

การควบคุมคุณภาพการผลิตโครงแผ่นธาตุสำหรับแบตเตอรี่
รถยนต์ของบริษัทแห่งหนึ่ง

QUALITY CONTROL OF ELEMENTAL PLATE
PRODUCTION FOR CAR BATTERY OF COMPANY



ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (สถิติประยุกต์)

ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ใดเห็นประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาหรือข้อมูลใดๆ ของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
ปีการศึกษา 2561

QUALITY CONTROL OF ELEMENTAL PLATE
PRODUCTION FOR CAR BATTERY OF COMPANY



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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับภา
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาพิเศษเรื่อง

การควบคุมคุณภาพการผลิตโครงแผ่นธาตุสำหรับ
แบตเตอรี่รถยนต์ของบริษัทแห่งหนึ่ง

Quality Control of Elemental Plate Production for Car Battery
of Company

นักศึกษา

นางสาวนุจรี	จุงใจ	รหัสนักศึกษา	58051253
นางสาวพัชญา	สารีพร	รหัสนักศึกษา	58051275
นางสาวศุทธิณี	ประกอบทรัพย์	รหัสนักศึกษา	58051325
นางสาวสุนิตา	โพธิ	รหัสนักศึกษา	58051337

ปริญญา

วิทยาศาสตร์บัณฑิต (สถิติประยุกต์)

ภาควิชา

สถิติ

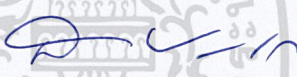

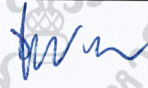
ปีการศึกษา

2561

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.ชูใจ คูหารัตนไชย

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้ปัญหา
พิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาสถิติประยุกต์
ปีการศึกษา 2561

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ผศ.ดร.สมศรี บัณฑิตวิไล ประธานกรรมการ	
ดร.สุกญา ศรีอินมัย กรรมการ	
ผศ.ชูใจ คูหารัตนไชย กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาพิเศษเรื่อง	การควบคุมคุณภาพการผลิตโครงแผ่นธาตุสำหรับ แบตเตอรี่รถยนต์ของบริษัทแห่งหนึ่ง		
นักศึกษา	นางสาวนุจรี จุงใจ	รหัสนักศึกษา	58051253
	นางสาวพัชญา สารีพร	รหัสนักศึกษา	58051275
	นางสาวศุทธิณี ประกอบทรัพย์	รหัสนักศึกษา	58051325
	นางสาวสุนิตา โปธิ	รหัสนักศึกษา	58051337
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (สถิติประยุกต์)		
ภาควิชา	สถิติ		
ปีการศึกษา	2561		
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ชูใจ คูหารัตนไชย		

บทคัดย่อ

การศึกษาปัญหาพิเศษครั้งนี้ ได้ทำการศึกษาการควบคุมคุณภาพการผลิตโครงแผ่นธาตุสำหรับแบตเตอรี่รถยนต์ของบริษัทแห่งหนึ่ง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาน้ำหนักของโครงแผ่นธาตุและประสิทธิภาพของเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต จากการเก็บข้อมูลของโครงแผ่นธาตุทั้ง 3 โมเดล โดยโมเดล A เก็บข้อมูลจากเครื่องจักรที่ 1 และ 2 โมเดล B เก็บข้อมูลจากเครื่องจักรที่ 3 และ 4 และโมเดล C เก็บข้อมูลจากเครื่องจักรที่ 5 และ 6 ใช้เวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลทั้งหมด 3 ช่วง ช่วงแรกเก็บข้อมูลในวันที่ 24 ถึง 26 ธันวาคม พ.ศ. 2561 ช่วงที่ 2 เก็บข้อมูลในวันที่ 21 ถึง 25 มกราคม พ.ศ. 2562 และช่วงที่ 3 เก็บข้อมูลในวันที่ 11, 12, 18, 20 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2562 และวันที่ 1 ถึง 5 เมษายน พ.ศ.2562 แล้วนำข้อมูลที่ได้มาสร้างแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย (\bar{X} - chart) แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย (R - chart) และแผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S - chart) พร้อมทั้งหาค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) ค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนด และน้ำหนักเฉลี่ยของโครงแผ่นธาตุ โดยอาศัยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ MINITAB มาใช้ในการประมวลผล

ผลการศึกษาพบว่า (1)กระบวนการผลิตโครงแผ่นธาตุโมเดล A ของเครื่องจักรที่ 1 และ 2 ยังไม่สามารถควบคุมให้อยู่ในขีดจำกัดควบคุมคุณภาพได้ แต่ค่าสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่ามากกว่า 1.33 ส่วนน้ำหนักเฉลี่ยโครงแผ่นธาตุของเครื่องจักรที่ 1 มีค่าน้อยกว่าเครื่องจักรที่ 2 ดังนั้น เครื่องจักรที่ 1 ถือว่ามีประสิทธิภาพที่ดีกว่าเครื่องจักรที่ 2 (2)กระบวนการผลิตโครงแผ่นธาตุโมเดล B ของเครื่องจักรที่ 3 และ 4 ยังไม่สามารถควบคุมให้อยู่ในขีดจำกัดควบคุมคุณภาพได้ แต่ค่าสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่ามากกว่า 1.33 ส่วนน้ำหนักเฉลี่ยโครงแผ่นธาตุของเครื่องจักรที่ 3 มีค่าน้อยกว่าเครื่องจักรที่ 4 ดังนั้น เครื่องจักรที่ 3 ถือว่ามีประสิทธิภาพที่ดีกว่าเครื่องจักรที่ 4 (3)กระบวนการผลิตโครงแผ่นธาตุโมเดล C ของเครื่องจักรที่ 5 และ 6 ยังไม่สามารถควบคุมให้อยู่ในขีดจำกัดควบคุมคุณภาพได้ แต่ค่าสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่าใช้

มากกว่า 1.33 ส่วนน้ำหนักเฉลี่ยโครงแผ่นธาตุของเครื่องจักรที่ 5 มีค่าน้อยกว่าเครื่องจักรที่ 6 ดังนั้นเครื่องจักรที่ 5 ถือว่ามีประสิทธิภาพที่ดีกว่าเครื่องจักรที่ 6

คำสำคัญ : การควบคุมคุณภาพแบตเตอรี่รถยนต์, โครงแผ่นธาตุ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special Project Title	Quality Control of Elemental Plate Production for Car Battery of Company		
Name	Miss Nujaree	Jungjai	Student ID 58051253
	Miss Phatchaya	Sareeporn	Student ID 58051275
	Miss Suthinee	Prakobsap	Student ID 58051325
	Miss Sunita	Photi	Student ID 58051337
Degree	Bachelor of Science (Applied Statistics)		
Department	Statistics		
Academic Year	2018		
Special Project Advisor	Asst. Prof. Choojai	Kuharattanachai	

Abstract

In the special problem, quality control of elemental plate production for car battery of a company was studied. The purpose is for study about element plate weight and performance of machine from data of elemental plate three model collect all by model A collect data from machine 1 and 2 model B collection from machine 3 and 4. And model C collection from machine 5 and 6. Spent time to collect data in three periods. The first on day 24 to 26 December 2018. The second on day 21 to 25 January 2019 and the third data was collected on 11, 12, 18, 20 February 2019 and on 1 to 5 April 2019. Utilizing the Mean control chart (\bar{X} - chart), The Range control chart (R - chart) and the standard deviation control chart (S - chart), Process capability index (C_{pk}), Percentile of the data that was beyond the limited criteria and average weight of elemental plat. Utilizing the MINITAB for processing.

The result is (1) product process elemental plate model A of machine 1 and 2 con not control to be within the quality control limit but value of the process capability index (C_{pk}) value higher more than 1.33. As for the average weight of the machine, the 1st element of the machine is less than the 2nd machine. Therefore, the 1st machine has better performance than the 2nd machine. (2) product process elemental plate model B of machine 3 and 4 con not control to be within the quality control limit but value of the process capability index (C_{pk}) value higher more than 1.33. As for the average weight of the machine, the 3rd element of the machine is less than the 4th machine. Therefore, the 3rd machine has better performance than the 4th machine. (3) product process elemental plate model A of machine 5 and 6 con not control to be within the quality control limit but value of

the process capability index (C_{pk}) value higher more than 1.33. As for the average weight of the machine, the 5th element of the machine is less than the 6th machine. Therefore, the 5th machine has better performance than the 6th machine.

Keywords : Element plate, Quality control for Car Battery



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้โดยได้รับความกรุณาจากบุคคลต่างๆ ที่ได้ให้ความร่วมมือ และให้การช่วยเหลือด้วยดีตลอดมา คือ ผศ.ชูใจ คูหารัตนไชย ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ซึ่งให้คำแนะนำ คำปรึกษา เอื้อเพื่อเอกสารต่างๆ ที่ใช้ในการศึกษาและนำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลในปัญหาพิเศษเล่มนี้ ตลอดจนให้ความช่วยเหลือคำชี้แนะในการตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ได้เป็นอย่างดีมาโดยตลอดจึงขอกราบขอบพระคุณด้วยความเคารพอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.สมศรี บัณฑิตวิไล และ ดร.สุกฤษา ศรีอินมัย ซึ่งให้คำแนะนำ ตลอดจนตรวจสอบและแก้ไขเพิ่มเติมทำให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณคุณพี่ๆ ของโรงงานผลิตแบตเตอรี่รถยนต์ ที่เอื้อเพื่อข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมคุณภาพที่นำมาใช้ในการศึกษากระบวนการผลิต และการควบคุมคุณภาพของโรงงานผลิตแบตเตอรี่รถยนต์ ตลอดจนให้ความอนุเคราะห์ให้ทางคณะผู้จัดทำไปศึกษากระบวนการผลิต

ขอขอบพระคุณ คณาจารย์สาขาวิชาสถิติประยุกต์ทุกท่านอย่างสูงที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชา พร้อมทั้งให้คำแนะนำคำสั่งสอน และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่สาขาวิชาสถิติประยุกต์ทุกท่านที่ช่วยประสานงาน ช่วยเหลือ และอำนวยความสะดวกในเรื่องต่างๆ ตลอดระยะเวลาในการทำปัญหาพิเศษนี้

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณคุณแม่ที่ได้ให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจให้ตลอดมา และขอบคุณเพื่อนร่วมงานทุกคนที่ให้ความร่วมมือในการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้จนสำเร็จ รวมถึงเพื่อนทุกคนที่คอยให้ความช่วยเหลือ จนทำให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

นางสาวนุจรี	จุงใจ
นางสาวพัชญา	สารีพร
นางสาวศุทธิณี	ประกอบทรัพย์
นางสาวสุนิตา	โพธิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	จ
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง	ฌ
สารบัญรูป	ญ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์การศึกษา	1
1.3 ขอบเขตการศึกษา	1
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.5 คำนิยามศัพท์	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ทฤษฎีทางสถิติที่เกี่ยวข้อง	3
2.1.1 แผนภูมิควบคุมคุณภาพ	3
2.1.1.1 องค์ประกอบของแผนภูมิควบคุม	4
2.1.1.2 ขั้นตอนการสร้างแผนภูมิควบคุม	5
2.1.1.3 ลักษณะของแผนภูมิควบคุม	5
2.1.1.4 ความสำคัญของแผนภูมิควบคุม	7
2.1.2 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัย	8
2.1.3 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	11
2.1.4 การปรับปรุงแผนภูมิควบคุม	14
2.1.5 สมรรถนะของกระบวนการ	15
2.1.5.1 การหาสมรรถนะของกระบวนการ	15
2.1.6 ทฤษฎีขีดจำกัดส่วนกลาง	18
2.1.7 การคำนวณหาร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนด	19
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน

3.1 วิธีการดำเนินงานวิจัยในปัญหาพิเศษ	22
3.2 ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล	22
3.2.1 แหล่งที่มาของข้อมูล	22
3.2.2 กระบวนการผลิต	22
3.2.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล	25
3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล	31

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของน้ำหนักโครงแผ่นธาตุโมเดล A	33
4.1.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงที่ 1	33
4.1.1.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 1	33
4.1.1.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 2	35
4.1.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงที่ 2	37
4.1.2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงที่ 2 สำหรับเครื่องจักรที่ 1	37
4.1.2.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงที่ 2 สำหรับเครื่องจักรที่ 2	40
4.1.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงที่ 3	43
4.1.3.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงที่ 3 สำหรับเครื่องจักรที่ 1	43
4.1.3.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงที่ 3 สำหรับเครื่องจักรที่ 2	46
4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของน้ำหนักโครงแผ่นธาตุโมเดล B	50
4.2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงที่ 1	50
4.2.1.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 3	50
4.2.1.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 4	52
4.2.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงที่ 2	54
4.2.2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงที่ 2 สำหรับเครื่องจักรที่ 3	54
4.2.2.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงที่ 2 สำหรับเครื่องจักรที่ 4	57
4.2.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงที่ 3	60
4.2.3.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงที่ 3 สำหรับเครื่องจักรที่ 3	60
4.2.3.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงที่ 3 สำหรับเครื่องจักรที่ 4	63
4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของน้ำหนักโครงแผ่นธาตุโมเดล C	67

เอกสารนี้เป็นเอกสาร 4.3.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงที่ 1 ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
4.3.1.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 5	67
4.3.1.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 6	69
4.3.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงที่ 2	71
4.3.2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงที่ 2 สำหรับเครื่องจักรที่ 5	71
4.3.2.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงที่ 2 สำหรับเครื่องจักรที่ 6	74
4.3.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงที่ 3	77
4.3.3.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงที่ 3 สำหรับเครื่องจักรที่ 5	77
4.3.3.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงที่ 3 สำหรับเครื่องจักรที่ 6	80
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการวิจัย	84
5.1.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของน้ำหนักโครงแผ่นธาตุโมเดล A	84
5.1.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของน้ำหนักโครงแผ่นธาตุโมเดล B	84
5.1.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของน้ำหนักโครงแผ่นธาตุโมเดล C	85
5.2 ข้อเสนอแนะ	85
บรรณานุกรม	87
ภาคผนวก	88

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3.1	ขีดจำกัดข้อกำหนด(Specification Limit) ของโครงแผ่นธาตุ	26
3.2	ตาราง ANSI/ASQZ1.9-1993 การตรวจสอบแบบปกติ ระดับ II	26
3.3	ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลน้ำหนักของโครงแผ่นธาตุในช่วงที่ 1	27
3.4	ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลน้ำหนักของโครงแผ่นธาตุในช่วงที่ 2	28
3.5	ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลน้ำหนักของโครงแผ่นธาตุในช่วงที่ 3	29
4.1	ผลการวิเคราะห์น้ำหนักโครงแผ่นธาตุโมเดล A สำหรับเครื่องจักรที่ 1 ช่วงที่ 2	39
4.2	ผลการวิเคราะห์น้ำหนักโครงแผ่นธาตุโมเดล A สำหรับเครื่องจักรที่ 2 ช่วงที่ 2	42
4.3	ผลการวิเคราะห์น้ำหนักโครงแผ่นธาตุโมเดล A สำหรับเครื่องจักรที่ 1 ช่วงที่ 3	45
4.4	ผลการวิเคราะห์น้ำหนักโครงแผ่นธาตุโมเดล A สำหรับเครื่องจักรที่ 2 ช่วงที่ 3	48
4.5	ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักและค่าดัชนีวัดสมรรถนะกระบวนการผลิตของโครงแผ่นธาตุ โมเดล A	49
4.6	ผลการวิเคราะห์น้ำหนักโครงแผ่นธาตุโมเดล B สำหรับเครื่องจักรที่ 3 ช่วงที่ 2	56
4.7	ผลการวิเคราะห์น้ำหนักโครงแผ่นธาตุโมเดล B สำหรับเครื่องจักรที่ 4 ช่วงที่ 2	59
4.8	ผลการวิเคราะห์น้ำหนักโครงแผ่นธาตุโมเดล B สำหรับเครื่องจักรที่ 3 ช่วงที่ 3	62
4.9	ผลการวิเคราะห์น้ำหนักโครงแผ่นธาตุโมเดล B สำหรับเครื่องจักรที่ 4 ช่วงที่ 3	65
4.10	ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักและค่าดัชนีวัดสมรรถนะกระบวนการผลิตของโครงแผ่นธาตุ โมเดล B	66
4.11	ผลการวิเคราะห์น้ำหนักโครงแผ่นธาตุโมเดล C สำหรับเครื่องจักรที่ 5 ช่วงที่ 2	73
4.12	ผลการวิเคราะห์น้ำหนักโครงแผ่นธาตุโมเดล C สำหรับเครื่องจักรที่ 6 ช่วงที่ 2	76
4.13	ผลการวิเคราะห์น้ำหนักโครงแผ่นธาตุโมเดล C สำหรับเครื่องจักรที่ 5 ช่วงที่ 3	79
4.14	ผลการวิเคราะห์น้ำหนักโครงแผ่นธาตุโมเดล C สำหรับเครื่องจักรที่ 6 ช่วงที่ 3	82
4.15	ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักและค่าดัชนีวัดสมรรถนะกระบวนการผลิตของโครงแผ่นธาตุ โมเดล C	83

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	องค์ประกอบของแผนภูมิควบคุม	4
2.2	ควบคุมคุณภาพที่มีกระบวนการผลิตอยู่ภายใต้การควบคุม	6
2.3	แผนภูมิควบคุมคุณภาพที่มีอย่างน้อย 1 จุดตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่าง	6
2.4	แผนภูมิควบคุมคุณภาพที่มีอย่างน้อย 9 จุด ติดต่อกันที่อยู่ด้านบนของเส้นกึ่งกลาง	7
2.5	แผนภูมิควบคุมคุณภาพที่มีอย่างน้อย 6 จุดติดต่อกันที่แสดงแนวโน้มขึ้นติดต่อกัน	7
2.6	ตัวอย่างลักษณะของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย	11
2.7	ตัวอย่างลักษณะของแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย	11
2.8	ตัวอย่างลักษณะของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย	13
2.9	ตัวอย่างลักษณะของแผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	14
2.10	ค่าคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่มีสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_p) มากกว่า 1	16
2.11	การอธิบายของทฤษฎีขีดจำกัดสู่ส่วนกลาง	18
2.12	ร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนด	19
3.1	ตะกั่วก้อนที่ผ่านการตรวจสอบ	22
3.2	การหลอมตะกั่วก้อนเป็นตะกั่วเหลว	23
3.3	การขึ้นรูปโครงแผ่นธาตุ	23
3.4	การบรรจุโครงแผ่นธาตุลงชั้นวางพัก	24
3.5	ตาชั่งน้ำหนัก	24
3.6	การบ่มโครงแผ่นธาตุ	25
4.1	แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และแผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของโครงแผ่นธาตุ โมเดล A สำหรับเครื่องจักรที่ 1 ช่วงที่ 1 ในวันที่ 24 – 26 ธันวาคม 2561	33
4.2	ค่าดัชนีวัดสมรรถนะกระบวนการผลิต (C_{pk}) ของโครงแผ่นธาตุโมเดล A สำหรับเครื่องจักรที่ 1 ช่วงที่ 1 ในวันที่ 24 – 26 ธันวาคม 2562	34
4.3	แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และแผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของโครงแผ่นธาตุ โมเดล A สำหรับเครื่องจักรที่ 2 ช่วงที่ 1 ในวันที่ 24 – 26 ธันวาคม 2561	35
4.4	ค่าดัชนีวัดสมรรถนะกระบวนการผลิต (C_{pk}) ของโครงแผ่นธาตุโมเดล A สำหรับเครื่องจักรที่ 2 ช่วงที่ 1 ในวันที่ 24 – 26 ธันวาคม 2561	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.5	แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยของโครงแผ่นธาตุโมเดล A สำหรับเครื่องจักรที่ 1 ช่วงที่ 2 ในวันที่ 21 มกราคม 2562	37
4.6	ค่าดัชนีวัดสมรรถนะกระบวนการผลิต (C_{pk}) ของโครงแผ่นธาตุโมเดล A สำหรับเครื่องจักรที่ 1 ช่วงที่ 2 ในวันที่ 21 มกราคม 2562	38
4.7	แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยของโครงแผ่นธาตุโมเดล A สำหรับเครื่องจักรที่ 2 ช่วงที่ 2 ในวันที่ 21 มกราคม 2562	40
4.8	ค่าดัชนีวัดสมรรถนะกระบวนการผลิต (C_{pk}) ของโครงแผ่นธาตุโมเดล A สำหรับเครื่องจักรที่ 2 ช่วงที่ 2 ในวันที่ 21 มกราคม 2562	41
4.9	แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยของโครงแผ่นธาตุโมเดล A สำหรับเครื่องจักรที่ 1 ช่วงที่ 3 ในวันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2562	43
4.10	ค่าดัชนีวัดสมรรถนะกระบวนการผลิต (C_{pk}) ของโครงแผ่นธาตุโมเดล A สำหรับเครื่องจักรที่ 1 ช่วงที่ 3 ในวันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2562	44
4.11	แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยของโครงแผ่นธาตุโมเดล A สำหรับเครื่องจักรที่ 2 ช่วงที่ 3 ในวันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2562	46
4.12	ค่าดัชนีวัดสมรรถนะกระบวนการผลิต (C_{pk}) ของโครงแผ่นธาตุโมเดล A สำหรับเครื่องจักรที่ 2 ช่วงที่ 3 ในวันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2562	47
4.13	แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และแผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของโครงแผ่นธาตุ โมเดล B สำหรับเครื่องจักรที่ 3 ช่วงที่ 1 ในวันที่ 24 - 26 ธันวาคม 2561	50
4.14	ค่าดัชนีวัดสมรรถนะกระบวนการผลิต (C_{pk}) ของโครงแผ่นธาตุโมเดล B สำหรับเครื่องจักรที่ 3 ช่วงที่ 1 ในวันที่ 24 - 26 ธันวาคม 2562	51
4.15	แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และแผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของโครงแผ่นธาตุ โมเดล B สำหรับเครื่องจักรที่ 4 ช่วงที่ 1 ในวันที่ 24 - 26 ธันวาคม 2561	52
4.16	ค่าดัชนีวัดสมรรถนะกระบวนการผลิต (C_{pk}) ของโครงแผ่นธาตุโมเดล B สำหรับเครื่องจักรที่ 4 ช่วงที่ 1 ในวันที่ 24 - 26 ธันวาคม 2561	53
4.17	แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยของโครงแผ่นธาตุโมเดล B สำหรับเครื่องจักรที่ 3 ช่วงที่ 2 ในวันที่ 21 มกราคม 2562	54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญญรูป(ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.18	ค่าดัชนีวัดสมรรถนะกระบวนการผลิต (C_{pk}) ของโครงแผ่นธาตุโมเดล B สำหรับเครื่องจักรที่ 3 ช่วงที่ 2 ในวันที่ 21 มกราคม 2562	55
4.19	แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยของโครงแผ่นธาตุโมเดล B สำหรับเครื่องจักรที่ 4 ช่วงที่ 2 ในวันที่ 21 มกราคม 2562	57
4.20	ค่าดัชนีวัดสมรรถนะกระบวนการผลิต (C_{pk}) ของโครงแผ่นธาตุโมเดล B สำหรับเครื่องจักรที่ 4 ช่วงที่ 2 ในวันที่ 21 มกราคม 2562	58
4.21	แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยของโครงแผ่นธาตุโมเดล B สำหรับเครื่องจักรที่ 3 ช่วงที่ 3 ในวันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2562	60
4.22	ค่าดัชนีวัดสมรรถนะกระบวนการผลิต (C_{pk}) ของโครงแผ่นธาตุโมเดล B สำหรับเครื่องจักรที่ 3 ช่วงที่ 3 ในวันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2562	61
4.23	แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยของโครงแผ่นธาตุโมเดล B สำหรับเครื่องจักรที่ 4 ช่วงที่ 3 ในวันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2562	63
4.24	ค่าดัชนีวัดสมรรถนะกระบวนการผลิต (C_{pk}) ของโครงแผ่นธาตุโมเดล B สำหรับเครื่องจักรที่ 4 ช่วงที่ 3 ในวันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2562	64
4.25	แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และแผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของโครงแผ่นธาตุ โมเดล C สำหรับเครื่องจักรที่ 5 ช่วงที่ 1 ในวันที่ 24 – 26 ธันวาคม 2561	67
4.26	ค่าดัชนีวัดสมรรถนะกระบวนการผลิต (C_{pk}) ของโครงแผ่นธาตุโมเดล C สำหรับเครื่องจักรที่ 5 ช่วงที่ 1 ในวันที่ 24 – 26 ธันวาคม 2561	68
4.27	แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และแผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของโครงแผ่นธาตุ โมเดล C สำหรับเครื่องจักรที่ 6 ช่วงที่ 1 ในวันที่ 24 – 26 ธันวาคม 256	69
4.28	ค่าดัชนีวัดสมรรถนะกระบวนการผลิต (C_{pk}) ของโครงแผ่นธาตุโมเดล C สำหรับเครื่องจักรที่ 6 ช่วงที่ 1 ในวันที่ 24 – 26 ธันวาคม 2562	70
4.29	แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยของโครงแผ่นธาตุโมเดล C สำหรับเครื่องจักรที่ 5 ช่วงที่ 2 ในวันที่ 21 มกราคม 2562	71
4.30	ค่าดัชนีวัดสมรรถนะกระบวนการผลิต (C_{pk}) ของโครงแผ่นธาตุโมเดล C สำหรับเครื่องจักรที่ 5 ช่วงที่ 2 ในวันที่ 21 มกราคม 2562	72

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.31	แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยของโครงแผ่นธาตุโมเดล C สำหรับเครื่องจักรที่ 6 ช่วงที่ 2 ในวันที่ 21 มกราคม 2562	74
4.32	ค่าดัชนีวัดสมรรถนะกระบวนการผลิต (C_{pk}) ของโครงแผ่นธาตุโมเดล C สำหรับเครื่องจักรที่ 6 ช่วงที่ 2 ในวันที่ 21 มกราคม 2562	75
4.33	แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยของโครงแผ่นธาตุโมเดล C สำหรับเครื่องจักรที่ 5 ช่วงที่ 3 ในวันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2562	77
4.34	ค่าดัชนีวัดสมรรถนะกระบวนการผลิต (C_{pk}) ของโครงแผ่นธาตุโมเดล C สำหรับเครื่องจักรที่ 5 ช่วงที่ 3 ในวันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2562	78
4.35	แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยของโครงแผ่นธาตุโมเดล C สำหรับเครื่องจักรที่ 6 ช่วงที่ 3 ในวันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2562	80
4.36	ค่าดัชนีวัดสมรรถนะกระบวนการผลิต (C_{pk}) ของโครงแผ่นธาตุโมเดล C สำหรับเครื่องจักรที่ 6 ช่วงที่ 3 ในวันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2562	81

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันประเทศไทยอยู่ในช่วงของการพัฒนาเศรษฐกิจด้านอุตสาหกรรม โดยที่ผู้ประกอบการกำลังเร่งพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อที่จะตอบสนองความต้องการของลูกค้า แบตเตอรี่รถยนต์เป็นผลิตภัณฑ์หนึ่งซึ่งเป็นที่ต้องการของผู้ประกอบการทางด้านรถยนต์ และจะเห็นได้ว่าเป็นส่วนประกอบที่สำคัญอีกหนึ่งหัวใจหลักของรถยนต์ เนื่องจากแบตเตอรี่เป็นแหล่งสะสมไฟฟ้าเพื่อจ่ายไฟฟ้าไปยังส่วนต่าง ๆ ภายในรถยนต์ ซึ่งรถยนต์ที่ผลิตขึ้น ณ ปัจจุบันล้วนแล้วต้องใช้ไฟฟ้าเพื่อให้ระบบสามารถทำงานเข้าด้วยกันได้

ในการผลิตชิ้นส่วนต่าง ๆ ของอุตสาหกรรมแบตเตอรี่แต่ละชิ้นล้วนมีความสำคัญ โดยการผลิตชิ้นส่วนแบตเตอรี่รถยนต์นั้น เริ่มจากการนำตะกั่วมาหลอม หลังจากนั้นจะขึ้นรูปเป็นโครงแผ่นธาตุ แล้วนำเอาโครงแผ่นธาตุตัดเป็นแผ่นธาตุบวกและแผ่นธาตุลบ นำมาเรียงกันเป็นเซลล์ แต่ละรุ่นจะมีเซลล์ไม่เท่ากัน และจะทำการเชื่อมเซลล์เข้าด้วยกันแล้วนำฟามาปิด ดังนั้น โครงแผ่นธาตุถือเป็นชิ้นส่วนที่สำคัญในการผลิตแบตเตอรี่รถยนต์

การศึกษาในครั้งนี้ ได้ทำการศึกษาการควบคุมคุณภาพน้ำหนักของโครงแผ่นธาตุซึ่งเป็นชิ้นส่วนที่สำคัญของแบตเตอรี่รถยนต์ โดยจะนำเอาหลักเกณฑ์และวิธีการทางสถิติมาใช้ในการควบคุมคุณภาพ

1.2 วัตถุประสงค์การศึกษา

1. เพื่อศึกษากระบวนการผลิตโครงแผ่นธาตุของบริษัทผลิตแบตเตอรี่รถยนต์แห่งหนึ่ง
2. เพื่อศึกษาน้ำหนักของโครงแผ่นธาตุเทียบกับน้ำหนักมาตรฐานที่กำหนดของบริษัท
3. เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องจักรในการผลิตโครงแผ่นธาตุ

1.3 ขอบเขตการศึกษา

ในการศึกษาครั้งนี้ ได้ทำการศึกษาการควบคุมคุณภาพการผลิตโครงแผ่นธาตุของบริษัทผลิตแบตเตอรี่รถยนต์แห่งหนึ่ง โดยทำการเก็บข้อมูลน้ำหนักของโครงแผ่นธาตุจำนวน 3 โมเดลๆ ละ 2 เครื่องจักร โดยแบ่งออกเป็น 3 ช่วง ดังนี้ ช่วงที่ 1 ทำการเก็บข้อมูลในวันที่ 24-26 ธันวาคม 2561 ช่วงที่ 2 ทำการเก็บข้อมูลในวันที่ 21-25 มกราคม 2562 และช่วงที่ 3 ทำการเก็บข้อมูลในวันที่ 11 , 12 , 18 , 20 กุมภาพันธ์ 2562 และวันที่ 1-5 เมษายน 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้ทราบถึงกระบวนการผลิตโครงแผ่นธาตุ
2. ทำให้ทราบน้ำหนักของโครงแผ่นธาตุในแต่ละกระบวนการผลิต และสามารถนำไปปรับปรุงคุณภาพในการผลิตได้
3. ทำให้ทราบประสิทธิภาพของเครื่องจักรแต่ละเครื่องที่ใช้ในการผลิตโครงแผ่นธาตุ และนำผลที่ได้ไปทำการปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องจักรให้ดีขึ้นได้
4. สามารถนำวิธีการควบคุมคุณภาพครั้งนี้ไปประยุกต์ใช้กับการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์อื่นๆ ที่มีลักษณะใกล้เคียงได้

1.5 คำนิยามศัพท์

แบตเตอรี่รถยนต์ (Car Battery) คือ แหล่งกำเนิดพลังงานที่ส่งจ่ายไปตามเครื่องยนต์และอุปกรณ์เสริมในรถที่ใช้ไฟฟ้าทุกประเภท เพราะพลังงานจากแบตเตอรี่ทำให้เครื่องยนต์สตาร์ทติดได้ และยังป้อนพลังงานให้กับอุปกรณ์อำนวยความสะดวกภายในรถอีกด้วย

โครงแผ่นธาตุ (Element plate) คือ โครงแผ่นธาตุในแบตเตอรี่รถยนต์จะประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ โครงแผ่นธาตุบวกและโครงแผ่นธาตุลบ จะถูกแผ่นกั้นไม่ให้ติดกัน ซึ่งโครงแผ่นธาตุบวกทำมาจากตะกั่วเปอร์ออกไซด์และโครงแผ่นธาตุลบทำมาจากตะกั่วธรรมดา

Cork spray คือ สเปรย์ที่ช่วยให้น้ำตะกั่วไหลเต็มแม่พิมพ์โดยจะต้องฉีดที่หน้าแม่พิมพ์ทั้ง 2 ด้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการศึกษาขั้นตอนการผลิตและการควบคุมคุณภาพน้ำหนักของโครงแผ่นธาตุสำหรับแบตเตอรี่รถยนต์ ตลอดจนการนำความรู้ทางด้านสถิติมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลโดยอาศัยทฤษฎีและวิธีการทางสถิติที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมคุณภาพ ดังนี้

2.1.1 แผนภูมิควบคุมคุณภาพ (Control Chart) (กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, 2551)

แผนภูมิควบคุมคุณภาพ คือ เครื่องมือทางสถิติที่แยกความผันแปรจากสาเหตุที่ผิดธรรมชาติของข้อมูลออกจากความผันแปรที่มีสาเหตุโดยธรรมชาติของข้อมูล โดยผ่านกลไกที่สำคัญคือขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิ จึงได้นำแผนภูมิควบคุมมาใช้ในการควบคุมกระบวนการผลิต ประเมินความสามารถของกระบวนการ และแสดงถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่อกระบวนการผลิตไม่ตรงตามมาตรฐานที่ผู้ผลิตได้กำหนดขึ้น

แผนภูมิควบคุมคุณภาพจำแนกได้เป็น 2 ประเภท โดยจำแนกตามลักษณะการวัดคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ดังนี้

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

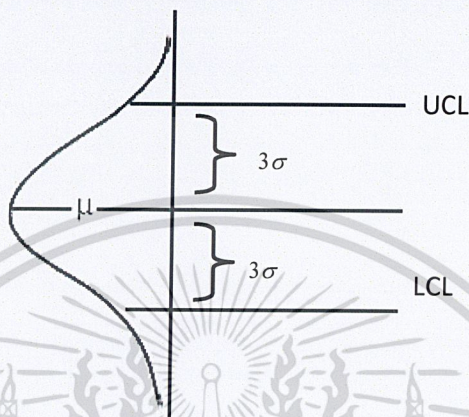
- แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย (p - chart)
- แผนภูมิควบคุมจำนวนของเสีย (np - chart)
- แผนภูมิควบคุมรอยตำหนิ (C - chart)
- แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย (U - chart)

เนื่องจากข้อมูลที่ใช้ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้เป็นข้อมูลตัวแปร ในที่นี้จึงขอกว่า เฉพาะแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย และแผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1.1 องค์ประกอบของแผนภูมิควบคุม

จากหลักการทางสถิติที่ว่า ข้อมูลที่วัดได้จากกระบวนการผลิตจะมีการแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution) ซึ่งมีค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง 2 ค่า คือ ค่าเฉลี่ย (μ) และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ) โดยมีโอกาสหรือความน่าจะเป็นที่ค่าสังเกตที่วัดได้จะอยู่ในช่วง $\pm 3\sigma$ เท่ากับ 0.9974 สามารถนำหลักการดังกล่าวมาสร้างกราฟแผนภูมิควบคุม ซึ่งประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน



รูปที่ 2.1 องค์ประกอบของแผนภูมิควบคุม

ที่มา <http://www2.fpo.go.th/S-I-Source/ECO/ECO26.htm>

เส้นแนกกลางหรือกึ่งกลาง (Central Line : CL) เป็นค่าเฉลี่ยของกระบวนการผลิต ซึ่งคำนวณได้โดยนำค่าจากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดมาหาค่าเฉลี่ย

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

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

จากรูปที่ 2.1 ขีดจำกัดควบคุมด้านบนและล่าง แสดงถึงขอบเขตของความแปรผันที่อยู่ในระดับคุณภาพมาตรฐานที่ผู้ผลิตยอมรับได้ ซึ่งอยู่ในช่วง $\pm 3\sigma$ เท่านั้น

ดังนั้น หากค่าสังเกตที่วัดได้กระจายอยู่ในขอบเขตดังกล่าว ก็แสดงว่ากระบวนการผลิตยังอยู่ภายใต้การควบคุม (In Control) สินค้าที่ผลิตได้มีคุณภาพตรงตามมาตรฐาน ในทางกลับกัน หากความแปรผันมีมากเกินไป ทำให้ค่าสังเกตที่วัดได้อยู่นอกเส้นขีดจำกัดทั้งสองก็แสดงว่ากระบวนการผลิตนี้อยู่นอกรการควบคุม (Out of Control) หรือสินค้านี้ไม่ได้คุณภาพตามมาตรฐานการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1.2 ขั้นตอนการสร้างแผนภูมิควบคุม

