การควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์เม็ดพลาสติกของ บริษัท สยามโพลิเมอร์ ซัพพลาย จำกัด

QUALITY CONTROL FOR PLASTIC BEADS OF SIAM POLYMER SUPPLY CO., LTD.

นายณพสิทธิ์ โชติวนิช

นางสาวธัชมาพรรณ อุปริมากูร

นางสาวรสริน หวังกา

นางสาวสุดารัตน์ เพี้ยงบางยาง

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาสถิติประยุกต์
ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2558

การควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์เม็ดพลาสติกของ บริษัท สยามโพลิเมอร์ ซัพพลาย จำกัด

QUALITY CONTROL FOR PLASTIC BEADS OF SIAM POLYMER SUPPLY CO., LTD.

นายณพสิทธิ์ โชติวนิช
นางสาวธัชมาพรรณ อุปริมากูร
นางสาวรสริน หวังกา
นางสาวสุดารัตน์ เพี้ยงบางยาง

b.0026579 1
i.....

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาสถิติประยุกต์
ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

QUALITY CONTROL FOR PLASTIC BEADS OF

SIAM POLYMER SUPPLY CO., LTD.

NOPPASIT CHOTIVANICH

TATCHAMAPHAN AUPARIMAKOON

ROSSARIN WANGKA

SUDARAT PEINGBANGYANG

A SPECIAL PROBLEM SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE

IN APPLIED STATISTICS

FACULTY OF SCIENCE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2015

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	การควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์เม็ดพลาสติกของบริษัท สยามโพลิเมอร์ซัพพลาย จำกัด Quality Control for Plastic Beads of Siam Polymer Supply Co., Ltd.		
ชื่อนักศึกษา	นายณพสิทธิ์	โชติวนิช	55051723
	นางสาวธัชมาพรรณ	อุปริมากูร	55051745
	นางสาวรสริน	หวังกา	55051790
	นางสาวสุดารัตน์	เพี้ยงบางยาง	55051834
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (สถิติประยุกต์)		
ภาควิชา	สถิติ		
ปีการศึกษา	2558		
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ชูใจ คูหารัตนไชย		

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาสถิติประยุกต์ ประจำปีการศึกษา 2558

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ผศ.ชูใจ คูหารัตนไชย ประธานกรรมการ	
รศ.สายชล สินสมบูรณ์ทอง กรรมการ	
ผศ.ดร.สมศรี บัณฑิตวิไล กรรมการ	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	การควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์เม็ดพลาสติกของ บริษัท สยามโพลิเมอร์ ซัพพลาย จำกัด		
ชื่อนักศึกษา	นายณพสิทธิ์	โชติวนิช	55051723
	นางสาวธัชมาพรรณ	อุปริมากูร	55051745
	นางสาวรสริน	หวังกา	55051790
	นางสาวสุดารัตน์	เพี้ยงบางยาง	55051834
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (สถิติประยุกต์)		
ภาควิชา	สถิติ		
ปีการศึกษา	2558		
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ชูใจ คูหารัตนไชย		

บทคัดย่อ

การทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์เม็ดพลาสติกรีไซเคิลของบริษัทสยามโพลิเมอร์ ซัพพลาย จำกัด โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลน้ำหนักเม็ดพลาสติก 3 ประเภทเครื่องจักรทั้ง 6 เครื่อง ในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 และเดือนมีนาคม พ.ศ. 2559 รวมระยะเวลา 2 เดือน โดยนำข้อมูลที่ได้มาทดสอบการแจกแจงปกติและทำการวิเคราะห์โดยการสร้างแผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยว (X - chart) แผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ (MR - chart) รวมทั้งหาค่าดัชนีวัดความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น (C_{pk}) ดัชนีวัดความสามารถของกระบวนการผลิตระยะยาว (P_{pk}) และร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนด โดยนำโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ MINITAB Version 16 มาช่วยในการประมวลผล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของเครื่องจักรผลิตเม็ดพลาสติกทั้ง 6 เครื่อง พบว่าข้อมูลส่วนใหญ่ไม่มีการแจกแจงปกติ จึงทำการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Box-Cox และวิธี Johnson โดยกระบวนการผลิตส่วนใหญ่สามารถควบคุมได้ ค่าดัชนีวัดความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะสั้นและระยะยาวมีค่าน้อยกว่า 1 และร้อยละของข้อมูลตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนดส่วนใหญ่มีไม่มาก แต่ก็ถือได้ว่าความสามารถกระบวนการผลิตทั้ง 6 เครื่องจักรอยู่ในระดับที่ไม่ดี ซึ่งนั่นคือประสิทธิภาพของเครื่องจักรประเภทใส ประเภทขุ่น และประเภทสี ทั้ง 6 เครื่องจักรให้ผลที่ไม่แตกต่างกัน จึงได้นำเสนอแนวทางให้กับทางโรงงานได้ปรับปรุงแก้ไขต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Quality Control for Plastic Beads of Siam Polymer Supply Co., Ltd.		
Students	MR. NOPPASIT	CHOTIVANICH	55051723
	MS. TATCHAMAPHAN	AUPARIMAKOON	55051745
	MS. ROSSARIN	WANGKA	55051790
	MS. SUDARAT	PEINGBANGYANG	55051834
Degree	Bachelor of Science (Applied Statistics)		
Department	Statistics		
Academic Year	2015		
Advisor	Asst. Prof. Choojai Kuharattanachai		

ABSTRACT

The objective of this special project is to study quality control for plastic beads of Siam Polymer Supply Co., Ltd by collecting weight data from 6 machines of 3 types of plastic in December, 2015 and March, 2016. Data were collected for 2 months. Collected data have been tested of normality and analyzed by Capability Sixpack that including X chart, MR chart, process Capability index (C_{pk}), process performance index (P_{pk}) and defective percentage. MINITAB version 16 package was used to analyze data.

The results from analyzed data of 6 machines have found that most of data have non-normal distribution. After using Box-Cox transformation and Johnson transformation, the process capability is mostly in control. C_{pk} and P_{pk} are less than 1. However, there is few defective percentages but the process capability of 6 machines are not good enough. The efficiency of 6 machines for plastic beads of clear, opaque, and color are not different. Therefore, we reported new policies for improving the process to the company.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษนี้ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี โดยได้รับความอนุเคราะห์จาก ผศ.ชูใจ คูหารัตนไชย รศ.สายชล สินสมบูรณ์ทอง และผศ.ดร.สมศรี บัณฑิตวิไล ที่ได้ให้คำแนะนำปรึกษาและเสียสละเวลาในการปรึกษาปัญหาพิเศษ รวมทั้งตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ เป็นอย่างดีมาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณบริษัท สยามโพลิเมอร์ ซัพพลาย จำกัด ที่ได้อนุญาตให้เข้าไปศึกษากระบวนการผลิตเม็ดพลาสติกและให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์มาทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้ รวมถึงอำนวยความสะดวกในด้านต่างๆ ด้วยดีมาตลอด

ขอขอบพระคุณ ท่านคณาจารย์ภาควิชาสถิติทุกท่านเป็นอย่างสูงที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชา พร้อมทั้งให้คำแนะนำต่างๆ และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ภาควิชาสถิติทุกท่านที่ให้ความสะดวกและช่วยเหลือในเรื่องต่างๆ ตลอดระยะเวลาในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้

ท้ายที่สุดนี้ ขอขอบพระคุณ คุณพ่อและคุณแม่ที่เป็นกำลังใจให้ตลอดมา และขอขอบคุณเพื่อนๆ ที่คอยให้ความช่วยเหลือจนปัญหาพิเศษเล่มนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

นางสาวสุดารัตน์ เพี้ยงบางยาง
นายณพสิทธิ์ โชติวนิช
นางสาวธัชมาพรรณ อุปริมากูร
นางสาวรสริน หวังกา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อปัญหาพิเศษภาษาไทย ..... ก
บทคัดย่อปัญหาพิเศษภาษาอังกฤษ ..... ข
กิตติกรรมประกาศ ..... ค
สารบัญ ..... ง
สารบัญตาราง ..... ช
สารบัญรูป ..... ฌ
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ 1
1.3 ขอบเขตการศึกษา 1
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2
1.5 นิยามคำศัพท์เฉพาะ 2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3
2.1 ทฤษฎีพลาสติกที่เกี่ยวข้อง 3
2.1.1 ความรู้เกี่ยวกับเม็ดพลาสติก 3
2.1.2 ความรู้เกี่ยวกับการผลิตเม็ดพลาสติก 4
2.2 ทฤษฎีสถิติที่เกี่ยวข้อง 4
2.2.1 แผนภูมิควบคุม (Control Chart) 4
2.2.2 แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ 14
2.2.3 ความสามารถของกระบวนการ 16
2.2.4 การคำนวณหาร้อยละข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนด 19
2.2.5 การทดสอบการแจกแจงปกติ 20
2.2.6 การแปลงข้อมูลโดยวิธี Box-Cox 27
2.2.7 การแปลงข้อมูลโดยวิธี Johnson 29
2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 31
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการ 34
3.1 วิธีการดำเนินงาน 34
3.2 ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล 34
3.2.1 แหล่งที่มาของข้อมูล. 34
3.2.2 กระบวนการผลิต 35
3.2.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล 41
3.3 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล 45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 47

4.1 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูล 48

4.1.1 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทใส จากเครื่องจักรที่ 1 48

4.1.2 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทใส จากเครื่องจักรที่ 2 53

4.1.3 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทขุ่น จากเครื่องจักรที่ 3 58

4.1.4 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทขุ่น จากเครื่องจักรที่ 4 63

4.1.5 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทสี จากเครื่องจักรที่ 5 68

4.1.6 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทสี จากเครื่องจักรที่ 6 73

4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักเม็ดพลาสติก 78

4.2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทใส จากเครื่องจักรที่ 1 78

4.2.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทใส จากเครื่องจักรที่ 2 86

4.2.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทขุ่น จากเครื่องจักรที่ 3 94

4.2.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทขุ่น จากเครื่องจักรที่ 4 102

4.2.5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทสี จากเครื่องจักรที่ 5 110

4.2.6 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทสี จากเครื่องจักรที่ 6 119

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ 127

5.1 สรุปผลการวิจัย 127

5.1.1 การทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูล 127

5.1.2 การควบคุมคุณภาพน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทใส 127

5.1.3 การควบคุมคุณภาพน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทขุ่น 128

5.1.4 การควบคุมคุณภาพน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทสี 129

5.2 ข้อเสนอแนะ 130

บรรณานุกรม 131

ภาคผนวก 133

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 น้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทใส เครื่องจักรที่ 1 วันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ. 2558 23
2.2 การหาค่า $u_i : i = 1, 2, ..., 37$ ในการคำนวณหาค่า AD 24
2.3 การคำนวณค่าต่างๆ เพื่อใช้ในการคำนวณค่า AD 25
2.4 ค่า λ ที่ใช้ในการแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงปกติ 27
2.5 การแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงปกติด้วยวิธี Box-Cox เมื่อ $\lambda = -5$ 28
2.6 การแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงปกติด้วยวิธี Johnson 30
3.1 ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลน้ำหนักของเครื่องจักรที่ 1 42
3.2 ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลน้ำหนักของเครื่องจักรที่ 3 43
3.3 ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลน้ำหนักของเครื่องจักรที่ 5 44
4.1 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทใส
จากเครื่องจักรที่ 1 ของเดือนธันวาคม พ.ศ.2558 และเดือนมีนาคม พ.ศ.2559 50
4.2 ผลการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson ของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทใส
จากเครื่องจักรที่ 1 ของเดือนธันวาคม พ.ศ.2558 และเดือนมีนาคม พ.ศ.2559 52
4.3 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทใส
จากเครื่องจักรที่ 2 ของเดือนธันวาคม พ.ศ.2558 และเดือนมีนาคม พ.ศ.2559 55
4.4 ผลการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson ของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทใส
จากเครื่องจักรที่ 2 ของเดือนธันวาคม พ.ศ.2558 และเดือนมีนาคม พ.ศ.2559 57
4.5 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทขุ่น
จากเครื่องจักรที่ 3 ของเดือนธันวาคม พ.ศ.2558 และเดือนมีนาคม พ.ศ.2559 60
4.6 ผลการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson ของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทขุ่น
จากเครื่องจักรที่ 3 ของเดือนธันวาคม พ.ศ.2558 และเดือนมีนาคม พ.ศ.2559 62
4.7 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทขุ่น
จากเครื่องจักรที่ 4 ของเดือนธันวาคม พ.ศ.2558 และเดือนมีนาคม พ.ศ.2559 65
4.8 ผลการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson ของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทขุ่น
จากเครื่องจักรที่ 4 ของเดือนธันวาคม พ.ศ.2558 และเดือนมีนาคม พ.ศ.2559 67
4.9 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทสี
จากเครื่องจักรที่ 5 ของเดือนธันวาคม พ.ศ.2558 และเดือนมีนาคม พ.ศ. 2559 70
4.10 ผลการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson ของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทสี
จากเครื่องจักรที่ 5 ของเดือนธันวาคม พ.ศ.2558 และเดือนมีนาคม พ.ศ.2559 72
4.11 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทสี
จากเครื่องจักรที่ 6 ของเดือนธันวาคม พ.ศ.2558 และเดือนมีนาคม พ.ศ.2559 75
4.12 ผลการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson ของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทสี
จากเครื่องจักรที่ 6 ของเดือนธันวาคม พ.ศ.2558 และเดือนมีนาคม พ.ศ.2559 77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4.13 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทใส จากเครื่องจักรที่ 1 เดือนธันวาคม พ.ศ.2558 82

4.14 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทใส จากเครื่องจักรที่ 1 เดือนมีนาคม พ.ศ.2559 84

4.15 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทใส จากเครื่องจักรที่ 2 เดือนธันวาคม พ.ศ.2558 90

4.16 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทใส จากเครื่องจักรที่ 2 เดือนมีนาคม พ.ศ.2559 92

4.17 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทขุ่น จากเครื่องจักรที่ 3 เดือนธันวาคม พ.ศ.2558 98

4.18 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทขุ่น จากเครื่องจักรที่ 3 เดือนมีนาคม พ.ศ.2559 100

4.19 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทขุ่น จากเครื่องจักรที่ 4 เดือนธันวาคม พ.ศ.2558 106

4.20 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทขุ่น จากเครื่องจักรที่ 4 เดือนมีนาคม พ.ศ.2559 108

4.21 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทสี จากเครื่องจักรที่ 5 เดือนธันวาคม พ.ศ.2558 115

4.22 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทสี จากเครื่องจักรที่ 5 เดือนมีนาคม พ.ศ.2559 117

4.23 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทสี จากเครื่องจักรที่ 6 เดือนธันวาคม พ.ศ.2558 123

4.24 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทสี จากเครื่องจักรที่ 6 เดือนมีนาคม พ.ศ.2559 125

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	ตัวอย่างเม็ดพลาสติกใส และสินค้าที่ผลิตจากเม็ดพลาสติกใส	3
2.2	ตัวอย่างเม็ดพลาสติกขุ่น และสินค้าที่ผลิตจากเม็ดพลาสติกขุ่น	3
2.3	ตัวอย่างเม็ดพลาสติกสี และสินค้าที่ผลิตจากเม็ดพลาสติกสี	4
2.4	แสดงลักษณะการเปลี่ยนแปลงของรูปแบบที่ทำนายได้	7
2.5	แสดงลักษณะการเปลี่ยนแปลงของรูปแบบที่ทำนายไม่ได้	7
2.6	กราฟแสดงองค์ประกอบของแผนภูมิควบคุม	8
2.7	แผนภูมิควบคุมที่มีกระบวนการผลิตอยู่ภายใต้การควบคุม	9
2.8	ร้อยละข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนด	19
2.9	กราฟการแจกแจงปกติ	21
3.1	บริษัท สยามโพลิเมอร์ ซัพพลาย จำกัด	34
3.2	การเตรียมวัตถุดิบ	35
3.3	พลาสติกประเภทใส	36
3.4	พลาสติกประเภทขุ่น	36
3.5	พลาสติกประเภทสี	36
3.6	การเตรียมเครื่องหลอมพลาสติก	37
3.7	เครื่องอัดพลาสติก	37
3.8	การนำเส้นพลาสติกลงสู่รางน้ำเพื่อลดอุณหภูมิ	38
3.9	เครื่องตัดเม็ดพลาสติก	38
3.10	ถังเก็บเม็ดพลาสติก	39
3.11	การชั่งน้ำหนักของถุงบรรจุเม็ดพลาสติก	40
3.12	เครื่องเย็บบรรจุภัณฑ์	40
3.13	ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล	46
4.1	ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทใส จากเครื่องจักรที่ 1 ของวันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ.2558	48
4.2	ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทใส จากเครื่องจักรที่ 1 ของวันที่ 1 มีนาคม พ.ศ.2559	49
4.3	ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทใส จากเครื่องจักรที่ 2 ของวันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ.2558	53
4.4	ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทใส จากเครื่องจักรที่ 2 ของวันที่ 1 มีนาคม พ.ศ.2559	54
4.5	ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทขุ่น จากเครื่องจักรที่ 3 ของวันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ.2558	58
4.6	ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทขุ่น จากเครื่องจักรที่ 3 ของวันที่ 1 มีนาคม พ.ศ.2559	59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.7	ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทขุ่น จากเครื่องจักรที่ 4 ของวันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ.2558	63
4.8	ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทขุ่น จากเครื่องจักรที่ 4 ของวันที่ 1 มีนาคม พ.ศ.2559	64
4.9	ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทสี จากเครื่องจักรที่ 5 ของวันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ.2558	68
4.10	ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทสี จากเครื่องจักรที่ 5 ของวันที่ 1 มีนาคม พ.ศ.2559	69
4.11	ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทสี จากเครื่องจักรที่ 6 ของวันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ.2558	73
4.12	ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทสี จากเครื่องจักรที่ 6 ของวันที่ 1 มีนาคม พ.ศ.2559	74
4.13	แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทใส จากเครื่องจักรที่ 1 ของวันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ.2558	78
4.14	แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทใส จากเครื่องจักรที่ 1 ของวันที่ 2 ธันวาคม พ.ศ.2558	79
4.15	แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทใส จากเครื่องจักรที่ 1 ของวันที่ 1 มีนาคม พ.ศ.2559	80
4.16	แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทใส จากเครื่องจักรที่ 1 ของวันที่ 2 มีนาคม พ.ศ.2559	81
4.17	แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทใส จากเครื่องจักรที่ 2 ของวันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ.2558	86
4.18	แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทใส จากเครื่องจักรที่ 2 ของวันที่ 2 ธันวาคม พ.ศ.2558	87
4.19	แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทใส จากเครื่องจักรที่ 2 ของวันที่ 1 มีนาคม พ.ศ.2559	88
4.20	แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทใส จากเครื่องจักรที่ 2 ของวันที่ 2 มีนาคม พ.ศ.2559	89
4.21	แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทขุ่น จากเครื่องจักรที่ 3 วันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ.2558	94
4.22	แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทขุ่น จากเครื่องจักรที่ 3 วันที่ 2 ธันวาคม พ.ศ.2558	95
4.23	แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทขุ่น จากเครื่องจักรที่ 3 วันที่ 1 มีนาคม พ.ศ.2559	96

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.24	แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทขุ่น จากเครื่องจักรที่ 3 วันที่ 2 มีนาคม พ.ศ.2559	97
4.25	แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทขุ่น จากเครื่องจักรที่ 4 วันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ.2558	102
4.26	แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทขุ่น จากเครื่องจักรที่ 4 วันที่ 2 ธันวาคม พ.ศ.2558	103
4.27	แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทขุ่น จากเครื่องจักรที่ 4 วันที่ 1 มีนาคม พ.ศ.2559	104
4.28	แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทขุ่น จากเครื่องจักรที่ 4 วันที่ 2 มีนาคม พ.ศ.2559	105
4.29	แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทสี จากเครื่องจักรที่ 5 วันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ.2558	110
4.30	แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทสี จากเครื่องจักรที่ 5 วันที่ 2 ธันวาคม พ.ศ.2558	111
4.31	แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทสี จากเครื่องจักรที่ 5 วันที่ 1 มีนาคม พ.ศ.2559	112
4.32	แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทสี จากเครื่องจักรที่ 5 วันที่ 2 มีนาคม พ.ศ.2559	113
4.33	แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทสี จากเครื่องจักรที่ 6 วันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ.2558	119
4.34	แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทสี จากเครื่องจักรที่ 6 วันที่ 2 ธันวาคม พ.ศ.2558	120
4.35	แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทสี จากเครื่องจักรที่ 6 วันที่ 1 มีนาคม พ.ศ.2559	121
4.36	แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทสี จากเครื่องจักรที่ 6 วันที่ 2 มีนาคม พ.ศ.2559	122

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

พลาสติกเป็นวัสดุที่มนุษย์คิดค้นและประดิษฐ์ขึ้นเพื่อเป็นสิ่งที่ช่วยอำนวยความสะดวกให้แก่มนุษย์ โดยจัดเป็นวัสดุโพลิเมอร์ที่เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่มีลักษณะเป็นสายโซ่ยาวๆ แต่ไม่สามารถมองเห็นเป็นสายโซ่ได้ด้วยตาเปล่า มีการนำพลาสติกไปใช้ในงานบรรจุภัณฑ์และวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ พลาสติกจึงมีบทบาทสำคัญเป็นอย่างมากในชีวิตประจำวันในปัจจุบัน อุตสาหกรรมการผลิตพลาสติกในปัจจุบันจึงผลิตพลาสติกออกมาในรูปของเม็ดพลาสติก เพื่อเป็นการสะดวกต่อการนำไปขึ้นรูปและผลิตเป็นบรรจุภัณฑ์ในรูปแบบต่างๆ จึงเป็นอุตสาหกรรมที่ได้รับความสนใจและมีการเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่อง อีกทั้งยังสามารถสร้างกำไรได้อย่างมหาศาล

การผลิตเม็ดพลาสติกมีหลากหลายรูปแบบ ซึ่งประเภทของเม็ดพลาสติกนั้นจะถูกแบ่งตามการนำไปใช้งาน ลักษณะโครงสร้างทางเคมี การทนความร้อน ความเหนียว และลักษณะทางกายภาพต่างๆ โดยการผลิตนั้นสามารถผลิตขึ้นมาใหม่ตามหลักการทางเคมีและผลิตขึ้นจากของเก่าทั้งที่ผ่านการใช้งานและยังไม่ผ่านการใช้งาน กระบวนการผลิตเม็ดพลาสติกดังกล่าวนี้ จึงได้มีการนำระบบการควบคุมคุณภาพ มาใช้ในการควบคุมคุณภาพน้ำหนักของเม็ดพลาสติกที่ผลิตเสร็จเรียบร้อยแล้ว (Finished Products) ในหนึ่งถุงจำหน่าย เพื่อให้ได้เม็ดพลาสติกที่มีคุณภาพและปริมาณตรงตามมาตรฐานที่ทางบริษัทได้มีการกำหนดไว้ อีกทั้งเป็นการช่วยลดต้นทุนในการผลิต ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ และลดความสูญเสียของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้

การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการศึกษาการควบคุมคุณภาพน้ำหนักในหนึ่งถุงจำหน่ายของเม็ดพลาสติก บริษัท สยามโพลิเมอร์ ซัพพลาย จำกัด รวมทั้งทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตเม็ดพลาสติก โดยอาศัยหลักเกณฑ์และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติ

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษากระบวนการผลิตเม็ดพลาสติกของบริษัท สยามโพลิเมอร์ ซัพพลาย จำกัด
2. เพื่อตรวจสอบคุณภาพเม็ดพลาสติกของบริษัท สยามโพลิเมอร์ ซัพพลาย จำกัด ทางด้านน้ำหนัก
3. เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรทั้ง 6 เครื่อง ที่ใช้ในการผลิตเม็ดพลาสติก

1.3 ขอบเขตการศึกษา

ทำการตรวจสอบคุณภาพทางด้านน้ำหนักเม็ดพลาสติกของบริษัท สยามโพลิเมอร์ ซัพพลาย จำกัด ตั้งอยู่ที่ 108/101 หมู่ 1 ซอย 35/1 ถนนบางกระดี่ แขวงแสมดำ เขตบางขุนเทียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรุงเทพมหานคร 10150 โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลน้ำหนักของเม็ดพลาสติกในทุกๆถุงจำหน่ายจากเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตทั้ง 6 เครื่อง ดังนี้

- เครื่องจักรที่ 1 และ 2 จะทำการผลิตเม็ดพลาสติกประเภทใส
- เครื่องจักรที่ 3 และ 4 จะทำการผลิตเม็ดพลาสติกประเภทขุ่น
- เครื่องจักรที่ 5 และ 6 จะทำการผลิตเม็ดพลาสติกประเภทสี

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อใช้เป็นแนวทางในการควบคุมคุณภาพการผลิตเม็ดพลาสติกของบริษัท สยามโพลิเมอร์ซัพพลาย จำกัด

2. ทำให้ทราบถึงประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรทั้ง 6 เครื่อง ที่ใช้ในการผลิตเม็ดพลาสติก

3. นำผลการวิเคราะห์ที่ได้ ไปใช้พัฒนาและปรับปรุงประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องจักรแต่ละเครื่อง

1.5 นิยามคำศัพท์เฉพาะ

1. เม็ดพลาสติกใส หรือพอลิโพรพิลีน (Polypropylene) เรียกโดยย่อว่าพีพี (PP) เป็นพลาสติกที่มีความใส ทนทานต่อความร้อน คงรูป เหนียว และทนแรงกระแทกได้ดี

2. เม็ดพลาสติกขุ่น หรือพอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำ (Low Density Polyethylene) สามารถเรียกแบบย่อว่า แอลดีพีอี (LDPE) เป็นพลาสติกที่มีความนิ่ม เหนียว ยืดตัวได้มาก ใส ทนทาน แต่ไม่ค่อยทนต่อความร้อน

3. เม็ดพลาสติกสี หรือพอลิเอธิลีนความหนาแน่นสูง (High Density Polyethylene) หรือที่เรียกแบบย่อว่า เอชดีพีอี (HDPE) เป็นพลาสติกที่เหนียวและแตกยาก ค่อนข้างแข็งแต่ยืดได้มาก ทนทานต่อสารเคมีและสามารถขึ้นรูปทรงต่างๆ ได้ง่าย

4. หนึ่งถุงจำหน่าย (Finished products) เม็ดพลาสติกที่ผ่านกระบวนการผลิตจนเสร็จสิ้น บรรจุถุงโดยมีน้ำหนักถุงละ 25 กิโลกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีพลาสติกที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 ความรู้เกี่ยวกับเม็ดพลาสติก

พลาสติกที่ถูกนำมาใช้ในปริมาณมาก ในปัจจุบันมีอยู่หลายชนิดที่สามารถนำกลับมารีไซเคิลได้เป็นเม็ดพลาสติก โดยแบ่งเป็น 3 ประเภท ได้แก่

1. เม็ดพลาสติกใส ผลิตจากพอลิโพรพิลีน (Polypropylene) เรียกโดยย่อว่า พีพี (PP) เป็นพลาสติกที่มีความใส ทนทานต่อความร้อน คงรูป เหนียว และทนแรงกระแทกได้ดี นอกจากนี้ยังทนต่อสารเคมีและน้ำมัน ใช้ทำภาชนะบรรจุอาหาร เช่น กล่อง ชาม จาน ถัง ตะกร้า กระบอกใส่น้ำแช่เย็น ขวดซอส แก้วโยเกิร์ต ขวดบรรจุยา สามารถนำมารีไซเคิลเป็นกล่องแบตเตอรี่ในรถยนต์ ชิ้นส่วนรถยนต์ เช่น กันชนและกรวยสำหรับน้ำมัน ไฟท้าย ไม้กวาดพลาสติก แปรง เป็นต้น

รูปที่ 2.1 ตัวอย่างเม็ดพลาสติกใส และสินค้าที่ผลิตจากเม็ดพลาสติกใส

2. เม็ดพลาสติกขุ่น ผลิตจากพอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำ (Low Density Polyethylene) เรียกโดยย่อว่า แอลดีพีอี (LDPE) เป็นพลาสติกที่มีความนิ่ม เหนียว ยืดตัวได้มาก ใส ทนทาน แต่ไม่ค่อยทนต่อความร้อน ใช้ทำฟิล์มห่ออาหารและห่อของ ถุงใส่ขนมปัง ถุงเย็นสำหรับบรรจุอาหาร สามารถนำมารีไซเคิลเป็นถุงหูหิ้ว ถังขยะ กระเบื้องปูพื้น เฟอร์นิเจอร์ แท่งไม้เทียม เป็นต้น

รูปที่ 2.2 ตัวอย่างเม็ดพลาสติกขุ่น และสินค้าที่ผลิตจากเม็ดพลาสติกขุ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เม็ดพลาสติกสี ผลิตจากพอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูง (High Density Polyethylene) เรียกโดยย่อว่า เอชดีพีอี (HDPE) เป็นพลาสติกที่เหนียวและแตกยาก ค่อนข้างแข็ง แต่ยืดได้มาก ทนทานต่อสารเคมีและสามารถขึ้นรูปทรงต่างๆ ได้ง่าย ใช้ทำบรรจุภัณฑ์สำหรับน้ำยาทำความสะอาด ยาสระผม เป็นต้น สามารถนำมารีไซเคิลเป็นขวดน้ำมันเครื่อง ท่อ ลังพลาสติก ไม้เทียม เป็นต้น

รูปที่ 2.3 ตัวอย่างเม็ดพลาสติกสี และสินค้าที่ผลิตจากเม็ดพลาสติกสี

2.1.2 ความรู้เกี่ยวกับการผลิตเม็ดพลาสติก

การนำพลาสติกกลับมาหมุนเวียนใช้ใหม่นั้นประเด็นสำคัญอยู่ที่การแยกประเภทของพลาสติกและกำจัดสิ่งที่ไม่ต้องการออกไปก่อนที่จะนำมารีไซเคิลทำเป็นเม็ดพลาสติก ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การตรวจสอบพลาสติก (Inspection) เป็นการแยกประเภทของพลาสติก เช่น พลาสติกชนิดพีพี พลาสติกชนิดแอลดีพีอี และพลาสติกชนิดเอชดีพีอี

2. การหลอมด้วยความร้อน (Melting) นำพลาสติกที่ผ่านการคัดแยกประเภทแล้วใส่ลงในเครื่องหลอมพลาสติก พลาสติกจะถูกหลอมใหม่โดยใช้ความร้อนที่อุณหภูมิและความดันที่เหมาะสม

3. การกรอง (Filtering) พลาสติกเหลวที่ได้จะถูกส่งผ่านแผ่นกรองที่มีขนาดพอเหมาะเพื่อดักสิ่งแปลกปลอมที่ยังตกค้างอยู่ จากนั้นพลาสติกเหลวจะผ่านเข้าสู่เครื่องอัดรีดออกมาเป็นเส้น

4. การทำเม็ดพลาสติก (Pelletizing) โดยเส้นพลาสติกเหล่านี้จะผ่านน้ำเพื่อให้พลาสติกแข็งตัว และจะถูกตัดให้เป็นเม็ดเล็กๆ ผ่านเครื่องตัดเม็ดพลาสติก

5. การบรรจุลงในถุงตามน้ำหนักที่กำหนด

2.2 ทฤษฎีสถิติที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 แผนภูมิควบคุม (Control Chart)

แผนภูมิควบคุมคือ เครื่องมือทางสถิติที่แยกความผันแปรจากสาเหตุที่ผิดธรรมชาติของข้อมูลออกจากความผันแปรจากสาเหตุโดยธรรมชาติของข้อมูลโดยผ่านกลไกที่สำคัญคือ พิกัดควบคุมของแผนภูมิ (กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, 2551)

แผนภูมิควบคุม เขียนขึ้นโดยอาศัยข้อมูลที่แทนคุณสมบัติทางคุณภาพข้อใดข้อหนึ่งของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการควบคุมเพื่อใช้เป็นแนวทางในการติดตามผลการผลิตจากกระบวนการในขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่ง โดยตรวจวัดค่าข้อมูลผลิตภัณฑ์ใน 2 ลักษณะ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ค่าที่ได้จากการ ชั่ง ตวง วัด ที่มีค่าออกมาเป็นตัวเลข ซึ่งเรียกว่า ตัวแปรปริมาณ (Quantitative Variables) เช่น ความยาว ส่วนสูง ความหนา ความกว้าง และปริมาณสารต่างๆ เป็นต้น

2. ค่าที่ได้จากการวัดในเชิงคุณลักษณะจะเป็นการพิจารณาภายนอก เช่น มีรอยตำหนิ-ไม่มีรอยตำหนิ สวย-ไม่สวย หรือจะเป็นการประเมินผลลัพธ์สุดท้ายแต่ละชิ้นจากการวัดเชิงปริมาณ แล้วสรุปผลว่าเป็นผลิตภัณฑ์ดีหรือไม่ดี ผลิตภัณฑ์เสียหรือไม่เสีย เป็นต้น แล้วนับจำนวนผลิตภัณฑ์ที่มีคุณลักษณะที่สนใจ เช่น สนใจผลิตภัณฑ์เสีย ก็จะนับค่าที่เป็นหน่วยนับ (Attribute) เรียกว่าตัวแปรคุณลักษณะหรือตัวแปรคุณภาพ (Qualitative Variables)

2.2.1.1 ประเภทของแผนภูมิควบคุม

จากแนวความคิดของดร.วอลเทอร์ เอ ชิวฮาร์ท (Dr.Walter A. Shewhart) ผู้คิดค้นแผนภูมิควบคุม (Montgomery, 2005) เพื่อใช้ในการควบคุมการผลิตแผนภูมิที่สร้างขึ้นนี้จะพิจารณาจากคุณลักษณะของตัวแปรซึ่งแบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1. แผนภูมิควบคุมด้วยตัวแปร (Control Charts for Variable) หรือแผนภูมิควบคุมตัวแปรปริมาณ ได้แก่

- แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดียว (X - chart or Individual chart)
- แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$ - chart)
- แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย (R - chart)
- แผนภูมิควบคุมการกระจายหรือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S - chart)
- แผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ (MR - chart)

2. แผนภูมิควบคุมสำหรับข้อมูลคุณลักษณะ (Control Charts for Attributes) ได้แก่

- แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย (P - chart)
- แผนภูมิควบคุมจำนวนของเสีย (np - chart)
- แผนภูมิควบคุมรอยตำหนิ (C - chart)
- แผนภูมิควบคุมรอยตำหนิต่อชิ้น (U – chart)

แผนภูมิควบคุมของชิวฮาร์ทนี้เป็นแผนภูมิที่สร้างขึ้นอยู่ภายใต้ข้อบังคับของข้อมูลต้องมีการแจกแจงแบบปกติ ต่อมาได้มีผู้คิดค้นแผนภูมิควบคุมอื่นๆ ขึ้นมาใช้มากมาย เช่น แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Control Chart for Moving Average) แผนภูมิควบคุมพิสัยเคลื่อนที่ (Control Chart for Moving Range) แผนภูมิควบคุมถดถอยเชิงเส้น (Regression Control Chart) แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ถ่วงน้ำหนักแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล (Exponentially Weighted Average) แผนภูมิควบคุมผลรวมสะสม (Cumulative Sum Control Chart) เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยธรรมชาติของกระบวนการผลิตย่อมมีการผันแปร (Variation) เกิดขึ้นกับผลิตภัณฑ์ได้เสมอ การผันแปรบางชนิดเป็นเรื่องปกติที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ จึงยอมให้เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตได้โดยไม่มีผลเสียหายต่อกระบวนการผลิตมากนัก แต่การผันแปรบางชนิดทำให้เกิดความเสียหายต่อกระบวนการผลิต จำเป็นต้องหาแนวทางในการลดการผันแปรการผลิตนั้นๆ ดังนั้นการเข้าใจสาเหตุของการผันแปรจึงเป็นสิ่งที่สำคัญ โดยเฉพาะสาเหตุของการเกิดการผันแปรของข้อมูลที่นำมาเป็นตัวแทนของกระบวนการผลิต เนื่องจากข้อมูลที่ใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้เป็นค่าวัดตัวแปรเชิงปริมาณและเก็บข้อมูลในลักษณะเชิงเดี่ยว ในที่นี้จึงขอกล่าวเฉพาะแผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยว (X - Chart) และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ (MR - Chart) ซึ่งแผนภูมิทั้งสองจะกล่าวในส่วนต่อไป

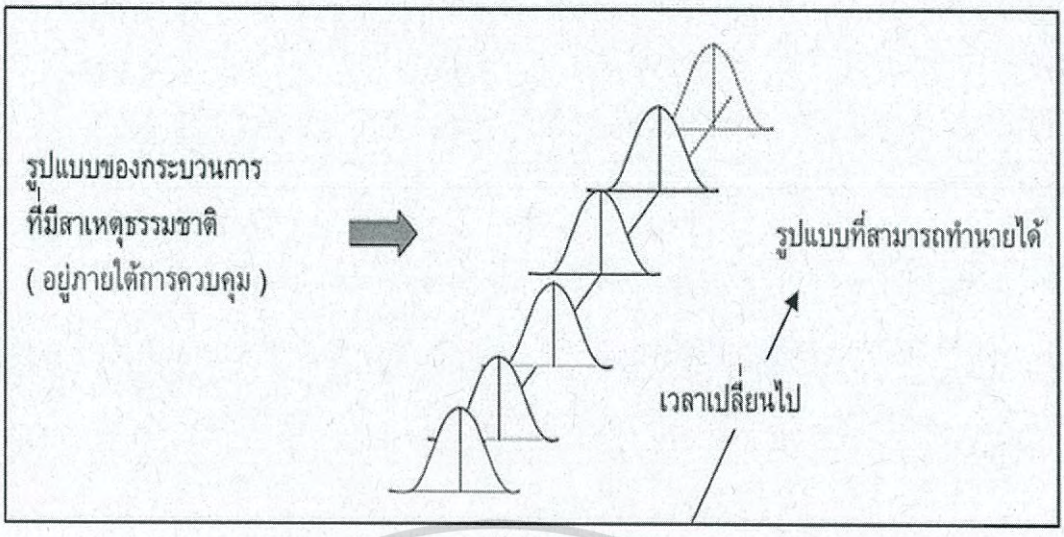
2.2.1.2 สาเหตุของการผันแปร

สำหรับกระบวนการผลิตใดๆนั้นปัจจัยที่ทำให้เกิดการผันแปรอาจจะมีหลายปัจจัยโดยส่วนใหญ่มี 5 ปัจจัยคือ 5 M อันได้แก่ มนุษย์หรือคน (Man) เครื่องจักร (Machine) วัตถุดิบ (Material) การจัดการ (Management) และเงินทุน (Money) สิ่งที่ควรตระหนักคือปัจจัยมนุษย์ ซึ่งจะต้องมีศักยภาพ มีความรู้ความสามารถในการทำการผลิตเป็นอย่างดี มนุษย์ต่างจากเครื่องจักรตรงที่มีจิตและวิญญาณ ถ้ามนุษย์ขาดขวัญและกำลังใจก็จะทำให้ไม่มีแรงจูงใจในการทำงาน งานที่ทำก็จะทำได้ไม่ดีหรือไม่มีประสิทธิภาพ ส่วนขวัญและกำลังใจที่จะทำให้เกิดแรงจูงใจนั้นอาจมาจากสภาพแวดล้อม (Envelopment) นโยบายขององค์กร ปัจจัยมนุษย์นับเป็นการควบคุมที่ยากยิ่งนัก ส่วนปัจจัยเครื่องจักร วัตถุดิบ การจัดการ และเงินทุน จะเป็นปัจจัยที่ควบคุมได้ไม่ยากนัก

ปัจจัยที่กล่าวมาข้างต้นจะทำให้เกิดสาเหตุของการผันแปรในลักษณะต่างๆได้ ในที่นี้ได้แบ่งสาเหตุของการเกิดการผันแปรที่สำคัญออกเป็น 2 ลักษณะคือ

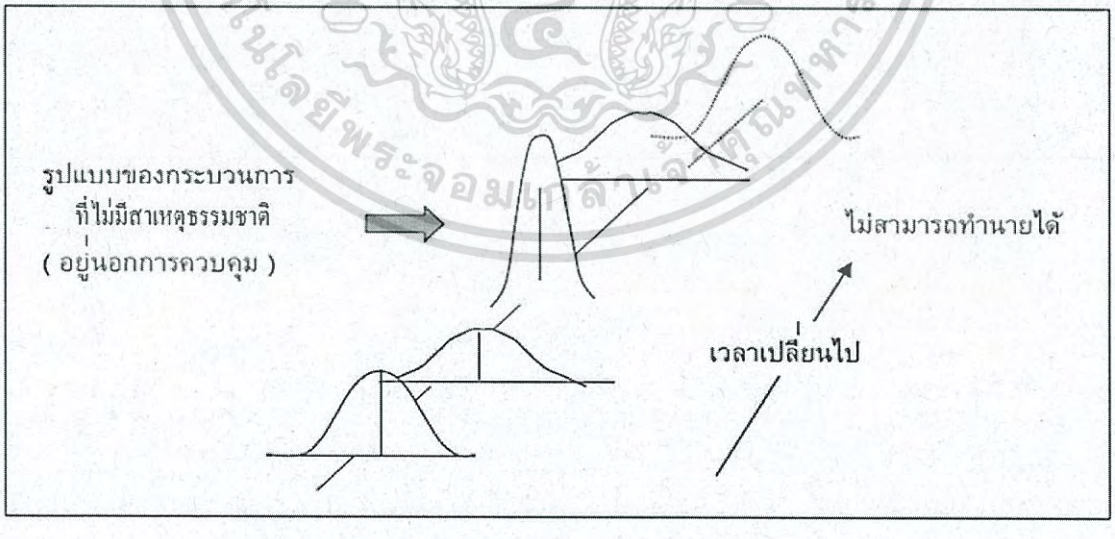
1. สาเหตุโดยบังเอิญ (Chance Cause or Common Cause) หรือสาเหตุที่เป็นปกติวิสัย เป็นสาเหตุที่ไม่มีความรุนแรงมากนักและมักจะมีผลต่อคุณภาพสินค้าเล็กน้อย การผันแปรนี้อาจจะเกิดจากความแตกต่างเล็กๆน้อยๆของวัตถุดิบ ซึ่งไม่สามารถที่จะควบคุมให้มีประสิทธิภาพเหมือนกันทุกครั้งไป อาจจะมีปัจจัยทางด้านธรรมชาติเข้ามาเกี่ยวข้องด้วยหรืออาจจะเกิดจากปัจจัยการผลิตด้านอื่นๆ ที่เกินความคาดหมาย มีความเป็นจริงอยู่อย่างหนึ่งคือ ไม่มีสิ่งของใดที่เหมือนกันทุกประการเพียงแต่ความแตกต่างที่เกิดขึ้นเหล่านั้นอยู่ในขีดจำกัดที่กำหนด ซึ่งทางเทคนิคเรียกว่า พิกัดความเผื่อ (Tolerance) ของการวัด โดยปกติสาเหตุนี้จะยอมรับได้ในการควบคุมคุณภาพ นั่นคือกระบวนการผลิตจะอยู่ในการควบคุมเชิงสถิติ ผลลัพธ์ที่ได้จะยังคงที่ (Stable) สามารถทำนาย (Predictable) รูปร่างและการกระจายของข้อมูลได้ ดังรูปที่ 2.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 แสดงลักษณะการเปลี่ยนแปลงของรูปแบบที่ทำนายได้

2. สาเหตุที่ระบุได้หรือสาเหตุที่กำจัดได้ (Assignable Cause or Special Cause) เป็นสาเหตุที่เกิดจากความผิดพลาด ความผิดปกติ การชำรุดของปัจจัยการผลิตต่างๆ เช่น การชำรุดของเครื่องจักร คนคุมเครื่องหรือพนักงานขาดประสิทธิภาพในการทำงาน ขาดการจัดการที่ดีของระบบ ขาดการวางแผน เป็นต้น ซึ่งส่งผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ กระบวนการผลิตจะอยู่นอกการควบคุม (Out of Control) ผลลัพธ์ที่ได้จะไม่คงที่ (Unstable) จะไม่สามารถทำนายรูปแบบ (Unpredictable) และรูปแบบการกระจายไม่คงที่ กระบวนการผลิตจำเป็นต้องได้รับการปรับปรุงแก้ไขจึงจะทำให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ดีขึ้นและได้มาตรฐานตามต้องการ ดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 แสดงลักษณะการเปลี่ยนแปลงของรูปแบบที่ทำนายไม่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1.3 ขั้นตอนการสร้างแผนภูมิควบคุม

1. กำหนดสิ่งที่ต้องการควบคุมหรือวัตถุประสงค์ของการควบคุมซึ่งขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ผลิต

2. เลือกแผนภูมิควบคุมที่เหมาะกับข้อมูล โดยต้องศึกษาคุณสมบัติของแผนภูมิควบคุมแต่ละชนิดว่าใช้อย่างไร ใช้กับข้อมูลลักษณะใด เช่น ถ้าข้อมูลเป็นค่าวัดตัวแปรเชิงปริมาณเก็บข้อมูลในลักษณะเชิงเดี่ยว จะเลือกใช้แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยว (X - chart) เป็นต้น

3. เก็บรวบรวมข้อมูลที่จะทำการควบคุมหรือที่มีผลต่อคุณภาพของกระบวนการผลิตเพื่อสร้างแผนภูมิควบคุม โดยข้อมูลที่เก็บมานั้น จะนำไปใช้ในการคำนวณหาขีดจำกัดควบคุมต่อไป

4. คำนวณหาขีดจำกัดควบคุมและสร้างแผนภูมิ โดยแผนภูมิควบคุมประกอบไปด้วยขีดจำกัดควบคุมบน เส้นกึ่งกลาง และขีดจำกัดควบคุมล่าง

5. นำข้อมูลพล็อตลงบนแผนภูมิ เมื่อได้แผนภูมิควบคุมแล้วพิจารณาว่าข้อมูลใดตกอยู่นอกขีดจำกัดควบคุมหรือไม่ อธิบายและแปลความหมายของข้อมูลที่ได้

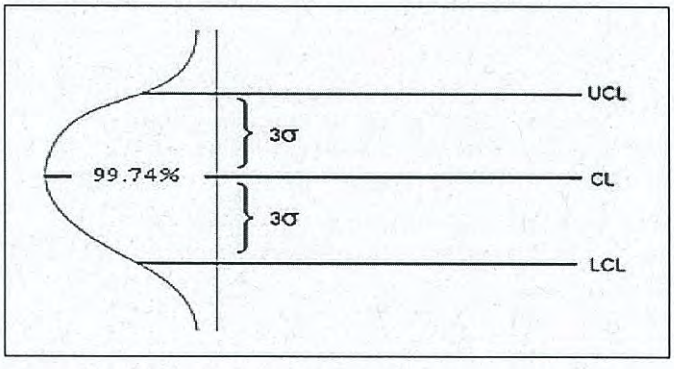
6. วิเคราะห์หาสาเหตุและปรับปรุงกระบวนการผลิต หรือหาแหล่งที่ทำให้เกิดการผันแปร เมื่อมีข้อมูลตกนอกขีดจำกัดควบคุม

7. ปรับปรุงแผนภูมิควบคุม โดยจุดที่เขียนลงในแผนภูมิควบคุมที่ส่อถึงความผิดปกติและระบุสาเหตุได้ จะถูกตัดออก (ค่าที่ตกนอก UCL หรือ LCL) แล้วนำจุดที่เหลือไปคำนวณขีดจำกัดควบคุม และทำการสร้างแผนภูมิความควบคุมใหม่ แผนภูมิควบคุมที่ปรับปรุงแล้วนี้อาจนำไปใช้เพื่อการควบคุมกระบวนการผลิตในอนาคตได้

8. นำแผนภูมิควบคุมไปใช้ในการพัฒนาคุณภาพการผลิตสินค้า ซึ่งแผนภูมิควบคุมนับเป็นวิธีการที่ช่วยให้ผู้ผลิตสามารถปรับปรุงและพัฒนาคุณภาพสินค้าได้ดีอย่างต่อเนื่อง

2.2.1.4 องค์ประกอบของแผนภูมิควบคุม

จากหลักการทางสถิติที่ว่า ข้อมูลที่วัดได้จากกระบวนการผลิตจะมีการแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution) ซึ่งมีค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง 2 ค่า คือ ค่าเฉลี่ย (μ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ) โดยมีโอกาสหรือความน่าจะเป็นที่ค่าสังเกตที่วัดได้จะอยู่ในช่วง $\pm 3\sigma$ เท่ากับ 0.9974 สามารถนำหลักการดังกล่าวมาสร้างกราฟแผนภูมิควบคุม ซึ่งประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วนดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 กราฟแสดงองค์ประกอบของแผนภูมิควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. เส้นกึ่งกลาง (Central Line :CL) เป็นค่าเฉลี่ยของกระบวนการผลิตซึ่งคำนวณได้โดยนำค่าจากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดมาหาค่าเฉลี่ย

2. ขีดจำกัดควบคุมบน (Upper Control Limit : UCL) เป็นเส้นที่มีระยะห่างจากเส้นกึ่งกลางเท่ากับ 3σ ทางค่ามาก

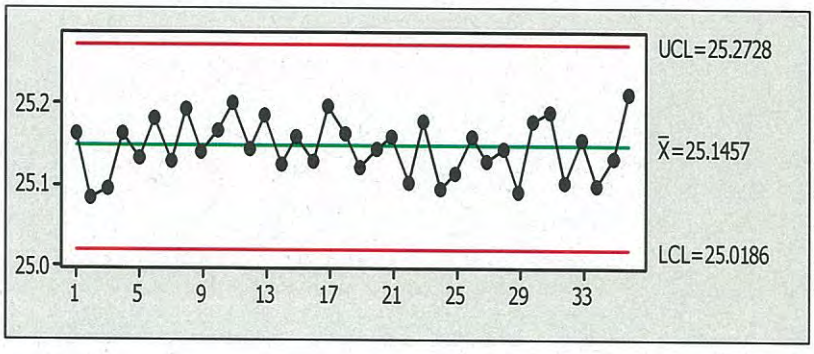
3. ขีดจำกัดควบคุมล่าง (Lower Control Limit : LCL) เป็นเส้นที่มีระยะห่างจากเส้นกึ่งกลางเท่ากับ 3σ ทางค่าน้อย

จากรูปที่ 2.6 ขีดจำกัดควบคุมบนและล่าง แสดงถึงขอบเขตของความผันแปรที่อยู่ในระดับคุณภาพมาตรฐานที่ผู้ผลิตยอมรับได้ ซึ่งอยู่ในช่วง 3σ เท่านั้น ดังนั้นหากค่าสังเกตที่วัดได้กระจายอยู่ภายในขอบเขตดังกล่าว ก็แสดงว่ากระบวนการผลิตยังอยู่ภายใต้การควบคุม (In Control) สินค้าที่ผลิตได้มีคุณภาพตรงตามมาตรฐาน ในทางกลับกันหากความผันแปรมีมากเกินไป ทำให้ค่าสังเกตที่วัดได้อยู่นอกเส้นขีดจำกัดควบคุมบนและล่างแสดงว่ากระบวนการผลิตนี้อยู่เหนือการควบคุม (Out of Control) หรือสินค้าดังกล่าวไม่ได้คุณภาพตามมาตรฐานการผลิต

2.2.1.5 ลักษณะแผนภูมิควบคุม

แผนภูมิควบคุมเป็นแผนภูมิที่แสดงให้เห็นถึงความแปรปรวนที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต เนื่องจากองค์ประกอบต่างๆ ได้แก่ มนุษย์ เครื่องจักร วัตถุดิบ การจัดการ และเงินทุน ซึ่งทำให้เกิดแผนภูมิ 2 ลักษณะคือ

