สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์บรรจุภัณฑ์พลาสติกของ บริษัท กรุงไทยพลาสแพค จำกัด

นายเตชิน ล้อเลิศรัตนะ
นางสาวนภา วงศ์ไชย
นางสาวประติภา วงศ์นาสัก

ว.คว
ต 6797
2550

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....83729
วัน,เดือน,ปี.....15 ต.ย. 2551

b.11977716A
i.....

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาสถิติประยุกต์
คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Quality Control for Plastic Products

of Krungthai Paspack Co., Ltd.

Mr. Teshin Lorerdrattana

Miss. Napa Wongchai

Miss. Pratipa Wongnasak

A Special Project Submitted in Partial Fulfillment of the Requirement for the

Degree of Bachelor of Science

Department of Applied Statistics

Faculty of Science

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

Academic Year 2007

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาพิเศษเรื่อง การควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์บรรจุภัณฑ์พลาสติกของบริษัทกรุงไทยพลาสแพค จำกัด

นักศึกษา นายเตชิน ล้อเลิศรัตนะ

นางสาวนภา วงศ์ไชย

นางสาวประติภา วงศ์นาสัก

ภาควิชา สถิติประยุกต์

สาขา สถิติประยุกต์

อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.ชานินทร์ ศรีสุวรรณนภา

ภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต

คณะกรรมการตรวจสอบ			ลายมือชื่อ
ประธานกรรมการ	ดร.ชานินทร์	ศรีสุวรรณนภา	
กรรมการ	ผศ.ชูใจ	คูหารัตนไชย	
กรรมการ	รศ.ดร.วลัยลักษณ์	อัตธีรวงศ์	

.....

(ผศ.ดร.มนัส ไพฑูรย์เจริญลาภ)

หัวหน้าภาควิชา

ลิขสิทธิ์ของภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ การควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์บรรจุภัณฑ์พลาสติกของบริษัทกรุงไทยพลาสแพค จำกัด

นักศึกษา นายเตชิน ล้อเลิศรัตนะ
นางสาวนภา วงศ์ไชย
นางสาวประติภา วงศ์นาสัก

ภาควิชา สถิติประยุกต์

สาขาวิชา สถิติประยุกต์

ปีการศึกษา 2550

อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.ชานินทร์ ศรีสุวรรณนภา

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีจุดประสงค์เพื่อการศึกษาการควบคุมผลิตภัณฑ์บรรจุภัณฑ์พลาสติกของบริษัท กรุงไทยพลาสแพค จำกัด จังหวัด สมุทรปราการ โดยเก็บรวบรวมข้อมูลกับ 7 ผลิตภัณฑ์และวัดตัวแปรลักษณะคุณภาพ 29 ลักษณะ รวมระยะเวลา 8 เดือน ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม ถึง ธันวาคม พ.ศ 2550 แล้วนำข้อมูลที่ได้ นำมาวิเคราะห์โดยสร้างแผนภูมิควบคุมได้แก่ แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$ - Chart) แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย (R – Chart) รวมทั้งหาค่าความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น (C_{pk}) ความสามารถของกระบวนการผลิตระยะยาว (P_{pk}) และร้อยละของข้อมูลที่ตกออกนอกขีดจำกัดควบคุม (ร้อยละของเสีย) โดยนำโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ MINITAB 14 มาช่วยในการประมวลผล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ผลิตภัณฑ์ A ทำการวัดค่าตัวแปรคุณภาพ 8 ตัวแปรพบว่าเกือบทั้งหมดตัวแปรคุณภาพที่วัดมีความสามารถทางกระบวนการผลิตอยู่ในเกณฑ์ดี มีร้อยละของเสียน้อยมีเพียงตัวแปรเส้นผ่านศูนย์กลางที่มีความสามารถของกระบวนการผลิตต่ำและร้อยละของเสียมาก (ร้อยละ 20.20) ผลิตภัณฑ์ B ทำการวัดตัวแปรคุณภาพ 2 ตัวแปรพบว่าทุกตัวแปรมีความสามารถกระบวนการผลิตต่ำและมีการผลิตสินค้าของเสียเป็นจำนวนมาก ผลิตภัณฑ์ C ทำการวัดตัวแปรคุณภาพ 10 ตัวแปร พบว่ามีเพียงตัวแปรความหนา-บางจุดที่ 2 ที่มีความสามารถของกระบวนการผลิตอยู่ในเกณฑ์ดีและมีของเสียน้อย ผลิตภัณฑ์ D ทำการวัดตัวแปรคุณภาพ 3 ตัวแปร พบว่า มีเพียงตัวแปรความหนา-บาง จุดที่ 1 เท่านั้นที่มีความสามารถในการผลิตอยู่ในเกณฑ์ดีและมีของเสียน้อย ผลิตภัณฑ์ E ทำการวัดตัวแปรคุณภาพ 6 ตัวแปร พบว่ามีเพียงตัวแปรน้ำหนักชิ้นงานและความยาวชิ้นงาน ที่มีความสามารถกระบวนการผลิตอยู่ในเกณฑ์ดีและไม่มีการผลิตของเสียเลย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิตภัณฑ์ F ทำการวัดตัวแปรคุณภาพ 5 ตัวแปร ทุกตัวแปรมีความสามารถกระบวนการผลิตอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำและมีการผลิตของเสียจำนวนมาก และผลิตภัณฑ์ G ทำการวัดตัวแปรคุณภาพ 2 ตัวแปรมีเพียงตัวแปรเส้นผ่านศูนย์กลางในฝาเท่านั้นที่มีความสามารถในการผลิตอยู่ในเกณฑ์ดีและมีการผลิตของเสียน้อย และมีการหาค่าขีดจำกัดข้อกำหนด (Specification limits) ใหม่ให้กับบางตัวแปรคุณภาพที่ยังไม่มีการกำหนดค่าขีดจำกัดข้อกำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special Project Title	Quality Control for Plastic Products of Krung Thai Plast Pack Co., Ltd.
Name	Miss. Napa Wongthai
	Miss. Pratipa Wongnasak
	Mr. Tachin Lorleardrattana
Department	Applied Statistics
Program	Applied Statistics
Academic Year	2007
Special Project Advisor	Dr. Chanin Srisuwannapa

ABSTRACT

The Objective of this research is to study quality control of plastic products of Krung Thai Plast Pack co., ltd, located at Samutprakan province, Thailand. Data of 32 quality attributes from 7 plastic products were collected since May up to December, 2007. $\bar{X}$ and R control chart, Process capability index (C_{pk}, P_{pk}), and Defective percentage were used to analysis collected data. MINITAB package was used to analysis data as well. The results were as follows.

For A product, 8 quality attributes were measured and analyzed. It was found that process capabilities of almost all measured attributes were in good level and their defective percentages were less. It was only diameter variable whose process capability was in bad level and then its defective percentage also was high (20.0%). For B product, 2 quality attributes were measured and analyzed. It was found that process capabilities of all measured attributes were in bad level and then their defective percentages were high as well. For C product, 10 quality attributes were measured and analyzed. It was found that there were only the process capabilities of the second-side thinness-thickness attributes were in good level and their defective percentages were less. For D product, 3 quality attributes were measured and analyzed. It was found that there was only the process capabilities of the first point thinness-thickness attributes was in good level and their defective percentages were less. For E product, 6 quality attributes were measured and analyzed. It was found that there were only the process capabilities of the weight and lenght attributes were in good level and their defective percentages were nothing. For

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

F product, 5 quality attributes were measured and analyzed. It was found that the process capabilities of all attributes were in bad level and their defective percentages were high. For G product, 2 quality attributes were measured and analyzed. It was found that there was only the process capabilities of a lid's diameter attributes was in good level and their defective percentages was less. And finally, the new specifications for some products were calculated and determined.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จล่วงไปได้ด้วยดี โดยได้รับความกรุณาจากบุคคลต่างๆหลายฝ่ายที่ให้ความร่วมมือและความช่วยเหลือ ซึ่งทางคณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณทุกๆท่านไว้ ณ ที่นี้คือ ดร.ชานินทร์ ศรีสุวรรณนภา อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ให้ความแนะนำและให้คำปรึกษาเอื้อเฟื้อเอกสารและหนังสืออ้างอิงที่ใช้ในการศึกษาและการวิเคราะห์ข้อมูลพร้อมทั้งยังช่วยตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ เป็นอย่างดีมาโดยตลอด ผศ.ชูใจ คูหารัตนไชย และรศ.ดร.วลัยลักษณ์ อัตธีรวงศ์ ที่ให้คำปรึกษาข้อแนะนำ ชี้ข้อบกพร่องและแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น นายเอกสิทธิ์ เจริญกิจขจร นางสาวยุภาพร ยงกุลและแผนกควบคุมคุณภาพของบริษัท กรุงไทยพลาสแพค จำกัดที่อนุญาตให้เข้าไปศึกษาวิธีการทำงานและเอื้อเฟื้อข้อมูลการผลิต และท่านคณาจารย์ภาควิชาสถิติประยุกต์ทุกท่านที่ได้ให้ความรู้พร้อมทั้งให้คำแนะนำต่างๆ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์และเจ้าหน้าภาควิชาสถิติประยุกต์ทุกท่านที่ช่วยประสานงาน อำนวยความสะดวกและช่วยเหลือในเรื่องต่างๆในระหว่างการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้

สุดท้ายนี้ ขอขอบพระคุณ คุณพ่อและคุณแม่ที่เป็นกำลังใจ และสนับสนุนด้วยดีตลอดมา และขอบคุณเพื่อนๆที่คอยให้ความช่วยเหลือจนปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

นายเตชิน ล้อเลิศรัตนะ
นางสาวนภา วงศ์ไชย
นางสาวประติภา วงศ์นาสัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	จ
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญรูป	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ที่ศึกษา	1
1.3 ขอบเขตการศึกษา	1
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.5 นิยามคำศัพท์เฉพาะ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	3
2.1.1 แผนภูมิควบคุมคุณภาพ	3
2.1.2 ความสามารถกระบวนการ	10
2.1.3 การคำนวณหาจำนวนร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด	14
2.1.4 การแจกแจงปกติ	15
2.1.5 การแจกแจงไวบูลล์	16
2.1.6 การแปลงข้อมูลโดยวิธี Box-Cox Transformation	17
2.1.7 การแปลงข้อมูลโดยวิธี Johnson Transformation	19
2.1.8 ทดสอบการแจกแจงของ Anderson-darling	21
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	22
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน	25
3.1 วิธีการดำเนินงาน	25
3.2 กระบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์พลาสติกของบริษัท กรุงไทยพลาสแพค จำกัด	25
3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
3.4 ตัวแปรคุณภาพที่ใช้ในการวิจัย	27
3.5 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล	30
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	32
4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของผลิตภัณฑ์ A	32
4.1.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของน้ำหนักชิ้นงานของผลิตภัณฑ์ A	34
4.1.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของเส้นผ่านศูนย์กลางขอบปาก ผลิตภัณฑ์ A	37
4.1.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของความหนา-บาง จุดที่ 1 ของ ผลิตภัณฑ์ A	40
4.1.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของความหนา-บาง จุดที่ 2 ของ ผลิตภัณฑ์ A	47
4.1.5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของความหนา-บาง จุดที่ 3 ของ ผลิตภัณฑ์ A	55
4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของผลิตภัณฑ์ B	61
4.2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของน้ำหนักชิ้นงานของผลิตภัณฑ์ B	61
4.2.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของเส้นผ่านศูนย์กลางเขี้ยวลื่อด ของผลิตภัณฑ์ B	64
4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของผลิตภัณฑ์ C	67
4.3.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของน้ำหนักชิ้นงานของผลิตภัณฑ์ C	68
4.3.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของเส้นผ่านศูนย์กลางงานชิ้นงาน ของผลิตภัณฑ์ C	72
4.3.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของเส้นผ่านศูนย์กลางเกลียว ของผลิตภัณฑ์ C	75
4.3.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของเส้นผ่านศูนย์กลางขอบปากนอก ของผลิตภัณฑ์ C	78
4.3.5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของความสูงรวม ของผลิตภัณฑ์ C	81
4.3.6 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของความสูงคอ ของผลิตภัณฑ์ C	84
4.3.7 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของความกว้าง Label ของผลิตภัณฑ์ C	90

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
4.3.8 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของความหนา - บาง ของผลิตภัณฑ์ C	93
4.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของผลิตภัณฑ์ D	100
4.4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของน้ำหนักชิ้นงานของ ผลิตภัณฑ์ D	100
4.4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของความหนา-บาง ของผลิตภัณฑ์ D	104
4.5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของผลิตภัณฑ์ E	111
4.5.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของน้ำหนักชิ้นงานของผลิตภัณฑ์ E	112
4.5.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของความยาวชิ้นงานของผลิตภัณฑ์ E	115
4.5.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของความกว้างร่องหูของผลิตภัณฑ์ E	118
4.5.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของเส้นผ่านศูนย์กลางร่องประกอบหู ของผลิตภัณฑ์ E	124
4.6 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของผลิตภัณฑ์ผลิตภัณฑ์ F	130
4.6.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของน้ำหนักชิ้นงาน ของผลิตภัณฑ์ F	131
4.6.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของเส้นผ่านศูนย์กลางขอบปาก ของผลิตภัณฑ์ F	134
4.6.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของเส้นผ่านศูนย์กลางเขี้ยวล็อค ของผลิตภัณฑ์ F	137
4.6.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของความหนา-บางของ ผลิตภัณฑ์ F	140
4.7 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของผลิตภัณฑ์ G	146
4.7.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของน้ำหนักชิ้นงาน ของผลิตภัณฑ์ G	146
4.7.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของเส้นผ่านศูนย์กลางในฝา ของผลิตภัณฑ์ G	149
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	152
5.1 สรุปผลการวิจัย	152
1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลิตภัณฑ์ A	152
2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลิตภัณฑ์ B	154
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลิตภัณฑ์ C	154
4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลิตภัณฑ์ D	156
5. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลิตภัณฑ์ E	157

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
6. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลิตภัณฑ์ F	158
7. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลิตภัณฑ์ G	159
5.2 ปัญหาที่พบและข้อเสนอแนะ	163
ภาคผนวก	165
ตาราง ก. ตารางแสดงค่าตัวประกอบสำหรับคำนวณเส้นพิกัดควบคุม	166
ตาราง ข. ตารางพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ	167
ตัวอย่างการคำนวณ	169
บรรณานุกรม	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 2.1	ตัวอย่างการแปลงค่าที่ λ ค่าต่างๆ	19
ตารางที่ 3.1	ใบบันทึกผลการตรวจวัดหน่วยงานควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ D	29
ตารางที่ 4.1	ขีดจำกัดข้อกำหนดบน (USL) ขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง (LSL) และค่าเฉลี่ยเป้าหมายจำแนกตามลักษณะคุณภาพ ของผลิตภัณฑ์ A	33
ตารางที่ 4.2	ขีดจำกัดข้อกำหนดบน (USL) ขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง (LSL) และค่าเฉลี่ยเป้าหมายจำแนกตามลักษณะคุณภาพ ของผลิตภัณฑ์ B	61
ตารางที่ 4.3	ขีดจำกัดข้อกำหนดบน (USL) ขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง (LSL) และค่าเฉลี่ยเป้าหมายจำแนกตามลักษณะคุณภาพ ของผลิตภัณฑ์ C	67
ตารางที่ 4.4	ขีดจำกัดข้อกำหนดบน (USL) ขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง (LSL) และค่าเฉลี่ยเป้าหมายจำแนกตามลักษณะคุณภาพ ของผลิตภัณฑ์ D	100
ตารางที่ 4.5	ขีดจำกัดข้อกำหนดบน (USL) ขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง (LSL) และค่าเฉลี่ยเป้าหมายจำแนกตามลักษณะคุณภาพ ของผลิตภัณฑ์ E	111
ตารางที่ 4.6	ขีดจำกัดข้อกำหนดบน (USL) ขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง (LSL) และค่าเฉลี่ยเป้าหมายจำแนกตามลักษณะคุณภาพ ของผลิตภัณฑ์ F	130
ตารางที่ 4.7	ขีดจำกัดข้อกำหนดบน (USL) ขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง (LSL) และค่าเฉลี่ยเป้าหมายจำแนกตามลักษณะคุณภาพ ของผลิตภัณฑ์ G	146
ตารางที่ 5.1	สรุปผลการวิจัย	160

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

		หน้า
รูปที่ 2.1	สภาพของกระบวนการผลิตที่อยู่ภายใต้การควบคุม	5
รูปที่ 2.2	กราฟแสดงองค์ประกอบของแผนภูมิควบคุม	7
รูปที่ 2.3	กราฟการแจกแจงไวบูลล์ที่ $a = 1$ และ $b = 1, 2, 3, 4$	17
รูปที่ 2.4	การคำนวณค่า C_{pk} และ P_{pk} โดยใช้ Box-Cox	18
รูปที่ 2.5	ข้อมูลที่มีการกระจายแบบไม่ปกติ	20
รูปที่ 2.6	ตัวอย่างลักษณะภายหลังการแปลงข้อมูลด้วยเส้นโค้ง SU	21
รูปที่ 3.1	กระบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์	26
รูปที่ 3.2	ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล	31
รูปที่ 4.1	แสดง Histogram ของน้ำหนักชิ้นงาน 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ A (ข้อมูลดิบ)	34
รูปที่ 4.2	แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และ แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ของ น้ำหนักชิ้นงาน 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ A	35
รูปที่ 4.3	แสดงความสามารถของกระบวนการผลิต ขีดจำกัดข้อกำหนดบนและ ขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง ของน้ำหนักชิ้นงาน 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ A	36
รูปที่ 4.4	แสดง Histogram ของเส้นผ่านศูนย์กลางขอบปาก 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ A (ข้อมูลดิบ)	37
รูปที่ 4.5	แสดง Histogram ของเส้นผ่านศูนย์กลางขอบปาก 34 ค่าสุดท้าย ของผลิดภัณฑ์ A (ข้อมูลแปลโดยวิธี Johnson)	38
รูปที่ 4.6	แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และ แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ของ เส้นผ่านศูนย์กลางขอบปาก 34 ค่าสุดท้ายของผลิตภัณฑ์ A	38
รูปที่ 4.7	แสดงความสามารถของกระบวนการผลิต ขีดจำกัดข้อกำหนดบนและ ขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง ของเส้นผ่านศูนย์กลางขอบปาก 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ A	39
รูปที่ 4.8	แสดง Histogram ของความหนา-บาง จุดที่ 1 ค่าที่ 1 34 ค่าสุดท้าย ของผลิดภัณฑ์ A	40
รูปที่ 4.9	แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และ แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ของความหนา-บาง จุดที่ 1 ค่าที่ 1 34 ค่าสุดท้าย ของผลิดภัณฑ์ A	41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

		หน้า
รูปที่ 4.10	แสดงความสามารถของกระบวนการผลิต ขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง ของความหนา-บาง จุดที่ 1 ค่าที่ 1 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ A	42
รูปที่ 4.11	แสดง Histogram ของความหนา-บาง จุดที่ 1 ค่าที่ 2 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ A (ข้อมูลดิบ)	43
รูปที่ 4.12	แสดง Histogram ของความหนา-บาง จุดที่ 1 ค่าที่ 2 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ A (ข้อมูลแปลงโดยใช้ ฟังก์ชัน exponential)	44
รูปที่ 4.13	แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และ แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ของความหนา-บาง จุดที่ 1 ค่าที่ 2 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ A	45
รูปที่ 4.14	แสดงความสามารถของกระบวนการผลิต ขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง ของความหนา-บาง จุดที่ 1 ค่าที่ 2 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ A	46
รูปที่ 4.15	แสดง Histogram ของความหนา-บาง จุดที่ 2 ค่าที่ 1 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ A (ข้อมูลดิบ)	47
รูปที่ 4.16	แสดง Histogram ของความหนา-บาง จุดที่ 2 ค่าที่ 1 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ A (ข้อมูลแปลงโดยวิธี box-cox)	48
รูปที่ 4.17	แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และ แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ของความหนา-บาง จุดที่ 2 ค่าที่ 1 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ A	49
รูปที่ 4.18	แสดงความสามารถของกระบวนการผลิต ขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกัดข้อกำหนดล่างของความหนา-บางจุดที่ 2 ค่าที่ 1 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ A	50
รูปที่ 4.19	แสดง Histogram ของความหนา-บาง จุดที่ 2 ค่าที่ 2 34 ค่าสุดท้าย 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ A (ข้อมูลดิบ)	51
รูปที่ 4.20	แสดง Histogram ของความหนา-บาง จุดที่ 2 ค่าที่ 2 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ A (ข้อมูลแปลงโดยวิธี box-cox)	52
รูปที่ 4.21	แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และ แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ของความหนา-บาง จุดที่ 2 ค่าที่ 2 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ A	53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

		หน้า
รูปที่ 4.22	แสดงความสามารถของกระบวนการผลิต ขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกัดข้อกำหนดล่างของความหนา-บาง จุดที่ 2 ค่าที่ 2 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ A	54
รูปที่ 4.23	แสดง Histogram ของความหนา-บาง จุดที่ 3 ค่าที่ 1 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ A (ข้อมูลดิบ)	55
รูปที่ 4.24	แสดง Histogram ของความหนา-บาง จุดที่ 3 ค่าที่ 1 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ A (ข้อมูลแปลงโดยวิธี Johnson)	56
รูปที่ 4.25	แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และ แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ของความหนา-บาง จุดที่ 3 ค่าที่ 1 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ A	56
รูปที่ 4.26	แสดงความสามารถของกระบวนการผลิต ขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกัดข้อกำหนดล่างของความหนา-บาง จุดที่ 3 ค่าที่ 1 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ A	57
รูปที่ 4.27	แสดง Histogram ของความหนา-บาง จุดที่ 3 ค่าที่ 2 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ A	58
รูปที่ 4.28	แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และ แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ของความหนา-บาง จุดที่ 3 ค่าที่ 2 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ A	59
รูปที่ 4.29	แสดงความสามารถของกระบวนการผลิต ขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกัดข้อกำหนดล่างของความหนา-บาง จุดที่ 3 ค่าที่ 2 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ A	60
รูปที่ 4.30	แสดง Histogram ของน้ำหนักชิ้นงาน 31 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ B	61
รูปที่ 4.31	แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และ แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ของน้ำหนักชิ้นงาน 31 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ B	62
รูปที่ 4.32	แสดงความสามารถของกระบวนการผลิต ขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง ของน้ำหนักชิ้นงาน 31 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ B	63
รูปที่ 4.33	แสดง Histogram ของเส้นผ่านศูนย์กลางเขี้ยวล็อค 30 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ B (ข้อมูลดิบ)	64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

		หน้า
รูปที่ 4.34	แสดง Histogram ของเส้นผ่านศูนย์กลางเขี้ยวล็อค 30 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ B (ข้อมูลแปลงโดยวิธี Johnson)	65
รูปที่ 4.35	แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และ แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ของเส้นผ่านศูนย์กลางเขี้ยวล็อค 30 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ B	65
รูปที่ 4.36	แสดงความสามารถของกระบวนการผลิต ขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง ของเส้นผ่านศูนย์กลางเขี้ยวล็อค 30 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ B	66
รูปที่ 4.37	แสดง Histogram ของน้ำหนักชิ้นงาน 22 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ C (ข้อมูลดิบ)	68
รูปที่ 4.38	แสดง Histogram ของน้ำหนักชิ้นงาน 22 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ C (ข้อมูลแปลงโดยวิธี Johnson)	69
รูปที่ 4.39	แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และ แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ของน้ำหนักชิ้นงาน 22 ค่า สุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ C	70
รูปที่ 4.40	แสดงความสามารถของกระบวนการผลิต ขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกัดข้อกำหนดล่างของน้ำหนักชิ้นงาน 22 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ C	71
รูปที่ 4.41	แสดง Histogram ของเส้นผ่านศูนย์กลางชิ้นงาน 22 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ C	72
รูปที่ 4.42	แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และ แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ของเส้นผ่านศูนย์กลางชิ้นงาน 22 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ C	73
รูปที่ 4.43	แสดงความสามารถของกระบวนการผลิต ขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกัดข้อกำหนดล่างของเส้นผ่านศูนย์กลางชิ้นงาน 22 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ C	74
รูปที่ 4.44	แสดง Histogram ของเส้นผ่านศูนย์กลางเกลียว 22 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ C	75
รูปที่ 4.45	แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และ แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ของเส้นผ่านศูนย์กลางเกลียว 22 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ C	76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

		หน้า
รูปที่ 4.46	แสดงความสามารถของกระบวนการผลิต ขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกัดข้อกำหนดล่างของเส้นผ่านศูนย์กลางเกลียวโดย 22 ค่าสุดท้ายของผลิตภัณฑ์ C	77
รูปที่ 4.47	แสดง Histogram ของเส้นผ่านศูนย์กลางขอบปากนอก 22 ค่าสุดท้ายของผลิตภัณฑ์ C	78
รูปที่ 4.48	แสดง Histogram ของเส้นผ่านศูนย์กลางขอบปากนอก 22 ค่าสุดท้ายของผลิตภัณฑ์ C	79
รูปที่ 4.49	แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และ แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ของเส้นผ่านศูนย์กลางขอบปาก 22 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ C	79
รูปที่ 4.50	แสดงความสามารถของกระบวนการผลิต ขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกัดข้อกำหนดล่างของเส้นผ่านศูนย์กลางขอบปากนอกโดย 22 ค่าสุดท้ายของผลิตภัณฑ์ C	80
รูปที่ 4.51	แสดง Histogram ของความสูงรวม 22 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ C	81
รูปที่ 4.52	แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และ แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ของความสูงรวม 22 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ C	82
รูปที่ 4.53	แสดงความสามารถของกระบวนการผลิต ขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกัดข้อกำหนดล่างของความสูงรวม 22 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ C	83
รูปที่ 4.54	แสดง Histogram ของความสูงคอ จุดที่1 22 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ C	84
รูปที่ 4.55	แสดง Histogram ของความสูงคอ จุดที่ 1 22 ค่า สุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ C	85
รูปที่ 4.56	แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และ แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ของความสูงคอ จุดที่ 1 22 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ C	85
รูปที่ 4.57	แสดงความสามารถของกระบวนการผลิต ขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกัดข้อกำหนดล่างของความสูงคอ จุดที่ 1 22 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ C	86
รูปที่ 4.58	แสดง Histogram ของความสูงคอ จุดที่ 2 22 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ C (ข้อมูลดิบ)	87
รูปที่ 4.59	แสดง Histogram ของความสูงคอ จุดที่ 2 22 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ C (ข้อมูลแปลงโดยวิธี Johnson)	88

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

		หน้า
รูปที่ 4.60	แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและ แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ของความสูงคอ จุดที่ 2 22 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ C	88
รูปที่ 4.61	แสดงความสามารถของกระบวนการผลิต ขีดจำกัดข้อกำหนดบนและ ขีดจำกัดข้อกำหนดล่างของความสูงคอ จุดที่ 2 22 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ C	89
รูปที่ 4.62	แสดง Histogram ของความกว้าง Label 22 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ C	90
รูปที่ 4.63	แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และ แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ของความกว้าง Label 22 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ C	91
รูปที่ 4.64	แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ของความกว้าง Label 22 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ C	91
รูปที่ 4.65	แสดงความสามารถของกระบวนการผลิต ขีดจำกัดข้อกำหนดบนและ ขีดจำกัดข้อกำหนดล่างของความกว้างของ Label 22 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ C	92
รูปที่ 4.66	แสดง Histogram ของความหนา-บาง จุดที่ 1 22 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ C	93
รูปที่ 4.67	แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ของความหนา-บาง จุดที่ 1 22 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ C	94
รูปที่ 4.68	แสดงความสามารถของกระบวนการผลิต ขีดจำกัดข้อกำหนดบนและ ขีดจำกัดของกำหนดล่างของความหนา-บาง จุดที่ 1 22 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ C	95
รูปที่ 4.69	แสดง Histogram ของความหนา-บาง จุดที่ 2 22 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ C (ข้อมูลดิบ)	96
รูปที่ 4.70	แสดง Histogram ของความหนา-บาง จุดที่ 2 22 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ C (ข้อมูลแปลงโดยวิธี box-cox)	97
รูปที่ 4.71	แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และ แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ของความหนา-บาง จุดที่ 2 22 ค่าสุดท้ายของผลิตภัณฑ์ C	98
รูปที่ 4.72	แสดงความสามารถของกระบวนการผลิต ขีดจำกัดข้อกำหนดบนและ ขีดจำกัดข้อกำหนดล่างของความหนา-บาง จุดที่ 2 22 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ C	99

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

		หน้า
รูปที่ 4.73	แสดง Histogram ของน้ำหนักชิ้นงาน 36 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ D (ข้อมูลดิบ)	100
รูปที่ 4.74	แสดง Histogram ของน้ำหนักชิ้นงาน 36 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ D (ข้อมูลแปลงโดยวิธี Johnson)	101
รูปที่ 4.75	แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ของน้ำหนักชิ้นงาน ของผลิตภัณฑ์ D	102
รูปที่ 4.76	แสดงความสามารถกระบวนการผลิต ขีดจำกัดข้อกำหนดบนและ ขีดจำกัดข้อกำหนดล่างของน้ำหนักชิ้นงาน 36 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ D	103
รูปที่ 4.77	แสดง Histogram ของความหนา-บาง จุดที่ 1 36 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ D (ข้อมูลดิบ)	104
รูปที่ 4.78	แสดง Histogram ของความหนา-บาง จุดที่ 1 36 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ D (ข้อมูลแปลงโดยวิธี box-cox)	105
รูปที่ 4.79	แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ของความหนา-บาง จุดที่ 1 36 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ D	106
รูปที่ 4.80	แสดงความสามารถของกระบวนการผลิต ขีดจำกัดข้อกำหนดบนและ ขีดจำกัดข้อกำหนดล่างของความหนา-บาง จุดที่ 1 36 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ D	107
รูปที่ 4.81	แสดง Histogram ของความหนา-บาง จุดที่ 2 36 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ D	108
รูปที่ 4.82	แสดง Histogram ของความหนา-บาง จุดที่ 2 36 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ D (ข้อมูลแปลงโดยวิธี Johnson)	109
รูปที่ 4.83	แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ของความหนา-บาง จุดที่ 2 36 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ D	109
รูปที่ 4.84	แสดงความสามารถของกระบวนการผลิต ขีดจำกัดข้อกำหนดบนและ ขีดจำกัดข้อกำหนดล่างของความหนา-บาง จุดที่ 2 36 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ D	110
รูปที่ 4.85	แสดง Histogram ของน้ำหนักชิ้นงาน 24 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ E	112
รูปที่ 4.86	แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ของน้ำหนักชิ้นงาน 24 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ E	113

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

		หน้า
รูปที่ 4.87	แสดงความสามารถของกระบวนการผลิต ขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง ของน้ำหนักชิ้นงาน 24 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ E	114
รูปที่ 4.88	แสดง Histogram ของความยาวชิ้นงาน 24 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ E	115
รูปที่ 4.89	แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ของความยาวชิ้นงาน 24 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ E	116
รูปที่ 4.90	แสดงความสามารถของกระบวนการผลิต ขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง ของความยาวชิ้นงาน 24 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ E	117
รูปที่ 4.91	แสดง Histogram ของความกว้างร่องหู จุดที่ 1 24 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ E	118
รูปที่ 4.92	แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ของความกว้างร่องหู จุดที่ 1 24 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ E	119
รูปที่ 4.93	แสดงความสามารถของกระบวนการผลิต ขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกัดข้อกำหนดล่างของความกว้างร่องหูด้านแรก 24 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ E	120
รูปที่ 4.94	แสดง Histogram ของความกว้างร่องหู จุดที่ 2 24 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ E	121
รูปที่ 4.95	แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ของความกว้างร่องหู จุดที่ 2 24 ค่า สุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ E	122
รูปที่ 4.96	แสดงความสามารถของกระบวนการผลิต ขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง ของความกว้างร่องหู จุดที่ 2 24 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ E	123
รูปที่ 4.97	แสดง Histogram ของเส้นผ่านศูนย์กลางร่องประกอบหู จุดที่ 1 24 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ E	124
รูปที่ 4.98	แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย เส้นผ่านศูนย์กลางร่องประกอบหู จุดที่ 1 24 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ E	125
รูปที่ 4.99	แสดงความสามารถของกระบวนการผลิด ขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกัดข้อกำหนดล่างของเส้นผ่านศูนย์กลางร่องประกอบหู จุดที่ 1 24 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ E	126
รูปที่ 4.100	แสดง Histogram ของเส้นผ่านศูนย์กลางร่องประกอบหู จุดที่ 2 24 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ E	127

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

		หน้า
รูปที่ 4.101	แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย เส้นผ่านศูนย์กลางร่องประกอบหู จุดที่ 2 24 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ E	128
รูปที่ 4.102	แสดงความสามารถของกระบวนการผลิต ขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกัดข้อกำหนดล่างของเส้นผ่านศูนย์กลางร่องประกอบหู จุดที่ 2 24 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ E	129
รูปที่ 4.103	แสดง Histogram ของน้ำหนักชิ้นงาน ค่า 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ F (ข้อมูลดิบ)	131
รูปที่ 4.104	แสดง Histogram ของน้ำหนักชิ้นงาน ค่า 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ F (ข้อมูลแปลงโดยวิธี Johnson)	132
รูปที่ 4.105	แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย น้ำหนักชิ้นงาน 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ F	132
รูปที่ 4.106	แสดงความสามารถของกระบวนการผลิต ขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกัดข้อกำหนดล่างของน้ำหนักชิ้นงาน 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ F	133
รูปที่ 4.107	แสดง Histogram ของเส้นผ่านศูนย์กลางขอบปาก 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ F	134
รูปที่ 4.108	แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และ แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย เส้นผ่านศูนย์กลางขอบปาก 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ F	135
รูปที่ 4.109	แสดงความสามารถของกระบวนการผลิต ขีดจำกัดกำหนดบนและขีดจำกัดกำหนดล่างของเส้นผ่านศูนย์กลางขอบปาก 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ F	136
รูปที่ 4.110	แสดง Histogram ของเส้นผ่านศูนย์กลางเขี้ยวล็อค 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ F (ข้อมูลดิบ)	137
รูปที่ 4.111	แสดง Histogram ของเส้นผ่านศูนย์กลางเขี้ยวล็อค 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ F (ข้อมูลแปลงโดยวิธี Johnson)	138
รูปที่ 4.112	แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย เส้นผ่านศูนย์กลางเขี้ยวล็อค 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ F	138

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

		หน้า
รูปที่ 4.113	แสดงความสามารถของกระบวนการผลิต ขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกัดข้อกำหนดล่างของเส้นผ่านศูนย์กลางเบี้ยวล็อค 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ F	139
รูปที่ 4.114	แสดง Histogram ของความหนา-บาง จุดที่ 1 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ F	140
รูปที่ 4.115	แสดง Histogram ของความหนา-บาง จุดที่ 1 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ F	141
รูปที่ 4.116	แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ความหนา-บาง จุดที่ 1 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ F	141
รูปที่ 4.117	แสดงความสามารถของกระบวนการผลิต ขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกัดข้อกำหนดล่างของหนา-บาง จุดที่ 1 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ F	142
รูปที่ 4.118	แสดง Histogram ของความหนา-บาง จุดที่ 2 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ F (ข้อมูลดิบ)	143
รูปที่ 4.119	แสดง Histogram ของความหนา-บาง จุดที่ 2 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ F (ข้อมูลแปลงโดยวิธี Johnson)	144
รูปที่ 4.120	แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ความหนา-บาง จุดที่ 2 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ F	144
รูปที่ 4.121	แสดงความสามารถของกระบวนการผลิต ขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกักข้อกำหนดล่างของหนา-บาง จุดที่ 2 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ F	145
รูปที่ 4.122	แสดง Histogram ของน้ำหนักชิ้นงาน 31 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ G	146
รูปที่ 4.123	แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และ แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย น้ำหนักชิ้นงาน 31 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ G	147
รูปที่ 4.124	แสดงความสามารถของกระบวนการผลิต ขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกัดข้อกำหนดล่างของน้ำหนักชิ้นงาน 31 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ G	148
รูปที่ 4.125	แสดง Histogram ของเส้นผ่านศูนย์กลางในฝา 31 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ G	149
รูปที่ 4.126	แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย เส้นผ่านศูนย์กลางในฝา 31 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ G	150

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.127 แสดงความสามารถของกระบวนการผลิต ขีดจำกัดข้อกำหนดบนและ ขีดจำกัดข้อกำหนดล่างของเส้นผ่านศูนย์กลางในฝา 31 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ G 151

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันนี้ เครื่องใช้ในชีวิตประจำวันเกือบทุกชิ้นล้วนแล้วแต่มีส่วนประกอบของพลาสติกทั้งสิ้น การนำเอาพลาสติกมาใช้ได้ขยายวงกว้างอย่างรวดเร็ว ตั้งแต่ถุงพลาสติกราคาชิ้นละไม่กี่สตางค์ ไปยังชิ้นส่วนอิเลคโทรนิคหรือชิ้นส่วนยางรถยนต์ราคาสูง

เนื่องจากคุณสมบัติที่โดดเด่นของพลาสติก คือ มีน้ำหนักเบา ทำให้สะดวกต่อการถือหิ้วและการขนส่ง ตลอดจนมีความทนทาน อยู่ได้เป็นเวลานาน และเนื่องจากประโยชน์จากพลาสติกที่มีอยู่มาก จึงเข้ามาแทนที่วัสดุอื่นๆ เช่น โลหะต่างๆ และไม้

ช่วงหลายสิบปีที่ผ่านมานี้จึงมีการพัฒนาพลาสติกทำให้มีส่วนสำคัญในเทคโนโลยีชั้นสูงต่างๆ เช่น โครงการอวกาศ เสื้อกันกระสุน หรือแม้แต่ทางการแพทย์ เช่น แขนหรือขาเทียม กระติกน้ำแข็ง อุปกรณ์ทดลองทางวิทยาศาสตร์ ผลิตภัณฑ์บรรจุอาหาร

จะเห็นได้ว่าพลาสติกนั้นมีส่วนสำคัญต่อชีวิตประจำวันมากมาย ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้เกี่ยวกับกระบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์จากพลาสติกของบริษัท กรุงไทยพลาสแพค จำกัด โดยอาศัยหลักเกณฑ์ของการควบคุมคุณภาพเชิงสถิติเข้ามาช่วยในการศึกษาข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลและการนำเสนอข้อมูล

1.2 วัตถุประสงค์ที่ศึกษา

1. เพื่อศึกษากระบวนการควบคุมคุณภาพการผลิตบรรจุภัณฑ์พลาสติกและวิเคราะห์หาวิธีการควบคุมคุณภาพทางสถิติที่เหมาะสมกับบรรจุภัณฑ์พลาสติกชนิดต่างๆ
2. เพื่อวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์พลาสติกชนิดต่างๆ
3. เพื่อคำนวณหาขีดจำกัดข้อกำหนดบน (USL) และ ขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง (LSL)

1.3 ขอบเขตการศึกษา

ในการศึกษาการควบคุมคุณภาพครั้งนี้ ได้ทำการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์พลาสติกโดยมีการตรวจวัดคุณภาพผลิตภัณฑ์ทั้งหมด 7 ชนิด ดังนี้

1. ผลิตภัณฑ์ A
2. ผลิตภัณฑ์ B
3. ผลิตภัณฑ์ C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ผลิตภัณฑ์ D

5. ผลิตภัณฑ์ E

6. ผลิตภัณฑ์ F

7. ผลิตภัณฑ์ G

โดยข้อมูลที่ได้ทำการเก็บในช่วงเดือน พฤษภาคม 2007 ถึง ธันวาคม 2007 ของบริษัท กรุงไทยพลาสแพค จำกัด 173 หมู่ 1 บางเสาธง สมุทรปราการ 10540 เพื่อนำมาสร้างแผนภูมิควบคุมคุณภาพ และวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการผลิตโดยอาศัยทฤษฎีการควบคุมคุณภาพ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อเป็นแนวทางในการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์บรรจุภัณฑ์พลาสติกของบริษัทได้

2. ผลจากการศึกษาการวิเคราะห์การควบคุมคุณภาพนี้ จะสามารถนำมาใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาคุณภาพการผลิตบรรจุภัณฑ์พลาสติกของบริษัทได้

1.5 นิยามคำศัพท์เฉพาะ

การควบคุมคุณภาพ (Quality Control) หมายถึง การบริหารงานในด้านการควบคุมวัตถุดิบ การควบคุมการผลิต และควบคุมผลิตภัณฑ์ เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ได้มาตรฐานที่กำหนดไว้ รวมทั้งคอยติดตามแก้ไขไม่ให้ผลิตภัณฑ์ที่สำเร็จออกมามีความบกพร่องและเสียหาย ซึ่งสามารถสร้างความพึงพอใจแก่ลูกค้าที่มีต้นทุนต่ำ

แผนภูมิควบคุม (Control Chart) หมายถึง กราฟที่แสดงการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลที่รวบรวมมาจากการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ในช่วงเวลาหนึ่ง เพื่อตรวจสอบว่ามีผลิตภัณฑ์ใดอยู่นอกขีดจำกัดและเพราะสาเหตุใด

การควบคุมคุณภาพเชิงสถิติ (Statistical Quality Control) หมายถึง การนำหลักการและวิธีการทางสถิติต่างๆอันได้แก่ การเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล การนำเสนอข้อมูลและการสรุปผลมาใช้ เพื่อแก้ไขปัญหาต่างๆในการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ (Specification) หมายถึง การกำหนดลักษณะของผลิตภัณฑ์ซึ่งเป็นตัวบ่งถึงระดับคุณภาพของผลิตภัณฑ์

Label หมายถึง ฉลากหรือตราสัญลักษณ์ของผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาถึงการควบคุมภาพการตรวจสอบผลิตภัณฑ์บรรจุภัณฑ์ ที่อยู่ในบริษัทมีหลายชนิด แต่ในงานวิจัยครั้งนี้ ได้ทำการเลือกผลิตภัณฑ์บรรจุภัณฑ์ มาทั้ง 7 ชนิด ของบริษัทกรุงไทยพลาสแพค จำกัด โดยอาศัยทฤษฎีและหลักการทางสถิติที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมคุณภาพดังนี้

2.1.1 แผนภูมิควบคุมคุณภาพ (Control Chart)

แผนภูมิควบคุม คือ เครื่องมือตรวจสอบความเปลี่ยนแปลงไปของกระบวนการผลิต เพื่อการแก้ไขปัญหาด้อยคุณภาพได้อย่างรวดเร็ว และไม่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อสินค้าที่ผลิต

ลักษณะความผันแปรในกระบวนการผลิตมี 2 ประการ ได้แก่

1. ความผันแปรตามธรรมชาติ (Common Cause) เกิดขึ้นจากความแตกต่างเล็กๆ น้อยๆ ในปัจจัยการผลิต เช่น คน วัตถุดิบ ไม่มีความรุนแรงและมีผลต่อคุณภาพ ตัวชิ้นงานจะแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย ซึ่งอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ทางเทคนิคซึ่งได้อนุญาตไว้แล้วในค่าพิกัดความเผื่อของชิ้นงาน (Tolerance)

2. ความผันแปรจากความผิดปกติ (Special Cause) เกิดขึ้นจากความผิดพลาดของปัจจัยต่างๆ ในการผลิต ซึ่งจำเป็นต้องแก้ไขเพื่อให้คุณภาพชิ้นงานกลับสู่ภาวะปกติ

2.1.1.1 ชนิดของแผนภูมิควบคุม

แบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ โดยแบ่งตามข้อมูลที่สนใจ คือ

1. แผนภูมิควบคุมชนิดแอตทริบิวต์

แผนภูมิควบคุมชนิดแอตทริบิวต์ ที่สำคัญประกอบด้วย

- แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย (p- chart)
- แผนภูมิควบคุมจำนวนชิ้นงานของเสีย (np- chart)
- แผนภูมิควบคุมรอยตำหนิ (c - chart)
- แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อชิ้น (u – chart)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. แผนภูมิควบคุมชนิดแปรผัน

แผนภูมิควบคุมชนิดแปรผัน ที่สำคัญประกอบด้วย

- แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$ - chart)
- แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย (R- chart)
- แผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S- chart)
- แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยว (X – chart)
- แผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ (Moving range chart)

แผนภูมิควบคุมค่าที่ใช้ในการวิเคราะห์ในครั้งนี้ได้แก่ แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย

2.1.1.2 ขั้นตอนการสร้างแผนภูมิควบคุม

1. กำหนดสิ่งที่ต้องการควบคุมหรือวัตถุประสงค์ของการควบคุมซึ่งขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ผลิตและชนิดของแผนภูมิควบคุมที่เลือกใช้ อย่างเช่น แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$ - chart) แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย(R- chart) เป็นต้น สิ่งที่ควบคุม คือ ค่าของข้อมูลที่มีคุณสมบัติในเชิงปริมาณและคุณภาพ เช่น น้ำหนัก เส้นผ่านศูนย์กลางของบรรจุภัณฑ์แต่ละชนิดแตกต่างกัน

2. เก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อสร้างแผนภูมิควบคุม โดยตัวอย่างที่เก็บมานั้น จะนำไปใช้ในการคำนวณหาขีดจำกัดควบคุมต่อไป

3. คำนวณขีดจำกัดควบคุม และสร้างแผนภูมิควบคุม โดยแผนภูมิควบคุมประกอบไปด้วยขีดจำกัดควบคุมบน เส้นกึ่งกลาง และขีดจำกัดควบคุมล่าง

4. เขียนจุดและวิเคราะห์แผนภูมิควบคุม เมื่อได้แผนภูมิควบคุมแล้ว ขั้นตอนต่อไปเป็นการเขียนจุดของตัวอย่างข้อมูลลงในแผนภูมิควบคุม จากนั้นทำการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุมการกระจายของจุดบนแผนภูมิ จะแสดงถึงสภาพของกระบวนการผลิตว่าอยู่ภายใต้การควบคุมหรือไม่ และสมควรหยุดกระบวนการผลิตเพื่อปรับตัวกระบวนการผลิตหรือไม่

2.1.1.3 ลักษณะของแผนภูมิควบคุม

1. ลักษณะของแผนภูมิควบคุมที่อยู่ภายใต้การควบคุม มีดังนี้

1.1 ประมาณ 2 หรือ 3 จุดบนแผนภูมิควบคุมคุณภาพควรอยู่บนหรือล่างของเส้นกึ่งกลาง หรือเส้นค่าเฉลี่ย

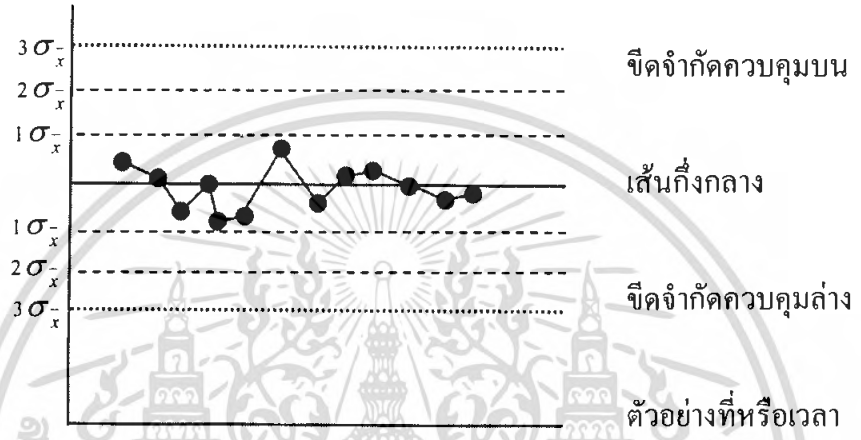
1.2 มีจุดที่น้อยที่สุดอยู่ใกล้เส้นขีดจำกัดควบคุมบนและเส้นขีดจำกัดควบคุมล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ที่ตั้งของจุดควรจะอยู่ข้ามไปข้ามมาบนเส้นกึ่งกลางหรือเส้นค่าเฉลี่ย

1.4 จุดต่างๆบนแผนภูมิควบคุมคุณภาพควรที่จะสมดุลกันทั้งสองข้างของเส้นกึ่งกลางหรือเส้นค่าเฉลี่ย

1.5 ไม่มีจุดใดเลยตกนอกเส้นขีดจำกัดควบคุมบน และเส้นขีดจำกัดควบคุมล่างของแผนภูมิควบคุมคุณภาพ



รูปที่ 2.1 สภาพของกระบวนการผลิตที่อยู่ภายใต้การควบคุม

2. ลักษณะของแผนภูมิควบคุมที่ไม่อยู่ภายใต้การควบคุม มีดังนี้ (Besterfield, 2004)

2.1 มีจุดพิกัดอย่างน้อย 1 จุด ตกอยู่ข้างนอกขีดจำกัดการ ควบคุม

2.2 มีจุดพิกัด 2 ใน 3 จุดที่ต่อเนื่องกันตกอยู่นอกเส้น 2σ แต่ยังคงอยู่ในขีดจำกัดการควบคุม

2.3 มีจุดพิกัด 4 ใน 5 จุด ที่ต่อเนื่องกันตกอยู่นอกเส้น 1σ

2.4 มีจุดพิกัด 8 จุด ที่ต่อเนื่องกันตกอยู่ด้านใดด้านหนึ่งของเส้นกึ่งกลาง

2.5 มีจุดพิกัด 6 จุด ที่ต่อเนื่องกันแสดงแนวโน้มค่อยๆเพิ่มขึ้นหรือค่อยๆลดลง

2.6 มีจุดพิกัด 15 จุด ที่ต่อเนื่องกันในแนวแถวตกอยู่ในเส้น 1σ

2.7 มีจุดพิกัด 14 จุด ที่ต่อเนื่องกันในแนวแถวสลับกันขึ้นและลง

2.8 มีจุดพิกัด 8 จุดที่ต่อเนื่องกันในแนวแถวตกอยู่นอกเส้น 1σ

2.9 มีรูปแบบผิดปกติหรือรูปแบบไม่สุ่มเกิดขึ้น

2.10 มี 1 จุดหรือมากกว่า 1 จุด อยู่ใกล้ๆกับขีดจำกัดการเตือนหรือขีดจำกัดการควบคุม

รูปแบบการกระจายตัวทั้งหมดข้างต้นที่กล่าวมานี้ เป็นรูปแบบที่ใช้ในการพิจารณาการกระจายตัวของจุดข้อมูลในแผนภูมิที่แสดงถึงความผิดปกติ ที่แสดงว่ากระบวนการผลิตไม่อยู่ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การควบคุม รูปแบบการกระจายตัวทั้งหมดนี้จะถูกนำไปใช้อธิบายผลการวิเคราะห์ข้อมูลในบทที่ 4 เพื่อประเมินว่ากระบวนการผลิตนั้นอยู่ในการควบคุมหรือไม่

2.1.1.4 ประโยชน์ของแผนภูมิควบคุม

แผนภูมิควบคุมเป็นวิธีการทางสถิติที่สำคัญในการควบคุมกระบวนการผลิตนอกจากนี้ แผนภูมิควบคุมยังมีประโยชน์อื่น ๆ อีกหลายอย่าง ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

1. ควบคุมและเฝ้าระวังกระบวนการผลิตได้ทันต่อเหตุการณ์ สิ่งที่ต้องการควบคุมจะถูกสุ่มตัวอย่าง และเขียนจุดลงบนแผนภูมิควบคุมเป็นระยะๆ ถ้าจุดมิได้แสดงความผิดปกติก็แสดงว่ากระบวนการผลิตยังอยู่ในการควบคุม เมื่อใดที่จุดแสดงความผิดปกติผู้ควบคุมการผลิตก็สามารถปรับปรุงกระบวนการผลิตให้สภาพการผลิตกลับสู่ปกติได้อย่างทันท่วงที นอกจากนี้สภาพการกระจายของจุดในแผนภูมิควบคุมยังสามารถใช้เพื่อคาดการณ์สภาพการของกระบวนการผลิตในอนาคตได้อีกด้วย

2. รู้ถึงสมรรถภาพกระบวนการ กระบวนการที่อยู่ภายใต้การควบคุมอาจอยู่ในข้อกำหนดหรือไม่ก็ได้ กระบวนการผลิตที่แสดงว่าอยู่ภายใต้การควบคุมเชิงสถิติสามารถนำไปใช้เพื่อคำนวณถึงสมรรถภาพกระบวนการ เพื่อหาความสามารถในการผลิตของกระบวนการภายใต้ข้อกำหนด ผลของสมรรถภาพกระบวนการที่ได้จะเป็นประโยชน์อย่างสำคัญต่อผู้บริหารในการตัดสินใจในด้านต่างๆ เช่น การตัดสินใจเพื่อลงทุนปรับปรุงสมรรถภาพกระบวนการ ฯลฯ

3. แผนภูมิควบคุมช่วยเพิ่มผลผลิต แผนภูมิควบคุมมีส่วนช่วยอย่างสำคัญในการลดจำนวนของเสีย และการทำซ้ำ ตัวอย่างเช่น แผนภูมิควบคุมสาเหตุของเสีย และแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย การลดของเสียจากการผลิต และลดการทำซ้ำก็ช่วยเพิ่มผลผลิตให้กับกระบวนการ

4. แผนภูมิควบคุมช่วยป้องกันปัญหาด้านคุณภาพ ช่วยให้กระบวนการผลิตอยู่ภายใต้การควบคุมตลอดเวลา การใช้แผนภูมิควบคุมจะช่วยขจัดสภาพการผลิตสินค้าด้อยคุณภาพ เมื่อใดที่กระบวนการผลิตเริ่มแสดงผิดปกติแผนภูมิควบคุมจะแสดงให้รู้ ทำให้ผู้ควบคุมเครื่องจักรสามารถแก้ปัญหาได้

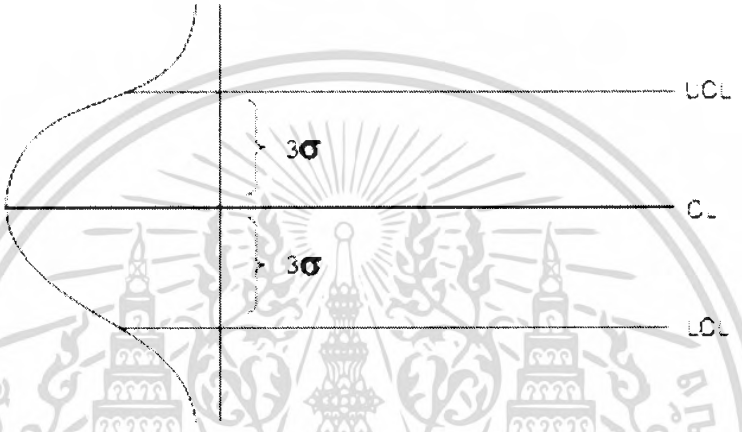
5. แผนภูมิควบคุมช่วยป้องกันการปรับแต่งกระบวนการโดยไม่จำเป็น ซึ่งแผนภูมิควบคุมสามารถแยกแยะสภาพความแปรปรวนของกระบวนการผลิตว่าเมื่อใดเป็นความแปรปรวนตามสภาพธรรมชาติ และเมื่อใดเป็นสภาพความแปรปรวนที่เกิดจากความผิดปกติ การแยกแยะสภาพความแปรปรวนนี้ไม่มีวิธีใดจะดีเท่ากับการใช้แผนภูมิควบคุมเป็นตัวกำหนดว่าถึงเวลาแล้วหรือยังที่ควรปรับแต่งกระบวนการผลิต

6. แผนภูมิควบคุมให้ข้อมูลเพื่อการแก้ไขกระบวนการผลิต การวิเคราะห์สภาพการกระจายของจุดในแผนภูมิควบคุมอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอจะทำให้ข้อมูลเพื่อการแก้ไขกระบวนการผลิต เช่น การเปลี่ยนวัตถุดิบ การเปลี่ยนวิธีการทำงาน เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1.5 องค์ประกอบของแผนภูมิควบคุม

จากหลักการทางสถิติที่ว่า ข้อมูลที่วัดได้จากกระบวนการผลิตจะมีการแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution) ซึ่งมีค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง 2 ค่า คือ ค่าเฉลี่ย (μ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ) โดยมีโอกาสหรือความน่าจะเป็นที่ค่าสังเกตที่วัดได้จะอยู่ในช่วง $\pm 3\sigma$ เท่ากับ 0.9974 สามารถนำหลักการดังกล่าวมาสร้างกราฟแผนภูมิควบคุม ซึ่งประกอบด้วยเส้นสำคัญ 3 เส้น ได้ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 กราฟแสดงองค์ประกอบของแผนภูมิควบคุม

เส้นแกนกลาง (Central Line : CL) เป็นค่าเฉลี่ยของกระบวนการผลิต ซึ่งคำนวณได้โดยนำค่าจากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดมาหาค่าเฉลี่ย

ขีดจำกัดควบคุมด้านบน (Upper Control Limit : UCL) เป็นเส้นที่มีระยะห่างจากเส้นแกนกลางเท่ากับ 3σ ทางค่ามาก

ขีดจำกัดควบคุมด้านล่าง (Lower Control Limit : LCL) เป็นเส้นที่มีระยะห่างจากเส้นแกนกลางเท่ากับ 3σ ทางค่าน้อย

จากรูปที่ 2.2 ขีดจำกัดควบคุมด้านบนและล่าง แสดงถึงขอบเขตของความแปรผันที่อยู่ในระดับคุณภาพมาตรฐานที่ผู้ผลิตยอมรับได้ ซึ่งอยู่ในช่วง $\pm 3\sigma$ เท่านั้น ดังนั้น หากค่าสังเกตที่วัดได้กระจายอยู่ภายในขอบเขตดังกล่าว ก็แสดงว่ากระบวนการผลิตยังอยู่ภายใต้การควบคุม (In Control) สินค้าที่ผลิตได้มีคุณภาพตรงตามมาตรฐาน ในทางกลับกัน หากความแปรผันมีมากเกินไป ทำให้ค่าสังเกตที่วัดได้อยู่นอกเส้นขีดจำกัดทั้ง 2 ก็แสดงว่า กระบวนการผลิตนี้ อยู่เหนือการควบคุม (Out of Control) หรือสินค้าดังกล่าวไม่ได้คุณภาพตามมาตรฐานการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1.6 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$ - Chart)

หลักการของ $\overline{X}$ - Chart คือ หากกระบวนการผลิตอยู่ในการควบคุม ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ที่วัดได้ควรจะกระจายอยู่รอบๆ ค่าเฉลี่ยมาตรฐาน (μ) โดยมีการกระจายอย่างสุ่ม และทุกๆ ค่าของ $\overline{X}$ ควรอยู่ในช่วง $\mu \pm 3\ \sigma_{\overline{X}}$ แต่เนื่องจากไม่ทราบค่า μ ดังนั้นสามารถประมาณค่า μ จากค่าเฉลี่ยของ $\overline{X}$ ได้ดังนี้

$$\overline{\overline{X}} = \frac{\sum_{i=1}^{k} \overline{X_i}}{k}$$

เมื่อ $\overline{\overline{X}}$ หมายถึง ค่าเฉลี่ยมาตรฐาน (ซึ่งได้จากการประมาณค่าเฉลี่ยของ $\overline{X_i}$)

k หมายถึง จำนวนชุดตัวอย่างที่สุ่มมา

และเนื่องจาก $\sigma_{\overline{X}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$ เมื่อ n = ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่สุ่ม ดังนั้น การสร้างแผนภูมิควบคุมจึงคำนวณขีดจำกัดควบคุมด้านบนและล่างได้จากสมการ $\overline{X} \pm 3\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$ หรือ $\frac{\sigma}{A}$ ซึ่งค่า $\frac{3}{\sqrt{n}}$ หาได้จากค่า A ในตาราง Factor for Control Chart (Montgomery , 2001) ดังนั้นเราสามารถสร้างสูตรเพื่อหาค่า CL, LCL และ UCL ได้ดังนี้

$$UCL_{\bar{x}} = \overline{\overline{X}} + A\sigma$$

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

$$LCL_{\bar{x}} = \overline{\overline{X}} - A\sigma$$

ในกรณีที่ไม่ทราบค่า σ จะประมาณค่าของ σ จากค่าพิสัย (R) โดยที่ σ และ R มีความสัมพันธ์กัน ดังนี้

$$\sigma = \frac{\overline{R}}{d_2} \qquad \text{เมื่อ} \qquad \overline{R} = \frac{\sum_{i=1}^{k} R_i}{k}$$

ค่า d_2 ในสูตรหาได้จากค่า A_2 ในตาราง Factor for Control Chart (Montgomery , 2001) ดังรายละเอียดในภาคผนวก ดังนั้นเราสามารถแผนภูมิควบคุมจึงคำนวณขีดจำกัดควบคุมได้จาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$\bar{\bar{x}} \pm 3\frac{\bar{R}}{d_2\sqrt{n}}$ และแทน $\frac{3}{d_2\sqrt{n}}$ ด้วยค่า A_2 ก็จะสามารถสร้างสูตรเพื่อหาค่า CL, LCL และ UCL ในกรณีที่ไม่ทราบค่า σ ได้ดังนี้

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

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

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

2.1.1.7 แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย (R - Chart)

เป็นแผนภูมิที่ใช้วัดความแปรผันของผลิตภัณฑ์ กล่าวคือ เป็นการวัดความแตกต่างกันของ สินค้าแต่ละหน่วยในกระบวนการผลิตสินค้า โดยหากค่าพิสัยที่ได้มีค่าน้อย (ความแปรผันต่ำ) แสดงว่ากระบวนการผลิตคงที่ โอกาสหรือความน่าจะเป็นที่จะได้ผลิตภัณฑ์ตรงตามมาตรฐานที่กำหนดไว้จะมีค่ามาก ในทางกลับกันหากค่าพิสัยที่ได้มีค่ามาก(ความแปรผันสูง) แสดงว่ากระบวนการผลิตไม่คงที่เปลี่ยนแปลงบ่อย ดังนั้น โอกาสที่จะได้ผลิตภัณฑ์ตรงตามมาตรฐานที่กำหนดไว้จึงมีน้อยด้วย

การสร้างแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย (R – Chart) จะมีหลักการเช่นเดียวกับแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$ - Chart) โดยมีสูตรในการคำนวณ ดังนี้

กรณีที่ทราบค่า σ :

$$UCL_R = D_2\sigma$$

$$CL_R = d_2\sigma$$

$$LCL_R = D_1\sigma$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณีที่ไม่ทราบค่า σ :

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

$$CL_R = \overline{R}$$

$$LCL_R = D_3 \overline{R}$$

โดยที่

$$\overline{R} = \frac{\sum_{i=1}^{k} R_i}{k}$$

และค่า d_2, D_1, D_2, D_3 และ D_4 สามารถหาได้จากตาราง Factor for Control Chart (Montgomery , 2001) ดังรายละเอียดในภาคผนวก

2.1.2 ความสามารถกระบวนการ

คุณภาพของผลิตภัณฑ์เป็นสิ่งหนึ่งที่เกิดจากวิธีการผลิตหรือกระบวนการผลิต ถ้าผลิตภัณฑ์ใดมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ที่ดี นั่นก็หมายความว่าในกระบวนผลิตปราศจากความแปรผัน หรืออาจมีความแปรผันแต่ความแปรผันที่เกิดขึ้นมีน้อยมาก แต่ถ้าคุณภาพของผลิตภัณฑ์ใดมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่ดี หรือมีผลิตภัณฑ์เสียมาก นั่นหมายความว่า กระบวนการผลิตมีความผันแปรมาก และความผันแปรที่เกิดขึ้นนี้มาจากกระบวนการผลิต จะเป็นส่วนบ่งชี้ถึงความสามารถในกระบวนการผลิตว่า มีความสามารถในการผลิตเป็นอย่างไร มีศักยภาพของกระบวนการผลิตเป็นอย่างไร และสมรรถนะของกระบวนการผลิตเป็นอย่างไร ซึ่งการศึกษาถึงองค์ประกอบต่างๆเหล่านี้เรียกอย่างง่ายๆก็คือการศึกษาความสามารถของกระบวนการ

โดยความสามารถของกระบวนการในวิธีการผลิตหนึ่ง จะรวมถึง คน เครื่องจักร วัตถุดิบ การเก็บวัดข้อมูล และสิ่งแวดล้อม ซึ่งการศึกษาความสามารถของกระบวนการผลิต คือ การีหาความผันแปรทั้งหมดและความคงที่ของกระบวนการผลิตที่มีเวลาเป็นส่วนประกอบหนึ่ง มีความสำคัญที่จะต้องพิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงในระดับคุณภาพ เนื่องจากเครื่องมือหรือการทดแทนเครื่องมือที่ช่วยเพิ่มความสามารถของเครื่องจักรนั้น คือ การศึกษาความแปรผันตามธรรมชาติที่คนไม่สามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่จะทำการแก้ไขปรับปรุงได้ การศึกษาในช่วงนี้จะทำภายใต้เงื่อนไขของการควบคุม ตลอดจนหาความแปรผันตามธรรมชาติที่เกิดขึ้น เช่น การควบคุมคุณภาพวัตถุดิบและการวัดหรือควบคุมเครื่องมือให้มีความเที่ยงตรงขึ้น

2.1.2.1 การหาดัชนีวัดความสามารถของกระบวนการ

ในอุตสาหกรรมการผลิต จะมีกระบวนการดำเนิน คือ การออกแบบการผลิตซึ่งรวมไปถึงการตรวจสอบข้อกำหนดของสินค้าจะกำหนดในขั้นตอนการออกแบบด้วย ในขั้นตอนของการผลิตผู้ควบคุมการผลิตจะต้องควบคุมให้สินค้าที่ผลิตตรงตามข้อกำหนด ขั้นตอนการตรวจสอบเป็นขั้นตอนการยืนยันให้สินค้าที่ผลิตมีลักษณะคุณภาพตรงตามข้อกำหนด ในการควบคุมคุณภาพต้องพิจารณาถึงคุณภาพสินค้าว่าอยู่ภายในขีดจำกัดข้อกำหนดหรือไม่ เพื่อที่จะให้สามารถทราบถึงความสามารถของกระบวนการผลิตว่าต้องได้รับการปรับปรุงแก้ไขอย่างไร โดยวิธี การคำนวณหาดัชนีวัดความสามารถของกระบวนการผลิตว่าต้องได้รับการปรับปรุงแก้ไขอย่างไร โดยวิธีการคำนวณหาดัชนีชี้วัดความสามารถของกระบวนการผลิต(Process capability) จะตั้งอยู่บนพื้นฐานกระบวนการผลิตภายใต้การควบคุมสม่ำเสมอ ซึ่งมีขั้นตอนการพิจารณา ดังนี้

1. กำหนดขีดจำกัดข้อกำหนดบน (Upper specification limit หรือ USL) และขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง (Lower specification limit หรือ LSL) โดยขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง จะกำหนดขึ้นจากรัฐบาลหรือโรงงานในการสร้างมาตรฐานของสินค้าใดสินค้าหนึ่ง

2. สำหรับการวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการผลิต (Process capability) ว่าเป็นไปตามข้อกำหนดหรือไม่ สามารถคำนวณได้จากวิธีการต่อไปนี้ คือ (Montgomery , 2001)

2.1 ดัชนีวัดความสามารถของกระบวนการผลิต (Process capability index, C_p)

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

เมื่อ USL เป็นขีดจำกัดข้อกำหนดบน

LSL เป็นขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง

σ เป็นค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกระบวนการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ค่าดัชนีวัดความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น C_{pk} (Capability Index ได้จากการหาค่าต่ำสุดของดัชนี C_{PU} (Upper Capability Index) และ C_{PL} (Lower Capability Index)

$$C_{pk} = \text{MIN}\{ C_{PU}, C_{PL} \}$$

เมื่อ C_{PU} คือ ค่าดัชนีวัดความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น กรณีกำหนดขอบเขตด้านขีดจำกัดข้อกำหนดบน

และ C_{PL} คือ ค่าดัชนีวัดความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น กรณีกำหนดขอบเขตด้านขีดจัดข้อกำหนดล่าง

สูตรในการประมาณค่า C_{PU} และ C_{PL} มีดังนี้ (Montgomery , 2001)

$$C_{PU} = \frac{(USL - \bar{\bar{X}})}{3\sigma_{within}}$$

$$C_{PL} = \frac{\bar{\bar{X}} - LSL}{3\sigma_{within}}$$

โดยที่ σ_{within} = within-subgroup standard deviation

2.3 ค่าดัชนีวัดความสามารถของกระบวนการผลิตระยะยาว P_{pk} (Performance Index) ได้จากการหาค่าต่ำสุดของดัชนี P_{PU} (Upper Performance Index) และ P_{PL} (Lower Performance Index)

$$P_{pk} = \text{MIN}\{ P_{PU} , P_{PL} \}$$

เมื่อ P_{PU} คือ ค่าดัชนีวัดความสามารถของกระบวนการผลิตระยะยาว กรณีกำหนดขอบเขตด้านขีดจำกัดข้อกำหนดบน

และ P_{PL} คือ ค่าดัชนีวัดความสามารถของกระบวนผลิตการระยะยาว กรณีกำหนดขอบเขตด้านขีดจัดข้อกำหนดล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูตรในการประมาณค่า P_{PU} และ P_{PL} มีดังนี้ (Montgomery , 2001)

$$P_{PU} = \frac{(USL - \bar{\bar{X}})}{3\sigma_{overall}}$$

$$P_{PL} = \frac{(\bar{\bar{X}} - LSL)}{3\sigma_{overall}}$$

โดยที่ $\sigma_{overall}$ = overall standard deviation

3. การตัดสินใจว่าดัชนีชี้ความสามารถของกระบวนการ (C_p) ว่ามีความสามารถหรือไม่ การตัดสินใจจะใช้การเปรียบเทียบการกระจายภายใต้ 6σ ให้มีค่าเท่ากับความกว้างของขอบเขตข้อกำหนดบนและล่าง ค่าของ C_p ที่คำนวณได้จะใช้ในการประเมินความสามารถของกระบวนการผลิต เมื่อเปรียบเทียบกับขีดจำกัดข้อกำหนด ซึ่งค่า C_p ที่ได้จะมีกรณีต่างๆ ดังนี้

กรณี 1 เมื่อ $C_p < 1$ แสดงว่า กระบวนการผลิตสินค้าอยู่ในระดับที่ยังไม่สามารถควบคุมได้ หรือไม่เป็นไปตามข้อกำหนด ทำให้สัดส่วนของเสียมากขึ้น ดังนั้นเพื่อที่ลดสัดส่วนของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตนี้จะมีแนวทางแก้ปัญหา คือ

1. ลดความแปรผันในกระบวนการผลิต นั่นคือ ต้องปรับทั้งค่าเฉลี่ยและความผันแปรเสียใหม่ ซึ่งจะทำเช่นนี้ได้ต้องเปลี่ยนเงื่อนไขเกี่ยวกับการผลิต ซึ่งอาจเป็นเพียงการติดตั้งเครื่องจักรใหม่หรือปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ประกอบการให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น แต่ในบางครั้งอาจถึงขั้นการเปลี่ยนแปลงขนาดใหญ่ เช่น เปลี่ยนวัตถุดิบ เปลี่ยนเครื่องจักรใหม่หรือเปลี่ยนกระบวนการผลิตใหม่ อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวย่อมเสียค่าใช้จ่ายและเวลามากขึ้นด้วย

2. กรณีที่ไม่อาจเปลี่ยนแปลงปัจจัยการผลิตต่างๆ ได้ แม้ว่าจะได้คุณภาพไม่ตรงตามเกณฑ์ที่กำหนดก็ตาม อาจจะแก้ไขปรับปรุงเกณฑ์ที่ข้อกำหนดเสียใหม่ โดยยึดหลักขีดความสามารถในการผลิตของโรงงาน เพื่อที่จะให้ได้ค่า USL และ LSL ที่ดีหรือครอบคลุมค่า 6σ แต่ถ้าไม่อาจเปลี่ยนแปลงได้ก็ต้องยอมรับว่าคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณภาพไม่ตรงตามเกณฑ์ที่กำหนดในอัตราส่วนที่ต้องการ หรือรักษาระดับการควบคุมนี้ไว้ โดยไม่สนใจว่าจะเป็นระดับที่เหมาะสมหรือไม่ จะตรงตามเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่

กรณีที่ 2 เมื่อ $C_p = 1$ แสดงว่า กระบวนการผลิตสินค้าอยู่ในระดับที่สามารถควบคุมได้หรือเป็นไปตามข้อกำหนด ไม่จำเป็นต้องมีการปรับปรุงกระบวนการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณีที่ 3 เมื่อ $C_p > 1$ แสดงว่า กระบวนการผลิตสินค้าอยู่ในระดับที่สามารถควบคุมได้ดีขนาด 6σ อยู่ระหว่างขีดจำกัดข้อกำหนด ซึ่งในลักษณะนี้ ไม่ก่อให้เกิดปัญหากับผู้ผลิต เพราะผลที่ได้แสดงว่าการควบคุมกระบวนการอยู่ในระดับที่เหมาะสม ได้คุณภาพ ผลิตภัณฑ์ตรงตามเกณฑ์ที่กำหนดตราบเท่าที่ยังคงรักษาระดับการควบคุมนี้ไว้ได้

สำหรับในการควบคุมการผลิต จะใช้แผนภูมิควบคุมคุณภาพมาช่วยในการควบคุมการผลิต การปรับปรุงกระบวนการก็คือ การปรับปรุงความผันแปรต่างๆ ที่เกิดขึ้นให้ลดลงด้วยการปรับปรุงคน เครื่องจักร วัตถุดิบ และวิธีการผลิตให้ดีขึ้น แผนภูมิควบคุมคุณภาพที่ใช้สำหรับการควบคุมการผลิตจะแคบลงจนกระทั่งอยู่ในสภาวะมิ่ไม่สามารถที่จะปรับปรุงได้อีก ซึ่งในการหาความสามารถในกระบวนการก็จะสามารถบอกได้ว่ากระบวนการหรือเครื่องจักรมีความสามารถหรือไม่ และหากค่า C_p มีค่ามาก ซึ่งค่า C_{pk}และ P_{pk} ที่คำนวณได้จะใช้เกณฑ์ในการประเมินความสามารถของกระบวนการการผลิตในระยะสั้นและระยะยาว เช่นเดียวกับกรณี การหาดัชนีชี้วัดความสามารถของกระบวนการ (C_p)

โดยการทำวิจัยครั้งนี้จะใช้ค่า C_{pk} ในการวัดความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น และ P_{pk} ในการวัดสามารถกระบวนการผลิตระยะยาว(www.QualityAdvisor.com) เนื่องจากค่าเฉลี่ยของข้อมูลไม่อยู่กึ่งกลางของขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง โดยคำนวณค่าจาก $\frac{(USL + LSL)}{2}$ เทียบกับค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ดังนี้

2.1.3 การคำนวณหาจำนวนร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดที่กำหนด

2.1.3.1 กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ

จากข้อมูลลักษณะคุณภาพผลิตภัณฑ์ที่มีการแจกแจงปกติจะสามารถคำนวณหาจำนวนร้อยละข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดที่กำหนดโดยอาศัยความสัมพันธ์ ดังนี้

(Besterfield,2004)

$$Z_u = \frac{USL - \bar{X}}{\sigma} \qquad Z_L = \frac{LSL - \bar{X}}{\sigma}$$

เมื่อ Z_U และ Z_L เป็นค่าปกติมาตรฐาน

σ เป็นค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\bar{X}$ เป็นค่าเฉลี่ยของข้อมูล

USL เป็นขีดจำกัดข้อกำหนดบน (Upper specification limit)

LSL เป็นขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง (Lower specification limit)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากสูตรการคำนวณนำค่า Z_U และ Z_L ที่ได้นำไปเปิดตาราง ข. ดังรายละเอียดในภาคผนวก (พิชิต, 2521) จะได้เป็นค่าพื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติที่อยู่นอกขีดจำกัดที่กำหนดทั้งด้านซ้ายและขวา นำค่าที่ได้มารวมกันแล้วคิดเป็นค่าร้อยละ จะได้ค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดที่กำหนด

2.1.3.2 กรณีข้อมูลมีการแจกแจงอย่างอื่น

ในกรณีจะทำการหาการแจกแจงแบบข้อมูลที่เหมาะสมกับข้อมูลแล้วคำนวณหาความน่าจะเป็นหรือพื้นที่ใต้โค้งการแจกแจงนั้น ที่อยู่นอกขีดจำกัดที่กำหนดทั้งด้านซ้ายและขวา

2.1.4 การแจกแจงปกติ

การแจกแจงของข้อมูลมีหลายแบบ แต่ข้อมูลที่ได้จากการวัดคุณสมบัติทางคุณภาพของการผลิต จะมีตัวแปรต่างๆและมีความผันแปรในสภาพแสดล้อมขณะทำการผลิตเป็นปกติ มักจะมีการกระจายตัวแบบปกติ ดังนั้น จึงต้องศึกษาการแจกแจงปกติ ซึ่งมีคุณสมบัติ ดังนี้

1. เส้นโค้งจะมีลักษณะสมมาตรกันทางซ้าย และขวา ซึ่งเรียกว่า เส้นโค้งปกติ
2. จุดสูงสุดของเส้นโค้งจะอยู่ ณ ค่าวัดที่มีความถี่สูงสุด และจะค่อยๆลดหลั่นลงเท่าๆกันทั้งสองข้าง
3. ฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น (ณหทัย, 2544)

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

เมื่อ $f(X)$ = ฟังก์ชั่นการแจกแจงแบบปกติ

e = 2.71828

π = 3.14286

μ = ค่าเฉลี่ยของประชากร

σ^2 = ความแปรปรวนของประชากร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.5 การแจกแจงไวบูลล์ (Weibull Distribution)

ในกรณีที่ข้อมูลมีการแจกแจงที่ไม่ใช่แบบปกติจะต้องการหาว่าข้อมูลมีการแจกแจงแบบไหน โดยส่วนใหญ่แล้วข้อมูลที่ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ เมื่อทำการหารูปการแจกแจงที่เหมาะสม ส่วนใหญ่ข้อมูลจะมีการแจกแจงแบบไวบูลล์ ดังนั้นในกรณีนี้จะนำเสนอเฉพาะคุณลักษณะการแจกแจงไวบูลล์อย่างเดียว การแจกแจงแบบไวบูลล์เป็นการศึกษาเกี่ยวกับอายุการใช้งานของวัตถุสิ่งของ ซึ่งหมายถึงความทนทานของวัตถุสิ่งของ โดยวัดด้วยเวลาตั้งแต่เริ่มต้น (t=0) จนกระทั่งวัตถุนั้นเสียเสื่อมสภาพ หรือเริ่มนับเมื่อปรากฏการณ์ทำนองเดียวกันได้เกิดเสร็จสิ้นไปแล้วในเวลาดังกล่าว จะนับติดต่อกันไปเรื่อยๆ จนกระทั่งปรากฏการณ์ที่สนใจนั้นจะเกิดขึ้นอีก ฟังก์ชันความหนาแน่นน่าจะเป็นของการแจกแจงไวบูลล์ มีดังนี้

