}{6\hat{\sigma}} = \frac{7.21-7.01}{6(0.0419)} = 0.7955$$

คำนวณค่า C_{pk} จากสูตร

$$C_{pk} = Min(C_{PL}, C_{PU})$$

เมื่อ $C_{PL} = \frac{\bar{\bar{X}}-LSL}{3\hat{\sigma}}$ และ $C_{PU} = \frac{USL-\bar{\bar{X}}}{3\hat{\sigma}}$

ในที่นี้จะประมาณจาก $\bar{\bar{X}} = 7.1470$

จะได้ $C_{PL} = \frac{\bar{\bar{X}}-LSL}{3\hat{\sigma}} = \frac{7.1470-7.01}{3(0.0419)} = 1.0899$

$$C_{PU} = \frac{USL-\bar{\bar{X}}}{3\hat{\sigma}} = \frac{7.21-7.1470}{3(0.0419)} = 0.5012$$

ดังนั้น $C_{pk} = Min(C_{PL}, C_{PU})$

$= Min(1.0899, 0.5012) = 0.5012$

5. คำนวณหาค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด

$$Z_U = \frac{USL-\bar{\bar{X}}}{\hat{\sigma}} = \frac{7.21-7.1470}{0.0419} = 1.50$$

$$Z_L = \frac{LSL-\bar{\bar{X}}}{\hat{\sigma}} = \frac{7.01-7.1470}{0.0419} = -3.27$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะได้ $P(Z_U) = 1 - 0.9332 = 0.0668$

$P(Z_L) = 0.0005$

(การหา $P(Z_U)$ และ $P(Z_L)$ เปิดตาราง ข ในภาคผนวก)

ดังนั้น ค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด $0.0668 + 0.0005$ เท่ากับ 0.0673 ซึ่งใกล้เคียงกับค่า PPM ดังรูปที่ 4.26

ค่าความน่าจะเป็นของข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนดมีค่าเท่ากับ 0.0668 แสดงว่ามีสินค้าตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนดร้อยละ 6.68

6. คำนวณหาค่าความน่าจะเป็นของข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนดและค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด โดยดูจาก PPM จากรูปที่ 4.26

โดย PPM = 66824.57

จะได้ค่าความน่าจะเป็นของข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนด

$$\frac{66824.57}{1,000,000} = 0.0668$$

จากนั้น จะได้ค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด

จะได้ $0.0668 \times 100 = 6.68$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