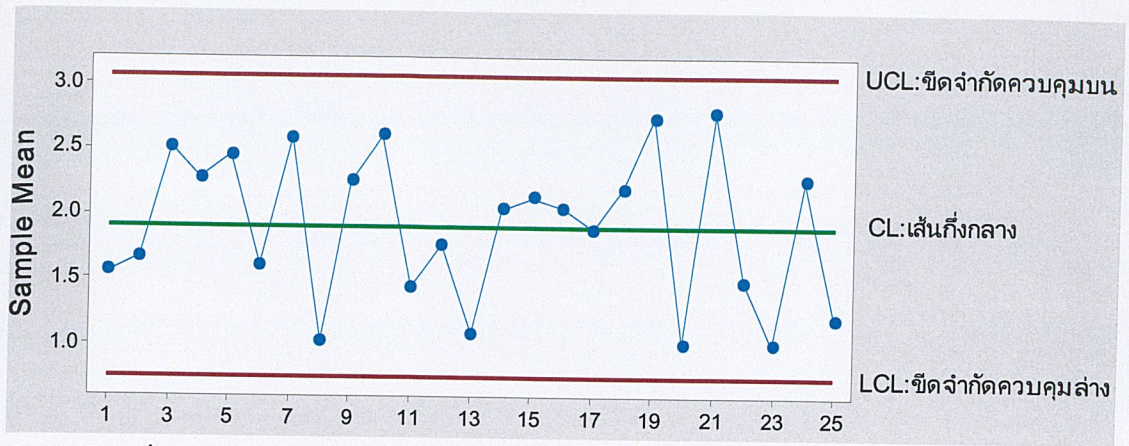
1. กำหนดวัตถุประสงค์หรือเลือกชนิดของแผนภูมิควบคุมที่จะเลือกใช้ในการวิจัย เช่น แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย (\bar{X} -chart) แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย (R-chart) และ แผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S-chart) เป็นต้น ซึ่งการเลือกชนิดของแผนภูมิควบคุมจะขึ้นอยู่กับลักษณะของข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้
2. กำหนดขนาดตัวอย่างและความถี่ในการเก็บข้อมูล ซึ่งขนาดตัวอย่างที่ทำการเก็บข้อมูลนั้นขึ้นอยู่กับปริมาณการผลิตในกระบวนการ
3. รวบรวมข้อมูลเพื่อนำไปใช้ในการคำนวณหาขีดจำกัดควบคุมต่อไป
4. คำนวณขีดจำกัดควบคุมและสร้างแผนภูมิควบคุม จะประกอบด้วยขีดจำกัดควบคุมบน (UCL) เส้นกึ่งกลาง (CL) และขีดจำกัดควบคุมล่าง (LCL)
5. วิเคราะห์ผลจากลักษณะของจุดที่ปรากฏบนแผนภูมิ เช่น ถ้ามีจุดตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่าง แสดงว่ากระบวนการผลิตไม่อยู่ภายใต้การควบคุม ต้องค้นหาสาเหตุและปรับปรุงการผลิตโดยการกำจัดสาเหตุเหล่านี้ออกไป แล้วทำการคำนวณขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิใหม่
6. เมื่อกระบวนการผลิตอยู่ภายใต้การควบคุมแล้ว สามารถนำแผนภูมิควบคุมที่ได้ไปใช้ในการควบคุมการผลิตในอนาคตต่อไป

2.1.1.3 ลักษณะของแผนภูมิควบคุม

แผนภูมิควบคุมเป็นแผนภูมิที่แสดงให้เห็นถึงความแปรปรวนที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต เนื่องจากองค์ประกอบต่างๆ ได้แก่ คน วัสดุ และกระบวนการผลิต ถ้าความแปรปรวนอยู่ในลักษณะปกติคือมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย เรียกว่า สาเหตุโดยบังเอิญ (Chance causes) แต่ถ้าเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงมาก และรู้สาเหตุแน่ชัด เรียกว่า สาเหตุที่ระบุได้ (Assignable causes) ซึ่งทำให้เกิดแผนภูมิ 2 ลักษณะ คือ

1. ลักษณะของแผนภูมิควบคุมที่อยู่ภายใต้การควบคุม มีลักษณะดังนี้
 - ก. มีจุดที่น้อยที่สุดอยู่ใกล้เส้นขีดจำกัดควบคุมบนและเส้นขีดจำกัดควบคุมล่าง ที่ตั้งของจุดควรอยู่ข้ามไปข้ามมาบนเส้นกึ่งกลางหรือเส้นค่าเฉลี่ย
 - ข. จุดต่างๆ บนแผนภูมิควบคุมคุณภาพ ควรมีลักษณะสมดุลกันทั้งสองข้างของเส้นกึ่งกลางหรือเส้นค่าเฉลี่ย
 - ค. ไม่มีจุดใดเลยตกอยู่นอกเส้นขีดจำกัดควบคุมบนและเส้นขีดจำกัดควบคุมล่างของแผนภูมิควบคุมคุณภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 แผนภูมิควบคุมคุณภาพที่มีกระบวนการผลิตอยู่ภายใต้การควบคุม

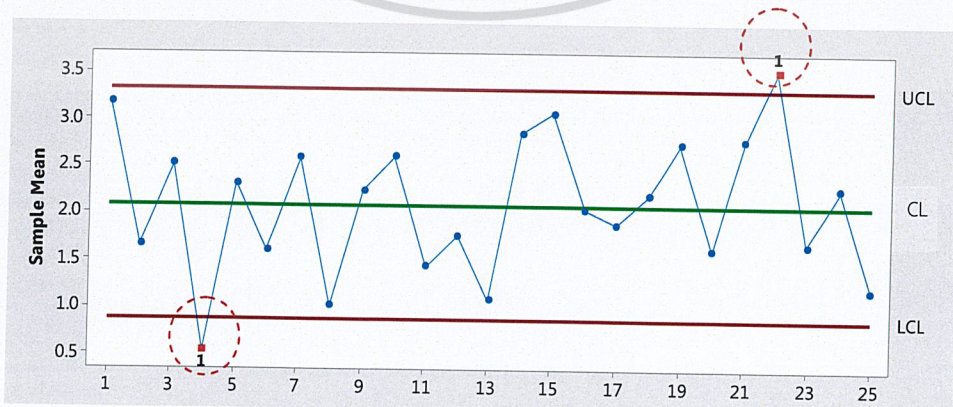
2. ลักษณะของแผนภูมิควบคุมที่ไม่อยู่ภายใต้การควบคุม มีดังนี้

(ศุภชัย นาทะพันธ์, 2551)

- ก. มีอย่างน้อย 1 จุดตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือขีดจำกัดควบคุมล่าง
- ข. มีอย่างน้อย 9 จุดติดต่อกันที่อยู่ด้านใดด้านหนึ่งของเส้นกึ่งกลาง
- ค. มีอย่างน้อย 6 จุดติดต่อกันที่แสดงแนวโน้มขึ้นติดต่อกันหรือลงติดต่อกัน
- ง. มีอย่างน้อย 14 จุดติดต่อกันสลับเพิ่มขึ้นหรือลดลง
- จ. มี 2 ใน 3 จุด มีค่ามากกว่าค่า 2σ จากเส้นกึ่งกลาง
- ฉ. มี 4 ใน 5 จุด มีค่ามากกว่าค่า 1σ จากเส้นกึ่งกลาง
- ช. มีอย่างน้อย 15 จุด ติดต่อกันอยู่ใกล้เส้นกึ่งกลาง
- ซ. มีอย่างน้อย 8 จุดติดต่อกัน มีค่ามากกว่าค่า 1σ จากเส้นกึ่งกลาง

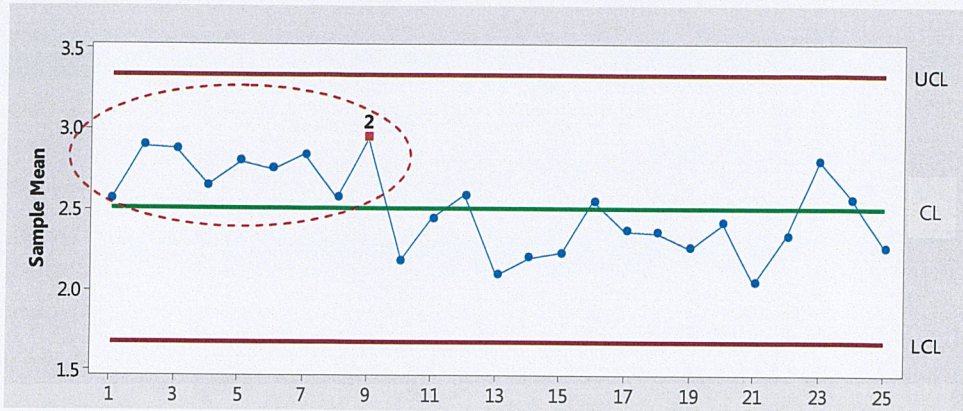
ซึ่งลักษณะของแผนภูมิควบคุมที่ไม่อยู่ภายใต้การควบคุมมีสาเหตุมาจากด้านกระบวนการ วัตถุดิบ ผู้ควบคุม/ผู้ผลิต อื่น ๆ เป็นต้น ซึ่งในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ จะพิจารณาแผนภูมิควบคุมคุณภาพที่มีกระบวนการผลิตไม่อยู่ภายใต้การควบคุม และได้เลือกมาใช้มี 3 รูปแบบ ซึ่งเป็นรูปแบบที่สำคัญในการควบคุมคุณภาพ มีลักษณะดังนี้

แบบที่ 1 มีอย่างน้อย 1 จุดตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือขีดจำกัดควบคุมล่าง



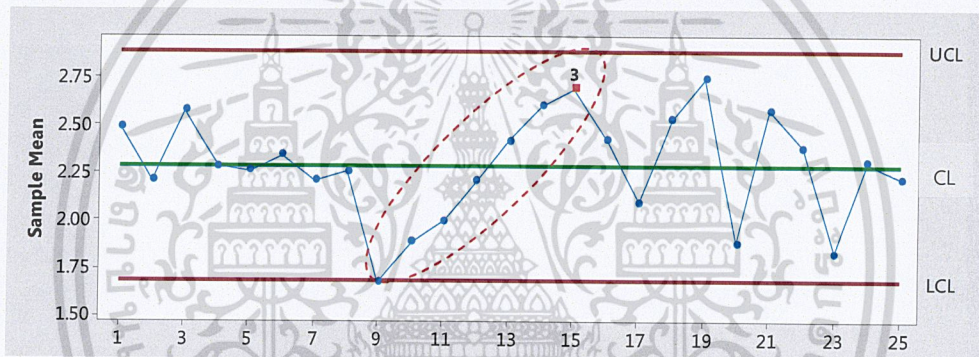
รูปที่ 2.3 แผนภูมิควบคุมคุณภาพที่มีอย่างน้อย 1 จุดตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่าง
ไม่ว่าการณ์ใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบที่ 2 มีอย่างน้อย 9 จุดที่ติดต่อกันที่อยู่ด้านใดด้านหนึ่งของเส้นกึ่งกลาง



รูปที่ 2.4 แผนภูมิควบคุมคุณภาพที่มีอย่างน้อย 9 จุด ติดต่อกันที่อยู่ด้านบนของเส้นกึ่งกลาง

แบบที่ 3 มีอย่างน้อย 6 จุดติดต่อกันที่แสดงแนวโน้มขึ้นติดต่อกันหรือลงติดต่อกัน



รูปที่ 2.5 แผนภูมิควบคุมคุณภาพที่มีอย่างน้อย 6 จุดติดต่อกันที่แสดงแนวโน้มขึ้นติดต่อกัน

ซึ่งลักษณะของแผนภูมิควบคุมที่ไม่อยู่ภายใต้การควบคุมอาจมีสาเหตุมาจาก (เกษม พิพัฒน์ปัญญาภูล, 2257)

- ด้านกระบวนการ เช่น เครื่องจักรเริ่มเสื่อมประสิทธิภาพหรือเครื่องจักรเก่า
- ด้านวัตถุดิบ เช่น วัตถุดิบที่นำเข้ามามีความแตกต่างกัน
- ด้านผู้ควบคุม/ผู้ผลิต เช่น ผู้ควบคุมไม่มีประสบการณ์ การเปลี่ยนผู้ควบคุม
- ด้านอื่น ๆ เช่น สิ่งแวดล้อมไม่ค่อยดี

2.1.1.4 ความสำคัญของแผนภูมิควบคุม

แผนภูมิควบคุม (Control chart) เป็นวิธีการทางสถิติที่สำคัญในการควบคุมกระบวนการผลิต และนอกจากนี้แผนภูมิควบคุมยังมีประโยชน์อื่น ๆ อีกหลายประการ ซึ่งสรุปได้ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ควบคุมการผลิตได้ทันต่อเหตุการณ์

แผนภูมิควบคุมจะถูกสุ่มตัวอย่างแล้วนำมาเขียนจุดลงบนแผนภูมิ ถ้ามีจุดใดไม่ได้แสดงความผิดปกติ แสดงว่ากระบวนการผลิตยังอยู่ในการควบคุม เมื่อใดที่มีจุดแสดงความผิดปกติ ผู้ควบคุมการผลิตสามารถปรับปรุงกระบวนการผลิตให้กลับสู่ปกติ และยังใช้แผนภูมินี้ไปคาดการณ์กระบวนการผลิตในอนาคต

2. การตรวจสอบค่ามาตรฐานที่กำหนด

การตรวจสอบค่าผลการผลิตว่าอยู่ในเกณฑ์ค่ามาตรฐานที่กำหนดหรือไม่ เมื่อใดที่ตัวอย่างที่สุ่มวัดได้ตกอยู่นอกเส้นขีดจำกัดควบคุมย่อมแสดงว่ากระบวนการผลิตได้คลาดเคลื่อนออกจากค่ามาตรฐานที่กำหนดแล้ว

3. ทราบถึงสมรรถนะกระบวนการ

กระบวนการผลิตที่แสดงว่าอยู่ภายใต้การควบคุมอาจอยู่ในข้อกำหนดหรือไม่ก็ได้ สามารถนำไปใช้ในการคำนวณสมรรถนะของกระบวนการ เพื่อหาความสามารถในการผลิต ซึ่งจะเป็นประโยชน์อย่างสำคัญต่อผู้บริหารในการตัดสินใจ เช่น การตัดสินใจเพื่อลงทุนปรับปรุงสมรรถนะกระบวนการหรือการตัดสินใจรับคำสั่งผลิตจากลูกค้า

4. แผนภูมิควบคุมช่วยเพิ่มผลผลิต

แผนภูมิควบคุมมีส่วนช่วยอย่างยิ่งในการลดจำนวนของเสียและการทำซ้ำ เช่น แผนภูมิควบคุมจำนวนของเสียและแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย

5. แผนภูมิควบคุมช่วยป้องกันปัญหาด้านคุณภาพ

แผนภูมิควบคุมช่วยให้กระบวนการผลิตอยู่ภายใต้การควบคุมตลอดเวลา และช่วยจัดสภาพการผลิตสินค้าด้วยคุณภาพ

6. แผนภูมิควบคุมให้ข้อมูลเพื่อแก้ไขกระบวนการผลิต

การวิเคราะห์สภาพการกระจายจุดในแผนภูมิควบคุมอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอจะทำให้ได้ข้อมูลเพื่อการแก้ไขกระบวนการผลิต เช่น การเปลี่ยนชนิดของวัตถุดิบและการเปลี่ยนวิธีการทำงาน เป็นต้น

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

หลักการของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย (\bar{X} -chart) คือหากกระบวนการผลิตอยู่ในการควบคุม ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ที่วัดได้ควรจะกระจายอยู่รอบๆ ค่าเฉลี่ยมาตรฐาน (μ) โดยมีการกระจายอย่างสุ่ม และทุกๆ ค่าของ X ควรอยู่ในช่วง $\mu \pm 3\sigma_x$ แต่เนื่องจากไม่ทราบค่า μ ดังนั้น สามารถประมาณค่า μ จากค่าเฉลี่ยของ \bar{X} ได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. คำนวณหาค่า $\bar{\bar{X}}$ และ \bar{R}

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

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

\bar{R} แทนค่าเฉลี่ยพิสัยของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

m แทนจำนวนกลุ่มตัวอย่าง

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

R_i แทนค่าพิสัยของกลุ่มตัวอย่างที่ i เมื่อ $i = 1, 2, \dots, m$

$$\text{ซึ่งค่า } R_i = X_{\max} - X_{\min}$$

2. การคำนวณขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ในกรณีที่ไม่ทราบค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย มีสูตรในการคำนวณ ดังนี้

- ขีดจำกัดควบคุมบน (Upper control limit)

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

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

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

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

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

ถ้าให้ $A_2 = \frac{3}{d_2 \sqrt{n}}$

ซึ่งค่า A_2 สามารถดูได้จากตาราง ก ในภาคผนวก ที่ n ค่าต่างๆ

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

- เส้นกึ่งกลาง (Central limit)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ขีดจำกัดควบคุมล่าง (Lower control limit)

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

ทำนองเดียวกับ $UCL_{\bar{X}}$ จะได้ว่า

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

3. การคำนวณขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ในกรณีไม่ทราบค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าพิสัย มีสูตรในการคำนวณ ดังนี้

- ขีดจำกัดควบคุมบน (Upper control limit)

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

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

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

ซึ่งค่า D_4 สามารถดูได้จากตาราง ก ในภาคผนวก ที่ ก ค่าต่าง ๆ

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

- เส้นกึ่งกลาง (Central limit)

$$CL_R = \bar{R}$$

- ขีดจำกัดควบคุมล่าง (Lower control limit)

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

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

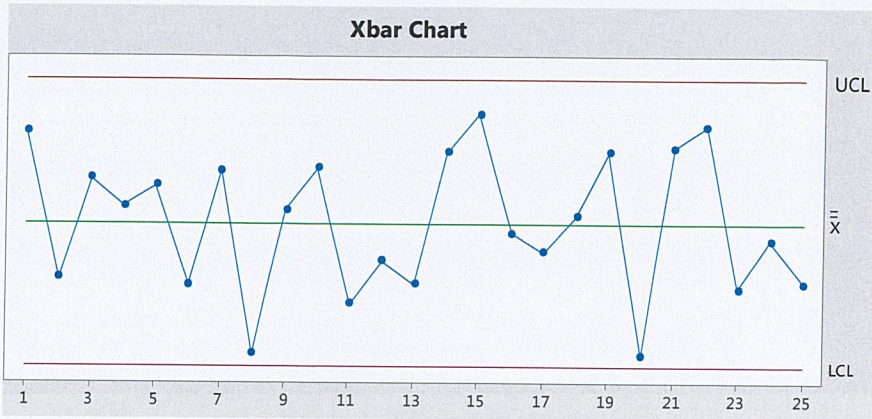
$$\text{ถ้าให้ } D_3 = 1 - \frac{3\sigma_R}{\bar{R}}$$

ซึ่งค่า D_3 สามารถดูได้จากตาราง ก ในภาคผนวก ที่ ก ค่าต่าง ๆ

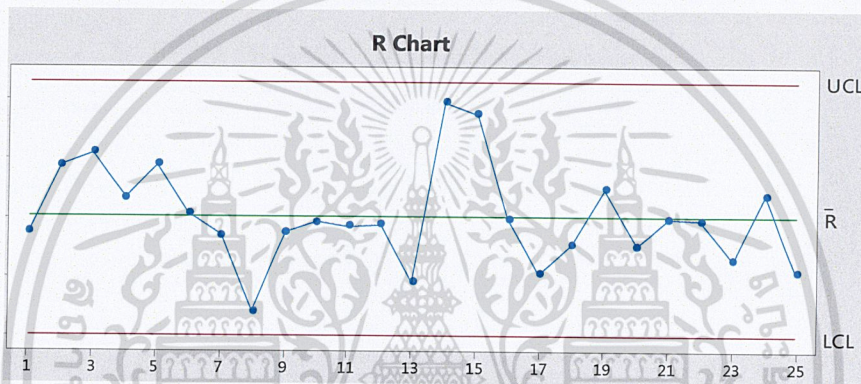
$$\text{ดังนั้น } LCL_R = D_3\bar{R}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. นำค่าขีดจำกัดควบคุมและค่าที่ได้ของแต่ละกลุ่มตัวอย่าง ไปเขียนกราฟ จะได้



รูปที่ 2.6 ตัวอย่างลักษณะของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย



รูปที่ 2.7 ตัวอย่างลักษณะของแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย

2.1.3 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย (\bar{X} -chart) และแผนภูมิควบคุมส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S-chart)

S คือ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง เมื่อเปรียบเทียบกับแผนภูมิ R จะพบว่าแผนภูมิ R คำนวณง่ายกว่า แต่แผนภูมิ S มีความแม่นยำกว่า โดยเฉพาะเมื่อจำนวนตัวอย่างในแต่ละกลุ่มมีขนาดมากและเป็นที่ยอมรับมาก ในการสร้างและการประยุกต์ใช้เหมือนกับที่ผ่านมา แต่ใช้สูตร คำนวณค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่างได้ดังนี้

1. คำนวณหาค่า $\bar{\bar{X}}$ และ \bar{S}

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

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

\bar{S} แทนค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

m แทนจำนวนกลุ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในการเรียนการสอนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

S_i แทนค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่างที่ i เมื่อ $i = 1, 2, \dots, m$

2. การคำนวณขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ในกรณีที่ไม่ทราบค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย มีสูตรในการคำนวณ ดังนี้

- ขีดจำกัดควบคุมบน (Upper control limit)

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

โดยประมาณ σ ได้จาก $\hat{\sigma} = \frac{\bar{S}}{c_2}$

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

ดังนั้น
$$\hat{\sigma}_{\bar{X}} = \frac{\bar{S}}{c_2\sqrt{n}}$$

จะได้ว่า
$$UCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + \frac{3\bar{S}}{c_2\sqrt{n}}$$

ถ้าให้
$$A_3 = \frac{3}{c_2\sqrt{n}}$$

ซึ่งค่า A_3 สามารถดูได้จากตาราง k ในภาคผนวก ที่ n ค่าต่างๆ

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

- เส้นกึ่งกลาง (Central limit)

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

- ขีดควบคุมจำกัดล่าง (Lower control limit)

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

ทำนองเดียวกับ $UCL_{\bar{X}}$ จะได้ว่า

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

3. การคำนวณขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในกรณีที่
ไม่ทราบค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีสูตรในการคำนวณ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ขีดจำกัดควบคุมบน (Upper control limit)

$$UCL_s = \bar{S} + 3\sigma_s$$

$$= \bar{S} \left(1 + \frac{3\sigma_s}{\bar{S}} \right)$$

ถ้าให้ $B_4 = 1 + \frac{3\sigma_s}{\bar{S}}$

ซึ่งค่า B_4 สามารถดูได้จากตาราง ก ในภาคผนวก ที่ n ค่าต่างๆ

ดังนั้น $UCL_s = B_4 \bar{S}$

- เส้นกึ่งกลาง (Central limit)

$$CL_s = \bar{S}$$

- ขีดจำกัดควบคุมล่าง (Lower control limit)

$$LCL_s = \bar{S} - 3\sigma_s$$

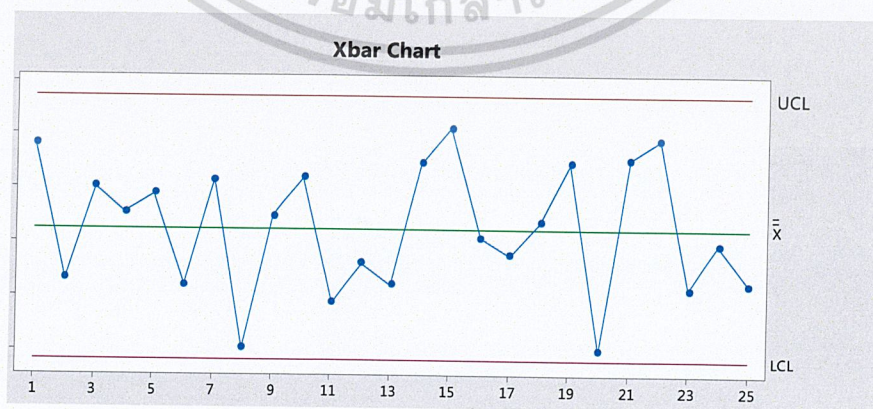
$$= \bar{S} \left(1 - \frac{3\sigma_s}{\bar{S}} \right)$$

ถ้าให้ $B_3 = 1 - \frac{3\sigma_s}{\bar{S}}$

ซึ่งค่า B_3 สามารถดูได้จากตาราง ก ในภาคผนวก ที่ n ค่าต่างๆ

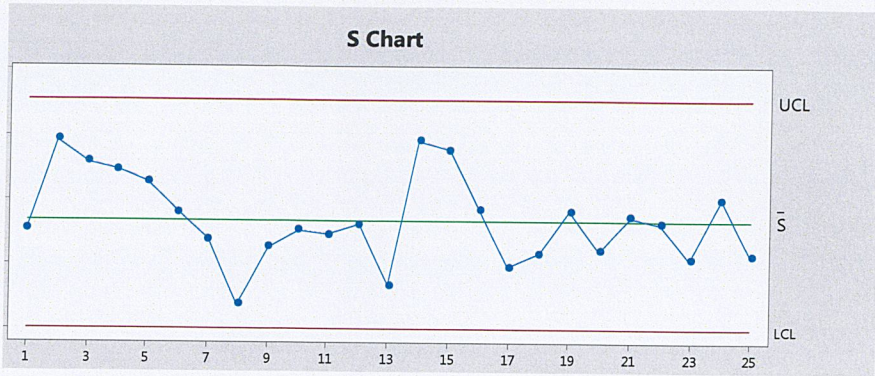
ดังนั้น $LCL_s = B_3 \bar{S}$

4. นำค่าขีดจำกัดควบคุมและค่าที่ได้ของแต่ละกลุ่มตัวอย่าง ไปเขียนกราฟ จะได้



รูปที่ 2.8 ตัวอย่างลักษณะของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น มิอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 ตัวอย่างลักษณะของแผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2.1.4 การปรับปรุงแผนภูมิควบคุม

ในกรณีที่แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย และแผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ปรากฏมีจุดใดจุดหนึ่งที่ตกอยู่นอกเส้นพิกัดควบคุม โดยสามารถที่จะระบุสาเหตุได้ ต้องทำการปรับปรุงแผนภูมิควบคุม โดยการตัดจุดที่มีลักษณะของความผิดปกตินั้นออก นั่นคือทำการตัดจุด \bar{X}_i , R_i และ S_i ที่ผิดปกติออก ซึ่งมีจำนวนกลุ่มเท่ากับ m_d นำข้อมูลมาคำนวณค่า $\bar{\bar{X}}_n$, $\bar{\bar{R}}_n$ และ $\bar{\bar{S}}_n$ จากสมการดังนี้

$$\bar{\bar{X}}_n = \frac{\sum \bar{X} - \bar{X}_d}{m - m_d} \quad \bar{\bar{R}}_n = \frac{\sum R - R_d}{m - m_d} \quad \bar{\bar{S}}_n = \frac{\sum S - S_d}{m - m_d}$$

เมื่อ $\bar{\bar{X}}_n$ แทนค่าของ $\bar{\bar{X}}$ หลังการปรับปรุง

$\bar{\bar{R}}_n$ แทนค่าของ $\bar{\bar{R}}$ หลังการปรับปรุง

$\bar{\bar{S}}_n$ แทนค่าของ $\bar{\bar{S}}$ หลังการปรับปรุง

\bar{X}_d แทนค่า \bar{X} ของจุดที่ถูกตัดออก

R_d แทนค่า R ของจุดที่ถูกตัดออก

S_d แทนค่า S ของจุดที่ถูกตัดออก

m แทนจำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดก่อนการปรับปรุง

m_d แทนจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ถูกตัดออก

จากนั้นคำนวณค่าขีดจำกัดควบคุมใหม่ โดยแทนค่า $\bar{\bar{X}}$, $\bar{\bar{R}}$ และ $\bar{\bar{S}}$ ของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย และแผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานด้วย $\bar{\bar{X}}_n$, $\bar{\bar{R}}_n$ และ $\bar{\bar{S}}_n$ เนื่องจากในการทำวิจัยในครั้งนี้ ไม่ทราบถึงสาเหตุในการเกิดจุดที่มีลักษณะของความผิดปกติได้ จึงไม่สามารถทำการปรับปรุงแผนภูมิควบคุมได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.5 สมรรถนะของกระบวนการ (ศุภชัย นาทะพันธ์, 2551)

คุณภาพของผลิตภัณฑ์เป็นสิ่งหนึ่งที่เกิดจากกระบวนการผลิต ถ้าผลิตภัณฑ์ใดมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ที่ดี นั่นก็หมายความว่าในกระบวนการผลิตปราศจากความผันแปรหรืออาจจะมี ความผันแปรเกิดขึ้นน้อยมาก แต่ถ้าคุณภาพของผลิตภัณฑ์ใดมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่ดี นั่นก็หมายความว่ากระบวนการผลิตมีความผันแปรมาก และความผันแปรที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตนั้น จะเป็น ส่วนที่บ่งชี้ให้เห็นถึงความสามารถในกระบวนการผลิตว่ามีความสามารถในการผลิตเป็นอย่างไร ซึ่งเรียกอย่างง่าย ๆ ก็คือ สมรรถนะของกระบวนการ โดยสมรรถนะของกระบวนการในวิธีการผลิตหนึ่ง จะรวมถึง คน เครื่องจักร วัสดุุดิบ การเก็บวัดข้อมูล และสิ่งแวดล้อม

2.1.5.1 การหาสมรรถนะของกระบวนการ

1. กำหนดขีดจำกัดข้อกำหนดบน (Upper specification limit หรือ USL) และขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง (Lower specification limit หรือ LSL) โดยขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง จะกำหนดขึ้นจากโรงงานสร้างมาตรฐานของสินค้าใดสินค้าหนึ่ง
2. สำหรับการวิเคราะห์ค่าสมรรถนะของกระบวนการผลิตว่าเป็นไปตามข้อกำหนดหรือไม่ สามารถคำนวณได้จากวิธีการต่อไปนี้ คือ
 - 2.1 ค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต กรณีที่ค่าเฉลี่ยของกระบวนการผลิตอยู่ตรงกึ่งกลางของ USL และ LSL (Process capability หรือ C_p) หาได้จาก

$$C_p = \frac{\text{ความกว้างขีดจำกัดข้อกำหนดบนและล่าง}}{6\sigma}$$

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

เมื่อ USL แทนขีดจำกัดข้อกำหนดบน

LSL แทนขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง

σ แทนค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกระบวนการผลิต

$$\text{โดย } \sigma \text{ ประมาณได้จาก } \hat{\sigma} = \frac{\bar{R}}{d_2} \text{ หรืออาจประมาณได้จาก } \hat{\sigma} = \frac{\bar{S}}{c_2}$$

และค่า d_2 และ c_2 เปิดได้จากตาราง ก. ในภาคผนวก ที่ ก ค่าต่างๆ

- 2.2 ค่าดัชนีวัดสมรรถนะกระบวนการผลิต กรณีที่ค่าเฉลี่ยของกระบวนการผลิตไม่อยู่ตรงกึ่งกลางของ USL และ LSL (Process Capability Index หรือ C_{pk})

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

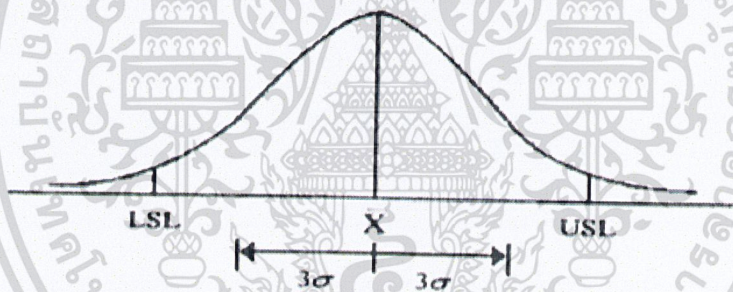
ซึ่งมาจากการหาค่าต่ำสุดของดัชนี C_{pu} (Upper Capability Index) และ C_{pl} (Lower Capability Index) เมื่อ C_{pu} คือ ค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต กรณีกำหนดขีดจำกัดข้อกำหนดบน และ C_{pl} คือ ค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต กรณีกำหนดขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง

$$\text{โดยที่ } C_{pk} = \text{Min}(C_{pu}, C_{pl})$$

ซึ่งสูตรในการประมาณค่าดัชนี C_{pu} และ C_{pl} มีดังนี้

$$C_{pu} = \frac{USL - \bar{X}}{3\sigma} \qquad C_{pl} = \frac{\bar{X} - LSL}{3\sigma}$$

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



รูปที่ 2.10 ค่าคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่มีสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_p) มากกว่า 1

โดยทั่วไป ค่าดัชนี C_p ที่ต่ำสุด และถือว่ากระบวนการผลิตมีสมรรถนะที่ดี คือ 1.33 แต่ก็ขึ้นอยู่กับลักษณะเฉพาะของกระบวนการผลิตด้วย เช่น กระบวนการผลิตทั่ว ๆ ไปนิยมใช้ค่า 1.33 ส่วนกระบวนการผลิตใหม่นิยมใช้ค่า 1.50 และกระบวนการผลิตใหม่ที่ผลิตภัณฑ์เกี่ยวกับความปลอดภัยและความแข็งแรงนิยมใช้ 1.67

สำหรับค่า $C_p = 1$ ซึ่งเป็นค่าความสามารถของกระบวนการ ที่กำหนดให้ความผันแปรของกระบวนการเท่ากับความกว้างของขีดจำกัดข้อกำหนดบนและล่าง แสดงว่ากระบวนการมีความสามารถต่ำสุด และการแจกแจงแบบปกติ ช่วงความกว้าง 6σ จะกล่าวว่ามีย้อยละ 0.27 ที่ข้อมูลตกอยู่นอกช่วงขีดจำกัดข้อกำหนดบนและล่าง โดยจะตกอยู่นอกขีดจำกัดข้อกำหนดบน ร้อยละ 0.135 และตกอยู่นอกขีดจำกัดข้อกำหนดล่างร้อยละ 0.135

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าดัชนี C_p ที่คำนวณได้นี้ จะใช้ในการประเมินสมรรถนะของกระบวนการผลิต เมื่อเปรียบเทียบกับขีดจำกัดข้อกำหนด ซึ่งค่าดัชนี C_p ที่ได้จะมีกรณีต่าง ๆ ดังนี้

กรณีที่ 1 เมื่อค่าดัชนี $C_p < 1.33$ แสดงว่า สมรรถนะของกระบวนการผลิตสินค้ายังไม่อยู่ในระดับที่ดีหรือไม่เป็นไปตามข้อกำหนด ทำให้สัดส่วนของเสียมีจำนวนมาก ดังนั้น เพื่อที่จะลดสัดส่วนของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตนี้จะมีแนวทางการแก้ไขปัญหาคือ

1. ลดความผันแปรในกระบวนการผลิต คือ ต้องปรับทั้งค่าเฉลี่ยและความผันแปรเสียใหม่ ซึ่งจะทำให้เช่นนี้ได้ต้องเปลี่ยนเงื่อนไขเกี่ยวกับการผลิต ซึ่งอาจจะเป็นการติดตั้งเครื่องจักรใหม่ หรือปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ประกอบการให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2. กรณีที่ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงปัจจัยการผลิตใดๆ ได้แม้ว่าจะได้คุณภาพไม่ตรงตามเกณฑ์ที่กำหนดก็ตาม อาจแก้ไขปรับปรุงที่ข้อกำหนดเสียใหม่ โดยยึดหลักขีดความสามารถในการผลิตของเครื่องจักรและขีดความสามารถในการผลิตของโรงงาน เพื่อให้ได้ค่า 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 เพราะผลที่ได้แสดงว่าการควบคุมกระบวนการอยู่ในระดับที่เหมาะสม ได้คุณภาพผลิตภัณฑ์ตรงตามเกณฑ์ที่กำหนดตราบเท่าที่ยังคงรักษาระดับการควบคุมนี้ไว้ได้

ส่วนค่าดัชนี C_{pk} ที่คำนวณได้นั้น จะใช้ในการประเมินสมรรถนะของกระบวนการผลิต เช่นเดียวกับกรณีการหาสมรรถนะของกระบวนการ (C_p) โดยการแก้ปัญหาพิเศษครั้งนี้จะใช้ค่าดัชนี C_{pk} ในการวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต เนื่องจากค่าดัชนี C_p จะใช้เมื่อค่าเฉลี่ยของกระบวนการผลิตอยู่ตรงจุดกึ่งกลางของ USL และ LSL ซึ่งหมายความว่า ดัชนี C_{pk} จะครอบคลุมมากกว่าค่าดัชนี C_p ซึ่งจะทำการพิสูจน์ดังตัวอย่างต่อไป

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

$$\text{และ } C_{pk} = \text{Min}(C_{pu}, C_{pl})$$

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ถ้าค่าเฉลี่ยของกระบวนการผลิตอยู่ตรงจุดกึ่งกลางของ USL และ LSL
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อักพหุห้ามเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

