การควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกของ บริษัท แสงไทย ฟิตติ้ง อุตสาหกรรม จำกัด

Quality control of plastic handles of Sangthai Fitting Industry (Thailand) Co., Ltd

นางสาวกมลชนก สงวนวงษ์

นางสาวพัชรพร กมุทวณิช

นางสาวรสิตา รูปปั้น

นางสาววันวิสาห์ คุ้มสวัสดิ์

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (สถิติประยุกต์)
ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Quality control of plastic handles of Sangthai Fitting Industry (Thailand) Co., Ltd

KAMONCHANOK SANGUANWONG
PATCHARAPORN KAMUTAVANICH
RASITA ROPPUN
WANWISA KHUMSAWAT

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

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาพิเศษ	การควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกของ บริษัท แสงไทย ฟิตติ้ง อุตสาหกรรม จำกัด Quality control of plastic handles of Sangthai Fitting Industry (Thailand) Co., Ltd
ชื่อนักศึกษา	นางสาวกมลชนก สงวนวงษ์ 56051255 นางสาวพัชรพร กมุทวณิช 56051357 นางสาวรสิตา รูปปั้น 56051372 นางสาววันวิสาห์ คุ้มสวัสดิ์ 56051382
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (สถิติประยุกต์)
ภาควิชา	สถิติ
ปีการศึกษา	2559
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาตราจารย์ชูใจ คูหารัตนไชย

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) อนุมัติให้ปัญหาพิเศษเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (สถิติประยุกต์) ประจำปีการศึกษา 2559

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ผศ.ชูใจ คูหารัตนไชย ประธานกรรมการ	
ผศ.ดร.สมศรี บัณฑิตวิไล กรรมการ	
อ.พรชัย หลายพสุ กรรมการ	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	การควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกของ บริษัท แสงไทย ฟิตติ้ง อุตสาหกรรม จำกัด
ชื่อนักศึกษา	นางสาวกมลชนก สงวนวงษ์ 56051255
	นางสาวพัชรพร กมุทวณิช 56051257
	นางสาวรสิตา รูปปั้น 56051372
	นางสาววันวิสาห์ คุ้มสวัสดิ์ 56051382
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (สถิติประยุกต์)
ภาควิชา	สถิติ
คณะ	วิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัย	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)
ปีการศึกษา	2559
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชูใจ คูหารัตนไชย

บทคัดย่อ

ปัญหาพิเศษในครั้งนี้ได้ทำการศึกษาการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกของ บริษัท แสงไทย ฟิตติ้ง อุตสาหกรรม จำกัด โดยทำการศึกษาผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติก รุ่น96EV รุ่น96KV และรุ่น128IV จากเครื่องจักรที่ทำการผลิตจำนวนทั้งหมด 6 เครื่องจักร โดยทำการเก็บข้อมูลน้ำหนักของผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกจากทุกเครื่องจักรแล้วนำข้อมูลที่ได้มาสร้างแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย($\overline{X}$ -chart) และแผนภูมิควบคุมส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(S -chart) หรือแผนภูมิควบคุมพิสัย(R -chart) พร้อมทั้งหาค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น(C_{pk}) และระยะยาว(P_{pk}) และค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกอยู่นอกขอบเขตของเกณฑ์ที่บริษัทกำหนดไว้ โดยได้ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป MINITAB มาช่วยในการประมวลผล ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า เครื่องจักรเครื่องที่ 3 กับ 6 จะมีประสิทธิภาพมากที่สุด และมีดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น(C_{pk}) และระยะยาว (P_{pk}) ส่วนใหญ่มีค่ามากกว่า 1.33 และร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดทั้งระยะสั้นและระยะยาวส่วนใหญ่มีน้อยมากหรือเท่ากับ 0 จึงไม่จำเป็นต้องปรับปรุงเครื่องจักรทั้งสอง แต่เมื่อพิจารณาเครื่องจักรที่ 1 , 2 , 4 และ 5 จะเห็นว่า เครื่องจักรทั้ง 4 เครื่อง ยังมีประสิทธิภาพที่ยังไม่ดี เนื่องจากค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น(C_{pk}) และระยะยาว(P_{pk}) มีค่าน้อยกว่า 1.33 และร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดทั้งระยะสั้นและระยะยาวยังมีค่ามาก จึงจำเป็นต้องปรับปรุงเครื่องจักรทั้ง 4 ให้มีประสิทธิภาพดีตามมาตรฐานและเป็นที่ยอมรับได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Quality control of plastic handles of Sangthai Fitting Industry (Thailand) Co., Ltd		
Students	Miss Kamonchanok	Sanguanwong	56051255
	Miss Patcharaporn	Kamutavanich	56051357
	Miss Rasita	Roppun	56051372
	Miss Wanwisa	Khumsawat	56051382
Degree	Bachelor of Science (Applied Statistics)		
Department	Statistics		
Faculty	Science		
University	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)		
Academic Year	2559		
Advisor	Asst.Prof. Choojai Kuharattanachai		

Abstract

This special problem had studied the quality control of plastic handle products of Sangthai Fitting Industry Co., Ltd. Plastic handle products model 96EV, 96KV and 128IV from 6 machines were investigated by collecting weights of plastic handles from all machines and used to create $\overline{X}$-chart and S-chart or R-chart. Process capability index in short-term (C_{pk}) and long-term (P_{pk}) and percentages of data outside the defined limits were also determined by using MINITAB software. The analysis results showed that machine 3 and 6 were most effectiv. Most C_{pk} and P_{pk} were greater than 1.33 and the percentages were outside the defined limits both C_{pk} and P_{pk} or equal 0 (zero). Therefore, these 2 machines did not need to be updated. However for machine 1, 2, 4 and 5 it could be observed that these 4 machines had poor performance because C_{pk} and P_{pk} were less than 1.33 and the percentages of both C_{pk} and P_{pk} were outside the defined limits. Therefore, it was necessary to improve these 4 machines to be effective and acceptable in accordance with the standards.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ โดยได้รับความกรุณาจาก ผศ.ชูใจ คูหารัตนไชย ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ซึ่งให้คำแนะนำ คำปรึกษา เอื้อเฟื้อเอกสารต่างๆ ตลอดจนให้ความช่วยเหลือในการตรวจสอบข้อบกพร่องต่างๆได้เป็นอย่างดีมาโดยตลอด จึงขอกราบขอบพระคุณด้วยความเคารพเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร. สมศรี บัณฑิตวิไล และ อ.พรชัย หลายพสุ ซึ่งให้คำแนะนำ ตลอดจนตรวจสอบและแก้ไขเพิ่มเติม ทำให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ คุณประธาน ศิวะโมกข์ลัคณา กรรมการผู้จัดการ บริษัท แสงไทย ฟิตติ้ง อุตสาหกรรมจำกัด ที่ทำการเอื้อเฟื้อข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิต และควบคุมคุณภาพที่จะนำมาใช้ในการศึกษากระบวนการผลิตและการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติก ตลอดจนให้ความอนุเคราะห์ให้ทางคณะผู้จัดไปศึกษาดูงาน

ขอขอบพระคุณ ท่านอาจารย์ภาควิชาสถิติประยุกต์ทุกท่านเป็นอย่างสูง ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชา พร้อมทั้งให้คำแนะนำต่างๆ และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ภาควิชาสถิติประยุกต์ทุกท่านที่ได้อำนวยความสะดวกและช่วยเหลือในเรื่องต่างๆ ตลอดระยะเวลาในการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้

สุดท้ายนี้ ขอขอบพระคุณ คุณพ่อและคุณแม่ ที่เป็นกำลังใจให้ และขอบคุณเพื่อนๆ ที่คอยให้ความช่วยเหลือ จนปัญหาพิเศษนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

นางสาวกมลชนก สงวนวงษ์
นางสาวพัชรพร กมุทวณิช
นางสาววรสิตา รูปปั้น
นางสาววันวิสาห์ คุ้มสวัสดิ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ข
กิตติกรรมประกาศ ..... ค
สารบัญ ..... ง
สารบัญตาราง ..... ช
สารบัญรูป ..... ฎ
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ที่ศึกษา 1
1.3 ขอบเขตการศึกษา 2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2
1.5 นิยามคำศัพท์เฉพาะ 2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3
2.1 ทฤษฎีพลาสติกที่เกี่ยวข้อง 3
2.1.1 ความรู้เกี่ยวกับพลาสติก ABS 3
2.1.2 ความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างและสมบัติทางกายภาพของพลาสติก ABS 3
2.2 ทฤษฎีสถิติที่เกี่ยวข้อง 5
2.2.1 แผนภูมิควบคุม (Control Chart) 5
2.2.1.1 ประเภทของแผนภูมิควบคุม 5
2.2.1.2 สาเหตุของการผันแปร 6
2.2.1.3 ขั้นตอนการสร้างแผนภูมิควบคุม 7
2.2.1.4 องค์ประกอบของแผนภูมิควบคุม 8
2.2.1.5 ลักษณะแผนภูมิควบคุม 9
2.2.1.6 ประโยชน์ของแผนภูมิควบคุม 13
2.2.2 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 13
2.2.3 แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย 15
2.2.4 ความสามารถของกระบวนการ 16
2.2.5 การคำนวณหาร้อยละข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนด 19
2.2.6 การทดสอบการแจกแจงปกติ 20
2.2.6.1 การแจกแจงปกติ 20
2.2.6.2 การทดสอบการแจกแจงปกติของ Anderson-Darling 21
2.2.7 การแปลงข้อมูล 26
2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 29
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย 32
3.1 วิธีการดำเนินงาน 32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

3.2 ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล 32
3.2.1 แหล่งที่มาของข้อมูล 32
3.2.2 กระบวนการผลิต 33
3.2.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล 40
3.3 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล 46
บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล 47
4.1 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูล 48
4.1.1 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96EV จากเครื่องจักรที่ 1 48
4.1.1.1 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96EV จากเครื่องจักรที่ 1 ของวันที่ 13-14 ธันวาคม พ.ศ.2559 48
4.1.1.2 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96EV จากเครื่องจักรที่ 1 ของวันที่ 26-27 ธันวาคม พ.ศ.2559 49
4.1.2 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96EV จากเครื่องจักรที่ 4 51
4.1.2.1 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96EV จากเครื่องจักรที่ 4 ของวันที่ 7-8 ธันวาคม พ.ศ.2559 51
4.1.2.2 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96EV จากเครื่องจักรที่ 4 ของวันที่ 21-22 ธันวาคม พ.ศ.2559 52
4.1.3 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96KV จากเครื่องจักรที่ 2 54
4.1.3.1 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96KV จากเครื่องจักรที่ 2 ของวันที่ 13-14 ธันวาคม พ.ศ.2559 54
4.1.3.2 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96KV จากเครื่องจักรที่ 2 ของวันที่ 26-27 ธันวาคม พ.ศ.2559 55
4.1.4 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96KV จากเครื่องจักรที่ 5 57
4.1.4.1 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96KV จากเครื่องจักรที่ 5 ของวันที่ 7-8 ธันวาคม พ.ศ.2559 57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

4.1.4.2 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96KV จากเครื่องจักรที่ 5 ของวันที่ 21-22 ธันวาคม พ.ศ.2559 58
4.1.5 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 128IV จากเครื่องจักรที่ 3 60
4.1.5.1 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 128IV จากเครื่องจักรที่ 3 ของวันที่ 13-14 ธันวาคม พ.ศ.2559 60
4.1.5.2 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 128IV จากเครื่องจักรที่ 3 ของวันที่ 26-27 ธันวาคม พ.ศ.2559 61
4.1.6 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 128IV จากเครื่องจักรที่ 6 63
4.1.6.1 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 128IV จากเครื่องจักรที่ 6 ของวันที่ 7-8 ธันวาคม พ.ศ.2559 63
4.1.6.2 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 128IV จากเครื่องจักรที่ 6 ของวันที่ 21-22 ธันวาคม พ.ศ.2559 64
4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติก 66
4.2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96EV จากเครื่องจักรที่ 1 66
4.2.1.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96EV จากเครื่องจักรที่ 1 ของวันที่ 13-14 ธันวาคม พ.ศ.2559 66
4.2.1.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96EV จากเครื่องจักรที่ 1 ของวันที่ 26-27 ธันวาคม พ.ศ.2559 67
4.2.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96EV จากเครื่องจักรที่ 4 69
4.2.2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96EV จากเครื่องจักรที่ 4 ของวันที่ 7-8 ธันวาคม พ.ศ.2559 69
4.2.2.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96EV จากเครื่องจักรที่ 4 ของวันที่ 21-22 ธันวาคม พ.ศ.2559 70
4.2.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96KV จากเครื่องจักรที่ 2 72
4.2.3.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96KV จากเครื่องจักรที่ 2 ของวันที่ 13-14 ธันวาคม พ.ศ.2559 72

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

4.2.3.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96KV จากเครื่องจักรที่ 2 ของวันที่ 26-27 ธันวาคม พ.ศ.2559 73
4.2.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96KV จากเครื่องจักรที่ 5 75
4.2.4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96KV จากเครื่องจักรที่ 5 ของวันที่ 7-8 ธันวาคม พ.ศ.2559 75
4.2.4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96KV จากเครื่องจักรที่ 5 ของวันที่ 21-22 ธันวาคม พ.ศ.2559 76
4.2.5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 128IV จากเครื่องจักรที่ 3 78
4.2.5.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 128IV จากเครื่องจักรที่ 3 ของวันที่ 13-14 ธันวาคม พ.ศ.2559 78
4.2.5.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 128IV จากเครื่องจักรที่ 3 ของวันที่ 26-27 ธันวาคม พ.ศ.2559 79
4.2.6 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 128IV จากเครื่องจักรที่ 6 81
4.2.6.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 128IV จากเครื่องจักรที่ 6 ของวันที่ 7-8 ธันวาคม พ.ศ.2559 81
4.2.6.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 128IV จากเครื่องจักรที่ 6 ของวันที่ 21-22 ธันวาคม พ.ศ.2559 82
บทที่ 5 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ 84
5.1 สรุปผลการวิจัย 84
5.1.1 การทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูล 84
5.1.2 การควบคุมคุณภาพน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96EV 84
5.1.3 การควบคุมคุณภาพน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96KV 85
5.1.4 การควบคุมคุณภาพน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 128IV 85
5.2 ข้อเสนอแนะ 86
บรรณานุกรม 87
ภาคผนวก ก 88
ภาคผนวก ข 93
ภาคผนวก ค 97

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 น้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น128IV เครื่องจักรที่ 6 วันที่ 7-8 ธันวาคม พ.ศ.2559 22
2.2 การหาค่า $u_i : i = 1,2,...,180$ ในการคำนวณหาค่าAD 23
2.3 การคำนวณค่าต่างๆ เพื่อใช้ในการคำนวณค่าAD 24
2.4 ค่า λ ที่ใช้ในการแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงปกติ 26
2.5 การแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงปกติด้วยวิธี Box-Cox เมื่อ $\lambda = 5$ 26
2.6 การแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงปกติด้วยวิธี Johnson 28
3.1 ตารางMIL-STD 414 (Military-Standard 414) 40
3.2 ตัวอย่างใบบันทึกข้อมูลน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติก 41
3.3 ตารางการผลิตของผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกในช่วงเดือนธันวาคม พ.ศ.2559 ถึงเดือน มกราคม พ.ศ.2560 42
3.4 ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกของเครื่องจักรที่ 1 43
3.5 ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกของเครื่องจักรที่ 2 44
3.6 ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกของเครื่องจักรที่ 3 45
4.1 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96EV จาก เครื่องจักรที่ 1 ของเดือนธันวาคม พ.ศ.2559 และเดือนมกราคม พ.ศ.2560 50
4.2 ผลการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Box-Cox และวิธี Johnson ของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติก รุ่น 96EV จากเครื่องจักรที่ 1 ของเดือนธันวาคม พ.ศ.2559 และเดือนมกราคม พ.ศ.2560 .. 50
4.3 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96EV จาก เครื่องจักรที่ 4 ของเดือนธันวาคม พ.ศ.2559 และเดือนมกราคม พ.ศ.2560 53
4.4 ผลการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Box-Cox และวิธี Johnson ของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติก รุ่น 96EV จากเครื่องจักรที่ 4 ของเดือนธันวาคม พ.ศ.2559 และเดือนมกราคม พ.ศ.2560 .. 53
4.5 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96KV จาก เครื่องจักรที่ 2 ของเดือนธันวาคม พ.ศ.2559 และเดือนมกราคม พ.ศ.2560 56
4.6 ผลการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Box-Cox และวิธี Johnson ของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติก รุ่น 96KV จากเครื่องจักรที่ 2 ของเดือนธันวาคม พ.ศ.2559 และเดือนมกราคม พ.ศ.2560 .. 56
4.7 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96KV จาก เครื่องจักรที่ 5 ของเดือนธันวาคม พ.ศ.2559 และเดือนมกราคม พ.ศ.2560 59
4.8 ผลการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson ของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96KV จาก เครื่องจักรที่ 5 ของเดือนธันวาคม พ.ศ.2559 และเดือนมกราคม พ.ศ.2560 59
4.9 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 128IV จาก เครื่องจักรที่ 3 ของเดือนธันวาคม พ.ศ.2559 และเดือนมกราคม พ.ศ.2560 62
4.10 ผลการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Box-Cox และวิธี Johnson ของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับ พลาสติกรุ่น 128IV จากเครื่องจักรที่ 3 ของเดือนธันวาคม พ.ศ.2559 และเดือนมกราคม พ.ศ.2560 62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

4.11 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 128IV จากเครื่องจักรที่ 6 ของเดือนธันวาคม พ.ศ.2559 และเดือนมกราคม พ.ศ.2560 65
4.12 ผลการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson ของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 128IV จากเครื่องจักรที่ 6 ของเดือนธันวาคม พ.ศ.2559 และเดือนมกราคม พ.ศ.2560 65
4.13 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96EV จากเครื่องจักรที่ 1 68
4.14 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96EV จากเครื่องจักรที่ 4 71
4.15 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96KV จากเครื่องจักรที่ 2 74
4.16 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96KV จากเครื่องจักรที่ 5 77
4.17 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 128IV จากเครื่องจักรที่ 3 80
4.18 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 128IV จากเครื่องจักรที่ 6 83
ก-1 ค่าวิกฤต c_α ของการทดสอบ Anderson-darling สำหรับการทดสอบภาวะปกติ (พารามิเตอร์ μ และ σ ประมาณค่าจากตัวอย่างขนาด n) 89
ก-2 ตารางแสดงค่าตัวประกอบสำหรับการคำนวณขีดจำกัด 90
ก-3 ตารางแสดงพื้นที่ใต้เส้นโค้งปรกติมาตรฐาน 91
ค-1 การเก็บบันทึกน้ำหนักมือจับพลาสติกรุ่น 96EV เครื่องจักรที่ 4 วันที่ 7 ธันวาคม 2559..... 98
ค-2 การเก็บบันทึกน้ำหนักมือจับพลาสติกรุ่น 96EV เครื่องจักรที่ 4 วันที่ 8 ธันวาคม 2559..... 99
ค-3 การเก็บบันทึกน้ำหนักมือจับพลาสติกรุ่น 96KV เครื่องจักรที่ 5 วันที่ 7 ธันวาคม 2559..... 100
ค-4 การเก็บบันทึกน้ำหนักมือจับพลาสติกรุ่น 96KV เครื่องจักรที่ 5 วันที่ 8 ธันวาคม 2559..... 101
ค-5 การเก็บบันทึกน้ำหนักมือจับพลาสติกรุ่น 128IV เครื่องจักรที่ 6 วันที่ 7 ธันวาคม 2559..... 102
ค-6 การเก็บบันทึกน้ำหนักมือจับพลาสติกรุ่น 128IV เครื่องจักรที่ 6 วันที่ 8 ธันวาคม 2559..... 103
ค-7 การเก็บบันทึกน้ำหนักมือจับพลาสติกรุ่น 96EV เครื่องจักรที่ 1 วันที่ 13 ธันวาคม 2559..... 104
ค-8 การเก็บบันทึกน้ำหนักมือจับพลาสติกรุ่น 96EV เครื่องจักรที่ 1 วันที่ 14 ธันวาคม 2559..... 105
ค-9 การเก็บบันทึกน้ำหนักมือจับพลาสติกรุ่น 96KV เครื่องจักรที่ 2 วันที่ 13 ธันวาคม 2559..... 106
ค-10 การเก็บบันทึกน้ำหนักมือจับพลาสติกรุ่น 96KV เครื่องจักรที่ 2 วันที่ 14 ธันวาคม 2559 .. 107
ค-11 การเก็บบันทึกน้ำหนักมือจับพลาสติกรุ่น 128IV เครื่องจักรที่ 3 วันที่ 13 ธันวาคม 2559.. 108
ค-12 การเก็บบันทึกน้ำหนักมือจับพลาสติกรุ่น 128IV เครื่องจักรที่ 3 วันที่ 14 ธันวาคม 2559.. 109
ค-13 การเก็บบันทึกน้ำหนักมือจับพลาสติกรุ่น 96EV เครื่องจักรที่ 4 วันที่ 21 ธันวาคม 2559 .. 110
ค-14 การเก็บบันทึกน้ำหนักมือจับพลาสติกรุ่น 96EV เครื่องจักรที่ 4 วันที่ 22 ธันวาคม 2559 .. 111
ค-15 การเก็บบันทึกน้ำหนักมือจับพลาสติกรุ่น 96KV เครื่องจักรที่ 5 วันที่ 21 ธันวาคม 2559 .. 112
ค-16 การเก็บบันทึกน้ำหนักมือจับพลาสติกรุ่น 96KV เครื่องจักรที่ 5 วันที่ 22 ธันวาคม 2559 .. 113
ค-17 การเก็บบันทึกน้ำหนักมือจับพลาสติกรุ่น 128IV เครื่องจักรที่ 6 วันที่ 21 ธันวาคม 2559.. 114
ค-18 การเก็บบันทึกน้ำหนักมือจับพลาสติกรุ่น 128IV เครื่องจักรที่ 6 วันที่ 22 ธันวาคม 2559.. 115
ค-19 การเก็บบันทึกน้ำหนักมือจับพลาสติกรุ่น 96EV เครื่องจักรที่ 1 วันที่ 26 ธันวาคม 2559 .. 116
ค-20 การเก็บบันทึกน้ำหนักมือจับพลาสติกรุ่น 96EV เครื่องจักรที่ 1 วันที่ 27 ธันวาคม 2559 .. 117

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

ค-21 การเก็บบันทึกน้ำหนักมือจับพลาสติกรุ่น 96KV เครื่องจักรที่ 2 วันที่ 26 ธันวาคม 2559 .. 118
ค-22 การเก็บบันทึกน้ำหนักมือจับพลาสติกรุ่น 96KV เครื่องจักรที่ 2 วันที่ 27 ธันวาคม 2559 .. 119
ค-23 การเก็บบันทึกน้ำหนักมือจับพลาสติกรุ่น 128IV เครื่องจักรที่ 3 วันที่ 26 ธันวาคม 2559.. 120
ค-24 การเก็บบันทึกน้ำหนักมือจับพลาสติกรุ่น 128IV เครื่องจักรที่ 3 วันที่ 27 ธันวาคม 2559.. 121

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ตัวอย่างชิ้นงานที่ทำจากพลาสติก ABS	3
2.2 ตัวอย่างพลาสติก ABS	4
2.3 แสดงลักษณะการเปลี่ยนแปลงของรูปแบบที่ทำนายได้	7
2.4 แสดงลักษณะการเปลี่ยนแปลงของรูปแบบที่ทำนายไม่ได้	7
2.5 กราฟแสดงองค์ประกอบของแผนภูมิควบคุม	8
2.6 แผนภูมิควบคุมที่มีกระบวนการผลิตอยู่ภายใต้การควบคุม	9
2.7 ลักษณะของแผนภูมิควบคุมที่ไม่อยู่ภายใต้การควบคุมแบบที่ 1	10
2.8 ลักษณะของแผนภูมิควบคุมที่ไม่อยู่ภายใต้การควบคุมแบบที่ 2	10
2.9 ลักษณะของแผนภูมิควบคุมที่ไม่อยู่ภายใต้การควบคุมแบบที่ 3	10
2.10 ลักษณะของแผนภูมิควบคุมที่ไม่อยู่ภายใต้การควบคุมแบบที่ 4	11
2.11 ลักษณะของแผนภูมิควบคุมที่ไม่อยู่ภายใต้การควบคุมแบบที่ 5	11
2.12 ลักษณะของแผนภูมิควบคุมที่ไม่อยู่ภายใต้การควบคุมแบบที่ 6	11
2.13 ลักษณะของแผนภูมิควบคุมที่ไม่อยู่ภายใต้การควบคุมแบบที่ 7	12
2.14 ลักษณะของแผนภูมิควบคุมที่ไม่อยู่ภายใต้การควบคุมแบบที่ 8	12
2.15 ร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนด	20
2.16 แสดงกราฟการแจกแจงปกติ	21
3.1 บริษัท แสงไทย ฟิตติ้ง อุตสาหกรรม จำกัด	32
3.2 การเตรียมวัตถุดิบ	33
3.3 การเตรียมแม่พิมพ์ผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96EV	33
3.4 การเตรียมแม่พิมพ์ผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96KV	34
3.5 การเตรียมแม่พิมพ์ผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 128IV	34
3.6 การใส่แม่พิมพ์ผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกเข้าไปในเครื่องฉีดพลาสติก	34
3.7 การนำเม็ดพลาสติกใส่เข้าไปในเครื่องฉีดพลาสติก	35
3.8 การฉีดพลาสติกใส่แม่พิมพ์ผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96EV	35
3.9 การฉีดพลาสติกใส่แม่พิมพ์ผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96KV	36
3.10 การฉีดพลาสติกใส่แม่พิมพ์ผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 128IV	36
3.11 การนำผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกแช่ในน้ำอุณหภูมิห้องรุ่น 96EV	36
3.12 การนำผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกแช่ในน้ำอุณหภูมิห้องรุ่น 96KV	37
3.13 การนำผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกแช่ในน้ำอุณหภูมิห้องรุ่น 128IV	37
3.14 การตัดก้านผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96EV	37
3.15 การตัดก้านผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96KV	38
3.16 การตัดก้านผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 128IV	38
3.17 เตรียมการพ่นสีผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติก	38
3.18 เตรียมการนำจำหน่ายผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96EV	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.19 เตรียมการนำจำหน่ายผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96KV	39
3.20 เตรียมการนำจำหน่ายผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 128IV	39
4.1 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96EV จากเครื่องจักรที่ 1 ของวันที่ 13-14 ธันวาคม พ.ศ.2559	48
4.2 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96EV จากเครื่องจักรที่ 1 ของวันที่ 26-27 ธันวาคม พ.ศ.2559	49
4.3 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96EV จากเครื่องจักรที่ 4 ของวันที่ 7-8 ธันวาคม พ.ศ.2559	50
4.4 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96EV จากเครื่องจักรที่ 4 ของวันที่ 21-22 ธันวาคม พ.ศ.2559	52
4.5 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96KV จากเครื่องจักรที่ 2 ของวันที่ 13-14 ธันวาคม พ.ศ.2559	54
4.6 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96KV จากเครื่องจักรที่ 2 ของวันที่ 26-27 ธันวาคม พ.ศ.2559	55
4.7 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96KV จากเครื่องจักรที่ 5 ของวันที่ 7-8 ธันวาคม พ.ศ.2559	57
4.8 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96KV จากเครื่องจักรที่ 5 ของวันที่ 21-22 ธันวาคม พ.ศ.2559	58
4.9 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 128IV จากเครื่องจักรที่ 3 ของวันที่ 13-14 ธันวาคม พ.ศ.2559	60
4.10 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 128IV จากเครื่องจักรที่ 3 ของวันที่ 26-27 ธันวาคม พ.ศ.2559	61
4.11 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 128IV จากเครื่องจักรที่ 6 ของวันที่ 7-8 ธันวาคม พ.ศ.2559	62
4.12 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 128IV จากเครื่องจักรที่ 6 ของวันที่ 21-22 ธันวาคม พ.ศ.2559	64
4.13 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96EVจากเครื่องจักรที่ 1 ของวันที่ 13-14 ธันวาคม พ.ศ.2559	66
4.14 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96EVจากเครื่องจักรที่ 1 ของวันที่ 26-27 ธันวาคม พ.ศ.2559	67
4.15 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96EVจากเครื่องจักรที่ 4 ของวันที่ 7-8 ธันวาคม พ.ศ.2559	69
4.16 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96EVจากเครื่องจักรที่ 4 ของวันที่ 21-22 ธันวาคม พ.ศ.2559	70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.17 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96KVจากเครื่องจักรที่ 2 ของวันที่ 13-14 ธันวาคม พ.ศ.2559 72

4.18 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96KVจากเครื่องจักรที่ 2 ของวันที่ 26-27 ธันวาคม พ.ศ.2559 73

4.19 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96KVจากเครื่องจักรที่ 5 ของวันที่ 7-8 ธันวาคม พ.ศ.2559..... 75

4.20 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96KVจากเครื่องจักรที่ 5 ของวันที่ 21-22 ธันวาคม พ.ศ.2559 76

4.21 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 128lVจากเครื่องจักรที่ 3 ของวันที่ 13-14 ธันวาคม พ.ศ.2559 78

4.22 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 128lVจากเครื่องจักรที่ 3 ของวันที่ 26-27 ธันวาคม พ.ศ.2559 79

4.23 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 128lVจากเครื่องจักรที่ 6 ของวันที่ 7-8 ธันวาคม พ.ศ.2559..... 81

4.24 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 128lVจากเครื่องจักรที่ 6 ของวันที่ 21-22 ธันวาคม พ.ศ.2559 82

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

พลาสติกเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่สังเคราะห์ขึ้น เพื่อใช้แทนวัสดุธรรมชาติบางชนิด พลาสติกมีคุณสมบัติ คือเมื่อเย็นจะแข็งตัวและเมื่อถูกความร้อนจะอ่อนตัว อีกทั้งยังมีความเหนียว ความแข็งแรง มีน้ำหนักที่เบา สามารถทนทานต่อสภาพอากาศ และเป็นฉนวนไฟฟ้าได้ดี ในปัจจุบันพลาสติกมีความสำคัญมากอย่างยิ่งในชีวิตประจำวัน โดยมีการนำพลาสติกมาใช้ในชีวิตประจำวันหลากหลายรูปแบบ คือมีการนำพลาสติกมาใช้ในการผลิตหรือเป็นส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ต่างๆ มากมาย เช่น โต๊ะ เก้าอี้ ลูกบิดประตู กระปุกครีม มือจับพลาสติก ส่วนประกอบเรือหรือรถยนต์ เป็นต้น

พลาสติกถูกสังเคราะห์ขึ้นมาเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในด้านการนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ โดยถูกนำมาใช้แทนโลหะ ไม้ หรือวัสดุธรรมชาติอื่นๆ ที่อาจมีข้อจำกัดคือเมื่อถูกความร้อนจะไม่สามารถอ่อนตัวเพื่อนำมาบีบอัดหรือขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้ ด้วยคุณสมบัติที่พิเศษของพลาสติกนี้เองจึงทำให้มีการนำพลาสติกมาใช้ประโยชน์อย่างมากมาย ทั้งนี้พลาสติกจึงสามารถทำประโยชน์ให้แก่การดำเนินชีวิตประจำวันได้อย่างมาก

ในธุรกิจอุตสาหกรรมทุกประเภทมีเป้าหมายที่สำคัญ คือการผลิตผลิตภัณฑ์ให้มีคุณภาพหรือได้มาตรฐานตรงตามความต้องการของลูกค้า บริษัทจึงจำเป็นต้องมีระบบการควบคุมคุณภาพ เพื่อเป็นการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ว่ามีคุณภาพตรงตามมาตรฐานหรือไม่ ในอุตสาหกรรมที่ทำการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก การควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์จะใช้น้ำหนักของผลิตภัณฑ์ในการตรวจสอบคุณภาพ เนื่องจากน้ำหนักของผลิตภัณฑ์มีผลต่อปริมาณการใช้วัตถุดิบ หากใช้วัตถุดิบในปริมาณที่มากไปอาจส่งผลให้ต้นทุนในการผลิตผลิตภัณฑ์สูงขึ้น แต่หากใช้วัตถุดิบในปริมาณที่น้อยเกินไปก็อาจจะส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ไม่มีคุณภาพได้ ดังนั้นการใช้ระบบการควบคุมคุณภาพจะเป็นการช่วยในการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ และเป็นแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการผลิตให้ดีขึ้นได้

ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลน้ำหนักผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการผลิตของบริษัท แสงไทย ฟิตติ้ง อุตสาหกรรม จำกัด แล้วนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ โดยอาศัยหลักเกณฑ์และทฤษฎีสถิติทางด้านการควบคุมคุณภาพ รวมทั้งการนำโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติเข้ามาช่วยในการศึกษา วิเคราะห์ และนำเสนอข้อมูล ซึ่งทำให้การควบคุมคุณภาพมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ที่ศึกษา

1. เพื่อศึกษากระบวนการการผลิตผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกทั้ง 3 รุ่น ได้แก่ รุ่น 96EV รุ่น 96KV และ รุ่น 128IV ของบริษัท แสงไทย ฟิตติ้ง อุตสาหกรรม จำกัด
2. เพื่อหาวิธีการควบคุมคุณภาพทางสถิติที่เหมาะสมในกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติก
3. เพื่อหาดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตการศึกษา

ในการศึกษาการควบคุมคุณภาพนี้ ได้ทำการตรวจสอบคุณภาพทางด้านน้ำหนักของผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกของ บริษัท แสงไทย ฟิตติ้ง อุตสาหกรรม จำกัด โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลในช่วงเดือนธันวาคม พ.ศ.2559 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ.2560 ทางด้านน้ำหนักของผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติก จำนวน 3 รุ่น จากเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตทั้ง 6 เครื่องจักร ดังนี้

- เครื่องจักรที่ 1 และ 4 จะทำการผลิตผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96EV
- เครื่องจักรที่ 2 และ 5 จะทำการผลิตผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96KV
- เครื่องจักรที่ 3 และ 6 จะทำการผลิตผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 128IV

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้รับความรู้ ความเข้าใจ ในการศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกของ บริษัท แสงไทย ฟิตติ้ง อุตสาหกรรม จำกัด
2. ทำให้ได้วิธีการควบคุมคุณภาพทางสถิติที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติก
3. สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่คล้ายคลึงกันได้อย่างต่อเนื่อง เพื่อเป็นประโยชน์ต่อบริษัท ในการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์

1.5 นิยามคำศัพท์เฉพาะ

1. **เม็ดพลาสติกเอบีเอส (ABS)** เป็นชื่อย่อของ อะคริโลไนไตรล์-บิวทาไดอีน-สไตรีน (acrylonitrile-butadiene-styrene) ซึ่งเป็นเทอร์โมพลาสติกชนิดหนึ่ง เม็ดพลาสติกเอบีเอสแตกต่างจากพลาสติกทั่วไป เพราะเป็นพลาสติกที่มีความสมดุลทั้งในเรื่องความแข็ง (hardness) และความเหนียว (toughness) ทำให้พลาสติกมีสมบัติทนแรงกระแทกได้ดี (impact resistance)
2. **มือจับ (Handle)** เป็นส่วนที่ทำไว้สำหรับจับเวลาเปิดปิดประตูหรือในการใช้งานอื่น ๆ เป็นต้น เช่น มือจับประตูรถยนต์ มือจับกบไสไม้ มือจับลิ้นชัก มือจับตู้ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีพลาสติกที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 ความรู้เกี่ยวกับพลาสติก ABS

ABS หรือ Acrylonitrile-Butadiene-Styrene เป็นพลาสติก Thermoplastic หรือพลาสติกที่หลอมใหม่ได้ พลาสติกชนิดนี้พบได้บ่อยมากอย่างไม่ทันสังเกต นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากมีคุณสมบัติทนทานต่อสภาพอากาศ ยืดหยุ่น แข็งแรงทนทาน ทำให้ขึ้นรูปง่าย ใช้การผลิตถ้วยหรือภาชนะเป็นต้น อีกประการสำคัญคือ สามารถทำในรูปแบบเส้น filament ที่ใช้เป็น Material ในการปริ๊นท์ในเครื่องพิมพ์สามมิติ ตัวอย่าง ชิ้นงานที่ทำจาก ABS เช่น เครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ คอมพิวเตอร์โน๊ตบุ๊ค โทรศัพท์มือถือ โทรทัศน์ ไดร์เป่าผม เรื่อยไปจนกระทั่งของเด็กเล่น อย่างตัวต่อเลโก้ (lego) เป็นต้น เพราะว่าพลาสติกชนิดนี้ถูกใช้เป็น วัสดุสำหรับตัวกล่อง (case) หรือตัวสินค้าภายนอกนั่นเอง

รูปที่ 2.1 ตัวอย่างชิ้นงานที่ทำจากพลาสติก ABS

2.1.2 ความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างและสมบัติทางกายภาพของพลาสติก ABS

ABS เป็นเทอร์โมพลาสติก (thermoplastic) ที่ได้จากการทำปฏิกิริยาการเกิดโพลิเมอร์ของโมโนเมอร์ 3 ชนิด คือ สไตรีน (styrene) อะคริโลไนไตรล์ (acrylonitrile) และโพลิบิวทาไดอีน (polybutadiene) ซึ่งโพลิเมอร์ที่ได้จากโมโนเมอร์ 3 ชนิดเรียกว่า เทอร์โพลิเมอร์ (terpolymer) โมโนเมอร์แต่ละชนิดที่ใช้เป็นวัตถุดิบสังเคราะห์พลาสติก ABS ขึ้นมานั้น ล้วนมีผลต่อสมบัติของพลาสติกทั้งสิ้น อะคริโลไนไตรล์มีผลต่อสมบัติการทนความร้อนและสารเคมี โพลิบิวทาไดอีนมีผลต่อสมบัติความทนทานต่อแรงกระแทก (impact strength) และสไตรีน มีผลทำให้พลาสติกมีพื้นผิวเป็นมันเงา ตัดแต่งวัสดุได้ง่ายและช่วยลดต้นทุน

เนื่องจาก ABS เป็นพลาสติกที่ได้จากการนำโมโนเมอร์ 3 ชนิดมาผลิต ดังนั้นผู้ผลิตพลาสติก ABS จึงสามารถปรับเปลี่ยนสัดส่วนของโมโนเมอร์ทั้งสามชนิดเพื่อให้ได้สมบัติอย่างที่ต้องการ ซึ่งพลาสติก ABS ที่จำหน่ายในท้องตลาดจะประกอบด้วยอะคริโลไนไตรล์ประมาณ 15-30% โพลิบิวทาไดอีน ประมาณ 5-30% และสไตรีนประมาณ 45-75%

เทอร์โมพลาสติก เป็นพลาสติกที่จะอ่อนตัวและหลอมเหลวได้หากให้ความร้อนแก่พลาสติก ดังนั้น ABS จึงเป็นพลาสติกที่นำกลับมารีไซเคิลได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.2 ตัวอย่างพลาสติก ABS

โดยทั่วไปพลาสติกที่มีความแข็ง จะมีลักษณะแข็งแต่เปราะ หรือหากมีสมบัติแข็งเหนียวก็จะมีลักษณะอ่อนนิ่มร่วมด้วย แต่พลาสติก ABS แตกต่างจากพลาสติกทั่วไป เพราะเป็นพลาสติกที่มีความสมดุลทั้งในเรื่องความแข็ง (hardness) และความเหนียว (toughness) ทำให้พลาสติกมีสมบัติทนแรงกระแทกดี (impact resistance) นอกจากนี้พลาสติก ABS ยังมีสมบัติเด่นอีกหลายเรื่องดังนี้

1. แข็งแรงยืดหยุ่น เป็นคุณสมบัติเด่น สามารถทนต่อแรงบีบดึงได้ดี จึงเหมาะในการขึ้นงานทางกลไก , งานวิศวกรรม หรือ งานช่าง เช่น ข้อต่อต่างๆ โซ่ หรือ ตาข่าย สามารถนำไปใช้ในกิจกรรมกลางแจ้งได้ เนื่องจากเป็นผลผลิตจากปิโตรเลียม ทำให้ทนต่อสภาพอากาศได้ดี

2. มีจุดหลอมเหลวสูง คือ 200-250 องศาเซลเซียส ทำให้สามารถใช้งานในสภาพที่ร้อนกว่าได้ แต่จุดเด่นนี้ก็อาจเป็นจุดด้อยได้เหมือนกัน โดยมันจะเย็นตัวช้ากว่า

3. มีสีที่ขุ่น โดยปกติแล้วพลาสติก ABS มีความใส แต่เมื่อใส่สีเข้าไปแล้วจะมีคุณสมบัติคือขุ่น เหมาะกับชิ้นงานที่ต้องการคุณสมบัติทึบ เช่น ภาชนะใส่ของ มือจับพลาสติก เป็นต้น

4. ตกแต่งชิ้นงานได้ง่าย ด้วยกระดาษทราย หรือ อะซิโตน โดยเฉพาะอะซิโตนที่สามารถทำละลายพลาสติก ABS ได้ดี เราจึงสามารถใช้ประโยชน์เช่นนี้ได้หลายแบบ เช่น หยดอะซิโตน 2-3 หยดเพื่อต่อชิ้นงาน 2 ชิ้นเข้าด้วยกัน, ใช้อะซิโตนในการทำความสะอาดชิ้นงาน, จุ่มงานในอะซิโตนเพื่อทำให้ชิ้นงานเงาขึ้น(Glossy) หรือ เอาอะซิโตนทาบางๆที่แท่นรองชิ้นงาน เพื่อให้แกะชิ้นงานได้ง่าย เป็นต้น