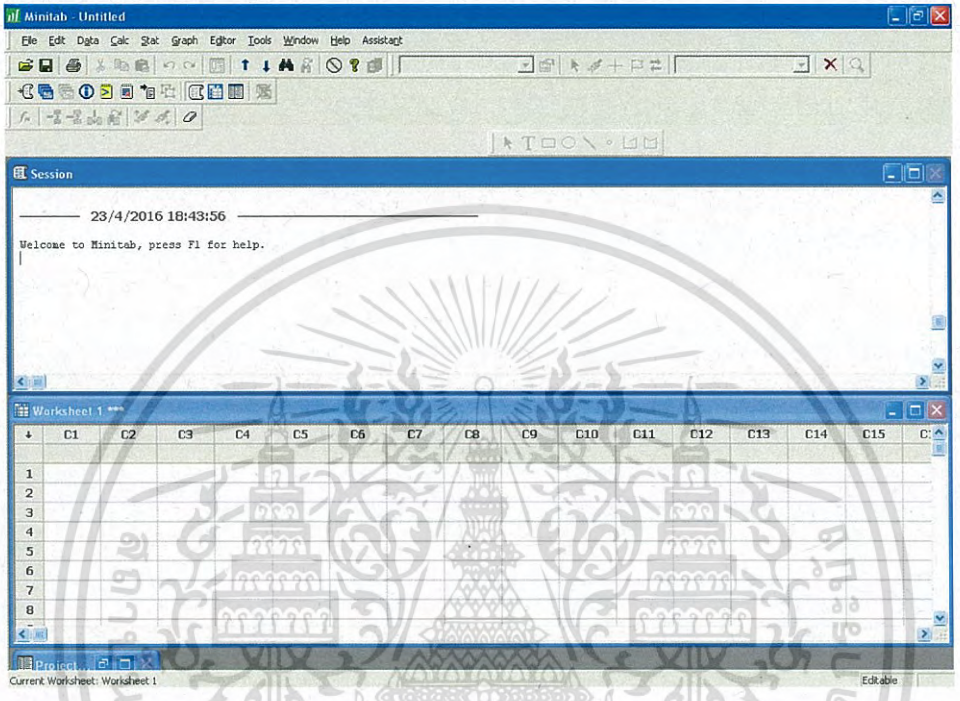
ขั้นตอนการใช้โปรแกรม Minitab

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

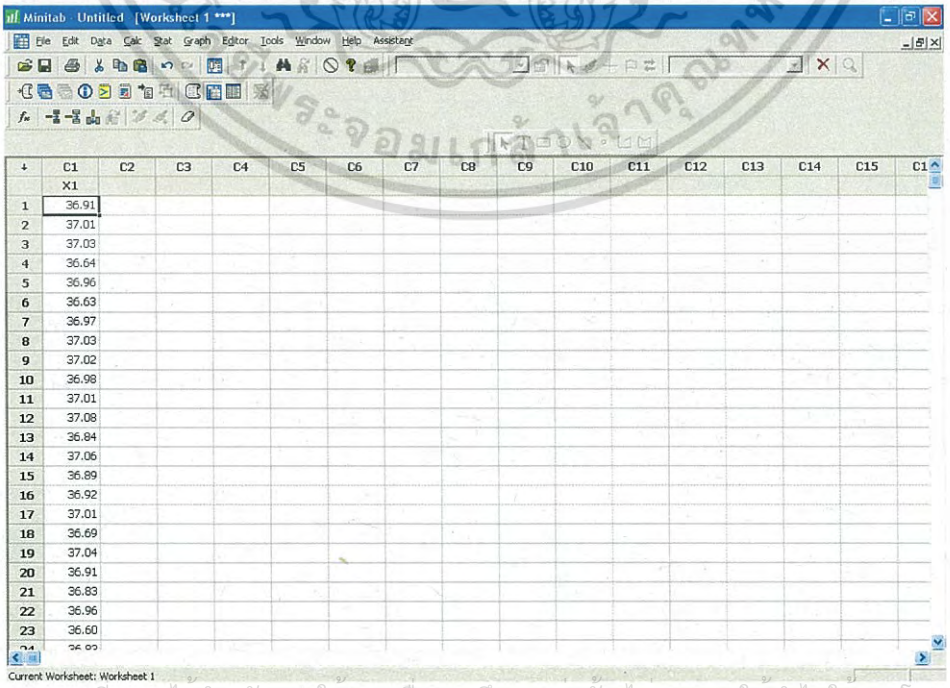
ขั้นตอนการใช้โปรแกรม Minitab

การสร้างแผนภูมิทดสอบการแจกแจงแบบปกติ (Normality Test)

