สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การควบคุมคุณภาพการผลิตผลิตภัณฑ์สี ของบริษัทเอเชีย เพิร์ล เพ้นท์ จำกัด

THE QUALITY CONTROL OF PRODUCTION OF EMULSION PAINT PRODUCTS OF ASIA PEARL PAINT CO., LTD.

T117267

นายกฤษดา ลยารมภ์
นางสาวเกวลี อู่วัฒนสมบัติ
นายภูริวัจน์ ปานศรีแก้ว
นายสราวุธ กลัดจันทน์

เลขทะเบียน 117267
วัน,เดือน,ปี 19 ก.ค. 2554

b 12340310
i

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาสถิติประยุกต์
คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

THE QUALITY CONTROL OF PRODUCTION OF EMULSION PAINT PRODUCTS OF ASIA PEARL PAINT CO., LTD.

Mr. Kritsada Layaromp

Miss Kewalee Auwattanasombut

Mr. Phuriwat Pansrikaew

Mr. Sarawut Kladjan

A SPECIAL PROBLEM SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF SCIENCE IN APPLIED STATISTICS

FACULTY OF SCIENCE

KING MONGKUT'S INSTITUDE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2010

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ การควบคุมคุณภาพการผลิตผลิตภัณฑ์สี ของบริษัทเอเชีย เพิร์ล เพ้นท์ จำกัด

THE QUALITY CONTROL OF PRODUCTION OF EMULSION PAINT PRODUCTS OF ASIA PEARL PAINT CO., LTD.

ชื่อนักศึกษา นายกฤษดา ลยารมภ์

นางสาวเกวลี อู่วัฒนสมบัติ

นายภูริวัจน์ ปานศรีแก้ว

นายสราวุธ กลัดจันทน์

ปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชา สถิติประยุกต์

อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.ชานินทร์ ศรีสุวรรณนภา

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
อนุมัติให้ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาสถิติประยุกต์ ประจำปีการศึกษา 2553

คณะกรรมการ	ลายมือชื่อ
ดร.ชานินทร์ ศรีสุวรรณนภา	
อ.พรชัย หลายพสุ	
รศ.สายชล สินสมบูรณ์ทอง	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ การควบคุมคุณภาพการผลิตผลิตภัณฑ์สี ของบริษัทเอเชีย เพิร์ล เพ้นท์ จำกัด
ชื่อนักศึกษา นายกฤษดา ลยารมภ์
นางสาวเกวลี อู่วัฒนสมบัติ
นายภูริวัจน์ ปานศรีแก้ว
นายสราวุธ กลัดจันทน์
ปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา สถิติประยุกต์
ปีการศึกษา 2553
อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.ชานินทร์ ศรีสุวรรณนภา

บทคัดย่อ

จุดประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้ ก็เพื่อหาหลักการควบคุมคุณภาพเชิงสถิติที่เหมาะสมในการควบคุมการผลิตผลิตภัณฑ์สีน้ำของบริษัทเอเชีย เพิร์ล เพ้นท์ จำกัด โดยเก็บรวบรวมข้อมูลลักษณะคุณภาพซึ่งได้แก่ค่าความหนืด และค่าความถ่วงจำเพาะ ของผลิตภัณฑ์สีน้ำทั้ง 8 ชนิด ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2553 ถึง วันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ. 2553 แล้วนำข้อมูลที่ได้มาทดสอบการแจกแจงแบบปกติ สร้างแผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยว (X-chart) แผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ (moving range chart) รวมทั้งหาค่าสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{PK}) และคำนวณหาค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป MINITAB เข้ามาช่วยในการประมวลผล

จากการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า ในกระบวนการผลิตของสีน้ำทั้ง 8 ชนิด ยังไม่ได้อยู่ในการควบคุม ความสามารถกระบวนการผลิตยังไม่ดี และมีร้อยละของเสียเป็นจำนวนมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	THE QUALITY CONTROL FOR EMULSION PAINT OF ASIA PEARL PAINT CO., LTD.
Student	Mr. Kritsada Layaromp
	Miss Kewalee Auwattanasombut
	Mr. Phooriwat Phansrikaew
	Mr. Sarawut Kladjan
Degree	Bachelor of Science
Program	Applied Statistics
Academic Year	2010
Advisor	**Dr. Chanin Srisuwannapa**

ABSTRACT

The objective of this study is to find out the appropriate statistical quality control methods in controlling production of emulsion paint products of Asia Pearl Paint co., ltd. Sample data of 2 quality characteristics such as viscosity and specific gravity were collected from January 1, 2010 to December 31, 2010. X and R chart, process capacity index(C_{PK}, and P_{PK}), and defect percentages were used for analyzing collected data via Minitab software. The results were as follows.

The result indicated that production of all 8 types of paint were not in control. Process capacity of all 8 paints were low and defect percentages were high.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ โดยได้รับความกรุณาจาก ดร. ชานินทร์ ศรีสุวรรณนภา ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ซึ่งให้คำแนะนำ คำปรึกษา เอื้อเฟื้อเอกสารต่างๆ และหนังสืออ้างอิง ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลตลอดจนตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ เป็นอย่างดีมาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ พรชัย หลายพสุ และ รศ.สายชล สินสมบูรณ์ทอง คณะกรรมการ ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำข้อบกพร่อง ตลอดจนแก้ไขข้อผิดพลาดเพิ่มเติม

ขอขอบพระคุณ คุณประเสริฐ บุญดวงประเสริฐ ประธานกรรมการบริหารบริษัทเอเชีย เพิร์ล เพ้นท์ จำกัด ที่ช่วยติดต่อประสานงานเกี่ยวกับข้อมูล ที่จะนำมาใช้ในการศึกษากระบวนการ และการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์สีน้ำ

ขอขอบพระคุณ ท่านคณาจารย์สาขาสถิติประยุกต์ทุกท่านเป็นอย่างสูง ที่ได้ประสิทธ์ประสาทวิชา พร้อมทั้งให้คำแนะนำต่างๆ และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่สาขาสถิติประยุกต์ทุกท่านที่ให้ความสะดวกและช่วยเหลือในเรื่องราวต่างๆ ตลอดระยะเวลาในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้

ขอขอบพระคุณบิดามารดาของผู้จัดทำปัญหาพิเศษที่ให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจเสมอมา

นายกฤษดา ลยารมภ์
นางสาวเกวลี อู่วัฒนสมบัติ
นายภูริวัจน์ ปานศรีแก้ว
นายสราวุธ กลัดจันทน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันประเทศไทยอยู่ในช่วงของการพัฒนาเศรษฐกิจด้านอุตสาหกรรม โดยที่ผู้ประกอบการกำลังเร่งพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อที่จะตอบสนองความต้องการของประชาชนหรือผู้บริโภค สีน้ำเป็นผลิตภัณฑ์หนึ่งที่เป็นที่ต้องการของผู้ประกอบการธุรกิจหลายๆด้าน ซึ่งจะเห็นได้จากการที่มีโครงการบ้านจัดสรร โครงการก่อสร้างตึกต่างๆ นอกจากนี้ยังมีอัตราการแข่งขันกันระหว่างบริษัทผู้ผลิตสีอีกหลายราย การที่ผู้ผลิตนำระบบการควบคุมคุณภาพมาใช้ ไม่เพียงแต่ต้องการผลผลิตที่เป็นสินค้าและการบริการที่มีคุณภาพสามารถขายได้และมีส่วนแบ่งทางการตลาดสูงขึ้นอันส่งผลต่อการสร้างผลกำไรให้แก่องค์กรเท่านั้น การควบคุมคุณภาพยังให้ผลประโยชน์อื่นซึ่งในภาพรวมก็คือ การควบคุมคุณภาพจะให้ผลการดำเนินงานของโรงงานสูงขึ้น เนื่องจากสินค้าหรือบริการมีคุณภาพสูงขึ้น ผลผลิตไม่บกพร่อง ลดค่าใช้จ่ายในการกำจัดของเสีย มีการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้เกิดความหลากหลายและน่าสนใจ บริการและส่งมอบได้รวดเร็ว ต้นทุนการผลิตลดลง จึงกล่าวได้ว่าการควบคุมคุณภาพในกระบวนการผลิตเป็นเรื่องที่สำคัญอย่างยิ่ง และถือว่าเป็นหัวใจสำคัญของการก้าวไปสู่การเป็นผู้นำในวงการอุตสาหกรรม

ในการศึกษาครั้งนี้จึงได้มุ่งเน้นที่จะวิเคราะห์หาวิธีการควบคุมคุณภาพที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์สีของบริษัทเอเชีย เพิร์ล เพ้นท์ จำกัด ซึ่งเป็นบริษัทที่ผลิตสีออกจำหน่ายจำแนกเป็น 3 ยี่ห้อได้แก่ SEACO VECO และ LOMA โดยใช้หลักการควบคุมคุณภาพทางสถิติ การวิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลในส่วนที่บริษัทยังไม่มีการควบคุมคุณภาพเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพมากขึ้นและมีต้นทุนที่ต่ำลง

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อศึกษากระบวนการผลิตและการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์สี

1.2.2 เพื่อวิเคราะห์หาหลักการ และทฤษฎีการควบคุมคุณภาพเชิงสถิติที่เหมาะสม ไปใช้ในการควบคุมคุณภาพการผลิตสี ในโรงงานของบริษัทเอเชีย เพิร์ล เพ้นท์ จำกัด

1.3 ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

1.3.1 ค่าความหนืด (Viscosity)

1.3.2 ค่าความถ่วงจำเพาะ (Specific gravity)

1.3.3 ร้อยละของเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3.4 ความสามารถของกระบวนการ

1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.4.1 ค่าความหนืด (Viscosity) เป็นค่าที่บอกถึงคุณสมบัติการต้านการไหลของของเหลว ความหนืดมีค่ามากก็หมายถึงของเหลวนั้นเหนียวข้นมากหรือหนืดมาก ความหนืดมีค่าของเหลวนั้นเหนียวข้นน้อยหรือหนืดน้อย

1.4.2 ค่าความถ่วงจำเพาะ (Specific gravity) เป็นปริมาณที่บอกค่าเปรียบเทียบค่าความหนาแน่นของสารใดๆกับค่าความหนาแน่นของน้ำหรืออาจเรียกได้อีกอย่างว่า ค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์

1.4.3 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) หมายถึงข้อกำหนดทางวิชาการที่สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) ได้กำหนดขึ้นเพื่อเป็นแนวทางแก่ผู้ผลิตในการผลิตสินค้าให้มีคุณภาพในระดับที่เหมาะสมกับการใช้งานมากที่สุด โดยจัดทำเป็นเอกสารและจัดพิมพ์เป็นเล่ม เนื้อหาภายในเล่มเกี่ยวข้องกับการผลิตผลิตภัณฑ์นั้นๆ เช่นเกณฑ์ทางเทคนิค ประสิทธิภาพของการนำไปใช้งาน คุณสมบัติที่สำคัญ คุณภาพของวัตถุที่นำมาผลิต และวิธีการทดสอบ เป็นต้น

1.4.4 สีอะครีลิค (Acrylic Color) เป็นสีที่มีส่วนผสมของสารพลาสติกพอลีเมอร์ (Polymer) จำพวกอะครีลิค (Acrylic) หรือไวนิล (Vinyl) เป็นสีที่มีการผลิตขึ้นมาใหม่ล่าสุด เมื่อนำมาผสมกับน้ำจะใช้งานได้เหมือนกับสีน้ำและสีน้ำมัน มีทั้งแบบโปร่งแสง และทึบแสง แต่จะแห้งเร็วกว่าสีน้ำมัน 1-6 ชั่วโมง เมื่อแห้งแล้วจะมีคุณสมบัติกันน้ำได้และเป็นสีที่ติดแน่นทนนาน คงทนต่อสภาพดินฟ้าอากาศ สามารถเก็บไว้ได้นานๆ ยึดเกาะติดผิวหน้าวัตถุได้ดี เมื่อทาสีแล้วอาจใช้น้ำยาวานิช (Vanish) เคลือบผิวหน้าเพื่อป้องกันการขูดขีดเพื่อให้คงทนมากยิ่งขึ้น สีอะครีลิคที่ใช้วาดภาพบรรจุในหลอดมีราคาค่อนข้างแพง

1.4.5 สีเคลือบเงาหรือสีน้ำมัน เป็นสีที่ผลิตจากเรซิ่นพิเศษและผงสีคุณภาพสูง จึงให้ทั้งความเงาและความทนทานต่อสภาวะอากาศ ทนทานต่อเชื้อรา เหมาะสำหรับใช้ทาได้ทั้งภายในและภายนอกอาคาร รวมทั้งงานไม้ โลหะ เฟอร์นิเจอร์ เครื่องมือ เครื่องจักร รถบรรทุก เป็นต้น ปลอดภัยในการใช้งาน เนื่องจากไม่ผสมสารตะกั่วและสารปรอท

1.4.6 สีรองพื้นกันสนิม เป็นสีรองพื้นโลหะ มีคุณสมบัติป้องกันในการเกิดสนิม เหมาะสำหรับงานโลหะทั่วไป เช่นเหล็กดัด ประตูเหล็ก เครื่องจักร เป็นต้น ปลอดภัยในการใช้งาน เนื่องจากไม่ผสมสารตะกั่วและสารปรอท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 สามารถใช้เป็นแนวทางในการศึกษาการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ในโรงงาน

1.5.2 สามารถนำผลการวิเคราะห์มาเป็นแนวทางลดจำนวนผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้มาตรฐานลงได้

1.5.3 นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อเป็นแนวทางการควบคุมคุณภาพการผลิตในครั้งต่อไป

1.5.4 สามารถนำวิธีการควบคุมคุณภาพนี้ไปประยุกต์ใช้กับการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์อื่นๆ ที่มีลักษณะใกล้เคียงกันได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีทางสถิติที่เกี่ยวข้อง

ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ เป็นการศึกษาเรื่องการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์สี ด้านความหนืด (Viscosity) และค่าความถ่วงจำเพาะ (Specific gravity) ของบริษัท เอเชีย เพิร์ล เพ้นท์ จำกัด โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูล และนำมาวิเคราะห์ โดยอาศัยทฤษฎีและหลักเกณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมคุณภาพ ดังนี้

2.1.1 แผนภูมิควบคุมคุณภาพ (Quality Control Chart)

การผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมนั้นจำนวนผลิตภัณฑ์ที่ต้องการทำการผลิตมีจำนวนมาก โดยที่คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์มักเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาเนื่องมาจากปัจจัยต่างๆ ความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเรียกว่ากระบวนการผลิตเกิดการแปรผัน หากการแปรผันที่เกิดขึ้นมีค่ามากจะส่งผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์โดยตรง แผนภูมิควบคุม (Control Chart) คือแผนภูมิที่เขียนขึ้น โดยใช้หลักการทางด้านสถิติเพื่อเป็นเครื่องมือตรวจจับและควบคุมกระบวนการผลิต ให้สามารถป้องกันและแก้ไข ปัญหาด้านคุณภาพได้ทันท่วงที

แผนภูมิควบคุม จะทำหน้าที่หลัก 3 ประการคือ

1. เพื่อช่วยกำหนดมาตรฐานในการผลิต เช่น กำหนดค่าเฉลี่ยของคุณสมบัติผลิตภัณฑ์
2. เพื่อช่วยให้การผลิตบรรลุเป้าหมาย
3. เพื่อใช้ในการปรับปรุงการผลิต

แผนภูมิควบคุมมี 2 ประเภท คือ แผนภูมิควบคุมชนิดแปรผัน (Control Charts for Variables) และแผนภูมิควบคุมชนิดแอตตริบิวท์ (Control Charts for Attributes) โดยแผนภูมิแต่ละประเภทจะแบ่งออกเป็นหลายชนิด แต่ละชนิดจะมีหลักการสร้างเหมือนกัน โดยแผนภูมิควบคุมจะประกอบด้วยเส้นควบคุม 3 เส้น ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน (Upper Control Limit : UCL) ขีดจำกัดควบคุมล่าง (Lower Control Limit : LCL) เส้นกลาง (Center line : CL) ระยะห่างจากเส้นกลางถึงขีดจำกัดควบคุมบนจะเท่ากับระยะห่างจากเส้นกลางถึงขีดจำกัดควบคุมล่าง คือเท่ากับ 3 ซิกม่า (3) ในกรณีไม่ทราบค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากรจากกระบวนการผลิตทั้งหมด จะแทนด้วยค่า S คือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลตัวอย่างจากกระบวนการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนภูมิควบคุมชนิดแอตตริบิวต์ที่สำคัญ ประกอบด้วย

แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย (p-chart)

แผนภูมิควบคุมจำนวนชิ้นงานของเสีย (np-chart)

แผนภูมิควบคุมรอยตำหนิ (c-chart)

แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อชิ้น (u-chart)

แผนภูมิควบคุมชนิดแปรผันที่สำคัญ ประกอบด้วย

แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$ -chart)

แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย (R-chart)

แผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S-chart)

แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยว (X-chart)

แผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ (Moving range chart)

เนื่องจากข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้เป็นข้อมูลแบบตัวแปร และเป็นตัวอย่างเดี่ยว ในที่นี้จึงขอกล่าวเฉพาะแผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่

2.1.1.1 วัตถุประสงค์ของการสร้างแผนภูมิควบคุม

วัตถุประสงค์ของการสร้างแผนภูมิควบคุม มีดังต่อไปนี้

1) แผนภูมิควบคุมเป็นเทคนิคที่ใช้สำหรับปรับปรุงผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น ค่าใช้จ่ายลดลง และทำให้สมรรถภาพในการผลิตผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น

2) แผนภูมิควบคุมช่วยทำให้ทราบสภาพของกระบวนการผลิตที่ผ่านมาว่าเป็นอย่างไร ในกรณีที่ใช้แผนภูมิควบคุมกับการผลิตอย่างสม่ำเสมอจะทำให้ทราบว่ากระบวนการผลิตดำเนินไปในลักษณะใด ลักษณะคงที่หรือด้อยคุณภาพลง หรือเมื่อได้ทำการปรับปรุงกระบวนการผลิตแล้วสภาพหลังจากปรับปรุงกระบวนการผลิตเป็นอย่างไร เป็นต้น ซึ่งแผนภูมิควบคุมจะบ่งบอกสิ่งเหล่านี้ได้เมื่อนำแผนภูมิควบคุมของแต่ละช่วงเวลามาเปรียบเทียบกัน

3) แผนภูมิควบคุมมีประสิทธิภาพในการป้องกันข้อบกพร่อง แผนภูมิควบคุมช่วยให้กระบวนการอยู่ในการควบคุม ทำให้สามารถรักษาระดับคุณภาพของผลิตภัณฑ์ได้ และทำให้ผลิตผลิตภัณฑ์ได้ตามจำนวนที่ต้องการ

4) ค่าจากแผนภูมิควบคุมทำให้สามารถตรวจสอบได้ว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณภาพตรงตามมาตรฐานหรือขีดจำกัดข้อกำหนดเฉพาะหรือไม่ เนื่องจากมาตรฐานที่กระบวนการผลิตทำได้ อาจไม่ตรงกับมาตรฐานหรือขีดจำกัดข้อกำหนดเฉพาะของผลิตภัณฑ์ ค่าจากแผนภูมิควบคุมจะสามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำไปเปรียบเทียบกับขีดจำกัดข้อกำหนดเฉพาะของ ผลิตภัณฑ์ เพื่อตรวจสอบว่ากระบวนการผลิตมีความสามารถในการผลิตหรือไม่

5) ใช้ในการหาสาเหตุของความผิดปกติที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต ในกรณีที่อ่านแผนภูมิควบคุมแล้วพบว่ามีจุดผิดปกติเกิดขึ้นในแผนภูมิควบคุม จะรู้ได้ทันทีว่ากระบวนการผลิตเกิดปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่การค้นหาสาเหตุ

2.1.1.2 ขั้นตอนการสร้างแผนภูมิควบคุม

ขั้นตอนการสร้างแผนภูมิควบคุม โดยทั่วไปมีหลักการสร้างดังนี้

1) กำหนดสิ่งที่ต้องการควบคุมหรือวัตถุประสงค์ของการควบคุม ซึ่งขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ผลิตและชนิดของแผนภูมิควบคุมที่เลือกใช้ เช่น แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$ -chart) แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย (R-chart) เป็นต้น สิ่งที่ควบคุมคือค่าเฉลี่ยของคุณสมบัติทางกายภาพ เช่น เวลา ความหนาแน่น อุณหภูมิ การเลือกที่จะควบคุมคุณสมบัติใดขึ้นอยู่กับความสำคัญของคุณสมบัตินั้นที่จะมีผลต่อคุณภาพสินค้า สำหรับกรณีที่เก็บข้อมูลตัวอย่างเดี่ยว คือ ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 1 แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ จะถูกเลือกนำมาใช้ในการควบคุมคุณภาพ

2) เก็บข้อมูลจากกระบวนการผลิต กำหนดจำนวนตัวอย่าง และกำหนดความถี่ในการเก็บข้อมูล ระยะเวลาในการเก็บข้อมูล ต้องคำนึงถึงต้นทุนในการเก็บข้อมูลและตรวจสอบ อัตราการผลิต ปริมาณการผลิต

3) บันทึกและเก็บรวบรวมข้อมูลในใบตรวจสอบ (Check lists) ตามแบบฟอร์มของทางบริษัท

4) คำนวณขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิ ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน (Upper Control Limit : UCL) เส้นกึ่งกลาง (Center line : CL) และขีดจำกัดควบคุมล่าง (Lower Control Limit : LCL)

5) วิเคราะห์ผลจากลักษณะของจุดที่ปรากฏบนแผนภูมิ ถ้ามีลักษณะจุดที่ปรากฏความผิดปกติเกิดขึ้นในแผนภูมิที่บ่งชี้ว่าเกิดความแปรผันที่มีสาเหตุระบุได้เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต เช่น มีจุดตกอยู่ภายนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่าง แสดงว่ากระบวนการผลิตไม่อยู่ภายใต้การควบคุม ต้องค้นหาสาเหตุและปรับปรุงกระบวนการผลิต โดยการกำจัดสาเหตุแห่งความแปรผันที่ระบุสาเหตุได้นี้ออกไป แล้วทำการคำนวณขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิใหม่ จากข้อมูลที่เหลืออยู่ทำซ้ำ ๆ จนไม่เกิดจุดผิดปกติในแผนภูมิ

6) เมื่อกระบวนการผลิตอยู่ภายใต้การควบคุมแล้ว แสดงว่าสามารถควบคุมความแปรผันของการผลิตให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมตามค่าในเส้นกลางของแผนภูมิควบคุม โดยถือว่าค่าที่เส้นกลางของแผนภูมิควบคุมคือค่าเฉลี่ยของคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่กระบวนการผลิตนี้ทำได้ ส่วนการประมาณค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่กระบวนการผลิตนี้ก็คำนวณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้จากแผนภูมิควบคุมนี้เช่นกัน และสามารถนำเอาแผนภูมิควบคุมที่ได้ไปใช้ในการควบคุมการผลิตในอนาคต

2.1.1.3 การวิเคราะห์ลักษณะของจุดในแผนภูมิควบคุม

การวิเคราะห์ลักษณะของจุดในแผนภูมิควบคุม เป็นขั้นตอนที่สำคัญมากในการใช้แผนภูมิควบคุมเพื่อควบคุมกระบวนการผลิต เพราะจุดต่าง ๆในแผนภูมิควบคุมจะเป็นสิ่งบอกให้ทราบว่ากระบวนการผลิตเป็นอย่างไรในขณะนั้น การอ่านหรือตีความหมายจากภาพที่ปรากฏบนแผนภูมิจึงเป็นสิ่งสำคัญ เพราะจากความผิดปกติในกระบวนการผลิตจะมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เพื่อให้กระบวนการผลิตนั้นปรับสภาพการผลิต กลับสู่สภาวะที่อยู่ในการควบคุม (in - control) ได้ต่อไป ลักษณะจุดที่เกิดขึ้นในแผนภูมิควบคุมที่บ่งบอกถึงการเกิดสิ่งผิดปกติในกระบวนการผลิตมีดังต่อไปนี้

1. ลักษณะของแผนภูมิควบคุมที่อยู่ภายใต้การควบคุม มีดังนี้ (Besterfield, 2004)

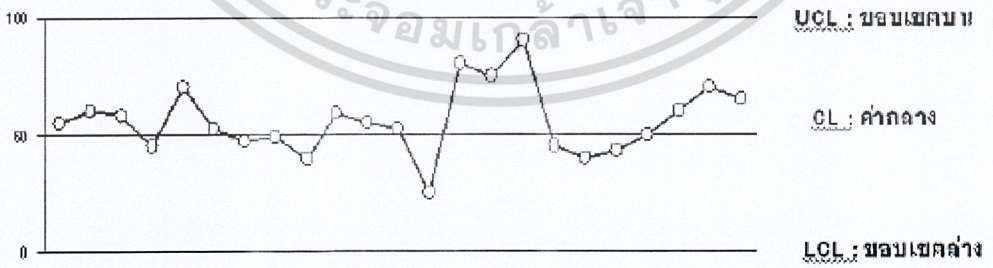
1.1 มีจุด 2 หรือ 3 จุดบนแผนภูมิควบคุมคุณภาพอยู่บนหรือล่างของเส้นกึ่งกลาง หรือเส้นค่าเฉลี่ย

1.2 มีจุดที่น้อยที่สุดอยู่ใกล้เส้นขีดจำกัดควบคุมบนและเส้นขีดจำกัดควบคุมล่าง

1.3 ที่ตั้งของจุดควรจะอยู่ข้ามไปข้ามมาบนเส้นกึ่งกลางหรือเส้นค่าเฉลี่ย

1.4 จุดต่างๆ บนแผนภูมิควบคุมคุณภาพควรที่จะสมดุลกันทั้งสองข้างของเส้นกึ่งกลางหรือเส้นค่าเฉลี่ย

1.5 ไม่มีจุดใดเลยตกนอกจากเส้นขีดจำกัดควบคุมบน และเส้นขีดจำกัดควบคุมล่างของแผนภูมิควบคุมคุณภาพ



รูปที่ 2.1 สภาพของกระบวนการผลิตที่อยู่ภายใต้การควบคุม

2. ลักษณะของแผนภูมิควบคุมที่ไม่อยู่ภายใต้การควบคุม มีดังนี้ (Besterfield, 2004)

2.1 มีจุดพิกัดอย่างน้อย 1 จุด ตกอยู่ข้างนอกขีดจำกัดการควบคุม

2.2 มีจุดพิกัดอย่างน้อย 9 จุด ที่ต่อเนื่องกันอยู่ด้านใดด้านหนึ่งของเส้นกึ่งกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 มีจุดพิกัด 6 จุด ที่ต่อเนื่องกันแสดงแนวโน้มค่อยๆ เพิ่มขึ้นหรือค่อยๆ ลดลง

2.4 มีจุดพิกัด 14 จุดที่ต่อเนื่องกันในแนวแถวสลับกันขึ้นและลง

2.5 มีจุดพิกัด 2 ใน 3 จุดที่ต่อเนื่องกันตกอยู่นอกเส้น 2 σ แต่ยังคงอยู่ในขีดจำกัดการควบคุม

2.6 มีจุดพิกัด 4 ใน 5 จุดที่ต่อเนื่องกันตกอยู่นอกเส้น 1 σ

2.7 มีจุดพิกัด 15 จุด ที่ต่อเนื่องกันในแนวแถวตกอยู่ในเส้น 1 σ

2.8 มีจุดพิกัด 8 จุดที่ต่อเนื่องกันในแนวแถวตกอยู่นอกเส้น 1 σ

2.9 มีรูปแบบผิดปกติหรือรูปแบบไม่สุ่มเกิดขึ้น

2.10 มี 1 จุดหรือมากกว่า 1 จุด อยู่ใกล้ๆ กับขีดจำกัดการเตือน (2 σ) หรือขีดจำกัดการควบคุม (3 σ)

รูปแบบการกระจายตัวทั้งหมดข้างต้นที่กล่าวมานี้ เป็นรูปแบบที่ใช้ในการพิจารณาการกระจายตัวของจุดข้อมูลในแผนภูมิที่แสดงถึงความผิดปกติ ที่แสดงว่ากระบวนการผลิตไม่อยู่ในการควบคุม รูปแบบการกระจายตัวทั้งหมดนี้จะถูกนำไปใช้อธิบายผลการวิเคราะห์ข้อมูลในบทที่ 4 เพื่อประเมินว่ากระบวนการผลิตนั้นอยู่ในการควบคุมหรือไม่

2.1.1.4 ประโยชน์ของแผนภูมิควบคุม

แผนภูมิควบคุมเป็นวิธีการทางสถิติที่สำคัญในการควบคุมกระบวนการผลิต นอกจากนี้แผนภูมิควบคุมยังมีประโยชน์อื่นๆ อีกหลายอย่าง ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

1. ควบคุมและเฝ้าระวังกระบวนการผลิตได้ทันต่อเหตุการณ์ สิ่งที่ต้องการควบคุมจะถูกสุ่มตัวอย่าง และเขียนจุดลงบนแผนภูมิควบคุมเป็นระยะๆ ถ้าจุดไม่ได้แสดงความผิดปกติก็แสดงว่ากระบวนการผลิตยังอยู่ในการควบคุม เมื่อใดที่จุดแสดงความผิดปกติ ผู้ควบคุมการผลิตก็สามารถปรับปรุงกระบวนการผลิตให้สภาพการผลิตกลับสู่ปกติได้อย่างทันท่วงที นอกจากนี้สภาพการกระจายของจุดในแผนภูมิควบคุมยังสามารถใช้เพื่อคาดการณ์สภาพของกระบวนการผลิตในอนาคตได้อีกด้วย

2. รู้ถึงสมรรถภาพกระบวนการ กระบวนการที่อยู่ภายใต้การควบคุมอาจอยู่ในข้อกำหนดหรือไม่ก็ได้ กระบวนการผลิตที่แสดงว่าอยู่ภายใต้การควบคุมเชิงสถิติสามารถนำไปใช้เพื่อคำนวณถึงความสามารถของกระบวนการ เพื่อหาความสามารถในการผลิตภายใต้ข้อกำหนด ผลของความสามารถในการผลิตของกระบวนการที่ได้จะเป็นประโยชน์อย่างสำคัญต่อผู้บริหารในการตัดสินใจในด้านต่างๆ เช่น การตัดสินใจเพื่อลงทุนปรับปรุงสมรรถภาพกระบวนการ

3. แผนภูมิควบคุมช่วยเพิ่มผลผลิต แผนภูมิควบคุมมีส่วนช่วยอย่างสำคัญในการลดจำนวนของเสีย และการทำซ้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

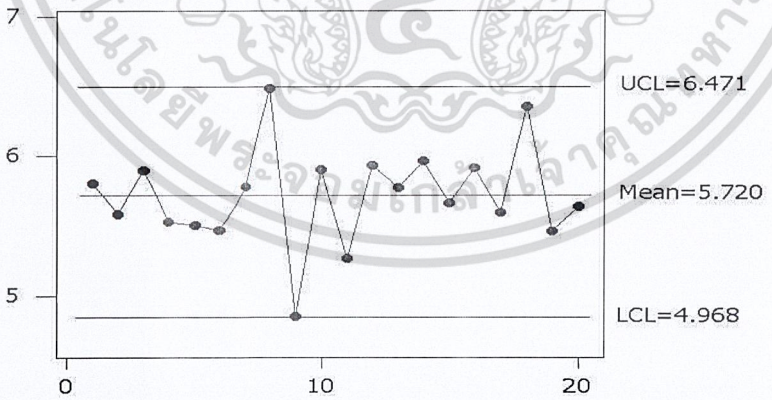
4. แผนภูมิควบคุมช่วยป้องกันปัญหาด้านคุณภาพ ช่วยให้กระบวนการการผลิตอยู่ภายใต้การควบคุมตลอดเวลา การใช้แผนภูมิควบคุมจะช่วยขจัดสภาพการผลิตสินค้าด้อยคุณภาพ เมื่อใดที่กระบวนการผลิตเริ่มแสดงความผิดปกติ แผนภูมิควบคุมจะแสดงให้รู้ ทำให้ผู้ควบคุมเครื่องจักรสามารถแก้ปัญหาได้

5. แผนภูมิควบคุมช่วยป้องกันการปรับแต่งกระบวนการโดยไม่จำเป็น ซึ่งแผนภูมิควบคุมสามารถแยกแยะสภาพความแปรปรวนของกระบวนการผลิตว่าเมื่อใดเป็นความแปรปรวนตามสภาพธรรมชาติ และเมื่อใดเป็นสภาพความแปรปรวนที่เกิดจากความผิดปกติ การแยกแยะสภาพความแปรปรวนนี้ไม่มีวิธีใดจะดีเท่ากับการใช้แผนภูมิควบคุมเป็นตัวกำหนดว่าถึงเวลาแล้วหรือยังที่ควรปรับแต่งกระบวนการผลิต

6. แผนภูมิควบคุมให้ข้อมูลเพื่อการแก้ไขกระบวนการผลิต การวิเคราะห์สภาพการกระจายของจุดในแผนภูมิควบคุมอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอจะทำให้ข้อมูลเพื่อการแก้ไขกระบวนการผลิต เช่น การเปลี่ยนแปลงวัตถุดิบ การเปลี่ยนวิธีการทำงาน เป็นต้น

2.1.1.5 องค์ประกอบของแผนภูมิควบคุม

หลักการทางสถิติที่ว่า ข้อมูลที่วัดได้จากกระบวนการผลิตจะมีการแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution) ซึ่งมีค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง 2 ค่า คือ ค่าเฉลี่ย (μ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ) โดยมีโอกาสหรือความน่าจะเป็นที่ค่าสังเกตที่วัดได้จะอยู่ในช่วง $\pm 3\sigma$ เท่ากับ 0.9974 สามารถนำหลักการดังกล่าวมาสร้างแผนภูมิควบคุม ซึ่งประกอบด้วยเส้นสำคัญ 3 เส้น คือ



รูปที่ 2.2 กราฟแสดงองค์ประกอบของแผนภูมิควบคุม

เส้นกลาง (Center Line : CL) เป็นค่าเฉลี่ยของกระบวนการผลิต ซึ่งคำนวณได้โดยนำค่าจากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดมาหาค่าเฉลี่ย

ขีดจำกัดควบคุมบน (Upper Control Limit : UCL) เป็นเส้นที่มีระยะห่างจากเส้นกลางเท่ากับ 3σ ทางค่ามาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขีดจำกัดควบคุมล่าง (Lower Control Limit : LCL) เป็นเส้นที่มีระยะห่างจากเส้นกลางเท่ากับ 3σ ทางค่าน้อย

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

2.1.2 แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและค่าพิสัยเคลื่อนที่ (X-chart and moving range chart)

ในการสร้างแผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยว (X-chart) และค่าพิสัยเคลื่อนที่ (Moving range chart) จะใช้เมื่อการเก็บตัวอย่างแต่ละครั้งมาตรวจสอบมีเพียงตัวอย่างเดียว อาจเนื่องมาจากจะต้องใช้เวลานานในการตรวจสอบและต้องเสียค่าใช้จ่ายสูง เช่น การตรวจสอบผลิตภัณฑ์โดยอาศัยการทดลองทางเคมีหรือทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพทางด้านความหนืด ความหนาแน่น เป็นต้น โดยมีขั้นตอนในการสร้างแผนภูมิ ดังนี้

2.1.2.1 แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยว (X -Chart)

การคำนวณค่า $\overline{X}$ แบบตัวอย่างเดี่ยว

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

เมื่อ $\overline{X}$ หมายถึง ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

m หมายถึง จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

X_i หมายถึง ค่าตัวอย่างที่ i ใดๆ

การคำนวณขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยว (X -Chart) ในกรณีที่ไม่ทราบค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีสูตรในการคำนวณดังนี้

- ขีดจำกัดควบคุมบน (Upper control limit)

$$UCL_X = \overline{X} + 3\sigma$$

โดยประมาณ σ จาก $\hat{\sigma} = \frac{\overline{R}}{d_2}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ d_2 มีค่าเท่ากับ 1.128 สามารถเปิดจากตาราง ก. ในภาคผนวก ที่ n = 2 ในที่นี้ใช้ n = 2 เนื่องจากการคำนวณพิสัยใช้ข้อมูล 2 ค่าที่อยู่ติดกัน ดังนั้นจะได้

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

$$= \overline{X} + 3\frac{\overline{R}}{1.128}$$

$$= \overline{X} + 2.66\overline{R}$$

- เส้นกลาง (Center line)

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

- ขีดจำกัดควบคุมล่าง (Lower control limit)

$$LCL_{\overline{X}} = \overline{X} - 3\sigma$$

ทำนองเดียวกับ UCL_X จะได้

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

$$= \overline{X} - 3\frac{\overline{R}}{1.128}$$

$$= \overline{X} - 2.66\overline{R}$$

2.1.2.2 แผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ (Moving range chart)

การคำนวณค่า $\overline{R}$ แบบตัวอย่างเดี่ยว

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

เมื่อ $\overline{R}$ หมายถึง ค่าเฉลี่ยพิสัยของกลุ่มตัวอย่าง

m หมายถึง จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

R_i หมายถึง ค่าพิสัยเคลื่อนที่ของกลุ่มตัวอย่างที่ i ใดๆ และ i = 1,2,…,m-1

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

การคำนวณค่าขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ (Moving range chart) มีสูตรในการคำนวณ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ขีดจำกัดควบคุมบน (Upper control limit)

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

เมื่อค่า D_4 คือ ตัวประกอบที่เปลี่ยนแปลงตามขนาดของตัวอย่าง สามารถเปิดได้จากตาราง ก. ในภาคผนวก ที่ n = 2 ในที่นี้ใช้ $D_4 = 3.267$ จะได้

$$\begin{aligned} UCL_R &= D_4 \overline{R} \\ &= 3.267 \overline{R} \end{aligned}$$

- เส้นกลาง (Center line)

$$CL_R = \overline{R}$$

- ขีดจำกัดควบคุมล่าง (Lower control limit)

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

เมื่อค่า D_3 คือ ตัวประกอบที่เปลี่ยนแปลงตามขนาดของตัวอย่าง สามารถเปิดได้จากตาราง ก. ในภาคผนวก ที่ n = 2 ในที่นี้ใช้ $D_3 = 0$ จะได้

$$\begin{aligned} LCL_R &= D_3 \overline{R} \\ &= 0\overline{R} \\ &= 0 \end{aligned}$$