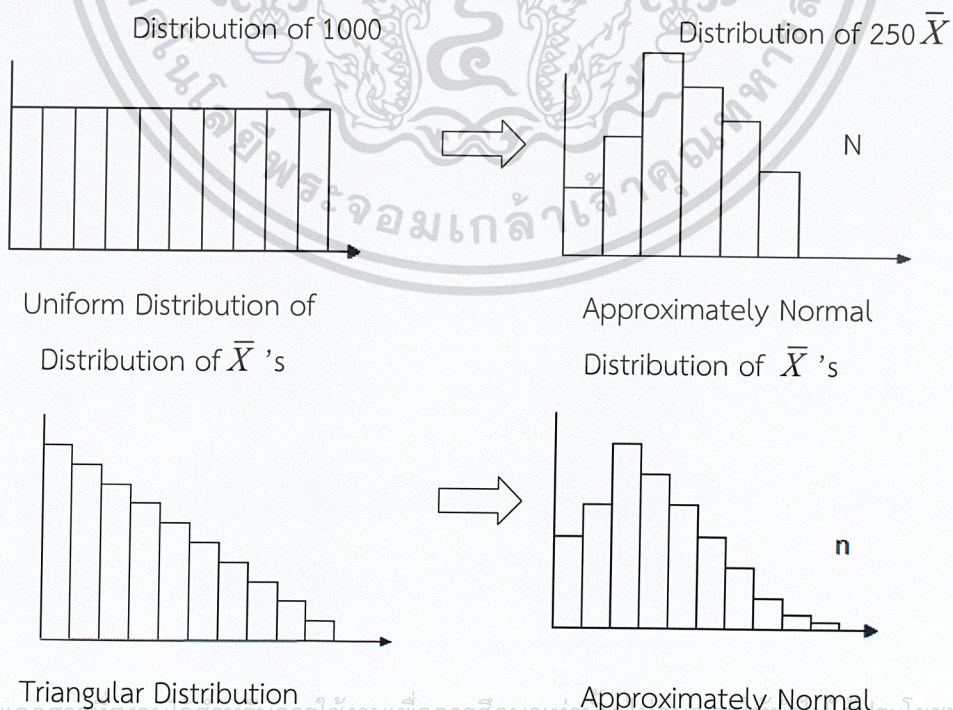
$$\begin{aligned}
 \text{จาก } C_{pu} &= \frac{USL - \bar{X}}{3\sigma} \\
 &= \frac{USL - LSL}{2(3\sigma)} \\
 &= C_p
 \end{aligned}$$

2.1.6 ทฤษฎีขีดจำกัดสู่ส่วนกลาง (Central Limit Theorem)

(สายชล สตินสมบูรณ์ทอง, 2554) ความแตกต่างระหว่างการแจกแจงความถี่ของ X ค่าเดียว และการแจกแจงความถี่ของค่าเฉลี่ย \bar{X} สามารถใช้ทฤษฎีขีดจำกัดสู่ส่วนกลางมาอธิบายได้ดังนี้ ถ้าสุ่มตัวอย่างจากประชากรที่ไม่ได้มีการแจกแจงแบบปกติ การแจกแจงของค่าเฉลี่ยตัวอย่างจะมีแนวโน้มเป็นแบบปกติ ถ้าขนาดตัวอย่าง n มีค่าอย่างน้อย 4 แนวโน้มนี้จะดีในขณะที่ขนาดตัวอย่างใหญ่ขึ้น นอกจากนี้ค่าปกติมาตรฐาน (standardized normal) สามารถใช้สำหรับการแจกแจงของค่าเฉลี่ยด้วยการแปลง \bar{X} ให้เป็น Z ดังนี้

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

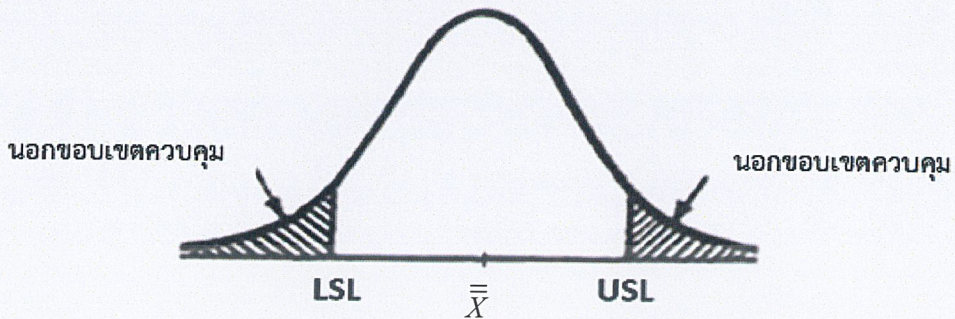
ทฤษฎีนี้จะอธิบายโดย ดร.วอลเตอร์ ชิฮวาร์ท (Dr. Walter A. Shewhart) สำหรับการแจกแจงแบบยูนิฟอร์มและการแจกแจงแบบสามเหลี่ยมของค่าเดียวดังแสดงในรูปที่ 2.11 จะเห็นว่า การแจกแจงของ X แตกต่างอย่างมากจากการแจกแจงแบบปกติ อย่างไรก็ตาม การแจกแจงของค่าเฉลี่ย \bar{X} เป็นแบบปกติโดยประมาณ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ใช้เห็นใบใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 2.11 การอธิบายของทฤษฎีขีดจำกัดสู่ส่วนกลาง
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหาและทำซ้ำของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.7 การคำนวณหาร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกรูปจำกัดข้อกำหนด

จากข้อมูลของผลิตภัณฑ์ที่มีการแจกแจงแบบปกติ สามารถคำนวณหาร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกรูปจำกัดข้อกำหนดโดยอาศัยความสัมพันธ์ดังนี้



รูปที่ 2.12 ร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกรูปจำกัดข้อกำหนด

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

เมื่อ Z_U, Z_L แทน ค่าปกติมาตรฐาน

σ แทน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

\bar{X} แทน ค่าเฉลี่ยของข้อมูล

USL แทน ขีดจำกัดข้อกำหนดบน

LSL แทน ขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง

จากสูตรคำนวณค่า Z_U และ Z_L ที่ได้ นำไปเปิดตาราง z ในภาคผนวก จะได้ค่าพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐานที่อยู่นอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนดทั้งด้านซ้ายและด้านขวา นำค่าที่ได้มารวมกันแล้วคิดเป็นร้อยละ จะได้ค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกรูปจำกัดข้อกำหนด

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องนั้น งานวิจัยส่วนใหญ่จะเก็บรวบรวมข้อมูลจากโรงงานอุตสาหกรรมหรือในส่วนของกระบวนการผลิตที่สนใจ แล้วนำข้อมูลมาสร้างแผนภูมิต่างๆ ตามลักษณะของข้อมูลที่เก็บรวบรวมมา โดยตัวอย่างงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมีดังนี้

กัญญา มาศธีรปกรณ์ และคณะ (2553) ได้ทำการศึกษาการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ของบริษัทยานยนต์อินดัสทรี จำกัด โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์ และการควบคุมคุณภาพโดยอาศัยทฤษฎีทางสถิติที่เหมาะสมกับการควบคุมผลิตภัณฑ์จำนวน 6 แบบ โดยการวิเคราะห์ข้อมูลของผลิตภัณฑ์ 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนของการกลึงลดขนาด และขั้นตอนของการเจาะรู ซึ่งทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2553 ถึง เดือนไม่ว่ากรณี่ใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พฤศจิกายน พ.ศ. 2553 แล้วนำข้อมูลที่ได้มาสร้างแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย (\bar{X} -chart) แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย (R-chart) พร้อมทั้งหาค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต C_{pk} และค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด โดยนำโปรแกรมสำเร็จรูปMINITAB 14 มาช่วยในการประมวลผล ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า สลักเกลียวทั้ง 6 แบบ มีผลการวิเคราะห์ดังนี้ สลักเกลียวแบบที่ 1 2 4 5 และ 6 จากแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัยทั้งในขั้นตอนของการกลึงลดขนาดและการเจาะรู ส่วนใหญ่จะมีความผันแปรเกิดขึ้นในระหว่างการผลิตน้อย และค่า C_{pk} ส่วนใหญ่มีค่ามากกว่า 1 และจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นมีจำนวนน้อยมาก จึงถือว่ากระบวนการผลิตสลักเกลียวทั้ง 5 แบบนี้อยู่ในลักษณะที่ยอมรับได้ ส่วนสลักเกลียวแบบที่ 3 จากแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัย ทั้งในขั้นตอนของการกลึงลดขนาดและการเจาะรู มีความผันแปรเกิดขึ้นในระหว่างการผลิตน้อย และค่า C_{pk} ในขั้นตอนของการกลึงลดขนาดส่วนใหญ่มีค่าน้อยกว่า 1 ส่วนในขั้นตอนการเจาะรูส่วนใหญ่มีค่ามากกว่า 1 แต่มีจำนวนของเสียเกิดขึ้นในขั้นตอนของการกลึงลดขนาด จึงควรทำการปรับปรุงกระบวนการผลิต และหาสาเหตุของการเกิดจำนวนของเสียในขั้นตอนของการกลึงลดขนาด เพื่อให้กระบวนการผลิตของสลักเกลียวแบบที่ 3 อยู่ในลักษณะที่ยอมรับได้

กรณีศึกษา เอี่ยมประภัสสร และคณะ (2554) ในปัจจุบันประเทศไทยกำลังอยู่ในช่วงของการพัฒนาเศรษฐกิจโดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านอุตสาหกรรม ตัวบ่งชี้ที่ทำให้ธุรกิจดำรงอยู่ได้ปัจจัยหนึ่งคือคุณภาพ (Quality) ผู้ประกอบการในธุรกิจด้านอุตสาหกรรมจึงจำเป็นต้องตระหนักและให้ความสำคัญกับการควบคุมคุณภาพ ถือเป็น การตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคด้วยต้นทุนที่ต่ำที่สุด ดังนั้น การควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์จึงได้กลายมาเป็นหัวใจสำคัญสำหรับกิจการอุตสาหกรรมทุกประเภท โดยเก็บรวบรวมข้อมูลการตรวจสอบส่วนประกอบของแร็คช่องไฟฟ้า 2 ทั้งหมด 4 ชนิดคือ ความกว้างของตัวยู ความสูงของตัวยู ความยาวของพื้นแร็ค และความยาวของฐานรองกรวยการรวบรวมข้อมูลจะแบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงแรกในวันที่ 7-9 เดือนมกราคม พ.ศ.2555 ข้อมูลช่วงที่ 2 ซึ่งเป็นข้อมูลในวันที่ 6-9 เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2555 แล้วนำข้อมูลทั้ง 2 ช่วงมาสร้างแผนภูมิค่าเฉลี่ย (\bar{X} -chart) แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย (R - chart) และแผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S-chart) รวมทั้งคำนวณหาสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) และร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด โดยนำโปรแกรมสำเร็จรูปMINITAB เข้ามาช่วยในการประเมินผลการวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงที่ 1 และช่วงที่ 2 จะพบว่าในแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย (\bar{X} -chart) แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย (R - chart) และแผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S-chart) ทำให้ทราบว่าข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ทั้ง 2 ช่วงมีลักษณะที่ยังควบคุมไม่ได้ แสดงว่ากระบวนการผลิตแร็คช่องไฟฟ้าอาจส่งกะสียังไม่สามารถควบคุมการผลิตได้อย่างต่อเนื่อง ส่วนค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) ของข้อมูลทั้ง 2 ช่วงส่วนใหญ่มีค่าน้อยกว่า 1.33 แสดงว่าสมรรถนะของกระบวนการผลิตยังไม่อยู่ในระดับที่ดี จึงส่งผลให้มีผลิตภัณฑ์ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่บริษัทเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดได้ จึงสมควรที่จะควบคุมกระบวนการผลิตอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีความผันแปรน้อยลงและมีคุณภาพที่ดีขึ้น

ชลนิชา แสนคำ และคณะ (2557) ได้ทำการศึกษาการควบคุมคุณภาพในกระบวนการผลิตยาเม็ดของบริษัทยูนิซัน จำกัด ซึ่งข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์คือข้อมูลน้ำหนัก ความหนา และความแข็งของยาเม็ด โดยข้อมูลมีทั้งหมด 11 ผลิตภัณฑ์ แต่ละผลิตภัณฑ์ จะแบ่งออกเป็น 3 รุ่น มีเครื่องตอกเม็ดยา 2 แบบ คือเครื่องตอกเม็ดยาแบบ 20 สาก ซึ่งประกอบด้วยผลิตภัณฑ์ที่ 1, 3, 6, 7, 8, 10 และ 11 ส่วน เครื่องตอกเม็ดยาแบบ 39 สาก ซึ่งประกอบด้วยผลิตภัณฑ์ที่ 2, 4, 5 และ 9 ผลการศึกษาพบว่าเครื่องตอกเม็ดยาแบบ 20 สาก ในผลิตภัณฑ์ที่ 1, 3, 7, 8, 10 จะให้ค่า C_{pk} และค่า P_{pk} ส่วนใหญ่มีค่ามากกว่า 1.33 แสดงว่าความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการผลิตยาเม็ดสำหรับผลิตภัณฑ์ที่ 1, 3, 7, 8 และ 10 ในระยะสั้น และในระยะยาวอยู่ในระดับดีถึงดีมาก และมีร้อยละข้อมูลที่ตกนอกเกณฑ์ที่กำหนดน้อยมาก ส่วนเครื่องตอกเม็ดยาแบบ 39 สากในผลิตภัณฑ์ที่ 4 และ 5 จะให้ค่า C_{pk} และค่า P_{pk} ส่วนใหญ่มีค่ามากกว่า 1.33 แสดงว่าความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการผลิตยาเม็ดสำหรับผลิตภัณฑ์ที่ 4 และ 5 ในระยะสั้น และในระยะยาวอยู่ในระดับดีถึงดีมาก และมีร้อยละข้อมูลที่ตกนอกเกณฑ์ที่กำหนดน้อยมาก

กมลลักษณ์ ชุยมรัมย์ และคณะ (2559) การศึกษาปัญหาพิเศษในครั้งนี้ มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาการควบคุมคุณภาพน้ำหนักปุนซีเมนต์ของโรงงานแห่งหนึ่ง โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลน้ำหนักของปุนซีเมนต์ 2 ชนิด ในเดือนมกราคมและเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2560 รวมระยะเวลา 2 เดือน ประกอบด้วยปุนซีเมนต์ชนิด A จากเครื่องจักรที่ 1 และ 4 และปุนซีเมนต์ชนิด B จากเครื่องจักรที่ 2 และ 3 ซึ่งในแต่ละเครื่องจักรจะมีวงบรรจุทั้ง 8 วง แล้วนำข้อมูลที่ได้มาสร้างแผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยว (X-Chart) และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ (MR-Chart) พร้อมทั้งหาค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) และค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด โดยนำโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ MINITAB มาใช้ในการประมวลผล ผลการศึกษาพบว่า ข้อมูลของน้ำหนักปุนซีเมนต์จากเครื่องจักรทั้ง 4 เครื่องที่นำมาวิเคราะห์ ส่วนใหญ่มีการแจกแจงแบบปกติ ในส่วนของการควบคุมคุณภาพน้ำหนักของปุนซีเมนต์ชนิด A พบว่า เครื่องจักรที่ 1 จะมิงวงบรรจุที่มีประสิทธิภาพในการบรรจุยังไม่อยู่ในระดับที่ดี คือ วงบรรจุที่ 1 และ 8 ส่วนเครื่องจักรที่ 4 จะมิงวงบรรจุที่มีประสิทธิภาพในการบรรจุยังไม่อยู่ในระดับที่ดี คือ วงบรรจุที่ 4 และ 7 สำหรับการควบคุมคุณภาพน้ำหนักของปุนซีเมนต์ชนิด B พบว่า เครื่องจักรที่ 2 จะมิงวงบรรจุที่มีประสิทธิภาพในการบรรจุยังไม่อยู่ในระดับที่ดี คือ วงบรรจุที่ 1 และ 7 ส่วนเครื่องจักรที่ 3 จะมิงวงบรรจุที่มีประสิทธิภาพในการบรรจุยังไม่อยู่ในระดับที่ดี คือ วงบรรจุที่ 7 และ 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงาน

3.1 วิธีการดำเนินงานวิจัยในปัญหาพิเศษ มีดังนี้

1. ติดต่อกับทางบริษัทเพื่อสอบถามข้อมูลโดยละเอียด
2. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
3. ศึกษาขั้นตอนของกระบวนการผลิตโครงแผ่นธาตุ
4. ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล
5. นำข้อมูลที่เก็บมาทำการวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล

3.2 ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.2.1 แหล่งที่มาของข้อมูล

ในการศึกษาการควบคุมคุณภาพครั้งนี้ ได้ทำการรวบรวมข้อมูลน้ำหนักของโครงแผ่นธาตุของบริษัทแบตเตอรีรถยนต์แห่งหนึ่ง

3.2.2 กระบวนการผลิต

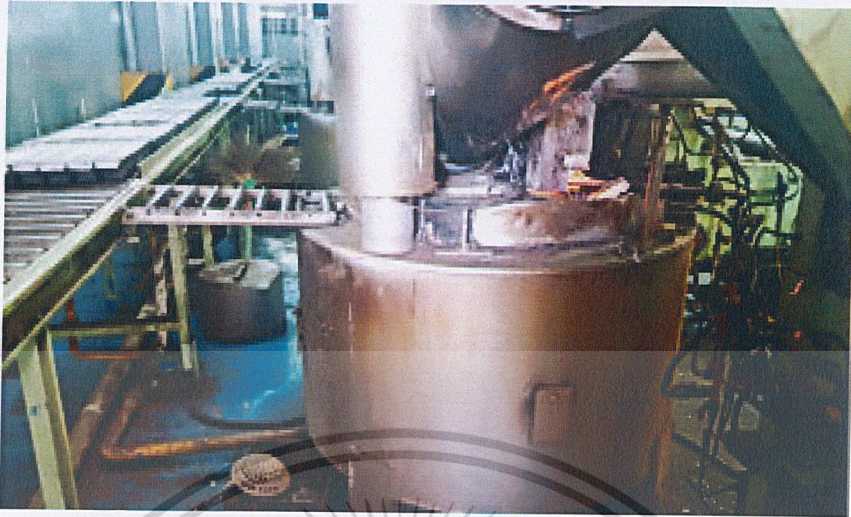
กระบวนการผลิตโครงแผ่นธาตุจะมีการนำเครื่องจักรมาใช้ในกระบวนการผลิต ทำให้เกิดความรวดเร็ว และผ่านขั้นตอนการตรวจสอบในเรื่องของน้ำหนัก ซึ่งมีขั้นตอนในการผลิต ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ทำการรับตะกั่วก้อนที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพมาแล้ว



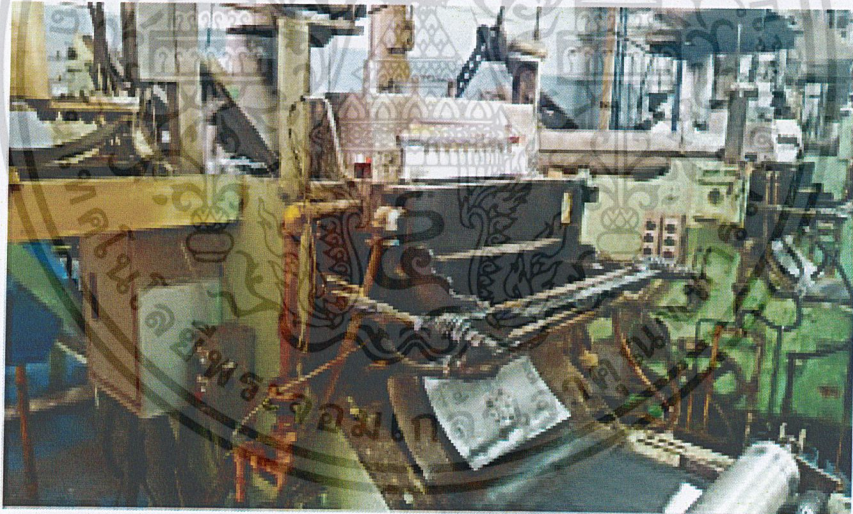
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับครูใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 3.1 ตะกั่วก้อนที่ผ่านการตรวจสอบ
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 2 นำตะกั่วก้อนที่ผ่านการตรวจสอบมาเข้าเตาหลอม เพื่อให้เป็นตะกั่วเหลว



รูปที่ 3.2 การหลอมตะกั่วก้อนเป็นตะกั่วเหลว

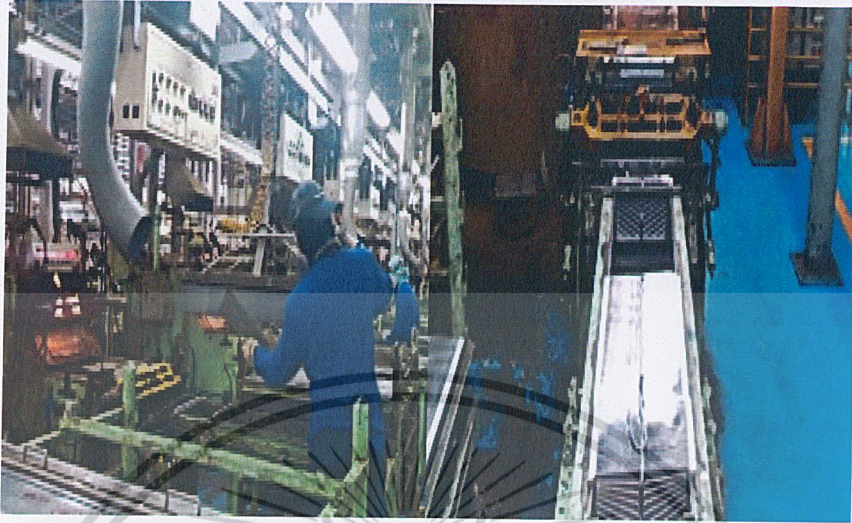
ขั้นตอนที่ 3 ตะกั่วที่ผ่านการหลอมแล้ว จะไหลลงมาที่แม่พิมพ์เพื่อขึ้นรูปโครงแผ่นธาตุ



รูปที่ 3.3 การขึ้นรูปโครงแผ่นธาตุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 4 หลังจากได้โครงแผ่นธาตุแล้วจะนำมาบรรจุลงที่ชั้นวางพัก(Rack) เพื่อให้โครงแผ่นธาตุแห้ง ก่อนจะนำไปตรวจสอบคุณภาพ



รูปที่ 3.4 การบรรจุโครงแผ่นธาตุลงชั้นวางพัก

ขั้นตอนที่ 5 นำโครงแผ่นธาตุไปชั่งน้ำหนัก เพื่อตรวจสอบว่าโครงแผ่นธาตุได้น้ำหนักตามเกณฑ์หรือไม่ ถ้าไม่ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดจะนำโครงแผ่นธาตุไปหลอมใหม่ในขั้นตอนที่ 2



รูปที่ 3.5 ตาชั่งน้ำหนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 6 หลังจากที่ทำการศึกษาตรวจสอบน้ำหนักแล้ว จะนำโครงแผ่นธาตุไปบ่ม(Curing) เพื่อให้สภาพโครงแผ่นธาตุคงสภาพที่อุณหภูมิ 100 °C นาน 90 นาที หลังจากนั้นปล่อยให้เย็นตัวลง 30 นาที



รูปที่ 3.6 การบ่มโครงแผ่นธาตุ

3.2.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลครั้งนี้ ได้ทำการเก็บข้อมูลน้ำหนักของโครงแผ่นธาตุ ซึ่งโครงแผ่นธาตุของทางโรงงานจะมีหลายโมเดล จึงเลือกเก็บรวบรวมมาทั้งหมด 3 โมเดลๆ ละ 2 เครื่องจักร ได้แก่ โมเดล A โมเดล B และ โมเดล C ซึ่งทั้ง 3 โมเดลนี้มียอดการผลิตมากที่สุดเป็นสามอันดับแรกของทางโรงงาน และรายละเอียดในการเก็บข้อมูลดังนี้

- โครงแผ่นธาตุโมเดล A จะทำการเก็บข้อมูลจากเครื่องจักรที่ 1 และ 2
- โครงแผ่นธาตุโมเดล B จะทำการเก็บข้อมูลจากเครื่องจักรที่ 3 และ 4
- โครงแผ่นธาตุโมเดล C จะทำการเก็บข้อมูลจากเครื่องจักรที่ 5 และ 6

โครงแผ่นธาตุแต่ละโมเดลจะมีขีดจำกัดข้อกำหนด(Specification Limit) แตกต่างกัน

ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 ขีดจำกัดข้อกำหนด(Specification Limit) ของโครงแผ่นธาตุ

โครงแผ่นธาตุโมเดล	ขีดจำกัดข้อกำหนด(Specification Limit)	
	ด้านล่าง (LSL)	ด้านบน (USL)
A	87	97
B	105	115
C	83	93

ทำการเก็บข้อมูลตั้งแต่เดือนธันวาคม พ.ศ.2561 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ.2562 โดยอาศัย ตารางANSI/ASQZ1.9-1993 การตรวจสอบแบบปกติ ระดับ II มาช่วยในการกำหนดขนาดตัวอย่างในการจัดเก็บข้อมูลดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3.2 ตาราง ANSI/ASQZ1.9-1993 การตรวจสอบแบบปกติ ระดับ II

ขนาดรุ่น	ขนาดของหน่วยตัวอย่าง
91-150	10
151-280	15
281-400	20
401-500	25
501-1,200	35
1,201-3,200	50
3,201-10,000	75
10,001-35,000	100
35,001-150,000	150

ข้อมูลที่เก็บรวบรวมมานั้น แบ่งออกเป็น 3 ช่วงดังนี้

ช่วงที่ 1 เป็นช่วงแรกที่ได้ทำการเก็บข้อมูลในวันที่ 24 ถึง 26 ธันวาคม พ.ศ. 2561 โดยเริ่มศึกษาจากความสามารถในการผลิตโครงแผ่นธาตุของเครื่องจักร และทราบว่าเครื่องจักรแต่ละเครื่องสามารถผลิตโครงแผ่นธาตุได้วันละประมาณ 8,000 ชิ้น อาศัยตารางANSI/ASQZ1.9-1993 การตรวจสอบแบบปกติ ระดับII จึงทำการเก็บข้อมูลวันละ 75 ชิ้นในช่วงเวลาทำงาน 7.30 –16.30 น.

แต่ในทางปฏิบัติจะสามารถเก็บข้อมูลได้ตั้งแต่ 9.00 น. และทำการเก็บข้อมูลวันละ 80 ชิ้น และไม่วอร์มใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถออกแบบใบบันทึกข้อมูลได้ดังนี้

ตารางที่ 3.3 ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลน้ำหนักของโครงแผ่นธาตุในช่วงที่ 1

ใบบันทึกน้ำหนักของโครงแผ่นธาตุ

วันที่ 25 / 12 / 2561

ผู้จัดบันทึก พชญา และ สุนิตา

โมเดล A

เครื่องจักรที่ 1

ชนิดตะกั่ว A

Spec 92 ± 5 g

เวลา	น้ำหนักโครงแผ่นธาตุ (กรัม)										Min	Max	\bar{X}	S	หมายเหตุ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
9.00	87.2	87.6	87.9	88	87.9	88.3	88.7	88.9	89.3	89.1	87.2	89.3	88.3	0.6887	
10.00	89.5	89.5	89.6	89.6	89.4	89.3	89.3	89.4	89.4	89.4	89.3	89.6	89.4	0.1075	
11.00	92.6	92.7	92.6	92.5	92.6	92.4	92.5	92.6	92.6	92.7	92.4	92.7	92.6	0.0919	
12.00															พัก
13.00	93.6	93.6	93.4	93.5	93.7	93.6	93.6	92.6	92.5	92.4	92.4	93.7	93.3	0.5255	
14.00	95.2	95.1	95.1	95	95.6	95	95.5	95	95.4	95.3	95	95.6	95.2	0.2201	
15.00	91.8	91.7	91.6	91.6	92.1	91.8	91.8	92	91.7	92.3	91.6	92.3	91.8	0.2271	
16.00	94.2	94.1	93.8	93.9	94	94.2	93.9	94	94.1	94	93.8	94.2	94	0.1317	
17.00	94.3	94.1	94	94.8	94.9	95.1	95	94.8	94.7	95.2	94	95.2	94.7	0.4175	

ช่วงที่ 2 ทำการเก็บข้อมูลในวันที่ 21 ถึง 25 มกราคม พ.ศ. 2562 ซึ่งในช่วงนี้ทำการเปลี่ยนแปลงในการเก็บข้อมูล เนื่องจากข้อมูลในช่วงที่ 1 มีเพียง 8 กลุ่มต่อวัน ทำให้ไม่สามารถนำไปสร้างแผนภูมิควบคุมคุณภาพค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในแต่ละวันได้ เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว จึงทำการเก็บข้อมูลทุกๆ 30 นาทีในช่วงเวลา 9.00 – 19.00 น. และสามารถออกแบบใบบันทึกข้อมูลได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.4 ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลน้ำหนักของโครงแผ่นธาตุในช่วงที่ 2

ใบบันทึกน้ำหนักของโครงแผ่นธาตุ

วันที่ 21 / 1 / 2562

ผู้จัดบันทึก พชญา และ สุนิตา

โมเดล A

เครื่องจักรที่ 1

ชนิดตะกั่ว A

Spec 92 ± 5 g

เวลา	น้ำหนักโครงแผ่นธาตุ (กรัม)					Min	Max	\bar{X}	R	หมายเหตุ
	1	2	3	4	5					
9.00	88.2	88.2	88.1	88.6	88.5	88.1	88.6	88.32	0.50	
9.30	88.4	88.2	88.3	88.4	88.4	88.2	88.4	88.34	0.20	
10.00	89	89	89.1	89.4	89	89	89.4	89.1	0.40	
10.30	89.3	89.1	89.1	89.3	89.2	89.1	89.3	89.2	0.20	
11.00	89.4	89.4	89.5	89.1	89.6	89.1	89.6	89.4	0.50	
11.30	89.3	89.5	89.4	89.7	89.5	89.3	89.7	89.48	0.40	
12.30	90.1	90.1	90.4	90.3	90.3	90.1	90.4	90.24	0.30	
13.00	90.2	90.2	90.3	90.4	90.5	90.2	90.5	90.32	0.30	
13.30	90.1	90.1	90.5	90.4	90.3	90.1	90.5	90.28	0.40	
14.00	93.6	93.5	93.5	93.2	93.2	93.2	93.6	93.4	0.40	
14.30	93.4	93.9	93.8	93.7	93.9	93.4	93.9	93.74	0.50	
15.00	91.1	91.5	91.5	91.4	91.3	91.1	91.5	91.36	0.40	
15.30	91.4	91.1	91.3	91.2	91.2	91.1	91.4	91.24	0.30	
16.00	91.5	91.1	91.1	91.2	91.5	91.1	91.5	91.28	0.40	
16.30	91.6	91.3	91.4	91.4	91.5	91.3	91.6	91.44	0.30	
17.00	92	92.2	92.3	92.3	92	92	92.3	92.16	0.30	
17.30	92.1	92.2	92.1	92.3	92.4	92.1	92.4	92.22	0.30	
18.00	94.3	94.2	94	94.4	94.3	94	94.4	94.24	0.40	
18.30	94	94.2	94.1	94.1	94.1	94	94.2	94.1	0.20	
19.00	95	95.3	95.1	95.2	95.2	95	95.3	95.16	0.30	

ช่วงที่ 3 ทำการเก็บข้อมูลในวันที่ 11 , 12 , 18 , 20 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2562 และวันที่ 1 ถึง

5 เมษายน พ.ศ.2562 ซึ่งในช่วงนี้ทำการเปลี่ยนแปลงในการเก็บข้อมูล เนื่องจากข้อมูลในช่วงที่ 2 ทำ
ไม่ว่าการณ์ใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเก็บวันละ 20 กลุ่ม เมื่อเอาข้อมูลแต่ละวันมาสร้างแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัย ข้อมูลมีความผิดปกติเกิดขึ้น คือข้อมูลมีแนวโน้มขึ้นติดต่อกัน จึงทำการเก็บข้อมูลต่อเนื่องมากขึ้น เพื่อต้องการดูความผิดปกติของข้อมูลที่เกิดขึ้น จึงทำการเก็บข้อมูลทุกๆ 30 นาทีในช่วงเวลา 6.00 น. ถึง 5.30 น. ของวันถัดไป และเก็บข้อมูลในแต่ละวันได้ 43 กลุ่ม และสามารถออกแบบใบบันทึกข้อมูลได้ดังนี้

ตารางที่ 3.5 ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลน้ำหนักของโครงแผ่นธาตุในช่วงที่ 3

ใบบันทึกน้ำหนักของโครงแผ่นธาตุ

วันที่ 11 / 2 / 2562

ผู้จัดบันทึก พัทธยา และ สุนิตา

โมเดล A

เครื่องจักรที่ 1

ชนิดตะกั่ว A

Spec 92 ± 5 g

เวลา	น้ำหนักโครงแผ่นธาตุ (กรัม)					Min	Max	\bar{X}	R	หมายเหตุ
	1	2	3	4	5					
6.00	90.4	90.5	90.6	90.7	90.3	90.30	90.70	90.50	0.40	
6.30	90.8	90.3	90.5	90.6	90.4	90.30	90.80	80.00	0.50	
7.00	89.9	89.6	89.5	89.7	89.9	89.50	89.90	79.38	0.40	
9.00	88.2	88.2	88.1	88.6	88.5	88.10	88.60	78.41	0.50	
9.30	88.4	88.2	88.3	88.4	88.4	88.20	88.40	78.45	0.20	
10.00	89	89	89.1	89.4	89	89.00	89.40	79.24	0.40	
10.30	89.3	89.1	89.1	89.3	89.2	89.10	89.30	79.34	0.20	
11.00	89.4	89.4	89.5	89.1	89.6	89.10	89.60	79.59	0.50	
11.30	89.3	89.5	89.4	89.7	89.5	89.30	89.70	79.71	0.40	
12.30	90.1	90.1	90.4	90.3	90.3	90.10	90.40	80.50	0.30	
13.00	90.2	90.2	90.3	90.4	90.5	90.20	90.50	80.66	0.30	
13.30	90.1	90.1	90.5	90.4	90.3	90.10	90.50	80.66	0.40	
14.00	93.6	93.5	93.5	93.2	93.2	93.20	93.60	83.48	0.40	
14.30	93.4	93.9	93.8	93.7	93.9	93.40	93.90	83.79	0.50	
15.00	91.1	91.5	91.5	91.4	91.3	91.10	91.50	81.80	0.40	
15.30	91.4	91.1	91.3	91.2	91.2	91.10	91.40	91.24	0.30	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในการอ้างอิงเพื่อการศึกษาเท่านั้น มิอนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.5 (ต่อ)

ใบบันทึกน้ำหนักของโครงแผ่นธาตุ

วันที่ 11 / 2 / 2562

ผู้จัดบันทึก พัทธญา และ สุนิตา

โมเดล A

เครื่องจักรที่ 1

ชนิดตะกั่ว A

Spec 92 ± 5 g

เวลา	น้ำหนักโครงแผ่นธาตุ (กรัม)					Min	Max	\bar{X}	R	หมายเหตุ
	1	2	3	4	5					
16.00	91.5	91.1	91.1	91.2	91.5	91.10	91.50	91.29	0.40	
16.30	91.6	91.3	91.4	91.4	91.5	91.30	91.60	91.44	0.30	
17.00	92	92.2	92.3	92.3	92	92.00	92.30	92.16	0.30	
17.30	92.1	92.2	92.1	92.3	92.4	92.10	92.40	92.23	0.30	
18.00	94.3	94.2	94	94.4	94.3	94.00	94.40	94.23	0.40	
18.30	94	94.2	94.1	94.1	94.1	94.00	94.20	94.10	0.20	
19.00	95	95.3	95.1	95.2	95.2	95.00	95.30	95.16	0.30	
19.30	95.2	95.1	95.2	95.1	95.3	95.10	95.30	95.19	0.20	
20.30	93.4	93.6	93.6	93.4	93.5	93.40	93.60	93.50	0.20	
21.00	93.7	93.5	93.4	93.5	93.6	93.40	93.70	93.54	0.30	
21.30	93.4	93.3	93.6	93.5	93.8	93.30	93.80	93.53	0.50	
22.00	93.5	93.4	93.4	93.2	93.1	93.10	93.50	93.31	0.40	
22.30	93.4	93.5	93.4	93.6	93.7	93.40	93.70	93.53	0.30	
23.00	92.9	92.9	92.8	92.7	92.8	92.70	92.90	92.81	0.20	
23.30	92.7	92.8	92.6	92.5	92.7	92.50	92.80	92.66	0.30	
24.00	92.8	92.7	92.6	92.7	92.8	92.60	92.80	92.71	0.20	
00.30	92.8	92.8	92.5	92.6	92.5	92.50	92.80	92.64	0.30	
01.00	91.7	91.8	91.7	91.8	91.9	91.70	91.90	91.79	0.20	
01.30	91.8	91.7	91.8	91.7	91.9	91.70	91.90	91.79	0.20	
02.00	89.6	89.1	89.4	89.5	89.7	89.10	89.70	89.44	0.60	
02.30	89.2	89.3	89.4	89.3	89.2	89.20	89.40	89.29	0.20	
03.00	88.7	88.8	88.6	88.9	88.6	88.60	88.90	88.73	0.30	
03.30	88.7	88.5	88.4	88.5	88.6	88.40	88.70	88.54	0.30	