1. ทำการเปิดโปรแกรม Minitab จะได้หน้าต่างดังต่อไปนี้



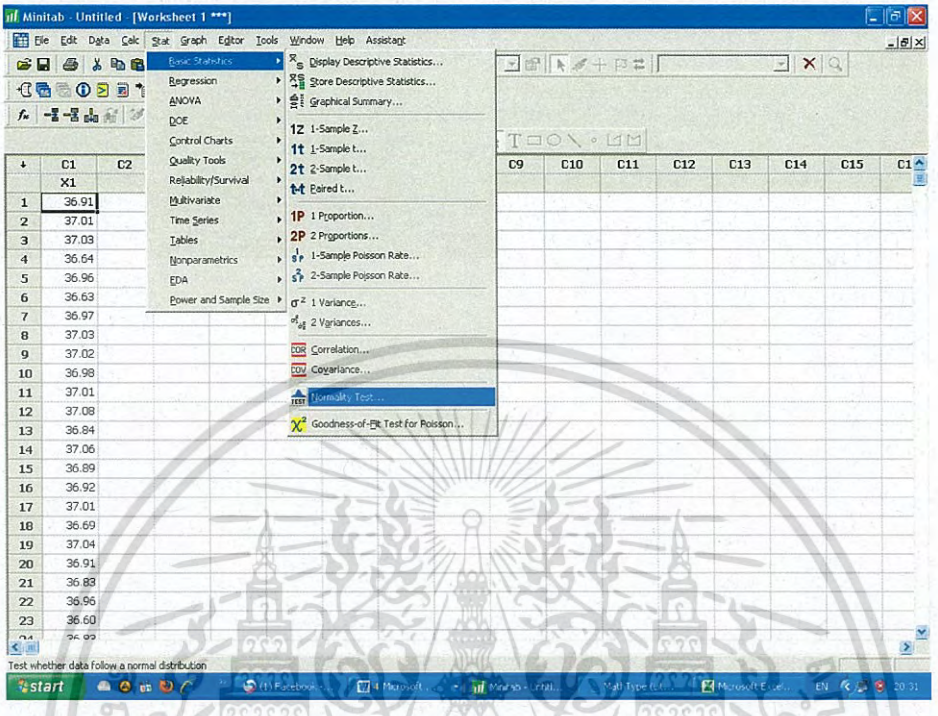
2. ทำการกรอกข้อมูลลงไปในหน้าต่าง Worksheet (ข้อมูลทั้งหมดใส่ใน X1)



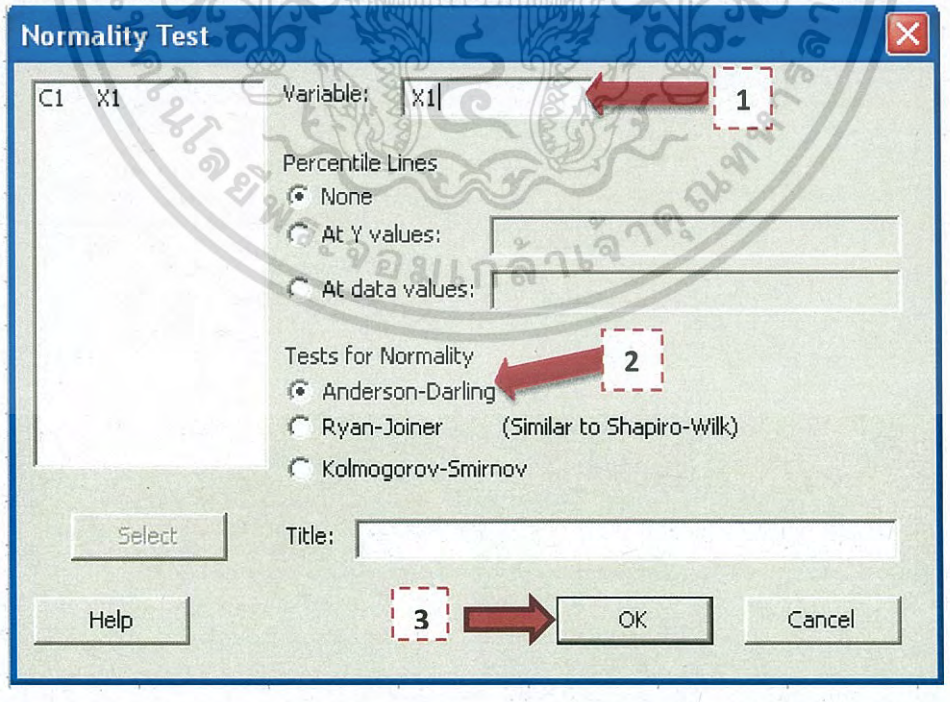
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ทำการ Run โปรแกรมโดยใช้คำสั่ง

Stat ->Basic Statistics -> Normality Test...