ถ้าตัวแปรสุ่ม X มีการแจกแจงไวบูลล์แล้วฟังก์ชันความน่าจะเป็น f(x) ของตัวแปรสุ่ม X คือ

$$f(\mathrm{X}) = \frac{\beta}{\alpha}\left(\frac{X-\gamma}{\alpha}\right)^{\beta-1} e^{\left[-\left(\frac{X-\gamma}{\alpha}\right)^{\beta}\right]} \qquad ;\gamma \geq x$$

$$= 0 \qquad ;\gamma < x$$

สำหรับ α , β และ γ เป็นค่าคงที่ เมื่อ $\alpha > 0$, $\beta > 0$ และ $\gamma \geq 0$ ซึ่งเป็นพารามิเตอร์ของการแจกแจงไวบูลล์

เมื่อ γ คือ พารามิเตอร์แสดงตำแหน่ง (Location parameter)

α คือ พารามิเตอร์แสดงสเกลหรือขนาด (Scale parameter)

β คือ พารามิเตอร์แสดงรูปร่าง (Shape parameter)

ในการทดสอบอายุการใช้งานของเครื่องมือ อุปกรณ์นั้น เวลาใช้งานส่วนใหญ่จะเริ่มต้นตั้งแต่ x = 0 ซึ่งจะทำให้ค่าเป็นไปได้ที่น้อยที่สุดของตัวแปรสุ่ม X หรือ พารามิเตอร์ γ มีค่าเท่ากับ 0 ดังนั้นเมื่อ $\gamma = 0$ จะได้การแจกแจงไวบูลล์ที่มีพารามิเตอร์ 2 ตัว คือ α , β ซึ่งจะนิยามฟังก์ชันความหนาแน่นน่าจะเป็นของการแจกแจงไวบูลล์ด้วยพารามิเตอร์ α , β ดังนี้

ฟังก์ชันความหนาแน่นน่าจะเป็น (pdf) คือ

$$f(\mathrm{X}) = \frac{\beta}{\alpha}\left(\frac{X}{\alpha}\right)^{\beta-1} e^{\left[-\left(\frac{X}{\alpha}\right)^{\beta}\right]} \quad ; \; x \geq 0, \alpha > 0, \beta > 0$$

$$= 0 \qquad ; \; x < 0$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวน มีค่าเป็นดังนี้

$$\mu = \alpha\Gamma(1+\frac{1}{\beta})$$

และ $$\sigma = \frac{\alpha^2}{\beta}[2\Gamma[\frac{2}{\beta}] - \frac{1}{\beta}(\Gamma[\frac{1}{\beta}])^2]$$

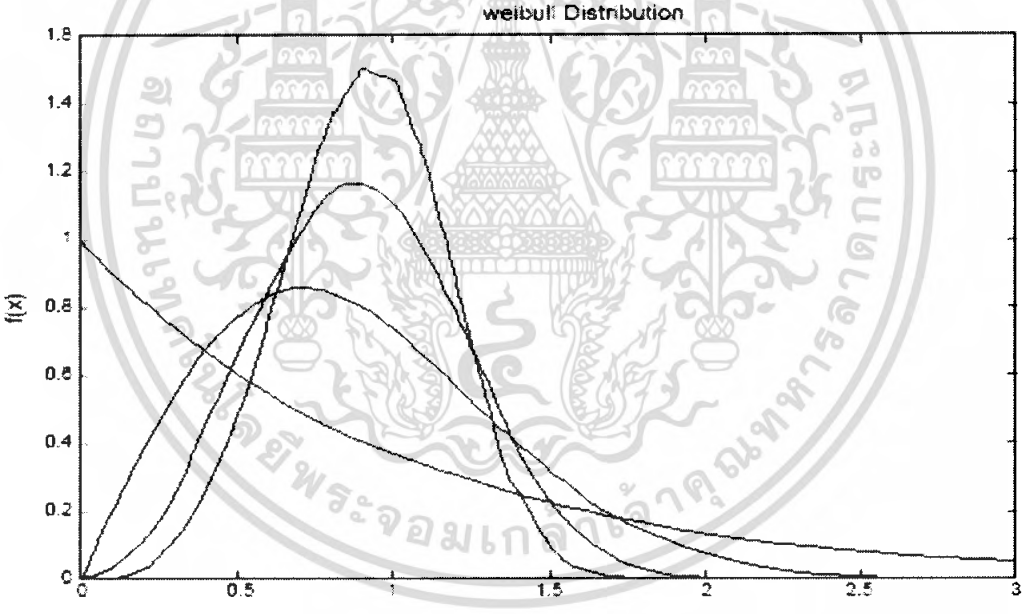
มัธยฐานและฐานนิยม คือ

$$\text{Med} = \alpha(\ln 2)^{\frac{1}{\beta}}$$

และ $$\text{Mode} = \alpha\left[\frac{\beta-1}{\beta}\right]^{\frac{1}{\beta}} \quad \text{เมื่อ } \beta > 1$$

$$= 0 \quad \text{เมื่อ } \beta \le 1$$

พิจารณาเส้นโค้งของการแจกแจงไวบูลล์ เมื่อกำหนดให้พารามิเตอร์แสดงตำแหน่ง มีค่าเท่ากับ 0



รูปที่ 2.3 กราฟการแจกแจงไวบูลล์ที่ $a = 1$ และ $b = 1, 2, 3, 4$

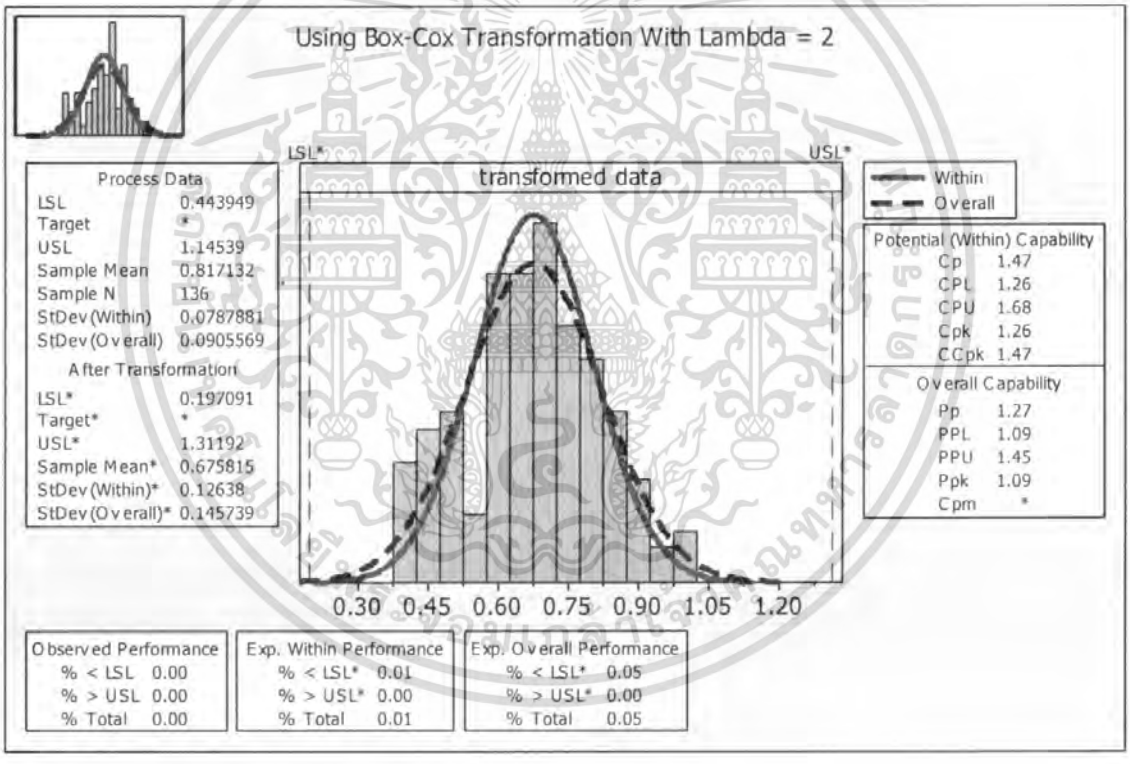
2.1.6 การแปลงข้อมูลโดยวิธี Box-Cox

การคำนวณจะทำโดยแปลงค่าข้อมูล (Y) ไปเป็น $Y' = Y^{\lambda}$ ตัวอย่างค่า λ เป็นดังตารางที่ 2.1 ข้างล่าง การหาค่า λ ที่เหมาะสมนั้น โปรแกรมเช่น MINITAB จะคำนวณหาค่า λ ที่เหมาะสม ซึ่งจะทำให้ข้อมูลหลังการแปลงค่ามีการกระจายตัวใกล้เคียงกับการกระจายแบบปกติมากที่สุด หลังจากนั้นจึงนำค่าที่ถูกแปลงพร้อมทั้ง LSL และ USL ไปคำนวณหาค่า C_{pk} และ P_{pk} ต่อไป การ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
83729

คำนวณแบบนี้มีข้อได้เปรียบอีกประการหนึ่งคือ สามารถคำนวณได้ทั้งค่า C_{pk} และ P_{pk}และสะท้อนความสามารถของกระบวนการในการทำผลิตภัณฑ์ให้ได้ตามข้อกำหนด

ตัวอย่างการคำนวณ ดังรูปที่ 2.4 จะให้ค่า C_{pk} และP_{pk} หลังจากใช้ข้อมูลที่เหมาะแล้ว การคำนวณแบบนี้ สะท้อนความสามารถของกระบวนการในการได้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นไปตามข้อกำหนดมากขึ้น นอกจากนี้การคำนวณ Within และ Overall Performance ก็สะท้อนความเป็นจริงมากขึ้น อย่างไรก็ตาม การคำนวณในลักษณะนี้อาจก่อให้เกิดความยุ่งยากในการอ่านค่าและการตีความตัวอย่าง เช่น ค่า LSL กลายไปอยู่ด้านบนและค่า USL กลับกลายมาอยู่ด้านล่าง นอกจากนี้ค่าที่อ่านได้ในกราฟจะอยู่ในสเกลที่ถูกแปลงค่าแล้ว บุคลากรที่ไม่มีความชำนาญในการดูผลการวิเคราะห์แบบนี้อาจสับสนได้ง่าย



รูปที่ 2.4 การคำนวณค่า C_{pk} และ P_{pk} โดยใช้ Box-Cox

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างการแปลงค่าที่ λ ค่าต่างๆ

Lambda (λ) value	**Transformation**
$\lambda = 2$	$Y' = Y^2$
$\lambda = 0.5$	$Y' = \sqrt{Y}$
$\lambda = 0$	$Y' = \ln Y$
$\lambda = -0.5$	$Y' = \frac{1}{\sqrt{Y}}$
$\lambda = -1$	$Y' = \frac{1}{Y}$

ที่มา:(จรัล, 2550)

2.1.7 การแปลงข้อมูลโดยวิธี Johnson

ในปี 1949 , Norman L. Johnson ได้เสนอระบบการแปลงข้อมูลจากข้อมูลแบบไม่ปกติไปเป็นแบบปกติ ซึ่งระบบของ Johnson ประกอบด้วยชุดเส้นโค้ง 3 แบบคือ

1. SB: Bounded
2. SL: Log Normal
3. SU: Unbounded

Nicholas R. Farnum ได้อธิบายถึงการใช้การแปลง Johnson ไว้ สำหรับระบบ Johnson สำหรับ 3 โค้งที่แปลงข้อมูลไปสู่การแจกแจงแบบปกติมาตรฐานนั้นสามารถเขียนเป็นสมการดังนี้

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$Y = \gamma + \eta \log e^{\left(\frac{X-\varepsilon}{\lambda}\right)}$$ สำหรับเส้นโค้ง SL

เมื่อ Y คือ ข้อมูลภายหลังที่ถูกแปลง

X คือ ตัวแปรที่ต้องการแปลงข้อมูล

γ คือ พารามิเตอร์บอกรูปร่างตัวที่ 1

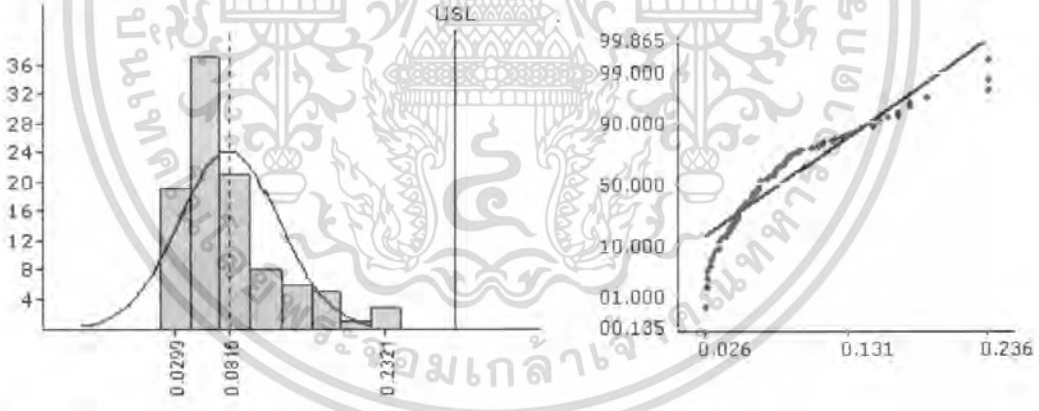
η คือ พารามิเตอร์บอกรูปร่างตัวที่ 2

ε คือ พารามิเตอร์บอกตำแหน่ง

λ คือ พารามิเตอร์บอกมาตรา

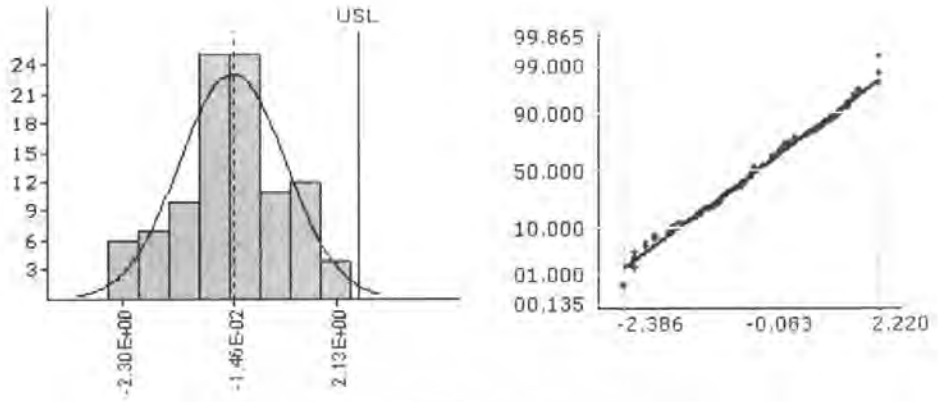
กฎการตัดสินใจต่างๆจะถูกกำหนดให้มาว่าจะเลือกวิธีของโค้ง SU,SB หรือ SL ในการที่จะแปลงข้อมูล วิธีที่ถูกเลือกใช้นั้นจะแปลงข้อมูลซ้ำๆ ซึ่งใช้ค่าพารามิเตอร์ต่างๆและโค้งต่างๆ การแปลงที่ให้ผลใกล้เคียงปกติจะถูกเลือกใช้

ตัวอย่างการแปลงข้อมูลรูปที่ 2.5 แสดงลักษณะข้อมูลที่ไม่เป็นแบบปกติและยังไม่แปลง รูปที่ 2.6 แสดงลักษณะข้อมูลมีความเป็นปกติ เมื่อแปลงโดยวิธีของ Johnson



รูปที่ 2.5 ข้อมูลที่มีการกระจายแบบไม่ปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 ตัวอย่างลักษณะภายหลังการแปลงข้อมูลด้วย เส้นโค้ง SU

เช่นเดียวกับวิธีแปลงแบบ Box-Cox วิธี Johnson จะให้ผลดีเมื่อใช้โปรแกรมที่เหมาะสมในการแปลง (Farnum, 1996-97)

2.1.8 ทดสอบการแจกแจงของ Anderson-darling

การทดสอบการแจกแจงของ Anderson-darling เป็นของการทดสอบสถิตที่มีสมรรถภาพสูงสำหรับ การตรวจหาการเบี่ยงเบนจากแบบปกติ วิธีนี้อาจจะใช้กับตัวอย่างที่มีขนาดเล็ก $n \leq 25$ สำหรับข้อมูลที่มีขนาดใหญ่มาก อาจจะปฏิเสธการแจกแจงแบบปกติ แต่สำหรับข้อมูลอุตสาหกรรมขนาด 200หรือมากกว่าจะผ่านการทดสอบของ Anderson Darling นอกจากนี้การทดสอบการแจกแจงของAnderson-darling ยังสามารถใช้ทดสอบกับการแจกแจงอื่นๆได้

โดยสถิติทดสอบ A ที่จะใช้ประเมินค่าข้อมูล $\{Y_1 < ... < Y_N\}$ (ข้อมูลที่ถูกเรียงลำดับ)มาจากการแจกแจงที่ศึกษาซึ่งมีฟังก์ชั่นการแจกแจงสะสมเป็น F คือ

$$A^2 = -N - S$$

เมื่อ $$S = \sum_{k=1}^{N} \frac{2k-1}{N} [\ln F(Y_k) + \ln(1 - F(Y_{N+1-k}))]$$

N = จำนวนข้อมูลทั้งหมด

สถิติทดสอบสามารถเปรียบเทียบกับค่าวิกฤตของแจกแจงตามทฤษฎี เพื่อหาค่าความน่าจะเป็น (P-value)

ในการเปรียบเทียบความสามารถของ Stephens (1974) พบว่า A^2เป็นหนึ่งตัวที่ดีที่สุดในการทดสอบ สำหรับการทดสอบการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งสถิติการทดสอบการแจกแจงของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Anderson-darling จะมีลักษณะคล้ายกับการแจกแจงของ Shapiro-Wilk (W^2) (ถ้าเป็นการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของตัวแปร X)

ขั้นตอนการทดสอบ

1. เรียงข้อมูล X จากน้อยไปมาก
2. หาค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) เป็นการคำนวณจากตัวอย่างของ X
3. คำนวณค่า

$$Y_i = \frac{X_i - \overline{X}}{s}$$

4. หาค่า P_i ซึ่งเป็นค่าความน่าจะเป็นสะสมของค่า Y_i
5. คำนวณค่า A^2 ดังนี้

$$A^2 = \frac{-\sum_{i=1}^{n}(2i-1)(\ln(P_i)+(\ln(1-P_{n+1-i}))}{n} - n$$

6. หาค่า A^{2*} เป็นค่าจริงโดยประมาณสำหรับขนาดตัวอย่าง ดังนี้

$$A^{2*} = A^2(1+\frac{0.75}{n}+\frac{2.25}{n^2})$$

7. ถ้า A^{2*} มากกว่า 0.752 แล้ว จะปฏิเสธสมมติฐานของการแจกแจงแบบปกติ ที่สำหรับระดับนัยสำคัญ 0.05

ข้อสังเกต

1. ถ้า s = 0 หรือทั้งหมด P_i = (0 or 1) ดังนั้น A^2 จะไม่สามารถคำนวณ และไม่สามารถระบุได้

2.จากเบื้องต้น จะสมมติว่า X_i จะถูกใช้ทดสอบการแจกแจงแบบปกติเท่านั้น การแจกแจงอื่นๆ ที่ถูกสมมติ โดยการใช้การแจกแจงสะสมของการแจงแจกนั้นๆ ซึ่งมีค่าค่าวิกฤตเฉพาะของแต่ละการแจกแจง อย่างเช่น lognormal, exponential,Weibull, extreme value type I และ logistic

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทิพวัลย์ เทพสาตรา และคณะ(2543) ได้ทำการศึกษาการควบคุมคุณภาพในการผลิตน้ำมันหล่อลื่นของบริษัทอพอลโล(ไทย) จำกัด โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลปริมาตรของน้ำมันเบนซินในขั้นตอนการผลิต และนำข้อมูลที่ได้มาสร้างแผนภูมิควบคุมคุณภาพค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$ -Chart) และแผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S chart) รวมทั้งเปรียบเทียบหัวจ่ายน้ำมันของเครื่องจักร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่ละเครื่องและหาค่าสัมประสิทธิ์แปรผัน (Cofficient of Variation : C.V.) ซึ่งใช้โปรแกรมสำเร็จรูปมาคำนวณคือ SPSS และ Microsoft Excel ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาตรของน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน โดยใช้แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$-Chart) และแผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S chart) พบว่ายังมีข้อมูลที่ตกนอกพิกัด แสดงว่า การควบคุมคุณภาพยังอยู่ในสถาวะควบคุมไม่ได้ การเปรียบเทียบประสิทธิภาพหัวจ่ายน้ำมันของเครื่องจักร ในแต่ละเครื่อง พบว่าไม่แตกต่างกันและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องจักร M-6 M-1 M-8 และM-9 พบว่าเครื่องจักร M-7 มีประสิทธิภาพดีที่สุด

เกศรา อนันต์สิทธิพร และคณะ(2547) ได้ทำการศึกษาการควบคุมคุณภาพ และศึกษาแผนการสุ่ม ตัวอย่างที่เหมาะสมสำหรับการตรวจสอบเครื่องปรุงของผลิตภัณฑ์กึ่งสำเร็จรูป 5 ชนิด ของบริษัทเพรสซิเดนไรซ์โปรดักซ์จำกัด(มหาชน) ข้อมูลน้ำหนักเครื่องปรุงได้เก็บรวบรวมโดยแยกเป็น 3 ประเภท คือเครื่องปรุง น้ำมันเจียว และพริกป่น ผลจากการสร้างแผนภูมิควบคุม $\overline{X}$-S ทั้งผลิตภัณฑ์ทั้ง 5 ชนิด พบว่ากระบวนการผลิตส่วนใหญ่มีจุดตกนอกอยู่นอกขีดจำกัดควบคุม ผลิตภัณฑ์ทั้ง 5 ชนิด สาเหตุที่ทำให้จุดตกนอกพิกัดควบคุมยังไม่ทราบแน่ชัดเนื่องจากขาดรายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนของกระบวนการผลิต การคำนวณเปอร์เซ็นต์ของเสียที่ตกอยู่นอกเกณฑ์กำหนดทั้ง 3 ประเภทของเครื่องปรุงพบว่าเปอร์เซ็นของเสียมีค่าต่ำไปหาสูงเรียงกันไปสำหรับน้ำมันเจียว พริกป่น และเครื่องปรุงมีค่าเท่ากับ 0-19 % 0-39% และ0-46% ตามลำดับ เปอร์เซ็นของเสียเหล่านี้ส่งผลต่อค่า C_{pk} ของน้ำมันเจียวซึ่งมีค่ามากกว่า 1 ถึง 24 ครั้งจาก 36 ครั้ง พริกป่น 1 ครั้ง จาก 30 ครั้ง และเครื่องปรุง 1 ครั้ง จาก 36 ครั้ง แผนการสุ่มตัวอย่างแบบ MIL-STD-414 ถูกนำมาใช้ภายใต้เงื่อนไขที่ทางโรงงานกำหนดคือ AQL มีค่าเท่ากับ 4 % ผลจากการตรวจสอบแบบเคร่งครัดและระดับ 3 จะให้ผลการยอมรับรุ่นทุกรุ่นสำหรับ น้ำมันเจียวของทั้ง 5 ผลิตภัณฑ์ เนื่องจากค่าประมาณเปอร์เซ็นต์ของเสียของรุ่นจากตัวอย่างที่สุ่มมีค่าน้อยมากอยู่ในช่วง 0-6 % จากแผนการสุ่มตัวอย่างดังกล่าวจำนวนการยอมรับสำหรับเครื่องปรุงและพริกป่นมีจำนวน 9 รุ่นจาก 62 รุ่น และ 34รุ่นจาก 56 รุ่น ตามลำดับ การเปลี่ยนแผนการสุ่มตัวอย่างจากเคร่งครัดไปเป็นแบบปกติจะทำให้ขนาดตัวอย่างลดลงแต่จะมีการปฏิเสธรุ่นเพิ่มมากขึ้น นอจากนี้การออกแบบแผนการสุ่มตัวอย่างควรทำแยกกัน ทั้งเครื่องปรุงน้ำมันเจียว และพริกป่น เนื่องจากความแตกต่างกันของเปอร์เซ็นต์ของเสียโดยธรรมชาติของกระบวนการผลิต

ธีรพงษ์ กุลพรม และคณะ (2548) ได้ทำการศึกษาถึงการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์สีน้ำของบริษัท ซันโก้ เคมีคอล จำกัด โดยเก็บรวบรวมข้อมูลของค่าต่าง ๆ ซึ่งได้แก่ ปริมาณสารที่ไม่ระเหยคามหนืด ความหนาแน่น ความเป็นกรดด่าง ค่ากำลังซ่อนแสง ของผลิตภัณฑ์สีน้ำทั้ง 7 ชนิด ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม ถึง วันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ. 2548 แล้วนำข้อมูลที่ได้มาทดสอบการแจกแจงแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปกติ สร้างแผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยว(X-Chart)และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่(Moving range chart) รวมทั้งหาค่าสมรรถนะของขบวนการผลิต (C_{pk}) และคำนวณหาค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS MINITAB และ Microsoft Excel เข้ามาช่วยในการประมวลผล จากการวิเคราะห์พบว่าในกระบวนการผลิตของสีน้ำทั้ง 7 ชนิด จำเป็นต้องคำนึงถึงความหนืดและความเป็นกรด-ด่างเป็นสิ่งสำคัญ เพราะคุณสมบัติทั้งสองยังให้ค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนดมีค่ามาก และค่าสมรรถนะของกระบวนการผลิตยังไม่อยู่ในระดับที่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

วิธีการดำเนินงานวิจัยในปัญหาพิเศษ มีดังนี้

3.1วิธีการดำเนินงาน

3.2 กระบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์พลาสติกของบริษัท กรุงไทยพลาสแพค จำกัด

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4 ตัวแปรคุณภาพที่ใช้ในการวิจัย

3.5 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล

โดยแต่ละประเด็นมีรายละเอียดดังนี้

3.1 วิธีการดำเนินงาน

ในการดำเนินการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้มีการดำเนินงานดังนี้

1. ทำการติดต่อบริษัท
2. ติดต่อกับฝ่ายควบคุมคุณภาพเพื่อทำการขอข้อมูลและเข้าไปเก็บข้อมูลสำหรับงานวิจัย
3. เข้าไปเก็บข้อมูลที่โรงงาน
4. ศึกษาข้อมูลที่ได้มา และ ทำการหาวิธีวิเคราะห์ข้อมูล
5. ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล
6. สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล
7. นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

3.2 กระบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์พลาสติกของบริษัท กรุงไทยพลาสแพค จำกัด

กระบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์พลาสติกของบริษัท กรุงไทยพลาสแพค จำกัด เป็นดังนี้

1. รับใบสั่งซื้อ และ ทำการส่งไปยังแผนกแม่พิมพ์
2. สั่งซื้อวัตถุดิบ
3. ผลิตสินค้า คือ ฝ่ายผลิตทำการสินค้าให้ตรงตามที่ลูกค้าสั่ง
4. ควบคุมคุณภาพ คือ ฝ่ายควบคุมคุณภาพ นำตัวอย่างมาตรวจสอบ โดยการสุ่มตัวอย่างมี 2 ขั้นตอน คือ

- ตรวจสอบผลิตภัณฑ์เมื่อเครื่องทำการผลิตอยู่
- ตรวจสอบหลังการผลิต

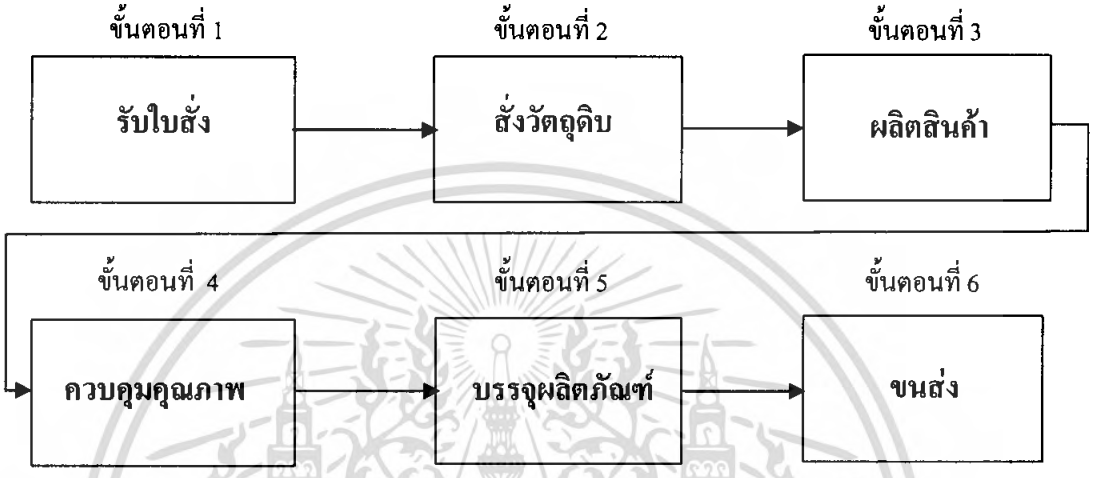
เมื่อผลิตภัณฑ์ไม่ผ่านจึงทำการแจ้ง ฝ่ายผลิตเพื่อตรวจสอบการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. บรรจุผลิตภัณฑ์ คือ ฝ่ายบรรจุผลิตภัณฑ์ นำผลิตภัณฑ์ที่ได้ บรรจุลงกล่อง

6. ขนส่ง คือ ฝ่ายขนส่ง นำส่งผลิตภัณฑ์ให้แก่ลูกค้า

ขั้นตอนพื้นฐานกระบวนการผลิตได้ ดังรูป



รูปที่ 3.1 กระบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์

ในปัญหาพิเศษนี้จะมีการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์ในส่วนของการควบคุมคุณภาพ ขั้นที่ 4

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการศึกษาการควบคุมคุณภาพการผลิตครั้งนี้ ได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลการตรวจสอบบรรจุภัณฑ์ แต่ละชนิด ของ บริษัท กรุงไทยพลาสแพค จำกัด ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุมและแผนภูมิค่าพิสัยจะใช้ประมาณ 30 ค่า โดยนับจากเดือนสุดท้ายที่เก็บข้อมูลจนได้ข้อมูลประมาณ 30 ค่า เหตุผลที่เก็บจากเดือนสุดท้ายย้อนไปจนได้จำนวน 30 ค่านั้น เพราะว่าข้อมูลปัจจุบันจะสะท้อนกระบวนการผลิตได้มากกว่าข้อมูลเดิมและเหตุที่ต้องเก็บข้อมูลประมาณ 30 ค่าก็เพราะเพื่อให้สามารถทดสอบการแจกแจงของข้อมูลว่าเป็นแบบปกติหรือไม่ เพื่อให้เป็นไปตามข้อสมมติของการใช้แผนภูมิควบคุม ($\overline{X}$ - Chart) และ เนื่องจากการผลิตเป็นไปตามสั่ง (Make-to-Order) ดังนั้นในแต่ละเดือนมีจำนวนข้อมูลไม่เท่ากัน ทำให้ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ไม่เท่ากันด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดในการเก็บข้อมูล เป็นดังนี้

1. ผลิตภัณฑ์ A ใช้ข้อมูลจำนวน 34 ค่าสุดท้าย โดยเป็นการเก็บข้อมูลของเดือน พฤศจิกายน และเดือนธันวาคม 2550

2. ผลิตภัณฑ์ B ใช้ข้อมูลจำนวน 30 ค่าสุดท้าย โดยเป็นการเก็บข้อมูลของเดือน พฤศจิกายน และเดือนตุลาคม 2550

3. ผลิตภัณฑ์ C ใช้ข้อมูลจำนวน 22 ค่าสุดท้าย โดยเป็นการเก็บข้อมูลตั้งแต่เดือนกันยายน ถึงเดือนพฤศจิกายน 2550

4. ผลิตภัณฑ์ Dใช้ข้อมูลจำนวน 36 ค่าสุดท้าย โดยเป็นการเก็บข้อมูลเดือนกันยายน ตุลาคม และธันวาคม 2550

5. ผลิตภัณฑ์ E ใช้ข้อมูลจำนวน 24 ค่าสุดท้าย โดยเป็นการเก็บข้อมูลเดือนธันวาคม 2550

6. ผลิตภัณฑ์ F ใช้ข้อมูลจำนวน 34 ค่าสุดท้าย โดยเป็นการเก็บข้อมูลเดือนพฤศจิกายน 2550

7. ผลิตภัณฑ์ G ใช้ข้อมูลจำนวน 31 ค่าสุดท้าย โดยเป็นการเก็บข้อมูลเดือนตุลาคมและ พฤศจิกายน 2550

3.4 ตัวแปรคุณภาพที่ใช้ในการวิจัย

ได้แก่ 29 ลักษณะคุณภาพจากผลิตภัณฑ์ 7 ชนิด มีหน่วยเป็นกรัมและมิลลิเมตร

1. ผลิตภัณฑ์ A ตัวแปรคุณภาพที่วัดมีจำนวน 3 ตัวแปรคือ
   1.1 น้ำหนักชิ้นงาน
   1.2 เส้นผ่านศูนย์กลางขอบปากถ้วย
   1.3 ความหนา- บาง 3 จุด (6 ตัวแปร)
      - ความหนา-บางจุดที่ 1 ค่าที่ 1
      - ความหนา-บางจุดที่ 1 ค่าที่ 2
      - ความหนา-บางจุดที่ 2 ค่าที่ 1
      - ความหนา-บางจุดที่ 2 ค่าที่ 2
      - ความหนา-บางจุดที่ 3 ค่าที่ 1
      - ความหนา-บางจุดที่ 3 ค่าที่ 2

2. ผลิตภัณฑ์ B ตัวแปรคุณภาพที่วัดมีจำนวน 2 ตัวแปรคือ
   2.1 น้ำหนักชิ้นงาน
   2.2 เส้นผ่านศูนย์กลางเขี้ยวล็อค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ผลิตภัณฑ์ C ตัวแปรคุณภาพที่วัดมีจำนวน 8 ตัวแปรคือ

3.1 น้ำหนักชิ้นงาน

3.2 เส้นผ่านศูนย์กลางชิ้นงาน

3.3 เส้นผ่านศูนย์กลางเกลียว

3.4 เส้นผ่านศูนย์กลางขอบปากนอก

3.5 ความสูงรวม

3.6 ความสูงคอ (2 ตัวแปร)

- ความสูงคอจุดที่ 1
- ความสูงคอจุดที่ 2

3.7 ความกว้าง label

3.8 ความหนา-บาง (2 ตัวแปร)

- ความหนา-บาง จุดที่ 1
- ความหนา-บาง จุดที่ 2

4. ผลิตภัณฑ์ D ตัวแปรคุณภาพที่วัดมีจำนวน 2 ตัวแปรคือ

4.1 น้ำหนักชิ้นงาน

4.2 ความหนา-บาง (2 ตัวแปร)

- ความหนา-บาง จุดที่ 1
- ความหนา-บาง จุดที่ 2

5. ผลิตภัณฑ์ E ตัวแปรคุณภาพที่วัดมีจำนวน 4 ตัวแปรคือ

5.1 น้ำหนักชิ้นงาน

5.2 ความยาวชิ้นงาน

5.3 เส้นผ่านศูนย์กลางร่องประกอบหู(2 ตัวแปร)

- เส้นผ่านศูนย์กลางร่องประกอบหู จุดที่ 1
- เส้นผ่านศูนย์กลางร่องประกอบหู จุดที่ 2

5.4 ความกว้างร่องหู(2 ตัวแปร)

- ความกว้างร่องหู จุดที่ 1
- ความกว้างร่องหู จุดที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ผลิตภัณฑ์ F ตัวแปรคุณภาพที่วัดมีจำนวน 4 ตัวแปรคือ

6.1 น้ำหนักชิ้นงาน

6.2 เส้นผ่านศูนย์กลางขอบปาก

6.3 เส้นผ่านศูนย์กลางเขี้ยวล็อค

6.4 ความหนา-บาง (2 ตัวแปร)

- ความหนา-บาง จุดที่ 1
- ความหนา-บาง จุดที่ 2

7. ผลิตภัณฑ์ G ตัวแปรคุณภาพที่วัดมีจำนวน 2 ตัวแปรคือ

7.1 น้ำหนักชิ้นงาน

7.2 เส้นผ่านศูนย์กลางในฝา

นำค่าที่วัดได้ดังกล่าวมาลงในตารางซึ่งในที่นี้ขอยกตัวอย่างการลงข้อมูลของผลิตภัณฑ์ D ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ใบบันทึกผลการตรวจวัดหน่วยงานควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ D

ว/ด/ป	เวลา	จุดที่ตรวจสอบ	ค่า STD	เครื่องมือ	จำนวนชิ้นงาน							
					1	2	3	4	5	6	7	8
30/5/50	15.00	น้ำหนัก	155±3	เครื่องชั่ง	155.5	159.3						
		หนา-บาง		เวอร์เนียร์	1.10 / 1.34	0.97 / 1.39						
	16.10	น้ำหนัก	155±3		157.2	157.9						
		หนา-บาง			1.17 / 1.42	1.13 / 1.12						

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล

ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลมีดังนี้

1. ตรวจสอบข้อมูลว่ามีการแจกแจงแบบปกติหรือไม่ ถ้าเป็นทำตามขั้นตอนถ้าไม่เป็นทำตามขั้นตอนที่ 3

2. ในกรณีที่ข้อมูลมีการแจงแจงแบบปกติ ให้สร้างแผนภูมิควบคุม คำนวณหาค่าความสามารถกระบวนการผลิต (C_{pk}) และร้อยละของเสีย และหยุดการวิเคราะห์ข้อมูล

3. ในกรณีที่ข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบปกติ ให้ทำการตรวจสอบว่ายังสามารถแปลงข้อมูลเป็นแบบปกติได้หรือไม่ ถ้ายังสามารถแปลงข้อมูลได้ให้ทำการแปลง แล้วกลับไปทำตามขั้นตอนที่ 1 ถ้าไม่สามารถแปลงข้อมูลได้ ให้ทำต่อไปในขั้นตอนที่ 4

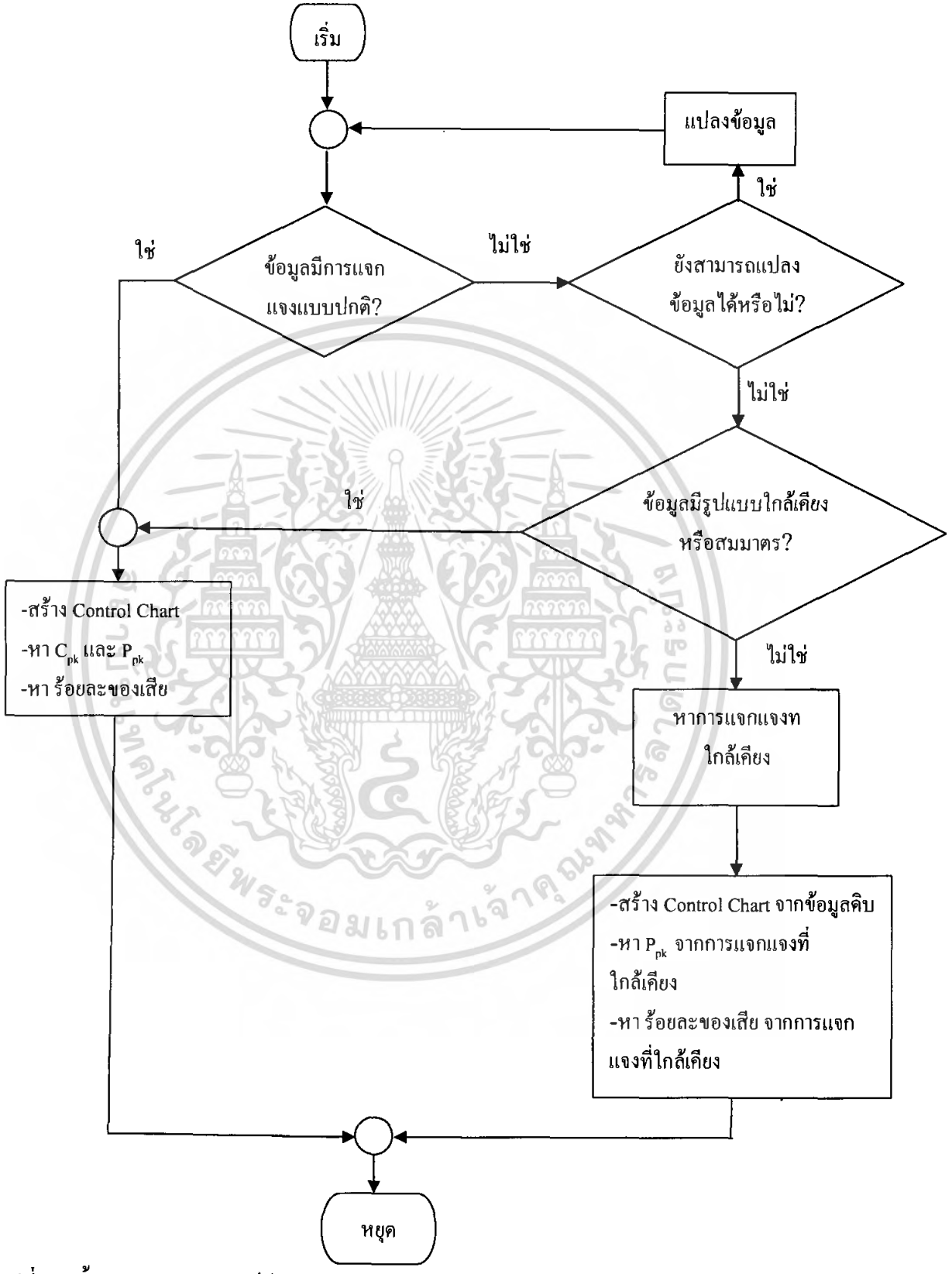
4. ตรวจสอบข้อมูลมีรูปแบบใกล้เคียงหรือเป็นแบบสมมาตรหรือไม่ ถ้าเป็นทำต่อในขั้นตอนที่2 ถ้าไม่เป็นทำในขั้นตอนที่ 5

5. หาการแจกแจงที่ใกล้เคียงกับข้อมูลที่สุด

6. สร้างแผนภูมิควบคุมจากข้อมูลในขั้นตอนที่ 5 หาค่า P_{pk} แสดงร้อยละของเสีย และหยุดวิเคราะห์ข้อมูล

หรือเขียนแทนด้วย Flow chart ได้ดังรูปที่ 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการศึกษาข้อมูล สามารถวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย วิเคราะห์หาสมรรถนะของกระบวนการผลิต และจะนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลักษณะของผลิตภัณฑ์ 7 ผลิตภัณฑ์ ทั้งหมด 29 คุณลักษณะ ดังนี้

จากการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยในลักษณะต่างๆ ของข้อมูลนั้นพบว่าบางลักษณะคุณภาพที่ตรวจสอบ มีจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมและจุดที่แสดงรูปแบบความผิดปกติซึ่งแสดงถึงความผิดปกติของกระบวนการผลิต จากการสอบถามพนักงานที่เกี่ยวข้อง ทราบว่าสาเหตุที่อาจทำให้มีความผิดปกติเกิดขึ้นนั้นมีหลายสาเหตุ แต่ไม่สามารถระบุสาเหตุได้อย่างชัดเจนเนื่องจากไม่ได้มีการบันทึกไว้อย่างชัดเจน สาเหตุที่กล่าวมานั้นได้แก่ สภาพเครื่องจักร การเปลี่ยนกะของพนักงาน ความอ่อนล้าในการทำงานของพนักงานที่อยู่กะกลางคืนและพนักงานที่ทำงานล่วงเวลา เมื่อไม่ทราบสาเหตุแน่ชัดจึงทำให้ไม่สามารถปรับแผนภูมิควบคุมเพื่อที่จะใช้ในการควบคุมการผลิตในครั้งต่อไปได้

กรณีที่แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย พบจุดผิดปกติ ซึ่งแสดงว่ากระบวนการผลิตยังไม่อยู่ในการควบคุม ดังนั้น ควรหาทางแก้ไข ดังรายละเอียดในบทที่ 5 หัวข้อคำแนะนำ

4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของผลิตภัณฑ์ A

ในการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ A นั้น จะทำการตรวจสอบลักษณะคุณภาพของผลิตภัณฑ์นี้ทั้งหมด 8 ลักษณะ ลักษณะต่างๆที่ตรวจสอบ พร้อมทั้งค่าขีดจำกัดข้อกำหนดบน (Upper specification limit: USL) ค่าขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง(Lower specification limit: LSL) และค่าเฉลี่ยเป้าหมายของแต่ละลักษณะเป็นดังตาราง 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

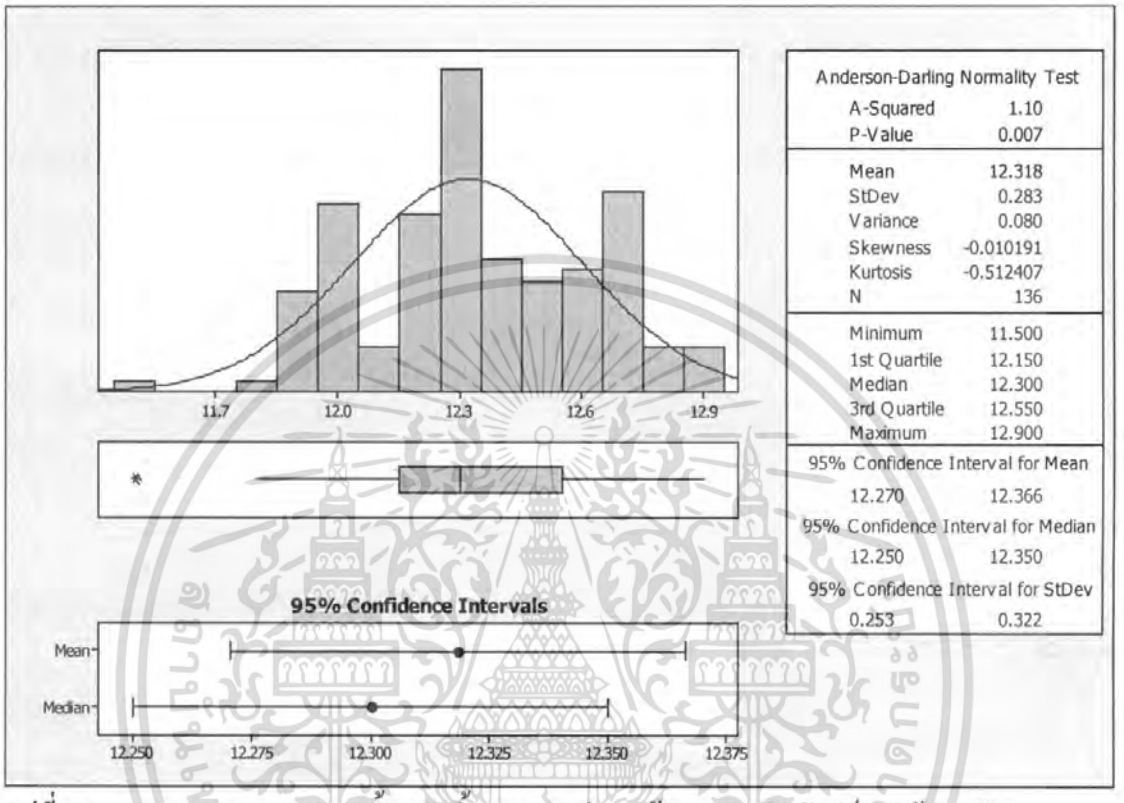
ตารางที่ 4.1 ขีดจำกัดข้อกำหนดบน (USL) ขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง (LSL) และ ค่าเฉลี่ยเป้าหมาย จำแนกตามลักษณะคุณภาพ ของผลิตภัณฑ์ A

ลักษณะคุณภาพ	USL	LSL	ค่าเฉลี่ยเป้าหมาย
น้ำหนักชิ้นงาน (กรัม)	13.4	11.4 กรัม	12.4 กรัม
ความหนา-บาง จุดที่ 1 ค่าที่1 (มิลลิเมตร)	ไม่กำหนด	ไม่กำหนด	ไม่กำหนด
ความหนา-บาง จุดที่ 1 ค่าที่2 (มิลลิเมตร)	ไม่กำหนด	ไม่กำหนด	ไม่กำหนด
ความหนา-บาง จุดที่ 2 ค่าที่1 (มิลลิเมตร)	ไม่กำหนด	ไม่กำหนด	ไม่กำหนด
ความหนา-บาง จุดที่ 2 ค่าที่2 (มิลลิเมตร)	ไม่กำหนด	ไม่กำหนด	ไม่กำหนด
ความหนา-บาง จุดที่ 3 ค่าที่1 (มิลลิเมตร)	ไม่กำหนด	ไม่กำหนด	ไม่กำหนด
ความหนา-บาง จุดที่ 3 ค่าที่2 (มิลลิเมตร)	ไม่กำหนด	ไม่กำหนด	ไม่กำหนด
เส้นผ่านศูนย์กลางขอบปากถ้วย (มิลลิเมตร)	88.80	88.35	88.58

จากตารางที่ 4.1 ค่าขีดจำกัดข้อกำหนดบน(USL) ขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง (LSL) และค่าเฉลี่ยเป้าหมาย ของแต่ละลักษณะคุณภาพของผลิตภัณฑ์ A คือ น้ำหนักชิ้นงาน มีค่าเท่ากับ 13.4 กรัม 11.4 กรัม และ 12.4 กรัม ตามลำดับ ความหนา-บาง จุดที่ 1 ค่าที่ 1และค่าที่ 2 ความหนา-บาง จุดที่ 2 ค่าที่ 1และ ค่าที่ 2 และ ความหนา-บาง จุดที่ 3 ค่าที่ 1 และ ค่าที่ 2 นั้น ไม่มีการกำหนดค่าที่แน่นอนไว้ ส่วนเส้นผ่านศูนย์กลางขอบปากถ้วย มีค่า USL LSL และค่าเฉลี่ยเป้าหมาย เท่ากับ 88.80 มิลลิเมตร 88.35 มิลลิเมตร และ 88.58 มิลลิเมตร ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

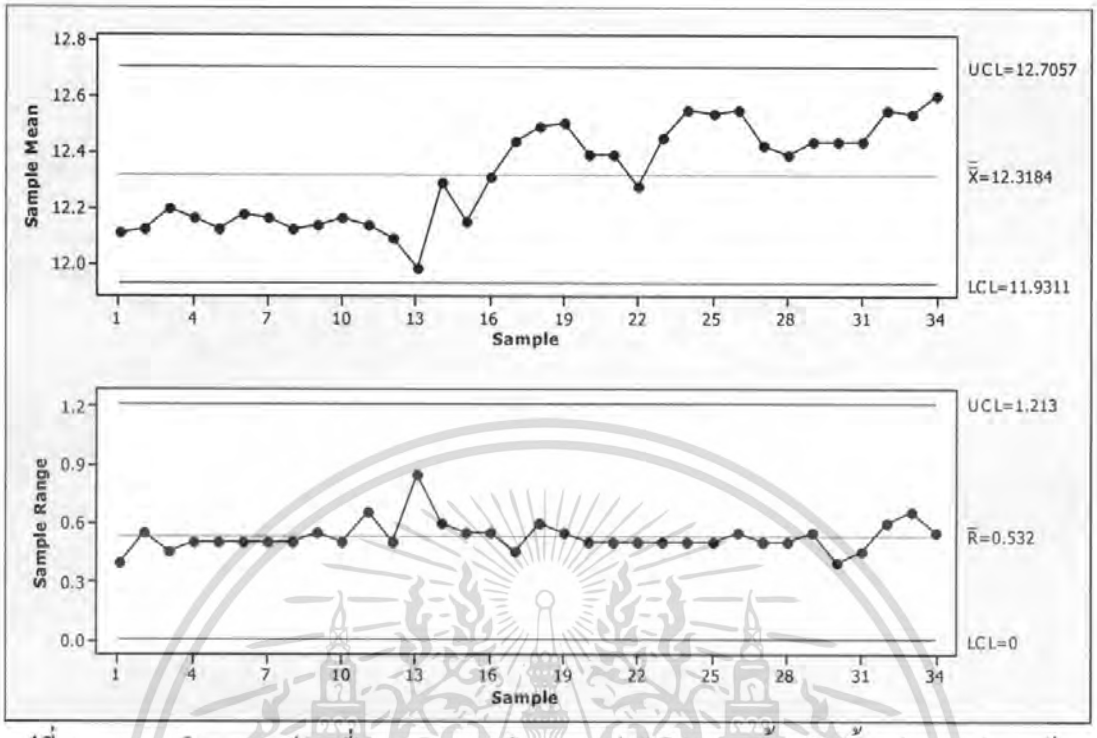
4.1.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของน้ำหนักชิ้นงานของผลิตภัณฑ์ A



รูปที่ 4.1 แสดง Histogram ของน้ำหนักชิ้นงาน 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ A (ข้อมูลดิบ)

จากรูปที่ 4.1 จะพบว่าข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบปกติ (p-value=0.007 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05) จึงทำการแปลงข้อมูลด้วยวิธีการต่างๆ ผลที่ได้พบว่าข้อมูลยังไม่มีการแจกแจงแบบปกติ แต่เมื่อพิจารณารูปร่างของข้อมูลพบว่าค่อนข้างมีความสมมาตร(พิจารณาจากกราฟ Box plot ที่แสดงความสมมาตรพอสมควร) ดังนั้นด้วยคุณสมบัติของรูปร่างข้อมูลที่กล่าวมา จะยังคงสามารถใช้แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยในการวิเคราะห์กระบวนการผลิตต่อไปได้

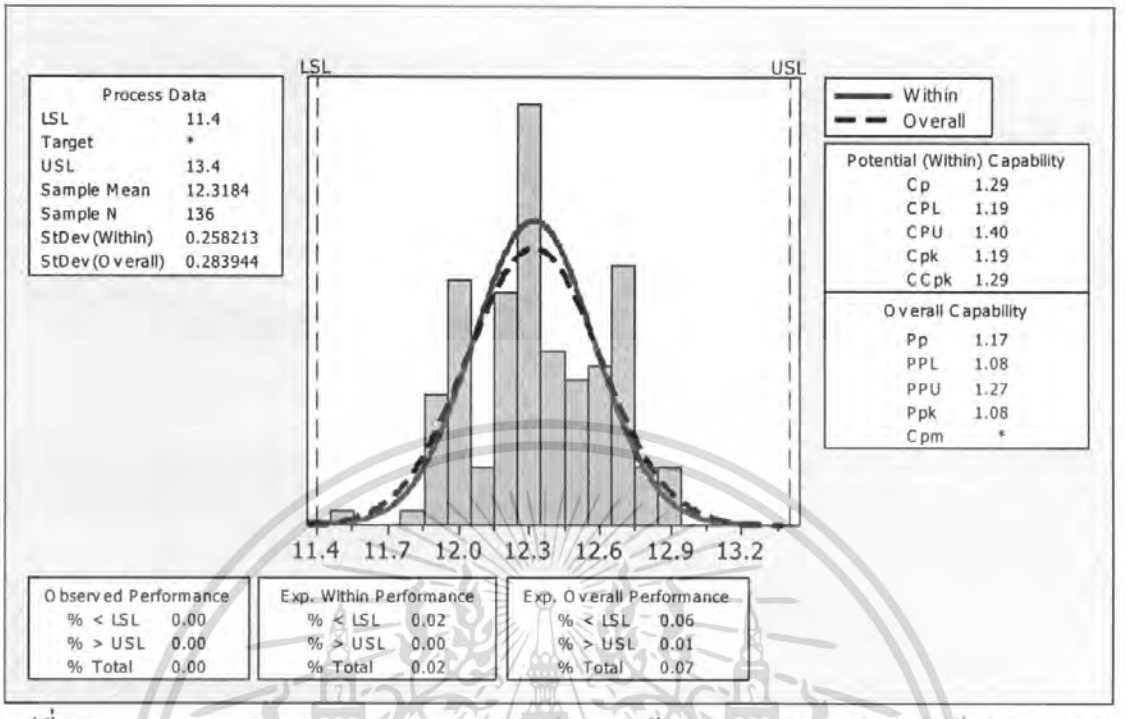
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และ แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ของ น้ำหนักชิ้นงาน 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ A

จากรูปที่ 4.2 พบว่า จากการนำข้อมูลตัวอย่างมาคำนวณค่าขีดจำกัดควบคุมค่าเฉลี่ยบน (UCL) ได้เท่ากับ 12.7057 กรัม ค่าเฉลี่ยกระบวนการผลิตเท่ากับ 12.3184 กรัม และขีดจำกัดควบคุมค่าเฉลี่ยล่าง(LCL) เท่ากับ 11.9311 กรัม จากการพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล(ดังรายละเอียดในบทที่ 2) พบว่ามีจุดพิกัด 4 ใน 5 จุดที่ต่อเนื่องกัน ตกอยู่นอกเส้น 1σ คือจุด 5-8 และมีจุดพิกัด 8 จุดที่ต่อเนื่องกันในแนวแถว ตกอยู่ด้านใดด้านหนึ่งของเส้นกึ่งกลาง คือจุด 9-16 และ 27-34 แต่อย่างไรก็ตามจุดผิดปกติเหล่านี้ยังคงตกอยู่ในขีดจำกัดควบคุม ซึ่งพอสรุปได้ว่าสินค้าที่ใช้ตรวจสอบเหล่านี้มีแนวโน้มว่าเป็นสินค้าดี และเมื่อพิจาณาแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยร่วมด้วย จากข้อมูลตัวอย่างเมื่อคำนวณค่า UCL จะได้เท่ากับ 1.213 กรัม มีค่าเฉลี่ยพิสัยของกระบวนการผลิตเท่ากับ 0.532 กรัม และ LCL เท่ากับ 0 จะเห็นว่ารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูลไม่มีจุดที่แสดงถึงความผิดปกติ ซึ่งพอจะช่วยยืนยัน ได้ว่าสินค้าเป็นสินค้าดีตามที่สรุปไว้ข้างต้น จากแผนภูมิควบคุม ดังรูปที่ 4.2 พบจุดที่แสดงถึงความผิดปกติ นั่นแสดงว่ากระบวนการผลิตไม่อยู่ภายใต้การควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

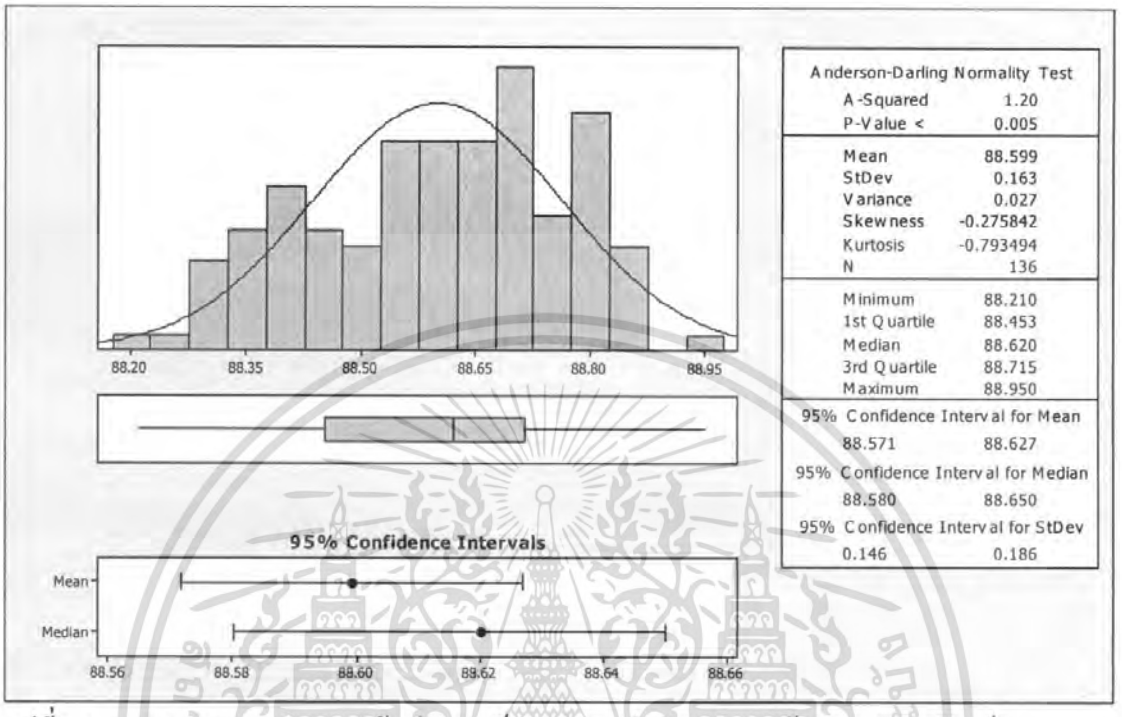


รูปที่ 4.3 แสดงความสามารถกระบวนการผลิต ขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกัดข้อกำหนดล่างของน้ำหนักชิ้นงาน 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ A

จากการที่ข้อมูลไม่มีรูปการแจกแจงแบบปกติ(รูปที่ 4.1) จึงได้ทำการแปลงข้อมูล แต่ยังให้ผลที่ไม่ดีขึ้นกว่าเดิม แต่จากรูปก็มีลักษณะสมมาตรพอสมควร(แบ้ไม่มาก) ดังได้สรุปผลไปแล้วตอนต้น ดังนั้น พอที่จะใช้ความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะสั้น(C_{pk}) ชี้วัดค่าความสามารถของกระบวนการผลิตได้ ซึ่งพบว่าค่า C_{pk} เท่ากับ 1.19 ซึ่งมีค่ามากกว่า 1.00 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะสั้นอยู่ในระดับที่ดี และค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด(ร้อยละของเสีย) มีค่าเป็นร้อยละ 0 นั่นคือไม่มีการผลิตสินค้าเสีย ทั้งนี้สืบเนื่องมาจากความสามารถของกระบวนการผลิตที่ดีดังกล่าวทำให้ไม่มีการผลิตของเสียออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

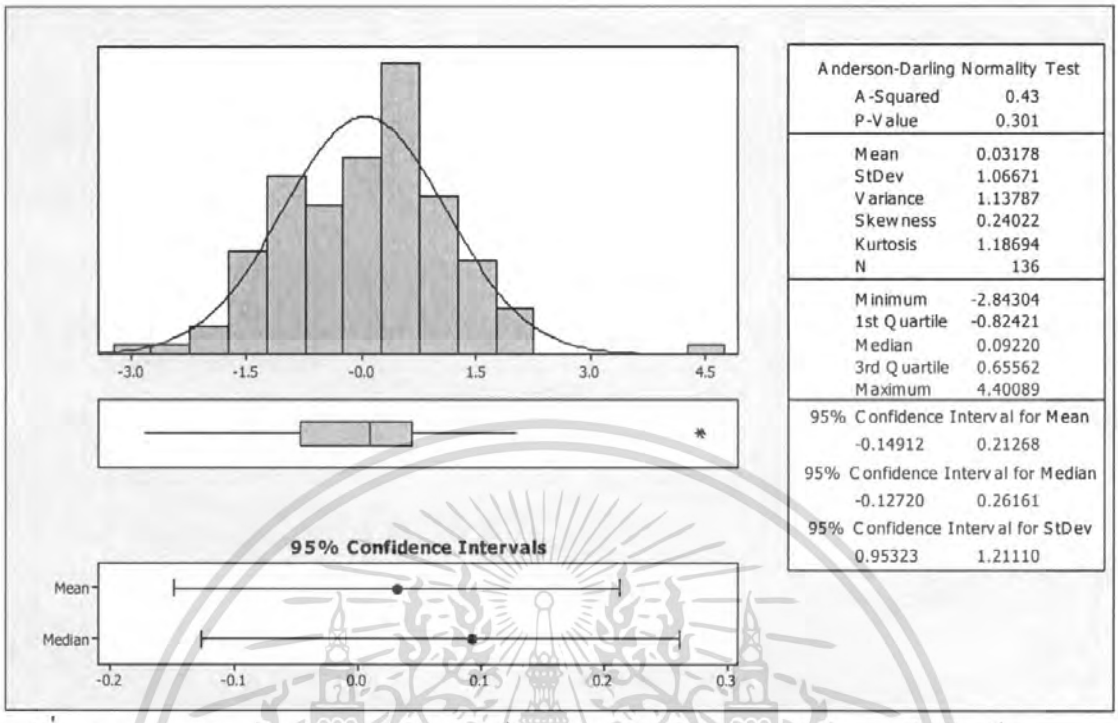
4.1.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของเส้นผ่านศูนย์กลางขอบปาก ของผลิตภัณฑ์ A



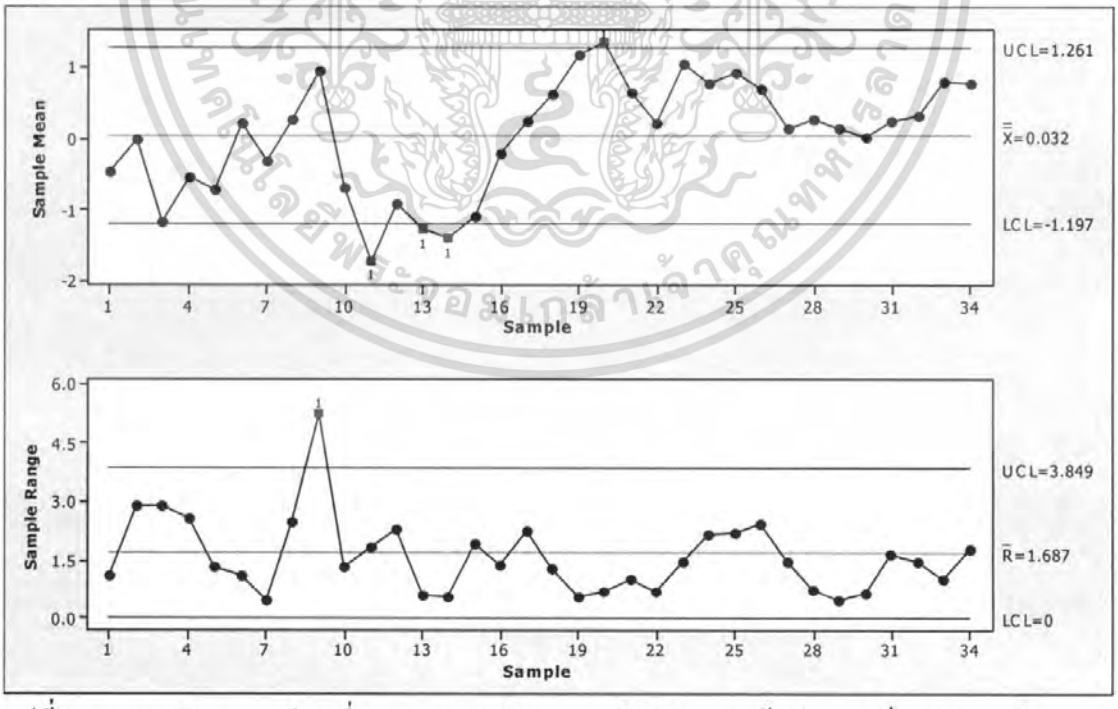
รูปที่ 4.4 แสดง Histogram ของเส้นผ่านศูนย์กลางขอบปาก 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ A (ข้อมูลดิบ)

จากรูปที่ 4.4 จะพบว่าข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบปกติ (p-value<0.005 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05) จึงทำการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson(ดูรายละเอียดในบทที่ 2) พบว่าข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ(p-value=0.301 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05) ดังรูปที่ 4.5 ซึ่งเป็นไปตามข้อสมมติของการใช้แผนภูมิควบคุม ดังนั้นจึงใช้แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยที่ได้จากข้อมูลชุดใหม่นี้ไปใช้ในการวิเคราะห์กระบวนการผลิตต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



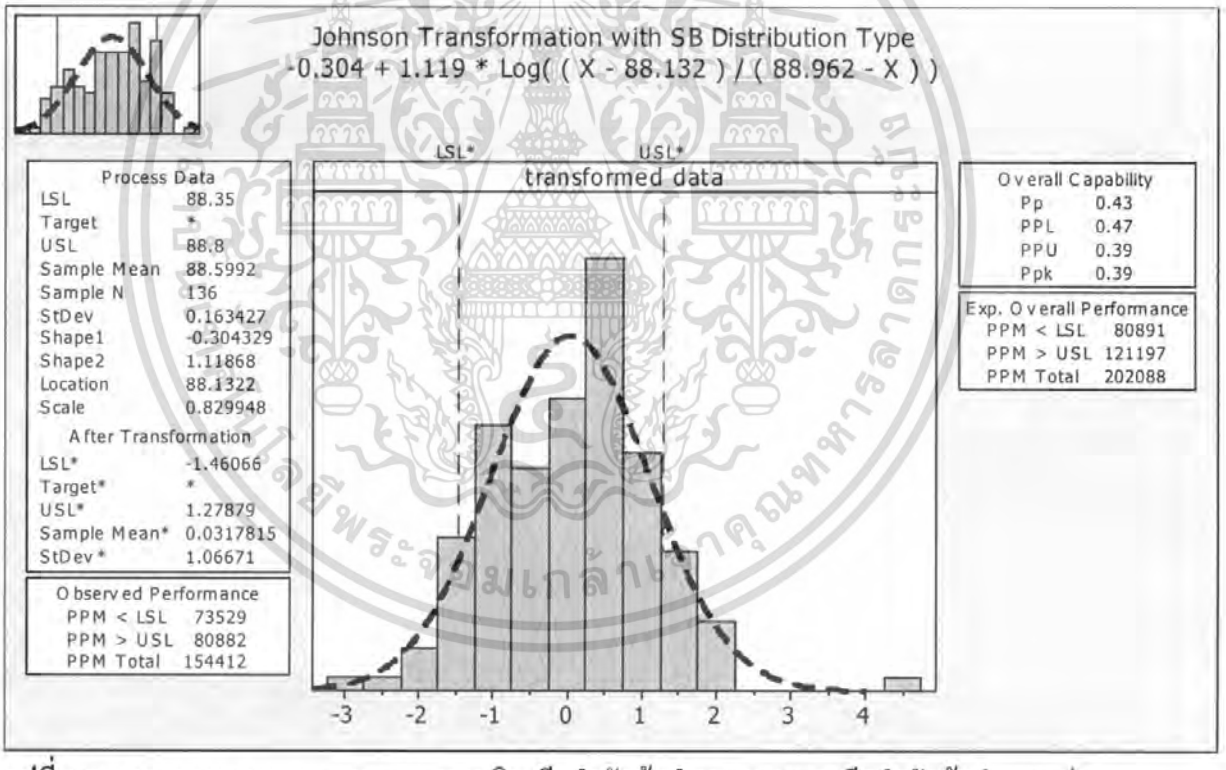
รูปที่ 4.5 แสดง Histogram ของเส้นผ่านศูนย์กลางขอบปาก 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ A (ข้อมูลแปลงโดยวิธี Johnson)



รูปที่ 4.6 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และ แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ของเส้นผ่านศูนย์กลางขอบปาก 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับรูปที่ 4.6 จากการนำข้อมูลของตัวอย่างที่ทำการแปลงค่าข้อมูลตามวิธีของ Johnson มาคำนวณค่า UCL จะได้เท่ากับ 1.261 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยกระบวนการผลิตเท่ากับ 0.032 มิลลิเมตร และ LCL เท่ากับ -1.197 มิลลิเมตร จากการพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล พบว่ามีจุดพิกัดอย่างน้อย 1 จุด ตกอยู่นอกขีดจำกัดการควบคุม คือจุดที่ 11 13 14 20 และมีจุดพิกัด 8 จุด ต่อเนื่องกันในแนวแถว ตกอยู่ด้านใดด้านหนึ่งของเส้นกึ่งกลาง คือจุดที่ 22-29 สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย พบว่าค่า UCL เท่ากับ 3.849 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยพิสัยของกระบวนการผลิตเท่ากับ 1.687 มิลลิเมตร และ LCL เท่ากับ 0 และเมื่อพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล พบว่ามีจุดพิกัดอย่างน้อย 1 จุด ตกอยู่นอกขีดจำกัดการควบคุม คือ จุดที่ 9 นั่นแสดงว่ากระบวนการผลิตไม่อยู่ภายใต้การควบคุม



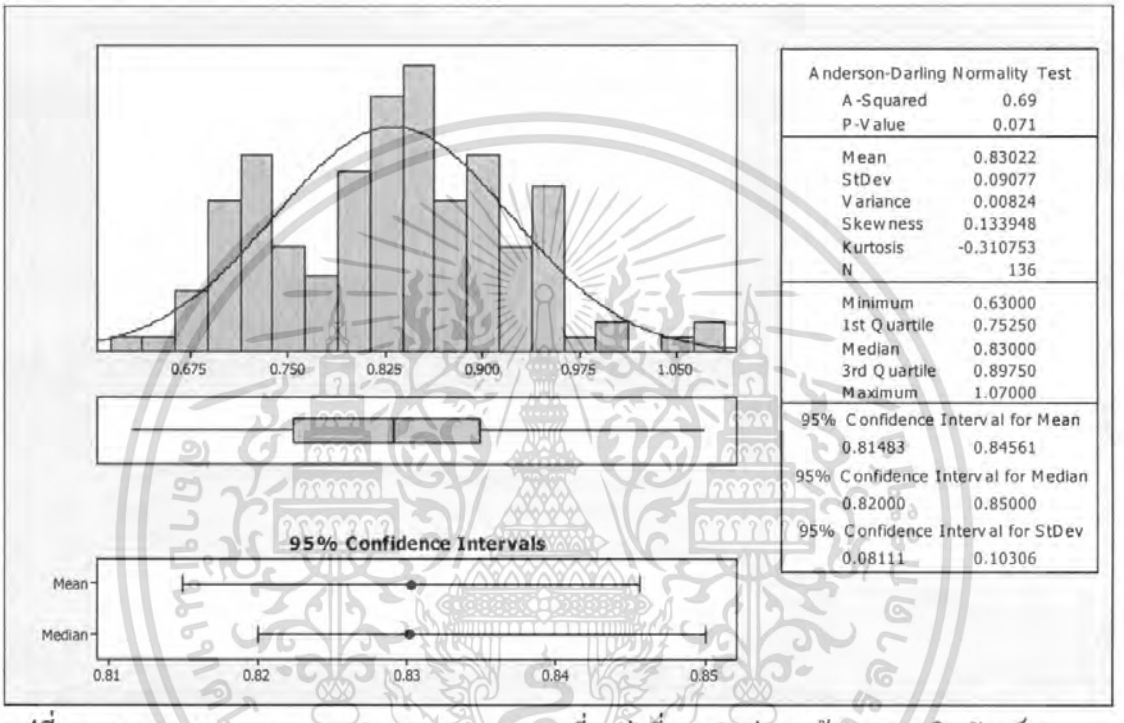
รูปที่ 4.7 แสดงความสามารถกระบวนการผลิต ขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกัดข้อกำหนดล่างของเส้นผ่านศูนย์กลางขอบปาก 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ A

จากรูปที่ 4.7 พบว่า P_{pk} มีค่าเท่ากับ 0.39 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 1.00 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะยาวอยู่ในระดับไม่ดี และค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนดได้ร้อยละ 20.20 นั่นคือมีการผลิตของเสียในปริมาณที่มากพอสมควร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของความหนา-บาง จุดที่ 1 ของผลิตภัณฑ์ A

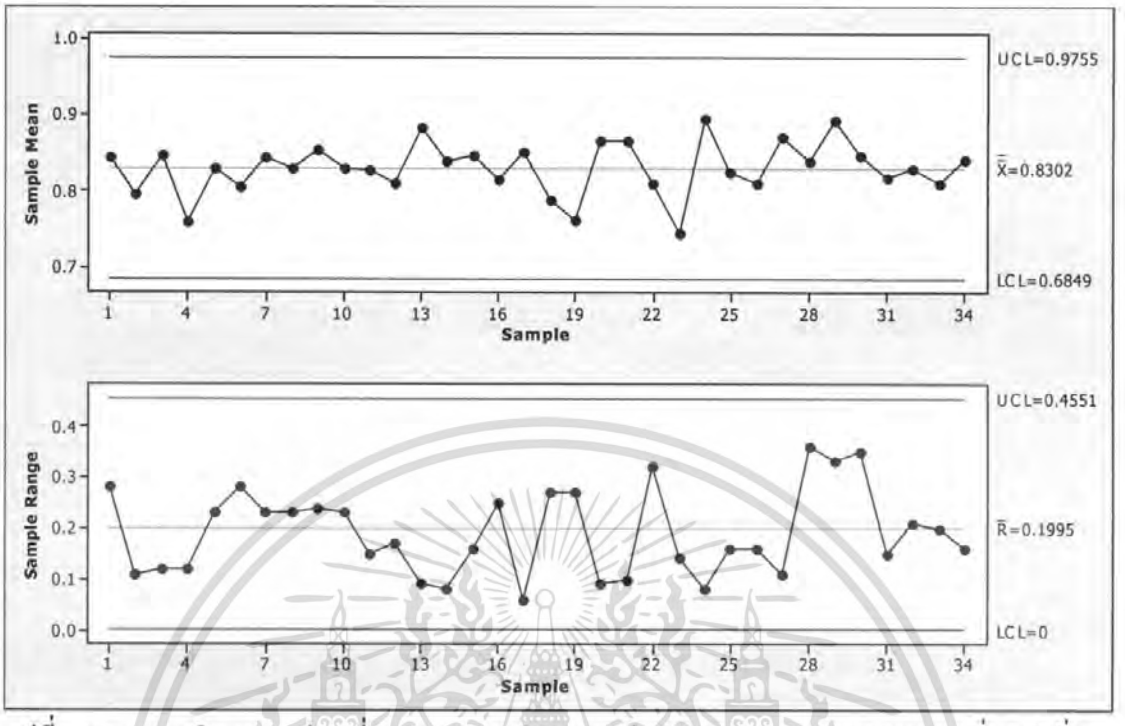
4.1.3.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของความหนา-บาง จุดที่ 1 ค่าที่ 1 ของผลิตภัณฑ์ A



รูปที่ 4.8 แสดง Histogram ของความหนา-บาง จุดที่ 1 ค่าที่ 1 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ A

จากรูปที่ 4.8 พบว่าข้อมูลมีการแจงแจงแบบปกติ (p-value=0.071 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05) ซึ่งเป็นไปตามข้อสมมติของการใช้แผนภูมิควบคุม จึงสามารถนำข้อมูลชุดนี้ไปสร้างแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ได้ดังรูปที่ 4.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