2.1.3 การปรับปรุงแผนภูมิควบคุม

การปรับปรุงแผนภูมิควบคุมจะทำโดยการตัดจุดที่มีลักษณะของความผิดปกติ ดังที่กล่าวไว้ในหัวข้อ 2.1.1.2 นั่นคือ ตัดจุดของ X และ Moving ranges หรือค่า R ที่ผิดปกติออก ในที่นี้มีจำนวนเท่ากับ d นำข้อมูลมาเรียงใหม่ โดยมีข้อมูลตั้งแต่ X_i จนถึง X_{m-d} นำข้อมูลมาคำนวณหาค่า $\overline{X'}$ และ $\overline{R'}$ ใหม่ดังนี้

$$\overline{X'} = \frac{\sum_{i=1}^{m-d} X_i}{m-d} \qquad \overline{R'} = \frac{\sum_{i=1}^{m-d-1} R_i}{m-d-1}$$

และ

เมื่อ $\overline{X'}$ เป็นค่าของ $\overline{X}$ หลังการปรับปรุง

$\overline{R'}$ เป็นค่าของ $\overline{R}$ หลังการปรับปรุง

m เป็นจำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดก่อนการปรับปรุง

d เป็นจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ถูกตัดออก

จากนั้นคำนวณค่าขีดจำกัดควบคุมใหม่ โดยแทนค่า $\overline{X}$ และ $\overline{R}$ ของแผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและค่าพิสัยเคลื่อนที่ด้วย $\overline{X'}$ และ $\overline{R'}$ ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4 ความสามารถของกระบวนการ

คุณภาพของผลิตภัณฑ์เป็นสิ่งหนึ่งที่เกิดจากวิธีการผลิตหรือกระบวนการผลิต ถ้าผลิตภัณฑ์ใดมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ที่ดี นั่นก็หมายความว่าในกระบวนการผลิตปราศจากความแปรผันหรืออาจมีความแปรผันแต่ความแปรผันที่เกิดขึ้นมีน้อยมาก แต่ถ้าคุณภาพของผลิตภัณฑ์ใดมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่ดี หรือมีผลิตภัณฑ์เสียมาก นั่นหมายความว่า กระบวนการผลิตมีความแปรผันมาก และความแปรผันที่เกิดขึ้นนี้มาจากกระบวนการผลิต จะเป็นส่วนบ่งชี้ว่าความสามารถของกระบวนการผลิตเป็นอย่างไร ซึ่งการศึกษาถึงองค์ประกอบต่างๆ เหล่านี้เรียกอย่างง่ายๆ ก็คือ การศึกษาความสามารถของกระบวนการ

ความสามารถของกระบวนการในวิธีการผลิตหนึ่ง จะรวมถึง คน เครื่องจักร วัตถุดิบ การเก็บวัดข้อมูล และสิ่งแวดล้อม ซึ่งการศึกษาความสามารถของกระบวนการผลิต คือ การหาความแปรผันทั้งหมดและความคงที่ของกระบวนการผลิตที่มีเวลาเป็นส่วนประกอบหนึ่ง มีความสำคัญที่จะต้องพิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงในระดับคุณภาพ เนื่องจากเครื่องมือหรือการทดแทนเครื่องมือที่ช่วยเพิ่มความสามารถของเครื่องจักรนั้น คือ การศึกษาความแปรผันตามธรรมชาติที่คนไม่สามารถที่จะแก้ไขปรับปรุงได้ การศึกษาในช่วงนี้จะทำภายใต้เงื่อนไขของการควบคุม ตลอดจนหาความแปรผันตามธรรมชาติที่เกิดขึ้น เช่น การควบคุมคุณภาพวัตถุดิบและการวัดหรือควบคุมเครื่องมือให้มีความเที่ยงตรงขึ้น

2.1.4.1 การหาดัชนีวัดความสามารถของกระบวนการ

ในอุตสาหกรรมการผลิต จะมีกระบวนการดำเนิน คือ การออกแบบการผลิตซึ่งรวมไปถึงการตรวจสอบข้อกำหนดของสินค้าจะกำหนดในขั้นตอนการออกแบบด้วย ในขั้นตอนของการผลิตผู้ควบคุมการผลิตจะต้องควบคุมให้สินค้าที่ผลิตตรงตามข้อกำหนด ขั้นตอนการตรวจสอบเป็นขั้นตอนการยืนยันให้สินค้าที่ผลิตมีลักษณะคุณภาพตรงตามข้อกำหนด ในการควบคุมคุณภาพต้องพิจารณาถึงคุณภาพสินค้าว่าอยู่ภายในขีดจำกัดข้อกำหนดหรือไม่ เพื่อที่จะให้สามารถทราบถึงความสามารถของกระบวนการผลิตว่าต้องได้รับการปรับปรุงแก้ไขอย่างไร โดยวิธีการคำนวณหาดัชนีวัดความสามารถของกระบวนการผลิต (Process capability index) จะตั้งอยู่บนพื้นฐานกระบวนการผลิตภายใต้การควบคุมสม่ำเสมอ ซึ่งมีขั้นตอนการพิจารณาดังนี้

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

2. สำหรับการวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการผลิต (Process capability) ว่าเป็นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามข้อกำหนดหรือไม่ สามารถคำนวณได้จากวิธีการต่อไปนี้ คือ (Montgomery, 2001)

2.1 ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิต (Process capability index, C_p)

ใช้เมื่อค่าเฉลี่ยของกระบวนการอยู่ตรงกลางระหว่าง USL และ LSL

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

เมื่อ USL เป็นขีดจำกัดข้อกำหนดบน

LSL เป็นขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง

σ เป็นค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกระบวนการผลิต

2.2 ค่าดัชนีวัดความสามารถของกระบวนการผลิต (Process Capability Index : C_{pk})

ได้จากการหาค่าต่ำสุดของดัชนี (Upper Capability Index : C_{PU}) และ (Lower Capability Index : C_{PL}) ใช้เมื่อค่าเฉลี่ยของกระบวนการไม่อยู่กึ่งกลางระหว่าง USL และ LSL

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

เมื่อ C_{PU} คือค่าดัชนีวัดความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น กรณีกำหนดขอบเขตด้านขีดจำกัดข้อกำหนดบน

และ C_{PL} คือค่าดัชนีวัดความสามารถของกระบวนการผลิตระยะสั้น กรณีกำหนดขอบเขตด้านขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง

สูตรในการประมาณค่า C_{PU} และ C_{PL} มีดังนี้

$$C_{PU} = \frac{(USL - \overline{\overline{X}})}{3\sigma}$$

$$C_{PL} = \frac{\overline{\overline{X}} - LSL}{3\sigma}$$

3. การตัดสินใจว่าดัชนีชี้ความสามารถของกระบวนการ (C_{PK}) ว่ามีความสามารถหรือไม่ การตัดสินใจจะใช้การเปรียบเทียบการกระจายภายใต้ 6 σ ให้มีค่าเท่ากับความกว้างของขอบเขตข้อกำหนดบนและล่าง ค่าของ C_{PK} ที่คำนวณได้จะใช้ในการประเมินความสามารถของกระบวนการผลิตเมื่อเทียบกับขีดจำกัดข้อกำหนด ซึ่งค่า C_{PK} ที่ได้จะมีกรณีต่างๆ ดังนี้

กรณี 1 เมื่อ $C_{PK} < 1.33$ แสดงว่า กระบวนการผลิตสินค้าอยู่ในระดับที่ยังไม่สามารถควบคุมได้ หรือไม่เป็นไปตามข้อกำหนด ทำให้สัดส่วนของเสียมากขึ้น ดังนั้นเพื่อที่ลดสัดส่วนของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตนี้จะมีแนวทางแก้ปัญหา คือ

1. ลดความแปรผันในกระบวนการผลิต นั่นคือ ต้องปรับทั้งค่าเฉลี่ยและความแปรผันเสียใหม่ ซึ่งจะทำเช่นนี้ได้ต้องเปลี่ยนเงื่อนไขเกี่ยวกับการผลิต ซึ่งอาจเป็นเพียงการติดตั้งเครื่องจักรใหม่หรือปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ประกอบการทำให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น แต่ในบางครั้งอาจถึงขั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปลี่ยนแปลงขนาดใหญ่ เช่น เปลี่ยนวัตถุดิบ เปลี่ยนเครื่องจักรใหม่หรือเปลี่ยนกระบวนการผลิตใหม่ อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวย่อมเสียค่าใช้จ่ายและเวลามากขึ้นด้วย

2. กรณีที่ไม่อาจเปลี่ยนแปลงปัจจัยการผลิตต่างๆได้ แม้ว่าจะได้คุณภาพไม่ตรงตามเกณฑ์ที่กำหนดก็ตาม อาจจะแก้ไขปรับปรุงเกณฑ์ที่ข้อกำหนดเสียใหม่ โดยยึดหลักขีดความสามารถในการผลิตของโรงงาน เพื่อที่จะให้ได้ค่า USL และ LSL ที่ดีหรือครอบคลุมค่า 6σ แต่ถ้าไม่อาจเปลี่ยนแปลงได้ก็ต้องยอมรับว่าคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณภาพไม่ตรงตามเกณฑ์ที่กำหนดตามอัตราส่วนที่ต้องการ หรือรักษาระดับการควบคุมนี้ไว้ โดยไม่สนใจว่าจะเป็นระดับที่เหมาะสมหรือไม่ จะตรงตามเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่

กรณีที่ 2 เมื่อ $C_{PK} = 1.33$ แสดงว่า กระบวนการผลิตสินค้าอยู่ในระดับที่สามารถควบคุมได้หรือเป็นไปตามข้อกำหนด ไม่จำเป็นต้องมีการปรับปรุงกระบวนการ

กรณีที่ 3 เมื่อ $C_{PK} > 1.33$ แสดงว่า กระบวนการผลิตสินค้าอยู่ในระดับที่สามารถควบคุมได้ดีขนาด 6σ อยู่ระหว่างขีดจำกัดข้อกำหนด ซึ่งในลักษณะนี้ ไม่ก่อให้เกิดปัญหากับผู้ผลิตเพราะผลที่ได้แสดงว่าการควบคุมกระบวนการอยู่ในระดับที่เหมาะสม ได้คุณภาพ ผลิตภัณฑ์ตรงตามเกณฑ์ที่กำหนดตราบเท่าที่ยังคงรักษาระดับการควบคุมนี้ไว้

สำหรับในการควบคุมการผลิต จะใช้แผนภูมิควบคุมคุณภาพมาช่วยในการควบคุมการผลิต การปรับปรุงกระบวนการก็คือการปรับปรุงความแปรผันต่างๆ ที่เกิดขึ้นให้ลดลง ด้วยการปรับปรุง คน เครื่องจักร วัตถุดิบ และวิธีการผลิตให้ดีขึ้น แผนภูมิควบคุมคุณภาพที่ใช้สำหรับการควบคุมการผลิตจะแคบลงจนกระทั่งอยู่ในสภาวะที่ไม่สามารถที่จะปรับปรุงได้อีก ซึ่งในการหาความสามารถของกระบวนการผลิต ก็จะสามารถบอกได้ว่ากระบวนการหรือเครื่องจักรมีการทำงานดีหรือไม่ และหากดัชนี C_{PK} มีค่ามาก ความแปรผันในกระบวนการก็จะน้อย ความสามารถของกระบวนการก็จะมีค่ามาก

2.1.5 การคำนวณหาจำนวนร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนด

2.1.5.1 กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ

จากข้อมูลลักษณะคุณภาพผลิตภัณฑ์ที่มีการแจกแจงปกติจะสามารถคำนวณหาจำนวนร้อยละข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนดโดยอาศัยความสัมพันธ์ ดังนี้

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

เมื่อ Z_U และ Z_L เป็นค่าปกติมาตรฐาน

σ เป็นค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\overline{X}$ เป็นค่าเฉลี่ยของข้อมูล

USL เป็นขีดจำกัดข้อกำหนดบน (Upper specification limit)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LSL เป็นขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง (Lower specification limit)

จากสูตรการคำนวณนำค่า Z_U และ Z_L ที่ได้ไปเปิดตาราง ข. ในภาคผนวก (พิชิต สุขเจริญพงศ์ , 2521) จะได้เป็นค่าพื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติที่อยู่นอกขีดจำกัดข้อกำหนดทั้งด้านซ้ายและขวา นำค่าที่ได้มารวมกันแล้วคิดเป็นค่าร้อยละ จะได้ค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนด

2.1.6 การแจกแจงปกติ (Normal Distribution)

การแจกแจงของข้อมูลมีหลายแบบ แต่ข้อมูลที่ได้จากการวัดคุณสมบัติทางคุณภาพของการผลิต จะมีตัวแปรต่างๆ และมีความแปรผันในสภาพแวดล้อมขณะทำการผลิตเป็นปกติ มักจะมีการกระจายตัวเป็นแบบปกติ ดังนั้น จึงต้องศึกษาการแจกแจงปกติ ซึ่งมีคุณสมบัติดังนี้

1. เส้นโค้งจะมีลักษณะสมมาตรกันทั้งซ้ายและขวาซึ่งเรียกว่า เส้นโค้งปกติ

2. จุดสูงสุดของเส้นโค้งจะอยู่ ณ ค่าวัดที่มีความถี่สูงสุด และจะค่อยๆ ลดหลั่นลงเท่าๆ กันทั้งสองข้าง

3. ฟังก์ชั่นความหนาแน่นของความน่าจะเป็นของการแจกแจงแบบปกติ คือ (ณหทัย ราตรี, 2544)

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

เมื่อ f (x) แทนฟังก์ชั่นการแจกแจงแบบปกติ

e = 2.71828

π = 3.14286

μ แทนค่าเฉลี่ยของประชากร

σ^2 แทนค่าความแปรปรวนของประชากร

2.1.7 การแจกแจงไวบูลล์ (Weibull Distribution)

ในกรณีที่ข้อมูลมีการแจกแจงที่ไม่ใช่แบบปกติจะต้องหาว่าข้อมูลมีการแจกแจงแบบไหน โดยส่วนใหญ่แล้ว ข้อมูลที่ไม่มีการแจกแจงแบบปกติเมื่อทำการหารูปการแจกแจงที่เหมาะสม จะมีการแจกแจงแบบไวบูลล์ ดั้งนั้น ในกรณีนี้จะนำเสนอเฉพาะคุณลักษณะการแจกแจงไวบูลล์อย่างเดียว การแจกแจงแบบไวบูลล์เป็นการศึกษาเกี่ยวกับอายุการใช้งานของวัตถุสิ่งของ ซึ่งหมายถึงความทนทานของวัตถุสิ่งของ โดยวัดด้วยเวลาตั้งแต่เริ่มต้น (t = 0) จนกระทั่งวัตถุนั้นเสียเสื่อมสภาพ หรือ เริ่มนับเมื่อปรากฏการณ์ทำนองเดียวกันได้เกิดเสร็จสิ้นไปแล้วในเวลาดังกล่าว จะนับติดต่อกันไปเรื่อยๆจนกระทั่งปรากฏการณ์ที่สนใจนั้นจะเกิดขึ้นอีก ฟังก์ชันความหนาแน่นน่าจะเป็นของการแจกแจงไวบูลล์ มีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ถ้าตัวแปร X มีการแจกแจงไวบูลล์แล้วฟังก์ชันความหนาแน่นน่าจะเป็น f(x) ของตัวแปรสุ่ม X คือ

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

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

สำหรับ α, β, 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 ซึ่งจะทำให้ค่าที่เป็นไปได้ที่น้อยที่สุดของตัวแปรสุ่ม X หรือ พารามิเตอร์ γ มีค่าเท่ากับ 0 ดังนั้นเมื่อ γ=0 จะได้การแจงแจงไวบูลล์ที่มีพารามิเตอร์ 2 ตัว คือ α, β ซึ่งจะนิยามฟังก์ชันความหนาแน่นน่าจะเป็นของการแจกแจงไวบูลล์ด้วยพารามิเตอร์ α, β ดังนี้

ฟังก์ชันความหนาแน่นน่าจะเป็น (pdf) คือ

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

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

ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวน มีค่าเป็นดังนี้

$$\mu = \alpha\tau\left(1 + \frac{1}{\beta}\right)$$

และ

$$\sigma^2 = \frac{\alpha^2}{\beta}\left[2\tau\left(\frac{2}{\beta}\right) - \frac{1}{\beta}\left(\tau\left[\frac{1}{\beta}\right]\right)^2\right]$$

มัธยฐานและฐานนิยม คือ

$$Med = \alpha(ln2)^{\frac{1}{\beta}}$$

และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
117267

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

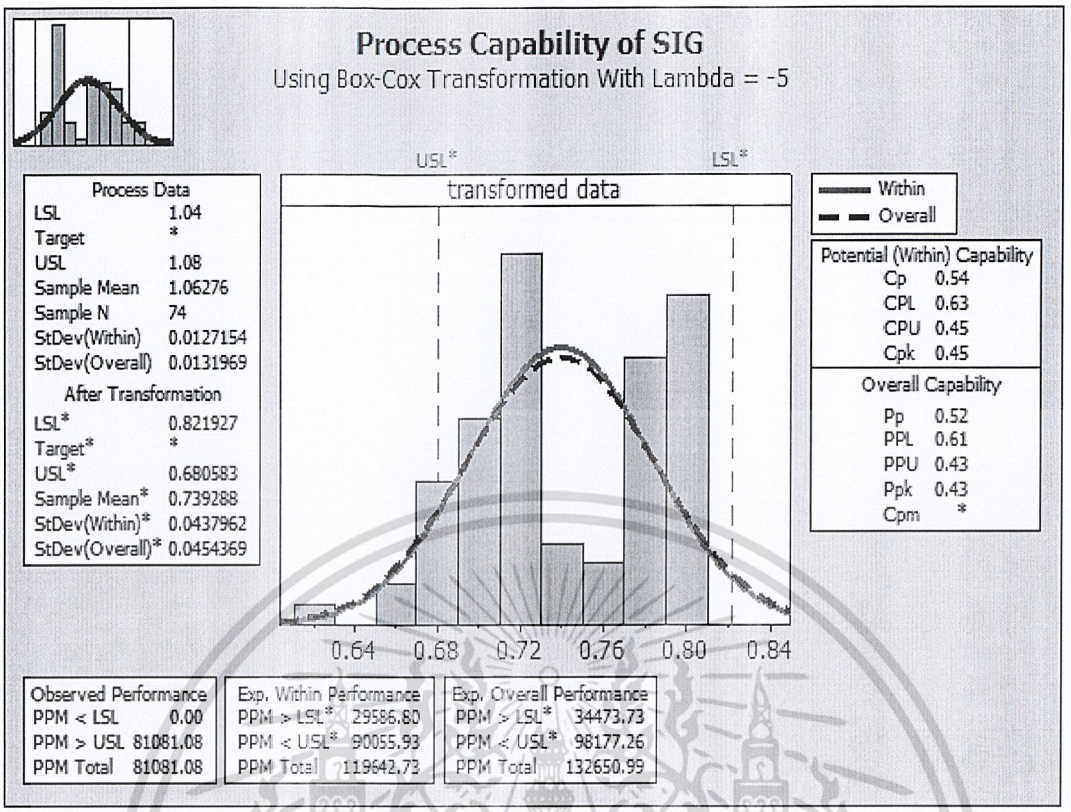
$$= 0 \qquad \text{เมื่อ } \beta \leq 1$$

2.1.8 การแปลงข้อมูลโดยวิธี Box-Cox

การคำนวณจะทำโดยแปลงค่าข้อมูล (Y) ไปเป็น $Y' = Y^{\lambda}$ ตัวอย่างค่า λ เป็นดังตารางที่ 2.1 ข้างล่าง การหาค่า λ ที่เหมาะสมนั้น โปรแกรม เช่น MINITAB จะคำนวณหาค่า λ ที่เหมาะสม ซึ่งจะทำให้ข้อมูลหลังการแปลงค่ามีการกระจายตัวใกล้เคียงกับการกระจายแบบปกติมากที่สุด หลังจากนั้นจึงนำค่าที่ถูกแปลงพร้อมทั้ง LSL และ USL ไปคำนวณหาค่า C_{PK} และ P_{PK} ต่อไป การคำนวณแบบนี้มีข้อได้เปรียบอีกประการหนึ่ง คือ สามารถคำนวณได้ทั้งค่า C_{PK} และ P_{PK} และสะท้อนความสามารถของกระบวนการในการทำผลิตภัณฑ์ให้ได้ตามข้อกำหนด

ตัวอย่างการคำนวณ ดังรูปที่ 2.3 จะให้ค่า C_{PK} และ P_{PK} หลังจากใช้ข้อมูลที่เหมาะสมแล้ว การคำนวณแบบนี้สะท้อนความสามารถของกระบวนการในการได้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นไปตามข้อกำหนดมากขึ้น นอกจากนี้การคำนวณ Within และ Overall Performance ก็สะท้อนความเป็นจริงมากขึ้น อย่างไรก็ตาม การคำนวณในลักษณะนี้อาจก่อให้เกิดความยุ่งยากในการอ่านค่าและการตีความ ตัวอย่างเช่น ค่า LSL กลายไปอยู่ด้านบนและค่า USL กลับกลายมาอยู่ด้านล่าง นอกจากนี้ค่าที่อ่านได้ในกราฟจะอยู่ในสเกลที่ถูกแปลงค่าแล้ว บุคลากรที่ไม่มีความชำนาญในการดูผลการวิเคราะห์แบบนี้อาจสับสนได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 แสดงลักษณะข้อมูลที่ไม่เป็นแบบปกติ เมื่อแปลงโดยวิธีของ Box-Cox

ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างการแปลงค่าที่ λ ค่าต่างๆ

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

2.1.9 การแปลงข้อมูลโดยวิธี Johnson

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

- SB: Bounded
- SL:Log Normal
- SU:Unbounded

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Nicholas R. Farnum ได้อธิบายการใช้การแปลง Johnson ไว้สำหรับระบบ Johnson สำหรับทั้ง 3 โค้งที่แปลงข้อมูลไปสู่การแจกแจงแบบปกติมาตรฐานนั้นสามารถเขียนเป็นสมการดังนี้

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

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

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

เมื่อ Y คือ ข้อมูลภายหลังที่ถูกแปลง

X คือ ตัวแปรที่ต้องการแปลงข้อมูล

γ คือ พารามิเตอร์บอกรูปร่างตัวที่ 1

n คือ พารามิเตอร์บอกรูปร่างตัวที่ 2

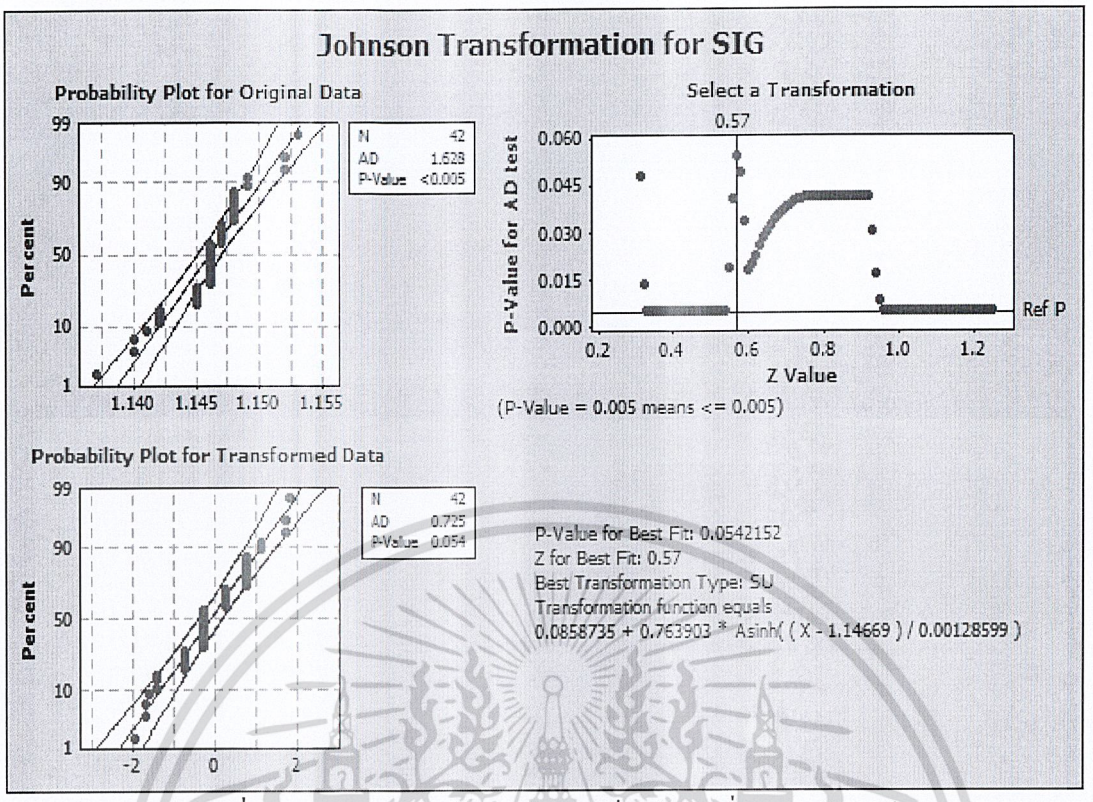
ε คือ พารามิเตอร์บอกตำแหน่ง

λ คือ พารามิเตอร์บอกมาตรา

กฎการตัดสินใจต่างๆจะถูกกำหนดให้มาว่าจะเลือกวิธีของโค้ง SU,SB หรือ SL ในการที่จะแปลงข้อมูล วิธีที่ถูกเลือกใช้นั้นจะแปลงข้อมูลซ้ำๆ ซึ่งใช้ค่าพารามิเตอร์ต่างๆและโค้งต่างๆ การแปลงที่ให้ผลใกล้เคียงปกติจะถูกเลือกใช้

ตัวอย่างการแปลงข้อมูลรูปที่ 2.3 แสดงลักษณะข้อมูลที่ไม่เป็นแบบปกติและแปลงด้วยวิธี Box-cox

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 แสดงลักษณะข้อมูลมีความเป็นปกติ เมื่อแปลงโดยวิธีของ Johnson

เช่นเดียวกับวิธีแปลงแบบ Box-Cox วิธี Johnson จะให้ผลดีเมื่อใช้โปรแกรมที่เหมาะสมในการแปลง (Farnun, 1996-1997)

2.1.10 การทดสอบการแจกแจงของ Anderson-daring

การทดสอบการแจกแจงของ Anderson-daring เป็นการทดสอบสถิติที่มีสมรรถภาพสูง สำหรับ การตรวจหาการเบี่ยงเบนจากแบบปกติ วิธีนี้อาจจะใช้กับตัวอย่างที่มีขนาดเล็ก $n \leq 25$ สำหรับข้อมูลที่มีขนาดใหญ่มาก อาจจะปฏิเสธการแจกแจงแบบปกติ นอกจากนี้การทดสอบการแจกแจงของ Anderson-daring ยังสามารถใช้ทดสอบกับการแจกแจงอื่นๆได้

โดยสถิติทดสอบ A ที่จะใช้ประเมินค่าข้อมูล $\{Y_1<\ldots<Y_N\}$ (ข้อมูลที่ถูกเรียงลำดับ) มาจากการแจกแจงที่ศึกษาซึ่งมีฟังก์ชันการแจกแจงสะสมเป็น F คือ

$$A^2 = -n-S$$

เมื่อ n คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

สถิติทดสอบสามารถเปรียบเทียบกับค่าวิกฤตของแจกแจงตามทฤษฎี เพื่อหาค่าความน่าจะเป็น (P-value)

ในการเปรียบเทียบความสามารถของ stephens (1974) พบว่า A^2เป็นสถิติทดสอบตัวหนึ่งที่ดีที่สุดในการทดสอบ สำหรับการทดสอบการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งสถิติทดสอบการแจกแจงของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

ขั้นตอนการทดสอบ

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

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

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

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

6. หาค่า A^{2*} เป็นค่าจริงโดยประมาณสำหรับขนาดตัวอย่าง ดังนี้

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

7. ถ้า A^{2*} มีค่ามากกว่า 0.752 แล้ว จะปฏิเสธสมมติฐานของการแจกแจงแบบปกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทิพวัลย์ เทพสาตรา และ คณะ (2543) ได้ทำการศึกษาการควบคุมคุณภาพในการผลิตน้ำมันหล่อลื่นของบริษัท อพอลโล(ไทย) จำกัด โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลปริมาตรของน้ำมันเบนซินในขั้นตอนการผลิต และ นำข้อมูลที่ได้มาสร้างแผนภูมิควบคุมคุณภาพค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$ -Chart) และ แผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S-chart) รวมทั้งเปรียบเทียบหัวจ่ายน้ำมันของเครื่องจักรแต่ละเครื่องและหาค่าสัมประสิทธิ์แปรผัน (Cofficient of Variation : C.V.) ซึ่งใช้โปรแกรมสำเร็จรูปมาคำนวณ คือ SPSS และ Microsoft Excel ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาตรของน้ำมันหล่อลื่นเบนซิน โดยใช้แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย($\overline{X}$ -Chart) และแผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S-chart) พบว่ายังมีข้อมูลที่ตกนอกพิกัด แสดงว่า การควบคุมคุณภาพยังอยู่ในสภาวะควบคุมไม่ได้ การเปรียบเทียบประสิทธิภาพหัวจ่ายน้ำมันของเครื่องจักร ในแต่ละเครื่อง พบว่าไม่แตกต่างกันและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องจักร M-6, M-1, M-8 และ M-9 พบว่าเครื่องจักร M-7 มีประสิทธิภาพดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกศรา อนันต์สิทธิพร และ คณะ (2547) ได้ทำการศึกษาควบคุมคุณภาพ และ ศึกษาแผนการสุ่ม ตัวอย่างที่เหมาะสมสำหรับการตรวจสอบเครื่องปรุงของผลิตภัณฑ์กึ่งสำเร็จรูป 5 ชนิด ของบริษัทเพรสซิเดนไรซ์โปรดักซ์จำกัด (มหาชน) ข้อมูลน้ำหนักเครื่องปรุงได้เก็บรวบรวมโดยแยกเป็น 3 ประเภทคือ เครื่องปรุง น้ำมันเจียว และพริกป่น ผลจากการสร้างแผนภูมิควบคุม $\overline{X}$ –**S** ทั้งผลิตภัณฑ์ทั้ง 5 ชนิด พบว่ากระบวนการผลิตส่วนใหญ่มีจุดตกอยู่นอกขีดจำกัดควบคุมผลิตภัณฑ์ทั้ง 5 ชนิด สาเหตุที่ทำให้จุดตกนอกพิกัดควบคุมยังไม่ทราบแน่ชัดเนื่องจากขาดรายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนการผลิตของกระบนการผลิต การคำนวณเปอร์เซ็นต์ของเสียที่ตกอยู่นอกเกณฑ์กำหนดทั้ง 3 ประเภทของเครื่องปรุงพบว่าเปอร์เซ็นต์ของเสียมีค่าต่ำไปหาสูงเรียงกันสำหรับน้ำมันเจียว พริกป่น และ เครื่องปรุงมีค่าเท่ากับ 0-19 %, 0-39% และ 0-46 % ตามลำดับ เปอร์เซ็นต์ของเสียเหล่านี้ส่งผลต่อค่า C_{PK} ของน้ำมันเจียวซึ่งมีค่ามากกว่า 1 ถึง 24 ครั้งจาก 36 ครั้ง พริกป่น 1 ครั้งจาก 30 ครั้ง และ เครื่องปรุง 1 ครั้ง จาก 36 ครั้ง แผนการสุ่มตัวอย่างแบบ MIL-STD-414 ถูกนำมาใช้ภายใต้เงื่อนไขที่ทางโรงงานกำหนด คือ AQL มีค่าเท่ากับ 4% ผลจากการตรวจสอบแบบเคร่งครัดและระดับ 3 จะให้ผลการยอมรับรุ่นทุกรุ่นสำหรับ น้ำมันเจียวของทั้ง 5 ผลิตภัณฑ์ เนื่องจากค่าประมาณเปอร์เซ็นต์ของเสียของรุ่นจากตัวอย่างที่สุ่มมีค่าน้อยมากอยู่ในช่วง 0-6 % จากแผนการสุ่มตัวอย่างดังกล่าวจำนวนการยอมรับสำหรับเครื่องปรุงและพริกป่นมีจำนวน 9 รุ่นจาก 62 รุ่นและ 34 รุ่นจาก 56 รุ่น ตามลำดับ การเปลี่ยนแผนการสุ่มตัวอย่างจากเคร่งครัดไปเป็นแบบปกติจะทำให้ขนาดตัวอย่างลดลงแต่จะมีการปฏิเสธรุ่นเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้การออกแบบแผนการสุ่มตัวอย่างควรทำแยกกัน ทั้งเครื่องปรุงน้ำมันเจียว และ พริกป่น เนื่องจากความแตกต่างกันของเปอร์เซ็นต์ของเสียโดยธรรมชาติของกระบวนการผลิต

ธีรพงษ์ กุลพรม และ คณะ (2548) ได้ทำการศึกษาถึงการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์สีน้ำของบริษัท ซันโก้ เคมีคอล จำกัด โดยเก็บรวบรวมข้อมูลค่าต่างๆ ซึ่งได้แก่ ปริมาณสารที่ไม่ระเหย ความหนืด ความหนาแน่น ความเป็นกรดด่าง ค่ากำลังซ่อนแสง ของผลิตภัณฑ์สีน้ำทั้ง 7 ชนิด ตั้งแต่ วันที่ 1 มกราคม ถึงวันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ. 2548 แล้วนำข้อมูลที่ได้มาทดสอบการแจกแจงแบบปกติ สร้างแผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยว (X-Chart) และ แผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ (Moving range chart) รวมทั้งหาค่าสมรรถนะของขบวนการผลิต (C_{PK}) และคำนวณหาค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS MINITAB และ Microsoft Excel เข้ามาช่วยในการประมวลผล จากการวิเคราะห์ พบว่า ในกระบวนการผลิตของสีน้ำทั้ง 7 ชนิด จำเป็นต้องคำนึงถึงความหนืดและความเป็นกรด-ด่าง เป็นสิ่งสำคัญ เพราะคุณสมบัติทั้งสองยังให้ค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนดมีค่ามาก และ ค่าสมรรถนะของกระบวนการผลิตยังไม่อยู่ในระดับที่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

วิธีการดำเนินงานวิจัยในปัญหาพิเศษนี้ แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. แหล่งที่มาของข้อมูล
2. ขั้นตอนการผลิต
3. การเก็บรวบรวมข้อมูลและเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
4. ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล
5. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์

3.1 แหล่งที่มาของข้อมูล

ในการศึกษาการควบคุมคุณภาพครั้งนี้ เป็นข้อมูลจาก บริษัท เอเชีย เพิร์ล เพ้นท์ จำกัด ซึ่งได้ทำการรวบรวมข้อมูลการตรวจสอบคุณภาพ 2 ลักษณะ ได้แก่ ค่าความหนืด (Viscosity) และค่าความถ่วงจำเพาะ (Specific gravity) ของผลิตภัณฑ์สีทั้ง 8 ชนิด ได้แก่ สีเคลือบเงา WHITE # 300, สีเคลือบเงา CAMINE # 309, สีเคลือบเงา PERMANENT # 386, สีน้ำพลาสติกสำหรับทาภายนอก WHITE # 600, สีน้ำพลาสติกสำหรับทาภายนอกและภายใน JUMPING BEAN # 812, สีน้ำพลาสติกสำหรับทาภายนอกและภายใน HULLABALOO # 813, สีน้ำพลาสติกสำหรับทาภายนอกและภายใน GREEN LIGHT # 852 และสีน้ำพลาสติกสำหรับทาภายนอกและภายใน SKY BOAT # 864 ของบริษัทเอเชีย เพิร์ล เพ้นท์ จำกัด ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2553 ถึง วันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ. 2553 ซึ่งข้อมูลตัวอย่างจะมีลักษณะดังนี้

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลตัวอย่างทั้งหมดที่รวบรวมในเดือน มกราคม พ.ศ.2553

ลำดับที่	ว/ด/ป	รหัส	Vis	S.G.
1	4/1/2553	616	102	1.383
2	4/1/2553	621	95	1.487
3	4/1/2553	600	106	1.553
4	4/1/2553	3001	106	1.557
5	5/1/2553	8001	105	1.487
6	5/1/2553	628	100	1.517

ลำดับที่	ว/ด/ป	รหัส	Vis	S.G.
7	5/1/2553	6618	95	1.516
8	5/1/2553	611	106	1.554
9	5/1/2553	656	106	1.557
10	5/1/2553	3001	106	1.558
11	5/1/2553	L-30W	90	1.365
12	5/1/2553	399	93.8	1.035

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	ว/ด/ป	รหัส	Vis	S.G.
13	5/1/2553	388	90	1.048
14	5/1/2553	572W	89	1.112
15	5/1/2553	345	96.1	1.167
16	5/1/2553	30	96.6	1.345
17	5/1/2553	326	94.7	1.304
18	5/1/2553	518	97.5	1.065
19	6/1/2553	425	106	1.568
20	6/1/2553	6600	110	1.556
21	6/1/2553	8001	105	1.489
22	6/1/2553	G-800	92.2	1.236
23	6/1/2553	G-801	96.1	1.253
24	6/1/2553	G-843	90.5	1.167
25	6/1/2553	G-860	94.3	1.471
26	6/1/2553	300	95.5	1.047
27	6/1/2553	314	90	1.608
28	6/1/2553	345	94.8	1.165
29	6/1/2553	389	91.7	1.146
30	6/1/2553	591	90	1.069
31	6/1/2553	7003	92	1.505
32	6/1/2553	7003	87.9	1.506
33	7/1/2553	3004W	87.8	1.474
34	7/1/2553	3004W	90.7	1.476
35	7/1/2553	396	90	1.127
36	7/1/2553	391	90	0.993
37	7/1/2553	586	90	1.289
38	7/1/2553	305	91.1	1.028
39	7/1/2553	301	89.4	0.96
40	7/1/2553	902	120	1.446