4. โปรแกรมจะแสดงหน้าต่าง Normality Test ขึ้นมา

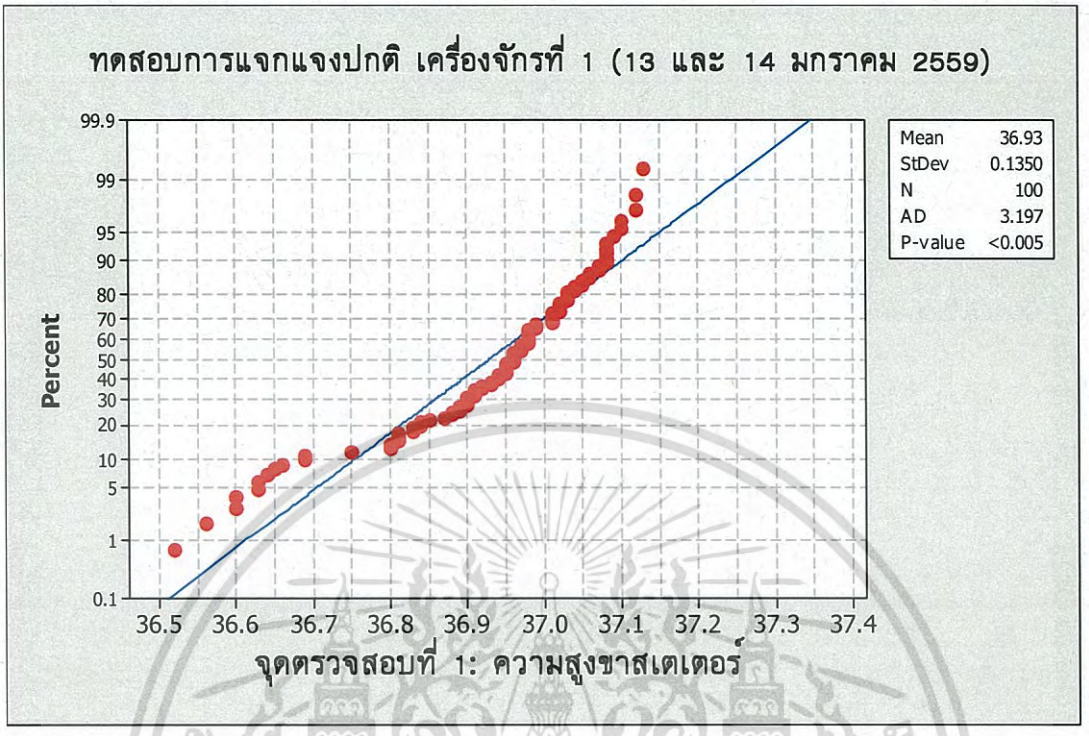


4.1) คลิกที่หมายเลข 1 (Variable) และทำการเลือกตัวแปรมาใส่

4.2) คลิกที่หมายเลข 2 (Anderson-Darling) จากนั้นคลิกหมายเลข 3 (OK)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

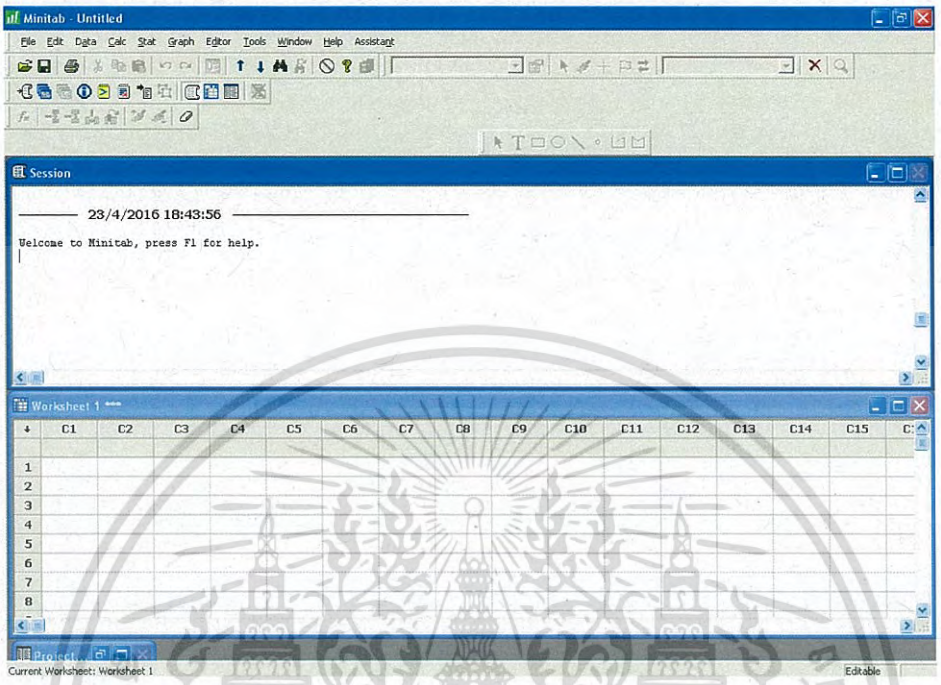
จะแสดงผลลัพธ์การ Run ของข้อมูลได้ดังรูปต่อไปนี้