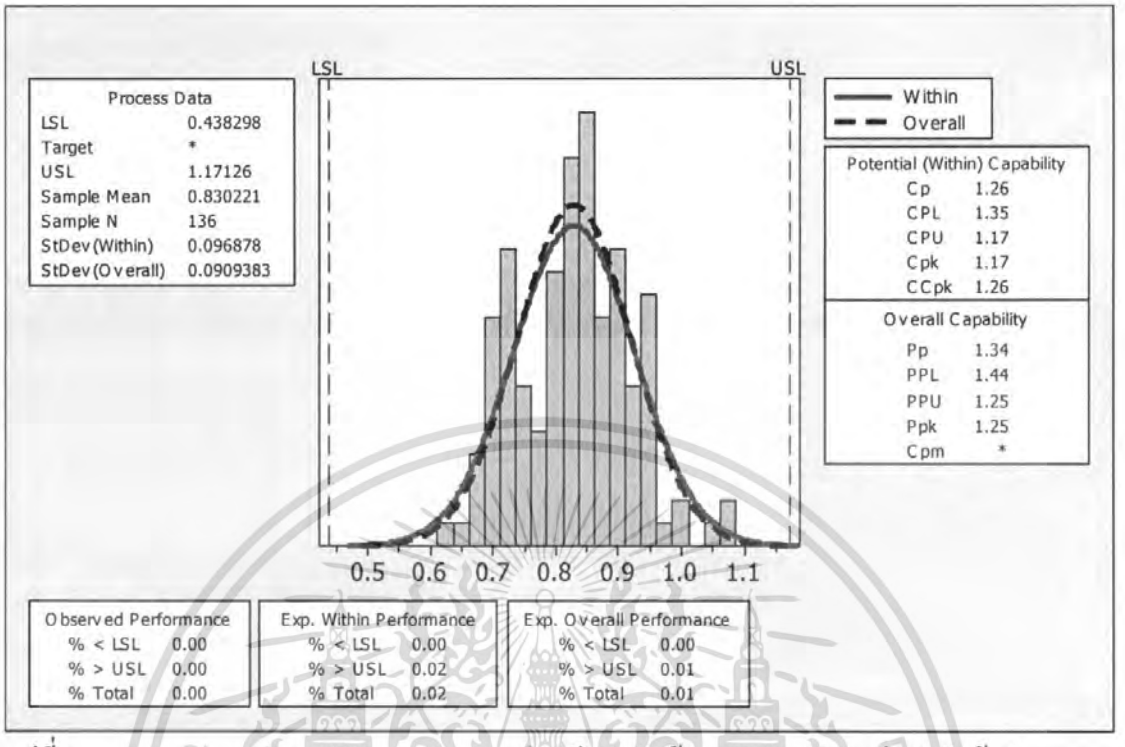


รูปที่ 4.9 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และ แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ของความหนา-บาง จุดที่ 1 ค่าที่ 1 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ A

จากรูปที่ 4.9 พบว่าจากการนำข้อมูลมาคำนวณ จะได้ค่า UCL เท่ากับ 0.9755 มิลลิเมตร มีค่าเฉลี่ยกระบวนการผลิตเท่ากับ 0.8302 มิลลิเมตร และ LCL เท่ากับ 0.6849 มิลลิเมตร และเมื่อพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูลพบว่าไม่มีจุดที่แสดงความผิดปกติ สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย คำนวณได้ค่า UCL เท่ากับ 0.4551 มิลลิเมตร มีค่าเฉลี่ยพิสัยของกระบวนการผลิตเท่ากับ 0.1995 มิลลิเมตร และ LCL เท่ากับ 0 จากการพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูลพบว่าไม่มีจุดที่แสดงความผิดปกติ แสดงว่ากระบวนการผลิตอยู่ภายใต้การควบคุม

เนื่องจากบริษัทไม่ได้กำหนด USL และ LSL ในการวิจัยครั้งนี้จึงได้คำนวณหาค่าดังกล่าว (โดยใช้สูตรบทที่ 2 ข้อ 2.1.5.1) ได้ค่าเฉลี่ยโดยรวม คือ 0.80478 มิลลิเมตร(คำนวณจากข้อมูลทั้งหมด) และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน คือ 0.09185 มิลลิเมตร(คำนวณจากข้อมูลทั้งหมด) สามารถคำนวณได้ค่า USL เท่ากับ 1.1712615 มิลลิเมตร และ LSL เท่ากับ 0.4382985 มิลลิเมตร และเมื่อนำค่าที่ได้มาวิเคราะห์หาความสามารถของกระบวนการจะได้ ดังรูป 4.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

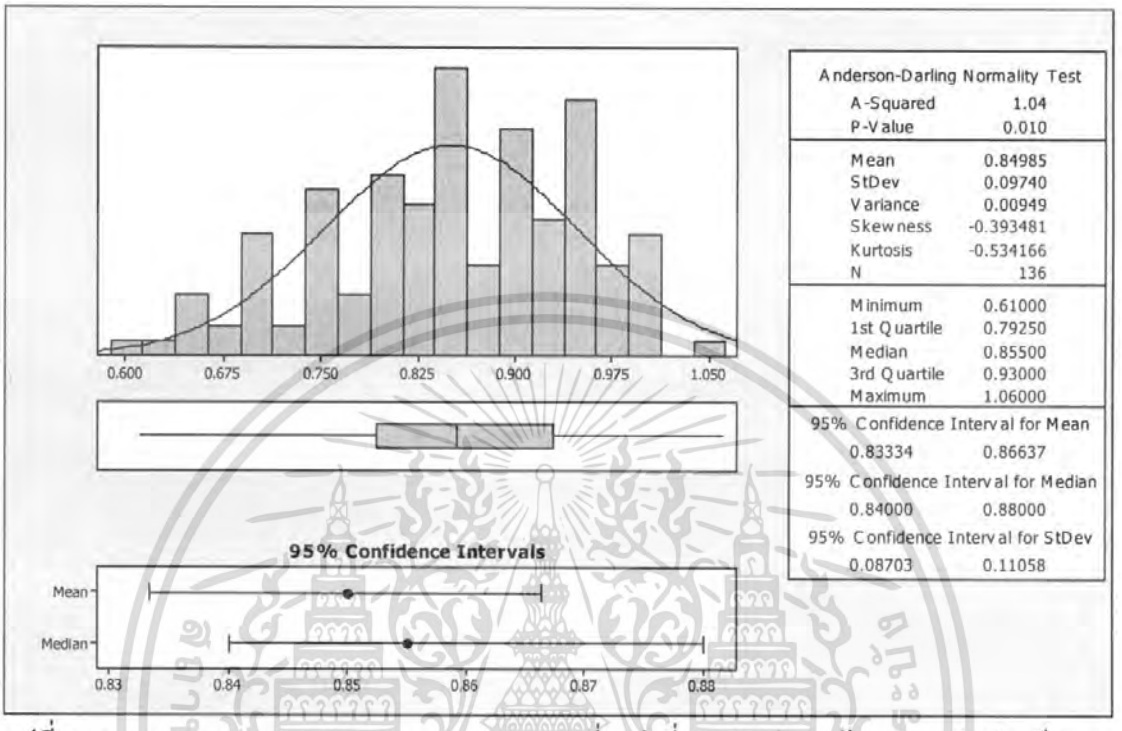


รูปที่ 4.10 แสดงความสามารถกระบวนการผลิต ขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง ของความหนา-บาง จุดที่ 1 ค่าที่ 1 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ A

รูปที่ 4.10 พบว่า C_{pk} มีค่าเท่ากับ 1.17 ซึ่งมีค่ามากกว่า 1.00 นั่นแสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะสั้นอยู่ในระดับดี และค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนดได้ร้อยละ 0.02 นั่นคือ มีการผลิตสินค้าเสียในปริมาณที่น้อยมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

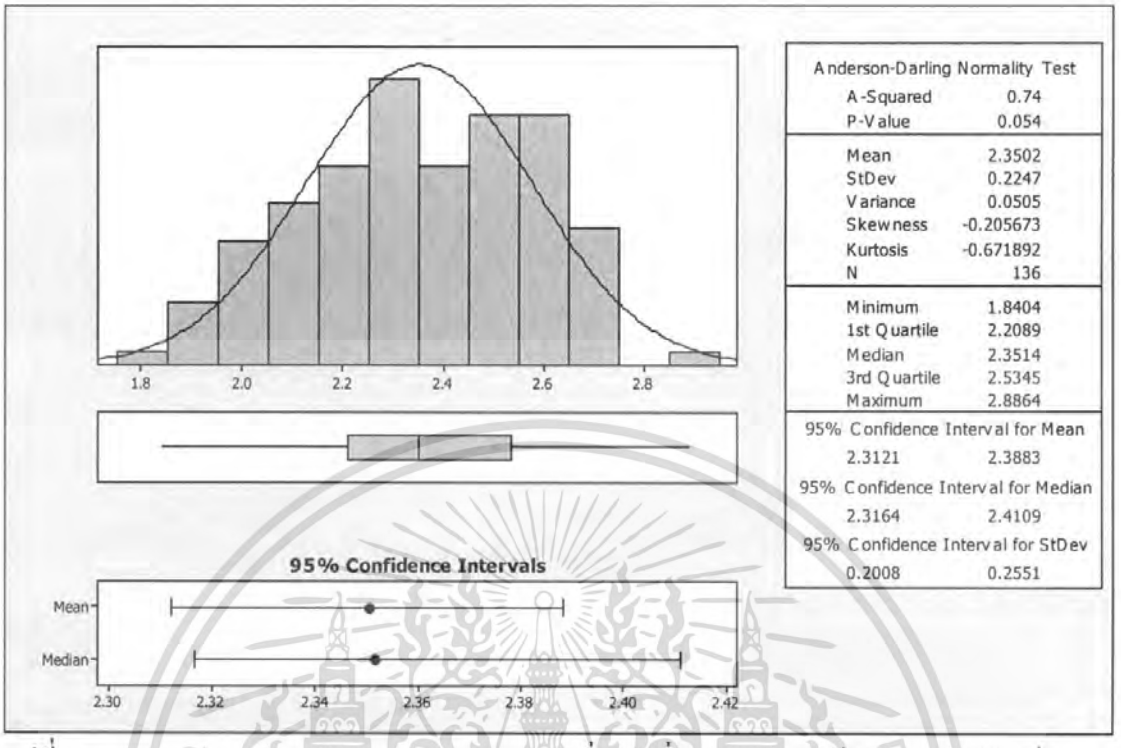
4.1.3.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของความหนา-บาง จุดที่ 1 ค่าที่ 2 ของผลิตภัณฑ์ A



รูปที่ 4.11 แสดง Histogram ของความหนา-บาง จุดที่ 1 ค่าที่ 2 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ A (ข้อมูลดิบ)

จากรูปที่ 4.11 ได้ค่า p-value มีค่าเท่ากับ 0.010 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 จึงได้ว่าข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบปกติ ดังนั้นจึงทดลองแปลงข้อมูลด้วยวิธีต่างๆ ได้ผล ดังรูปที่ 4.12

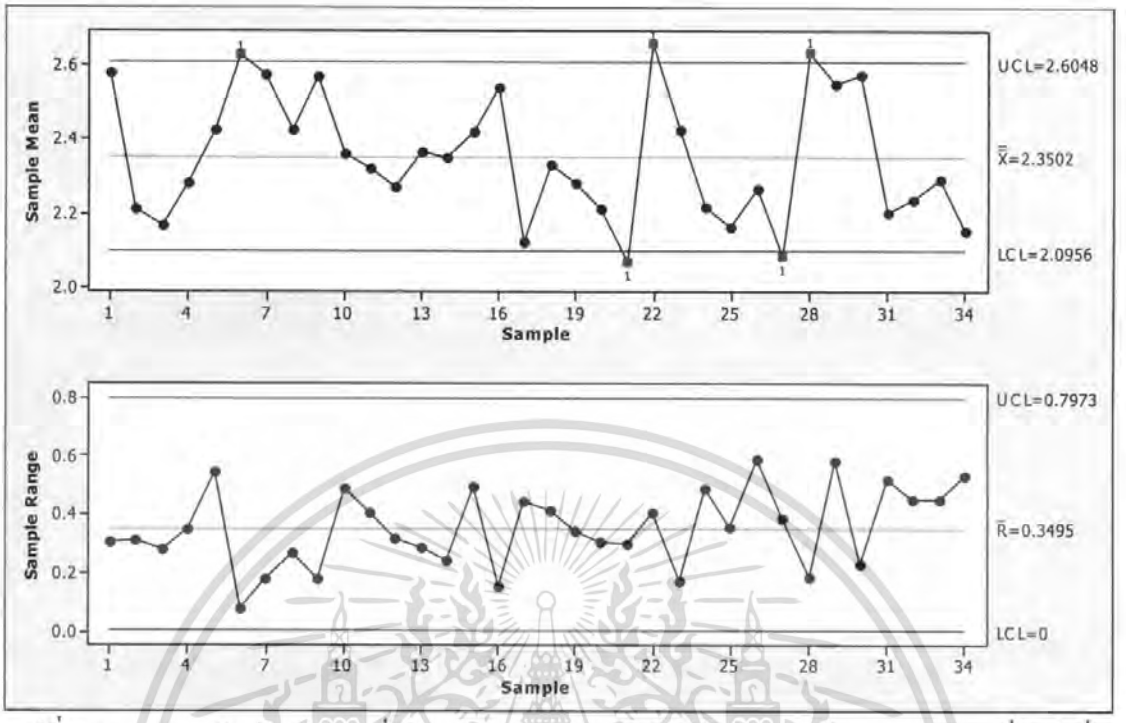
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.12 แสดง Histogram ของความหนา-บาง ชุดที่ 1 ค่าที่ 2 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ A (ข้อมูลแปลงโดยใช้ ฟังก์ชัน exponential)

จากรูปที่ 4.12 เมื่อนำข้อมูลไปทำแปลงโดยใช้ ฟังก์ชัน exponential (ดูรายละเอียดในบทที่ 2) จะได้ค่า p-value เท่ากับ 0.054 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 ซึ่งเป็นไปตามข้อสมมติของการใช้แผนภูมิควบคุม จึงได้ว่าข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ และเมื่อนำข้อมูลชุดใหม่นี้ไปสร้างแผนภูมิควบคุม จะได้ผล ดังรูป 4.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

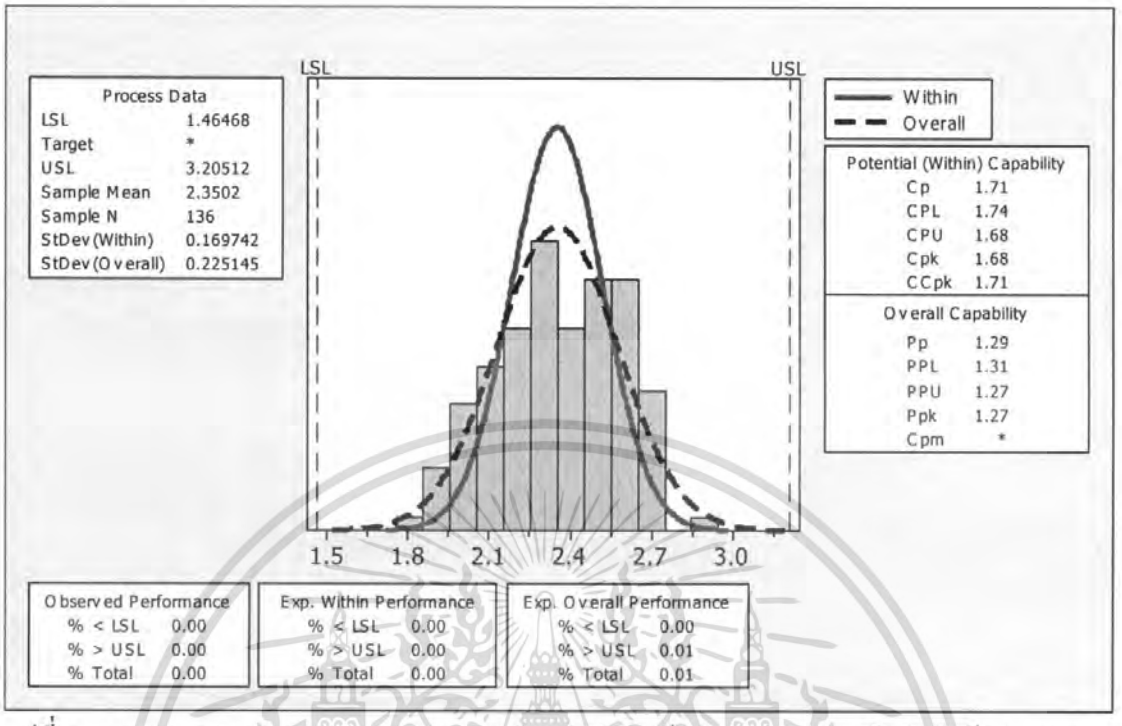


รูปที่ 4.13 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และ แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ของความหนา- บาง จุดที่ 1 ค่าที่ 2 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ A

จากรูปที่ 4.13 เมื่อนำข้อมูลตัวอย่างที่ทำการแปลงโดยใช้ฟังก์ชัน exponential มาคำนวณค่า UCL จะได้เท่ากับ 2.6048 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยกระบวนการผลิตเท่ากับ 2.3502 มิลลิเมตร และค่า LCL เท่ากับ 2.0956 มิลลิเมตร จากการพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล พบว่ามีจุดพิกัดอย่างน้อย 1 จุด ตกอยู่นอกขีดจำกัดการควบคุม คือจุดที่ 6 21 22 27 28 และมีจุดพิกัด 2 ใน 3 จุดต่อเนื่องกันตกอยู่นอกเส้น 2σ แต่ยังคงอยู่ในขีดจำกัดการควบคุม คือ จุดที่ 7-9 สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย พบว่าเมื่อนำข้อมูลตัวอย่างที่ทำการแปลงข้อมูลโดยใช้ฟังก์ชัน exponential มาคำนวณค่า UCL จะได้เท่ากับ 0.7973 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยพิสัยกระบวนการผลิตเท่ากับ 0.3495 มิลลิเมตร และ LCL เท่ากับ 0 และจากการพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล พบว่าไม่มีจุดที่แสดงความผิดปกติ จากแผนภูมิควบคุม ดังรูปที่ 4.13 พบจุดที่แสดงถึงความผิดปกติ นั่นแสดงว่ากระบวนการผลิตไม่อยู่ภายใต้การควบคุม

เนื่องจากบริษัทไม่ได้กำหนด USL และ LSL ในการวิจัยครั้งนี้จึงได้คำนวณหาค่าดังกล่าว (โดยใช้สูตรบทที่ 2 ข้อ 2.1.5.1) ได้ค่าเฉลี่ยโดยรวมและค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน(จากข้อมูลที่ได้ทำการแปลงโดยฟังก์ชัน exponential) คือ 2.3349 มิลลิเมตร และ 0.2181 มิลลิเมตรตามลำดับ สามารถคำนวณได้ค่า USL เท่ากับ 3.20512 มิลลิเมตร และ LSL เท่ากับ 1.464681 มิลลิเมตรและเมื่อนำค่าที่ได้มาวิเคราะห์หาความสามารถของกระบวนการผลิตจะได้ ดังรูป 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



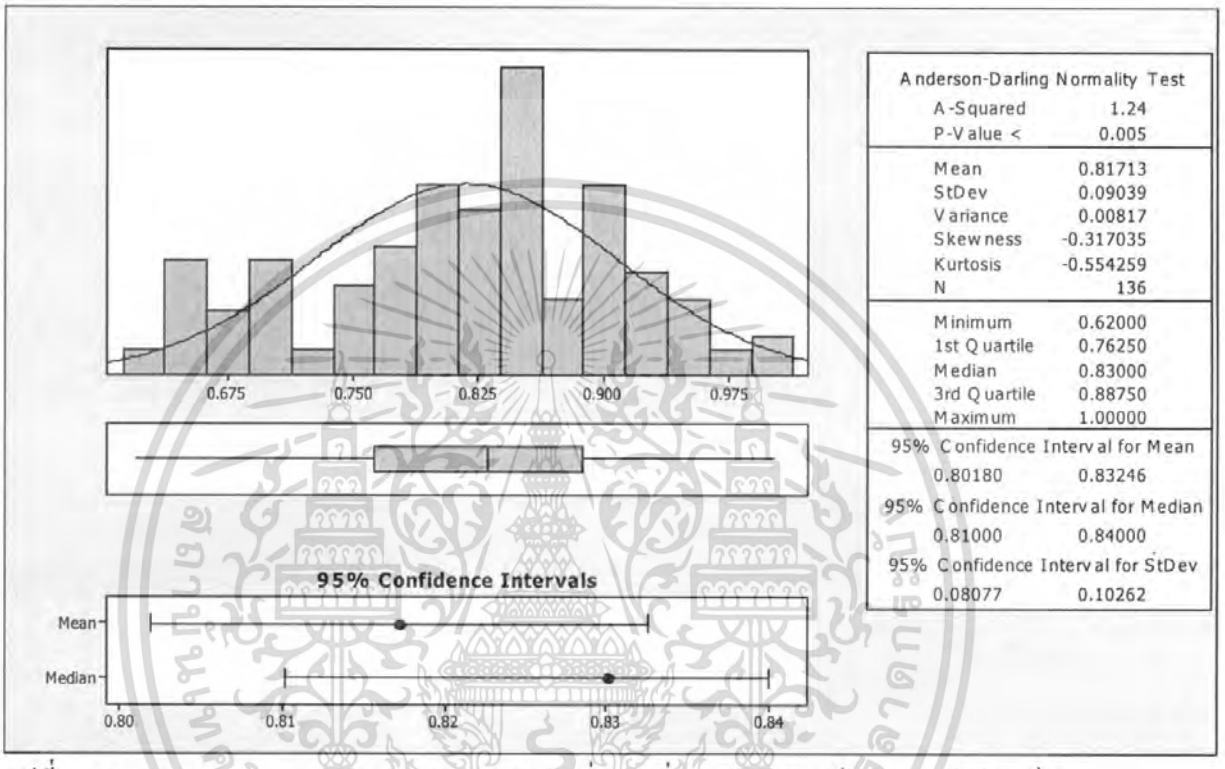
รูปที่ 4.14 แสดงความสามารถกระบวนการผลิต ขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกัดข้อกำหนดล่างของความหนา-บาง จุดที่ 1 ค่าที่ 2 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ A

จากรูปที่ 4.14 จากข้อมูลตัวอย่างที่ถูกแปลงข้อมูลโดยใช้ฟังชัน exponential มาคำนวณหา USL และ LSL พบว่า C_{pk} มีค่าเท่ากับ 1.71 ซึ่งมีค่ามากกว่า 1.00 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะสั้นอยู่ในระดับดี และค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนดได้ร้อยละ 0.00 นั่นคือไม่มีการผลิตของเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของความหนา-บาง จุดที่ 2 ของผลิตภัณฑ์ A

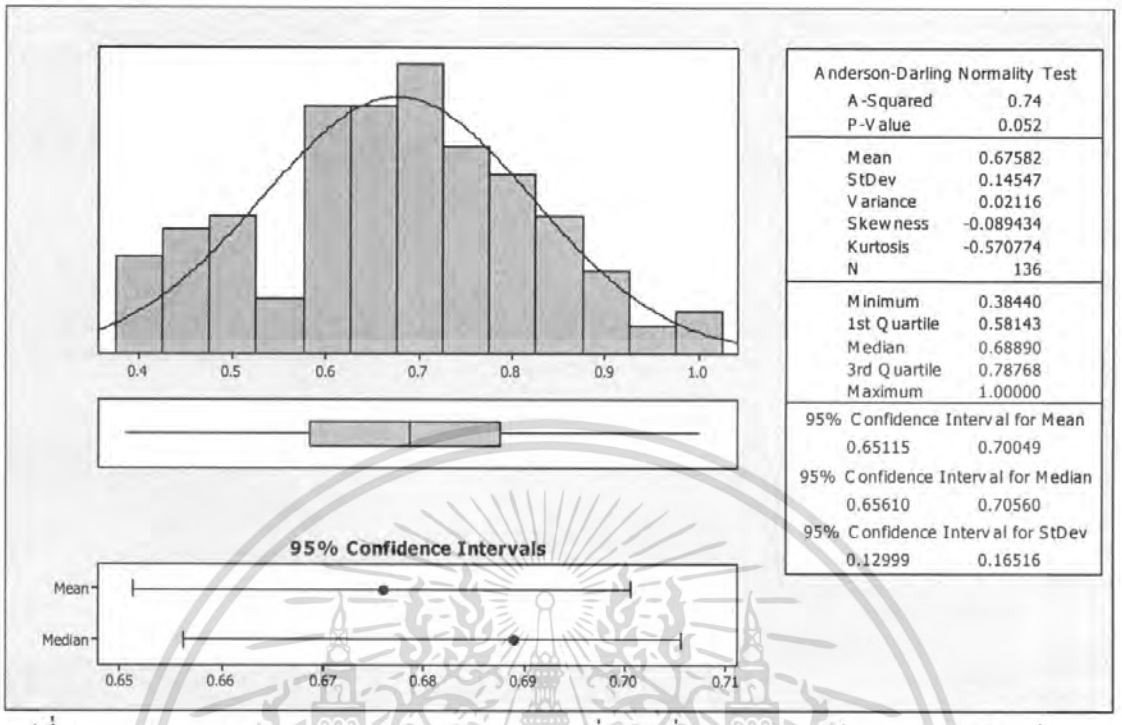
4.1.4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของความหนา-บาง จุดที่ 2 ค่าที่ 1 ของผลิตภัณฑ์ A



รูปที่ 4.15 แสดง Histogram ของความหนา-บาง จุดที่ 2 ค่าที่ 1 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ A (ข้อมูลดิบ)

จากรูปที่ 4.15 พบว่าค่า p-value<0.005 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 จึงสรุปได้ว่าข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบปกติ ดังนั้นจึงทดลองแปลงข้อมูลด้วยวิธีต่างๆ ได้ผลดังรูป 4.16

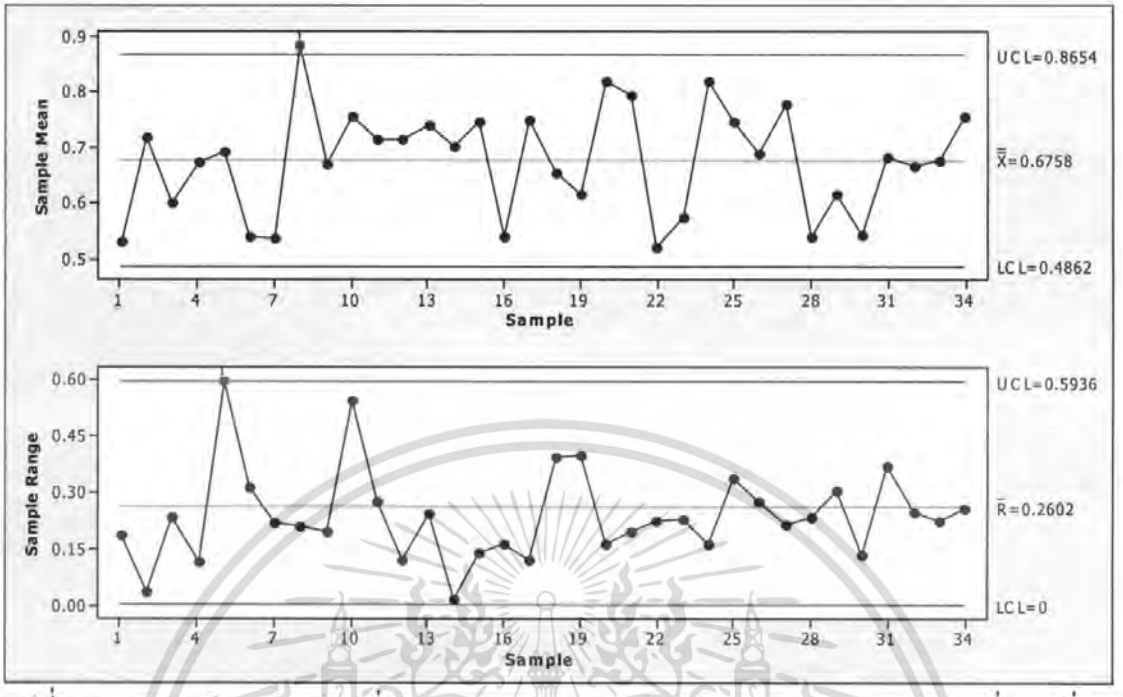
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.16 แสดง Histogram ของความหนา-บาง จุดที่ 2 ค่าที่ 1 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ A (ข้อมูลแปลงโดยวิธี box-cox)

จากรูปที่ 4.16 เมื่อนำข้อมูลไปทำการแปลงโดยใช้วิธี box-cox (ดูรายละเอียดในบทที่ 2) จะได้ค่า p-value เท่ากับ 0.052 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 ซึ่งเป็นไปตามข้อสมมติของการใช้แผนภูมิควบคุม จึงได้ว่าข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ และเมื่อนำข้อมูลชุดใหม่นี้ไปสร้างแผนภูมิควบคุม จะได้ผล ดังรูป 4.17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

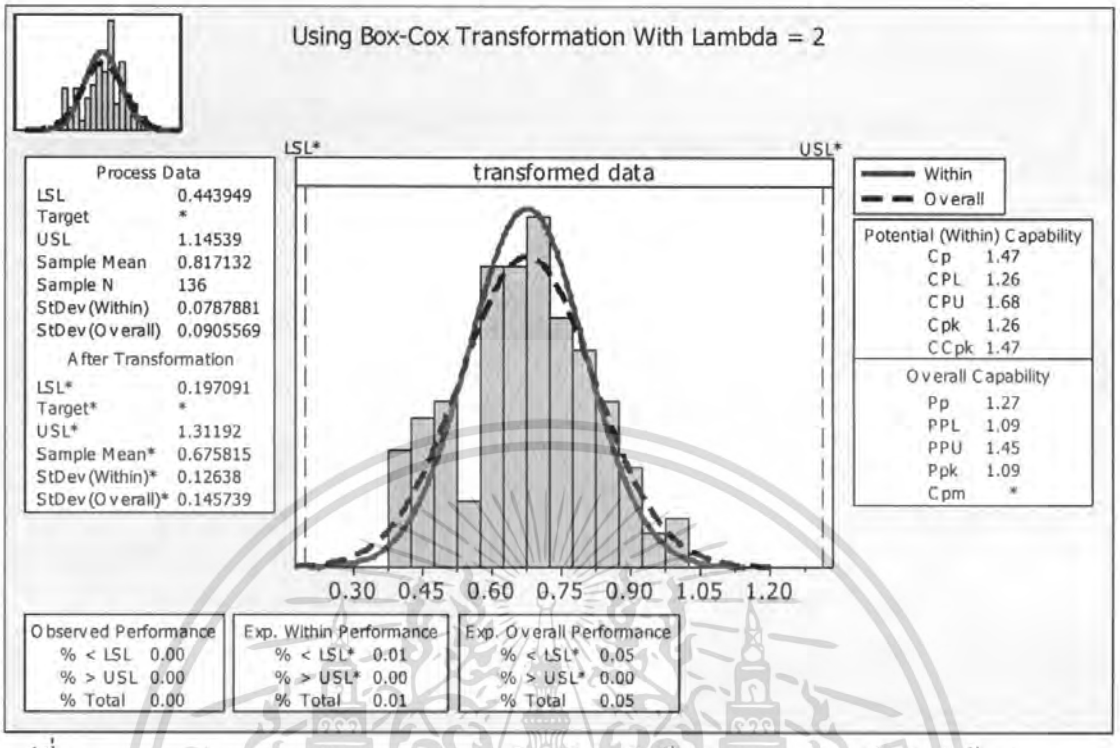


รูปที่ 4.17 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และ แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ของความหนา-บาง จุดที่ 2 ค่าที่ 1 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ A

สำหรับรูปที่ 4.17 จากการนำข้อมูลตัวอย่างที่ทำการแปลงค่าข้อมูลโดยใช้วิธี box-cox มาคำนวณค่า UCL จะได้เท่ากับ 0.8654 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยกระบวนการผลิตเท่ากับ 0.6758 มิลลิเมตร และ LCL เท่ากับ 0.4862 มิลลิเมตร จากการพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล พบว่ามีจุดพิกัด 2 ใน 3 จุดต่อเนื่องกันตกอยู่นอกเส้น 2σ แต่ยังคงอยู่ในขีดกำจัดการควบคุมคือจุดที่ 5-7 และ 28-30 และมีจุดพิกัดอย่างน้อย 1 จุด ตกอยู่นอกขีดจำกัดการควบคุม คือ จุดที่ 8 สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย พบว่าค่า UCL เท่ากับ 0.5936 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยพิสัยกระบวนการผลิตเท่ากับ 0.2602 มิลลิเมตร และค่า LCL เท่ากับ 0 และจากการพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล พบว่ามีจุดพิกัดอย่างน้อย 1 จุด ตกอยู่นอกขีดจำกัดการควบคุม คือ จุดที่ 5 จากการที่พบจุดผิดปกติในแผนภูมิควบคุม นั่นแสดงว่ากระบวนการผลิตไม่อยู่ภายใต้การควบคุม

เนื่องจากบริษัทไม่ได้กำหนด USL และ LSL ในการวิจัยครั้งนี้จึงได้คำนวณหาค่าดังกล่าว (โดยใช้สูตรบทที่ 2 ข้อ 2.1.5.1) ได้ค่าเฉลี่ยโดยรวม คือ 0.79467 มิลลิเมตร และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน คือ 0.08790 สามารถคำนวณได้ค่า USL เท่ากับ 1.145391 มิลลิเมตร และ LSL เท่ากับ 0.443949 มิลลิเมตร และเมื่อนำค่าที่ได้มาวิเคราะห์หาความสามารถของกระบวนการผลิตจะได้ ดังรูปที่ 4.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

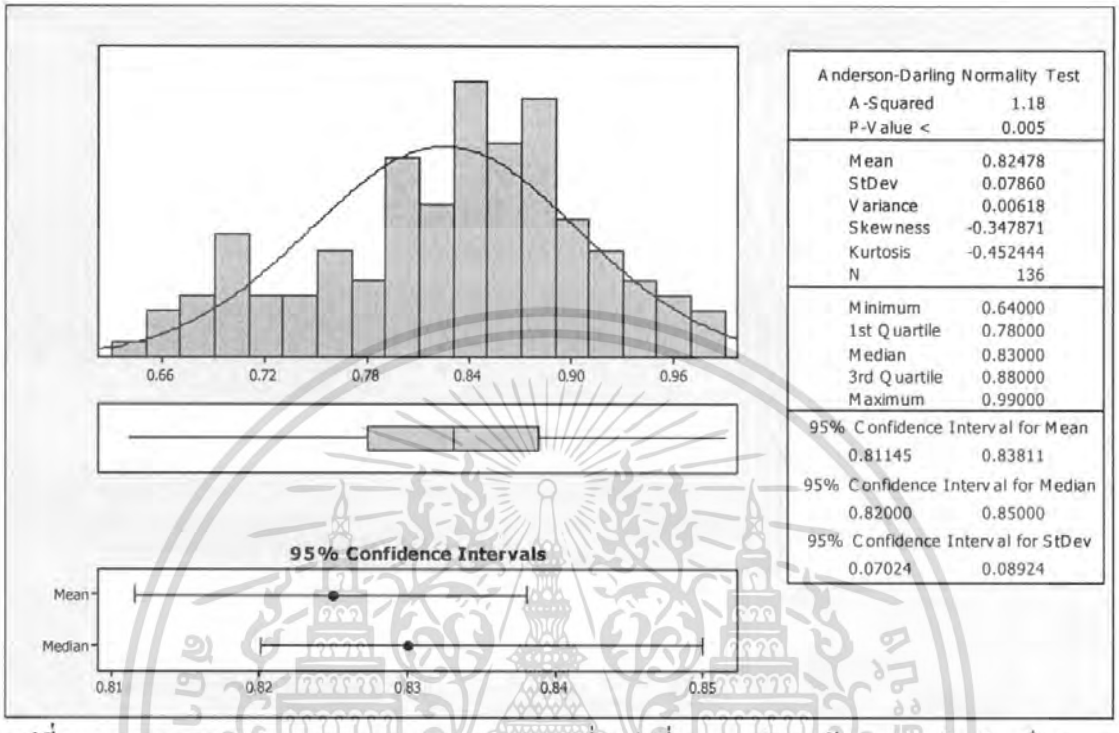


รูปที่ 4.18 แสดงความสามารถกระบวนการผลิต ขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกัดข้อกำหนดล่างของความหนา-บางจุดที่ 2 ค่าที่ 1 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ A

สำหรับรูปที่ 4.18 จากการนำข้อมูลตัวอย่างที่ทำการแปลงข้อมูลแล้วโดยวิธี box-cox มาคำนวณหาUSL และ LSL พบว่า C_{pk} มีค่าเท่ากับ 1.26 ซึ่งมีค่ามากกว่า 1.00 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะสั้นอยู่ในระดับดี และค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนดได้ร้อยละ 0.01 นั่นคือมีการผลิตสินค้าเสียในปริมาณน้อยมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

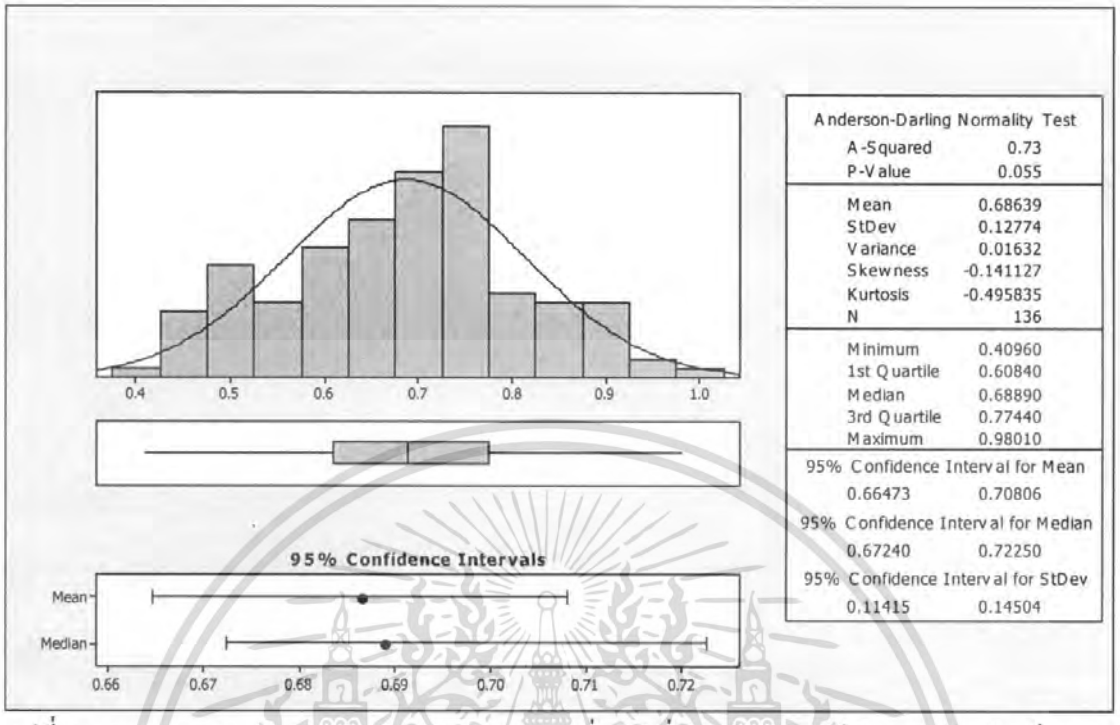
4.1.4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของความหนา-บาง จุดที่ 2 ค่าที่ 2 ของผลิตภัณฑ์ A



รูปที่ 4.19 แสดง Histogram ของความหนา-บาง จุดที่ 2 ค่าที่ 2 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ A (ข้อมูลดิบ)

จากรูปที่ 4.19 ได้ค่า p-value<0.005 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 จึงได้ว่าข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบปกติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้นจึงทดลองแปลงข้อมูลด้วยวิธีต่างๆ ได้ผล ดังรูปที่ 4.20

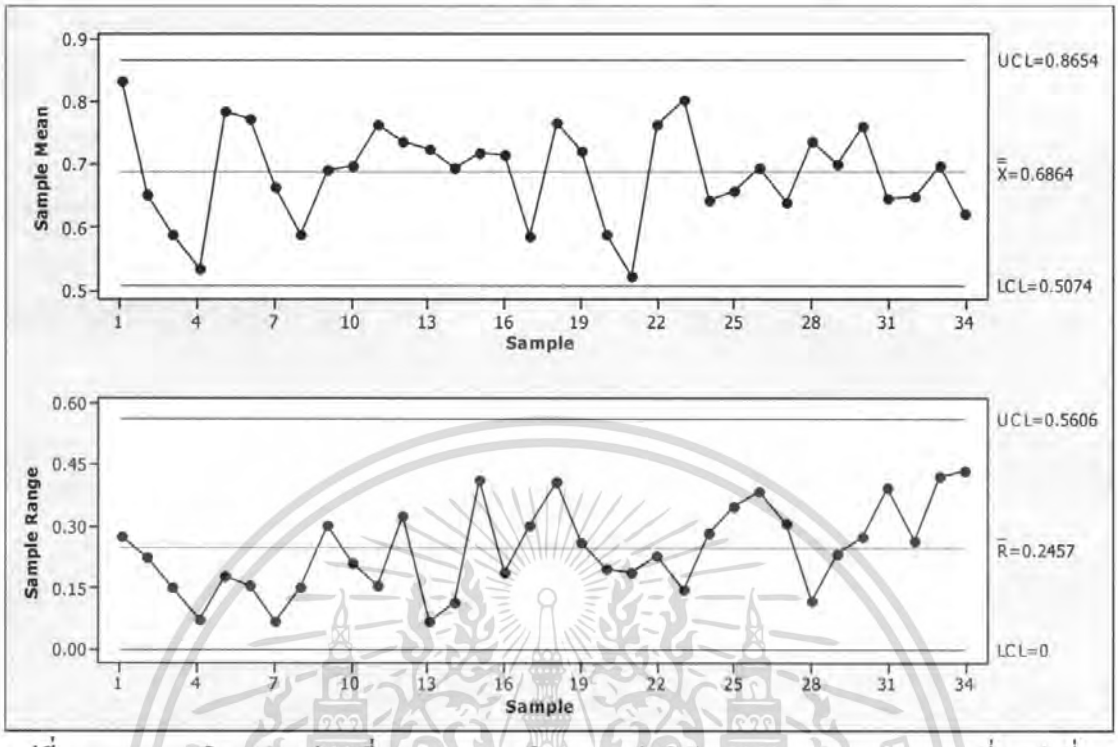
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.20 แสดง Histogram ของความหนา-บาง จุดที่ 2 ค่าที่ 2 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ A (ข้อมูลแปลงโดยวิธี box-cox)

จากรูปที่ 4.20 เมื่อนำข้อมูลไปทำแปลงโดยใช้วิธี box-cox (ดูรายละเอียดในบทที่ 2) จะได้ค่า p-value เท่ากับ 0.055 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 ซึ่งเป็นไปตามข้อสมมติของการใช้แผนภูมิควบคุม จึงได้ว่าข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ และเมื่อนำข้อมูลชุดใหม่นี้ไปสร้างแผนภูมิควบคุม จะได้ผลดังรูป 4.21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

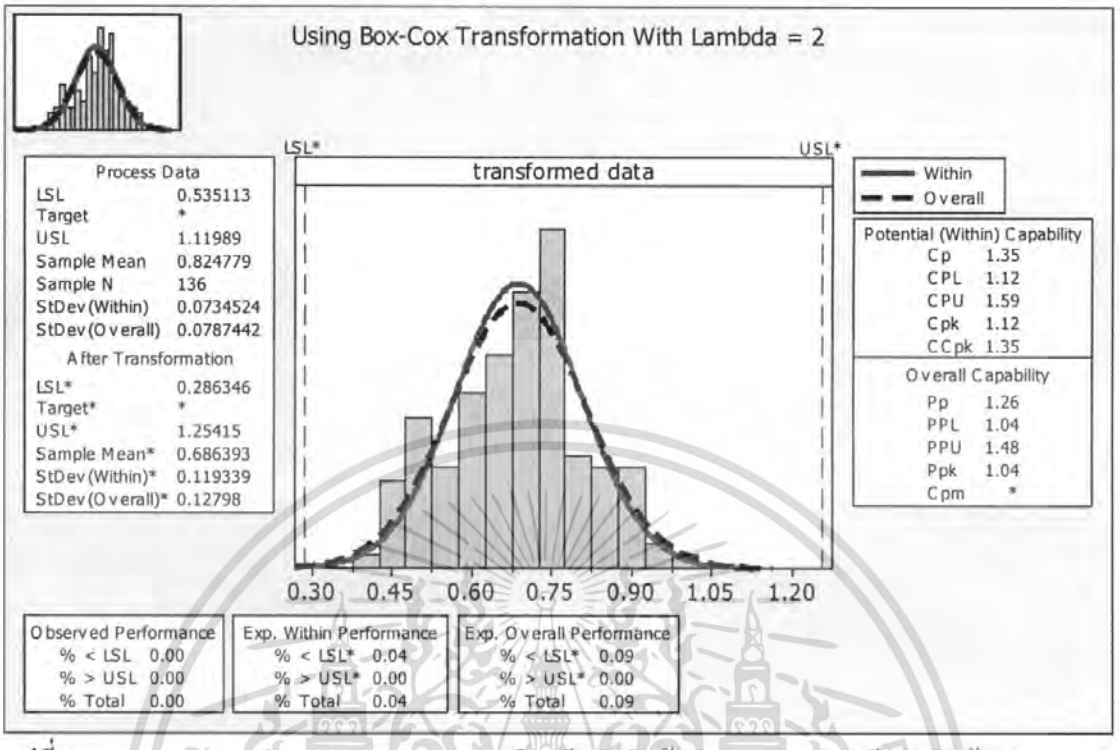


รูปที่ 4.21 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และ แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ของความหนา-บาง จุดที่ 2 ค่าที่ 2 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ A

สำหรับรูปที่ 4.21 จากการนำข้อมูลตัวอย่างที่ทำการแปลงค่าข้อมูลโดยใช้วิธี box-cox มาคำนวณค่า UCL จะได้เท่ากับ 0.8654 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยกระบวนการผลิต เท่ากับ 0.6864 และ LCL เท่ากับ 0.5074 มิลลิเมตร จากการพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล พบว่ามีจุดพิกัดอย่างน้อย 7 จุดติดกัน อยู่ด้านใดด้านหนึ่งของแผนภูมิ คือจุดที่ 9-16 สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย พบว่า ค่า UCL จะได้เท่ากับ 0.5606 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยพิสัยกระบวนการผลิตเท่ากับ 0.2457 มิลลิเมตร และ LCLเท่ากับ 0 และเมื่อพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล พบว่ามีจุดพิกัดอย่างอย่างน้อย 7 จุดติดกัน อยู่ด้านใดด้านหนึ่งของแผนภูมิ คือจุดที่ 2-8 จากการที่แผนภูมิควบคุมพบจุดที่แสดงถึงความผิดปกติ นั่นแสดงว่ากระบวนการผลิตไม่อยู่ภายใต้การควบคุม

เนื่องจากบริษัทไม่ได้กำหนด USL และ LSL ในการวิจัยครั้งนี้จึงได้คำนวณหาค่าดังกล่าว (โดยใช้สูตรบทที่ 2 ข้อ 2.1.5.1) ได้ค่าเฉลี่ยโดยรวม คือ 0.82750 มิลลิเมตร และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน คือ 0.07328 มิลลิเมตร สามารถคำนวณได้ค่า USL เท่ากับ 1.11989 มิลลิเมตร และขีดจำกัด LSL เท่ากับ 0.535113 มิลลิเมตร และเมื่อนำค่าที่ได้มาวิเคราะห์หาความสามารถของกระบวนการจะได้ ดังรูปที่ 4.22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



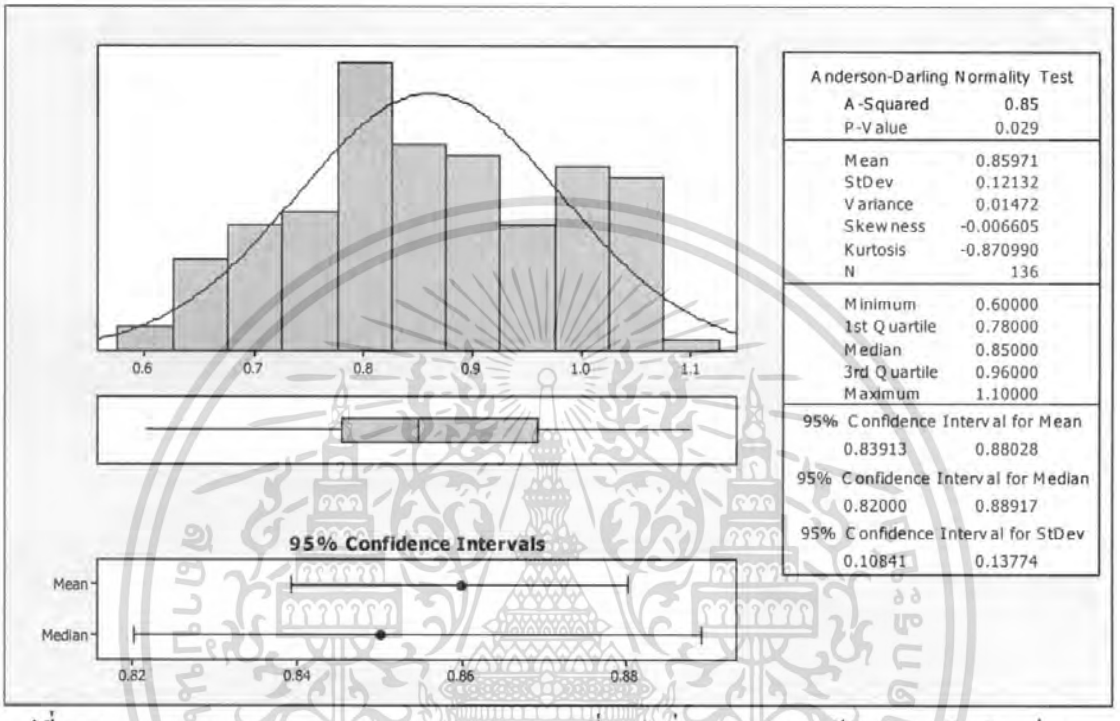
รูปที่ 4.22 แสดงความสามารถกระบวนการผลิต ขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกัดข้อกำหนดล่างของความหนา-บาง จุดที่ 2 ค่าที่ 2 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ A

สำหรับรูปที่ 4.22 จากการนำข้อมูลตัวอย่างที่ทำมการแปลงข้อมูลแล้วโดยวิธี box-cox มาคำนวณหา USL และ LSL พบว่า C_{pk} มีค่าเท่ากับ 1.12 ซึ่งมีค่ามากกว่า 1.00 นั่นแสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะสั้นอยู่ในระดับดี และค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนดได้ร้อยละ 0.04 นั่นคือ มีการผลิตสินค้าเสียในปริมาณที่น้อยมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของความหนา-บาง จุดที่ 3 ของผลิตภัณฑ์ A

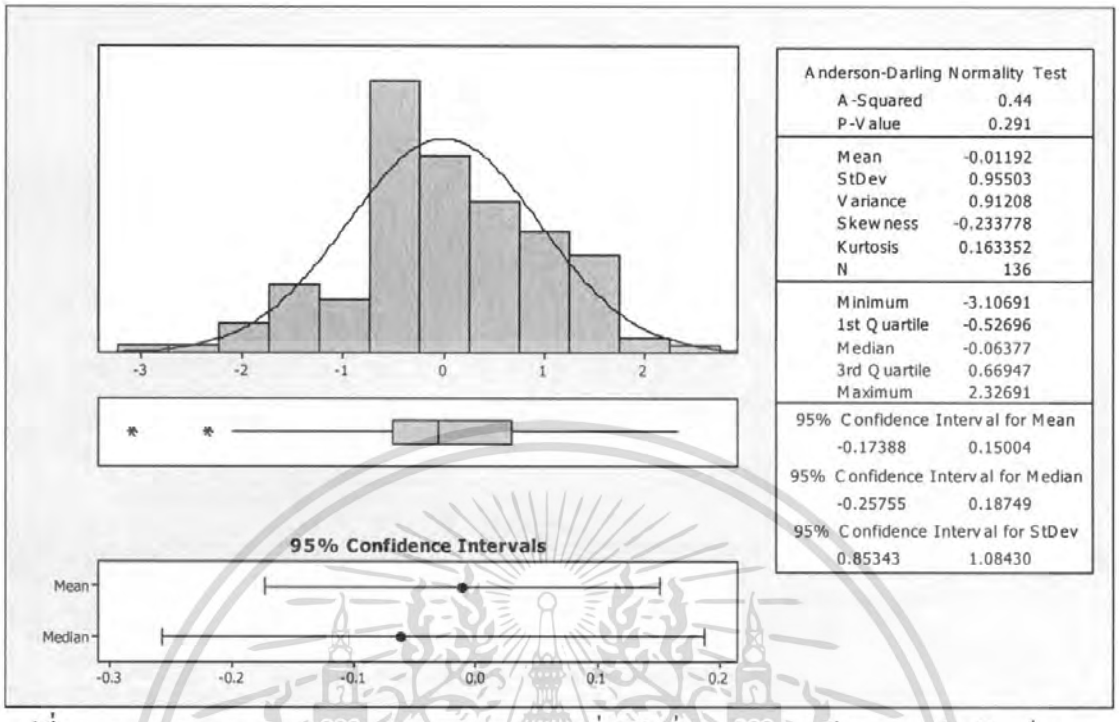
4.1.5.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของความหนา-บาง จุดที่ 3 ค่าที่ 1 ของผลิตภัณฑ์ A



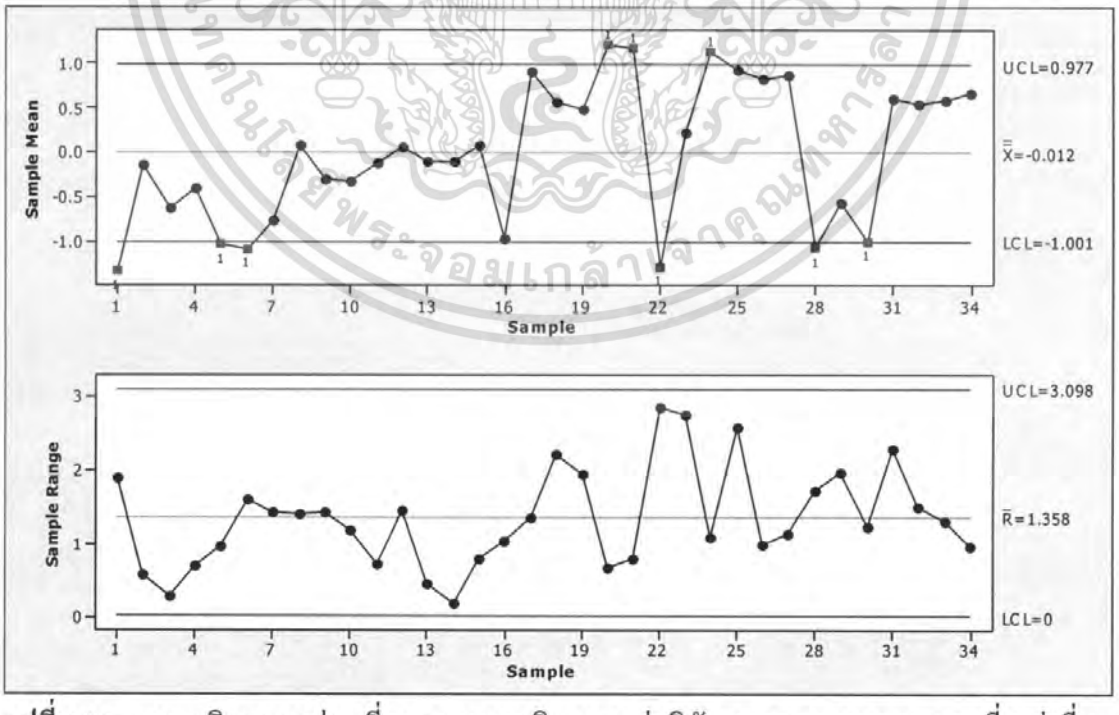
รูปที่ 4.23 แสดง Histogram ของความหนา-บาง จุดที่ 3 ค่าที่ 1 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ A (ข้อมูลดิบ)

จากรูปที่ 4.23 จะพบว่าข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบปกติ (p-value=0.029 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05) จึงทำการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson (ดูรายละเอียดในบทที่ 2) พบว่าข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ(p-value=0.291ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05) ซึ่งเป็นไปตามข้อสมมติของการใช้แผนภูมิควบคุม ดังรูปที่ 4.24 ดังนั้นจึงใช้แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยที่ได้จากข้อมูลชุดใหม่นี้ไปใช้ในการวิเคราะห์กระบวนการผลิตต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.24 แสดง Histogram ของความหนา-บาง จุดที่ 3 ค่าที่ 1 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ A (ข้อมูลแปลงโดยวิธี Johnson)

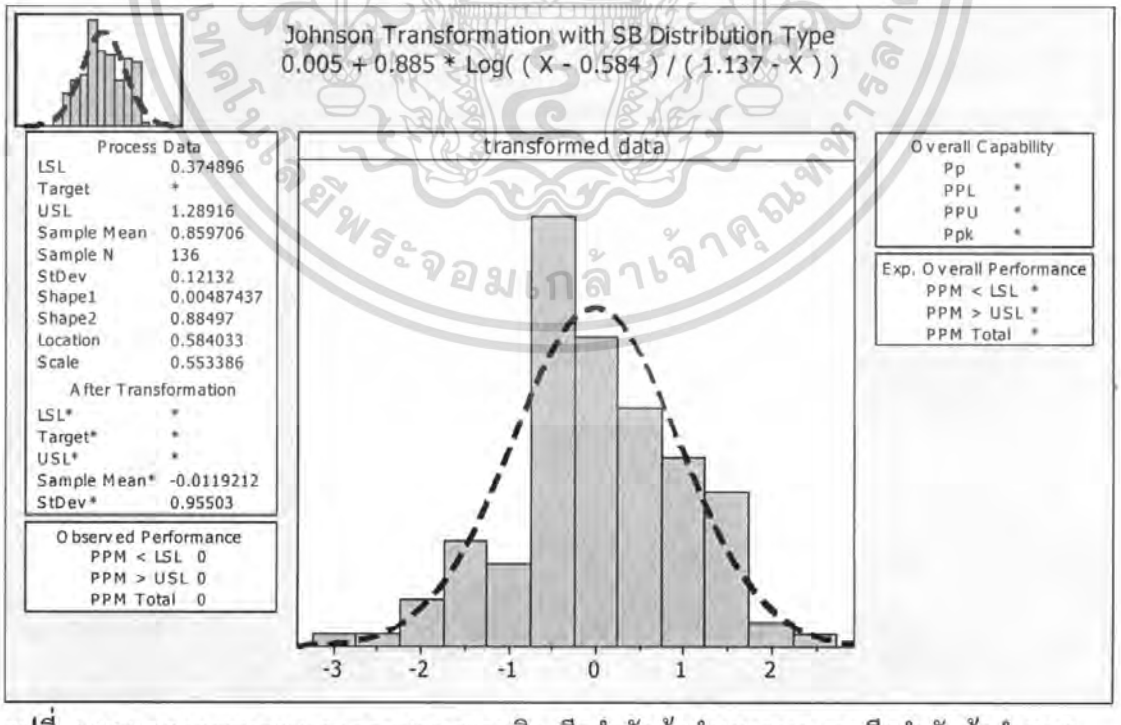


รูปที่ 4.25 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และ แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ของความหนา-บาง จุดที่ 3 ค่าที่ 1 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.25 เมื่อนำข้อมูลตัวอย่างที่ทำการแปลงค่าข้อมูลโดยใช้วิธี Johnson มาคำนวณค่า UCL จะได้เท่ากับ 0.977 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยกระบวนการผลิตเท่ากับ -0.012 มิลลิเมตร และ LCL เท่ากับ -1.001 มิลลิเมตร และจากการพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล พบว่ามีจุดพิกัดอย่างน้อย 1 จุด ตกอยู่นอกขีดจำกัดการควบคุม คือ จุดที่ 1 5-6 20-22 24 28 และ 30 และมีจุดพิกัด 2 ใน 3 จุดต่อเนื่องกันตกอยู่นอกเส้น 2σ แต่ยังคงอยู่ในขีดจำกัดการควบคุม คือ จุดที่ 25-27 สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย พบว่า ค่า USL จะได้เท่ากับ 3.098 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยพิสัยกระบวนการผลิต เท่ากับ 1.358 มิลลิเมตร และ LCL เท่ากับ 0 และเมื่อพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล พบว่าไม่มีจุดที่แสดงความผิดปกติ จากการที่แผนภูมิควบคุม พบจุดที่แสดงถึงความผิดปกติ นั่นแสดงว่ากระบวนการผลิตไม่อยู่ภายใต้การควบคุม

เนื่องจากบริษัทไม่ได้กำหนด USL และ LSL ในการวิจัยครั้งนี้จึงได้คำนวณหาค่าดังกล่าว (โดยใช้สูตรบทที่ 2 ข้อ 2.1.5.1) ได้ค่าเฉลี่ยโดยรวม คือ 0.83203 มิลลิเมตร และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน คือ 0.11457 มิลลิเมตร สามารถคำนวณได้ค่า USL เท่ากับ 1.28916 มิลลิเมตร และค่า LSL เท่ากับ 0.374896 มิลลิเมตร และเมื่อนำค่าที่ได้มาวิเคราะห์หาความสามารถของกระบวนการผลิตจะได้ ดังรูปที่ 4.26

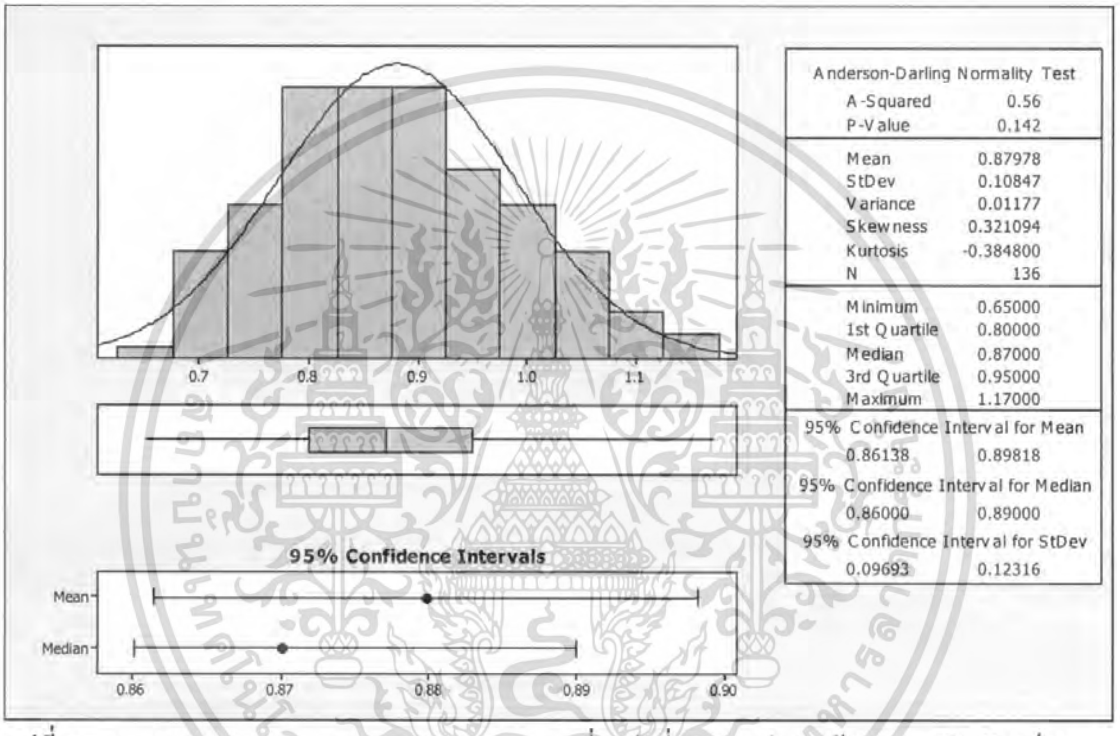


รูปที่ 4.26 แสดงความสามารถกระบวนการผลิต ขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง ของความหนา-บาง จุดที่ 3 ค่าที่ 1 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับรูปที่ 4.26 จากการนำข้อมูลตัวอย่างที่ทำการแปลงข้อมูลแล้วโดยวิธี Johnson มาคำนวณหา USL และ LSL พบว่าค่า P_{pk} และค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนดนั้น ไม่สามารถหาค่าได้

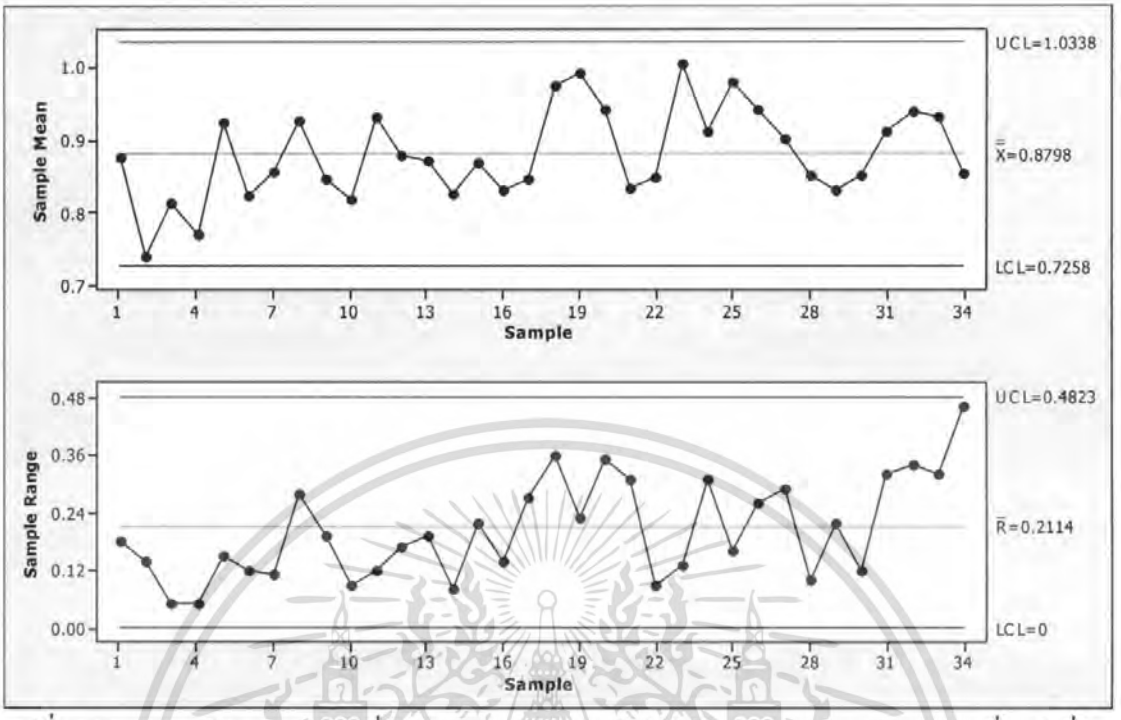
4.1.5.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของความหนา-บาง จุดที่ 3 ค่าที่ 2 ของผลิตภัณฑ์ A



รูปที่ 4.27 แสดง Histogram ของความหนา-บาง จุดที่ 3 ค่าที่ 2 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ A

จากรูปที่ 4.27 พบว่าข้อมูลมีการแจงแจงแบบปกติ (p-value=0.142 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05) ซึ่งเป็นไปตามข้อสมมติของการใช้แผนภูมิควบคุม จึงสามารถที่จะนำข้อมูลชุดนี้ไปสร้างแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ได้ดังรูปที่ 4.28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

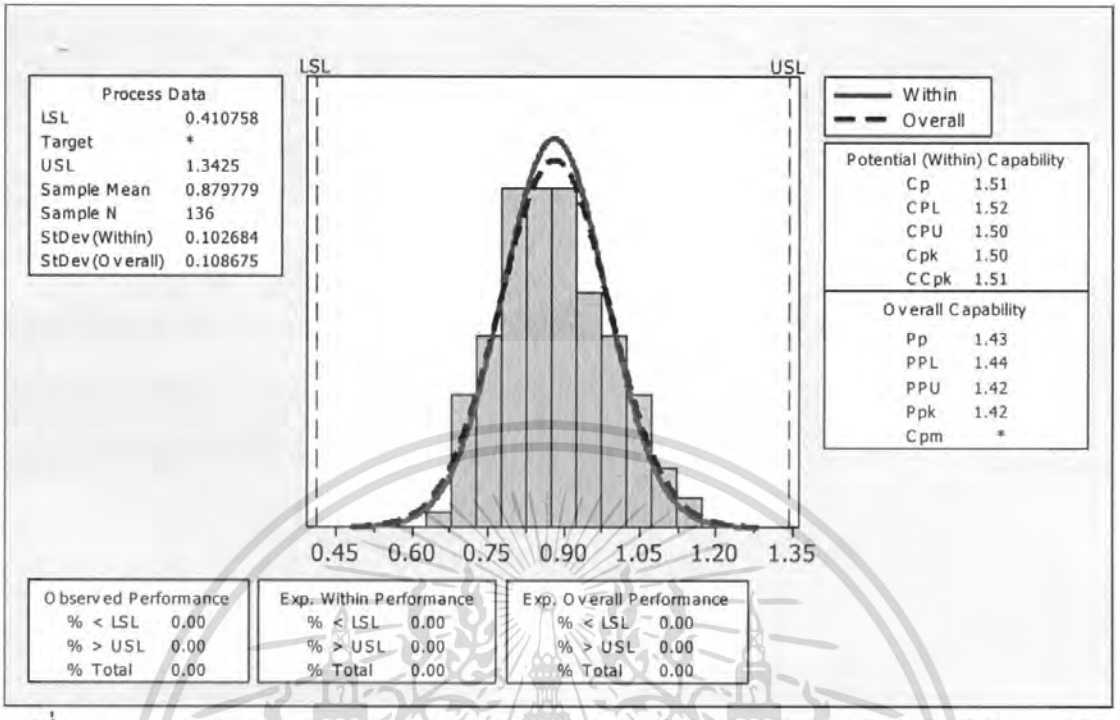


รูปที่ 4.28 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และ แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ของความหนา-บาง จุดที่ 3 ค่าที่ 2 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ A

จากรูปที่ 4.28 พบว่าจากการนำข้อมูลมาคำนวณ จะได้ค่า UCL เท่ากับ 1.0338 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยกระบวนการผลิตเท่ากับ 0.8798 มิลลิเมตร และ LCL เท่ากับ 0.7258 มิลลิเมตร จากการพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูลพบว่า มีจุดพิกัด 2 ใน 3 จุดที่ต่อเนื่องกันตกอยู่ข้างนอก 2σ แต่ยังคงอยู่ในขีดจำกัดการควบคุม คือ จุดที่ 2-4 สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย คำนวณได้ค่า UCL เท่ากับ 0.4823 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยพิสัยของกระบวนการผลิต เท่ากับ 0.2114 และ LCL เท่ากับ 0 และจากการพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูลพบว่า มีจุดพิกัด 2 ใน 3 จุดที่ต่อเนื่องกันตกอยู่ข้างนอก 2σ แต่ยังคงอยู่ในขีดจำกัดการควบคุม คือ จุดที่ 2-4 จากการที่พบจุดผิดปกติในแผนภูมิควบคุม นั่นแสดงว่ากระบวนการผลิตไม่อยู่ภายใต้การควบคุม

เนื่องจากบริษัทไม่ได้กำหนด USL และ LSL ในการวิจัยครั้งนี้จึงได้คำนวณหาค่าดังกล่าว (โดยใช้สูตรบทที่ 2 ข้อ 2.1.5.1) ได้ค่าเฉลี่ยโดยรวม คือ 0.87663 มิลลิเมตร และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน คือ 0.11676 มิลลิเมตร สามารถคำนวณได้ค่า USL เท่ากับ 1.3425024 มิลลิเมตร และ LSL เท่ากับ 0.4107576 มิลลิเมตร และเมื่อนำค่าที่ได้มาวิเคราะห์หาความสามารถของกระบวนการผลิตจะได้ ดังรูปที่ 4.29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.29 แสดงความสามารถกระบวนการผลิต ขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง ของความหนา-บาง จุดที่ 3 ค่าที่ 2 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ A

จากรูปที่ 4.29 พบว่า C_{pk} มีค่าเท่ากับ 1.50 ซึ่งมีค่ามากกว่า 1.00 นั่นแสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะสั้นอยู่ในระดับดี และค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนดได้ร้อยละ 0 นั่นคือ ไม่มีการผลิตสินค้าเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

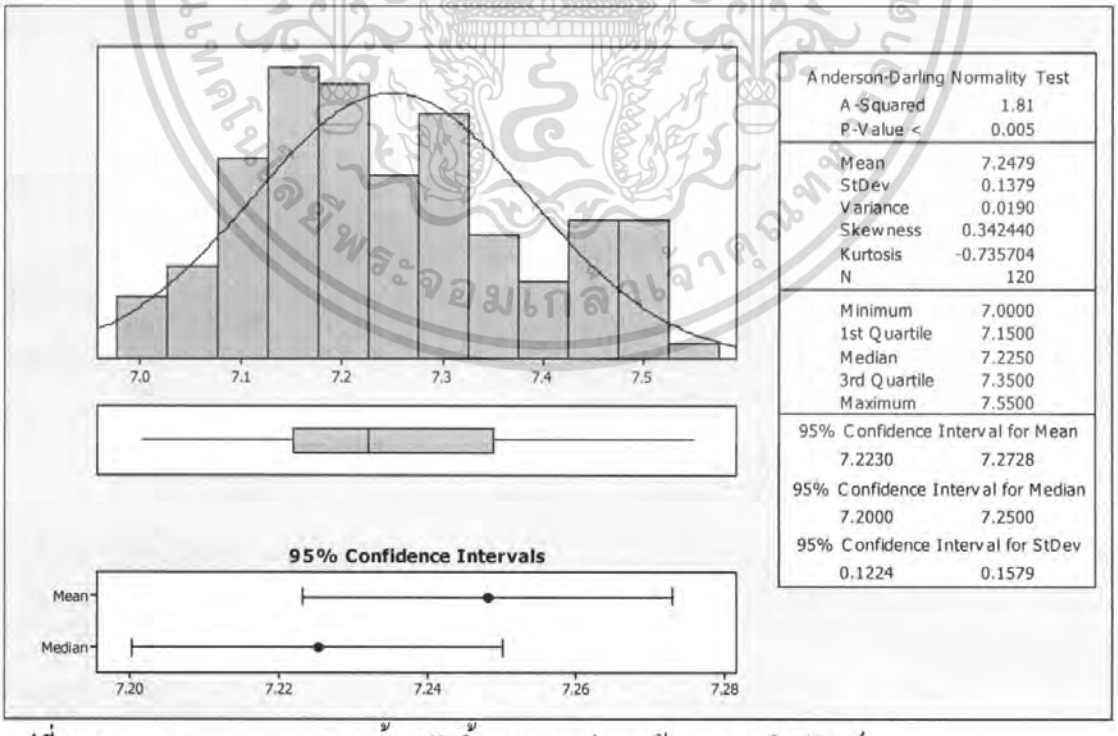
4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของผลิตภัณฑ์ B

ในการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ B นั้น จะทำการตรวจสอบลักษณะคุณภาพของผลิตภัณฑ์นี้ 2 ลักษณะ ลักษณะต่างๆที่ตรวจสอบ พร้อมทั้งค่าขีดจำกัดข้อกำหนดบน(Upper specification limit: USL) ค่าขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง(Lower specification limit: LSL) และค่าเฉลี่ยเป้าหมายของแต่ละลักษณะเป็นดังตาราง 4.2

ตารางที่ 4.2 ขีดจำกัดข้อกำหนดบน (USL) ขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง (LSL) และ ค่าเฉลี่ยเป้าหมาย จำแนกตามลักษณะคุณภาพ ของผลิตภัณฑ์ B

ลักษณะคุณภาพ	USL	LSL	ค่าเฉลี่ยเป้าหมาย
น้ำหนักชิ้นงาน (กรัม)	7.25	8.25	7.75
เส้นผ่านศูนย์กลางเขี้ยวล็อค (มิลลิเมตร)	87.5	88.25	87.875

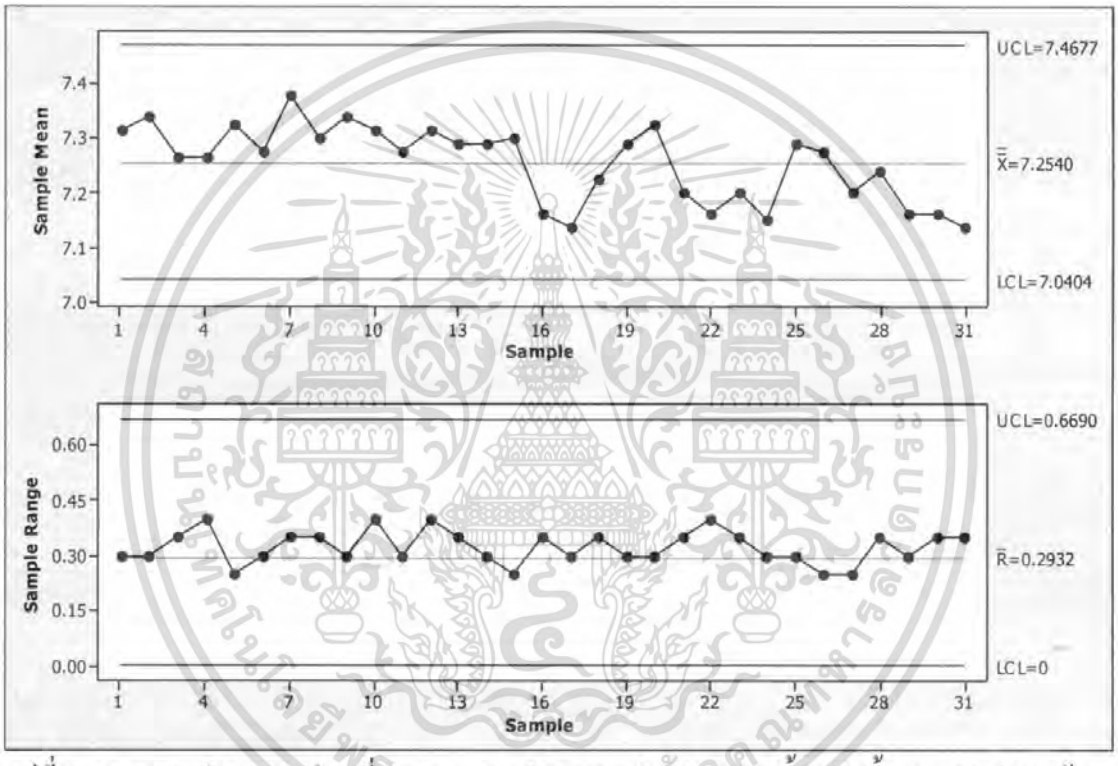
4.2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของน้ำหนักชิ้นงานของผลิตภัณฑ์ B



