การควบคุมคุณภาพน้ำหนักปูนซีเมนต์ของโรงงานแห่งหนึ่ง

QUALITY CONTROL FOR WEIGHT OF CEMENT OF A FACTORY

กมลลักษณ์ ซุยสัมโรง
ญานิกา กายตะขบ
ณัฐพร คำแสน

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (สถิติประยุกต์)
ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

QUALITY CONTROL FOR WEIGHT OF CEMENT OF A FACTORY

KAMONLAK SUYSUMRONG

YANIKA KAITAKOB

NUTTAPORN KHAMSAN

A SPECIAL PROBLEM SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF

THE REQUIREMENT FOR

THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE (APPLIED STATISTICS)

DEPARTMENT OF STATISTICS, FACULTY OF SCIENCE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2016

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	การควบคุมคุณภาพน้ำหนักปูนซีเมนต์ของโรงงานแห่งหนึ่ง QUALITY CONTROL FOR WEIGHT OF CEMENT OF A FACTORY			
ชื่อนักศึกษา	นางสาวกมลลักษณ์	ชุยสัมโรง	รหัสนักศึกษา	56051256
	นางสาวญานิกา	กายตะขบ	รหัสนักศึกษา	56051295
	นางสาวณัฐพร	คำแสน	รหัสนักศึกษา	56051300
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (สถิติประยุกต์)			
ภาควิชา	สถิติ			
ปีการศึกษา	2559			
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชูใจ คูหารัตนไชย			

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

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
รองศาสตราจารย์สายชล สินสมบูรณ์ทอง ประธานกรรมการ	
อาจารย์พรชัย หลายพสุ กรรมการ	
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชูใจ คูหารัตนไชย กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	การควบคุมคุณภาพน้ำหนักปูนซีเมนต์ของโรงงานแห่งหนึ่ง			
	QUALITY CONTROL FOR WEIGHT OF CEMENT OF A FACTORY			
ชื่อนักศึกษา	นางสาวกมลลักษณ์	ชุยสัมโรง	รหัสนักศึกษา	56051256
	นางสาวญานิกา	กายตะขบ	รหัสนักศึกษา	56051295
	นางสาวณัฐพร	คำแสน	รหัสนักศึกษา	56051300
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (สถิติประยุกต์)			
ภาควิชา	สถิติ			
คณะ	วิทยาศาสตร์			
มหาวิทยาลัย	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)			
ปีการศึกษา	2559			
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชูใจ คูหารัตนไชย			

บทคัดย่อ

การศึกษาปัญหาพิเศษในครั้งนี้ มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาการควบคุมคุณภาพน้ำหนักปูนซีเมนต์ของโรงงานแห่งหนึ่ง โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลน้ำหนักของปูนซีเมนต์ 2 ชนิด ในเดือนมกราคม และเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2560 รวมระยะเวลา 2 เดือน ประกอบด้วยปูนซีเมนต์ชนิด A จากเครื่องจักรที่ 1 และ 4 และปูนซีเมนต์ชนิด B จากเครื่องจักรที่ 2 และ 3 ซึ่งในแต่ละเครื่องจักรจะมีงวงบรรจุทั้ง 8 งวง แล้วนำข้อมูลที่ได้มาสร้างแผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดียว (X-Chart) และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ (MR-Chart) พร้อมทั้งหาค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{Pk}) และค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด โดยนำโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ MINITAB มาใช้ในการประมวลผล

ผลการศึกษา พบว่า ข้อมูลของน้ำหนักปูนซีเมนต์จากเครื่องจักรทั้ง 4 เครื่องที่นำมาวิเคราะห์ส่วนใหญ่มีการแจกแจงแบบปกติ ในส่วนของการควบคุมคุณภาพน้ำหนักของปูนซีเมนต์ชนิด A พบว่า เครื่องจักรที่ 1 จะมีงวงบรรจุที่มีประสิทธิภาพในการบรรจุยังไม่อยู่ในระดับที่ดี คือ งวงบรรจุที่ 1 และ 8 ส่วนเครื่องจักรที่ 4 จะมีงวงบรรจุที่มีประสิทธิภาพในการบรรจุยังไม่อยู่ในระดับที่ดี คือ งวงบรรจุที่ 4 และ 7 สำหรับการควบคุมคุณภาพน้ำหนักของปูนซีเมนต์ชนิด B พบว่า เครื่องจักรที่ 2 จะมีงวงบรรจุที่มีประสิทธิภาพในการบรรจุยังไม่อยู่ในระดับที่ดี คือ งวงบรรจุที่ 1 และ 7 ส่วนเครื่องจักรที่ 3 จะมีงวงบรรจุที่มีประสิทธิภาพในการบรรจุยังไม่อยู่ในระดับที่ดี คือ งวงบรรจุที่ 7 และ 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Tittle	QUALITY CONTROL FOR WEIGHT OF CEMENT OF A FACTORY		
Students	MISS KAMONLAK	SUYSUMRONG	Student ID 56051256
	MISS YANIKA	KAITAKOB	Student ID 56051295
	MISS NUTTAPORN	KHAMSAN	Student ID 56051300
Degree	Bachelor of Science (Applied Statistics)		
Department	Statistics		
Faculty	Science		
University	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)		
Academic Year	2016		
Advisor	Asst. Prof. Choojai Kuharatanachai		

ABSTRACT

The objective of the special problem is to study quality control for weight of cement by collecting weight data from 2 types of cement in January and February 2017. Data were collected for 2 months including cement type A (machine 1 and 4) and cement type B (machine 2 and 3). Each machine will have a total of 8 spouts. The study accumulated all of the collected data to create X Chart, MR Chart, process capability index (C_{Pk}) and defective percentage. MINITAB package was used to analyze data.

The study found that for the information of all four analyzed machines, most of them have normal distribution. For the weight controlled in cement type A, the spout number 1 and 8 of machine number 1 are not in a level of good standard. At the same time, similar to the machine number 1, the spout number 4 and 7 of machine 4 are not at a good level of quality. For the weight controlled of cement type B, the spout number 1 and 7 of machine number 2 are not in a level of good standard. Additionally, the machine number 3 consists of two low levels of quality of spout, which are spout 7 and 8.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี โดยได้รับความกรุณาจาก ผศ.ชูใจ คูหารัตนไชย ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาผู้ซึ่งให้คำแนะนำและคำปรึกษา เอื้อเฟื้อเอกสารต่างๆและหนังสืออ้างอิงที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลตลอดจนตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆเป็นอย่างดีมาโดยตลอด จึงขอกราบขอบพระคุณด้วยความเคารพเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอขอบพระคุณ รศ.สายชล สินสมบูรณ์ทอง และ อ.พรชัย หลายพสุ คณะกรรมการที่ให้คำปรึกษาและแนะนำข้อบกพร่องตลอดจนแก้ไขข้อผิดพลาดเพิ่มเติมทำให้ปัญหาพิเศษเล่มนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ บริษัทปูนซีเมนต์แห่งหนึ่งในจังหวัดลำปาง ที่ช่วยเอื้อเฟื้อข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมคุณภาพที่จะนำมาใช้ในการศึกษากระบวนการผลิตและการควบคุมคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ปูนซีเมนต์ ตลอดจนอนุเคราะห์แก่ทางคณะผู้จัดในการศึกษาดูงาน

ขอขอบพระคุณ ท่านคณาจารย์สาขาวิชาสถิติประยุกต์ทุกท่านเป็นอย่างสูง ที่ได้ประสิทธ์ประสาทวิชา พร้อมทั้งให้คำแนะนำและช่วยเหลือในเรื่องต่างๆ ตลอดระยะเวลาในการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ บิดามารดาของผู้จัดทำปัญหาพิเศษที่ให้กำลังใจเสมอมาและขอขอบพระคุณเพื่อนๆทุกคนที่ให้คำปรึกษาและคำแนะนำมาโดยตลอด จนปัญหาพิเศษเล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

กมลลักษณ์ ซุยสัมโรง
ญานิกา กายตะขบ
ณัฐพร คำแสน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ข
กิตติกรรมประกาศ ..... ค
สารบัญ ..... ง
สารบัญตาราง ..... ช
สารบัญรูป ..... ฌ
บทที่ 1 บทนำ
1.1 ความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์การศึกษา 2
1.3 ขอบเขตการศึกษา 2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน 3
1.4 นิยามคำศัพท์เฉพาะ 3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2.1 ทฤษฎีทางสถิติที่เกี่ยวข้อง 5
2.1.1 แผนภูมิควบคุมคุณภาพ 5
2.1.2 แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ 9
2.1.3 สมรรถนะของกระบวนการ 11
2.1.4 การคำนวณหาร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด 14
2.1.5 การแจกแจงแบบปกติ 15
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 22
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน
3.1 แหล่งที่มาของข้อมูล 25
3.2 ขั้นตอนของกระบวนการบรรจุปูนซีเมนต์ 25
3.2.1 ขั้นตอนการทำงานของเครื่องบรรจุปูนซีเมนต์ถุง 26
3.2.2 ขั้นตอนการเติมปูนเข้าถุงบรรจุ 31
3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล 33
3.4 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล 38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของข้อมูล 41

4.1.1 ผลการทดสอบของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 1 41

4.1.2 ผลการทดสอบของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 2 45

4.1.3 ผลการทดสอบของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 3 49

4.1.4 ผลการทดสอบของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 4 53

4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักของปูนซีเมนต์ชนิด A และชนิด B 57

4.2.1 ข้อมูลน้ำหนักของปูนซีเมนต์ชนิด A 57

4.2.2 ข้อมูลน้ำหนักของปูนซีเมนต์ชนิด B 69

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 การแจกแจงแบบปกติของข้อมูล 81

5.1.1 ข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 1 81

5.1.2 ข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 2 81

5.1.3 ข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 3 81

5.1.4 ข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 4 81

5.2 การควบคุมคุณภาพน้ำหนักของปูนซีเมนต์ชนิด A 82

5.2.1 การควบคุมคุณภาพน้ำหนักของปูนซีเมนต์ชนิด A สำหรับเครื่องจักรที่ 1 ... 82

5.2.2 การควบคุมคุณภาพน้ำหนักของปูนซีเมนต์ชนิด A สำหรับเครื่องจักรที่ 4 ... 82

5.3 การควบคุมคุณภาพน้ำหนักของปูนซีเมนต์ชนิด B 83

5.3.1 การควบคุมคุณภาพน้ำหนักของปูนซีเมนต์ชนิด B สำหรับเครื่องจักรที่ 2 ... 83

5.3.2 การควบคุมคุณภาพน้ำหนักของปูนซีเมนต์ชนิด B สำหรับเครื่องจักรที่ 3 ... 83

5.4 ข้อเสนอแนะ 84

บรรณานุกรม 85

ภาคผนวก 86

ตาราง ก ตารางแสดงค่าตัวประกอบสำหรับการคำนวณเส้นขีดจำกัดควบคุม 87

ตาราง ข ตารางแสดงพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐาน 88

ตาราง ค ตารางแสดงค่า Significance point ของ Anderson-Darling 88

ขั้นตอนการใช้โปรแกรม Minitab 89

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ตัวอย่างการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุม ค่าดัชนีชี้วัดความสามารถของกระบวนการผลิต และร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด 92

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 ตัวอย่างข้อมูลดิบของงวงบรรจุที่ 1 ในเครื่องจักรที่ 1 17

2.2 การคำนวณค่า AD ของตัวอย่างน้ำหนักปูนของงวงที่ 1 เครื่องจักรที่ 1 18

2.3 ตัวอย่างการแปลงค่าที่ λ ค่าต่างๆ 20

3.1 ตัวอย่างการเก็บข้อมูลสำหรับปูนซีเมนต์ชนิด A สำหรับเครื่องจักรที่ 1 34

3.2 ตัวอย่างการเก็บข้อมูลสำหรับปูนซีเมนต์ชนิด A สำหรับเครื่องจักรที่ 4 35

3.3 ตัวอย่างการเก็บข้อมูลสำหรับปูนซีเมนต์ชนิด B สำหรับเครื่องจักรที่ 2 36

3.4 ตัวอย่างการเก็บข้อมูลสำหรับปูนซีเมนต์ชนิด B สำหรับเครื่องจักรที่ 3 37

4.1 ลักษณะการเก็บข้อมูล 39

4.2 ค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{p_k}) ปูนซีเมนต์ชนิด A เครื่องจักรที่ 1 เดือนมกราคม 40

4.3 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของน้ำหนักปูนซีเมนต์ชนิด A งวงบรรจุที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 1 เดือนมกราคม 2560 42

4.4 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของน้ำหนักปูนซีเมนต์ชนิด A งวงบรรจุที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 1 เดือนกุมภาพันธ์ 2560 43

4.5 จำนวนและร้อยละของการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของข้อมูลเครื่องจักรที่ 1 44

4.6 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของน้ำหนักปูนซีเมนต์ชนิด B งวงบรรจุที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 2 เดือนมกราคม 2560 46

4.7 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของน้ำหนักปูนซีเมนต์ชนิด B งวงบรรจุที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 2 เดือนกุมภาพันธ์ 2560 47

4.8 จำนวนและร้อยละของการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของข้อมูลเครื่องจักรที่ 2 48

4.9 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของน้ำหนักปูนซีเมนต์ชนิด B งวงบรรจุที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 3 เดือนมกราคม 2560 50

4.10 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของน้ำหนักปูนซีเมนต์ชนิด B งวงบรรจุที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 3 เดือนกุมภาพันธ์ 2560 51

4.11 จำนวนและร้อยละของการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของข้อมูลเครื่องจักรที่ 3 52

4.12 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของน้ำหนักปูนซีเมนต์ชนิด A งวงบรรจุที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 4 เดือนมกราคม 2560 54

4.13 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของน้ำหนักปูนซีเมนต์ชนิด A งวงบรรจุที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 4 เดือนกุมภาพันธ์ 2560 55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

4.14 จำนวนและร้อยละของการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของข้อมูลเครื่องจักรที่ 4 56
4.15 สรุปผลการวิเคราะห์น้ำหนักปูนซีเมนต์ชนิด A งวงบรรจุที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 1 เดือนมกราคม 2560 59
4.16 สรุปผลการวิเคราะห์น้ำหนักปูนซีเมนต์ชนิด A งวงบรรจุที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 1 เดือนกุมภาพันธ์ 2560 61
4.17 ร้อยละของข้อมูลที่กระบวนการผลิตอยู่ในลักษณะการควบคุมได้และค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{p_k}) ที่มากกว่า 1.33 ในแต่ละงวงบรรจุของเครื่องจักรที่ 1 62
4.18 สรุปผลการวิเคราะห์น้ำหนักปูนซีเมนต์ชนิด A งวงบรรจุที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 4 เดือนมกราคม 2560 65
4.19 สรุปผลการวิเคราะห์น้ำหนักปูนซีเมนต์ชนิด A งวงบรรจุที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 4 เดือนกุมภาพันธ์ 2560 67
4.20 ร้อยละของข้อมูลที่กระบวนการผลิตอยู่ในลักษณะการควบคุมได้และค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{p_k}) ที่มากกว่า 1.33 ในแต่ละงวงบรรจุของเครื่องจักรที่ 4 68
4.21 สรุปผลการวิเคราะห์น้ำหนักปูนซีเมนต์ชนิด B งวงบรรจุที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 2 เดือนมกราคม 2560 71
4.22 สรุปผลการวิเคราะห์น้ำหนักปูนซีเมนต์ชนิด B งวงบรรจุที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 2 เดือนกุมภาพันธ์ 2560 73
4.23 ร้อยละของข้อมูลที่กระบวนการผลิตอยู่ในลักษณะการควบคุมได้และค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{p_k}) ที่มากกว่า 1.33 ในแต่ละงวงบรรจุของเครื่องจักรที่ 2 74
4.24 สรุปผลการวิเคราะห์น้ำหนักปูนซีเมนต์ชนิด B งวงบรรจุที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 3 เดือนมกราคม 2560 77
4.25 สรุปผลการวิเคราะห์น้ำหนักปูนซีเมนต์ชนิด B งวงบรรจุที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 3 เดือนกุมภาพันธ์ 2560 79
4.26 ร้อยละของข้อมูลที่กระบวนการผลิตอยู่ในลักษณะการควบคุมได้และค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{p_k}) ที่มากกว่า 1.33 ในแต่ละงวงบรรจุของเครื่องจักรที่ 3 80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	แผนภูมิควบคุมคุณภาพที่มีกระบวนการผลิตอยู่ภายใต้การควบคุม	7
2.2	แผนภูมิควบคุมคุณภาพที่มีอย่างน้อย 1 จุดตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่าง	7
2.3	แผนภูมิควบคุมคุณภาพที่มีอย่างน้อย 9 จุดติดต่อกันที่อยู่ด้านล่างของเส้นกึ่งกลาง	8
2.4	แผนภูมิควบคุมคุณภาพที่มีอย่างน้อย 6 จุดติดต่อกันที่แสดงแนวโน้มลงติดต่อกัน	8
2.5	ค่าคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่มีสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_p) มากกว่า 1	12
2.6	ร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด	14
2.7	การแปลงข้อมูลโดยใช้วิธีของ Box-Cox ในการหาค่า C_{p_k} และ P_{p_k}	19
2.8	ข้อมูลที่ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ	21
2.9	ลักษณะภายหลังการแปลงข้อมูลด้วยเส้นโค้ง SU	22
3.1	กระบวนการบรรจุปูนซีเมนต์	25
3.2	เครื่องบรรจุปูนซีเมนต์ถุง VENTOMATIC	26
3.3	ชุดลำเลียงถุงกระดาษ	27
3.4	ชุดถาดรับถุงกระดาษ	27
3.5	ชุดถาดยกถุงกระดาษ	28
3.6	ชุดผลักถุงกระดาษเข้าถาดยกถุง	28
3.7	ชุดตะแกรงเหล็กเสียบรองรับถุงและชุดปรับถุงกระดาษ	29
3.8	ชุดจับถุง ชุดแขนจับถุง ลูกเบี้ยวปรับตำแหน่งแขนจับถุง	30
3.9	ชุด Vacuum ดูดถุง	30
3.10	ชุดขับจานลูกเบี้ยว ชุด Synchronize ปรับความสัมพันธ์	30
3.11	Guillotine Pneumatic Cylinders	31
4.1	ผลการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของงวงบรรจุที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 1 ในวันที่ 1 มกราคม 2560	41
4.2	ผลการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของงวงบรรจุที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 2 ในวันที่ 1 มกราคม 2560	45
4.3	ผลการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของงวงบรรจุที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 3 ในวันที่ 1 มกราคม 2560	49
4.4	ผลการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของงวงบรรจุที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 4 ในวันที่ 1 มกราคม 2560	53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.5	แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ของงวงบรรจุที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 1 ในวันที่ 1 มกราคม 2560	57
4.6	แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ของงวงบรรจุที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 1 ในวันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2560	58
4.7	แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ของงวงบรรจุที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 4 ในวันที่ 1 มกราคม 2560	63
4.8	แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ของงวงบรรจุที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 4 ในวันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2560	64
4.9	แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ของงวงบรรจุที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 2 ในวันที่ 1 มกราคม 2560	69
4.10	แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ของงวงบรรจุที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 2 ในวันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2560	70
4.11	แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ของงวงบรรจุที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 3 ในวันที่ 1 มกราคม 2560	75
4.12	แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ของงวงบรรจุที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 3 ในวันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2560	76
ก.	แสดงการทดสอบการแจกแจงแบบปกติจากโปรแกรม MINITAB	89
ข.	แสดงการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุม (Control Charts) จากโปรแกรม MINITAB	90
ค.	แสดงการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุมด้วยคำสั่ง (Quality Tools) จากโปรแกรม MINITAB	91

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันนี้ประเทศไทยได้มีการพัฒนาและส่งเสริมทางด้านอุตสาหกรรมการผลิต เพื่อก้าวไปสู่การเป็นประเทศอุตสาหกรรมใหม่ จึงก่อให้เกิดภาวการณ์แข่งขันทางด้านเศรษฐกิจที่สูงขึ้น ซึ่งผู้ผลิตสินค้าและบริการจะต้องคำนึงถึงความต้องการของลูกค้าเป็นหลัก โดยความต้องการของลูกค้าส่วนใหญ่มักขึ้นอยู่กับคุณภาพและราคาของสินค้า เพื่อให้ตรงตามความต้องการและความพึงพอใจของลูกค้า ดังนั้นบริษัทส่วนใหญ่จึงได้นำระบบการควบคุมคุณภาพมาช่วยในการควบคุมปริมาณและคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้ตรงตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ เพื่อให้ได้รับความน่าเชื่อถือและความไว้วางใจในผลิตภัณฑ์อย่างต่อเนื่อง โดยอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ถือว่ามีความสำคัญต่อการพัฒนาประเทศในฐานะที่เป็นพื้นฐานในการก่อสร้างทุกประเภท รวมทั้งยังให้การบริการด้านต่างๆ ทั้งในส่วนของภาครัฐและภาคเอกชน ที่ล้วนใช้ปูนซีเมนต์เป็นวัตถุดิบหลักในการป้อนให้กับอุตสาหกรรมและธุรกิจการก่อสร้างเพื่อใช้ฟื้นฟูเศรษฐกิจของประเทศ

อุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ถือว่ามีบทบาทสำคัญและได้รับความนิยมในวงการก่อสร้างอย่างแพร่หลายทั่วโลก ทั้งนี้เพราะเป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติโดดเด่นหลายประการ เช่น สามารถหล่อขึ้นรูปร่างต่างๆ ตามที่ต้องการได้ มีความแข็งแรง มีความคงทน และมีราคาไม่แพง ทั้งนี้อาจเป็นเพราะปูนซีเมนต์ผลิตได้จากวัตถุดิบที่มีอยู่ในธรรมชาติ อันได้แก่ หินปูน ดินสอพอง ดินลูกรัง และดินดาน เป็นต้น โดยนำมาผ่านกระบวนการเผาและบดจนได้เป็นผงซีเมนต์ หลังจากนั้นจะถูกลำเลียงไปเก็บไว้ในไซโลบรรจุปูนผงเพื่อรอการจำหน่ายต่อไป ซึ่งในระบบบรรจุซีเมนต์ถือว่าเป็นกระบวนการสุดท้ายในกระบวนการผลิตทั้งหมดของปูนซีเมนต์ก่อนที่จะส่งผลิตภัณฑ์ให้ถึงมือลูกค้า ซึ่งคุณภาพและมาตรฐานของผลิตภัณฑ์เป็นสิ่งสำคัญที่ฝ่ายควบคุมคุณภาพจะต้องเอาใจใส่ดูแลเป็นพิเศษ เพราะอาจเกิดความเสียหายต่อชื่อเสียงของโรงงานได้ หากปล่อยสินค้าที่ไม่ได้มาตรฐานออกไป ดังนั้นน้ำหนักของปูนซีเมนต์ในหนึ่งถุงจำหน่ายจึงนับว่าเป็นจุดควบคุมที่สำคัญอย่างหนึ่ง ที่ทางแผนกจะต้องควบคุมให้อยู่ในมาตรฐานที่ทางโรงงานได้กำหนดไว้ รวมทั้งความรวดเร็วในการผลิตและการบริการ เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้า เพราะในกลุ่มอุตสาหกรรมประเภทนี้ในปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีและมีความต้องการทางการตลาดสูงมาก องค์กรหลายแห่งจึงต้องมีการปรับทิศทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ธุรกิจและเพิ่มความสามารถในการตอบสนองต่อความต้องของลูกค้าอย่างสม่ำเสมอ และยังเป็นการช่วยลดต้นทุนในการผลิต และลดความสูญเสียของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้

การศึกษาในครั้งนี้ได้ทำการศึกษาการควบคุมคุณภาพน้ำหนักปูนซีเมนต์ในหนึ่งถุงจำหน่ายของโรงงาน รวมทั้งทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของงวงบรรจุและเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตปูนซีเมนต์ โดยอาศัยหลักเกณฑ์และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติมาช่วยการวิเคราะห์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมการผลิต ซึ่งทำให้การควบคุมคุณภาพมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ที่ศึกษา

1. เพื่อศึกษากระบวนการผลิตและตรวจสอบคุณภาพน้ำหนักปูนซีเมนต์ของโรงงาน
2. เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรทั้ง 4 เครื่องที่ใช้ในการบรรจุปูนซีเมนต์
3. เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของงวงบรรจุแต่ละงวงของเครื่องจักรทั้ง 4 เครื่องที่ใช้ในการบรรจุปูนซีเมนต์

1.3 ขอบเขตการศึกษา

การศึกษาการควบคุมคุณภาพครั้งนี้ จะทำการศึกษาข้อมูลของโรงงานผลิตปูนซีเมนต์แห่งหนึ่งในขั้นตอนของการตรวจสอบการบรรจุน้ำหนักปูนซีเมนต์ในหนึ่งถุงจำหน่าย ซึ่งแต่ละเครื่องจักรนั้นจะมีงวงบรรจุทั้งหมด 8 งวง โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลน้ำหนักปูนซีเมนต์ ดังนี้

1. ปูนซีเมนต์ชนิด A ในเครื่องจักรที่ 1 และ 4
2. ปูนซีเมนต์ชนิด B ในเครื่องจักรที่ 2 และ 3

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อเป็นแนวทางในการควบคุมคุณภาพทางด้านน้ำหนักปูนซีเมนต์ของโรงงาน
2. ทำให้ทราบถึงประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรทั้ง 4 เครื่อง และงวงบรรจุแต่ละงวงที่ใช้ในการบรรจุปูนซีเมนต์
3. เพื่อพัฒนาและปรับปรุงประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องจักรแต่ละเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. กำหนดหัวข้อเรื่อง

2. ทำการติดต่อบริษัทและศึกษาข้อมูลทางด้านคุณภาพที่ทางบริษัทเก็บรวบรวมเอาไว้แล้ว

3. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4. ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล

5. ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้วิธีการทางสถิติและหลักการควบคุมคุณภาพทางสถิติ

6. แปลความหมายและสรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล และทำการนำเสนอผลรายงานการวิเคราะห์ข้อมูล

1.6 นิยามคำศัพท์เฉพาะ

1. **งวงบรรจุ (Spout)** หมายถึง งวงที่ใช้ในการบรรจุปูนซีเมนต์ ซึ่งแต่ละเครื่องจักรจะมีงวงทั้งหมด 8 งวง

2. **เครื่องบรรจุระบบโรตารี่ (Rotary Packer)** หมายถึง เครื่องบรรจุปูนซีเมนต์ถุงที่ทำงานได้อย่างต่อเนื่อง มีหัวบรรจุมากกว่า 1 หัว เหมาะสำหรับการผลิตสินค้าจำนวนมาก และมีบรรจุภัณฑ์ขนาดเดียวกันตลอด

3. **ปูนซีเมนต์ชนิด A** หมายถึง ปูนบรรจุถุงขนาด 50 กิโลกรัม เหมาะสำหรับงานโครงสร้างอาคาร บ้านพักอาศัย เช่น ฐานราก เสา คาน และพื้น เป็นต้น

4. **ปูนซีเมนต์ชนิด B** หมายถึง ปูนบรรจุถุงขนาด 40 กิโลกรัม เหมาะสำหรับงานฉาบโดยเฉพาะ ใช้ฉาบได้ทั้งผนังอิฐมอญและอิฐบล็อก

5. **เครื่องจักรที่ 1 และ 4** หมายถึง เครื่องจักรอัตโนมัติที่บรรจุปูนชนิด A ซึ่งประกอบด้วยงวงบรรจุทั้งหมด 8 งวง

6. **เครื่องจักรที่ 2 และ 3** หมายถึง เครื่องจักรอัตโนมัติที่บรรจุปูนชนิด B ซึ่งประกอบด้วยงวงบรรจุทั้งหมด 8 งวง

7. **ไซโล (Silo)** หมายถึง ถังขนาดใหญ่ที่เก็บปูนที่ผ่านการบดจนละเอียดเตรียมพร้อมนำไปบรรจุและจำหน่ายได้อย่างต่อเนื่อง โดยภายในถังเก็บจะมีการติดตั้งเครื่องลดความชื้นเพื่อควบคุมคุณภาพการเก็บรักษา อุณหภูมิ และความชื้นให้อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม และป้องกันไม่ให้วัตถุดิบเสียหาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. เครื่องลำเลียงถุงกระดาษ (Bag Storage) หมายถึง ชุดลำเลียงถุงกระดาษเป็นเครื่องจักรที่มีลักษณะเป็นสายพานเหล็ก ประกอบด้วยโครงเหล็กที่เป็นช่องๆ อยู่บนข้อโซ่เพื่อเป็นที่รองรับถุงกระดาษ

9. ชุดถาดรับถุงกระดาษ (Bag Bundle Transfer) หมายถึง ชุดถาดที่รับสัญญาณไฟฟ้าจากเครื่องให้ออกมารับถุงด้วยระบบ Pneumatics Cylinder เมื่อถาดหมุนมาอยู่ในแนวเดียวกับสายพานชุดลำเลียงถุงกระดาษ แผ่นสะท้อนแสงที่ติดตั้งไว้ใต้ถาดจะสะท้อนลำแสงกลับ ทำให้มีสัญญาณไปยังสายพานชุดลำเลียงถุงกระดาษให้ส่งถุงกระดาษเข้าถาด การสะท้อนของแสงจะถูกปิดกั้น หลังจากนั้นจะส่งสัญญาณให้ชุดถาดรับถุงหมุนกลับเพื่อรอส่งถุงกระดาษต่อไป

10. ระบบ Pneumatics Cylinder หมายถึง ระบบการส่งถ่ายกำลังโดยอาศัยความดันลมเป็นตัวกลางในการส่งถ่ายกำลัง โดยมีอุปกรณ์ เช่น กระบอกสูบทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานลมให้เป็นพลังงานกล

11. สัญญาณควบคุม Proximity Switch หมายถึง สวิตช์แบบไม่สัมผัสกับวัสดุ ซึ่งนำมาใช้ตรวจจับวัตถุต่างๆ ที่เข้ามาในระยะที่ตรวจจับ เช่น การตรวจจับตำแหน่งของเครื่องจักร การตรวจสอบปริมาณที่บรรจุภาชนะ การตรวจจับความเร็วรอบ และการตรวจจับสิ่งของ เป็นต้น

12. สัญญาณควบคุม Limit Switch หมายถึง สวิทช์ตัดวงจรที่มีใช้อยู่ในเครื่องจักร ทำหน้าที่หลักในการหยุดการเคลื่อนที่ของมอเตอร์ในแนวแกนต่างๆ ของเครื่องจักร ทำงานโดยอาศัยแรงกดจากภายนอกมากระทำ เช่น วางของทับที่ปุ่มกดหรือลูกเบี้ยวมาชนที่ปุ่มกด

13. โต๊ะยกถุงกระดาษ (Bag Lifter) หมายถึง เครื่องที่ใช้ดูดยกชิ้นงานด้วยแรงสุญญากาศ

14. ชุดปรับถุงกระดาษ หมายถึง ชุดที่รับสัญญาณจาก Proximity Switch ถ้าในถาดยังมีถุงกระดาษเสียบอยู่จะทำให้สัญญาณที่ส่งมานั้นถูกปิดกั้น

15. ชุดส่งถุงกระดาษเข้างวง (Bag Placer) หมายถึง ชุดที่ประกอบด้วย ชุดจับถุง ชุดแขนจับงวงและลูกเบี้ยวปรับตำแหน่งแขนจับถุง ที่มีหน้าที่จับถุงป้อนเข้าสู่เครื่องบรรจุอัตโนมัติ

16. ชุด Vacuum หมายถึง เครื่องที่ใช้ลมดูดถุงเพื่อนำไปป้อนในการทำงาน

17. Solenoid Valve หมายถึง อุปกรณ์สวิตช์ที่อาศัยหลักการทำงานของแม่เหล็กไฟฟ้าทำงานร่วมกับกลไกโดยใช้การป้อนไฟเป็นตัวกำหนด จะทำงานโดยควบคุมให้กลไกปิดหรือเปิดได้

18. ชุดควบคุม Guillotine หมายถึง ชุดที่รับสัญญาณจาก Solenoid valve ในการจับถุงเข้างวงบรรจุ จากนั้นเครื่องจะหมุนนำถุงผ่าน Limit switch และทำการเติมปูน

19. Turbine หมายถึง กังหันที่ทำหน้าที่หมุนปัดปูนให้เข้าสู่ถุงบรรจุจนได้น้ำหนักตามพิกัดกำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีทางสถิติที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาขั้นตอนการผลิตและการควบคุมคุณภาพการบรรจุปูนซีเมนต์ในหนึ่งถุงจำหน่ายของโรงงานแห่งหนึ่ง ตลอดจนการนำความรู้ทางด้านสถิติมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล โดยอาศัยทฤษฎีและวิธีการทางสถิติที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมคุณภาพ ดังนี้

2.1.1 แผนภูมิควบคุมคุณภาพ (เกษม พิพัฒน์ปัญญานุกูล, 2557)

แผนภูมิควบคุมคุณภาพ หมายถึง แผนภูมิที่ใช้เพื่อตรวจสอบค่าของตัวแปรที่ต้องการควบคุมคุณภาพว่าเกิดความแปรผันเกินจากขอบเขตที่กำหนดไว้หรือไม่ โดยตรวจสอบวัดค่าของข้อมูลของผลิตภัณฑ์ใน 2 ลักษณะ คือ

1. ค่าที่ได้จากการชั่ง วัด ตวง ที่ตีค่าออกมาเป็นตัวเลข ซึ่งเรียกว่าตัวแปรปริมาณ (Quantitative Variables) เช่น ความยาว ส่วนสูง ความหนา ความกว้างและปริมาณ เป็นต้น

2. ค่าที่ได้จากการวัดในเชิงคุณลักษณะ เป็นการพิจารณาภายนอก เช่น มีรอยตำหนิ ไม่มีรอยตำนิ แล้วนับจำนวนคุณลักษณะที่สนใจ จากการที่ข้อมูลมี 2 ลักษณะ จึงทำให้สามารถแบ่งแผนภูมิควบคุมออกเป็น 2 ประเภทหลักๆ คือ

1. แผนภูมิควบคุมตามตัวแปร (Variable control charts) ใช้ควบคุมลักษณะของสินค้าซึ่งเป็นค่าต่อเนื่อง แผนภูมิควบคุมตามตัวแปรที่สำคัญประกอบด้วย

- แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$ -chart)
- แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย (R-chart)
- แผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S-chart)
- แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยว (X-chart)
- แผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ (Moving range chart หรือ MR – chart)

2. แผนภูมิควบคุมคุณสมบัติ (Attribute control charts) ใช้ควบคุมของดีและของเสียจากกระบวนการผลิต แผนภูมิควบคุมคุณสมบัติที่สำคัญประกอบด้วย

- แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย (p-chart)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- แผนภูมิควบคุมจำนวนของเสีย (np-chart)

- แผนภูมิควบคุมรอยตำหนิ (C-chart)

- แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย (U-chart)

เนื่องจากข้อมูลที่ใช้ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้เป็นข้อมูลตัวแปรปริมาณและเก็บข้อมูลเพียงตัวอย่างเดียว ในที่นี้จึงขอกล่าวเฉพาะแผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1.1.1 ขั้นตอนการสร้างแผนภูมิควบคุม

1. กำหนดวัตถุประสงค์หรือเลือกชนิดของแผนภูมิควบคุมที่จะเลือกใช้ในการวิจัย

2. กำหนดขนาดตัวอย่างและความถี่ในการเก็บข้อมูล

3. รวบรวมข้อมูลเพื่อนำไปใช้ในการคำนวณหาขีดจำกัดควบคุมต่อไป

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

5. วิเคราะห์ผลจากลักษณะของจุดที่ปรากฏบนแผนภูมิ เช่นถ้ามีจุดตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่าง แสดงว่ากระบวนการผลิตไม่อยู่ภายใต้การควบคุม ต้องค้นหาสาเหตุและปรับปรุงการผลิตโดยการกำจัดสาเหตุเหล่านี้ออกไป แล้วทำการคำนวณขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิใหม่

6. เมื่อกระบวนการผลิตอยู่ภายใต้การควบคุมแล้ว สามารถนำแผนภูมิควบคุมที่ได้ไปใช้ในการควบคุมการผลิตในอนาคตต่อไป