1. ลักษณะของแผนภูมิควบคุมที่อยู่ภายใต้การควบคุม มีลักษณะดังนี้
   - มีจุดที่น้อยที่สุดอยู่ใกล้เส้นขีดจำกัดควบคุมบนและเส้นขีดจำกัดควบคุมล่าง ซึ่งที่ตั้งของจุดควรจะอยู่ข้ามไปข้ามมาบนเส้นกึ่งกลางหรือเส้นค่าเฉลี่ย
   - จุดต่างๆ บนแผนภูมิควบคุมควรจะมีลักษณะสมดุลกันทั้งสองข้างของเส้นกึ่งกลางหรือเส้นค่าเฉลี่ย
   - ไม่มีจุดใดเลยตกนอกเส้นขีดจำกัดควบคุมบนและเส้นขีดจำกัดควบคุมล่างของแผนภูมิควบคุม

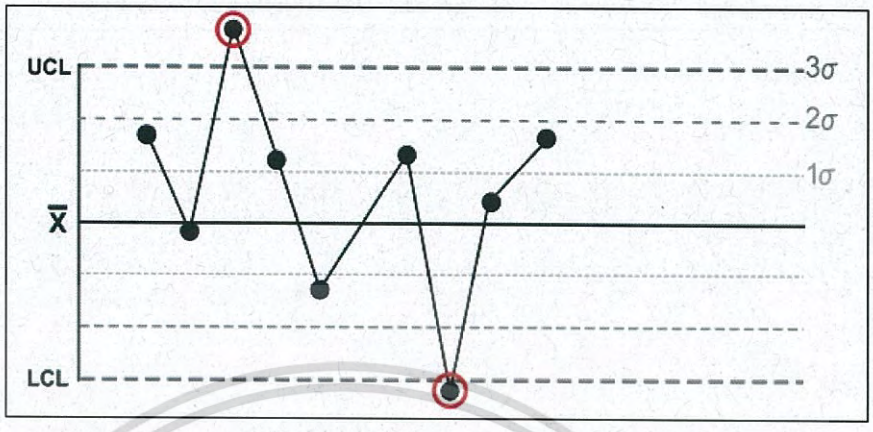


รูปที่ 2.7 แผนภูมิควบคุมที่มีกระบวนการผลิตอยู่ภายใต้การควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

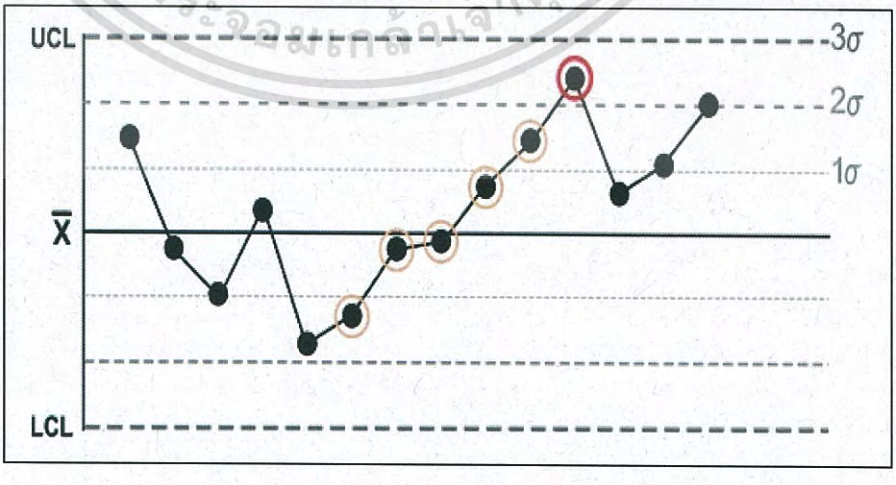
2. ลักษณะของแผนภูมิควบคุมที่ไม่อยู่ภายใต้การควบคุม มีลักษณะดังนี้

- มีอย่างน้อย 1 จุดตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือขีดจำกัดควบคุมล่าง



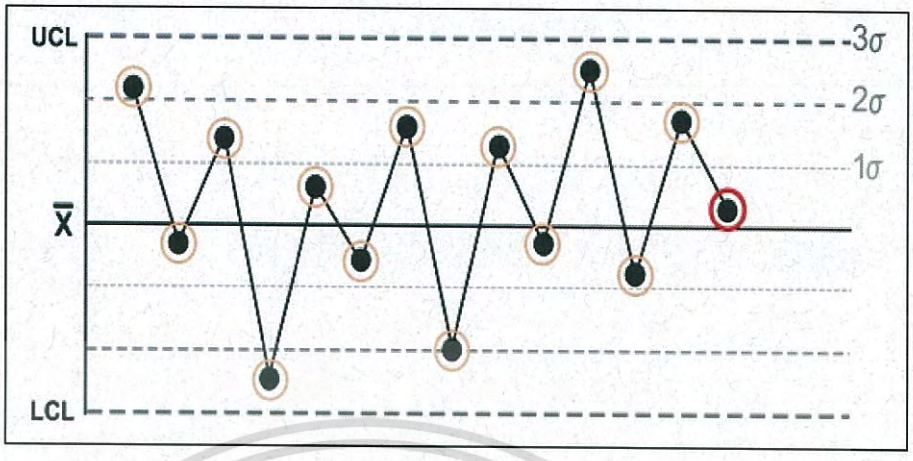
- มีอย่างน้อย 9 จุดติดต่อกันที่อยู่ด้านใดด้านหนึ่งของเส้นกึ่งกลาง

- มีอย่างน้อย 6 จุดติดต่อกันที่แสดงแนวโน้มค่อยๆเพิ่มขึ้นหรือค่อยๆลดลง



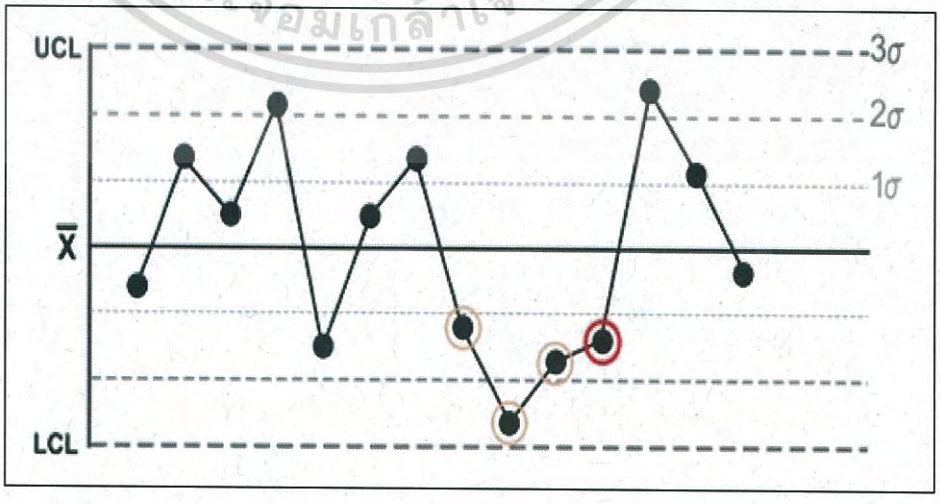
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- มีอย่างน้อย 14 จุดที่ติดต่อกันในแนวแถวสลับกันขึ้นและลง



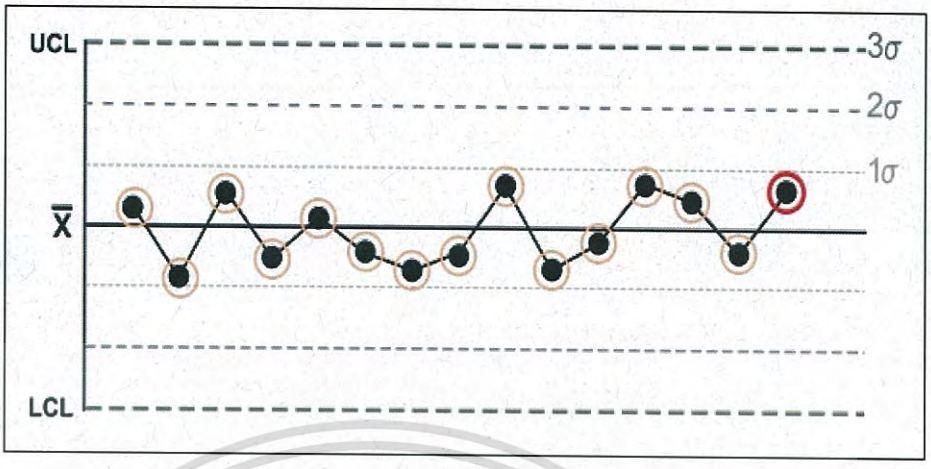
- มี 2 ใน 3 จุดมีค่ามากกว่า 2σ จากเส้นกึ่งกลาง

- มี 4 ใน 5 จุดมีค่ามากกว่า 1σ จากเส้นกึ่งกลาง

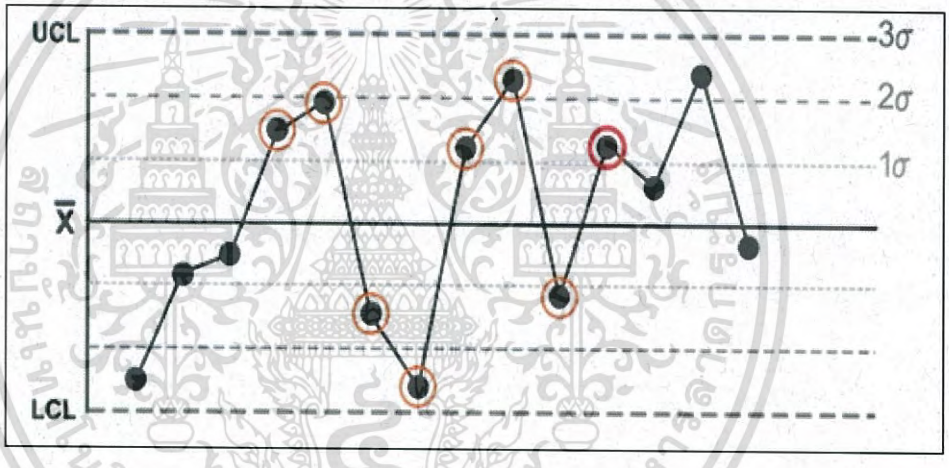


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- มีอย่างน้อย 15 จุดที่ติดต่อกันอยู่ใกล้เส้นกึ่งกลาง



- มีอย่างน้อย 8 จุดที่ติดต่อเนื่องกัน มีค่ามากกว่าค่า 1σ จากเส้นกึ่งกลาง



ซึ่งลักษณะของแผนภูมิควบคุมที่ไม่อยู่ภายใต้การควบคุมอาจมีสาเหตุมาจาก

1. ด้านวัตถุดิบ เช่น วัตถุดิบที่นำเข้ามีความแตกต่างกัน
2. ด้านกระบวนการ เช่น เครื่องจักรเริ่มเสื่อมสภาพ
3. ด้านผู้ควบคุม เช่น ผู้ควบคุมขาดทักษะหรือประสบการณ์
4. ด้านอื่นๆ เช่น สิ่งแวดล้อมภายในโรงงานไม่ดี

ในการทำวิจัยครั้งนี้ จะพิจารณาแผนภูมิควบคุมที่ไม่อยู่ภายใต้การควบคุมที่ได้เลือกมาใช้มี 3 ลักษณะ ดังนี้

1. มีอย่างน้อย 1 จุดตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือขีดจำกัดควบคุมล่าง
2. มีอย่างน้อย 6 จุดติดต่อกันที่แสดงแนวโน้มค่อยๆเพิ่มขึ้นหรือค่อยๆลดลง
3. มี 4 ใน 5 จุดมีค่ามากกว่า 1σ จากเส้นกึ่งกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1.6 ประโยชน์ของแผนภูมิควบคุม

1. ควบคุมและเฝ้าติดตามกระบวนการผลิตที่กำลังดำเนินการอยู่ให้ทันต่อเหตุการณ์ สิ่งที่ต้องการควบคุมจะถูกเก็บรวบรวมข้อมูล และเขียนจุดลงบนแผนภูมิควบคุมเป็นระยะๆ ถ้าจุดมิได้แสดงความผิดปกติก็แสดงว่ากระบวนการผลิตยังอยู่ในการควบคุม เมื่อใดที่จุดแสดงความผิดปกติผู้ควบคุมการผลิตก็สามารถปรับปรุงกระบวนการผลิตให้สภาพการผลิตกลับสู่ปกติได้ทันท่วงที นอกจากนี้สภาพการกระจายของจุดในแผนภูมิควบคุมยังสามารถใช้เพื่อคาดการณ์สภาพของกระบวนการผลิตในอนาคตอีกด้วย

2. รู้ถึงความสามารถของกระบวนการ (Process capability) โดยกระบวนการผลิตที่อยู่ภายใต้การควบคุมอาจอยู่ในข้อกำหนดหรือไม่ก็ได้ กระบวนการผลิตที่แสดงว่าอยู่ภายใต้การควบคุม สามารถนำไปใช้เพื่อคำนวณถึงสมรรถภาพของกระบวนการ เพื่อหาความสามารถในการผลิตภายใต้ข้อกำหนด

3. ช่วยดักจับแนวโน้มของสภาวะการเปลี่ยนแปลงจากเป้าหมายที่กำหนดและช่วยดักจับแนวโน้มของสภาวะนอกเหนือการควบคุมการผลิต หรืออีกทั้งในบางกระบวนการผลิตจะอยู่ภายใต้การควบคุมทางสถิติแล้วก็ตาม แผนภูมิควบคุมคุณภาพก็ยังสามารถนำมาทำนายสมรรถนะของกระบวนการผลิตได้และยังนำมาใช้ในการพิจารณาหาสาเหตุของความผันแปรเพื่อเป็นแนวทางในการลดความผันแปร และปรับปรุงกระบวนการผลิตให้ดียิ่งขึ้นได้อีกทางหนึ่ง

4. แผนภูมิควบคุมคุณภาพสามารถแยกแยะสภาพความแปรปรวนของกระบวนการผลิตว่าเมื่อใดเป็นความแปรปรวนตามสภาพธรรมชาติ และเมื่อใดเป็นความแปรปรวนที่เกิดจากความผิดปกติ การแยกแยะสภาพความแปรปรวนไม่มีวิธีใดทำได้ดีเท่ากับแผนภูมิควบคุม แผนภูมิควบคุมจะกำหนดได้เป็นอย่างดีว่าถึงเวลาแล้วหรือยังที่จะปรับแต่งกระบวนการผลิต หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือถ้ากระบวนการผลิตยังปกติอยู่ ก็ไม่จำเป็นต้องปรับแต่งกระบวนการผลิต

5. แผนภูมิควบคุมให้ข้อมูลเพื่อแก้ไขกระบวนการผลิต การวิเคราะห์สภาพการกระจายจุดใดในแผนภูมควบคุมอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอ จะทำให้ได้ข้อมูลเพื่อการแก้ไขกระบวนการผลิต เช่น การเปลี่ยนชนิดของวัตถุดิบ การเปลี่ยนวิธีการทำงาน การเปลี่ยนแปลงเครื่องมือการผลิต เป็นต้น

6. ข้อมูลจากแผนภูมิควบคุมสามารถใช้ในการกำหนดข้อกำหนดคุณภาพผลิตภัณฑ์ และประเมินกระบวนการผลิตและเปลี่ยนแปลงวิธีการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ กระบวนการทำงานของผลิตภัณฑ์ให้อยู่ในสภาวะที่ผู้ควบคุมต้องการ

7. แผนภูมิควบคุมช่วยป้องกันปัญหาด้านคุณภาพ ช่วยให้กระบวนการผลิตอยู่ภายใต้การควบคุมตลอดเวลา ขจัดสภาพการผลิตที่ด้อยคุณภาพ ทำให้ผู้ควบคุมเครื่องจักรสามารถแก้ปัญหาได้ทันเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่

มีหลายกรณีที่กลุ่มตัวอย่างมีจำนวนตัวอย่างเดี่ยวหรือ n=1 เช่น กระบวนการผลิตที่ใช้เครื่องจักรอัตโนมัติและวัดค่าทุกชิ้นที่ผลิตได้หรือการวัดค่าที่อาจเกิดจากลักษณะการผลิตที่มีอัตราการผลิตช้า ดั้งนั้นแผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่จึงถูกนำมาใช้ในการควบคุม (ชนิตา วิบูลชุติกุล, 2555)

การคำนวณค่า $\bar{X}$ ดังนี้

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^{m} X_i}{m}$$

เมื่อ $\bar{X}$ เป็นค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

m เป็นจำนวนตัวอย่างหรือจำนวนข้อมูลทั้งหมด

X_i เป็นค่าตัวอย่างที่ i ใดๆ i = 1 , 2 , ... , m

การคำนวณค่า $\bar{R}$ ดังนี้

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=2}^{m} R_i}{m-1}$$

เมื่อ $\bar{R}$ เป็นค่าเฉลี่ยของพิสัยของกลุ่มตัวอย่าง

m เป็นจำนวนตัวอย่างหรือจำนวนข้อมูลทั้งหมด

R_i เป็นค่าพิสัยเคลื่อนที่ของแต่ละกลุ่มตัวอย่าง i

ซึ่งค่า R_i จะหาได้จาก $R_i = |X_i - X_{i-1}|$

1. การคำนวณขีดจำกัดควบคุมตัวอย่างเดี่ยว (X - chart) ดังนี้

- กรณีที่รู้ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คือ

ขีดจำกัดควบคุมบน $UCL_X = \bar{X} + 3\sigma$

เส้นกึ่งกลาง $CL_X = \bar{X}$

ขีดจำกัดควบคุมล่าง $LCL_X = \bar{X} - 3\sigma$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- กรณีที่ไม่รู้ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คือ

ในที่นี้จะประมาณค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ) ได้จากความสัมพันธ์

$$\hat{\sigma} = \frac{\overline{R}}{d_2}$$

เมื่อ d_2 เป็นค่าคงที่ขึ้นอยู่กับจำนวนตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม สามารถเปิดค่าได้จากตาราง ก. ในภาคผนวก

ขีดจำกัดควบคุมบน $UCL_X = \overline{X} + \frac{3\overline{R}}{d_2}$

เส้นกึ่งกลาง $CL_X = \overline{X}$

ขีดจำกัดควบคุมล่าง $LCL_X = \overline{X} - \frac{3\overline{R}}{d_2}$

2. การคำนวณขีดจำกัดควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ (MR - chart) ดังนี้

ขีดจำกัดควบคุมบน $UCL_R = D_4\overline{R}$

เส้นกึ่งกลาง $CL_R = \overline{R}$

ขีดจำกัดควบคุมล่าง $LCL_R = D_3\overline{R}$

เมื่อค่า D_3 และ D_4 คือตัวประกอบที่เปลี่ยนแปลงตามขนาดของตัวอย่าง ซึ่งในกรณีของแผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยว และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ จะเปิดตารางเมื่อกำหนด n=2 จะสามารถเปิดค่าได้จากตาราง ก. ในภาคผนวก

ในกรณีที่ปรากฏว่ามีจุดใดจุดหนึ่งตกอยู่นอกเส้นขีดจำกัดควบคุมบนและล่างโดยสามารถที่จะระบุสาเหตุได้ แสดงว่ามีสิ่งปกติเกิดขึ้น ให้ทำการตัดจุดที่ตกนอกเส้นขีดจำกัดควบคุมบนและล่างออกจากการพิจารณา และคำนวณหา $\overline{\mathrm{X}}_{\mathrm{n}}$ และ $\overline{\mathrm{R}}_{\mathrm{n}}$ ซึ่งหาได้จากสมการดังนี้

$$\overline{\mathrm{X}}_{\mathrm{n}} = \frac{\sum \mathrm{X} - \mathrm{X}_{\mathrm{d}}}{\mathrm{m} - \mathrm{m}_{\mathrm{d}}} \quad \text{และ} \quad \overline{\mathrm{R}}_{\mathrm{n}} = \frac{\sum \mathrm{R} - \mathrm{R}_{\mathrm{d}}}{\mathrm{m} - \mathrm{m}_{\mathrm{d}}}$$

เมื่อ X_{d} คือ ค่าที่ตัดทิ้ง

m_{d} คือ จำนวนกลุ่มที่ตัดทิ้ง

R_{d} คือ ค่าพิสัยที่ตัดทิ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำค่า $\overline{X}_n$ และ $\overline{R}_n$ แทนลงในขีดจำกัดควบคุมใหม่ของแผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยว และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ เมื่อได้เส้นขีดจำกัดควบคุมใหม่ สามารถนำไปเปรียบเทียบกับข้อมูลเดิมและยังสามารถนำไปใช้ในการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ในเดือนถัดไปจนได้มาตรฐานในที่สุด

2.2.3 ความสามารถของกระบวนการ

คุณภาพของผลิตภัณฑ์เป็นสิ่งหนึ่งที่เกิดจากวิธีการผลิตหรือกระบวนการผลิต ถ้าผลิตภัณฑ์ใดมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ที่ดี นั่นก็หมายความว่าในกระบวนการผลิตปราศจากการผันแปร หรืออาจมีความผันแปร แต่ความผันแปรที่เกิดขึ้นมีน้อยมาก

แต่ถ้าคุณภาพของผลิตภัณฑ์ใดมีคุณภาพที่อยู่ในเกณฑ์ไม่ดีหรือมีผลิตภัณฑ์เสียมากนั่นหมายความว่ากระบวนการผลิตมีความผันแปรมาก และความผันแปรที่เกิดขึ้นนี้มาจากกระบวนการผลิต จะเป็นส่วนบ่งชี้ถึงความสามารถในกระบวนการผลิตว่ามีความสามารถในการผลิตเป็นอย่างไร มีศักยภาพของกระบวนการผลิตเป็นอย่างไร และสมรรถนะของกระบวนการผลิตเป็นอย่างไร ซึ่งการศึกษาถึงองค์ประกอบต่างๆเหล่านี้เรียกอย่างง่ายๆก็คือการศึกษาความสามารถของกระบวนการ โดยความสามารถของกระบวนการในวิธีการผลิตหนึ่งจะรวมถึงคน เครื่องจักร วัตถุดิบ การเก็บวัดข้อมูล และสิ่งแวดล้อมซึ่งการศึกษาความสามารถของกระบวนการผลิต คือการหาความผันแปรทั้งหมดและความคงที่ของกระบวนการผลิตที่มีเวลาเป็นส่วนประกอบหนึ่ง มีความสำคัญที่จะต้องพิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงในระดับคุณภาพ เนื่องจากเครื่องมือหรือการทดแทนเครื่องมือที่ช่วยเพิ่มความสามารถของเครื่องจักรนั้นคือ การศึกษาความผันแปรตามธรรมชาติที่คนไม่สามารถที่จะทำการแก้ไขปรับปรุงได้ การศึกษาในช่วงนี้จะทำภายใต้เงื่อนไขของการควบคุม ตลอดจนการผันแปรตามธรรมชาติที่เกิดขึ้น เช่น การควบคุมคุณภาพวัตถุดิบและการวัดหรือควบคุมเครื่องมือให้มีความเที่ยงตรงขึ้น (กัญญามาศ ธีรปกรณ์, 2553)

การหาดัชนีวัดความสามารถของกระบวนการ

ในอุตสาหกรรมการผลิตจะมีกระบวนการดำเนินงาน คือ การออกแบบการผลิตซึ่งรวมไปถึงการตรวจสอบข้อกำหนดของสินค้าจะกำหนดในขั้นตอนการออกแบบด้วย ในขั้นตอนการผลิตผู้ควบคุมการผลิตจะต้องควบคุมให้สินค้าที่ผลิตตรงตามข้อกำหนด ขั้นตอนการตรวจสอบเป็นขั้นตอนของการยืนยันให้สินค้าที่ผลิตว่ามีคุณภาพตรงตามข้อกำหนด ในการควบคุมคุณภาพต้องพิจารณาถึงคุณภาพสินค้าว่าอยู่ภายในขีดจำกัดที่กำหนดหรือไม่ เพื่อที่จะได้ทราบถึงความสามารถของกระบวนการผลิตว่าต้องได้รับการปรับปรุงแก้ไขอย่างไร โดยวิธีการคำนวณหาดัชนีวัดความสามารถของกระบวนการผลิต จะตั้งอยู่บนพื้นฐานกระบวนการผลิตภายใต้การควบคุมสม่ำเสมอ

ขั้นตอนการพิจารณารายละเอียดมีดังนี้

1. กำหนดขีดจำกัดข้อกำหนดบน และขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง โดยขีดจำกัดข้อกำหนดบน และขีดจำกัดข้อกำหนดล่างจะกำหนดขึ้นจากโรงงานในการสร้างมาตรฐานของสินค้าใดสินค้าหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. สำหรับการวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการผลิต ว่าเป็นไปตามข้อกำหนดหรือไม่ สามารถคำนวณได้จากวิธีการต่อไปนี้ คือ

(2.1) ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิต C_p (Process capability index)

ค่า C_p ใช้เมื่อค่าเฉลี่ยของกระบวนการอยู่ตรงจุดกึ่งกลางของขีดจำกัดข้อกำหนด

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

เมื่อ USL แทนขีดจำกัดข้อกำหนดบน (Upper specification limit)

LSL แทนขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง (Lower specification limit)

σ แทนค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกระบวนการผลิต

(2.2) ดัชนีวัดความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น C_{pk} (Continue Process Capability)

ค่า C_{pk} ใช้เมื่อค่าเฉลี่ยของกระบวนการไม่อยู่ตรงจุดกึ่งกลางของขีดจำกัดข้อกำหนด คำนวณได้จากการหาค่าต่ำสุดของดัชนี C_{pu} (Upper Capability Index) และ C_{pl} (Lower Capability Index)

$$C_{pk} = \min(C_{pl}, C_{pu})$$

เมื่อ C_{pu} คือ ค่าดัชนีวัดความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น กรณีกำหนดขีดจำกัดข้อกำหนดบน

C_{pl} คือ ค่าดัชนีวัดความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น กรณีกำหนดขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง

สูตรในการประมาณค่า C_{pu} และ C_{pl} มีดังนี้

$$C_{pu} = \frac{USL - \bar{\bar{X}}}{3\sigma_{within}} \quad \text{และ} \quad C_{pl} = \frac{\bar{\bar{X}} - LSL}{3\sigma_{within}}$$

โดยที่ σ_{within} คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานภายในกลุ่มย่อย (within-subgroup standard deviation)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2.3) ดัชนีวัดความสามารถของกระบวนการผลิตระยะยาว P_{pk}

(Preliminary Process Capability)

ค่า P_{pk} ใช้เมื่อค่าเฉลี่ยของกระบวนการไม่อยู่ตรงจุดกึ่งกลางของขีดจำกัดข้อกำหนด คำนวณได้จากการหาค่าต่ำสุดของดัชนี P_{pu} (Upper capability Index) และ P_{pl} (Lower capability Index)

$$P_{pk} = \min(P_{pl}, P_{pu})$$

เมื่อ P_{pu} คือ ค่าดัชนีวัดความสามารถของกระบวนการผลิตระยะยาว กรณีกำหนดขีดจำกัดข้อกำหนดบน

P_{pl} คือ ค่าดัชนีวัดความสามารถของกะบวนการผลิตระยะยาว กรณีกำหนดขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง

สูตรในการประมาณค่า P_{pu} และ P_{pl} มีดังนี้

$$P_{pu} = \frac{USL - \bar{X}}{3\sigma_{overall}} \quad \text{และ} \quad P_{pl} = \frac{\bar{X} - LSL}{3\sigma_{overall}}$$

โดยที่ $\sigma_{overall}$ คือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานทั้งหมด (overall standard deviation)

3. การตัดสินใจว่าดัชนีชี้วัดความสามารถของกระบวนการว่ามีความสามารถหรือไม่ การตัดสินใจใช้การเปรียบเทียบการกระจายภายใต้ 6σ ให้มีค่าเท่ากับความกว้างของขอบเขตข้อกำหนดบนและล่าง ค่าของ C_p ที่คำนวณได้จะใช้ในการประเมินความสามารถของกระบวนการผลิต เมื่อเปรียบเทียบกับขีดจำกัดข้อกำหนด ซึ่งค่า C_p ที่ได้จะมีกรณีต่างๆ ดังนี้

กรณีที่ 1 เมื่อ $C_p < 1$ แสดงว่ากระบวนการผลิตอยู่ในระดับที่ไม่สามารถควบคุมได้ หรือไม่เป็นไปตามข้อกำหนด ทำให้สัดส่วนของเสียมากขึ้น

กรณีที่ 2 เมื่อ $C_p = 1$ แสดงว่ากระบวนการผลิตอยู่ในระดับที่สามารถควบคุมได้หรือเป็นไปตามข้อกำหนด ไม่จำเป็นต้องมีการปรับปรุงกระบวนการ

กรณีที่ 3 เมื่อ $C_p > 1$ แสดงว่ากระบวนการผลิตอยู่ในระดับที่สามารถควบคุมได้ดี ขนาด 6σ อยู่ระหว่างขีดจำกัดข้อกำหนด ซึ่งลักษณะนี้ไม่ก่อให้เกิดปัญหากับผู้ผลิตเพราะผลที่ได้แสดงว่าการควบคุมกระบวนการอยู่ในระดับที่เหมาะสม ได้คุณภาพ ผลิตภัณฑ์ตรงตามเกณฑ์ที่กำหนดตราบเท่าที่ยังคงรักษาระดับที่เหมาะสม

สำหรับการควบคุมการผลิตจะใช้แผนภูมิควบคุมมาช่วยในการควบคุมการผลิต การปรับปรุงกระบวนการก็คือการปรับปรุงความผันแปรต่างๆ ที่เกิดขึ้นให้ลดลงด้วยการปรับปรุง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มนุษย์ เครื่องจักร วัตถุดิบ เงินทุน และการจัดการให้ดีขึ้น แผนภูมิควบคุมที่ใช้สำหรับการควบคุมการผลิตจะแคบลงจนกระทั่งอยู่ในสภาวะที่ไม่สามารถปรับปรุงได้อีก ในการหาความสามารถของกระบวนการผลิตจะสามารถบอกได้ว่ากระบวนการหรือเครื่องจักรมีความสามารถหรือไม่

สำหรับค่า C_{pk} และ P_{pk} ที่คำนวณได้จะใช้เกณฑ์ในการประเมินความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะสั้นและระยะยาวเช่นเดียวกันกับกรณีการหาดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิต (C_p) ดังนี้

$C_{pk} < 1$ แสดงว่ากระบวนการผลิตระยะสั้นอยู่ในระดับที่ไม่สามารถควบคุมได้

$C_{pk} = 1$ แสดงว่ากระบวนการผลิตระยะสั้นอยู่ในระดับที่สามารถควบคุมได้

$C_{pk} > 1$ แสดงว่ากระบวนการผลิตระยะสั้นอยู่ในระดับที่สามารถควบคุมได้ดี

และ

$P_{pk} < 1$ แสดงว่ากระบวนการผลิตระยะยาวอยู่ในระดับที่ไม่สามารถควบคุมได้

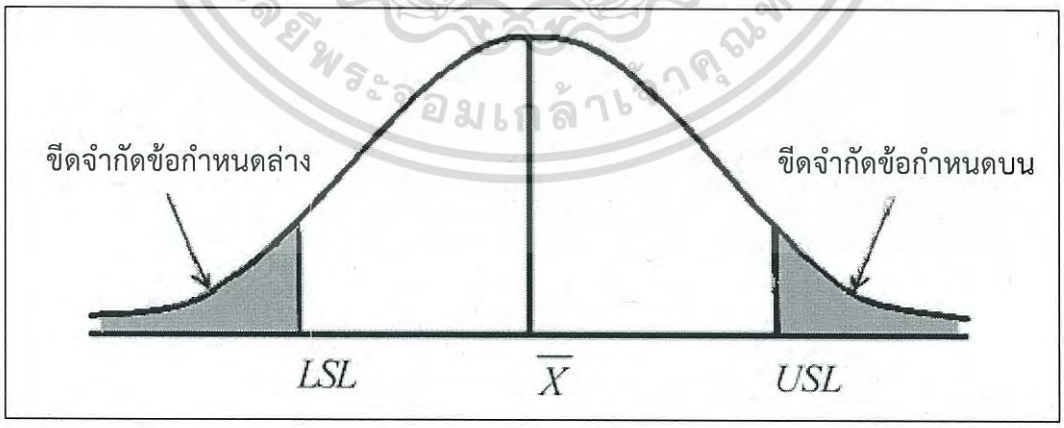
$P_{pk} = 1$ แสดงว่ากระบวนการผลิตอยู่ระยะยาวในระดับที่สามารถควบคุมได้

$P_{pk} > 1$ แสดงว่ากระบวนการผลิตอยู่ระยะยาวในระดับที่สามารถควบคุมได้ดี

โดยการศึกษาในครั้งนี้จะวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการด้วยดัชนีความสามารถของกระบวนการในระยะสั้น C_{pk} และระยะยาว P_{pk}

2.2.4 การคำนวณหาร้อยละข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนด

จากข้อมูลลักษณะคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่มีการแจกแจงปกติ สามารถคำนวณหาร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนด โดยอาศัยความสัมพันธ์ ดังนี้



รูปที่ 2.8 ร้อยละข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนด

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ Z_U และ Z_L แทนค่าปกติมาตรฐาน

σ แทนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สามารถประมาณได้จาก $\hat{\sigma} = \frac{\overline{R}}{d_2}$

$\overline{X}$ แทนค่าเฉลี่ยของค่าเฉลี่ยข้อมูล

USL แทนขีดจำกัดข้อกำหนดบน (Upper specification limit)

LSL แทนขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง (Lower specification limit)

จากสูตรการคำนวณค่า Z_U และ Z_L ที่ได้นำไปเปิดตาราง ข. ในภาคผนวกจะได้ค่าพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐานที่อยู่นอกขีดจำกัดข้อกำหนดทั้งด้านซ้ายและด้านขวา นำค่าที่ได้มารวมกันแล้วคิดเป็นค่าร้อยละ จะได้ร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมที่กำหนด

2.2.5 การทดสอบการแจกแจงปกติ

การแจกแจงปกติเป็นการแจกแจงความน่าจะเป็นของตัวแปรสุ่มชนิดต่อเนื่องที่สำคัญที่สุดและถูกนำมาประยุกต์ใช้ในหลายสาขา เช่น วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ การแพทย์ และเศรษฐศาสตร์ ในการควบคุมคุณภาพก็เช่นเดียวกัน เป็นประโยชน์มากทั้งในทางทฤษฎีและปฏิบัติซึ่งการแจกแจงความน่าจะเป็นของตัวอย่างสุ่มที่ส่วนใหญ่จะมีค่าใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยของตัวแปรสุ่มนั้น ในทางปฏิบัติจะพบว่ามีข้อมูลหลายชนิดที่โดยธรรมชาติจะมีการแจกแจงปกติ ตัวอย่างเช่น ข้อมูลด้านขนาด น้ำหนัก หรือปริมาตร คะแนนของการทดสอบทางสติปัญญา ความสูง ปริมาณผลผลิตของพืช และทฤษฎีต่างๆ ในทางสถิติ มักตั้งอยู่บนพื้นฐานของการแจกแจงปกติ (ประติภา วงศ์นาสัก, 2550)

2.2.5.1 การแจกแจงปกติ

การแจกแจงข้อมูลที่มีหลายแบบ แต่ข้อมูลที่ได้จากการวัดคุณสมบัติทางคุณภาพของการผลิตจะมีตัวแปรต่างๆ และมีความผันแปรในสภาพแวดล้อมขณะทำการผลิตเป็นปกติ มักจะมีการกระจายตัวปกติ ดั้งนั้นจึงต้องทำการศึกษาการแจกแจงปกติ ซึ่งมีคุณสมบัติ ดังนี้

1. เส้นโค้งจะมีลักษณะสมมาตรกันทางซ้ายและขวา ซึ่งเรียกว่า เส้นโค้งปกติ
2. จุดสูงสุดของเส้นโค้งจะอยู่ ณ ค่าวัดที่มีความถี่สูงสุด และจะค่อยๆลดหลั่นลงเท่าๆกันทั้งสองข้าง

ฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น สามารถหาได้จากเมื่อกำหนด X เป็นตัวแปรสุ่ม (Random variable) ที่มีการแจกแจงปกติที่มีค่าเฉลี่ย μ และความแปรปรวน σ^2 ซึ่งใช้สัญลักษณ์ว่า $X \sim N(\mu, \sigma^2)$ จะได้ฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น ดังนี้

$$f\left(x;\mu,\sigma^2\right) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} \quad ; \quad \begin{matrix} -\infty < x < \infty \\ -\infty < \mu < \infty \\ \sigma^2 > 0 \end{matrix}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

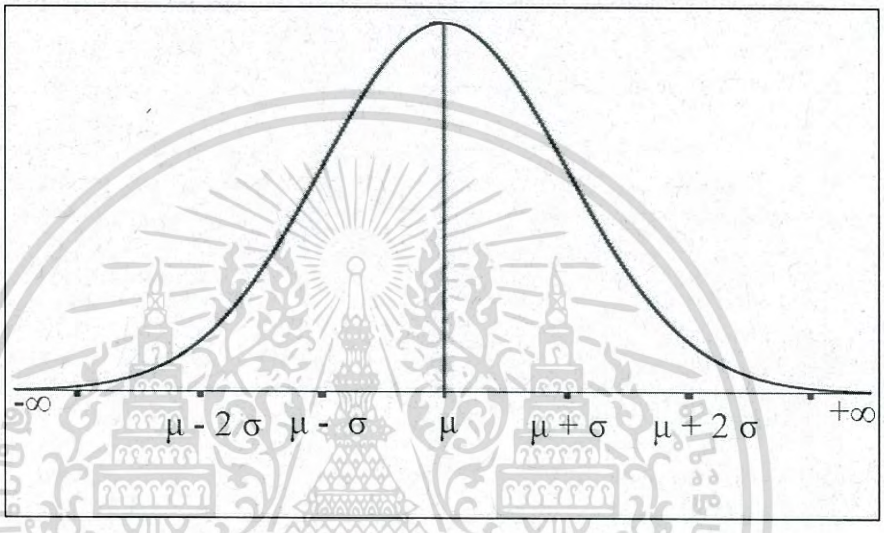
เมื่อ $f\left(x;\mu,\sigma^2\right)$ แทนฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น

$e \approx 2.71828...$

$\pi \approx 3.14286...$

μ แทนค่าเฉลี่ยของประชากร

σ^2 แทนความแปรปรวนของประชากร



รูปที่ 2.9 แสดงกราฟการแจกแจงปกติ

2.2.5.2 การทดสอบการแจกแจงปกติของ Anderson-Darling

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

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

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

เมื่อ u_i แทนฟังก์ชันการแจกแจงที่คาดหวังภายใต้ $H_0 : u_i = F_0\left(X_i\right)$

n แทนจำนวนข้อมูลทั้งหมด

ในการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับการแจกแจงปกติทำการทดสอบภายใต้สมมติฐาน

H_0 : ข้อมูลมีการแจกแจงปกติ ; H_1 : ข้อมูลไม่มีการแจกแจงปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการทดสอบ

1. เรียงข้อมูล X จากน้อยไปมาก
2. ตั้งสมมติฐานทดสอบ
3. หาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) ในการคำนวณจากค่า X

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

4. ทำการปรับค่า เป็น Z โดย

$$Z_i = \frac{X_i - \bar{X}}{S} \quad \text{และ} \quad u_i = F_0(Z_i)$$

5. หาค่า AD จากสูตร $AD = -n - \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(2i-1)\left[\ln u_i + \ln(1-u_{n-i+1})\right]$

6. ทำการปรับค่าสถิติทดสอบจากสูตร $AD^* = AD\left(1 + \frac{0.75}{n} + \frac{2.25}{n^2}\right)$

7. คำนวณค่าวิกฤติจากสูตร $c_\alpha = a_\alpha\left(1 + \frac{b_0}{n} + \frac{b_1}{n^2}\right)$

เมื่อ c_α คือ ค่าวิกฤตสำหรับทดสอบภาวะปกติ

a_α, b_0, b_1 คือ ค่าที่เปิดจากภาคผนวก ตาราง ค. ที่ระดับนัยสำคัญ

8. จะปฏิเสธ H_0 เมื่อค่าสถิติทดสอบ AD^* มากกว่าค่าวิกฤต c_α

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการทดสอบการแจกแจงปกติของ Anderson-Darling

ในที่นี้จะใช้ข้อมูลน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทใส เครื่องจักรที่ 1 วันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ. 2558 ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 น้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทใส เครื่องจักรที่ 1 วันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ. 2558

ถุงที่	น้ำหนัก	ถุงที่	น้ำหนัก
1	25.129	20	25.010
2	25.055	21	25.127
3	25.078	22	25.106
4	25.038	23	25.028
5	25.030	24	25.098
6	25.109	25	25.047
7	25.031	26	25.032
8	25.109	27	25.008
9	25.111	28	25.059
10	25.018	29	25.037
11	25.000	30	25.042
12	25.057	31	25.126
13	25.023	32	25.073
14	25.072	33	25.045
15	25.017	34	25.006
16	25.010	35	25.051
17	25.018	36	25.097
18	25.087	37	25.093
19	25.093		

วิธีทำ ให้ X แทน ค่าน้ำหนักของเม็ดพลาสติกประเภทใส เครื่องจักรที่ 1 วันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ. 2558

สมมติฐานการทดสอบ

H_0 : ข้อมูลน้ำหนักของเม็ดพลาสติกมีการแจกแจงปกติ

H_1 : ข้อมูลน้ำหนักของเม็ดพลาสติกไม่มีการแจกแจงปกติ

หาค่าเฉลี่ย $\bar{X} = 25.05865$ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน $S = 0.03936$

นำค่า X มาทำการเรียงข้อมูลจากน้อยไปมาก แล้วทำการปรับค่า X ให้เป็นค่า Z ดังนี้

$$Z_i = \frac{X_i - \bar{X}}{S} \qquad \text{และ} \qquad u_i = F_0(z_i)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$Z_1 = \frac{X_i - \bar{X}}{S} = \frac{25.000 - 25.05865}{0.03936} = -1.4900$$

$$u_1 = \mathrm{P}(Z < Z_1) = P(Z < -1.4900) = 0.0681$$

สำหรับค่า z_i และ u_i ค่าอื่นๆ สามารถคิดคำนวณได้ในทำนองเดียวกัน จะได้ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 การหาค่า u_i : i = 1,2,...,37 ในการคำนวณหาค่า AD

i	X_i	$Z_i = \frac{X_i - 25.05865}{0.03936}$	$u_i = F_0(z_i)$	$\ln u_i$
1	25.000	-1.4900	0.0681	-2.6868
2	25.006	-1.3376	0.0905	-2.4024
3	25.008	-1.2867	0.0991	-2.3116
4	25.010	-1.2359	0.1082	-2.2238
5	25.010	-1.2359	0.1082	-2.2238
6	25.017	-1.0581	0.1450	-1.9310
7	25.018	-1.0327	0.1509	-1.8911
8	25.018	-1.0327	0.1509	-1.8911
9	25.023	-0.9057	0.1825	-1.7010
10	25.028	-0.7786	0.2181	-1.5228
11	25.030	-0.7278	0.2334	-1.4550
12	25.031	-0.7024	0.2412	-1.4221
13	25.032	-0.6770	0.2492	-1.3895
14	25.037	-0.5500	0.2912	-1.2337
15	25.038	-0.5246	0.2999	-1.2043
16	25.042	-0.4230	0.3361	-1.0903
17	25.045	-0.3467	0.3644	-1.0095
18	25.047	-0.2959	0.3837	-0.9579
19	25.051	-0.1943	0.4230	-0.8604
20	25.055	-0.0927	0.4631	-0.7698
21	25.057	-0.0419	0.4833	-0.7271
22	25.059	0.0089	0.5036	-0.6860
23	25.072	0.3392	0.6328	-0.4576
24	25.073	0.3646	0.6423	-0.4427
25	25.078	0.4916	0.6885	-0.3732
26	25.087	0.7203	0.7643	-0.2688
27	25.093	0.8727	0.8086	-0.2125

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 (ต่อ) การหาค่า u_i: $i =$ 1,2,...,37 ในการคำนวณหาค่า AD

i	X_i	$Z_i = \frac{X_i - 25.05865}{0.03936}$	$u_i = F_0(z_i)$	$\ln u_i$
28	25.093	0.8727	0.8086	-0.2125
29	25.097	0.9743	0.8350	-0.1803
30	25.098	0.9997	0.8413	-0.1728
31	25.106	1.2030	0.8855	-0.1216
32	25.109	1.2792	0.8996	-0.1058
33	25.109	1.2792	0.8996	-0.1058
34	25.111	1.3300	0.9082	-0.0963
35	25.126	1.7111	0.9565	-0.0445
36	25.127	1.7365	0.9588	-0.0421
37	25.129	1.7873	0.9631	-0.0376

ตารางที่ 2.3 การคำนวณค่าต่างๆ เพื่อใช้ในการคำนวณค่า AD

i	u_{n-i+1}	$1-u_{n-i+1}$	$\ln(1-u_{n-i+1})$	$(2i-1)[\ln u_i + \ln(1-u_{n-i+1})]$
1	u_{37}	0.0369	-3.2995	-5.9863
2	u_{36}	0.0412	-3.1893	-16.7752
3	u_{35}	0.0435	-3.1350	-27.2331
4	u_{34}	0.0918	-2.3881	-32.2834
5	u_{33}	0.1004	-2.2986	-40.7013
6	u_{32}	0.1004	-2.2986	-46.5258
7	u_{31}	0.1145	-2.1672	-52.7581
8	u_{30}	0.1587	-1.8407	-55.9782
9	u_{29}	0.1650	-1.8018	-59.5479
10	u_{28}	0.1914	-1.6534	-60.3476
11	u_{27}	0.1914	-1.6534	-65.2762
12	u_{26}	0.2357	-1.4452	-65.9485
13	u_{25}	0.3115	-1.1664	-63.8964
14	u_{24}	0.3577	-1.0281	-61.0688
15	u_{23}	0.3672	-1.0018	-63.9785
16	u_{22}	0.4964	-0.7004	-55.5123
17	u_{21}	0.5167	-0.6603	-55.1033
18	u_{20}	0.5369	-0.6219	-55.2943
19	u_{19}	0.5770	-0.5499	-52.1810

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 (ต่อ) การคำนวณค่าต่างๆเพื่อใช้ในการคำนวณค่า AD

i	u_{n-i+1}	$1-u_{n-i+1}$	$\ln(1-u_{n-i+1})$	$(2i-1)[\ln u_i + \ln(1-u_{n-i+1})]$
20	u_{18}	0.6163	-0.4840	-48.8995
21	u_{17}	0.6356	-0.4532	-48.3924
22	u_{16}	0.6639	-0.4096	-47.1107
23	u_{15}	0.7001	-0.3565	-36.6360
24	u_{14}	0.7088	-0.3442	-36.9834
25	u_{13}	0.7508	-0.2866	-32.3329
26	u_{12}	0.7588	-0.2760	-27.7854
27	u_{11}	0.7666	-0.2658	-25.3468
28	u_{10}	0.7819	-0.2460	-25.2164
29	u_9	0.8175	-0.2015	-21.7642
30	u_8	0.8491	-0.1636	-19.8467
31	u_7	0.8491	-0.1636	-17.3960
32	u_6	0.8550	-0.1567	-16.5349
33	u_5	0.8918	-0.1145	-14.3207
34	u_4	0.8918	-0.1145	-14.1239
35	u_3	0.9009	-0.1044	-10.2696
36	u_2	0.9095	-0.0949	-9.7222
37	u_1	0.9319	-0.0705	-7.8933

สถิติที่ใช้ในการทดสอบ คือ

$$AD = -37 - \frac{1}{37}\sum_{i=1}^{37}(2i-1)[\ln u_i + \ln(1-u_{n-i+1})]$$

$$AD = -37 - (-1396.97) = 0.756$$

ทำการปรับค่าสถิติทดสอบ

$$AD^* = 0.756\left(1+\frac{0.75}{37}+\frac{2.25}{37^2}\right) = 0.773$$

เขตวิกฤติ

$$c_\alpha = 0.7514\left(1+\frac{-0.795}{37}+\frac{-0.89}{37^2}\right) = 0.735$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจาก $AD^* = 0.773$ มีค่ามากกว่า 0.735 ดังนั้นจึงปฏิเสธ H_0 นั่นคือ ข้อมูลน้ำหนักของเม็ดพลาสติกประเภทใส เครื่องจักรที่ 1 วันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ. 2558 ไม่มีการแจกแจงปกติจะเห็นว่า เมื่อข้อมูลไม่มีการแจกแจงปกติ จึงทำการแปลงข้อมูล

2.2.6 การแปลงข้อมูลโดยวิธี Box-Cox

การคำนวณจะทำโดยการแปลงข้อมูล (X) ไปเป็น $X' = X^{\lambda}$

$$X' = \begin{cases} X^{\lambda} & ; X \neq 0 \\ \ln X & ; X = 0 \end{cases}$$

ตัวอย่างค่า λ เป็นดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 ค่า λ ที่ใช้ในการแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงปกติ

ค่า λ	การแปลงข้อมูล X'
$\lambda = 2$	$X' = X^2$
$\lambda = 0.5$	$X' = \sqrt{X}$
$\lambda = 0$	$X' = \ln X$
$\lambda = -0.5$	$X' = \frac{1}{\sqrt{X}}$
$\lambda = -1$	$X' = \frac{1}{X}$

ที่มา : จรัล ทรัพย์เสรี, (2550)

การหาค่า λ ที่เหมาะสมนั้น โปรแกรม MINITAB จะคำนวณหาค่า λ ที่เหมาะสมซึ่งจะทำให้ข้อมูลหลังการแปลงค่ามีการแจกแจงใกล้เคียงกับการแจกแจงปกติมากที่สุด หลังจากนั้นจึงนำค่าที่ถูกแปลงพร้อมทั้งค่า LSL และ USL ไปคำนวณหาค่า C_{pk} และ P_{pk} ต่อไป ซึ่งการแปลงข้อมูลโดยวิธี Box-Cox มีข้อได้เปรียบอีกประการหนึ่งคือ สามารถคำนวณได้ทั้งค่า C_{pk} และ P_{pk} และสะท้อนความสามารถของกระบวนการในการผลิตได้ตามข้อกำหนด

ตัวอย่างการแปลงข้อมูลโดยวิธี Box-Cox

ในที่นี้จะใช้ข้อมูลน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทใส เครื่องจักรที่ 1 วันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ. 2558 ดังตารางที่ 2.1 และได้ทำการทดสอบการแจกแจงปกติโดยวิธี Anderson-Darling พบว่าข้อมูลดังกล่าวไม่มีการแจกแจงปกติ จึงทำการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Box-Cox โดยใช้โปรแกรม MINITAB ในการคำนวณหาค่า λ ที่เหมาะสม ซึ่งในที่นี้ได้ค่า $\lambda = -5$ จึงทำการแปลงข้อมูลได้ดังตารางต่อไปนี้

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 การแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงปกติด้วยวิธี Box-Cox เมื่อ $\lambda = -5$

