สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การควบคุมคุณภาพสลักเกลียว ของบริษัท อินเตอร์ อินดักชั่น จำกัด

THE PRODUCTION QUALITY CONTROL OF BOLT FROM INTER INDUCTIONS CO., LTD.

T117262

กัญญามาศ ธีรปกรณ์
ธัญลักษณ์ สวัสดีพุทรา
ปิยะพงษ์ มีพร้อม
ศิริวงศ์ ธราอัมพวัน

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
เลขทะเบียน 117262
วัน,เดือน,ปี 19 ก.ค. 2554

b 12338122
i

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาสถิติประยุกต์
คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

THE PRODUCTION QUALITY CONTROL
OF BOLT FROM INTER INDUCTIONS CO., LTD.

KANYAMAS TERAPAKORN

THUNYALUK SAWASDEEPUTSA

PIYAPONG MEEPROM

SIRIWONG THARAUMPAWAN

A SPECIAL PROBLEM SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIRMENT FOR THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE

IN APPLIED STATISTICS

FACULTY OF SCIENCE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2010

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ การควบคุมคุณภาพสลักเกลียวของบริษัท อินเตอร์ อินดักชั่น จำกัด
THE PRODUCTION QUALITY CONTROL OF BOLT FROM INTER INDUCTIONS CO., LTD.

ชื่อนักศึกษา กัญญามาศ ธีรปกรณ์
ธัญลักษณ์ สวัสดีพุทรา
ปิยะพงษ์ มีพร้อม
ศิริวงศ์ ธราอัมพวัน

ปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชา สถิติประยุกต์

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ชูใจ คูหารัตนไชย

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาสถิติประยุกต์ ประจำปีการศึกษา 2553

คณะกรรมการ	ลายมือชื่อ
ผศ.ชูใจ คูหารัตนไชย	
รศ.อุมาพร จันทศร	
ดร.ชานินทร์ ศรีสุวรรณนภา	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ การควบคุมคุณภาพสลักเกลียวของบริษัท อินเตอร์ อินดักชั่น จำกัด
THE PRODUCTION QUALITY CONTROL OF BOLT FROM INTER INDUCTIONS CO., LTD.

ชื่อนักศึกษา กัญญามาศ ธีรปกรณ์
ธัญลักษณ์ สวัสดีพุทรา
ปิยะพงษ์ มีพร้อม
ศิริวงศ์ ธราอัมพวัน

ปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชา สถิติประยุกต์

ปีการศึกษา 2553

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ชูใจ คูหารัตนไชย

บทคัดย่อ

ในปัญหาพิเศษครั้งนี้ ได้ทำการศึกษาการควบคุมคุณภาพสลักเกลียวของบริษัท อินเตอร์ อินดักชั่น จำกัด โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการผลิตสลักเกลียว และการควบคุมคุณภาพโดยอาศัยทฤษฎีทางสถิติที่เหมาะสมกับการควบคุมสลักเกลียวจำนวน 6 แบบ โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลของสลักเกลียว 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนของการกลึงลดขนาด และขั้นตอนของการเจาะรู ซึ่งทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2553 ถึง เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2553 แล้วนำข้อมูลที่ได้มาสร้างแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย($\overline{X}$-chart) แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย(R-chart) พร้อมทั้งหาค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต(C_{pk})และค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด โดยนำโปรแกรมสำเร็จรูป MINITAB 14 มาช่วยในการประมวณผล

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 จากแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัยทั้งในขั้นตอนของการกลึงลดขนาดและการเจาะรู มีความผันแปรเกิดขึ้นในระหว่างการผลิตน้อย และค่า C_{pk} ส่วนใหญ่มีค่ามากกว่า 1 แต่มีจำนวนของเสียเกิดขึ้นในขั้นตอนของการกลึงลดขนาด จึงควรทำการปรับปรุงกระบวนการผลิต และหาสาเหตุของการเกิดจำนวนของเสียในขั้นตอนของการกลึงลดขนาด เพื่อให้กระบวนการผลิตของสลักเกลียวแบบที่ 3 อยู่ในลักษณะที่ยอมรับได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special Project Title	THE PRODUCTION QUALITY CONTROL OF BOLT FROM INTER INDUCTIONS CO., LTD.
Name	Kanyamas Terapakorn
	Thunyaluk Sawasdeeputsa
	Piyapong Meeprom
	Siriwong Tharaumpawan
Department	Applied Statistics Faculty of Science
Program	Applied Statistics
Academic Year	2010
Special Project Advisor	Prof. Asst. Choojai Kuharatanachai

ABSTRACT

In this special problem, the research is quality control of INTER INDUCTION CO.,LTD.'s bolt. The objective of this research is to study the production process of bolt and the quality control by means of suitable statistical theory to control the quality of bolt which there are six forms. The data analysis of two procedures bolt are size reduction of turning with a lathe process and perforation process. The data were collected from October, 2010 to November, 2010 for analysis. Then use the data to make an average control chart ($\overline{X}$-chart), rang control chart (R-chart) also the index's capacity evaluation of production process and the percentage that out of data control and also using the MINITAB version 14 to support this analysis.

The result of analysis found that, form no.1, 2, 4, 5 and 6 according to average control chart and rang control chart, both production process had less alteration during production process. The majority value of C_{pk} had above one and a number of waste product had minimally, so these five forms of bolt's production process were acceptable. For the Form no. 3 of bolt according to average control chart and rang control chart, both production process had less alteration during production process, value of C_{pk} had above one but it had a number of waste product that occurred in the size reduction of turning with a lathe process. Therefore need to improve this production process and find the cause of waste product in the process of turning with a lathe, in order to this production form no. 3 to be acceptable.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษฉบับนี้จะสำเร็จลุล่วงลงได้ โดยได้รับความกรุณาจาก ผศ. ชูใจ คูหารัตนไชย ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ซึ่งให้คำแนะนำ คำปรึกษา เอื้อเฟื้อเอกสารต่างๆ ตลอดจนความช่วยเหลือในการตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ เป็นอย่างดีมาโดยตลอด จึงขอกราบขอบพระคุณด้วยความเคารพเป็นอย่างสูง ไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอขอบพระคุณ รศ.อุมาพร จันทศร และ ดร. ชานินทร์ ศรีสุวรรณนภา ซึ่งให้คำแนะนำตลอดจนตรวจสอบและแก้ไขเพิ่มเติม ทำให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ คุณวรรวี เลิศชยานันท์ คุณสิทธิชัย เลิศชยานันท์ และพี่ๆ ที่บริษัทอินเตอร์อินดักชั่น จำกัดทุกคน ที่ให้ความสะดวก และให้คำปรึกษาในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมคุณภาพที่จะนำมาใช้ในการศึกษาในการผลิต และการควบคุมคุณภาพของสลักเกลียว ตลอดจนให้ความอนุเคราะห์ที่ให้ทางผู้จัดทำไปศึกษาดูงาน

ขอขอบพระคุณ ท่านอาจารย์ภาควิชาสถิติประยุกต์ทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชา พร้อมทั้งให้คำแนะนำต่างๆ และขอขอบพระคุณ คุณอัจฉรา แผ้วบาง เจ้าหน้าที่ภาควิชาสถิติประยุกต์ ที่อำนวยความสะดวก และช่วยเหลือในเรื่องต่างๆ ตลอดระยะเวลาที่ได้ทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้

สุดท้ายนี้ ขอขอบพระคุณ คุณพ่อและคุณแม่ ที่เป็นกำลังใจให้ และขอบคุณเพื่อนๆทุกคนที่ให้คำปรึกษาและช่วยเหลือชี้แนะแนวทาง ในการทำงานมาโดยตลอด จนปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

กัญญามาศ ธีรปกรณ์
ธัญลักษณ์ สวัสดีพุทรา
ปิยะพงษ์ มีพร้อม
ศิริวงศ์ ธราอัมพวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อปัญหาพิเศษภาษาไทย	ก
บทคัดย่อปัญหาพิเศษภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ซ
สารบัญรูป	ฌ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญของปัญหา	1
1.2 ประวัติของบริษัท อินเตอร์ อินดักชั่นส์ จำกัด	1
1.3 วัตถุประสงค์ที่ศึกษา	2
1.4 ขอบเขตของงานวิจัย	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ทฤษฎีทางสถิติที่เกี่ยวข้อง	5
2.1.1 แผนภูมิควบคุมคุณภาพ	5
2.1.1.1 ขั้นตอนการสร้างแผนภูมิควบคุม	6
2.1.1.2 ลักษณะของแผนภูมิควบคุม	6
2.1.1.3 ความสำคัญของแผนภูมิควบคุม	9
2.1.2 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$-chart) และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย (R-chart)	10
2.1.3 การปรับปรุงแผนภูมิควบคุม	13
2.1.4 สมรรถนะของกระบวนการ	14
2.1.5 การคำนวณหาร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด	18
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	19
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน	
3.1 แหล่งที่มาของข้อมูล	22
3.2 ขั้นตอนการผลิต	33
3.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน	35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.4 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล 35

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของสลักเกลียวแบบที่ 1 36

4.1.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนการกลึงลดขนาดแบบที่ 1 ในจุดที่ 1 37

4.1.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนการกลึงลดขนาดแบบที่ 1 ในจุดที่ 2 38

4.1.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนการกลึงลดขนาดแบบที่ 1 ในจุดที่ 3 39

4.1.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนการเจาะรูแบบที่ 1 ในจุดที่ 1 40

4.1.5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนการเจาะรูแบบที่ 1 ในจุดที่ 2 41

4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพของสลักเกลียวแบบที่ 2 43

4.2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนการกลึงลดขนาดแบบที่ 2 ในจุดที่ 1 44

4.2.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนการกลึงลดขนาดแบบที่ 2 ในจุดที่ 2 45

4.2.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนการกลึงลดขนาดแบบที่ 2 ในจุดที่ 3 46

4.2.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนการเจาะรูแบบที่ 2 ในจุดที่ 1 47

4.2.5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนการเจาะรูแบบที่ 2 ในจุดที่ 2 48

4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพของสลักเกลียวแบบที่ 3 50

4.3.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนการกลึงลดขนาดแบบที่ 3 ในจุดที่ 1 51

4.3.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนการกลึงลดขนาดแบบที่ 3 ในจุดที่ 2 52

4.3.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนการกลึงลดขนาดแบบที่ 3 ในจุดที่ 3 53

4.3.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนการเจาะรูแบบที่ 3 ในจุดที่ 1 54

4.3.5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนการเจาะรูแบบที่ 3 ในจุดที่ 2 55

4.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพของสลักเกลียวแบบที่ 4 57

4.4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนการกลึงลดขนาดแบบที่ 4 ในจุดที่ 1 58

4.4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนการกลึงลดขนาดแบบที่ 4 ในจุดที่ 2 59

4.4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนการกลึงลดขนาดแบบที่ 4 ในจุดที่ 3 60

4.4.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนการเจาะรูแบบที่ 4 ในจุดที่ 1 61

4.4.5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนการเจาะรูแบบที่ 4 ในจุดที่ 2 62

4.5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพของสลักเกลียวแบบที่ 5 64

4.5.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนการกลึงลดขนาดแบบที่ 5 ในจุดที่ 1 65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.5.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนการกลึงลดขนาดแบบที่ 5 ในจุดที่ 2 66
4.5.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนการกลึงลดขนาดแบบที่ 5 ในจุดที่ 3 67
4.5.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนการเจาะรูแบบที่ 5 ในจุดที่ 1 68
4.5.5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนการเจาะรูแบบที่ 5 ในจุดที่ 2 69
4.6 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพของสลักเกลียวแบบที่ 6 71
4.6.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนการกลึงลดขนาดแบบที่ 6 ในจุดที่ 1 72
4.6.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนการกลึงลดขนาดแบบที่ 6 ในจุดที่ 2 73
4.6.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนการกลึงลดขนาดแบบที่ 6 ในจุดที่ 3 74
4.6.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนการเจาะรูแบบที่ 6 ในจุดที่ 1 75
4.6.5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนการเจาะรูแบบที่ 6 ในจุดที่ 2 76

บทที่ 5 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ
5.1 การควบคุมคุณภาพของสลักเกลียวแบบที่ 1 78
5.1.1 ขั้นตอนการกลึงลดขนาด 78
5.1.2 ขั้นตอนการเจาะรู 78
5.2 การควบคุมคุณภาพของสลักเกลียวแบบที่ 2 78
5.2.1 ขั้นตอนการกลึงลดขนาด 78
5.2.2 ขั้นตอนการเจาะรู 78
5.3 การควบคุมคุณภาพของสลักเกลียวแบบที่ 3 79
5.3.1 ขั้นตอนการกลึงลดขนาด 79
5.3.2 ขั้นตอนการเจาะรู 79
5.4 การควบคุมคุณภาพของสลักเกลียวแบบที่ 4 79
5.4.1 ขั้นตอนการกลึงลดขนาด 79
5.4.2 ขั้นตอนการเจาะรู 80
5.5 การควบคุมคุณภาพของสลักเกลียวแบบที่ 5 80
5.5.1 ขั้นตอนการกลึงลดขนาด 80
5.5.2 ขั้นตอนการเจาะรู 80
5.6 การควบคุมคุณภาพของสลักเกลียวแบบที่ 6 80
5.6.1 ขั้นตอนการกลึงลดขนาด 80
5.6.2 ขั้นตอนการเจาะรู 81

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

5.7 ข้อเสนอแนะ 81

บรรณานุกรม 82

ภาคผนวก

ตาราง ก แสดงค่าตัวประกอบสำหรับการคำนวณขีดจำกัดควบคุม 84

ตาราง ข พื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐาน 85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
4.1	ค่าขีดจำกัดควบคุมบนและล่างที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของสลักเกลียวแบบที่ 1	36
4.2	ลักษณะการควบคุมคุณภาพของสลักเกลียวแบบที่ 1 พร้อมทั้งค่าพิกัดควบคุมของแผนภูมิค่าเฉลี่ย แผนภูมิค่าพิสัย ค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) และร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด	42
4.3	ค่าขีดจำกัดควบคุมบนและล่างที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของสลักเกลียวแบบที่ 2	43
4.4	ลักษณะการควบคุมคุณภาพของสลักเกลียวแบบที่ 2 พร้อมทั้งค่าพิกัดควบคุมของแผนภูมิค่าเฉลี่ย แผนภูมิค่าพิสัย ค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) และร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด	49
4.5	ค่าขีดจำกัดควบคุมบนและล่างที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของสลักเกลียวแบบที่ 3	50
4.6	ลักษณะการควบคุมคุณภาพของสลักเกลียวแบบที่ 3 พร้อมทั้งค่าพิกัดควบคุมของแผนภูมิค่าเฉลี่ย แผนภูมิค่าพิสัย ค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) และร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด	56
4.7	ค่าขีดจำกัดควบคุมบนและล่างที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของสลักเกลียวแบบที่ 4	57
4.8	ลักษณะการควบคุมคุณภาพของสลักเกลียวแบบที่ 4 พร้อมทั้งค่าพิกัดควบคุมของแผนภูมิค่าเฉลี่ย แผนภูมิค่าพิสัย ค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) และร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด	63
4.9	ค่าขีดจำกัดควบคุมบนและล่างที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของสลักเกลียวแบบที่ 5	65
4.10	ลักษณะการควบคุมคุณภาพของสลักเกลียวแบบที่ 5 พร้อมทั้งค่าพิกัดควบคุมของแผนภูมิค่าเฉลี่ย แผนภูมิค่าพิสัย ค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) และร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด	70
4.11	ค่าขีดจำกัดควบคุมบนและล่างที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของสลักเกลียวแบบที่ 6	71
4.12	ลักษณะการควบคุมคุณภาพของสลักเกลียวแบบที่ 6 พร้อมทั้งค่าพิกัดควบคุมของแผนภูมิค่าเฉลี่ย แผนภูมิค่าพิสัย ค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) และร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด	77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1.1 เวอร์เนียคาลิปเปอร์แบบดิจิตอล (Digital Vernier Caliper)	4
1.2 เวอร์เนียคาลิปเปอร์แบบสแกล	4
2.1 แผนภูมิควบคุมคุณภาพที่มีกระบวนการผลิตอยู่ภายใต้การควบคุม	7
2.2 แผนภูมิควบคุมคุณภาพที่มีกระบวนการผลิตไม่อยู่ภายใต้การควบคุม	8
2.3 แสดงตัวอย่างลักษณะของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย	12
2.4 แสดงตัวอย่างลักษณะของแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย	13
2.5 แสดงค่าคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่มีสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_p) มากกว่า 1	16
2.6 แสดงร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด	18
3.1 บริษัท อินเตอร์ อินดัสชั่นส์ จำกัด	22
3.2 ตัวอย่างใบรายการตรวจสอบคุณภาพสลักเกลียวขั้นตอนการกลึงลดขนาดของทางบริษัท	23
3.3 ตัวอย่างใบรายการตรวจสอบคุณภาพสลักเกลียวขั้นตอนการเจาะรูของทางบริษัท	25
3.4 ตัวอย่างแบบบันทึกข้อมูลขั้นตอนการกลึงลดขนาด ที่ออกแบบเพิ่มเติมเมื่อเก็บข้อมูลครั้งละ 5 ตัวอย่าง	31
3.5 ตัวอย่างแบบบันทึกข้อมูลในขั้นตอนการเจาะรู ที่ออกแบบเพิ่มเติมเมื่อเก็บรวบรวมครั้งละ 5 ตัวอย่าง	32
4.1 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัยของการกลึงลดขนาดแบบที่ 1 ในจุดที่ 1	37
4.2 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัยของการกลึงลดขนาดแบบที่ 1 ในจุดที่ 2	38
4.3 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัยของการกลึงลดขนาดแบบที่ 1 ในจุดที่ 3	39
4.4 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัยของการเจาะรูแบบที่ 1ในจุดที่ 1	40
4.5 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัยของการเจาะรูแบบที่ 1ในจุดที่ 2	41
4.6 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัยของการกลึงลดขนาดแบบที่ 2 ในจุดที่ 1	44
4.7 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัยของการกลึงลดขนาดแบบที่ 2 ในจุดที่ 2	45
4.8 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัยของการกลึงลดขนาดแบบที่ 2 ในจุดที่ 3	46
4.9 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัยของการเจาะรูแบบที่ 2 ในจุดที่ 1	47
4.10 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัยของการเจาะรูแบบที่ 2 ในจุดที่ 2	50
4.11 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัยของการกลึงลดขนาดแบบที่ 3 ในจุดที่ 1	51
4.12 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัยของการกลึงลดขนาดแบบที่ 3 ในจุดที่ 2	52
4.13 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัยของการกลึงลดขนาดแบบที่ 3 ในจุดที่ 3	53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.14 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัยของการเจาะรูแบบที่ 3 ในจุดที่ 1	54
4.15 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัยของการเจาะรูแบบที่ 3 ในจุดที่ 2	55
4.16 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัยของการกลึงลดขนาดแบบที่ 4 ในจุดที่ 1	58
4.17 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัยของการกลึงลดขนาดแบบที่ 4 ในจุดที่ 2	59
4.18 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัยของการกลึงลดขนาดแบบที่ 4 ในจุดที่ 3	60
4.19 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัยของการเจาะรูแบบที่ 4 ในจุดที่ 1	61
4.20 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัยของการเจาะรูแบบที่ 4 ในจุดที่ 2	62
4.21 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัยของการกลึงลดขนาดแบบที่ 5 ในจุดที่ 1	65
4.22 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัยของการกลึงลดขนาดแบบที่ 5 ในจุดที่ 2	66
4.23 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัยของการกลึงลดขนาดแบบที่ 5 ในจุดที่ 3	67
4.24 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัยของการเจาะรูแบบที่ 5 ในจุดที่ 1	68
4.25 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัยของการเจาะรูแบบที่ 5 ในจุดที่ 2	69
4.26 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัยของการกลึงลดขนาดแบบที่ 6 ในจุดที่ 1	72
4.27 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัยของการกลึงลดขนาดแบบที่ 6 ในจุดที่ 2	73
4.28 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัยของการกลึงลดขนาดแบบที่ 6 ในจุดที่ 3	74
4.29 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัยของการเจาะรูแบบที่ 6 ในจุดที่ 1	75
4.30 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัยของการเจาะรูแบบที่ 6 ในจุดที่ 2	76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันในการดำรงชีวิตของมนุษย์ จำเป็นต้องมีไฟฟ้าเข้ามาเกี่ยวข้องในชีวิตประจำวัน ซึ่งรวมไปถึงเสาไฟฟ้าตามอาคารบ้านเรือน เพราะเป็นตัวหลักในการส่งกระแสไฟเข้าสู่อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ตามอาคารบ้านเรือน เช่น โทรทัศน์ ตู้เย็น แอร์ คอมพิวเตอร์ ฯลฯ ซึ่งสิ่งเหล่านี้ล้วนเป็นสิ่งสำคัญในการดำรงชีวิต เราจึงคำนึงถึงความปลอดภัยในทรัพย์สินและชีวิตของมนุษย์ จึงจำเป็นต้องมีการควบคุมคุณภาพของสลักเกลียว เพราะสลักเกลียวเป็นชิ้นส่วนสำคัญอย่างหนึ่งที่ช่วยยึดหม้อแปลงไฟฟ้าและส่วนต่างๆ ของเสาไฟฟ้าแรงสูง จึงจำเป็นต้องทำการควบคุมคุณภาพการผลิตสลักเกลียวให้ได้มาตรฐาน ซึ่งเป็นการควบคุมสลักเกลียวให้ได้ตามขนาดและรูปแบบตามความต้องการของลูกค้า รวมทั้งยังช่วยลดต้นทุนในการผลิต และลดความสูญเสียของวัตถุดิบ จะเห็นได้ว่าการควบคุมคุณภาพในกระบวนการผลิตของสลักเกลียวจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่ง

การศึกษาในครั้งนี้ คณะผู้วิจัยได้ทำการศึกษาการควบคุมคุณภาพในการผลิตสลักเกลียวของ บริษัท อินเตอร์ อินดักชั่น จำกัด โดยการเก็บข้อมูลจากการผลิตของบริษัท แล้วนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์โดยอาศัยทฤษฎีสถิติทางด้านการควบคุมคุณภาพ

1.2 ประวัติของบริษัท อินเตอร์อินดักชั่นส์ จำกัด

บริษัท อินเตอร์อินดักชั่นส์ จำกัด ตั้งอยู่เลขที่ 231 หมู่ที่ 2 ถนนประชาพัฒนา แขวงทับยาว เขตลาดกระบัง กรุงเทพ 10520 ต้นทุนจดทะเบียน 15 ล้านบาท เมื่อวันที่ 31 สิงหาคม พ.ศ. 2535 บนที่ดิน 3,200 ตารางเมตร พื้นที่โรงงาน 1,350 ตารางเมตร มีจำนวนพนักงาน 40 คน ดำเนินธุรกิจประเภทผลิตภัณฑ์ โดยการกลึง (Lathing/Machining) กัด (Milling) เจาะ (Drilling) ค๊าป (Taping) และการรีดเกลียว (Threading) ของผลิตภัณฑ์ ดังต่อไปนี้

1. **ประเภทชิ้นส่วนรถยนต์/มอเตอร์ไซต์ เช่น**
   - ตัวยึดจับโช้คอัพ (Shaft idle)
   - พู่เล่ย์สำหรับคอมเพสเซอร์แอร์/ครัช (Pulley)
   - ตัวลากจูงสำหรับรถเสีย (Towing eye)
   - จานจ่ายกระแสไฟสำหรับมอเตอร์ไซต์ (Boss roter)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ประเภทอุปกรณ์ไฟฟ้าหรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิค สำหรับการจับ ยึด พ่วง และต่อ เช่น

- หัวหมุดย้ำ (Rivet)
- โบลต์หัวกลม (Round Head Bolt)
- Hex Bolt & Hexnut M8
- Clevis Tail
- Eye Tail
- Body Turnbuckle
- Pin Post
- Line Post

บริษัท อินเตอร์อินดักชั่นส์ จำกัด มีความมุ่งมั่นในการจัดทำระบบเพื่อการพัฒนาและการเติบโตอย่างต่อเนื่อง บริษัทมีความตระหนักถึงความจำเป็นที่ต้องผลิตสินค้าให้มีคุณภาพตามความต้องการของลูกค้า และส่งมอบได้ตรงเวลา เพื่อให้ลูกค้าเกิดความพึงพอใจและเชื่อถือไว้วางใจบริษัทตลอดไป พนักงานทุกคนมีความมุ่งมั่น และยินดีปฏิบัติงานด้วยความใส่ใจและรับผิดชอบอย่างเต็มที่ และมีการปรับปรุง พัฒนาให้ดีขึ้นเสมอและอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้เหมาะสมกับนโยบายคุณภาพของบริษัทที่กล่าวไว้ว่า “มุ่งมั่นผลิตสินค้าและบริการให้ได้คุณภาพ เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้า พร้อมพัฒนามาตราฐานการทำงานและบุคลากรอย่างต่อเนื่อง” โดยมีวัตถุประสงค์ด้านคุณภาพของบริษัทดังต่อไปนี้

1. ควบคุมการผลิตและการส่งมอบให้ได้ 100% ภายในปี 2554
2. ลดปัญหาของเสียในขบวนการผลิตให้เป็น 0% ภายในปี 2554
3. ลดข้อร้องเรียนจากลูกค้าให้เป็น 0% ภายในปี 2554
4. การพัฒนาบุคลากรและมาตรฐานการทำงานอย่างน้อย 1 หลักสูตรต่อปี / คน

1.3 วัตถุประสงค์ที่ศึกษา

ศึกษารูปแบบการควบคุมคุณภาพในการผลิตสลักเกลียวของบริษัทพร้อมทั้งนำเสนอรูปแบบการควบคุมคุณภาพที่เหมาะสมให้กับทางบริษัท

1.4 ขอบเขตของงานวิจัย

ในการศึกษาการควบคุมคุณภาพนี้ ได้ทำการศึกษาการควบคุมคุณภาพการผลิตสลักเกลียว ซึ่งเป็นส่วนประกอบหนึ่งที่ใช้ในการยึดเสาไฟฟ้าของบริษัท อินเตอร์อินดักชั่นส์ จำกัด โดยทำการศึกษาตรวจสอบสลักเกลียวทั้งหมด 6 แบบ แต่ละแบบจะทำการตรวจสอบ 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการกลึงลดขนาด และขั้นตอนการเจาะรู ซึ่งเป็นข้อมูลที่เก็บในช่วงเดือนตุลาคม ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

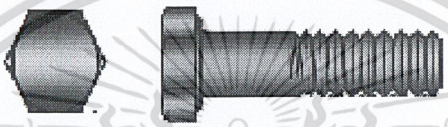
1. ได้รับความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับรูปแบบการผลิตสลักเกลียวของทางบริษัท

2. สามารถนำผลจากการวิเคราะห์การควบคุมคุณภาพ ไปใช้เป็นแนวทางในการควบคุมคุณภาพสำหรับการผลิตสลักเกลียวของทางบริษัท

3. ได้นำความรู้ที่เรียนมาไปปรับประยุกต์ใช้จริงให้เกิดประโยชน์กับทางบริษัท

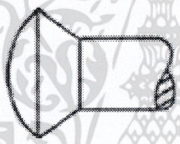
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

1. สลักเกลียวหรือโบลต์ (Bolt) มีรูปร่างด้านหนึ่งเป็นหัว ลำตัวเป็นเกลียวเป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับยึดหม้อแปลงและส่วนต่างๆ บนเสาไฟฟ้าแรงสูง และยังสามารถถอดออกได้เมื่อต้องการให้ชิ้นส่วนสองชิ้นนั้นแยกจากกัน

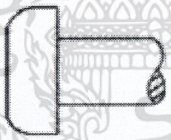


ชนิดของหัวโบลต์แบ่งเป็น 4 ลักษณะดังนี้

1. Oval Head

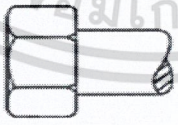


2. Pan Head



3. Flat Head

4. Hex Haed



ลักษณะของโบลต์ทั้ง 6 แบบ ที่ใช้ในงานวิจัยมีดังนี้

แบบที่ 1 คือ HB-M16-105-78-27

แบบที่ 2 คือ BENDING-M16-110-80-30

แบบที่ 3 คือ HB-M20-80-45-35

แบบที่ 4 คือ HB-M16-70-41-29

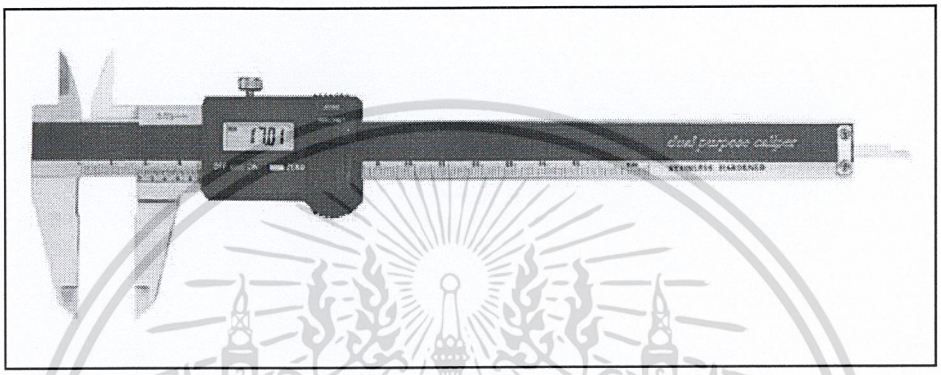
แบบที่ 5 คือ HB-M16-80-50-30

แบบที่ 6 คือ HB-M20-125-92-33

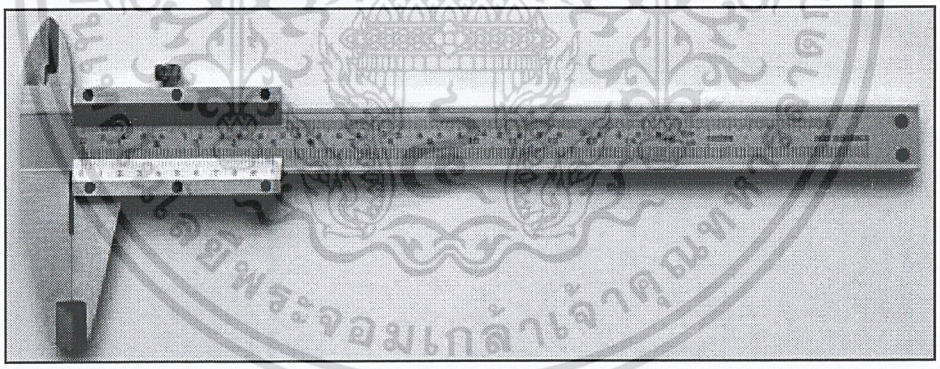
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สลักเกลียวทั้ง 6 แบบ นี้จะมีลักษณะเหมือนกัน ต่างกันที่ความยาวของสลักเกลียว ซึ่งรายละเอียดทั้งหมด จะกล่าวในบทที่ 3

2. เวอร์เนีย คาลิปเปอร์ (Vernier Caliper) คำว่า “เวอร์เนีย” เป็นชื่อของนักคณิตศาสตร์ชาวฝรั่งเศส เป็นผู้ค้นพบวิธีการแบ่งส่วนระยะของหน่วยมาตราวัดที่เล็กที่สุดบนบรรทัดวัด เพื่อให้อ่านค่าได้เล็กลงกว่าค่าที่ได้แบ่งไว้แล้ว ลักษณะโครงสร้างของเวอร์เนียคาลิปเปอร์ประกอบด้วยบรรทัดหลัก (Beam) และตัวเลื่อน (Sliding plate)



รูปที่ 1.1 เวอร์เนียคาลิปเปอร์แบบดิจิตอล (Digital Vernier Caliper)



รูปที่ 1.2 เวอร์เนียคาลิปเปอร์แบบสแกล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีทางสถิติที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นการศึกษาในเรื่องการควบคุมคุณภาพสลักเกลียวโดยเลือกชิ้นส่วนสลักเกลียวทั้ง 6 แบบ ของบริษัทอินเตอร์อินดักชั่นส์จำกัด และในการเก็บรวบรวมแต่ละกลุ่มจะใช้ข้อมูลขนาดตัวอย่างเท่ากับ 5 มาทำการวิเคราะห์ โดยอาศัยทฤษฎีและหลักเกณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมคุณภาพ ดังนี้

2.1.1 แผนภูมิควบคุมคุณภาพ

แผนภูมิควบคุมคุณภาพ เป็นวิธีการทางสถิติในการควบคุมกระบวนการผลิต ประเมินความสามารถของกระบวนการ เพื่อแสดงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่อกระบวนการอยู่ในระดับที่พอใจ

แผนภูมิควบคุมคุณภาพ จำแนกออกเป็น 2 ประเภท ซึ่งก็คือ แผนภูมิควบคุมตามตัวแปร และแผนภูมิควบคุมคุณสมบัติ หรือแผนภูมิควบคุมชนิดแอททริบิวต์โดยจำแนกตามลักษณะการวัดคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ดังนี้

1. แผนภูมิควบคุมตามตัวแปร (Variable control charts) ใช้ควบคุมลักษณะของสินค้าซึ่งเป็นค่าต่อเนื่อง แผนภูมิควบคุมตามตัวแปรที่สำคัญ ประกอบด้วย

- แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$-chart)
- แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย (R-chart)
- แผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S-chart)

2. แผนภูมิควบคุมคุณสมบัติ (Attribute control charts) ใช้ควบคุมของดี และของเสียจากกระบวนการผลิต แผนภูมิควบคุมคุณสมบัติที่สำคัญ ประกอบด้วย

- แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย (p-chart)
- แผนภูมิควบคุมจำนวนของเสีย (np-chart)
- แผนภูมิควบคุมรอยตำหนิ (c-chart)
- แผนภูมิควบคุมรอยตำหนิต่อชิ้น (u-chart)

เนื่องจากข้อมูลที่ทำการเก็บรวบรวมได้นั้น เป็นข้อมูลแบบตัวแปรและแต่ละกลุ่มมีขนาดตัวอย่างเท่ากับ 5 จะเป็นขนาดตัวอย่างที่ใช้สำหรับวัดการกระจายด้วยพิสัยได้ดี ในที่นี้จึงขอกล่าวเฉพาะแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1.1 ขั้นตอนการสร้างแผนภูมิควบคุม

1. กำหนดวัตถุประสงค์หรือชนิดของแผนภูมิควบคุมที่จะเลือกใช้ในการวิจัย เช่น แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$-chart) และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย (R-chart) เป็นต้น ซึ่งการเลือกชนิดของแผนภูมิควบคุมจะขึ้นอยู่กับลักษณะของข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้ สำหรับในการวิจัยครั้งนี้ ข้อมูลที่รวบรวมได้มีลักษณะเป็นข้อมูลแบบตัวแปร และมีขนาดตัวอย่าง 5 ตัวอย่าง แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย จึงถูกเลือกนำมาใช้ในการควบคุมคุณภาพครั้งนี้

2. กำหนดจำนวนของตัวอย่าง และความถี่ในการเก็บข้อมูลจำนวนตัวอย่างที่ทำการเก็บนั้น ขึ้นอยู่กับปริมาณการผลิตในกระบวนการ

3. รวบรวมข้อมูล เพื่อนำไปใช้ในการคำนวณหาขีดจำกัดควบคุมต่อไป

4. คำนวณขีดจำกัดควบคุม และสร้างแผนภูมิควบคุมคุณภาพ โดยแผนภูมิควบคุมคุณภาพประกอบไปด้วย ขีดจำกัดควบคุมบน เส้นกึ่งกลาง และ ขีดจำกัดควบคุมล่าง

5. เขียนจุดและทำการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุม เมื่อได้แผนภูมิควบคุมแล้ว เขียนจุดของตัวอย่างข้อมูลลงในแผนภูมิควบคุม จากนั้นทำการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุม ซึ่งการกระจายของจุดบนแผนภูมิควบคุม แสดงถึงสภาพของกระบวนการผลิต ว่าอยู่ภายใต้การควบคุมหรือไม่ และสมควรหยุดกระบวนการผลิต เพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตหรือไม่