ตารางที่ 3.5 (ต่อ)

ใบบันทึกน้ำหนักของโครงแผ่นธาตุ

วันที่ 11 / 2 / 2562

ผู้จัดบันทึก พชญา และ สุนิตา

โมเดล A

เครื่องจักรที่ 1

ชนิดตะกั่ว A

Spec 92 ± 5 g

เวลา	น้ำหนักโครงแผ่นธาตุ (กรัม)					Min	Max	\bar{X}	R	หมายเหตุ
	1	2	3	4	5					
04.00	89.2	89.1	89.3	89.4	89.3	89.10	89.40	89.26	0.30	
04.30	89.3	89.2	89.3	89.5	89.4	89.20	89.50	89.34	0.30	
05.00	90.3	90.2	90.4	90.1	90	90.00	90.40	90.20	0.40	
05.30	90.2	90.4	90.3	90.4	90.5	90.20	90.50	79.73	0.30	

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

จากการเก็บข้อมูลทั้ง 3 ช่วงดังที่ได้กล่าวมาแล้ว จะเห็นว่าในช่วงที่ 1 ทำการเก็บข้อมูลขนาดตัวอย่างเท่ากับ 10 และในช่วงที่ 2 และ 3 ทำการเก็บข้อมูลขนาดตัวอย่างเท่ากับ 5 อาศัยทฤษฎีขีดจำกัดสู่ส่วนกลาง (Central Limit Theorem) กล่าวไว้ว่า การแจกแจงของค่าเฉลี่ยตัวอย่าง \bar{X} ของกลุ่มย่อยมีการแจกแจงเข้าใกล้แบบปกติ สำหรับกลุ่มย่อยที่มีขนาด n มากกว่าหรือเท่ากับ 4 ดังนั้น ข้อมูลทั้ง 3 ช่วงถือได้ว่า ค่าเฉลี่ยตัวอย่าง \bar{X} ของกลุ่มย่อยมีการแจกแจงเข้าใกล้แบบปกติเช่นกัน และนำเอาข้อมูลมาทำการวิเคราะห์ดังนี้

- ข้อมูลในช่วงที่ 1 นำมาสร้างแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน พร้อมทั้งค่าดัชนีวัดสมรรถนะกระบวนการผลิต (Process Capability Index หรือ C_{pk}) และร้อยละของข้อมูล ที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนด
- ข้อมูลในช่วงที่ 2 และ 3 นำมาสร้างแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัยพร้อมทั้งค่าดัชนีวัดสมรรถนะกระบวนการผลิต (Process Capability Index หรือ C_{pk}) และร้อยละของข้อมูล ที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลครั้งนี้ ได้ทำการเก็บข้อมูลน้ำหนักของโครงแผ่นธาตุ มาทั้งหมด 3 โมเดลๆ ละ 2 เครื่องจักร ได้แก่ โมเดล A โมเดล B และ โมเดล C มีรายละเอียดดังนี้

- โครงแผ่นธาตุโมเดล A ได้กำหนดค่า $LSL = 87$, $USL = 97$ และได้ทำการเก็บข้อมูลจากเครื่องจักรที่ 1 และ 2
- โครงแผ่นธาตุโมเดล B ได้กำหนดค่า $LSL = 105$, $USL = 115$ และได้ทำการเก็บข้อมูลจากเครื่องจักรที่ 3 และ 4
- โครงแผ่นธาตุโมเดล C ได้กำหนดค่า $LSL = 83$, $USL = 93$ และได้ทำการเก็บข้อมูลจากเครื่องจักรที่ 5 และ 6

ข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้ จะแบ่งออกเป็น 3 ช่วง ดังนี้

ช่วงที่ 1 เป็นการเก็บข้อมูลในวันที่ 24 ถึง 26 ธันวาคม พ.ศ. 2561 ซึ่งในแต่ละวันจะทำการเก็บข้อมูลทุก 1 ชั่วโมงในช่วงเวลา 9.00 – 17.00 น. จะได้ข้อมูลวันละ 8 กลุ่ม แต่ละกลุ่มมีขนาดตัวอย่างเท่ากับ 10 จึงนำเอาข้อมูลทั้ง 3 วันมาสร้างแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และแผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ช่วงที่ 2 เป็นการเก็บข้อมูลในวันที่ 21 ถึง 25 มกราคม พ.ศ. 2562 ซึ่งในแต่ละวันจะทำการเก็บข้อมูลทุก 30 นาทีในช่วงเวลา 9.00 – 19.00 น. จะได้ข้อมูลวันละ 20 กลุ่ม แต่ละกลุ่มมีขนาดตัวอย่างเท่ากับ 5 จึงนำเอาข้อมูลในแต่ละวันมาสร้างแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย

ช่วงที่ 3 เป็นการเก็บข้อมูลในวันที่ 11 , 12 , 18 , 20 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2562 และวันที่ 1 ถึง 5 เมษายน พ.ศ.2562 ซึ่งในแต่ละวันจะทำการเก็บข้อมูลทุก 30 นาทีในช่วงเวลา 6.00 น. ถึง 5.30 น. ของวันถัดไป จะได้ข้อมูลวันละ 43 กลุ่ม แต่ละกลุ่มมีขนาดตัวอย่างเท่ากับ 5 จึงนำเอาข้อมูลในแต่ละวันมาสร้างแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย

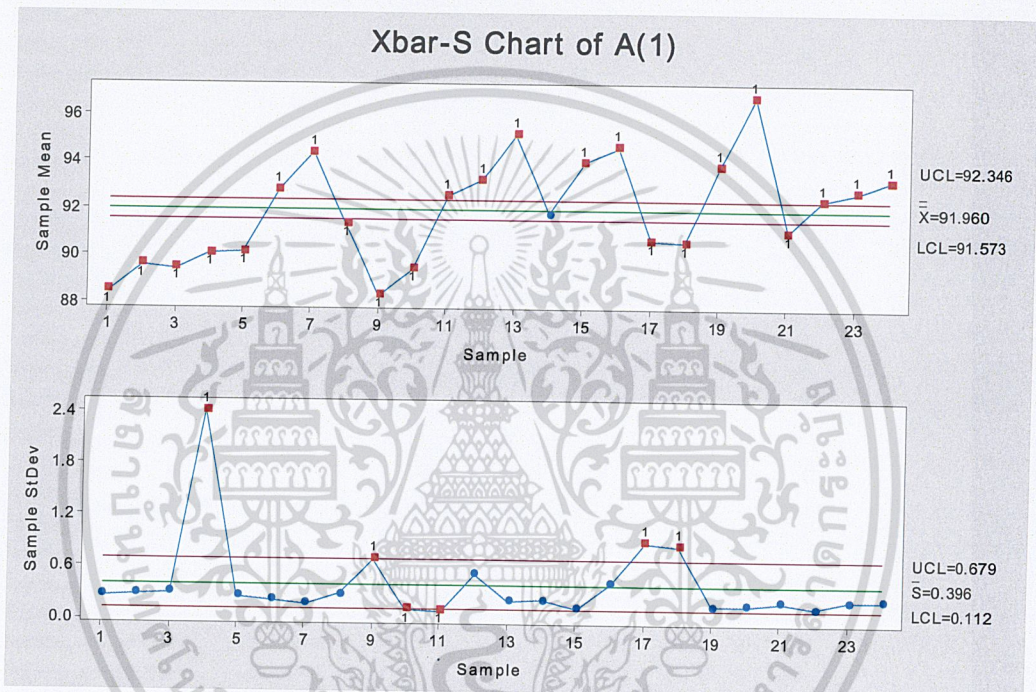
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการวิเคราะห์โดยใช้แผนภูมิควบคุมดังกล่าวแล้ว จะทำการหาค่าดัชนีวัดสมรรถนะกระบวนการผลิต (Process Capability Index หรือ C_{pk}) และร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนด ได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของน้ำหนักรองแผ่นธาตุโมเดล A

4.1.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงที่ 1

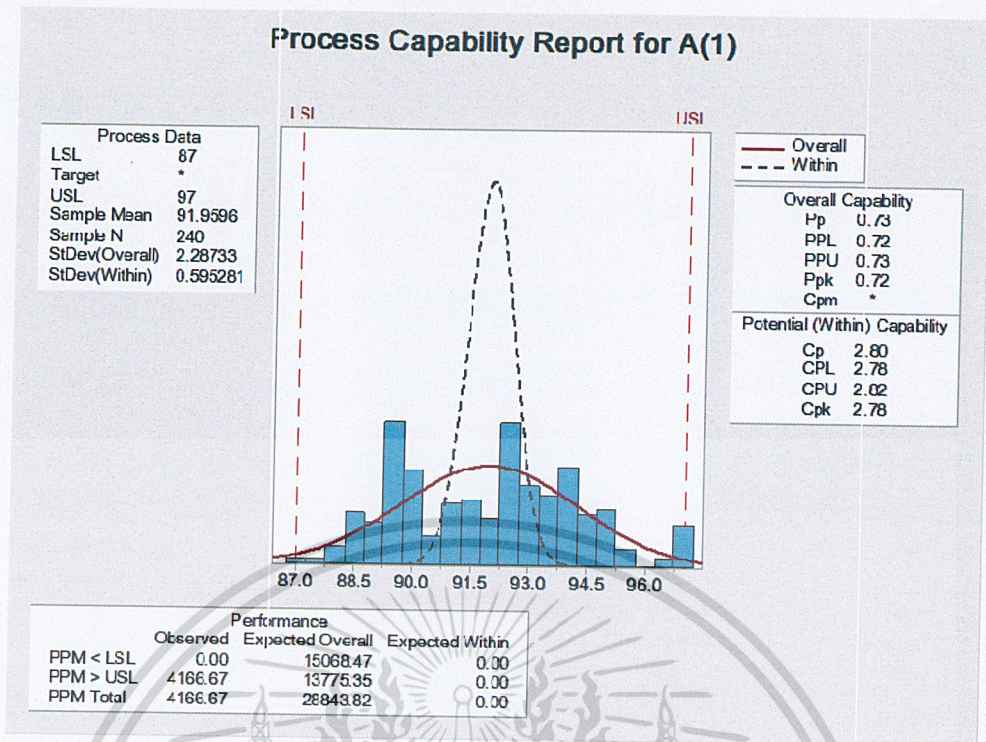
4.1.1.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 1



รูปที่ 4.1 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และแผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของโครงแผ่นธาตุโมเดล A สำหรับเครื่องจักรที่ 1 ช่วงที่ 1 ในวันที่ 24 – 26 ธันวาคม 2561
หมายเหตุ: ■ หมายถึง มีจุดพิกอย่างน้อย 1 จุดตกอยู่นอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่าง

จากรูปที่ 4.1 พบว่า จุดที่ 1 - 7, 9 - 20 และ 22 - 24 เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่างของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน พบว่า จุดที่ 1, 4, 10 - 11 และ 17 - 18 เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่างของแผนภูมิควบคุม แสดงว่ากระบวนการผลิตยังไม่สามารถควบคุมได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

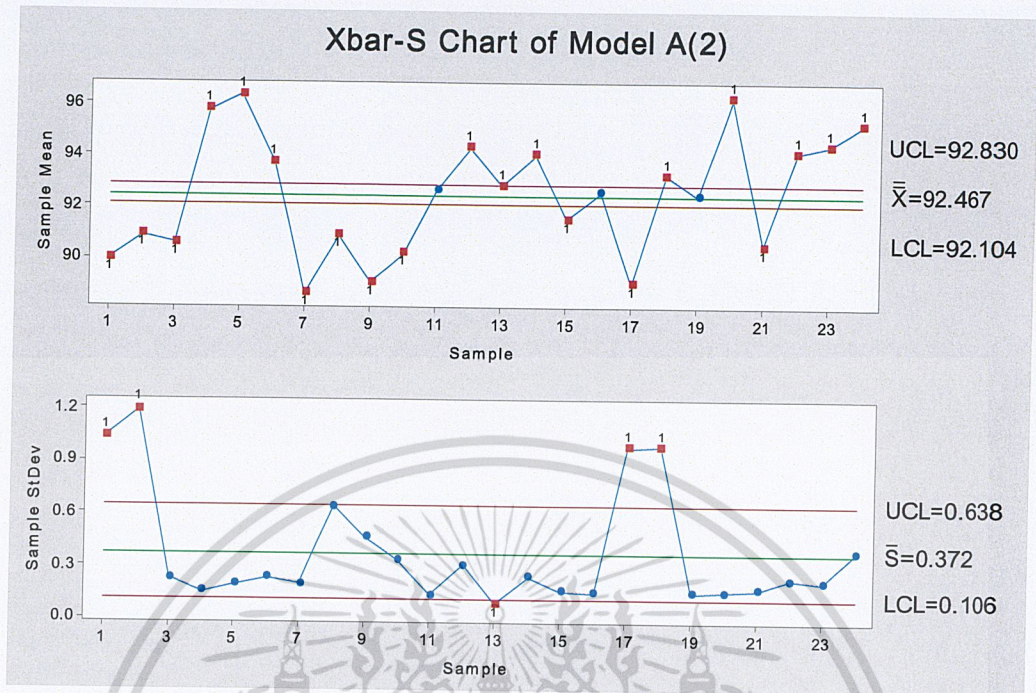


รูปที่ 4.2 ค่าดัชนีวัดสมรรถนะกระบวนการผลิต (C_{pk}) ของโครงแผ่นธาตุโมเดล A สำหรับเครื่องจักรที่ 1 ช่วงที่ 1 ในวันที่ 24 - 26 ธันวาคม 2561

จากรูปที่ 4.2 ค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 2.78 และ ค่า PPM = 0 แสดงว่า สมรรถนะของกระบวนการผลิตโครงแผ่นธาตุโมเดล A สำหรับเครื่องจักรที่ 1 ช่วงที่ 1 อยู่ในระดับดี และไม่มีร้อยละของข้อมูลตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนด

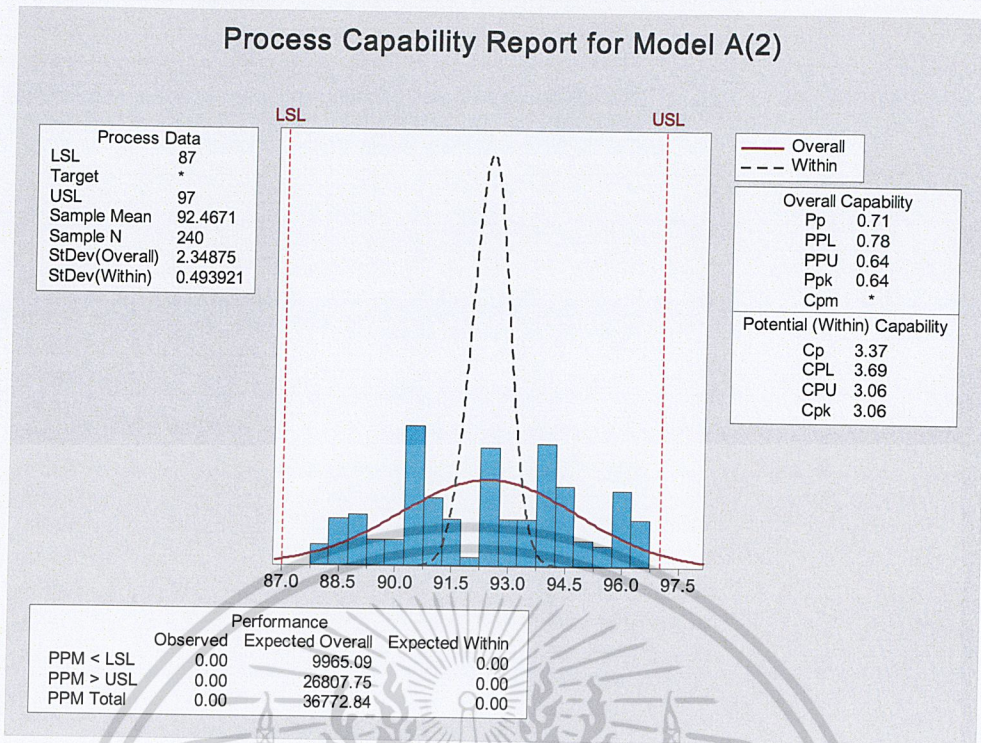
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 2



รูปที่ 4.3 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และแผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของโครงแผ่น
 ชาติโมเดล A สำหรับเครื่องจักรที่ 2 ช่วงที่ 1 ในวันที่ 24 - 26 ธันวาคม 2561
 หมายเหตุ: 1 หมายถึง มีจุดพิทักอย่างน้อย 1 จุดตกอยู่นอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่าง

จากรูปที่ 4.3 พบว่า จุดที่ 1 - 10, 12 - 15, 17 - 18 และ 20 - 24 เป็นจุดที่ตกนอก
 ขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่างของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 พบว่า จุดที่ 1 - 2, 13 และ 17 - 18 เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่างของแผนภูมิ
 ควบคุม แสดงว่ากระบวนการผลิตยังไม่สามารถควบคุมได้



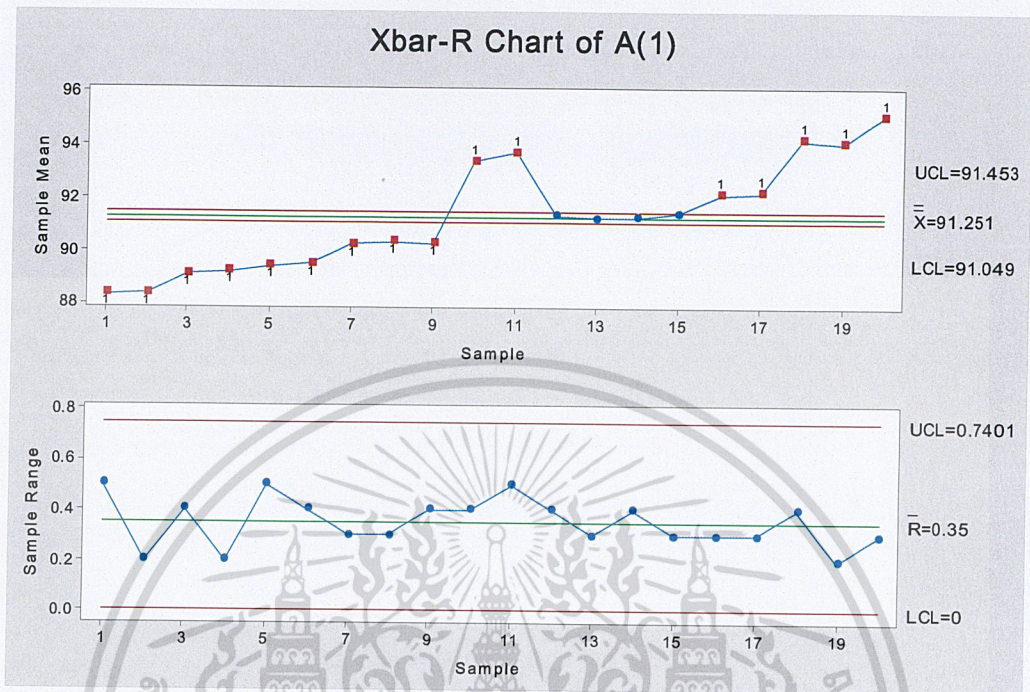
รูปที่ 4.4 ค่าดัชนีวัดสมรรถนะกระบวนการผลิต (C_{pk}) ของโครงแผ่นธาตุโมเดล A สำหรับเครื่องจักรที่ 2 ช่วงที่ 1 ในวันที่ 24 – 26 ธันวาคม 2561

จากรูปที่ 4.4 ค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 3.06 และค่า PPM = 0 แสดงว่า สมรรถนะของกระบวนการผลิตโครงแผ่นธาตุโมเดล A สำหรับเครื่องจักรที่ 2 ช่วงที่ 1 อยู่ในระดับดี และไม่มีร้อยละของข้อมูลตกนอกรีดจำกัดข้อกำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงที่ 2

4.1.2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงที่ 2 สำหรับเครื่องจักรที่ 1

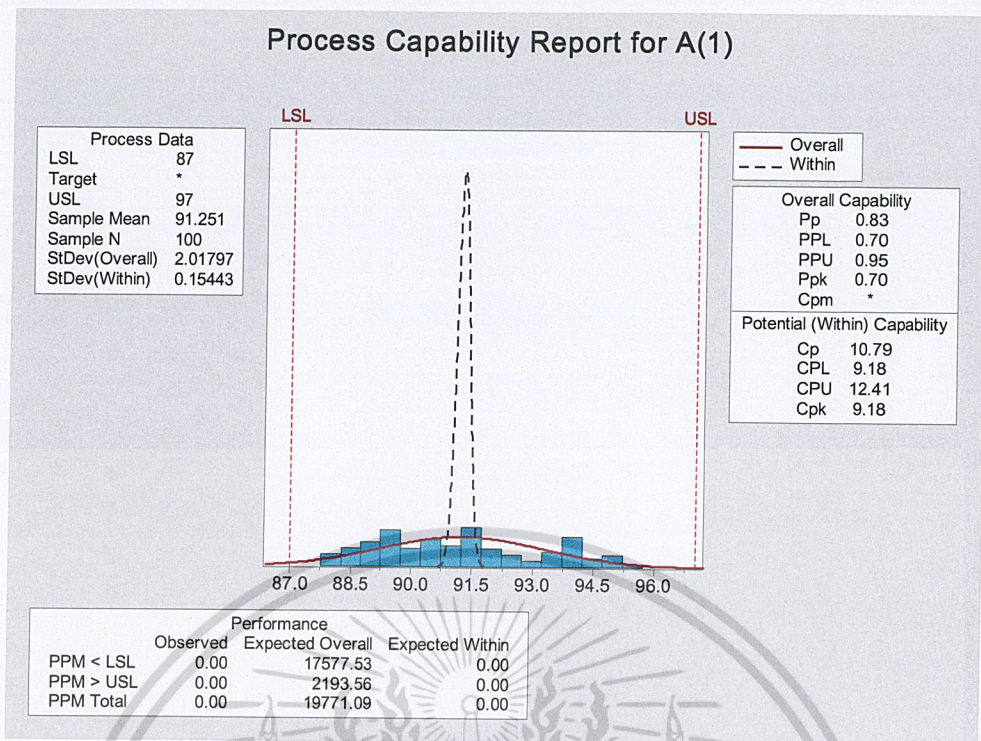


รูปที่ 4.5 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยของโครงแผ่นธาตุโมเดล A สำหรับเครื่องจักรที่ 1 ช่วงที่ 2 ในวันที่ 21 มกราคม 2562

- หมายเหตุ: 1 หมายถึง มีจุดพิกอย่างน้อย 1 จุดตกอยู่นอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่าง
 2 หมายถึง มีจุดพิกอย่างน้อย 9 จุดติดต่อกันที่อยู่ด้านใดด้านหนึ่งของเส้นกึ่งกลาง
 3 หมายถึง มีจุดพิกอย่างน้อย 6 จุดติดต่อกันที่แสดงแนวโน้มขึ้นติดต่อกันหรือลงติดต่อกัน

จากรูปที่ 4.5 พบว่า จุดที่ 1 - 11 และ 16 - 20 เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่าง ยังพบว่ามีจุดที่ 1 - 9 พบลักษณะที่ควบคุมไม่ได้ คือ มีอย่างน้อย 9 จุดติดต่อกันอยู่ด้านล่างของเส้นกึ่งกลาง และยังพบว่ามีจุดที่ 2 - 8 พบลักษณะที่ควบคุมไม่ได้ คือ มีอย่างน้อย 6 จุดติดต่อกันที่แสดงแนวโน้มขึ้นติดต่อกันของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ไม่พบจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม แสดงว่ากระบวนการผลิตยังไม่สามารถควบคุมได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 ค่าดัชนีวัดสมรรถนะกระบวนการผลิต (C_{pk}) ของโครงแผ่นธาตุโมเดล A สำหรับเครื่องจักรที่ 1 ช่วงที่ 2 ในวันที่ 21 มกราคม 2562

จากรูปที่ 4.6 ค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 9.18 และค่า PPM = 0 แสดงว่า สมรรถนะของกระบวนการผลิตโครงแผ่นธาตุโมเดล A สำหรับเครื่องจักรที่ 1 ช่วงที่ 2 อยู่ในระดับดี และไม่มีร้อยละของข้อมูลตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนด

สำหรับผลการวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงที่ 2 สำหรับเครื่องจักรที่ 1 ในวันที่ 22 – 25 มกราคม พ.ศ.2562 จะทำการวิเคราะห์ในทำนองเดียวกันกับข้างต้น และนำมาสรุปผลการวิเคราะห์ที่ได้ตั้งตารางต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

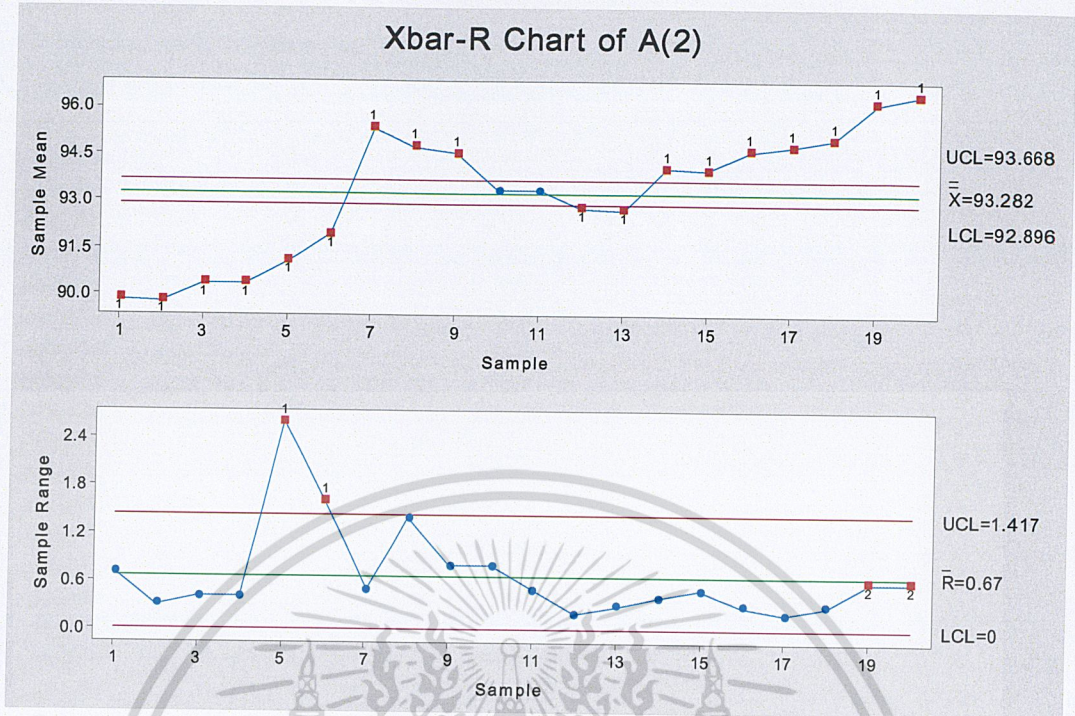
ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์หน้าหนักโครงแผ่นธาตุโมเดล A สำหรับเครื่องจักรที่ 1 ช่วงที่ 2

วันที่	\bar{X} - chart ขีดจำกัดควบคุม		R - chart ขีดจำกัดควบคุม		C_{pk}	ลักษณะการ ควบคุม	ค่า PPM
	LCL	UCL	LCL	UCL			
21 ม.ค. 62	91.049	91.453	0	0.740	9.18	ควบคุมไม่ได้	0.00
22 ม.ค. 62	91.748	92.082	0	0.613	12.17	ควบคุมไม่ได้	0.00
23 ม.ค. 62	91.044	91.718	0	1.237	4.53	ควบคุมไม่ได้	0.00
24 ม.ค. 62	91.091	91.651	0	1.026	6.91	ควบคุมไม่ได้	0.00
25 ม.ค. 62	91.122	91.502	0	0.698	10.17	ควบคุมไม่ได้	0.00

จากตารางที่ 4.1 แสดงให้เห็นว่ากระบวนการผลิตโครงแผ่นธาตุโมเดล A สำหรับเครื่องจักรที่ 1 ช่วงที่ 2 ในวันที่ 21 ถึง 25 มกราคม พ.ศ.2562 ยังไม่สามารถควบคุมได้ก็ตาม แต่ค่า C_{pk} มีค่ามากกว่า 1.33 และค่า PPM = 0 แสดงว่า สมรรถนะของกระบวนการผลิตโครงแผ่นธาตุโมเดล A สำหรับเครื่องจักรที่ 1 ช่วงที่ 2 ยังอยู่ในระดับดี และโครงแผ่นธาตุที่ผลิตได้ทั้งหมดอยู่ในขีดจำกัดข้อกำหนด แต่ยังคงจำเป็นต้องหาสาเหตุที่มีผลทำให้ข้อมูลตกนอกขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

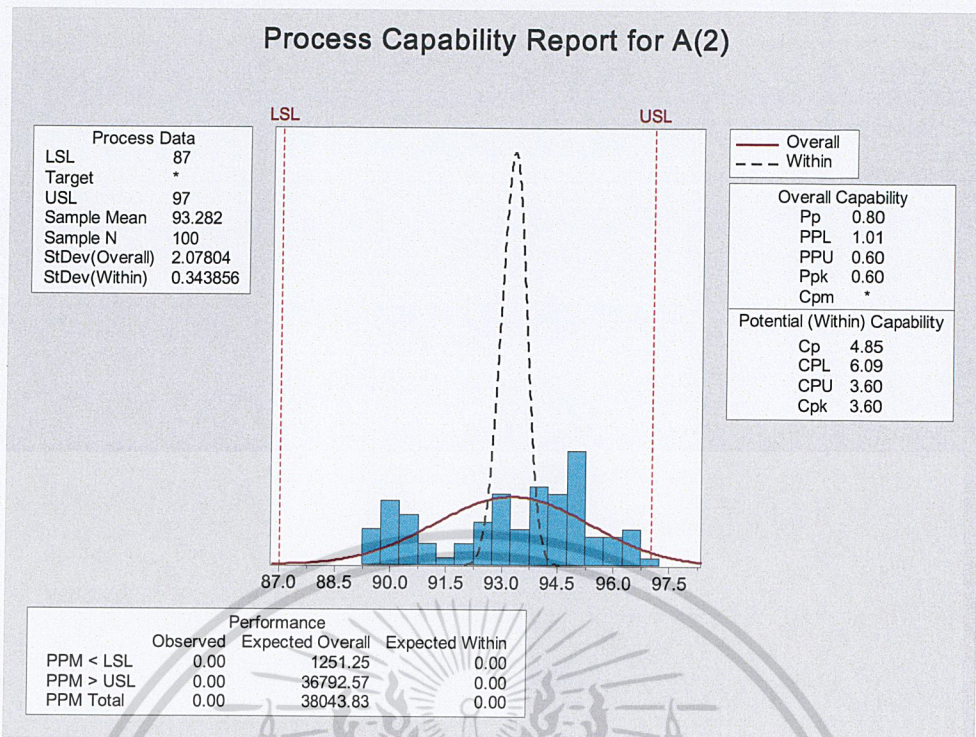
4.1.2.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงที่ 2 สำหรับเครื่องจักรที่ 2



รูปที่ 4.7 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยของโครงแผนธาตุโมเดล A สำหรับเครื่องจักรที่ 2 ช่วงที่ 2 ในวันที่ 21 มกราคม 2562

หมายเหตุ: 1 หมายถึง มีจุดพิกต์อย่างน้อย 1 จุดตกอยู่นอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่าง
 2 หมายถึง มีจุดพิกต์อย่างน้อย 9 จุดติดต่อกันที่อยู่ด้านใดด้านหนึ่งของเส้นกึ่งกลาง

จากรูปที่ 4.7 พบว่า จุดที่ 1 – 9 และ 12 – 20 เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่างของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย พบว่า จุดที่ 5 – 6 เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนของแผนภูมิควบคุม และยังมีจุดที่ 11 – 20 พบลักษณะที่ควบคุมไม่ได้ คือ มีอย่างน้อย 9 จุดติดต่อกันอยู่ด้านล่างของเส้นกึ่งกลาง แสดงว่ากระบวนการผลิตยังไม่สามารถควบคุมได้



รูปที่ 4.8 ค่าดัชนีวัดสมรรถนะกระบวนการผลิต (C_{pk}) ของโครงแผ่นธาตุโมเดล A สำหรับเครื่องจักรที่ 2 ช่วงที่ 2 ในวันที่ 21 มกราคม 2562

จากรูปที่ 4.8 ค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 3.60 และค่า PPM = 0 แสดงว่า สมรรถนะของกระบวนการผลิตโครงแผ่นธาตุโมเดล A สำหรับเครื่องจักรที่ 2 ช่วงที่ 2 อยู่ในระดับดี และไม่มีร้อยละของข้อมูลตกนอกรายการที่กำหนด

สำหรับผลการวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงที่ 2 สำหรับเครื่องจักรที่ 2 ในวันที่ 22 – 25 มกราคม พ.ศ.2562 จะทำการวิเคราะห์ในทำนองเดียวกันกับข้างต้น และนำมาสรุปผลการวิเคราะห์ที่ได้ตั้งตารางต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์หน้าหนักโครงแผ่นธาตุโมเดล A สำหรับเครื่องจักรที่ 2 ช่วงที่ 2

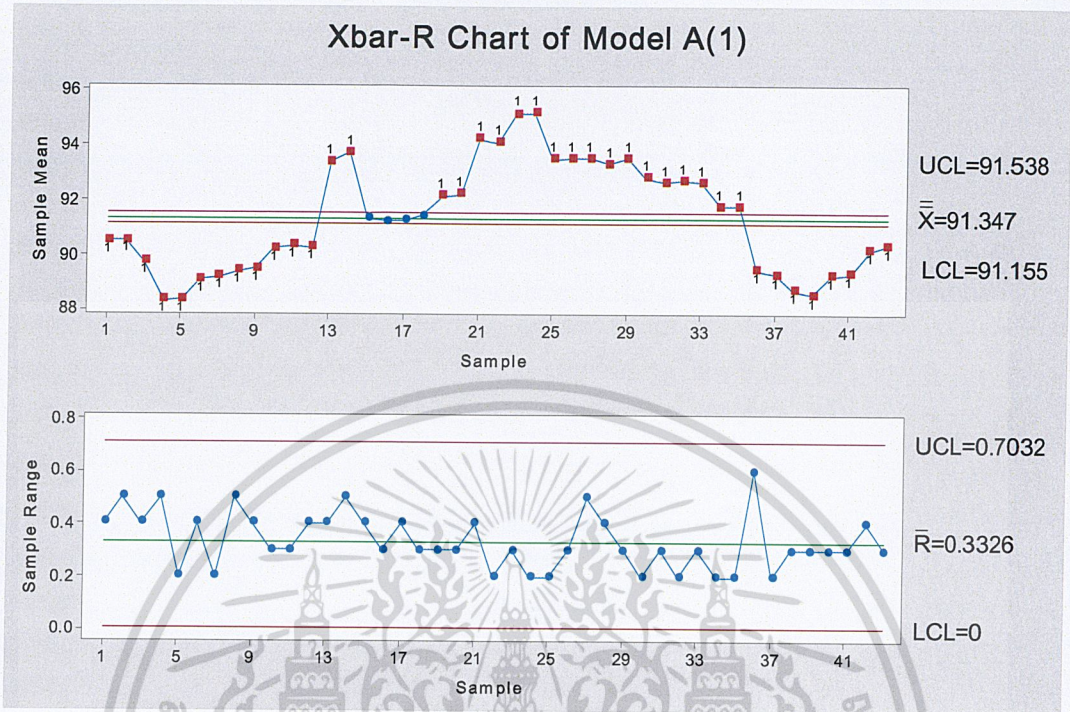
วันที่	\bar{X} - chart ขีดจำกัดควบคุม		R - chart ขีดจำกัดควบคุม		C_{pk}	ลักษณะการ ควบคุม	ค่า PPM
	LCL	UCL	LCL	UCL			
21 ม.ค. 62	92.896	93.668	0	1.417	3.60	ควบคุมไม่ได้	0.00
22 ม.ค. 62	93.480	93.896	0	0.761	6.79	ควบคุมไม่ได้	0.00
23 ม.ค. 62	92.164	92.636	0	0.867	8.43	ควบคุมไม่ได้	0.00
24 ม.ค. 62	92.302	92.666	0	1.026	10.44	ควบคุมไม่ได้	0.00
25 ม.ค. 62	91.992	92.568	0	1.057	6.65	ควบคุมไม่ได้	0.00

จากตารางที่ 4.2 แสดงให้เห็นว่ากระบวนการผลิตโครงแผ่นธาตุโมเดล A สำหรับเครื่องจักรที่ 2 ช่วงที่ 2 ในวันที่ 21 ถึง มกราคม พ.ศ.2562 ยังไม่สามารถควบคุมได้ก็ตาม แต่ค่า C_{pk} มีค่ามากกว่า 1.33 และค่า PPM = 0 แสดงว่า สมรรถนะของกระบวนการผลิตโครงแผ่นธาตุโมเดล A สำหรับเครื่องจักรที่ 2 ช่วงที่ 2 ยังอยู่ในระดับดี และโครงแผ่นธาตุที่ผลิตได้ทั้งหมดอยู่ในขีดจำกัดข้อกำหนด แต่ยังเป็นที่ต้องหาสาเหตุที่มีผลทำให้ข้อมูลตกนอกขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงที่ 3