ถุงที่	น้ำหนัก	$X' = \frac{1}{X^5}$	ถุงที่	น้ำหนัก	$X' = \frac{1}{X^5}$
1	25.129	9.980E-08	20	25.010	1.022E-07
2	25.055	1.013E-07	21	25.127	9.984E-08
3	25.078	1.008E-07	22	25.106	1.003E-07
4	25.038	1.016E-07	23	25.028	1.018E-07
5	25.030	1.018E-07	24	25.098	1.004E-07
6	25.109	1.002E-07	25	25.047	1.014E-07
7	25.031	1.018E-07	26	25.032	1.017E-07
8	25.109	1.002E-07	27	25.008	1.022E-07
9	25.111	1.002E-07	28	25.059	1.012E-07
10	25.018	1.020E-07	29	25.037	1.016E-07
11	25.000	1.024E-07	30	25.042	1.015E-07
12	25.057	1.012E-07	31	25.126	9.986E-08
13	25.023	1.019E-07	32	25.073	1.009E-07
14	25.072	1.009E-07	33	25.045	1.015E-07
15	25.017	1.021E-07	34	25.006	1.023E-07
16	25.010	1.022E-07	35	25.051	1.014E-07
17	25.018	1.020E-07	36	25.097	1.004E-07
18	25.087	1.006E-07	37	25.093	1.005E-07
19	25.093	1.005E-07			

สมมติฐานการทดสอบ

H_0 : ข้อมูลน้ำหนักของเม็ดพลาสติกมีการแจกแจงปกติ

H_1 : ข้อมูลน้ำหนักของเม็ดพลาสติกไม่มีการแจกแจงปกติ

นำข้อมูลที่ได้จาการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Box-Cox ไปหาค่า AD ด้วยวิธี Anderson-Darling ดังตัวอย่างข้างต้น

ในที่นี้ใช้โปรแกรม MINITAB จะได้ค่า P-value =0.047 $\leq$ 0.05 ดังนั้นจึงปฏิเสธ H_0

นั่นคือการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Box-Cox ยังไม่สามารถทำให้ข้อมูลน้ำหนักของเม็ดพลาสติกมีการแจกแจงปกติได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.7 การแปลงข้อมูลโดยวิธี Johnson

Johnson, N. L. (1949) ได้เสนอระบบการแปลงข้อมูลจากข้อมูลแบบไม่มีการแจกแจงปกติไปเป็นการแจกแจงปกติ ซึ่งระบบของ Johnson ประกอบด้วยชุดโค้ง 3 แบบ คือ

1. SB : (Bounded distribution) การแจกแจงที่มีขอบเขต
2. SL : (Log Normal distribution) การแจกแจงล็อกปกติ
3. SU : (Unbounded distribution) การแจกแจงที่ไม่มีขอบเขต

Farnum, N. R. (1997) ได้อธิบายการใช้การแปลง Johnson ไว้สำหรับระบบ Johnson สำหรับ 3 โค้ง แบบที่แปลงข้อมูลไปสู่การแจกแจงแบบปกตินั้นสามารถเขียนเป็นสมการ ดังนี้

$$Y = \gamma + \eta \sinh^{-1}\left(\frac{x-\varepsilon}{\lambda}\right)$$ สำหรับเส้นโค้ง SU

$$Y = \gamma + \eta \log_e\left(\frac{x-\varepsilon}{\lambda+\varepsilon-x}\right)$$ สำหรับเส้นโค้ง SB

$$Y = \gamma + \eta \log_e\left(\frac{x-\varepsilon}{\lambda}\right)$$ สำหรับเส้นโค้ง SL

เมื่อ Y คือ ข้อมูลภายหลังที่ถูกแปลง

x คือ ตัวแปรที่ต้องการแปลงข้อมูล

γ คือ พารามิเตอร์บอกรูปร่างตัวที่ 1

η คือ พารามิเตอร์บอกรูปร่างตัวที่ 2

ε คือ พารามิเตอร์บอกตำแหน่ง

λ คือ พารามิเตอร์บอกมาตรา

กฎการตัดสินต่างๆจะถูกกำหนดให้มาว่าจะเลือกใช้วิธีของเส้นโค้ง SU, SB หรือ SL ในการที่จะแปลงข้อมูล วิธีที่ถูกเลือกใช้นั้นจะแปลงข้อมูลซ้ำๆ ซึ่งให้ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ และจะเลือกใช้โค้งต่างๆ การแปลงที่ให้ผลใกล้เคียงปกติ

ตัวอย่างการแปลงข้อมูลโดยวิธี Johnson

ในที่นี้จะใช้ข้อมูลน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทใส เครื่องจักรที่ 1 วันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ. 2558 ดังตารางที่ 2.1 และได้ทำการทดสอบการแจกแจงปกติโดยวิธี Anderson-Darling พบว่า ข้อมูลดังกล่าวไม่มีการแจกแจงปกติ จึงทำการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Box-Cox พบว่าข้อมูลน้ำหนักของเม็ดพลาสติกไม่มีการแจกแจงปกติ หลังจากนั้นจึงทำการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson โดยใช้โปรแกรม MINITAB ในการคำนวณหารูปแบบสมการที่เหมาะสมในการแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงปกติ ได้สมการดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมการ Johnson คือ $Y = 0.144112+0.614450\ln\left(\frac{X-24.9985}{25.1352-X}\right)$

จึงนำเอาสมการดังกล่าวมาทำการแปลงข้อมูลได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2.6 การแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงปกติด้วยวิธี Johnson

ถุงที่	น้ำหนัก	Y	ถุงที่	น้ำหนัก	Y
1	25.129	2.0162	20	25.010	-1.3229
2	25.055	-0.0711	21	25.127	1.8350
3	25.078	0.3464	22	25.106	0.9449
4	25.038	-0.4092	23	25.028	-0.6487
5	25.030	-0.5968	24	25.098	0.7486
6	25.109	1.0285	25	25.047	-0.2234
7	25.031	-0.5718	26	25.032	-0.5472
8	25.109	1.0285	27	25.008	-1.4501
9	25.111	1.0883	28	25.059	0.0023
10	25.018	-0.9579	29	25.037	-0.4312
11	25.000	-2.6217	30	25.042	-0.3241
12	25.057	-0.0342	31	25.126	1.7594
13	25.023	-0.7908	32	25.073	0.2550
14	25.072	0.2369	33	25.045	-0.2630
15	25.017	-0.9955	34	25.006	-1.6049
16	25.010	-1.3229	35	25.051	-0.1461
17	25.018	-0.9579	36	25.097	0.7261
18	25.087	0.5175	37	25.093	0.6395
19	25.093	0.6395			

สมมติฐานการทดสอบ

H_0 : ข้อมูลน้ำหนักของเม็ดพลาสติกมีการแจกแจงปกติ

H_1 : ข้อมูลน้ำหนักของเม็ดพลาสติกไม่มีการแจกแจงปกติ

นำข้อมูลที่ได้จาการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson ไปหาค่า AD ด้วยวิธี Anderson-Darling ดังตัวอย่างข้างต้น

ในที่นี้ใช้โปรแกรม MINITAB จะได้ค่า P-value = 0.932 > 0.05 ดังนั้นจึงยอมรับ H_0 นั่นคือ การแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson สามารถทำให้ข้อมูลน้ำหนักของเม็ดพลาสติกมีการแจกแจงแบบปกติได้ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เตชิน ล้อเลิศรัตนะ และคณะ (2550) ได้ศึกษาการควบคุมผลิตภัณฑ์บรรจุภัณฑ์พลาสติกของบริษัท กรุงไทย พลาสแพค จำกัด จังหวัดสมุทรปราการ โดยเก็บข้อมูลกับ 7 ผลิตภัณฑ์และวัดตัวแปรลักษณะคุณภาพ 29 ลักษณะ รวมระยะเวลา 8 เดือน ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม ถึง ธันวาคม พ.ศ. 2550 แล้วนำข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์โดยสร้างแผนภูมิควบคุมได้แก่ แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$ - chart) แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย (R - chart) รวมทั้งหาค่าความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น (C_{pk}) ความสามารถกระบวนการผลิตระยะยาว (P_{pk}) และร้อยละของข้อมูลที่ตกออกนอกขีดจำกัดควบคุม (ร้อยละของเสีย) โดยนำโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ MINITAB 14 มาช่วยในการประมวลผล ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าผลิตภัณฑ์ A ทำการวัดค่าตัวแปรคุณภาพ 8 ตัวแปร พบว่าเกือบทั้งหมดตัวแปรคุณภาพที่วัดมีความสามารถทางกระบวนการผลิตอยู่ในเกณฑ์ดี มีร้อยละของเสียน้อยมีเพียงตัวแปรเส้นผ่านศูนย์กลางที่ความสามารถของกระบวนการผลิตต่ำและร้อยละของเสียมาก (ร้อยละ 20.20) ผลิตภัณฑ์ B ทำการวัดตัวแปรคุณภาพ 2 ตัวแปรพบว่าทุกตัวแปรมีความสามารถกระบวนการผลิตต่ำและมีการผลิตสินค้าของเสียเป็นจำนวนมาก ผลิตภัณฑ์ C ทำการวัดตัวแปรคุณภาพ 10 ตัวแปร พบว่ามีเพียงตัวแปรความหนา-บางจุดที่ 2 ที่มีความสามารถของกระบวนการผลิตอยู่ในเกณฑ์ดีและมีของเสียน้อย ผลิตภัณฑ์ Dทำการวัดตัวแปรคุณภาพ 3 ตัวแปร พบว่ามีเพียงตัวแปรความหนา-บางจุดที่ 1 เท่านั้นที่ความสามารถในการผลิตอยู่ในเกณฑ์ที่ดีและมีของเสียน้อย ผลิตภัณฑ์ E ทำการวัดตัวแปรคุณภาพ 6 ตัวแปร พบว่ามีเพียงตัวแปรน้ำหนักชิ้นงานและความยาวชิ้นงานที่มีความสามารถของกระบวนการผลิตอยู่ในเกณฑ์ที่ดีและไม่มีการผลิตของเสียเลย ผลิตภัณฑ์ F ทำการวัดตัวแปรคุณภาพ 5 ตัวแปร ทุกตัวแปรมีความสามารถกระบวนการผลิตอยู่ในเกณฑ์ต่ำและมีการผลิตของเสียจำนวนมาก และผลิตภัณฑ์ G การวัดตัวแปรคุณภาพ 2 ตัวแปรมีเพียงตัวแปรเส้นผ่านศูนย์กลางในฝาเท่านั้นที่มีความสามารถในการผลิตอยู่ในเกณฑ์ดีและมีการผลิตของเสียน้อย มีการหาค่าขีดจำกัดข้อกำหนด (Specification limits) ใหม่ให้กับบางตัวแปรคุณภาพที่ยังไม่มีการกำหนดค่าขีดจำกัดข้อกำหนด

เชิญขวัญ แซ่โซว และคณะ (2551) ได้ศึกษาและเสนอแนวทางการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์แชมพูสระผมของบริษัท ยูนิลีเวอร์ ไทย เทรดดิ้ง จำกัด โดยนำข้อมูลคุณสมบัติทางเคมี คือ ค่า pH และ Viscosity ที่บริษัทได้เก็บรวบรวมไว้มาทำการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยว (X - Chart) และแผนภูมิค่าพิสัย (R - Chart) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ MINITAB Version 14 เข้ามาช่วยในการประมวลผล โดยจากการวิเคราะห์ข้อมูลของผลิตภัณฑ์แชมพูสระผมทั้ง 3 ชนิด ในเวลา 9 เดือน พบว่า ผลิตภัณฑ์ A, B และ C ทั้ง 3 ชนิดไม่อยู่ในการควบคุม โดยผลิตภัณฑ์ A1, B1 และ C1 มีสมรรถภาพกระบวนการต่ำสุด โดยค่าความหนืด และร้อยละของเสียมีมาก จากการวิเคราะห์ข้อมูลของผลิตภัณฑ์แชมพูสระผมทั้ง 3 ชนิดในเวลา 30 วัน พบว่า ผลิตภัณฑ์ A1, A2, B2, B3, C1 และ C3 ไม่อยู่ในการควบคุม โดยมีสมรรถภาพกระบวนการค่อนข้างต่ำ ค่าความหนืด และร้อยละของเสียมีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กัญญามาส ธีรปกรณ์ และคณะ (2553) ได้ศึกษาการควบคุมคุณภาพสลักเกลียวของบริษัท อินเตอร์ อินดักชั่น จำกัด โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการผลิตสลักเกลียว และควบคุมคุณภาพโดยอาศัยทฤษฎีทางสถิติที่เหมาะสมกับการควบคุมสลักเกลียวจำนวน 6 แบบ โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลของสลักเกลียว 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการกลึงลดขนาด และขั้นตอนของการเจาะรู ซึ่งทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2553 แล้วนำข้อมูลที่ได้มาสร้างแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$ - chart) แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย (R - chart) พร้อมทั้งหาค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) และค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด โดยนำโปรแกรมสำเร็จรูป MINITAB 14 มาช่วยในการประมวลผล ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า สลักเกลียวทั้ง 6 แบบ มีผลการวิเคราะห์ดังนี้ สลักเกลียวแบบที่ 1 2 4 5 และ 6 จากแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัยทั้งในขั้นตอนการกลึงลดขนาดและการเจาะรู ส่วนใหญ่จะมีการผันแปรเกิดขึ้นในระหว่างการผลิตน้อย และค่า C_{pk} ส่วนใหญ่มีค่ามากกว่า 1 และจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นมีจำนวนน้อยมาก จึงถือว่ากระบวนการผลิตสลักเกลียวทั้ง 5 แบบนี้อยู่ในลักษณะที่ยอมรับได้ ส่วนสลักแบบที่ 3 จากแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัยทั้งในขั้นตอนของการกลึงลดขนาดและการเจาะรู มีความผันแปรเกิดขึ้นในระหว่างการผลิตน้อย และค่า C_{pk} ส่วนใหญ่มีค่ามากกว่า 1 แต่มีจำนวนของเสียเกิดขึ้นในขั้นตอนการกลึงลดขนาด จึงควรทำการปรับปรุงกระบวนการผลิตและหาสาเหตุของการเกิดจำนวนของขั้นตอนของการกลึงลดขนาด เพื่อให้กระบวนการผลิตของสลักเกลียวแบบที่ 3 อยู่ในลักษณะที่ยอมรับได้

จุฑามาศ มุขธรรม และคณะ (2554) ได้ศึกษาวิธีการควบคุมคุณภาพทางสถิติที่เหมาะสมในการควบคุมคุณภาพการบรรจุผลิตภัณฑ์ก๋วยเตี๋ยวและซอสของ บริษัท ไทยเบตเตอร์ฟู้ดส์ จำกัดข้อมูลจำนวนของเสียประเภทต่างๆ ได้แก่ น้ำหนักเกิน น้ำหนักขาด ซีลไม่เรียบร้อยและเส้นแตก ในช่วงเดือนกันยายน ถึงพฤศจิกายน พ.ศ. 2554 ของผลิตภัณฑ์วุ้นเส้น ก๋วยจั๊บ เส้นก๋วยเตี๋ยว เส้นหมี่ขนมจีน เครื่องต้มยำ น้ำจิ้มบ๊วย ซอสหอยนางรม และน้ำจิ้มไก่ จะถูกเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ด้วยแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย แผนผังพาเรโตและแผนผังก้างปลา ผลวิจัยดังนี้ แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียเกือบทุกประเภทของเสียของแต่ละผลิตภัณฑ์ชี้ว่าของเสียมากเกินควบคุมไม่ได้และเป็นเช่นเดียวกันนี้ทุกผลิตภัณฑ์ เมื่อมีของเสียมากเกินควบคุมจึงได้ใช้แผนผังพาเรโตประเภทของเสียที่มีจำนวนมากเพื่อทำการลดก่อน ได้แก่ ประเภทน้ำหนักเกิน น้ำหนักขาดหรือซีลไม่เรียบร้อย จากนั้นใช้แผนผังก้างปลาทำการหาสาเหตุที่ทำให้เกิดของเสียประเภทเหล่านี้และทำการกำหนดแนวทางแก้ไขสาเหตุเหล่านี้

ชนิตา วิบูลชุติกุล และคณะ (2555) ได้ทำการศึกษาการควบคุมคุณภาพกระบวนการผลิตยิปซัมโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการผลิตยิปซัม รวมทั้งใช้ความรู้ทางสถิติไปวิเคราะห์ในการควบคุมคุณภาพของการผลิต กระบวนการผลิตยิปซัมแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนได้แก่ ขั้นตอนการตรวจรับวัตถุดิบ (Q1) ขั้นตอนการย่อยและการบดแร่ยิปซัม (Q2) ขั้นตอนการเผายิปซัม (Q3) ที่มีการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เผา 2 เตา และขั้นตอนการเติมสารเคมี การศึกษาครั้งนี้ทำการวิเคราะห์จุดตรวจสอบแต่ละขั้นตอน โดยเก็บรวบรวมข้อมูลในเดือนกันยายน พ.ศ. 2555 เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ 3 ขั้นตอนแรก และรวบรวมข้อมูลในเดือนกันยายน – ธันวาคม พ.ศ. 2555 เพื่อทำการตรวจสอบและวิเคราะห์ขั้นตอนการเติมสารเคมี การศึกษาครั้งนี้นำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้ทั้งหมดมาสร้างแผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยว (X - Chart) และแผนภูมิค่าพิสัยเคลื่อนที่ (MR - Chart) พร้อมทั้งหาค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) และร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกเกณฑ์ที่กำหนด โดยนำโปรแกรม Minitab มาใช้ในการประมวลผล ผลการศึกษาพบว่า ในขั้นตอนการตรวจรับวัตถุดิบ (Q1) จุดตรวจสอบส่วนใหญ่อยู่ในลักษณะที่ควบคุมได้ ค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) ส่วนใหญ่อยู่ในระดับที่ดีและมีค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกเกณฑ์กำหนดค่อนข้างน้อย ขั้นตอนการย่อยและการบดก้อนแร่ยิปซัม (Q2) มีผลการวิเคราะห์คือ กระบวนการผลิตทั้ง 4 จุดตรวจสอบส่วนใหญ่อยู่ในลักษณะที่ควบคุมได้ ค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต C_{pk} ส่วนใหญ่อยู่ในระดับที่ดี และมีค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกเกณฑ์ที่กำหนดค่อนข้างมาก ส่วนผลของการวิเคราะห์ขั้นตอนเติมสารเคมีคือ กระบวนการผลิตส่วนใหญ่อยู่ในลักษณะที่ควบคุมไม่ได้ แต่ค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) ส่วนใหญ่อยู่ในระดับที่ดีมาก และมีค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกเกณฑ์ที่ค่อนข้างน้อยมาก

ชลนิชา แสนคำ และคณะ (2557) ได้ศึกษาการควบคุมคุณภาพในกระบวนการผลิตเม็ดยาของบริษัทยูนีซัน จำกัด ซึ่งข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์คือข้อมูลน้ำหนัก ความหนา และความแข็งของยาเม็ด โดยข้อมูลมีทั้งหมด 11 ผลิตภัณฑ์ แต่ละผลิตภัณฑ์ จะแบ่งออกเป็น 3 รุ่น มีเครื่องตอกเม็ดยา 2 แบบ คือเครื่องตอกเม็ดยาแบบ 20 สาก ซึ่งประกอบไปด้วยผลิตภัณฑ์ที่ 1, 3, 6, 7, 8, 10, และ 11 ส่วนเครื่องตอกเม็ดยาแบบ 39 สาก ซึ่งประกอบด้วยผลิตภัณฑ์ที่ 2, 4, 5, และ 9 ผลการศึกษาพบว่า เครื่องตอกเม็ดยาแบบ 20 สาก ในผลิตภัณฑ์ที่ 1, 3, 7, 8, 10 จะให้ค่า C_{pk} และค่า P_{pk} ส่วนใหญ่มีค่ามากกว่า 1.33 แสดงว่าความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการผลิตยาเม็ดสำหรับผลิตภัณฑ์ที่ 1, 3, 7, 8 และ 10ในระยะสั้นและในระยะยาวอยู่ในระดับดีถึงดีมากและมีร้อยละข้อมูลที่ตกนอกเกณฑ์ที่กำหนดน้อยมาก ส่วนเครื่องตอกยาเม็ดแบบ 39 สาก ในผลิตภัณฑ์ที่ 4 และ 5 จะให้ค่า C_{pk} และค่า P_{pk} ส่วนใหญ่มีค่ามากกว่า 1.33 แสดงว่าความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการผลิตยาเม็ดสำหรับผลิตภัณฑ์ที่ 4 และ 5 ในระยะสั้นและในระยะยาวอยู่ในระดับดีถึงดีมากและมีร้อยละข้อมูลที่ตกนอกเกณฑ์ที่กำหนดน้อยมากในการหาความสัมพันธ์ระหว่างความหนากับความแข็งของยาเม็ดจากเครื่องตอกยาแบบ 20 สาก จะมีเพียงผลิตภัณฑ์ที่ 8 ที่มีความสัมพันธ์ระหว่างความหนากับความแข็งของยาเม็ดแบบรวมอยู่ในระดับปานกลาง ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างความหนากับความแข็งของยาเม็ดจากเครื่องตอกยาแบบ 39 สาก จะมีผลิตภัณฑ์ที่ 2 และผลิตภัณฑ์ที่ 5 ที่มีความสัมพันธ์ระหว่างความหนากับความแข็งแบบรวมอยู่ในระดับปานกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการ

3.1 วิธีการดำเนินงาน

ในการดำเนินงานทำปัญหาพิเศษครั้งนี้มีการดำเนินงานดังนี้

1. กำหนดหัวข้อเรื่อง
2. ติดต่อประสานงานกับทางบริษัทและขอข้อมูลการควบคุมคุณภาพ
3. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
4. เก็บรวบรวมข้อมูล
5. วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธีการทางสถิติและหลักการควบคุมคุณภาพทางสถิติ
6. แปลความหมายสรุปผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลและจัดทำรูปเล่มรายงาน

3.2 ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.2.1 แหล่งที่มาของข้อมูล

ในการศึกษาการควบคุมคุณภาพครั้งนี้ ได้ทำการรวบรวมข้อมูลน้ำหนักของเม็ดพลาสติกของบริษัท สยามโพลิเมอร์ ซัพพลาย จำกัด โดยตั้งอยู่ที่ 108/101 หมู่ 1 ซอย 35/1 ถนนบางกระดี่ แขวงแสมดำ เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร 10150 บริษัทสยามโพลิเมอร์ ซัพพลาย จำกัด เป็นบริษัทที่ผลิตและจำหน่ายเม็ดพลาสติกที่ขึ้นทะเบียนถูกต้องตามมาตรฐานกรมโรงงานอุตสาหกรรมกระทรวงอุตสาหกรรม มีใบอนุญาตประกอบการและระบบความปลอดภัยขั้นสูงสุด ผลิตเม็ดพลาสติกที่มีคุณภาพตามมาตรฐานและเป็นที่ยอมรับและต้องการของตลาดซื้อขายเม็ดพลาสติก

รูปที่ 3.1 บริษัทสยามโพลิเมอร์ ซัพพลาย จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 กระบวนการผลิต

กระบวนการผลิตเม็ดพลาสติกจะมีการนำเทคโนโลยีเข้ามาใช้ในกระบวนการผลิต ทำให้เกิดความรวดเร็ว และผ่านขั้นตอนในการตรวจสอบในเรื่องของความสะอาดของวัตถุดิบ อุณหภูมิของเครื่องจักร กำลังไฟฟ้าในการผลิต แผ่นกรองสิ่งสกปรก ซึ่งมีขั้นตอนในการผลิตดังนี้

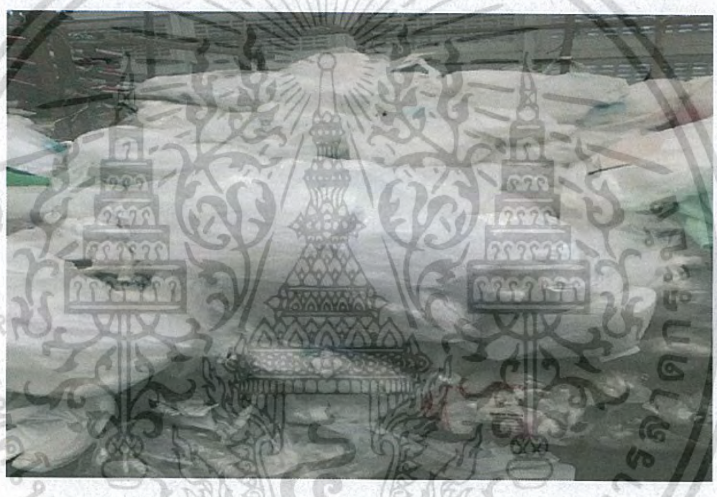
ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมวัตถุดิบ

เตรียมพลาสติกประเภทใส ประเภทขุ่น และประเภทสี ให้มีความพร้อมในการนำไปใช้งาน โดยทำการตรวจสอบคุณภาพและความสะอาดให้ตรงตามมาตรฐานที่ทางบริษัทได้กำหนดไว้

รูปที่ 3.2 การเตรียมวัตถุดิบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.3 พลาสติกประเภทใส



รูปที่ 3.4 พลาสติกประเภทขุ่น

รูปที่ 3.5 พลาสติกประเภทสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 2 การเตรียมเครื่องหลอมพลาสติก

ทำการเตรียมเครื่องจักรให้มีอุณหภูมิที่เหมาะสมในการหลอมพลาสติก และจะทำการเปลี่ยนแผ่นกรองเมื่อกำลังไฟฟ้าสูงเกินไป

รูปที่ 3.6 การเตรียมเครื่องหลอมพลาสติก

ขั้นตอนที่ 3 การอัดพลาสติก

นำพลาสติกประเภทใส ประเภทขุ่น และประเภทสี ที่เตรียมไว้ใส่ลงในเครื่องหลอมพลาสติก เครื่องจักรจะทำการหลอมพลาสติกจนเหลว แล้วอัดพลาสติกขึ้นมาใหม่ในรูปของพลาสติกที่มีลักษณะเป็นสายเส้นยาวๆ ซึ่งเครื่องจะปล่อยเส้นพลาสติกออกมาอย่างสม่ำเสมอ

รูปที่ 3.7 เครื่องอัดพลาสติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 4 การลดอุณหภูมิ

จะนำเส้นพลาสติกที่ถูกปล่อยออกมาเข้าสู่กระบวนการลดอุณหภูมิ โดยการนำเส้นพลาสติกผ่านรางน้ำที่มีอุณหภูมิที่กำหนด เส้นพลาสติกจะมีอุณหภูมิลดลงและมีการแข็งตัวอยู่ในจุดที่เหมาะสม

รูปที่ 3.8 การนำเส้นพลาสติกลงสู่รางน้ำเพื่อลดอุณหภูมิ

ขั้นตอนที่ 5 การตัดเส้นพลาสติก

เส้นพลาสติกที่ถูกลดอุณหภูมิและมีความแข็งตัวที่เหมาะสม จะถูกลำเลียงเข้าสู่เครื่องตัดพลาสติก โดยจะทำการตัดเส้นพลาสติกเป็นเม็ดพลาสติกที่มีขนาด 2-3 มิลลิเมตร

รูปที่ 3.9 เครื่องตัดเม็ดพลาสติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 6 การลำเลียงเม็ดพลาสติก

เม็ดพลาสติกที่ถูกตัดเสร็จสมบูรณ์แล้ว จะถูกลำเลียงเข้ามาเก็บไว้ที่ถังเก็บเม็ดพลาสติก เพื่อรอทำการบรรจุต่อไป

ขั้นตอนที่ 7 การบรรจุเม็ดพลาสติก

เม็ดพลาสติกที่ถูกพักไว้ในถังเก็บเม็ดพลาสติก จะถูกลำเลียงใส่ในบรรจุภัณฑ์ที่มีลักษณะเป็นถุงกระสอบ โดยจะทำการบรรจุถุงละ 25 กิโลกรัม

รูปที่ 3.10 ถังเก็บเม็ดพลาสติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 8 การตรวจสอบน้ำหนัก

ชั่งน้ำหนักแต่ละถุงว่าอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่ เมื่ออยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด ก็จะดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

รูปที่ 3.11 การชั่งน้ำหนักของถุงบรรจุเม็ดพลาสติก

ขั้นตอนที่ 9 การเย็บบรรจุภัณฑ์

เมื่อตรวจสอบน้ำหนักเสร็จสมบูรณ์ จะทำการเย็บบรรจุภัณฑ์ และรอการจัดจำหน่ายต่อไป

รูปที่ 3.12 เครื่องเย็บบรรจุภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้ทำการเก็บข้อมูลทางด้านน้ำหนักของเม็ดพลาสติก โดยแบ่งการเก็บข้อมูลออกเป็น 2 ช่วง คือ เดือนธันวาคม พ.ศ.2558 และเดือนมีนาคม พ.ศ.2559 โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลทุกวัน ทั้ง 6 เครื่องจักร ผลิตภัณฑ์แต่ละผลิตภัณฑ์จะมีการตรวจสอบและบันทึกข้อมูลทางด้านน้ำหนักในทุกๆ ถุงที่สามารถผลิตได้ในแต่ละวัน โดยทางบริษัท สยามโพลิเมอร์ ซัพพลาย จำกัด จะทำการผลิตเม็ดพลาสติก 3 ประเภท คือ เม็ดพลาสติกประเภทใส เม็ดพลาสติกประเภทขุ่น และเม็ดพลาสติกประเภทสี ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. เม็ดพลาสติกประเภทใส จะทำการผลิตจากเครื่องจักรที่ 1 และ 2
2. เม็ดพลาสติกประเภทขุ่น จะทำการผลิตจากเครื่องจักรที่ 3 และ 4
3. เม็ดพลาสติกประเภทสี จะทำการผลิตจากเครื่องจักรที่ 5 และ 6

โดยทำการเก็บข้อมูล 2 ช่วง ดังนี้

ช่วงที่ 1 จะเก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ.2558 ถึงวันที่ 29 ธันวาคม พ.ศ.2558 ทำการบันทึกข้อมูลโดยพนักงานเก็บข้อมูลของบริษัท

ช่วงที่ 2 จะเก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 1 มีนาคม พ.ศ.2559 ถึงวันที่ 31 มีนาคม พ.ศ.2559 ทำการบันทึกข้อมูลด้วยตนเอง

ในการเก็บข้อมูลนั้น ได้ทำการออกแบบใบบันทึกการควบคุมน้ำหนักเม็ดพลาสติกแต่ละถุง ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลน้ำหนักของเครื่องจักรที่ 1

บันทึกการควบคุมน้ำหนักเม็ดพลาสติกแต่ละถุง (Control Record for Weight of Individual Bags)				วันที่ Date : 1 ธ.ค. 58	
ประเภท Type : ☒ ใส (PP) ☐ ขุ่น (LDPE) ☐ สี (HDPE)					
เครื่องจักร Machine No : ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6					
น้ำหนักเม็ดพลาสติกต่อถุงที่กำหนด Target weight 25.000 kg.			Spec Limit = 25.000 – 25.200 kg.		
ลำดับ	**น้ำหนัก** เม็ดพลาสติก	หมายเหตุ	ลำดับ	**น้ำหนัก** เม็ดพลาสติก	หมายเหตุ
1	25.129		21	25.127	
2	25.055		22	25.106	
3	25.078		23	25.028	
4	25.038		24	25.098	
5	25.030		25	25.047	
6	25.109		26	25.032	
7	25.031		27	25.008	
8	25.109		28	25.059	
9	25.111		29	25.037	
10	25.018		30	25.042	
11	25.000		31	25.126	
12	25.057		32	25.073	
13	25.023		33	25.045	
14	25.072		34	25.006	
15	25.017		35	25.051	
16	25.010		36	25.097	
17	25.018		37	25.093	
18	25.087		38		
19	25.093		39		
20	25.010		40		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลน้ำหนักของเครื่องจักรที่ 3

บันทึกการควบคุมน้ำหนักเม็ดพลาสติกแต่ละถุง (Control Record for Weight of Individual Bags)			วันที่ Date : 1 ธ.ค. 58		
ประเภท Type : ☐ ใส (PP) ☒ ขุ่น (LDPE) ☐ สี (HDPE)					
เครื่องจักร Machine No : ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6					
น้ำหนักเม็ดพลาสติกต่อถุงที่กำหนด Target weight 25.000 kg.			Spec Limit = 25.000 – 25.200 kg.		
ลำดับ	**น้ำหนัก เม็ดพลาสติก**	หมายเหตุ	ลำดับ	**น้ำหนัก เม็ดพลาสติก**	หมายเหตุ
1	25.069		21	25.143	
2	25.072		22	25.141	
3	25.099		23	25.135	
4	25.046		24	25.065	
5	25.060		25	25.104	
6	25.116		26	25.143	
7	25.025		27	25.148	
8	25.079		28	25.148	
9	25.004		29	25.089	
10	25.153		30	25.027	
11	25.155		31	25.110	
12	25.032		32	25.009	
13	25.019		33	25.066	
14	25.070		34	25.111	
15	25.105		35	25.047	
16	25.125		36	25.052	
17	25.170		37	25.074	
18	25.039		38	25.143	
19	25.064		39	25.141	
20	25.087		40	25.135	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลน้ำหนักของเครื่องจักรที่ 5

บันทึกการควบคุมน้ำหนักเม็ดพลาสติกแต่ละถุง (Control Record for Weight of Individual Bags)				วันที่ Date : 1 ธ.ค. 58	
ประเภท Type : ☐ ใส (PP) ☐ ขุ่น (LDPE) ☐ สี (HDPE)					
เครื่องจักร Machine No : ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6					
น้ำหนักเม็ดพลาสติกต่อถุงที่กำหนด Target weight 25.000 kg.			Spec Limit = 25.000 – 25.200 kg.		
ลำดับ	**น้ำหนัก** เม็ดพลาสติก	หมายเหตุ	ลำดับ	**น้ำหนัก** เม็ดพลาสติก	หมายเหตุ
1	25.142		21	25.052	
2	25.121		22	25.034	
3	25.123		23	25.157	
4	25.070		24	25.069	
5	25.032		25	25.078	
6	25.136		26	25.078	
7	25.145		27	25.059	
8	25.158		28	25.135	
9	25.047		29	25.079	
10	25.126		30	25.124	
11	25.095		31	25.113	
12	25.085		32	25.027	
13	25.157		33	25.089	
14	25.053		34	25.010	
15	25.073		35	25.045	
16	25.103		36	25.137	
17	25.044		37	25.006	
18	25.096		38		
19	25.119		39		
20	25.135		40		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลมาตรวจสอบว่ามีการแจกแจงปกติหรือไม่ สามารถแยกได้ 3 กรณี คือ

กรณีที่ 1 ถ้าข้อมูลมีการแจกแจงปกติ จะทำการหาค่าสถิติ ดังนี้

- จะทำการสร้างแผนภูมิควบคุม X - chart และ MR - chart
- หาค่า C_{pk} , P_{pk} และหาค่าร้อยละข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนด

กรณีที่ 2 ถ้าข้อมูลไม่มีการแจกแจงปกติ จะทำการแปลงข้อมูลก่อน ด้วยวิธี Box-Cox เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงปกติ จึงทำการหาค่าสถิติ ดังนี้

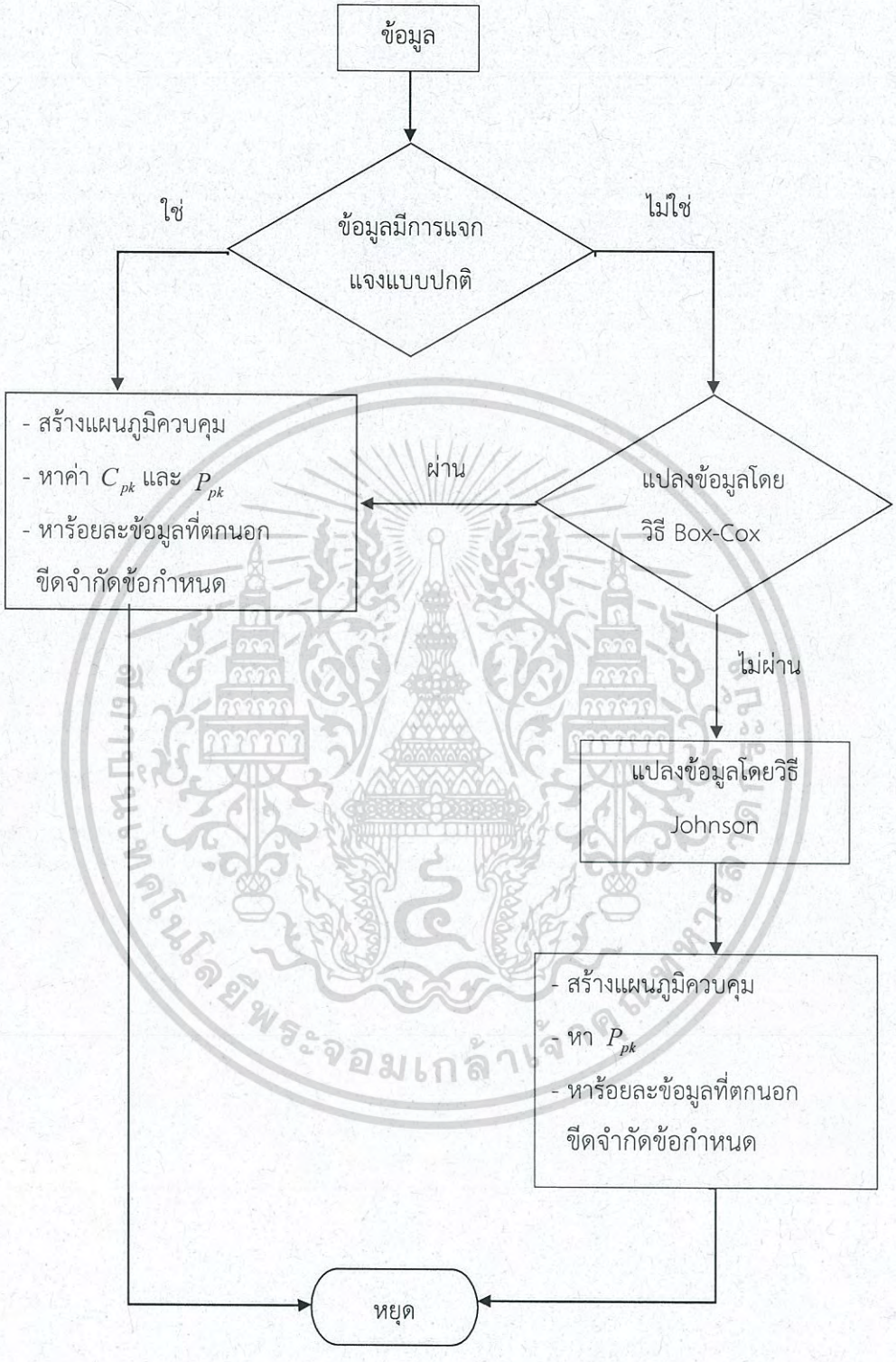
- จะทำการสร้างแผนภูมิควบคุม X - chart และ MR - chart
- หาค่า C_{pk} , P_{pk} และหาค่าร้อยละข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนด

กรณีที่ 3 ถ้าแปลงวิธี Box-Cox แล้วข้อมูลไม่มีการแจกแจงปกติ จะทำการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงปกติ จึงทำการหาค่าสถิติ ดังนี้

- จะทำการสร้างแผนภูมิควบคุม X - chart และ MR - chart
- หาค่า P_{pk} และหาค่าร้อยละข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนด

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.13 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการนำข้อมูลที่ได้จากบริษัทสยามโพลิเมอร์ ซัพพลาย จำกัด มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักของเม็ดพลาสติกในหนึ่งถุงจำหน่าย โดยใช้การทดสอบการแจกแจงปกติ แผนภูมิควบคุมคุณภาพตัวอย่างเดี่ยว (X - chart) แผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ (MR - chart) ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น (C_{pk}) ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะยาว (P_{pk}) และร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนด ในกรณีที่ข้อมูลไม่มีการแจกแจงปกติจะทำการแปลงข้อมูลโดยใช้วิธี Box-Cox และ วิธี Johnson ทางบริษัทจะทำการผลิตเม็ดพลาสติก 3 ประเภท คือ เม็ดพลาสติกประเภทใส เม็ดพลาสติกประเภทขุ่น และเม็ดพลาสติกประเภทสี ดังนั้นข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ในงานวิจัยครั้งนี้จะประกอบด้วย

1. เม็ดพลาสติกประเภทใส จะทำการผลิตจากเครื่องจักรที่ 1 และ 2
2. เม็ดพลาสติกประเภทขุ่น จะทำการผลิตจากเครื่องจักรที่ 3 และ 4
3. เม็ดพลาสติกประเภทสี จะทำการผลิตจากเครื่องจักรที่ 5 และ 6

โดยทำการเก็บข้อมูล 2 ช่วง ดังนี้

ช่วงที่ 1 จะเก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ.2558 ถึงวันที่ 29 ธันวาคม พ.ศ.2558 ทำการบันทึกข้อมูลโดยพนักงานเก็บข้อมูลของบริษัท

ช่วงที่ 2 จะเก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 1 มีนาคม พ.ศ.2559 ถึงวันที่ 31 มีนาคม พ.ศ.2559 ทำการบันทึกข้อมูลด้วยตนเอง

ทางบริษัทได้กำหนดไว้ว่า น้ำหนักของเม็ดพลาสติกที่ผลิตเสร็จเรียบร้อยแล้ว (Finished Products) ในหนึ่งถุงจำหน่าย จะมีขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง (LSL) เท่ากับ 25.0 กิโลกรัม และขีดจำกัดข้อกำหนดบน (USL) เท่ากับ 25.2 กิโลกรัม

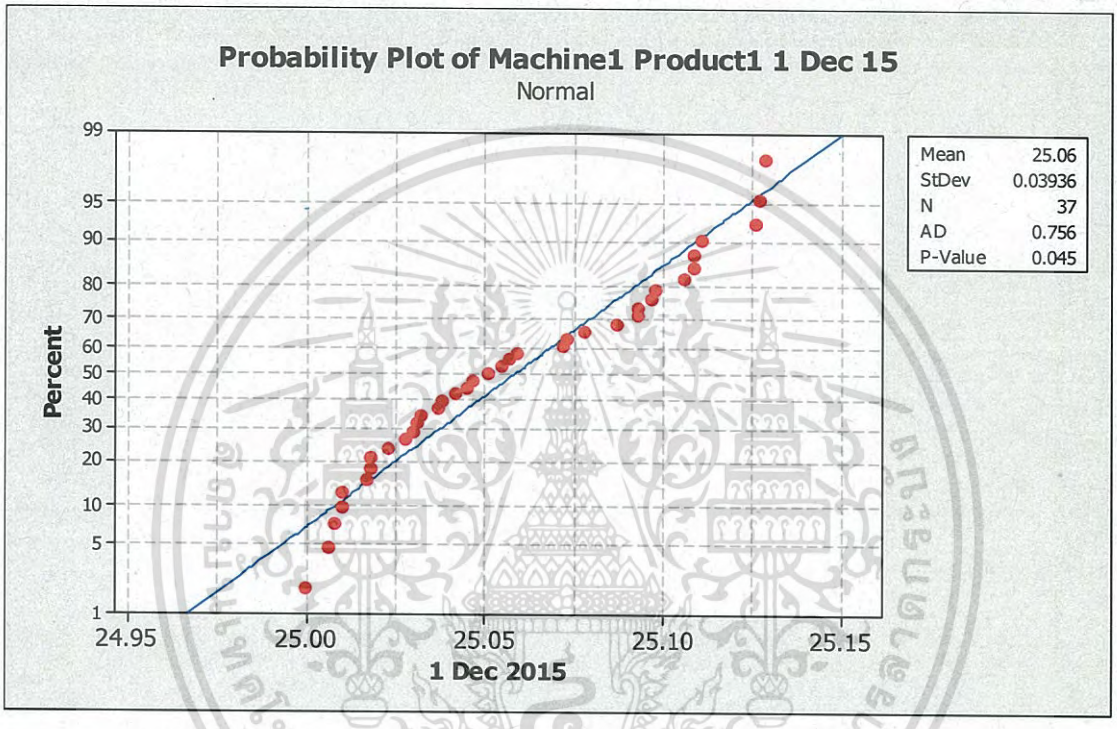
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูล

ในการทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูลจะใช้วิธี Anderson-Darling ได้ผลการทดสอบดังต่อไปนี้

4.1.1 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทใส จากเครื่องจักรที่ 1

4.1.1.1 ผลการทดสอบของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทใส จากเครื่องจักรที่ 1 ของวันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ.2558

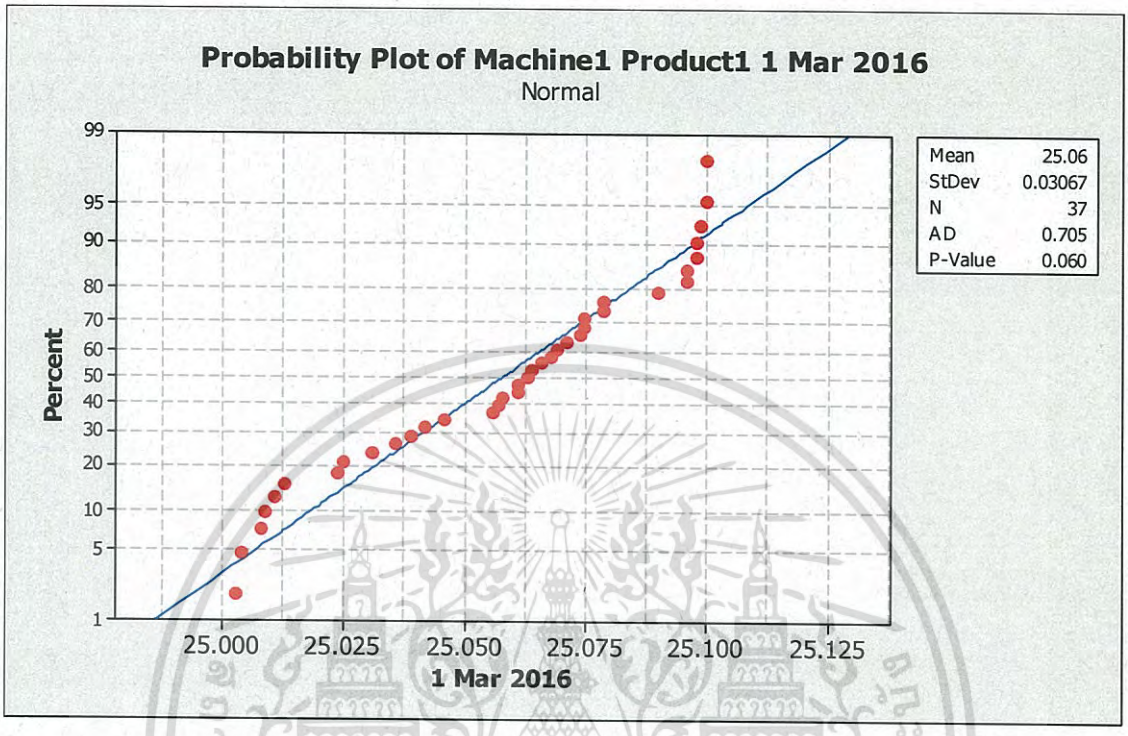


รูปที่ 4.1 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทใส จากเครื่องจักรที่ 1 ของวันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ.2558

จากรูปที่ 4.1 จะเห็นว่าข้อมูลส่วนใหญ่จะไม่อยู่รอบๆ เส้นตรง และจากการทดสอบโดยใช้วิธี Anderson-Darling จะได้ค่า AD = 0.756 และค่า P-value = 0.045 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 แสดงว่า ข้อมูลของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทใส จากเครื่องจักรที่ 1 ของวันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ.2558 ไม่มีการแจกแจงปกติ ที่ $\alpha = 0.05$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1.2 ผลการทดสอบของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทใส จากเครื่องจักรที่ 1 ของวันที่ 1 มีนาคม พ.ศ.2559



รูปที่ 4.2 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทใส จากเครื่องจักรที่ 1 ของวันที่ 1 มีนาคม พ.ศ.2559

จากรูปที่ 4.2 จะเห็นว่าข้อมูลส่วนใหญ่จะอยู่รอบๆ เส้นตรง และจากการทดสอบโดยใช้วิธี Anderson-Darling จะได้ค่า AD = 0.705 และค่า P-value = 0.060 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 แสดงว่า ข้อมูลของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทใส จากเครื่องจักรที่ 1 ของวันที่ 1 มีนาคม พ.ศ.2559 มีการแจกแจงปกติ ที่ $\alpha = 0.05$

ในทำนองเดียวกัน เมื่อทำการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทใส จากเครื่องจักรที่ 1 ในเดือนธันวาคม พ.ศ.2558 และเดือนมีนาคม พ.ศ.2559 สามารถแสดงดังตารางต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทใส จากเครื่องจักรที่ 1 ของเดือนธันวาคม พ.ศ.2558 และเดือนมีนาคม พ.ศ.2559

วันที่ผลิต	ค่า AD	p-value	การสรุปผล
1 ธ.ค. 58	0.756	0.045	ไม่มีการแจกแจงปกติ
2 ธ.ค. 58	0.635	0.091	มีการแจกแจงปกติ
3 ธ.ค. 58	0.640	0.088	มีการแจกแจงปกติ
4 ธ.ค. 58	0.400	0.345	มีการแจกแจงปกติ
5 ธ.ค. 58	0.558	0.139	มีการแจกแจงปกติ
6 ธ.ค. 58	0.736	0.050	มีการแจกแจงปกติ
7 ธ.ค. 58	1.129	0.005	ไม่มีการแจกแจงปกติ
8 ธ.ค. 58	0.609	0.105	มีการแจกแจงปกติ
9 ธ.ค. 58	0.747	0.047	ไม่มีการแจกแจงปกติ
10 ธ.ค. 58	0.287	0.603	มีการแจกแจงปกติ
11 ธ.ค. 58	0.852	0.026	ไม่มีการแจกแจงปกติ
12 ธ.ค. 58	0.307	0.546	มีการแจกแจงปกติ
13 ธ.ค. 58	0.581	0.121	มีการแจกแจงปกติ
14 ธ.ค. 58	1.068	0.007	ไม่มีการแจกแจงปกติ
15 ธ.ค. 58	0.887	0.021	ไม่มีการแจกแจงปกติ
16 ธ.ค. 58	0.884	0.021	ไม่มีการแจกแจงปกติ
17 ธ.ค. 58	0.334	0.493	มีการแจกแจงปกติ
18 ธ.ค. 58	0.577	0.124	มีการแจกแจงปกติ
19 ธ.ค. 58	1.265	<0.005	ไม่มีการแจกแจงปกติ
20 ธ.ค. 58	0.757	0.045	ไม่มีการแจกแจงปกติ
21 ธ.ค. 58	0.492	0.205	มีการแจกแจงปกติ
22 ธ.ค. 58	1.283	<0.005	ไม่มีการแจกแจงปกติ
23 ธ.ค. 58	1.614	<0.005	ไม่มีการแจกแจงปกติ
24 ธ.ค. 58	0.501	0.195	มีการแจกแจงปกติ
25 ธ.ค. 58	0.900	0.019	ไม่มีการแจกแจงปกติ
26 ธ.ค. 58	0.685	0.068	มีการแจกแจงปกติ
27 ธ.ค. 58	1.075	0.007	ไม่มีการแจกแจงปกติ
28 ธ.ค. 58	0.705	0.060	มีการแจกแจงปกติ
29 ธ.ค. 58	0.528	0.166	มีการแจกแจงปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 (ต่อ) ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทใส จากเครื่องจักรที่ 1 ของเดือนธันวาคม พ.ศ.2558 และเดือนมีนาคม พ.ศ.2559