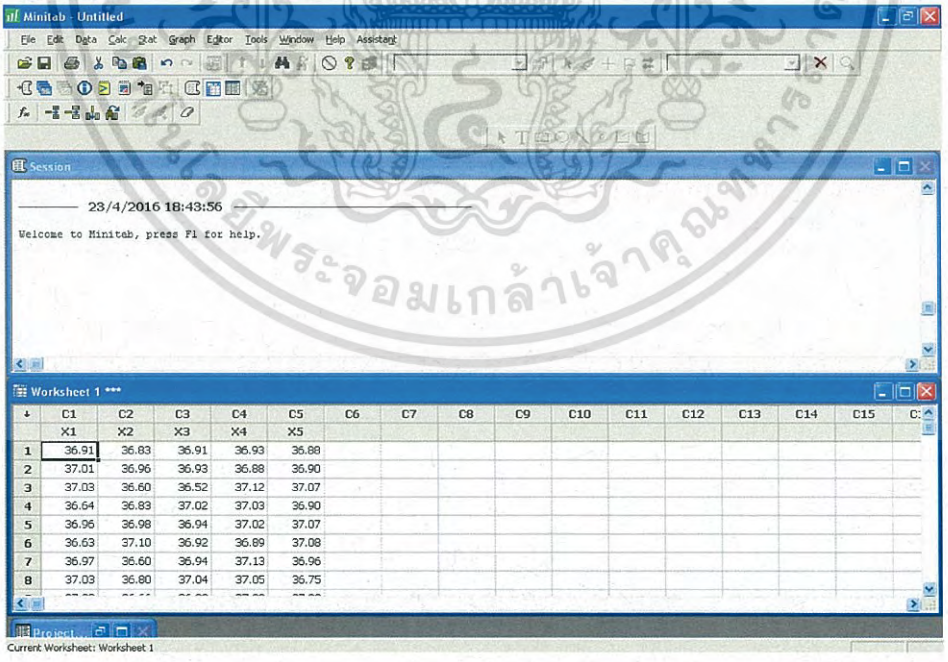
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสร้างแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($\overline{X}$ -S Chart)

