การเปรียบเทียบประสิทธิภาพกระบวนการผลิตของชิ้นส่วนยานยนต์ของบริษัท มหาจักรออโต้พาร์ท จำกัด

COMPARISON OF PRODUCTION PROCESS EFFICIENCY OF AUTOMOTION PARTS, MAHAJAK AUTOPARTSCO., LTD

กานต์ ไชยเสนา

ชาลิยาภรณ์ สุทธิศักดิ์

ฐิติกร เช็กชื่นกุล

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (สถิติประยุกต์)

ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COMPARISON OF PRODUCTION PROCESS EFFICIENCY OF AUTOMOTION PARTS, MAHAJAK AUTOPARTSCO., LTD

KAN CHAISENA
CHALIYAPORN SUTTISAK
THITIKON CHEKCHUENKUN

A SPECIAL PROBLEM SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENT FOR
THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE (APPLIED STATISTICS)
DEPARTMENT OF STATISTICS, SCHOOL OF SCIENCE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2022

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	การเปรียบเทียบประสิทธิภาพกระบวนการผลิตของชิ้นส่วนยานยนต์ของบริษัท มหาจักรออโต้พาร์ท จำกัด Comparison of Production Process Efficiency of Automotive Parts, Mahajak Autoparts Co., Ltd.
ชื่อนักศึกษา	นายกานต์ ไชยเสนา รหัสนักศึกษา 62050748 นางสาวชาลิยาภรณ์ สุทธิศักดิ์ รหัสนักศึกษา 62050763 นายฐิติกร เช็กชื่นกุล รหัสนักศึกษา 62050764
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (สถิติประยุกต์)
ภาควิชา	สถิติ
ปีการศึกษา	2565
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ชูใจ คูหารัตนไชย

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) อนุมัติให้ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยศาสตรบัณฑิต (สถิติประยุกต์) ประจำปีการศึกษา 2565

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ผศ.ดร.กนกกรรณ์ ลี้โรจนาประภา ประธานกรรมการ	Kanogkan L.
ดร.อัศวิน วงศ์วิวัฒน์ กรรมการ	อัศวิน
ผศ.ชูใจ คูหารัตนไชย กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ การเปรียบเทียบประสิทธิภาพกระบวนการผลิตของชิ้นส่วนยานยนต์ของบริษัท มหาจักรออโต้พาร์ท จำกัด

ชื่อนักศึกษา นายกานต์ ไชยเสนา รหัสนักศึกษา 62050748
นางสาวชาลิยาภรณ์ สุทธิศักดิ์ รหัสนักศึกษา 62050763
นายฐิติกร เช็กชื่นกุล รหัสนักศึกษา 62050764

ปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต (สถิติประยุกต์)

ภาควิชา สถิติ

คณะ วิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)

ปีการศึกษา 2565

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ชูใจ คูหารัตนไชย

บทคัดย่อ

การทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้มี จุดประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องมือวัดทั้ง 5 ชนิด ที่ใช้ในการวัดค่าตำแหน่งต่างๆ ของชิ้นส่วนยานยนต์ของบริษัท มหาจักรออโต้พาร์ท จำกัด และศึกษาความสามารถของกระบวนการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ของผลิตภัณฑ์ Barpin, Spindle, Nut water pump และ Nut assy hub โดยทำการเก็บข้อมูลทั้งหมด 3 ส่วน โดยส่วนที่ 1) ทำการเก็บข้อมูลเพื่อใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องมือวัดแบบไฮเกจ, เวอร์เนียร์, คอนทัวร์ และไมโครมิเตอร์กับเครื่องมือสแกน 2 มิติ ใช้สถิติทดสอบที (Paired Samples T-test) ส่วนที่ 2) ข้อมูลชุดนี้ทำการเก็บข้อมูล โดยวัดค่าจากเครื่องมือสแกน 2 มิติ แล้วนำข้อมูลมาทำการทดสอบการแจกแจงปกติด้วยวิธี Anderson-Darling ถ้าข้อมูลไม่มีการแจกแจงปกติ จะทำการแปลงข้อมูลด้วยวิธีของ Box-cox และ Johnson ส่วนที่ 3) ข้อมูลชุดนี้ทำการเก็บข้อมูล โดยวัดค่าจากเครื่องมือสแกน 2 มิติ นำข้อมูลที่ได้ในส่วนที่ 2 และ 3 มาสร้างแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$ - chart) และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย (R - chart) พร้อมทั้งหาค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น (C_{pk}) และระยะยาว (P_{pk}) และร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด

จากการศึกษาพบว่าค่าที่วัดได้จากเครื่องมือวัด แบบไฮเกจ, เวอร์เนียร์, คอนทัวร์ และไมโครมิเตอร์จะให้ค่าวัดที่แตกต่างกับค่าที่วัดได้จากเครื่องมือสแกน 2 มิติ และผลจากการศึกษาสมรรถนะของการบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ Barpin, Spindle, Nut water pump และ Nut assy hub ของข้อมูลในส่วนที่ 2 และ 3 นั้นไม่สอดคล้องกับความเป็นจริงของมาตรฐานที่โรงงานกำหนดไว้ อาจเกิดจากความผิดพลาดในการเก็บข้อมูล โดยมีสาเหตุมาจากความชำนาญและประสบการณ์ในการ

เอกสารนี้ [illegible] ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้เครื่องมือวัดของผู้วิจัย จึงขอแนะนำให้ผู้ที่ทำการศึกษาในหัวข้อเรื่องที่คล้ายคลึงกันนี้ควรมีความชำนาญและประสบการณ์ที่มากพอสำหรับการใช้เครื่องมือเพื่อเก็บข้อมูลมาใช้ในการศึกษา

คำสำคัญ : เครื่องมือสแกน 2 มิติ, ชิ้นส่วนยานยนต์, แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย, แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Comparison of Production Process Efficiency of Automotive Parts, Mahajak Autoparts Co., Ltd.		
Students	Mr. Kan	Chaisena	Student ID 62050748
	Miss Chaliyaporn	Suttisak	Student ID 62050763
	Mr. Thitikon	Chekchuenkun	Student ID 62050764
Degree	Bachelor of Science (Applied Statistics)		
Department	Statistics		
School	Science		
University	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)		
Academic Year	2022		
Advisor	Asst. Prof. Choojai Kuharatanachai		

Abstract

This special problem aims to study the efficiency of 5 measuring instrument. used to measure the position of automotive parts from Mahajak Auto Parts Co., Ltd. and study the capability of automotive parts production process of Barpin, Spindle, Nut water pump and Nut assy hub products. All data were divided into 3 parts in first part, The data were collected for testing the performance of measuring instruments Height gauge, Vernier, Contour and Micrometer with a 2D scanner using Paired Samples T-test. second part, The data were collected by measuring from a 2D scanner. Then using data to Normal distribution test by Anderson-Darling if the data is not has normally distributed, data will be transformed by Box-cox and Johnson transformation. third part, The data were collected by measuring from a 2D scanner. The information from part 2 and 3 used to be create the $\bar{X}$ - chart and R - chart, as well as to find the short run production process capability index (C_{pk}) and short run production process capability index (P_{pk}) and percentages were outside the defined limits.

The values measured by height gauges, verniers, contours and micrometers are different from those measured by 2D scan tools. Product Process Efficiency Study Results of Barpin, Spindle, Nut water pump and Nut assy hub Products of the information in sections 2 and 3 are inconsistent with the actual factory standards. May

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

be caused by a mistake in data collection. This was due to the expertise and experience in using the measuring instruments of the researchers. It is therefore recommended that those conducting studies on similar topics should have sufficient expertise and experience in using data collection tools for their studies.

Keywords : 2D scanner, automotive parts, average control chart, range control chart

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษเล่มนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาจาก ผศ.ชูใจ คูหารัตนไชย อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ซึ่งให้คำแนะนำ ให้คำปรึกษาและเอื้อเฟื้อเอกสารต่างๆ ที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ตลอดจนตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ เป็นอย่างดี ส่งผลให้งานวิจัยนี้บรรลุวัตถุประสงค์ นอกจากนี้ต้องขอขอบคุณ ผศ.ดร.กนกกรรณ์ ลี้โรจนาประภา และ ดร.อัศวิน วงศ์วิวัฒน์ ที่ตรวจสอบข้อบกพร่องและให้ข้อแนะนำเป็นอย่างดี จึงขอขอบพระคุณทุกท่านเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณพี่ๆ ในบริษัท มหาจักรออโต้พาร์ท จำกัด ที่ช่วยประสานงานในเรื่องต่างๆ และได้ให้ความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลของผลิตภัณฑ์ที่นำมาใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ ท่านคณาจารย์ภาควิชาสถิติทุกท่านเป็นอย่างสูงที่ช่วยประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้พร้อมทั้งให้คำแนะนำต่างๆ และขอบคุณเจ้าหน้าที่ภาควิชาสถิติทุกท่านที่ให้ความสะดวกและความช่วยเหลือในเรื่องต่างๆ ตลอดระยะเวลาในการจัดทำปัญหาพิเศษครั้งนี้

สุดท้ายนี้ทางผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ความรู้จากงานวิจัยเล่มนี้จะสามารถเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่ได้ทำการศึกษา หากมีส่วนใดบกพร่องหรือมีความผิดพลาดประการใด ทางผู้จัดทำต้องขออภัยเป็นอย่างสูง และขอน้อมรับคำเสนอแนะอันเป็นประโยชน์ทุกประการ

กานต์ ไชยเสนา
ฐิติกร เช็กชื่นกุล
ชาลิยาภรณ์ สุทธิศักดิ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	จ
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง	ฌ
สารบัญรูป	ฐ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ	4
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	9
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	9
2.1.1 แผนภูมิควบคุม (Control Chart)	9
2.1.1.1 ประเภทของแผนภูมิควบคุม	9
2.1.1.2 สาเหตุของการผันแปร	11
2.1.1.3 ขั้นตอนการสร้างแผนภูมิควบคุม	12
2.1.1.4 องค์ประกอบของแผนภูมิควบคุม	13
2.1.1.5 ลักษณะของแผนภูมิควบคุม	14
2.1.1.6 ประโยชน์ของแผนภูมิควบคุม	18
2.1.2 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$ - chart) และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย (R - chart)	19
2.1.3 ความสามารถของกระบวนการ	22
2.1.4 การคำนวณหาร้อยละข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนด	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.1.5 การทดสอบการแจกแจงปกติ..... 26
2.1.5.1 การแจกแจงปกติ..... 27
2.1.5.2 การทดสอบการแจกแจงปกติของ Anderson-Darling..... 28
2.1.5.3 การแปลงข้อมูล..... 32
2.1.6 ทฤษฎีขีดจำกัดเข้าสู่ส่วนกลาง (Central Limit Theorem; CLT)..... 38
2.1.7 สถิติทดสอบค่าเฉลี่ยสองกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระจากกัน (Paired Samples T-test)..... 39
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 41
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย..... 44
3.1 วิธีการดำเนินงาน..... 44
3.2 ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล..... 44
3.2.1 แหล่งที่มาของข้อมูล..... 44
3.2.2 เครื่องมือวัดค่าของชิ้นส่วนยานยนต์..... 45
3.2.3 การวัดค่าตำแหน่งต่างๆ ของชิ้นส่วนยานยนต์..... 51
3.2.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล..... 54
3.3 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล..... 63
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... 64
4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลส่วนที่ 1..... 66
4.1.1 ผลิตภัณฑ์ Barpin..... 66
4.1.2 ผลิตภัณฑ์ Spindle..... 68
4.1.3 ผลิตภัณฑ์ Nut water pump..... 70
4.1.4 ผลิตภัณฑ์ Nut assy hub..... 71
4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลส่วนที่ 2..... 73
4.2.1 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูล..... 73
4.2.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์..... 88

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลส่วนที่ 3	106
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	120
5.1 สรุปผลการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ชิ้นส่วนยานยนต์ Barpin	121
5.1.1 การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องมือวัดแบบไมโครมิเตอร์กับเครื่องมือสแกน 2 มิติ	121
5.1.2 คุณภาพของผลิตภัณฑ์ชิ้นส่วนยานยนต์ Barpin	121
5.2 สรุปผลการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ชิ้นส่วนยานยนต์ Spindle	121
5.2.1 การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องมือวัดแบบไฮเกจ ,คอนทัวร์ และไมโครมิเตอร์ กับเครื่องมือสแกน 2 มิติ	121
5.2.2 คุณภาพของผลิตภัณฑ์ชิ้นส่วนยานยนต์ Spindle	122
5.3 สรุปผลการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ชิ้นส่วนยานยนต์ Nut water pump	122
5.3.1 การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องมือวัดแบบเวอร์เนียร์กับเครื่องมือสแกน 2 มิติ	122
5.3.2 คุณภาพของผลิตภัณฑ์ชิ้นส่วนยานยนต์ Nut water pump	122
5.4 สรุปผลการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ชิ้นส่วนยานยนต์ Nut assy hub	123
5.4.1 การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องมือวัดแบบเวอร์เนียร์กับเครื่องมือสแกน 2 มิติ	123
5.4.2 คุณภาพของผลิตภัณฑ์ชิ้นส่วนยานยนต์ Nut assy hub	123
5.5 ปัญหาที่พบ	123
5.6 ข้อเสนอแนะ	123
เอกสารอ้างอิง	125
ภาคผนวก	127
ภาคผนวก ก	128
ภาคผนวก ข	133
ภาคผนวก ค	157

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

2.1 ข้อมูลผลิตภัณฑ์ Spindle วันที่ 24 มกราคม พ.ศ. 2566 29
2.2 การหาค่า u_i ; i = 1, 2, ..., 75 ในการคำนวณหาค่า AD 30
2.3 การคำนวณค่าต่างๆ เพื่อใช้ในการคำนวณหาค่า AD 31
2.4 ค่า λ ที่ใช้ในการแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงปกติ 33
2.5 การแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงปกติด้วยวิธี Box-Cox เมื่อ λ = -5 34
2.6 การแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงปกติด้วยวิธี Johnson 37
3.1 ตาราง MIL-STD 414 (Military-Standard 414) 54
3.2 ตารางการเก็บบันทึกข้อมูล Barpin ของวันที่ 24 มกราคม พ.ศ. 2566 55
3.3 ตารางการเก็บบันทึกข้อมูล Spindle ของวันที่ 24 มกราคม พ.ศ. 2566 56
3.4 ตารางการเก็บบันทึกข้อมูล Nut water pump ของวันที่ 24 มกราคม พ.ศ.2566 57
3.5 ตารางการเก็บบันทึกข้อมูล Nut assy hub ของวันที่ 24 มกราคม พ.ศ. 2566 58
3.6 ตารางการเก็บบันทึกข้อมูล Barpin ของวันที่ 13 มีนาคม พ.ศ. 2566 59
3.7 ตารางการเก็บบันทึกข้อมูล Spindle ของวันที่ 13 มีนาคม พ.ศ. 2566 60
3.8 ตารางการเก็บบันทึกข้อมูล Nut water pump ของวันที่ 13 มีนาคม พ.ศ.2566 61
3.9 ตารางการเก็บบันทึกข้อมูล Nut assy hub ของวันที่ 13 มีนาคม พ.ศ. 2566 62
4.1 ค่าวัดเฉลี่ยจากเครื่องมือวัดแบบไมโครมิเตอร์ 67
กับเครื่องมือสแกน 2 มิติ จากข้อมูลของผลิตภัณฑ์ Barpin
4.2 ค่าวัดเฉลี่ยจากเครื่องมือวัดแบบไฮเกจกับเครื่องมือสแกน 2 มิติ 69
จากข้อมูลของผลิตภัณฑ์ Spindle จุดที่ 4 และ จุดที่ 5
4.3 ค่าวัดเฉลี่ยจากเครื่องมือวัดแบบคอนทัวร์กับเครื่องมือสแกน 2 มิติ 69
จากข้อมูลของผลิตภัณฑ์ Spindle จุดที่ 14
4.4 ค่าวัดเฉลี่ยจากเครื่องมือวัดแบบไมโครมิเตอร์กับเครื่องมือสแกน 2 มิติ 69
จากข้อมูลของผลิตภัณฑ์ Spindle จุดที่ 22
4.5 ค่าวัดเฉลี่ยจากเครื่องมือวัดแบบเวอร์เนียร์กับเครื่องมือสแกน 2 มิติ 71
จากข้อมูลของผลิตภัณฑ์ Nut water pump

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

4.6 ค่าวัดเฉลี่ยจากเครื่องมือวัดแบบเวอร์เนียร์กับเครื่องมือสแกน 2 มิติ..... 73
จากข้อมูลของผลิตภัณฑ์ Nut assy hub
4.7 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติและผลการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson..... 74
ของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Barpin จุดที่ 8AX
4.8 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติและผลการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson..... 75
ของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Barpin จุดที่ 8BX
4.9 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติและผลการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson..... 76
ของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Barpin จุดที่ 8CX
4.10 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติและผลการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson..... 76
ของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Barpin จุดที่ 8AY
4.11 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติและผลการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson..... 77
ของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Barpin จุดที่ 8BY
4.12 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติและผลการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson..... 77
ของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Barpin จุดที่ 8CY
4.13 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติและผลการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson..... 79
ของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Spindle จุดที่ 4
4.14 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติและผลการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson..... 79
ของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Spindle จุดที่ 5
4.15 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติและผลการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson..... 80
ของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Spindle จุดที่ 14
4.16 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติและผลการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson..... 81
ของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Spindle จุดที่ 22
4.17 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติและผลการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Box-Cox..... 83
หรือ Johnson ของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Nut water pump จุดที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

4.18 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติและผลการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Box-Cox..... 83
หรือ Johnson ของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Nut water pump จุดที่ 2
4.19 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติและผลการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson..... 84
ของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Nut water pump จุดที่ 3
4.20 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติและผลการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Box-Cox..... 84
หรือ Johnson ของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Nut water pump จุดที่ 4
4.21 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติและผลการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson..... 86
ของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Nut assy hub จุดที่ 1
4.22 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติและผลการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson..... 87
ของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Nut assy hub จุดที่ 2
4.23 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติและผลการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson..... 87
ของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Nut assy hub จุดที่ 3
4.24 ผลการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุมคุณภาพข้อมูลส่วนที่ 2..... 90
ของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Barpin
4.25 ผลการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุมคุณภาพข้อมูลส่วนที่ 2..... 95
ของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Spindle
4.26 ผลการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุมคุณภาพข้อมูลส่วนที่ 2..... 99
ของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Nut water pump
4.27 ผลการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุมคุณภาพข้อมูลส่วนที่ 2..... 103
ของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Nut assy hub
4.28 ผลการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุมคุณภาพข้อมูลส่วนที่ 3..... 108
ของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Barpin
4.29 ผลการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุมคุณภาพข้อมูลส่วนที่ 3..... 112
ของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Spindle

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

4.30 ผลการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุมคุณภาพข้อมูลส่วนที่ 3 ของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Nut water pump 115
4.31 ผลการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุมคุณภาพข้อมูลส่วนที่ 3 ของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Nut assy hub 118

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1.1 ผลิตภัณฑ์ Barpin	4
1.2 ตัวอย่างของ Barpin เมื่อประกอบเข้ากับโช๊คอัพรถยนต์	4
1.3 ผลิตภัณฑ์ Spindle	5
1.4 ผลิตภัณฑ์ Nut water pump	5
1.5 ผลิตภัณฑ์ Nut assy hub	6
1.6 ตัวอย่าง Nut assy hub ที่ใช้ยึดล็อคล้อแม็กรถยนต์	6
1.7 เครื่องมือสแกน 2 มิติ	7
1.8 เครื่องมือวัดแบบไฮเกจ	7
1.9 เครื่องมือวัดแบบเวอร์เนียร์	8
1.10 เครื่องมือวัดแบบคอนทัวร์	8
1.11 เครื่องมือวัดแบบไมโครมิเตอร์	8
2.1 แสดงลักษณะการเปลี่ยนแปลงของรูปแบบที่ทำนายได้	11
2.2 แสดงลักษณะการเปลี่ยนแปลงของรูปแบบที่ทำนายไม่ได้	12
2.3 กราฟแผนภูมิควบคุม	13
2.4 กราฟแสดงองค์ประกอบของแผนภูมิควบคุม	13
2.5 แผนภูมิควบคุมที่มีกระบวนการผลิตอยู่ภายใต้การควบคุม	15
2.6 ลักษณะของแผนภูมิควบคุมที่ไม่อยู่ภายใต้การควบคุมแบบที่ 1	15
2.7 ลักษณะของแผนภูมิควบคุมที่ไม่อยู่ภายใต้การควบคุมแบบที่ 2	15
2.8 ลักษณะของแผนภูมิควบคุมที่ไม่อยู่ภายใต้การควบคุมแบบที่ 3	16
2.9 ลักษณะของแผนภูมิควบคุมที่ไม่อยู่ภายใต้การควบคุมแบบที่ 4	16
2.10 ลักษณะของแผนภูมิควบคุมที่ไม่อยู่ภายใต้การควบคุมแบบที่ 5	16
2.11 ลักษณะของแผนภูมิควบคุมที่ไม่อยู่ภายใต้การควบคุมแบบที่ 6	17
2.12 ลักษณะของแผนภูมิควบคุมที่ไม่อยู่ภายใต้การควบคุมแบบที่ 7	17
2.13 ลักษณะของแผนภูมิควบคุมที่ไม่อยู่ภายใต้การควบคุมแบบที่ 8	17
2.14 ค่าคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่มีสมรรถนะของกระบวนการผลิตมากกว่า 1	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.15 ร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนด	26
2.16 กราฟการแจกแจงปกติ	27
2.17 กราฟการทดสอบการแจกแจงปกติของ Anderson-Darling	32
2.18 กราฟการทดสอบการแจกแจงปกติด้วยวิธี Box-Cox ไปหาค่า Anderson-Darling	35
2.19 กราฟการทดสอบการแจกแจงปกติด้วยวิธี Johnson ไปหาค่า Anderson-Darling	38
2.20 การอธิบายทฤษฎีขีดจำกัดสู่ส่วนกลาง	39
3.1 บริษัท มหาจักรออโต้พาร์ท จำกัด	44
3.2 เครื่องมือสแกน 2 มิติ	45
3.3 เครื่องมือวัดแบบไฮเกจ	46
3.4 เครื่องมือวัดแบบไฮเกจ ระหว่างทำการวัดให้หมุนวงล้อ	47
3.5 เครื่องมือวัดแบบเวอร์เนียร์	48
3.6 วิธีการอ่านค่าเครื่องมือวัดแบบเวอร์เนียร์	49
3.7 เครื่องมือวัดแบบคอนทัวร์	49
3.8 ส่วนประกอบของเครื่องมือวัดแบบไมโครมิเตอร์	50
3.9 ผลิตภัณฑ์ Barpin ตำแหน่งแกน X	51
3.10 ผลิตภัณฑ์ Barpin ตำแหน่งแกน Y	51
3.11 ผลิตภัณฑ์ Spindle	52
3.12 ผลิตภัณฑ์ Nut water pump	52
3.13 ผลิตภัณฑ์ Nut assy hub	53
4.1 ผลการทดสอบค่าเฉลี่ย 2 กลุ่มที่ไม่เป็นอิสระจากกัน ของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Barpin ในจุดที่ 8AX	66
4.2 ผลการทดสอบค่าเฉลี่ย 2 กลุ่มที่ไม่เป็นอิสระจากกัน ของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Spindle ในจุดที่ 4	68
4.3 ผลการทดสอบค่าเฉลี่ย 2 กลุ่มที่ไม่เป็นอิสระจากกัน ของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Nut water pump ในจุดที่ 1	70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.4 ผลการทดสอบค่าเฉลี่ย 2 กลุ่มที่ไม่เป็นอิสระจากกัน ของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Nut assy hub ในจุดที่ 1	72
4.5 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Barpin ในจุดที่ 8AX ของวันที่ 24 มกราคม พ.ศ. 2566	74
4.6 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Spindle ในจุดที่ 4 ของวันที่ 24 มกราคม พ.ศ. 2566	78
4.7 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Nut water pump ในจุดที่ 1 ของวันที่ 24 มกราคม พ.ศ. 2566	82
4.8 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Nut assy hub ในจุดที่ 1 ของวันที่ 24 มกราคม พ.ศ. 2566	85
4.9 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Barpin ในจุดที่ 8AX ของวันที่ 24 มกราคม พ.ศ. 2566	88
4.10 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Spindle ใน จุดที่ 4 ของวันที่ 24 มกราคม พ.ศ. 2566	94
4.11 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Nut water pump จุดที่ 1 ของวันที่ 24 มกราคม พ.ศ. 2566	98
4.12 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Nut assy hub จุดที่ 1 ของวันที่ 24 มกราคม พ.ศ. 2566	102
4.13 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Barpin ในจุดที่ 8AX ของวันที่ 13 มีนาคม พ.ศ. 2566	106
4.14 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Spindle ใน จุดที่ 4 ของวันที่ 13 มีนาคม พ.ศ. 2566	111
4.15 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Nut water pump จุดที่ 1 ของวันที่ 13 มีนาคม พ.ศ. 2566	114
4.16 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Nut assy hub จุดที่ 1 ของวันที่ 13 มีนาคม พ.ศ. 2566	117

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยถือว่าเป็นฐานผลิตยานยนต์ที่สำคัญแห่งหนึ่งของโลก ซึ่งสามารถสร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจให้กับประเทศ ทำให้ภาครัฐไทยผลักดันและสนับสนุนให้อุตสาหกรรมยานยนต์เจริญเติบโตอย่างต่อเนื่องและเป็นหนึ่งในอุตสาหกรรมหลักที่ขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศ จนสามารถแข่งขันกับธุรกิจยานยนต์อื่นในตลาดโลกได้

อุตสาหกรรมยานยนต์ไทยนับว่าเป็นอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ที่มีการจ้างงานจำนวนมากสามารถสร้างรายได้เป็นเงินตราต่างประเทศจากการส่งออก และการดึงดูดการลงทุนทางตรงจากต่างประเทศ และยังสามารถเชื่อมโยงกับอุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่องอื่นๆ ได้มากขึ้น ตลอดระยะเวลากว่าครึ่งศตวรรษที่ผ่านมาอุตสาหกรรมยานยนต์สามารถสร้างมูลค่าการส่งออกได้เป็นอันดับ 2 ของประเทศ เป็นแหล่งรายได้ภาษีสรรพสามิตให้แก่ประเทศปีละกว่า 60,000 ล้านบาท ทั้งนี้ยังไม่รวมรายได้จากภาษีอื่นๆ ที่เกี่ยวเนื่องกัน โดยประเทศไทยเป็น 1 ใน 10 ประเทศหลัก ที่ผลิตรถยนต์ของโลก และเป็นอันดับ 1 ในอาเซียน หลังรัฐบาลให้ความสำคัญกับอุตสาหกรรมยานยนต์มาอย่างต่อเนื่อง ซึ่งในปี 2565 ไทยจะมีการประกอบรถยนต์ในประเทศกว่า 1,800,000 คัน สำหรับอุตสาหกรรมรถยนต์ไฟฟ้า รัฐบาลมุ่งผลักดันให้ไทยเป็นศูนย์กลางในการผลิตรถยนต์ไฟฟ้าโลก โดยตั้งเป้าภายใน 5 ปี จะมีการผลิตในประเทศไม่น้อยกว่า 360,000 คัน ควบคู่กับมาตรการลดภาษีการนำเข้าภาษีสรรพสามิต (เสาวณี จันทะพงษ์, 2563)

อุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนยานยนต์เป็นจักรกลหนึ่งที่สำคัญต่ออุตสาหกรรมยานยนต์เป็นอย่างมาก ซึ่งผู้ประกอบการจำต้องมีการพัฒนาเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในกระบวนการผลิตมากขึ้น สำหรับการแข่งขันของตลาดทั้งในประเทศและตลาดส่งออก ทำให้ประเทศไทยมีการประกอบธุรกิจที่มีสภาวะการแข่งขันที่เพิ่มสูงขึ้น และลูกค้าก็มีตัวเลือกในการเปรียบเทียบสินค้ามากขึ้นตามมา ดังนั้นผู้ประกอบการจึงหันมาให้ความสำคัญ ต่อการเพิ่มประสิทธิภาพการควบคุมต้นทุนการผลิต ทั้งการลดค่าใช้จ่ายสิ้นเปลือง และการเพิ่มผลิตภาพแรงงานให้สูงขึ้น คือ การเพิ่มความสามารถในการทำงานที่สามารถพัฒนาหรือเพิ่มศักยภาพให้สูงขึ้น เช่น การปรับเปลี่ยนรูปแบบการทำงาน โดยให้แรงงานทำงานกับเครื่องจักรมากขึ้น หรือการฝึกอบรมแรงงานทั้งก่อนหรือขณะปฏิบัติงาน เพื่อให้มีความเข้าใจและมีทักษะที่ถูกต้อง เป็นต้น (ศศิวิมล ตันติวุฒิ, 2559) โดยการลงทุนปรับเปลี่ยนเครื่องจักรเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ซึ่งนำไปสู่การผลิตในระบบอัตโนมัติที่มากขึ้น เพื่อช่วยลดความบกพร่องในการผลิต ทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพและความเที่ยงตรงแม่นยำมากขึ้น และลดความสูญเสียจากสินค้าไม่ได้มาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บริษัท มหาจักรออโต้พาร์ท จำกัด เป็นบริษัทหนึ่งที่ทำการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ ที่ต้องการลดความบกพร่องของสินค้าในการผลิต และลดความสูญเสียจากสินค้าไม่ได้มาตรฐาน ผู้วิจัยได้ทำการสอบถามและศึกษากระบวนการผลิตยานยนต์ของบริษัท ทำให้ทราบถึงปัญหาของทางบริษัท ดังนี้

1. ในการวัดชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์ในแต่ละตำแหน่ง จะใช้เครื่องมือวัดที่แตกต่างกันไป เช่น ผลิตภัณฑ์ Barpin จะใช้ไมโครมิเตอร์เป็นเครื่องมือวัด ส่วนผลิตภัณฑ์ Spindle จะใช้ไฮเกจ, คอนทัวร์ และไมโครมิเตอร์เป็นเครื่องมือวัด เป็นต้น จึงทำให้ทางบริษัทอยากทราบว่า เครื่องมือที่ใช้ในการวัดมีประสิทธิภาพหรือความแม่นยำในการวัดมากน้อยเพียงใด

2. ในการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ของทางบริษัท มักจะพบปัญหาในการผลิตชิ้นส่วนจากผลิตภัณฑ์ Barpin, Spindle, Nut water pump และ Nut assy hub ซึ่งผลิตไม่ตรงตามข้อกำหนดของลูกค้า

ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำเอาความรู้ทางด้านสถิติและการควบคุมคุณภาพทางสถิติมาใช้กับผลิตภัณฑ์ Barpin, Spindle, Nut water pump และ Nut assy hub ในการวัดประสิทธิภาพของเครื่องมือวัดที่ใช้ในการวัดค่าตำแหน่งต่างๆ ของแต่ละผลิตภัณฑ์ และศึกษาความสามารถของกระบวนการผลิตชิ้นส่วนทั้ง 4 ผลิตภัณฑ์ โดยอาศัยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ Minitab มาช่วยในการประมวลผล

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องมือทั้ง 5 ชนิด ได้แก่ เครื่องมือวัดแบบไฮเกจ, เวอร์เนียร์, คอนทัวร์, ไมโครมิเตอร์ และเครื่องมือสแกน 2 มิติ ที่ใช้วัดค่าตำแหน่งต่างๆ ของชิ้นส่วนยานยนต์

2. เพื่อศึกษาความสามารถของกระบวนการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ของผลิตภัณฑ์ Barpin, Spindle, Nut water pump และ Nut assy hub

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

ในการศึกษาครั้งนี้ ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องมือวัด และความสามารถของกระบวนการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ของผลิตภัณฑ์ 4 ชนิดดังนี้ Barpin, Spindle, Nut water pump และ Nut assy hub โดยมีรายละเอียดดังนี้

- ข้อมูลส่วนที่ 1 เป็นข้อมูลที่เก็บในช่วงเดือนพฤษภาคม 2565 ข้อมูลชุดนี้ใช้ทำการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องมือวัด โดยการเปรียบเทียบเครื่องมือวัดแบบไฮเกจ, เวอร์เนียร์, คอนทัวร์ และไมโครมิเตอร์ กับเครื่องมือสแกน 2 มิติ โดยการวัดค่าตำแหน่งต่างๆ จากผลิตภัณฑ์ Barpin, Spindle, Nut water pump และ Nut assy hub

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ข้อมูลส่วนที่ 2 เป็นข้อมูลที่เก็บในช่วงวันที่ 24 มกราคม พ.ศ. 2566 ถึงวันที่ 3 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2566 ข้อมูลชุดนี้ใช้ทำการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ Barpin, Spindle, Nut water pump และ Nut assy hub

- ข้อมูลส่วนที่ 3 เป็นข้อมูลที่เก็บในช่วงวันที่ 13 มีนาคม พ.ศ. 2566 ถึงวันที่ 17 มีนาคม พ.ศ. 2566 ข้อมูลชุดนี้ใช้ทำการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ Barpin, Spindle, Nut water pump และ Nut assy hub

โดยข้อมูลส่วนที่ 2 จะทำการเก็บข้อมูลครั้งละ 3 ตัวอย่าง สำหรับข้อมูลส่วนที่ 3 จะทำการเก็บข้อมูลครั้งละ 4 ตัวอย่าง เพื่อให้ข้อมูลส่วนที่ 3 สอดคล้องกับการทดลองของ Dr.Walter A. Shewhart และทฤษฎีเข้าสู่ส่วนกลาง ส่งผลให้ข้อมูลมีลักษณะเข้าใกล้การแจกแจงเข้าใกล้ปกติ

ข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ ทางผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการ ทั้งการเก็บบันทึกข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล รวมไปถึงการสรุปผลข้อมูล เพื่อให้ผู้วิจัยสามารถนำความรู้ทางด้านสถิติที่เรียนมาประยุกต์ใช้ในเชิงปฏิบัติ ซึ่งข้อมูลทั้งหมดนี้ ทางบริษัทหรือทางโรงงานไม่ได้มีส่วนเกี่ยวข้องหรือนำไปใช้งาน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้ทราบถึงประสิทธิภาพของเครื่องมือวัดทั้ง 5 ชนิด ที่ใช้ในการวัดค่าชิ้นส่วนยานยนต์
2. ทำให้ทราบถึงความสามารถของกระบวนการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ของผลิตภัณฑ์ Barpin, Spindle, Nut water pump และ Nut assy hub
3. สามารถนำผลการวิเคราะห์มาใช้ในการปรับปรุงคุณภาพของชิ้นส่วนยานยนต์ของผลิตภัณฑ์ Barpin, Spindle, Nut water pump และ Nut assy hub
4. สามารถใช้เป็นแนวทางในการศึกษาการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์อื่นๆ ในบริษัทได้

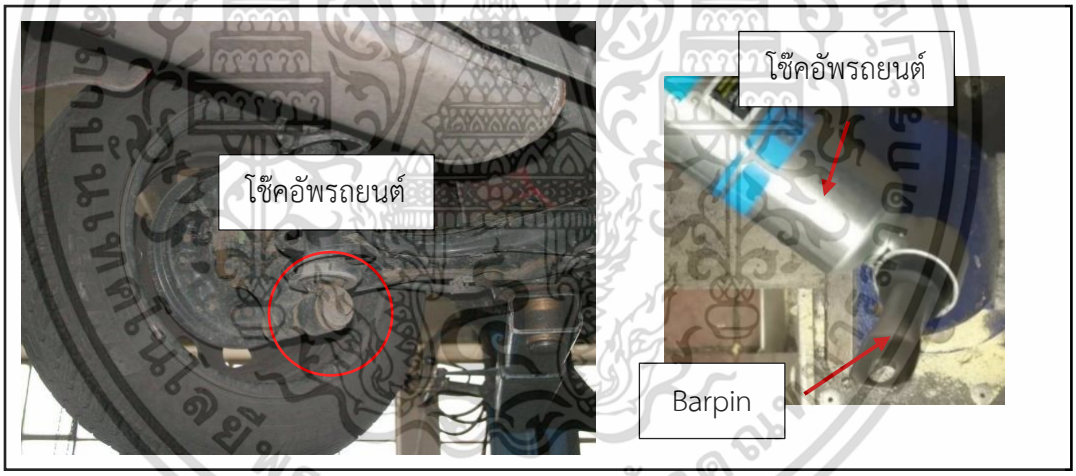
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.5.1 ผลิตภัณฑ์ยานยนต์

1. Barpin : เป็นชิ้นส่วนยานยนต์ของหูโช๊คอัพของรถยนต์แบบแป้น

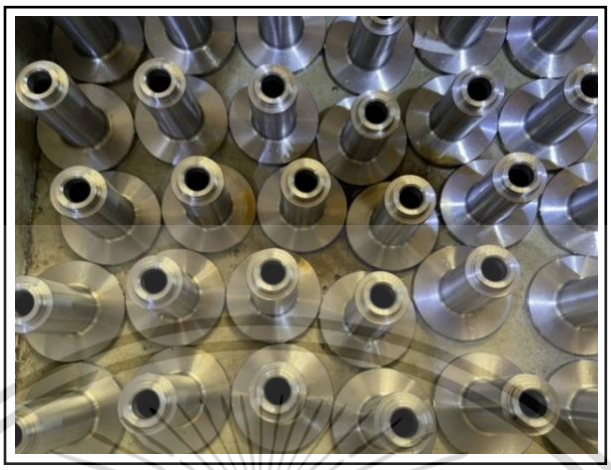
รูปที่ 1.1 ผลิตภัณฑ์ Barpin



รูปที่ 1.2 ตัวอย่างของ Barpin เมื่อประกอบเข้ากับโช๊คอัพรถยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Spindle: เป็นชิ้นส่วนยานยนต์ของเฟืองขับโซ่ ซึ่งอยู่หน้าสายพานรถยนต์



รูปที่ 1.3 ผลิตภัณฑ์ Spindle

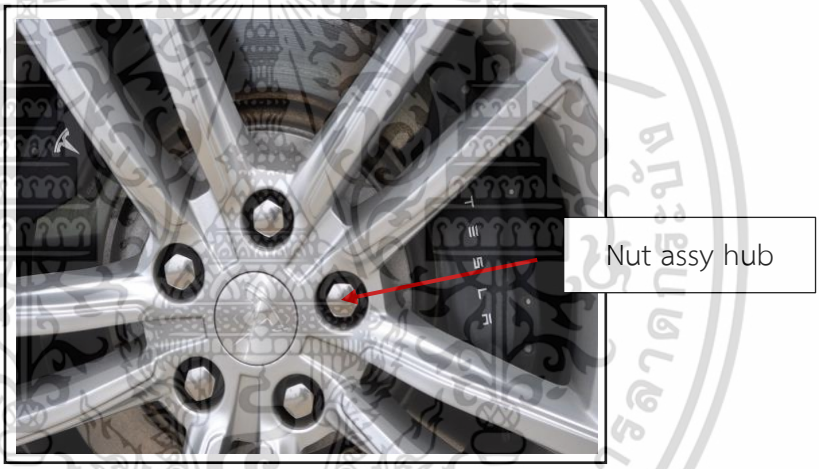
3. Nut water pump : คือ น๊อตที่ใช้ประกอบกับชิ้นส่วนยานยนต์ เพื่อใช้ในการยึดปั๊มน้ำรถยนต์

รูปที่ 1.4 ผลิตภัณฑ์ Nut water pump

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. Nut assy hub: เป็นน๊อตที่ใช้ในการยึดล้อแม็กรถยนต์

รูปที่ 1.5 ผลิตภัณฑ์ Nut assy hub

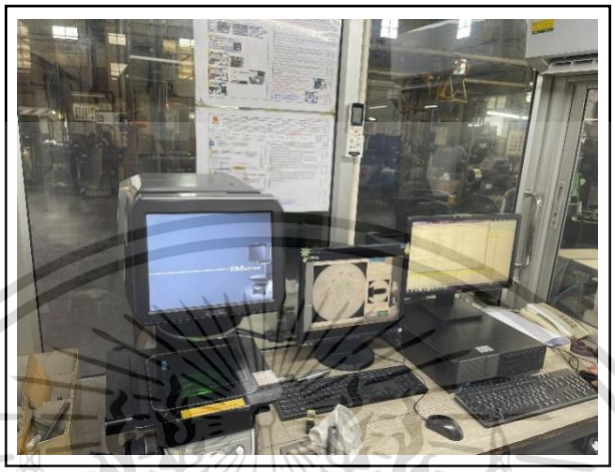


รูปที่ 1.6 ตัวอย่าง Nut assy hub ที่ใช้ยึดล็อคล้อแม็กรถยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวัด

1. เครื่องมือสแกน 2 มิติ : สามารถวัดรายละเอียดหรือขนาดของงานจากเงา โดยสามารถวัดความกว้าง ความยาว ความหนาจากเงา



รูปที่ 1.7 เครื่องมือสแกน 2 มิติ

2. เครื่องมือวัดแบบไฮเกจ : ประกอบด้วยเข็มทางด้านซ้ายที่ใช้สัมผัสลงบนชิ้นงาน ทำให้ทราบค่าความสูงและขนาดของชิ้นงาน

รูปที่ 1.8 เครื่องมือวัดแบบไฮเกจ

3. เครื่องมือวัดแบบเวอร์เนียร์ : เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวัดขนาดความกว้าง ความสูง และความลึก มีลักษณะเป็นก้ามปูที่ข้างหนึ่งติดไม้บรรทัดยาว อีกข้างติดไม้บรรทัดอันเล็กที่เลื่อนได้ ไม้บรรทัดทั้งสองมีขีดวัดที่เยื้องกันตามที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 1.9 เครื่องมือวัดแบบเวอร์เนียร์

4. เครื่องมือวัดแบบคอนทัวร์ : ประกอบด้วยเข็มที่ใช้สัมผัสลงบนชิ้นงาน ทำให้วัดและวิเคราะห์ขนาดรูปทรงของงาน โดยวัดความกว้าง ความยาว และความหนา

รูปที่ 1.10 เครื่องมือวัดแบบคอนทัวร์

5. เครื่องมือวัดแบบไมโครมิเตอร์ : เป็นเครื่องมือที่จะหนีบชิ้นงานไว้เพื่อวัดขนาด ซึ่งบางรุ่นจะสามารถวัดได้ละเอียดถึงหน่วย 1 μm

รูปที่ 1.11 เครื่องมือวัดแบบไมโครมิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาขั้นตอนการผลิตและการควบคุมคุณภาพชิ้นส่วนยานยนต์ ตลอดจนการนำความรู้ทางด้านสถิติมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลโดยอาศัยทฤษฎีและวิธีการทางสถิติที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมคุณภาพ ดังนี้

2.1.1 แผนภูมิควบคุม (Control Chart)

แผนภูมิควบคุม คือ เครื่องมือทางสถิติที่แยกความผันแปรจากสาเหตุที่ผิดธรรมชาติของข้อมูล ออกจากความผันแปรจากสาเหตุโดยธรรมชาติของข้อมูล โดยผ่านกลไกที่สำคัญคือพิกัดควบคุมของแผนภูมิ (เกษม พิพัฒน์ปัญญานุกูล, 2557)

แผนภูมิควบคุมเขียนขึ้นโดยอาศัยข้อมูลที่แทนคุณสมบัติทางคุณภาพข้อใดข้อหนึ่งของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการควบคุม เพื่อใช้เป็นแนวทางในการติดตามผลการผลิตจากกระบวนการในขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่ง โดยตรวจวัดค่าข้อมูลผลิตภัณฑ์ใน 2 ลักษณะ คือ

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

2. ค่าที่ได้จากการวัดในเชิงคุณลักษณะ จะเป็นการพิจารณาภายนอก เช่น มีรอยตำหนิ - ไม่มีรอยตำหนิ สวย - ไม่สวย หรือจะเป็นการประเมินผลลัพธ์สุดท้ายแต่ละชิ้นจากการวัดเชิงปริมาณ แล้วสรุปผลว่าเป็นผลิตภัณฑ์ที่ดีหรือไม่ดี ผลิตภัณฑ์เสียหรือไม่เสีย เป็นต้น แล้วนับจำนวนผลิตภัณฑ์ที่มีคุณลักษณะที่สนใจ เช่น สนใจผลิตภัณฑ์เสีย ก็จะนับค่าที่เป็นหน่วยนับ (Attribute) เรียกว่า ตัวแปรคุณลักษณะหรือตัวแปรคุณภาพ (Qualitative Variables)

2.1.1.1 ประเภทของแผนภูมิควบคุม

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. แผนภูมิควบคุมด้วยตัวแปร (Control Charts for Variable) หรือแผนภูมิควบคุมตัวแปรปริมาณ ได้แก่

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

2. แผนภูมิควบคุมสำหรับข้อมูลคุณลักษณะ (Control Charts for Attributes) ได้แก่

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

แผนภูมิควบคุมของชิวฮาร์ทนี้เป็นแผนภูมิที่สร้างขึ้นอยู่ภายใต้ข้อบังคับของข้อมูลต้องมีการแจกแจงแบบปกติ ต่อมาได้มีผู้คิดค้นแผนภูมิควบคุมอื่นๆ ขึ้นมาใช้มากมาย เช่น แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Control Chart for Moving Average) แผนภูมิควบคุมพิสัยเคลื่อนที่ (Control Chart for Moving Range) แผนภูมิควบคุมถดถอยเชิงเส้น (Regression Control Chart) เป็นต้น

โดยธรรมชาติของกระบวนการผลิตย่อมมีการผันแปร (Variation) เกิดขึ้นกับผลิตภัณฑ์ได้เสมอ การผันแปรบางชนิดเป็นเรื่องปกติที่หลีกเลี่ยงไม่ได้จึงยอมให้เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตได้โดยไม่มีผลเสียหายต่อกระบวนการผลิตมากนัก แต่การผันแปรบางชนิดทำให้เกิดความเสียหายต่อกระบวนการผลิต จำเป็นต้องหาแนวทางในการลดการผันแปรการผลิตนั้นๆ ดังนั้น การเข้าใจสาเหตุของการผันแปรจึงเป็นสิ่งที่สำคัญ โดยเฉพาะสาเหตุของการเกิดการผันแปรของข้อมูลที่นำมาเป็นตัวแทนของกระบวนการผลิต

เนื่องจากข้อมูลที่ใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้ เป็นค่าวัดตัวแปรเชิงปริมาณและเก็บข้อมูลในลักษณะค่าเฉลี่ยในแต่ละกลุ่มตัวอย่าง รวมไปถึงขนาดตัวอย่างในกลุ่มย่อยที่น้อยกว่า 10 ($n < 10$) ในที่นี้จึงขอกล่าวเฉพาะแผนภูมิที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$ - chart) และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย (R - chart) ซึ่งแผนภูมิทั้งสองจะกล่าวในส่วนต่อไป

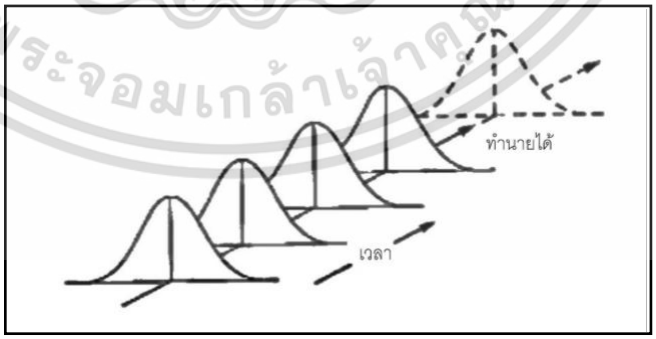
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1.2 สาเหตุของการผันแปร

สำหรับกระบวนการผลิตใดๆ นั้น ปัจจัยที่ทำให้เกิดการผันแปรอาจจะมีหลายปัจจัย โดยส่วนใหญ่มี 5 ปัจจัยคือ 5M อันได้แก่ มนุษย์หรือคน (Man) เครื่องจักร (Machine) วัตถุดิบ (Material) การจัดการ (Management) และเงินทุน (Money) สิ่งที่ควรตระหนัก คือ ปัจจัยมนุษย์ ซึ่งจะต้องมีศักยภาพ มีความรู้ความสามารถในการทำการผลิตเป็นอย่างดี มนุษย์ต่างจากเครื่องจักรตรงที่มีจิตและวิญญาณ ถ้ามนุษย์ขาดขวัญและกำลังใจ ก็จะทำให้ไม่มีแรงจูงใจในการทำงาน งานที่ทำก็จะทำได้ไม่ดีหรือไม่มีประสิทธิภาพ ส่วนขวัญและกำลังใจที่จะทำให้เกิดแรงจูงใจนั้น อาจมาจากสภาพแวดล้อม (Envelopment) นโยบายขององค์กร ปัจจัยมนุษย์นับเป็นการควบคุมที่ยากยิ่งนัก ส่วนปัจจัยเครื่องจักร วัตถุดิบ การจัดการ และเงินทุน จะเป็นปัจจัยที่ควบคุมได้ไม่ยาก ปัจจัยที่กล่าวมาข้างต้นจะทำให้เกิดสาเหตุของการผันแปรในลักษณะต่างๆ ได้

ในที่นี้ได้แบ่งสาเหตุของการเกิดการผันแปรที่สำคัญออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

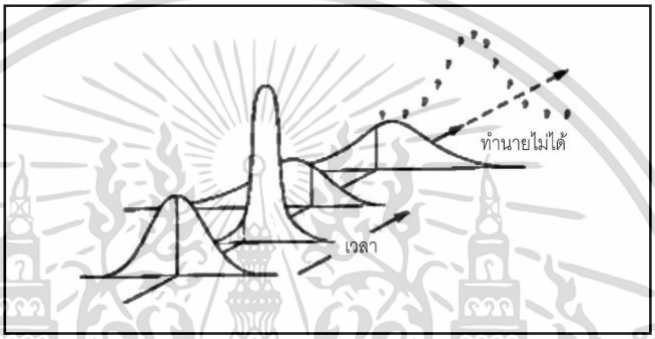
1. สาเหตุโดยบังเอิญ (Chance Cause or Common Cause) หรือสาเหตุที่เป็นปกติวิสัย เป็นสาเหตุที่ไม่มีความรุนแรงมากนักและมักจะมีผลต่อคุณภาพสินค้าเล็กน้อย การผันแปรนี้อาจจะเกิดจากความแตกต่างเล็กๆ น้อยๆ ของวัตถุดิบซึ่งไม่สามารถที่จะควบคุมให้มีประสิทธิภาพเหมือนกันทุกครั้งไป อาจจะมีปัจจัยทางด้านธรรมชาติเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย หรืออาจจะเกิดจากปัจจัยการผลิตด้านอื่นๆ ที่เกินความคาดหมาย มีความเป็นจริงอยู่อย่างหนึ่งคือ ไม่มีสิ่งของใดที่เหมือนกันทุกประการ เพียงแต่ความแตกต่างที่เกิดขึ้นเหล่านั้นอยู่ในขีดจำกัดที่กำหนด ซึ่งทางเทคนิคเรียกว่า พิกัดความเผื่อ (Tolerance) ของการวัด โดยปกติสาเหตุนี้จะยอมรับได้ในการควบคุมคุณภาพ นั่นคือ กระบวนการผลิตจะอยู่ในการควบคุมเชิงสถิติ ผลลัพธ์ที่ได้จะยังคงที่ (Stable) สามารถทำนาย (Predictable) รูปร่างและการกระจายของข้อมูลได้ ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 แสดงลักษณะการเปลี่ยนแปลงของรูปแบบที่ทำนายได้
ที่มา : บริษัท บิ๊กคิวเทรนนิ่ง จำกัด, 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. สาเหตุที่ระบุได้หรือสาเหตุที่กำจัดได้ (Assignable Cause or Special Cause) เป็นสาเหตุที่เกิดจากความผิดพลาด ความผิดปกติ การชำรุดของปัจจัยการผลิตต่างๆ เช่น การชำรุดของเครื่องจักร คนคุมเครื่อง หรือพนักงานขาดประสิทธิภาพในการทำงาน ขาดการจัดการที่ดีของระบบ ขาดการวางแผน เป็นต้น ซึ่งส่งผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ กระบวนการผลิตจะอยู่นอกการควบคุม (Out of Control) ผลลัพธ์ที่ได้จะไม่คงที่ (Unstable) จะไม่สามารถทำนายรูปแบบ (Unpredictable) และรูปแบบการกระจายไม่คงที่ กระบวนการผลิตจำเป็นต้องได้รับการปรับปรุงแก้ไขจึงจะทำให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ดีขึ้นและได้มาตรฐานตามต้องการ ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 แสดงลักษณะการเปลี่ยนแปลงของรูปแบบที่ทำนายไม่ได้
ที่มา : บริษัท บิ๊กคิวเทรนนิ่ง จำกัด, 2559

2.1.1.3 ขั้นตอนการสร้างแผนภูมิควบคุม

ในการสร้างแผนภูมิควบคุม (กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, 2551) มีขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดวัตถุประสงค์หรือเลือกชนิดของแผนภูมิควบคุมที่จะเลือกใช้ในการวิจัย เช่น แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย และแผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เป็นต้น