6. ปรับปรุงแผนภูมิควบคุมคุณภาพ โดยทำการตัดจุดที่เขียนลงในแผนภูมิควบคุมที่ส่อความผิดปกติออก แล้วจึงนำจุดที่เหลือไปคำนวณขีดจำกัดควบคุม และสร้างแผนภูมิควบคุมใหม่ แผนภูมิควบคุมที่ปรับปรุงแล้วนี้ สามารถนำไปใช้ในการควบคุมการผลิตในอนาคตได้

2.1.1.2 ลักษณะของแผนภูมิควบคุม

แผนภูมิควบคุม เป็นแผนภูมิที่แสดงให้เห็นถึงความแปรผันที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตเนื่องจากองค์ประกอบต่างๆ ได้แก่ คน วัตถุดิบ และกระบวนการผลิต ถ้าความแปรปรวนอยู่ในลักษณะปกติ คือมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย เรียกว่า สาเหตุโดยบังเอิญ (Chance causes) แต่ถ้าเป็นสาเหตุที่ทำให้เปลี่ยนแปลงมาก และรู้สาเหตุแน่ชัด เรียกว่า สาเหตุที่ระบุได้ (Assignable causes) ซึ่งทำให้เกิดแผนภูมิ 2 ลักษณะ คือ

1. ลักษณะของแผนภูมิควบคุมที่อยู่ภายใต้การควบคุม มีดังนี้

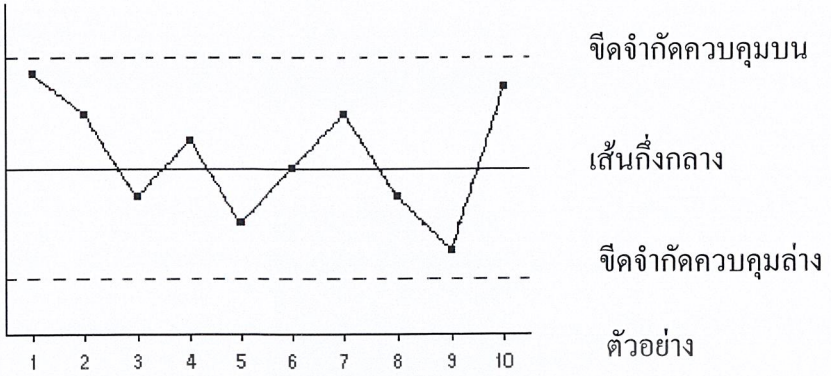
ก. มีจุดที่น้อยที่สุด อยู่ใกล้เส้นขีดจำกัดควบคุมบน และเส้นขีดจำกัดควบคุมล่าง ที่ตั้งของจุดควรจะอยู่ข้ามไปข้ามมาบนเส้นกึ่งกลางหรือเส้นค่าเฉลี่ย

ข. จุดต่างๆ บนแผนภูมิควบคุมคุณภาพ ควรที่จะสมดุลกันทั้งสองข้างของเส้น กึ่งกลางหรือเส้นค่าเฉลี่ย

ค. ไม่มีจุดใดเลยตกอยู่นอกเส้นขีดจำกัดควบคุมบนและเส้นขีดจำกัดควบคุมล่าง ของแผนภูมิควบคุมคุณภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สิ่งที่ต้องการควบคุม



รูปที่ 2.1 แผนภูมิควบคุมคุณภาพที่มีกระบวนการผลิตอยู่ภายใต้การควบคุม

2. ลักษณะของแผนภูมิควบคุมที่ไม่อยู่ภายใต้การควบคุม มีดังนี้

ก. มี1จุดตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือขีดจำกัดควบคุมล่าง แสดงว่ากระบวนการผลิตมีความแปรปรวนสูง

ข. มี 2 จุดติดต่อกันเกาะอยู่ใกล้ขีดจำกัดควบคุมบนหรือขีดจำกัดควบคุมล่าง แสดงว่ากระบวนการผลิตมีแนวโน้มที่ผลิตสินค้าจะตกนอกขอบเขตควบคุมคุณภาพ

ค. มี 5 จุดติดต่อกันที่อยู่ด้านใดด้านหนึ่งของเส้นกึ่งกลาง

ง. มี 5 จุดติดต่อกันที่แสดงแนวโน้มขึ้นติดกันหรือลงติดกันตลอด

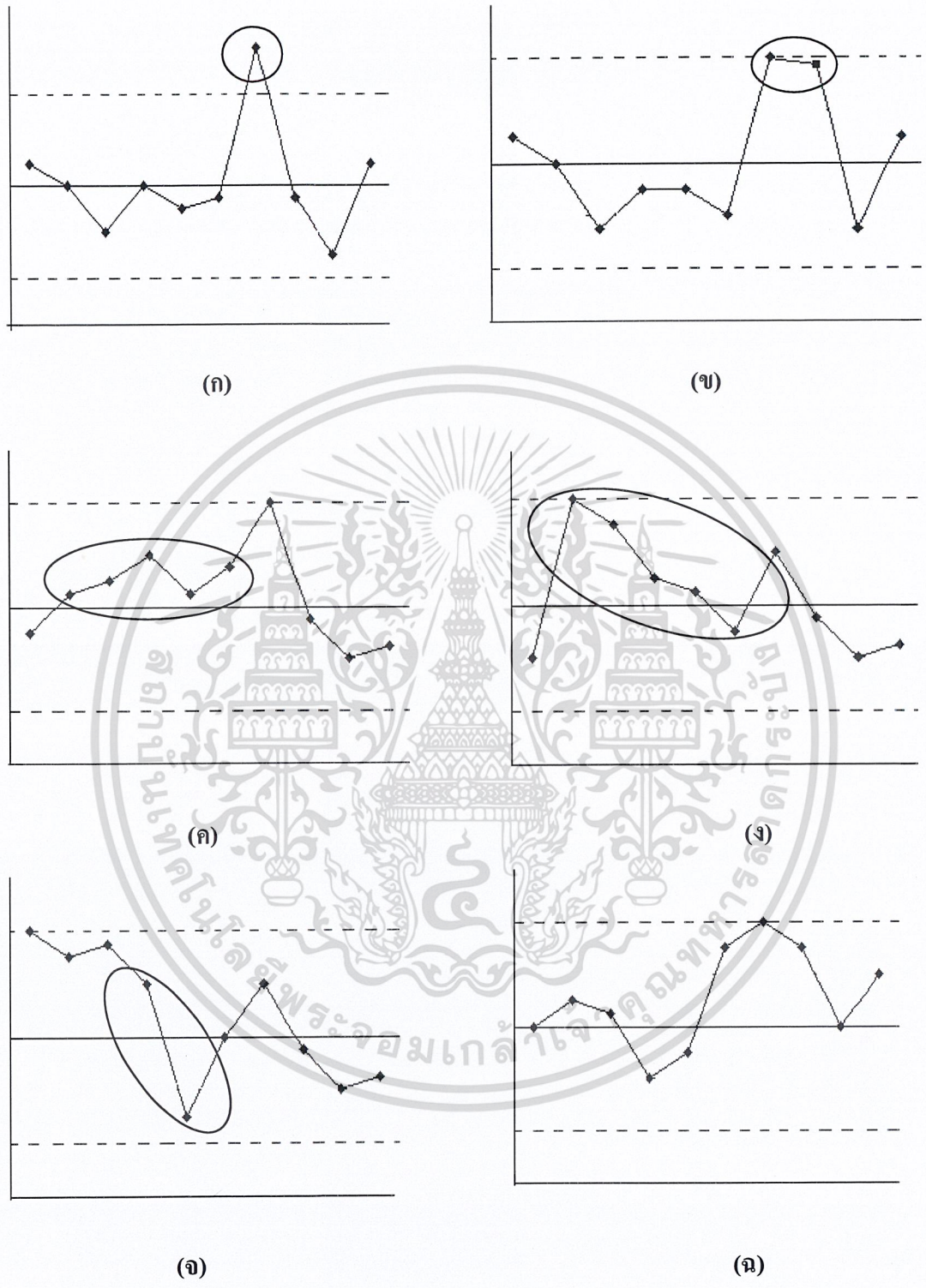
จ. มีจุดที่เปลี่ยนระดับอย่างรวดเร็ว

ฉ. มีจุดที่แสดงวัฏจักร

ซึ่งลักษณะของแผนภูมิควบคุมที่ไม่อยู่ภายใต้การควบคุมอาจมีสาเหตุมาจาก

- ด้านกระบวนการ เช่น เครื่องจักรเริ่มเสื่อมประสิทธิภาพ
- ด้านวัตถุดิบ เช่น วัตถุดิบที่นำเข้ามามีความแตกต่างกัน
- ด้านผู้ควบคุม/ผู้ผลิต เช่น ผู้ควบคุมไม่มีประสบการณ์
- ด้านอื่นๆ เช่น การเปลี่ยนผู้ควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 แผนภูมิควบคุมคุณภาพที่มีกระบวนการผลิตไม่อยู่ภายใต้การควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการทำวิจัยครั้งนี้ จะพิจารณาแผนภูมิควบคุมคุณภาพที่มีกระบวนการผลิตไม่อยู่ภายใต้การควบคุมที่นิยมใช้มี 3 รูปแบบ ดังนี้

แบบที่ 1 มี 1 จุดตกนอกเส้นพิกัดควบคุมบนหรือเส้นพิกัดควบคุมล่าง

แบบที่ 2 มี 9 จุดติดต่อกันที่อยู่ด้านใดด้านหนึ่งของเส้นกึ่งกลาง

แบบที่ 3 มี 6 จุดติดต่อกันที่แสดงแนวโน้มขึ้นติดกันหรือลงติดกันตลอด

2.1.1.3 ความสำคัญของแผนภูมิควบคุม

แผนภูมิควบคุม (Control chart) เป็นวิธีการทางสถิติที่สำคัญในการควบคุมกระบวนการผลิต นอกจากนี้แผนภูมิควบคุมยังมีประโยชน์อื่นๆ อีกหลายประการ ซึ่งสรุปได้ดังต่อไปนี้

1. ควบคุมกระบวนการผลิตได้ทันต่อเหตุการณ์

สิ่งที่ต้องการควบคุม จะถูกสุ่มตัวอย่าง แล้วนำมาเขียนจุดลงบนแผนภูมิควบคุมเป็นระยะๆ ถ้าจุดใดมิได้แสดงความผิดปกติ แสดงว่ากระบวนการผลิตยังอยู่ในการควบคุม เมื่อใดที่จุดแสดงความผิดปกติ ผู้ควบคุมการผลิตก็สามารถปรับปรุงกระบวนการผลิตให้สภาพการผลิตกลับสู่ปกติได้ทันท่วงทีสภาพการกระจายของจุดในแผนภูมิควบคุม ยังสามารถใช้เพื่อคาดการณ์สภาพการณ์ ของกระบวนการผลิตในอนาคตได้อีกด้วย

2. การตรวจสอบค่ามาตรฐานที่กำหนด

ประโยชน์สำคัญประการหนึ่งของแผนภูมิควบคุม คือ การตรวจสอบค่าผลการผลิต ว่าอยู่ในเกณฑ์ค่ามาตรฐานที่กำหนดหรือไม่ เมื่อใดที่ตัวอย่างที่สุ่มวัดได้ตกอยู่นอกเส้นพิกัดควบคุม ย่อมแสดงว่ากระบวนการผลิตได้คลาดเคลื่อนออกจากค่ามาตรฐานที่กำหนดแล้ว

3. รู้ถึงสมรรถภาพกระบวนการ (Process Capability)

กระบวนการผลิตที่แสดงว่าอยู่ภายใต้การควบคุมเชิงสถิติ ซึ่งกระบวนการผลิตนั้นอาจอยู่ในข้อกำหนด (Specification) หรือไม่ก็ได้ สามารถนำไปใช้คำนวณสมรรถภาพของกระบวนการ เพื่อหาความสามารถในการผลิตภายใต้ข้อกำหนด ผลของสมรรถภาพกระบวนการที่ได้จะเป็นประโยชน์อย่างสำคัญต่อผู้บริหาร ในการตัดสินในด้านต่างๆ เช่น การตัดสินใจเพื่อลงทุนปรับปรุงสมรรถภาพกระบวนการ หรือการตัดสินใจรับคำสั่งผลิตจากลูกค้า

4. แผนภูมิควบคุมช่วยเพิ่มผลผลิต

แผนภูมิควบคุมมีส่วนช่วยอย่างยิ่งในการลดจำนวนของเสียและการทำซ้ำ เช่น แผนภูมิควบคุมจำนวนของเสียและแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย การลดของเสียจากการผลิตและการลดการทำซ้ำ ก็ช่วยเพิ่มผลผลิตให้กับกระบวนการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. แผนภูมิควบคุมช่วยป้องกันปัญหาด้านคุณภาพ

แผนภูมิควบคุม ช่วยให้กระบวนการผลิตอยู่ภายใต้การควบคุมตลอดเวลา การใช้แผนภูมิควบคุมจะช่วยขจัดสภาพการผลิตสินค้าด้อยคุณภาพ เมื่อใดก็ตามที่กระบวนการผลิตเริ่มผิดปกติแผนภูมิควบคุมจะแสดงให้รู้ ทำให้ผู้ควบคุมเครื่องจักรหรือกระบวนการผลิตไม่ผลิตของเสียหรือของด้อยคุณภาพออกมา ซึ่งเป็นการลดต้นทุนการผลิตได้เป็นอย่างดี

6. แผนภูมิควบคุมช่วยป้องกันการปรับแต่งกระบวนการโดยไม่จำเป็น

แผนภูมิควบคุม ทำให้ทราบถึงสภาพความแปรปรวนของกระบวนการผลิต ว่าเมื่อใดเป็นความแปรปรวนตามสภาพธรรมชาติ และเมื่อใดเป็นสภาพความแปรปรวนที่เกิดจากความผิดปกติ การจำแนกสภาพความแปรปรวนนี้ไม่มีวิธีใดทำได้ดีเท่าแผนภูมิควบคุม ถ้าผู้คุมเครื่องจักรหยุดเครื่องจักรเพื่อปรับแต่งกระบวนการผลิตเป็นระยะๆ ตามเวลาที่กำหนด อาจทำให้กระบวนการผลิตที่ดีอยู่แล้วผิดปกติก็ได้ แผนภูมิควบคุมจะเป็นตัวกำหนดได้เป็นอย่างดีว่าถึงเวลาแล้วหรือยังที่จะทำการปรับแต่งกระบวนการผลิต นั่นคือถ้ากระบวนการผลิตยังปกติอยู่ ก็ไม่จำเป็นต้องปรับแต่งกระบวนการผลิตให้เสียเวลาและค่าใช้จ่าย

7. แผนภูมิควบคุมให้ข้อมูลเพื่อแก้ไขกระบวนการผลิต

การวิเคราะห์สภาพการกระจายของจุดในแผนภูมิควบคุมอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอจะทำให้ได้ข้อมูลเพื่อการแก้ไขกระบวนการผลิต เช่น การเปลี่ยนชนิดของวัตถุดิบ การเปลี่ยนวิธีการทำงาน เป็นต้น

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

ในการสร้างแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย มีขั้นตอนดังนี้

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

$$\overline{\overline{X}} = \frac{\sum_{i=1}^{m} \overline{X}_i}{m} \qquad \overline{R} = \frac{\sum_{i=1}^{m} R_i}{m}$$

เมื่อ $\overline{\overline{X}}$ แทนค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

$\overline{R}$ แทนค่าเฉลี่ยพิสัยของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

m แทนจำนวนกลุ่มตัวอย่าง

$\overline{X}_i$ แทนค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างที่ i เมื่อ $i = 1,2,\ldots,m$

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

ซึ่งค่า $R_i = X_{max} - X_{min}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การคำนวณขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ในกรณีที่ไม่ทราบค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย มีสูตรในการคำนวณ ดังนี้

- ขีดจำกัดควบคุมบน (Upper control limit)

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

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

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)

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

- 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 ในกรณีที่ไม่ทราบค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าพิสัย มีสูตรในการคำนวณ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ขีดจำกัดควบคุมบน (Upper control limit)

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

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

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

ซึ่งค่า D_4 สามารถดูได้จากตาราง ก. ในภาคผนวก ที่ n ค่าต่างๆ

ดังนั้น $UCL_R = D_4\overline{R}$

- เส้นกึ่งกลาง (Central limit)

$$CL_R = \overline{R}$$

- ขีดจำกัดควบคุมล่าง (Lower control limit)

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

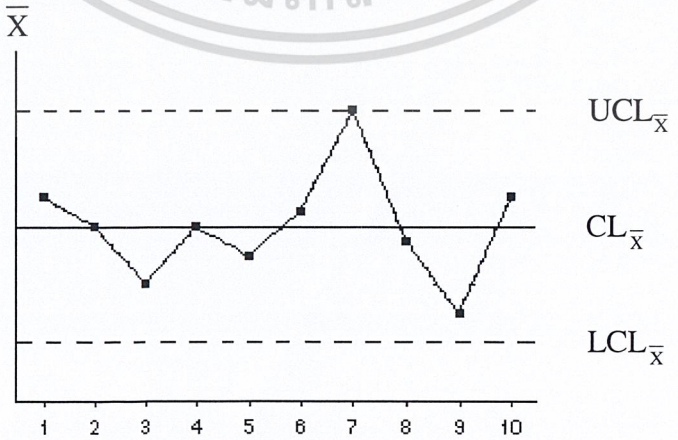
$$= \overline{R}\left(1 - \frac{3\sigma_R}{\overline{R}}\right)$$

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

ซึ่งค่า D_3 สามารถดูได้จากตาราง ก. ในภาคผนวก ที่ n ค่าต่างๆ

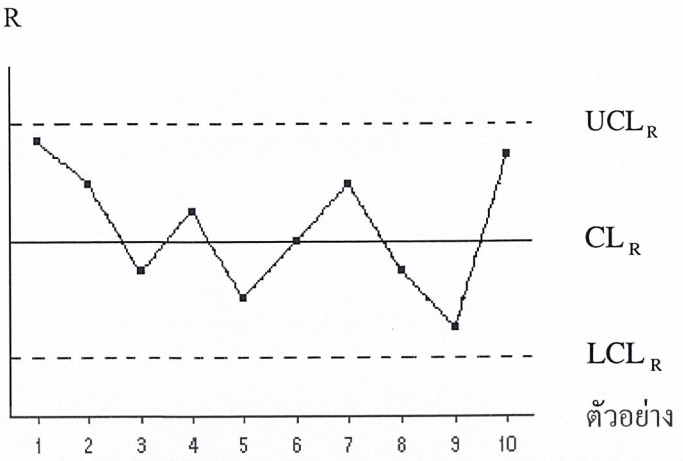
ดังนั้น $LCL_R = D_3\overline{R}$

4. นำค่าขีดจำกัดที่ได้ของแต่ละกลุ่มตัวอย่าง ไปเขียนกราฟ จะได้ดังนี้



รูปที่ 2.3 แสดงตัวอย่างลักษณะของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 แสดงตัวอย่างลักษณะของแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย

2.1.3 การปรับปรุงแผนภูมิควบคุม

ในกรณีที่แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ปรากฏมีจุดใดจุดหนึ่งตกอยู่นอกเส้นพิกัดควบคุม โดยสามารถที่จะระบุสาเหตุได้ ต้องทำการปรับปรุงแผนภูมิควบคุม โดยการตัดจุดที่มีลักษณะของความผิดปกตินั้นออก นั่นคือทำการตัดจุด $\overline{X}_i$ และ R_i ที่ผิดปกติออก ซึ่งมีจำนวนกลุ่มเท่ากับ m_d นำข้อมูลมาคำนวณหาค่า $\overline{\overline{X}}_n$ และ $\overline{R}_n$ จากสมการดังนี้

$$\overline{\overline{X}}_n = \frac{\sum \overline{X} - \overline{X}_d}{m - m_d} \qquad \overline{R}_n = \frac{\sum R - R_d}{m - m_d}$$

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

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

$\overline{X}_d$ แทนค่า $\overline{X}$ ของจุดที่ถูกตัดออก

R_d แทนค่า R ของจุดที่ถูกตัดออก

m แทนจำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดก่อนการปรับปรุง

m_d แทนจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ถูกตัดออก

จากนั้นคำนวณค่าขีดจำกัดควบคุมใหม่ โดยแทนค่า $\overline{\overline{X}}$ และ $\overline{R}$ ของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัยด้วย $\overline{\overline{X}}_n$ และ $\overline{R}_n$

เนื่องจากในการวิจัยครั้งนี้ ไม่ทราบถึงสาเหตุในการเกิดจุดที่มีลักษณะของความผิดปกติ จึงไม่สามารถทำการปรับปรุงแผนภูมิควบคุมได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4 สมรรถนะของกระบวนการ

คุณภาพของผลิตภัณฑ์เป็นสิ่งหนึ่งที่เกิดจากวิธีการผลิตหรือกระบวนการผลิต ถ้าผลิตภัณฑ์ใด มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ที่ดี นั่นก็หมายความว่าในกระบวนการผลิตปราศจากความผันแปร หรืออาจจะมีความผันแปร แต่ความผันแปรที่เกิดขึ้นมีน้อยมาก แต่ถ้าคุณภาพของผลิตภัณฑ์ใดมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่ดี หรือมีผลิตภัณฑ์เสียมาก นั่นก็หมายความว่ากระบวนการผลิตมีความผันแปรมาก และความผันแปรที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตนั้น จะเป็นส่วนที่บ่งชี้ให้เห็นถึงความสามารถในกระบวนการผลิตว่ามีความสามารถในการผลิตเป็นอย่างไร ซึ่งการศึกษาถึงองค์ประกอบต่างๆ เหล่านี้ เรียกอย่างง่ายๆก็คือ การศึกษาสมรรถนะของกระบวนการ

โดยสมรรถนะของกระบวนการในวิธีการผลิตหนึ่ง จะรวมถึง คน เครื่องจักร วัตถุดิบ การเก็บวัดข้อมูล รวมทั้งสิ่งแวดล้อม ซึ่งการศึกษาสมรรถนะของกระบวนการผลิต คือ การหาความผันแปรทั้งหมด และความคงที่ของกระบวนการผลิตที่มีเวลาเป็นส่วนประกอบ ซึ่งมีความสำคัญที่จะต้องพิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงในระดับคุณภาพ เนื่องจากเครื่องมือหรือการทดแทนเครื่องมือที่ช่วยเพิ่มความสามารถของเครื่องจักรนั้น คือการศึกษาความผันแปรตามธรรมชาติที่คนไม่สามารถที่จะทำการแก้ไขปรับปรุงได้ การศึกษาในช่วงนี้จะทำภายใต้เงื่อนไขของการควบคุม ตลอดจนหาความผันแปรตามธรรมชาติที่เกิดขึ้น เช่น การควบคุมคุณภาพวัตถุดิบ และการวัดหรือควบคุมเครื่องมือให้มีความเที่ยงตรงขึ้น

การหาสมรรถนะของกระบวนการ

ในอุตสาหกรรมการผลิต ลำดับขั้นในการดำเนินงานที่สำคัญมีอยู่ 3 ประการ นั่นคือ การออกแบบการผลิต กระบวนการผลิต และการตรวจสอบข้อกำหนด (Specification) ของสินค้าจะกำหนดในขั้นตอนการออกแบบด้วยในขั้นตอนของการผลิต ผู้ควบคุมการผลิตต้องควบคุมให้สินค้าที่ผลิตตรงตามข้อกำหนด สำหรับขั้นตอนการตรวจสอบ เป็นขั้นตอนการยืนยันให้สินค้าที่ผลิตมีลักษณะคุณภาพตรงตามข้อกำหนด ในการควบคุมคุณภาพต้องพิจารณาคุณภาพสินค้าว่าอยู่ภายในขีดจำกัดข้อกำหนดหรือไม่ เพื่อที่จะสามารถทราบถึงสมรรถนะของกระบวนการผลิต ซึ่งตั้งอยู่บนพื้นฐานกระบวนการผลิต ภายใต้การควบคุมสม่ำเสมอ ขั้นตอนการพิจารณามีดังนี้

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

2. สำหรับการวิเคราะห์ค่าสมรรถนะของกระบวนการผลิต (Process capability หรือ C_P) ว่าเป็นไปตามข้อกำหนดหรือไม่ สามารถคำนวณได้จากวิธีการต่อไปนี้ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 ค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต กรณีที่ค่าเฉลี่ยของกระบวนการผลิตอยู่ตรงจุดกึ่งกลางของ USL และ LSL (Process Capability Index หรือ C_P)

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

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

เมื่อ USL แทนขีดจำกัดข้อกำหนดบน

LSL แทนขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง

σ แทนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกระบวนการผลิต

โดย σ ประมาณได้จาก $\hat{\sigma} = \frac{\overline{R}}{d_2}$

และ ค่า d_2 เปิดได้จากตาราง ก. ในภาคผนวก ที่ n ค่าต่างๆ

2.2 ค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต กรณีที่ค่าเฉลี่ยของกระบวนการผลิตไม่อยู่ตรงจุดกึ่งกลางของ USL และ LSL (Capability Index หรือ C_{pk}) ซึ่งได้มาจากการหาค่าต่ำสุดของดัชนี C_{pu} (Upper Capability Index) และ C_{pl} (Lower Capability Index)

เมื่อ C_{pu} คือ ค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต กรณีกำหนดขอบเขตด้านขีดจำกัดข้อกำหนดบน

และ C_{pl} คือ ค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต กรณีกำหนดขอบเขตด้านขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง

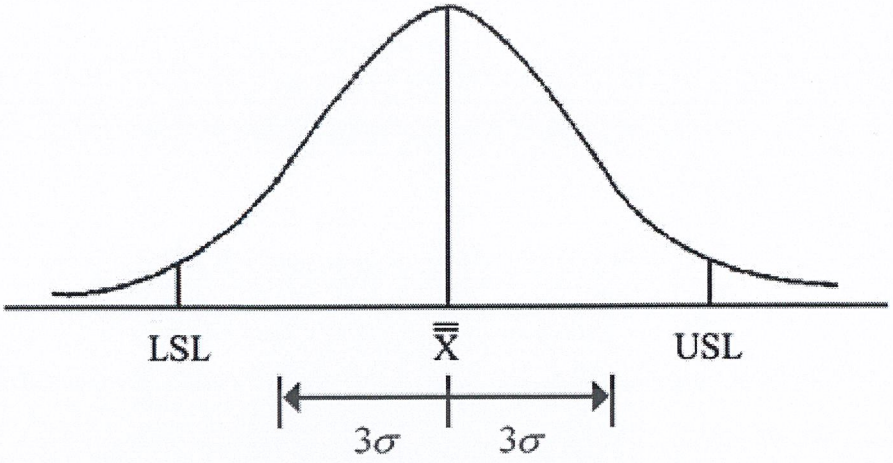
โดยที่ $C_{pk} = \text{Min}\,(C_{pu}, C_{pl})$

สูตรในการประมาณค่าดัชนี C_{pu} และ C_{pl} มีดังนี้

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 แสดงค่าคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่มีสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_P) มากกว่า 1

โดยทั่วไป ค่าดัชนี C_P ที่ต่ำสุด และถือว่ากระบวนการผลิตมีสมรรถนะที่ดี คือ 1.33 แต่ก็ขึ้นอยู่กับลักษณะเฉพาะของกระบวนการผลิตด้วย เช่น กระบวนการผลิตทั่วๆไปนิยมใช้ค่า 1.33 ส่วนกระบวนการผลิตใหม่นิยมใช้ค่า 1.50 และกระบวนการผลิตใหม่ที่ผลิตผลิตภัณฑ์เกี่ยวกับความปลอดภัยและความแข็งแรงนิยมใช้ 1.67

สำหรับค่า $C_P = 1$ เป็นค่าความสามารถของกระบวนการที่กำหนดให้ความผันแปรของกระบวนการ เท่ากับความกว้างของขอบเขตข้อกำหนดบนและล่างถ้า $C_P = 1$ แสดงว่ากระบวนการมีความสามารถต่ำสุด และจากการแจกแจงแบบปกติช่วงความกว้าง 6σ จะกล่าวว่ามีร้อยละ 0.27 ที่ข้อมูลตกอยู่นอกช่วงขอบเขตข้อกำหนดด้านบนและด้านล่าง โดยจะตกอยู่นอกขอบเขตข้อกำหนดด้านบนร้อยละ 0.135 และตกอยู่นอกขอบเขตข้อกำหนดด้านล่างร้อยละ 0.135 และถ้าต้องการความมั่นใจในกระบวนการว่ามีความสามารถมาก การกระจายของข้อมูลในกระบวนการก็ควรไม่มีข้อมูลใดตกนอกขอบเขตข้อกำหนดบนและล่าง หรือถ้ามีข้อมูลตกนอกขอบเขตข้อกำหนดบนและล่างก็ควรมีข้อมูลตกออกน้อยที่สุด ซึ่ง (VICTOR E. KANE ,1986) สรุปถึงค่า C_P ว่า ค่า $C_P = 1.33$ จะเป็นค่าต่ำสุดของการวัดความสามารถของกระบวนการ และก็เป็นค่าที่แน่ใจว่าจะทำให้มีอัตราการปฏิเสธผลิตภัณฑ์ต่ำสุด (0.007%) และอาจกล่าวได้ว่า ถ้าค่า C_P ต่ำกว่า 1.33 แล้วความสามารถของกระบวนการเริ่มลดน้อยลง และอาจตัดสินใจได้ว่าความสามารถของกระบวนการขาดความสามารถ ดังนั้น สำหรับเกณฑ์ความสามารถของกระบวนการจะวัดที่ $C_P \geq 1.33$ จะสามารถประกันได้ว่ากระบวนการมีความสามารถ

ค่าดัชนี C_P ที่คำนวณได้นี้ จะใช้ในการประเมินสมรรถนะของกระบวนการผลิต เมื่อเปรียบเทียบกับขีดจำกัดข้อกำหนด ซึ่งค่าดัชนี C_P ที่ได้จะมีกรณีต่างๆ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

กรณีที่ 1 เมื่อค่าดัชนี C_P < 1.33 แสดงว่า สมรรถนะของกระบวนการผลิตสินค้ายังไม่อยู่ในระดับที่ดีหรือไม่เป็นไปตามข้อกำหนด ทำให้สัดส่วนของเสียมีจำนวนมากขึ้น ดังนั้น เพื่อที่จะลดสัดส่วนของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตนี้จะมีแนวทางการแก้ปัญหา คือ

1.ลดความผันแปรในกระบวนการผลิต นั่นคือ ต้องปรับทั้งค่าเฉลี่ยและความผันแปรเสียใหม่ซึ่งจะทำเช่นนี้ได้ ต้องเปลี่ยนเงื่อนไขเกี่ยวกับการผลิตซึ่งอาจเป็นเพียงการติดตั้งเครื่องจักรใหม่ หรือปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ประกอบการให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น แต่ในบางครั้งก็อาจถึงขั้นการเปลี่ยนแปลงขนาดใหญ่ เช่น เปลี่ยนวัตถุดิบ เปลี่ยนเครื่องจักรใหม่ หรือเปลี่ยนกระบวนการผลิตใหม่ อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวย่อมเสียค่าใช้จ่ายและเวลามากขึ้นด้วย

2.กรณีที่ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงปัจจัยการผลิตใดๆ ได้ แม้ว่าจะได้คุณภาพไม่ตรงตามเกณฑ์ที่กำหนดก็ตาม อาจแก้ไขปรับปรุงที่ข้อกำหนดเสียใหม่ โดยยึดหลักขีดความสามารถในการผลิตของเครื่องจักรและขีดความสามารถในการผลิตของโรงงาน เพื่อที่ให้ได้ค่า USL และ LSL ที่ดีหรือครอบคลุมค่า 6σ แต่ถ้าไม่อาจเปลี่ยนแปลงได้ ก็ต้องยอมรับว่า คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่ได้นั้นมีคุณภาพไม่ตรงตามเกณฑ์ที่กำหนดในอัตราส่วนที่ต้องการ หรือรักษาระดับการควบคุมนี้ไว้ โดยไม่สนใจว่าจะเป็นระดับที่เหมาะสมหรือไม่ จะตรงตามเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่

กรณีที่ 2 เมื่อค่าดัชนี C_P = 1.33 แสดงว่า สมรรถนะของกระบวนการผลิตสินค้าอยู่ในระดับที่ดี หรือเป็นไปตามข้อกำหนด ไม่จำเป็นต้องมีการปรับปรุงกระบวนการ

กรณีที่ 3 เมื่อค่าดัชนี C_P > 1.33 แสดงว่า สมรรถนะของกระบวนการผลิตสินค้าอยู่ในระดับที่ดี ขนาด 6σ อยู่ระหว่างขีดจำกัดข้อกำหนด ซึ่งในลักษณะนี้ ไม่ค่อให้เกิดปัญหากับผู้ผลิต เพราะผลที่ได้แสดงว่าการควบคุมกระบวนการอยู่ในระดับที่เหมาะสม ได้คุณภาพผลิตภัณฑ์ตรงตามเกณฑ์ที่กำหนดตราบเท่าที่ยังคงรักษาระดับการควบคุมนี้ไว้ได้

สำหรับในการควบคุมการผลิต จะใช้แผนภูมิควบคุมคุณภาพมาช่วยในการควบคุมการผลิต การปรับปรุงกระบวนการก็คือ การปรับปรุงความผันแปรต่างๆ ที่เกิดขึ้นให้ลดลงด้วยการปรับปรุงคน เครื่องจักร วัตถุดิบ และวิธีการผลิตให้ดีขึ้น แผนภูมิควบคุมคุณภาพที่ใช้สำหรับการควบคุมการผลิตจะแคบลงจนกระทั่งอยู่ในสภาวะที่ไม่สามารถที่จะปรับปรุงได้อีก ซึ่งในการหาสมรรถนะในกระบวนการผลิต ก็จะสามารถบอกได้ว่ากระบวนการหรือเครื่องจักรมีสมรรถนะที่ดีหรือไม่ และหากค่าดัชนี C_P มีค่ามาก ความผันแปรในกระบวนการก็จะน้อย และสมรรถนะในกระบวนการก็จะมีมาก

ส่วนค่าดัชนี C_{pk} ที่คำนวณได้ จะใช้ในการประเมินสมรรถนะของกระบวนการผลิตเช่นเดียวกับกรณีการหาสมรรถนะของกระบวนการ (C_P) โดยการทำวิจัยครั้งนี้จะใช้ค่าดัชนี C_{pk} ในการวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต เนื่องจากค่าดัชนี C_P จะใช้เมื่อค่าเฉลี่ยของกระบวนการผลิตอยู่ตรงจุดกึ่งกลางของ USL และ LSL สำหรับค่าดัชนี C_{pk} จะใช้เมื่อค่าเฉลี่ยของกระบวนการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
117262

ผลิตไม่อยู่ตรงจุดกึ่งกลางของ USL และ LSL หรือเมื่อค่าเฉลี่ยของกระบวนการผลิตอยู่ตรงจุดกึ่งกลางของ USL และ LSL ก็ได้ ซึ่งหมายความว่า ค่าดัชนี C_{pk} จะครอบคลุมกว่าค่าดัชนี C_P เพราะในกรณีที่ค่าเฉลี่ยของกระบวนการผลิตอยู่ตรงจุดกึ่งกลางของ USL และ LSL ค่าดัชนี C_{pk} จะเท่ากับค่าดัชนี C_P พอดี ซึ่งจะทำการพิสูจน์ได้ดังตัวอย่างต่อไปนี้

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

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

โดยที่ $$C_{pu} = \frac{USL - \overline{\overline{X}}}{3\sigma}$$

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

ถ้าค่าเฉลี่ยของกระบวนการผลิตอยู่ตรงจุดกึ่งกลางของ USL และ LSL

จาก $$C_{pu} = \frac{USL - \overline{\overline{X}}}{3\sigma}$$

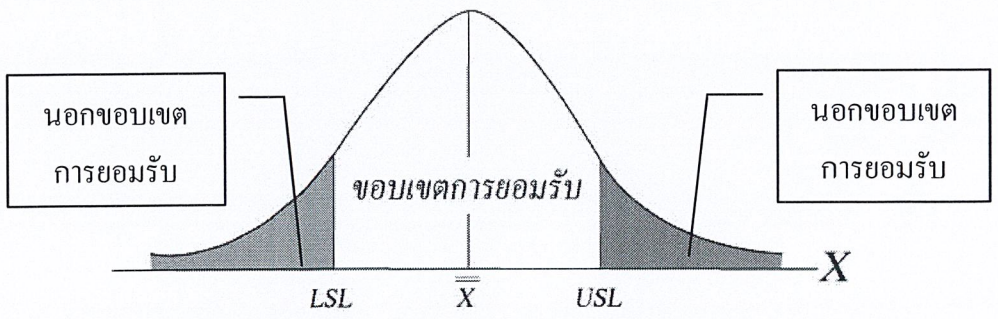
$$= \frac{USL - LSL}{2(3\sigma)}$$

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

$$= C_P$$

2.1.5 การคำนวณหาร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด

จากข้อมูลลักษณะคุณภาพผลิตภัณฑ์ที่มีการแจกแจงแบบปกติ สามารถคำนวณหาร้อยละของข้อมูลที่ตกอยู่นอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด โดยอาศัยความสัมพันธ์ ดังนี้