4.1.3.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงที่ 3 สำหรับเครื่องจักรที่ 1



รูปที่ 4.9 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยของโครงแผ่นธาตุโมเดล A สำหรับเครื่องจักรที่ 1 ช่วงที่ 3 ในวันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2562

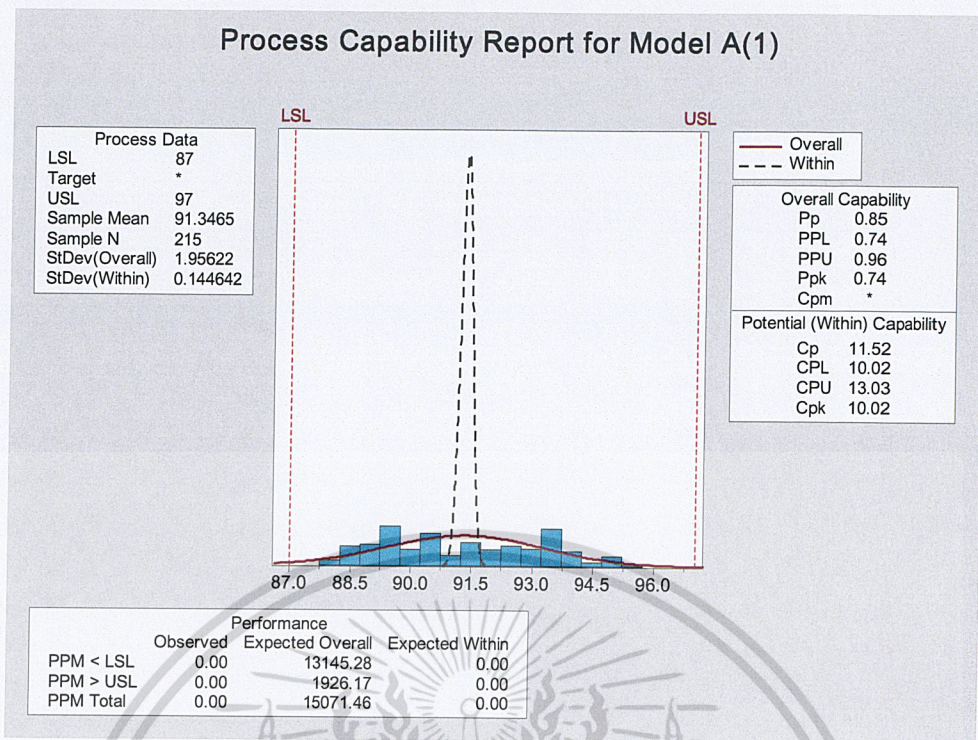
หมายเหตุ: 1 หมายถึง มีจุดพิกอย่างน้อย 1 จุดตกอยู่นอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่าง

2 หมายถึง มีจุดพิกอย่างน้อย 9 จุดติดต่อกันที่อยู่ด้านใดด้านหนึ่งของเส้นกึ่งกลาง

3 หมายถึง มีจุดพิกอย่างน้อย 6 จุดติดต่อกันที่แสดงแนวโน้มขึ้นติดต่อกันหรือลงติดต่อกัน

จากรูปที่ 4.9 พบว่า จุดที่ 1 - 14 และ 19 - 43 เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่าง ยังพบว่ามีจุดที่ 1 - 12 และจุดที่ 18 - 35 พบลักษณะที่ควบคุมไม่ได้ คือ มีอย่างน้อย 9 จุดติดต่อกันอยู่ด้านใดด้านหนึ่งของเส้นกึ่งกลาง และยังมีจุดที่ 5 - 11 พบลักษณะที่ควบคุมไม่ได้ คือ มีอย่างน้อย 6 จุดติดต่อกันที่แสดงแนวโน้มขึ้นติดต่อกันของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ไม่พบจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม แสดงว่ากระบวนการผลิตยังไม่สามารถควบคุมได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 ค่าดัชนีวัดสมรรถนะกระบวนการผลิต (C_{pk}) ของโครงแผ่นธาตุโมเดล A สำหรับเครื่องจักรที่ 1 ช่วงที่ 3 ในวันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2562

จากรูปที่ 4.10 ค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 10.02 และค่า PPM = 0 แสดงว่า สมรรถนะของกระบวนการผลิตโครงแผ่นธาตุโมเดล A สำหรับเครื่องจักรที่ 1 ช่วงที่ 3 อยู่ในระดับดี และไม่มีร้อยละของข้อมูลตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนด

สำหรับผลการวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงที่ 3 สำหรับเครื่องจักรที่ 1 ในวันที่ 12 , 18 , 20 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2562 และวันที่ 1 ถึง 5 เมษายน พ.ศ.2562 จะทำการวิเคราะห์ในทำนองเดียวกันกับข้างต้น และนำมาสรุปผลการวิเคราะห์ที่ได้ดังตารางต่อไปนี้

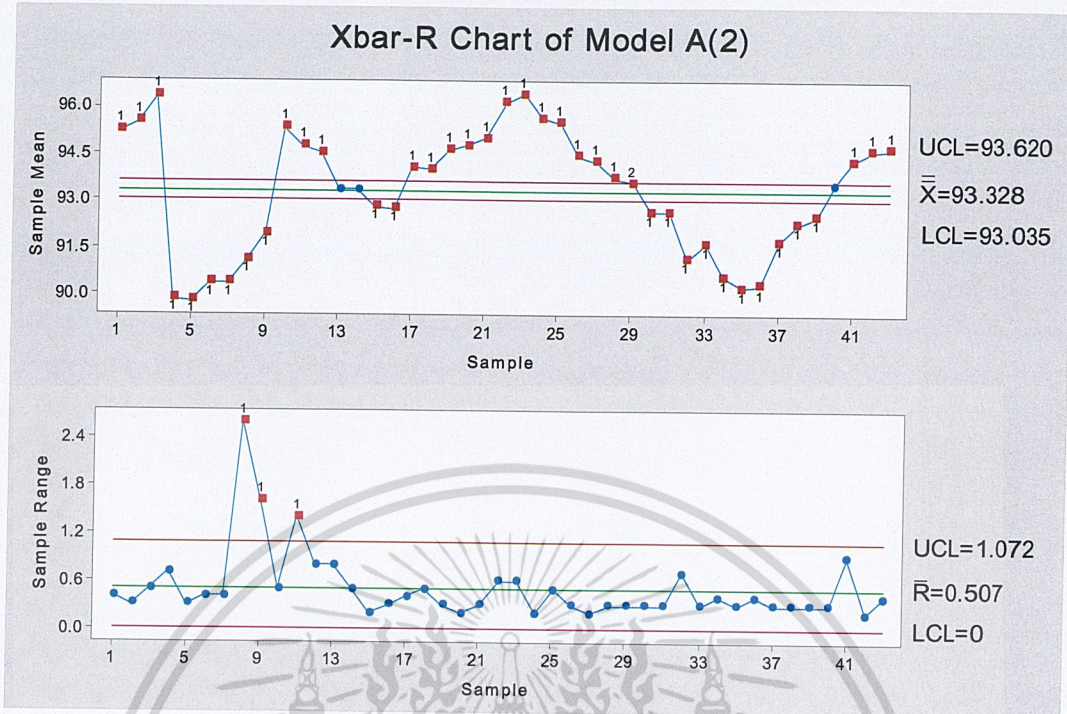
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์น้ำหนักโครงแผ่นธาตุโมเดล A สำหรับเครื่องจักรที่ 1 ช่วงที่ 3

วันที่	\bar{X} - chart ขีดจำกัดควบคุม		R - chart ขีดจำกัดควบคุม		C_{pk}	ลักษณะการควบคุม	ค่า PPM
	LCL	UCL	LCL	UCL			
11 ก.พ. 62	91.155	91.538	0	0.703	10.02	ควบคุมไม่ได้	0.00
12 ก.พ. 62	91.588	91.963	0	0.688	11.23	ควบคุมไม่ได้	0.00
18 ก.พ. 62	92.650	93.080	0	0.777	8.96	ควบคุมไม่ได้	0.00
20 ก.พ. 62	93.976	94.258	0	0.506	9.42	ควบคุมไม่ได้	0.00
1 เม.ย. 62	93.866	94.029	0	0.629	7.15	ควบคุมไม่ได้	0.00
2 เม.ย. 62	93.880	94.235	0	0.650	7.06	ควบคุมไม่ได้	0.00
3 เม.ย. 62	93.672	94.386	0	1.308	3.57	ควบคุมไม่ได้	0.00
4 เม.ย. 62	93.925	94.520	0	1.092	3.83	ควบคุมไม่ได้	0.00
5 เม.ย. 62	94.293	94.607	0	0.575	6.31	ควบคุมไม่ได้	0.00

จากตารางที่ 4.3 แสดงให้เห็นว่ากระบวนการผลิตโครงแผ่นธาตุโมเดล A สำหรับเครื่องจักรที่ 1 ช่วงที่ 3 ในวันที่ 11, 12, 18, 20 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2562 และวันที่ 1 ถึง 5 เมษายน พ.ศ.2562 ยังไม่สามารถควบคุมได้ก็ตาม แต่ค่า C_{pk} มีค่ามากกว่า 1.33 และค่า PPM = 0 แสดงว่าสมรรถนะของกระบวนการผลิตโครงแผ่นธาตุโมเดล A สำหรับเครื่องจักรที่ 1 ช่วงที่ 3 ยังอยู่ในระดับดี และโครงแผ่นธาตุที่ผลิตได้ทั้งหมดอยู่ในขีดจำกัดข้อกำหนด แต่ยังคงจำเป็นต้องหาสาเหตุที่มีผลทำให้ข้อมูลตกนอกขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัย

4.1.3.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงที่ 3 สำหรับเครื่องจักรที่ 2



รูปที่ 4.11 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยของโครงแผนธาตุโมเดล A สำหรับเครื่องจักรที่ 2 ช่วงที่ 3 ในวันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2562

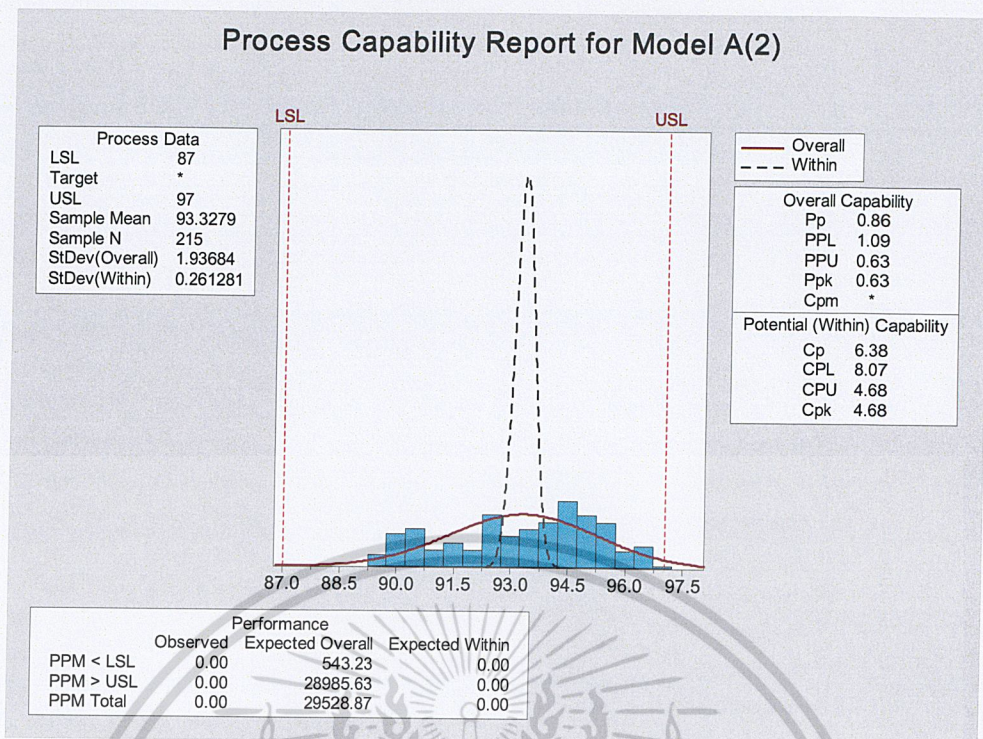
หมายเหตุ: 1 หมายถึง มีจุดพิศอย่างน้อย 1 จุดตกอยู่นอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่าง

2 หมายถึง มีจุดพิศอย่างน้อย 9 จุดติดต่อกันที่อยู่ด้านใดด้านหนึ่งของเส้นกึ่งกลาง

3 หมายถึง มีจุดพิศอย่างน้อย 6 จุดติดต่อกันที่แสดงแนวโน้มขึ้นติดต่อกันหรือลงติดต่อกัน

จากรูปที่ 4.11 พบว่า จุดที่ 1 - 12, 15 - 28, 30 - 39 และ 41 - 43 เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่าง ยังพบว่ามีจุดที่ 17 - 39 พบลักษณะที่ควบคุมไม่ได้ คือ มีอย่างน้อย 9 จุดที่ติดต่อกันอยู่ด้านใดด้านหนึ่งของเส้นกึ่งกลาง และยังพบว่ามีจุดที่ 24 - 30 และจุดที่ 36 - 43 พบลักษณะที่ควบคุมไม่ได้ คือ มีอย่างน้อย 6 จุดติดต่อกันที่แสดงแนวโน้มขึ้นติดต่อกันหรือลงติดต่อกันของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย พบว่า จุดที่ 8 - 9 และ 11 เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนของแผนภูมิควบคุม แสดงว่ากระบวนการผลิตยังไม่สามารถควบคุมได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.12 ค่าดัชนีวัดสมรรถนะกระบวนการผลิต (C_{pk}) ของโครงแผ่นธาตุโมเดล A สำหรับเครื่องจักรที่ 2 ช่วงที่ 3 ในวันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2562

จากรูปที่ 4.12 ค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 4.68 และค่า PPM = 0 แสดงว่า สมรรถนะของกระบวนการผลิตโครงแผ่นธาตุโมเดล A สำหรับเครื่องจักรที่ 2 ช่วงที่ 3 อยู่ในระดับดี และไม่มีร้อยละของข้อมูลตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนด

สำหรับผลการวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงที่ 3 สำหรับเครื่องจักรที่ 2 ในวันที่ 12, 18, 20 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2562 และวันที่ 1 ถึง 5 เมษายน พ.ศ. 2562 จะทำการวิเคราะห์ในทำนองเดียวกันกับข้างต้น และนำมาสรุปผลการวิเคราะห์ที่ได้ดังตารางต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์น้ำหนักโครงแผ่นธาตุโมเดล A สำหรับเครื่องจักรที่ 2 ช่วงที่ 3

วันที่	\bar{X} - chart		R - chart		C_{pk}	ลักษณะการควบคุม	ค่า PPM
	ขีดจำกัดควบคุม		ขีดจำกัดควบคุม				
	LCL	UCL	LCL	UCL			
11 ก.พ. 62	93.035	93.620	0	1.072	4.68	ควบคุมไม่ได้	0.00
12 ก.พ. 62	93.632	94.013	0	0.698	7.06	ควบคุมไม่ได้	0.00
18 ก.พ. 62	92.520	92.990	0	0.866	8.10	ควบคุมไม่ได้	0.00
20 ก.พ. 62	94.969	95.246	0	0.507	6.15	ควบคุมไม่ได้	0.00
1 เม.ย. 62	93.833	94.217	0	0.703	6.96	ควบคุมไม่ได้	0.00
2 เม.ย. 62	94.350	94.831	0	0.883	4.15	ควบคุมไม่ได้	0.00
3 เม.ย. 62	93.578	94.294	0	1.313	3.49	ควบคุมไม่ได้	0.00
4 เม.ย. 62	94.156	94.822	0	1.220	2.92	ควบคุมไม่ได้	0.00
5 เม.ย. 62	93.264	92.766	0	0.920	2.13	ควบคุมไม่ได้	0.00

จากตารางที่ 4.4 แสดงให้เห็นว่ากระบวนการผลิตโครงแผ่นธาตุโมเดล A สำหรับเครื่องจักรที่ 2 ช่วงที่ 3 ในวันที่ 11, 12, 18, 20 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2562 และวันที่ 1 ถึง 5 เมษายน พ.ศ. 2562 ยังไม่สามารถควบคุมได้ก็ตาม แต่ค่า C_{pk} มีค่ามากกว่า 1.33 และค่า PPM = 0 แสดงว่า สมรรถนะของกระบวนการผลิตโครงแผ่นธาตุโมเดล A สำหรับเครื่องจักรที่ 2 ช่วงที่ 3 ยังอยู่ในระดับดี และโครงแผ่นธาตุที่ผลิตได้ทั้งหมดอยู่ในขีดจำกัดข้อกำหนด แต่ยังเป็นที่ต้องหาสาเหตุที่มีผลทำให้ข้อมูลตกนอกขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัย

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลของน้ำหนักโครงแผ่นธาตุโมเดล A ทั้ง 3 ช่วง จะเห็นได้ว่า ข้อมูลในแต่ละกลุ่มจะมีการกระจายน้อยมาก ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องจักรที่ 1 และ 2 จึงนำเอาค่าเฉลี่ยของน้ำหนักโครงแผ่นธาตุหรือค่า \bar{X} และค่าดัชนีวัดสมรรถนะกระบวนการผลิต (Process Capability Index หรือ C_{pk}) มาใช้ในการพิจารณาได้ผลดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักและค่าดัชนีวัดสมรรถนะกระบวนการผลิตของโครงแผ่นธาตุโมเดล A

เวลาการเก็บ ข้อมูล	วันที่	ค่า \bar{X}		ค่า C_{pk}	
		เครื่องจักรที่ 1	เครื่องจักรที่ 2	เครื่องจักรที่ 1	เครื่องจักรที่ 2
ช่วงที่ 1	24 – 26 ธ.ค. 61	91.96	92.467	2.78	3.06
ช่วงที่ 2	21 ม.ค. 62	91.251	93.282	9.18	3.60
	22 ม.ค. 62	91.915	93.688	12.17	6.79
	23 ม.ค. 62	91.381	92.400	4.53	8.43
	24 ม.ค. 62	91.371	92.484	6.91	10.44
	25 ม.ค. 62	91.312	92.280	10.17	6.65
ช่วงที่ 3	11 ก.พ. 62	91.347	93.328	10.02	4.68
	12 ก.พ. 62	91.776	93.823	11.23	7.06
	18 ก.พ. 62	92.865	92.755	8.96	8.10
	20 ก.พ. 62	94.117	95.108	9.42	6.15
	1 เม.ย. 62	93.948	94.025	7.15	6.96
	2 เม.ย. 62	94.058	94.591	7.06	4.15
	3 เม.ย. 62	94.029	93.936	3.57	3.49
	4 เม.ย. 62	94.223	94.489	3.83	2.92
	5 เม.ย. 62	94.450	93.015	6.31	2.13
ค่าเฉลี่ยของกระบวนการผลิต		92.667	93.445	-	-

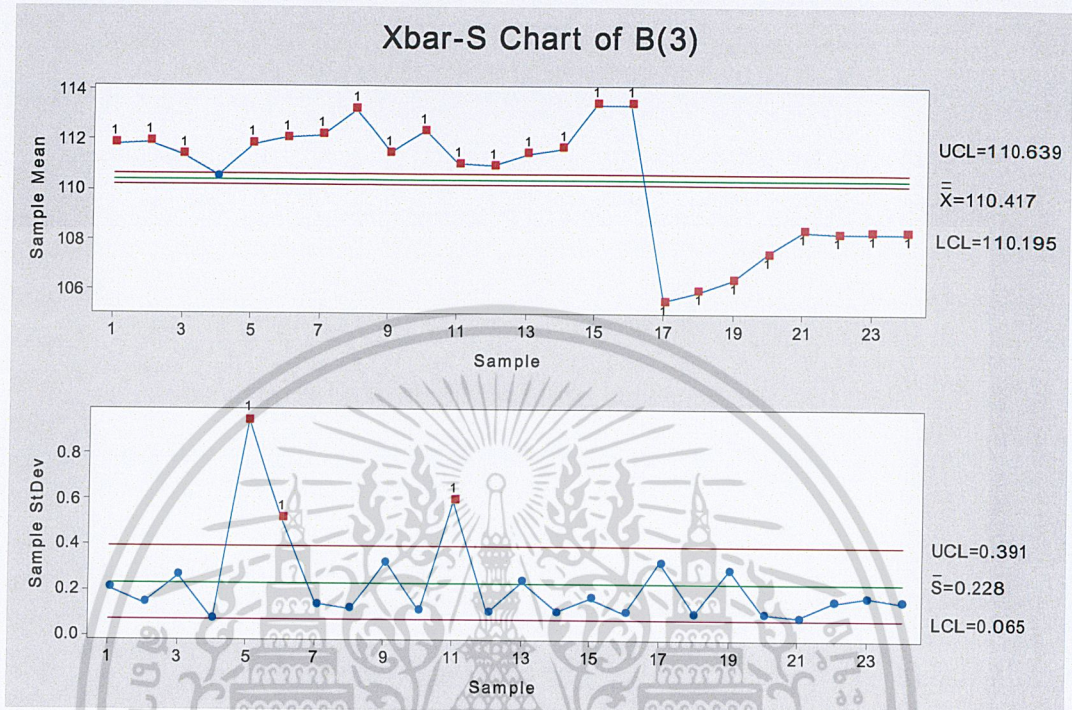
จากตารางที่ 4.5 จะเห็นว่า กระบวนการผลิตของโครงแผ่นธาตุโมเดล A ที่ผลิตจากเครื่องจักรที่ 1 และ 2 จะให้ค่า C_{pk} ที่มากกว่า 1.33 แต่เมื่อมาพิจารณาในค่าเฉลี่ยของกระบวนการผลิตจะพบว่า น้ำหนักเฉลี่ยของโครงแผ่นธาตุโมเดล A ของเครื่องจักรที่ 1 มีค่า 92.667 กรัม และเครื่องจักรที่ 2 มีค่า 93.445 กรัม ดังนั้น เครื่องจักรที่ 1 ถือว่ามีประสิทธิภาพที่ดีกว่าเครื่องจักรที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของน้ำหนักโครงแผ่นธาตุโมเดล B

4.2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงที่ 1

4.2.1.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 3



รูปที่ 4.13 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และแผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของโครงแผ่น

ธาตุโมเดล B สำหรับเครื่องจักรที่ 3 ช่วงที่ 1 ในวันที่ 24 – 26 ธันวาคม 2561

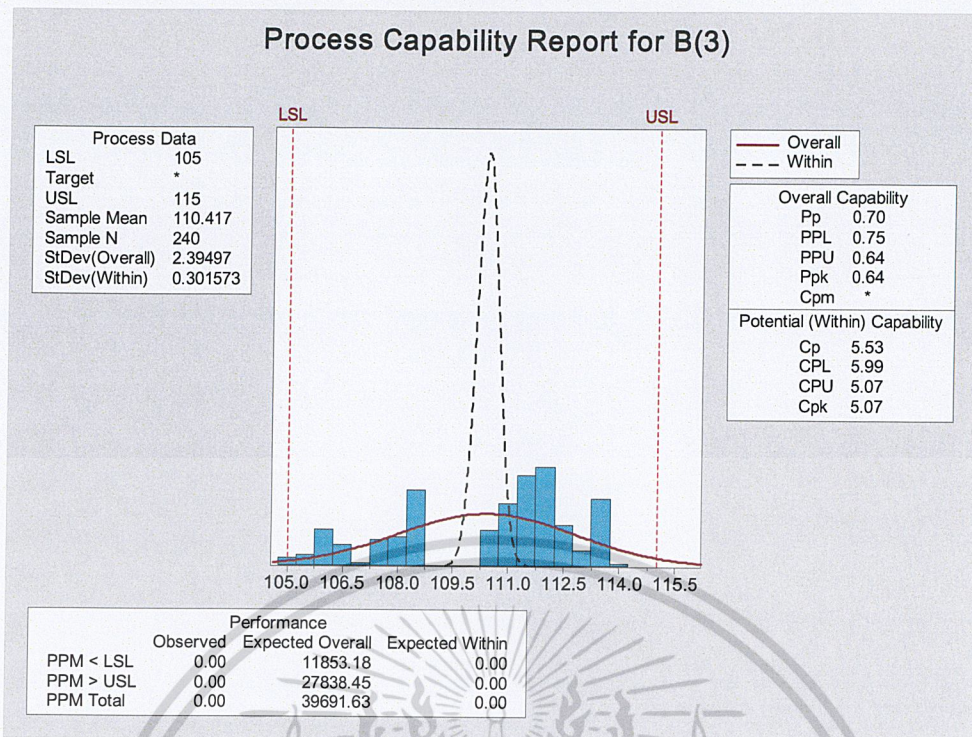
หมายเหตุ: 1 หมายถึง มีจุดพิกอย่างน้อย 1 จุดตกอยู่นอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่าง

2 หมายถึง มีจุดพิกอย่างน้อย 9 จุดติดต่อกันที่อยู่ด้านใดด้านหนึ่งของเส้น

กึ่งกลาง

จากรูปที่ 4.13 พบว่า จุดที่ 1 – 3 และ 5 – 24 เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่าง และยังพบว่ามีจุดที่ 1 – 16 พบลักษณะที่ควบคุมไม่ได้ คือ มีอย่างน้อย 9 จุดติดต่อกันอยู่ด้านบนของเส้นกึ่งกลางของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน พบว่า จุดที่ 5 – 6 และ 11 เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนของแผนภูมิควบคุม แสดงว่ากระบวนการผลิตยังไม่สามารถควบคุมได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

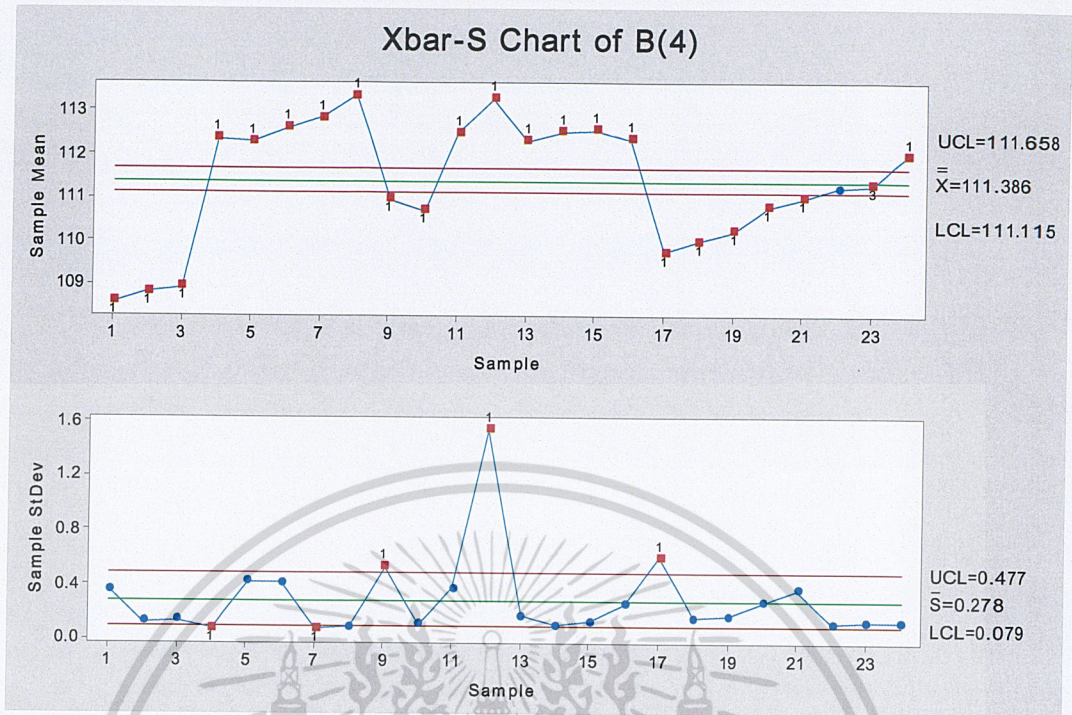


รูปที่ 4.14 ค่าดัชนีวัดสมรรถนะกระบวนการผลิต (C_{pk}) ของโครงแผ่นธาตุโมเดล B สำหรับเครื่องจักรที่ 3 ช่วงที่ 1 ในวันที่ 24 - 26 ธันวาคม 2561

จากรูปที่ 4.14 ค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 5.07 และค่า PPM = 0 แสดงว่า สมรรถนะของกระบวนการผลิตโครงแผ่นธาตุโมเดล B สำหรับเครื่องจักรที่ 3 ช่วงที่ 1 อยู่ในระดับดี และไม่มีร้อยละของข้อมูลตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 4



รูปที่ 4.15 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และแผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของโครงแผ่น

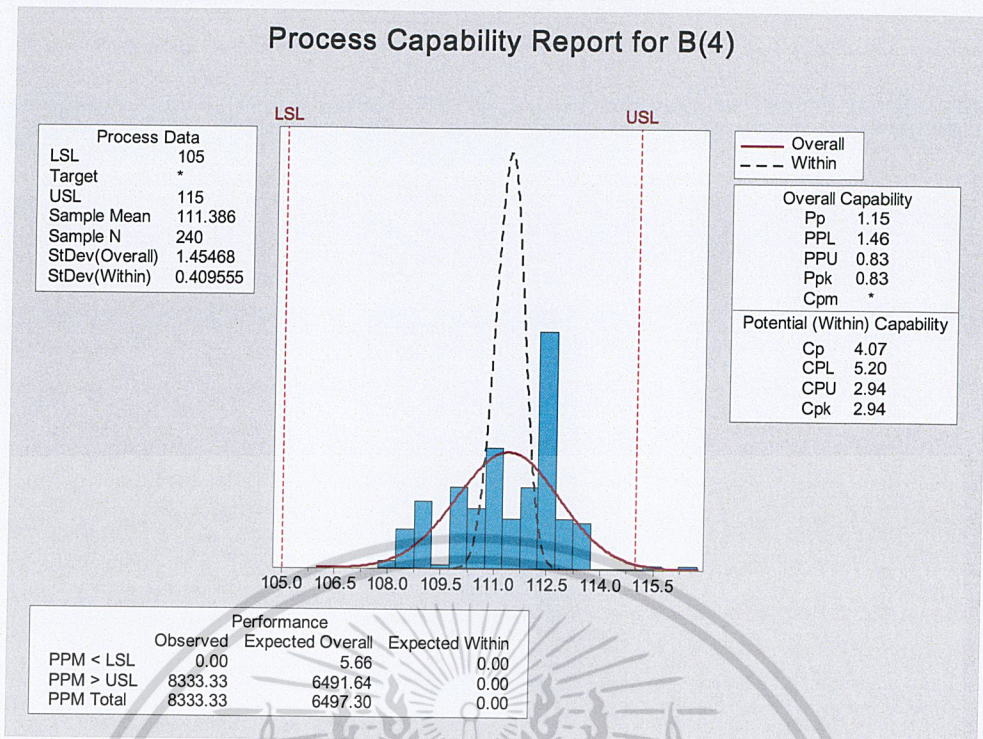
ธาตุโมเดล B สำหรับเครื่องจักรที่ 4 ช่วงที่ 1 ในวันที่ 24 – 26 ธันวาคม 2561

หมายเหตุ: 1 หมายถึง มีจุดพิกอย่างน้อย 1 จุดตกอยู่นอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่าง

3 หมายถึง มีจุดพิกอย่างน้อย 6 จุดติดต่อกันที่แสดงแนวโน้มขึ้นติดต่อกันหรือลงติดต่อกัน

จากรูปที่ 4.15 พบว่า จุดที่ 1 – 21 และ 23 – 24 เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่าง และยังพบว่ามีจุดที่ 18 – 24 พบลักษณะที่ควบคุมไม่ได้ คือ มีอย่างน้อย 6 จุดติดต่อกันที่แสดงแนวโน้มขึ้นติดต่อกันของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน พบว่าจุดที่ 4, 7, 9, 12 และ 17 เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่างของแผนภูมิควบคุม แสดงว่ากระบวนการผลิตยังไม่สามารถควบคุมได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



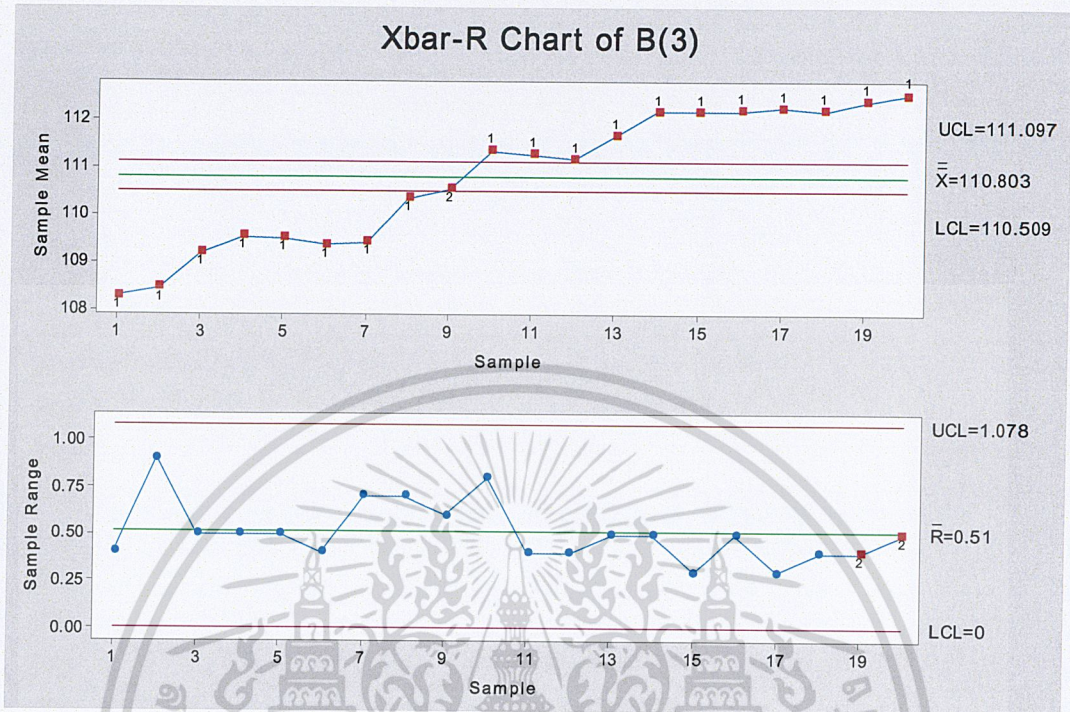
รูปที่ 4.16 ค่าดัชนีวัดสมรรถนะกระบวนการผลิต (C_{pk}) ของโครงแผ่นธาตุโมเดล B สำหรับเครื่องจักรที่ 4 ช่วงที่ 1 ในวันที่ 24 – 26 ธันวาคม 2561

จากรูปที่ 4.16 ค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 2.94 และค่า PPM = 0 แสดงว่า สมรรถนะของกระบวนการผลิตโครงแผ่นธาตุโมเดล B สำหรับเครื่องจักรที่ 4 ช่วงที่ 1 อยู่ในระดับดี และไม่มีร้อยละของข้อมูลตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงที่ 2

4.2.2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงที่ 2 สำหรับเครื่องจักรที่ 3

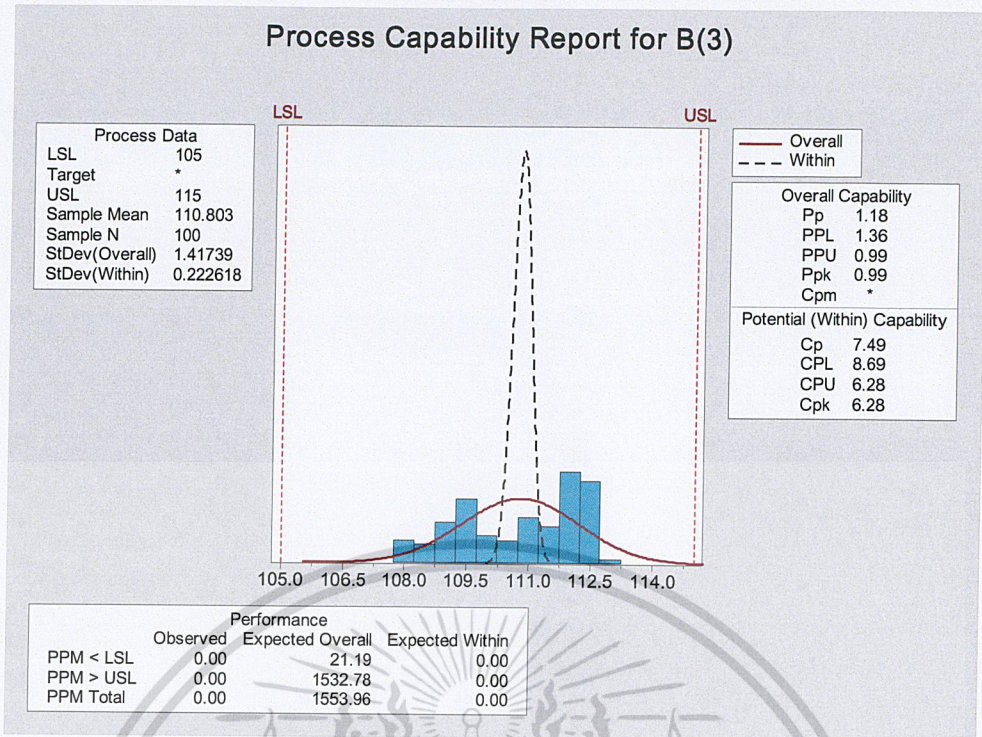


รูปที่ 4.17 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยของโครงแผ่นธาตุโมเดล B สำหรับเครื่องจักรที่ 3 ช่วงที่ 2 ในวันที่ 21 มกราคม 2562