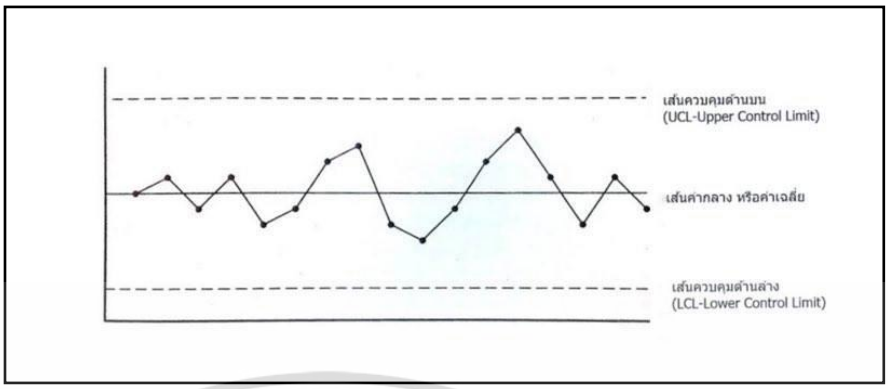
2. กำหนดจำนวนตัวอย่างและความถี่ห่างในการเก็บข้อมูล จำนวนตัวอย่างที่จะทำการเก็บขึ้นอยู่กับชนิดของแผนภูมิควบคุม ปริมาณการผลิตของกระบวนการ

3. เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อสร้างแผนภูมิควบคุม โดยตัวอย่างที่เก็บมานั้นจะนำไปใช้ในการคำนวณหาขีดจำกัดควบคุม

4. คำนวณขีดจำกัดควบคุมและสร้างแผนภูมิควบคุม จะประกอบด้วยขีดจำกัดควบคุมบน (UCL) เส้นแกนกลาง (CL) และขีดจำกัดควบคุมล่าง (LCL)

5. เขียนกราฟแผนภูมิควบคุม ให้ทำการแบ่งสเกล และลากเส้นขีดจำกัดควบคุมบนและควบคุมล่างด้วยเส้นประ และเส้นแกนกลางด้วยเส้นทึบ แล้วทำการพล็อตจุดของตัวอย่างลงในแผนภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

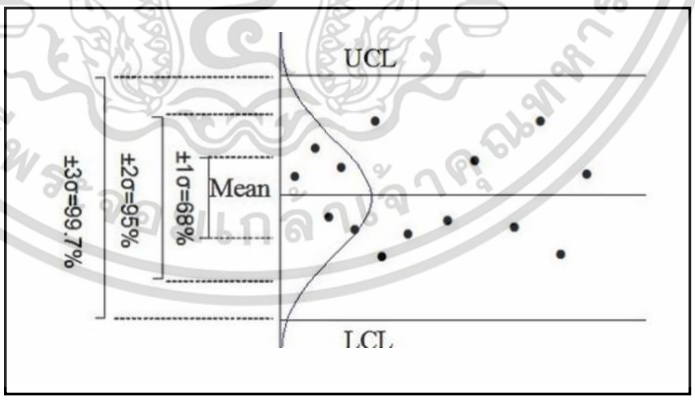


รูปที่ 2.3 กราฟแผนภูมิควบคุม

เมื่อกระบวนการผลิตอยู่ภายใต้การควบคุมแล้ว สามารถนำแผนภูมิควบคุมที่ได้ไปใช้ในการควบคุมการผลิตในอนาคตต่อไป

2.1.1.4 องค์ประกอบของแผนภูมิควบคุม

จากหลักการทางสถิติที่ว่า ข้อมูลที่วัดได้จากกระบวนการผลิตจะมีการแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution) ซึ่งมีค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง 2 ค่า คือค่าเฉลี่ย (μ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ) โดยมีโอกาสหรือความน่าจะเป็นที่ค่าสังเกตที่วัดได้จะอยู่ในช่วง $\pm 3\sigma$ เท่ากับ 0.9974 สามารถนำหลักการดังกล่าวมาสร้างกราฟแผนภูมิควบคุม ซึ่งประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 กราฟแสดงองค์ประกอบของแผนภูมิควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. เส้นแกนกลาง (Central Line : CL) เป็นค่าเฉลี่ยของกระบวนการผลิต ซึ่งคำนวณได้โดยนำค่าจากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดมาหาค่าเฉลี่ย

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

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

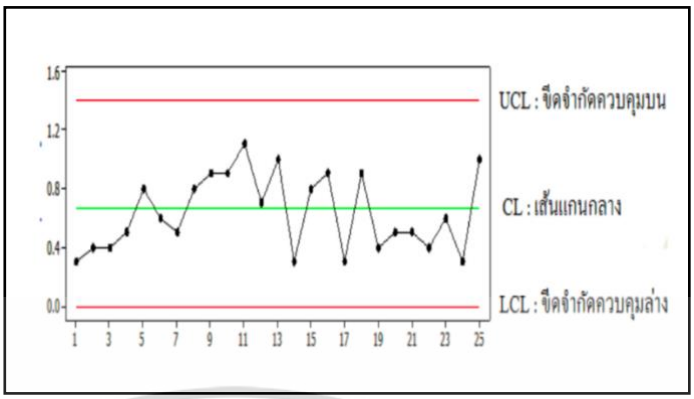
จากรูปที่ 2.4 ขีดจำกัดควบคุมบนและล่าง แสดงถึงขอบเขตของความผันแปรที่อยู่ในระดับคุณภาพมาตรฐานที่ผู้ผลิตยอมรับได้ ซึ่งอยู่ในช่วง 3σ เท่านั้น ดังนั้นหากค่าสังเกตที่วัดได้กระจายอยู่ภายในขอบเขตดังกล่าว ก็แสดงว่ากระบวนการผลิตยังอยู่ภายใต้การควบคุม (In Control) สินค้าที่ผลิตได้มีคุณภาพตรงตามมาตรฐาน ในทางกลับกันหากความผันแปรมีมากเกินไป ทำให้ค่าสังเกตที่วัดได้อยู่นอกเส้นขีดจำกัดควบคุมบนและล่าง แสดงว่ากระบวนการผลิตนี้อยู่เหนือการควบคุม (Out of Control) หรือสินค้าดังกล่าวไม่ได้คุณภาพตามมาตรฐานการผลิต

2.1.1.5 ลักษณะของแผนภูมิควบคุม (สายชล สินสมบูรณ์ทอง, 2554)

แผนภูมิควบคุมเป็นแผนภูมิที่แสดงให้เห็นถึงความแปรปรวนที่จะเกิดขึ้นในกระบวนการผลิต เนื่องจากองค์ประกอบต่างๆ ได้แก่ มนุษย์ เครื่องจักร วัตถุดิบ การจัดการ และเงินทุน ซึ่งทำให้เกิดแผนภูมิ 2 ลักษณะ คือ

1. ลักษณะของแผนภูมิควบคุมที่อยู่ภายใต้การควบคุม มีลักษณะดังนี้
   - มีจุดที่น้อยที่สุดอยู่ใกล้เส้นขีดจำกัดควบคุมบนและเส้นขีดจำกัดควบคุมล่าง ซึ่งที่ตั้งของจุดควรจะอยู่ข้ามไปข้ามมาบนเส้นแกนกลางหรือเส้นค่าเฉลี่ย
   - จุดต่างๆ บนแผนภูมิควบคุม ควรจะมีลักษณะสมดุลกันทั้งสองข้างของเส้นแกนกลางหรือเส้นค่าเฉลี่ย
   - ไม่มีจุดใดเลยตกนอกเส้นขีดจำกัดควบคุมบนและเส้นขีดจำกัดควบคุมล่างของแผนภูมิควบคุม

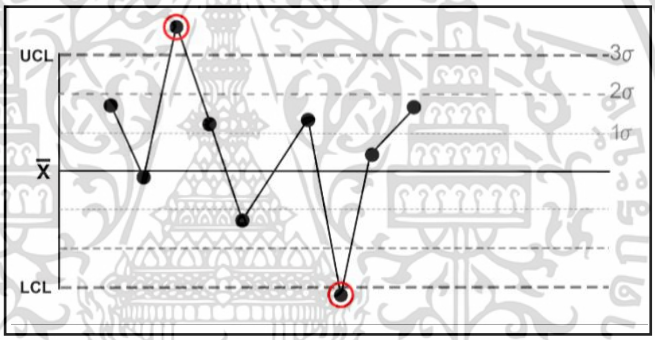
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 แผนภูมิควบคุมที่มีกระบวนการผลิตอยู่ภายใต้การควบคุม

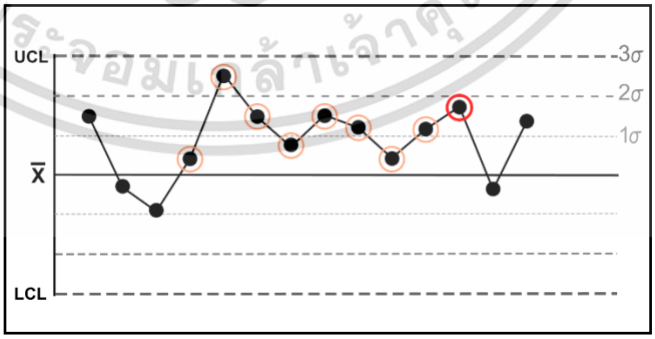
2. ลักษณะของแผนภูมิควบคุมที่ไม่อยู่ภายใต้การควบคุม มีลักษณะดังนี้

- **แบบที่ 1** มีอย่างน้อย 1 จุดตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือขีดจำกัดควบคุมล่าง



รูปที่ 2.6 ลักษณะของแผนภูมิควบคุมที่ไม่อยู่ภายใต้การควบคุมแบบที่ 1

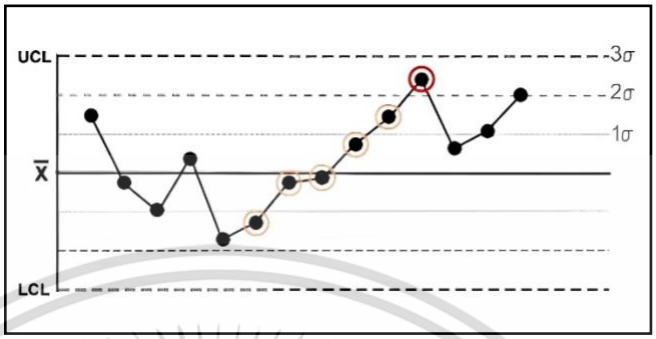
- **แบบที่ 2** มีอย่างน้อย 9 จุดติดต่อกันที่อยู่ด้านใดด้านหนึ่งของเส้นแกนกลาง



รูปที่ 2.7 ลักษณะของแผนภูมิควบคุมที่ไม่อยู่ภายใต้การควบคุมแบบที่ 2

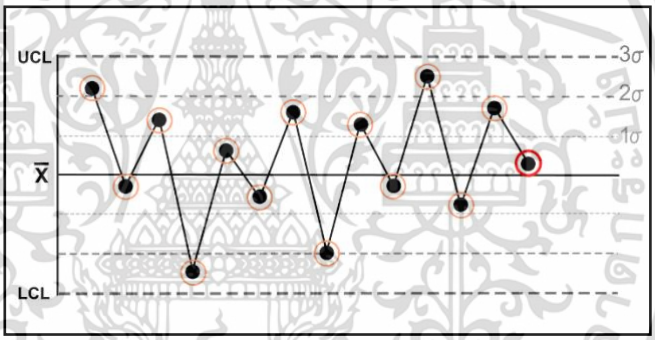
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- แบบที่ 3 มีอย่างน้อย 6 จุดติดต่อกันที่แสดงแนวโน้มค่อยๆ เพิ่มขึ้นหรือค่อยๆ ลดลง



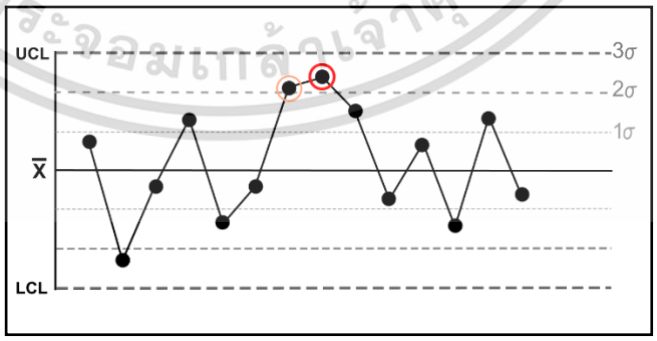
รูปที่ 2.8 ลักษณะของแผนภูมิควบคุมที่ไม่อยู่ภายใต้การควบคุมแบบที่ 3

- แบบที่ 4 มีอย่างน้อย 14 จุดที่ติดต่อกันในแนวแถวสลับกันขึ้นและลง



รูปที่ 2.9 ลักษณะของแผนภูมิควบคุมที่ไม่อยู่ภายใต้การควบคุมแบบที่ 4

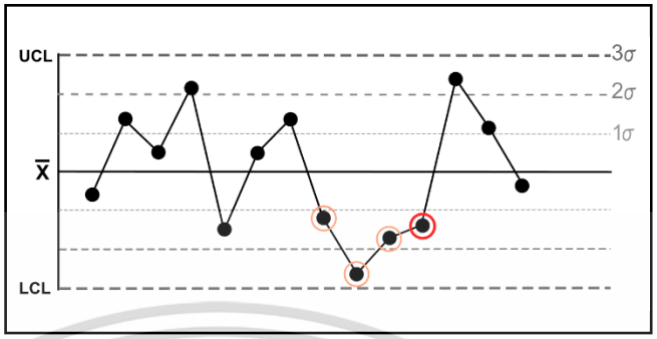
- แบบที่ 5 มี 2 ใน 3 จุดมีค่ามากกว่า 2σ จากเส้นแกนกลาง



รูปที่ 2.10 ลักษณะของแผนภูมิควบคุมที่ไม่อยู่ภายใต้การควบคุมแบบที่ 5

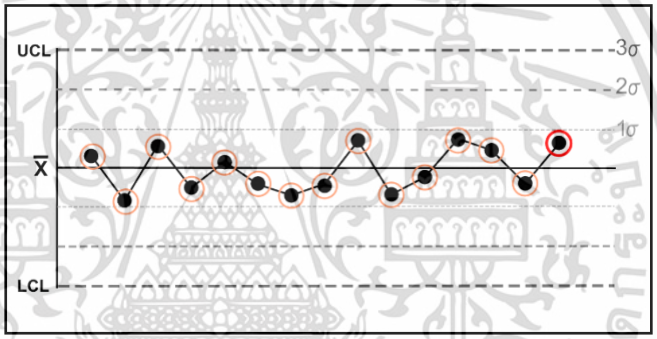
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- แบบที่ 6 มี 4 ใน 5 จุดมีค่ามากกว่า 1σ จากเส้นแกนกลาง



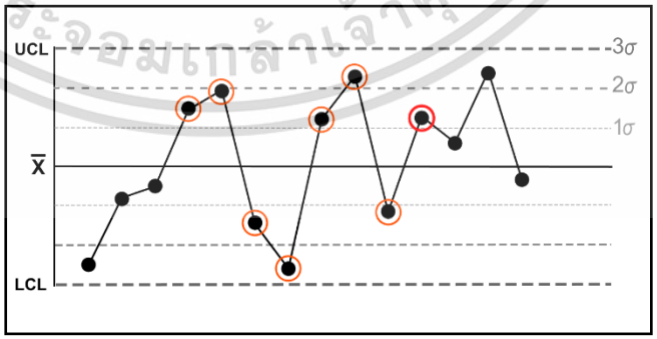
รูปที่ 2.11 ลักษณะของแผนภูมิควบคุมที่ไม่อยู่ภายใต้การควบคุมแบบที่ 6

- แบบที่ 7 มีอย่างน้อย 15 จุดที่ติดต่อกันอยู่ใกล้เส้นแกนกลาง



รูปที่ 2.12 ลักษณะของแผนภูมิควบคุมที่ไม่อยู่ภายใต้การควบคุมแบบที่ 7

- แบบที่ 8 มีอย่างน้อย 8 จุดที่ติดต่อเนื่องกัน มีค่ามากกว่าค่า 1σ จากเส้นแกนกลาง



รูปที่ 2.13 ลักษณะของแผนภูมิควบคุมที่ไม่อยู่ภายใต้การควบคุมแบบที่ 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งลักษณะของแผนภูมิควบคุมที่ไม่อยู่ภายใต้การควบคุมอาจมีสาเหตุมาจาก

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

ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ จะพิจารณาแผนภูมิควบคุมคุณภาพที่มีกระบวนการผลิตไม่อยู่ภายใต้การควบคุม และได้เลือกมาใช้ 4 รูปแบบ เนื่องจากรูปแบบเหล่านี้พบได้บ่อยในโรงงานอุตสาหกรรม (สายชล สินสมบูรณ์ทอง, 2559) โดยมีลักษณะดังนี้

1. แบบที่ 1 มีอย่างน้อย 1 จุดตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือขีดจำกัดควบคุมล่าง
2. แบบที่ 2 มีอย่างน้อย 9 จุดติดต่อกันที่อยู่ด้านใดด้านหนึ่งของเส้นแกนกลาง
3. แบบที่ 3 มีอย่างน้อย 6 จุดติดต่อกันที่แสดงแนวโน้มค่อยๆ เพิ่มขึ้นหรือค่อยๆ ลดลง
4. แบบที่ 4 มีอย่างน้อย 14 จุดที่ติดต่อกันในแนวแถวสลับกันขึ้นและลง

2.1.1.6 ประโยชน์ของแผนภูมิควบคุม

1. ควบคุมและเฝ้าติดตามกระบวนการผลิตที่กำลังดำเนินการอยู่ให้ทันต่อเหตุการณ์ สิ่งที่ต้องการควบคุมจะถูกเก็บรวบรวมข้อมูลและเขียนจุดลงบนแผนภูมิควบคุมเป็นระยะๆ ถ้าจุดมิได้แสดงความผิดปกติก็แสดงว่ากระบวนการผลิตยังอยู่ในการควบคุม เมื่อใดที่จุดแสดงความผิดปกติ ผู้ควบคุมการผลิตก็สามารถปรับปรุงกระบวนการผลิต ให้สภาพการผลิตกลับสู่ปกติได้ทันท่วงที นอกจากนี้ สภาพการกระจายของจุดในแผนภูมิควบคุมยังสามารถใช้เพื่อคาดการณ์สภาพของกระบวนการผลิตในอนาคตอีกด้วย

2. รู้ถึงความสามารถของกระบวนการ (Process Capability) โดยกระบวนการผลิตที่อยู่ภายใต้การควบคุมอาจอยู่ในข้อกำหนดหรือไม่ก็ได้ กระบวนการผลิตที่แสดงว่าอยู่ภายใต้การควบคุมสามารถนำไปใช้เพื่อคำนวณถึงสมรรถภาพของกระบวนการ เพื่อหาความสามารถในการผลิตภายใต้ข้อกำหนด

3. ช่วยดักจับแนวโน้มของสภาวะการเปลี่ยนแปลงจากเป้าหมายที่กำหนด และช่วยดักจับแนวโน้มของสภาวะนอกเหนือการควบคุมการผลิต หรืออีกทั้งในบางกระบวนการผลิตจะอยู่ภายใต้การควบคุมทางสถิติแล้วก็ตาม แผนภูมิควบคุมคุณภาพก็ยังสามารถนำมาทำนายสมรรถนะของกระบวนการผลิตได้ และยังนำมาใช้ในการพิจารณาหาสาเหตุของความผันแปร เพื่อเป็นแนวทางในการลดความผันแปรและปรับปรุงกระบวนการผลิตให้ดียิ่งขึ้นได้อีกทางหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. แผนภูมิควบคุมคุณภาพยังสามารถที่จะแยกแยะสภาพความแปรปรวนของกระบวนการผลิต ว่าเมื่อใดเป็นความแปรปรวนตามสภาพธรรมชาติ และเมื่อใดเป็นความแปรปรวนที่เกิดจากความผิดปกติ การแยกแยะสภาพความแปรปรวนไม่มีวิธีใดทำได้ดีเท่ากับแผนภูมิควบคุม แผนภูมิควบคุมจะกำหนดได้เป็นอย่างดีว่า ถึงเวลาแล้วหรือยังที่จะปรับแต่งกระบวนการผลิต หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือถ้ากระบวนการผลิตยังปกติอยู่ ก็ไม่จำเป็นต้องปรับแต่งกระบวนการผลิต

5. แผนภูมิควบคุมให้ข้อมูลเพื่อแก้ไขกระบวนการผลิต การวิเคราะห์สภาพการกระจายจุดใดในแผนภูมิควบคุมอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอ จะทำให้ได้ข้อมูลเพื่อการแก้ไขกระบวนการผลิต เช่น การเปลี่ยนชนิดของวัตถุดิบ การเปลี่ยนวิธีการทำงาน การเปลี่ยนแปลงเครื่องมือการผลิต เป็นต้น

6. ข้อมูลจากแผนภูมิควบคุม ยังสามารถใช้ในการกำหนดข้อกำหนดคุณภาพ ผลิตภัณฑ์และประเมินกระบวนการผลิต และเปลี่ยนแปลงวิธีการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ กระบวนการทำงานของผลิตภัณฑ์ให้อยู่ในสภาวะที่ผู้ควบคุมต้องการ

7. แผนภูมิควบคุมช่วยป้องกันปัญหาด้านคุณภาพ ช่วยให้กระบวนการผลิตอยู่ภายใต้การควบคุมตลอดเวลา ขจัดสภาพการผลิตที่ด้อยคุณภาพ ทำให้ผู้ควบคุมเครื่องจักรสามารถแก้ปัญหาได้ทันเวลา

2.1.2 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$ - chart) **และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย** (R - chart)

หลักการของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$ - chart) คือ หากกระบวนการผลิตอยู่ภายใต้การควบคุมค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ที่วัดได้ควรจะกระจายอยู่รอบๆ ค่าเฉลี่ยมาตรฐาน (μ) โดยมีการกระจายอย่างสุ่มและทุกๆ ค่าของ X ควรอยู่ในช่วง $\mu \pm 3\sigma_{\bar{X}}$ แต่เนื่องจากไม่ทราบค่า μ ดังนั้น สามารถประมาณค่า μ จากค่าเฉลี่ย $\bar{\bar{X}}$ ได้ดังนี้ (กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, 2551)

1. คำนวณหาค่าเฉลี่ย ($\bar{\bar{X}}$) และ ($\bar{R}$)

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum_{i=1}^{m} \bar{X}_i}{m} \quad \text{และ} \quad \bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^{m} R_i}{m}$$

เมื่อ $\bar{\bar{X}}$ แทนค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

$\bar{R}$ แทนค่าเฉลี่ยพิสัยของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

m แทนจำนวนกลุ่มตัวอย่าง

n แทนจำนวนขนาดตัวอย่าง

$\bar{X}_i$ แทนค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างที่ i เมื่อ $i = 1, 2, ..., m$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

ซึ่งค่า $\bar{X}_i = \dfrac{\sum_{i=1}^{n} X_i}{n}$ และ $R_i = X_{\max} - X_{\min}$

2. การคำนวณขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ในกรณีที่ไม่ทราบค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย มีสูตรในการคำนวณ ดังนี้

- ขีดจำกัดควบคุมบน (Upper Control Limit)

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

โดยประมาณ σ ได้จาก $\hat{\sigma} = \dfrac{\bar{R}}{d_2}$

และ $\sigma_{\bar{X}} = \dfrac{\sigma}{\sqrt{n}}$

ดังนั้น $\hat{\sigma}_{\bar{X}} = \dfrac{\bar{R}}{d_2\sqrt{n}}$

จะได้ว่า $UCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + \dfrac{3\bar{R}}{d_2\sqrt{n}}$

ถ้าให้ $A_2 = \dfrac{3}{d_2\sqrt{n}}$

ซึ่งค่า A_2 สามารถดูได้จากตาราง ก.2 ในภาคผนวก ที่ n ค่าต่างกัน

ดังนั้น $UCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + A_2\bar{R}$

- เส้นแกนกลาง (Central Limit)

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

- ขีดจำกัดควบคุมล่าง (Lower Control Limit)

หาในทำนองเดียวกันกับ $UCL_{\bar{X}}$ จะได้

$$LCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - A_2\bar{R}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การคำนวณขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ในกรณีที่ไม่ทราบค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าพิสัย มีสูตรในการคำนวณ ดังนี้

- ขีดจำกัดควบคุมบน (Upper Control Limit)

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

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

ถ้าให้ $D_4 = \left(1 + \frac{3\sigma_R}{\bar{R}}\right)$

ซึ่งค่า D_4 สามารถดูได้จากตาราง ก.2 ในภาคผนวก ที่ n ค่าต่างกัน

ดังนั้น $UCL_R = D_4\bar{R}$

- เส้นแกนกลาง (Central Limit)

$$CL_R = \bar{R}$$

- ขีดจำกัดควบคุมล่าง (Lower Control Limit)

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

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

ถ้าให้ $D_3 = \left(1 - \frac{3\sigma_R}{\bar{R}}\right)$

ซึ่งค่า D_3 สามารถดูได้จากตาราง ก.2 ในภาคผนวก ที่ n ค่าต่างกัน

ดังนั้น $LCL_R = D_3\bar{R}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 ความสามารถของกระบวนการ

คุณภาพของผลิตภัณฑ์เป็นสิ่งหนึ่งที่เกิดจากวิธีการผลิตหรือกระบวนการผลิต ถ้าผลิตภัณฑ์ใดมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ที่ดี นั่นก็หมายความว่าในกระบวนการผลิตปราศจากการผันแปร หรืออาจมีความผันแปร แต่ความผันแปรที่เกิดขึ้นมีน้อยมาก แต่ถ้าคุณภาพของผลิตภัณฑ์ใดมีคุณภาพที่อยู่ในเกณฑ์ไม่ดี หรือมีผลิตภัณฑ์เสียมาก นั่นหมายความว่า กระบวนการผลิตมีความผันแปรมาก และความผันแปรที่เกิดขึ้นนี้มาจากกระบวนการผลิต จะเป็นส่วนบ่งชี้ถึงความสามารถในกระบวนการผลิตว่า มีความสามารถในการผลิตเป็นอย่างไร มีศักยภาพของกระบวนการผลิตเป็นอย่างไร และสมรรถนะของกระบวนการผลิตเป็นอย่างไร ซึ่งการศึกษาถึงองค์ประกอบต่างๆ เหล่านี้ เรียกอย่างง่ายๆ ก็คือ การศึกษาความสามารถของกระบวนการ โดยความสามารถของกระบวนการในวิธีการผลิตหนึ่งจะรวมถึงคน เครื่องจักร วัตถุดิบ การเก็บวัดข้อมูล และสิ่งแวดล้อม ซึ่งการศึกษาความสามารถของกระบวนการผลิต คือการหาความผันแปรทั้งหมด และความคงที่ของกระบวนการผลิตที่มีเวลาเป็นส่วนประกอบหนึ่ง มีความสำคัญที่จะต้องพิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงในระดับคุณภาพ เนื่องจากเครื่องมือหรือการทดแทนเครื่องมือที่ช่วยเพิ่มความสามารถของเครื่องจักรนั้นคือ การศึกษาความผันแปรตามธรรมชาติที่คนไม่สามารถที่จะทำการแก้ไขปรับปรุงได้ การศึกษาในช่วงนี้จะทำภายใต้เงื่อนไขของการควบคุม ตลอดจนการผันแปรตามธรรมชาติที่เกิดขึ้น เช่น การควบคุมคุณภาพวัตถุดิบและการวัดหรือควบคุมเครื่องมือให้มีความเที่ยงตรงขึ้น (ศุภชัย นาทะพันธ์, 2551)

การหาดัชนีความสามารถของกระบวนการ

ในอุตสาหกรรมการผลิตจะมีกระบวนการดำเนินงาน คือ การออกแบบการผลิตซึ่งรวมไปถึงการตรวจสอบข้อกำหนดของสินค้า จะกำหนดในขั้นตอนการออกแบบด้วย ในขั้นตอนการผลิตผู้ควบคุมการผลิต จะต้องควบคุมให้สินค้าที่ผลิตตรงตามข้อกำหนด ขั้นตอนการตรวจสอบเป็นขั้นตอนของการยืนยันให้สินค้าที่ผลิต ว่ามีคุณภาพตรงตามข้อกำหนด ในการควบคุมคุณภาพต้องพิจารณาถึงคุณภาพสินค้าว่าอยู่ภายในขีดจำกัดที่กำหนดหรือไม่ เพื่อที่จะได้ทราบถึงความสามารถของกระบวนการผลิตว่าต้องได้รับการปรับปรุงแก้ไขอย่างไร โดยวิธีการคำนวณหาดัชนีวัดความสามารถของกระบวนการผลิตจะตั้งอยู่บนพื้นฐานกระบวนการผลิตภายใต้การควบคุมสม่ำเสมอ

ขั้นตอนการพิจารณารายละเอียดมีดังนี้

1. กำหนดขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง โดยขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกัดข้อกำหนดล่างจะกำหนดขึ้นจากโรงงาน ในการสร้างมาตรฐานของสินค้าใดสินค้าหนึ่ง

2. สำหรับการวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการผลิต ว่าเป็นไปตามข้อกำหนดหรือไม่ สามารถคำนวณได้จากวิธีการต่อไปนี้ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิต C_p (Process Capability)

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} (Process Capability Index)

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

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

เมื่อ C_{pu} คือ ค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น กรณีกำหนดขีดจำกัดข้อกำหนดบน

C_{pl} คือ ค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น กรณีกำหนดขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง

สูตรในการประมาณค่า C_{pu} และ C_{pl} มีดังนี้

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

$\bar{\bar{X}}$ แทนค่าเฉลี่ยของข้อมูลทั้งหมด

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะยาว P_{pk}

(Process Performance Capability)

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

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

เมื่อ P_{pu} คือ ค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะยาว กรณีกำหนดขีดจำกัดข้อกำหนดบน

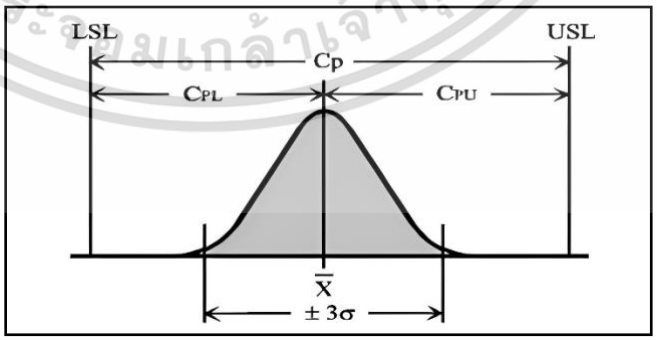
P_{pl} คือ ค่าดัชนีความสามารถของกะบวนการผลิตระยะยาว กรณีกำหนดขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง

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. การตัดสินใจว่าดัชนีความสามารถของกระบวนการ (C_p) ว่ามีความสามารถหรือไม่ การตัดสินใจใช้การเปรียบเทียบการกระจายภายใต้ 6σ ให้มีค่าเท่ากับความกว้างของขอบเขตข้อกำหนดบนและล่าง โดยจะกล่าวว่า ถ้าค่าดัชนี C_p = 1 จะถือว่าเกณฑ์ที่กำหนดมีค่าเท่ากับขีดจำกัดความคลาดเคลื่อนธรรมชาติพอดี ซึ่งถือว่ากระบวนการผลิตไม่มีปัญหา แต่เกณฑ์ที่ถือว่ากระบวนการผลิตมีสมรรถนะดี ก็คือ ค่าดัชนี C_p ควรมีค่ามากกว่า 1.33



รูปที่ 2.14 ค่าคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่มีสมรรถนะของกระบวนการผลิตมากกว่า 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยทั่วไป ค่าดัชนี C_p ที่ต่ำสุดและถือว่ากระบวนการผลิตมีสมรรถนะที่ดี คือ 1.33 แต่ก็ขึ้นอยู่กับลักษณะเฉพาะของกระบวนการผลิตด้วย เช่น กระบวนการผลิตทั่วๆ ไปนิยมใช้ค่า 1.33 ส่วนกระบวนการผลิตใหม่นิยมใช้ค่า 1.50 และกระบวนการผลิตใหม่ที่ผลิตภัณฑ์เกี่ยวกับความปลอดภัยและความแข็งแรงนิยมใช้ 1.67

สำหรับค่าดัชนี C_p = 1 ซึ่งเป็นค่าความสามารถของกระบวนการที่กำหนดให้ ความผันแปรของกระบวนการเท่ากับความกว้างของขีดจำกัดข้อกำหนดบนและล่าง แสดงว่ากระบวนการมีความสามารถต่ำสุด และการแจกแจงปกติช่วงความกว้าง 6σ จะกล่าวว่ามีร้อยละ 0.27 ที่ข้อมูลตกอยู่นอกช่วงขีดจำกัดข้อกำหนดบนและล่าง โดยจะตกอยู่นอกขีดจำกัดข้อกำหนดบนร้อยละ 0.135 และตกอยู่นอกขีดจำกัด ข้อกำหนดล่างร้อยละ 0.135

ค่าดัชนี C_p ที่คำนวณได้นี้ จะใช้ในการประเมินสมรรถนะของกระบวนการผลิต เมื่อเปรียบเทียบกับขีดจำกัดข้อกำหนด ซึ่งค่าดัชนี C_p ที่ได้จะมีกรณีต่าง ๆ ดังนี้

กรณีที่ 1 เมื่อค่าดัชนี $C_p < 1.33$ แสดงว่า สมรรถนะของกระบวนการผลิตสินค้ายังไม่อยู่ในระดับที่ดีหรือไม่เป็นไปตามข้อกำหนด ทำให้สัดส่วนของเสียมีจำนวนมาก ดังนั้น เพื่อที่จะลดสัดส่วนของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตนี้ จะมีแนวทางการแก้ไขปัญหา คือ

1. ลดความผันแปรในกระบวนการผลิต คือ ต้องปรับทั้งค่าเฉลี่ยและความผันแปรเสียใหม่ ซึ่งจะทำเช่นนี้ได้ต้องเปลี่ยนเงื่อนไขเกี่ยวกับการผลิต ซึ่งอาจจะเป็นเพียงการติดตั้งเครื่องจักรใหม่หรือปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ประกอบการให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2. กรณีที่ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงปัจจัยการผลิตใดๆ ได้ แม้ว่าจะได้คุณภาพไม่ตรงตามเกณฑ์ที่กำหนดก็ตาม อาจแก้ไขปรับปรุงที่ข้อกำหนดเสียใหม่ โดยยึดหลักขีดความสามารถในการผลิตของเครื่องจักร และขีดความสามารถในการผลิตของโรงงาน เพื่อที่ให้ได้ค่า USL และ LSL ครอบคลุมค่า 6σ แต่ถ้าไม่อาจเปลี่ยนแปลงได้ ก็ต้องยอมรับว่าคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่ได้นั้น มีคุณภาพไม่ตรงตามเกณฑ์ที่กำหนดในอัตราส่วนที่ต้องการ

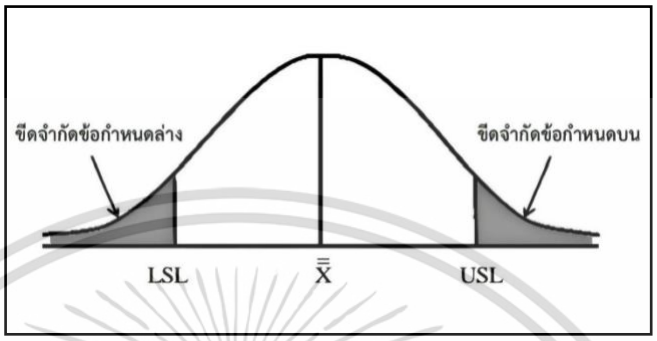
กรณีที่ 2 เมื่อค่าดัชนี C_p = 1.33 แสดงว่า สมรรถนะของกระบวนการผลิตสินค้าอยู่ในระดับที่ดี หรือเป็นไปตามข้อกำหนด ไม่จำเป็นต้องมีการปรับปรุงกระบวนการ

กรณีที่ 3 เมื่อค่าดัชนี $C_p > 1.33$ แสดงว่า สมรรถนะของกระบวนการผลิตสินค้าอยู่ในระดับที่ดี ขนาด 6σ อยู่ระหว่างขีดจำกัดข้อกำหนด ซึ่งในลักษณะนี้ไม่ก่อให้เกิดปัญหากับผู้ผลิต เพราะผลที่ได้แสดงว่าการควบคุมกระบวนการผลิตอยู่ในระดับที่เหมาะสม ได้คุณภาพผลิตภัณฑ์ตรงตามเกณฑ์ที่กำหนดตราบเท่าที่ยังคงรักษาระดับการควบคุมนี้ไว้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4 การคำนวณหาร้อยละข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนด

จากข้อมูลลักษณะคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่มีการแจกแจงปกติ สามารถคำนวณหาร้อยละของข้อมูลที่อยู่นอกขีดจำกัดข้อกำหนดโดยอาศัยความสัมพันธ์ดังนี้ (สายชล สินสมบูรณ์ทอง, 2554)



รูปที่ 2.15 ร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนด

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

เมื่อ Z_U , Z_L แทนค่าปกติมาตรฐาน

σ แทนค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\bar{X}$ แทนค่าเฉลี่ยของข้อมูล

USL แทนขีดจำกัดข้อกำหนดบน (Upper Specification Limit)

LSL แทนขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง (Lower Specification Limit)

จากสูตรการคำนวณค่า Z_U และ Z_L ที่ได้ นำไปเปิดตารางแสดงพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐาน ก.3 ในภาคผนวก จะได้ค่าเป็นพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐานที่อยู่นอกขีดจำกัดข้อกำหนดทั้งด้านซ้ายและด้านขวา นำค่าที่ได้มารวมกันแล้วคิดเป็นค่าร้อยละ จะได้ร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมที่กำหนด

2.1.5 การทดสอบการแจกแจงปกติ

การแจกแจงปกติ เป็นการแจกแจงความน่าจะเป็นของตัวแปรสุ่มชนิดต่อเนื่องที่สำคัญที่สุดและถูกนำมาประยุกต์ใช้ในหลายสาขา เช่น วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ การแพทย์ และเศรษฐศาสตร์ ในการควบคุมคุณภาพก็เช่นเดียวกันเป็นประโยชน์มากทั้งในทางทฤษฎีและปฏิบัติ ซึ่งการแจกแจงความน่าจะเป็นของตัวอย่างสุ่มที่ส่วนใหญ่จะมีค่าใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยของตัวแปรสุ่มนั้น ในทางปฏิบัติจะพบว่ามีข้อมูลหลายชนิดที่โดยธรรมชาติจะมีการแจกแจงปกติ ตัวอย่างเช่น ข้อมูลด้านขนาดน้ำหนักหรือปริมาตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คะแนนของการทดสอบทางสติปัญญา ความสูง ปริมาณผลผลิตของพืช และทฤษฎีต่างๆ ในทางสถิติ มักตั้งอยู่บนพื้นฐานของการแจกแจงปกติ (ประติภา วงศ์นาสัก, 2550)

2.1.5.1 การแจกแจงปกติ

การแจกแจงข้อมูลที่มีหลายแบบ แต่ข้อมูลที่ได้จากการวัดคุณสมบัติทางคุณภาพของการผลิตจะมีตัวแปรต่างๆ และมีความผันแปรในสภาพแวดล้อมขณะทำการผลิตเป็นปกติ มักจะมีการกระจายตัวปกติ ดั้งนั้น จึงต้องทำการศึกษาการแจกแจงปกติ ซึ่งมีคุณสมบัติดังนี้

1. เส้นโค้งจะมีลักษณะสมมาตรกันทางซ้ายและขวา ซึ่งเรียกว่า เส้นโค้งปกติ

2. จุดสูงสุดของเส้นโค้งจะอยู่ ณ ค่าวัดที่มีความถี่สูงสุด และจะค่อยๆ ลดหลั่นลงเท่าๆ กันทั้งสองข้าง ฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น สามารถหาได้เมื่อกำหนดให้ X เป็นตัวแปรสุ่ม (Random variable) ที่มีการแจกแจงปกติที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ μ และความแปรปรวนเป็น σ^2 ซึ่งใช้สัญลักษณ์ว่า $X \sim N\left(\mu,\sigma^2\right)$ จะได้ฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น ดังนี้

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

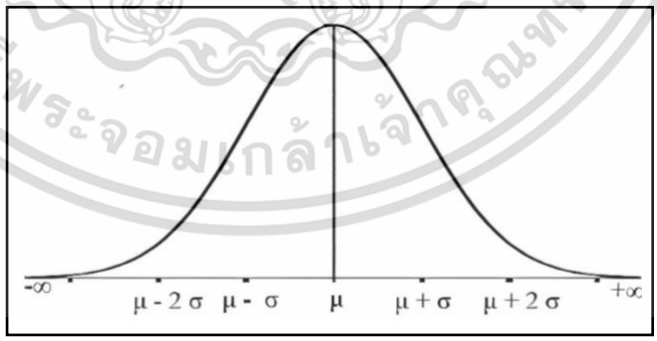
เมื่อ $f(x;\mu,\sigma^2)$ แทนฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น

e = 2.71828...

π = 3.14286...

μ แทนค่าเฉลี่ยของประชากร ; $-\infty < \mu < +\infty$

σ^2 แทนความแปรปรวนของประชากร ; $\sigma^2 > 0$



รูปที่ 2.16 กราฟการแจกแจงปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.5.2 การทดสอบการแจกแจงปกติของ Anderson-Darling

Anderson, T.W. and Darling, D.A. (1954) ได้เสนอสถิติทดสอบที่ใช้ในการทดสอบภาวะสารูปสนิทดี เมื่อข้อมูลอยู่ในมาตราเรียงลำดับ (Ordinal Scale) และลักษณะการแจกแจงของข้อมูลเป็นแบบต่อเนื่อง ซึ่งคำนวณได้ดังนี้

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

กำหนดให้ $X_1 \le X_2 ... \le X_3$ เป็นค่าสังเกต n ค่าในตัวอย่างอันดับ

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

n แทนจำนวนข้อมูลทั้งหมด

ในการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับการแจกแจงปกติทำการทดสอบภายใต้สมมติฐาน

H_0 : ข้อมูลมีการแจกแจงปกติ ; H_1 : ข้อมูลไม่มีการแจกแจงปกติ

ขั้นตอนของการทดสอบ

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

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

4. ทำการปรับค่าเป็น Z โดย

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

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

5. หาค่า AD จากสูตร

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

7. คำนวณค่าวิกฤตจากสูตร $c_a = a_a\left(1+\frac{b_0}{n}+\frac{b_1}{n^2}\right)$

เมื่อ c_a คือ ค่าวิกฤตสำหรับทดสอบภาวะปกติ

a_a, b_0, b_1 คือ ค่าที่เปิดจากตารางที่ ก.1 ภาคผนวก ก ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

8. จะปฏิเสธ H_0 เมื่อค่าสถิติทดสอบ AD^* มากกว่าค่าวิกฤต c_a

ตัวอย่างการทดสอบการแจกแจงปกติของ Anderson-Darling

ในที่นี้จะใช้ข้อมูลผลิตภัณฑ์ Spindle วันที่ 24 มกราคม พ.ศ. 2566 ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ข้อมูลผลิตภัณฑ์ Spindle วันที่ 24 มกราคม พ.ศ. 2566

ชิ้นที่	ค่าวัด	ชิ้นที่	ค่าวัด
1	62.8741	37	62.8291
2	62.8952	38	62.8920
3	62.8920	39	62.7771
4	62.8182	40	62.7672
5	62.8934	41	62.9061
6	62.7263	42	62.8012
7	62.8410	43	62.7954
8	62.8920	44	62.8552
9	62.8862	45	62.7972
10	62.8090	46	62.7960
⋮	⋮	⋮	⋮
36	62.9114	75	62.9090

วิธีทำ ให้ X แทนค่าวัดผลิตภัณฑ์ Spindle วันที่ 24 มกราคม พ.ศ. 2566

สมมติฐานการทดสอบ

H_0 : ข้อมูลของผลิตภัณฑ์ Spindle มีการแจกแจงปกติ

H_1 : ข้อมูลของผลิตภัณฑ์ Spindle ไม่มีการแจกแจงปกติ

หาค่าเฉลี่ย $\bar{X} = 62.8239$ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน $S = 0.0547$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำค่า X มาทำการเรียงข้อมูลจากน้อยไปมาก แล้วทำการปรับค่า X ให้เป็นค่า Z ดังนี้

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

$$Z_1 = \frac{X_1 - \bar{X}}{S} = \frac{(62.7263 - 62.8239)}{0.0547} = -1.7855$$

$$u_1 = P(Z < z_1) = P(Z < -1.7855) = 0.0371$$

สำหรับค่า Z_i และ u_i ค่าอื่นๆ สามารถคิดคำนวณได้ในทำนองเดียวกัน จะได้ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 การหาค่า u_i ; i = 1, 2, ..., 75 ในการคำนวณหาค่า AD

i	X_i	Z_i	u_i	$\ln u_i$
1	62.7263	-1.7855	0.0371	-3.2944
2	62.7344	-1.6373	0.0508	-2.9802
3	62.7364	-1.6007	0.0547	-2.9056
4	62.7452	-1.4398	0.0750	-2.5907
5	62.7472	-1.4032	0.0803	-2.5222
6	62.7481	-1.3867	0.0828	-2.4917
7	62.7481	-1.3867	0.0828	-2.4917
8	62.7511	-1.3318	0.0915	-2.3919
9	62.7552	-1.2568	0.1044	-2.2594
10	62.7561	-1.2404	0.1074	-2.2310
11	62.7564	-1.2349	0.1084	-2.2216
12	62.7624	-1.1251	0.1303	-2.0381
13	62.7640	-1.0958	0.1366	-1.9909
14	62.7650	-1.0775	0.1406	-1.9617
15	62.7654	-1.0702	0.1423	-1.9501
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
75	62.9182	1.7250	0.9577	-0.0432

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 การคำนวณค่าต่างๆ เพื่อใช้ในการคำนวณหาค่า AD

i	u_{n-i-1}	1 - u_{n-i-1}	$\ln(1-u_{n-i-1})$	$(2i-1)\left[\ln u_i + \ln(1-u_{n-i-1})\right]$
1	U_{75}	0.0423	-3.1639	-6.4583
2	U_{74}	0.0547	-2.9054	-17.6568
3	U_{73}	0.0598	-2.8173	-28.6144
4	U_{72}	0.0640	-2.7488	-37.3761
5	U_{71}	0.0663	-2.7131	-47.1175
6	U_{70}	0.0734	-2.6113	-56.1331
7	U_{69}	0.0924	-2.3818	-63.3564
8	U_{68}	0.0927	-2.3786	-71.5563
9	U_{67}	0.0961	-2.3427	-78.2361
10	U_{66}	0.1018	-2.2847	-85.7987
11	U_{65}	0.1028	-2.2752	-94.4311
12	U_{64}	0.1058	-2.2466	-98.5486
13	U_{63}	0.1064	-2.2403	-105.7788
14	U_{62}	0.1064	-2.2403	-113.4533
15	U_{61}	0.1064	-2.2403	-121.5210
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
75	U_1	0.9629	-0.0378	-12.0652

สถิติที่ใช้ในการทดสอบ คือ

$$AD = -75 - \frac{1}{75}\sum_{i=1}^{75}(2i-1)\left[\ln u_i + \ln(1-u_{n-i-1})\right]$$

$$= -75-(-76.2188) = 1.219$$

ทำการปรับค่าสถิติทดสอบ

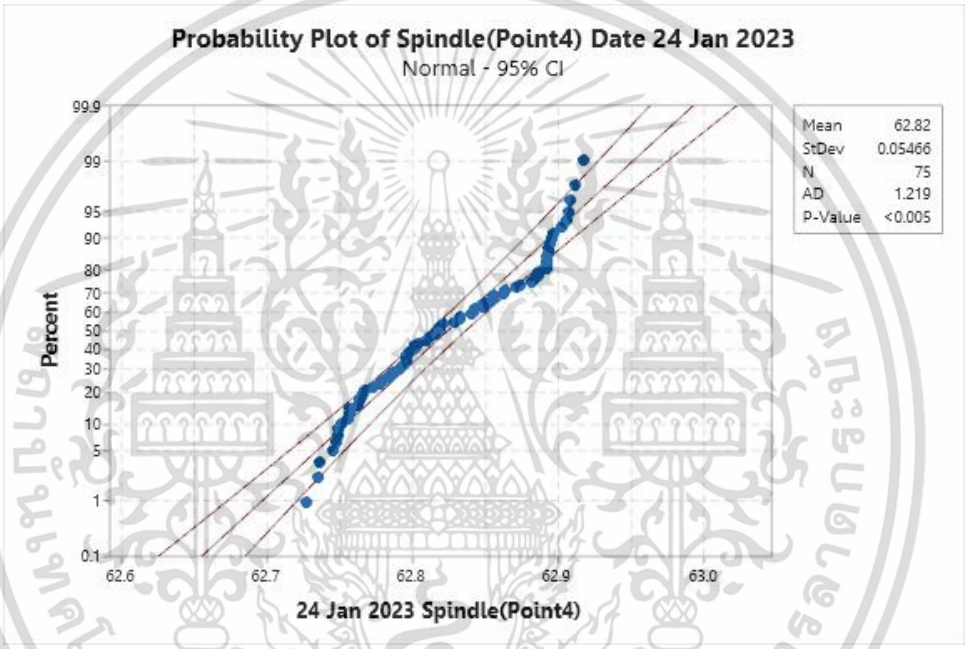
$$AD^* = AD\left(1+\frac{0.75}{n}+\frac{2.25}{n^2}\right) = 1.219\left(1+\frac{0.75}{75}+\frac{2.25}{75^2}\right) = 1.231$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เขตวิกฤต

$$c_a \quad = \quad a_a\left(1+\frac{b_0}{n}+\frac{b_1}{n^2}\right) \quad = \quad 0.7514\left(1+\frac{-0.795}{75}+\frac{-0.890}{75^2}\right) \quad = \quad 0.743$$

เนื่องจาก AD^* = 1.231 มีค่ามากกว่า 0.743 ดังนั้น จึงปฏิเสธ H_0 นั่นคือ ข้อมูลน้ำหนักผลิตภัณฑ์ Spindle วันที่ 24 มกราคม พ.ศ. 2566 ไม่มีการแจกแจงปกติ จะเห็นว่าเมื่อข้อมูลไม่มีการแจกแจงปกติ จึงต้องทำการแปลงข้อมูล ดังรูปที่ 2.17



รูปที่ 2.17 กราฟการทดสอบการแจกแจงปกติของ Anderson-Darling

2.1.5.3 การแปลงข้อมูล

เนื่องจากข้อมูลไม่มีการแจกแจงปกติโดยจะสามารถทำการแปลงข้อมูลได้ 2 วิธี

วิธีที่ 1 การแปลงข้อมูลโดยวิธี Box-Cox

การคำนวณจะทำโดยการแปลงข้อมูล X ให้เป็น $X' = X^{\lambda}$ เมื่อ

$$X' = \begin{cases} X^{\lambda} & ; \quad X \neq 0 \\ \ln X & ; \quad X = 0 \end{cases} \qquad \text{..... (3)}$$

ตัวอย่างค่า λ เป็นดังตารางที่ 2.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 ค่า λ ที่ใช้ในการแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงปกติ

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

ที่มา : จรัล ทรัพย์เสรี, (2550)

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

ตัวอย่างการแปลงข้อมูลโดยวิธี Box-Cox

ในที่นี้จะใช้ข้อมูลผลิตภัณฑ์ Spindle วันที่ 24 มกราคม พ.ศ. 2566 ดังตารางที่ 2.1 และได้ทำการทดสอบการแจกแจงปกติโดยวิธี Anderson-Darling พบว่าข้อมูลดังกล่าวไม่มีการแจกแจงปกติ จึงทำการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Box-Cox โดยใช้ โปรแกรม Minitab ในการคำนวณหาค่า λ ที่เหมาะสม ซึ่งในที่นี้ได้ค่า λ = -5 จึงทำการแปลงข้อมูลได้ดังตารางต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 การแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงปกติด้วยวิธี Box-Cox เมื่อ λ = -5

ชิ้นที่	ค่าวัด	$X' = X^{-5}$	ชิ้นที่	ค่าวัด	$X' = X^{-5}$
1	62.8741	1.018E-09	37	62.8291	1.021E-09
2	62.8952	1.016E-09	38	62.8920	1.016E-09
3	62.8920	1.016E-09	39	62.7771	1.026E-09
4	62.8182	1.022E-09	40	62.7672	1.026E-09
5	62.8934	1.016E-09	41	62.9061	1.015E-09
6	62.7263	1.030E-09	42	62.8012	1.024E-09
7	62.8410	1.020E-09	43	62.7954	1.024E-09
8	62.8920	1.016E-09	44	62.8552	1.019E-09
9	62.8862	1.017E-09	45	62.7972	1.024E-09
10	62.8090	1.023E-09	46	62.7960	1.024E-09
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
36	62.9114	1.015E-09	75	62.9090	1.015E-09