รูปที่ 4.30 แสดง Histogram ของน้ำหนักชิ้นงาน 31 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

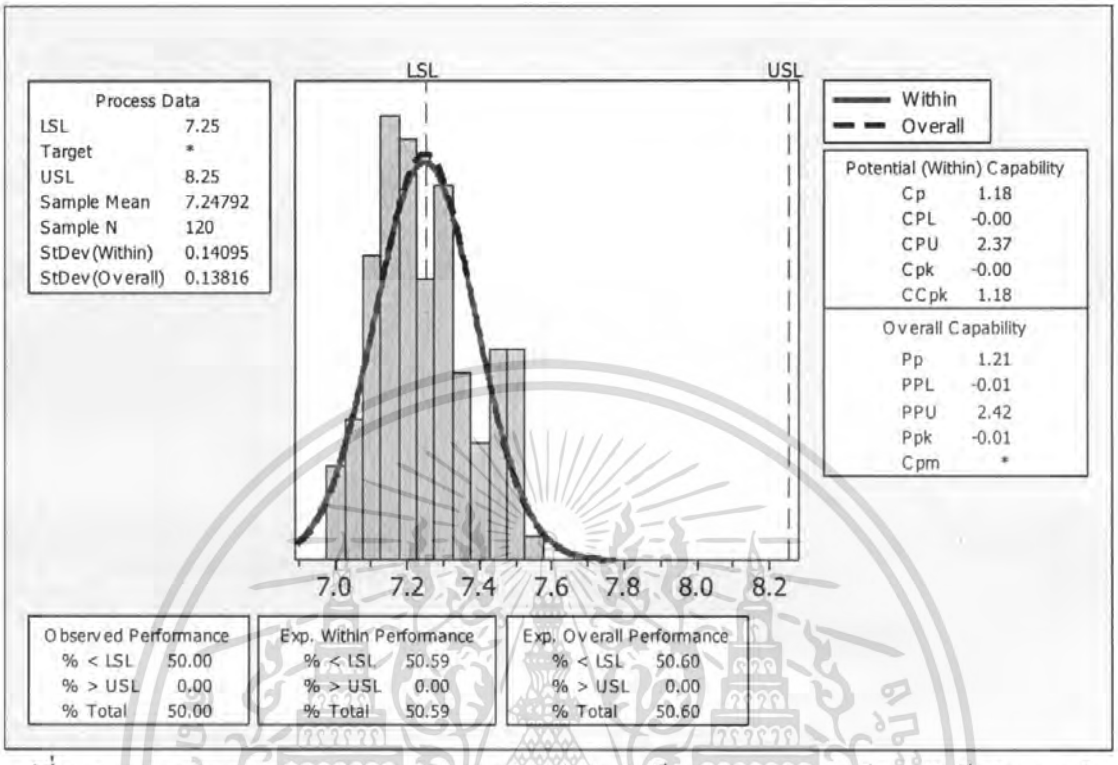
จากรูปที่ 4.30 จะพบว่าข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบปกติ (p-value<0.005 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05) จึงทำการแปลงข้อมูลด้วยวิธีการต่างๆ ผลที่ได้พบว่าข้อมูลยังไม่มีการแจกแจงแบบปกติ แต่เมื่อพิจารณารูปร่างของข้อมูลพบว่าค่อนข้างมีความสมมาตร(พิจารณาจากกราฟ Box plot ที่แสดงความสมมาตรพอสมควร) ดังนั้นด้วยคุณสมบัติของรูปร่างข้อมูลที่กล่าวมา จะยังคงพอที่จะสามารถใช้แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยในการวิเคราะห์กระบวนการผลิตต่อไปได้



รูปที่ 4.31 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และ แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ของ น้ำหนักชิ้นงาน 31 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ B

จากรูปที่ 4.31 พบว่าจากการนำข้อมูลมาคำนวณ จะได้ค่า UCL เท่ากับ 7.4677 กรัม ค่าเฉลี่ยกระบวนการผลิต เท่ากับ 7.2540 กรัม และ LCL เท่ากับ 7.0404 กรัม และจากการพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล พบว่ามีจุดพิกัด 8 จุดต่อเนื่องกันในแนวแถวตกอยู่ด้านในด้านหนึ่งของเส้นกึ่งกลาง คือ จุดที่ 8-15 สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย คำนวณได้ค่า UCL เท่ากับ 0.6690 กรัม ค่าเฉลี่ยพิสัยของกระบวนการผลิต เท่ากับ 0.2932 และ LCL เท่ากับ 0 และเมื่อพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูลพบว่าไม่มีจุดที่แสดงความผิดปกติ จากการที่พบจุดผิดปกติในแผนภูมิควบคุม นั่นแสดงว่ากระบวนการผลิตไม่อยู่ภายใต้การควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

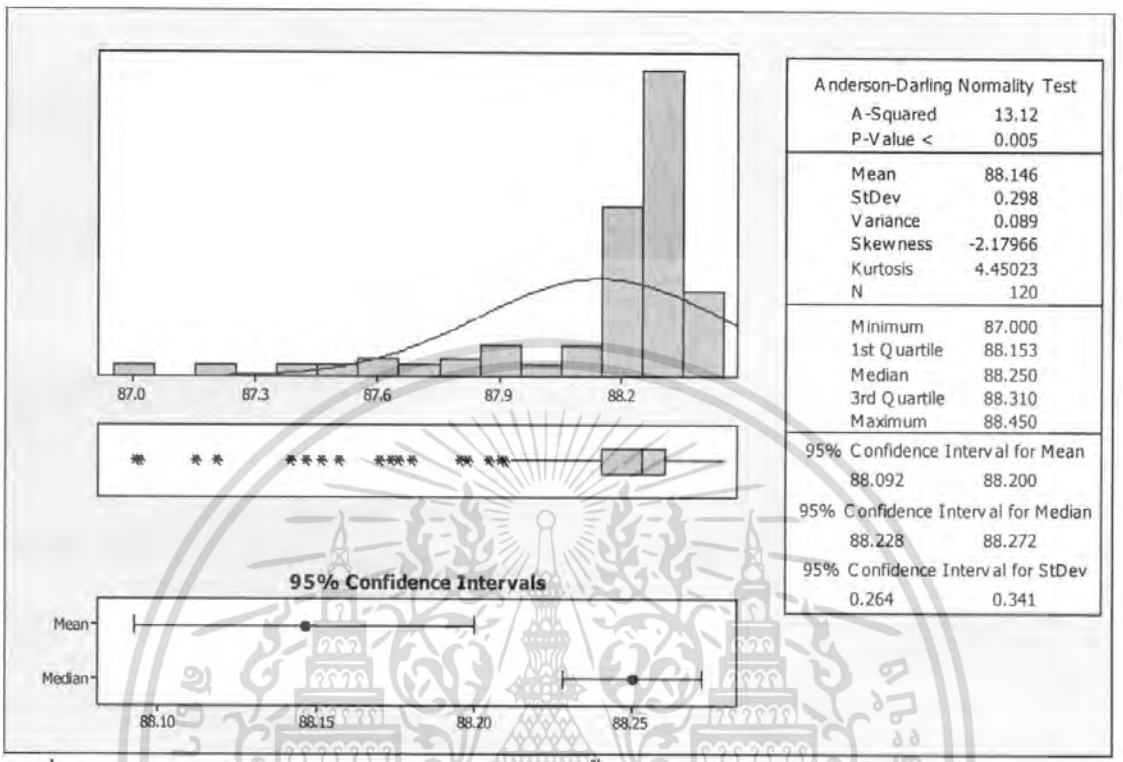


รูปที่ 4.32 แสดงความสามารถกระบวนการผลิต ขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกัดข้อกำหนดล่างของน้ำหนักชิ้นงาน 31 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ B

จากการที่ข้อมูลไม่มีรูปการแจกแจงแบบปกติ(รูปที่4.30) จึงได้ทำการแปลงข้อมูล แต่ยังให้ผลที่ไม่ดีขึ้นกว่าเดิม แต่จากรูป ก็มีลักษณะสมมาตรพอสมควร(เบ้ไม่มาก) ดังได้สรุปผลไปแล้วในตอนต้น ดังนั้นจึงพอที่จะใช้ค่า C_{pk} ชี้วัดค่าความสามารถของกระบวนการผลิตได้ ซึ่ง C_{pk} มีค่าเท่ากับ -0.00 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 1.00 แสดงให้เห็นว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะสั้นอยู่ในระดับที่ไม่ดี และค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด มีค่าเป็นร้อยละ 50.59 นั่นคือ มีการผลิตสินค้าเสียในปริมาณมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

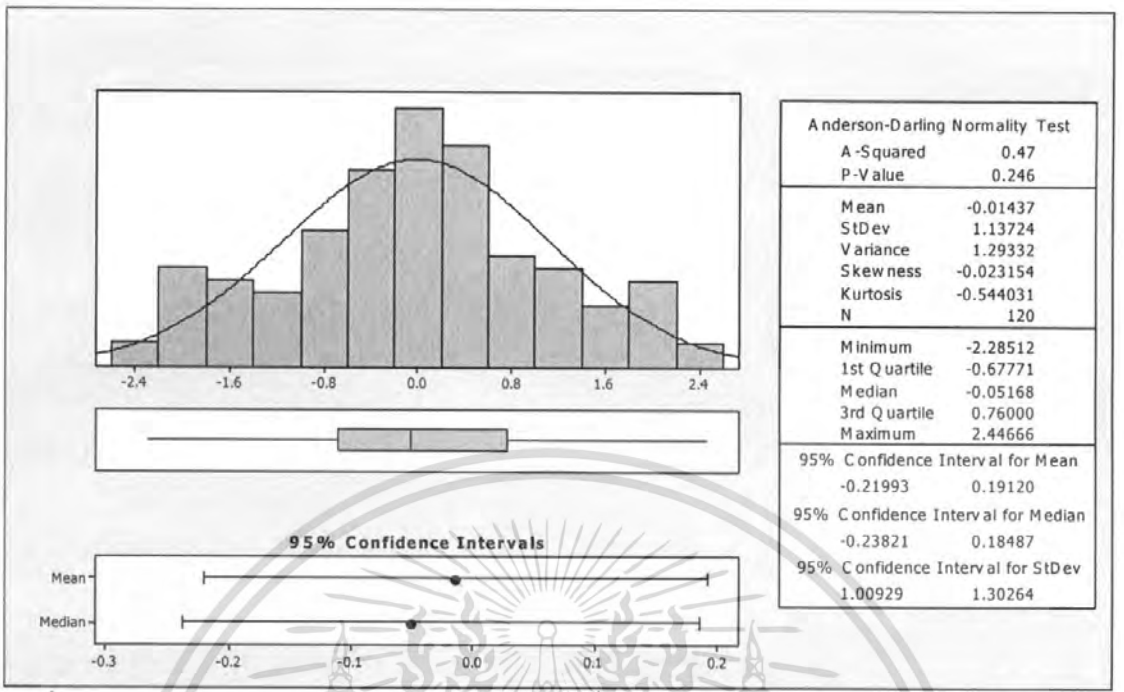
4.2.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของเส้นผ่านศูนย์กลางเขี้ยวล็อค ของผลิตภัณฑ์ B



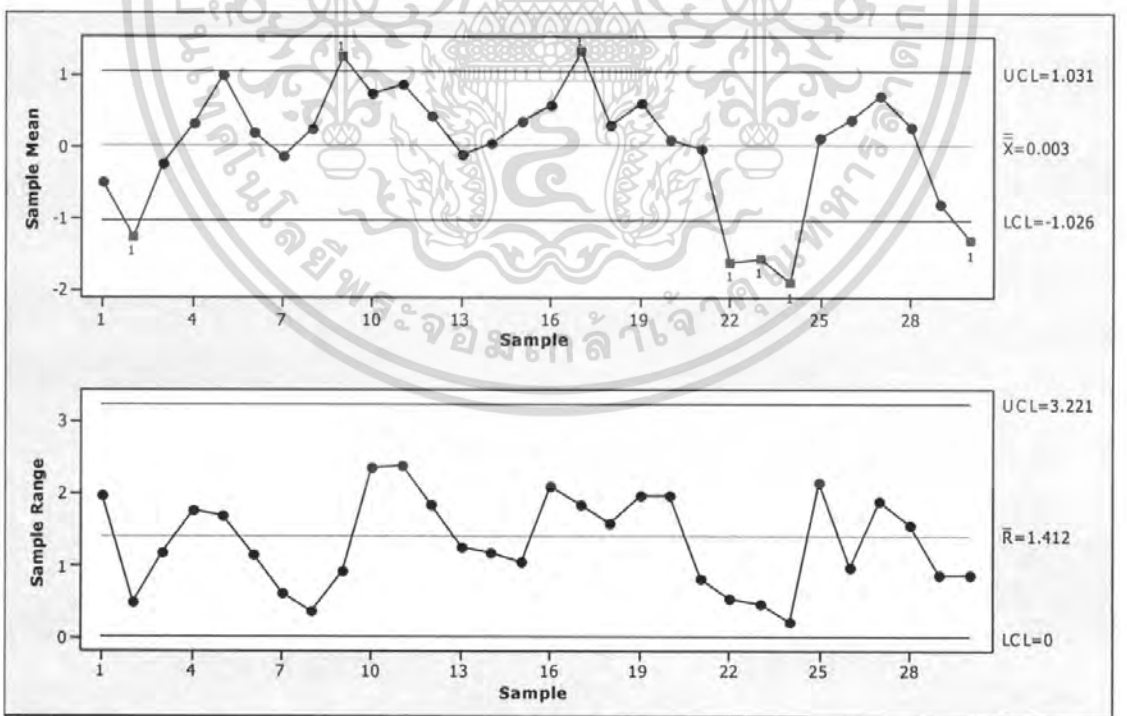
รูปที่ 4.33 แสดง Histogram ของเส้นผ่านศูนย์กลางเขี้ยวล็อค 30ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ B (ข้อมูลดิบ)

จากรูปที่ 4.33 จะพบว่าข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบปกติ (p-value<0.005 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05) จึงทำการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson พบว่าข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ(p-value=0.246 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05) ดังรูปที่ 4.34 ซึ่งเป็นไปตามข้อสมมติของการใช้แผนภูมิควบคุม ดังนั้นจึงใช้แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยที่ได้จากข้อมูลชุดใหม่นี้ไปใช้ในการวิเคราะห์กระบวนการผลิตต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



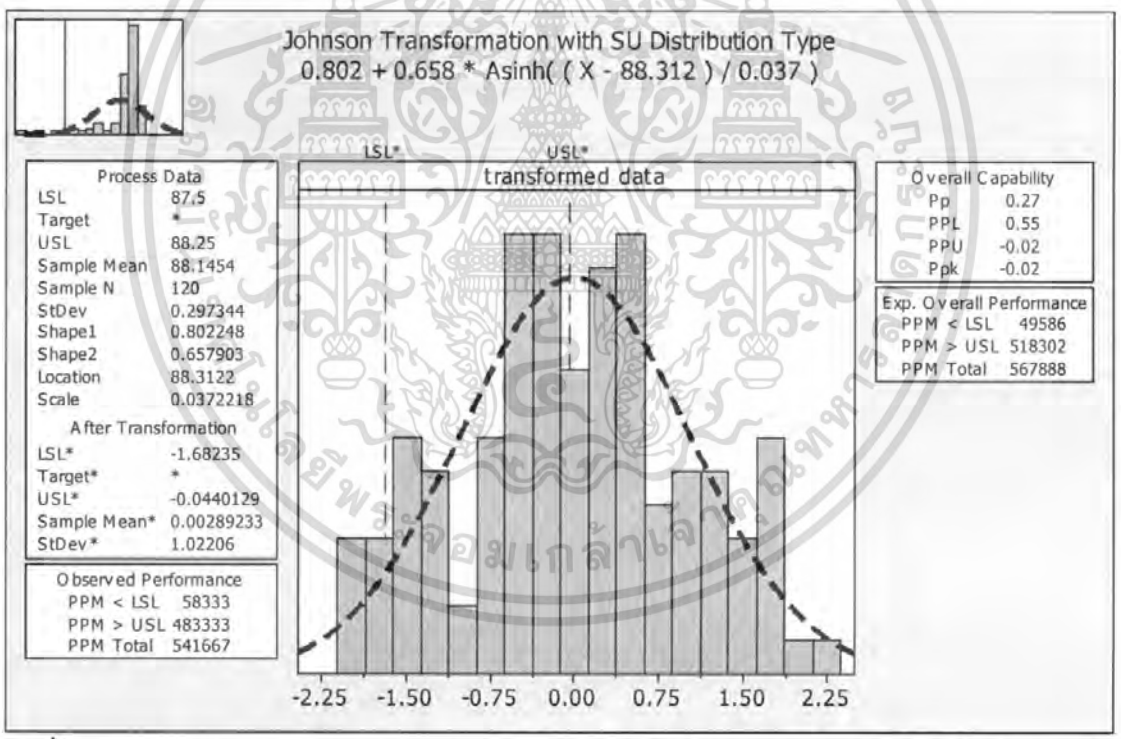
รูปที่ 4.34 แสดง Histogram ของเส้นผ่านศูนย์กลางเบี้ยวล็อค 30 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ B (ข้อมูลแปลงโดยวิธี Johnson)



รูปที่ 4.35 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และ แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ของเส้นผ่านศูนย์กลางเบี้ยวล็อค 30 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับรูปที่ 4.35 จากการนำข้อมูลตัวอย่างที่ทำการแปลงค่าข้อมูลแล้วโดยวิธี Johnson มาคำนวณค่า UCLได้เท่ากับ 1.031 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยกระบวนการผลิตเท่ากับ 0.003 และ LCL เท่ากับ -1.026 มิลลิเมตร จากการพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล พบว่ามีจุดพิกัดอย่างน้อย 1 จุด ตกอยู่นอกขีดจำกัดการควบคุม คือ จุดที่ 2 9 17 22-24 และ 30 และมีจุดพิกัด 2 ใน 3 จุดต่อเนื่องกันตกอยู่นอกเส้น 2σ แต่ยังคงอยู่ในขีดจำกัดการควบคุม คือ จุดที่ 10-12 สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย พบว่าจากการนำข้อมูลตัวอย่างที่ทำการแปลงค่าข้อมูลโดยวิธี Johnson มาคำนวณค่า UCL จะได้เท่ากับ 3.221 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยพิสัยกระบวนการผลิตเท่ากับ 1.412 และ LCL เท่ากับ 0 จากการพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล พบว่าไม่มีจุดที่แสดงความผิดปกติ จากการที่พบจุดผิดปกติในแผนภูมิควบคุม นั่นแสดงว่ากระบวนการผลิตไม่อยู่ภายใต้การควบคุม



รูปที่ 4.36 แสดงความสามารถกระบวนการผลิต ขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกัดข้อกำหนดล่างของเส้นผ่านศูนย์กลางเขี้ยวล็อค 30 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ B

จากรูปที่ 4.36 พบว่า P_{pk} มีค่าเท่ากับ -0.02 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 1.00 นั่นแสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะยาวอยู่ในระดับไม่ดี และค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนดได้ร้อยละ 56.78 นั่นคือ มีการผลิตสินค้าเสียในปริมาณมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของผลิตภัณฑ์ C

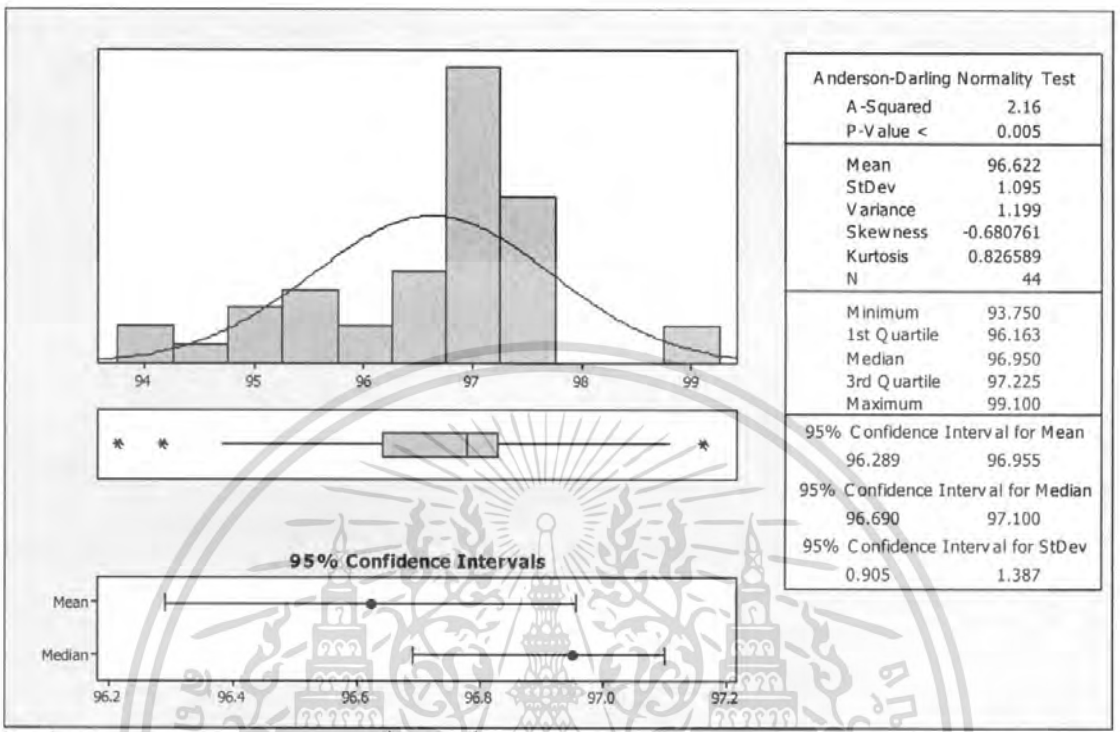
ในการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ C นั้น จะทำการตรวจสอบลักษณะคุณภาพของผลิตภัณฑ์นี้ 10 ลักษณะ ลักษณะต่างๆที่ตรวจสอบ พร้อมทั้งค่าขีดจำกัดข้อกำหนดบน(Upper specification limit: USL) ค่าขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง(Lower specification limit: LSL) และค่าเฉลี่ยเป้าหมายของแต่ละลักษณะเป็นดังตาราง 4.3

ตารางที่ 4.3 ขีดจำกัดข้อกำหนดบน (USL) ขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง (LSL) และ ค่าเฉลี่ยเป้าหมาย จำแนกตามลักษณะคุณภาพ ของผลิตภัณฑ์ C

ลักษณะคุณภาพ	USL	LSL	ค่าเฉลี่ยเป้าหมาย
น้ำหนักชิ้นงาน (กรัม)	100	96	98
เส้นผ่านศูนย์กลางชิ้นงาน (มิลลิเมตร)	122.8	122.2	122.5
เส้นผ่านศูนย์กลางเกลียว (มิลลิเมตร)	117.8	117.2	117.5
เส้นผ่านศูนย์กลางขอบปากนอก (มิลลิเมตร)	115.3	114.7	115
ความสูงรวม (มิลลิเมตร)	159.6	157.6	158.6
ความสูงคอ จุดที่ 1 (มิลลิเมตร)	20.2	157.6	158.6
ความสูงคอ จุดที่ 2 (มิลลิเมตร)	20.2	18.8	20
ความกว้าง Label (มิลลิเมตร)	105	104	103
ความหนา- บาง จุดที่ 1 (มิลลิเมตร)	ไม่กำหนด	ไม่กำหนด	1.2 มิลลิเมตร
ความหนา-บาง จุดที่ 2 (มิลลิเมตร)	ไม่กำหนด	ไม่กำหนด	1.2 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

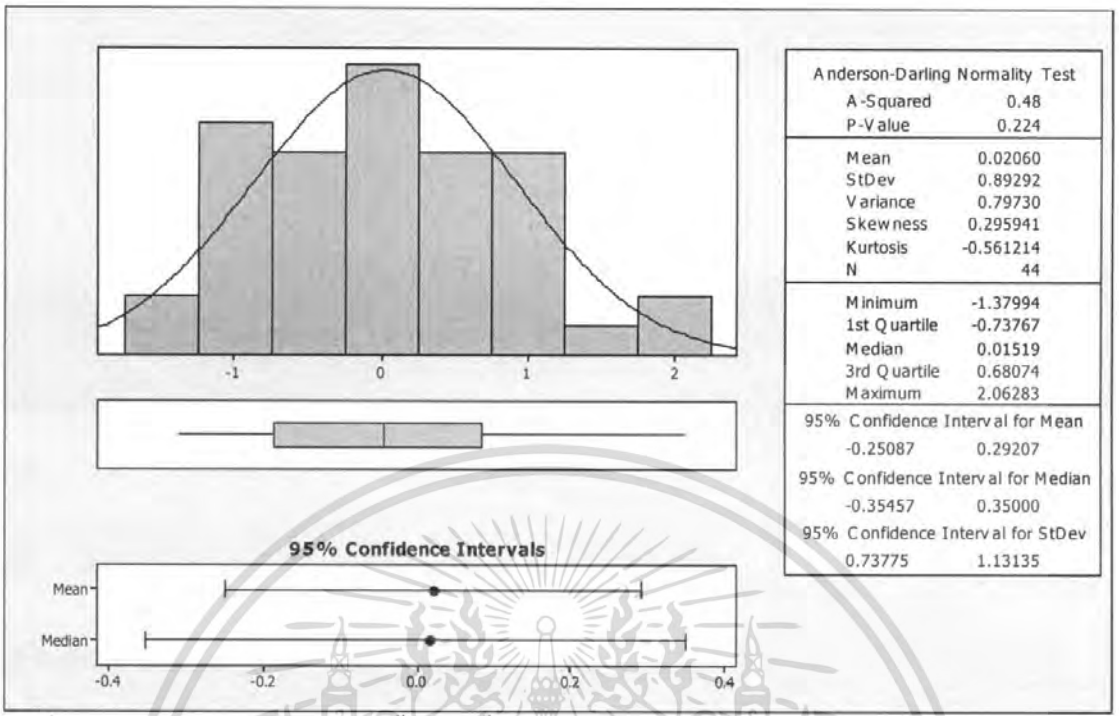
4.3.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของน้ำหนักชิ้นงานของผลิตภัณฑ์ C



รูปที่ 4.37 แสดง Histogram ของน้ำหนักชิ้นงาน 22 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ C (ข้อมูลดิบ)

จากรูปที่ 4.37 ได้ค่า p-value<0.005 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 จึงได้ว่าข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบปกติ ดังนั้นจึงทดลองแปลงข้อมูลด้วยวิธีต่างๆ ได้ผล ดังรูปที่ 4.38

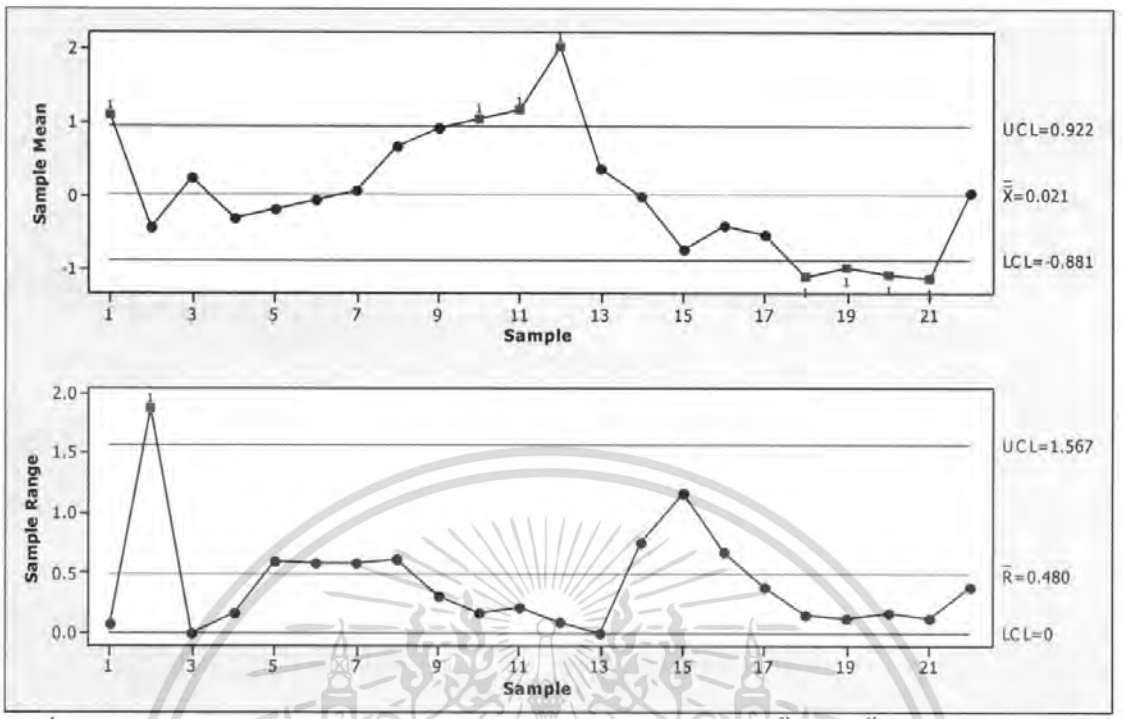
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.38 แสดง Histogram ของน้ำหนักชิ้นงาน 22 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ C (ข้อมูลแปลงโดยวิธี Johnson)

จากรูปที่ 4.38 เมื่อนำข้อมูลไปทำแปลงโดยใช้วิธี Johnson จะได้ค่า p-value เท่ากับ 0.224 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 ซึ่งเป็นไปตามข้อสมมติของการใช้แผนภูมิควบคุม จึงได้ว่าข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ และเมื่อนำข้อมูลชุดใหม่นี้ไปสร้างแผนภูมิควบคุม จะได้ผล ดังรูป 4.39

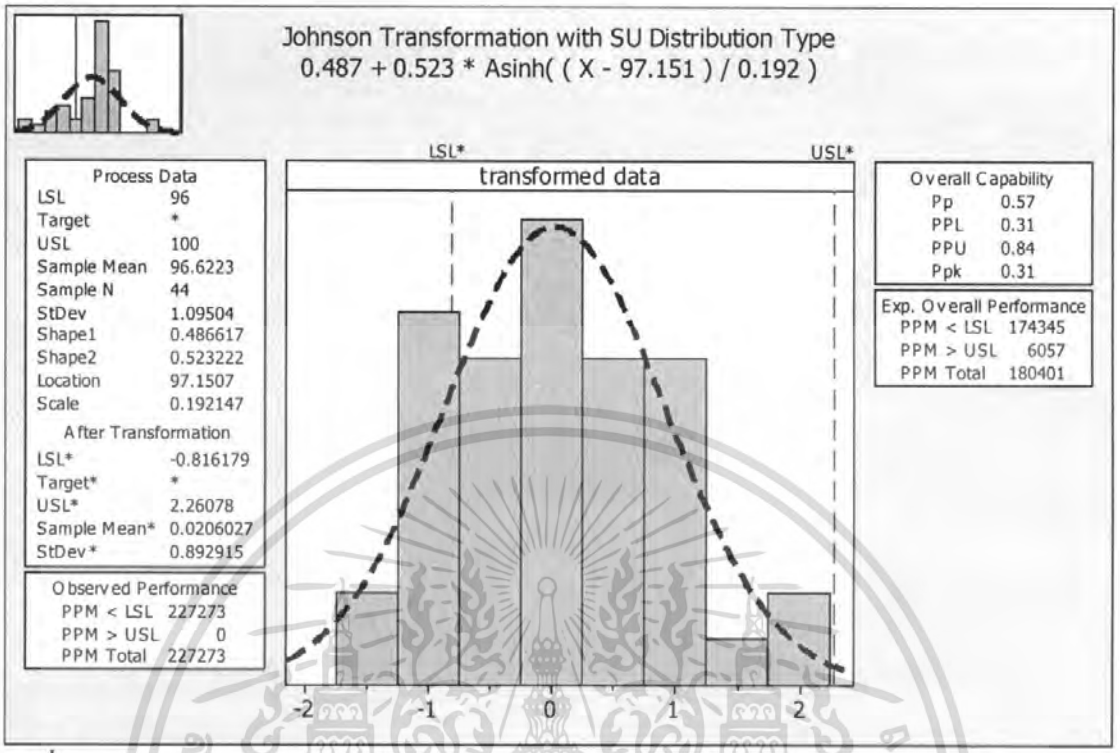
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.39 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และ แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ของน้ำหนักชิ้นงาน 22 ค่า สุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ C

สำหรับรูปที่ 4.39 จากการนำข้อมูลตัวอย่างที่ทำการแปลงค่าข้อมูลโดยใช้วิธี Johnson มาคำนวณค่า UCLจะได้เท่ากับ 0.922 กรัม ค่าเฉลี่ยกระบวนการผลิตเท่ากับ 0.021 กรัม และ LCL เท่ากับ 0.881 กรัม จากการพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล พบว่ามีจุดพิกัดอย่างน้อย 1 จุด ตกอยู่นอกขีดจำกัดการควบคุม คือจุดที่ 1 10-12 และ 18-21 และมีจุดพิกัด 2 ใน 3 จุด ต่อเนื่องกันตกอยู่นอกเส้น 2σ แต่ยังคงอยู่ในขีดจำกัดการควบคุมคือจุดที่ 7-9 สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย พบว่า ค่า UCL จะได้เท่ากับ 1.567 กรัม ค่าเฉลี่ยพิสัยกระบวนการผลิตเท่ากับ 0.480 กรัม และ LCL เท่ากับ 0 จากการพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล พบว่ามีจุดพิกัดอย่างน้อย 1 จุด ตกอยู่นอกขีดจำกัดการควบคุมคือจุดที่ 2 จากการที่พบจุดผิดปกติในแผนภูมิควบคุม นั่นแสดงว่ากระบวนการผลิตไม่อยู่ภายใต้การควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

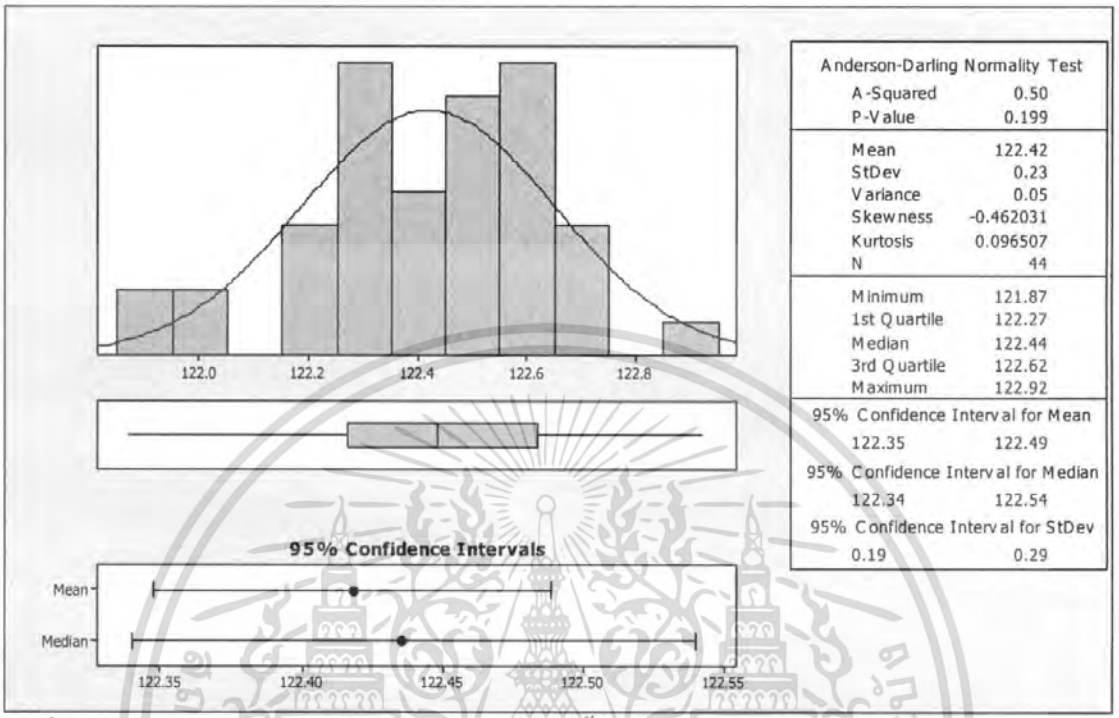


รูปที่ 4.40 แสดงความสามารถของกระบวนการผลิต ขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกัดข้อกำหนดล่างของน้ำหนักชิ้นงาน 22 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ *C*

สำหรับรูปที่ 4.40 จากการนำข้อมูลตัวอย่างที่ทำการแปลงข้อมูลแล้วโดยวิธี Johnson มาคำนวณหา USL และ LSL พบว่า P_{pk} มีค่าเท่ากับ 0.31 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 1.00 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะยาวอยู่ในระดับไม่ดี และค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนดได้ร้อยละ 18.04 นั่นคือมีการผลิตสินค้าเสียอยู่ในระดับปานกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

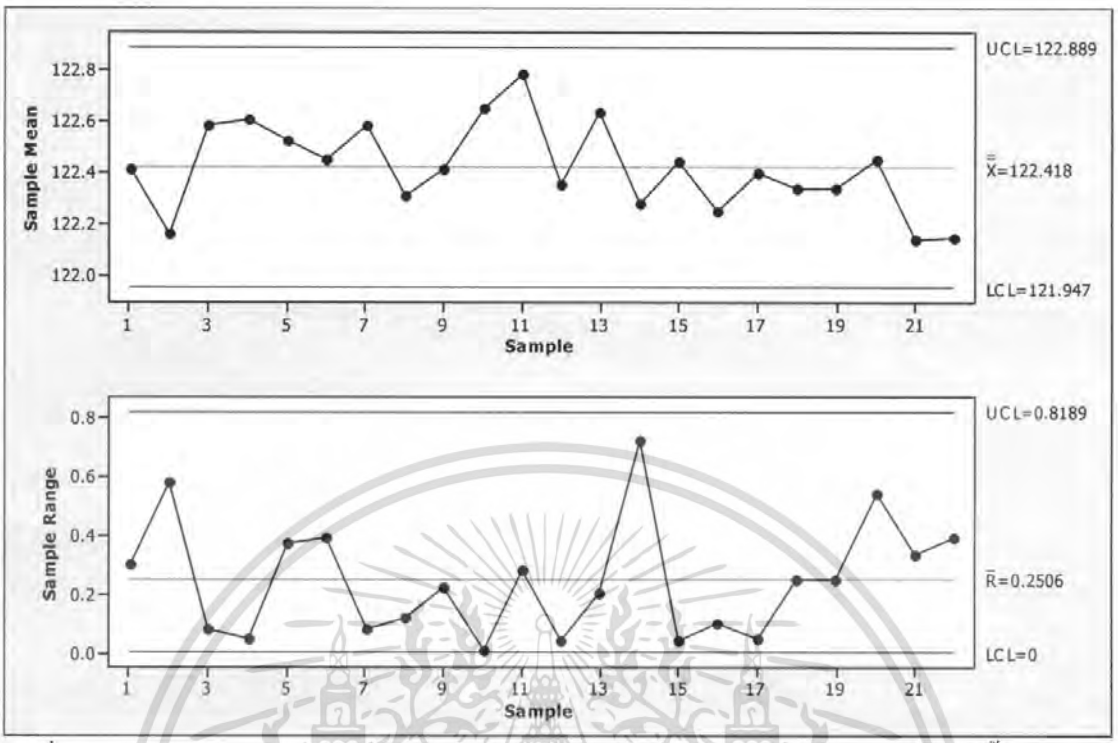
4.3.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของเส้นผ่านศูนย์กลางงานชิ้นงาน ของผลิตภัณฑ์ C



รูปที่ 4.41 แสดง Histogram ของเส้นผ่านศูนย์กลางชิ้นงาน 22 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ C

จากรูปที่ 4.41 พบว่าข้อมูลมีการแจงแจงแบบปกติ (p-value=0.199ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05) ซึ่งเป็นไปตามข้อสมมติของการใช้แผนภูมิควบคุม จึงสามารถนำข้อมูลชุดนี้ไปสร้างแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ได้ดังรูปที่ 4.42

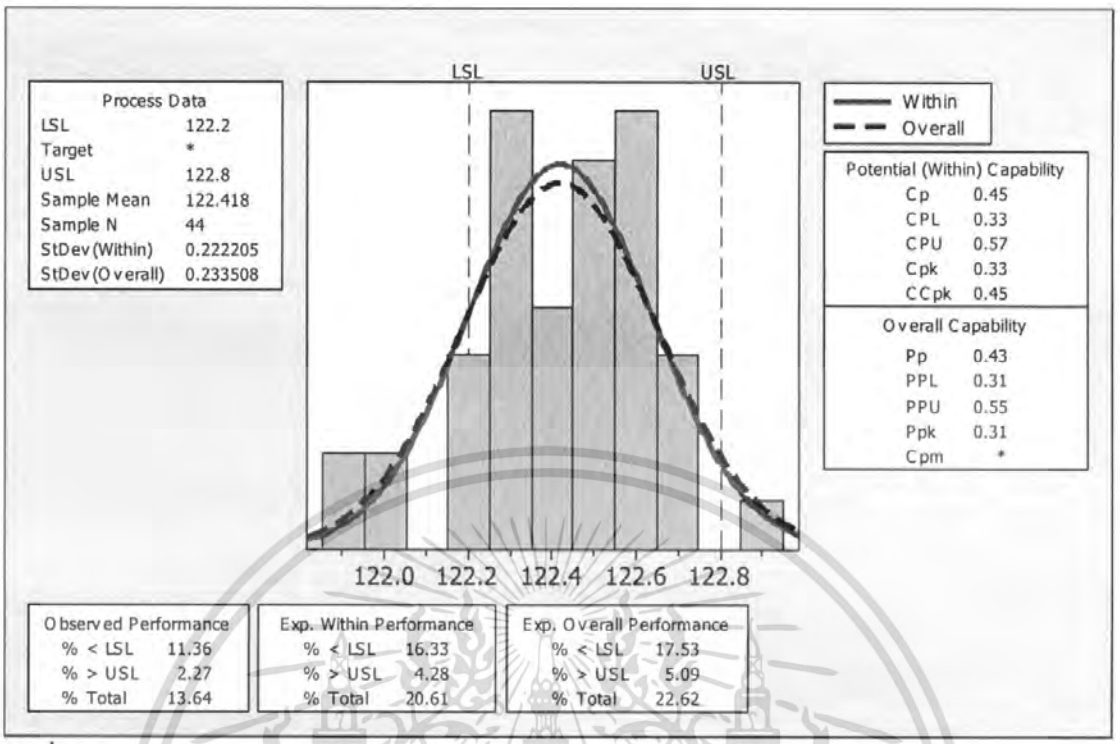
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.42 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และ แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ของเส้นผ่านศูนย์กลางชิ้นงาน 22 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ C

จากรูปที่ 4.42 พบว่าจากการนำข้อมูลมาคำนวณ ได้ค่า UCL เท่ากับ 122.899 มิลลิเมตร มีค่าเฉลี่ยกระบวนการผลิตเท่ากับ 122.418 มิลลิเมตร และค่า LCL เท่ากับ 121.947 มิลลิเมตร และเมื่อพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูลพบว่าไม่มีจุดที่แสดงความผิดปกติ สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย คำนวณได้ค่า UCL เท่ากับ 0.8189 มิลลิเมตร มีค่าเฉลี่ยพิสัยของกระบวนการผลิตเท่ากับ 0.2506 มิลลิเมตร และค่า LCL เท่ากับ 0 จากการพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูลพบว่ามีจุดพิกัด 2 ใน 3 จุดต่อเนื่องกันตกอยู่นอกเส้น 2σ แต่ยังคงอยู่ในขีดจำกัดการควบคุม คือ จุดที่ 15-17 จากการที่พบจุดผิดปกติในแผนภูมิควบคุม นั่นแสดงว่ากระบวนการผลิตไม่อยู่ภายใต้การควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

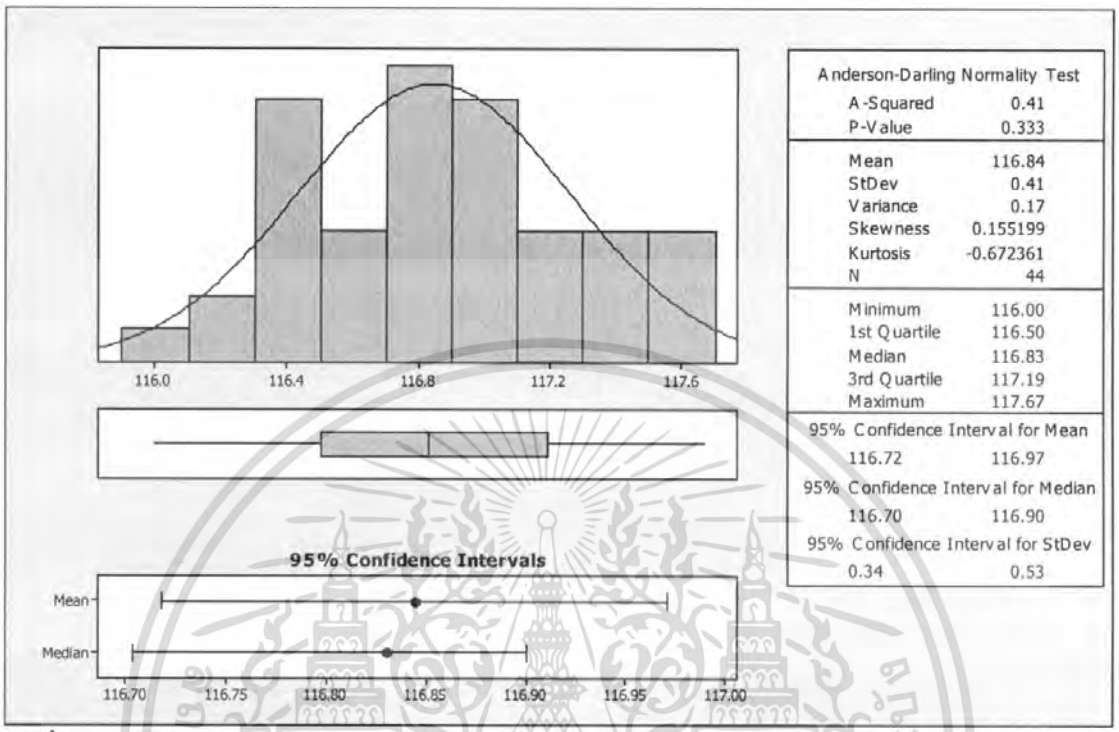


รูปที่ 4.43 แสดงความสามารถของกระบวนการผลิต ขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกัดข้อกำหนดล่างของเส้นผ่านศูนย์กลางชิ้นงาน 22 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ C

จากรูปที่ 4.43 พบว่า C_{pk} มีค่าเท่ากับ 0.33 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 1.00 นั่นแสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะสั้นอยู่ในระดับไม่ดี และค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนดได้ร้อยละ 20.61 นั่นคือ มีการผลิตสินค้าเสียในระดับปานกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

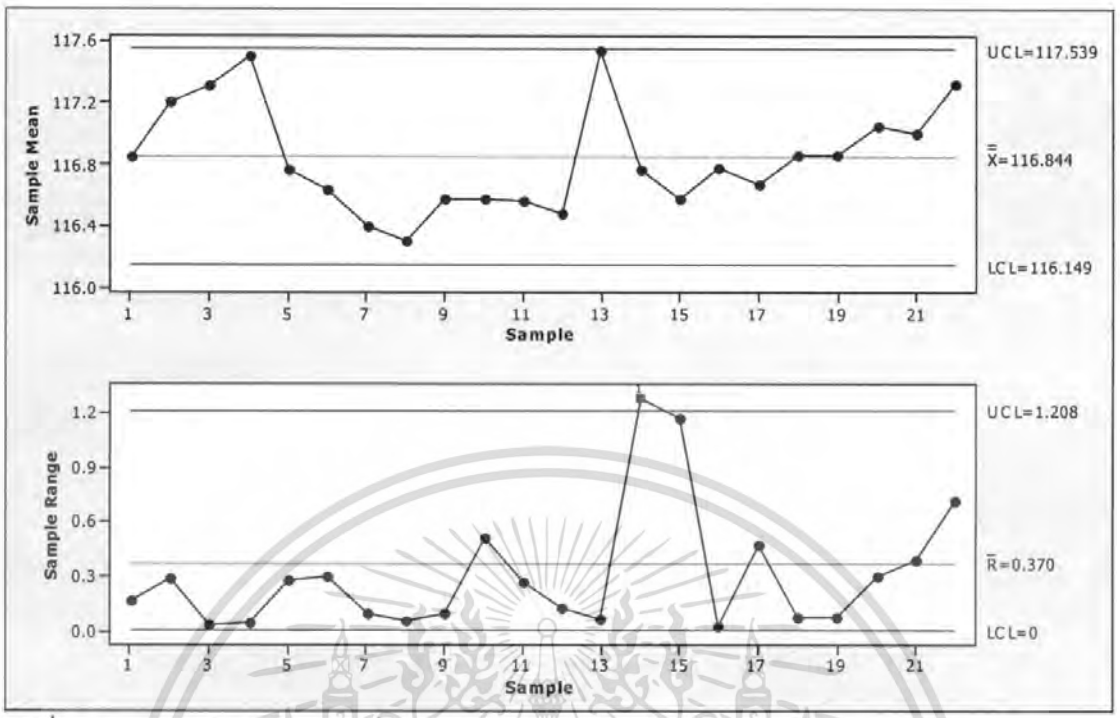
4.3.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของเส้นผ่านศูนย์กลางเกลียว ของผลิตภัณฑ์ C



รูปที่ 4.44 แสดง Histogram ของเส้นผ่านศูนย์กลางเกลียว 22 ค่า สุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ C

จากรูปที่ 4.44 พบว่าข้อมูลมีการแจงแจงแบบปกติ (p-value=0.333ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05) ซึ่งเป็นไปตามข้อสมมติของการใช้แผนภูมิควบคุม จึงสามารถที่จะนำข้อมูลชุดนี้ไปสร้างแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ได้ดังรูปที่ 4.45

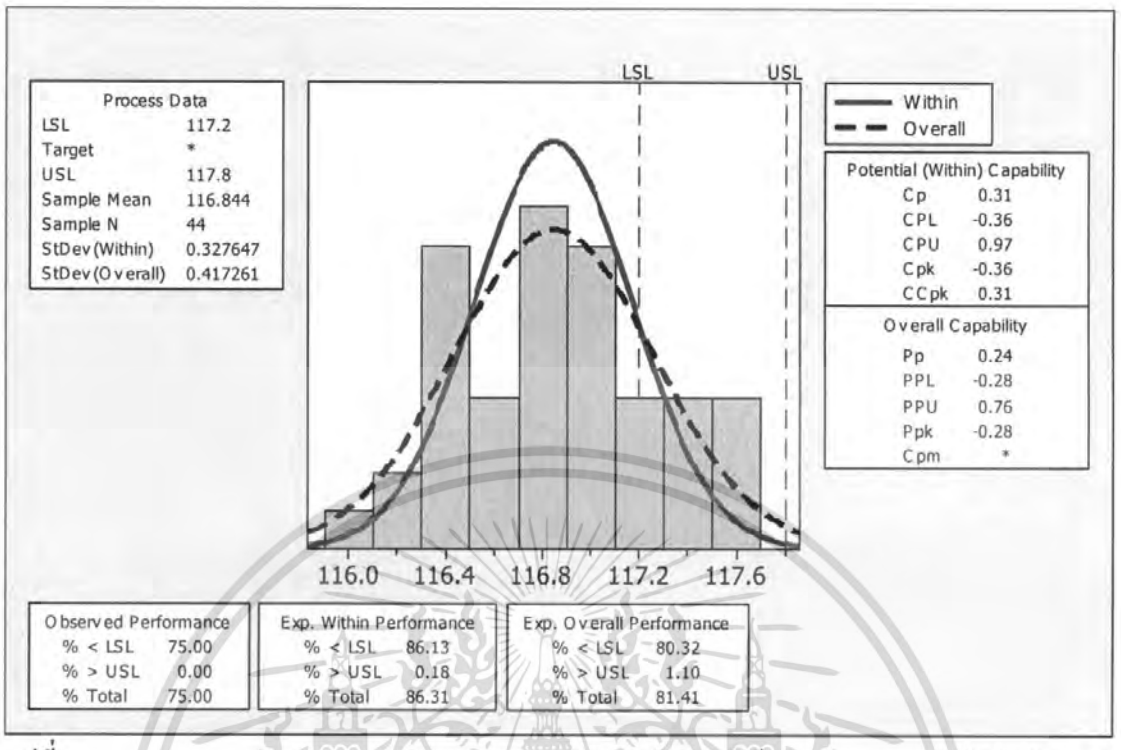
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.45 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และ แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ของเส้นผ่านศูนย์กลางเกลียว 22 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ C

จากรูปที่ 4.45 พบว่าจากการนำข้อมูลมาคำนวณได้มี UCL เท่ากับ 117.539 มิลลิเมตร มีค่าเฉลี่ยกระบวนการผลิตเท่ากับ 116.844 มิลลิเมตร และ LCL เท่ากับ 116.149 มิลลิเมตร จากการพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูลพบว่ามีจุดพิกัด 4 ใน 5 จุดต่อเนื่องกันตกอยู่นอกเส้น 1σ คือจุดที่ 8-12 สำหรับแผนภูมิค่าพิสัย คำนวณได้ค่า UCL เท่ากับ 1.208 ค่าเฉลี่ยพิสัยของกระบวนการผลิต เท่ากับ 0.370 และ LCL เท่ากับ 0 และเมื่อพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูลพบว่ามีจุดพิกัด 8 จุดต่อเนื่องกันในแนวแถว ตกอยู่ด้านใดด้านหนึ่งของเส้นกึ่งกลาง คือ จุดที่ 2–9 จากการที่พบจุดผิดปกติในแผนภูมิควบคุม นั่นแสดงว่ากระบวนการผลิตไม่อยู่ภายใต้การควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

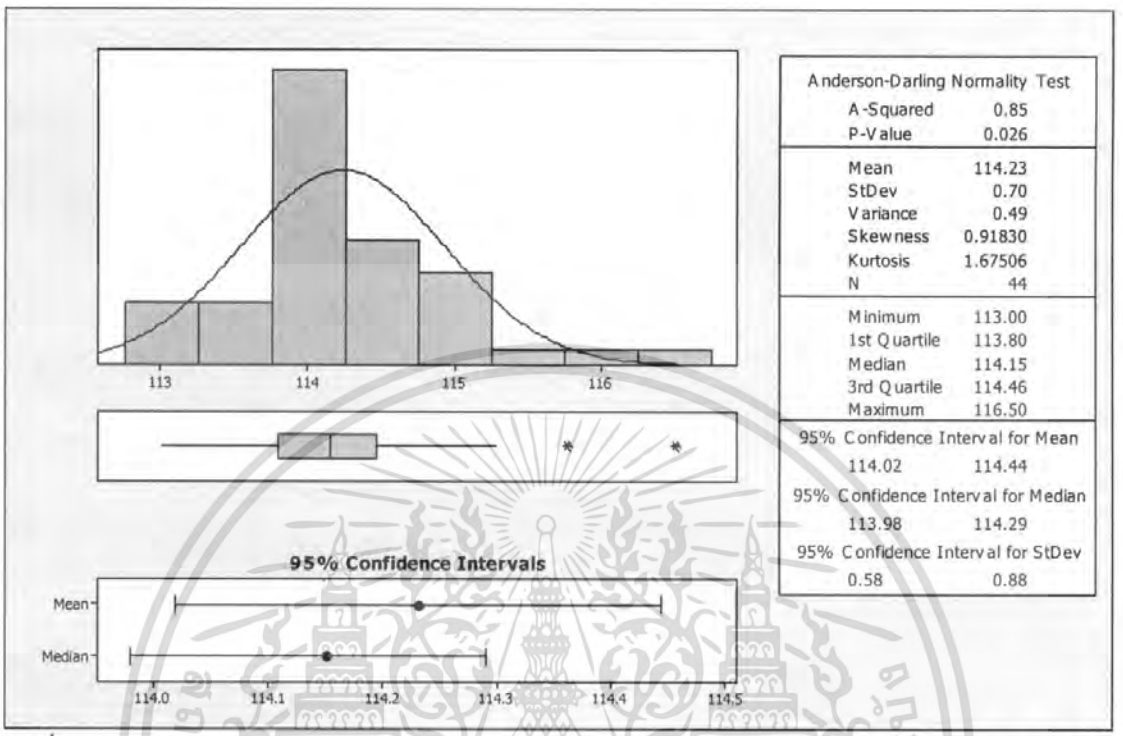


รูปที่ 4.46 แสดงความสามารถของกระบวนการผลิตและขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกัดข้อกำหนดล่างของเส้นผ่านศูนย์กลางเกลียว 22 ค่าสุดท้าย ของ ผลิตภัณฑ์ C

จากรูปที่ 4.46 พบว่า C_{pk} มีค่าเท่ากับ -0.36 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 1.00 นั่นแสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะสั้นและอยู่ในระดับที่ไม่ดี และค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนดได้ร้อยละ 86.31 นั่นคือ มีการผลิตสินค้าเสียในปริมาณที่สูงมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

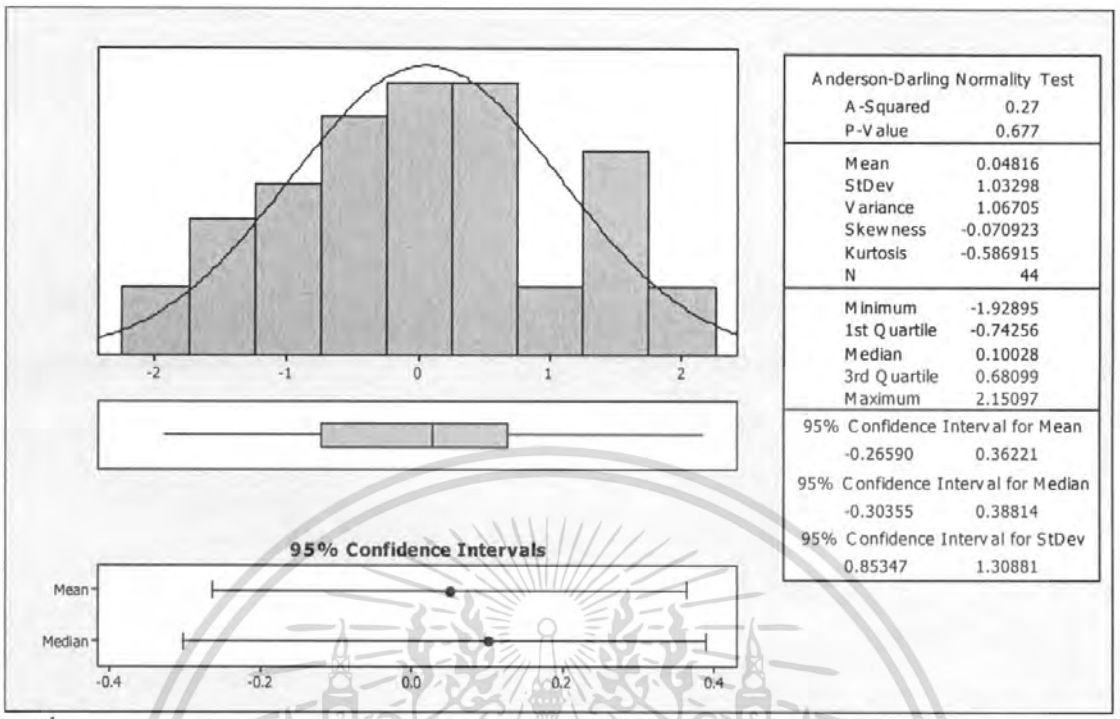
4.3.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของเส้นผ่านศูนย์กลางขอบปากนอก ของผลิตภัณฑ์ C



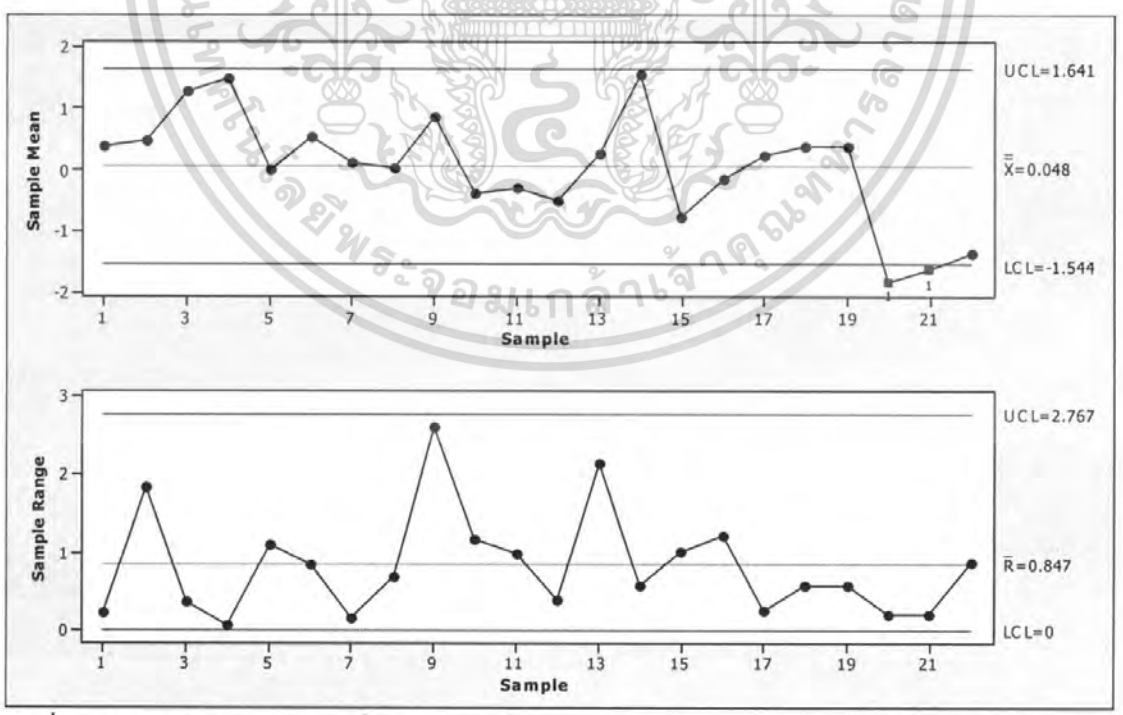
รูปที่ 4.47 แสดง Histogram ของเส้นผ่านศูนย์กลางขอบปากนอก 22 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ C (ข้อมูลดิบ)

จากรูปที่ 4.47 จะพบว่าข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบปกติ (p-value<0.026 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05) จึงทำการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson พบว่าข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ(p-value=0.677 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05) ดังรูปที่ 4.48 ซึ่งเป็นไปตามข้อสมมติของการใช้แผนภูมิควบคุม ดังนั้นจึงใช้แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยที่ได้จากข้อมูลชุดใหม่นี้ไปใช้ในการวิเคราะห์กระบวนการผลิตต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



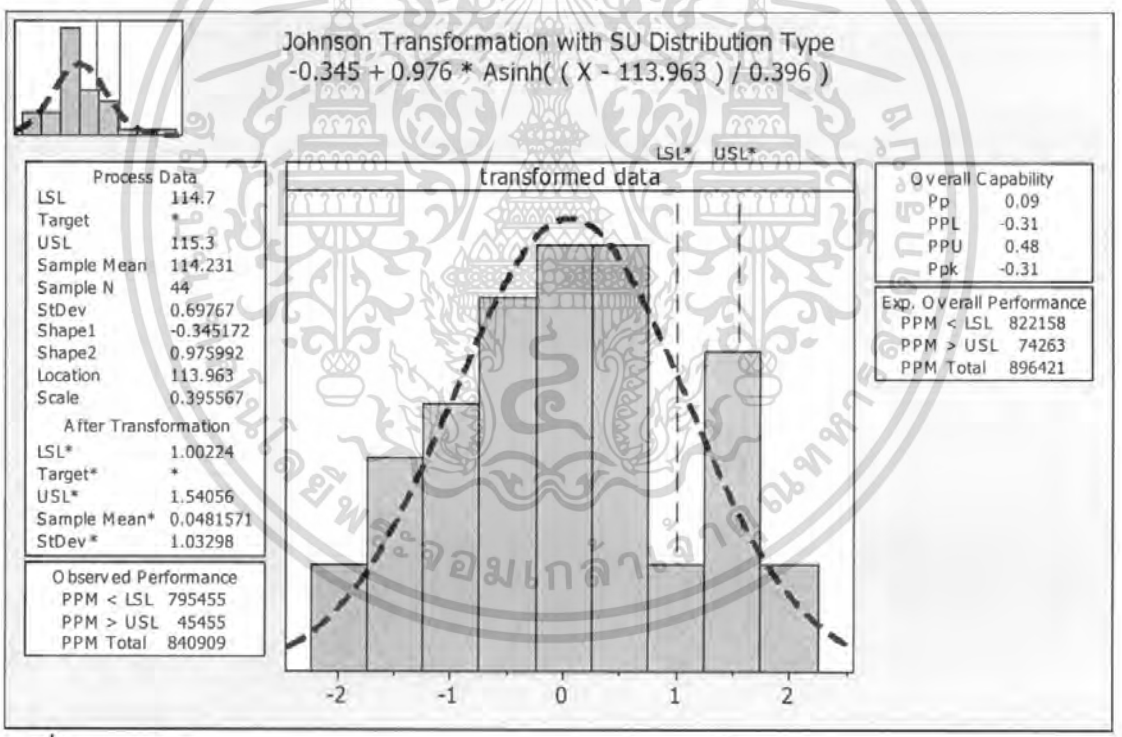
รูปที่ 4.48 แสดง Histogram ของเส้นผ่านศูนย์กลางขอบปากนอก 22 ค่าสุดท้ายของผลิตภัณฑ์ C (ข้อมูลแปลงโดยวิธี Johnson)



รูปที่ 4.49 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ของเส้นผ่านศูนย์กลางขอบปากนอก 22 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับรูปที่ 4.49 จากการนำข้อมูลตัวอย่างที่ทำการแปลงค่าโดยวิธี Johnson มาคำนวณค่า UCL จะได้เท่ากับ 1.641 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยกระบวนการผลิตเท่ากับ 0.048 และ LCL เท่ากับ -1.544 มิลลิเมตร จากการพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล พบว่ามีจุดพิกัด 2 ใน 3 จุด ต่อเนื่องกันตกอยู่นอกเส้น 2σ แต่ยังคงอยู่ในขีดกำจัดการควบคุม คือจุดที่ 2-4 และมีจุดพิกัดอย่างน้อย 1 จุดตกอยู่นอกขีดจำกัดการควบคุม คือจุดที่ 20-21 สำหรับแผนภูมิพิสัย พบว่า ค่า USL จะได้เท่ากับ 2.767 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยพิสัยกระบวนการผลิตเท่ากับ 0.847 และ LCL เท่ากับ 0 และเมื่อพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล พบว่าไม่มีจุดที่แสดงความผิดปกติ จากการที่พบจุดผิดปกติในแผนภูมิควบคุม นั่นแสดงว่ากระบวนการผลิตไม่อยู่ภายใต้การควบคุม

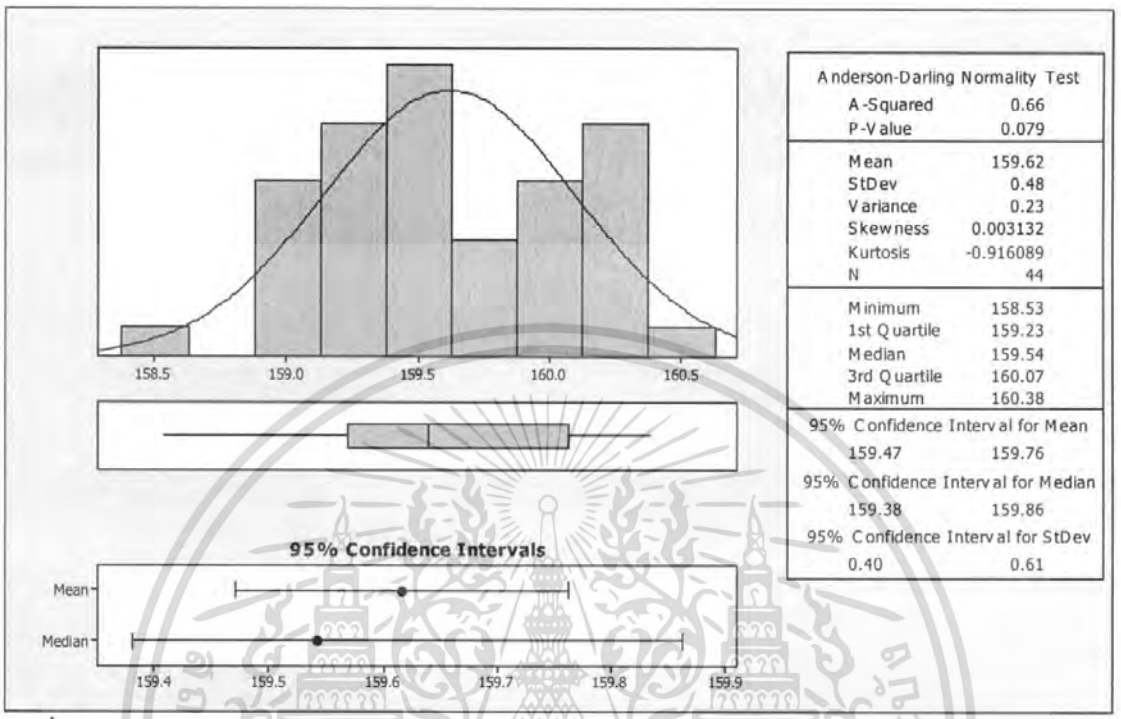


รูปที่ 4.50 แสดงความสามารถของกระบวนการผลิต ขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกัดข้อกำหนดล่างของเส้นผ่านศูนย์กลางขอบปากนอก 22 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ C

จากรูปที่ 4.50 พบว่า P_{pk} มีค่าเท่ากับ -0.31 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 1.00 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะยาวอยู่ในระดับไม่ดี และค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนดได้ร้อยละ 89.64 นั่นคือ มีการผลิตสินค้าเสียในปริมาณที่สูงมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

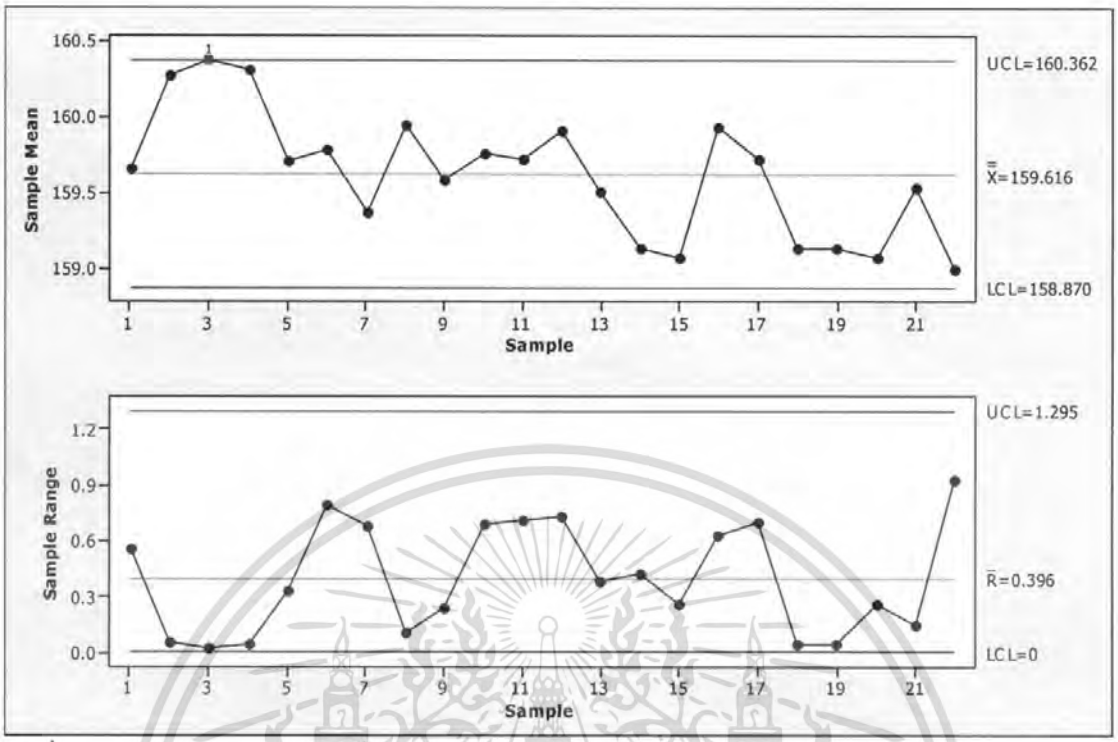
4.3.5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของความสูงรวม ของผลิตภัณฑ์ C



รูปที่ 4.51 แสดง Histogram ของความสูงรวม 22 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ C

จากรูปที่ 4.51 พบว่าข้อมูลมีการแจงแจงแบบปกติ (p-value=0.079 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05) ซึ่งเป็นไปตามข้อสมมติของการใช้แผนภูมิควบคุม จึงสามารถที่จะนำข้อมูลชุดนี้ไปสร้างแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ได้ดังรูปที่ 4.52

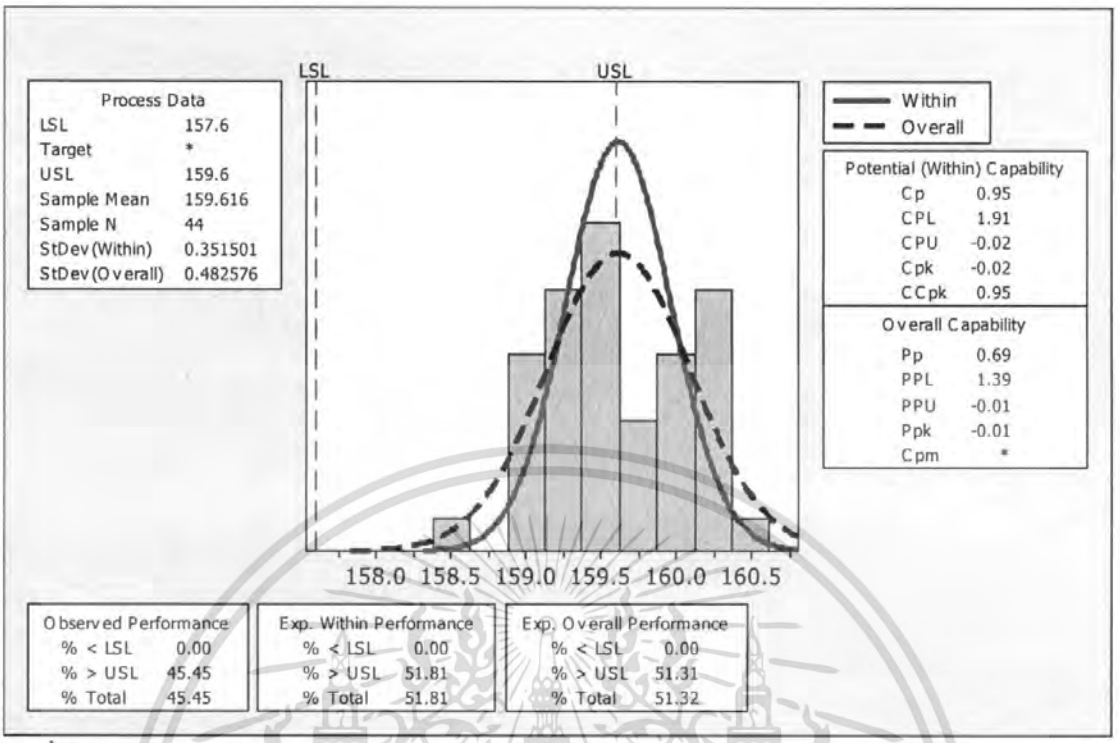
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.52 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และ แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ของความสูงรวม 22 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ C

จากรูปที่ 4.52 พบว่าจากการนำข้อมูลมาคำนวณได้ค่า UCL เท่ากับ 160.362 มิลลิเมตร มีค่าเฉลี่ยกระบวนการผลิตเท่ากับ 159.616 มิลลิเมตร และ LCL เท่ากับ 158.870 มิลลิเมตร จากการพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูลพบว่ามีจุดพิกัดอย่างน้อย 1 จุด ตกอยู่นอกขีดจำกัดการควบคุม คือ จุดที่ 3 สำหรับแผนภูมิค่าพิสัย คำนวณได้ UCL เท่ากับ 1.295 มิลลิเมตร มีค่าเฉลี่ยพิสัยของกระบวนการผลิต เท่ากับ 0.396 มิลลิเมตร และ LCL เท่ากับ 0 และเมื่อพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูลพบว่ามีจุดพิกัด 2 ใน 3 จุดต่อเนื่องกันตกอยู่นอกเส้น 2σ แต่ยังคงอยู่ในขีดจำกัดการควบคุม คือจุดที่ 2-4 และ 18-20 จากการที่พบจุดผิดปกติในแผนภูมิควบคุม นั่นแสดงว่ากระบวนการผลิตไม่อยู่ภายใต้การควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



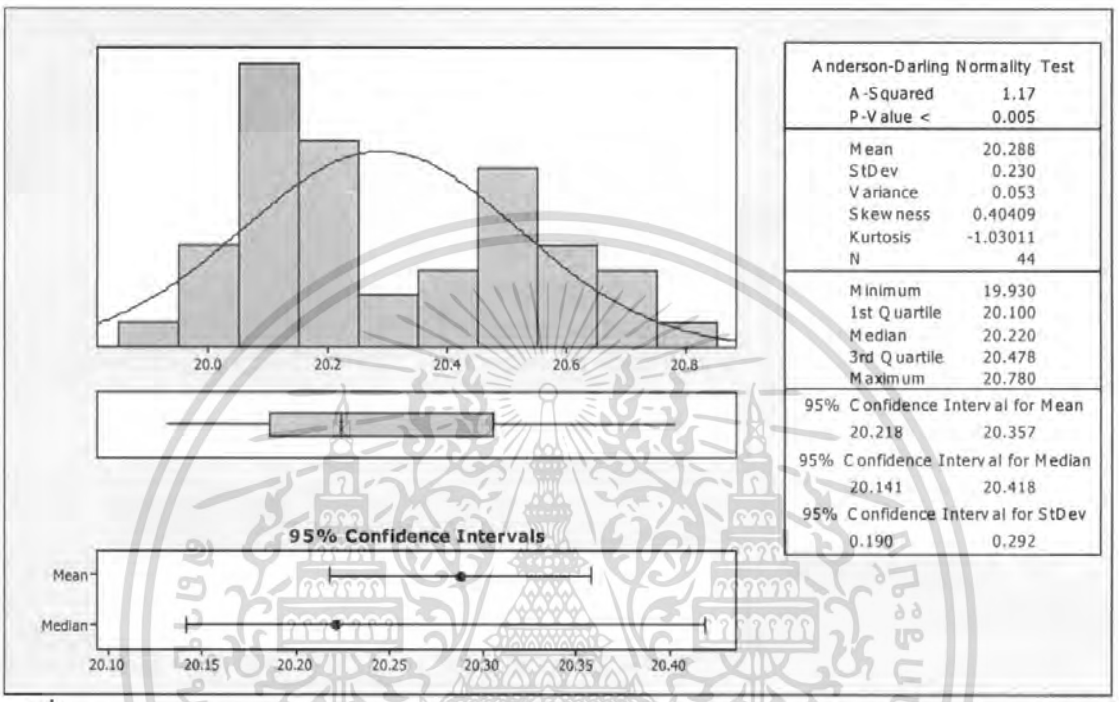
รูปที่ 4.53 แสดงความสามารถของกระบวนการผลิต ขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกัดข้อกำหนดล่างของความสูงรวม 22 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ C