2.1.1.2 ลักษณะของแผนภูมิควบคุม

แผนภูมิควบคุมเป็นแผนภูมิที่แสดงให้เห็นถึงความแปรปรวนที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต เนื่องจากองค์ประกอบต่างๆ ได้แก่ คน วัตถุดิบ และกระบวนการผลิต โดยแบ่งออกเป็นสาเหตุโดยบังเอิญและสาเหตุที่ระบุได้ ซึ่งทำให้เกิดแผนภูมิ 2 ลักษณะคือ

1. ลักษณะของแผนภูมิควบคุมที่อยู่ภายใต้การควบคุม มีลักษณะดังนี้

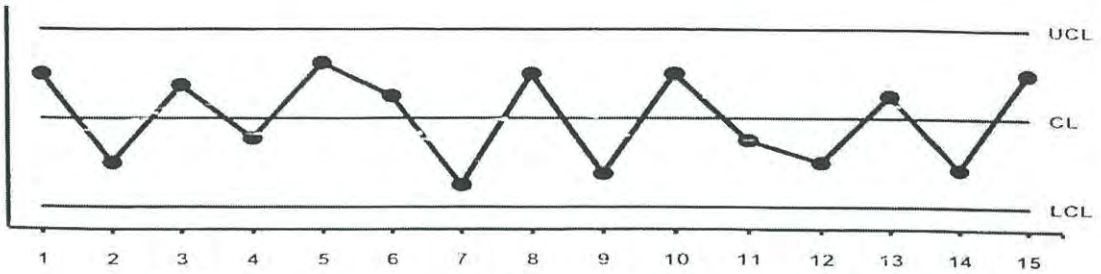
ก. มีจุดที่น้อยที่สุดอยู่ใกล้เส้นขีดจำกัดควบคุมบน-ล่าง และจะอยู่ข้ามไปข้ามมาบนเส้นกึ่งกลาง

ข. จุดต่างๆ บนแผนภูมิควบคุมคุณภาพ ควรมีลักษณะสมดุลกันทั้งสองข้างของเส้นกึ่งกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค. ไม่มีจุดใดเลยตกอยู่นอกเส้นขีดจำกัดควบคุมบน - ล่างของแผนภูมิควบคุมคุณภาพ

สิ่งที่ต้องการควบคุม



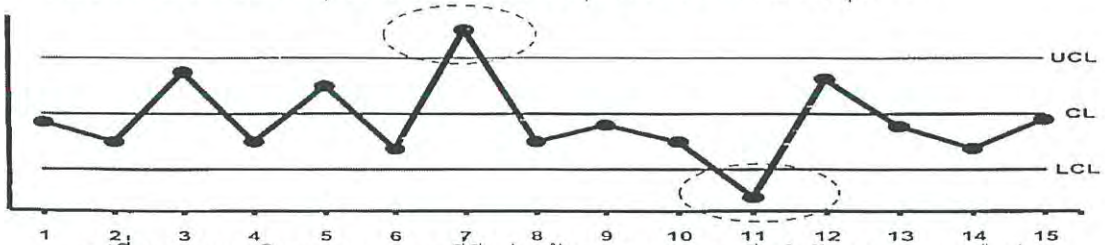
รูปที่ 2.1 แผนภูมิควบคุมคุณภาพที่มีกระบวนการผลิตอยู่ภายใต้การควบคุม

2. ลักษณะของแผนภูมิควบคุมที่ไม่อยู่ภายใต้การควบคุม มีดังนี้ (ศุภชัย นาทะพันธ์, 2551)

- มีอย่างน้อย 1 จุดตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือขีดจำกัดควบคุมล่าง
- มีอย่างน้อย 9 จุดติดต่อกันที่อยู่ด้านใดด้านหนึ่งของเส้นกึ่งกลาง
- มีอย่างน้อย 6 จุดติดต่อกันที่แสดงแนวโน้มขึ้นติดต่อกันหรือลงติดต่อกัน
- มีอย่างน้อย 14 จุดติดต่อกันสลับเพิ่มขึ้นหรือลดลง
- มี 2 ใน 3 จุด มีค่ามากกว่าค่า 2σ จากเส้นกึ่งกลาง
- มี 4 ใน 5 จุด มีค่ามากกว่าค่า 1σ จากเส้นกึ่งกลาง
- มีอย่างน้อย 15 จุด ติดต่อกันอยู่ใกล้เส้นกึ่งกลาง
- มีอย่างน้อย 8 จุดติดต่อกัน มีค่ามากกว่าค่า 1σ จากเส้นกึ่งกลาง

ซึ่งลักษณะของแผนภูมิควบคุมที่ไม่อยู่ภายใต้การควบคุมมีสาเหตุมาจากด้านกระบวนการ วัตถุดิบ ผู้ควบคุม/ผู้ผลิต อื่นๆ เป็นต้น ซึ่งในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ จะพิจารณาแผนภูมิควบคุมคุณภาพที่มีกระบวนการผลิตไม่อยู่ภายใต้การควบคุม เนื่องจากสาเหตุเหล่านี้ที่พบได้บ่อยในโรงงานอุตสาหกรรมที่จำเป็นจะต้องควบคุมกระบวนการผลิต ซึ่งในการศึกษาในครั้งนี้ได้เลือกมาใช้มี 3 รูปแบบ ดังนี้

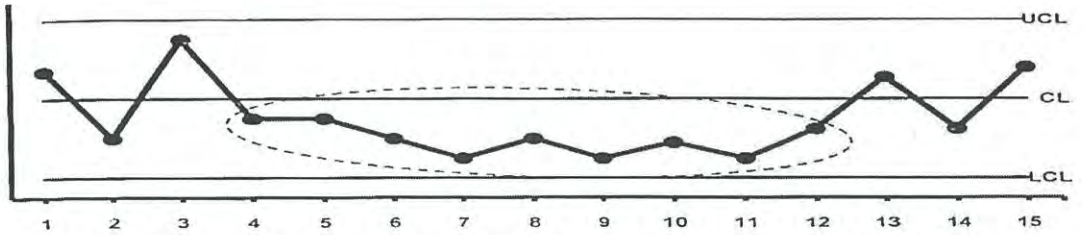
แบบที่ 1 มีอย่างน้อย 1 จุดตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือขีดจำกัดควบคุมล่าง



รูปที่ 2.2 แผนภูมิควบคุมคุณภาพที่มีอย่างน้อย 1 จุดตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่าง

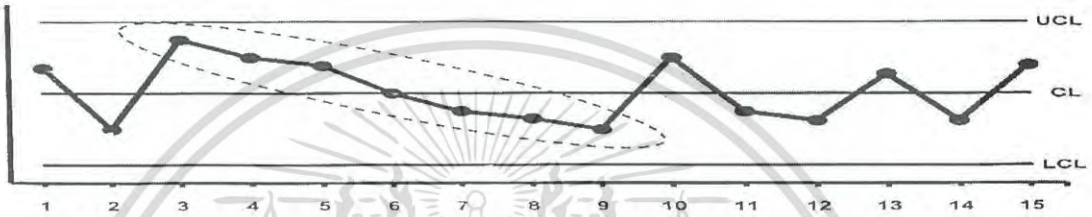
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบที่ 2 มีอย่างน้อย 9 จุดที่ติดต่อกันที่อยู่ด้านใดด้านหนึ่งของเส้นกึ่งกลาง



รูปที่ 2.3 แผนภูมิควบคุมคุณภาพที่มีอย่างน้อย 9 จุด ติดต่อกันที่อยู่ด้านล่างของเส้นกึ่งกลาง

แบบที่ 3 มีอย่างน้อย 6 จุดติดต่อกันที่แสดงแนวโน้มขึ้นติดต่อกันหรือลงติดกัน



รูปที่ 2.4 แผนภูมิควบคุมคุณภาพที่มีอย่างน้อย 6 จุดติดต่อกันที่แสดงแนวโน้มลงติดต่อกัน

2.1.1.3 **ความสำคัญของแผนภูมิควบคุม**

1. **ควบคุมการผลิตได้ทันต่อเหตุการณ์** แผนภูมิควบคุมจะถูกสุ่มตัวอย่างแล้วนำมาเขียนจุดลงบนแผนภูมิ ถ้ามีจุดใดไม่ได้แสดงความผิดปกติ แสดงว่ากระบวนการผลิตยังอยู่ในการควบคุม เมื่อใดที่มีจุดแสดงความผิดปกติผู้ควบคุมการผลิตสามารถปรับปรุงกระบวนการผลิตให้กลับสู่ปกติ และยังใช้แผนภูมินี้ไปคาดการณ์กระบวนการผลิตในอนาคต

2. **การตรวจสอบค่ามาตรฐานที่กำหนด** การตรวจสอบค่าผลการผลิตว่าอยู่ในเกณฑ์ค่ามาตรฐานที่กำหนดหรือไม่ เมื่อใดที่ตัวอย่างที่สุ่มวัดได้ตกอยู่นอกเส้นขีดจำกัดควบคุม ย่อมแสดงว่ากระบวนการผลิตได้คลาดเคลื่อนออกจากค่ามาตรฐานที่กำหนดแล้ว

3. **ทราบถึงสมรรถนะกระบวนการ** กระบวนการผลิตที่แสดงว่าอยู่ภายใต้การควบคุม อาจอยู่ในข้อกำหนดหรือไม่ก็ได้ สามารถนำไปใช้ในการคำนวณสมรรถนะของกระบวนการเพื่อหาความสามารถในการผลิต ซึ่งจะเป็นประโยชน์อย่างสำคัญต่อผู้บริหารในการตัดสินใจ เช่น การตัดสินใจเพื่อลงทุนปรับปรุงสมรรถนะกระบวนการหรือการตัดสินใจรับคำสั่งผลิตจากลูกค้า

4. **แผนภูมิควบคุมช่วยเพิ่มผลผลิต** แผนภูมิควบคุมมีส่วนช่วยอย่างยิ่งในการลดจำนวนของเสียและการทำซ้ำ เช่น แผนภูมิควบคุมจำนวนของเสียและแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. **แผนภูมิควบคุมช่วยป้องกันปัญหาด้านคุณภาพ** แผนภูมิควบคุมช่วยให้กระบวนการผลิตอยู่ภายใต้การควบคุมตลอดเวลาและช่วยขจัดสภาพการผลิตสินค้าด้อยคุณภาพ

6. **แผนภูมิควบคุมให้ข้อมูลเพื่อแก้ไขกระบวนการผลิต** การวิเคราะห์สภาพการกระจายจุดในแผนภูมิควบคุมอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอ จะทำให้ได้ข้อมูลเพื่อการแก้ไขกระบวนการผลิต เช่น การเปลี่ยนชนิดของวัตถุดิบและการเปลี่ยนวิธีการทำงาน เป็นต้น

2.1.2 แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่

มีหลายกรณีที่กลุ่มตัวอย่างมีจำนวนตัวอย่างเดียวหรือ n=1 เช่น การวัดค่าที่ได้จากกระบวนการผลิตในทุกๆ รอบ ดังนั้นแผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่จึงถูกนำมาใช้ในการควบคุมคุณภาพ

การคำนวณค่า $\overline{X}$ และ $\overline{R}$

$$\overline{X} = \frac{\sum_{i=1}^{m} X_i}{m} \quad \text{และ} \quad \overline{R} = \frac{\sum_{i=2}^{m} R_i}{m-1}$$

เมื่อ $\overline{X}$ เป็นค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

$\overline{R}$ เป็นค่าเฉลี่ยของพิสัยของกลุ่มตัวอย่าง

m เป็นจำนวนตัวอย่างหรือจำนวนข้อมูลทั้งหมด

X_i เป็นค่าตัวอย่างที่ i ใดๆ ; $i = 1,2,3,..,m$

R_i เป็นค่าพิสัยเคลื่อนที่ของแต่ละกลุ่มตัวอย่างที่ i ใดๆ ; $i = 2,3,..,m$

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

การคำนวณขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยว (X-chart)

- ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยว ในกรณีที่รู้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คือ

ขีดจำกัดควบคุมบน $UCL_x = \overline{X} + 3\sigma$

เส้นกึ่งกลาง $CL_x = \overline{X}$

ขีดจำกัดควบคุมล่าง $LCL_x = \overline{X} - 3\sigma$

ขีดจำกัดควบคุม สำหรับตัวอย่างเดี่ยวในกรณีที่ไม่ทราบส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คือ ในที่นี้จะประมาณส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ) ได้จากความสัมพันธ์ $\hat{\sigma} = \frac{\overline{R}}{d_2}$ เมื่อ d_2 เป็นค่าคงที่ขึ้นกับจำนวนตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม และสามารถเปิดได้จากตาราง ก. ในภาคผนวก ดังนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขีดจำกัดควบคุมบน $UCL_x = \bar{\bar{X}} + \frac{3\bar{R}}{d_2}$

เส้นกึ่งกลาง $CL_x = \bar{\bar{X}}$

ขีดจำกัดควบคุมล่าง $LCL_x = \bar{\bar{X}} - \frac{3\bar{R}}{d_2}$

การคำนวณขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ (MR-chart)

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

สามารถเขียนใหม่ได้ดังนี้ คือ $UCL_R = \bar{R}\left[1 + \frac{3\sigma_R}{\bar{R}}\right]$

ถ้าให้ $D_4 = 1 + \frac{3\sigma_R}{\bar{R}}$ ซึ่งค่า D_4 เป็นค่าคงที่ขึ้นกับจำนวนตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม และสามารถเปิดจากตาราง ก. ในภาคผนวก ดังนั้น

ขีดจำกัดควบคุมบน $UCL_R = D_4\bar{R}$

เส้นกึ่งกลาง $CL_R = \bar{R}$

และ $LCL_R = \bar{R} - 3\sigma_R$

สามารถเขียนใหม่ได้ดังนี้คือ $LCL_R = \bar{R}\left[1 - \frac{3\sigma_R}{\bar{R}}\right]$

ถ้าให้ $D_3 = 1 - \frac{3\sigma_R}{\bar{R}}$ ซึ่งค่า D_3 เป็นค่าคงที่ขึ้นกับจำนวนตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม และสามารถเปิดได้จากตาราง ก. ในภาคผนวก ดังนั้น

ขีดจำกัดควบคุมล่าง $LCL_R = D_3\bar{R}$

เมื่อค่า d_2, D_3 และ D_4 คือตัวประกอบที่เปลี่ยนแปลงตามขนาดของตัวอย่าง ซึ่งในกรณีของแผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ จะเปิดตารางเมื่อกำหนด $n = 2$ จะสามารถเปิดค่าจากตารางในภาคผนวก ก. ซึ่งได้ค่า $d_2 = 1.128$, $D_3 = 0$ และ $D_4 = 3.267$ ในกรณีที่ X-chart และ MR-chart มีจุดใดจุดหนึ่งตกอยู่นอกเส้นขีดจำกัดควบคุม โดยสามารถระบุสาเหตุได้ ดังนั้นการปรับปรุงแผนภูมิควบคุมจะทำได้โดยการตัดจุดค่า X และค่า R ที่ผิดปกติออกจำนวน d ค่า โดยนำข้อมูลตั้งแต่ X_1 จนถึง X_{m-d} มาคำนวณค่า $\bar{\bar{X}}'$ และ $\bar{R}'$ ตัวใหม่

$$\bar{\bar{X}}' = \frac{\sum_{i=1}^{m-d} X_i}{m - m_d} \quad \text{และ} \quad \bar{R}' = \frac{\sum_{i=2}^{m-d-1} R_i}{m - m_d - 1}$$

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

m เป็นจำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดก่อนการปรับปรุง

m_d เป็นจำนวนตัวอย่างที่ถูกตัดออก

2.1.3 สมรรถนะของกระบวนการ (ศุภชัย นาทะพันธ์, 2551)

คุณภาพของผลิตภัณฑ์เป็นสิ่งหนึ่งที่เกิดจากกระบวนการผลิต ถ้าผลิตภัณฑ์ใดมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ที่ดี นั่นก็หมายความว่าในกระบวนการผลิตปราศจากความผันแปร หรืออาจจะมีความผันแปรเกิดขึ้นนั้นน้อยมาก แต่ถ้าคุณภาพของผลิตภัณฑ์ใดมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่ดี นั้นก็หมายความว่ากระบวนการผลิตมีความผันแปรมาก และความผันแปรที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตนั้น จะเป็นส่วนที่บ่งชี้ให้เห็นถึงความสามารถในกระบวนการผลิตว่ามีความสามารถในการผลิตเป็นอย่างไร ซึ่งเรียกอย่างง่ายๆก็คือ สมรรถนะของกระบวนการ โดยสมรรถนะของกระบวนการในวิธีการผลิตหนึ่งจะรวมถึง คน เครื่องจักร วัตถุดิบ การเก็บวัดข้อมูล และสิ่งแวดล้อม

2.1.3.1 การหาสมรรถนะของกระบวนการ

1. กำหนดขีดจำกัดข้อกำหนดบน (USL) และขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง (LSL) โดยขีดจำกัดข้อกำหนดบน - ล่าง จะกำหนดขึ้นจากโรงงานสร้างมาตรฐานของสินค้าใดสินค้าหนึ่ง

2. สำหรับการวิเคราะห์ค่าสมรรถนะของกระบวนการผลิตว่าเป็นไปตามข้อกำหนดหรือไม่ สามารถคำนวณได้จากวิธีการต่อไปนี้

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

เมื่อ USL แทนขีดจำกัดข้อกำหนดบน

LSL แทนขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง

σ แทนค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกระบวนการผลิต

โดย σ ประมาณได้จาก $\hat{\sigma} = \frac{\bar{R}}{d_2}$ และค่า d_2 เปิดได้จากตาราง ก. ในภาคผนวก ก ที่ n ค่าต่างๆ ค่าดัชนีวัดสมรรถนะกระบวนการผลิต กรณีที่ค่าเฉลี่ยของกระบวนการผลิตไม่อยู่ตรงจุดกึ่งกลางของ USL และ LSL (Process Capability Index หรือ C_{Pk}) ซึ่งมาจากการหาค่าต่ำสุดของดัชนี C_{P_u} และ C_{P_L}

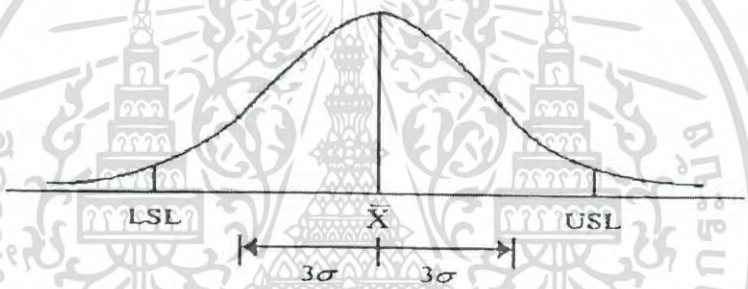
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ C_{P_u} คือ ค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต กรณีกำหนดขอบเขตด้านขีดจำกัดข้อกำหนดบน และ C_{P_L} คือ ค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต กรณีกำหนดขอบเขตด้านขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง

โดยที่ $C_{P_k} = \text{Min}\left(C_{P_U}, C_{P_L}\right)$ ซึ่งสูตรในการประมาณค่าดัชนี C_{P_u} และ C_{P_L} มีดังนี้

$$C_{P_u} = \frac{USL - \bar{X}}{3\sigma} \qquad C_{P_L} = \frac{\bar{X} - LSL}{3\sigma}$$

3. การตัดสินใจว่าสมรรถนะของกระบวนการ (C_P) ว่ามีสมรรถนะหรือไม่ การตัดสินใจจะใช้การเปรียบเทียบการกระจายภายใต้ 6σ ให้มีค่าเท่ากับความกว้างของขอบเขตข้อกำหนดบนและล่าง โดยจะกล่าวว่า ถ้าค่าดัชนี $C_P = 1$ จะถือว่าเกณฑ์กำหนดมีค่าเท่ากับขีดจำกัดความคลาดเคลื่อนธรรมชาติพอดี ซึ่งถือว่ากระบวนการผลิตไม่มีปัญหา แต่เกณฑ์ที่ถือว่ากระบวนการผลิตมีสมรรถนะดี ก็คือ ค่าดัชนี C_P ควรมีค่ามากกว่า 1.33



รูปที่ 2.5 ค่าคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่มีสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_P) มากกว่า 1

โดยทั่วไป ค่าดัชนี C_P ที่ต่ำสุด และถือว่ากระบวนการผลิตมีสมรรถนะที่ดี คือ 1.33 แต่ก็ขึ้นอยู่กับลักษณะเฉพาะของกระบวนการผลิตด้วย เช่น กระบวนการผลิตทั่วๆ ไปนิยมใช้ค่า 1.33 ส่วนกระบวนการผลิตใหม่นิยมใช้ค่า 1.50 และกระบวนการผลิตใหม่ที่ผลิตภัณฑ์เกี่ยวกับความปลอดภัยและความแข็งแรงนิยมใช้ 1.67

สำหรับค่า $C_P = 1$ ซึ่งเป็นค่าความสามารถของกระบวนการ ที่กำหนดให้ความผันแปรของกระบวนการเท่ากับความกว้างของขอบเขตข้อกำหนดบนและล่าง แสดงว่ากระบวนการมีความสามารถต่ำสุด และการแจกแจงแบบปกติ ช่วงความกว้าง 6σ จะกล่าวว่ามีร้อยละ 0.27 ที่ข้อมูลตกอยู่นอกช่วงขอบเขตข้อกำหนดด้านบนและด้านล่าง โดยจะตกอยู่นอกขอบเขตข้อกำหนดด้านบน ร้อยละ 0.135 และตกอยู่นอกขอบเขตข้อกำหนดด้านล่างร้อยละ 0.135

โดย VICTOR E. KANE ; (1986) สรุปถึงค่า C_P ว่าค่า $C_P = 1.33$ จะเป็นค่าต่ำสุดของการวัดความสามารถของกระบวนการ และก็เป็นค่าที่แน่ใจว่าจะทำให้มีอัตราการปฏิเสธผลิตภัณฑ์ต่ำสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(0.007%) และอาจกล่าวได้ว่า ถ้าค่า C_P ต่ำกว่า 1.33 อาจตัดสินใจได้ว่าความสามารถของกระบวนการขาดความสามารถ ดังนั้น สำหรับเกณฑ์ความสามารถของกระบวนการการจะวัดที่ $C_P \geq 1.33$ จะสามารถประกันได้ว่ากระบวนการมีความสามารถ

ค่าดัชนี C_P ที่คำนวณได้นี้ จะใช้ในการประเมินสมรรถนะของกระบวนการผลิต เมื่อเปรียบเทียบกับขีดจำกัดข้อกำหนด ซึ่งค่าดัชนี C_P ที่ได้จะมีกรณีต่างๆ ดังนี้

กรณีที่ 1 เมื่อค่าดัชนี $C_P < 1.33$ แสดงว่า สมรรถนะของกระบวนการผลิตสินค้ายังไม่อยู่ในระดับที่ดีหรือไม่เป็นไปตามข้อกำหนด ทำให้สัดส่วนของเสียมีจำนวนมาก ดังนั้น เพื่อที่จะลดสัดส่วนของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตนี้จะมีแนวทางการแก้ไขปัญหา คือ

1. ลดความผันแปรในกระบวนการผลิต คือ ต้องปรับทั้งค่าเฉลี่ยและความผันแปรเสียใหม่ ซึ่งจะทำเช่นนี้ได้ต้องเปลี่ยนเงื่อนไขเกี่ยวกับการผลิต ซึ่งอาจจะเป็นเพียงการติดตั้งเครื่องจักรใหม่ หรือปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ประกอบการให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2. กรณีที่ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงปัจจัยการผลิตใดๆ ได้ แม้ว่าจะได้คุณภาพไม่ตรงตามเกณฑ์ที่กำหนดก็ตาม อาจแก้ไขปรับปรุงที่ข้อกำหนดเสียใหม่ โดยยึดหลักขีดความสามารถในการผลิตของเครื่องจักรและขีดความสามารถในการผลิตของโรงงาน เพื่อที่ให้ได้ค่า USL และ LSL ครอบคลุมค่า 6σ แต่ถ้าไม่อาจเปลี่ยนแปลงได้ ก็ต้องยอมรับว่าคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่ได้นั้นมีคุณภาพไม่ตรงตามเกณฑ์ที่กำหนดในอัตราส่วนที่ต้องการ

กรณีที่ 2 เมื่อค่าดัชนี $C_P = 1.33$ แสดงว่า สมรรถนะของกระบวนการผลิตสินค้าอยู่ในระดับที่ดีหรือเป็นไปตามข้อกำหนด ไม่จำเป็นต้องมีการปรับปรุงกระบวนการ

กรณีที่ 3 เมื่อค่าดัชนี $C_P > 1.33$ แสดงว่า สมรรถนะของกระบวนการผลิตสินค้าอยู่ในระดับที่ดี ขนาด 6σ อยู่ระหว่างขีดจำกัดข้อกำหนด ซึ่งในลักษณะนี้ไม่ก่อให้เกิดปัญหากับผู้ผลิต เพราะผลที่ได้แสดงว่าการควบคุมกระบวนการอยู่ในระดับที่เหมะสม

ส่วนค่าดัชนี C_{Pk} ที่คำนวณได้นั้น จะใช้ในการประเมินสมรรถนะของกระบวนการผลิตเช่นเดียวกับกรณีการหาสมรรถนะของกระบวนการ (C_P) โดยการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้จะใช้ค่าดัชนี C_{Pk} ในการวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต เนื่องจากค่าดัชนี C_P จะใช้เมื่อค่าเฉลี่ยของกระบวนการผลิตอยู่ตรงจุดกึ่งกลางของ USL และ LSL ซึ่งหมายความว่า ดัชนี C_{Pk} จะครอบคลุมมากกว่าค่าดัชนี C_P ซึ่งจะทำการพิสูจน์ดังตัวอย่างต่อไป

จาก $$C_P = \frac{USL - LSL}{6\sigma}$$

และ $$C_{Pk} = \text{Min}\left(C_{P_U}, C_{P_L}\right)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่ $C_{P_U} = \frac{USL - \bar{X}}{3\sigma}$, $C_{P_L} = \frac{\bar{X} - LSL}{3\sigma}$

ถ้าค่าเฉลี่ยของกระบวนการผลิตอยู่ตรงจุดกึ่งกลางของ USL และ LSL

จาก $C_{P_U} = \frac{USL - \bar{X}}{3\sigma} = \frac{USL - LSL}{2(3\sigma)} = C_P$

2.1.4 การคำนวณหาร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด

จากข้อมูลลักษณะคุณภาพผลิตภัณฑ์ที่มีการแจกแจงแบบปกติ สามารถคำนวณหาร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด โดยอาศัยความสัมพันธ์ดังนี้

รูปที่ 2.6. ร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด

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

เมื่อ Z_U, Z_L แทน ค่าปกติมาตรฐาน

σ แทน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของข้อมูล

USL แทน ขีดจำกัดข้อกำหนดบน (Upper specification limit)

LSL แทน ขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง (Lower specification limit)

จากสูตรการคำนวณค่า Z_U และ Z_L ที่ได้นำไปเปิดตาราง ข. ในภาคผนวก จะได้ค่าเป็นพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติที่อยู่นอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนดทั้งด้านซ้ายและด้านขวา นำค่าที่ได้มารวมกันแล้วคิดเป็นร้อยละ จะได้ค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.5 การแจกแจงแบบปกติ (อัชฌา อระวีพร, 2557)

การแจกแจงความน่าจะเป็นของตัวแปรสุ่มแบบต่อเนื่องมีหลายชนิด ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งเป็นการแจกแจงที่มีความสำคัญอย่างยิ่งกับการเลือกใช้สถิติอิงพารามิเตอร์จำเป็นต้องมีข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับการแจกแจงแบบปกติของประชากร มีรายละเอียดดังนี้

กำหนดให้ X เป็นตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ μ และความแปรปรวนเท่ากับ σ^2 หรือเขียนแทนสัญลักษณ์ $X \sim N(\mu, \sigma^2)$ ฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็นของ X คือ

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

กำหนดให้ $f(x)$ แทน ฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็นแบบปกติ

$e \approx 2.71828$

$\pi \approx 3.14286$

μ แทน ค่าเฉลี่ยของประชากร ; $-\infty < \mu < +\infty$

σ^2 แทน ความแปรปรวนของประชากร ; $\sigma^2 > 0$

คุณสมบัติของการแจกแจงแบบปกติ มีดังนี้

1. การแจกแจงแบบปกติมีลักษณะเป็นโค้งรูประฆังคว่ำบนแกน X โดยที่ปลายทั้งสองด้านลาดลง แต่ไม่แตะแกน X มีพารามิเตอร์คือ ค่าเฉลี่ย (μ) และความแปรปรวน (σ^2)

2. การแจกแจงแบบปกติมีค่าเฉลี่ย มัธยฐาน และฐานนิยมเท่ากัน ซึ่งอยู่ที่จุดกึ่งกลางโค้งปกติ

3. การแจกแจงแบบปกติมีความโด่ง (Kurtosis) เท่ากับ 3 และความเบ้ (Skewness) เท่ากับ 0 ดังนั้นโค้งการแจกแจงมีลักษณะสมมาตร

2.1.5.1 การทดสอบการแจกแจงของ Anderson–Darling (สายชล สินสมบูรณ์ทอง, 2559)

การทดสอบของแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิ่ง ใช้ได้ดีโดยเฉพาะเมื่อกำหนดสมมติฐานว่าข้อมูลนั้นมีการแจกแจงแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล ไวบูลล์ ปกติ และล็อกปกติ โดยการแจกแจงแบบต่างๆ นี้ใช้อย่างกว้างขวางในงานวัดคุณภาพและงานวัดความน่าเชื่อถือ

การทดสอบของแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิ่ง มีการใช้อย่างกว้างขวางในทางปฏิบัติ โดยการทดสอบเป็นไปตามสมการดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$AD = \sum_{i=1}^{n} \frac{1-2i}{n}\left[\ln F_0(Z_i) + \ln\left(1 - F_0\left(Z_{n+1-i}\right)\right)\right] - n$$

เมื่อ F_0 คือ การแจกแจงที่สมมติไว้ (ในที่นี้คือการแจกแจงแบบปกติ) หรือพารามิเตอร์ที่ประมาณค่าได้จากตัวอย่างหรือที่สมมติไว้ (μ, σ)

$Z_{(i)}$ คือ ค่ามาตรฐานของตัวอย่างที่ i

n คือ จำนวนข้อมูล

Stephens (1974) พบว่าการเปรียบเทียบความสามารถของ AD เป็นหนึ่งตัวที่ดีที่สุดในการทดสอบสำหรับการทดสอบการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งสถิติทดสอบการแจกแจงของ Anderson-Darling จะมีลักษณะคล้ายกับการแจกแจงของ Shapio- Wilk (W2) ถ้าเป็นการแจกแจงแบบปกติของตัวแปร X

ขั้นตอนการทดสอบ

1. เรียงข้อมูล X จากน้อยไปหามาก
2. ตั้งสมมติฐานทดสอบ
3. หาค่าเฉลี่ย $\overline{X}$ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน S ในการคำนวณจากค่า X

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

4. ทำการปรับค่าให้เป็น Z โดย

$$Z_i = \frac{X_i - \overline{X}}{S}$$

5. หาค่า AD จากสูตร $AD = \sum_{i=1}^{n} \frac{1-2i}{n}\left[\ln F_0(Z_i) + \ln\left(1 - F_0\left(Z_{n+1-i}\right)\right)\right] - n$
6. จะปฏิเสธ H_0 เมื่อ AD ที่คำนวณมีค่ามากกว่า Significance point จากตาราง ค. ในภาคผนวก ณ ระดับนัยสำคัญที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการคำนวณ AD ของการบรรจุน้ำหนักถุงปูนงวงที่ 1 ในวันที่ 1 มกราคม 2560

ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างข้อมูลดิบของงวงบรรจุที่ 1 ในเครื่องจักรที่ 1

เครื่องจักรที่ 1							
ลำดับถุง	งวง 1	ลำดับถุง	งวง 1	ลำดับถุง	งวง 1	ลำดับถุง	งวง 1
1	51.09	7	50.09	13	50.55	19	50.62
2	50.88	8	50.12	14	50.69	20	50.55
3	50.76	9	50.41	15	50.61	21	50.58
4	50.57	10	50.64	16	50.55	22	50.53
5	50.60	11	50.69	17	50.48	23	50.51
6	49.98	12	50.54	18	50.57	24	50.6

วิธีทำ ให้ X แทน ค่าน้ำหนักบรรจุต่อถุงในงวงที่ 1

สมมติฐานการทดสอบ

H_0 : ข้อมูลน้ำหนักปูนมีการแจกแจงแบบปกติ

H_1 : ข้อมูลน้ำหนักปูนไม่มีการแจกแจงแบบปกติ

หาค่าเฉลี่ย $\overline{X}$ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน S

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

$$= \frac{51.09 + 50.88 + \ldots + 50.60}{24} = 50.55$$

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

$$= \sqrt{\frac{(51.09 - 50.55)^2 + (50.88 - 50.55)^2 + \ldots + (50.60 - 50.55)^2}{24-1}} = 0.234$$

เมื่อได้ค่า $\overline{X} = 50.55$ และ $S = 0.234$ จึงปรับให้เป็นค่า Z โดยที่ $Z = \frac{X_i - 50.55}{0.234}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการคำนวณค่า $F(Z_i)$ จะคิดคำนวณในทำนองเดียวกัน

$$P(X_1 < 49.98) = P\left(\frac{X_1 - \bar{X}}{S} < \frac{49.98 - 50.55}{0.234}\right)$$
$$= P(Z_1 < -2.4418)$$
$$= 0.007$$

ส่วนค่าอื่นๆ ก็สามารถคำนวณได้ในทำนองเดียวกัน ดังแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 การคำนวณค่า AD ของตัวอย่างน้ำหนักปูนของงวงที่ 1 เครื่องจักรที่ 1

i	X	F(Z)	ln F(Z)	n+1-i	F(n+1+i)	1-F(n+1+i)	ln(1-F)	$\frac{1-2i}{n}\left[\ln F(Z)+\ln(1-F)\right]$
1	49.98	0.0073	-4.9190	24	0.9896	0.0104	-4.5613	0.3950
2	50.09	0.0244	-3.7146	23	0.9209	0.0791	-2.5365	0.7814
3	50.12	0.0327	-3.4204	22	0.8152	0.1848	-1.6884	1.0643
4	50.41	0.2739	-1.2950	21	0.7249	0.2751	-1.2907	0.7542
5	50.48	0.3815	-0.9635	20	0.7249	0.2751	-1.2907	0.8453
6	50.51	0.4313	-0.8409	19	0.6493	0.3507	-1.0479	0.8657
7	50.53	0.4652	-0.7653	18	0.6171	0.3829	-0.9600	0.9345
8	50.54	0.4822	-0.7294	17	0.6007	0.3993	-0.9180	1.0296
9	50.55	0.4993	-0.6946	16	0.5840	0.4160	-0.8772	1.1133
10	50.55	0.4993	-0.6946	15	0.5840	0.4160	-0.8772	1.2443
11	50.55	0.4993	-0.6946	14	0.5504	0.4496	-0.7994	1.3072
12	50.57	0.5334	-0.6285	13	0.5334	0.4666	-0.7623	1.3328
13	50.57	0.5334	-0.6285	12	0.5334	0.4666	-0.7623	1.4487
14	50.58	0.5504	-0.5971	11	0.4993	0.5007	-0.6917	1.4500
15	50.60	0.5840	-0.5378	10	0.4993	0.5007	-0.6917	1.4856
16	50.60	0.5840	-0.5378	9	0.4993	0.5007	-0.6917	1.5881
17	50.61	0.6007	-0.5097	8	0.4822	0.5178	-0.6582	1.6059
18	50.62	0.6171	-0.4827	7	0.4652	0.5348	-0.6258	1.6166
19	50.64	0.6493	-0.4318	6	0.4313	0.5687	-0.5644	1.5359
20	50.69	0.7249	-0.3217	5	0.3815	0.6185	-0.4805	1.3036
21	50.69	0.7249	-0.3217	4	0.2739	0.7261	-0.3201	1.0963
22	50.76	0.8152	-0.2043	3	0.0327	0.9673	-0.0332	0.4257
23	50.88	0.9209	-0.0824	2	0.0244	0.9756	-0.0247	0.2008
24	51.09	0.9896	-0.0105	1	0.0073	0.9927	-0.0073	0.0349
รวม								25.4599