วันที่ผลิต	ค่า AD	p-value	การสรุปผล
1 มี.ค. 59	0.705	0.060	มีการแจกแจงปกติ
2 มี.ค. 59	0.618	0.099	มีการแจกแจงปกติ
3 มี.ค. 59	0.561	0.137	มีการแจกแจงปกติ
4 มี.ค. 59	1.020	0.010	ไม่มีการแจกแจงปกติ
5 มี.ค. 59	0.784	0.038	ไม่มีการแจกแจงปกติ
6 มี.ค. 59	0.530	0.164	มีการแจกแจงปกติ
7 มี.ค. 59	0.435	0.285	มีการแจกแจงปกติ
8 มี.ค. 59	0.878	0.022	ไม่มีการแจกแจงปกติ
9 มี.ค. 59	0.425	0.301	มีการแจกแจงปกติ
10 มี.ค. 59	0.631	0.092	มีการแจกแจงปกติ
11 มี.ค. 59	0.664	0.076	มีการแจกแจงปกติ
12 มี.ค. 59	0.501	0.195	มีการแจกแจงปกติ
13 มี.ค. 59	0.527	0.167	มีการแจกแจงปกติ
14 มี.ค. 59	0.732	0.051	มีการแจกแจงปกติ
15 มี.ค. 59	0.398	0.350	มีการแจกแจงปกติ
16 มี.ค. 59	1.301	<0.005	ไม่มีการแจกแจงปกติ
17 มี.ค. 59	0.887	0.021	ไม่มีการแจกแจงปกติ
18 มี.ค. 59	0.431	0.291	มีการแจกแจงปกติ
19 มี.ค. 59	1.173	<0.005	ไม่มีการแจกแจงปกติ
20 มี.ค. 59	0.930	0.016	ไม่มีการแจกแจงปกติ
21 มี.ค. 59	0.476	0.225	มีการแจกแจงปกติ
22 มี.ค. 59	0.648	0.083	มีการแจกแจงปกติ
23 มี.ค. 59	0.261	0.689	มีการแจกแจงปกติ
24 มี.ค. 59	0.937	0.016	ไม่มีการแจกแจงปกติ
25 มี.ค. 59	0.401	0.344	มีการแจกแจงปกติ
26 มี.ค. 59	0.217	0.831	มีการแจกแจงปกติ
27 มี.ค. 59	0.518	0.177	มีการแจกแจงปกติ
28 มี.ค. 59	0.795	0.036	ไม่มีการแจกแจงปกติ
29 มี.ค. 59	0.793	0.036	ไม่มีการแจกแจงปกติ
30 มี.ค. 59	0.946	0.015	ไม่มีการแจกแจงปกติ
31 มี.ค. 59	1.108	0.007	ไม่มีการแจกแจงปกติ

จากตารางที่ 4.1 จะพบว่าข้อมูลของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทใส จากเครื่องจักรที่ 1 ของเดือนธันวาคม พ.ศ.2558 และเดือนมีนาคม พ.ศ.2559 ส่วนใหญ่ไม่มีการแจกแจงปกติ จึงจำเป็นต้องทำการแปลงข้อมูลของวันที่ข้อมูลไม่มีการแจกแจงปกติให้มีการแจกแจงปกติ โดยใช้วิธี Box-Cox แต่ไม่สามารถแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงปกติได้ จึงมาใช้วิธี Johnson ได้รูปแบบสมการในการแปลงข้อมูลดังตารางที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

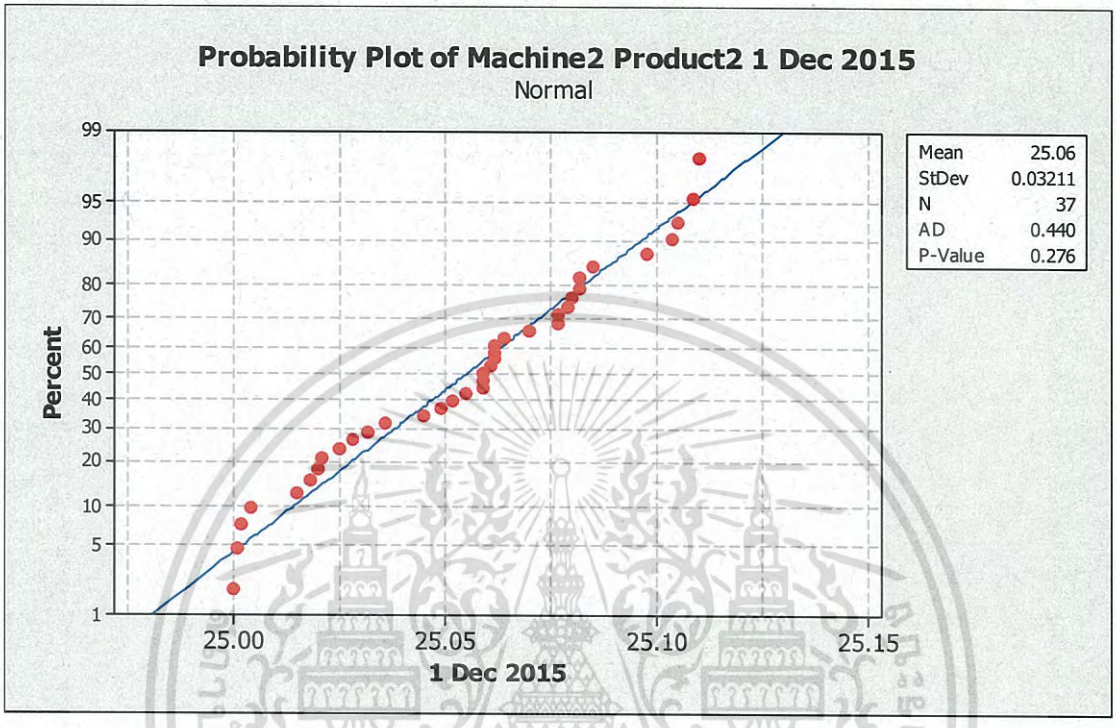
ตารางที่ 4.2 ผลการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson ของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทใส จากเครื่องจักรที่ 1 ของเดือนธันวาคม พ.ศ.2558 และเดือนมีนาคม พ.ศ.2559

วันที่ผลิต	สมการการแปลงแบบ Johnson
1 ธ.ค. 58	Y = 0.144 + 0.614 * Ln((X - 24.998) / (25.135 - X))
7 ธ.ค. 58	Y = 0.051 + 0.449 * Ln((X - 25.002) / (25.129 - X))
9 ธ.ค. 58	Y = -0.341 + 0.531 * Ln((X - 25) / (25.132 - X))
11 ธ.ค. 58	Y = 0.200 + 0.493 * Ln((X - 25.000) / (25.131 - X))
14 ธ.ค. 58	Y = 0.019 + 0.475 * Ln((X - 25.009) / (25.125 - X))
15 ธ.ค. 58	Y = -0.01 + 0.625 * Ln((X - 25.005) / (25.128 - X))
16 ธ.ค. 58	Y = -0.198 + 0.542 * Ln((X - 25.008) / (25.121 - X))
19 ธ.ค. 58	Y = -0.285 + 0.629 * Ln((X - 24.996) / (25.141 - X))
20 ธ.ค. 58	Y = -0.149 + 0.645 * Ln((X - 24.994) / (25.135 - X))
22 ธ.ค. 58	Y = 0.005 + 0.564 * Ln((X - 25.000) / (25.140 - X))
23 ธ.ค. 58	Y = -0.007 + 0.397 * Ln((X - 24.999) / (25.138 - X))
25 ธ.ค. 58	Y = 0.407 + 0.674 * Ln((X - 24.995) / (25.169 - X))
27 ธ.ค. 58	Y = -0.059 + 0.457 * Ln((X - 24.999) / (25.132 - X))
4 มี.ค. 59	Y = -0.080 + 0.525 * Ln((X - 24.999) / (25.099 - X))
5 มี.ค. 59	Y = 0.323 + 0.528 * Ln((X - 24.998) / (25.105 - X))
8 มี.ค. 59	Y = 0.186 + 0.589 * Ln((X - 25.000) / (25.105 - X))
16 มี.ค. 59	Y = 0.199 + 0.450 * Ln((X - 25.000) / (25.097 - X))
17 มี.ค. 59	Y = -0.142 + 0.583 * Ln((X - 24.998) / (25.101 - X))
19 มี.ค. 59	Y = 0.110 + 0.383 * Ln((X - 25.001) / (25.097 - X))
20 มี.ค. 59	Y = 0.142 + 0.518 * Ln((X - 25.009) / (25.102 - X))
24 มี.ค. 59	Y = 0.106 + 0.469 * Ln((X - 25.002) / (25.100 - X))
28 มี.ค. 59	Y = 0.225 + 0.528 * Ln((X - 24.999) / (25.105 - X))
29 มี.ค. 59	Y = -0.197 + 0.545 * Ln((X - 24.999) / (25.102 - X))
30 มี.ค. 59	Y = 0.113 + 0.456 * Ln((X - 25.003) / (25.095 - X))
31 มี.ค. 59	Y = -0.044 + 0.472 * Ln((X - 25.002) / (25.097 - X))

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทใส จากเครื่องจักรที่ 2

4.1.2.1 ผลการทดสอบของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทใส จากเครื่องจักรที่ 2 ของวันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ.2558

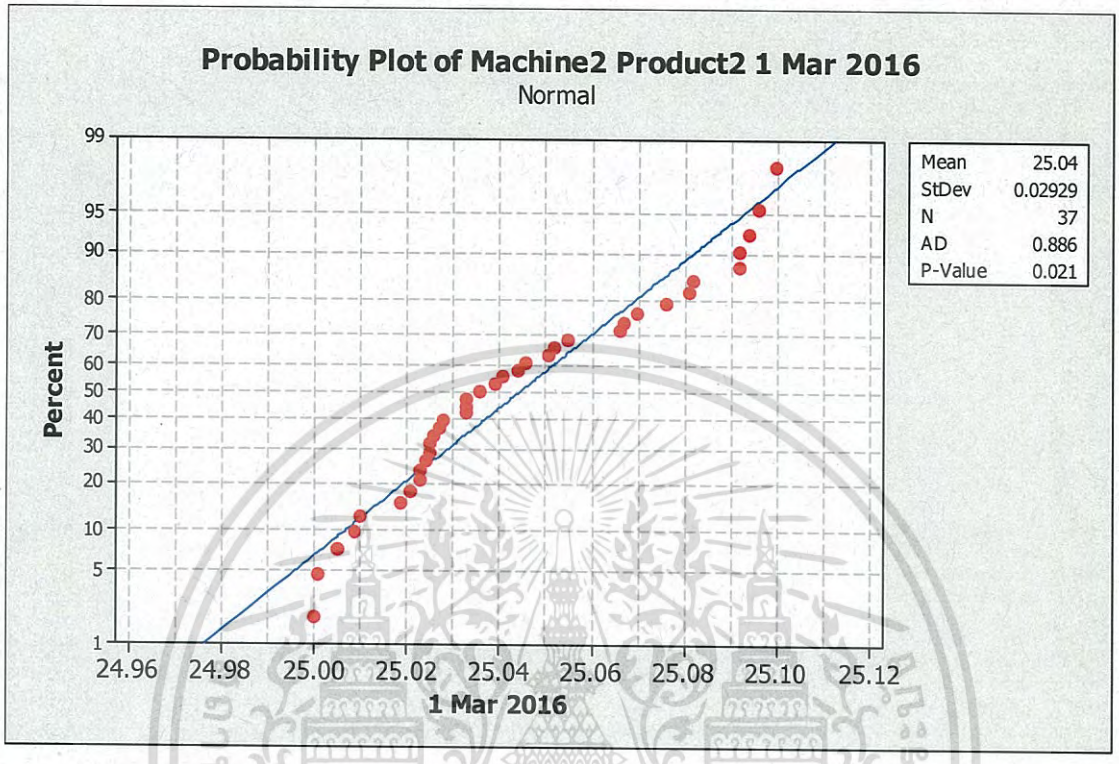


รูปที่ 4.3 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทใส จากเครื่องจักรที่ 2 ของวันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ.2558

จากรูปที่ 4.3 จะเห็นว่าข้อมูลส่วนใหญ่จะอยู่รอบๆ เส้นตรง และจากการทดสอบโดยใช้วิธี Anderson-Darling จะได้ค่า AD = 0.440 และค่า P-value = 0.276 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 แสดงว่า ข้อมูลของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทใส จากเครื่องจักรที่ 2 ของวันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ.2558 มีการแจกแจงปกติ ที่ $\alpha = 0.05$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2.2 ผลการทดสอบของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทใส จากเครื่องจักรที่ 2 ของวันที่ 1 มีนาคม พ.ศ.2559



รูปที่ 4.4 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทใส จากเครื่องจักรที่ 2 ของวันที่ 1 มีนาคม พ.ศ.2559

จากรูปที่ 4.4 จะเห็นว่าข้อมูลส่วนใหญ่จะไม่อยู่รอบๆ เส้นตรง และจากการทดสอบโดยใช้วิธี Anderson-Darling จะได้ค่า AD = 0.886 และค่า P-value = 0.021 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 แสดงว่า ข้อมูลของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทใส จากเครื่องจักรที่ 2 ของวันที่ 1 มีนาคม พ.ศ.2559 ไม่มีการแจกแจงปกติ ที่ $\alpha = 0.05$

ในทำนองเดียวกัน เมื่อทำการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทใส จากเครื่องจักรที่ 2 ในเดือนธันวาคม พ.ศ.2558 และเดือนมีนาคม พ.ศ.2559 สามารถแสดงดังตารางต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทใส จากเครื่องจักรที่ 2 ของเดือนธันวาคม พ.ศ.2558 และเดือนมีนาคม พ.ศ.2559

วันที่ผลิต	ค่า AD	p-value	การสรุปผล
1 ธ.ค. 58	0.440	0.276	มีการแจกแจงปกติ
2 ธ.ค. 58	0.654	0.081	มีการแจกแจงปกติ
3 ธ.ค. 58	0.615	0.102	มีการแจกแจงปกติ
4 ธ.ค. 58	0.515	0.719	มีการแจกแจงปกติ
5 ธ.ค. 58	0.742	0.049	ไม่มีการแจกแจงปกติ
6 ธ.ค. 58	0.780	0.039	ไม่มีการแจกแจงปกติ
7 ธ.ค. 58	0.856	0.025	ไม่มีการแจกแจงปกติ
8 ธ.ค. 58	0.997	0.011	ไม่มีการแจกแจงปกติ
9 ธ.ค. 58	1.240	<0.005	ไม่มีการแจกแจงปกติ
10 ธ.ค. 58	0.999	0.011	ไม่มีการแจกแจงปกติ
11 ธ.ค. 58	0.482	0.218	มีการแจกแจงปกติ
12 ธ.ค. 58	0.254	0.714	มีการแจกแจงปกติ
13 ธ.ค. 58	1.135	0.005	ไม่มีการแจกแจงปกติ
14 ธ.ค. 58	1.512	<0.005	ไม่มีการแจกแจงปกติ
15 ธ.ค. 58	0.736	0.050	มีการแจกแจงปกติ
16 ธ.ค. 58	0.707	0.060	มีการแจกแจงปกติ
17 ธ.ค. 58	0.689	0.066	มีการแจกแจงปกติ
18 ธ.ค. 58	0.542	0.153	มีการแจกแจงปกติ
19 ธ.ค. 58	0.512	0.183	มีการแจกแจงปกติ
20 ธ.ค. 58	0.490	0.208	มีการแจกแจงปกติ
21 ธ.ค. 58	0.945	0.015	ไม่มีการแจกแจงปกติ
22 ธ.ค. 58	0.629	0.094	มีการแจกแจงปกติ
23 ธ.ค. 58	0.584	0.119	มีการแจกแจงปกติ
24 ธ.ค. 58	0.432	0.290	มีการแจกแจงปกติ
25 ธ.ค. 58	1.039	0.009	ไม่มีการแจกแจงปกติ
26 ธ.ค. 58	0.422	0.305	มีการแจกแจงปกติ
27 ธ.ค. 58	0.806	0.033	ไม่มีการแจกแจงปกติ
28 ธ.ค. 58	0.415	0.319	มีการแจกแจงปกติ
29 ธ.ค. 58	0.634	0.090	มีการแจกแจงปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 (ต่อ) ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทใส จากเครื่องจักรที่ 2 ของเดือนธันวาคม พ.ศ.2558 และเดือนมีนาคม พ.ศ.2559

วันที่ผลิต	ค่า AD	p-value	การสรุปผล
1 มี.ค. 59	0.886	0.021	ไม่มีการแจกแจงปกติ
2 มี.ค. 59	0.445	0.269	มีการแจกแจงปกติ
3 มี.ค. 59	0.458	0.250	มีการแจกแจงปกติ
4 มี.ค. 59	0.566	0.132	มีการแจกแจงปกติ
5 มี.ค. 59	0.738	0.050	มีการแจกแจงปกติ
6 มี.ค. 59	0.823	0.031	ไม่มีการแจกแจงปกติ
7 มี.ค. 59	0.673	0.730	มีการแจกแจงปกติ
8 มี.ค. 59	0.668	0.075	มีการแจกแจงปกติ
9 มี.ค. 59	1.378	<0.005	ไม่มีการแจกแจงปกติ
10 มี.ค. 59	0.761	0.043	ไม่มีการแจกแจงปกติ
11 มี.ค. 59	0.554	0.143	มีการแจกแจงปกติ
12 มี.ค. 59	0.97	0.013	ไม่มีการแจกแจงปกติ
13 มี.ค. 59	0.231	0.787	มีการแจกแจงปกติ
14 มี.ค. 59	0.667	0.075	มีการแจกแจงปกติ
15 มี.ค. 59	1.582	<0.005	ไม่มีการแจกแจงปกติ
16 มี.ค. 59	0.653	0.081	มีการแจกแจงปกติ
17 มี.ค. 59	0.549	0.147	มีการแจกแจงปกติ
18 มี.ค. 59	0.379	0.387	มีการแจกแจงปกติ
19 มี.ค. 59	0.519	0.175	มีการแจกแจงปกติ
20 มี.ค. 59	0.659	0.079	มีการแจกแจงปกติ
21 มี.ค. 59	0.736	0.050	มีการแจกแจงปกติ
22 มี.ค. 59	0.773	0.041	ไม่มีการแจกแจงปกติ
23 มี.ค. 59	0.565	0.133	มีการแจกแจงปกติ
24 มี.ค. 59	0.682	0.069	มีการแจกแจงปกติ
25 มี.ค. 59	0.373	0.402	มีการแจกแจงปกติ
26 มี.ค. 59	0.522	0.172	มีการแจกแจงปกติ
27 มี.ค. 59	0.402	0.342	มีการแจกแจงปกติ
28 มี.ค. 59	1.333	<0.005	ไม่มีการแจกแจงปกติ
29 มี.ค. 59	0.643	0.486	มีการแจกแจงปกติ
30 มี.ค. 59	0.813	0.032	ไม่มีการแจกแจงปกติ
31 มี.ค. 59	1.285	<0.005	ไม่มีการแจกแจงปกติ

จากตารางที่ 4.3 จะพบว่าข้อมูลของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทใส จากเครื่องจักรที่ 2 ของเดือนธันวาคม พ.ศ.2558 และเดือนมีนาคม พ.ศ.2559 ส่วนใหญ่ไม่มีการแจกแจงปกติ จึงจำเป็นต้องทำการแปลงข้อมูลของวันที่ข้อมูลไม่มีการแจกแจงปกติให้มีการแจกแจงปกติ โดยใช้วิธี Box-Cox แต่ไม่สามารถแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงปกติได้ จึงมาใช้วิธี Johnson ได้รูปแบบสมการในการแปลงข้อมูลดังตารางที่ 4.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

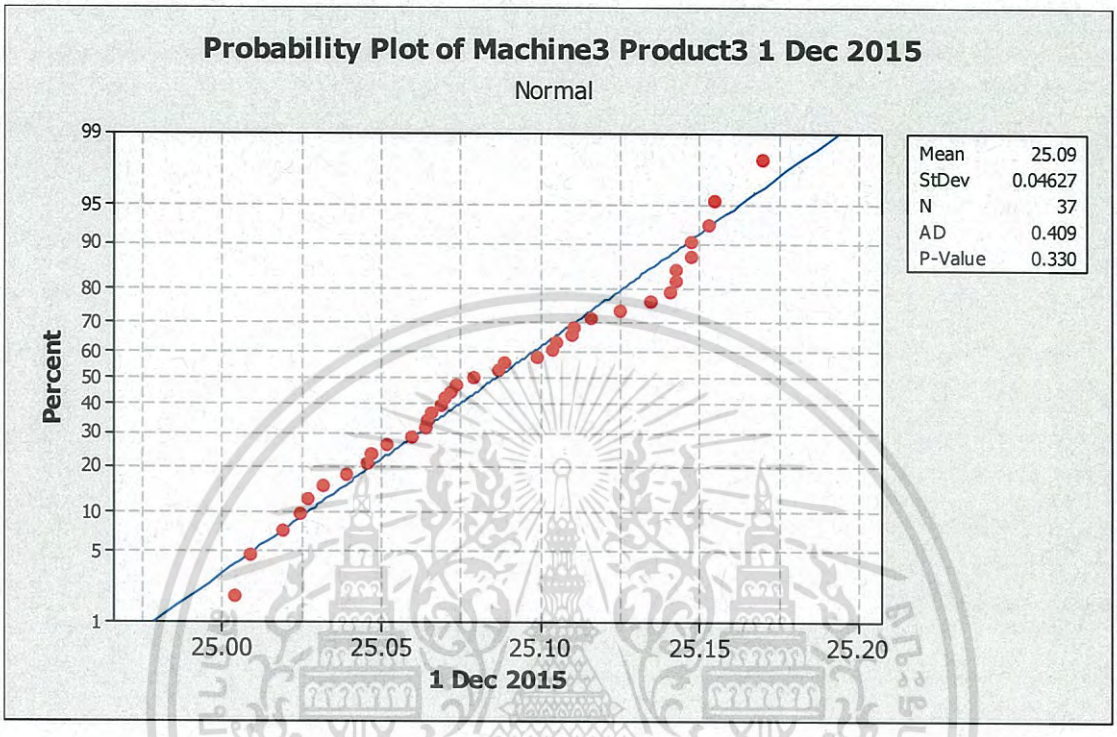
ตารางที่ 4.4 ผลการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson ของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทใส จากเครื่องจักรที่ 2 ของเดือนธันวาคม พ.ศ.2558 และเดือนมีนาคม พ.ศ.2559

วันที่ผลิต	สมการการแปลงแบบ Johnson
5 ธ.ค. 58	Y = 0.285 + 0.661 * Ln((X - 24.997) / (25.113 - X))
6 ธ.ค. 58	Y = 0.024 + 0.491 * Ln((X - 25.006) / (25.113 - X))
7 ธ.ค. 58	Y = 0.165 + 0.523 * Ln((X - 25.000) / (25.108 - X))
8 ธ.ค. 58	Y = 0.277 + 0.597 * Ln((X - 24.999) / (25.111 - X))
9 ธ.ค. 58	Y = -0.381 + 0.453 * Ln((X - 24.998) / (25.11 - X))
10 ธ.ค. 58	Y = -0.398 + 0.716 * Ln((X - 24.983) / (25.106 - X))
13 ธ.ค. 58	Y = -0.126 + 0.494 * Ln((X - 25) / (25.109 - X))
14 ธ.ค. 58	Y = 0.136 + 0.461 * Ln((X - 25.002) / (25.110 - X))
21 ธ.ค. 58	Y = 0.075 + 0.442 * Ln((X - 25.002) / (25.142 - X))
25 ธ.ค. 58	Y = -0.781 + 0.788 * Ln((X - 24.953) / (25.147 - X))
27 ธ.ค. 58	Y = 0.085 + 0.458 * Ln((X - 25.003) / (25.137 - X))
1 มี.ค. 59	Y = 2.161 + 1.451 * Ln((X - 24.984) / (25.280 - X))
6 มี.ค. 59	Y = 0.115 + 0.454 * Ln((X - 25.001) / (25.098 - X))
9 มี.ค. 59	Y = 0.202 + 0.494 * Ln((X - 25.004) / (25.100 - X))
10 มี.ค. 59	Y = -0.262 + 0.671 * Ln((X - 24.991) / (25.099 - X))
12 มี.ค. 59	Y = 0.271 + 0.441 * Ln((X - 25.003) / (25.100 - X))
15 มี.ค. 59	Y = 0.094 + 0.925 * Asinh((X - 25.054) / 0.026)
22 มี.ค. 59	Y = 0.035 + 1.071 * Asinh((X - 25.058) / 0.022)
28 มี.ค. 59	Y = -0.122 + 0.466 * Ln((X - 25.001) / (25.100 - X))
30 มี.ค. 59	Y = 6.384 + 2.451 * Ln((X - 24.955) / (26.150 - X))
31 มี.ค. 59	Y = 0.135 + 0.483 * Ln((X - 25.002) / (25.100 - X))

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทขุ่น จากเครื่องจักรที่ 3

4.1.3.1 ผลการทดสอบของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทขุ่น จากเครื่องจักรที่ 3 ของวันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ.2558

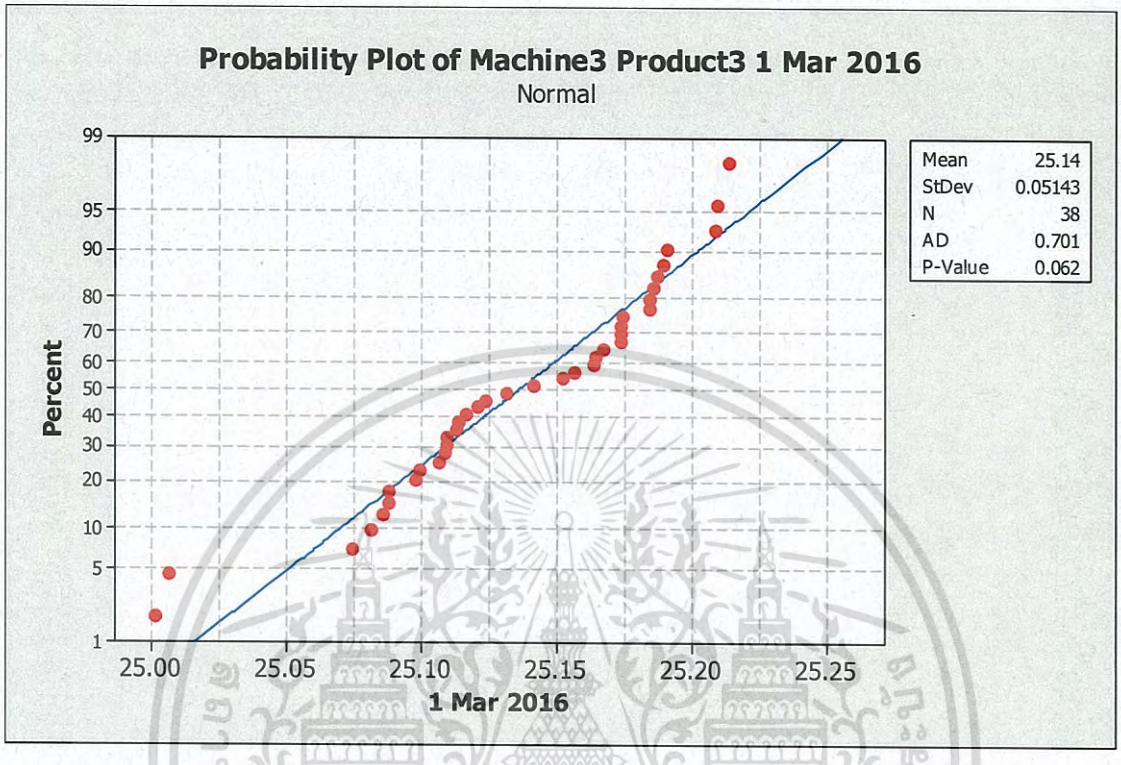


รูปที่ 4.5 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทขุ่น จากเครื่องจักรที่ 3 ของวันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ.2558

จากรูปที่ 4.5 จะเห็นว่าข้อมูลส่วนใหญ่จะอยู่รอบๆ เส้นตรง และจากการทดสอบโดยใช้วิธี Anderson-Darling จะได้ค่า AD = 0.409 และค่า P-value = 0.330 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 แสดงว่า ข้อมูลของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทขุ่น จากเครื่องจักรที่ 3 ของวันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ.2558 มีการแจกแจงปกติ ที่ $\alpha = 0.05$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3.2 ผลการทดสอบของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทขุ่น จากเครื่องจักรที่ 3 ของวันที่ 1 มีนาคม พ.ศ.2559



รูปที่ 4.6 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทขุ่น จากเครื่องจักรที่ 3 ของวันที่ 1 มีนาคม พ.ศ.2559

จากรูปที่ 4.6 จะเห็นว่าข้อมูลส่วนใหญ่จะอยู่รอบๆ เส้นตรง และจากการทดสอบโดยใช้วิธี Anderson-Darling จะได้ค่า AD = 0.701 และค่า P-value = 0.062 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 แสดงว่า ข้อมูลของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทขุ่น จากเครื่องจักรที่ 3 ของวันที่ 1 มีนาคม พ.ศ.2559 มีการแจกแจงปกติ ที่ α = 0.05

ในทำนองเดียวกัน เมื่อทำการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทขุ่น จากเครื่องจักรที่ 3 ในเดือนธันวาคม พ.ศ.2558 และเดือนมีนาคม พ.ศ.2559 สามารถแสดงดังตารางต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทขุ่น จากเครื่องจักรที่ 3 ของเดือนธันวาคม พ.ศ.2558 และเดือนมีนาคม พ.ศ.2559

วันที่ผลิต	ค่า AD	p-value	การสรุปผล
1 ธ.ค. 58	0.409	0.330	มีการแจกแจงปกติ
2 ธ.ค. 58	0.464	0.242	มีการแจกแจงปกติ
3 ธ.ค. 58	0.806	0.033	ไม่มีการแจกแจงปกติ
4 ธ.ค. 58	0.403	0.339	มีการแจกแจงปกติ
5 ธ.ค. 58	0.410	0.327	มีการแจกแจงปกติ
6 ธ.ค. 58	0.355	0.441	มีการแจกแจงปกติ
7 ธ.ค. 58	0.677	0.071	มีการแจกแจงปกติ
8 ธ.ค. 58	0.484	0.215	มีการแจกแจงปกติ
9 ธ.ค. 58	0.721	0.055	มีการแจกแจงปกติ
10 ธ.ค. 58	0.481	0.218	มีการแจกแจงปกติ
11 ธ.ค. 58	1.069	0.007	ไม่มีการแจกแจงปกติ
12 ธ.ค. 58	0.644	0.086	มีการแจกแจงปกติ
13 ธ.ค. 58	1.160	<0.005	ไม่มีการแจกแจงปกติ
14 ธ.ค. 58	0.713	0.058	มีการแจกแจงปกติ
15 ธ.ค. 58	0.703	0.061	มีการแจกแจงปกติ
16 ธ.ค. 58	0.477	0.224	มีการแจกแจงปกติ
17 ธ.ค. 58	0.752	0.046	ไม่มีการแจกแจงปกติ
18 ธ.ค. 58	0.347	0.461	มีการแจกแจงปกติ
19 ธ.ค. 58	0.689	0.066	มีการแจกแจงปกติ
20 ธ.ค. 58	0.609	0.105	มีการแจกแจงปกติ
21 ธ.ค. 58	0.370	0.407	มีการแจกแจงปกติ
22 ธ.ค. 58	0.732	0.051	มีการแจกแจงปกติ
23 ธ.ค. 58	0.501	0.195	มีการแจกแจงปกติ
24 ธ.ค. 58	0.349	0.457	มีการแจกแจงปกติ
25 ธ.ค. 58	0.479	0.221	มีการแจกแจงปกติ
26 ธ.ค. 58	0.473	0.230	มีการแจกแจงปกติ
27 ธ.ค. 58	1.031	0.009	ไม่มีการแจกแจงปกติ
28 ธ.ค. 58	0.866	0.024	ไม่มีการแจกแจงปกติ
29 ธ.ค. 58	0.560	0.137	มีการแจกแจงปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 (ต่อ)ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทขุ่น จากเครื่องจักรที่ 3 ของเดือนธันวาคม พ.ศ.2558 และเดือนมีนาคม พ.ศ.2559

วันที่ผลิต	ค่า AD	p-value	การสรุปผล
1 มี.ค. 59	0.701	0.062	มีการแจกแจงปกติ
2 มี.ค. 59	0.418	0.313	มีการแจกแจงปกติ
3 มี.ค. 59	0.560	0.137	มีการแจกแจงปกติ
4 มี.ค. 59	1.103	0.006	ไม่มีการแจกแจงปกติ
5 มี.ค. 59	0.591	0.117	มีการแจกแจงปกติ
6 มี.ค. 59	0.782	0.038	ไม่มีการแจกแจงปกติ
7 มี.ค. 59	0.917	0.018	ไม่มีการแจกแจงปกติ
8 มี.ค. 59	0.793	0.036	ไม่มีการแจกแจงปกติ
9 มี.ค. 59	0.705	0.060	มีการแจกแจงปกติ
10 มี.ค. 59	0.569	0.131	มีการแจกแจงปกติ
11 มี.ค. 59	0.840	0.027	ไม่มีการแจกแจงปกติ
12 มี.ค. 59	0.608	0.106	มีการแจกแจงปกติ
13 มี.ค. 59	1.174	<0.005	ไม่มีการแจกแจงปกติ
14 มี.ค. 59	0.621	0.098	มีการแจกแจงปกติ
15 มี.ค. 59	0.503	0.193	มีการแจกแจงปกติ
16 มี.ค. 59	0.650	0.083	มีการแจกแจงปกติ
17 มี.ค. 59	0.661	0.077	มีการแจกแจงปกติ
18 มี.ค. 59	0.545	0.150	มีการแจกแจงปกติ
19 มี.ค. 59	0.581	0.122	มีการแจกแจงปกติ
20 มี.ค. 59	0.823	0.030	ไม่มีการแจกแจงปกติ
21 มี.ค. 59	0.530	0.165	มีการแจกแจงปกติ
22 มี.ค. 59	0.943	0.015	ไม่มีการแจกแจงปกติ
23 มี.ค. 59	1.133	0.005	ไม่มีการแจกแจงปกติ
24 มี.ค. 59	0.389	0.368	มีการแจกแจงปกติ
25 มี.ค. 59	0.365	0.418	มีการแจกแจงปกติ
26 มี.ค. 59	0.920	0.017	ไม่มีการแจกแจงปกติ
27 มี.ค. 59	0.626	0.095	มีการแจกแจงปกติ
28 มี.ค. 59	0.472	0.230	มีการแจกแจงปกติ
29 มี.ค. 59	0.381	0.385	มีการแจกแจงปกติ
30 มี.ค. 59	1.103	0.006	ไม่มีการแจกแจงปกติ
31 มี.ค. 59	0.688	0.066	มีการแจกแจงปกติ

จากตารางที่ 4.5 จะพบว่าข้อมูลของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทขุ่น จากเครื่องจักรที่ 3 ของเดือนธันวาคม พ.ศ.2558 และเดือนมีนาคม พ.ศ.2559 ส่วนใหญ่ไม่มีการแจกแจงปกติ จึงจำเป็นต้องทำการแปลงข้อมูลของวันที่ข้อมูลไม่มีการแจกแจงปกติให้มีการแจกแจงปกติ โดยใช้วิธี Box-Cox แต่ไม่สามารถแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงปกติได้ จึงมาใช้วิธี Johnson ได้รูปแบบสมการในการแปลงข้อมูลดังตารางที่ 4.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

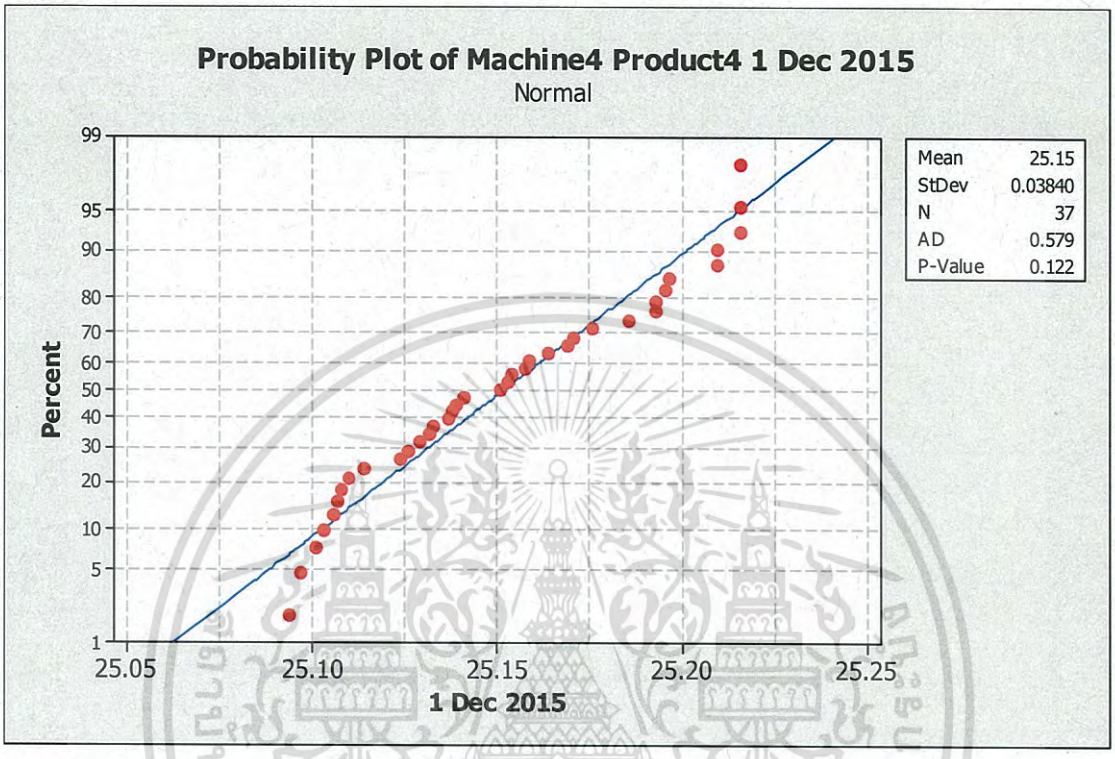
ตารางที่ 4.6 ผลการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson ของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทขุ่น จากเครื่องจักรที่ 3 ของเดือนธันวาคม พ.ศ.2558 และเดือนมีนาคม พ.ศ.2559

วันที่ผลิต	สมการการแปลงแบบ Johnson
3 ธ.ค. 58	Y = -0.045 + 0.549 * Ln((X - 24.997) / (25.173 - X))
11 ธ.ค. 58	Y = 0.166 + 0.408 * Ln((X - 25.002) / (25.159 - X))
13 ธ.ค. 58	Y = 0.273 + 0.412 * Ln((X - 25.005) / (25.166 - X))
17 ธ.ค. 58	Y = -0.068 + 0.548 * Ln((X - 25.003) / (25.15 - X))
27 ธ.ค. 58	Y = -0.095 + 0.438 * Ln((X - 25.002) / (25.145 - X))
28 ธ.ค. 58	Y = -0.185 + 0.641 * Ln((X - 24.994) / (25.151 - X))
4 มี.ค. 59	Y = -0.244 + 0.482 * Ln((X - 25.074) / (25.219 - X))
6 มี.ค. 59	Y = 4.028 + 2.353 * Asinh((X - 25.265) / 0.040)
7 มี.ค. 59	Y = 0.886 + 1.367 * Asinh((X - 25.194) / 0.042)
8 มี.ค. 59	Y = -0.072 + 0.540 * Ln((X - 25.078) / (25.218 - X))
11 มี.ค. 59	Y = -2.821 + 1.603 * Ln((X - 24.576) / (25.251 - X))
13 มี.ค. 59	Y = -0.001 + 0.466 * Ln((X - 25.074) / (25.221 - X))
20 มี.ค. 59	Y = -2.519 + 1.498 * Ln((X - 24.805) / (25.233 - X))
22 มี.ค. 59	Y = 0.173 + 0.486 * Ln((X - 25.088) / (25.218 - X))
23 มี.ค. 59	Y = 0.553 + 0.916 * Asinh((X - 25.168) / 0.027)
26 มี.ค. 59	Y = -0.893 + 0.707 * Ln((X - 24.986) / (25.224 - X))
30 มี.ค. 59	Y = 0.529 + 1.022 * Asinh((X - 25.171) / 0.036)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.4 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทขุ่น จากเครื่องจักรที่ 4

4.1.4.1 ผลการทดสอบของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทขุ่น จากเครื่องจักรที่ 4 ของวันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ.2558

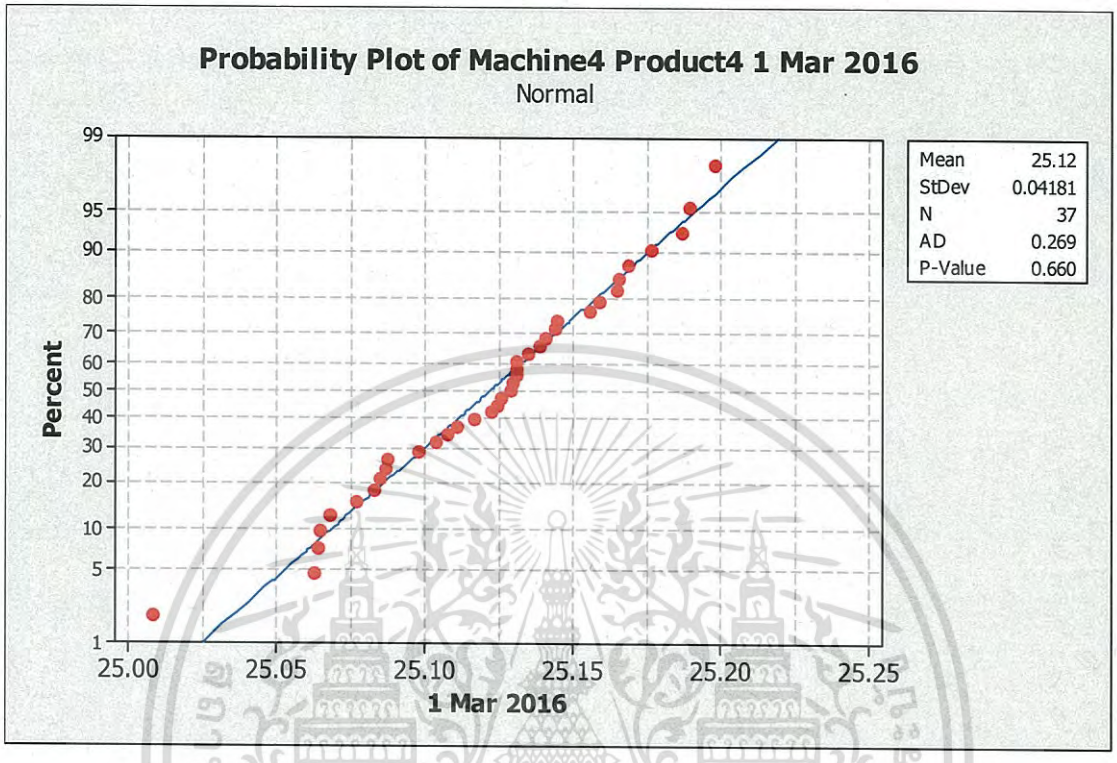


รูปที่ 4.7 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทขุ่น จากเครื่องจักรที่ 4 ของวันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ.2558

จากรูปที่ 4.7 จะเห็นว่าข้อมูลส่วนใหญ่จะอยู่รอบๆ เส้นตรง และจากการทดสอบโดยใช้วิธี Anderson-Darling จะได้ค่า AD = 0.579 และค่า P-value = 0.122 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 แสดงว่า ข้อมูลของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทขุ่น จากเครื่องจักรที่ 4 ของวันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ.2558 มีการแจกแจงปกติ ที่ α = 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.4.2 ผลการทดสอบของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทขุ่น จากเครื่องจักรที่ 4 ของวันที่ 1 มีนาคม พ.ศ.2559



รูปที่ 4.8 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทขุ่น จากเครื่องจักรที่ 4 ของวันที่ 1 มีนาคม พ.ศ.2559

จากรูปที่ 4.8 จะเห็นว่าข้อมูลส่วนใหญ่จะอยู่รอบๆ เส้นตรง และจากการทดสอบโดยใช้วิธี Anderson-Darling จะได้ค่า AD = 0.269 และค่า P-value = 0.660 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 แสดงว่า ข้อมูลของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทขุ่น จากเครื่องจักรที่ 4 ของวันที่ 1 มีนาคม พ.ศ.2559 มีการแจกแจงปกติ ที่ $\alpha = 0.05$

ในทำนองเดียวกัน เมื่อทำการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทขุ่น จากเครื่องจักรที่ 4 ในเดือนธันวาคม พ.ศ.2558 และเดือนมีนาคม พ.ศ.2559 สามารถแสดงดังตารางต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทขุ่น จากเครื่องจักรที่ 4 ของเดือนธันวาคม พ.ศ.2558 และเดือนมีนาคม พ.ศ.2559

วันที่ผลิต	ค่า AD	p-value	การสรุปผล
1 ธ.ค. 58	0.579	0.122	มีการแจกแจงปกติ
2 ธ.ค. 58	0.527	0.168	มีการแจกแจงปกติ
3 ธ.ค. 58	0.875	0.022	ไม่มีการแจกแจงปกติ
4 ธ.ค. 58	0.414	0.320	มีการแจกแจงปกติ
5 ธ.ค. 58	0.884	0.021	ไม่มีการแจกแจงปกติ
6 ธ.ค. 58	1.232	<0.005	ไม่มีการแจกแจงปกติ
7 ธ.ค. 58	0.978	0.012	ไม่มีการแจกแจงปกติ
8 ธ.ค. 58	0.777	0.039	ไม่มีการแจกแจงปกติ
9 ธ.ค. 58	0.581	0.121	มีการแจกแจงปกติ
10 ธ.ค. 58	0.743	0.048	ไม่มีการแจกแจงปกติ
11 ธ.ค. 58	0.313	0.534	มีการแจกแจงปกติ
12 ธ.ค. 58	0.377	0.391	มีการแจกแจงปกติ
13 ธ.ค. 58	0.787	0.037	ไม่มีการแจกแจงปกติ
14 ธ.ค. 58	0.693	0.065	มีการแจกแจงปกติ
15 ธ.ค. 58	1.007	0.011	ไม่มีการแจกแจงปกติ
16 ธ.ค. 58	0.325	0.511	มีการแจกแจงปกติ
17 ธ.ค. 58	0.357	0.438	มีการแจกแจงปกติ
18 ธ.ค. 58	1.081	0.007	ไม่มีการแจกแจงปกติ
19 ธ.ค. 58	0.526	0.168	มีการแจกแจงปกติ
20 ธ.ค. 58	0.610	0.104	มีการแจกแจงปกติ
21 ธ.ค. 58	1.016	0.010	ไม่มีการแจกแจงปกติ
22 ธ.ค. 58	0.858	0.025	ไม่มีการแจกแจงปกติ
23 ธ.ค. 58	0.574	0.127	มีการแจกแจงปกติ
24 ธ.ค. 58	0.485	0.215	มีการแจกแจงปกติ
25 ธ.ค. 58	0.889	0.021	ไม่มีการแจกแจงปกติ
26 ธ.ค. 58	0.613	0.103	มีการแจกแจงปกติ
27 ธ.ค. 58	0.633	0.091	มีการแจกแจงปกติ
28 ธ.ค. 58	0.737	0.050	มีการแจกแจงปกติ
29 ธ.ค. 58	0.602	0.109	มีการแจกแจงปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 (ต่อ) ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทขุ่น จากเครื่องจักรที่ 4 ของเดือนธันวาคม พ.ศ.2558 และเดือนมีนาคม พ.ศ.2559

วันที่ผลิต	ค่า AD	p-value	การสรุปผล
1 มี.ค. 59	0.269	0.660	มีการแจกแจงปกติ
2 มี.ค. 59	0.579	0.123	มีการแจกแจงปกติ
3 มี.ค. 59	0.675	0.072	มีการแจกแจงปกติ
4 มี.ค. 59	1.014	0.010	ไม่มีการแจกแจงปกติ
5 มี.ค. 59	0.455	0.254	มีการแจกแจงปกติ
6 มี.ค. 59	1.494	<0.005	ไม่มีการแจกแจงปกติ
7 มี.ค. 59	0.692	0.065	มีการแจกแจงปกติ
8 มี.ค. 59	0.300	0.564	มีการแจกแจงปกติ
9 มี.ค. 59	0.853	0.025	ไม่มีการแจกแจงปกติ
10 มี.ค. 59	0.895	0.020	ไม่มีการแจกแจงปกติ
11 มี.ค. 59	0.783	0.038	ไม่มีการแจกแจงปกติ
12 มี.ค. 59	0.786	0.038	ไม่มีการแจกแจงปกติ
13 มี.ค. 59	0.790	0.037	ไม่มีการแจกแจงปกติ
14 มี.ค. 59	0.537	0.158	มีการแจกแจงปกติ
15 มี.ค. 59	0.384	0.379	มีการแจกแจงปกติ
16 มี.ค. 59	0.702	0.061	มีการแจกแจงปกติ
17 มี.ค. 59	0.556	0.141	มีการแจกแจงปกติ
18 มี.ค. 59	0.650	0.083	มีการแจกแจงปกติ
19 มี.ค. 59	0.455	0.151	มีการแจกแจงปกติ
20 มี.ค. 59	0.414	0.320	มีการแจกแจงปกติ
21 มี.ค. 59	0.362	0.426	มีการแจกแจงปกติ
22 มี.ค. 59	0.227	0.799	มีการแจกแจงปกติ
23 มี.ค. 59	0.773	0.041	ไม่มีการแจกแจงปกติ
24 มี.ค. 59	0.819	0.031	ไม่มีการแจกแจงปกติ
25 มี.ค. 59	0.698	0.063	มีการแจกแจงปกติ
26 มี.ค. 59	0.98	0.012	ไม่มีการแจกแจงปกติ
27 มี.ค. 59	0.491	0.207	มีการแจกแจงปกติ
28 มี.ค. 59	0.198	0.879	มีการแจกแจงปกติ
29 มี.ค. 59	0.876	0.022	ไม่มีการแจกแจงปกติ
30 มี.ค. 59	0.318	0.523	มีการแจกแจงปกติ
31 มี.ค. 59	0.469	0.234	มีการแจกแจงแบบปกติ

จากตารางที่ 4.7 จะพบว่าข้อมูลของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทขุ่น จากเครื่องจักรที่ 4 ของเดือนธันวาคม พ.ศ.2558 และเดือนมีนาคม พ.ศ.2559 ส่วนใหญ่มีการแจกแจงปกติ ส่วนข้อมูลที่ไม่มีการแจกแจงปกติจึงจำเป็นต้องทำการแปลงให้มีการแจกแจงปกติ โดยใช้วิธี Box-Cox แต่ไม่สามารถแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงปกติได้ จึงมาใช้วิธี Johnson ได้รูปแบบสมการในการแปลงข้อมูลดังตารางที่ 4.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