ลำดับที่	ว/ด/ป	รหัส	Vis	S.G.
41	7/1/2553	G-842	94	1.132
42	7/1/2553	G-802	90	1.248
43	7/1/2553	6690	100	1.483
44	7/1/2553	G-833	100	1.514
45	7/1/2553	611	106	1.556
46	7/1/2553	600	106	1.568
47	7/1/2553	4400	110	1.563
48	7/1/2553	3001	107.5	1.568
49	8/1/2553	3003	95.5	1.504
50	8/1/2553	3003	90.8	1.503
51	8/1/2553	3002	96.9	1.488
52	8/1/2553	L-30W	90	1.367
53	8/1/2553	588	93.6	1.154
54	8/1/2553	386	93.9	1.149
55	8/1/2553	318	92.3	1.173
56	8/1/2553	311	90	1.128
57	8/1/2553	192	90	1.049
58	8/1/2553	G-871	92.5	1.196
59	8/1/2553	G-864	95.7	1.154
60	8/1/2553	G-832	110	1.48
61	8/1/2553	G-825	104.5	1.386
62	8/1/2553	6611	110	1.561
63	8/1/2553	4411	110	1.558
64	8/1/2553	400	106	1.563
65	8/1/2553	6001	106	1.557
66	9/1/2553	300	90	1.068
67	9/1/2553	501W	95.6	1.065
68	9/1/2553	30	97.8	1.347

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	ว/ด/ป	รหัส	Vis	S.G.
69	9/1/2553	3003	90.2	1.507
70	9/1/2553	3003	98.2	1.511
71	9/1/2553	6001	106	1.566
72	9/1/2553	6001	106.8	1.563
73	9/1/2553	V-864	106	1.569
74	11/1/2553	600	105.7	1.564
75	11/1/2553	C-800	108.6	1.459
76	11/1/2553	C-800	110	1.459
77	11/1/2553	C-801	106	1.459
78	11/1/2553	G-814	90	1.151
79	11/1/2553	G-825	95	1.126
80	11/1/2553	S-822	110	1.452
81	11/1/2553	S-857	108.6	1.557
82	11/1/2553	314	90	1.609
83	11/1/2553	318	94.8	1.178
84	11/1/2553	333	92	1.018
85	11/1/2553	545W	90	1.072
86	11/1/2553	3003	93.9	1.511
87	11/1/2553	3003	85.1	1.502
88	11/1/2553	3003	88.1	1.506
89	12/1/2553	G-872	90.3	1.191
90	12/1/2553	G-852	95	1.167
91	12/1/2553	G-815	96.4	1.049
92	12/1/2553	V-822	111.6	1.452
93	12/1/2553	S-852	105.1	1.556
94	12/1/2553	6657	110	1.554
95	12/1/2553	7004W	91	1.484
96	12/1/2553	3004W	95	1.479

ลำดับที่	ว/ด/ป	รหัส	Vis	S.G.
97	12/1/2553	3004W	92.1	1.476
98	12/1/2553	3002	92.2	0.1485
99	12/1/2553	546	97.7	1.258
100	12/1/2553	543	93.5	1.083
101	12/1/2553	357	97.2	1.226
102	12/1/2553	320	90	1.05
103	12/1/2553	300	90	1.048
104	12/1/2553	118	85	0.988
105	13/1/2553	C-800	110	1.453
106	13/1/2553	C-800	110	1.455
107	13/1/2553	S-813	107.8	1.556
108	13/1/2553	S-823	109.2	1.366
109	13/1/2553	343	90.4	1.159
110	13/1/2553	505	90	1.014
111	13/1/2553	394	89.6	1.143
112	13/1/2553	L-30W	90	1.34
113	13/1/2553	3002	100.2	1.484
114	13/1/2553	3004W	98.3	1.456
115	14/1/2553	3001	106	1.561
116	14/1/2553	4435	110	1.526
117	14/1/2553	663	106.4	1.557
118	14/1/2553	V-852	105.9	1.553
119	14/1/2553	C-803	105	1.394
120	14/1/2553	G-800	97.2	1.293
121	14/1/2553	G-811	91	1.248
122	14/1/2553	G-840	95	1.232
123	14/1/2553	G-862	91.6	1.237
124	14/1/2553	300	90	1.067

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	ว/ด/ป	รหัส	Vis	S.G.
125	14/1/2553	330	88.6	1.324
126	14/1/2553	345	90	1.166
127	14/1/2553	389	90	1.151
128	14/1/2553	3008W	96.1	1.472
129	14/1/2553	3004W	93.4	1.452
130	14/1/2553	3004W	97.2	1.476
131	14/1/2553	3004W	95.8	1.468
132	14/1/2553	3004W	98	1.47
133	14/1/2553	354	90	1.04
134	15/1/2553	L-3001	106	1.568
135	15/1/2553	V-812	106	1.558
136	15/1/2553	G-853	97.2	1.13
137	15/1/2553	G-873	91.8	1.087
138	15/1/2553	301	90	0.963
139	15/1/2553	308	90	1.04
140	15/1/2553	324	94.5	1.294
141	15/1/2553	326	90.7	1.283
142	15/1/2553	342	87.8	1.352
143	15/1/2553	500	90	1.138
144	15/1/2553	7004W	94.1	1.48
145	15/1/2553	3004W	90.9	1.474
146	16/1/2553	130	90	0.954
147	16/1/2553	301	82	0.965
148	16/1/2553	L-00	92.2	1.083
149	16/1/2553	30FIB	96.1	1.326
150	16/1/2553	3004W	90	1.459
151	16/1/2553	3008W	90	1.457
152	16/1/2553	3003	83.4	1.503

ลำดับที่	ว/ด/ป	รหัส	Vis	S.G.
153	16/1/2553	5553	94	1.512
154	16/1/2553	3001	106	1.564
155	16/1/2553	S-864	106	1.569
156	16/1/2553	G-800	95	1.237
157	16/1/2553	G-820	95	1.243
158	16/1/2553	G-822	95	1.211
159	16/1/2553	G-861	95.1	1.237
160	18/1/2553	3001	106	1.568
161	18/1/2553	6600	110	1.557
162	18/1/2553	630	106.8	1.557
163	18/1/2553	6663	110	1.554
164	18/1/2553	617	95	1.435
165	18/1/2553	620	95	1.535
166	18/1/2553	G-801	95	1.253
167	18/1/2553	G-821	95	1.246
168	18/1/2553	100	82	1.143
169	18/1/2553	546	92.3	1.256
170	18/1/2553	30	90	1.347
171	18/1/2553	3003	86.9	1.501
172	18/1/2553	3003	96	1.509
173	18/1/2553	3004	92	1.451
174	18/1/2553	3004	88	1.447
175	19/1/2553	3003	91.4	1.502
176	19/1/2553	3003	87.5	1.503
177	19/1/2553	3003	91.4	1.506
178	19/1/2553	3004W	88.6	1.447
179	19/1/2553	3004W	92.3	1.452
180	19/1/2553	30FIB	91.6	1.346

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	ว/ด/ป	รหัส	Vis	S.G.
181	19/1/2553	L-30W	90	1.367
182	19/1/2553	545W	96.7	1.068
183	19/1/2553	554	94.5	1.182
184	19/1/2553	L-92	90	1.045
185	19/1/2553	G-841	94	1.249
186	19/1/2553	G-810	95	1.26
187	19/1/2553	G-800	94.9	1.235
188	19/1/2553	644	95	1.478
189	19/1/2553	621	95	1.485
190	19/1/2553	S-832	106	1.559
191	19/1/2553	600	107.3	1.568
192	19/1/2553	4463	110	1.532
193	19/1/2553	3001	106.2	1.568
194	19/1/2553	6001	107.8	1.553
195	20/1/2553	400	106	1.568
196	20/1/2553	6600	107	1.563
197	20/1/2553	657	107.5	1.554
198	20/1/2553	6620	95.6	1.535
199	20/1/2553	6690	100	1.489
200	20/1/2553	8003	105	1.489
201	20/1/2553	V-812	106	1.554
202	20/1/2553	G-812	92.4	1.243
203	20/1/2553	G-844	95	1.187
204	20/1/2553	133	90	1.128
205	20/1/2553	196	90	1.043
206	20/1/2553	704	65.2	1.206
207	20/1/2553	705	65	1.254
208	20/1/2553	509	90	1.148

ลำดับที่	ว/ด/ป	รหัส	Vis	S.G.
209	20/1/2553	345	87.2	1.168
210	20/1/2553	595	96.7	1.315
211	20/1/2553	3332	90	1.496
212	20/1/2553	3004W	93	1.449
213	20/1/2553	3003	91.5	1.506
214	21/1/2553	997	80.2	1.712
215	21/1/2553	5553	92.5	1.504
216	21/1/2553	530	89.5	1.326
217	21/1/2553	392	93.1	1.356
218	21/1/2553	346	88.2	1.114
219	21/1/2553	343	93.4	1.155
220	21/1/2553	309	97.7	1.14
221	21/1/2553	G-863	95	1.204
222	21/1/2553	G-856	95.1	1.082
223	21/1/2553	G-850	93.6	1.245
224	21/1/2553	G-843	93.9	1.178
225	21/1/2553	G-813	93.3	1.192
226	21/1/2553	642	106	1.459
227	21/1/2553	635	106.9	1.557
228	21/1/2553	632	106.2	1.563
229	21/1/2553	4410	110	1.582
230	21/1/2553	6001	106	1.562
231	21/1/2553	3001	106	1.566
232	22/1/2553	330	90	1.348
233	22/1/2553	343	96.4	1.155
234	22/1/2553	345	94.1	1.161
235	22/1/2553	386	93.9	1.146
236	22/1/2553	3003	97.5	1.505

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	ว/ด/ป	รหัส	Vis	S.G.
237	22/1/2553	7003	89.8	1.506
238	22/1/2553	997	80.5	1.647
239	22/1/2553	411	106	1.564
240	22/1/2553	432	106	1.563
241	22/1/2553	435	106	1.554
242	22/1/2553	600	106	1.562
243	22/1/2553	S-815	106	1.524
244	23/1/2553	7004	94.1	1.453
245	23/1/2553	G-820	97	1.242
246	23/1/2553	6600	107.2	1.553
247	23/1/2553	4432	108.9	1.561
248	23/1/2553	410	106	1.566
249	23/1/2553	6001	107.9	1.556
250	23/1/2553	L-3001	106.4	1.562
252	23/1/2553	G-852	96	1.16
253	23/1/2553	4000	85	0.989
254	23/1/2553	5555	84.8	1.522
255	23/1/2553	3008W	98.4	1.457
256	23/1/2553	3004W	87.8	1.476
257	23/1/2553	3003	88.2	1.501
258	23/1/2553	3003	83.1	1.505
259	23/1/2553	389	88.7	1.145
260	23/1/2553	391	97.8	0.987
261	23/1/2553	530	90.9	1.347
262	23/1/2553	501W	90	1.087
263	23/1/2553	330	97	1.348
264	23/1/2553	310	90	1.193
265	23/1/2553	300	90	1.067

ลำดับที่	ว/ด/ป	รหัส	Vis	S.G.
266	25/1/2553	610	105	1.56
267	25/1/2553	638	108	1.56
268	25/1/2553	666	107.8	1.554
269	25/1/2553	8001	105	1.487
270	25/1/2553	S-813	106	1.559
271	25/1/2553	S-813	106	1.551
272	25/1/2553	G-840	91.2	1.243
273	25/1/2553	G-860	91.9	1.257
274	25/1/2553	1114	90	1.057
275	25/1/2553	1130	85	1.048
276	25/1/2553	301	78	0.965
277	25/1/2553	314	90	1.612
278	25/1/2553	338	90	1.136
279	25/1/2553	3003	91.8	1.506
280	25/1/2553	3003	90	1.517
281	25/1/2553	3008W	92.8	1.446
282	25/1/2553	3004W	99.4	1.459
283	25/1/2553	999	80	1.782
284	26/1/2553	300	90	1.067
285	26/1/2553	338	97.2	1.136
286	26/1/2553	345	89.2	1.165
287	26/1/2553	386	93.6	1.143
288	26/1/2553	395	90	1.315
289	26/1/2553	396	96.1	1.129
290	26/1/2553	586	90	1.293
291	26/1/2553	545W	90	1.068
292	26/1/2553	L-30W	90	1.34
293	26/1/2553	3003	95.2	1.508

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	ว/ด/ป	รหัส	Vis	S.G.
294	26/1/2553	3004W	98	1.458
295	26/1/2553	705	70	1.21
296	26/1/2553	997	82.9	1.677
297	26/1/2553	7004	95	1.473
298	26/1/2553	7003	101.2	1.506
299	26/1/2553	463	106	1.559
300	26/1/2553	L-56	110	1.532
301	26/1/2553	6663	110	1.566
302	26/1/2553	G-821	98.9	1.221
303	26/1/2553	G-833	95	1.218
304	26/1/2553	G-852	96.3	1.166
305	26/1/2553	G-862	90	1.213
306	26/1/2553	S-873	106	1.547
307	27/1/2553	5553	101.6	1.511
308	27/1/2553	5553	96.8	1.514
309	27/1/2553	3004W	97.4	1.459
310	27/1/2553	3008W	99.9	1.473
311	27/1/2553	389	95	1.15
312	27/1/2553	387	94.5	1.293
313	27/1/2553	343	90.5	1.158
314	27/1/2553	521	92.7	1.292
315	27/1/2553	309	90	1.148
316	27/1/2553	500W	90	1.128
317	27/1/2553	711	70	1.224
318	27/1/2553	1116	88.2	1.048
319	27/1/2553	G-871	95.1	1.19
320	27/1/2553	S-821	108	1.558
321	27/1/2553	S-814	105.5	1.563

ลำดับที่	ว/ด/ป	รหัส	Vis	S.G.
322	27/1/2553	6661	110	1.563
323	27/1/2553	6635	110	1.557
324	28/1/2553	300	90	105.9
325	28/1/2553	307	90	1.068
326	28/1/2553	374	90	0.998
327	28/1/2553	3003	95	1.513
328	28/1/2553	L-3001	107.2	1.556
329	28/1/2553	425	106	1.563
330	28/1/2553	466	106	1.568
331	28/1/2553	4400	110.9	1.578
332	28/1/2553	G-801	91.4	1.232
333	28/1/2553	G-812	94.9	1.24
334	28/1/2553	G-823	96.9	1.136
335	28/1/2553	G-856	96.5	1.121
336	28/1/2553	616	95.2	1.385
337	28/1/2553	1107	85	1.057
338	28/1/2553	1109	79	1.053
339	28/1/2553	7003	90	1.512
340	29/1/2553	6001	106	1.556
341	29/1/2553	6618	96.6	1.513
342	29/1/2553	8003	105	1.487
343	29/1/2553	S-820	106	1.554
344	29/1/2553	G-801	95	1.253
345	29/1/2553	G-811	95	1.165
346	29/1/2553	G-825	95	1.128
347	29/1/2553	G-832	91.2	1.165
348	29/1/2553	G-873	97.6	1.089
349	29/1/2553	115	90	1.035

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	ว/ด/ป	รหัส	Vis	S.G.
350	29/1/2553	159	85	1.056
351	29/1/2553	314	99.7	1.615
352	29/1/2553	509	90	1.148
353	29/1/2553	509	90	1.148
354	29/1/2553	346	88.3	1.108
355	29/1/2553	346	89.4	1.116
356	29/1/2553	30	90.1	1.344
357	29/1/2553	30	92.7	1.345
358	29/1/2553	500W	90	1.139
359	29/1/2553	543W	96.4	1.086
360	30/1/2553	611	107.2	1.56
361	30/1/2553	631	107.5	1.559
362	30/1/2553	663	106	1.551
363	30/1/2553	V-813	106	1.559
364	30/1/2553	300	90	1.05
365	30/1/2553	328	90	1.119
366	30/1/2553	343	87	1.142
367	30/1/2553	386	90.8	1.143
368	30/1/2553	3002	93	1.487
369	30/1/2553	3004W	100	1.463
370	30/1/2553	3004W	98.2	1.457
371	30/1/2553	3004W	88.4	1.473
372	31/1/2553	L-90	110	1.583
373	31/1/2553	L-90	110	1.569
374	31/1/2553	465	106	1.559
375	31/1/2553	6659	110	1.553
376	31/1/2553	S-864	106	1.561
377	31/1/2553	300	90	1.048
378	31/1/2553	315	90	1.024
379	31/1/2553	309	98	1.146
380	31/1/2553	345	85.2	1.166
381	31/1/2553	358	95.3	1.265
382	31/1/2553	388	88	1.049
383	31/1/2553	3004W	94.3	1.452

จากตารางที่ 3.1 จะเห็นว่า มีการผลิตสีทั้ง 8 ชนิดในสัดส่วนที่แตกต่างกัน เนื่องจากทางบริษัทจะผลิตสินค้าตามปริมาณการสั่งซื้อ และจะทำการตรวจสอบคุณสมบัติ 2 ด้าน คือ ค่าความหนืด (Viscosity) และค่าความถ่วงจำเพาะ (Specific gravity) ดังนั้น ในการวิเคราะห์ข้อมูล จะทำการคัดแยกข้อมูลตัวอย่างที่รวบรวมในเดือน มกราคม พ.ศ. 2553 ดังนี้

ตารางที่ 3.2 ข้อมูลตัวอย่างผลิตภัณฑ์สีเคลือบเงา WHITE # 300 ที่รวบรวมในเดือน มกราคม พ.ศ. 2553

ลำดับที่	ว/ด/ป	รหัส	Vis	SG
1	6/1/2553	300	95.5	1.047
2	9/1/2553	300	90	1.068

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3	12/1/2553	300	90	1.048
4	14/1/2553	300	90	1.067
5	23/1/2553	300	90	1.067
6	26/1/2553	300	90	1.067
7	28/1/2553	300	90	105.9
8	30/1/2553	300	90	1.05
9	31/1/2553	300	90	1.048

ตารางที่ 3.3 ข้อมูลตัวอย่างผลิตภัณฑ์สีเคลือบเงา CAMINE # 309 ที่รวบรวมในเดือน มกราคม พ.ศ. 2553

ลำดับที่	ว/ด/ป	รหัส	Vis	SG
1	21/1/2553	309	97.7	1.14
2	27/1/2553	309	90	1.148
3	31/1/2553	309	98	1.146

ตารางที่ 3.4 ข้อมูลตัวอย่างผลิตภัณฑ์สีเคลือบเงา PERMANENT # 386 ที่รวบรวมในเดือน มกราคม พ.ศ. 2553

ลำดับที่	ว/ด/ป	รหัส	Vis	SG
1	8/1/2553	386	93.9	1.149
2	22/1/2553	386	93.9	1.146
3	26/1/2553	386	93.6	1.143
4	30/1/2553	386	90.8	1.143

ตารางที่ 3.5 ข้อมูลตัวอย่างผลิตภัณฑ์สีน้ำพลาสติกสำหรับทาภายนอก WHITE # 600 ที่รวบรวมในเดือน มกราคม พ.ศ. 2553

ลำดับที่	ว/ด/ป	รหัส	Vis	SG
1	4/1/2553	600	106	1.553
2	6/1/2553	6600	110	1.556
3	7/1/2553	600	106	1.568

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4	11/1/2553	600	105.7	1.564
5	18/1/2553	6600	110	1.557
6	19/1/2553	600	107.3	1.568
7	20/1/2553	6600	107	1.563
8	22/1/2553	600	106	1.562
9	23/1/2553	6600	107.2	1.553

ตารางที่ 3.6 ข้อมูลตัวอย่างผลิตภัณฑ์สีน้ำพลาสติกสำหรับทาภายนอกและภายใน JUMPING BEAN # 812 ที่รวบรวมในเดือน มกราคม พ.ศ. 2553

ลำดับที่	ว/ด/ป	รหัส	Vis	SG
1	15/1/2553	V-812	106	1.558
2	20/1/2553	V-812	106	1.554
3	20/1/2553	G-812	92.4	1.243
4	28/1/2553	G-812	94.9	1.24

ตารางที่ 3.7 ข้อมูลตัวอย่างผลิตภัณฑ์สีน้ำพลาสติกสำหรับทาภายนอกและภายใน HULLABALOO # 813 ที่รวบรวมในเดือน มกราคม พ.ศ. 2553

ลำดับที่	ว/ด/ป	รหัส	Vis	SG
1	13/1/2553	S-813	107.8	1.556
2	21/1/2553	G-813	93.3	1.192
3	25/1/2553	S-813	106	1.559
4	25/1/2553	S-813	106	1.551
5	30/1/2553	V-813	106	1.559

ตารางที่ 3.8 ข้อมูลตัวอย่างผลิตภัณฑ์สีน้ำพลาสติกสำหรับทาภายนอกและภายใน GREEN LIGHT # 852 ที่รวบรวมในเดือน มกราคม พ.ศ. 2553

ลำดับที่	ว/ด/ป	รหัส	Vis	SG
1	12/1/2553	G-852	95	1.167
2	12/1/2553	S-852	105.1	1.556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3	14/1/2553	V-852	105.9	1.553
4	23/1/2553	G-852	96	1.16
5	26/1/2553	G-852	96.3	1.166

ตารางที่ 3.9 ข้อมูลตัวอย่างผลิตภัณฑ์สีน้ำพลาสติกสำหรับทาภายนอกและภายใน SKY BOAT # 864 ที่รวบรวมในเดือน มกราคม พ.ศ. 2553

ลำดับที่	ว/ด/ป	รหัส	Vis	SG
1	8/1/2553	G-864	95.7	1.154
2	9/1/2553	V-864	106	1.569
3	16/1/2553	S-864	106	1.569
4	31/1/2553	S-864	106	1.561

3.2 ขั้นตอนการผลิต

ซึ่งผลิตภัณฑ์สีของบริษัทเอเชีย เพิร์ล เพ้นท์ จำกัด สามารถแบ่งขั้นตอนในการผลิตออกเป็น 6 ขั้นตอนดังนี้

1. การจัดเตรียมวัตถุดิบ (Raw Material Preparation) เป็นการนำวัตถุดิบที่ผ่านการตรวจสอบและควบคุมคุณภาพ มาชั่งน้ำหนักตามสูตรผสม
2. ขั้นตอนการผสมสี (Pre-mixing) เป็นการควบคุมอัตราส่วนผสมของผงสี และนำสีไปผสมโดยการผสมตัวทำละลาย ผงสี และสารเติมแต่งบางส่วน กวนจนเข้ากัน ให้เป็นไปตามส่วนประกอบที่ต้องการ ในกรณีที่ใช้ น้ำมันเป็นตัวทำละลาย จะต้องผสมสารยึดเหนี่ยวลงไปในส่วนผสมด้วย
3. การบด (Grinding) เป็นการบดสีให้ได้ความละเอียดมากขึ้น ในกรณีของสีน้ำมันจะใช้เครื่องบดที่ควบคุมความเร็วรอบ เพื่อต้องการให้ผงสีละเอียด ในกรณีของสีน้ำจะใช้เครื่องผสมที่มีความเร็วรอบสูง เพื่อให้เกิดการกระจายตัวของสี และทดสอบความละเอียดของผลิตภัณฑ์
4. การแต่งสี (Letting Down) เป็นการผสมวัตถุดิบส่วนที่เหลือซึ่งเป็นของเหลว ได้แก่ สารยึด สารเติมแต่ง ตัวทำละลายของสีอะครีลิค เช่น น้ำ และตัวทำละลายอินทรีย์ เช่น ทินเนอร์ และน้ำมันก๊าด ให้เข้ากัน
5. การปรับเฉดสี (Tinting) ทำการแต่งสีโดยการใช้แม่สี จากนั้นทำการสุ่มตัวอย่างเพื่อตรวจสอบเฉดสีและคุณภาพของสี โดยวัดค่าต่างๆ เช่น ความหนืด ความหนาแน่น เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. การกรองและการบรรจุสี (Filtering and filling) เป็นการกรองและการบรรจุสีในภาชนะที่ผ่านการตรวจสอบแล้วได้เป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปพร้อมวางจำหน่าย

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูลและเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เนื่องจากขั้นตอนการผลิตที่ซับซ้อนและต้องอาศัยความชำนาญเฉพาะบุคคล ในการตรวจสอบเฉดสี ให้ได้ผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงกันมากที่สุด โรงงานมีการผลิตผลิตภัณฑ์เป็นจำนวนมาก รวมถึงรายการสั่งผลิตในแต่ละวันมีจำนวนไม่แน่นอน ทำให้การเก็บข้อมูลเป็นไปได้ยาก เราจึงต้องทำการศึกษาจากข้อมูลที่ทางบริษัทได้ทำการเก็บรวบรวมไว้แล้ว โดยข้อมูลที่จะนำมาศึกษา จะเป็นข้อมูลด้านการผลิตคือ ค่าความหนืด (Vis) และค่าความถ่วงจำเพาะ (SG)

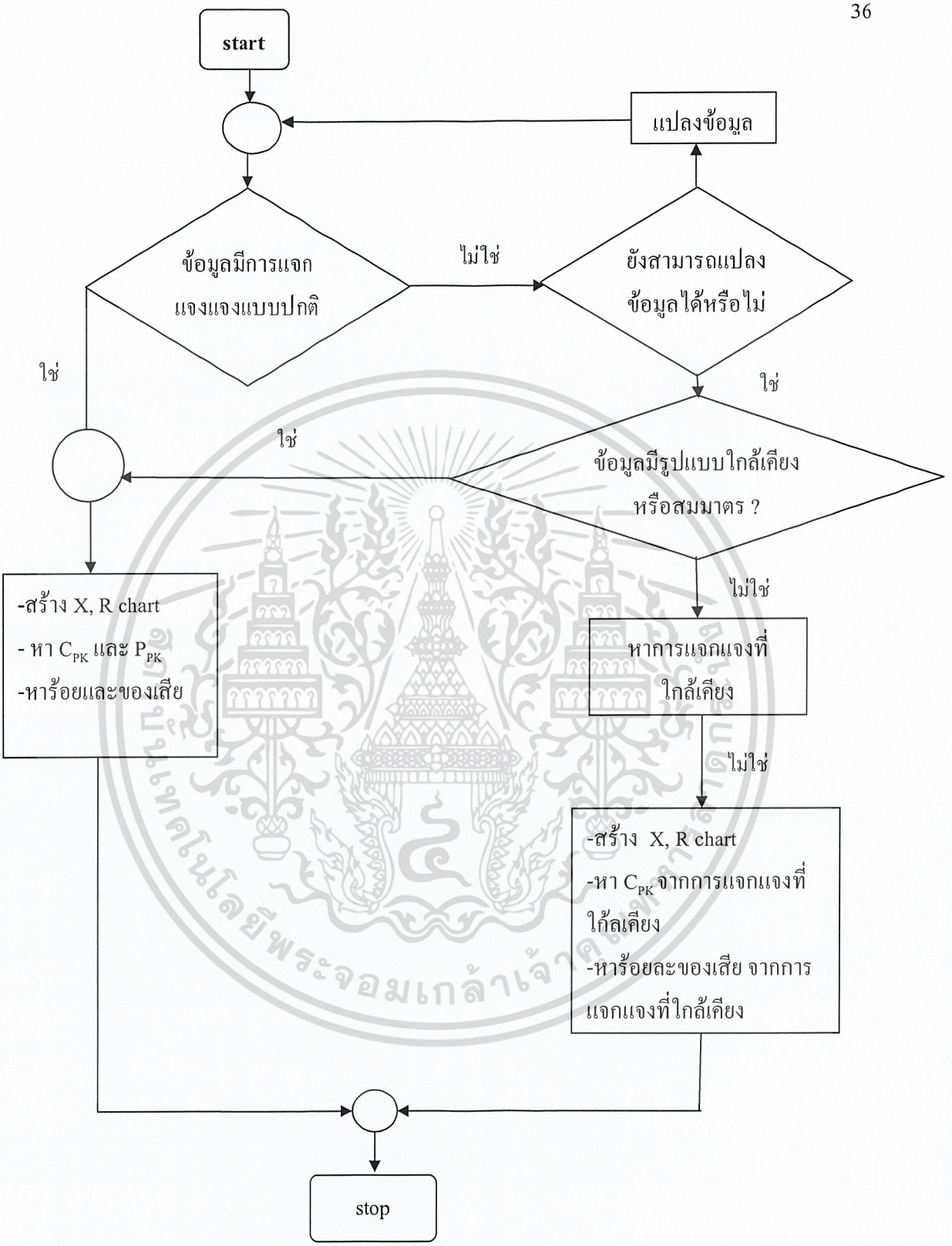
การเก็บข้อมูลจะดำเนินการตั้งแต่เดือน มกราคม – ธันวาคม 2553 รวมระยะเวลา 12 เดือน ข้อมูลที่ได้มา เป็นลักษณะของข้อมูลตัวอย่างเดี่ยว คือทำการสุ่มตัวอย่างเพียงครั้งเดียวต่อการผลิต ครั้ง 1 ต่อวัน

3.4 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล

1. นำข้อมูลมาทดสอบว่าข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติหรือไม่ ถ้าใช่ทำต่อข้อ 2 ถ้าไม่ใช่ทำต่อข้อ 3
2. สร้างแผนภูมิ X, R วิเคราะห์หา C_{PK} และร้อยละของเสีย
3. ยังสามารถแปลงข้อมูลเป็นแบบปกติได้อีกหรือไม่ ถ้ายังแปลงได้ทำต่อข้อ 4 ถ้าแปลงไม่ได้ทำต่อข้อ 5
4. แปลงข้อมูลโดยวิธี Box-Cox หรือ Johnson แล้วกลับไปทำข้อที่ 1
5. หาการแจกแจงอื่นที่เหมาะสม
6. ทดสอบว่าการแจกแจงที่ได้เหมาะสมหรือไม่ ถ้าไม่เหมาะสมทำต่อข้อที่ 7 ถ้าเหมาะสมทำต่อข้อ 8
7. ยังมีการแจกแจงที่เหมาะสมอีกหรือไม่ ถ้าไม่ทำต่อข้อที่ 2 ถ้ามีทำต่อข้อที่ 5

หรือเขียนแทนด้วย Flow chart ได้ดังรูปที่ 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์

หลังจากรวบรวมข้อมูล ตลอดจนคัดแยกข้อมูลเรียบร้อย จึงอาศัยหลักการทางสถิติมาใช้ในการวิเคราะห์ ดังนี้

- แผนภูมิควบคุมคุณภาพ ได้แก่แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยว (X - Chart) และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ (Moving range chart)
- ความสามารถของกระบวนการ
- การคำนวณหาร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดที่กำหนด
- การทดสอบการแจกแจงด้วยวิธีของ Anderson-daring
- การแปลงข้อมูลในกรณีที่ข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบปกติด้วยวิธีของ Box-Cox
- การแปลงข้อมูลในกรณีที่ข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบปกติด้วยวิธีของ Johnson
- การแจกแจง Weibull

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการศึกษาข้อมูล สามารถวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้แผนภูมิควบคุมสำหรับตัวอย่างเดี่ยว (X-chart) และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ (Moving range chart) ทำการทดสอบการแจกแจงแบบปกติ วิเคราะห์หาความสามารถของกระบวนการผลิต (C_{PK}) โดยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามประเภทของผลิตภัณฑ์สีน้ำทั้ง 8 ผลิตภัณฑ์ โดยจะเสนอผลการวิเคราะห์ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. สีเคลือบเงา WHITE # 300

   ซึ่งบริษัทได้กำหนดขีดจำกัดข้อกำหนด(Specification Limit (SL)) ดังนี้

คุณลักษณะ	LSL	USL
ค่าความหนืด	90	95
ค่าความถ่วงจำเพาะ	1.04	1.08

2. สีเคลือบเงา CAMINE # 309

   ซึ่งบริษัทได้กำหนดขีดจำกัดข้อกำหนด(Specification Limit (SL)) ดังนี้

คุณลักษณะ	LSL	USL
ค่าความหนืด	90	95
ค่าความถ่วงจำเพาะ	1.13	1.15

3. สีเคลือบเงา PERMANENT # 386

   ซึ่งบริษัทได้กำหนดขีดจำกัดข้อกำหนด(Specification Limit (SL)) ดังนี้

คุณลักษณะ	LSL	USL
ค่าความหนืด	90	95
ค่าความถ่วงจำเพาะ	1.13	1.16

4. สีน้ำพลาสติกสำหรับทาภายนอก WHITE # 600

   ซึ่งบริษัทได้กำหนดขีดจำกัดข้อกำหนด(Specification Limit (SL)) ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณลักษณะ	LSL	USL
ค่าความหนืด	100	110
ค่าความถ่วงจำเพาะ	1.5	1.6

5. สีน้ำพลาสติกสำหรับทาภายนอกและภายใน JUMPING BEAN # 812
ซึ่งบริษัทได้กำหนดขีดจำกัดข้อกำหนด(Specification Limit (SL)) ดังนี้

คุณลักษณะ	LSL	USL
ค่าความหนืด	90	110
ค่าความถ่วงจำเพาะ	1.2	1.5

6. สีน้ำพลาสติกสำหรับทาภายนอกและภายใน HULLABALOO # 813
ซึ่งบริษัทได้กำหนดขีดจำกัดข้อกำหนด(Specification Limit (SL)) ดังนี้

คุณลักษณะ	LSL	USL
ค่าความหนืด	90	110
ค่าความถ่วงจำเพาะ	1.2	1.5

7. สีน้ำพลาสติกสำหรับทาภายนอกและภายใน GREEN LIGHT # 852
ซึ่งบริษัทได้กำหนดขีดจำกัดข้อกำหนด(Specification Limit (SL)) ดังนี้

คุณลักษณะ	LSL	USL
ค่าความหนืด	90	110
ค่าความถ่วงจำเพาะ	1.15	1.55

8. สีน้ำพลาสติกสำหรับทาภายนอกและภายใน SKY BOAT # 864
ซึ่งบริษัทได้กำหนดขีดจำกัดข้อกำหนด(Specification Limit (SL)) ดังนี้

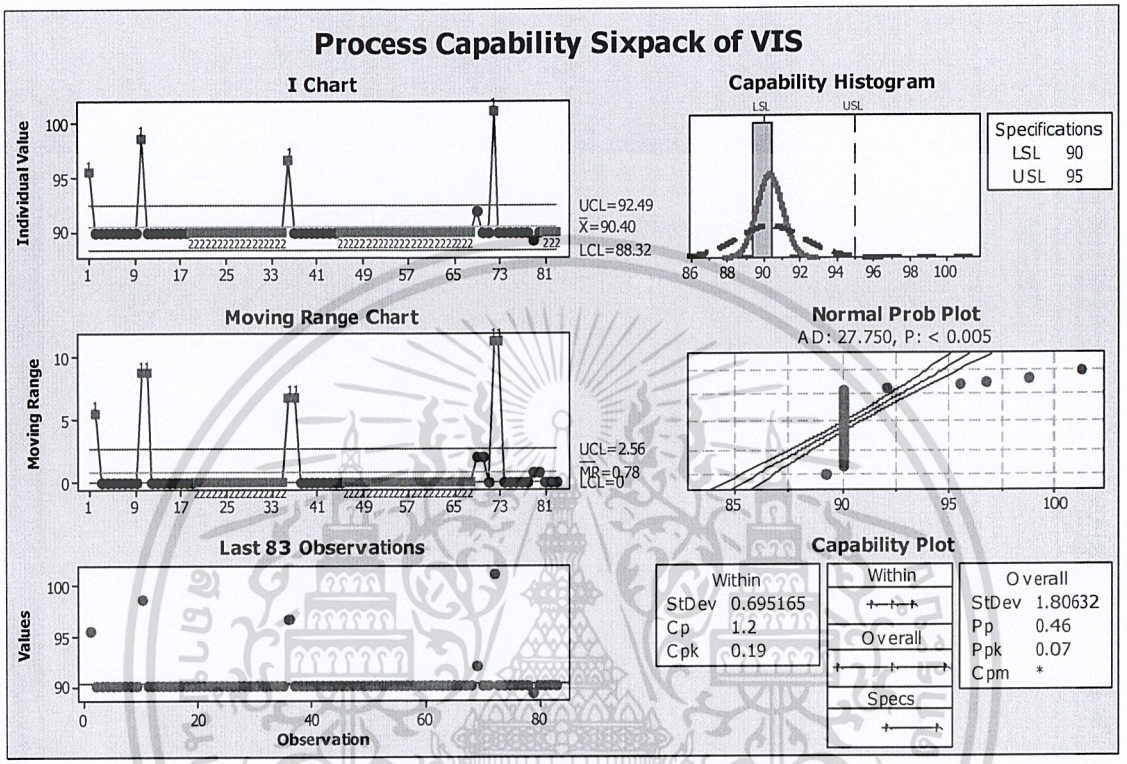
คุณลักษณะ	LSL	USL
ค่าความหนืด	90	110
ค่าความถ่วงจำเพาะ	1.15	1.55

โดยที่ค่าต่างๆ ที่รวบรวมมาได้ ทางบริษัทไม่ได้ระบุสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในกรณีที่ข้อมูลตกนอกขอบเขตควบคุมบนและขอบเขตควบคุมล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของผลิตภัณฑ์ สีเคลือบเงา WHITE # 300