สถิติที่ใช้ทดสอบ คือ

$$AD = \sum_{i=1}^{24} \frac{1-2i}{24}\left[\ln F_0(Z_i) + \ln\left(1 - F_0\left(Z_{n+1-i}\right)\right)\right] - 24$$

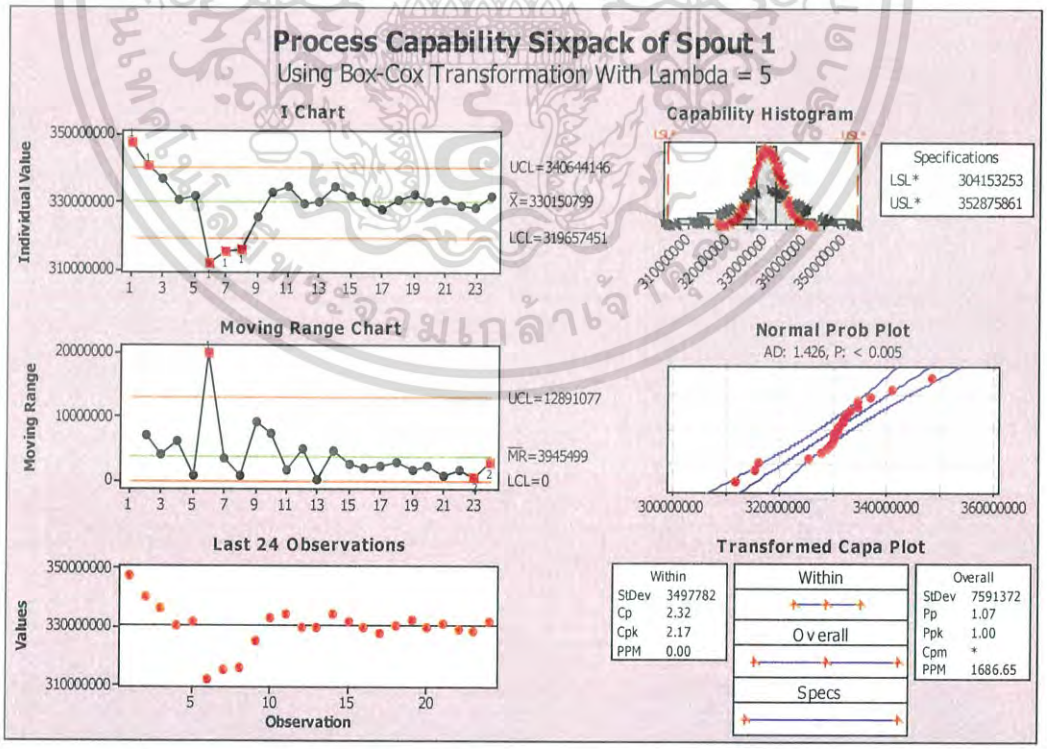
$$AD = 25.4599 - 24 \approx 1.460$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตาราง ค. ในภาคผนวกที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 Significance point = 2.492 เนื่องจาก AD ที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่าค่าของ Significance point ดังนั้นจึงยอมรับ H_0 นั่นคือ ข้อมูลน้ำหนักปูนมีการแจกแจงแบบปกติ

2.1.5.2 การแปลงข้อมูลโดยวิธี Box-Cox

จุดประสงค์ของการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Box-Cox เพื่อแปลงข้อมูลให้เป็นแบบปกติโดยการคำนวณ จะทำได้โดยแปลงค่าข้อมูลเดิม (Y) ไปเป็นค่าข้อมูลใหม่ $Y' = Y^{\lambda}$ ตัวอย่าง λ เป็นดังตารางที่ 2.3 การหาค่า λ ที่เหมาะสมนั้นสามารถกำหนดได้โดยโปรแกรมสำเร็จรูปเช่น MINITAB ซึ่งจะทำให้ข้อมูลหลังการเปลี่ยนแปลงค่ามีการกระจายตัวใกล้เคียงหรือเท่ากับการกระจายแบบปกติ หลังจากนั้นจึงนำค่าที่ถูกแปลงพร้อมทั้ง LSL และ USL ไปคำนวณหาค่า C_{Pk} และ P_{Pk} ต่อไป นอกจากนี้การคำนวณ Within และ Overall Performance ก็สะท้อนความเป็นจริงมากขึ้น อย่างไรก็ตาม การคำนวณในลักษณะนี้อาจก่อให้เกิดความยุ่งยากในการอ่านค่าและการตีความ ตัวอย่างเช่น ค่า LSL กลายไปอยู่ด้านบนและค่า USL กลายไปอยู่ด้านล่าง นอกจากนี้ค่าที่อ่านได้ในกราฟจะอยู่ในสเกลที่ถูกแปลงค่าแล้วบุคลากรที่ไม่มีความชำนาญในการดูผลการวิเคราะห์แบบนี้อาจสับสนได้ง่าย ตัวอย่างข้อมูลที่ผ่านการแปลง การหาค่า C_{Pk} และ P_{Pk} เป็นดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 การแปลงข้อมูลโดยใช้วิธีของ Box-Cox ในการหาค่า C_{Pk} และ P_{Pk}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 ตัวอย่างการแปลงค่าที่ λ ค่าต่างๆ

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

การทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ได้นำการแปลงข้อมูลโดยวิธี Box – Cox มาใช้เพื่อให้ข้อมูลนั้นมีการแจกแจงแบบปกติ แต่พบว่าเมื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาทำการแปลง ข้อมูลนั้นยังไม่มีการแจกแจงแบบปกติจึงได้ทำการแปลงข้อมูลด้วยวิธีของ Johnson ต่อไป

2.1.5.3 การแปลงข้อมูลโดยวิธีของ Johnson (สายชล สินสมบูรณ์ทอง, 2559)

การแปลงข้อมูลโดยวิธีจอห์นสันเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพมาก ใช้ได้ดีในกรณีที่ข้อมูลมีค่าเป็นศูนย์หรือมีค่าเป็นลบ แต่มีความซับซ้อนเพิ่มมากขึ้น และให้เพียงความสามารถของกระบวนการทั้งหมด (overall) เท่านั้น ใช้การแปลงข้อมูลโดยวิธีจอห์นสันเมื่อไม่สามารถหาการแปลงข้อมูลโดยวิธี Box – Cox ได้อย่างเหมาะสม

Norman L. Johnson (1949) ได้เสนอระบบการแปลงข้อมูลจากข้อมูลแบบไม่ปกติไปเป็นแบบปกติ ซึ่งระบบของ Johnson ประกอบด้วยชุดเส้นโค้ง 3 แบบ คือ

1. SB (สำหรับการแจกแจงที่มีขอบเขต) : Bounded
2. SL (สำหรับการแจกแจงล็อกปกติ) : Log Normal
3. SU (สำหรับการแจกแจงที่ไม่มีขอบเขต) : Unbounded

Nicholas R.Farnum (1996-1997) ได้อธิบายถึงการใช้การแปลง Johnson ไว้สำหรับระบบ Johnson สำหรับ 3 โค้งที่แปลงข้อมูลไปสู่การแจกแจงแบบปกติมาตรฐานนั้นสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

เมื่อ Y คือ ข้อมูลหรือตัวแปรที่แปลงแล้ว

X คือ ข้อมูลหรือตัวแปรที่ต้องการแปลง

γ คือ พารามิเตอร์บอกรูปร่างตัวที่ 1 (Shape parameter)

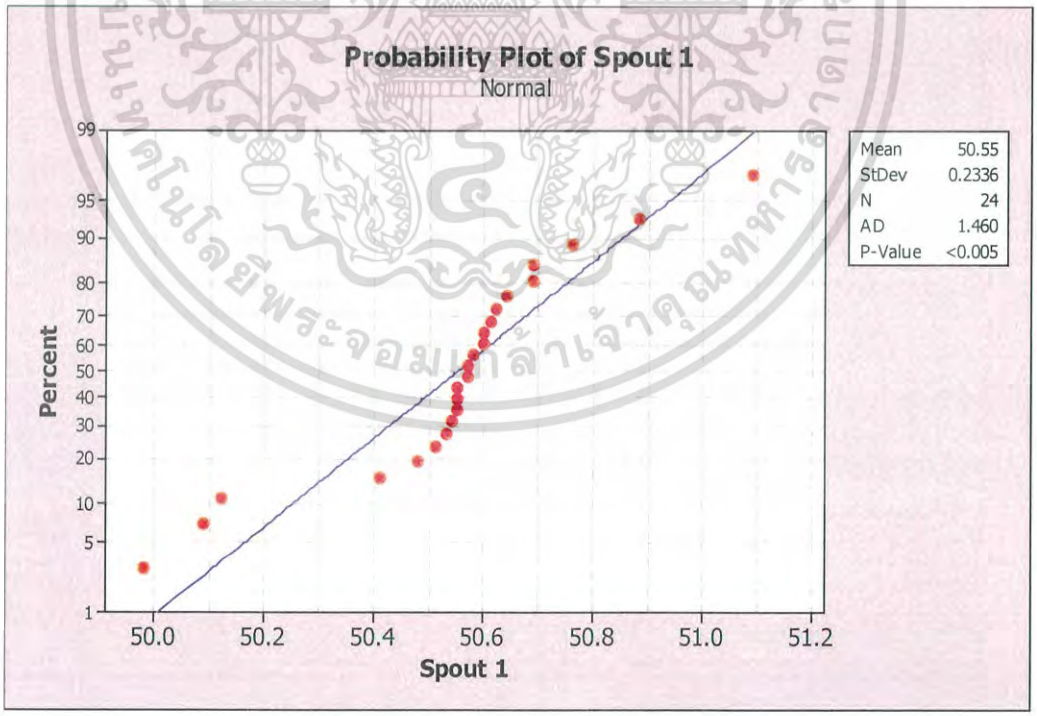
η คือ พารามิเตอร์บอกรูปร่างตัวที่ 2 (Shape parameter) และ $\eta > 0$

ε คือ พารามิเตอร์บอกตำแหน่ง (location parameter)

λ คือ พารามิเตอร์บอกสเกลหรือขนาด (Scale parameter) และ $\lambda > 0$

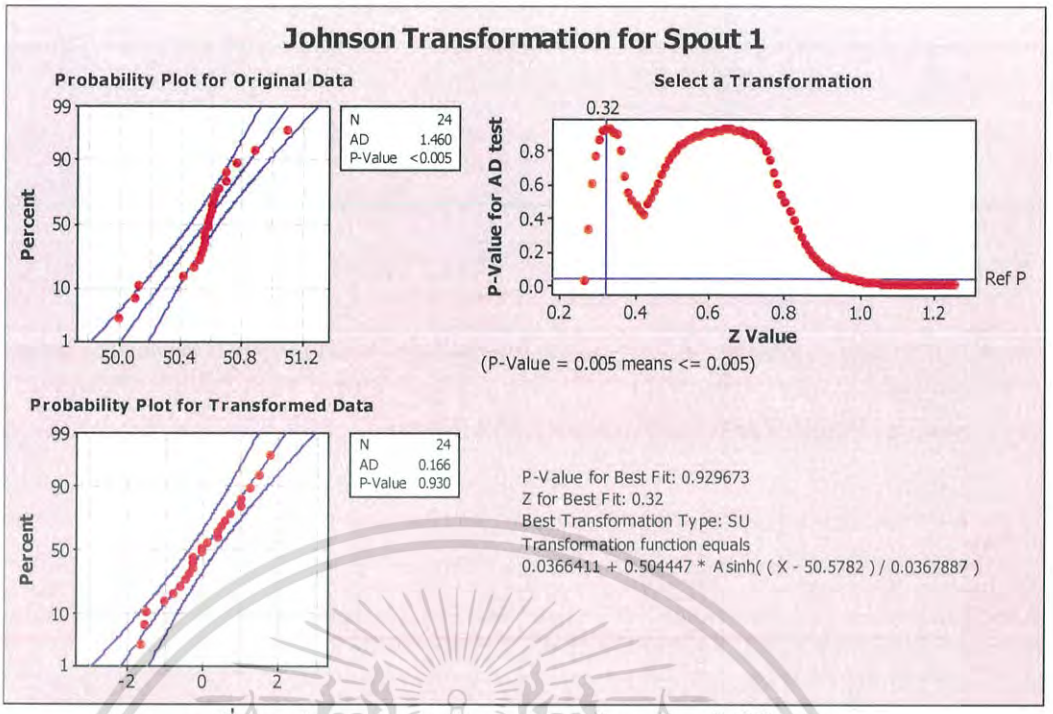
กฎเกณฑ์การตัดสินใจต่างๆ จะกำหนดให้ว่าจะเลือกวิธีการแปลงข้อมูลวิธีใดใน 3 วิธี ที่กล่าวมาข้างต้น วิธีที่ถูกเลือกใช้จะทำการแปลงข้อมูลซ้ำๆ กัน ซึ่งใช้ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ จะเลือกใช้การแปลงข้อมูลที่ให้ผลใกล้เคียงแบบปกติหรือเป็นแบบปกติ

ตัวอย่างการแปลงข้อมูล รูปที่ 2.8 แสดงลักษณะข้อมูลที่ไม่เป็นแบบปกติและยังไม่แปลง รูปที่ 2.9 แสดงลักษณะข้อมูลมีความปกติเมื่อแปลงข้อมูลโดยใช้วิธีของ Johnson



รูปที่ 2.8 ข้อมูลที่ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 ลักษณะภายหลังการแปลงข้อมูลด้วยเส้นโค้ง SU

เช่นเดียวกับวิธีการแปลงข้อมูลด้วย Box- Cox วิธีของ Johnson จะให้ผลดีเมื่อใช้โปรแกรมที่เหมาะสมในการแปลง (Farnum, 1996-1997)

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องนั้น งานวิจัยส่วนใหญ่จะเก็บรวบรวมข้อมูลจากโรงงานอุตสาหกรรมหรือในส่วนของกระบวนการผลิตที่สนใจ โดยแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ประเภท คือ ข้อมูลแบบตัวแปรและข้อมูลแบบคุณภาพ แล้วนำมาสร้างแผนภูมิต่างๆ ตามลักษณะของข้อมูลที่เก็บมาได้ โดยตัวอย่างงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมีดังต่อไปนี้

กรชนก อยู่เสรี และคณะ (2545) ได้ทำการศึกษาถึงการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์อาหารสัตว์ของบริษัทกรุงไทยอาหารสัตว์ จำกัด (มหาชน) โดยนำข้อมูลที่ทางบริษัทเก็บรวบรวมได้มาทำการวิเคราะห์โดยใช้วิเคราะห์แผนภูมิพาเรโต ผังก้างปลาหรือผังแสดงเหตุและผล แผนภูมิควบคุมสำหรับตัวอย่างเดี่ยว (X-chart) และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ (MR-chart) ในการวิเคราะห์ข้อมูลนี้ได้นำโปรแกรม MINITAB, Microsoft Excel มาช่วยในการประมวลผล จากการวิเคราะห์พบว่ามีจำนวนที่บกพร่องในการผลิตอาหารสัตว์มีสาเหตุมาจากปัญหาต่างๆ โดยปัญหาที่พบในผลิตอาหารสัตว์บกส่วนใหญ่ที่ลูกค้าตีคืนผลิตภัณฑ์ และปัญหาที่เกิดขึ้นในอาหารสัตว์น้ำ คือ เม็ดไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สม่ำเสมอ สำหรับการวิเคราะห์ค่าเปอร์เซ็นต์คุณค่าทางโภชนาการของอาหารสัตว์ส่วนใหญ่พบว่าไม่มีจุดตกนอกขีดจำกัดควบคุม

พัชสันต์ เต็ง และคณะ (2547) ได้ทำการศึกษาถึงการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์น้ำยาปรับผ้านุ่มของบริษัทไบโอแมนูแฟคเจอรี่ จำกัด สถานที่ตั้ง คือ 61 หมู่ที่ 15 ถนนร่มเกล้า แขวงแสนแสบ เขตมีนบุรี จังหวัดกรุงเทพมหานคร โดยการเก็บข้อมูลค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ของผลิตภัณฑ์น้ำยาปรับผ้านุ่มทั้ง 5 สี ตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม พ.ศ.2546 ถึงวันที่ 30 กันยายน พ.ศ. 2547 โดยนำข้อมูลที่ได้มาทำการทดสอบการแจกแจงแบบปกติ สร้างแผนภูมิตัวอย่างเดี่ยว (X-chart) และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ (Moving range chart) รวมทั้งหาค่าดัชนีวัดความสามารถสมรรถนะ (C_{Pk}) และคำนวณหาค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS และ MINITAB มาช่วยในการประมวลผล จากการวิเคราะห์พบว่าผลิตภัณฑ์น้ำยาปรับผ้านุ่มทั้ง 4 สี ซึ่งอยู่ในระดับที่สามารถควบคุมกระบวนการผลิตได้ดี ส่วนผลิตภัณฑ์น้ำยาปรับผ้านุ่มสีส้มให้ค่าขีดจำกัดควบคุมไม่อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด

ธีรพงศ์ กุลพรม และคณะ (2548) ได้ทำการศึกษาถึงการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์สีน้ำของบริษัทซัมโก้ เคมีคอล จำกัด โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลของค่าต่างๆ ซึ่งได้แก่ ปริมาณสารที่ไม่ระเหย ความหนืด ความหนาแน่น ความเป็นกรด-ด่าง ค่ากำลังซ่อนแสง ของผลิตภัณฑ์สีน้ำทั้ง 7 ชนิด ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2547 ถึงวันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ. 2548 แล้วนำข้อมูลที่ได้มาทำการทดสอบการแจกแจงปกติ สร้างแผนภูมิควบคุมสำหรับตัวอย่างเดี่ยว (X-chart) และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ (Moving range chart) รวมทั้งหาค่าสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{Pk}) และคำนวณหาร้อยละของข้อมูลที่ตกออกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป MINITAB และ Microsoft Excel เข้ามาใช้ในการประมวลผล จากการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า ในกระบวนการผลิตของทั้งสีน้ำทั้ง 7 ชนิด จำเป็นต้องคำนึงถึงความหนืดและความเป็นกรด – ด่างเป็นสิ่งสำคัญ เพราะคุณสมบัติทั้งสองยังให้ค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนดมีค่ามากและค่าสมรรถนะของกระบวนการผลิตยังไม่อยู่ในระดับที่ดี

ชนิตา วิบูลชุติกุล และคณะ (2555) ได้ทำการศึกษาถึงกระบวนการควบคุมกระบวนการผลิตยิปซัมของบริษัทผลิตยิปซัมแห่งหนึ่ง ซึ่งตั้งอยู่ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา โดยแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ซึ่งได้แก่ กระบวนการตรวจรับวัตถุดิบ (Q_1) กระบวนการย่อยและบดก้อนแร่ยิปซัม (Q_2) และกระบวนการเผายิปซัม (Q_3) และขั้นตอนการเติมสารเคมี โดยศึกษาในแต่ละขั้นตอน โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลของค่าต่างๆ ในเดือนกันยายน พ.ศ.2555 ของ 3 ขั้นตอนแรก และรวบรวมข้อมูลในเดือนกันยายน-ธันวาคม พ.ศ. 2555 ของส่วนขั้นตอนการเติมสารเคมี แล้วนำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลที่ได้มาทำการทดสอบการแจกแจงแบบปกติ สร้างแผนภูมิควบคุมสำหรับตัวอย่างเดี่ยว (X-chart) และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ (MR-chart) หาค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{Pk}) และร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม MINITAB เข้ามาประมวลผล จากการวิเคราะห์พบว่าในขั้นตอนการตรวจรับวัตถุดิบ (Q_1) จำเป็นต้องมีการตรวจสอบความชื้นภายนอกของก้อนแร่ยิปซัมเป็นสำคัญ ขั้นตอนการย่อยและบดก้อนแร่ยิปซัม (Q_2) จำเป็นต้องมีการตรวจสอบความชื้นภายในของผงแร่ยิปซัม ความบริสุทธิ์ของผงแร่ยิปซัมและขนาดของผงแร่ยิปซัมเป็นสำคัญ ในขั้นตอนการเผายิปซัม จำเป็นต้องตรวจสอบระยะเวลาในการเผา ระยะเวลาในการเซตตัวของยิปซัมและความชื้นภายในของยิปซัม รวมทั้งขั้นตอนการเติมสารเคมีก็จำเป็นที่ต้องมีการตรวจสอบ เพราะกระบวนการทั้ง 4 ขั้นตอนนั้นมีค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนดมีค่ามากและค่าสมรรถนะกระบวนการผลิตยังไม่อยู่ในระดับที่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงาน

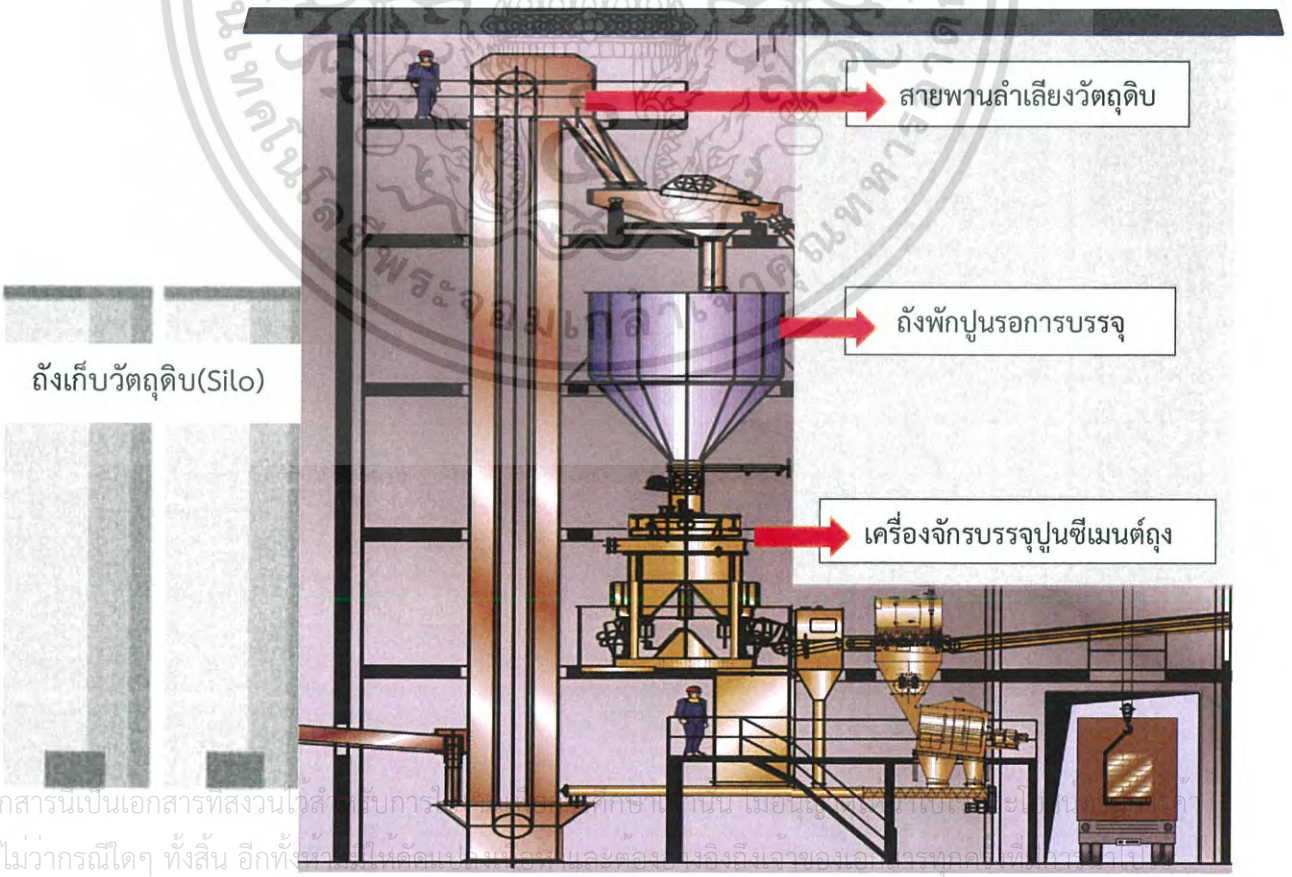
วิธีการดำเนินงานวิจัยในปัญหาพิเศษ มีดังนี้

1. แหล่งที่มาของข้อมูล
2. ขั้นตอนการผลิต
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 แหล่งที่มาของข้อมูล

ในการศึกษาการควบคุมคุณภาพครั้งนี้ ได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกระบวนการบรรจุปูนซีเมนต์ถุง ของบริษัทปูนซีเมนต์แห่งหนึ่ง ซึ่งตั้งอยู่ในจังหวัดลำปาง โดยข้อมูลที่นำมาศึกษาเป็นข้อมูลทางด้านน้ำหนักของปูนซีเมนต์ถุง ซึ่งข้อมูลทั้งหมดได้ถูกวัดค่าต่างๆ มาแล้วจากทางบริษัท

3.2 ขั้นตอนของกระบวนการบรรจุปูนซีเมนต์



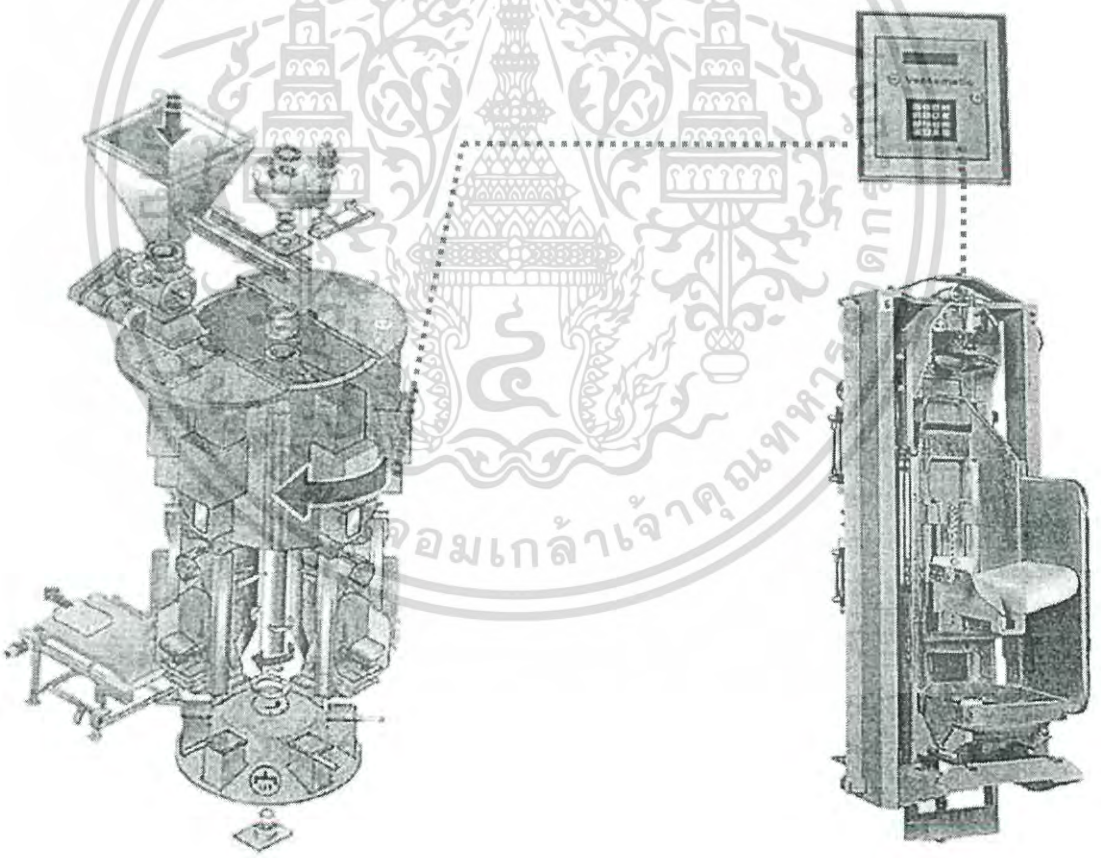
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการ[illegible]ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้[illegible]
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.1 กระบวนการบรรจุปูนซีเมนต์

ในการบรรจุปูนซีเมนต์ถุงนั้น หลังจากที่แผนกบดปูนซีเมนต์ได้ทำการบดปูนลงถังเก็บวัตถุดิบ (silo) ตามชนิดของปูนให้แผนกบรรจุแล้ว พนักงานบรรจุและจ่ายซีเมนต์จะทำการเรียกปูนซีเมนต์จากถังเก็บวัตถุดิบ โดยลำเลียงวัตถุดิบแบบใช้ลมในถังเก็บวัตถุดิบมาพักที่ถังพักวัตถุดิบ แล้วผ่านประตูควบคุมอัตราการไหลลงมายังรางลำเลียงวัตถุดิบ ปูนซีเมนต์จะไหลผ่านรางลำเลียงวัตถุดิบโดยใช้ลมลงมายังกระพ้อลำเลียงวัตถุดิบ เพื่อตักปูนขึ้นสู่ตะแกรงแยกสิ่งแปลกปลอมทำการแยกสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ต้องการออกจากเนื้อปูน ปูนซีเมนต์ผงที่ผ่านการแยกแล้วจะลงมาพักที่ถังพักก่อนบรรจุ เพื่อพักปูนเตรียมการบรรจุในเครื่องบรรจุอัตโนมัติ เมื่อบรรจุปูนซีเมนต์แล้วปูนซีเมนต์ถุงจะผ่านสายพาน เพื่อจำหน่ายแก่ลูกค้าต่อไป

3.2.1 ขั้นตอนการทำงานของเครื่องบรรจุปูนซีเมนต์ถุง

การทำงานของเครื่องบรรจุปูนซีเมนต์ถุง มีดังนี้

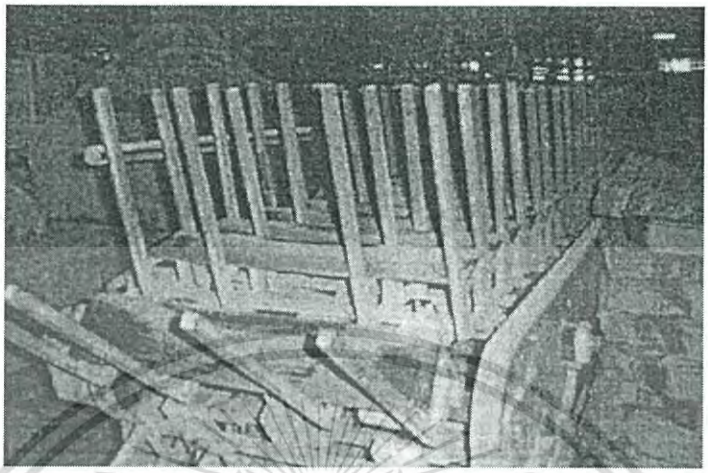


รูปที่ 3.2 เครื่องบรรจุปูนซีเมนต์ถุง VENTOMATIC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องบรรจุปูนซีเมนต์ของทางบริษัท เป็นเครื่องบรรจุปูนซีเมนต์แบบ Rotary Packer ยี่ห้อ VENTOMATIC ซึ่งเครื่องบรรจุปูนซีเมนต์ถุงประกอบด้วยเครื่องจักรดังต่อไปนี้

1. ชุดลำเลียงถุงกระดาษ (Bag Storage)



รูปที่ 3.3 ชุดลำเลียงถุงกระดาษ

ชุดลำเลียงถุงกระดาษเป็นเครื่องจักรที่มีลักษณะเป็นสายพานเหล็ก ประกอบด้วยโครงเหล็กที่เป็นช่องๆ อยู่บนข้อโหว่เพื่อเป็นที่รองรับถุงกระดาษ เมื่อนำถุงกระดาษเรียงใส่ในช่องว่างแล้วเดินเครื่องจักรทำงาน สายพานจะหมุนนำถุงกระดาษส่งต่อไปยังชุดถาดรับถุงที่หมุนออกมารับในแนว 180 องศา ด้วยระบบ pneumatics cylinder โดยได้รับสัญญาณควบคุมทางไฟฟ้าจากหน้าสัมผัสของ proximity switch เมื่อวางถุงที่ถาดเรียบร้อยแล้วสายพานชุดลำเลียงถุงกระดาษจะหยุดโดยแขนของช่องใส่ถุงจะสัมผัสกับแกนของ limit switch

2. ชุดถาดรับถุงกระดาษ (Bag Bundle Transfer)

รูปที่ 3.4 ชุดถาดรับถุงกระดาษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเดินเครื่องบรรจุจะมีสัญญาณทางไฟฟ้าสั่งให้ชุดถาดรับถุง หมุนออกมารับด้วยระบบ pneumatics cylinder เมื่อถาดหมุนมาอยู่ในแนวเดียวกับสายพานชุดลำเลียงถุงกระดาษ แผ่นสะท้อนแสงที่ติดตั้งไว้ใต้ถาดจะสะท้อนลำแสงกลับ ทำให้มีสัญญาณไปยังสายพานชุดลำเลียงถุงกระดาษให้ส่งถุงกระดาษเข้าถาดการสะท้อนของแสงจะถูกปิดกั้น จากนั้นจะส่งสัญญาณให้ชุดถาดรับถุงหมุนกลับเพื่อรอส่งถุงกระดาษต่อไป

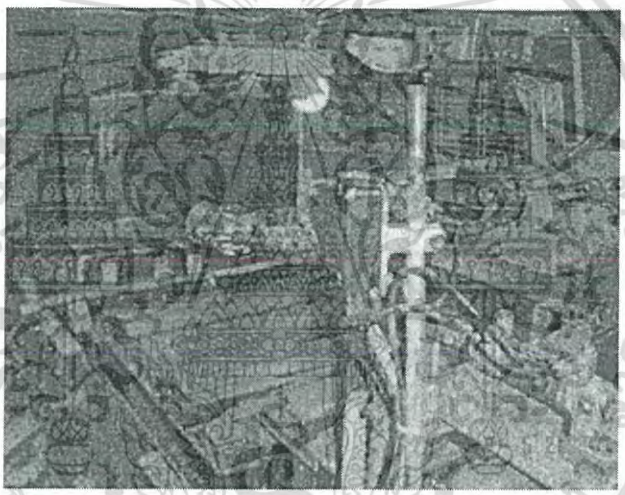
3. ชุดโต๊ะยกถุงกระดาษ (Bag Lifter) ประกอบด้วย

3.1 ชุดตะแกรงเหล็กเสียบรองรับถุง

3.2 ชุดถาดยกถุงกระดาษ

3.3 ชุดผลักถุงกระดาษเข้าถาดยกถุง

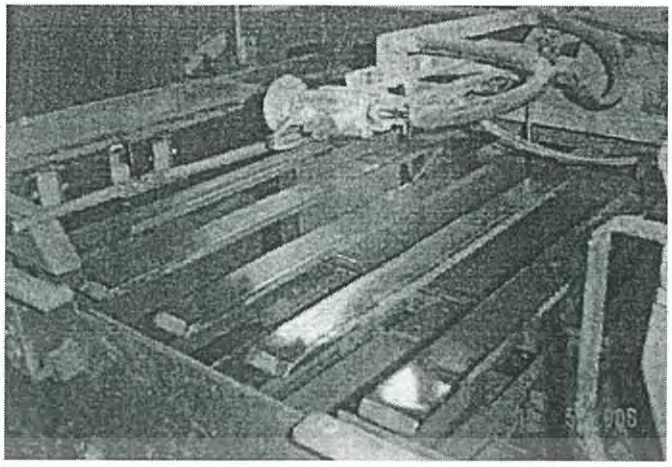
3.4 ชุดปรับถุงกระดาษ



รูปที่ 3.5 ชุดถาดยกถุงกระดาษ

รูปที่ 3.6 ชุดผลักถุงกระดาษเข้าถาดยกถุง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 ชุดตะแกรงเหล็กเสียบรองรับถุงและชุดปรับถุงกระดาษ

เมื่อเครื่องจักรทำงาน ถาดยกถุงจะได้รับสัญญาณจาก proximity switch ตรวจสอบถุงในถาดว่ามีถุงอยู่หรือไม่ ถ้ามีถุงค้างอยู่ สัญญาณของ proximity switch จะถูกปิดกั้น และจะมีสัญญาณไปยังชุดควบคุมสั่งให้ชุดส่งถุงเข้างวงทำงาน