5. ทนต่อแรงเสียดสี (abrasion) คงสภาพรูปร่างได้ดี (dimension stability) ทนความร้อน ทนสารเคมี มีช่วงอุณหภูมิใช้งานกว้าง (ตั้งแต่ 20–80 องศาเซลเซียส) และสามารถขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้หลายวิธี

และพลาสติก ABS จะมีคุณสมบัติด้อยดังต่อไปนี้

1. กลิ่นแรง เนื่องจากพลาสติก ABS มีส่วนประกอบหลักเป็นพลาสติก เมื่อโดนความร้อน ถูกฉีดออกมาจากหัวฉีดจะมีกลิ่นพลาสติกไหม้ แต่เมื่อปล่อยให้เย็นชิ้นงานอาจจะมีกลิ่นอ่อนเหมือนพลาสติกทั่วไป

2. ขอบชิ้นงานไม่คม เนื่องจากมีลักษณะหนืด เวลาถูกฉีดออกจากหัวฉีด จะมีความโค้งมนอยู่ โดยเฉพาะชิ้นงานที่ต้องการขอบคมๆ ใช้พลาสติก ABS อาจจะไม่สวยนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. มีโอกาสเสียรูปได้ง่ายจากการหดตัว เนื่องจากมีจุดหลอมเหลวสูงและเย็นช้า ทำให้ชิ้นงานมีโอกาสหดตัวหรือเสียรูปได้ง่าย ไม่ควรปล่อยทิ้งให้เย็นเร็วเกินไปอาจจะทำให้เสียรูปบิดเบี้ยวได้ สิ่งแวดล้อมที่ดีในการทำพลาสติก ABS คือให้เย็นตัวอย่างช้าๆเอง ไม่ใช้ลมเป่า

2.2 ทฤษฎีสถิติที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 แผนภูมิควบคุม (Control Chart)

แผนภูมิควบคุม คือ เครื่องมือทางสถิติที่แยกความผันแปรจากสาเหตุที่ผิดธรรมชาติของข้อมูล ออกจากความผันแปรจากสาเหตุโดยธรรมชาติของข้อมูล โดยผ่านกลไกที่สำคัญคือพิกัดควบคุมของแผนภูมิ (กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, 2551)

แผนภูมิควบคุม เขียนขึ้นโดยอาศัยข้อมูลที่แทนคุณสมบัติทางคุณภาพข้อใดข้อหนึ่งของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการควบคุม เพื่อใช้เป็นแนวทางในการติดตามผลการผลิตจากกระบวนการในขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่ง โดยตรวจวัดค่าข้อมูลผลิตภัณฑ์ใน 2 ลักษณะ คือ

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 แล้วสรุปผลว่าเป็นผลิตภัณฑ์ที่ดีหรือไม่ดี ผลิตภัณฑ์เสียหรือไม่เสีย เป็นต้น แล้วนับจำนวนผลิตภัณฑ์ที่มีคุณลักษณะที่สนใจ เช่น สนใจผลิตภัณฑ์เสีย ก็จะนับค่าที่เป็นหน่วยนับ (Attribute) เรียกว่า ตัวแปรคุณลักษณะหรือตัวแปรคุณภาพ (Qualitative Variables)

2.2.1.1 ประเภทของแผนภูมิควบคุม

จากแนวความคิดของ ดร.วอลเทอร์ เอ ชิวฮาร์ท (Dr.Walter A. Shewhart) ผู้คิดค้นแผนภูมิควบคุม เพื่อใช้ในการควบคุมการผลิต แผนภูมิที่สร้างขึ้นนี้จะพิจารณาจากคุณลักษณะของตัวแปรซึ่งแบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

แผนภูมิควบคุมด้วยตัวแปร (Control Charts for Variable) หรือแผนภูมิควบคุมตัวแปรปริมาณ ได้แก่

- แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยว (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)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนภูมิควบคุมของชิวฮาร์ทนี้ เป็นแผนภูมิที่สร้างขึ้นอยู่ภายใต้ข้อบังคับของข้อมูลต้องมีการแจกแจงแบบปกติ ต่อมาได้มีผู้คิดค้นแผนภูมิควบคุมอื่นๆขึ้นมาใช้มากมาย 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

โดยธรรมชาติของกระบวนการผลิตย่อมมีการผันแปร (Variation) เกิดขึ้นกับผลิตภัณฑ์ได้เสมอ การผันแปรบางชนิดเป็นเรื่องปกติที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ จึงยอมให้เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตได้ โดยไม่มีผลเสียหายต่อกระบวนการผลิตมากนัก แต่การผันแปรบางชนิดทำให้เกิดความเสียหายต่อกระบวนการผลิต จำเป็นต้องหาแนวทางในการลดการผันแปรการผลิตนั้นๆ ดังนั้น การเข้าใจสาเหตุของการผันแปรจึงเป็นสิ่งที่สำคัญ โดยเฉพาะสาเหตุของการเกิดการผันแปรของข้อมูลที่นำมาเป็นตัวแทนของกระบวนการผลิต เนื่องจากข้อมูลที่ใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้เป็นค่าวัดตัวแปรเชิงปริมาณและเก็บข้อมูลในลักษณะค่าเฉลี่ยที่มีขนาดตัวอย่างเท่ากับ 5 ในแต่ละกลุ่มตัวอย่าง ในที่นี้จึงขอกล่าวเฉพาะ แผนภูมิที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$-chart) และแผนภูมิควบคุมส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S-chart) ซึ่งแผนภูมิทั้งสองจะกล่าวในส่วนต่อไป

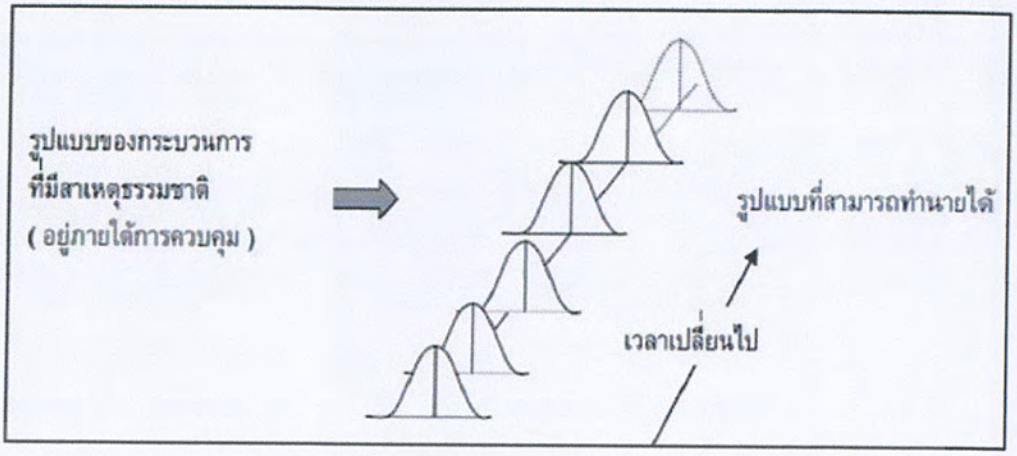
2.2.1.2 สาเหตุของการผันแปร

สำหรับกระบวนการผลิตใดๆนั้น ปัจจัยที่ทำให้เกิดการผันแปรอาจจะมีหลายปัจจัย โดยส่วนใหญ่มี 5 ปัจจัยคือ 5M อันได้แก่ มนุษย์หรือคน (Man) เครื่องจักร (Machine) วัตถุดิบ(Material) การจัดการ (Management) และเงินทุน (Money) สิ่งที่ควรตระหนักคือปัจจัยมนุษย์ ซึ่งจะต้องมีศักยภาพ มีความรู้ความสามารถในการทำการผลิตเป็นอย่างดี มนุษย์ต่างจากเครื่องจักรตรงที่มีจิตและวิญญาณ ถ้ามนุษย์ขาดขวัญและกำลังใจ ก็จะทำให้ไม่มีแรงจูงใจในการทำงาน งานที่ทำก็จะทำได้ไม่ดีหรือไม่มีประสิทธิภาพ ส่วนขวัญและกำลังใจที่จะทำให้เกิดแรงจูงใจนั้นอาจมาจากสภาพแวดล้อม (Envelopment) นโยบายขององค์กร ปัจจัยมนุษย์นับเป็นการควบคุมที่ยากยิ่งนักส่วนปัจจัยเครื่องจักร วัตถุดิบ การจัดการ และเงินทุน จะเป็นปัจจัยที่ควบคุมได้ไม่ยากนัก ปัจจัยที่กล่าวมาข้างต้นจะทำให้เกิดสาเหตุของการผันแปร ในลักษณะต่างๆได้

ในที่นี้ได้แบ่งสาเหตุของการเกิดการผันแปรที่สำคัญออกเป็น 2 ลักษณะคือ

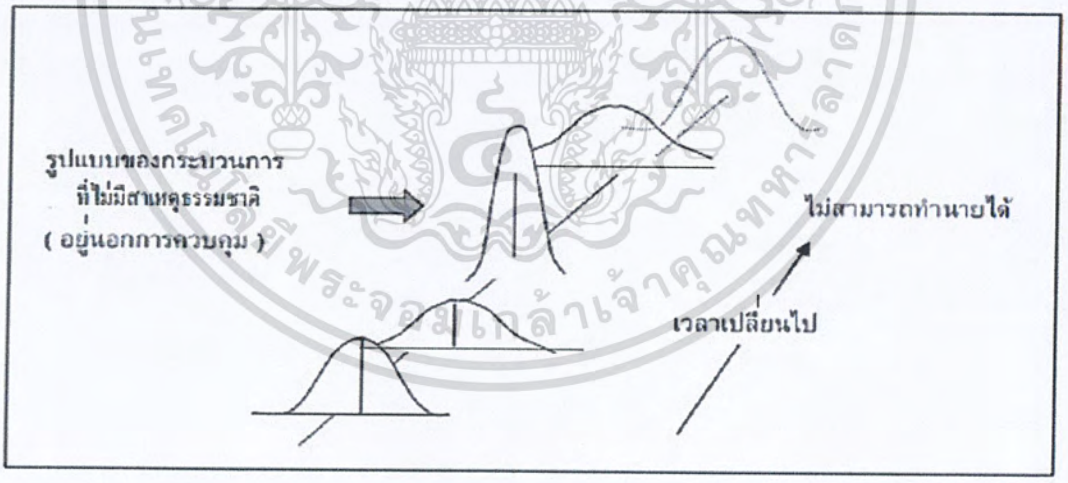
1. สาเหตุโดยบังเอิญ (Chance Cause or Common Cause) หรือสาเหตุที่เป็นปกติวิสัย เป็นสาเหตุที่ไม่มีความรุนแรงมากนักและมักจะมีผลต่อคุณภาพสินค้าเล็กน้อย การผันแปรนี้อาจจะเกิดจากความแตกต่างเล็กๆน้อยๆของวัตถุดิบซึ่งไม่สามารถที่จะควบคุมให้มีประสิทธิภาพเหมือนกันทุกครั้งไป อาจจะมีปัจจัยทางด้านธรรมชาติเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย หรืออาจจะเกิดจากปัจจัยการผลิตด้านอื่นๆ ที่เกินความคาดหมาย มีความเป็นจริงอยู่อย่างหนึ่งคือ ไม่มีสิ่งของใดที่เหมือนกันทุกประการ เพียงแต่ความแตกต่างที่เกิดขึ้นเหล่านั้นอยู่ในขีดจำกัดที่กำหนด ซึ่งทางเทคนิคเรียกว่า พิกัดความเผื่อ (Tolerance) ของการวัด โดยปกติสาเหตุนี้ จะยอมรับได้ในการควบคุณภาพ นั่นคือกระบวนการผลิตจะอยู่ในการควบคุมเชิงสถิติผลลัพธ์ที่ได้จะยังคงที่ (Stable) สามารถทำนาย (Predictable) รูปร่างและการกระจายของข้อมูลได้ ดังรูปที่ 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 แสดงลักษณะการเปลี่ยนแปลงของรูปแบบที่ทำนายได้

2. สาเหตุที่ระบุได้หรือสาเหตุที่กำจัดได้ (Assignable Cause or Special Cause) เป็นสาเหตุที่เกิดจากความผิดพลาด ความผิดปกติ การชำรุดของปัจจัยการผลิตต่างๆ เช่นการชำรุดของเครื่องจักร คนคุมเครื่องหรือพนักงานขาดประสิทธิภาพในการทำงาน ขาดการจัดการที่ดีของระบบ ขาดการวางแผน เป็นต้น ซึ่งส่งผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ กระบวนการผลิตจะอยู่นอกการควบคุม (Out of Control) ผลลัพธ์ที่ได้จะไม่คงที่ (Unstable) จะไม่สามารถทำนายรูปแบบ (Unpredictable) และรูปแบบการกระจายไม่คงที่ กระบวนการผลิตจำเป็นต้องได้รับการปรับปรุงแก้ไขจึงจะทำให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ดีขึ้นและได้มาตรฐานตามต้องการ ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 แสดงลักษณะการเปลี่ยนแปลงของรูปแบบที่ทำนายไม่ได้

2.2.1.3 ขั้นตอนการสร้างแผนภูมิควบคุม

1. กำหนดสิ่งที่ต้องการควบคุมหรือวัตถุประสงค์ของการควบคุม ซึ่งขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ผลิต

2. เลือกแผนภูมิควบคุมที่เหมาะกับข้อมูล โดยต้องศึกษาคุณสมบัติของแผนภูมิควบคุมแต่ละชนิดว่าใช้อย่างไร ใช้กับข้อมูลลักษณะใด เช่น ถ้าข้อมูลเป็นค่าวัดตัวแปรเชิงปริมาณ เก็บข้อมูลในลักษณะเชิงเดี่ยว จะเลือกใช้แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยว (X -Chart) เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เก็บรวบรวมข้อมูลที่จะทำการควบคุมหรือที่มีผลต่อคุณภาพของกระบวนการผลิตเพื่อสร้างแผนภูมิควบคุม โดยข้อมูลที่เก็บมานั้นจะนำไปใช้ในการคำนวณหาขีดจำกัดควบคุมต่อไป

4. คำนวณหาขีดจำกัดควบคุมและสร้างแผนภูมิ โดยแผนภูมิควบคุมประกอบไปด้วยขีดจำกัดควบคุมบน เส้นกึ่งกลาง และขีดจำกัดควบคุมล่าง

5. นำข้อมูลพล็อตลงบนแผนภูมิ เมื่อได้แผนภูมิควบคุมแล้วพิจารณาว่าข้อมูลใดตกอยู่นอกขีดจำกัดควบคุมหรือไม่ อธิบายและแปลความหมายของข้อมูลที่ได้

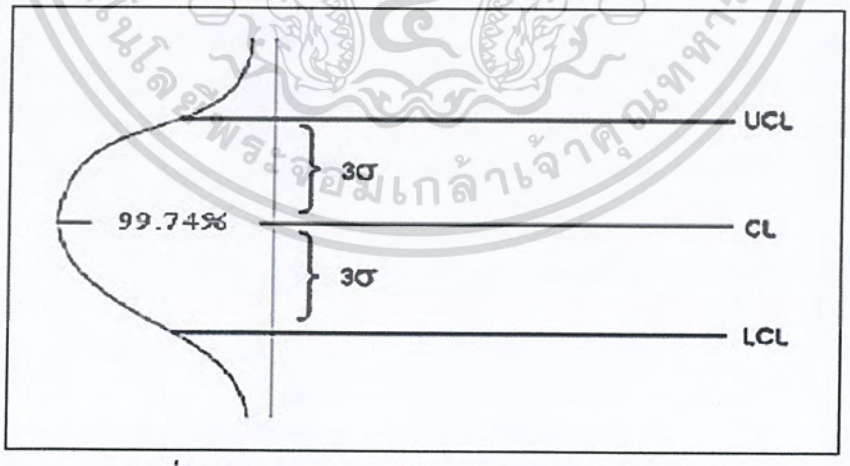
6. วิเคราะห์หาสาเหตุและปรับปรุงกระบวนการผลิต หรือหาแหล่งที่ทำให้เกิดการผันแปร เมื่อมีข้อมูลตกนอกขีดจำกัดควบคุม

7. ปรับปรุงแผนภูมิควบคุม โดยจุดที่เขียนลงในแผนภูมิควบคุมที่ส่อถึงความผิดปกติและระบุสาเหตุได้จะถูกตัดออก (ค่าที่ตกนอก UCL หรือ LCL) แล้วนำจุดที่เหลือไปคำนวณขีดจำกัดควบคุม และทำการสร้างแผนภูมิควบคุมใหม่ 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 2.5



รูปที่ 2.5 กราฟแสดงองค์ประกอบของแผนภูมิควบคุม

1. เส้นกึ่งกลาง (Central Line : CL) เป็นค่าเฉลี่ยของกระบวนการผลิต ซึ่งคำนวณได้โดยนำค่าจากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดมาหาค่าเฉลี่ย

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

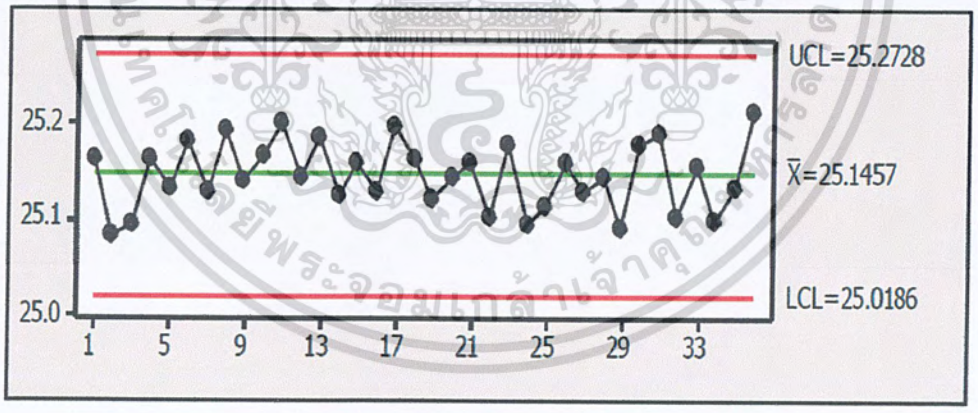
3. ขีดจำกัดควบคุมล่าง (Lower Control Limit : LCL) เป็นเส้นที่มีระยะห่างจากเส้นกึ่งกลางเท่ากับ 3σ ทางค่าน้อย

จากรูปที่ 2.5 ขีดจำกัดควบคุมบนและล่าง แสดงถึงขอบเขตของความผันแปรที่อยู่ในระดับคุณภาพมาตรฐานที่ผู้ผลิตยอมรับได้ ซึ่งอยู่ในช่วง 3σ เท่านั้น ดังนั้นหากค่าสังเกตที่วัดได้กระจายอยู่ภายในขอบเขตดังกล่าว ก็แสดงว่ากระบวนการผลิตยังอยู่ภายใต้การควบคุม (In Control) สินค้าที่ผลิตได้มีคุณภาพตรงตามมาตรฐาน ในทางกลับกันหากความผันแปรมีมากเกินไป ทำให้ค่าสังเกตที่วัดได้อยู่นอกเส้นขีดจำกัดควบคุมบนและล่าง แสดงว่า กระบวนการผลิตนี้อยู่เหนือการควบคุม (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
   - จุดต่างๆบนแผนภูมิควบคุม ควรจะมีลักษณะสมดุลกันทั้งสองข้างของเส้นกึ่งกลางหรือเส้นค่าเฉลี่ย
   - ไม่มีจุดใดเลยตกนอกเส้นขีดจำกัดควบคุมบนและเส้นขีดจำกัดควบคุมล่างของแผนภูมิควบคุม

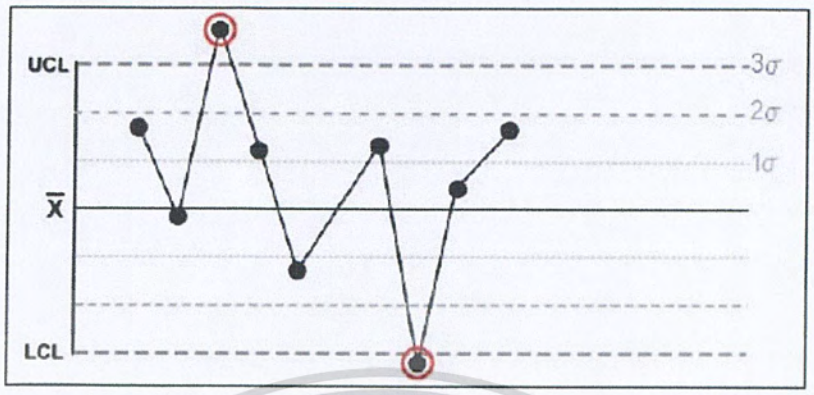


รูปที่ 2.6 แผนภูมิควบคุมที่มีกระบวนการผลิตอยู่ภายใต้การควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ลักษณะของแผนภูมิควบคุมที่ไม่อยู่ภายใต้การควบคุม มีลักษณะดังนี้

-แบบที่ 1 มีอย่างน้อย 1 จุดตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือขีดจำกัดควบคุมล่าง

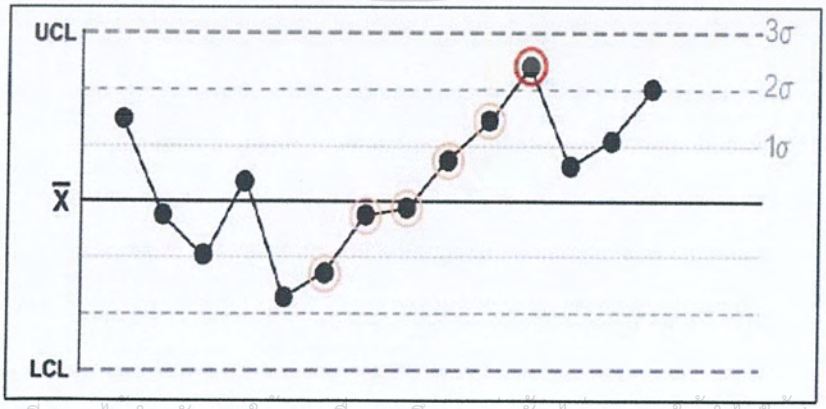


รูปที่ 2.7 ลักษณะของแผนภูมิควบคุมที่ไม่อยู่ภายใต้การควบคุมแบบที่ 1

-แบบที่ 2 มีอย่างน้อย 9 จุดติดต่อกันที่อยู่ด้านใดด้านหนึ่งของเส้นกึ่งกลาง

รูปที่ 2.8 ลักษณะของแผนภูมิควบคุมที่ไม่อยู่ภายใต้การควบคุมแบบที่ 2

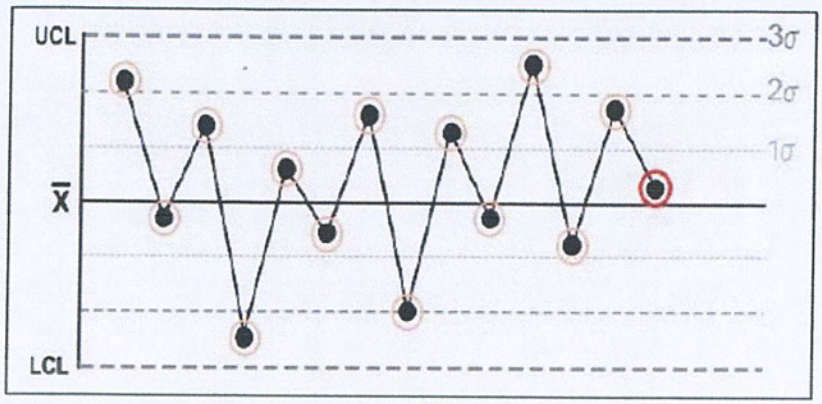
-แบบที่ 3 มีอย่างน้อย 6 จุดติดต่อกันที่แสดงแนวโน้มค่อยๆเพิ่มขึ้นหรือค่อยๆลดลง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

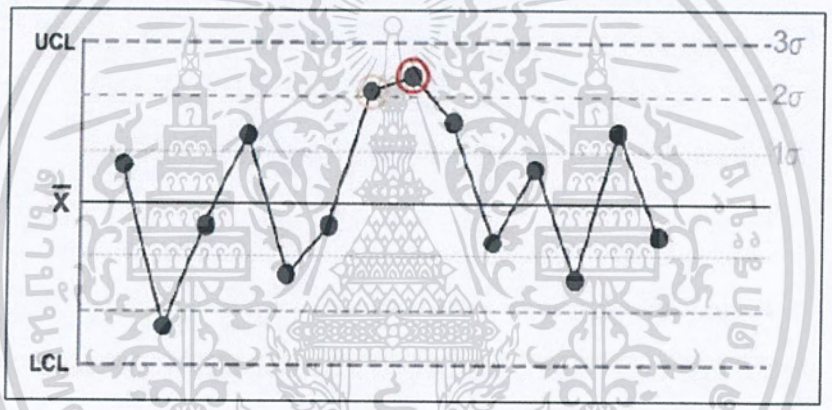
รูปที่ 2.9 ลักษณะของแผนภูมิควบคุมที่ไม่อยู่ภายใต้การควบคุมแบบที่ 3

-แบบที่ 4 มีอย่างน้อย 14 จุดที่ติดต่อกันในแนวแถวสลับกันขึ้นและลง



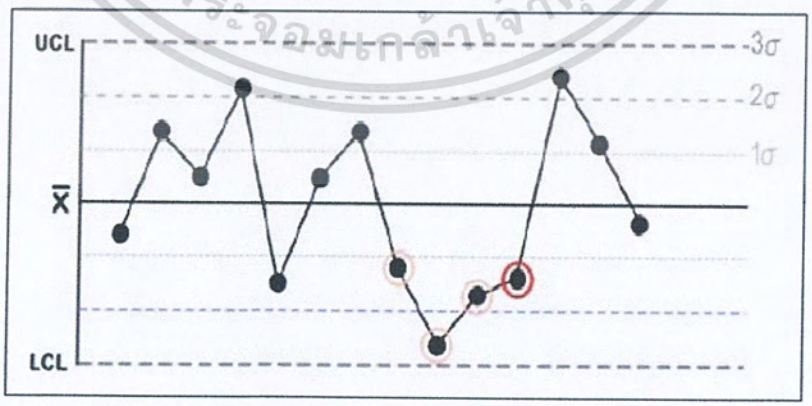
รูปที่ 2.10 ลักษณะของแผนภูมิควบคุมที่ไม่อยู่ภายใต้การควบคุมแบบที่ 4

-แบบที่ 5 มี 2 ใน 3 จุดมีค่ามากกว่า 2σ จากเส้นกึ่งกลาง



รูปที่ 2.11 ลักษณะของแผนภูมิควบคุมที่ไม่อยู่ภายใต้การควบคุมแบบที่ 5

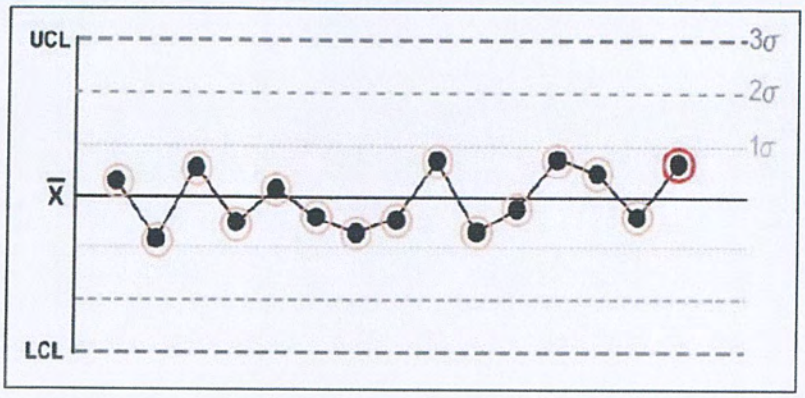
-แบบที่ 6 มี 4 ใน 5 จุดมีค่ามากกว่า 1σ จากเส้นกึ่งกลาง



รูปที่ 2.12 ลักษณะของแผนภูมิควบคุมที่ไม่อยู่ภายใต้การควบคุมแบบที่ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-แบบที่ 7 มีอย่างน้อย 15 จุดที่ติดต่อกันอยู่ใกล้เส้นกึ่งกลาง



รูปที่ 2.13 ลักษณะของแผนภูมิควบคุมที่ไม่อยู่ภายใต้การควบคุมแบบที่ 7

-แบบที่ 8 มีอย่างน้อย 8 จุดที่ติดต่อเนื่องกัน มีค่ามากกว่าค่า 1σ จากเส้นกึ่งกลาง

รูปที่ 2.14 ลักษณะของแผนภูมิควบคุมที่ไม่อยู่ภายใต้การควบคุมแบบที่ 8

ซึ่งลักษณะของแผนภูมิควบคุมที่ไม่อยู่ภายใต้การควบคุมอาจมีสาเหตุมาจาก

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

ในการทำวิจัยครั้งนี้จะพิจารณาแผนภูมิควบคุมที่ไม่อยู่ภายใต้การควบคุมที่ได้เลือกมาใช้มี 3 ลักษณะดังนี้

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1.6 ประโยชน์ของแผนภูมิควบคุม

1. ควบคุมและเฝ้าติดตามกระบวนการผลิตที่กำลังดำเนินการอยู่ให้ทันต่อเหตุการณ์ สิ่งที่ต้องการควบคุมจะถูกเก็บรวบรวมข้อมูลและเขียนจุดลงบนแผนภูมิควบคุมเป็นระยะๆ ถ้าจุดมิได้แสดงความผิดปกติก็แสดงว่ากระบวนการผลิตยังอยู่ในการควบคุม เมื่อใดที่จุดแสดงความผิดปกติผู้ควบคุมการผลิตก็สามารถปรับปรุงกระบวนการผลิต ให้สภาพการผลิตกลับสู่ปกติได้ทันท่วงที นอกจากนี้สภาพการกระจายของจุดในแผนภูมิควบคุมยังสามารถใช้เพื่อคาดการณ์สภาพของกระบวนการผลิตในอนาคตอีกด้วย

2. รู้ถึงความสามารถของกระบวนการ (Process capability) โดยกระบวนการผลิตที่อยู่ภายใต้การควบคุมอาจอยู่ในข้อกำหนดหรือไม่ก็ได้ กระบวนการผลิตที่แสดงว่าอยู่ภายใต้การควบคุมสามารถนำไปใช้เพื่อคำนวณถึงสมรรถภาพของกระบวนการ เพื่อหาความสามารถในการผลิตภายใต้ข้อกำหนด

3. ช่วยดักจับแนวโน้มของสภาวะการเปลี่ยนแปลงจากเป้าหมายที่กำหนด และช่วยดักจับแนวโน้มของสภาวะนอกเหนือการควบคุมการผลิต หรืออีกทั้งในบางกระบวนการผลิตจะอยู่ภายใต้การควบคุมทางสถิติแล้วก็ตาม แผนภูมิควบคุมคุณภาพก็ยังสามารถนำมาทำนายสมรรถนะของกระบวนการผลิตได้ และยังนำมาใช้ในการพิจารณาหาสาเหตุของความผันแปรเพื่อเป็นแนวทางในการลดความผันแปรและปรับปรุงกระบวนการผลิตให้ดียิ่งขึ้นได้อีกทางหนึ่ง

4. แผนภูมิควบคุมคุณภาพยังสามารถที่จะแยกแยะสภาพความแปรปรวนของกระบวนการผลิตว่าเมื่อใดเป็นความแปรปรวนตามสภาพธรรมชาติ และเมื่อใดเป็นความแปรปรวนที่เกิดจากความผิดปกติ การแยกแยะสภาพความแปรปรวนไม่มีวิธีใดทำได้ดีเท่ากับแผนภูมิควบคุม แผนภูมิควบคุมจะกำหนดได้เป็นอย่างดีว่า ถึงเวลาแล้วหรือยังที่จะปรับแต่งกระบวนการผลิต หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือถ้ากระบวนการผลิตยังปกติอยู่ ก็ไม่จำเป็นต้องปรับแต่งกระบวนการผลิต

5. แผนภูมิควบคุมให้ข้อมูลเพื่อแก้ไขกระบวนการผลิต การวิเคราะห์สภาพการกระจายจุดใดในแผนภูมควบคุมอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอจะทำให้ได้ข้อมูลเพื่อการแก้ไขกระบวนการผลิต เช่น การเปลี่ยนชนิดของวัตถุดิบ การเปลี่ยนวิธีการทำงาน การเปลี่ยนแปลงเครื่องมือการผลิต เป็นต้น

6. ข้อมูลจากแผนภูมิควบคุม ยังสามารถใช้ในการกำหนดข้อกำหนดคุณภาพผลิตภัณฑ์และประเมินกระบวนการผลิต และเปลี่ยนแปลงวิธีการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ กระบวนการทำงานของผลิตภัณฑ์ให้อยู่ในสภาวะที่ผู้ควบคุมต้องการ

7. แผนภูมิควบคุมช่วยป้องกันปัญหาด้านคุณภาพ ช่วยให้กระบวนการผลิตอยู่ภายใต้การควบคุมตลอดเวลา ขจัดสภาพการผลิตที่ด้อยคุณภาพ ทำให้ผู้ควบคุมเครื่องจักรสามารถแก้ปัญหาได้ทันเวลา

2.2.2 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

โดยทั่วไปแล้ว ค่าของ μ และ σ^2 ไม่สามารถกำหนดเองได้ จึงต้องมีการประมาณค่าของ μ และ σ^2 เพื่อหาขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่เหมาะสมต่อไป

การพิจารณาหาเส้นกึ่งกลางและขีดจำกัดควบคุมสำหรับแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (สายชล สินสมบูรณ์ทอง, 2554)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย

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

2. ขีดจำกัดควบคุมบน $UCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + 3\sigma_{\bar{X}}$

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

สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

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

2. ขีดจำกัดควบคุมบน $UCL_S = \bar{S} + 3\sigma_s$

3. ขีดจำกัดควบคุมล่าง $LCL_S = \bar{S} - 3\sigma_s$

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

S_i แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มย่อยที่ i

g แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

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

σ_S แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานตัวอย่าง = $SD(S)$

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

1. $\sigma_{\bar{X}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$

2. ประมาณค่า σ ด้วย

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

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

$= A_3\bar{S}$ โดยที่ค่าของ $A_3 = \frac{3}{C_4\sqrt{n}}$ เปิดจากตารางที่ ก-2 ใน ภาคผนวก ก

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

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

5. $3\hat{\sigma}_S = 3\hat{\sigma}\sqrt{1-C_4^2} = 3\bar{S}\frac{1}{C_4}\sqrt{1-C_4^2}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะได้เส้นกึ่งกลาง ขีดจำกัดควบคุมบน และขีดจำกัดควบคุมล่างของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยคือ

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

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

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

ส่วนเส้นกึ่งกลาง ขีดจำกัดควบคุมบน และขีดจำกัดควบคุมล่างของแผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคือ

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

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

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

โดยที่ค่าของ $B_4 = \left(1 + \frac{3}{C_4}\sqrt{1-C_4^2}\right)$ เปิดจากตารางที่ ก-2 ในภาคผนวก ก

$$LCL_S = \bar{S} - 3\hat{\sigma}_S$$

$$= \bar{S} - 3\bar{S}\frac{1}{C_4}\sqrt{1-C_4^2}$$

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

โดยที่ค่าของ $B_3 = \left(1 - \frac{3}{C_4}\sqrt{1-C_4^2}\right)$ เปิดจากตารางที่ ก-2 ในภาคผนวก ก

2.2.3 แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย

ในการสร้างแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย (R -chart)

1. คำนวณหาค่า $\bar{R}$

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^{g}R_i}{g}$$

เมื่อ $\bar{R}$ แทนค่าเฉลี่ยพิสัยของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

g แทนจำนวนกลุ่มตัวอย่าง

R_i แทนค่าพิสัยของกลุ่มตัวอย่างที่ i เมื่อ $i = 1, 2, ..., g$

ซึ่งค่า $R_i = X_{max} - X_{min}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การคำนวณขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย (R -chart) ในกรณีที่ไม่ทราบค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าพิสัย มีสูตรในการคำนวณดังนี้

- ขีดจำกัดควบคุมบน (Upper control limit)

$$UCL_R = \bar{R} + 3\sigma_R$$

$$= \bar{R}\left(1 + \frac{3\sigma_R}{\bar{R}}\right)$$

ถ้าให้ $D_4 = 1 + \frac{3\sigma_R}{\bar{R}}$

ซึ่งค่า D_4 สามารถดูได้จากตาราง ก-2 ในภาคผนวกที่ ก ค่าต่างๆ

ดังนั้น $UCL_R = D_4\bar{R}$

- เส้นกึ่งกลาง (Central limit)

$$CL_R = \bar{R}$$

- ขีดจำกัดควบคุมล่าง (Lower control limit)

$$LCL_R = \bar{R} - 3\sigma_R$$

$$= \bar{R}\left(1 - \frac{3\sigma_R}{\bar{R}}\right)$$

ซึ่งค่า D_3 สามารถดูได้จากตาราง ก-2 ในภาคผนวกที่ ก ค่าต่างๆ

ดังนั้น $LCL_R = D_3\bar{R}$

2.2.4 ความสามารถของกระบวนการ

คุณภาพของผลิตภัณฑ์เป็นสิ่งหนึ่งที่เกิดจากวิธีการผลิตหรือกระบวนการผลิต ถ้าผลิตภัณฑ์ใดมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ที่ดี นั่นก็หมายความว่าในกระบวนการผลิตปราศจากการผันแปรหรืออาจมีความผันแปร แต่ความผันแปรที่เกิดขึ้นมีน้อยมาก

แต่ถ้าคุณภาพของผลิตภัณฑ์ใดมีคุณภาพที่อยู่ในเกณฑ์ไม่ดีหรือมีผลิตภัณฑ์เสียมาก นั่นหมายความว่ากระบวนการผลิตมีความผันแปรมาก และความผันแปรที่เกิดขึ้นนี้มาจากกระบวนการผลิต จะเป็นส่วนบ่งชี้ถึงความสามารถในกระบวนการผลิตว่า มีความสามารถในการผลิตเป็นอย่างไร มีศักยภาพของกระบวนการผลิตเป็นอย่างไร และสมรรถนะของกระบวนการผลิตเป็นอย่างไร ซึ่งการศึกษาถึงองค์ประกอบต่างๆเหล่านี้เรียกอย่างง่ายๆก็คือ การศึกษาความสามารถของกระบวนการ โดยความสามารถของกระบวนการในวิธีการผลิตหนึ่งจะรวมถึงคน เครื่องจักร วัตถุดิบ การเก็บวัดข้อมูล และสิ่งแวดล้อม ซึ่งการศึกษาความสามารถของกระบวนการผลิตคือการหาความผันแปรทั้งหมดและความคงที่ของกระบวนการผลิตที่มีเวลาเป็นส่วนประกอบหนึ่ง มีความสำคัญที่จะต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงในระดับคุณภาพ เนื่องจากเครื่องมือหรือการทดแทนเครื่องมือที่ช่วยเพิ่มความสามารถของเครื่องจักรนั้นคือ การศึกษาความผันแปรตามธรรมชาติที่คนไม่สามารถที่จะทำการแก้ไขปรับปรุงได้ การศึกษาในช่วงนี้จะทำภายใต้เงื่อนไขของการควบคุม ตลอดจนการผันแปรตามธรรมชาติที่เกิดขึ้น เช่น การควบคุมคุณภาพวัตถุดิบและการวัดหรือควบคุมเครื่องมือให้มีความเที่ยงตรงขึ้น (กัญญามาศ ธีรปกรณ์, 2553)

การหาดัชนีความสามารถของกระบวนการ

ในอุตสาหกรรมการผลิตจะมีกระบวนการดำเนินงาน คือ การออกแบบการผลิตซึ่งรวมไปถึงการตรวจสอบข้อกำหนดของสินค้า จะกำหนดในขั้นตอนการออกแบบด้วย ในขั้นตอนการผลิตผู้ควบคุมการผลิตจะต้องควบคุมให้สินค้าที่ผลิตตรงตามข้อกำหนด ขั้นตอนการตรวจสอบเป็นขั้นตอนของการยืนยันให้สินค้าที่ผลิตว่ามีคุณภาพตรงตามข้อกำหนด ในการควบคุมคุณภาพต้องพิจารณาถึงคุณภาพสินค้าว่าอยู่ภายในขีดจำกัดที่กำหนดหรือไม่ เพื่อที่จะได้ทราบถึงความสามารถของกระบวนการผลิตว่าต้องได้รับการปรับปรุงแก้ไขอย่างไร โดยวิธีการคำนวณหาดัชนีวัดความสามารถของกระบวนการผลิตจะตั้งอยู่บนพื้นฐานกระบวนการผลิตภายใต้การควบคุมสม่ำเสมอ

ขั้นตอนการพิจารณารายละเอียดมีดังนี้

1. กำหนดขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง โดยขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกัดข้อกำหนดล่างจะกำหนดขึ้นจากโรงงานในการสร้างมาตรฐานของสินค้าใดสินค้าหนึ่ง