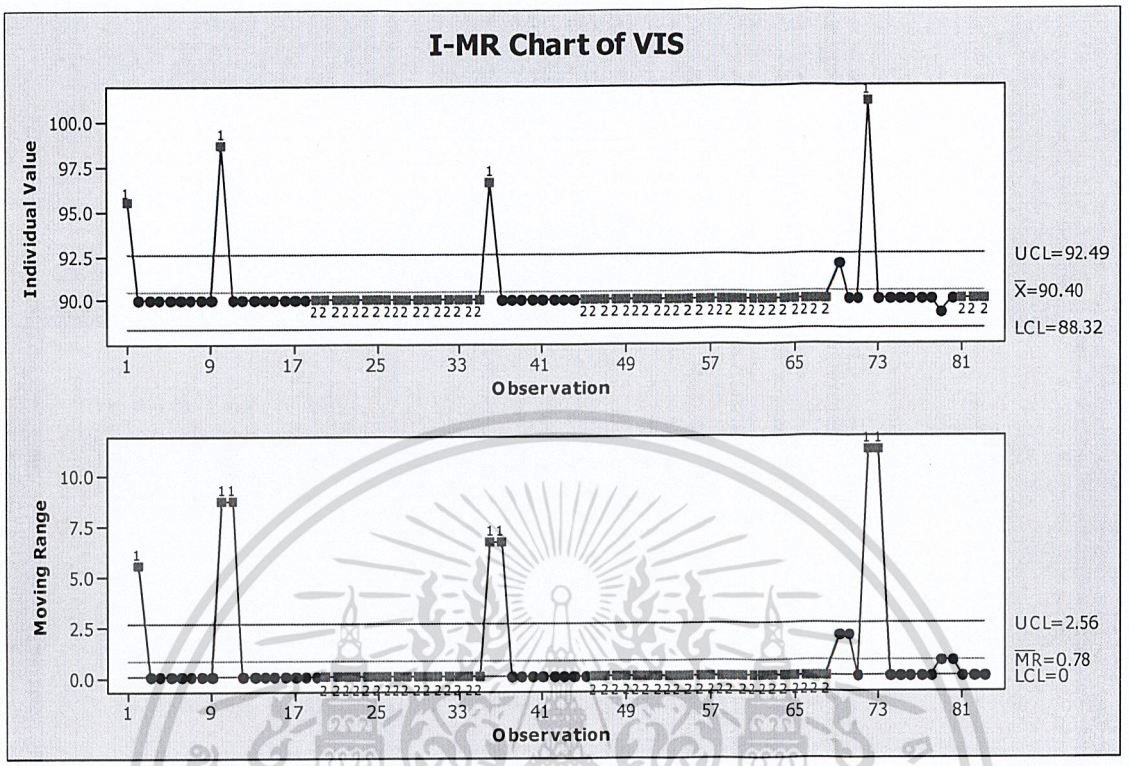
4.1.1 ผลการวิเคราะห์ค่าความหนืด



รูปที่ 4.1 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์ สีเคลือบเงา WHITE # 300

จากรูปที่ 4.1 จะพบว่าข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบปกติ (p-value<0.005) จึงทำการแปลงข้อมูลด้วยวิธีของ Box-Cox (ดูรายละเอียดในบทที่ 2) พบว่าข้อมูลที่แปลงไม่มีการแจกแจงแบบปกติ (p-value<0.05) จึงทำการแปลงข้อมูลด้วยวิธีของ Johnson (ดูรายละเอียดในบทที่ 2) ผลที่ได้พบว่าข้อมูลยังไม่มีการแจกแจงแบบปกติเช่นกัน ทำให้ไม่เป็นไปตามสมมติฐานของการใช้แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ จึงควรมีความระมัดระวังในการนำข้อมูลไปใช้ จากนั้นนำข้อมูลดิบไปสร้างแผนภูมิ X, R และวิเคราะห์หาค่า C_{PK} และร้อยละของเสีย ดังรูปที่ 4.2, 4.3

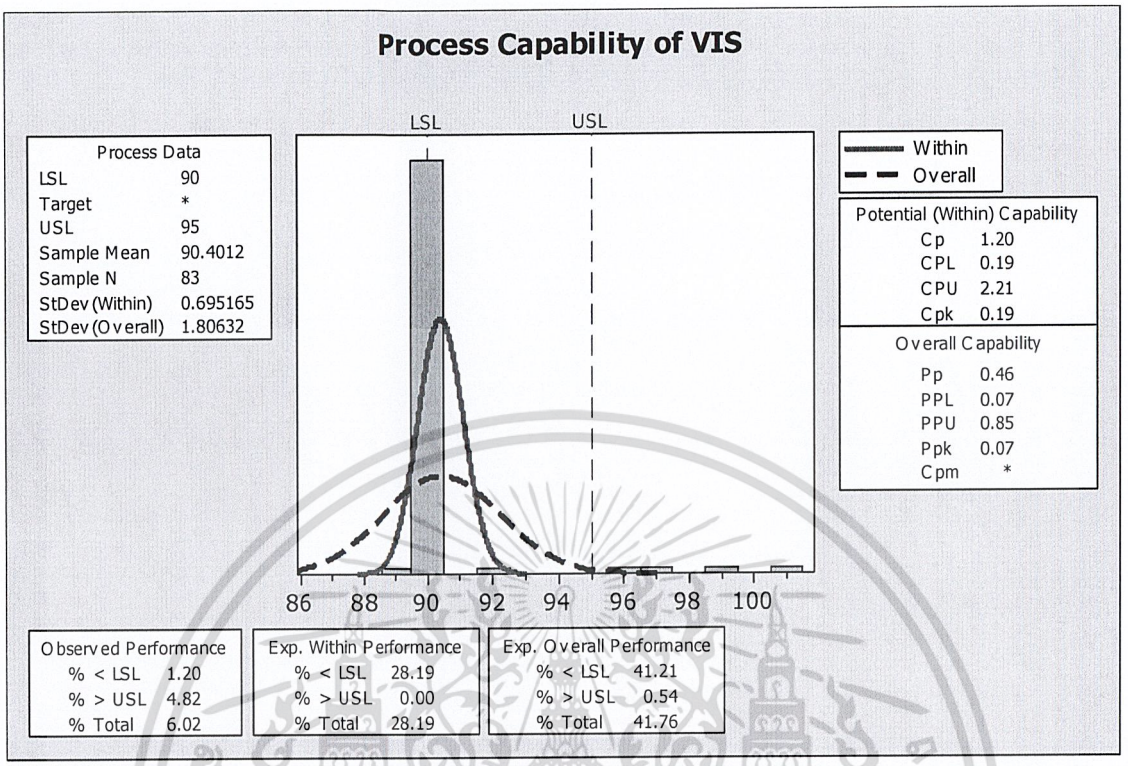
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ของค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์ สีเคลือบเงา WHITE # 300

จากรูปที่ 4.2 พบว่าแผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวมีขีดจำกัดข้อควบคุมบน (UCL) เท่ากับ 92.49 และขีดจำกัดข้อควบคุมล่าง (LCL) เท่ากับ 88.32 จากการพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล พบว่ามีจุดพิกัดตกอยู่นอกขีดจำกัดควบคุมบน 4 จุด คือ จุดที่ 1,10,37 และ 72 นอกจากนี้ยังมีจุดอย่างน้อย 9 จุดต่อเนื่องกันตกอยู่ด้านล่างของเส้นกึ่งกลาง คือ จุดที่ 20-34, 45-69 และ 73-85 สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่จะให้ขีดจำกัดข้อควบคุมบน (UCL) เท่ากับ 2.56 และขีดจำกัดข้อควบคุมล่าง (LCL) เท่ากับ 0 และเมื่อพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล พบว่ามีจุดพิกัดตกอยู่นอกขีดจำกัดควบคุมบน 7 จุด คือ จุดที่ 1, 10, 11, 37, 38, 72 และ 73 นอกจากนี้ยังมีจุดอย่างน้อย 9 จุดต่อเนื่องกันตกอยู่ด้านล่างของเส้นกึ่งกลาง คือ จุดที่ 20-36 และ 46-68 นั่นแสดงว่ากระบวนการผลิตไม่อยู่ภายใต้การควบคุม พนักงานที่เกี่ยวข้องควรหาสาเหตุที่ทำให้เกิดจุดผิดปกติเหล่านี้ และทำการแก้ไขความผิดปกติเพื่อไม่ให้เกิดปัญหาขึ้นอีก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

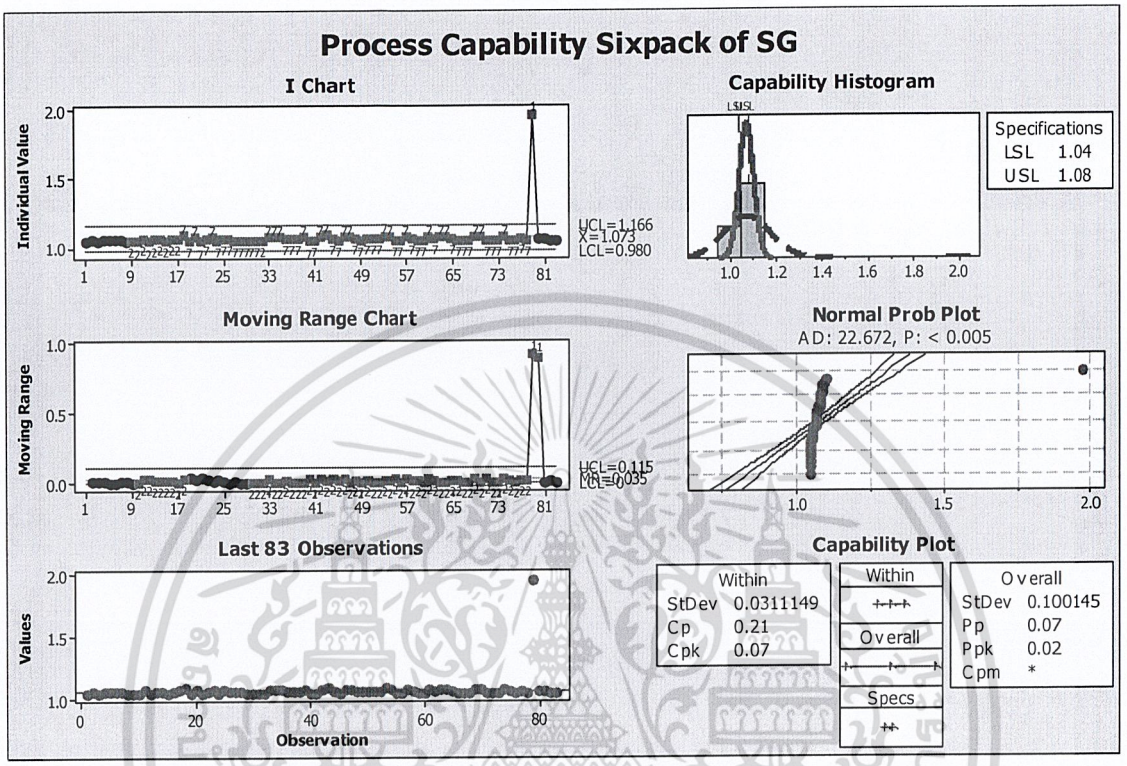


รูปที่ 4.3 ความสามารถกระบวนการผลิต ขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกัดข้อกำหนดล่างของค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์ สีเคลือบเงา WHITE # 300

จากรูปที่ 4.3 พบว่าค่าความสามารถของกระบวนการผลิต (C_{PK}) มีค่าเท่ากับ 0.19 และร้อยละของเสีย (P_{PK}) มีค่าเท่ากับ 0.07 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 1.33 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตอยู่ในระดับที่ไม่ดี และค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนดมีค่าเท่ากับ 28.19 (Within Performance) หรือ 41.76 (Overall Performance)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

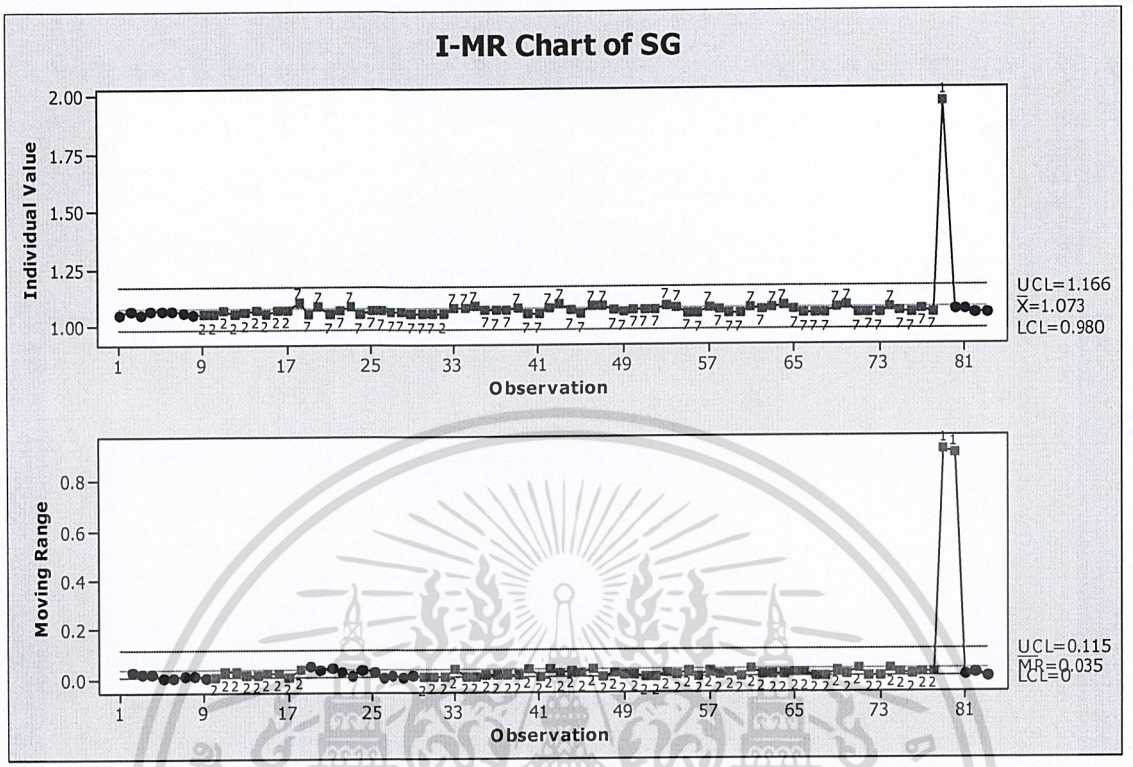
4.1.2 ผลการวิเคราะห์ค่าความถ่วงจำเพาะ



รูปที่ 4.4 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของค่าความถ่วงจำเพาะของผลิตภัณฑ์ สีเคลือบเงา WHITE # 300

จากรูปที่ 4.4 จะพบว่าข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบปกติ (p-value<0.005) จึงทำการแปลงข้อมูลด้วยวิธีของ Box-Cox (ดูรายละเอียดในบทที่ 2) พบว่าข้อมูลที่แปลงไม่มีการแจกแจงแบบปกติ (p-value<0.05) จึงทำการแปลงข้อมูลด้วยวิธีของ Johnson (ดูรายละเอียดในบทที่ 2) ผลที่ได้พบว่าข้อมูลยังไม่มีการแจกแจงแบบปกติเช่นกัน ทำให้ไม่เป็นไปตามสมมติฐานของการใช้แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ จึงควรมีความระมัดระวังในการนำข้อมูลไปใช้

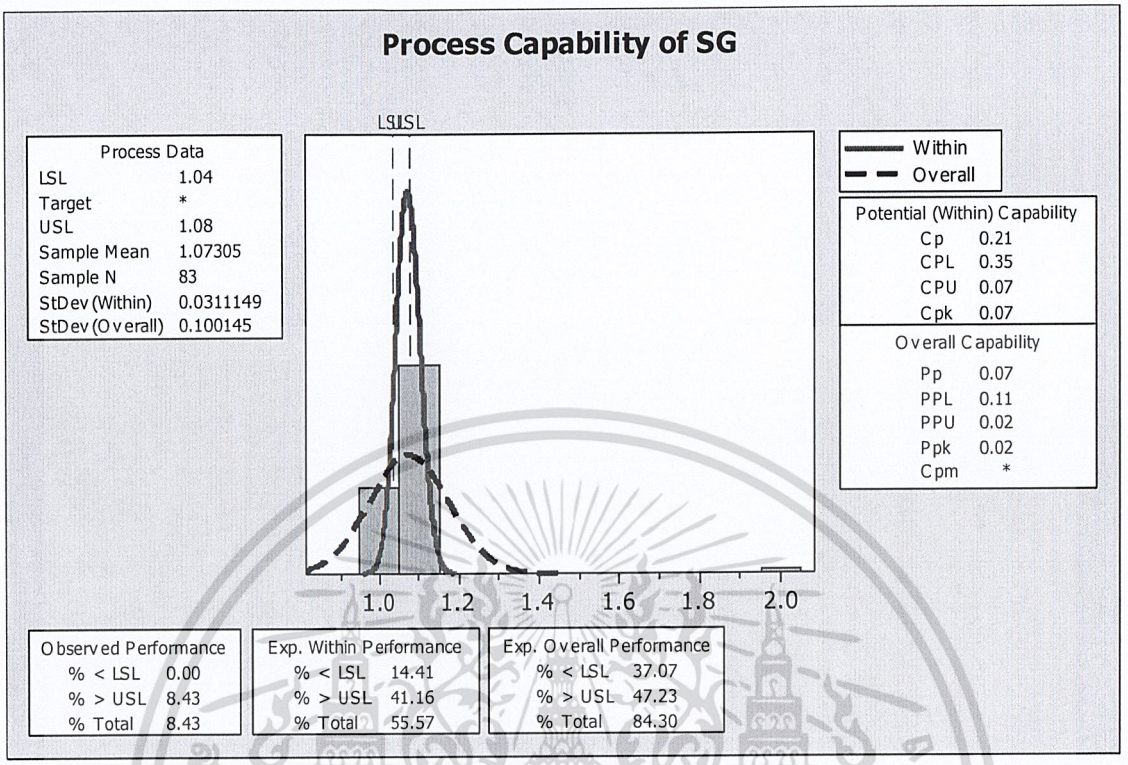
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ของค่าความถ่วงจำเพาะของผลิตภัณฑ์ สีเคลือบเงา WHITE # 300

จากรูปที่ 4.5 พบว่าแผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวมีขีดจำกัดข้อควบคุมบน (UCL) เท่ากับ 1.166 และขีดจำกัดข้อควบคุมล่าง (LCL) เท่ากับ 0.980 จากการพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล พบว่ามีจุดที่ตกอยู่นอกขีดจำกัดควบคุมบนจำนวน 1 จุด คือ จุดที่ 79 และมีจุดอย่างน้อย 9 จุด ต่อเนื่องกันตกอยู่ด้านล่างของเส้นกึ่งกลาง คือจุดที่ 9-17 และ 32 นอกจากนี้ยังมีจุดพิกัด 15 จุด ต่อเนื่องกันตกอยู่ในเส้น 1 σ แต่ยังคงอยู่ในขีดจำกัดควบคุม คือ 18-78 สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่จะให้ขีดจำกัดข้อควบคุมบน (UCL) เท่ากับ 0.115 และขีดจำกัดข้อควบคุมล่าง (LCL) เท่ากับ 0 และเมื่อพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล พบว่ามีจุดที่ตกอยู่นอกขีดจำกัดควบคุมบนจำนวน 2 จุด คือ จุดที่ 79 และ 80 นอกจากนี้ยังมีจุดอย่างน้อย 9 จุด ต่อเนื่องกันตกอยู่ด้านล่างของเส้นกึ่งกลาง คือ จุดที่ 10-18 และ 30-78 นั่นแสดงว่ากระบวนการผลิตไม่อยู่ภายใต้การควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



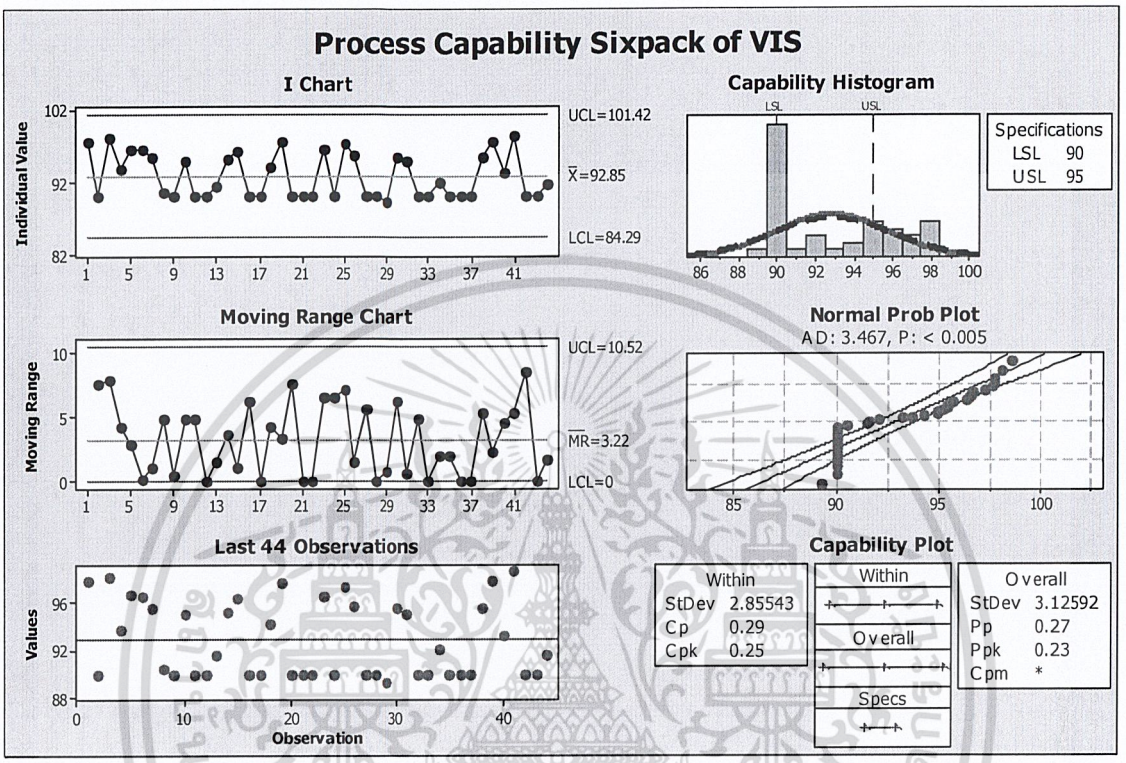
รูปที่ 4.6 ความสามารถกระบวนการผลิต ขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกัดข้อกำหนดล่างของค่าความถ่วงจำเพาะของผลิตภัณฑ์ สีเคลือบเงา WHITE # 300

จากรูปที่ 4.6 พบว่าค่าความสามารถของกระบวนการผลิต (C_{PK}) มีค่าเท่ากับ 0.07 และร้อยละของเสีย (P_{PK}) มีค่าเท่ากับ 0.02 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 1.33 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะสั้นอยู่ในระดับที่ไม่ดี และค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนดมีค่าเท่ากับ 55.57 (Within Performance) หรือ 84.30 (Overall Performance)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของผลิตภัณฑ์ สีเคลือบเงา CAMINE # 309

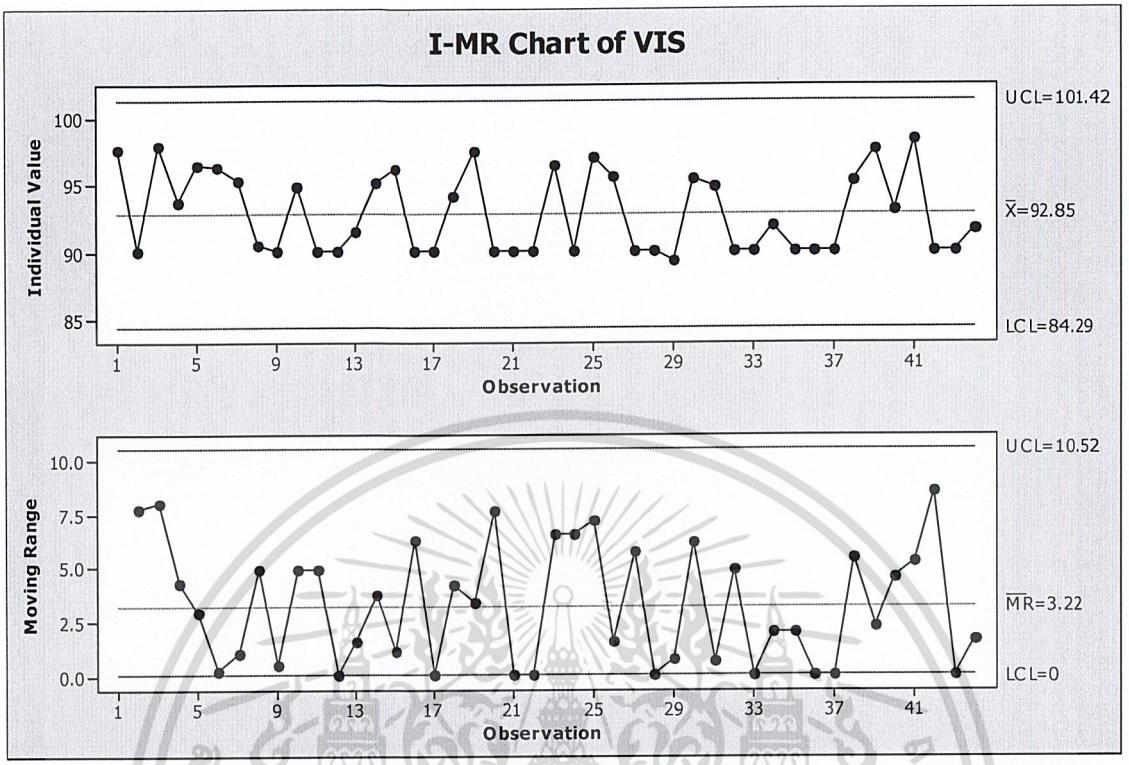
4.2.1 ผลการวิเคราะห์ค่าความหนืด



รูปที่ 4.7 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์ สีเคลือบเงา CAMINE # 309

จากรูปที่ 4.7 จะพบว่าข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบปกติ (p-value<0.005) จึงทำการแปลงข้อมูลด้วยวิธีของ Box-Cox (ดูรายละเอียดในบทที่ 2) พบว่าข้อมูลที่แปลงไม่มีการแจกแจงแบบปกติ (p-value<0.05) จึงทำการแปลงข้อมูลด้วยวิธีของ Johnson (ดูรายละเอียดในบทที่ 2) ผลที่ได้พบว่าข้อมูลยังไม่มีการแจกแจงแบบปกติเช่นกัน ทำให้ไม่เป็นไปตามสมมติฐานของการใช้แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ จึงควรมีความระมัดระวังในการนำข้อมูลไปใช้

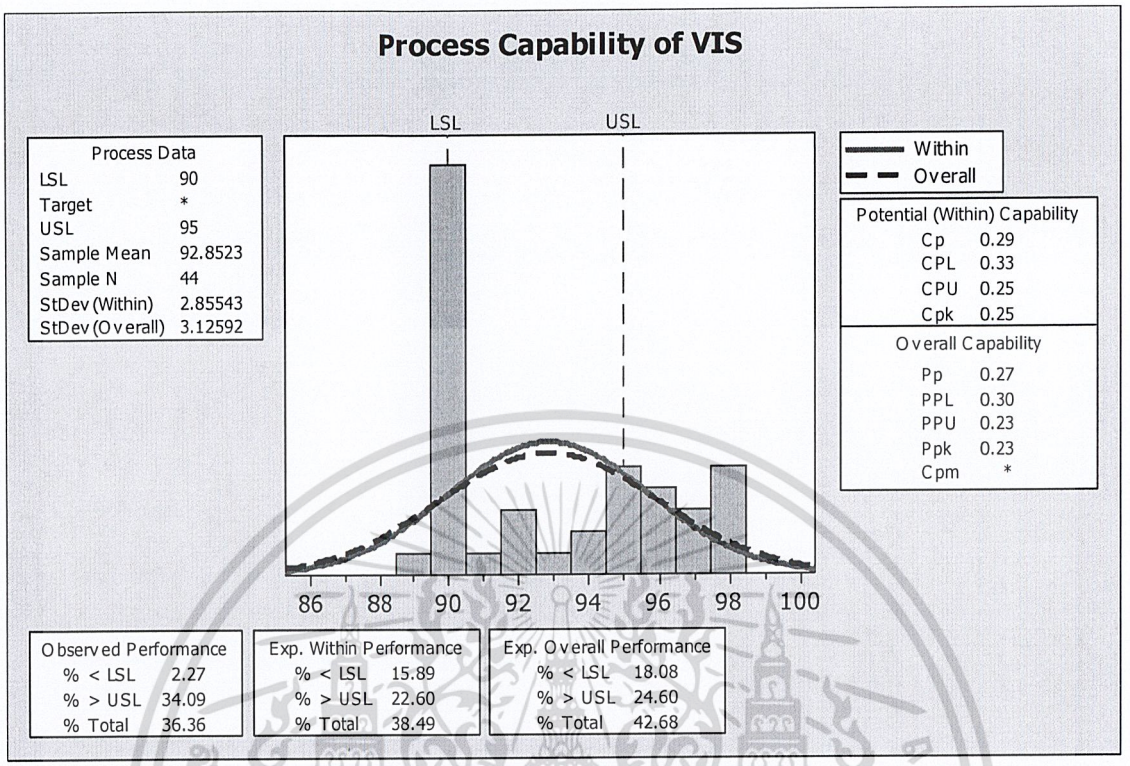
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ของค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์ สีเคลือบเงา CAMINE # 309

จากรูปที่ 4.8 พบว่าแผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวมีขีดจำกัดข้อควบคุมบน (UCL) เท่ากับ 101.42 และขีดจำกัดข้อควบคุมล่าง (LCL) เท่ากับ 84.29 จากการพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล พบว่าไม่มีจุดที่แสดงความผิดปกติ สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่จะให้ขีดจำกัดข้อควบคุมบน (UCL) เท่ากับ 10.52 และขีดจำกัดข้อควบคุมล่าง (LCL) เท่ากับ 0 และเมื่อพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล พบว่าไม่มีจุดที่แสดงความผิดปกติ นั่นแสดงว่ากระบวนการผลิตอยู่ภายใต้การควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

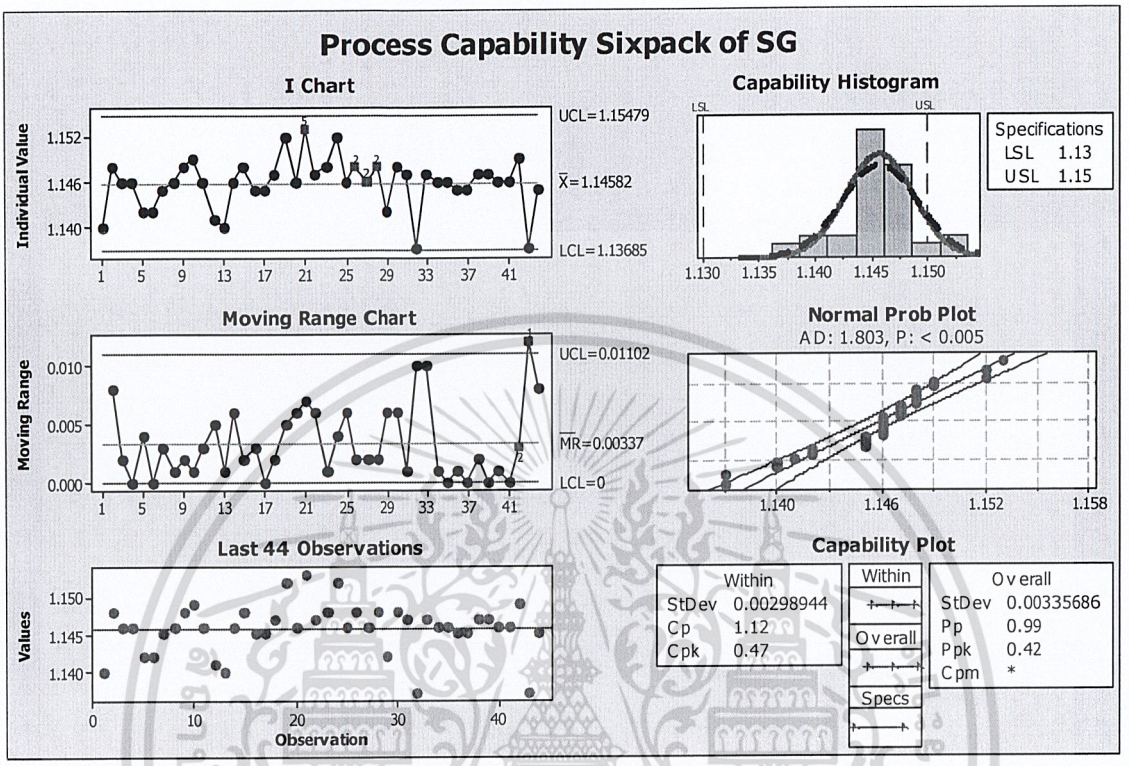


รูปที่ 4.9 ความสามารถกระบวนการผลิต ขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกัดข้อกำหนดล่างของค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์ สีเคลือบเงา CAMINE # 309

จากรูปที่ 4.9 พบว่าค่าความสามารถของกระบวนการผลิต (C_{PK}) มีค่าเท่ากับ 0.25 และร้อยละของเสีย (P_{PK}) มีค่าเท่ากับ 0.23 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 1.33 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะสั้นอยู่ในระดับที่ไม่ดี และค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนดมีค่าเท่ากับ 38.49 (Within Performance) หรือ 42.68 (Overall Performance)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

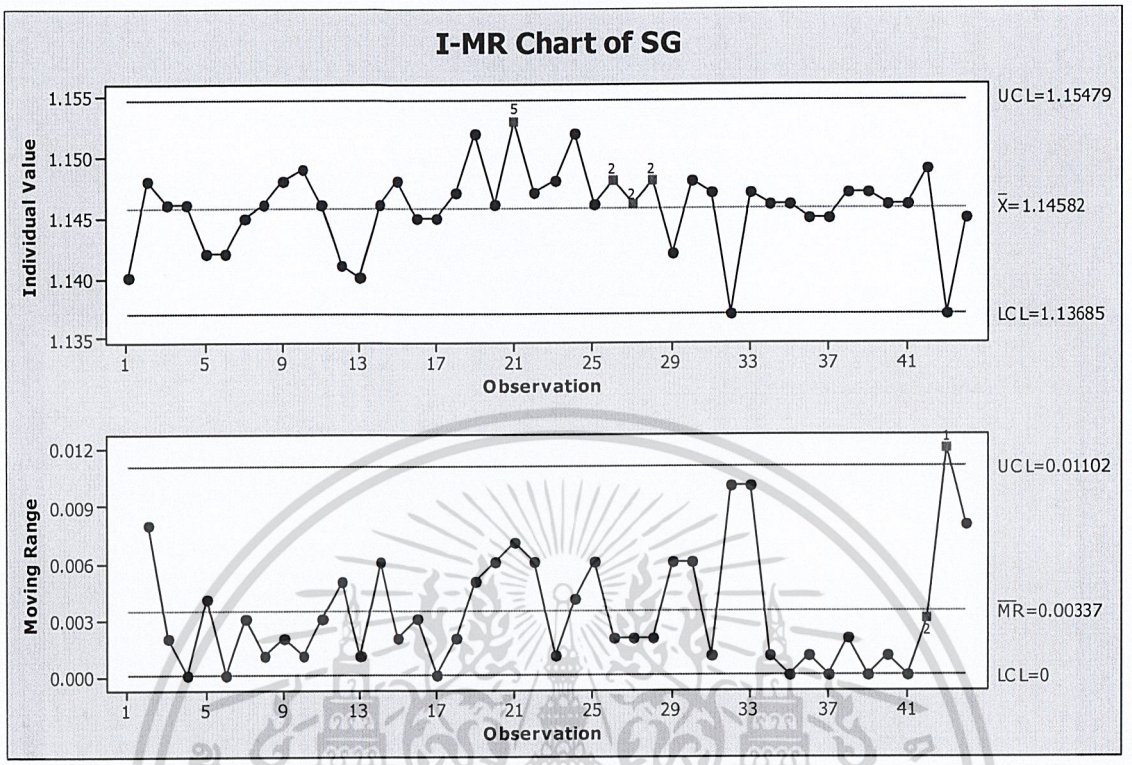
4.2.2 ผลการวิเคราะห์ค่าความถ่วงจำเพาะ



รูปที่ 4.10 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของค่าความถ่วงจำเพาะของผลิตภัณฑ์ สีเคลือบเงา CAMINE # 309

จากรูปที่ 4.10 จะพบว่าข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบปกติ (p-value<0.005) จึงทำการแปลงข้อมูลด้วยวิธีของ Box-Cox (ดูรายละเอียดในบทที่ 2) พบว่าข้อมูลที่แปลงไม่มีการแจกแจงแบบปกติ (p-value<0.05) จึงทำการแปลงข้อมูลด้วยวิธีของ Johnson (ดูรายละเอียดในบทที่ 2) ผลที่ได้พบว่าข้อมูลยังไม่มีการแจกแจงแบบปกติเช่นกัน ทำให้ไม่เป็นไปตามสมมติฐานของการใช้แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ จึงควรมีความระมัดระวังในการนำข้อมูลไปใช้

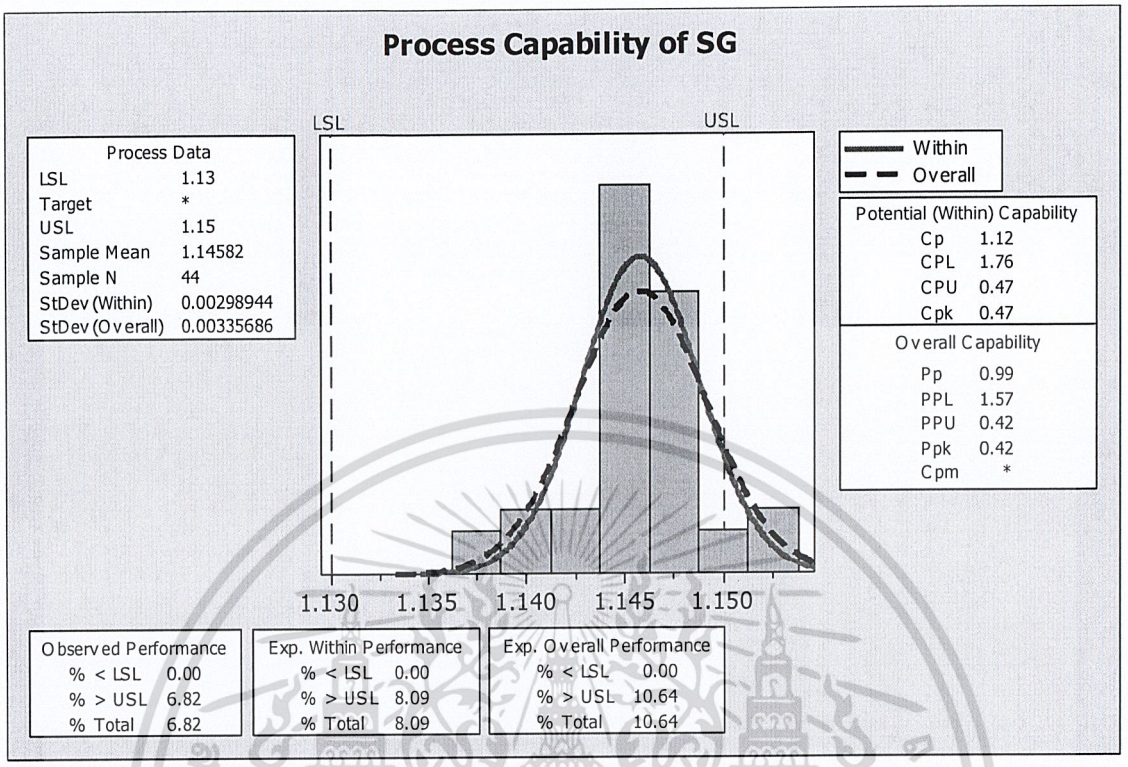
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.11 แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ของค่าความถ่วงจำเพาะของผลิตภัณฑ์ สีเคลือบเงา CAMINE # 309