ถ้าไม่มีถุงค้างอยู่ ถาดยกถุงจะเคลื่อนตัวลงมารับถุงจากถาดรับถุง จากนั้นชุดผลักถุงจะได้รับสัญญาณให้ผลักถุงจากถาดรับถุงเข้าสู่ถาดยกถุง เมื่อลำแสงสะท้อนถูกปิดกั้นด้วยถุงกระดาษ ชุดควบคุมจะส่งสัญญาณให้ถาดยกถุงยกถุงขึ้น เมื่อถุงถูกยกขึ้นจะมี proximity switch ตรวจสอบความสูงของถุงสั่งให้ถาดส่งถุงหยุดการทำงาน จากนั้นถุงจะถูกส่งเข้างวงบรรจุต่อไป ขณะเดียวกันเมื่อถุงในถาดรับถุงถูกส่งเข้าชุดยกแล้ว จะมีสัญญาณสั่งให้ถาดรับถุงหมุนออกมารับถุงจากชุดลำเลียงถุงกระดาษอีกครั้ง

ตะแกรงเหล็กเสียบรับถุง จะเข้ามารับถุงเมื่อความสูงของถุงในถาดยกถุงลดลง ส่วนล่างของตะแกรงรับถุงจะปิดกั้นสัญญาณจาก proximity switch จากนั้นจะมีสัญญาณไปสั่งชุดควบคุมให้ถาดยกถุงเคลื่อนตัวมารับถุงด้านล่าง จากนั้นจะมีสัญญาณส่งไปยังชุดควบคุมสั่งให้ชุดผลักถุง ผลักถุงจากถาดรับถุงเข้าถาดยกถุง จากนั้นจะมีสัญญาณสั่งให้ถาดยกถุงส่งถุงขึ้นจนปิดกั้นสัญญาณของ proximity switch ด้านข้าง และจะมีสัญญาณสั่งให้ตะแกรงรับถุงกลับสู่ระบบปกติ จากนั้นจะมีสัญญาณจาก proximity switch สั่งให้ชุดถาดรับถุงหมุนออกไปรับถุงจากชุดลำเลียงถุงอีกครั้ง

4. ชุดส่งถุงเข้างวง (Bag Placer) ประกอบด้วย

4.1 ชุดจับถุง

4.2 ชุดแขนจับถุง

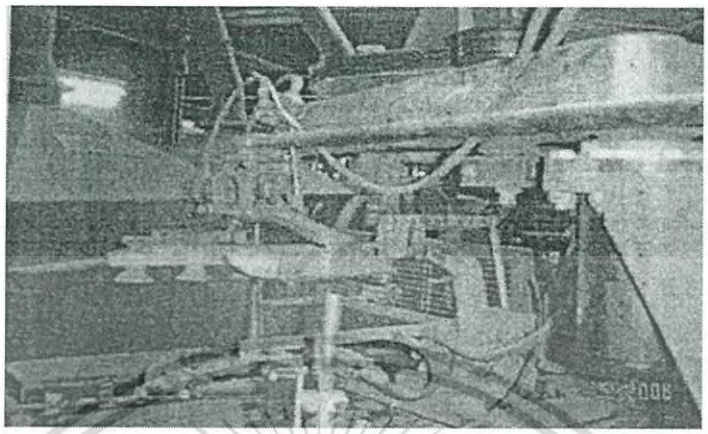
4.3 ชุดขับจานลูกเบี้ยว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ลูกเบี้ยวปรับตำแหน่งแขนจับถุง

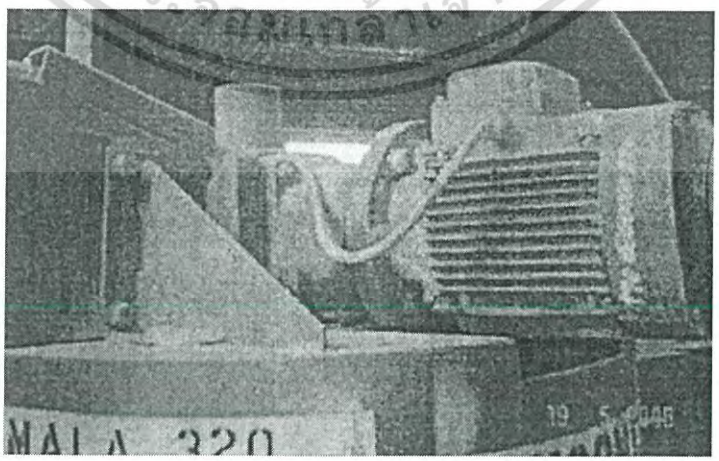
4.5 ชุด Vacuum ดูดถุง

4.6 ชุด Synchronize ปรับความสัมพันธ์



รูปที่ 3.8 ชุดจับถุง ชุดแขนจับถุง ลูกเบี้ยวปรับตำแหน่งแขนจับถุง

รูปที่ 3.9 ชุด Vacuum ดูดถุง

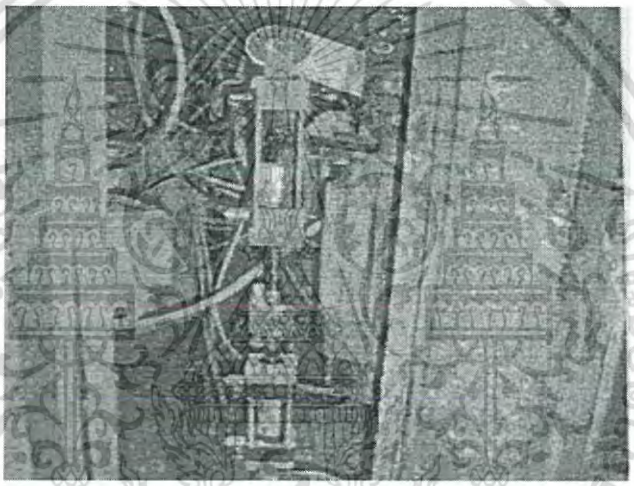


รูปที่ 3.10 ชุดขับจานลูกเบี้ยว ชุด Synchronize ปรับความสัมพันธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเดินเครื่องบรรจุและชุดส่งถุงเข้างวงทั้งระบบ ชุดขับจะหมุนจากลูกเบี้ยวส่งให้ชุดแขนจับถุงทำงานโดยมีชุด Synchronize ปรับความสัมพันธ์ให้พอดีกับการหมุนของเครื่องบรรจุ การส่งถุงเข้างวงบรรจุนั้นจะมีสัญญาณควบคุมจาก proximity switch หลายจุดและต้องสัมพันธ์กับถุงปูนที่ค้างอยในงวงบรรจุด้วย

ในกรณีที่เครื่องปลดถุงปูนลงสายพานหน้าเครื่องแล้ว จะมีสัญญาณส่งไปยัง solenoid valve ของชุดควบคุมการทำงานของ pneumatics cylinder ชุดจับถุงให้จับถุงเข้างวงบรรจุ จากนั้นเครื่องจะหมุนนำถุงผ่าน Limit switch เติมปูน เมื่อชุดควบคุมได้รับสัญญาณแล้วจะทำให้ solenoid valve ชุดควบคุม guillotine ทำงาน หลังจากนั้นมอเตอร์ขับ turbine จะหมุนปัดปูนให้เข้าสู่ถุงบรรจุ ซึ่งเป็นการเริ่มต้นกระบวนการเติมปูนจนได้น้ำหนักตามพิกัดกำหนด ถุงปูนที่บรรจุแล้วก็จะถูกสั่งปลดลงสายพานเพื่อจ่ายให้ลูกค้าต่อไป



รูปที่ 3.11 Guillotine Pneumatic Cylinders

3.2.2 ขั้นตอนการเติมปูนเข้าถุงบรรจุ

ขั้นตอนที่ 1

เมื่อถุงเปล่าถูกแขนจับถุงเข้าสู่งวงบรรจุแล้วเครื่องจะหมุนพาถุงผ่าน Limit Switch เติมปูน

ขั้นตอนที่ 2

เมื่อการ์ดควบคุมได้รับสัญญาณจาก Limit Switch เติมปูน แล้วก็จะส่งสัญญาณต่อไปยัง Solenoid valve ควบคุมการทำงานของ guillotine ทำหน้าที่เปิด-ปิด การไหลของปูน โดยใช้ pneumatics cylinder 2 ชุดที่มีระยะชักของกระบอกสูบไม่เท่ากันโดย แบบ Original จะมีระยะชักของกระบอกสูบบนเท่ากับ 100 มิลลิเมตร และระยะชักของกระบอกสูบล่างเท่ากับ 40 มิลลิเมตรและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบ Modify จะมีระยะชักของกระบอกสูบบนเท่ากับ 90 มิลลิเมตร และระยะชักของกระบอกสูบล่างเท่ากับ 50 มิลลิเมตร

ขั้นตอนที่ 3

เมื่อ guillotine ถูกสั่งเปิดในขั้นตอนแรกซึ่งเป็นการเติมหยาบ แกนของ pneumatics cylinder ทั้ง 2 ชุดจะยุบตัวลงสุด ส่งผลให้แกนของ guillotine ยุบตัวลงตามด้วย จึงทำให้เกิดช่องว่างที่ท่อทางออกของปูนซีเมนต์ถุง 100 % หลังจากนั้นตามระยะเวลาของพารามิเตอร์ 2d มอเตอร์ขับ turbine จะเริ่มทำงาน ปูนซีเมนต์จะไหลเข้าสู่ถุงบรรจุจนมีน้ำหนักตามพารามิเตอร์ 1b หรือประมาณ 85 % เทียบกับน้ำหนักที่ตั้งไว้ตามพารามิเตอร์ 1A หลังจากนั้นแขนของกระบอกสูบตัวล่างจะยกขึ้นจึงเป็นผลให้ช่องทางการไหลของปูนซีเมนต์ลดลง เป็นการสิ้นสุดขั้นตอนการเติมขั้นแรก (เติมหยาบ)

ขั้นตอนที่ 4

ขั้นตอนการเติมปูนขั้นตอนที่สอง (เติมละเอียด) หลังจาการเติมปูนในขั้นตอนแรกสิ้นสุดลงช่องทางการไหลของปูนซีเมนต์เข้าถุงลดลง นับได้ว่าเป็นการเข้าสู่กระบวนการเติมปูนในขั้นตอนที่สอง (เติมละเอียด) ปูนซีเมนต์จะไหลเข้าสู่ถุงบรรจุจนได้น้ำหนักที่ตั้งไว้ (น้ำหนักการเติมละเอียดไม่ควรเกิน 7 กิโลกรัม ถ้าปรับตั้งค่าในการเติมให้มากกว่านี้จะส่งผลให้การเติมปูนไม่ทัน จะเกิดการเติมปูนมากกว่า 1 รอบตามมา)

ขั้นตอนที่ 5

ขั้นตอนการปลดถุงซีเมนต์ เมื่อเครื่องบรรจุหมุนมาถึงจุดเหล็กตัด proximity switch ที่กำหนดระยะไว้ ในกรณีที่น้ำหนักได้ตามกำหนดจะมีสัญญาณไปยังชุดควบคุมและสั่งให้แกนของ Valve Reset หดสั้นเข้า และสัญญาณชุดเดียวกันก็จะไปสั่งให้ชุดควบคุม pneumatics cylinder ชุดเปิดฟันจับถุงให้ยื่นออกมาสัมผัสลูกกลิ้งของชุดจับถุงฟันที่อยู่ส่วนบน และชุดปลดถุงที่อยู่ส่วนล่างให้แกนยื่นออกมาสัมผัสลูกกลิ้งของชุดปลดถุงซึ่งติดตั้งอยู่ใต้อาน ชุดอานจะคว่ำและผลักถุงให้ตกลงยังสายพานยางหน้าเครื่อง เมื่อปลดถุงซีเมนต์แล้วโปรแกรมจะถูกตั้งค่าด้วยเหล็กตัด proximity switch ให้พร้อมทำงานใหม่อีกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกรณีที่น้ำหนักไม่ได้ตามกำหนด ถุงปูนก็จะค้างอยู่ที่งวงบรรจุและหมุนมาสัมผัสของแกน Limit Switch ตรวจสอบปูนมากกว่า 1 รอบ และจะมีสัญญาณไปควบคุมไม่ให้ชุดแขนจับถุงส่งถุงเข้างวงทำงาน ลูกปูนจะเข้าสู่การเติมปูนจนได้น้ำหนักที่กำหนดและปลดลงสายพานยางหน้าเครื่อง

ขั้นตอนที่ 6

ขั้นตอนการเริ่มต้นโปรแกรมใหม่ เมื่อปลดถุงปูนแล้วจะไม่มีส่วนใดถูก Limit Switch ตรวจสอบปูนค้างงวง โปรแกรมจะถูกตั้งค่าใหม่ด้วยเหล็กตัด proximity switch ให้พร้อมทำงานใหม่อีกครั้ง จอแสดงผลจะเริ่มต้นการทำงานใหม่ โดยให้มีน้ำหนักเป็น 0.00 กิโลกรัม และจะมีสัญญาณให้ชุดแขนจับถุงส่งถุงเข้างวงบรรจุอีกครั้ง

หมายเหตุ

- ค่าพารามิเตอร์ 1A เป็นค่าน้ำหนักสุทธิที่ต้องการ สามารถป้อนเข้าไปในโปรแกรมได้ตั้งแต่ 20.00 ถึง 50.00 กิโลกรัม
- ค่าพารามิเตอร์ 1b เป็นค่าในหน่วยเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักที่ต้องการ (ตามพารามิเตอร์ 1A) ที่จะส่งไปให้ guillotines เปิดลงเล็กน้อยเพื่อเข้าสู่ขั้นตอนการเติมละเอียด ค่า 1b นี้สามารถตั้งโปรแกรมได้ตั้งแต่ 00 ถึง 99 %
- ค่าพารามิเตอร์ 2d เป็นค่าพารามิเตอร์ที่บ่งบอกถึงระยะเวลาที่หน่วงให้มอเตอร์ขับ turbine ทำงานภายหลังจากที่ guillotines เปิด

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการศึกษาการควบคุมคุณภาพการผลิตครั้งนี้ ได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลการบรรจุปูนซีเมนต์ถุงจากปูน 2 ชนิด ในเดือนมกราคมและเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2560 โดยวิธีการสุ่มตัวตัวอย่างของปูนแต่ละชนิดมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ปูนซีเมนต์ชนิด A คือ ปูนบรรจุถุงขนาด 50 กิโลกรัม เหมาะสำหรับงานโครงสร้างอาคาร บ้านพักอาศัย เช่น ฐานราก เสา คาน พื้น เป็นต้น โดยจะทำการเก็บข้อมูลทุกๆ 1 ชั่วโมง จากเครื่องจักรที่ 1 และ 4 ซึ่งแต่ละเครื่องจักรจะมีงวงบรรจุทั้งหมด 8 งวง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 ตัวอย่างการเก็บข้อมูลสำหรับปูนซีเมนต์ชนิด A สำหรับเครื่องจักรที่ 1

วันที่	ลำดับถุง	ลำดับงวงบรรจุ							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	51.09	50.50	50.62	50.64	50.51	50.58	50.78	50.68
	2	50.88	50.55	50.63	50.48	50.56	50.60	50.38	50.73
	3	50.76	50.49	50.47	50.48	50.54	50.39	50.47	51.20
	4	50.57	50.56	50.45	50.58	50.57	50.50	50.49	50.26
	5	50.60	50.56	50.69	50.52	50.61	50.64	50.51	50.45
	6	49.98	50.59	50.65	50.50	50.54	50.57	50.37	50.47
	7	50.09	50.56	50.61	50.56	50.55	50.60	50.49	50.18
	8	50.12	50.59	50.64	50.65	50.48	50.51	50.62	50.45
	9	50.41	50.54	50.60	50.60	50.48	50.50	50.52	50.68
	10	50.64	50.61	50.52	50.62	50.53	50.49	50.27	50.77
	11	50.69	50.36	50.62	50.50	50.46	50.63	50.55	50.94
	12	50.54	50.52	50.48	50.48	50.35	50.48	50.42	50.75
	13	50.55	50.56	50.35	50.51	50.45	50.47	50.47	50.59
	14	50.69	50.46	50.41	50.57	50.66	50.55	50.49	50.39
	15	50.61	50.57	50.60	50.51	50.39	50.53	50.64	50.48
	16	50.55	50.59	50.56	50.58	50.69	50.51	50.56	50.56
	17	50.48	50.58	50.56	50.53	50.64	50.60	50.62	50.55
	18	50.57	50.71	50.48	50.57	50.65	50.51	50.49	50.60
	19	50.62	50.61	50.38	50.58	50.56	50.70	50.27	50.52
	20	50.55	50.52	50.52	50.49	50.56	50.60	50.14	50.59
	21	50.58	50.42	50.60	50.56	50.42	50.51	50.56	50.44
	22	50.53	50.47	50.59	50.56	50.49	50.56	50.51	50.37
	23	50.51	50.63	50.58	50.59	50.59	50.54	50.58	50.75
	24	50.60	50.62	50.56	50.46	50.57	50.57	50.43	50.66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 ตัวอย่างการเก็บข้อมูลสำหรับปูนซีเมนต์ชนิด A สำหรับเครื่องจักรที่ 4

วันที่	ลำดับถุง	ลำดับงวงบรรจุ							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	50.61	50.55	50.67	50.51	50.34	50.52	50.62	50.62
	2	50.69	50.57	50.47	50.77	50.30	50.44	50.41	50.52
	3	50.63	50.65	50.61	50.58	50.50	50.49	50.55	50.64
	4	50.43	50.54	50.70	50.47	50.56	50.57	50.65	50.56
	5	50.40	50.58	50.55	50.39	50.61	50.53	50.42	50.48
	6	50.39	50.54	50.46	50.49	50.55	50.67	50.47	50.60
	7	50.65	50.46	50.60	50.49	50.43	50.55	50.45	50.44
	8	50.61	50.62	50.42	50.48	50.55	50.64	50.51	50.54
	9	50.59	50.40	50.53	50.49	50.63	50.52	50.45	50.41
	10	50.54	50.44	50.61	50.69	50.44	50.34	50.51	50.37
	11	50.57	50.43	50.56	50.31	50.54	50.37	50.48	50.54
	12	50.44	50.43	50.37	50.31	50.59	50.49	50.43	50.64
	13	50.50	50.58	50.50	50.45	50.42	50.41	50.46	50.54
	14	50.65	50.61	50.48	50.39	50.73	50.34	50.47	50.46
	15	50.62	50.47	50.72	50.68	50.50	50.71	50.67	50.48
	16	50.58	50.62	50.58	50.66	50.43	50.58	50.57	50.53
	17	50.48	50.34	50.71	50.56	50.45	50.60	50.50	50.52
	18	50.52	50.39	50.63	50.61	50.43	50.61	50.58	50.43
	19	50.53	50.33	50.39	50.52	50.39	50.54	50.63	50.38
	20	50.63	50.43	50.76	50.53	50.52	50.47	50.41	50.62
	21	50.58	50.68	50.55	49.61	50.72	50.63	51.35	50.39
	22	50.37	50.20	50.34	50.68	50.54	50.37	51.13	50.47
	23	50.57	50.36	50.50	50.55	50.46	50.63	50.01	50.35
	24	50.52	50.45	50.62	51.07	50.52	50.54	50.97	50.42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ปูนซีเมนต์ชนิด B คือ ปูนบรรจุถุงขนาด 40 กิโลกรัม เหมาะสำหรับงานฉาบโดยเฉพาะ ใช้ฉาบได้ทั้งผนังอิฐมอญและอิฐบล็อก โดยจะทำเก็บข้อมูลทุกๆ 1 ชั่วโมง จากเครื่องจักรที่ 2 และ 3 ซึ่งแต่ละเครื่องจักรจะมีงวงบรรจุทั้งหมด 8 งวง เช่นกัน

ตารางที่ 3.3 ตัวอย่างการเก็บข้อมูลสำหรับปูนซีเมนต์ชนิด B สำหรับเครื่องจักรที่ 2

วันที่	ลำดับถุง	ลำดับงวงบรรจุ							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	39.71	40.43	40.38	40.51	40.39	40.53	39.74	40.34
	2	40.62	40.37	40.43	40.37	40.49	40.35	39.95	40.48
	3	39.50	40.35	40.38	40.40	40.42	40.43	40.15	40.62
	4	40.10	40.23	40.35	40.29	40.40	40.39	40.00	40.41
	5	39.66	40.21	40.29	40.36	40.18	40.27	40.16	40.37
	6	40.53	40.38	40.40	40.18	40.37	40.36	40.16	40.53
	7	39.67	40.42	40.15	40.46	40.59	40.52	40.48	40.43
	8	39.99	40.09	40.33	40.39	40.33	40.19	40.25	40.44
	9	39.41	40.29	40.38	40.41	40.31	40.38	40.20	40.25
	10	39.71	40.40	40.40	40.28	40.62	40.45	40.34	40.41
	11	39.77	40.35	40.37	40.43	40.36	40.29	40.51	40.47
	12	39.56	40.33	40.41	40.59	40.42	40.33	40.14	40.50
	13	39.87	40.31	40.49	40.36	40.38	40.43	40.34	40.39
	14	40.00	40.20	40.38	40.12	40.34	40.38	40.18	40.45
	15	40.29	40.35	40.41	40.39	40.42	40.22	40.40	40.27
	16	39.79	40.24	40.24	40.42	40.29	40.39	40.29	40.31
	17	40.12	40.19	41.01	40.43	40.40	40.25	40.42	40.37
	18	39.95	40.29	40.38	40.40	40.57	40.40	40.40	40.36
	19	39.90	40.40	40.28	40.42	41.03	40.48	40.32	40.21
	20	40.21	40.34	40.51	40.36	40.78	40.44	40.24	40.19
	21	40.10	40.17	40.41	40.51	40.35	40.39	40.19	40.33
	22	39.84	40.31	40.36	40.34	40.41	40.41	39.92	40.43
	23	40.02	40.41	40.63	40.28	40.19	40.46	40.23	40.39
	24	40.17	40.33	40.42	40.47	40.27	40.33	40.37	40.55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.4 ตัวอย่างการเก็บข้อมูลสำหรับปูนซีเมนต์ชนิด B สำหรับเครื่องจักรที่ 3

วันที่	ลำดับถุง	ลำดับงวงบรรจุ							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	40.74	40.67	40.27	40.55	40.67	40.50	40.37	40.16
	2	40.91	40.80	40.30	40.64	40.36	40.79	40.84	40.33
	3	40.80	40.74	40.52	40.21	40.59	40.12	40.55	40.67
	4	40.96	40.66	40.09	40.77	40.34	40.53	40.50	40.19
	5	40.34	40.76	40.33	40.64	40.21	40.22	40.43	40.50
	6	40.48	40.62	40.55	40.70	40.13	40.51	41.08	40.65
	7	40.19	40.41	40.48	40.68	40.22	40.53	40.57	40.60
	8	40.32	40.12	40.27	40.44	40.34	40.43	40.76	40.26
	9	40.47	40.42	40.65	40.70	40.49	40.30	40.93	40.30
	10	40.30	40.45	40.35	40.50	40.39	40.51	41.04	40.67
	11	40.13	40.50	40.56	40.74	40.34	40.48	40.85	40.81
	12	40.32	40.34	40.71	40.55	40.40	40.37	40.94	40.38
	13	40.31	39.92	40.67	40.69	40.37	40.55	40.74	40.87
	14	40.64	40.20	40.49	40.17	40.28	40.39	40.54	40.85
	15	40.79	39.89	40.04	40.46	40.38	40.66	40.99	40.79
	16	40.07	40.62	40.11	40.45	40.17	40.50	40.89	40.80
	17	40.08	40.51	40.16	40.29	40.41	40.81	40.87	40.96
	18	40.34	40.48	40.18	40.13	40.40	40.49	41.02	40.80
	19	40.64	40.16	40.25	40.14	40.55	40.39	40.37	41.01
	20	40.49	40.02	40.05	40.07	40.31	40.53	40.12	40.08
	21	40.23	39.99	40.15	40.20	40.29	40.47	40.23	40.12
	22	40.19	40.18	40.23	40.22	40.08	40.51	40.36	40.27
	23	40.45	40.37	40.35	40.27	40.34	40.23	40.21	40.33
	24	40.51	40.12	40.31	40.44	40.46	40.49	40.25	40.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล

1. นำข้อมูลที่ได้จากกระบวนการผลิตมาทำการทดสอบการแจกแจงแบบปกติโดยใช้การทดสอบการแจกแจงของ Anderson-Darling

- กรณีที่ข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ นำข้อมูลนั้นไปใช้ในการวิเคราะห์ขั้นตอนถัดไป

- กรณีที่ข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบปกติ ทำการแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงแบบปกติแล้วนำไปวิเคราะห์ในขั้นตอนถัดไป

2. สร้างแผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยว (X-chart) และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ (MR-chart) โดยอธิบายลักษณะของจุดในแผนภูมิ ตลอดจนหาค่าดัชนีวัดสมรรถนะกระบวนการผลิต (C_{Pk}) และร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด

3. สรุปผลการวิเคราะห์โดยการอธิบายผลจากแผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยว แผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ ค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{Pk}) และร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้รวบรวมมา จะนำมาวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพของกระบวนการบรรจุปูนซีเมนต์ โดยใช้การทดสอบการแจกแจงแบบปกติ แผนภูมิควบคุมคุณภาพสำหรับตัวอย่างเดี่ยว (X-chart) แผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ (MR-chart) ดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{Pk}) และร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์จากกระบวนการผลิตมีทั้งหมด 4 เครื่องจักร โดยมีรายละเอียดของข้อมูลดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.1 ลักษณะการเก็บข้อมูล

การผลิต	จุดตรวจสอบ	ลักษณะการเก็บข้อมูล
ปูนซีเมนต์ชนิด A	เครื่องจักรที่ 1	เก็บทุก 1 ชั่วโมง วันละ 24 ครั้ง
	เครื่องจักรที่ 4	
ปูนซีเมนต์ชนิด B	เครื่องจักรที่ 2	
	เครื่องจักรที่ 3	

หมายเหตุ เครื่องจักร 1 เครื่องจะมีวงบรรจุทั้งหมด 8 วง

จากตารางที่ 4.1 จะเห็นว่าในการผลิตปูนซีเมนต์ชนิด A จะทำการตรวจสอบจากเครื่องจักรที่ 1 และ 4 และในการผลิตปูนซีเมนต์ชนิด B จะทำการตรวจสอบจากเครื่องจักรที่ 2 และ 3 โดยที่ปูนซีเมนต์แต่ละชนิดจะทำการตรวจสอบทุกๆ 1 ชั่วโมง ดังนั้นข้อมูลส่วนนี้จึงทำการสร้างแผนภูมิควบคุมโดยใช้ข้อมูลในแต่ละวันของเดือนมกราคมและกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2560 จึงได้แผนภูมิควบคุมในลักษณะรายวัน

หลังจากที่ทำการวิเคราะห์ข้อมูลในเดือนมกราคมและเดือนกุมภาพันธ์ พบว่าผลลัพธ์ของค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{Pk}) ในกรณีที่ข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบปกติและทำการแปลงข้อมูลด้วยวิธีของ Johnson ให้ผลลัพธ์ของค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{Pk}) แตกต่างจากข้อมูลที่ไม่แปลงข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{Pk}) ปูนซีเมนต์ชนิด A เครื่องจักรที่ 1 เดือนมกราคม

วันที่	ลำดับงวงบรรจุ						
	1		2		...	8	
	ไม่แปลงข้อมูล	แปลงข้อมูล	ไม่แปลงข้อมูล	แปลงข้อมูล		ไม่แปลงข้อมูล	แปลงข้อมูล
1	2.11	1.02	3.43	-		1.28	-
2	2.03	0.73	2.11	-		0.83	1.02
3	1.65	0.90	1.33	-		0.37	0.56
4	1.57	-	2.99	-		0.97	-
5	1.65	-	2.69	-		0.79	-
: .							
31	2.71	1.08	2.51	-		1.32	0.81

หมายเหตุ – คือ ไม่ต้องทำการแปลงข้อมูลเนื่องจากข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ

จากตารางที่ 4.2 จะเห็นได้ว่า ในวันที่ 1 มกราคม พ.ศ.2560 เมื่อทำการทดสอบการแจกแจงแบบปกติ ข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งได้ผลลัพธ์ของค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต(C_{Pk}) เท่ากับ 2.11 แต่เมื่อทำการแปลงข้อมูลด้วยวิธีของ Box-Cox พบว่าข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบปกติจึงแปลงข้อมูลด้วยวิธีของ Johnson ได้ผลลัพธ์ของค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{Pk}) เท่ากับ 1.02

ซึ่งการแปลงข้อมูลด้วยวิธีของ Johnson แม้ว่าจะให้ผลการวิเคราะห์ที่ดีขึ้น คือข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ แต่ก่อให้เกิดความซับซ้อนในการวิเคราะห์และอธิบายเป็นอย่างมาก ปัญหาที่เกิดขึ้นคือข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติต้องใช้โปรแกรมทางสถิติในการคำนวณ และผลลัพธ์ที่อ่านได้จากกราฟอยู่ในลักษณะที่ถูกแปลงค่า บุคลากรที่ไม่มีความชำนาญในการวิเคราะห์อาจเกิดความสับสนได้ง่าย โดยเฉพาะค่า C_{Pk} ที่ได้จากการแปลงข้อมูลแตกต่างจากกรณีที่ข้อมูลไม่มีการแปลงข้อมูลอาจส่งผลให้การตีความหมายสมรรถนะของกระบวนการผลิตไม่ตรงกับความเป็นจริง เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาดังกล่าว ในการศึกษาครั้งนี้จึงได้นำเสนอการคำนวณตามปกติโดยไม่ต้องทำการแปลงข้อมูล

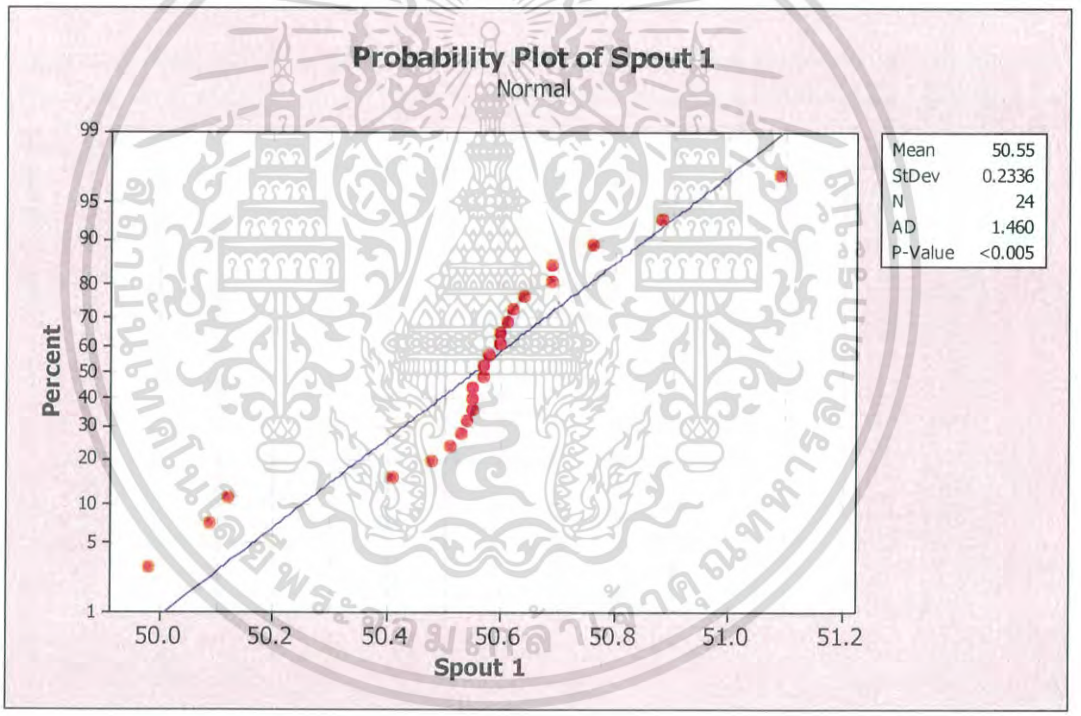
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของข้อมูล

จากลักษณะการเก็บรวบรวมข้อมูลในลักษณะรายวันของเดือนมกราคมและกุมภาพันธ์ โดยที่แต่ละเครื่องจักรมีงวงบรรจุทั้งหมด 8 งวง สามารถนำมาสร้างเป็นแผนภูมิควบคุม เดือนมกราคม พ.ศ.2560 จำนวน 31 แผนภูมิ และเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2560 จำนวน 28 แผนภูมิ รวมเป็น 59 แผนภูมิ และในการสร้างแผนภูมิควบคุมจำเป็นต้องทดสอบการแจกแจงแบบปกติของข้อมูลก่อน เมื่อนำข้อมูลทั้ง 4 เครื่องจักรที่ใช้ในการวิเคราะห์ครั้งนี้มาทดสอบการแจกแจงแบบปกติของข้อมูล โดยใช้วิธีของ Anderson – Darling Test ได้ผลการทดสอบดังนี้

4.1.1 ผลการทดสอบของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 1

ในที่นี้จะขอนำเสนอข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 1 งวงบรรจุที่ 1 ในวันที่ 1 มกราคม 2560 ดังรูป



รูปที่ 4.1 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของงวงบรรจุที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 1 ในวันที่ 1 มกราคม 2560

จากรูปที่ 4.1 จะเห็นว่าข้อมูลส่วนใหญ่จะไม่อยู่รอบๆ เส้นตรงและจากทดสอบโดยใช้ Anderson – Darling Test จะได้ค่า AD = 1.460 และ p-value <0.005 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 แสดงว่าข้อมูลของงวงบรรจุที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 1 ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 1 งวงบรรจุที่ 1 ของเดือนมกราคม 2560 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2560 ได้ผลดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของน้ำหนักปูนซีเมนต์ชนิด A งวงบรรจุที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 1 เดือนมกราคม 2560

วัน/เดือน/ปี	ค่า AD	p-value	การสรุปผล
1 ม.ค. 60	1.460	<0.005	ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ
2 ม.ค. 60	1.006	0.010	ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ
3 ม.ค. 60	0.893	0.019	ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ
4 ม.ค. 60	0.665	0.072	มีการแจกแจงแบบปกติ
5 ม.ค. 60	0.608	0.101	มีการแจกแจงแบบปกติ
6 ม.ค. 60	0.885	0.020	ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ
7 ม.ค. 60	1.426	<0.005	ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ
8 ม.ค. 60	1.959	<0.005	ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ
9 ม.ค. 60	0.647	0.08	มีการแจกแจงแบบปกติ
10 ม.ค. 60	3.000	<0.005	ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ
11 ม.ค. 60	2.828	<0.005	ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ
12 ม.ค. 60	1.117	0.005	ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ
13 ม.ค. 60	0.397	0.343	มีการแจกแจงแบบปกติ
14 ม.ค. 60	0.283	0.602	มีการแจกแจงแบบปกติ
15 ม.ค. 60	0.189	0.891	มีการแจกแจงแบบปกติ
16 ม.ค. 60	0.333	0.485	มีการแจกแจงแบบปกติ
17 ม.ค. 60	0.854	0.024	ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ
18 ม.ค. 60	5.096	<0.005	ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ
19 ม.ค. 60	6.642	0.083	มีการแจกแจงแบบปกติ
20 ม.ค. 60	2.438	<0.005	ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ
21 ม.ค. 60	2.481	<0.005	ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ
22 ม.ค. 60	0.778	0.037	ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ
23 ม.ค. 60	0.305	0.541	มีการแจกแจงแบบปกติ
24 ม.ค. 60	0.219	0.817	มีการแจกแจงแบบปกติ
25 ม.ค. 60	0.599	0.107	มีการแจกแจงแบบปกติ
26 ม.ค. 60	1.334	<0.005	ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ
27 ม.ค. 60	2.360	<0.005	ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ
28 ม.ค. 60	1.364	<0.005	ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ
29 ม.ค. 60	0.790	0.035	ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ
30 ม.ค. 60	1.119	0.005	ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ
31 ม.ค. 60	1.124	<0.005	ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ

*ใช้ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของน้ำหนักปูนซีเมนต์ชนิด A งวงบรรจุที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 1 เดือนกุมภาพันธ์ 2560