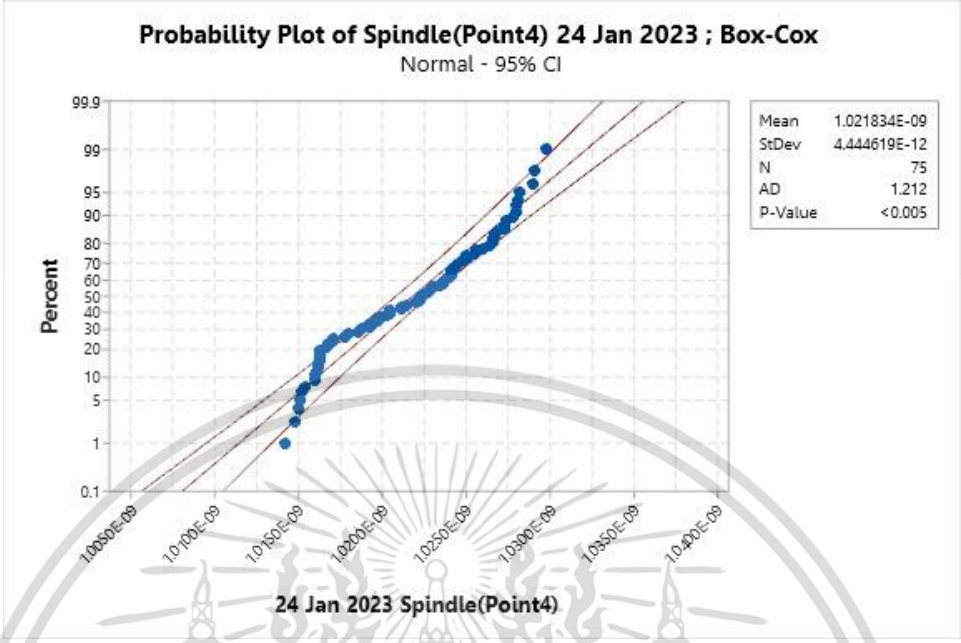
สมมติฐานการทดสอบ

H_0 : ข้อมูลของผลิตภัณฑ์ Spindle มีการแจกแจงปกติ

H_1 : ข้อมูลของผลิตภัณฑ์ Spindle ไม่มีการแจกแจงปกติ

นำข้อมูลที่ได้จากการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Box-Cox ไปหาค่า AD ด้วยวิธี Anderson-Darling ดังตัวอย่างข้างต้น และได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.18 กราฟการทดสอบการแจกแจงปกติด้วยวิธี Box-Cox ไปหาค่า Anderson-Darling

จากรูปที่ 2.18 ในที่นี้ใช้โปรแกรม Minitab จะได้ค่า P-value $<$ 0.005 ดังนั้น จึงปฏิเสธ H_0 นั่นคือการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Box-Cox ยังไม่สามารถทำให้ข้อมูลผลิตภัณฑ์ Spindle มีการแจกแจงปกติได้

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 แบบที่แปลงข้อมูลไปสู่การแจกแจงแบบปกตินั้นสามารถเขียนเป็นสมการดังนี้

$$Y = \gamma + \eta \sinh^{-1}\left(\frac{x-\varepsilon}{\lambda}\right)$$ สำหรับเส้นโค้ง SU ..... (4)

$$Y = \gamma + \eta \ln\left(\frac{x-\varepsilon}{\lambda+\varepsilon-x}\right)$$ สำหรับเส้นโค้ง SB ..... (5)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$Y = \gamma + \eta \ln\left(\frac{x-\varepsilon}{\lambda}\right)$$ สำหรับเส้นโค้ง SL ..... (6)

เมื่อ Y คือ ข้อมูลภายหลังที่ถูกแปลง

x คือ ตัวแปรที่ต้องการแปลงข้อมูล

γ คือ พารามิเตอร์บอกรูปร่างตัวที่ 1

η คือ พารามิเตอร์บอกรูปร่างตัวที่ 2

ε คือ พารามิเตอร์บอกตำแหน่ง

λ คือ พารามิเตอร์บอกมาตรา

และ $\sinh^{-1}(X) = \ln\left(X - \sqrt{1+X^2}\right)$

กฎการตัดสินต่างๆ จะถูกกำหนดให้มาว่าจะเลือกใช้วิธีของเส้นโค้ง SU, SB หรือ SL ในการที่จะแปลงข้อมูล วิธีที่ถูกเลือกใช้นั้นจะแปลงข้อมูลซ้ำๆ ซึ่งให้ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ และจะเลือกใช้เส้นโค้งต่างๆ ในการแปลงที่ให้ผลใกล้เคียงการแจกแจงปกติ

ตัวอย่างการแปลงข้อมูลโดยวิธี Johnson

ในที่นี้จะใช้ข้อมูลผลิตภัณฑ์ Spindle วันที่ 24 มกราคม พ.ศ. 2566 ดังตารางที่ 2.1 และได้ทำการทดสอบการแจกแจงปกติโดยวิธี Anderson-Darling พบว่าข้อมูลดังกล่าวไม่มีการแจกแจงปกติ จึงทำการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Box-Cox พบว่า ข้อมูลผลิตภัณฑ์ Spindle ไม่มีการแจกแจงปกติ หลังจากนั้นจึงทำการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson โดยใช้โปรแกรม Minitab ในการคำนวณหารูปแบบสมการที่เหมาะสมในการแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงปกติได้สมการดังนี้

สมการ Johnson คือ $Y = -0.005 + 0.704 ln\left[(X - 62.723)/(62.925 - X)\right]$

จึงนำเอาสมการดังกล่าวมาทำการแปลงข้อมูลได้ดังตารางต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.6 การแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงปกติด้วยวิธี Johnson

ชิ้นที่	ค่าวัด	Y	ชิ้นที่	ค่าวัด	Y
1	62.8741	0.7840	37	62.8291	0.0792
2	62.8952	1.2603	38	62.8920	1.1273
3	62.8920	1.1273	39	62.7771	-0.7145
4	62.8182	-0.0765	40	62.7672	-0.9102
5	62.8934	1.2050	41	62.9061	1.6400
6	62.7263	-3.4920	42	62.8012	-0.3230
7	62.8410	0.2365	43	62.7954	-0.4142
8	62.8920	1.1273	44	62.8552	0.4612
9	62.8862	1.0317	45	62.7972	-0.3834
10	62.8090	-0.2054	46	62.7960	-0.3988
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
36	62.9114	1.8881	75	62.9090	1.7798

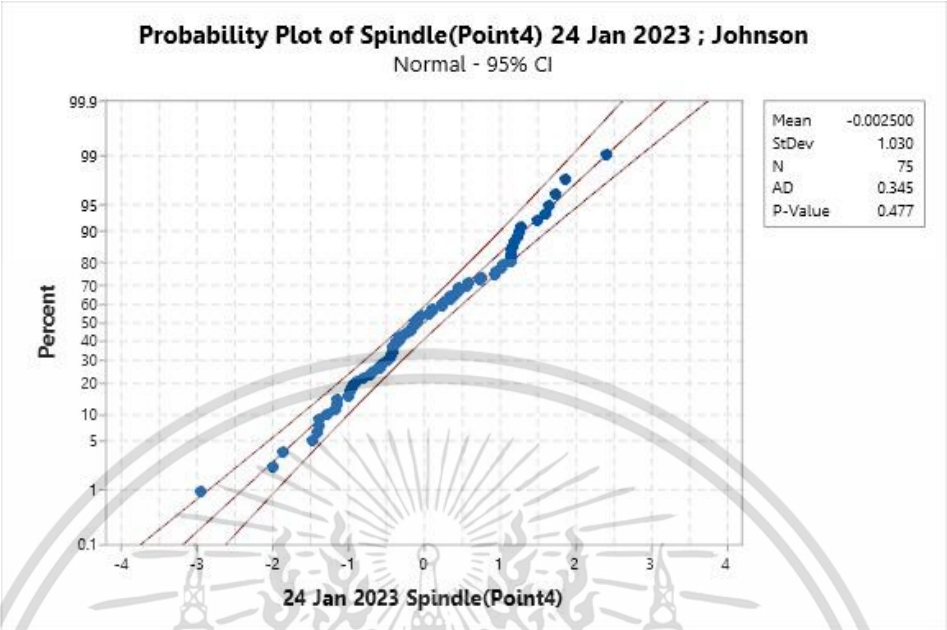
สมมติฐานการทดสอบ

H_0 : ข้อมูลของผลิตภัณฑ์ Spindle มีการแจกแจงปกติ

H_1 : ข้อมูลของผลิตภัณฑ์ Spindle ไม่มีการแจกแจงปกติ

นำข้อมูลที่ได้จากการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson ไปหาค่า AD ด้วยวิธี Anderson-Darling ดังตัวอย่างข้างต้น และได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.19 กราฟการทดสอบการแจกแจงปกติด้วยวิธี Johnson ไปหาค่า Anderson-Darling

จากรูปที่ 2.19 ในที่นี้ใช้โปรแกรม Minitab จะได้ค่า P-value = 0.477 > 0.005 ดังนั้นจึงยอมรับ H_0 นั่นคือการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson สามารถทำให้ข้อมูลผลิตภัณฑ์ Spindle มีการแจกแจงแบบปกติได้ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

2.1.6 ทฤษฎีขีดจำกัดเข้าสู่ส่วนกลาง (Central Limit Theorem; CLT)

(Dale H. Besterfield, 2004) เมื่อสุ่มตัวอย่างจากประชากรที่ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ การแจกแจงของค่าเฉลี่ยที่ได้จากตัวอย่างที่สุ่มจะมีแนวโน้มหรือเข้าใกล้การแจกแจงแบบปกติ (Approximate riormal) โดยขนาดตัวอย่างต้องมีอย่างน้อยเท่ากับ 4 ซึ่งเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้นการแจกแจงของค่าเฉลี่ยจะเข้าใกล้การแจกแจงแบบปกติมากขึ้นอีกด้วย

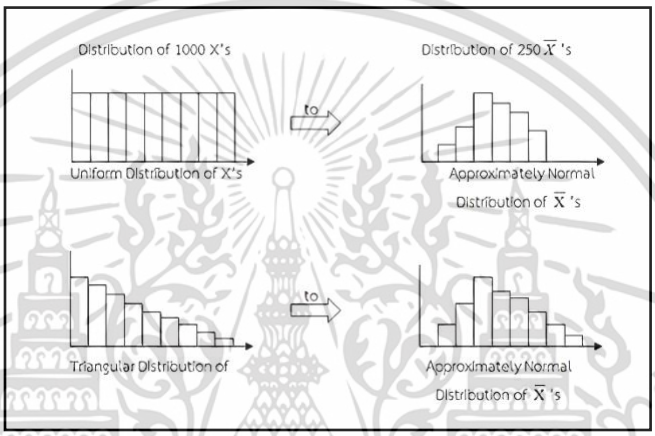
นอกจากนี้ ความแตกต่างระหว่างการแจกแจงความถี่ของ X ค่าเดียวและการแจกแจงความถี่ของค่าเฉลี่ย $\bar{X}$ สามารถใช้ทฤษฎีขีดจำกัดสู่ส่วนกลางมาอธิบายได้ดังนี้ (สายชล สินสมบูรณ์ทอง, 2554)

ถ้าสุ่มตัวอย่างจากประชากรที่ไม่ได้มีการแจกแจงแบบปกติ การแจกแจงของค่าเฉลี่ย ตัวอย่างจะมีแนวโน้มเป็นแบบปกติ ถ้าขนาดตัวอย่าง n มีค่าอย่างน้อย 4 แนวโน้มนี้จะดี ในขณะที่ขนาดตัวอย่างใหญ่ขึ้น นอกจากนี้ค่าปกติมาตรฐาน (Standardized Normal) สามารถใช้สำหรับการแจกแจงของค่าเฉลี่ยด้วยการแปลง $\bar{X}$ ให้เป็น Z ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$Z = \frac{\bar{X} - \mu}{\sigma_{\bar{X}}} = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}}$$

(E. L Grant and R. S. LeavenWorth, 1996) การทดลองของ ดร.วอลเตอร์ ชิวฮาร์ท สำหรับการแจกแจงแบบยูนิฟอร์มและการแจกแจงแบบสามเหลี่ยมของค่าเดียว ดังรูปที่ 2.20 จะเห็นได้ว่า การแจกแจงของ X แตกต่างอย่างมากจากการแจกแจงแบบปกติ อย่างไรก็ตามการแจกแจงของค่าเฉลี่ย $\bar{X}$ เป็นแบบปกติโดยประมาณ



รูปที่ 2.20 การอธิบายทฤษฎีขีดจำกัดสู่ส่วนกลาง

2.1.7 สถิติทดสอบค่าเฉลี่ยสองกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระจากกัน (Paired Samples T-test) (สุจิตรา สุคนธมัต, 2562)

การทดสอบค่าเฉลี่ยสองกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระจากกัน หรือ Paired Samples T-test เป็นการทดสอบทางสถิติ สำหรับค่าเฉลี่ยของประชากรสองกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระจากกัน จะใช้ทดสอบเมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ (Normally distributed) ไม่ทราบค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ) หรือ ความแปรปรวน (σ^2) และมีประชากรชุดเดียวกันน้อยกว่า 30 คน (n < 30) ดังสูตร

$$t = \frac{\bar{D} - d_0}{S_D / \sqrt{n}} \; ; \; df = n - 1$$

เมื่อ $\bar{D}$ แทนค่าเฉลี่ยของผลต่างของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม

S_D แทนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

n แทนขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\overline{D} = \frac{\sum_{i=1}^{n} D_i}{n}$$

$$S_D = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} D_i^2 - n\overline{D}^2}{n-1}}$$

เงื่อนไข

$\mu_d = \mu_1 - \mu_2$ เมื่อประชากรทั้งสองกลุ่มไม่เป็นอิสระต่อกัน โดยการสุ่มตัวอย่างเป็นคู่ จาก

1. ประชากรชุดเดียวกัน (n < 30)
2. ประชากรมีการแจกแจงปกติ

D_i เป็นผลต่างของค่าสังเกตเป็นคู่ (X_{1i} *และ* X_{2i}) โดยที่ D_i มีการแจกแจงปกติ

วิธีการทดสอบสมมติฐาน

ขั้นที่ 1 กำหนดสมมติฐาน

$H_0 : \mu_d \le 0$ หรือ $H_0 : \mu_d \ge 0$ หรือ $H_0 : \mu_d = 0$

$H_1 : \mu_d > 0$ $H_1 : \mu_d < 0$ $H_1 : \mu_d \ne 0$

ขั้นที่ 2 เลือกระดับนัยสำคัญ (α) เช่น α = 0.10, 0.05, หรือ 0.01 เป็นต้น

ขั้นที่ 3 เลือกตัวสถิติที่เหมาะสมในการทดสอบ (ตัวสถิติข้างต้น) และกำหนดบริเวณวิกฤต ตามระดับนัยสำคัญ โดยเลือกการทดสอบว่าเป็นทางเดียวหรือสองทาง จาก

- การทดสอบทางเดียว 1) $t > t_{\alpha,n-1}$

2) $t < -t_{\alpha,n-1}$

หรือ - การทดสอบสองทาง $t > t_{\frac{\alpha}{2},n-1}$ และ $t < -t_{\frac{\alpha}{2},n-1}$

ดังนั้น จึงดูค่าวิกฤตได้จากตารางที่ ก.4 ในภาคผนวก ก

ขั้นที่ 4 คำนวณค่าสถิติจากตัวอย่างที่สุ่มมา

ขั้นที่ 5 นำค่าสถิติที่ได้จากการคำนวณในข้อที่ 4 มาเปรียบเทียบกับบริเวณปฏิเสธในข้อที่ 3 แล้วสรุปผล ดังนี้

1. ถ้าค่าสถิติมีค่าอยู่ในบริเวณปฏิเสธ จะปฏิเสธ H_0 และยอมรับ H_1
2. ถ้าค่าสถิติมีค่าอยู่นอกบริเวณปฏิเสธ จะยอมรับ H_0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สุดารัตน์ เพี้ยงบางยาง 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 พบว่า ข้อมูลส่วนใหญ่ไม่มีการแจกแจงปกติ จึงทำการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Box-Cox และวิธี Johnson โดยกระบวนการผลิตส่วนใหญ่สามารถควบคุมได้ ค่าดัชนีวัดความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะสั้นและระยะยาวมีค่าน้อยกว่า 1 และร้อยละของข้อมูลตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนดส่วนใหญ่มีไม่มาก แต่ก็ถือได้ว่าความสามารถกระบวนการผลิตทั้ง 6 เครื่องจักรยังอยู่ในระดับที่ไม่ดี ซึ่งนั่นคือประสิทธิภาพของเครื่องจักรประเภทใส ประเภทขุ่น และประเภทสี ทั้ง 6 เครื่องจักรให้ผลที่ไม่แตกต่างกัน จึงได้นำเสนอแนวทางให้กับทางโรงงานได้ปรับปรุงแก้ไขต่อไป

กมลชนก สงวนวงษ์ และคณะ (2559) ได้ทำการศึกษาการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกของบริษัท แสงไทย ฟิตติ้ง อุตสาหกรรม จำกัด โดยทำการศึกษาผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกรุ่น 96EV รุ่น 96KV และรุ่น 128IV จากเครื่องจักรที่ทำการผลิตจำนวนทั้งหมด 6 เครื่องจักร โดยทำการเก็บข้อมูลน้ำหนักของผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกจากทุกเครื่องจักร แล้วนำข้อมูลที่ได้มาสร้างแผนภูมิค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$ - chart) และแผนภูมิควบคุมส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S - chart) หรือแผนควบคุมค่าพิสัย (R - chart) พร้อมทั้งหาค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น (C_{pk}) และระยะยาว (P_{pk}) ส่วนใหญ่มีค่ามากกว่า 1.33 และร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดทั้งระยะสั้นและระยะยาว ส่วนใหญ่มีค่าน้อยมากหรือเท่ากับ 0 จึงไม่จำเป็นต้องปรับปรุงเครื่องจักรทั้งสอง แต่เมื่อพิจารณา เครื่องจักที่ 1, 2, 4 และ 5 จะเห็นว่า เครื่องจักรทั้ง 4 เครื่องนี้ ยังมีประสิทธิภาพที่ยังไม่ดี เนื่องจาก ค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น (C_{pk}) และระยะยาว (P_{pk}) มีค่าน้อยกว่า 1.33 และร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดทั้งระยะสั้นและระยะยาวยังมีค่ามาก จึงจำเป็นต้องปรับปรุงเครื่องจักรทั้ง 4 ให้มีประสิทธิภาพดีตามมาตรฐานและเป็นที่ยอมรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พรธิชา บินอารี และคณะ (2563) ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพการบรรจุแป้งมันของโรงงานอุตสาหกรรมแป้งมัน บ้านโป่ง จ.ราชบุรี ซึ่งข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาได้นั้น สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 ข้อมูลน้ำหนักของผลิตภัณฑ์แป้งมันขนาด 25 กิโลกรัม และส่วนที่ 2 ข้อมูลน้ำหนักของผลิตภัณฑ์แป้งมันขนาด 850 กิโลกรัม โดยอาศัยแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$ - chart) แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย (R - chart) ค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิต (C_{pk}) และค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนด โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Minitab มาช่วยในการวิเคราะห์ จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลส่วนที่ 1 ผลิตภัณฑ์แป้งมันขนาด 25 กิโลกรัม ทางโรงงานได้กำหนดค่าขีดจำกัดข้อกำหนดหรือค่ามาตรฐานของน้ำหนักแป้งมันขนาด 25 กิโลกรัมไว้ที่ 25.10 ถึง 25.40 กิโลกรัมต่อถุง เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์โดยใช้แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$ - chart) และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย (R - chart) พบว่าความกว้างของขีดจำกัดควบคุมบน (UCL) และขีดจำกัดควบคุมล่าง (LCL) มีความกว้างน้อยมาก ทำให้ข้อมูลส่วนใหญ่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือขีดจำกัดควบคุมล่าง แต่หากพิจารณาที่ค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) พบว่าค่า C_{pk} ส่วนใหญ่จะมีค่ามากกว่า 1.33 และร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนดมีค่าน้อยมากหรือเท่ากับ 0 แสดงว่า กระบวนการบรรจุแป้งมันขนาด 25 กิโลกรัมอยู่ในระดับที่ดี และการบรรจุแป้งมันในแต่ละถุงเป็นไปตามขีดจำกัดข้อกำหนดที่ทางโรงงานได้กำหนดไว้ ดังนั้น ในการกำหนดค่าขีดจำกัดข้อกำหนดน้ำหนักแป้งมันขนาด 25 กิโลกรัมไว้ที่ 25.10 ถึง 25.40 กิโลกรัมต่อถุง ถือว่าเป็นค่าที่เหมาะสมสำหรับโรงงาน สำหรับข้อมูลส่วนที่ 2 ผลิตภัณฑ์แป้งมันขนาด 850 กิโลกรัม พบว่าข้อมูลที่ได้มาทั้งหมดมีเพียงค่าเดียวคือ 854 กิโลกรัม จึงทำให้ไม่สามารถวิเคราะห์ข้อมูลชุดนี้ได้

สุดารัตน์ บุญเลิศ และคณะ (2564) ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพการบรรจุข้าวสารของโรงสีแห่งหนึ่งในจังหวัดลพบุรี ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลทางด้านน้ำหนักของข้าวสารขนาด 5 กิโลกรัม 15 กิโลกรัม และ 45 กิโลกรัม ในช่วงเดือนธันวาคม พ.ศ.2564 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ.2565 โดยอาศัยแผนควบคุมตัวอย่างเดี่ยว (X - chart) และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ (MR - chart) ค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) และร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนด พิจารณาจากค่า PPM (Part Per Million) ในโปรแกรม Minitab ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า เมื่อนำข้อมูลน้ำหนักของข้าวสารขนาด 5 กิโลกรัม 15 กิโลกรัม และ 45 กิโลกรัม มาสร้างแผนภูมิควบคุมคุณภาพ X - chart และ MR - chart จะพบว่าข้อมูลในแผนภูมิจะแสดงถึงกระบวนการผลิตยังไม่สามารถควบคุมได้ นั่นหมายความว่าจะมีจุดที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตกนอกขีดจำกัดควบคุมในแผนภูมิควบคุมคุณภาพ X - chart และ/หรือ MR - chart เมื่อพิจารณาค่า C_{pk} ในกระบวนการบรรจุข้าวสาร 5 กิโลกรัม และ 15 กิโลกรัม จะให้ค่า C_{pk} ส่วนใหญ่มีค่ามากกว่า 1.33 และส่งผลให้ค่า PPM มีค่าน้อยหรือเท่ากับ 0 แต่เมื่อพิจารณาค่า C_{pk} ในกระบวนการบรรจุข้าวสาร 45 กิโลกรัม จะให้ค่า C_{pk} ส่วนใหญ่มีค่าน้อยกว่า 1.33 และส่งผลให้ค่า PPM มีค่ามากสุดอยู่ที่ 44799.68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 วิธีการดำเนินงาน

ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ มีการดำเนินงาน ดังนี้

1. การกำหนดหัวเรื่อง
2. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
3. ติดต่อประสานงานกับทางบริษัท
4. ศึกษากระบวนการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์
5. ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลรายละเอียดชิ้นส่วนยานยนต์ตามที่กำหนด
6. วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธีการทางสถิติและหลักการควบคุมคุณภาพทางสถิติ
7. แปลผลการวิเคราะห์ข้อมูล ตลอดจนสรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล และจัดทำรูปเล่ม

3.2 ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.2.1 แหล่งที่มาของข้อมูล

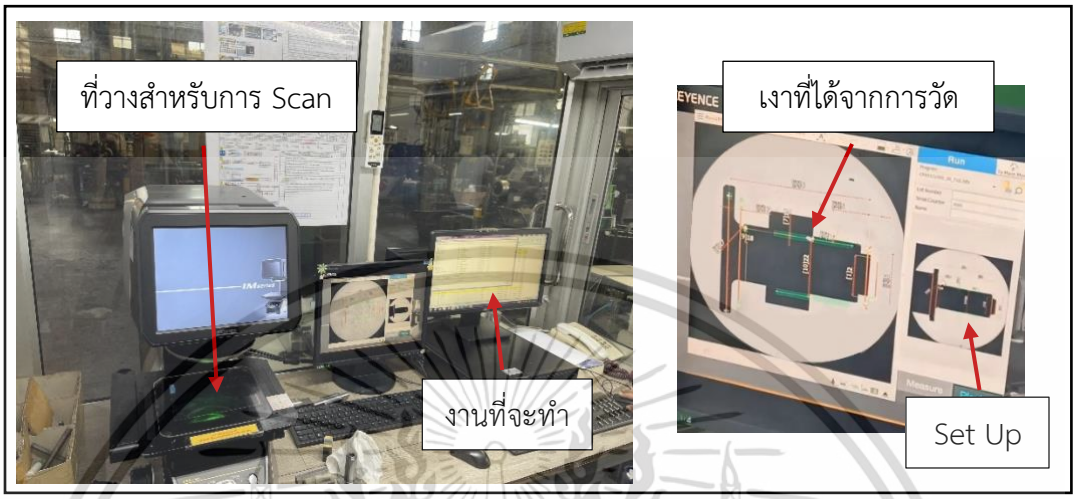
ในการศึกษาการควบคุมคุณภาพครั้งนี้ ได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวัดชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์ในแต่ละตำแหน่งของบริษัท มหาจักรออโต้พาร์ท จำกัด โดยตั้งอยู่ที่ 67/16 หมู่ 5 ถนนเชื่อมสัมพันธ์ แขวงโคกแฝด เขตหนองจอก กรุงเทพมหานคร 10530 โดยเริ่มจากการผลิตสลักเกลียว แป้นเกลียว ชิ้นส่วนขึ้นรูปเย็น ขึ้นรูปร้อน และชิ้นส่วนกลึงขึ้นรูป ทำให้ได้รับความไว้วางใจและความเชื่อถือจากลูกค้ามาอย่างต่อเนื่อง จนกลายเป็นบริษัทผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ส่งออก

รูปที่ 3.1 บริษัท มหาจักรออโต้พาร์ท จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 เครื่องมือวัดค่าของชิ้นส่วนยานยนต์

1. เครื่องมือสแกน 2 มิติ



รูปที่ 3.2 เครื่องมือสแกน 2 มิติ

เครื่องมือสแกน 2 มิติ เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล 2 มิติ โดยเครื่องสแกน 2 มิติ จะทำการสแกนผิวชิ้นงานเพื่อเก็บข้อมูลและส่งข้อมูลเข้าสู่คอมพิวเตอร์ เพื่อนำไปคำนวณและรายงานผลการวัดต่อไป (กิตติพงศ์ เอกชัย, 2566)

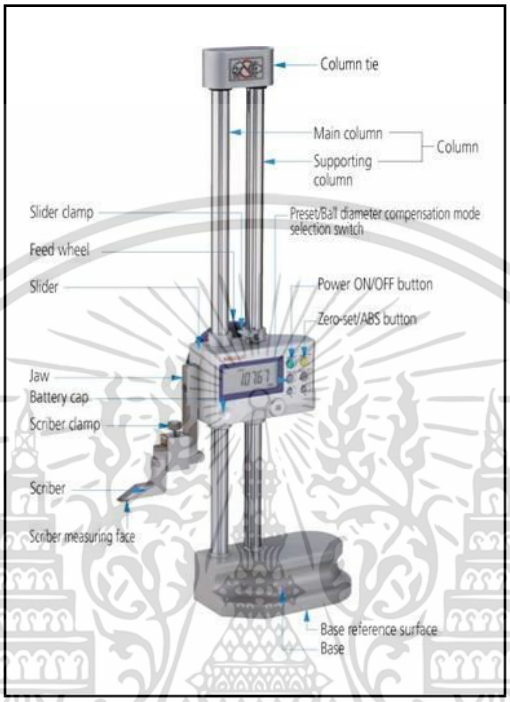
วิธีการใช้เครื่องมือสแกน 2 มิติ

1. ก่อนการวัด ให้เช็ดพื้นผิวของแกนวัดด้วยผ้าสะอาด ซึ่งจะช่วยขจัดสิ่งสกปรกและฝุ่นบนพื้นผิวออกไป ทำให้วัดได้อย่างแม่นยำ
2. ทำการวางชิ้นงานลงบนแท่นวางชิ้นงานสำหรับสแกน
3. เลือกโปรแกรม R หรือ โปรมแกรมร่างภาพ 2 มิติ ที่เขียนไว้ในคอมพิวเตอร์
4. เลือกชิ้นงานที่จะวัดให้ตรงกับผลิตภัณฑ์ที่ใช้ และทำการกดปุ่ม Scan
5. รอประมาน 5-6 นาที ค่าที่วัดได้จะขึ้นที่หน้าแสดงผลและบันทึกผลเข้าสู่คอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เครื่องมือวัดแบบไฮเกจ

ไฮเกจ มีหลายประเภทประกอบไปด้วย เวอร์เนียไฮเกจ, ไดอัลไฮเกจ, ดิจิตอลไฮเกจ ซึ่งทางบริษัทได้ใช้ในรูปแบบดิจิตอลไฮเกจ (กิตติพงศ์ ทองเงิน, 2564) ดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 เครื่องมือวัดแบบไฮเกจ

เครื่องมือวัดแบบดิจิตอลไฮเกจ เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวัดระยะความสูงของชิ้นงานในแนวตั้ง และการตรวจสอบเพื่อมาร์คจุดวัดขนาดของชิ้นงานที่มีขนาดใหญ่ มีความละเอียด 0.01 มิลลิเมตร โดยแสดงผลการวัดทางด้านข้างหน้าจอแบบดิจิตอล และอ่านค่าตัวเลขผ่านหน้าจอ

วิธีการใช้เครื่องมือวัดแบบไฮเกจ

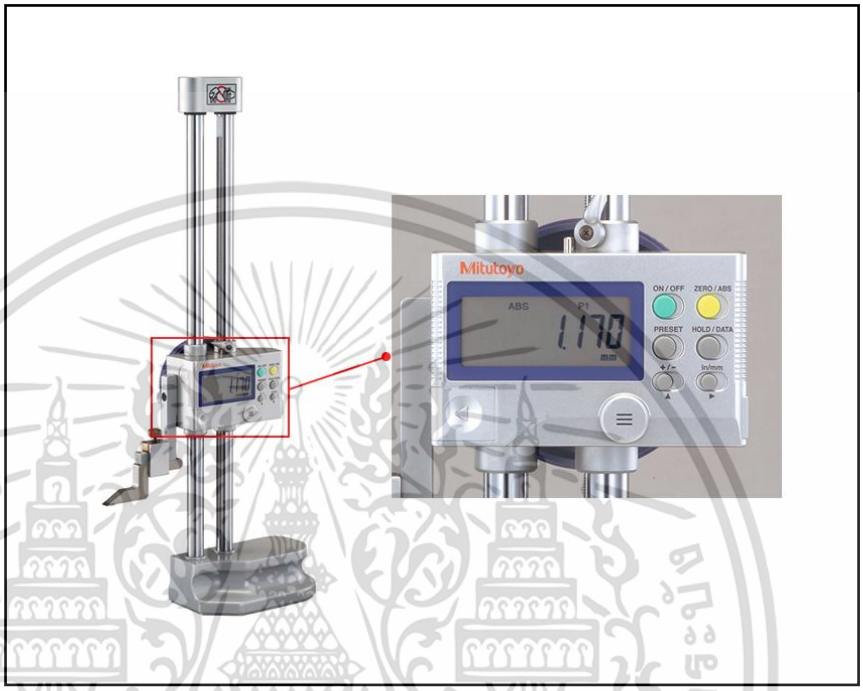
1. ก่อนการใช้งาน

- ติดตั้งปากวัด (Scriber) ให้ใกล้กับแกนเสาหลัก (Main Column) เท่าที่จะทำได้
- ทำความสะอาดแกนเสาหลัก ผิวด้านใต้ฐานอ้างอิง ผิวหน้าของตัวยึดปากวัด และผิวหน้าของปากวัด
- ทำความสะอาดผิวหน้าของโต๊ะระดับบริเวณที่จะใช้งาน
- เลื่อนตัวเลื่อน (Slider) ตลอดช่วงการใช้งานเพื่อตรวจสอบว่าตัวเลื่อนสามารถเคลื่อนที่ได้ดี ไม่ติดขัด
- เลื่อนตัวเลื่อนให้ผิวหน้าของปากวัดสัมผัสกับผิวหน้าของโต๊ะระดับ แล้วตั้งศูนย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ระหว่างการใช้งาน

- การแสดงผลการวัดจะอยู่ทางด้านข้างหน้าจอ และอ่านค่าตัวเลขผ่านหน้าจอ
- ระหว่างทำการวัดให้หมุนวงล้อ (Feed Wheel) ช้าๆ เพื่อให้แรงกดคงที่



รูปที่ 3.4 เครื่องมือวัดแบบไฮเกจ ระหว่างทำการวัดให้หมุนวงล้อ

3. หลังการใช้งาน

- ตรวจสอบสภาพของไฮเกจ ถ้าตรวจพบว่าชำรุดควรส่งซ่อม หรือจัดหาใหม่เพื่อทดแทน จากนั้นทำความสะอาดเครื่องมือ หากใช้เครื่องมือวัดในบริเวณที่มีการใช้น้ำมันตัด ควรเคลือบน้ำมันกันสนิมหลังทำความสะอาด
- หากไม่ใช้งานไฮเกจเป็นเวลานาน ควรปลดล็อคปากวัด และปรับให้อยู่สูงกว่าพื้นเล็กน้อย เพื่อหลีกเลี่ยงการโดนปากวัดบาด
- ระวังไม่ให้ปากวัดยื่นเกินออกมาจากขอบของโต๊ะ
- เมื่อต้องมีการจัดเก็บเครื่องมือเป็นเวลานาน ควรคลุมเครื่องมือด้วยถุงครอบ
- จัดเก็บเครื่องมือวัดในห้องที่ไม่มีความร้อน และความชื้นสูง รวมถึงฝุ่น และละอองน้ำมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เครื่องมือวัดแบบเวอร์เนียร์

รูปที่ 3.5 เครื่องมือวัดแบบเวอร์เนียร์

ส่วนประกอบและหน้าที่ของเครื่องมือวัดแบบเวอร์เนียร์

จากภาพจะเห็นได้ว่า เวอร์เนียร์มีลักษณะคล้ายไม้บรรทัดทั่วๆ ไป แต่ความแตกต่างอยู่ที่สามารถปรับเลื่อนตามขนาดของวัตถุทั้งด้านในและด้านนอกได้ ซึ่งสามารถแบ่งส่วนประกอบของเวอร์เนียร์ (กมลพงศ์ ยิ่งสว่าง, 2565) ได้ดังนี้

1. ปากวัดภายใน (Internal Jaws) ทำหน้าที่ วัดภายในของวัตถุ โดยวัดขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางด้านในของวัตถุ
2. ปากวัดภายนอก (External Jaw) ทำหน้าที่ วัดขนาดภายนอกของวัตถุ เหมาะกับการใช้วัดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก
3. สกรูล็อค หรือปุ่มล็อค (Locking Screw) ทำหน้าที่ล็อคตำแหน่งของปากวัดให้คงที่
4. สเกลหลัก (Main Scale) ทำหน้าที่ เป็นค่าสเกลหยาบที่อยู่บนตัวเวอร์เนียร์
5. สเกลเวอร์เนียร์ (Vernier Scale) ทำหน้าที่ เป็นค่าสเกลขยายค่าความละเอียดอยู่บนปากวัดเลื่อน
6. ปุ่มเลื่อนสเกล (Thumb Screw) ปุ่มเลื่อนสเกลช่วยให้การเลื่อนวัดขนาดง่ายขึ้น โดยปรับให้ปากวัดมีขนาดที่พอดีกับขนาดวัตถุที่ต้องการ
7. ปากวัดความลึก (Depth Measuring Blade) ใช้ในการวัดความลึกของรูในวัตถุ เพื่อหาค่าความลึกของวัตถุหรือส่วนที่อยู่ลึกบนวัตถุได้ โดยวิธีการการอ่านค่าใช้วิธีเดียวกับปากวัดภายนอก และปากวัดภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

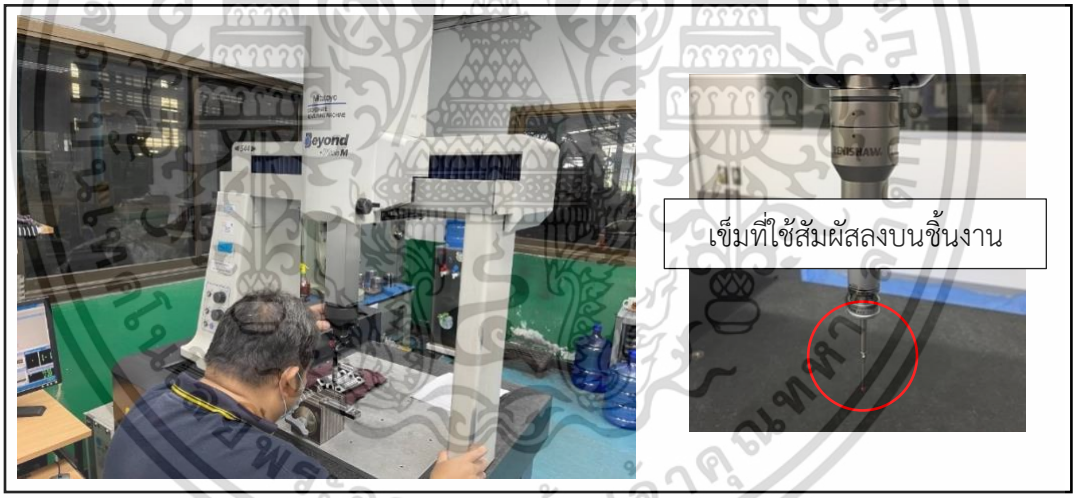
วิธีการอ่านค่าเครื่องมือวัดแบบเวอร์เนียร์

รูปที่ 3.6 วิธีการอ่านค่าเครื่องมือวัดแบบเวอร์เนียร์

ขั้นตอนที่ 1 นำเวอร์เนียร์ไปวัดวัตถุที่ต้องการ

ขั้นตอนที่ 2 อ่านค่าผลวัดที่จากหน้าจอแสดงผล

4. เครื่องมือวัดแบบคอนทัวร์



รูปที่ 3.7 เครื่องมือวัดแบบคอนทัวร์

คอนทัวร์ เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ขนาดของรูปทรงด้วยความแม่นยำสูง พร้อมระบบขับเคลื่อนความเร็วสูงและการวัดด้วยคอมพิวเตอร์ที่ง่ายต่อการใช้งาน แต่ไม่ค่อยนิยมใช้ เนื่องจากใช้เวลานานและค่าใช้จ่ายในการซื้อเครื่องมือวัดสูง (เบญจ์ ไทยอาภรณ์, 2562)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการใช้เครื่องมือวัดแบบคอนทัวร์

1. ก่อนการวัด ให้เช็ดพื้นผิวของแกนวัดด้วยผ้าสะอาด ซึ่งจะช่วยขจัดสิ่งสกปรกและฝุ่นบนพื้นผิวออกไป ทำให้วัดได้อย่างแม่นยำ
2. ทำการวางชิ้นงานลงบนแท่นวางชิ้นงาน และใช้เข็มจิ้มลงบนชิ้นงาน
3. เลือกชิ้นงานที่จะวัดให้ตรงกับผลิตภัณฑ์ที่ใช้ และทำการกดปุ่ม Start
4. รอประมาน 5-6 นาที ค่าที่วัดได้จะขึ้นที่หน้าแสดงผลและบันทึกผลเข้าสู่คอมพิวเตอร์

5. เครื่องมือวัดแบบไมโครมิเตอร์

รูปที่ 3.8 ส่วนประกอบของเครื่องมือวัดแบบไมโครมิเตอร์

1 : โครงเหล็ก	2 : แกนรับ	3 : แกนวัด
4 : ก้านล็อค	5 : ปลอกสเกล	6 : ปลอกหมุนวัด
7 : หัวหมุนกระทบ	8 : พอร์ท	9 : ปุ่มฟังก์ชั่น
10 : ปุ่มล็อกแกนหมุน		

วางชิ้นงานระหว่างแกนรับและแกนวัด จากนั้นหมุนปลอกหมุนเพื่อให้พื้นผิวทั้งสองหนีบชิ้นงานไว้ (บุลวัชร์ เจริญยืนนาน, 2565)

วิธีการใช้เครื่องมือวัดแบบไมโครมิเตอร์

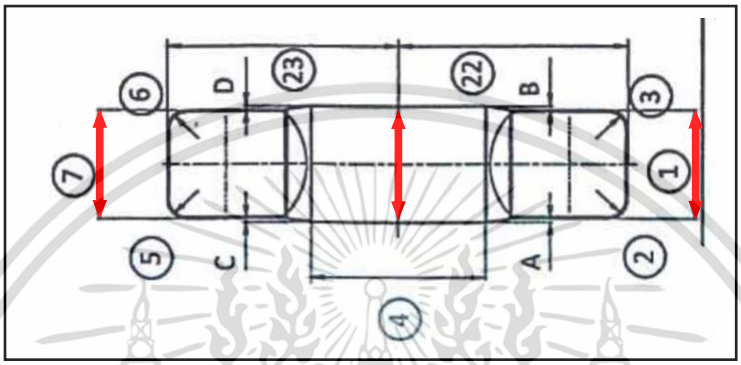
1. ก่อนการวัด ให้เช็ดพื้นผิวของแกนรับและแกนวัดด้วยผ้าสะอาด ซึ่งจะช่วยขจัดสิ่งสกปรกและฝุ่นบนพื้นผิวออกไป ทำให้วัดได้อย่างแม่นยำ
2. ในการถือไมโครมิเตอร์นั้น ให้ใช้นิ้วหัวแม่มือและนิ้วชี้ของมือซ้ายจับฝาป้องกันอุณหภูมิบนเฟรมไว้ แล้วใช้นิ้วแม่มือและนิ้วชี้ที่มือขวาหมุนปลอกหมุน
3. ยึดชิ้นงานไว้ด้วยแกนรับและแกนวัด แล้วหมุนตัวหยุดแกนหมุนไปจนสุด แล้วจึงอ่านค่า
4. อ่านค่าจากหน้าจอแสดงผล ดังรูปที่ 3.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

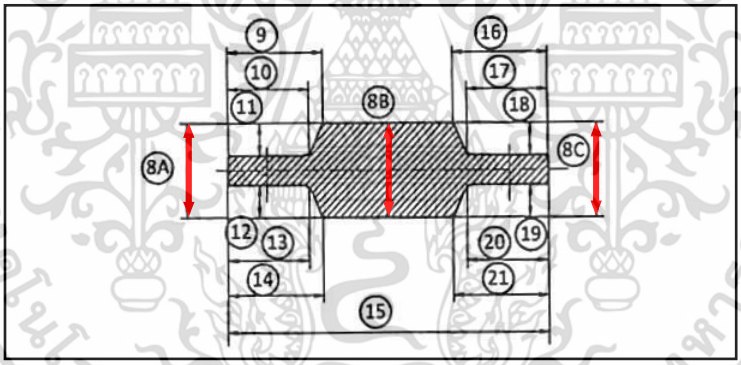
3.2.3 การวัดค่าตำแหน่งต่างๆ ของชิ้นส่วนยานยนต์

1. ผลิตภัณฑ์ Barpin

จะทำการวัด 6 ตำแหน่ง คือ จุดที่ 8AX, จุดที่ 8BX และจุดที่ 8CX ดังรูปที่ 3.12 ส่วนจุดที่ 8AY, จุดที่ 8BY และจุดที่ 8CY ดังรูปที่ 3.13 โดยใช้เครื่องมือวัดแบบไมโครมิเตอร์เป็นเครื่องมือวัด



รูปที่ 3.9 ผลิตภัณฑ์ Barpin ตำแหน่งแกน X

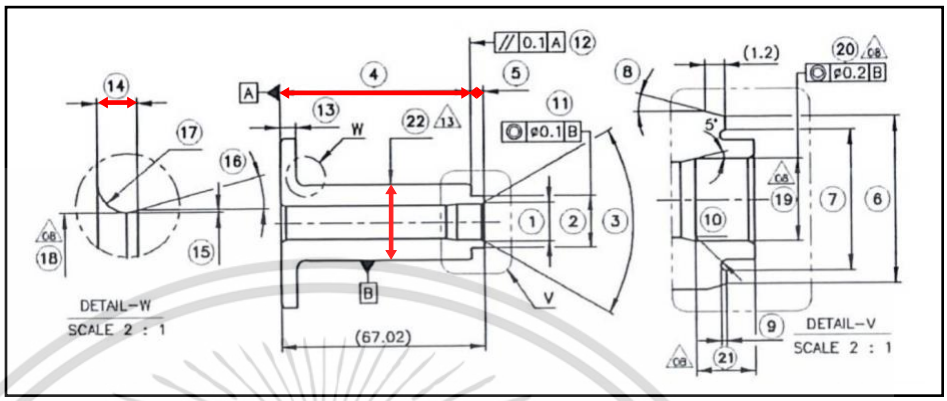


รูปที่ 3.10 ผลิตภัณฑ์ Barpin ตำแหน่งแกน Y

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ผลิตภัณฑ์ Spindle

จะทำการวัด 4 ตำแหน่ง คือ จุดที่ 4, จุดที่ 5, จุดที่ 14 และ จุดที่ 22 ดังรูปที่ 3.14

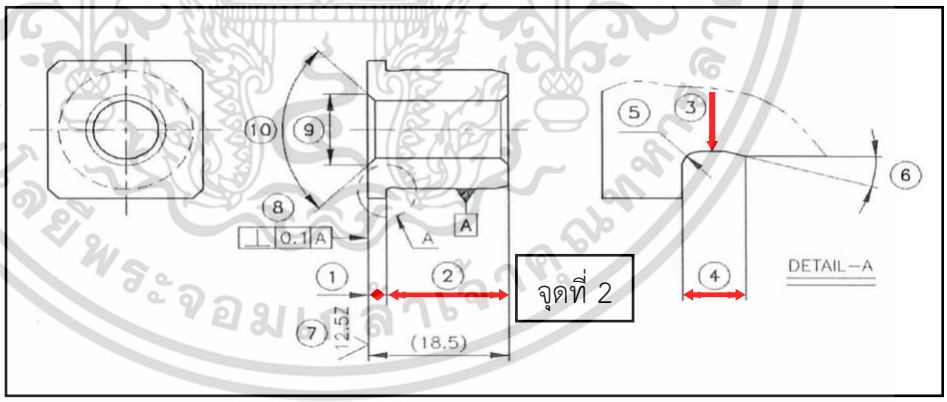


รูปที่ 3.11 ผลิตภัณฑ์ Spindle

โดยผลิตภัณฑ์ Spindle ในจุดที่ 4 และ จุดที่ 5 จะใช้เครื่องมือวัดแบบไฮเกจเป็นเครื่องมือวัด ส่วนจุดที่ 14 จะใช้เครื่องมือวัดแบบคอนทัวร์เป็นเครื่องมือวัด และ จุดที่ 22 จะใช้เครื่องมือวัดแบบไมโครมิเตอร์เป็นเครื่องมือวัด

3. ผลิตภัณฑ์ Nut Water Pump

จะทำการวัด 4 ตำแหน่ง คือ จุดที่ 1, จุดที่ 2, จุดที่ 3 และ จุดที่ 4 ดังรูปที่ 3.15



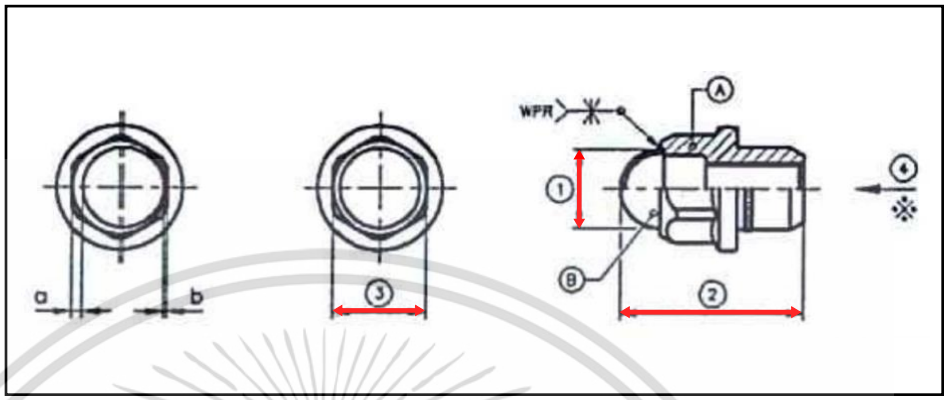
รูปที่ 3.12 ผลิตภัณฑ์ Nut water pump

โดยผลิตภัณฑ์ Nut Water Pump ในจุดที่ 1, จุดที่ 2, จุดที่ 3 และ จุดที่ 4 จะใช้เครื่องมือวัดแบบเวอร์เนียร์เป็นเครื่องมือวัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ผลิตภัณฑ์ Nut Assy Hub

จะทำการวัด 3 ตำแหน่ง คือ จุดที่ 1, จุดที่ 2 และ จุดที่ 3 ดังรูปที่ 3.16



รูปที่ 3.13 ผลิตภัณฑ์ Nut assy hub

โดยผลิตภัณฑ์ Nut Assy Hub ในจุดที่ 1, จุดที่ 2 และ จุดที่ 3 จะใช้เครื่องมือวัดแบบเวอร์เนียร์เป็นเครื่องมือวัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในครั้งนี้ แบ่งออกเป็น 3 ส่วน

ข้อมูลส่วนที่ 1 เป็นข้อมูลที่เก็บในช่วงเดือนพฤษภาคม 2565 ข้อมูลชุดนี้ใช้ทำการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องมือวัด โดยการเปรียบเทียบเครื่องมือวัดแบบไฮเกจ, เวอร์เนียร์, คอนทัวร์ และไมโครมิเตอร์ กับเครื่องมือสแกน 2 มิติ โดยการวัดค่าตำแหน่งต่างๆ จากผลิตภัณฑ์ Barpin, Spindle, Nut water pump และ Nut assy hub

ข้อมูลส่วนที่ 2 จะทำการเก็บข้อมูลโดยการสร้างแบบใบบันทึกข้อมูล สามารถอาศัยตาราง MIL-STD 414 (Military-Standard 414) มาช่วยในการเลือกขนาดของตัวอย่าง ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3.1 ตาราง MIL-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

จากการสอบถามทางบริษัททราบว่า ในแต่ละวันจะผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ตามคำสั่งซื้อ ซึ่งในช่วงการเก็บรวบรวมข้อมูล พบว่า ในแต่ละวันผลิตภัณฑ์ Barpin, Spindle, Nut water pump และ Nut assy hub จะทำการผลิตสินค้าต่อวันคือ 320, 1424, 960 และ 4800 ชิ้น และจากตารางที่ 3.1 จึงควรทำการเก็บข้อมูลวันละไม่น้อยกว่า 30, 50, 40 และ 60 ชิ้น ตามลำดับ ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้จะทำการเก็บข้อมูลผลิตภัณฑ์ Barpin และ Nut water pump วันละ 54 ตัวอย่าง และทำการเก็บข้อมูลผลิตภัณฑ์ Spindle และ Nut assy hub วันละ 75 ตัวอย่าง และสามารถบันทึกข้อมูลได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 ตารางการเก็บบันทึกข้อมูล Barpin ของวันที่ 24 มกราคม พ.ศ. 2566

ตารางการเก็บบันทึกข้อมูล Barpin

Spec Limit : วันที่ผลิต : 24/1/2566

จุดที่ 8AX (31.925 ± 0.015 mm.) จุดที่ 8BX (31.925 ± 0.015 mm.)

จุดที่ 8CX (31.925 ± 0.015 mm.)

ลำดับที่	เวลา	จุดที่	ชิ้นที่ 1	ชิ้นที่ 2	ชิ้นที่ 3	$\overline{X}$	R	หมายเหตุ
1	7:30	8AX	31.9282	31.9351	31.9284	31.9306	0.0069	
		8BX	31.9212	31.9390	31.9164	31.9255	0.0226	
		8CX	31.9340	31.9184	31.9331	31.9285	0.0156	
2	8:00	8AX	31.9380	31.9284	31.9381	31.9348	0.0097	
		8BX	31.9201	31.9390	31.9122	31.9238	0.0268	
		8CX	31.9142	31.9271	31.9371	31.9261	0.0229	
3	8:30	8AX	31.9262	31.9214	31.9191	31.9222	0.0071	
		8BX	31.9134	31.9262	31.9351	31.9249	0.0217	
		8CX	31.9352	31.9234	31.9161	31.9249	0.0191	
4	9:00	8AX	31.9330	31.9241	31.9193	31.9255	0.0137	
		8BX	31.9180	31.9191	31.9250	31.9207	0.0070	
		8CX	31.9132	31.9191	31.9202	31.9175	0.0070	
5	9:30	8AX	31.9190	31.9191	31.9171	31.9184	0.0020	
		8BX	31.9382	31.9263	31.9301	31.9315	0.0119	
		8CX	31.9121	31.9360	31.9314	31.9265	0.0239	
6	10:00	8AX	31.9353	31.9161	31.9263	31.9259	0.0192	
		8BX	31.9272	31.9243	31.9222	31.9246	0.0050	
		8CX	31.9141	31.9383	31.9252	31.9259	0.0242	
7	10:30	8AX	31.9262	31.9303	31.9282	31.9282	0.0041	
		8BX	31.9253	31.9382	31.9130	31.9255	0.0252	
		8CX	31.9111	31.9389	31.9173	31.9224	0.0278	
8	11:00	8AX	31.9311	31.9211	31.9192	31.9238	0.0119	
		8BX	31.9363	31.9313	31.9181	31.9286	0.0182	
		8CX	31.9190	31.9171	31.9352	31.9238	0.0181	
⋮								
18	16:30	8AX	31.9124	31.9253	31.9190	31.9189	0.0129	
		8BX	31.9201	31.9130	31.9304	31.9212	0.0174	
		8CX	31.9290	31.9222	31.9282	31.9265	0.0068	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 ตารางการเก็บบันทึกข้อมูล Spindle ของวันที่ 24 มกราคม พ.ศ. 2566

ตารางการเก็บบันทึกข้อมูล Spindle

Spec Limit : วันที่ผลิต : 24/1/2566

จุดที่ 4 (62.82 ± 0.10 mm.) จุดที่ 5 (4.20 ± 0.10 mm.)