รูปที่ 2.6 แสดงร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

เมื่อ Z_U , Z_L แทน ค่าปกติมาตรฐาน

σ แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\overline{\overline{X}}$ แทน ค่าเฉลี่ยของข้อมูล

USL แทน ขีดจำกัดข้อกำหนดบน (Upper specification limit)

LSL แทน ขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง (Lower specification limit)

จากสูตรการคำนวณค่า Z_U และ Z_L ที่ได้ นำไปเปิดตาราง ข. ในภาคผนวก จะได้ค่าเป็นพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติที่อยู่นอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนดทั้งด้านซ้ายและด้านขวา นำค่าที่ได้มารวมกันแล้วคิดเป็นค่าร้อยละ จะได้ค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จารุวรรณ อริยะพัฒนพาณิชย์ และคณะ (2546) ได้ทำการศึกษาการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์นมของบริษัท ดัชมิลล์ จำกัด ตั้งอยู่ที่ 137/6 หมู่ 1 ถนนพุทธมณฑล สาย 8 ตำบลขุนแก้ว อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม โดยเก็บรวบรวมข้อมูลการตรวจสอบคุณภาพทางด้านน้ำหนักของผลิตภัณฑ์นมสดพาสเจอร์ไรส์ ขนาด 120 ซี.ซี. จากเครื่องจักรยี่ห้อซัมซุง จำนวน 4 เครื่อง กับผลิตภัณฑ์นมยูเอชที ขนาด 110 ซี.ซี. และขนาด 180 ซี.ซี. จากเครื่องจักรยี่ห้อบีทีเอ จำนวน 5 เครื่อง ตั้งแต่ เดือนมกราคม พ.ศ.2545 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ.2546 แล้วนำข้อมูลที่ได้มาสร้างแผนภูมิควบคุม คือ แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$ -chart) และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย (R-chart) รวมทั้งคำนวณหาสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_P) และนำเสนอขีดจำกัดข้อกำหนดที่เหมาะสมของเครื่องจักรแต่ละเครื่อง โดยนำโปรแกรมสำเร็จรูป ได้แก่ MINITAB และ Microsoft Excel เข้ามาช่วยในการประมวลผล ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ค่าสมรรถนะของกระบวนการผลิตของเครื่องจักรซัมซุง และเครื่องจักรทีบีเอ จะให้ค่าที่น้อยกว่า 1 จึงได้นำเสนอขีดจำกัดข้อกำหนดที่เหมาะสมในกรณีที่ค่าสมรรถนะของกระบวนการมีค่าเป็น 1 และ 1.33 สำหรับเครื่องจักรแต่ละเครื่อง

มินตรา เรืองรัศมีโรจน์ และคณะ (2551) ได้ทำการศึกษาการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์สมุนไพรอภัยภูเบศรของมูลนิธิโรงพยาบาลเจ้าพระยาอภัยภูเบศร ตั้งอยู่ที่ 32/7 หมู่ 12 ถนนปราจีนอนุสรณ์ ตำบลท่างาม อำเภอเมือง จังหวัดปราจีนบุรี โดยเก็บรวบรวมข้อมูลการตรวจสอบคุณภาพทางด้านปริมาตรสุทธิ หรือน้ำหนักของผลิตภัณฑ์สมุนไพรอภัยภูเบศร 5 ชนิด คือ ยาแก้ไอมะขามป้อม แชมพูสระผมว่านหางจระเข้ ครีมนวดผมอัญชัน ครีมล้างหน้ามะขาม และแคปซูลขมิ้นชันแบบกึ่งสำเร็จรูป โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลจะแบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงแรกตั้งแต่ เดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มกราคม พ.ศ.2551 ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2551 และช่วงที่ 2 เป็นข้อมูลในเดือนมกราคม พ.ศ. 2552 แล้วนำข้อมูลที่ได้ทั้ง 2 ช่วง มาสร้างแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$-chart) และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย (R-chart) รวมทั้งคำนวณหาสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) และร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด โดยนำโปรแกรมสำเร็จรูป ได้แก่ SPSS, MINITAB และ Microsoft Excel เข้ามาช่วยในการประมวลผล ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า จากข้อมูลในช่วงที่ 1 และ 2 ของผลิตภัณฑ์สมุนไพรอภัยภูเบศรทั้ง 5 ชนิด มีผลการวิเคราะห์ดังนี้ คือ ผลิตภัณฑ์ยาแก้ไอมะขามป้อม แชมพูสระผมว่านหางจระเข้ และครีมล้างหน้ามะขาม จะพบว่า กระบวนการผลิตอยู่ในลักษณะที่ยังควบคุมไม่ได้ ส่วนสมรรถนะของกระบวนการผลิตได้ผลิตสินค้าอยู่ในระดับที่ดี และไม่มีสินค้าตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนด แสดงว่า กระบวนการผลิตยังผลิตสินค้าที่มีความผันแปรมาก แต่คุณภาพของสินค้ายังอยู่ในเกณฑ์ที่ทางมูลนิธิฯ กำหนด ส่วนผลิตภัณฑ์ครีมนวดผมอัญชัน และแคปซูลขมิ้นชันแบบกึ่งสำเร็จรูป จะพบว่า กระบวนการผลิตอยู่ในลักษณะที่ยังควบคุมไม่ได้ ส่วนสมรรถนะของกระบวนการผลิตได้ผลิตสินค้ายังไม่อยู่ในระดับที่ดี และมีสินค้าตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนด แสดงว่า กระบวนการผลิตยังผลิตสินค้าที่มีความผันแปรมาก และคุณภาพของสินค้าไม่อยู่ในเกณฑ์ที่ทางมูลนิธิฯ กำหนด ดังนั้น ผลิตภัณฑ์สมุนไพรทั้ง 5 ชนิด จึงสมควรที่จะควบคุมกระบวนการผลิตอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีความผันแปรน้อยลง และมีคุณภาพในการบรรจุที่ดีขึ้น

มนัญญา สอนครุฑ และคณะ (2552) ได้ทำการศึกษาการควบคุมคุณภาพการผลิตชิ้นส่วนบันไดเลื่อนของบริษัท มิตซูบิชิ เอลเลเวเตอร์ เอเชีย จำกัด ตั้งอยู่ที่ 700/86 นิคมอุตสาหกรรมอมตะนคร หมู่ 6 ถนนบางนา-ตราด ตำบลดอนหัวพ่อ อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการควบคุมคุณภาพและวิธีการควบคุมคุณภาพทางสถิติที่เหมาะสมของชิ้นส่วนบันไดเลื่อน จำนวน 2 รุ่น คือ รุ่น S1000 และรุ่น S600 โดยทำการวิเคราะห์จุดตรวจสอบทั้ง 5 จุด คือ จุดตรวจสอบ D EL ER GL และ GR ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยแบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงที่ 1 เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2552 ถึงเดือน ตุลาคม พ.ศ.2552 และช่วงที่ 2 เดือน พฤศจิกายน พ.ศ.2552ถึงเดือน ธันวาคม พ.ศ.2552 แล้วนำข้อมูลทั้ง 2 ช่วง มาสร้างแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$-chart) และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย (R-chart) พร้อมทั้งคำนวณหาสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) และค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกอยู่นอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด โดยนำโปรแกรมสำเร็จรูป ได้แก่ MINITAB และ Microsoft Excel เข้ามาช่วยในการประมวลผล ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า จากข้อมูลในช่วงที่ 1 และ 2 ของชิ้นส่วนบันไดเลื่อนทั้ง 2 รุ่น มีผลการวิเคราะห์ดังนี้ คือ S1000 จะพบว่ากระบวนการผลิตทั้ง 5 จุดตรวจสอบส่วนใหญ่อยู่ในลักษณะที่ยังควบคุมไม่ได้ ส่วนค่าสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) ของจุดตรวจสอบ D มีค่าแตกต่างกันพอสมควร จุดตรวจสอบ EL และ ER มีค่ามากกว่า 1 และจุดตรวจสอบ GL และ GR มีค่ามากกว่า 2 จึงควรหาสาเหตุที่ทำให้กระบวนการผลิตเกิดความผันแปรมาก เพื่อนำมาปรับปรุงกระบวนการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และจุดตรวจสอบที่ควรทำการปรับปรุงคุณภาพอันดับแรก คือ จุดตรวจสอบ D สำหรับชิ้นส่วนบันไดเลื่อนรุ่น S600 จะพบว่า กระบวนการผลิตทั้ง 5 จุดตรวจสอบส่วนใหญ่อยู่ในลักษณะที่ยังควบคุมไม่ได้ ส่วนค่าสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) ของจุดตรวจสอบ D มีค่ามากกว่า 1 จุดตรวจสอบ EL และ ER มีค่าแตกต่างกันค่อนข้างมาก และจุดตรวจสอบ GL และ GR มีค่าแตกต่างกันมาก จึงควรหาสาเหตุที่ทำให้กระบวนการผลิตเกิดความผันแปรก เพื่อนำมาปรับปรุงขบวนการผลิต และจุดตรวจสอบที่ควรทำการปรับปรุงคุณภาพอันดับแรก คือ จุดตรวจสอบ GL และ GR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

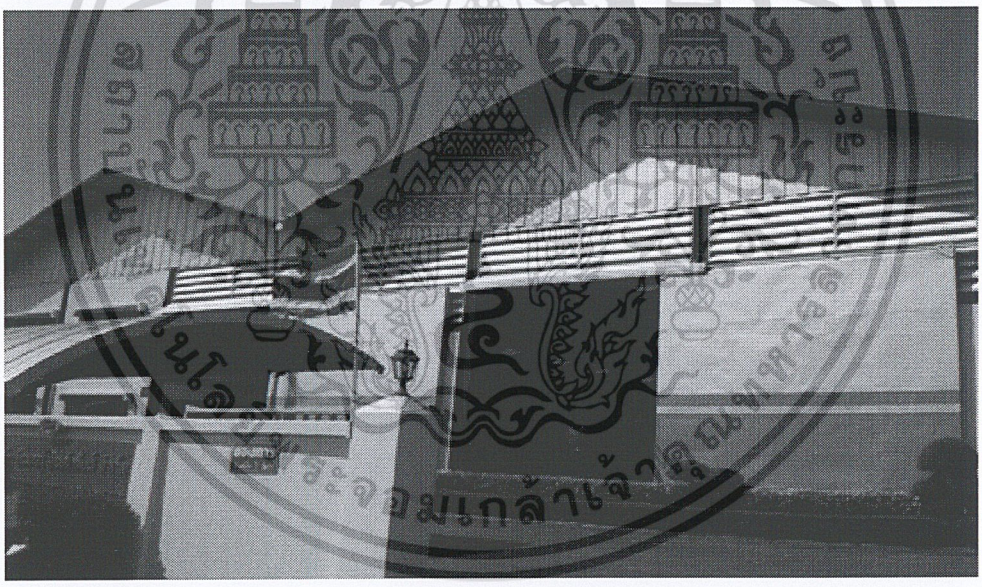
บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

วิธีการดำเนินงานวิจัยในปัญหาพิเศษ มีดังนี้

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

3.1 แหล่งที่มาของข้อมูล

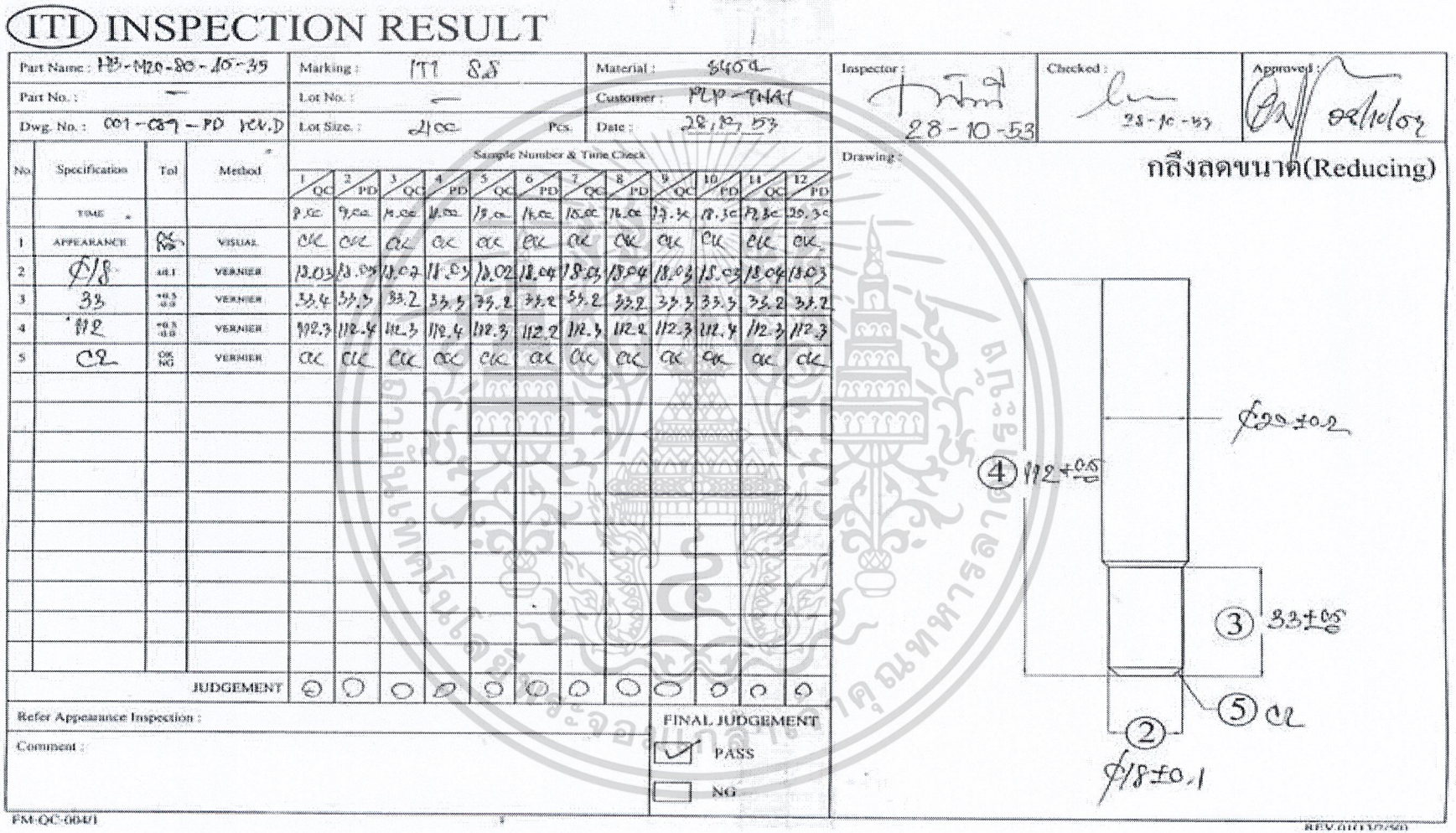
ในการศึกษาการควบคุมคุณภาพครั้งนี้ได้ทำการรวบรวมข้อมูลการตรวจสอบคุณภาพของสลักเกลียวในขนาดต่างๆ ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการยึดเสาไฟฟ้าของบริษัท อินเตอร์ อินดักชั่นส์ จำกัด โดยมีสถานที่ตั้งคือ เลขที่ 231 หมู่ที่ 2 ถนน ประชาพัฒนา แขวงทับยาว เขต ลาดกระบัง กรุงเทพ 10520



รูปที่ 3.1 บริษัท อินเตอร์ อินดักชั่นส์ จำกัด

ข้อมูลที่ได้นำมาศึกษาในครั้งนี้ เป็นการรวบรวมข้อมูลการตรวจสอบคุณภาพสลักเกลียว 6 แบบ ในขั้นตอนของการกลึงลดขนาด และ ขั้นตอนของการเจาะรู ซึ่งเป็นข้อมูลที่ทางบริษัท อินเตอร์ อินดักชั่นส์ จำกัด ได้เก็บรวบรวมไว้ในรายงานการตรวจสอบคุณภาพสลักเกลียว โดยทางบริษัทเก็บข้อมูลดังรูป 3.2 และ 3.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ITI INSPECTION RESULT

Part Name : H3-M20-80-16-35 | Marking : ITI 83 | Material : S45C
Part No. : — | Lot No. : — | Customer : PLP-THAI
Dwg. No. : 001-C87-PD REV.D | Lot Size. : 2000 Pcs. | Date : 28/10/53
Inspector : 28-10-53 | Checked : 28-10-53 | Approved :

No	Specification	Tol	Method	Sample Number & Time Check	1 QC	2 PD	3 QC	4 PD	5 QC	6 PD	7 QC	8 PD	9 QC	10 PD	11 QC	12 PD
	TIME				8.00	9.00	10.00	11.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.30	18.30	19.30	20.30
1	APPEARANCE		VISUAL		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
2	Ø18	±0.1	VERNIER		18.03	18.05	18.07	18.05	18.02	18.04	18.03	18.04	18.05	18.05	18.04	18.03
3	33	+0.3 -0.3	VERNIER		33.4	33.3	33.2	33.3	33.2	33.2	33.2	33.2	33.3	33.3	33.2	33.2
4	112	+0.3 -0.8	VERNIER		112.3	112.4	112.3	112.4	112.3	112.2	112.3	112.2	112.3	112.4	112.3	112.3
5	C2	OK NG	VERNIER		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
	JUDGEMENT				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

Refer Appearance Inspection :
Comment :
FINAL JUDGEMENT ☑ PASS ☐ NG

FM-QC-004/1

Drawing : กลึงลดขนาด(Reducing)

REV.01(17/2/53)

รูปที่ 3.2 ตัวอย่างใบรายการตรวจสอบคุณภาพสลักเกลียวขั้นตอนการกลึงลดขนาดของทางบริษัท

รูปที่ 3.2 ตัวอย่างใบรายการตรวจสอบคุณภาพสลักเกลียวขั้นตอนการกลึงลดขนาดของทางบริษัท ซึ่งทางบริษัทจะทำการวัดค่าจุดตรวจสอบด้วยเวอร์เนียคาลิปเปอร์ครั้งละ1ตัวอย่าง (n = 1) ของทุก 1 ชั่วโมงตลอดระยะเวลาการผลิตต่อวันซึ่งในขั้นตอนนี้ทางบริษัทจะทำการวัดค่าจุดตรวจสอบ 5 จุดตรวจสอบต่อ 1 ตัวอย่าง ดังนี้

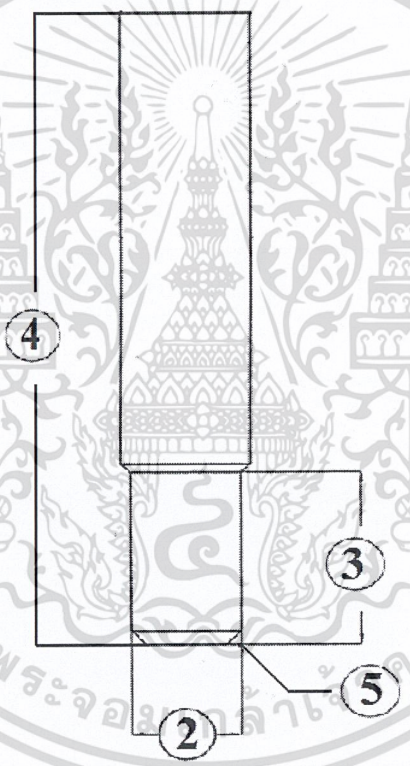
จุดที่ 1 คือ ตรวจสอบลักษณะภายนอกว่าสมบูรณ์ครบถ้วนตามต้องการหรือไม่

จุดที่ 2 คือ วัดเส้นผ่านศูนย์กลางของส่วนที่กลึงลดขนาด

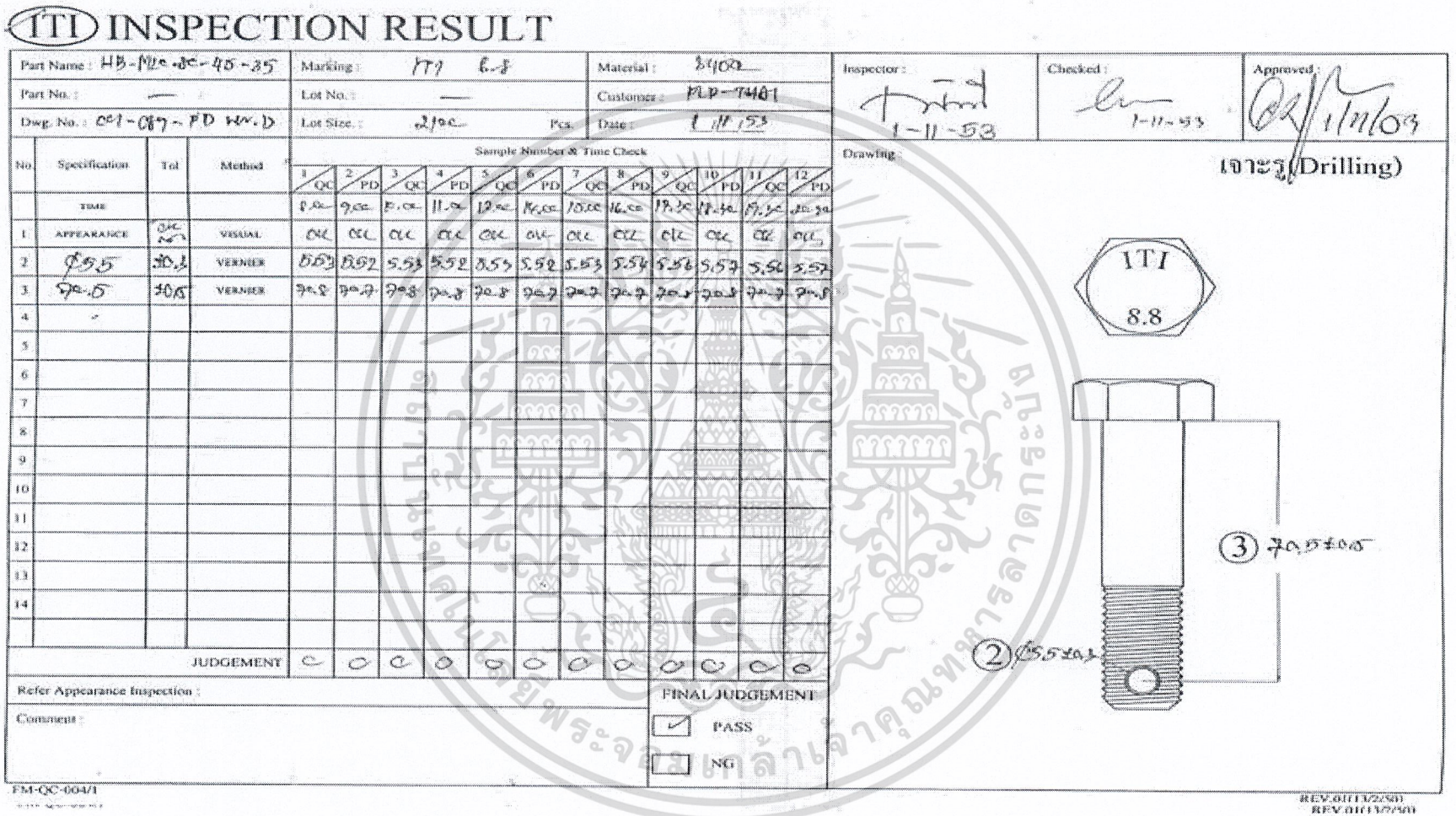
จุดที่ 3 คือ วัดความยาวของส่วนที่กลึงลดขนาด

จุดที่ 4 คือ วัดความยาวรวมทั้งแท่งเหล็ก

จุดที่ 5 คือ ตรวจสอบรายละเอียด หรือ ภาพรวมของสลักเกลียว



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ITI INSPECTION RESULT

Part Name : HB-Me-8C-45-35 | Marking : ITI 8.8 | Material : S45C
Part No. : — | Lot No. : — | Customer : PLP-T481
Dwg. No. : 001-087-PD Rev.D | Lot Size. : 210 Pcs. | Date : 1/11/53
Inspector : 1-11-53 | Checked : 1-11-53 | Approved : 02/11/03

No.	Specification	Tol	Method	Sample Number & Time Check (1 QC / 2 PD / 3 QC / 4 PD / 5 QC / 6 PD / 7 QC / 8 PD / 9 QC / 10 PD / 11 QC / 12 PD)
	TIME			8.00 / 9.00 / 10.00 / 11.00 / 12.00 / 14.00 / 15.00 / 16.00 / 17.00 / 18.00 / 19.00 / 20.00
1	APPEARANCE	OK	VISUAL	OK / OK / OK / OK / OK / OK / OK / OK / OK / OK / OK / OK
2	Ø5.5	±0.1	VERNIER	5.53 / 5.52 / 5.53 / 5.52 / 5.53 / 5.52 / 5.53 / 5.54 / 5.56 / 5.57 / 5.56 / 5.57
3	20.5	±0.5	VERNIER	20.8 / 20.9 / 20.8 / 20.9 / 20.8 / 20.7 / 20.7 / 20.7 / 20.6 / 20.6 / 20.7 / 20.8
4	"			
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
	JUDGEMENT			○ / ○ / ○ / ○ / ○ / ○ / ○ / ○ / ○ / ○ / ○ / ○

Refer Appearance Inspection :
Comment :

FINAL JUDGEMENT
☑ PASS
☐ NG

Drawing : เจาะรู (Drilling)

FM-QC-004/1
REV.01(13/2/50)

รูปที่ 3.3 ตัวอย่างใบรายการตรวจสอบคุณภาพสลักเกลียวขั้นตอนการเจาะรูของทางบริษัท

รูปที่ 3.3 ตัวอย่างใบรายการตรวจสอบคุณภาพสลักเกลียวขั้นตอนการเจาะรูของทางบริษัท ซึ่งทางบริษัทจะทำการวัดค่าจุดตรวจสอบด้วยเวอร์เนียคาลิปเปอร์ครั้งละ1ตัวอย่าง (n = 1) ของทุก 1 ชั่วโมงตลอดระยะเวลาการผลิตต่อวันซึ่งในขั้นตอนนี้ทางบริษัทจะทำการวัดค่าจุดตรวจสอบ 3 จุดตรวจสอบต่อ 1 ตัวอย่าง

จุดที่ 1 คือ ตรวจสอบลักษณะภายนอกว่าสมบูรณ์ครบถ้วนตามต้องการหรือไม่

จุดที่ 2 คือ วัดขนาดความกว้างของรู

จุดที่ 3 คือ วัดความยาวตั้งแต่ใต้หัวสลักเกลียวถึงเส้นผ่าศูนย์กลางรู

ซึ่งในการศึกษางานวิจัยครั้งนี้ทำการตรวจสอบคุณภาพสลักเกลียว 6 แบบซึ่งเป็นข้อมูลจากการผลิตในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553 ถึง เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2553 ตรวจสอบใน 2 ขั้นตอนการผลิต คือ ขั้นตอนของการกลึงลดขนาด และขั้นตอนของการเจาะรู ซึ่งสลักเกลียวทั้ง 6 แบบที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้มีลักษณะ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

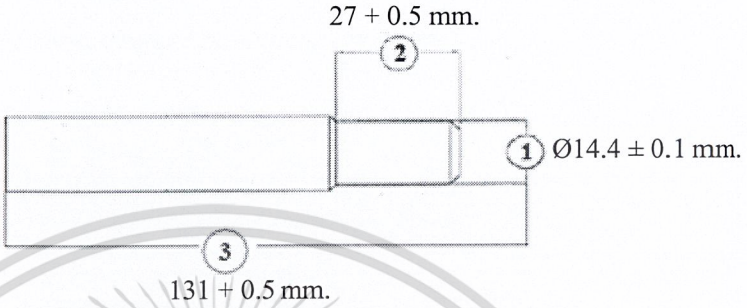
แบบที่ 1 คือ HB-M16-105-78-27

ขั้นตอนการกลึงลดขนาด จะทำการตรวจสอบอยู่ 3 จุด ดังนี้

จุดที่ 1 วัดเส้นผ่านศูนย์กลางของส่วนที่กลึงลดขนาด

จุดที่ 2 วัดความยาวของส่วนที่กลึงลดขนาด

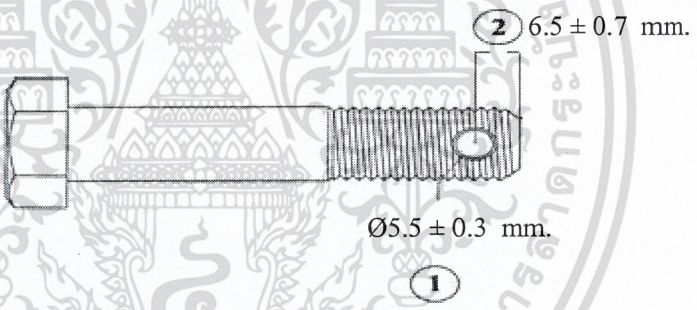
จุดที่ 3 วัดความยาวรวมทั้งแท่งเหล็ก



ขั้นตอนการเจาะรู จะทำการตรวจสอบอยู่ 2 จุด ดังนี้

จุดที่ 1 วัดเส้นผ่านศูนย์กลางของรูที่เจาะ

จุดที่ 2 วัดความยาวตรงกลางรูที่เจาะถึงส่วนท้ายสุด



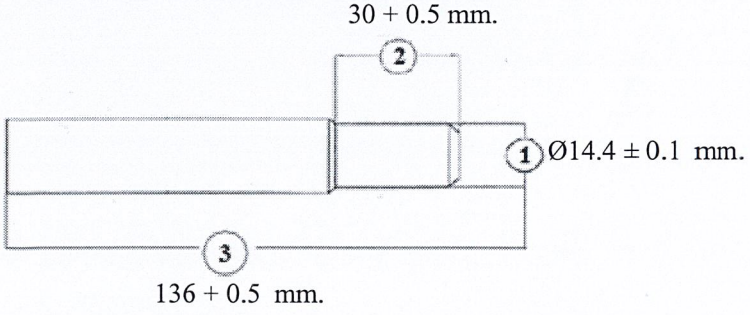
แบบที่ 2 คือ BENDING-M16-110-80-30

ขั้นตอนการกลึงลดขนาด จะทำการตรวจสอบอยู่ 3 จุด ดังนี้

จุดที่ 1 วัดเส้นผ่านศูนย์กลางของส่วนที่กลึงลดขนาด

จุดที่ 2 วัดความยาวของส่วนที่กลึงลดขนาด

จุดที่ 3 วัดความยาวรวมทั้งแท่งเหล็ก

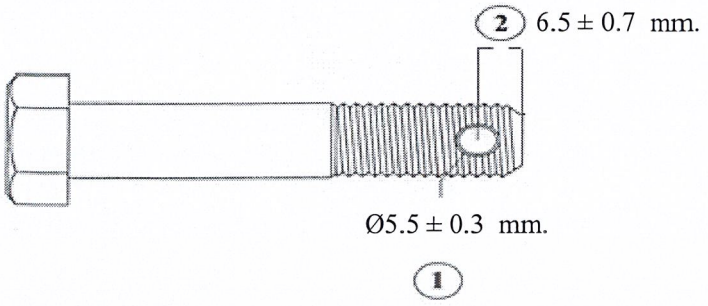


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการเจาะรู จะทำการตรวจสอบอยู่ 2 จุด ดังนี้

จุดที่ 1 วัดเส้นผ่านศูนย์กลางของรูที่เจาะ

จุดที่ 2 วัดความยาวตรงกลางรูที่เจาะถึงส่วนท้ายสุด



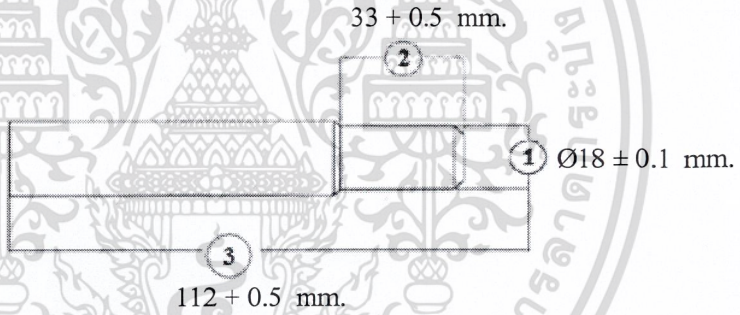
แบบที่ 3 คือ HB-M20-80-45-35

ขั้นตอนการกลึงลดขนาด จะทำการตรวจสอบอยู่ 3 จุด ดังนี้

จุดที่ 1 วัดเส้นผ่านศูนย์กลางของส่วนที่กลึงลดขนาด

จุดที่ 2 วัดความยาวของส่วนที่กลึงลดขนาด

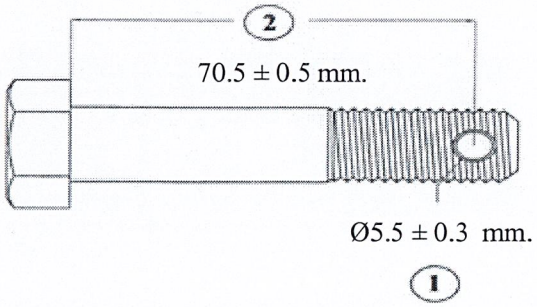
จุดที่ 3 วัดความยาวรวมทั้งแท่งเหล็ก



ขั้นตอนการเจาะรู จะทำการตรวจสอบอยู่ 2 จุด ดังนี้

จุดที่ 1 วัดเส้นผ่านศูนย์กลางของรูที่เจาะ

จุดที่ 2 วัดความยาวใต้หัวโบลต์ถึงตรงกลางรูที่เจาะ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

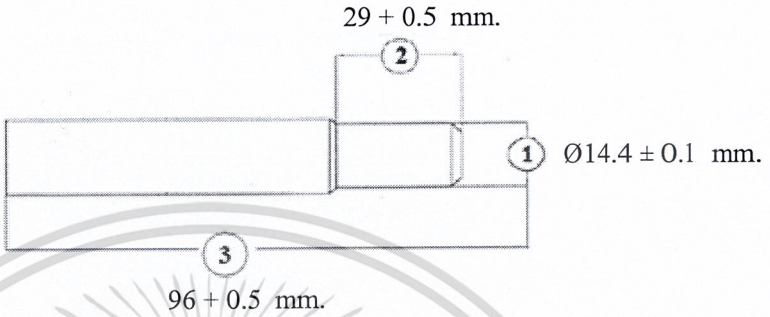
แบบที่ 4 คือ HB-M16-70-41-29

ขั้นตอนการกลึงลดขนาด จะทำการตรวจสอบอยู่ 3 จุด ดังนี้

จุดที่ 1 วัดเส้นผ่านศูนย์กลางของส่วนที่กลึงลดขนาด

จุดที่ 2 วัดความยาวของส่วนที่กลึงลดขนาด

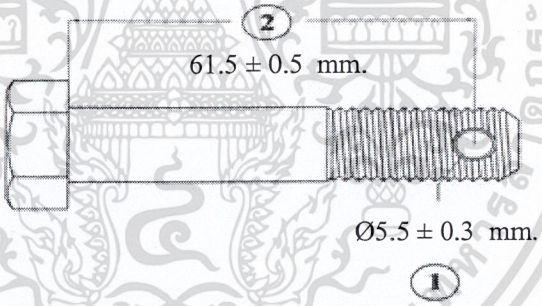
จุดที่ 3 วัดความยาวรวมทั้งแท่งเหล็ก



ขั้นตอนการเจาะรู จะทำการตรวจสอบอยู่ 2 จุด ดังนี้

จุดที่ 1 วัดเส้นผ่านศูนย์กลางของรูที่เจาะ

จุดที่ 2 วัดความยาวใต้หัวโบลต์ถึงตรงกลางรูที่เจาะ



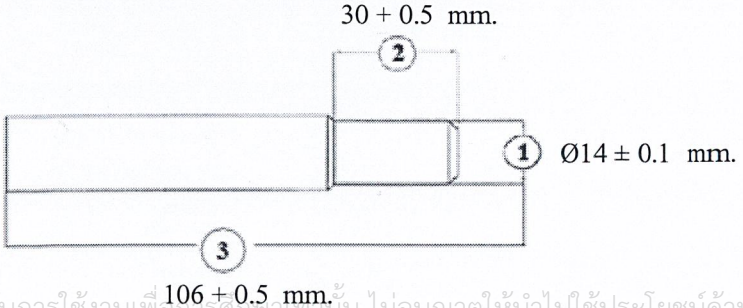
แบบที่ 5 คือ HB-M16-80-50-30

ขั้นตอนการกลึงลดขนาด จะทำการตรวจสอบอยู่ 3 จุด ดังนี้

จุดที่ 1 วัดเส้นผ่านศูนย์กลางของส่วนที่กลึงลดขนาด

จุดที่ 2 วัดความยาวของส่วนที่กลึงลดขนาด

จุดที่ 3 วัดความยาวรวมทั้งแท่งเหล็ก

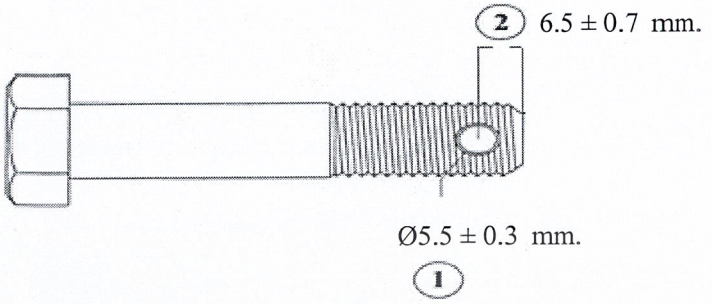


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการเจาะรู จะทำการตรวจสอบอยู่ 2 จุด ดังนี้

จุดที่ 1 วัดเส้นผ่านศูนย์กลางของรูที่เจาะ

จุดที่ 2 วัดความยาวตรงกลางรูที่เจาะถึงส่วนท้ายสุด



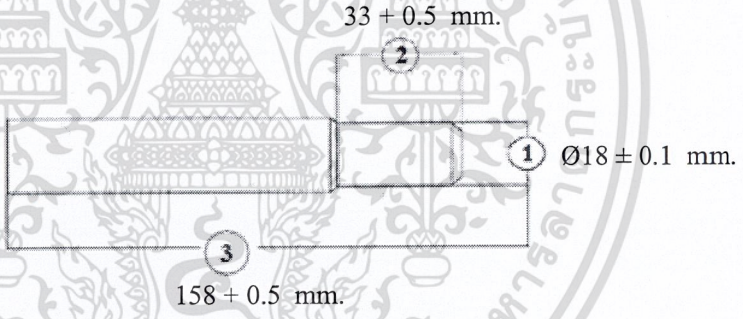
แบบที่ 6 คือ HB-M20-125-92-33

ขั้นตอนการกลึงลดขนาด จะทำการตรวจสอบอยู่ 3 จุด ดังนี้

จุดที่ 1 วัดเส้นผ่านศูนย์กลางของส่วนที่กลึงลดขนาด

จุดที่ 2 วัดความยาวของส่วนที่กลึงลดขนาด

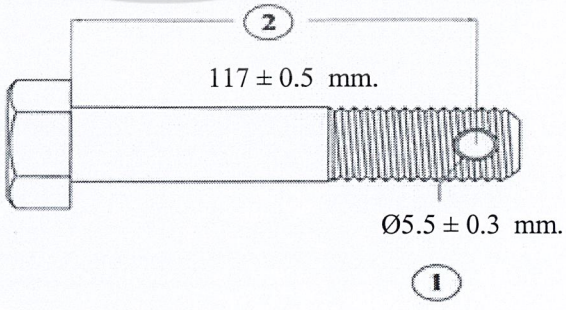
จุดที่ 3 วัดความยาวรวมทั้งแท่งเหล็ก



ขั้นตอนการเจาะรู จะทำการตรวจสอบอยู่ 2 จุด ดังนี้

จุดที่ 1 วัดเส้นผ่านศูนย์กลางของรูที่เจาะ

จุดที่ 2 วัดความยาวใต้หัวโบลต์ถึงตรงกลางรูที่เจาะ



ในการเก็บข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้จะทำการจัดทำแบบบันทึกข้อมูลเพื่อใช้เก็บข้อมูลครั้งละ 5 ตัวอย่าง เพื่อให้ข้อมูลที่เก็บได้มีความน่าเชื่อถือมากขึ้น ดังรูป 3.4 และ 3.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบบันทึกข้อมูลขั้นตอนของการกลึงลดขนาด (Reducing)

กระบวนการที่.....ลักษณะคุณภาพ.....