วัน/เดือน/ปี	ค่า AD	p-value	การสรุปผล
1 ก.พ. 60	0.381	0.374	มีการแจกแจงแบบปกติ
2 ก.พ. 60	0.299	0.556	มีการแจกแจงแบบปกติ
3 ก.พ. 60	0.863	0.023	ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ
4 ก.พ. 60	0.477	0.216	มีการแจกแจงแบบปกติ
5 ก.พ. 60	0.232	0.777	มีการแจกแจงแบบปกติ
6 ก.พ. 60	0.909	0.017	ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ
7 ก.พ. 60	0.303	0.546	มีการแจกแจงแบบปกติ
8 ก.พ. 60	0.459	0.239	มีการแจกแจงแบบปกติ
9 ก.พ. 60	0.275	0.631	มีการแจกแจงแบบปกติ
10 ก.พ. 60	0.476	0.217	มีการแจกแจงแบบปกติ
11 ก.พ. 60	3.464	<0.005	ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ
12 ก.พ. 60	1.824	<0.005	ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ
13 ก.พ. 60	0.702	0.058	มีการแจกแจงแบบปกติ
14 ก.พ. 60	2.829	<0.005	ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ
15 ก.พ. 60	0.531	0.157	มีการแจกแจงแบบปกติ
16 ก.พ. 60	0.641	0.063	มีการแจกแจงแบบปกติ
17 ก.พ. 60	1.987	<0.005	ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ
18 ก.พ. 60	0.161	0.928	มีการแจกแจงแบบปกติ
19 ก.พ. 60	0.288	<0.005	ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ
20 ก.พ. 60	0.613	0.098	มีการแจกแจงแบบปกติ
21 ก.พ. 60	0.545	0.144	มีการแจกแจงแบบปกติ
22 ก.พ. 60	0.641	0.083	มีการแจกแจงแบบปกติ
23 ก.พ. 60	0.307	0.538	มีการแจกแจงแบบปกติ
24 ก.พ. 60	0.761	0.041	ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ
25 ก.พ. 60	0.321	0.512	มีการแจกแจงแบบปกติ
26 ก.พ. 60	0.785	0.036	ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ
27 ก.พ. 60	0.440	0.268	มีการแจกแจงแบบปกติ
28 ก.พ. 60	0.288	0.569	มีการแจกแจงแบบปกติ

* ใช้ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยงวงบรรจุอีกทั้ง 7 งวง จะทำการวิเคราะห์ในรูปแบบเดียวกัน และสามารถสรุปผลการวิเคราะห์การทดสอบการแจกแจงแบบปกติของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 1 ดังนี้

ตารางที่ 4.5 จำนวนและร้อยละของการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของข้อมูลเครื่องจักรที่ 1

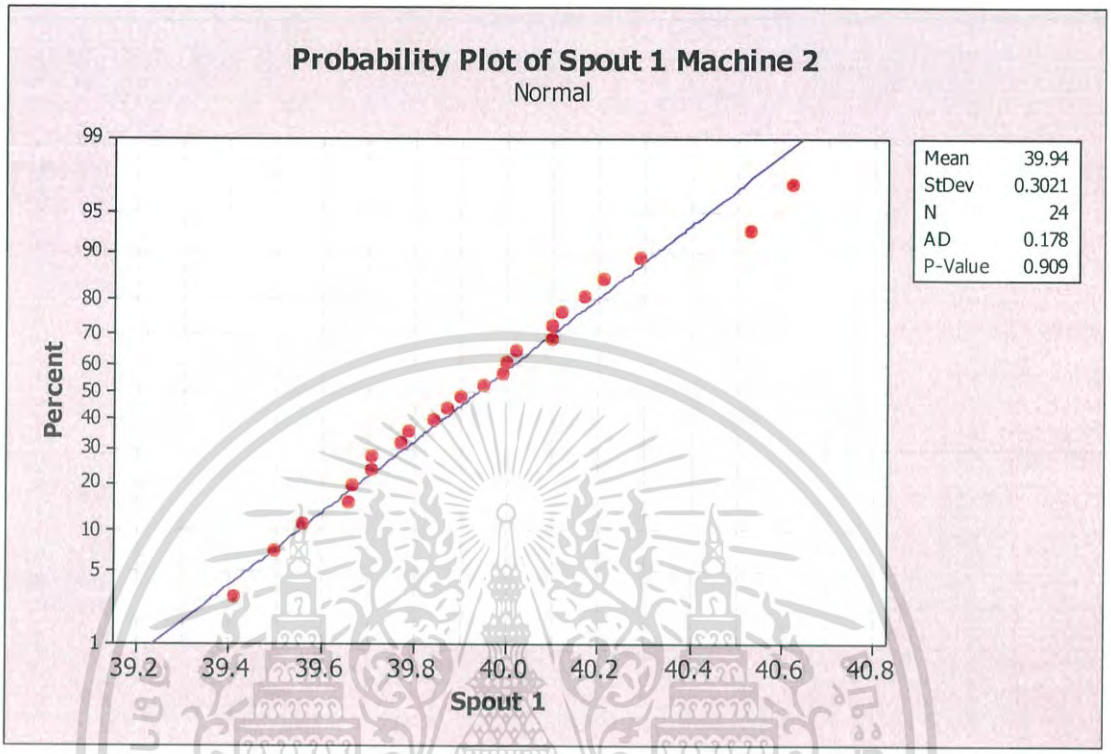
งวงบรรจุที่	ข้อมูลทั้งหมด (ชุด)	ข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ		ข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบปกติ	
		จำนวนข้อมูล (ชุด)	ร้อยละข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ	จำนวนข้อมูล (ชุด)	ร้อยละข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบปกติ
1	59	30	50.85	29	49.15
2	59	56	94.92	3	5.08
3	59	57	96.61	2	3.39
4	59	55	93.22	4	6.78
5	59	53	89.83	6	10.17
6	59	54	91.53	5	8.47
7	59	55	93.22	4	6.78
8	59	27	45.76	32	54.24

จากตารางที่ 4.5 จำนวนและร้อยละของการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของข้อมูลในเครื่องจักรที่ 1 ทั้งหมด 8 งวง พบว่าในงวงบรรจุที่ 2 ถึง 7 ข้อมูลส่วนใหญ่ประมาณร้อยละ 90 มีการแจกแจงแบบปกติ และมีเพียงงวงบรรจุที่ 1 และ 8 ที่ข้อมูลประมาณร้อยละ 50 มีการแจกแจงแบบปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 ผลการทดสอบของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 2

ในที่นี้จะขอนำเสนอข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 2 งวงบรรจุที่ 1 ในวันที่ 1 มกราคม 2560 ดังรูป



รูปที่ 4.2 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของงวงบรรจุที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 2 ในวันที่ 1 มกราคม พ.ศ.2560

จากรูปที่ 4.2 จะเห็นว่าข้อมูลส่วนใหญ่จะอยู่รอบๆ เส้นตรงและจากทดสอบโดยใช้ Anderson – Darling Test จะได้ค่า AD = 0.178 และ p-value = 0.909 ซึ่งมากกว่า 0.05 แสดงว่าข้อมูลของงวงบรรจุที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 2 มีการแจกแจงแบบปกติ

จากการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 2 งวงบรรจุที่ 1 ของเดือนมกราคม 2560 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2560 ได้ผลดังตารางต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของน้ำหนักปูนซีเมนต์ชนิด B งวงบรรจุที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 2 เดือนมกราคม 2560

วัน/เดือน/ปี	ค่า AD	p-value	การสรุปผล
1 ม.ค. 60	0.178	0.909	มีการแจกแจงแบบปกติ
2 ม.ค. 60	0.223	0.804	มีการแจกแจงแบบปกติ
3 ม.ค. 60	0.832	0.027	ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ
4 ม.ค. 60	0.506	0.183	มีการแจกแจงแบบปกติ
5 ม.ค. 60	0.230	0.783	มีการแจกแจงแบบปกติ
6 ม.ค. 60	0.213	0.835	มีการแจกแจงแบบปกติ
7 ม.ค. 60	0.193	0.885	มีการแจกแจงแบบปกติ
8 ม.ค. 60	0.135	0.974	มีการแจกแจงแบบปกติ
9 ม.ค. 60	0.164	0.934	มีการแจกแจงแบบปกติ
10 ม.ค. 60	0.278	0.619	มีการแจกแจงแบบปกติ
11 ม.ค. 60	0.222	0.808	มีการแจกแจงแบบปกติ
12 ม.ค. 60	3.233	<0.005	ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ
13 ม.ค. 60	0.643	0.082	มีการแจกแจงแบบปกติ
14 ม.ค. 60	4.153	<0.005	ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ
15 ม.ค. 60	0.464	0.234	มีการแจกแจงแบบปกติ
16 ม.ค. 60	5.211	<0.005	ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ
17 ม.ค. 60	0.293	0.572	มีการแจกแจงแบบปกติ
18 ม.ค. 60	1.573	<0.005	ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ
19 ม.ค. 60	0.134	0.976	มีการแจกแจงแบบปกติ
20 ม.ค. 60	2.368	<0.005	ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ
21 ม.ค. 60	0.268	0.652	มีการแจกแจงแบบปกติ
22 ม.ค. 60	0.911	0.017	ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ
23 ม.ค. 60	0.893	0.019	ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ
24 ม.ค. 60	0.484	0.208	มีการแจกแจงแบบปกติ
25 ม.ค. 60	0.250	0.716	มีการแจกแจงแบบปกติ
26 ม.ค. 60	0.761	0.041	ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ
27 ม.ค. 60	0.760	0.041	ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ
28 ม.ค. 60	0.268	0.655	มีการแจกแจงแบบปกติ
29 ม.ค. 60	0.547	0.143	มีการแจกแจงแบบปกติ
30 ม.ค. 60	0.359	0.421	มีการแจกแจงแบบปกติ
31 ม.ค. 60	0.875	0.021	ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ

*ใช้ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของน้ำหนักปูนซีเมนต์ชนิด B งวงบรรจุที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 2 เดือนกุมภาพันธ์ 2560

วัน/เดือน/ปี	ค่า AD	p-value	การสรุปผล
1 ก.พ. 60	0.693	0.061	มีการแจกแจงแบบปกติ
2 ก.พ. 60	0.577	0.119	มีการแจกแจงแบบปกติ
3 ก.พ. 60	0.248	0.722	มีการแจกแจงแบบปกติ
4 ก.พ. 60	0.416	0.308	มีการแจกแจงแบบปกติ
5 ก.พ. 60	0.726	0.051	มีการแจกแจงแบบปกติ
6 ก.พ. 60	0.978	0.011	ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ
7 ก.พ. 60	0.175	0.914	มีการแจกแจงแบบปกติ
8 ก.พ. 60	0.488	0.203	มีการแจกแจงแบบปกติ
9 ก.พ. 60	0.271	0.644	มีการแจกแจงแบบปกติ
10 ก.พ. 60	0.339	0.471	มีการแจกแจงแบบปกติ
11 ก.พ. 60	0.439	0.270	มีการแจกแจงแบบปกติ
12 ก.พ. 60	0.538	0.151	มีการแจกแจงแบบปกติ
13 ก.พ. 60	0.643	0.082	มีการแจกแจงแบบปกติ
14 ก.พ. 60	0.207	0.850	มีการแจกแจงแบบปกติ
15 ก.พ. 60	0.470	0.225	มีการแจกแจงแบบปกติ
16 ก.พ. 60	0.535	0.154	มีการแจกแจงแบบปกติ
17 ก.พ. 60	3.470	<0.005	ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ
18 ก.พ. 60	0.534	0.154	มีการแจกแจงแบบปกติ
19 ก.พ. 60	0.136	0.937	มีการแจกแจงแบบปกติ
20 ก.พ. 60	1.326	<0.005	ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ
21 ก.พ. 60	0.368	0.401	มีการแจกแจงแบบปกติ
22 ก.พ. 60	0.445	0.261	มีการแจกแจงแบบปกติ
23 ก.พ. 60	0.268	0.653	มีการแจกแจงแบบปกติ
24 ก.พ. 60	0.748	0.044	ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ
25 ก.พ. 60	1.762	<0.005	ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ
26 ก.พ. 60	1.075	0.006	ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ
27 ก.พ. 60	1.781	<0.005	ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ
28 ก.พ. 60	1.805	<0.005	ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ

*ใช้ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยงวงบรรจุอีกทั้ง 7 งวง จะทำการวิเคราะห์ในรูปแบบเดียวกัน และสามารถสรุปผลการวิเคราะห์การทดสอบการแจกแจงแบบปกติของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 2 ดังนี้

ตารางที่ 4.8 จำนวนและร้อยละของการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของข้อมูลเครื่องจักรที่ 2

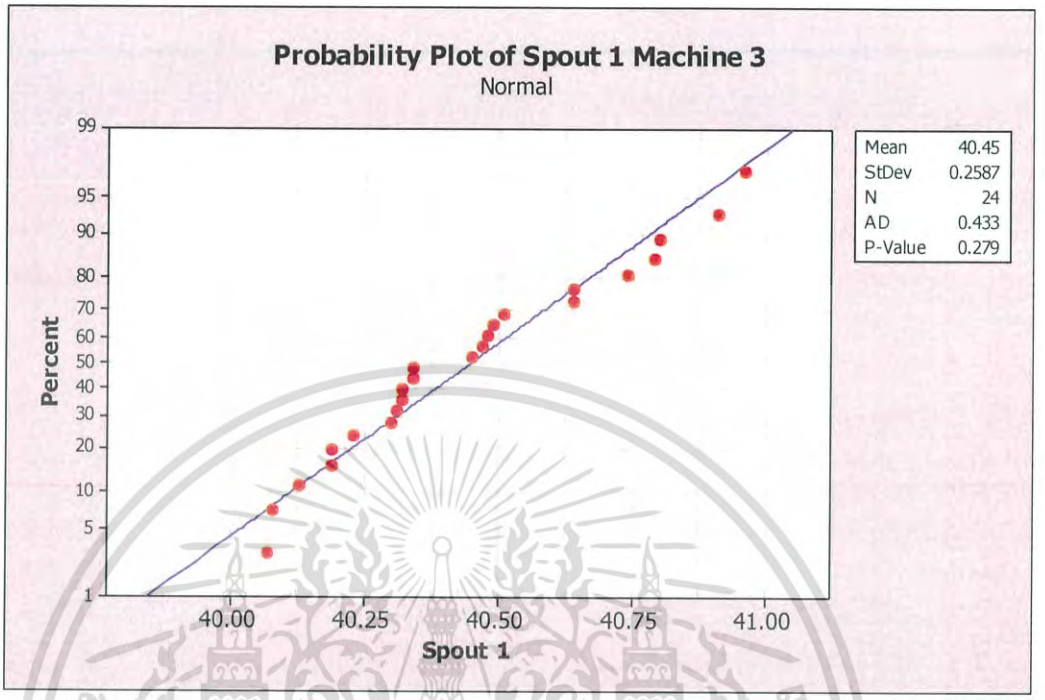
งวงบรรจุที่	ข้อมูลทั้งหมด (ชุด)	ข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ		ข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบปกติ	
		จำนวนข้อมูล (ชุด)	ร้อยละข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ	จำนวนข้อมูล (ชุด)	ร้อยละข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบปกติ
1	59	40	67.80	19	32.20
2	59	52	88.14	7	11.86
3	59	11	18.64	48	81.36
4	59	44	74.58	15	25.42
5	59	10	16.95	49	83.05
6	59	47	79.66	12	20.34
7	59	33	55.93	26	44.07
8	59	52	88.14	7	11.86

จากตารางที่ 4.8 จำนวนและร้อยละของการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของข้อมูลในเครื่องจักรที่ 2 ทั้งหมด 8 งวง พบว่าในงวงบรรจุที่ 1, 2, 4, 6, 7 และ 8 ข้อมูลส่วนใหญ่ประมาณร้อยละ 60 ขึ้นไปมีการแจกแจงแบบปกติ และมีเพียงงวงบรรจุที่ 3 และ 5 ที่ข้อมูลประมาณร้อยละ 20 มีการแจกแจงแบบปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 ผลการทดสอบของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 3

ในที่นี้จะขอนำเสนอข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 3 งวงบรรจุที่ 1 ในวันที่ 1 มกราคม 2560 ดังรูป



รูปที่ 4.3 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของงวงบรรจุที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 3 ในวันที่ 1 มกราคม พ.ศ.2560

จากรูปที่ 4.3 จะเห็นว่าข้อมูลส่วนใหญ่จะอยู่รอบๆ เส้นตรงและจากทดสอบโดยใช้ Anderson – Darling Test จะได้ค่า AD = 0.433 และ p-value = 0.279 ซึ่งมากกว่า 0.05 แสดงว่าข้อมูลของงวงบรรจุที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 3 มีการแจกแจงแบบปกติ

จากการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 3 งวงบรรจุที่ 1 ของเดือนมกราคม 2560 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2560 ได้ผลดังตารางต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของน้ำหนักปูนซีเมนต์ชนิด B งวงบรรจุที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 3 เดือนมกราคม 2560

วัน/เดือน/ปี	ค่า AD	p-value	การสรุปผล
1 ม.ค. 60	0.433	0.279	มีการแจกแจงแบบปกติ
2 ม.ค. 60	0.563	0.129	มีการแจกแจงแบบปกติ
3 ม.ค. 60	0.650	0.079	มีการแจกแจงแบบปกติ
4 ม.ค. 60	0.689	0.063	มีการแจกแจงแบบปกติ
5 ม.ค. 60	0.348	0.447	มีการแจกแจงแบบปกติ
6 ม.ค. 60	0.217	0.824	มีการแจกแจงแบบปกติ
7 ม.ค. 60	0.675	0.068	มีการแจกแจงแบบปกติ
8 ม.ค. 60	0.634	0.087	มีการแจกแจงแบบปกติ
9 ม.ค. 60	0.361	0.418	มีการแจกแจงแบบปกติ
10 ม.ค. 60	0.335	0.480	มีการแจกแจงแบบปกติ
11 ม.ค. 60	0.300	0.554	มีการแจกแจงแบบปกติ
12 ม.ค. 60	2.965	<0.005	ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ
13 ม.ค. 60	1.605	<0.005	ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ
14 ม.ค. 60	1.254	<0.005	ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ
15 ม.ค. 60	1.526	<0.005	ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ
16 ม.ค. 60	1.734	<0.005	ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ
17 ม.ค. 60	1.737	<0.005	ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ
18 ม.ค. 60	0.878	0.021	ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ
19 ม.ค. 60	2.374	<0.005	ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ
20 ม.ค. 60	0.881	0.020	ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ
21 ม.ค. 60	0.932	0.015	ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ
22 ม.ค. 60	0.239	0.754	มีการแจกแจงแบบปกติ
23 ม.ค. 60	0.526	0.162	มีการแจกแจงแบบปกติ
24 ม.ค. 60	0.426	0.291	มีการแจกแจงแบบปกติ
25 ม.ค. 60	0.598	0.107	มีการแจกแจงแบบปกติ
26 ม.ค. 60	0.817	0.030	ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ
27 ม.ค. 60	0.702	0.058	มีการแจกแจงแบบปกติ
28 ม.ค. 60	0.355	0.430	มีการแจกแจงแบบปกติ
29 ม.ค. 60	0.26	0.680	มีการแจกแจงแบบปกติ
30 ม.ค. 60	0.462	0.236	มีการแจกแจงแบบปกติ
31 ม.ค. 60	0.420	0.300	มีการแจกแจงแบบปกติ

*ใช้ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.10 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของน้ำหนักปูนซีเมนต์ชนิด B งวงบรรจุที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 3 เดือนกุมภาพันธ์ 2560

วัน/เดือน/ปี	ค่า AD	p-value	การสรุปผล
1 ก.พ. 60	0.517	0.170	มีการแจกแจงแบบปกติ
2 ก.พ. 60	0.640	0.084	มีการแจกแจงแบบปกติ
3 ก.พ. 60	0.351	0.441	มีการแจกแจงแบบปกติ
4 ก.พ. 60	0.402	0.332	มีการแจกแจงแบบปกติ
5 ก.พ. 60	0.654	0.077	มีการแจกแจงแบบปกติ
6 ก.พ. 60	0.193	0.885	มีการแจกแจงแบบปกติ
7 ก.พ. 60	0.403	0.330	มีการแจกแจงแบบปกติ
8 ก.พ. 60	0.266	0.659	มีการแจกแจงแบบปกติ
9 ก.พ. 60	0.416	0.308	มีการแจกแจงแบบปกติ
10 ก.พ. 60	0.409	0.320	มีการแจกแจงแบบปกติ
11 ก.พ. 60	1.029	0.008	ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ
12 ก.พ. 60	0.230	0.781	มีการแจกแจงแบบปกติ
13 ก.พ. 60	0.294	0.520	มีการแจกแจงแบบปกติ
14 ก.พ. 60	0.562	0.131	มีการแจกแจงแบบปกติ
15 ก.พ. 60	3.598	<0.005	ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ
16 ก.พ. 60	3.396	<0.005	ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ
17 ก.พ. 60	1.028	0.009	ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ
18 ก.พ. 60	0.307	0.537	มีการแจกแจงแบบปกติ
19 ก.พ. 60	0.935	0.015	ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ
20 ก.พ. 60	1.729	<0.005	ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ
21 ก.พ. 60	0.487	0.204	มีการแจกแจงแบบปกติ
22 ก.พ. 60	0.671	0.070	มีการแจกแจงแบบปกติ
23 ก.พ. 60	1.267	<0.005	ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ
24 ก.พ. 60	0.225	0.799	มีการแจกแจงแบบปกติ
25 ก.พ. 60	0.241	0.746	มีการแจกแจงแบบปกติ
26 ก.พ. 60	0.480	0.213	มีการแจกแจงแบบปกติ
27 ก.พ. 60	0.714	0.054	มีการแจกแจงแบบปกติ
28 ก.พ. 60	0.334	0.484	มีการแจกแจงแบบปกติ

*ใช้ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยงวงบรรจุอีกทั้ง 7 งวง จะทำการวิเคราะห์ในรูปแบบเดียวกัน และสามารถสรุปผลการวิเคราะห์การทดสอบการแจกแจงแบบปกติของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 3 ดังนี้

ตารางที่ 4.11 จำนวนและร้อยละของการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของข้อมูลเครื่องจักรที่ 3

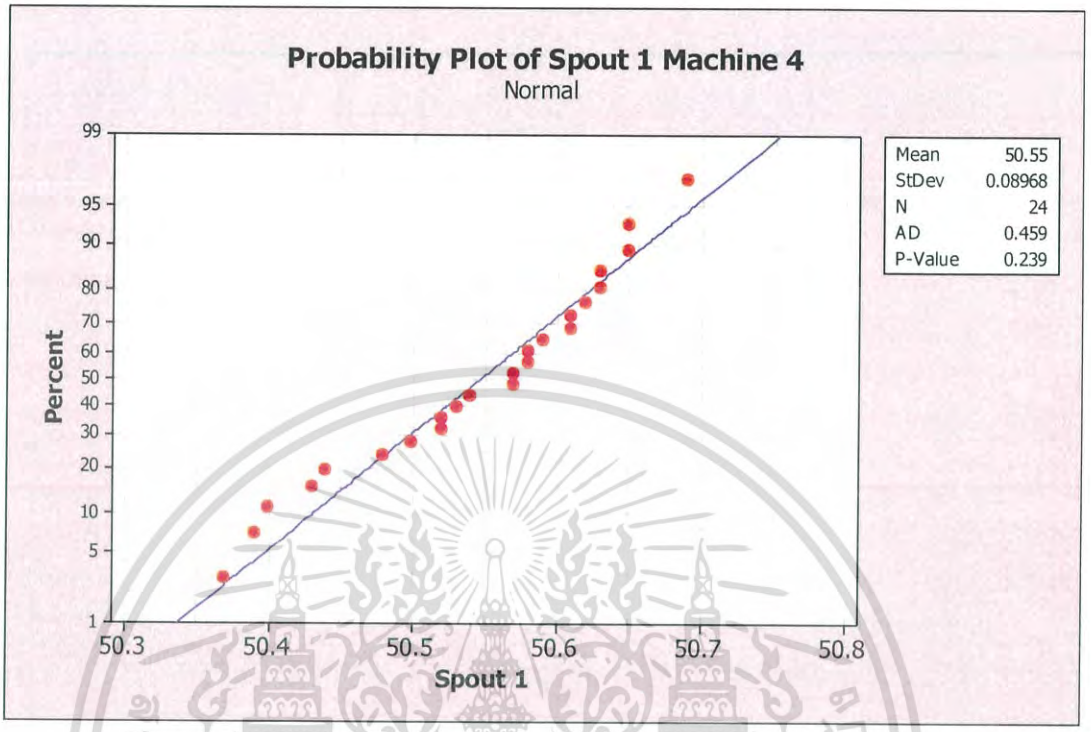
งวงบรรจุที่	ข้อมูลทั้งหมด (ชุด)	ข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ		ข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบปกติ	
		จำนวนข้อมูล (ชุด)	ร้อยละข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ	จำนวนข้อมูล (ชุด)	ร้อยละข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบปกติ
1	59	41	69.49	18	30.51
2	59	42	71.19	17	28.81
3	59	53	89.83	6	10.17
4	59	5	8.47	54	91.53
5	59	56	94.92	3	5.08
6	59	37	62.71	22	37.29
7	59	30	50.85	29	49.15
8	59	36	61.02	23	38.98

จากตารางที่ 4.11 จำนวนและร้อยละของการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของข้อมูลในเครื่องจักรที่ 3 ทั้งหมด 8 งวง พบว่าในงวงบรรจุที่ 1, 2, 3 และ 5 ข้อมูลส่วนใหญ่ประมาณร้อยละ 70 ขึ้นไปมีการแจกแจงแบบปกติ งวงบรรจุที่ 6 ถึง 8 ข้อมูลประมาณร้อยละ 50 ขึ้นไปมีการแจกแจงแบบปกติและมีเพียงงวงบรรจุที่ 4 ที่ข้อมูลประมาณร้อยละ 10 มีการแจกแจงแบบปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.4 ผลการทดสอบของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 4

ในที่นี้จะขอนำเสนอข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 4 งวงบรรจุที่ 1 ในวันที่ 1 มกราคม 2560 ดังรูป



รูปที่ 4.4 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของงวงบรรจุที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 4 ในวันที่ 1 มกราคม พ.ศ.2560

จากรูปที่ 4.4 จะเห็นว่าข้อมูลส่วนใหญ่จะอยู่รอบๆ เส้นตรงและจากทดสอบโดยใช้ Anderson – Darling Test จะได้ค่า AD = 0.459 และ p-value = 0.239 ซึ่งมากกว่า 0.05 แสดงว่าข้อมูลของงวงบรรจุที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 4 มีการแจกแจงแบบปกติ

จากการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 4 งวงบรรจุที่ 1 ของเดือนมกราคม 2560 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2560 ได้ผลดังตารางต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.12 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของน้ำหนักปูนซีเมนต์ชนิด A งวงบรรจุที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 4 เดือนมกราคม 2560

วัน/เดือน/ปี	ค่า AD	p-value	การสรุปผล
1 ม.ค. 60	0.459	0.239	มีการแจกแจงแบบปกติ
2 ม.ค. 60	0.644	0.082	มีการแจกแจงแบบปกติ
3 ม.ค. 60	0.307	0.537	มีการแจกแจงแบบปกติ
4 ม.ค. 60	0.700	0.059	มีการแจกแจงแบบปกติ
5 ม.ค. 60	0.507	0.181	มีการแจกแจงแบบปกติ
6 ม.ค. 60	0.509	0.179	มีการแจกแจงแบบปกติ
7 ม.ค. 60	0.437	0.273	มีการแจกแจงแบบปกติ
8 ม.ค. 60	0.305	0.542	มีการแจกแจงแบบปกติ
9 ม.ค. 60	0.656	0.076	มีการแจกแจงแบบปกติ
10 ม.ค. 60	0.471	0.223	มีการแจกแจงแบบปกติ
11 ม.ค. 60	0.360	0.419	มีการแจกแจงแบบปกติ
12 ม.ค. 60	0.691	0.062	มีการแจกแจงแบบปกติ
13 ม.ค. 60	0.366	0.406	มีการแจกแจงแบบปกติ
14 ม.ค. 60	0.520	0.167	มีการแจกแจงแบบปกติ
15 ม.ค. 60	0.676	0.068	มีการแจกแจงแบบปกติ
16 ม.ค. 60	0.207	0.849	มีการแจกแจงแบบปกติ
17 ม.ค. 60	0.306	0.541	มีการแจกแจงแบบปกติ
18 ม.ค. 60	0.667	0.071	มีการแจกแจงแบบปกติ
19 ม.ค. 60	0.309	0.534	มีการแจกแจงแบบปกติ
20 ม.ค. 60	0.596	0.109	มีการแจกแจงแบบปกติ
21 ม.ค. 60	0.435	0.275	มีการแจกแจงแบบปกติ
22 ม.ค. 60	0.448	0.255	มีการแจกแจงแบบปกติ
23 ม.ค. 60	0.716	0.054	มีการแจกแจงแบบปกติ
24 ม.ค. 60	0.263	0.670	มีการแจกแจงแบบปกติ
25 ม.ค. 60	0.203	0.861	มีการแจกแจงแบบปกติ
26 ม.ค. 60	0.415	0.309	มีการแจกแจงแบบปกติ
27 ม.ค. 60	0.486	0.206	มีการแจกแจงแบบปกติ
28 ม.ค. 60	0.104	0.994	มีการแจกแจงแบบปกติ
29 ม.ค. 60	0.149	0.957	มีการแจกแจงแบบปกติ
30 ม.ค. 60	0.335	0.482	มีการแจกแจงแบบปกติ
31 ม.ค. 60	0.589	0.113	มีการแจกแจงแบบปกติ

*ใช้ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.13 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของน้ำหนักปูนซีเมนต์ชนิด A งวงบรรจุที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 4 เดือนกุมภาพันธ์ 2560

วัน/เดือน/ปี	ค่า AD	p-value	การสรุปผล
1 ก.พ. 60	0.596	0.108	มีการแจกแจงแบบปกติ
2 ก.พ. 60	0.558	0.133	มีการแจกแจงแบบปกติ
3 ก.พ. 60	0.431	0.283	มีการแจกแจงแบบปกติ
4 ก.พ. 60	0.502	0.187	มีการแจกแจงแบบปกติ
5 ก.พ. 60	0.707	0.057	มีการแจกแจงแบบปกติ
6 ก.พ. 60	0.442	0.265	มีการแจกแจงแบบปกติ
7 ก.พ. 60	0.253	0.706	มีการแจกแจงแบบปกติ
8 ก.พ. 60	0.173	0.917	มีการแจกแจงแบบปกติ
9 ก.พ. 60	0.327	0.503	มีการแจกแจงแบบปกติ
10 ก.พ. 60	0.634	0.087	มีการแจกแจงแบบปกติ
11 ก.พ. 60	0.252	0.710	มีการแจกแจงแบบปกติ
12 ก.พ. 60	0.722	0.052	มีการแจกแจงแบบปกติ
13 ก.พ. 60	0.368	0.401	มีการแจกแจงแบบปกติ
14 ก.พ. 60	1.728	<0.005	ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ
15 ก.พ. 60	0.354	0.435	มีการแจกแจงแบบปกติ
16 ก.พ. 60	0.642	0.083	มีการแจกแจงแบบปกติ
17 ก.พ. 60	0.489	0.201	มีการแจกแจงแบบปกติ
18 ก.พ. 60	0.310	0.532	มีการแจกแจงแบบปกติ
19 ก.พ. 60	0.313	0.525	มีการแจกแจงแบบปกติ
20 ก.พ. 60	0.249	0.718	มีการแจกแจงแบบปกติ
21 ก.พ. 60	0.799	0.033	ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ
22 ก.พ. 60	0.236	0.762	มีการแจกแจงแบบปกติ
23 ก.พ. 60	0.124	0.984	มีการแจกแจงแบบปกติ
24 ก.พ. 60	0.494	0.195	มีการแจกแจงแบบปกติ
25 ก.พ. 60	0.614	0.098	มีการแจกแจงแบบปกติ
26 ก.พ. 60	1.377	<0.005	ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ
27 ก.พ. 60	0.242	0.743	มีการแจกแจงแบบปกติ
28 ก.พ. 60	0.816	0.030	ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ

*ใช้ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยงวงบรรจุอีกทั้ง 7 งวง จะทำการวิเคราะห์ในรูปแบบเดียวกัน และสามารถสรุปผลการวิเคราะห์การทดสอบการแจกแจงแบบปกติของข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 4 ดังนี้

ตารางที่ 4.14 จำนวนและร้อยละของการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของข้อมูลเครื่องจักรที่ 4

งวงบรรจุที่	ข้อมูลทั้งหมด (ชุด)	ข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ		ข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบปกติ	
		จำนวนข้อมูล (ชุด)	ร้อยละข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ	จำนวนข้อมูล (ชุด)	ร้อยละข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบปกติ
1	59	55	93.22	4	6.78
2	59	58	98.31	1	1.69
3	59	54	91.53	5	8.47
4	59	28	47.46	31	52.54
5	59	57	96.61	2	3.39
6	59	56	94.92	3	5.08
7	59	31	52.54	28	47.46
8	59	54	91.53	5	8.47

จากตารางที่ 4.14 จำนวนและร้อยละของการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของข้อมูลในเครื่องจักรที่ 4 ทั้งหมด 8 งวง พบว่าในงวงบรรจุที่ 1, 2, 3, 5, 6 และ 8 ข้อมูลส่วนใหญ่ประมาณร้อยละ 90 ขึ้นไปมีการแจกแจงแบบปกติ และมีเพียงงวงบรรจุที่ 4 และ 7 ที่ข้อมูลประมาณร้อยละ 50 มีการแจกแจงแบบปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักของปูนซีเมนต์ชนิด A และชนิด B

ในขั้นตอนนี้จะทำการเก็บรวบรวมข้อมูลของเดือนมกราคม 2560 และเดือนกุมภาพันธ์ 2560 จากเครื่องจักรที่ 1 ถึงเครื่องจักรที่ 4 แต่ละเครื่องจักรจะมีวงบรรจุ 8 งวง โดยเครื่องจักรที่ 1 และ 4 จะทำการบรรจุปูนซีเมนต์ชนิด A ส่วนเครื่องจักรที่ 2 และ 3 จะทำการบรรจุปูนซีเมนต์ชนิด B มีผลการวิเคราะห์ดังนี้

4.2.1 ข้อมูลน้ำหนักของปูนซีเมนต์ชนิด A

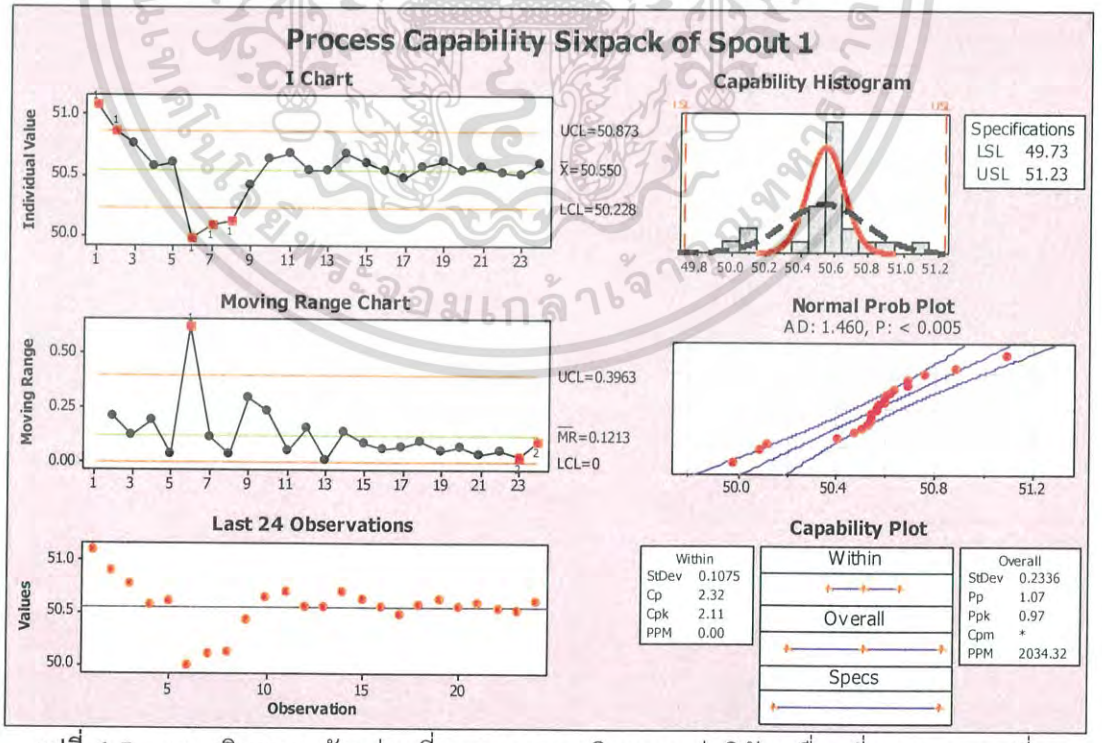
ขั้นตอนการบรรจุปูนซีเมนต์ชนิด A จะทำการบรรจุโดยใช้เครื่องจักรที่ 1 และ 4 ซึ่งทางบริษัทได้กำหนดขีดจำกัดข้อกำหนด (Specification Limit) ดังนี้คือ

ขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง (Lower Specification Limit : LSL) เท่ากับ 49.73 กิโลกรัม

ขีดจำกัดข้อกำหนดบน (Upper Specification Limit : USL) เท่ากับ 51.23 กิโลกรัม

4.2.1.1 ข้อมูลน้ำหนักของปูนซีเมนต์ชนิด A สำหรับเครื่องจักรที่ 1

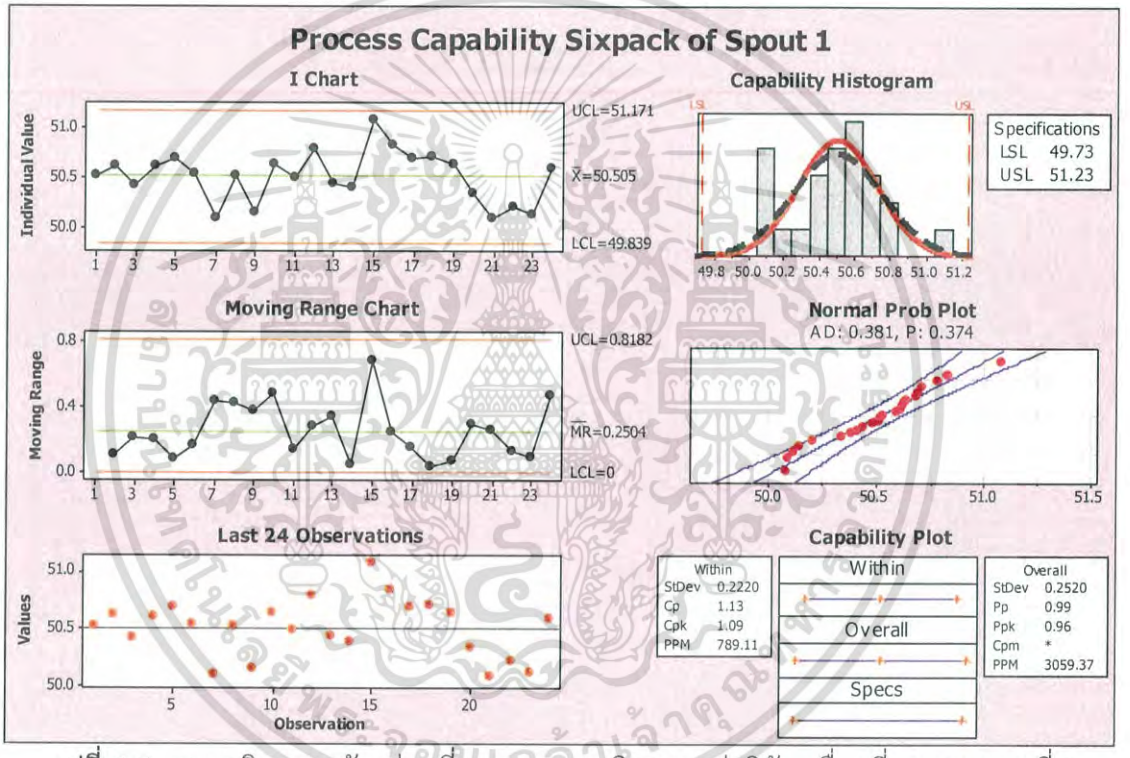
ในที่นี้จะขอนำเสนอข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 1 งวงบรรจุที่ 1 ในวันที่ 1 มกราคม 2560 และวันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2560 ดังรูปต่อไปนี้



รูปที่ 4.5 แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยว และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ของงวงบรรจุที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 1 ในวันที่ 1 มกราคม 2560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.5 การบรรจุปูนซีเมนต์ชนิด A ของงวงที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 1 เดือนมกราคม 2560 พบว่าจุดที่ 1-2 เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบน จุดที่ 6-8 เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมล่างของแผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยว และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่พบว่าจุดที่ 6 เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบน จุดที่ 15-23 และ 15-24 พบลักษณะที่ควบคุมไม่ได้ คือ มีอย่างน้อย 9 จุดติดต่อกันอยู่ใต้เส้นกึ่งกลาง แสดงให้เห็นว่าการบรรจุปูนซีเมนต์ชนิด A ของงวงที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 1 ยังไม่สามารถควบคุมกระบวนการผลิตได้ การหาค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{Pk}) มีค่าเท่ากับ 2.11 แสดงว่า สมรรถนะของกระบวนการบรรจุปูนซีเมนต์ชนิด A ของงวงที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 1 อยู่ในระดับที่ดี และมีร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกเกณฑ์ที่กำหนดเท่ากับ 0.00



รูปที่ 4.6 แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยว และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ของงวงบรรจุที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 1 ในวันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2560

จากรูปที่ 4.6 การบรรจุปูนซีเมนต์ชนิด A ของงวงที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 1 ในเดือนกุมภาพันธ์ 2560 ผลการวิเคราะห์ที่ได้จากแผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยว และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ พบว่ากระบวนการผลิตไม่มีจุดใดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนและล่าง และจุดมีลักษณะขึ้นลงที่สมดุลกันทั้ง 2 ด้าน แสดงว่าการบรรจุปูนซีเมนต์ชนิด A ของงวงที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 1 สามารถควบคุมกระบวนการผลิตได้ การหาค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{Pk}) มีค่าเท่ากับ 1.09 แสดงว่า สมรรถนะของกระบวนการบรรจุปูนซีเมนต์ชนิด A ของงวงที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 1 ไม่อยู่ในระดับที่ดี และมีร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกเกณฑ์ที่กำหนดเท่ากับ 0.08

เอกสารนี้ [illegible] ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการวิเคราะห์น้ำหนักของปูนซีเมนต์ชนิด A สำหรับเครื่องจักรที่ 1 งวงบรรจุที่ 1 ของเดือนมกราคม 2560 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2560 ได้ผลดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.15 สรุปผลการวิเคราะห์น้ำหนักปูนซีเมนต์ชนิด A งวงบรรจุที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 1 เดือนมกราคม 2560

วัน/เดือน/ปี	ขีดจำกัดควบคุม X - chart		ขีดจำกัดควบคุม MR - chart		ลักษณะการควบคุม	C_{Pk}	ร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกเกณฑ์ที่กำหนด
	LCL	UCL	LCL	UCL			
1 ม.ค. 60	50.228	50.873	0	0.396	ควบคุมไม่ได้	2.11	0.00
2 ม.ค. 60	50.252	50.898	0	0.396	ควบคุมไม่ได้	2.03	0.00
3 ม.ค. 60	50.153	50.967	0	0.500	ควบคุมไม่ได้	1.65	0.00
4 ม.ค. 60	50.030	50.964	0	0.574	ควบคุมได้	1.57	0.00
5 ม.ค. 60	50.074	50.948	0	0.537	ควบคุมไม่ได้	1.65	0.00
6 ม.ค. 60	49.974	50.864	0	0.547	ควบคุมไม่ได้	1.55	0.00
7 ม.ค. 60	50.111	50.974	0	0.530	ควบคุมไม่ได้	1.59	0.00
8 ม.ค. 60	50.065	51.041	0	0.599	ควบคุมไม่ได้	1.39	0.00
9 ม.ค. 60	50.113	51.032	0	0.564	ควบคุมไม่ได้	1.43	0.00
10 ม.ค. 60	49.931	51.034	0	0.678	ควบคุมไม่ได้	1.36	0.00
11 ม.ค. 60	49.985	50.919	0	0.574	ควบคุมไม่ได้	1.55	0.00
12 ม.ค. 60	49.521	51.849	0	1.431	ควบคุมไม่ได้	0.47	8.71
13 ม.ค. 60	50.001	51.225	0	0.751	ควบคุมไม่ได้	1.01	1.24
14 ม.ค. 60	49.741	51.277	0	0.943	ควบคุมได้	0.94	0.36
15 ม.ค. 60	49.744	51.376	0	1.003	ควบคุมไม่ได้	0.82	0.81
16 ม.ค. 60	50.043	51.199	0	0.710	ควบคุมไม่ได้	1.05	0.08
17 ม.ค. 60	49.932	51.039	0	0.680	ควบคุมไม่ได้	1.34	0.00
18 ม.ค. 60	48.593	53.018	0	2.719	ควบคุมไม่ได้	0.19	35.48
19 ม.ค. 60	49.901	51.266	0	0.838	ควบคุมไม่ได้	0.95	0.23
20 ม.ค. 60	50.400	50.893	0	0.303	ควบคุมไม่ได้	2.37	0.00
21 ม.ค. 60	50.124	50.931	0	0.496	ควบคุมไม่ได้	1.74	0.00
22 ม.ค. 60	50.092	50.989	0	0.551	ควบคุมไม่ได้	1.54	0.00
23 ม.ค. 60	50.173	50.980	0	0.496	ควบคุมได้	1.62	0.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.15 (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ขีดจำกัดควบคุม X - chart		ขีดจำกัดควบคุม MR - chart		ลักษณะการควบคุม	C_{Pk}	ร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกเกณฑ์ที่กำหนด
	LCL	UCL	LCL	UCL			
24 ม.ค. 60	50.275	50.788	0	0.315	ควบคุมไม่ได้	2.72	0.00
25 ม.ค. 60	50.144	50.954	0	0.497	ควบคุมไม่ได้	1.68	0.00
26 ม.ค. 60	50.317	50.775	0	0.281	ควบคุมไม่ได้	2.99	0.00
27 ม.ค. 60	50.379	50.825	0	0.274	ควบคุมไม่ได้	2.81	0.00
28 ม.ค. 60	50.156	50.913	0	0.465	ควบคุมไม่ได้	1.84	0.00
29 ม.ค. 60	50.107	50.872	0	0.470	ควบคุมไม่ได้	1.93	0.00
30 ม.ค. 60	50.128	50.868	0	0.455	ควบคุมไม่ได้	1.98	0.00
31 ม.ค. 60	50.178	50.701	0	0.321	ควบคุมไม่ได้	2.71	0.00

จากตารางที่ 4.15 ผลการวิเคราะห์ที่ได้จากแผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยว และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ พบว่ากระบวนการผลิตส่วนใหญ่อยู่ในลักษณะที่ควบคุมไม่ได้ ค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{Pk}) ในแต่ละวันส่วนใหญ่มีค่ามากกว่า 1.33 และร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกเกณฑ์ที่กำหนดส่วนใหญ่มีค่าเท่ากับ 0 หรือเข้าใกล้ 0 แสดงว่า กระบวนการบรรจุปูนซีเมนต์ชนิด A ของงวงที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 1 เดือนมกราคม อยู่ในระดับที่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.16 สรุปผลการวิเคราะห์น้ำหนักปูนซีเมนต์ชนิด A งวงบรรจุที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 1 เดือนกุมภาพันธ์ 2560

วัน/เดือน/ปี	ขีดจำกัดควบคุม X - chart		ขีดจำกัดควบคุม MR - chart		ลักษณะการควบคุม	C_{Pk}	ร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกเกณฑ์ที่กำหนด
	LCL	UCL	LCL	UCL			
1 ก.พ. 60	49.839	51.171	0	0.818	ควบคุมได้	1.09	0.08
2 ก.พ. 60	49.841	51.036	0	0.734	ควบคุมไม่ได้	1.18	0.02
3 ก.พ. 60	49.898	51.126	0	0.754	ควบคุมได้	1.17	0.03
4 ก.พ. 60	49.999	51.058	0	0.651	ควบคุมไม่ได้	1.32	0.00
5 ก.พ. 60	49.855	51.056	0	0.737	ควบคุมได้	1.21	0.02
6 ก.พ. 60	50.026	51.039	0	0.622	ควบคุมได้	1.38	0.00
7 ก.พ. 60	49.729	51.047	0	0.810	ควบคุมได้	1.00	0.14
8 ก.พ. 60	49.940	51.092	0	0.707	ควบคุมไม่ได้	1.24	0.01
9 ก.พ. 60	50.005	51.071	0	0.655	ควบคุมได้	1.30	0.01
10 ก.พ. 60	49.982	51.115	0	0.696	ควบคุมไม่ได้	1.20	0.02
11 ก.พ. 60	50.027	50.980	0	0.585	ควบคุมไม่ได้	1.52	0.00
12 ก.พ. 60	50.034	51.101	0	0.659	ควบคุมไม่ได้	1.23	0.01
13 ก.พ. 60	50.191	51.045	0	0.500	ควบคุมไม่ได้	1.55	0.00
14 ก.พ. 60	49.909	50.949	0	0.636	ควบคุมไม่ได้	1.15	0.00
15 ก.พ. 60	50.028	50.692	0	0.408	ควบคุมไม่ได้	1.90	0.00
16 ก.พ. 60	49.945	50.930	0	0.605	ควบคุมไม่ได้	1.44	0.00
17 ก.พ. 60	50.047	50.878	0	0.510	ควบคุมไม่ได้	1.76	0.00
18 ก.พ. 60	50.050	51.301	0	0.769	ควบคุมได้	0.89	0.39
19 ก.พ. 60	49.941	50.766	0	0.507	ควบคุมไม่ได้	1.51	0.00
20 ก.พ. 60	49.882	51.105	0	0.752	ควบคุมได้	1.20	0.02
21 ก.พ. 60	49.778	51.084	0	0.790	ควบคุมได้	1.11	0.06
22 ก.พ. 60	50.029	51.181	0	0.707	ควบคุมได้	1.09	0.06
23 ก.พ. 60	49.702	51.340	0	1.006	ควบคุมได้	0.87	0.66
24 ก.พ. 60	50.029	50.984	0	0.587	ควบคุมไม่ได้	1.51	0.00
25 ก.พ. 60	49.851	51.058	0	0.742	ควบคุมได้	1.20	0.02
26 ก.พ. 60	50.014	51.076	0	0.652	ควบคุมได้	1.29	0.00
27 ก.พ. 60	49.896	51.302	0	0.864	ควบคุมได้	0.90	0.37
28 ก.พ. 60	49.931	51.421	0	0.915	ควบคุมได้	0.74	1.29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.16 ผลการวิเคราะห์ที่ได้จากแผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยว และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ พบว่ากระบวนการผลิตอยู่ในลักษณะที่ควบคุมได้และควบคุมไม่ได้มีจำนวนพอๆกัน ส่วนค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{Pk}) ในแต่ละวันส่วนใหญ่มีค่าน้อยกว่า 1.33 และมีร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกเกณฑ์ที่กำหนดมีค่าไม่เกิน 1.29 แสดงว่า กระบวนการบรรจุปูนซีเมนต์ชนิด A ของงวงที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 1 เดือนกุมภาพันธ์ ไม่อยู่ในระดับที่ดี

โดยงวงบรรจุอีกทั้ง 7 งวง จะทำการวิเคราะห์ในรูปแบบเดียวกัน และสามารถสรุปผลการวิเคราะห์น้ำหนักของปูนซีเมนต์ชนิด A สำหรับเครื่องจักรที่ 1 ดังนี้

ตารางที่ 4.17 ร้อยละของข้อมูลที่กระบวนการผลิตอยู่ในลักษณะการควบคุมได้และค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{Pk}) ที่มากกว่า 1.33 ในแต่ละงวงบรรจุของเครื่องจักรที่ 1

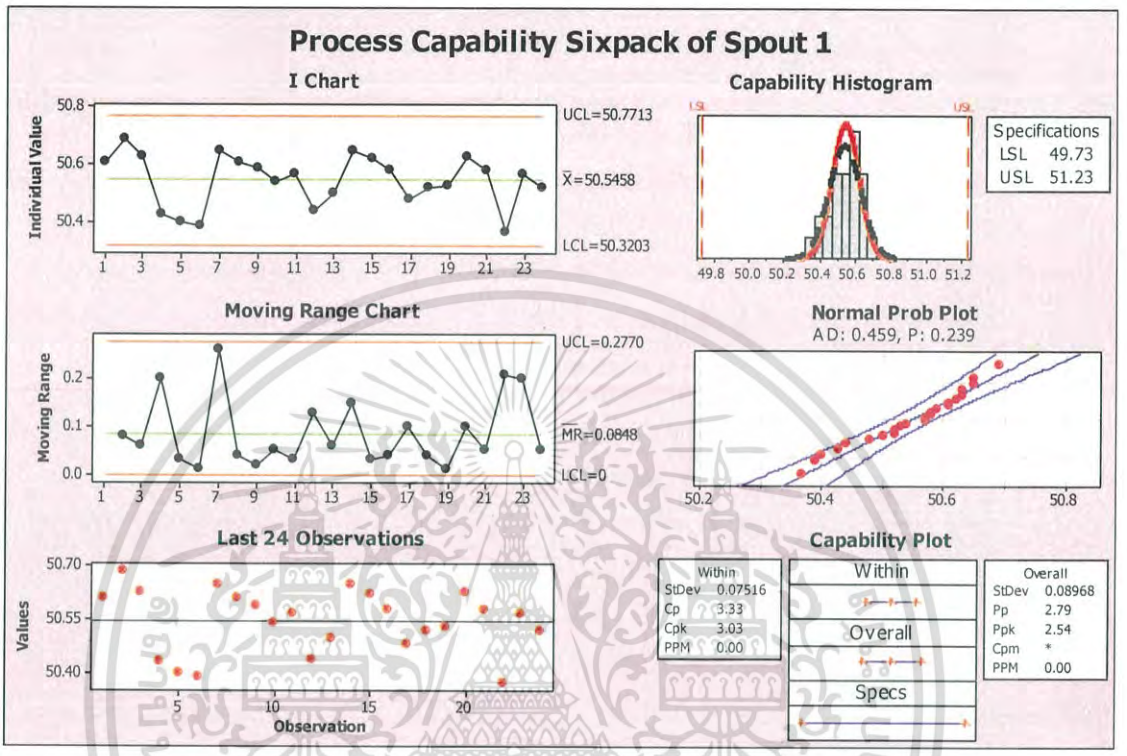
งวงบรรจุที่	เดือนมกราคม			เดือนกุมภาพันธ์		
	ข้อมูลทั้งหมด (ชุด)	ลักษณะการควบคุมได้ (ร้อยละ)	$C_{Pk} \geq 1.33$ (ร้อยละ)	ข้อมูลทั้งหมด (ชุด)	ลักษณะการควบคุมได้ (ร้อยละ)	$C_{Pk} \geq 1.33$ (ร้อยละ)
1	31	9.68	77.42	28	46.43	28.57
2	31	45.16	96.77	28	60.71	96.43
3	31	45.16	96.77	28	46.43	96.43
4	31	58.06	96.77	28	60.71	92.86
5	31	61.29	96.77	28	46.43	96.43
6	31	54.84	96.77	28	50.00	96.43
7	31	48.39	100.00	28	64.29	92.86
8	31	22.58	32.26	28	53.57	32.14

จากตารางที่ 4.17 พบว่าเดือนมกราคม งวงบรรจุที่ 1 มีลักษณะการควบคุมได้น้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 9.68 โดยมีค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{Pk}) มากกว่า 1.33 คิดเป็นร้อยละ 77.42 และงวงบรรจุที่ 8 มีลักษณะการควบคุมได้คิดเป็นร้อยละ 22.58 โดยมีค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{Pk}) มากกว่า 1.33 น้อยที่สุดคิดเป็นร้อยละ 32.26 ส่วนในเดือนกุมภาพันธ์ พบว่างวงบรรจุที่ 1 มีลักษณะที่ควบคุมได้น้อยที่สุดเช่นเดียวกัน คิดเป็นร้อยละ 46.43 โดยมีค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{Pk}) มากกว่า 1.33 น้อยที่สุดคิดเป็นร้อยละ 28.57 และงวงบรรจุที่ 8 มีลักษณะการควบคุมได้คิดเป็นร้อยละ 53.57 โดยมีค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{Pk}) มากกว่า 1.33 คิดเป็นร้อยละเพียง 32.14 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าประสิทธิภาพในการบรรจุของงวงที่ 1 และ 8 นั้นยังไม่อยู่ในระดับที่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1.2 ข้อมูลน้ำหนักของปูนซีเมนต์ชนิด A สำหรับเครื่องจักรที่ 4

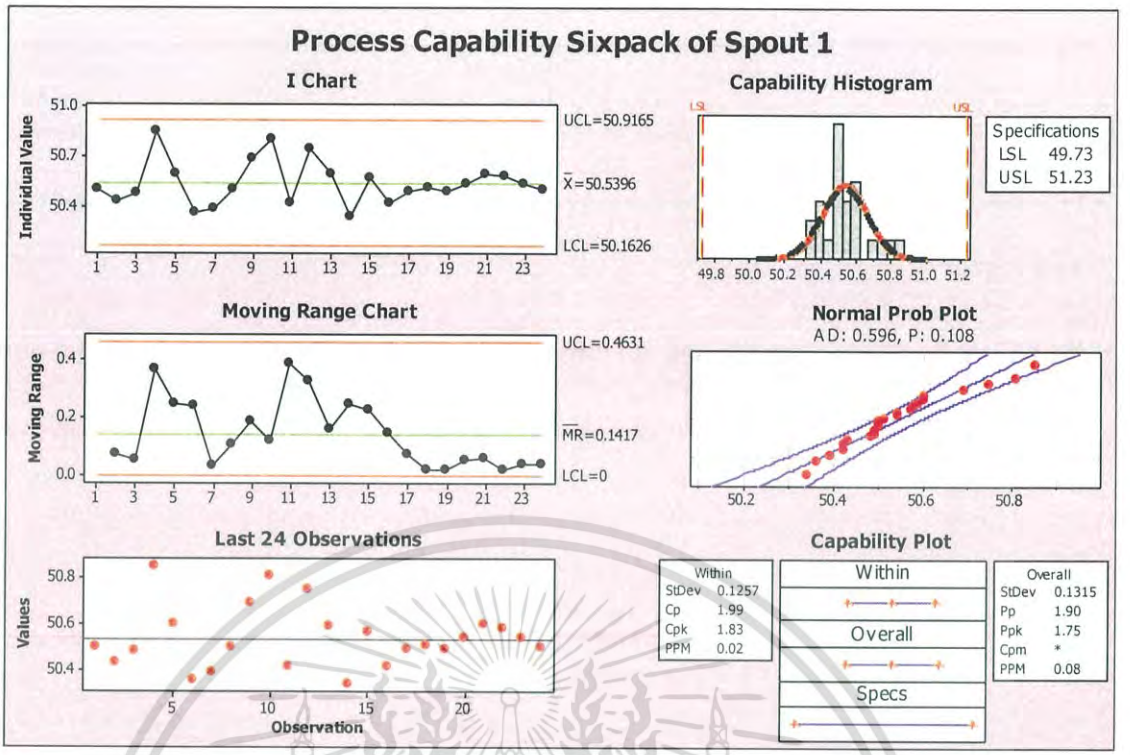
ในที่นี้จะขอนำเสนอข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 4 งวงบรรจุที่ 1 ในวันที่ 1 มกราคม 2560 และวันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2560 ดังรูปต่อไปนี้



รูปที่ 4.7 แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยว และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ของงวงบรรจุที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 4 ในวันที่ 1 มกราคม 2560

จากรูปที่ 4.7 การบรรจุปูนซีเมนต์ชนิด A ของงวงที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 4 เดือนมกราคม 2560 พบว่าไม่มีจุดใดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนและล่างของแผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่และจุดมีลักษณะขึ้นลงที่สมดุลกันทั้ง 2 ด้าน แสดงให้เห็นว่าการบรรจุปูนซีเมนต์ชนิด A ของงวงที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 4 สามารถควบคุมกระบวนการผลิตได้ การหาค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 3.03 แสดงว่า สมรรถนะของกระบวนการบรรจุปูนซีเมนต์ชนิด A ของงวงที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 4 อยู่ในระดับที่ดี และมีร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกเกณฑ์ที่กำหนดเท่ากับ 0.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยว และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ของงวงบรรจุที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 4 ในวันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2560

จากรูปที่ 4.8 การบรรจุปูนซีเมนต์ชนิด A ของงวงที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 4 เดือนกุมภาพันธ์ 2560 พบว่าไม่มีจุดใดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนและล่างของแผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่และจุดมีลักษณะขึ้นลงที่สมดุลกันทั้ง 2 ด้าน แสดงให้เห็นว่าการบรรจุปูนซีเมนต์ชนิด A ของงวงที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 4 สามารถควบคุมกระบวนการผลิตได้ การหาค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 1.83 แสดงว่า สมรรถนะของกระบวนการบรรจุปูนซีเมนต์ชนิด A ของงวงที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 4 อยู่ในระดับที่ดี และมีร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกเกณฑ์ที่กำหนดเท่ากับ 0.00

จากการวิเคราะห์น้ำหนักของปูนซีเมนต์ชนิด A สำหรับเครื่องจักรที่ 4 งวงบรรจุที่ 1 ของเดือนมกราคม 2560 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2560 ได้ผลดังตารางต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.18 สรุปผลการวิเคราะห์น้ำหนักปูนซีเมนต์ชนิด A งวงบรรจุที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 4 เดือนมกราคม 2560

วัน/เดือน/ปี	ขีดจำกัดควบคุม X - chart		ขีดจำกัดควบคุม MR - chart		ลักษณะการควบคุม	C_{Pk}	ร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกเกณฑ์ที่กำหนด
	LCL	UCL	LCL	UCL			
1 ม.ค. 60	50.320	50.771	0	0.277	ควบคุมได้	3.03	0.00
2 ม.ค. 60	50.241	50.756	0	0.317	ควบคุมไม่ได้	2.84	0.00
3 ม.ค. 60	50.270	50.860	0	0.362	ควบคุมได้	2.26	0.00
4 ม.ค. 60	50.249	50.813	0	0.347	ควบคุมไม่ได้	2.48	0.00
5 ม.ค. 60	50.255	50.810	0	0.341	ควบคุมไม่ได้	2.51	0.00
6 ม.ค. 60	50.262	50.794	0	0.327	ควบคุมไม่ได้	2.64	0.00
7 ม.ค. 60	50.096	50.764	0	0.411	ควบคุมได้	2.09	0.00
8 ม.ค. 60	50.003	50.886	0	0.543	ควบคุมไม่ได้	1.62	0.00
9 ม.ค. 60	50.217	50.781	0	0.347	ควบคุมได้	2.59	0.00
10 ม.ค. 60	49.982	50.641	0	0.405	ควบคุมไม่ได้	1.77	0.00
11 ม.ค. 60	50.160	50.766	0	0.372	ควบคุมไม่ได้	2.42	0.00
12 ม.ค. 60	49.760	51.180	0	0.872	ควบคุมไม่ได้	1.04	0.15
13 ม.ค. 60	50.068	50.790	0	0.443	ควบคุมได้	1.94	0.00
14 ม.ค. 60	50.357	50.757	0	0.246	ควบคุมไม่ได้	3.37	0.00
15 ม.ค. 60	49.798	51.140	0	0.824	ควบคุมไม่ได้	1.10	0.08
16 ม.ค. 60	50.168	50.723	0	0.141	ควบคุมได้	2.58	0.00
17 ม.ค. 60	50.167	50.771	0	0.371	ควบคุมได้	2.45	0.00
18 ม.ค. 60	49.831	51.121	0	0.793	ควบคุมไม่ได้	1.16	0.05
19 ม.ค. 60	50.161	50.635	0	0.291	ควบคุมไม่ได้	2.82	0.00
20 ม.ค. 60	50.357	50.748	0	0.240	ควบคุมไม่ได้	3.47	0.00
21 ม.ค. 60	49.705	51.113	0	0.865	ควบคุมได้	0.96	0.21
22 ม.ค. 60	50.167	50.745	0	0.355	ควบคุมได้	2.51	0.00
23 ม.ค. 60	50.078	50.902	0	0.506	ควบคุมไม่ได้	1.80	0.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.18 (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ขีดจำกัดควบคุม X - chart		ขีดจำกัดควบคุม MR - chart		ลักษณะการควบคุม	C_{Pk}	ร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกเกณฑ์ที่กำหนด
	LCL	UCL	LCL	UCL			
24 ม.ค. 60	50.102	50.865	0	0.469	ควบคุมได้	1.96	0.00
25 ม.ค. 60	50.099	50.814	0	0.439	ควบคุมได้	2.03	0.00
26 ม.ค. 60	50.116	50.933	0	0.502	ควบคุมไม่ได้	1.73	0.00
27 ม.ค. 60	50.176	50.891	0	0.439	ควบคุมไม่ได้	1.95	0.00
28 ม.ค. 60	50.143	50.740	0	0.367	ควบคุมได้	2.39	0.00
29 ม.ค. 60	50.180	50.689	0	0.313	ควบคุมได้	2.77	0.00
30 ม.ค. 60	50.201	50.765	0	0.347	ควบคุมได้	2.65	0.00
31 ม.ค. 60	50.085	50.857	0	0.475	ควบคุมไม่ได้	1.92	0.00

จากตารางที่ 4.18 ผลการวิเคราะห์ที่ได้จากแผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ พบว่ากระบวนการผลิตส่วนใหญ่อยู่ในลักษณะที่ควบคุมไม่ได้ ค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{Pk}) ในแต่ละวันส่วนใหญ่มีค่ามากกว่า 1.33 และมีร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกเกณฑ์ที่กำหนดส่วนใหญ่มีค่าเท่ากับ 0 หรือเข้าใกล้ 0 แสดงว่ากระบวนการบรรจุปูนซีเมนต์ชนิด A ของงวงที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 4 เดือนมกราคม อยู่ในระดับที่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.19 สรุปผลการวิเคราะห์น้ำหนักปูนซีเมนต์ชนิด A งวงบรรจุที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 4 เดือนกุมภาพันธ์ 2560

วัน/เดือน/ปี	ขีดจำกัดควบคุม X - chart		ขีดจำกัดควบคุม MR - chart		ลักษณะการควบคุม	C_{Pk}	ร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกเกณฑ์ที่กำหนด
	LCL	UCL	LCL	UCL			
1 ก.พ. 60	50.163	50.917	0	0.463	ควบคุมได้	1.83	0.00
2 ก.พ. 60	50.059	50.975	0	0.563	ควบคุมได้	1.56	0.00
3 ก.พ. 60	50.170	50.938	0	0.472	ควบคุมได้	1.76	0.00
4 ก.พ. 60	50.069	51.020	0	0.584	ควบคุมไม่ได้	1.44	0.00
5 ก.พ. 60	50.151	50.965	0	0.500	ควบคุมได้	1.65	0.00
6 ก.พ. 60	50.119	50.998	0	0.540	ควบคุมไม่ได้	1.53	0.00
7 ก.พ. 60	50.129	50.915	0	0.483	ควบคุมได้	1.80	0.00
8 ก.พ. 60	50.123	50.969	0	0.520	ควบคุมได้	1.62	0.00
9 ก.พ. 60	50.098	50.951	0	0.524	ควบคุมได้	1.65	0.00
10 ก.พ. 60	50.085	50.966	0	0.541	ควบคุมได้	1.60	0.00
11 ก.พ. 60	50.208	50.900	0	0.425	ควบคุมได้	1.95	0.00
12 ก.พ. 60	50.075	50.794	0	0.442	ควบคุมไม่ได้	1.96	0.00
13 ก.พ. 60	50.046	50.872	0	0.507	ควบคุมได้	1.77	0.00
14 ก.พ. 60	50.092	50.858	0	0.410	ควบคุมไม่ได้	1.95	0.00
15 ก.พ. 60	50.091	50.817	0	0.446	ควบคุมได้	1.99	0.00
16 ก.พ. 60	50.056	50.780	0	0.445	ควบคุมไม่ได้	1.90	0.00
17 ก.พ. 60	50.039	50.797	0	0.448	ควบคุมได้	1.85	0.00
18 ก.พ. 60	50.064	50.774	0	0.436	ควบคุมได้	1.94	0.00
19 ก.พ. 60	50.021	50.812	0	0.486	ควบคุมไม่ได้	1.74	0.00
20 ก.พ. 60	50.185	50.884	0	0.429	ควบคุมได้	1.99	0.00
21 ก.พ. 60	50.159	50.883	0	0.445	ควบคุมได้	1.96	0.00
22 ก.พ. 60	49.894	50.356	0	0.898	ควบคุมได้	0.83	0.66
23 ก.พ. 60	50.134	50.936	0	0.493	ควบคุมได้	1.73	0.00
24 ก.พ. 60	50.109	50.863	0	0.463	ควบคุมไม่ได้	1.97	0.00
25 ก.พ. 60	50.144	50.923	0	0.479	ควบคุมไม่ได้	1.79	0.00
26 ก.พ. 60	50.253	50.907	0	0.402	ควบคุมไม่ได้	1.99	0.00
27 ก.พ. 60	50.016	50.856	0	0.516	ควบคุมได้	1.68	0.00
28 ก.พ. 60	50.112	50.869	0	0.465	ควบคุมได้	1.96	0.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.19 ผลการวิเคราะห์ที่ได้จากแผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ พบว่ากระบวนการผลิตส่วนใหญ่อยู่ในลักษณะที่ควบคุมได้ ค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{Pk}) ในแต่ละวันส่วนใหญ่มีค่ามากกว่า 1.33 และมีร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกเกณฑ์ที่กำหนดส่วนใหญ่มีค่าเท่ากับ 0 หรือเข้าใกล้ 0 แสดงว่ากระบวนการบรรจุปูนซีเมนต์ชนิด A ของงวงที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 4 เดือนกุมภาพันธ์ อยู่ในระดับที่ดี

โดยงวงบรรจุอีกทั้ง 7 งวง จะทำการวิเคราะห์ในรูปแบบเดียวกัน และสามารถสรุปผลการวิเคราะห์น้ำหนักของปูนซีเมนต์ชนิด A สำหรับเครื่องจักรที่ 4 ดังนี้

ตารางที่ 4.20 ร้อยละของข้อมูลที่กระบวนการผลิตอยู่ในลักษณะการควบคุมได้และค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{Pk}) ที่มากกว่า 1.33 ในแต่ละงวงบรรจุของเครื่องจักรที่ 4

งวงบรรจุที่	เดือนมกราคม			เดือนกุมภาพันธ์		
	ข้อมูลทั้งหมด (ชุด)	ลักษณะการควบคุมได้ (ร้อยละ)	$C_{Pk} \geq 1.33$ (ร้อยละ)	ข้อมูลทั้งหมด (ชุด)	ลักษณะการควบคุมได้ (ร้อยละ)	$C_{Pk} \geq 1.33$ (ร้อยละ)
1	31	45.16	87.10	28	67.86	96.43
2	31	38.71	93.55	28	42.86	92.86
3	31	38.71	96.77	28	46.43	96.43
4	31	22.58	45.16	28	35.71	57.14
5	31	51.61	93.55	28	53.57	92.86
6	31	54.84	93.55	28	57.14	92.86
7	31	9.68	38.71	28	32.14	46.43
8	31	61.29	90.32	28	64.29	92.86

จากตารางที่ 4.20 พบว่าเดือนมกราคม งวงบรรจุที่ 7 มีลักษณะการควบคุมได้น้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 9.68 โดยมีค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{Pk}) มากกว่า 1.33 คิดเป็นร้อยละ 38.71 และในงวงบรรจุที่ 4 มีลักษณะการควบคุมได้คิดเป็นร้อยละ 22.58 โดยมีค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{Pk}) มากกว่า 1.33 คิดเป็นร้อยละเพียง 45.16 ส่วนในเดือนกุมภาพันธ์ พบว่างวงบรรจุที่ 7 มีลักษณะที่ควบคุมได้น้อยที่สุดเช่นเดียวกัน คิดเป็นร้อยละ 32.14 โดยมีค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{Pk}) มากกว่า 1.33 คิดเป็นร้อยละ 46.43 และงวงบรรจุที่ 4 มีลักษณะการควบคุมได้คิดเป็นร้อยละ 35.71 โดยมีค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{Pk}) มากกว่า 1.33 คิดเป็นร้อยละเพียง 57.14 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าประสิทธิภาพในการบรรจุของงวงที่ 4 และ 7 นั้นยังไม่อยู่ในระดับที่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น และไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา

4.2.2 ข้อมูลน้ำหนักของปูนซีเมนต์ชนิด B

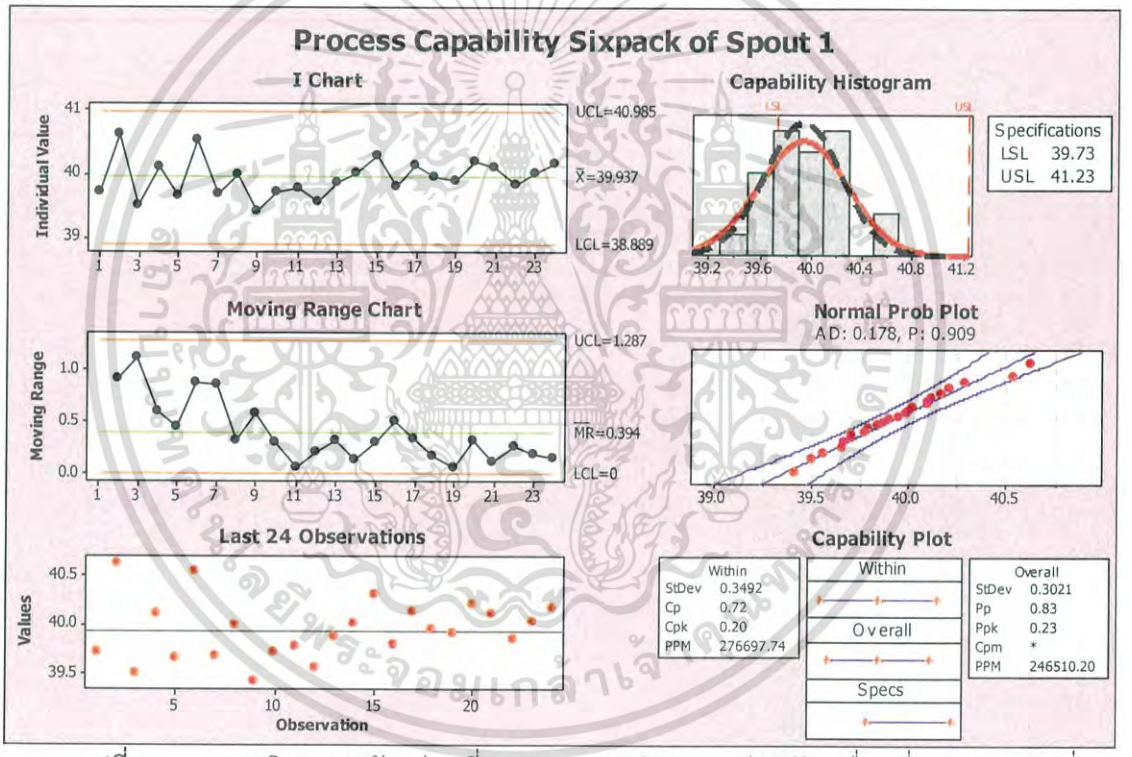
ขั้นตอนการบรรจุปูนซีเมนต์ชนิด B จะทำการบรรจุโดยใช้เครื่องจักรที่ 2 และ 3 ซึ่งทางบริษัทได้กำหนดขีดจำกัดข้อกำหนด (Specification Limit) ดังนี้คือ

ขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง (Lower Specification Limit : LSL) เท่ากับ 39.73 กิโลกรัม

ขีดจำกัดข้อกำหนดบน (Upper Specification Limit : USL) เท่ากับ 41.23 กิโลกรัม

4.2.2.1 ข้อมูลน้ำหนักของปูนซีเมนต์ชนิด B สำหรับเครื่องจักรที่ 2

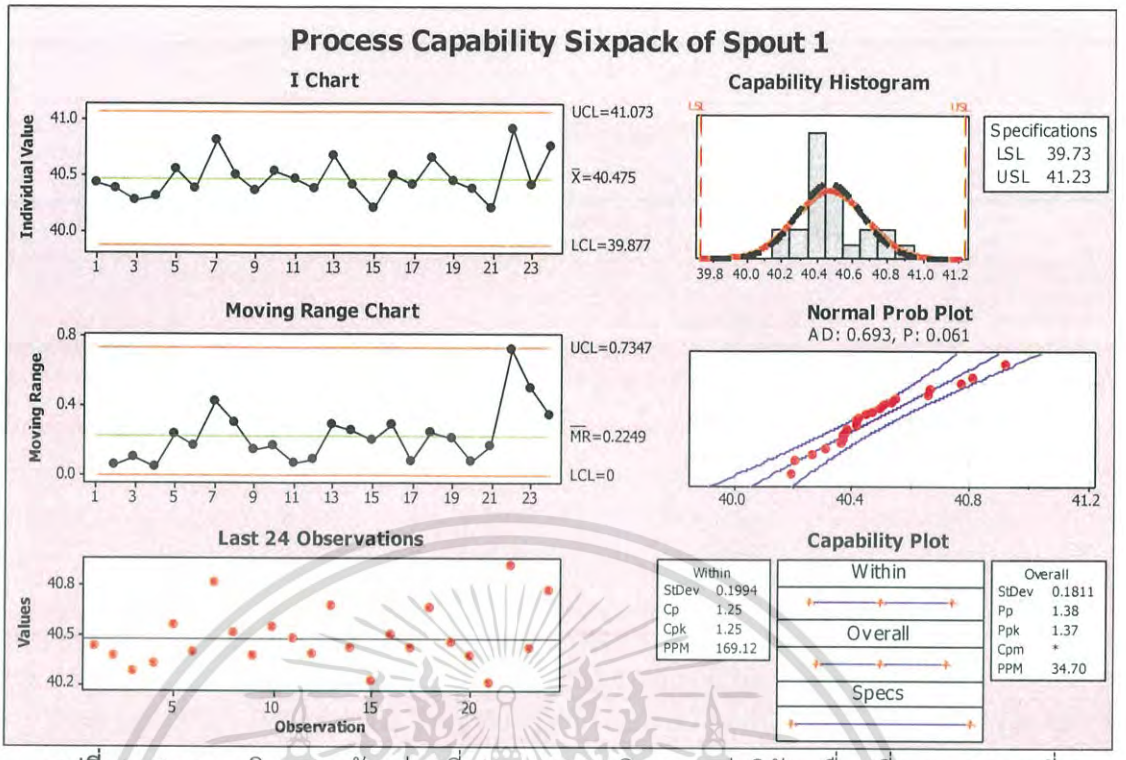
ในที่นี้จะขอนำเสนอข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 2 งวงบรรจุที่ 1 ในวันที่ 1 มกราคม 2560 และวันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2560 ดังรูปต่อไปนี้



รูปที่ 4.9 แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยว และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ของงวงบรรจุที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 2 ในวันที่ 1 มกราคม 2560

จากรูปที่ 4.9 การบรรจุปูนซีเมนต์ชนิด B ของงวงที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 2 เดือนมกราคม 2560 พบว่าไม่มีจุดใดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนและล่างของแผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่และจุดมีลักษณะขึ้นลงที่สมดุลกันทั้ง 2 ด้าน แสดงให้เห็นว่าการบรรจุปูนซีเมนต์ชนิด B ของงวงที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 2 สามารถควบคุมกระบวนการผลิตได้ แต่ค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.20 แสดงว่า สมรรถนะของกระบวนการบรรจุปูนซีเมนต์ชนิด B ของงวงที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 2 ยังไม่อยู่ในระดับที่ดี และมีร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกเกณฑ์ที่กำหนดเท่ากับ 27.67

เอกสารนี้วัดสมรรถนะที่ใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรนำไปใช้ในการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ทั้งนี้ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยว และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ของงวงบรรจุที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 2 ในวันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2560

จากรูปที่ 4.10 การบรรจุปูนซีเมนต์ชนิด B ของงวงที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 2 เดือนกุมภาพันธ์ 2560 พบว่าไม่มีจุดใดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนและล่างของแผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่และจุดมีลักษณะขึ้นลงที่สมดุลกันทั้ง 2 ด้าน แสดงให้เห็นว่าการบรรจุปูนซีเมนต์ชนิด B ของงวงที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 2 สามารถควบคุมกระบวนการผลิตได้ แต่ค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 1.25 แสดงว่า สมรรถนะของกระบวนการบรรจุปูนซีเมนต์ชนิด B ของงวงที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 2 ยังไม่อยู่ในระดับที่ดี และมีร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกเกณฑ์ที่กำหนดเท่ากับ 0.02

จากการวิเคราะห์น้ำหนักของปูนซีเมนต์ชนิด B สำหรับเครื่องจักรที่ 2 งวงบรรจุที่ 1 ของเดือนมกราคม 2560 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2560 ได้ผลดังตารางต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.21 สรุปผลการวิเคราะห์น้ำหนักปูนซีเมนต์ชนิด B งวงบรรจุที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 2 เดือนมกราคม 2560

วัน/เดือน/ปี	ขีดจำกัดควบคุม X - chart		ขีดจำกัดควบคุม MR - chart		ลักษณะการควบคุม	C_{Pk}	ร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกเกณฑ์ที่กำหนด
	LCL	UCL	LCL	UCL			
1 ม.ค. 60	38.889	40.985	0	1.287	ควบคุมได้	0.20	27.67
2 ม.ค. 60	39.326	40.936	0	0.989	ควบคุมไม่ได้	0.50	6.74
3 ม.ค. 60	40.890	39.347	0	0.948	ควบคุมได้	0.50	6.55
4 ม.ค. 60	39.851	40.803	0	0.585	ควบคุมไม่ได้	1.25	0.01
5 ม.ค. 60	39.809	40.989	0	0.725	ควบคุมได้	1.13	0.03
6 ม.ค. 60	39.866	40.835	0	0.596	ควบคุมได้	1.28	0.01
7 ม.ค. 60	39.853	40.875	0	0.628	ควบคุมไม่ได้	1.24	0.01
8 ม.ค. 60	39.849	40.885	0	0.636	ควบคุมได้	1.23	0.01
9 ม.ค. 60	39.821	40.882	0	0.652	ควบคุมได้	1.17	0.02
10 ม.ค. 60	39.877	40.939	0	0.653	ควบคุมได้	1.28	0.01
11 ม.ค. 60	39.814	40.990	0	0.722	ควบคุมได้	1.14	0.03
12 ม.ค. 60	39.753	41.000	0	0.766	ควบคุมไม่ได้	1.04	0.10
13 ม.ค. 60	39.396	40.887	0	0.376	ควบคุมได้	1.80	0.00
14 ม.ค. 60	39.655	40.972	0	0.809	ควบคุมไม่ได้	0.89	0.40
15 ม.ค. 60	39.782	40.943	0	0.713	ควบคุมไม่ได้	1.09	0.05
16 ม.ค. 60	39.782	40.973	0	0.780	ควบคุมไม่ได้	0.96	0.21
17 ม.ค. 60	39.891	41.214	0	0.813	ควบคุมไม่ได้	1.02	0.12
18 ม.ค. 60	39.980	40.943	0	0.592	ควบคุมไม่ได้	1.52	0.00
19 ม.ค. 60	39.001	40.955	0	1.200	ควบคุมไม่ได้	0.25	22.33
20 ม.ค. 60	31.811	41.090	0	0.785	ควบคุมไม่ได้	1.13	0.05
21 ม.ค. 60	39.999	40.752	0	0.465	ควบคุมได้	1.71	0.00
22 ม.ค. 60	39.917	41.214	0	0.796	ควบคุมได้	1.03	0.11
23 ม.ค. 60	40.062	40.800	0	0.453	ควบคุมได้	1.90	0.00

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.21 (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ขีดจำกัดควบคุม X - chart		ขีดจำกัดควบคุม MR - chart		ลักษณะการควบคุม	C_{Pk}	ร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกเกณฑ์ที่กำหนด
	LCL	LCL	LCL	UCL			
24 ม.ค. 60	39.643	41.167	0	0.936	ควบคุมได้	0.89	0.45
25 ม.ค. 60	39.678	41.366	0	1.037	ควบคุมได้	0.84	0.84
26 ม.ค. 60	39.723	41.292	0	0.964	ควบคุมได้	0.92	0.43
27 ม.ค. 60	40.012	40.765	0	0.463	ควบคุมได้	1.75	0.00
28 ม.ค. 60	39.854	41.055	0	0.738	ควบคุมได้	1.21	0.02
29 ม.ค. 60	39.947	41.273	0	0.815	ควบคุมได้	0.93	0.26
30 ม.ค. 60	39.827	41.302	0	0.906	ควบคุมได้	0.90	0.37
31 ม.ค. 60	39.945	41.016	0	0.658	ควบคุมไม่ได้	1.40	0.00

จากตารางที่ 4.21 ผลการวิเคราะห์ที่ได้จากแผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ พบว่ากระบวนการผลิตส่วนใหญ่อยู่ในลักษณะที่ควบคุมได้ ค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{Pk}) ในแต่ละวันส่วนใหญ่มีค่าน้อยกว่า 1.33 และมีร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกเกณฑ์ที่กำหนดมีค่าไม่เกิน 27.67 แสดงว่ากระบวนการบรรจุปูนซีเมนต์ชนิด B ของงวงที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 2 เดือนมกราคม ไม่อยู่ในระดับที่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.22 สรุปผลการวิเคราะห์น้ำหนักปูนซีเมนต์ชนิด B งวงบรรจุที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 2 เดือนกุมภาพันธ์ 2560

วัน/เดือน/ปี	ขีดจำกัดควบคุม X - chart		ขีดจำกัดควบคุม MR - chart		ลักษณะการควบคุม	C_{Pk}	ร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกเกณฑ์ที่กำหนด
	LCL	UCL	LCL	UCL			
1 ก.พ. 60	39.877	41.073	0	0.735	ควบคุมได้	1.25	0.02
2 ก.พ. 60	39.891	41.048	0	0.710	ควบคุมได้	1.28	0.01
3 ก.พ. 60	39.932	41.114	0	0.726	ควบคุมได้	1.20	0.02
4 ก.พ. 60	39.872	40.983	0	0.683	ควบคุมได้	1.26	0.01
5 ก.พ. 60	39.913	41.205	0	0.794	ควบคุมได้	1.04	0.10
6 ก.พ. 60	39.842	41.029	0	0.730	ควบคุมได้	1.19	0.02
7 ก.พ. 60	39.899	41.092	0	0.733	ควบคุมได้	1.23	0.02
8 ก.พ. 60	39.914	41.061	0	0.705	ควบคุมได้	1.29	0.01
9 ก.พ. 60	39.970	41.055	0	0.666	ควบคุมได้	1.32	0.00
10 ก.พ. 60	39.907	41.088	0	0.725	ควบคุมได้	1.24	0.01
11 ก.พ. 60	39.887	41.340	0	0.892	ควบคุมได้	0.85	0.56
12 ก.พ. 60	39.862	40.932	0	0.658	ควบคุมได้	1.25	0.01
13 ก.พ. 60	39.529	41.189	0	1.010	ควบคุมได้	0.76	1.24
14 ก.พ. 60	40.187	41.378	0	0.132	ควบคุมไม่ได้	0.75	1.21
15 ก.พ. 60	39.751	41.155	0	0.862	ควบคุมได้	1.03	0.14
16 ก.พ. 60	40.433	41.349	0	0.563	ควบคุมไม่ได้	0.74	1.31
17 ก.พ. 60	39.983	40.978	0	0.611	ควบคุมไม่ได้	1.51	0.00
18 ก.พ. 60	39.918	40.994	0	0.661	ควบคุมไม่ได้	1.35	0.00
19 ก.พ. 60	39.945	40.949	0	0.677	ควบคุมได้	1.43	0.00
20 ก.พ. 60	39.084	41.121	0	0.791	ควบคุมไม่ได้	1.16	0.05
21 ก.พ. 60	39.836	41.078	0	0.763	ควบคุมได้	1.17	0.03
22 ก.พ. 60	39.806	41.057	0	0.769	ควบคุมไม่ได้	1.12	0.05
23 ก.พ. 60	39.709	41.334	0	0.999	ควบคุมไม่ได้	0.87	0.00
24 ก.พ. 60	39.928	41.108	0	0.725	ควบคุมได้	1.21	0.02
25 ก.พ. 60	39.802	41.065	0	0.776	ควบคุมได้	1.11	0.05
26 ก.พ. 60	39.914	41.119	0	0.740	ควบคุมได้	1.18	0.02
27 ก.พ. 60	39.848	40.986	0	0.699	ควบคุมได้	1.21	0.02
28 ก.พ. 60	39.887	40.998	0	0.683	ควบคุมได้	1.28	0.01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.22 ผลการวิเคราะห์ที่ได้จากแผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ พบว่ากระบวนการผลิตส่วนใหญ่อยู่ในลักษณะที่ควบคุมได้ ส่วนค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{P_k}) ในแต่ละวันส่วนใหญ่มีค่าน้อยกว่า 1.33 และมีร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกเกณฑ์ที่กำหนดมีค่าไม่เกิน 1.31 แสดงว่ากระบวนการบรรจุปูนซีเมนต์ชนิด B ของงวงที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 2 เดือนกุมภาพันธ์ ไม่อยู่ในระดับที่ดี

โดยงวงบรรจุอีกทั้ง 7 งวง จะทำการวิเคราะห์ในรูปแบบเดียวกัน และสามารถสรุปผลการวิเคราะห์น้ำหนักของปูนซีเมนต์ชนิด B สำหรับเครื่องจักรที่ 2 ดังนี้

ตารางที่ 4.23 ร้อยละของข้อมูลที่กระบวนการผลิตอยู่ในลักษณะการควบคุมได้และค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{P_k}) ที่มากกว่า 1.33 ในแต่ละงวงบรรจุของเครื่องจักรที่ 2

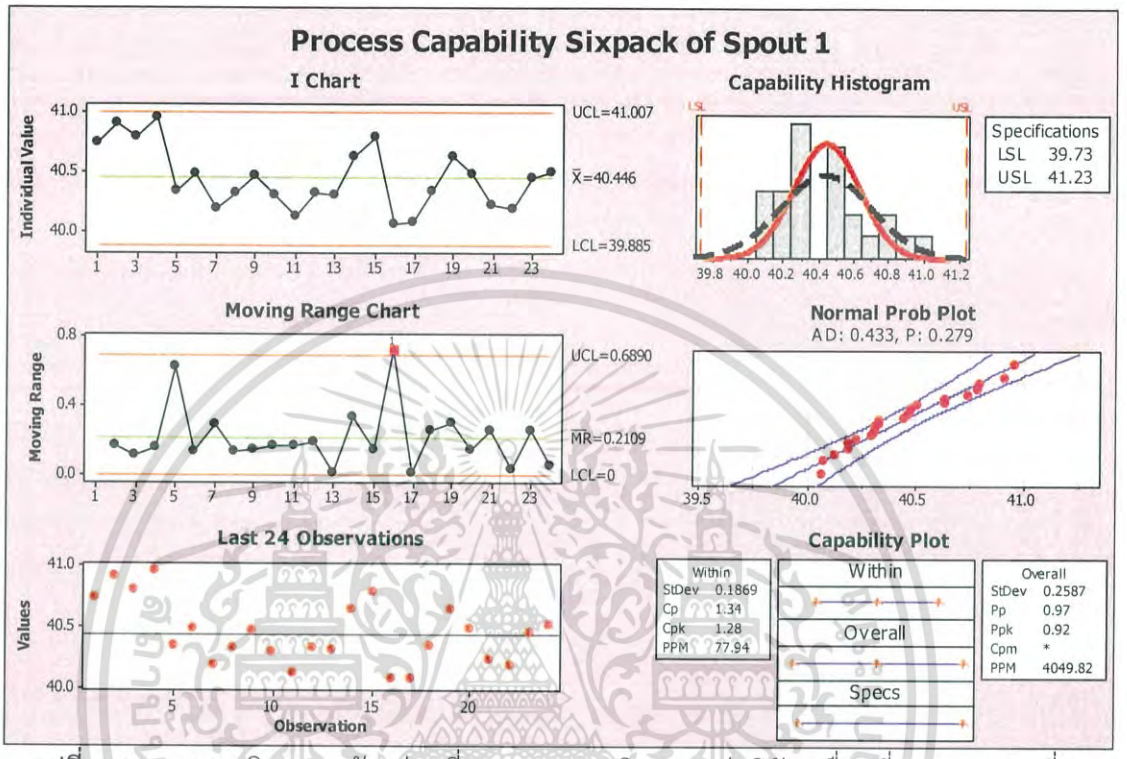
งวงบรรจุที่	เดือนมกราคม			เดือนกุมภาพันธ์		
	ข้อมูลทั้งหมด (ชุด)	ลักษณะการควบคุมได้ (ร้อยละ)	$C_{P_k} \geq 1.33$ (ร้อยละ)	ข้อมูลทั้งหมด (ชุด)	ลักษณะการควบคุมได้ (ร้อยละ)	$C_{P_k} \geq 1.33$ (ร้อยละ)
1	31	61.29	19.35	28	75.00	10.71
2	31	83.87	96.77	28	57.14	89.29
3	31	48.39	93.55	28	46.43	100.00
4	31	64.52	93.55	28	53.57	96.43
5	31	41.94	93.55	28	57.14	100.00
6	31	58.06	96.77	28	42.86	100.00
7	31	25.81	25.81	28	21.43	7.14
8	31	87.10	100.00	28	60.71	67.86

จากตารางที่ 4.23 พบว่าเดือนมกราคม งวงบรรจุที่ 7 มีลักษณะการควบคุมได้น้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 25.81 โดยมีค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{P_k}) มากกว่า 1.33 คิดเป็นร้อยละ 25.81 และงวงบรรจุที่ 1 มีลักษณะการควบคุมได้คิดเป็นร้อยละ 61.29 โดยมีค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{P_k}) มากกว่า 1.33 น้อยที่สุดคิดเป็นร้อยละ 19.35 ส่วนในเดือนกุมภาพันธ์ พบว่างวงบรรจุที่ 7 มีลักษณะการควบคุมได้น้อยที่สุดเช่นเดียวกัน คิดเป็นร้อยละ 21.43 โดยมีค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{P_k}) มากกว่า 1.33 น้อยที่สุดคิดเป็นร้อยละ 7.14 และงวงบรรจุที่ 1 มีลักษณะการควบคุมได้คิดเป็นร้อยละ 75.00 โดยมีค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{P_k}) มากกว่า 1.33 คิดเป็นร้อยละเพียง 10.71 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าประสิทธิภาพในการบรรจุของงวงที่ 1 และ 7 นั้นยังไม่อยู่ในระดับที่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2.2 ข้อมูลน้ำหนักของปูนซีเมนต์ชนิด B สำหรับเครื่องจักรที่ 3

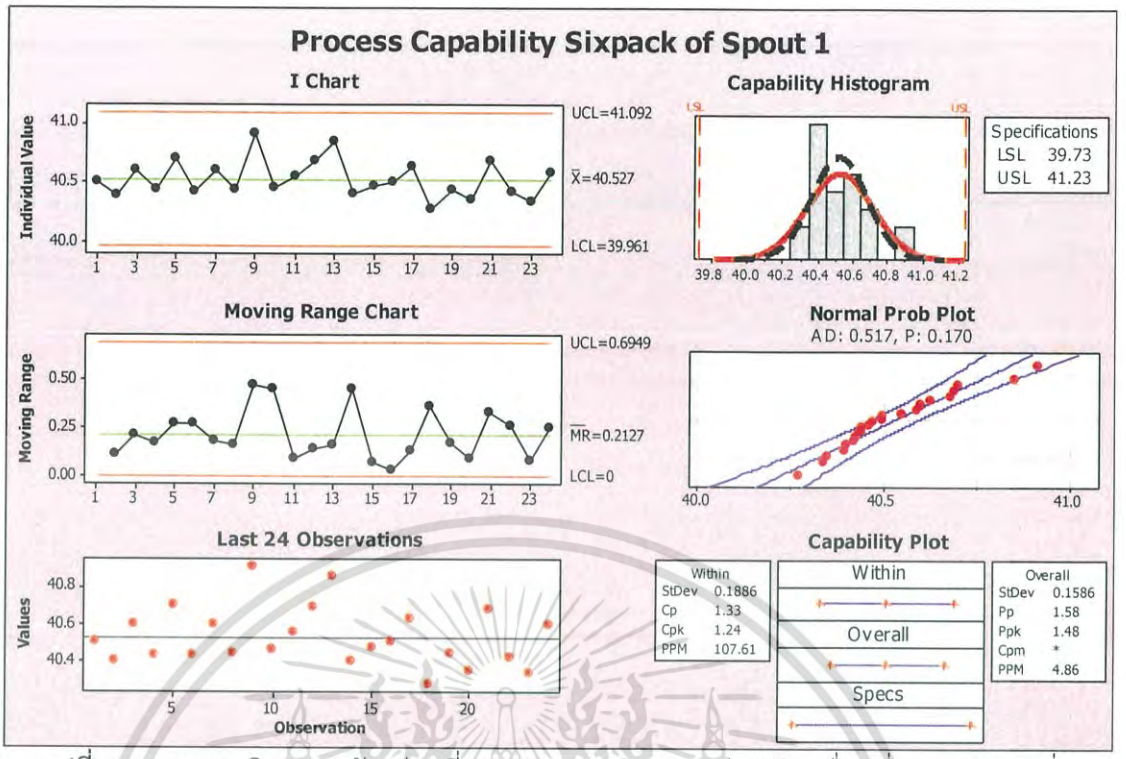
ในที่นี้จะขอนำเสนอข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 3 งวงบรรจุที่ 1 ในวันที่ 1 มกราคม 2560 และวันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2560 ดังรูปต่อไปนี้



รูปที่ 4.11 แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยว และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ของงวงบรรจุที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 3 ในวันที่ 1 มกราคม 2560

จากรูปที่ 4.11 การบรรจุปูนซีเมนต์ชนิด B ของงวงที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 3 เดือนมกราคม 2560 พบว่าไม่มีจุดใดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนและล่างของแผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและจากแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่พบว่าจุดที่ 16 เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบน แสดงให้เห็นว่าการบรรจุปูนซีเมนต์ชนิด B ของงวงที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 3 ยังไม่สามารถควบคุมกระบวนการผลิตได้ และดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{Pk}) มีค่าเท่ากับ 1.28 แสดงว่า สมรรถนะของกระบวนการบรรจุปูนซีเมนต์ชนิด B ของงวงที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 3 ยังไม่อยู่ในระดับที่ดี และมีร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกเกณฑ์ที่กำหนดเท่ากับ 0.01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.12 แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยว และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ของงวงบรรจุที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 3 ในวันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2560

จากรูปที่ 4.12 การบรรจุปูนซีเมนต์ชนิด B ของงวงที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 3 เดือนกุมภาพันธ์ 2560 พบว่าไม่มีจุดใดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนและล่างของแผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่และจุดมีลักษณะขึ้นลงที่สมดุลกันทั้ง 2 ด้าน แสดงให้เห็นว่าการบรรจุปูนซีเมนต์ชนิด B ของงวงที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 3 สามารถควบคุมกระบวนการผลิตได้ การหาค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 1.24 แสดงว่าสมรรถนะของกระบวนการบรรจุปูนซีเมนต์ชนิด B ของงวงที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 3 ยังไม่อยู่ในระดับที่ดี และมีร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกเกณฑ์ที่กำหนดเท่ากับ 0.01

จากการวิเคราะห์น้ำหนักของปูนซีเมนต์ชนิด B สำหรับเครื่องจักรที่ 3 งวงบรรจุที่ 1 ของเดือนมกราคมถึงกุมภาพันธ์ 2560 ได้ผลดังตารางต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.24 สรุปผลการวิเคราะห์น้ำหนักปูนซีเมนต์ชนิด B งวงบรรจุที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 3 เดือนมกราคม 2560

วัน/เดือน/ปี	ขีดจำกัดควบคุม X - chart		ขีดจำกัดควบคุม MR - chart		ลักษณะการควบคุม	C_{Pk}	ร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกเกณฑ์ที่กำหนด
	LCL	UCL	LCL	UCL			
1 ม.ค. 60	39.885	41.007	0	0.689	ควบคุมไม่ได้	1.28	0.01
2 ม.ค. 60	39.898	40.936	0	0.638	ควบคุมได้	1.32	0.00
3 ม.ค. 60	39.846	40.980	0	0.697	ควบคุมได้	1.20	0.02
4 ม.ค. 60	39.867	40.873	0	0.618	ควบคุมไม่ได้	1.27	0.01
5 ม.ค. 60	39.842	40.872	0	0.633	ควบคุมไม่ได้	1.22	0.01
6 ม.ค. 60	39.924	41.082	0	0.712	ควบคุมไม่ได้	1.26	0.01
7 ม.ค. 60	39.892	41.073	0	0.726	ควบคุมได้	1.27	0.01
8 ม.ค. 60	39.860	40.938	0	0.662	ควบคุมได้	1.24	0.01
9 ม.ค. 60	39.873	41.005	0	0.695	ควบคุมได้	1.25	0.01
10 ม.ค. 60	39.895	40.989	0	0.672	ควบคุมไม่ได้	1.30	0.01
11 ม.ค. 60	39.894	40.967	0	0.659	ควบคุมได้	1.31	0.00
12 ม.ค. 60	40.006	40.788	0	0.480	ควบคุมได้	1.71	0.00
13 ม.ค. 60	40.012	40.699	0	0.423	ควบคุมได้	1.82	0.00
14 ม.ค. 60	40.049	40.711	0	0.407	ควบคุมไม่ได้	1.96	0.00
15 ม.ค. 60	40.339	40.995	0	0.407	ควบคุมไม่ได้	1.71	0.00
16 ม.ค. 60	40.004	40.760	0	0.403	ควบคุมไม่ได้	1.73	0.00
17 ม.ค. 60	40.025	40.785	0	0.464	ควบคุมไม่ได้	1.77	0.00
18 ม.ค. 60	40.026	40.691	0	0.467	ควบคุมได้	1.89	0.00
19 ม.ค. 60	40.001	40.811	0	0.408	ควบคุมไม่ได้	1.67	0.00
20 ม.ค. 60	40.006	40.716	0	0.498	ควบคุมไม่ได้	1.78	0.00
21 ม.ค. 60	40.022	40.685	0	0.436	ควบคุมได้	1.88	0.00
22 ม.ค. 60	40.031	40.808	0	0.477	ควบคุมไม่ได้	1.78	0.00
23 ม.ค. 60	40.061	40.805	0	0.457	ควบคุมไม่ได้	1.89	0.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.24 (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ขีดจำกัดควบคุม X - chart		ขีดจำกัดควบคุม MR - chart		ลักษณะการควบคุม	C_{Pk}	ร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกเกณฑ์ที่กำหนด
	LCL	UCL	LCL	UCL			
24 ม.ค. 60	39.981	40.784	0	0.493	ควบคุมได้	0.63	0.00
25 ม.ค. 60	40.014	40.826	0	0.499	ควบคุมได้	1.70	0.00
26 ม.ค. 60	39.934	40.845	0	0.560	ควบคุมไม่ได้	1.45	0.00
27 ม.ค. 60	39.908	40.994	0	0.667	ควบคุมไม่ได้	1.33	0.00
28 ม.ค. 60	40.023	40.835	0	0.499	ควบคุมได้	1.72	0.00
29 ม.ค. 60	39.925	40.942	0	0.625	ควบคุมได้	1.38	0.00
30 ม.ค. 60	39.942	40.870	0	0.570	ควบคุมได้	1.46	0.00
31 ม.ค. 60	40.002	40.839	0	0.514	ควบคุมได้	1.65	0.00

จากตารางที่ 4.24 ผลการวิเคราะห์ที่ได้จากแผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยวและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ พบว่ากระบวนการผลิตส่วนใหญ่อยู่ในลักษณะที่ควบคุมได้ ค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{Pk}) ในแต่ละวันส่วนใหญ่มีค่ามากกว่า 1.33 และมีร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกเกณฑ์ที่กำหนดมีค่าเท่ากับ 0.00 แสดงว่ากระบวนการบรรจุปูนซีเมนต์ชนิด B ของงวงที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 3 เดือนมกราคม อยู่ในระดับที่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.25 สรุปผลการวิเคราะห์น้ำหนักปูนซีเมนต์ชนิด B งวงบรรจุที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 3 เดือนกุมภาพันธ์ 2560

วัน/เดือน/ปี	ขีดจำกัดควบคุม X - chart		ขีดจำกัดควบคุม MR - chart		ลักษณะการควบคุม	C_{Pk}	ร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกเกณฑ์ที่กำหนด
	LCL	UCL	LCL	UCL			
1 ก.พ. 60	39.961	41.092	0	0.695	ควบคุมได้	1.24	0.01
2 ก.พ. 60	39.898	41.063	0	0.715	ควบคุมได้	1.29	0.01
3 ก.พ. 60	39.858	41.005	0	0.704	ควบคุมได้	1.22	0.01
4 ก.พ. 60	39.876	41.016	0	0.700	ควบคุมได้	1.26	0.01
5 ก.พ. 60	39.866	41.108	0	0.763	ควบคุมได้	1.20	0.03
6 ก.พ. 60	39.873	40.944	0	0.658	ควบคุมไม่ได้	1.27	0.01
7 ก.พ. 60	39.864	41.020	0	0.710	ควบคุมไม่ได้	1.23	0.01
8 ก.พ. 60	39.892	40.974	0	0.664	ควบคุมได้	1.30	0.01
9 ก.พ. 60	39.905	40.995	0	0.670	ควบคุมได้	1.32	0.00
10 ก.พ. 60	39.896	40.963	0	0.656	ควบคุมได้	1.31	0.00
11 ก.พ. 60	39.961	40.775	0	0.500	ควบคุมไม่ได้	1.57	0.00
12 ก.พ. 60	39.891	40.971	0	0.663	ควบคุมได้	1.30	0.01
13 ก.พ. 60	39.877	40.929	0	0.650	ควบคุมได้	1.27	0.01
14 ก.พ. 60	39.982	40.824	0	0.517	ควบคุมได้	1.60	0.00
15 ก.พ. 60	39.915	40.794	0	0.540	ควบคุมไม่ได้	1.42	0.00
16 ก.พ. 60	39.905	40.801	0	0.550	ควบคุมไม่ได้	1.39	0.00
17 ก.พ. 60	39.922	40.960	0	0.638	ควบคุมได้	1.37	0.00
18 ก.พ. 60	39.991	41.011	0	0.627	ควบคุมได้	1.43	0.00
19 ก.พ. 60	39.350	40.749	0	0.491	ควบคุมได้	1.55	0.00
20 ก.พ. 60	40.017	40.376	0	0.466	ควบคุมไม่ได้	1.76	0.00
21 ก.พ. 60	40.022	40.892	0	0.534	ควบคุมได้	1.67	0.00
22 ก.พ. 60	39.995	40.829	0	0.516	ควบคุมไม่ได้	1.63	0.00
23 ก.พ. 60	40.089	40.914	0	0.507	ควบคุมไม่ได้	1.77	0.00
24 ก.พ. 60	39.999	40.809	0	0.497	ควบคุมได้	1.66	0.00
25 ก.พ. 60	40.001	40.917	0	0.562	ควบคุมได้	1.59	0.00
26 ก.พ. 60	40.092	40.888	0	0.489	ควบคุมไม่ได้	1.86	0.00
27 ก.พ. 60	40.035	40.859	0	0.506	ควบคุมได้	1.74	0.00
28 ก.พ. 60	40.079	40.903	0	0.506	ควบคุมได้	1.79	0.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.25 ผลการวิเคราะห์ที่ได้จากแผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยว และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ พบว่ากระบวนการผลิตส่วนใหญ่อยู่ในลักษณะที่ควบคุมได้ ค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{Pk}) ในแต่ละวันส่วนใหญ่มีค่าน้อยกว่า 1.33 และมีร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกเกณฑ์ที่กำหนดส่วนใหญ่มีค่าเท่ากับ 0 หรือเข้าใกล้ 0 แสดงว่ากระบวนการบรรจุปูนซีเมนต์ชนิด B ของงวงที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 3 เดือนกุมภาพันธ์อยู่ในระดับที่ดี

โดยงวงบรรจุอีกทั้ง 7 งวง จะทำการวิเคราะห์ในรูปแบบเดียวกัน และสามารถสรุปผลการวิเคราะห์น้ำหนักของปูนซีเมนต์ชนิด B สำหรับเครื่องจักรที่ 3 ดังนี้