จุดที่ 14 (4.25 ± 0.05 mm.) จุดที่ 22 (25.07 ± 0.02 mm.)

ลำดับที่	เวลา	จุดที่	ชิ้นที่ 1	ชิ้นที่ 2	ชิ้นที่ 3	$\overline{X}$	R	หมายเหตุ
1	7:30	4	62.8741	62.8720	62.7561	62.8341	0.1180	
		5	4.2381	4.1632	4.2631	4.2215	0.0999	
		14	4.2691	4.2334	4.2333	4.2453	0.0358	
		22	25.0581	25.0812	25.0610	25.0668	0.0231	
2	7:50	4	62.8952	62.8963	62.7990	62.8635	0.0973	
		5	4.2582	4.1310	4.1884	4.1925	0.1272	
		14	4.2434	4.2841	4.2510	4.2595	0.0407	
		22	25.0734	25.0730	25.0544	25.0669	0.0190	
3	8:10	4	62.8920	62.8481	62.8622	62.8674	0.0439	
		5	4.1542	4.2163	4.1430	4.1712	0.0733	
		14	4.2762	4.2230	4.2324	4.2439	0.0532	
		22	25.0641	25.0682	25.0853	25.0725	0.0212	
4	8:30	4	62.8182	62.8561	62.8640	62.8461	0.0458	
		5	4.2553	4.2241	4.1820	4.2205	0.0733	
		14	4.2442	4.2752	4.2673	4.2622	0.0310	
		22	25.0753	25.0562	25.0580	25.0632	0.0191	
5	8:50	4	62.8934	62.7870	62.7791	62.8198	0.1143	
		5	4.1774	4.1180	4.2743	4.1899	0.1563	
		14	4.2262	4.2530	4.2142	4.2311	0.0388	
		22	25.0781	25.0774	25.0731	25.0762	0.0050	
6	9:10	4	62.7263	62.8530	62.7921	62.7905	0.1267	
		5	4.2930	4.2194	4.1432	4.2185	0.1498	
		14	4.2871	4.2342	4.2843	4.2685	0.0529	
		22	25.0542	25.0712	25.0721	25.0658	0.0179	
⋮								
25	16:20	4	62.7723	62.7940	62.9090	62.8251	0.1367	
		5	4.2163	4.1520	4.1543	4.1742	0.0643	
		14	4.2724	4.2213	4.2192	4.2376	0.0532	
		22	25.0543	25.0662	25.0661	25.0622	0.0119	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.4 ตารางการเก็บบันทึกข้อมูล Nut water pump ของวันที่ 24 มกราคม พ.ศ.2566

ตารางการเก็บบันทึกข้อมูล Nut water pump

Spec Limit : วันที่ผลิต : 24/1/2566

จุดที่ 1 (2.50 ± 0.20 mm.) จุดที่ 2 (16.00 ± 0.20 mm.)

จุดที่ 3 (17.60 ± 0.10 mm.) จุดที่ 4 (2.00 ± 0.20 mm.)

ลำดับที่	เวลา	จุดที่	ชิ้นที่ 1	ชิ้นที่ 2	ชิ้นที่ 3	$\overline{X}$	R	หมายเหตุ
1	7:30	1	2.6891	2.4150	2.5162	2.5401	0.2741	
		2	16.0162	16.1271	16.1463	16.0965	0.1301	
		3	17.6442	17.5694	17.6723	17.6286	0.1029	
		4	1.8581	2.0613	1.9962	1.9719	0.2032	
2	8:00	1	2.3473	2.3761	2.4071	2.3768	0.0598	
		2	16.0964	15.8610	16.1743	16.0439	0.3133	
		3	17.6571	17.5422	17.5590	17.5861	0.1149	
		4	2.0931	1.8710	2.0660	2.0100	0.2221	
3	8:30	1	2.3051	2.3460	2.4524	2.3678	0.1473	
		2	15.8582	16.1470	15.9360	15.9804	0.2888	
		3	17.5773	17.6160	17.6941	17.6291	0.1168	
		4	1.8763	1.8632	1.9511	1.8969	0.0879	
4	9:00	1	2.4212	2.5960	2.3481	2.4551	0.2479	
		2	15.9350	15.9421	16.0563	15.9778	0.1213	
		3	17.5992	17.6233	17.5641	17.5955	0.0592	
		4	1.9482	1.8780	2.0981	1.9748	0.2201	
5	9:30	1	2.5551	2.6710	2.5292	2.5851	0.1418	
		2	16.1182	15.8940	16.0632	16.0251	0.2242	
		3	17.5962	17.6683	17.5231	17.5959	0.1452	
		4	1.8113	1.9821	1.8032	1.8655	0.1789	
6	10:00	1	2.4413	2.5171	2.6263	2.5282	0.1850	
		2	16.1491	16.0091	16.1320	16.0967	0.1400	
		3	17.6311	17.6732	17.5220	17.6088	0.1512	
		4	1.9022	2.0810	1.8184	1.9339	0.2626	
⋮								
18	16:30	1	2.4252	2.3351	2.3732	2.3778	0.0901	
		2	16.1460	15.9642	16.1633	16.0912	0.1991	
		3	17.5231	17.6821	17.5530	17.5861	0.1590	
		4	1.9530	2.1161	1.8980	1.9890	0.2181	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.5 ตารางการเก็บบันทึกข้อมูล Nut assy hub ของวันที่ 24 มกราคม พ.ศ. 2566

ตารางการเก็บบันทึกข้อมูล Nut assy hub

Spec Limit : วันที่ผลิต : 24/1/2566

จุดที่ 1 (19.50 ± 0.50 mm.) จุดที่ 2 (37.40 ± 0.40 mm.)

จุดที่ 3 (20.785 ± 0.135 mm.)

ลำดับที่	เวลา	จุดที่	ชิ้นที่ 1	ชิ้นที่ 2	ชิ้นที่ 3	$\overline{X}$	R	หมายเหตุ
1	7:30	1	19.9183	19.4132	19.9701	19.7672	0.5569	
		2	37.1830	37.2082	37.1892	37.1935	0.0252	
		3	20.9181	20.8611	20.7250	20.8347	0.1931	
2	7:50	1	19.4233	19.8204	19.4763	19.5733	0.3971	
		2	37.5340	37.3082	37.3173	37.3865	0.2258	
		3	20.7290	20.8862	20.6891	20.7681	0.1971	
3	8:10	1	19.8283	19.3560	19.4452	19.5432	0.4723	
		2	37.2844	37.1783	37.5484	37.3370	0.3701	
		3	20.8681	20.8932	20.6923	20.8179	0.2009	
4	8:30	1	19.4232	19.4314	19.7571	19.5372	0.3339	
		2	37.4513	37.3663	37.0972	37.3049	0.3541	
		3	20.6603	20.7961	20.8373	20.7646	0.1770	
5	8:50	1	19.3222	19.5591	19.1351	19.3388	0.4240	
		2	37.7891	37.5622	37.6452	37.6655	0.2269	
		3	20.7280	20.7884	20.6803	20.7322	0.1081	
6	9:10	1	19.3362	19.2052	19.6120	19.3845	0.4068	
		2	37.1974	37.4823	37.2413	37.3070	0.2849	
		3	20.8593	20.8504	20.9003	20.8700	0.0499	
7	9:30	1	19.5621	19.1391	19.9132	19.5381	0.7741	
		2	37.3891	37.5514	37.3230	37.4212	0.2284	
		3	20.8962	20.6751	20.8820	20.8178	0.2211	
8	9:50	1	19.6250	19.9814	19.7361	19.7808	0.3564	
		2	37.1104	37.2680	37.2960	37.2248	0.1856	
		3	20.7832	20.8281	20.7621	20.7911	0.0660	
⋮								
25	16:20	1	19.8040	19.3202	19.1942	19.4395	0.6098	
		2	37.7252	37.2392	37.7812	37.5819	0.5420	
		3	20.9029	20.9040	20.7594	20.8554	0.1446	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลส่วนที่ 3 จากการเก็บข้อมูลในส่วนที่ 2 พบว่า ข้อมูลส่วนใหญ่ไม่มีการแจกแจงปกติ เพื่อให้การวิเคราะห์ข้อมูลให้ง่ายขึ้น จึงทำการเพิ่มขนาดตัวอย่างในแต่กลุ่มตัวอย่าง และทำการเก็บข้อมูลผลิตภัณฑ์ Barpin และ Nut water pump วันละ 72 ตัวอย่าง และทำการเก็บข้อมูลผลิตภัณฑ์ Spindle และ Nut assy hub วันละ 100 ตัวอย่าง และสามารถบันทึกข้อมูลได้ดังนี้

ตารางที่ 3.6 ตารางการเก็บบันทึกข้อมูล Barpin ของวันที่ 13 มีนาคม พ.ศ. 2566

ตารางการเก็บบันทึกข้อมูล Barpin

Spec Limit : วันที่ผลิต : 13/3/2566

จุดที่ 8AX (31.925 ± 0.015 mm.) จุดที่ 8BX (31.925 ± 0.015 mm.)

จุดที่ 8CX (31.925 ± 0.015 mm.)

ลำดับที่	เวลา	จุดที่	ชิ้นที่ 1	ชิ้นที่ 2	ชิ้นที่ 3	ชิ้นที่ 4	$\bar{X}$	R	หมายเหตุ
1	7:30	8AX	31.9362	31.9372	31.9361	31.9280	31.9344	0.0092	
		8BX	31.9321	31.9272	31.9353	31.9161	31.9277	0.0192	
		8CX	31.9221	31.9270	31.9282	31.9252	31.9256	0.0061	
2	8:00	8AX	31.9171	31.9291	31.9282	31.9142	31.9222	0.0149	
		8BX	31.9232	31.9370	31.9363	31.9240	31.9301	0.0138	
		8CX	31.9330	31.9291	31.9161	31.9344	31.9282	0.0183	
3	8:30	8AX	31.9120	31.9384	31.9383	31.9370	31.9314	0.0264	
		8BX	31.9161	31.9352	31.9171	31.9172	31.9214	0.0191	
		8CX	31.9322	31.9253	31.9202	31.9203	31.9245	0.0120	
4	9:00	8AX	31.9131	31.9373	31.9392	31.9350	31.9312	0.0261	
		8BX	31.9192	31.9201	31.9321	31.9312	31.9257	0.0129	
		8CX	31.9282	31.9302	31.9252	31.9341	31.9294	0.0089	
5	9:30	8AX	31.9161	31.9330	31.9271	31.9251	31.9253	0.0169	
		8BX	31.9163	31.9254	31.9361	31.9172	31.9238	0.0198	
		8CX	31.9324	31.9272	31.9291	31.9342	31.9307	0.0070	
6	10:00	8AX	31.9274	31.9243	31.9352	31.9233	31.9276	0.0119	
		8BX	31.9311	31.9190	31.9140	31.9214	31.9214	0.0171	
		8CX	31.9304	31.9323	31.9323	31.9252	31.9301	0.0071	
⋮									
18	16:30	8AX	31.9224	31.9183	31.9243	31.9374	31.9256	0.0191	
		8BX	31.9312	31.9312	31.9172	31.9201	31.9249	0.0140	
		8CX	31.9193	31.9223	31.9340	31.9233	31.9247	0.0147	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.7 ตารางการเก็บบันทึกข้อมูล Spindle ของวันที่ 13 มีนาคม พ.ศ. 2566

ตารางการเก็บบันทึกข้อมูล Spindle

Spec Limit : วันที่ผลิต : 13/3/2566

จุดที่ 4 (62.82 ± 0.10 mm.) จุดที่ 5 (4.20 ± 0.10 mm.)

จุดที่ 14 (4.25 ± 0.05 mm.) จุดที่ 22 (25.07 ± 0.02 mm.)

ลำดับที่	เวลา	จุดที่	ชิ้นที่ 1	ชิ้นที่ 2	ชิ้นที่ 3	ชิ้นที่ 4	$\overline{X}$	R	หมายเหตุ
1	7:30	4	62.7572	62.8421	62.7650	62.8748	62.8098	0.1176	
		5	4.2801	4.2473	4.2945	4.2084	4.2576	0.0861	
		14	4.2124	4.2937	4.2762	4.2062	4.2471	0.0875	
		22	25.0525	25.0812	25.0861	25.0662	25.0715	0.0336	
2	7:50	4	62.9069	62.8905	62.8682	62.7841	62.8624	0.1228	
		5	4.2639	4.1643	4.1500	4.1799	4.1895	0.1139	
		14	4.2964	4.2855	4.2794	4.2235	4.2712	0.0729	
		22	25.0657	25.0599	25.0698	25.0523	25.0619	0.0175	
3	8:10	4	62.9030	62.7542	62.8170	62.9044	62.8447	0.1502	
		5	4.1024	4.1298	4.2139	4.2075	4.1634	0.1115	
		14	4.2957	4.2793	4.2575	4.2198	4.2631	0.0759	
		22	25.0531	25.0641	25.0585	25.0671	25.0607	0.0140	
4	8:30	4	62.7539	62.8319	62.9182	62.8227	62.8317	0.1643	
		5	4.1277	4.1329	4.2362	4.1725	4.1673	0.1085	
		14	4.2534	4.2513	4.2682	4.2832	4.2640	0.0319	
		22	25.0745	25.0709	25.0604	25.0873	25.0733	0.0269	
5	8:50	4	62.8211	62.7603	62.7294	62.7822	62.7733	0.0917	
		5	4.2556	4.2858	4.1176	4.2833	4.2356	0.1682	
		14	4.2978	4.2918	4.2795	4.2557	4.2812	0.0421	
		22	25.0671	25.0829	25.0613	25.0568	25.0670	0.0261	
6	9:10	4	62.7611	62.8999	62.8844	62.8732	62.8547	0.1388	
		5	4.1226	4.1059	4.2793	4.2941	4.2005	0.1882	
		14	4.2879	4.2307	4.2981	4.2518	4.2671	0.0674	
		22	25.0721	25.0671	25.0638	25.0523	25.0638	0.0198	
⋮									
25	16:20	4	62.8571	62.8388	62.7243	62.8564	62.8192	0.1328	
		5	4.2579	4.1752	4.1329	4.2001	4.1915	0.1250	
		14	4.2172	4.2548	4.2515	4.2947	4.2546	0.0775	
		22	25.0760	25.0832	25.0717	25.0839	25.0787	0.0122	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.8 ตารางการเก็บบันทึกข้อมูล Nut water pump ของวันที่ 13 มีนาคม พ.ศ.2566

ตารางการเก็บบันทึกข้อมูล Nut water pump

Spec Limit : วันที่ผลิต : 13/3/2566

จุดที่ 1 (2.50 ± 0.20 mm.) จุดที่ 2 (16.00 ± 0.20 mm.)

จุดที่ 3 (17.60 ± 0.10 mm.) จุดที่ 4 (2.00 ± 0.20 mm.)

ลำดับที่	เวลา	จุดที่	ชิ้นที่ 1	ชิ้นที่ 2	ชิ้นที่ 3	ชิ้นที่ 4	$\overline{X}$	R	หมายเหตุ
1	7:30	1	2.6209	2.3456	2.5322	2.5871	2.5215	0.2753	
		2	15.8332	16.1597	16.1927	15.9013	16.0217	0.3595	
		3	17.5336	17.5629	17.5103	17.6972	17.5760	0.1869	
		4	1.9472	2.0134	1.9653	2.1871	2.0283	0.2399	
2	8:00	1	2.6504	2.3987	2.5875	2.4610	2.5244	0.2517	
		2	16.1817	15.8644	16.1435	16.1867	16.0941	0.3223	
		3	17.6778	17.5737	17.5370	17.6145	17.6008	0.1408	
		4	2.1295	1.9501	1.9501	1.8166	1.9616	0.3129	
3	8:30	1	2.6437	2.3679	2.4170	2.5214	2.4875	0.2758	
		2	15.8378	15.9990	16.0643	15.9507	15.9630	0.2265	
		3	17.5885	17.5721	17.6765	17.5147	17.5880	0.1618	
		4	1.9095	1.9191	1.8711	2.1473	1.9618	0.2762	
4	9:00	1	2.6090	2.6820	2.6098	2.6522	2.6383	0.0730	
		2	15.9682	16.1171	15.9011	15.9826	15.9923	0.2160	
		3	17.5621	17.5883	17.6141	17.6293	17.5985	0.0672	
		4	1.9404	2.1929	2.1564	2.1924	2.1205	0.2525	
5	9:30	1	2.3803	2.5216	2.3795	2.3888	2.4176	0.1421	
		2	16.1163	16.1190	15.8839	15.8927	16.0030	0.2351	
		3	17.5941	17.5652	17.6086	17.5885	17.5891	0.0434	
		4	1.8410	2.1700	2.1485	2.0030	2.0406	0.3290	
6	10:00	1	2.3211	2.4219	2.6729	2.5893	2.5013	0.3518	
		2	16.1956	15.8816	15.8919	16.0440	16.0033	0.3140	
		3	17.6932	17.5283	17.6234	17.6137	17.6147	0.1649	
		4	1.8374	1.8959	1.8111	2.0895	1.9085	0.2784	
⋮									
18	16:30	1	2.4664	2.3189	2.3769	2.5677	2.4325	0.2488	
		2	15.8919	16.0204	15.8990	15.8534	15.9162	0.1670	
		3	17.5193	17.6779	17.6143	17.6988	17.6276	0.1795	
		4	2.1299	1.8677	1.9695	2.1119	2.0198	0.2622	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.9 ตารางการเก็บบันทึกข้อมูล Nut assy hub ของวันที่ 13 มีนาคม พ.ศ. 2566

ตารางการเก็บบันทึกข้อมูล Nut assy hub

Spec Limit : วันที่ผลิต : 13/3/2566

จุดที่ 1 (19.50 ± 0.50 mm.) จุดที่ 2 (37.40 ± 0.40 mm.)

จุดที่ 3 (20.785 ± 0.135 mm.)

ลำดับที่	เวลา	จุดที่	ชิ้นที่ 1	ชิ้นที่ 2	ชิ้นที่ 3	ชิ้นที่ 4	$\overline{X}$	R	หมายเหตุ
1	7:30	1	19.0703	19.7402	19.2310	19.0132	19.2637	0.7270	
		2	37.1793	37.4013	37.6120	37.3610	37.3884	0.4327	
		3	20.8010	20.7962	20.7923	20.7322	20.7804	0.0688	
2	7:50	1	19.5150	19.7321	19.5052	19.3494	19.5254	0.3827	
		2	37.2753	37.7481	37.0384	37.6284	37.4226	0.7097	
		3	20.8344	20.6792	20.7974	20.7790	20.7725	0.1552	
3	8:10	1	19.4362	19.0592	19.4311	19.4793	19.3515	0.4201	
		2	37.5530	37.2320	37.2023	37.4051	37.3481	0.3507	
		3	20.8410	20.8923	20.6673	20.7013	20.7755	0.2250	
4	8:30	1	19.0123	19.8342	19.1524	19.4082	19.3518	0.8219	
		2	37.5022	37.3292	37.6344	37.2062	37.4180	0.4282	
		3	20.7651	20.6612	20.7950	20.8920	20.7783	0.2308	
5	8:50	1	19.6711	19.2621	19.2851	19.2634	19.3704	0.4090	
		2	37.5701	37.5940	37.3783	37.0292	37.3929	0.5648	
		3	20.9091	20.7552	20.6752	20.8361	20.7939	0.2339	
6	9:10	1	19.5532	19.4550	19.5043	19.1884	19.4252	0.3648	
		2	37.5221	37.5730	37.5283	37.1531	37.4441	0.4199	
		3	20.8954	20.8083	20.7662	20.9030	20.8432	0.1368	
7	9:30	1	19.6193	19.1964	19.7042	19.7060	19.5565	0.5096	
		2	37.4212	37.4420	37.6163	37.5032	37.4957	0.1951	
		3	20.8192	20.8253	20.8253	20.6972	20.7918	0.1281	
8	9:50	1	19.5003	19.1781	19.5581	19.7321	19.4922	0.5540	
		2	37.5461	37.0571	37.5093	37.6284	37.4352	0.5713	
		3	20.8512	20.7290	20.8754	20.7493	20.8012	0.1464	
⋮									
25	16:20	1	19.2700	19.4061	19.2883	19.2550	19.3049	0.1511	
		2	37.7224	37.1453	37.2534	37.6011	37.4306	0.5771	
		3	20.7641	20.8221	20.8250	20.8321	20.8108	0.0680	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาได้นั้น สามารถแบ่งการวิเคราะห์ได้เป็น 3 ส่วน ดังนี้

ข้อมูลส่วนที่ 1 ข้อมูลชุดนี้ใช้ทำการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องมือวัด โดยการเปรียบเทียบเครื่องมือวัดแบบเครื่องมือวัดแบบไฮเกจ, เวอร์เนียร์, คอนทัวร์ และไมโครมิเตอร์ กับเครื่องมือสแกน 2 มิติ โดยการวัดค่าตำแหน่งต่างๆ จากผลิตภัณฑ์ Barpin, Spindle, Nut water pump และ Nut assy hub โดยใช้สถิติทดสอบที (T-test Statistic) ในกรณีการทดสอบค่าเฉลี่ย 2 กลุ่มที่ไม่เป็นอิสระจากกัน (Paired Samples T-test)

ข้อมูลส่วนที่ 2 ทำการทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูลด้วยวิธี Anderson-Darling ถ้าข้อมูลมีการแจกแจงปกติ จะทำการสร้างแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$ - chart) แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย (R - chart) หาค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น (C_{pk}) ค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะยาว (P_{pk}) และร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด แต่ถ้าข้อมูลไม่มีการแจกแจงปกติ ให้ทำการแปลงข้อมูลด้วยวิธีของ Box-cox และ Johnson

ข้อมูลส่วนที่ 3 ทำการสร้างแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$ - chart) แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย (R - chart) หาค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น (C_{pk}) ค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะยาว (P_{pk}) และร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาครั้งนี้ ได้ทำการศึกษากระบวนการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ของบริษัท มหาจักรออโต้พาร์ท จำกัด และได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลชิ้นส่วนยานยนต์จากผลิตภัณฑ์ Barpin, Spindle, Nut water pump และ Nut assy hub โดยสามารถแบ่งข้อมูลออกเป็น 3 ส่วน โดยมีรายละเอียด ดังนี้

- **ข้อมูลส่วนที่ 1** เป็นข้อมูลที่เก็บในช่วงเดือนพฤษภาคม 2565 ข้อมูลชุดนี้ใช้ทำการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องมือวัด โดยการเปรียบเทียบเครื่องมือวัดแบบไฮเกจ, เวอร์เนียร์, คอนทัวร์ และไมโครมิเตอร์ กับเครื่องมือสแกน 2 มิติ โดยการวัดค่าตำแหน่งต่างๆ จากผลิตภัณฑ์ Barpin, Spindle, Nut water pump และ Nut assy hub
- **ข้อมูลส่วนที่ 2** เป็นข้อมูลที่เก็บในช่วงวันที่ 24 มกราคม ถึงวันที่ 3 กุมภาพันธ์ 2566 ข้อมูลชุดนี้ใช้ทำการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ Barpin, Spindle, Nut water pump และ Nut assy hub ซึ่งจะทำการทดสอบข้อมูลมีการแจกแจงปกติหรือไม่ ถ้าข้อมูลไม่มีการแจกแจงปกติ ก็จะทำการแปลงข้อมูล แล้วนำมาสร้างแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$ - chart) และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย (R - chart) ตลอดจนค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น (C_{pk}) ค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะยาว (P_{pk}) และร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนด สำหรับค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนดจะพิจารณาจากค่า PPM (Part Per Million) ในโปรแกรม Minitab
- **ข้อมูลส่วนที่ 3** เป็นข้อมูลที่เก็บในช่วงวันที่ 13 – 17 มีนาคม 2566 ข้อมูลชุดนี้ใช้ทำการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ Barpin, Spindle, Nut water pump และ Nut assy hub แล้วนำมาสร้างแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$ - chart) และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย (R - chart) ตลอดจนค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น (C_{pk}) ค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะยาว (P_{pk}) และร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนด สำหรับค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนดจะพิจารณาจากค่า PPM (Part Per Million) ในโปรแกรม Minitab

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางบริษัทได้กำหนดขีดจำกัดข้อกำหนด (Specification Limit) ของผลิตภัณฑ์ ดังนี้

1. ผลิตภัณฑ์ Barpin จะมีการวัดทั้งหมด 6 จุด ซึ่งทั้ง 6 จุดมีขีดจำกัดข้อกำหนดเหมือนกันคือ

   Spec Limit : 31.925 $\pm$ 0.015 mm.

2. ผลิตภัณฑ์ Spindle จะมีการวัดทั้งหมด 4 จุด คือจุดที่ 4, จุดที่ 5, จุดที่ 14 และจุดที่ 22 ซึ่งแต่ละจุดมีขีดจำกัดข้อกำหนด ดังนี้

   จุดที่ 4 Spec Limit : 62.82 $\pm$ 0.10 mm.

   จุดที่ 5 Spec Limit : 4.20 $\pm$ 0.10 mm.

   จุดที่ 14 Spec Limit : 4.25 $\pm$ 0.05 mm.

   จุดที่ 22 Spec Limit : 25.07 $\pm$ 0.02 mm.

3. ผลิตภัณฑ์ Nut water pump จะมีการวัดทั้งหมด 4 จุด คือจุดที่ 1, จุดที่ 2, จุดที่ 3 และจุดที่ 4 ซึ่งแต่ละจุดมีขีดจำกัดข้อกำหนด ดังนี้

   จุดที่ 1 Spec Limit : 2.50 $\pm$ 0.20 mm.

   จุดที่ 2 Spec Limit : 16.00 $\pm$ 0.20 mm.

   จุดที่ 3 Spec Limit : 17.60 $\pm$ 0.10 mm.

   จุดที่ 4 Spec Limit : 2.00 $\pm$ 0.20 mm.

4. ผลิตภัณฑ์ Nut assy hub จะมีการวัดทั้งหมด 3 จุด คือจุดที่ 1, จุดที่ 2 และจุดที่ 3 ซึ่งแต่ละจุดมีขีดจำกัดข้อกำหนด ดังนี้

   จุดที่ 1 Spec Limit : 19.50 $\pm$ 0.50 mm.

   จุดที่ 2 Spec Limit : 37.40 $\pm$ 0.40 mm.

   จุดที่ 3 Spec Limit : 20.785 $\pm$ 0.135 mm.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลส่วนที่ 1

ข้อมูลชุดนี้ใช้ทำการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องมือวัด โดยการเปรียบเทียบเครื่องมือวัดแบบไฮเกจ, เวอร์เนียร์, คอนทัวร์ และไมโครมิเตอร์ กับเครื่องมือสแกน 2 มิติ โดยจำแนกตามชนิดของผลิตภัณฑ์ ดังนี้

4.1.1 ผลิตภัณฑ์ Barpin มีการวัดค่าทั้งหมด 6 จุด คือ จุดที่ 8AX, จุดที่ 8BX, จุดที่ 8CX, จุดที่ 8AY, จุดที่ 8BY และจุดที่ 8CY โดยใช้เครื่องมือวัดแบบไมโครมิเตอร์ในการวัดค่า จึงได้ทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการวัดจากเครื่องมือวัดแบบไมโครมิเตอร์กับเครื่องมือสแกน 2 มิติ ได้ผลการวิเคราะห์ในจุดที่ 8AX ดังนี้

สมมติฐานในการทดสอบ

H_0 : ค่าวัดเฉลี่ยในจุดที่ 8AX จากเครื่องมือวัดแบบไมโครมิเตอร์กับเครื่องมือสแกน 2 มิติไม่แตกต่างกัน

H_1 : ค่าวัดเฉลี่ยในจุดที่ 8AX จากเครื่องมือวัดแบบไมโครมิเตอร์กับเครื่องมือสแกน 2 มิติแตกต่างกัน

ผลการวิเคราะห์จากโปรแกรม Minitab

Paired T-Test (Barpin-8AX)

Descriptive Statistics

Sample	N	Mean	StDev	SE Mean
2D	60	31.9179	0.0055	0.0007
Micro	60	31.9218	0.0058	0.0007

Estimation for Paired Difference

Mean	StDev	SE Mean	95% CI for μ_difference
-0.003850	0.006901	0.000891	(-0.005633, -0.002067)

μ_difference: mean of (2D - Micro)

Test

Null hypothesis H_0: μ_difference = 0

Alternative hypothesis H_1: μ_difference ≠ 0

T-Value	P-Value
-4.32	0.00006

รูปที่ 4.1 ผลการทดสอบค่าเฉลี่ย 2 กลุ่มที่ไม่เป็นอิสระจากกัน ของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Barpin ในจุดที่ 8AX

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.1 ผลการทดสอบสมมติฐาน พบว่า ค่า t = -4.32 และ p-value = 0.00006 จึงทำการปฏิเสธ H_0 นั่นคือ ค่าวัดเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์ Barpin ในจุดที่ 8AX จากเครื่องมือวัดแบบไมโครมิเตอร์กับเครื่องมือสแกน 2 มิติ แตกต่างกัน

สำหรับจุดอื่นๆ ก็สามารถวิเคราะห์ได้ในทำนองเดียวกัน และสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้

ตารางที่ 4.1 ค่าวัดเฉลี่ยจากเครื่องมือวัดแบบไมโครมิเตอร์ กับเครื่องมือสแกน 2 มิติ จากข้อมูลของผลิตภัณฑ์ Barpin

จุดที่	**ขนาดตัวอย่าง** (n)	**ค่าวัดเฉลี่ยจากเครื่องมือวัดของ**		$\bar{d}$	$S_{\bar{d}}$	**t-value**	**p-value**
		ไมโครมิเตอร์	**สแกน 2 มิติ**				
8AX	60	31.918	31.922	-0.0039	0.0069	-4.32	< 0.001*
8BX	60	31.918	31.922	-0.0039	0.0065	4.67	< 0.001*
8CX	60	31.919	31.921	-0.0021	0.0091	1.75	0.085
8AY	60	31.921	31.922	-0.0006	0.0065	0.76	0.451
8BY	60	31.919	31.922	-0.0029	0.0072	3.11	0.003*
8CY	60	31.917	31.921	-0.0041	0.0089	3.62	0.001*

* ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบพบว่า ค่าเฉลี่ยจากการวัดค่าของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Barpin ด้วยเครื่องมือวัดแบบไมโครมิเตอร์กับเครื่องมือสแกน 2 มิติ ในจุดที่ 8AX จุดที่ 8BX จุดที่ 8BY และจุดที่ 8CY มีค่า p-value เท่ากับ <0.001, <0.001, 0.003 และ 0.001 ตามลำดับ ซึ่งค่า p-value น้อยกว่า 0.05 แสดงว่า เครื่องมือวัดแบบไมโครมิเตอร์กับเครื่องมือสแกน 2 มิติ ให้ค่าวัดที่แตกต่างกันในจุดที่ 8AXจุดที่ 8BX จุดที่ 8BY และจุดที่ 8CY

ส่วนค่าเฉลี่ยจากการวัดค่าของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Barpin ด้วยเครื่องมือวัดแบบไมโครมิเตอร์กับเครื่องมือสแกน 2 มิติ ในจุดที่ 8CX และ จุดที่ 8AY มีค่า p-value เท่ากับ 0.085 และ 0.451 ตามลำดับ ซึ่งค่า p-value มากกว่า 0.05 แสดงว่า เครื่องมือวัดแบบไมโครมิเตอร์กับเครื่องมือสแกน 2 มิติ ให้ค่าวัดที่ไม่แตกต่างกันในจุดที่ 8CX และจุดที่ 8AY

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 ผลิตภัณฑ์ Spindle มีการวัดค่าทั้งหมด 4 จุด คือ จุดที่ 4 จุดที่ 5 จุดที่ 14 และจุดที่ 22 โดยใช้เครื่องมือวัดแบบไฮเกจ, คอนทัวร์ และไมโครมิเตอร์ ในการวัดค่า จึงได้ทำการเปรียบเทียบค่าวัดจากเครื่องมือวัดทั้ง 3 แบบ กับเครื่องมือสแกน 2 มิติ ได้ผลการวิเคราะห์ในจุดที่ 4 ดังนี้

สมมติฐานในการทดสอบ

H_0 : ค่าวัดเฉลี่ยในจุดที่ 4 จากเครื่องมือวัดแบบไฮเกจกับเครื่องมือสแกน 2 มิติ ไม่แตกต่างกัน

H_1 : ค่าวัดเฉลี่ยในจุดที่ 4 จากเครื่องมือวัดแบบไฮเกจกับเครื่องมือสแกน 2 มิติ แตกต่างกัน

ผลการวิเคราะห์จากโปรแกรม Minitab

Paired T-Test (Spindle-Point4)

Descriptive Statistics

Sample	N	Mean	StDev	SE Mean
2D	90	62.8477	0.0229	0.0024
High gaege	90	62.8467	0.0241	0.0025

Estimation for Paired Difference

Mean	StDev	SE Mean	95% CI for μ_difference
0.00107	0.01793	0.00189	(-0.00269, 0.00482)

μ_difference: mean of (2D - High gaege)

Test

Null hypothesis H_0: μ_difference = 0

Alternative hypothesis H_1: μ_difference ≠ 0

T-Value	P-Value
0.56	0.574

รูปที่ 4.2 ผลการทดสอบค่าเฉลี่ย 2 กลุ่มที่ไม่เป็นอิสระจากกัน ของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Spindle ในจุดที่ 4

จากรูปที่ 4.2 ผลการทดสอบสมมติฐาน พบว่า ค่า t = 0.56 และ p-value = 0.574 จึงทำการยอมรับ H_0 นั่นคือ ค่าวัดเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์ Spindle จุดที่ 4 จากเครื่องมือวัดแบบไฮเกจกับเครื่องมือสแกน 2 มิติ แตกต่างกัน

สำหรับจุดอื่นๆ ก็สามารถวิเคราะห์ได้ในทำนองเดียวกัน และสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ค่าวัดเฉลี่ยจากเครื่องมือวัดแบบไฮเกจกับเครื่องมือสแกน 2 มิติ จากข้อมูลของผลิตภัณฑ์ Spindle จุดที่ 4 และ จุดที่ 5

จุดที่	ขนาดตัวอย่าง (n)	ค่าวัดเฉลี่ยจากเครื่องมือวัดของ		$\bar{d}$	$S_{\bar{d}}$	t-value	p-value
		ไฮเกจ	สแกน 2 มิติ				
4	90	62.848	62.847	0.0011	0.0179	0.56	0.574
5	90	4.200	4.204	-0.0038	0.0149	2.43	0.017*

* ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 4.3 ค่าวัดเฉลี่ยจากเครื่องมือวัดแบบคอนทัวร์กับเครื่องมือสแกน 2 มิติ จากข้อมูลของผลิตภัณฑ์ Spindle จุดที่ 14

จุดที่	ขนาดตัวอย่าง (n)	ค่าวัดเฉลี่ยจากเครื่องมือวัดของ		$\bar{d}$	$S_{\bar{d}}$	t-value	p-value
		คอนทัวร์	สแกน 2 มิติ				
14	90	4.305	4.318	-0.0126	0.0346	3.45	0.001*

* ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 4.4 ค่าวัดเฉลี่ยจากเครื่องมือวัดแบบไมโครมิเตอร์กับเครื่องมือสแกน 2 มิติ จากข้อมูลของผลิตภัณฑ์ Spindle จุดที่ 22

จุดที่	ขนาดตัวอย่าง (n)	ค่าวัดเฉลี่ยจากเครื่องมือวัดของ		$\bar{d}$	$S_{\bar{d}}$	t-value	p-value
		ไมโครมิเตอร์	สแกน 2 มิติ				
22	90	25.061	25.082	-0206	0.0038	50.73	< 0.001*

* ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากตารางที่ 4.2, ตารางที่ 4.3 และตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบพบว่า ค่าเฉลี่ยจากการวัดค่าของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Spindle ด้วยเครื่องมือวัดแบบไฮเกจ, คอนทัวร์ และไมโครมิเตอร์ กับเครื่องมือสแกน 2 มิติ ในจุดที่ 5, จุดที่ 14 และจุดที่ 22 มีค่า p-value เท่ากับ 0.017, 0.001 และ <0.001 ตามลำดับ ซึ่งค่า p-value น้อยกว่า 0.05 แสดงว่า เครื่องมือวัดแบบไฮเกจ, คอนทัวร์ และไมโครมิเตอร์ กับเครื่องมือสแกน 2 มิติ ให้ค่าวัดที่แตกต่างกันในจุดที่ 5, จุดที่ 14 และจุดที่ 22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนค่าเฉลี่ยจากการวัดค่าของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Spindle ด้วยเครื่องมือวัดแบบไฮเกจ กับเครื่องมือสแกน 2 มิติ ในจุดที่ 4 มีค่า p-value เท่ากับ 0.574 ซึ่งค่า p-value มากกว่า 0.05 แสดงว่าเครื่องมือวัดแบบไฮเกจ กับเครื่องมือสแกน 2 มิติ ให้ค่าวัดที่ไม่แตกต่างกันในจุดที่ 4

4.1.3 ผลิตภัณฑ์ Nut water pump มีการวัดค่าทั้งหมด 4 จุด คือ จุดที่ 1, จุดที่ 2, จุดที่ 3 และจุดที่ 4 โดยใช้เครื่องมือวัดแบบเวอร์เนียร์ในการวัดค่า จึงได้ทำการเปรียบเทียบค่าวัดจากเครื่องมือวัดแบบเวอร์เนียร์ กับเครื่องมือสแกน 2 มิติ ได้ผลการวิเคราะห์ในจุดที่ 1 ดังนี้

สมมติฐานในการทดสอบ

H_0 : ค่าวัดเฉลี่ยในจุดที่ 1 จากเครื่องมือวัดแบบเวอร์เนียร์กับเครื่องมือสแกน 2 มิติ ไม่แตกต่างกัน

H_1 : ค่าวัดเฉลี่ยในจุดที่ 1 จากเครื่องมือวัดแบบเวอร์เนียร์กับเครื่องมือสแกน 2 มิติ แตกต่างกัน

ผลการวิเคราะห์จากโปรแกรม Minitab

Paired T-Test (Nut Water Pump-Point1)

Descriptive Statistics

Sample	N	Mean	StDev	SE Mean
2D	90	2.57037	0.05037	0.00531
VERNIER	90	2.53878	0.03874	0.00408

Estimation for Paired Difference

Mean	StDev	SE Mean	95% CI for μ_difference
0.03160	0.04238	0.00447	(0.02272, 0.04047)

μ_difference: mean of (2D - VERNIER)

Test

Null hypothesis H_0: μ_difference = 0

Alternative hypothesis H_1: μ_difference ≠ 0

T-Value	P-Value
7.07	0.0000000003

รูปที่ 4.3 ผลการทดสอบค่าเฉลี่ย 2 กลุ่มที่ไม่เป็นอิสระจากกัน ของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Nut water pump ในจุดที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.3 ผลการทดสอบสมมติฐาน พบว่า ค่า t = 7.07 และ p-value < 0.001 จึงทำการปฏิเสธ H_0 นั่นคือ ค่าวัดเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์ Nut water pump ในจุดที่ 1 จากเครื่องมือวัดแบบเวอร์เนียร์กับเครื่องมือสแกน 2 มิติแตกต่างกัน

สำหรับจุดอื่นๆ ก็สามารถวิเคราะห์ได้ในทำนองเดียวกัน และสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้

ตารางที่ 4.5 ค่าวัดเฉลี่ยจากเครื่องมือวัดแบบเวอร์เนียร์กับเครื่องมือสแกน 2 มิติ จากข้อมูลของผลิตภัณฑ์ Nut water pump

จุดที่	**ขนาดตัวอย่าง** (n)	**ค่าวัดเฉลี่ยจากเครื่องมือวัดของ**		$\bar{d}$	$S_{\bar{d}}$	**t-value**	**p-value**
		เวอร์เนียร์	**สแกน 2 มิติ**				
1	90	2.570	2.539	0.0316	0.0424	7.07	< 0.001*
2	90	16.073	16.158	-0.0855	0.0598	13.56	< 0.001*
3	90	17.564	17.581	-0.0175	0.0362	4.58	< 0.001*
4	90	2.367	2.295	0.0719	0.1362	5.00	< 0.001*

* ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบพบว่า ค่าเฉลี่ยจากการวัดค่าของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Nut water pump ด้วยเครื่องมือวัดแบบเวอร์เนียร์กับเครื่องมือสแกน 2 ในจุดที่ 1 จุดที่ 2 จุดที่ 3 และจุดที่ 4 มีค่า p-value < 0.001 ทั้ง 4 จุด ซึ่งค่า p-value น้อยกว่า 0.05 แสดงว่า เครื่องมือวัดแบบเวอร์เนียร์กับเครื่องมือสแกน 2 ให้ค่าวัดที่แตกต่างกันในจุดที่ 1 จุดที่ 2 จุดที่ 3 และจุดที่ 4

4.1.4 ผลิตภัณฑ์ Nut assy hub มีการวัดค่าทั้งหมด 3 จุด คือ จุดที่ 1 จุดที่ 2 และจุดที่ 3 โดยใช้เครื่องมือวัดแบบเวอร์เนียร์ ในการวัดค่า จึงได้ทำการเปรียบเทียบค่าวัดจากเครื่องมือวัดแบบเวอร์เนียร์กับเครื่องมือสแกน 2 มิติ ได้ผลการวิเคราะห์ในจุดที่ 1 ดังนี้

สมมติฐานในการทดสอบ

H_0 : ค่าวัดเฉลี่ยในจุดที่ 1 จากเครื่องมือวัดแบบเวอร์เนียร์กับเครื่องมือสแกน 2 มิติ ไม่แตกต่างกัน

H_1 : ค่าวัดเฉลี่ยในจุดที่ 1 จากเครื่องมือวัดแบบเวอร์เนียร์กับเครื่องมือสแกน 2 มิติ แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการวิเคราะห์จากโปรแกรม Minitab

Paired T-Test (Nut Assy Hub-Point1)

Descriptive Statistics

Sample	N	Mean	StDev	SE Mean
2D	60	19.7181	0.1726	0.0223
Vernier	60	19.8040	0.1032	0.0133

Estimation for Paired Difference

Mean	StDev	SE Mean	95% CI for μ_difference
-0.0859	0.1636	0.0211	(-0.1281, -0.0436)

μ_difference: mean of (2D - Vernier)

Test

Null hypothesis	H_0: μ_difference = 0
Alternative hypothesis	H_1: μ_difference ≠ 0

T-Value	P-Value
-4.06	0.0001

รูปที่ 4.4 ผลการทดสอบค่าเฉลี่ย 2 กลุ่มที่ไม่เป็นอิสระจากกัน ของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Nut assy hub ในจุดที่ 1

จากรูปที่ 4.4 ผลการทดสอบสมมติฐาน พบว่า ค่า t = -4.06 และ p-value = 0.001 จึงทำการปฏิเสธ H_0 นั่นคือ ค่าวัดเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์ Nut assy hub ในจุดที่ 1 จากเครื่องมือวัดแบบเวอร์เนียร์กับเครื่องมือสแกน 2 มิติ แตกต่างกัน

สำหรับจุดอื่นๆ ก็สามารถวิเคราะห์ได้ในทำนองเดียวกัน และสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 ค่าวัดเฉลี่ยจากเครื่องมือวัดแบบเวอร์เนียร์กับเครื่องมือสแกน 2 มิติ จากข้อมูลของผลิตภัณฑ์ Nut assy hub

จุดที่	ขนาดตัวอย่าง (n)	ค่าวัดเฉลี่ยจากเครื่องมือวัดของ		$\bar{d}$	$S_{\bar{d}}$	t-Value	p-value
		เวอร์เนียร์	สแกน 2 มิติ				
1	60	19.718	19.804	-0.0859	0.1637	4.065	< 0.001*
2	60	37.736	37.689	0.0475	0.0154	23.90	< 0.001*
3	60	20.744	20.743	0.0011	0.0202	0.42	0.675

* ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากตารางที่ 4.6 ผลการทดสอบพบว่า ค่าเฉลี่ยจากการวัดค่าของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Nut assy hub ด้วยเครื่องมือวัดแบบเวอร์เนียร์กับเครื่องมือสแกน 2 มิติ ในจุดที่ 1 และจุดที่ 2 มีค่า p-value เท่ากับ <0.001 และ <0.001 ตามลำดับ ซึ่งค่า p-value น้อยกว่า 0.05 แสดงว่า เครื่องมือวัดแบบเวอร์เนียร์กับเครื่องมือสแกน 2 มิติ ให้ค่าวัดที่แตกต่างกันในจุดที่ 1 และจุดที่ 2

ส่วนค่าเฉลี่ยจากการวัดค่าของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Nut assy hub ด้วยเครื่องมือวัดแบบเวอร์เนียร์กับเครื่องมือสแกน 2 มิติ ในจุดที่ 3 มีค่า p-value เท่ากับ 0.675 ซึ่งค่า p-value มากกว่า 0.05 แสดงว่า เครื่องมือวัดแบบเวอร์เนียร์กับเครื่องมือสแกน 2 มิติ ให้ค่าวัดที่ไม่แตกต่างกันในจุดที่ 3

4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลส่วนที่ 2

ข้อมูลชุดนี้ได้ทำการเก็บข้อมูลในช่วงวันที่ 24 มกราคม ถึงวันที่ 3 กุมภาพันธ์ 2566 โดยทำการสุ่มตัวอย่าง ครั้งละ 3 ตัวอย่าง จากผลิตภัณฑ์ 4 ชนิด คือ Barpin, Spindle, Nut water pump และ Nut assy hub โดยใช้เครื่องมือสแกน 2 มิติ ได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

4.2.1 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูล

1. ผลิตภัณฑ์ Barpin มีการวัดค่าทั้งหมด 6 จุด คือ จุดที่ 8AX, จุดที่ 8BX, จุดที่ 8CX, จุดที่ 8AY, จุดที่ 8BY และจุดที่ 8CY ได้ผลการวิเคราะห์ในจุดที่ 8AX ของวันที่ 24 มกราคม พ.ศ. 2566 ดังนี้

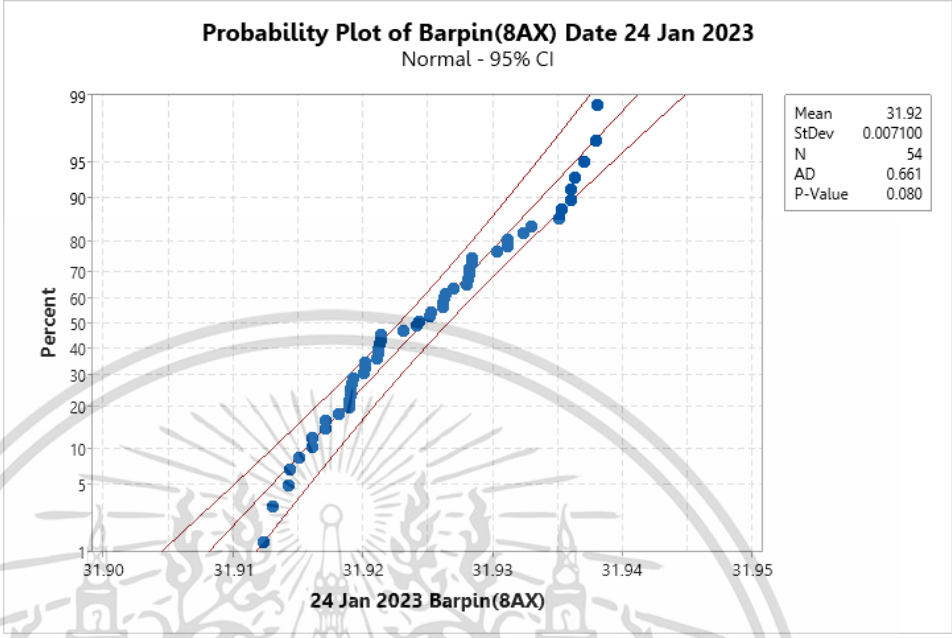
สมมติฐานในการทดสอบ

H_0 : ข้อมูลผลิตภัณฑ์ Barpin ในจุดที่ 8AX ของวันที่ 24 มกราคม พ.ศ. 2566 มีการแจกแจงปกติ

H_1 : ข้อมูลผลิตภัณฑ์ Barpin ในจุดที่ 8AX ของวันที่ 24 มกราคม พ.ศ. 2566 ไม่มีการแจกแจงปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการวิเคราะห์จากโปรแกรม Minitab



รูปที่ 4.5 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Barpin ในจุดที่ 8AX ของวันที่ 24 มกราคม พ.ศ. 2566

จากรูปที่ 4.5 จะเห็นว่า ข้อมูลส่วนใหญ่จะอยู่รอบๆ เส้นตรง และจากการทดสอบโดยใช้วิธี Anderson-Darling จะได้ค่า AD = 0.661 และค่า p-value = 0.080 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 แสดงว่า ข้อมูลผลิตภัณฑ์ Barpin ในจุดที่ 8AX ของวันที่ 24 มกราคม พ.ศ. 2566 มีการแจกแจงปกติ

ในกรณีที่ข้อมูลไม่มีการแจกแจงปกติ จำเป็นต้องทำการแปลงข้อมูลของวันที่ข้อมูลไม่มีการแจกแจงปกติให้มีการแจกแจงปกติ โดยใช้วิธี Box-Cox แต่ถ้าวิธี Box-Cox ไม่สามารถแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงปกติได้ จะใช้วิธี Johnson ในการแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงปกติ

สำหรับตำแหน่งอื่นๆ ก็สามารถวิเคราะห์ได้ในทำนองเดียวกัน สามารถสรุปผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้

ตารางที่ 4.7 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติและผลการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson ของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Barpin จุดที่ 8AX

วันที่ผลิต	ค่า AD	p-value	สมการการแปลงข้อมูล
24 ม.ค. 66	0.661	0.080	มีการแจกแจงปกติ
25 ม.ค. 66	1.260	<0.005	Y* = -0.112 + 0.474 × Ln((X - 31.911) / (31.939 - X))
26 ม.ค. 66	0.775	0.041	Y* = 0.199 + 0.680 × Ln((X - 31.911) / (31.940 - X))

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติและผลการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson ของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Barpin จุดที่ 8AX (ต่อ)

วันที่ผลิต	ค่า AD	p-value	สมการการแปลงข้อมูล
27 ม.ค. 66	0.686	0.069	มีการแจกแจงปกติ
30 ม.ค. 66	0.706	0.062	มีการแจกแจงปกติ
31 ม.ค. 66	1.122	0.006	Y* = 0.368 + 0.706 × Ln((X - 31.911) / (31.942 - X))
1 ก.พ. 66	0.954	0.015	Y*= 0.011 + 0.569 × Ln((X - 31.911) / (31.938 - X))
2 ก.พ. 66	1.527	<0.005	Y* = 0.264 + 0.664 × Ln((X - 31.911) / (31.942 - X))
3 ก.พ. 66	1.308	<0.005	Y* = 0.339 + 0.523 × Ln((X - 31.911) / (31.940 - X))

หมายเหตุ : Y* คือ สมการการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson

ตารางที่ 4.8 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติและผลการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson ของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Barpin จุดที่ 8BX

วันที่ผลิต	ค่า AD	p-value	สมการการแปลงข้อมูล
24 ม.ค. 66	0.802	0.036	Y* = 0.063 + 0.704 × Ln((X - 31.910) / (31.942 - X))
25 ม.ค. 66	0.753	0.047	Y* = -0.360 + 0.777 × Ln((X - 31.908) / (31.940 - X))
26 ม.ค. 66	0.918	0.018	Y* = -0.105 + 0.596 × Ln((X - 31.910) / (31.939 - X))
27 ม.ค. 66	1.517	<0.005	Y* = 0.008 + 0.452 × Ln((X - 31.911) / (31.939 - X))
30 ม.ค. 66	0.978	0.013	Y* = -0.463 + 0.730 × Ln((X - 31.906) / (31.940 - X))
31 ม.ค. 66	0.572	0.131	มีการแจกแจงปกติ
1 ก.พ. 66	1.324	<0.005	Y* = -0.193 + 0.498 × Ln((X - 31.911) / (31.940 - X))
2 ก.พ. 66	1.534	<0.005	Y* = -0.210 + 0.421 × Ln((X - 31.911) / (31.938 - X))
3 ก.พ. 66	0.667	0.077	มีการแจกแจงปกติ

หมายเหตุ : Y* คือ สมการการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติและผลการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson ของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Barpin จุดที่ 8CX

วันที่ผลิต	ค่า AD	p-value	สมการการแปลงข้อมูล
24 ม.ค. 66	0.932	0.017	Y* = -0.145 + 0.578 × Ln((X - 31.910) / (31.940 - X))
25 ม.ค. 66	1.051	0.008	Y* = -0.472 + 0.728 × Ln((X - 31.907) / (31.939 - X))
26 ม.ค. 66	1.701	<0.005	Y* = -0.079 + 0.402 × Ln((X - 31.911) / (31.939 - X))
27 ม.ค. 66	0.669	0.076	มีการแจกแจงปกติ
30 ม.ค. 66	1.408	<0.005	Y* = 0.029 + 0.509 × Ln((X - 31.912) / (31.939 - X))
31 ม.ค. 66	1.063	0.008	Y* = 0.005 + 0.547 × Ln((X - 31.911) / (31.940 - X))
1 ก.พ. 66	1.354	<0.005	Y* = -0.263 + 0.481 × Ln((X - 31.912) / (31.939 - X))
2 ก.พ. 66	0.970	0.013	Y* = -0.430 + 0.678 × Ln((X - 31.910) / (31.939 - X))
3 ก.พ. 66	0.540	0.159	มีการแจกแจงปกติ