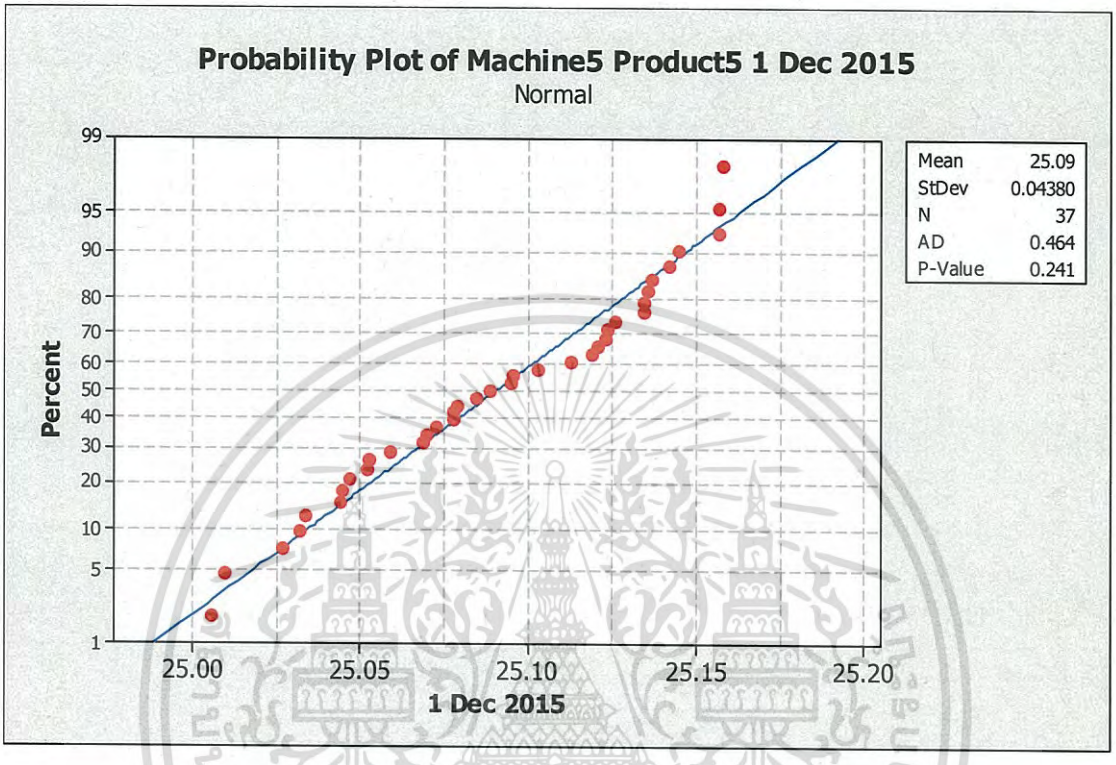
ตารางที่ 4.8 ผลการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson ของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทขุ่น จากเครื่องจักรที่ 4 ของเดือนธันวาคม พ.ศ.2558 และเดือนมีนาคม พ.ศ.2559

วันที่ผลิต	สมการการแปลงแบบ Johnson
3 ธ.ค. 58	Y = -0.452 + 0.667 * Ln((X - 25.072) / (25.214 - X))
5 ธ.ค. 58	Y = -0.083 + 0.499 * Ln((X - 25.088) / (25.216 - X))
6 ธ.ค. 58	Y = -0.433 + 0.386 * Ln((X - 25.092) / (25.216 - X))
7 ธ.ค. 58	Y = 0.226 + 0.373 * Ln((X - 25.100) / (25.217 - X))
8 ธ.ค. 58	Y = -0.128 + 0.494 * Ln((X - 25.092) / (25.215 - X))
10 ธ.ค. 58	Y = 0.072 + 0.609 * Ln((X - 25.092) / (25.214 - X))
13 ธ.ค. 58	Y = 0.085 + 0.517 * Ln((X - 25.089) / (25.216 - X))
15 ธ.ค. 58	Y = -0.451 + 0.641 * Ln((X - 25.085) / (25.216 - X))
18 ธ.ค. 58	Y = -0.074 + 0.585 * Ln((X - 25.048) / (25.208 - X))
21 ธ.ค. 58	Y = -0.163 + 0.541 * Ln((X - 25.051) / (25.211 - X))
22 ธ.ค. 58	Y = -0.272 + 0.495 * ln((X - 25.045) / (25.205 - X))
25 ธ.ค. 58	Y = -0.339 + 0.626 * Ln((X - 25.032) / (25.208 - X))
4 มี.ค. 59	Y = -0.517 + 0.562 * Ln((X - 25.002) / (25.198 - X))
6 มี.ค. 59	Y = -0.632 + 0.413 * Ln((X - 24.999) / (25.200 - X))
9 มี.ค. 59	Y = -0.466 + 0.734 * Ln((X - 25.031) / (25.181 - X))
10 มี.ค. 59	Y = 5.087 + 3.120 * Ln(X - 24.921)
11 มี.ค. 59	Y = 0.066 + 0.570 * Ln((X - 25.048) / (25.201 - X))
12 มี.ค. 59	Y = -0.497 + 0.585 * Ln((X - 24.988) / (25.190 - X))
13 มี.ค. 59	Y = -0.046 + 0.494 * Ln((X - 25.045) / (25.200 - X))
23 มี.ค. 59	Y = -0.478 + 1.195 * Ln((X - 25.064) / 0.040)
24 มี.ค. 59	Y = 1.056 + 0.967 * Ln((X - 25.046) / (25.265 - X))
26 มี.ค. 59	Y = -0.667 + 0.785 * Ln((X - 24.968) / (25.189 - X))
29 มี.ค. 59	Y = -0.637 + 0.674 * Ln((X - 24.950) / (25.207 - X))

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.5 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทสี จากเครื่องจักรที่ 5

4.1.5.1 ผลการทดสอบของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทสี จากเครื่องจักรที่ 5 ของวันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ.2558

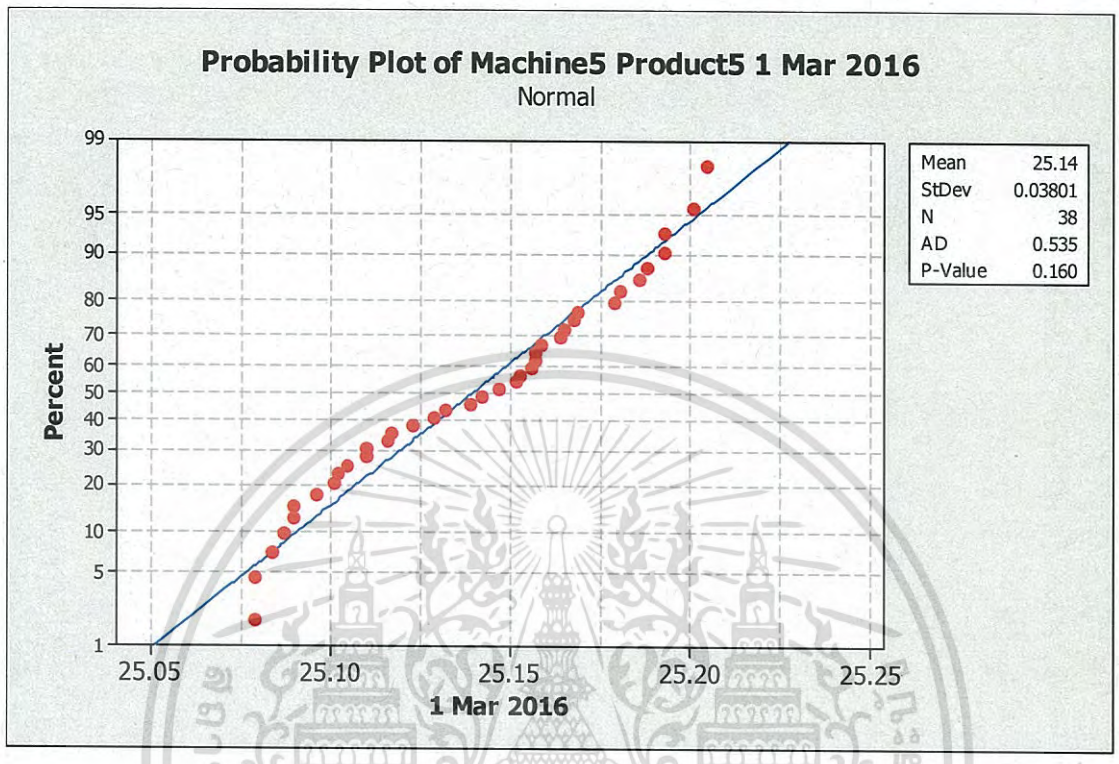


รูปที่ 4.9 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทสี จากเครื่องจักรที่ 5 ของวันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ.2558

จากรูปที่ 4.9 จะเห็นว่าข้อมูลส่วนใหญ่จะอยู่รอบๆ เส้นตรง และจากการทดสอบโดยใช้วิธี Anderson-Darling จะได้ค่า AD = 0.464 และค่า P-value = 0.241 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 แสดงว่า ข้อมูลของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทสี จากเครื่องจักรที่ 5 ของวันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ.2558 มีการแจกแจงปกติ ที่ $\alpha = 0.05$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.5.2 ผลการทดสอบของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทสี จากเครื่องจักรที่ 5 ของวันที่ 1 มีนาคม พ.ศ.2559



รูปที่ 4.10 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทสี จากเครื่องจักรที่ 5 ของวันที่ 1 มีนาคม พ.ศ.2559

จากรูปที่ 4.10 จะเห็นว่าข้อมูลส่วนใหญ่จะอยู่รอบๆ เส้นตรง และจากการทดสอบโดยใช้วิธี Anderson-Darling จะได้ค่า AD = 0.535 และค่า P-value = 0.160 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 แสดงว่า ข้อมูลของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทสี จากเครื่องจักรที่ 5 ของวันที่ 1 มีนาคม พ.ศ.2559 มีการแจกแจงปกติ ที่ α = 0.05

ในทำนองเดียวกัน เมื่อทำการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทสี จากเครื่องจักรที่ 5 ในเดือนธันวาคม พ.ศ.2558 และเดือนมีนาคม พ.ศ.2559 สามารถแสดงดังตารางต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทสี จากเครื่องจักรที่ 5 ของเดือนธันวาคม พ.ศ.2558 และเดือนมีนาคม พ.ศ. 2559

วันที่ผลิต	ค่า AD	p-value	การสรุปผล
1 ธ.ค. 58	0.464	0.241	มีการแจกแจงปกติ
2 ธ.ค. 58	1.035	0.009	ไม่มีการแจกแจงปกติ
3 ธ.ค. 58	0.763	0.043	ไม่มีการแจกแจงปกติ
4 ธ.ค. 58	0.863	0.024	ไม่มีการแจกแจงปกติ
5 ธ.ค. 58	0.925	0.017	ไม่มีการแจกแจงปกติ
6 ธ.ค. 58	0.398	0.348	มีการแจกแจงปกติ
7 ธ.ค. 58	1.353	<0.005	ไม่มีการแจกแจงปกติ
8 ธ.ค. 58	1.390	<0.005	ไม่มีการแจกแจงปกติ
9 ธ.ค. 58	1.019	0.010	ไม่มีการแจกแจงปกติ
10 ธ.ค. 58	0.956	0.014	ไม่มีการแจกแจงปกติ
11 ธ.ค. 58	0.828	0.029	ไม่มีการแจกแจงปกติ
12 ธ.ค. 58	1.080	0.007	ไม่มีการแจกแจงปกติ
13 ธ.ค. 58	1.192	<0.005	ไม่มีการแจกแจงปกติ
14 ธ.ค. 58	0.871	0.023	ไม่มีการแจกแจงปกติ
15 ธ.ค. 58	1.098	0.006	ไม่มีการแจกแจงปกติ
16 ธ.ค. 58	0.503	0.193	มีการแจกแจงปกติ
17 ธ.ค. 58	0.636	0.09	มีการแจกแจงปกติ
18 ธ.ค. 58	1.001	0.011	ไม่มีการแจกแจงปกติ
19 ธ.ค. 58	1.194	<0.005	ไม่มีการแจกแจงปกติ
20 ธ.ค. 58	0.330	0.505	มีการแจกแจงปกติ
21 ธ.ค. 58	0.843	0.027	ไม่มีการแจกแจงปกติ
22 ธ.ค. 58	0.635	0.09	มีการแจกแจงปกติ
23 ธ.ค. 58	0.554	0.142	มีการแจกแจงปกติ
24 ธ.ค. 58	0.834	0.028	ไม่มีการแจกแจงปกติ
25 ธ.ค. 58	0.539	0.156	มีการแจกแจงปกติ
26 ธ.ค. 58	1.042	0.008	ไม่มีการแจกแจงปกติ
27 ธ.ค. 58	1.348	<0.005	ไม่มีการแจกแจงปกติ
28 ธ.ค. 58	1.053	0.008	ไม่มีการแจกแจงปกติ
29 ธ.ค. 58	0.343	0.471	มีการแจกแจงปกติ
30 ธ.ค. 58	0.343	0.471	มีการแจกแจงปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 (ต่อ) ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทสี จากเครื่องจักรที่ 5 ของเดือนธันวาคม พ.ศ.2558 และเดือนมีนาคม พ.ศ. 2559

วันที่ผลิต	ค่า AD	p-value	การสรุปผล
1 มี.ค. 59	0.535	0.160	มีการแจกแจงปกติ
2 มี.ค. 59	1.099	0.006	ไม่มีการแจกแจงปกติ
3 มี.ค. 59	0.574	0.127	มีการแจกแจงปกติ
4 มี.ค. 59	0.481	0.219	มีการแจกแจงปกติ
5 มี.ค. 59	0.590	0.117	มีการแจกแจงปกติ
6 มี.ค. 59	0.595	0.114	มีการแจกแจงปกติ
7 มี.ค. 59	0.603	0.109	มีการแจกแจงปกติ
8 มี.ค. 59	0.482	0.217	มีการแจกแจงปกติ
9 มี.ค. 59	0.897	0.020	ไม่มีการแจกแจงปกติ
10 มี.ค. 59	0.596	0.113	มีการแจกแจงปกติ
11 มี.ค. 59	0.436	0.283	มีการแจกแจงปกติ
12 มี.ค. 59	0.508	0.187	มีการแจกแจงปกติ
13 มี.ค. 59	0.425	0.300	มีการแจกแจงปกติ
14 มี.ค. 59	0.623	0.097	มีการแจกแจงปกติ
15 มี.ค. 59	0.833	0.029	ไม่มีการแจกแจงปกติ
16 มี.ค. 59	1.202	<0.005	ไม่มีการแจกแจงปกติ
17 มี.ค. 59	0.610	0.105	มีการแจกแจงปกติ
18 มี.ค. 59	0.542	0.153	มีการแจกแจงปกติ
19 มี.ค. 59	0.628	0.094	มีการแจกแจงปกติ
20 มี.ค. 59	1.421	<0.005	ไม่มีการแจกแจงปกติ
21 มี.ค. 59	0.763	0.043	ไม่มีการแจกแจงปกติ
22 มี.ค. 59	0.846	0.027	ไม่มีการแจกแจงปกติ
23 มี.ค. 59	0.922	0.017	ไม่มีการแจกแจงปกติ
24 มี.ค. 59	0.402	0.341	มีการแจกแจงปกติ
25 มี.ค. 59	0.410	0.327	มีการแจกแจงปกติ
26 มี.ค. 59	0.385	0.376	มีการแจกแจงปกติ
27 มี.ค. 59	0.842	0.027	ไม่มีการแจกแจงปกติ
28 มี.ค. 59	0.717	0.056	มีการแจกแจงปกติ
29 มี.ค. 59	0.774	0.040	ไม่มีการแจกแจงปกติ
30 มี.ค. 59	1.066	0.007	ไม่มีการแจกแจงปกติ
31 มี.ค. 59	0.539	0.156	มีการแจกแจงปกติ

จากตารางที่ 4.9 จะพบว่าข้อมูลของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทสี จากเครื่องจักรที่ 5 ของเดือนธันวาคม พ.ศ.2558 และเดือนมีนาคม พ.ศ.2559 ส่วนใหญ่ไม่มีการแจกแจงปกติ จึงจำเป็นต้องทำการแปลงข้อมูลของวันที่ข้อมูลไม่มีการแจกแจงปกติให้มีการแจกแจงปกติ โดยใช้วิธี Box-Cox แต่ไม่สามารถแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงปกติได้ จึงมาใช้วิธี Johnson ได้รูปแบบสมการในการแปลงข้อมูลดังตารางที่ 4.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

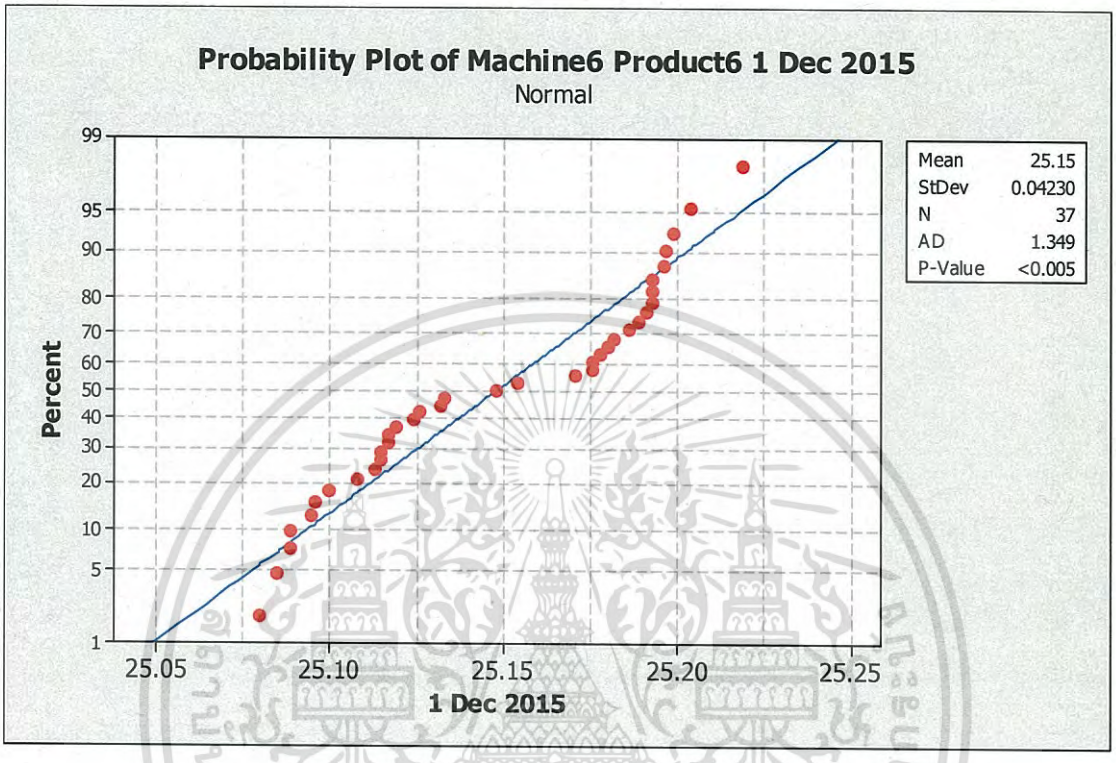
ตารางที่ 4.10 ผลการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson ของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทสี จากเครื่องจักรที่ 5 ของเดือนธันวาคม พ.ศ.2558 และเดือนมีนาคม พ.ศ.2559

วันที่ผลิต	สมการการแปลงแบบ Johnson
2 ธ.ค. 58	Y = -0.01 + 0.494 * Ln((X - 25.001) / (25.161 - X))
3 ธ.ค. 58	Y = -0.476 + 0.695 * Ln(X - 24.980) / (25.155 - X))
4 ธ.ค. 58	Y = 0.488 + 0.667 * Ln((X - 24.998) / (25.172 - X))
5 ธ.ค. 58	Y = -0.082 + 0.510 * Ln((X - 25.014) / (25.152 - X))
7 ธ.ค. 58	Y = -0.286 + 0.348 * Ln((X - 24.999) / (25.157 - X))
8 ธ.ค. 58	Y = 0.622 + 0.728 * Ln((X - 25.000) / (25.171 - X))
9 ธ.ค. 58	Y = 0.045 + 0.437 * Ln((X - 25.003) / (25.157 - X))
10 ธ.ค. 58	Y = 0.003 + 0.457 * Ln((X - 24.999) / (25.162 - X))
11 ธ.ค. 58	Y = 0.067 + 0.688 * Ln((X - 24.996) / (25.157 - X))
12 ธ.ค. 58	Y = 0.066 + 0.505 * Ln((X - 25.000) / (25.162 - X))
13 ธ.ค. 58	Y = -0.271 + 0.499 * Ln((X - 25.007) / (25.161 - X))
14 ธ.ค. 58	Y = 0.045 + 0.438 * Ln((X - 25.004) / (25.153 - X))
15 ธ.ค. 58	Y = -0.298 + 0.484 * Ln((X - 25.000) / (25.157 - X))
18 ธ.ค. 58	Y = -0.526 + 0.859 * Asinh((X - 25.039) / 0.023)
19 ธ.ค. 58	Y = 0.712 + 0.782 * Ln((X - 24.998) / (25.195 - X))
21 ธ.ค. 58	Y = -0.000 + 0.484 * Ln((X - 24.999) / (25.135 - X))
24 ธ.ค. 58	Y = 0.028 + 0.480 * Ln((X - 24.997) / (25.149 - X))
26 ธ.ค. 58	Y = 0.154 + 0.467 * Ln((X - 24.999) / (25.148 - X))
27 ธ.ค. 58	Y = -0.113 + 0.528 * Ln((X - 25.004) / (25.144 - X))
28 ธ.ค. 58	Y = 0.333 + 0.636 * Ln((X - 25.010) / (25.162 - X))
2 มี.ค. 59	Y = 0.061 + 0.508 * Ln((X - 25.076) / (25.207 - X))
9 มี.ค. 59	Y = 0.419 + 0.626 * Ln((X - 25.075) / (25.214 - X))
15 มี.ค. 59	Y = 0.385 + 0.589 * Ln((X - 25.075) / (25.209 - X))
16 มี.ค. 59	Y = 0.472 + 0.511 * Ln((X - 25.076) / (25.215 - X))
20 มี.ค. 59	Y = -0.092 + 0.422 * Ln((X - 25.076) / (25.210 - X))
21 มี.ค. 59	Y = -0.124 + 0.544 * Ln((X - 25.068) / (25.213 - X))
22 มี.ค. 59	Y = 0.156 + 0.543 * Ln((X - 25.074) / (25.214 - X))
23 มี.ค. 59	Y = 0.820 + 0.884 * Ln((X - 25.067) / (25.280 - X))
27 มี.ค. 59	Y = 0.110 + 0.566 * Ln((X - 25.077) / (25.207 - X))
29 มี.ค. 59	Y = 0.053 + 0.499 * Ln((X - 25.074) / (25.211 - X))
30 มี.ค. 59	Y = 0.441 + 0.980 * Asinh((X - 25.169) / 0.022)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.6 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทสี จากเครื่องจักรที่ 6

4.1.6.1 ผลการทดสอบของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทสี จากเครื่องจักรที่ 6 ของวันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ.2558

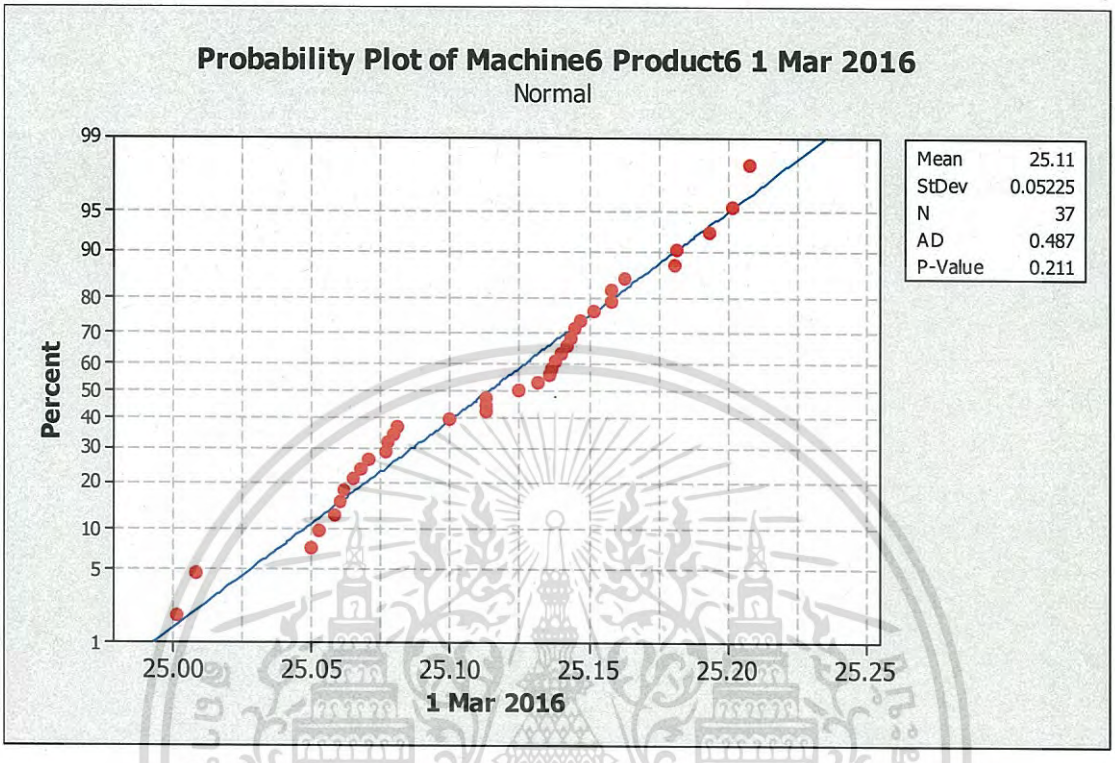


รูปที่ 4.11 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทสี จากเครื่องจักรที่ 6 ของวันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ.2558

จากรูปที่ 4.11 จะเห็นว่าข้อมูลส่วนใหญ่จะไม่อยู่รอบๆ เส้นตรง และจากการทดสอบโดยใช้วิธี Anderson-Darling จะได้ค่า AD = 1.349 และค่า P-value < 0.005 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 แสดงว่า ข้อมูลของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทสี จากเครื่องจักรที่ 6 ของวันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ.2558 ไม่มีการแจกแจงปกติ ที่ α = 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.6.2 ผลการทดสอบของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทสี จากเครื่องจักรที่ 6 ของวันที่ 1 มีนาคม พ.ศ.2559



รูปที่ 4.12 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทสี จากเครื่องจักรที่ 6 ของวันที่ 1 มีนาคม พ.ศ.2559

จากรูปที่ 4.12 จะเห็นว่าข้อมูลส่วนใหญ่จะอยู่รอบๆ เส้นตรง และจากการทดสอบโดยใช้วิธี Anderson-Darling จะได้ค่า AD = 0.487 และค่า P-value = 0.211 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 แสดงว่า ข้อมูลของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทสี จากเครื่องจักรที่ 6 ของวันที่ 1 มีนาคม พ.ศ.2559 มีการแจกแจงปกติ ที่ α = 0.05

ในทำนองเดียวกัน เมื่อทำการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทสี จากเครื่องจักรที่ 6 ในเดือนธันวาคม พ.ศ.2558 และเดือนมีนาคม พ.ศ.2559 สามารถแสดงดังตารางต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทสี จากเครื่องจักรที่ 6 ของเดือนธันวาคม พ.ศ.2558 และเดือนมีนาคม พ.ศ.2559

วันที่ผลิต	ค่า AD	p-value	การสรุปผล
1 ธ.ค. 58	1.349	<0.005	ไม่มีการแจกแจงปกติ
2 ธ.ค. 58	0.469	0.235	มีการแจกแจงปกติ
3 ธ.ค. 58	0.632	0.092	มีการแจกแจงปกติ
4 ธ.ค. 58	0.432	0.290	มีการแจกแจงปกติ
5 ธ.ค. 58	0.382	0.381	มีการแจกแจงปกติ
6 ธ.ค. 58	0.562	0.136	มีการแจกแจงปกติ
7 ธ.ค. 58	0.715	0.057	มีการแจกแจงปกติ
8 ธ.ค. 58	0.640	0.088	มีการแจกแจงปกติ
9 ธ.ค. 58	0.478	0.223	มีการแจกแจงปกติ
10 ธ.ค. 58	0.384	0.377	มีการแจกแจงปกติ
11 ธ.ค. 58	0.913	0.018	ไม่มีการแจกแจงปกติ
12 ธ.ค. 58	0.292	0.588	มีการแจกแจงปกติ
13 ธ.ค. 58	0.368	0.411	มีการแจกแจงปกติ
14 ธ.ค. 58	0.677	0.071	มีการแจกแจงปกติ
15 ธ.ค. 58	0.907	0.019	ไม่มีการแจกแจงปกติ
16 ธ.ค. 58	0.154	0.541	มีการแจกแจงปกติ
17 ธ.ค. 58	0.301	0.425	มีการแจกแจงปกติ
18 ธ.ค. 58	1.046	0.008	ไม่มีการแจกแจงปกติ
19 ธ.ค. 58	0.147	0.549	มีการแจกแจงปกติ
20 ธ.ค. 58	0.163	0.532	มีการแจกแจงปกติ
21 ธ.ค. 58	0.162	0.532	มีการแจกแจงปกติ
22 ธ.ค. 58	0.328	0.409	มีการแจกแจงปกติ
23 ธ.ค. 58	0.293	0.43	มีการแจกแจงปกติ
24 ธ.ค. 58	0.066	0.689	มีการแจกแจงปกติ
25 ธ.ค. 58	0.074	0.668	มีการแจกแจงปกติ
26 ธ.ค. 58	0.439	0.356	มีการแจกแจงปกติ
27 ธ.ค. 58	0.944	0.015	ไม่มีการแจกแจงปกติ
28 ธ.ค. 58	1.125	0.005	ไม่มีการแจกแจงปกติ
29 ธ.ค. 58	1.092	0.006	ไม่มีการแจกแจงปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 (ต่อ) ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทสี จากเครื่องจักรที่ 6 ของเดือนธันวาคม พ.ศ.2558 และเดือนมีนาคม พ.ศ.2559

วันที่ผลิต	ค่า AD	p-value	การสรุปผล
1 มี.ค. 59	0.487	0.211	มีการแจกแจงปกติ
2 มี.ค. 59	0.432	0.289	มีการแจกแจงปกติ
3 มี.ค. 59	0.218	0.827	มีการแจกแจงปกติ
4 มี.ค. 59	0.376	0.395	มีการแจกแจงปกติ
5 มี.ค. 59	0.780	0.039	ไม่มีการแจกแจงปกติ
6 มี.ค. 59	0.376	0.395	มีการแจกแจงปกติ
7 มี.ค. 59	0.989	0.012	ไม่มีการแจกแจงปกติ
8 มี.ค. 59	0.423	0.304	มีการแจกแจงปกติ
9 มี.ค. 59	0.490	0.208	มีการแจกแจงปกติ
10 มี.ค. 59	1.301	<0.005	ไม่มีการแจกแจงปกติ
11 มี.ค. 59	0.499	0.197	มีการแจกแจงปกติ
12 มี.ค. 59	0.730	0.052	มีการแจกแจงปกติ
13 มี.ค. 59	0.204	0.864	มีการแจกแจงปกติ
14 มี.ค. 59	1.288	<0.005	ไม่มีการแจกแจงปกติ
15 มี.ค. 59	0.423	0.305	มีการแจกแจงปกติ
16 มี.ค. 59	0.707	0.060	มีการแจกแจงปกติ
17 มี.ค. 59	1.315	<0.005	ไม่มีการแจกแจงปกติ
18 มี.ค. 59	0.365	0.419	มีการแจกแจงปกติ
19 มี.ค. 59	0.332	0.502	มีการแจกแจงปกติ
20 มี.ค. 59	0.762	0.043	ไม่มีการแจกแจงปกติ
21 มี.ค. 59	1.013	0.010	ไม่มีการแจกแจงปกติ
22 มี.ค. 59	0.578	0.124	มีการแจกแจงปกติ
23 มี.ค. 59	0.817	0.032	ไม่มีการแจกแจงปกติ
24 มี.ค. 59	1.778	<0.005	ไม่มีการแจกแจงปกติ
25 มี.ค. 59	0.538	0.157	มีการแจกแจงปกติ
26 มี.ค. 59	0.207	0.859	มีการแจกแจงปกติ
27 มี.ค. 59	1.368	<0.005	ไม่มีการแจกแจงปกติ
28 มี.ค. 59	0.849	0.026	ไม่มีการแจกแจงปกติ
29 มี.ค. 59	1.429	<0.005	ไม่มีการแจกแจงปกติ
30 มี.ค. 59	0.669	0.074	มีการแจกแจงปกติ
31 มี.ค. 59	0.667	0.075	มีการแจกแจงปกติ

จากตารางที่ 4.11 จะพบว่าข้อมูลของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทสี จากเครื่องจักรที่ 6 ของเดือนธันวาคม พ.ศ.2558 และเดือนมีนาคม พ.ศ.2559 ส่วนใหญ่ไม่มีการแจกแจงปกติ จึงจำเป็นต้องทำการแปลงข้อมูลของวันที่ข้อมูลไม่มีการแจกแจงปกติให้มีการแจกแจงปกติ โดยใช้วิธี Box-Cox แต่ไม่สามารถแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงปกติได้ จึงมาใช้วิธี Johnson ได้รูปแบบสมการในการแปลงข้อมูลดังตารางที่ 4.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.12 ผลการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson ของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทสี จากเครื่องจักรที่ 6 ของเดือนธันวาคม พ.ศ.2558 และเดือนมีนาคม พ.ศ.2559

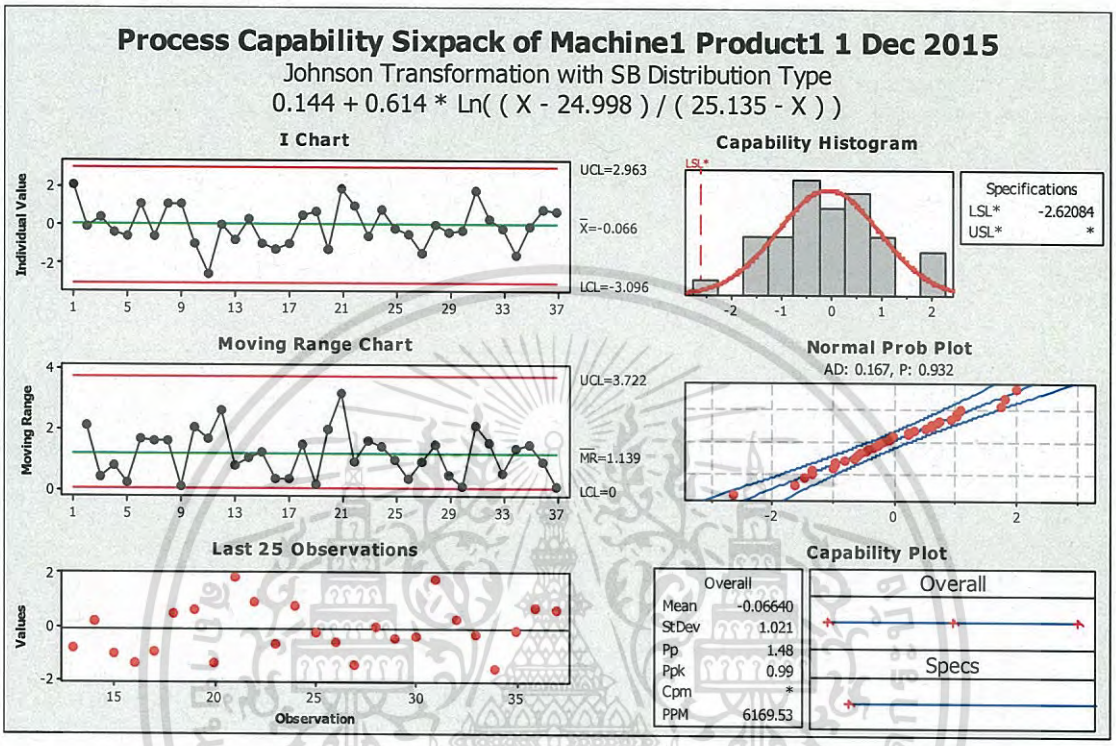
วันที่ผลิต	สมการการแปลงแบบ Johnson
1 ธ.ค. 58	Y = -0.007 + 0.608 * Ln((X - 25.078) / (25.221 - X))
11 ธ.ค. 58	Y = 0.122 + 0.509 * Ln((X - 25.085) / (25.220 - X))
15 ธ.ค. 58	Y = -0.117 + 0.493 * Ln((X - 25.083) / (25.221 - X))
18 ธ.ค. 58	Y = -0.098 + 0.366 * Ln((X - 25.034) / (25.144 - X))
27 ธ.ค. 58	Y = 0.117 + 0.420 * Ln((X - 25.039) / (25.155 - X))
28 ธ.ค. 58	Y = 0.112 + 0.497 * Ln((X - 25.039) / (25.151 - X))
29 ธ.ค. 58	Y = 0.244 + 0.667 * Ln((X - 25.030) / (25.159 - X))
5 มี.ค. 59	Y = -0.413 + 0.529 * Ln((X - 24.994) / (25.212 - X))
7 มี.ค. 59	Y = -0.171 + 0.464 * Ln((X - 25.043) / (25.207 - X))
10 มี.ค. 59	Y = 0.094 + 0.476 * Ln((X - 25.051) / (25.211 - X))
14 มี.ค. 59	Y = -1.099 + 0.747 * Ln((X - 24.953) / (25.212 - X))
17 มี.ค. 59	Y = -0.290 + 0.496 * Ln((X - 25.001) / (25.210 - X))
20 มี.ค. 59	Y = 4.957 + 2.572 * Ln(X - 24.968)
23 มี.ค. 59	Y = -0.262 + 0.811 * Ln((X - 25.004) / (25.214 - X))
24 มี.ค. 59	Y = 0.274 + 0.400 * Ln((X - 25.042) / (25.205 - X))
27 มี.ค. 59	Y =-0.435 + 0.492 * Ln((X - 24.998) / (25.196 - X))
28 มี.ค. 59	Y = -0.292 + 0.566 * Ln((X - 25.019) / (25.210 - X))
29 มี.ค. 59	Y = -0.470 + 0.490 * Ln((X - 25.007) / (25.207 - X))

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักเม็ดพลาสติก

4.2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทใส จากเครื่องจักรที่ 1

4.2.1.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทใส จากเครื่องจักรที่ 1 ของวันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ.2558



รูปที่ 4.13 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทใส จากเครื่องจักรที่ 1 ของวันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ.2558

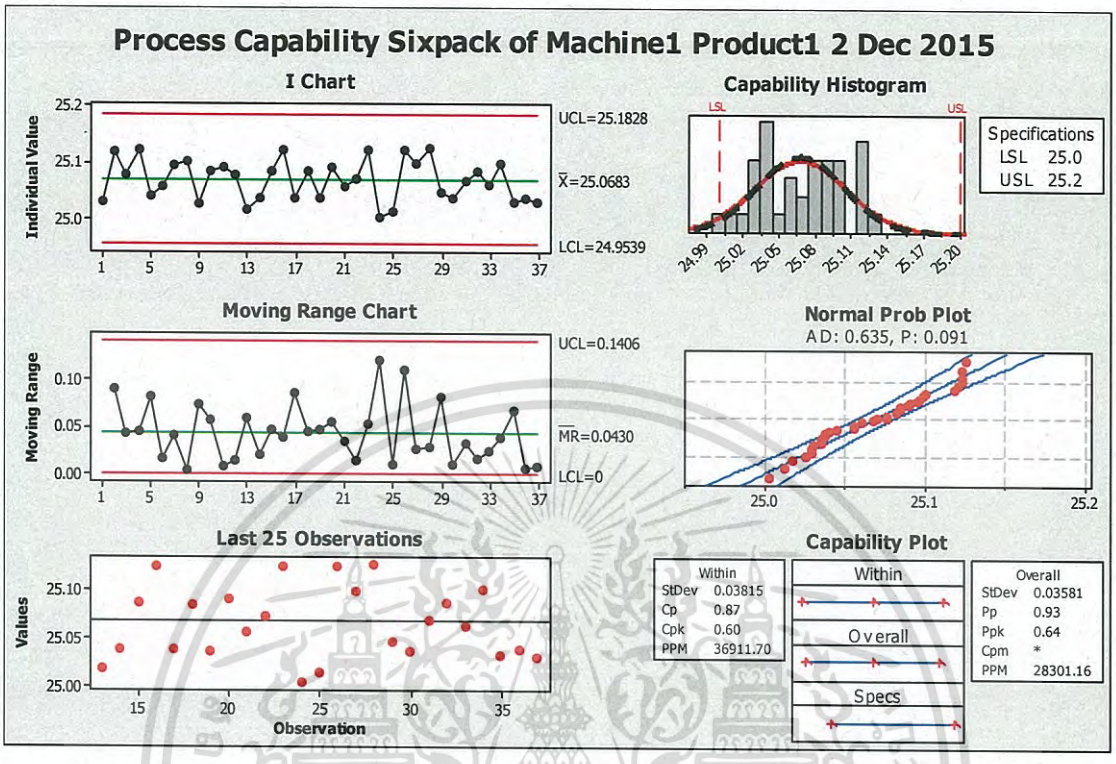
สำหรับข้อมูลน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทใส จากเครื่องจักรที่ 1 ของวันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ.2558 เป็นข้อมูลที่ไม่มีการแจกแจงปกติ ทำการแปลงข้อมูลโดยใช้วิธี Box-Cox แต่ไม่สามารถแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงปกติได้ จึงทำการแปลงข้อมูลโดยใช้วิธี Johnson สามารถแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงปกติได้ ด้วยสมการ $Y = 0.144 + 0.614 * \mathrm{Ln}((X - 24.998)/(25.135 - X))$

จากรูปที่ 4.13 เมื่อทำการแปลงข้อมูลแล้ว พบว่า ไม่มีจุดตกนอกขีดจำกัดควบคุมด้านบนหรือด้านล่างของทั้งแผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ แสดงว่ากระบวนการผลิตสามารถควบคุมได้

ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะยาว (P_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.99 และค่า PPM ในระยะยาว มีค่าเท่ากับ 6169.53 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะยาวยังอยู่ในระดับที่ไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดเท่ากับ 0.6170

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทใส จากเครื่องจักรที่ 1 ของวันที่ 2 ธันวาคม พ.ศ.2558



รูปที่ 4.14 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทใส จากเครื่องจักรที่ 1 ของวันที่ 2 ธันวาคม พ.ศ.2558

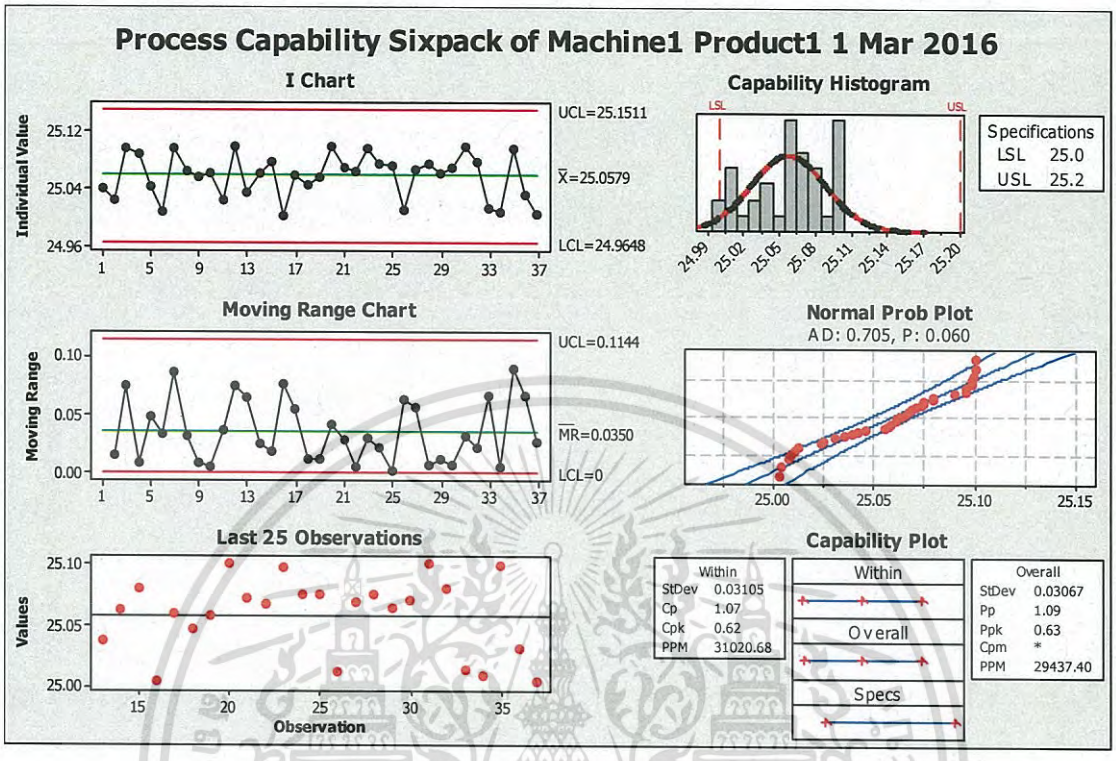
จากรูปที่ 4.14 พบว่า ไม่มีจุดตกนอกขีดจำกัดควบคุมด้านบนหรือด้านล่างของทั้งแผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ แสดงว่ากระบวนการผลิตสามารถควบคุมได้

ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.60 และค่า PPM ในระยะสั้น มีค่าเท่ากับ 36911.70 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะสั้นยังอยู่ในระดับที่ไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดเท่ากับ 3.6912

ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะยาว (P_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.64 และค่า PPM ในระยะยาว มีค่าเท่ากับ 28301.16 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะยาวยังอยู่ในระดับที่ไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดเท่ากับ 2.8301

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทใส จากเครื่องจักรที่ 1 ของวันที่ 1 มีนาคม พ.ศ.2559



รูปที่ 4.15 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทใส จากเครื่องจักรที่ 1 ของวันที่ 1 มีนาคม พ.ศ.2559

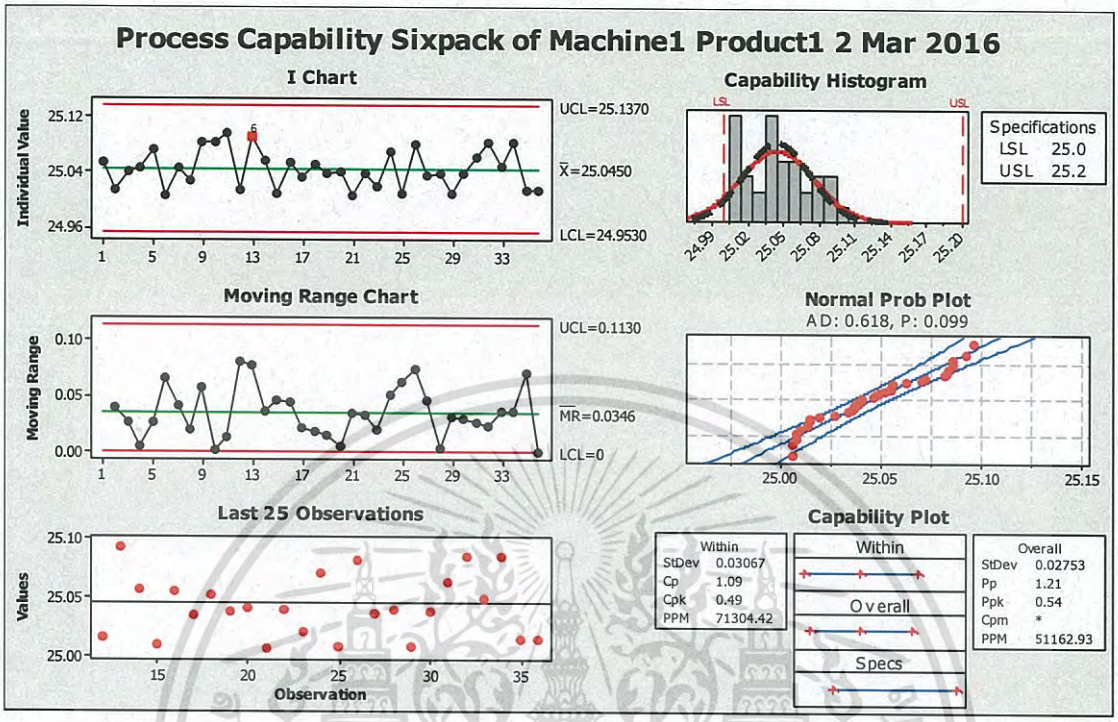
จากรูปที่ 4.15 พบว่า ไม่มีจุดตกนอกขีดจำกัดควบคุมด้านบนหรือด้านล่างของทั้งแผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ แสดงว่ากระบวนการผลิตสามารถควบคุมได้

ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.62 และค่า PPM ในระยะสั้น มีค่าเท่ากับ 31020.68 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะสั้นยังอยู่ในระดับที่ไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดเท่ากับ 3.1021

ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะยาว (P_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.63 และค่า PPM ในระยะยาว มีค่าเท่ากับ 29437.40 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะยาวยังอยู่ในระดับที่ไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดเท่ากับ 2.9437

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทใส จากเครื่องจักรที่ 1 ของวันที่ 2 มีนาคม พ.ศ.2559



รูปที่ 4.16 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทใส จากเครื่องจักรที่ 1 ของวันที่ 2 มีนาคม พ.ศ.2559

^{6} หมายถึง มีจุดพิกัด 4 ใน 5 จุดที่ต่อเนื่องกันตกอยู่นอกเส้น 1σ จากเส้นกึ่งกลาง

จากรูปที่ 4.16 พบว่า ไม่มีจุดตกนอกขีดจำกัดควบคุมด้านบนหรือด้านล่างของแผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยว แต่มีจุดที่ 9-13 มีลักษณะที่ควบคุมไม่ได้ คือ มีจุดพิกัด 4 ใน 5 จุดที่ต่อเนื่องกันตกอยู่นอกเส้น 1σ จากเส้นกึ่งกลาง สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ พบว่าไม่มีจุดตกนอกขีดจำกัดควบคุมด้านบนหรือด้านล่าง แสดงว่ากระบวนการผลิตยังไม่สามารถควบคุมได้

ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.49 และค่า PPM ในระยะสั้น มีค่าเท่ากับ 71304.42 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะสั้นยังอยู่ในระดับที่ไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดเท่ากับ 7.1304

ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะยาว (P_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.54 และค่า PPM ในระยะยาว มีค่าเท่ากับ 51162.93 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะยาวยังอยู่ในระดับที่ไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดเท่ากับ 5.1163

ในทำนองเดียวกัน ทำการหาแผนภูมิควบคุมคุณภาพ ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น (C_{pk}) ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะยาว (P_{pk}) และค่า PPM ทั้งระยะสั้นและระยะยาว ของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทใส จากเครื่องจักรที่ 1 ในเดือนธันวาคม พ.ศ.2558 และเดือนมีนาคม พ.ศ.2559 สามารถแสดงดังตารางต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.13 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทใส จากเครื่องจักรที่ 1 เดือนธันวาคม พ.ศ.2558

วันที่ผลิต	X - chart ขีดจำกัดควบคุม		MR - chart ขีดจำกัดควบคุม		ลักษณะการควบคุม	ระยะสั้น		ระยะยาว	
	LCL	UCL	LCL	UCL		C_{pk}	ร้อยละตกนอก	P_{pk}	ร้อยละตกนอก
1 ธ.ค. 58	-3.096	2.963	0	3.722	สามารถควบคุมได้			0.99	0.6170
2 ธ.ค. 58	24.9539	25.1828	0	0.1406	สามารถควบคุมได้	0.60	3.6911	0.64	2.8301
3 ธ.ค. 58	24.9438	25.1913	0	0.1521	ไม่สามารถควบคุมได้	0.55	5.1452	0.62	3.2642
4 ธ.ค. 58	24.9391	25.1873	0	0.1524	สามารถควบคุมได้	0.51	6.3668	0.63	2.8739
5 ธ.ค. 58	24.9432	25.1700	0	0.1393	สามารถควบคุมได้	0.50	6.7245	0.54	5.1688
6 ธ.ค. 58	24.9522	25.1795	0	0.1396	สามารถควบคุมได้	0.58	4.1275	0.52	5.8658
7 ธ.ค. 58	-3.272	3.157	0	3.949	สามารถควบคุมได้			1.04	0
8 ธ.ค. 58	24.9289	25.2061	0	0.1703	ไม่สามารถควบคุมได้	0.49	7.4070	0.55	5.0036
9 ธ.ค. 58	-2.852	2.790	0	3.466	ไม่สามารถควบคุมได้			1.01	0.01
10 ธ.ค. 58	24.9490	25.1722	0	0.1371	สามารถควบคุมได้	0.54	5.1830	0.60	3.5265
11 ธ.ค. 58	-3.495	3.512	0	4.304	สามารถควบคุมได้			0.99	0.6906
12 ธ.ค. 58	24.9470	25.1909	0	0.1498	สามารถควบคุมได้	0.57	4.5647	0.68	2.0930
13 ธ.ค. 58	24.9636	25.1966	0	0.1431	ไม่สามารถควบคุมได้	0.69	2.0606	0.75	1.5054
14 ธ.ค. 58	-2.811	2.944	0	3.535	ไม่สามารถควบคุมได้			1.15	0
15 ธ.ค. 58	-2.981	2.975	0	3.659	ไม่สามารถควบคุมได้			1.09	0