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) ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น C_{pk}

(Continue Process Capability)

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ C_{pu} คือ ค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น กรณีกำหนดขีดจำกัดข้อกำหนดบน

C_{pl} คือ ค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น กรณีกำหนดขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง

สูตรในการประมาณค่า C_{pu} และ C_{pl} มีดังนี้

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

$\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของข้อมูลทั้งหมด

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

(2.3) ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะยาว 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 ค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะยาว กรณีกำหนดขีดจำกัดข้อกำหนดบน

P_{pl} คือ ค่าดัชนีความสามารถของกะบวนการผลิตระยะยาว 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 $\sigma_{overall}$ คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานทั้งหมด (overall standard deviation)

3. การตัดสินใจว่าดัชนีความสามารถของกระบวนการว่ามีความสามารถหรือไม่ การตัดสินใจใช้การเปรียบเทียบการกระจายภายใต้ 6σ ให้มีค่าเท่ากับความกว้างของขอบเขตข้อกำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บนและล่าง 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 ซึ่งลักษณะนี้ไม่ก่อให้เกิดปัญหากับผู้ผลิต เพราะผลที่ได้แสดงว่าการควบคุมกระบวนการอยู่ในระดับที่เหมาะสม ได้คุณภาพ ผลิตภัณฑ์ตรงตามเกณฑ์ที่กำหนดตราบเท่าที่ยังคงรักษาระดับที่เหมาะสม

สำหรับการควบคุมการผลิตจะใช้แผนภูมิควบคุมมาช่วยในการควบคุมการผลิต การปรับปรุงกระบวนการก็คือการปรับปรุงความผันแปรต่างๆ ที่เกิดขึ้นให้ลดลง ด้วยการปรับปรุงมนุษย์ เครื่องจักร วัตถุดิบ เงินทุน และการจัดการให้ดีขึ้น แผนภูมิควบคุมที่ใช้สำหรับการควบคุมการผลิตจะแคบลงจนกระทั่งอยู่ในสภาวะที่ไม่สามารถปรับปรุงได้อีก ในการหาความสามารถของกระบวนการผลิตจะสามารถบอกได้ว่ากระบวนการหรือเครื่องจักรมีความสามารถหรือไม่

สำหรับค่า C_{pk} และ P_{pk} ที่คำนวณได้ จะใช้เกณฑ์ในการประเมินความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะสั้น และระยะยาวเช่นเดียวกันกับกรณีการหาดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิต (C_p) ดังนี้

$C_{pk} < 1$ แสดงว่ากระบวนการผลิตระยะสั้นอยู่ในระดับที่ไม่สามารถควบคุมได้

$C_{pk} = 1$ แสดงว่ากระบวนการผลิตระยะสั้นอยู่ในระดับที่สามารถควบคุมได้

$C_{pk} > 1$ แสดงว่ากระบวนการผลิตระยะสั้นอยู่ในระดับที่สามารถควบคุมได้ดี

และ

$P_{pk} < 1$ แสดงว่ากระบวนการผลิตระยะยาวอยู่ในระดับที่ไม่สามารถควบคุมได้

$P_{pk} = 1$ แสดงว่ากระบวนการผลิตระยะยาวอยู่ในระดับที่สามารถควบคุมได้

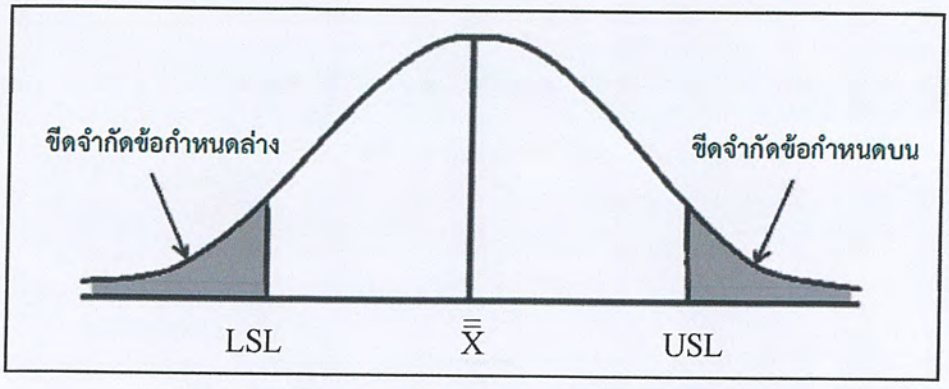
$P_{pk} > 1$ แสดงว่ากระบวนการผลิตระยะยาวอยู่ในระดับที่สามารถควบคุมได้ดี

โดยการศึกษาในครั้งนี้ จะวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการด้วยดัชนีความสามารถของกระบวนการในระยะสั้น C_{pk}

2.2.5 การคำนวณหาร้อยละข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนด

จากข้อมูลลักษณะคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่มีการแจกแจงปกติ สามารถคำนวณหาร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนด โดยอาศัยความสัมพันธ์ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.15 ร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนด

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

เมื่อ Z_U และ Z_L แทนค่าปกติมาตรฐาน

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

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

$\bar{\bar{X}}$ แทนค่าเฉลี่ยของค่าเฉลี่ยข้อมูล

USL แทนขีดจำกัดข้อกำหนดบน (Upper specification limit)

LSL แทนขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง (Lower specification limit)

จากสูตรการคำนวณค่า Z_U และ Z_L ที่ได้นำไปเปิดตาราง ก-3 ในภาคผนวก จะได้ค่าพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐานที่อยู่นอกขีดจำกัดข้อกำหนดทั้งด้านซ้ายและด้านขวา นำค่าที่ได้มารวมกันแล้วคิดเป็นค่าร้อยละ จะได้ร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมที่กำหนด

2.2.6 การทดสอบการแจกแจงปกติ

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

2.2.6.1 การแจกแจงปกติ

การแจกแจงข้อมูลที่มีหลายแบบ แต่ข้อมูลที่ได้จากการวัดคุณสมบัติทางคุณภาพของการผลิตจะมีตัวแปรต่างๆ และมีความผันแปรในสภาพแวดล้อมขณะทำการผลิตเป็นปกติ มักจะมีการกระจายตัวปกติ ดั้งนั้นจึงต้องทำการศึกษาการแจกแจงปกติ ซึ่งมีคุณสมบัติ ดังนี้

1. เส้นโค้งจะมีลักษณะสมมาตรกันทางซ้ายและขวา ซึ่งเรียกว่า เส้นโค้งปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. จุดสูงสุดของเส้นโค้งจะอยู่ ณ ค่าวัดที่มีความถี่สูงสุด และจะค่อยๆลดหลั่นลงเท่าๆกันทั้งสองข้าง

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

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

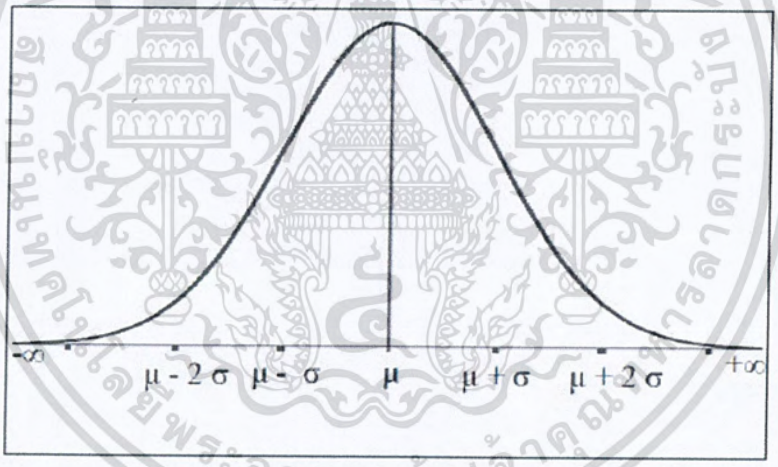
เมื่อ $f(x;\mu,\sigma^2)$ แทนฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น

$e \approx 2.71828...$

$\pi \approx 3.14286...$

μ แทนค่าเฉลี่ยของประชากร

σ^2 แทนความแปรปรวนของประชากร



รูปที่ 2.16 แสดงกราฟการแจกแจงปกติ

2.2.6.2 การทดสอบการแจกแจงปกติของ Anderson-Darling

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

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

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

เมื่อ u_i แทนฟังก์ชันการแจกแจงที่คาดหวังภายใต้ $H_0: u_i = F_0(X_i)$

n แทนจำนวนข้อมูลทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับการแจกแจงปกติทำการทดสอบภายใต้สมมติฐาน

H_0 : ข้อมูลมีการแจกแจงปกติ ; H_1 : ข้อมูลไม่มีการแจกแจงปกติ

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. ทำการปรับค่าเป็น Z โดย

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

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

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

เมื่อ c_α คือ ค่าวิกฤตสำหรับทดสอบภาวะปกติ

a_α, b_0, b_1 คือ ค่าที่เปิดจากตารางที่ ก-1 ภาคผนวก ก. ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

8. จะปฏิเสธ H_0 เมื่อค่าสถิติทดสอบ AD^* มากกว่าค่าวิกฤต c_α

ตัวอย่างการทดสอบการแจกแจงปกติของ Anderson-Darling

ในที่นี้จะใช้ข้อมูลน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น128IV เครื่องจักรที่ 6 วันที่ 7-8 ธันวาคม พ.ศ.2559 ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 น้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น128IV เครื่องจักรที่ 6 วันที่ 7-8 ธันวาคม พ.ศ.2559

ชิ้นที่	น้ำหนัก	ชิ้นที่	น้ำหนัก
1	24.32	91	24.44
2	24.34	92	24.57
3	24.01	93	24.36
4	24.40	94	24.32
5	24.52	95	24.22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 (ต่อ) น้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น128IV เครื่องจักรที่ 6 วันที่ 7-8 ธันวาคม พ.ศ.2559

ชิ้นที่	น้ำหนัก	ชิ้นที่	น้ำหนัก
6	24.41	96	24.15
7	24.48	97	24.47
8	24.22	98	24.49
9	24.47	99	24.65
10	24.34	100	24.37
⋮	⋮	⋮	⋮
90	24.52	180	24.40

วิธีทำ ให้ X แทน ค่าน้ำหนักของผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น128IV เครื่องจักรที่ 6 วันที่ 7-8 ธันวาคม พ.ศ.2559

สมมติฐานการทดสอบ

H_0 : ข้อมูลน้ำหนักของผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกมีการแจกแจงปกติ

H_1 : ข้อมูลน้ำหนักของผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกไม่มีการแจกแจงปกติ

หาค่าเฉลี่ย $\bar{X} = 24.3847$ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน $S = 0.1356$

นำค่า X มาทำการเรียงข้อมูลจากน้อยไปมาก แล้วทำการปรับค่า X ให้เป็นค่า Z ดังนี้

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

$$Z_i = \frac{X_i - \bar{X}}{S} = \frac{24.00 - 24.3847}{0.1356} = -2.8379$$

$$u_1 = P(Z < Z_1) = P(Z < -2.8379) = 0.0023$$

สำหรับค่า z_i และ u_i ค่าอื่นๆ สามารถคิดคำนวณได้ในทำนองเดียวกัน จะได้ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 การหาค่า $u_i : i = 1,2,...,180$ ในการคำนวณหาค่า AD

i	X_i	$Z_i = \frac{X_i - 24.3847}{0.1356}$	$u_i = F_0(z_i)$	$\ln u_i$
1	24.00	-2.8379	0.0023	-6.0748
2	24.01	-2.7641	0.0029	-5.8430
3	24.10	-2.1002	0.0179	-4.0230
4	24.10	-2.1002	0.0179	-4.0230
5	24.10	-2.1002	0.0179	-4.0230
6	24.11	-2.0264	0.0212	-3.8538

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 (ต่อ) การหาค่า $u_i : i = 1,2,...,180$ ในการคำนวณหาค่า AD

i	X_i	$Z_i = \frac{X_i - 24.3847}{0.1356}$	$u_i = F_0(z_i)$	$\ln u_i$
7	24.11	-2.0264	0.0212	-3.8538
8	24.11	-2.0264	0.0212	-3.8538
9	24.11	-2.0264	0.0212	-3.8538
10	24.12	-1.9526	0.0256	-3.6652
11	24.14	-1.8051	0.0351	-3.3496
12	24.14	-1.8051	0.0351	-3.3496
13	24.15	-1.7313	0.0418	-3.1749
14	24.15	-1.7313	0.0418	-3.1749
15	24.19	-1.4362	0.0749	-2.5916
16	24.19	-1.4362	0.0749	-2.5916
17	24.21	-1.2886	0.0985	-2.3177
18	24.21	-1.2886	0.0985	-2.3177
19	24.21	-1.2886	0.0985	-2.3177
20	24.22	-1.2148	0.1131	-2.1795
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
180	24.67	2.1051	0.9821	-0.0181

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_{180}	0.0179	-4.0230	-10.0978
2	u_{179}	0.0179	-4.0230	-29.5980
3	u_{178}	0.0179	-4.0230	-40.2295
4	u_{177}	0.0179	-4.0230	-56.3214
5	u_{176}	0.0250	-3.6889	-69.4065
6	u_{175}	0.0409	-3.1966	-77.5542
7	u_{174}	0.0409	-3.1966	-91.6549
8	u_{173}	0.0409	-3.1966	-105.7557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 (ต่อ) การคำนวณค่าต่างๆ เพื่อใช้ในการคำนวณค่า AD

i	u_{n-i+1}	$1-u_{n-i+1}$	$\ln(1-u_{n-i+1})$	$(2i-1)\left[\ln u_i+\ln(1-u_{n-i+1})\right]$
9	u_{172}	0.0409	-3.1966	-119.8564
10	u_{171}	0.0485	-3.0262	-127.1357
11	u_{170}	0.0485	-3.0262	-133.8907
12	u_{169}	0.0559	-2.8842	-143.3761
13	u_{168}	0.0655	-2.7257	-147.5141
14	u_{167}	0.0655	-2.7257	-159.3152
15	u_{166}	0.0655	-2.7257	-154.2019
16	u_{165}	0.0749	-2.5916	-160.6793
17	u_{164}	0.0853	-2.4616	-157.7162
18	u_{163}	0.0853	-2.4616	-167.2748
19	u_{162}	0.0985	-2.3177	-171.5097
20	u_{161}	0.1112	-2.1964	-170.6604
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
180	u_1	0.9977	-0.0023	-7.3110

สถิติที่ใช้ในการทดสอบ คือ

$$AD = -180-\frac{1}{180}\sum_{i=1}^{180}(2i-1)\left[\ln u_i+\ln(1-u_{n-i+1})\right]$$

$$AD = -180-(-32554.1104) = 0.8562$$

ทำการปรับค่าสถิติทดสอบ

$$AD^* = 0.8562\left(1+\frac{0.75}{180}+\frac{2.25}{180^2}\right) = 0.8598$$

เขตวิกฤต

$$c_\alpha = 0.7514\left(1+\frac{-0.795}{180}+\frac{-0.89}{180^2}\right) = 0.7481$$

เนื่องจาก $AD^* = 0.8598$ มีค่ามากกว่า 0.7481 ดังนั้นจึงปฏิเสธ H_0 นั่นคือข้อมูลน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น128IV เครื่องจักรที่ 6 วันที่ 7-8 ธันวาคม พ.ศ.2559 ไม่มีการแจกแจงปกติจะเห็นว่า เมื่อข้อมูลไม่มีการแจกแจงปกติ จึงต้องทำการแปลงข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.7 การแปลงข้อมูล

เนื่องจากข้อมูลไม่มีการแจกแจงปกติ โดยจะสามารถทำการแปลงข้อมูลได้ 2 วิธี

วิธีที่ 1 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 หลังจากนั้นจึงนำค่าที่ถูกแปลงพร้อมทั้ง ค่า LSL และ USL ไปคำนวณหาค่า C_{pk} และ P_{pk} ต่อไป ซึ่งการแปลงข้อมูลโดยวิธี Box-Cox มีข้อได้เปรียบอีกประการหนึ่งคือ สามารถคำนวณได้ทั้งค่า C_{pk} และ P_{pk} และสะท้อนความสามารถของกระบวนการในการผลิตได้ตามข้อกำหนด

ตัวอย่างการแปลงข้อมูลโดยวิธี Box-Cox

ในที่นี้จะใช้ข้อมูลน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น128IV เครื่องจักรที่ 6 วันที่ 7-8 ธันวาคม พ.ศ.2559 ดังตารางที่ 2.1 และได้ทำการทดสอบการแจกแจงปกติโดยวิธี Anderson-Darling พบว่าข้อมูลดังกล่าวไม่มีการแจกแจงปกติ จึงทำการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Box-Cox โดยใช้โปรแกรมMINITAB ในการคำนวณหาค่า λ ที่เหมาะสม ซึ่งในที่นี้ได้ค่า $\lambda = 5$ จึงทำการแปลงข้อมูลได้ดังตารางต่อไปนี้

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

ชิ้นที่	น้ำหนัก	$X' = X^5$	ชิ้นที่	น้ำหนัก	$X' = X^5$
1	24.32	8.5078E+06	91	24.44	8.7198E+06
2	24.34	8.5429E+06	92	24.57	8.9542E+06
3	24.01	7.9792E+06	93	24.36	8.5780E+06

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

ชิ้นที่	น้ำหนัก	$X' = X^5$	ชิ้นที่	น้ำหนัก	$X' = X^5$
4	24.40	8.6487E+06	94	24.32	8.5078E+06
5	24.52	8.8634E+06	95	24.22	8.3343E+06
6	24.41	8.6664E+06	96	24.15	8.2146E+06
7	24.48	8.7914E+06	97	24.47	8.7734E+06
8	24.22	8.3343E+06	98	24.49	8.8094E+06
9	24.47	8.7734E+06	99	24.65	9.1009E+06
10	24.34	8.5429E+06	100	24.37	8.5956E+06
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
90	24.52	8.8634E+06	180	24.40	8.6487E+06

สมมติฐานการทดสอบ

H_0 : ข้อมูลน้ำหนักของผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกมีการแจกแจงปกติ

H_1 : ข้อมูลน้ำหนักของผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกไม่มีการแจกแจงปกติ

นำข้อมูลที่ได้จากการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Box-Cox ไปหาค่า AD ด้วยวิธี Anderson-Darling ดังตัวอย่างข้างต้น

ในที่นี้ใช้โปรแกรม MINITAB จะได้ค่า P-value $=0.0370 \leq 0.05$ ดังนั้นจึงปฏิเสธ H_0 นั่นคือ การแปลงข้อมูลด้วยวิธี Box-Cox ยังไม่สามารถทำให้ข้อมูลน้ำหนักของผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกมีการแจกแจงปกติได้

วิธีที่ 2 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

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

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 และจะเลือกใช้เส้นโค้งต่างๆในการแปลงที่ให้ผลใกล้เคียงการแจกแจงปกติ

ตัวอย่างการแปลงข้อมูลโดยวิธี Johnson

ในที่นี้จะใช้ข้อมูลน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น128IV เครื่องจักรที่ 6 วันที่ 7-8 ธันวาคม พ.ศ.2559 ดังตารางที่ 2.1 และได้ทำการทดสอบการแจกแจงปกติโดยวิธี Anderson-Darlingพบว่าข้อมูลดังกล่าวไม่มีการแจกแจงปกติ จึงทำการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Box-Cox พบว่าข้อมูลน้ำหนักของผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกไม่มีการแจกแจงปกติ หลังจากนั้นจึงทำการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnsonโดยใช้โปรแกรม MINITAB ในการคำนวณหารูปแบบสมการที่เหมาะสม ในการแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงปกติ ได้สมการดังนี้

$$\text{สมการ Johnson คือ } Y = 0.0961881+1.77378\,\text{Asinh}\left(\frac{(X-24.4035)}{0.188345}\right)$$

จึงนำเอาสมการดังกล่าวมาทำการแปลงข้อมูลได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2.6 การแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงปกติด้วยวิธี Johnson

ชิ้นที่	น้ำหนัก	Y	ชิ้นที่	น้ำหนัก	Y
1	24.32	-0.6665	91	24.44	0.4378
2	24.34	-0.4911	92	24.57	1.5098
3	24.01	-2.5341	93	24.36	-0.3099
4	24.40	0.0632	94	24.32	-0.6665
5	24.52	1.1333	95	24.22	-1.4347
6	24.41	0.1574	96	24.15	-1.8659
7	24.48	0.7982	97	24.47	0.7101
8	24.22	-1.4347	98	24.49	0.8846
9	24.47	0.7101	99	24.65	2.0186
10	24.34	-0.4911	100	24.37	-0.2177
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
90	24.52	1.1333	180	24.40	0.0632

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมมติฐานการทดสอบ

H_0 : ข้อมูลน้ำหนักของผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกมีการแจกแจงปกติ

H_1 : ข้อมูลน้ำหนักของผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกไม่มีการแจกแจงปกติ

นำข้อมูลที่ได้จากการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson ไปหาค่า AD ด้วยวิธี Anderson-Darlingดังตัวอย่างข้างต้น

ในที่นี้ใช้โปรแกรม MINITAB จะได้ค่า P-value = 0.1890 > 0.05 ดังนั้น จึงยอมรับ H_0 นั่นคือ การแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson สามารถทำให้ข้อมูลน้ำหนักของผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกมีการแจกแจงแบบปกติได้ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

มินตรา เรืองรัศมีโรจน์ และคณะ (2551) ได้ทำการศึกษาการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์สมุนไพรอภัยภูเบศรของมูลนิธิโรงพยาบาลเจ้าพระยาอภัยภูเบศร ตั้งอยู่ที่ 32/7 หมู่ 12 ถนนปราจีนอนุสรณ์ ตำบลท่างาม อำเภอเมือง จังหวัดปราจีนบุรี โดยเก็บรวบรวมข้อมูลการตรวจสอบคุณภาพทางด้านปริมาตรสุทธิ หรือน้ำหนักของผลิตภัณฑ์สมุนไพรอภัยภูเบศร 5 ชนิด คือ ยาแก้ไอมะขามป้อม แชมพูสระผมว่านหางจระเข้ ครีมนวดผมอัญชัญ ครีมล้างหน้ามะขาม และแคปซูลขมิ้นชันแบบกึ่งสำเร็จรูป โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลจะแบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงแรกตั้งแต่ เดือนมกราคม พ.ศ.2551 ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2551 และช่วงที่ 2 เป็นข้อมูลในเดือนมกราคม พ.ศ. 2552 แล้วนำข้อมูลที่ได้ทั้ง 2 ช่วง มาสร้างแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$ -chart) และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย (R -chart) รวมทั้งคำนวณหาสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) และร้อยละของข้อมูลตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด โดยนำโปรแกรมสำเร็จรูป ได้แก่ SPSS,MINITABและMicrosoft Excel เข้ามาช่วยในการประมวลผล ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า จากข้อมูลในช่วงที่ 1 และ 2 ของผลิตภัณฑ์สมุนไพรอภัยภูเบศรทั้ง 5 ชนิด มีผลการวิเคราะห์ ดังนี้ คือ ผลิตภัณฑ์ยาแก้ไอมะขามป้อม แชมพูสระผมว่านหางจระเข้ และครีมล้างหน้ามะขาม จะพบว่า กระบวนการผลิตอยู่ในลักษณะที่ยังควบคุมไม่ได้ ส่วนสมรรถนะของกระบวนการผลิตได้ผลิตสินค้าอยู่ในระดับที่ดี และไม่มีสินค้าตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนด แสดงว่า กระบวนการผลิตยังผลิตสินค้าที่มีความแปรผันมาก แต่คุณภาพของสินค้ายังอยู่ในเกณฑ์ที่ทางมูลนิธิฯ กำหนด ส่วนผลิตภัณฑ์ครีมนวดผมอัญชัญ และแคปซูลขมิ้นชันแบบกึ่งสำเร็จรูป จะพบว่า กระบวนการผลิตอยู่ในลักษณะที่ยังควบคุมไม่ได้ ส่วนสมรรถนะของกระบวนการผลิตได้ผลิตสินค้ายังไม่อยู่ในระดับที่ดี และมีสินค้าตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนด แสดงว่า กระบวนการผลิตยังผลิตสินค้าที่มีความผันแปรมาก และคุณภาพของสินค้านั้นไม่อยู่ในเกณฑ์ที่ทางมูลนิธิฯ กำหนด ดังนั้น ผลิตภัณฑ์สมุนไพรทั้ง 5 ชนิด จึงสมควรที่จะควบคุมกระบวนการผลิตอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีความผันแปรน้อยลง และมีคุณภาพในการบรรจุที่ดีขึ้น

กัญญามาศ ธีรปกรณ์ และคณะ (2553) ได้ทำการศึกษาการควบคุมคุณภาพสลักเกลียวของบริษัท อินเตอร์ อินดักชั่น จำกัด ตั้งอยู่ที่ 1027/1 ถนนประชาพัฒนา แขวงทับยาว เขตลาดกระบัง จังหวัดกรุงเทพมหานครฯ 10520 โดยเก็บรวบรวมข้อมูลของการผลิตสลักเกลียวทั้ง 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการกลึงลดขนาด และขั้นตอนของการเจาะรู ของสลักเกลียวทั้ง 6 แบบ ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ.2553 ถึง เดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2553 แล้วนำข้อมูลมาสร้างแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$ -chart) และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย (R -chart) พร้อมทั้งหาค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk})

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และค่าร้อยละของข้อมูลตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด โดยนำโปรแกรมสำเร็จรูป MINITAB14 มาช่วยในการประมวลผล ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า สลักเกลียวแบบที่ 1 2 4 5 และ 6 จากแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัยในทั้งขั้นตอนของการกลึงลดขนาดและการเจาะรู ส่วนใหญ่จะมีความผันแปรเกิดขึ้นในระหว่างการผลิตน้อย และค่า C_{pk} ส่วนใหญ่มีค่ามากกว่า 1 และจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นมีจำนวนน้อยมาก จึงถือว่ากระบวนการผลิตสลักเกลียวทั้ง 5แบบนี้อยู่ในลักษณะที่ยอมรับได้ ส่วนสลักเกลียวแบบที่ 3 จากแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัยในทั้งขั้นตอนของการกลึงลดขนาดและการเจาะรู มีความผันแปรเกิดขึ้นระหว่างการผลิตน้อยและค่า C_{pk} ส่วนใหญ่มีค่ามากกว่า 1 แต่มีจำนวนของเสียเกิดขึ้นในขั้นตอนการกลึงลดขนาด จึงควรทำการปรับปรุงกระบวนการผลิต และหาสาเหตุของการเกิดจำนวนของเสียในขั้นตอนของการกลึงลดขนาด เพื่อให้กระบวนการผลิตของสลักเกลียวแบบที่ 3 อยู่ในลักษณะที่ยอมรับได้

ขนิษฐา ศรีอุไร และคณะ (2558) ได้ทำการศึกษาการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ Ginger Pork ของบริษัทซีพีเอฟ พรีเมียม ฟู้ดส์ จำกัด ซึ่งข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์มี 3 ส่วนคือ ข้อมูลส่วนที่ 1 ข้อมูลความหนาของเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์ เพื่อหาความหนาที่เหมาะสมเพื่อใช้ในขั้นตอนการสไลด์ ข้อมูลส่วนที่ 2 ข้อมูลน้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์ น้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์หลังย่าง น้ำหนักน้ำซอสและน้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์หลังย่างรวมน้ำซอส โดยทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพเครื่องบรรจุน้ำซอส 3 เครื่อง โดยอาศัยแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย แผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการในระยะสั้น ค่าดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการในระยะยาวและร้อยละตกนอกของเกณฑ์ที่กำหนด ข้อมูลส่วนที่ 3 ข้อมูลจำนวนรอยตำหนิของผลิตภัณฑ์ Ginger Pork โดยอาศัยแผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย แผนผังพาเรโตและแผนผังเหตุและผล ซึ่งได้ทำการจัดเก็บรวบรวมข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม 2559 ถึงเดือนมีนาคม 2559 ผลการศึกษาข้อมูลส่วนที่ 1 ความหนาที่เหมาะสมเพื่อใช้ในขั้นตอนการสไลด์คือ 3.15 มิลลิเมตรต่อชิ้น ข้อมูลส่วนที่ 2 น้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์ น้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์หลังย่าง น้ำหนักน้ำซอสและน้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์หลังย่างรวมน้ำซอส พบว่าแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่นำมาวิเคราะห์ทั้ง 3 เดือน มีลักษณะควบคุมได้ไม่ดี ค่าดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการในระยะสั้นและระยะยาวมีค่าน้อยกว่า 1.33 จึงส่งผลให้มีร้อยละของข้อมูลตกนอกเกณฑ์ที่กำหนด ข้อมูลส่วนที่ 3 เมื่อพิจารณาขั้นตอนการปิดผนึกแบบสูญญากาศและขั้นตอนการแช่แข็ง สาเหตุของจำนวนรอยตำหนิที่พบมากที่สุดคือการปิดผนึกทับซอส

ณพสิทธิ์ โชติวนิช และคณะ (2558) ได้ทำการศึกษาการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์เม็ดพลาสติกรีไซเคิลของบริษัทสยามโพลิเมอร์ ซัพพลาย จำกัด โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลน้ำหนักเม็ดพลาสติก 3 ประเภท เครื่องจักรทั้ง 6 เครื่อง ในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 และเดือนมีนาคม พ.ศ. 2559 รวมเป็นระยะเวลา 2 เดือน โดยนำข้อมูลที่ได้มาทดสอบการแจกแจงปกติและทำการวิเคราะห์โดยการสร้างแผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยว (X -chart) แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (MR -chart) รวมทั้งหาค่าดัชนีวัดความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น (C_{pk}) ดัชนีวัดความสามารถของกระบวนการผลิตระยะยาว (P_{pk}) และร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนด โดยนำโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ MINITAB Version 16 มาช่วยในการประมวลผล ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของเครื่องจักรผลิตเม็ดพลาสติกทั้ง 6 เครื่อง พบว่าข้อมูลส่วนใหญ่ไม่มีการแจกแจงปกติ จึงทำการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แปลงข้อมูลด้วยวิธี Box-Cox และวิธี Johnson โดยกระบวนการผลิตส่วนใหญ่สามารถควบคุมได้ ค่าดัชนีวัดความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะสั้นและระยะยาวมีค่าน้อยกว่า 1 และร้อยละของข้อมูลตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนดส่วนใหญ่มีไม่มาก แต่ก็ถือได้ว่าความสามารถกระบวนการผลิตทั้ง 6 เครื่องจักรอยู่ในระดับที่ไม่ดี ซึ่งนั่นคือประสิทธิภาพของเครื่องจักรประเภทใส ประเภทขุ่น และประเภทสี ทั้ง 6 เครื่องจักรให้ผลที่ไม่แตกต่างกัน จึงได้นำเสนอแนวทางให้กับทางโรงงานได้ปรับปรุงแก้ไขต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 วิธีการดำเนินงาน

ในการดำเนินงานการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ มีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

1. กำหนดหัวข้อเรื่อง
2. ติดต่อประสานงานกับทางบริษัทเพื่อขอเก็บข้อมูลที่จำเป็นและขอศึกษาดูงานการผลิต
3. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
4. เก็บรวบรวมข้อมูลด้านน้ำหนักของผลิตภัณฑ์
5. วิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้โดยใช้วิธีการทางสถิติและหลักการควบคุมคุณภาพทางสถิติ
6. แปลผลการวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลจากการวิเคราะห์ข้อมูล
7. นำผลสรุปจากการวิเคราะห์ข้อมูลมาจัดทำรูปเล่มรายงาน

3.2 ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.2.1 แหล่งที่มาของข้อมูล

ในการศึกษาการควบคุมคุณภาพครั้งนี้ ได้ทำการรวบรวมข้อมูลน้ำหนักของผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกของบริษัท แสงไทย ฟิตติ้ง อุตสาหกรรม จำกัด โดยตั้งอยู่ที่ 35/327-328 หมู่ 2 ตำบลบางน้ำจืด อำเภอเมืองสมุทรสาคร จังหวัดสมุทรสาคร 74000 ซึ่งเป็นบริษัทรับฉีดพลาสติกและรับออกแบบแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่ได้ขึ้นทะเบียนถูกต้องตามมาตรฐานกรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม มีใบอนุญาตประกอบการ ผลิตอุปกรณ์พลาสติกที่มีคุณภาพตามมาตรฐาน ด้วยความซื่อสัตย์และมุ่งมั่นที่จะพัฒนาคุณภาพสินค้า และเป็นที่ยอมรับในวงการตลาดในการซื้อขายวัสดุที่ผลิตจากพลาสติก

รูปที่ 3.1 บริษัท แสงไทย ฟิตติ้ง อุตสาหกรรม จำกัด

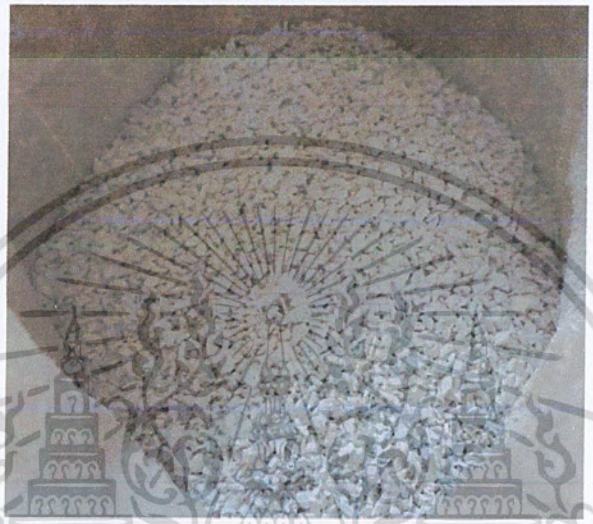
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 กระบวนการผลิต

กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกได้มีการนำเครื่องฉีดพลาสติกที่ทันสมัย และคัดเลือกวัตถุดิบที่เป็นเม็ดพลาสติกคุณภาพสูง ด้วยประสิทธิภาพของเครื่องฉีด ทำให้สามารถฉีดพลาสติกได้ทุกชนิด ตามความต้องการของลูกค้า โดยที่ทางโรงงานจะผลิต 24 ชั่วโมงและรับผลิตไม่จำกัดจำนวน จึงทำให้เกิดความรวดเร็วในการผลิต

ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมวัตถุดิบ

เตรียมเม็ดพลาสติก ซึ่งเม็ดพลาสติกนั้นจะถูกสั่งซื้อมาจากที่อื่น



รูปที่ 3.2 การเตรียมวัตถุดิบ

ขั้นตอนที่ 2 การเตรียมแม่พิมพ์ผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติก

นำแม่พิมพ์จากโรงเก็บแม่พิมพ์โดยใช้เครื่องจักรในการยกออกมา

รูปที่ 3.3 การเตรียมแม่พิมพ์ผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96EV

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.4 การเตรียมแม่พิมพ์ผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96KV

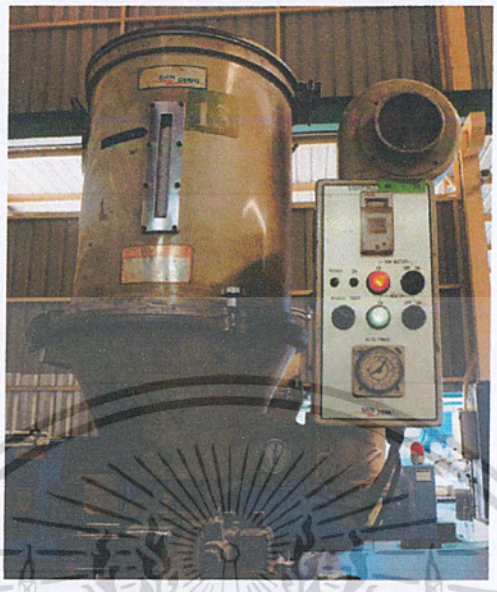
รูปที่ 3.5 การเตรียมแม่พิมพ์ผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 128lV

ขั้นตอนที่ 3 การนำแม่พิมพ์ผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกใส่ในเครื่องจักร

รูปที่ 3.6 การใส่แม่พิมพ์ผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกเข้าไปในเครื่องฉีดพลาสติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 4 การนำเม็ดพลาสติกใส่ในหัวเครื่องจักร
นำเม็ดพลาสติกใส่ในช่องหัวเครื่องฉีดพลาสติกเพื่อรอการฉีดพลาสติก

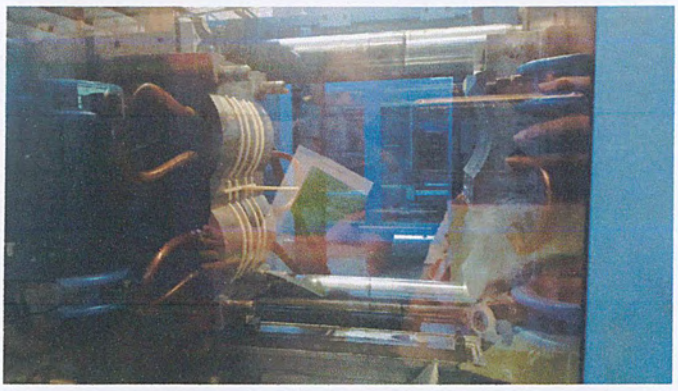


รูปที่ 3.7 การนำเม็ดพลาสติกใส่เข้าไปในเครื่องฉีดพลาสติก

ขั้นตอนที่ 5 การฉีดพลาสติก
เมื่อเครื่องจักรเริ่มทำงาน เครื่องจักรจะทำการฉีดพลาสติกจากเม็ดพลาสติกที่เราใส่ไปในขั้นตอนที่ 4 ซึ่งเป็นวัตถุดิบ จะฉีดพลาสติกใส่รูปแม่พิมพ์ที่เราได้นำไปใส่ไว้ในเครื่องจักรตามขั้นตอนที่ 3 แล้ว

รูปที่ 3.8 การฉีดพลาสติกใส่แม่พิมพ์ผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96EV

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 การฉีดพลาสติกใส่แม่พิมพ์ผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96KV

รูปที่ 3.10 การฉีดพลาสติกใส่แม่พิมพ์ผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 128IV

ขั้นตอนที่ 6 การลดอุณหภูมิ

ผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกที่ถูกปล่อยออกมาจากเครื่องจักรหลังฉีดพลาสติกเสร็จแล้ว จะเข้าสู่กระบวนการลดอุณหภูมิ โดยปล่อยให้แช่ลงไปในน้ำอุณหภูมิห้อง ผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกจะมีอุณหภูมิที่ลดลงและเกิดการแข็งตัว

รูปที่ 3.11 การนำผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกแช่ในน้ำอุณหภูมิห้องรุ่น 96EV

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.12 การนำผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกแช่ในน้ำอุณหภูมิห้องรุ่น 96KV

รูปที่ 3.13 การนำผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกแช่ในน้ำอุณหภูมิห้องรุ่น 128IV

ขั้นตอนที่ 7 การตัดก้านพลาสติก

นำผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกที่ได้จากเครื่องจักร นำมาตัดก้านพลาสติกออก

รูปที่ 3.14 การตัดก้านผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96EV

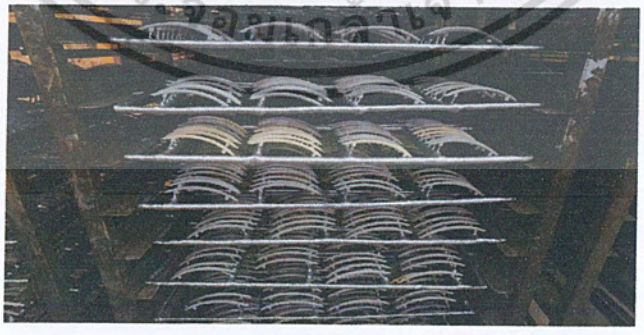
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.15 การตัดก้านผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96KV

รูปที่ 3.16 การตัดก้านผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 128IV

ขั้นตอนที่ 8 การพ่นสี

ในขั้นตอนนี้ จะทำการสุ่มผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกที่ได้จากเครื่องจักร นำมาชั่งน้ำหนัก เพื่อตรวจสอบว่าน้ำหนักของผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานตามที่กำหนดไว้หรือไม่ หลังจากนั้นจะนำผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกที่ได้จากขั้นตอนที่แล้วมาวางเรียงกันบนชั้น เพื่อเตรียมการพ่นสีลงไปที่ตัวผลิตภัณฑ์



รูปที่ 3.17 เตรียมการพ่นสีผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 9 การบรรจุใส่ห่อเตรียมนำจำหน่าย

นำผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกที่พ่นสีเสร็จแล้วนั้นนำใส่กระสอบเพื่อรอบรรจุใส่ห่อพลาสติก และรอการนำจำหน่ายต่อไป

รูปที่ 3.18 เตรียมการนำจำหน่ายผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96EV

รูปที่ 3.19 เตรียมการนำจำหน่ายผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96KV

รูปที่ 3.20 เตรียมการนำจำหน่ายผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 128IV

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการสร้างแบบใบบันทึกข้อมูล สามารถอาศัยตาราง MIL-STD 414 (Military-Standard 414) มาช่วยในการเลือกขนาดของตัวอย่าง ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3.1 ตารางMIL-STD 414 (Military-Standard 414)

ผลผลิตต่อวัน (หน่วย/วัน)	จำนวนตัวอย่าง (หน่วย/วัน)
66 – 110	10
111 – 180	15
181 – 300	25
301 – 500	30
501 – 800	35
801 – 1,300	40
1,301 – 3,200	50
3,201 – 8,000	60
8,001 – 22,000	85

จากการสอบถามจากโรงงานทราบว่า ในแต่ละวัน เครื่องจักรทั้ง 6 เครื่องจักร จะผลิตผลิตภัณฑ์ด้ามจับพลาสติกตามรายการสั่งซื้อในช่วง คือ 10,000-15,000 ชิ้นต่อวัน จึงควรทำการเก็บข้อมูลวันละไม่น้อยกว่า 85 ชิ้น ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้จะทำการเก็บข้อมูลวันละ 90 ตัวอย่าง และสามารถออกแบบใบบันทึกข้อมูลได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 ตัวอย่างใบบันทึกข้อมูลน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติก

ตารางการเก็บบันทึกน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติก	
☐ รุ่น 96EV ☐ รุ่น 96KV ☐ รุ่น 128IV	
จำนวนที่ผลิต(ชิ้น/ลอต) :	เครื่องจักรที่ :1☐ 2☐ 3☐ 4☐ 5☐ 6☐
Spec Limit (กรัม) :	วันที่ผลิต : .....