วันที่.....ผู้บันทึก.....

Time	Specification	Tol.	การวัด					ค่าเฉลี่ย $\overline{X}$	ค่าพิสัย R	หมายเหตุ
			X_1	X_2	X_3	X_4	X_5			
8.00	จุดที่ 1	18 ± 0.1	18.03	18.02	18.05	18.03	18.03	18.032	0.03	
	จุดที่ 2	33 + 0.5	33.4	33.3	33.4	33.2	33.2	33.3	0.20	
	จุดที่ 3	112+0.5	112.3	112.1	112.2	112.2	112.1	112.18	0.20	
9.00	จุดที่ 1	±0.1	18.05	18.03	18.03	18.02	18.04	18.034	0.03	
	จุดที่ 2	+0.5	33.3	33.2	33.4	33.4	33.3	33.32	0.20	
	จุดที่ 3	+0.5	112.4	112.2	112.2	112.1	112.2	112.22	0.30	
10.00	จุดที่ 1	±0.1	18.07	18.05	18.02	18.03	18.03	18.04	0.05	
	จุดที่ 2	+0.5	33.2	33.2	33.4	33.3	33.4	33.3	0.20	
	จุดที่ 3	+0.5	112.3	112.2	112.1	112.4	112.3	112.26	0.30	
11.00	จุดที่ 1	±0.1	18.03	18.02	18.05	18.02	18.02	18.028	0.03	
	จุดที่ 2	+0.5	33.3	33.3	33.5	33.4	33.1	33.32	0.40	
	จุดที่ 3	+0.5	112.4	112.3	112.1	112.3	112.2	112.26	0.30	
13.00	จุดที่ 1	±0.1	18.02	18.01	18.02	18.03	18.03	18.022	0.02	
	จุดที่ 2	+0.5	33.2	33.2	33.2	33.4	33.1	33.22	0.30	
	จุดที่ 3	+0.5	112.3	112.3	112.1	112.1	112.2	112.2	0.20	
14.00	จุดที่ 1	±0.1	18.04	18.03	18.02	18.02	18.01	18.024	0.03	
	จุดที่ 2	+0.5	33.2	33.1	33.2	33.2	33.4	33.22	0.30	
	จุดที่ 3	+0.5	112.2	112.2	112.1	112.3	112.3	112.22	0.20	
15.00	จุดที่ 1	±0.1	18.03	18.05	18.04	18.03	18.03	18.036	0.02	
	จุดที่ 2	+0.5	33.2	33.1	33.2	33.1	33.3	33.18	0.20	
	จุดที่ 3	+0.5	112.3	112.3	112.2	112.1	112.1	112.2	0.20	
16.00	จุดที่ 1	±0.1	18.04	18.03	18.01	18.04	18.02	18.028	0.03	
	จุดที่ 2	+0.5	33.2	33.2	33.1	33.3	33.1	33.18	0.20	
	จุดที่ 3	+0.5	112.2	112.2	112.5	112.1	112.4	112.28	0.40	

รูปที่ 3.4 ตัวอย่างแบบบันทึกข้อมูลขั้นตอนการกลึงลดขนาดที่ออกแบบเพิ่มเติม เมื่อเก็บข้อมูลครั้งละ 5 ตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบบันทึกข้อมูลขั้นตอนของการเจาะรู (Drilling)

กระบวนการที่.....ลักษณะคุณภาพ.....

วันที่.....ผู้บันทึก.....

Time	Specification	Tol.	การวัด					ค่าเฉลี่ย $\overline{X}$	ค่าพิสัย R	หมายเหตุ
			X_1	X_2	X_3	X_4	X_5			
8.00	จุดที่ 1	5.5 ± 0.3	5.53	5.51	5.56	5.52	5.5	5.524	0.06	
	จุดที่ 2	70.5±0.5	70.8	70.6	70.7	70.7	70.5	70.66	0.30	
9.00	จุดที่ 1	±0.3	5.52	5.56	5.53	5.54	5.5	5.53	0.06	
	จุดที่ 2	±0.5	70.7	70.6	70.7	70.9	70.7	70.72	0.30	
10.00	จุดที่ 1	±0.3	5.53	5.55	5.54	5.51	5.54	5.534	0.04	
	จุดที่ 2	±0.5	70.8	70.9	70.6	70.5	70.7	70.7	0.40	
11.00	จุดที่ 1	±0.3	5.52	5.55	5.53	5.54	5.51	5.53	0.04	
	จุดที่ 2	±0.5	70.8	70.6	70.6	70.7	70.9	70.72	0.30	
13.00	จุดที่ 1	±0.3	5.53	5.54	5.51	5.51	5.52	5.522	0.03	
	จุดที่ 2	±0.5	70.8	70.9	70.6	70.7	70.7	70.74	0.30	
14.00	จุดที่ 1	±0.3	5.52	5.6	5.53	5.56	5.56	5.554	0.08	
	จุดที่ 2	±0.5	70.7	70.7	70.6	70.7	70.8	70.7	0.20	
15.00	จุดที่ 1	±0.3	5.53	5.54	5.56	5.61	5.56	5.56	0.08	
	จุดที่ 2	±0.5	70.7	70.6	70.7	70.6	70.5	70.62	0.20	
16.00	จุดที่ 1	±0.3	5.54	5.55	5.51	5.51	5.52	5.526	0.04	
	จุดที่ 2	±0.5	70.7	70.7	70.6	70.9	70.5	70.68	0.40	
17.30	จุดที่ 1	±0.3	5.56	5.53	5.51	5.54	5.53	5.534	0.05	
	จุดที่ 2	±0.5	70.8	70.9	70.7	70.7	70.6	70.74	0.30	
18.30	จุดที่ 1	±0.3	5.57	5.59	5.51	5.52	5.55	5.548	0.08	
	จุดที่ 2	±0.5	70.8	70.8	70.5	70.6	70.8	70.7	0.30	
19.30	จุดที่ 1	±0.3	5.56	5.54	5.56	5.52	5.55	5.546	0.04	
	จุดที่ 2	±0.5	70.7	70.8	70.8	70.9	70.7	70.78	0.20	
20.30	จุดที่ 1	±0.3	5.57	5.56	5.55	5.56	5.57	5.562	0.02	
	จุดที่ 2	±0.5	70.8	70.6	70.5	70.7	70.7	70.66	0.30	

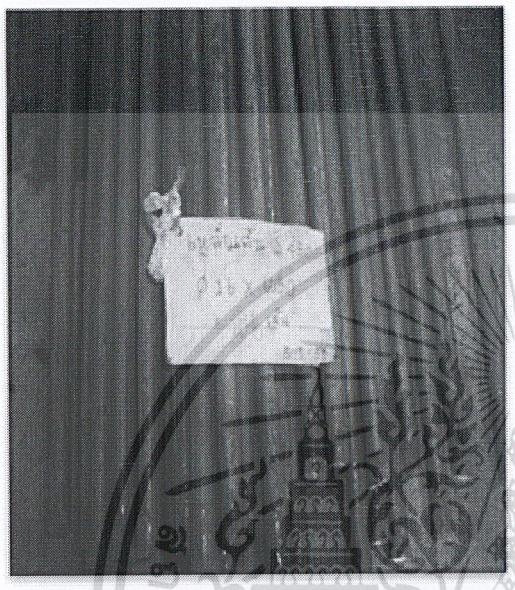
รูปที่ 3.5 ตัวอย่างแบบบันทึกข้อมูลในขั้นตอนการเจาะรูที่ออกแบบเพิ่มเติม เมื่อเก็บรวบรวมครั้งละ 5 ตัวอย่าง

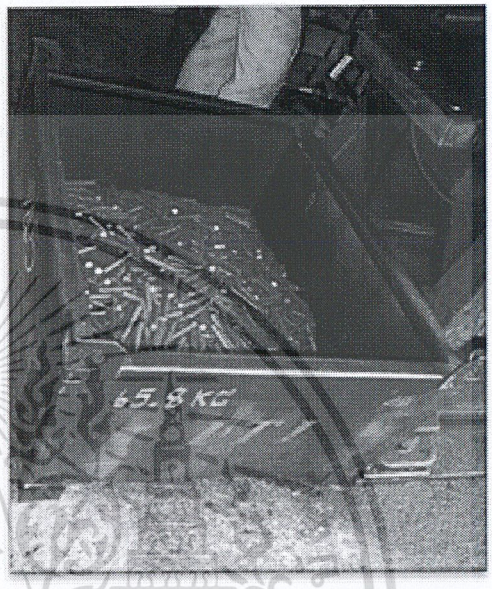
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ขั้นตอนการผลิต

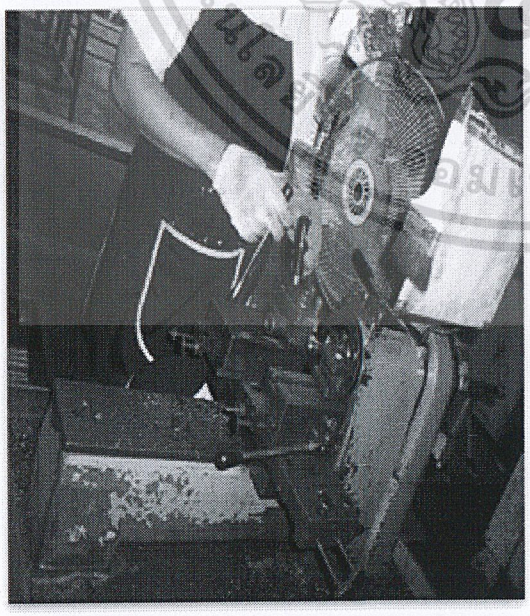
ขั้นตอนการผลิตสลักเกลียวในแต่ละขนาดจะมีขั้นตอนหลักๆ ดังต่อไปนี้

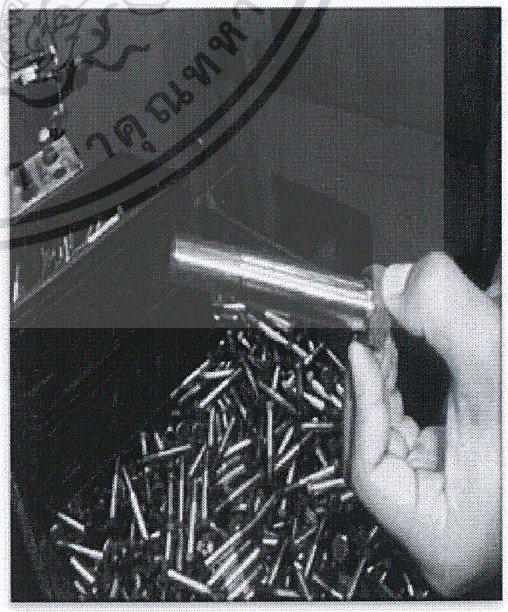
1. การตัด (cutting) การนำเหล็กเส้นมาตัดโดยเครื่องตัดเหล็กให้ได้ชิ้นส่วนตามขนาดสลักเกลียวที่ลูกค้าต้องการ





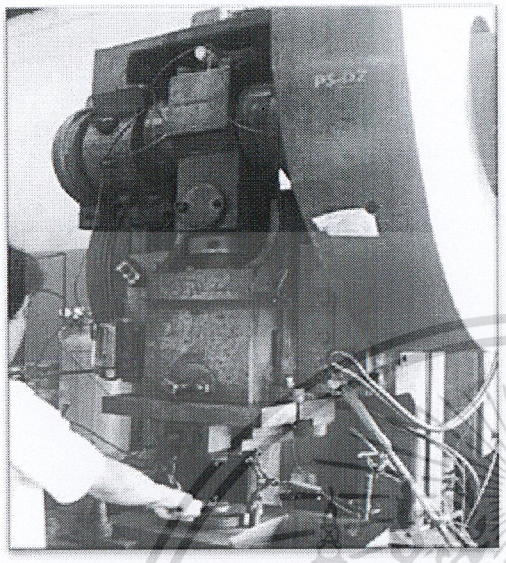
2. การกลึงลดขนาด (Reducting) เป็นการสร้างชิ้นงานที่มีลักษณะเป็นทรงกระบอกโดยใช้เครื่องกลึงจับยึดชิ้นงานแล้วใช้ใบมีดตัดหรือขูดเนื้อโลหะลงไปเรื่อยๆ

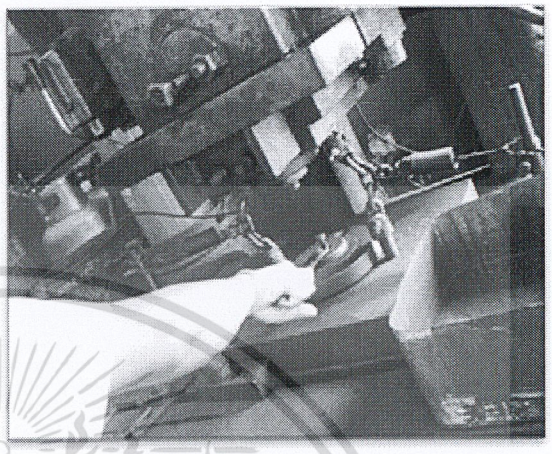




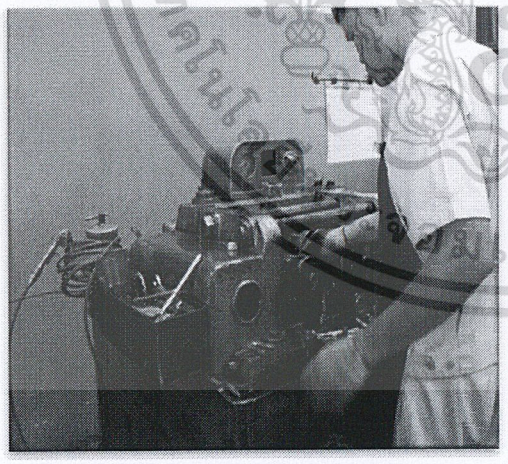
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การขึ้นรูป (up setter) เป็นวิธีการขึ้นรูปโดยการเพิ่มอุณหภูมิให้ร้อน แล้วเข้าเครื่องตีขึ้นรูปตามแบบแม่พิมพ์โลหะ จะถูกแรงกระทำจากเครื่องจนมีรูปร่างตามแบบ





4. การรีดเกลียว (Threading) เป็นการรีดเกลียวภายนอกของสลักเกลียว เพื่อให้ส่วนหัวของสลักเกลียวสามารถใส่น๊อตตัวเมียเพื่อเป็นตัวยึดระหว่างสลักเกลียวกับอุปกรณ์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การเจาะรู (Drilling) เพื่อใส่คลิปเป็นตัวกั้นไม่ให้น๊อตตัวเมียหลุดออกได้

3.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ทำการติดต่อกับทางบริษัทเพื่อขอเข้าไปดูงานและขอเก็บรวบรวมข้อมูลในฝ่ายผลิตและฝ่ายควบคุมคุณภาพ

2. รวบรวมข้อมูลในการตรวจสอบคุณภาพสลักเกลียวทั้ง 6 แบบ โดยทำการเก็บข้อมูลตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553

3. ศึกษาข้อมูลที่ได้ และดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลโดยนำข้อมูลมาสร้างแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$-chart) และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย (R-chart) พร้อมทั้งหาค่าสมรรถนะของกระบวนการผลิต C_{pk} และค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกอยู่นอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด แล้วนำผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลไปเสนอต่อฝ่ายควบคุมคุณภาพทางบริษัทฯ

4. นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

3.4 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล

1. นำข้อมูลทั้ง 6 แบบ มาสร้างแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$ – chart) และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย (R-chart) ซึ่งค่าเฉลี่ยที่นำมาวิเคราะห์จะถือว่ามีการแจกแจงแบบปกติ เนื่องจากตามทฤษฎีของ Farrokh Alemi (1996) ได้กล่าวไว้ว่า " ค่าเฉลี่ยถือว่าเป็นตัวแปรแบบต่อเนื่อง ในกรณีที่ทำการเก็บข้อมูลไม่น้อยกว่า 4 ตัวอย่าง จะส่งผลให้ค่าเฉลี่ยที่ได้มีการแจกแจงที่มีลักษณะเข้าใกล้โค้งสมมาตร (symmetry curve) ดังนั้นอาศัยทฤษฎีลิมิตสู่ส่วนกลาง (Central limit theorem) จะทำให้ค่าเฉลี่ยดังกล่าวมีการแจกแจงที่มีลักษณะเข้าใกล้แบบปกติ " โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป MINITAB 14 มาช่วยในการประมวลผล

2. หาค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) และร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป MINITAB 14

3. สรุปผลการวิเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้รวบรวมไว้ จะวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพของสลักเกลียว ของบริษัท อินเตอร์ อินดักชั่นส์ จำกัด โดยใช้แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$ – chart) แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย (R-chart) ดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (Process capability index) หรือ C_{pk} และร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งสลักเกลียวทั้ง 6 แบบ ประกอบด้วย

แบบที่ 1 คือ HB-M16-105-78-27 แบบที่ 2 คือ BENDING-M16-110-80-30

แบบที่ 3 คือ HB-M20-80-45-35 แบบที่ 4 คือ HB-M16-70-41-29

แบบที่ 5 คือ HB-M16-80-50-30 แบบที่ 6 คือ HB-M20-125-92-33

ขั้นตอนในการตรวจสอบมี 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการกลึงลดขนาด และขั้นตอนการเจาะรู ซึ่งขั้นตอนการกลึงลดขนาดมีจุดตรวจสอบ 3 จุด และขั้นตอนการเจาะรูมีจุดตรวจสอบ 2 จุดโดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ.2553 ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ.2553 ข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาได้นั้นทางบริษัท อินเตอร์ อินดักชั่นส์ จำกัด ไม่ได้ระบุสาเหตุของความผันแปรของข้อมูล ดังนั้น ในกรณีที่ข้อมูลตกนอกขีดจำกัดควบคุมบน (UCL) หรือ ขีดจำกัดควบคุมล่าง (LCL) จึงไม่สามารถปรับปรุงแผนภูมิควบคุมเกี่ยวกับความผิดปกติที่เกิดขึ้น

ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ครั้งนี้ ค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่ามากกว่า 1 จะถือว่าสมรรถนะของกระบวนการผลิตอยู่ในระดับที่ดี

4.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของสลักเกลียวแบบที่ 1

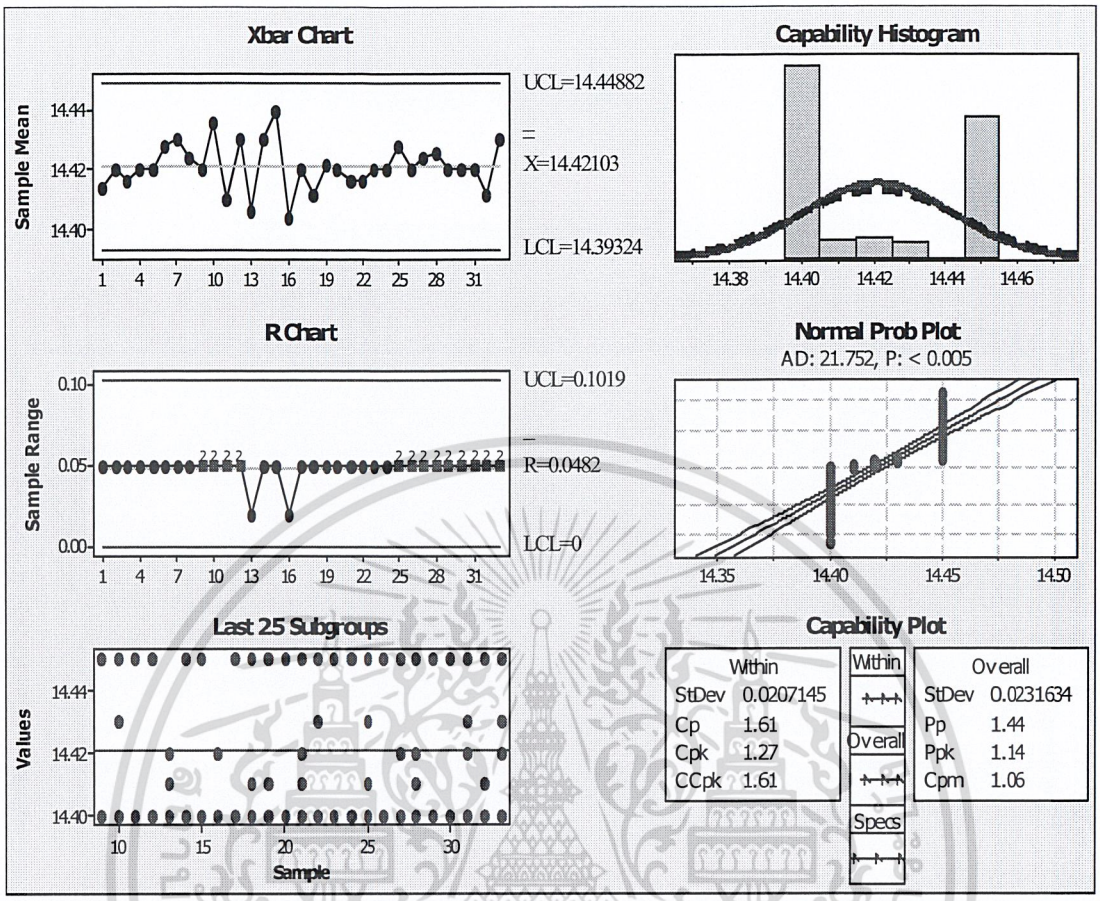
ในการรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้ทำการเก็บข้อมูลชุดนี้ในช่วงวันที่ 11ถึง 14 ตุลาคม พ.ศ. 2553 ทางบริษัทฯ มีการกำหนดค่าที่ใช้ในการตรวจสอบข้อมูลคุณภาพของสลักเกลียวไว้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.1 ค่าขีดจำกัดข้อกำหนดบนและล่างที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของสลักเกลียวแบบที่1

ลักษณะของการตรวจสอบ	จุดตรวจสอบ	ขีดจำกัดข้อกำหนด (มิลลิเมตร)	
		บน(USL)	ล่าง(LSL)
การกลึงลดขนาด	1	14.5	14.3
	2	27.5	27
	3	131.5	131
การเจาะรู	1	5.8	5.2
	2	7.2	5.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนการกลึงลดขนาดแบบที่ 1 ในจุดที่ 1

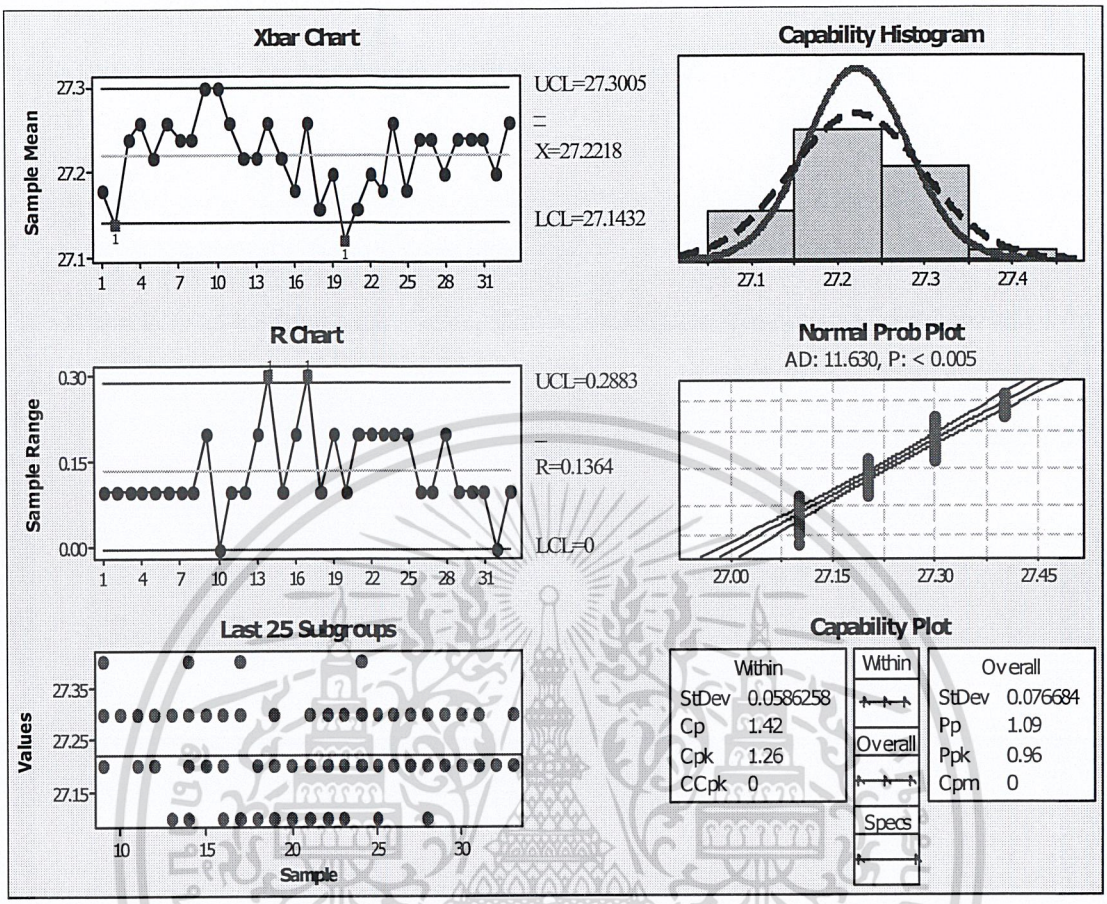


รูปที่ 4.1 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัยของการกลึงลดขนาดแบบที่ 1ในจุดที่ 1

จากรูปที่ 4.1 พบว่า ไม่มีจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยพบว่า มีจุดที่ 1 ถึง 12 และจุดที่ 17 ถึง 33 พบลักษณะที่ควบคุมไม่ได้ คือมีอย่างน้อย 9 จุดติดต่อกันที่อยู่ใกล้เส้นกึ่งกลาง แสดงว่า กระบวนการผลิตไม่สามารถควบคุมได้ ในการหาค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 1.27 แสดงว่าสมรรถนะของกระบวนการผลิตสลักเกลียวแบบที่ 1 ของการกลึงลดขนาดในจุดที่ 1 อยู่ในระดับที่ดี และมีสลักเกลียวคิดเป็นของเสียร้อยละ 0.01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนการกลึงลดขนาดแบบที่ 1 ในจุดที่ 2

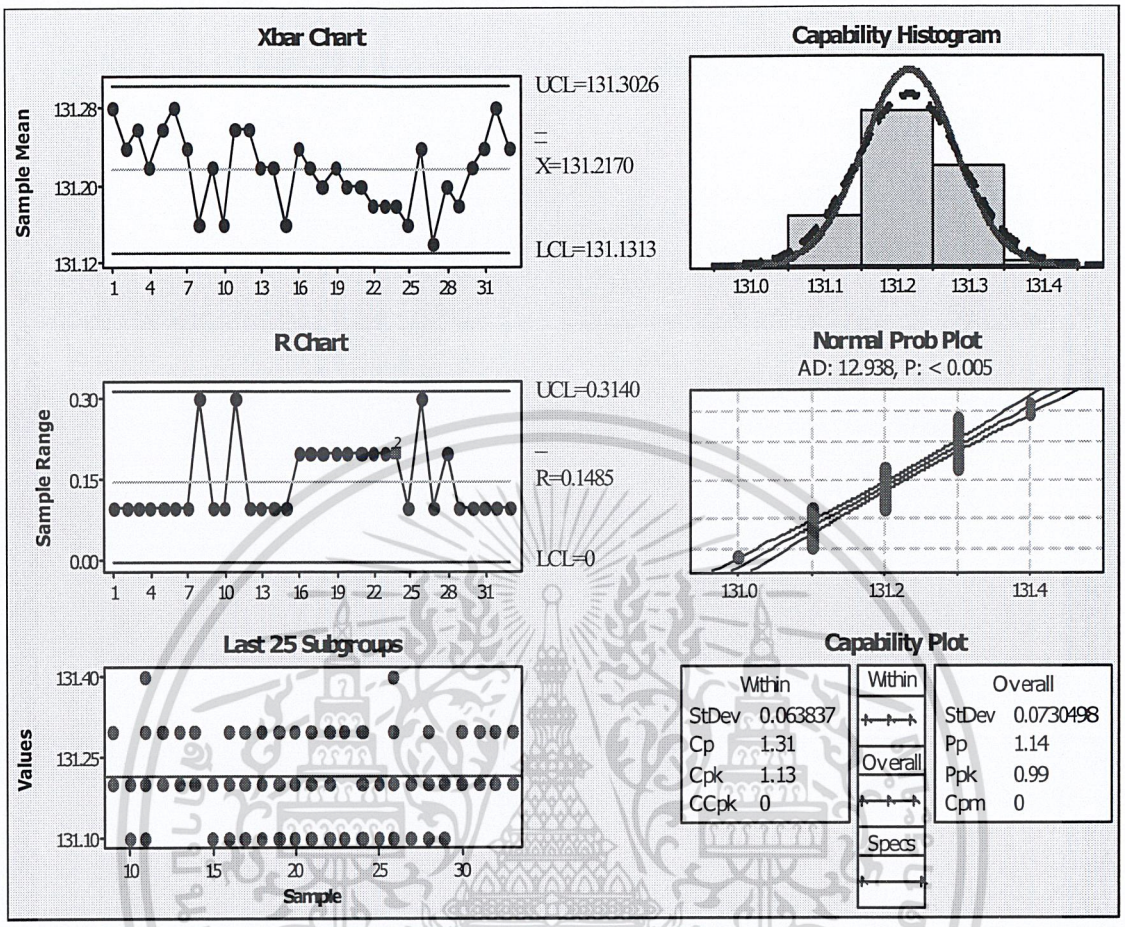


รูปที่ 4.2 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัยของการกลึงลดขนาดแบบที่ 1ในจุดที่ 2

จากรูปที่ 4.2 พบว่า แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยมีจุดที่ 2 และจุดที่ 20 เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมล่าง สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยพบว่า มีจุดที่ 14 และจุดที่17 เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนแสดงว่ากระบวนการผลิตไม่สามารถควบคุมได้ ในการหาค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 1.26 แสดงว่า สมรรถนะของกระบวนการผลิตสลักเกลียวแบบที่ 1ของการกลึงลดขนาดในจุดที่ 2 อยู่ในระดับที่ดีและมีสลักเกลียวคิดเป็นของเสียร้อยละ 0.01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนการกลึงลดขนาดแบบที่ 1 ในจุดที่ 3