จากรูปที่ 4.53 พบว่า C_{pk} มีค่าเท่ากับ -0.02 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 1.00 นั่นแสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะสั้นอยู่ในระดับไม่ดี และค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนดได้ร้อยละ 51.81 นั่นคือ มีการผลิตสินค้าเสียในปริมาณมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.6 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของความสูงคอ ของผลิตภัณฑ์ C

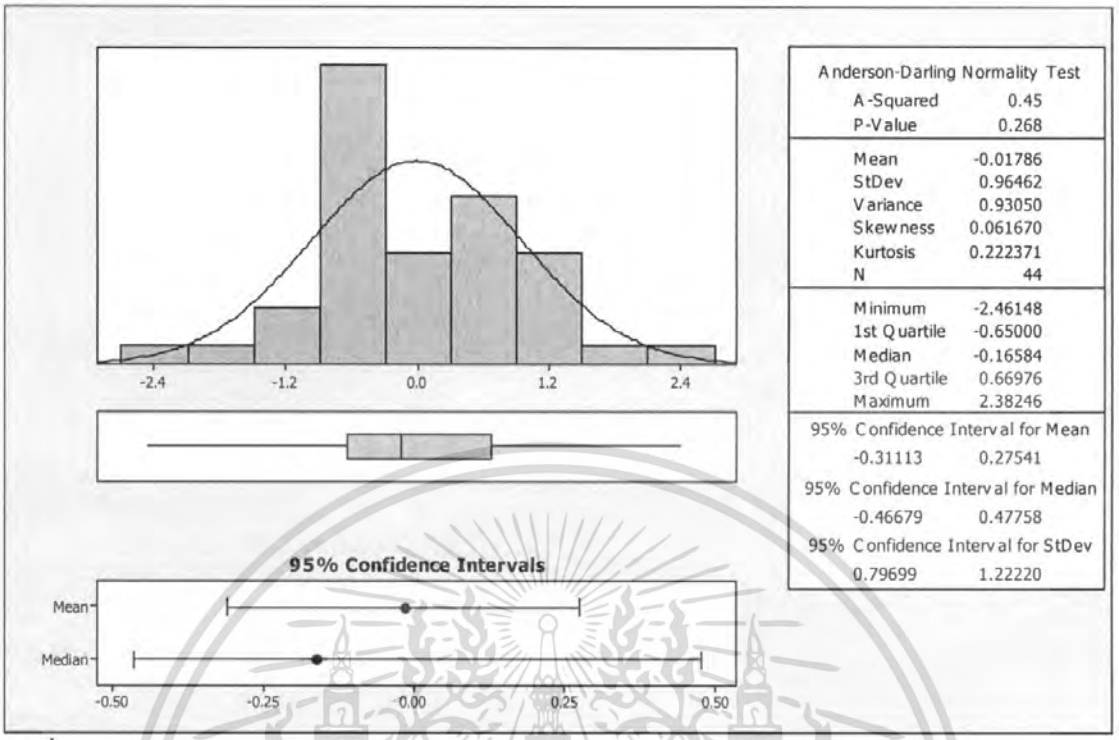
4.3.6.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของความสูงคอ จุดที่ 1 ของผลิตภัณฑ์ C



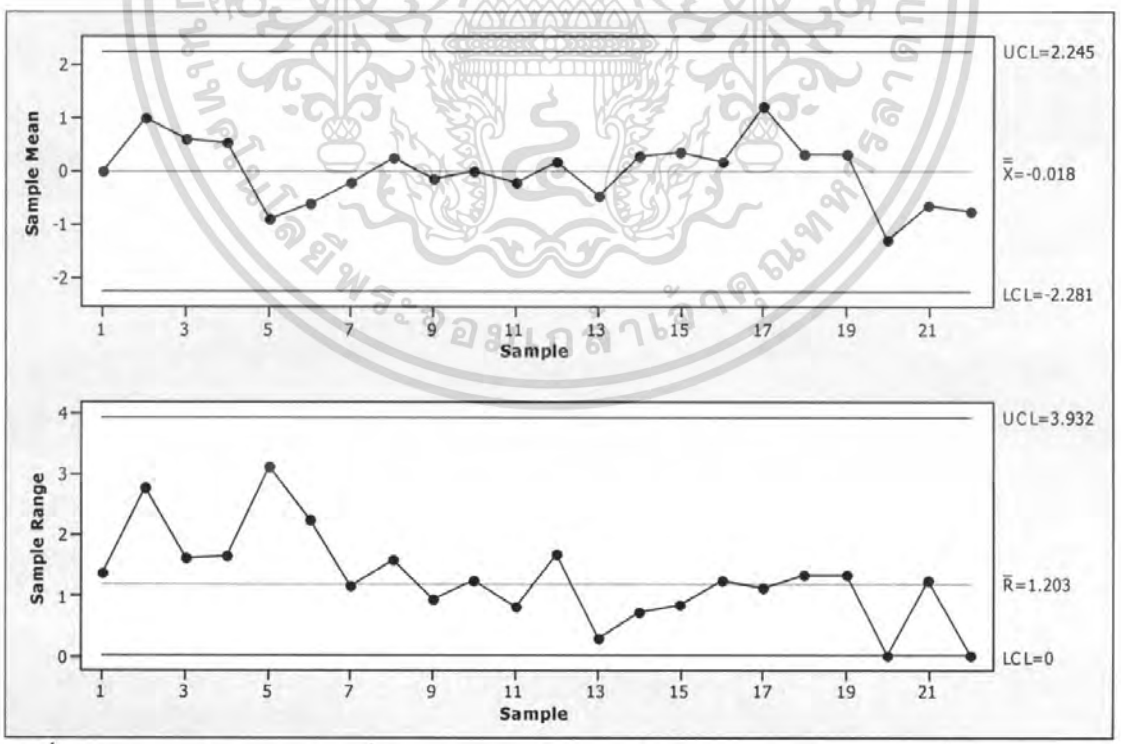
รูปที่ 4.54 แสดง Histogram ของความสูงคอ จุดที่ 1 22 ค่า สุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ C (ข้อมูลดิบ)

จากรูปที่ 4.54 จะพบว่าข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบปกติ (p-value<0.005 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05) จึงทำการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson พบว่าข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ(p-value=0.268 ซึ่งมีค่ามากกว่า0.05) ดังรูปที่ 4.55 ซึ่งเป็นไปตามข้อสมมติของการใช้แผนภูมิควบคุม ดังนั้นจึงใช้แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยที่ได้จากข้อมูลชุดใหม่นี้ไปใช้ในการวิเคราะห์กระบวนการผลิตต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



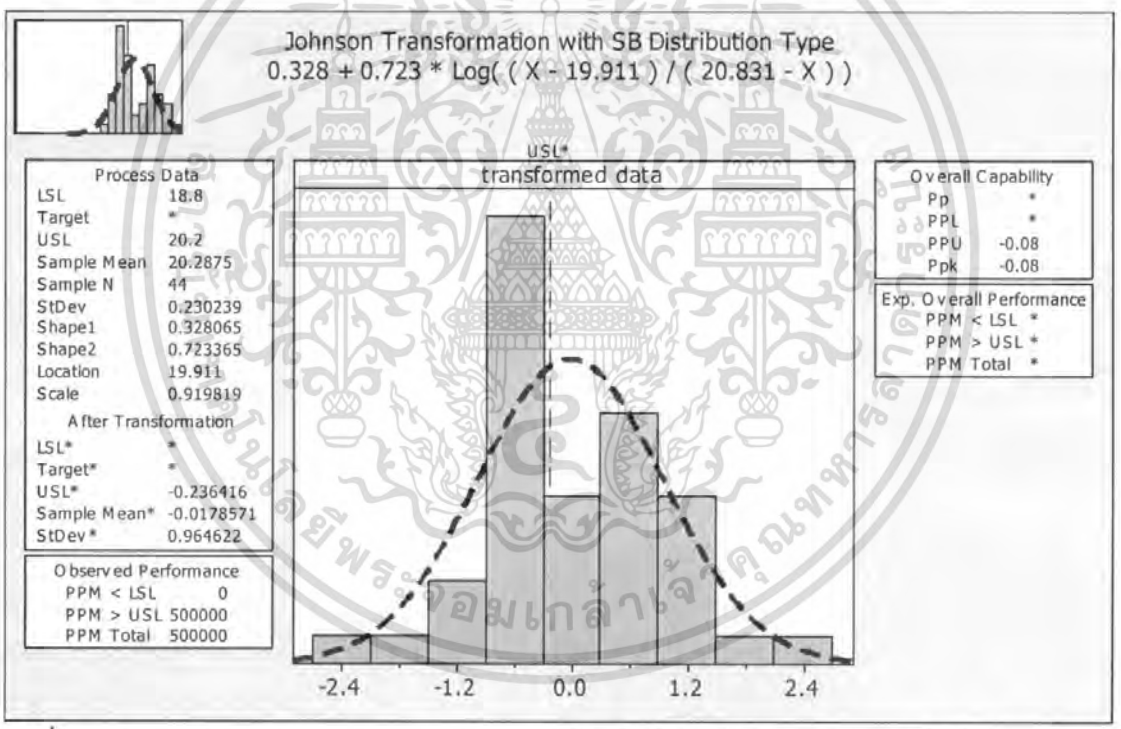
รูปที่ 4.55 แสดง Histogram ของความสูงคอ จุดที่ 1 22 ค่า สุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ C (ข้อมูลแปลงโดยวิธี Johnson)



รูปที่ 4.56 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และ แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ของความสูงคอ จุดที่ 1 22 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับรูปที่ 4.56 จากการนำข้อมูลตัวอย่างที่ทำการแปลงค่าโดยวิธี Johnson มาคำนวณค่า UCL จะได้เท่ากับ 2.245 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยกระบวนการผลิตเท่ากับ -0.018 และ LCL เท่ากับ -2.281 มิลลิเมตร จากการพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล พบว่าไม่มีจุดที่แสดงความผิดปกติ สำหรับแผนภูมิพิสัย พบว่า ค่า UCL จะได้เท่ากับ 3.932 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยพิสัยกระบวนการผลิตเท่ากับ 1.203 และ LCL เท่ากับ 0 จากการพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล พบว่ามีจุดพิกัด 2 ใน 3 จุดต่อเนื่องกันตกอยู่นอกเส้น 2σ แต่ยังคงอยู่ในขีดจำกัดการควบคุม คือจุดที่ 20-22 จากการที่พบจุดผิดปกติในแผนภูมิควบคุม นั่นแสดงว่ากระบวนการผลิตไม่อยู่ภายใต้การควบคุม

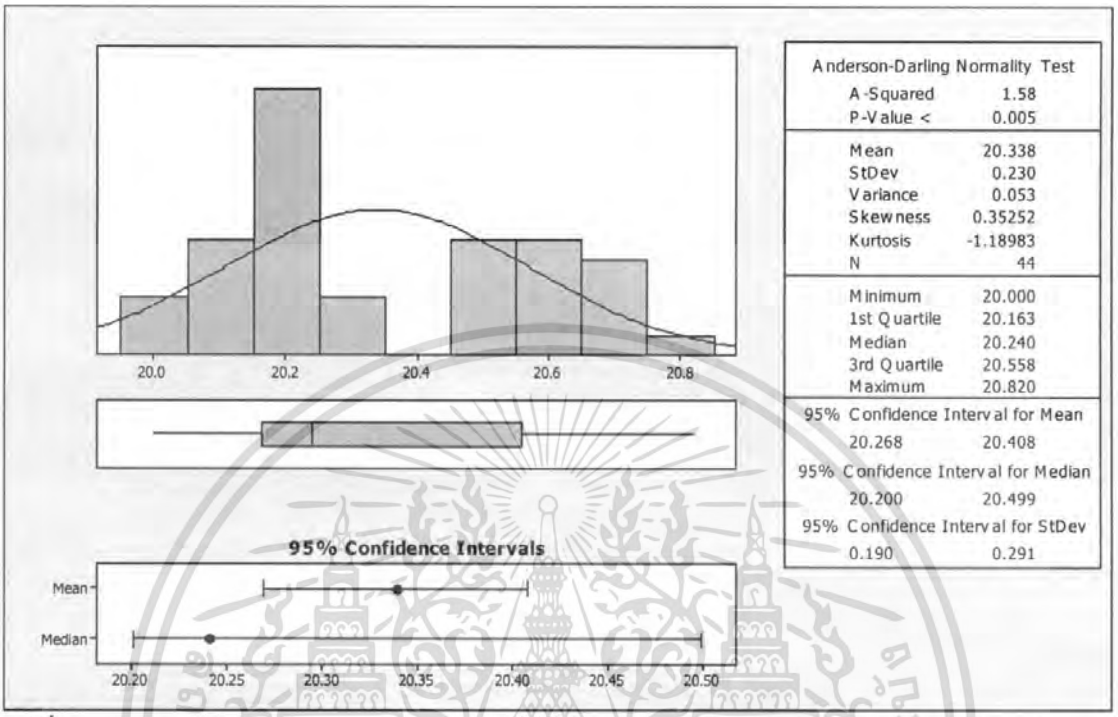


รูปที่ 4.57 แสดงความสามารถของกระบวนการผลิต ขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกัดข้อกำหนดล่างของความสูงคอ จุดที่ 1 22 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ C

จากรูปที่ 4.57 พบว่า P_{pk} มีค่าเท่ากับ -0.08 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 1.00 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะยาวอยู่ในระดับไม่ดี และค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนดนั้น ไม่สามารถหาค่าได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

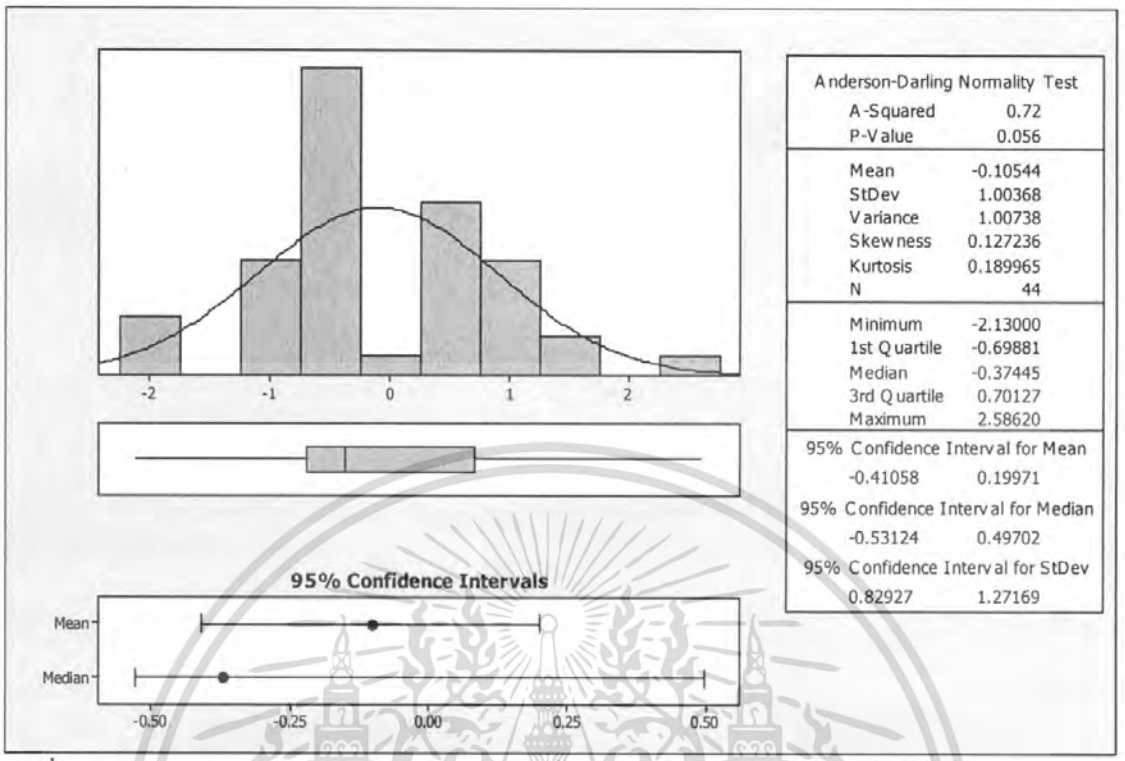
4.3.6.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของความสูงคอ จุดที่ 2 ของผลิตภัณฑ์ C



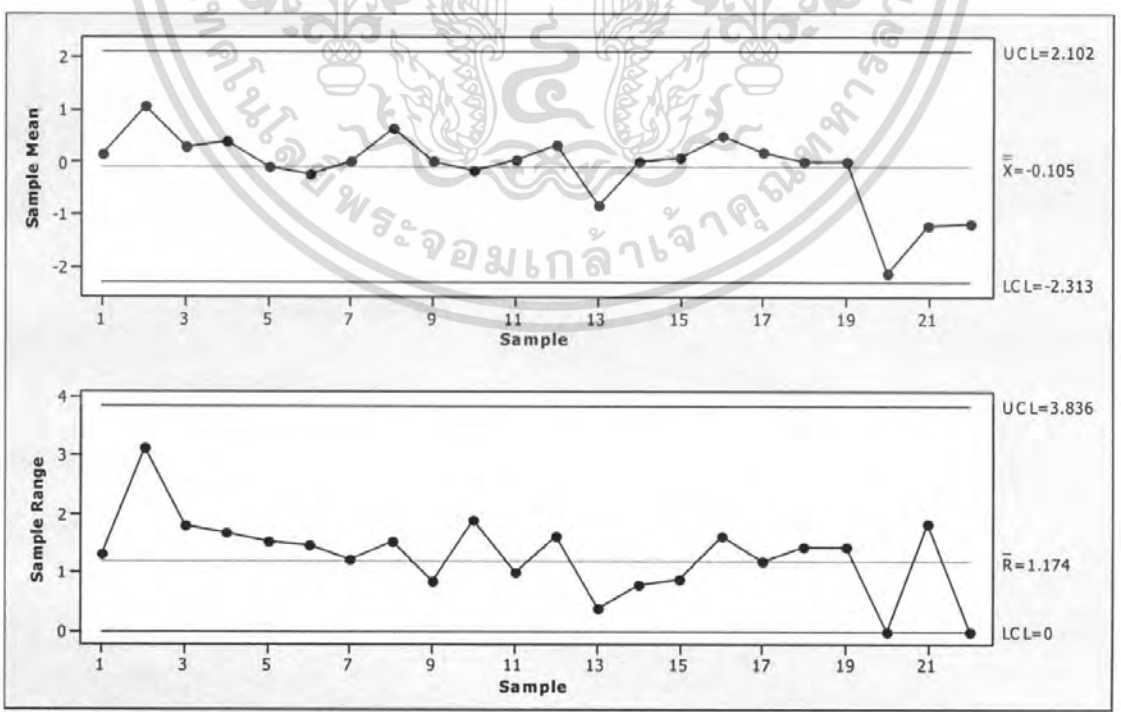
รูปที่ 4.58 แสดง Histogram ของความสูงคอ จุดที่ 2 22 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ C (ข้อมูลดิบ)

จากรูปที่ 4.58 จะพบว่าข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบปกติ (p-value<0.005 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05) จึงทำการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson พบว่าข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ(p-value=0.056 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05) ดังรูปที่ 4.59 ซึ่งเป็นไปตามข้อสมมติของการใช้แผนภูมิควบคุม ดังนั้นจึงใช้แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยที่ได้จากข้อมูลชุดใหม่นี้ไปใช้ในการวิเคราะห์กระบวนการผลิตต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



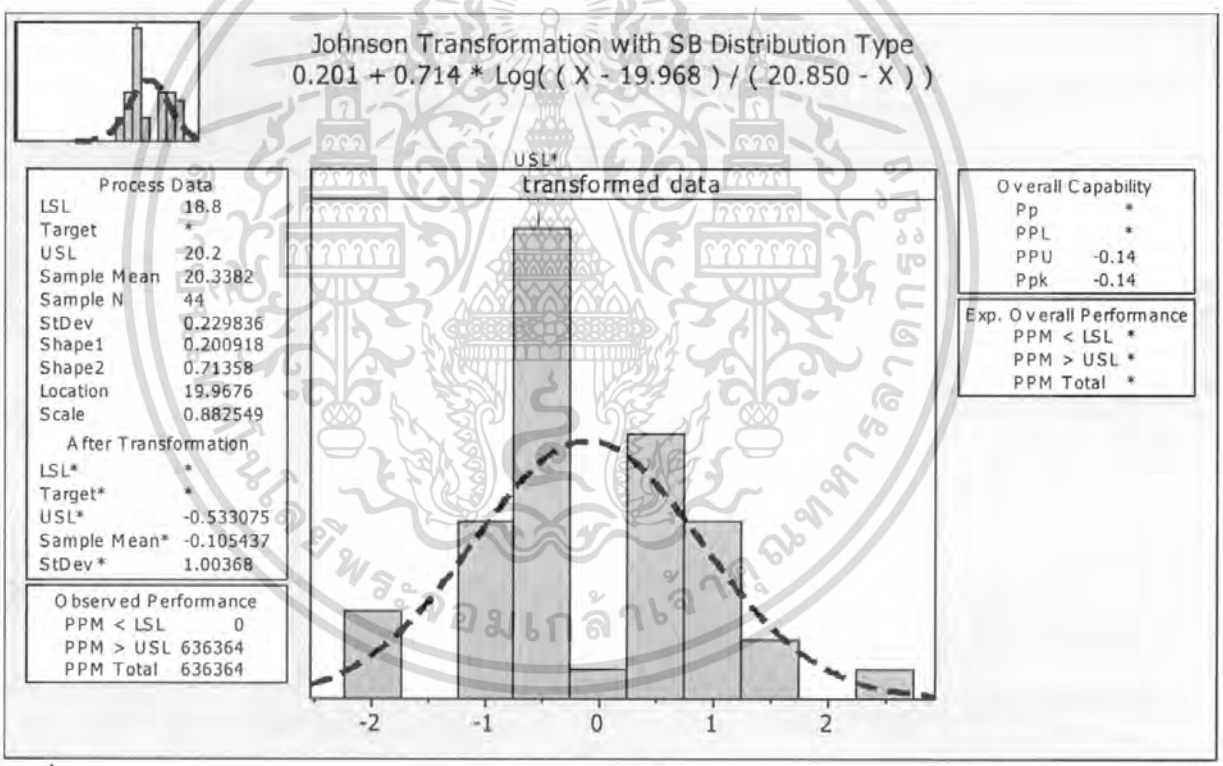
รูปที่ 4.59 แสดง Histogram ของความสูงคอ จุดที่ 2 22 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ C (ข้อมูลแปลงโดยวิธี Johnson)



รูปที่ 4.60 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและ แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ของความสูงคอ จุดที่ 2 22 ค่าสุดท้ายของผลิตภัณฑ์ C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับรูปที่ 4.60 จากการนำข้อมูลตัวอย่างที่ทำการแปลงค่าโดยวิธี Johnson มาคำนวณค่า UCL จะได้เท่ากับ 2.102 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยกระบวนการผลิตเท่ากับ -0.105 และ LCL เท่ากับ -2.313 มิลลิเมตร จากการพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูลไม่พบว่ามีจุดที่แสดงความผิดปกติ สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย พบว่า ค่า UCL จะได้เท่ากับ 3.836 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยพิสัยกระบวนการผลิตเท่ากับ 1.174 และ LCL เท่ากับ 0 จากการพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล พบว่ามีจุดพิกัด 2 ใน 3 จุดต่อเนื่องกันตกอยู่นอกเส้น 2σ แต่ยังคงอยู่ในขีดจำกัดการควบคุม คือจุดที่ 20-22 จากการที่พบจุดผิดปกติในแผนภูมิควบคุม นั่นแสดงว่ากระบวนการผลิตไม่อยู่ภายใต้การควบคุม

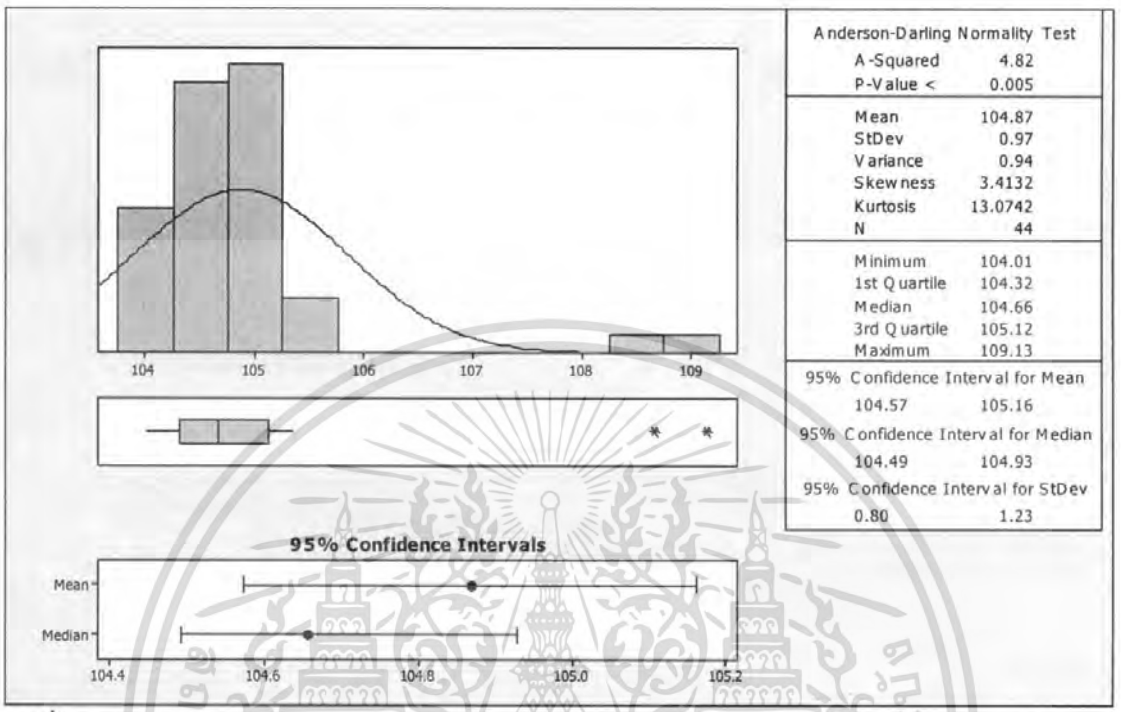


รูปที่ 4.61 แสดงความสามารถของกระบวนการผลิต ขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกัดข้อกำหนดล่างของความสูงคอ จุดที่ 2 22 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ C

รูปที่ 4.61 พบว่า P_{pk} มีค่าเท่ากับ -0.14 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 1.00 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะยาวอยู่ในระดับไม่ดี และค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนดไม่สามารถหาค่าได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

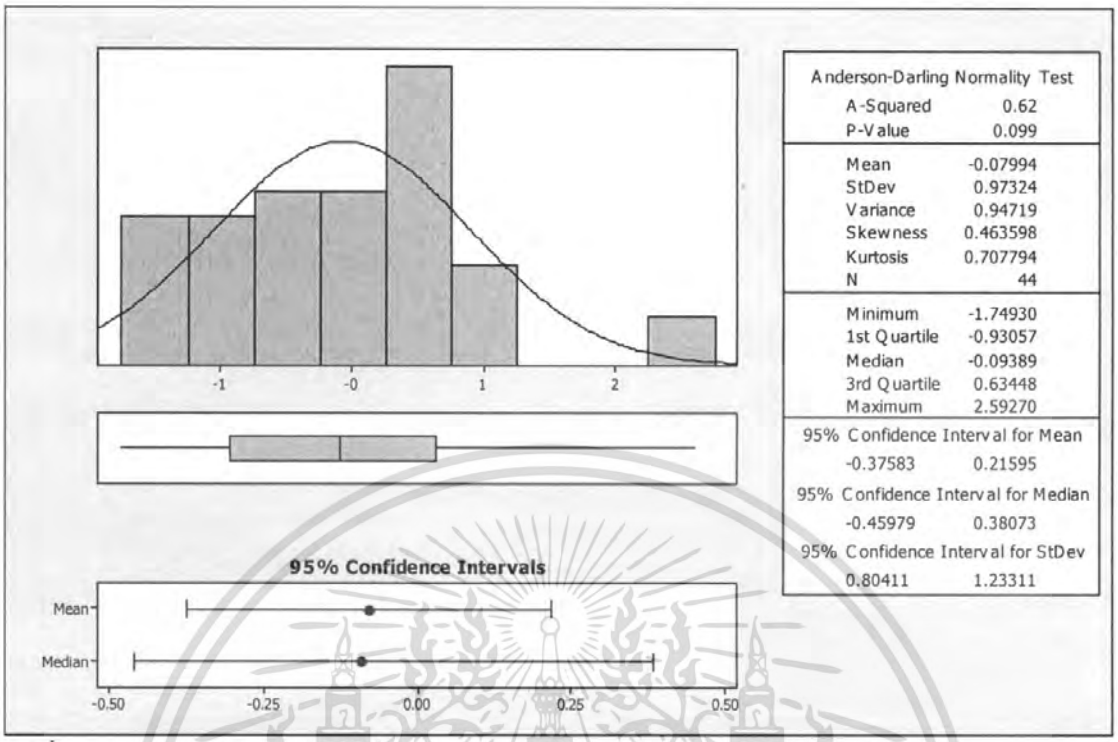
4.3.7 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของความกว้าง Label ของผลิตภัณฑ์ C



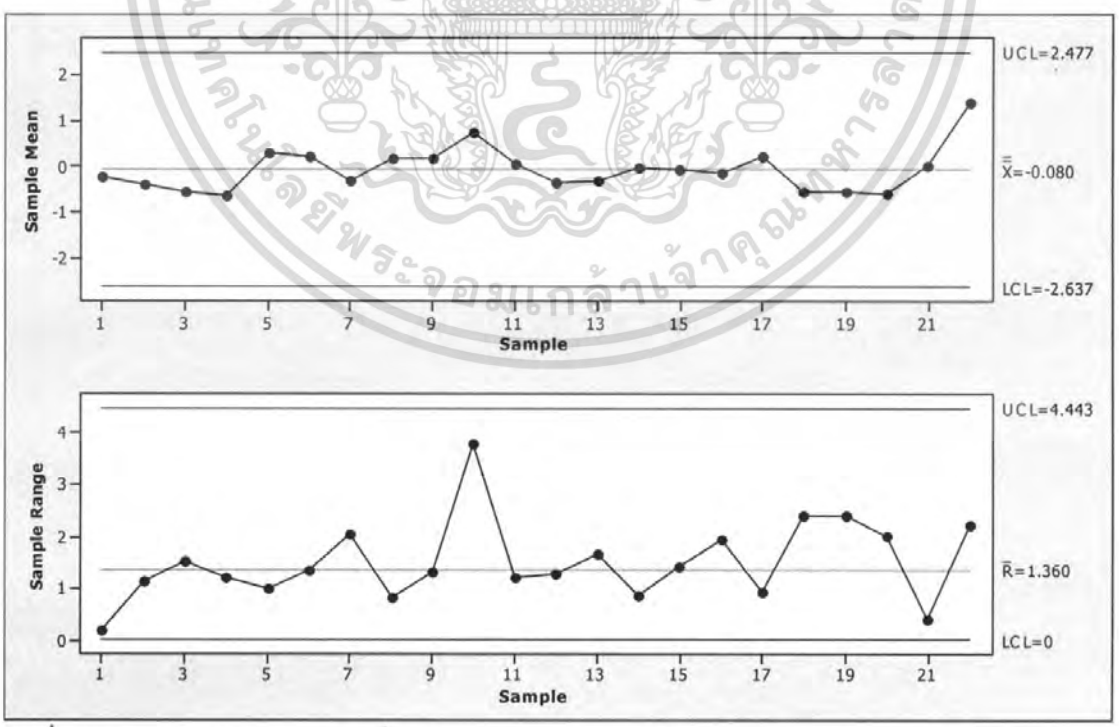
รูปที่ 4.62 แสดง Histogram ของความกว้าง Label 22 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ C (ข้อมูลดิบ)

จากรูปที่ 4.62 จะพบว่าข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบปกติ (p-value<0.005 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05) จึงทำการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson พบว่าข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ(p-value=0.099 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05) ดังรูปที่ 4.63 ซึ่งเป็นไปตามข้อสมมติของการใช้แผนภูมิควบคุม ดังนั้นจึงใช้แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยที่ได้จากข้อมูลชุดใหม่นี้ไปใช้ในการวิเคราะห์กระบวนการผลิตต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



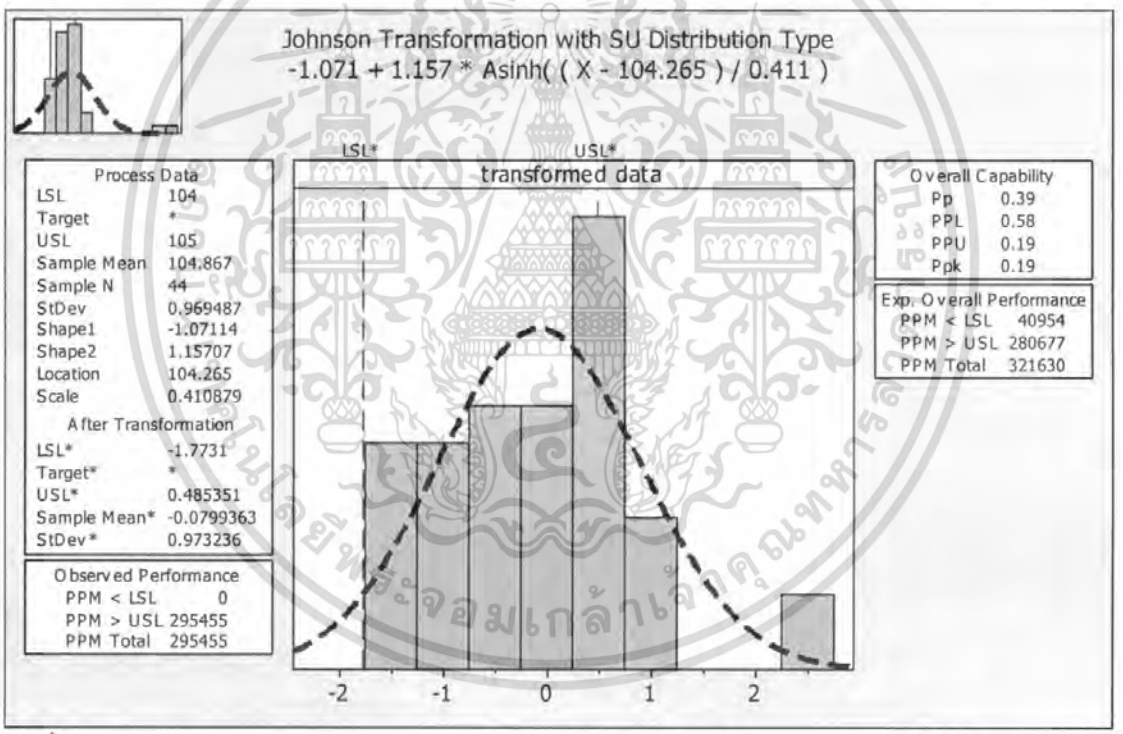
รูปที่ 4.63 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และ แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ของความกว้าง Label 22 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ C (ข้อมูลแปลงโดยวิธี Johnson)



รูปที่ 4.64 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและ แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ของความกว้าง Label 22 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับรูปที่ 4.64 จากการนำข้อมูลตัวอย่างที่ทำการแปลงค่าโดยวิธี Johnson มาคำนวณค่า UCL จะได้เท่ากับ 2.477 ค่าเฉลี่ยกระบวนการผลิตเท่ากับ -0.080 และ LCL เท่ากับ -2.637 มิลลิเมตร จากการพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล พบว่ามีจุดพิกัด 15 จุดที่ต่อเนื่องกันในแนวแถวตกอยู่ใน 1σ คือจุดที่ 7-21 สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย พบว่า ค่า UCL จะได้เท่ากับ 4.443 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยพิสัยกระบวนการผลิตเท่ากับ 1.360 และ LCL เท่ากับ 0 และเมื่อพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล พบว่าไม่มีจุดที่แสดงความผิดปกติ จากการที่พบจุดผิดปกติในแผนภูมิควบคุม นั่นแสดงว่ากระบวนการผลิตไม่อยู่ภายใต้การควบคุม



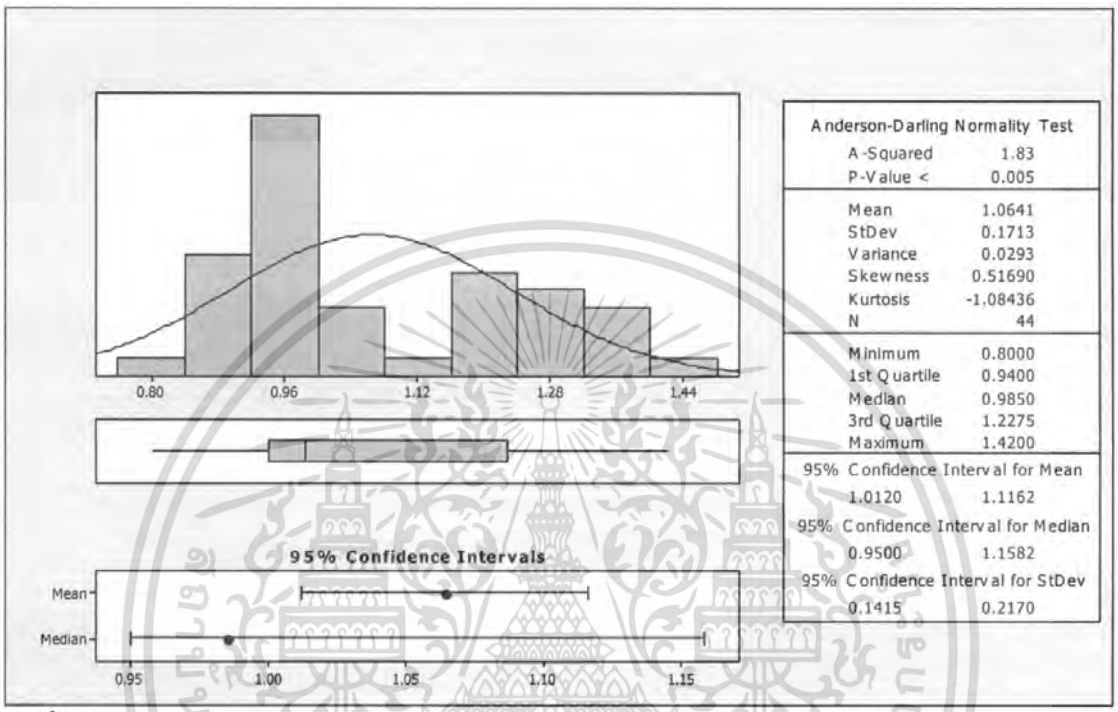
รูปที่ 4.65 แสดงความสามารถของกระบวนการผลิต ขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกัดข้อกำหนดล่างของความกว้างของ Label 22 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ C

รูปที่ 4.65 พบว่า P_{pk} มีค่าเท่ากับ 0.19 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 1.00 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะยาวอยู่ในระดับไม่ดี และค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนดได้ร้อยละ 32.16 นั่นคือ มีการผลิตสินค้าเสียในปริมาณค่อนข้างมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.8 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของความหนา - บาง ของผลิตภัณฑ์ C

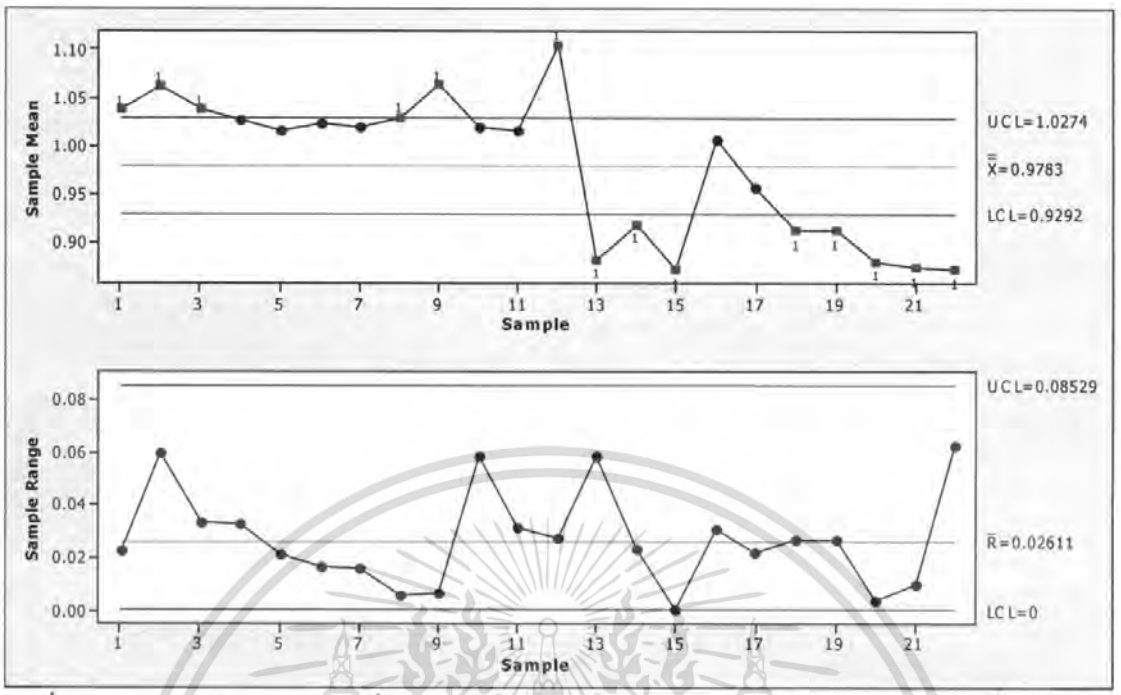
4.3.8.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของความหนา - บาง จุดที่ 1 ของผลิตภัณฑ์ C



รูปที่ 4.66 แสดง Histogram ของความหนา-บาง จุดที่ 1 22 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ C

จาก รูปที่ 4.66 จะพบว่าข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบปกติ (p-value <0.005 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05) จึงทำการแปลงข้อมูลด้วยวิธีการต่างๆ ผลที่ได้ยังสรุปว่าข้อมูลยังไม่มีการแจกแจงแบบปกติ และเมื่อพิจารณารูปร่างของข้อมูลพบว่าค่อนข้างไม่มีความสมมาตร แต่เมื่อพิจารณารูปแบบการแจกแจงพบว่าข้อมูลมีการแจกแจงใกล้เคียงแบบ weibull ที่ p-value < 0.01 ดังนั้นผลการวิเคราะห์อาจมีความคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง จึงควรระมัดระวังในการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

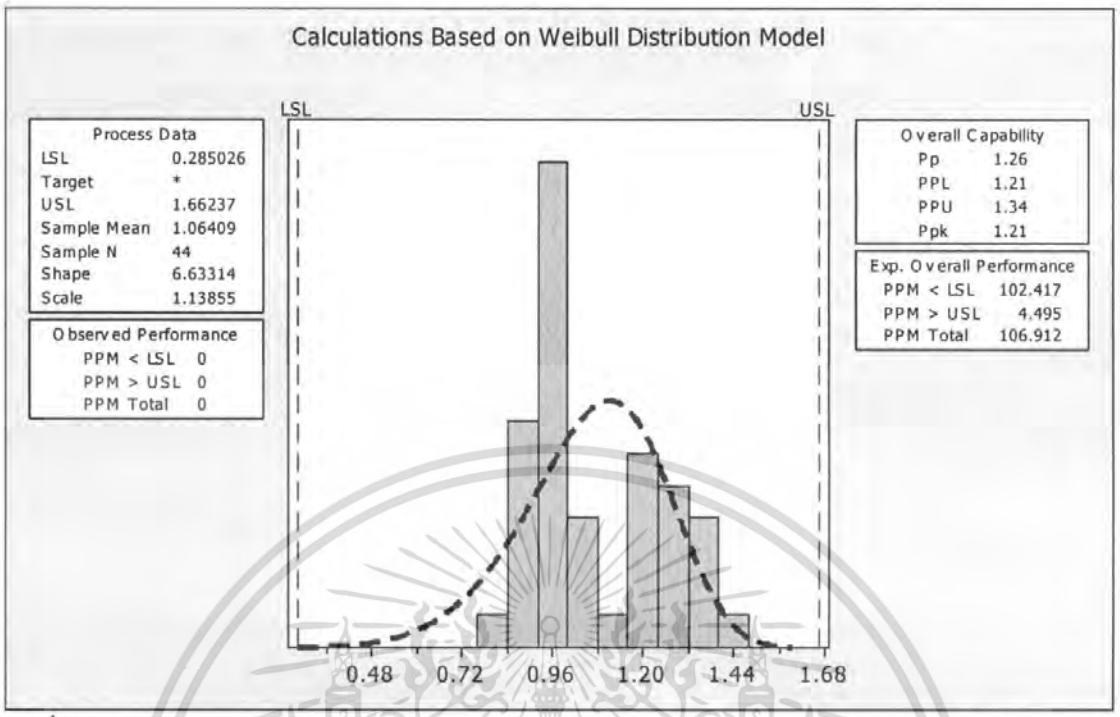


รูปที่ 4.67 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และ แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ของความหนา-บาง จุดที่ 1 22 ค่าสุดท้ายของผลิตภัณฑ์ C

จากรูปที่ 4.67 พบว่า จากการนำข้อมูลตัวอย่างมาคำนวณค่า UCL ได้เท่ากับ 1.0274 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยกระบวนการผลิตเท่ากับ 0.9783 มิลลิเมตร และ LCL เท่ากับ 0.9292 จากการพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล พบว่ามีจุดพิกัดอย่างน้อย 1 จุดตกอยู่นอกขีดจำกัดการควบคุม คือจุดที่ 1-3 8-9 12-15 18-22 มีจุดพิกัด 2 ใน 3 จุดที่ต่อเนื่องกันตกอยู่นอกเส้น 2σ แต่ยังคงอยู่ในขีดจำกัดการควบคุม คือ จุดที่ 5-7 สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย จากข้อมูลตัวอย่างคำนวณค่า UCL ได้เท่ากับ 0.08529 ค่าเฉลี่ยพิสัยของกระบวนการผลิต เท่ากับ 0.02611 และ LCL เท่ากับ 0 และเมื่อพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูลพบว่ามีจุดพิกัด 2 ใน 3 จุดที่ต่อเนื่องกันตกอยู่นอกเส้น 2σ แต่ยังคงอยู่ในขีดจำกัดการควบคุม คือ จุดที่ 7-9 จากการที่พบจุดผิดปกติในแผนภูมิควบคุม นั่นแสดงว่ากระบวนการผลิตไม่อยู่ภายใต้การควบคุม

เนื่องจากบริษัทไม่ได้กำหนดค่า USL และ LSL ในการวิจัยครั้งนี้จึงได้คำนวณหาค่า USL และ LSL (โดยใช้สูตรบทที่ 2 ข้อ 2.1.5.1) ได้ค่าเฉลี่ยโดยรวม คือ 0.9737 มิลลิเมตร และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน คือ 0.1726 มิลลิเมตร สามารถคำนวณได้ค่า USL คือ 1.662374 มิลลิเมตร และ LSL คือ 0.285026 มิลลิเมตร และเมื่อนำค่าที่ได้มาวิเคราะห์หาความสามารถของกระบวนการจะได้ดังรูปที่ 4.68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

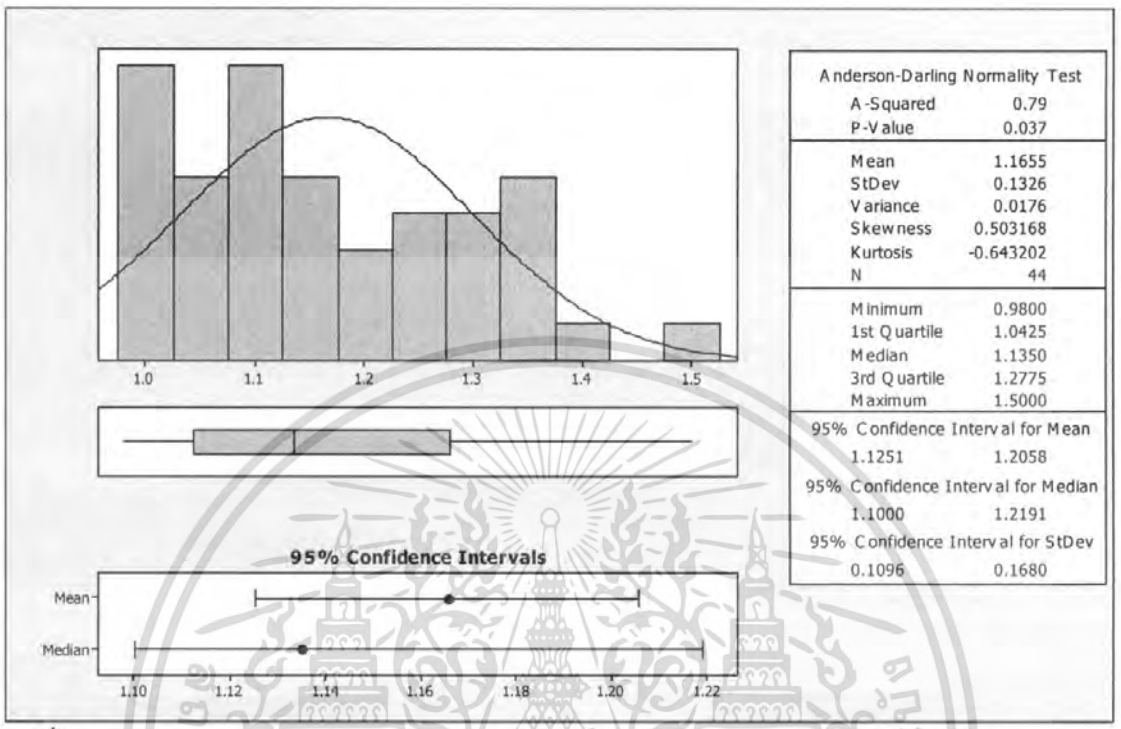


รูปที่ 4.68 แสดงความสามารถของกระบวนการผลิต ขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกัดของกำหนดล่างของ ความหนา-บาง จุดที่ 1 22 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ C

จากการที่ข้อมูลไม่มีรูปการแจกแจงแบบปกติ(รูปที่ 4.66) จึงได้ทำการแปลงข้อมูล แต่ยังให้ผลที่ไม่ดีขึ้นกว่าเดิม และจากรูปร่างข้อมูลที่มีลักษณะไม่สมมาตร แต่มีการแจกแจงใกล้เคียงกับแบบ weibull ดังได้สรุปผลไปแล้วในตอนต้น ดังนั้นพอที่จะใช้ค่า P_{pk} ชี้วัดค่าความสามารถของกระบวนการผลิตได้ ซึ่งจากรูป 4.68 พบว่า P_{pk} มีค่าเท่ากับ 1.21 ซึ่งมีค่ามากกว่า 1.00 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะยาวอยู่ในระดับที่ดี และค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด มีค่าเป็นร้อยละ 0.0106 นั่นคือ มีการผลิตสินค้าเสียในปริมาณที่น้อยมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

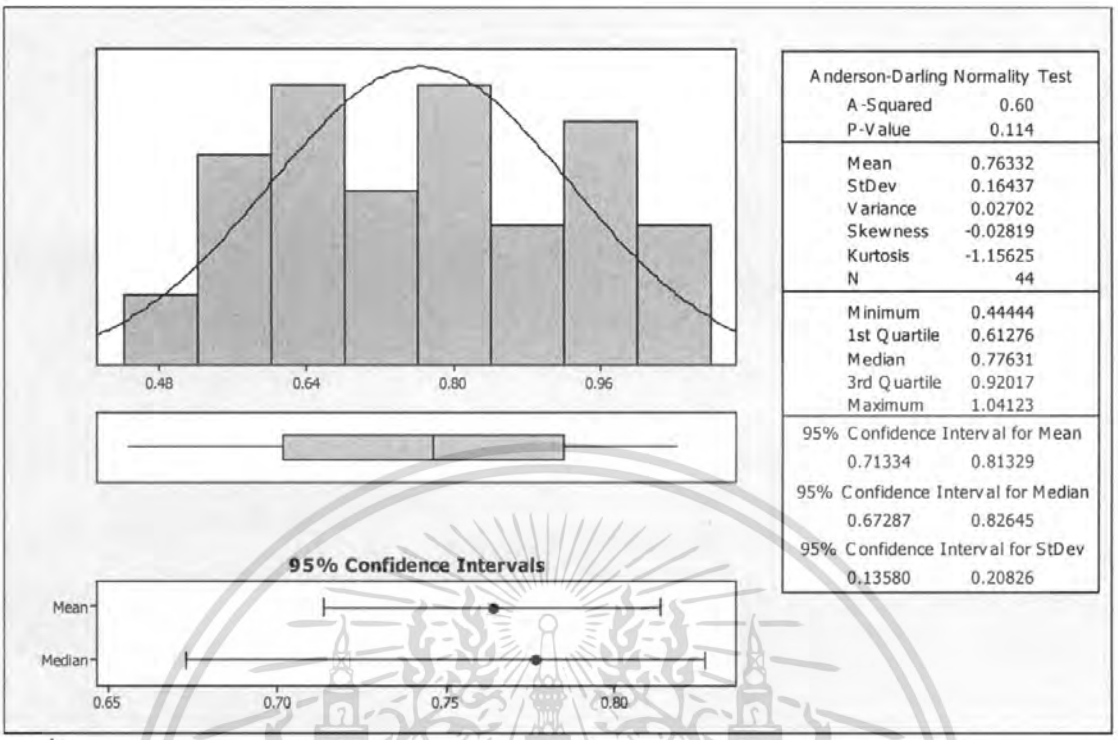
4.3.8.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของความหนา – บาง จุดที่ 2 ของผลิตภัณฑ์ C



รูปที่ 4.69 แสดง Histogram ของความหนา-บาง จุดที่ 2 22 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ C (ข้อมูลดิบ)

จากรูปที่ 4.69 ได้ค่า p-value เท่ากับ 0.037 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 จึงได้ว่าข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบปกติ ดังนั้นจึงทดลองแปลงข้อมูลด้วยวิธีต่างๆ ได้ผล ดังรูปที่ 4.70

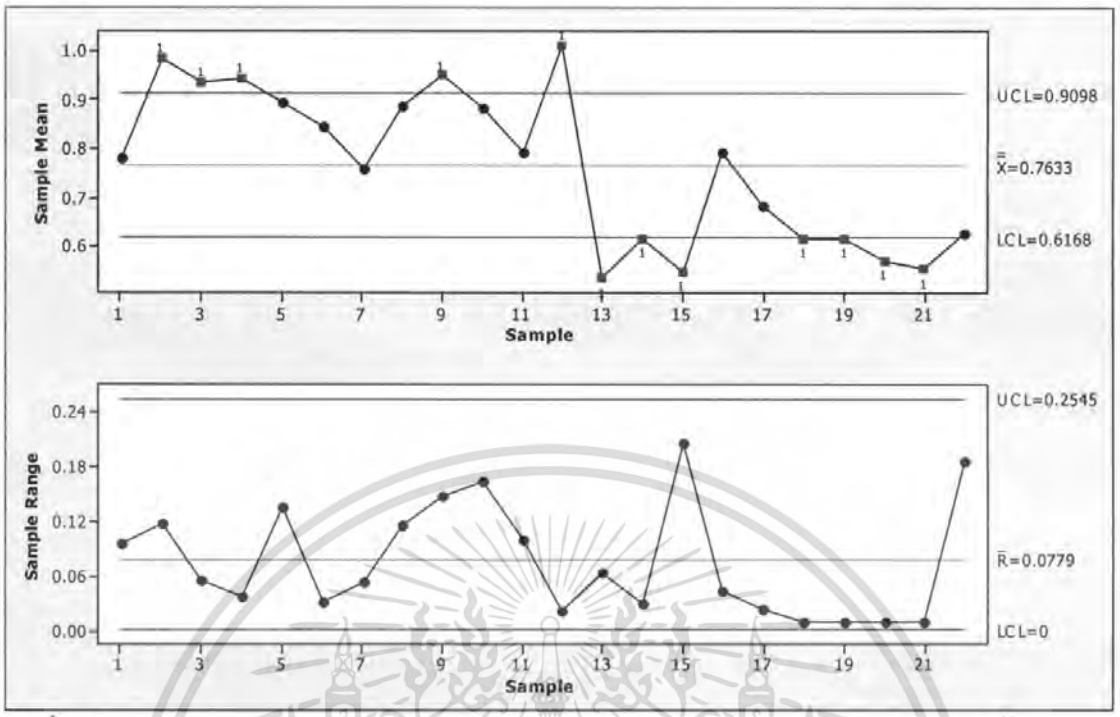
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.70 แสดง Histogram ของความหนา-บาง ชุดที่ 2 22 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ C (ข้อมูลแปลงโดยวิธี box-cox)

จากรูปที่ 4.70 เมื่อนำข้อมูลไปทำการแปลงข้อมูลโดยใช้วิธี box-cox จะได้ค่า p-value เท่ากับ 0.114 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 ซึ่งเป็นไปตามข้อสมมติของการใช้แผนภูมิควบคุม จึงได้ว่าข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ และเมื่อนำข้อมูลชุดใหม่นี้ไปสร้างแผนภูมิควบคุม จะได้ผล ดังรูป 4.71

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

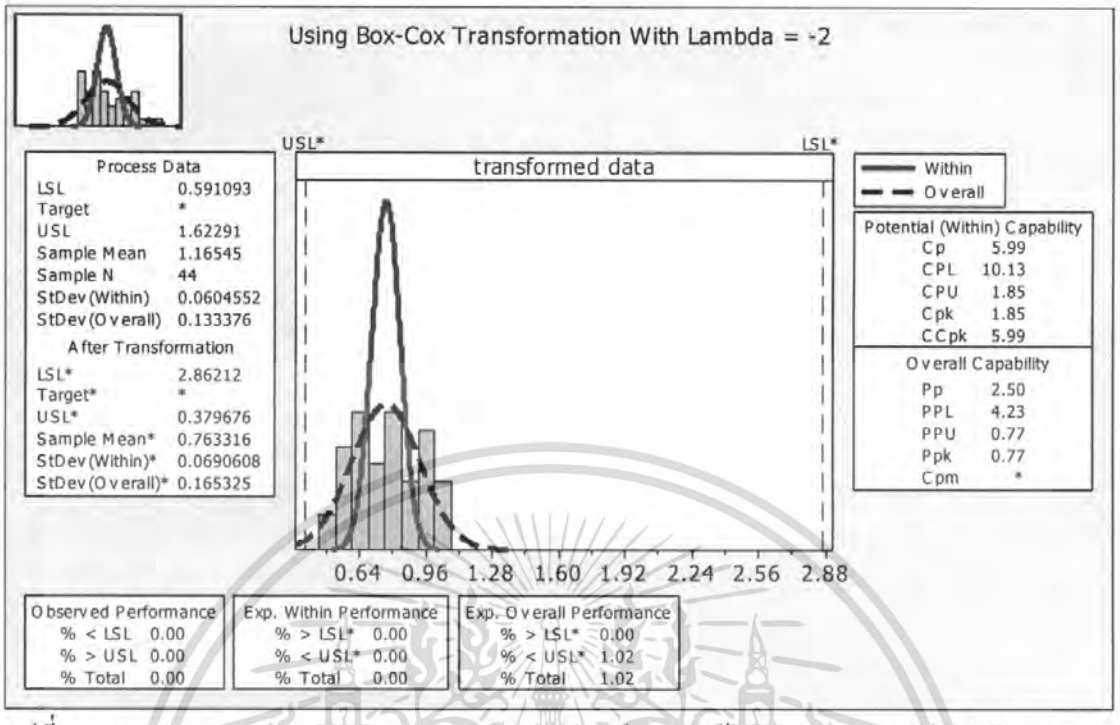


รูปที่ 4.71 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และ แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ของความหนา -บาง จุดที่ 2 22 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ *C*

สำหรับรูปที่ 4.71 จากการนำข้อมูลตัวอย่างที่ทำการแปลงค่าโดยวิธี box-cox มาคำนวณค่า UCL จะได้เท่ากับ 0.9098 ค่าเฉลี่ยกระบวนการผลิตเท่ากับ 0.7633 มิลลิเมตร และ LCL เท่ากับ 0.6168 มิลลิเมตร จากการพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล พบว่ามีจุดพิกัดอย่างน้อย 1 จุด ตกอยู่นอกขีดจำกัดการควบคุม คือจุดที่ 2-4 9 12-15 และ 18-21 และมีจุดพิกัด 2 ใน 3 จุดที่ต่อเนื่องกันตกอยู่นอกเส้น 2σ แต่ยังคงอยู่ในขีดจำกัดการควบคุม คือจุดที่ 8-10 สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย พบว่า ค่า UCL จะได้เท่ากับ 0.2545 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยพิสัยกระบวนการผลิตเท่ากับ 0.0779 และ LCL เท่ากับ 0 และเมื่อพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล พบว่ามีจุดพิกัด 4 ใน 5 จุดต่อเนื่องกันตกอยู่นอกเส้น 1σ คือ จุดที่ 17-21 จากการที่พบจุดผิดปกติในแผนภูมิควบคุมนั่นแสดงว่ากระบวนการผลิตไม่อยู่ภายใต้การควบคุม

เนื่องจากบริษัทไม่ได้กำหนดค่า USL และ LSL ในการวิจัยครั้งนี้จึงได้คำนวณหาค่า USL และ LSL (ใช้สูตรบทที่ 2 ข้อ 2.1.5.1) ได้ค่าเฉลี่ยโดยรวม คือ 1.107 มิลลิเมตร และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน คือ 0.1297 มิลลิเมตร สามารถคำนวณได้ค่า USL คือ 1.622907 มิลลิเมตร และ LSL คือ 0.591093 มิลลิเมตร และเมื่อนำค่าที่ได้มาวิเคราะห์หาความสามารถของกระบวนการผลิตจะได้ ดังรูป 4.72

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.72 แสดงความสามารถของกระบวนการผลิต ขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกัดข้อกำหนดล่างของความหนา-บาง จุดที่ 2 22 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ C

รูปที่ 4.72 พบว่า C_{pk} มีค่าเท่ากับ 1.85 ซึ่งมีค่ามากกว่า 1.00 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะสั้นอยู่ในระดับดีมาก และค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนดได้ร้อยละ 0.00 นั่นคือ ไม่มีการผลิตสินค้าเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

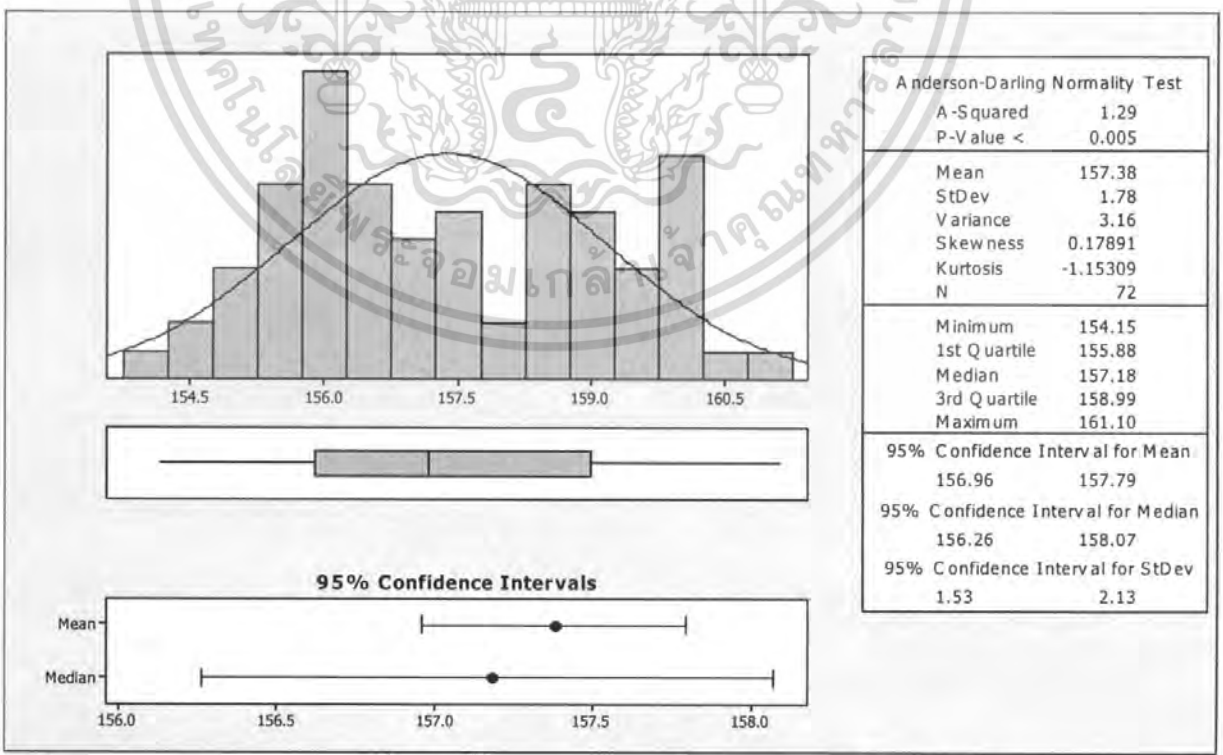
4.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของผลิตภัณฑ์ D

ในการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ D นั้น จะทำการตรวจสอบลักษณะคุณภาพของผลิตภัณฑ์นี้ 3 ลักษณะ ลักษณะต่างๆที่ตรวจสอบ พร้อมทั้งค่าขีดจำกัดข้อกำหนดบน(Upper specification limit: USL) ค่าขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง(lower specification limit: LSL) และค่าเฉลี่ยเป้าหมายของแต่ละลักษณะเป็นดังตาราง 4.4

ตารางที่ 4.4 ขีดจำกัดข้อกำหนดบน (USL) ขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง (LSL) และ ค่าเฉลี่ยเป้าหมาย จำแนกตามลักษณะคุณภาพ ของผลิตภัณฑ์ D

ลักษณะคุณภาพ	USL	LSL	ค่าเฉลี่ยเป้าหมาย
น้ำหนักชิ้นงาน (กรัม)	158	152	155
ความหนา- บาง จุดที่ 1 (มิลลิเมตร)	ไม่กำหนด	ไม่กำหนด	0.2
ความหนา- บาง จุดที่ 2 (มิลลิเมตร)	ไม่กำหนด	ไม่กำหนด	0.2

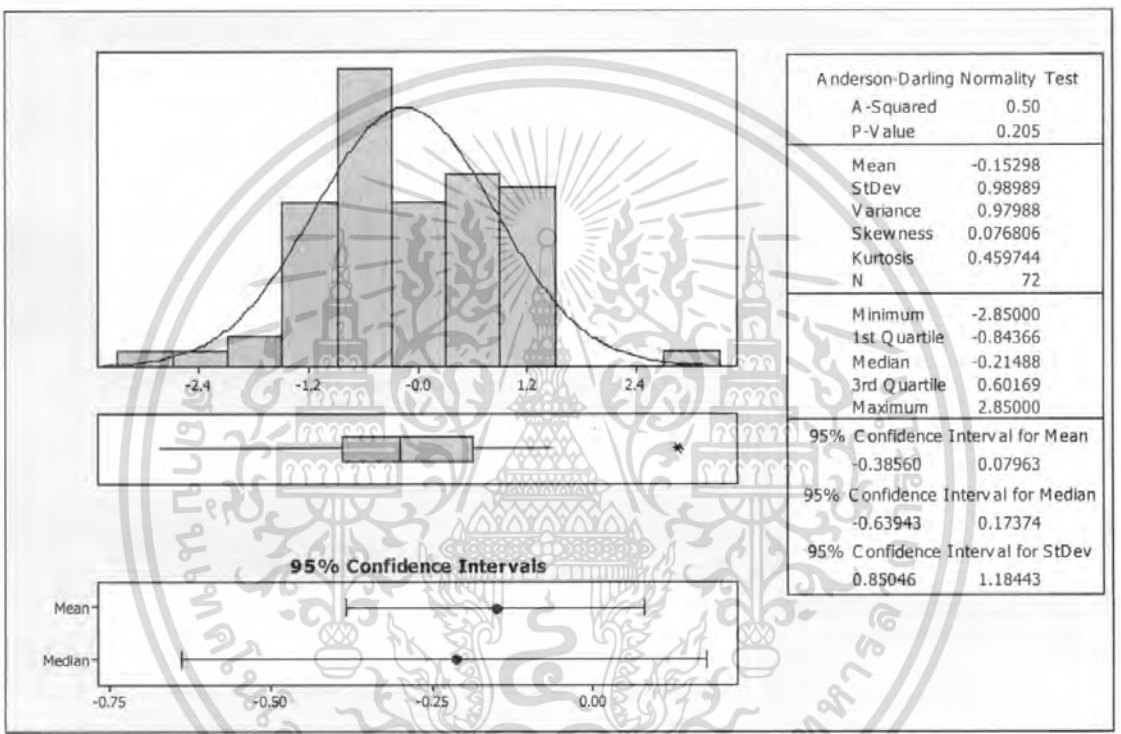
4.4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของน้ำหนักชิ้นงานของ ผลิตภัณฑ์ D



รูปที่ 4.73 แสดง Histogram ของน้ำหนักชิ้นงาน 36 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ D (ข้อมูลดิบ)

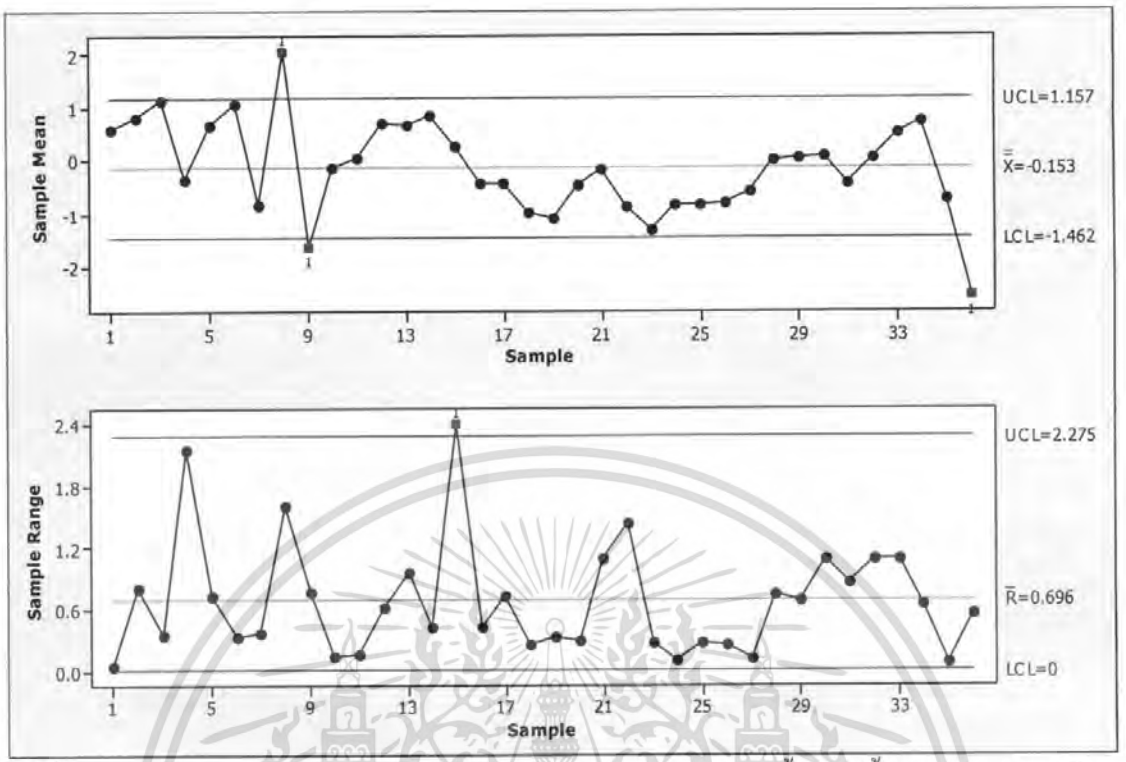
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.73 จะพบว่าข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบปกติ (p-value<0.005 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05) จึงทำการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson พบว่าข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ(p-value=0.301 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05) ดังรูปที่ 4.74 ซึ่งเป็นไปตามข้อสมมติของการใช้แผนภูมิควบคุม ดังนั้นจึงใช้แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยที่ได้จากข้อมูลชุดใหม่นี้ไปใช้ในการวิเคราะห์กระบวนการผลิตต่อไป



รูปที่ 4-74 แสดง Histogram ของน้ำหนักชิ้นงาน 36 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ D (ข้อมูลที่แปลงโดยวิธี Johnson)

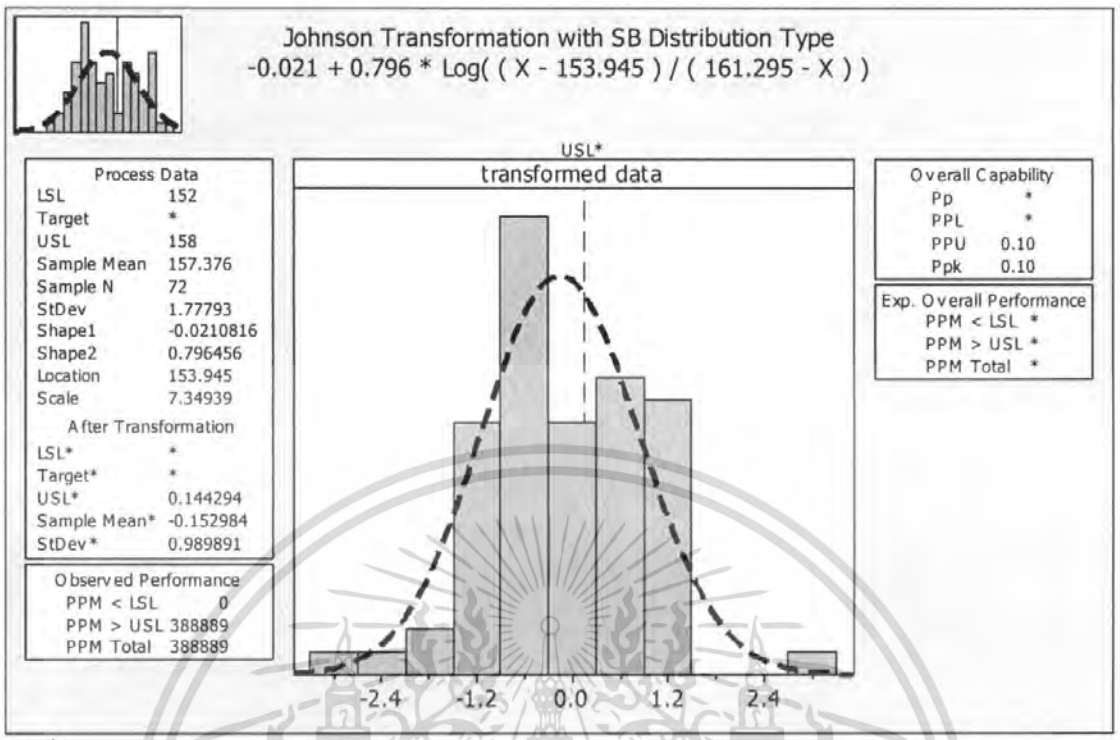
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.75 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และ แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ของน้ำหนักชิ้นงาน 36 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ D

สำหรับรูปที่ 4.75 จากการนำข้อมูลตัวอย่างที่ทำการแปลงค่าตามวิธีของ Johnson มาคำนวณค่า UCL จะได้ค่าเท่ากับ 1.157 กรัม ค่าเฉลี่ยกระบวนการผลิตเท่ากับ -0.153 และ LCL เท่ากับ -1.462 กรัม จากการพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล พบว่ามีจุดพิกัดอย่างน้อย 1 จุด ตกอยู่นอกขีดจำกัดการควบคุม คือจุด 8 9 36 และมีจุดพิกัด 8 จุดที่ต่อเนื่องกันในแนวแถวตกอยู่ด้านใดด้านหนึ่งของเส้นกึ่งกลาง คือ จุดที่ 20–27 สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย พบว่า ค่า UCL จะได้ค่าเท่ากับ 2.275 กรัม ค่าเฉลี่ยพิสัยกระบวนการผลิตเท่ากับ 0.696 และ LCL เท่ากับ 0 และเมื่อพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล พบว่ามีจุดพิกัดอย่างน้อย 1 จุด ตกอยู่นอกขีดจำกัดการควบคุม คือจุด 15 และมีจุดพิกัด 2 ใน 3 จุดที่ต่อเนื่องกันตกอยู่นอกเส้น 2σ แต่ยังคงอยู่ในขีดจำกัดการควบคุม คือ จุดที่ 10-12 จากการที่พบจุดผิดปกติในแผนภูมิควบคุม นั่นแสดงว่ากระบวนการผลิตไม่อยู่ภายใต้การควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