ตารางที่ 4.13 (ต่อ) แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทใส จากเครื่องจักรที่ 1 เดือนธันวาคม พ.ศ.2558

วันที่ผลิต	X - chart ขีดจำกัดควบคุม		MR - chart ขีดจำกัดควบคุม		ลักษณะการควบคุม	ระยะสั้น		ระยะยาว	
	LCL	UCL	LCL	UCL		C_{pk}	ร้อยละตกนอก	P_{pk}	ร้อยละตกนอก
16 ธ.ค. 58	-2.822	2.670	0	3.374	สามารถควบคุมได้			1.14	0
17 ธ.ค. 58	24.9567	25.2093	0	0.1551	สามารถควบคุมได้	0.66	2.7018	0.72	1.6112
18 ธ.ค. 58	24.9242	25.2242	0	0.1842	สามารถควบคุมได้	0.49	7.4817	0.55	5.0661
19 ธ.ค. 58	-3.409	3.381	0	4.171	สามารถควบคุมได้			0.97	0.8576
20 ธ.ค. 58	-3.313	3.351	0	4.093	ไม่สามารถควบคุมได้			0.94	1.6877
21 ธ.ค. 58	24.9456	25.2237	0	0.1708	สามารถควบคุมได้	0.61	4.0296	0.63	3.3168
22 ธ.ค. 58	-2.727	2.674	0	3.301	สามารถควบคุมได้			1.01	0.0123
23 ธ.ค. 58	-2.467	2.544	0	3.078	ไม่สามารถควบคุมได้			0.99	0.7189
24 ธ.ค. 58	24.9567	25.1639	0	0.1272	สามารถควบคุมได้	0.58	4.0363	0.50	6.8752
25 ธ.ค. 58	-2.896	2.922	0	3.573	สามารถควบคุมได้			0.95	1.1655
26 ธ.ค. 58	24.9430	25.1887	0	0.1509	สามารถควบคุมได้	0.54	5.4518	0.54	5.1580
27 ธ.ค. 58	-2.822	2.889	0	3.508	สามารถควบคุมได้			0.99	0.5241
28 ธ.ค. 58	24.9478	25.1684	0	0.1355	สามารถควบคุมได้	0.53	5.7055	0.53	5.4333
29 ธ.ค. 58	24.9269	25.208	0	0.1727	สามารถควบคุมได้	0.48	7.7396	0.50	7.0398

จากตารางที่ 4.13 จะเห็นว่า กรณีที่มีการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson ค่าขีดจำกัดควบคุมที่ได้ใน X - chart และ MR - chart ไม่สามารถอธิบายความหมายได้ ในส่วนของกระบวนการผลิตส่วนใหญ่สามารถควบคุมได้ ค่า C_{pk} มีค่าน้อยกว่า 1 ส่วนค่า P_{pk} ส่วนใหญ่มีค่าน้อยกว่า 1 และร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดทั้งระยะสั้นและระยะยาวส่วนใหญ่มีไม่มาก แต่ก็ถือได้ว่า สมรรถนะของกระบวนการผลิตยังไม่อยู่ในระดับที่ดี

ตารางที่ 4.14 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทใส จากเครื่องจักรที่ 1 เดือนมีนาคม พ.ศ.2559

วันที่ผลิต	X - chart ขีดจำกัดควบคุม		MR - chart ขีดจำกัดควบคุม		ลักษณะการควบคุม	ระยะสั้น		ระยะยาว	
	LCL	UCL	LCL	UCL		C_{pk}	ร้อยละตกนอก	P_{pk}	ร้อยละตกนอก
1 มี.ค. 59	24.9648	25.1511	0	0.1144	สามารถควบคุมได้	0.62	3.1020	0.63	2.9437
2 มี.ค. 59	24.9530	25.1370	0	0.1130	ไม่สามารถควบคุมได้	0.49	7.1304	0.54	5.1162
3 มี.ค. 59	24.9401	25.1632	0	0.1370	ไม่สามารถควบคุมได้	0.46	8.2423	0.57	4.3924
4 มี.ค. 59	-2.707	2.782	0	3.372	สามารถควบคุมได้			0.98	0.9317
5 มี.ค. 59	-2.252	2.527	0	3.106	สามารถควบคุมได้			0.96	3.1557
6 มี.ค. 59	24.9506	25.1342	0	0.1128	สามารถควบคุมได้	0.46	8.3110	0.56	4.7533
7 มี.ค. 59	24.9760	25.1261	0	0.0922	สามารถควบคุมได้	0.68	2.0701	0.62	3.2266
8 มี.ค. 59	-3.334	3.332	0	4.093	ไม่สามารถควบคุมได้			1.02	0
9 มี.ค. 59	24.9703	25.1345	0	0.1008	ไม่สามารถควบคุมได้	0.64	2.7695	0.62	3.242
10 มี.ค. 59	24.9506	25.1535	0	0.1246	สามารถควบคุมได้	0.51	6.1754	0.62	3.2012
11 มี.ค. 59	24.9532	25.1288	0	0.1079	ไม่สามารถควบคุมได้	0.47	8.0725	0.47	7.9551
12 มี.ค. 59	24.9495	25.1463	0	0.1209	ไม่สามารถควบคุมได้	0.49	7.2139	0.54	5.2552
13 มี.ค. 59	24.9728	25.1278	0	0.0952	ไม่สามารถควบคุมได้	0.65	2.5824	0.59	3.8380
14 มี.ค. 59	24.9567	25.1303	0	0.1066	ไม่สามารถควบคุมได้	0.50	6.6433	0.47	7.7082
15 มี.ค. 59	24.9649	25.1319	0	0.1026	สามารถควบคุมได้	0.58	4.1057	0.6	3.5639
16 มี.ค. 59	-3.316	3.236	0	4.025	ไม่สามารถควบคุมได้			0.99	1.0824

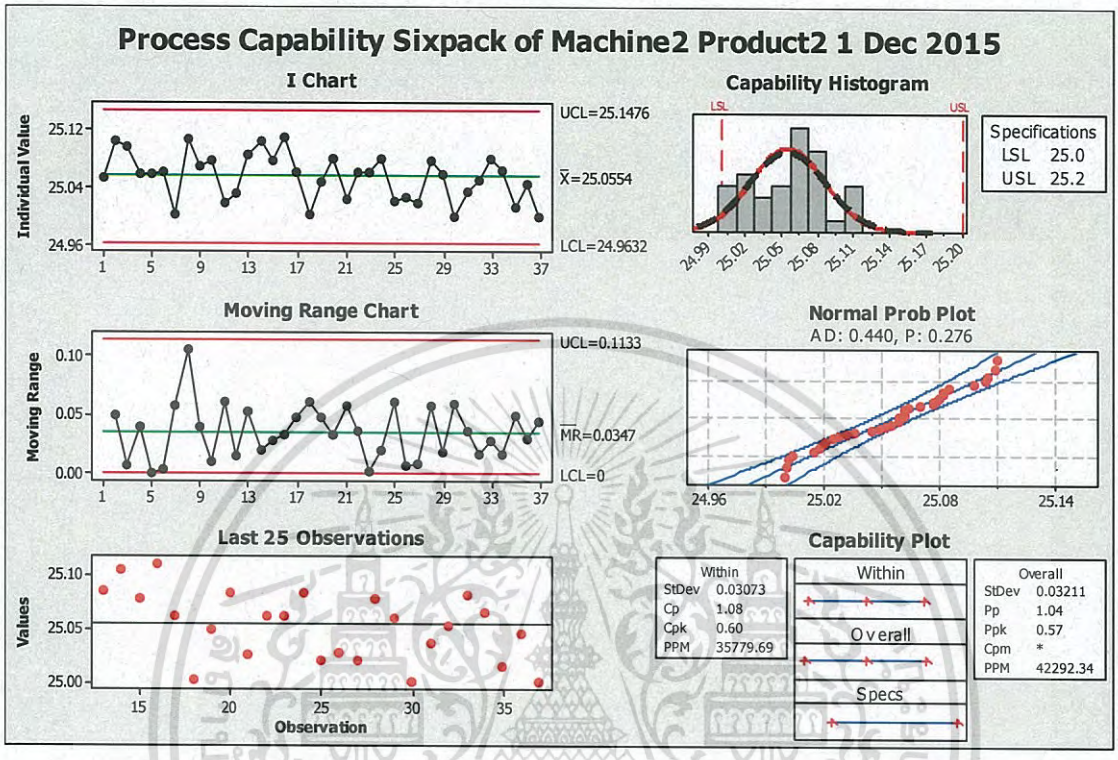
ตารางที่ 4.14 (ต่อ) แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทใส จากเครื่องจักรที่ 1 เดือนมีนาคม พ.ศ.2559

วันที่ผลิต	X - chart ขีดจำกัดควบคุม		MR - chart ขีดจำกัดควบคุม		ลักษณะการควบคุม	ระยะสั้น		ระยะยาว	
	LCL	UCL	LCL	UCL		C_{pk}	ร้อยละตกนอก	P_{pk}	ร้อยละตกนอก
17 มี.ค. 59	-3.322	3.944	0	3.944	สามารถควบคุมได้			0.98	0.8545
18 มี.ค. 59	24.9561	25.1456	0	0.1164	สามารถควบคุมได้	0.54	5.3802	0.59	3.8961
19 มี.ค. 59	-2.8410	3.5340	0	3.5340	ไม่สามารถควบคุมได้			1.02	0
20 มี.ค. 59	-3.303	4.139	0	4.139	สามารถควบคุมได้			1.23	0
21 มี.ค. 59	24.9585	25.1318	0	0.1085	สามารถควบคุมได้	0.52	5.8961	0.54	5.4082
22 มี.ค. 59	24.9660	25.1315	0	0.1017	ไม่สามารถควบคุมได้	0.59	3.8668	0.58	4.0258
23 มี.ค. 59	24.9623	25.1343	0	0.1057	สามารถควบคุมได้	0.56	4.6114	0.58	4.1301
24 มี.ค. 59	-3.183	3.456	0	4.078	สามารถควบคุมได้			1.05	0
25 มี.ค. 59	24.9372	25.1453	0	0.1217	สามารถควบคุมได้	0.47	8.0818	0.54	5.1836
26 มี.ค. 59	24.9193	25.1218	0	0.0937	สามารถควบคุมได้	0.60	3.6484	0.64	2.7338
27 มี.ค. 59	24.9590	25.1459	0	0.1148	ไม่สามารถควบคุมได้	0.56	4.6090	0.61	3.3185
28 มี.ค. 59	-2.957	2.907	0	3.602	สามารถควบคุมได้			0.99	0.8666
29 มี.ค. 59	-2.958	2.921	0	3.611	ไม่สามารถควบคุมได้			1.00	0.0835
30 มี.ค. 59	-3.258	3.377	0	4.076	สามารถควบคุมได้			1.08	0
31 มี.ค. 59	-2.845	2.701	0	3.407	ไม่สามารถควบคุมได้			1.05	0

จากตารางที่ 4.14 จะเห็นว่า กรณีที่มีการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson ค่าขีดจำกัดควบคุมที่ได้ใน X - chart และ MR - chart ไม่สามารถอธิบายความหมายได้ ในส่วนของกระบวนการผลิตส่วนใหญ่สามารถควบคุมได้ ค่า C_{pk} มีค่าน้อยกว่า 1 ส่วนค่า P_{pk} ส่วนใหญ่มีค่าน้อยกว่า 1 และร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดทั้งระยะสั้นและระยะยาวส่วนใหญ่มีไม่มาก แต่ก็ถือได้ว่า สมรรถนะของกระบวนการผลิตยังไม่อยู่ในระดับที่ดี

4.2.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทใส จากเครื่องจักรที่ 2

4.2.2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทใส จากเครื่องจักรที่ 2 ของวันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ.2558



รูปที่ 4.17 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทใส จากเครื่องจักรที่ 2 ของวันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ.2558

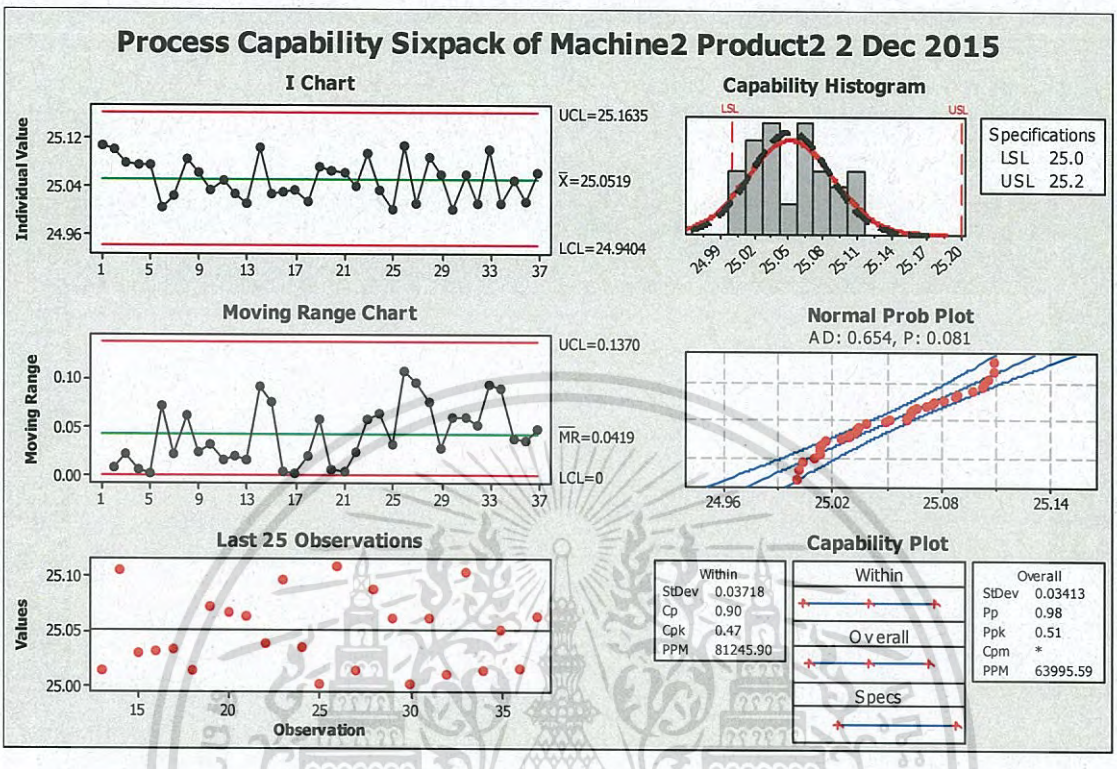
จากรูปที่ 4.17 พบว่า ไม่มีจุดตกนอกขีดจำกัดควบคุมด้านบนหรือด้านล่างของทั้งแผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ แสดงว่ากระบวนการผลิตสามารถควบคุมได้

ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.60 และค่า PPM ในระยะสั้น มีค่าเท่ากับ 35779.69 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะสั้นยังอยู่ในระดับที่ไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดเท่ากับ 3.5780

ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะยาว (P_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.57 และค่า PPM ในระยะยาว มีค่าเท่ากับ 42292.34 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะยาวยังอยู่ในระดับที่ไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดเท่ากับ 4.2292

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทใส จากเครื่องจักรที่ 2 ของวันที่ 2 ธันวาคม พ.ศ.2558



รูปที่ 4.18 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทใส จากเครื่องจักรที่ 2 ของวันที่ 2 ธันวาคม พ.ศ.2558

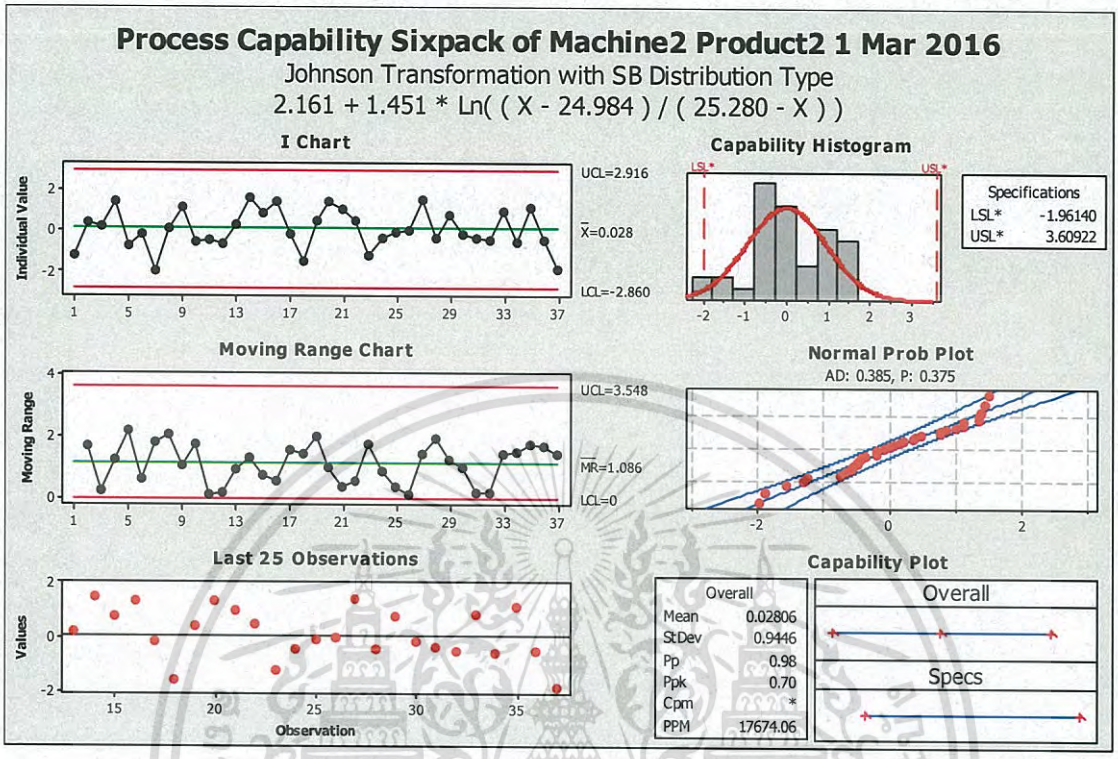
จากรูปที่ 4.18 พบว่า ไม่มีจุดตกนอกขีดจำกัดควบคุมด้านบนหรือด้านล่างของทั้งแผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ แสดงว่ากระบวนการผลิตสามารถควบคุมได้

ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.47 และค่า PPM ในระยะสั้น มีค่าเท่ากับ 81245.90 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะสั้นยังอยู่ในระดับที่ไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดเท่ากับ 8.1246

ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะยาว (P_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.51 และค่า PPM ในระยะยาว มีค่าเท่ากับ 63995.59 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะยาวยังอยู่ในระดับที่ไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดเท่ากับ 6.3996

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทใส จากเครื่องจักรที่ 2 ของวันที่ 1 มีนาคม พ.ศ.2559



รูปที่ 4.19 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทใส จากเครื่องจักรที่ 2 ของวันที่ 1 มีนาคม พ.ศ.2559

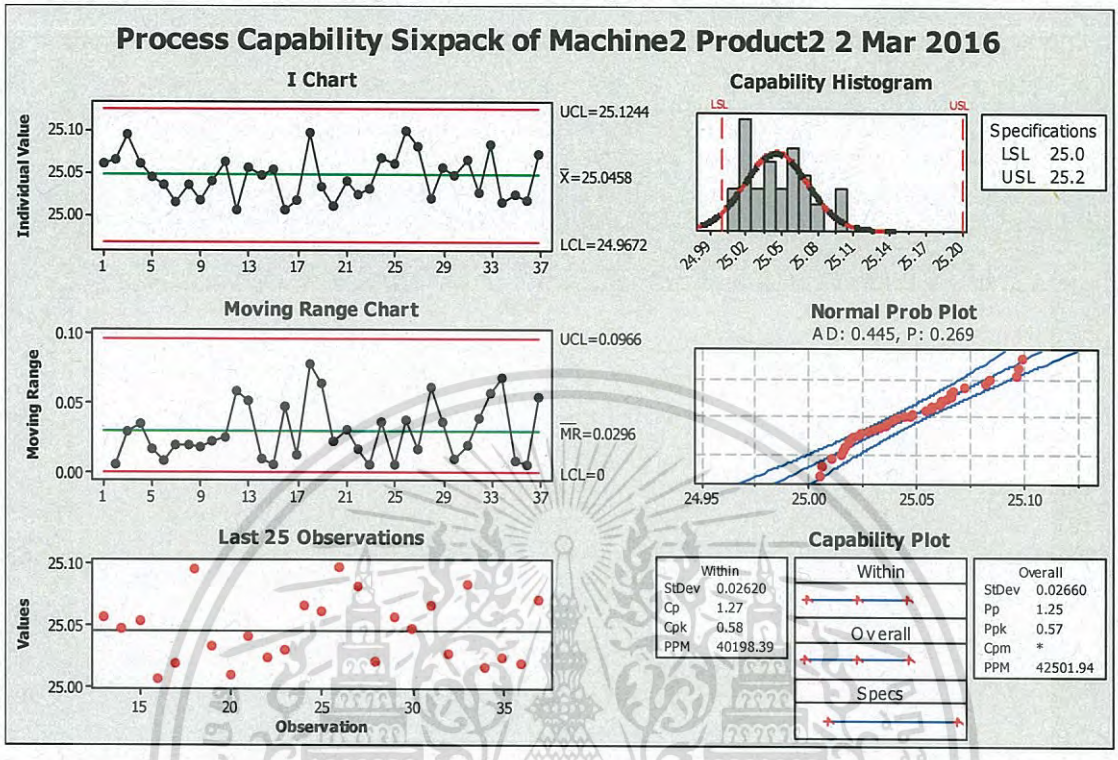
สำหรับข้อมูลน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทใส จากเครื่องจักรที่ 2 ของวันที่ 1 มีนาคม พ.ศ.2559 เป็นข้อมูลที่ไม่มีการแจกแจงปกติ ทำการแปลงข้อมูลโดยใช้วิธี Box-Cox แต่ไม่สามารถแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงปกติได้ จึงทำการแปลงข้อมูลโดยใช้วิธี Johnson สามารถแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงปกติได้ ด้วยสมการ $Y = 2.161 + 1.451 * \mathrm{Ln}((X - 24.998) / (25.280 - X))$

จากรูปที่ 4.19 เมื่อทำการแปลงข้อมูลแล้ว พบว่า ไม่มีจุดตกนอกขีดจำกัดควบคุมด้านบนหรือด้านล่างของทั้งแผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ แสดงว่ากระบวนการผลิตสามารถควบคุมได้

ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะยาว (P_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.70 และค่า PPM ในระยะยาว มีค่าเท่ากับ 17674.06 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะยาวยังอยู่ในระดับที่ไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดเท่ากับ 1.7674

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทใส จากเครื่องจักรที่ 2 ของวันที่ 2 มีนาคม พ.ศ.2559



รูปที่ 4.20 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทใส จากเครื่องจักรที่ 2 ของวันที่ 2 มีนาคม พ.ศ.2559

จากรูปที่ 4.20 พบว่า ไม่มีจุดตกนอกขีดจำกัดควบคุมด้านบนหรือด้านล่างของทั้งแผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ แสดงว่ากระบวนการผลิตสามารถควบคุมได้

ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.58 และค่า PPM ในระยะสั้น มีค่าเท่ากับ 40198.39 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะสั้นยังอยู่ในระดับที่ไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดเท่ากับ 4.0198

ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะยาว (P_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.57 และค่า PPM ในระยะยาว มีค่าเท่ากับ 42501.94 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะยาวยังอยู่ในระดับที่ไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดเท่ากับ 4.2502

ในทำนองเดียวกัน ทำการหาแผนภูมิควบคุมคุณภาพ ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น (C_{pk}) ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะยาว (P_{pk}) และค่า PPM ทั้งระยะสั้นและระยะยาว ของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทใส จากเครื่องจักรที่ 2 ในเดือนธันวาคม พ.ศ.2558 และเดือนมีนาคม พ.ศ.2559 สามารถแสดงดังตารางต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.15 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทใส จากเครื่องจักรที่ 2 เดือนธันวาคม พ.ศ.2558

วันที่ผลิต	X - chart ขีดจำกัดควบคุม		MR - chart ขีดจำกัดควบคุม		ลักษณะการควบคุม	ระยะสั้น		ระยะยาว	
	LCL	UCL	LCL	UCL		C_{pk}	ร้อยละตกนอก	P_{pk}	ร้อยละตกนอก
1 ธ.ค. 58	24.9632	25.1476	0	0.1133	สามารถควบคุมได้	0.60	3.578	0.57	4.2292
2 ธ.ค. 58	24.9404	25.1635	0	0.1370	สามารถควบคุมได้	0.47	8.1245	0.51	6.3996
3 ธ.ค. 58	24.9583	25.1502	0	0.1179	สามารถควบคุมได้	0.57	4.4964	0.58	4.1119
4 ธ.ค. 58	24.9501	25.1413	0	0.1174	สามารถควบคุมได้	0.48	7.5657	0.47	7.7156
5 ธ.ค. 58	-2.395	2.524	0	3.022	ไม่สามารถควบคุมได้			0.64	2.7859
6 ธ.ค. 58	-2.893	2.964	0	3.598	สามารถควบคุมได้			0.58	4.2177
7 ธ.ค. 58	-3.045	2.994	0	3.709	ไม่สามารถควบคุมได้			0.49	7.0690
8 ธ.ค. 58	-3.256	3.298	0	4.026	ไม่สามารถควบคุมได้			0.44	9.4255
9 ธ.ค. 58	-3.305	3.235	0	4.017	ไม่สามารถควบคุมได้			0.56	3.8862
10 ธ.ค. 58	-3.108	3.156	0	3.848	ไม่สามารถควบคุมได้			0.58	4.1568
11 ธ.ค. 58	24.9746	25.1281	0	0.0943	สามารถควบคุมได้	0.67	2.2318	0.61	3.2666
12 ธ.ค. 58	24.9784	25.1211	0	0.0877	ไม่สามารถควบคุมได้	0.70	1.8286	0.59	3.9478
13 ธ.ค. 58	-3.099	3.108	0	3.813	ไม่สามารถควบคุมได้			1.00	0
14 ธ.ค. 58	-3.017	2.941	0	3.660	ไม่สามารถควบคุมได้			1.04	0
15 ธ.ค. 58	24.9673	25.1125	0	0.0953	ไม่สามารถควบคุมได้	0.58	4.1242	0.47	7.9546

ตารางที่ 4.15 (ต่อ) แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทใส จากเครื่องจักรที่ 2 เดือนธันวาคม พ.ศ.2558

วันที่ผลิต	X - chart ขีดจำกัดควบคุม		MR - chart ขีดจำกัดควบคุม		ลักษณะการควบคุม	ระยะสั้น		ระยะยาว	
	LCL	UCL	LCL	UCL		C_{pk}	ร้อยละตกนอก	P_{pk}	ร้อยละตกนอก
16 ธ.ค. 58	24.9445	25.2084	0	0.1621	สามารถควบคุมได้	0.58	4.3502	0.56	5.0209
17 ธ.ค. 58	24.9546	25.2042	0	0.1533	สามารถควบคุมได้	0.64	3.0014	0.70	1.8318
18 ธ.ค. 58	24.9403	25.1817	0	0.1483	สามารถควบคุมได้	0.51	6.5039	0.50	6.5192
19 ธ.ค. 58	24.9451	25.1813	0	0.1451	ไม่สามารถควบคุมได้	0.53	5.4530	0.52	5.8317
20 ธ.ค. 58	24.9317	25.1998	0	0.1646	สามารถควบคุมได้	0.49	7.1834	0.55	5.0047
21 ธ.ค. 58	-3.083	2.875	0	3.659	ไม่สามารถควบคุมได้			1.05	0
22 ธ.ค. 58	24.9419	25.1967	0	0.1565	สามารถควบคุมได้	0.54	5.2381	0.54	5.4160
23 ธ.ค. 58	24.9485	25.2108	0	0.1611	สามารถควบคุมได้	0.61	3.7163	0.66	2.5317
24 ธ.ค. 58	24.9311	25.2197	0	0.1773	สามารถควบคุมได้	0.52	6.3302	0.60	3.8396
25 ธ.ค. 58	-2.761	2.831	0	3.435	ไม่สามารถควบคุมได้			0.72	5.3255
26 ธ.ค. 58	24.9656	25.2006	0	0.1443	สามารถควบคุมได้	0.71	1.8311	0.72	1.6011
27 ธ.ค. 58	-3.223	3.229	0	3.963	สามารถควบคุมได้			1.06	0
28 ธ.ค. 58	24.9601	25.1901	0	0.1413	สามารถควบคุมได้	0.65	2.5665	0.66	2.3811
29 ธ.ค. 58	24.9305	25.2046	0	0.1684	สามารถควบคุมได้	0.49	7.1420	0.57	4.4493

จากตารางที่ 4.15 จะเห็นว่า กรณีที่มีการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson ค่าขีดจำกัดควบคุมที่ได้ใน X - chart และ MR - chart ไม่สามารถอธิบายความหมายได้ ในส่วนของกระบวนการผลิตส่วนใหญ่สามารถควบคุมได้ ค่า C_{pk} มีค่าน้อยกว่า 1 ส่วนค่า P_{pk} ส่วนใหญ่มีค่าน้อยกว่า 1 และร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดทั้งระยะสั้นและระยะยาวส่วนใหญ่มีไม่มาก แต่ก็ถือได้ว่า สมรรถนะของกระบวนการผลิตยังไม่อยู่ในระดับที่ดี

ตารางที่ 4.16 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทใส จากเครื่องจักรที่ 2 เดือนมีนาคม พ.ศ.2559

วันที่ผลิต	X - chart ขีดจำกัดควบคุม		MR - chart ขีดจำกัดควบคุม		ลักษณะการควบคุม	ระยะสั้น		ระยะยาว	
	LCL	UCL	LCL	UCL		C_{pk}	ร้อยละตกนอก	P_{pk}	ร้อยละตกนอก
1 มี.ค. 59	-2.860	2.916	0	3.5480	สามารถควบคุมได้			0.70	1.7674
2 มี.ค. 59	24.9672	25.1244	0	0.0966	สามารถควบคุมได้	0.58	4.0198	0.57	4.2502
3 มี.ค. 59	24.9571	25.1528	0	0.1202	สามารถควบคุมได้	0.56	4.5998	0.59	3.9619
4 มี.ค. 59	24.9679	25.1172	0	0.0862	ไม่สามารถควบคุมได้	0.67	2.2111	0.52	5.7895
5 มี.ค. 59	24.9483	25.151	0	0.1245	ไม่สามารถควบคุมได้	0.49	7.0963	0.55	5.0826
6 มี.ค. 59	-2.443	2.507	0	3.041	สามารถควบคุมได้			1.04	0
7 มี.ค. 59	24.9441	25.1697	0	0.1361	ไม่สามารถควบคุมได้	0.50	6.8677	0.48	7.6036
8 มี.ค. 59	24.9395	25.1537	0	0.1316	สามารถควบคุมได้	0.43	9.5971	0.48	7.5099
9 มี.ค. 59	-3.416	3.333	0	4.146	สามารถควบคุมได้			1.10	0
10 มี.ค. 59	-2.995	3.038	0	3.706	สามารถควบคุมได้			0.89	2.7467
11 มี.ค. 59	24.9668	25.1438	0	0.1088	ไม่สามารถควบคุมได้	0.62	3.0515	0.61	3.2637
12 มี.ค. 59	-2.842	2.903	0	3.5290	ไม่สามารถควบคุมได้			1.08	0
13 มี.ค. 59	24.9786	25.1293	0	0.0926	สามารถควบคุมได้	0.72	1.59	0.75	1.2440
14 มี.ค. 59	24.9354	25.165	0	0.1410	ไม่สามารถควบคุมได้	0.44	9.465	0.42	10.4097
15 มี.ค. 59	-2.938	3.057	0	3.682	สามารถควบคุมได้			0.49	7.9540
16 มี.ค. 59	24.9558	25.1484	0	0.1164	สามารถควบคุมได้	0.57	4.4996	0.62	3.1684

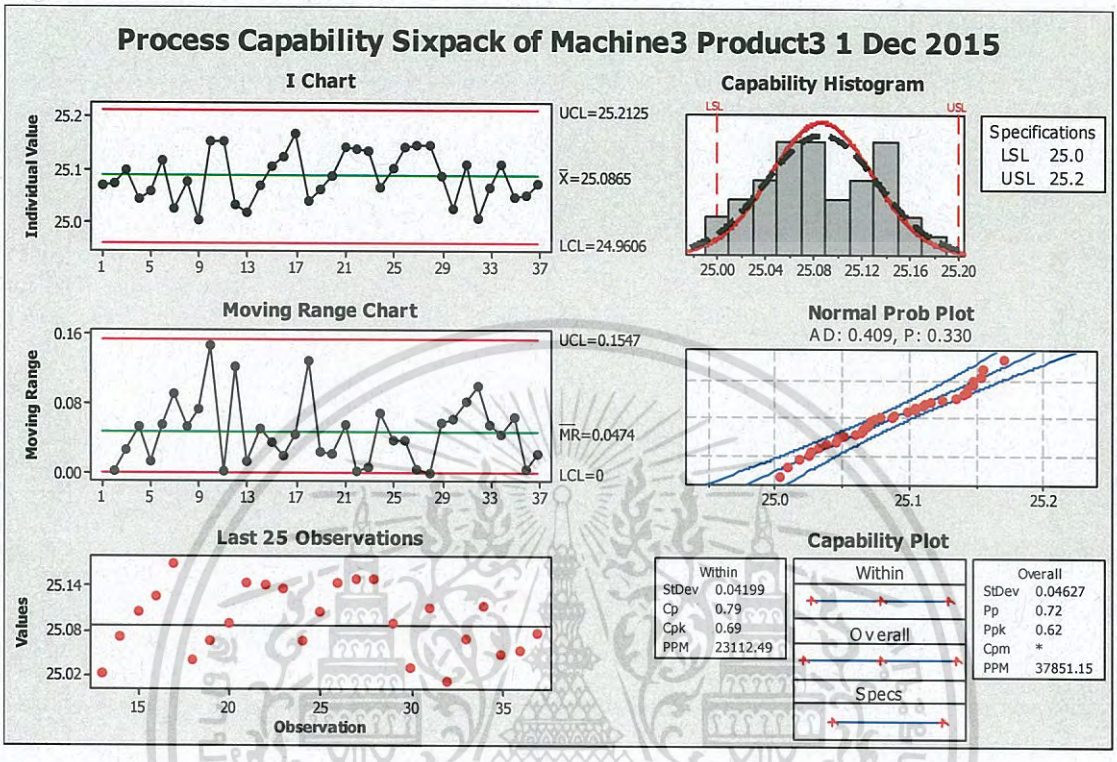
ตารางที่ 4.16 (ต่อ) แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทใส จากเครื่องจักรที่ 2 เดือนมีนาคม พ.ศ.2559

วันที่ผลิต	X - chart ขีดจำกัดควบคุม		MR - chart ขีดจำกัดควบคุม		ลักษณะการควบคุม	ระยะสั้น		ระยะยาว	
	LCL	UCL	LCL	UCL		C_{pk}	ร้อยละตกนอก	P_{pk}	ร้อยละตกนอก
17 มี.ค. 59	24.9416	25.1536	0	0.1302	ไม่สามารถควบคุมได้	0.45	8.9146	0.44	9.427
18 มี.ค. 59	24.9621	25.1330	0	0.1050	สามารถควบคุมได้	0.56	4.7602	0.57	4.2291
19 มี.ค. 59	24.9729	25.1279	0	0.0946	ไม่สามารถควบคุมได้	0.66	2.3722	0.54	5.2949
20 มี.ค. 59	24.9636	25.1423	0	0.1104	สามารถควบคุมได้	0.58	3.9976	0.59	3.7269
21 มี.ค. 59	24.9457	25.1565	0	0.1294	สามารถควบคุมได้	0.48	7.2912	0.60	3.5402
22 มี.ค. 59	-3.376	3.340	0	4.125	ไม่สามารถควบคุมได้			0.57	4.6951
23 มี.ค. 59	24.9600	25.1429	0	0.1124	ไม่สามารถควบคุมได้	0.56	4.5712	0.53	5.5331
24 มี.ค. 59	24.9597	25.1359	0	0.1082	สามารถควบคุมได้	0.54	5.168	0.51	6.2739
25 มี.ค. 59	24.9836	25.1283	0	0.0889	ไม่สามารถควบคุมได้	0.77	1.0203	0.68	2.0348
26 มี.ค. 59	24.9630	25.1392	0	0.1083	ไม่สามารถควบคุมได้	0.58	4.096	0.57	4.3818
27 มี.ค. 59	24.9668	25.1271	0	0.0985	สามารถควบคุมได้	0.59	3.9369	0.54	5.2754
28 มี.ค. 59	-2.729	2.721	0	3.348	ไม่สามารถควบคุมได้			1.02	0
29 มี.ค. 59	24.9452	25.1502	0	0.1259	สามารถควบคุมได้	0.47	8.1226	0.53	5.4571
30 มี.ค. 59	-2.774	2.980	0	3.535	ไม่สามารถควบคุมได้			0.57	4.4076
31 มี.ค. 59	-2.753	2.797	0	3.409	ไม่สามารถควบคุมได้			1.06	0

จากตารางที่ 4.16 จะเห็นว่า กรณีที่มีการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson ค่าขีดจำกัดควบคุมที่ได้ใน X - chart และ MR - chart ไม่สามารถอธิบายความหมายได้ ในส่วนของกระบวนการผลิตส่วนใหญ่สามารถควบคุมได้ ค่า C_{pk} มีค่าน้อยกว่า 1 ส่วนค่า P_{pk} ส่วนใหญ่มีค่าน้อยกว่า 1 และร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดทั้งระยะสั้นและระยะยาวส่วนใหญ่มีไม่มาก แต่ก็ถือได้ว่า สมรรถนะของกระบวนการผลิตยังไม่อยู่ในระดับที่ดี

4.2.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทขุ่น จากเครื่องจักรที่ 3

4.2.3.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทขุ่น จากเครื่องจักรที่ 3 ของวันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ.2558



รูปที่ 4.21 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทขุ่น จากเครื่องจักรที่ 3 วันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ.2558

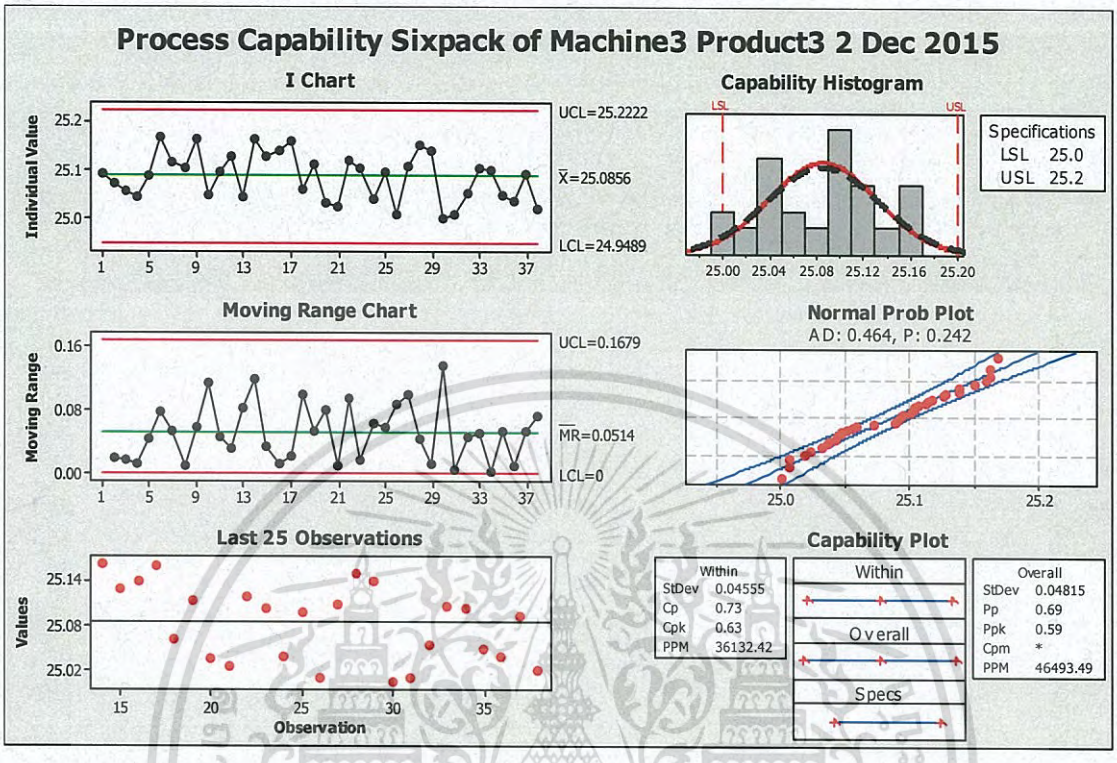
จากรูปที่ 4.21 พบว่า ไม่มีจุดตกนอกขีดจำกัดควบคุมด้านบนหรือด้านล่างของทั้งแผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ แสดงว่ากระบวนการผลิตสามารถควบคุมได้

ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.69 และค่า PPM ในระยะสั้น มีค่าเท่ากับ 23112.49 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะสั้นยังอยู่ในระดับที่ไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดเท่ากับ 2.3112

ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะยาว (P_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.62 และค่า PPM ในระยะยาว มีค่าเท่ากับ 37851.15 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะยาวยังอยู่ในระดับที่ไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดเท่ากับ 3.7851

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทขุ่น จากเครื่องจักรที่ 3 ของวันที่ 2 ธันวาคม พ.ศ.2558



รูปที่ 4.22 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทขุ่น จากเครื่องจักรที่ 3 วันที่ 2 ธันวาคม พ.ศ.2558

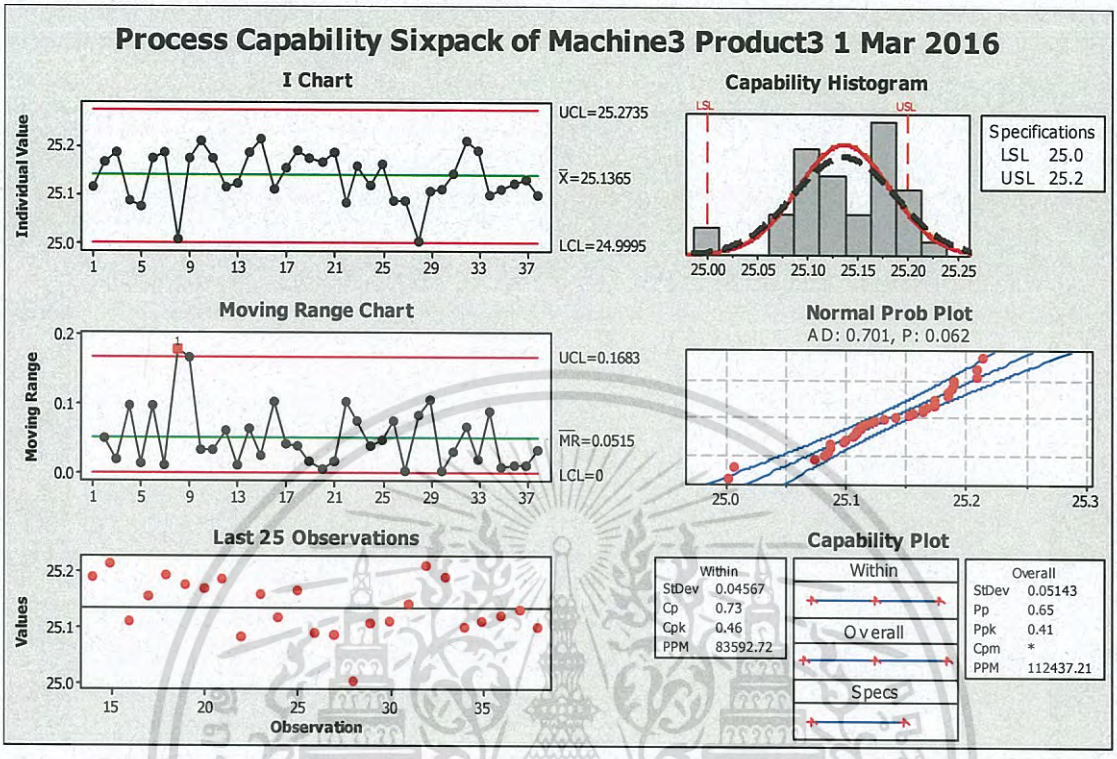
จากรูปที่ 4.22 พบว่า ไม่มีจุดตกนอกขีดจำกัดควบคุมด้านบนหรือด้านล่างของทั้งแผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ แสดงว่ากระบวนการผลิตสามารถควบคุมได้

ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.63 และค่า PPM ในระยะสั้น มีค่าเท่ากับ 36132.42 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะสั้นยังอยู่ในระดับที่ไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดเท่ากับ 3.6132

ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะยาว (P_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.59 และค่า PPM ในระยะยาว มีค่าเท่ากับ 46493.49 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะยาวยังอยู่ในระดับที่ไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดเท่ากับ 4.6493

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทขุ่น จากเครื่องจักรที่ 3 ของวันที่ 1 มีนาคม พ.ศ.2559



รูปที่ 4.23 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทขุ่น จากเครื่องจักรที่ 3 วันที่ 1 มีนาคม พ.ศ.2559

1 หมายถึง มีอย่างน้อย 1 จุดตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือขีดจำกัดควบคุมล่าง

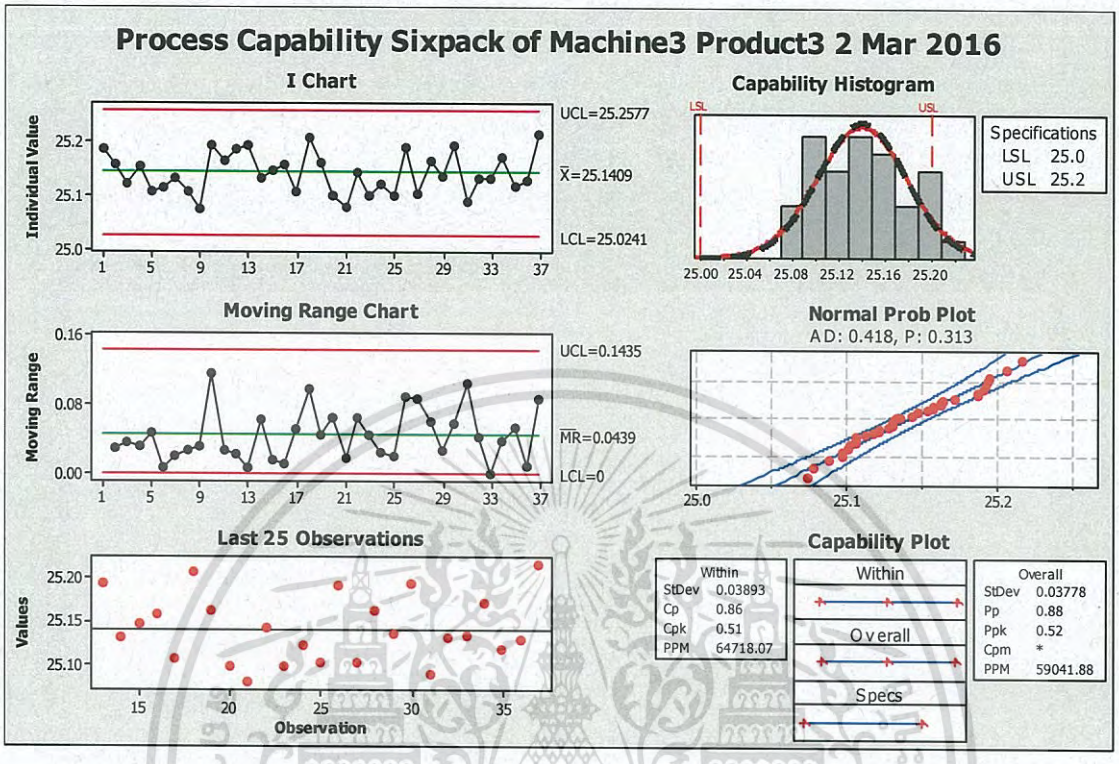
จากรูปที่ 4.23 พบว่า ไม่มีจุดตกนอกขีดจำกัดควบคุมด้านบนหรือด้านล่างของแผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยว สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ พบว่ามีจุดที่ 8 ตกนอกขีดจำกัดควบคุมด้านบน แสดงว่ากระบวนการผลิตยังไม่สามารถควบคุมได้

ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.46 และค่า PPM ในระยะสั้น มีค่าเท่ากับ 83592.72 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะสั้นยังอยู่ในระดับที่ไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดเท่ากับ 8.3593

ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะยาว (P_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.54 และค่า PPM ในระยะยาว มีค่าเท่ากับ 112437.21 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะยาวยังอยู่ในระดับที่ไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดเท่ากับ 11.2437

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทขุ่น จากเครื่องจักรที่ 3 ของวันที่ 2 มีนาคม พ.ศ.2559



รูปที่ 4.24 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทขุ่น จากเครื่องจักรที่ 3 วันที่ 2 มีนาคม พ.ศ.2559

จากรูปที่ 4.24 พบว่า ไม่มีจุดตกนอกขีดจำกัดควบคุมด้านบนหรือด้านล่างของทั้งแผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ แสดงว่ากระบวนการผลิตสามารถควบคุมได้

ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.51 และค่า PPM ในระยะสั้น มีค่าเท่ากับ 64718.07 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะสั้นยังอยู่ในระดับที่ไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดเท่ากับ 6.4718

ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะยาว (P_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.52 และค่า PPM ในระยะยาว มีค่าเท่ากับ 59041.88 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะยาวยังอยู่ในระดับที่ไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดเท่ากับ 5.9042

ในทำนองเดียวกัน ทำการหาแผนภูมิควบคุมคุณภาพ ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น (C_{pk}) ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะยาว (P_{pk}) และค่า PPM ทั้งระยะสั้นและระยะยาวของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทขุ่น จากเครื่องจักรที่ 3 ในเดือนธันวาคม พ.ศ.2558 เดือนมีนาคม พ.ศ.2559 สามารถแสดงดังตารางต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.17 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทขุ่น จากเครื่องจักรที่ 3 เดือนธันวาคม พ.ศ.2558