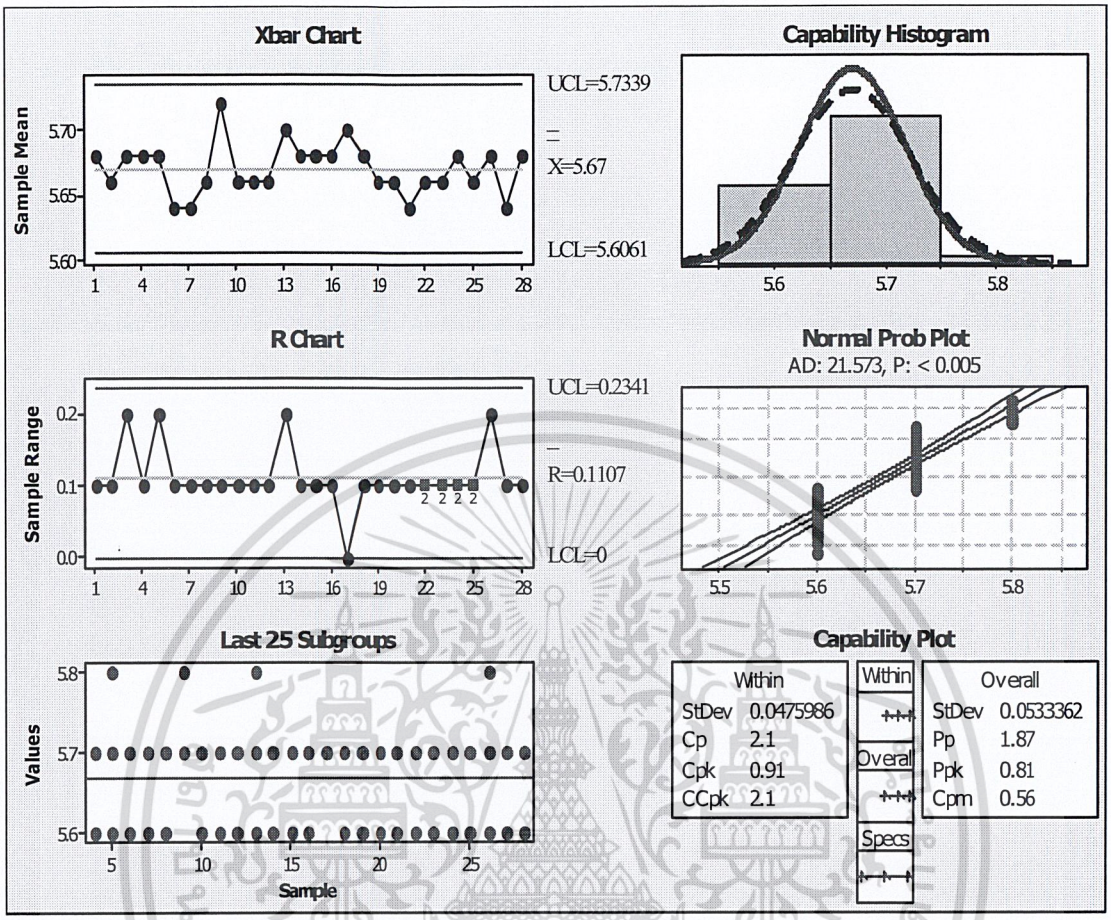


รูปที่ 4.3 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัยของการกลึงลดขนาดแบบที่ 1 ในจุดที่ 3

จากรูปที่ 4.3 พบว่า ไม่มีจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยพบว่า มีจุดที่ 16 ถึงจุดที่ 24 พบลักษณะที่ควบคุมไม่ได้ คือ มีอย่างน้อย 9 จุด ติดต่อกันที่อยู่ใกล้เส้นกึ่งกลาง แสดงว่ากระบวนการผลิตไม่สามารถควบคุมได้ ในการหาค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 1.13 แสดงว่า สมรรถนะของกระบวนการผลิตสลักเกลียวแบบที่ 1ของการกลึงลดขนาดในจุดที่ 3 อยู่ในระดับที่ดีและมีสลักเกลียวคิดเป็นของเสียร้อยละ 0.03

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนการเจาะรูแบบที่ 1 ในจุดที่ 1

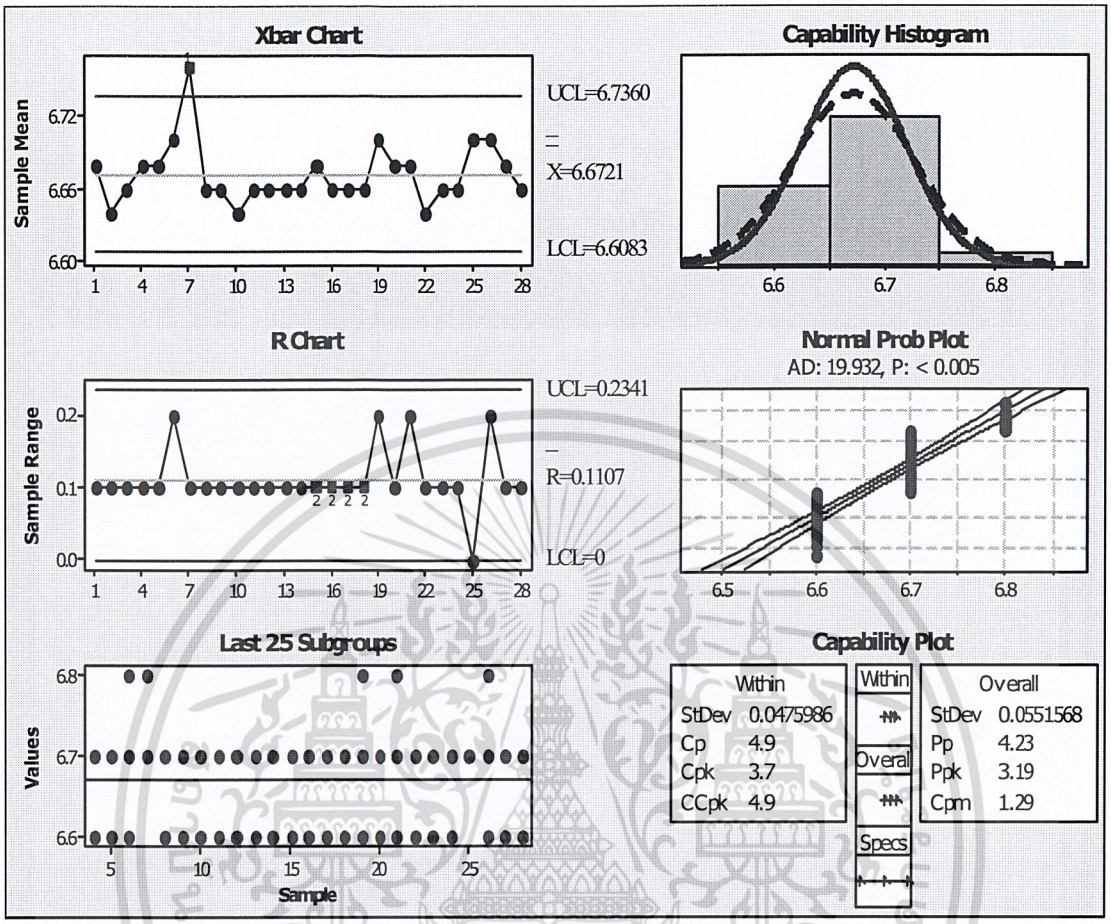


รูปที่ 4.4 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัยของการเจาะรูแบบที่ 1ในจุดที่ 1

จากรูปที่ 4.4 พบว่า ไม่มีจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยพบว่า มีจุดที่ 14 ถึงจุดที่ 25 พบลักษณะที่ควบคุมไม่ได้คือมี อย่างน้อย 9 จุด ติดต่อกันที่อยู่ใกล้เส้นกึ่งกลาง แสดงว่า กระบวนการผลิตไม่สามารถควบคุมได้ ในการหาค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.91 แสดงว่าสมรรถนะของกระบวนการผลิตสลักเกลียวแบบที่ 1 ของการเจาะรูในจุดที่ 1 ไม่อยู่ในระดับที่ดีทำให้สัดส่วนของเสียอาจมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นและมีสลักเกลียวคิดเป็นของเสียร้อยละ 0.32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนการเจาะรูแบบที่ 1 ในจุดที่ 2



รูปที่ 4.5 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัยของการเจาะรูแบบที่ 1ในจุดที่ 2

จากรูปที่ 4.5 พบว่า แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย มีจุดที่ 7 เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบน สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย พบว่ามีจุดที่ 7 ถึงจุดที่ 18 พบลักษณะที่ควบคุมไม่ได้ คือ มีอย่างน้อย 9 จุดติดต่อกันที่อยู่ใกล้เส้นกึ่งกลาง แสดงว่ากระบวนการผลิตไม่สามารถควบคุมได้ ในการหาค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 3.70 แสดงว่าสมรรถนะของกระบวนการผลิตสลักเกลียวแบบที่ 1 ของการเจาะรูในจุดที่ 2 อยู่ในระดับที่ดี และไม่มีของเสียเกิดขึ้นในกระบวนการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ลักษณะการควบคุมคุณภาพของสลักเกลียวแบบที่ 1 พร้อมทั้งค่าพิกัดควบคุมของแผนภูมิค่าเฉลี่ย แผนภูมิค่าพิสัย ค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) และร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด

ขั้นตอน	วัน/เดือน/ปี	จุดที่	USL	LSL	$\overline{X}$ -chart		R-chart		ลักษณะของการควบคุม	C_{pk}	ระดับสมรรถนะของกระบวนการผลิต	ร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกเกณฑ์ที่กำหนด
					UCL	LCL	UCL	LCL				
การกลึงลดขนาด	11/10/53 ถึง 13/10/53	1	14.5	14.3	14.44882	14.39324	0.1019	0	ควบคุมไม่ได้	1.27	อยู่ในระดับที่ดี	0.01
		2	27.5	27	27.3005	27.1432	0.2883	0	ควบคุมไม่ได้	1.26	อยู่ในระดับที่ดี	0.01
		3	131.5	131	131.3026	131.1313	0.3140	0	ควบคุมไม่ได้	1.13	อยู่ในระดับที่ดี	0.03
การเจาะรู	13/10/5ถึง 14/10/53	1	5.8	5.2	5.7339	5.6061	0.2341	0	ควบคุมไม่ได้	0.91	ไม่อยู่ในระดับที่ดี	0.32
		2	7.2	5.8	6.7360	6.6083	0.2341	0	ควบคุมไม่ได้	3.70	อยู่ในระดับที่ดี	0.00

จากตารางที่ 4.2 จะพบว่าในขั้นตอนของการกลึงลดขนาดแบบที่ 1สำหรับจุดที่ 1 , 2 และ 3 กระบวนการผลิตอยู่ในลักษณะที่ยังควบคุมไม่ได้ แต่ระดับสมรรถนะของกระบวนการผลิตยังอยู่ในระดับที่ดี สำหรับขั้นตอนของการเจาะรูแบบที่ 1 สำหรับจุดที่ 1 และ 2 กระบวนการผลิตอยู่ในลักษณะที่ยังควบคุมไม่ได้ และระดับสมรรถนะของกระบวนการผลิตในจุดที่ 1 ยังไม่อยู่ในระดับที่ดี แต่ในจุดที่ 2 ระดับสมรรถนะของกระบวนการผลิตยังอยู่ในระดับที่ดี ถ้าหากพิจารณาร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกเกณฑ์ที่กำหนด จะเห็นว่ามีจำนวนของเสียเกิดขึ้นน้อยมาก ดังนั้นขั้นตอนการผลิตของการกลึงลดขนาด และการเจาะรูของสลักเกลียวแบบที่ 1 ถือว่าอยู่ในสภาพที่ใช้ได้

4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพของสลักเกลียวแบบที่ 2

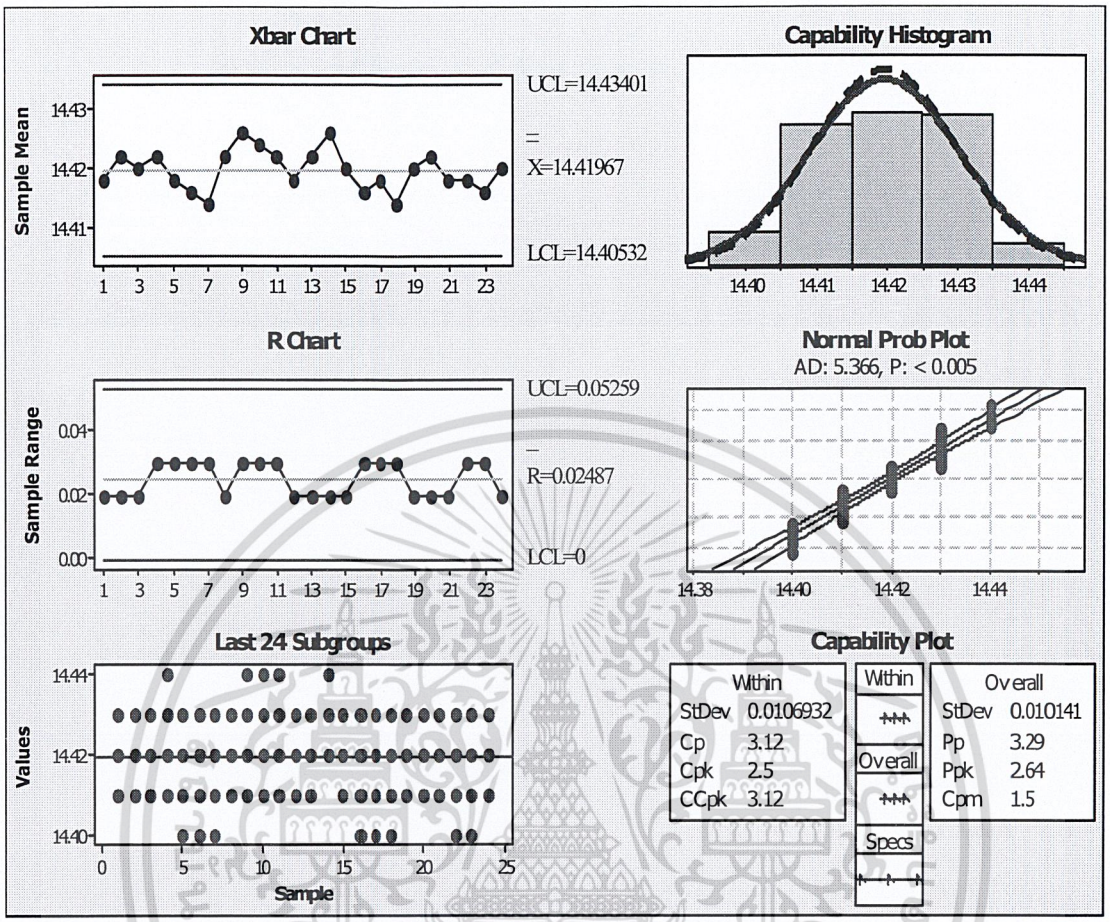
ในการรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้ทำการเก็บข้อมูลชุดนี้ในช่วงวันที่ 25 ถึง 27 ตุลาคม พ.ศ.2553 ทางบริษัทฯ มีการกำหนดค่าที่ใช้ในการตรวจสอบข้อมูลคุณภาพของสลักเกลียว ไว้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.3 ค่าขีดจำกัดข้อกำหนดบนและล่างที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของสลักเกลียวแบบที่2

ลักษณะของการตรวจสอบ	จุดตรวจสอบ	ขีดจำกัดข้อกำหนด(มิลลิเมตร)	
		บน(USL)	ล่าง(LSL)
การกลึงลดขนาด	1	14.5	14.3
	2	30.5	30
	3	136.5	136
การเจาะรู	1	5.8	5.2
	2	7.2	5.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนการกลึงลดขนาดแบบที่ 2 ในจุดที่ 1

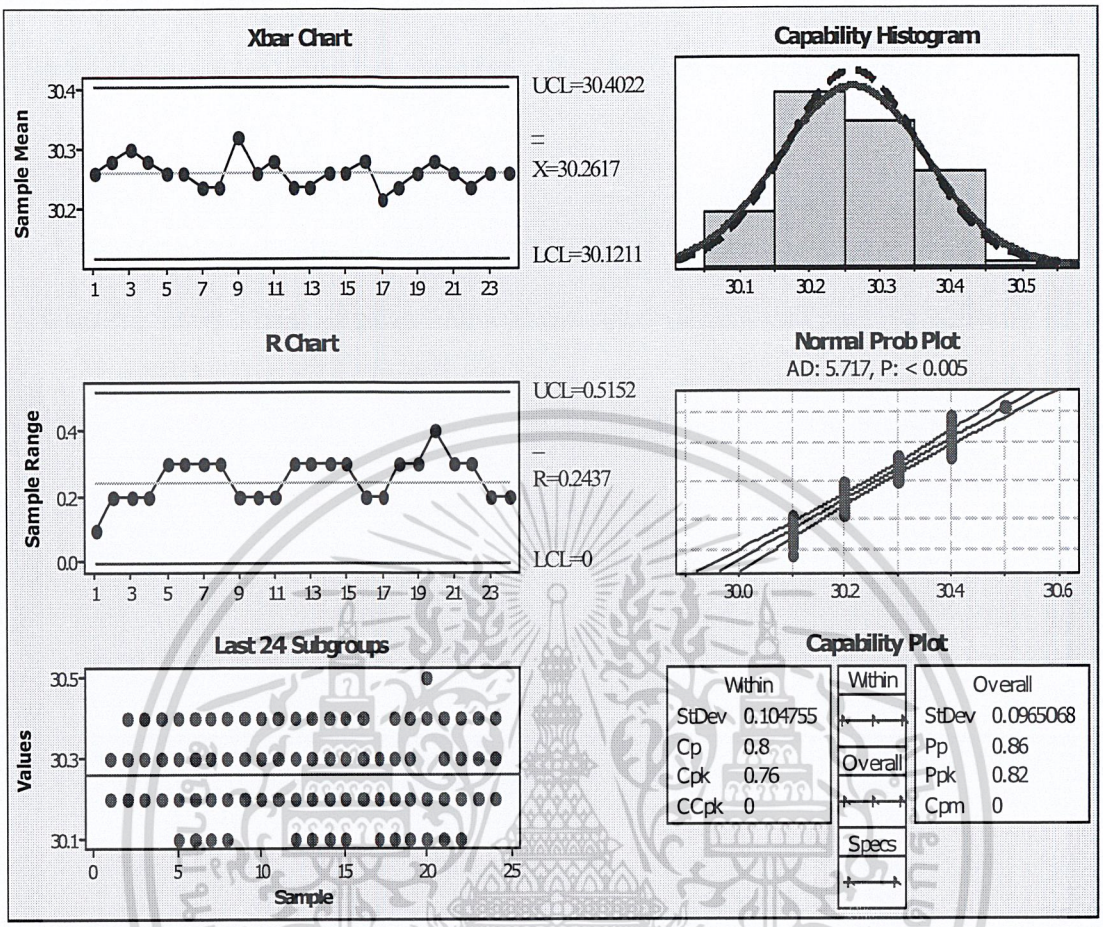


รูปที่ 4.6 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัยของการกลึงลดขนาดแบบที่ 2 ในจุดที่ 1

จากรูปที่ 4.6 พบว่า ไม่มีจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย และจุดต่างๆบนแผนภูมิควบคุมคุณภาพมีลักษณะสมดุลกันทั้งสองข้างของเส้นกึ่งกลาง แสดงว่า กระบวนการผลิตสามารถควบคุมได้ ในการหาค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 2.50 แสดงว่าสมรรถนะของกระบวนการผลิตสลักเกลียวแบบที่ 2 ของการกลึงลดขนาดในจุดที่ 1 อยู่ในระดับที่ดี และไม่มีของเสียเกิดขึ้นในกระบวนการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนการกลึงลดขนาดแบบที่ 2 ในจุดที่ 2

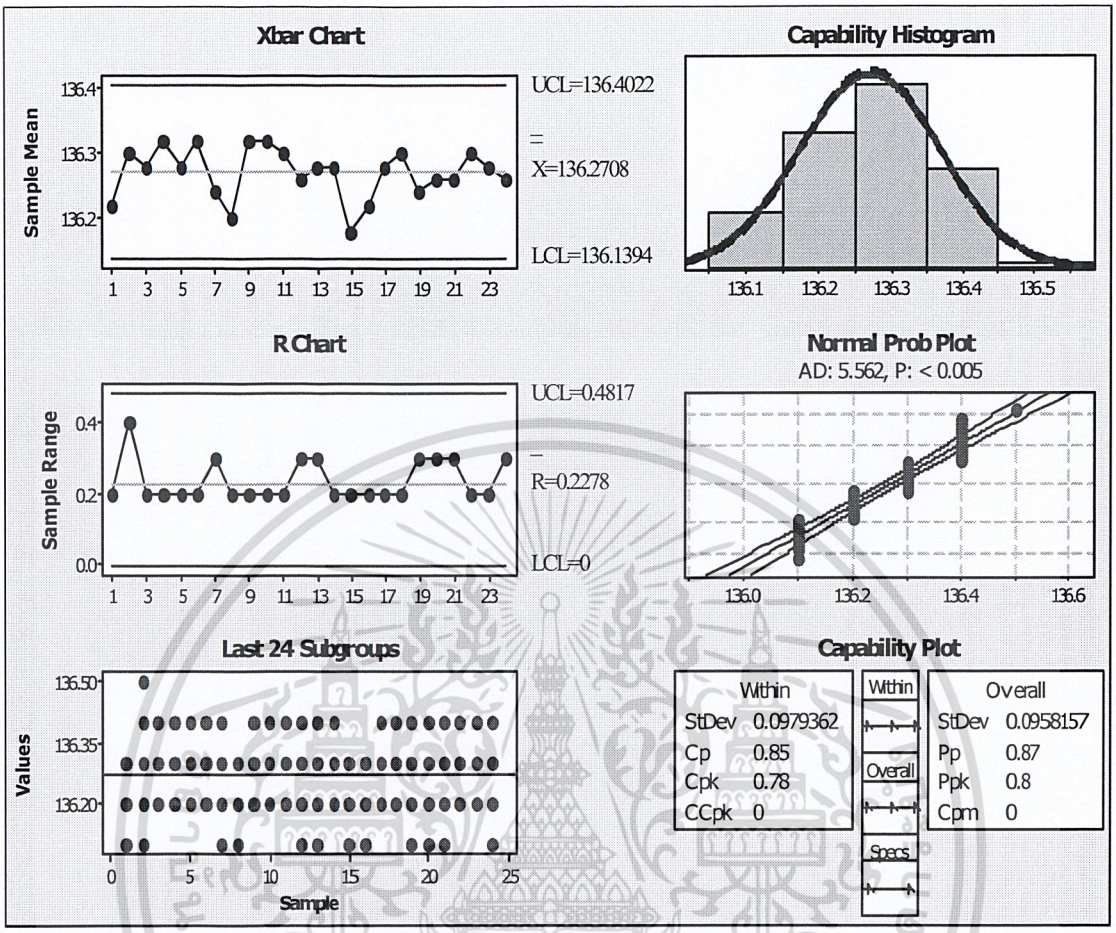


รูปที่ 4.7 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัยของการกลึงลดขนาดแบบที่2ในจุดที่2

จากรูปที่ 4.7 พบว่า ไม่มีจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย และจุดต่างๆบนแผนภูมิควบคุมคุณภาพมีลักษณะสมดุลกันทั้งสองข้างของเส้นกึ่งกลาง แสดงว่า กระบวนการผลิตสามารถควบคุมได้ ในการหาค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.76 แสดงว่าสมรรถนะของกระบวนการผลิตสลักเกลียวแบบที่ 2 ของการกลึงลดขนาดในจุดที่ 2 ไม่อยู่ในระดับที่ดีทำให้สัดส่วนของเสียอาจมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น และมีสลักเกลียวคิดเป็นของเสียร้อยละ 1.77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนการกลึงลดขนาดแบบที่ 2 ในจุดที่ 3

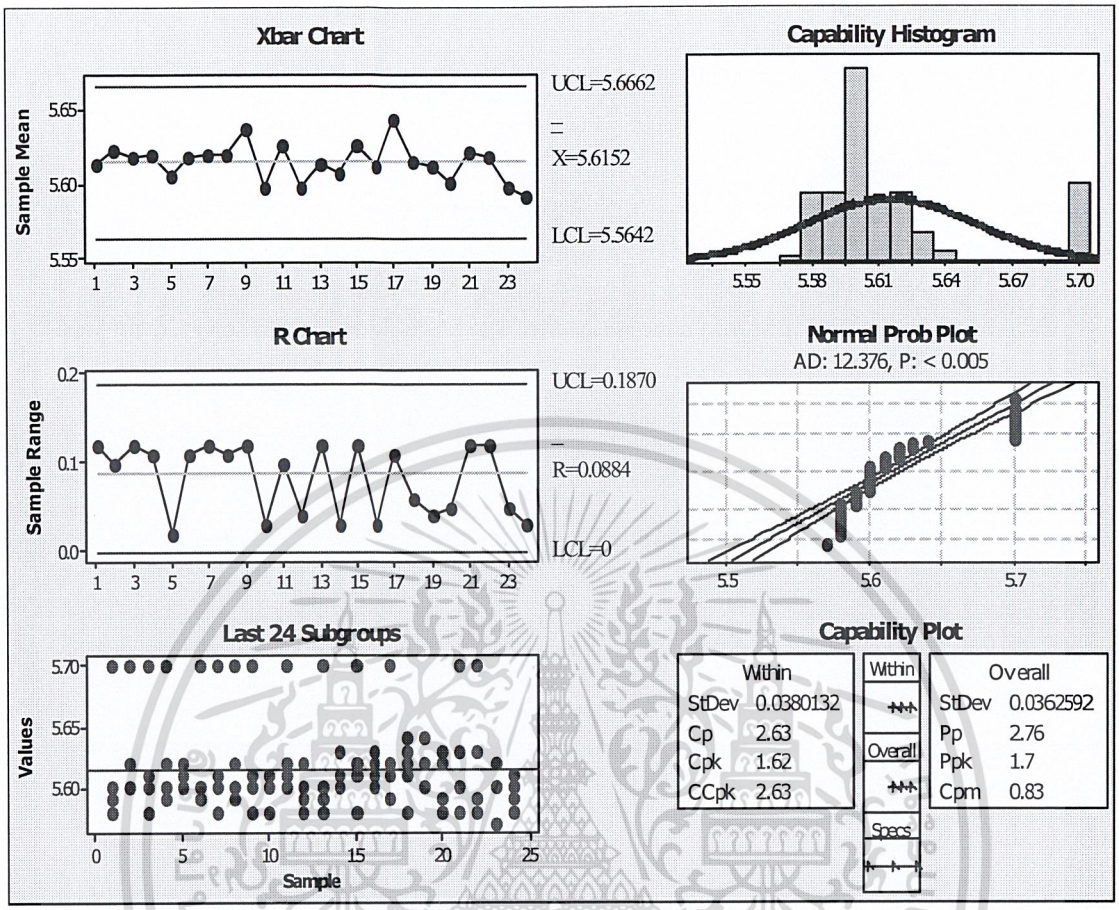


รูปที่ 4.8 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัยของการกลึงลดขนาดแบบที่ 2 ในจุดที่ 3

จากรูปที่ 4.8 พบว่า ไม่มีจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย และจุดต่างๆบนแผนภูมิควบคุมคุณภาพมีลักษณะสมดุลกันทั้งสองข้างของเส้นกึ่งกลาง แสดงว่า กระบวนการผลิตสามารถควบคุมได้ ในการหาค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.78 แสดงว่าสมรรถนะของกระบวนการผลิตสลักเกลียวแบบที่ 2 ของการกลึงลดขนาดในจุดที่ 3 ไม่อยู่ในระดับที่ดีทำให้สัดส่วนของเสียอาจมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น และมีสลักเกลียวคิดเป็นของเสียร้อยละ 1.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนการเจาะรูแบบที่ 2 ในจุดที่ 1

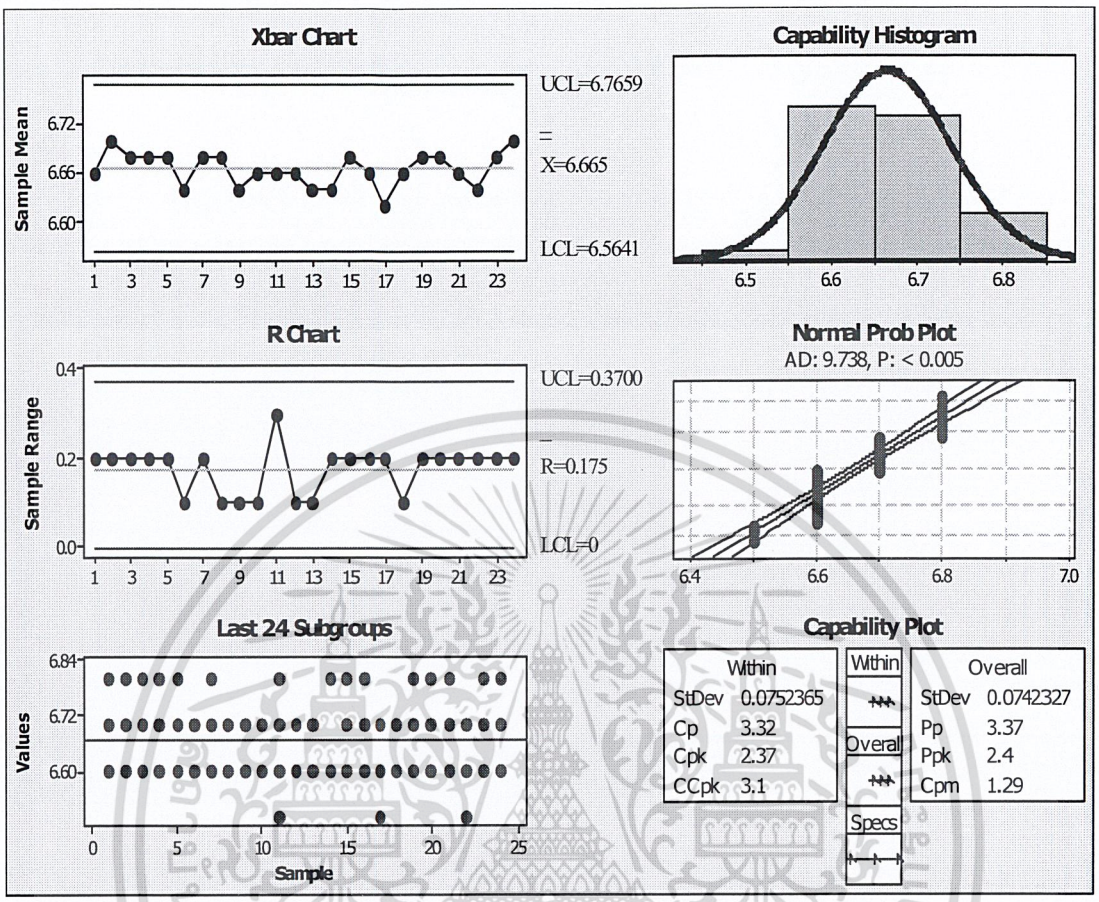


รูปที่ 4.9 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัยของการเจาะรูแบบที่ 2 ในจุดที่ 1

จากรูปที่ 4.9 พบว่า ไม่มีจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย และจุดต่างๆบนแผนภูมิควบคุมคุณภาพมีลักษณะสมดุลกันทั้งสองข้างของเส้นกึ่งกลาง แสดงว่า กระบวนการผลิตสามารถควบคุมได้ ในการหาค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 1.62 แสดงว่าสมรรถนะของกระบวนการผลิตสลักเกลียวแบบที่ 2 ของการเจาะรูในจุดที่ 1 อยู่ในระดับที่ดี และไม่มีของเสียเกิดขึ้นในกระบวนการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนการเจาะรูแบบที่ 2 ในจุดที่ 2



รูปที่ 4.10 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัยของการเจาะรูแบบที่ 2 ในจุดที่ 2

จากรูปที่ 4.10 พบว่า ไม่มีจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย และจุดต่างๆบนแผนภูมิควบคุมคุณภาพมีลักษณะสมดุลกันทั้งสองข้างของเส้นกึ่งกลาง แสดงว่า กระบวนการผลิตสามารถควบคุมได้ ในการหาค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 2.37 แสดงว่าสมรรถนะของกระบวนการผลิตสลักเกลียวแบบที่ 2 ของการเจาะรูในจุดที่ 2 อยู่ในระดับที่ดี และไม่มีของเสียเกิดขึ้นในกระบวนการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 ลักษณะการควบคุมคุณภาพของสลักเกลียวแบบที่ 2 พร้อมทั้งค่าพิกัดควบคุมของแผนภูมิค่าเฉลี่ย แผนภูมิค่าพิสัย ค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) และร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด

ขั้นตอน	วัน/เดือน/ปี	จุดที่	USL	LSL	$\overline{X}$ -chart		R-chart		ลักษณะของการควบคุม	C_{pk}	ระดับสมรรถนะของกระบวนการผลิต	ร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกเกณฑ์ที่กำหนด
					UCL	LCL	UCL	LCL				
การกลึงลดขนาด	25/10/53ถึง 26/10/53	1	14.5	14.3	14.43401	14.40532	0.05259	0	ควบคุมได้	2.50	อยู่ในระดับที่ดี	0.00
		2	30.5	30	30.4022	30.1211	0.5152	0	ควบคุมได้	0.76	ไม่อยู่ในระดับที่ดี	1.77
		3	136.5	136	136.4022	136.1394	0.4817	0	ควบคุมได้	0.78	ไม่อยู่ในระดับที่ดี	1.25
การเจาะรู	26/10/53ถึง 27/10/53	1	5.8	5.2	5.6662	5.5642	0.1870	0	ควบคุมได้	1.62	อยู่ในระดับที่ดี	0.00
		2	7.2	5.8	6.7659	6.5641	0.3700	0	ควบคุมได้	2.37	อยู่ในระดับที่ดี	0.00

จากตารางที่ 4.4 จะพบว่า ในขั้นตอนของการกลึงลดขนาดแบบที่ 2 สำหรับจุดที่ 1 , 2 และ 3 กระบวนการผลิตอยู่ในลักษณะที่ยังควบคุมได้ และระดับสมรรถนะของกระบวนการผลิตในจุดที่ 1 ยังอยู่ในระดับที่ดี แต่ในจุดที่ 2 และ 3 ระดับสมรรถนะของกระบวนการผลิตยังไม่อยู่ในระดับที่ดี สำหรับขั้นตอนของการเจาะรูแบบที่ 2 สำหรับจุดที่ 1 และ 2 กระบวนการผลิตอยู่ในลักษณะที่ยังควบคุมได้ และระดับสมรรถนะของกระบวนการผลิตยังอยู่ในระดับที่ดี ถ้าหากพิจารณาร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกเกณฑ์ที่กำหนด จะเห็นว่ามีจำนวนของเสียเกิดขึ้นน้อยมาก ดังนั้นขั้นตอนการผลิตของการกลึงลดขนาด และการเจาะรูของสลักเกลียวแบบที่ 2 ถือว่าอยู่ในสภาพที่ใช้ได้

4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพของสลักเกลียวแบบที่ 3

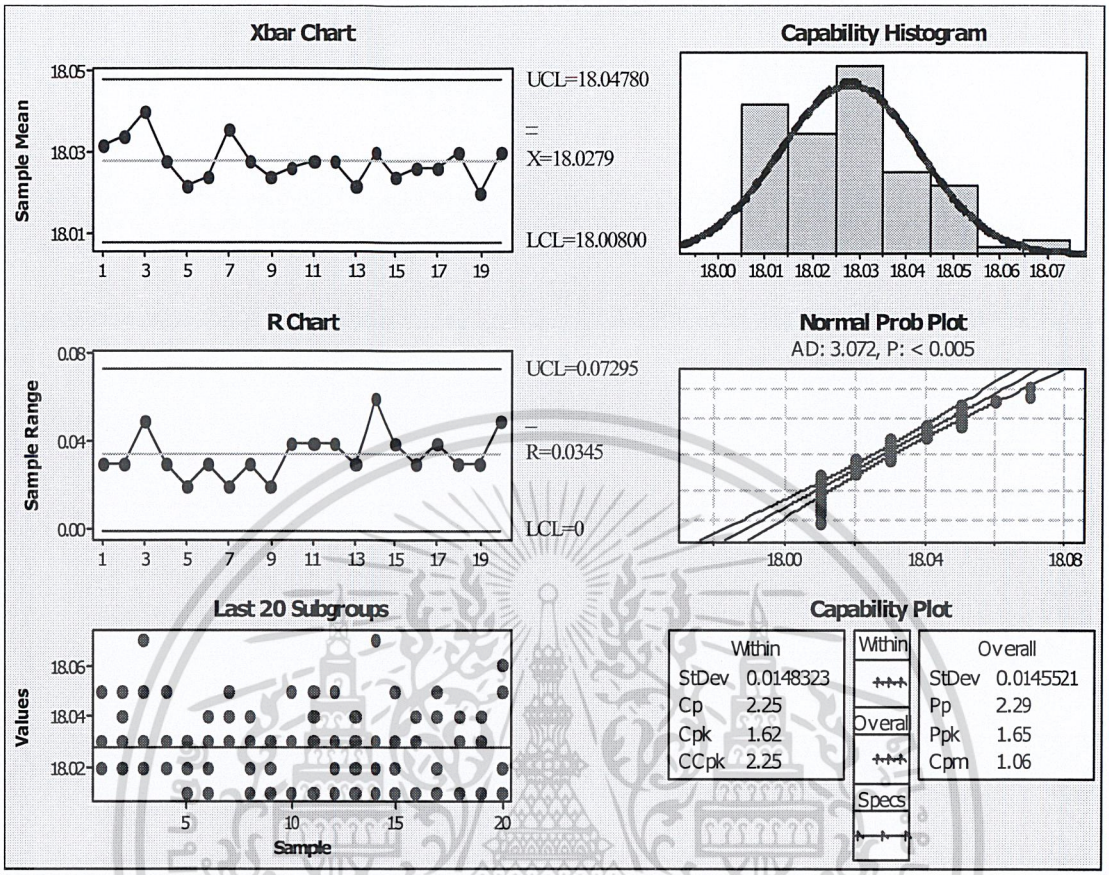
ในการรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้ทำการเก็บข้อมูลชุดนี้ในช่วงวันที่ 28 ตุลาคม ถึง 2 พฤศจิกายน พ.ศ. 2553 ทางบริษัทฯ มีการกำหนดค่าที่ใช้ในการตรวจสอบข้อมูลคุณภาพของสลักเกลียวไว้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.5 ค่าขีดจำกัดข้อกำหนดบนและล่างที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของสลักเกลียวแบบที่3

ลักษณะของการตรวจสอบ	จุดตรวจสอบ	ขีดจำกัดข้อกำหนด(มิลลิเมตร)	
		บน(USL)	ล่าง(LSL)
การกลึงลดขนาด	1	18.1	17.9
	2	33.5	33
	3	112.5	112
การเจาะรู	1	5.8	5.2
	2	71	70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนการกลึงลดขนาดแบบที่ 3 ในจุดที่ 1

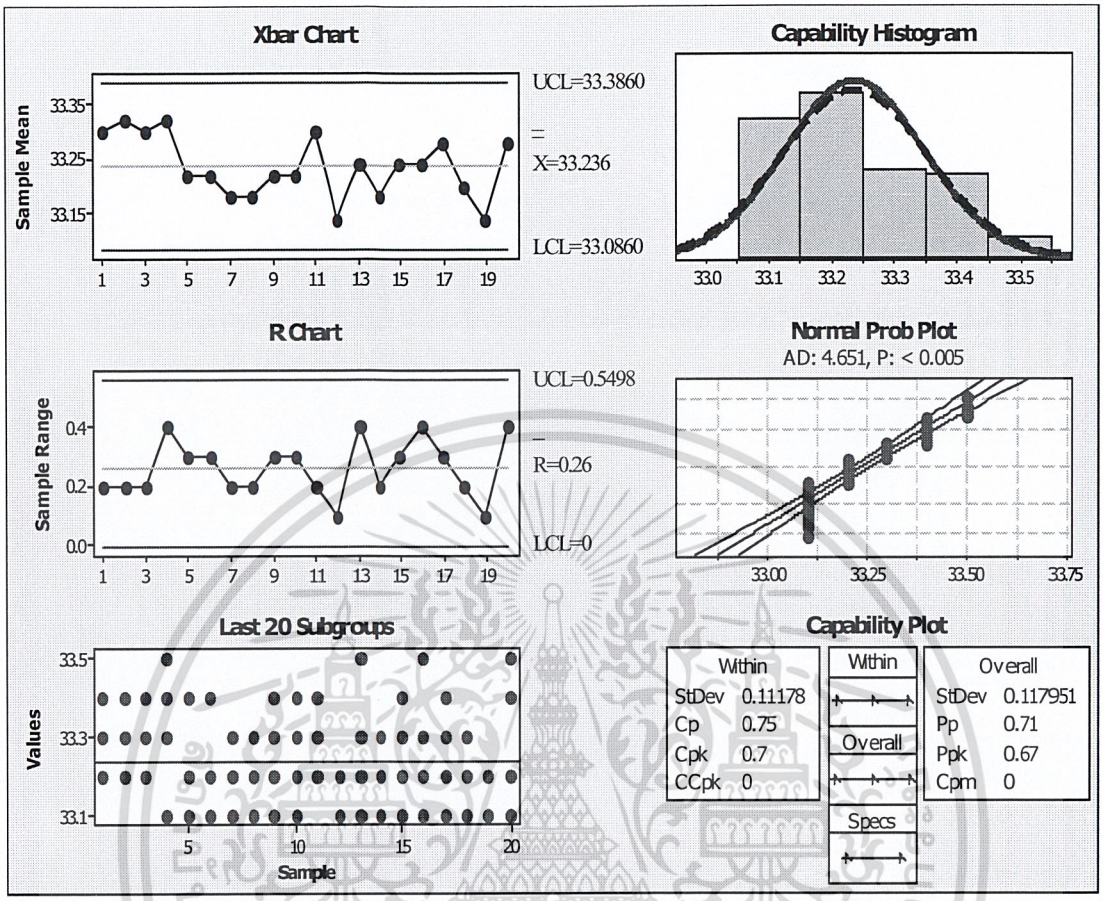


รูปที่ 4.11 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัยของการกลึงลดขนาดแบบที่ 3 ในจุดที่ 1

จากรูปที่ 4.11 พบว่า ไม่มีจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย และจุดต่างๆบนแผนภูมิควบคุมคุณภาพมีลักษณะสมดุลกันทั้งสองข้างของเส้นกึ่งกลาง แสดงว่า กระบวนการผลิตสามารถควบคุมได้ ในการหาค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 1.62 แสดงว่าสมรรถนะของกระบวนการผลิตสลักเกลียวแบบที่ 3 ของการกลึงลดขนาดในจุดที่ 1 อยู่ในระดับที่ดี และไม่ของเสียเกิดขึ้นในกระบวนการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนการกลึงลดขนาดแบบที่ 3 ในจุดที่ 2

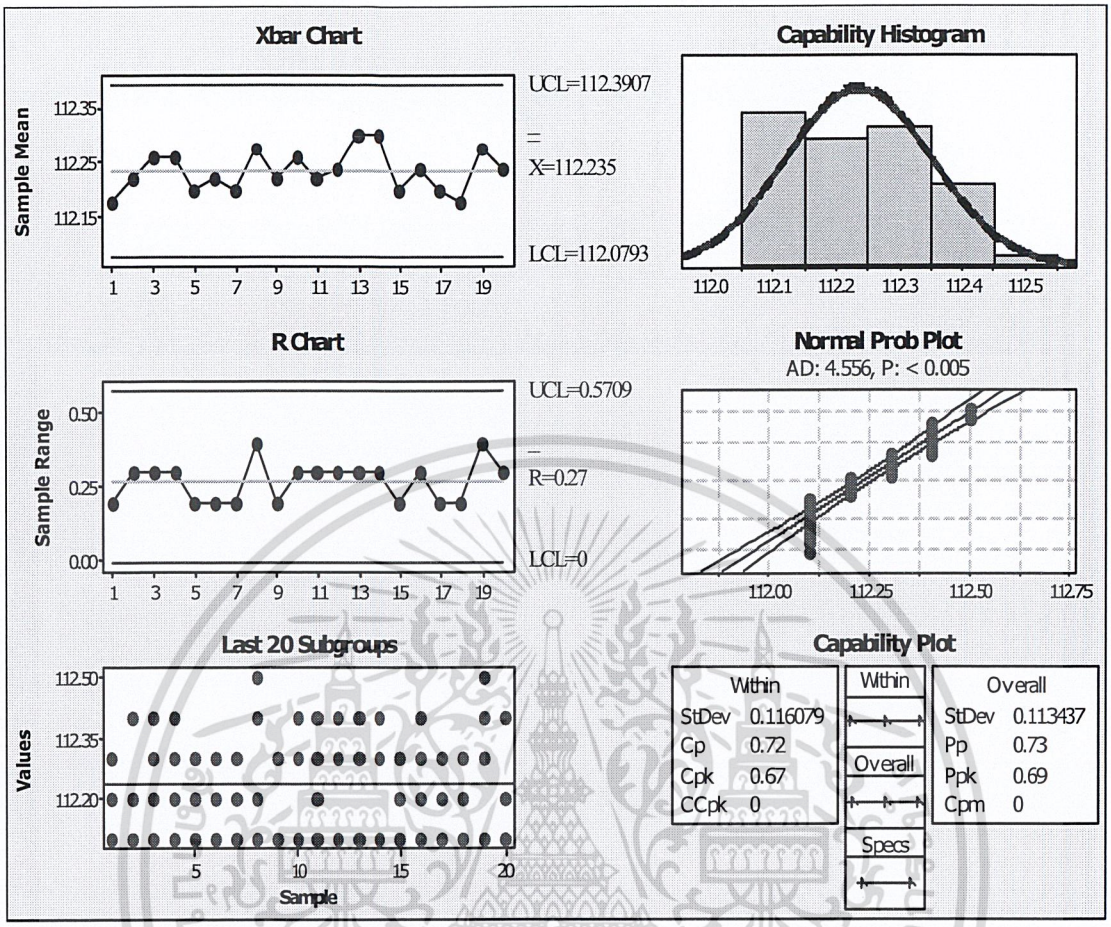


รูปที่ 4.12 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัยของการกลึงลดขนาดแบบที่ 3 ในจุดที่ 2

จากรูปที่ 4.12 พบว่า ไม่มีจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย และจุดต่างๆบนแผนภูมิควบคุมคุณภาพมีลักษณะสมดุลกันทั้งสองข้างของเส้นกึ่งกลาง แสดงว่า กระบวนการผลิตสามารถควบคุมได้ ในการหาค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.70 แสดงว่าสมรรถนะของกระบวนการผลิตสลักเกลียวแบบที่ 3 ของการกลึงลดขนาดในจุดที่ 2 ยังไม่อยู่ในระดับที่ดีทำให้สัดส่วนของเสียอาจมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น และมีสลักเกลียวคิดเป็นของเสียร้อยละ 2.65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนการกลึงลดขนาดแบบที่ 3 ในจุดที่ 3

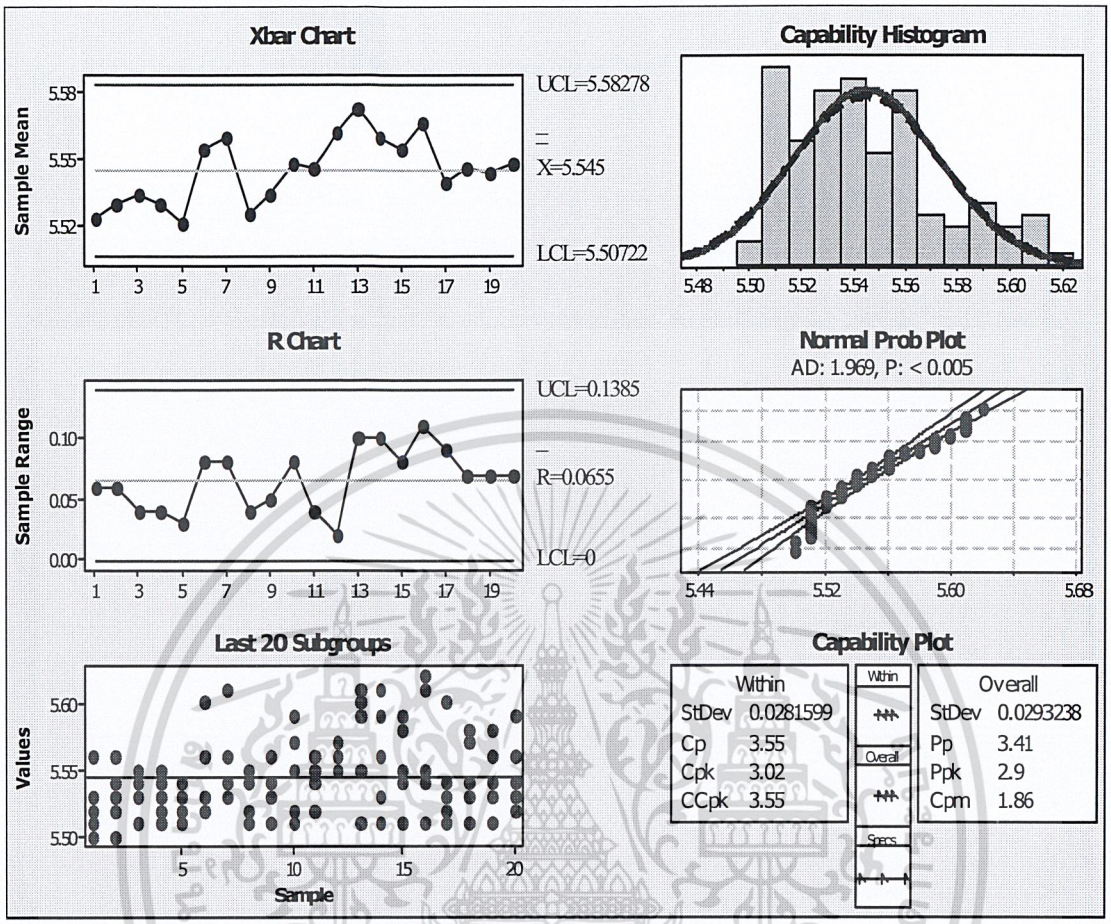


รูปที่ 4.13 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัยของการกลึงลดขนาดแบบที่ 3 ในจุดที่ 3

จากรูปที่ 4.13 พบว่า ไม่มีจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย และจุดต่างๆบนแผนภูมิควบคุมคุณภาพมีลักษณะสมดุลกันทั้งสองข้างของเส้นกึ่งกลาง แสดงว่า กระบวนการผลิตสามารถควบคุมได้ ในการหาค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.67 แสดงว่าสมรรถนะของกระบวนการผลิตสลักเกลียวแบบที่ 3 ของการกลึงลดขนาดในจุดที่ 3 ยังไม่อยู่ในระดับที่ดี ทำให้สัดส่วนของเสียอาจมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น และมีสลักเกลียวคิดเป็นของเสียร้อยละ 3.27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนการเจาะรูแบบที่ 3 ในจุดที่ 1

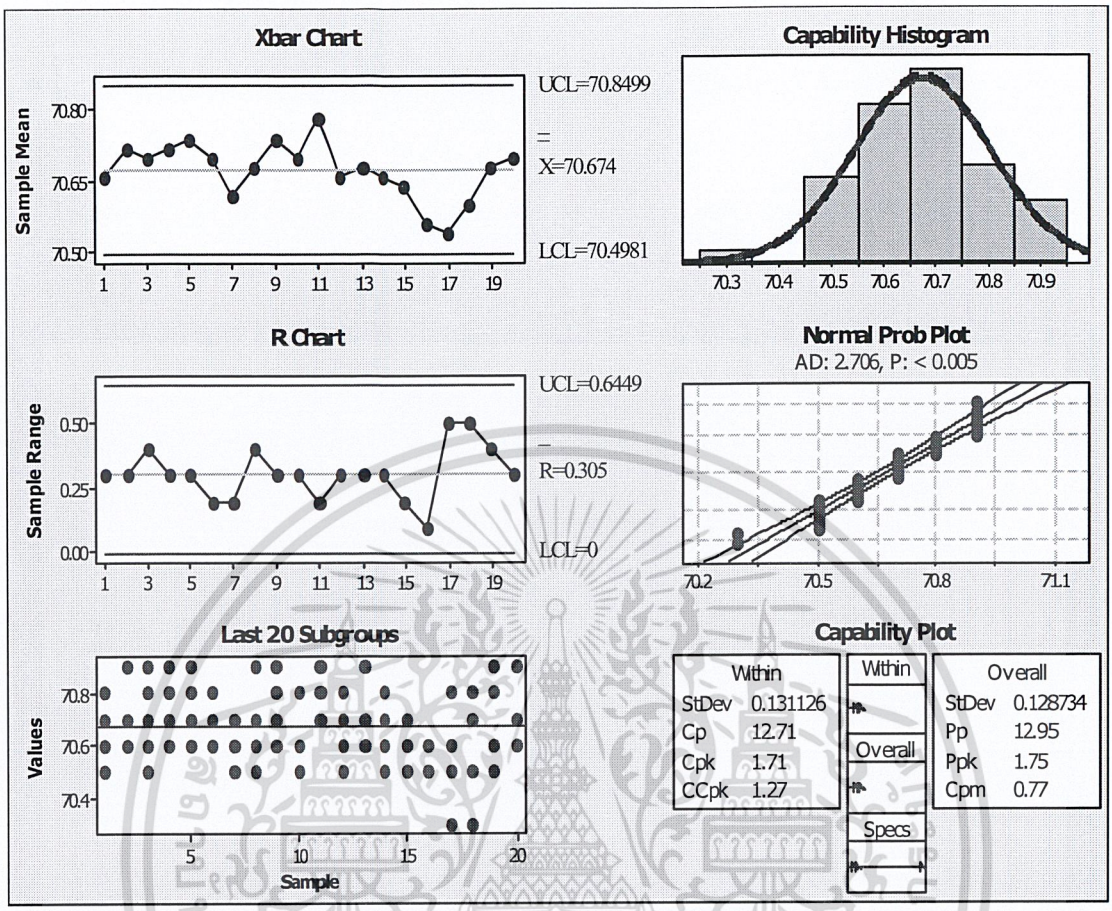


รูปที่ 4.14 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัยของการเจาะรูแบบที่ 3 ในจุดที่ 1

จากรูปที่ 4.14 พบว่า ไม่มีจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย และจุดต่างๆบนแผนภูมิควบคุมคุณภาพมีลักษณะสมดุลกันทั้งสองข้างของเส้นกึ่งกลาง แสดงว่า กระบวนการผลิตสามารถควบคุมได้ ในการหาค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 3.02 แสดงว่าสมรรถนะของกระบวนการผลิตสลักเกลียวแบบที่ 3 ของการเจาะรูในจุดที่ 1 อยู่ในระดับที่ดี และไม่มีของเสียเกิดขึ้นในกระบวนการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนการเจาะรูแบบที่ 3 ในจุดที่ 2



รูปที่ 4.15 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัยของการเจาะรูแบบที่ 3 ในจุดที่ 2

จากรูปที่ 4.15 พบว่า ไม่มีจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย และจุดต่างๆบนแผนภูมิควบคุมคุณภาพมีลักษณะสมดุลกันทั้งสองข้างของเส้นกึ่งกลาง แสดงว่า กระบวนการผลิตสามารถควบคุมได้ ในการหาค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 1.71 แสดงว่าสมรรถนะของกระบวนการผลิตสลักเกลียวแบบที่ 3 ของการเจาะรูในจุดที่ 2 อยู่ในระดับที่ดี และไม่มีของเสียเกิดขึ้นในกระบวนการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 ลักษณะการควบคุมคุณภาพของสลักเกลียวแบบที่ 3 พร้อมทั้งค่าพิกัดควบคุมของแผนภูมิค่าเฉลี่ย แผนภูมิค่าพิสัย ค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) และร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด

ขั้นตอน	วัน/เดือน/ปี	จุดที่	USL	LSL	$\overline{X}$ -chart		R-chart		ลักษณะของการควบคุม	C_{pk}	ระดับสมรรถนะของกระบวนการผลิต	ร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกเกณฑ์ที่กำหนด
					UCL	LCL	UCL	LCL				
การกลึงลดขนาด	28/10/53ถึง 29/10/53	1	18.1	17.9	18.04780	18.00800	0.07295	0	ควบคุมได้	1.62	อยู่ในระดับที่ดี	0.00
		2	33.5	33	33.3860	33.0860	0.5498	0	ควบคุมได้	0.70	ไม่อยู่ในระดับที่ดี	2.65
		3	112.5	112	112.3907	112.0793	0.5709	0	ควบคุมได้	0.67	ไม่อยู่ในระดับที่ดี	3.27
การเจาะรู	1/11/53ถึง 2/11/53	1	5.8	5.2	5.58278	5.50722	0.1385	0	ควบคุมได้	3.02	อยู่ในระดับที่ดี	0.00
		2	71	70	70.8499	70.4981	0.6449	0	ควบคุมได้	1.71	อยู่ในระดับที่ดี	0.00

จากตารางที่ 4.6 จะพบว่า ในขั้นตอนของการกลึงลดขนาดแบบที่ 3 สำหรับจุดที่ 1 , 2 และ 3 กระบวนการผลิตอยู่ในลักษณะที่ยังควบคุมได้ และระดับสมรรถนะของกระบวนการผลิตในจุดที่ 1 ยังอยู่ในระดับที่ดี แต่ในจุดที่ 2 และ 3 ระดับสมรรถนะของกระบวนการผลิตยังไม่อยู่ในระดับที่ดี สำหรับขั้นตอนของการเจาะรูแบบที่ 3 สำหรับจุดที่ 1 และ 2 กระบวนการผลิตอยู่ในลักษณะที่ยังควบคุมได้ และระดับสมรรถนะของกระบวนการผลิตยังอยู่ในระดับที่ดี ถ้าหากพิจารณาร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกเกณฑ์ที่กำหนด จะเห็นว่ามีจำนวนของเสียเกิดขึ้นในขั้นตอนการกลึงลดขนาดจุดที่ 2,3 ดังนั้น ขั้นตอนการผลิตของการกลึงลดขนาดของสลักเกลียวแบบที่ 3 ในจุดที่ 2 และ 3 ควรทำการปรับปรุงแก้ไขกระบวนการผลิต

4.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพของสลักเกลียวแบบที่ 4

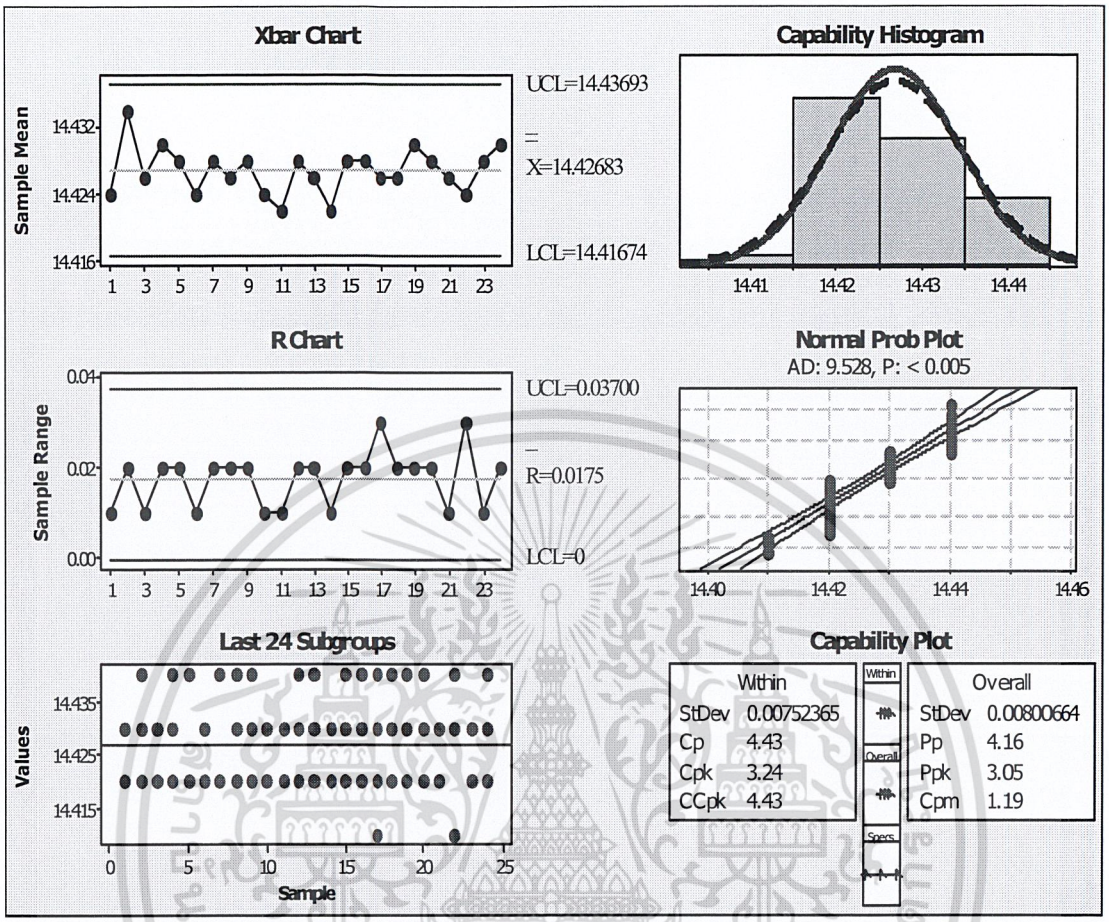
ในการรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้ทำการเก็บข้อมูลชุดนี้ในช่วงวันที่ 3 ถึง 6 พฤศจิกายนพ.ศ. 2553 ทางบริษัทฯ มีการกำหนดค่าที่ใช้ในการตรวจสอบข้อมูลคุณภาพของสลักเกลียวไว้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.7 ค่าขีดจำกัดข้อกำหนดบนและล่างที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของสลักเกลียวแบบที่4

ลักษณะของการตรวจสอบ	จุดตรวจสอบ	ขีดจำกัดข้อกำหนด(มิลลิเมตร)	
		บน(USL)	ล่าง(LSL)
การกลึงลดขนาด	1	14.5	14.3
	2	29.5	29
	3	96.5	96
การเจาะรู	1	5.8	5.2
	2	62	61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนการกลึงลดขนาดแบบที่ 4 ในจุดที่ 1

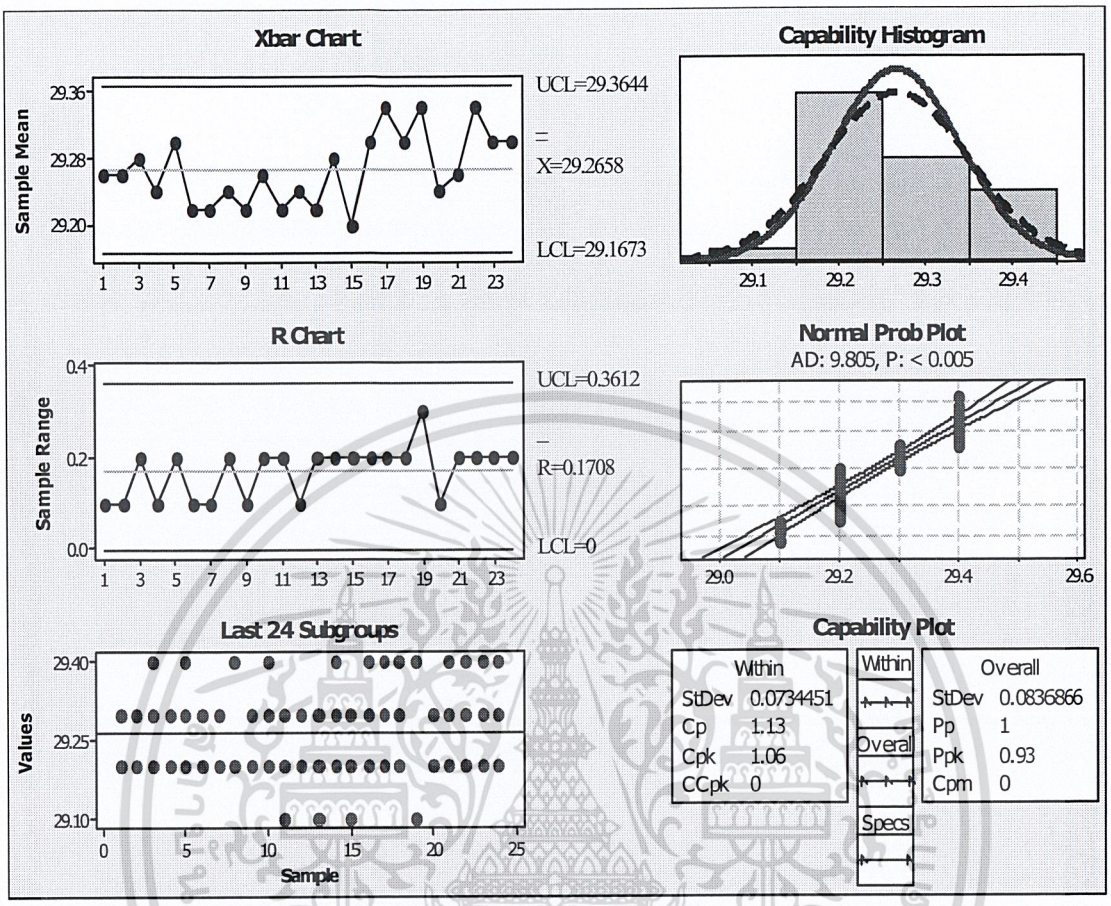


รูปที่ 4.16 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัยของการกลึงลดขนาดแบบที่ 4 ในจุดที่ 1

จากรูปที่ 4.16 พบว่า ไม่มีจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย และจุดต่างๆบนแผนภูมิควบคุมคุณภาพมีลักษณะสมดุลกันทั้งสองข้างของเส้นกึ่งกลาง แสดงว่า กระบวนการผลิตสามารถควบคุมได้ ในการหาค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 3.24 แสดงว่าสมรรถนะของกระบวนการผลิตสลักเกลียวแบบที่ 4 ของการกลึงลดขนาดในจุดที่ 1 อยู่ในระดับที่ดีและไม่มีของเสียเกิดขึ้นในกระบวนการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนการกลึงลดขนาดแบบที่ 4 ในจุดที่ 2

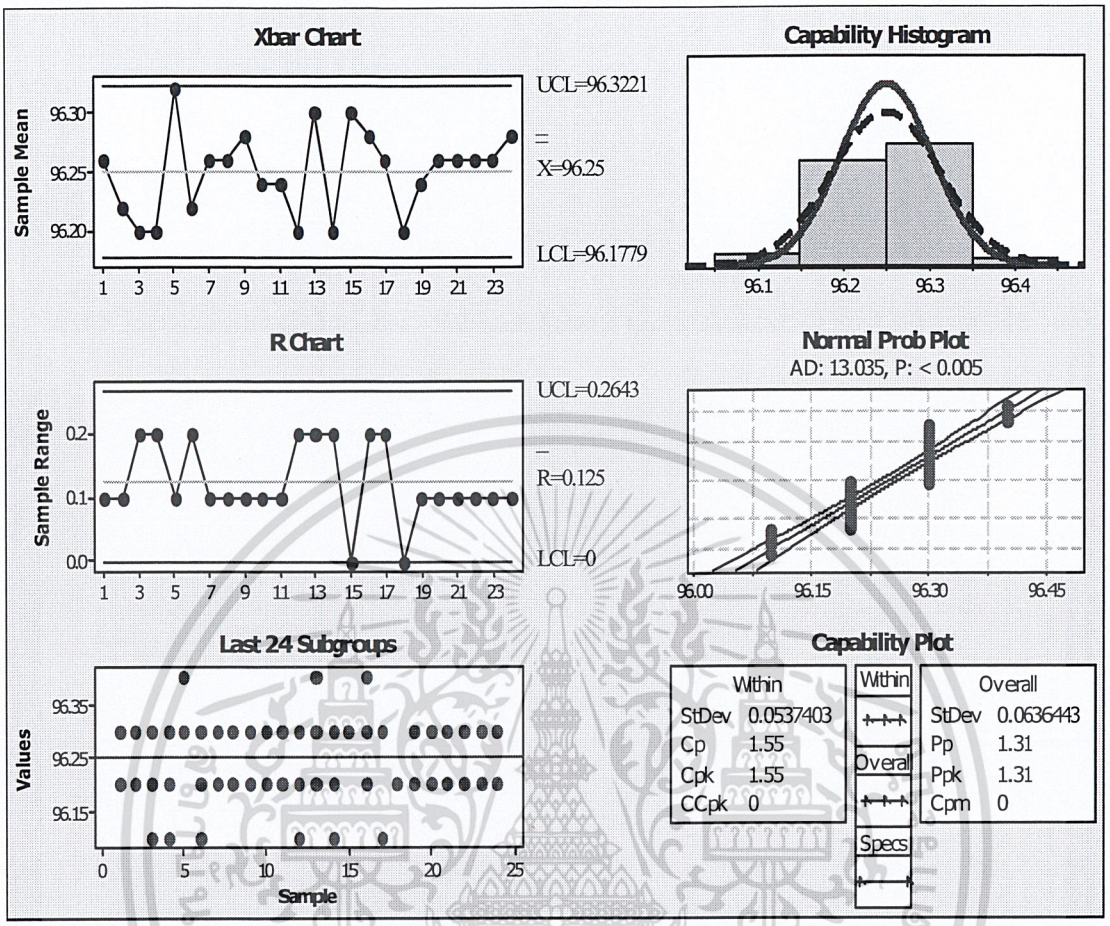


รูปที่ 4.17 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัยของการกลึงลดขนาดแบบที่ 4 ในจุดที่ 2

จากรูปที่ 4.17 พบว่า ไม่มีจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย และจุดต่างๆบนแผนภูมิควบคุมคุณภาพมีลักษณะสมดุลกันทั้งสองข้างของเส้นกึ่งกลาง แสดงว่ากระบวนการผลิตสามารถควบคุมได้ ในการหาค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 1.06 แสดงว่าสมรรถนะของกระบวนการผลิตสลักเกลียวแบบที่ 4 ของการกลึงลดขนาดในจุดที่ 2 อยู่ในระดับที่ดี และมีสลักเกลียวคิดเป็นของเสียร้อยละ 0.09

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนการกลึงลดขนาดแบบที่4 ในจุดที่ 3

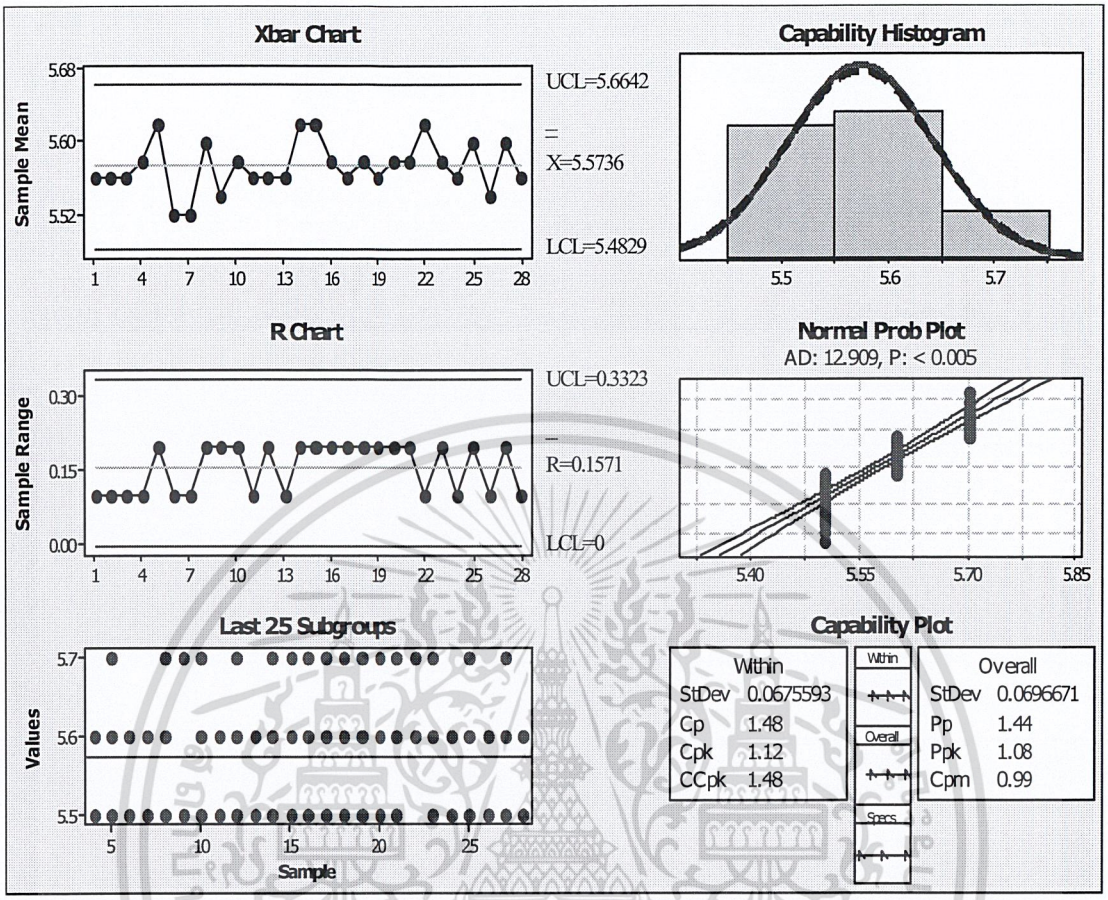


รูปที่ 4.18 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัยของการกลึงลดขนาดแบบที่ 4ในจุดที่ 3

จากรูปที่ 4.18 พบว่า ไม่มีจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย และจุดต่างๆบนแผนภูมิควบคุมคุณภาพมีลักษณะสมดุลกันทั้งสองข้างของเส้นกึ่งกลาง แสดงว่า กระบวนการผลิตสามารถควบคุมได้ ในการหาค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 1.55 แสดงว่าสมรรถนะของกระบวนการผลิตสลักเกลียวแบบที่ 4 ของการกลึงลดขนาดในจุดที่ 3 อยู่ในระดับที่ดี และไม่มีของเสียเกิดขึ้นในกระบวนการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนการเจาะรูแบบที่ 4 ในจุดที่ 1