หมายเหตุ: 1 หมายถึง มีจุดพิกอย่างน้อย 1 จุดตกอยู่นอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่าง
 2 หมายถึง มีจุดพิกอย่างน้อย 9 จุดติดต่อกันที่อยู่ด้านใดด้านหนึ่งของเส้นกึ่งกลาง

จากรูปที่ 4.17 พบว่า จุดที่ 1 - 8 และ 10 - 20 เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่าง และยังพบว่า มีจุดที่ 1 - 20 พบลักษณะที่ควบคุมไม่ได้ คือ มีอย่างน้อย 9 จุดติดต่อกันที่อยู่ด้านใดด้านหนึ่งของเส้นกึ่งกลางของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย พบว่าจุดที่ 11 - 20 พบลักษณะที่ควบคุมไม่ได้ คือ มีอย่างน้อย 9 จุดติดต่อกันที่อยู่ด้านล่างของเส้นกึ่งกลางของแผนภูมิควบคุม แสดงว่ากระบวนการผลิตยังไม่สามารถควบคุมได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.18 ค่าดัชนีวัดสมรรถนะกระบวนการผลิต (C_{pk}) ของโครงแผ่นธาตุโมเดล B สำหรับเครื่องจักรที่ 3 ช่วงที่ 2 ในวันที่ 21 มกราคม 2562

จากรูปที่ 4.18 ค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 6.28 และค่า PPM = 0 แสดงว่า สมรรถนะของกระบวนการผลิตโครงแผ่นธาตุโมเดล B สำหรับเครื่องจักรที่ 3 ช่วงที่ 2 อยู่ในระดับดี และไม่มีร้อยละของข้อมูลตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนด

สำหรับผลการวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงที่ 2 สำหรับเครื่องจักรที่ 3 ในวันที่ 22 – 25 มกราคม พ.ศ.2562 จะทำการวิเคราะห์ในทำนองเดียวกันกับข้างต้น และนำมาสรุปผลการวิเคราะห์ที่ได้ตั้งตารางต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

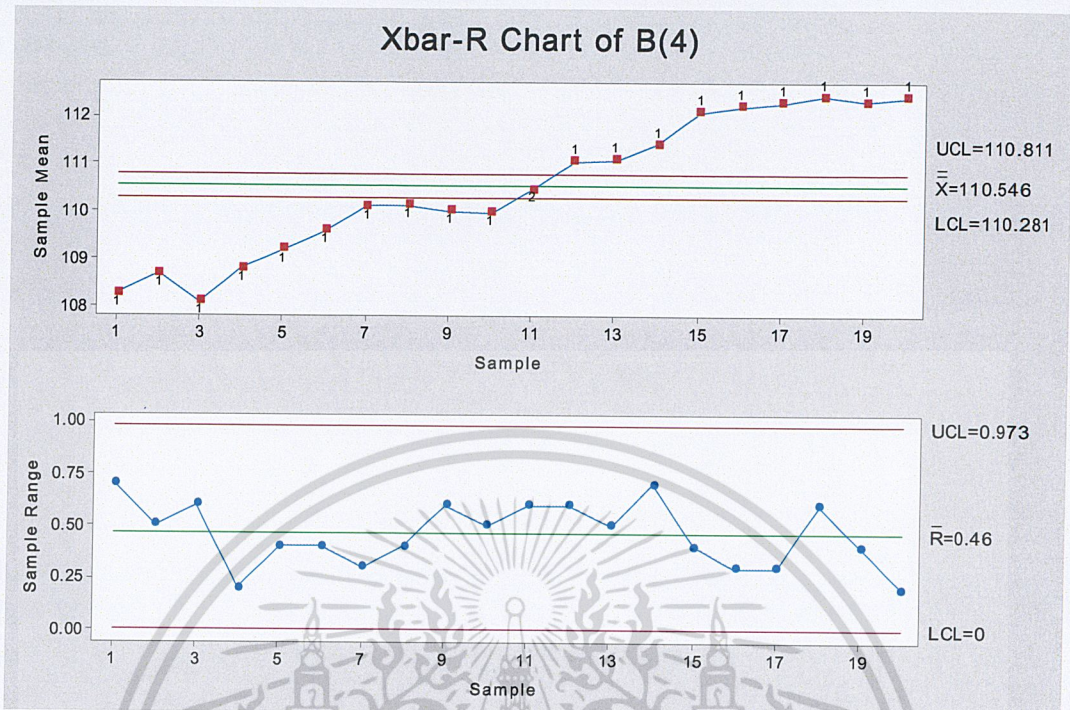
ตารางที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์หน้าหนักโครงแผ่นธาตุโมเดล B สำหรับเครื่องจักรที่ 3 ช่วงที่ 2

วันที่	\bar{X} - chart		R - chart		C_{pk}	ลักษณะการควบคุม	ค่า PPM
	ขีดจำกัดควบคุม		ขีดจำกัดควบคุม				
	LCL	UCL	LCL	UCL			
21 ม.ค. 62	110.509	111.097	0	1.078	6.28	ควบคุมไม่ได้	0.00
22 ม.ค. 62	109.794	110.556	0	1.396	5.38	ควบคุมไม่ได้	0.00
23 ม.ค. 62	110.081	110.393	0	0.571	12.69	ควบคุมไม่ได้	0.00
24 ม.ค. 62	107.423	107.937	0	0.941	4.73	ควบคุมไม่ได้	0.00
25 ม.ค. 62	109.000	109.490	0	0.899	7.58	ควบคุมไม่ได้	0.00

จากตารางที่ 4.6 แสดงให้เห็นว่ากระบวนการผลิตโครงแผ่นธาตุโมเดล B สำหรับเครื่องจักรที่ 3 ช่วงที่ 2 ในวันที่ 21 ถึง 25 มกราคม พ.ศ.2562 ยังไม่สามารถควบคุมได้ก็ตาม แต่ค่า C_{pk} มีค่ามากกว่า 1.33 และค่า PPM = 0 แสดงว่า สมรรถนะของกระบวนการผลิตโครงแผ่นธาตุโมเดล B สำหรับเครื่องจักรที่ 3 ช่วงที่ 2 ยังอยู่ในระดับดี และโครงแผ่นธาตุที่ผลิตได้ทั้งหมดอยู่ในขีดจำกัดข้อกำหนด แต่ยังเป็นที่ต้องหาสาเหตุที่มีผลทำให้ข้อมูลตกนอกขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงที่ 2 สำหรับเครื่องจักรที่ 4



รูปที่ 4.19 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยของโครงแผ่นธาตุโมเดล B สำหรับเครื่องจักรที่ 4 ช่วงที่ 2 ในวันที่ 21 มกราคม 2562

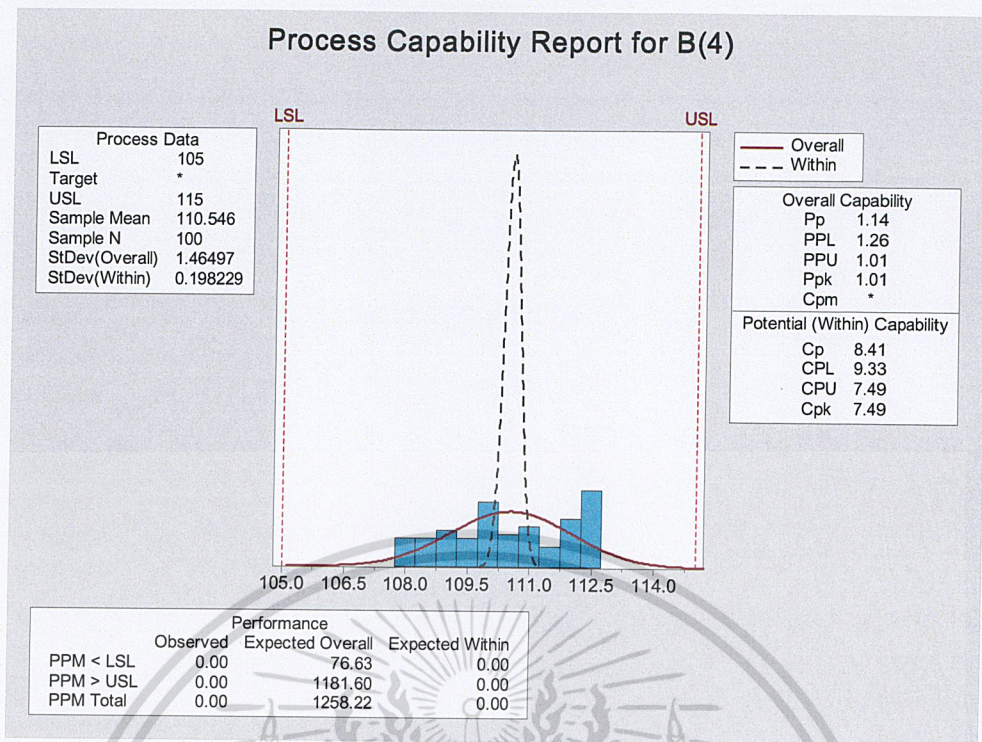
หมายเหตุ: 1 หมายถึง มีจุดพิกอย่างน้อย 1 จุดตกอยู่นอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่าง

2 หมายถึง มีจุดพิกอย่างน้อย 9 จุดติดต่อกันที่อยู่ด้านใดด้านหนึ่งของเส้นกึ่งกลาง

3 หมายถึง มีจุดพิกอย่างน้อย 6 จุดติดต่อกันที่แสดงแนวโน้มขึ้นติดต่อกันหรือลงติดต่อกัน

จากรูปที่ 4.19 พบว่า จุดที่ 1 - 10 และ 12 - 20 เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่าง ยังพบว่าจุดที่ 1 - 20 พบลักษณะที่ควบคุมไม่ได้ คือ มีอย่างน้อย 9 จุดที่ติดต่อกันอยู่ด้านใดด้านหนึ่งของเส้นกึ่งกลาง และยังมีจุดที่ 10 - 18 พบลักษณะที่ควบคุมไม่ได้ คือ มีอย่างน้อย 6 จุดติดต่อกันที่แสดงแนวโน้มขึ้นติดต่อกันของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยพบว่าไม่พบจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม แสดงว่ากระบวนการผลิตยังไม่สามารถควบคุมได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.20 ค่าดัชนีวัดสมรรถนะกระบวนการผลิต (C_{pk}) ของโครงแผ่นธาตุโมเดล B สำหรับเครื่องจักรที่ 4 ช่วงที่ 2 ในวันที่ 21 มกราคม 2562

จากรูปที่ 4.20 ค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 7.49 และค่า PPM = 0 แสดงว่า สมรรถนะของกระบวนการผลิตโครงแผ่นธาตุโมเดล B สำหรับเครื่องจักรที่ 4 ช่วงที่ 2 อยู่ในระดับดี และไม่มีร้อยละของข้อมูลตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนด

สำหรับผลการวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงที่ 2 สำหรับเครื่องจักรที่ 4 ในวันที่ 22 – 25 มกราคม พ.ศ.2562 จะทำการวิเคราะห์ในทำนองเดียวกันกับข้างต้น และนำมาสรุปผลการวิเคราะห์ที่ได้ตั้งตารางต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

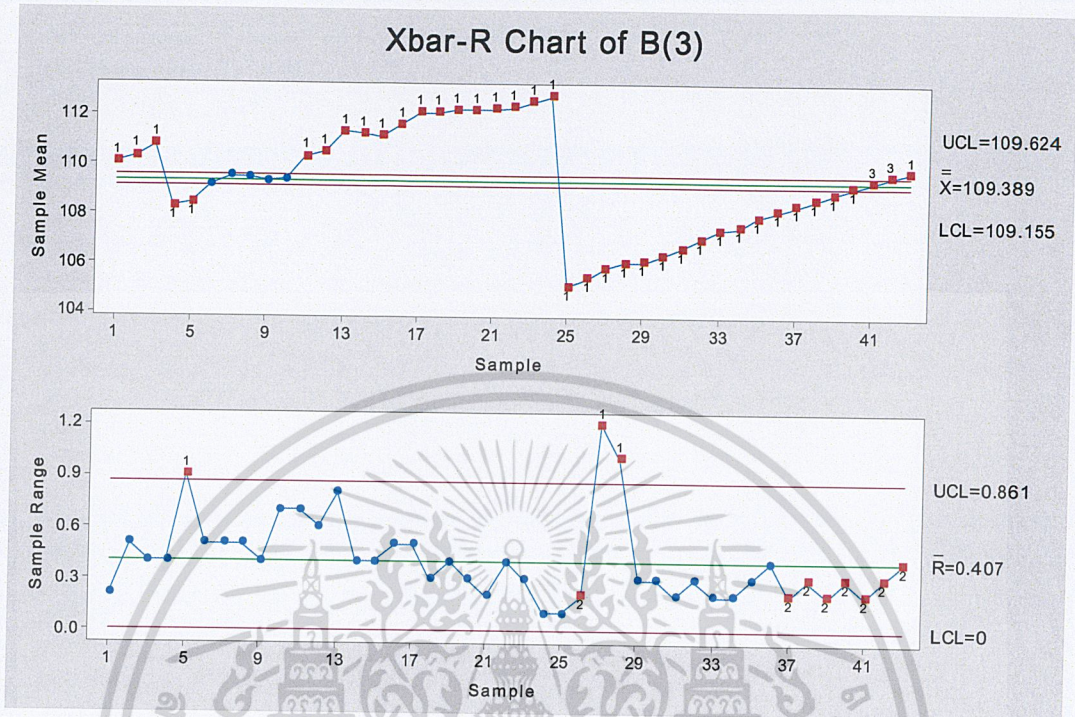
ตารางที่ 4.7 ผลการวิเคราะห์หน้าหนักโครงแผ่นธาตุโมเดล B สำหรับเครื่องจักรที่ 4 ช่วงที่ 2

วันที่	\bar{X} - chart ขีดจำกัดควบคุม		R - chart ขีดจำกัด ควบคุม		C_{pk}	ลักษณะการ ควบคุม	ค่า PPM
	LCL	UCL	LCL	UCL			
21 ม.ค. 62	110.281	110.811	0	0.973	7.49	ควบคุมไม่ได้	0.00
22 ม.ค. 62	111.546	112.070	0	0.962	4.75	ควบคุมไม่ได้	0.00
23 ม.ค. 62	111.632	111.938	0	0.560	8.47	ควบคุมไม่ได้	0.00
24 ม.ค. 62	110.777	112.035	0	2.305	1.72	ควบคุมไม่ได้	0.00
25 ม.ค. 62	112.393	112.837	0	0.814	4.10	ควบคุมไม่ได้	0.00

จากตารางที่ 4.7 แสดงให้เห็นว่ากระบวนการผลิตโครงแผ่นธาตุโมเดล B สำหรับเครื่องจักร ที่ 4 ช่วงที่ 2 ในวันที่ 21 ถึง 25 มกราคม พ.ศ.2562 ยังไม่สามารถควบคุมได้ก็ตาม แต่ค่า C_{pk} มีค่ามากกว่า 1.33 และค่า PPM = 0 แสดงว่า สมรรถนะของกระบวนการผลิตโครงแผ่นธาตุโมเดล B สำหรับเครื่องจักรที่ 4 ช่วงที่ 2 ยังอยู่ในระดับดี และโครงแผ่นธาตุที่ผลิตได้ทั้งหมดอยู่ในขีดจำกัดข้อกำหนด แต่ยังเป็นที่ต้องการหาสาเหตุที่มีผลทำให้ข้อมูลตกนอกขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัย

4.2.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงที่ 3

4.2.3.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงที่ 3 สำหรับเครื่องจักรที่ 3



รูปที่ 4.21 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยของโครงแผนธาตุโมเดล B สำหรับเครื่องจักรที่ 3 ช่วงที่ 3 ในวันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2562

หมายเหตุ: 1 หมายถึง มีจุดพิกอย่างน้อย 1 จุดตกอยู่นอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่าง

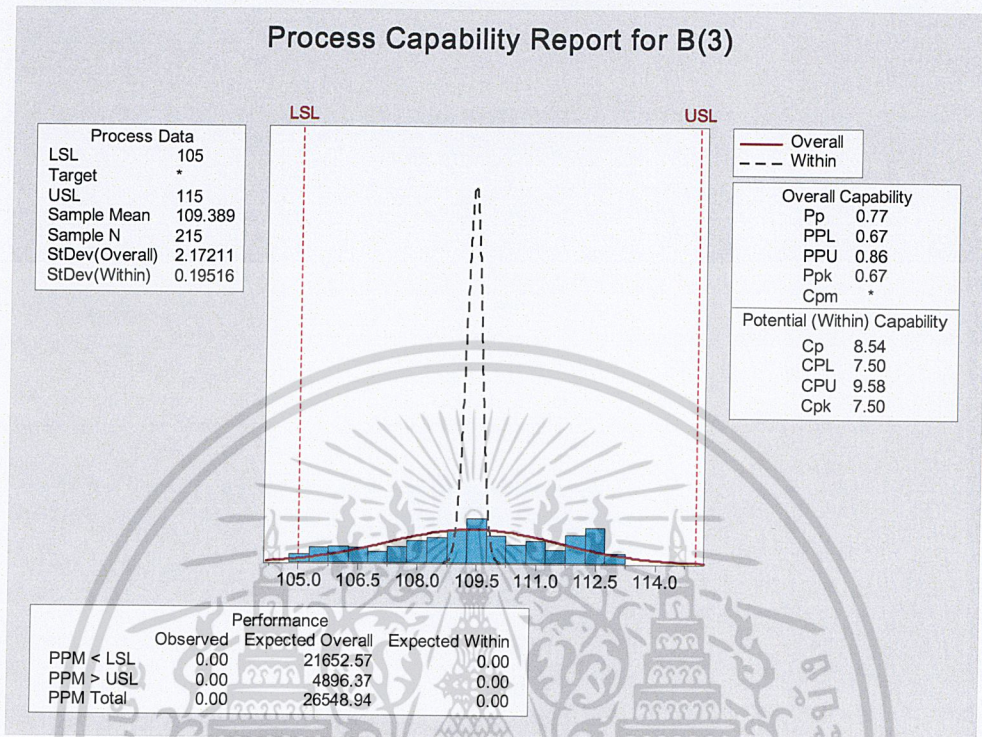
2 หมายถึง มีจุดพิกอย่างน้อย 9 จุดติดต่อกันที่อยู่ด้านใดด้านหนึ่งของเส้นกึ่งกลาง

3 หมายถึง มีจุดพิกอย่างน้อย 6 จุดติดต่อกันที่แสดงแนวโน้มขึ้นติดต่อกันหรือลงติดต่อกัน

จากรูป 4.21 พบว่าจุด 1 - 5, 11 - 40 และ 43 เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่าง ยังพบว่าจุดที่ 10 - 40 พบลักษณะที่ควบคุมไม่ได้ คือ มีอย่างน้อย 9 จุดติดต่อกันอยู่ด้านใดด้านหนึ่งของเส้นกึ่งกลาง และยังพบว่าจุดที่ 19 - 43 พบลักษณะที่ควบคุมไม่ได้ คือ มีอย่างน้อย 6 จุดติดต่อกันที่แสดงแนวโน้มขึ้นติดต่อกันของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย พบว่าจุดที่ 5, 27 และ 28 เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนและยังพบว่าจุดที่ 18 - 26 และจุดที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

29 – 43 พบลักษณะที่ควบคุมไม่ได้ คือ มีอย่างน้อย 9 จุดติดต่อกันที่อยู่ด้านล่างของเส้นกึ่งกลางของแผนภูมิควบคุม แสดงว่ากระบวนการผลิตยังไม่สามารถควบคุมได้



รูปที่ 4.22 ค่าดัชนีวัดสมรรถนะกระบวนการผลิต (C_{pk}) ของโครงแผ่นธาตุโมเดล B สำหรับเครื่องจักรที่ 3 ช่วงที่ 3 ในวันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2562

จากรูปที่ 4.22 ค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 7.50 และค่า PPM = 0 แสดงว่า สมรรถนะของกระบวนการผลิตโครงแผ่นธาตุโมเดล B สำหรับเครื่องจักรที่ 3 ช่วงที่ 3 อยู่ในระดับดี และไม่มีร้อยละของข้อมูลตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนด

สำหรับผลการวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงที่ 3 สำหรับเครื่องจักรที่ 3 ในวันที่ 12, 18, 20 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2562 และวันที่ 1 ถึง 5 เมษายน พ.ศ. 2562 จะทำการวิเคราะห์ในทำนองเดียวกันกับข้างต้น และนำมาสรุปผลการวิเคราะห์ที่ได้ดังตารางต่อไปนี้

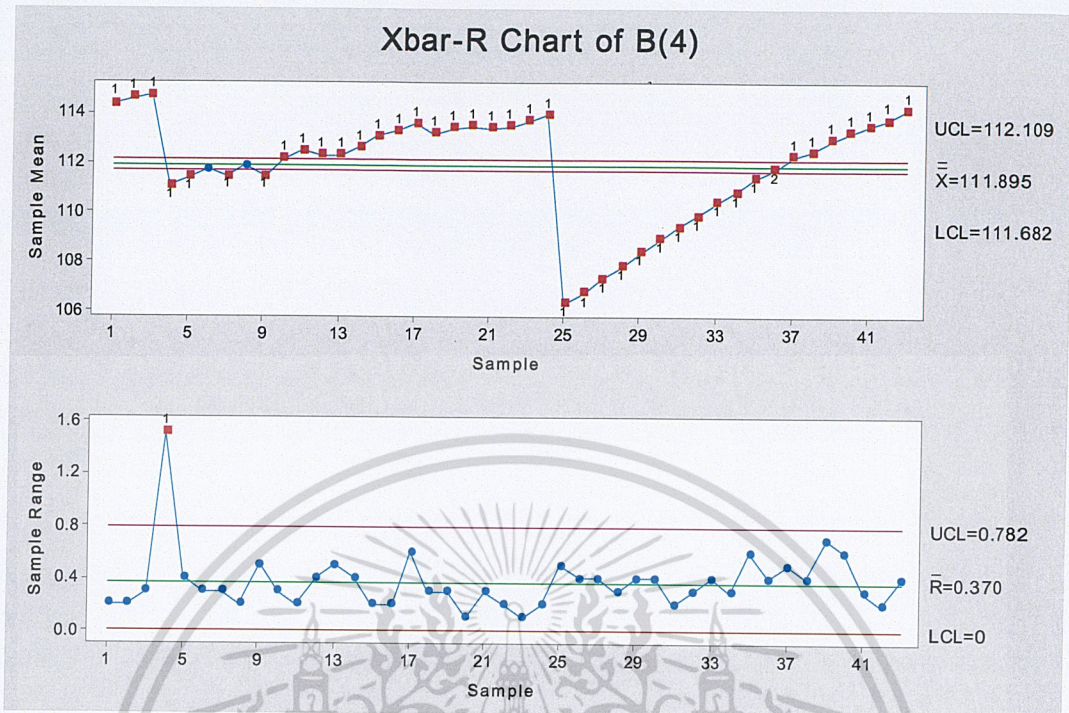
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 ผลการวิเคราะห์หน้าหนักโครงแผ่นธาตุโมเดล B สำหรับเครื่องจักรที่ 3 ช่วงที่ 3

วันที่	\bar{X} - chart ขีดจำกัดควบคุม		R - chart ขีดจำกัดควบคุม		C_{pk}	ลักษณะการ ควบคุม	ค่า PPM
	LCL	UCL	LCL	UCL			
11 ก.พ. 62	109.155	109.624	0	0.8610	7.50	ควบคุมไม่ได้	0.00
12 ก.พ. 62	109.95	110.51	0	1.0280	6.76	ควบคุมไม่ได้	0.00
18 ก.พ. 62	112.008	112.523	0	0.9440	4.80	ควบคุมไม่ได้	0.00
20 ก.พ. 62	111.505	111.792	0	0.5262	10.61	ควบคุมไม่ได้	0.00
1 เม.ย. 62	110.441	110.812	0	0.6786	11.13	ควบคุมไม่ได้	0.00
2 เม.ย. 62	110.370	110.822	0	0.8300	8.31	ควบคุมไม่ได้	0.00
3 เม.ย. 62	109.205	109.779	0	1.0520	6.44	ควบคุมไม่ได้	0.00
4 เม.ย. 62	111.109	111.648	0	0.9880	5.03	ควบคุมไม่ได้	0.00
5 เม.ย. 62	110.540	110.934	0	0.7230	8.76	ควบคุมไม่ได้	0.00

จากตารางที่ 4.8 แสดงให้เห็นว่ากระบวนการผลิตโครงแผ่นธาตุโมเดล B สำหรับเครื่องจักรที่ 3 ช่วงที่ 3 ในวันที่ 11 , 12 , 18 , 20 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2562 และวันที่ 1 ถึง 5 เมษายน พ.ศ.2562 ยังไม่สามารถควบคุมได้ก็ตาม แต่ค่า C_{pk} มีค่ามากกว่า 1.33 และค่า PPM = 0 แสดงว่า สมรรถนะของกระบวนการผลิตโครงแผ่นธาตุโมเดล B สำหรับเครื่องจักรที่ 3 ช่วงที่ 3 ยังอยู่ในระดับดี และโครงแผ่นธาตุที่ผลิตได้ทั้งหมดอยู่ในขีดจำกัดข้อกำหนด แต่ยังคงจำเป็นต้องหาสาเหตุที่มีผลทำให้ข้อมูลตกนอกขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัย

4.2.3.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงที่ 3 สำหรับเครื่องจักรที่ 4

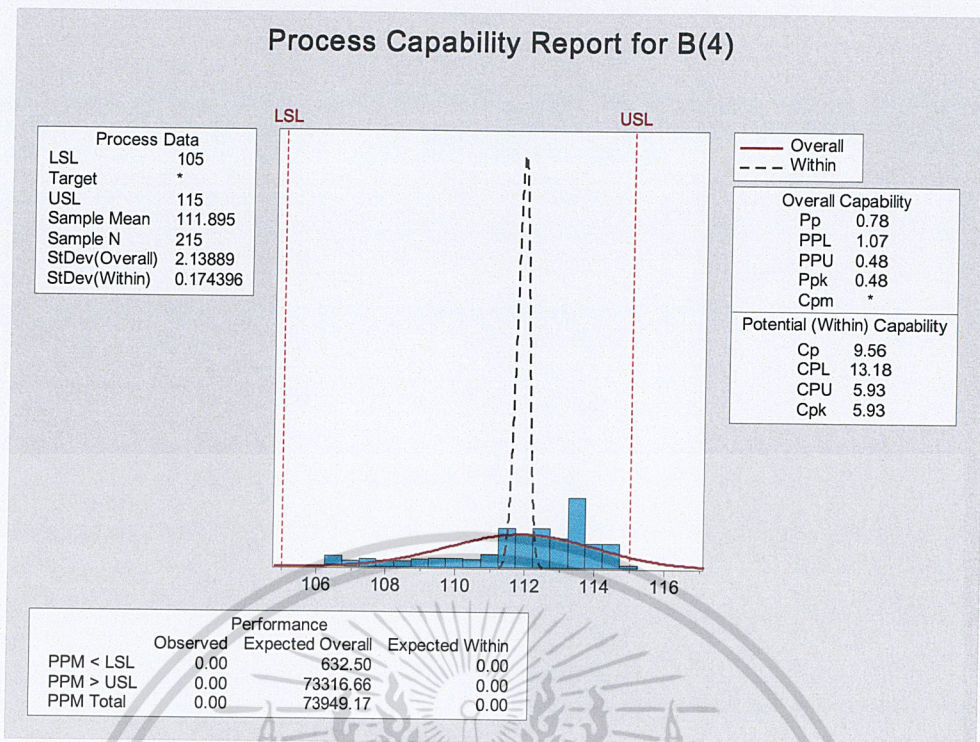


รูปที่ 4.23 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยของโครงแผนธาตุโมเดล B สำหรับเครื่องจักรที่ 4 ช่วงที่ 3 ในวันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2562

- หมายเหตุ: 1 หมายถึง มีจุดพิกอย่างน้อย 1 จุดตกอยู่นอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่าง
 2 หมายถึง มีจุดพิกอย่างน้อย 9 จุดติดต่อกันที่อยู่ด้านใดด้านหนึ่งของเส้นกึ่งกลาง
 3 หมายถึง มีจุดพิกอย่างน้อย 6 จุดติดต่อกันที่แสดงแนวโน้มขึ้นติดต่อกันหรือลงติดต่อกัน

จากรูป 4.23 พบว่าจุด 1 – 5, 7, 9 – 35 และ 37 – 43 เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่าง ยังพบว่ามีจุดที่ 10 – 36 พบลักษณะที่ควบคุมไม่ได้ คือ มีอย่างน้อย 9 จุดติดต่อกันอยู่ด้านใดด้านหนึ่งของเส้นกึ่งกลาง และยังพบว่ามีจุดที่ 25 – 43 พบลักษณะที่ควบคุมไม่ได้ คือ มีอย่างน้อย 6 จุดติดต่อกันที่แสดงแนวโน้มขึ้นติดต่อกันของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยพบว่าจุดที่ 4 เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนของแผนภูมิควบคุม แสดงว่ายังไม่สามารถควบคุมกระบวนการผลิตได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.24 ค่าดัชนีวัดสมรรถนะกระบวนการผลิต (C_{pk}) ของโครงแผ่นธาตุโมเดล B สำหรับเครื่องจักรที่ 4 ช่วงที่ 3 ในวันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2562

จากรูปที่ 4.24 ค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 5.93 และค่า PPM = 0 แสดงว่า สมรรถนะของกระบวนการผลิตโครงแผ่นธาตุโมเดล B สำหรับเครื่องจักรที่ 4 ช่วงที่ 3 อยู่ในระดับดี และไม่มีร้อยละของข้อมูลตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนด

สำหรับผลการวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงที่ 3 สำหรับเครื่องจักรที่ 4 ในวันที่ 12,18, 20 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2562 และวันที่ 1 ถึง 5 เมษายน พ.ศ.2562 จะทำการวิเคราะห์ในทำนองเดียวกันกับข้างต้น และนำมาสรุปผลการวิเคราะห์ที่ได้ดังตารางต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 ผลการวิเคราะห์หน้าหน้าโครงแผ่นธาตุโมเดล B สำหรับเครื่องจักรที่ 4 ช่วงที่ 3

วันที่	\bar{X} - chart ขีดจำกัดควบคุม		R - chart ขีดจำกัดควบคุม		C_{pk}	ลักษณะการ ควบคุม	ค่า PPM
	LCL	UCL	LCL	UCL			
11 ก.พ. 62	111.682	112.109	0	0.782	5.93	ควบคุมไม่ได้	0.00
12 ก.พ. 62	110.850	111.031	0	0.993	3.17	ควบคุมไม่ได้	0.00
18 ก.พ. 62	112.318	112.779	0	0.846	4.80	ควบคุมไม่ได้	0.00
20 ก.พ. 62	112.189	112.462	0	0.502	8.95	ควบคุมไม่ได้	0.00
1 เม.ย. 62	111.932	112.455	0	0.959	4.64	ควบคุมไม่ได้	0.00
2 เม.ย. 62	112.677	113.155	0	0.878	3.78	ควบคุมไม่ได้	0.00
3 เม.ย. 62	111.764	112.367	0	1.106	4.18	ควบคุมไม่ได้	0.00
4 เม.ย. 62	113.200	113.718	0	0.949	2.40	ควบคุมไม่ได้	0.00
5 เม.ย. 62	112.174	112.451	0	0.507	8.68	ควบคุมไม่ได้	0.00

จากตารางที่ 4.9 แสดงให้เห็นว่ากระบวนการผลิตโครงแผ่นธาตุโมเดล B สำหรับเครื่องจักรที่ 4 ช่วงที่ 3 ในวันที่ 11,12,18,20 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2562 และวันที่ 1 ถึง 5 เมษายน พ.ศ.2562 ยังไม่สามารถควบคุมได้ก็ตาม แต่ค่า C_{pk} มีค่ามากกว่า 1.33 และค่า PPM = 0 แสดงว่า สมรรถนะของกระบวนการผลิตโครงแผ่นธาตุโมเดล B สำหรับเครื่องจักรที่ 4 ช่วงที่ 3 ยังอยู่ในระดับดี และโครงแผ่นธาตุที่ผลิตได้ทั้งหมดอยู่ในขีดจำกัดข้อกำหนด แต่ยังเป็นที่ต้องหาสาเหตุที่มีผลทำให้ข้อมูลตกนอกขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัย

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลของหน้าหน้าโครงแผ่นธาตุโมเดล B ทั้ง 3 ช่วง จะเห็นได้ว่า ข้อมูลในแต่ละกลุ่มจะมีการกระจายน้อยมาก ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องจักรที่ 3 และ 4 จึงนำเอาค่าเฉลี่ยของหน้าหน้าโครงแผ่นธาตุหรือค่า \bar{X} และค่าดัชนีวัดสมรรถนะกระบวนการผลิต (Process Capability Index หรือ C_{pk}) มาใช้ในการพิจารณาได้ผลดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.10 ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักและค่าดัชนีวัดสมรรถนะกระบวนการผลิตของโครงแผ่นธาตุ โมเดล B

เวลาการเก็บข้อมูล	วันที่	ค่า \bar{X}		ค่า C_{pk}	
		เครื่องจักรที่ 3	เครื่องจักรที่ 4	เครื่องจักรที่ 3	เครื่องจักรที่ 4
ช่วงที่ 1	24 – 26 ธ.ค. 61	110.417	111.386	5.07	2.94
ช่วงที่ 2	21 ม.ค. 62	110.803	110.546	6.28	7.49
	22 ม.ค. 62	110.175	111.808	5.38	4.75
	23 ม.ค. 62	110.237	111.785	12.69	8.47
	24 ม.ค. 62	107.680	111.406	4.73	1.72
	25 ม.ค. 62	109.245	112.615	7.58	4.10
ช่วงที่ 3	11 ก.พ. 62	109.389	111.895	7.50	5.93
	12 ก.พ. 62	110.230	110.941	6.76	3.17
	18 ก.พ. 62	112.266	112.549	4.80	4.80
	20 ก.พ. 62	111.649	112.326	10.61	8.95
	1 เม.ย. 62	110.627	112.194	11.13	4.64
	2 เม.ย. 62	110.596	112.916	8.31	3.78
	3 เม.ย. 62	109.492	112.066	6.44	4.18
	4 เม.ย. 62	111.379	113.459	5.03	2.40
	5 เม.ย. 62	110.737	112.313	8.76	8.68
ค่าเฉลี่ยของกระบวนการผลิต		110.328	112.014	-	-

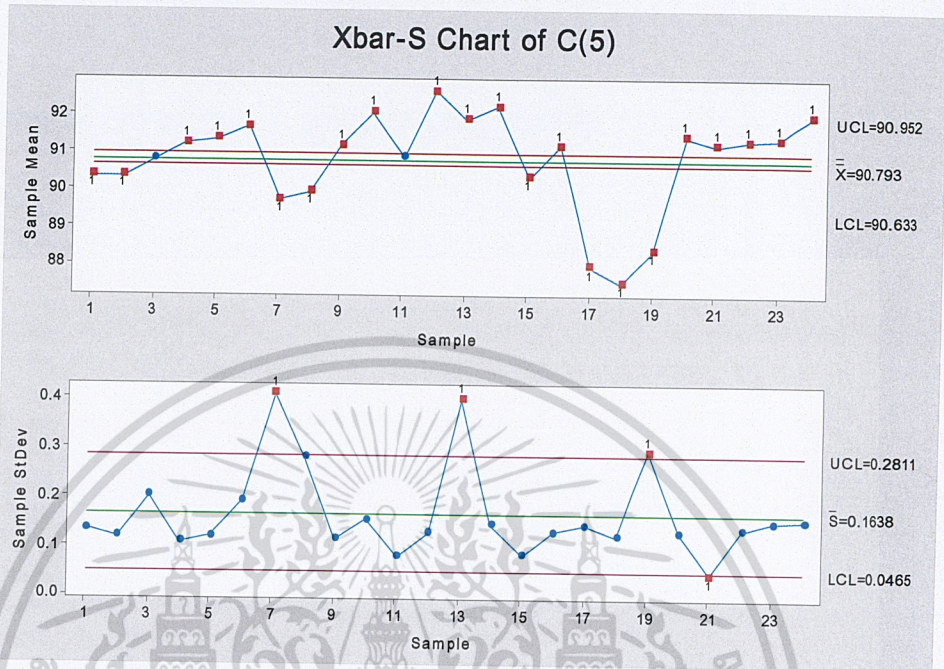
จากตารางที่ 4.10 จะเห็นว่า กระบวนการผลิตของโครงแผ่นธาตุโมเดล B ที่ผลิตจากเครื่องจักรที่ 3 และ 4 จะให้ค่า C_{pk} ที่มากกว่า 1.33 แต่เมื่อมาพิจารณาในค่าเฉลี่ยของกระบวนการผลิตจะพบว่า น้ำหนักเฉลี่ยของโครงแผ่นธาตุโมเดล B ของเครื่องจักรที่ 3 มีค่า 110.328 กรัม และเครื่องจักรที่ 4 มีค่า 112.014 กรัม ดังนั้น เครื่องจักรที่ 3 ถือว่ามีประสิทธิภาพที่ดีกว่าเครื่องจักรที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของน้ำหนักโครงแผ่นธาตุโมเดล C