1. ทำการเปิดโปรแกรม Minitab จะได้หน้าต่างดังต่อไปนี้



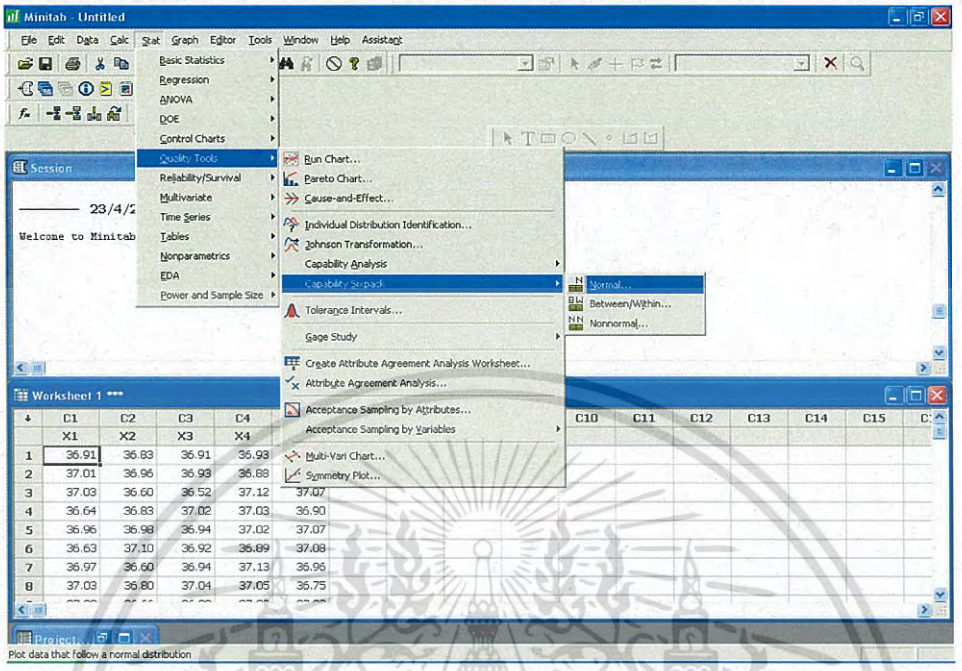
2. ทำการกรอกข้อมูลลงไปในหน้าต่าง Worksheet



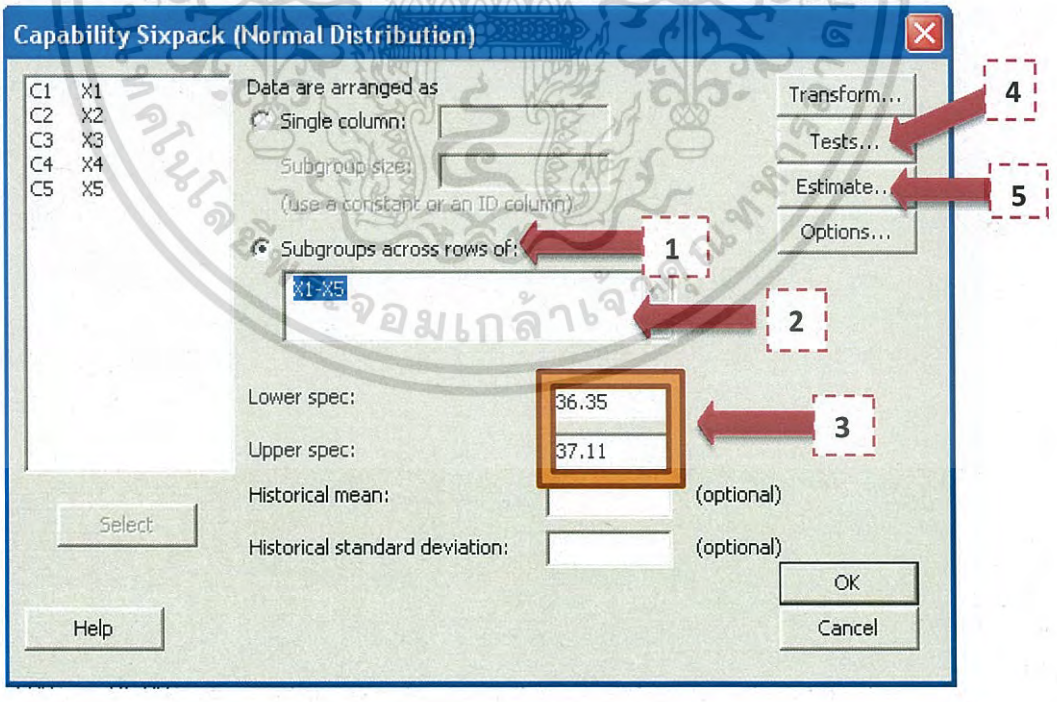
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ทำการ Run โปรแกรมโดยใช้คำสั่ง