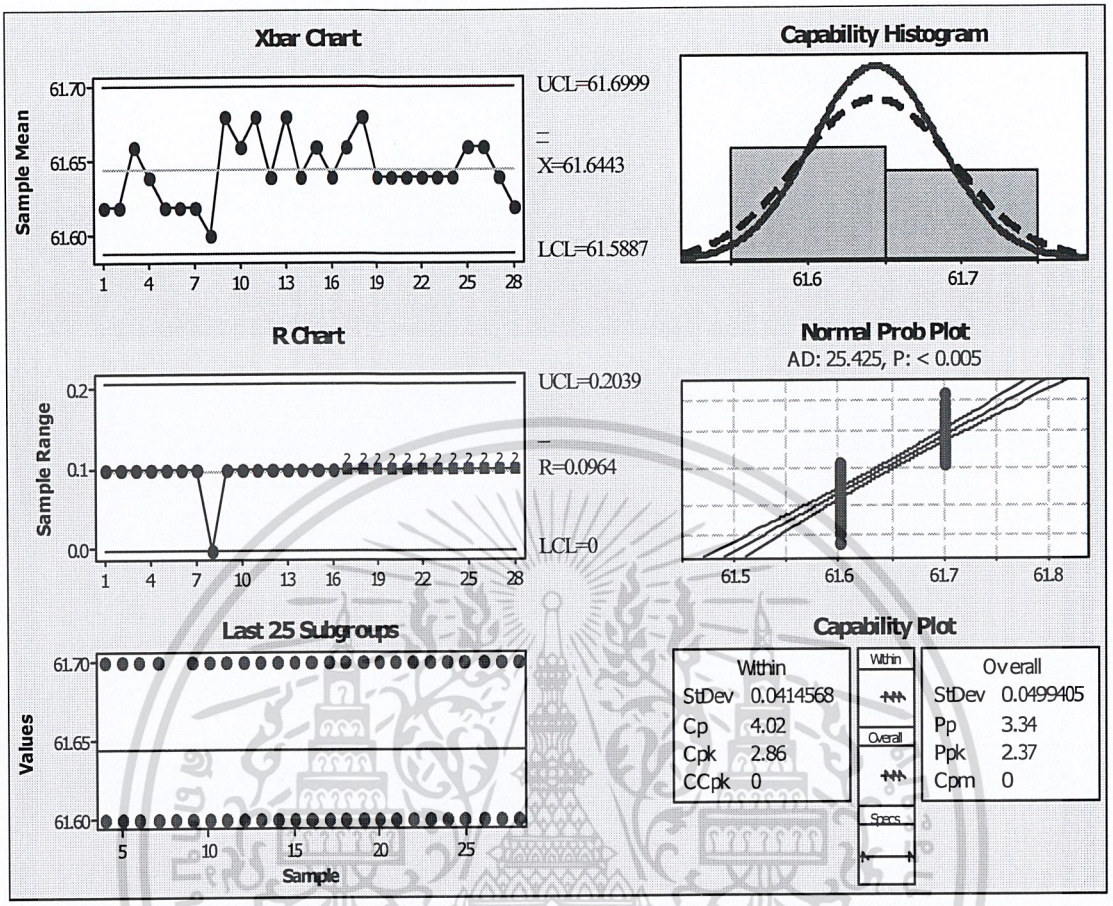


รูปที่ 4.19 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัยของการเจาะรูแบบที่ 4 ในจุดที่ 1

จากรูปที่ 4.19 พบว่า ไม่มีจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย และจุดต่างๆบนแผนภูมิควบคุมคุณภาพมีลักษณะสมดุลกันทั้งสองข้างของเส้นกึ่งกลาง แสดงว่ากระบวนการผลิตสามารถควบคุมได้ ในการหาค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 1.12 แสดงว่าสมรรถนะของกระบวนการผลิตสลักเกลียวแบบที่ 4 ของการเจาะรูในจุดที่ 1 อยู่ในระดับที่ดีและมีสลักเกลียวคิดเป็นของเสียร้อยละ 0.04

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนการเจาะรูแบบที่ 4 ในจุดที่ 2



รูปที่ 4.20 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัยของการเจาะรูแบบที่ 4 ในจุดที่ 2

จากรูปที่ 4.20 พบว่า ไม่มีจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย พบว่า มีจุดที่ 9 ถึงจุดที่ 28 พบลักษณะที่ควบคุมไม่ได้ คือมีอย่างน้อย 9 จุดติดต่อกันที่อยู่ใกล้เส้นกึ่งกลาง แสดงว่ากระบวนการผลิตไม่สามารถควบคุมได้ ในการหาค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 2.86 แสดงว่าสมรรถนะของกระบวนการผลิตสลักเกลียวแบบที่ 4 ของการเจาะรูในจุดที่ 2 อยู่ในระดับที่ดี และไม่มีของเสียเกิดขึ้นในกระบวนการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 ลักษณะการควบคุมคุณภาพของสลักเกลียวแบบที่ 4 พร้อมทั้งค่าพิกัดควบคุมของแผนภูมิค่าเฉลี่ย แผนภูมิค่าพิสัย ค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) และร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด

ขั้นตอน	วัน/เดือน/ปี	จุดที่	USL	LSL	$\overline{X}$ -chart		R-chart		ลักษณะของการควบคุม	C_{pk}	ระดับสมรรถนะของกระบวนการผลิต	ร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกเกณฑ์ที่กำหนด
					UCL	LCL	UCL	LCL				
การกลึงลดขนาด	3/11/53	1	14.5	14.3	14.43693	14.41674	0.03700	0	ควบคุมได้	3.24	อยู่ในระดับที่ดี	0.00
		2	29.5	29	29.3644	29.1673	0.3612	0	ควบคุมได้	1.06	อยู่ในระดับที่ดี	0.09
		3	96.5	96	96.3221	96.1779	0.2643	0	ควบคุมได้	1.55	อยู่ในระดับที่ดี	0.00
การเจาะรู	5/11/53 ถึง 6/11/53	1	5.8	5.2	5.6642	5.4829	0.3323	0	ควบคุมได้	1.12	อยู่ในระดับที่ดี	0.04
		2	62	61	61.6999	61.5887	0.2039	0	ควบคุมไม่ได้	2.86	อยู่ในระดับที่ดี	0.00

จากตารางที่ 4.8 จะพบว่า ในขั้นตอนของการกลึงลดขนาดแบบที่ 4 สำหรับจุดที่ 1 , 2 และ 3 กระบวนการผลิตอยู่ในลักษณะที่ยังควบคุมได้ และระดับสมรรถนะของกระบวนการผลิตยังอยู่ในระดับที่ดี สำหรับขั้นตอนของการเจาะรูแบบที่ 4 สำหรับจุดที่ 1 กระบวนการผลิตอยู่ในลักษณะที่ควบคุม ได้แต่ในจุดที่ 2 กระบวนการผลิตอยู่ในลักษณะที่ยังควบคุมไม่ได้ และระดับสมรรถนะของกระบวนการผลิตในจุดที่ 1 และ 2 อยู่ในระดับที่ดี ถ้าหากพิจารณาร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกเกณฑ์ที่กำหนด จะเห็นว่ามีจำนวนของเสียเกิดขึ้นน้อยมาก ดังนั้นขั้นตอนการผลิตของการกลึงลดขนาด และการเจาะรูของสลักเกลียวแบบที่ 4 ถือว่าอยู่ในสภาพที่ใช้ได้

4.5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพของสลักเกลียวแบบที่ 5

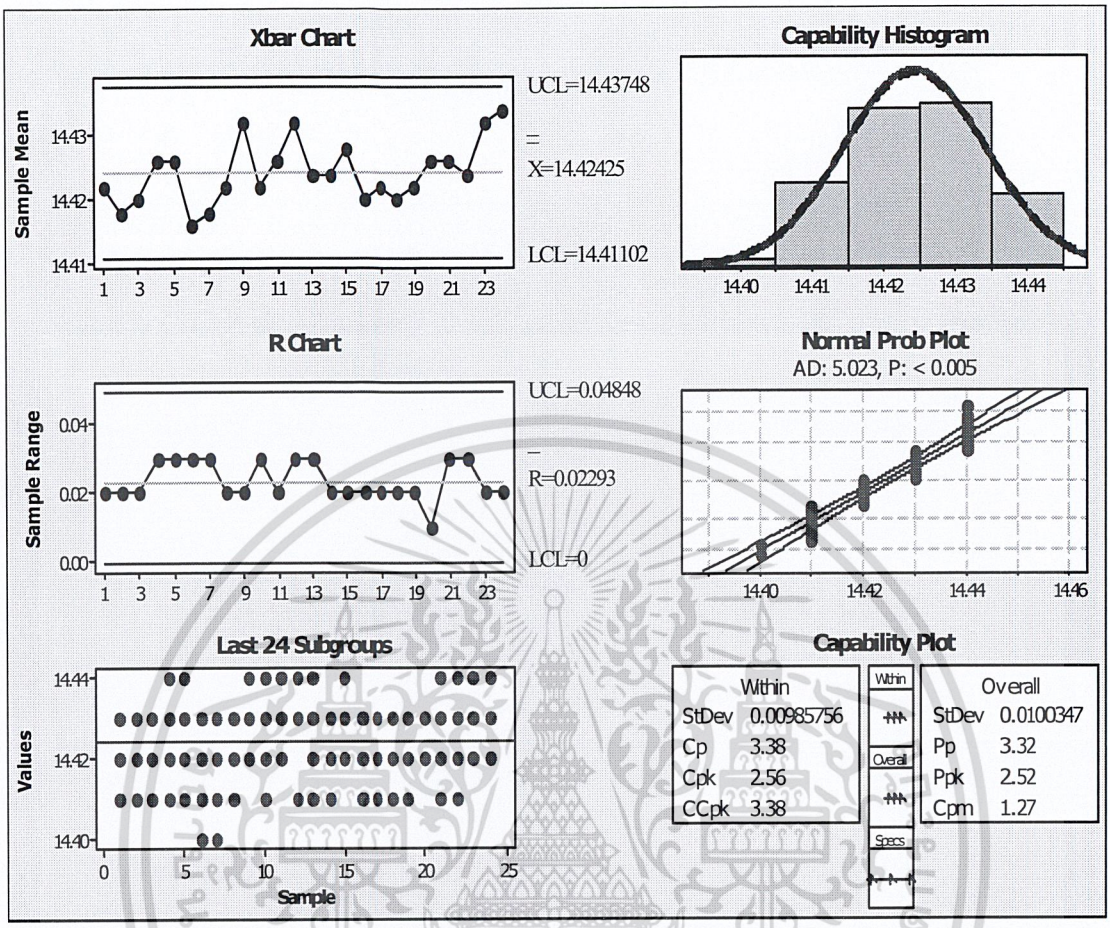
ในการรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้ทำการเก็บข้อมูลชุดนี้ในช่วงวันที่ 8 ถึง10 พฤศจิกายนพ.ศ. 2553 ทางบริษัทฯ มีการกำหนดค่าที่ใช้ในการตรวจสอบข้อมูลคุณภาพของสลักเกลียวไว้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.9 ค่าขีดจำกัดข้อกำหนดบนและล่างที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของสลักเกลียวแบบที่5

ลักษณะของการตรวจสอบ	จุดตรวจสอบ	ขีดจำกัดข้อกำหนด(มิลลิเมตร)	
		บน(USL)	ล่าง(LSL)
การกลึงลดขนาด	1	14.5	14.3
	2	30.5	30
	3	106.5	106
การเจาะรู	1	5.8	5.2
	2	7.2	5.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนการกลึงลดขนาดแบบที่ 5 ในจุดที่ 1

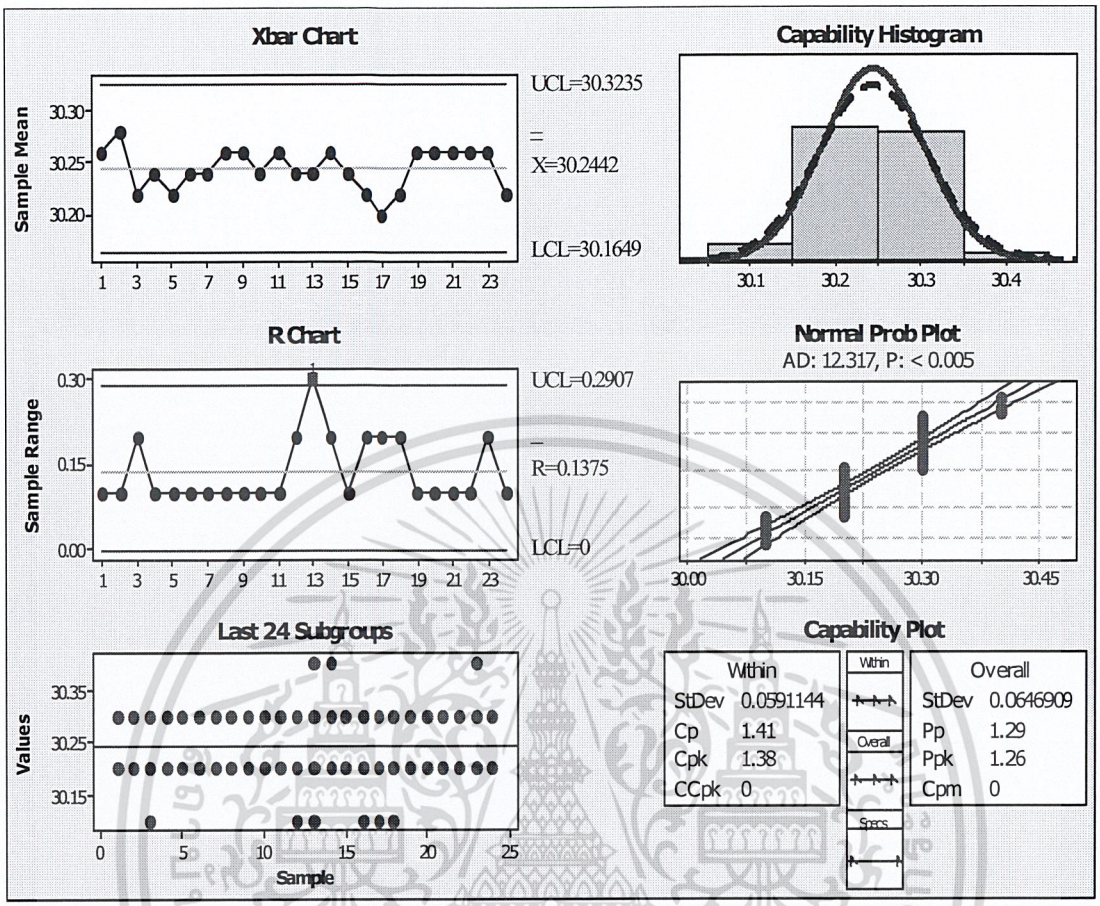


รูปที่ 4.21 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัยของการกลึงลดขนาดแบบที่ 5 ในจุดที่ 1

จากรูปที่ 4.21 พบว่าไม่มีจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย และจุดต่างๆบนแผนภูมิควบคุมคุณภาพมีลักษณะสมดุลกันทั้งสองข้างของเส้นกึ่งกลาง แสดงว่ากระบวนการผลิตสามารถควบคุมได้ ในการหาค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 2.56 แสดงว่าสมรรถนะของกระบวนการผลิตสลักเกลียวแบบที่ 5 ของการกลึงลดขนาดในจุดที่ 1 อยู่ในระดับที่ดี และไม่มีของเสียเกิดขึ้นในกระบวนการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนการกลึงลดขนาดแบบที่ 5 ในจุดที่ 2

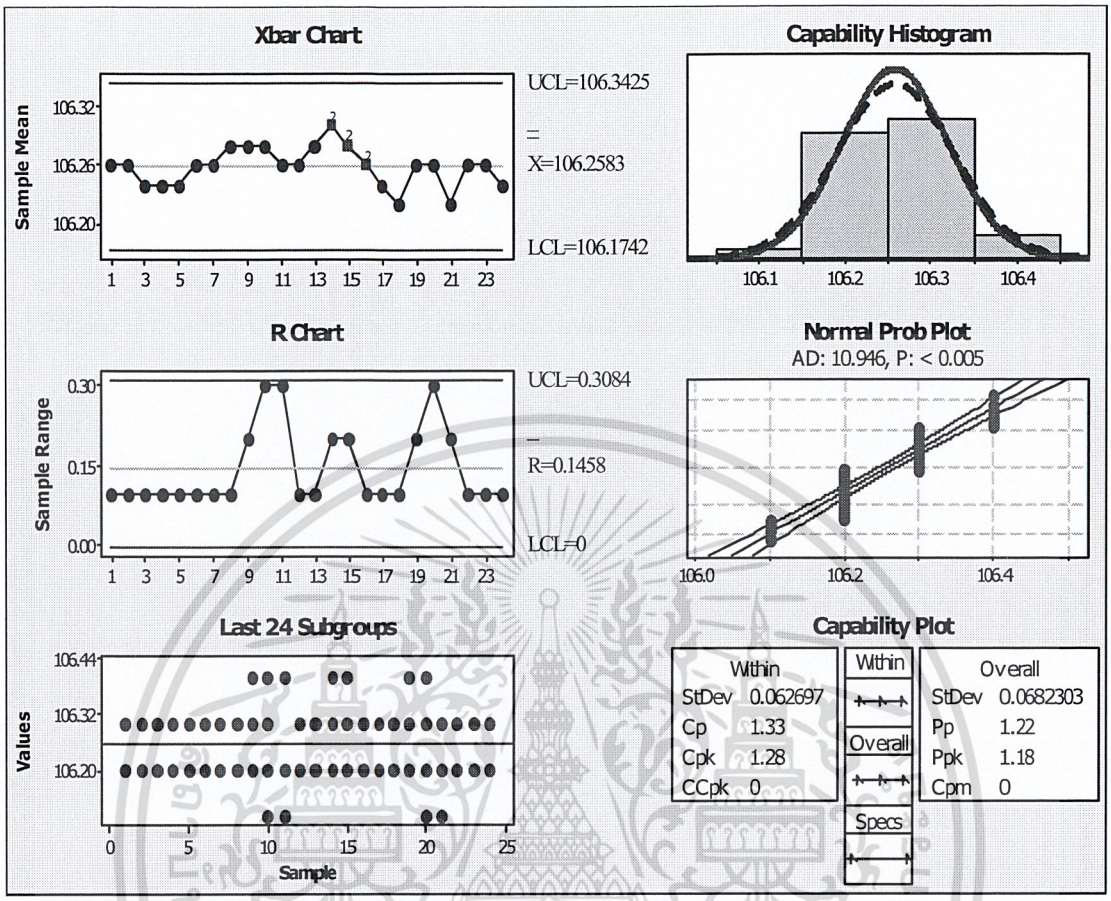


รูปที่ 4.22 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัยของการกลึงลดขนาดแบบที่ 5 ในจุดที่ 2

จากรูปที่ 4.22 พบว่า ไม่มีจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย พบว่ามีจุดที่ 13 เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบน แสดงว่า กระบวนการการผลิตไม่สามารถควบคุมได้ ในการหาค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 1.38 แสดงว่าสมรรถนะของกระบวนการผลิตสลักเกลียวแบบที่ 5 ของการกลึงลดขนาดในจุดที่ 2 อยู่ในระดับที่ดีและไม่มีของเสียเกิดขึ้นในกระบวนการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนการกลึงลดขนาดแบบที่ 5 ในจุดที่ 3

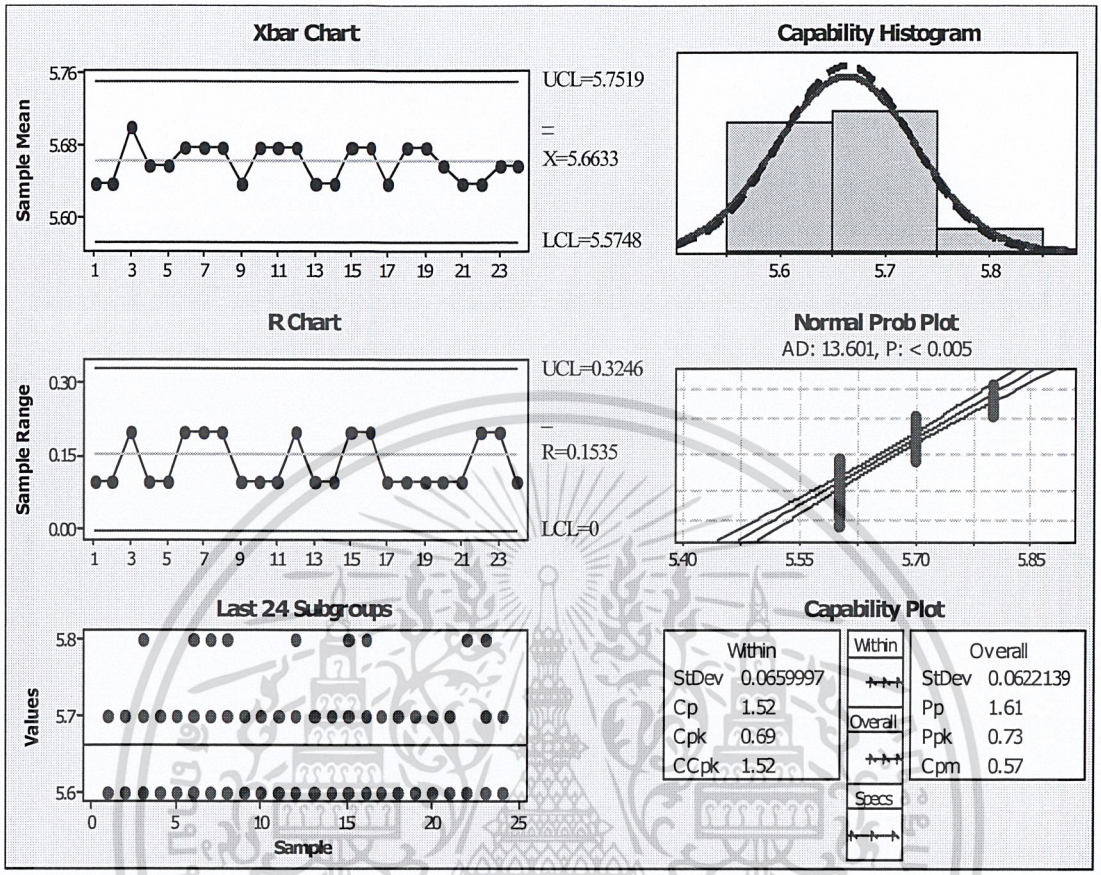


รูปที่ 4.23 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัยของการกลึงลดขนาดแบบที่ 5ในจุดที่ 3

จากรูปที่ 4.23 พบว่า แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยมีจุดที่ 6 ถึงจุดที่ 16 พบลักษณะที่ควบคุมไม่ได้ คือมีอย่างน้อย 9 จุดติดต่อกันที่อยู่ใกล้เส้นกึ่งกลาง สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยไม่มีจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุม แสดงว่า กระบวนการผลิตไม่สามารถควบคุมได้ ในการหาค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 1.28 แสดงว่าสมรรถนะของกระบวนการผลิตสลักเกลียวแบบที่ 5 ของการกลึงลดขนาดในจุดที่ 3 อยู่ในระดับที่ดี และมีสลักเกลียวคิดเป็นของเสียร้อยละ 0.01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนการเจาะรูแบบที่ 5 ในจุดที่ 1

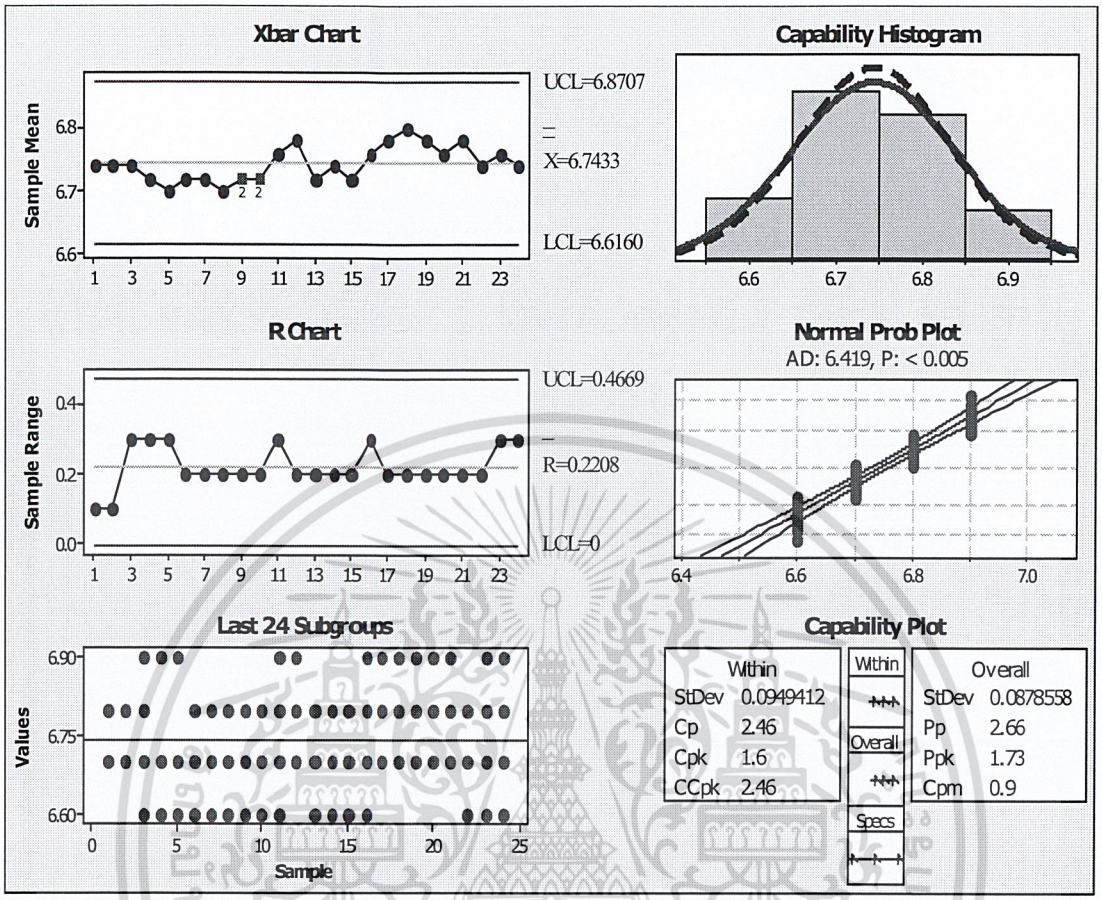


รูปที่ 4.24 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัยของการเจาะรูแบบที่ 5 ในจุดที่ 1

จากรูปที่ 4.24 พบว่า ไม่มีจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย และจุดต่างๆบนแผนภูมิควบคุมคุณภาพมีลักษณะสมดุลกันทั้งสองข้างของเส้นกึ่งกลาง แสดงว่ากระบวนการผลิตสามารถควบคุมได้ ในการหาค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.69 แสดงว่าสมรรถนะของกระบวนการผลิตสลักเกลียวแบบที่ 5 ของการเจาะรูในจุดที่ 1 ยังไม่อยู่ในระดับที่ดี ทำให้สัดส่วนของเสียอาจมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น และมีสลักเกลียวคิดเป็นของเสียร้อยละ 1.92

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนการเจาะรูแบบที่ 5 ในจุดที่ 2



รูปที่ 4.25 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัยของการเจาะรูแบบที่ 5ในจุดที่ 2

จากรูปที่ 4.25 พบว่า แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยมีจุดที่ 1 ถึงจุดที่ 10 พบลักษณะที่ควบคุมไม่ได้ คือมีอย่างน้อย 9 จุดติดต่อกันที่อยู่ใกล้เส้นกึ่งกลาง สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ไม่มีจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุม แสดงว่า กระบวนการผลิตไม่สามารถควบคุมได้ ในการหาค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 1.60 แสดงว่าสมรรถนะของกระบวนการผลิตสลักเกลียวแบบที่ 5 ของการเจาะรูในจุดที่ 2 อยู่ในระดับที่ดี และไม่มีของเสียเกิดขึ้นในกระบวนการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.10 ลักษณะการควบคุมคุณภาพของสลักเกลียวแบบที่ 5 พร้อมทั้งค่าพิกัดควบคุมของแผนภูมิค่าเฉลี่ย แผนภูมิค่าพิสัย ค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) และร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด

ขั้นตอน	วัน/เดือน/ปี	จุดที่	USL	LSL	$\overline{X}$ -chart		R-chart		ลักษณะของการควบคุม	C_{pk}	ระดับสมรรถนะของกระบวนการผลิต	ร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกเกณฑ์ที่กำหนด
					UCL	LCL	UCL	LCL				
การกลึงลดขนาด	8/11/53	1	14.5	14.3	14.43748	14.41102	0.04848	0	ควบคุมได้	2.56	อยู่ในระดับที่ดี	0.00
		2	30.5	30	30.3235	30.1649	0.2907	0	ควบคุมไม่ได้	1.38	อยู่ในระดับที่ดี	0.00
		3	106.5	106	106.3425	106.1742	0.3084	0	ควบคุมไม่ได้	1.28	อยู่ในระดับที่ดี	0.01
การเจาะรู	10/11/53	1	5.8	5.2	5.7519	5.5748	0.3246	0	ควบคุมได้	0.69	ไม่อยู่ในระดับที่ดี	1.92
		2	7.2	5.8	6.8707	6.6160	0.4669	0	ควบคุมไม่ได้	1.60	อยู่ในระดับที่ดี	0.00

จากตารางที่ 4.10 จะพบว่า ในขั้นตอนของการกลึงลดขนาดแบบที่ 5 สำหรับจุดที่ 1 กระบวนการผลิตอยู่ในลักษณะที่ยังควบคุมได้ แต่ในจุดที่ 2 และ 3 กระบวนการผลิตอยู่ในลักษณะที่ยังควบคุมไม่ได้ และระดับสมรรถนะของกระบวนการผลิตในจุดที่ 1 , 2 และ 3 ยังอยู่ในระดับที่ดี สำหรับขั้นตอนของการเจาะรูแบบที่ 5 สำหรับจุดที่ 1 กระบวนการผลิตอยู่ในลักษณะที่ควบคุมได้ แต่ในจุดที่ 2 กระบวนการผลิตอยู่ในลักษณะที่ยังควบคุมไม่ได้ และระดับสมรรถนะของกระบวนการผลิตในจุดที่ 1 ไม่อยู่ในระดับที่ดี แต่ในจุดที่ 2 ระดับสมรรถนะของกระบวนการผลิตอยู่ในระดับที่ดี ถ้าหากพิจารณาร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกเกณฑ์ที่กำหนด จะเห็นว่ามีจำนวนของเสียเกิดขึ้นน้อยมาก ดังนั้นขั้นตอนการผลิตของการกลึงลดขนาด และการเจาะรูของสลักเกลียวแบบที่ 5 ถือว่าอยู่ในสภาพที่ใช้ได้

4.6 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพของสลักเกลียวแบบที่ 6

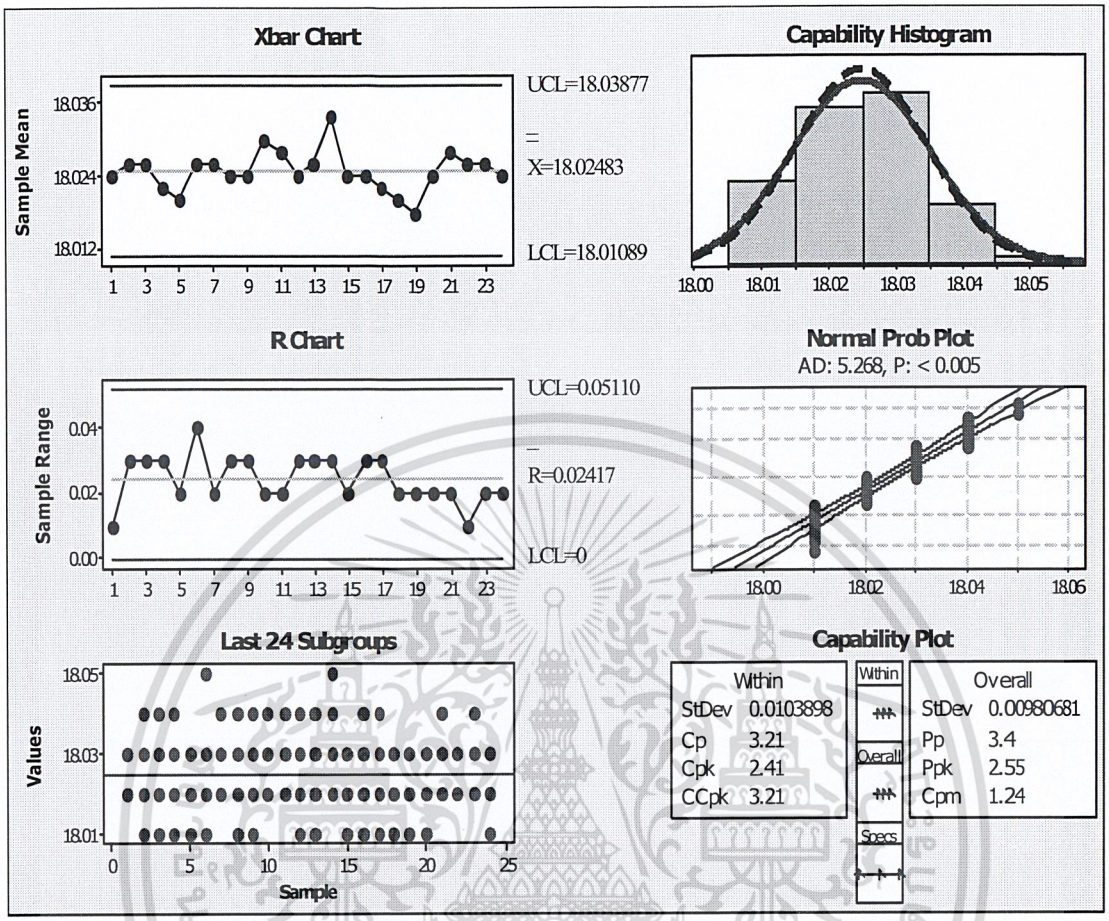
ในการรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้ทำการเก็บข้อมูลชุดนี้ในช่วงวันที่ 9 ถึง 11 พฤศจิกายนพ.ศ. 2553 ทางบริษัทฯ มีการกำหนดค่าที่ใช้ในการตรวจสอบข้อมูลคุณภาพของสลักเกลียวไว้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.11 ค่าขีดจำกัดข้อกำหนดบนและล่างที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของสลักเกลียวแบบที่ 6

ลักษณะของการตรวจสอบ	จุดตรวจสอบ	ขีดจำกัดข้อกำหนด(มิลลิเมตร)	
		บน(USL)	ล่าง(LSL)
การกลึงลดขนาด	1	18.1	17.9
	2	33.5	33
	3	158.5	158
การเจาะรู	1	5.8	5.2
	2	118	117

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนการกลึงลดขนาดแบบที่ 6 ในจุดที่ 1