หมายเหตุ : Y* คือ สมการการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson

ตารางที่ 4.10 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติและผลการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson ของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Barpin จุดที่ 8AY

วันที่ผลิต	ค่า AD	p-value	สมการการแปลงข้อมูล
24 ม.ค. 66	0.529	0.169	มีการแจกแจงปกติ
25 ม.ค. 66	2.087	<0.005	Y* = 0.012 + 0.512 × Ln((X - 31.912) / (31.939 - X))
26 ม.ค. 66	0.713	0.059	มีการแจกแจงปกติ
27 ม.ค. 66	0.647	0.087	มีการแจกแจงปกติ
30 ม.ค. 66	1.257	<0.005	Y* = -0.069 + 0.440 × Ln((X - 31.911) / (31.938 - X))
31 ม.ค. 66	1.129	0.005	Y* = -0.008 + 0.528 × Ln((X - 31.911) / (31.938 - X))
1 ก.พ. 66	0.496	0.205	มีการแจกแจงปกติ
2 ก.พ. 66	0.646	0.087	มีการแจกแจงปกติ
3 ก.พ. 66	0.757	0.046	Y* = 0.019 + 0.658 × Ln((X - 31.909) / (31.939 - X))

หมายเหตุ : Y* คือ สมการการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติและผลการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson ของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Barpin จุดที่ 8BY

วันที่ผลิต	ค่า AD	p-value	สมการการแปลงข้อมูล
24 ม.ค. 66	0.983	0.012	Y* = -0.011 + 0.589 × Ln((X - 31.911) / (31.940 - X))
25 ม.ค. 66	0.845	0.028	Y* = -0.391 + 0.776 × Ln((X - 31.905) / (31.940 - X))
26 ม.ค. 66	0.548	0.151	มีการแจงแจงปกติ
27 ม.ค. 66	0.673	0.074	มีการแจงแจงปกติ
30 ม.ค. 66	0.936	0.016	Y* = -0.231 + 0.652 × Ln((X - 31.911) / (31.939 - X))
31 ม.ค. 66	1.342	<0.005	Y* = 0.322 + 0.554 × Ln((X - 31.910) / (31.940 - X))
1 ก.พ. 66	0.602	0.112	มีการแจงแจงปกติ
2 ก.พ. 66	0.561	0.140	มีการแจงแจงปกติ
3 ก.พ. 66	1.034	0.009	Y* = -0.081 + 0.550 × Ln((X - 31.911) / (31.940 - X))

หมายเหตุ : Y* คือ สมการการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson

ตารางที่ 4.12 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติและผลการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson ของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Barpin จุดที่ 8CY

วันที่ผลิต	ค่า AD	p-value	สมการการแปลงข้อมูล
24 ม.ค. 66	0.974	0.013	Y* = -0.129 + 0.574 × Ln((X - 31.910) / (31.939 - X))
25 ม.ค. 66	0.804	0.035	Y* = -0.288 + 0.716 × Ln((X - 31.909) / (31.940 - X))
26 ม.ค. 66	0.712	0.060	มีการแจกแจงปกติ
27 ม.ค. 66	0.950	0.015	Y* = -0.357 + 0.638 × Ln((X - 31.911) / (31.939 - X))
30 ม.ค. 66	0.931	0.017	Y* = -0.155 + 0.606 × Ln((X - 31.914) / (31.940 - X))
31 ม.ค. 66	0.501	0.200	มีการแจกแจงปกติ
1 ก.พ. 66	0.519	0.179	มีการแจกแจงปกติ
2 ก.พ. 66	0.697	0.065	มีการแจกแจงปกติ
3 ก.พ. 66	0.892	0.021	Y* = 0.132 + 0.543 × Ln((X - 31.910) / (31.938 - X))

หมายเหตุ : Y* คือ สมการการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.7 – 4.12 จะพบว่าข้อมูลของผลิตภัณฑ์ Barpin ทั้งหมด 6 จุดคือ จุดที่ 8AX, จุดที่ 8BX, จุดที่ 8CX, จุดที่ 8AY, จุดที่ 8BY และจุดที่ 8CY ของวันที่ 24 มกราคม พ.ศ. 2566 ถึงวันที่ 3 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2566 ส่วนใหญ่ไม่มีการแจกแจงปกติ จึงจำเป็นต้องทำการแปลงข้อมูลของวันที่ข้อมูลไม่มีการแจกแจงปกติให้มีการแจกแจงปกติ โดยใช้วิธี Box-Cox แต่วิธี Box-Cox ไม่สามารถแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงปกติได้ จึงใช้วิธี Johnson ในการแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงปกติ

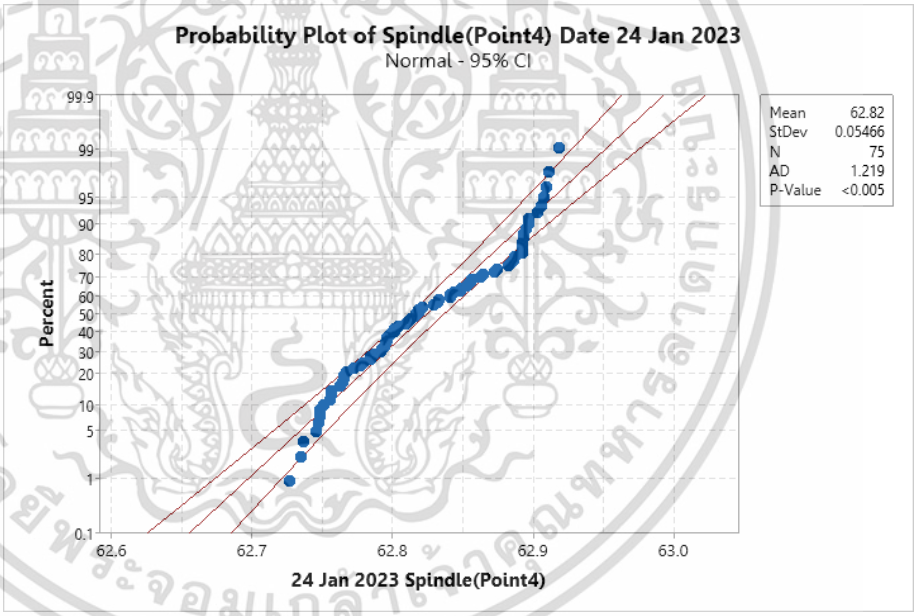
2. ผลิตภัณฑ์ Spindle มีการวัดค่าทั้งหมด 4 จุด คือ จุดที่ 4 จุดที่ 5 จุดที่ 14 และจุดที่ 22 ได้ผลการวิเคราะห์ในจุดที่ 4 ของวันที่ 24 มกราคม พ.ศ. 2566 ดังนี้

สมมติฐานในการทดสอบ

H_0 : ข้อมูลผลิตภัณฑ์ Spindle ในจุดที่ 4 ของวันที่ 24 มกราคม พ.ศ. 2566 มีการแจกแจงปกติ

H_1 : ข้อมูลผลิตภัณฑ์ Spindle ในจุดที่ 4 ของวันที่ 24 มกราคม พ.ศ. 2566 ไม่มีการแจกแจงปกติ

ผลการวิเคราะห์จากโปรแกรม Minitab



รูปที่ 4.6 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Spindle ในจุดที่ 4 ของวันที่ 24 มกราคม พ.ศ. 2566

จากรูปที่ 4.6 จะเห็นว่า ข้อมูลส่วนใหญ่จะไม่อยู่รอบๆ เส้นตรง และจากการทดสอบโดยใช้วิธี Anderson-Darling จะได้ค่า AD = 1.219 และค่า p-value < 0.005 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 แสดงว่าข้อมูลผลิตภัณฑ์ Spindle ในจุดที่ 4 ของวันที่ 24 มกราคม พ.ศ. 2566 ไม่มีการแจกแจงปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกรณีที่ข้อมูลไม่มีการแจกแจงปกติ จำเป็นต้องทำการแปลงข้อมูลของวันที่ข้อมูลไม่มีการแจกแจงปกติให้มีการแจกแจงปกติ โดยใช้วิธี Box-Cox แต่ถ้าวิธี Box-Cox ไม่สามารถแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงปกติได้ จะใช้วิธี Johnson ในการแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงปกติ

สำหรับตำแหน่งอื่นๆ ก็สามารถวิเคราะห์ได้ในทำนองเดียวกัน และสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้

ตารางที่ 4.13 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติและผลการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson ของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Spindle จุดที่ 4

วันที่ผลิต	ค่า AD	p-value	สมการการแปลงข้อมูล
24 ม.ค. 66	1.219	<0.005	Y* = -0.005 + 0.704 × Ln((X - 62.723) / (62.925 - X))
25 ม.ค. 66	0.924	0.018	Y* = 0.009 + 0.628 × Ln((X - 62.725) / (62.929 - X))
26 ม.ค. 66	0.774	0.042	Y* = -0.098 + 0.713 × Ln((X - 62.710) / (62.924 - X))
27 ม.ค. 66	0.770	0.043	Y* = -0.086 + 0.788 × Ln((X - 62.713) / (62.921 - X))
30 ม.ค. 66	1.684	<0.005	Y* = -0.174 + 0.568 × Ln((X - 62.721) / (62.920 - X))
31 ม.ค. 66	0.864	0.025	Y* = -0.006 + 0.674 × Ln((X - 62.716) / (62.923 - X))
1 ก.พ. 66	0.873	0.024	Y* = -0.114 + 0.693 × Ln((X - 62.714) / (62.922 - X))
2 ก.พ. 66	0.952	0.015	Y* = 0.142 + 0.646 × Ln((X - 62.717) / (62.924 - X))
3 ก.พ. 66	0.692	0.068	มีการแจงแจงปกติ

หมายเหตุ : Y* คือ สมการการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson

ตารางที่ 4.14 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติและผลการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson ของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Spindle จุดที่ 5

วันที่ผลิต	ค่า AD	p-value	สมการการแปลงข้อมูล
24 ม.ค. 66	0.608	0.110	มีการแจงแจงปกติ
25 ม.ค. 66	0.528	0.172	มีการแจงแจงปกติ
26 ม.ค. 66*	0.988	0.012	Y* = 0.195 + 0.689 × Ln((X - 4.110) / (4.296 - X))
27 ม.ค. 66*	1.280	<0.005	Y* = 0.087 + 0.640 × Ln((X - 4.112) / (4.294 - X))
30 ม.ค. 66*	1.297	<0.005	Y* = -0.115 + 0.562 × Ln((X - 4.108) / (4.287 - X))

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.14 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติและผลการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson ของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Spindle จุดที่ 5 (ต่อ)

วันที่ผลิต	ค่า AD	p-value	สมการการแปลงข้อมูล
31 ม.ค. 66*	1.884	<0.005	Y* = 0.162 + 0.527 × Ln((X - 4.109) / (4.291 - X))
1 ก.พ. 66*	1.470	<0.005	Y* = 0.031 + 0.560 × Ln((X - 4.109) / (4.291 - X))
2 ก.พ. 66*	1.413	<0.005	Y* = 0.084 + 0.678 × Ln((X - 4.114) / (4.294 - X))
3 ก.พ. 66*	1.240	<0.005	Y* = -0.049 + 0.596 × Ln((X - 4.111) / (4.294 - X))

หมายเหตุ : Y* คือ สมการการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson

ตารางที่ 4.15 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติและผลการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson ของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Spindle จุดที่ 14

วันที่ผลิต	ค่า AD	p-value	สมการการแปลงข้อมูล
24 ม.ค. 66*	1.092	0.007	Y* = 0.063 + 0.631 × Ln((X - 4.209) / (4.289 - X))
25 ม.ค. 66*	1.019	0.010	Y* = 0.008 + 0.630 × Ln((X - 4.210) / (4.293 - X))
26 ม.ค. 66*	1.361	<0.005	Y* = -0.004 + 0.522 × Ln((X - 4.209) / (4.292 - X))
27 ม.ค. 66*	1.136	0.005	Y* = -0.024 + 0.645 × Ln((X - 4.208) / (4.291 - X))
30 ม.ค. 66*	1.041	0.009	Y* = -0.125 + 0.610 × Ln((X - 4.208) / (4.291 - X))
31 ม.ค. 66*	1.458	<0.005	Y* = 0.067 + 0.676 × Ln((X - 4.210) / (4.290 - X))
1 ก.พ. 66*	0.911	0.019	Y* = -0.010 + 0.696 × Ln((X - 4.206) / (4.294 - X))
2 ก.พ. 66*	1.283	<0.005	Y* = 0.292 + 0.652 × Ln((X - 4.210) / (4.295 - X))
3 ก.พ. 66*	1.467	<0.005	Y* = -0.024 + 0.561 × Ln((X - 4.209) / (4.291 - X))

หมายเหตุ : Y* คือ สมการการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.16 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติและผลการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson ของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Spindle จุดที่ 22

วันที่ผลิต	ค่า AD	p-value	สมการการแปลงข้อมูล
24 ม.ค. 66*	0.804	0.036	Y* = -0.128 + 0.881 × Ln((X - 25.049) / (25.087 - X))
25 ม.ค. 66	2.164	<0.005	Y* = -0.161 + 0.492 × Ln((X - 25.051) / (25.085 - X))
26 ม.ค. 66	0.841	0.029	Y* = 0.074 + 0.671 × Ln((X - 25.050) / (25.085 - X))
27 ม.ค. 66	0.975	0.013	Y* = -0.260 + 0.733 × Ln((X - 25.051) / (25.086 - X))
30 ม.ค. 66	0.705	0.063	มีการแจงแจงปกติ
31 ม.ค. 66	1.111	0.006	Y* = 0.140 + 0.603 × Ln((X - 25.052) / (25.086 - X))
1 ก.พ. 66	0.929	0.017	Y* = -0.441 + 0.689 × Ln((X - 25.049) / (25.086 - X))
2 ก.พ. 66	1.084	0.007	Y* = -0.084 + 0.625 × Ln((X - 25.051) / (25.086 - X))
3 ก.พ. 66	1.537	<0.005	Y* = -0.005 + 0.575 × Ln((X - 25.051) / (25.086 - X))

หมายเหตุ : Y* คือ สมการการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson

จากตารางที่ 4.13 – 4.16 จะพบว่าข้อมูลของผลิตภัณฑ์ Spindle ทั้งหมด 4 จุดคือ จุดที่ 4, จุดที่ 5, จุดที่ 14 และจุดที่ 22 ของวันที่ 24 มกราคม พ.ศ. 2566 ถึงวันที่ 3 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2566 ส่วนใหญ่ไม่มีการแจกแจงปกติ จึงจำเป็นต้องทำการแปลงข้อมูลของวันที่ข้อมูลไม่มีการแจกแจงปกติให้มีการแจกแจงปกติ โดยใช้วิธี Box-Cox แต่วิธี Box-Cox ไม่สามารถแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงปกติได้ จึงใช้วิธี Johnson ในการแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงปกติ

3. ผลิตภัณฑ์ Nut water pump มีการวัดค่าทั้งหมด 4 จุด คือ จุดที่ 1, จุดที่ 2, จุดที่ 3 และจุดที่ 4 ได้ผลการวิเคราะห์ในจุดที่ 1 ของวันที่ 24 มกราคม พ.ศ. 2566 ดังนี้

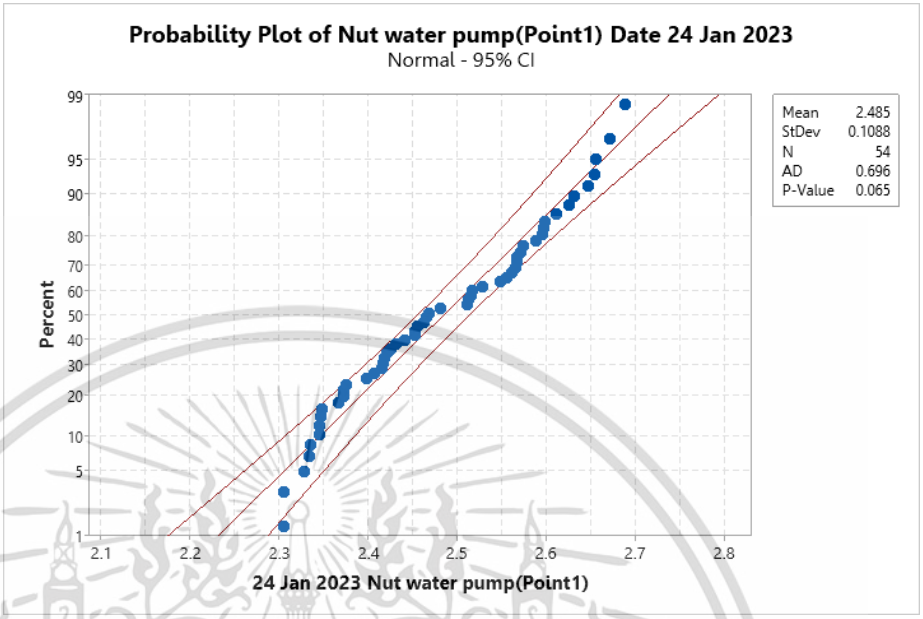
สมมติฐานในการทดสอบ

H_0 : ข้อมูลผลิตภัณฑ์ Nut water pump ในจุดที่ 1 ของวันที่ 24 มกราคม พ.ศ. 2566 มีการแจกแจงปกติ

H_1 : ข้อมูลผลิตภัณฑ์ Nut water pump ในจุดที่ 1 ของวันที่ 24 มกราคม พ.ศ. 2566 ไม่มีการแจกแจงปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการวิเคราะห์จากโปรแกรม Minitab



รูปที่ 4.7 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Nut water pump ในจุดที่ 1 ของวันที่ 24 มกราคม พ.ศ. 2566

จากรูปที่ 4.7 จะเห็นว่า ข้อมูลส่วนใหญ่จะอยู่รอบๆ เส้นตรง และจากการทดสอบโดยใช้วิธี Anderson-Darling จะได้ค่า AD = 0.696 และค่า p-value = 0.065 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 แสดงว่า ข้อมูลผลิตภัณฑ์ Nut water pump ในจุดที่ 1 ของวันที่ 24 มกราคม พ.ศ. 2566 มีการแจกแจงปกติ

ในกรณีที่ข้อมูลไม่มีการแจกแจงปกติ จำเป็นต้องทำการแปลงข้อมูลของวันที่ข้อมูลไม่มีการแจกแจงปกติให้มีการแจกแจงปกติ โดยใช้วิธี Box-Cox แต่ถ้าวิธี Box-Cox ไม่สามารถแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงปกติได้ จะใช้วิธี Johnson ในการแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงปกติ

สำหรับตำแหน่งอื่นๆ ก็สามารถวิเคราะห์ได้ในทำนองเดียวกัน และสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.17 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติและผลการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Box-Cox หรือ Johnson ของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Nut water pump จุดที่ 1

วันที่ผลิต	ค่า AD	p-value	สมการการแปลงข้อมูล
24 ม.ค. 66	0.696	0.065	มีการแจงแจงปกติ
25 ม.ค. 66	0.965	0.014	$Y^{**} = X^{5}$
26 ม.ค. 66	0.524	0.174	มีการแจงแจงปกติ
27 ม.ค. 66	0.502	0.198	มีการแจงแจงปกติ
30 ม.ค. 66	0.873	0.024	$Y^{*} = -0.172 + 0.647 \times Ln((X - 2.291) / (2.694 - X))$
31 ม.ค. 66	0.474	0.234	มีการแจงแจงปกติ
1 ก.พ. 66	0.893	0.021	$Y^{*} = 0.186 + 0.543 \times Ln((X - 2.299) / (2.671 - X))$
2 ก.พ. 66	0.605	0.110	มีการแจงแจงปกติ
3 ก.พ. 66	0.624	0.099	มีการแจงแจงปกติ

หมายเหตุ : Y* คือ สมการการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson

Y** คือ สมการการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Box-Cox

ตารางที่ 4.18 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติและผลการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Box-Cox หรือ Johnson ของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Nut water pump จุดที่ 2

วันที่ผลิต	ค่า AD	p-value	สมการการแปลงข้อมูล
24 ม.ค. 66	0.697	0.065	มีการแจงแจงปกติ
25 ม.ค. 66	0.778	0.041	$Y^{**} = X^{-5}$
26 ม.ค. 66	0.513	0.186	มีการแจงแจงปกติ
27 ม.ค. 66	0.943	0.016	$Y^{*} = 0.095 + 0.560 \times Ln((X - 15.789) / (16.188 - X))$
30 ม.ค. 66	0.832	0.030	$Y^{*} = 0.317 + 0.659 \times Ln((X - 15.795) / (16.216 - X))$
31 ม.ค. 66	1.163	<0.005	$Y^{*} = 0.246 + 0.565 \times Ln((X - 15.797) / (16.219 - X))$
1 ก.พ. 66	0.995	0.012	$Y^{*} = 0.229 + 0.646 \times Ln((X - 15.805) / (16.201 - X))$
2 ก.พ. 66	0.602	0.112	มีการแจงแจงปกติ
3 ก.พ. 66	1.316	<0.005	$Y^{*} = 0.031 + 0.571 \times Ln((X - 15.806) / (16.210 - X))$

หมายเหตุ : Y* คือ สมการการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson

Y** คือ สมการการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Box-Cox

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.19 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติและผลการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson ของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Nut water pump จุดที่ 3

วันที่ผลิต	ค่า AD	p-value	สมการการแปลงข้อมูล
24 ม.ค. 66	1.307	<0.005	Y* = -0.023 + 0.470 × Ln((X - 17.506) / (17.695 - X))
25 ม.ค. 66	0.988	0.012	Y* = -0.238 + 0.507 × Ln((X - 17.496) / (17.695 - X))
26 ม.ค. 66	1.164	<0.005	Y* = -0.128 + 0.531 × Ln((X - 17.498) / (17.691 - X))
27 ม.ค. 66	0.536	0.162	มีการแจงแจงปกติ
30 ม.ค. 66	0.809	0.034	Y* = -0.202 + 0.597 × Ln((X - 17.496) / (17.697 - X))
31 ม.ค. 66	0.775	0.042	Y* = 0.093 + 0.615 × Ln((X - 17.507) / (17.690 - X))
1 ก.พ. 66	1.207	<0.005	Y* = 0.035 + 0.553 × Ln((X - 17.496) / (17.700 - X))
2 ก.พ. 66	0.651	0.085	มีการแจงแจงปกติ
3 ก.พ. 66	0.536	0.146	มีการแจงแจงปกติ

หมายเหตุ : Y* คือ สมการการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson

ตารางที่ 4.20 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติและผลการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Box-Cox หรือ Johnson ของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Nut water pump จุดที่ 4

วันที่ผลิต	ค่า AD	p-value	สมการการแปลงข้อมูล
24 ม.ค. 66	1.501	<0.005	Y* = 0.551 + 0.601 × Ln((X - 1.800) / (2.213 - X))
25 ม.ค. 66	0.499	0.201	มีการแจงแจงปกติ
26 ม.ค. 66	1.019	0.010	Y* = 0.456 + 0.673 × Ln((X - 1.798) / (2.181 - X))
27 ม.ค. 66	0.397	0.357	มีการแจงแจงปกติ
30 ม.ค. 66	0.517	0.181	มีการแจงแจงปกติ
31 ม.ค. 66	0.699	0.064	มีการแจงแจงปกติ
1 ก.พ. 66	0.926	0.017	$Y^{**} = X^{-3}$
2 ก.พ. 66	0.544	0.155	มีการแจงแจงปกติ
3 ก.พ. 66	0.858	0.026	$Y^{**} = X^{-2}$

หมายเหตุ : Y* คือ สมการการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson

Y** คือ สมการการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Box-Cox

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.17 – 4.20 จะพบว่าข้อมูลของผลิตภัณฑ์ Nut Water Pump ทั้งหมด 4 จุด คือ จุดที่ 1, จุดที่ 2, จุดที่ 3 และจุดที่ 4 ของวันที่ 24 มกราคม พ.ศ. 2566 ถึงวันที่ 3 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2566 ส่วนใหญ่ไม่มีการแจกแจงปกติ จึงจำเป็นต้องทำการแปลงข้อมูลของวันที่ข้อมูลไม่มีการแจกแจงปกติให้มีการแจกแจงปกติ โดยใช้วิธี Box-Cox แต่ถ้าชุดข้อมูลวันไหนวิธี Box-Cox ไม่สามารถแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงปกติได้ จะใช้วิธี Johnson ในการแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงปกติ

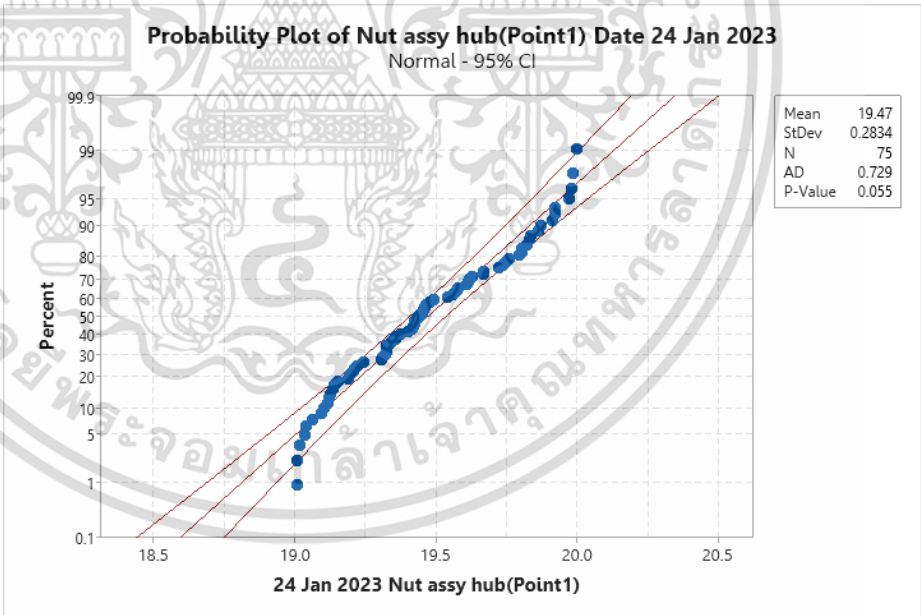
4. ผลิตภัณฑ์ Nut assy hub มีการวัดค่าทั้งหมด 3 จุดคือ จุดที่ 1, จุดที่ 2 และจุดที่ 3 ได้ผลการวิเคราะห์ในจุดที่ 1 ของวันที่ 24 มกราคม พ.ศ. 2566 ดังนี้

สมมติฐานในการทดสอบ

H_0 : ข้อมูลผลิตภัณฑ์ Nut assy hub ในจุดที่ 1 ของวันที่ 24 มกราคม พ.ศ. 2566 มีการแจกแจงปกติ

H_1 : ข้อมูลผลิตภัณฑ์ Nut assy hub ในจุดที่ 1 ของวันที่ 24 มกราคม พ.ศ. 2566 ไม่มีการแจกแจงปกติ

ผลการวิเคราะห์จากโปรแกรม Minitab



รูปที่ 4.8 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Nut assy hub ในจุดที่ 1 ของวันที่ 24 มกราคม พ.ศ. 2566

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.8 จะเห็นว่า ข้อมูลส่วนใหญ่จะอยู่รอบๆ เส้นตรง และจากการทดสอบโดยใช้วิธี Anderson-Darling จะได้ค่า AD = 0.729 และค่า p-value = 0.055 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 แสดงว่า ข้อมูลผลิตภัณฑ์ Nut assy hub ในจุดที่ 1 ของวันที่ 24 มกราคม พ.ศ. 2566 มีการแจกแจงปกติ

ในกรณีที่ข้อมูลไม่มีการแจกแจงปกติ จำเป็นต้องทำการแปลงข้อมูลของวันที่ข้อมูลไม่มีการแจกแจงปกติให้มีการแจกแจงปกติ โดยใช้วิธี Box-Cox แต่ถ้าวิธี Box-Cox ไม่สามารถแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงปกติได้ จะใช้วิธี Johnson ในการแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงปกติ

สำหรับตำแหน่งอื่นๆ ก็สามารถวิเคราะห์ได้ในทำนองเดียวกัน และสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้

ตารางที่ 4.21 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติและผลการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson ของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Nut assy hub จุดที่ 1

วันที่ผลิต	ค่า AD	p-value	สมการการแปลงข้อมูล
24 ม.ค. 66	0.729	0.055	มีการแจกแจงปกติ
25 ม.ค. 66	0.220	0.830	มีการแจกแจงปกติ
26 ม.ค. 66	0.997	0.012	Y* = 0.132 + 0.598 × Ln((X - 18.995) / (20.041 - X))
27 ม.ค. 66	1.973	<0.005	Y* = 0.137 + 0.527 × Ln((X - 19.005) / (20.007 - X))
30 ม.ค. 66	1.209	<0.005	Y* = -0.049 + 0.504 × Ln((X - 18.988) / (19.993 - X))
31 ม.ค. 66	1.905	<0.005	Y* = 0.270 + 0.588 × Ln((X - 18.991) / (20.010 - X))
1 ก.พ. 66	1.064	0.008	Y* = -0.237 + 0.687 × Ln((X - 18.919) / (20.019 - X))
2 ก.พ. 66	0.952	0.015	Y* = -0.101 + 0.717 × Ln((X - 18.959) / (19.975 - X))
3 ก.พ. 66	1.404	<0.005	Y* = 0.203 + 0.558 × Ln((X - 18.996) / (20.025 - X))

หมายเหตุ : Y* คือ สมการการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.22 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติและผลการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson ของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Nut assy hub จุดที่ 2

วันที่ผลิต	ค่า AD	p-value	สมการการแปลงข้อมูล
24 ม.ค. 66	0.435	0.292	มีการแจกแจงปกติ
25 ม.ค. 66	1.574	<0.005	Y* = -0.140 + 0.508 × Ln((X - 37.017) / (37.801 - X))
26 ม.ค. 66	1.457	<0.005	Y* = -0.319 + 0.577 × Ln((X - 36.990) / (37.802 - X))
27 ม.ค. 66	1.281	<0.005	Y* = -0.034 + 0.534 × Ln((X - 37.009) / (37.796 - X))
30 ม.ค. 66	0.650	0.086	มีการแจกแจงปกติ
31 ม.ค. 66	1.045	0.009	Y* = -0.030 + 0.556 × Ln((X - 36.991) / (37.811 - X))
1 ก.พ. 66	0.949	0.016	Y* = 0.069 + 0.697 × Ln((X - 36.981) / (37.814 - X))
2 ก.พ. 66	1.039	0.009	Y* = -0.059 + 0.620 × Ln((X - 36.983) / (37.797 - X))
3 ก.พ. 66	0.965	0.014	Y* = -0.112 + 0.642 × Ln((X - 36.997) / (37.803 - X))

หมายเหตุ : Y* คือ สมการการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson

ตารางที่ 4.23 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติและผลการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson ของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Nut assy hub จุดที่ 3

วันที่ผลิต	ค่า AD	p-value	สมการการแปลงข้อมูล
24 ม.ค. 66	1.293	<0.005	Y* = -0.046 + 0.628 × Ln((X - 20.653) / (20.922 - X))
25 ม.ค. 66	0.609	0.110	มีการแจกแจงปกติ
26 ม.ค. 66	0.913	0.019	Y* = 0.158 + 0.614 × Ln((X - 20.646) / (20.927 - X))
27 ม.ค. 66	1.361	<0.005	Y* = 0.104 + 0.540 × Ln((X - 20.653) / (20.921 - X))
30 ม.ค. 66	0.887	0.022	Y* = -0.281 + 0.680 × Ln((X - 20.648) / (20.921 - X))
31 ม.ค. 66	0.752	0.048	Y* = -0.080 + 0.768 × Ln((X - 20.639) / (20.924 - X))
1 ก.พ. 66	1.379	<0.005	Y* = 0.086 + 0.524 × Ln((X - 20.649) / (20.908 - X))
2 ก.พ. 66	0.896	0.021	Y* = -0.001 + 0.643 × Ln((X - 20.657) / (20.920 - X))
3 ก.พ. 66	1.286	<0.005	Y* = -0.221 + 0.594 × Ln((X - 20.652) / (20.922 - X))

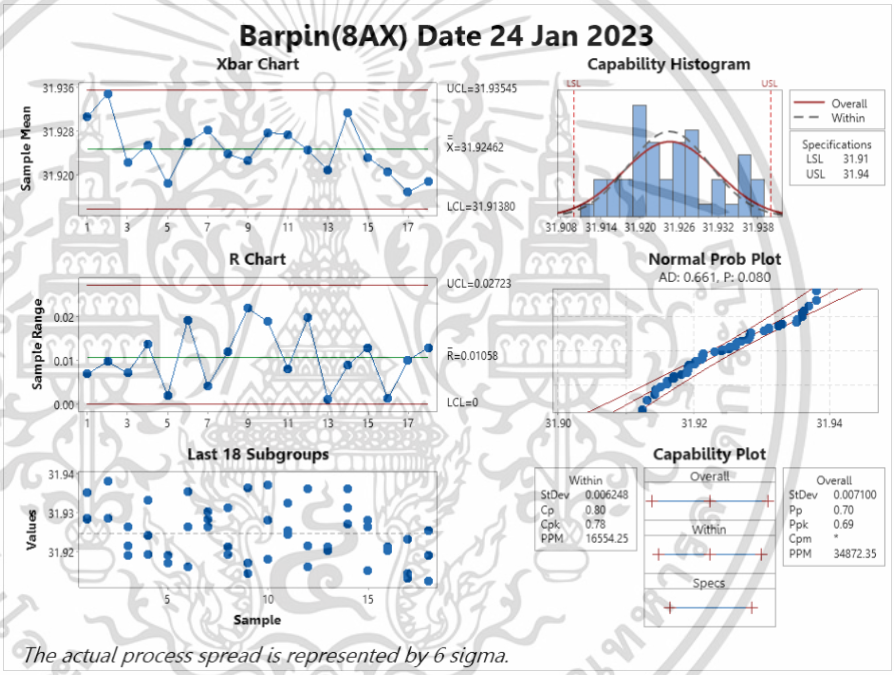
หมายเหตุ : Y* คือ สมการการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.21 – 4.23 จะพบว่าข้อมูลของผลิตภัณฑ์ Nut assy hub ทั้งหมด 3 จุด คือ จุดที่ 1, จุดที่ 2 และจุดที่ 3 ของวันที่ 24 มกราคม พ.ศ. 2566 ถึงวันที่ 3 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2566 ส่วนใหญ่ไม่มีการแจกแจงปกติ จึงจำเป็นต้องทำการแปลงข้อมูลของวันที่ข้อมูลไม่มีการแจกแจงปกติให้มีการแจกแจงปกติ โดยใช้วิธี Box-Cox แต่วิธี Box-Cox ไม่สามารถแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงปกติได้ทั้งหมด จึงใช้วิธี Johnson ในการแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงปกติในส่วนที่เหลือ

4.2.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์

1. **ผลิตภัณฑ์** Barpin ได้ทำการหาผลการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุมคุณภาพในจุดที่ 8AX ของวันที่ 24 มกราคม พ.ศ. 2566 ได้ผลดังนี้



รูปที่ 4.9 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Barpin ในจุดที่ 8AX ของวันที่ 24 มกราคม พ.ศ. 2566

จากรูปที่ 4.9 พบว่า ไม่มีจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่างทั้งแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ตลอดจนจำนวนจุดด้านบนและด้านล่างของเส้นกึ่งกลางมีลักษณะขึ้นลงแบบสมดุลกัน แสดงว่ากระบวนการผลิตนี้สามารถควบคุมได้

จาก Capability Plot พบว่า ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.78 และค่า PPM ในระยะสั้น มีค่าเท่ากับ 16554.25 และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เท่ากับ 1.66 ส่วนดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะยาว (P_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.69 และค่า PPM ในระยะยาว มีค่าเท่ากับ 34872.35 และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดเท่ากับ 3.49

สำหรับผลิตภัณฑ์ Barpin ในจุดอื่นๆ และวันอื่นๆ ก็สามารถวิเคราะห์ได้ในทำนองเดียวกัน และสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.24 ผลการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุมคุณภาพข้อมูลส่วนที่ 2 ของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Barpin

จุดที่	วันที่ผลิต	$\bar{X}$ - chart ขีดจำกัดควบคุม		R - chart ขีดจำกัดควบคุม		ลักษณะการควบคุม	ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิต			
							ระยะสั้น		ระยะยาว	
		LCL	UCL	LCL	UCL		C_{pk}	ร้อยละตกนอก	P_{pk}	ร้อยละตกนอก
8AX	24 ม.ค. 66	31.91380	31.93545	0	0.02723	สามารถควบคุมได้	0.78	1.66	0.69	3.49
	25 ม.ค. 66*	-1.820	1.830	0	4.593	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	1.04	0.00
	26 ม.ค. 66*	-1.619	1.599	0	4.048	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	1.01	0.08
	27 ม.ค. 66	31.91227	31.93704	0	0.03116	สามารถควบคุมได้	0.68	3.61	0.58	7.35
	30 ม.ค. 66	31.90898	31.93724	0	0.03555	สามารถควบคุมได้	0.54	7.32	0.56	6.31
	31 ม.ค. 66*	-1.727	1.634	0	4.228	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	0.96	0.49
	1 ก.พ. 66*	-1.852	1.852	0	4.660	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	1.07	0.00
	2 ก.พ. 66*	-1.775	1.732	0	4.412	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	0.93	1.33
	3 ก.พ. 66*	-1.946	2.169	0	5.177	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	1.03	0.00
8BX	24 ม.ค. 66*	-1.952	1.929	0	4.882	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	0.68	2.21
	25 ม.ค. 66*	-1.471	1.547	0	3.797	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	0.84	0.60
	26 ม.ค. 66*	-1.753	1.706	0	4.352	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	1.04	0.00
	27 ม.ค. 66*	-1.837	1.885	0	4.683	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	1.06	0.00
	30 ม.ค. 66*	-1.887	1.855	0	4.708	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	0.87	2.23
	31 ม.ค. 66	31.91517	31.93875	0	0.02966	ไม่สามารถควบคุมได้	0.64	3.40	0.56	5.97
	1 ก.พ. 66*	-1.668	1.563	0	4.064	ไม่สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	0.99	0.69

ตารางที่ 4.24 ผลการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุมคุณภาพข้อมูลส่วนที่ 2 ของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Barpin (ต่อ)

จุดที่	วันที่ผลิต	$\bar{X}$ - chart ขีดจำกัดควบคุม		R - chart ขีดจำกัดควบคุม		ลักษณะการควบคุม	ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิต			
							ระยะสั้น		ระยะยาว	
		LCL	UCL	LCL	UCL		C_{pk}	ร้อยละตกนอก	P_{pk}	ร้อยละตกนอก
8BX	2 ก.พ. 66*	-1.725	1.586	0	4.166	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	1.05	0.00
	3 ก.พ. 66	31.91086	31.93927	0	0.03574	สามารถควบคุมได้	0.61	6.74	0.61	6.77
8CX	24 ม.ค. 66*	-1.837	1.873	0	4.669	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	1.04	0.00
	25 ม.ค. 66*	-1.914	1.890	0	4.786	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	0.90	2.16
	26 ม.ค. 66*	-1.650	1.640	0	4.139	ไม่สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	1.06	0.00
	27 ม.ค. 66	31.90941	31.94159	0	0.04049	สามารถควบคุมได้	0.52	10.69	0.59	6.72
	30 ม.ค. 66*	-1.548	1.591	0	3.949	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	1.07	0.00
	31 ม.ค. 66*	-1.912	1.970	0	4.884	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	1.04	0.00
	1 ก.พ. 66*	-1.813	1.636	0	4.339	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	1.09	0.00
	2 ก.พ. 66*	-1.712	1.714	0	4.311	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	1.04	0.00
	3 ก.พ. 66	31.90872	31.94228	0	0.04222	สามารถควบคุมได้	0.50	12.20	0.59	6.91
8AY	24 ม.ค. 66	31.90997	31.93947	0	0.03711	สามารถควบคุมได้	0.58	7.83	0.64	5.07
	25 ม.ค. 66*	-2.125	2.117	0	5.338	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	1.07	0.00
	26 ม.ค. 66	31.90989	31.94063	0	0.03867	สามารถควบคุมได้	0.55	9.11	0.57	8.05
	27 ม.ค. 66	31.91434	31.93917	0	0.03123	สามารถควบคุมได้	0.62	4.20	0.54	7.13
	30 ม.ค. 66*	-1.721	1.664	0	4.259	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	1.06	0.00

ตารางที่ 4.24 ผลการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุมคุณภาพข้อมูลส่วนที่ 2 ของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Barpin (ต่อ)

จุดที่	วันที่ผลิต	$\bar{X}$ - chart ขีดจำกัดควบคุม		R - chart ขีดจำกัดควบคุม		ลักษณะการควบคุม	ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิต			
							ระยะสั้น		ระยะยาว	
		LCL	UCL	LCL	UCL		C_{pk}	ร้อยละตกนอก	P_{pk}	ร้อยละตกนอก
8AY	31 ม.ค. 66*	-1.969	2.087	0	5.103	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	1.04	0.00
	1 ก.พ. 66	31.90934	31.93805	0	0.03613	สามารถควบคุมได้	0.55	7.38	0.59	5.64
	2 ก.พ. 66	31.91180	31.93939	0	0.03471	สามารถควบคุมได้	0.60	6.03	0.57	7.80
	3 ก.พ. 66*	-1.586	1.654	0	4.076	ไม่สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	0.98	0.57
8BY	24 ม.ค. 66*	-1.802	1.917	0	4.680	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	1.03	0.00
	25 ม.ค. 66*	-1.779	1.757	0	4.449	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	0.82	3.37
	26 ม.ค. 66	31.91088	31.93854	0	0.03480	สามารถควบคุมได้	0.61	6.04	0.62	5.98
	27 ม.ค. 66	31.91290	31.94122	0	0.03562	สามารถควบคุมได้	0.53	7.52	0.57	5.41
	30 ม.ค. 66*	-1.689	1.815	0	4.408	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	1.06	0.00
	31 ม.ค. 66*	-1.750	1.804	0	4.470	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	0.99	0.34
	1 ก.พ. 66	31.91037	31.93774	0	0.03444	สามารถควบคุมได้	0.59	5.95	0.61	5.35
	2 ก.พ. 66	31.91069	31.93923	0	0.03591	สามารถควบคุมได้	0.61	6.87	0.61	6.49
	3 ก.พ. 66*	-1.729	1.754	0	4.382	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	1.01	0.00
8CY	24 ม.ค. 66*	-1.833	1.738	0	4.492	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	1.04	0.00
	25 ม.ค. 66*	-1.795	1.920	0	4.675	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	0.83	0.81
	26 ม.ค. 66	31.94212	31.91122	0	0.03887	สามารถควบคุมได้	0.50	9.83	0.54	7.58

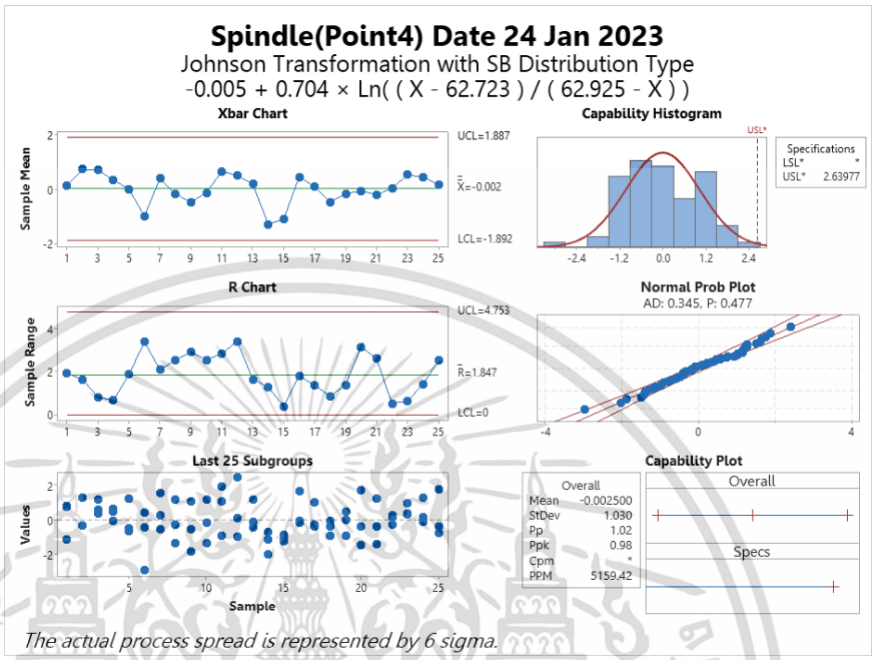
ตารางที่ 4.24 ผลการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุมคุณภาพข้อมูลส่วนที่ 2 ของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Barpin (ต่อ)

จุดที่	วันที่ผลิต	$\bar{X}$ - chart ขีดจำกัดควบคุม		R - chart ขีดจำกัดควบคุม		ลักษณะการควบคุม	ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิต			
							ระยะสั้น		ระยะยาว	
		LCL	UCL	LCL	UCL		C_{pk}	ร้อยละตกนอก	P_{pk}	ร้อยละตกนอก
8CY	27 ม.ค. 66*	-2.115	2.010	0	5.190	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	1.06	0.00
	30 ม.ค. 66*	-1.569	1.638	0	4.034	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	1.04	0.00
	31 ม.ค. 66	31.91391	31.94034	0	0.03325	สามารถควบคุมได้	0.56	5.81	0.54	6.96
	1 ก.พ. 66	31.93750	31.90881	0	0.03610	สามารถควบคุมได้	0.53	7.71	0.57	5.86
	2 ก.พ. 66	31.91194	31.93944	0	0.03460	สามารถควบคุมได้	0.60	5.98	0.63	4.83
	3 ก.พ. 66*	-2.004	1.974	0	5.004	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	1.04	0.00

หมายเหตุ : * คือ วันที่ข้อมูลไม่มีการแจกแจงปกติและแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson

จากตารางที่ 4.24 จะเห็นว่า ข้อมูลของผลิตภัณฑ์ Barpin ทั้ง 6 จุด ในกรณีที่มีการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson ค่าขีดจำกัดควบคุมที่ได้ในแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$ - chart) และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย (R - chart) ไม่สามารถอธิบายได้ ในส่วนของกระบวนการผลิตส่วนใหญ่สามารถควบคุมได้ ค่า C_{pk} มีค่าน้อยกว่า 1 และร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดระยะสั้นเฉลี่ยเท่ากับ 6.79 ส่วนค่า P_{pk} ส่วนใหญ่มีค่าน้อยกว่า 1 แต่ร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดระยะยาวเฉลี่ยเท่ากับ 2.60

2. ผลิตภัณฑ์ Spindle ได้ทำการหาผลการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุมคุณภาพในจุดที่ 4 ของวันที่ 24 มกราคม พ.ศ. 2566 ดังนี้



รูปที่ 4.10 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Spindle ในจุดที่ 4 ของวันที่ 24 มกราคม พ.ศ. 2566

จากรูปที่ 4.10 พบว่า ไม่มีจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่างทั้งแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ตลอดจนจำนวนจุดด้านบนและด้านล่างของเส้นกึ่งกลางมีลักษณะขึ้นลงแบบสมดุลกัน แสดงว่ากระบวนการผลิตนี้สามารถควบคุมได้

จาก Capability Plot พบว่า ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะยาว (P_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.98 และค่า PPM ในระยะยาว มีค่าเท่ากับ 5159.42 และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดเท่ากับ 0.52

สำหรับผลิตภัณฑ์ Spindle ในจุดอื่นๆ และวันอื่นๆ ก็สามารถวิเคราะห์ได้ในทำนองเดียวกัน และสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.25 ผลการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุมคุณภาพข้อมูลส่วนที่ 2 ของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Spindle

จุดที่	วันที่ผลิต	$\bar{X}$ - chart ขีดจำกัดควบคุม		R - chart ขีดจำกัดควบคุม		ลักษณะการควบคุม	ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิต			
							ระยะสั้น		ระยะยาว	
		LCL	UCL	LCL	UCL		C_{pk}	ร้อยละตกนอก	P_{pk}	ร้อยละตกนอก
4	24 ม.ค. 66*	-1.892	1.887	0	4.753	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	0.98	0.52
	25 ม.ค. 66*	-1.624	1.752	0	4.248	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	0.93	2.56
	26 ม.ค. 66*	-1.787	1.878	0	4.611	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	0.75	1.65
	27 ม.ค. 66*	-1.720	1.775	0	4.397	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	0.88	0.41
	30 ม.ค. 66*	-1.521	1.435	0	3.719	ไม่สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	1.01	0.00
	31 ม.ค. 66*	-1.944	1.925	0	4.868	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	0.83	0.86
	1 ก.พ. 66*	-1.602	1.641	0	4.080	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	0.87	0.50
	2 ก.พ. 66*	-1.799	1.913	0	4.669	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	0.83	1.10
	3 ก.พ. 66	62.7252	62.9075	0	0.2293	สามารถควบคุมได้	0.61	5.80	0.61	5.73
5	24 ม.ค. 66	4.1090	4.2857	0	0.2222	สามารถควบคุมได้	0.64	5.02	0.68	3.71
	25 ม.ค. 66	4.1277	4.2771	0	0.1879	ไม่สามารถควบคุมได้	0.75	2.05	0.66	4.43
	26 ม.ค. 66*	-1.836	1.901	0	4.702	ไม่สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	1.06	0.00
	27 ม.ค. 66*	-1.716	1.772	0	4.389	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	1.09	0.00
	30 ม.ค. 66*	-1.931	1.921	0	4.846	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	1.10	0.00
	31 ม.ค. 66*	-1.673	1.675	0	4.212	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	1.09	0.00
	1 ก.พ. 66*	-1.642	1.644	0	4.134	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	1.11	0.00

ตารางที่ 4.25 ผลการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุมคุณภาพข้อมูลส่วนที่ 2 ของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Spindle (ต่อ)

จุดที่	วันที่ผลิต	$\bar{X}$ - chart ขีดจำกัดควบคุม		R - chart ขีดจำกัดควบคุม		ลักษณะการควบคุม	ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิต			
							ระยะสั้น		ระยะยาว	
		LCL	UCL	LCL	UCL		C_{pk}	ร้อยละตกนอก	P_{pk}	ร้อยละตกนอก
5	2 ก.พ. 66*	-1.670	1.673	0	4.206	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	1.08	0.00
	3 ก.พ. 66*	-1.672	1.681	0	4.218	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	1.08	0.00
14	24 ม.ค. 66*	-1.948	1.902	0	4.843	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	1.27	0.00
	25 ม.ค. 66*	-1.822	1.716	0	4.452	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	1.17	0.00
	26 ม.ค. 66*	-1.404	1.496	0	3.649	ไม่สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	1.21	0.00
	27 ม.ค. 66*	-1.630	1.589	0	4.049	ไม่สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	1.21	0.00
	30 ม.ค. 66*	-1.806	1.799	0	4.535	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	1.19	0.00
	31 ม.ค. 66*	-1.738	1.833	0	4.493	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	1.27	0.00
	1 ก.พ. 66*	-1.946	1.976	0	4.935	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	1.17	0.00
	2 ก.พ. 66*	-1.659	1.715	0	4.244	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	1.12	0.00
	3 ก.พ. 66*	-1.711	1.878	0	4.515	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	1.21	0.00
22	24 ม.ค. 66*	-1.948	1.863	0	4.795	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	1.01	0.07
	25 ม.ค. 66*	-1.729	1.494	0	4.054	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	1.05	0.00
	26 ม.ค. 66*	-1.879	1.833	0	4.670	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	1.05	0.00
	27 ม.ค. 66*	-1.564	1.622	0	4.009	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	1.08	0.00
	30 ม.ค. 66	25.05149	25.08438	0	0.04138	สามารถควบคุมได้	0.63	3.95	0.63	3.81

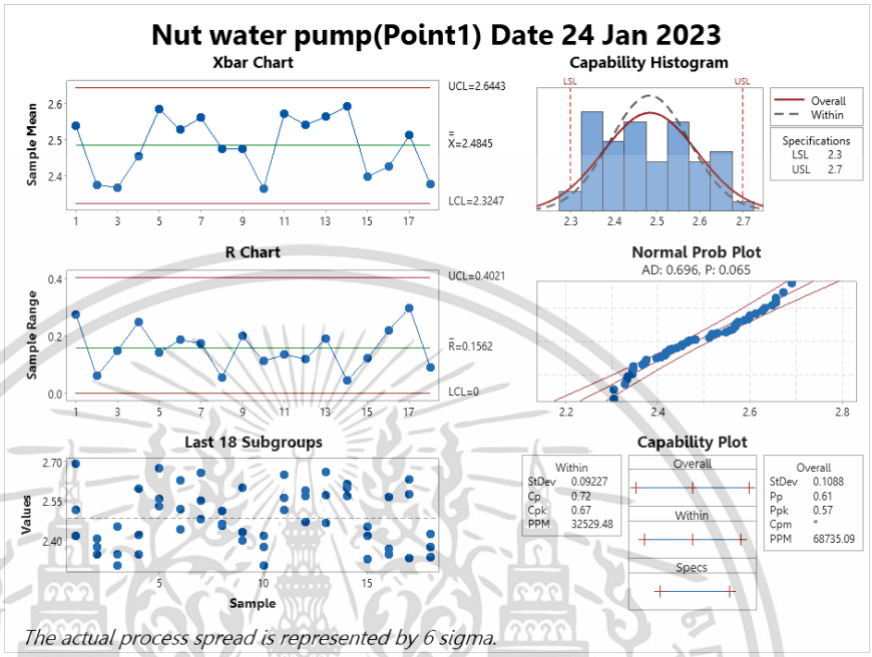
ตารางที่ 4.25 ผลการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุมคุณภาพข้อมูลส่วนที่ 2 ของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Spindle (ต่อ)