4.3.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงที่ 1

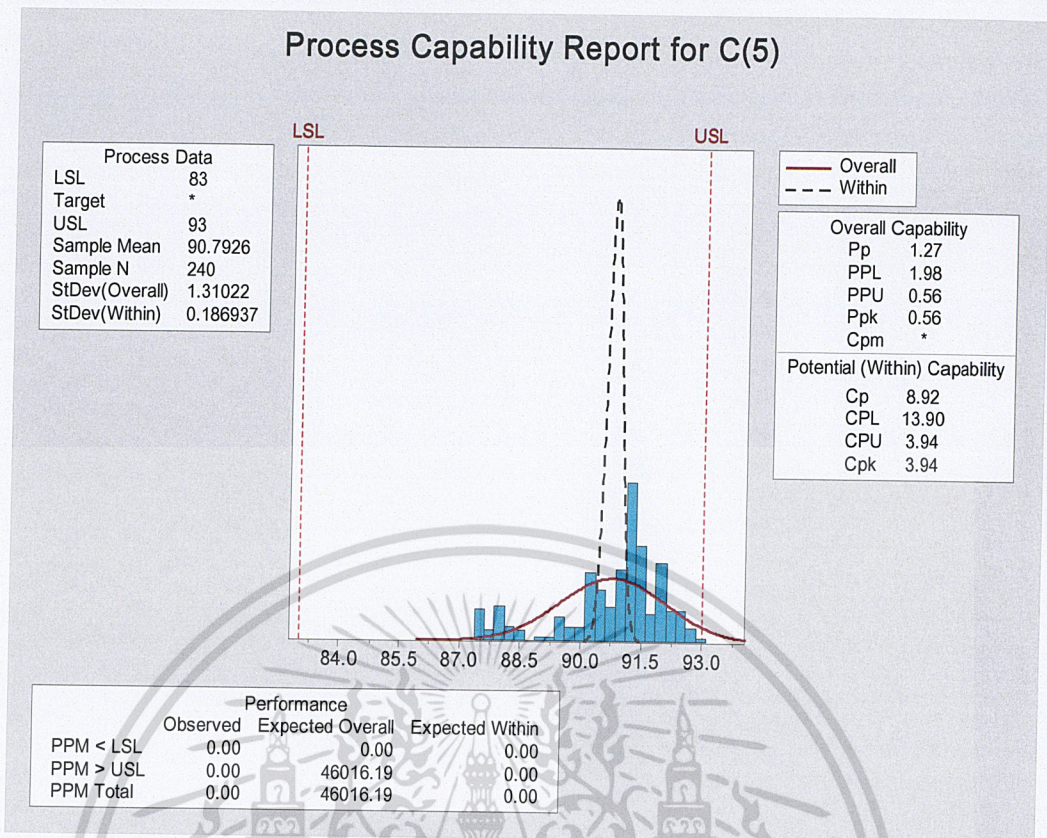
4.3.1.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 5



รูปที่ 4.25 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และแผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของโครงแผ่นธาตุโมเดล C สำหรับเครื่องจักรที่ 5 ช่วงที่ 1 ในวันที่ 24 - 26 ธันวาคม 2561

หมายเหตุ: 1 หมายถึง มีจุดพิกอย่างน้อย 1 จุดตกอยู่นอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่าง

จากรูป 4.25 พบว่า จุดที่ 1 - 2, 4 - 10 และ 12 - 24 เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่างของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานพบว่า จุดที่ 7 , 13 , 19 และ 21 เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่างของแผนภูมิควบคุม แสดงว่ายังไม่สามารถควบคุมกระบวนการผลิตได้

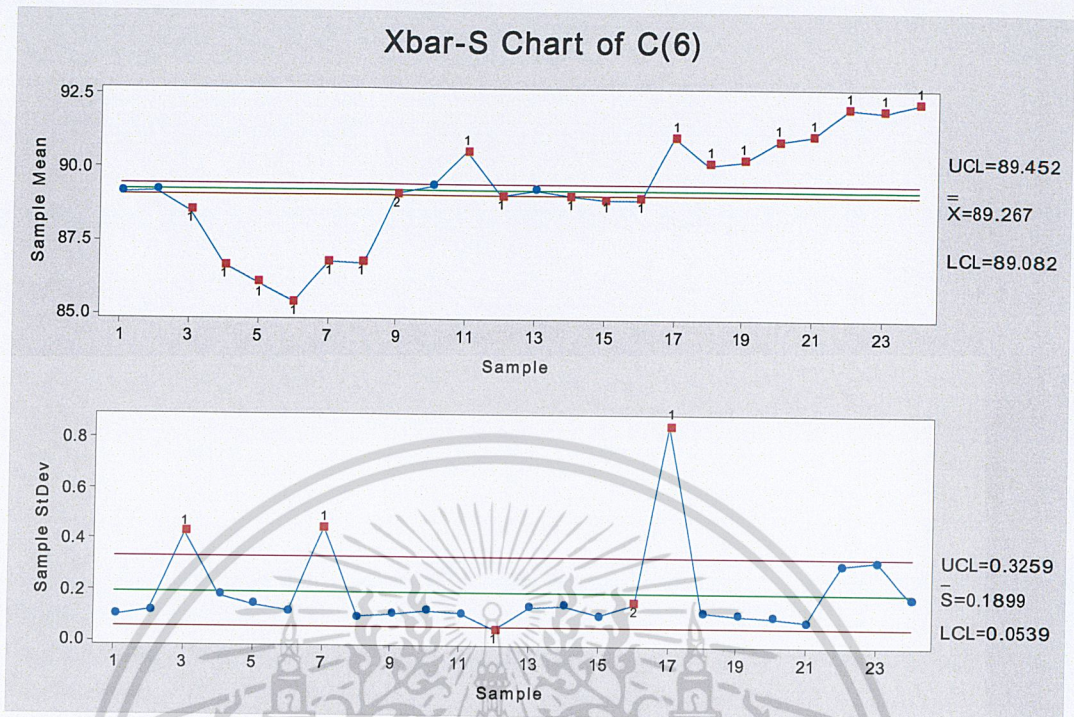


รูปที่ 4.26 ค่าดัชนีวัดสมรรถนะกระบวนการผลิต (C_{pk}) ของโครงแผ่นธาตุโมเดล C สำหรับเครื่องจักรที่ 5 ช่วงที่ 1 ในวันที่ 24 - 26 ธันวาคม 2561

จากรูปที่ 4.26 ค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 3.94 และค่า PPM = 0.00 แสดงว่า สมรรถนะของกระบวนการผลิตโครงแผ่นธาตุโมเดล C สำหรับเครื่องจักรที่ 5 ช่วงที่ 1 อยู่ในระดับดี และไม่มีร้อยละของข้อมูลตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.1.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงที่ 1 สำหรับเครื่องจักรที่ 6

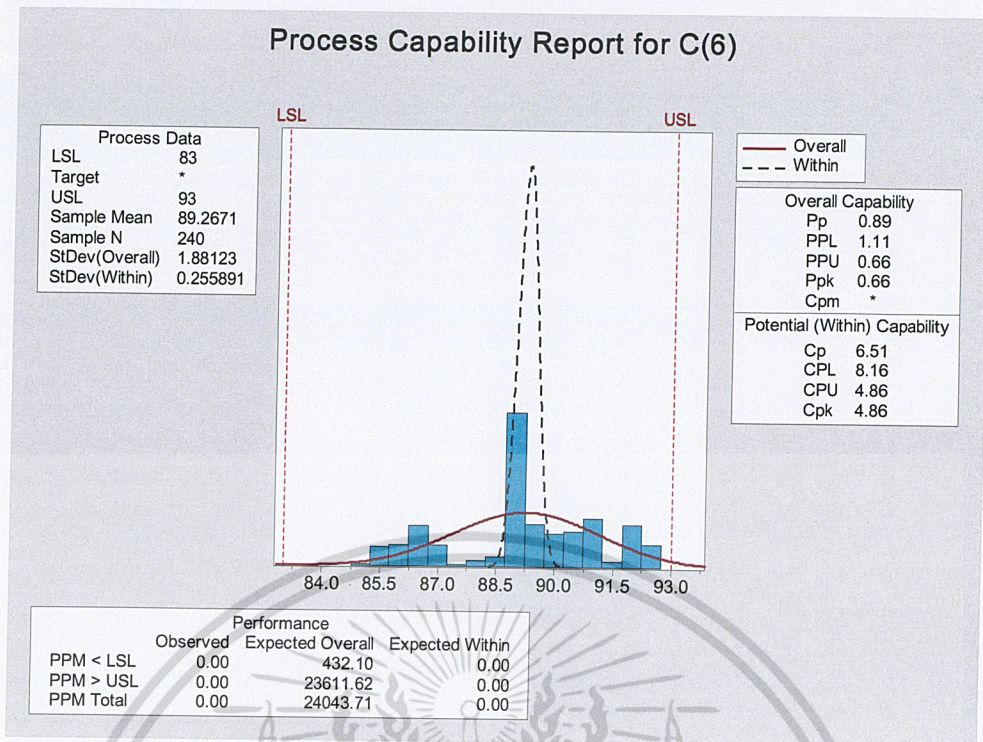


รูปที่ 4.27 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และแผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของโครงแผ่นธาตุโมเดล C สำหรับเครื่องจักรที่ 6 ช่วงที่ 1 ในวันที่ 24 – 26 ธันวาคม 2561

หมายเหตุ: 1 หมายถึง มีจุดพิกอย่างน้อย 1 จุดตกอยู่นอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่าง
 2 หมายถึง มีจุดพิกอย่างน้อย 9 จุดติดต่อกันที่อยู่ด้านใดด้านหนึ่งของเส้นกึ่งกลาง

จากรูป 4.27 พบว่า จุดที่ 3 – 8 , 11 – 12 และ 14 - 24 เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่าง และยังพบว่าจุดที่ 1 – 9 พบลักษณะที่ควบคุมไม่ได้ คือมีอย่างน้อย 9 จุดติดต่อกันที่อยู่ด้านล่างของเส้นกึ่งกลางของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานพบว่า จุดที่ 3, 7, 12 และ 17 เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่าง และยังพบว่ามีจุดที่ 8 ถึงจุดที่ 16 พบลักษณะที่ควบคุมไม่ได้ คือ มีอย่างน้อย 9 จุดติดต่อกันที่อยู่ด้านล่างของเส้นกึ่งกลางของแผนภูมิควบคุม แสดงว่ายังไม่สามารถควบคุมกระบวนการผลิตได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



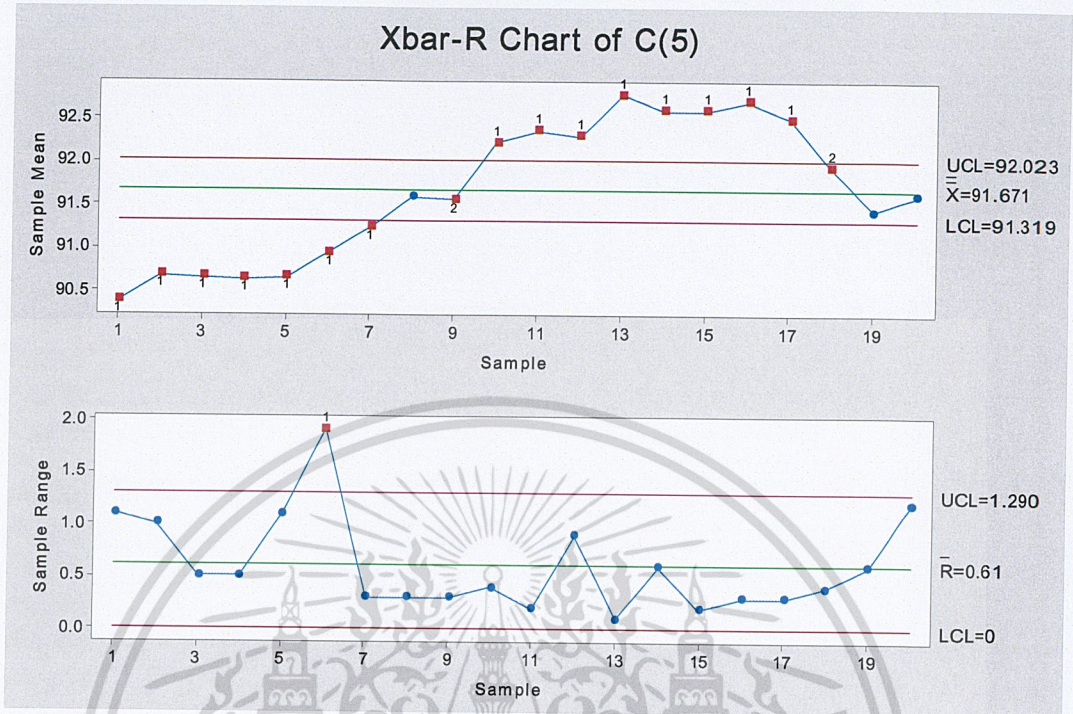
รูปที่ 4.28 ค่าดัชนีวัดสมรรถนะกระบวนการผลิต (C_{pk}) ของโครงแผ่นธาตุโมเดล C สำหรับเครื่องจักรที่ 6 ช่วงที่ 1 ในวันที่ 24 – 26 ธันวาคม 2561

จากรูปที่ 4.28 ค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 4.86 และค่า PPM = 0.00 แสดงว่า สมรรถนะของกระบวนการผลิตโครงแผ่นธาตุโมเดล C สำหรับเครื่องจักรที่ 6 ช่วงที่ 1 อยู่ในระดับดี และไม่มีร้อยละของข้อมูลตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงที่ 2

4.3.2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงที่ 2 สำหรับเครื่องจักรที่ 5

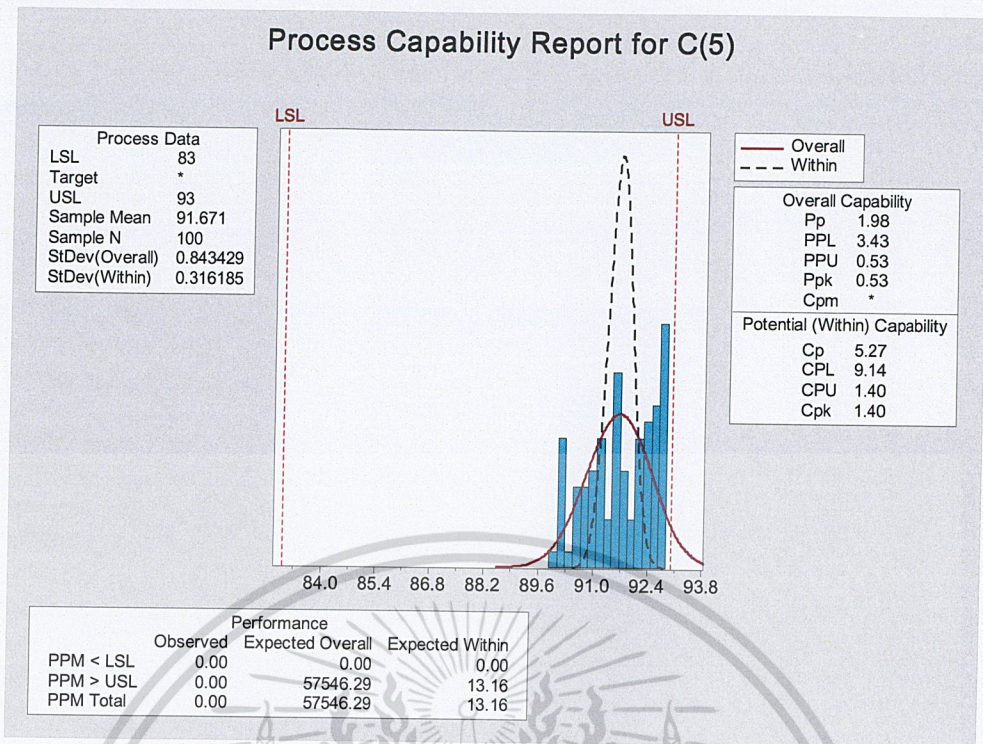


รูปที่ 4.29 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยของโครงแผนธาตุโมเดล C สำหรับเครื่องจักรที่ 5 ช่วงที่ 2 ในวันที่ 21 มกราคม 2562

หมายเหตุ: 1 หมายถึง มีจุดพิกอย่างน้อย 1 จุดตกอยู่นอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่าง
 2 หมายถึง มีจุดพิกอย่างน้อย 9 จุดติดต่อกันที่อยู่ด้านใดด้านหนึ่งของเส้นกึ่งกลาง

จากรูป 4.29 พบว่า จุดที่ 1 – 7 และ 10 – 17 เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่าง และยังพบว่า มีจุดที่ 1 – 18 พบลักษณะที่ควบคุมไม่ได้ คือมีอย่างน้อย 9 จุดติดต่อกันที่อยู่ด้านใดด้านหนึ่งของเส้นกึ่งกลางของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยพบว่า มีจุดที่ 6 เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนของแผนภูมิควบคุม แสดงว่ายังไม่สามารถควบคุมกระบวนการผลิตได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.30 ค่าดัชนีวัดสมรรถนะกระบวนการผลิต (C_{pk}) ของโครงแผ่นธาตุโมเดล C สำหรับเครื่องจักรที่ 5 ช่วงที่ 2 ในวันที่ 21 มกราคม 2562

จากรูปที่ 4.30 ค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 1.40 และค่า PPM = 13.16 แสดงว่า สมรรถนะของกระบวนการผลิตโครงแผ่นธาตุโมเดล C สำหรับเครื่องจักรที่ 5 ช่วงที่ 2 อยู่ในระดับดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนดเท่ากับ 0.001316

สำหรับผลการวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงที่ 2 สำหรับเครื่องจักรที่ 5 ในวันที่ 22 – 25 มกราคม พ.ศ.2562 จะทำการวิเคราะห์ในทำนองเดียวกันกับข้างต้น และนำมาสรุปผลการวิเคราะห์ที่ได้ตั้งตารางต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

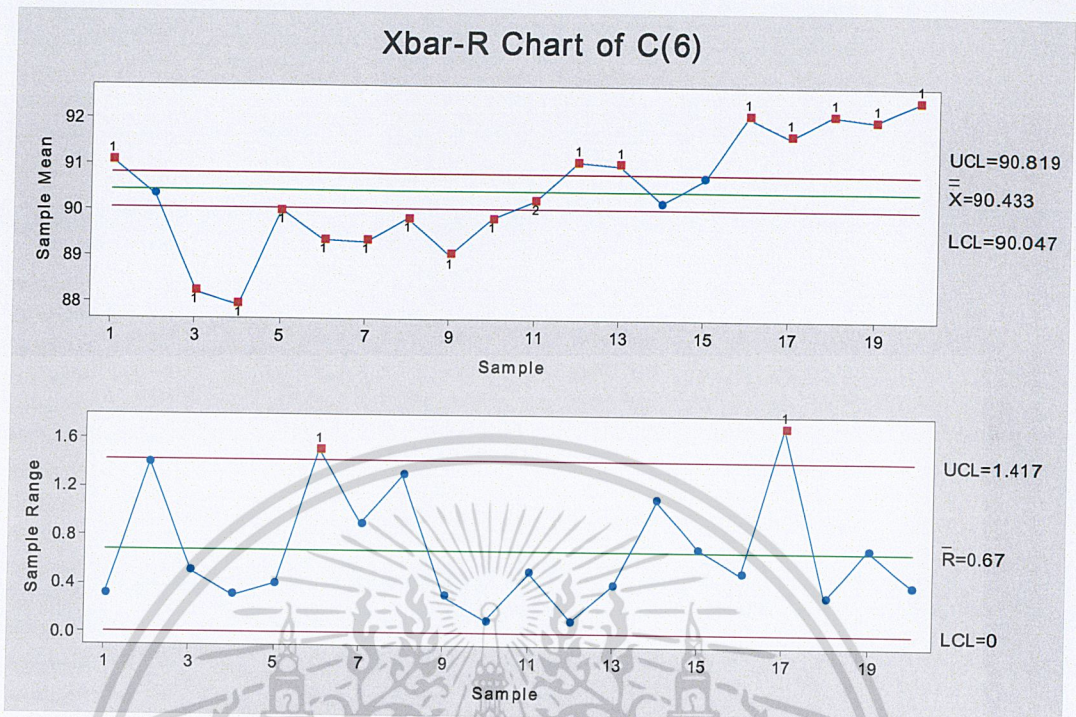
ตารางที่ 4.11 ผลการวิเคราะห์น้ำหนักโครงแผ่นธาตุโมเดล C สำหรับเครื่องจักรที่ 5 ช่วงที่ 2

วันที่	\bar{X} - chart ขีดจำกัดควบคุม		R - chart ขีดจำกัดควบคุม		C_{pk}	ลักษณะการ ควบคุม	ค่า PPM
	LCL	UCL	LCL	UCL			
21 ม.ค. 62	91.319	92.023	0	1.290	1.40	ควบคุมไม่ได้	13.16
22 ม.ค. 62	90.401	90.799	0	0.730	4.92	ควบคุมไม่ได้	0.00
23 ม.ค. 62	90.336	90.752	0	0.761	4.15	ควบคุมไม่ได้	0.00
24 ม.ค. 62	89.573	90.443	0	1.596	2.00	ควบคุมไม่ได้	0.00
25 ม.ค. 62	86.704	87.258	0	1.015	5.11	ควบคุมไม่ได้	0.00

จากตารางที่ 4.11 แสดงให้เห็นว่ากระบวนการผลิตโครงแผ่นธาตุโมเดล C สำหรับเครื่องจักรที่ 5 ช่วงที่ 2 ในวันที่ 21 ถึง 25 มกราคม พ.ศ.2562 ยังไม่สามารถควบคุมได้ก็ตาม แต่ค่า C_{pk} มีค่ามากกว่า 1.33 ส่วนใหญ่ค่า PPM = 0 แสดงว่า สมรรถนะของกระบวนการผลิตโครงแผ่นธาตุโมเดล C สำหรับเครื่องจักรที่ 5 ช่วงที่ 2 ยังอยู่ในระดับดี และโครงแผ่นธาตุที่ผลิตเกือบทั้งหมดอยู่ในขีดจำกัดข้อกำหนด แต่ยังเป็นที่ต้องหาสาเหตุที่มีผลทำให้ข้อมูลตกนอกขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงที่ 2 สำหรับเครื่องจักรที่ 6

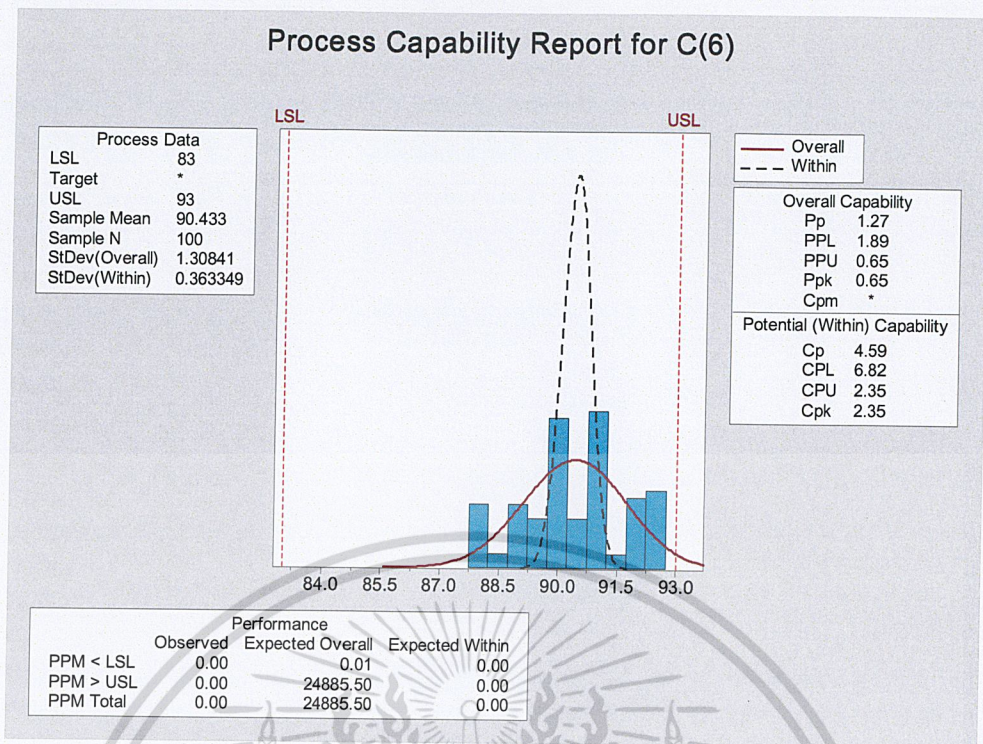


รูปที่ 4.31 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยของโครงแผนธาตุโมเดล C สำหรับเครื่องจักรที่ 6 ช่วงที่ 2 ในวันที่ 21 มกราคม 2562

หมายเหตุ: 1 หมายถึง มีจุดพิกอย่างน้อย 1 จุดตกอยู่นอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่าง
 2 หมายถึง มีจุดพิกอย่างน้อย 9 จุดติดต่อกันที่อยู่ด้านใดด้านหนึ่งของเส้นกึ่งกลาง

จากรูป 4.31 พบว่า จุดที่ 1, 3 - 10, 12 - 13 และ 16 - 20 เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่าง และยังพบว่าจุดที่ 2 - 11 พบลักษณะที่ควบคุมไม่ได้ คือมีอย่างน้อย 9 จุดติดต่อกันที่อยู่ด้านล่างของเส้นกึ่งกลางของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย พบว่ามีจุดที่ 6 และ 17 เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนของแผนภูมิควบคุม แสดงว่ายังไม่สามารถควบคุมกระบวนการผลิตได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.32 ค่าดัชนีวัดสมรรถนะกระบวนการผลิต (C_{pk}) ของโครงแผ่นธาตุโมเดล C สำหรับ เครื่องจักรที่ 6 ช่วงที่ 2 ในวันที่ 21 มกราคม 2562

จากรูปที่ 4.32 ค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 2.35 และ ค่า PPM = 0.00 แสดงว่า สมรรถนะของกระบวนการผลิตโครงแผ่นธาตุโมเดล C สำหรับ เครื่องจักรที่ 6 ช่วงที่ 2 อยู่ในระดับดี และไม่มีร้อยละของข้อมูลตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนด

สำหรับผลการวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงที่ 2 สำหรับเครื่องจักรที่ 6 ในวันที่ 22 – 25 มกราคม พ.ศ.2562 จะทำการวิเคราะห์เินทำนองเดียวกันกับข้างต้น และนำมาสรุปผลการวิเคราะห์ที่ได้ตั้งตารางต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

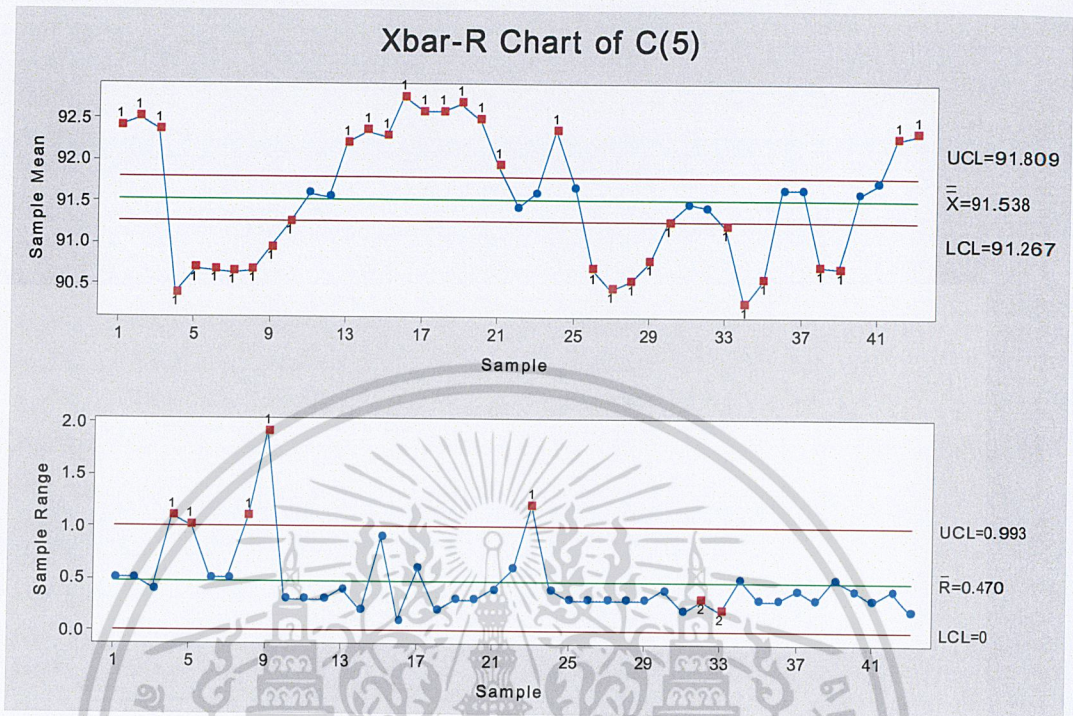
ตารางที่ 4.12 ผลการวิเคราะห์น้ำหนักโครงแผ่นธาตุโมเดล C สำหรับเครื่องจักรที่ 6 ช่วงที่ 2

วันที่	\bar{X} - chart ขีดจำกัดควบคุม		R - chart ขีดจำกัดควบคุม		C_{pk}	ลักษณะการควบคุม	ค่า PPM
	LCL	UCL	LCL	UCL			
21 ม.ค. 62	90.047	90.819	0	1.417	2.35	ควบคุมไม่ได้	0.00
22 ม.ค. 62	90.631	91.197	0	1.036	2.87	ควบคุมไม่ได้	0.00
23 ม.ค. 62	90.748	91.128	0	0.696	4.52	ควบคุมไม่ได้	0.00
24 ม.ค. 62	91.192	92.166	0	1.787	1.03	ควบคุมไม่ได้	0.00
25 ม.ค. 62	89.888	90.470	0	1.068	3.66	ควบคุมไม่ได้	0.00

จากตารางที่ 4.12 แสดงให้เห็นว่ากระบวนการผลิตโครงแผ่นธาตุโมเดล C สำหรับเครื่องจักรที่ 6 ช่วงที่ 2 ในวันที่ 21 ถึง 25 มกราคม พ.ศ.2562 ยังไม่สามารถควบคุมได้ก็ตาม แต่ค่า C_{pk} มีค่ามากกว่า 1.33 และค่า PPM = 0 แสดงว่า สมรรถนะของกระบวนการผลิตโครงแผ่นธาตุโมเดล C สำหรับเครื่องจักรที่ 6 ช่วงที่ 2 ยังอยู่ในระดับดี และโครงแผ่นธาตุที่ผลิตได้ทั้งหมดอยู่ในขีดจำกัดข้อกำหนด แต่ยังเป็นที่ต้องหาสาเหตุที่มีผลทำให้ข้อมูลตกนอกขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัย

4.3.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงที่ 3

4.3.3.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงที่ 3 สำหรับเครื่องจักรที่ 5

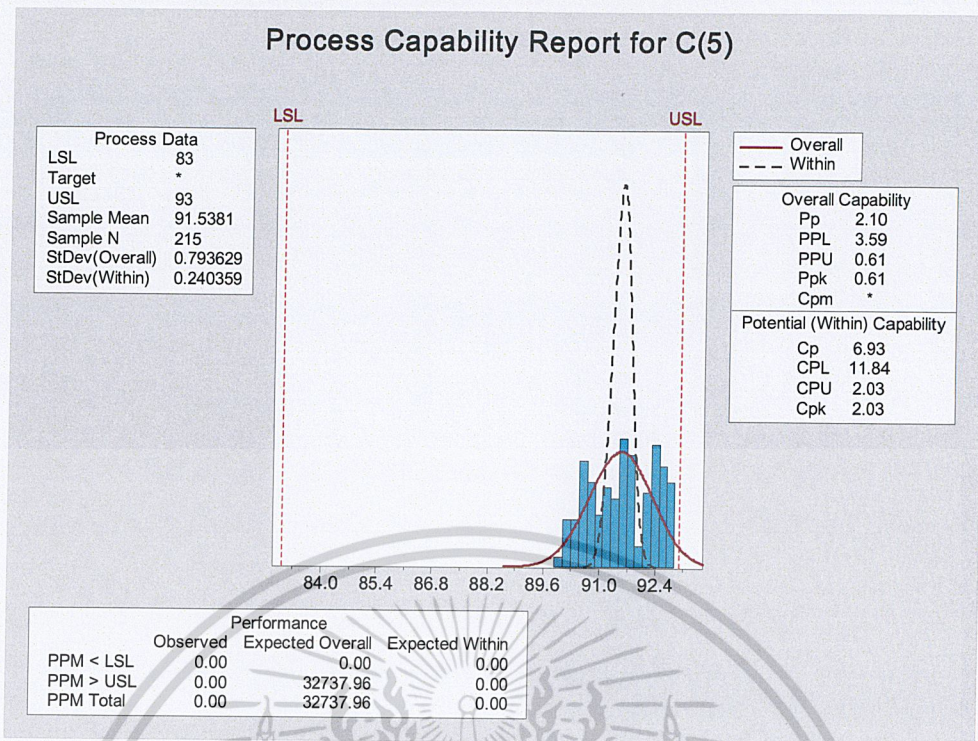


รูปที่ 4.33 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยของโครงแผนธาตุโมเดล C สำหรับเครื่องจักรที่ 5 ช่วงที่ 3 ในวันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2562

หมายเหตุ: 1 หมายถึง มีจุดพิกอย่างน้อย 1 จุดตกอยู่นอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่าง
 2 หมายถึง มีจุดพิกอย่างน้อย 9 จุดติดต่อกันที่อยู่ด้านใดด้านหนึ่งของเส้นกึ่งกลาง

จากรูป 4.33 พบว่า จุดที่ 1 – 10, 13 – 21, 24, 26 – 30, 33 – 35, 38 – 39 และ 42 – 43 เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่าง และยังพบว่ามีจุดที่ 11 – 21 และจุดที่ 26 – 35 พบลักษณะที่ควบคุมไม่ได้ คือมีอย่างน้อย 9 จุดติดต่อกันที่อยู่ด้านใดด้านหนึ่งของเส้นกึ่งกลางของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยพบว่า จุดที่ 4 – 5, 8 – 9 และ 23 เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนและยังพบว่ามีจุดที่ 24 ถึงจุดที่ 33 พบลักษณะที่ควบคุมไม่ได้ คือมีอย่างน้อย 9 จุดติดต่อกันที่อยู่ด้านล่างของเส้นกึ่งกลางของแผนภูมิควบคุม แสดงว่ายังไม่สามารถควบคุมกระบวนการผลิตได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.34 ค่าดัชนีวัดสมรรถนะกระบวนการผลิต (C_{pk}) ของโครงแผ่นธาตุโมเดล C สำหรับเครื่องจักรที่ 5 ช่วงที่ 3 ในวันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2562

จากรูปที่ 4.34 ค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 2.03 และค่า PPM = 0.00 แสดงว่า สมรรถนะของกระบวนการผลิตโครงแผ่นธาตุโมเดล C สำหรับเครื่องจักรที่ 5 ช่วงที่ 3 อยู่ในระดับดี และไม่มีร้อยละของข้อมูลตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนด

สำหรับผลการวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงที่ 3 สำหรับเครื่องจักรที่ 5 ในวันที่ 12,18, 20 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2562 และวันที่ 1 ถึง 5 เมษายน พ.ศ.2562 จะทำการวิเคราะห์ในทำนองเดียวกันกับข้างต้น และนำมาสรุปผลการวิเคราะห์ที่ได้ดังตารางต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