ลำดับที่	เวลา	น้ำหนัก/ตัว (g.)						$\bar{X}$	S	หมายเหตุ
		ตัวที่ 1	ตัวที่ 2	ตัวที่ 3	ตัวที่ 4	ตัวที่ 5	ตัวที่ 6			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลทางด้านน้ำหนักของผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติก โดยทำการเก็บข้อมูลในช่วงเดือนธันวาคม พ.ศ.2559 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ.2560 ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากเครื่องจักรทั้ง 6 เครื่องจักร ที่ผลิตผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกแต่ละรุ่นที่แตกต่างกันทั้ง 3 รุ่น ผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกในแต่ละรุ่นจะมีการตรวจสอบและบันทึกข้อมูลทางด้านน้ำหนัก โดยจะทำการสุ่มผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกจากทั้ง 6 เครื่องจักร จำนวนเครื่องจักรละ 6 ชิ้น ในทุกๆ ครึ่งชั่วโมง โดยจะเริ่มทำการเก็บข้อมูลตั้งแต่เวลา 09.00 น. – 16.00 น. โดยทางบริษัท แสงไทย ฟิตติ้ง อุตสาหกรรม จำกัด จะทำการผลิตผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกทั้ง 3 รุ่น ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96EV จะทำการผลิตจากเครื่องจักรที่ 1 และ 4
2. ผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96KV จะทำการผลิตจากเครื่องจักรที่ 2 และ 5
3. ผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 128IV จะทำการผลิตจากเครื่องจักรที่ 3 และ 6

และสามารถเก็บรวบรวมข้อมูลได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3.3 ตารางการผลิตของผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกในช่วงเดือนธันวาคม พ.ศ.2559 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ.2560

ลำดับที่	วันที่ผลิต	เครื่องจักรที่ทำการผลิต					
		1	2	3	4	5	6
1	7-8 ธ.ค. 2559				96EV	96KV	128IV
2	13-14 ธ.ค. 2559	96EV	96KV	128IV			
3	21-22 ธ.ค. 2559				96EV	96KV	128IV
4	26-27 ธ.ค. 2559	96EV	96KV	128IV			
5	3-4 ม.ค. 2560				96EV	96KV	128IV
6	6-7 ม.ค. 2560	96EV	96KV	128IV			
7	9-10 ม.ค. 2560				96EV	96KV	128IV
8	12-13 ม.ค. 2560	96EV	96KV	128IV			
9	17-18 ม.ค. 2560				96EV	96KV	128IV
10	24-25 ม.ค. 2560	96EV	96KV	128IV			
11	27-28 ม.ค. 2560				96EV	96KV	128IV
12	30-31 ม.ค. 2560	96EV	96KV	128IV			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.4 ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกของเครื่องจักรที่ 1

ตารางการเก็บบันทึกน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติก	
☒ รุ่น 96EV ☐ รุ่น 96KV ☐ รุ่น 128IV	
จำนวนที่ผลิต(ชิ้น/ลอต) : 15,000 ชิ้น	เครื่องจักรที่ :1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐
Spec Limit (กรัม) : 8.34 – 8.86 กรัม	วันที่ผลิต : 13 ธันวาคม 2559

ลำดับที่	เวลา	น้ำหนัก/ตัว (g.)						$\bar{X}$	S	หมายเหตุ
		ตัวที่ 1	ตัวที่ 2	ตัวที่ 3	ตัวที่ 4	ตัวที่ 5	ตัวที่ 6			
1	9.00	8.57	8.90	8.69	8.60	8.56	8.61	8.6550	0.1283	
2	9.30	8.63	8.60	8.59	8.61	8.44	8.77	8.6067	0.1052	
3	10.00	8.54	8.64	8.42	8.76	8.57	8.62	8.5917	0.1132	
4	10.30	8.52	8.53	8.87	8.44	8.65	8.74	8.6250	0.1601	
5	11.00	8.31	8.66	8.72	8.51	8.83	8.55	8.5967	0.1820	
6	11.30	8.64	8.57	8.49	8.69	8.77	8.56	8.6200	0.1008	
7	12.00	8.66	8.63	8.59	8.65	8.60	8.74	8.6450	0.0539	
8	12.30	8.53	8.61	8.77	8.60	8.45	8.65	8.6017	0.1085	
9	13.00	8.72	8.62	8.67	8.65	8.50	8.58	8.6233	0.0766	
10	13.30	8.81	8.51	8.60	8.33	8.72	8.61	8.5967	0.1671	
11	14.00	8.55	8.67	8.36	8.61	8.71	8.85	8.6250	0.1649	
12	14.30	8.77	8.64	8.40	8.60	8.59	8.57	8.5950	0.1195	
13	15.00	8.61	8.65	8.71	8.69	8.70	8.51	8.6450	0.0758	
14	15.30	8.44	8.57	8.71	8.76	8.60	8.47	8.5917	0.1270	
15	16.00	8.62	8.45	8.57	8.53	8.69	8.74	8.6000	0.1062	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.5 ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกของเครื่องจักรที่ 2

ตารางการเก็บบันทึกน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติก	
☐รุ่น 96EV ☒ รุ่น 96KV ☐ รุ่น 128IV	
จำนวนที่ผลิต(ชิ้น/ลอต) : 15,000 ชิ้น	เครื่องจักรที่ : 1☐ 2☒ 3☐ 4☐ 5☐ 6☐
Spec Limit (กรัม) : 10.28 – 10.92 กรัม	วันที่ผลิต : 13 ธันวาคม 2559

ลำดับที่	เวลา	น้ำหนัก/ตัว (g.)						$\bar{X}$	S	หมายเหตุ
		ตัวที่ 1	ตัวที่ 2	ตัวที่ 3	ตัวที่ 4	ตัวที่ 5	ตัวที่ 6			
1	9.00	10.27	10.64	10.54	10.35	10.42	10.39	10.4350	0.1340	
2	9.30	10.45	10.69	10.33	10.51	10.61	10.56	10.5250	0.1261	
3	10.00	10.33	10.55	10.41	10.30	10.37	10.58	10.4233	0.1162	
4	10.30	10.62	10.64	10.72	10.42	10.53	10.32	10.5417	0.1495	
5	11.00	10.42	10.43	10.63	10.57	10.47	10.70	10.5367	0.1148	
6	11.30	10.37	10.73	10.57	10.49	10.55	10.30	10.5017	0.1532	
7	12.00	10.56	10.51	10.38	10.40	10.64	10.49	10.4967	0.0977	
8	12.30	10.52	10.19	10.68	10.34	10.54	10.51	10.4633	0.1721	
9	13.00	10.51	10.25	10.36	10.53	10.64	10.46	10.4583	0.1370	
10	13.30	10.37	10.54	10.65	10.40	10.34	10.61	10.4850	0.1322	
11	14.00	10.62	10.60	10.56	10.22	10.40	10.47	10.4783	0.1513	
12	14.30	10.67	10.68	10.55	10.35	10.68	10.47	10.5667	0.1363	
13	15.00	10.46	10.61	10.43	10.64	10.46	10.50	10.5167	0.0873	
14	15.30	10.55	10.48	10.52	10.53	10.32	10.68	10.5133	0.1166	
15	16.00	10.65	10.57	10.46	10.49	10.62	10.38	10.5283	0.1030	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.6 ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกของเครื่องจักรที่ 3

ตารางการเก็บบันทึกน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติก	
☐รุ่น 96EV ☐ รุ่น 96KV ☒ รุ่น 128IV	
จำนวนที่ผลิต(ชิ้น/ลอต) : 20,000 ชิ้น	เครื่องจักรที่ :1☐ 2☐ 3☒ 4☐ 5☐ 6☐
Spec Limit (กรัม) : 23.67 – 25.13 กรัม	วันที่ผลิต : 13 ธันวาคม 2559

ลำดับที่	เวลา	น้ำหนัก/ตัว (g.)						$\bar{X}$	S	หมายเหตุ
		ตัวที่ 1	ตัวที่ 2	ตัวที่ 3	ตัวที่ 4	ตัวที่ 5	ตัวที่ 6			
1	9.00	24.62	24.50	24.48	24.43	24.33	24.49	24.4750	0.0948	
2	9.30	24.44	24.25	24.41	24.56	24.51	24.31	24.4133	0.1174	
3	10.00	24.46	24.20	24.23	24.48	24.34	24.42	24.3550	0.1190	
4	10.30	24.40	24.67	24.50	24.28	24.28	24.55	24.4467	0.1556	
5	11.00	24.51	24.46	24.35	24.64	24.37	24.58	24.4850	0.1147	
6	11.30	24.22	24.38	24.51	24.30	24.42	24.34	24.3617	0.1001	
7	12.00	24.32	24.41	24.39	24.50	24.46	24.60	24.4467	0.0971	
8	12.30	24.52	24.57	24.44	24.62	24.45	24.36	24.4933	0.0950	
9	13.00	24.66	24.54	24.32	24.43	24.45	24.33	24.4550	0.1294	
10	13.30	24.30	24.51	24.18	24.38	24.42	24.25	24.3400	0.1202	
11	14.00	24.27	24.41	24.38	24.54	24.42	24.65	24.4450	0.1325	
12	14.30	24.52	24.40	24.39	24.57	24.41	24.44	24.4550	0.0734	
13	15.00	24.18	24.51	24.38	24.52	24.35	24.45	24.3983	0.1267	
14	15.30	24.54	24.35	24.42	24.40	24.62	24.37	24.4500	0.1066	
15	16.00	24.43	24.28	24.31	24.27	24.41	24.46	24.3600	0.0829	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลน้ำหนักของผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกที่เก็บได้ทั้ง 3 รุ่น จากแต่ละเครื่องจักร มาตรวจสอบว่ามีการแจกแจงปกติหรือไม่ สามารถแยกได้ 3 กรณี คือ

กรณีที่ 1 ถ้าข้อมูลมีการแจกแจงปกติ จะทำการสร้างแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย($\overline{X}$-chart) แผนภูมิควบคุมส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(S-chart) หาค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น(C_{pk}) ค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะยาว(P_{pk}) และร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป MINITAB

กรณีที่ 2 ถ้าข้อมูลไม่มีการแจกแจงปกติ จะทำการแปลงข้อมูลก่อน ด้วยวิธี Box-Cox เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติแล้ว จะทำการสร้างแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย($\overline{X}$-chart) แผนภูมิควบคุมส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(S-chart) หาค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น(C_{pk}) ค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะยาว(P_{pk}) และร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป MINITAB

กรณีที่ 3 ถ้าแปลงวิธี Box-Cox แล้วข้อมูลยังไม่มีการแจกแจงปกติ จะทำการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติแล้ว จะทำการสร้างแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย($\overline{X}$-chart) แผนภูมิควบคุมพิสัย(R-chart) หาค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะยาว(P_{pk}) และร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป MINITAB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

จากการนำข้อมูลที่ได้จากบริษัท แสงไทย ฟิตติ้ง อุตสาหกรรม จำกัด มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักของผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติก โดยใช้การทดสอบการแจกแจงปกติ แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย($\overline{X}$-chart) แผนภูมิควบคุมส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(S-chart) รวมทั้งการหาดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น(C_{pk}) ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะยาว(P_{pk}) และร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด ในกรณีที่ข้อมูลไม่มีการแจกแจงปกติ จะทำการแปลงข้อมูลโดยใช้วิธี Box-Cox และ วิธี Johnson ทางบริษัทจะทำการผลิตมือจับพลาสติก 3 รุ่น คือ ผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96EV ผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96KV และผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 128IV ดังนั้น ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ในงานวิจัยครั้งนี้จะประกอบด้วย

1. ผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96EV จะทำการผลิตจากเครื่องจักรที่ 1 และ 4
2. ผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96KV จะทำการผลิตจากเครื่องจักรที่ 2 และ 5
3. ผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 128IV จะทำการผลิตจากเครื่องจักรที่ 3 และ 6

โดยทำการเก็บข้อมูลตั้งแต่เดือนธันวาคม พ.ศ.2559 ถึงเดือน มกราคม พ.ศ.2560 โดยทางบริษัทได้กำหนดไว้ว่า น้ำหนักของผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกที่ผลิตเสร็จเรียบร้อยแล้ว (Finished Products) ไว้ดังนี้

- ผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96EV มีขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง(LSL) เท่ากับ 8.34 กรัม มีขีดจำกัดข้อกำหนดบน(USL) เท่ากับ 8.86 กรัม และมีน้ำหนักเป้าหมาย(Target) เท่ากับ 8.60 กรัมต่อชิ้น
- ผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96KV มีขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง(LSL) เท่ากับ 10.28 กรัม มีขีดจำกัดข้อกำหนดบน(USL) เท่ากับ 10.92 กรัม และมีน้ำหนักเป้าหมาย(Target) เท่ากับ 10.60 กรัมต่อชิ้น
- ผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 128IV มีขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง(LSL) เท่ากับ 23.67 กรัม มีขีดจำกัดข้อกำหนดบน(USL) เท่ากับ 25.13 กรัม และมีน้ำหนักเป้าหมาย(Target) เท่ากับ 24.40 กรัมต่อชิ้น

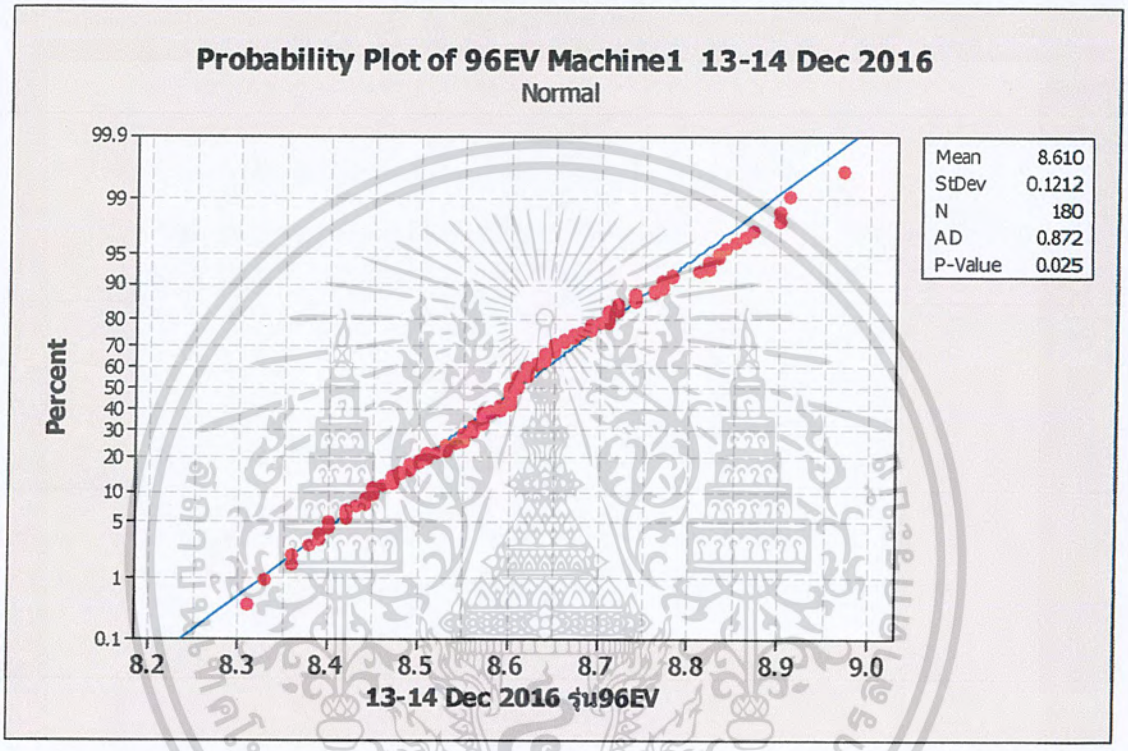
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูล

ในการทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูลจะใช้วิธี Anderson-Darling ได้ผลการทดสอบดังต่อไปนี้

4.1.1 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96EV จากเครื่องจักรที่ 1

4.1.1.1 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96EVจากเครื่องจักรที่ 1 ของวันที่ 13-14 ธันวาคม พ.ศ.2559

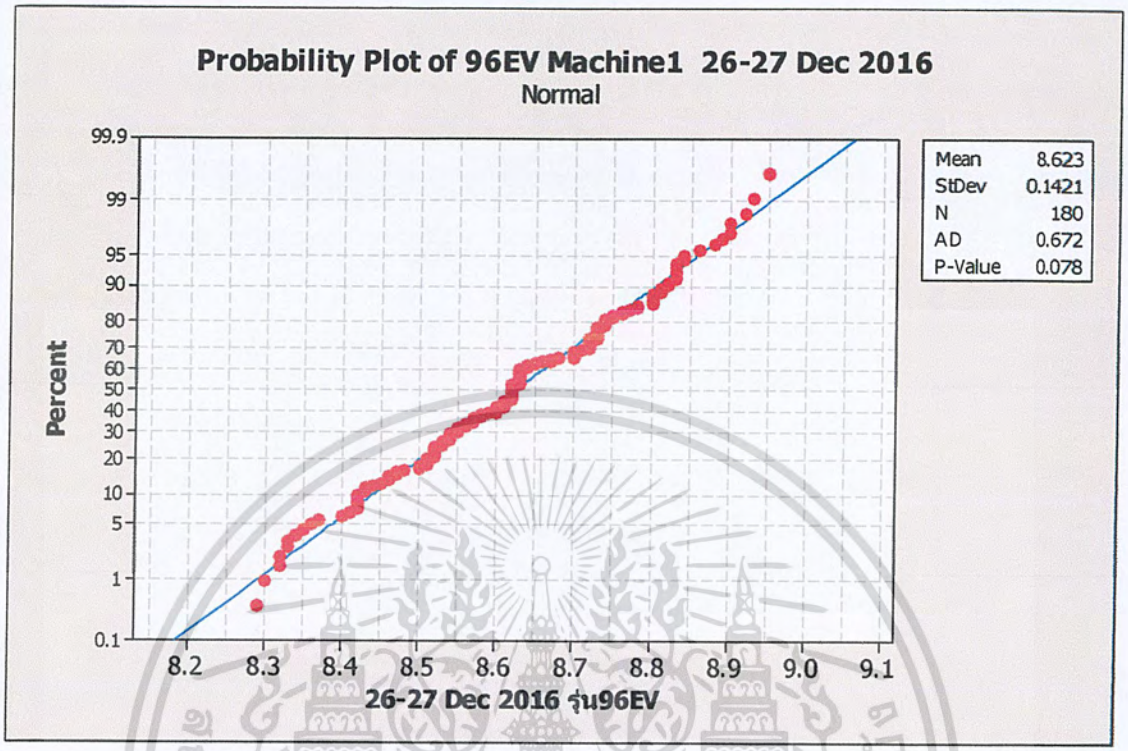


รูปที่ 4.1 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96EV จากเครื่องจักรที่ 1 ของวันที่ 13-14 ธันวาคม พ.ศ.2559

จากรูปที่ 4.1 จะเห็นว่าข้อมูลส่วนใหญ่จะไม่อยู่รอบๆเส้นตรง และจากการทดสอบโดยใช้วิธี Anderson-Darling จะได้ค่า AD = 0.872 และค่า P-value = 0.025 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 แสดงว่าข้อมูลของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96EV จากเครื่องจักรที่ 1 ของวันที่ 13-14 ธันวาคม พ.ศ.2559 ไม่มีการแจกแจงปกติ ที่ α = 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1.2 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติก รุ่น 96EV จากเครื่องจักรที่ 1 ของวันที่ 26-27 ธันวาคม พ.ศ.2559



รูปที่ 4.2 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96EV จากเครื่องจักรที่ 1 ของวันที่ 26-27 ธันวาคม พ.ศ.2559

จากรูปที่ 4.2 จะเห็นว่าข้อมูลส่วนใหญ่จะอยู่รอบๆเส้นตรง และจากการทดสอบโดยใช้วิธี Anderson-Darling จะได้ค่า AD = 0.672 และค่า P-value = 0.078 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 แสดงว่าข้อมูลของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96EV จากเครื่องจักรที่ 1 ของวันที่ 26-27 ธันวาคม พ.ศ.2559 มีการแจกแจงปกติ ที่ $\alpha = 0.05$

ในทำนองเดียวกัน เมื่อทำการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96EVจากเครื่องจักรที่ 1 ในเดือนธันวาคม พ.ศ.2559 และเดือนมกราคม พ.ศ.2560 สามารถแสดง ดังตารางต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96EV จากเครื่องจักรที่ 1 ของเดือนธันวาคม พ.ศ.2559 และเดือนมกราคม พ.ศ.2560

วันที่ผลิต	AD	p-value	สรุปผล
13-14 ธ.ค. 59	0.872	0.025	ไม่มีการแจกแจงปกติ
26-27 ธ.ค. 59	0.672	0.078	มีการแจกแจงปกติ
6-7 ม.ค. 60	0.728	0.057	มีการแจกแจงปกติ
12-13 ม.ค. 60	0.720	0.059	มีการแจกแจงปกติ
24-25 ม.ค. 60	0.825	0.033	ไม่มีการแจกแจงปกติ
30-31 ม.ค. 60	1.025	0.010	ไม่มีการแจกแจงปกติ

จากตารางที่ 4.1 จะพบว่าข้อมูลของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96EV จากเครื่องจักรที่ 1 ของเดือนธันวาคม พ.ศ.2559 และเดือนมกราคม พ.ศ.2560 กรณีข้อมูลไม่มีการแจกแจงปกติ จะต้องทำการแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงปกติ โดยใช้วิธี Box-Cox แต่ถ้าวิธี Box-Cox ไม่สามารถแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงปกติได้ จึงมาใช้วิธี Johnson ได้รูปแบบสมการ ในการแปลงข้อมูลดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Box-Cox และวิธี Johnson ของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96EV จากเครื่องจักรที่ 1 ของเดือนธันวาคม พ.ศ.2559 และเดือนมกราคม พ.ศ.2560

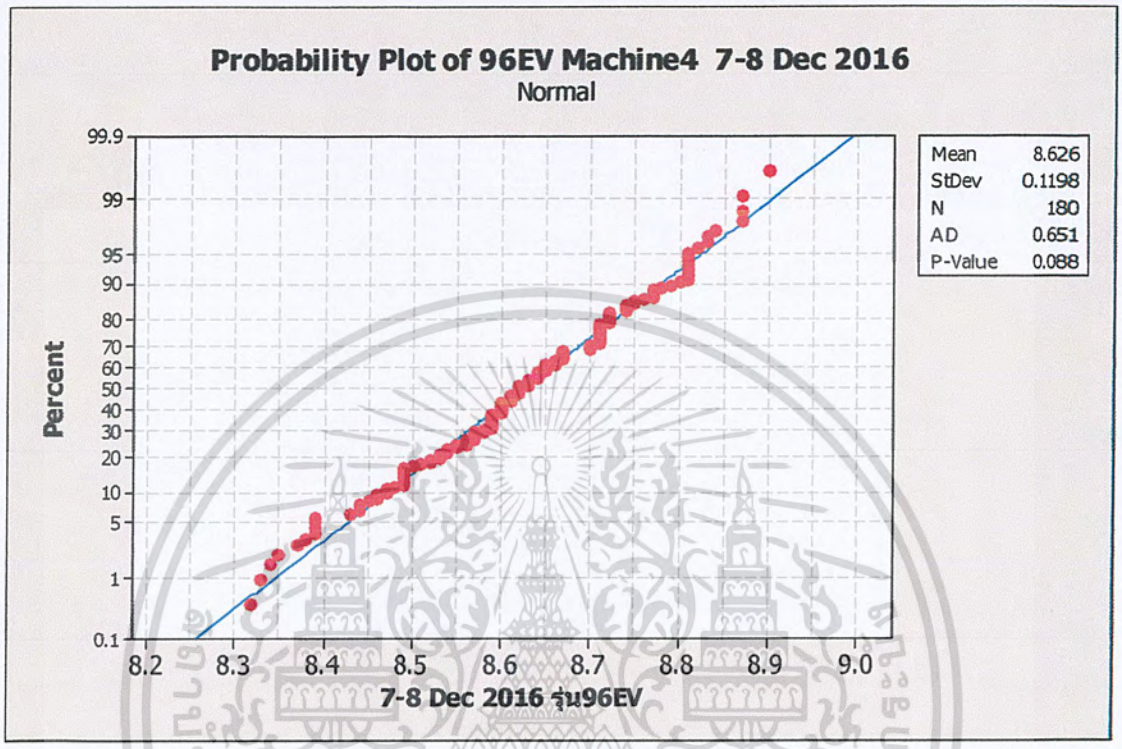
วันที่ผลิต	สมการการแปลงข้อมูล
13-14 ธ.ค. 59	Y* = -0.202 + 1.499 * Asinh((X - 8.589) / 0.144)
24-25 ม.ค. 60	Y = X^3.2
30-31 ม.ค. 60	Y* = 0.978 + 1.981 * Asinh((X - 8.676) / 0.163)

หมายเหตุ : Y คือ การแปลงข้อมูลด้วยวิธี Box-Cox
Y* คือ การแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96EV จากเครื่องจักรที่ 4

4.1.2.1 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96EV จากเครื่องจักรที่ 4 ของวันที่ 7-8 ธันวาคม พ.ศ.2559

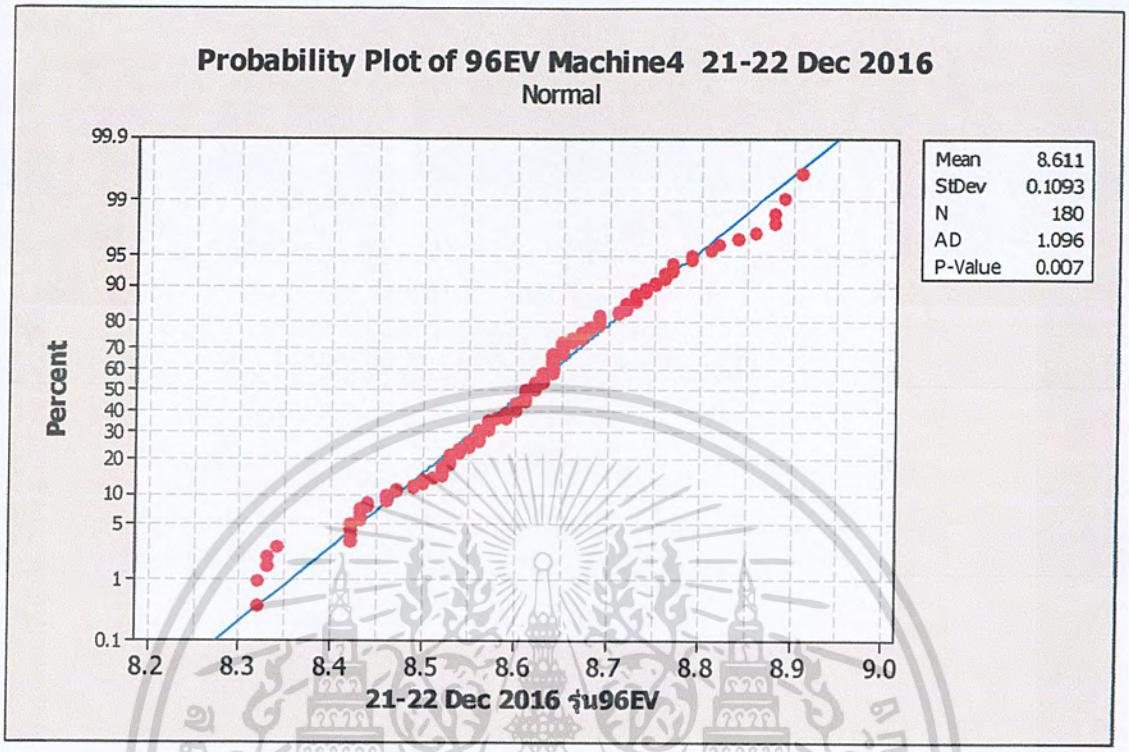


รูปที่ 4.3 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96EV จากเครื่องจักรที่ 4 ของวันที่ 7-8 ธันวาคม พ.ศ.2559

จากรูปที่ 4.3 จะเห็นว่าข้อมูลส่วนใหญ่จะอยู่รอบๆเส้นตรง และจากการทดสอบโดยใช้วิธี Anderson-Darling จะได้ค่า AD = 0.651 และค่า P-value = 0.088 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 แสดงว่าข้อมูลของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96EV จากเครื่องจักรที่ 4 ของวันที่ 7-8 ธันวาคม พ.ศ.2559 มีการแจกแจงปกติ ที่ $\alpha = 0.05$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2.2 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติก รุ่น 96EV จากเครื่องจักรที่ 4 ของวันที่ 21-22 ธันวาคม พ.ศ.2559



รูปที่ 4.4 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96EV จากเครื่องจักรที่ 4 ของวันที่ 21-22 ธันวาคม พ.ศ.2559

จากรูปที่ 4.4 จะเห็นว่าข้อมูลส่วนใหญ่จะไม่อยู่รอบๆเส้นตรง และจากการทดสอบโดยใช้วิธี Anderson-Darling จะได้ค่า AD = 1.096 และค่า P-value = 0.007 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 แสดงว่าข้อมูลของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96EVจากเครื่องจักรที่ 4 ของวันที่ 21-22 ธันวาคม พ.ศ.2559 ไม่มีการแจกแจงปกติ ที่ $\alpha = 0.05$

ในทำนองเดียวกัน เมื่อทำการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติก รุ่น 96EV จากเครื่องจักรที่ 4 ในเดือนธันวาคม พ.ศ.2559 และเดือนมกราคม พ.ศ.2560 สามารถแสดงดังตารางต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96EV จากเครื่องจักรที่ 4 ของเดือนธันวาคม พ.ศ.2559 และเดือนมกราคม พ.ศ.2560

วันที่ผลิต	AD	p-value	สรุปผล
7-8 ธ.ค. 59	0.651	0.088	มีการแจกแจงปกติ
21-22 ธ.ค. 59	1.096	0.007	ไม่มีการแจกแจงปกติ
3-4 ม.ค. 60	0.470	0.245	มีการแจกแจงปกติ
9-10 ม.ค. 60	0.775	0.043	ไม่มีการแจกแจงปกติ
17-18 ม.ค. 60	0.582	0.128	มีการแจกแจงปกติ
27-28 ม.ค. 60	0.786	0.041	ไม่มีการแจกแจงปกติ

จากตารางที่ 4.3 จะพบว่าข้อมูลของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96EV จากเครื่องจักรที่ 4 ของเดือนธันวาคม พ.ศ.2559 และเดือนมกราคม พ.ศ.2560 กรณีข้อมูลไม่มีการแจกแจงปกติ จะต้องทำการแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงปกติ โดยใช้วิธี Box-Cox แต่ถ้าวิธี Box-Cox ไม่สามารถแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงปกติได้ จึงมาใช้วิธี Johnson ได้รูปแบบสมการ ในการแปลงข้อมูลดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Box-Cox และวิธี Johnson ของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96EV จากเครื่องจักรที่ 4 ของเดือนธันวาคม พ.ศ.2559 และเดือนมกราคม พ.ศ.2560

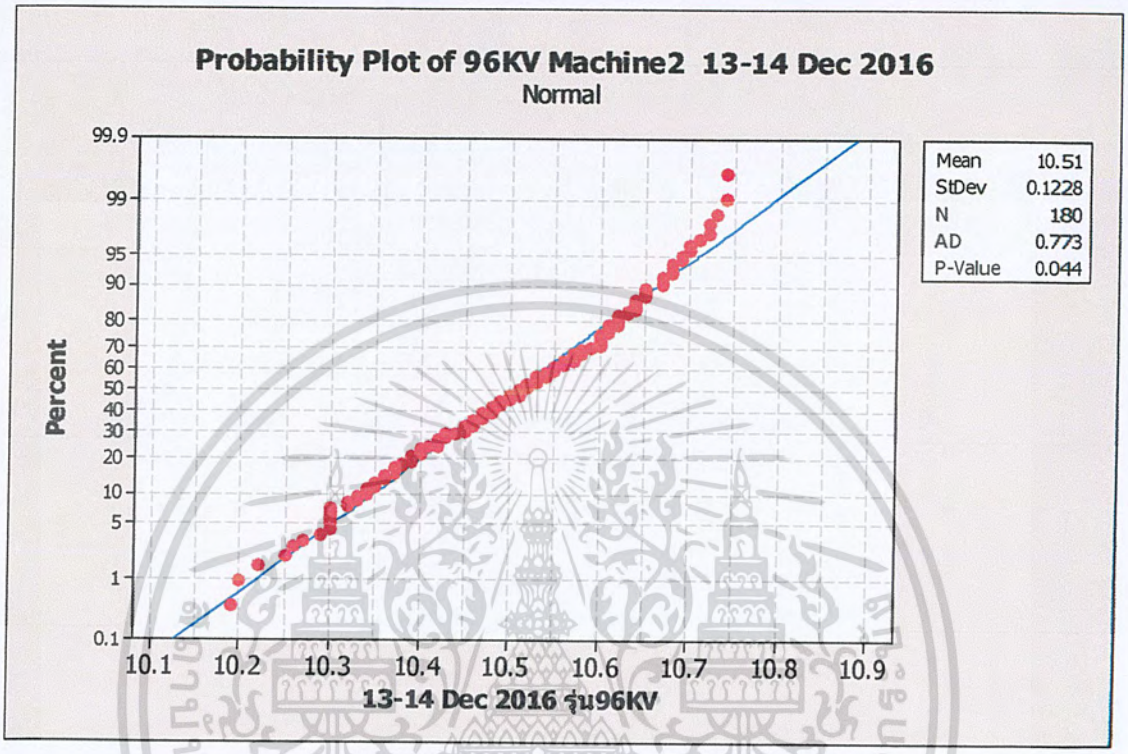
วันที่ผลิต	สมการการแปลงข้อมูล
21-22 ธ.ค. 59	Y* = 0.044 + 1.418 * Asinh((X - 8.614) / 0.123)
9-10 ม.ค. 60	Y = X^2.7
27-28 ม.ค. 60	Y* = 0.237 + 1.783 * Asinh((X - 8.621) / 0.165)

หมายเหตุ : Y คือ การแปลงข้อมูลด้วยวิธี Box-Cox
Y* คือ การแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96KV จากเครื่องจักรที่ 2

4.1.3.1 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96KV จากเครื่องจักรที่ 2 ของวันที่ 13-14 ธันวาคม พ.ศ.2559

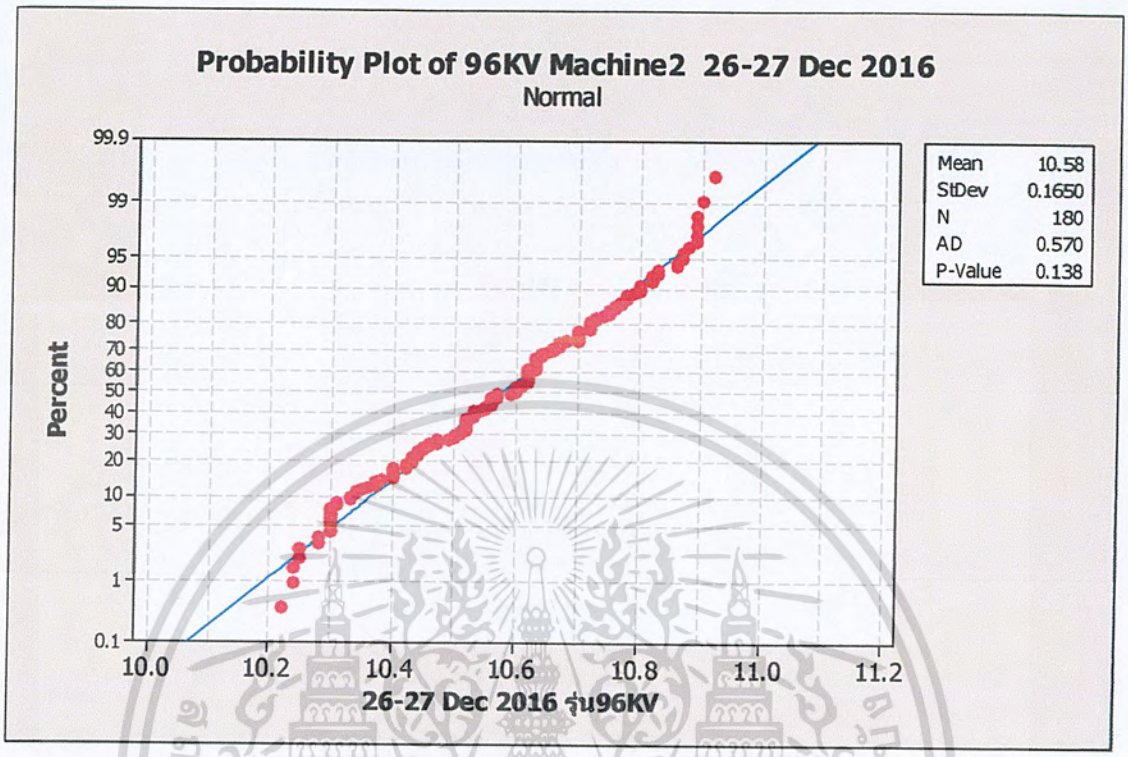


รูปที่ 4.5 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96KV จากเครื่องจักรที่ 2 ของวันที่ 13-14 ธันวาคม พ.ศ.2559

จากรูปที่ 4.5 จะเห็นว่าข้อมูลส่วนใหญ่จะไม่อยู่รอบๆเส้นตรง และจากการทดสอบโดยใช้วิธี Anderson-Darling จะได้ค่า AD = 0.773 และค่า P-value = 0.044 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 แสดงว่าข้อมูลของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96KV จากเครื่องจักรที่ 2 ของวันที่ 13-14 ธันวาคม พ.ศ.2559 ไม่มีการแจกแจงปกติ ที่ $\alpha = 0.05$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3.2 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติก รุ่น 96KV จากเครื่องจักรที่ 2 ของวันที่ 26-27 ธันวาคม พ.ศ.2559



รูปที่ 4.6 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96KV จากเครื่องจักรที่ 2 ของวันที่ 26-27 ธันวาคม พ.ศ.2559

จากรูปที่ 4.6 จะเห็นว่าข้อมูลส่วนใหญ่จะอยู่รอบๆเส้นตรง และจากการทดสอบโดยใช้วิธี Anderson-Darling จะได้ค่า AD = 0.570 และค่า P-value = 0.138 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 แสดงว่าข้อมูลของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96KV จากเครื่องจักรที่ 2 ของวันที่ 26-27 ธันวาคม พ.ศ.2559 มีการแจกแจงปกติ ที่ $\alpha = 0.05$

ในทำนองเดียวกัน เมื่อทำการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติก รุ่น 96KV จากเครื่องจักรที่ 2 ในเดือนธันวาคม พ.ศ.2559 และเดือนมกราคม พ.ศ.2560 สามารถแสดงดังตารางต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96KV จากเครื่องจักรที่ 2 ของเดือนธันวาคม พ.ศ.2559 และเดือนมกราคม พ.ศ.2560

วันที่ผลิต	AD	p-value	สรุปผล
13-14 ธ.ค. 59	0.773	0.044	ไม่มีการแจกแจงปกติ
26-27 ธ.ค. 59	0.570	0.138	มีการแจกแจงปกติ
6-7 ม.ค. 60	1.120	0.006	ไม่มีการแจกแจงปกติ
12-13 ม.ค. 60	0.519	0.185	มีการแจกแจงปกติ
24-25 ม.ค. 60	0.371	0.421	มีการแจกแจงปกติ
30-31 ม.ค. 60	0.910	0.020	ไม่มีการแจกแจงปกติ

จากตารางที่ 4.5 จะพบว่าข้อมูลของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96KV จากเครื่องจักรที่ 2 ของเดือนธันวาคม พ.ศ.2559 และเดือนมกราคม พ.ศ.2560 กรณีข้อมูลไม่มีการแจกแจงปกติ จะต้องทำการแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงปกติ โดยใช้วิธี Box-Cox แต่ถ้าวิธี Box-Cox ไม่สามารถแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงปกติได้ จึงมาใช้วิธี Johnson ได้รูปแบบสมการ ในการแปลงข้อมูลดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ผลการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Box-Cox และวิธี Johnson ของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96KV จากเครื่องจักรที่ 2 ของเดือนธันวาคม พ.ศ.2559 และเดือนมกราคม พ.ศ.2560