จากรูปที่ 4.11 พบว่าแผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวมีขีดจำกัดข้อควบคุมบน (UCL) เท่ากับ 1.15479 และขีดจำกัดข้อควบคุมล่าง (LCL) เท่ากับ 1.13685 จากการพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล พบว่ามีจุดพิกัด 2 ใน 3 จุดต่อเนื่องกันตกอยู่นอกเส้น 2σ แต่ยังอยู่ในขีดจำกัดควบคุม คือ จุดที่ 21 นอกจากนี้ยังมีจุดพิกัดอย่างน้อย 9 จุด ต่อเนื่องกันตกอยู่ด้านบนของเส้นกึ่งกลาง คือจุดที่ 18-26, 19-27, 20-28 สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่จะให้ขีดจำกัดข้อควบคุมบน (UCL) เท่ากับ 0.01102 และขีดจำกัดข้อควบคุมล่าง (LCL) เท่ากับ 0 และเมื่อพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล พบว่ามีจุดพิกัดตกนอกขีดจำกัดควบคุม 1 จุด คือ จุดที่ 43 นอกจากนี้ยังมีจุดพิกัดอย่างน้อย 9 จุด ต่อเนื่องกันตกอยู่ด้านล่างของเส้นกึ่งกลาง คือจุดที่ 42 นั่นแสดงว่ากระบวนการผลิตไม่อยู่ภายใต้การควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



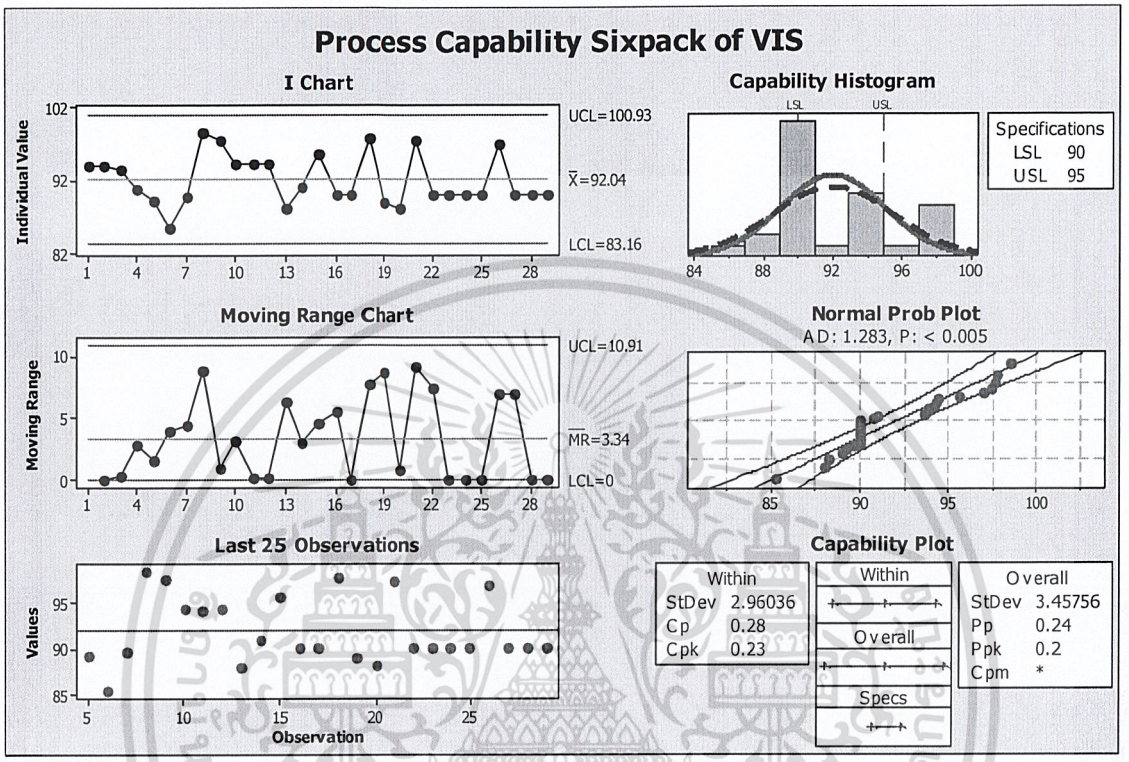
รูปที่ 4.12 ความสามารถกระบวนการผลิต ขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกัดข้อกำหนดล่างของค่าความถ่วงจำเพาะของผลิตภัณฑ์ สีเคลือบเงา CAMINE # 309

จากรูปที่ 4.12 พบว่าค่าความสามารถของกระบวนการผลิต (C_{PK}) มีค่าเท่ากับ 0.47 และร้อยละของเสีย (P_{PK}) มีค่าเท่ากับ 0.42 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 1.33 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะสั้นอยู่ในระดับที่ไม่ดี และค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนดมีค่าเท่ากับ 8.09 (Within Performance) หรือ 10.64 (Overall Performance)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของผลิตภัณฑ์ สีเคลือบเงา PERMANENT # 386

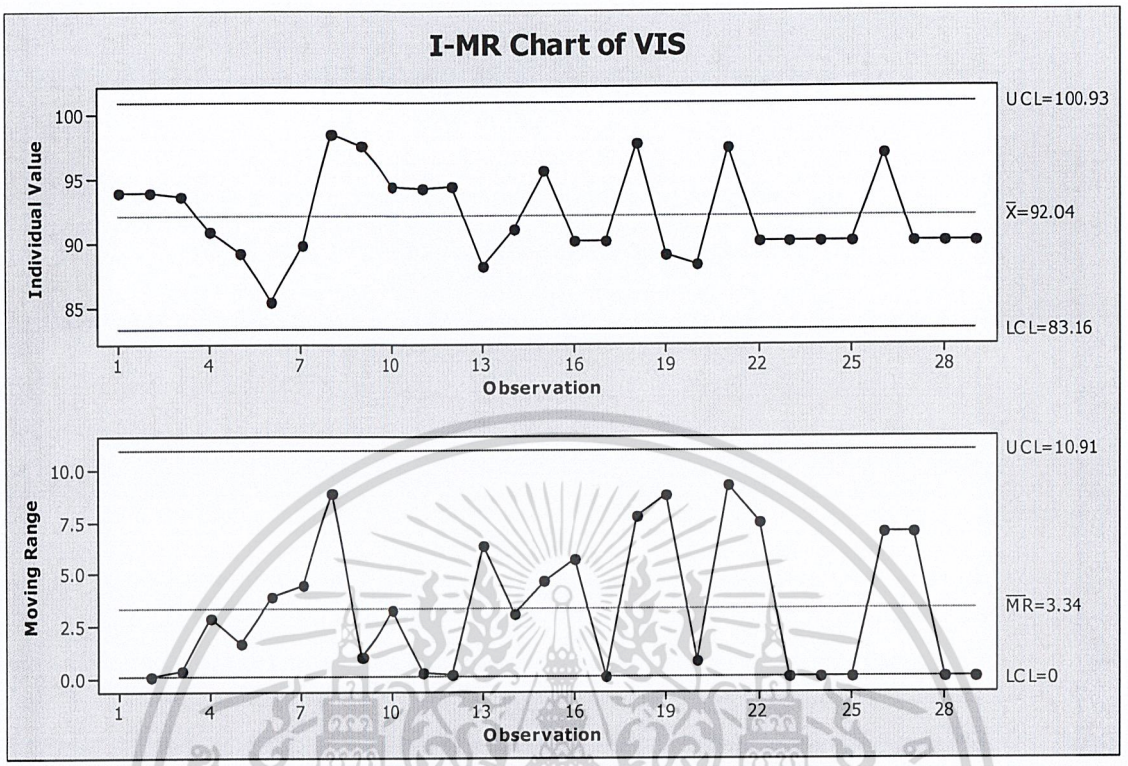
4.3.1 ผลการวิเคราะห์ค่าความหนืด



รูปที่ 4.13 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์ สีเคลือบเงา PERMANENT # 386

จากรูปที่ 4.13 จะพบว่าข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบปกติ (p-value<0.005) จึงทำการแปลงข้อมูลด้วยวิธีของ Box-Cox (ดูรายละเอียดในบทที่ 2) พบว่าข้อมูลที่แปลงไม่มีการแจกแจงแบบปกติ (p-value<0.05) จึงทำการแปลงข้อมูลด้วยวิธีของ Johnson (ดูรายละเอียดในบทที่ 2) ผลที่ได้พบว่าข้อมูลยังไม่มีการแจกแจงแบบปกติเช่นกัน ทำให้ไม่เป็นไปตามสมมติฐานของการใช้แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ จึงควรมีความระมัดระวังในการนำข้อมูลไปใช้

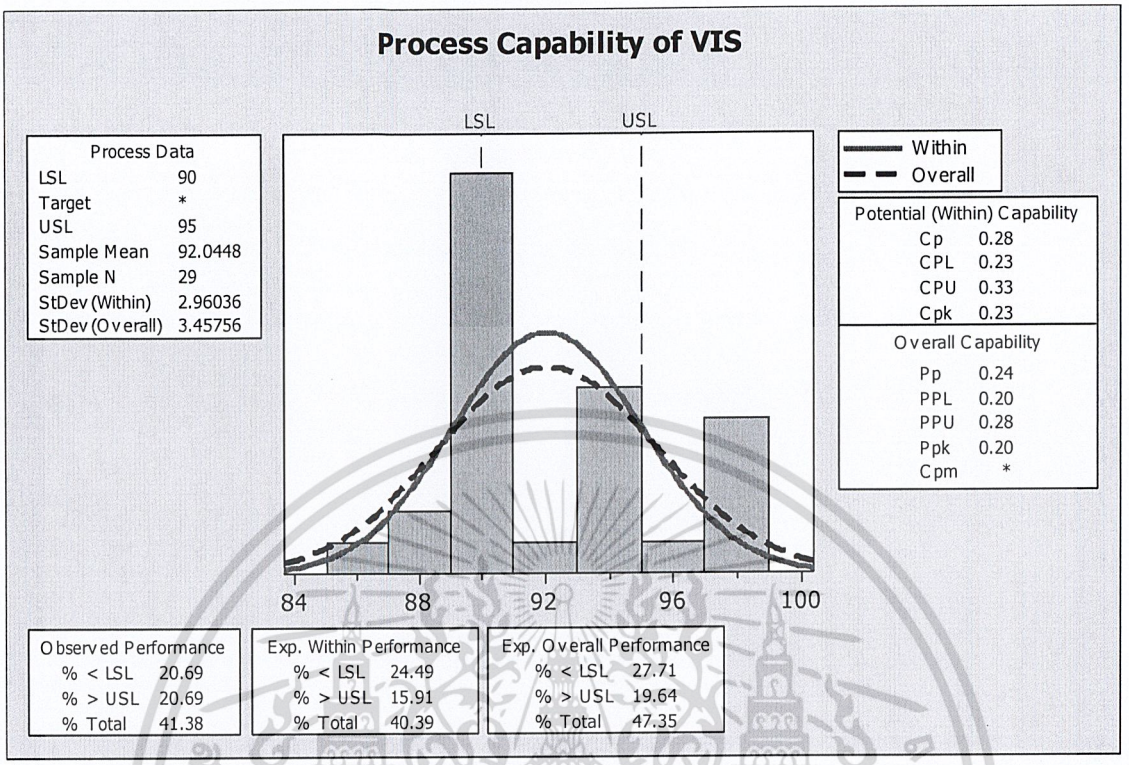
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.14 แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ของค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์ สีเคลือบเงา PERMANENT # 386

จากรูปที่ 4.14 พบว่าแผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวมีขีดจำกัดข้อควบคุมบน (UCL) เท่ากับ 100.93 และขีดจำกัดข้อควบคุมล่าง (LCL) เท่ากับ 83.16 พิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล พบว่าไม่มีจุดที่แสดงความผิดปกติ สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่จะให้ขีดจำกัดข้อควบคุมบน (UCL) เท่ากับ 10.91 และขีดจำกัดข้อควบคุมล่าง (LCL) เท่ากับ 0 และเมื่อพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล พบว่าไม่มีจุดที่แสดงความผิดปกติ นั่นแสดงว่ากระบวนการผลิตอยู่ภายใต้การควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

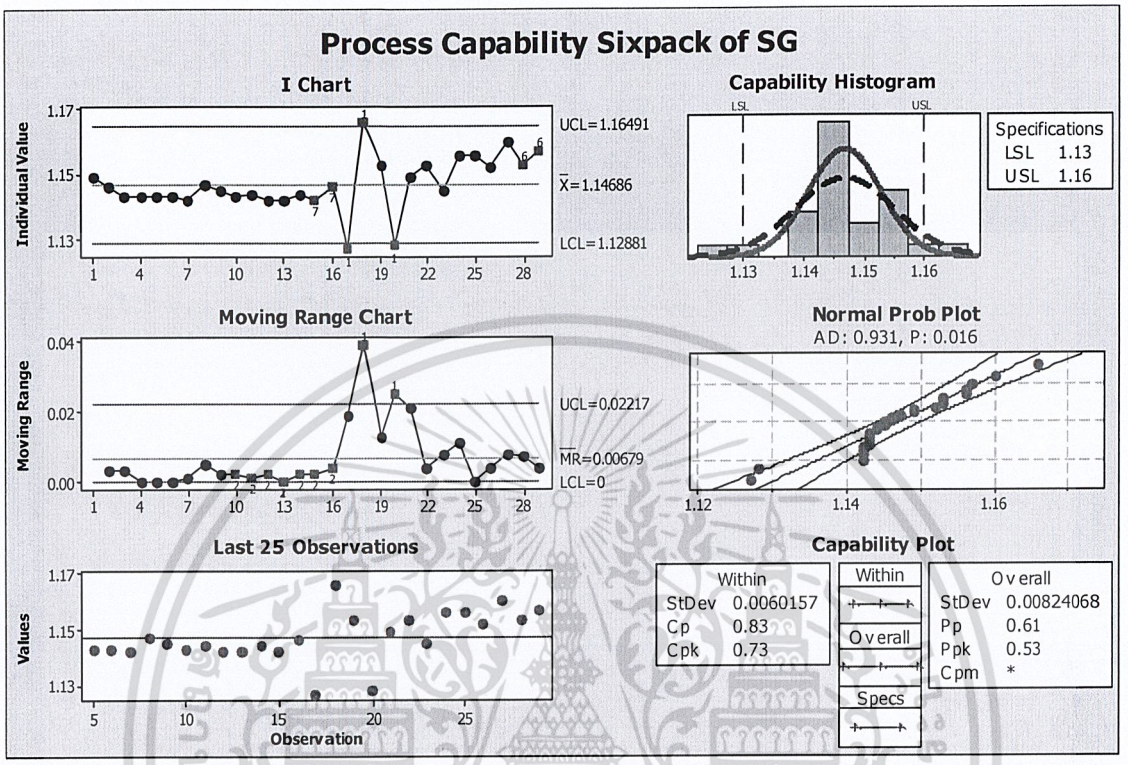


รูปที่ 4.15 ความสามารถกระบวนการผลิต ขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกัดข้อกำหนดล่างของค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์ สีเคลือบเงา PERMANENT # 386

จากรูปที่ 4.15 พบว่าค่าความสามารถของกระบวนการผลิต (C_{PK}) มีค่าเท่ากับ 0.23 และร้อยละของเสีย (P_{PK}) มีค่าเท่ากับ 0.20 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 1.33 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะสั้นอยู่ในระดับที่ไม่ดี และค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนดมีค่าเท่ากับ 40.39 (Within Performance) หรือ 47.35 (Overall Performance)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

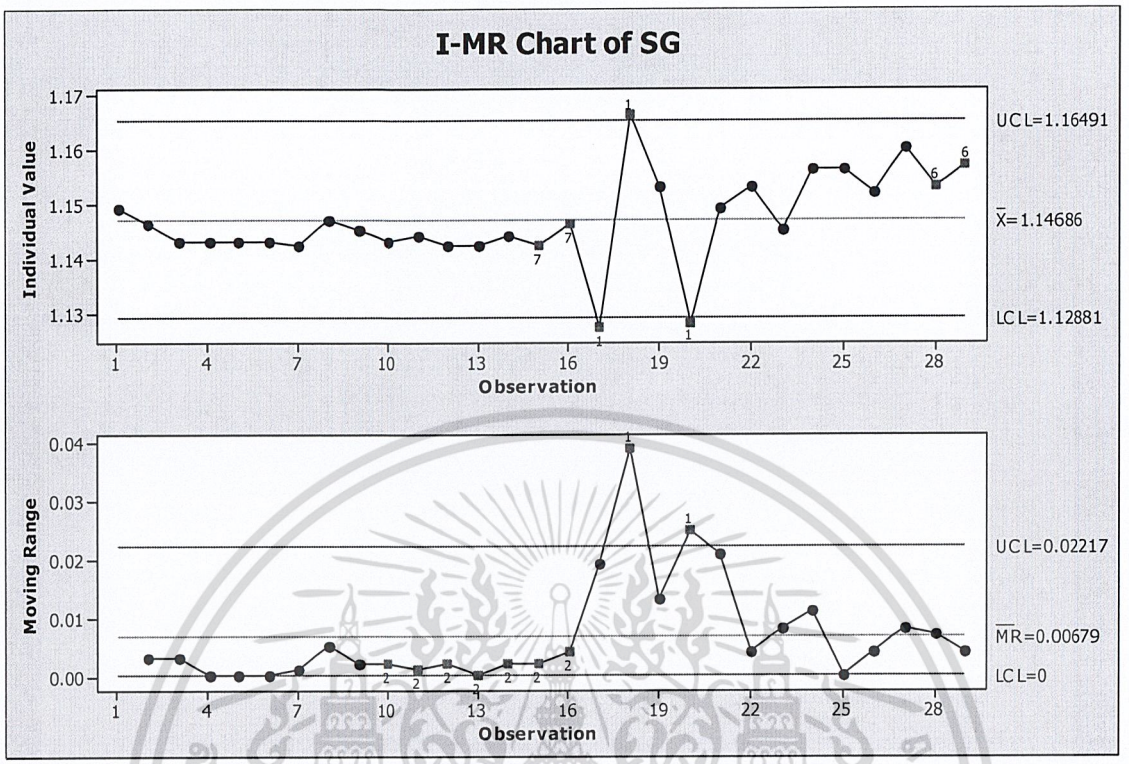
4.3.2 ผลการวิเคราะห์ค่าความถ่วงจำเพาะ



รูปที่ 4.16 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของค่าความถ่วงจำเพาะของผลิตภัณฑ์ สีเคลือบเงา PERMANENT # 386

จากรูปที่ 4.16 จะพบว่าข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบปกติ (p-value=0.016) จึงทำการแปลงข้อมูลด้วยวิธีของ Box-Cox (ดูรายละเอียดในบทที่ 2) พบว่าข้อมูลที่แปลงไม่มีการแจกแจงแบบปกติ (p-value<0.05) จึงทำการแปลงข้อมูลด้วยวิธีของ Johnson (ดูรายละเอียดในบทที่ 2) ผลที่ได้พบว่าข้อมูลยังไม่มีการแจกแจงแบบปกติเช่นกัน ทำให้ไม่เป็นไปตามสมมติฐานของการใช้แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ จึงควรมีความระมัดระวังในการนำข้อมูลไปใช้

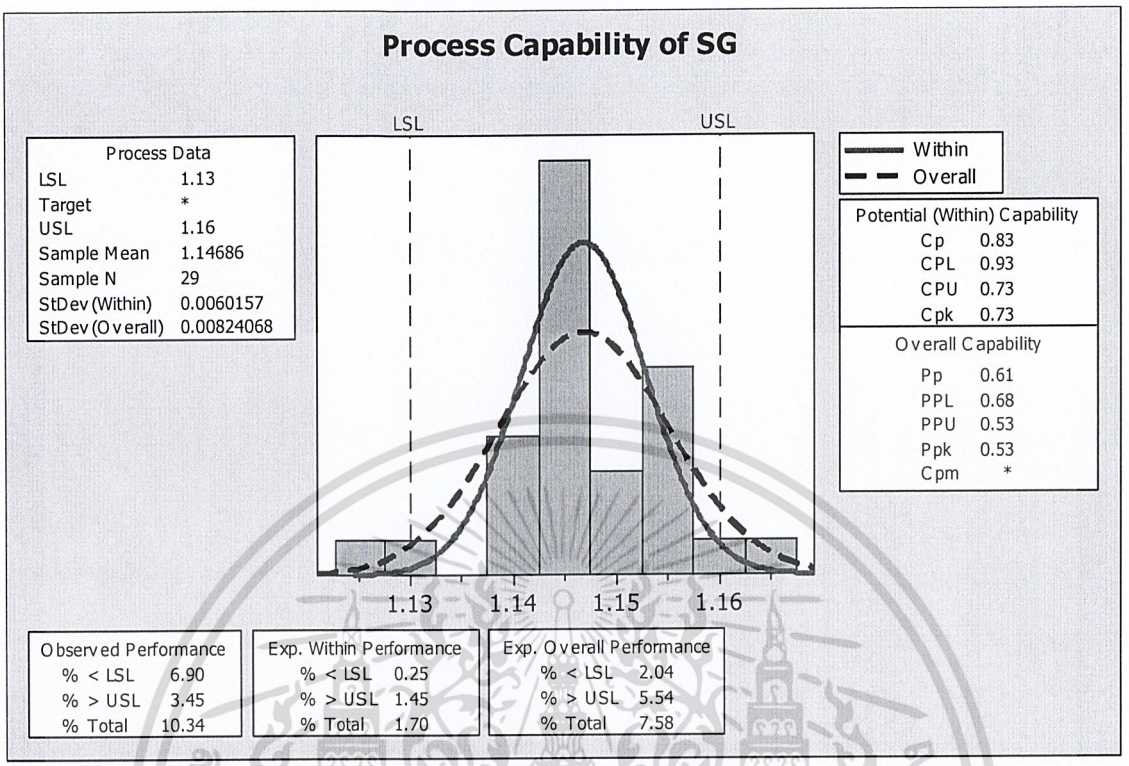
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.17 แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ของค่าความถ่วงจำเพาะของผลิตภัณฑ์ สีเคลือบเงา PERMANENT # 386

จากรูปที่ 4.17 พบว่าแผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวมีขีดจำกัดข้อควบคุมบน (UCL) เท่ากับ 1.16491 และขีดจำกัดข้อควบคุมล่าง (LCL) เท่ากับ 1.12881 จากการพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล พบว่ามีจุดพิกัด 15 จุดต่อเนื่องกันตกอยู่ในเส้น 1σ แต่ยังคงอยู่ในขีดจำกัดควบคุม คือ 2-15 และ 3-16 มีจุดที่ตกอยู่นอกขีดจำกัดควบคุมบนจำนวน 1 จุด คือ จุดที่ 18 มีจุดพิกัด 4 ใน 5 จุด ต่อเนื่องกันอยู่นอกเส้น 1σ คือจุดที่ 28-29 สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่จะให้ขีดจำกัดข้อควบคุมบน (UCL) เท่ากับ 0.02217 และขีดจำกัดข้อควบคุมล่าง (LCL) เท่ากับ 0 และเมื่อพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล พบว่ามีจุดพิกัดตกนอกขีดจำกัดควบคุม 2 จุด คือ จุดที่ 18 และ 20 นอกจากนี้ยังมีจุดพิกัดอย่างน้อย 9 จุด ต่อเนื่องกันตกอยู่ด้านล่างของเส้นกึ่งกลาง คือจุดที่ 10-16 นั่น แสดงว่ากระบวนการผลิตไม่อยู่ภายใต้การควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



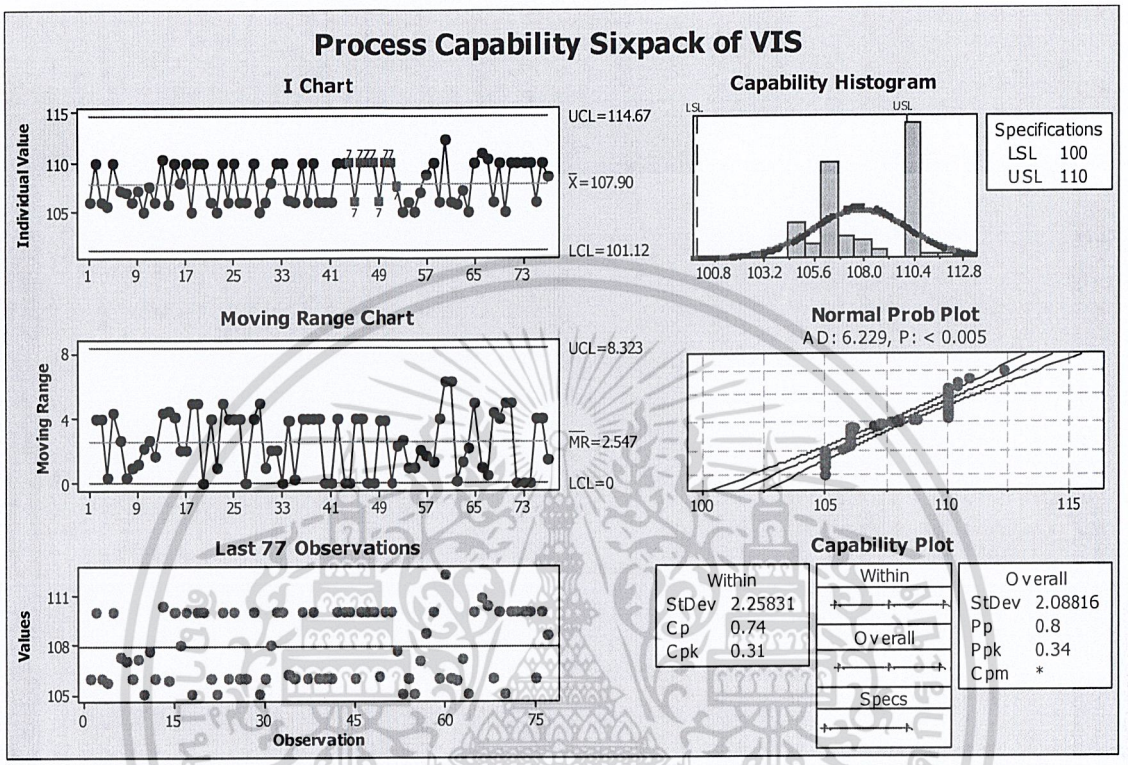
รูปที่ 4.18 ความสามารถกระบวนการผลิต ขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกัดข้อกำหนดล่างของค่าความถ่วงจำเพาะของผลิตภัณฑ์ สีเคลือบเงา PERMANENT # 386

จากรูปที่ 4.18 พบว่าค่าความสามารถของกระบวนการผลิต (C_{PK}) มีค่าเท่ากับ 0.73 และร้อยละของเสีย (P_{PK}) มีค่าเท่ากับ 0.53 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 1.33 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะสั้นอยู่ในระดับที่ไม่ดี และค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนดมีค่าเท่ากับ 1.70 (Within Performance) หรือ 7.58 (Overall Performance)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของผลิตภัณฑ์ สีน้ำพลาสติกสำหรับทาภายนอก WHITE # 600

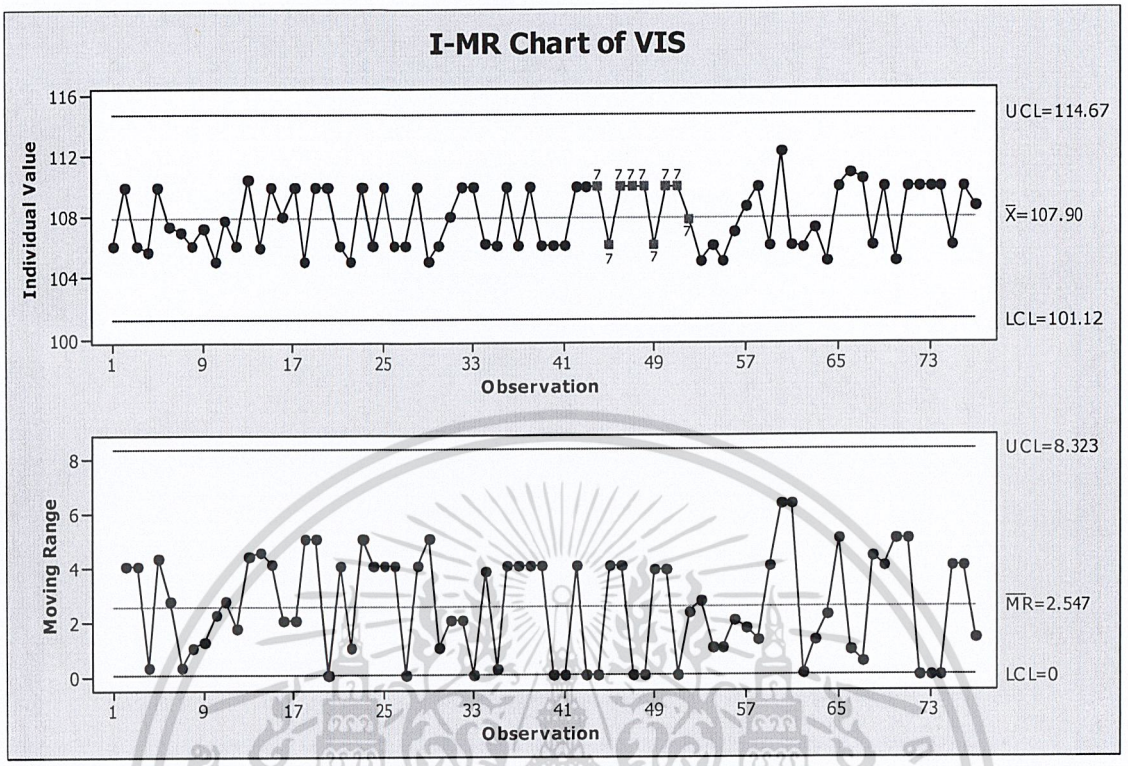
4.4.1 ผลการวิเคราะห์ค่าความหนืด



รูปที่ 4.19 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์ สีน้ำพลาสติกสำหรับทาภายนอก WHITE # 600

จากรูปที่ 4.19 จะพบว่าข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบปกติ (p-value<0.005) จึงทำการแปลงข้อมูลด้วยวิธีของ Box-Cox (ดูรายละเอียดในบทที่ 2) พบว่าข้อมูลที่แปลงไม่มีการแจกแจงแบบปกติ (p-value<0.05) จึงทำการแปลงข้อมูลด้วยวิธีของ Johnson (ดูรายละเอียดในบทที่ 2) ผลที่ได้พบว่าข้อมูลยังไม่มีการแจกแจงแบบปกติเช่นกัน ทำให้ไม่เป็นไปตามสมมติฐานของการใช้แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ จึงควรมีความระมัดระวังในการนำข้อมูลไปใช้

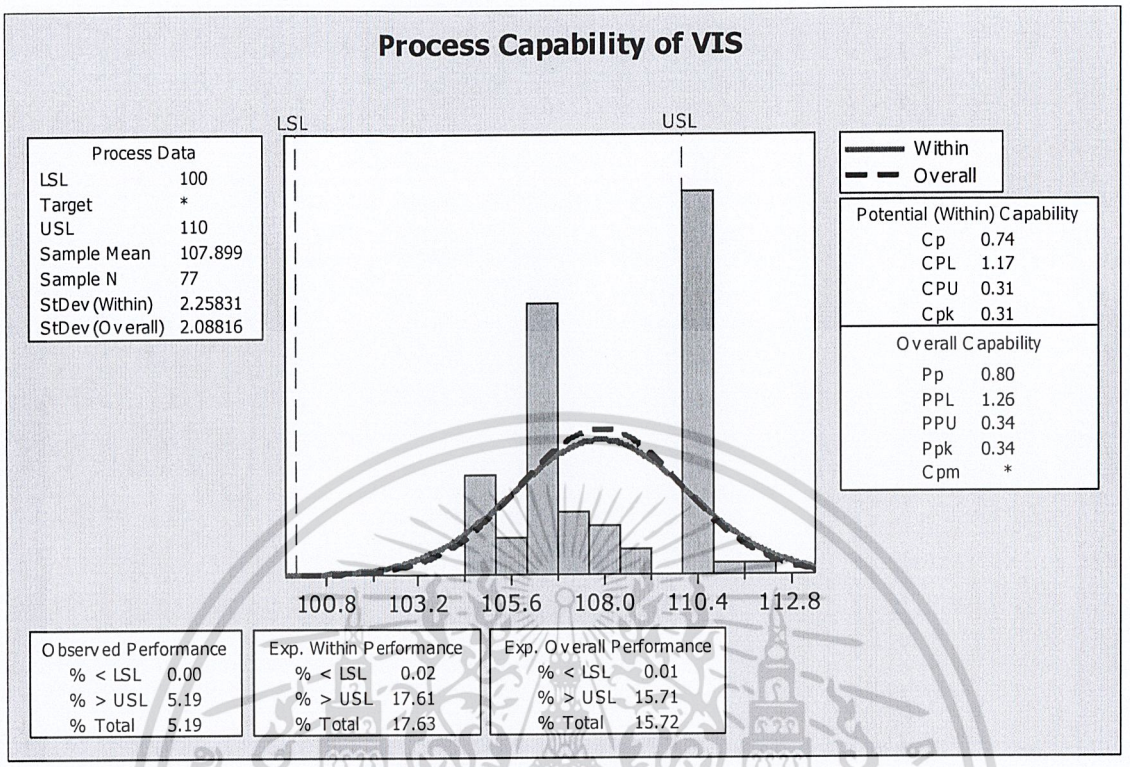
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.20 แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ของค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์ สีน้ำพลาสติกสำหรับทาภายนอก WHITE # 600

จากรูปที่ 4.20 พบว่าแผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวมีขีดจำกัดข้อควบคุมบน (UCL) เท่ากับ 114.67 และขีดจำกัดข้อควบคุมล่าง (LCL) เท่ากับ 101.12 จากการพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล พบว่ามีจุดพิกัด 15 จุดต่อเนื่องกันตกอยู่ในเส้น 1σ แต่ยังคงอยู่ในขีดจำกัดควบคุม คือ 44-52 สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่จะให้ขีดจำกัดข้อควบคุมบน (UCL) เท่ากับ 8.323 และขีดจำกัดข้อควบคุมล่าง (LCL) เท่ากับ 0 และเมื่อพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล พบว่าไม่มีจุดที่ผิดปกติ นั่นแสดงว่ากระบวนการผลิตไม่อยู่ภายใต้การควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

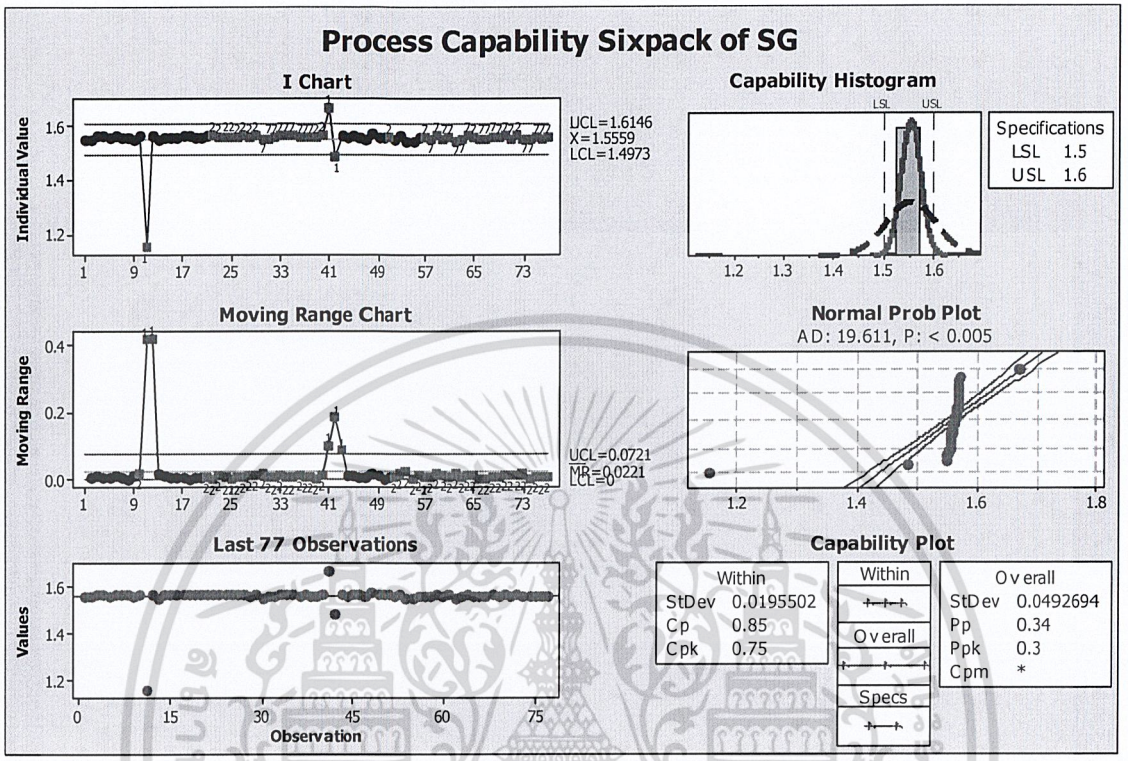


รูปที่ 4.21 ความสามารถกระบวนการผลิต ขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกัดข้อกำหนดล่างของค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์ สีน้ำพลาสติกสำหรับทาภายนอก WHITE # 600