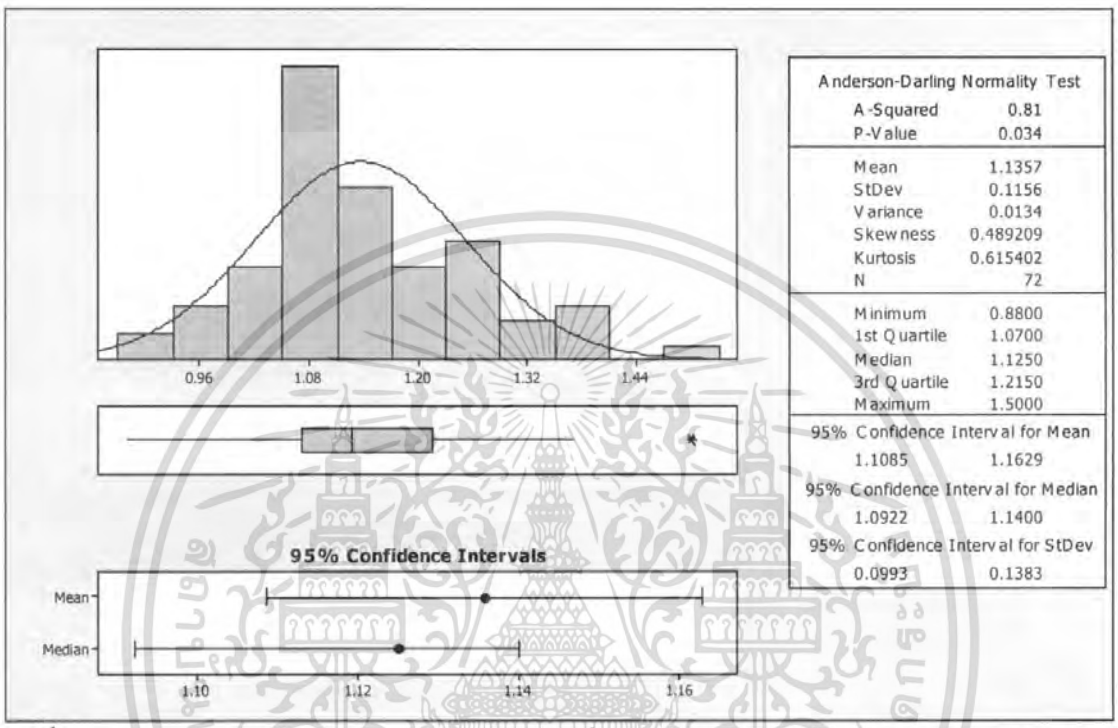
รูปที่ 4.76 แสดงความสามารถกระบวนการผลิต ขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกัดข้อกำหนดล่างของน้ำหนักชิ้นงาน 36 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ D

จากรูปที่ 4.76 พบว่า P_{pk} มีค่าเท่ากับ 0.10 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 1.00 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะยาวอยู่ในระดับไม่ดี และค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนดนั้นไม่สามารถหาค่าได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของความหนา - บาง ของผลิตภัณฑ์ D

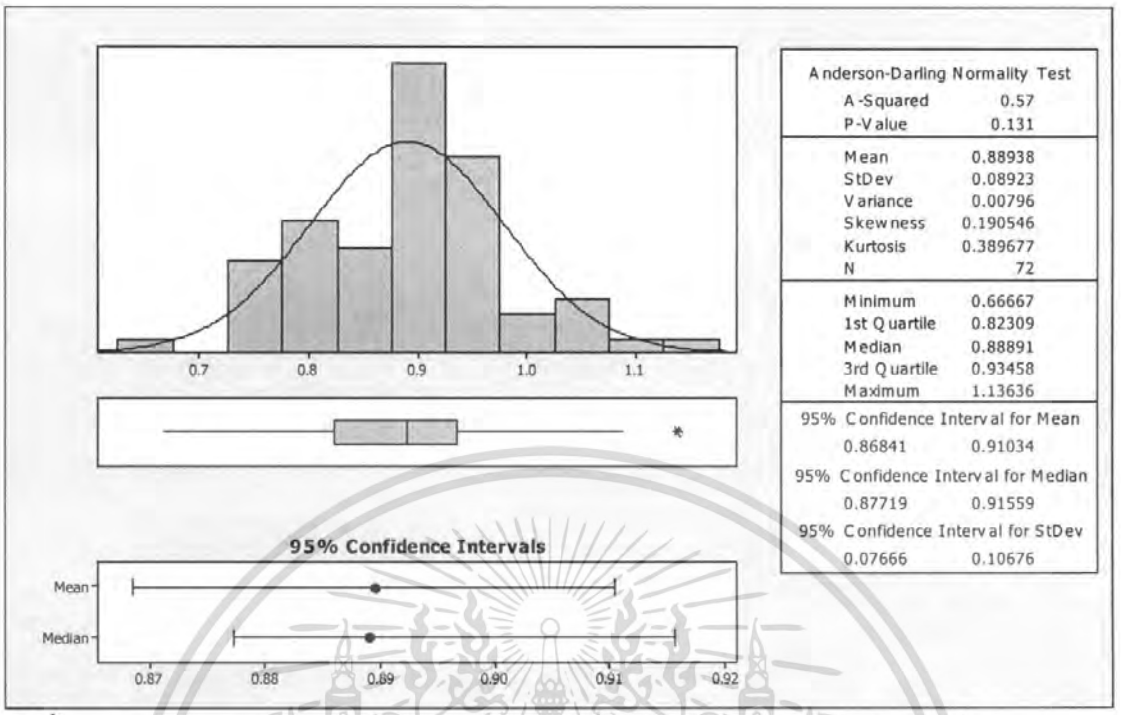
4.4.2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของความหนา - บาง จุดที่ 1 ของผลิตภัณฑ์ D



รูปที่ 4.77 แสดง Histogram ของความหนา-บาง จุดที่ 1 36 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ D (ข้อมูลดิบ)

จากรูปที่ 4.77 ได้ค่า p-value เท่ากับ 0.034 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 จึงได้ว่าข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบปกติ(แต่มีการแจกแจงแบบปกติที่ระดับนัยสำคัญ 0.01) ดังนั้นจึงทดลองแปลงข้อมูลด้วยวิธีต่างๆ ได้ผล ดังรูปที่ 4.78

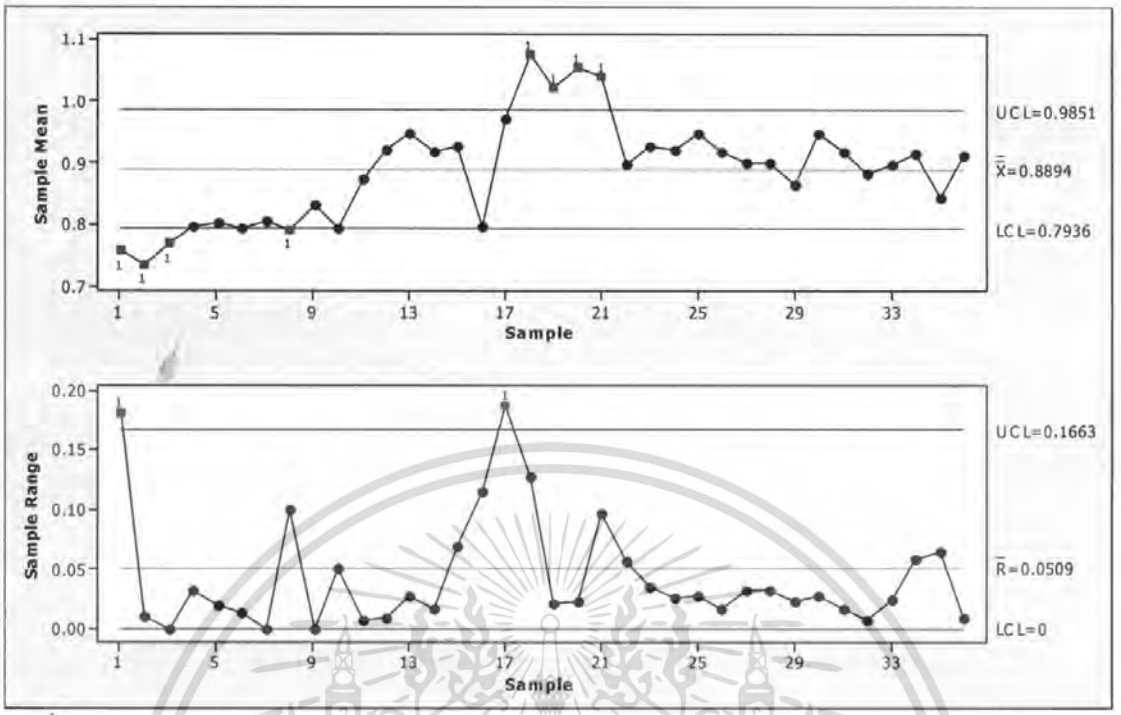
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.78 แสดง Histogram ของความหนา-บาง จุดที่ 1 36 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ D (ข้อมูลแปลงโดยวิธี box-cox)

จากรูปที่ 4.78 เมื่อนำข้อมูลไปทำแปลงค่าโดยใช้วิธี box-cox จะได้ค่า p-value เท่ากับ 0.131 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 จึงได้ว่าข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งเป็นไปตามข้อสมมติของการใช้แผนภูมิควบคุม และเมื่อนำข้อมูลชุดใหม่นี้ไปสร้างแผนภูมิควบคุม จะได้ผล ดังรูป 4.79

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



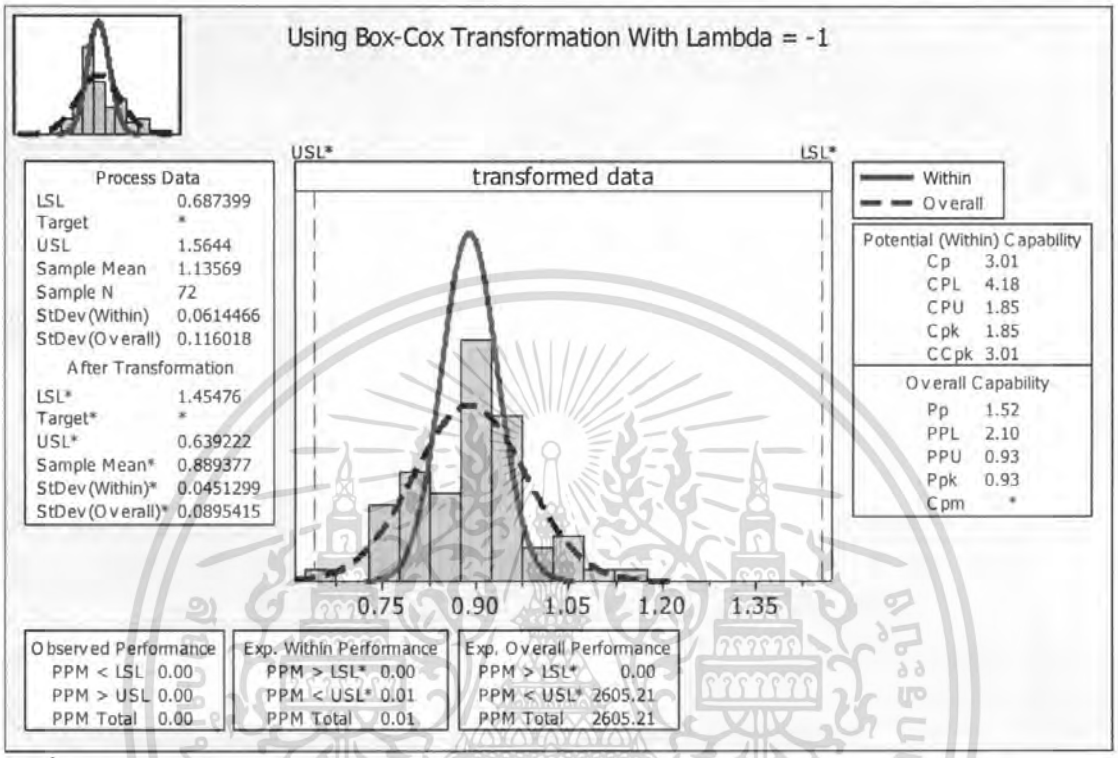
รูปที่ 4.79 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และ แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ของความหนา-บาง จุดที่ 1 36 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ D

สำหรับรูปที่ 4.79 จากการนำข้อมูลตัวอย่างที่ทำการแปลงค่าตามวิธีของ Box Cox มาคำนวณค่า UCL จะได้ค่าเท่ากับ 0.9851 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยกระบวนการผลิตเท่ากับ 0.8894 และ LCL เท่ากับ 0.7936 มิลลิเมตร จากการพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล พบว่ามีจุดพิกัดอย่างน้อย 1 จุด ตกอยู่นอกขีดจำกัดการควบคุม คือจุดที่ 1-3 8 18-21 และมีจุดพิกัด 2 ใน 3 จุดที่ต่อเนื่องกันตกอยู่นอกเส้น 2σ แต่ยังคงอยู่ในขีดจำกัดการควบคุม คือ จุดที่ 4-6 สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย พบว่า ค่า UCL จะได้ค่าเท่ากับ 0.1663 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยพิสัยกระบวนการผลิตเท่ากับ 0.0509 และ LCL เท่ากับ 0 และเมื่อพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล พบว่า มีจุดพิกัดอย่างน้อย 1 จุด ตกอยู่นอกขีดจำกัดการควบคุม คือจุดที่ 1 17 มีจุดพิกัด 2 ใน 3 จุดที่ต่อเนื่องกันตกอยู่นอกเส้น 2σ แต่ยังคงอยู่ในขีดจำกัดการควบคุม คือจุดที่ 2-4 และมีจุดพิกัด 8 จุดที่ต่อเนื่องกันในแนวแถวตกอยู่ด้านใดด้านหนึ่งของเส้นกึ่งกลาง คือจุดที่ 26-33 จากการที่พบจุดผิดปกติในแผนภูมิควบคุม นั่นแสดงว่ากระบวนการผลิตไม่อยู่ภายใต้การควบคุม

เนื่องจากบริษัทไม่ได้กำหนดค่า USL และ LSL ในวิจัยครั้งนี้จึงทำการคำนวณค่า USL และ LSL (ใช้สูตรบทที่ 2 ข้อ 2.1.5.1) โดยใช้ค่าเฉลี่ยโดยรวม คือ 1.1259 มิลลิเมตร และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน คือ 0.1099 ในการคำนวณหาค่า USL จะได้เท่ากับ 1.564401 มิลลิเมตร และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LSL เท่ากับ 0.687399 มิลลิเมตร และเมื่อนำค่าที่ได้มาวิเคราะห์หาความสามารถของกระบวนการผลิตจะได้ ดังรูป 4.80

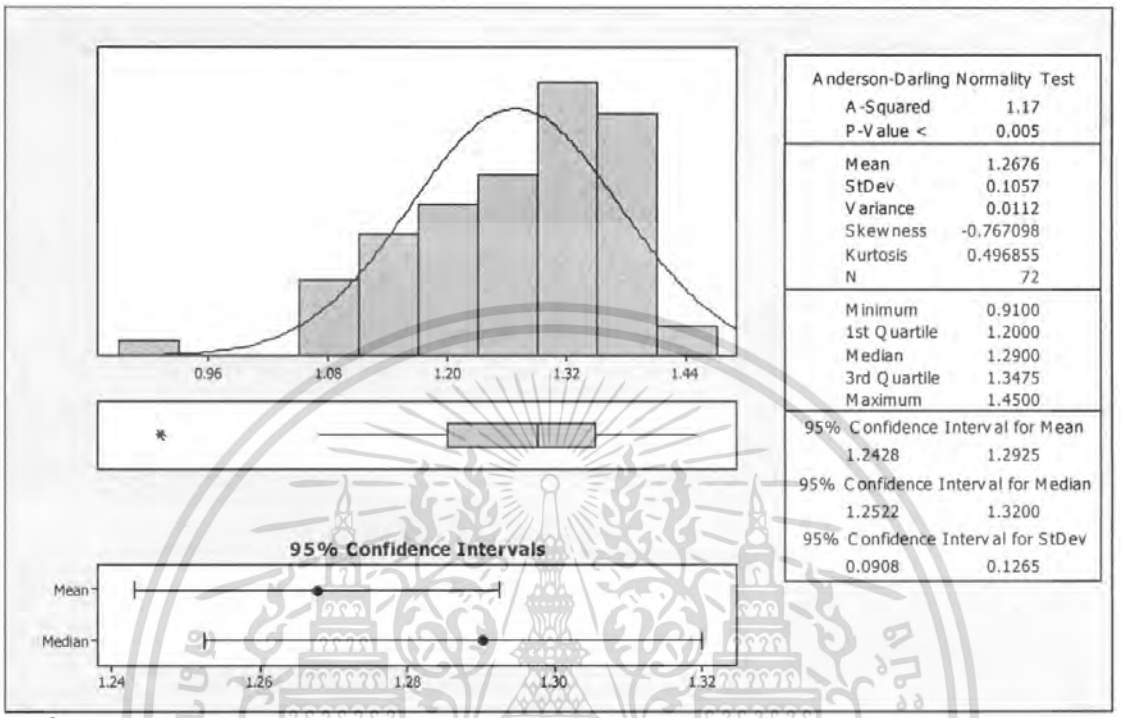


รูปที่ 4.80 แสดงความสามารถของกระบวนการผลิต ขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกัดข้อกำหนดล่างของความหนา-บาง จุดที่ 1 36 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ D

จากรูปที่ 4.80 พบว่า C_{pk} มีค่าเท่ากับ 1.85 ซึ่งมีค่ามากกว่า 1.00 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะสั้นอยู่ในระดับดีมาก และค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนดได้ร้อยละ 0.01 นั่นคือ มีการผลิตสินค้าเสียในปริมาณที่น้อยมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

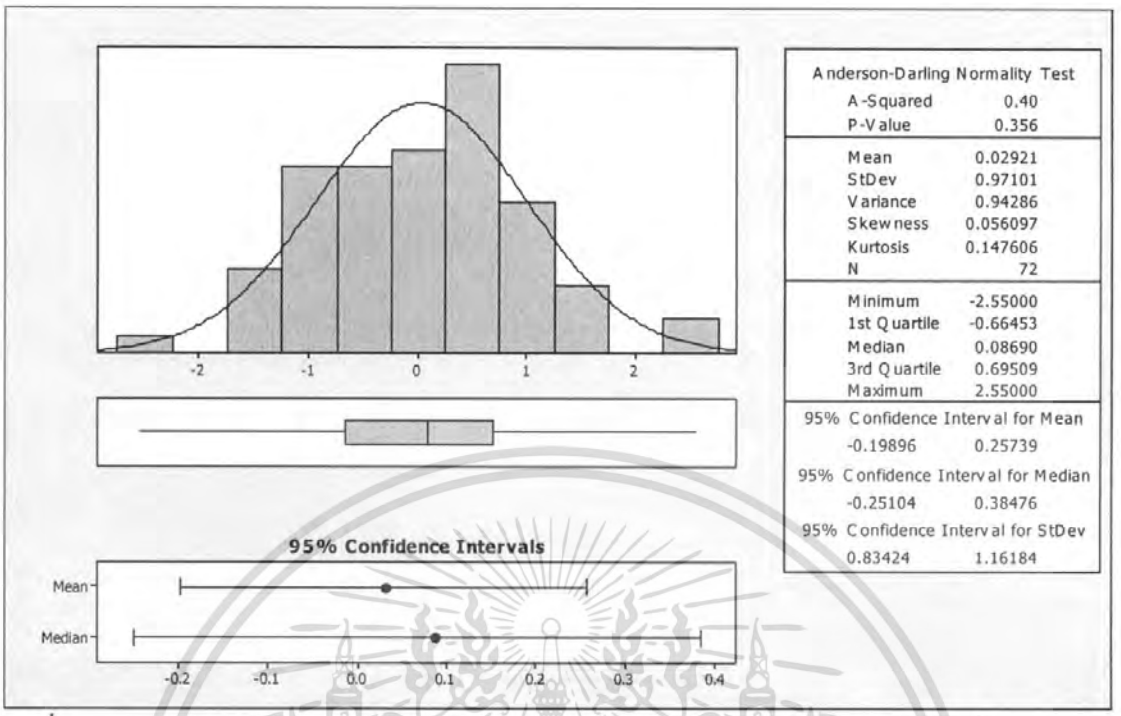
4.4.2.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของความหนา – บาง จุดที่ 2 ของผลิตภัณฑ์ D



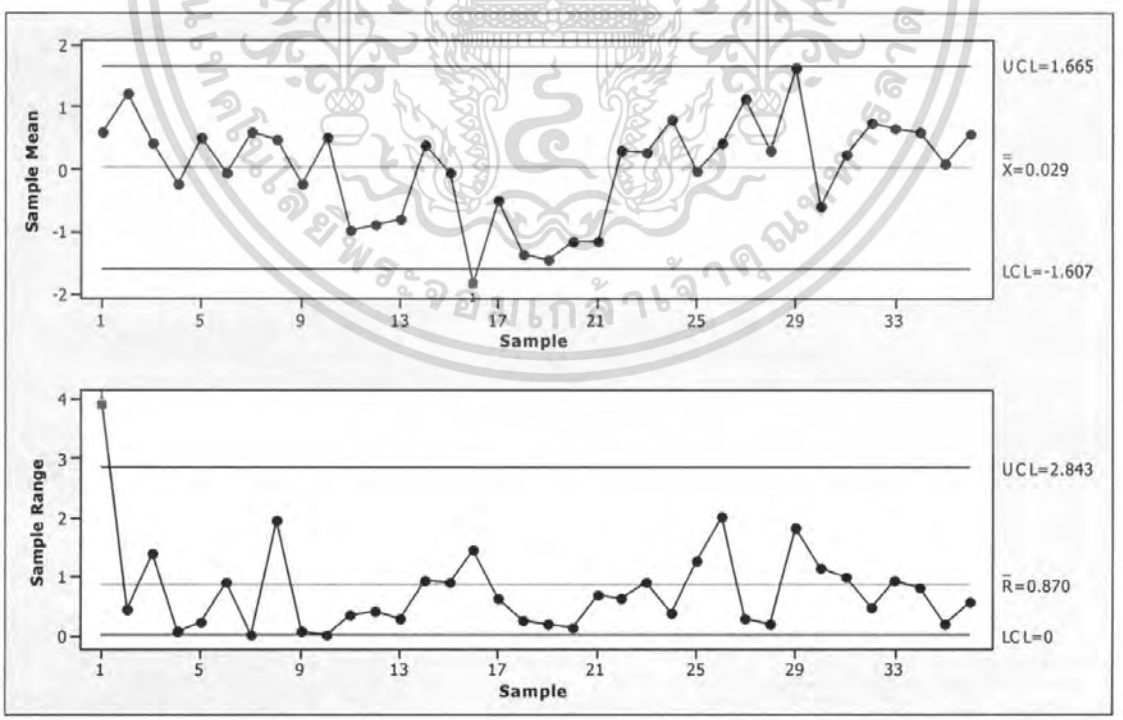
รูปที่ 4.81 แสดง Histogram ของความหนา-บาง จุดที่ 2 36 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ D (ข้อมูลดิบ)

จากรูปที่ 4.81 จะพบว่าข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบปกติ (p-value<0.005 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05) จึงทำการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson พบว่าข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ(p-value=0.356 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05) ดังรูปที่ 4.82 ซึ่งเป็นไปตามข้อสมมติของการใช้แผนภูมิควบคุม ดังนั้นจึงใช้แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยที่ได้จากข้อมูลชุดใหม่นี้ไปใช้ในการวิเคราะห์กระบวนการผลิตต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.82 แสดง Histogram ของความหนา-บาง จุดที่ 2 36 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ D (ข้อมูลแปลงโดยวิธี Johnson)

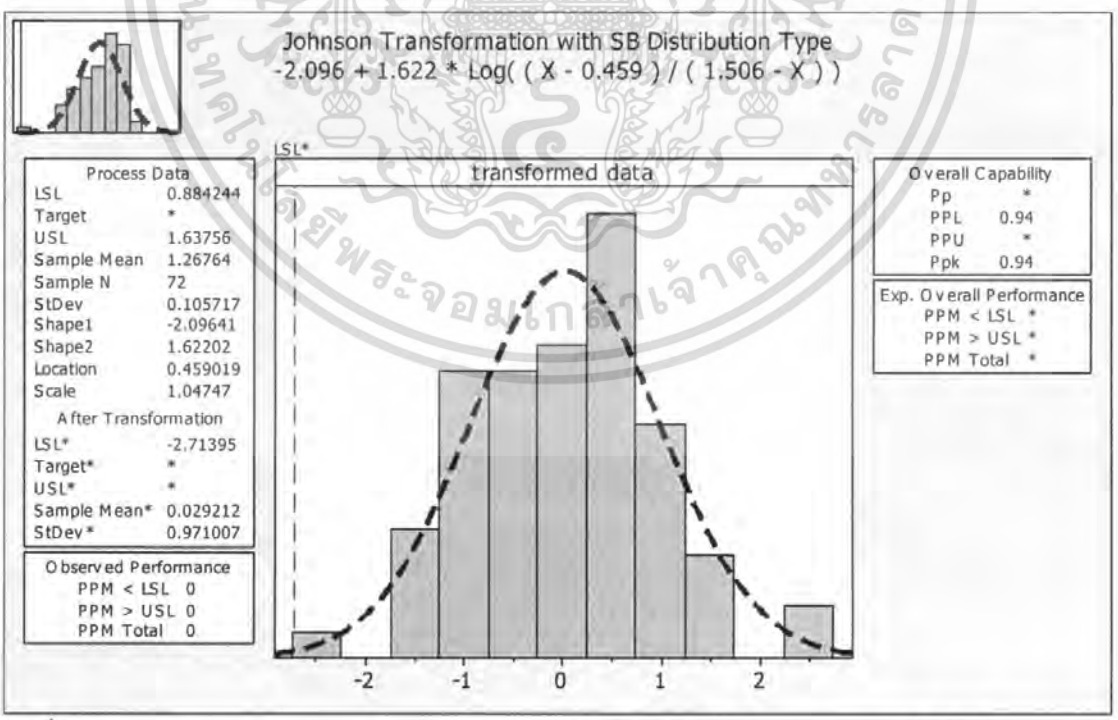


รูปที่ 4.83 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ของความหนา-บาง จุดที่ 2 36 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ D

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับรูปที่ 4.83 จากการนำข้อมูลตัวอย่างที่ทำการแปลงค่าตามวิธีของ Johnson มาคำนวณค่า UCL จะได้ค่าเท่ากับ 1.665 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยกระบวนการผลิตเท่ากับ 0.029 และ LCL เท่ากับ -1.607 มิลลิเมตร จากการพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล พบว่า มีจุดพิกัดอย่างน้อย 1 จุด ตกอยู่นอกขีดจำกัดการควบคุม คือจุดที่ 16 สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย พบว่า ค่า UCL จะได้ค่าเท่ากับ 2.843 ค่าเฉลี่ยพิสัยกระบวนการผลิตเท่ากับ 0.870 และ LCL เท่ากับ 0 จากการพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล พบว่า มีจุดพิกัดอย่างน้อย 1 จุด ตกอยู่นอกขีดจำกัดการควบคุม คือ จุดที่ 1 มีจุดพิกัด 2 ใน 3 จุดต่อเนื่องกันตกอยู่นอกเส้น 2σ แต่ยังคงอยู่ในขีดจำกัดการควบคุม คือจุด 4-6 9-11 18-20 และ 27-29 จากการที่พบจุดผิดปกติในแผนภูมิควบคุม นั่นแสดงว่ากระบวนการผลิตไม่อยู่ภายใต้การควบคุม

เนื่องจากบริษัทไม่ได้กำหนดค่า USL และ LSL ในวิจัยครั้งนี้จึงทำการคำนวณค่า USL และ LSL (ใช้สูตรบทที่ 2 ข้อ 2.1.5.1) โดยใช้ค่าเฉลี่ยโดยรวม คือ 1.2609 มิลลิเมตร และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน คือ 0.0944 ในการคำนวณหาค่า USL จะได้เท่ากับ 1.63756 มิลลิเมตร และ LSL เท่ากับ 0.884244 มิลลิเมตร และเมื่อนำค่าที่ได้มาวิเคราะห์หาความสามารถของกระบวนการผลิตจะได้ ดังรูป 4.84



รูปที่ 4.84 แสดงความสามารถของกระบวนการผลิต ขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกัดข้อกำหนดล่างของความหนา-บาง จุดที่ 2 36 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ D

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.84 พบว่า P_{pk} มีค่าเท่ากับ 0.94 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 1.00 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะยาวอยู่ในระดับเกือบดี และค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนดนั้นไม่สามารถหาค่าได้

4.5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของผลิตภัณฑ์ E

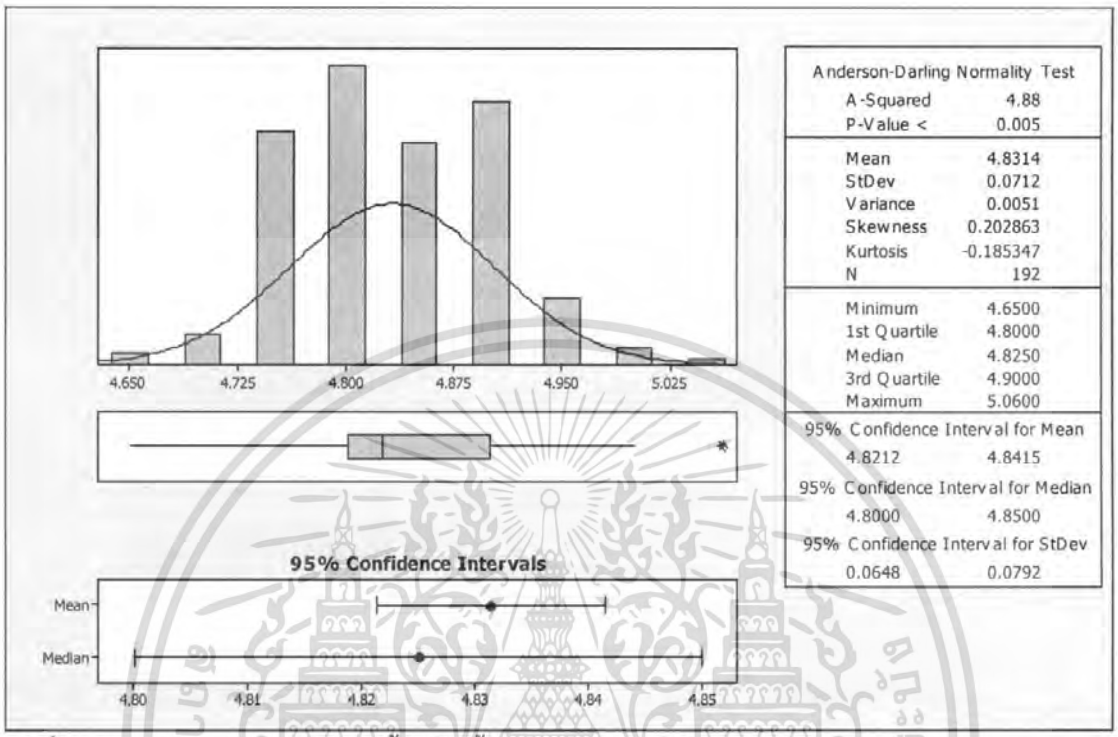
ในการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ E นั้น จะทำการตรวจสอบลักษณะคุณภาพของผลิตภัณฑ์นี้ 6 ลักษณะ ลักษณะต่างๆที่ตรวจสอบ พร้อมทั้งค่าขีดจำกัดข้อกำหนดบน(upper specification limit: USL) ค่าขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง(lower specification limit: LSL) และค่าเฉลี่ยเป้าหมายของแต่ละลักษณะเป็นดังตาราง 4.5

ตารางที่ 4.5 ขีดจำกัดข้อกำหนดบน (USL) ขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง (LSL) และ ค่าเฉลี่ยเป้าหมาย จำแนกตามลักษณะคุณภาพ ของผลิตภัณฑ์ E

ลักษณะคุณภาพ	USL	LSL	ค่าเฉลี่ยเป้าหมาย
น้ำหนักชิ้นงาน (กรัม)	5.4	4.4	4.9
ความยาวชิ้นงาน (มิลลิเมตร)	340	336	338
ความกว้างร่องหู จุดที่ 1 (มิลลิเมตร)	1.20	1.00	1.10
ความกว้างร่องหู จุดที่ 2 (มิลลิเมตร)	1.20	1.00	1.10
เส้นผ่านศูนย์กลางร่องประกอบหู จุดที่ 1 (มิลลิเมตร)	4.1	3.9	4.0
เส้นผ่านศูนย์กลางร่องประกอบหู จุดที่ 2 (มิลลิเมตร)	4.1	3.9	4.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

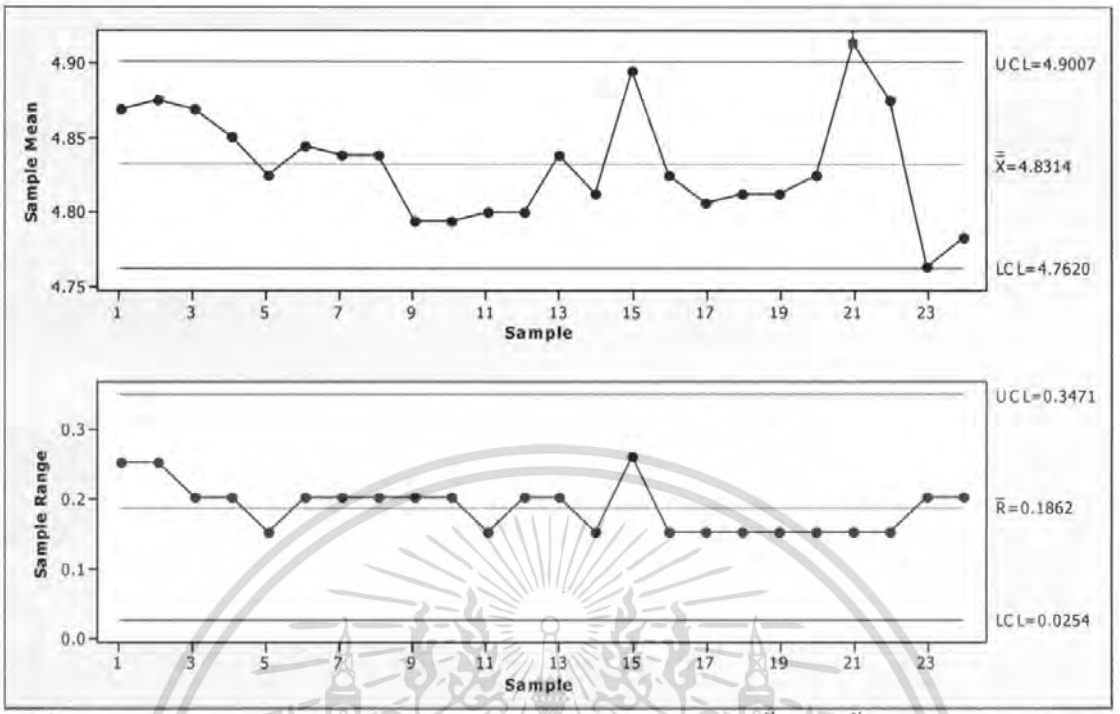
4.5.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของน้ำหนักชิ้นงานของ ผลิตภัณฑ์ E



รูปที่ 4.85 แสดง Histogram ของน้ำหนักชิ้นงาน 24 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ E

จากรูปที่ 4.85 จะพบว่าข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบปกติ (p-value<0.007 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05) จึงทำการแปลงข้อมูลด้วยวิธีการต่างๆ ผลที่ได้พบว่าข้อมูลยังไม่มีการแจกแจงแบบปกติ แต่เมื่อพิจารณารูปร่างของข้อมูลพบว่าค่อนข้างมีความสมมาตร(พิจารณาจากกราฟ Box plot ที่แสดงความสมมาตรพอสมควร) ดังนั้นด้วยคุณสมบัติของรูปร่างข้อมูลที่กล่าวมา จะยังคงพอที่จะสามารถใช้แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยในการวิเคราะห์กระบวนการผลิตต่อไปได้

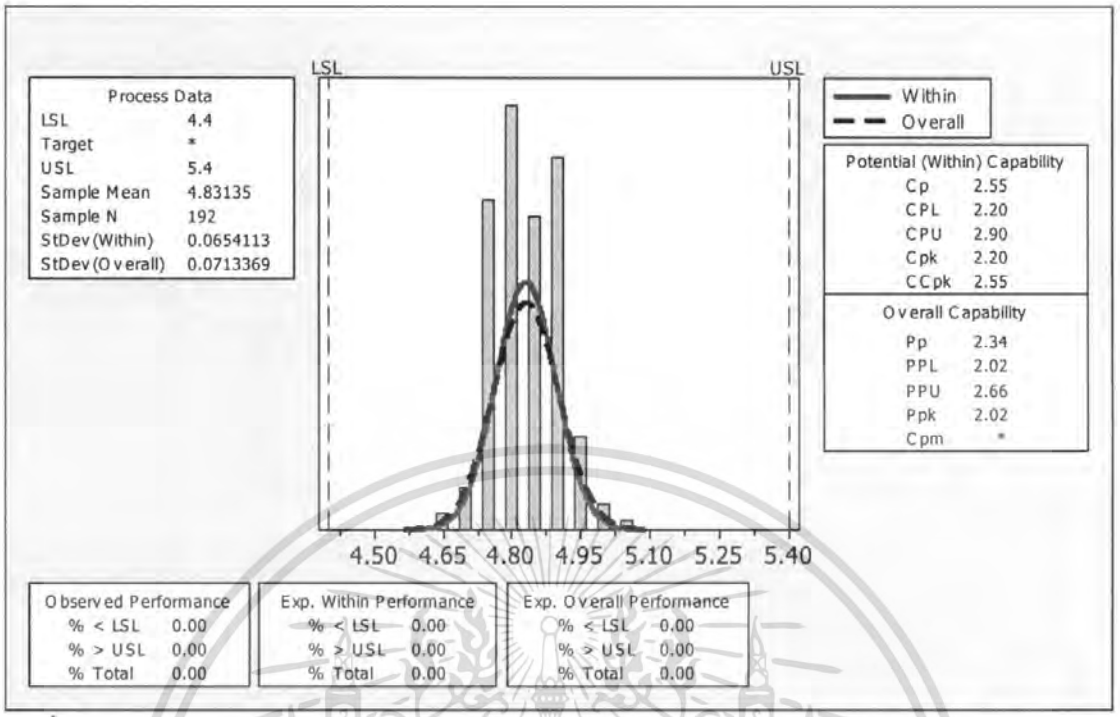
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.86 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ของน้ำหนักชิ้นงาน 24 ค่าสุดท้าย ของ ผลิตภัณฑ์ E

จากรูปที่ 4.86 พบว่า จากการนำข้อมูลตัวอย่างมาคำนวณค่า UCL จะได้เท่ากับ 4.9007 กรัม ค่าเฉลี่ยกระบวนการผลิตเท่ากับ 4.8314 กรัม และ LCLเท่ากับ 4.7620 กรัม จากการพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล พบว่า มีจุดพิกัดอย่างน้อย 1 จุด ตกอยู่นอกขีดจำกัดการควบคุม คือจุดที่ 21 สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย เมื่อนำข้อมูลตัวอย่างมาคำนวณค่า UCL จะได้เท่ากับ 0.3471 กรัม ค่าเฉลี่ยพิสัยของกระบวนการผลิต เท่ากับ 0.1862 และ LCL เท่ากับ 0.0254 กรัม จากการพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูลพบว่าไม่มีจุดที่แสดงความผิดปกติ จากการที่พบจุดผิดปกติในแผนภูมิควบคุม นั่นแสดงว่ากระบวนการผลิตไม่อยู่ภายใต้การควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

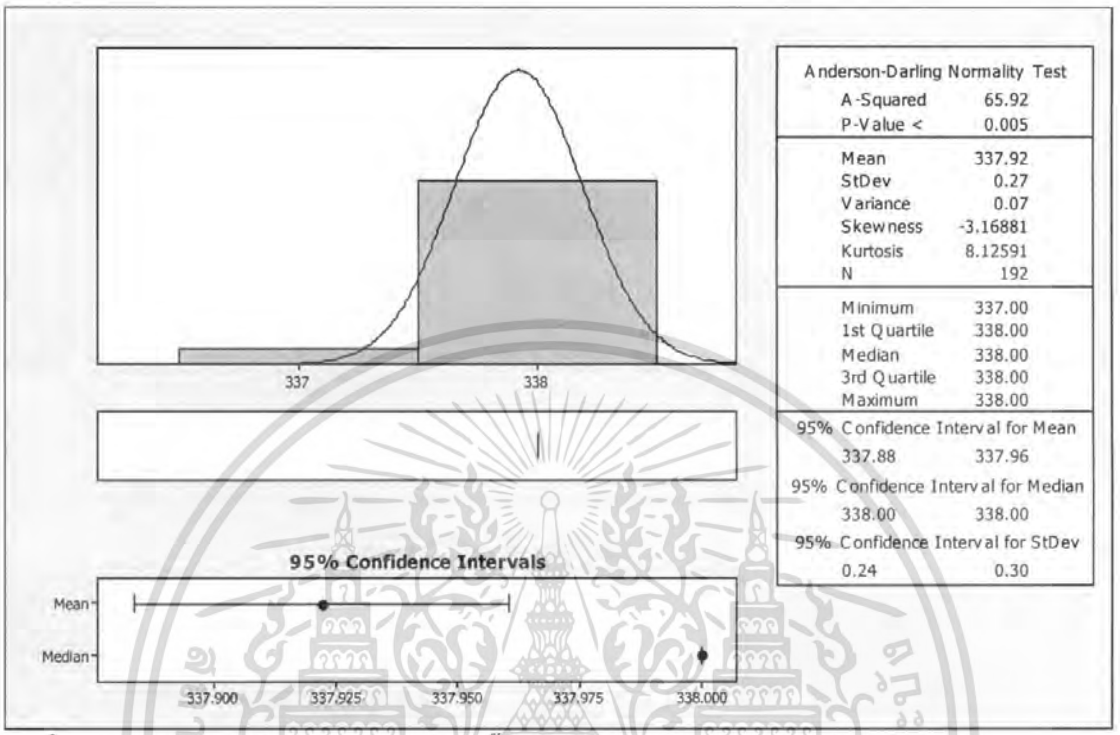


รูปที่ 4.87 แสดงความสามารถของกระบวนการผลิต ขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกัดข้อกำหนดล่างของน้ำหนักชิ้นงาน 24 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ E

จากการที่ข้อมูลไม่มีรูปการแจกแจงแบบปกติ (รูปที่ 4.85) จึงได้ทำการแปลงข้อมูล แต่ยังให้ผลที่ไม่ดีขึ้นกว่าเดิม แต่เมื่อพิจารณาจากรูป ก็มีลักษณะสมมาตรพอสมควร(เบ้ไม่มาก) ดังได้สรุปผลไปแล้วในตอนต้น ดังนั้น พอที่จะใช้ค่า C_{pk} ชี้วัดค่าความสามารถของกระบวนการผลิตได้ ซึ่งจากรูป 4.87 พบว่าค่า C_{pk} เท่ากับ 2.20 ซึ่งมีค่ามากกว่า 1.00 แสดงให้เห็นว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะสั้นอยู่ในระดับที่ดี และค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด มีค่าเป็นร้อยละ 0 นั่นคือไม่มีการผลิตสินค้าเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

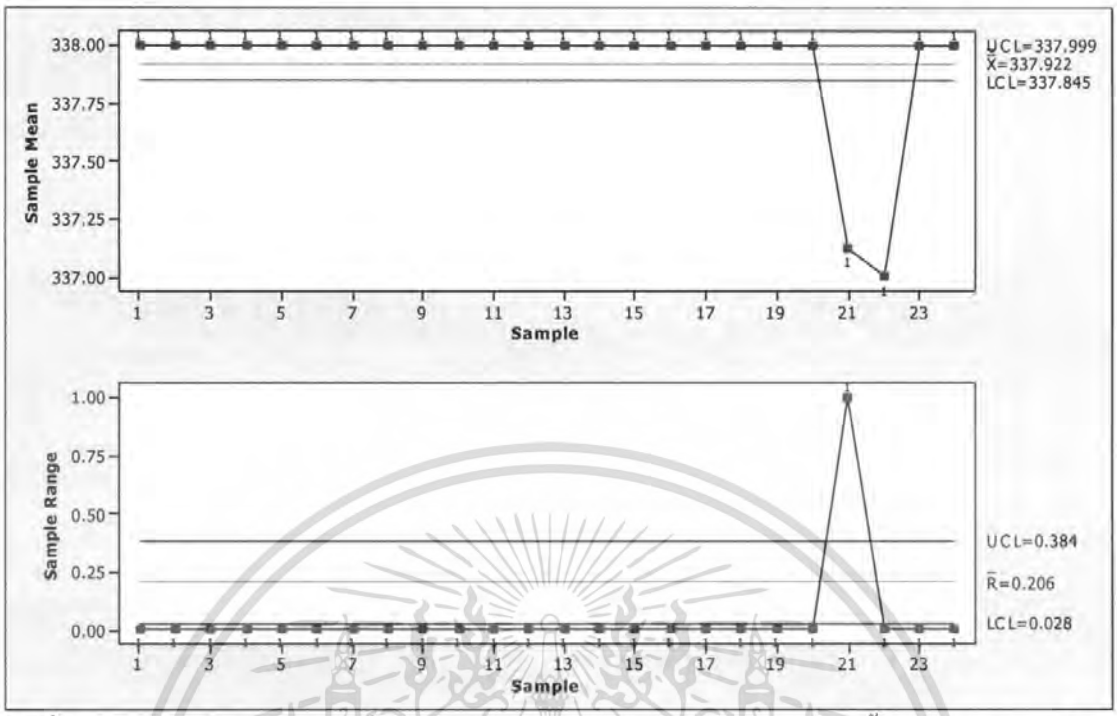
4.5.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของความยาวชิ้นงานของ ผลิตภัณฑ์ E



รูปที่ 4.88 แสดง Histogram ของความยาวชิ้นงาน 24 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ E

จากรูปที่ 4.88 จะพบว่าข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบปกติ (p-value <0.005ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05) จึงทำการแปลงข้อมูลด้วยวิธีการต่างๆ ผลที่ได้ยังสรุปว่าข้อมูลยังไม่มีการแจกแจงแบบปกติ และเมื่อพิจารณารูปร่างของข้อมูลพบว่าค่อนข้างไม่มีความสมมาตร แต่เมื่อพิจารณารูปแบบการแจกแจงพบว่าข้อมูลมีการแจกแจงใกล้เคียงแบบ weibull ที่ p-value < 0.01 ดังนั้นผลการวิเคราะห์อาจมีความคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง จึงควรระมัดระวังในการนำไปใช้

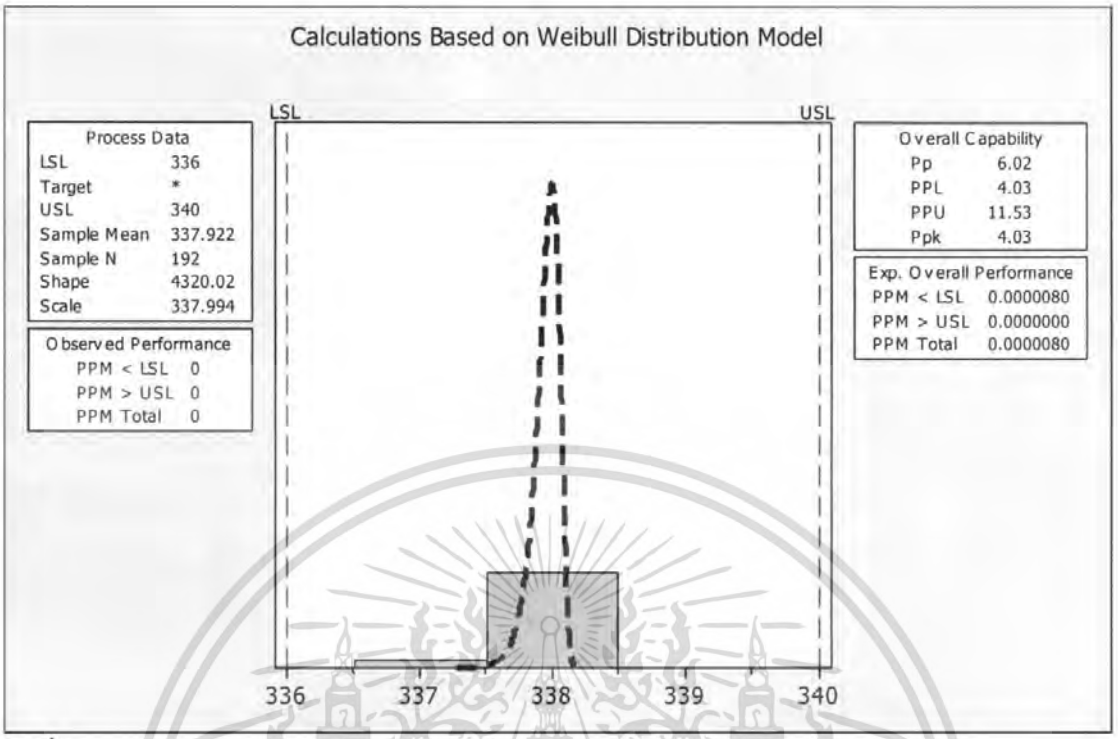
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.89 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ของความยาวชิ้นงาน 24 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ E

จากรูปที่ 4.89 พบว่า จากการนำข้อมูลตัวอย่างมาคำนวณค่า UCL จะได้เท่ากับ 337.999 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยกระบวนการผลิตเท่ากับ 337.922 มิลลิเมตร และ LCL เท่ากับ 337.845 มิลลิเมตร จากการพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล พบว่า มีจุดพิกัดอย่างน้อย 1 จุด ตกอยู่นอกขีดจำกัดการควบคุม คือ จุดที่ 1-24 สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย เมื่อนำข้อมูลตัวอย่างมาคำนวณค่า UCL จะได้เท่ากับ 0.384 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยพิสัยของกระบวนการผลิต เท่ากับ 0.206 และ LCL เท่ากับ 0.028 มิลลิเมตร และเมื่อพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูลพบว่า มีจุดพิกัดอย่างน้อย 1 จุด ตกอยู่นอกขีดจำกัดการควบคุม คือจุดที่ 1-24 จากการที่พบจุดผิดปกติในแผนภูมิควบคุม นั่นแสดงว่ากระบวนการผลิตไม่อยู่ภายใต้การควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



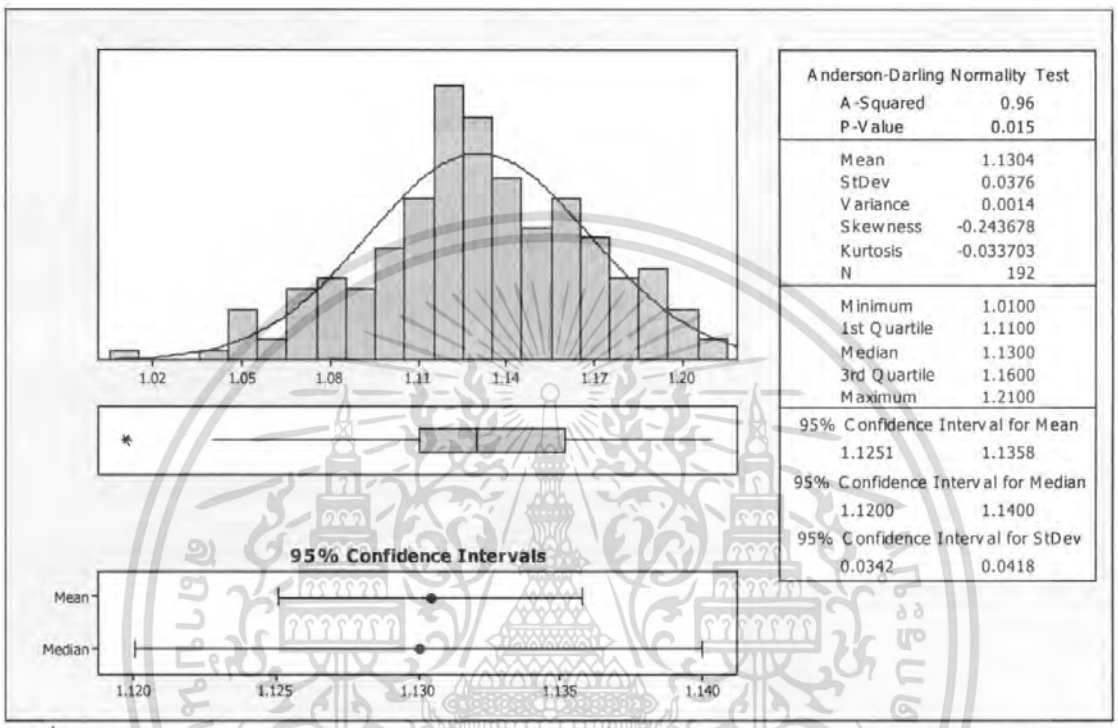
รูปที่ 4.90 แสดงความสามารถของกระบวนการผลิต ขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง ของความยาวชิ้นงาน 24 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ E

จากการที่ข้อมูลไม่มีรูปการแจกแจงแบบปกติ(รูปที่ 4.88) จึงได้ทำการแปลงข้อมูล แต่ยังให้ผลที่ไม่ดีขึ้นกว่าเดิม และจากรูปร่างข้อมูลที่มีลักษณะไม่สมมาตร แต่มีการแจกแจงใกล้เคียงกับแบบ weibull ดังได้สรุปผลไปแล้วตอนต้น ดังนั้นพอที่จะใช้ค่า P_{pk} ชี้วัดค่าความสามารถของกระบวนการผลิตได้ ซึ่งจากรูป 4.90 พบว่าค่า P_{pk} เท่ากับ 4.03 ซึ่งมีค่ามากกว่า 1.00 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะยาวอยู่ในระดับที่ดีมาก และค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด ได้เป็นร้อยละ 0 นั่นคือ ไม่มีการผลิตสินค้าเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของความกว้างร่องหูของ ผลิตภัณฑ์ E

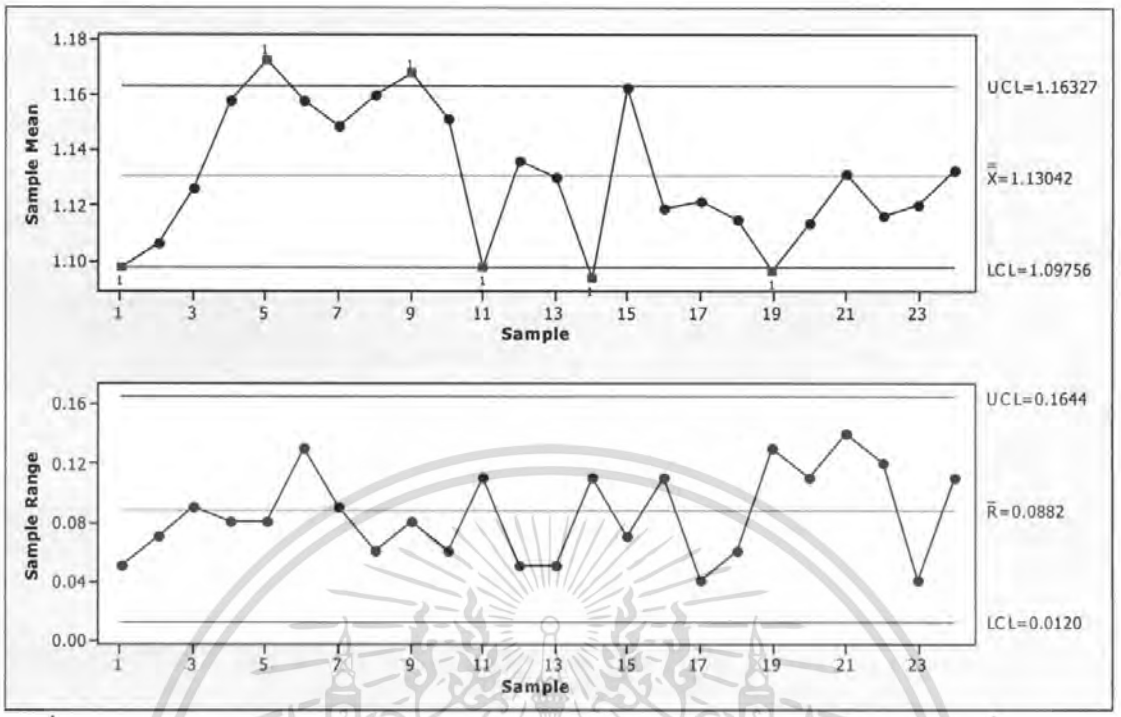
4.5.3.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของความกว้างร่องหู จุดที่ 1 ของ ผลิตภัณฑ์ E



รูปที่ 4.91 แสดง Histogram ของความกว้างร่องหู จุดที่ 1 24 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ E

จากรูปที่ 4.91 จะพบว่าข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบปกติ (p-value=0.015 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05) จึงทำการแปลงข้อมูลด้วยวิธีการต่างๆ ผลที่ได้พบว่าข้อมูลยังไม่มีการแจกแจงแบบปกติ แต่เมื่อพิจารณารูปร่างของข้อมูลพบว่าค่อนข้างมีความสมมาตร(พิจารณาจากกราฟ Box plot ที่แสดงความสมมาตรพอสมควร) ดังนั้นด้วยคุณสมบัติของรูปร่างข้อมูลที่กล่าวมา จะยังคงพอที่จะสามารถใช้แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยในการวิเคราะห์กระบวนการผลิตต่อไปได้

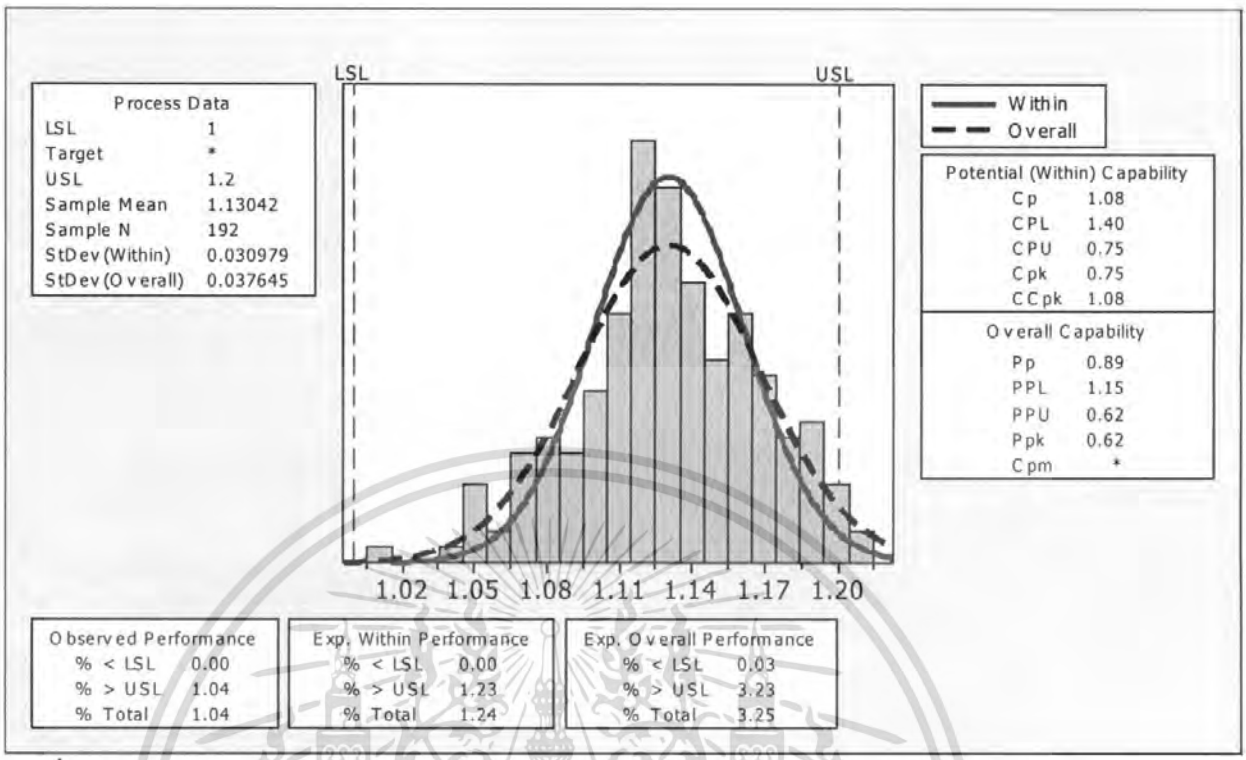
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.92 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ของความกว้างร่องหู จุดที่ 1 24 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ E

จากรูปที่ 4.92 พบว่า จากการนำข้อมูลตัวอย่างมาคำนวณค่า UCL ได้เท่ากับ 1.16327 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยกระบวนการผลิตเท่ากับ 1.1304 มิลลิเมตร และ LCL เท่ากับ 1.09756 มิลลิเมตร จากการพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล พบว่า มีจุดพิกัดอย่างน้อย 1 จุด ตกอยู่นอกขีดจำกัดการควบคุม คือจุดที่ 1 5 9 11 14 และ 19 สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย เมื่อนำข้อมูลตัวอย่างมาคำนวณค่า UCL จะได้เท่ากับ 0.1644 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยพิสัยของกระบวนการผลิตเท่ากับ 0.0882 และ LCL เท่ากับ 0.0120 มิลลิเมตร จากการพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูลพบว่าไม่มีจุดที่แสดงความผิดปกติ จากการที่พบจุดผิดปกติในแผนภูมิควบคุม นั่นแสดงว่ากระบวนการผลิตไม่อยู่ภายใต้การควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

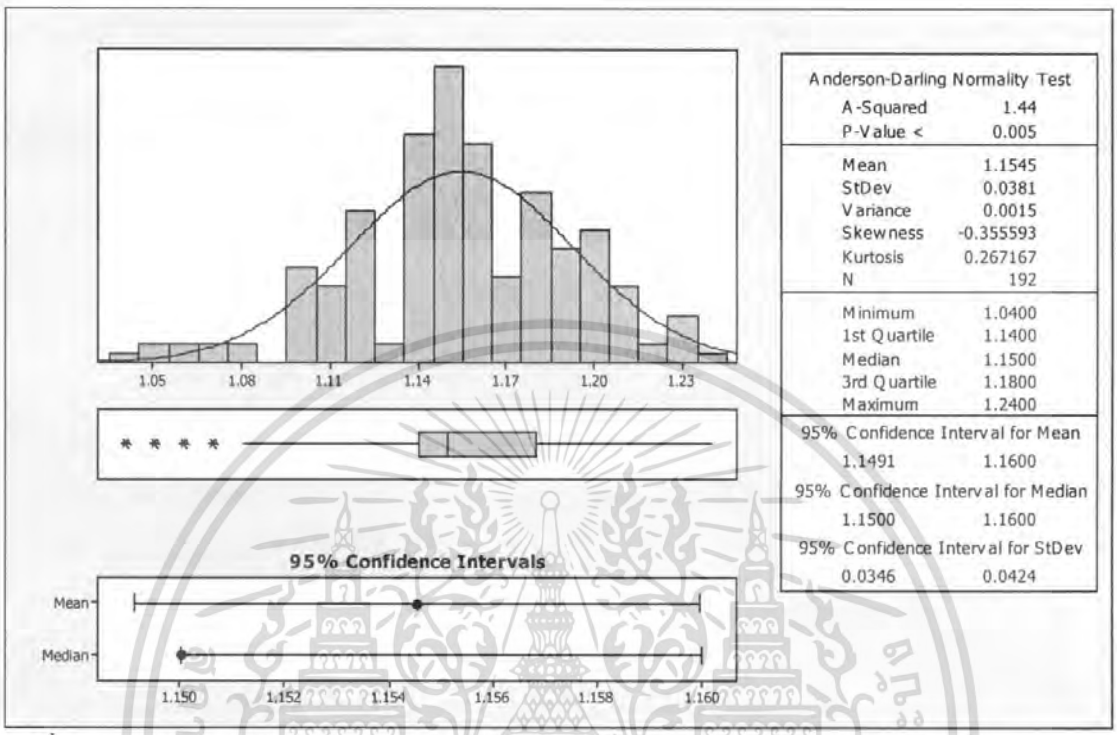


รูปที่ 4.93 แสดงความสามารถของกระบวนการผลิตและขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกัดข้อกำหนดล่างของความกว้างร่องหู จุดที่ 1 24 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ E

จากการที่ข้อมูลไม่มีรูปการแจกแจงแบบปกติ(รูปที่ 4.91) จึงได้ทำการแปลงข้อมูล แต่ยังให้ผลที่ไม่ดีขึ้นกว่าเดิม แต่จากรูปก็มีลักษณะสมมาตรพอสมควร(แบ้ไม่มาก) ดังได้สรุปผลไปแล้วในตอนต้น ดังนั้น พอที่จะใช้ค่า C_{pk} ชี้วัดค่าความสามารถของกระบวนการผลิตได้ ซึ่งจากรูป 4.93 พบว่า ค่า C_{pk} เท่ากับ 0.75 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 1.00 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะสั้นอยู่ในระดับไม่ดีนัก และค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด มีค่าเป็นร้อยละ 1.24 นั่นคือมีการผลิตสินค้าเสียในปริมาณน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

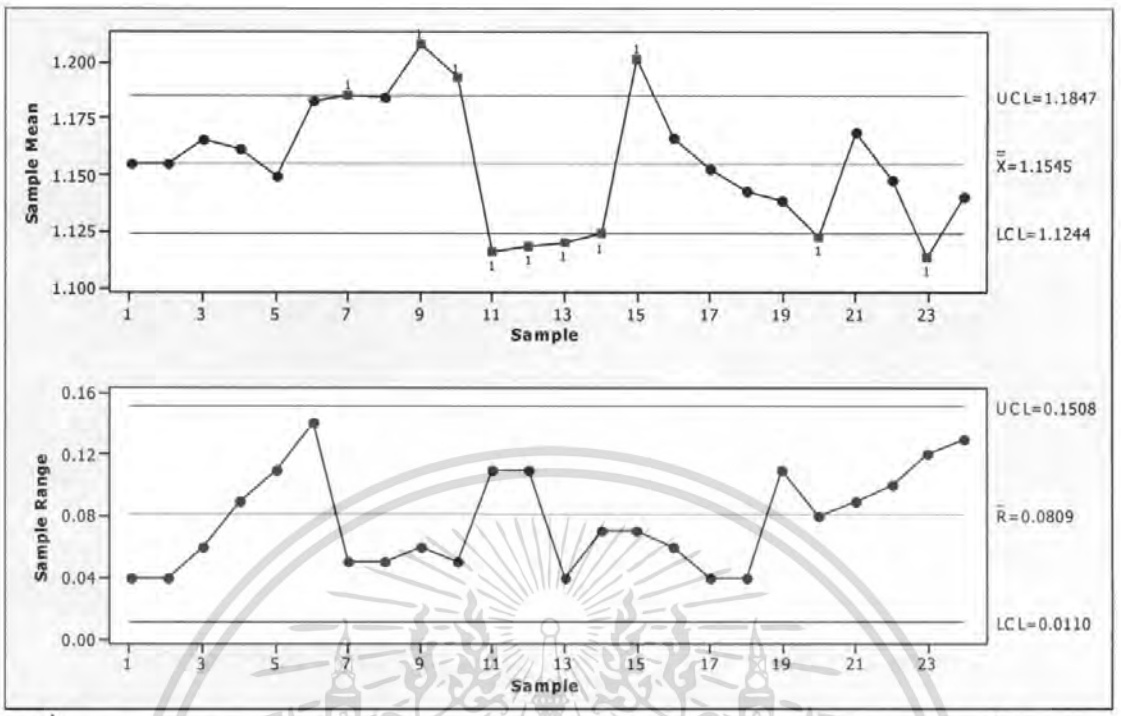
4.5.3.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของความกว้างร่องหู จุดที่ 2 ของ ผลิตภัณฑ์ E



รูปที่ 4.94 แสดง Histogram ของความกว้างร่องหู จุดที่ 2 24 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ E

จาก รูปที่ 4.94 จะพบว่าข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบปกติ (p-value <0.005 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05) จึงทำการแปลงข้อมูลด้วยวิธีการต่างๆ ผลที่ได้ยังสรุปว่าข้อมูลยังไม่มีการแจกแจงแบบปกติ และเมื่อพิจารณารูปร่างของข้อมูลพบว่าค่อนข้างไม่มีความสมมาตร แต่เมื่อพิจารณารูปแบบการแจกแจงพบว่าข้อมูลมีการแจกแจงใกล้เคียงแบบ weibull ที่ p-value < 0.01 ดังนั้นผลการวิเคราะห์อาจมีความคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง จึงควรระมัดระวังในการนำไปใช้

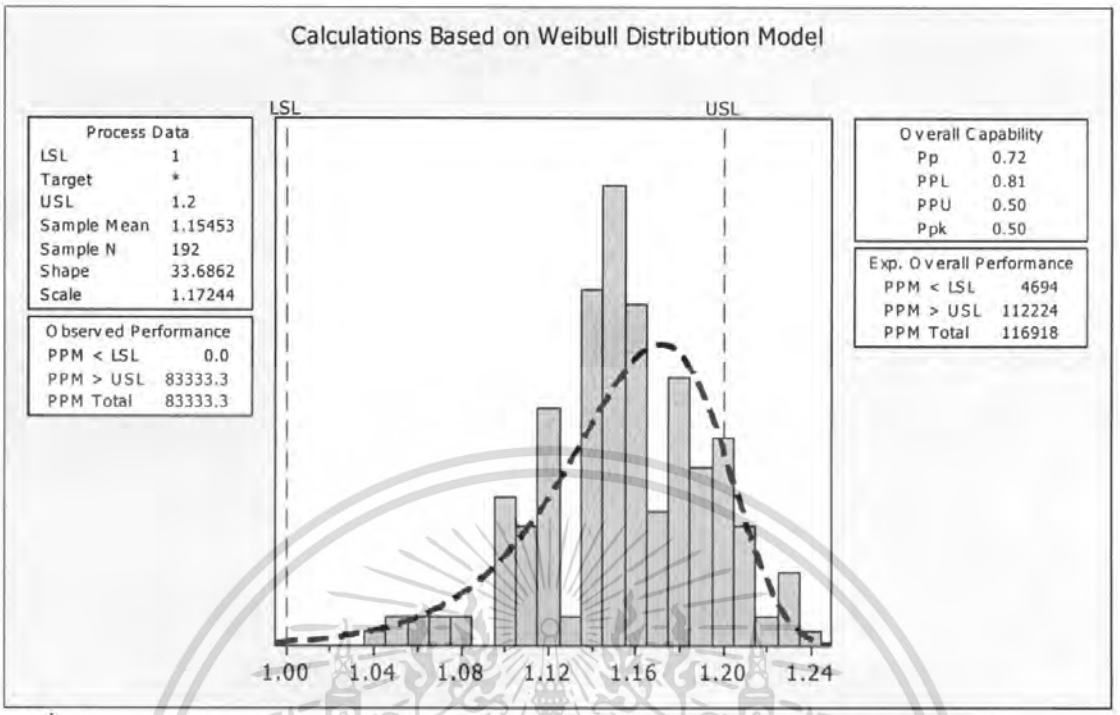
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.95 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ของความกว้างร่องหู จุดที่ 2 24 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ E

จากรูปที่ 4.95 พบว่าจากการนำข้อมูลตัวอย่างมาคำนวณค่า UCL ได้เท่ากับ 1.1847 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยกระบวนการผลิตเท่ากับ 1.1545 มิลลิเมตร และ LCL เท่ากับ 1.1244 มิลลิเมตร จากการพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล พบว่ามีจุดพิกัดอย่างน้อย 1 จุด ตกอยู่นอกขีดจำกัดการควบคุม คือจุดที่ 7 9-15 20 และ 23 สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย เมื่อนำข้อมูลตัวอย่างมาคำนวณค่า UCL จะได้เท่ากับ 0.1508 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยพิสัยของกระบวนการผลิตเท่ากับ 0.0809 และ LCL เท่ากับ 0.0110 มิลลิเมตร จากการพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูลพบว่าไม่มีจุดที่แสดงความผิดปกติ จากการที่พบจุดผิดปกติในแผนภูมิควบคุม นั่นแสดงว่ากระบวนการผลิตไม่อยู่ภายใต้การควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



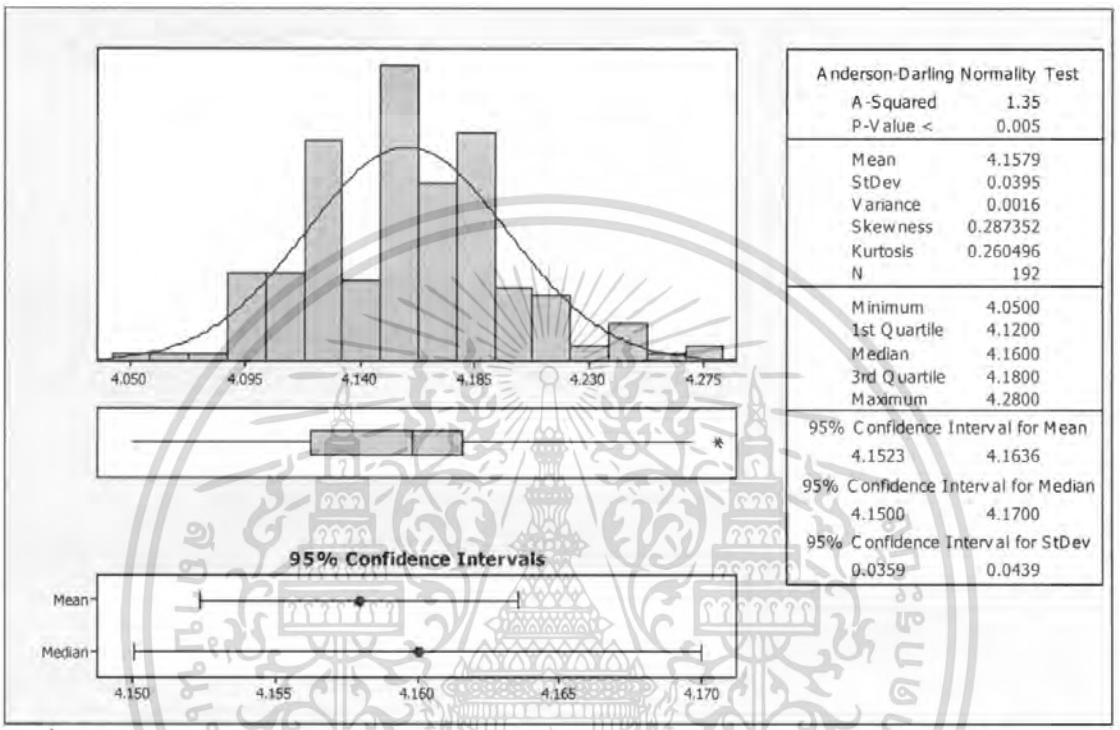
รูปที่ 4.96 แสดงความสามารถของกระบวนการผลิต ขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกัดข้อกำหนดล่างของความกว้างร่องหู จุดที่ 2 24 ค่าสุดท้ายของผลิตภัณฑ์ E

จากการที่ข้อมูลไม่มีรูปการแจกแจงแบบปกติ(รูปที่ 4.94)จึงได้ทำการแปลงข้อมูล แต่ยังให้ผลที่ไม่ดีขึ้นกว่าเดิม และจากรูปร่างข้อมูลที่มีลักษณะไม่สมมาตร แต่มีการแจกแจงใกล้เคียงกับแบบ weibull ดังได้สรุปผลไปแล้วตอนต้น ดังนั้นพอที่จะใช้ค่า P_{pk} ชี้วัดค่าความสามารถของกระบวนการผลิตได้ ซึ่งจากรูป 4.96 พบว่า P_{pk} มีค่าเท่ากับ 0.50 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 1.00 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะยาวอยู่ในระดับไม่ดี และค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด มีค่าเป็นร้อยละ 11.69 นั่นคือ มีการผลิตสินค้าเสียในปริมาณที่ค่อนข้างมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของเส้นผ่านศูนย์กลางร่องประกอบหู ของผลิตภัณฑ์ E

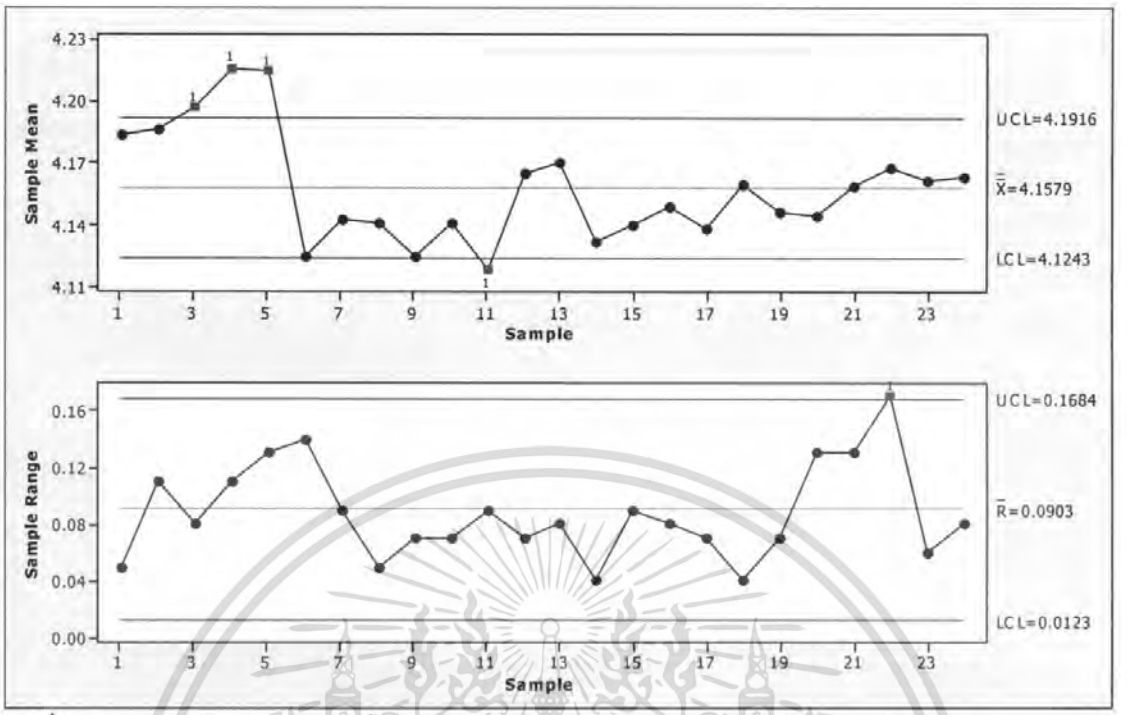
4.5.4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของเส้นผ่านศูนย์กลางร่องประกอบหู จุดที่ 1 ของผลิตภัณฑ์ E



รูปที่ 4.97 แสดง Histogram ของเส้นผ่านศูนย์กลางร่องประกอบหู จุดที่ 1 24 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ E

จากรูปที่ 4.97 จะพบว่าข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบปกติ (p-value<0.005 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05) จึงทำการแปลงข้อมูลด้วยวิธีการต่างๆ ผลที่ได้พบว่าข้อมูลยังไม่มีการแจกแจงแบบปกติ แต่เมื่อพิจารณารูปร่างของข้อมูลพบว่าค่อนข้างมีความสมมาตร(พิจารณาจากกราฟ Box plot ที่แสดงความสมมาตรพอสมควร) ดังนั้นด้วยคุณสมบัติของรูปร่างข้อมูลที่กล่าวมา จะยังคงสามารถใช้แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยในการวิเคราะห์กระบวนการผลิตต่อไปได้