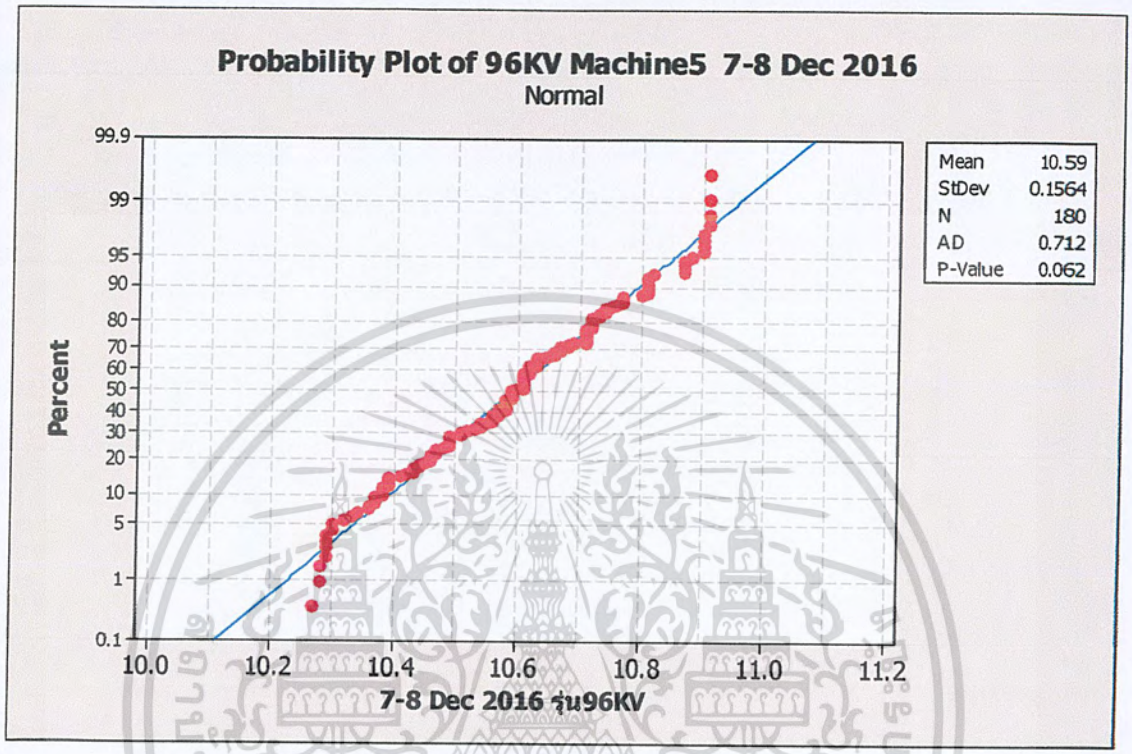
วันที่ผลิต	สมการการแปลงข้อมูล
13-14 ธ.ค. 59	Y = X^5
6-7 ม.ค. 60	Y* = -0.992 + 1.775 * Ln((X - 9.907) / (10.907 - X)
30-31 ม.ค. 60	Y = X^5

หมายเหตุ : Y คือ การแปลงข้อมูลด้วยวิธี Box-Cox
Y* คือ การแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.4 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96KV จากเครื่องจักรที่ 5

4.1.4.1 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96KV จากเครื่องจักรที่ 5 ของวันที่ 7-8 ธันวาคม พ.ศ.2559

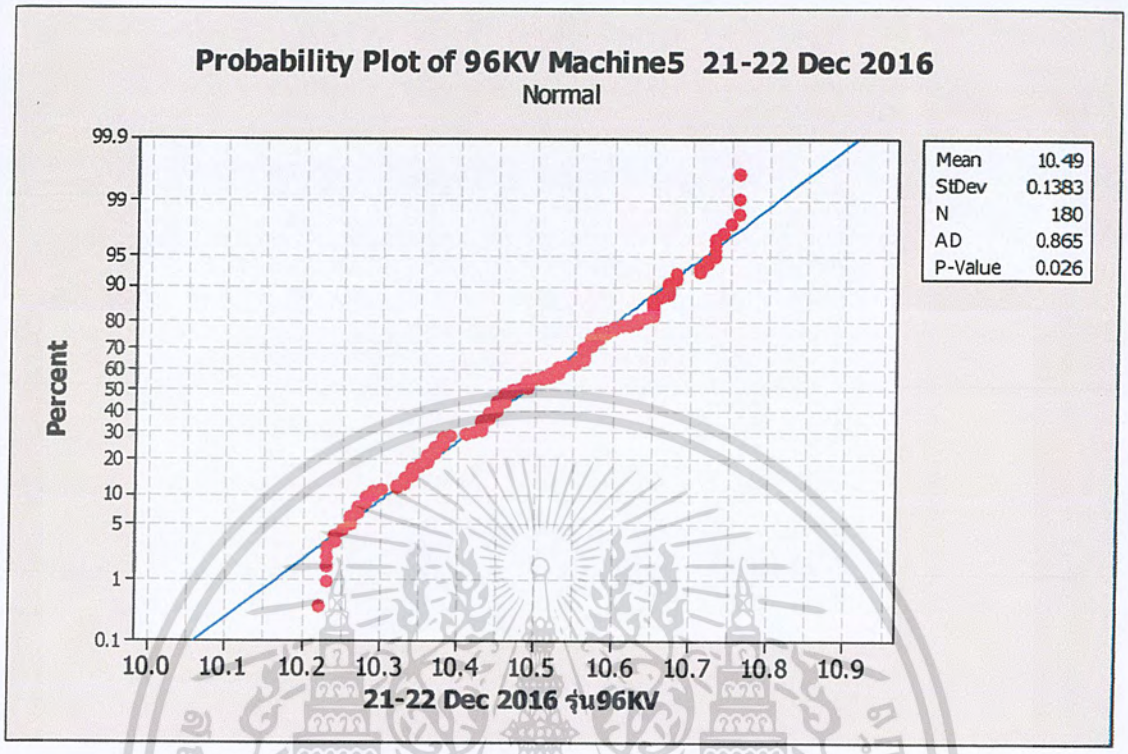


รูปที่ 4.7 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96KV จากเครื่องจักรที่ 5 ของวันที่ 7-8 ธันวาคม พ.ศ.2559

จากรูปที่ 4.7 จะเห็นว่าข้อมูลส่วนใหญ่จะอยู่รอบๆเส้นตรง และจากการทดสอบโดยใช้วิธี Anderson-Darling จะได้ค่า AD = 0.712 และค่า P-value = 0.062 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 แสดงว่าข้อมูลของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96KV จากเครื่องจักรที่ 5 ของวันที่ 7-8 ธันวาคม พ.ศ.2559 มีการแจกแจงปกติ ที่ $\alpha = 0.05$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.4.2 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติก รุ่น 96KV จากเครื่องจักรที่ 5 ของวันที่ 21-22 ธันวาคม พ.ศ.2559



รูปที่ 4.8 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96KV จากเครื่องจักรที่ 5 ของวันที่ 21-22 ธันวาคม พ.ศ.2559

จากรูปที่ 4.8 จะเห็นว่าข้อมูลส่วนใหญ่จะไม่อยู่รอบๆเส้นตรง และจากการทดสอบโดยใช้วิธี Anderson-Darling จะได้ค่า AD = 0.865 และค่า P-value = 0.026 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 แสดงว่าข้อมูลของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96KV จากเครื่องจักรที่ 5 ของวันที่ 21-22 ธันวาคม พ.ศ.2559 ไม่มีการแจกแจงปกติ ที่ $\alpha = 0.05$

ในทำนองเดียวกัน เมื่อทำการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติก รุ่น 96KV จากเครื่องจักรที่ 5 ในเดือนธันวาคม พ.ศ.2559 และเดือนมกราคม พ.ศ.2560 สามารถแสดงดังตารางต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96KV จากเครื่องจักรที่ 5 ของเดือนธันวาคม พ.ศ.2559 และเดือนมกราคม พ.ศ.2560

วันที่ผลิต	AD	p-value	สรุปผล
7-8 ธ.ค. 59	0.712	0.062	มีการแจกแจงปกติ
21-22 ธ.ค. 59	0.865	0.026	ไม่มีการแจกแจงปกติ
3-4 ม.ค. 60	1.118	0.006	ไม่มีการแจกแจงปกติ
9-10 ม.ค. 60	0.487	0.223	มีการแจกแจงปกติ
17-18 ม.ค. 60	1.153	0.005	ไม่มีการแจกแจงปกติ
27-28 ม.ค. 60	1.118	0.006	ไม่มีการแจกแจงปกติ

จากตารางที่ 4.7 จะพบว่าข้อมูลของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96KV จากเครื่องจักรที่ 5 ของเดือนธันวาคม พ.ศ.2559 และเดือนมกราคม พ.ศ.2560 กรณีข้อมูลไม่มีการแจกแจงปกติ จะต้องทำการแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงปกติ โดยใช้วิธี Box-Cox แต่ถ้าวิธี Box-Cox ไม่สามารถแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงปกติได้ จึงมาใช้วิธี Johnson ได้รูปแบบสมการ ในการแปลงข้อมูลดังตารางที่ 4.8

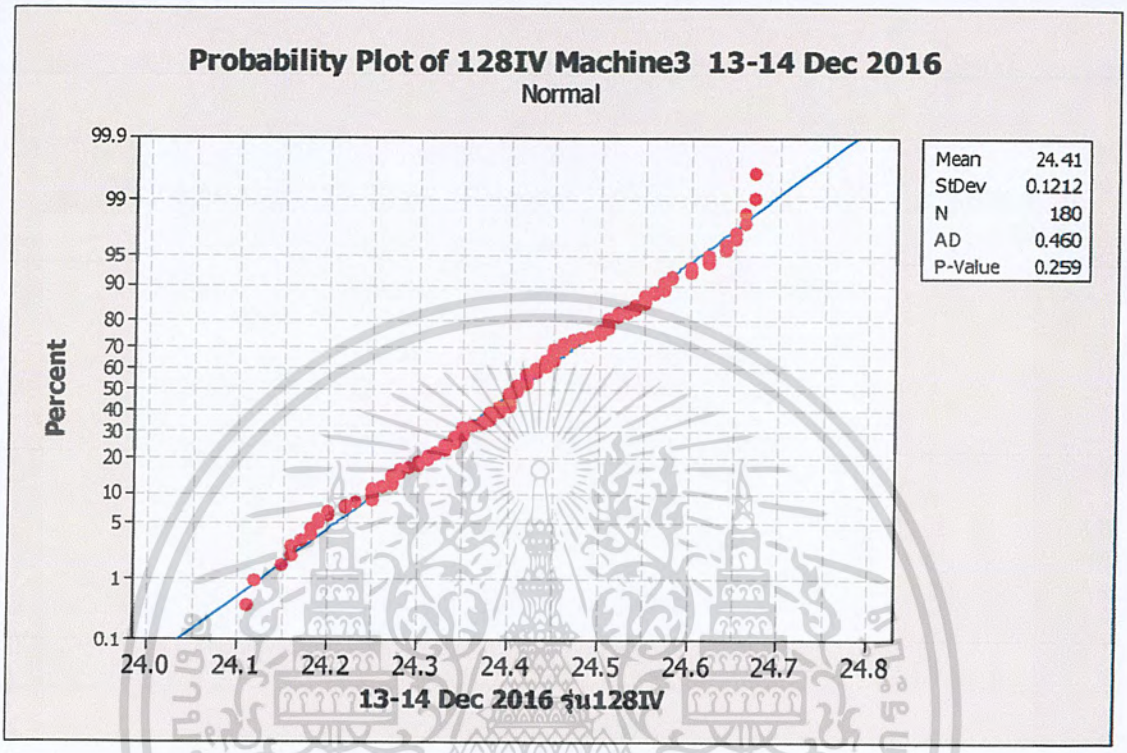
ตารางที่ 4.8 ผลการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson ของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96KV จากเครื่องจักรที่ 5 ของเดือนธันวาคม พ.ศ.2559 และเดือนมกราคม พ.ศ.2560

วันที่ผลิต	สมการการแปลงข้อมูล
21-22 ธ.ค. 59	Y* = 0.000 + 1.111 * Ln((X - 10.143) / (10.847 - X))
3-4 ม.ค. 60	Y* = -1.429 + 1.718 * Ln((X - 9.828) / (10.880 - X))
17-18 ม.ค. 60	Y* = 0.620 + 1.347 * Ln((X - 10.218) / (10.962 - X))
27-28 ม.ค. 60	Y* = 0.569 + 1.643 * Asinh((X - 10.644) / 0.146)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.5 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 128IV จากเครื่องจักรที่ 3

4.1.5.1 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 128IV จากเครื่องจักรที่ 3 ของวันที่ 13-14 ธันวาคม พ.ศ.2559

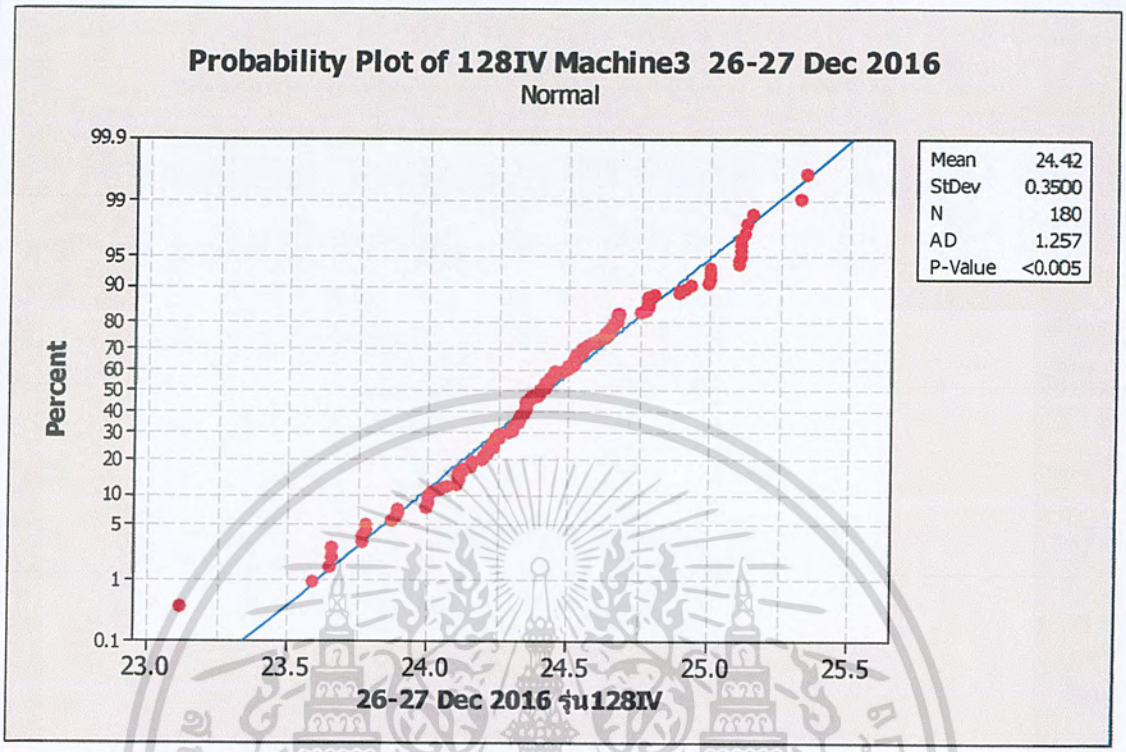


รูปที่ 4.9 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 128IV จากเครื่องจักรที่ 3 ของวันที่ 13-14 ธันวาคม พ.ศ.2559

จากรูปที่ 4.9 จะเห็นว่าข้อมูลส่วนใหญ่จะอยู่รอบๆเส้นตรง และจากการทดสอบโดยใช้วิธี Anderson-Darling จะได้ค่า AD = 0.460 และค่า P-value = 0.259 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 แสดงว่าข้อมูลของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 128IV จากเครื่องจักรที่ 3 ของวันที่ 13-14 ธันวาคม พ.ศ.2559 มีการแจกแจงปกติ ที่ $\alpha = 0.05$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.5.2 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติก รุ่น 128IV จากเครื่องจักรที่ 3 ของวันที่ 26-27 ธันวาคม พ.ศ.2559



รูปที่ 4.10 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 128IV จากเครื่องจักรที่ 3 ของวันที่ 26-27 ธันวาคม พ.ศ.2559

จากรูปที่ 4.10 จะเห็นว่าข้อมูลส่วนใหญ่จะไม่อยู่รอบๆเส้นตรง และจากการทดสอบโดยใช้วิธี Anderson-Darling จะได้ค่า AD = 1.257 และค่า P-value < 0.005 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 แสดงว่าข้อมูลของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 128IV จากเครื่องจักรที่ 3 ของวันที่ 26-27 ธันวาคม พ.ศ.2559 ไม่มีการแจกแจงปกติ ที่ $\alpha = 0.05$

ในทำนองเดียวกัน เมื่อทำการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 128IV จากเครื่องจักรที่ 3 ในเดือนธันวาคม พ.ศ.2559 และเดือนมกราคม พ.ศ.2560 สามารถแสดงดังตารางต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 128IV จากเครื่องจักรที่ 3 ของเดือนธันวาคม พ.ศ.2559 และเดือนมกราคม พ.ศ.2560

วันที่ผลิต	AD	p-value	สรุปผล
13-14 ธ.ค. 59	0.460	0.259	มีการแจแจงปกติ
26-27 ธ.ค. 59	1.257	< 0.005	ไม่มีการแจกแจงปกติ
6-7 ม.ค. 60	0.818	0.034	ไม่มีการแจกแจงปกติ
12-13 ม.ค. 60	2.013	< 0.005	ไม่มีการแจกแจงปกติ
24-25 ม.ค. 60	0.711	0.062	มีการแจกแจงปกติ
30-31 ม.ค. 60	0.509	0.195	มีการแจกแจงปกติ

จากตารางที่ 4.9 จะพบว่าข้อมูลของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 128IV จากเครื่องจักรที่ 3 ของเดือนธันวาคม พ.ศ.2559 และเดือนมกราคม พ.ศ.2560 กรณีข้อมูลไม่มีการแจกแจงปกติ จะต้องทำการแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงปกติ โดยใช้วิธี Box-Cox แต่ถ้าวิธี Box-Cox ไม่สามารถแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงปกติได้ จึงมาใช้วิธี Johnson ได้รูปแบบสมการ ในการแปลงข้อมูลดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ผลการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Box-Cox และวิธี Johnson ของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 128IV จากเครื่องจักรที่ 3 ของเดือนธันวาคม พ.ศ.2559 และเดือนมกราคม พ.ศ.2560

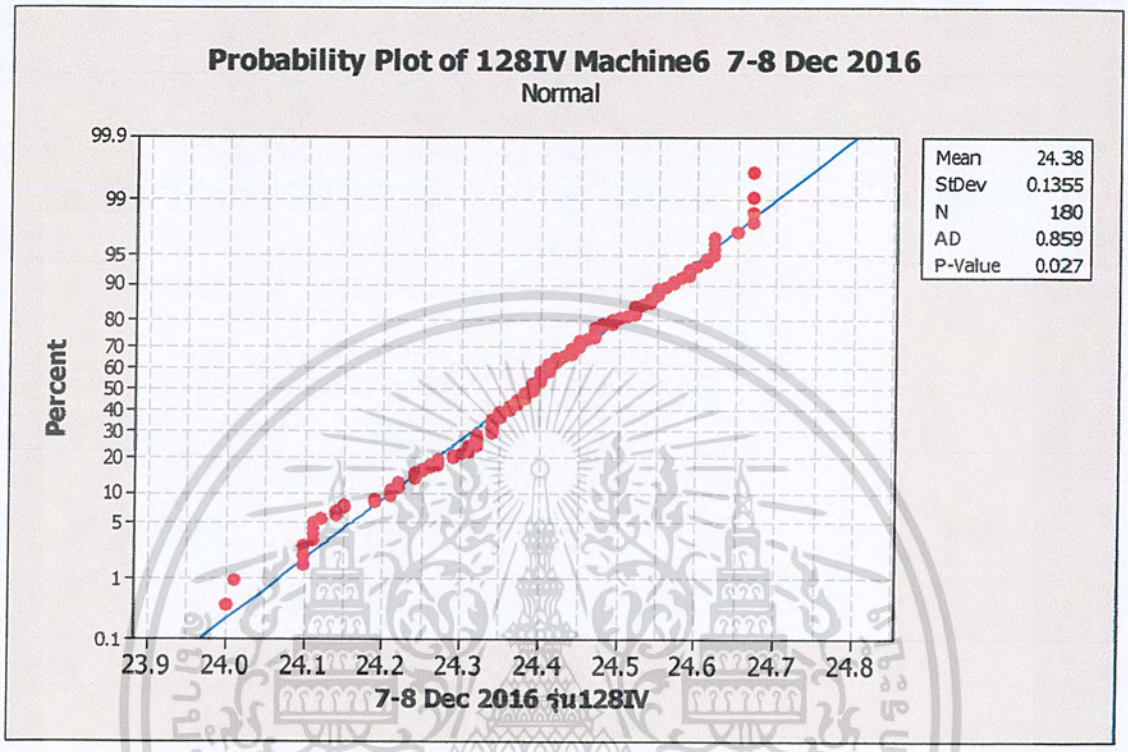
วันที่ผลิต	สมการการแปลงข้อมูล
26-27 ธ.ค. 59	Y* = -0.261 + 1.269 * Asinh((X - 24.349) / 0.331)
6-7 ม.ค. 60	Y = 1 / (X^5)
12-13 ม.ค. 60	Y* = -0.663 + 1.671 * Asinh((X - 24.288) / 0.296)

หมายเหตุ : Y คือ การแปลงข้อมูลด้วยวิธี Box-Cox
Y* คือ การแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.6 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 128IV จากเครื่องจักรที่ 6

4.1.6.1 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 128IV จากเครื่องจักรที่ 6 ของวันที่ 7-8 ธันวาคม พ.ศ.2559

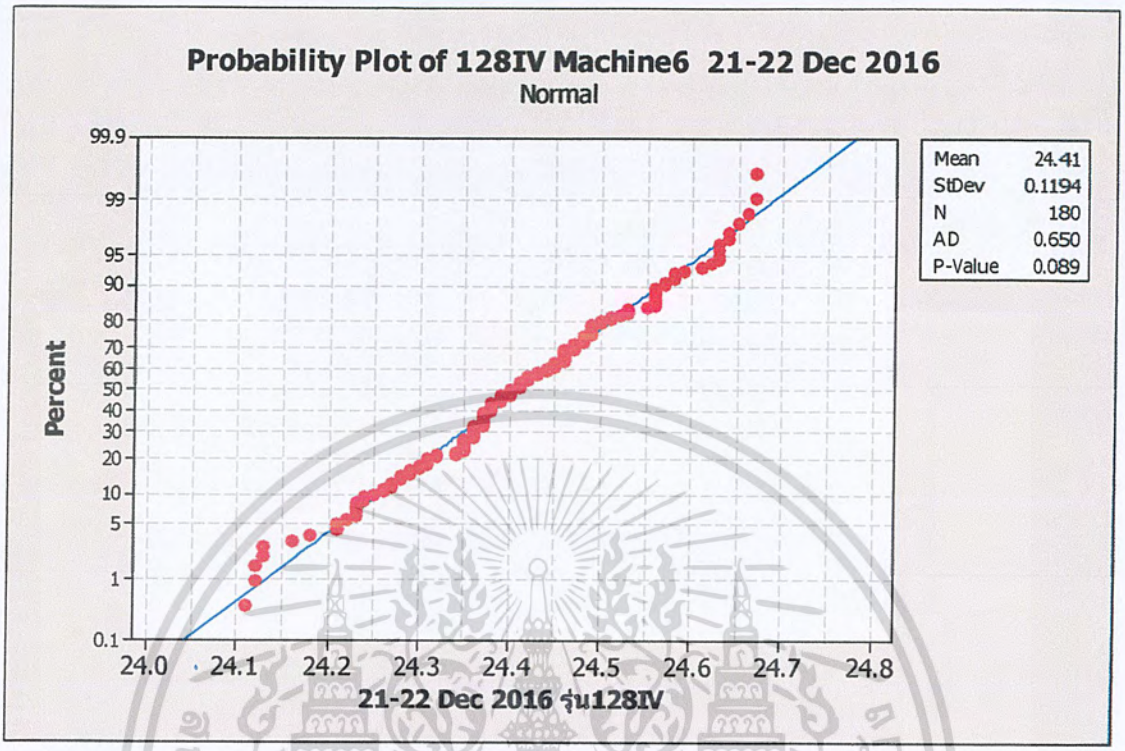


รูปที่ 4.11 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 128IV จากเครื่องจักรที่ 6 ของวันที่ 7-8 ธันวาคม พ.ศ.2559

จากรูปที่ 4.11 จะเห็นว่าข้อมูลส่วนใหญ่จะไม่อยู่รอบๆเส้นตรง และจากการทดสอบโดยใช้วิธี Anderson-Darling จะได้ค่า AD = 0.859 และค่า P-value = 0.027 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 แสดงว่าข้อมูลของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 128IV จากเครื่องจักรที่ 6 ของวันที่ 7-8 ธันวาคม พ.ศ.2559 ไม่มีการแจกแจงปกติ ที่ $\alpha = 0.05$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.6.2 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติก รุ่น 128IV จากเครื่องจักรที่ 6 ของวันที่ 21-22 ธันวาคม พ.ศ.2559



รูปที่ 4.12 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 128IV จากเครื่องจักรที่ 6 ของวันที่ 21-22 ธันวาคม พ.ศ.2559

จากรูปที่ 4.12 จะเห็นว่าข้อมูลส่วนใหญ่จะอยู่รอบๆเส้นตรง และจากการทดสอบโดยใช้วิธี Anderson-Darling จะได้ค่า AD = 0.650 และค่า P-value = 0.089 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 แสดงว่าข้อมูลของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น128IV จากเครื่องจักรที่ 6 ของวันที่ 21-22 ธันวาคม พ.ศ.2559 มีการแจกแจงปกติ ที่ $\alpha = 0.05$

ในทำนองเดียวกัน เมื่อทำการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติก รุ่น 128IV จากเครื่องจักรที่ 6 ในเดือนธันวาคม พ.ศ.2559 และเดือนมกราคม พ.ศ.2560 สามารถแสดงดังตารางต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 128IV จากเครื่องจักรที่ 6 ของเดือนธันวาคม พ.ศ.2559 และเดือนมกราคม พ.ศ.2560

วันที่ผลิต	AD	p-value	สรุปผล
7-8 ธ.ค. 59	0.859	0.027	ไม่มีการแจกแจงปกติ
21-22 ธ.ค. 59	0.650	0.089	มีการแจกแจงปกติ
3-4 ม.ค. 60	0.495	0.212	มีการแจกแจงปกติ
9-10 ม.ค. 60	0.452	0.270	มีการแจกแจงปกติ
17-18 ม.ค. 60	0.911	0.020	ไม่มีการแจกแจงปกติ
27-28 ม.ค. 60	0.612	0.110	มีการแจกแจงปกติ

จากตารางที่ 4.11 จะพบว่าข้อมูลของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 128IV จากเครื่องจักรที่ 6 ของเดือนธันวาคม พ.ศ.2559 และเดือนมกราคม พ.ศ.2560 กรณีข้อมูลไม่มีการแจกแจงปกติ จะต้องทำการแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงปกติ โดยใช้วิธี Box-Cox แต่ถ้าวิธี Box-Cox ไม่สามารถแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงปกติได้ จึงมาใช้วิธี Johnson ได้รูปแบบสมการ ในการแปลงข้อมูลดังตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 ผลการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson ของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 128IV จากเครื่องจักรที่ 6 ของเดือนธันวาคม พ.ศ.2559 และเดือนมกราคม พ.ศ.2560

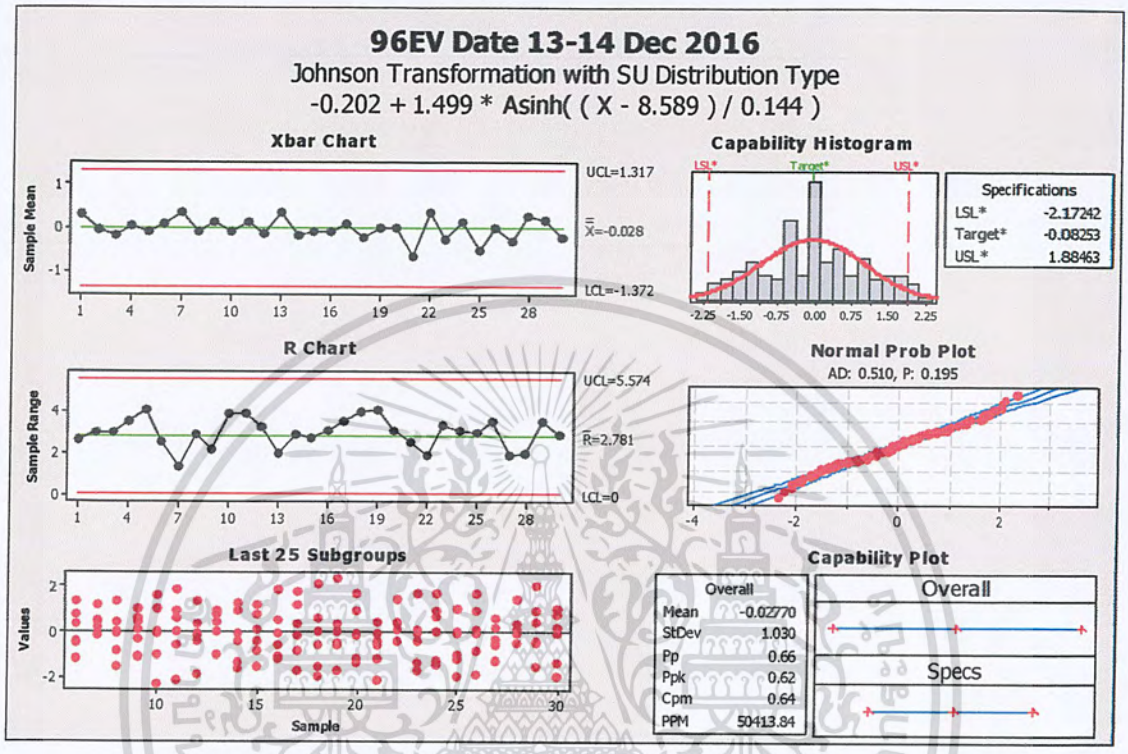
วันที่ผลิต	สมการการแปลงข้อมูล
7-8 ธ.ค. 59	$Y^* = 0.096 + 1.774 * Asinh((X - 24.404) / 0.188)$
17-18 ม.ค. 60	$Y^* = 0.239 + 1.521 * Asinh((X - 24.428) / 0.198)$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติก

4.2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96EV จากเครื่องจักรที่ 1

4.2.1.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96EV จากเครื่องจักรที่ 1 ของวันที่ 13-14 ธันวาคม พ.ศ.2559



รูปที่ 4.13 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96EV จากเครื่องจักรที่ 1 ของวันที่ 13-14 ธันวาคม พ.ศ.2559

สำหรับข้อมูลน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96EV จากเครื่องจักรที่ 1 ของวันที่ 13-14 ธันวาคม พ.ศ.2559 เป็นข้อมูลที่ไม่มีการแจกแจงปกติ ทำการแปลงข้อมูลโดยใช้วิธี Box-Cox แต่ไม่สามารถแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงปกติได้ จึงทำการแปลงข้อมูลโดยใช้วิธี Johnson สามารถแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงปกติได้ด้วยสมการ

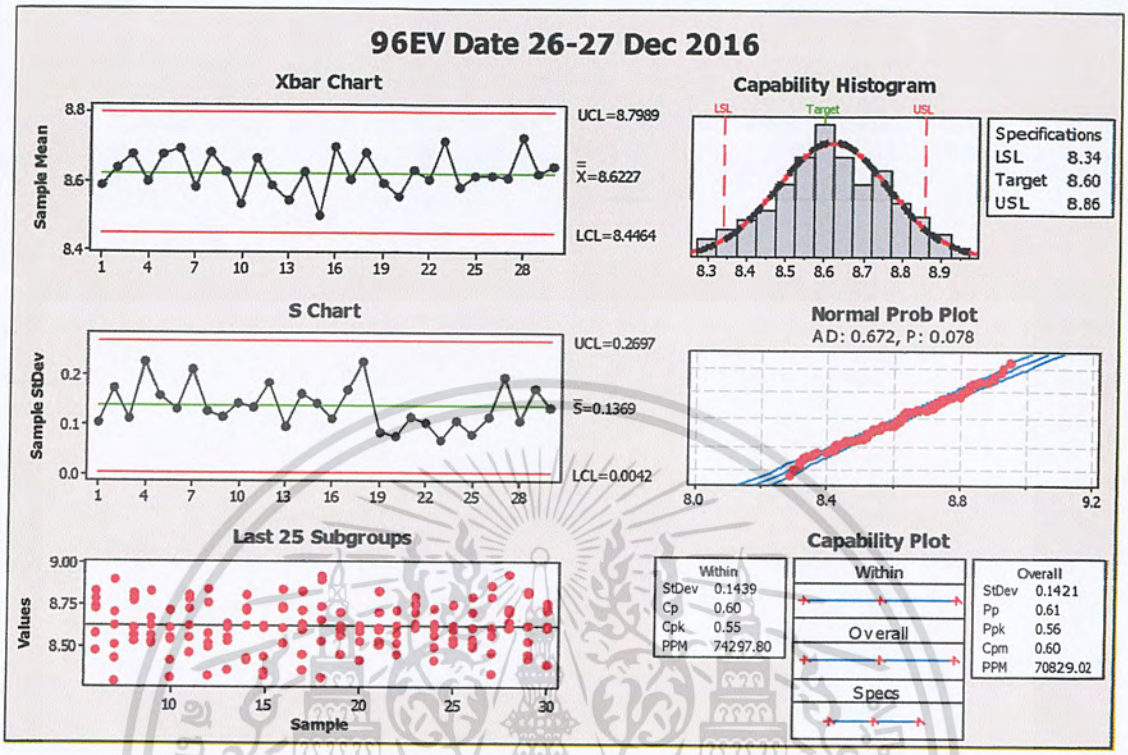
$$Y^* = -0.202 + 1.499 * \text{Asinh}((X - 8.589) / 0.144)$$

จากรูปที่ 4.13 พบว่า ทั้งแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมพิสัย จะมีจำนวนจุดด้านบนและด้านล่างของเส้นกึ่งกลางที่มีลักษณะขึ้นลงแบบสมดุลกัน และไม่มีจุดตกนอกขีดจำกัดควบคุมด้านบนหรือด้านล่าง แสดงว่ากระบวนการผลิตนี้สามารถควบคุมได้

ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะยาว(P_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.62 และค่า PPM ในระยะยาว มีค่าเท่ากับ 50413.84 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะยาวยังอยู่ในระดับที่ไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดเท่ากับ 5.04

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96EV จากเครื่องจักรที่ 1 ของวันที่ 26-27 ธันวาคม พ.ศ.2559



รูปที่ 4.14 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96EV จากเครื่องจักรที่ 1 ของวันที่ 26-27 ธันวาคม พ.ศ.2559

จากรูปที่ 4.14 พบว่า ทั้งแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจะมีจำนวนจุดด้านบนและด้านล่างของเส้นกึ่งกลางที่มีลักษณะขึ้นลงแบบสมดุลกัน และไม่มีจุดตกนอกขีดจำกัดควบคุมด้านบนหรือด้านล่าง แสดงว่ากระบวนการผลิตนี้สามารถควบคุมได้

ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น(C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.55 และค่า PPM ในระยะสั้น มีค่าเท่ากับ 74297.80 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะสั้นยังอยู่ในระดับที่ไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดเท่ากับ 7.43

ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะยาว(P_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.56 และค่า PPM ในระยะยาว มีค่าเท่ากับ 70829.02 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะยาวยังอยู่ในระดับที่ไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดเท่ากับ 7.08

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.13 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96EV จากเครื่องจักรที่ 1

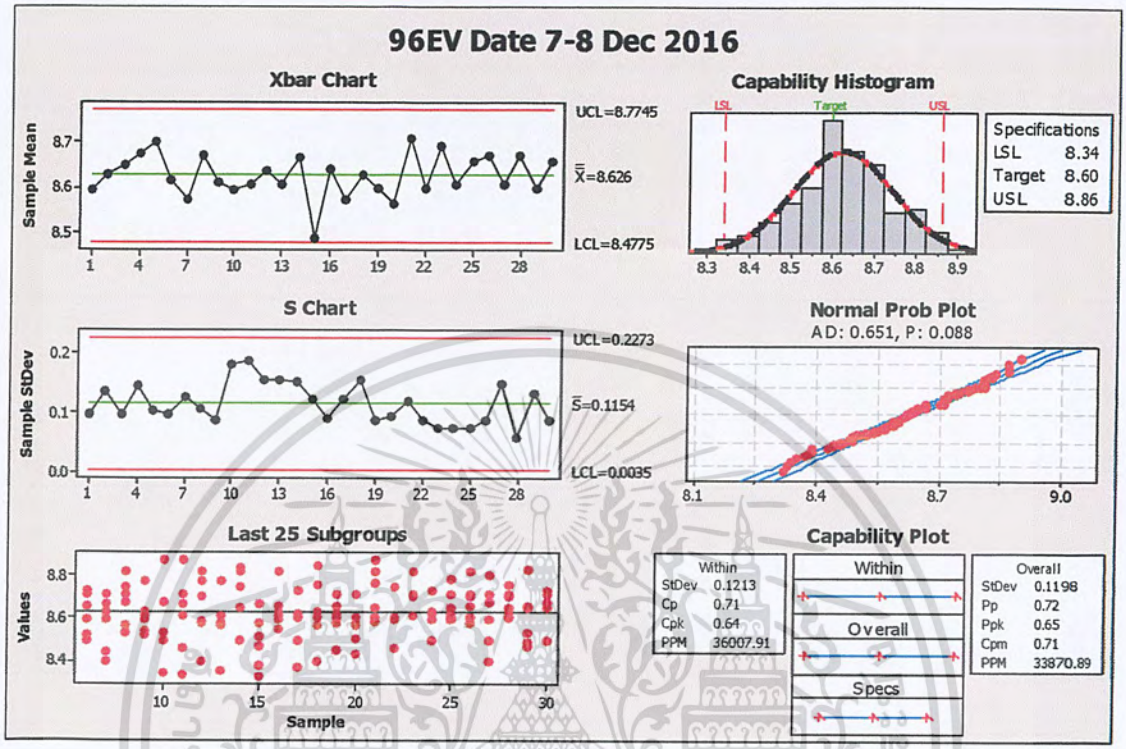
วันที่ผลิต	$\overline{X}$ -chart ขีดจำกัดควบคุม		S -chart/R -chart ขีดจำกัดควบคุม		ลักษณะการควบคุม	ระยะสั้น		ระยะยาว	
	LCL	UCL	LCL	UCL		C_{pk}	ร้อยละตกนอก	P_{pk}	ร้อยละตกนอก
13-14 ธ.ค. 59*	-1.3720	1.3170	0	5.5740	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	0.62	5.04
26-27 ธ.ค. 59	8.4550	8.7904	0.0042	0.2697	สามารถควบคุมได้	0.58	6.10	0.56	7.08
6-7 ม.ค. 60	8.4734	8.7576	0.0034	0.2175	สามารถควบคุมได้	0.70	2.63	0.71	2.57
12-13 ม.ค. 60	8.4469	8.7995	0.0042	0.2698	สามารถควบคุมได้	0.55	7.46	0.56	7.00
24-25 ม.ค. 60*	861.8000	974.9000	1.3300	86.5200	สามารถควบคุมได้	0.56	6.11	0.56	5.98
30-31 ม.ค. 60*	-1.1840	1.2260	0	4.9970	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	0.69	2.01

หมายเหตุ : * คือ ชุดข้อมูลที่มีการแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงแบบปกติ

จากตารางที่ 4.13 จะเห็นว่า กรณีที่มีการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson ค่าขีดจำกัดควบคุมที่ได้ในแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย($\overline{X}$ -chart) และ แผนภูมิควบคุมพิสัย (R -chart) ไม่สามารถอธิบายได้ ในส่วนของกระบวนการผลิตนั้นสามารถควบคุมได้ทั้งหมด ค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น(C_{pk}) และระยะยาว(P_{pk}) มีค่าน้อยกว่า 1 และร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดทั้งระยะสั้นและระยะยาวส่วนใหญ่มีไม่มาก แสดงว่าสมรรถนะของกระบวนการผลิตยังไม่อยู่ในระดับที่ดี

4.2.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96EV จากเครื่องจักรที่ 4

4.2.2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96EV จากเครื่องจักรที่ 4 ของวันที่ 7-8 ธันวาคม พ.ศ.2559



รูปที่ 4.15 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96EV จากเครื่องจักรที่ 4 ของวันที่ 7-8 ธันวาคม พ.ศ.2559