ตารางที่ 4.26 ร้อยละของข้อมูลที่กระบวนการผลิตอยู่ในลักษณะการควบคุมได้และค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{Pk}) ที่มากกว่า 1.33 ในแต่ละงวงบรรจุของเครื่องจักรที่ 3

งวงบรรจุที่	เดือนมกราคม			เดือนกุมภาพันธ์		
	ข้อมูลทั้งหมด (ชุด)	ลักษณะการควบคุมได้ (ร้อยละ)	$C_{Pk} \geq 1.33$ (ร้อยละ)	ข้อมูลทั้งหมด (ชุด)	ลักษณะการควบคุมได้ (ร้อยละ)	$C_{Pk} \geq 1.33$ (ร้อยละ)
1	31	51.61	61.29	28	67.86	57.14
2	31	58.06	64.62	28	75.00	60.71
3	31	64.52	96.77	28	60.71	100.00
4	31	54.84	100.00	28	53.57	96.43
5	31	64.52	100.00	28	89.29	100.00
6	31	41.94	64.52	28	78.57	64.29
7	31	25.81	25.81	28	42.86	0.00
8	31	61.29	22.58	28	67.86	3.57

จากตารางที่ 4.26 พบว่าเดือนมกราคม งวงบรรจุที่ 7 มีลักษณะการควบคุมได้น้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 25.81 โดยมีค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{Pk}) มากกว่า 1.33 คิดเป็นร้อยละ 25.81 และในงวงบรรจุที่ 8 มีลักษณะการควบคุมได้คิดเป็นร้อยละ 61.29 โดยมีค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{Pk}) มากกว่า 1.33 น้อยที่สุดคิดเป็นร้อยละ 22.58 ส่วนในเดือนกุมภาพันธ์ พบว่างวงบรรจุที่ 7 มีลักษณะการควบคุมได้น้อยที่สุดเช่นเดียวกัน คิดเป็นร้อยละ 42.86 โดยไม่มีค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{Pk}) มากกว่า 1.33 และงวงบรรจุที่ 8 มีลักษณะการควบคุมได้คิดเป็นร้อยละ 67.86 โดยมีค่าค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{Pk}) มากกว่า 1.33 คิดเป็นร้อยละเพียง 3.57 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าประสิทธิภาพในการบรรจุของงวงที่ 7 และ 8 นั้นยังไม่อยู่ในระดับที่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

การศึกษาครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาการควบคุมคุณภาพน้ำหนักปูนซีเมนต์ จากข้อมูลน้ำหนักปูนซีเมนต์ที่ได้จากกระบวนการบรรจุของทั้ง 4 เครื่องจักร โดยที่แต่ละเครื่องจักรจะมีงวงบรรจุทั้งหมด 8 งวง สำหรับข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ได้รวบรวมข้อมูลในเดือนมกราคมและกุมภาพันธ์ พ.ศ.2560 โดยการวิเคราะห์ข้อมูลจะอาศัยหลักเกณฑ์ทางสถิติและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมคุณภาพ ซึ่งสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลได้ดังนี้

5.1 การแจกแจงแบบปกติของข้อมูล

5.1.1 ข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 1

การทดสอบการแจกแจงแบบปกติของข้อมูลในเครื่องจักรที่ 1 ทั้งหมด 8 งวง พบว่าในงวงบรรจุที่ 2 ถึง 7 ข้อมูลส่วนใหญ่ประมาณร้อยละ 90 มีการแจกแจงแบบปกติ และมีเพียงงวงบรรจุที่ 1 และ 8 ที่ข้อมูลประมาณร้อยละ 50 มีการแจกแจงแบบปกติ

5.1.2 ข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 2

การทดสอบการแจกแจงแบบปกติของข้อมูลในเครื่องจักรที่ 2 ทั้งหมด 8 งวง พบว่าในงวงบรรจุที่ 1, 2, 4, 6, 7 และ 8 ข้อมูลส่วนใหญ่ประมาณร้อยละ 60 ขึ้นไปมีการแจกแจงแบบปกติ และมีเพียงงวงบรรจุที่ 3 และ 5 ที่ข้อมูลประมาณร้อยละ 20 มีการแจกแจงแบบปกติ

5.1.3 ข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 3

การทดสอบการแจกแจงแบบปกติของข้อมูลในเครื่องจักรที่ 3 ทั้งหมด 8 งวง พบว่าในงวงบรรจุที่ 1, 2, 3 และ 5 ข้อมูลส่วนใหญ่ประมาณร้อยละ 70 ขึ้นไปมีการแจกแจงแบบปกติ งวงบรรจุที่ 6 ถึง 8 ข้อมูลประมาณร้อยละ 50 ขึ้นไปมีการแจกแจงแบบปกติและมีเพียงงวงบรรจุที่ 4 ที่ข้อมูลประมาณร้อยละ 10 มีการแจกแจงแบบปกติ

5.1.4 ข้อมูลสำหรับเครื่องจักรที่ 4

การทดสอบการแจกแจงแบบปกติของข้อมูลในเครื่องจักรที่ 4 ทั้งหมด 8 งวง พบว่าในงวงบรรจุที่ 1, 2, 3, 5, 6 และ 8 ข้อมูลส่วนใหญ่ประมาณร้อยละ 90 ขึ้นไปมีการแจกแจงแบบปกติ และมีเพียงงวงบรรจุที่ 4 และ 7 ที่ข้อมูลประมาณร้อยละ 50 มีการแจกแจงแบบปกติ

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า เครื่องจักรทั้ง 4 เครื่อง ในเดือนมกราคมและกุมภาพันธ์ พ.ศ.2560 ข้อมูลส่วนใหญ่มีการแจกแจงแบบปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 การควบคุมคุณภาพน้ำหนักของปูนซีเมนต์ชนิด A

5.2.1 การควบคุมคุณภาพน้ำหนักของปูนซีเมนต์ชนิด A สำหรับเครื่องจักรที่ 1

จากการศึกษาพบว่าในเดือนมกราคม งวงบรรจุที่ 1 มีลักษณะการควบคุมได้น้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 9.68 โดยมีค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{Pk}) มากกว่า 1.33 คิดเป็นร้อยละ 77.42 และงวงบรรจุที่ 8 มีลักษณะการควบคุมได้คิดเป็นร้อยละ 22.58 โดยมีค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{Pk}) มากกว่า 1.33 น้อยที่สุดคิดเป็นร้อยละ 32.26 ส่วนในเดือนกุมภาพันธ์ พบว่างวงบรรจุที่ 1 มีลักษณะที่ควบคุมได้น้อยที่สุดเช่นเดียวกัน คิดเป็นร้อยละ 46.43 โดยมีค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{Pk}) มากกว่า 1.33 น้อยที่สุดคิดเป็นร้อยละ 28.57 และงวงบรรจุที่ 8 มีลักษณะการควบคุมได้คิดเป็นร้อยละ 53.57 โดยมีค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{Pk}) มากกว่า 1.33 คิดเป็นร้อยละเพียง 32.14 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าประสิทธิภาพในการบรรจุของงวงที่ 1 และ 8 นั้นยังไม่อยู่ในระดับที่ดี

5.2.2 การควบคุมคุณภาพน้ำหนักของปูนซีเมนต์ชนิด A สำหรับเครื่องจักรที่ 4

จากการศึกษาพบว่าในเดือนมกราคม งวงบรรจุที่ 7 มีลักษณะการควบคุมได้น้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 9.68 โดยมีค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{Pk}) มากกว่า 1.33 คิดเป็นร้อยละ 38.71 และในงวงบรรจุที่ 4 มีลักษณะการควบคุมได้คิดเป็นร้อยละ 22.58 โดยมีค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{Pk}) มากกว่า 1.33 คิดเป็นร้อยละเพียง 45.16 ส่วนในเดือนกุมภาพันธ์ พบว่างวงบรรจุที่ 7 มีลักษณะที่ควบคุมได้น้อยที่สุดเช่นเดียวกัน คิดเป็นร้อยละ 32.14 โดยมีค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{Pk}) มากกว่า 1.33 คิดเป็นร้อยละ 46.43 และงวงบรรจุที่ 4 มีลักษณะการควบคุมได้คิดเป็นร้อยละ 35.71 โดยมีค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{Pk}) มากกว่า 1.33 คิดเป็นร้อยละเพียง 57.14 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าประสิทธิภาพในการบรรจุของงวงที่ 4 และ 7 นั้นยังไม่อยู่ในระดับที่ดี

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ในเดือนมกราคมและกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2560 เครื่องจักรที่ 1 ควรตรวจสอบการทำงานของงวงบรรจุที่ 1 และ 8 อย่างละเอียด ส่วนเครื่องจักรที่ 4 ควรตรวจสอบการทำงานของงวงบรรจุที่ 4 และ 7 อย่างละเอียด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 การควบคุมคุณภาพน้ำหนักของปูนซีเมนต์ชนิด B

5.3.1 การควบคุมคุณภาพน้ำหนักของปูนซีเมนต์ชนิด B สำหรับเครื่องจักรที่ 2

จากการศึกษาพบว่าในเดือนมกราคม งวงบรรจุที่ 7 มีลักษณะการควบคุมได้น้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 25.81 โดยมีค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มากกว่า 1.33 คิดเป็นร้อยละ 25.81 และงวงบรรจุที่ 1 มีลักษณะการควบคุมได้คิดเป็นร้อยละ 61.29 โดยมีค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มากกว่า 1.33 น้อยที่สุดคิดเป็นร้อยละ 19.35 ส่วนในเดือนกุมภาพันธ์ พบว่างวงบรรจุที่ 7 มีลักษณะการควบคุมได้น้อยที่สุดเช่นเดียวกัน คิดเป็นร้อยละ 21.43 โดยมีค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มากกว่า 1.33 น้อยที่สุดคิดเป็นร้อยละ 7.14 และงวงบรรจุที่ 1 มีลักษณะการควบคุมได้คิดเป็นร้อยละ 75.00 โดยมีค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มากกว่า 1.33 คิดเป็นร้อยละเพียง 10.71 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าประสิทธิภาพในการบรรจุของงวงที่ 1 และ 7 นั้นยังไม่อยู่ในระดับที่ดี

5.3.2 การควบคุมคุณภาพน้ำหนักของปูนซีเมนต์ชนิด B สำหรับเครื่องจักรที่ 3

จากการศึกษาพบว่าในเดือนมกราคม งวงบรรจุที่ 7 มีลักษณะการควบคุมได้น้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 25.81 โดยมีค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มากกว่า 1.33 คิดเป็นร้อยละ 25.81 และในงวงบรรจุที่ 8 มีลักษณะการควบคุมได้คิดเป็นร้อยละ 61.29 โดยมีค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มากกว่า 1.33 น้อยที่สุดคิดเป็นร้อยละ 22.58 ส่วนในเดือนกุมภาพันธ์ พบว่างวงบรรจุที่ 7 มีลักษณะการควบคุมได้น้อยที่สุดเช่นเดียวกัน คิดเป็นร้อยละ 42.86 โดยไม่มีค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มากกว่า 1.33 และงวงบรรจุที่ 8 มีลักษณะการควบคุมได้คิดเป็นร้อยละ 67.86 โดยมีค่าค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มากกว่า 1.33 คิดเป็นร้อยละเพียง 3.57 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าประสิทธิภาพในการบรรจุของงวงที่ 7 และ 8 นั้นยังไม่อยู่ในระดับที่ดี

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ในเดือนมกราคมและกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2560 เครื่องจักรที่ 2 ควรตรวจสอบการทำงานของงวงบรรจุที่ 1 และ 7 อย่างละเอียด ส่วนเครื่องจักรที่ 3 ควรตรวจสอบการทำงานของงวงบรรจุที่ 7 และ 8 อย่างละเอียด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4 ข้อเสนอแนะ

5.4.1 การศึกษาเกี่ยวกับแผนภูมิควบคุมคุณภาพ หากได้เก็บข้อมูลเพิ่มเติมในเดือนถัดไปหรือครั้งต่อไปเรื่อยๆ เพื่อเปรียบเทียบกับแผนภูมิควบคุมคุณภาพที่สร้างจากข้อมูลในปัจจุบัน จะทำให้มองเห็นลักษณะคุณภาพของการบรรจุปูนซีเมนต์ในโรงงานที่ดีขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งจะแสดงให้เห็นถึงประโยชน์ในการใช้แผนภูมิควบคุมคุณภาพและเป็นการปรับปรุงระบบการผลิตให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

5.4.2 ในขณะที่เครื่องมีการเสียบถุงเข้ากับงวงผิดพลาดทำให้ถุงหลุดตกออกมา พนักงานที่ประจำอยู่หน้าเครื่องบรรจุก็ดำเนินการเสียบถุงเองด้วยมือในขณะที่งวงเลย Limit Switch ไปแล้ว เป็นผลทำให้เกิดน้ำหนักของมือพนักงานที่กดอยู่บนถุงและจังหวะปล่อยมือก็จะกดถุงลงมาด้วยในช่วง 1-2 วินาที ส่งผลให้เกิดค่าความผิดพลาดของน้ำหนักต่อถุงนั้นๆได้ เพราะเครื่องชั่งของงวงนั้นจะเข้าใจว่าน้ำหนักจะเป็นตัวกำหนดและควบคุมให้กับการจ่ายปูนลงในถุง ดังนั้นจะจ่ายปูนออกมาตามน้ำหนักที่เหลือจึงทำให้น้ำหนักจริงของปูนถุงนั้นต่ำกว่าพิกัดได้

5.4.3 การทำความสะอาดงวงที่จ่ายปูนแต่ละงวงไม่สม่ำเสมอ จะส่งผลต่อค่าของน้ำหนักปูนถุงที่ออกมาผิดพลาดได้เพราะอาจมีปูนที่เกาะติดกับงวงจ่ายและอานรองรับ ซึ่งทำให้ปูนถุงที่ได้มีน้ำหนักต่ำกว่าพิกัด เนื่องจากน้ำหนักที่เกิดขึ้นเป็นน้ำหนักของปูนที่อยู่นอกถุง ดังนั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำความสะอาดและตรวจสอบน้ำหนักของงวงจ่ายแต่ละงวงว่าเป็นไปตามมาตรฐานหรือไม่ เพื่อที่จะได้ควบคุมให้น้ำหนักของปูนถุงที่ออกมามีมาตรฐานอยู่ในพิกัดและส่งผลต่อความพึงพอใจของลูกค้าในที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

เกษม พิพัฒน์ปัญญานุกูล. 2557. **การควบคุมคุณภาพ**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ท้อป

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

คณัณต์สัค นันทไพบูลย์ และคณะ.2555. **การควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ของบริษัทน้ำตาลสิงห์บุรี จำกัด**. ปัญหาพิเศษ, ภาควิชาสถิติประยุกต์, คณะวิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

มนัส ไพฑูรย์เจริญลาภ. 2544. **เอกสารประกอบการเรียนวิชาระเบียบวิธีวิจัย.** คณะวิทยาศาสตร์. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

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

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

อัชฌา อระวีพร. 2557. **เอกสารประกอบการเรียนวิชาความน่าจะเป็น**. คณะวิทยาศาสตร์. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก. ตารางแสดงค่าตัวประกอบสำหรับการคำนวณเส้นขีดจำกัดควบคุม

Number of Observations in sample , n	Chart for Averages			Chart for Standard Deviations					Chart for Ranges						
	Factors for Control Limits			Factors for Central Line	Factors for Control Limits				Factors for Central Line		Factors for Control Limits				
	A	A2	A3	c4	B3	B4	B5	B6	d2	1/d2	d3	D1	D2	D3	D4
2	2.121	1.880	2.659	0.798	0	3.267	0	2.606	1.128	0.8862	0.853	0	3.686	0	3.267
3	1.732	1.023	1.954	0.886	0	2.568	0	2.276	1.693	0.5908	0.888	0	4.358	0	2.575
4	1.500	0.729	1.628	0.921	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	0.940	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	0.952	0.030	1.970	0.029	1.874	2.534	0.3946	0.848	0	5.079	0	2.004
7	1.134	0.419	1.182	0.959	0.118	1.882	0.113	1.806	2.704	0.3698	0.833	0.205	5.204	0.076	1.924
8	1.061	0.373	1.099	0.965	0.185	1.815	0.179	1.751	2.847	0.3512	0.820	0.388	5.307	0.136	1.864
9	1.000	0.337	1.032	0.969	0.239	1.761	0.232	1.707	2.970	0.3367	0.808	0.547	5.394	0.184	1.816
10	0.949	0.308	0.975	0.973	0.284	1.716	0.276	1.669	3.078	0.3249	0.797	0.686	5.469	0.223	1.777
11	0.905	0.285	0.927	0.975	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	0.978	0.354	1.646	0.346	1.610	3.258	0.3069	0.778	0.923	5.594	0.283	1.717
13	0.832	0.249	0.850	0.979	0.382	1.618	0.374	1.585	3.336	0.2998	0.770	1.025	5.647	0.307	1.693
14	0.802	0.235	0.817	0.981	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	0.982	0.428	1.572	0.421	1.544	3.472	0.2880	0.756	1.203	5.740	0.347	1.653
16	0.750	0.212	0.763	0.984	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	0.985	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	0.985	0.482	1.518	0.475	1.496	3.640	0.2747	0.739	1.424	5.856	0.391	1.609
19	0.688	0.187	0.698	0.986	0.497	1.503	0.490	1.483	3.689	0.2711	0.733	1.489	5.889	0.404	1.596
20	0.671	0.180	0.680	0.987	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	0.988	0.523	1.477	0.516	1.459	3.778	0.2647	0.724	1.606	5.951	0.425	1.575
22	0.640	0.167	0.647	0.988	0.534	1.466	0.528	1.448	3.819	0.2618	0.720	1.660	5.979	0.435	1.565
23	0.626	0.162	0.633	0.989	0.545	1.455	0.539	1.438	3.858	0.2592	0.716	1.711	6.006	0.443	1.557
24	0.612	0.157	0.619	0.989	0.555	1.445	0.549	1.429	3.895	0.2567	0.712	1.759	6.032	0.452	1.548
25	0.600	0.153	0.606	0.990	0.565	1.435	0.559	1.420	3.931	0.2544	0.708	1.805	6.056	0.459	1.541

Copy right ASTM, 1916 Race Street, Philadelphia. PA.19103. Reprinted with permission

ตาราง ข. ตารางแสดงพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐาน

STANDARD NORMAL TABLE (Z)

Entries in the table give the area under the curve between the mean and *z* standard deviations above the mean. For example, for $z = 1.25$ the area under the curve between the mean (0) and z is 0.3944.

z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.0000	0.0040	0.0080	0.0120	0.0160	0.0190	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	0.0910	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	0.1480	0.1517
0.4	0.1554	0.1591	0.1628	0.1664	0.1700	0.1736	0.1772	0.1808	0.1844	0.1879
0.5	0.1915	0.1950	0.1985	0.2019	0.2054	0.2088	0.2123	0.2157	0.2190	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	0.2580	0.2611	0.2642	0.2673	0.2704	0.2734	0.2764	0.2794	0.2823	0.2852
0.8	0.2881	0.2910	0.2939	0.2969	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	0.3340	0.3365	0.3389
1.0	0.3413	0.3438	0.3461	0.3485	0.3508	0.3513	0.3554	0.3577	0.3529	0.3621
1.1	0.3643	0.3665	0.3686	0.3708	0.3729	0.3749	0.3770	0.3790	0.3810	0.3830
1.2	0.3849	0.3869	0.3888	0.3907	0.3925	0.3944	0.3962	0.3980	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	0.4370	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	0.4750	0.4756	0.4761	0.4767
2.0	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	0.4830	0.4834	0.4838	0.4842	0.4846	0.4850	0.4854	0.4857
2.2	0.4861	0.4864	0.4868	0.4871	0.4875	0.4878	0.4881	0.4884	0.4887	0.4890
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	0.4920	0.4922	0.4925	0.4927	0.4929	0.4931	0.4932	0.4934	0.4936
2.5	0.4938	0.4940	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	0.4960	0.4961	0.4962	0.4963	0.4964
2.7	0.4965	0.4966	0.4967	0.4968	0.4969	0.4970	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	0.4980	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	0.4987	0.4987	0.4987	0.4988	0.4988	0.4989	0.4989	0.4989	0.4990	0.4990
3.1	0.4990	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

Source Adapted by permission from Statistical Methods by George W. Snedecor and William G. Cochran ,sixth edition ©1967 by The Iowa State University Press, Ames, Iowa, p. 548

ตาราง ค. ตารางแสดงค่า Significance Point ของ Anderson–Darling จาก Anderson (1954)

Significance Level	Significance Point
0.10	1.933
0.05	2.492
0.01	3.857

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

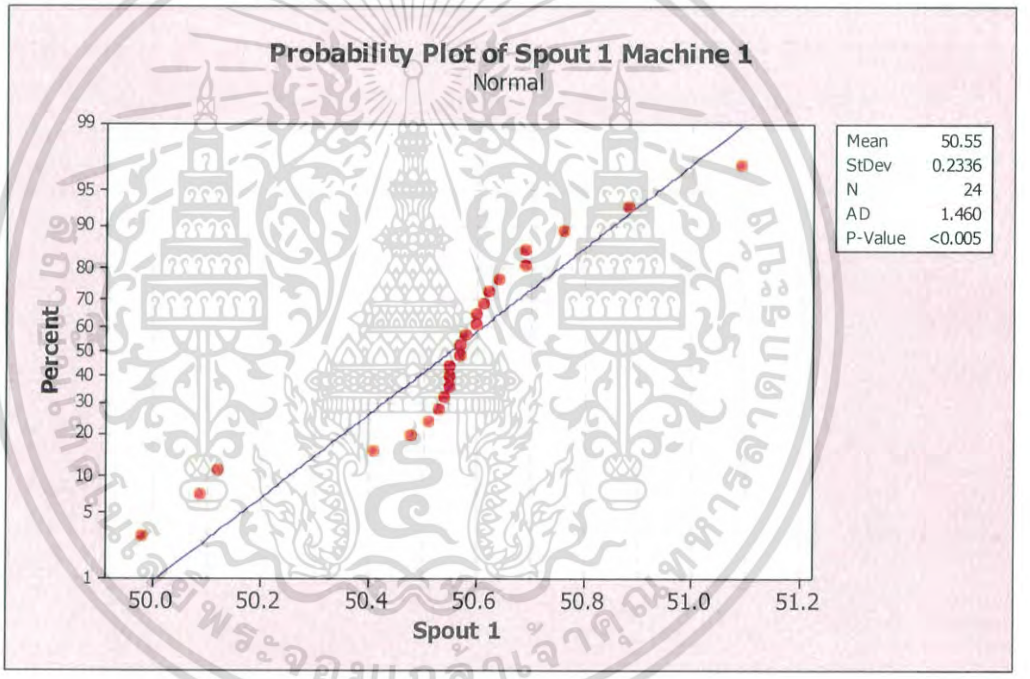
ขั้นตอนการใช้โปรแกรม Minitab

ในการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม MINITAB นั้น สามารถทำการวิเคราะห์โดยใช้คำสั่งต่างๆ กันได้ทั้ง 3 คำสั่ง

1. Stat ➠ Basic Statistics ➠ Normality Test
2. Stat ➠ Control Charts ➠ Variables Charts for Individuals ➠ I – MR
3. Stat ➠ Quality Tools ➠ Capability Sixpack ➠ Normal...

แต่ละคำสั่งจะให้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

1. Stat ➠ Basic Statistics ➠ Normality Test

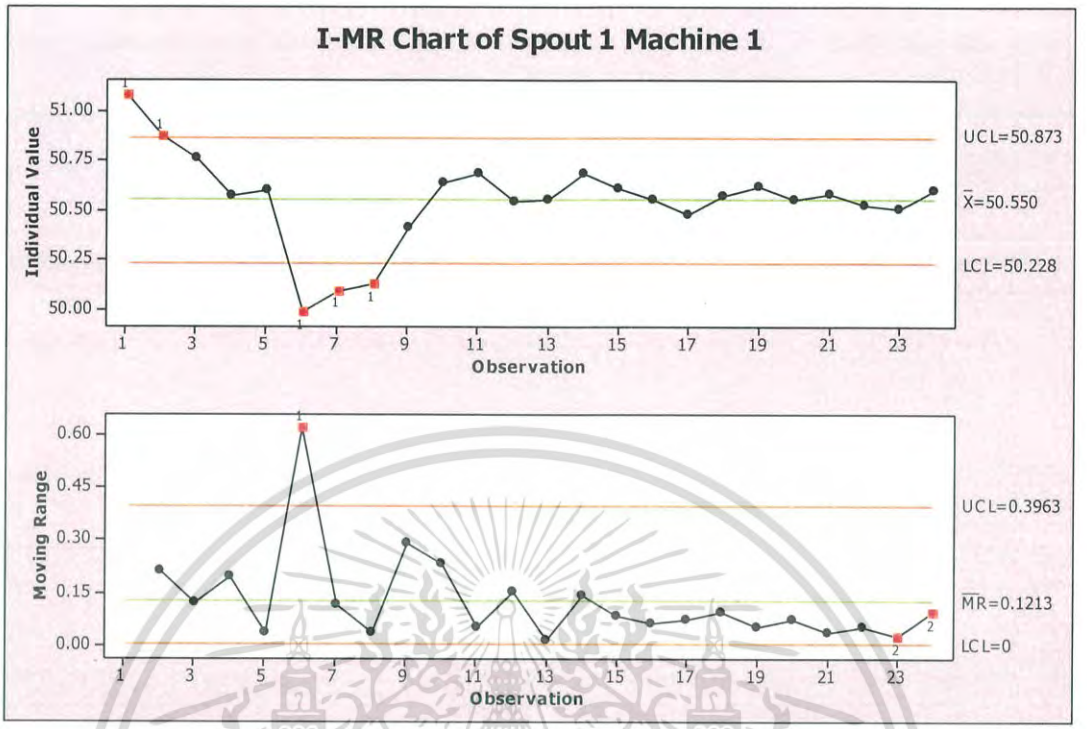


รูป ก. แสดงการทดสอบการแจกแจงแบบปกติจากโปรแกรม MINITAB โดยใช้ คำสั่ง Stat ➠ Basic Statistics ➠ Normality Test

รูป ก. แสดงกราฟที่แสดงการแจกแจงของข้อมูลว่ามีความสัมพันธ์ในเชิงเส้นตรงหรือไม่ รวมทั้งแสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จำนวนข้อมูล ค่าตัวสถิติ AD ของการทดสอบการแจกแจงแบบปกติ Anderson – Darling และค่า p-value ของการทดสอบ โดยถ้าค่า p-value มีค่ามากกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนดก็จะยอมรับสมมติฐานหลัก นั่นคือ ข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Stat ➠ Control Charts ➠ Variables Charts for Individuals ➠ I - MR



รูป ข. แสดงการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุม (Control Charts) จากโปรแกรม MINITAB โดยใช้คำสั่ง Stat ➠ Control Charts ➠ Variables Charts for Individuals ➠ I - MR

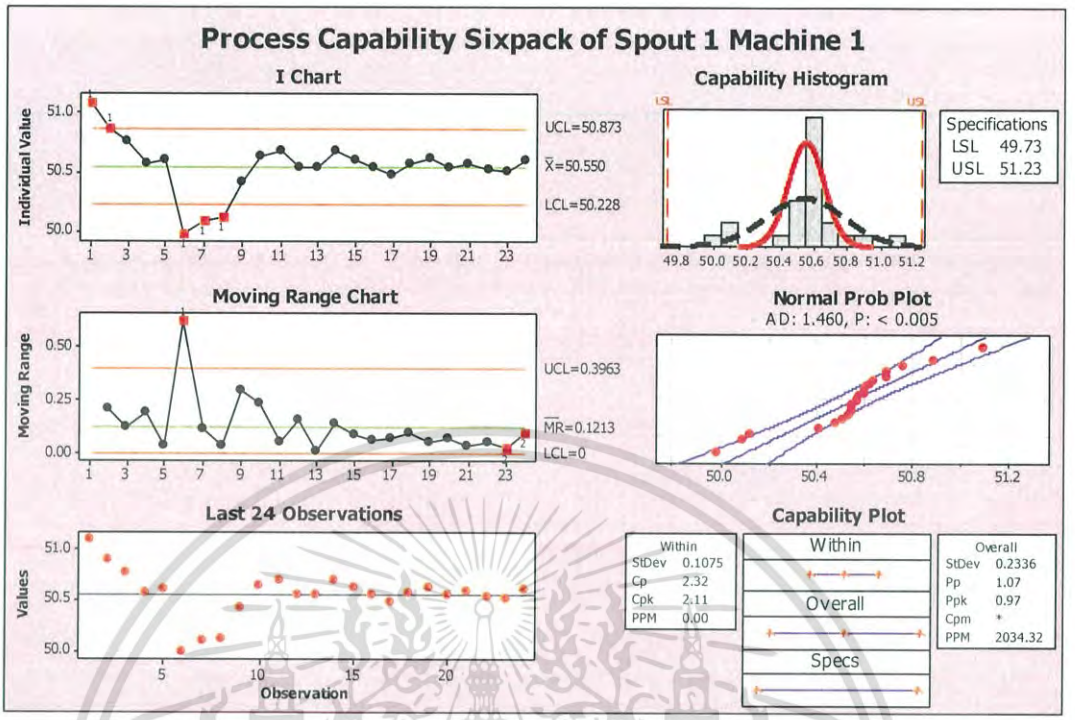
การวิเคราะห์ข้อมูลทางคุณภาพ โดยใช้คำสั่งนี้ จะแสดงผลการวิเคราะห์ในรูปของแผนภูมิ 2 แผนภูมิด้วยกัน คือ

1. แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยว (X - Chart)
2. แผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ (MR – Chart)

ซึ่งจะบอกให้ทราบค่า UCL และ LCL ของแต่ละแผนภูมิและค่า $\overline{X}$, $\overline{MR}$ รวมไปถึงจุดแดงที่ตกนอกขอบเขตของแผนภูมิควบคุมทั้ง 2 ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. Stat ➠ Quality Tools ➠ Capability Sixpack ➠ Normal



รูป ค. แสดงการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุมด้วยคำสั่ง (Quality Tools) จากโปรแกรม MINITAB โดยใช้คำสั่ง Stat ➠ Quality Tools ➠ Capability Sixpack ➠ Normal...

การวิเคราะห์ข้อมูลทางคุณภาพ โดยใช้คำสั่งนี้ จะแสดงผลการวิเคราะห์เป็น 3 ส่วน คือ

1. แผนภูมิ ประกอบด้วย 3 แผนภูมิ

1.1 แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยว (X - Chart) เป็นแผนภูมิที่บอกให้ทราบค่า UCL LCL และ $\bar{X}$ รวมไปถึงแสดงจุดที่ตกนอกแผนภูมิควบคุม

1.2 แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยว (MR - Chart) เป็นแผนภูมิที่บอกให้ทราบค่า UCL LCL และ $\overline{MR}$ รวมไปถึงแสดงจุดที่ตกนอกแผนภูมิควบคุม

1.3 กราฟ Scatterplot เป็นแผนภูมิที่ใช้แสดงการกระจายตัวของข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การทดสอบการแจกแจงแบบปกติของข้อมูล ประกอบด้วย 2 กราฟ คือ

2.1 กราฟ Histogram เป็นกราฟที่แสดงการแจกแจงของข้อมูลว่ามีรูปร่างใกล้เคียงกับโค้งระฆังคว่ำหรือไม่รวมไปถึงแสดงให้เห็นว่า ข้อมูลตกอยู่ในช่วงใดของขีดจำกัดข้อกำหนด

2.2. กราฟ Normal Probability เป็นกราฟที่แสดงการแจกแจงของข้อมูลว่ามีความสัมพันธ์ในเชิงเส้นตรงหรือไม่ รวมทั้งแสดงค่าตัวสถิติ AD ของการทดสอบการแจกแจงแบบปกติ Anderson – Darling Test และค่า P-Value ของการทดสอบ โดยถ้าค่า P-Value มีค่ามากกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนดก็จะยอมรับสมมติฐานหลัก นั่นคือ ข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ

3. ค่าสมรรถนะของกระบวนการผลิต

บอกให้ทราบถึงสมรรถนะของกระบวนการผลิต และเปรียบเทียบข้อมูลทั้งในรูปแบบ Within และ Overall ว่าอยู่ในช่วงใดของขีดจำกัดข้อกำหนด และแสดงค่า $\sigma, C_P, C_{P_k}, P_k, P_{P_k}$ และค่า C_{P_M}

ตัวอย่างการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุม ค่าดัชนีชี้วัดความสามารถของกระบวนการผลิต (C_{P_k}) และร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด

<u>ตัวอย่างใช้ข้อมูล วันที่ 1 มกราคม 2560 จาก เครื่องจักรที่ 1 งวงบรรจุที่ 1</u>

ก. แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยว (X – Chart)

จาก $UCL_x = \overline{X} + \frac{3\overline{R}}{d_2}$, $CL_x = \overline{X}$, $LCL_x = \overline{X} - \frac{3\overline{R}}{d_2}$

เมื่อ d_2 = 1.128 สามารถเปิดได้จากตารางภาคผนวก ก. และสำหรับ Moving Ranges, R หาได้จากการนำค่าน้ำหนักปูนของถุงก่อนหน้าลบด้วยค่าน้ำหนักปูนของถุงที่ตามมา และใช้เฉพาะค่าบวกเท่านั้น ดังนั้นค่า R ของถุงที่ 1 จึงไม่มี

R ของถุงที่ 2 = | น้ำหนักปูนของถุงที่ 1 – น้ำหนักปูนของถุงที่ 2 |
= | 51.09 – 50.88 | = 0.21
R ของถุงที่ 3 = | น้ำหนักปูนของถุงที่ 2 – น้ำหนักปูนของถุงที่ 3 |
= | 50.88 – 50.76 | = 0.12
R ของถุงที่ 4 = | น้ำหนักปูนของถุงที่ 3 – น้ำหนักปูนของถุงที่ 4 |
= | 50.76 – 50.57 | = 0.19

หาค่า R เช่นนี้เรื่อยไปจนครบ หลังจากนั้นจึงทำการคำนวณเส้นควบคุมต่อไป

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$UCL_x = 50.550 + \frac{3(0.1213)}{1.128} = 50.8731$$

$$LCL_x = 50.550 - \frac{3(0.1213)}{1.128} = 50.2278$$

$$CL_x = 50.550$$

ข. แผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ (MR – Chart)

จาก $UCL_R = D_4\bar{R}$, $CL_R = \bar{R}$, $LCL_R = D_3\bar{R}$

เมื่อ $D_4 = 3.269$ และ $D_3 = 0$ สามารถเปิดได้จากตารางภาคผนวก ก.

$$UCL_R = 3.269(0.1213) = 0.396$$

$$LCL_R = 0(0.1213) = 0$$

$$CL_R = 0.1213$$

ค. การหาค่าดัชนีวัดความสามารถของกระบวนการผลิต (C_{pk})

จาก $C_{P_k} = \text{Min}\left(C_{P_U}, C_{P_L}\right)$

สูตรในการประมาณค่าดัชนี

$$C_{P_u} = \frac{USL - \bar{X}}{3\sigma} \qquad C_{P_L} = \frac{\bar{X} - LSL}{3\sigma}$$

โดยที่

$$\sigma = \frac{\bar{R}}{d_2}$$

$$= \frac{0.1213}{1.128}$$

$$= 0.108$$

เมื่อ d_2 เป็นค่าคงที่ขึ้นกับจำนวนตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม และสามารถเปิดได้จากตารางภาคผนวก ก. ที่ n = 2 ทางบริษัทกำหนดค่า LSL = 49.73 , USL = 51.23

$$Cp_L = \frac{50.550 - 49.73}{3(0.108)} = 2.543$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$Cp_U = \frac{51.23 - 50.550}{3(0.108)} = 2.106$$

$$Cp_k = \text{Min}(\, Cp_u,\, Cp_L\,) = \text{Min}(2.106, 2.543) = 2.10$$

ง. ร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด

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

จะได้ว่า $Z_U = \frac{51.23 - 50.550}{0.108} = 6.32$

$$P(Z_U > 6.32) = 0$$

$$Z_L = \frac{49.73 - 50.550}{0.108} = -7.63$$

$$P(Z_L < -7.63) = 0$$

เพราะฉะนั้นร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด คือ 0.00 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้