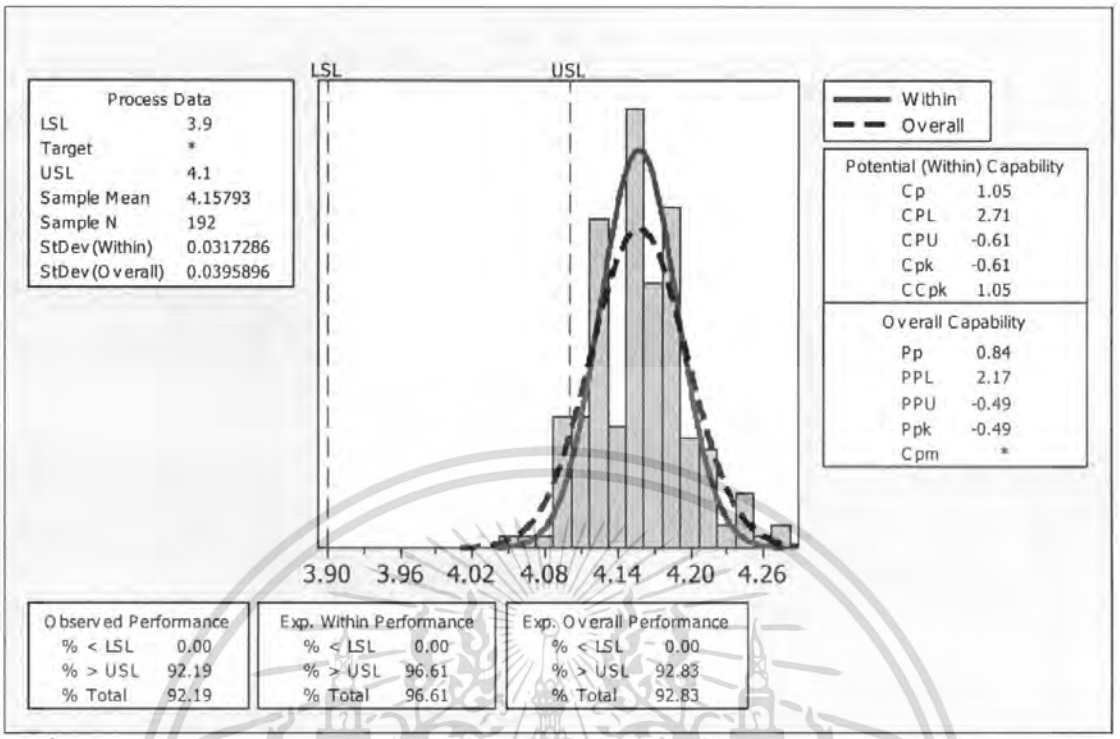
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.98 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ของเส้นผ่านศูนย์กลางร่องประกอบหู จุดที่ 1 24 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ E

จากรูปที่ 4.98 พบว่า จากการนำข้อมูลตัวอย่างมาคำนวณค่า UCL ได้เท่ากับ 4.1916 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยกระบวนการผลิตเท่ากับ 4.1579 มิลลิเมตร และ LCL เท่ากับ 4.1243 มิลลิเมตร จากการพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล พบว่ามีจุดพิกัดอย่างน้อย 1 จุด ตกอยู่นอกขีดจำกัดการควบคุม คือ จุดที่ 3 4 5 และ 11 สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย เมื่อนำข้อมูลตัวอย่างมาคำนวณค่า UCL จะได้เท่ากับ 0.1684 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยพิสัยของกระบวนการผลิต เท่ากับ 0.0903 และ LCL เท่ากับ 0.0123 มิลลิเมตร และเมื่อพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล พบว่ามีจุดพิกัดอย่างน้อย 1 จุด ตกอยู่นอกขีดจำกัดการควบคุม คือ จุดที่ 22 จากการที่พบจุดผิดปกติในแผนภูมิควบคุม นั่นแสดงว่ากระบวนการผลิตไม่อยู่ภายใต้การควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

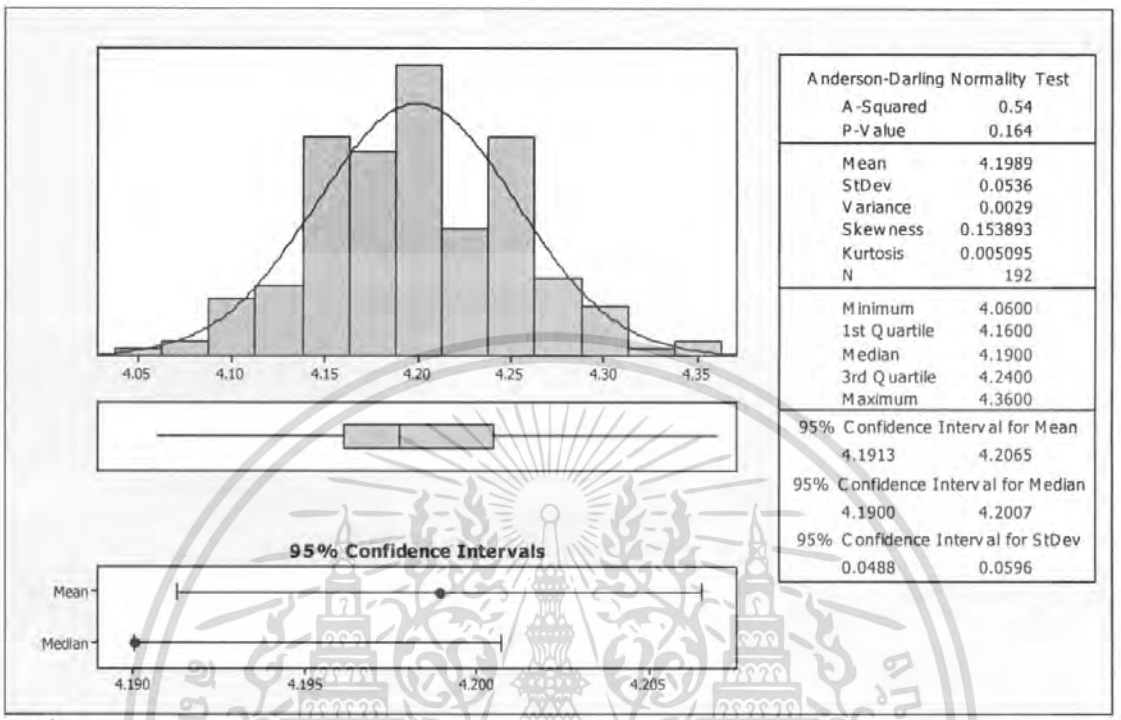


รูปที่ 4.99 แสดงความสามารถของกระบวนการผลิต ขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง ของเส้นผ่านศูนย์กลางร่องประกอบหู จุดที่ 1 24 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ E

จากการที่ข้อมูลไม่มีรูปการแจกแจงแบบปกติ(รูปที่ 4.97) จึงได้ทำการแปลงข้อมูล แต่ยังให้ผลที่ไม่ดีขึ้นกว่าเดิม แต่จากรูป ก็มีลักษณะสมมาตรพอสมควร(เบ้ไม่มาก) ดังได้สรุปผลไปแล้วตอนต้น ดังนั้น พอที่จะใช้ค่า C_{pk} ชี้วัดค่าความสามารถของกระบวนการผลิตได้ ซึ่งจากรูปที่ 4.99 พบว่าค่า C_{pk} เท่ากับ -0.61 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 1.00 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะสั้นอยู่ในระดับไม่ดี และค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด มีค่าเป็นร้อยละ 96.61 นั่นคือ มีการผลิตสินค้าเสียในปริมาณสูงมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

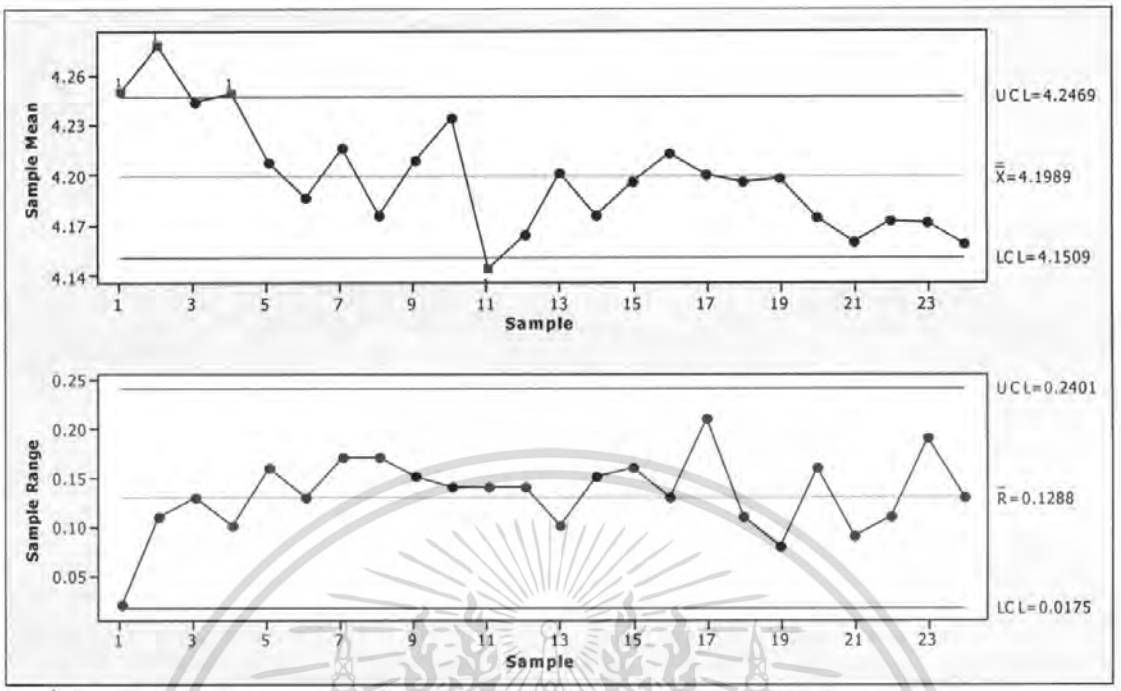
4.5.4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของเส้นผ่านศูนย์กลางร่องประกอบหู จุดที่ 2ของผลิตภัณฑ์E



รูปที่ 4.100 แสดง Histogram ของเส้นผ่านศูนย์กลางร่องประกอบหู จุดที่ 2 24 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ E

จากรูปที่ 4.100 พบว่าข้อมูลมีการแจงแจงแบบปกติ (p-value=0.164 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05) ซึ่งเป็นไปตามข้อสมมติของการใช้แผนภูมิควบคุม จึงสามารถที่จะนำข้อมูลชุดนี้ไปสร้างแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ได้ดังรูปที่4.101

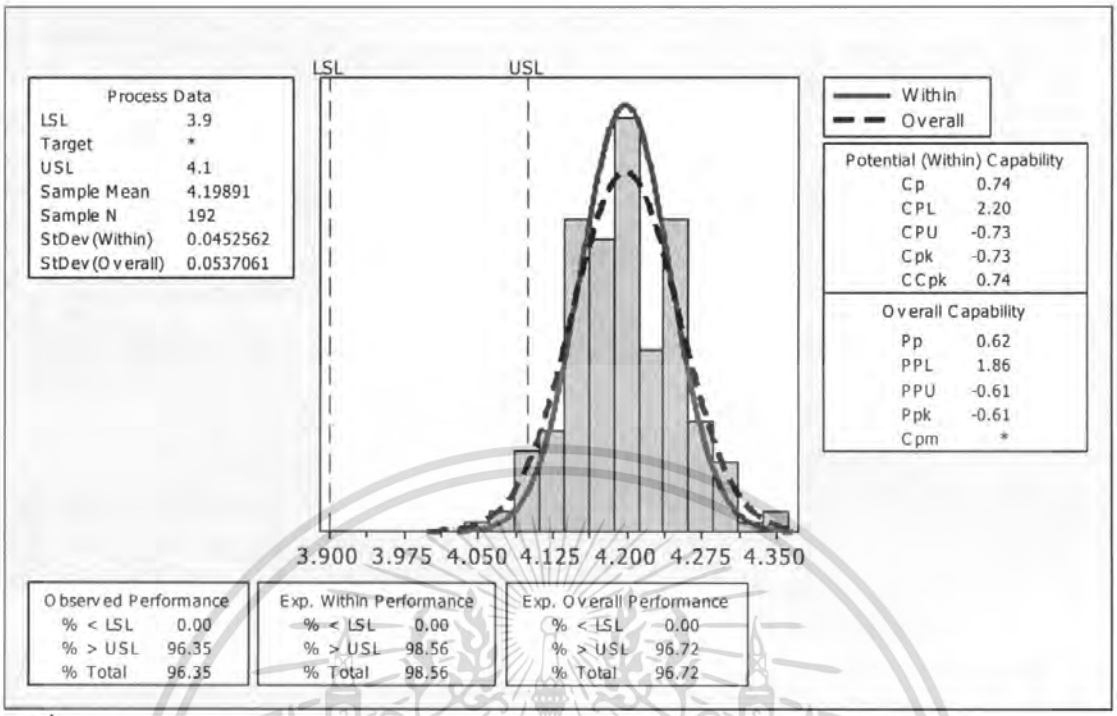
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.101 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ของเส้นผ่านศูนย์กลางร่องประกอบหู จุดที่ 2 24 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ E

จากรูปที่ 4.101 พบว่าจากการนำข้อมูลมาคำนวณ จะได้ค่า UCL เท่ากับ 4.2469 มิลลิเมตร มีค่าเฉลี่ยกระบวนการผลิตเท่ากับ 4.1989 มิลลิเมตร และ LCL เท่ากับ 4.1509 มิลลิเมตร จากการพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูลพบว่า มีจุดพิกัดอย่างน้อย 1 จุด ตกอยู่นอกขีดจำกัดการควบคุม คือจุดที่ 1 2 4 และ 11 สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย คำนวณได้ค่า UCL เท่ากับ 0.2401 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยพิสัยของกระบวนการผลิต เท่ากับ 0.1288 และ LCL เท่ากับ 0.0175 มิลลิเมตร และเมื่อพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูลพบว่าไม่มีจุดที่แสดงความผิดปกติ จากการที่พบจุดผิดปกติในแผนภูมิควบคุม นั่นแสดงว่ากระบวนการผลิตไม่อยู่ภายใต้การควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.102 แสดงความสามารถของกระบวนการผลิต ขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง ของเส้นผ่านศูนย์กลางร่องประกอบหู จุดที่ 2 24 ค่าสุดท้ายของผลิตภัณฑ์ E

จากรูปที่ 4.102 พบว่า C_{pk} มีค่าเท่ากับ -0.73 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 1.00 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตทั้งในระยะสั้นอยู่ในระดับไม่ดี และค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนดได้ร้อยละ 98.56 นั่นคือ มีการผลิตสินค้าเสียในปริมาณสูงมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของผลิตภัณฑ์ F

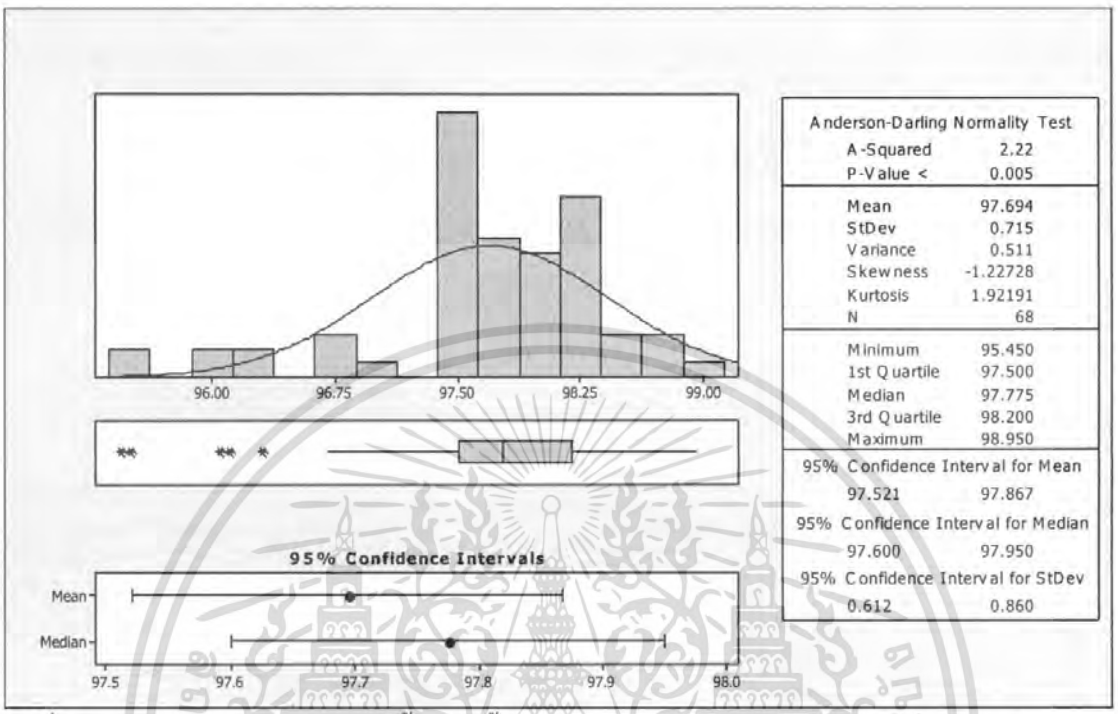
ในการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ F นั้น จะทำการตรวจสอบลักษณะคุณภาพของผลิตภัณฑ์นี้ 5 ลักษณะ ลักษณะต่างๆที่ตรวจสอบ พร้อมทั้งค่าขีดจำกัดควบคุณบน(Upper specification limit: USL) ค่าขีดจำกัดควบคุณล่างLower specification limi: LSL) และค่าเฉลี่ยเป้าหมายของแต่ละลักษณะเป็นดังตาราง 4.6

ตารางที่ 4.6 ขีดจำกัดข้อกำหนดบน (USL) ขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง (LSL) และ ค่าเฉลี่ยเป้าหมาย จำแนกตามลักษณะคุณภาพ ของผลิตภัณฑ์ F

ลักษณะคุณภาพ	USL	LSL	ค่าเฉลี่ยเป้าหมาย
น้ำหนักชิ้นงาน (กรัม)	98	94	96
เส้นผ่านศูนย์กลางขอบปาก (มิลลิเมตร)	190.2	187.8	189
เส้นผ่านศูนย์กลางเขี้ยวล็อค (มิลลิเมตร)	192.5	190.5	191
ความหนา-บาง จุดที่ 1 (มิลลิเมตร)	1.41	1.01	1.21
ความหนา-บาง จุดที่ 2 (มิลลิเมตร)	1.41	1.01	1.21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

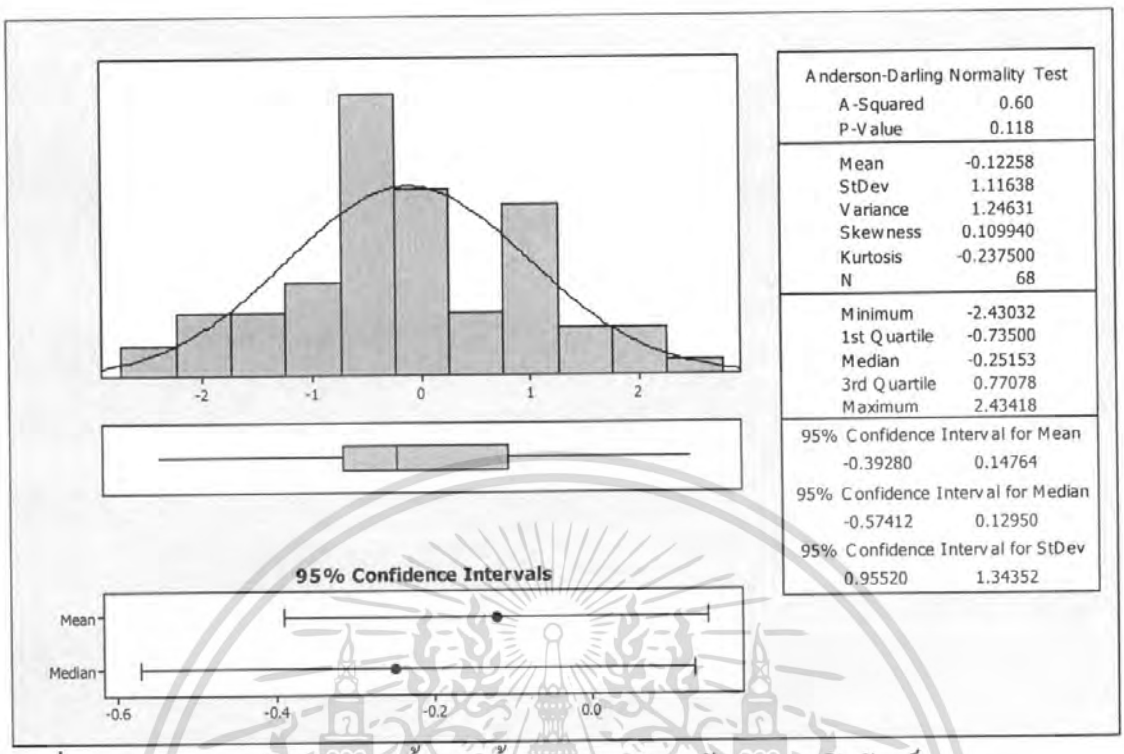
4.6.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของน้ำหนักชิ้นงานของ ผลิตภัณฑ์ F



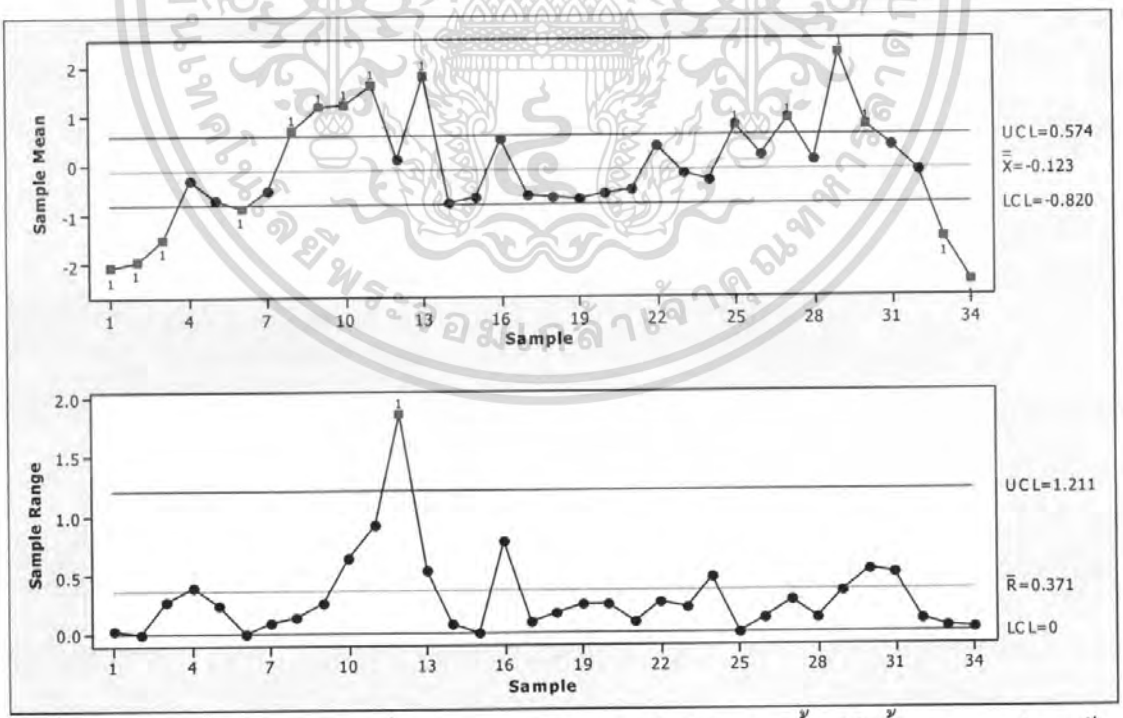
รูปที่ 4.103 แสดง Histogram ของน้ำหนักชิ้นงาน 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ F (ข้อมูลดิบ)

จากรูปที่ 4.103 จะพบว่าข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบปกติ (p-value<0.005 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05) จึงทำการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson พบว่าข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ(p-value=0.118 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05) ซึ่งเป็นไปตามข้อสมมติของการใช้แผนภูมิควบคุม ดังรูปที่ 4.104 ดังนั้นจึงใช้แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยที่ได้จากข้อมูลชุดใหม่นี้ไปใช้ในการวิเคราะห์กระบวนการผลิตต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



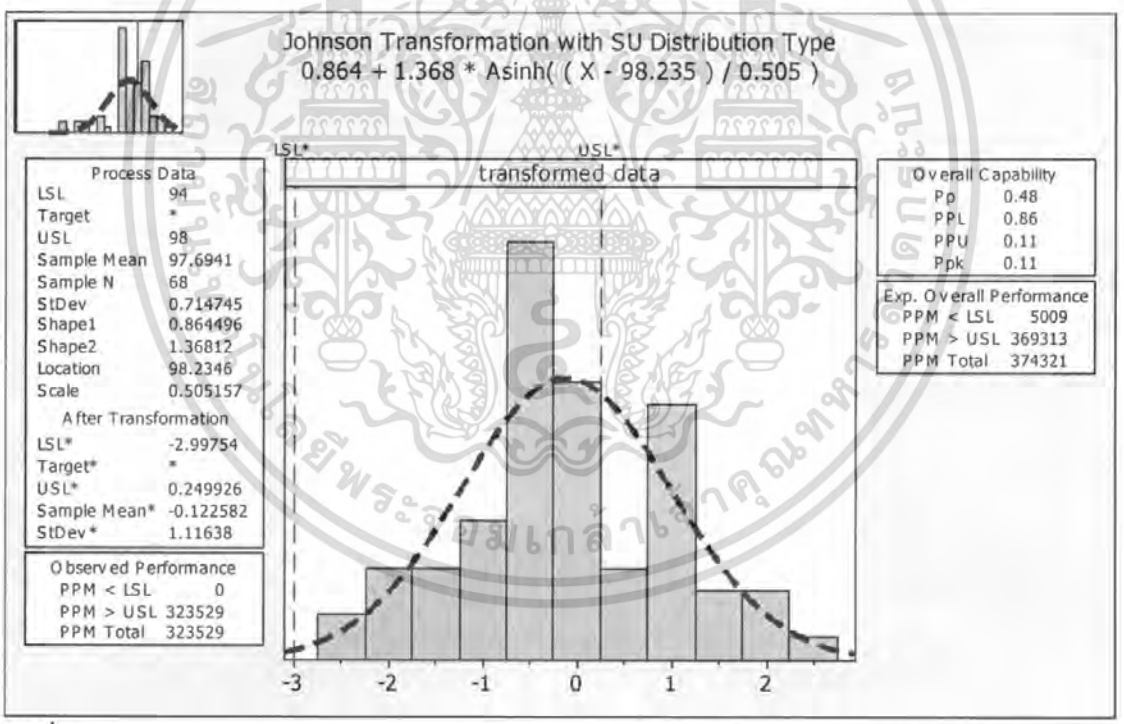
รูปที่ 4.104 แสดง Histogram ของน้ำหนักชิ้นงาน 34 ค่าสุดท้าย ของ ผลิตภัณฑ์ F (ข้อมูลแปลงโดยวิธี Johnson)



รูปที่ 4.105 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และ แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ของน้ำหนักชิ้นงาน 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ F

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับรูปที่ 4.105 จากการนำข้อมูลตัวอย่างที่ทำการแปลงค่าด้วย Johnson มาคำนวณค่า UCL จะได้เท่ากับ 0.574 กรัม ค่าเฉลี่ยกระบวนการผลิตเท่ากับ 0.123 และ LCL เท่ากับ -0.820 กรัม จากการพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล พบว่า มีจุดพิกัดอย่างน้อย 1 จุด ตกอยู่นอกขีดจำกัดการควบคุม คือจุดที่ 1-3 6 8-11 13 25 27 29-30 33-34 และมีจุดพิกัด 4 ใน 5 จุด ที่ต่อเนื่องกันตกอยู่นอกเส้น 1σ คือจุดที่ 17 – 21 สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย พบว่า ค่า UCL จะได้เท่ากับ 1.211 กรัม ค่าเฉลี่ยพิสัยกระบวนการผลิตเท่ากับ 0.0371 และ LCL เท่ากับ 0 และเมื่อพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล พบว่า มีจุดพิกัดอย่างน้อย 1 จุดตกอยู่นอกขีดจำกัดการควบคุมคือจุดที่ 12 และมีจุดพิกัด 2 ใน 3 จุดที่ต่อเนื่องกัน ตกอยู่นอกเส้น 1σ คือ จุดที่ 1-3 32-34 จากการที่พบจุดผิดปกติในแผนภูมิควบคุม นั่นแสดงว่ากระบวนการผลิตไม่อยู่ภายใต้การควบคุม

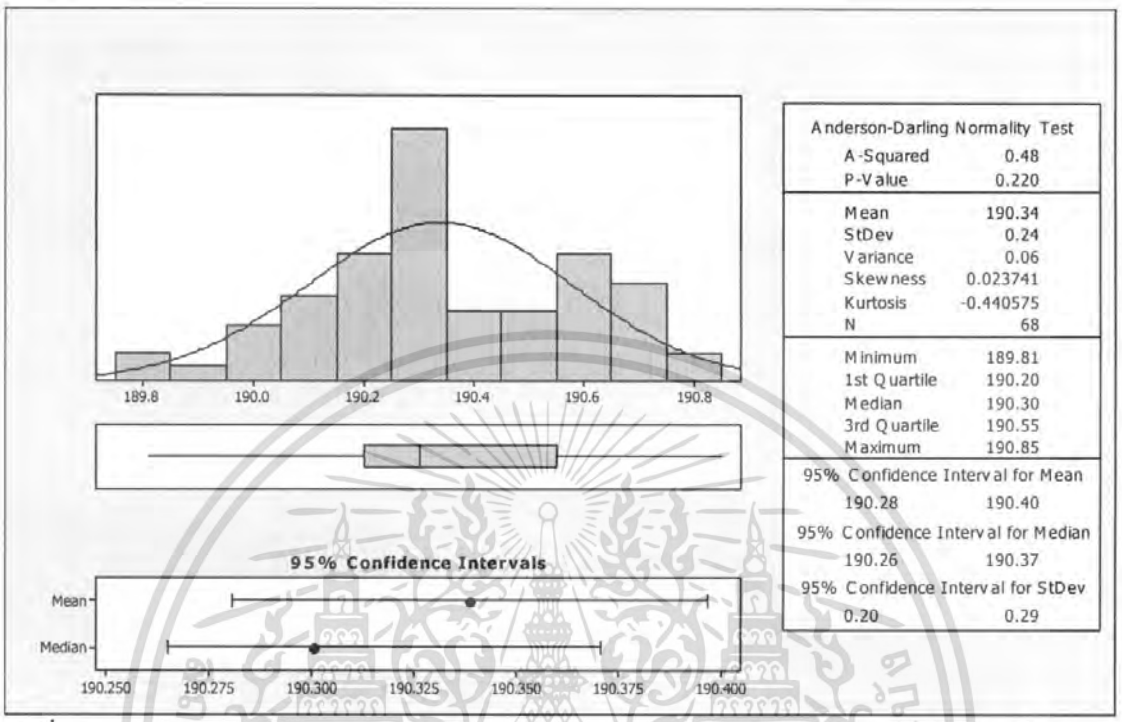


รูปที่ 4.106 แสดงความสามารถของกระบวนการผลิต ขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกัดข้อกำหนดล่างของน้ำหนักชิ้นงาน 34 ค่าสุดท้าย ของ ผลิตภัณฑ์ F

จากรูปที่ 4.106 พบว่า P_{pk} มีค่าเท่ากับ 0.11 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 1.00 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะยาวอยู่ในระดับไม่ดี และค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด มีค่าร้อยละ 37.43 นั่นคือ มีการผลิตสินค้าเสียในปริมาณค่อนข้างมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

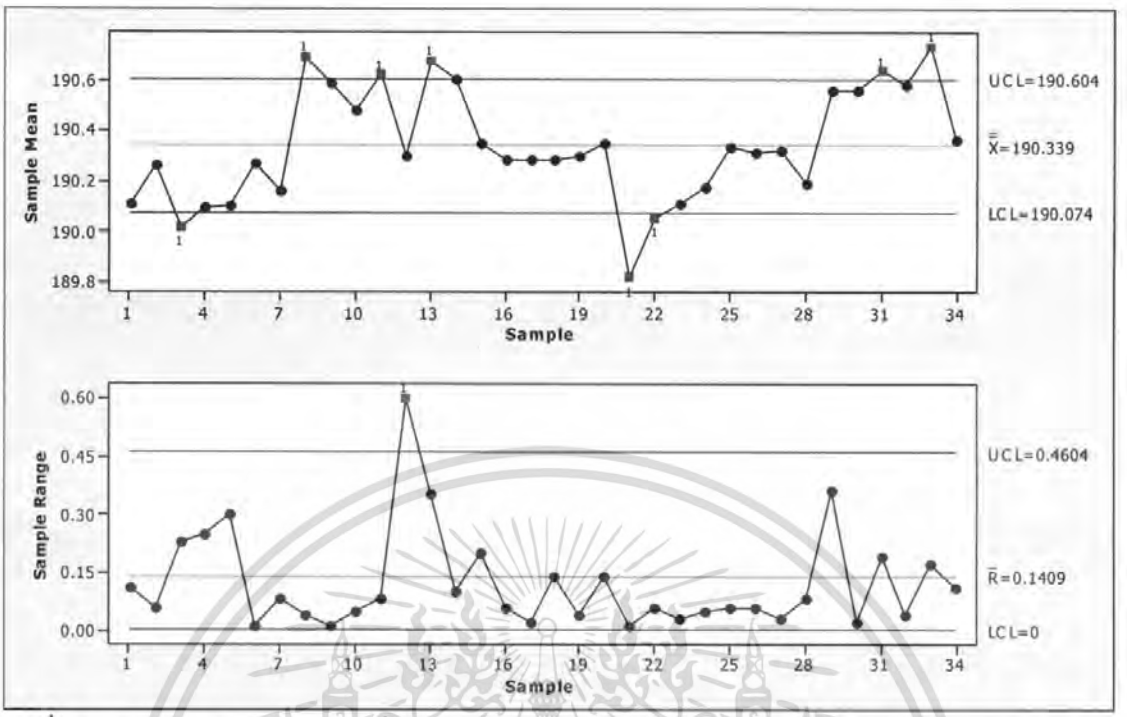
4.6.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของเส้นผ่านศูนย์กลางขอบปาก ของผลิตภัณฑ์ F



รูปที่ 4.107 แสดง Histogram ของเส้นผ่านศูนย์กลางขอบปาก 34 ค่าสุดท้าย ของ ผลิตภัณฑ์ F

จากรูปที่ 4.107 พบว่าข้อมูลมีการแจงแจงแบบปกติ (p-value=0.220 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05) ซึ่งเป็นไปตามข้อสมมติของการใช้แผนภูมิควบคุม จึงสามารถนำข้อมูลชุดนี้ไปสร้างแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ได้ดังรูปที่ 4.108

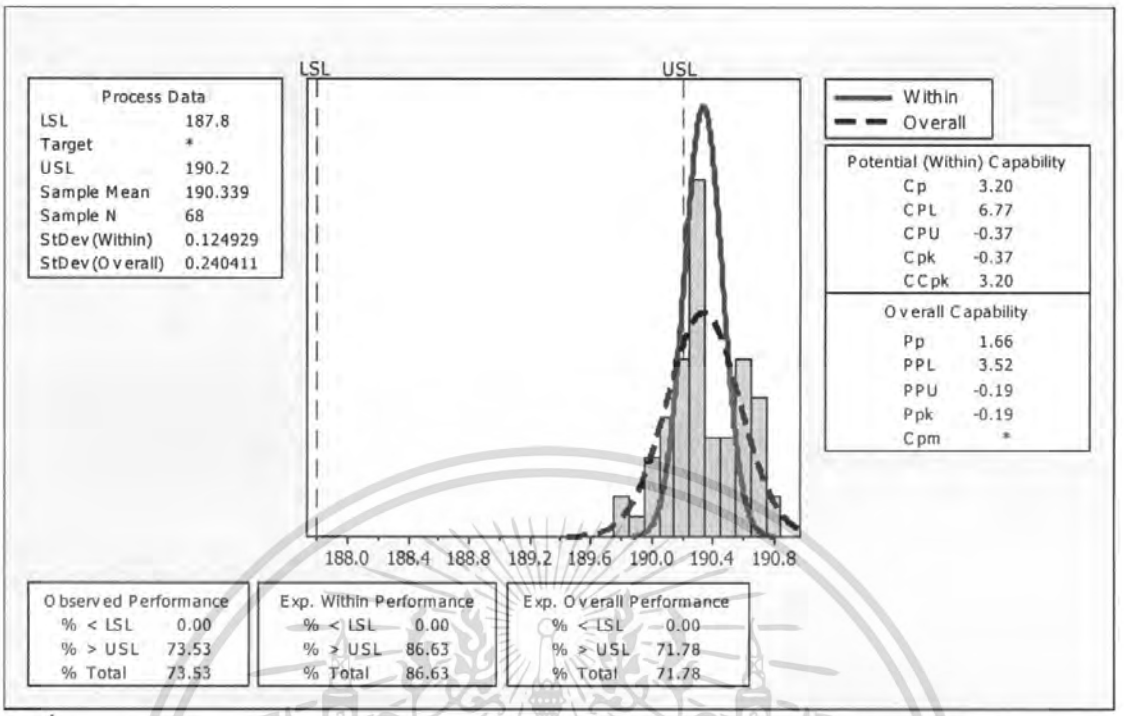
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.108 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และ แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ของเส้นผ่านศูนย์กลางขอบปาก 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ F

จากรูปที่ 4.108 พบว่าจากการนำข้อมูลมาคำนวณจะได้ค่า UCL เท่ากับ 190.604 มิลลิเมตร มีค่าเฉลี่ยกระบวนการผลิตเท่ากับ 190.339 มิลลิเมตร และ LCL เท่ากับ 190.074 มิลลิเมตร และจากการพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูลพบว่า มีจุดพิกัดอย่างน้อย 1 จุด ตกอยู่นอกขีดจำกัดการควบคุม คือ จุดที่ 3 8 11 13 21 22 31 33 และมีจุดพิกัด 2 ใน 3 จุดต่อเนื่องกันตกอยู่นอกเส้น 2σ แต่ยังคงอยู่ในขีดจำกัดการควบคุม คือจุดที่ 4-6 สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย คำนวณได้ค่า UCL เท่ากับ 0.4604 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยพิสัยของกระบวนการผลิต เท่ากับ 0.1409 และ LCL เท่ากับ 0 และเมื่อพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูลพบว่า มีจุดพิกัดอย่างน้อย 1 จุด ตกอยู่นอกขีดจำกัดการควบคุม คือ จุดที่ 12 มีจุดพิกัด 8 จุดที่ต่อเนื่องกันในแนวแถว ตกอยู่ด้านใดด้านหนึ่งของเส้นกึ่งกลาง คือจุด 21 – 28 และมีจุดพิกัด 2 ใน 3 จุดที่ต่อเนื่องกันตกอยู่นอกเส้น 2σ แต่ยังคงอยู่ในขีดจำกัดการควบคุม คือ จุดที่ 21-23 จากการที่พบจุดผิดปกติในแผนภูมิควบคุม นั่นแสดงว่ากระบวนการผลิตไม่อยู่ภายใต้การควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

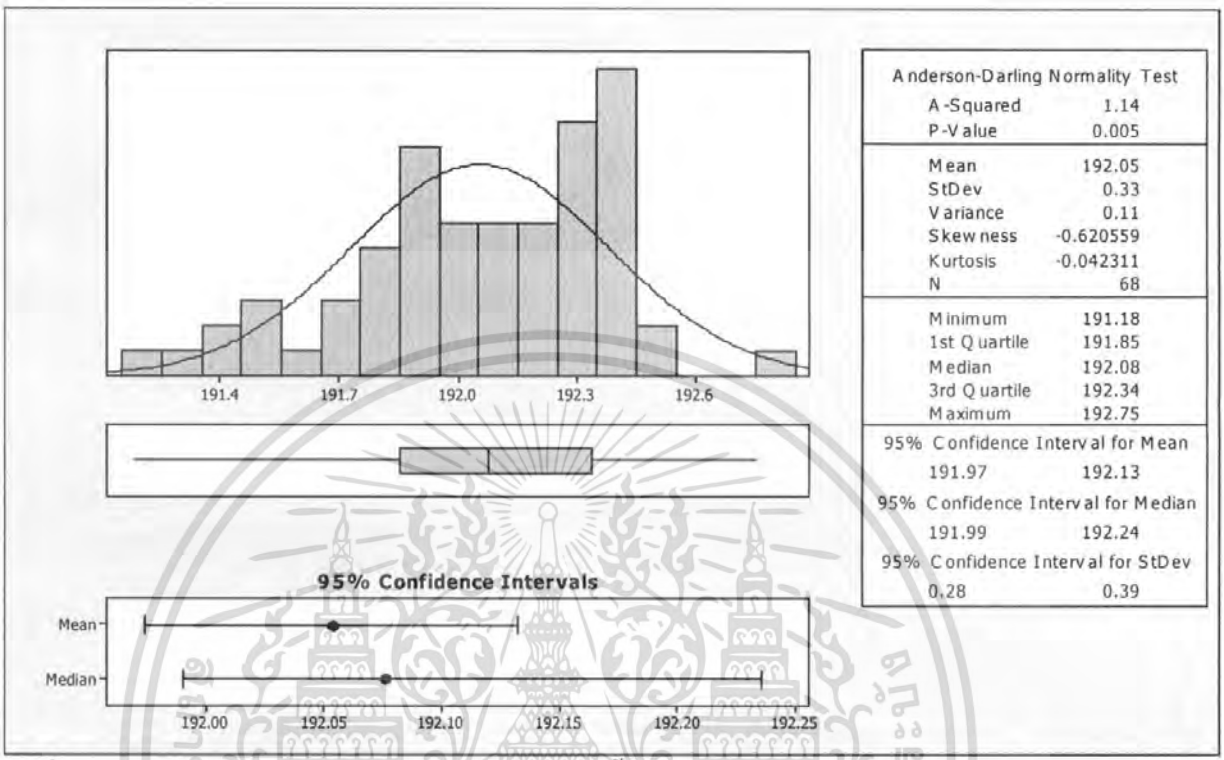


รูปที่ 4.109 แสดงความสามารถของกระบวนการผลิต ขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง ของเส้นผ่านศูนย์กลางขอบปาก 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ F

จากรูปที่ 4.109 พบว่า C_{pk} มีค่าเท่ากับ -0.37 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 1.00 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะสั้นอยู่ในระดับไม่ดี และค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนดได้ร้อยละ 86.63 นั่นคือ มีการผลิตสินค้าเสียในปริมาณสูงมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

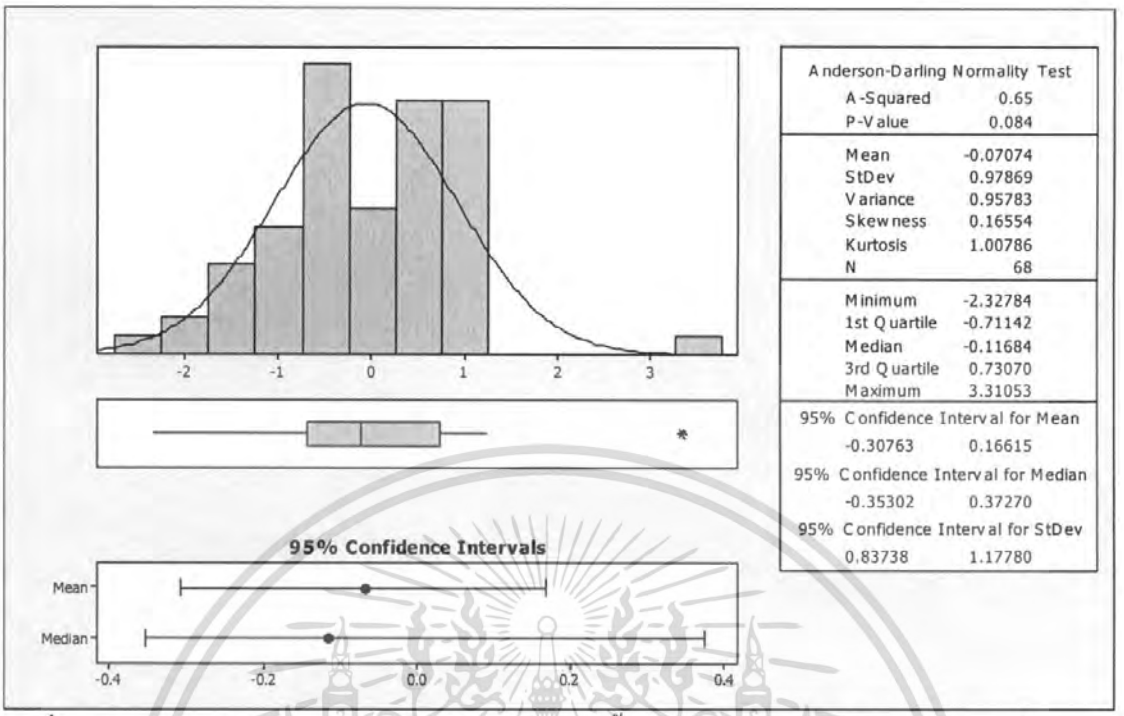
4.6.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของเส้นผ่านศูนย์กลางเขี้ยวล็อค ของ ผลิตภัณฑ์ F



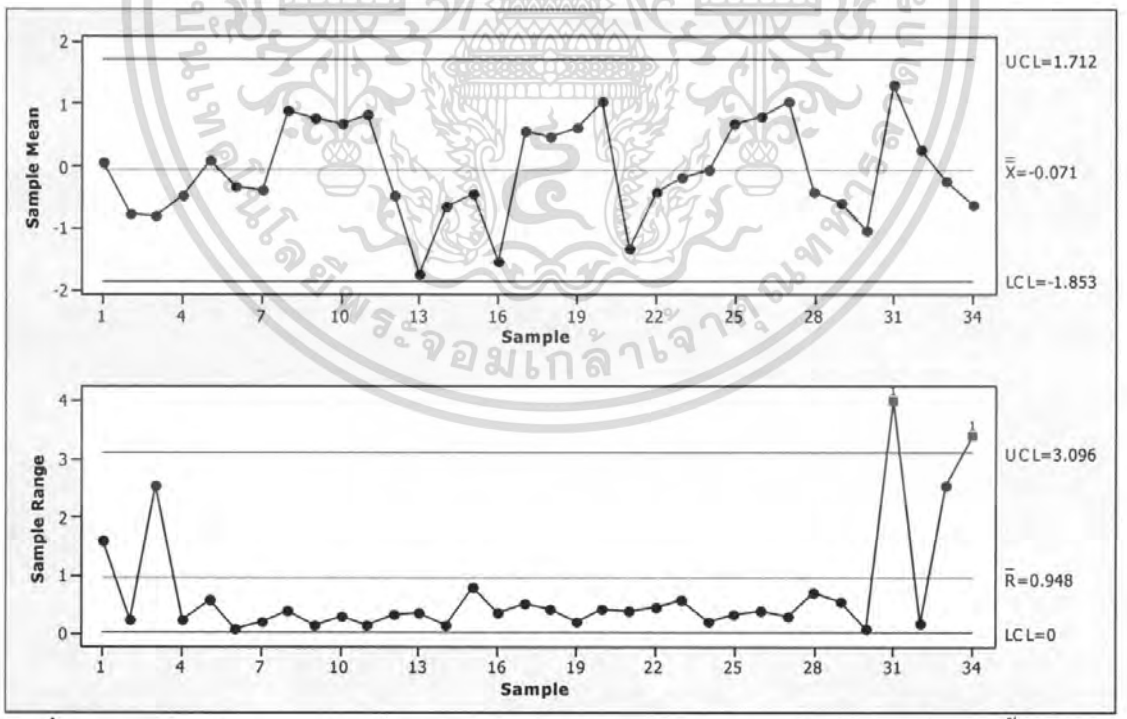
รูปที่ 4.110 แสดง Histogram ของเส้นผ่านศูนย์กลางเขี้ยวล็อค 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ F (ข้อมูลดิบ)

จากรูปที่ 4.110 จะพบว่าข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบปกติ (p-value<0.005 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05) จึงทำการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson พบว่าข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ(p-value=0.084 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05) ซึ่งเป็นไปตามข้อสมมติของการใช้แผนภูมิควบคุม ดังรูปที่ 4.111 ดังนั้นจึงใช้แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยที่ได้จากข้อมูลชุดใหม่นี้ไปใช้ในการวิเคราะห์กระบวนการผลิตต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



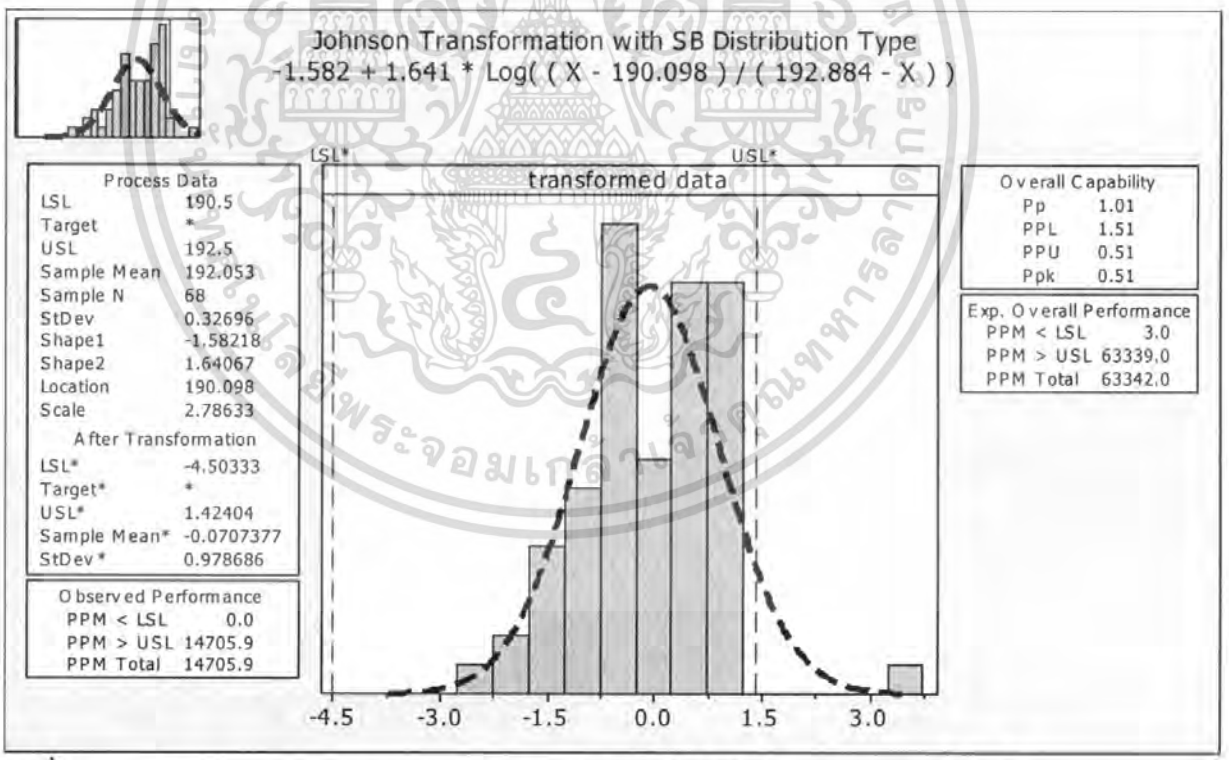
รูปที่ 4.111 แสดง Histogram ของเส้นผ่านศูนย์กลางเขี้ยวล็อค 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ F (ข้อมูลแปลงโดยวิธี Johnson)



รูปที่ 4.112 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และ แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ของเส้นผ่านศูนย์กลางเขี้ยวล็อค 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ F

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับรูปที่ 4.112 จากการนำข้อมูลตัวอย่างที่ทำการแปลงค่าตามวิธีของ Johnson มาคำนวณค่า UCL จะได้ค่าเท่ากับ 1.712 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยกระบวนการผลิตเท่ากับ -0.071 และ LCL เท่ากับ -1.853 มิลลิเมตร จากการพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล พบว่ามีจุดพิกัด 6 จุดที่ต่อเนื่องกันในแนวแถว แสดงแนวโน้มค่อยๆ เพิ่มขึ้น คือจุดที่ 22-27 สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย พบว่า ค่า UCL จะได้ค่าเท่ากับ 3.096 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยพิสัยกระบวนการผลิตเท่ากับ 0.948 และ LCL เท่ากับ 0 จากการพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล พบว่า มีจุดพิกัดอย่างน้อย 1 จุด ตกอยู่นอกขีดจำกัดการควบคุม คือ จุดที่ 31 และ 34 และเมื่อพิจารณาจะพบว่ามีรูปแบบที่ผิดปกติหรือรูปแบบที่ไม่สุ่มเกิดขึ้น นั่นคือ จุดที่ 5-29 ที่ตกอยู่เพียงด้านใดด้านหนึ่งของแผนภูมิควบคุม จากการที่พบจุดผิดปกติในแผนภูมิควบคุม นั่นแสดงว่ากระบวนการผลิตไม่อยู่ภายใต้การควบคุม



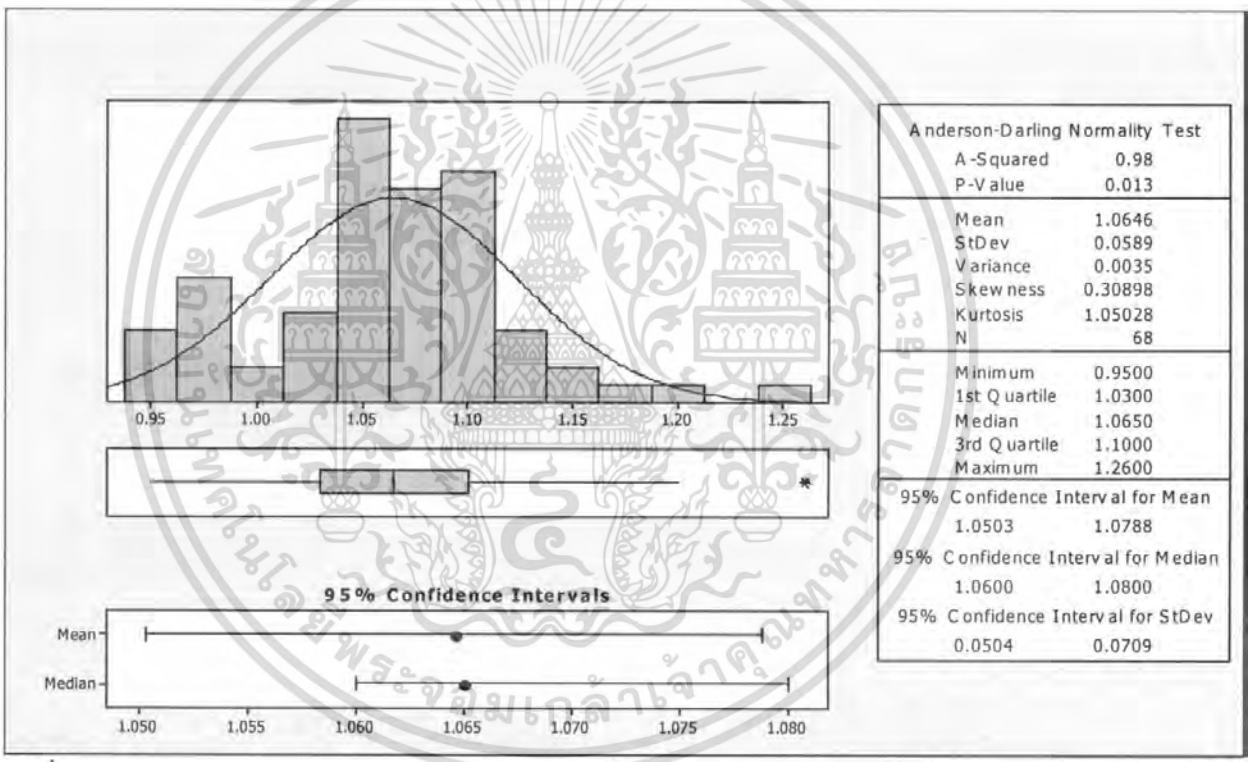
รูปที่ 4.113 แสดงความสามารถของกระบวนการผลิต ขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง ของเส้นผ่านศูนย์กลางเขี้ยวล็อค 34 ค่าสุดท้าย ของ ผลิตภัณฑ์ F

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.113 พบว่า P_{pk} มีค่าเท่ากับ 0.51 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 1.00 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะยาวอยู่ในระดับไม่ดีนัก และค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด มีค่าร้อยละ 6.33 นั่นคือ มีการผลิตสินค้าเสียในปริมาณไม่มากนัก

4.6.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของความหนา–บางของ ผลิตภัณฑ์ F

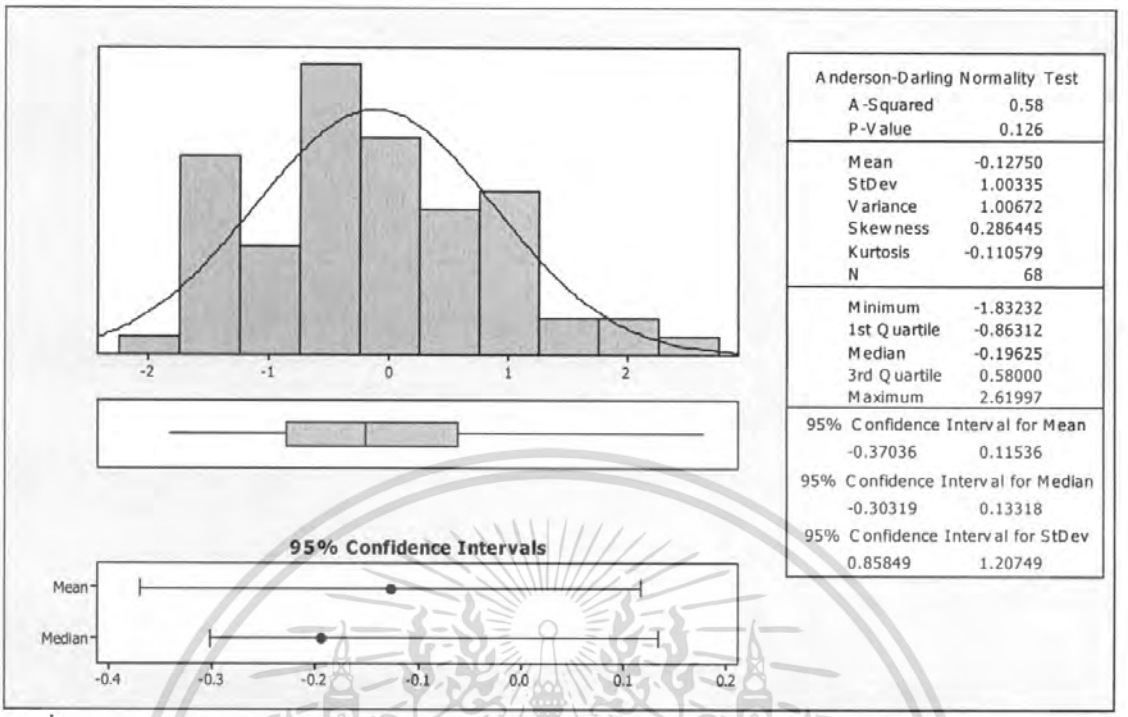
4.6.4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของความหนา–บาง จุดที่ 1 ของผลิตภัณฑ์ F



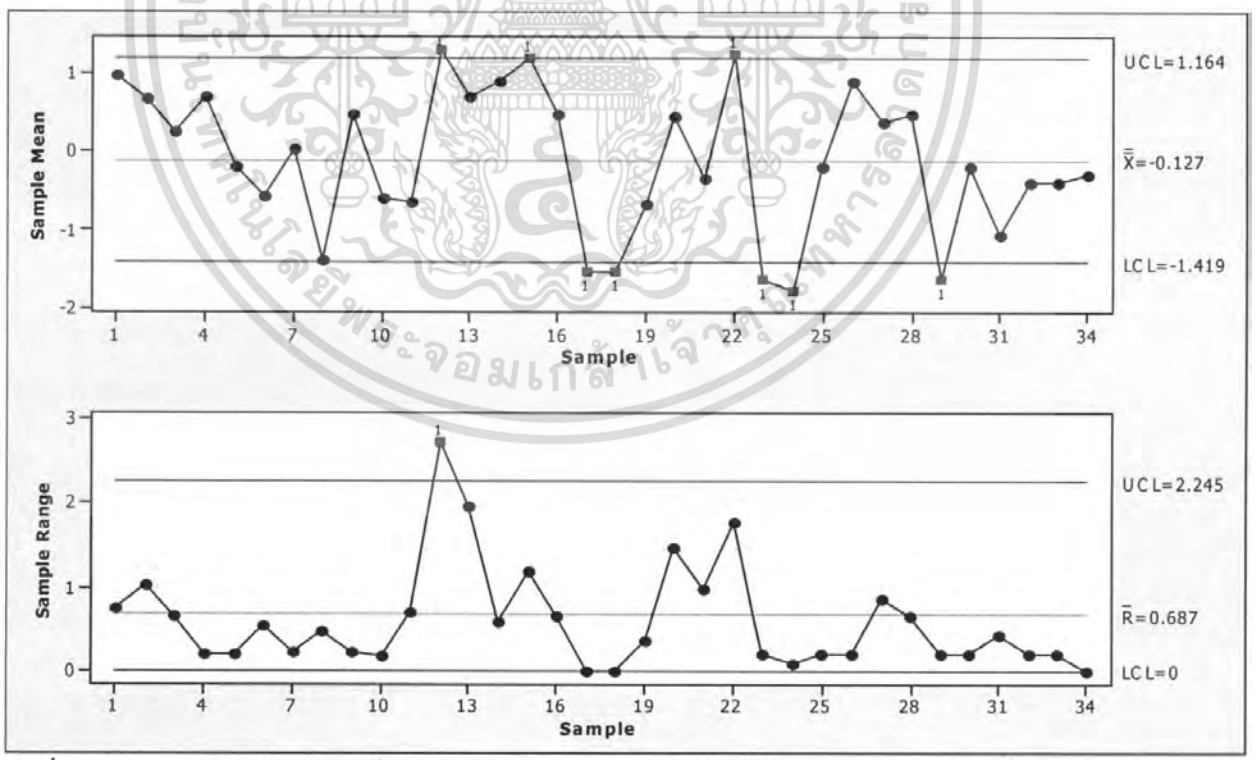
รูปที่ 4.114 แสดง Histogram ของความหนา-บาง จุดที่ 1 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ F

จากรูปที่ 4.114 จะพบว่าข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบปกติ (p-value=0.013 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05) จึงทำการแปลงข้อมูลด้วยวิธีการต่างๆ ผลที่ได้พบว่าข้อมูลยังไม่มีการแจกแจงแบบปกติ แต่เมื่อพิจารณารูปร่างของข้อมูลพบว่าค่อนข้างมีความสมมาตร(พิจารณาจากกราฟ Box plot ที่แสดงความสมมาตรพอสมควร) ดังนั้นด้วยคุณสมบัติของรูปร่างข้อมูลที่กล่าวมา จะยังคงสามารถใช้แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยในการวิเคราะห์กระบวนการผลิตต่อไปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



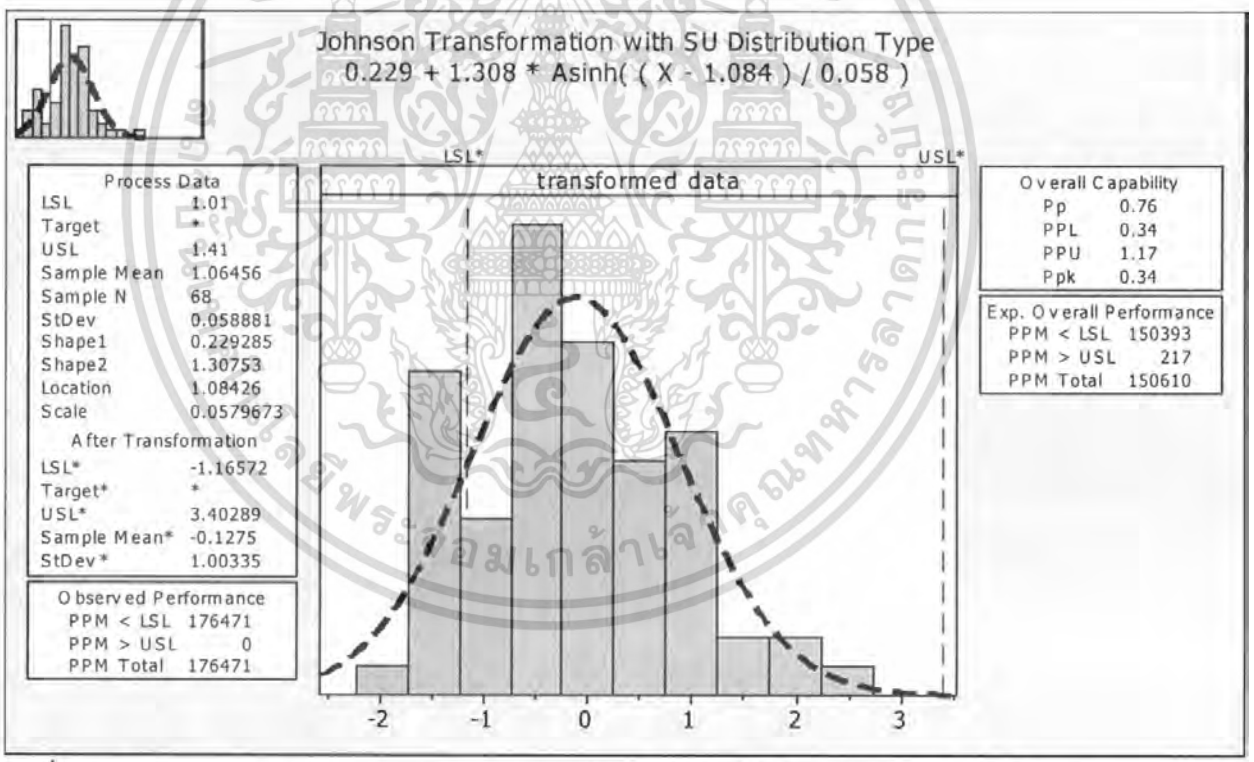
รูปที่ 4.115 แสดง Histogram ของความหนา–บาง จุดที่ 1 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ F



รูปที่ 4.116 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และ แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ของความหนา- บาง จุดที่ 1 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ F

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับรูปที่ 4.116 จากการนำข้อมูลตัวอย่างที่ทำการแปลงค่าตามวิธีของ Johnson มาคำนวณค่า UCL จะได้ค่าเท่ากับ 1.164 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยกระบวนการผลิตเท่ากับ -0.127 และ LCL เท่ากับ -1.417 มิลลิเมตร จากการพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล พบว่ามีจุดพิกัดอย่างน้อย 1 จุด ตกอยู่นอกขีดจำกัดการควบคุม คือจุดที่ 12 15 17-18 22-24 29 สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย พบว่า ค่า UCL จะได้ค่าเท่ากับ 2.245 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยพิสัยกระบวนการผลิตเท่ากับ 0.687 มิลลิเมตร และ LCL เท่ากับ 0 จากการพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล พบว่ามีจุดพิกัดอย่างน้อย 1 จุดตกอยู่นอกขีดการควบคุม คือจุดที่ 12 และมีจุดพิกัด 2 ใน 3 จุดต่อเนื่องกันตกอยู่นอกเส้น 2σ แต่ยังคงอยู่ในขีดจำกัดการควบคุม คือจุดที่ 17-19 จากการที่พบจุดผิดปกติในแผนภูมิควบคุม นั่นแสดงว่ากระบวนการผลิตไม่อยู่ภายใต้การควบคุม

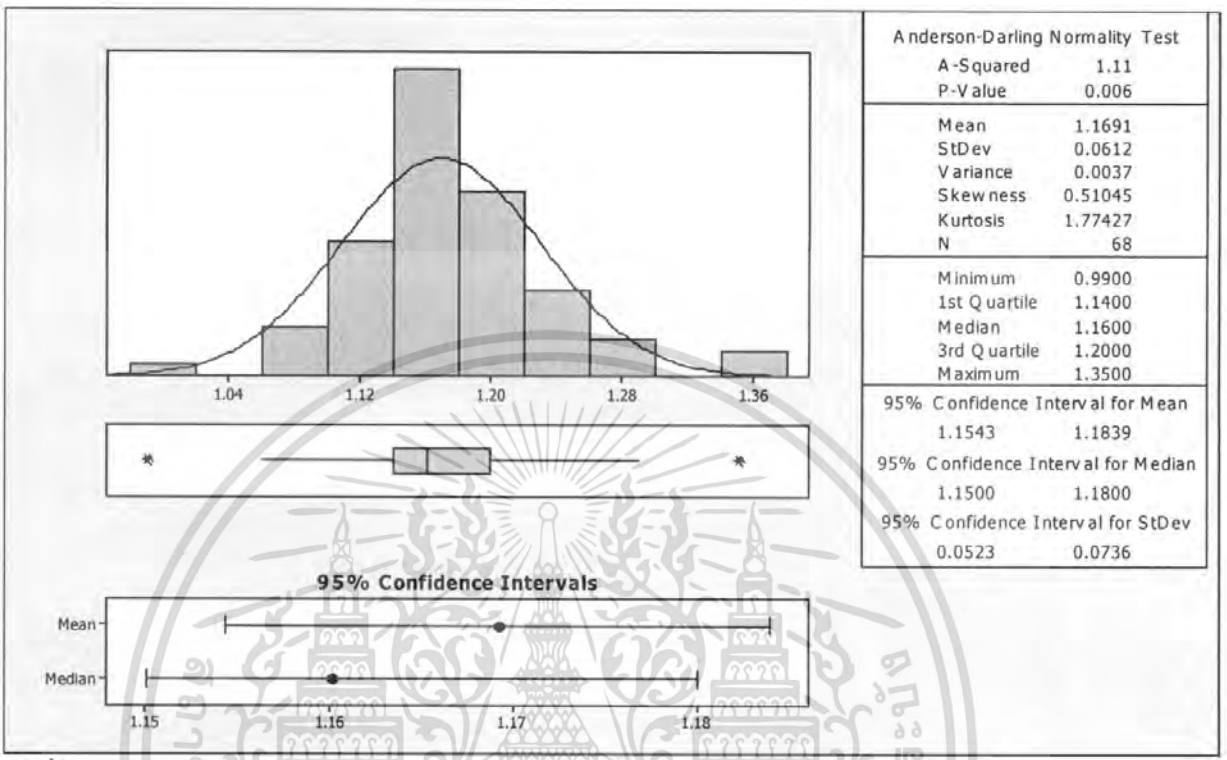


รูปที่ 4.117 แสดงความสามารถของกระบวนการผลิต ขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง ของความหนา–บาง จุดที่ 1 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ F

จากรูปที่ 4.117 พบว่า P_{pk} มีค่าเท่ากับ 0.34 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 1.00 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะยาวอยู่ในระดับไม่ดี และค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด มีค่าร้อยละ 15.06 นั่นคือ มีการผลิตสินค้าเสียในปริมาณค่อนข้างมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

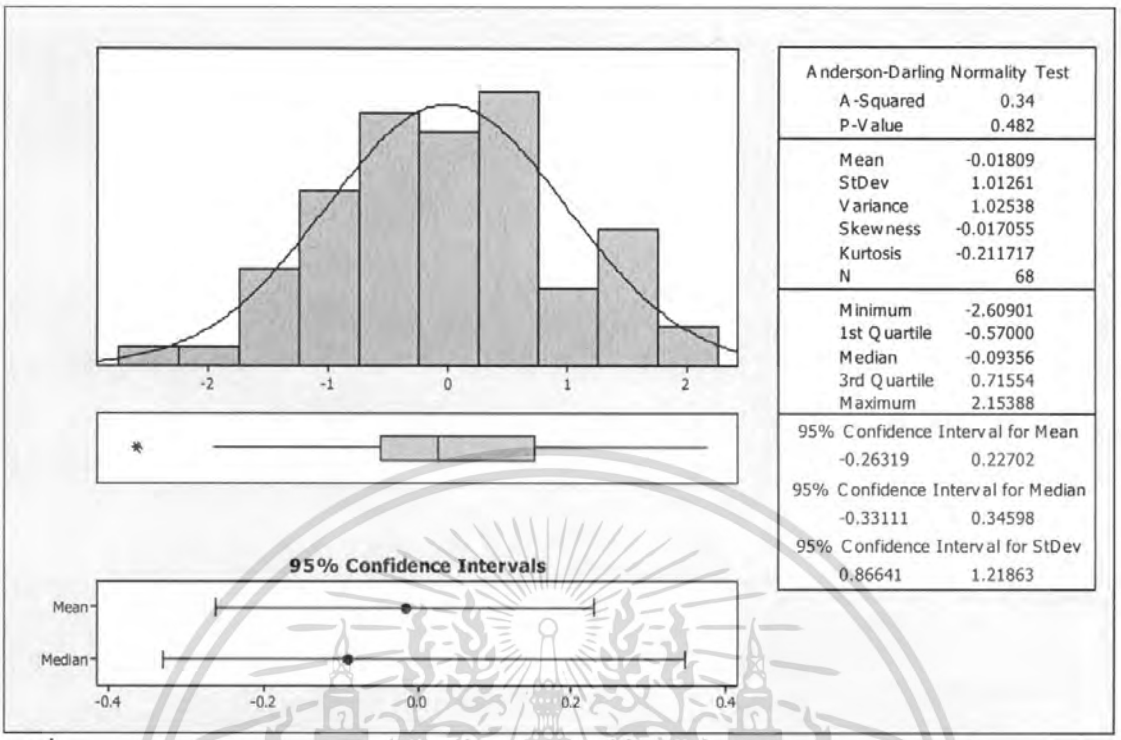
4.6.4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของความหนา – บาง จุดที่ 2 ของผลิตภัณฑ์ F



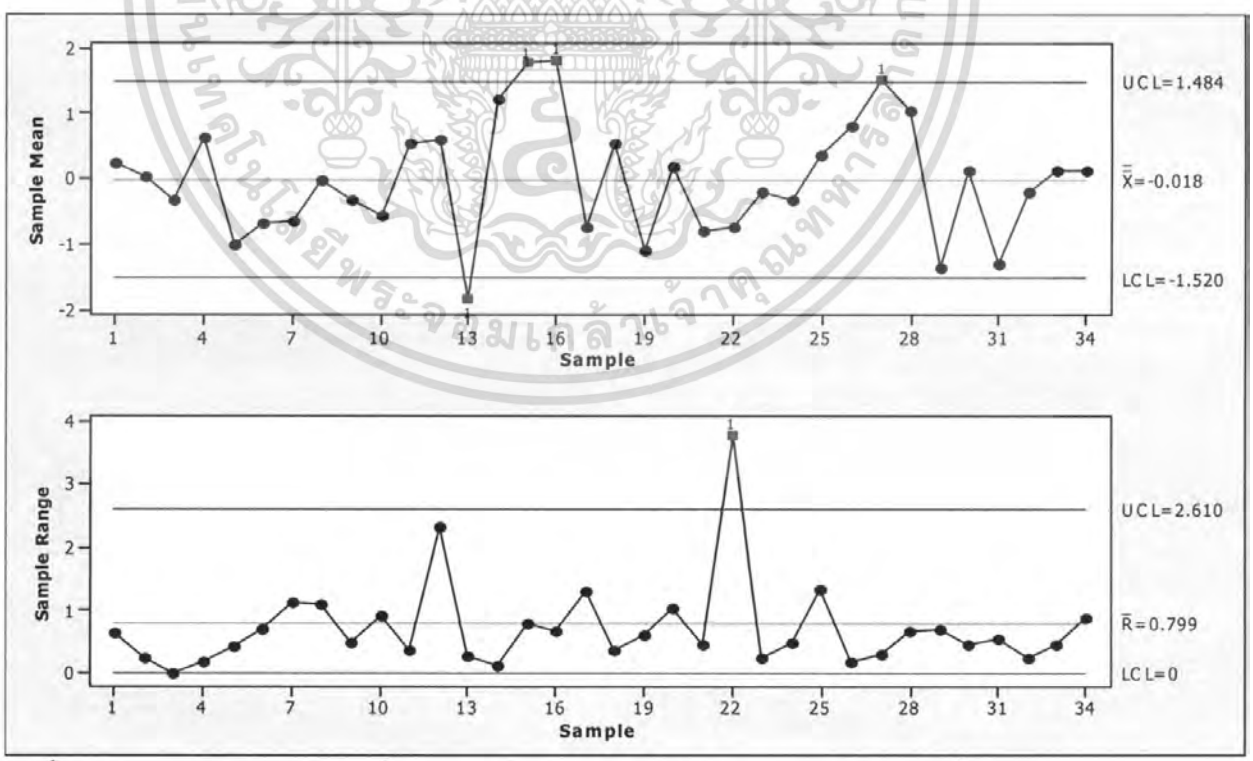
รูปที่ 4.118 แสดง Histogram ของความหนา–บาง จุดที่ 2 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ F (ข้อมูลดิบ)

จากรูปที่ 4.118 จะพบว่าข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบปกติ (p-value=0.006 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05) จึงทำการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Johnson พบว่าข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ(p-value=0.482 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05) ซึ่งเป็นไปตามข้อสมมติของการใช้แผนภูมิควบคุม ดังรูปที่ 4.119 ดังนั้นจึงใช้แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยที่ได้จากข้อมูลชุดใหม่นี้ ไปใช้ในการวิเคราะห์กระบวนการผลิตต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