จุดที่	วันที่ผลิต	$\bar{X}$ - chart ขีดจำกัดควบคุม		R - chart ขีดจำกัดควบคุม		ลักษณะการควบคุม	ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิต			
							ระยะสั้น		ระยะยาว	
		LCL	UCL	LCL	UCL		C_{pk}	ร้อยละตกนอก	P_{pk}	ร้อยละตกนอก
22	31 ม.ค. 66*	-1.771	1.894	0	4.610	ไม่สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	1.13	0.00
	1 ก.พ. 66*	-1.818	1.690	0	4.414	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	0.99	0.20
	2 ก.พ. 66*	-1.521	1.502	0	3.804	ไม่สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	1.05	0.00
	3 ก.พ. 66*	-1.442	1.559	0	3.776	ไม่สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	1.04	0.00

หมายเหตุ : * คือ วันที่ข้อมูลไม่มีการแจกแจงปกติและแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson

จากตารางที่ 4.25 จะเห็นว่า ข้อมูลของผลิตภัณฑ์ Spindle ทั้ง 4 จุด ในกรณีที่มีการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson ค่าขีดจำกัดควบคุมที่ได้ในแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$ - chart) และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย (R - chart) ไม่สามารถอธิบายได้ ในส่วนของกระบวนการผลิตส่วนใหญ่สามารถควบคุมได้ ค่า C_{pk} มีค่าน้อยกว่า 1 และร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดระยะสั้นเฉลี่ยเท่ากับ 4.21 ส่วนค่า P_{pk} ส่วนใหญ่มีค่ามากกว่า 1 และร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดระยะยาวเฉลี่ยเท่ากับ 0.71

3. ผลิตภัณฑ์ Nut water pump ได้ทำการหาผลการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุมคุณภาพในจุดที่ 1 ของวันที่ 24 มกราคม พ.ศ. 2566 ดังนี้



รูปที่ 4.11 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Nut water pump จุดที่ 1 ของวันที่ 24 มกราคม พ.ศ. 2566

จากรูปที่ 4.11 พบว่า ไม่มีจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่างทั้งแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ตลอดจนจำนวนจุดด้านบนและด้านล่างของเส้นกึ่งกลางมีลักษณะขึ้นลงแบบสมดุลกัน แสดงว่ากระบวนการผลิตนี้สามารถควบคุมได้

จาก Capability Plot พบว่า ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.67 และค่า PPM ในระยะสั้น มีค่าเท่ากับ 32529.48 และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดเท่ากับ 3.25 ส่วนดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะยาว (P_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.57 และค่า PPM ในระยะยาว มีค่าเท่ากับ 68735.09 และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดเท่ากับ 6.87

สำหรับผลิตภัณฑ์ Nut water pump ในจุดอื่นๆ และวันอื่นๆ ก็สามารถวิเคราะห์ได้ในทำนองเดียวกัน และสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.26 ผลการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุมคุณภาพข้อมูลส่วนที่ 2 ของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Nut water pump

จุดที่	วันที่ผลิต	$\bar{X}$ - chart ขีดจำกัดควบคุม		R - chart ขีดจำกัดควบคุม		ลักษณะการควบคุม	ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิต			
							ระยะสั้น		ระยะยาว	
		LCL	UCL	LCL	UCL		C_{pk}	ร้อยละตกนอก	P_{pk}	ร้อยละตกนอก
1	24 ม.ค. 66	2.3247	2.6443	0	0.4021	สามารถควบคุมได้	0.67	3.25	0.57	6.87
	25 ม.ค. 66**	62.0	142.2	0	1.01.0	สามารถควบคุมได้	0.54	8.87	0.57	7.29
	26 ม.ค. 66	2.3419	2.6520	0	0.3902	สามารถควบคุมได้	0.73	2.56	0.63	5.58
	27 ม.ค. 66	2.3029	2.7082	0	0.5099	สามารถควบคุมได้	0.55	8.77	0.60	6.45
	30 ม.ค. 66*	-1.743	1.689	0	4.318	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	0.98	0.76
	31 ม.ค. 66	2.3308	2.6986	0	0.4627	สามารถควบคุมได้	0.58	6.20	0.56	6.99
	1 ก.พ. 66*	-1.691	1.747	0	4.325	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	1.00	0.11
	2 ก.พ. 66	2.3191	2.6696	0	0.4410	สามารถควบคุมได้	0.64	4.84	0.64	4.90
	3 ก.พ. 66	2.3453	2.6516	0	0.3854	สามารถควบคุมได้	0.75	2.37	0.64	5.14
2	24 ม.ค. 66	15.8185	16.2084	0	0.4905	สามารถควบคุมได้	0.55	7.76	0.58	6.50
	25 ม.ค. 66**	9.03E-07	1.02E-06	0	1.46E-07	สามารถควบคุมได้	0.55	7.79	0.58	6.06
	26 ม.ค. 66	15.8202	16.1554	0	0.4217	สามารถควบคุมได้	0.65	4.03	0.56	7.76
	27 ม.ค. 66*	-1.777	1.732	0	4.415	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	0.95	3.16
	30 ม.ค. 66*	-1.733	1.788	0	4.430	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	0.83	1.08
	31 ม.ค. 66*	-1.660	1.660	0	4.177	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	0.70	2.25
	1 ก.พ. 66*	-1.681	1.727	0	4.287	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	1.01	0.01

ตารางที่ 4.26 ผลการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุมคุณภาพข้อมูลส่วนที่ 2 ของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Nut water pump (ต่อ)

จุดที่	วันที่ผลิต	$\bar{X}$ - chart ขีดจำกัดควบคุม		R - chart ขีดจำกัดควบคุม		ลักษณะการควบคุม	ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิต			
							ระยะสั้น		ระยะยาว	
		LCL	UCL	LCL	UCL		C_{pk}	ร้อยละตกนอก	P_{pk}	ร้อยละตกนอก
2	2 ก.พ. 66	15.8102	16.1629	0	0.4438	สามารถควบคุมได้	0.61	5.15	0.54	8.71
	3 ก.พ. 66*	-1.753	1.720	0	4.370	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	0.96	1.43
3	24 ม.ค. 66*	-1.723	1.735	0	4.350	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	1.06	0.00
	25 ม.ค. 66*	-1.833	1.618	0	4.342	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	0.97	1.52
	26 ม.ค. 66*	-1.985	1.822	0	4.790	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	0.99	0.70
	27 ม.ค. 66	17.4935	17.7058	0	0.2671	สามารถควบคุมได้	0.54	10.27	0.61	6.80
	30 ม.ค. 66*	-1.760	1.710	0	4.366	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	0.99	0.36
	31 ม.ค. 66*	-1.929	1.940	0	4.867	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	1.10	0.00
	1 ก.พ. 66*	-1.840	1.949	0	4.766	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	0.97	1.68
	2 ก.พ. 66	17.4885	17.7125	0	0.2818	สามารถควบคุมได้	0.51	12.20	0.58	8.03
	3 ก.พ. 66	17.4747	17.7213	0	0.3103	สามารถควบคุมได้	0.46	16.03	0.58	7.84
4	24 ม.ค. 66*	-1.576	1.588	0	3.980	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	0.99	0.21
	25 ม.ค. 66	1.8111	2.1601	0	0.4391	สามารถควบคุมได้	0.61	4.94	0.55	7.68
	26 ม.ค. 66*	-2.143	2.301	0	5.591	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	1.00	0.14
	27 ม.ค. 66	1.7935	2.1626	0	0.4643	สามารถควบคุมได้	0.56	6.59	0.56	6.33
	30 ม.ค. 66	1.7639	2.1734	0	0.5151	สามารถควบคุมได้	0.48	10.20	0.54	6.64

ตารางที่ 4.26 ผลการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุมคุณภาพข้อมูลส่วนที่ 2 ของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Nut water pump (ต่อ)

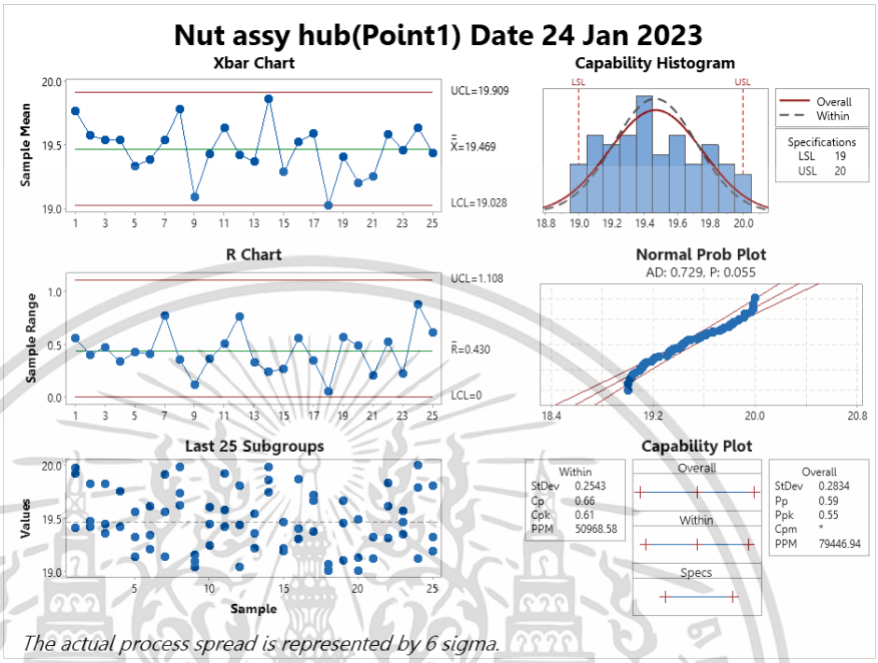
จุดที่	วันที่ผลิต	$\bar{X}$ - chart ขีดจำกัดควบคุม		R - chart ขีดจำกัดควบคุม		ลักษณะการควบคุม	ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิต			
							ระยะสั้น		ระยะยาว	
		LCL	UCL	LCL	UCL		C_{pk}	ร้อยละตกนอก	P_{pk}	ร้อยละตกนอก
4	31 ม.ค. 66	1.7928	2.1682	0	0.4722	สามารถควบคุมได้	0.56	6.92	0.57	6.27
	1 ก.พ. 66**	0.09066	0.16920	0	0.0988	สามารถควบคุมได้	0.53	8.95	0.57	6.60
	2 ก.พ. 66	1.7874	2.1237	0	0.4231	สามารถควบคุมได้	0.53	6.04	0.53	6.20
	3 ก.พ. 66**	0.2087	0.3052	0	0.1214	สามารถควบคุมได้	0.60	6.70	0.59	7.32

หมายเหตุ : * คือ วันที่ข้อมูลไม่มีการแจกแจงปกติและแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson

** คือ วันที่ข้อมูลไม่มีการแจกแจงปกติและแปลงข้อมูลด้วยวิธี Box-Cox

จากตารางที่ 4.26 จะเห็นว่า ข้อมูลของผลิตภัณฑ์ Nut water pump ทั้ง 4 จุด ในกรณีที่มีการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson ค่าขีดจำกัดควบคุมที่ได้ในแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$ - chart) และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย (R - chart) ไม่สามารถอธิบายได้ ในส่วนของกระบวนการผลิตนั้นสามารถควบคุมได้ ค่า C_{pk} มีค่าน้อยกว่า 1 และร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดระยะสั้นเฉลี่ยเท่ากับ 7.16 ส่วนค่า P_{pk} ส่วนใหญ่มีค่าน้อยกว่า 1 และร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดระยะยาวเฉลี่ยเท่ากับ 4.32

4. ผลิตภัณฑ์ Nut assy hub ได้ทำการหาผลการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุมคุณภาพในจุดที่ 1 ของวันที่ 24 มกราคม พ.ศ. 2566 ดังนี้



รูปที่ 4.12 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Nut assy hub จุดที่ 1 ของวันที่ 24 มกราคม พ.ศ. 2566

จากรูปที่ 4.12 พบว่า ไม่มีจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่างทั้งแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ตลอดจนจำนวนจุดด้านบนและด้านล่างของเส้นกึ่งกลางมีลักษณะขึ้นลงแบบสมดุลกัน แสดงว่ากระบวนการผลิตนี้สามารถควบคุมได้

จาก Capability Plot พบว่า ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.61 และค่า PPM ในระยะสั้น มีค่าเท่ากับ 50968.58 และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดเท่ากับ 5.10 ส่วนดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะยาว (P_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.55 และค่า PPM ในระยะยาว มีค่าเท่ากับ 79446.94 และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดเท่ากับ 7.94

สำหรับผลิตภัณฑ์ Nut assy hub ในจุดอื่นๆ และวันอื่นๆ ก็สามารถวิเคราะห์ได้ในทำนองเดียวกัน และสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.27 ผลการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุมคุณภาพข้อมูลส่วนที่ 2 ของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Nut assy hub

จุดที่	วันที่ผลิต	$\bar{X}$ - chart ขีดจำกัดควบคุม		R - chart ขีดจำกัดควบคุม		ลักษณะการควบคุม	ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิต			
							ระยะสั้น		ระยะยาว	
		LCL	UCL	LCL	UCL		C_{pk}	ร้อยละตกนอก	P_{pk}	ร้อยละตกนอก
1	24 ม.ค. 66	19.028	19.909	0	1.108	สามารถควบคุมได้	0.61	5.10	0.55	7.94
	25 ม.ค. 66	19.062	19.942	0	1.107	สามารถควบคุมได้	0.65	4.91	0.67	4.27
	26 ม.ค. 66*	-1.502	1.476	0	3.747	ไม่สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	0.72	1.66
	27 ม.ค. 66*	-1.708	1.712	0	4.304	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	0.99	0.36
	30 ม.ค. 66*	-1.539	1.529	0	3.860	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	0.99	0.54
	31 ม.ค. 66*	-1.750	1.704	0	4.346	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	0.81	0.90
	1 ก.พ. 66*	-1.561	1.545	0	3.908	ไม่สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	0.68	2.52
	2 ก.พ. 66*	-1.917	1.742	0	4.603	ไม่สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	0.95	1.27
	3 ก.พ. 66*	-1.644	1.678	0	4.180	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	0.76	1.26
2	24 ม.ค. 66	37.0202	37.7955	0	0.975	ไม่สามารถควบคุมได้	0.58	7.41	0.60	6.85
	25 ม.ค. 66*	-1.741	1.680	0	4.303	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	1.00	0.03
	26 ม.ค. 66*	-1.684	1.787	0	4.367	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	0.95	0.31
	27 ม.ค. 66*	-1.540	1.581	0	3.926	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	1.02	0.00
	30 ม.ค. 66	37.0440	37.7691	0	0.912	สามารถควบคุมได้	0.63	5.61	0.63	5.50

ตารางที่ 4.27 ผลการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุมคุณภาพข้อมูลส่วนที่ 2 ของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Nut assy hub (ต่อ)

จุดที่	วันที่ผลิต	$\bar{X}$ - chart ขีดจำกัดควบคุม		R - chart ขีดจำกัดควบคุม		ลักษณะการควบคุม	ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิต			
							ระยะสั้น		ระยะยาว	
		LCL	UCL	LCL	UCL		C_{pk}	ร้อยละตกนอก	P_{pk}	ร้อยละตกนอก
2	31 ม.ค. 66*	-1.555	1.601	0	3.971	ไม่สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	0.80	1.28
	1 ก.พ. 66*	-1.548	1.612	0	3.976	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	0.88	0.59
	2 ก.พ. 66*	-1.579	1.634	0	4.043	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	0.98	0.53
	3 ก.พ. 66*	-1.904	1.786	0	4.642	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	1.14	0.05
3	24 ม.ค. 66*	-1.789	1.761	0	4.467	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	1.00	0.12
	25 ม.ค. 66	20.6435	20.9004	0	0.3231	สามารถควบคุมได้	0.55	7.29	0.57	6.14
	26 ม.ค. 66*	-1.702	1.818	0	4.428	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	0.78	1.76
	27 ม.ค. 66*	-1.554	1.549	0	3.904	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	1.00	0.13
	30 ม.ค. 66*	-1.846	1.892	0	4.703	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	1.15	0.04
	31 ม.ค. 66*	-1.768	1.745	0	4.420	ไม่สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	0.79	1.06
	1 ก.พ. 66*	-1.640	1.651	0	4.141	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	1.00	0.07
	2 ก.พ. 66*	-1.735	1.926	0	4.605	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	1.02	0.00
	3 ก.พ. 66*	-1.733	1.604	0	4.199	สามารถควบคุมได้	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	0.99	0.34

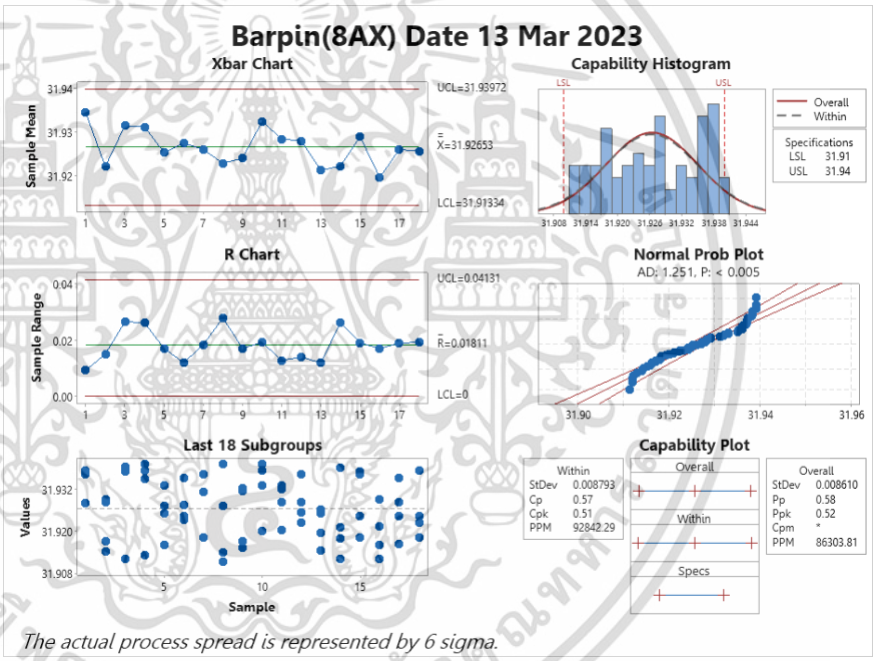
หมายเหตุ : * คือ วันที่ข้อมูลไม่มีการแจกแจงปกติและแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson

จากตารางที่ 4.27 จะเห็นว่า ข้อมูลของผลิตภัณฑ์ Nut assy hub ทั้ง 3 จุด ในกรณีที่มีการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson ค่าขีดจำกัดควบคุมที่ได้ในแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$ - chart) และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย (R - chart) ไม่สามารถอธิบายได้ ในส่วนของกระบวนการผลิตส่วนใหญ่สามารถควบคุมได้ ค่า C_{pk} มีค่าน้อยกว่า 1 และร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดระยะสั้นเฉลี่ยเท่ากับ 6.06 ส่วนค่า P_{pk} ส่วนใหญ่มีค่าน้อยกว่า 1 และร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดระยะยาวเฉลี่ยเท่ากับ 1.69

4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลส่วนที่ 3

ข้อมูลชุดนี้ได้ทำการเก็บข้อมูลในช่วงวันที่ 13 – 17 มีนาคม 2566 จากผลิตภัณฑ์ 4 ชนิด คือ Barpin, Spindle, Nut water pump และ Nut assy hub โดยใช้เครื่องมือสแกน 2 มิติ ในการเก็บข้อมูลครั้งนี้ จะทำการเก็บข้อมูลครั้งละ 4 ตัวอย่าง ซึ่งทำให้สอดคล้องกับการทดลองของ Dr.Walter A. Shewhart และทฤษฎีขีดจำกัดสู่ส่วนกลาง จึงกล่าวได้ว่าข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ต่อไปนี้ จะมีการแจกแจงเข้าใกล้แบบปกติ (Approximate normal) ได้ผลการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ดังนี้

1. ผลิตภัณฑ์ Barpin ได้ทำการหาผลการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุมคุณภาพในจุดที่ 8AX ของวันที่ 13 มีนาคม พ.ศ. 2566 ดังนี้



รูปที่ 4.13 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Barpin ในจุดที่ 8AX ของวันที่ 13 มีนาคม พ.ศ. 2566

จากรูปที่ 4.13 พบว่า ไม่มีจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่างทั้งแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ตลอดจนจำนวนจุดด้านบนและด้านล่างของเส้นกึ่งกลางมีลักษณะขึ้นลงแบบสมดุลกัน แสดงว่ากระบวนการผลิตนี้สามารถควบคุมได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จาก Capability Plot พบว่า ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.51 และค่า PPM ในระยะสั้น มีค่าเท่ากับ 92842.29 และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดเท่ากับ 9.28 ส่วนดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะยาว (P_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.52 และค่า PPM ในระยะยาว มีค่าเท่ากับ 86303.81 และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดเท่ากับ 8.63

สำหรับผลิตภัณฑ์ Barpin ในจุดอื่นๆ และวันอื่นๆ ก็สามารถวิเคราะห์ได้ในทำนองเดียวกัน และสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.28 ผลการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุมคุณภาพข้อมูลส่วนที่ 3 ของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Barpin

จุดที่	วันที่ผลิต	$\bar{X}$ - chart ขีดจำกัดควบคุม		R - chart ขีดจำกัดควบคุม		ลักษณะการควบคุม	ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิต			
							ระยะสั้น		ระยะยาว	
		LCL	UCL	LCL	UCL		C_{pk}	ร้อยละตกนอก	P_{pk}	ร้อยละตกนอก
8AX	13 มี.ค. 66	31.91334	31.93972	0	0.04131	สามารถควบคุมได้	0.51	9.28	0.52	8.63
	14 มี.ค. 66	31.91341	31.93819	0	0.03880	สามารถควบคุมได้	0.57	7.07	0.61	5.49
	15 มี.ค. 66	31.91478	31.93711	0	0 .03496	สามารถควบคุมได้	0.63	4.55	0.56	7.54
	16 มี.ค. 66	31.91343	31.93709	0	0.03706	สามารถควบคุมได้	0.62	5.73	0.56	8.82
	17 มี.ค. 66	31.91363	31.93815	0	0.03840	สามารถควบคุมได้	0.58	6.81	0.57	7.08
8BX	13 มี.ค. 66	31.91311	31.93656	0	0.03671	สามารถควบคุมได้	0.63	5.50	0.68	3.98
	14 มี.ค. 66	31.91266	31.93482	0	0.03471	สามารถควบคุมได้	0.62	4.53	0.66	3.47
	15 มี.ค. 66	31.91607	31.93591	0	0.03107	สามารถควบคุมได้	0.71	2.49	0.73	2.12
	16 มี.ค. 66	31.91339	31.93407	0	0.03239	สามารถควบคุมได้	0.66	3.23	0.71	2.24
	17 มี.ค. 66	31.91350	31.93647	0	0.03598	สามารถควบคุมได้	0.65	5.01	0.72	3.16
8CX	13 มี.ค. 66	31.91791	31.93363	0	0.02462	ไม่สามารถควบคุมได้	0.91	0.46	0.80	1.19
	14 มี.ค. 66	31.91747	31.93484	0	0.02721	สามารถควบคุมได้	0.80	1.10	0.78	1.29
	15 มี.ค. 66	31.91586	31.93419	0	0.02871	สามารถควบคุมได้	0.82	1.41	0.88	0.85
	16 มี.ค. 66	31.91739	31.93515	0	0.02783	สามารถควบคุมได้	0.77	1.32	0.79	1.13
	17 มี.ค. 66	31.91757	31.93332	0	0.02467	สามารถควบคุมได้	0.92	0.44	0.85	0.89

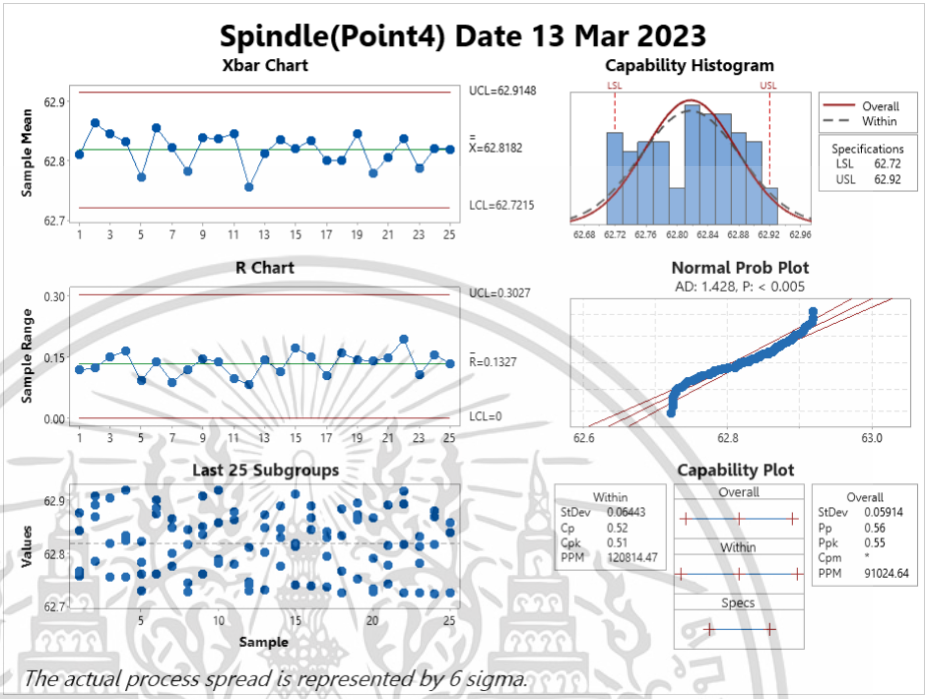
ตารางที่ 4.28 ผลการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุมคุณภาพข้อมูลส่วนที่ 3 ของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Barpin (ต่อ)

จุดที่	วันที่ผลิต	$\bar{X}$ - chart ขีดจำกัดควบคุม		R - chart ขีดจำกัดควบคุม		ลักษณะการควบคุม	ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิต			
							ระยะสั้น		ระยะยาว	
		LCL	UCL	LCL	UCL		C_{pk}	ร้อยละตกนอก	P_{pk}	ร้อยละตกนอก
8AY	13 มี.ค. 66	31.91124	31.93793	0	0.04180	สามารถควบคุมได้	0.55	9.21	0.58	7.35
	14 มี.ค. 66	31.91393	31.93729	0	0.03659	สามารถควบคุมได้	0.62	5.18	0.63	4.92
	15 มี.ค. 66	31.91339	31.93913	0	0.04033	สามารถควบคุมได้	0.53	8.38	0.55	7.25
	16 มี.ค. 66	31.91490	31.93858	0	0.03708	สามารถควบคุมได้	0.56	6.34	0.53	7.74
	17 มี.ค. 66	31.91061	31.93756	0	0.04220	สามารถควบคุมได้	0.52	9.66	0.57	7.15
8BY	13 มี.ค. 66	31.91369	31.93326	0	0.03065	สามารถควบคุมได้	0.69	2.51	0.65	3.31
	14 มี.ค. 66	31.91263	31.93479	0	0.03470	สามารถควบคุมได้	0.62	4.54	0.65	3.46
	15 มี.ค. 66	31.91357	91.93386	0	0.03177	สามารถควบคุมได้	0.68	2.93	0.63	4.04
	16 มี.ค. 66	31.91330	31.93510	0	0.03414	สามารถควบคุมได้	0.65	4.02	0.67	3.59
	17 มี.ค. 66	31.91437	31.93610	0	0.03404	สามารถควบคุมได้	0.68	3.85	0.66	4.47
8CY	13 มี.ค. 66	31.91591	31.93406	0	0.02843	สามารถควบคุมได้	0.83	1.32	0.85	1.10
	14 มี.ค. 66	31.91742	31.93490	0	0.02738	สามารถควบคุมได้	0.79	1.16	0.78	1.30
	15 มี.ค. 66	31.91637	31.93467	0	0.02866	สามารถควบคุมได้	0.79	1.43	0.85	0.82
	16 มี.ค. 66	31.91746	31.93371	0	0.02546	สามารถควบคุมได้	0.89	0.59	0.87	0.68
	17 มี.ค. 66	31.91728	31.93364	0	0.02563	สามารถควบคุมได้	0.89	0.61	0.85	0.91

จากตารางที่ 4.28 จะเห็นว่า ข้อมูลของผลิตภัณฑ์ Barpin ทั้ง 6 จุด ในส่วนของกระบวนการผลิตส่วนใหญ่สามารถควบคุมได้ ค่า C_{pk} มีค่าน้อยกว่า 1 และร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดระยะสั้นเฉลี่ยเท่ากับ 4.02 ส่วนค่า P_{pk} มีค่าน้อยกว่า 1 และร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดระยะยาวเฉลี่ยเท่ากับ 3.87

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2. ผลิตภัณฑ์ Spindle ได้ทำการหาผลการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุมคุณภาพในจุดที่ 4 ของวันที่ 13 มีนาคม พ.ศ. 2566 ดังนี้



รูปที่ 4.14 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Spindle ในจุดที่ 4 ของวันที่ 13 มีนาคม พ.ศ. 2566

จากรูปที่ 4.14 พบว่า ไม่มีจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่างทั้งแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ตลอดจนจำนวนจุดด้านบนและด้านล่างของเส้นกึ่งกลางมีลักษณะขึ้นลงแบบสมดุลกัน แสดงว่ากระบวนการผลิตนี้สามารถควบคุมได้

จาก Capability Plot พบว่า ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.51 และค่า PPM ในระยะสั้น มีค่าเท่ากับ 120814.47 และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดเท่ากับ 12.08 ส่วนดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะยาว (P_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.55 และค่า PPM ในระยะยาว มีค่าเท่ากับ 91024.64 และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดเท่ากับ 9.10

สำหรับผลิตภัณฑ์ Spindle ในจุดอื่นๆ และวันอื่นๆ ก็สามารถวิเคราะห์ได้ในทำนองเดียวกัน และสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.29 ผลการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุมคุณภาพข้อมูลส่วนที่ 3 ของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Spindle

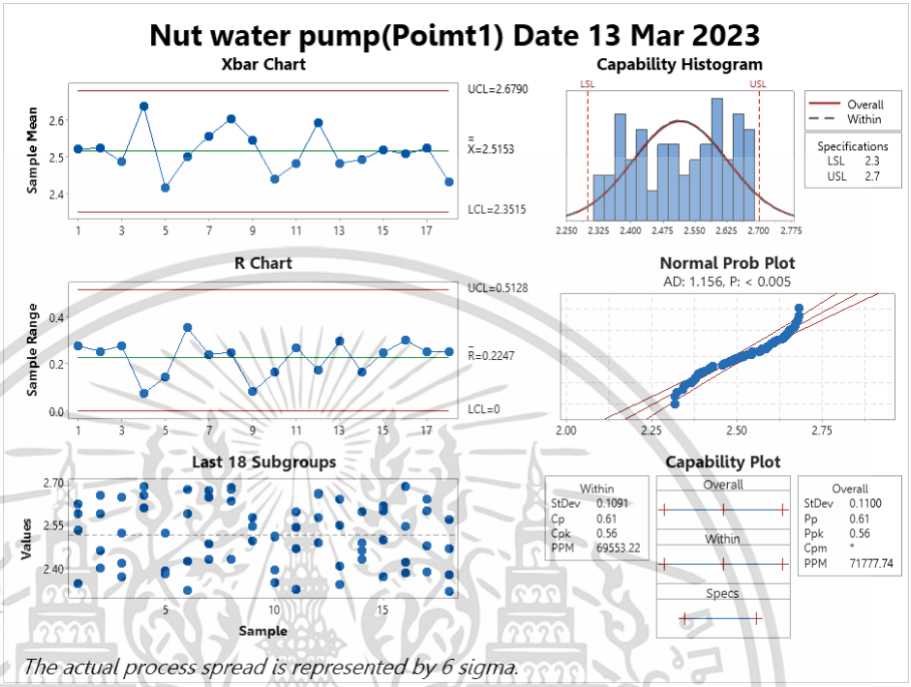
จุดที่	วันที่ผลิต	$\bar{X}$ - chart ขีดจำกัดควบคุม		R - chart ขีดจำกัดควบคุม		ลักษณะการควบคุม	ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิต			
							ระยะสั้น		ระยะยาว	
		LCL	UCL	LCL	UCL		C_{pk}	ร้อยละตกนอก	P_{pk}	ร้อยละตกนอก
4	13 มี.ค. 66	62.7215	62.9148	0	0.3027	สามารถควบคุมได้	0.51	12.08	0.55	9.10
	14 มี.ค. 66	62.7637	62.9445	0	0.2832	สามารถควบคุมได้	0.36	15.01	0.34	17.08
	15 มี.ค. 66	62.7751	62.9399	0	0.2581	สามารถควบคุมได้	0.38	13.38	0.34	16.77
	16 มี.ค. 66	62.7751	62.9402	0	0.2586	ไม่สามารถควบคุมได้	0.38	13.49	0.34	16.15
	17 มี.ค. 66	62.7801	62.9363	0	0.2446	สามารถควบคุมได้	0.40	12.15	0.35	15.58
5	13 มี.ค. 66	4.1178	4.2913	0	0.2718	สามารถควบคุมได้	0.55	8.48	0.55	8.60
	14 มี.ค. 66	4.1282	4.2843	0	0.2445	สามารถควบคุมได้	0.60	5.64	0.59	6.06
	15 มี.ค. 66	4.1191	4.2729	0	0.2409	สามารถควบคุมได้	0.62	5.18	0.60	5.97
	16 มี.ค. 66	4.1197	4.2826	0	0.2552	สามารถควบคุมได้	0.61	6.57	0.65	4.99
	17 มี.ค. 66	4.1300	4.2903	0	0.2510	สามารถควบคุมได้	0.56	6.59	0.56	6.53
14	13 มี.ค. 66	4.2100	4.2996	0	0.1403	สามารถควบคุมได้	0.50	9.83	0.54	7.98
	14 มี.ค. 66	4.21432	4.28184	0	0.1057	สามารถควบคุมได้	0.71	2.68	0.71	2.65
	15 มี.ค. 66	4.21410	4.28902	0	0.1173	สามารถควบคุมได้	0.65	4.57	0.65	4.47
	16 มี.ค. 66	4.21646	4.28431	0	0.1063	สามารถควบคุมได้	0.73	2.71	0.75	2.31
	17 มี.ค. 66	4.21412	4.28717	0	0.1144	สามารถควบคุมได้	0.68	4.01	0.71	3.19

ตารางที่ 4.29 ผลการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุมคุณภาพข้อมูลส่วนที่ 3 ของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Spindle (ต่อ)

จุดที่	วันที่ผลิต	$\bar{X}$ - chart ขีดจำกัดควบคุม		R - chart ขีดจำกัดควบคุม		ลักษณะการควบคุม	ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิต			
							ระยะสั้น		ระยะยาว	
		LCL	UCL	LCL	UCL		C_{pk}	ร้อยละตกนอก	P_{pk}	ร้อยละตกนอก
22	13 มี.ค. 66	25.05460	25.08484	0	0.04736	สามารถควบคุมได้	0.65	4.73	0.59	7.23
	14 มี.ค. 66	25.06063	25.07829	0	0.02766	สามารถควบคุมได้	1.10	0.07	1.06	0.11
	15 มี.ค. 66	25.06072	25.07812	0	0.02724	สามารถควบคุมได้	1.12	0.06	1.12	0.06
	16 มี.ค. 66	25.06029	25.07730	0	0.02664	สามารถควบคุมได้	1.10	0.06	1.14	0.04
	17 มี.ค. 66	25.06092	25.08054	0	0.03072	สามารถควบคุมได้	0.98	0.24	1.09	0.07

จากตารางที่ 4.29 จะเห็นว่า ข้อมูลของผลิตภัณฑ์ Spindle ทั้ง 4 จุด ในส่วนของกระบวนการผลิตส่วนใหญ่สามารถควบคุมได้ ค่า C_{pk} ส่วนใหญ่มีค่าน้อยกว่า 1 และร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดระยะสั้นเฉลี่ยเท่ากับ 6.38 ส่วนค่า P_{pk} ส่วนใหญ่มีค่าน้อยกว่า 1 และร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดระยะยาวเฉลี่ยเท่ากับ 6.75

3. ผลิตภัณฑ์ Nut water pump ได้ทำการหาผลการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุมคุณภาพในจุดที่ 1 ของวันที่ 13 มีนาคม พ.ศ. 2566 ดังนี้



รูปที่ 4.15 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Nut water pump จุดที่ 1 ของวันที่ 13 มีนาคม พ.ศ. 2566

จากรูปที่ 4.15 พบว่า ไม่มีจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่างทั้งแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ตลอดจนจำนวนจุดด้านบนและด้านล่างของเส้นกึ่งกลางมีลักษณะขึ้นลงแบบสมดุลกัน แสดงว่ากระบวนการผลิตนี้สามารถควบคุมได้

จาก Capability Plot พบว่า ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.56 และค่า PPM ในระยะสั้น มีค่าเท่ากับ 69553.22 และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดเท่ากับ 6.96 ส่วนดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะยาว (P_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.56 และค่า PPM ในระยะยาว มีค่าเท่ากับ 71777.74 และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดเท่ากับ 7.18

สำหรับผลิตภัณฑ์ Nut water pump ในจุดอื่นๆ และวันอื่นๆ ก็สามารถวิเคราะห์ได้ในทำนองเดียวกัน และสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.30 ผลการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุมคุณภาพข้อมูลส่วนที่ 3 ของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Nut water pump

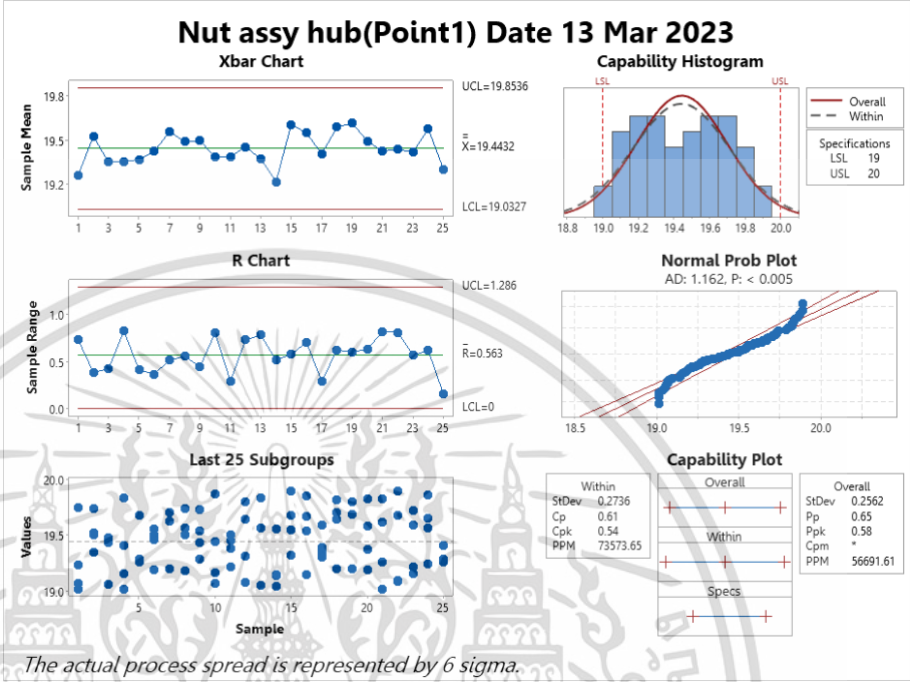
จุดที่	วันที่ผลิต	$\bar{X}$ - chart ขีดจำกัดควบคุม		R - chart ขีดจำกัดควบคุม		ลักษณะการควบคุม	ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิต			
							ระยะสั้น		ระยะยาว	
		LCL	UCL	LCL	UCL		C_{pk}	ร้อยละตกนอก	P_{pk}	ร้อยละตกนอก
1	13 มี.ค. 66	2.3515	2.6790	0	0.5128	สามารถควบคุมได้	0.56	6.96	0.56	7.18
	14 มี.ค. 66	2.3306	2.6761	0	0.5410	สามารถควบคุมได้	0.57	8.26	0.59	7.12
	15 มี.ค. 66	2.2915	2.6581	0	0.5741	สามารถควบคุมได้	0.48	10.90	0.49	9.75
	16 มี.ค. 66	2.3369	2.6551	0	0.4984	สามารถควบคุมได้	0.62	5.96	0.58	7.41
	17 มี.ค. 66	2.3093	2.6796	0	0.5799	สามารถควบคุมได้	0.53	10.55	0.56	8.42
2	13 มี.ค. 66	15.8169	16.1447	0	0.5133	สามารถควบคุมได้	0.55	7.14	0.52	8.63
	14 มี.ค. 66	15.8236	16.1983	0	0.5869	สามารถควบคุมได้	0.50	11.07	0.53	9.21
	15 มี.ค. 66	15.8000	16.1545	0	0.5553	สามารถควบคุมได้	0.50	9.66	0.51	9.05
	16 มี.ค. 66	15.8364	16.1521	0	0.4944	สามารถควบคุมได้	0.62	5.77	0.61	6.20
	17 มี.ค. 66	15.8302	16.1970	0	0.5744	สามารถควบคุมได้	0.51	10.40	0.53	9.31
3	13 มี.ค. 66	17.5127	17.6942	0	0.2843	สามารถควบคุมได้	0.53	9.89	0.59	6.90
	14 มี.ค. 66	17.5196	17.6761	0	0.2452	สามารถควบคุมได้	0.63	5.55	0.63	5.22
	15 มี.ค. 66	17.5338	17.6604	0	0.1982	สามารถควบคุมได้	0.77	1.80	0.75	2.09
	16 มี.ค. 66	17.5250	17.6886	0	0.2563	สามารถควบคุมได้	0.57	6.89	0.60	5.54
	17 มี.ค. 66	17.5215	17.6656	0	0.2256	สามารถควบคุมได้	0.65	3.90	0.64	4.05

ตารางที่ 4.30 ผลการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุมคุณภาพข้อมูลส่วนที่ 3 ของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Nut water pump (ต่อ)

จุดที่	วันที่ผลิต	$\bar{X}$ - chart ขีดจำกัดควบคุม		R - chart ขีดจำกัดควบคุม		ลักษณะการควบคุม	ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิต			
							ระยะสั้น		ระยะยาว	
		LCL	UCL	LCL	UCL		C_{pk}	ร้อยละตกนอก	P_{pk}	ร้อยละตกนอก
4	13 มี.ค. 66	1.8394	2.1768	0	0.5284	สามารถควบคุมได้	0.57	7.61	0.59	6.73
	14 มี.ค. 66	1.8307	2.1461	0	0.4939	สามารถควบคุมได้	0.60	5.86	0.61	5.49
	15 มี.ค. 66	1.8182	2.1514	0	0.5218	สามารถควบคุมได้	0.55	7.44	0.57	6.50
	16 มี.ค. 66	1.8431	2.1428	0	0.4694	ไม่สามารถควบคุมได้	0.64	4.59	0.59	6.54
	17 มี.ค. 66	1.8260	2.1510	0	0.5090	สามารถควบคุมได้	0.58	6.64	0.57	6.96

จากตารางที่ 4.30 จะเห็นว่า ข้อมูลของผลิตภัณฑ์ Nut water pump ทั้ง 4 จุด ในส่วนของกระบวนการผลิตส่วนใหญ่สามารถควบคุมได้ ค่า C_{pk} มีค่าน้อยกว่า 1 และร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดระยะสั้นเฉลี่ยเท่ากับ 7.34 ส่วนค่า P_{pk} มีค่าน้อยกว่า 1 และร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดระยะยาวเฉลี่ยเท่ากับ 6.92

4. ผลิตภัณฑ์ Nut assy hub ได้ทำการหาผลการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุมคุณภาพ ในจุดที่ 1 ของวันที่ 13 มีนาคม พ.ศ. 2566 ดังนี้



รูปที่ 4.16 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Nut assy hub จุดที่ 1 ของวันที่ 13 มีนาคม พ.ศ. 2566

จากรูปที่ 4.16 พบว่า ไม่มีจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่างทั้งแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ตลอดจนจำนวนจุดด้านบนและด้านล่างของเส้นกึ่งกลางมีลักษณะขึ้นลงแบบสมดุลกัน แสดงว่ากระบวนการผลิตนี้สามารถควบคุมได้

จาก Capability Plot พบว่า ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.54 และค่า PPM ในระยะสั้น มีค่าเท่ากับ 73573.65 และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดเท่ากับ 7.36 ส่วนดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะยาว (P_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.58 และค่า PPM ในระยะยาว มีค่าเท่ากับ 56691.61 และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดเท่ากับ 5.67

สำหรับผลิตภัณฑ์ Nut assy hub ในจุดอื่นๆ และวันอื่นๆ ก็สามารถวิเคราะห์ได้ในทำนองเดียวกัน และสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.31 ผลการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุมคุณภาพข้อมูลส่วนที่ 3 ของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Nut assy hub

จุดที่	วันที่ผลิต	$\bar{X}$ - chart ขีดจำกัดควบคุม		R - chart ขีดจำกัดควบคุม		ลักษณะการควบคุม	ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิต			
							ระยะสั้น		ระยะยาว	
		LCL	UCL	LCL	UCL		C_{pk}	ร้อยละตกนอก	P_{pk}	ร้อยละตกนอก
1	13 มี.ค. 66	19.0327	19.8536	0	1.286	สามารถควบคุมได้	0.54	7.36	0.58	5.67
	14 มี.ค. 66	19.0630	19.8123	0	1.173	สามารถควบคุมได้	0.58	5.20	0.59	4.83
	15 มี.ค. 66	19.1216	19.8343	0	1.116	สามารถควบคุมได้	0.67	3.61	0.64	4.41
	16 มี.ค. 66	19.1163	19.8500	0	1.149	สามารถควบคุมได้	0.66	4.14	0.63	4.97
	17 มี.ค. 66	19.0450	19.8736	0	1.298	สามารถควบคุมได้	0.55	7.33	0.58	5.99
2	13 มี.ค. 66	37.0555	37.8067	0	1.176	สามารถควบคุมได้	0.49	11.29	0.53	8.99
	14 มี.ค. 66	37.0428	37.7631	0	1.128	สามารถควบคุมได้	0.55	9.57	0.58	8.12
	15 มี.ค. 66	37.0413	37.7788	0	1.155	สามารถควบคุมได้	0.53	10.40	0.56	8.62
	16 มี.ค. 66	37.0501	37.7767	0	1.138	สามารถควบคุมได้	0.53	9.92	0.55	8.98
	17 มี.ค. 66	37.0220	37.7042	0	1.068	สามารถควบคุมได้	0.53	8.25	0.53	8.55
3	13 มี.ค. 66	20.6802	20.9039	0	0.3504	สามารถควบคุมได้	0.57	7.15	0.62	4.95
	14 มี.ค. 66	20.6932	20.9023	0	0.3275	สามารถควบคุมได้	0.58	5.67	0.55	7.49
	15 มี.ค. 66	20.6773	20.8908	0	0.3343	สามารถควบคุมได้	0.63	5.78	0.61	6.33
	16 มี.ค. 66	20.6785	20.9072	0	0.3581	สามารถควบคุมได้	0.56	7.81	0.56	7.44
	17 มี.ค. 66	20.6776	20.8869	0	0.3278	สามารถควบคุมได้	0.63	5.32	0.65	4.66

จากตารางที่ 4.31 จะเห็นว่า ข้อมูลของผลิตภัณฑ์ Nut Assy Hub ทั้ง 3 จุด ในส่วนของกระบวนการผลิตสามารถควบคุมได้ ค่า C_{pk} มีค่าน้อยกว่า 1 และร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดระยะสั้นเฉลี่ยเท่ากับ 7.25 ส่วนค่า P_{pk} มีค่าน้อยกว่า 1 และร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดระยะยาวเฉลี่ยเท่ากับ 6.67

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาการควบคุมคุณภาพทางด้านการวัดค่าผลิตภัณฑ์ Barpin, Spindle, Nut water pump และ Nut assy hub ของบริษัท มหาจักรออโต้พาร์ท จำกัด โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูล 3 ส่วน ซึ่งนำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ออกเป็น 3 ส่วนใหญ่ๆ ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลชุดนี้ใช้ทำการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องมือวัด โดยการเปรียบเทียบเครื่องมือวัดแบบไฮเกจ, เวอร์เนียร์, คอนทัวร์ และไมโครมิเตอร์ กับเครื่องมือสแกน 2 มิติ โดยการวัดค่าตำแหน่งต่างๆ จากผลิตภัณฑ์ Barpin, Spindle, Nut water pump และ Nut assy hub โดยใช้สถิติทดสอบที (Paired Samples T-test)

ส่วนที่ 2 ข้อมูลชุดนี้จะทำการวัดค่าจากเครื่องมือสแกน 2 มิติ แล้วนำข้อมูลมาทำการทดสอบการแจกแจงปกติด้วยวิธี Anderson-Darling ถ้าข้อมูลมีการแจกแจงปกติ จะทำการสร้างแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$ - chart) และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย (R - chart) พร้อมทั้งหาค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น (C_{pk}) ค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะยาว (P_{pk}) และร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด แต่ถ้าข้อมูลไม่มีการแจกแจงปกติ ให้ทำการแปลงข้อมูลด้วยวิธีของ Box-cox และ Johnson

ส่วนที่ 3 ข้อมูลชุดนี้จะทำการวัดค่าจากเครื่องมือสแกน 2 มิติ แล้วนำข้อมูลมาทำการสร้างแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$ - chart) และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย (R - chart) พร้อมทั้งหาค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น (C_{pk}) ค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตระยะยาว (P_{pk}) และร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด

โดยนำโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ Minitab มาช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลสามารถนำมาสรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1 สรุปผลการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ชิ้นส่วนยานยนต์ Barpin

5.1.1 การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องมือวัดแบบไมโครมิเตอร์กับเครื่องมือสแกน 2 มิติ

ในการวัดชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์ Barpin ทั้ง 6 จุดคือ 8AX, 8BX, 8CX, 8AY, 8BY และ 8CY จะใช้เครื่องมือวัดแบบไมโครมิเตอร์เปรียบเทียบกับเครื่องมือสแกน 2 มิติ โดยใช้สถิติทดสอบที (Paired Samples T-test) จะเห็นว่า เครื่องมือวัดแบบไมโครมิเตอร์กับเครื่องมือสแกน 2 มิติ จะให้ค่าวัดที่ไม่แตกต่างกันเฉพาะในจุดที่ 8CX และจุดที่ 8AY ส่วนในจุดที่ 8AX, 8BX, 8BY และ 8CY จะให้ค่าวัดที่แตกต่างกัน

5.1.2 คุณภาพของผลิตภัณฑ์ชิ้นส่วนยานยนต์ Barpin

จากแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$ - chart) และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย (R - chart) สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1). ข้อมูลในส่วนที่ 2 จะเห็นได้ว่า ข้อมูลในส่วนนี้ ส่วนใหญ่ไม่มีการแจกแจงปกติ กระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ Barpin ส่วนใหญ่ยังสามารถควบคุมได้ และให้ค่า C_{pk} และ P_{pk} ส่วนใหญ่มีค่าน้อยกว่า 1 และร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดระยะสั้นและระยะยาวเฉลี่ยเท่ากับ 6.79 และ 2.60 ตามลำดับ

2). ข้อมูลในส่วนที่ 3 จะเห็นได้ว่า กระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ Barpin ส่วนใหญ่ยังสามารถควบคุมได้ และให้ค่า C_{pk} และ P_{pk} มีค่าน้อยกว่า 1 และร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดระยะสั้นและระยะยาวเฉลี่ยเท่ากับ 4.02 และ 3.87 ตามลำดับ

5.2 สรุปผลการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ชิ้นส่วนยานยนต์ Spindle

5.2.1 การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องมือวัดแบบไฮเกจ,คอนทัวร์ และไมโครมิเตอร์ กับเครื่องมือสแกน 2 มิติ

ในการวัดชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์ Spindle ทั้ง 4 จุด โดยจุดที่ 4 และ 5 จะใช้เครื่องมือวัดแบบไฮเกจเปรียบเทียบกับเครื่องมือสแกน 2 มิติ ส่วนจุดที่ 14 จะใช้เครื่องมือวัดแบบคอนทัวร์เปรียบเทียบกับเครื่องมือสแกน 2 มิติ และจุดที่ 22 จะใช้เครื่องมือวัดแบบไมโครมิเตอร์เปรียบเทียบกับเครื่องมือสแกน 2 มิติ โดยใช้สถิติทดสอบที (Paired Samples T-test) จะเห็นว่า เครื่องมือวัดแบบไมโครมิเตอร์กับเครื่องมือสแกน 2 มิติในจุดที่ 4 จะให้ค่าวัดที่ไม่แตกต่างกัน ส่วนจุดที่ 5, 14 และ 22 จะให้ค่าวัดที่แตกต่างกัน นั่นคือ ค่าวัดที่ได้จากเครื่องมือวัดแบบไฮเกจ แบบคอนทัวร์ และแบบไมโครมิเตอร์ จะมีค่าวัดที่แตกต่างจากค่าที่วัดได้จากเครื่องมือสแกน 2 มิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.2 คุณภาพของผลิตภัณฑ์ชิ้นส่วนยานยนต์ Spindle

จากแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$ - chart) และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย (R - chart) สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1). ข้อมูลในส่วนที่ 2 จะเห็นได้ว่า ข้อมูลในส่วนนี้ ส่วนใหญ่ไม่มีการแจกแจงปกติ กระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ Spindle ส่วนใหญ่ยังสามารถควบคุมได้ และให้ค่า C_{pk} และ P_{pk} ส่วนใหญ่มีค่าน้อยกว่า 1 และร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดระยะสั้นและระยะยาวเฉลี่ยเท่ากับ 4.21 และ 0.71 ตามลำดับ

2). ข้อมูลในส่วนที่ 3 จะเห็นได้ว่า กระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ Spindle ส่วนใหญ่ยังสามารถควบคุมได้ และให้ค่า C_{pk} และ P_{pk} ส่วนใหญ่มีค่าน้อยกว่า 1 และร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดระยะสั้นและระยะยาวเฉลี่ยเท่ากับ 6.38 และ 6.75 ตามลำดับ

5.3 สรุปผลการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ชิ้นส่วนยานยนต์ Nut water pump

5.3.1 การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องมือวัดแบบเวอร์เนียร์กับเครื่องมือสแกน 2 มิติ

ในการวัดชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์ Nut water pump ทั้ง 4 จุด คือ จุดที่ 1, จุดที่ 2, จุดที่ 3 และจุดที่ 4 จะใช้เครื่องมือวัดแบบเวอร์เนียร์เปรียบเทียบกับเครื่องมือสแกน 2 มิติ โดยใช้สถิติทดสอบที (Paired Samples T-test) จะเห็นว่า เครื่องมือวัดแบบเวอร์เนียร์กับเครื่องมือสแกน 2 มิติ จะให้ค่าวัดที่แตกต่างกันทั้ง 4 จุด

5.3.2 คุณภาพของผลิตภัณฑ์ชิ้นส่วนยานยนต์ Nut water pump

จากแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$ - chart) และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย (R - chart) สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1). ข้อมูลในส่วนที่ 2 จะเห็นได้ว่า ข้อมูลในส่วนนี้ ส่วนใหญ่ไม่มีการแจกแจงปกติ กระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ Nut water pump สามารถควบคุมได้ และให้ค่า C_{pk} และ P_{pk} ส่วนใหญ่มีค่าน้อยกว่า 1 และร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดระยะสั้นและระยะยาวเฉลี่ยเท่ากับ 7.16 และ 4.32 ตามลำดับ

2). ข้อมูลในส่วนที่ 3 จะเห็นได้ว่า กระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ Nut water pump ส่วนใหญ่ยังสามารถควบคุมได้ และให้ค่า C_{pk} และ P_{pk} มีค่าน้อยกว่า 1 และร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดระยะสั้นและระยะยาวเฉลี่ยเท่ากับ 7.34 และ 6.92 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4 สรุปผลการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ชิ้นส่วนยานยนต์ Nut assy hub

5.4.1 การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องมือวัดแบบเวอร์เนียร์กับเครื่องมือสแกน 2 มิติ

ในการวัดชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์ Nut assy hub ทั้ง 3 จุดคือ จุดที่ 1, จุดที่ 2 และจุดที่ 3 จะใช้เครื่องมือวัดแบบเวอร์เนียร์เปรียบเทียบกับเครื่องมือสแกน 2 มิติ โดยใช้สถิติทดสอบที (Paired Samples T-test) จะเห็นว่า เครื่องมือวัดแบบเวอร์เนียร์กับเครื่องมือสแกน 2 มิติ จะให้ค่าวัดที่ไม่แตกต่างกันเฉพาะในจุดที่ 3 ส่วนในจุดที่ 1 และจุดที่ 2 จะให้ค่าวัดที่แตกต่างกัน

5.4.2 คุณภาพของผลิตภัณฑ์ชิ้นส่วนยานยนต์ Nut assy hub

จากแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$ - chart) และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย (R - chart) สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1). ข้อมูลในส่วนที่ 2 จะเห็นได้ว่า ข้อมูลในส่วนนี้ ส่วนใหญ่ไม่มีการแจกแจงปกติ กระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ Nut assy hub ส่วนใหญ่ยังสามารถควบคุมได้ และให้ค่า C_{pk} และ P_{pk} ส่วนใหญ่มีค่าน้อยกว่า 1 และร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดระยะสั้นและระยะยาวเฉลี่ยเท่ากับ 6.06 และ 1.69 ตามลำดับ

2). ข้อมูลในส่วนที่ 3 จะเห็นได้ว่า กระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ Nut assy hub สามารถควบคุมได้ และให้ค่า C_{pk} และ P_{pk} มีค่าน้อยกว่า 1 และร้อยละของข้อมูลตกนอกข้อกำหนดระยะสั้นและระยะยาวเฉลี่ยเท่ากับ 7.25 และ 6.67 ตามลำดับ

5.5 ปัญหาที่พบ

1. ในการเก็บข้อมูลครั้งนี้ มีเครื่องมือที่ใช้ในการวัดค่าทั้งหมด 5 ชนิด ประกอบด้วย เครื่องมือวัดแบบไฮเกจ, เวอร์เนียร์, คอนทัวร์, ไมโครมิเตอร์ และเครื่องมือสแกน 2 มิติ ซึ่งแต่ละชนิดจำเป็นต้องใช้เวลาในการศึกษาวิธีการใช้เครื่องมือในการวัดค่าแต่ละจุด ซึ่งมีจุดที่ต้องวัดทั้งหมด 17 จุด จึงอาจทำให้เกิดความผิดพลาดในการวัดได้

2. ในระหว่างเก็บข้อมูล ผู้วิจัยจำเป็นต้องใช้เครื่องมือวัดร่วมกับพนักงานของทางบริษัท ทำให้เครื่องมือวัดไม่เพียงพอในการใช้งาน

5.6 ข้อเสนอแนะ

1. จากการเปรียบเทียบเครื่องมือวัดแบบไฮเกจ, เวอร์เนียร์, คอนทัวร์ และไมโครมิเตอร์ กับเครื่องมือสแกน 2 มิติ โดยการวัดค่าตำแหน่งต่างๆ จากผลิตภัณฑ์ Barpin, Spindle, Nut water pump และ Nut assy hub ทั้งหมด 17 จุด จะเห็นได้ว่า ค่าที่วัดได้จากเครื่องมือวัดแบบเวอร์เนียร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และไมโครมิเตอร์ ให้ค่าวัดที่แตกต่างกับค่าที่วัดได้จากเครื่องมือสแกน 2 มิติ ทางบริษัทอาจต้องให้ความสำคัญในการวัดค่าจากเครื่องมือวัดแบบเวอร์เนียร์ และไมโครมิเตอร์มากขึ้น

2. การเก็บข้อมูลจากการวัดค่าตำแหน่งต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ ทั้ง 4 ผลิตภัณฑ์ ในข้อมูลส่วนที่ 2 และ 3 นั้น เมื่อนำมาวิเคราะห์ด้วยแผนภูมิควบคุมคุณภาพ จะเห็นว่า ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของผลิตภัณฑ์เดียวกันของข้อมูลส่วนที่ 2 และ 3 นั้น ไม่สอดคล้องกัน ซึ่งอาจจะเกิดความผิดพลาดในการเก็บข้อมูลในส่วนที่ 2 และ 3 โดยมีสาเหตุมาจากความชำนาญและประสบการณ์ของผู้วัดของผู้วิจัย จึงส่งผลให้สมรรถนะของกระบวนการผลิตที่วิเคราะห์ได้ แตกต่างกัน

3. ในการเก็บบันทึกข้อมูล ควรมีการบันทึกข้อมูลในส่วนของสาเหตุของความบกพร่องที่เกิดขึ้นในระหว่างการผลิต เมื่อกระบวนการผลิตมีความผิดปกติหรือมีปัญหาเกิดขึ้น จะได้ทราบถึงสาเหตุและนำมาปรับใช้กับปัญหาที่อาจเกิดขึ้นในอนาคตได้

4. จากข้อมูลในส่วนที่ 2 เมื่อนำมาทดสอบการแจกจงของข้อมูล จะพบว่า ส่วนใหญ่ข้อมูลไม่มีการแจกแจงปกติ จึงขอเสนอให้ทางบริษัทควรสุ่มเก็บข้อมูลครั้งละไม่ต่ำกว่า 4 ตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กมลพงศ์ ยิ่งสว่าง. 2565. **การอ่านค่า เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ และการใช้งานที่ถูกต้อง.** สถาบันเทคโนโลยีการผลิตสุมิพล. [Online]. เข้าถึงได้จาก : https://www.simtec.or.th/blog/vernier-caliper-reading-usability-052022/

กมลชนก สงานวงษ์ และคณะ. 2559. **การควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์มือจับพลาสติกของบริษัท แสงไทย ฟิตติ้ง อุตสาหกรรม จำกัด.** ปัญหาพิเศษ, ภาควิชาสถิติ, คณะวิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

กิตติพงศ์ ทองเงิน. 2564. **Dial Height gauge : ไดอัลไฮเกจ.** บริษัท เจเอสอาร์ เอ็นเทค จำกัด. [Online]. เข้าถึงได้จาก : https://www.jet.co.th/content/7476/

กิตติพงศ์ เอกชัย และ ธีศิษฏ์ ลีลาสวัสดิ์สุข. 2566. **เครื่องสแกน 2 มิติ (2D Scanner).** บริษัท เอ็มรีพอร์ต จำกัด. [Online]. เข้าถึงได้จาก : https://www.mreport.co.th/products/metrology/vision -system/320-2D-scanner-in-die-casting-industry/

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

เกษม พิพัฒน์ปัญญานุกูล. 2557. **การควบคุมคุณภาพ (Statistical Quality Control).** กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ท้อป.

จรัล ทรัพย์เสรี. 2550. **การเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างวิธีการแปลงกำลังของบ็อกซ์-ค็อกซ์และวิธีการแปลงกำลังแบบใหม่ สำหรับการแจกแจงเลขชี้กำลัง.** มหาวิทยาลัยบูรพา.

บุลวัชร์ เจริญยืนนาน. 2565. **ชนิดและคุณสมบัติของเครื่องมือวัดไมโครมิเตอร์.** บริษัท คีย์เอ็นซ์ จำกัด

เบญจ์ ไทยอาภรณ์. 2562. **Contour Measuring Systems.** สถาบันเทคโนโลยีการผลิตสุมิพล. [Online]. เข้าถึงได้จาก : https://www.sumipol.com/knowledge/contracer-cv4500/

ประติภา วงศ์นาสัก. 2550. **การควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์บรรจุภัณฑ์พลาสติกของบริษัท กรุงไทยพลาสแพค จำกัด.** ปัญหาพิเศษ, ภาควิชาสถิติ, คณะวิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

พรธิชา บินอารี และคณะ. 2563. **ประสิทธิภาพการบรรจุแป้งมันของโรงงานอุตสาหกรรมแป้งมัน บ้านโป่ง จ.ราชบุรี.** ปัญหาพิเศษ, ภาควิชาสถิติ, คณะวิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง(ต่อ)

วิบูลย์ พงศ์พรทรัพย์. 2559. **หลักสูตร SPC การควบคุมกระบวนการด้วยสถิติ.** บริษัท บิ๊กคิวเทรนนิ่ง จำกัด. [Online]. เข้าถึงได้จาก : https://www.bigqtraining.in.th/statistical- process-control-spc/

ศศิวิมล ตันติวุฒิ. 2559. **ผลิตภาพแรงงานปัจจัยกำหนดรายได้ที่ยั่งยืน.** ทีดีอาร์ไอ. [Online]. เข้าถึงได้จาก : https://tdri.or.th/2016/11/labour-productivity/

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

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

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

สุจิตรา สุคนธมัต. 2562. **หลักสถิติ.** คณะวิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สุดารัตน์ เพี้ยงบางยาง และคณะ. 2558. **การควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์เม็ดพลาสติกรีไซเคิลของบริษัทสยามโพลิเมอร์ ซัพพลาย จำกัด.** ปัญหาพิเศษ, ภาควิชาสถิติ, คณะวิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สุดารัตน์ บุญเลิศ และคณะ. 2564. **ประสิทธิภาพการบรรจุข้าวสารของโรงสีแห่งหนึ่งในจังหวัดลพบุรี.** ปัญหาพิเศษ, ภาควิชาสถิติ, คณะวิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

เสาวณี จันทะพงษ์ และชฎาธาร โอษธีศ.2563. **พลิกวิกฤตยานยนต์ไทยด้วยการยกระดับทักษะแรงงาน.** ธนาคารแห่งประเทศไทย. [Online]. เข้าถึงได้จาก : https://www.bot.or.th/Thai/Research And Publications/articles/Pages/Article_15Sep2020.aspx

Anderson, T.W. and Darling, D.A. 1954. **A Test of Goodness of Fit.** Journal of American Statistical Association. Open Journal of Statistics.

Dale H. Besterfield. 2004. **Quality Control.** Pearson Education.

E. L Grant and R. S. LeavenWorth. 1996. **Statistical Quality Control.** Amazon's Book Store.

Farnum, N.R. 1997. **Quantitative Forecasting Methods – Hardcover.** Amazon's Book Store.

Johnson, N.L. 1949. **Statistics** : An Intermediate Text-Book. Journal of the Institute of Actuaries.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ตารางค่าวิกฤต c_a ของการทดสอบ Anderson-Darling

ตารางแสดงค่าตัวประกอบสำหรับการคำนวณขีดจำกัด

ตารางพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐาน

ตารางการแจกแจงที

ตาราง ก.1 ค่าวิกฤต c_a ของการทดสอบ Anderson-Darling สำหรับการทดสอบภาวะปกติ (พารามิเตอร์ μ และ σ ประมาณค่าจากตัวอย่างขนาด n)

ระดับนัยสำคัญ : α	a_a	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.

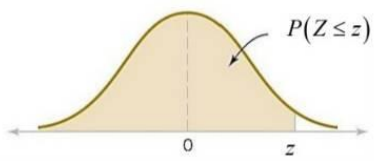
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

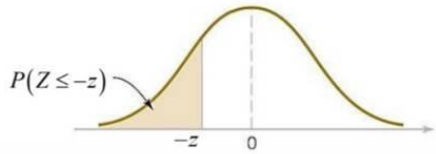
ตาราง ก.3 ตารางแสดงพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐาน



z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.5000	0.5040	0.5080	0.5120	0.5160	0.5199	0.5239	0.5279	0.5319	0.5359
0.1	0.5398	0.5438	0.5478	0.5517	0.5557	0.5596	0.5636	0.5675	0.5714	0.5753
0.2	0.5793	0.5832	0.5871	0.5910	0.5948	0.5987	0.6026	0.6064	0.6103	0.6141
0.3	0.6179	0.6217	0.6255	0.6293	0.6331	0.6368	0.6406	0.6443	0.6480	0.6517
0.4	0.6554	0.6591	0.6628	0.6664	0.6700	0.6736	0.6772	0.6808	0.6844	0.6879
0.5	0.6915	0.6950	0.6985	0.7019	0.7054	0.7088	0.7123	0.7157	0.7190	0.7224
0.6	0.7257	0.7291	0.7324	0.7357	0.7389	0.7422	0.7454	0.7486	0.7517	0.7549
0.7	0.7580	0.7611	0.7642	0.7673	0.7704	0.7734	0.7764	0.7794	0.7823	0.7852
0.8	0.7881	0.7910	0.7939	0.7967	0.7995	0.8023	0.8051	0.8079	0.8106	0.8133
0.9	0.8159	0.8186	0.8212	0.8238	0.8264	0.8289	0.8315	0.8340	0.8365	0.8389
1.0	0.8413	0.8438	0.8461	0.8485	0.8508	0.8531	0.8554	0.8577	0.8599	0.8621
1.1	0.8643	0.8665	0.8686	0.8708	0.8729	0.8749	0.8770	0.8790	0.8810	0.8830
1.2	0.8849	0.8869	0.8888	0.8907	0.8925	0.8944	0.8962	0.8980	0.8997	0.9015
1.3	0.9032	0.9049	0.9066	0.9082	0.9099	0.9115	0.9131	0.9147	0.9162	0.9177
1.4	0.9192	0.9207	0.9222	0.9236	0.9251	0.9265	0.9279	0.9292	0.9306	0.9319
1.5	0.9332	0.9345	0.9357	0.9370	0.9382	0.9394	0.9406	0.9418	0.9429	0.9441
1.6	0.9452	0.9463	0.9474	0.9484	0.9495	0.9505	0.9515	0.9525	0.9535	0.9545
1.7	0.9554	0.9564	0.9573	0.9582	0.9591	0.9599	0.9608	0.9616	0.9625	0.9633
1.8	0.9641	0.9649	0.9656	0.9664	0.9671	0.9678	0.9686	0.9693	0.9699	0.9706
1.9	0.9713	0.9719	0.9726	0.9732	0.9738	0.9744	0.9750	0.9756	0.9761	0.9767
2.0	0.9773	0.9778	0.9783	0.9788	0.9793	0.9798	0.9803	0.9808	0.9812	0.9817
2.1	0.9821	0.9826	0.9830	0.9834	0.9838	0.9842	0.9846	0.9850	0.9854	0.9857
2.2	0.9861	0.9864	0.9868	0.9871	0.9875	0.9878	0.9881	0.9884	0.9887	0.9890
2.3	0.9893	0.9896	0.9898	0.9901	0.9904	0.9906	0.9909	0.9911	0.9913	0.9916
2.4	0.9918	0.9920	0.9922	0.9925	0.9927	0.9929	0.9931	0.9932	0.9934	0.9936
2.5	0.9938	0.9940	0.9941	0.9943	0.9945	0.9946	0.9948	0.9949	0.9951	0.9952
2.6	0.9953	0.9955	0.9956	0.9957	0.9959	0.9960	0.9961	0.9962	0.9963	0.9964
2.7	0.9965	0.9966	0.9967	0.9968	0.9969	0.9970	0.9971	0.9972	0.9973	0.9974
2.8	0.9974	0.9975	0.9976	0.9977	0.9977	0.9978	0.9979	0.9979	0.9980	0.9981
2.9	0.9981	0.9982	0.9983	0.9983	0.9984	0.9984	0.9985	0.9985	0.9986	0.9986

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

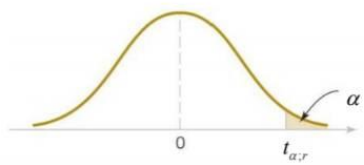
ตาราง ก.3 ตารางแสดงพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐาน (ต่อ)



Z	−0.09	−0.08	−0.07	−0.06	−0.05	−0.04	−0.03	−0.02	−0.01	−0.00
−2.9	0.0014	0.0014	0.0015	0.0015	0.0016	0.0016	0.0017	0.0018	0.0018	0.0019
−2.8	0.0019	0.0020	0.0021	0.0021	0.0022	0.0023	0.0023	0.0024	0.0025	0.0026
−2.7	0.0026	0.0027	0.0028	0.0029	0.0030	0.0031	0.0032	0.0033	0.0034	0.0035
−2.6	0.0036	0.0037	0.0038	0.0039	0.0040	0.0041	0.0043	0.0044	0.0045	0.0047
−2.5	0.0048	0.0049	0.0051	0.0052	0.0054	0.0055	0.0057	0.0059	0.0060	0.0062
−2.4	0.0064	0.0066	0.0068	0.0069	0.0071	0.0073	0.0075	0.0078	0.0080	0.0082
−2.3	0.0084	0.0087	0.0089	0.0091	0.0094	0.0096	0.0099	0.0102	0.0104	0.0107
−2.2	0.0110	0.0113	0.0116	0.0119	0.0122	0.0125	0.0129	0.0132	0.0136	0.0139
−2.1	0.0143	0.0146	0.0150	0.0154	0.0158	0.0162	0.0166	0.0170	0.0174	0.0179
−2.0	0.0183	0.0188	0.0192	0.0197	0.0202	0.0207	0.0212	0.0217	0.0222	0.0228
−1.9	0.0233	0.0239	0.0244	0.0250	0.0256	0.0262	0.0268	0.0274	0.0281	0.0287
−1.8	0.0294	0.0301	0.0307	0.0314	0.0322	0.0329	0.0336	0.0344	0.0351	0.0359
−1.7	0.0367	0.0375	0.0384	0.0392	0.0401	0.0409	0.0418	0.0427	0.0436	0.0446
−1.6	0.0455	0.0465	0.0475	0.0485	0.0495	0.0505	0.0516	0.0526	0.0537	0.0548
−1.5	0.0559	0.0571	0.0582	0.0594	0.0606	0.0618	0.0630	0.0643	0.0655	0.0668
−1.4	0.0681	0.0694	0.0708	0.0721	0.0735	0.0749	0.0764	0.0778	0.0793	0.0808
−1.3	0.0823	0.0838	0.0853	0.0869	0.0885	0.0901	0.0918	0.0934	0.0951	0.0968
−1.2	0.0985	0.1003	0.1020	0.1038	0.1057	0.1075	0.1093	0.1112	0.1131	0.1151
−1.1	0.1170	0.1190	0.1210	0.1230	0.1251	0.1271	0.1292	0.1314	0.1335	0.1357
−1.0	0.1379	0.1401	0.1423	0.1446	0.1469	0.1492	0.1515	0.1539	0.1562	0.1587
−0.9	0.1611	0.1635	0.1660	0.1685	0.1711	0.1736	0.1762	0.1788	0.1814	0.1841
−0.8	0.1867	0.1894	0.1922	0.1949	0.1977	0.2005	0.2033	0.2061	0.2090	0.2119
−0.7	0.2148	0.2177	0.2207	0.2236	0.2266	0.2297	0.2327	0.2358	0.2389	0.2420
−0.6	0.2451	0.2483	0.2514	0.2546	0.2578	0.2611	0.2643	0.2676	0.2709	0.2743
−0.5	0.2776	0.2810	0.2843	0.2877	0.2912	0.2946	0.2981	0.3015	0.3050	0.3085
−0.4	0.3121	0.3156	0.3192	0.3228	0.3264	0.3300	0.3336	0.3372	0.3409	0.3446
−0.3	0.3483	0.3520	0.3557	0.3594	0.3632	0.3669	0.3707	0.3745	0.3783	0.3821
−0.2	0.3859	0.3897	0.3936	0.3974	0.4013	0.4052	0.4090	0.4129	0.4168	0.4207
−0.1	0.4247	0.4286	0.4325	0.4364	0.4404	0.4443	0.4483	0.4522	0.4562	0.4602
0.0	0.4641	0.4681	0.4721	0.4761	0.4801	0.4840	0.4880	0.4920	0.4960	0.5000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก.4 ตารางการแจกแจงที



	α									
r	.40	.25	.10	.05	.025	.01	.005	.0025	.001	.0005
1	.3249	1.000	3.0777	6.3138	12.706	31.820	63.656	127.32	318.31	636.62
2	.2887	.8165	1.8856	2.9200	4.3027	6.9646	9.9248	14.089	22.327	31.599
3	.2767	.7649	1.6377	2.3534	3.1824	4.5407	5.8409	7.4533	10.215	12.924
4	.2707	.7407	1.5332	2.1318	2.7764	3.7469	4.6041	5.5976	7.1732	8.6103
5	.2672	.7267	1.4759	2.0150	2.5706	3.3649	4.0321	4.7733	5.8934	6.8688
6	.2648	.7176	1.4398	1.9432	2.4469	3.1427	3.7074	4.3168	5.2076	5.9588
7	.2632	.7111	1.4149	1.8946	2.3646	2.9980	3.4995	4.0293	4.7853	5.4079
8	.2619	.7064	1.3968	1.8595	2.3060	2.8965	3.3554	3.8325	4.5008	5.0413
9	.2610	.7027	1.3830	1.8331	2.2622	2.8214	3.2498	3.6897	4.2968	4.7809
10	.2602	.6998	1.3722	1.8125	2.2281	2.7638	3.1693	3.5814	4.1437	4.5869
11	.2596	.6974	1.3634	1.7959	2.2010	2.7181	3.1058	3.4966	4.0247	4.4370
12	.2590	.6955	1.3562	1.7823	2.1788	2.6810	3.0545	3.4284	3.9296	4.3178
13	.2586	.6938	1.3502	1.7709	2.1604	2.6503	3.0123	3.3725	3.8520	4.2208
14	.2582	.6924	1.3450	1.7613	2.1448	2.6245	2.9768	3.3257	3.7874	4.1405
15	.2579	.6912	1.3406	1.7531	2.1315	2.6025	2.9467	3.2860	3.7328	4.0728
16	.2576	.6901	1.3368	1.7459	2.1199	2.5835	2.9208	3.2520	3.6862	4.0150
17	.2573	.6892	1.3334	1.7396	2.1098	2.5669	2.8982	3.2225	3.6458	3.9651
18	.2571	.6884	1.3304	1.7341	2.1009	2.5524	2.8784	3.1966	3.6105	3.9216
19	.2569	.6876	1.3277	1.7291	2.0930	2.5395	2.8609	3.1737	3.5794	3.8834
20	.2567	.6870	1.3253	1.7247	2.0860	2.5280	2.8453	3.1534	3.5518	3.8495
21	.2566	.6864	1.3232	1.7207	2.0796	2.5176	2.8314	3.1352	3.5272	3.8193
22	.2564	.6858	1.3212	1.7171	2.0739	2.5083	2.8188	3.1188	3.5050	3.7921
23	.2563	.6853	1.3195	1.7139	2.0687	2.4999	2.8073	3.1040	3.4850	3.7676
24	.2562	.6848	1.3178	1.7109	2.0639	2.4922	2.7969	3.0905	3.4668	3.7454
25	.2561	.6844	1.3163	1.7081	2.0595	2.4851	2.7874	3.0782	3.4502	3.7251
26	.2560	.6840	1.3150	1.7056	2.0555	2.4786	2.7787	3.0669	3.4350	3.7066
27	.2559	.6837	1.3137	1.7033	2.0518	2.4727	2.7707	3.0565	3.4210	3.6896
28	.2558	.6834	1.3125	1.7011	2.0484	2.4671	2.7633	3.0469	3.4082	3.6739
29	.2557	.6830	1.3114	1.6991	2.0452	2.4620	2.7564	3.0380	3.3962	3.6594
30	.2556	.6828	1.3104	1.6973	2.0423	2.4573	2.7500	3.0298	3.3852	3.6460
40	.2550	.6807	1.3031	1.6839	2.0211	2.4233	2.7045	2.9712	3.3069	3.5510
50	.2547	.6794	1.2987	1.6759	2.0086	2.4033	2.6778	2.9370	3.2614	3.4960
∞	.2533	.6745	1.2816	1.6449	1.9600	2.3264	2.5758	2.8070	3.0902	3.2905

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางบันทึกข้อมูล

ตาราง ข.1 ตารางการเก็บบันทึกข้อมูล Barpin ของวันที่ 24 มกราคม พ.ศ. 2566

ตารางการเก็บบันทึกข้อมูล Barpin

Spec Limit : วันที่ผลิต : 24/1/2566

จุดที่ 8AX (31.925 ± 0.015 mm.) จุดที่ 8BX (31.925 ± 0.015 mm.)

จุดที่ 8CX (31.925 ± 0.015 mm.)

ลำดับที่	เวลา	จุดที่	ชิ้นที่ 1	ชิ้นที่ 2	ชิ้นที่ 3	$\bar{X}$	R	หมายเหตุ
1	7:30	8AX	31.9282	31.9351	31.9284	31.9306	0.0069	
		8BX	31.9212	31.9390	31.9164	31.9255	0.0226	
		8CX	31.9340	31.9184	31.9331	31.9285	0.0156	
2	8:00	8AX	31.9380	31.9284	31.9381	31.9348	0.0097	
		8BX	31.9201	31.9390	31.9122	31.9238	0.0268	
		8CX	31.9142	31.9271	31.9371	31.9261	0.0229	
3	8:30	8AX	31.9262	31.9214	31.9191	31.9222	0.0071	
		8BX	31.9134	31.9262	31.9351	31.9249	0.0217	
		8CX	31.9352	31.9234	31.9161	31.9249	0.0191	
4	9:00	8AX	31.9330	31.9241	31.9193	31.9255	0.0137	
		8BX	31.9180	31.9191	31.9250	31.9207	0.0070	
		8CX	31.9132	31.9191	31.9202	31.9175	0.0070	
5	9:30	8AX	31.9190	31.9191	31.9171	31.9184	0.0020	
		8BX	31.9382	31.9263	31.9301	31.9315	0.0119	
		8CX	31.9121	31.9360	31.9314	31.9265	0.0239	
6	10:00	8AX	31.9353	31.9161	31.9263	31.9259	0.0192	
		8BX	31.9272	31.9243	31.9222	31.9246	0.0050	
		8CX	31.9141	31.9383	31.9252	31.9259	0.0242	
7	10:30	8AX	31.9262	31.9303	31.9282	31.9282	0.0041	
		8BX	31.9253	31.9382	31.9130	31.9255	0.0252	
		8CX	31.9111	31.9389	31.9173	31.9224	0.0278	
8	11:00	8AX	31.9311	31.9211	31.9192	31.9238	0.0119	
		8BX	31.9363	31.9313	31.9181	31.9286	0.0182	
		8CX	31.9190	31.9171	31.9352	31.9238	0.0181	
9	12:00	8AX	31.9171	31.9363	31.9144	31.9226	0.0219	
		8BX	31.9330	31.9211	31.9222	31.9254	0.0119	
		8CX	31.9140	31.9364	31.9221	31.9242	0.0224	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ข.1 ตารางการเก็บบันทึกข้อมูล Barpin ของวันที่ 24 มกราคม พ.ศ. 2566 (ต่อ)

ตารางการเก็บบันทึกข้อมูล Barpin

Spec Limit : วันที่ผลิต : 24/1/2566

จุดที่ 8AX (31.925 ± 0.015 mm.) จุดที่ 8BX (31.925 ± 0.015 mm.)

จุดที่ 8CX (31.925 ± 0.015 mm.)

ลำดับที่	เวลา	จุดที่	ชิ้นที่ 1	ชิ้นที่ 2	ชิ้นที่ 3	$\bar{X}$	R	หมายเหตุ
10	12:30	8AX	31.9281	31.9181	31.9370	31.9277	0.0189	
		8BX	31.9280	31.9352	31.9281	31.9304	0.0072	
		8CX	31.9213	31.9390	31.9162	31.9255	0.0228	
11	13:00	8AX	31.9324	31.9243	31.9252	31.9273	0.0081	
		8BX	31.9271	31.9381	31.9131	31.9261	0.0250	
		8CX	31.9140	31.9342	31.9374	31.9285	0.0234	
12	13:30	8AX	31.9161	31.9214	31.9360	31.9245	0.0199	
		8BX	31.9290	31.9112	31.9350	31.9251	0.0238	
		8CX	31.9243	31.9292	31.9324	31.9286	0.0081	
13	14:00	8AX	31.9212	31.9202	31.9212	31.9209	0.0010	
		8BX	31.9133	31.9141	31.9182	31.9152	0.0049	
		8CX	31.9252	31.9320	31.9172	31.9248	0.0148	
14	14:30	8AX	31.9311	31.9360	31.9270	31.9314	0.0090	
		8BX	31.9390	31.9231	31.9383	31.9335	0.0159	
		8CX	31.9322	31.9303	31.9284	31.9303	0.0038	
15	15:00	8AX	31.9264	31.9151	31.9280	31.9232	0.0129	
		8BX	31.9113	31.9180	31.9350	31.9214	0.0237	
		8CX	31.9260	31.9390	31.9374	31.9341	0.0130	
16	15:30	8AX	31.9201	31.9202	31.9213	31.9205	0.0012	
		8BX	31.9201	31.9313	31.9212	31.9242	0.0112	
		8CX	31.9303	31.9191	31.9344	31.9279	0.0153	
17	16:00	8AX	31.9143	31.9131	31.9231	31.9168	0.0100	
		8BX	31.9364	31.9161	31.9223	31.9249	0.0203	
		8CX	31.9311	31.9273	31.9312	31.9299	0.0039	
18	16:30	8AX	31.9124	31.9253	31.9190	31.9189	0.0129	
		8BX	31.9201	31.9130	31.9304	31.9212	0.0174	
		8CX	31.9290	31.9222	31.9282	31.9265	0.0068	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ข.2 ตารางการเก็บบันทึกข้อมูล Spindle ของวันที่ 24 มกราคม พ.ศ. 2566

ตารางการเก็บบันทึกข้อมูล Spindle

Spec Limit : วันที่ผลิต : 24/1/2566

จุดที่ 4 (62.82 ± 0.10 mm.) จุดที่ 5 (4.20 ± 0.10 mm.)

จุดที่ 14 (4.25 ± 0.05 mm.) จุดที่ 22 (25.07 ± 0.02 mm.)

ลำดับที่	เวลา	จุดที่	ชิ้นที่ 1	ชิ้นที่ 2	ชิ้นที่ 3	$\overline{X}$	R	หมายเหตุ
1	7:30	4	62.8741	62.8720	62.7561	62.8341	0.1180	
		5	4.2381	4.1632	4.2631	4.2215	0.0999	
		14	4.2691	4.2334	4.2333	4.2453	0.0358	
		22	25.0581	25.0812	25.0610	25.0668	0.0231	
2	7:50	4	62.8952	62.8963	62.7990	62.8635	0.0973	
		5	4.2582	4.1310	4.1884	4.1925	0.1272	
		14	4.2434	4.2841	4.2510	4.2595	0.0407	
		22	25.0734	25.0730	25.0544	25.0669	0.0190	
3	8:10	4	62.8920	62.8481	62.8622	62.8674	0.0439	
		5	4.1542	4.2163	4.1430	4.1712	0.0733	
		14	4.2762	4.2230	4.2324	4.2439	0.0532	
		22	25.0641	25.0682	25.0853	25.0725	0.0212	
4	8:30	4	62.8182	62.8561	62.8640	62.8461	0.0458	
		5	4.2553	4.2241	4.1820	4.2205	0.0733	
		14	4.2442	4.2752	4.2673	4.2622	0.0310	
		22	25.0753	25.0562	25.0580	25.0632	0.0191	
5	8:50	4	62.8934	62.7870	62.7791	62.8198	0.1143	
		5	4.1774	4.1180	4.2743	4.1899	0.1563	
		14	4.2262	4.2530	4.2142	4.2311	0.0388	
		22	25.0781	25.0774	25.0731	25.0762	0.0050	
6	9:10	4	62.7263	62.8530	62.7921	62.7905	0.1267	
		5	4.2930	4.2194	4.1432	4.2185	0.1498	
		14	4.2871	4.2342	4.2843	4.2685	0.0529	
		22	25.0542	25.0712	25.0721	25.0658	0.0179	
7	9:30	4	62.8410	62.7844	62.9032	62.8429	0.1188	
		5	4.2364	4.2420	4.2184	4.2323	0.0236	
		14	4.2772	4.2310	4.2853	4.2645	0.0543	
		22	25.0592	25.0651	25.0540	25.0594	0.0111	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ข.2 ตารางการเก็บบันทึกข้อมูล Spindle ของวันที่ 24 มกราคม พ.ศ. 2566 (ต่อ)

ตารางการเก็บบันทึกข้อมูล Spindle

Spec Limit : วันที่ผลิต : 24/1/2566

จุดที่ 4 (62.82 ± 0.10 mm.) จุดที่ 5 (4.20 ± 0.10 mm.)

จุดที่ 14 (4.25 ± 0.05 mm.) จุดที่ 22 (25.07 ± 0.02 mm.)

ลำดับที่	เวลา	จุดที่	ชิ้นที่ 1	ชิ้นที่ 2	ชิ้นที่ 3	$\overline{X}$	R	หมายเหตุ
8	9:50	4	62.8920	62.7481	62.8013	62.8138	0.1439	
		5	4.2711	4.2442	4.1922	4.2358	0.0789	
		14	4.2144	4.2371	4.2790	4.2435	0.0646	
		22	25.0593	25.0630	25.0831	25.0685	0.0238	
9	10:10	4	62.8862	62.7364	62.7841	62.8022	0.1498	
		5	4.2734	4.2430	4.1540	4.2235	0.1194	
		14	4.2113	4.2682	4.2374	4.2390	0.0569	
		22	25.0762	25.0774	25.0592	25.0709	0.0182	
10	10:30	4	62.8090	62.7481	62.8922	62.8164	0.1441	
		5	4.1681	4.1820	4.2694	4.2065	0.1013	
		14	4.2530	4.2151	4.2223	4.2301	0.0379	
		22	25.0741	25.0733	25.0592	25.0689	0.0149	
11	10:50	4	62.8871	62.9114	62.7640	62.8542	0.1474	
		5	4.1420	4.1940	4.2131	4.1830	0.0711	
		14	4.2244	4.2132	4.2830	4.2402	0.0698	
		22	25.0681	25.0820	25.0821	25.0774	0.0140	
12	12:00	4	62.9182	62.8291	62.7624	62.8366	0.1558	
		5	4.2062	4.1884	4.1921	4.1956	0.0178	
		14	4.2343	4.2651	4.2432	4.2475	0.0308	
		22	25.0682	25.0642	25.0643	25.0656	0.0040	
13	12:20	4	62.8130	62.8920	62.7911	62.8320	0.1009	
		5	4.2431	4.1823	4.1250	4.1835	0.1181	
		14	4.2714	4.2342	4.2191	4.2416	0.0523	
		22	25.0760	25.0632	25.0540	25.0644	0.0220	
14	12:40	4	62.7344	62.7771	62.7552	62.7556	0.0427	
		5	4.1884	4.1142	4.1591	4.1539	0.0742	
		14	4.2320	4.2792	4.2431	4.2514	0.0472	
		22	25.0541	25.0732	25.0671	25.0648	0.0191	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ข.2 ตารางการเก็บบันทึกข้อมูล Spindle ของวันที่ 24 มกราคม พ.ศ. 2566 (ต่อ)

ตารางการเก็บบันทึกข้อมูล Spindle

Spec Limit : วันที่ผลิต : 24/1/2566

จุดที่ 4 (62.82 ± 0.10 mm.) จุดที่ 5 (4.20 ± 0.10 mm.)

จุดที่ 14 (4.25 ± 0.05 mm.) จุดที่ 22 (25.07 ± 0.02 mm.)

ลำดับที่	เวลา	จุดที่	ชิ้นที่ 1	ชิ้นที่ 2	ชิ้นที่ 3	$\overline{X}$	R	หมายเหตุ
15	13:00	4	62.7511	62.7672	62.7564	62.7582	0.0161	
		5	4.1254	4.1411	4.2032	4.1566	0.0778	
		14	4.2422	4.2841	4.2223	4.2495	0.0618	
		22	25.0672	25.0720	25.0730	25.0707	0.0058	
16	13:20	4	62.8170	62.9061	62.8110	62.8447	0.0951	
		5	4.1700	4.1600	4.1290	4.1530	0.0410	
		14	4.2334	4.2610	4.2471	4.2472	0.0276	
		22	25.0810	25.0843	25.0771	25.0808	0.0072	
17	13:40	4	62.8840	62.8012	62.7960	62.8271	0.0880	
		5	4.1970	4.1640	4.1214	4.1608	0.0756	
		14	4.2620	4.2170	4.2572	4.2454	0.0450	
		22	25.0821	25.0820	25.0723	25.0788	0.0098	
18	14:00	4	62.8183	62.7954	62.7650	62.7929	0.0533	
		5	4.1870	4.2594	4.2632	4.2365	0.0762	
		14	4.2740	4.2223	4.2551	4.2505	0.0517	
		22	25.0521	25.0781	25.0730	25.0677	0.0260	
19	14:20	4	62.7654	62.8552	62.8210	62.8139	0.0898	
		5	4.2791	4.2490	4.2152	4.2478	0.0639	
		14	4.2722	4.2420	4.2471	4.2538	0.0302	
		22	25.0692	25.0551	25.0773	25.0672	0.0222	
20	14:40	4	62.9071	62.7972	62.7452	62.8165	0.1619	
		5	4.2022	4.2640	4.1170	4.1944	0.1470	
		14	4.2783	4.2374	4.2110	4.2422	0.0673	
		22	25.0823	25.0633	25.0651	25.0702	0.0190	
21	15:00	4	62.8931	62.7960	62.7472	62.8121	0.1459	
		5	4.2113	4.1283	4.1810	4.1735	0.0830	
		14	4.2363	4.2334	4.2663	4.2453	0.0329	
		22	25.0640	25.0762	25.0811	25.0738	0.0171	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ข.2 ตารางการเก็บบันทึกข้อมูล Spindle ของวันที่ 24 มกราคม พ.ศ. 2566 (ต่อ)

ตารางการเก็บบันทึกข้อมูล Spindle

Spec Limit : วันที่ผลิต : 24/1/2566

จุดที่ 4 (62.82 ± 0.10 mm.) จุดที่ 5 (4.20 ± 0.10 mm.)

จุดที่ 14 (4.25 ± 0.05 mm.) จุดที่ 22 (25.07 ± 0.02 mm.)

ลำดับที่	เวลา	จุดที่	ชิ้นที่ 1	ชิ้นที่ 2	ชิ้นที่ 3	$\overline{X}$	R	หมายเหตุ
22	15:20	4	62.8412	62.8320	62.8041	62.8258	0.0371	
		5	4.2150	4.2534	4.1451	4.2045	0.1083	
		14	4.2460	4.2512	4.2432	4.2468	0.0080	
		22	25.0630	25.0741	25.0653	25.0675	0.0111	
23	15:40	4	62.8434	62.8492	62.8821	62.8582	0.0387	
		5	4.1841	4.1772	4.2230	4.1948	0.0458	
		14	4.2340	4.2210	4.2442	4.2331	0.0232	
		22	25.0731	25.0652	25.0552	25.0645	0.0179	
24	16:00	4	62.8153	62.8964	62.8324	62.8480	0.0811	
		5	4.2591	4.1682	4.2020	4.2098	0.0909	
		14	4.2552	4.2582	4.2360	4.2498	0.0222	
		22	25.0710	25.0542	25.0610	25.0621	0.0168	
25	16:20	4	62.7723	62.7940	62.9090	62.8251	0.1367	
		5	4.2163	4.1520	4.1543	4.1742	0.0643	
		14	4.2724	4.2213	4.2192	4.2376	0.0532	
		22	25.0543	25.0662	25.0661	25.0622	0.0119	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ข.3 ตารางการเก็บบันทึกข้อมูล Nut water pump ของวันที่ 24 มกราคม พ.ศ.2566

ตารางการเก็บบันทึกข้อมูล Nut water pump

Spec Limit : วันที่ผลิต : 24/1/2566

จุดที่ 1 (2.50 ± 0.20 mm.) จุดที่ 2 (16.00 ± 0.20 mm.)

จุดที่ 3 (17.60 ± 0.10 mm.) จุดที่ 4 (2.00 ± 0.20 mm.)

ลำดับที่	เวลา	จุดที่	ชิ้นที่ 1	ชิ้นที่ 2	ชิ้นที่ 3	$\overline{X}$	R	หมายเหตุ
1	7:30	1	2.6891	2.4150	2.5162	2.5401	0.2741	
		2	16.0162	16.1271	16.1463	16.0965	0.1301	
		3	17.6442	17.5694	17.6723	17.6286	0.1029	
		4	1.8581	2.0613	1.9962	1.9719	0.2032	
2	8:00	1	2.3473	2.3761	2.4071	2.3768	0.0598	
		2	16.0964	15.8610	16.1743	16.0439	0.3133	
		3	17.6571	17.5422	17.5590	17.5861	0.1149	
		4	2.0931	1.8710	2.0660	2.0100	0.2221	
3	8:30	1	2.3051	2.3460	2.4524	2.3678	0.1473	
		2	15.8582	16.1470	15.9360	15.9804	0.2888	
		3	17.5773	17.6160	17.6941	17.6291	0.1168	
		4	1.8763	1.8632	1.9511	1.8969	0.0879	
4	9:00	1	2.4212	2.5960	2.3481	2.4551	0.2479	
		2	15.9350	15.9421	16.0563	15.9778	0.1213	
		3	17.5992	17.6233	17.5641	17.5955	0.0592	
		4	1.9482	1.8780	2.0981	1.9748	0.2201	
5	9:30	1	2.5551	2.6710	2.5292	2.5851	0.1418	
		2	16.1182	15.8940	16.0632	16.0251	0.2242	
		3	17.5962	17.6683	17.5231	17.5959	0.1452	
		4	1.8113	1.9821	1.8032	1.8655	0.1789	
6	10:00	1	2.4413	2.5171	2.6263	2.5282	0.1850	
		2	16.1491	16.0091	16.1320	16.0967	0.1400	
		3	17.6311	17.6732	17.5220	17.6088	0.1512	
		4	1.9022	2.0810	1.8184	1.9339	0.2626	
7	10:30	1	2.5481	2.6550	2.4813	2.5615	0.1737	
		2	15.8632	15.8113	15.9560	15.8768	0.1447	
		3	17.6630	17.5224	17.6692	17.6182	0.1468	
		4	1.8374	1.8342	1.9083	1.8600	0.0741	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ข.3 ตารางการเก็บบันทึกข้อมูล Nut water pump ของวันที่ 24 มกราคม พ.ศ.2566 (ต่อ)

ตารางการเก็บบันทึกข้อมูล Nut water pump

Spec Limit : วันที่ผลิต : 24/1/2566

จุดที่ 1 (2.50 ± 0.20 mm.) จุดที่ 2 (16.00 ± 0.20 mm.)

จุดที่ 3 (17.60 ± 0.10 mm.) จุดที่ 4 (2.00 ± 0.20 mm.)

ลำดับที่	เวลา	จุดที่	ชิ้นที่ 1	ชิ้นที่ 2	ชิ้นที่ 3	$\overline{X}$	R	หมายเหตุ
8	11:00	1	2.4562	2.5110	2.4633	2.4768	0.0548	
		2	15.9530	16.1352	16.0481	16.0454	0.1822	
		3	17.5271	17.5361	17.6112	17.5581	0.0841	
		4	2.0374	2.1932	1.9570	2.0625	0.2362	
9	12:00	1	2.3982	2.4313	2.5972	2.4756	0.1990	
		2	15.8281	16.0392	16.1050	15.9908	0.2769	
		3	17.6243	17.5712	17.5190	17.5715	0.1053	
		4	2.0582	2.0484	1.8592	1.9886	0.1990	
10	12:30	1	2.3730	2.3061	2.4172	2.3654	0.1111	
		2	16.0220	16.0141	15.9271	15.9877	0.0949	
		3	17.6673	17.5761	17.6242	17.6225	0.0912	
		4	2.1153	1.9032	1.8410	1.9532	0.2743	
11	13:00	1	2.6474	2.5612	2.5130	2.5739	0.1344	
		2	15.8732	16.0081	15.8973	15.9262	0.1349	
		3	17.6633	17.5251	17.5451	17.5778	0.1382	
		4	1.9440	1.8340	1.8422	1.8734	0.1100	
12	13:30	1	2.5881	2.4690	2.5674	2.5415	0.1191	
		2	15.8111	16.1722	16.0162	15.9998	0.3611	
		3	17.6542	17.5073	17.5810	17.5808	0.1469	
		4	2.0292	1.8142	1.8311	1.8915	0.2150	
13	14:00	1	2.6562	2.4651	2.5712	2.5642	0.1911	
		2	15.9821	15.8631	16.0923	15.9792	0.2292	
		3	17.6843	17.5214	17.6551	17.6203	0.1629	
		4	1.9141	1.9230	1.8352	1.8908	0.0878	
14	14:30	1	2.5991	2.6112	2.5674	2.5926	0.0438	
		2	16.1140	16.0341	15.9720	16.0400	0.1420	
		3	17.5663	17.5931	17.5700	17.5765	0.0268	
		4	1.8282	1.9461	1.8493	1.8745	0.1179	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ข.3 ตารางการเก็บบันทึกข้อมูล Nut water pump ของวันที่ 24 มกราคม พ.ศ.2566 (ต่อ)

ตารางการเก็บบันทึกข้อมูล Nut water pump

Spec Limit : วันที่ผลิต : 24/1/2566

จุดที่ 1 (2.50 ± 0.20 mm.) จุดที่ 2 (16.00 ± 0.20 mm.)

จุดที่ 3 (17.60 ± 0.10 mm.) จุดที่ 4 (2.00 ± 0.20 mm.)

ลำดับที่	เวลา	จุดที่	ชิ้นที่ 1	ชิ้นที่ 2	ชิ้นที่ 3	$\overline{X}$	R	หมายเหตุ
15	15:00	1	2.4181	2.4521	2.3290	2.3997	0.1231	
		2	16.0120	16.1323	16.1371	16.0938	0.1251	
		3	17.6683	17.6350	17.6822	17.6618	0.0472	
		4	2.1162	1.9422	1.8723	1.9769	0.2439	
16	15:30	1	2.5651	2.3671	2.3462	2.4261	0.2189	
		2	15.9213	15.8872	16.0030	15.9372	0.1158	
		3	17.6051	17.5330	17.6240	17.5874	0.0910	
		4	1.9132	2.1771	2.0334	2.0412	0.2639	
17	16:00	1	2.6310	2.3341	2.5740	2.5130	0.2969	
		2	16.1820	16.0012	15.9761	16.0531	0.2059	
		3	17.6813	17.5211	17.6930	17.6318	0.1719	
		4	1.9132	1.8340	1.9223	1.8898	0.0883	
18	16:30	1	2.4252	2.3351	2.3732	2.3778	0.0901	
		2	16.1460	15.9642	16.1633	16.0912	0.1991	
		3	17.5231	17.6821	17.5530	17.5861	0.1590	
		4	1.9530	2.1161	1.8980	1.9890	0.2181	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ข.4 ตารางการเก็บบันทึกข้อมูล Nut assy hub ของวันที่ 24 มกราคม พ.ศ. 2566

ตารางการเก็บบันทึกข้อมูล Nut assy hub

Spec Limit : วันที่ผลิต : 24/1/2566

จุดที่ 1 (19.50 ± 0.50 mm.) จุดที่ 2 (37.40 ± 0.40 mm.)

จุดที่ 3 (20.785 ± 0.135 mm.)

ลำดับที่	เวลา	จุดที่	ชิ้นที่ 1	ชิ้นที่ 2	ชิ้นที่ 3	$\overline{X}$	R	หมายเหตุ
1	7:30	1	19.9183	19.4132	19.9701	19.7672	0.5569	
		2	37.1830	37.2082	37.1892	37.1935	0.0252	
		3	20.9181	20.8611	20.7250	20.8347	0.1931	
2	7:50	1	19.4233	19.8204	19.4763	19.5733	0.3971	
		2	37.5340	37.3082	37.3173	37.3865	0.2258	
		3	20.7290	20.8862	20.6891	20.7681	0.1971	
3	8:10	1	19.8283	19.3560	19.4452	19.5432	0.4723	
		2	37.2844	37.1783	37.5484	37.3370	0.3701	
		3	20.8681	20.8932	20.6923	20.8179	0.2009	
4	8:30	1	19.4232	19.4314	19.7571	19.5372	0.3339	
		2	37.4513	37.3663	37.0972	37.3049	0.3541	
		3	20.6603	20.7961	20.8373	20.7646	0.1770	
5	8:50	1	19.3222	19.5591	19.1351	19.3388	0.4240	
		2	37.7891	37.5622	37.6452	37.6655	0.2269	
		3	20.7280	20.7884	20.6803	20.7322	0.1081	
6	9:10	1	19.3362	19.2052	19.6120	19.3845	0.4068	
		2	37.1974	37.4823	37.2413	37.3070	0.2849	
		3	20.8593	20.8504	20.9003	20.8700	0.0499	
7	9:30	1	19.5621	19.1391	19.9132	19.5381	0.7741	
		2	37.3891	37.5514	37.3230	37.4212	0.2284	
		3	20.8962	20.6751	20.8820	20.8178	0.2211	
8	9:50	1	19.6250	19.9814	19.7361	19.7808	0.3564	
		2	37.1104	37.2680	37.2960	37.2248	0.1856	
		3	20.7832	20.8281	20.7621	20.7911	0.0660	
9	10:10	1	19.0931	19.0410	19.1544	19.0962	0.1134	
		2	37.4360	37.4352	37.6751	37.5154	0.2399	
		3	20.7574	20.7751	20.6892	20.7406	0.0859	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ข.4 ตารางการเก็บบันทึกข้อมูล Nut assy hub ของวันที่ 24 มกราคม พ.ศ. 2566 (ต่อ)

ตารางการเก็บบันทึกข้อมูล Nut assy hub

Spec Limit : วันที่ผลิต : 24/1/2566

จุดที่ 1 (19.50 ± 0.50 mm.) จุดที่ 2 (37.40 ± 0.40 mm.)

จุดที่ 3 (20.785 ± 0.135 mm.)