วันที่ผลิต	X - chart ขีดจำกัดควบคุม		MR - chart ขีดจำกัดควบคุม		ลักษณะการควบคุม	ระยะสั้น		ระยะยาว	
	LCL	UCL	LCL	UCL		C_{pk}	ร้อยละตกนอก	P_{pk}	ร้อยละตกนอก
1 ธ.ค. 58	24.9606	25.2125	0	0.1547	สามารถควบคุมได้	0.69	2.3112	0.62	3.7851
2 ธ.ค. 58	24.9489	25.2222	0	0.1679	สามารถควบคุมได้	0.63	3.6132	0.59	4.6493
3 ธ.ค. 58	-3.281	3.425	0	4.119	ไม่สามารถควบคุมได้			1.15	6.2190
4 ธ.ค. 58	24.9232	25.2300	0	0.1885	สามารถควบคุมได้	0.50	7.4973	0.58	4.2734
5 ธ.ค. 58	24.9318	25.2336	0	0.1853	ไม่สามารถควบคุมได้	0.55	5.9854	0.55	5.8625
6 ธ.ค. 58	24.9270	25.2284	0	0.1851	ไม่สามารถควบคุมได้	0.52	6.8397	0.54	5.6820
7 ธ.ค. 58	24.9256	25.2620	0	0.2066	สามารถควบคุมได้	0.56	7.6193	0.65	3.9880
8 ธ.ค. 58	24.9142	25.229	0	0.1933	สามารถควบคุมได้	0.45	9.3318	0.54	5.3648
9 ธ.ค. 58	24.9396	25.2447	0	0.1874	สามารถควบคุมได้	0.60	5.1942	0.64	3.9162
10 ธ.ค. 58	24.9314	25.2100	0	0.1711	สามารถควบคุมได้	0.51	6.6599	0.55	5.2102
11 ธ.ค. 58	-2.677	2.923	0	3.440	สามารถควบคุมได้			1.02	0
12 ธ.ค. 58	24.9566	25.211	0	0.1563	ไม่สามารถควบคุมได้	0.66	2.7126	0.52	7.2535
13 ธ.ค. 58	-3.078	3.221	0	3.869	ไม่สามารถควบคุมได้			1.08	0
14 ธ.ค. 58	24.9390	25.2146	0	0.1693	ไม่สามารถควบคุมได้	0.56	5.0924	0.55	5.2823
15 ธ.ค. 58	24.9207	25.2427	0	0.1978	ไม่สามารถควบคุมได้	0.51	7.7668	0.52	7.1059

ตารางที่ 4.17 (ต่อ) แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทขุ่น จากเครื่องจักรที่ 3 เดือนธันวาคม พ.ศ.2558

วันที่ผลิต	X - chart ขีดจำกัดควบคุม		MR - chart ขีดจำกัดควบคุม		ลักษณะการควบคุม	ระยะสั้น		ระยะยาว	
	LCL	UCL	LCL	UCL		C_{pk}	ร้อยละตกนอก	P_{pk}	ร้อยละตกนอก
16 ธ.ค. 58	24.9282	25.2330	0	0.1872	สามารถควบคุมได้	0.53	6.5699	0.61	3.6075
17 ธ.ค. 58	-3.159	3.186	0	3.897	สามารถควบคุมได้			1.05	0
18 ธ.ค. 58	24.9642	25.1784	0	0.1316	ไม่สามารถควบคุมได้	0.67	2.3035	0.61	3.3462
19 ธ.ค. 58	24.9693	25.1724	0	0.1248	ไม่สามารถควบคุมได้	0.70	1.8284	0.59	4.0187
20 ธ.ค. 58	24.9154	25.2303	0	0.1934	สามารถควบคุมได้	0.46	9.0299	0.56	4.6882
21 ธ.ค. 58	24.9553	25.1905	0	0.1445	ไม่สามารถควบคุมได้	0.62	3.2085	0.56	4.9279
22 ธ.ค. 58	24.9666	25.1903	0	0.1374	สามารถควบคุมได้	0.70	1.8217	0.65	2.6894
23 ธ.ค. 58	24.9629	25.2080	0	0.1506	สามารถควบคุมได้	0.70	2.0729	0.75	1.4023
24 ธ.ค. 58	24.9691	25.1863	0	0.1334	สามารถควบคุมได้	0.72	1.6252	0.66	2.5231
25 ธ.ค. 58	24.9176	25.2098	0	0.1795	สามารถควบคุมได้	0.44	9.8039	0.52	6.0599
26 ธ.ค. 58	24.9577	25.1976	0	0.1474	สามารถควบคุมได้	0.65	2.7217	0.61	3.4354
27 ธ.ค. 58	-2.890	2.904	0	3.559	สามารถควบคุมได้			1.03	0
28 ธ.ค. 58	-3.749	3.553	0	4.485	สามารถควบคุมได้			0.93	3.3931
29 ธ.ค. 58	24.9380	25.2168	0	0.1712	ไม่สามารถควบคุมได้	0.56	5.2016	0.55	5.2646

จากตารางที่ 4.17 จะเห็นว่า กรณีที่มีการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson ค่าขีดจำกัดควบคุมที่ได้ใน X - chart และ MR - chart ไม่สามารถอธิบายความหมายได้ ในส่วนของกระบวนการผลิตส่วนใหญ่สามารถควบคุมได้ ค่า C_{pk} มีค่าน้อยกว่า 1 ส่วนค่า P_{pk} ส่วนใหญ่มีค่าน้อยกว่า 1 และร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดทั้งระยะสั้นและระยะยาวส่วนใหญ่มีไม่มาก แต่ก็ถือได้ว่า ความสามารถของกระบวนการผลิตยังไม่อยู่ในระดับที่ดี

ตารางที่ 4.18 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทขุ่น จากเครื่องจักรที่ 3 เดือนมีนาคม พ.ศ.2559

วันที่ผลิต	X - chart ขีดจำกัดควบคุม		MR - chart ขีดจำกัดควบคุม		ลักษณะการควบคุม	ระยะสั้น		ระยะยาว	
	LCL	UCL	LCL	UCL		C_{pk}	ร้อยละตกนอก	P_{pk}	ร้อยละตกนอก
1 มี.ค. 59	24.9995	25.2735	0	0.1683	ไม่สามารถควบคุมได้	0.46	8.3592	0.41	11.2437
2 มี.ค. 59	25.0241	25.2577	0	0.1435	สามารถควบคุมได้	0.51	6.4718	0.52	5.9042
3 มี.ค. 59	24.9574	25.3256	0	0.2262	สามารถควบคุมได้	0.32	18.0637	0.34	15.8166
4 มี.ค. 59	-2.583	2.517	0	3.132	สามารถควบคุมได้			0.67	22.5339
5 มี.ค. 59	24.9791	25.2917	0	0.192	สามารถควบคุมได้	0.41	11.2107	0.4	12.0031
6 มี.ค. 59	-2.540	2.575	0	3.142	ไม่สามารถควบคุมได้			0.35	15.8941
7 มี.ค. 59	-3.357	3.378	0	4.268	ไม่สามารถควบคุมได้			0.38	15.0809
8 มี.ค. 59	-2.989	2.994	0	3.675	ไม่สามารถควบคุมได้			0.73	17.2196
9 มี.ค. 59	25.0248	25.2944	0	0.1656	สามารถควบคุมได้	0.30	18.4475	0.34	15.1512
10 มี.ค. 59	24.9648	25.2920	0	0.2009	ไม่สามารถควบคุมได้	0.44	10.3824	0.47	8.2584
11 มี.ค. 59	-3.302	3.128	0	3.776	ไม่สามารถควบคุมได้			0.37	15.8446
12 มี.ค. 59	24.9772	25.2919	0	0.1933	ไม่สามารถควบคุมได้	0.42	11.116	0.43	10.4694
13 มี.ค. 59	-3.072	3.095	0	3.788	สามารถควบคุมได้			0.72	22.842
14 มี.ค. 59	24.9377	25.3376	0	0.2456	สามารถควบคุมได้	0.31	19.4148	0.35	15.4722
15 มี.ค. 59	25.0203	25.2592	0	0.1468	ไม่สามารถควบคุมได้	0.50	6.5291	0.61	10.8626
16 มี.ค. 59	25.0110	25.2750	0	0.1622	ไม่สามารถควบคุมได้	0.43	9.8256	0.40	11.8218

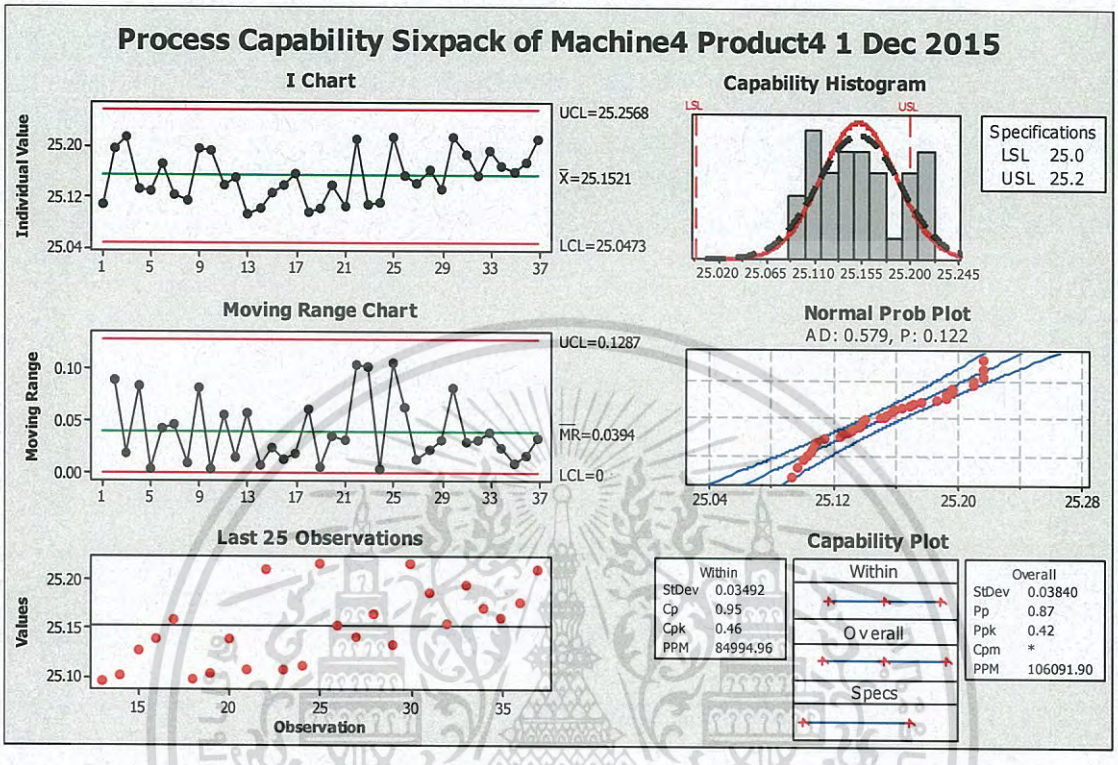
ตารางที่ 4.18 (ต่อ) แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทขุ่น จากเครื่องจักรที่ 3 เดือนมีนาคม พ.ศ.2559

วันที่ผลิต	X - chart ขีดจำกัดควบคุม		MR - chart ขีดจำกัดควบคุม		ลักษณะการควบคุม	ระยะสั้น		ระยะยาว	
	LCL	UCL	LCL	UCL		C_{pk}	ร้อยละตกนอก	P_{pk}	ร้อยละตกนอก
17 มี.ค. 59	25.0110	25.2870	0	0.1695	สามารถควบคุมได้	0.37	13.4498	0.39	12.0838
18 มี.ค. 59	24.9811	25.3030	0	0.1977	ไม่สามารถควบคุมได้	0.38	14.4207	0.35	14.9921
19 มี.ค. 59	25.0052	25.2932	0	0.1769	สามารถควบคุมได้	0.35	14.5818	0.42	10.3858
20 มี.ค. 59	-3.676	3.664	0	4.509	สามารถควบคุมได้			0.37	14.2355
21 มี.ค. 59	25.0101	25.2693	0	0.1692	สามารถควบคุมได้	0.46	8.212	0.50	6.5798
22 มี.ค. 59	-3.200	3.263	0	3.970	สามารถควบคุมได้			0.77	15.4605
23 มี.ค. 59	-2.943	3.049	0	3.680	ไม่สามารถควบคุมได้			0.46	11.9555
24 มี.ค. 59	25.0085	25.2891	0	0.1723	สามารถควบคุมได้	0.36	13.7696	0.42	10.5589
25 มี.ค. 59	25.0044	25.2961	0	0.1796	ไม่สามารถควบคุมได้	0.34	15.4147	0.34	15.8221
26 มี.ค. 59	-3.103	3.057	0	3.784	สามารถควบคุมได้			0.22	25.3379
27 มี.ค. 59	25.0010	25.2757	0	0.1688	สามารถควบคุมได้	0.45	9.0415	0.47	8.1334
28 มี.ค. 59	24.9685	25.2878	0	0.1961	สามารถควบคุมได้	0.45	9.6403	0.48	8.5265
29 มี.ค. 59	25.0541	25.2299	0	0.1080	ไม่สามารถควบคุมได้	0.66	2.3896	0.55	4.9048
30 มี.ค. 59	-2.704	2.709	0	3.361	สามารถควบคุมได้			0.47	11.2100
31 มี.ค. 59	24.9782	25.2750	0	0.1823	ไม่สามารถควบคุมได้	0.49	7.4188	0.42	11.5917

จากตารางที่ 4.18 จะเห็นว่า กรณีที่มีการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson ค่าขีดจำกัดควบคุมที่ได้ใน X - chart และ MR - chart ไม่สามารถอธิบายความหมายได้ ในส่วนของกระบวนการผลิตส่วนใหญ่สามารถควบคุมได้ ค่า C_{pk} มีค่าน้อยกว่า 1 ส่วนค่า P_{pk} ส่วนใหญ่มีค่าน้อยกว่า 1 และร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดทั้งระยะสั้นและระยะยาวส่วนใหญ่มีไม่มาก แต่ก็ถือได้ว่า ความสามารถของกระบวนการผลิตยังไม่อยู่ในระดับที่ดี

4.2.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทขุ่น จากเครื่องจักรที่ 4

4.2.4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทขุ่น จากเครื่องจักรที่ 4 ของวันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ.2558



รูปที่ 4.25 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทขุ่น จากเครื่องจักรที่ 4 วันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ.2558

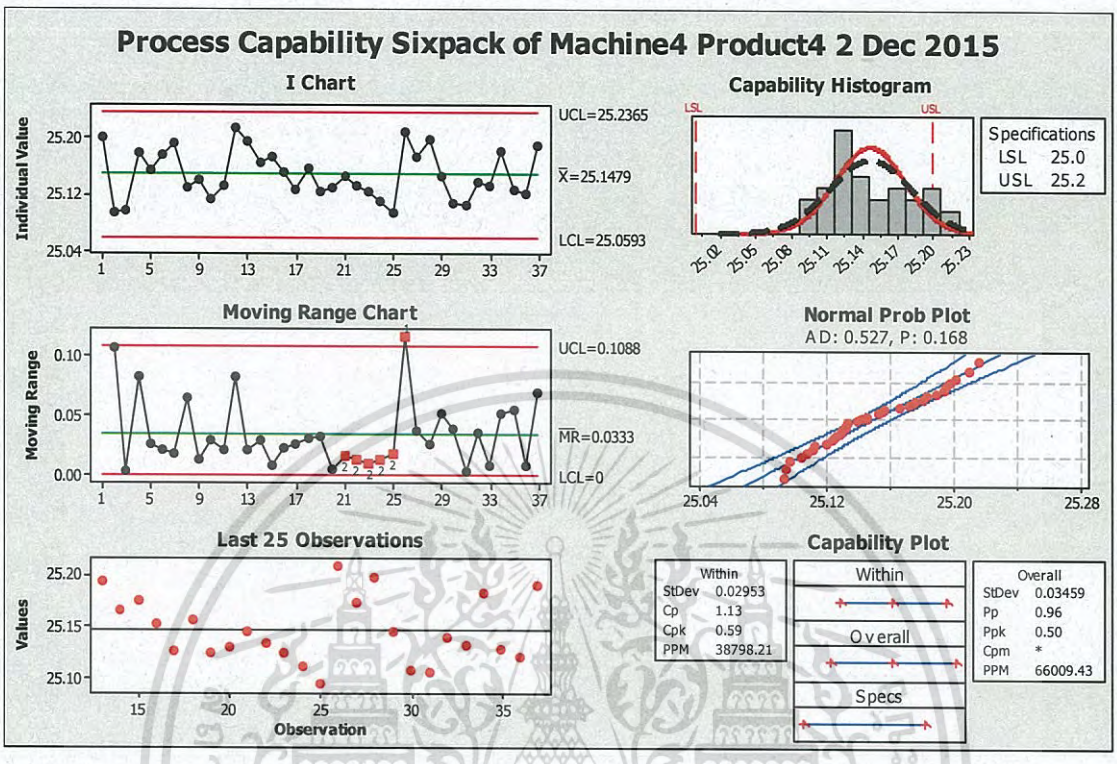
จากรูปที่ 4.25 พบว่า ไม่มีจุดตกนอกขีดจำกัดควบคุมด้านบนหรือด้านล่างของทั้งแผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ แสดงว่ากระบวนการผลิตสามารถควบคุมได้

ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.46 และค่า PPM ในระยะสั้น มีค่าเท่ากับ 84994.96 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะสั้นยังอยู่ในระดับที่ไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดเท่ากับ 8.4950

ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะยาว (P_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.42 และค่า PPM ในระยะสั้น มีค่าเท่ากับ 106091.90 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะยาวยังอยู่ในระดับที่ไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดเท่ากับ 10.6092

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทขุ่น จากเครื่องจักรที่ 4 ของวันที่ 2 ธันวาคม พ.ศ.2558



รูปที่ 4.26 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทขุ่น จากเครื่องจักรที่ 4 วันที่ 2 ธันวาคม พ.ศ.2558

1 หมายถึง มีอย่างน้อย 1 จุดตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือขีดจำกัดควบคุมล่าง

2 หมายถึง มีอย่างน้อย 9 จุดติดต่อกันที่อยู่ด้านใดด้านหนึ่งของเส้นกึ่งกลาง

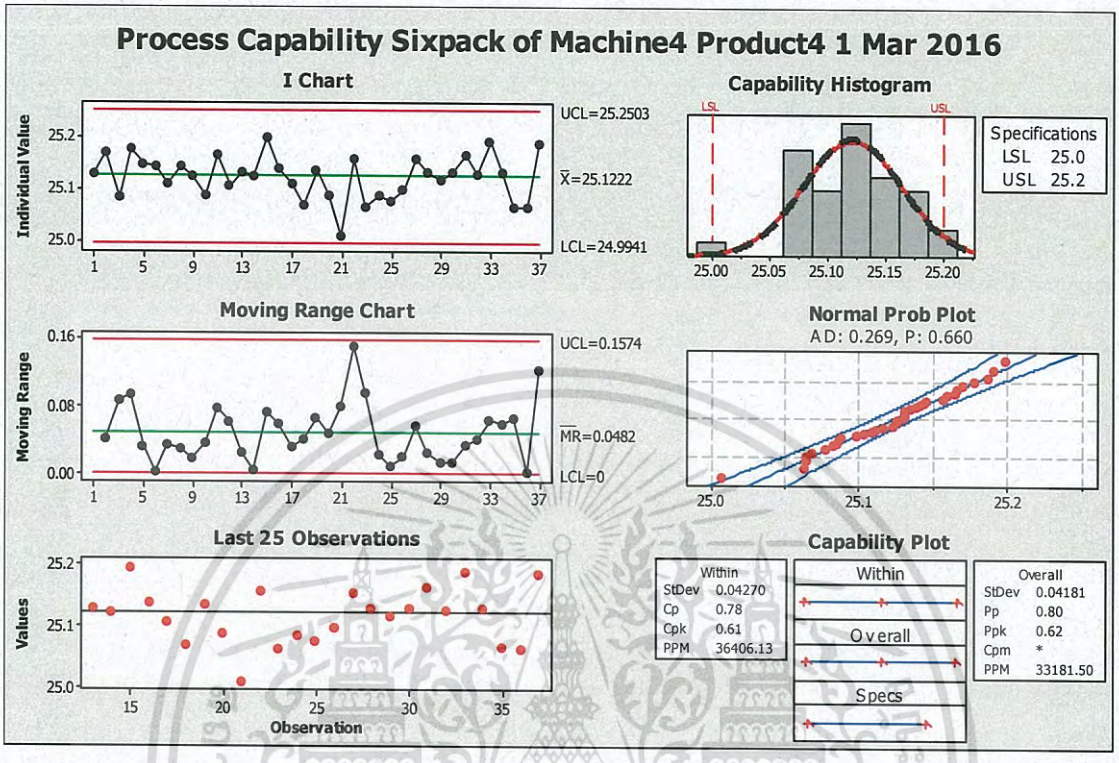
จากรูปที่ 4.26 พบว่า ไม่มีจุดตกนอกขีดจำกัดควบคุมด้านบนหรือด้านล่างของแผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยว สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ พบว่าจุดที่ 13-25 มีลักษณะที่ควบคุมไม่ได้ คือมีอย่างน้อย 9 จุดติดต่อกันที่อยู่ด้านใดด้านหนึ่งของเส้นกึ่งกลาง และจุดที่ 26 ตกนอกขีดจำกัดควบคุมด้านบน แสดงว่ากระบวนการผลิตยังไม่สามารถควบคุมได้

ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.59 และค่า PPM ในระยะสั้น มีค่าเท่ากับ 38798.21 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะสั้นยังอยู่ในระดับที่ไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดเท่ากับ 3.8798

ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะยาว (P_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.50 และค่า PPM ในระยะยาว มีค่าเท่ากับ 66009.43 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะยาวยังอยู่ในระดับที่ไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดเท่ากับ 6.6009

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทขุ่น จากเครื่องจักรที่ 4 ของวันที่ 1 มีนาคม พ.ศ.2559



รูปที่ 4.27 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทขุ่น จากเครื่องจักรที่ 4 วันที่ 1 มีนาคม พ.ศ.2559

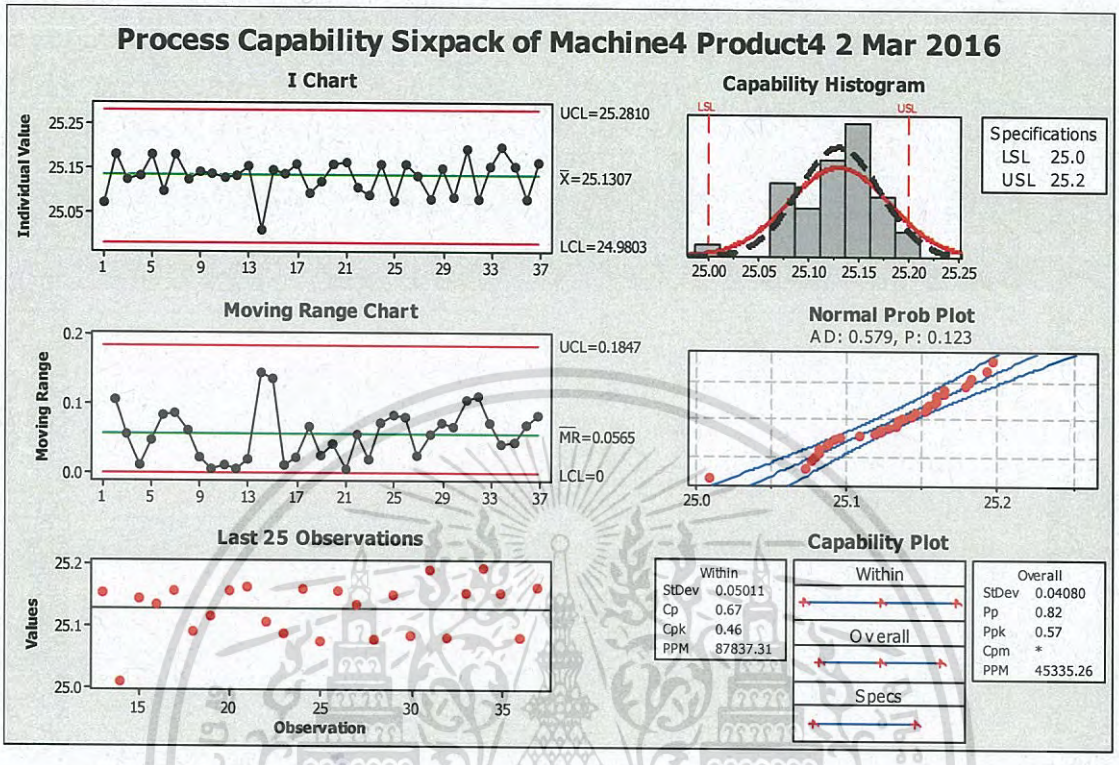
จากรูปที่ 4.27 พบว่า ไม่มีจุดตกนอกขีดจำกัดควบคุมด้านบนหรือด้านล่างของทั้งแผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ แสดงว่ากระบวนการผลิตสามารถควบคุมได้

ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.61 และค่า PPM ในระยะสั้น มีค่าเท่ากับ 36406.13 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะสั้นยังอยู่ในระดับที่ไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดเท่ากับ 3.6406

ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะยาว (P_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.62 และค่า PPM ในระยะยาว มีค่าเท่ากับ 33181.50 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะยาวยังอยู่ในระดับที่ไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดเท่ากับ 3.3182

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.4.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทขุ่น จากเครื่องจักรที่ 4 ของวันที่ 2 มีนาคม พ.ศ.2559



รูปที่ 4.28 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทขุ่น จากเครื่องจักรที่ 4 วันที่ 2 มีนาคม พ.ศ.2559

จากรูปที่ 4.28 พบว่า ไม่มีจุดตกนอกขีดจำกัดควบคุมด้านบนหรือด้านล่างของทั้งแผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ แสดงว่ากระบวนการผลิตสามารถควบคุมได้

ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.46 และค่า PPM ในระยะสั้น มีค่าเท่ากับ 87837.31 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะสั้นยังอยู่ในระดับที่ไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดเท่ากับ 8.7837

ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะยาว (P_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.57 และค่า PPM ในระยะยาว มีค่าเท่ากับ 45335.26 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะยาวยังอยู่ในระดับที่ไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดเท่ากับ 4.5335

ในทำนองเดียวกัน ทำการหาแผนภูมิควบคุมคุณภาพ ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น (C_{pk}) ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะยาว (P_{pk}) และค่า PPM ทั้งระยะสั้นและระยะยาวของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทขุ่น จากเครื่องจักรที่ 4 ในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 และเดือนมีนาคม พ.ศ.2559 สามารถแสดงดังตารางต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.19 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทขุ่น จากเครื่องจักรที่ 4 เดือนธันวาคม พ.ศ.2558

วันที่ผลิต	X - chart ขีดจำกัดควบคุม		MR - chart ขีดจำกัดควบคุม		ลักษณะการควบคุม	ระยะสั้น		ระยะยาว	
	LCL	UCL	LCL	UCL		C_{pk}	ร้อยละตกนอก	P_{pk}	ร้อยละตกนอก
1 ธ.ค. 58	25.0473	25.2568	0	0.1287	สามารถควบคุมได้	0.46	8.4994	0.42	10.6091
2 ธ.ค. 58	25.0593	25.2365	0	0.1088	ไม่สามารถควบคุมได้	0.59	3.8798	0.5	6.6009
3 ธ.ค. 58	-3.523	3.242	0	4.155	สามารถควบคุมได้			0.76	12.7234
4 ธ.ค. 58	25.0334	25.2627	0	0.1409	สามารถควบคุมได้	0.45	8.7238	0.54	5.2789
5 ธ.ค. 58	-3.137	3.149	0	3.861	ไม่สามารถควบคุมได้			0.73	19.0762
6 ธ.ค. 58	-3.339	3.233	0	4.037	สามารถควบคุมได้			0.52	36.4864
7 ธ.ค. 58	-2.276	2.348	0	2.840	ไม่สามารถควบคุมได้			0.77	18.1328
8 ธ.ค. 58	-3.189	3.124	0	3.878	ไม่สามารถควบคุมได้			0.74	17.5735
9 ธ.ค. 58	25.0218	25.2782	0	0.1575	ไม่สามารถควบคุมได้	0.39	12.1094	0.41	10.8098
10 ธ.ค. 58	-3.340	3.276	0	4.064	สามารถควบคุมได้			0.80	8.4072
11 ธ.ค. 58	25.0396	25.2552	0	0.1324	สามารถควบคุมได้	0.49	7.1534	0.54	5.111
12 ธ.ค. 58	25.0468	25.2638	0	0.1333	สามารถควบคุมได้	0.41	10.8442	0.44	9.5681
13 ธ.ค. 58	-3.132	3.334	0	3.972	ไม่สามารถควบคุมได้			0.75	15.7736
14 ธ.ค. 58	25.0601	25.271	0	0.1295	สามารถควบคุมได้	0.33	16.3353	0.34	15.6197
15 ธ.ค. 58	-3.605	3.606	0	4.429	สามารถควบคุมได้			0.63	22.6347

ตารางที่ 4.19 (ต่อ) แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทขุ่น จากเครื่องจักรที่ 4 เดือนธันวาคม พ.ศ.2558

วันที่ผลิต	X - chart ขีดจำกัดควบคุม		MR - chart ขีดจำกัดควบคุม		ลักษณะการควบคุม	ระยะสั้น		ระยะยาว	
	LCL	UCL	LCL	UCL		C_{pk}	ร้อยละตกนอก	P_{pk}	ร้อยละตกนอก
16 ธ.ค. 58	24.9702	25.2754	0	0.1875	ไม่สามารถควบคุมได้	0.51	7.2501	0.5	7.3297
17 ธ.ค. 58	24.9608	25.2886	0	0.2013	ไม่สามารถควบคุมได้	0.46	9.5291	0.49	7.7952
18 ธ.ค. 58	-2.770	2.641	0	3.324	ไม่สามารถควบคุมได้			0.91	4.0539
19 ธ.ค. 58	24.9618	25.2656	0	0.1866	สามารถควบคุมได้	0.57	5.6511	0.61	4.2031
20 ธ.ค. 58	24.9923	25.2770	0	0.1749	ไม่สามารถควบคุมได้	0.46	8.6449	0.47	8.0945
21 ธ.ค. 58	-2.472	2.583	0	3.105	ไม่สามารถควบคุมได้			0.83	10.7455
22 ธ.ค. 58	-3.023	2.986	0	3.691	สามารถควบคุมได้			0.92	6.1047
23 ธ.ค. 58	24.9390	25.3056	0	0.2252	ไม่สามารถควบคุมได้	0.42	12.4320	0.47	9.1095
24 ธ.ค. 58	24.9537	25.2858	0	0.2040	สามารถควบคุมได้	0.48	8.8812	0.56	5.3913
25 ธ.ค. 58	-3.051	3.077	0	3.764	สามารถควบคุมได้			0.89	4.9744
26 ธ.ค. 58	24.9493	25.3037	0	0.2177	สามารถควบคุมได้	0.41	12.2734	0.44	10.3010
27 ธ.ค. 58	24.9859	25.2553	0	0.1655	สามารถควบคุมได้	0.59	4.2068	0.52	6.8949
28 ธ.ค. 58	24.9997	25.2784	0	0.1712	ไม่สามารถควบคุมได้	0.44	9.6191	0.41	11.3069
29 ธ.ค. 58	24.9867	25.2669	0	0.1721	ไม่สามารถควบคุมได้	0.52	6.1861	0.43	10.8085

จากตารางที่ 4.19 จะเห็นว่า กรณีที่มีการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson ค่าขีดจำกัดควบคุมที่ได้ใน X - chart และ MR - chart ไม่สามารถอธิบายความหมายได้ ในส่วนของกระบวนการผลิตส่วนใหญ่สามารถควบคุมได้ ค่า C_{pk} และค่า P_{pk} มีค่าน้อยกว่า 1 และร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดทั้งระยะสั้นและระยะยาวส่วนใหญ่มีมากพอสมควร จึงถือได้ว่า ความสามารถของกระบวนการผลิตยังไม่อยู่ในระดับที่ดี

ตารางที่ 4.20 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทขุ่น จากเครื่องจักรที่ 4 เดือนมีนาคม พ.ศ.2559

วันที่ผลิต	X - chart ขีดจำกัดควบคุม		MR - chart ขีดจำกัดควบคุม		ลักษณะการควบคุม	ระยะสั้น		ระยะยาว	
	LCL	UCL	LCL	UCL		C_{pk}	ร้อยละตกนอก	P_{pk}	ร้อยละตกนอก
1 มี.ค. 59	24.9941	25.2503	0	0.1574	สามารถควบคุมได้	0.61	3.6406	0.62	3.3181
2 มี.ค. 59	24.9803	25.2810	0	0.1847	สามารถควบคุมได้	0.46	8.7837	0.57	4.5335
3 มี.ค. 59	24.9155	25.3034	0	0.2382	สามารถควบคุมได้	0.47	12.5860	0.52	9.0971
4 มี.ค. 59	-2.865	2.882	0	3.530	สามารถควบคุมได้			1.04	0
5 มี.ค. 59	24.9784	25.2821	0	0.1865	สามารถควบคุมได้	0.46	8.9065	0.51	6.5396
6 มี.ค. 59	-3.179	2.996	0	3.793	สามารถควบคุมได้			0.76	1.8131
7 มี.ค. 59	24.9733	25.2538	0	0.1723	สามารถควบคุมได้	0.62	3.9824	0.63	3.5886
8 มี.ค. 59	24.9696	25.2771	0	0.1889	สามารถควบคุมได้	0.50	7.5407	0.56	5.1094
9 มี.ค. 59	-3.633	3.492	0	4.377	สามารถควบคุมได้			1.37	0
10 มี.ค. 59	-2.942	2.866	0	3.567	สามารถควบคุมได้			0.45	9.0337
11 มี.ค. 59	-2.538	2.608	0	3.160	ไม่สามารถควบคุมได้			1.00	0.0781
12 มี.ค. 59	-3.540	3.517	0	4.335	สามารถควบคุมได้			0.93	2.0650
13 มี.ค. 59	-3.915	3.754	0	4.710	ไม่สามารถควบคุมได้			1.00	0.0694
14 มี.ค. 59	24.2521	25.2872	0	0.2058	สามารถควบคุมได้	0.48	9.1271	0.60	3.9720
15 มี.ค. 59	24.9606	25.2752	0	0.1932	สามารถควบคุมได้	0.52	7.0960	0.56	5.3762
16 มี.ค. 59	24.9662	25.2813	0	0.1936	สามารถควบคุมได้	0.48	8.2552	0.57	4.5105

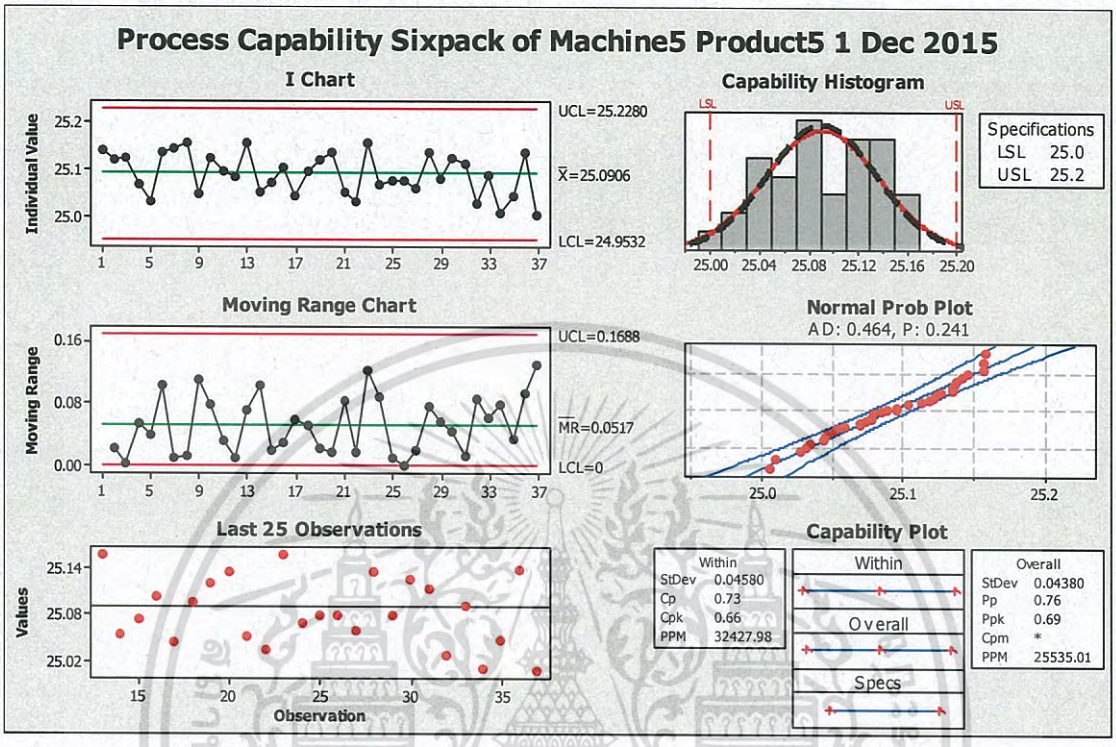
ตาราที่ 4.20 (ต่อ) แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทขุ่น จากเครื่องจักรที่ 4 เดือนมีนาคม พ.ศ.2559

วันที่ผลิต	X - chart ขีดจำกัดควบคุม		MR - chart ขีดจำกัดควบคุม		ลักษณะการควบคุม	ระยะสั้น		ระยะยาว	
	LCL	UCL	LCL	UCL		C_{pk}	ร้อยละตกนอก	P_{pk}	ร้อยละตกนอก
17 มี.ค. 59	24.9748	25.2596	0	0.1750	สามารถควบคุมได้	0.58	4.7352	0.59	4.597
18 มี.ค. 59	24.9858	25.2691	0	0.1740	สามารถควบคุมได้	0.51	6.5594	0.50	6.933
19 มี.ค. 59	25.0167	25.2210	0	0.1255	สามารถควบคุมได้	0.79	0.8825	0.75	1.2293
20 มี.ค. 59	25.0045	25.2548	0	0.1537	สามารถควบคุมได้	0.56	4.6858	0.53	5.6693
21 มี.ค. 59	24.9521	25.2812	0	0.2022	สามารถควบคุมได้	0.51	8.1107	0.52	7.2502
22 มี.ค. 59	25.0204	25.2189	0	0.1219	สามารถควบคุมได้	0.81	0.7713	0.73	1.4710
23 มี.ค. 59	-3.238	3.169	0	3.936	ไม่สามารถควบคุมได้			0.61	6.2390
24 มี.ค. 59	-3.100	3.175	0	3.854	สามารถควบคุมได้			0.70	3.3662
25 มี.ค. 59	24.9820	25.2676	0	0.1754	สามารถควบคุมได้	0.53	6.1359	0.57	4.5977
26 มี.ค. 59	-2.710	2.801	0	3.385	ไม่สามารถควบคุมได้			0.85	2.1978
27 มี.ค. 59	24.9712	25.2630	0	0.1792	สามารถควบคุมได้	0.57	5.2181	0.58	4.6769
28 มี.ค. 59	24.9784	25.2402	0	0.1608	สามารถควบคุมได้	0.69	2.4955	0.64	3.7787
29 มี.ค. 59	-2.742	2.764	0	3.382	สามารถควบคุมได้			0.61	5.2795
30 มี.ค. 59	25.0111	25.2603	0	0.1531	ไม่สามารถควบคุมได้	0.52	6.1390	0.50	6.6296
31 มี.ค. 59	24.9517	25.2618	0	0.1905	สามารถควบคุมได้	0.60	5.5066	0.64	4.2218

จากตารางที่ 4.20 จะเห็นว่า กรณีที่มีการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson ค่าขีดจำกัดควบคุมที่ได้ใน X - chart และ MR - chart ไม่สามารถอธิบายความหมายได้ ในส่วนของกระบวนการผลิตส่วนใหญ่สามารถควบคุมได้ ค่า C_{pk} และค่า P_{pk} มีค่าน้อยกว่า 1 และร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดทั้งระยะสั้นและระยะยาวส่วนใหญ่มีมากพอสมควร จึงถือได้ว่า ความสามารถของกระบวนการผลิตยังไม่อยู่ในระดับที่ดี

4.2.5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทสี จากเครื่องจักรที่ 5

4.2.5.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทสี จากเครื่องจักรที่ 5 ของวันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ.2558



รูปที่ 4.29 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทสี จากเครื่องจักรที่ 5 วันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ.2558

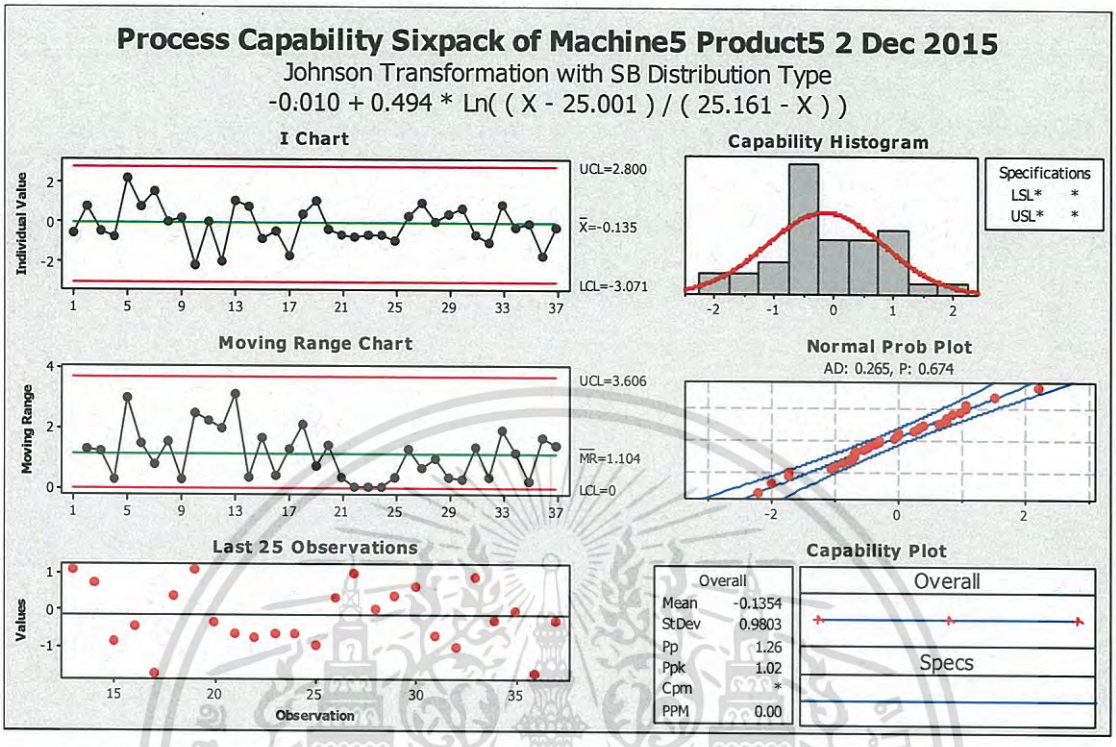
จากรูปที่ 4.29 พบว่า ไม่มีจุดตกนอกขีดจำกัดควบคุมด้านบนหรือด้านล่างของทั้งแผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ แสดงว่ากระบวนการผลิตสามารถควบคุมได้

ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.66 และค่า PPM ในระยะสั้น มีค่าเท่ากับ 32427.98 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะสั้นยังอยู่ในระดับที่ไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดเท่ากับ 3.2428

ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะยาว (P_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.69 และค่า PPM ในระยะยาว มีค่าเท่ากับ 25535.01 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะยาวยังอยู่ในระดับที่ไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดเท่ากับ 2.5535

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.5.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทสี จากเครื่องจักรที่ 5 ของวันที่ 2 ธันวาคม พ.ศ.2558



รูปที่ 4.30 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทสี จากเครื่องจักรที่ 5 วันที่ 2 ธันวาคม พ.ศ.2558

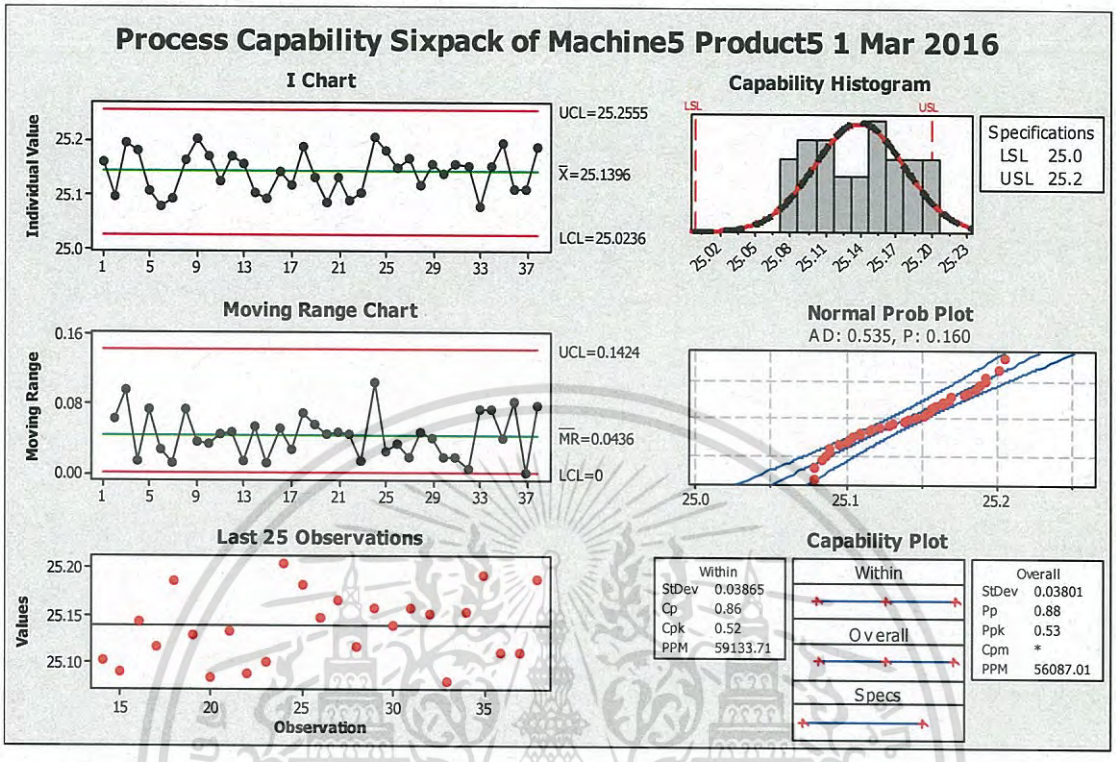
สำหรับข้อมูลน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทสี จากเครื่องจักรที่ 5 ของวันที่ 2 ธันวาคม พ.ศ.2558 เป็นข้อมูลที่ไม่มีการแจกแจงปกติ ทำการแปลงข้อมูลโดยใช้วิธี Box-cox แต่ไม่สามารถแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงปกติได้ จึงทำการแปลงข้อมูลโดยใช้วิธี Johnson สามารถแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงปกติได้ ด้วยสมการ $Y = -0.010 + 0.494 * \mathrm{Ln}((X - 25.001)/(25.161 - X))$

จากรูปที่ 4.30 เมื่อทำการแปลงข้อมูลแล้ว พบว่า ไม่มีจุดตกนอกขีดจำกัดควบคุมด้านบนหรือด้านล่างของทั้งแผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ แสดงว่ากระบวนการผลิตควบคุมได้ดี

ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะยาว (P_{pk}) มีค่าเท่ากับ 1.02 และค่า PPM ในระยะยาว มีค่าเท่ากับ 0.00 แสดงว่ากระบวนการผลิตเม็ดพลาสติกประเภทสี จากเครื่องจักรที่ 5 ของวันที่ 2 ธันวาคม พ.ศ.2558 ในระยะยาวอยู่ในระดับที่ต้องปรับปรุง และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดเท่ากับ 0.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.5.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทสี จากเครื่องจักรที่ 5 ของวันที่ 1 มีนาคม พ.ศ.2559



รูปที่ 4.31 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทสี จากเครื่องจักรที่ 5 วันที่ 1 มีนาคม พ.ศ.2559

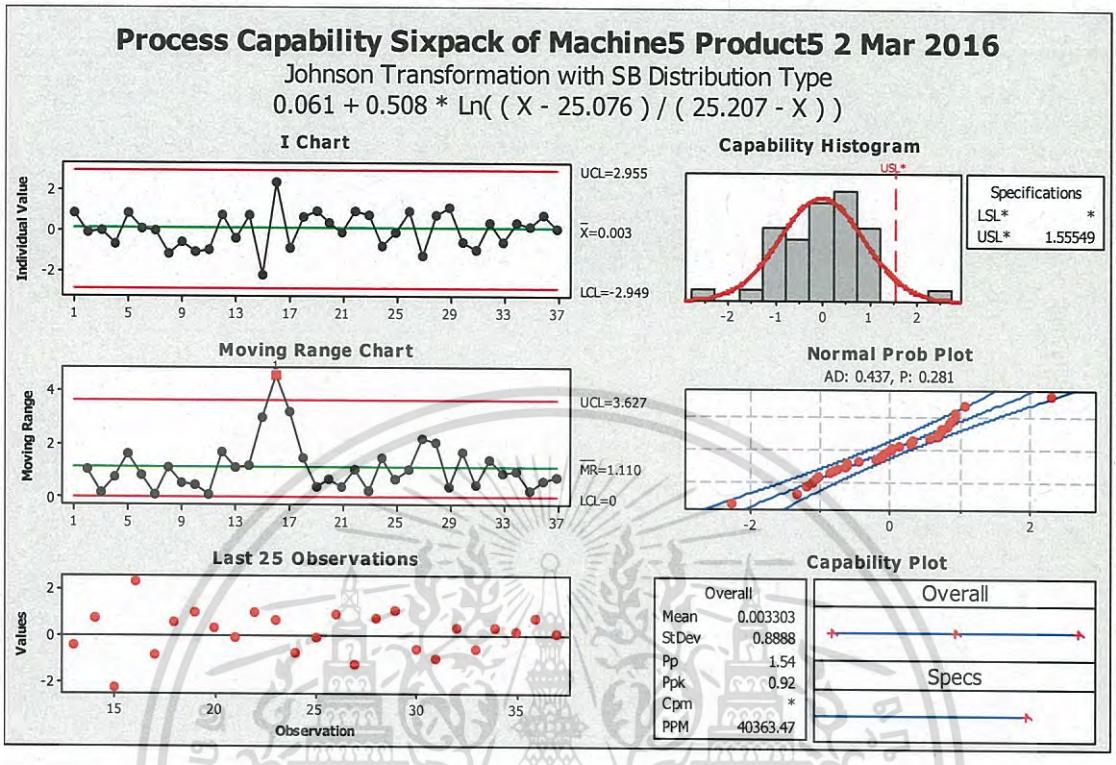
จากรูปที่ 4.31 พบว่า ไม่มีจุดตกนอกขีดจำกัดควบคุมด้านบนหรือด้านล่างของทั้งแผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ แสดงว่ากระบวนการผลิตสามารถควบคุมได้

ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.52 และค่า PPM ในระยะสั้น มีค่าเท่ากับ 59133.71 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะสั้นยังอยู่ในระดับที่ไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดเท่ากับ 5.9134

ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะยาว (P_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.53 และค่า PPM ในระยะยาว มีค่าเท่ากับ 56087.01 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะยาวยังอยู่ในระดับที่ไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดเท่ากับ 5.6087

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.5.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทสี จากเครื่องจักรที่ 5 ของวันที่ 2 มีนาคม พ.ศ.2559



รูปที่ 4.32 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทสี จากเครื่องจักรที่ 5 วันที่ 2 มีนาคม พ.ศ.2559

1 หมายถึง มีอย่างน้อย 1 จุดตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือขีดจำกัดควบคุมล่าง

สำหรับข้อมูลน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทสี จากเครื่องจักรที่ 5 ของวันที่ 2 มีนาคม พ.ศ. 2559 เป็นข้อมูลที่ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ ทำการแปลงข้อมูลโดยใช้วิธี Box-cox แต่ไม่สามารถแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงแบบปกติได้ จึงทำการแปลงข้อมูลโดยใช้วิธี Johnson สามารถแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงแบบปกติได้ ด้วยสมการ $Y = 0.061 + 0.508 * \text{Ln}((X - 25.076)/(25.207 - X))$