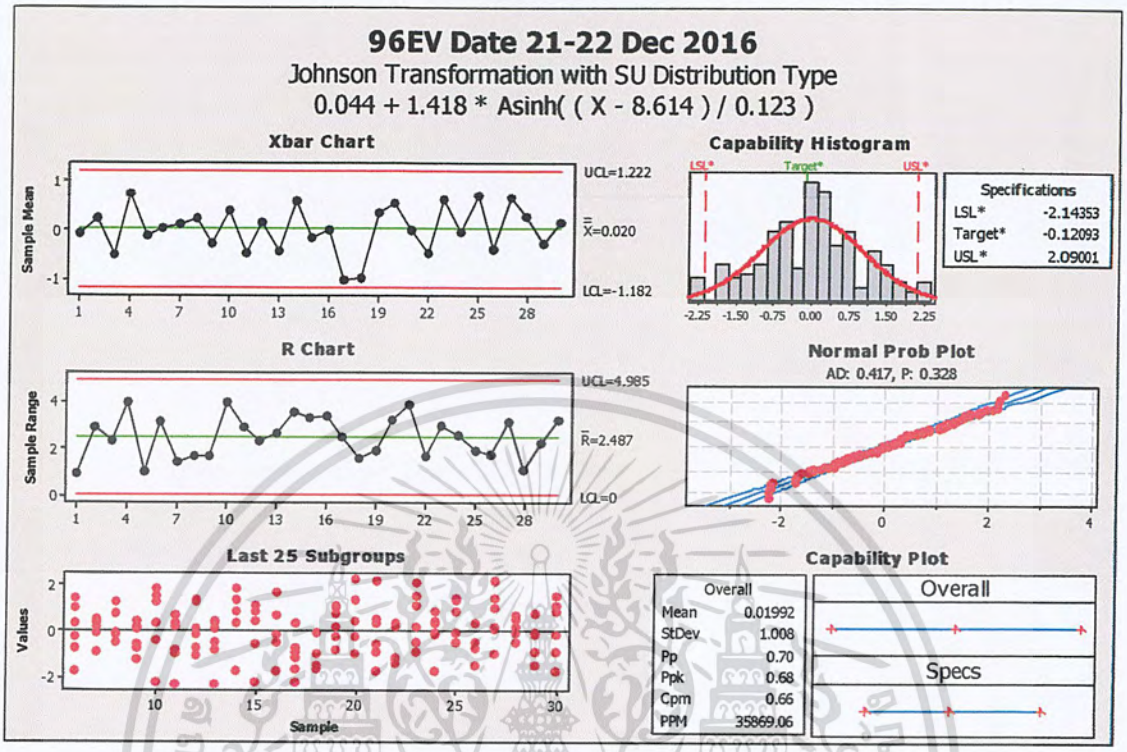
จากรูปที่ 4.15 พบว่า ทั้งแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจะมีจำนวนจุดด้านบนและด้านล่างของเส้นกึ่งกลางที่มีลักษณะขึ้นลงแบบสมดุลกัน และไม่มีจุดตกนอกขีดจำกัดควบคุมด้านบนหรือด้านล่าง แสดงว่ากระบวนการผลิตนี้สามารถควบคุมได้

ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น(C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.64 และค่า PPM ในระยะสั้น มีค่าเท่ากับ 36007.91 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะสั้นยังอยู่ในระดับที่ไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดเท่ากับ 3.60

ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะยาว(P_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.65 และค่า PPM ในระยะยาว มีค่าเท่ากับ 33870.89 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะยาวยังอยู่ในระดับที่ไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดเท่ากับ 3.39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96EV จากเครื่องจักรที่ 4 ของวันที่ 21-22 ธันวาคม พ.ศ.2559



รูปที่ 4.16 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96EV จากเครื่องจักรที่ 4 ของวันที่ 21-22 ธันวาคม พ.ศ.2559

สำหรับข้อมูลน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96EV จากเครื่องจักรที่ 4 ของวันที่ 21-22 ธันวาคม พ.ศ.2559 เป็นข้อมูลที่ไม่มีการแจกแจงปกติ ทำการแปลงข้อมูลโดยใช้วิธี Box-Cox แต่ไม่สามารถแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงปกติได้ จึงทำการแปลงข้อมูลโดยใช้วิธี Johnson สามารถแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงปกติได้ด้วยสมการ

$$Y^* = 0.044 + 1.418 * \text{Asinh}((X - 8.614) / 0.123)$$

จากรูปที่ 4.16 พบว่า ทั้งแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมพิสัย จะมีจำนวนจุดด้านบนและด้านล่างของเส้นกึ่งกลางที่มีลักษณะขึ้นลงแบบสมดุลกัน และไม่มีจุดตกนอกขีดจำกัดควบคุมด้านบนหรือด้านล่าง แสดงว่ากระบวนการผลิตนี้สามารถควบคุมได้

ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะยาว(P_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.68 และค่า PPM ในระยะยาว มีค่าเท่ากับ 35869.06 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะยาวยังอยู่ในระดับที่ไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดเท่ากับ 3.59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.14 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96EV จากเครื่องจักรที่ 4

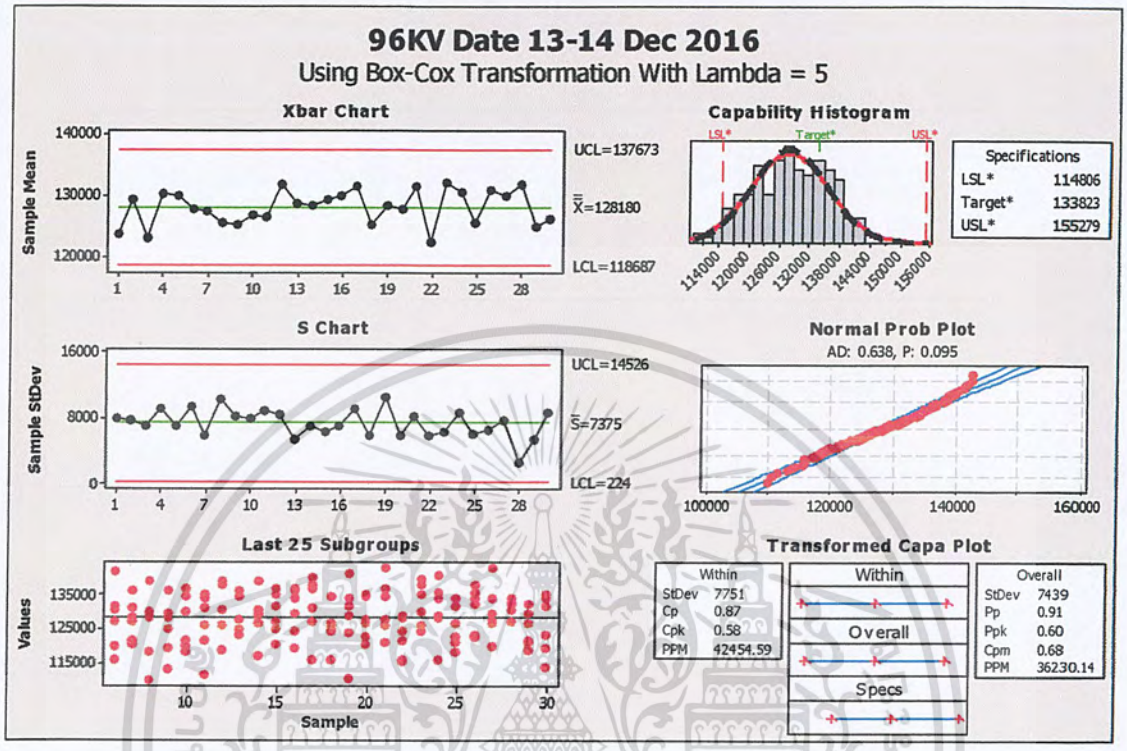
วันที่ผลิต	$\overline{X}$ -chart ขีดจำกัดควบคุม		S -chart/R -chart ขีดจำกัดควบคุม		ลักษณะการควบคุม	ระยะสั้น		ระยะยาว	
	LCL	UCL	LCL	UCL		C_{pk}	ร้อยละตกนอก	P_{pk}	ร้อยละตกนอก
7-8 ธ.ค. 59	8.4775	8.7745	0.0035	0.2273	สามารถควบคุมได้	0.64	3.60	0.65	3.39
21-22 ธ.ค. 59*	-1.1820	1.2220	0	4.9850	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	0.68	3.59
3-4 ม.ค. 60	8.4440	8.7506	0.0036	0.2346	สามารถควบคุมได้	0.69	3.78	0.73	2.69
9-10 ม.ค. 60*	350.3600	388.3600	0.4500	29.0800	ไม่สามารถควบคุมได้	0.63	4.86	0.64	4.21
17-18 ม.ค. 60	8.4424	8.7376	0.0035	0.2259	สามารถควบคุมได้	0.69	3.16	0.70	2.96
27-28 ม.ค. 60*	-1.2190	1.2870	0	5.1940	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	0.71	2.85

หมายเหตุ : * คือ ชุดข้อมูลที่มีการแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงแบบปกติ

จากตารางที่ 4.14 จะเห็นว่า กรณีที่มีการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson ค่าขีดจำกัดควบคุมที่ได้ในแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย($\overline{X}$ -chart) และ แผนภูมิควบคุมพิสัย (R -chart) ไม่สามารถอธิบายได้ ในส่วนของกระบวนการผลิตนั้นส่วนใหญ่สามารถควบคุมได้ ค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น(C_{pk}) และระยะยาว (P_{pk}) มีค่าน้อยกว่า 1 และร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดทั้งระยะสั้นและระยะยาวส่วนใหญ่มีไม่มาก แสดงว่าสมรรถนะของกระบวนการผลิตยังไม่อยู่ในระดับที่ดี

4.2.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96KV จากเครื่องจักรที่ 2

4.2.3.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96KV จากเครื่องจักรที่ 2 ของวันที่ 13-14 ธันวาคม พ.ศ.2559



รูปที่ 4.17 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96KV จากเครื่องจักรที่ 2 ของวันที่ 13-14 ธันวาคม พ.ศ.2559

สำหรับข้อมูลน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96KV จากเครื่องจักรที่ 2 ของวันที่ 13-14 ธันวาคม พ.ศ.2559 เป็นข้อมูลที่ไม่มีการแจกแจงปกติ ทำการแปลงข้อมูลโดยใช้วิธี Box-Cox และสามารถแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงปกติได้ด้วย λ เท่ากับ 5 และสามารถแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงปกติได้ด้วยสมการ

$$Y = X^5$$

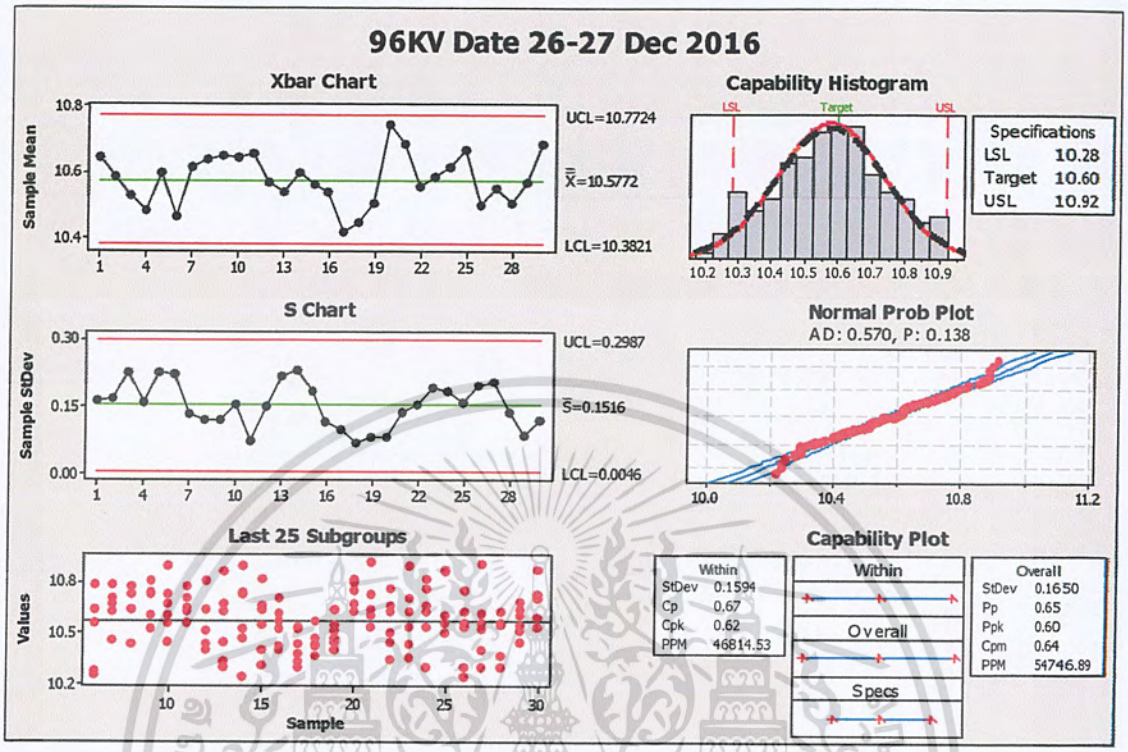
จากรูปที่ 4.17 พบว่า ทั้งแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจะมีจำนวนจุดด้านบนและด้านล่างของเส้นกึ่งกลางที่มีลักษณะขึ้นลงแบบสมดุลกัน และไม่มีจุดตกนอกขีดจำกัดควบคุมด้านบนหรือด้านล่าง แสดงว่ากระบวนการผลิตนี้สามารถควบคุมได้

ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น(C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.58 และค่า PPM ในระยะสั้น มีค่าเท่ากับ 42454.59 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะสั้นยังอยู่ในระดับที่ไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดเท่ากับ 4.25

ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะยาว(P_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.60 และค่า PPM ในระยะยาว มีค่าเท่ากับ 36230.14 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะยาวยังอยู่ในระดับที่ไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดเท่ากับ 3.62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96KV จากเครื่องจักรที่ 2 ของวันที่ 26-27 ธันวาคม พ.ศ.2559



รูปที่ 4.18 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96KV จากเครื่องจักรที่ 2 ของวันที่ 26-27 ธันวาคม พ.ศ.2559

จากรูปที่ 4.18 พบว่า ทั้งแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจะมีจำนวนจุดด้านบนและด้านล่างของเส้นกึ่งกลางที่มีลักษณะขึ้นลงแบบสมดุลกัน และไม่มีจุดตกนอกขีดจำกัดควบคุมด้านบนหรือด้านล่าง แสดงว่ากระบวนการผลิตนี้สามารถควบคุมได้

ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น(C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.62 และค่า PPM ในระยะสั้น มีค่าเท่ากับ 46814.53 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะสั้นยังอยู่ในระดับที่ไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดเท่ากับ 4.68

ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะยาว(P_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.60 และค่า PPM ในระยะยาว มีค่าเท่ากับ 54746.89 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะยาวยังอยู่ในระดับที่ไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดเท่ากับ 5.47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.15 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96KV จากเครื่องจักรที่ 2

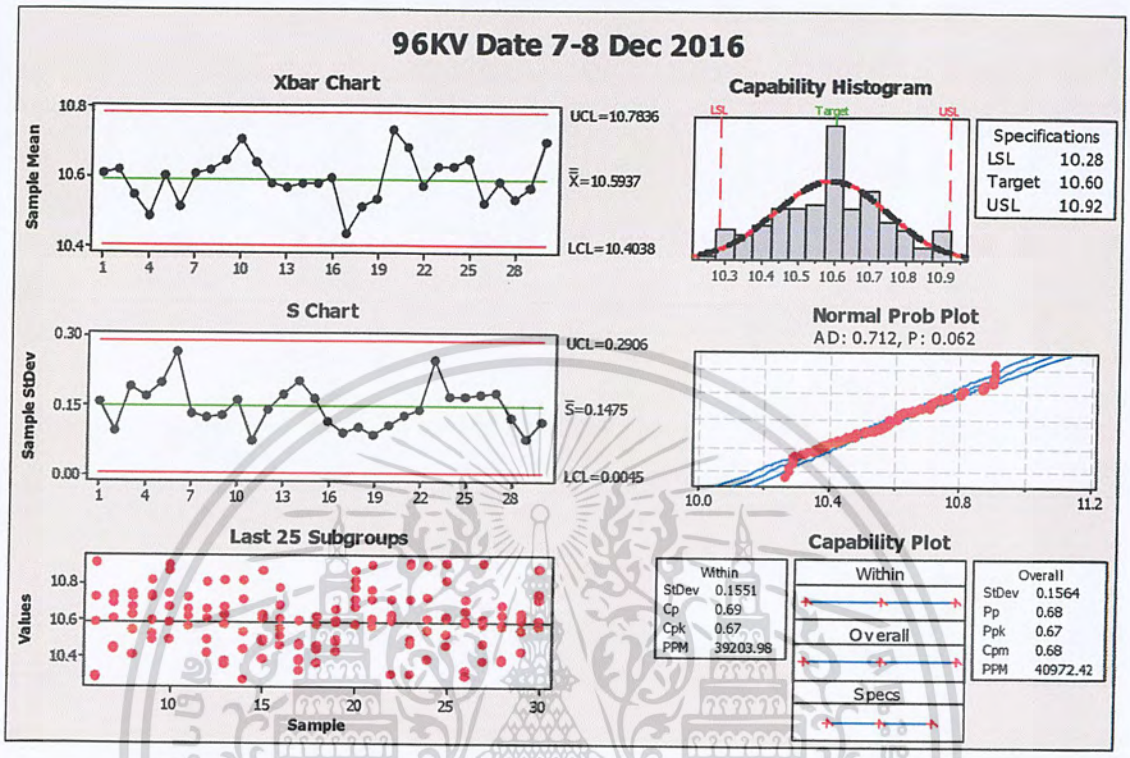
วันที่ผลิต	$\bar{X}$ -chart ขีดจำกัดควบคุม		S -chart/R -chart ขีดจำกัดควบคุม		ลักษณะการควบคุม	ระยะสั้น		ระยะยาว	
	LCL	UCL	LCL	UCL		C_{pk}	ร้อยละตกนอก	P_{pk}	ร้อยละตกนอก
13-14 ธ.ค. 59*	118687	137673	224	14526	สามารถควบคุมได้	0.58	4.25	0.60	3.62
26-27 ธ.ค. 59	10.3915	10.7629	0.0046	0.2987	สามารถควบคุมได้	0.65	3.69	0.60	5.47
6-7 ม.ค. 60*	-1.2690	1.3140	0	5.3540	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	0.66	3.09
12-13 ม.ค. 60	10.3651	10.7810	0.0049	0.3182	สามารถควบคุมได้	0.58	6.27	0.56	6.82
24-25 ม.ค. 60	10.3565	10.7293	0.0044	0.2852	สามารถควบคุมได้	0.58	4.86	0.56	5.39
30-31 ม.ค. 60*	124052	139309	180	11673	สามารถควบคุมได้	0.90	0.34	0.95	0.23

หมายเหตุ : * คือ ชุดข้อมูลที่มีการแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงแบบปกติ

จากตารางที่ 4.15 จะเห็นว่า กรณีที่มีการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson ค่าขีดจำกัดควบคุมที่ได้ในแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย($\bar{X}$ -chart) และ แผนภูมิควบคุมพิสัย (R -chart) ไม่สามารถอธิบายได้ ในส่วนของกระบวนการผลิตนั้นสามารถควบคุมได้ทั้งหมด ค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น(C_{pk}) และระยะยาว(P_{pk}) มีค่าน้อยกว่า 1 และร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดทั้งระยะสั้นและระยะยาวส่วนใหญ่มีไม่มาก แสดงว่าสมรรถนะของกระบวนการผลิตยังไม่อยู่ในระดับที่ดี แต่ถ้าพิจารณาในวันที่ 30-31 มกราคม 2560 จะเห็นว่า ทั้งค่า C_{pk} และ P_{pk} ต่างให้ค่าเข้าใกล้ 1 จึงควรหาสาเหตุที่ทำให้เครื่องจักรมีประสิทธิภาพสูงมากขึ้นในวันนี้เมื่อเทียบกับวันอื่นๆ

4.2.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96KV จากเครื่องจักรที่ 5

4.2.4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96KV จากเครื่องจักรที่ 5 ของวันที่ 7-8 ธันวาคม พ.ศ.2559



รูปที่ 4.19 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96KV จากเครื่องจักรที่ 5 ของวันที่ 7-8 ธันวาคม พ.ศ.2559

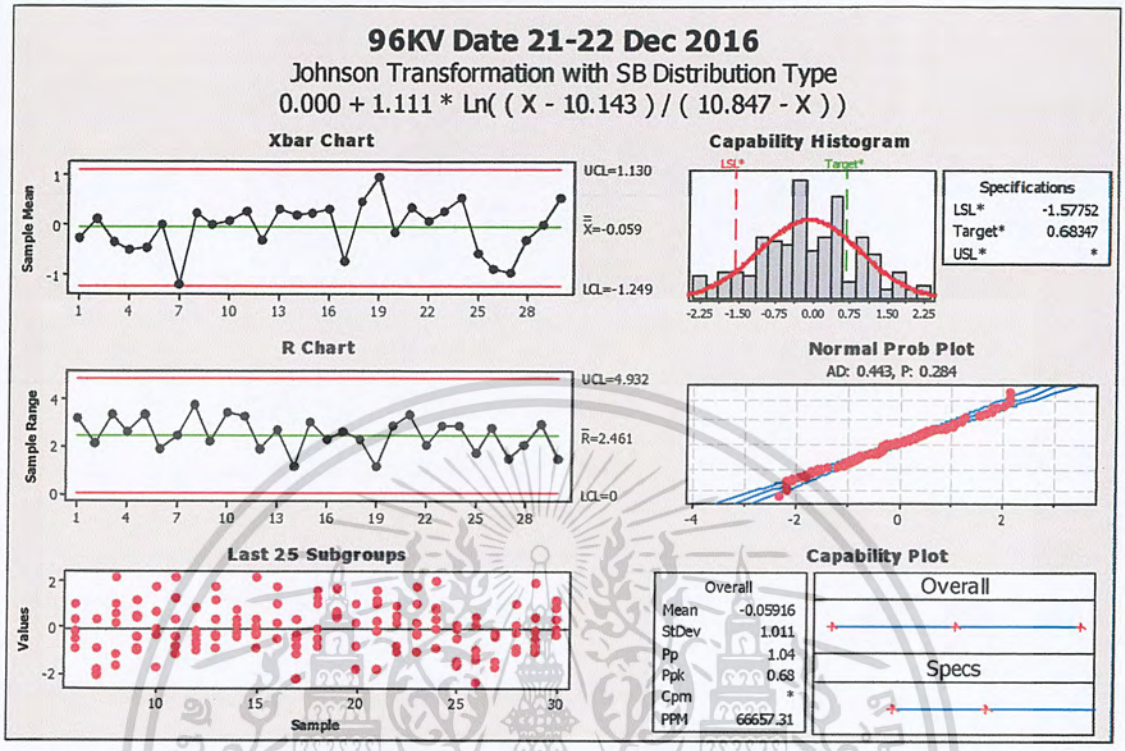
จากรูปที่ 4.19 พบว่า ทั้งแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จะมีจำนวนจุดด้านบนและด้านล่างของเส้นกึ่งกลางที่มีลักษณะขึ้นลงแบบสมดุลกัน และไม่มีจุดตกนอกขีดจำกัดควบคุมด้านบนหรือด้านล่าง แสดงว่ากระบวนการผลิตนี้สามารถควบคุมได้

ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น(C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.67 และค่า PPM ในระยะสั้น มีค่าเท่ากับ 39203.98 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะสั้นยังอยู่ในระดับที่ไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดเท่ากับ 3.92

ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะยาว(P_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.67 และค่า PPM ในระยะยาว มีค่าเท่ากับ 40972.42 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะยาวยังอยู่ในระดับที่ไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดเท่ากับ 4.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96KV จากเครื่องจักรที่ 5 ของวันที่ 21-22 ธันวาคม พ.ศ.2559



รูปที่ 4.20 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96KV จากเครื่องจักรที่ 5 ของวันที่ 21-22 ธันวาคม พ.ศ.2559

สำหรับข้อมูลน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96KV จากเครื่องจักรที่ 5 ของวันที่ 21-22 ธันวาคม พ.ศ.2559 เป็นข้อมูลที่ไม่มีการแจกแจงปกติ ทำการแปลงข้อมูลโดยใช้วิธี Box-Cox แต่ไม่สามารถแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงปกติได้ จึงทำการแปลงข้อมูลโดยใช้วิธี Johnson สามารถแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงแบบปกติได้ด้วยสมการ

$$Y^* = 0.000 + 1.111 * Ln ((X - 10.143) / (10.847 - X))$$

จากรูปที่ 4.20 พบว่า ทั้งแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมพิสัย จะมีจำนวนจุดด้านบนและด้านล่างของเส้นกึ่งกลางที่มีลักษณะขึ้นลงแบบสมดุลกัน และไม่มีจุดตกนอกขีดจำกัดควบคุมด้านบนหรือด้านล่าง แสดงว่ากระบวนการผลิตนี้สามารถควบคุมได้

ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะยาว(P_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.68 และค่า PPM ในระยะยาว มีค่าเท่ากับ 66657.31 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะยาวยังอยู่ในระดับที่ไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดเท่ากับ 6.67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.16 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96KV จากเครื่องจักรที่ 5

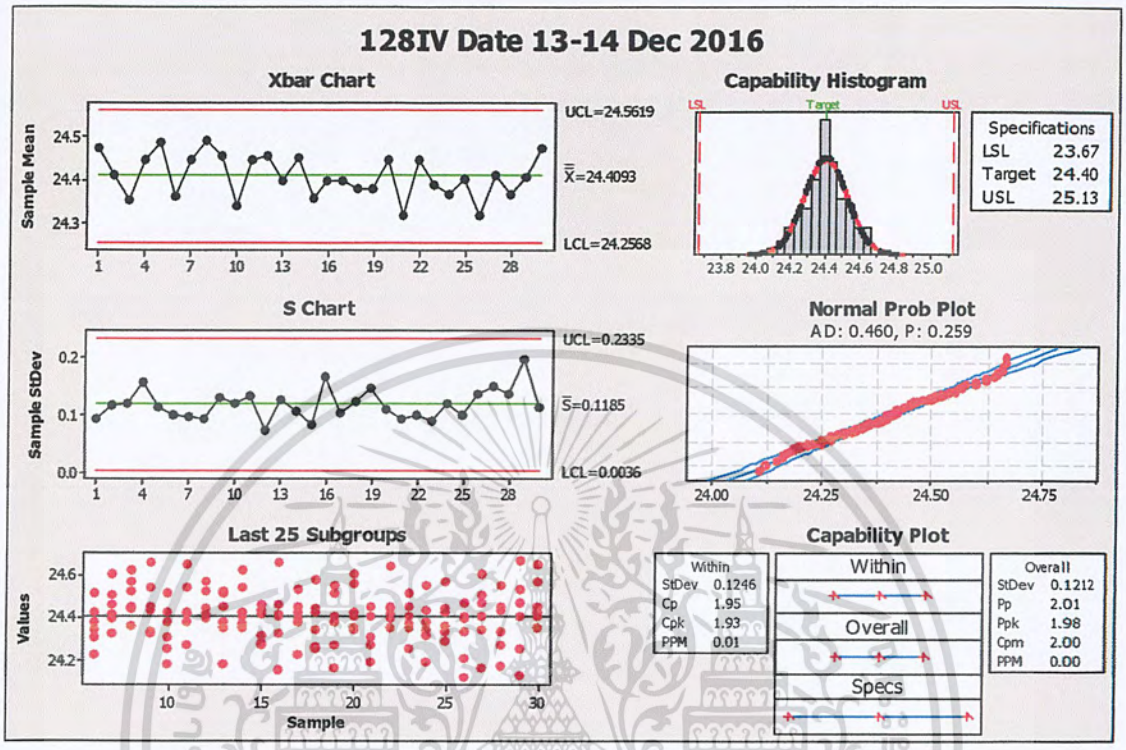
วันที่ผลิต	$\overline{X}$ -chart ขีดจำกัดควบคุม		S -chart/R -chart ขีดจำกัดควบคุม		ลักษณะการควบคุม	ระยะสั้น		ระยะยาว	
	LCL	UCL	LCL	UCL		C_{pk}	ร้อยละตกนอก	P_{pk}	ร้อยละตกนอก
7-8 ธ.ค. 59	10.4038	10.7836	0.0045	0.2906	สามารถควบคุมได้	0.67	3.92	0.67	4.10
21-22 ธ.ค. 59*	-1.2490	1.1300	0	4.9320	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	0.68	6.67
3-4 ม.ค. 60*	-1.2520	1.2660	0	5.2190	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	0.65	2.75
9-10 ม.ค. 60	10.2088	10.4861	0.0033	0.2122	สามารถควบคุมได้	0.20	27.5662	0.20	27.07
17-18 ม.ค. 60*	-1.3770	1.3550	0	5.6630	ไม่สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	0.80	0.82
27-28 ม.ค. 60*	-1.2550	1.2720	0	5.2380	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	0.73	1.55

หมายเหตุ : * คือ ชุดข้อมูลที่มีการแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงแบบปกติ

จากตารางที่ 4.16 จะเห็นว่า กรณีที่มีการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson ค่าขีดจำกัดควบคุมที่ได้ในแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย($\overline{X}$ -chart) และ แผนภูมิควบคุมพิสัย (R -chart) ไม่สามารถอธิบายได้ ในส่วนของกระบวนการผลิตนั้นส่วนใหญ่สามารถควบคุมได้ ค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น(C_{pk}) และระยะยาว (P_{pk}) มีค่าน้อยกว่า 1 และร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดทั้งระยะสั้นและระยะยาวส่วนใหญ่มีไม่มาก แสดงว่าสมรรถนะของกระบวนการผลิตยังไม่อยู่ในระดับที่ดี แต่ถ้าพิจารณาในวันที่ 9-10 มกราคม 2560 จะเห็นว่าทั้งค่า C_{pk} และ P_{pk} ต่างให้ค่าเป็น 0.20 จึงควรหาสาเหตุที่ทำให้เครื่องจักรมีประสิทธิภาพต่ำมากในวันนี้เมื่อเทียบกับวันอื่นๆ

4.2.5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 128IV จากเครื่องจักรที่ 3

4.2.5.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 128IV จากเครื่องจักรที่ 3 ของวันที่ 13-14 ธันวาคม พ.ศ.2559



รูปที่ 4.21 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 128IV จากเครื่องจักรที่ 3 ของวันที่ 13-14 ธันวาคม พ.ศ.2559

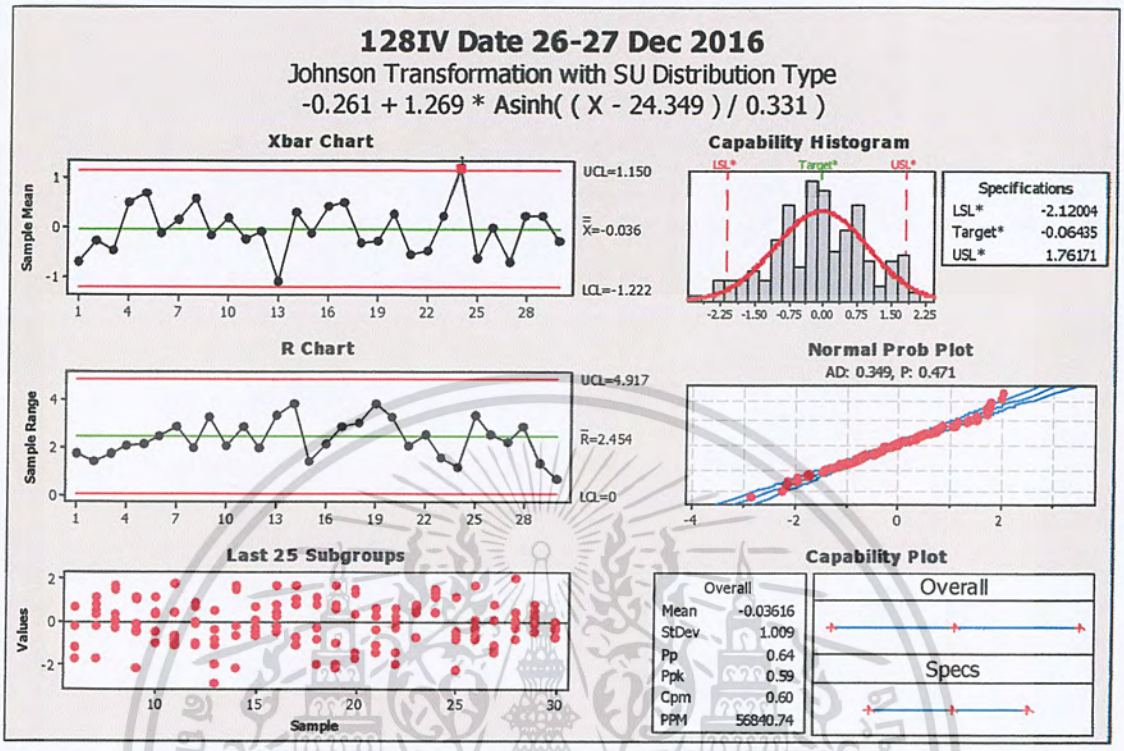
จากรูปที่ 4.21 พบว่า ทั้งแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จะมีจำนวนจุดด้านบนและด้านล่างของเส้นกึ่งกลางที่มีลักษณะขึ้นลงแบบสมดุลกัน และไม่มีจุดตกนอกขีดจำกัดควบคุมด้านบนหรือด้านล่าง แสดงว่ากระบวนการผลิตนี้สามารถควบคุมได้

ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น(C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 1.93 และค่า PPM ในระยะสั้น มีค่าเท่ากับ 0.01 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะสั้นอยู่ในระดับที่ดีมาก และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดเท่ากับ 0

ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะยาว(P_{pk}) มีค่าเท่ากับ 1.98 และค่า PPM ในระยะยาว มีค่าเท่ากับ 0.00 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะยาวอยู่ในระดับที่ดีมาก และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดเท่ากับ 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.5.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 128IV จากเครื่องจักรที่ 3 ของวันที่ 26-27 ธันวาคม พ.ศ.2559



รูปที่ 4.22 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 128IV จากเครื่องจักรที่ 3 ของวันที่ 26-27 ธันวาคม พ.ศ.2559

1 หมายถึง มีอย่างน้อย 1 จุดตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือขีดจำกัดควบคุมล่าง

สำหรับข้อมูลน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 128IV จากเครื่องจักรที่ 3 ของวันที่26-27 ธันวาคม พ.ศ.2559 เป็นข้อมูลที่ไม่มีการแจกแจงปกติ ทำการแปลงข้อมูลโดยใช้วิธี Box-Cox แต่ไม่สามารถแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงปกติได้ จึงทำการแปลงข้อมูลโดยใช้วิธี Johnson สามารถแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงปกติได้ด้วยสมการ

$$Y^* = -0.261 + 1.269 * \text{Asinh}((X - 24.349) / 0.331)$$

จากรูปที่ 4.22 พบว่า ไม่มีจุดตกนอกขีดจำกัดควบคุมด้านบนหรือด้านล่างของแผนภูมิควบคุมพิสัย แต่สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย พบว่ามีจุดที่ 24 ตกนอกขีดจำกัดควบคุมด้านบน แสดงว่ากระบวนการผลิตนี้ยังไม่สามารถควบคุมได้

ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะยาว(P_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.59 และค่า PPM ในระยะยาว มีค่าเท่ากับ 56840.74 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะยาวยังอยู่ในระดับที่ไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดเท่ากับ 5.68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.17 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 128IV จากเครื่องจักรที่ 3

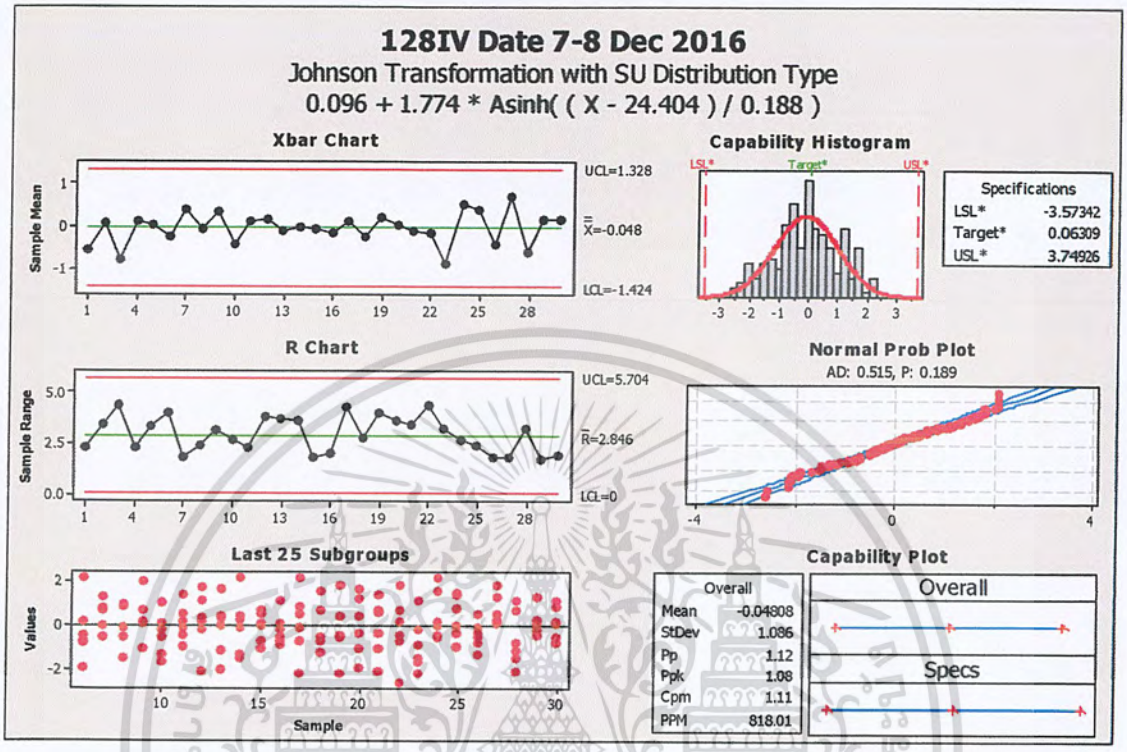
วันที่ผลิต	$\bar{X}$ -chart ขีดจำกัดควบคุม		S -chart/R -chart ขีดจำกัดควบคุม		ลักษณะการควบคุม	ระยะสั้น		ระยะยาว	
	LCL	UCL	LCL	UCL		C_{pk}	ร้อยละตกนอก	P_{pk}	ร้อยละตกนอก
13-14 ธ.ค. 59	24.2568	24.5619	0.0036	0.2335	สามารถควบคุมได้	1.93	0	1.98	0
26-27 ธ.ค. 59*	-1.222	1.1500	0	4.9170	ไม่สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	0.59	5.68
6-7 ม.ค. 60*	1.1094E-07	1.1838E-07	8.7715E-11	5.6900E-09	ไม่สามารถควบคุมได้	1.63	0	1.57	0
12-13 ม.ค. 60*	-1.2530	1.1470	0	4.9760	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	0.81	0.80
24-25 ม.ค. 60	24.1585	24.7975	0.0075	0.4889	สามารถควบคุมได้	0.83	0.72	0.79	1.10
30-31 ม.ค. 60	24.2933	24.5113	0.0026	0.1668	สามารถควบคุมได้	2.73	0	2.74	0

หมายเหตุ : * คือ ชุดข้อมูลที่มีการแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงแบบปกติ

จากตารางที่ 4.17 จะเห็นว่า กรณีที่มีการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson ค่าขีดจำกัดควบคุมที่ได้ในแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย($\bar{X}$ -chart) และ แผนภูมิควบคุมพิสัย (R -chart) ไม่สามารถอธิบายได้ ในส่วนของกระบวนการผลิตนั้นส่วนใหญ่สามารถควบคุมได้ ค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น(C_{pk}) และระยะยาว (P_{pk}) ส่วนมากมีค่ามากกว่า 1.33 และร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดทั้งระยะสั้นและระยะยาวส่วนใหญ่มีไม่มาก แสดงว่าสมรรถนะของกระบวนการผลิตอยู่ในระดับที่ดีมาก แต่ถ้าพิจารณาในวันที่ 30-31 มกราคม 2560 จะเห็นว่า ทั้งค่า C_{pk} และ P_{pk} ต่างให้ค่าเป็น 2.73 จึงควรหาสาเหตุที่ทำให้เครื่องจักรมีประสิทธิภาพมากขึ้นในวันนี้เมื่อเทียบกับวันอื่นๆ

4.2.6 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 128IV จากเครื่องจักรที่ 6

4.2.6.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 128IV จากเครื่องจักรที่ 6 ของวันที่ 7-8 ธันวาคม พ.ศ.2559



รูปที่ 4.23 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 128IV จากเครื่องจักรที่ 6 ของวันที่ 7-8 ธันวาคม พ.ศ.2559

สำหรับข้อมูลน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 128IV จากเครื่องจักรที่ 6 ของวันที่ 7-8 ธันวาคม พ.ศ.2559 เป็นข้อมูลที่ไม่มีการแจกแจงปกติ ทำการแปลงข้อมูลโดยใช้วิธี Box-Cox แต่ไม่สามารถแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงปกติได้ จึงทำการแปลงข้อมูลโดยใช้วิธี Johnson สามารถแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงปกติได้ด้วยสมการ