Stat -> Quality tools -> Capability Sixpack -> Normal



4.โปรแกรมจะแสดงหน้าต่าง Capability Sixpack (Normal Distribution) ขึ้นมา



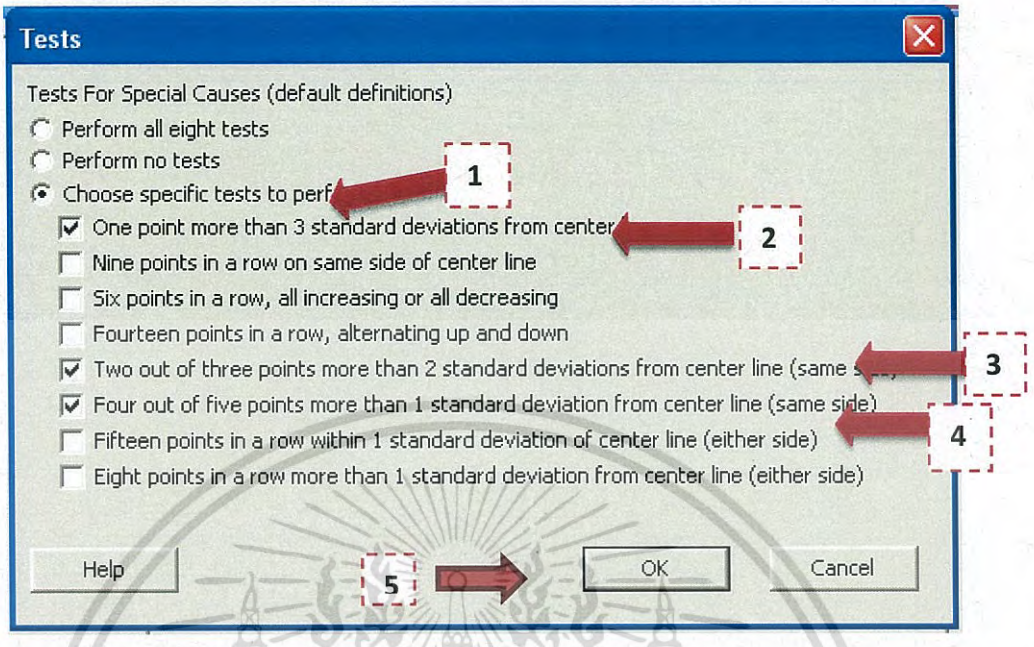
4.1) ให้เลือกตรงหมายเลข 1 (Subgroup across rows of)

4.2) ให้คลิกที่ช่องหมายเลข 2 และทำการเลือกตัวแปรมาใส่

4.3) ใส่ค่ามาตรฐานของผลิตภัณฑ์ที่ทางโรงงานได้กำหนดในช่องหมายเลข 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

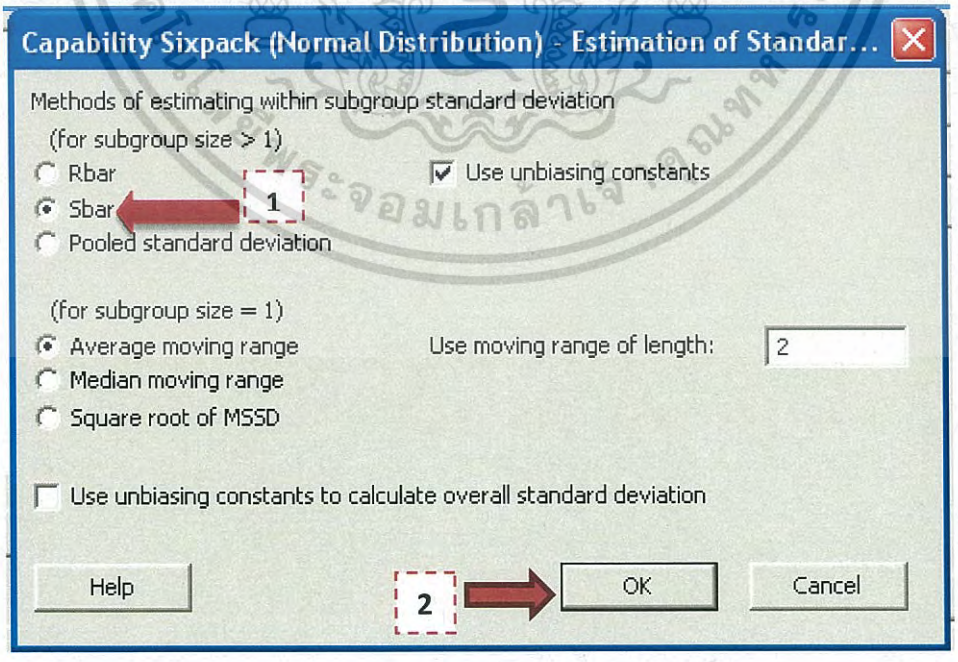
4.4) คลิกที่หมายเลข 4 (Tests...) จะได้หน้าต่างดังภาพ