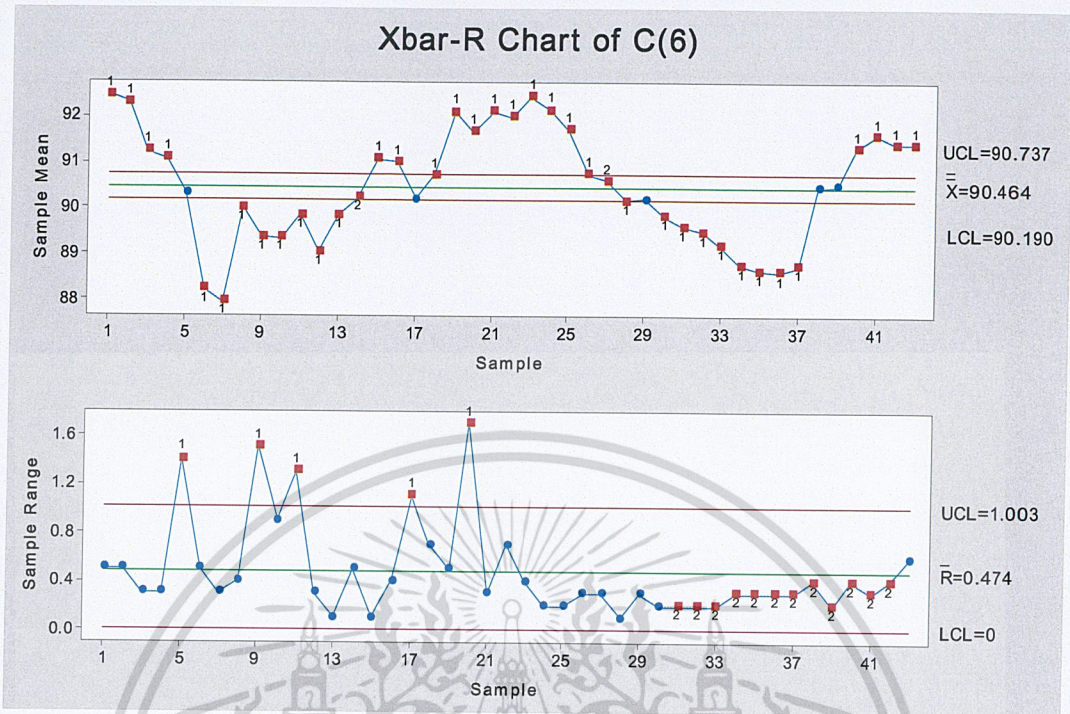
ตารางที่ 4.13 ผลการวิเคราะห์น้ำหนักโครงแผ่นธาตุโมเดล C สำหรับเครื่องจักรที่ 5 ช่วงที่ 3

วันที่	\bar{X} - chart		R - chart		C_{pk}	ลักษณะการควบคุม	ค่า PPM
	ขีดจำกัดควบคุม		ขีดจำกัดควบคุม				
	LCL	UCL	LCL	UCL			
11 ก.พ. 62	91.267	91.809	0	0.9930	2.03	ควบคุมไม่ได้	0.00
12 ก.พ. 62	90.540	90.921	0	0.6983	8.30	ควบคุมไม่ได้	0.00
18 ก.พ. 62	91.123	91.509	0	0.7081	3.86	ควบคุมไม่ได้	0.00
20 ก.พ. 62	91.328	91.591	0	0.4819	5.18	ควบคุมไม่ได้	0.00
1 เม.ย. 62	90.697	91.188	0	0.9000	3.37	ควบคุมไม่ได้	0.00
2 เม.ย. 62	90.686	91.133	0	0.8194	4.10	ควบคุมไม่ได้	0.00
3 เม.ย. 62	91.140	91.693	0	1.0130	2.34	ควบคุมไม่ได้	0.00
4 เม.ย. 62	90.445	90.914	0	0.8605	4.30	ควบคุมไม่ได้	0.00
5 เม.ย. 62	90.349	90.593	0	0.4478	9.01	ควบคุมไม่ได้	0.00

จากตารางที่ 4.13 แสดงให้เห็นว่ากระบวนการผลิตโครงแผ่นธาตุโมเดล C สำหรับเครื่องจักรที่ 5 ช่วงที่ 3 ในวันที่ 11,12,18,20 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2562 และวันที่ 1 ถึง 5 เมษายน พ.ศ. 2562 ยังไม่สามารถควบคุมได้ก็ตาม แต่ค่า C_{pk} มีค่ามากกว่า 1.33 และค่า PPM = 0 แสดงว่าสมรรถนะของกระบวนการผลิตโครงแผ่นธาตุโมเดล C สำหรับเครื่องจักรที่ 5 ช่วงที่ 3 ยังอยู่ในระดับดี และโครงแผ่นธาตุที่ผลิตได้ทั้งหมดอยู่ในขีดจำกัดข้อกำหนด แต่ยังเป็นที่ต้องการหาสาเหตุที่มีผลทำให้ข้อมูลตกนอกขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงที่ 3 สำหรับเครื่องจักรที่ 6



รูปที่ 4.35 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยของโครงแผ่นธาตุโมเดล C สำหรับเครื่องจักรที่ 6 ช่วงที่ 3 ในวันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2562

หมายเหตุ: 1 หมายถึง มีจุดพิกอย่างน้อย 1 จุดตกอยู่นอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่าง

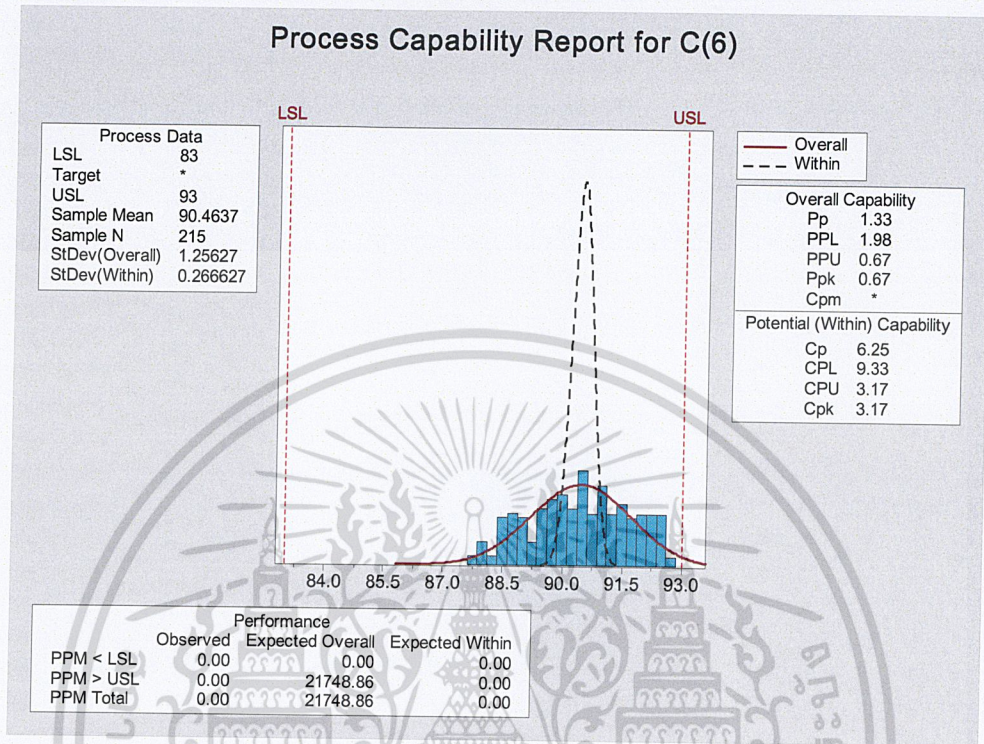
2 หมายถึง มีจุดพิกอย่างน้อย 9 จุดติดต่อกันที่อยู่ด้านใดด้านหนึ่งของเส้นกึ่งกลาง

3 หมายถึง มีจุดพิกอย่างน้อย 6 จุดติดต่อกันที่แสดงแนวโน้มขึ้นติดต่อกันหรือลงติดต่อกัน

จากรูป 4.35 พบว่า จุดที่ 1 – 4, 7 – 13, 15 – 16, 18 – 26, 28, 30 – 37 และ 40 – 43 เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่าง ยังพบว่ามีจุดที่ 5 – 14 , จุดที่ 18 – 26 และจุดที่ 28 – 37 พบลักษณะที่ควบคุมไม่ได้ คือมีอย่างน้อย 9 จุดติดต่อกันที่อยู่ด้านใดด้านหนึ่งของเส้นกึ่งกลาง และยังมีจุดที่ 2 – 6 และจุดที่ 30 – 36 พบลักษณะที่ควบคุมไม่ได้ คือ มีอย่างน้อย 6 จุดติดต่อกันที่แสดงแนวโน้มลงติดต่อกันของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย พบว่า จุดที่ 5, 9, 11, 17 และ 20 เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบน และยังพบว่ามีจุดที่ 23 – 42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พบลักษณะที่ควบคุมไม่ได้ คือมีอย่างน้อย 9 จุดติดต่อกันที่อยู่ด้านล่างของเส้นกึ่งกลางของแผนภูมิควบคุม แสดงว่ายังไม่สามารถควบคุมกระบวนการผลิตได้



รูปที่ 4.36 ค่าดัชนีวัดสมรรถนะกระบวนการผลิต (C_{pk}) ของโครงแผ่นธาตุโมเดล C สำหรับเครื่องจักรที่ 6 ช่วงที่ 3 ในวันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2562

จากรูปที่ 4.36 ค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 3.17 และค่า PPM = 0.00 แสดงว่า สมรรถนะของกระบวนการผลิตโครงแผ่นธาตุโมเดล C สำหรับเครื่องจักรที่ 6 ช่วงที่ 3 อยู่ในระดับดี และไม่มีร้อยละของข้อมูลตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนด

สำหรับผลการวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงที่ 3 สำหรับเครื่องจักรที่ 6 ในวันที่ 12, 18, 20 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2562 และวันที่ 1 ถึง 5 เมษายน พ.ศ. 2562 จะทำการวิเคราะห์ในทำนองเดียวกันกับข้างต้น และนำมาสรุปผลการวิเคราะห์ที่ได้ตั้งตารางต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.14 ผลการวิเคราะห์น้ำหนักโครงแผ่นธาตุโมเดล C สำหรับเครื่องจักรที่ 6 ช่วงที่ 3

วันที่	\bar{X} - chart		R - chart		C_{pk}	ลักษณะการควบคุม	ค่า PPM
	ขีดจำกัดควบคุม		ขีดจำกัดควบคุม				
	LCL	UCL	LCL	UCL			
11 ก.พ. 62	90.190	90.737	0	1.003	3.17	ควบคุมไม่ได้	0.00
12 ก.พ. 62	91.275	91.723	0	0.821	7.97	ควบคุมไม่ได้	0.00
18 ก.พ. 62	92.036	92.503	0	0.856	1.38	ควบคุมไม่ได้	0.00
20 ก.พ. 62	90.702	90.997	0	0.541	6.59	ควบคุมไม่ได้	0.00
1 เม.ย. 62	91.006	91.561	0	1.018	2.63	ควบคุมไม่ได้	0.00
2 เม.ย. 62	90.683	91.216	0	0.978	3.24	ควบคุมไม่ได้	0.00
3 เม.ย. 62	91.090	91.693	0	1.106	2.18	ควบคุมไม่ได้	0.00
4 เม.ย. 62	90.965	91.375	0	0.752	3.84	ควบคุมไม่ได้	0.00
5 เม.ย. 62	90.849	91.139	0	0.531	6.08	ควบคุมไม่ได้	0.00

จากตารางที่ 4.14 แสดงให้เห็นว่ากระบวนการผลิตโครงแผ่นธาตุโมเดล C สำหรับเครื่องจักรที่ 6 ช่วงที่ 3 ในวันที่ 11,12,18,20 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2562 และวันที่ 1 ถึง 5 เมษายน พ.ศ. 2562 ยังไม่สามารถควบคุมได้ก็ตาม แต่ค่า C_{pk} มีค่ามากกว่า 1.33 และค่า PPM = 0 แสดงว่าสมรรถนะของกระบวนการผลิตโครงแผ่นธาตุโมเดล C สำหรับเครื่องจักรที่ 6 ช่วงที่ 3 ยังอยู่ในระดับดี และโครงแผ่นธาตุที่ผลิตได้ทั้งหมดอยู่ในขีดจำกัดข้อกำหนด แต่ยังเป็นที่ต้องหาสาเหตุที่มีผลทำให้ข้อมูลตกนอกขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัย

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลของน้ำหนักโครงแผ่นธาตุโมเดล C ทั้ง 3 ช่วง จะเห็นได้ว่า ข้อมูลในแต่ละกลุ่มจะมีการกระจายน้อยมาก ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องจักรที่ 5 และ 6 จึงนำเอาค่าเฉลี่ยของน้ำหนักโครงแผ่นธาตุหรือค่า \bar{X} และค่าดัชนีวัดสมรรถนะกระบวนการผลิต (Process Capability Index หรือ C_{pk}) มาใช้ในการพิจารณาได้ผลดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.15 ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักและค่าดัชนีวัดสมรรถนะกระบวนการผลิตของโครงแผ่นธาตุโมเดล C

เวลาการเก็บ ข้อมูล	วันที่	ค่า \bar{X}		ค่า C_{pk}	
		เครื่องจักรที่ 5	เครื่องจักรที่ 6	เครื่องจักรที่ 5	เครื่องจักรที่ 6
ช่วงที่ 1	24 - 26 ธ.ค. 61	90.793	89.267	3.94	4.86
ช่วงที่ 2	21 ม.ค. 62	91.671	90.433	1.40	2.35
	22 ม.ค. 62	90.600	90.914	4.92	2.87
	23 ม.ค. 62	90.544	90.938	4.15	4.52
	24 ม.ค. 62	90.008	91.679	2.00	1.03
	25 ม.ค. 62	86.981	90.179	5.11	3.66
ช่วงที่ 3	11 ก.พ. 62	91.538	90.464	2.03	3.17
	12 ก.พ. 62	90.731	91.499	8.30	7.97
	18 ก.พ. 62	91.316	92.270	3.86	1.38
	20 ก.พ. 62	91.460	90.850	5.18	6.59
	1 เม.ย. 62	90.943	91.284	3.37	2.63
	2 เม.ย. 62	90.910	90.950	4.10	3.24
	3 เม.ย. 62	91.417	91.392	2.34	2.18
	4 เม.ย. 62	90.680	91.170	4.30	3.84
	5 เม.ย. 62	90.471	90.994	9.01	6.08
ค่าเฉลี่ยของกระบวนการผลิต		90.670	90.952	-	-

จากตารางที่ 4.15 จะเห็นว่า กระบวนการผลิตของโครงแผ่นธาตุโมเดล C ที่ผลิตจากเครื่องจักรที่ 5 และ 6 จะให้ค่า C_{pk} ที่มากกว่า 1.33 แต่เมื่อมาพิจารณาในค่าเฉลี่ยของกระบวนการผลิตจะพบว่า น้ำหนักเฉลี่ยของโครงแผ่นธาตุโมเดล C ของเครื่องจักรที่ 5 มีค่า 90.670 กรัม และเครื่องจักรที่ 6 มีค่า 90.952 กรัม ดังนั้น เครื่องจักรที่ 5 ถือว่ามีประสิทธิภาพที่ดีกว่าเครื่องจักรที่ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การทำปัญหาพิเศษครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาการควบคุมคุณภาพการผลิตโครงแผ่นธาตุสำหรับแบตเตอรี่รถยนต์ ของบริษัทแห่งหนึ่ง จากการเก็บข้อมูลน้ำหนักของโครงแผ่นธาตุมาทั้งหมด 3 โมเดลๆ ละ 2 เครื่องจักร ได้แก่ โมเดล A โมเดล B และ โมเดล C มีรายละเอียดดังนี้

- โครงแผ่นธาตุโมเดล A ได้ทำการเก็บข้อมูลจากเครื่องจักรที่ 1 และ 2
- โครงแผ่นธาตุโมเดล B ได้ทำการเก็บข้อมูลจากเครื่องจักรที่ 3 และ 4
- โครงแผ่นธาตุโมเดล C ได้ทำการเก็บข้อมูลจากเครื่องจักรที่ 5 และ 6

สำหรับข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์จะแบ่งออกเป็น 3 ช่วง คือช่วงที่ 1 ซึ่งรวบรวมข้อมูลในวันที่ 24 ถึง 26 เดือนธันวาคม พ.ศ.2561 วิเคราะห์ข้อมูลด้วยแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ช่วงที่ 2 รวบรวมข้อมูลในวันที่ 21 ถึง 25 เดือนมกราคม พ.ศ.2562 วิเคราะห์ข้อมูลด้วยแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย และช่วงที่ 3 รวบรวมข้อมูลในวันที่ 11 , 12 , 18 , 20 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2562 และวันที่ 1 ถึง 5 เมษายน พ.ศ.2562 วิเคราะห์ข้อมูลด้วยแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย สามารถสรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของน้ำหนักโครงแผ่นธาตุโมเดล A

ทางบริษัทได้กำหนดค่าขีดจำกัดข้อกำหนดหรือค่ามาตรฐานของน้ำหนักโครงแผ่นธาตุโมเดล A ไว้ที่ 87 – 97 กรัม เมื่อนำข้อมูลทั้ง 3 ช่วงที่เก็บจากเครื่องจักรที่ 1 และ 2 มาวิเคราะห์ ผลปรากฏว่า กระบวนการผลิตโครงแผ่นธาตุโมเดล A ของเครื่องจักรที่ 1 และ 2 ยังไม่สามารถควบคุมให้อยู่ในขีดจำกัดควบคุมคุณภาพได้ แต่ค่าสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่ามากกว่า 1.33 แสดงให้เห็นว่า กระบวนการผลิตแม้จะยังไม่สามารถควบคุมให้อยู่ในขีดจำกัดควบคุมคุณภาพได้ก็ตาม แต่โครงแผ่นธาตุโมเดล A ที่บริษัทผลิตได้ทั้งหมดยังอยู่ในช่วง 87 – 97 กรัม

เมื่อทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการผลิตของเครื่องจักรที่ 1 และ 2 โดยอาศัยค่าเฉลี่ยของกระบวนการผลิตจะพบว่า น้ำหนักเฉลี่ยของโครงแผ่นธาตุโมเดล A ของเครื่องจักรที่ 1 มีค่า 92.667 กรัม และเครื่องจักรที่ 2 มีค่า 93.445 กรัม ดังนั้น เครื่องจักรที่ 1 ถือว่ามีประสิทธิภาพที่ดีกว่าเครื่องจักรที่ 2

5.1.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของน้ำหนักโครงแผ่นธาตุโมเดล B

ทางบริษัทได้กำหนดค่าขีดจำกัดข้อกำหนดหรือค่ามาตรฐานของน้ำหนักโครงแผ่นธาตุโมเดล B ไว้ที่ 105 – 115 กรัม เมื่อนำข้อมูลทั้ง 3 ช่วงที่เก็บจากเครื่องจักรที่ 3 และ 4 มาวิเคราะห์

ผลปรากฏว่า กระบวนการผลิตโครงแผ่นธาตุโมเดล B ของเครื่องจักรที่ 3 และ 4 ยังไม่สามารถควบคุมให้อยู่ในขีดจำกัดควบคุมคุณภาพได้ แต่ค่าสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่ามากกว่า 1.33 แสดงให้เห็นว่า กระบวนการผลิตแม้จะยังไม่สามารถควบคุมให้อยู่ในขีดจำกัดควบคุมคุณภาพได้ก็ตาม แต่โครงแผ่นธาตุโมเดล B ที่บริษัทผลิตได้ทั้งหมดยังอยู่ในช่วง 105 – 115 กรัม

เมื่อทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการผลิตของเครื่องจักรที่ 3 และ 4 โดยอาศัยค่าเฉลี่ยของกระบวนการผลิตจะพบว่า น้ำหนักเฉลี่ยของโครงแผ่นธาตุโมเดล B ของเครื่องจักรที่ 3 มีค่า 110.328 กรัม และเครื่องจักรที่ 4 มีค่า 112.014 กรัม ดังนั้น เครื่องจักรที่ 3 ถือว่ามีประสิทธิภาพที่ดีกว่าเครื่องจักรที่ 4

5.1.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของน้ำหนักโครงแผ่นธาตุโมเดล C

ทางบริษัทได้กำหนดค่าขีดจำกัดข้อกำหนดหรือค่ามาตรฐานของน้ำหนักโครงแผ่นธาตุโมเดล C ไว้ที่ 83 – 93 กรัม เมื่อนำข้อมูลทั้ง 3 ช่วงที่เก็บจากเครื่องจักรที่ 5 และ 6 มาวิเคราะห์ ผลปรากฏว่า กระบวนการผลิตโครงแผ่นธาตุโมเดล C ของเครื่องจักรที่ 5 และ 6 ยังไม่สามารถควบคุมให้อยู่ในขีดจำกัดควบคุมคุณภาพได้ แต่ค่าสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่ามากกว่า 1.33 แสดงให้เห็นว่า กระบวนการผลิตแม้จะยังไม่สามารถควบคุมให้อยู่ในขีดจำกัดควบคุมคุณภาพได้ก็ตาม แต่โครงแผ่นธาตุโมเดล C ที่บริษัทผลิตได้ทั้งหมดยังอยู่ในช่วง 83 – 93 กรัม

เมื่อทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการผลิตของเครื่องจักรที่ 5 และ 6 โดยอาศัยค่าเฉลี่ยของกระบวนการผลิตจะพบว่า น้ำหนักเฉลี่ยของโครงแผ่นธาตุโมเดล C ของเครื่องจักรที่ 5 มีค่า 90.674 กรัม และเครื่องจักรที่ 6 มีค่า 90.952 กรัม ดังนั้น เครื่องจักรที่ 5 ถือว่ามีประสิทธิภาพที่ดีกว่าเครื่องจักรที่ 6

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ ได้ทำการเก็บข้อมูลเป็น 3 ช่วง คือ ช่วงที่ 1 เก็บข้อมูลระหว่างวันที่ 24 – 26 ธันวาคม พ.ศ. 2561 ช่วงที่ 2 เก็บข้อมูลระหว่างวันที่ 21 – 25 มกราคม พ.ศ. 2562 และช่วงที่ 3 เก็บข้อมูลระหว่างวันที่ 11 , 12 , 18 , 20 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2562 และวันที่ 1 ถึง 5 เมษายน พ.ศ.2562 จะเห็นว่า การเก็บข้อมูลช่วงที่ 3 มีการเก็บข้อมูลที่ไม่ต่อเนื่องกัน เนื่องจากในการเก็บข้อมูลเพื่อจัดการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ ประสบกับข้อจำกัดด้านเวลาและการเข้าถึงหน่วยงานที่จะทำการเก็บข้อมูลในบางช่วงระยะเวลา จึงทำให้ไม่สามารถเก็บข้อมูลได้ในช่วงวันที่ต่อเนื่องกัน คณะผู้วิจัยเห็นควรว่าหากเป็นไปได้ควรเก็บข้อมูลให้อยู่ในช่วงเวลาติดต่อกัน เดือนเดียวกัน และควรเก็บข้อมูลต่อเนื่องกัน จะทำให้ผลวิเคราะห์มีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

5.2.2 กระบวนการผลิตโครงแผ่นธาตุของบริษัทยังไม่สามารถควบคุมให้อยู่ในขีดจำกัดควบคุมคุณภาพได้ เนื่องจากการกระจายของข้อมูลน้อยมาก ถึงแม้ว่ากระบวนการผลิตโครงแผ่นธาตุของบริษัทยังไม่สามารถควบคุมให้อยู่ในขีดจำกัดควบคุมคุณภาพได้ แต่สินค้าของบริษัทก็ยังสามารถจำหน่ายได้ เนื่องจากน้ำหนักของโครงแผ่นธาตุยังอยู่ในมาตรฐานที่บริษัทกำหนด เพื่อป้องกันปัญหาที่ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการแก้ไข

อาจจะเกิดขึ้นในอนาคต จึงควรนำเอาแผนภูมิควบคุมคุณภาพมาใช้ในการควบคุมกระบวนการผลิต และต้องพยายามหาสาเหตุของจุดที่ตกนอกขอบเขตควบคุมคุณภาพให้ได้

5.2.3 ในการเก็บข้อมูลเพื่อใช้ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ จะพบว่า ข้อมูลของบริษัทจะมีการกระจายของข้อมูลน้อยมาก ดังนั้น ในการนำเอาแผนภูมิควบคุมคุณภาพมาใช้ บริษัทสามารถทำการเก็บข้อมูลในแต่ละกลุ่ม ด้วยขนาด 1, 2 หรือ 3 เพื่อเป็นการประหยัดในด้านเวลาและค่าใช้จ่าย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- กมลลักษณ์ ชูยลัมโรง และคณะ. 2559. การควบคุมคุณภาพน้ำหนักปูนซีเมนต์ของโรงงานแห่งหนึ่ง. ปัญหาพิเศษ ภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- กัญญาภาศ ชีรปภรณ์ และคณะ. 2553. การควบคุมคุณภาพสลักเกลียวของบริษัทอินเตอร์อินดัสทรี จำกัด. ปัญหาพิเศษ ภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- กิตติศักดิ์ พลอยพาวณิชเจริญ. 2550. หลักการการควบคุมคุณภาพ. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- เกษม พิพัฒน์ปัญญานุกูล. 2557. การควบคุมคุณภาพ. กรุงเทพฯ : ท้อป.
- ภรณ์ทิพย์ เอี่ยมประภัสสร และคณะ. 2554. การควบคุมคุณภาพการผลิตแร่ช่องไฟอบสังกะสีของห้างหุ้นส่วน จำกัด ยูตี โลหะกิจ. ปัญหาพิเศษ ภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ชลนิชา แสนคำ และคณะ. 2557. การควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ยาเม็ด บริษัทยูนิซัน จำกัด. ปัญหาพิเศษ ภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ศุภชัย นาทะพันธ์. 2551. การควบคุมคุณภาพ. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- สายชล สินสมบุญทอง. 2554. การควบคุมคุณภาพเชิงสถิติและวิศวกรรม. กรุงเทพฯ : จามจุรีโปรดักส์.
- สายชล สินสมบุญทอง. 2559. การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Minitab for Windows. กรุงเทพฯ : จามจุรีโปรดักส์.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก ตารางแสดงค่าตัวประกอบสำหรับการคำนวณขีดจำกัด

Table of Control Chart Constants

n	d_2	d_3	C_4	\bar{X} and R Charts			\bar{X} and S Charts		
				A_2	D_3	D_4	A_3	B_3	B_4
2	1.128	0.8525	0.7979	1.880	—	3.267	2.659	—	3.267
3	1.693	0.8884	0.8862	1.023	—	2.574	1.954	—	2.568
4	2.059	0.8798	0.9213	0.729	—	2.282	1.628	—	2.266
5	2.326	0.8798	0.9400	0.577	—	2.114	1.427	—	2.089
6	2.534	0.8480	0.9515	0.483	—	2.004	1.287	0.030	1.970
7	2.704	0.8332	0.9594	0.419	0.076	1.924	1.182	0.118	1.882
8	2.847	0.8198	0.9650	0.373	0.136	1.864	1.099	0.185	1.815
9	2.970	0.8078	0.9693	0.337	0.184	1.816	1.032	0.239	1.761
10	3.078	0.7971	0.9727	0.308	0.223	1.777	0.975	0.284	1.716
11	3.173	0.7873	0.9754	0.285	0.256	1.744	0.927	0.321	1.679
12	3.258	0.7785	0.9776	0.266	0.283	1.717	0.886	0.354	1.646
13	3.336	0.7704	0.9794	0.249	0.307	1.693	0.850	0.382	1.618
14	3.407	0.7630	0.9810	0.235	0.328	1.672	0.817	0.406	1.594
15	3.472	0.7562	0.9823	0.223	0.347	1.653	0.789	0.428	1.572
16	3.532	0.7499	0.9835	0.212	0.363	1.637	0.763	0.448	1.552
17	3.588	0.7441	0.9845	0.203	0.378	1.622	0.739	0.466	1.534
18	3.640	0.7386	0.9854	0.194	0.391	1.607	0.718	0.482	1.518
19	3.689	0.7335	0.9862	0.187	0.403	1.597	0.698	0.497	1.503
20	3.735	0.7287	0.9869	0.180	0.415	1.585	0.680	0.510	1.490
21	3.778	0.7272	0.9876	0.173	0.425	1.575	0.663	0.523	1.477
22	3.819	0.7199	0.9882	0.167	0.434	1.566	0.647	0.534	1.466
23	3.858	0.1759	0.9887	0.162	0.443	1.557	0.633	0.545	1.455
24	3.895	0.7121	0.9892	0.157	0.451	1.548	0.619	0.555	1.445
25	3.931	0.7084	0.9896	0.153	0.459	1.541	0.606	0.565	1.435

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข ตารางแสดงพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐาน

Standard Normal Probabilities

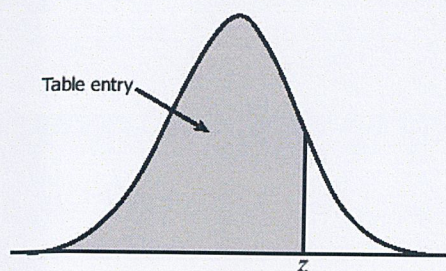


Table entry for z is the area under the standard normal curve to the left of z .

z	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
0.0	.5000	.5040	.5080	.5120	.5160	.5199	.5239	.5279	.5319	.5359
0.1	.5398	.5438	.5478	.5517	.5557	.5596	.5636	.5675	.5714	.5753
0.2	.5793	.5832	.5871	.5910	.5948	.5987	.6026	.6064	.6103	.6141
0.3	.6179	.6217	.6255	.6293	.6331	.6368	.6406	.6443	.6480	.6517
0.4	.6554	.6591	.6628	.6664	.6700	.6736	.6772	.6808	.6844	.6879
0.5	.6915	.6950	.6985	.7019	.7054	.7088	.7123	.7157	.7190	.7224
0.6	.7257	.7291	.7324	.7357	.7389	.7422	.7454	.7486	.7517	.7549
0.7	.7580	.7611	.7642	.7673	.7704	.7734	.7764	.7794	.7823	.7852
0.8	.7881	.7910	.7939	.7967	.7995	.8023	.8051	.8078	.8106	.8133
0.9	.8159	.8186	.8212	.8238	.8264	.8289	.8315	.8340	.8365	.8389
1.0	.8413	.8438	.8461	.8485	.8508	.8531	.8554	.8577	.8599	.8621
1.1	.8643	.8665	.8686	.8708	.8729	.8749	.8770	.8790	.8810	.8830
1.2	.8849	.8869	.8888	.8907	.8925	.8944	.8962	.8980	.8997	.9015
1.3	.9032	.9049	.9066	.9082	.9099	.9115	.9131	.9147	.9162	.9177
1.4	.9192	.9207	.9222	.9236	.9251	.9265	.9279	.9292	.9306	.9319
1.5	.9332	.9345	.9357	.9370	.9382	.9394	.9406	.9418	.9429	.9441
1.6	.9452	.9463	.9474	.9484	.9495	.9505	.9515	.9525	.9535	.9545
1.7	.9554	.9564	.9573	.9582	.9591	.9599	.9608	.9616	.9625	.9633
1.8	.9641	.9649	.9656	.9664	.9671	.9678	.9686	.9693	.9699	.9706
1.9	.9713	.9719	.9726	.9732	.9738	.9744	.9750	.9756	.9761	.9767
2.0	.9772	.9778	.9783	.9788	.9793	.9798	.9803	.9808	.9812	.9817
2.1	.9821	.9826	.9830	.9834	.9838	.9842	.9846	.9850	.9854	.9857
2.2	.9861	.9864	.9868	.9871	.9875	.9878	.9881	.9884	.9887	.9890
2.3	.9893	.9896	.9898	.9901	.9904	.9906	.9909	.9911	.9913	.9916
2.4	.9918	.9920	.9922	.9925	.9927	.9929	.9931	.9932	.9934	.9936
2.5	.9938	.9940	.9941	.9943	.9945	.9946	.9948	.9949	.9951	.9952
2.6	.9953	.9955	.9956	.9957	.9959	.9960	.9961	.9962	.9963	.9964
2.7	.9965	.9966	.9967	.9968	.9969	.9970	.9971	.9972	.9973	.9974
2.8	.9974	.9975	.9976	.9977	.9977	.9978	.9979	.9979	.9980	.9981
2.9	.9981	.9982	.9982	.9983	.9984	.9984	.9985	.9985	.9986	.9986
3.0	.9987	.9987	.9987	.9988	.9988	.9989	.9989	.9989	.9990	.9990
3.1	.9990	.9991	.9991	.9991	.9992	.9992	.9992	.9992	.9993	.9993
3.2	.9993	.9993	.9994	.9994	.9994	.9994	.9994	.9995	.9995	.9995
3.3	.9995	.9995	.9995	.9996	.9996	.9996	.9996	.9996	.9996	.9997
3.4	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9998

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข ตารางแสดงพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐาน (ต่อ)

Standard Normal Probabilities

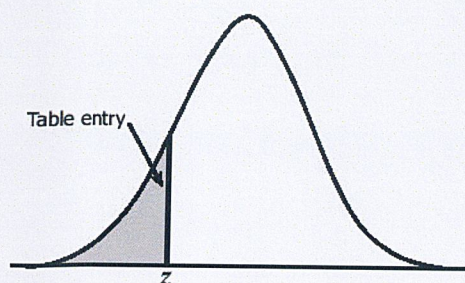


Table entry for z is the area under the standard normal curve to the left of z .

z	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
-3.4	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0002
-3.3	.0005	.0005	.0005	.0004	.0004	.0004	.0004	.0004	.0004	.0003
-3.2	.0007	.0007	.0006	.0006	.0006	.0006	.0006	.0005	.0005	.0005
-3.1	.0010	.0009	.0009	.0009	.0008	.0008	.0008	.0008	.0007	.0007
-3.0	.0013	.0013	.0013	.0012	.0012	.0011	.0011	.0011	.0010	.0010
-2.9	.0019	.0018	.0018	.0017	.0016	.0016	.0015	.0015	.0014	.0014
-2.8	.0026	.0025	.0024	.0023	.0023	.0022	.0021	.0021	.0020	.0019
-2.7	.0035	.0034	.0033	.0032	.0031	.0030	.0029	.0028	.0027	.0026
-2.6	.0047	.0045	.0044	.0043	.0041	.0040	.0039	.0038	.0037	.0036
-2.5	.0062	.0060	.0059	.0057	.0055	.0054	.0052	.0051	.0049	.0048
-2.4	.0082	.0080	.0078	.0075	.0073	.0071	.0069	.0068	.0066	.0064
-2.3	.0107	.0104	.0102	.0099	.0096	.0094	.0091	.0089	.0087	.0084
-2.2	.0139	.0136	.0132	.0129	.0125	.0122	.0119	.0116	.0113	.0110
-2.1	.0179	.0174	.0170	.0166	.0162	.0158	.0154	.0150	.0146	.0143
-2.0	.0228	.0222	.0217	.0212	.0207	.0202	.0197	.0192	.0188	.0183
-1.9	.0287	.0281	.0274	.0268	.0262	.0256	.0250	.0244	.0239	.0233
-1.8	.0359	.0351	.0344	.0336	.0329	.0322	.0314	.0307	.0301	.0294
-1.7	.0446	.0436	.0427	.0418	.0409	.0401	.0392	.0384	.0375	.0367
-1.6	.0548	.0537	.0526	.0516	.0505	.0495	.0485	.0475	.0465	.0455
-1.5	.0668	.0655	.0643	.0630	.0618	.0606	.0594	.0582	.0571	.0559
-1.4	.0808	.0793	.0778	.0764	.0749	.0735	.0721	.0708	.0694	.0681
-1.3	.0968	.0951	.0934	.0918	.0901	.0885	.0869	.0853	.0838	.0823
-1.2	.1151	.1131	.1112	.1093	.1075	.1056	.1038	.1020	.1003	.0985
-1.1	.1357	.1335	.1314	.1292	.1271	.1251	.1230	.1210	.1190	.1170
-1.0	.1587	.1562	.1539	.1515	.1492	.1469	.1446	.1423	.1401	.1379
-0.9	.1841	.1814	.1788	.1762	.1736	.1711	.1685	.1660	.1635	.1611
-0.8	.2119	.2090	.2061	.2033	.2005	.1977	.1949	.1922	.1894	.1867
-0.7	.2420	.2389	.2358	.2327	.2296	.2266	.2236	.2206	.2177	.2148
-0.6	.2743	.2709	.2676	.2643	.2611	.2578	.2546	.2514	.2483	.2451
-0.5	.3085	.3050	.3015	.2981	.2946	.2912	.2877	.2843	.2810	.2776
-0.4	.3446	.3409	.3372	.3336	.3300	.3264	.3228	.3192	.3156	.3121
-0.3	.3821	.3783	.3745	.3707	.3669	.3632	.3594	.3557	.3520	.3483
-0.2	.4207	.4168	.4129	.4090	.4052	.4013	.3974	.3936	.3897	.3859
-0.1	.4602	.4562	.4522	.4483	.4443	.4404	.4364	.4325	.4286	.4247
-0.0	.5000	.4960	.4920	.4880	.4840	.4801	.4761	.4721	.4681	.4641

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้