จากรูปที่ 4.21 พบว่าค่าความสามารถของกระบวนการผลิต (C_{PK}) มีค่าเท่ากับ 0.31 และร้อยละของเสีย (P_{PK}) มีค่าเท่ากับ 0.34 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 1.33 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะสั้นอยู่ในระดับที่ไม่ดี และค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนดมีค่าเท่ากับ 17.63 (Within Performance) หรือ 15.72 (Overall Performance)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

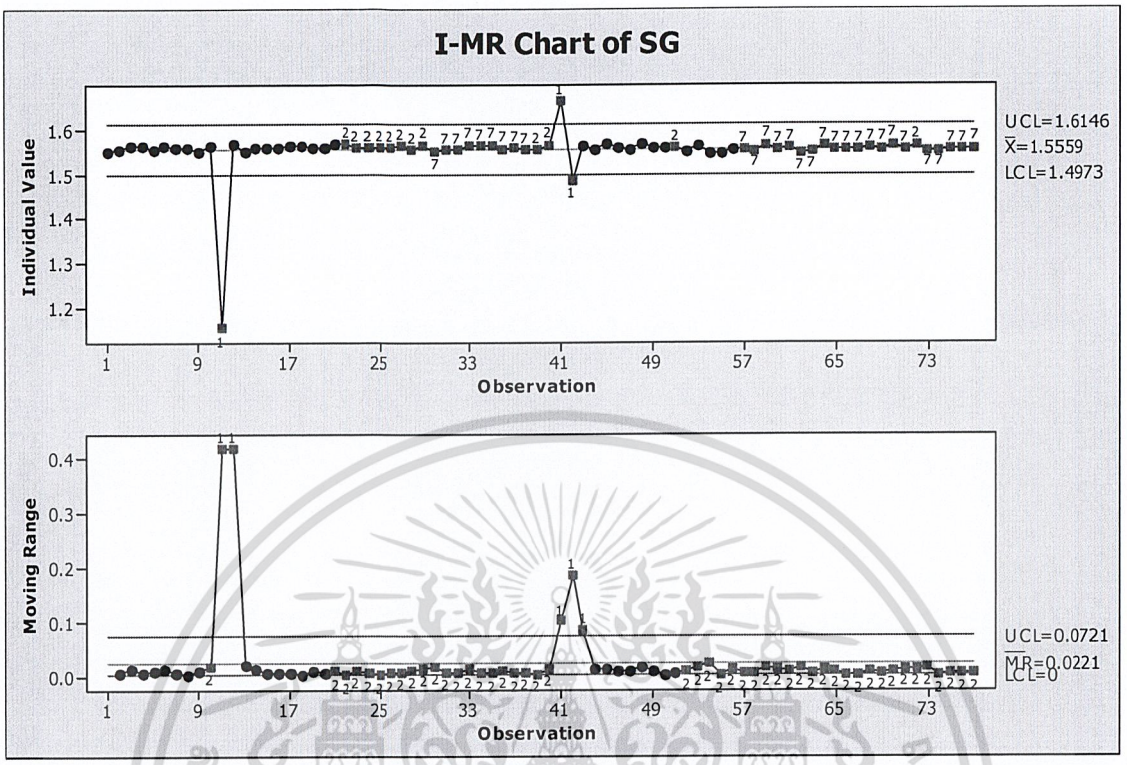
4.4.2 ผลการวิเคราะห์ค่าความถ่วงจำเพาะ



รูปที่ 4.22 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของค่าความถ่วงจำเพาะของผลิตภัณฑ์ สีน้ำพลาสติกสำหรับทาภายนอก WHITE # 600

จากรูปที่ 4.22 จะพบว่าข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบปกติ (p-value<0.005) จึงทำการแปลงข้อมูลด้วยวิธีของ Box-Cox (ดูรายละเอียดในบทที่ 2) พบว่าข้อมูลที่แปลงไม่มีการแจกแจงแบบปกติ (p-value<0.05) จึงทำการแปลงข้อมูลด้วยวิธีของ Johnson (ดูรายละเอียดในบทที่ 2) ผลที่ได้พบว่าข้อมูลยังไม่มีการแจกแจงแบบปกติเช่นกัน ทำให้ไม่เป็นไปตามสมมติฐานของการใช้แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ จึงควรมีความระมัดระวังในการนำข้อมูลไปใช้

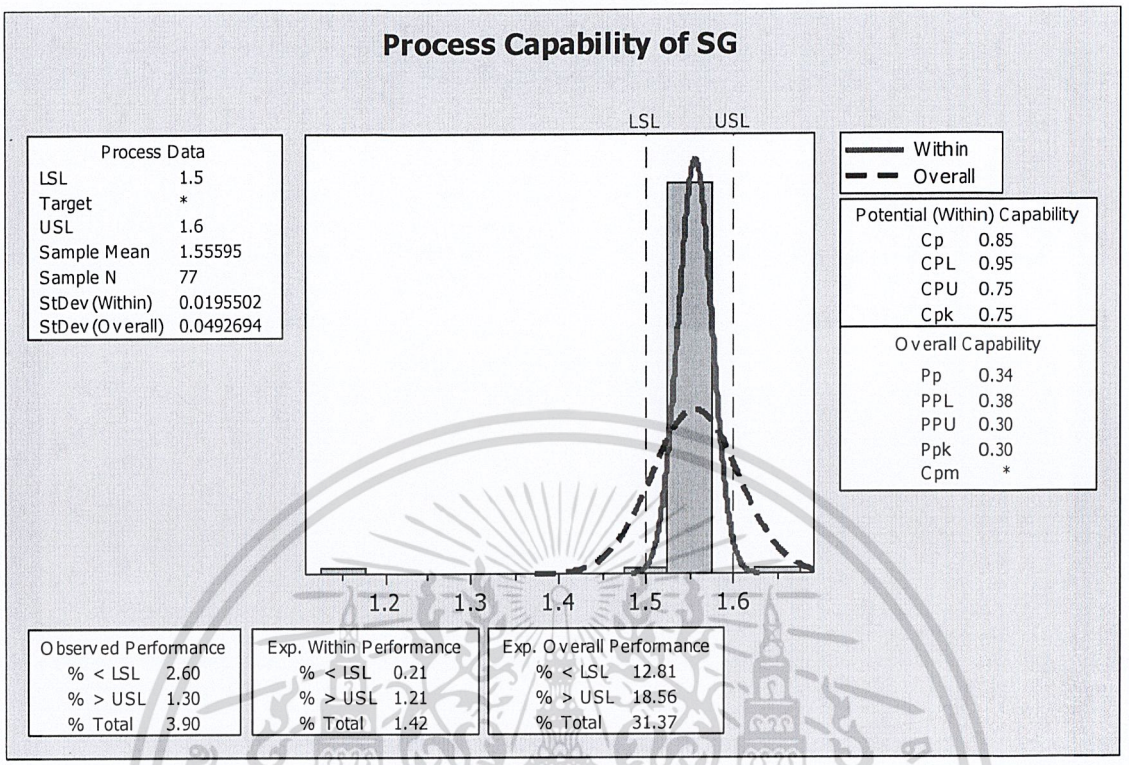
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.23 แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ของค่าความถ่วงจำเพาะของผลิตภัณฑ์ สีน้ำพลาสติกสำหรับทาภายนอก WHITE # 600

จากรูปที่ 4.23 พบว่าแผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวมีขีดจำกัดข้อควบคุมบน (UCL) เท่ากับ 1.6146 และขีดจำกัดข้อควบคุมล่าง (LCL) เท่ากับ 1.4973 จากการพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล พบว่ามีจุดที่ตกอยู่นอกขีดจำกัดควบคุมบนจำนวน 1 จุด คือ จุดที่ 41 จุดที่ตกอยู่นอกขีดจำกัดควบคุมล่าง 2 จุด คือ จุดที่ 11 และ 42 และมีจุดอย่างน้อย 9 จุด ต่อเนื่องกันตกอยู่ด้านล่างของเส้นกึ่งกลาง คือจุดที่ 22-29, 39-40, 51 และ 72 นอกจากนี้ยังมีจุดพิกัด 15 จุดต่อเนื่องกันตกอยู่ในเส้น 1 σ แต่ยังคงอยู่ในขีดจำกัดควบคุม คือ 30-38, 57-71 และ 73-77 สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่จะให้ขีดจำกัดข้อควบคุมบน (UCL) เท่ากับ 0.0721 และขีดจำกัดข้อควบคุมล่าง (LCL) เท่ากับ 0 และเมื่อพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล พบว่ามีจุดที่ตกอยู่นอกขีดจำกัดควบคุมบนจำนวน 5 จุด คือ จุดที่ 11, 12, 41, 42 และ 43 นอกจากนี้ยังมีจุดอย่างน้อย 9 จุด ต่อเนื่องกันตกอยู่ด้านล่างของเส้นกึ่งกลาง คือจุดที่ 10, 21-40 และ 52-77 นั่นแสดงว่ากระบวนการผลิตไม่อยู่ภายใต้การควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



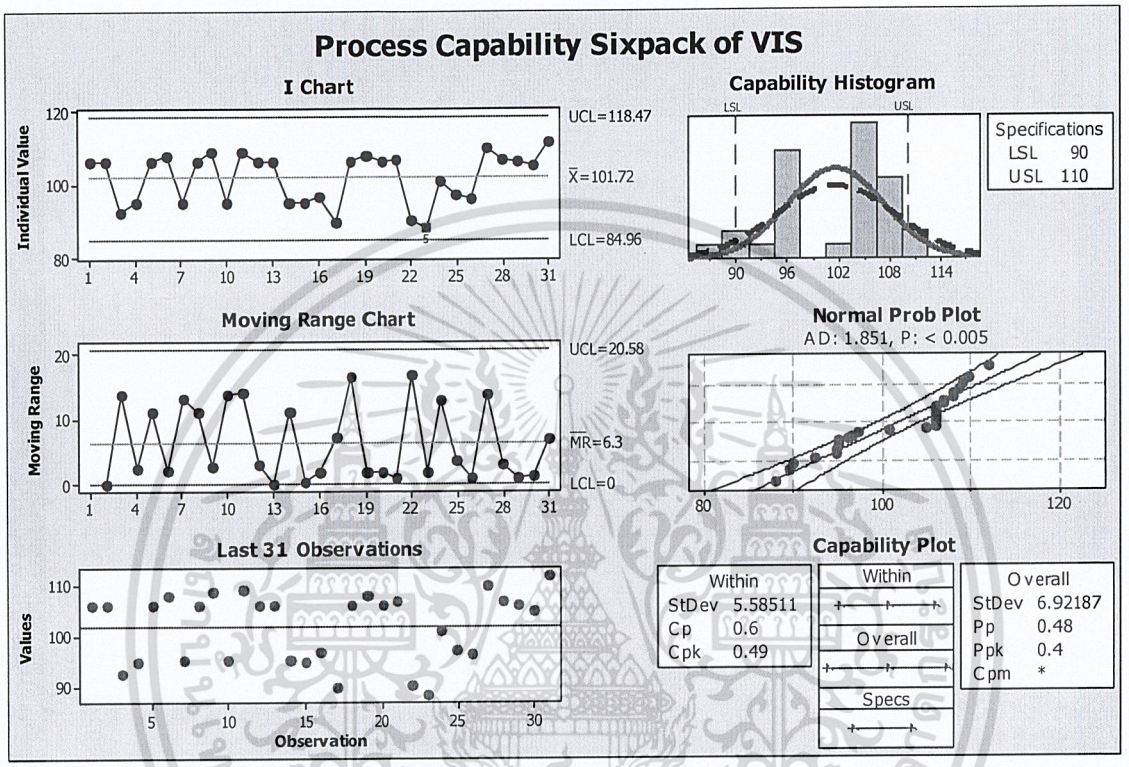
รูปที่ 4.24 ความสามารถกระบวนการผลิต ขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกัดข้อกำหนดล่างของค่าความถ่วงจำเพาะของผลิตภัณฑ์ สีน้ำพลาสติกสำหรับทาภายนอก WHITE # 600

จากรูปที่ 4.24 พบว่าค่าความสามารถของกระบวนการผลิต (C_{PK}) มีค่าเท่ากับ 0.75 และร้อยละของเสีย (P_{PK}) มีค่าเท่ากับ 0.30 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 1.33 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะสั้นอยู่ในระดับที่ไม่ดี และค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนดมีค่าเท่ากับ 1.42 (Within Performance) หรือ 31.37 (Overall Performance)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของผลิตภัณฑ์ สีน้ำพลาสติกสำหรับทาภายนอกและภายใน JUMPING BEAN # 812

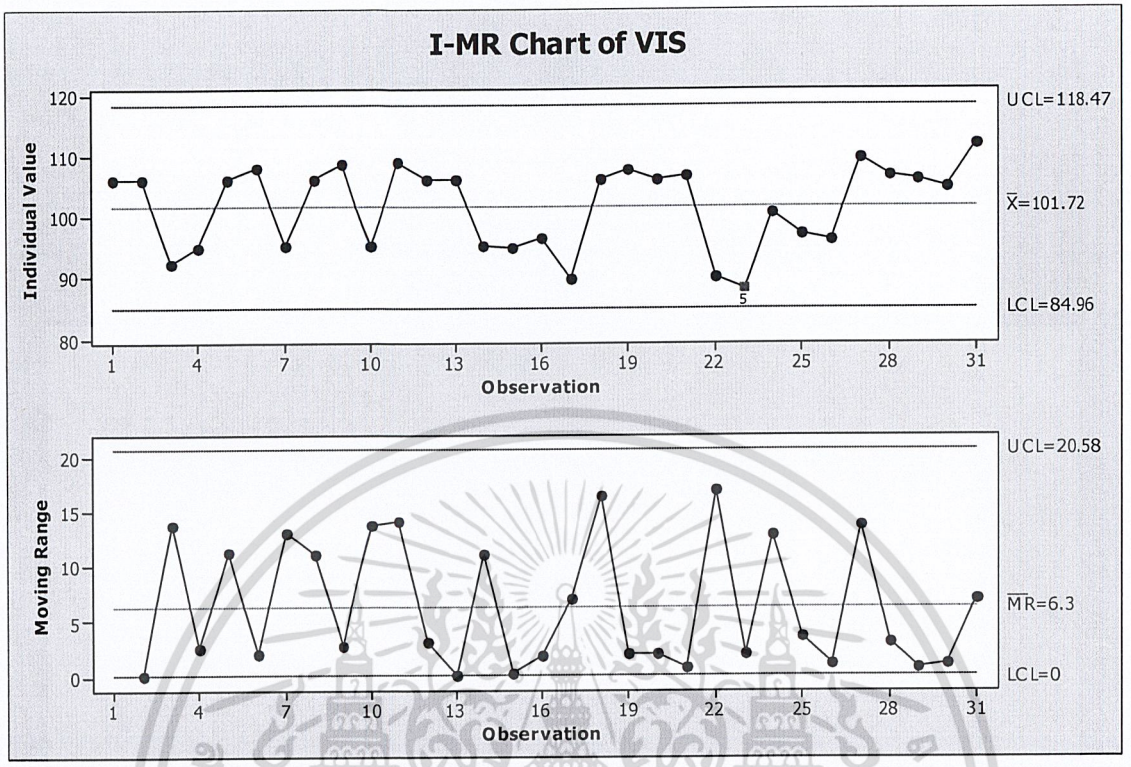
4.5.1 ผลการวิเคราะห์ค่าความหนืด



รูปที่ 4.25 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์ สีน้ำพลาสติกสำหรับทาภายนอกและภายใน JUMPING BEAN # 812

จากรูปที่ 4.25 จะพบว่าข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบปกติ (p-value<0.005) จึงทำการแปลงข้อมูลด้วยวิธีของ Box-Cox (ดูรายละเอียดในบทที่ 2) พบว่าข้อมูลที่แปลงไม่มีการแจกแจงแบบปกติ (p-value<0.05) จึงทำการแปลงข้อมูลด้วยวิธีของ Johnson (ดูรายละเอียดในบทที่ 2) ผลที่ได้พบว่าข้อมูลยังไม่มีการแจกแจงแบบปกติเช่นกัน ทำให้ไม่เป็นไปตามสมมติฐานของการใช้แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ จึงควรมีความระมัดระวังในการนำข้อมูลไปใช้

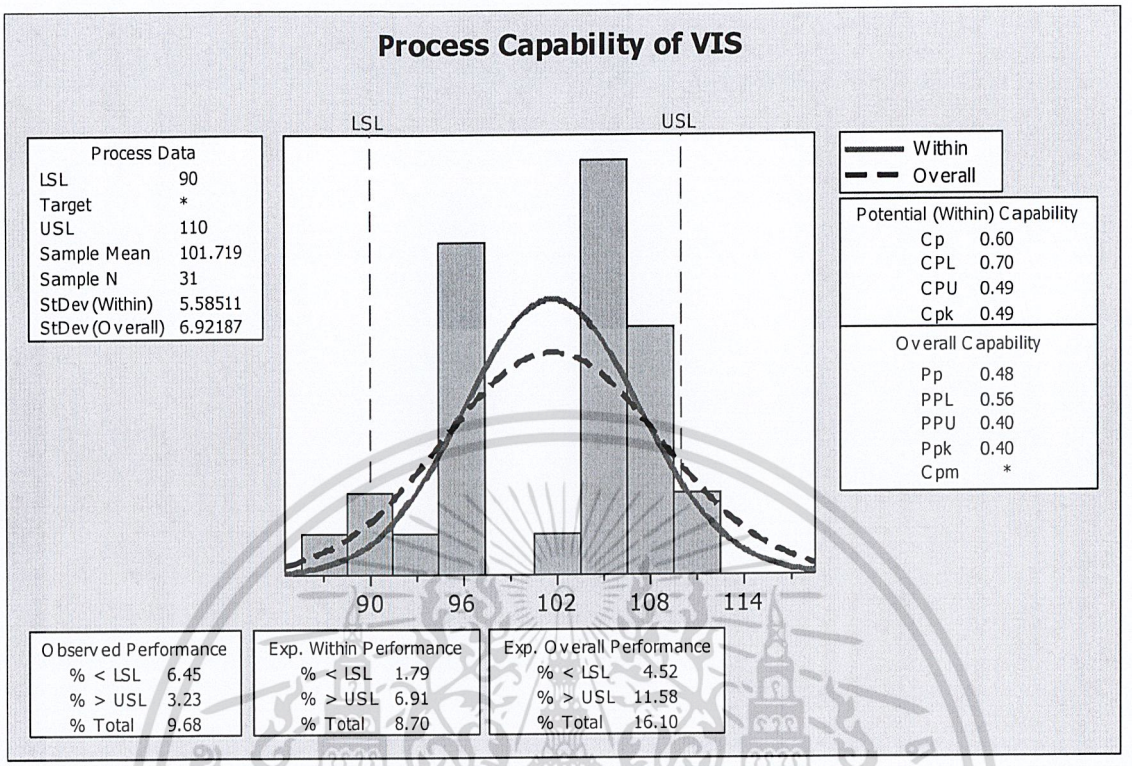
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.26 แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ของค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์ สีน้ำพลาสติกสำหรับทาภายนอกและภายใน JUMPING BEAN # 812

จากรูปที่ 4.26 พบว่าแผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวมีขีดจำกัดข้อควบคุมบน (UCL) เท่ากับ 118.47 และขีดจำกัดข้อควบคุมล่าง (LCL) เท่ากับ 84.96 จากการพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล พบว่ามีจุดพิกัด 2 ใน 3 จุดต่อเนื่องกันตกอยู่นอกเส้น 2σ แต่ยังอยู่ในขีดจำกัดควบคุม คือ จุดที่ 23 สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่จะให้ขีดจำกัดข้อควบคุมบน (UCL) เท่ากับ 20.58 และขีดจำกัดข้อควบคุมล่าง (LCL) เท่ากับ 0 และเมื่อพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล พบว่าไม่มีจุดที่ผิดปกติ นั่นแสดงว่ากระบวนการผลิตไม่อยู่ภายใต้การควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

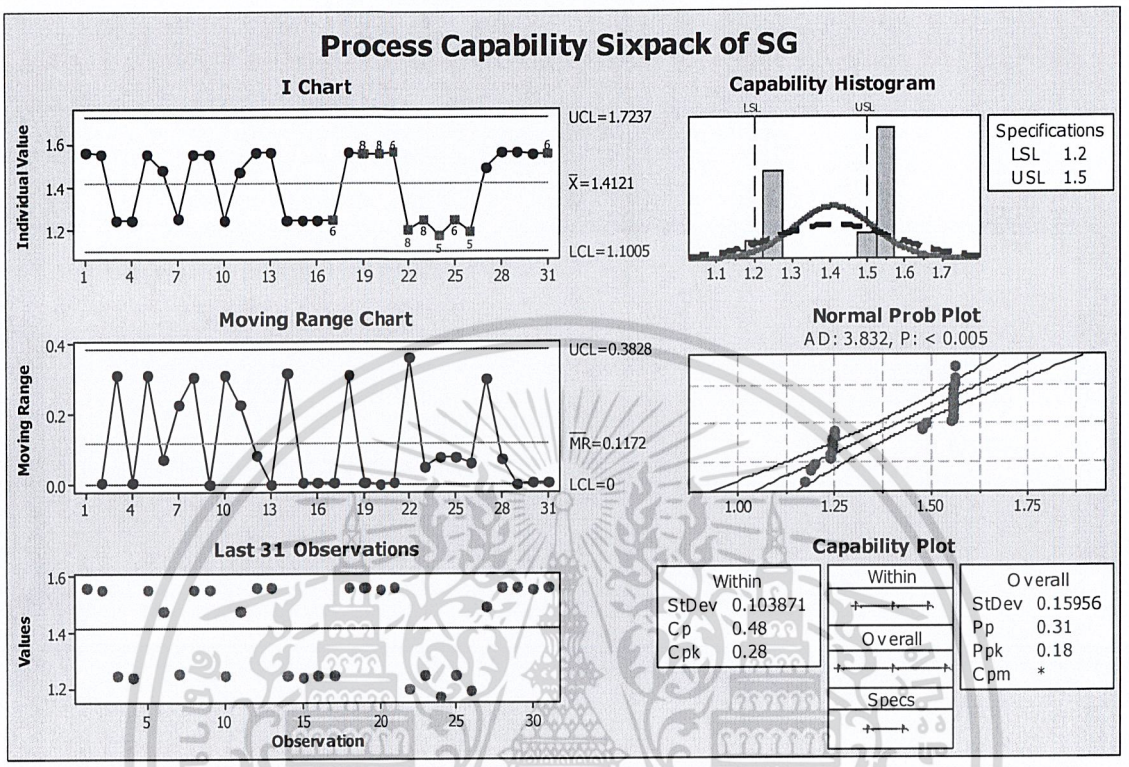


รูปที่ 4.27 ความสามารถกระบวนการผลิต ขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกัดข้อกำหนดล่างของค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์ สีน้ำพลาสติกสำหรับทาภายนอกและภายใน JUMPING BEAN # 812

จากรูปที่ 4.27 พบว่าค่าความสามารถของกระบวนการผลิต (C_{PK}) มีค่าเท่ากับ 0.49 และร้อยละของเสีย (P_{PK}) มีค่าเท่ากับ 0.40 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 1.33 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะสั้นอยู่ในระดับที่ไม่ดี และค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนดมีค่าเท่ากับ 8.70 (Within Performance) หรือ 16.10 (Overall Performance)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

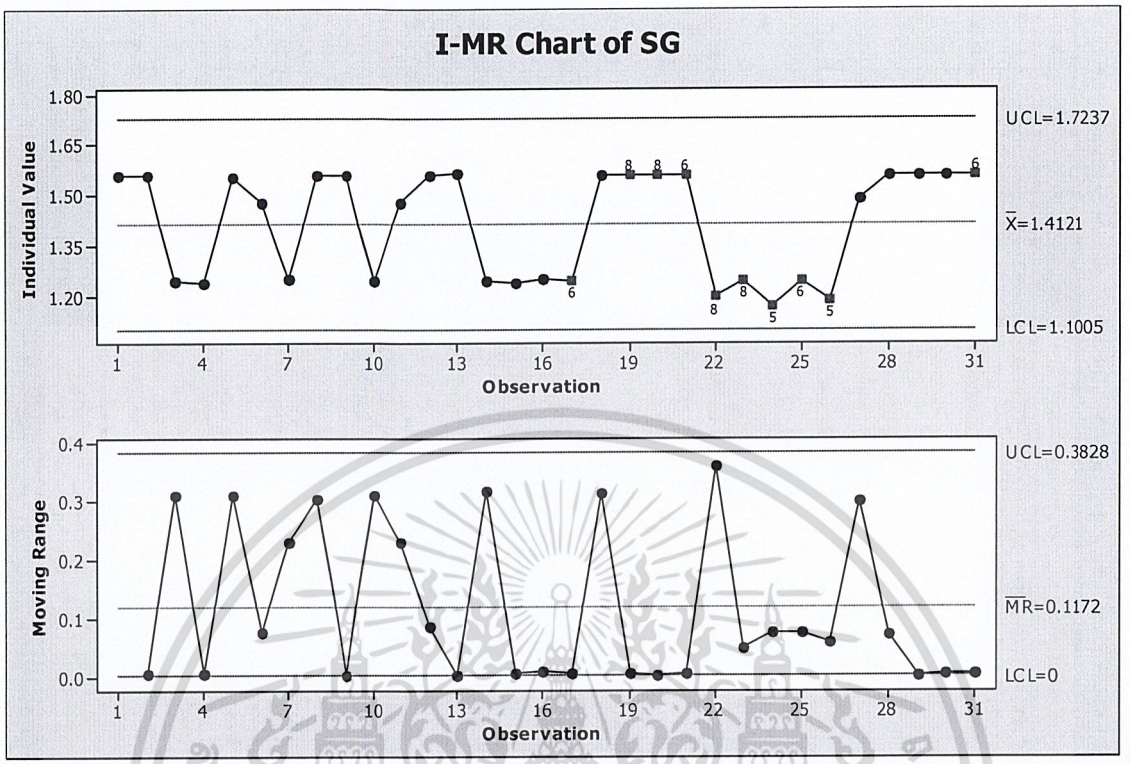
4.5.2 ผลการวิเคราะห์ค่าความถ่วงจำเพาะ



รูปที่ 4.28 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของค่าความถ่วงจำเพาะของผลิตภัณฑ์ สีน้ำพลาสติกสำหรับทาภายนอกและภายใน JUMPING BEAN # 812

จากรูปที่ 4.28 จะพบว่าข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบปกติ (p-value<0.005) จึงทำการแปลงข้อมูลด้วยวิธีของ Box-Cox (ดูรายละเอียดในบทที่ 2) พบว่าข้อมูลที่แปลงไม่มีการแจกแจงแบบปกติ (p-value<0.05) จึงทำการแปลงข้อมูลด้วยวิธีของ Johnson (ดูรายละเอียดในบทที่ 2) ผลที่ได้พบว่าข้อมูลยังไม่มีการแจกแจงแบบปกติเช่นกัน ทำให้ไม่เป็นไปตามสมมติฐานของการใช้แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ จึงควรมีความระมัดระวังในการนำข้อมูลไปใช้

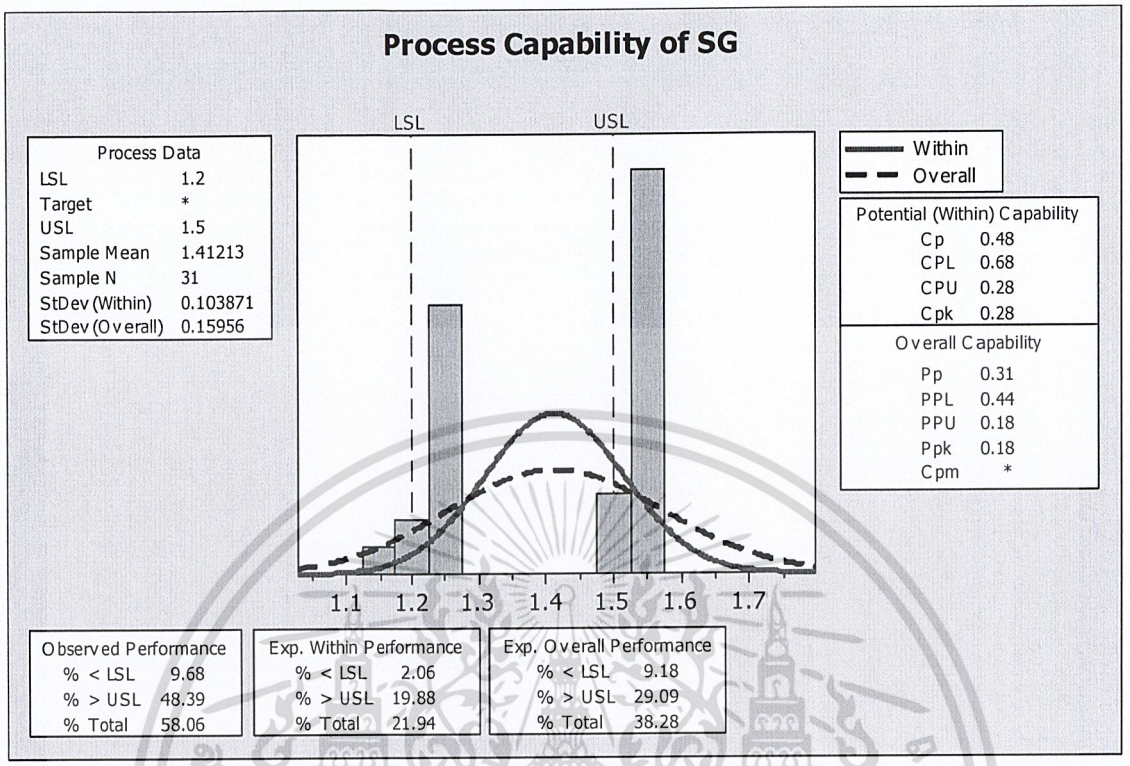
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.29 แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ของค่าความถ่วงจำเพาะของผลิตภัณฑ์ สีน้ำพลาสติกสำหรับทาภายนอกและภายใน JUMPING BEAN # 812

จากรูปที่ 4.29 พบว่าแผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวมีขีดจำกัดข้อควบคุมบน (UCL) เท่ากับ 1.7237 และขีดจำกัดข้อควบคุมล่าง (LCL) เท่ากับ 1.1005 จากการพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล พบว่ามีจุดพิกัด 4 ใน 5 จุดที่ต่อเนื่องกันตกอยู่นอกเส้น 1σ คือ จุดที่ 17, 21, 25 และ 31 มีจุดพิกัด 8 จุดต่อเนื่องกันตกอยู่นอกเส้น 1σ คือ จุดที่ 19-20, 22-23 นอกจากนี้ยังมีจุดพิกัด 2 ใน 3 จุดที่ต่อเนื่องกันตกอยู่นอกเส้น 2σ แต่ยังคงอยู่ในขีดจำกัดควบคุม คือ จุดที่ 24 และ 26 สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่จะให้ขีดจำกัดข้อควบคุมบน (UCL) เท่ากับ 0.3828 และขีดจำกัดข้อควบคุมล่าง (LCL) เท่ากับ 0 และเมื่อพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล พบว่าไม่มีจุดที่ผิดปกติ นั่นแสดงว่ากระบวนการผลิตไม่อยู่ภายใต้การควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



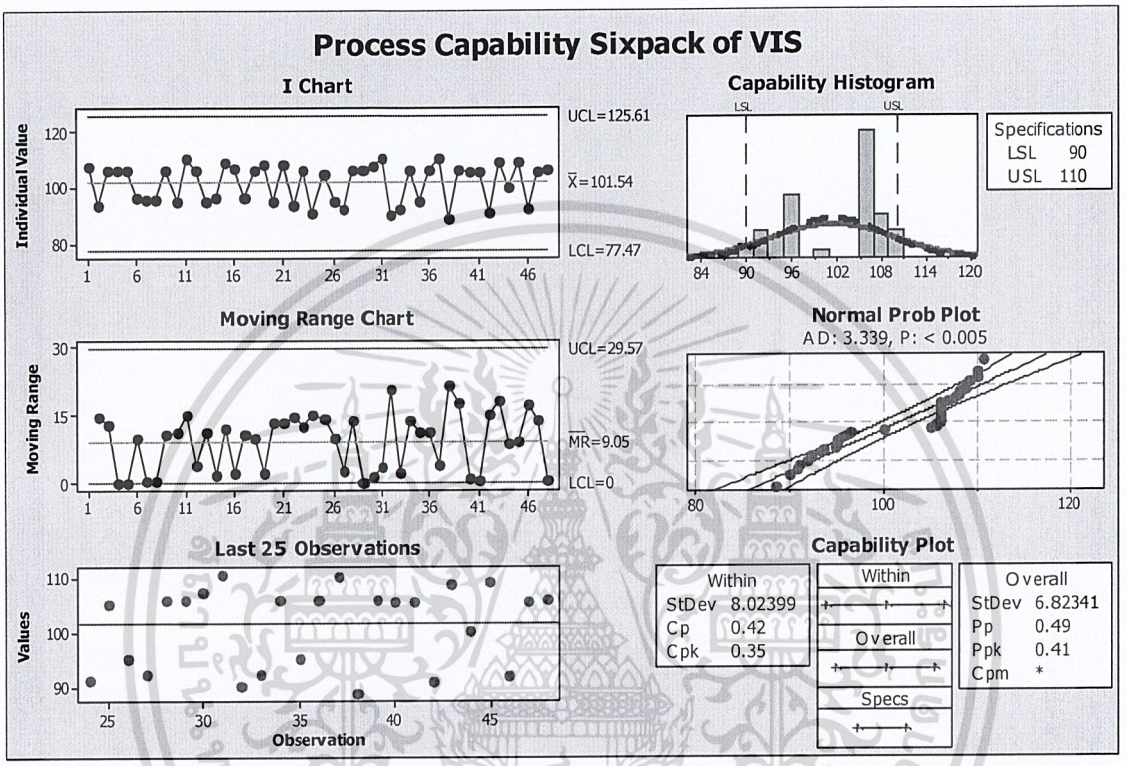
รูปที่ 4.30 ความสามารถกระบวนการผลิต ขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกัดข้อกำหนดล่างของค่าความถ่วงจำเพาะของผลิตภัณฑ์ สีน้ำพลาสติกสำหรับทาภายนอกและภายใน JUMPING BEAN # 812

จากรูปที่ 4.30 พบว่าค่าความสามารถของกระบวนการผลิต (C_{PK}) มีค่าเท่ากับ 0.28 และร้อยละของเสีย (P_{PK}) มีค่าเท่ากับ 0.18 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 1.33 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะสั้นอยู่ในระดับที่ไม่ดี และค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนดมีค่าเท่ากับ 21.94 (Within Performance) หรือ 38.28 (Overall Performance)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของผลิตภัณฑ์ สีน้ำพลาสติกสำหรับทาภายนอกและภายใน HULLABALOO # 813

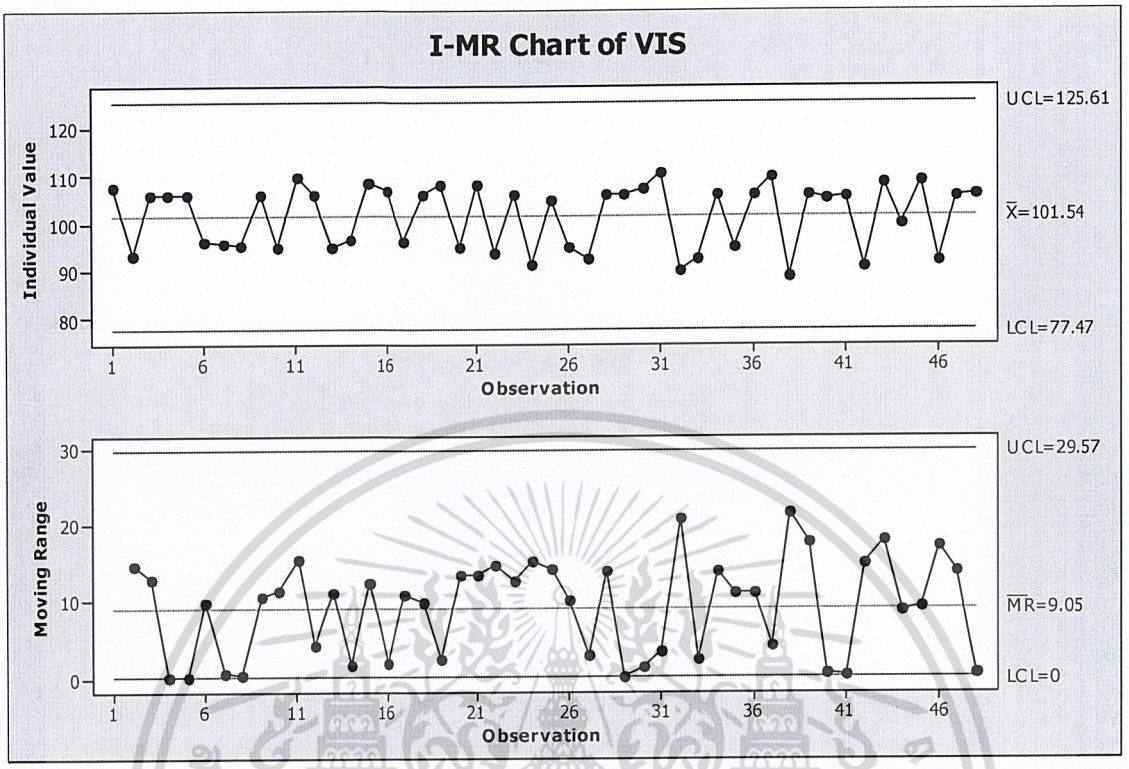
4.6.1 ผลการวิเคราะห์ค่าความหนืด



รูปที่ 4.31 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์ สีน้ำพลาสติกสำหรับทาภายนอกและภายใน HULLABALOO # 813

จากรูปที่ 4.31 จะพบว่าข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบปกติ (p-value<0.005) จึงทำการแปลงข้อมูลด้วยวิธีของ Box-Cox (ดูรายละเอียดในบทที่ 2) พบว่าข้อมูลที่แปลงไม่มีการแจกแจงแบบปกติ (p-value<0.05) จึงทำการแปลงข้อมูลด้วยวิธีของ Johnson (ดูรายละเอียดในบทที่ 2) ผลที่ได้พบว่าข้อมูลยังไม่มีการแจกแจงแบบปกติเช่นกัน ทำให้ไม่เป็นไปตามสมมติฐานของการใช้แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ จึงควรมีความระมัดระวังในการนำข้อมูลไปใช้