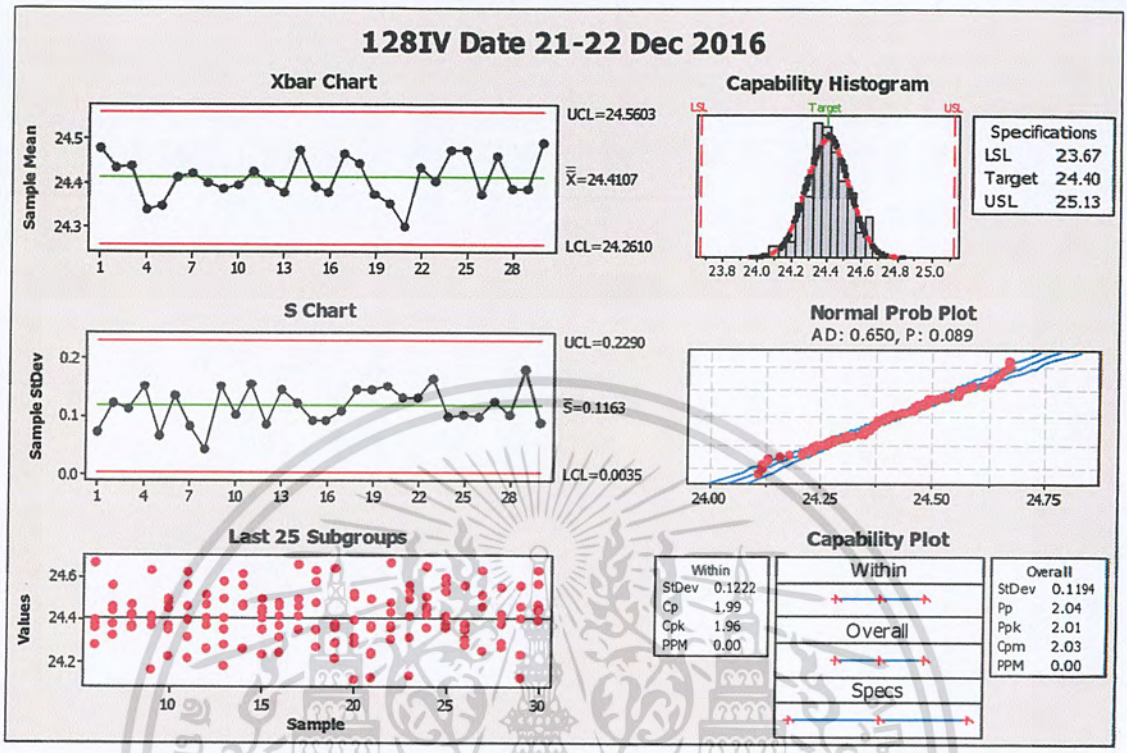
$$Y^* = 0.096 + 1.774 * \text{Asinh}\left((X - 24.404) / 0.188 \right)$$

จากรูปที่ 4.23 พบว่า ทั้งแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมพิสัย จะมีจำนวนจุดด้านบนและด้านล่างของเส้นกึ่งกลางที่มีลักษณะขึ้นลงแบบสมดุลกัน และไม่มีจุดตกนอกขีดจำกัดควบคุมด้านบนหรือด้านล่าง แสดงว่ากระบวนการผลิตนี้สามารถควบคุมได้

ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะยาว(P_{pk}) มีค่าเท่ากับ 1.08 และค่า PPM ในระยะยาว มีค่าเท่ากับ 818.01 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะยาวอยู่ในระดับที่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดเท่ากับ 0.08

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.6.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 128IV จากเครื่องจักรที่ 6 ของวันที่ 21-22 ธันวาคม พ.ศ.2559



รูปที่ 4.24 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 128IV จากเครื่องจักรที่ 6 ของวันที่ 21-22 ธันวาคม พ.ศ.2559

จากรูปที่ 4.24 พบว่า ทั้งแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจะมีจำนวนจุดด้านบนและด้านล่างของเส้นกึ่งกลางที่มีลักษณะขึ้นลงแบบสมดุลกัน และไม่มีจุดตกนอกขีดจำกัดควบคุมด้านบนหรือด้านล่าง แสดงว่ากระบวนการผลิตนี้สามารถควบคุมได้

ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น(C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 1.96 และค่า PPM ในระยะสั้น มีค่าเท่ากับ 0 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะสั้นอยู่ในระดับที่ดีมาก และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดเท่ากับ 0

ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะยาว(P_{pk}) มีค่าเท่ากับ 2.01 และค่า PPM ในระยะยาว มีค่าเท่ากับ 0 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะยาวอยู่ในระดับที่ดีมาก และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดเท่ากับ 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.18 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 128IV จากเครื่องจักรที่ 6

วันที่ผลิต	$\bar{X}$ -chart ขีดจำกัดควบคุม		S -chart/R -chart ขีดจำกัดควบคุม		ลักษณะการควบคุม	ระยะสั้น		ระยะยาว	
	LCL	UCL	LCL	UCL		C_{pk}	ร้อยละตกนอก	P_{pk}	ร้อยละตกนอก
7-8 ธ.ค. 59*	-1.4240	1.3280	0	5.7040	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	1.08	0.08
21-22 ธ.ค. 59	24.2610	24.5603	0.0035	0.2290	สามารถควบคุมได้	1.96	0	2.01	0
3-4 ม.ค. 60	24.2972	24.5508	0.0030	0.1940	สามารถควบคุมได้	2.27	0	2.39	0
9-10 ม.ค. 60	24.2710	24.6008	0.0039	0.2524	สามารถควบคุมได้	1.72	0	1.72	0
17-18 ม.ค. 60*	-1.1540	1.1430	0	4.7620	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	1.04	0.11
27-28 ม.ค. 60	24.2935	24.5305	0.0028	0.1814	สามารถควบคุมได้	2.47	0	2.58	0

หมายเหตุ : * คือ ชุดข้อมูลที่มีการแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงแบบปกติ

จากตารางที่ 4.18 จะเห็นว่า กรณีที่มีการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson ค่าขีดจำกัดควบคุมที่ได้ในแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย($\bar{X}$ -chart) และ แผนภูมิควบคุมพิสัย (R -chart) ไม่สามารถอธิบายได้ ในส่วนของกระบวนการผลิตนั้นสามารถควบคุมได้ทั้งหมด ค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น(C_{pk}) และระยะยาว(P_{pk}) ส่วนมากมีค่ามากกว่า 1.33 และร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดทั้งระยะสั้นและระยะยาวส่วนใหญ่มีจำนวนน้อยมากหรือเท่ากับ 0 แสดงว่าสมรรถนะของกระบวนการผลิตอยู่ในระดับที่ดีมาก

บทที่ 5
สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

การทำปัญหาพิเศษครั้งนี้จุดประสงค์เพื่อศึกษาการควบคุมคุณภาพทางด้านน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกของบริษัท แสงไทย ฟิตติ้ง อุตสาหกรรม จำกัด ทั้งหมด 3 รุ่นที่มาจากเครื่องจักรที่ต่างกันจำนวน 6 เครื่องจักร โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลตั้งแต่เดือนธันวาคม พ.ศ.2559 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ.2560 นำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ ดังนี้

ส่วนที่ 1 เป็นการทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูล และเมื่อข้อมูลชุดใดไม่มีการแจกแจงปกติ จะทำการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Box-Cox และวิธี Johnson

ส่วนที่ 2 เป็นการสร้างแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย($\overline{X}$-chart) และแผนภูมิควบคุมส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(S-chart) หรือแผนภูมิควบคุมพิสัย(R-chart) รวมทั้งการหาดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น(C_{pk}) ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะยาว(P_{pk}) และร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด

โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ MINITAB Version 16 ในการวิเคราะห์ผล ซึ่งสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 การทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูล

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลน้ำหนักของผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกที่ทำการผลิตในเดือนธันวาคม พ.ศ.2559 จนถึงเดือนมกราคม พ.ศ.2560 จากเครื่องจักรทั้งหมด 6 เครื่อง มาทำการทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูลด้วยวิธี Anderson-Darling จะเห็นว่าข้อมูลทั้งหมดมี 36 ชุด เป็นข้อมูลที่มีการแจกแจงปกติ 18 ชุด คิดเป็นร้อยละ 50 นั่นคือ จำนวนชุดข้อมูลที่มีการแจกแจงปกติมีเท่ากับจำนวนชุดข้อมูลที่ไม่มีการแจกแจงปกติ ส่วนข้อมูลที่ไม่มีการแจกแจงปกติจะทำการแปลงข้อมูลโดยวิธี Box-Cox แล้วยังไม่สามารถแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงปกติได้ จึงมาใช้วิธี Johnson ซึ่งจะมีรูปแบบสมการที่ค่อนข้างยากในการคำนวณ

5.1.2 การควบคุมคุณภาพน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96EV

การควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96EV จะใช้ข้อมูลน้ำหนักของผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกจากเครื่องจักรที่ 1 และเครื่องจักรที่ 4 ทำการเก็บข้อมูลทุกครั้งที่มีการสั่งผลิตผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96EV ตั้งแต่เดือนธันวาคม พ.ศ.2559 จนถึงเดือนมกราคม พ.ศ.2560 โดยอาศัยแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานหรือแผนภูมิควบคุมพิสัย พบว่า

ข้อมูลผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96EV จากเครื่องจักรที่ 1 จะให้ผลการวิเคราะห์ที่เหมือนกัน คือ กระบวนการผลิตทั้งหมดสามารถควบคุมได้ ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น(C_{pk}) และระยะยาว(P_{pk}) ทั้งหมดมีค่าน้อยกว่า 1 และร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดทั้งระยะสั้นและระยะยาวส่วนใหญ่มีไม่มาก แต่ก็ถือได้ว่า ความสามารถของกระบวนการผลิตยังไม่อยู่ในระดับที่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96EV จากเครื่องจักรที่ 4 จะให้ผลการวิเคราะห์ที่ใกล้เคียงกัน คือ กระบวนการผลิตส่วนมากสามารถควบคุมได้ ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น(C_{pk}) และระยะยาว(P_{pk}) ทั้งหมดมีค่าน้อยกว่า 1 และร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดทั้งระยะสั้นและระยะยาวส่วนใหญ่มีไม่มาก แต่ก็ถือได้ว่า ความสามารถของกระบวนการผลิตยังไม่อยู่ในระดับที่ดี

5.1.3 การควบคุมคุณภาพน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96KV

การควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96KV จะใช้ข้อมูลน้ำหนักของผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกจากเครื่องจักรที่ 2 และเครื่องจักรที่ 5 ทำการเก็บข้อมูลทุกครั้งที่มีการสั่งผลิตผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96KV ตั้งแต่เดือนธันวาคม พ.ศ.2559 จนถึงเดือนมกราคม พ.ศ.2560 โดยอาศัยแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานหรือแผนภูมิควบคุมพิสัย พบว่า

ข้อมูลผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96KV จากเครื่องจักรที่ 2 จะให้ผลการวิเคราะห์ที่เหมือนกัน คือ กระบวนการผลิตทั้งหมดสามารถควบคุมได้ ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น(C_{pk}) และระยะยาว(P_{pk}) ทั้งหมดมีค่าน้อยกว่า 1 และร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดทั้งระยะสั้นและระยะยาวส่วนใหญ่มีไม่มาก แต่ก็ถือได้ว่า ความสามารถของกระบวนการผลิตยังไม่อยู่ในระดับที่ดี

ข้อมูลผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96KV จากเครื่องจักรที่ 5 จะให้ผลการวิเคราะห์ที่ใกล้เคียงกัน คือ กระบวนการผลิตส่วนมากสามารถควบคุมได้ ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น(C_{pk}) และระยะยาว(P_{pk}) ทั้งหมดมีค่าน้อยกว่า 1 และร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดทั้งระยะสั้นและระยะยาวส่วนใหญ่มีไม่มาก แต่ก็ถือได้ว่า ความสามารถของกระบวนการผลิตยังไม่อยู่ในระดับที่ดี

5.1.4 การควบคุมคุณภาพน้ำหนักผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 128IV

การควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 128IV จะใช้ข้อมูลน้ำหนักของผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกจากเครื่องจักรที่ 3 และเครื่องจักรที่ 6 ทำการเก็บข้อมูลทุกครั้งที่มีการสั่งผลิตผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 128IV ตั้งแต่เดือนธันวาคม พ.ศ.2559 จนถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2560 โดยอาศัยแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานหรือแผนภูมิควบคุมพิสัย พบว่า

ข้อมูลผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 128IV จากเครื่องจักรที่ 3 จะให้ผลการวิเคราะห์ที่ใกล้เคียงกัน คือ กระบวนการผลิตส่วนมากสามารถควบคุมได้ ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น(C_{pk}) และระยะยาว(P_{pk}) ส่วนมากมีค่ามากกว่า 1.33 และร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดทั้งระยะสั้นและระยะยาวส่วนใหญ่มีไม่มาก ถือได้ว่า ความสามารถของกระบวนการผลิตอยู่ในระดับที่ดีมาก

ข้อมูลผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 128IV จากเครื่องจักรที่ 6 จะให้ผลการวิเคราะห์ที่เหมือนกัน คือ กระบวนการผลิตทั้งหมดสามารถควบคุมได้ ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น(C_{pk}) และระยะยาว(P_{pk}) ส่วนใหญ่มีค่ามากกว่า 1.33 และร้อยละของข้อมูลตกนอก

เอกสารนี้ถือว่าเป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อกำหนดทั้งระยะสั้นและระยะยาวส่วนใหญ่มีจำนวนน้อยมากหรือเท่ากับ 0 ถือได้ว่า ความสามารถของกระบวนการผลิตอยู่ในระดับที่ดีมาก

จากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องจักรทั้ง 6 เครื่อง จะเห็นว่า เครื่องจักรเครื่องที่ 3 กับ 6 จะมีประสิทธิภาพมากที่สุด และมีดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น(C_{pk}) และระยะยาว(P_{pk}) ส่วนใหญ่มีค่ามากกว่า 1.33 และร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดทั้งระยะสั้นและระยะยาวส่วนใหญ่มีน้อยมากหรือเท่ากับ 0 จึงไม่จำเป็นต้องปรับปรุงเครื่องจักรทั้งสอง แต่เมื่อพิจารณาเครื่องจักรที่ 1 , 2 , 4 และ 5 จะเห็นว่า เครื่องจักรทั้ง 4 เครื่อง ยังมีประสิทธิภาพที่ยังไม่ดี เนื่องจากค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น(C_{pk}) และระยะยาว(P_{pk}) มีค่าน้อยกว่า 1.33 และร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดทั้งระยะสั้นและระยะยาวยังมีค่ามาก จึงจำเป็นต้องปรับปรุงเครื่องจักรทั้ง 4 เครื่อง

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ในการบันทึกข้อมูลเพื่อใช้ในการควบคุมคุณภาพกระบวนการผลิต ทางบริษัทควรจะต้องมีการบันทึกข้อมูลเชิงปริมาณ ไม่ควรมีการเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพอย่างเดียว เพราะการเก็บข้อมูลเชิงปริมาณจะสามารถนำข้อมูลมาวิเคราะห์ทางด้านการควบคุมคุณภาพทางสถิติได้ ก็จะทำให้ทางบริษัทได้ทราบประสิทธิภาพของเครื่องจักรในแต่ละเครื่องและได้ทราบถึงต้นทุนของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตว่าเสียไปมากน้อยเพียงใด

2. ในการเก็บบันทึกข้อมูล ได้ทำการเก็บแต่ข้อมูลเชิงปริมาณ หากเป็นไปได้ควรทำการเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพเพื่อเป็นการศึกษาเกี่ยวกับสัดส่วนของเสียและรอยตำหนิควบคู่ไปด้วย แต่งานวิจัยนี้ได้ทำการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับของเสียที่เกิดขึ้น แต่ข้อมูลที่ได้คือ ไม่มีของเสียเกิดขึ้นเลยในกระบวนการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กัญญามาศ ธีรปกรณ์ และคณะ. 2553. **การควบคุมคุณภาพสลักเกลียวของบริษัท อินเตอร์อินดักชั่น จำกัด.** ปัญหาพิเศษ ภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

เกษม พิพัฒน์ปัญญานุกูล. 2551. **การควบคุมคุณภาพ (Statistical quality control).** กรุงเทพฯ. : ท้อป.

ขนิษฐา ศรีอุไร และคณะ. 2558. **การควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ Ginger Pork ของบริษัทซีพีเอฟ พรีเมียม ฟู้ดส์ จำกัด**. ปัญหาพิเศษ ภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ณพสิทธิ์ โชติวนิช และคณะ. 2558. **การควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์เม็ดพลาสติกรีไซเคิลของบริษัทสยามโพลิเมอร์ ซัพพลาย จำกัด.** ปัญหาพิเศษ ภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

มินตรา เรืองรัศมีโรจน์ และคณะ. 2551. **การควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์สมุนไพรอภัยภูเบศรของมูลนิธิโรงพยาบาลเจ้าพระยาอภัยภูเบศร.** ปัญหาพิเศษ ภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

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

สายชล สินสมบูรณ์ทอง. 2559. **การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Minitab for Windows.** กรุงเทพฯ : จามจุรีโปรดักส์.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก-1 ค่าวิกฤต c_α ของการทดสอบ Anderson-darling สำหรับการทดสอบภาวะปกติ (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 อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก-2 ตารางแสดงค่าตัวประกอบสำหรับการคำนวณขีดจำกัด

				$\bar{X}$ and R Charts			$\bar{X}$ and S Charts		
n	d_2	d_3	C_4	A_2	D_3	D_4	A_3	B_3	B_4
2	1.128	0.8525	0.7979	1.880	—	3.267	2.659	—	3.267
3	1.693	0.8884	0.8862	1.023	—	2.574	1.954	—	2.568
4	2.059	0.8798	0.9213	0.729	—	2.282	1.628	—	2.266
5	2.326	0.8798	0.9400	0.577	—	2.114	1.427	—	2.089
6	2.534	0.8480	0.9515	0.483	—	2.004	1.287	0.030	1.970
7	2.704	0.8332	0.9594	0.419	0.076	1.924	1.182	0.118	1.882
8	2.847	0.8198	0.9650	0.373	0.136	1.864	1.099	0.185	1.815
9	2.970	0.8078	0.9693	0.337	0.184	1.816	1.032	0.239	1.761
10	3.078	0.7971	0.9727	0.308	0.223	1.777	0.975	0.284	1.716
11	3.173	0.7873	0.9754	0.285	0.256	1.744	0.927	0.321	1.679
12	3.258	0.7785	0.9776	0.266	0.283	1.717	0.886	0.354	1.646
13	3.336	0.7704	0.9794	0.249	0.307	1.693	0.850	0.382	1.618
14	3.407	0.7630	0.9810	0.235	0.328	1.672	0.817	0.406	1.594
15	3.472	0.7562	0.9823	0.223	0.347	1.653	0.789	0.428	1.572
16	3.532	0.7499	0.9835	0.212	0.363	1.637	0.763	0.448	1.552
17	3.588	0.7441	0.9845	0.203	0.378	1.662	0.739	0.466	1.534
18	3.640	0.7386	0.9854	0.194	0.391	1.607	0.718	0.482	1.518
19	3.689	0.7335	0.9862	0.187	0.403	1.597	0.698	0.497	1.503
20	3.735	0.7287	0.9869	0.180	0.415	1.585	0.680	0.510	1.490
21	3.778	0.7272	0.9876	0.173	0.425	1.575	0.663	0.523	1.477
22	3.819	0.7199	0.9882	0.167	0.434	1.566	0.647	0.534	1.466
23	3.858	0.1759	0.9887	0.162	0.443	1.557	0.633	0.545	1.455
24	3.895	0.7121	0.9892	0.157	0.451	1.548	0.619	0.555	1.445
25	3.931	0.7084	0.9896	0.153	0.459	1.541	0.606	0.565	1.435

Table of Control Chart Constants

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก-3 ตารางแสดงพื้นที่ใต้เส้นโค้งปรกติมาตรฐาน

Standard Normal Probabilities

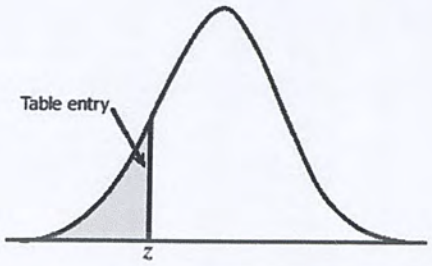


Table entry for z is the area under the standard normal curve to the left of z.

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 อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก-3(ต่อ) ตารางแสดงพื้นที่ใต้เส้นโค้งปรกติมาตรฐาน (ต่อ)

Standard Normal Probabilities

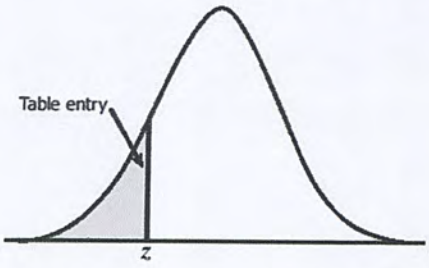


Table entry for z is the area under the standard normal curve to the left of z.

z	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
−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 อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างที่ 1 การคำนวณค่าแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การคำนวณค่าดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการในระยะสั้น (C_{pk}) ค่าดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการในระยะยาว (P_{pk}) การคำนวณหาร้อยละข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนด ของผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96EV ซึ่งผลิตในวันที่ 7-8 ธันวาคม 2559 กำหนดขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง (LSL) = 8.34 กรัมต่อชิ้น กำหนดขีดจำกัดข้อกำหนดบน (LSL) = 8.86 กรัมต่อชิ้น และมีน้ำหนักเป้าหมาย (Target) = 8.60 กรัมต่อชิ้น

$$\bar{\bar{X}} = \frac{8.5950 + 8.6283 + \ldots + 8.6567}{30} = 8.6260$$

$$\bar{S} = \frac{0.0965 + 0.1370 + \ldots + 0.0871}{30} = 0.1154$$

1. การคำนวณหาขีดจำกัดของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย

- ขีดจำกัดควบคุมบน

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

เมื่อ $A_3 = 1.287$ สามารถเปิดจากตารางที่ 2 ในภาคผนวก ก ที่ $n = 6$

$= 8.6260 + 1.287(0.1154)$

$= 8.7745$

- ขีดจำกัดควบคุมล่าง

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

$= 8.6260 - 1.287(0.1154)$

$= 8.4775$

- เส้นกึ่งกลาง

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

$= 8.6260$

2. การคำนวณหาขีดจำกัดของแผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

- ขีดจำกัดควบคุมบน

$UCL_S = B_4\bar{S}$

เมื่อ $B_4 = 1.970$ สามารถเปิดจากตารางที่ 2 ในภาคผนวก ก ที่ $n=6$

$= 1.970(0.1154)$

$= 0.2273$

- ขีดจำกัดควบคุมล่าง

$LCL_S = B_3\bar{S}$

เมื่อ $B_3 = 0.030$ สามารถเปิดจากตารางที่ 2 ในภาคผนวก ก ที่ $n=6$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$= 0.030(0.1154)$$
$$= 0.0035$$

- เส้นกึ่งกลาง

$CL_S = \bar{S}$
$= 0.1154$

3. การคำนวณค่าดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการในระยะสั้น (C_{pk})

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

เมื่อ $C_{pu} = \frac{USL-\bar{X}}{3\hat{\sigma}_{within}}$ และ $C_{pl} = \frac{\bar{X}-LSL}{3\hat{\sigma}_{within}}$

โดยที่ $\hat{\sigma}_{within} = \frac{\bar{S}}{C_4} = \frac{0.1154}{0.9515} = 0.1213$

เมื่อ $C_4 = 0.9515$ สามารถเปิดจากตารางที่ 2 ในภาคผนวก ก ที่ n=6

- $C_{pu} = \frac{8.86-8.626}{3(0.1213)} = 0.6430$
- $C_{pl} = \frac{8.626-8.34}{3(0.1213)} = 0.7859$

$C_{pk} = \min(0.6430, 0.7859)$
$C_{pk} = 0.6430$

การคำนวณหาค่าร้อยละข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนด

$$Z_u = \frac{USL-\bar{X}}{\hat{\sigma}_{within}} = \frac{8.86-8.626}{0.1213} = 1.9291$$

$$Z_l = \frac{LSL-\bar{X}}{\hat{\sigma}_{within}} = \frac{8.34-8.626}{0.1213} = -2.3578$$

สัดส่วนของเสีย $= P(Z_u \geq 1.9291) + P(Z_l \leq 2.3578)$
$= 0.026859 + 0.009192$
$= 0.036051$

น้ำหนักน้ำของผลิตภัณฑ์ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด

จำนวน $0.036051 \times 100 = 3.6051$ ชิ้น ใน 100 ชิ้น

หรือ จำนวน $0.036051 \times 1,000,000 = 36,051$ ชิ้น ใน 1,000,000 ชิ้น

หรือ จำนวน 36,051 ชิ้น (part per million : ppm)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้น ร้อยละข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนด เท่ากับ 3.6051 ชิ้น

4. การคำนวณค่าดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการผลิตในระยะยาว (P_{pk})

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

เมื่อ $P_{pu} = \frac{USL-\bar{X}}{3\hat{\sigma}_{overall}}$ และ $P_{pl} = \frac{\bar{X}-LSL}{3\hat{\sigma}_{overall}}$

- $P_{pu} = \frac{8.86-8.626}{3(0.1198)} = 0.6511$
- $P_{pl} = \frac{8.626-8.34}{3(0.1198)} = 0.7958$

$P_{pk} = \min(0.6511, 0.7958)$

$P_{pk} = 0.6511$

การคำนวณหาร้อยละข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนด

$$Z_u = \frac{USL-\bar{X}}{\hat{\sigma}_{overall}} = \frac{8.86-8.626}{0.1198} = 1.9533$$

$$Z_l = \frac{LSL-\bar{X}}{\hat{\sigma}_{overall}} = \frac{8.34-8.626}{0.1198} = -2.3873$$

สัดส่วนของเสีย $= P(Z_u \geq 1.9533) + P(Z_l \leq 2.3873)$

$= 0.025392 + 0.008486$

$= 0.033878$

น้ำหนักน้ำของผลิตภัณฑ์ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด

จำนวน $0.033878 \times 100 = 3.3878$ ชิ้น ใน 100 ชิ้น

หรือ จำนวน $0.033878 \times 1,000,000 = 33,878$ ชิ้น ใน $1,000,000$ ชิ้น

หรือ จำนวน 33,878 ชิ้น (part per million : ppm)

ดังนั้น ร้อยละข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนด เท่ากับ 3.3878

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค-1 การเก็บบันทึกน้ำหนักมือจับพลาสติกรุ่น 96EV เครื่องจักรที่ 4 วันที่ 7 ธันวาคม 2559

☑ รุ่น 96EV ☐ รุ่น 96KV ☐ รุ่น 128IV

จำนวนที่ผลิต (ชิ้น/วัน) : 11,520 ชิ้น

เครื่องจักรที่ : ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☑ 4 ☐ 5 ☐ 6

น้ำหนักมาตรฐานที่กำหนด Spec Limit (g.) : 8.34-8.86 g.

วันที่ผลิต : 7 ธันวาคม 2559

ลำดับที่	เวลา	น้ำหนัก/ตัว (g.)						$\overline{X}$	S	หมายเหตุ
		ตัวที่ 1	ตัวที่ 2	ตัวที่ 3	ตัวที่ 4	ตัวที่ 5	ตัวที่ 6			
1	9.00	8.62	8.67	8.44	8.54	8.59	8.71	8.5950	0.0965	
2	9.30	8.51	8.59	8.72	8.72	8.79	8.44	8.6283	0.1370	
3	10.00	8.62	8.65	8.66	8.83	8.61	8.54	8.6517	0.0970	
4	10.30	8.90	8.49	8.74	8.54	8.72	8.67	8.6767	0.1479	
5	11.00	8.62	8.55	8.74	8.81	8.81	8.67	8.7000	0.1055	
6	11.30	8.59	8.72	8.52	8.49	8.65	8.71	8.6133	0.0965	
7	12.00	8.59	8.71	8.66	8.39	8.44	8.63	8.5700	0.1273	
8	12.30	8.71	8.81	8.53	8.67	8.56	8.74	8.6700	0.1075	
9	13.00	8.61	8.52	8.54	8.59	8.77	8.63	8.6100	0.0888	
10	13.30	8.49	8.67	8.87	8.34	8.53	8.67	8.5950	0.1828	
11	14.00	8.61	8.46	8.33	8.71	8.87	8.66	8.6067	0.1902	
12	14.30	8.77	8.39	8.57	8.81	8.70	8.58	8.6367	0.1551	
13	15.00	8.35	8.77	8.56	8.61	8.57	8.77	8.6050	0.1567	
14	15.30	8.74	8.83	8.64	8.49	8.81	8.49	8.6667	0.1521	
15	16.00	8.32	8.47	8.66	8.38	8.51	8.57	8.4850	0.1241	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค-2 การเก็บบันทึกน้ำหนักมือจับพลาสติกรุ่น 96EV เครื่องจักรที่ 4 วันที่ 8 ธันวาคม 2559

☑ รุ่น 96EV ☐ รุ่น 96KV ☐ รุ่น 128IV

จำนวนที่ผลิต (ชิ้น/วัน) : 11,520 ชิ้น

เครื่องจักรที่ : ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☑ 4 ☐ 5 ☐ 6

น้ำหนักมาตรฐานที่กำหนด Spec Limit (g.) : 8.34-8.86 g.

วันที่ผลิต : 8 ธันวาคม 2559

ลำดับที่	เวลา	น้ำหนัก/ตัว (g.)						$\overline{X}$	S	หมายเหตุ
		ตัวที่ 1	ตัวที่ 2	ตัวที่ 3	ตัวที่ 4	ตัวที่ 5	ตัวที่ 6			
1	9.00	8.59	8.65	8.55	8.61	8.81	8.63	8.6400	0.0901	
2	9.30	8.60	8.37	8.62	8.72	8.62	8.49	8.5700	0.1223	
3	10.00	8.56	8.84	8.75	8.60	8.63	8.39	8.6283	0.1561	
4	10.30	8.62	8.57	8.45	8.71	8.65	8.60	8.6000	0.0876	
5	11.00	8.71	8.56	8.50	8.60	8.43	8.57	8.5617	0.0945	
6	11.30	8.64	8.87	8.81	8.60	8.76	8.58	8.7100	0.1200	
7	12.00	8.59	8.46	8.60	8.59	8.74	8.60	8.5967	0.0887	
8	12.30	8.61	8.81	8.71	8.71	8.61	8.70	8.6917	0.0749	
9	13.00	8.63	8.59	8.72	8.62	8.59	8.49	8.6067	0.0745	
10	13.30	8.62	8.71	8.64	8.59	8.60	8.78	8.6567	0.0739	
11	14.00	8.57	8.71	8.81	8.70	8.60	8.65	8.6733	0.0864	
12	14.30	8.71	8.59	8.49	8.39	8.80	8.67	8.6083	0.1503	
13	15.00	8.60	8.63	8.71	8.64	8.75	8.70	8.6717	0.0571	
14	15.30	8.65	8.82	8.48	8.53	8.64	8.47	8.5983	0.1332	
15	16.00	8.49	8.64	8.71	8.67	8.72	8.71	8.6567	0.0871	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค-3 การเก็บบันทึกน้ำหนักมือจับพลาสติกรุ่น 96KV เครื่องจักรที่ 5 วันที่ 7 ธันวาคม 2559

☐ รุ่น 96EV ☑ รุ่น 96KV ☐ รุ่น 128IV

จำนวนที่ผลิต (ชิ้น/วัน) : 11,520 ชิ้น

เครื่องจักรที่ : ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☑ 5 ☐ 6

น้ำหนักมาตรฐานที่กำหนด Spec Limit (g.) : 10.28-10.92 g.

วันที่ผลิต : 7 ธันวาคม 2559

ลำดับที่	เวลา	น้ำหนัก/ตัว (g.)						$\overline{X}$	S	หมายเหตุ
		ตัวที่ 1	ตัวที่ 2	ตัวที่ 3	ตัวที่ 4	ตัวที่ 5	ตัวที่ 6			
1	9.00	10.75	10.51	10.71	10.62	10.34	10.71	10.6067	0.1565	
2	9.30	10.62	10.54	10.59	10.58	10.81	10.58	10.6200	0.0965	
3	10.00	10.63	10.29	10.58	10.37	10.82	10.58	10.5450	0.1902	
4	10.30	10.77	10.28	10.58	10.43	10.49	10.37	10.4867	0.1724	
5	11.00	10.46	10.51	10.61	10.81	10.87	10.36	10.6033	0.2012	
6	11.30	10.58	10.72	10.91	10.29	10.28	10.29	10.5117	0.2678	
7	12.00	10.45	10.72	10.61	10.44	10.69	10.73	10.6067	0.1322	
8	12.30	10.74	10.63	10.72	10.41	10.67	10.54	10.6183	0.1245	
9	13.00	10.73	10.60	10.49	10.52	10.81	10.72	10.6450	0.1279	
10	13.30	10.67	10.58	10.49	10.87	10.90	10.74	10.7083	0.1609	
11	14.00	10.66	10.56	10.62	10.72	10.72	10.56	10.6400	0.0727	
12	14.30	10.49	10.49	10.80	10.42	10.66	10.61	10.5783	0.1396	
13	15.00	10.36	10.81	10.67	10.57	10.38	10.63	10.5700	0.1740	
14	15.30	10.81	10.53	10.71	10.27	10.44	10.71	10.5783	0.2024	
15	16.00	10.63	10.87	10.48	10.61	10.39	10.49	10.5783	0.1683	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค-4 การเก็บบันทึกน้ำหนักมือจับพลาสติกรุ่น 96KV เครื่องจักรที่ 5 วันที่ 8 ธันวาคม 2559

☐ รุ่น 96EV ☑ รุ่น 96KV ☐ รุ่น 128IV

จำนวนที่ผลิต (ชิ้น/วัน) : 11,520 ชิ้น

เครื่องจักรที่ : ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☑ 5 ☐ 6

น้ำหนักมาตรฐานที่กำหนด Spec Limit (g.) : 10.28-10.92 g.

วันที่ผลิต : 8 ธันวาคม 2559

ลำดับที่	เวลา	น้ำหนัก/ตัว (g.)						$\overline{X}$	S	หมายเหตุ
		ตัวที่ 1	ตัวที่ 2	ตัวที่ 3	ตัวที่ 4	ตัวที่ 5	ตัวที่ 6			
1	9.00	10.68	10.77	10.55	10.46	10.51	10.61	10.5967	0.1145	
2	9.30	10.33	10.47	10.46	10.59	10.39	10.38	10.4367	0.0916	
3	10.00	10.57	10.62	10.46	10.62	10.37	10.44	10.5133	0.1046	
4	10.30	10.59	10.48	10.58	10.49	10.66	10.43	10.5383	0.0857	
5	11.00	10.81	10.77	10.71	10.57	10.87	10.67	10.7333	0.1069	
6	11.30	10.71	10.90	10.59	10.56	10.76	10.61	10.6883	0.1286	
7	12.00	10.63	10.30	10.61	10.61	10.59	10.71	10.5750	0.1411	
8	12.30	10.47	10.30	10.91	10.90	10.71	10.49	10.6300	0.2497	
9	13.00	10.61	10.90	10.61	10.54	10.39	10.72	10.6283	0.1717	
10	13.30	10.46	10.81	10.62	10.52	10.91	10.61	10.6550	0.1724	
11	14.00	10.58	10.65	10.71	10.32	10.29	10.59	10.5233	0.1757	
12	14.30	10.47	10.57	10.91	10.61	10.38	10.59	10.5883	0.1798	
13	15.00	10.39	10.68	10.56	10.63	10.57	10.38	10.5350	0.1241	
14	15.30	10.59	10.62	10.43	10.61	10.64	10.54	10.5717	0.0773	
15	16.00	10.88	10.59	10.74	10.71	10.56	10.73	10.7017	0.1155	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค-5 การเก็บบันทึกน้ำหนักมือจับพลาสติกรุ่น 128IV เครื่องจักรที่ 6 วันที่ 7 ธันวาคม 2559

☐ **รุ่น 96EV** ☐ **รุ่น 96KV** ☑ **รุ่น 128IV**

จำนวนที่ผลิต (ชิ้น/วัน) : 5,760 ชิ้น

เครื่องจักรที่ : ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☑ 6

น้ำหนักมาตรฐานที่กำหนด Spec Limit (g.) : 23.67-25.13 g.

วันที่ผลิต : 7 ธันวาคม 2559

ลำดับที่	เวลา	น้ำหนัก/ตัว (g.)						$\overline{X}$	S	หมายเหตุ
		ตัวที่ 1	ตัวที่ 2	ตัวที่ 3	ตัวที่ 4	ตัวที่ 5	ตัวที่ 6			
1	9.00	24.32	24.15	24.44	24.44	24.24	24.35	24.3233	0.1140	
2	9.30	24.34	24.14	24.34	24.57	24.45	24.55	24.3983	0.1604	
3	10.00	24.01	24.21	24.62	24.36	24.11	24.39	24.2833	0.2194	
4	10.30	24.40	24.32	24.59	24.32	24.42	24.39	24.4067	0.0991	
5	11.00	24.52	24.34	24.47	24.22	24.21	24.61	24.3950	0.1645	
6	11.30	24.41	24.67	24.35	24.15	24.32	24.31	24.3683	0.1712	
7	12.00	24.48	24.34	24.54	24.47	24.39	24.39	24.4350	0.0740	
8	12.30	24.22	24.38	24.34	24.49	24.50	24.38	24.3850	0.1035	
9	13.00	24.47	24.27	24.41	24.65	24.40	24.40	24.4333	0.1247	
10	13.30	24.34	24.51	24.24	24.37	24.40	24.19	24.3417	0.1148	
11	14.00	24.35	24.45	24.38	24.55	24.29	24.41	24.4050	0.0894	
12	14.30	24.52	24.43	24.37	24.11	24.41	24.60	24.4067	0.1674	
13	15.00	24.12	24.44	24.26	24.43	24.39	24.59	24.3717	0.1624	
14	15.30	24.21	24.67	24.44	24.24	24.38	24.42	24.3933	0.1654	
15	16.00	24.45	24.32	24.47	24.27	24.39	24.40	24.3833	0.0763	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค-6 การเก็บบันทึกน้ำหนักมือจับพลาสติกรุ่น 128IV เครื่องจักรที่ 6 วันที่ 8 ธันวาคม 2559

☐ รุ่น 96EV ☐ รุ่น 96KV ☑ รุ่น 128IV

จำนวนที่ผลิต (ชิ้น/วัน) : 5,760 ชิ้น

เครื่องจักรที่ : ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☑ 6

น้ำหนักมาตรฐานที่กำหนด Spec Limit (g.) : 23.67-25.13 g.

วันที่ผลิต : 8 ธันวาคม 2559

ลำดับที่	เวลา	น้ำหนัก/ตัว (g.)						$\overline{X}$	S	หมายเหตุ
		ตัวที่ 1	ตัวที่ 2	ตัวที่ 3	ตัวที่ 4	ตัวที่ 5	ตัวที่ 6			
1	9.00	24.32	24.34	24.30	24.52	24.40	24.37	24.3750	0.0794	
2	9.30	24.45	24.67	24.32	24.49	24.10	24.38	24.4017	0.1899	
3	10.00	24.25	24.57	24.25	24.47	24.32	24.34	24.3667	0.1282	
4	10.30	24.10	24.35	24.44	24.62	24.34	24.62	24.4117	0.1968	
5	11.00	24.36	24.14	24.53	24.44	24.27	24.59	24.3883	0.1673	
6	11.30	24.36	24.46	24.47	24.11	24.55	24.27	24.3700	0.1601	
7	12.00	24.32	24.47	24.35	24.00	24.41	24.61	24.3600	0.2042	
8	12.30	24.52	24.37	24.30	24.22	24.10	24.19	24.2833	0.1484	
9	13.00	24.58	24.35	24.67	24.34	24.39	24.41	24.4567	0.1359	
10	13.30	24.29	24.56	24.55	24.48	24.36	24.39	24.4383	0.1091	
11	14.00	24.45	24.31	24.24	24.36	24.34	24.38	24.3467	0.0703	
12	14.30	24.62	24.45	24.42	24.54	24.40	24.41	24.4733	0.0880	
13	15.00	24.47	24.22	24.11	24.31	24.26	24.52	24.3150	0.1550	
14	15.30	24.54	24.37	24.35	24.39	24.42	24.40	24.4117	0.0674	
15	16.00	24.41	24.34	24.52	24.49	24.31	24.40	24.4117	0.0818	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค-7 การเก็บบันทึกน้ำหนักมือจับพลาสติกรุ่น 96EV เครื่องจักรที่ 1 วันที่ 13 ธันวาคม 2559

☑ รุ่น 96EV ☐ รุ่น 96KV ☐ รุ่น 128IV

จำนวนที่ผลิต (ชิ้น/วัน) : 11,520 ชิ้น

เครื่องจักรที่ : ☑ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6

น้ำหนักมาตรฐานที่กำหนด Spec Limit (g.) : 8.34-8.86 g.