จากรูปที่ 4.32 เมื่อทำการแปลงข้อมูลแล้ว พบว่า มีจุดที่ 16 ตกนอกขีดจำกัดควบคุมด้านบนของทั้งแผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ แสดงว่ากระบวนการผลิตไม่สามารถควบคุมได้

ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะยาว (P_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.92 และค่า PPM ในระยะยาว มีค่าเท่ากับ 40363.47 แสดงว่ากระบวนการผลิตเม็ดพลาสติกประเภทสี จากเครื่องจักรที่ 5 ของวันที่ 2 มีนาคม พ.ศ.2559 ในระยะยาวอยู่ในระดับที่ต้องปรับปรุง และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดเท่ากับ 4.0363

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในทำนองเดียวกัน ทำการหาแผนภูมิควบคุมคุณภาพ ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น (C_{pk}) ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะยาว (P_{pk}) และค่า PPM ทั้งระยะสั้นและระยะยาวของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทสี จากเครื่องจักรที่ 5 ในเดือนธันวาคม พ.ศ.2558 และเดือนมีนาคม พ.ศ.2559 สามารถแสดงดังตารางต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.21 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทสี จากเครื่องจักรที่ 5 เดือนธันวาคม พ.ศ.2558

วันที่ผลิต	X - chart ขีดจำกัดควบคุม		MR - chart ขีดจำกัดควบคุม		ลักษณะการควบคุม	ระยะสั้น		ระยะยาว	
	LCL	UCL	LCL	UCL		C_{pk}	ร้อยละตกนอก	P_{pk}	ร้อยละตกนอก
1 ธ.ค. 58	24.9532	25.2280	0	0.1688	สามารถควบคุมได้	0.66	3.2427	0.69	2.5535
2 ธ.ค. 58	-3.071	2.800	0	3.606	สามารถควบคุมได้			1.02	0
3 ธ.ค. 58	-3.680	3.690	0	4.527	สามารถควบคุมได้			0.86	2.8704
4 ธ.ค. 58	-3.530	3.647	0	4.408	ไม่สามารถควบคุมได้			0.99	0.4917
5 ธ.ค. 58	-3.129	3.033	0	3.785	สามารถควบคุมได้			1.20	0
6 ธ.ค. 58	24.9173	25.2305	0	0.1924	สามารถควบคุมได้	0.47	8.6327	0.53	6.0737
7 ธ.ค. 58	-2.417	2.272	0	2.880	ไม่สามารถควบคุมได้			1.00	0.9163
8 ธ.ค. 58	-2.755	2.745	0	3.379	ไม่สามารถควบคุมได้			1.02	0.0002
9 ธ.ค. 58	-2.717	2.779	0	3.376	สามารถควบคุมได้			1.04	0
10 ธ.ค. 58	-3.706	3.673	0	4.533	สามารถควบคุมได้			1.00	0.5356
11 ธ.ค. 58	-3.558	3.191	0	4.145	สามารถควบคุมได้			0.95	1.8236
12 ธ.ค. 58	-2.626	2.699	0	3.271	สามารถควบคุมได้			1.00	0.0849
13 ธ.ค. 58	-3.360	3.297	0	4.089	สามารถควบคุมได้			1.08	0
14 ธ.ค. 58	-2.993	2.840	0	3.583	สามารถควบคุมได้			1.07	0
15 ธ.ค. 58	-3.255	3.208	0	3.970	สามารถควบคุมได้			1.01	0

ตารางที่ 4.21 (ต่อ) แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทสี จากเครื่องจักรที่ 5 เดือนธันวาคม พ.ศ.2558

วันที่ผลิต	X - chart ขีดจำกัดควบคุม		MR - chart ขีดจำกัดควบคุม		ลักษณะการควบคุม	ระยะสั้น		ระยะยาว	
	LCL	UCL	LCL	UCL		C_{pk}	ร้อยละตกนอก	P_{pk}	ร้อยละตกนอก
16 ธ.ค. 58	24.9541	25.1785	0	0.1379	ไม่สามารถควบคุมได้	0.59	3.8403	0.52	6.1094
17 ธ.ค. 58	24.9586	25.1654	0	0.1271	สามารถควบคุมได้	0.60	3.6102	0.5	6.5428
18 ธ.ค. 58	-2.510	2.544	0	3.105	สามารถควบคุมได้			0.62	5.6040
19 ธ.ค. 58	-3.294	3.147	0	3.956	ไม่สามารถควบคุมได้			0.98	0.3662
20 ธ.ค. 58	24.9350	25.2040	0	0.1653	ไม่สามารถควบคุมได้	0.52	6.243	0.56	4.8564
21 ธ.ค. 58	-2.590	2.774	0	3.294	สามารถควบคุมได้			0.99	0.5703
22 ธ.ค. 58	24.9200	25.2418	0	0.1977	สามารถควบคุมได้	0.50	7.8889	0.66	2.6062
23 ธ.ค. 58	24.9423	25.2120	0	0.1657	สามารถควบคุมได้	0.57	4.6194	0.63	3.1653
24 ธ.ค. 58	-3.000	2.982	0	3.675	ไม่สามารถควบคุมได้			0.97	2.9719
25 ธ.ค. 58	24.9340	25.1980	0	0.1622	สามารถควบคุมได้	0.50	6.792	0.56	4.688
26 ธ.ค. 58	-3.265	3.170	0	3.953	ไม่สามารถควบคุมได้			0.98	1.8628
27 ธ.ค. 58	-3.124	3.040	0	3.786	สามารถควบคุมได้			1.07	0
28 ธ.ค. 58	-3.114	3.076	0	3.802	สามารถควบคุมได้			1.19	0
29 ธ.ค. 58	24.9423	25.2099	0	0.1644	สามารถควบคุมได้	0.57	4.6711	0.60	3.8686

จากตารางที่ 4.21 จะเห็นว่า กรณีที่มีการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson ค่าขีดจำกัดควบคุมที่ได้ใน X - chart และ MR - chart ไม่สามารถอธิบายความหมายได้ ในส่วนของกระบวนการผลิตส่วนใหญ่สามารถควบคุมได้ ค่า C_{pk} และค่า P_{pk} มีค่าน้อยกว่า 1 และร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดทั้งระยะสั้นและระยะยาวส่วนใหญ่มีมากพอสมควร จึงถือได้ว่า ความสามารถของกระบวนการผลิตยังไม่อยู่ในระดับที่ดี

ตารางที่ 4.22 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทสี จากเครื่องจักรที่ 5 เดือนมีนาคม พ.ศ.2559

วันที่ผลิต	X - chart ขีดจำกัดควบคุม		MR - chart ขีดจำกัดควบคุม		ลักษณะการควบคุม	ระยะสั้น		ระยะยาว	
	LCL	UCL	LCL	UCL		C_{pk}	ร้อยละตกนอก	P_{pk}	ร้อยละตกนอก
1 มี.ค. 59	25.0236	25.2555	0	0.1424	สามารถควบคุมได้	0.52	5.9133	0.53	5.6087
2 มี.ค. 59	-2.949	2.955	0	3.627	ไม่สามารถควบคุมได้			0.92	4.0363
3 มี.ค. 59	25.0154	25.2509	0	0.1447	สามารถควบคุมได้	0.57	4.4719	0.55	4.8760
4 มี.ค. 59	25.0096	25.2661	0	0.1576	สามารถควบคุมได้	0.48	7.3593	0.54	5.1647
5 มี.ค. 59	25.0189	25.2410	0	0.1365	สามารถควบคุมได้	0.63	2.9484	0.71	1.7121
6 มี.ค. 59	25.0043	25.2887	0	0.1747	สามารถควบคุมได้	0.38	13.0476	0.43	9.6812
7 มี.ค. 59	25.0293	25.2494	0	0.1352	ไม่สามารถควบคุมได้	0.55	4.9248	0.52	6.0994
8 มี.ค. 59	25.0358	25.2350	0	0.1223	สามารถควบคุมได้	0.65	2.5856	0.62	3.1715
9 มี.ค. 59	-2.969	3.094	0	3.724	สามารถควบคุมได้			0.86	4.1347
10 มี.ค. 59	25.0138	25.2606	0	0.1516	ไม่สามารถควบคุมได้	0.51	6.3899	0.50	6.5760
11 มี.ค. 59	25.1377	25.2588	0	0.1487	ไม่สามารถควบคุมได้	0.51	6.1642	0.49	6.9357
12 มี.ค. 59	25.0255	25.2594	0	0.1437	ไม่สามารถควบคุมได้	0.49	6.9999	0.46	8.5590
13 มี.ค. 59	25.0227	25.2580	0	0.1445	ไม่สามารถควบคุมได้	0.51	6.4240	0.59	3.9463
14 มี.ค. 59	25.0058	25.2846	0	0.1713	สามารถควบคุมได้	0.39	12.0214	0.44	9.1958
15 มี.ค. 59	-3.290	3.318	0	4.059	สามารถควบคุมได้			0.91	2.8858
16 มี.ค. 59	-2.955	3.042	0	3.684	ไม่สามารถควบคุมได้			0.85	6.9667

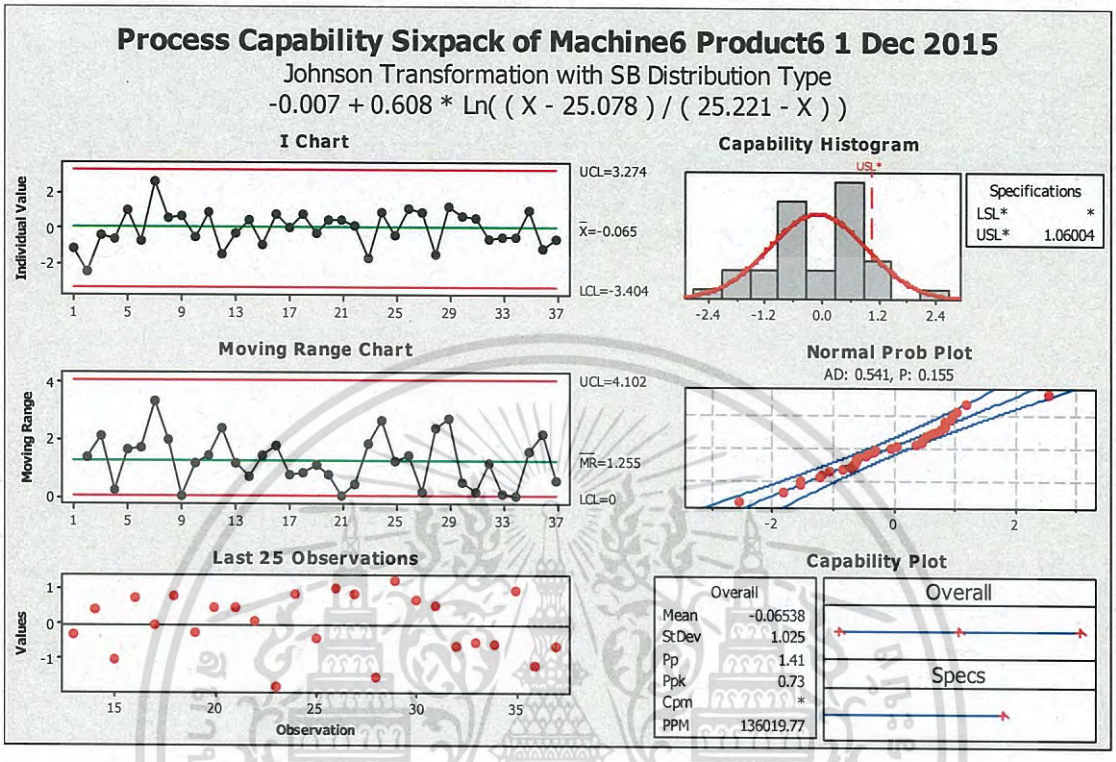
ตารางที่ 4.22 (ต่อ) แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทสี จากเครื่องจักรที่ 5 เดือนมีนาคม พ.ศ.2559

วันที่ผลิต	X - chart ขีดจำกัดควบคุม		MR - chart ขีดจำกัดควบคุม		ลักษณะการควบคุม	ระยะสั้น		ระยะยาว	
	LCL	UCL	LCL	UCL		C_{pk}	ร้อยละตกนอก	P_{pk}	ร้อยละตกนอก
17 มี.ค. 59	25.0199	25.2783	0	0.1587	สามารถควบคุมได้	0.39	11.8950	0.46	8.4530
18 มี.ค. 59	25.0511	25.2351	0	0.1130	ไม่สามารถควบคุมได้	0.62	3.1754	0.57	4.4116
19 มี.ค. 59	25.0257	25.2570	0	0.1420	ไม่สามารถควบคุมได้	0.51	6.4152	0.47	7.8128
20 มี.ค. 59	-2.932	2.950	0	3.613	ไม่สามารถควบคุมได้			0.83	15.8375
21 มี.ค. 59	-2.233	2.150	0	2.692	ไม่สามารถควบคุมได้			0.81	9.9813
22 มี.ค. 59	-2.927	2.838	0	3.541	สามารถควบคุมได้			0.84	6.0038
23 มี.ค. 59	-2.818	2.834	0	3.472	สามารถควบคุมได้			0.55	8.8908
24 มี.ค. 59	25.0176	25.2750	0	0.1581	สามารถควบคุมได้	0.42	10.5746	0.45	8.8225
25 มี.ค. 59	25.0456	25.2237	0	0.1095	สามารถควบคุมได้	0.73	1.3889	0.66	2.4397
26 มี.ค. 59	25.0436	25.2209	0	0.1089	สามารถควบคุมได้	0.76	1.0983	0.65	2.5320
27 มี.ค. 59	-3.422	3.551	0	4.283	สามารถควบคุมได้			0.90	4.6044
28 มี.ค. 59	25.0067	25.2844	0	0.1706	สามารถควบคุมได้	0.39	12.0590	0.46	8.4508
29 มี.ค. 59	-2.597	2.534	0	3.152	ไม่สามารถควบคุมได้			0.85	10.5177
30 มี.ค. 59	-3.576	3.549	0	4.376	ไม่สามารถควบคุมได้			0.49	8.7346
31 มี.ค. 59	25.0155	25.2529	0	0.1458	ไม่สามารถควบคุมได้	0.55	4.8504	0.56	4.7376

จากตารางที่ 4.22 จะเห็นว่า กรณีที่มีการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson ค่าขีดจำกัดควบคุมที่ได้ใน X - chart และ MR - chart ไม่สามารถอธิบายความหมายได้ ในส่วนของกระบวนการผลิตส่วนใหญ่สามารถควบคุมได้ ค่า C_{pk} และค่า P_{pk} มีค่าน้อยกว่า 1 และร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดทั้งระยะสั้นและระยะยาวส่วนใหญ่มีมากพอสมควร จึงถือได้ว่า ความสามารถของกระบวนการผลิตยังไม่อยู่ในระดับที่ดี

4.2.6 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทสี จากเครื่องจักรที่ 6

4.2.6.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทสี จากเครื่องจักรที่ 6 ของวันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ.2558



รูปที่ 4.33 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทสี จากเครื่องจักรที่ 6 วันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ.2558

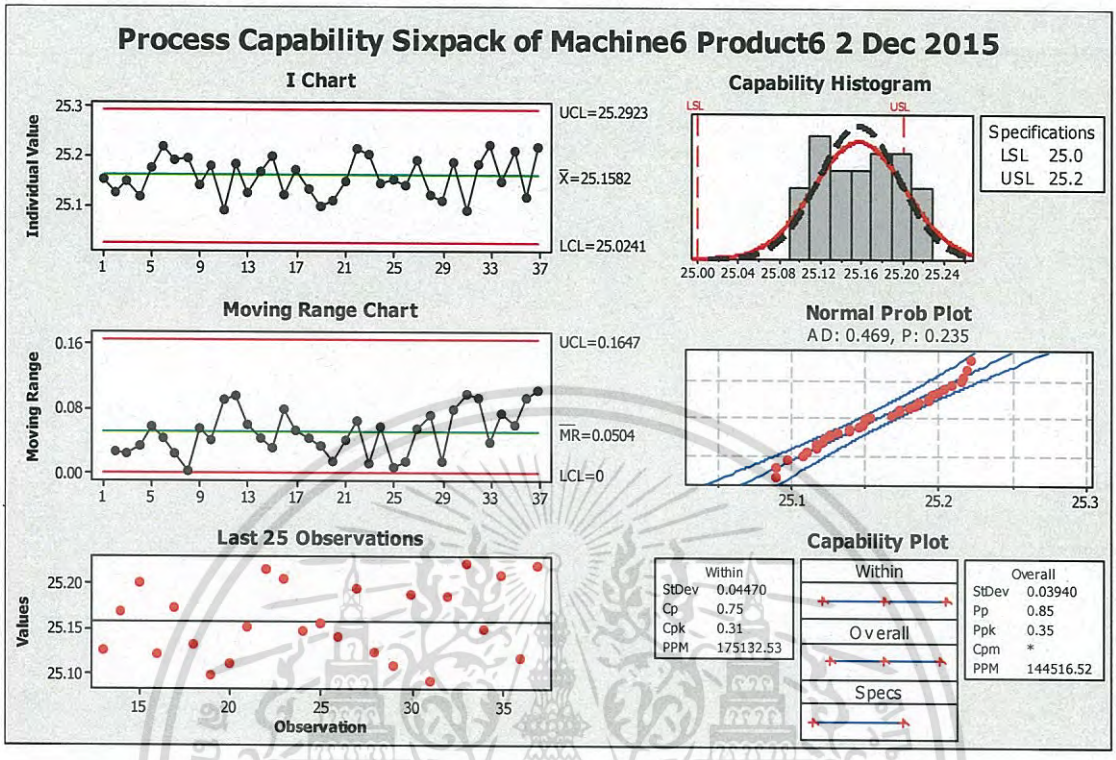
สำหรับข้อมูลน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทสี จากเครื่องจักรที่ 6 ของวันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ.2558 เป็นข้อมูลที่ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ ทำการแปลงข้อมูลโดยใช้วิธี Box-cox แต่ไม่สามารถแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงแบบปกติได้ จึงทำการแปลงข้อมูลโดยใช้วิธี Johnson สามารถแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงแบบปกติได้ ด้วยสมการ $Y = -0.007 + 0.608 * \mathrm{Ln}((X - 25.078)/(25.221 - X))$

จากรูปที่ 4.33 เมื่อทำการแปลงข้อมูลแล้ว พบว่า ไม่มีจุดตกนอกขีดจำกัดควบคุมด้านบนหรือด้านล่างของทั้งแผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ แสดงว่ากระบวนการผลิตควบคุมได้ดี

ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะยาว (P_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.73 และค่า PPM ในระยะยาว มีค่าเท่ากับ 136019.77 แสดงว่ากระบวนการผลิตเม็ดพลาสติกประเภทสี จากเครื่องจักรที่ 6 ของวันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ.2558 ในระยะยาวอยู่ในระดับที่ต้องปรับปรุง และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดเท่ากับ 13.6020

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.6.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทสี จากเครื่องจักรที่ 6 ของวันที่ 2 ธันวาคม พ.ศ.2558



รูปที่ 4.34 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทสี จากเครื่องจักรที่ 6 วันที่ 2 ธันวาคม พ.ศ.2558

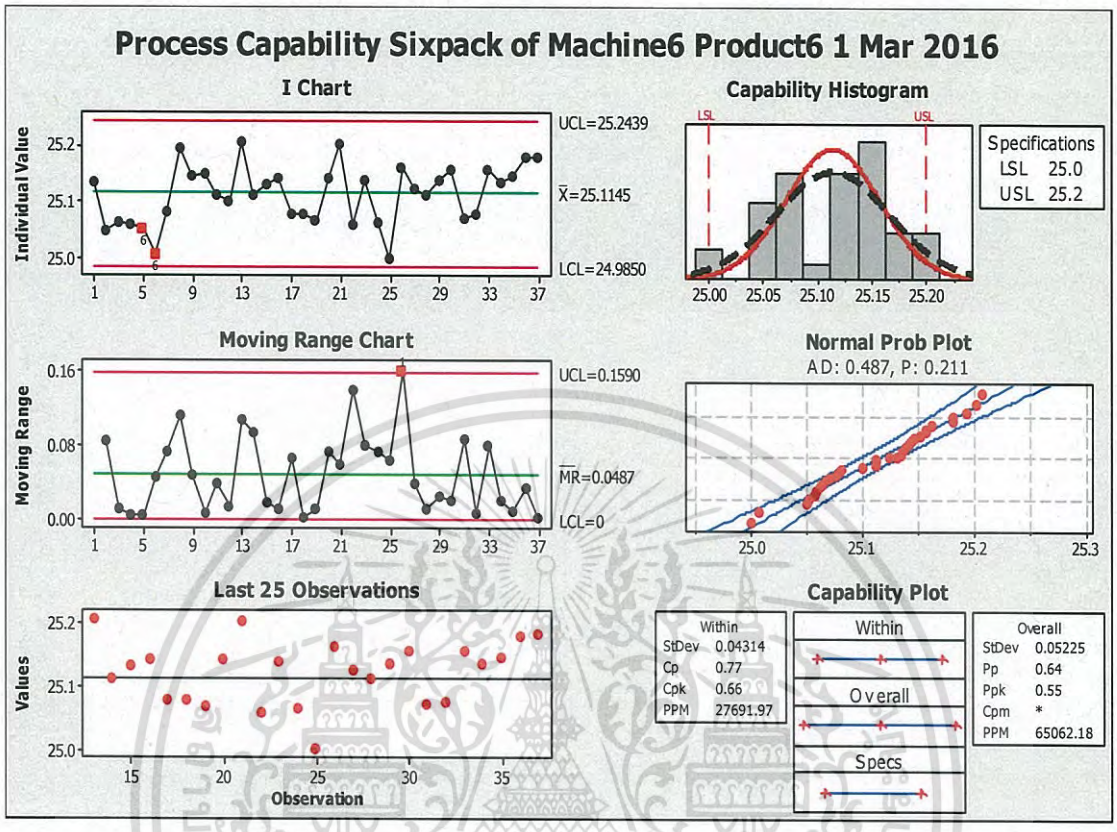
จากรูปที่ 4.34 พบว่า ไม่มีจุดตกนอกขีดจำกัดควบคุมด้านบนหรือด้านล่างของทั้งแผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ แสดงว่ากระบวนการผลิตสามารถควบคุมได้

ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.31 และค่า PPM ในระยะสั้น มีค่าเท่ากับ 175132.53 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะสั้นยังอยู่ในระดับที่ไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดเท่ากับ 17.5133

ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะยาว (P_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.35 และค่า PPM ในระยะยาว มีค่าเท่ากับ 144516.52 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะยาวยังอยู่ในระดับที่ไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดเท่ากับ 14.4517

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.6.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทสี จากเครื่องจักรที่ 6 ของวันที่ 1 มีนาคม พ.ศ.2559



รูปที่ 4.35 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทสีจากเครื่องจักรที่ 6 วันที่ 1 มีนาคมพ.ศ.2559

1 หมายถึง มีอย่างน้อย 1 จุดตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือขีดจำกัดควบคุมล่าง

6 หมายถึง มีจุดพิกัด 4 ใน 5 จุดที่ต่อเนื่องกันตกอยู่นอกเส้น 1σ จากเส้นกึ่งกลาง

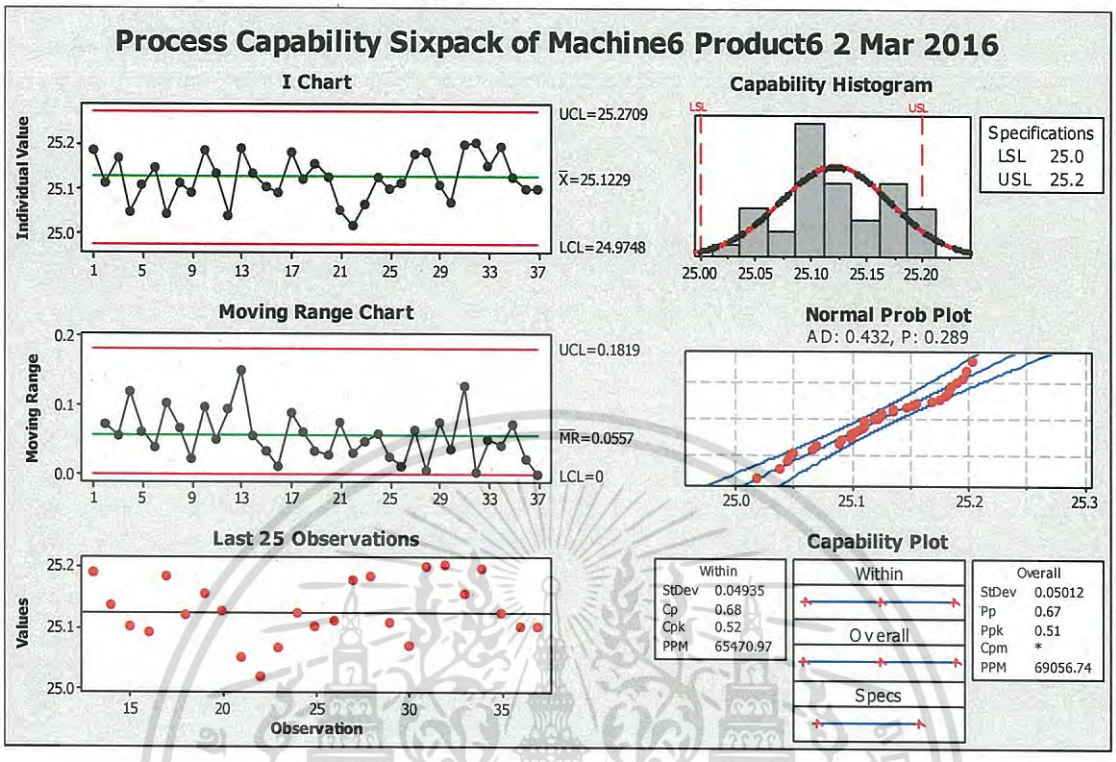
จากรูปที่ 4.35 พบว่า ไม่มีจุดตกนอกขีดจำกัดควบคุมด้านบนหรือด้านล่างของแผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยว แต่มีจุดที่ 1-5 และจุดที่ 2-6 มีลักษณะที่ควบคุมไม่ได้ คือ มีจุดพิกัด 4 ใน 5 จุดที่ต่อเนื่องกันตกอยู่นอกเส้น 1σ จากเส้นกึ่งกลาง สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ พบว่ามีจุดที่ 26 ตกนอกขีดจำกัดควบคุมด้านบน แสดงว่ากระบวนการผลิตยังไม่สามารถควบคุมได้

ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.66 และค่า PPM ในระยะสั้น มีค่าเท่ากับ 27691.97 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะสั้นยังอยู่ในระดับที่ไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดเท่ากับ 2.7692

ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะยาว (P_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.55 และค่า PPM ในระยะยาวมีค่าเท่ากับ 65062.18 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะยาวยังอยู่ในระดับที่ไม่ดีและมีร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดเท่ากับ 6.5062

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.6.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทสี จากเครื่องจักรที่ 6 ของวันที่ 2 มีนาคม พ.ศ.2559



รูปที่ 4.36 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทสี จากเครื่องจักรที่ 6 วันที่ 2 มีนาคม พ.ศ.2559

จากรูปที่ 4.36 พบว่า ไม่มีจุดตกนอกขีดจำกัดควบคุมด้านบนหรือด้านล่างของทั้งแผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ แสดงว่ากระบวนการผลิตสามารถควบคุมได้

ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.52 และค่า PPM ในระยะสั้น มีค่าเท่ากับ 65470.97 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะสั้นยังอยู่ในระดับที่ไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดเท่ากับ 6.5471

ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะยาว (P_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.51 และค่า PPM ในระยะยาว มีค่าเท่ากับ 69056.74 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะยาวยังอยู่ในระดับที่ไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดเท่ากับ 6.9057

ในทำนองเดียวกัน ทำการหาแผนภูมิควบคุมคุณภาพ ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น (C_{pk}) ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะยาว (P_{pk}) และค่า PPM ทั้งระยะสั้นและระยะยาวของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทสี จากเครื่องจักรที่ 6 ในเดือนธันวาคม พ.ศ.2558 และเดือนมีนาคม พ.ศ.2559 สามารถแสดงดังตารางต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.23 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทสี จากเครื่องจักรที่ 6 เดือนธันวาคม พ.ศ.2558

วันที่ผลิต	X - chart ขีดจำกัดควบคุม		MR - chart ขีดจำกัดควบคุม		ลักษณะการควบคุม	ระยะสั้น		ระยะยาว	
	LCL	UCL	LCL	UCL		C_{pk}	ร้อยละตกนอก	P_{pk}	ร้อยละตกนอก
1 ธ.ค. 58	-3.404	3.274	0	4.102	สามารถควบคุมได้			0.73	13.6019
2 ธ.ค. 58	25.0241	25.3923	0	0.1647	สามารถควบคุมได้	0.31	17.5132	0.35	14.4516
3 ธ.ค. 58	25.0445	25.2562	0	0.1300	ไม่สามารถควบคุมได้	0.47	7.9629	0.43	9.8333
4 ธ.ค. 58	25.0279	25.2851	0	0.1579	สามารถควบคุมได้	0.34	15.5183	0.36	14.2256
5 ธ.ค. 58	25.0165	25.2829	0	0.1636	สามารถควบคุมได้	0.38	12.8891	0.45	8.8113
6 ธ.ค. 58	25.0254	25.2670	0	0.1484	สามารถควบคุมได้	0.45	9.0727	0.43	9.6909
7 ธ.ค. 58	25.0355	25.2623	0	0.1393	สามารถควบคุมได้	0.45	8.8449	0.47	8.0020
8 ธ.ค. 58	25.025	25.2717	0	0.1514	สามารถควบคุมได้	0.42	10.4912	0.44	9.3148
9 ธ.ค. 58	25.0364	25.2994	0	0.1370	ไม่สามารถควบคุมได้	0.47	8.0582	0.50	6.7683
10 ธ.ค. 58	25.022	25.2867	0	0.1632	สามารถควบคุมได้	0.34	15.4217	0.43	9.9369
11 ธ.ค. 58	-3.121	3.041	0	3.785	สามารถควบคุมได้			0.75	13.8822
12 ธ.ค. 58	25.0186	25.2728	0	0.1562	สามารถควบคุมได้	0.43	10.0412	0.51	6.1917
13 ธ.ค. 58	25.3970	25.2537	0	0.1314	สามารถควบคุมได้	0.50	6.7518	0.42	10.1411
14 ธ.ค. 58	25.0125	25.2914	0	0.1713	ไม่สามารถควบคุมได้	0.34	15.116	0.37	13.3035
15 ธ.ค. 58	-3.415	3.435	0	4.208	ไม่สามารถควบคุมได้			0.65	24.2703

ตารางที่ 4.23 (ต่อ) แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเม็ดพลาสติกจากเครื่องจักรที่ 6 เดือนธันวาคม พ.ศ.2558

วันที่ผลิต	X - chart ขีดจำกัดควบคุม		MR - chart ขีดจำกัดควบคุม		ลักษณะการควบคุม	ระยะสั้น		ระยะยาว	
	LCL	UCL	LCL	UCL		C_{pk}	ร้อยละตกนอก	P_{pk}	ร้อยละตกนอก
16 ธ.ค. 58	24.9506	25.2660	0	0.1937	ไม่สามารถควบคุมได้	0.58	5.7591	0.45	12.6117
17 ธ.ค. 58	25.0044	25.2639	0	0.1594	สามารถควบคุมได้	0.51	6.2688	0.48	6.8813
18 ธ.ค. 58	-2.350	2.313	0	2.864	ไม่สามารถควบคุมได้			0.47	12.5397
19 ธ.ค. 58	24.9688	25.2846	0	0.1940	สามารถควบคุมได้	0.46	8.2931	0.53	12.4680
20 ธ.ค. 58	24.9712	25.2764	0	0.1875	สามารถควบคุมได้	0.50	8.2142	0.62	19.8649
21 ธ.ค. 58	24.9899	25.2831	0	0.1801	ไม่สามารถควบคุมได้	0.43	10.8787	0.46	15.6553
22 ธ.ค. 58	24.9931	25.2788	0	0.1755	สามารถควบคุมได้	0.45	9.1726	0.98	20.6130
23 ธ.ค. 58	24.9690	25.2623	0	0.1801	ไม่สามารถควบคุมได้	0.58	5.8967	0.54	11.6673
24 ธ.ค. 58	24.9261	25.3393	0	0.2538	สามารถควบคุมได้	0.33	10.9568	0.42	8.3214
25 ธ.ค. 58	24.9746	25.2872	0	0.1920	ไม่สามารถควบคุมได้	0.44	12.2541	0.53	14.432
26 ธ.ค. 58	24.9617	25.2861	0	0.1993	สามารถควบคุมได้	0.47	8.8785	0.61	9.5800
27 ธ.ค. 58	-2.601	2.544	0	3.160	ไม่สามารถควบคุมได้			0.46	9.3535
28 ธ.ค. 58	-2.829	2.908	0	3.524	ไม่สามารถควบคุมได้			0.40	13.2078
29 ธ.ค. 58	-3.880	3.910	0	4.785	สามารถควบคุมได้			0.31	15.6933

จากตารางที่ 4.23 จะเห็นว่า กรณีที่มีการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson ค่าขีดจำกัดควบคุมที่ได้ใน X - chart และ MR - chart ไม่สามารถอธิบายความหมายได้ ในส่วนของกระบวนการผลิตส่วนใหญ่สามารถควบคุมได้ ค่า C_{pk} และค่า P_{pk} มีค่าน้อยกว่า 1 และร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดทั้งระยะสั้นและระยะยาวส่วนใหญ่มีมากพอสมควร จึงถือได้ว่า ความสามารถของกระบวนการผลิตยังไม่อยู่ในระดับที่ดี

ตารางที่ 4.24 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทสี จากเครื่องจักรที่ 6 เดือนมีนาคม พ.ศ.2559

วันที่ผลิต	X - chart ขีดจำกัดควบคุม		MR - chart ขีดจำกัดควบคุม		ลักษณะการควบคุม	ระยะสั้น		ระยะยาว	
	LCL	UCL	LCL	UCL		C_{pk}	ร้อยละตกนอก	P_{pk}	ร้อยละตกนอก
1 มี.ค. 59	24.9850	25.2439	0	0.159	ไม่สามารถควบคุมได้	0.66	2.7691	0.55	6.5062
2 มี.ค. 59	24.9748	25.2709	0	0.1819	สามารถควบคุมได้	0.52	6.5470	0.51	6.9056
3 มี.ค. 59	24.9489	25.2879	0	0.2082	สามารถควบคุมได้	0.48	9.2312	0.53	6.6093
4 มี.ค. 59	24.9609	25.2747	0	0.1928	ไม่สามารถควบคุมได้	0.52	7.0200	0.60	4.1847
5 มี.ค. 59	-3.130	3.127	0	3.843	สามารถควบคุมได้			0.39	12.5585
6 มี.ค. 59	24.9376	25.305	0	0.2256	สามารถควบคุมได้	0.43	12.3070	0.46	9.9412
7 มี.ค. 59	-3.290	3.289	0	4.041	สามารถควบคุมได้			0.90	10.1657
8 มี.ค. 59	24.9386	25.3026	0	0.2236	สามารถควบคุมได้	0.44	11.8725	0.51	7.4360
9 มี.ค. 59	24.9142	25.3191	0	0.2498	สามารถควบคุมได้	0.41	15.0814	0.47	10.7416
10 มี.ค. 59	-2.981	2.800	0	3.551	ไม่สามารถควบคุมได้			0.89	6.3934
11 มี.ค. 59	24.9747	25.2879	0	0.1924	สามารถควบคุมได้	0.44	10.012	0.44	9.8566
12 มี.ค. 59	24.9574	25.2963	0	0.2082	สามารถควบคุมได้	0.43	1.10085	0.46	9.2520
13 มี.ค. 59	24.9487	25.2923	0	0.2111	สามารถควบคุมได้	0.46	10.0227	0.49	8.4446
14 มี.ค. 59	-3.010	2.882	0	3.619	ไม่สามารถควบคุมได้			0.42	11.7090
15 มี.ค. 59	24.9654	25.2742	0	0.1895	ไม่สามารถควบคุมได้	0.52	6.9527	0.52	6.8176
16 มี.ค. 59	24.9523	25.2800	0	0.2013	สามารถควบคุมได้	0.51	7.9160	0.620	3.6033

ตารางที่ 4.24 (ต่อ) แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเม็ดพลาสติกประเภทสี จากเครื่องจักรที่ 6 เดือนมีนาคม พ.ศ.2559

วันที่ผลิต	X - chart ขีดจำกัดควบคุม		MR - chart ขีดจำกัดควบคุม		ลักษณะการควบคุม	ระยะสั้น		ระยะยาว	
	LCL	UCL	LCL	UCL		C_{pk}	ร้อยละตกนอก	P_{pk}	ร้อยละตกนอก
17 มี.ค. 59	-3.087	3.175	0	3.846	สามารถควบคุมได้			0.86	12.8181
18 มี.ค. 59	24.9422	25.3083	0	0.2249	สามารถควบคุมได้	0.41	13.0401	0.48	8.0700
19 มี.ค. 59	24.9480	25.2768	0	0.202	ไม่สามารถควบคุมได้	0.53	7.5038	0.53	7.7236
20 มี.ค. 59	-2.631	2.556	0	3.186	ไม่สามารถควบคุมได้			0.42	10.5789
21 มี.ค. 59	24.9593	25.2983	0	0.2082	สามารถควบคุมได้	0.42	11.5028	0.40	13.0820
22 มี.ค. 59	24.9391	25.3021	0	0.2230	สามารถควบคุมได้	0.44	11.7770	0.45	11.2007
23 มี.ค. 59	-2.754	2.862	0	3.450	สามารถควบคุมได้			0.86	4.4323
24 มี.ค. 59	-3.001	3.004	0	3.688	สามารถควบคุมได้			0.95	3.8567
25 มี.ค. 59	24.9825	25.2717	0	0.1776	ไม่สามารถควบคุมได้	0.50	6.94260	0.50	7.2669
26 มี.ค. 59	24.9542	25.2903	0	0.2065	สามารถควบคุมได้	0.46	9.7096	0.49	8.2687
27 มี.ค. 59	-2.870	3.081	0	3.655	ไม่สามารถควบคุมได้			1.00	0.1365
28 มี.ค. 59	3.212	3.226	0	3.955	สามารถควบคุมได้			0.86	9.4026
29 มี.ค. 59	-2.968	2.936	0	3.627	สามารถควบคุมได้			0.88	11.4225
30 มี.ค. 59	24.9703	25.3064	0	0.2065	สามารถควบคุมได้	0.37	14.2245	0.39	12.2684
31 มี.ค. 59	24.8873	25.3363	0	0.2758	สามารถควบคุมได้	0.39	18.6898	0.47	11.7234

จากตารางที่ 4.24 จะเห็นว่า กรณีที่มีการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson ค่าขีดจำกัดควบคุมที่ได้ใน X- chart และ MR- chart ไม่สามารถอธิบายความหมาย ได้ ในส่วนของกระบวนการผลิตส่วนใหญ่สามารถควบคุมได้ ค่า C_{pk} และค่า P_{pk} มีค่าน้อยกว่า 1 และร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดทั้งระยะสั้นและระยะยาวส่วนใหญ่มีมากพอสมควร จึงถือได้ว่า ความสามารถของกระบวนการผลิตยังไม่อยู่ในระดับที่ดี

บรรณานุกรม

กัญญามาส ธีรปกรณ์ และคณะ. 2553. **การควบคุมคุณภาพสลักเกลียวของบริษัท อินเตอร์ อินดักชั่น จำกัด.** ปัญหาพิเศษ, ภาควิชาสถิติประยุกต์, คณะวิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. 2551. **การวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ.** กรุงเทพมหานคร : บริษัทซีเอ็ด ยุเคชั่น จำกัด.

กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. 2551. **หลักการการควบคุมคุณภาพ.** กรุงเทพมหานคร : บริษัทซีเอ็ด ยุเคชั่น จำกัด.

จุฑามาศ มุขธรรม และคณะ. 2554. **การควบคุมคุณภาพทางสถิติที่เหมาะสมในการควบคุมคุณภาพการบรรจุผลิตภัณฑ์ก๋วยเตี๋ยวและซอสของ บริษัท ไทยเบตเตอร์ฟู้ดส์ จำกัด.** ปัญหาพิเศษ, ภาควิชาสถิติประยุกต์, คณะวิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

จรัล ทรัพย์เสรี. 2550. **เรื่องวุ่นๆของการวิเคราะห์ขีดจำกัดความสามารถของกระบวนการ.** กรุงเทพมหานคร

ชนิตา วิบูลชุติกุล และคณะ. 2555. **การศึกษาการควบคุมคุณภาพกระบวนการผลิตยิปซัม.** ปัญหาพิเศษ, ภาควิชาสถิติประยุกต์, คณะวิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ชลนิชา แสนคำ และคณะ. 2557. **การควบคุมคุณภาพในกระบวนการผลิตเม็ดยาของบริษัท ยูนีซัน จำกัด.** ปัญหาพิเศษ, ภาควิชาสถิติประยุกต์, คณะวิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชูใจ คูหารัตนไชย. 2555. **เอกสารประกอบคำสอนวิชาสถิติควบคุมคุณภาพ.** สาขาวิชาสถิติ, คณะวิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ศุกชัย นาทะพันธ์. 2551. **การควบคุมคุณภาพ.** กรุงเทพมหานคร : บริษัทซีเอ็ด ยุเคชั่น จำกัด.

สายชล สินสมบรูณ์ทอง. 2553. **การควบคุมคุณภาพเชิงสถิติและวิศวกรรม.** กรุงเทพมหานคร : จามจุรีโปรดักท์.

เชิญขวัญ แซ่โซว และคณะ. 2551. **ควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์แชมพูสระผมของบริษัท ยูนิลีเวอร์ไทย เทรดดิ้ง จำกัด.** ปัญหาพิเศษ, ภาควิชาสถิติประยุกต์, คณะวิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

เตชิน ล้อเลิศรัตนะ และคณะ. 2550. **การควบคุมผลิตภัณฑ์บรรจุภัณฑ์พลาสติกของบริษัทกรุงไทยพลาสแพค จำกัด.** ปัญหาพิเศษ, ภาควิชาสถิติประยุกต์, คณะวิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

Montgomery, D.C., 2005. **Introduction to statistical Quality Control 5th edition,** JohnWiley and Sons,inc., NewYork.

Ang, A. H–S. and Tang, W. H. 2007. **Probability Concepts in Engineering: Emphasis on Applications to Civil and Environmental Engineering.** 2nd ed. New York : John Wiley & sons.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก. ตารางแสดงค่าตัวประกอบสำหรับการคำนวณหาเส้นพิกัดควบคุม

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

ตาราง ข. ตารางพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ

Standard Normal Probabilities

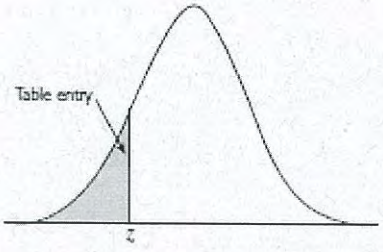


Table entry for z is the area under the standard normal curve to the left of z.

z	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
−3.4	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0002
−3.3	.0005	.0005	.0005	.0004	.0004	.0004	.0004	.0004	.0004	.0003
−3.2	.0007	.0007	.0006	.0006	.0006	.0006	.0006	.0005	.0005	.0005
−3.1	.0010	.0009	.0009	.0009	.0008	.0008	.0008	.0008	.0007	.0007
−3.0	.0013	.0013	.0013	.0012	.0012	.0011	.0011	.0011	.0010	.0010
−2.9	.0019	.0018	.0018	.0017	.0016	.0016	.0015	.0015	.0014	.0014
−2.8	.0026	.0025	.0024	.0023	.0023	.0022	.0021	.0021	.0020	.0019
−2.7	.0035	.0034	.0033	.0032	.0031	.0030	.0029	.0028	.0027	.0026
−2.6	.0047	.0045	.0044	.0043	.0041	.0040	.0039	.0038	.0037	.0036
−2.5	.0062	.0060	.0059	.0057	.0055	.0054	.0052	.0051	.0049	.0048
−2.4	.0082	.0080	.0078	.0075	.0073	.0071	.0069	.0068	.0066	.0064
−2.3	.0107	.0104	.0102	.0099	.0096	.0094	.0091	.0089	.0087	.0084
−2.2	.0139	.0136	.0132	.0129	.0125	.0122	.0119	.0116	.0113	.0110
−2.1	.0179	.0174	.0170	.0166	.0162	.0158	.0154	.0150	.0146	.0143
−2.0	.0228	.0222	.0217	.0212	.0207	.0202	.0197	.0192	.0188	.0183
−1.9	.0287	.0281	.0274	.0268	.0262	.0256	.0250	.0244	.0239	.0233
−1.8	.0359	.0351	.0344	.0336	.0329	.0322	.0314	.0307	.0301	.0294
−1.7	.0446	.0436	.0427	.0418	.0409	.0401	.0392	.0384	.0375	.0367
−1.6	.0548	.0537	.0526	.0516	.0505	.0495	.0485	.0475	.0465	.0455
−1.5	.0668	.0655	.0643	.0630	.0618	.0606	.0594	.0582	.0571	.0559
−1.4	.0808	.0793	.0778	.0764	.0749	.0735	.0721	.0708	.0694	.0681
−1.3	.0968	.0951	.0934	.0918	.0901	.0885	.0869	.0853	.0838	.0823
−1.2	.1151	.1131	.1112	.1093	.1075	.1056	.1038	.1020	.1003	.0985
−1.1	.1357	.1335	.1314	.1292	.1271	.1251	.1230	.1210	.1190	.1170
−1.0	.1587	.1562	.1539	.1515	.1492	.1469	.1446	.1423	.1401	.1379
−0.9	.1841	.1814	.1788	.1762	.1736	.1711	.1685	.1660	.1635	.1611
−0.8	.2119	.2090	.2061	.2033	.2005	.1977	.1949	.1922	.1894	.1867
−0.7	.2420	.2389	.2358	.2327	.2296	.2266	.2236	.2206	.2177	.2148
−0.6	.2743	.2709	.2676	.2643	.2611	.2578	.2546	.2514	.2483	.2451
−0.5	.3085	.3050	.3015	.2981	.2946	.2912	.2877	.2843	.2810	.2776
−0.4	.3446	.3409	.3372	.3336	.3300	.3264	.3228	.3192	.3156	.3121
−0.3	.3821	.3783	.3745	.3707	.3669	.3632	.3594	.3557	.3520	.3483
−0.2	.4207	.4168	.4129	.4090	.4052	.4013	.3974	.3936	.3897	.3859
−0.1	.4602	.4562	.4522	.4483	.4443	.4404	.4364	.4325	.4286	.4247
−0.0	.5000	.4960	.4920	.4880	.4840	.4801	.4761	.4721	.4681	.4641

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ข. ตารางพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ (ต่อ)

Standard Normal Probabilities

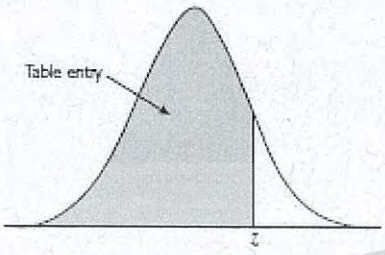


Table entry for z is the area under the standard normal curve to the left of z.

z	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
0.0	.5000	.5040	.5080	.5120	.5160	.5199	.5239	.5279	.5319	.5359
0.1	.5398	.5438	.5478	.5517	.5557	.5596	.5636	.5675	.5714	.5753
0.2	.5793	.5832	.5871	.5910	.5948	.5987	.6026	.6064	.6103	.6141
0.3	.6179	.6217	.6255	.6293	.6331	.6368	.6406	.6443	.6480	.6517
0.4	.6554	.6591	.6628	.6664	.6700	.6736	.6772	.6808	.6844	.6879
0.5	.6915	.6950	.6985	.7019	.7054	.7088	.7123	.7157	.7190	.7224
0.6	.7257	.7291	.7324	.7357	.7389	.7422	.7454	.7486	.7517	.7549
0.7	.7580	.7611	.7642	.7673	.7704	.7734	.7764	.7794	.7823	.7852
0.8	.7881	.7910	.7939	.7967	.7995	.8023	.8051	.8078	.8106	.8133
0.9	.8159	.8186	.8212	.8238	.8264	.8289	.8315	.8340	.8365	.8389
1.0	.8413	.8438	.8461	.8485	.8508	.8531	.8554	.8577	.8599	.8621
1.1	.8643	.8665	.8686	.8708	.8729	.8749	.8770	.8790	.8810	.8830
1.2	.8849	.8869	.8888	.8907	.8925	.8944	.8962	.8980	.8997	.9015
1.3	.9032	.9049	.9066	.9082	.9099	.9115	.9131	.9147	.9162	.9177
1.4	.9192	.9207	.9222	.9236	.9251	.9265	.9279	.9292	.9306	.9319
1.5	.9332	.9345	.9357	.9370	.9382	.9394	.9406	.9418	.9429	.9441
1.6	.9452	.9463	.9474	.9484	.9495	.9505	.9515	.9525	.9535	.9545
1.7	.9554	.9564	.9573	.9582	.9591	.9599	.9608	.9616	.9625	.9633
1.8	.9641	.9649	.9656	.9664	.9671	.9678	.9686	.9693	.9699	.9706
1.9	.9713	.9719	.9726	.9732	.9738	.9744	.9750	.9756	.9761	.9767
2.0	.9772	.9778	.9783	.9788	.9793	.9798	.9803	.9808	.9812	.9817
2.1	.9821	.9826	.9830	.9834	.9838	.9842	.9846	.9850	.9854	.9857
2.2	.9861	.9864	.9868	.9871	.9875	.9878	.9881	.9884	.9887	.9890
2.3	.9893	.9896	.9898	.9901	.9904	.9906	.9909	.9911	.9913	.9916
2.4	.9918	.9920	.9922	.9925	.9927	.9929	.9931	.9932	.9934	.9936
2.5	.9938	.9940	.9941	.9943	.9945	.9946	.9948	.9949	.9951	.9952
2.6	.9953	.9955	.9956	.9957	.9959	.9960	.9961	.9962	.9963	.9964
2.7	.9965	.9966	.9967	.9968	.9969	.9970	.9971	.9972	.9973	.9974
2.8	.9974	.9975	.9976	.9977	.9977	.9978	.9979	.9979	.9980	.9981
2.9	.9981	.9982	.9982	.9983	.9984	.9984	.9985	.9985	.9986	.9986
3.0	.9987	.9987	.9987	.9988	.9988	.9989	.9989	.9989	.9990	.9990
3.1	.9990	.9991	.9991	.9991	.9992	.9992	.9992	.9992	.9993	.9993
3.2	.9993	.9993	.9994	.9994	.9994	.9994	.9994	.9995	.9995	.9995
3.3	.9995	.9995	.9995	.9996	.9996	.9996	.9996	.9996	.9996	.9997
3.4	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9998

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ค. ค่าวิกฤต c_α ของการทดสอบ Anderson-darling สำหรับทดสอบภาวะปกติ (พารามิเตอร์ μ และ σ ประมาณค่าจากตัวอย่างขนาด n)

ระดับนัยสำคัญ : α	a_α	b_0	b_1
0.2	0.5091	−0.756	−0.39
0.1	0.6305	−0.750	−0.80
0.05	0.7514	−0.795	−0.89
0.025	0.8728	−0.881	−0.94
0.01	1.0348	−1.013	−0.93
0.005	1.1578	−1.063	−1.34

ที่มา : Ang & Tang, 2007, p. 395.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้