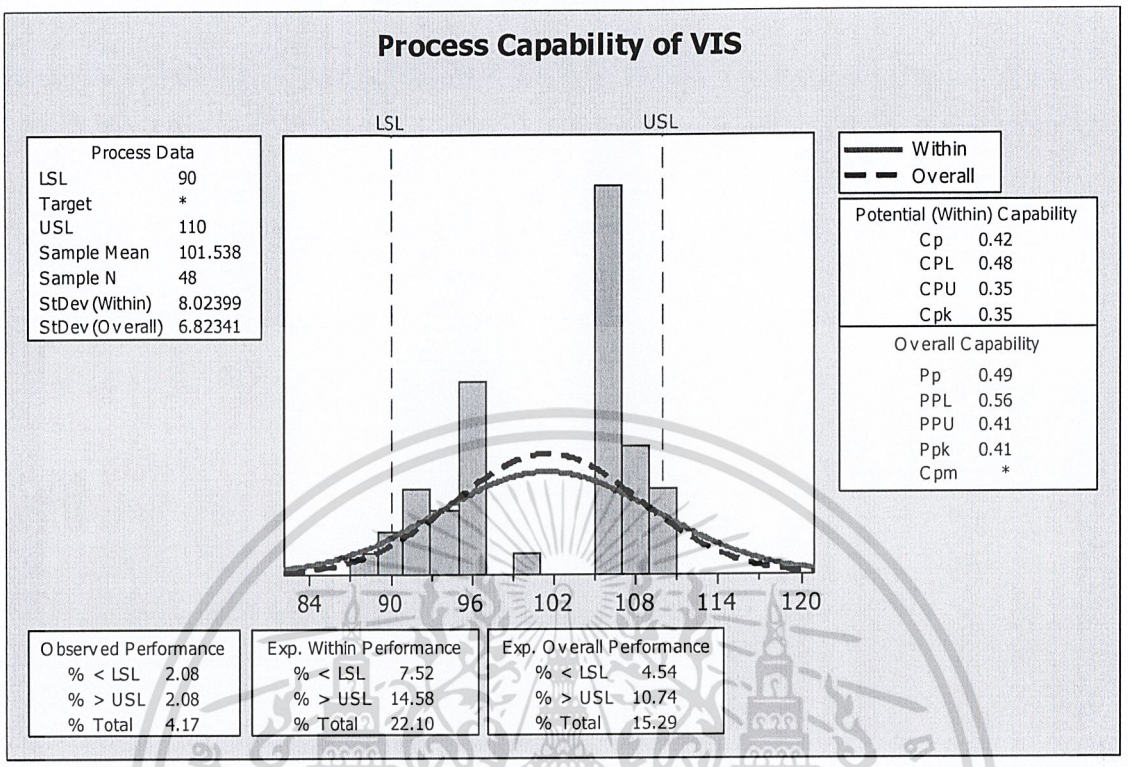
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.32 แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ของค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์ สีน้ำพลาสติกสำหรับทาภายนอกและภายใน HULLABALOO # 813

จากรูปที่ 4.32 พบว่าแผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวมีขีดจำกัดข้อควบคุมบน (UCL) เท่ากับ 125.61 และขีดจำกัดข้อควบคุมล่าง (LCL) เท่ากับ 77.47 จากการพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล พบว่าไม่มีจุดที่ผิดปกติ สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่จะให้ขีดจำกัดข้อควบคุมบน (UCL) เท่ากับ 29.57 และขีดจำกัดข้อควบคุมล่าง (LCL) เท่ากับ 0 และเมื่อพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล พบว่าไม่มีจุดที่ผิดปกติ นั่นแสดงว่ากระบวนการผลิตอยู่ภายใต้การควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

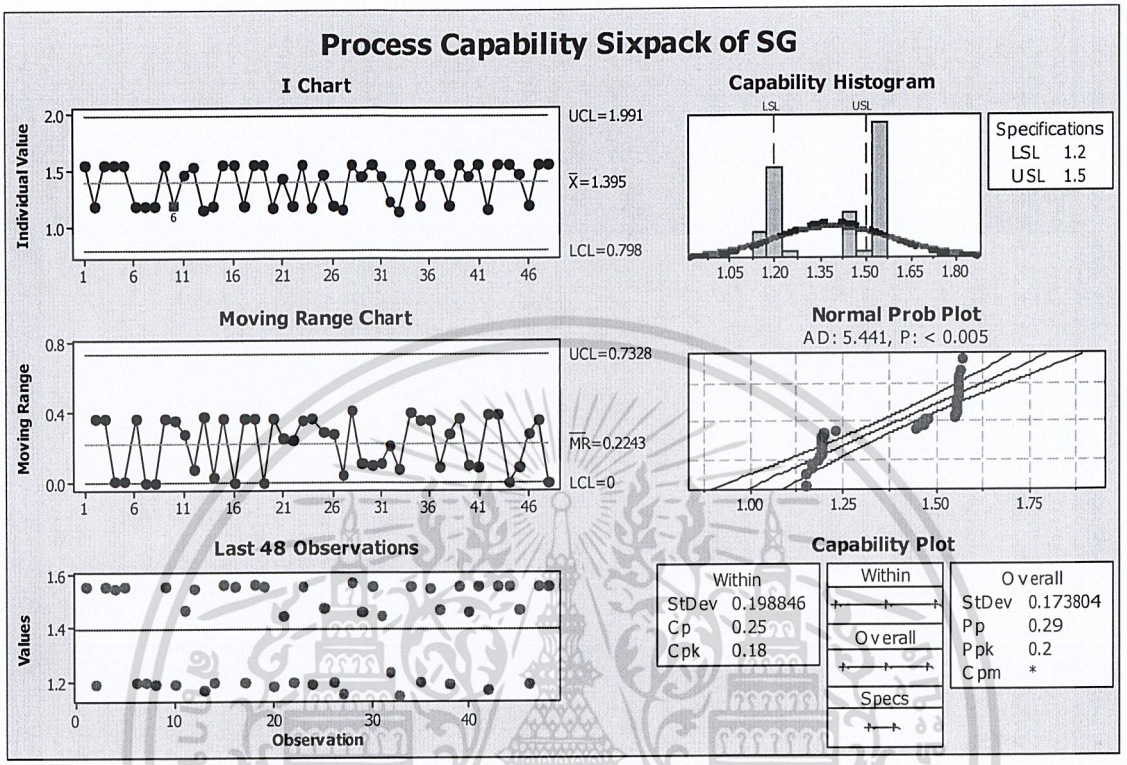


รูปที่ 4.33 ความสามารถกระบวนการผลิต ขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกัดข้อกำหนดล่างของค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์ สีน้ำพลาสติกสำหรับทาภายนอกและภายใน HULLABALOO # 813

จากรูปที่ 4.33 พบว่าค่าความสามารถของกระบวนการผลิต (C_{PK}) มีค่าเท่ากับ 0.35 และร้อยละของเสีย (P_{PK}) มีค่าเท่ากับ 0.41 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 1.33 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะสั้นอยู่ในระดับที่ไม่ดี และค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนดมีค่าเท่ากับ 22.10 (Within Performance) หรือ 15.29 (Overall Performance)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

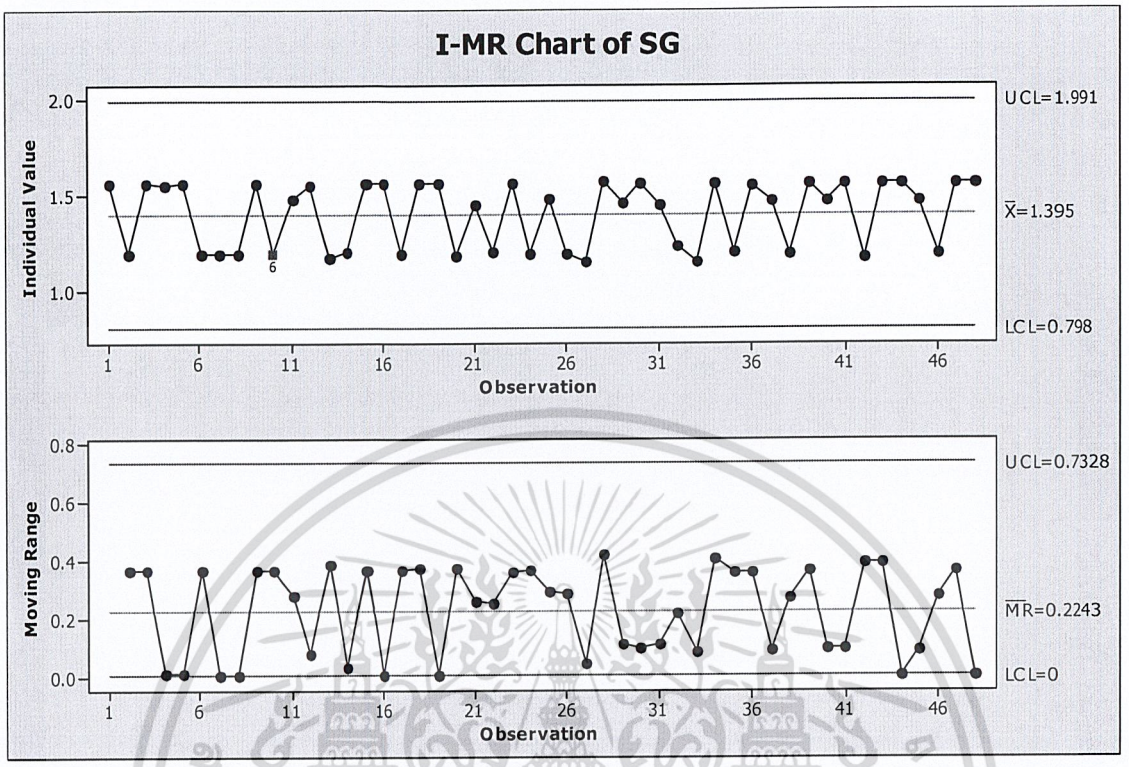
4.6.2 ผลการวิเคราะห์ค่าความถ่วงจำเพาะ



รูปที่ 4.34 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของค่าความถ่วงจำเพาะของผลิตภัณฑ์ สีน้ำพลาสติกสำหรับทาภายนอกและภายใน HULLABALOO # 813

จากรูปที่ 4.34 จะพบว่าข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบปกติ (p-value<0.005) จึงทำการแปลงข้อมูลด้วยวิธีของ Box-Cox (ดูรายละเอียดในบทที่ 2) พบว่าข้อมูลที่แปลงไม่มีการแจกแจงแบบปกติ (p-value<0.05) จึงทำการแปลงข้อมูลด้วยวิธีของ Johnson (ดูรายละเอียดในบทที่ 2) ผลที่ได้พบว่าข้อมูลยังไม่มีการแจกแจงแบบปกติเช่นกัน ทำให้ไม่เป็นไปตามสมมติฐานของการใช้แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ จึงควรมีความระมัดระวังในการนำข้อมูลไปใช้

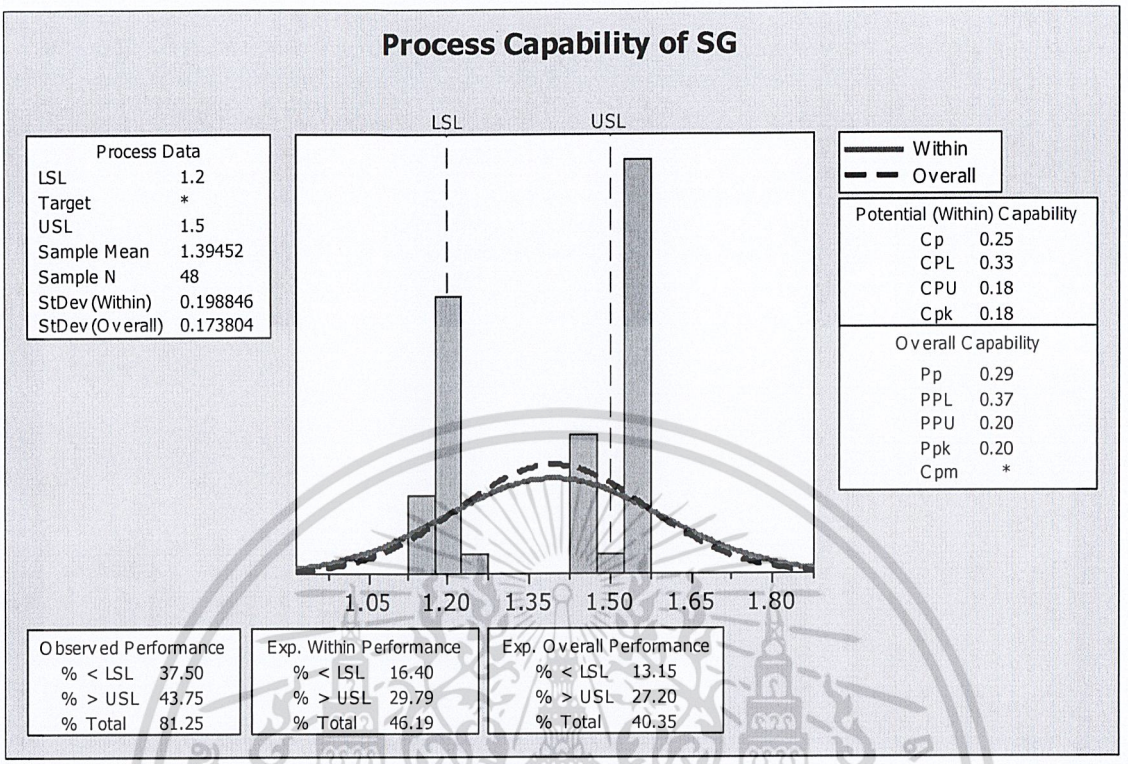
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.35 แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ของค่าความถ่วงจำเพาะของผลิตภัณฑ์ สีน้ำพลาสติกสำหรับทาภายนอกและภายใน JUMPING BEAN # 812

จากรูปที่ 4.35 พบว่าแผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวมีขีดจำกัดข้อควบคุมบน (UCL) เท่ากับ 1.991 และขีดจำกัดข้อควบคุมล่าง (LCL) เท่ากับ 0.798 จากการพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล พบว่ามีจุดพิกัดอย่างน้อย 4 ใน 5 จุดที่ต่อเนื่องกันตกอยู่นอกเส้น 1σ คือ จุดที่ 10 สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่จะให้ขีดจำกัดข้อควบคุมบน (UCL) เท่ากับ 0.7328 และขีดจำกัดข้อควบคุมล่าง (LCL) เท่ากับ 0 และเมื่อพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล พบว่าไม่มีจุดที่ผิดปกติ นั่นแสดงว่ากระบวนการผลิตไม่อยู่ภายใต้การควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



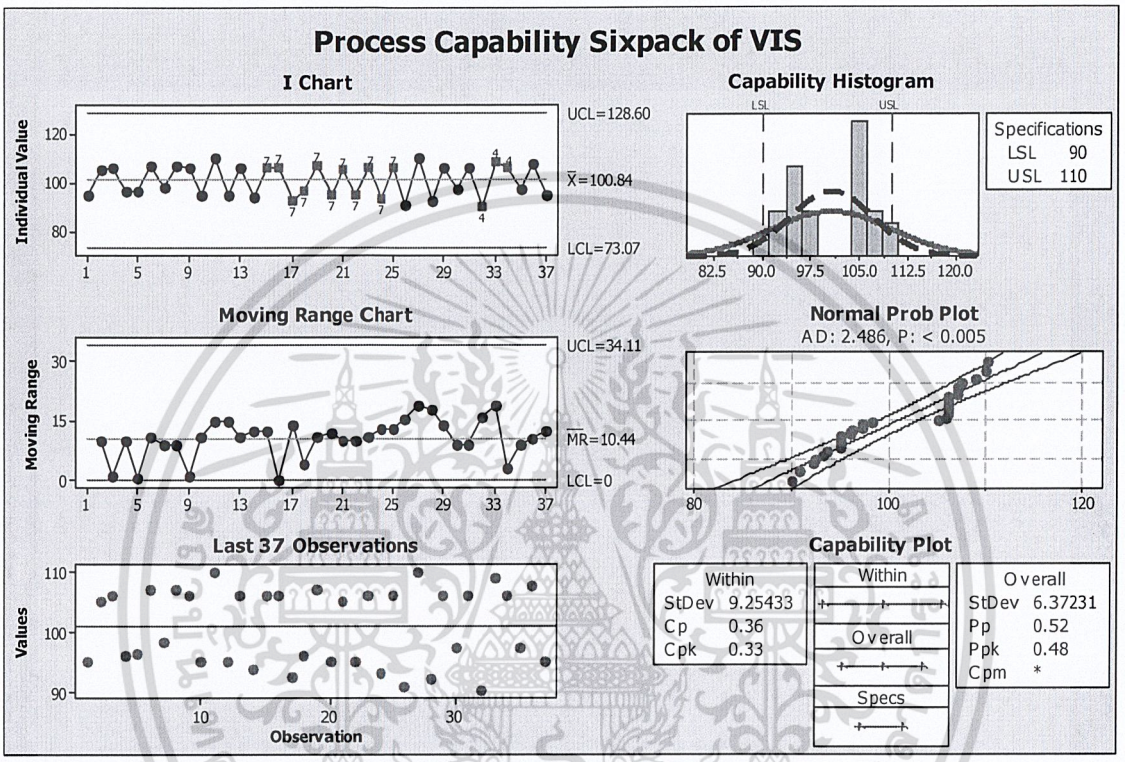
รูปที่ 4.36 ความสามารถกระบวนการผลิต ขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกัดข้อกำหนดล่างของค่าความถ่วงจำเพาะของผลิตภัณฑ์ สีน้ำพลาสติกสำหรับทาภายนอกและภายใน HULLABALOO # 813

จากรูปที่ 4.36 พบว่าค่าความสามารถของกระบวนการผลิต (C_{PK}) มีค่าเท่ากับ 0.18 และร้อยละของเสีย (P_{PK}) มีค่าเท่ากับ 0.20 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 1.33 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะสั้นอยู่ในระดับที่ไม่ดี และค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนดมีค่าเท่ากับ 46.19 (Within Performance) หรือ 40.35 (Overall Performance)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของผลิตภัณฑ์ สีน้ำพลาสติกสำหรับทาภายนอกและภายใน GREEN LIGHT # 852

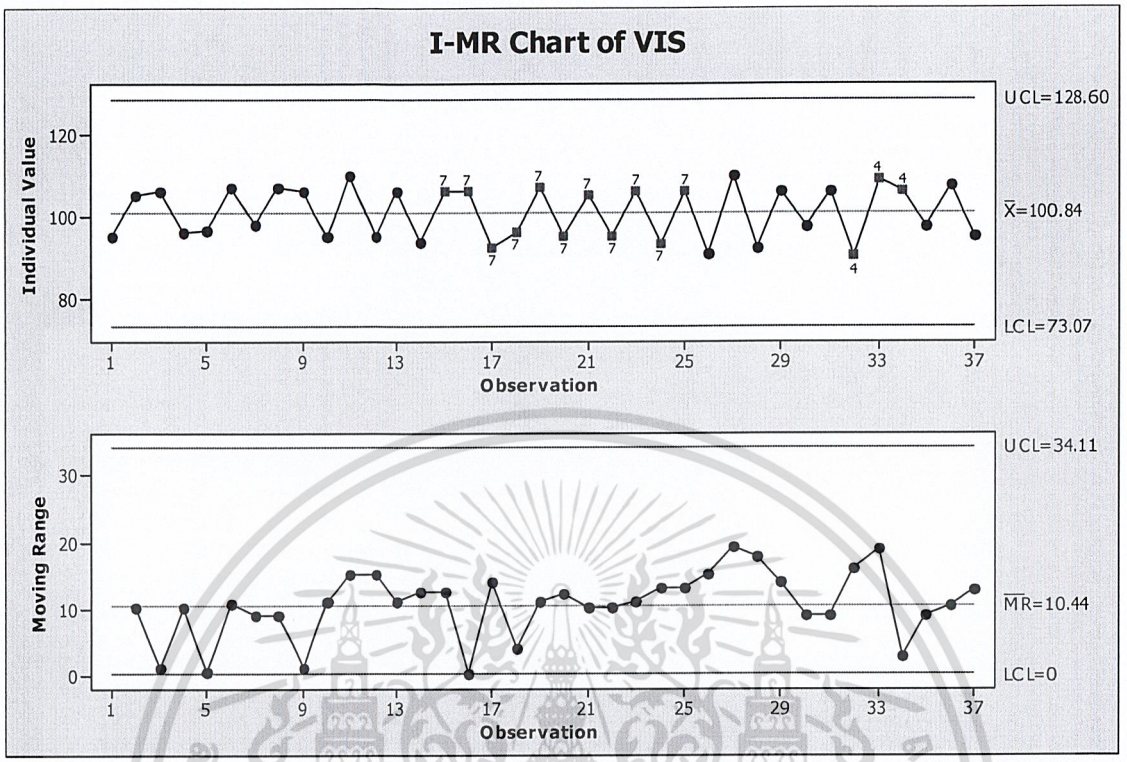
4.7.1 ผลการวิเคราะห์ค่าความหนืด



รูปที่ 4.37 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์ สีน้ำพลาสติกสำหรับทาภายนอกและภายใน GREEN LIGHT # 852

จากรูปที่ 4.37 จะพบว่าข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบปกติ (p-value<0.005) จึงทำการแปลงข้อมูลด้วยวิธีของ Box-Cox (ดูรายละเอียดในบทที่ 2) พบว่าข้อมูลที่แปลงไม่มีการแจกแจงแบบปกติ (p-value<0.05) จึงทำการแปลงข้อมูลด้วยวิธีของ Johnson (ดูรายละเอียดในบทที่ 2) ผลที่ได้พบว่าข้อมูลยังไม่มีการแจกแจงแบบปกติเช่นกัน ทำให้ไม่เป็นไปตามสมมติฐานของการใช้แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ จึงควรมีความระมัดระวังในการนำข้อมูลไปใช้

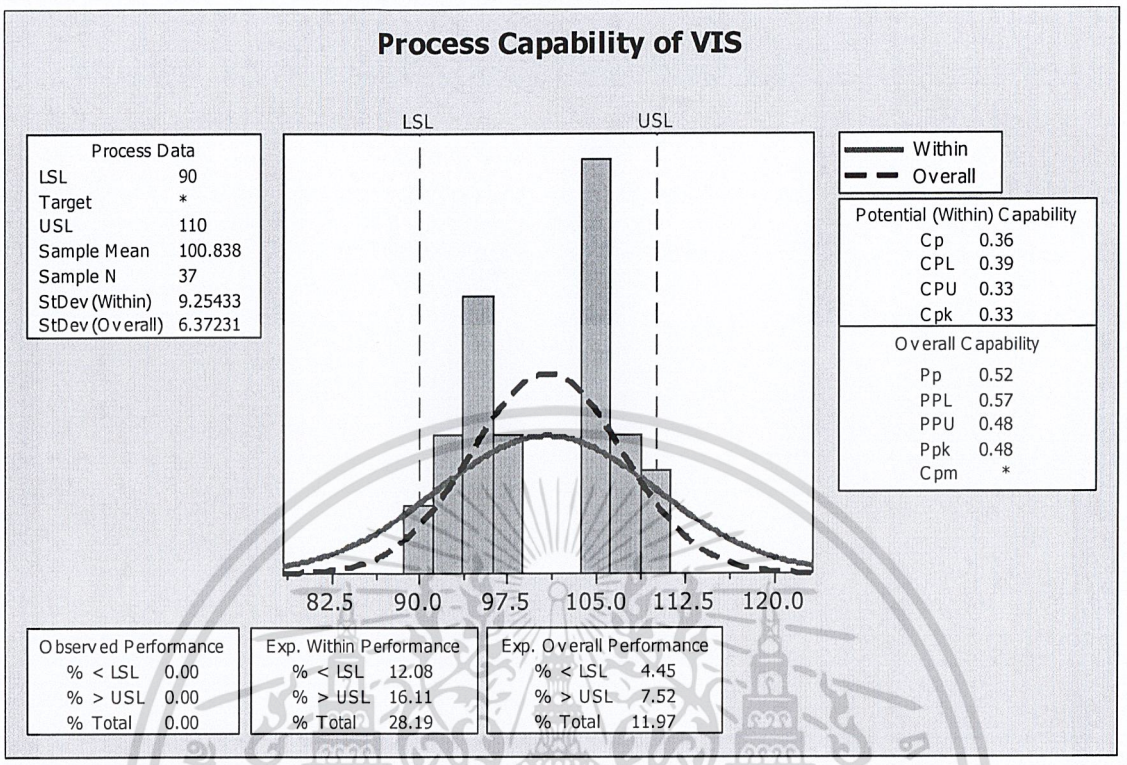
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.38 แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ของค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์ สีน้ำพลาสติกสำหรับทาภายนอกและภายใน GREEN LIGHT # 852

จากรูปที่ 4.38 พบว่าแผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวมีขีดจำกัดข้อควบคุมบน (UCL) เท่ากับ 128.60 และขีดจำกัดข้อควบคุมล่าง (LCL) เท่ากับ 73.07 จากการพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล พบว่ามีจุดพิกัด 15 จุดต่อเนื่องกันตกอยู่ในเส้น 1σ แต่ยังคงอยู่ในขีดจำกัดควบคุม คือ 15-25 นอกจากนี้ยังมีจุดพิกัด 14 จุดที่ต่อเนื่องกันสลับกันขึ้นและลง คือ จุดที่ 32-34 สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่จะให้ขีดจำกัดข้อควบคุมบน (UCL) เท่ากับ 34.11 และขีดจำกัดข้อควบคุมล่าง (LCL) เท่ากับ 0 และเมื่อพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล พบว่าไม่มีจุดที่ผิดปกติ นั่นแสดงว่ากระบวนการผลิตไม่อยู่ภายใต้การควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

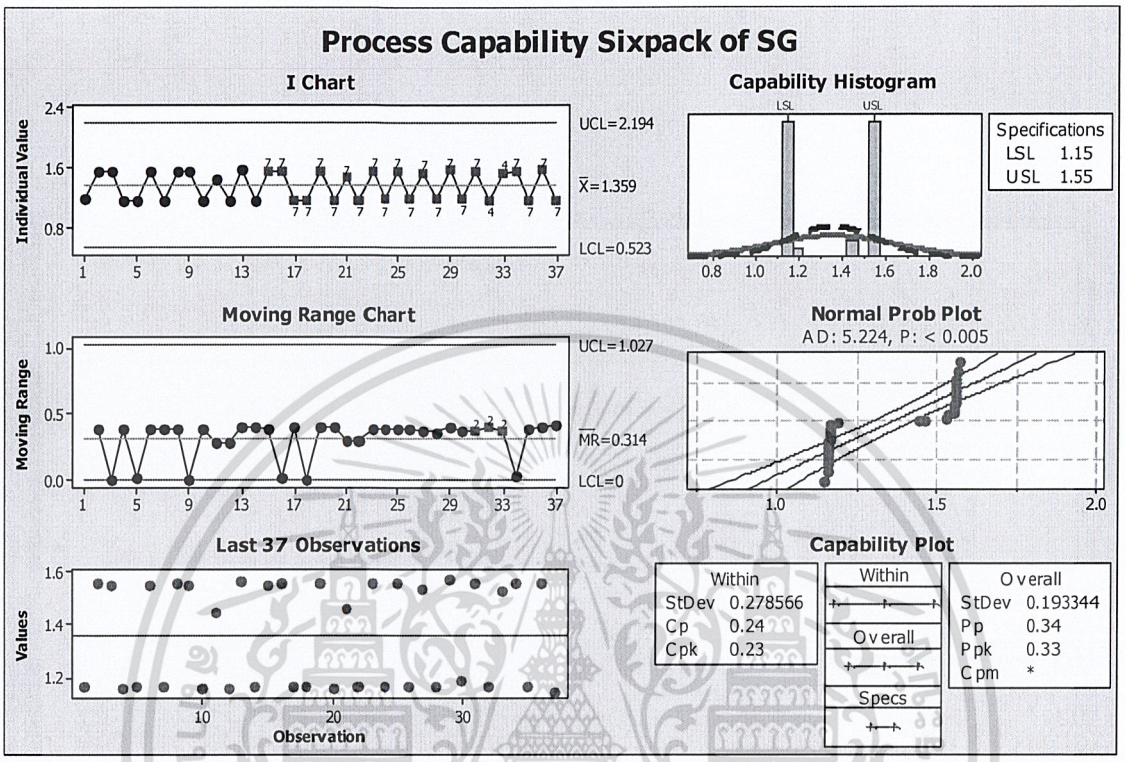


รูปที่ 4.39 ความสามารถกระบวนการผลิต ขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกัดข้อกำหนดล่างของค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์ สีน้ำพลาสติกสำหรับทาภายนอกและภายใน GREEN LIGHT # 852

จากรูปที่ 4.39 พบว่าค่าความสามารถของกระบวนการผลิต (C_{PK}) มีค่าเท่ากับ 0.33 และร้อยละของเสีย (P_{PK}) มีค่าเท่ากับ 0.48 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 1.33 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะสั้นอยู่ในระดับที่ไม่ดี และค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนดมีค่าเท่ากับ 28.19 (Within Performance) หรือ 11.97 (Overall Performance)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

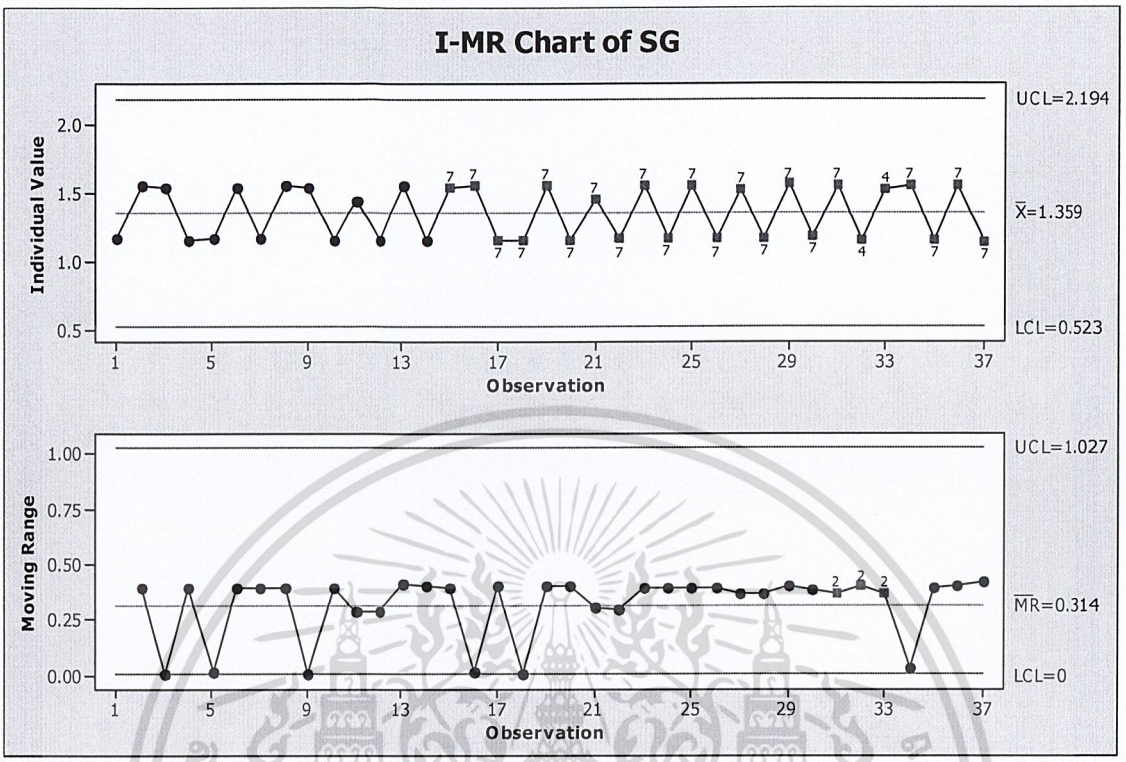
4.7.2 ผลการวิเคราะห์ค่าความถ่วงจำเพาะ



รูปที่ 4.40 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของค่าความถ่วงจำเพาะของผลิตภัณฑ์ สีน้ำพลาสติกสำหรับทาภายนอกและภายใน GREEN LIGHT # 852

จากรูปที่ 4.40 จะพบว่าข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบปกติ (p-value<0.005) จึงทำการแปลงข้อมูลด้วยวิธีของ Box-Cox (ดูรายละเอียดในบทที่ 2) พบว่าข้อมูลที่แปลงไม่มีการแจกแจงแบบปกติ (p-value<0.05) จึงทำการแปลงข้อมูลด้วยวิธีของ Johnson (ดูรายละเอียดในบทที่ 2) ผลที่ได้พบว่าข้อมูลยังไม่มีการแจกแจงแบบปกติเช่นกัน ทำให้ไม่เป็นไปตามสมมติฐานของการใช้แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ จึงควรมีความระมัดระวังในการนำข้อมูลไปใช้

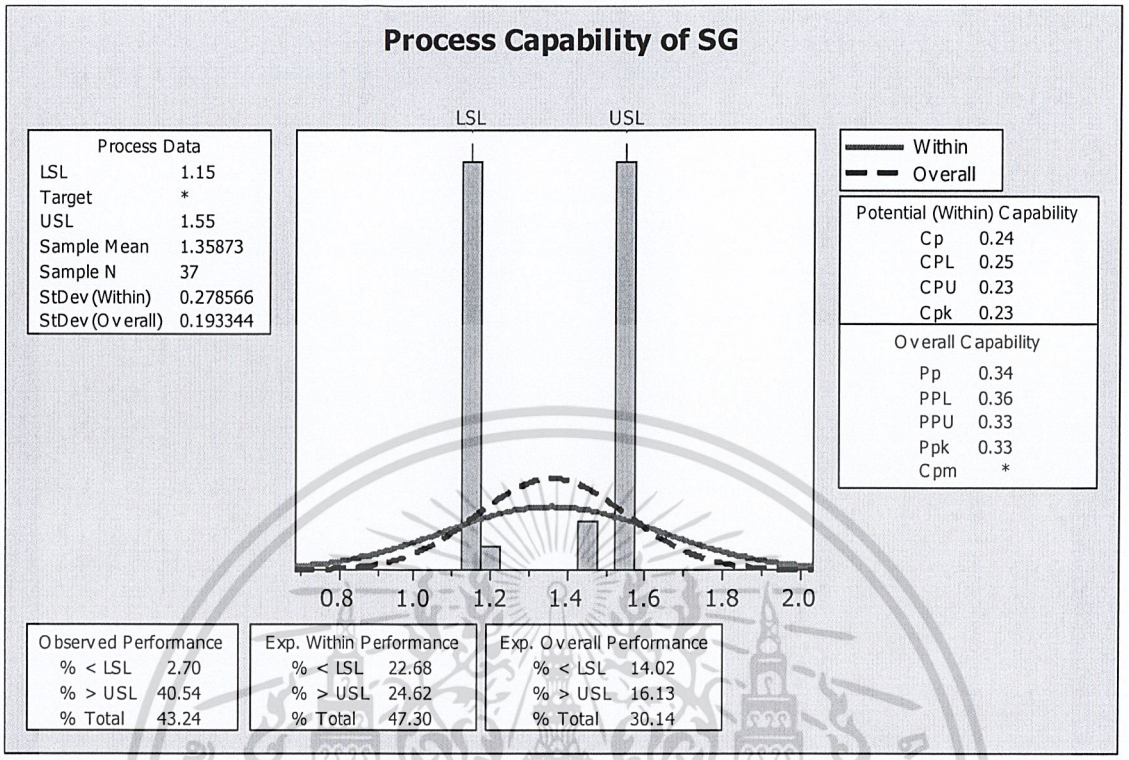
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.41 แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ของค่าความถ่วงจำเพาะของผลิตภัณฑ์ สีน้ำพลาสติกสำหรับทาภายนอกและภายใน JUMPING BEAN # 812

จากรูปที่ 4.41 พบว่าแผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวมีขีดจำกัดข้อควบคุมบน (UCL) เท่ากับ 2.194 และขีดจำกัดข้อควบคุมล่าง (LCL) เท่ากับ 0.523 จากการพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล พบว่ามีจุดพิกัด 15 จุดต่อเนื่องกันตกอยู่ในเส้น 1σ แต่ยังคงอยู่ในขีดจำกัดควบคุม คือ 15-31 และ 34-37 นอกจากนี้ยังมีจุดพิกัด 14 จุดที่ต่อเนื่องกันสลับกันขึ้นและลง คือ จุดที่ 32-33 สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่จะให้ขีดจำกัดข้อควบคุมบน (UCL) เท่ากับ 1.027 และขีดจำกัดข้อควบคุมล่าง (LCL) เท่ากับ 0 และเมื่อพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล พบว่ามีจุดอย่างน้อย 9 จุด ต่อเนื่องกันตกอยู่ด้านบนของเส้นกึ่งกลาง คือจุดที่ 31-33 นั่นแสดงว่ากระบวนการผลิตไม่อยู่ภายใต้การควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