ลำดับที่	เวลา	จุดที่	ชิ้นที่ 1	ชิ้นที่ 2	ชิ้นที่ 3	$\overline{X}$	R	หมายเหตุ
10	10:30	1	19.6082	19.2433	19.4490	19.4335	0.3649	
		2	37.6831	37.2202	37.4774	37.4602	0.4629	
		3	20.8603	20.8814	20.7072	20.8163	0.1742	
11	10:50	1	19.5753	19.4172	19.9201	19.6375	0.5029	
		2	37.2162	37.5051	37.2981	37.3398	0.2889	
		3	20.7581	20.9040	20.8572	20.8398	0.1459	
12	12:00	1	19.8033	19.4374	19.0372	19.4260	0.7661	
		2	37.5823	37.2690	37.3944	37.4152	0.3133	
		3	20.7993	20.6784	20.8210	20.7662	0.1426	
13	12:20	1	19.5433	19.2121	19.3543	19.3699	0.3312	
		2	37.2411	37.0092	37.7942	37.3482	0.7850	
		3	20.8393	20.7561	20.7103	20.7686	0.1290	
14	12:40	1	19.8633	19.7460	19.9822	19.8638	0.2362	
		2	37.6520	37.0934	37.6592	37.4682	0.5658	
		3	20.7481	20.6991	20.7550	20.7341	0.0559	
15	13:00	1	19.4593	19.1901	19.2193	19.2896	0.2692	
		2	37.3993	37.0371	37.4942	37.3102	0.4571	
		3	20.7650	20.8682	20.7512	20.7948	0.1170	
16	13:20	1	19.8710	19.4024	19.3082	19.5272	0.5628	
		2	37.5110	37.4940	37.1630	37.3893	0.3480	
		3	20.7192	20.7930	20.7852	20.7658	0.0738	
17	13:40	1	19.7212	19.6671	19.3760	19.5881	0.3452	
		2	37.6972	37.7350	37.3902	37.6075	0.3448	
		3	20.6844	20.7283	20.7052	20.7060	0.0439	
18	14:00	1	19.0640	19.0181	19.0081	19.0301	0.0559	
		2	37.6772	37.6491	37.4481	37.5915	0.2291	
		3	20.7660	20.7411	20.8540	20.7870	0.1129	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ข.4 ตารางการเก็บบันทึกข้อมูล Nut assy hub ของวันที่ 24 มกราคม พ.ศ. 2566 (ต่อ)

ตารางการเก็บบันทึกข้อมูล Nut assy hub

Spec Limit : วันที่ผลิต : 24/1/2566

จุดที่ 1 (19.50 ± 0.50 mm.) จุดที่ 2 (37.40 ± 0.40 mm.)

จุดที่ 3 (20.785 ± 0.135 mm.)

ลำดับที่	เวลา	จุดที่	ชิ้นที่ 1	ชิ้นที่ 2	ชิ้นที่ 3	$\overline{X}$	R	หมายเหตุ
19	14:20	1	19.1010	19.6674	19.4573	19.4086	0.5664	
		2	37.7372	37.1183	37.0463	37.3006	0.6909	
		3	20.7531	20.9032	20.8743	20.8435	0.1501	
20	14:40	1	19.1252	19.4923	19.0073	19.2083	0.4850	
		2	37.3892	37.4253	37.4784	37.4310	0.0892	
		3	20.7682	20.8421	20.7873	20.7992	0.0739	
21	15:00	1	19.1162	19.3230	19.3240	19.2544	0.2078	
		2	37.5494	37.6781	37.0533	37.4269	0.6248	
		3	20.7222	20.9143	20.8491	20.8285	0.1921	
22	15:20	1	19.8330	19.6172	19.3110	19.5871	0.5220	
		2	37.3431	37.5964	37.3883	37.4426	0.2533	
		3	20.8931	20.6691	20.6670	20.7431	0.2261	
23	15:40	1	19.3481	19.4622	19.5712	19.4605	0.2231	
		2	37.5841	37.0290	37.4561	37.3564	0.5551	
		3	20.8512	20.7742	20.8703	20.8319	0.0961	
24	16:00	1	19.7922	19.9983	19.1194	19.6366	0.8789	
		2	37.7973	37.0163	37.2981	37.3706	0.7810	
		3	20.7211	20.7592	20.6573	20.7125	0.1019	
25	16:20	1	19.8040	19.3202	19.1942	19.4395	0.6098	
		2	37.7252	37.2392	37.7812	37.5819	0.5420	
		3	20.9029	20.9040	20.7594	20.8554	0.1446	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ข.5 ตารางการเก็บบันทึกข้อมูล Barpin ของวันที่ 13 มีนาคม พ.ศ. 2566

ตารางการเก็บบันทึกข้อมูล Barpin

Spec Limit : วันที่ผลิต : 13/3/2566

จุดที่ 8AX (31.925 ± 0.015 mm.) จุดที่ 8BX (31.925 ± 0.015 mm.)

จุดที่ 8CX (31.925 ± 0.015 mm.)

ลำดับที่	เวลา	จุดที่	ชิ้นที่ 1	ชิ้นที่ 2	ชิ้นที่ 3	ชิ้นที่ 4	$\bar{X}$	R	หมายเหตุ
1	7:30	8AX	31.9362	31.9372	31.9361	31.9280	31.9344	0.0092	
		8BX	31.9321	31.9272	31.9353	31.9161	31.9277	0.0192	
		8CX	31.9221	31.9270	31.9282	31.9252	31.9256	0.0061	
2	8:00	8AX	31.9171	31.9291	31.9282	31.9142	31.9222	0.0149	
		8BX	31.9232	31.9370	31.9363	31.9240	31.9301	0.0138	
		8CX	31.9330	31.9291	31.9161	31.9344	31.9282	0.0183	
3	8:30	8AX	31.9120	31.9384	31.9383	31.9370	31.9314	0.0264	
		8BX	31.9161	31.9352	31.9171	31.9172	31.9214	0.0191	
		8CX	31.9322	31.9253	31.9202	31.9203	31.9245	0.0120	
4	9:00	8AX	31.9131	31.9373	31.9392	31.9350	31.9312	0.0261	
		8BX	31.9192	31.9201	31.9321	31.9312	31.9257	0.0129	
		8CX	31.9282	31.9302	31.9252	31.9341	31.9294	0.0089	
5	9:30	8AX	31.9161	31.9330	31.9271	31.9251	31.9253	0.0169	
		8BX	31.9163	31.9254	31.9361	31.9172	31.9238	0.0198	
		8CX	31.9324	31.9272	31.9291	31.9342	31.9307	0.0070	
6	10:00	8AX	31.9274	31.9243	31.9352	31.9233	31.9276	0.0119	
		8BX	31.9311	31.9190	31.9140	31.9214	31.9214	0.0171	
		8CX	31.9304	31.9323	31.9323	31.9252	31.9301	0.0071	
7	10:30	8AX	31.9181	31.9363	31.9312	31.9183	31.9260	0.0182	
		8BX	31.9310	31.9302	31.9350	31.9163	31.9281	0.0187	
		8CX	31.9302	31.9282	31.9190	31.9330	31.9276	0.0140	
8	11:00	8AX	31.9392	31.9271	31.9140	31.9114	31.9229	0.0278	
		8BX	31.9203	31.9182	31.9292	31.9311	31.9247	0.0129	
		8CX	31.9272	31.9263	31.9313	31.9283	31.9283	0.0050	
9	12:00	8AX	31.9171	31.9323	31.9153	31.9314	31.9240	0.0170	
		8BX	31.9374	31.9152	31.9341	31.9341	31.9302	0.0222	
		8CX	31.9202	31.9241	31.9284	31.9342	31.9267	0.0140	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ข.5 ตารางการเก็บบันทึกข้อมูล Barpin ของวันที่ 13 มีนาคม พ.ศ. 2566 (ต่อ)

ตารางการเก็บบันทึกข้อมูล Barpin

Spec Limit : วันที่ผลิต : 13/3/2566

จุดที่ 8AX (31.925 ± 0.015 mm.) จุดที่ 8BX (31.925 ± 0.015 mm.)

จุดที่ 8CX (31.925 ± 0.015 mm.)

ลำดับที่	เวลา	จุดที่	ชิ้นที่ 1	ชิ้นที่ 2	ชิ้นที่ 3	ชิ้นที่ 4	$\bar{X}$	R	หมายเหตุ
10	12:30	8AX	31.9331	31.9372	31.9392	31.9201	31.9324	0.0191	
		8BX	31.9253	31.9191	31.9163	31.9303	31.9228	0.0140	
		8CX	31.9232	31.9234	31.9331	31.9170	31.9242	0.0161	
11	13:00	8AX	31.9330	31.9283	31.9203	31.9320	31.9284	0.0127	
		8BX	31.9213	31.9253	31.9290	31.9160	31.9229	0.0130	
		8CX	31.9274	31.9341	31.9330	31.9234	31.9295	0.0107	
12	13:30	8AX	31.9223	31.9362	31.9253	31.9282	31.9280	0.0139	
		8BX	31.9143	31.9132	31.9264	31.9271	31.9203	0.0139	
		8CX	31.9173	31.9161	31.9152	31.9171	31.9164	0.0021	
13	14:00	8AX	31.9144	31.9262	31.9194	31.9252	31.9213	0.0118	
		8BX	31.9151	31.9362	31.9241	31.9241	31.9249	0.0211	
		8CX	31.9311	31.9231	31.9160	31.9200	31.9226	0.0151	
14	14:30	8AX	31.9180	31.9120	31.9210	31.9382	31.9223	0.0262	
		8BX	31.9341	31.9162	31.9230	31.9193	31.9232	0.0179	
		8CX	31.9174	31.9164	31.9303	31.9220	31.9215	0.0139	
15	15:00	8AX	31.9362	31.9371	31.9242	31.9182	31.9289	0.0189	
		8BX	31.9321	31.9332	31.9271	31.9232	31.9289	0.0100	
		8CX	31.9230	31.9173	31.9171	31.9220	31.9199	0.0059	
16	15:30	8AX	31.9291	31.9160	31.9213	31.9122	31.9197	0.0169	
		8BX	31.9230	31.9232	31.9281	31.9182	31.9231	0.0099	
		8CX	31.9310	31.9254	31.9334	31.9251	31.9287	0.0083	
17	16:00	8AX	31.9352	31.9163	31.9283	31.9244	31.9261	0.0189	
		8BX	31.9170	31.9174	31.9211	31.9371	31.9232	0.0201	
		8CX	31.9281	31.9194	31.9193	31.9343	31.9253	0.0150	
18	16:30	8AX	31.9224	31.9183	31.9243	31.9374	31.9256	0.0191	
		8BX	31.9312	31.9312	31.9172	31.9201	31.9249	0.0140	
		8CX	31.9193	31.9223	31.9340	31.9233	31.9247	0.0147	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ข.6 ตารางการเก็บบันทึกข้อมูล Spindle ของวันที่ 13 มีนาคม พ.ศ. 2566

ตารางการเก็บบันทึกข้อมูล Spindle

Spec Limit : วันที่ผลิต : 13/3/2566

จุดที่ 4 (62.82 ± 0.10 mm.) จุดที่ 5 (4.20 ± 0.10 mm.)

จุดที่ 14 (4.25 ± 0.05 mm.) จุดที่ 22 (25.07 ± 0.02 mm.)

ลำดับที่	เวลา	จุดที่	ชิ้นที่ 1	ชิ้นที่ 2	ชิ้นที่ 3	ชิ้นที่ 4	$\overline{X}$	R	หมายเหตุ
1	7:30	4	62.7572	62.8421	62.7650	62.8748	62.8098	0.1176	
		5	4.2801	4.2473	4.2945	4.2084	4.2576	0.0861	
		14	4.2124	4.2937	4.2762	4.2062	4.2471	0.0875	
		22	25.0525	25.0812	25.0861	25.0662	25.0715	0.0336	
2	7:50	4	62.9069	62.8905	62.8682	62.7841	62.8624	0.1228	
		5	4.2639	4.1643	4.1500	4.1799	4.1895	0.1139	
		14	4.2964	4.2855	4.2794	4.2235	4.2712	0.0729	
		22	25.0657	25.0599	25.0698	25.0523	25.0619	0.0175	
3	8:10	4	62.9030	62.7542	62.8170	62.9044	62.8447	0.1502	
		5	4.1024	4.1298	4.2139	4.2075	4.1634	0.1115	
		14	4.2957	4.2793	4.2575	4.2198	4.2631	0.0759	
		22	25.0531	25.0641	25.0585	25.0671	25.0607	0.0140	
4	8:30	4	62.7539	62.8319	62.9182	62.8227	62.8317	0.1643	
		5	4.1277	4.1329	4.2362	4.1725	4.1673	0.1085	
		14	4.2534	4.2513	4.2682	4.2832	4.2640	0.0319	
		22	25.0745	25.0709	25.0604	25.0873	25.0733	0.0269	
5	8:50	4	62.8211	62.7603	62.7294	62.7822	62.7733	0.0917	
		5	4.2556	4.2858	4.1176	4.2833	4.2356	0.1682	
		14	4.2978	4.2918	4.2795	4.2557	4.2812	0.0421	
		22	25.0671	25.0829	25.0613	25.0568	25.0670	0.0261	
6	9:10	4	62.7611	62.8999	62.8844	62.8732	62.8547	0.1388	
		5	4.1226	4.1059	4.2793	4.2941	4.2005	0.1882	
		14	4.2879	4.2307	4.2981	4.2518	4.2671	0.0674	
		22	25.0721	25.0671	25.0638	25.0523	25.0638	0.0198	
7	9:30	4	62.8471	62.8637	62.7753	62.7985	62.8212	0.0884	
		5	4.2039	4.2959	4.2566	4.2843	4.2602	0.0920	
		14	4.2568	4.2143	4.2130	4.2868	4.2427	0.0738	
		22	25.0753	25.0858	25.0828	25.0865	25.0826	0.0112	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ข.6 ตารางการเก็บบันทึกข้อมูล Spindle ของวันที่ 13 มีนาคม พ.ศ. 2566 (ต่อ)

ตารางการเก็บบันทึกข้อมูล Spindle									
Spec Limit :								วันที่ผลิต : 13/3/2566	
จุดที่ 4 (62.82 ± 0.10 mm.)				จุดที่ 5 (4.20 ± 0.10 mm.)					
จุดที่ 14 (4.25 ± 0.05 mm.)				จุดที่ 22 (25.07 ± 0.02 mm.)					
ลำดับที่	เวลา	จุดที่	ชิ้นที่ 1	ชิ้นที่ 2	ชิ้นที่ 3	ชิ้นที่ 4	$\overline{X}$	R	หมายเหตุ
8	9:50	4	62.7437	62.7266	62.8155	62.8445	62.7826	0.1179	
		5	4.2331	4.2399	4.1160	4.2340	4.2058	0.1239	
		14	4.2325	4.2435	4.2015	4.2826	4.2400	0.0811	
		22	25.0542	25.0711	25.0546	25.0681	25.0620	0.0169	
9	10:10	4	62.8355	62.7607	62.9068	62.8503	62.8383	0.1461	
		5	4.2273	4.1122	4.2390	4.1200	4.1746	0.1268	
		14	4.2712	4.2306	4.2317	4.2885	4.2555	0.0579	
		22	25.0629	25.0702	25.0792	25.0528	25.0663	0.0264	
10	10:30	4	62.9187	62.7882	62.8572	62.7815	62.8364	0.1372	
		5	4.2786	4.2538	4.1028	4.2466	4.2205	0.1758	
		14	4.2806	4.2511	4.2740	4.2063	4.2530	0.0743	
		22	25.0599	25.0580	25.0559	25.0637	25.0594	0.0078	
11	10:50	4	62.7795	62.8627	62.8636	62.8767	62.8456	0.0972	
		5	4.2337	4.2990	4.2858	4.2230	4.2604	0.0760	
		14	4.2304	4.2657	4.2266	4.2391	4.2405	0.0391	
		22	25.0804	25.0744	25.0733	25.0747	25.0757	0.0071	
12	12:00	4	62.7450	62.8108	62.7284	62.7407	62.7562	0.0824	
		5	4.2120	4.1950	4.2088	4.2345	4.2126	0.0395	
		14	4.2547	4.2268	4.2334	4.2059	4.2302	0.0488	
		22	25.0866	25.0816	25.0609	25.0718	25.0752	0.0257	
13	12:20	4	62.8014	62.8728	62.8477	62.7296	62.8129	0.1432	
		5	4.2465	4.2678	4.1429	4.2114	4.2172	0.1249	
		14	4.2331	4.2832	4.2674	4.2381	4.2555	0.0501	
		22	25.0715	25.0781	25.0645	25.0588	25.0682	0.0193	
14	12:40	4	62.8296	62.8880	62.7748	62.8467	62.8348	0.1132	
		5	4.2392	4.1550	4.2312	4.2011	4.2066	0.0842	
		14	4.2532	4.2739	4.2968	4.2641	4.2720	0.0436	
		22	25.0876	25.0602	25.0709	25.0566	25.0688	0.0310	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ข.6 ตารางการเก็บบันทึกข้อมูล Spindle ของวันที่ 13 มีนาคม พ.ศ. 2566 (ต่อ)

ตารางการเก็บบันทึกข้อมูล Spindle

Spec Limit : วันที่ผลิต : 13/3/2566

จุดที่ 4 (62.82 ± 0.10 mm.) จุดที่ 5 (4.20 ± 0.10 mm.)

จุดที่ 14 (4.25 ± 0.05 mm.) จุดที่ 22 (25.07 ± 0.02 mm.)

ลำดับที่	เวลา	จุดที่	ชิ้นที่ 1	ชิ้นที่ 2	ชิ้นที่ 3	ชิ้นที่ 4	$\bar{X}$	R	หมายเหตุ
15	13:00	4	62.7394	62.9115	62.8115	62.8181	62.8201	0.1721	
		5	4.2687	4.1687	4.2375	4.1475	4.2056	0.1212	
		14	4.2831	4.2634	4.2201	4.2932	4.2650	0.0731	
		22	25.0582	25.0535	25.0872	25.0791	25.0695	0.0337	
16	13:20	4	62.7383	62.8442	62.8887	62.8654	62.8342	0.1504	
		5	4.2092	4.1763	4.2580	4.2386	4.2205	0.0817	
		14	4.2392	4.2301	4.2630	4.2082	4.2351	0.0548	
		22	25.0618	25.0827	25.0539	25.0533	25.0629	0.0294	
17	13:40	4	62.7944	62.7358	62.8411	62.8295	62.8002	0.1053	
		5	4.2983	4.2531	4.1663	4.1442	4.2155	0.1541	
		14	4.2474	4.2261	4.2377	4.2614	4.2432	0.0353	
		22	25.0761	25.0711	25.0848	25.0661	25.0745	0.0187	
18	14:00	4	62.8830	62.8326	62.7651	62.7242	62.8012	0.1588	
		5	4.1118	4.1720	4.2194	4.1531	4.1641	0.1076	
		14	4.2620	4.2881	4.2970	4.2031	4.2626	0.0939	
		22	25.0548	25.0699	25.0635	25.0826	25.0677	0.0278	
19	14:20	4	62.7515	62.8943	62.8621	62.8713	62.8448	0.1428	
		5	4.1850	4.2354	4.1747	4.1218	4.1792	0.1136	
		14	4.2696	4.2690	4.2507	4.2256	4.2537	0.0440	
		22	25.0754	25.0631	25.0732	25.0749	25.0717	0.0123	
20	14:40	4	62.7907	62.8669	62.7322	62.7270	62.7792	0.1399	
		5	4.2493	4.1445	4.1060	4.2381	4.1845	0.1433	
		14	4.2263	4.2912	4.2748	4.2240	4.2541	0.0672	
		22	25.0861	25.0778	25.0790	25.0816	25.0811	0.0083	
21	15:00	4	62.8134	62.7419	62.8907	62.7765	62.8056	0.1488	
		5	4.2268	4.2877	4.1382	4.2379	4.2227	0.1495	
		14	4.2882	4.2157	4.2748	4.2261	4.2512	0.0725	
		22	25.0711	25.0813	25.0604	25.0646	25.0694	0.0209	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ข.6 ตารางการเก็บบันทึกข้อมูล Spindle ของวันที่ 13 มีนาคม พ.ศ. 2566 (ต่อ)

ตารางการเก็บบันทึกข้อมูล Spindle

Spec Limit : วันที่ผลิต : 13/3/2566

จุดที่ 4 (62.82 ± 0.10 mm.) จุดที่ 5 (4.20 ± 0.10 mm.)

จุดที่ 14 (4.25 ± 0.05 mm.) จุดที่ 22 (25.07 ± 0.02 mm.)

ลำดับที่	เวลา	จุดที่	ชิ้นที่ 1	ชิ้นที่ 2	ชิ้นที่ 3	ชิ้นที่ 4	$\bar{X}$	R	หมายเหตุ
22	15:20	4	62.8156	62.7244	62.9174	62.8928	62.8376	0.1930	
		5	4.2195	4.1986	4.1552	4.2163	4.1974	0.0643	
		14	4.2813	4.2325	4.2169	4.2802	4.2527	0.0644	
		22	25.0532	25.0861	25.0838	25.0573	25.0701	0.0329	
23	15:40	4	62.7805	62.8302	62.7246	62.8115	62.7867	0.1056	
		5	4.1153	4.2382	4.1969	4.1156	4.1665	0.1229	
		14	4.2697	4.2925	4.2248	4.2650	4.2630	0.0677	
		22	25.0671	25.0881	25.0889	25.0808	25.0812	0.0218	
24	16:00	4	62.8785	62.7223	62.8673	62.8158	62.8210	0.1562	
		5	4.1548	4.2388	4.2783	4.1036	4.1939	0.1747	
		14	4.2557	4.2646	4.2643	4.2244	4.2523	0.0402	
		22	25.0626	25.0510	25.0686	25.0564	25.0597	0.0176	
25	16:20	4	62.8571	62.8388	62.7243	62.8564	62.8192	0.1328	
		5	4.2579	4.1752	4.1329	4.2001	4.1915	0.1250	
		14	4.2172	4.2548	4.2515	4.2947	4.2546	0.0775	
		22	25.0760	25.0832	25.0717	25.0839	25.0787	0.0122	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ข.7 ตารางการเก็บบันทึกข้อมูล Nut water pump ของวันที่ 13 มีนาคม พ.ศ.2566

ตารางการเก็บบันทึกข้อมูล Nut water pump									
Spec Limit :								วันที่ผลิต : 13/3/2566	
จุดที่ 1 (2.50 ± 0.20 mm.)				จุดที่ 2 (16.00 ± 0.20 mm.)					
จุดที่ 3 (17.60 ± 0.10 mm.)				จุดที่ 4 (2.00 ± 0.20 mm.)					
ลำดับที่	เวลา	จุดที่	ชิ้นที่ 1	ชิ้นที่ 2	ชิ้นที่ 3	ชิ้นที่ 4	$\bar{X}$	R	หมายเหตุ
1	7:30	1	2.6209	2.3456	2.5322	2.5871	2.5215	0.2753	
		2	15.8332	16.1597	16.1927	15.9013	16.0217	0.3595	
		3	17.5336	17.5629	17.5103	17.6972	17.5760	0.1869	
		4	1.9472	2.0134	1.9653	2.1871	2.0283	0.2399	
2	8:00	1	2.6504	2.3987	2.5875	2.4610	2.5244	0.2517	
		2	16.1817	15.8644	16.1435	16.1867	16.0941	0.3223	
		3	17.6778	17.5737	17.5370	17.6145	17.6008	0.1408	
		4	2.1295	1.9501	1.9501	1.8166	1.9616	0.3129	
3	8:30	1	2.6437	2.3679	2.4170	2.5214	2.4875	0.2758	
		2	15.8378	15.9990	16.0643	15.9507	15.9630	0.2265	
		3	17.5885	17.5721	17.6765	17.5147	17.5880	0.1618	
		4	1.9095	1.9191	1.8711	2.1473	1.9618	0.2762	
4	9:00	1	2.6090	2.6820	2.6098	2.6522	2.6383	0.0730	
		2	15.9682	16.1171	15.9011	15.9826	15.9923	0.2160	
		3	17.5621	17.5883	17.6141	17.6293	17.5985	0.0672	
		4	1.9404	2.1929	2.1564	2.1924	2.1205	0.2525	
5	9:30	1	2.3803	2.5216	2.3795	2.3888	2.4176	0.1421	
		2	16.1163	16.1190	15.8839	15.8927	16.0030	0.2351	
		3	17.5941	17.5652	17.6086	17.5885	17.5891	0.0434	
		4	1.8410	2.1700	2.1485	2.0030	2.0406	0.3290	
6	10:00	1	2.3211	2.4219	2.6729	2.5893	2.5013	0.3518	
		2	16.1956	15.8816	15.8919	16.0440	16.0033	0.3140	
		3	17.6932	17.5283	17.6234	17.6137	17.6147	0.1649	
		4	1.8374	1.8959	1.8111	2.0895	1.9085	0.2784	
7	10:30	1	2.4310	2.4821	2.6694	2.6449	2.5569	0.2384	
		2	15.8240	15.9286	16.0067	15.9806	15.9350	0.1827	
		3	17.5955	17.6690	17.5176	17.6627	17.6112	0.1514	
		4	2.0939	1.9436	1.9719	2.0658	2.0188	0.1503	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ข.7 ตารางการเก็บบันทึกข้อมูล Nut water pump ของวันที่ 13 มีนาคม พ.ศ.2566 (ต่อ)

ตารางการเก็บบันทึกข้อมูล Nut water pump									
Spec Limit :								วันที่ผลิต : 13/3/2566	
จุดที่ 1 (2.50 ± 0.20 mm.)				จุดที่ 2 (16.00 ± 0.20 mm.)					
จุดที่ 3 (17.60 ± 0.10 mm.)				จุดที่ 4 (2.00 ± 0.20 mm.)					
ลำดับที่	เวลา	จุดที่	ชิ้นที่ 1	ชิ้นที่ 2	ชิ้นที่ 3	ชิ้นที่ 4	$\bar{X}$	R	หมายเหตุ
8	11:00	1	2.6323	2.6794	2.6708	2.4313	2.6035	0.2481	
		2	15.8230	15.9019	15.9424	16.0525	15.9300	0.2295	
		3	17.5208	17.5379	17.6551	17.5284	17.5606	0.1343	
		4	2.0062	1.9317	1.9892	1.9502	1.9693	0.0745	
9	12:00	1	2.5733	2.4939	2.5427	2.5742	2.5460	0.0803	
		2	15.9852	15.9930	16.0657	16.0191	16.0158	0.0805	
		3	17.6918	17.5726	17.6525	17.6311	17.6370	0.1192	
		4	1.9938	2.0886	1.9857	1.9469	2.0038	0.1417	
10	12:30	1	2.5079	2.3501	2.3933	2.5122	2.4409	0.1621	
		2	15.8116	15.9349	16.1333	15.8078	15.9219	0.3255	
		3	17.6828	17.6706	17.6982	17.5508	17.6506	0.1474	
		4	1.9160	2.0947	2.1786	2.1225	2.0780	0.2626	
11	13:00	1	2.3255	2.4664	2.5938	2.5424	2.4820	0.2683	
		2	15.9972	16.1131	15.8478	15.8631	15.9553	0.2653	
		3	17.6271	17.5424	17.6684	17.5871	17.6063	0.1260	
		4	2.0671	1.8628	2.1054	2.1072	2.0356	0.2444	
12	13:30	1	2.4862	2.6590	2.5740	2.6547	2.5935	0.1728	
		2	15.8986	16.0016	15.9313	15.8471	15.9197	0.1545	
		3	17.5045	17.6688	17.6232	17.6036	17.6000	0.1643	
		4	2.1143	1.8419	2.1009	2.0567	2.0285	0.2724	
13	14:00	1	2.6367	2.4068	2.3413	2.5465	2.4828	0.2954	
		2	16.1840	16.1488	16.0985	15.9361	16.0919	0.2479	
		3	17.5641	17.6312	17.6497	17.5974	17.6106	0.0856	
		4	2.0469	1.8882	2.1280	1.9501	2.0033	0.2398	
14	14:30	1	2.4880	2.4594	2.4312	2.5963	2.4937	0.1651	
		2	15.8729	15.8890	15.9122	15.8345	15.8772	0.0777	
		3	17.6332	17.5807	17.5542	17.5828	17.5877	0.0790	
		4	1.9571	1.8203	1.9451	1.8989	1.9054	0.1368	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ข.7 ตารางการเก็บบันทึกข้อมูล Nut water pump ของวันที่ 13 มีนาคม พ.ศ.2566 (ต่อ)

ตารางการเก็บบันทึกข้อมูล Nut water pump

Spec Limit : วันที่ผลิต : 13/3/2566

จุดที่ 1 (2.50 ± 0.20 mm.) จุดที่ 2 (16.00 ± 0.20 mm.)

จุดที่ 3 (17.60 ± 0.10 mm.) จุดที่ 4 (2.00 ± 0.20 mm.)

ลำดับที่	เวลา	จุดที่	ชิ้นที่ 1	ชิ้นที่ 2	ชิ้นที่ 3	ชิ้นที่ 4	$\bar{X}$	R	หมายเหตุ
15	15:00	1	2.3680	2.6152	2.4986	2.5993	2.5203	0.2472	
		2	16.0052	15.8829	16.0867	16.0231	15.9995	0.2038	
		3	17.5436	17.5849	17.5689	17.6228	17.5801	0.0792	
		4	2.0429	1.8929	1.9538	2.0704	1.9900	0.1775	
16	15:30	1	2.5452	2.4194	2.6818	2.3839	2.5076	0.2979	
		2	15.9725	15.8105	16.1001	15.8541	15.9343	0.2896	
		3	17.6443	17.6373	17.5797	17.6419	17.6258	0.0646	
		4	2.1880	2.0182	1.9291	2.1220	2.0643	0.2589	
17	16:00	1	2.3871	2.4763	2.6381	2.5970	2.5246	0.2510	
		2	16.1126	16.1567	16.0472	16.0051	16.0804	0.1516	
		3	17.5059	17.6263	17.6529	17.6077	17.5982	0.1470	
		4	2.0819	1.9741	2.1174	1.8595	2.0082	0.2579	
18	16:30	1	2.4664	2.3189	2.3769	2.5677	2.4325	0.2488	
		2	15.8919	16.0204	15.8990	15.8534	15.9162	0.1670	
		3	17.5193	17.6779	17.6143	17.6988	17.6276	0.1795	
		4	2.1299	1.8677	1.9695	2.1119	2.0198	0.2622	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ข.8 ตารางการเก็บบันทึกข้อมูล Nut assy hub ของวันที่ 13 มีนาคม พ.ศ. 2566

ตารางการเก็บบันทึกข้อมูล Nut assy hub

Spec Limit : วันที่ผลิต : 13/3/2566

จุดที่ 1 (19.50 ± 0.50 mm.) จุดที่ 2 (37.40 ± 0.40 mm.)

จุดที่ 3 (20.785 ± 0.135 mm.)

ลำดับที่	เวลา	จุดที่	ชิ้นที่ 1	ชิ้นที่ 2	ชิ้นที่ 3	ชิ้นที่ 4	$\bar{X}$	R	หมายเหตุ
1	7:30	1	19.0703	19.7402	19.2310	19.0132	19.2637	0.7270	
		2	37.1793	37.4013	37.6120	37.3610	37.3884	0.4327	
		3	20.8010	20.7962	20.7923	20.7322	20.7804	0.0688	
2	7:50	1	19.5150	19.7321	19.5052	19.3494	19.5254	0.3827	
		2	37.2753	37.7481	37.0384	37.6284	37.4226	0.7097	
		3	20.8344	20.6792	20.7974	20.7790	20.7725	0.1552	
3	8:10	1	19.4362	19.0592	19.4311	19.4793	19.3515	0.4201	
		2	37.5530	37.2320	37.2023	37.4051	37.3481	0.3507	
		3	20.8410	20.8923	20.6673	20.7013	20.7755	0.2250	
4	8:30	1	19.0123	19.8342	19.1524	19.4082	19.3518	0.8219	
		2	37.5022	37.3292	37.6344	37.2062	37.4180	0.4282	
		3	20.7651	20.6612	20.7950	20.8920	20.7783	0.2308	
5	8:50	1	19.6711	19.2621	19.2851	19.2634	19.3704	0.4090	
		2	37.5701	37.5940	37.3783	37.0292	37.3929	0.5648	
		3	20.9091	20.7552	20.6752	20.8361	20.7939	0.2339	
6	9:10	1	19.5532	19.4550	19.5043	19.1884	19.4252	0.3648	
		2	37.5221	37.5730	37.5283	37.1531	37.4441	0.4199	
		3	20.8954	20.8083	20.7662	20.9030	20.8432	0.1368	
7	9:30	1	19.6193	19.1964	19.7042	19.7060	19.5565	0.5096	
		2	37.4212	37.4420	37.6163	37.5032	37.4957	0.1951	
		3	20.8192	20.8253	20.8253	20.6972	20.7918	0.1281	
8	9:50	1	19.5003	19.1781	19.5581	19.7321	19.4922	0.5540	
		2	37.5461	37.0571	37.5093	37.6284	37.4352	0.5713	
		3	20.8512	20.7290	20.8754	20.7493	20.8012	0.1464	
9	10:00	1	19.5374	19.2883	19.7292	19.4322	19.4968	0.4409	
		2	37.6472	37.6582	37.0461	37.5861	37.4844	0.6121	
		3	20.7330	20.7880	20.7320	20.8191	20.7680	0.0871	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ข.8 ตารางการเก็บบันทึกข้อมูล Nut assy hub ของวันที่ 13 มีนาคม พ.ศ. 2566 (ต่อ)

ตารางการเก็บบันทึกข้อมูล Nut assy hub

Spec Limit : วันที่ผลิต : 13/3/2566

จุดที่ 1 (19.50 ± 0.50 mm.) จุดที่ 2 (37.40 ± 0.40 mm.)

จุดที่ 3 (20.785 ± 0.135 mm.)

ลำดับที่	เวลา	จุดที่	ชิ้นที่ 1	ชิ้นที่ 2	ชิ้นที่ 3	ชิ้นที่ 4	$\bar{X}$	R	หมายเหตุ
10	10:30	1	19.4374	19.0692	19.8690	19.1663	19.3855	0.7998	
		2	37.6530	37.5993	37.0631	37.7020	37.5044	0.6389	
		3	20.6882	20.8063	20.7392	20.8571	20.7727	0.1689	
11	10:50	1	19.3811	19.4510	19.2151	19.5034	19.3877	0.2883	
		2	37.3172	37.0753	37.2991	37.5640	37.3139	0.4887	
		3	20.9090	20.7044	20.7822	20.8023	20.7995	0.2046	
12	12:00	1	19.3093	19.6441	19.0721	19.7980	19.4559	0.7259	
		2	37.0640	37.7672	37.3401	37.6783	37.4624	0.7032	
		3	20.8031	20.8791	20.7192	20.8334	20.8087	0.1599	
13	12:20	1	19.8282	19.0510	19.5581	19.0543	19.3729	0.7772	
		2	37.0171	37.5903	37.0614	37.1992	37.2170	0.5732	
		3	20.8774	20.7413	20.6710	20.6901	20.7450	0.2064	
14	12:40	1	19.1453	19.0404	19.1371	19.5520	19.2187	0.5116	
		2	37.3770	37.5223	37.1972	37.5601	37.4142	0.3629	
		3	20.8451	20.7913	20.6904	20.7731	20.7750	0.1547	
15	13:00	1	19.3172	19.8902	19.5472	19.6723	19.6067	0.5730	
		2	37.2071	37.6692	37.7820	37.0932	37.4379	0.6888	
		3	20.7460	20.8301	20.8744	20.7993	20.8125	0.1284	
16	13:20	1	19.5393	19.1433	19.8441	19.6680	19.5487	0.7008	
		2	37.1940	37.7472	37.7401	37.5121	37.5484	0.5532	
		3	20.8981	20.8470	20.7590	20.8001	20.8261	0.1391	
17	13:40	1	19.3902	19.5924	19.3061	19.3423	19.4078	0.2863	
		2	37.7211	37.2393	37.7893	37.3394	37.5223	0.5500	
		3	20.8871	20.7431	20.8252	20.7543	20.8024	0.1440	
18	14:00	1	19.1950	19.6402	19.7010	19.8143	19.5876	0.6193	
		2	37.7900	37.4033	37.3740	37.6593	37.5567	0.4160	
		3	20.8691	20.6801	20.7302	20.8792	20.7897	0.1991	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ข.8 ตารางการเก็บบันทึกข้อมูล Nut assy hub ของวันที่ 13 มีนาคม พ.ศ. 2566 (ต่อ)

ตารางการเก็บบันทึกข้อมูล Nut assy hub

Spec Limit : วันที่ผลิต : 13/3/2566

จุดที่ 1 (19.50 ± 0.50 mm.) จุดที่ 2 (37.40 ± 0.40 mm.)

จุดที่ 3 (20.785 ± 0.135 mm.)

ลำดับที่	เวลา	จุดที่	ชิ้นที่ 1	ชิ้นที่ 2	ชิ้นที่ 3	ชิ้นที่ 4	$\bar{X}$	R	หมายเหตุ
19	14:20	1	19.6852	19.7924	19.1974	19.7911	19.6165	0.5950	
		2	37.7890	37.2713	37.2521	37.4781	37.4476	0.5369	
		3	20.8681	20.7270	20.8751	20.8011	20.8178	0.1481	
20	14:40	1	19.1922	19.8244	19.5812	19.3752	19.4933	0.6322	
		2	37.3644	37.0293	37.4402	37.2431	37.2693	0.4109	
		3	20.7473	20.8951	20.7903	20.8402	20.8182	0.1478	
21	15:00	1	19.0120	19.2603	19.8224	19.6123	19.4268	0.8104	
		2	37.2342	37.6301	37.7764	37.7561	37.5992	0.5422	
		3	20.7610	20.8972	20.7282	20.7721	20.7896	0.1690	
22	15:20	1	19.0954	19.0863	19.6733	19.8922	19.4368	0.8059	
		2	37.3871	37.5881	37.7771	37.6440	37.5991	0.3900	
		3	20.7931	20.8143	20.6714	20.7313	20.7525	0.1429	
23	15:40	1	19.7211	19.5851	19.2131	19.1583	19.4194	0.5628	
		2	37.0714	37.7223	37.3664	37.1550	37.3288	0.6509	
		3	20.7651	20.8312	20.6702	20.6713	20.7345	0.1610	
24	16:00	1	19.2424	19.6484	19.5583	19.8571	19.5766	0.6147	
		2	37.6484	37.1710	37.1272	37.2412	37.2970	0.5212	
		3	20.8822	20.7972	20.8632	20.8214	20.8410	0.0850	
25	16:20	1	19.2700	19.4061	19.2883	19.2550	19.3049	0.1511	
		2	37.7224	37.1453	37.2534	37.6011	37.4306	0.5771	
		3	20.7641	20.8221	20.8250	20.8321	20.8108	0.0680	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

ตัวอย่างผลการคำนวณการควบคุมคุณภาพ

จากการเก็บบันทึกข้อมูล Barpin ของวันที่ 24 มกราคม พ.ศ. 2566

ตารางการเก็บบันทึกข้อมูล Barpin

Spec Limit : วันที่ผลิต : 24/1/2566

จุดที่ 8AX (31.925 ± 0.015 mm.) จุดที่ 8BX (31.925 ± 0.015 mm.)

จุดที่ 8CX (31.925 ± 0.015 mm.)

ลำดับที่	เวลา	จุดที่	ชิ้นที่ 1	ชิ้นที่ 2	ชิ้นที่ 3	$\bar{X}$	R	หมายเหตุ
1	7:30	8AX	31.9282	31.9351	31.9284	31.9306	0.0069	
		8BX	31.9212	31.9390	31.9164	31.9255	0.0226	
		8CX	31.9340	31.9184	31.9331	31.9285	0.0156	
2	8:00	8AX	31.9380	31.9284	31.9381	31.9348	0.0097	
		8BX	31.9201	31.9390	31.9122	31.9238	0.0268	
		8CX	31.9142	31.9271	31.9371	31.9261	0.0229	
3	8:30	8AX	31.9262	31.9214	31.9191	31.9222	0.0071	
		8BX	31.9134	31.9262	31.9351	31.9249	0.0217	
		8CX	31.9352	31.9234	31.9161	31.9249	0.0191	
4	9:00	8AX	31.9330	31.9241	31.9193	31.9255	0.0137	
		8BX	31.9180	31.9191	31.9250	31.9207	0.0070	
		8CX	31.9132	31.9191	31.9202	31.9175	0.0070	
5	9:30	8AX	31.9190	31.9191	31.9171	31.9184	0.0020	
		8BX	31.9382	31.9263	31.9301	31.9315	0.0119	
		8CX	31.9121	31.9360	31.9314	31.9265	0.0239	
6	10:00	8AX	31.9353	31.9161	31.9263	31.9259	0.0192	
		8BX	31.9272	31.9243	31.9222	31.9246	0.0050	
		8CX	31.9141	31.9383	31.9252	31.9259	0.0242	
7	10:30	8AX	31.9262	31.9303	31.9282	31.9282	0.0041	
		8BX	31.9253	31.9382	31.9130	31.9255	0.0252	
		8CX	31.9111	31.9389	31.9173	31.9224	0.0278	
8	11:00	8AX	31.9311	31.9211	31.9192	31.9238	0.0119	
		8BX	31.9363	31.9313	31.9181	31.9286	0.0182	
		8CX	31.9190	31.9171	31.9352	31.9238	0.0181	
9	12:00	8AX	31.9171	31.9363	31.9144	31.9226	0.0219	
		8BX	31.9330	31.9211	31.9222	31.9254	0.0119	
		8CX	31.9140	31.9364	31.9221	31.9242	0.0224	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการเก็บบันทึกข้อมูล Barpin ของวันที่ 24 มกราคม พ.ศ. 2566 (ต่อ)

ตารางการเก็บบันทึกข้อมูล Barpin

Spec Limit : วันที่ผลิต : 24/1/2566

จุดที่ 8AX (31.925 ± 0.015 mm.) จุดที่ 8BX (31.925 ± 0.015 mm.)

จุดที่ 8CX (31.925 ± 0.015 mm.)

ลำดับที่	เวลา	จุดที่	ชิ้นที่ 1	ชิ้นที่ 2	ชิ้นที่ 3	$\bar{X}$	R	หมายเหตุ
10	12:30	8AX	31.9281	31.9181	31.9370	31.9277	0.0189	
		8BX	31.9280	31.9352	31.9281	31.9304	0.0072	
		8CX	31.9213	31.9390	31.9162	31.9255	0.0228	
11	13:00	8AX	31.9324	31.9243	31.9252	31.9273	0.0081	
		8BX	31.9271	31.9381	31.9131	31.9261	0.0250	
		8CX	31.9140	31.9342	31.9374	31.9285	0.0234	
12	13:30	8AX	31.9161	31.9214	31.9360	31.9245	0.0199	
		8BX	31.9290	31.9112	31.9350	31.9251	0.0238	
		8CX	31.9243	31.9292	31.9324	31.9286	0.0081	
13	14:00	8AX	31.9212	31.9202	31.9212	31.9209	0.0010	
		8BX	31.9133	31.9141	31.9182	31.9152	0.0049	
		8CX	31.9252	31.9320	31.9172	31.9248	0.0148	
14	14:30	8AX	31.9311	31.9360	31.9270	31.9314	0.0090	
		8BX	31.9390	31.9231	31.9383	31.9335	0.0159	
		8CX	31.9322	31.9303	31.9284	31.9303	0.0038	
15	15:00	8AX	31.9264	31.9151	31.9280	31.9232	0.0129	
		8BX	31.9113	31.9180	31.9350	31.9214	0.0237	
		8CX	31.9260	31.9390	31.9374	31.9341	0.0130	
16	15:30	8AX	31.9201	31.9202	31.9213	31.9205	0.0012	
		8BX	31.9201	31.9313	31.9212	31.9242	0.0112	
		8CX	31.9303	31.9191	31.9344	31.9279	0.0153	
17	16:00	8AX	31.9143	31.9131	31.9231	31.9168	0.0100	
		8BX	31.9364	31.9161	31.9223	31.9249	0.0203	
		8CX	31.9311	31.9273	31.9312	31.9299	0.0039	
18	16:30	8AX	31.9124	31.9253	31.9190	31.9189	0.0129	
		8BX	31.9201	31.9130	31.9304	31.9212	0.0174	
		8CX	31.9290	31.9222	31.9282	31.9265	0.0068	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก. นำข้อมูลที่ได้มาคำนวณค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และค่าพิสัย (R) และคำนวณขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย

1. คำนวณค่า $\bar{\bar{X}}$ และ R

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum_{i=1}^{m} \bar{X}_i}{m} = \frac{(31.9306 + 31.9255 + 31.9285 + ... + 31.9265)}{18}$$

$$= 31.9246$$

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^{m} R_i}{m} = \frac{(0.0069 + 0.0226 + 0.0156 + ... + 0.0068)}{18}$$

$$= 0.0106$$

2. คำนวณขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย

- ขีดจำกัดควบคุมบน ($UCL_{\bar{X}}$)

$$UCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + A_2\bar{R}$$

$$= 31.9246 + 1.023(0.0106)$$

$$= 31.9355$$

(เปิด A_2 ได้จากตารางที่ ก.2 ในภาคผนวก ก ที่ n = 3)

- เส้นแกนกลาง ($CL_{\bar{X}}$)

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

$$= 31.9246$$

- ขีดจำกัดควบคุมล่าง ($LCL_{\bar{X}}$)

$$LCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - A_2\bar{R}$$

$$= 31.9246 - 1.023(0.0106)$$

$$= 31.9138$$

(เปิด A_2 ได้จากตารางที่ ก.2 ในภาคผนวก ก ที่ n = 3)

3. คำนวณขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย

- ขีดจำกัดควบคุมบน (UCL_R)

$$UCL_R = D_4\bar{R}$$

$$= 2.574(0.0106)$$

$$= 0.0272$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(เปิด D_4 ได้จากตารางที่ ก.2 ในภาคผนวก ก ที่ n = 3)

- เส้นแกนกลาง (CL_R)

$$CL_R = \bar{R}$$
$$= 0.0106$$

- ขีดจำกัดควบคุมล่าง (LCL_R)

$$LCL_R = D_3\bar{R}$$
$$= 0(0.0106)$$
$$= 0$$

(เปิด D_3 ได้จากตารางที่ ก.2 ในภาคผนวก ก ที่ n = 3)

ข. นำข้อมูลที่ได้มาคำนวณค่าดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการในระยะสั้น (C_{pk}) และค่าร้อยละข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนด

1. การคำนวณค่าดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการในระยะสั้น (C_{pk})

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

เมื่อ $C_{pu} = \dfrac{USL - \bar{X}}{3\sigma_{within}}$ และ $C_{pl} = \dfrac{\bar{X} - LSL}{3\sigma_{within}}$

โดยที่ $\sigma_{within} = \dfrac{\bar{R}}{d_2} = \dfrac{0.0106}{1.693} = 0.00625$

(เปิด d_2 ได้จากตารางที่ ก.2 ในภาคผนวก ก ที่ n = 3)

- $C_{pu} = \dfrac{31.94 - 31.9246}{3(0.00625)} = 0.8216$

- $C_{pl} = \dfrac{31.9246 - 31.91}{3(0.00625)} = 0.7789$

$$C_{pk} = \min\left(C_{pu}, C_{pl}\right)$$
$$C_{pk} = 0.7789$$

2. การคำนวณหาค่าร้อยละข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$Z_u = \frac{USL - \bar{X}}{\sigma_{within}} = \frac{31.94 - 31.9246}{0.00625} = 2.4648$$

$$Z_l = \frac{LSL - \bar{X}}{\sigma_{within}} = \frac{31.91 - 31.9246}{0.00625} = -2.3367$$

สัดส่วนของเสีย = $P(Z_u \geq 2.4648) + P(Z_l \leq 2.3367)$

= $0.006855 + 0.009726$

= 0.016581

น้ำหนักของผลิตภัณฑ์ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด

จำนวน 0.016581×100 = 1.6581 ชิ้น ใน 100 ชิ้น

หรือ จำนวน $0.016581 \times 1,000,000$ = $16,581$ ชิ้น ใน $1,000,000$ ชิ้น

หรือ จำนวน $16,581$ ชิ้น (Part Per Million : PPM)

ดังนั้น ร้อยละข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนด เท่ากับ 1.6581 ชิ้น

ค. นำข้อมูลที่ได้มาคำนวณค่าดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการในระยะยาว (P_{pk}) และค่าร้อยละข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนด

1. การคำนวณค่าดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการในระยะยาว (P_{pk})

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

เมื่อ $P_{pu} = \dfrac{USL - \bar{X}}{3\sigma_{overall}}$ และ $P_{pl} = \dfrac{\bar{X} - LSL}{3\sigma_{overall}}$

- $P_{pu} = \dfrac{31.94 - 31.9246}{3(0.00710)} = 0.7230$

- $P_{pl} = \dfrac{31.9246 - 31.91}{3(0.00710)} = 0.6854$

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

$$P_{pk} = 0.6854$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การคำนวณหาค่าร้อยละข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนด

$$Z_u = \frac{USL - \bar{X}}{\sigma_{overall}} = \frac{31.94 - 31.9246}{0.00710} = 2.1690$$

$$Z_l = \frac{LSL - \bar{X}}{\sigma_{overall}} = \frac{31.91 - 31.9246}{0.00710} = -2.0563$$

สัดส่วนของเสีย = $P(Z_u \geq 2.1690) + P(Z_l \leq 2.0563)$

= $0.015041 + 0.019875$

= 0.034916

น้ำหนักของผลิตภัณฑ์ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด

จำนวน 0.034916×100 = 3.4916 ชิ้น ใน 100 ชิ้น

หรือ จำนวน $0.034916 \times 1,000,000$ = $34,916$ ชิ้น ใน $1,000,000$ ชิ้น

หรือ จำนวน $34,916$ ชิ้น (Part Per Million : PPM)

ดังนั้น ร้อยละข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนด เท่ากับ 3.4916 ชิ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งานทะเบียนคณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
คำรับรองเล่มปัญหาพิเศษ

วันที่ 17 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2566

ข้าพเจ้า นาย กานต์ ไชยเสนา รหัสประจำตัว 62050748
นางสาว ชาลิยาภรณ์ สุทธิศักดิ์ รหัสประจำตัว 62050763
นาย ฐิติกร เช็กชื่นกุล รหัสประจำตัว 62050764

นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา สถิติประยุกต์ ภาควิชา สถิติ
ขอรับรองว่าปัญหาพิเศษ เรื่อง
ชื่อภาษาไทย การเปรียบเทียบประสิทธิภาพกระบวนการผลิตของชิ้นส่วนยานยนต์ของบริษัท มหาจักรออโต้พาร์ท จำกัด
ชื่อภาษาอังกฤษ COMPARISON OF PRODUCTION PROCESS EFFICIENCY OF AUTOMOTION PARTS, MAHAJAK AUTOPARTSCO., LTD
ปีการศึกษา 2565
เป็นผลงานวิจัยที่มิได้คัดลอกหรือละเมิดลิขสิทธิ์ของผู้อื่นและได้ผ่านการตรวจสอบความซ้ำซ้อนเรียบร้อยแล้ว และได้แนบเอกสารการตรวจสอบการลอกเลียนงานวรรณกรรมที่ตรวจสอบจากเล่มปัญหาพิเศษฉบับสมบูรณ์แล้ว
โปรแกรมอักขราวิสุทธิ์ 0.71% โปรแกรม Turntin 20%

ลงชื่อ.....กานต์..... ลงชื่อ.....ชาลิยาภรณ์..... ลงชื่อ.....ฐิติกร.....
(กานต์ ไชยเสนา) (ชาลิยาภรณ์ สุทธิศักดิ์) (ฐิติกร เช็กชื่นกุล)
นักศึกษา นักศึกษา นักศึกษา

ข้าพเจ้า ผศ.ชูใจ คูหารัตนไชย อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ได้ตรวจสอบปัญหาพิเศษของนักศึกษาข้างต้นแล้ว ขอรับรองว่าเป็นผลงานวิจัยของนักศึกษาจริงและมีเนื้อหาสมบูรณ์ จึงลงชื่อไว้เป็นหลักฐาน

ลงชื่อ.....
(ผศ.ชูใจ คูหารัตนไชย)
อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้วิจัย

กานต์ ไชยเสนา (โอห์ม)

ที่อยู่ 42/25 เขตหนองจอก แขวงลำผักชี กทม. 10530

เบอร์โทรศัพท์ : 096-286-8882

Email : mkonji12@hotmail.com

ประวัติการศึกษา

ระดับมัธยมการศึกษา โรงเรียนเทพศิรินทร์ร่มเกล้า

- ระดับปริญญาตรี
- วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา สถิติประยุกต์

ภาควิชา สถิติ คณะ วิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชาลิยาภรณ์ สุทธิศักดิ์ (ฝ้าย)

ที่อยู่ 33/5 ถ.เทศบาล 1 ต.บางแก้ว อ.เมืองอ่างทอง จ.อ่างทอง 14000

เบอร์โทรศัพท์ : 094-865-5429

Email : chaliyaporn.sts@gmail.com

ประวัติการศึกษา

ระดับมัธยมการศึกษา โรงเรียนสตรีอ่างทอง

- ระดับปริญญาตรี
- วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา สถิติประยุกต์

ภาควิชา สถิติ คณะ วิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ฐิติกร เช็กชื่นกุล (ข้าวโอ๊ต)

ที่อยู่ 39 ซ.เพชรเกษม 48 แยก 17 เขตภาษีเจริญ จ.กรุงเทพมหานคร 10160

เบอร์โทรศัพท์ : 092-274-0827

Email : richoesxx27@gmail.com

ประวัติการศึกษา

ระดับมัธยมการศึกษา โรงเรียนจันทร์ประดิษฐารามวิทยาคม

- ระดับปริญญาตรี
- วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา สถิติประยุกต์

ภาควิชา สถิติ คณะ วิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้