วันที่ผลิต : 13 ธันวาคม 2559

ลำดับที่	เวลา	น้ำหนัก/ตัว (g.)						$\overline{X}$	S	หมายเหตุ
		ตัวที่ 1	ตัวที่ 2	ตัวที่ 3	ตัวที่ 4	ตัวที่ 5	ตัวที่ 6			
1	9.00	8.57	8.90	8.69	8.60	8.56	8.61	8.6550	0.1285	
2	9.30	8.63	8.60	8.59	8.61	8.44	8.77	8.6067	0.1052	
3	10.00	8.54	8.64	8.42	8.76	8.57	8.62	8.5917	0.1132	
4	10.30	8.52	8.53	8.87	8.44	8.65	8.74	8.6250	0.1601	
5	11.00	8.31	8.66	8.72	8.51	8.83	8.55	8.5967	0.1820	
6	11.30	8.64	8.57	8.49	8.69	8.77	8.56	8.6200	0.1008	
7	12.00	8.66	8.63	8.59	8.65	8.60	8.74	8.6450	0.0539	
8	12.30	8.53	8.61	8.77	8.60	8.45	8.65	8.6017	0.1085	
9	13.00	8.72	8.62	8.67	8.65	8.50	8.58	8.6233	0.0766	
10	13.30	8.81	8.51	8.60	8.33	8.72	8.61	8.5967	0.1671	
11	14.00	8.55	8.67	8.36	8.61	8.71	8.85	8.6250	0.1649	
12	14.30	8.77	8.64	8.40	8.60	8.59	8.57	8.5950	0.1195	
13	15.00	8.61	8.65	8.71	8.69	8.70	8.51	8.6450	0.0758	
14	15.30	8.44	8.57	8.71	8.76	8.60	8.47	8.5917	0.1270	
15	16.00	8.62	8.45	8.57	8.53	8.69	8.74	8.6000	0.1062	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค-8 การเก็บบันทึกน้ำหนักมือจับพลาสติกรุ่น 96EV เครื่องจักรที่ 1 วันที่ 14 ธันวาคม 2559

☑ รุ่น 96EV ☐ รุ่น 96KV ☐ รุ่น 128IV

จำนวนที่ผลิต (ชิ้น/วัน) : 11,520 ชิ้น

เครื่องจักรที่ : ☑ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6

น้ำหนักมาตรฐานที่กำหนด Spec Limit (g.) : 8.34-8.86 g.

วันที่ผลิต : 14 ธันวาคม 2559

ลำดับที่	เวลา	น้ำหนัก/ตัว (g.)						$\overline{X}$	S	หมายเหตุ
		ตัวที่ 1	ตัวที่ 2	ตัวที่ 3	ตัวที่ 4	ตัวที่ 5	ตัวที่ 6			
1	9.00	8.66	8.86	8.55	8.60	8.50	8.49	8.6100	0.1380	
2	9.30	8.64	8.53	8.74	8.84	8.59	8.42	8.6267	0.1496	
3	10.00	8.39	8.45	8.61	8.67	8.91	8.55	8.5967	0.1845	
4	10.30	8.55	8.61	8.64	8.56	8.42	8.97	8.6250	0.1851	
5	11.00	8.83	8.47	8.59	8.71	8.60	8.49	8.6150	0.1362	
6	11.30	8.60	8.57	8.55	8.65	8.36	8.49	8.5367	0.1015	
7	12.00	8.62	8.78	8.64	8.57	8.62	8.65	8.6467	0.0709	
8	12.30	8.47	8.60	8.62	8.82	8.57	8.43	8.5850	0.1372	
9	13.00	8.71	8.68	8.48	8.61	8.82	8.46	8.6267	0.1391	
10	13.30	8.49	8.61	8.51	8.38	8.60	8.72	8.5517	0.1175	
11	14.00	8.60	8.82	8.53	8.62	8.71	8.40	8.6133	0.1447	
12	14.30	8.48	8.56	8.63	8.58	8.55	8.67	8.5783	0.0662	
13	15.00	8.64	8.60	8.78	8.62	8.56	8.62	8.6367	0.0753	
14	15.30	8.56	8.90	8.57	8.45	8.65	8.71	8.6400	0.1549	
15	16.00	8.63	8.72	8.47	8.69	8.39	8.60	8.5833	0.1286	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค-9 การเก็บบันทึกน้ำหนักมือจับพลาสติกรุ่น 96KV เครื่องจักรที่ 2 วันที่ 13 ธันวาคม 2559

☐ รุ่น 96EV ☑ รุ่น 96KV ☐ รุ่น 128IV

จำนวนที่ผลิต (ชิ้น/วัน) : 11,520 ชิ้น

เครื่องจักรที่ : ☐ 1 ☑ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6

น้ำหนักมาตรฐานที่กำหนด Spec Limit (g.) : 10.28-10.92 g.

วันที่ผลิต : 13 ธันวาคม 2559

ลำดับที่	เวลา	น้ำหนัก/ตัว (g.)						$\overline{X}$	S	หมายเหตุ
		ตัวที่ 1	ตัวที่ 2	ตัวที่ 3	ตัวที่ 4	ตัวที่ 5	ตัวที่ 6			
1	9.00	10.27	10.64	10.54	10.35	10.42	10.39	10.4350	0.1340	
2	9.30	10.45	10.69	10.33	10.51	10.61	10.56	10.5250	0.1261	
3	10.00	10.33	10.55	10.41	10.30	10.37	10.58	10.4233	0.1162	
4	10.30	10.62	10.64	10.72	10.42	10.53	10.32	10.5417	0.1495	
5	11.00	10.42	10.43	10.63	10.57	10.47	10.70	10.5367	0.1148	
6	11.30	10.37	10.73	10.57	10.49	10.55	10.30	10.5017	0.1532	
7	12.00	10.56	10.51	10.38	10.40	10.64	10.49	10.4967	0.0977	
8	12.30	10.52	10.19	10.68	10.34	10.54	10.51	10.4633	0.1721	
9	13.00	10.51	10.25	10.36	10.53	10.64	10.46	10.4583	0.1370	
10	13.30	10.37	10.54	10.65	10.40	10.34	10.61	10.4850	0.1322	
11	14.00	10.62	10.60	10.56	10.22	10.40	10.47	10.4783	0.1513	
12	14.30	10.67	10.68	10.55	10.35	10.68	10.47	10.5667	0.1363	
13	15.00	10.46	10.61	10.43	10.64	10.46	10.50	10.5167	0.0873	
14	15.30	10.55	10.48	10.52	10.53	10.32	10.68	10.5133	0.1166	
15	16.00	10.65	10.57	10.46	10.49	10.62	10.38	10.5283	0.1030	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค-10 การเก็บบันทึกน้ำหนักมือจับพลาสติกรุ่น 96KV เครื่องจักรที่ 2 วันที่ 14 ธันวาคม 2559

☐ รุ่น 96EV ☑ รุ่น 96KV ☐ รุ่น 128IV

จำนวนที่ผลิต (ชิ้น/วัน) : 11,520 ชิ้น

เครื่องจักรที่ : ☐ 1 ☑ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6

น้ำหนักมาตรฐานที่กำหนด Spec Limit (g.) : 10.28-10.92 g.

วันที่ผลิต : 14 ธันวาคม 2559

ลำดับที่	เวลา	น้ำหนัก/ตัว (g.)						$\overline{X}$	S	หมายเหตุ
		ตัวที่ 1	ตัวที่ 2	ตัวที่ 3	ตัวที่ 4	ตัวที่ 5	ตัวที่ 6			
1	9.00	10.53	10.60	10.64	10.65	10.36	10.45	10.5383	0.1151	
2	9.30	10.30	10.65	10.67	10.70	10.56	10.49	10.5617	0.1499	
3	10.00	10.46	10.48	10.61	10.47	10.30	10.45	10.4617	0.0987	
4	10.30	10.60	10.52	10.57	10.72	10.44	10.20	10.5083	0.1771	
5	11.00	10.48	10.62	10.50	10.61	10.42	10.38	10.5017	0.0977	
6	11.30	10.65	10.47	10.39	10.74	10.61	10.50	10.5600	0.1293	
7	12.00	10.51	10.40	10.45	10.30	10.52	10.29	10.4117	0.1003	
8	12.30	10.67	10.62	10.69	10.45	10.54	10.47	10.5733	0.1021	
9	13.00	10.51	10.30	10.71	10.52	10.60	10.63	10.5450	0.1410	
10	13.30	10.60	10.34	10.57	10.48	10.39	10.42	10.4667	0.1027	
11	14.00	10.42	10.60	10.63	10.58	10.43	10.67	10.5550	0.1052	
12	14.30	10.37	10.74	10.60	10.50	10.53	10.48	10.5367	0.1247	
13	15.00	10.60	10.58	10.49	10.55	10.59	10.60	10.5683	0.0426	
14	15.30	10.53	10.35	10.58	10.39	10.48	10.40	10.4550	0.0896	
15	16.00	10.62	10.43	10.60	10.36	10.26	10.57	10.4733	0.1464	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค-11 การเก็บบันทึกน้ำหนักมือจับพลาสติกรุ่น 128IV เครื่องจักรที่ 3 วันที่ 13 ธันวาคม 2559

☐ รุ่น 96EV ☐ รุ่น 96KV ☑ รุ่น 128IV

จำนวนที่ผลิต (ชิ้น/วัน) : 5,760 ชิ้น

เครื่องจักรที่ : ☐ 1 ☐ 2 ☑ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6

น้ำหนักมาตรฐานที่กำหนด Spec Limit (g.) : 23.67-25.13 g.

วันที่ผลิต : 13 ธันวาคม 2559

ลำดับที่	เวลา	น้ำหนัก/ตัว (g.)						$\overline{X}$	S	หมายเหตุ
		ตัวที่ 1	ตัวที่ 2	ตัวที่ 3	ตัวที่ 4	ตัวที่ 5	ตัวที่ 6			
1	9.00	24.62	24.50	24.48	24.43	24.33	24.49	24.4750	0.0948	
2	9.30	24.44	24.25	24.41	24.56	24.51	24.31	24.4133	0.1174	
3	10.00	24.46	24.20	24.23	24.48	24.34	24.42	24.3550	0.1190	
4	10.30	24.40	24.67	24.50	24.28	24.28	24.55	24.4467	0.1556	
5	11.00	24.51	24.46	24.35	24.64	24.37	24.58	24.4850	0.1147	
6	11.30	24.22	24.38	24.51	24.30	24.42	24.34	24.3617	0.1001	
7	12.00	24.32	24.41	24.39	24.50	24.46	24.60	24.4467	0.0971	
8	12.30	24.52	24.57	24.44	24.62	24.45	24.36	24.4933	0.0950	
9	13.00	24.66	24.54	24.32	24.43	24.45	24.33	24.4550	0.1294	
10	13.30	24.30	24.51	24.18	24.38	24.42	24.25	24.3400	0.1202	
11	14.00	24.27	24.41	24.38	24.54	24.42	24.65	24.4450	0.1325	
12	14.30	24.52	24.40	24.39	24.57	24.41	24.44	24.4550	0.0734	
13	15.00	24.18	24.51	24.38	24.52	24.35	24.45	24.3983	0.1267	
14	15.30	24.54	24.35	24.42	24.40	24.62	24.37	24.4500	0.1066	
15	16.00	24.43	24.28	24.31	24.27	24.41	24.46	24.3600	0.0829	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค-12 การเก็บบันทึกน้ำหนักมือจับพลาสติกรุ่น 128IV เครื่องจักรที่ 3 วันที่ 14 ธันวาคม 2559

☐ รุ่น 96EV ☐ รุ่น 96KV ☑ รุ่น 128IV

จำนวนที่ผลิต (ชิ้น/วัน) : 5,760 ชิ้น

เครื่องจักรที่ : ☐ 1 ☐ 2 ☑ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6

น้ำหนักมาตรฐานที่กำหนด Spec Limit (g.) : 23.67-25.13 g.

วันที่ผลิต : 14 ธันวาคม 2559

ลำดับที่	เวลา	น้ำหนัก/ตัว (g.)						$\overline{X}$	S	หมายเหตุ
		ตัวที่ 1	ตัวที่ 2	ตัวที่ 3	ตัวที่ 4	ตัวที่ 5	ตัวที่ 6			
1	9.00	24.32	24.41	24.66	24.40	24.15	24.46	24.4000	0.1675	
2	9.30	24.42	24.39	24.38	24.53	24.45	24.22	24.3983	0.1026	
3	10.00	24.34	24.44	24.26	24.25	24.42	24.58	24.3817	0.1250	
4	10.30	24.27	24.40	24.38	24.55	24.16	24.51	24.3783	0.1461	
5	11.00	24.56	24.35	24.60	24.42	24.34	24.40	24.4450	0.1095	
6	11.30	24.30	24.45	24.40	24.27	24.30	24.19	24.3183	0.0933	
7	12.00	24.41	24.39	24.45	24.64	24.35	24.44	24.4467	0.1013	
8	12.30	24.35	24.40	24.45	24.51	24.37	24.25	24.3883	0.0891	
9	13.00	24.19	24.55	24.34	24.43	24.31	24.38	24.3667	0.1208	
10	13.30	24.42	24.33	24.36	24.57	24.29	24.44	24.4017	0.0995	
11	14.00	24.40	24.47	24.33	24.39	24.20	24.11	24.3167	0.1359	
12	14.30	24.60	24.34	24.16	24.47	24.50	24.40	24.4117	0.1518	
13	15.00	24.27	24.17	24.43	24.33	24.55	24.45	24.3667	0.1371	
14	15.30	24.40	24.53	24.12	24.67	24.47	24.25	24.4067	0.1977	
15	16.00	24.57	24.45	24.40	24.42	24.35	24.65	24.4733	0.1136	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค-13 การเก็บบันทึกน้ำหนักมือจับพลาสติกรุ่น 96EV เครื่องจักรที่ 4 วันที่ 21 ธันวาคม 2559

☑ รุ่น 96EV ☐ รุ่น 96KV ☐ รุ่น 128IV

จำนวนที่ผลิต (ชิ้น/วัน) : 11,520 ชิ้น

เครื่องจักรที่ : ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☑ 4 ☐ 5 ☐ 6

น้ำหนักมาตรฐานที่กำหนด Spec Limit (g.) : 8.34-8.86 g.

วันที่ผลิต : 21 ธันวาคม 2559

ลำดับที่	เวลา	น้ำหนัก/ตัว (g.)						$\overline{X}$	S	หมายเหตุ
		ตัวที่ 1	ตัวที่ 2	ตัวที่ 3	ตัวที่ 4	ตัวที่ 5	ตัวที่ 6			
1	9.00	8.56	8.60	8.64	8.61	8.56	8.64	8.6017	0.0360	
2	9.30	8.59	8.59	8.65	8.64	8.84	8.52	8.6383	0.1091	
3	10.00	8.43	8.53	8.61	8.62	8.67	8.47	8.5550	0.0938	
4	10.30	8.91	8.74	8.56	8.43	8.79	8.73	8.6933	0.1714	
5	11.00	8.59	8.62	8.56	8.56	8.62	8.65	8.6000	0.0363	
6	11.30	8.55	8.64	8.76	8.42	8.59	8.71	8.6117	0.1212	
7	12.00	8.63	8.53	8.61	8.65	8.64	8.66	8.6200	0.0473	
8	12.30	8.61	8.61	8.68	8.60	8.57	8.73	8.6333	0.0596	
9	13.00	8.49	8.56	8.63	8.55	8.65	8.62	8.5833	0.0606	
10	13.30	8.77	8.73	8.58	8.34	8.81	8.64	8.6450	0.1717	
11	14.00	8.63	8.32	8.64	8.67	8.54	8.52	8.5533	0.1286	
12	14.30	8.73	8.60	8.51	8.74	8.62	8.55	8.6250	0.0935	
13	15.00	8.32	8.65	8.57	8.64	8.62	8.54	8.5567	0.1234	
14	15.30	8.69	8.74	8.82	8.64	8.69	8.43	8.6683	0.1317	
15	16.00	8.65	8.56	8.69	8.33	8.72	8.56	8.5850	0.1412	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค-14 การเก็บบันทึกน้ำหนักมือจับพลาสติกรุ่น 96EV เครื่องจักรที่ 4 วันที่ 22 ธันวาคม 2559

☑ รุ่น 96EV ☐ รุ่น 96KV ☐ รุ่น 128IV

จำนวนที่ผลิต (ชิ้น/วัน) : 11,520 ชิ้น

เครื่องจักรที่ : ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☑ 4 ☐ 5 ☐ 6

น้ำหนักมาตรฐานที่กำหนด Spec Limit (g.) : 8.34-8.86 g.

วันที่ผลิต : 22 ธันวาคม 2559

ลำดับที่	เวลา	น้ำหนัก/ตัว (g.)						$\overline{X}$	S	หมายเหตุ
		ตัวที่ 1	ตัวที่ 2	ตัวที่ 3	ตัวที่ 4	ตัวที่ 5	ตัวที่ 6			
1	9.00	8.42	8.67	8.60	8.79	8.57	8.60	8.6083	0.1216	
2	9.30	8.53	8.33	8.64	8.50	8.55	8.44	8.4983	0.1053	
3	10.00	8.44	8.52	8.52	8.52	8.61	8.46	8.5117	0.0595	
4	10.30	8.63	8.59	8.72	8.71	8.54	8.68	8.6450	0.0712	
5	11.00	8.75	8.89	8.59	8.65	8.52	8.65	8.6750	0.1299	
6	11.30	8.56	8.64	8.88	8.66	8.42	8.53	8.6150	0.1557	
7	12.00	8.63	8.47	8.64	8.50	8.49	8.64	8.5617	0.0828	
8	12.30	8.77	8.86	8.63	8.72	8.57	8.53	8.6800	0.1259	
9	13.00	8.65	8.42	8.60	8.69	8.64	8.61	8.6017	0.0945	
10	13.30	8.61	8.69	8.75	8.57	8.69	8.76	8.6783	0.0755	
11	14.00	8.55	8.64	8.46	8.57	8.57	8.64	8.5717	0.0668	
12	14.30	8.76	8.71	8.63	8.52	8.88	8.62	8.6867	0.1255	
13	15.00	8.61	8.66	8.57	8.67	8.63	8.67	8.6350	0.0399	
14	15.30	8.68	8.61	8.46	8.61	8.60	8.53	8.5817	0.0763	
15	16.00	8.43	8.72	8.53	8.69	8.77	8.60	8.6233	0.1280	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค-15 การเก็บบันทึกน้ำหนักมือจับพลาสติกรุ่น 96KV เครื่องจักรที่ 5 วันที่ 21 ธันวาคม 2559

☐ รุ่น 96EV ☑ รุ่น 96KV ☐ รุ่น 128IV

จำนวนที่ผลิต (ชิ้น/วัน) : 11,520 ชิ้น

เครื่องจักรที่ : ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☑ 5 ☐ 6

น้ำหนักมาตรฐานที่กำหนด Spec Limit (g.) : 10.28-10.92 g.

วันที่ผลิต : 21 ธันวาคม 2559

ลำดับที่	เวลา	น้ำหนัก/ตัว (g.)						$\overline{X}$	S	หมายเหตุ
		ตัวที่ 1	ตัวที่ 2	ตัวที่ 3	ตัวที่ 4	ตัวที่ 5	ตัวที่ 6			
1	9.00	10.43	10.51	10.44	10.23	10.65	10.53	10.4650	0.1397	
2	9.30	10.67	10.44	10.57	10.45	10.36	10.56	10.5083	0.1120	
3	10.00	10.46	10.41	10.24	10.36	10.68	10.55	10.4500	0.1528	
4	10.30	10.43	10.23	10.56	10.57	10.46	10.32	10.4283	0.1338	
5	11.00	10.58	10.67	10.34	10.28	10.54	10.23	10.4400	0.1801	
6	11.30	10.48	10.43	10.55	10.37	10.47	10.65	10.4917	0.0977	
7	12.00	10.36	10.36	10.56	10.26	10.24	10.25	10.3383	0.1214	
8	12.30	10.65	10.59	10.28	10.76	10.33	10.53	10.5233	0.1861	
9	13.00	10.35	10.44	10.58	10.57	10.67	10.37	10.4967	0.1289	
10	13.30	10.49	10.45	10.73	10.60	10.27	10.49	10.5050	0.1539	
11	14.00	10.33	10.38	10.44	10.68	10.76	10.56	10.5250	0.1713	
12	14.30	10.63	10.41	10.45	10.47	10.35	10.39	10.4500	0.0980	
13	15.00	10.45	10.73	10.67	10.56	10.36	10.44	10.5350	0.1440	
14	15.30	10.52	10.56	10.56	10.62	10.44	10.46	10.5267	0.0677	
15	16.00	10.46	10.50	10.45	10.76	10.56	10.37	10.5167	0.1346	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค-16 การเก็บบันทึกน้ำหนักมือจับพลาสติกรุ่น 96KV เครื่องจักรที่ 5 วันที่ 22 ธันวาคม 2559

☐ รุ่น 96EV ☑ รุ่น 96KV ☐ รุ่น 128IV

จำนวนที่ผลิต (ชิ้น/วัน) : 11,520 ชิ้น

เครื่องจักรที่ : ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☑ 5 ☐ 6

น้ำหนักมาตรฐานที่กำหนด Spec Limit (g.) : 10.28-10.92 g.

วันที่ผลิต : 22 ธันวาคม 2559

ลำดับที่	เวลา	น้ำหนัก/ตัว (g.)						$\overline{X}$	S	หมายเหตุ
		ตัวที่ 1	ตัวที่ 2	ตัวที่ 3	ตัวที่ 4	ตัวที่ 5	ตัวที่ 6			
1	9.00	10.43	10.53	10.43	10.73	10.42	10.65	10.5317	0.1315	
2	9.30	10.23	10.43	10.56	10.45	10.33	10.38	10.3967	0.1124	
3	10.00	10.68	10.38	10.65	10.43	10.71	10.49	10.5567	0.1408	
4	10.30	10.72	10.58	10.57	10.60	10.72	10.59	10.6300	0.0704	
5	11.00	10.38	10.65	10.26	10.38	10.53	10.65	10.4750	0.1603	
6	11.30	10.47	10.65	10.67	10.71	10.54	10.26	10.5500	0.1677	
7	12.00	10.38	10.58	10.34	10.64	10.53	10.57	10.5067	0.1196	
8	12.30	10.45	10.65	10.53	10.46	10.73	10.34	10.5267	0.1426	
9	13.00	10.49	10.55	10.63	10.75	10.61	10.37	10.5667	0.1299	
10	13.30	10.28	10.52	10.49	10.49	10.43	10.29	10.4167	0.1061	
11	14.00	10.35	10.51	10.30	10.32	10.22	10.57	10.3783	0.1338	
12	14.30	10.29	10.27	10.44	10.45	10.46	10.27	10.3633	0.0954	
13	15.00	10.37	10.65	10.46	10.52	10.36	10.34	10.4500	0.1197	
14	15.30	10.47	10.74	10.38	10.57	10.34	10.43	10.4883	0.1466	
15	16.00	10.49	10.56	10.63	10.67	10.66	10.45	10.5767	0.0920	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค-17 การเก็บบันทึกน้ำหนักมือจับพลาสติกรุ่น 128IV เครื่องจักรที่ 6 วันที่ 21 ธันวาคม 2559

☐ รุ่น 96EV ☐ รุ่น 96KV ☑ รุ่น 128IV

จำนวนที่ผลิต (ชิ้น/วัน) : 5,760 ชิ้น

เครื่องจักรที่ : ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☑ 6

น้ำหนักมาตรฐานที่กำหนด Spec Limit (g.) : 23.67-25.13 g.

วันที่ผลิต : 21 ธันวาคม 2559

ลำดับที่	เวลา	น้ำหนัก/ตัว (g.)						$\overline{X}$	S	หมายเหตุ
		ตัวที่ 1	ตัวที่ 2	ตัวที่ 3	ตัวที่ 4	ตัวที่ 5	ตัวที่ 6			
1	9.00	24.45	24.56	24.48	24.53	24.49	24.35	24.4767	0.0731	
2	9.30	24.49	24.37	24.53	24.42	24.23	24.56	24.4333	0.1218	
3	10.00	24.34	24.35	24.64	24.38	24.48	24.44	24.4383	0.1125	
4	10.30	24.36	24.23	24.58	24.37	24.13	24.36	24.3383	0.1520	
5	11.00	24.42	24.30	24.43	24.32	24.27	24.34	24.3467	0.0650	
6	11.30	24.28	24.67	24.38	24.39	24.36	24.39	24.4117	0.1332	
7	12.00	24.44	24.38	24.56	24.46	24.38	24.32	24.4233	0.0833	
8	12.30	24.42	24.36	24.37	24.47	24.36	24.41	24.3983	0.0436	
9	13.00	24.39	24.37	24.41	24.63	24.37	24.16	24.3883	0.1495	
10	13.30	24.37	24.45	24.22	24.35	24.48	24.49	24.3933	0.1025	
11	14.00	24.31	24.56	24.39	24.46	24.21	24.62	24.4250	0.1537	
12	14.30	24.26	24.47	24.51	24.40	24.40	24.37	24.4017	0.0866	
13	15.00	24.35	24.49	24.28	24.18	24.40	24.58	24.3800	0.1438	
14	15.30	24.26	24.61	24.47	24.56	24.47	24.46	24.4717	0.1199	
15	16.00	24.23	24.40	24.45	24.49	24.35	24.43	24.3917	0.0922	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค-18 การเก็บบันทึกน้ำหนักมือจับพลาสติกรุ่น 128IV เครื่องจักรที่ 6 วันที่ 22 ธันวาคม 2559

☐ รุ่น 96EV ☐ รุ่น 96KV ☑ รุ่น 128IV

จำนวนที่ผลิต (ชิ้น/วัน) : 5,760 ชิ้น

เครื่องจักรที่ : ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☑ 6

น้ำหนักมาตรฐานที่กำหนด Spec Limit (g.) : 23.67-25.13 g.

วันที่ผลิต : 22 ธันวาคม 2559

ลำดับที่	เวลา	น้ำหนัก/ตัว (g.)						$\overline{X}$	S	หมายเหตุ
		ตัวที่ 1	ตัวที่ 2	ตัวที่ 3	ตัวที่ 4	ตัวที่ 5	ตัวที่ 6			
1	9.00	24.31	24.41	24.24	24.48	24.46	24.37	24.3783	0.0915	
2	9.30	24.49	24.66	24.46	24.41	24.41	24.35	24.4633	0.1076	
3	10.00	24.48	24.58	24.35	24.63	24.35	24.27	24.4433	0.1431	
4	10.30	24.21	24.37	24.38	24.29	24.36	24.64	24.3750	0.1449	
5	11.00	24.11	24.39	24.29	24.31	24.50	24.52	24.3533	0.1521	
6	11.30	24.36	24.37	24.49	24.12	24.24	24.23	24.3017	0.1308	
7	12.00	24.37	24.30	24.36	24.43	24.48	24.67	24.4350	0.1307	
8	12.30	24.56	24.41	24.31	24.49	24.53	24.13	24.4050	0.1622	
9	13.00	24.36	24.50	24.65	24.45	24.42	24.46	24.4733	0.0983	
10	13.30	24.59	24.41	24.53	24.36	24.57	24.38	24.4733	0.1017	
11	14.00	24.56	24.38	24.28	24.37	24.35	24.30	24.3733	0.0995	
12	14.30	24.63	24.46	24.46	24.51	24.25	24.46	24.4617	0.1229	
13	15.00	24.38	24.40	24.29	24.42	24.27	24.55	24.3850	0.1009	
14	15.30	24.56	24.23	24.12	24.56	24.46	24.40	24.3883	0.1796	
15	16.00	24.44	24.45	24.47	24.63	24.39	24.57	24.4917	0.0900	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค-19 การเก็บบันทึกน้ำหนักมือจับพลาสติกรุ่น 96EV เครื่องจักรที่ 1 วันที่ 26 ธันวาคม 2559

☑ รุ่น 96EV ☐ รุ่น 96KV ☐ รุ่น 128IV

จำนวนที่ผลิต (ชิ้น/วัน) : 11,520 ชิ้น

เครื่องจักรที่ : ☑ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6

น้ำหนักมาตรฐานที่กำหนด Spec Limit (g.) : 8.34-8.86 g.

วันที่ผลิต : 26 ธันวาคม 2559

ลำดับที่	เวลา	น้ำหนัก/ตัว (g.)						$\overline{X}$	S	หมายเหตุ
		ตัวที่ 1	ตัวที่ 2	ตัวที่ 3	ตัวที่ 4	ตัวที่ 5	ตัวที่ 6			
1	9.00	8.61	8.60	8.41	8.55	8.73	8.62	8.5867	0.1048	
2	9.30	8.54	8.51	8.72	8.74	8.88	8.42	8.6350	0.1727	
3	10.00	8.63	8.80	8.62	8.81	8.67	8.52	8.6750	0.1122	
4	10.30	8.61	8.42	8.95	8.70	8.29	8.62	8.5983	0.2287	
5	11.00	8.68	8.51	8.89	8.83	8.52	8.63	8.6767	0.1572	
6	11.30	8.58	8.78	8.74	8.48	8.83	8.73	8.6900	0.1327	
7	12.00	8.51	8.90	8.63	8.30	8.43	8.71	8.5800	0.2134	
8	12.30	8.82	8.80	8.57	8.61	8.53	8.77	8.6833	0.1277	
9	13.00	8.67	8.54	8.57	8.52	8.83	8.63	8.6267	0.1143	
10	13.30	8.42	8.56	8.62	8.32	8.55	8.72	8.5317	0.1426	
11	14.00	8.73	8.47	8.56	8.78	8.81	8.63	8.6633	0.1332	
12	14.30	8.84	8.33	8.52	8.50	8.76	8.58	8.5883	0.1855	
13	15.00	8.36	8.53	8.54	8.64	8.56	8.61	8.5400	0.0978	
14	15.30	8.72	8.73	8.63	8.42	8.81	8.43	8.6233	0.1639	
15	16.00	8.35	8.44	8.62	8.33	8.63	8.62	8.4983	0.1419	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค-20 การเก็บบันทึกน้ำหนักมือจับพลาสติกรุ่น 96EV เครื่องจักรที่ 1 วันที่ 27 ธันวาคม 2559

☑ รุ่น 96EV ☐ รุ่น 96KV ☐ รุ่น 128IV

จำนวนที่ผลิต (ชิ้น/วัน) : 11,520 ชิ้น

เครื่องจักรที่ : ☑ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6

น้ำหนักมาตรฐานที่กำหนด Spec Limit (g.) : 8.34-8.86 g.

วันที่ผลิต : 27 ธันวาคม 2559

ลำดับที่	เวลา	น้ำหนัก/ตัว (g.)						$\overline{X}$	S	หมายเหตุ
		ตัวที่ 1	ตัวที่ 2	ตัวที่ 3	ตัวที่ 4	ตัวที่ 5	ตัวที่ 6			
1	9.00	8.73	8.73	8.52	8.74	8.84	8.62	8.6967	0.1111	
2	9.30	8.60	8.37	8.64	8.83	8.72	8.46	8.6033	0.1681	
3	10.00	8.54	8.92	8.90	8.74	8.66	8.32	8.6800	0.2277	
4	10.30	8.63	8.57	8.45	8.70	8.62	8.60	8.5950	0.0831	
5	11.00	8.63	8.53	8.53	8.61	8.42	8.59	8.5517	0.0765	
6	11.30	8.62	8.83	8.70	8.60	8.51	8.54	8.6333	0.1169	
7	12.00	8.58	8.46	8.72	8.52	8.72	8.63	8.6050	0.1058	
8	12.30	8.64	8.80	8.75	8.71	8.62	8.76	8.7133	0.0709	
9	13.00	8.62	8.57	8.73	8.64	8.50	8.42	8.5800	0.1094	
10	13.30	8.63	8.75	8.60	8.55	8.63	8.52	8.6133	0.0802	
11	14.00	8.52	8.50	8.80	8.70	8.55	8.61	8.6133	0.1166	
12	14.30	8.80	8.57	8.47	8.34	8.86	8.62	8.6100	0.1964	
13	15.00	8.62	8.72	8.73	8.65	8.93	8.70	8.7250	0.1089	
14	15.30	8.82	8.83	8.46	8.54	8.63	8.43	8.6183	0.1745	
15	16.00	8.40	8.72	8.74	8.62	8.63	8.76	8.6450	0.1332	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค-21 การเก็บบันทึกน้ำหนักมือจับพลาสติกรุ่น 96KV เครื่องจักรที่ 2 วันที่ 26 ธันวาคม 2559

☐ รุ่น 96EV ☑ รุ่น 96KV ☐ รุ่น 128IV

จำนวนที่ผลิต (ชิ้น/วัน) : 11,520 ชิ้น

เครื่องจักรที่ : ☐ 1 ☑ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6

น้ำหนักมาตรฐานที่กำหนด Spec Limit (g.) : 10.28-10.92 g.

วันที่ผลิต : 26 ธันวาคม 2559

ลำดับที่	เวลา	น้ำหนัก/ตัว (g.)						$\overline{X}$	S	หมายเหตุ
		ตัวที่ 1	ตัวที่ 2	ตัวที่ 3	ตัวที่ 4	ตัวที่ 5	ตัวที่ 6			
1	9.00	10.73	10.62	10.75	10.65	10.34	10.78	10.6450	0.1613	
2	9.30	10.64	10.40	10.52	10.50	10.89	10.57	10.5867	0.1685	
3	10.00	10.64	10.22	10.63	10.31	10.83	10.52	10.5250	0.2265	
4	10.30	10.70	10.25	10.56	10.52	10.49	10.35	10.4783	0.1589	
5	11.00	10.44	10.52	10.61	10.83	10.88	10.30	10.5967	0.2251	
6	11.30	10.56	10.78	10.63	10.25	10.28	10.28	10.4633	0.2237	
7	12.00	10.46	10.70	10.62	10.46	10.67	10.78	10.6150	0.1308	
8	12.30	10.77	10.63	10.73	10.43	10.64	10.63	10.6383	0.1177	
9	13.00	10.72	10.60	10.52	10.52	10.80	10.74	10.6500	0.1198	
10	13.30	10.67	10.56	10.44	10.89	10.60	10.72	10.6467	0.1533	
11	14.00	10.65	10.62	10.62	10.77	10.70	10.56	10.6533	0.0731	
12	14.30	10.40	10.43	10.80	10.51	10.63	10.63	10.5667	0.1498	
13	15.00	10.33	10.86	10.67	10.45	10.30	10.62	10.5383	0.2170	
14	15.30	10.89	10.52	10.72	10.24	10.47	10.74	10.5967	0.2328	
15	16.00	10.63	10.82	10.54	10.66	10.31	10.40	10.5600	0.1849	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค-22 การเก็บบันทึกน้ำหนักมือจับพลาสติกรุ่น 96KV เครื่องจักรที่ 2 วันที่ 27 ธันวาคม 2559

☐ รุ่น 96EV ☑ รุ่น 96KV ☐ รุ่น 128IV

จำนวนที่ผลิต (ชิ้น/วัน) : 11,520 ชิ้น

เครื่องจักรที่ : ☐ 1 ☑ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6

น้ำหนักมาตรฐานที่กำหนด Spec Limit (g.) : 10.28-10.92 g.

วันที่ผลิต : 27 ธันวาคม 2559

ลำดับที่	เวลา	น้ำหนัก/ตัว (g.)						$\overline{X}$	S	หมายเหตุ
		ตัวที่ 1	ตัวที่ 2	ตัวที่ 3	ตัวที่ 4	ตัวที่ 5	ตัวที่ 6			
1	9.00	10.61	10.70	10.52	10.40	10.57	10.42	10.5367	0.1147	
2	9.30	10.33	10.43	10.52	10.53	10.38	10.30	10.4150	0.0961	
3	10.00	10.57	10.42	10.42	10.43	10.37	10.47	10.4467	0.0683	
4	10.30	10.51	10.40	10.55	10.47	10.63	10.45	10.5017	0.0811	
5	11.00	10.82	10.79	10.75	10.62	10.80	10.67	10.7417	0.0799	
6	11.30	10.72	10.92	10.63	10.53	10.72	10.60	10.6867	0.1356	
7	12.00	10.45	10.34	10.66	10.62	10.50	10.76	10.5550	0.1533	
8	12.30	10.53	10.36	10.62	10.89	10.70	10.43	10.5883	0.1924	
9	13.00	10.66	10.82	10.62	10.53	10.30	10.76	10.6150	0.1852	
10	13.30	10.50	10.87	10.60	10.56	10.86	10.60	10.6650	0.1592	
11	14.00	10.56	10.62	10.75	10.30	10.24	10.53	10.5000	0.1944	
12	14.30	10.40	10.52	10.90	10.61	10.30	10.56	10.5483	0.2060	
13	15.00	10.37	10.62	10.55	10.62	10.56	10.30	10.5033	0.1354	
14	15.30	10.51	10.63	10.44	10.68	10.60	10.55	10.5683	0.0866	
15	16.00	10.87	10.53	10.70	10.72	10.59	10.70	10.6850	0.1174	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค-23 การเก็บบันทึกน้ำหนักมือจับพลาสติกรุ่น 128IV เครื่องจักรที่ 3 วันที่ 26 ธันวาคม 2559

☐ รุ่น 96EV ☐ รุ่น 96KV ☑ รุ่น 128IV

จำนวนที่ผลิต (ชิ้น/วัน) : 5,760 ชิ้น

เครื่องจักรที่ : ☐ 1 ☐ 2 ☑ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6

น้ำหนักมาตรฐานที่กำหนด Spec Limit (g.) : 23.67-25.13 g.

วันที่ผลิต : 26 ธันวาคม 2559

ลำดับที่	เวลา	น้ำหนัก/ตัว (g.)						$\overline{X}$	S	หมายเหตุ
		ตัวที่ 1	ตัวที่ 2	ตัวที่ 3	ตัวที่ 4	ตัวที่ 5	ตัวที่ 6			
1	9.00	24.33	23.87	24.04	24.42	24.23	24.35	24.2067	0.2112	
2	9.30	24.30	24.15	24.34	24.54	24.23	24.53	24.3483	0.1584	
3	10.00	24.00	24.42	24.50	24.35	24.12	24.32	24.2850	0.1889	
4	10.30	24.43	24.67	24.56	25.13	24.45	24.34	24.5967	0.2851	
5	11.00	25.12	25.34	24.51	24.44	24.42	24.40	24.7053	0.4148	
6	11.30	24.63	24.64	24.37	24.10	23.89	24.64	24.3783	0.3213	
7	12.00	24.52	24.37	24.56	24.66	23.89	24.80	24.4667	0.3168	
8	12.30	25.00	25.11	24.35	24.43	24.52	24.42	24.6383	0.3291	
9	13.00	24.40	24.30	24.32	24.78	24.75	23.65	24.3667	0.4097	
10	13.30	24.31	24.55	24.78	24.55	24.52	24.15	24.4767	0.2187	
11	14.00	24.11	24.20	24.15	24.53	24.24	25.15	24.3967	0.3979	
12	14.30	24.63	24.40	24.12	24.16	24.42	24.68	24.4017	0.2314	
13	15.00	24.11	24.57	24.32	23.78	23.12	24.21	24.0183	0.5107	
14	15.30	24.36	25.00	25.11	24.99	23.66	24.25	24.5617	0.5705	
15	16.00	24.64	24.35	24.44	24.25	24.30	24.34	24.3867	0.1391	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค-24 การเก็บบันทึกน้ำหนักมือจับพลาสติกรุ่น 128IV เครื่องจักรที่ 3 วันที่ 27 ธันวาคม 2559

☐ รุ่น 96EV ☐ รุ่น 96KV ☑ รุ่น 128IV

จำนวนที่ผลิต (ชิ้น/วัน) : 5,760 ชิ้น

เครื่องจักรที่ : ☐ 1 ☐ 2 ☑ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6

น้ำหนักมาตรฐานที่กำหนด Spec Limit (g.) : 23.67-25.13 g.

วันที่ผลิต : 27 ธันวาคม 2559

ลำดับที่	เวลา	น้ำหนัก/ตัว (g.)						$\overline{X}$	S	หมายเหตุ
		ตัวที่ 1	ตัวที่ 2	ตัวที่ 3	ตัวที่ 4	ตัวที่ 5	ตัวที่ 6			
1	9.00	24.36	24.30	25.10	24.50	24.53	24.66	24.5750	0.2872	
2	9.30	24.67	24.77	24.77	25.10	24.11	24.22	24.6067	0.3733	
3	10.00	23.77	24.78	24.20	24.65	24.21	24.35	24.3267	0.3606	
4	10.30	23.66	23.78	24.16	24.67	24.61	25.11	24.3317	0.5626	
5	11.00	24.52	24.89	23.99	23.88	25.00	25.00	24.5467	0.5067	
6	11.30	24.01	24.11	24.00	24.50	24.59	24.33	24.2567	0.2545	
7	12.00	24.35	23.77	24.48	24.00	24.42	24.60	24.2700	0.3177	
8	12.30	24.55	24.67	24.63	24.61	24.23	24.23	24.4867	0.2026	
9	13.00	24.53	24.78	24.89	24.91	24.93	25.00	24.8400	0.1678	
10	13.30	24.20	24.25	24.24	24.78	24.30	23.59	24.2267	0.3790	
11	14.00	24.21	24.35	24.25	24.45	25.11	24.33	24.4500	0.3339	
12	14.30	24.66	24.05	24.43	24.11	24.00	24.07	24.2200	0.2644	
13	15.00	24.45	24.35	24.19	24.39	25.32	24.55	24.5417	0.3994	
14	15.30	24.67	24.45	24.40	24.49	24.58	24.29	24.4800	0.1339	
15	16.00	24.40	24.42	24.32	24.33	24.35	24.23	24.3417	0.0674	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้