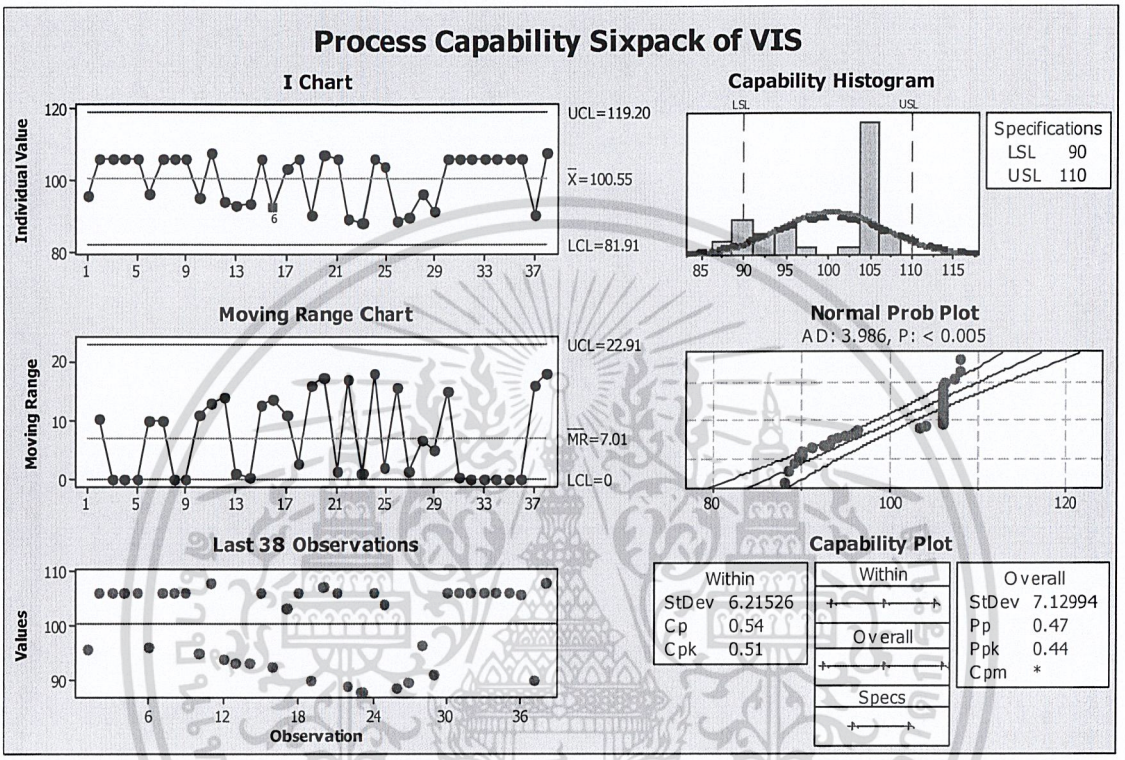
รูปที่ 4.42 ความสามารถกระบวนการผลิต ขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกัดข้อกำหนดล่างของค่าความถ่วจำเพาะของผลิตภัณฑ์ สีน้ำพลาสติกสำหรับทาภายนอกและภายใน GREEN LIGHT # 852

จากรูปที่ 4.42 พบว่าค่าความสามารถของกระบวนการผลิต (C_{PK}) มีค่าเท่ากับ 0.23 และร้อยละของเสีย (P_{PK}) มีค่าเท่ากับ 0.33 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 1.33 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะสั้นอยู่ในระดับที่ไม่ดี และค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนดมีค่าเท่ากับ 47.30 (Within Performance) หรือ 30.14 (Overall Performance)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.8 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของผลิตภัณฑ์ สีน้ำพลาสติกสำหรับทาภายนอกและภายใน SKY BOAT # 864

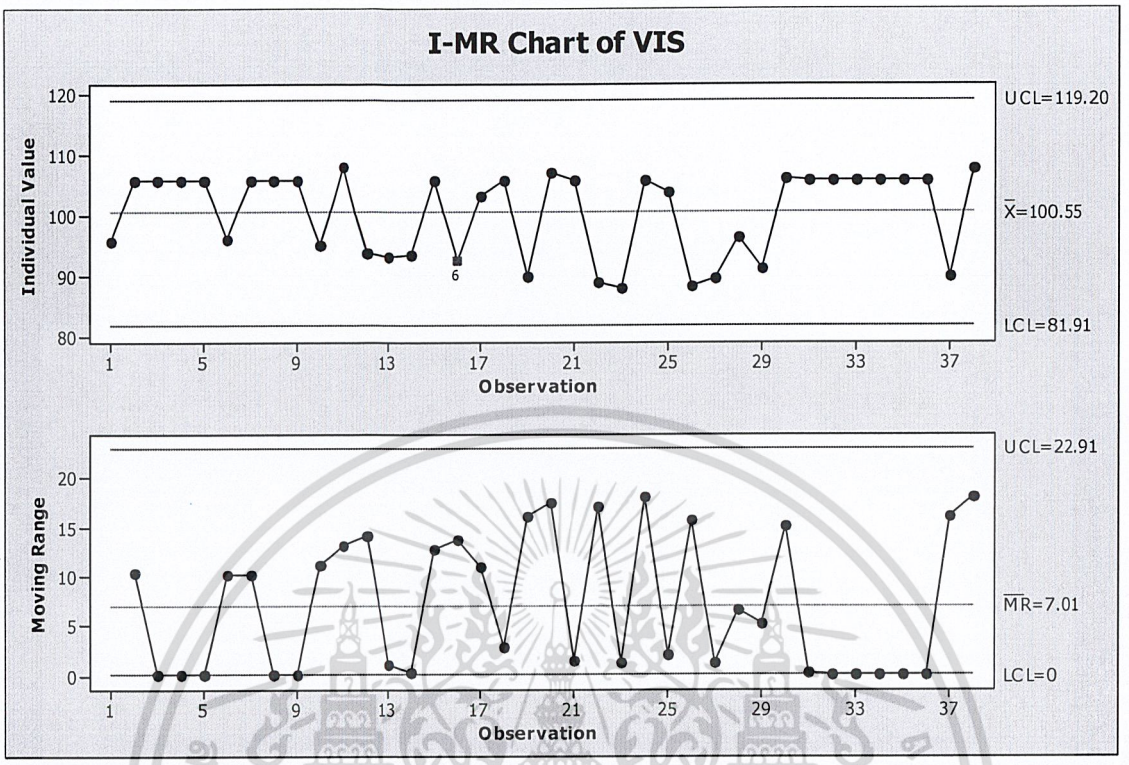
4.8.1 ผลการวิเคราะห์ค่าความหนืด



รูปที่ 4.43 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์ สีน้ำพลาสติกสำหรับทาภายนอกและภายใน SKY BOAT # 864

จากรูปที่ 4.43 จะพบว่าข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบปกติ (p-value<0.005) จึงทำการแปลงข้อมูลด้วยวิธีของ Box-Cox (ดูรายละเอียดในบทที่ 2) พบว่าข้อมูลที่แปลงไม่มีการแจกแจงแบบปกติ (p-value<0.05) จึงทำการแปลงข้อมูลด้วยวิธีของ Johnson (ดูรายละเอียดในบทที่ 2) ผลที่ได้พบว่าข้อมูลยังไม่มีการแจกแจงแบบปกติเช่นกัน ทำให้ไม่เป็นไปตามสมมติฐานของการใช้แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ จึงควรมีความระมัดระวังในการนำข้อมูลไปใช้

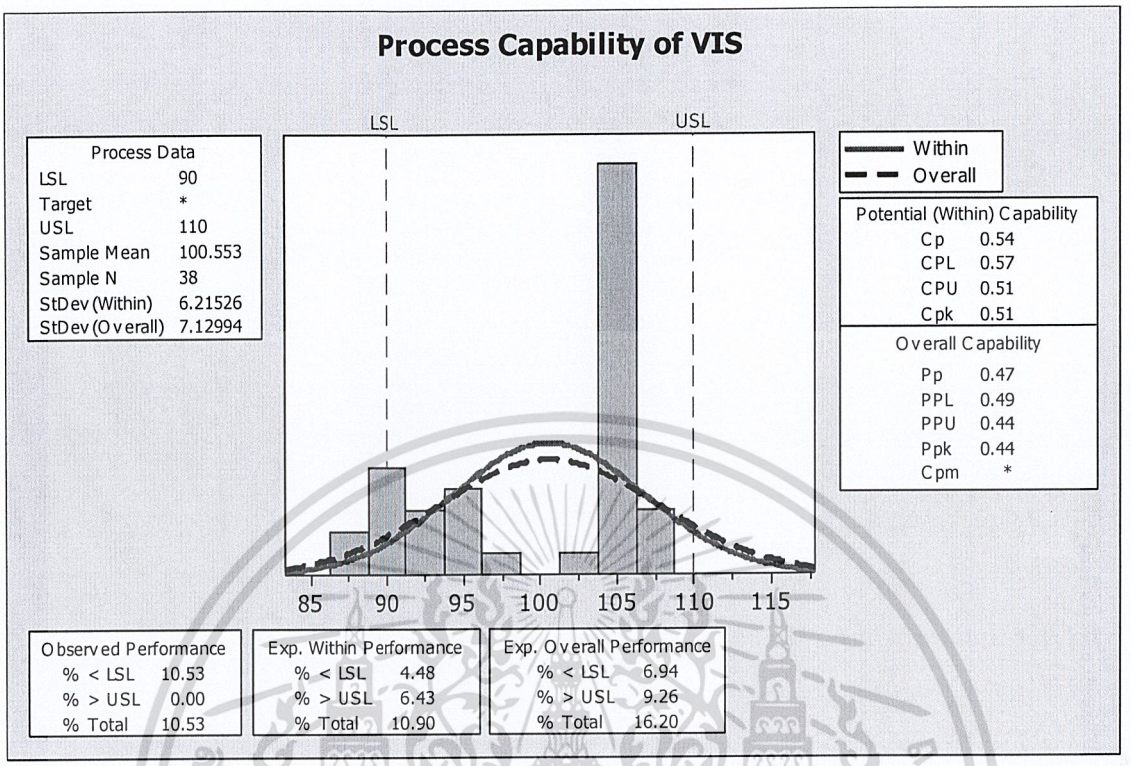
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.44 แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ของค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์ สีน้ำพลาสติกสำหรับทาภายนอกและภายใน SKY BOAT # 864

จากรูปที่ 4.44 พบว่าแผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวมีขีดจำกัดข้อควบคุมบน (UCL) เท่ากับ 119.20 และขีดจำกัดข้อควบคุมล่าง (LCL) เท่ากับ 81.91 จากการพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล พบว่ามีจุดพิกัด 4 ใน 5 จุดที่ต่อเนื่องกันตกอยู่นอกเส้น 1σ คือ จุดที่ 16 สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่จะให้ขีดจำกัดข้อควบคุมบน (UCL) เท่ากับ 22.91 และขีดจำกัดข้อควบคุมล่าง (LCL) เท่ากับ 0 และเมื่อพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล พบว่าไม่มีจุดที่ผิดปกติ นั่นแสดงว่ากระบวนการผลิตไม่อยู่ภายใต้การควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

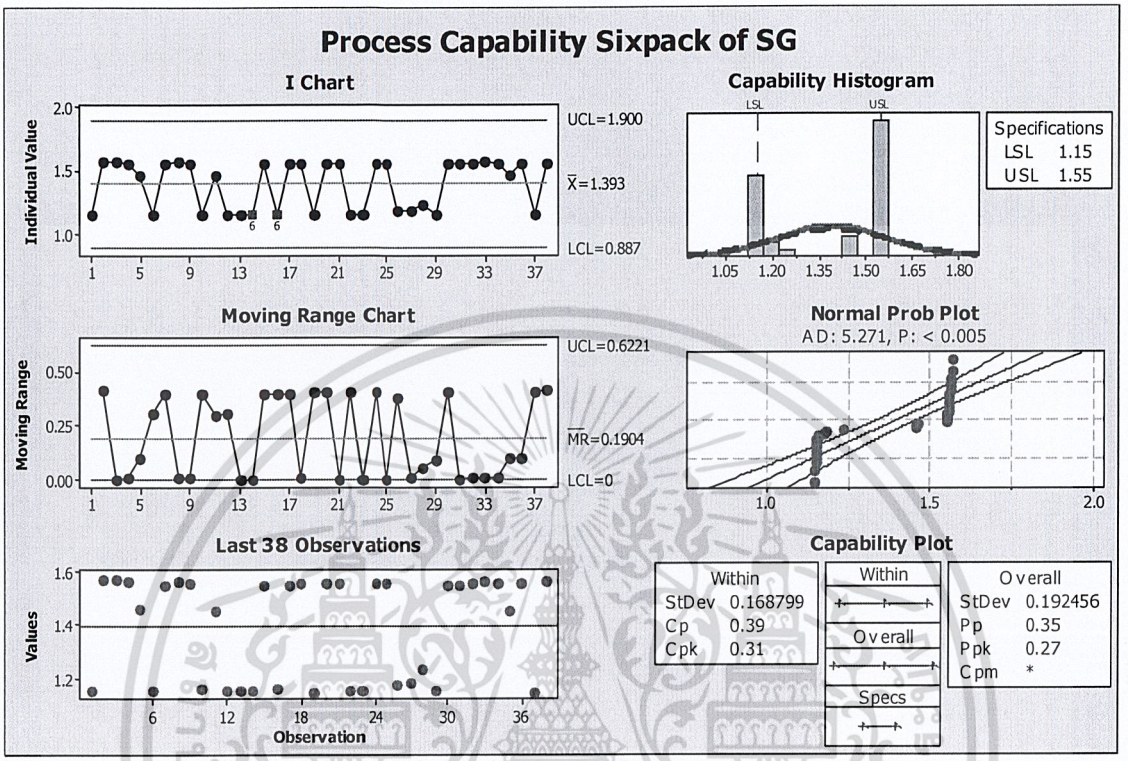


รูปที่ 4.45 ความสามารถกระบวนการผลิต ขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกัดข้อกำหนดล่างของค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์ สีน้ำพลาสติกสำหรับทาภายนอกและภายใน SKY BOAT # 864

จากรูปที่ 4.45 พบว่าค่าความสามารถของกระบวนการผลิต (C_{PK}) มีค่าเท่ากับ 0.51 และร้อยละของเสีย (P_{PK}) มีค่าเท่ากับ 0.44 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 1.33 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะสั้นอยู่ในระดับที่ไม่ดี และค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนดมีค่าเท่ากับ 10.90 (Within Performance) หรือ 16.20 (Overall Performance)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

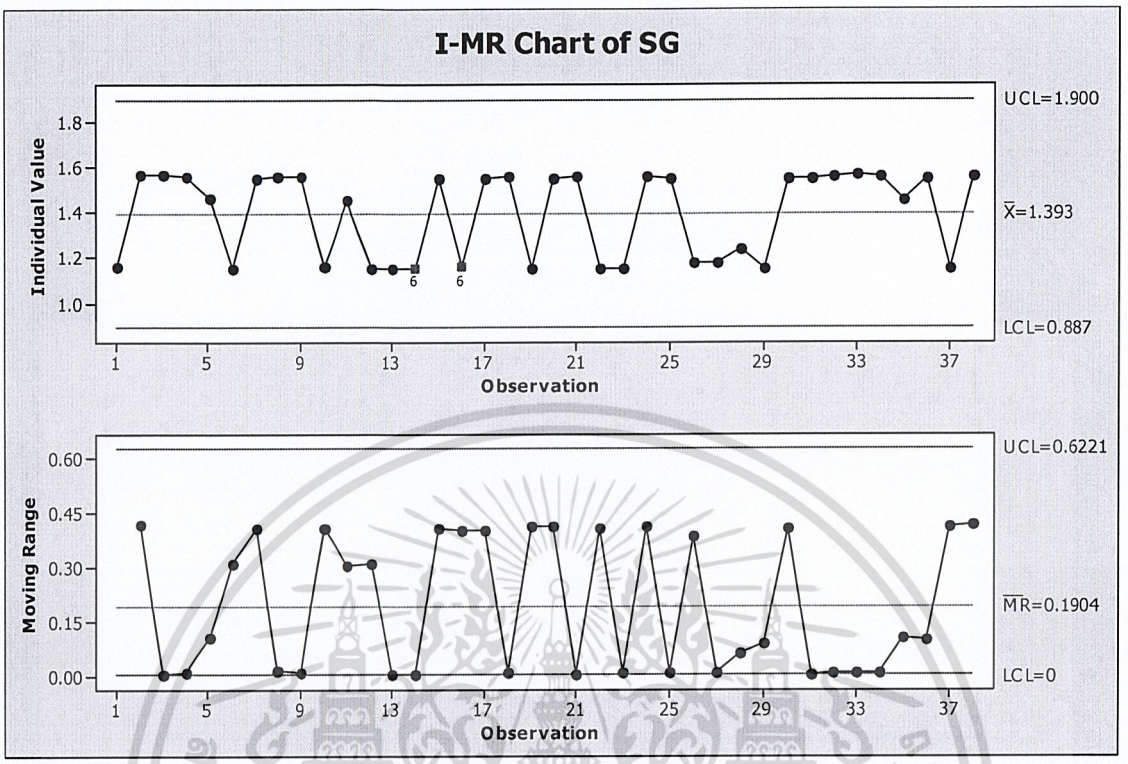
4.8.2 ผลการวิเคราะห์ค่าความถ่วงจำเพาะ



รูปที่ 4.46 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของค่าความถ่วงจำเพาะของผลิตภัณฑ์ สีน้ำพลาสติกสำหรับทาภายนอกและภายใน SKY BOAT # 864

จากรูปที่ 4.46 จะพบว่าข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบปกติ (p-value<0.005) จึงทำการแปลงข้อมูลด้วยวิธีของ Box-Cox (ดูรายละเอียดในบทที่ 2) พบว่าข้อมูลที่แปลงไม่มีการแจกแจงแบบปกติ (p-value<0.05) จึงทำการแปลงข้อมูลด้วยวิธีของ Johnson (ดูรายละเอียดในบทที่ 2) ผลที่ได้พบว่าข้อมูลยังไม่มีการแจกแจงแบบปกติเช่นกัน ทำให้ไม่เป็นไปตามสมมติฐานของการใช้แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ จึงควรมีความระมัดระวังในการนำข้อมูลไปใช้

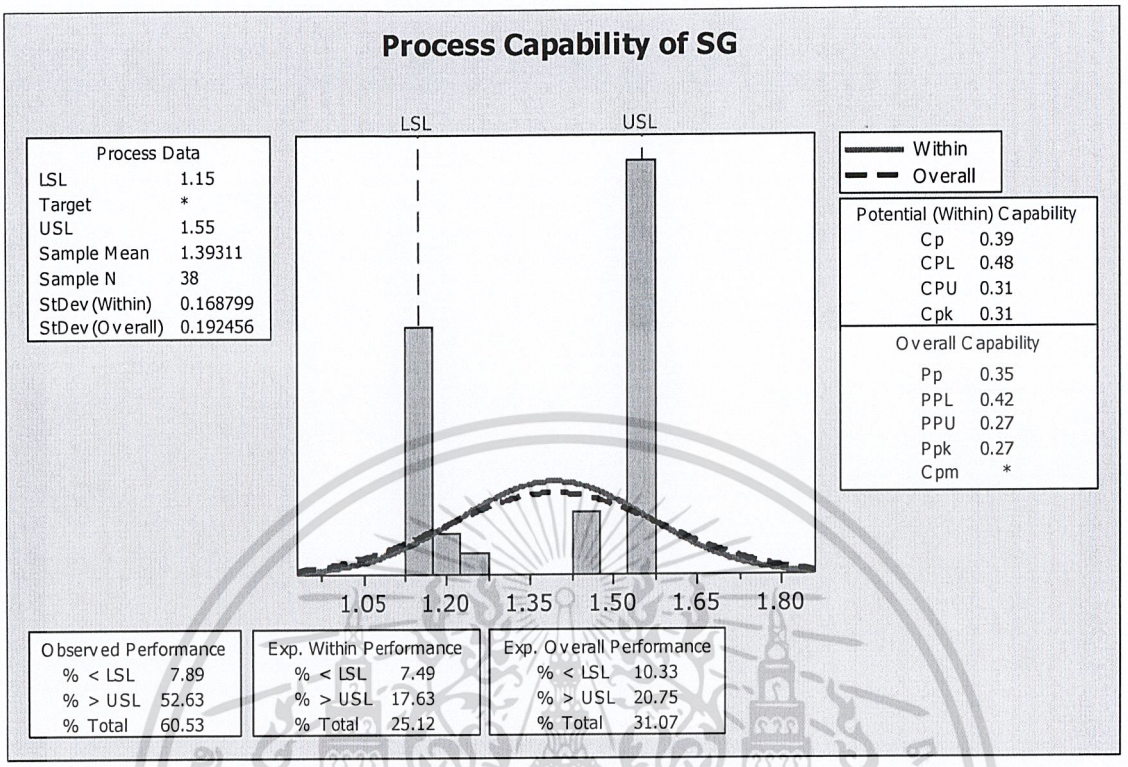
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.47 แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ของค่าความถ่วงจำเพาะของผลิตภัณฑ์ สีน้ำพลาสติกสำหรับทาภายนอกและภายใน SKY BOAT # 864

จากรูปที่ 4.47 พบว่าแผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวมีขีดจำกัดข้อควบคุมบน (UCL) เท่ากับ 1.900 และขีดจำกัดข้อควบคุมล่าง (LCL) เท่ากับ 0.887 จากการพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล พบว่ามีจุดพิกัด 4 ใน 5 จุดที่ต่อเนื่องกันตกอยู่นอกเส้น 1σ คือ จุดที่ 14 และ 16 สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่จะให้ขีดจำกัดข้อควบคุมบน (UCL) เท่ากับ 0.6221 และขีดจำกัดข้อควบคุมล่าง (LCL) เท่ากับ 0 และเมื่อพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล พบว่าไม่มีจุดที่ผิดปกติ นั่นแสดงว่ากระบวนการผลิตไม่อยู่ภายใต้การควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.48 ความสามารถกระบวนการผลิต ขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกัดข้อกำหนดล่างของค่าความถ่วงจำเพาะของผลิตภัณฑ์ สีน้ำพลาสติกสำหรับทาภายนอกและภายใน SKY BOAT # 864

จากรูปที่ 4.48 พบว่าค่าความสามารถของกระบวนการผลิต (C_{PK}) มีค่าเท่ากับ 0.31 และร้อยละของเสีย (P_{PK}) มีค่าเท่ากับ 0.27 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 1.33 แสดงว่าความสามารถของกระบวนการผลิตในระยะสั้นอยู่ในระดับที่ไม่ดี และค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนดมีค่าเท่ากับ 25.12 (Within Performance) หรือ 31.07 (Overall Performance)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์สีน้ำ โดยอาศัยหลักเกณฑ์ทางสถิติ และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ ซึ่งผลของการวิเคราะห์ตามคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์สามารถสรุปได้ดังนี้

5.1 ผลการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์สีเคลือบเงา WHITE # 300

ผลการวิเคราะห์ค่าความหนืด พบว่าการกระจายตัวของข้อมูลในแผนภูมิ X, R แสดงค่าความผิดปกติ นั่นคือการผลิตยังไม่ได้อยู่ในการควบคุม ค่า C_{PK}=0.19 และค่า P_{PK}=0.07 ซึ่งน้อยกว่า 1.33 นั่นคือความสามารถกระบวนการผลิตยังไม่ดี ซึ่งส่งผลให้มีร้อยละของเสียมากคือร้อยละ 28.19 (Within Performance) หรือ 41.76 (Overall Performance)

ผลการวิเคราะห์ค่าความถ่วงจำเพาะ พบว่าการกระจายตัวของข้อมูลในแผนภูมิ X, R แสดงค่าความผิดปกติ นั่นคือการผลิตยังไม่ได้อยู่ในการควบคุม ค่า C_{PK}=0.07 และค่า P_{PK}=0.02 ซึ่งน้อยกว่า 1.33 นั่นคือความสามารถกระบวนการผลิตยังไม่ดี ซึ่งส่งผลให้มีร้อยละของเสียมากคือร้อยละ 55.57 (Within Performance) หรือ 84.30 (Overall Performance)

5.2 การควบคุมคุณภาพสีเคลือบเงา CAMINE # 309

ผลการวิเคราะห์ค่าความหนืด พบว่าการกระจายตัวของข้อมูลในแผนภูมิ X, R แสดงค่าความผิดปกติ นั่นคือการผลิตยังไม่ได้อยู่ในการควบคุม ค่า C_{PK}=0.25 และค่า P_{PK}=0.23 ซึ่งน้อยกว่า 1.33 นั่นคือความสามารถกระบวนการผลิตยังไม่ดี ซึ่งส่งผลให้มีร้อยละของเสียมากคือร้อยละ 38.49 (Within Performance) หรือ 42.68 (Overall Performance)

ผลการวิเคราะห์ค่าความถ่วงจำเพาะ พบว่าการกระจายตัวของข้อมูลในแผนภูมิ X, R แสดงค่าความผิดปกติ นั่นคือการผลิตยังไม่ได้อยู่ในการควบคุม ค่า C_{PK}=0.47 และค่า P_{PK}=0.42 ซึ่งน้อยกว่า 1.33 นั่นคือความสามารถกระบวนการผลิตยังไม่ดี ซึ่งส่งผลให้มีร้อยละของเสียมากคือร้อยละ 8.09 (Within Performance) หรือ 10.64 (Overall Performance)

5.3 การควบคุมคุณภาพสีเคลือบเงา PERMANENT # 386

ผลการวิเคราะห์ค่าความหนืด พบว่าการกระจายตัวของข้อมูลในแผนภูมิ X, R แสดงค่าความผิดปกติ นั่นคือการผลิตยังไม่ได้อยู่ในการควบคุม ค่า C_{PK}=0.23 และค่า P_{PK}=0.20 ซึ่งน้อยกว่า 1.33 นั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คือความสามารถกระบวนการผลิตยังไม่ดี ซึ่งส่งผลให้มีร้อยละของเสียมากคือร้อยละ 40.39 (Within Performance) หรือ 47.35 (Overall Performance)

ผลการวิเคราะห์ค่าความถ่วงจำเพาะ พบว่าการกระจายตัวของข้อมูลในแผนภูมิ X, R แสดงค่าความผิดปกติ นั่นคือการผลิตยังไม่ได้อยู่ในการควบคุม ค่า C_{PK}=0.73 และค่า P_{PK}=0.53 ซึ่งน้อยกว่า 1.33 นั่นคือความสามารถกระบวนการผลิตยังไม่ดี ซึ่งส่งผลให้มีร้อยละของเสียมากคือร้อยละ 1.70 (Within Performance) หรือ 7.58 (Overall Performance)

5.4 การควบคุมคุณภาพสีน้ำพลาสติกสำหรับทาภายนอก WHITE # 600

ผลการวิเคราะห์ค่าความหนืด พบว่าการกระจายตัวของข้อมูลในแผนภูมิ X, R แสดงค่าความผิดปกติ นั่นคือการผลิตยังไม่ได้อยู่ในการควบคุม ค่า C_{PK}=0.31 และค่า P_{PK}=0.34 ซึ่งน้อยกว่า 1.33 นั่นคือความสามารถกระบวนการผลิตยังไม่ดี ซึ่งส่งผลให้มีร้อยละของเสียมากคือร้อยละ 17.63 (Within Performance) หรือ 15.72 (Overall Performance)

ผลการวิเคราะห์ค่าความถ่วงจำเพาะ พบว่าการกระจายตัวของข้อมูลในแผนภูมิ X, R แสดงค่าความผิดปกติ นั่นคือการผลิตยังไม่ได้อยู่ในการควบคุม ค่า C_{PK}=0.75 และค่า P_{PK}=0.30 ซึ่งน้อยกว่า 1.33 นั่นคือความสามารถกระบวนการผลิตยังไม่ดี ซึ่งส่งผลให้มีร้อยละของเสียมากคือร้อยละ 1.42 (Within Performance) หรือ 31.37 (Overall Performance)

5.5 การควบคุมคุณภาพสีน้ำพลาสติกสำหรับทาภายนอกและภายใน JUMPING BEAN # 812

ผลการวิเคราะห์ค่าความหนืด พบว่าการกระจายตัวของข้อมูลในแผนภูมิ X, R แสดงค่าความผิดปกติ นั่นคือการผลิตยังไม่ได้อยู่ในการควบคุม ค่า C_{PK}=0.49 และค่า P_{PK}=0.40 ซึ่งน้อยกว่า 1.33 นั่นคือความสามารถกระบวนการผลิตยังไม่ดี ซึ่งส่งผลให้มีร้อยละของเสียมากคือร้อยละ 8.70 (Within Performance) หรือ 16.10 (Overall Performance)

ผลการวิเคราะห์ค่าความถ่วงจำเพาะ พบว่าการกระจายตัวของข้อมูลในแผนภูมิ X, R แสดงค่าความผิดปกติ นั่นคือการผลิตยังไม่ได้อยู่ในการควบคุม ค่า C_{PK}=0.28 และค่า P_{PK}=0.18 ซึ่งน้อยกว่า 1.33 นั่นคือความสามารถกระบวนการผลิตยังไม่ดี ซึ่งส่งผลให้มีร้อยละของเสียมากคือร้อยละ 21.94 (Within Performance) หรือ 38.28 (Overall Performance)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.6 การควบคุมคุณภาพสีน้ำพลาสติกสำหรับทาภายนอกและภายใน HULLABALOO # 813

ผลการวิเคราะห์ค่าความหนืด พบว่าการกระจายตัวของข้อมูลในแผนภูมิ X, R แสดงค่าความผิดปกติ นั่นคือการผลิตยังไม่ได้อยู่ในการควบคุม ค่า C_{PK}=0.35 และค่า P_{PK}=0.41 ซึ่งน้อยกว่า 1.33 นั่นคือความสามารถกระบวนการผลิตยังไม่ดี ซึ่งส่งผลให้มีร้อยละของเสียมากคือร้อยละ 22.10 (Within Performance) หรือ 15.29 (Overall Performance)

ผลการวิเคราะห์ค่าความถ่วงจำเพาะ พบว่าการกระจายตัวของข้อมูลในแผนภูมิ X, R แสดงค่าความผิดปกติ นั่นคือการผลิตยังไม่ได้อยู่ในการควบคุม ค่า C_{PK}=0.18 และค่า P_{PK}=0.20 ซึ่งน้อยกว่า 1.33 นั่นคือความสามารถกระบวนการผลิตยังไม่ดี ซึ่งส่งผลให้มีร้อยละของเสียมากคือร้อยละ 46.19 (Within Performance) หรือ 40.35 (Overall Performance)

5.7 การควบคุมคุณภาพสีน้ำพลาสติกสำหรับทาภายนอกและภายใน GREEN LIGHT # 852

ผลการวิเคราะห์ค่าความหนืด พบว่าการกระจายตัวของข้อมูลในแผนภูมิ X, R แสดงค่าความผิดปกติ นั่นคือการผลิตยังไม่ได้อยู่ในการควบคุม ค่า C_{PK}=0.33 และค่า P_{PK}=0.48 ซึ่งน้อยกว่า 1.33 นั่นคือความสามารถกระบวนการผลิตยังไม่ดี ซึ่งส่งผลให้มีร้อยละของเสียมากคือร้อยละ 28.19 (Within Performance) หรือ 11.97 (Overall Performance)

ผลการวิเคราะห์ค่าความถ่วงจำเพาะ พบว่าการกระจายตัวของข้อมูลในแผนภูมิ X, R แสดงค่าความผิดปกติ นั่นคือการผลิตยังไม่ได้อยู่ในการควบคุม ค่า C_{PK}=0.23 และค่า P_{PK}=0.33 ซึ่งน้อยกว่า 1.33 นั่นคือความสามารถกระบวนการผลิตยังไม่ดี ซึ่งส่งผลให้มีร้อยละของเสียมากคือร้อยละ 47.30 (Within Performance) หรือ 30.14 (Overall Performance)

5.8 การควบคุมคุณภาพสีน้ำพลาสติกสำหรับทาภายนอกและภายใน SKY BOAT # 864

ผลการวิเคราะห์ค่าความหนืด พบว่าการกระจายตัวของข้อมูลในแผนภูมิ X, R แสดงค่าความผิดปกติ นั่นคือการผลิตยังไม่ได้อยู่ในการควบคุม ค่า C_{PK}=0.51 และค่า P_{PK}=0.44 ซึ่งน้อยกว่า 1.33 นั่นคือความสามารถกระบวนการผลิตยังไม่ดี ซึ่งส่งผลให้มีร้อยละของเสียมากคือร้อยละ 10.90 (Within Performance) หรือ 16.20 (Overall Performance)

ผลการวิเคราะห์ค่าความถ่วงจำเพาะ พบว่าการกระจายตัวของข้อมูลในแผนภูมิ X, R แสดงค่าความผิดปกติ นั่นคือการผลิตยังไม่ได้อยู่ในการควบคุม ค่า C_{PK}=0.31 และค่า P_{PK}=0.27 ซึ่งน้อยกว่า 1.33 นั่นคือความสามารถกระบวนการผลิตยังไม่ดี ซึ่งส่งผลให้มีร้อยละของเสียมากคือร้อยละ 25.12 (Within Performance) หรือ 31.07 (Overall Performance)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.9 ข้อเสนอแนะ

1. จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลของผลิตภัณฑ์สีน้ำของบริษัทเอเชีย เพิร์ล เพ้นท์ จำกัด ซึ่งข้อมูลที่ได้มานั้น เป็นลักษณะของข้อมูลตัวอย่างเดี่ยวคือการทำการสุ่มตัวอย่างเพียงครั้งเดียวต่อการผลิตหนึ่งครั้ง ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ข้อมูลบางส่วนไม่มีการแจกแจงแบบปกติ เป็นผลให้ผลการวิเคราะห์ที่ออกมาอาจได้ค่าที่ผิดพลาด จึงขอเสนอให้ทางบริษัททำการสุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้นหรือทำการตรวจสอบซ้ำเพื่อให้ค่าที่นำมาวิเคราะห์เป็นค่าเฉลี่ย เพื่อให้ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์เข้าใกล้การแจกแจงแบบปกติ และยังช่วยให้ผลการวิเคราะห์น่าเชื่อถือเพิ่มมากขึ้นด้วย

2. ในการบันทึกข้อมูลของบริษัท ควรจะบันทึกสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างการผลิต เพื่อที่จะได้ทราบสาเหตุของกระบวนการผลิตที่ส่งผลทำให้ค่าของข้อมูลผิดปกติ ทำให้สามารถทำการป้องกันหรือแก้ไขปัญหาที่อาจเกิดขึ้นในกระบวนการผลิตครั้งต่อไปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

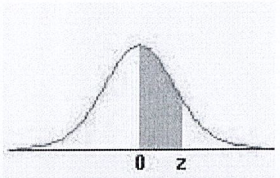
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก. แสดงค่าตัวประกอบสำหรับการคำนวณขีดจำกัดควบคุม

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. ตารางแสดงพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ



z	0	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0	0	0.004	0.008	0.012	0.016	0.0199	0.0239	0.0279	0.0319	0.0359
0.1	0.0398	0.0438	0.0478	0.0517	0.0557	0.0596	0.0636	0.0675	0.0714	0.0753
0.2	0.0793	0.0832	0.0871	0.091	0.0948	0.0987	0.1026	0.1064	0.1103	0.1141
0.3	0.1179	0.1217	0.1255	0.1293	0.1331	0.1368	0.1406	0.1443	0.148	0.1517
0.4	0.1554	0.1591	0.1628	0.1664	0.17	0.1736	0.1772	0.1808	0.1844	0.1879
0.5	0.1915	0.195	0.1985	0.2019	0.2054	0.2088	0.2123	0.2157	0.219	0.2224
0.6	0.2257	0.2291	0.2324	0.2357	0.2389	0.2422	0.2454	0.2486	0.2517	0.2549
0.7	0.258	0.2611	0.2642	0.2673	0.2704	0.2734	0.2764	0.2794	0.2823	0.2852
0.8	0.2881	0.291	0.2939	0.2967	0.2995	0.3023	0.3051	0.3078	0.3106	0.3133
0.9	0.3159	0.3186	0.3212	0.3238	0.3264	0.3289	0.3315	0.334	0.3365	0.3389
1	0.3413	0.3438	0.3461	0.3485	0.3508	0.3531	0.3554	0.3577	0.3599	0.3621
1.1	0.3643	0.3665	0.3686	0.3708	0.3729	0.3749	0.377	0.379	0.381	0.383
1.2	0.3849	0.3869	0.3888	0.3907	0.3925	0.3944	0.3962	0.398	0.3997	0.4015
1.3	0.4032	0.4049	0.4066	0.4082	0.4099	0.4115	0.4131	0.4147	0.4162	0.4177
1.4	0.4192	0.4207	0.4222	0.4236	0.4251	0.4265	0.4279	0.4292	0.4306	0.4319
1.5	0.4332	0.4345	0.4357	0.437	0.4382	0.4394	0.4406	0.4418	0.4429	0.4441
1.6	0.4452	0.4463	0.4474	0.4484	0.4495	0.4505	0.4515	0.4525	0.4535	0.4545
1.7	0.4554	0.4564	0.4573	0.4582	0.4591	0.4599	0.4608	0.4616	0.4625	0.4633
1.8	0.4641	0.4649	0.4656	0.4664	0.4671	0.4678	0.4686	0.4693	0.4699	0.4706
1.9	0.4713	0.4719	0.4726	0.4732	0.4738	0.4744	0.475	0.4756	0.4761	0.4767
2	0.4772	0.4778	0.4783	0.4788	0.4793	0.4798	0.4803	0.4808	0.4812	0.4817
2.1	0.4821	0.4826	0.483	0.4834	0.4838	0.4842	0.4846	0.485	0.4854	0.4857
2.2	0.4861	0.4864	0.4868	0.4871	0.4875	0.4878	0.4881	0.4884	0.4887	0.489
2.3	0.4893	0.4896	0.4898	0.4901	0.4904	0.4906	0.4909	0.4911	0.4913	0.4916
2.4	0.4918	0.492	0.4922	0.4925	0.4927	0.4929	0.4931	0.4932	0.4934	0.4936
2.5	0.4938	0.494	0.4941	0.4943	0.4945	0.4946	0.4948	0.4949	0.4951	0.4952
2.6	0.4953	0.4955	0.4956	0.4957	0.4959	0.496	0.4961	0.4962	0.4963	0.4964
2.7	0.4965	0.4966	0.4967	0.4968	0.4969	0.497	0.4971	0.4972	0.4973	0.4974
2.8	0.4974	0.4975	0.4976	0.4977	0.4977	0.4978	0.4979	0.4979	0.498	0.4981
2.9	0.4981	0.4982	0.4982	0.4983	0.4984	0.4984	0.4985	0.4985	0.4986	0.4986
3	0.4987	0.4987	0.4987	0.4988	0.4988	0.4989	0.4989	0.4989	0.499	0.499
3.1	0.499	0.4991	0.4991	0.4991	0.4992	0.4992	0.4992	0.4992	0.4993	0.4993
3.2	0.4993	0.4993	0.4994	0.4994	0.4994	0.4994	0.4994	0.4995	0.4995	0.4995
3.3	0.4995	0.4995	0.4995	0.4996	0.4996	0.4996	0.4996	0.4996	0.4996	0.4997
3.4	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4998

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้