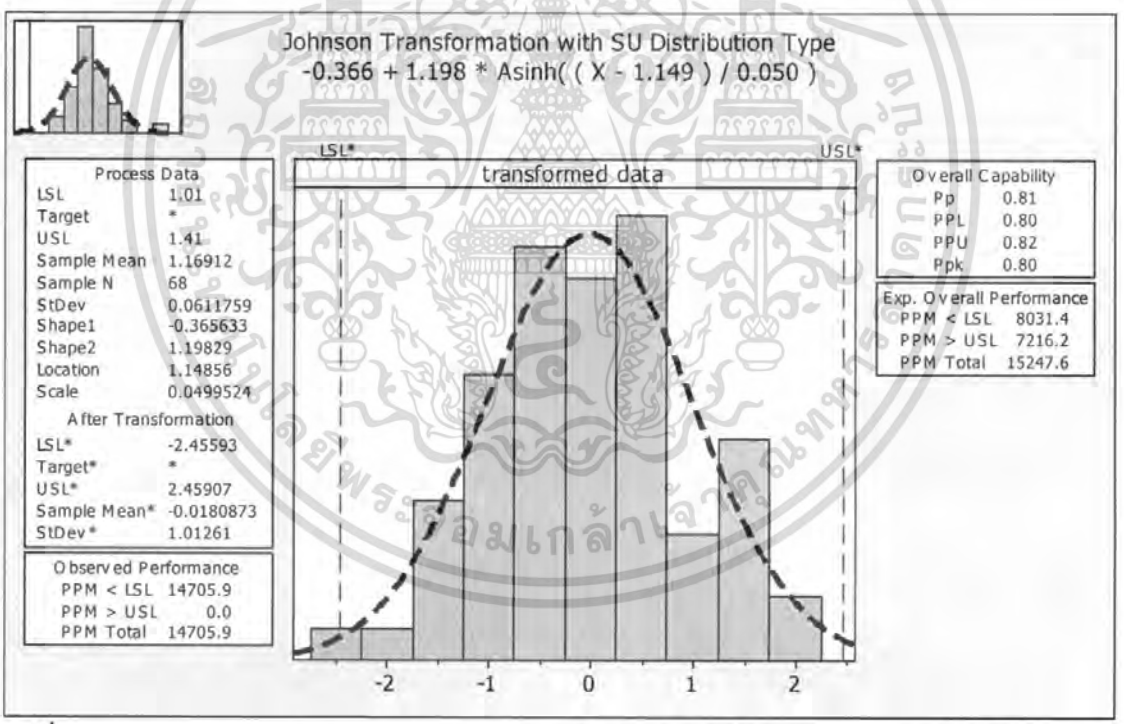
รูปที่ 4.119 แสดง Histogram ของความหนา-บาง จุดที่ 2 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ F (ข้อมูลแปลงโดยวิธี Johnson)



รูปที่ 4.120 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และ แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ความหนา-บาง จุดที่ 2 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ F

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับรูปที่ 4.120 จากการนำข้อมูลตัวอย่างที่ทำการแปลงค่าตามวิธีของ Johnson มาคำนวณค่า UCL จะได้ค่าเท่ากับ 1.484 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยกระบวนการผลิตเท่ากับ -0.018 และ LCLเท่ากับ -1.520 มิลลิเมตร จากการพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล พบว่ามีจุดพิกัดอย่างน้อย 1 จุด ตกอยู่นอกขีดจำกัดการควบคุม คือจุดที่ 13 15-16 และ 27 สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย พบว่า ค่า UCLจะได้ค่าเท่ากับ 2.610 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยพิสัยกระบวนการผลิตเท่ากับ 0.799 มิลลิเมตร และ LCL เท่ากับ 0 และเมื่อพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล พบว่ามีจุดพิกัดอย่างน้อย 1 จุด ตกอยู่นอกขีดจำกัดการควบคุม คือจุดที่ 22 และมีจุดพิกัด 8 จุดที่ต่อเนื่องกันในแนวแถวตกอยู่ด้านใดด้านหนึ่งของเส้นกึ่งกลาง คือ จุดที่ 26-33 จากการที่พบจุดผิดปกติในแผนภูมิควบคุม นั่นแสดงว่ากระบวนการผลิตไม่อยู่ภายใต้การควบคุม



รูปที่ 4.121 แสดงความสามารถของกระบวนการผลิต ขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง ของความหนา- บาง จุดที่ 2 34 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ F

จากรูปที่ 4.121 พบว่า P_{pk} มีค่าเท่ากับ 0.80 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 1.00 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะยาวอยู่ในระดับเกือบดี และค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด มีค่าร้อยละ 1.52 นั่นคือ มีการผลิตสินค้าเสียในปริมาณค่อนข้างน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

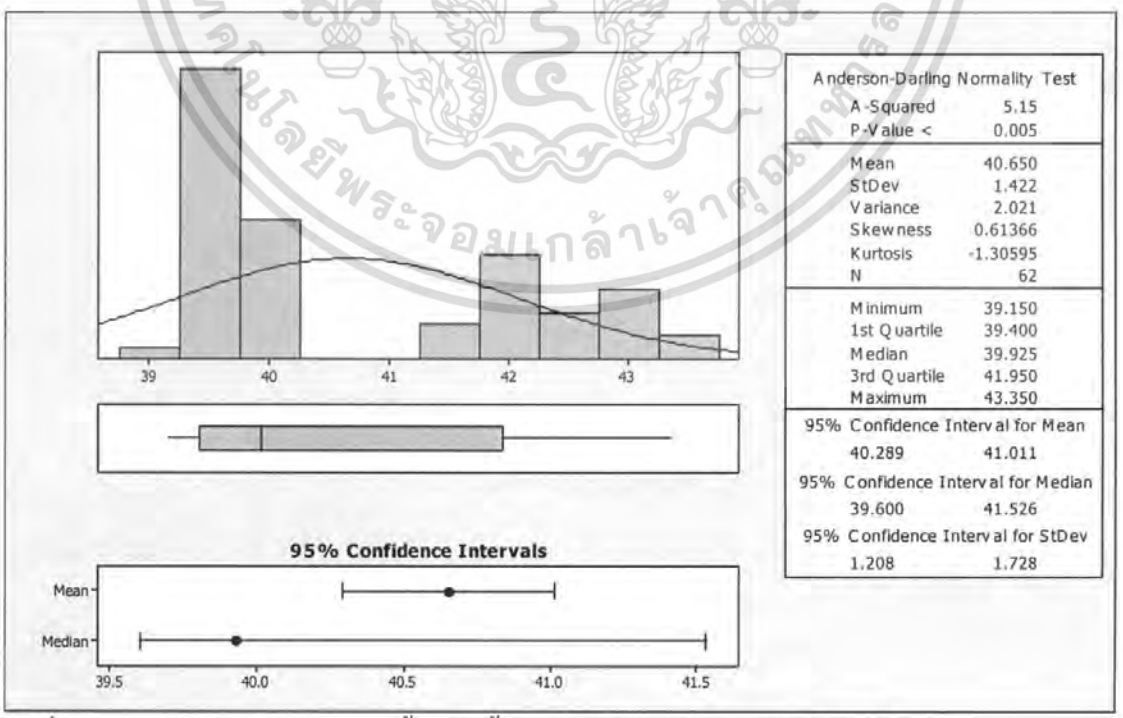
4.7 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของผลิตภัณฑ์ G

ในการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ G นั้น จะทำการตรวจสอบลักษณะคุณภาพของผลิตภัณฑ์นี้ 2 ลักษณะ ลักษณะต่างๆที่ตรวจสอบ พร้อมทั้งค่าขีดจำกัดข้อกำหนดบน(Upper specification limit: USL) ค่าขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง(Lower specification limit: LSL) และค่าเฉลี่ยเป้าหมายของแต่ละลักษณะเป็นดังตาราง 4.7

ตารางที่ 4.7 ขีดจำกัดข้อกำหนดบน (USL) ขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง (LSL) และ ค่าเฉลี่ยเป้าหมาย จำแนกตามลักษณะคุณภาพ ของผลิตภัณฑ์ G

ลักษณะคุณภาพ	USL	LSL	ค่าเฉลี่ยเป้าหมาย
น้ำหนักชิ้นงาน (กรัม)	42	40	41
เส้นผ่านศูนย์กลางในฝา (มิลลิเมตร)	191	192	191.5

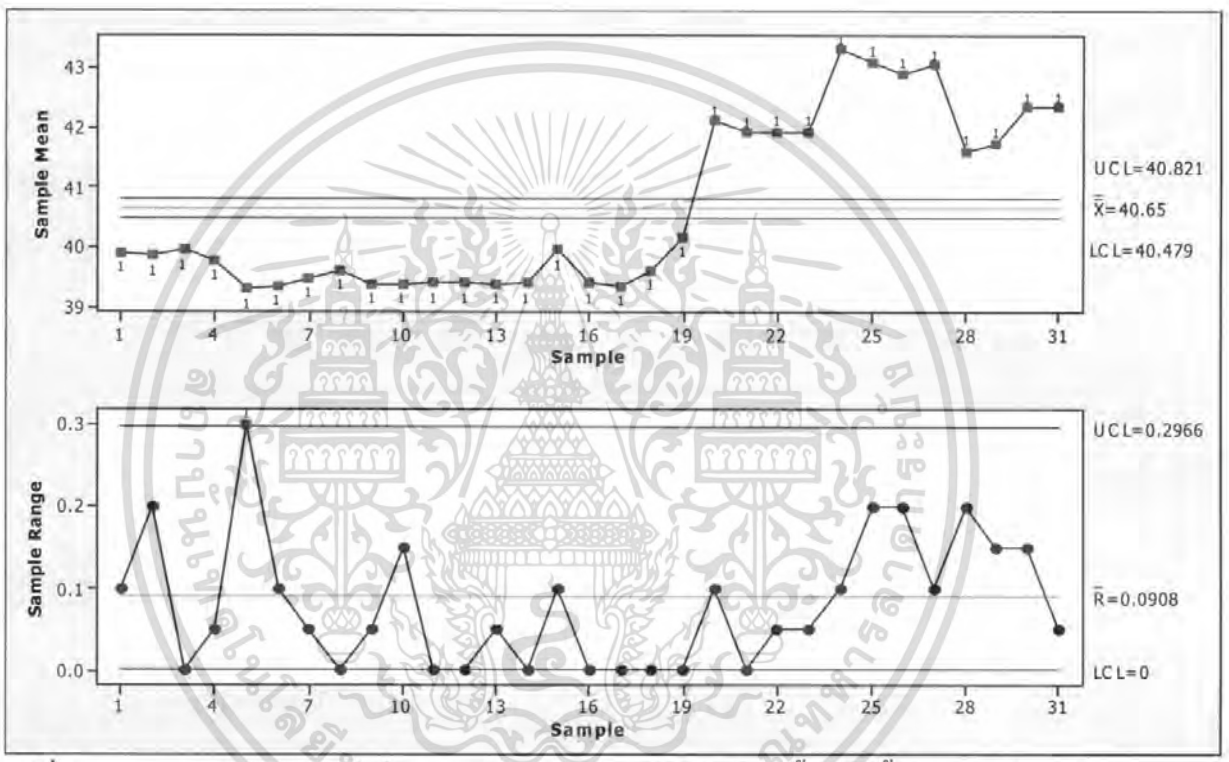
4.7.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของน้ำหนักชิ้นงานของ ผลิตภัณฑ์ G



รูปที่ 4.122 แสดง Histogram ของน้ำหนักชิ้นงาน 31 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ G

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.122 จะพบว่าข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบปกติ (p-value <0.005 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05) จึงทำการแปลงข้อมูลด้วยวิธีการต่างๆ ผลที่ได้ยังสรุปว่าข้อมูลยังไม่มีการแจกแจงแบบปกติ และเมื่อพิจารณารูปร่างของข้อมูลพบว่าค่อนข้างไม่มีความสมมาตร แต่เมื่อพิจารณารูปแบบการแจกแจงพบว่าข้อมูลมีการแจกแจงใกล้เคียงแบบ weibull ที่ p-value < 0.01 ดังนั้นผลการวิเคราะห์อาจมีความคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง จึงควรระมัดระวังในการนำไปใช้

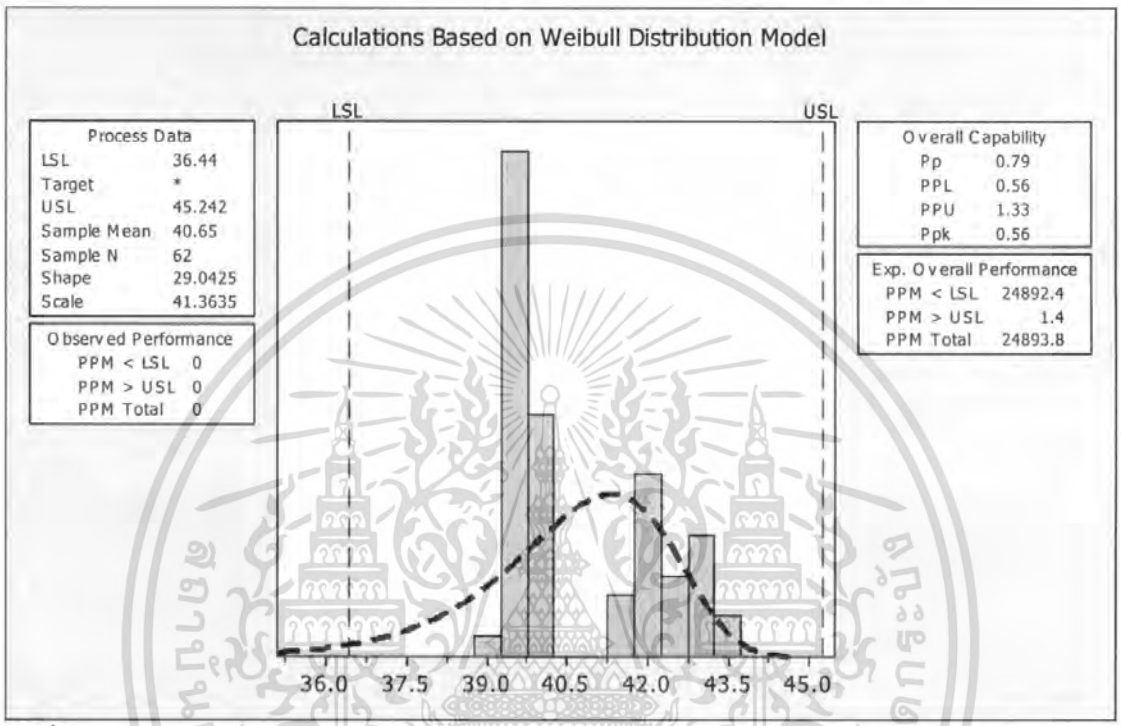


รูปที่ 4.123 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และ แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ของน้ำหนักชิ้นงาน 31 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ G

จากรูปที่ 4.123 พบว่า จากการนำข้อมูลตัวอย่างมาคำนวณค่า UCL ได้เท่ากับ 40.821 กรัม ค่าเฉลี่ยกระบวนการผลิตเท่ากับ 40.65 กรัม และ LCL เท่ากับ 40.479 กรัม จากการพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล พบว่ามีจุดพิกัดอย่างน้อย 1 จุด ตกอยู่นอกขีดจำกัดการควบคุม คือ จุดที่ 1-31 สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย จากข้อมูลตัวอย่างคำนวณค่า UCL ได้เท่ากับ 0.2966 กรัม ค่าเฉลี่ยพิสัยของกระบวนการผลิต เท่ากับ 0.0908 กรัม และ LCLเท่ากับ 0 และเมื่อพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล พบว่า มีจุดพิกัดอย่างน้อย 1 จุด ตกอยู่นอกขีดจำกัดการควบคุม คือ จุดที่ 5 และ มีจุดพิกัด 2 ใน 3 จุดต่อเนื่องกันตกอยู่นอกเส้น 2σ แต่ยังคงอยู่ในขีดจำกัดการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ควบคุม คือ จุดที่ 11-13 17-19 จากการที่พบจุดผิดปกติในแผนภูมิควบคุม นั่นแสดงว่ากระบวนการผลิตไม่อยู่ภายใต้การควบคุม

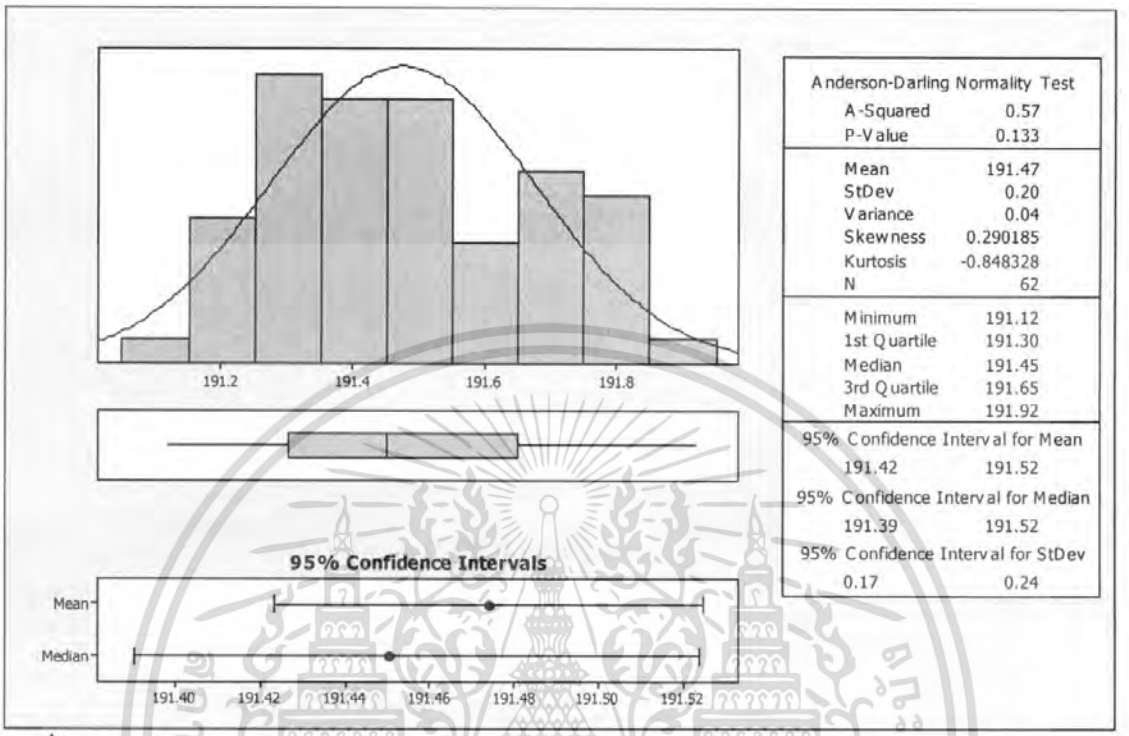


รูปที่ 4.124 แสดงความสามารถของกระบวนการผลิต ขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง ของน้ำหนักชิ้นงาน 31 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ G

จากการที่ข้อมูลไม่มีรูปการแจกแจงแบบปกติ(รูปที่4.122) จึงได้ทำการแปลงข้อมูล แต่ยังให้ผลที่ไม่ดีขึ้นกว่าเดิม และจากรูปร่างข้อมูลที่มีลักษณะไม่สมมาตร แต่มีการแจกแจงใกล้เคียงกับแบบ weibull ดังได้สรุปผลไปแล้วตอนต้น ดังนั้นพอที่จะใช้ค่า P_{pk} ชี้วัดค่าความสามารถของกระบวนการผลิตได้ ซึ่งจากรูป 4.124 พบว่า P_{pk} มีค่าเท่ากับ 0.56 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 1.00 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะยาวอยู่ในระดับไม่ดีนัก และค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด มีค่าเป็นร้อยละ 2.48 นั่นคือ มีการผลิตสินค้าเสียในปริมาณที่ไม่มากนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

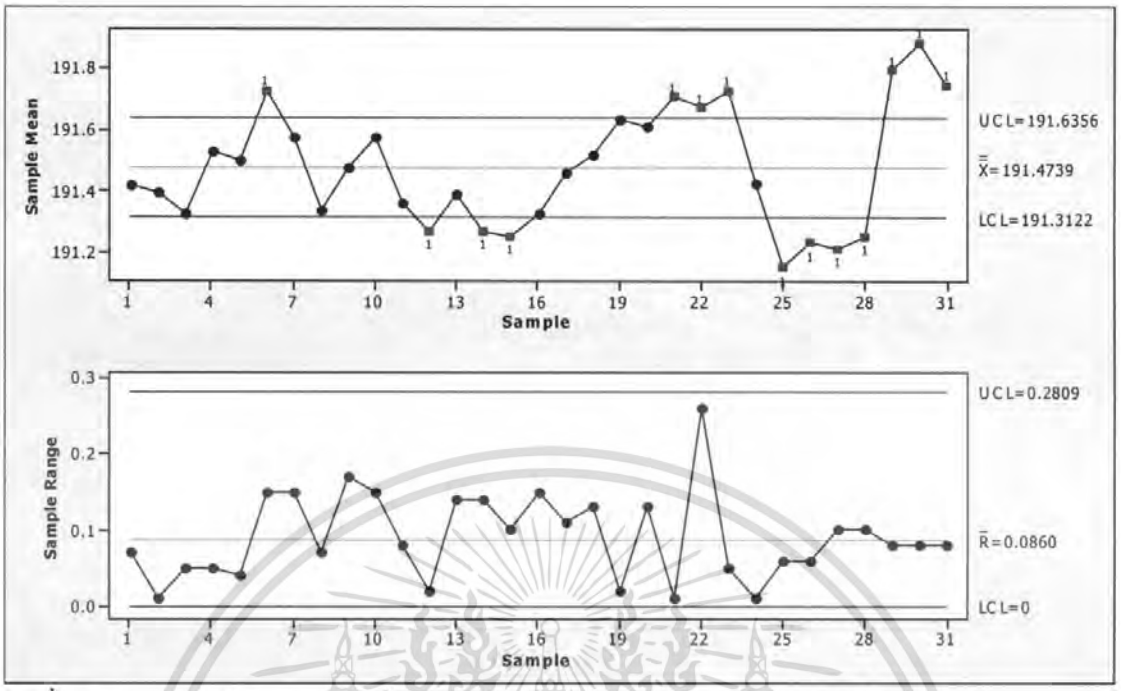
4.7.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของเส้นผ่านศูนย์กลางในฝาของ ผลิตภัณฑ์ G



รูปที่ 4.125 แสดง Histogram ของเส้นผ่านศูนย์กลางในฝา 31 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ G

จากรูปที่ 4.125 พบว่าข้อมูลมีการแจงแจงแบบปกติ (p-value=0.133ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05) ซึ่งเป็นไปตามข้อสมมติของการใช้แผนภูมิควบคุม จึงสามารถที่จะนำข้อมูลชุดนี้ไปสร้างแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ได้ดังรูปที่ 4.126

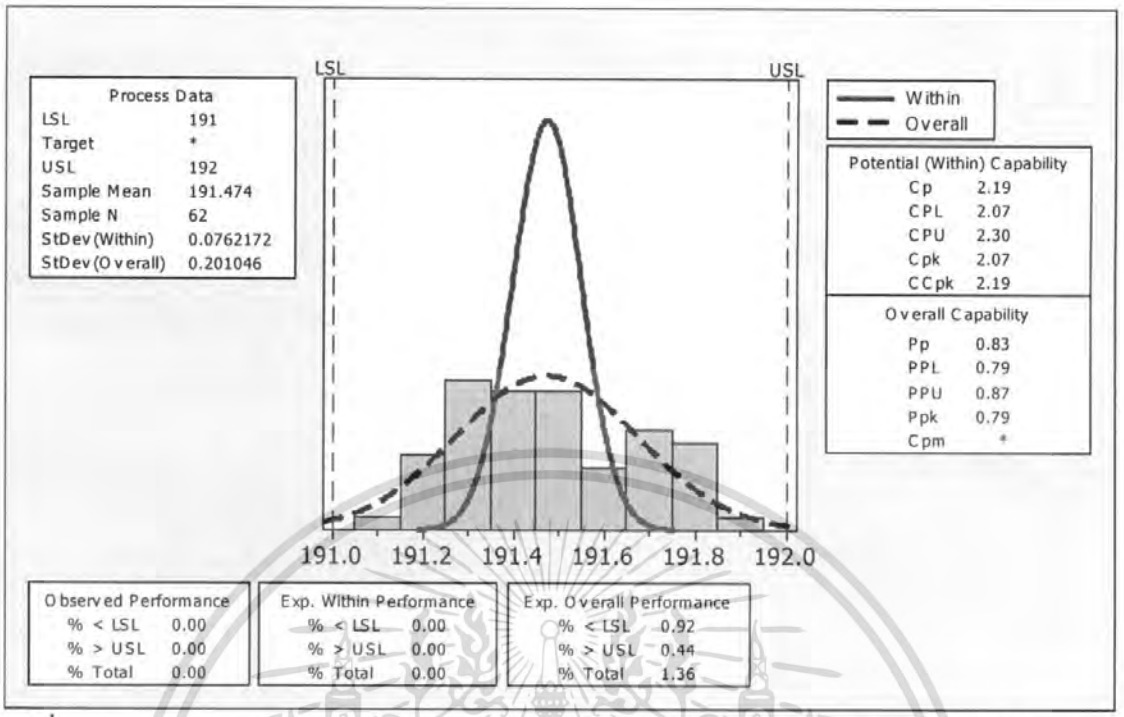
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.126 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย เส้นผ่านศูนย์กลางในฝา 31 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ G

จากรูปที่ 4.126 พบว่า จากการนำข้อมูลมาคำนวณจะได้ค่า UCL เท่ากับ 191.6356 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยกระบวนการผลิตเท่ากับ 191.4739 มิลลิเมตร และ LCL เท่ากับ 191.3122 มิลลิเมตร จากการพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูลพบว่า มีจุดพิกัดอย่างน้อย 1 จุด ตกอยู่นอกขีดจำกัดการควบคุม คือจุดที่ 6 12 14-15 21-23 และ 25-31 และมีจุดพิกัด 2 ใน 3 จุดที่ต่อเนื่องกันตกอยู่นอกเส้น 2σ แต่ยังคงอยู่ในขีดจำกัดการควบคุม คือจุด 18-20 สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย คำนวณได้ค่า UCL เท่ากับ 0.2809 มิลลิเมตร มีค่าเฉลี่ยพิสัยของกระบวนการผลิตเท่ากับ 0.0860 มิลลิเมตร และ LCL เท่ากับ 0 และเมื่อพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูลพบว่าไม่มีจุดที่แสดงความผิดปกติ จากการที่พบจุดผิดปกติในแผนภูมิควบคุม นั่นแสดงว่ากระบวนการผลิตไม่อยู่ภายใต้การควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.127 แสดงความสามารถของกระบวนการผลิต ขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง ของเส้นผ่านศูนย์กลางในฝา 31 ค่าสุดท้าย ของผลิตภัณฑ์ G

จากรูปที่ 4.127 พบว่า C_{pk} มีค่าเท่ากับ 2.07 ซึ่งมีค่ามากกว่า 1.00 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะสั้นอยู่ในระดับดีมาก และค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนดได้ร้อยละ 0 นั่นคือไม่มีการผลิตสินค้าเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อการศึกษาการควบคุมผลิตภัณฑ์บรรจุภัณฑ์พลาสติก ของบริษัท กรุงไทยพลาสแพค จำกัด จังหวัดสมุทรปราการ โดยเก็บรวบรวมข้อมูลกับ 7 ผลิตภัณฑ์ และวัดตัวแปรลักษณะคุณภาพ 32 ลักษณะ รวมระยะเวลา 8 เดือน ตั้งแต่ เดือนพฤษภาคม- ธันวาคม พ.ศ 2550 แล้วนำข้อมูลที่ได้ นำมาวิเคราะห์โดยสร้างแผนภูมิควบคุมได้แก่ แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$ - Chart) แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย (R – Chart) รวมทั้งหาค่าความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น (C_{pk}) ความสามารถของกระบวนการผลิตระยะยาว (P_{pk}) และร้อยละของข้อมูลที่ตกออกนอกขีดจำกัดข้อกำหนด (ร้อยละของเสีย) โดยนำโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ MINITAB 14 มาช่วยในการประมวลผล

5.1 สรุปผลการวิจัย

1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลิตภัณฑ์ A เป็นดังนี้

1.1 น้ำหนักของชิ้นงานใช้ข้อมูลจำนวน 34 ค่าสุดท้าย จากการพิจารณาการกระจายตัวของข้อมูลในแผนภูมิควบคุมพบจุดผิดปกติเฉพาะในแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ซึ่งมีค่าความสามารถของกระบวนผลิตในระยะสั้น(C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 1.19 ส่วนค่าความสามารถกระบวนการผลิตในระยะยาว (P_{pk}) มีค่าเท่ากับ 1.08 ซึ่งค่าที่ได้กล่าวมาถือว่าความสามารถของกระบวนการผลิตน้ำหนักชิ้นงานอยู่ในระดับดี จะสังเกตจากร้อยละของเสีย (ร้อยละผลิตภัณฑ์ที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนด) มีค่าเท่ากับ 0.00 นั่นคือไม่มีของเสียเลย เมื่อจัดอันดับตามร้อยละของเสียจะพบว่ามีการผลิตของเสียมากเป็นอันดับที่ 5

1.2 เส้นผ่านศูนย์กลางขอบปากใช้ข้อมูลจำนวน 34 ค่าสุดท้าย จากการพิจารณาการกระจายตัวของข้อมูลพบจุดผิดปกติ ทั้งในแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ค่า P_{pk} เท่ากับ 0.39 ซึ่งถือว่าความสามารถกระบวนการผลิตในระยะยาวอยู่ในระดับไม่ดี จะสังเกตได้จากร้อยละของเสีย ที่มีค่าเท่ากับ 20.20 ซึ่งถืออยู่ในปริมาณมาก เมื่อจัดอันดับตามร้อยละของเสียจะพบว่ามีการผลิตของเสียมากเป็นอันดับที่ 1

1.3 ความหนา-บาง จุดที่ 1ใช้ข้อมูลจำนวน 34 ค่าสุดท้าย ผลการวิเคราะห์เป็นดังนี้

1.3.1 ค่าที่ 1 จากการพิจารณาการกระจายตัวของข้อมูลไม่พบจุดผิดปกติ ทั้งในของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยและเนื่องจากบริษัทไม่ได้กำหนดขีดจำกัด ซึ่งมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อกำหนดบน(USL) และขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง(LSL) จึงคำนวณหาค่า USL จะได้ค่าเท่ากับ 1.1712615 มิลลิเมตร และค่า LSL เท่ากับ 0.4832985 มิลลิเมตร เมื่อนำค่าดังกล่าวมาคำนวณค่า C_{pk} มีค่าเท่ากับ 1.17 ส่วนค่า P_{pk} มีค่าเท่ากับ 1.25 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะสั้นและระยะยาวอยู่ในระดับดี และค่าร้อยละของเสีย มีค่าเท่ากับ 0.02 ซึ่งปริมาณน้อยมากสอดคล้องตามค่าความสามารถกระบวนการผลิต เมื่อจัดอันดับตามร้อยละของเสียจะพบว่ามีการผลิต ของเสียมากเป็นอันดับที่ 3

1.3.2 ค่าที่ 2 จากการพิจารณาการกระจายตัวของข้อมูลพบจุดผิดปกติ ในแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย เนื่องจากบริษัทไม่ได้กำหนด USL และ LSL จึงคำนวณหาค่า USL จะได้ค่าเท่ากับ 3.20512 และ LSL เท่ากับ 1.464681 มิลลิเมตร (เป็นค่าที่ได้จากการแปลงโดยฟังก์ชัน exp) เมื่อนำค่าดังกล่าวมาคำนวณค่า C_{pk} มีค่าเท่ากับ 1.68 ส่วนค่า P_{pk} เท่ากับ 1.27 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะสั้นและระยะยาวอยู่ในระดับดี และค่าร้อยละของเสีย มีค่าเท่ากับ 0.00 ซึ่งไม่มีการผลิตของเสียสอดคล้องตามค่าความสามารถกระบวนการผลิตเมื่อจัดอันดับตามร้อยละของเสียจะพบว่ามีการผลิตของเสียมากเป็นอันดับที่ 5

1.4 ความหนา-บาง จุดที่ 2 ใช้ข้อมูลจำนวน34 ค่าสุดท้าย ผลการวิเคราะห์เป็นดังนี้

1.4.1 ค่าที่ 1 จากการพิจารณาการกระจายตัวของข้อมูลพบจุดผิดปกติ ทั้งในแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย เนื่องจากบริษัทไม่ได้กำหนด USL และ LSL จึงคำนวณหาค่า USL จะได้ค่าเท่ากับ 1.145391 มิลลิเมตรและค่า LSL เท่ากับ 0.443949 มิลลิเมตร เมื่อนำค่าดังกล่าวมาคำนวณค่า C_{pk} มีค่าเท่ากับ 1.26 ส่วนค่า P_{pk} เท่ากับ 1.09 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะสั้นและระยะยาวอยู่ในระดับดีและร้อยละของเสีย มีค่าเท่ากับ 0.01 ซึ่งปริมาณน้อยมากสอดคล้องตามค่าความสามารถกระบวนการผลิต เมื่อจัดอันดับตามร้อยละของเสียจะพบว่ามีการผลิตของเสียมากเป็นอันดับที่ 4

1.4.2 ค่าที่ 2 จากการพิจารณาการกระจายตัวของข้อมูลไม่พบจุดผิดปกติ ทั้งในแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย เนื่องจากบริษัทไม่ได้กำหนด USL และ LSL จึงคำนวณหาค่า USL จะได้ค่าเท่ากับ 1.11989 มิลลิเมตร และค่า LSL เท่ากับ 0.535113 มิลลิเมตร เมื่อนำค่าดังกล่าวมาคำนวณค่า C_{pk} มีค่าเท่ากับ 1.12 ส่วนค่า P_{pk} เท่ากับ 1.04 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะสั้นและระยะยาวอยู่ในระดับดีและค่าร้อยละของเสียมีค่าเท่ากับ 0.04 ซึ่งปริมาณน้อยมากสอดคล้องตามค่าความสามารถกระบวนการผลิต เมื่อจัดอันดับตามร้อยละของเสียจะพบว่ามีการผลิตของเสียมากเป็นอันดับที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ความหนา-บาง จุดที่ 3 ใช้ข้อมูลจำนวน 34 ค่าสุดท้าย

1.5.1 ค่าที่ 1 จากการพิจารณาการกระจายตัวของข้อมูลพบจุดผิดปกติ ในแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย เนื่องจากทางบริษัทไม่ได้กำหนดค่า USL และ LSL จึงคำนวณหาค่า USL จะได้ค่าเท่ากับ 1.28916 มิลลิเมตร และค่า LSL เท่ากับ 0.374896 มิลลิเมตร เมื่อนำค่าดังกล่าวมาคำนวณค่า P_{pk} ไม่สามารถหาค่าได้ และไม่สามารถหาค่าร้อยละของเสียได้

1.5.2 ค่าที่ 2 จากการพิจารณาการกระจายตัวของข้อมูลพบจุดผิดปกติ ทั้งในแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย เนื่องจากบริษัทไม่ได้กำหนด USL และ LSL จึงคำนวณหาค่า USL จะได้ค่าเท่ากับ 1.3425024 มิลลิเมตร และค่า LSL เท่ากับ 0.4107576 มิลลิเมตร เมื่อนำค่าดังกล่าวมาคำนวณค่า C_{pk} มีค่าเท่ากับ 1.50 ส่วนค่า P_{pk} มีค่าเท่ากับ 1.42 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะสั้นและระยะยาวอยู่ในระดับดี และร้อยละของเสีย มีค่าเท่ากับ 0.00 ซึ่งไม่มีการผลิตของเสีย สอดคล้องตามค่าความสามารถกระบวนการผลิต เมื่อจัดอันดับตามร้อยละของเสียจะพบว่ามีการผลิตของเสียมากเป็นอันดับที่ 5

2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลิตภัณฑ์ B เป็นดังนี้

2.1 น้ำหนักชิ้นงาน ใช้ข้อมูลจำนวน 30 ค่าสุดท้าย จากการพิจารณาการกระจายตัวของข้อมูลพบจุดผิดปกติ ในแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และค่า C_{pk} มีค่าเท่ากับ 0 ส่วนค่า P_{pk} มีค่าเท่ากับ -0.01 ซึ่งค่าที่ได้กล่าวมาถือว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะสั้นและระยะยาวอยู่ในระดับไม่ดี จะสังเกตจากร้อยละของเสีย มีค่าเท่ากับ 50.59 มีปริมาณที่มาก เมื่อจัดอันดับตามร้อยละของเสียจะพบว่ามีการผลิตของเสียมากเป็นอันดับที่ 2

2.2 เส้นผ่านศูนย์กลางเขี้ยวล็อค ใช้ข้อมูลจำนวน 30 ค่าสุดท้าย จากการพิจารณาการกระจายตัวของข้อมูลพบจุดผิดปกติ ในแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และค่า P_{pk} มีค่าเท่ากับ -0.02 ซึ่งค่าที่ได้กล่าวมาถือว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะยาวอยู่ในระดับไม่ดี และจะสังเกตจากร้อยละของเสีย มีค่าเท่ากับ 56.78 มีปริมาณที่มาก เมื่อจัดอันดับตามร้อยละของเสียจะพบว่ามีการผลิตของเสียมากเป็นอันดับที่ 1

3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลิตภัณฑ์ C เป็นดังนี้

3.1 น้ำหนักชิ้นงาน ใช้ข้อมูลจำนวน 22 ค่าสุดท้าย จากการพิจารณาการกระจายตัวของข้อมูลพบจุดผิดปกติทั้งในแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย เมื่อนำค่าดังกล่าวมาคำนวณค่า P_{pk} มีค่าเท่ากับ 0.31 ซึ่งค่าที่ได้กล่าวมาถือว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะยาวอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในระดับไม่ดี จะสังเกตจากร้อยละของเสียมีค่าเท่ากับ 18.04 มีปริมาณมากพอสมควร เมื่อจัดอันดับตามร้อยละของเสียจะพบว่ามีการผลิตของเสียมากเป็นอันดับที่ 6

3.2 เส้นผ่านศูนย์กลางชิ้นงานใช้ข้อมูลจำนวน 22 ค่าสุดท้าย จากการพิจารณาการกระจายตัวของข้อมูลพบจุดผิดปกติในและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย เมื่อนำค่าดังกล่าวมาคำนวณค่า C_{pk} มีค่าเท่ากับ 0.33 ส่วนค่า P_{pk} มีค่าเท่ากับ 0.31 ซึ่งค่าที่ได้กล่าวมาถือว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะสั้นและระยะยาวอยู่ในระดับไม่ดี จะสังเกตจากร้อยละของเสียนั้น มีค่าเท่ากับ 20.61 มีปริมาณมากพอสมควร เมื่อจัดอันดับตามร้อยละของเสียจะพบว่ามีการผลิตของเสียมาก เป็นอันดับที่ 5

3.3 เส้นผ่านศูนย์กลางเกลียว ใช้ข้อมูลจำนวน 22 ค่าสุดท้าย จากการพิจารณาการกระจายตัวของข้อมูลพบจุดผิดปกติ ทั้งในแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ส่วนค่า C_{pk} มีค่าเท่ากับ -0.36 และค่า P_{pk} มีค่าเท่ากับ -0.28 ซึ่งค่าที่ได้กล่าวมาถือว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะยาวอยู่ในระดับไม่ดี จะสังเกตจากร้อยละของเสีย มีค่าเท่ากับ 86.31 ซึ่งถือว่ามีปริมาณมาก เมื่อจัดอันดับตามร้อยละของเสียพบว่ามีการผลิตของเสียมากเป็นอันดับที่ 2

3.4 เส้นผ่านศูนย์กลางขอบปาก ใช้ข้อมูลจำนวน 22 ค่าสุดท้าย จากการพิจารณาการกระจายตัวของข้อมูลพบจุดผิดปกติ ในแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ส่วนค่า P_{pk} มีค่าเท่ากับ -0.31 ซึ่งค่าที่ได้กล่าวมาถือว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะยาวอยู่ในระดับไม่ดี จะสังเกตจาก ร้อยละของเสีย มีค่าเท่ากับ 89.64 ซึ่งถือว่า มีปริมาณมาก เมื่อจัดอันดับตามร้อยละของเสียจะพบว่ามีการผลิตของเสียมากเป็นอันดับที่ 1

3.5 ความสูงรวม ใช้ข้อมูลจำนวน 22 ค่าสุดท้าย จากการพิจารณาการกระจายตัวของข้อมูลพบจุดผิดปกติ ทั้งในแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ส่วนค่า C_{pk} มีค่าเท่ากับ -0.02 และค่า P_{pk} มีค่าเท่ากับ -0.01 ซึ่งค่าที่ได้กล่าวมาถือว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะสั้นและระยะยาวอยู่ในระดับไม่ดี จะสังเกตจากร้อยละของเสีย มีค่าเท่ากับ 51.81 ซึ่งถือว่า มีปริมาณมาก เมื่อจัดอันดับตามร้อยละของเสียจะพบว่ามีการผลิตของเสียมากเป็นอันดับที่ 3

3.6 ความสูงคอ ค่าที่ 1 ใช้ข้อมูลจำนวน 22 ค่าสุดท้าย จากการพิจารณาการกระจายตัวของข้อมูลพบจุดผิดปกติในและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ส่วนค่า P_{pk} มีค่าเท่ากับ -0.08 ซึ่งค่าที่ได้กล่าวมาถือว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะยาวอยู่ในระดับไม่ดี ไม่สามารถหาค่าร้อยละได้ เนื่องจากข้อมูลมีการแปลงค่าให้เป็นการแจกแจงปกติ

3.7 ความสูงคอ ค่าที่ 2 ใช้ข้อมูลจำนวน 22 ค่าสุดท้าย จากการพิจารณาการกระจายตัวของข้อมูลพบจุดผิดปกติ ในแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ส่วนค่า P_{pk} มีค่าเท่ากับ -0.14 ซึ่งค่าที่ได้กล่าวมาถือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะยาวอยู่ในระดับไม่ดีนั้น ซึ่งไม่สามารถหาค่าร้อยละได้ เนื่องจากข้อมูลมีการแปลงค่าให้เป็นการแจกแจงปกติ

3.8 ความกว้าง Label ใช้ข้อมูลจำนวน 22 ค่าสุดท้าย จากการพิจารณาการกระจายตัวของข้อมูลพบจุดผิดปกติ ในแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ส่วนค่า P_{pk} มีค่าเท่ากับ 0.19 ซึ่งค่าที่ได้กล่าวมาถือว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะยาวอยู่ในระดับไม่ดี จะสังเกตจากร้อยละของเสีย มีค่าเท่ากับ 32.16 ซึ่งถือว่า มีปริมาณมาก เมื่อจัดอันดับตามร้อยละของเสียจะพบว่ามีการผลิตของเสียมากเป็นอันดับที่ 4

3.9 ความหนา-บาง ใช้ข้อมูลจำนวน 22 ค่าสุดท้าย

3.9.1 จุดที่ 1 จากการพิจารณาการกระจายตัวของข้อมูลพบจุดผิดปกติ ทั้งในแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย เนื่องจากบริษัทไม่ได้กำหนด USL และ LSL จึงคำนวณหาค่า USL จะได้ค่าเท่ากับ 1.662374 มิลลิเมตรและค่า LSL เท่ากับ 0.285026 มิลลิเมตร เมื่อนำค่าดังกล่าวมาคำนวณค่า P_{pk} มีค่าเท่ากับ 1.21 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะยาวอยู่ในระดับดี และค่าร้อยละของเสีย มีค่าเท่ากับ 0.01 ซึ่งปริมาณน้อยมากสอดคล้องตามค่าความสามารถกระบวนการผลิต เมื่อจัดอันดับตามร้อยละของเสียจะพบว่ามีการผลิตของเสียมากเป็นอันดับที่ 7

3.9.2 จุดที่ 2 จากการพิจารณาการกระจายตัวของข้อมูลพบจุดผิดปกติ ในแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย เนื่องจากบริษัทไม่ได้กำหนด USL และ LSL จึงคำนวณหาค่า USL จะได้ค่าเท่ากับ 1.622907 มิลลิเมตร และค่า LSL เท่ากับ 0.591093 มิลลิเมตร เมื่อนำค่าดังกล่าวมาคำนวณค่า C_{pk} มีค่าเท่ากับ 1.85 ส่วนค่า P_{pk} มีค่าเท่ากับ 0.77 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะสั้นและระยะยาวอยู่ในระดับดี และค่าร้อยละของเสีย มีค่าเท่ากับ 0.00 ซึ่งไม่มีการผลิตของเสียสอดคล้องตามค่าความสามารถกระบวนการผลิต และเมื่อจัดอันดับตามร้อยละของเสียจะพบว่ามีการผลิตของเสียมากเป็นอันดับที่ 8

4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลิตภัณฑ์ D เป็นดังนี้

4.1 น้ำหนักชิ้นงาน ใช้ข้อมูลจำนวน 36 ค่าสุดท้าย จากการพิจารณาการกระจายตัวของข้อมูลพบจุดผิดปกติ ทั้งในแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ส่วนค่า P_{pk} มีค่าเท่ากับ 0.10 ซึ่งค่าที่ได้กล่าวมาถือว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะยาวอยู่ในระดับไม่ดี ไม่สามารถหาค่าร้อยละของเสียได้

4.2 ความหนา-บาง จุดที่ 1 ใช้ข้อมูลจำนวน 36 ค่าสุดท้าย จากการพิจารณาการกระจายตัวของข้อมูลไม่พบจุดผิดปกติ ทั้งในแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย เนื่องจากบริษัท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่ได้กำหนด USL และ LSL จึงคำนวณหาค่า USL จะได้ค่าเท่ากับ 1.564401 มิลลิเมตร และค่า LSL เท่ากับ 0.687399 มิลลิเมตร เมื่อนำค่าดังกล่าวมาคำนวณค่า C_{pk} มีค่าเท่ากับ 1.85 และค่า P_{pk} มีค่าเท่ากับ 0.93 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะสั้นอยู่ในระดับดี และในระยะยาวอยู่ในระดับเกือบดี และค่าร้อยละของเสีย มีค่าเท่ากับ 0.01 ซึ่งมีการผลิตของเสียน้อยมาก ซึ่งสอดคล้องตามค่าความสามารถกระบวนการผลิต เมื่อจัดอันดับตามร้อยละของเสียจะพบว่ามีการผลิตของเสียมากเป็นอันดับที่ 1

4.3 ความหนา-บาง จุดที่ 2 ใช้ข้อมูลจำนวน 36 ค่าสุดท้าย จากการพิจารณาการกระจายตัวของข้อมูลพบจุดที่แสดงความผิดปกติทั้งในแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย เนื่องจากบริษัทไม่ได้กำหนด USL และ LSL จึงคำนวณหาค่า USL จะได้ค่าเท่ากับ 1.63756 มิลลิเมตร และค่า LSL เท่ากับ 0.884244 มิลลิเมตร เมื่อนำค่าดังกล่าวมาคำนวณค่า P_{pk} มีค่าเท่ากับ 0.94 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะยาวอยู่ในระดับเกือบดี ไม่สามารถหาค่าร้อยละของเสียได้

5. ผลการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ E เป็นดังนี้

5.1 น้ำหนักชิ้นงาน ใช้ข้อมูลจำนวน 24 ค่าสุดท้าย จากการพิจารณาการกระจายตัวของข้อมูลพบจุดผิดปกติ ในแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ส่วนค่า C_{pk} มีค่าเท่ากับ 2.20 และ ค่า P_{pk} มีค่าเท่ากับ 2.02 ซึ่งค่าที่ได้กล่าวมาถือว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะสั้นและระยะยาวอยู่ในระดับดี สังเกตได้จากค่าร้อยละของเสีย มีค่าเท่ากับ 0.00 ซึ่งถือว่าไม่มีการผลิตของเสีย เมื่อจัดอันดับตามร้อยละของเสียจะพบว่ามีการผลิตของเสียมากเป็นอันดับที่ 5

5.2 ความยาวชิ้นงาน ใช้ข้อมูลจำนวน 24 ค่าสุดท้ายและจากการพิจารณาการกระจายตัวของข้อมูลพบจุดผิดปกติ ทั้งในแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ส่วนค่า P_{pk} มีค่าเท่ากับ 4.03 ซึ่งค่าที่ได้กล่าวมาถือว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะยาวอยู่ในระดับดี สังเกตได้จากค่าร้อยละของเสีย มีค่าเท่ากับ 0.00 ซึ่งถือว่าไม่มีการผลิตของเสีย เมื่อจัดอันดับตามร้อยละของเสียจะพบว่ามีการผลิตของเสียมากเป็นอันดับที่ 5

5.3 ความกว้างร่องหู ใช้ข้อมูลจำนวน 24 ค่าสุดท้าย

5.3.1 จุดที่ 1 จากการพิจารณาการกระจายตัวของข้อมูลพบจุดผิดปกติ ในแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ส่วนค่า C_{pk} มีค่าเท่ากับ 0.75 และค่า P_{pk} มีค่าเท่ากับ 0.62 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะสั้นและระยะยาวอยู่ในระดับไม่ดี และร้อยละของเสีย มีค่าเท่ากับ 1.24 ซึ่งมีปริมาณน้อยมาก เมื่อจัดอันดับตามร้อยละของเสียจะพบว่ามีการผลิตของเสียมากเป็นอันดับที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3.2 จุดที่ 2 จากการพิจารณาการกระจายตัวของข้อมูลพบจุดผิดปกติ ในแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ส่วนค่าดังกล่าวมาคำนวณค่า P_{pk} มีค่าเท่ากับ 0.50 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะยาวอยู่ในระดับไม่ดีและค่าร้อยละของเสียมีค่าเท่ากับ 11.69 มีปริมาณมากพอสมควร เมื่อจัดอันดับตามร้อยละของเสียจะพบว่ามีการผลิตของเสียมากเป็นอันดับที่ 3

5.4 เส้นผ่านศูนย์กลางร่องประกอบหู ใช้ข้อมูลจำนวน 24 ค่าสุดท้าย

5.4.1 จุดที่ 1 จากการพิจารณาการกระจายตัวของข้อมูลพบจุดผิดปกติ ทั้งในแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ส่วนค่า C_{pk} มีค่าเท่ากับ -0.61 และ P_{pk} มีค่าเท่ากับ -0.49 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะสั้นและระยะยาวอยู่ในระดับไม่ดี และค่าร้อยละของเสีย มีค่าเท่ากับ 96.61 ซึ่งมีปริมาณมาก เมื่อจัดอันดับตามร้อยละของเสียพบว่ามีการผลิตของเสียมากเป็นอันดับที่ 2

5.4.2 จุดที่ 2 จากการพิจารณาการกระจายตัวของข้อมูลพบจุดผิดปกติ ในแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ส่วนค่า C_{pk} มีค่าเท่ากับ -0.73 และ ค่า P_{pk} มีค่าเท่ากับ -0.61 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะสั้นและระยะยาวอยู่ในระดับไม่ดี และค่าร้อยละของเสีย มีค่าเท่ากับ 98.56 ซึ่งมีปริมาณมาก เมื่อจัดอันดับตามร้อยละของเสียจะพบว่ามีการผลิตของเสียมากเป็นอันดับที่ 1

6. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลิตภัณฑ์ F เป็นดังนี้

6.1 น้ำหนักชิ้นงาน ใช้ข้อมูลจำนวน 34 ค่าสุดท้าย จากการพิจารณาการกระจายตัวของข้อมูลพบจุดผิดปกติ ทั้งในแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ส่วนค่า P_{pk} มีค่าเท่ากับ 0.11 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะยาวอยู่ในระดับไม่ดี และค่าร้อยละของเสีย มีค่าเท่ากับ 37.43 ซึ่งมีปริมาณมากเมื่อจัดอันดับตามร้อยละของเสียจะพบว่ามีการผลิตของเสียมากเป็นอันดับที่ 2

6.2 เส้นผ่านศูนย์กลางขอบปาก ใช้ข้อมูลจำนวน 34 ค่าสุดท้าย จากการพิจารณาการกระจายตัวของข้อมูลพบจุดผิดปกติ ทั้งในแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ส่วนค่า C_{pk} มีค่าเท่ากับ -0.37 และค่า P_{pk} มีค่าเท่ากับ -0.19 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะสั้นและระยะยาวอยู่ในระดับไม่ดี และค่าร้อยละของเสีย มีค่าเท่ากับ 86.63 ซึ่งมีปริมาณมาก เมื่อจัดอันดับตามร้อยละของเสียจะพบว่ามีการผลิตของเสียมากเป็นอันดับที่ 1

6.3 เส้นผ่านศูนย์กลางเขี้ยวล็อค ใช้ข้อมูลจำนวน 34 ค่าสุดท้าย จากการพิจารณาการกระจายตัวของข้อมูลพบจุดผิดปกติ ทั้งในแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ส่วนค่า P_{pk} มีค่าเท่ากับ 0.51 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะยาวอยู่ในระดับไม่ดี และค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ร้อยละของเสียมีค่าเท่ากับ 6.33 ซึ่งมีปริมาณน้อยเมื่อจัดอันดับตามร้อยละของเสียจะพบว่ามีการผลิตของเสียมากเป็นอันดับที่ 4

6.4 ความหนา-บาง ใช้ข้อมูลจำนวน 34 ค่าสุดท้าย

6.4.1 จุดที่ 1 จากการพิจารณาการกระจายตัวของข้อมูลพบจุดผิดปกติ ทั้งในแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ส่วนค่า P_{pk} มีค่าเท่ากับ 0.34 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะยาวอยู่ในระดับไม่ดี และค่าร้อยละของเสีย มีค่าเท่ากับ 15.06 ซึ่งมีปริมาณมากพอสมควรเมื่อจัดอันดับตามร้อยละของเสียจะพบว่ามีการผลิตของเสียมากเป็นอันดับที่ 3

6.4.2 จุดที่ 2 จากการพิจารณาการกระจายตัวของข้อมูลพบจุดผิดปกติ ทั้งในแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ส่วนค่า P_{pk} มีค่าเท่ากับ 0.80 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะยาวอยู่ในระดับไม่ดี และค่าร้อยละของเสีย มีค่าเท่ากับ 1.52 ซึ่งมีปริมาณน้อยมาก เมื่อจัดอันดับตามร้อยละของเสียจะพบว่ามีการผลิตของเสียมากเป็นอันดับที่ 5

7. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลิตภัณฑ์ G เป็นดังนี้

7.1 น้ำหนักชิ้นงาน ใช้ข้อมูลจำนวน 31 ค่าสุดท้าย จากการพิจารณาการกระจายตัวของข้อมูลพบจุดผิดปกติ ทั้งในแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ส่วนค่า P_{pk} มีค่าเท่ากับ 0.56 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะยาวอยู่ในระดับไม่ดี และค่าร้อยละของเสีย มีค่าเท่ากับ 2.48 ซึ่งมีปริมาณของเสียน้อยมาก เมื่อจัดอันดับตามร้อยละของเสียจะพบว่ามีการผลิตของเสียมากเป็นอันดับที่ 1

7.2 เส้นผ่านศูนย์กลางในฝา ใช้ข้อมูลจำนวน 31 ค่าสุดท้าย จากการพิจารณาการกระจายตัวของข้อมูลพบจุดผิดปกติ ในแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ส่วนค่า C_{pk} มีค่าเท่ากับ 2.07 ส่วนค่า P_{pk} มีค่าเท่ากับ 0.79 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะสั้นอยู่ในระดับดีแต่ในระยะยาวอยู่ในระดับไม่ดี และค่าร้อยละของเสีย มีค่าเท่ากับ 0.00 ซึ่งไม่มีปริมาณของเสีย เมื่อจัดอันดับตามร้อยละของเสียจะพบว่ามีการผลิตของเสียมากเป็น อันดับที่ 2

สรุปผลทั้งหมดที่กล่าวมาได้ดังตารางที่ 5.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.1 สรุปผลการวิจัย

ผลิตภัณฑ์	ตัวแปรลักษณะคุณภาพ	ผลการตรวจสอบข้อสมมติ	จุดที่ผิดปกติ		C_{pk}	P_{pk}	ร้อยละของเสีย	อันดับ (เรียงตามร้อยละของเสีย)
			($\overline{X}$ - Chart)	(R – Chart)				
1. ผลิตภัณฑ์ A	1.น้ำหนักชิ้นงาน	ไม่เป็น	มี	ไม่มี	1.19	1.08	0.00	5
	2.เส้นผ่านศูนย์กลางขอบปาก	เป็น	มี	มี	-	0.39	20.20	1
	3.ความหนา-บาง จุดที่1							
	-ค่าที่ 1	เป็น	ไม่มี	ไม่มี	1.17	1.25	0.02	3
	-ค่าที่ 2	เป็น	มี	ไม่มี	1.68	1.27	0.00	5
	4.ความหนา-บางจุดที่2							
	-ค่าที่ 1	เป็น	มี	มี	1.26	1.09	0.01	4
	-ค่าที่ 2	เป็น	มี	มี	1.12	1.04	0.04	2
	5.ความหนา-บาง จุดที่3							
	- ค่าที่ 1	เป็น	มี	ไม่มี	-	หาค่าไม่ได้	หาค่าไม่ได้	
	- ค่าที่ 2	เป็น	มี	มี	1.50	1.42	0.00	5
2. ผลิตภัณฑ์ B	1.น้ำหนักชิ้นงาน	ไม่เป็น	มี	ไม่มี	0	-0.01	50.59	2
	2.เส้นผ่านศูนย์กลางเขี้ยวล็อค	เป็น	มี	ไม่มี	-	-0.02	56.78	1
3. ผลิตภัณฑ์ C	1.น้ำหนักชิ้นงาน	เป็น	มี	มี	-	0.31	18.04	6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิตภัณฑ์	ตัวแปรลักษณะคุณภาพ	ผลการตรวจสอบข้อสมมติ	จุดที่ผิดปกติ		C_{pk}	P_{pk}	ร้อยละของเสีย	อันดับ (เรียงตามร้อยละของเสีย)
			($\overline{X}$ - Chart)	(R – Chart)				
	2 เส้นผ่านศูนย์กลางชิ้นงาน	เป็น	ไม่มี	มี	0.33	0.31	20.61	5
	3. เส้นผ่านศูนย์กลางเกลียว	เป็น	มี	ไม่มี	-0.36	-0.28	86.31	2
	4.เส้นผ่านศูนย์กลางขอบปาก	เป็น	มี	ไม่มี	-	-0.31	89.64	1
	5. ความสูงรวม	เป็น	มี	มี	-0.02	-0.01	51.81	3
	6. ความสูงคอ - ค่าที่ 1 - ค่าที่ 2	 เป็น เป็น	 ไม่มี ไม่มี	 มี มี	 - -	 -0.08 -0.14	 หาค่าไม่ได้ หาค่าไม่ได้	
	7. ความกว้าง Label	เป็น	มี	ไม่มี	-	0.19	32.16	4
	8. ความหนา-บาง - จุดที่ 1 - จุดที่ 2	 ไม่เป็น เป็น	 มี มี	 มี ไม่มี	 - 1.85	 1.21 0.77	 0.01 0.00	 7 8
4. ผลิตภัณฑ์ D	1.น้ำหนักชิ้นงาน	เป็น	มี	มี	-	0.10	หาค่าไม่ได้	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิตภัณฑ์	ตัวแปรลักษณะคุณภาพ	ผลการตรวจสอบข้อสมมติ	จุดที่ผิดปกติ		C_{pk}	P_{pk}	ร้อยละของเสีย	อันดับ (เรียงตามร้อยละของเสีย)
			($\overline{X}$ - Chart)	(R – Chart)				
	2.ความหนา-บาง จุดที่ 1	เป็น	มี	มี	1.85	0.93	0.01	1
	3.ความหนา-บาง จุดที่ 2	เป็น	มี	มี	-	0.94	หาค่าไม่ได้	
5. ผลิตภัณฑ์ E	1. น้ำหนักชิ้นงาน	ไม่เป็น	มี	ไม่มี	2.20	2.02	0.00	5
	2. ความยาวชิ้นงาน	ไม่เป็น	มี	มี	-	4.03	0.00	5
	3. ความกว้างร่องหู - จุดที่ 1 - จุดที่ 2	 ไม่เป็น ไม่เป็น	 มี มี	 ไม่มี ไม่มี	 0.75 -	 0.62 0.50	 1.24 11.69	 4 3
	4. เส้นผ่านศูนย์กลางร่องประกอบหู - จุดที่ 1 - จุดที่ 2	 ไม่เป็น เป็น	 มี มี	 มี ไม่มี	 -0.61 -0.73	 -0.49 -0.61	 96.61 98.56	 2 1
6. ผลิตภัณฑ์ F	1. น้ำหนักชิ้นงาน	เป็น	มี	มี	-	0.11	37.43	2
	2. เส้นผ่านศูนย์กลางขอบปาก	เป็น	มี	มี	0.37	-0.19	86.63	1
	3. เส้นผ่านศูนย์กลางเขี้ยวล็อค	เป็น	มี	มี	-	0.51	6.33	4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิตภัณฑ์	ตัวแปรลักษณะคุณภาพ	ผลการตรวจสอบข้อสมมติ	จุดที่ผิดปกติ		C_{pk}	P_{pk}	ร้อยละของเสีย	อันดับ (เรียงตามร้อยละของเสีย)
			($\overline{X}$ - Chart)	(R – Chart)				
	4. ความหนา – บาง							
	-จุดที่ 1	ไม่เป็น	มี	มี	-	0.34	15.06	3
	-จุดที่ 2	เป็น	มี	มี	-	0.80	1.52	5
7. ผลิตภัณฑ์ G	1. น้ำหนักชิ้นงาน	ไม่เป็น	มี	มี	-	0.56	2.48	1
	2. เส้นผ่านศูนย์กลางในฝา	เป็น	มี	ไม่มี	2.07	0.79	0.00	2

** หมายเหตุ อันดับเรียงลำดับตามร้อยละของเสียจากมากไปหาน้อย

5.2 ปัญหาที่พบและข้อเสนอแนะ

5.2.1 ปัญหาที่พบ

1. การที่มีข้อมูลตกนอกขอบเขตควบคุม และทางโรงงานบอกได้ว่าเพียงว่าเป็นสาเหตุเนื่องมาจากสภาพแวดล้อมภายนอก ซึ่งก็คือ การเกิดความเสียหายของเครื่องจักร ช่วงเวลาที่เปลี่ยนกะของพนักงาน พนักงานเกิดความเหนื่อยล้าเนื่องจากการเข้ากะในเวลากลางคืน และความเหนื่อยล้าของพนักงานที่ทำงานล่วงเวลา ซึ่งจะทำให้ไม่สามารถทราบสาเหตุของปัญหาที่แท้จริงได้

5.2.2 ข้อเสนอแนะ

1.จุดที่แสดงความผิดปกติในแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยและผู้ที่เกี่ยวข้องควรทำการหาสาเหตุที่ทำให้เกิดความผิดปกติเหล่านี้ทำการแก้ไขเฉพาะสาเหตุที่ตรวจพบนั้นและทำการปรับปรุงแผนภูมิ เพื่อใช้ในการควบคุมครั้งต่อไป

2.จากการผลการวิเคราะห์จะเห็นได้ว่าค่า C_{pk} ที่คำนวณได้มีค่าต่ำมากทั้งที่จุดที่ตกออกนอกขอบเขตควบคุมเพียงเล็กน้อย สาเหตุอาจเนื่องมาจากข้อมูลที่ได้มานั้นมีระยะเวลาของรายการสั่งซื้อที่ห่างกัน และ การกำหนดขีดจำกัดข้อกำหนดบนและล่าง ที่มีช่วงที่แคบ จึงทำให้ค่า C_{pk} ต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.ใบบันทึกผลการตรวจวัดหน่วยงานควบคุมคุณภาพควรจะเพิ่มช่องหมายเหตุ รายชื่อพนักงานที่เก็บข้อมูลเพื่อทราบถึงพนักงานที่เก็บข้อมูลว่าในกรณีที่ตัวหนังสืออาจไม่ชัดเจนหรือตกหล่นจะได้สามารถตามพนักงานที่ลงบันทึก มาแก้ไขข้อมูลได้ดังรูปแบบนี้

ว/ด/ป	เวลา	จุดที่ตรวจสอบ	ค่า STD	เครื่องมือ	จำนวนชิ้นงาน								หมายเหตุ
					1	2	3	4	5	6	7	8	
30/5/50	15.00	น้ำหนัก	155±3	เครื่องชั่ง	155.5	159.3							
		หนา-บาง		เวอร์เนียร์	1.10 / 1.34	0.97 / 1.39							
	16.10	น้ำหนัก	155±3		157.2	157.9							
		หนา-บาง			1.17 / 1.42	1.13 / 1.12							

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

เกศรา อนันต์สิทธิพร และคณะ. 2547 **การควบคุมคุณภาพเครื่องปรุงผลิตภัณฑ์กึ่งสำเร็จรูปของ บริษัทเพรซิเดนท์ ไรซ์ โปรดักส์ จำกัด (มหาชน).** ปัญหาพิเศษ, ภาควิชาสถิติประยุกต์, คณะวิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ทิพวัลย์ เทพสาตรา และคณะ. 2543 **การควบคุมคุณภาพเชิงสถิติของการผลิตน้ำมันหล่อลื่นของบริษัท น้ำมัน อพอลโล (ไทย) จำกัด.** ปัญหาพิเศษ, ภาควิชาสถิติประยุกต์, คณะวิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ธีรพงศ์ กุลพรม และคณะ. 2548 **การควบคุมคุณภาพของสีน้ำของบริษัท ซันโก้เคมีคอล จำกัด.** ปัญหาพิเศษ, ภาควิชาสถิติประยุกต์, คณะวิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

พิชิต สุขเจริญพงษ์. **การควบคุมคุณภาพเชิงวิศวกรรม.** กรุงเทพมหานคร: บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่นจำกัด

Anderson, T.W.; Darling, D. A. (1952). **Asymptotic theory of certain goodness-of-fit criteria based on stochastic processes.** Annals of Mathematical Statistics 23: 193-212.

Dale H.Besterfield, 2004. **Quality Control 7 th edition**, Pearson Education, inc., Upper Saddle River, New Jersey

Montgomery, D.C.,2001. **Introduction to Statistical Quality Control 4th edition**, JohnWiley and Sons, inc., NewYork

Nicholas R.Farnum, **Using Johnson Curves to Describe Non-Normal Data**, Quality Engineering, 9 (2), 329- 336, (1996-97).

Stephens, M.A. (1974). **EDF Statistics for Goodness of Fit and Some Comparisons**. Journal of the American Statistical Association 69: 730-737.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก. ตารางแสดงค่าตัวประกอบสำหรับการคำนวณเส้น พิกัดควบคุม

Observations in Sample, n	Chart for Averages			Chart for Standard Deviations						Chart for Ranges						
	Factors for Control limits			Factors for Central Line		Factors for Control Limits				Factors for Central Line		Factors for Control Limits				
	A	A_2	A_3	C_4	$1/C_4$	B_3	B_4	B_5	B_6	d_2	$1/d_2$	d_1	D_1	D_2	D_3	D_4
2	2.121	1.880	2.659	0.7979	1.2533	0	3.267	0	2.606	1.128	0.8865	0.853	0	3.656	0	3.267
3	1.732	1.023	1.954	0.8862	1.1284	0	2.568	0	2.276	1.693	0.5907	0.888	0	4.358	0	2.574
4	1.500	0.729	1.628	0.9213	1.0854	0	2.266	0	2.088	2.059	0.4857	0.880	0	4.698	0	2.282
5	1.342	0.577	1.427	0.9400	1.0638	0	2.089	0	1.964	2.326	0.4299	0.864	0	4.918	0	2.114
6	1.225	0.483	1.287	0.9515	1.0510	0.030	1.970	0.029	1.874	2.534	0.3946	0.848	0	5.078	0	2.004
7	1.134	0.419	1.182	0.9594	1.0423	0.118	1.882	0.113	1.806	2.704	0.3698	0.833	0.204	5.204	0.076	1.924
8	1.061	0.373	1.099	0.9650	1.0363	0.185	1.815	0.179	1.751	2.847	0.3512	0.820	0.388	5.306	0.136	1.864
9	1.000	0.337	1.032	0.9693	1.0317	0.239	1.761	0.232	1.707	2.970	0.3367	0.808	0.547	5.393	0.184	1.816
10	0.949	0.308	0.975	0.9727	1.0281	0.284	1.716	0.276	1.669	3.078	0.3249	0.797	0.687	5.469	0.223	1.777
11	0.905	0.285	0.927	0.9754	1.0252	0.321	1.679	0.313	1.637	3.173	0.3152	0.787	0.811	5.535	0.256	1.744
12	0.866	0.266	0.886	0.9776	1.0229	0.354	1.646	0.346	1.610	3.258	0.3069	0.778	0.922	5.594	0.283	1.717
13	0.832	0.249	0.850	0.9794	1.0210	0.382	1.618	0.674	1.585	3.336	0.2998	0.770	1.025	5.647	0.307	1.693
14	0.802	0.235	0.817	0.9810	1.0194	0.406	1.594	0.399	1.563	3.407	0.2935	0.763	1.118	5.696	0.328	1.672
15	0.775	0.223	0.789	0.9823	1.0180	0.428	1.572	0.421	1.544	3.472	0.2880	0.756	1.203	5.741	0.347	1.653
16	0.750	0.212	0.763	0.9835	1.0168	0.448	1.552	0.440	1.526	3.532	0.2831	0.750	1.282	5.782	0.363	1.637
17	0.728	0.203	0.739	0.9845	1.0157	0.466	1.534	0.458	1.511	3.588	0.2787	0.744	1.356	5.820	0.378	1.622
18	0.707	0.194	0.718	0.9854	1.0148	0.482	1.518	0.475	1.496	3.640	0.2747	0.739	1.424	5.856	0.391	1.608
19	0.688	0.187	0.698	0.9862	1.0140	0.497	1.503	0.490	1.483	3.689	0.2711	0.734	1.487	5.891	0.403	1.597
20	0.671	0.180	0.680	0.9869	1.0133	0.510	1.490	0.504	1.470	3.735	0.2677	0.729	1.549	5.921	0.415	1.585
21	0.655	0.173	0.663	0.9876	1.0126	0.523	1.477	0.516	1.459	3.778	0.2647	0.724	1.605	5.951	0.425	1.575
22	0.640	0.167	0.647	0.9882	1.0119	0.534	1.466	0.528	1.448	3.819	0.2618	0.720	1.659	5.979	0.434	1.566
23	0.626	0.162	0.633	0.9887	1.0114	0.545	1.455	0.539	1.438	3.858	0.2592	0.716	1.710	6.006	0.443	1.557
24	0.612	0.157	0.619	0.9892	1.0109	0.555	1.445	0.549	1.429	3.895	0.2567	0.712	1.759	6.031	0.451	1.548
25	0.600	0.135	0.606	0.9896	1.0105	0.565	1.435	0.559	1.420	3.931	0.2544	0.708	1.806	6.056	0.459	1.541

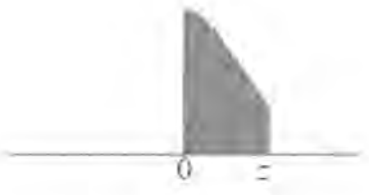
Copyright ASTM, 1916 Race Street, Philadelphia, PA, 19103, Reprinted with permission

ตาราง ข. ตารางพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ

Z	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
-3.9	.00005	.00005	.00004	.00004	.00004	.00004	.00004	.00004	.00003	.00003
-3.8	.00007	.00007	.00007	.00006	.00006	.00006	.00006	.00005	.00005	.00005
-3.7	.00011	.00010	.00010	.00010	.00009	.00009	.00008	.00008	.00008	.00008
-3.6	.00016	.00015	.00015	.00014	.00014	.00013	.00013	.00012	.00012	.00011
-3.5	.00023	.00022	.00022	.00021	.00020	.00019	.00019	.00018	.00017	.00017
-3.4	.00034	.00032	.00031	.00030	.00029	.00028	.00027	.00026	.00025	.00024
-3.3	.00048	.00047	.00045	.00043	.00042	.00040	.00039	.00038	.00036	.00035
-3.2	.00069	.00066	.00064	.00062	.00060	.00058	.00056	.00054	.00052	.00050
-3.1	.00097	.00094	.00090	.00087	.00084	.00082	.00079	.00076	.00074	.00071
-3.0	.00135	.00131	.00126	.00122	.00118	.00114	.00111	.00107	.00104	.00100
-2.9	.00187	.00181	.00175	.00169	.00164	.00159	.00154	.00149	.00144	.00139
-2.8	.00256	.00248	.00240	.00233	.00226	.00219	.00212	.00205	.00199	.00193
-2.7	.00347	.00336	.00326	.00317	.00307	.00298	.00289	.00280	.00272	.00264
-2.6	.00466	.00453	.00440	.00427	.00415	.00402	.00391	.00379	.00368	.00357
-2.5	.00621	.00604	.00587	.00570	.00554	.00539	.00523	.00508	.00494	.00480
-2.4	.00820	.00798	.00776	.00755	.00734	.00714	.00695	.00676	.00657	.00639
-2.3	.01072	.01044	.01017	.00990	.00964	.00939	.00914	.00889	.00866	.00842
-2.2	.01390	.01355	.01321	.01287	.01255	.01222	.01191	.01160	.01130	.01101
-2.1	.01786	.01743	.01700	.01659	.01618	.01578	.01539	.01500	.01463	.01426
-2.0	.02275	.02222	.02169	.02118	.02068	.02018	.01970	.01923	.01876	.01831
-1.9	.02872	.02807	.02743	.02680	.02619	.02559	.02500	.02442	.02385	.02330
-1.8	.03593	.03515	.03438	.03362	.03288	.03216	.03144	.03074	.03005	.02938
-1.7	.04457	.04363	.04272	.04182	.04093	.04006	.03920	.03836	.03754	.03673
-1.6	.05480	.05370	.05262	.05155	.05050	.04947	.04846	.04746	.04648	.04551
-1.5	.06681	.06552	.06426	.06301	.06178	.06057	.05938	.05821	.05705	.05592
-1.4	.08076	.07927	.07780	.07636	.07493	.07353	.07215	.07078	.06944	.06811
-1.3	.09680	.09510	.09342	.09176	.09012	.08851	.08691	.08534	.08379	.08226
-1.2	.11507	.11314	.11123	.10935	.10749	.10565	.10383	.10204	.10027	.09853
-1.1	.13567	.13350	.13136	.12924	.12714	.12507	.12302	.12100	.11900	.11702
-1.0	.15866	.15625	.15386	.15151	.14917	.14686	.14457	.14231	.14007	.13786
-0.9	.18406	.18141	.17879	.17619	.17361	.17106	.16853	.16602	.16354	.16109
-0.8	.21186	.20897	.20611	.20327	.20045	.19766	.19489	.19215	.18943	.18673
-0.7	.24196	.23885	.23576	.23270	.22965	.22663	.22363	.22065	.21770	.21476
-0.6	.27425	.27093	.26763	.26435	.26109	.25785	.25463	.25143	.24825	.24510
-0.5	.30854	.30503	.30153	.29806	.29460	.29116	.28774	.28434	.28096	.27760
-0.4	.34458	.34090	.33724	.33360	.32997	.32636	.32276	.31918	.31561	.31207
-0.3	.38209	.37828	.37448	.37070	.36693	.36317	.35942	.35569	.35197	.34827
-0.2	.42074	.41683	.41294	.40905	.40517	.40129	.39743	.39358	.38974	.38591
-0.1	.46017	.45620	.45224	.44828	.44433	.44038	.43644	.43251	.42858	.42465
-0.0	.50000	.49601	.49202	.48803	.48405	.48006	.47608	.47210	.46812	.46414

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ข. ตารางพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ (ต่อ)



Z	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
0.0	.50000	.50399	.50798	.51197	.51595	.51994	.52392	.52790	.53188	.53586
0.1	.53983	.54380	.54776	.55172	.55567	.55962	.56356	.56749	.57142	.57535
0.2	.57926	.58317	.58706	.59095	.59483	.59871	.60257	.60642	.61026	.61409
0.3	.61791	.62172	.62552	.62930	.63307	.63683	.64058	.64431	.64803	.65173
0.4	.65542	.65910	.66276	.66640	.67003	.67364	.67724	.68082	.68439	.68793
0.5	.69146	.69497	.69847	.70194	.70540	.70884	.71226	.71566	.71904	.72240
0.6	.72575	.72907	.73237	.73565	.73891	.74215	.74537	.74857	.75175	.75490
0.7	.75804	.76115	.76424	.76730	.77035	.77337	.77637	.77935	.78230	.78524
0.8	.78814	.79103	.79389	.79673	.79955	.80234	.80511	.80785	.81057	.81327
0.9	.81594	.81859	.82121	.82381	.82639	.82894	.83147	.83398	.83646	.83891
1.0	.84134	.84375	.84614	.84849	.85083	.85314	.85543	.85769	.85993	.86214
1.1	.86433	.86650	.86864	.87076	.87286	.87493	.87698	.87900	.88100	.88298
1.2	.88493	.88686	.88877	.89065	.89251	.89435	.89617	.89796	.89973	.90147
1.3	.90320	.90490	.90658	.90824	.90988	.91149	.91309	.91466	.91621	.91774
1.4	.91924	.92073	.92220	.92364	.92507	.92647	.92785	.92922	.93056	.93189
1.5	.93319	.93448	.93574	.93699	.93822	.93943	.94062	.94179	.94295	.94408
1.6	.94520	.94630	.94738	.94845	.94950	.95053	.95154	.95254	.95352	.95449
1.7	.95543	.95637	.95728	.95818	.95907	.95994	.96080	.96164	.96246	.96327
1.8	.96407	.96485	.96562	.96638	.96712	.96784	.96856	.96926	.96995	.97062
1.9	.97128	.97193	.97257	.97320	.97381	.97441	.97500	.97558	.97615	.97670
2.0	.97725	.97778	.97831	.97882	.97932	.97982	.98030	.98077	.98124	.98169
2.1	.98214	.98257	.98300	.98341	.98382	.98422	.98461	.98500	.98537	.98574
2.2	.98610	.98645	.98679	.98713	.98745	.98778	.98809	.98840	.98870	.98899
2.3	.98928	.98956	.98983	.99010	.99036	.99061	.99086	.99111	.99134	.99158
2.4	.99180	.99202	.99224	.99245	.99266	.99286	.99305	.99324	.99343	.99361
2.5	.99379	.99396	.99413	.99430	.99446	.99461	.99477	.99492	.99506	.99520
2.6	.99534	.99547	.99560	.99573	.99585	.99598	.99609	.99621	.99632	.99643
2.7	.99653	.99664	.99674	.99683	.99693	.99702	.99711	.99720	.99728	.99736
2.8	.99744	.99752	.99760	.99767	.99774	.99781	.99788	.99795	.99801	.99807
2.9	.99813	.99819	.99825	.99831	.99836	.99841	.99846	.99851	.99856	.99861
3.0	.99865	.99869	.99874	.99878	.99882	.99886	.99889	.99893	.99896	.99900
3.1	.99903	.99906	.99910	.99913	.99916	.99918	.99921	.99924	.99926	.99929
3.2	.99931	.99934	.99936	.99938	.99940	.99942	.99944	.99946	.99948	.99950
3.3	.99952	.99953	.99955	.99957	.99958	.99960	.99961	.99962	.99964	.99965
3.4	.99966	.99968	.99969	.99970	.99971	.99972	.99973	.99974	.99975	.99976
3.5	.99977	.99978	.99978	.99979	.99980	.99981	.99981	.99982	.99983	.99983
3.6	.99984	.99985	.99985	.99986	.99986	.99987	.99987	.99988	.99988	.99989
3.7	.99989	.99990	.99990	.99990	.99991	.99991	.99992	.99992	.99992	.99992
3.8	.99993	.99993	.99993	.99994	.99994	.99994	.99994	.99995	.99995	.99995
3.9	.99995	.99995	.99996	.99996	.99996	.99996	.99996	.99996	.99997	.99997

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้