4.4.1 ให้เลือกตรงหมายเลข 1 (Choose specific tests to perform)

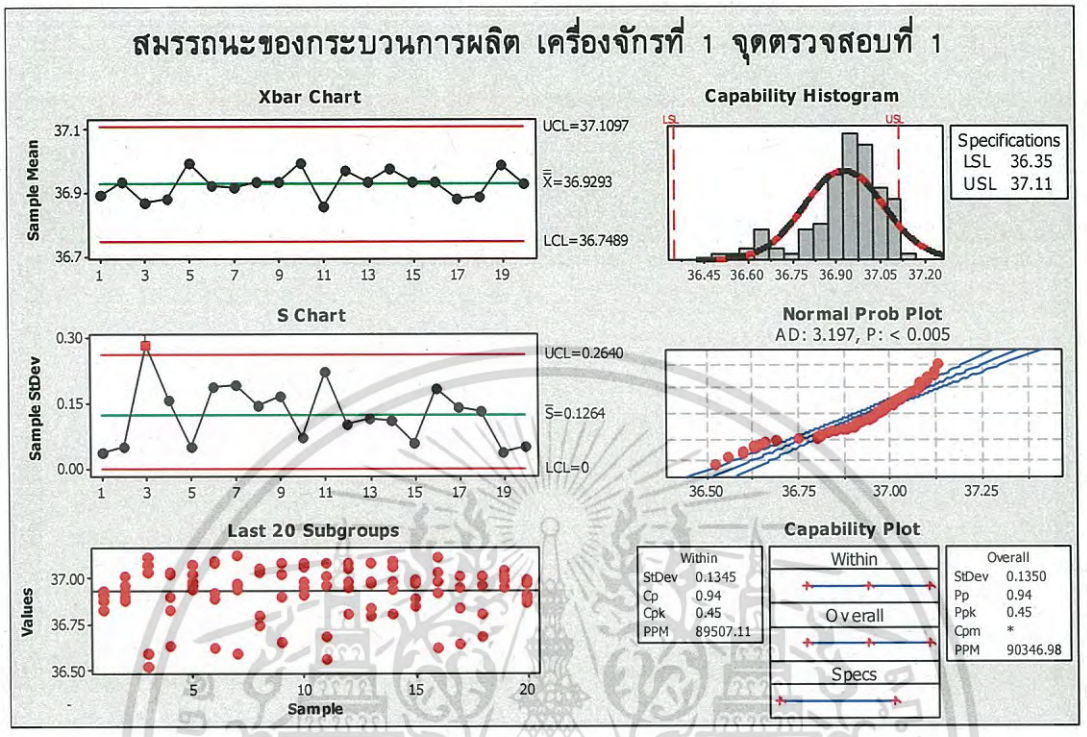
4.4.2 ให้คลิกที่ช่องหมายเลข 2, 3 และ4 (ลักษณะของแผนภูมิควบคุมที่ไม่อยู่ภายใต้การควบคุมแต่ละงานวิจัยไม่เหมือนกัน) จากนั้นคลิกหมายเลข 5 (OK)

4.5) คลิกที่หมายเลข 5 (Estimate...) จะได้หน้าต่างดังภาพ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6) คลิกที่หมายเลข 1 (Sbar) คลิกที่หมายเลข 2 (OK) และกด OK อีกครั้ง จะแสดงผลลัพธ์การ Run ของข้อมูลได้ดังรูปต่อไปนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้