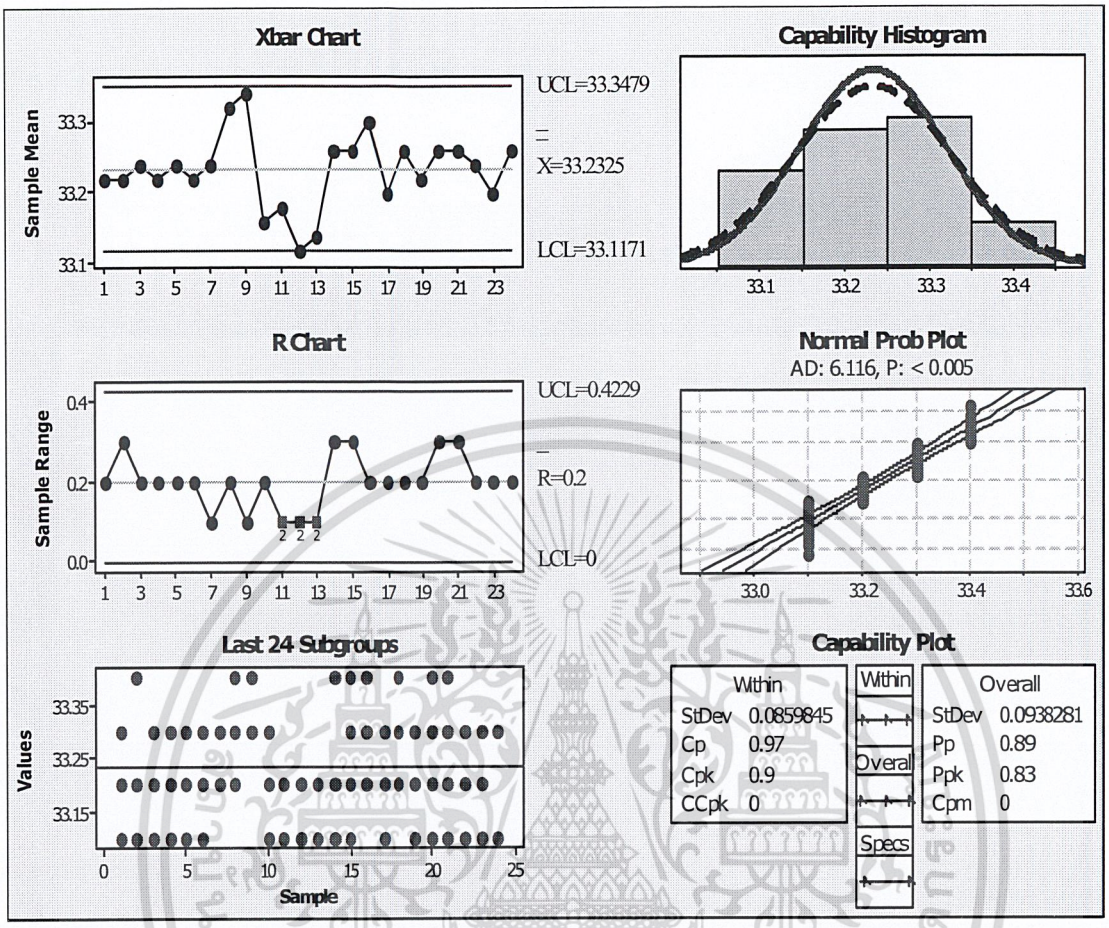


รูปที่ 4.26 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัยของการกลึงลดขนาดแบบที่ 6 ในจุดที่ 1

จากรูปที่ 4.26 พบว่า ไม่มีจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย และจุดต่างๆ บนแผนภูมิควบคุมคุณภาพมีลักษณะสมดุลกันทั้งสองข้างของเส้นกึ่งกลาง แสดงว่ากระบวนการผลิตสามารถควบคุมได้ ในการหาค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 2.41 แสดงว่าสมรรถนะของกระบวนการผลิตสลักเกลียวแบบที่ 6 ของการกลึงลดขนาดในจุดที่ 1 อยู่ในระดับที่ดีและไม่มีของเสียเกิดขึ้นในกระบวนการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนการกลึงลดขนาดแบบที่ 6 ในจุดที่ 2

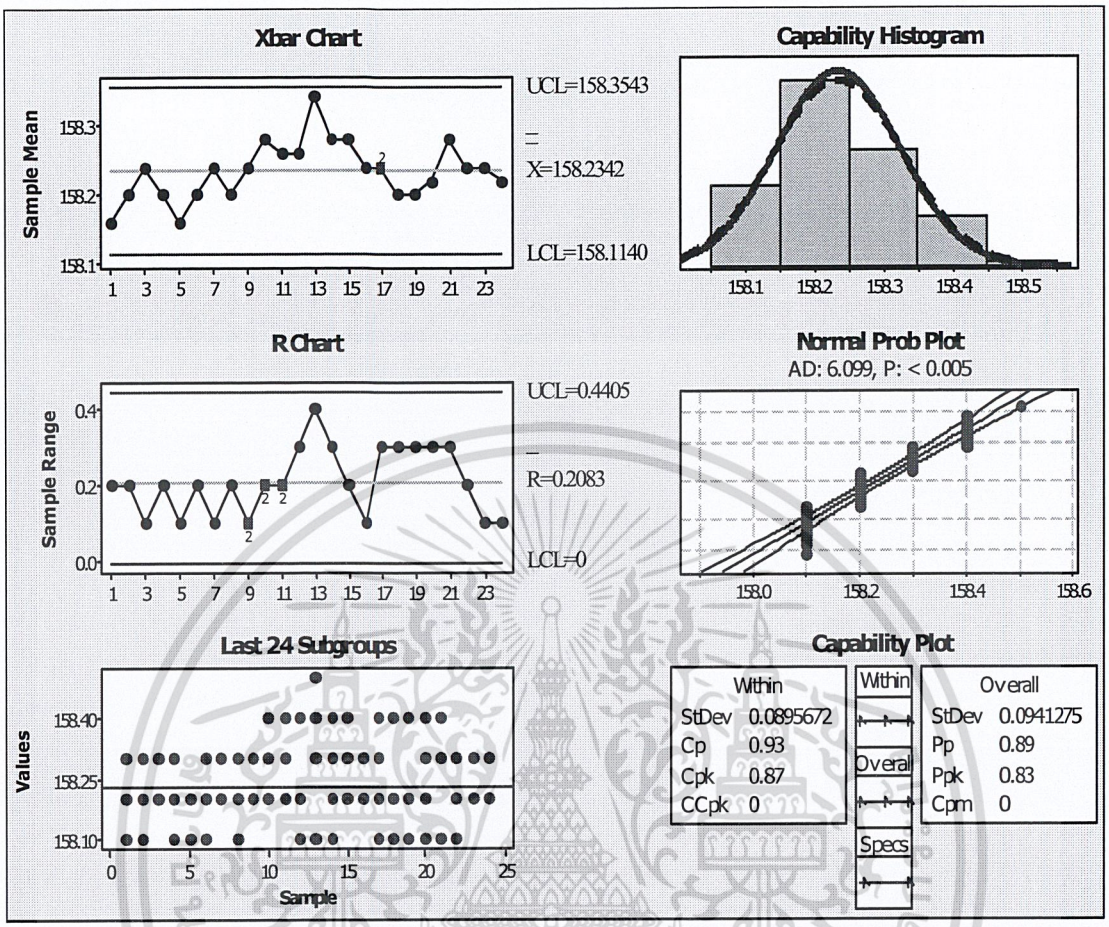


รูปที่ 4.27 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัยของการกลึงลดขนาดแบบที่ 6 ในจุดที่ 2

จากรูปที่ 4.27 พบว่า ไม่มีจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยพบว่า มีจุดที่ 3 ถึงจุดที่ 13 พบลักษณะที่ควบคุมไม่ได้ คือมีอย่างน้อย 9 จุดติดต่อกันที่อยู่ใกล้เส้นกึ่งกลาง แสดงว่ากระบวนการผลิตไม่สามารถควบคุมได้ ในการหาค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ0.90 แสดงว่าสมรรถนะของกระบวนการผลิตสลักเกลียวแบบที่ 6 ของการกลึงลดขนาดในจุดที่ 2 อยู่ในระดับที่ดี และมีสลักเกลียวคิดเป็นของเสียร้อยละ 0.44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนการกลึงลดขนาดแบบที่ 6 ในจุดที่ 3

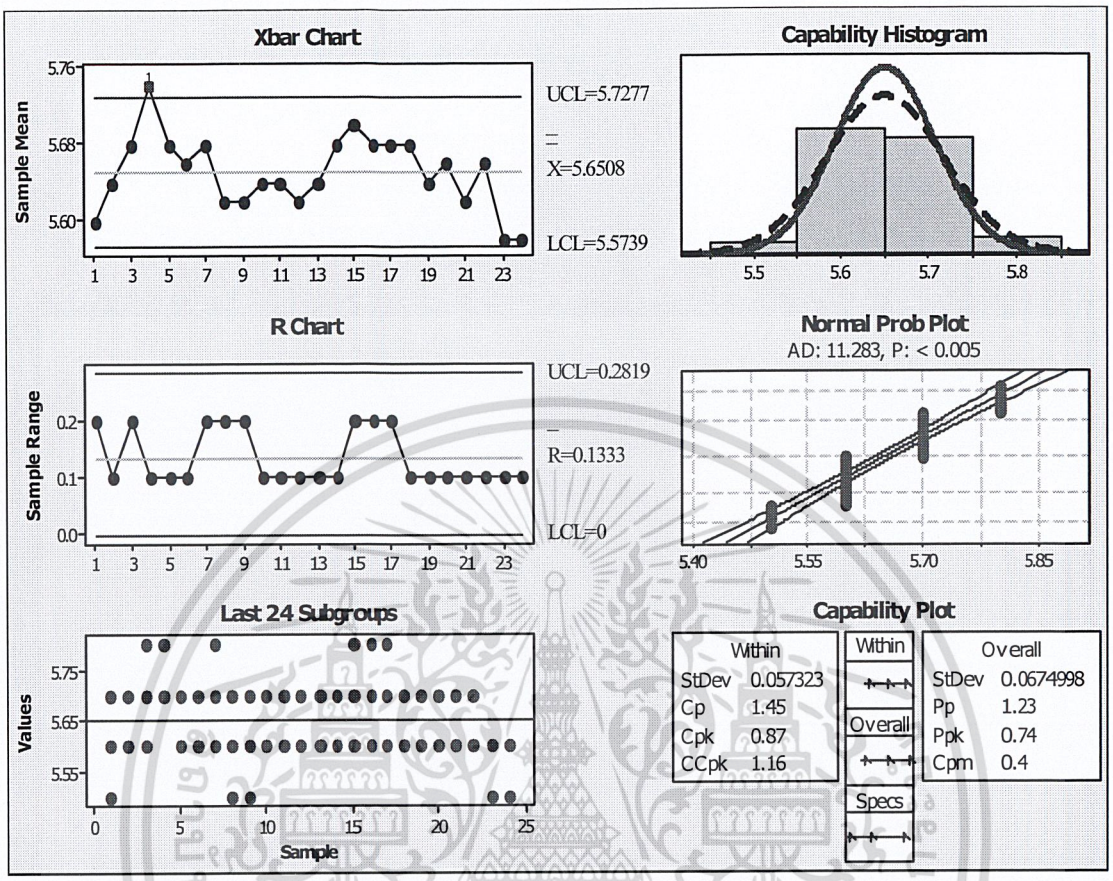


รูปที่ 4.28 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัยของการกลึงลดขนาดแบบที่ 6 ในจุดที่ 3

จากรูปที่ 4.28 พบว่า แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยมีจุดที่ 17 เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุม สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย พบว่ามีจุดที่ 1 ถึงจุดที่ 11 พบลักษณะที่ควบคุมไม่ได้ คือมีอย่างน้อย 9 จุดติดต่อกันที่อยู่ใกล้เส้นกึ่งกลาง แสดงว่ากระบวนการผลิตไม่สามารถควบคุมได้ ในการหาค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.87 แสดงว่าสมรรถนะของกระบวนการผลิตสลักเกลียวแบบที่ 6 ของการกลึงลดขนาดในจุดที่ 3 ยังไม่อยู่ในระดับที่ดี ทำให้สัดส่วนของเสียอาจมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น และมีสลักเกลียวคิดเป็นของเสียร้อยละ 0.60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนการเจาะรูแบบที่ 6 ในจุดที่ 1

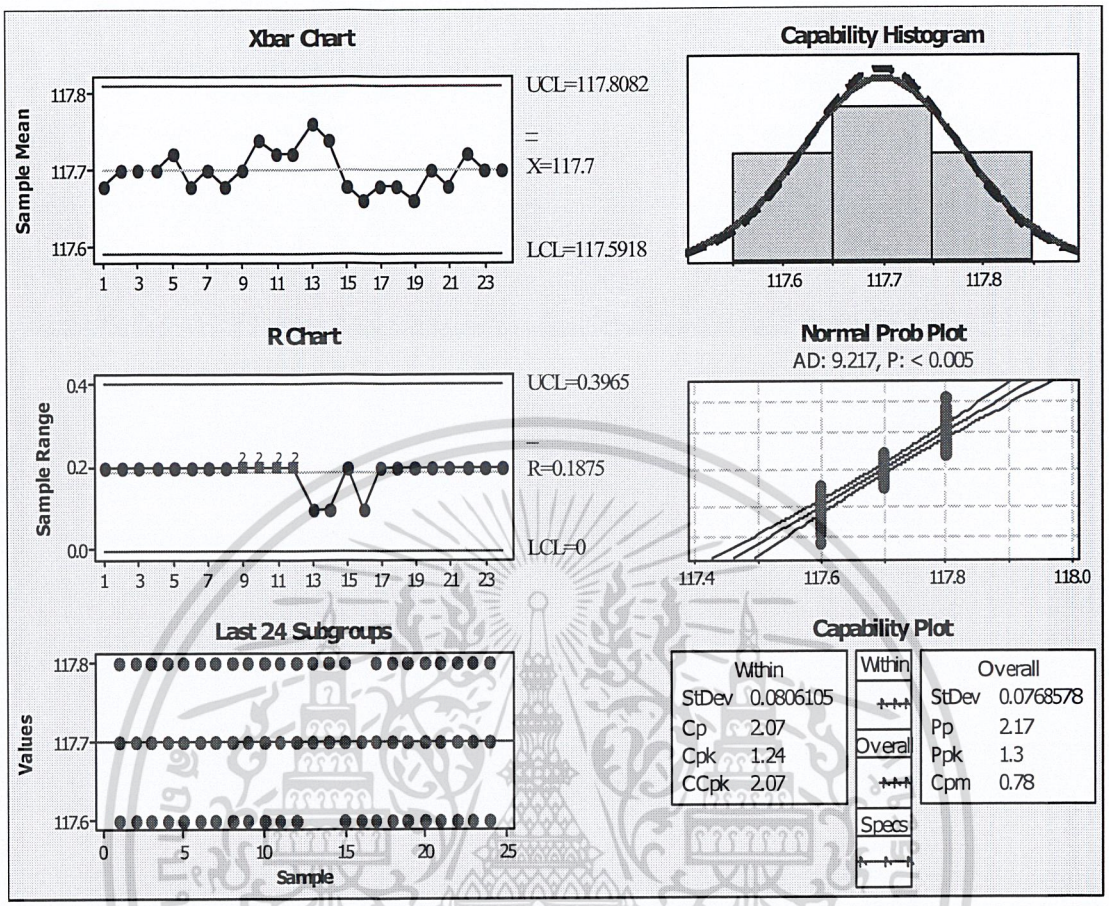


รูปที่ 4.29 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัยของการเจาะรูแบบที่ 6 ในจุดที่ 1

จากรูปที่ 4.29 พบว่า แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยมีจุดที่ 4 เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบน สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ไม่มีจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุม แสดงว่า กระบวนการผลิตไม่สามารถควบคุมได้ ในการหาค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.87 แสดงว่าสมรรถนะของกระบวนการผลิตสลักเกลียวแบบที่ 6 ของการเจาะรูในจุดที่ 1 ยังไม่อยู่ในระดับที่ดี ทำให้สัดส่วนของเสียอาจมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น และมีสลักเกลียวคิดเป็นของเสียร้อยละ 0.46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6.5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนการเจาะรูแบบที่ 6 ในจุดที่ 2



รูปที่ 4.30 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัยของการเจาะรูแบบที่ 6 ในจุดที่ 2

จากรูปที่ 4.30 พบว่า ไม่มีจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยพบว่า มีจุดที่ 1 ถึงจุดที่ 12 พบลักษณะที่ควบคุมไม่ได้ คือมีอย่างน้อย 9 จุดติดต่อกันที่อยู่ใกล้เส้นกึ่งกลาง แสดงว่ากระบวนการผลิตไม่สามารถควบคุมได้ ในการหาค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 1.24 แสดงว่าสมรรถนะของกระบวนการผลิตสลักเกลียวแบบที่ 6 ของการเจาะรูในจุดที่ 2 ยังไม่อยู่ในระดับที่ดีทำให้สัดส่วนของเสียอาจมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น และมีสลักเกลียวคิดเป็นของเสียร้อยละ 0.01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.12 ลักษณะการควบคุมคุณภาพของสลักเกลียวแบบที่ 6 พร้อมทั้งค่าพิกัดควบคุมของแผนภูมิค่าเฉลี่ย แผนภูมิค่าพิสัย ค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) และร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด

ขั้นตอน	วัน/เดือน/ปี	จุดที่	USL	LSL	$\overline{X}$ -chart		R-chart		ลักษณะของการควบคุม	C_{pk}	ระดับสมรรถนะของกระบวนการผลิต	ร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกเกณฑ์ที่กำหนด
					UCL	LCL	UCL	LCL				
การกลึงลดขนาด	9/11/53	1	18.1	17.9	18.03877	18.01089	0.05110	0	ควบคุมได้	2.41	อยู่ในระดับที่ดี	0.00
		2	33.5	33	33.3479	33.1171	0.4229	0	ควบคุมไม่ได้	0.90	ไม่อยู่ในระดับที่ดี	0.44
		3	158.5	158	158.3543	158.1140	0.4405	0	ควบคุมไม่ได้	0.87	ไม่อยู่ในระดับที่ดี	0.60
การเจาะรู	11/11/53	1	5.8	5.2	5.7277	5.5739	0.2819	0	ควบคุมไม่ได้	0.87	ไม่อยู่ในระดับที่ดี	0.46
		2	118	117	117.8082	117.5918	0.3965	0	ควบคุมไม่ได้	1.24	อยู่ในระดับที่ดี	0.01

จากตารางที่ 4.12 จะพบว่าในขั้นตอนของการกลึงลดขนาดแบบที่ 6 สำหรับจุดที่ 1 กระบวนการผลิตอยู่ในลักษณะที่ยังควบคุมได้ แต่ในจุดที่ 2 และ3 กระบวนการผลิตอยู่ในลักษณะที่ยังควบคุมไม่ได้ และระดับสมรรถนะของกระบวนการผลิตในจุดที่ 1 ยังอยู่ในระดับที่ดี แต่ในจุดที่ 2 และ3 ระดับสมรรถนะของกระบวนการผลิตยังไม่อยู่ในระดับที่ดี สำหรับขั้นตอนของการเจาะรูแบบที่ 6 สำหรับจุดที่ 1และ 2 กระบวนการผลิตอยู่ในลักษณะที่ควบคุมได้ และระดับสมรรถนะของกระบวนการผลิตในจุดที่ 1 ไม่อยู่ในระดับที่ดี แต่ในจุดที่ 2 ระดับสมรรถนะของกระบวนการผลิตอยู่ในระดับที่ดี ถ้าหากพิจารณาร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกเกณฑ์ที่กำหนด จะเห็นว่ามีจำนวนของเสียเกิดขึ้นน้อยมาก ดังนั้นขั้นตอนการผลิตของการกลึงลดขนาด และการเจาะรูของสลักเกลียวแบบที่ 6 ถือว่าอยู่ในสภาพที่ใช้ได้

บทที่ 5
สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

5.1 การควบคุมคุณภาพของสลักเกลียวแบบที่ 1

5.1.1 ขั้นตอนของการกลึงลดขนาด

จากการศึกษาแผนภูมิควบคุมคุณภาพค่าเฉลี่ยและค่าพิสัย จะเห็นว่า ในขั้นตอนของการกลึงลดขนาดของสลักเกลียวแบบที่ 1 กระบวนการผลิตทั้ง 3 จุดยังมีการผันแปรอยู่ตลอดเวลา สำหรับค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) ทั้ง 3 จุดมีค่ามากกว่า 1 และมีของเสียเกิดขึ้นน้อยมาก แสดงว่ากระบวนการผลิตอยู่ในเกณฑ์ดี

5.1.2 ขั้นตอนของการเจาะรู

จากการศึกษาแผนภูมิควบคุมคุณภาพค่าเฉลี่ยและค่าพิสัย จะเห็นว่า ในขั้นตอนของการเจาะรูของสลักเกลียวแบบที่ 1 กระบวนการผลิตทั้ง 2 จุด ยังมีการผันแปรอยู่ตลอดเวลา สำหรับค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีจุดที่ 2 ที่มีค่ามากกว่า 1และมีของเสียเกิดขึ้นน้อยมากทั้ง 2 จุด แสดงว่ากระบวนการผลิตยังอยู่ในเกณฑ์ดี

ดังนั้น การควบคุมคุณภาพของสลักเกลียวแบบที่ 1 ทั้งในขั้นตอนของการกลึงลดขนาดและการเจาะรู ถึงแม้ว่าจะมีความผันแปรเกิดขึ้นในระหว่างการผลิต แต่จำนวนของเสียที่เกิดขึ้นมีจำนวนน้อยมาก จึงถือว่ากระบวนการผลิตอยู่ในลักษณะที่ยอมรับได้

5.2 การควบคุมคุณภาพของสลักเกลียวแบบที่ 2

5.2.1 ขั้นตอนของการกลึงลดขนาด

จากการศึกษาแผนภูมิควบคุมคุณภาพค่าเฉลี่ยและค่าพิสัย จะเห็นว่า ในขั้นตอนของการกลึงลดขนาดของสลักเกลียวแบบที่ 2 กระบวนการผลิตทั้ง 3 จุด มีการผันแปรน้อยถือว่าอยู่ในเกณฑ์ดี สำหรับค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีจุดที่ 1 ที่มีค่ามากกว่า 1 และมีของเสียเกิดขึ้นน้อยมากทั้ง 3 จุด แสดงว่ากระบวนการผลิตอยู่ในเกณฑ์ดี

5.2.2 ขั้นตอนของการเจาะรู

จากการศึกษาแผนภูมิควบคุมคุณภาพค่าเฉลี่ยและค่าพิสัย จะเห็นว่า ในขั้นตอนของการเจาะรูของสลักเกลียวแบบที่ 2 กระบวนการผลิตทั้ง 2 จุด มีการผันแปรน้อยถือว่าอยู่ในเกณฑ์ดี สำหรับค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) ทั้ง 2 จุดมีค่ามากกว่า 1 และไม่มีของเสียเกิดขึ้น แสดงว่ากระบวนการผลิตอยู่ในเกณฑ์ดีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้น การควบคุมคุณภาพของสลักเกลียวแบบที่ 2 ทั้งในขั้นตอนของการกลึงลดขนาดและการเจาะรู มีความผันแปรเกิดขึ้นในระหว่างการผลิตน้อย และจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นมีจำนวนน้อยมาก จึงถือว่ากระบวนการผลิตอยู่ในลักษณะที่ยอมรับได้

5.3 การควบคุมคุณภาพของสลักเกลียวแบบที่ 3

5.3.1 ขั้นตอนของการกลึงลดขนาด

จากการศึกษาแผนภูมิควบคุมคุณภาพค่าเฉลี่ยและค่าพิสัย จะเห็นว่า ในขั้นตอนของการกลึงลดขนาดของสลักเกลียวแบบที่ 3 กระบวนการผลิตทั้ง 3 จุด มีการผันแปรน้อยถือว่าอยู่ในเกณฑ์ดี สำหรับค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) มีจุดที่ 2 และ 3 ที่มีค่าน้อยกว่า 1 และมีของเสียเกิดขึ้นทั้ง 2 จุดนี้พอสมควร แสดงว่ากระบวนการผลิตอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่ค่อยดี

5.3.2 ขั้นตอนของการเจาะรู

จากการศึกษาแผนภูมิควบคุมคุณภาพค่าเฉลี่ยและค่าพิสัย จะเห็นว่า ในขั้นตอนของการเจาะรูของสลักเกลียวแบบที่ 3 กระบวนการผลิตทั้ง 2 จุด มีการผันแปรน้อยถือว่าอยู่ในเกณฑ์ดี สำหรับค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) ทั้ง 2 จุดมีค่ามากกว่า 1 และไม่มีของเสียเกิดขึ้น แสดงว่ากระบวนการผลิตอยู่ในเกณฑ์ดีมาก

ดังนั้น การควบคุมคุณภาพของสลักเกลียวแบบที่ 3 ทั้งในขั้นตอนของการกลึงลดขนาดและการเจาะรู มีความผันแปรเกิดขึ้นในระหว่างการผลิตน้อย และไม่มีจำนวนของเสียเกิดขึ้นในขั้นตอนของการเจาะรู แต่มีจำนวนของเสียเกิดขึ้นในขั้นตอนของการกลึงลดขนาด จึงควรทำการปรับปรุงกระบวนการผลิต และหาสาเหตุของการเกิดจำนวนของเสียในขั้นตอนของการกลึงลดขนาด เพื่อให้กระบวนการผลิตของสลักเกลียวแบบที่ 3 อยู่ในลักษณะที่ยอมรับได้

5.4 การควบคุมคุณภาพของสลักเกลียวแบบที่ 4

5.4.1 ขั้นตอนของการกลึงลดขนาด

จากการศึกษาแผนภูมิควบคุมคุณภาพค่าเฉลี่ยและค่าพิสัย จะเห็นว่า ในขั้นตอนของการกลึงลดขนาดของสลักเกลียวแบบที่ 4 กระบวนการผลิตทั้ง 3 จุดยังมีการผันแปรน้อยถือว่าอยู่ในเกณฑ์ดี สำหรับค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) ทั้ง 3 จุดมีค่ามากกว่า 1 และมีของเสียเกิดขึ้นน้อยมาก แสดงว่ากระบวนการผลิตอยู่ในเกณฑ์ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4.2 ขั้นตอนของการเจาะรู

จากการศึกษาแผนภูมิควบคุมคุณภาพค่าเฉลี่ยและค่าพิสัย จะเห็นว่า ในขั้นตอนของการเจาะรูของสลักเกลียวแบบที่ 4 กระบวนการผลิตในจุดที่ 2 ยังมีการผันแปรอยู่ตลอดเวลา สำหรับค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) ทั้ง 2 จุดมีค่ามากกว่า 1 และมีของเสียเกิดขึ้นน้อยมาก แสดงว่ากระบวนการผลิตยังอยู่ในเกณฑ์ดี

ดังนั้น การควบคุมคุณภาพของสลักเกลียวแบบที่ 4 ทั้งในขั้นตอนของการกลึงลดขนาดและการเจาะรู ถึงแม้ว่ากระบวนการผลิตจะมีความผันแปรเกิดขึ้นบ้าง แต่จำนวนของเสียที่เกิดขึ้นมีจำนวนน้อยมาก จึงถือว่ากระบวนการผลิตอยู่ในลักษณะที่ยอมรับได้

5.5 การควบคุมคุณภาพของสลักเกลียวแบบที่ 5

5.5.1 ขั้นตอนของการกลึงลดขนาด

จากการศึกษาแผนภูมิควบคุมคุณภาพค่าเฉลี่ยและค่าพิสัย จะเห็นว่า ในขั้นตอนของการกลึงลดขนาดของสลักเกลียวแบบที่ 5 กระบวนการผลิตในจุดที่ 2 และ 3 ยังมีการผันแปรอยู่ตลอดเวลา สำหรับค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) ทั้ง 3 จุดมีค่ามากกว่า 1 และมีของเสียเกิดขึ้นน้อยมาก แสดงว่ากระบวนการผลิตอยู่ในเกณฑ์ดี

5.5.2 ขั้นตอนของการเจาะรู

จากการศึกษาแผนภูมิควบคุมคุณภาพค่าเฉลี่ยและค่าพิสัย จะเห็นว่า ในขั้นตอนของการเจาะรูของสลักเกลียวแบบที่ 5 กระบวนการผลิตในจุดที่ 2 ยังมีการผันแปรอยู่ตลอดเวลา สำหรับค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) ในจุดที่ 1 มีค่าน้อยกว่า 1 แต่ทั้ง 2 จุดมีของเสียเกิดขึ้นน้อย แสดงว่ากระบวนการผลิตยังอยู่ในเกณฑ์ดี

ดังนั้น การควบคุมคุณภาพของสลักเกลียวแบบที่ 5 ทั้งในขั้นตอนของการกลึงลดขนาดและการเจาะรู ถึงแม้ว่ากระบวนการผลิตจะมีความผันแปรเกิดขึ้นบ้าง แต่จำนวนของเสียที่เกิดขึ้นมีจำนวนน้อย จึงถือว่ากระบวนการผลิตอยู่ในลักษณะที่ยอมรับได้

5.6 การควบคุมคุณภาพของสลักเกลียวแบบที่ 6

5.6.1 ขั้นตอนของการกลึงลดขนาด

จากการศึกษาแผนภูมิควบคุมคุณภาพค่าเฉลี่ยและค่าพิสัย จะเห็นว่า ในขั้นตอนของการกลึงลดขนาดของสลักเกลียวแบบที่ 6 กระบวนการผลิตในจุดที่ 2 และ 3 ยังมีการผันแปรอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตลอดเวลา สำหรับค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) ในจุดที่ 2 และ 3 มีค่าน้อยกว่า 1 แต่ทั้ง 3 จุดมีของเสียเกิดขึ้นน้อยมาก แสดงว่ากระบวนการผลิตอยู่ในเกณฑ์ดี

5.6.2 ขั้นตอนของการเจาะรู

จากการศึกษาแผนภูมิควบคุมคุณภาพค่าเฉลี่ยและค่าพิสัย จะเห็นว่า ในขั้นตอนของการเจาะรูของสลักเกลียวแบบที่ 6 กระบวนการผลิตทั้ง 2 จุด ยังมีการผันแปรอยู่ตลอดเวลา สำหรับค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) ในจุดที่ 1 มีค่าน้อยกว่า 1 แต่ทั้ง 2 จุดมีของเสียเกิดขึ้นน้อย แสดงว่ากระบวนการผลิตยังอยู่ในเกณฑ์ดี

ดังนั้น การควบคุมคุณภาพของสลักเกลียวแบบที่ 6 ทั้งในขั้นตอนของการกลึงลดขนาดและการเจาะรู ถึงแม้ว่ากระบวนการผลิตจะมีความผันแปรเกิดขึ้นบ้าง แต่จำนวนของเสียที่เกิดขึ้นมีจำนวนน้อย จึงถือว่ากระบวนการผลิตอยู่ในลักษณะที่ยอมรับได้

5.7 ข้อเสนอแนะ

ทางบริษัท อินเตอร์อินดัสชั่นส์ จำกัด ควรเพิ่มจำนวนของตัวอย่างที่สุ่มขึ้นมาวัดผลให้มีจำนวนมากขึ้น เนื่องจากทางบริษัทฯได้ทำการสุ่มตัวอย่างครั้งละ 1 ชิ้นมาทำการตรวจสอบ อาจทำให้ได้ตัวอย่างที่ไม่ถือว่าเป็นตัวแทนที่ดีของประชากร ซึ่งจะทำให้ผลการวิเคราะห์มีโอกาสผิดพลาดสูง และไม่น่าเชื่อถือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

เกษม พิพัฒน์ปัญญานุกูล . Quality control . กรุงเทพฯ : พิมพ์ลักษณ์ ,2525

กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. การควบคุมคุณภาพของกระบวนการโดยอาศัยสถิติ.กรุงเทพฯ

จารุวรรณ อริยะพัฒนพาณิชย์, จุฑามาศ วิวัฒน์สถิตวงศ์ และ ชัยพร ดุละอุมาลย์. 2546 ปัญหาพิเศษเรื่อง **การควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์นมของบริษัท ดัชมิลล์ จำกัด.** ภาควิชาสถิติประยุกต์, คณะวิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

โซลูชั่น เซ็นเตอร์ จำกัด."Quality process Improvement"ใน Minitab 15 Statistical Software. กรุงเทพฯ: 2550

มนัญญา สอนครุฑ, นิสากร ดชรัตน์ และ มนเทียร วิลัยเกษ.2552 ปัญหาพิเศษเรื่อง **การควบคุมคุณภาพการผลิตชิ้นส่วนบันไดเลื่อนของบริษัท มิตซูบิชิ เอลเลเวเตอร์ เอเชีย จำกัด.** ภาควิชาสถิติประยุกต์,คณะวิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

มินตรา เรืองรัศมีโรจน์, วิชชุดา คัมภีร์เวช, สาวิตรี สาธุ และ อนรรฆพงศ์ จันทร์ประภาพ. 2551 ปัญหาพิเศษเรื่อง **การควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์สมุนไพรอภัยภูเบศรของมูลนิธิโรงพยาบาลเจ้าพระยาอภัยภูเบศร.** ภาควิชาสถิติประยุกต์, คณะวิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

อดิศักดิ์ พงษ์พูลผลศักดิ์. การควบคุมคุณภาพ. กรุงเทพฯ : อักษรประเสริฐ,2529

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

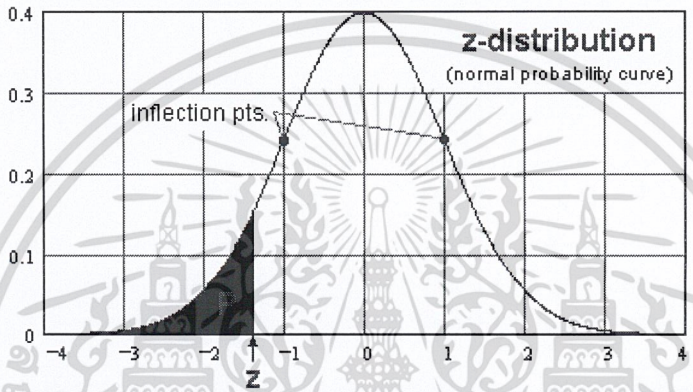
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก. แสดงค่าตัวประกอบสำหรับการคำนวณขีดจำกัดควบคุม

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

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

ตาราง ข. พื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐาน



z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
-3.0	0.00135	0.00131	0.00126	0.00122	0.00118	0.00114	0.00111	0.00107	0.00103	0.00100
-2.9	0.00187	0.00181	0.00175	0.00169	0.00164	0.00159	0.00154	0.00149	0.00144	0.00139
-2.8	0.00256	0.00248	0.00240	0.00233	0.00226	0.00219	0.00212	0.00205	0.00199	0.00193
-2.7	0.00347	0.00336	0.00326	0.00317	0.00307	0.00298	0.00289	0.00280	0.00272	0.00264
-2.6	0.00466	0.00453	0.00440	0.00427	0.00415	0.00402	0.00391	0.00379	0.00368	0.00357
-2.5	0.00621	0.00604	0.00587	0.00570	0.00554	0.00539	0.00523	0.00508	0.00494	0.00480
-2.4	0.00820	0.00798	0.00776	0.00755	0.00734	0.00714	0.00695	0.00676	0.00657	0.00639
-2.3	0.01072	0.01044	0.01017	0.00990	0.00964	0.00939	0.00914	0.00889	0.00866	0.00842
-2.2	0.01390	0.01355	0.01321	0.01287	0.01255	0.01222	0.01191	0.01160	0.01130	0.01101
-2.1	0.01786	0.01743	0.01700	0.01659	0.01618	0.01578	0.01539	0.01500	0.01463	0.01426
-2.0	0.02275	0.02222	0.02169	0.02118	0.02067	0.02018	0.01970	0.01923	0.01876	0.01831

ตาราง ข. (ต่อ)

Z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
-1.9	0.02872	0.02807	0.02743	0.02680	0.02619	0.02559	0.02500	0.02442	0.02385	0.02330
-1.8	0.03593	0.03515	0.03438	0.03362	0.03288	0.03216	0.03144	0.03074	0.03005	0.02938
-1.7	0.04456	0.04363	0.04272	0.04181	0.04093	0.04006	0.03920	0.03836	0.03754	0.03673
-1.6	0.05480	0.05370	0.05262	0.05155	0.05050	0.04947	0.04846	0.04746	0.04648	0.04551
-1.5	0.06681	0.06552	0.06425	0.06301	0.06178	0.06057	0.05938	0.05821	0.05705	0.05592
-1.4	0.08076	0.07927	0.07780	0.07636	0.07493	0.07353	0.07214	0.07078	0.06944	0.06811
-1.3	0.09680	0.09510	0.09342	0.09176	0.09012	0.08851	0.08691	0.08534	0.08379	0.08226
-1.2	0.11507	0.11314	0.11123	0.10935	0.10749	0.10565	0.10383	0.10204	0.10027	0.09852
-1.1	0.13566	0.13350	0.13136	0.12924	0.12714	0.12507	0.12302	0.12100	0.11900	0.11702
-1.0	0.15865	0.15625	0.15386	0.15150	0.14917	0.14686	0.14457	0.14231	0.14007	0.13786
-0.9	0.18406	0.18141	0.17878	0.17618	0.17361	0.17105	0.16853	0.16602	0.16354	0.16109
-0.8	0.21185	0.20897	0.20611	0.20327	0.20045	0.19766	0.19489	0.19215	0.18943	0.18673
-0.7	0.24196	0.23885	0.23576	0.23269	0.22965	0.22663	0.22363	0.22065	0.21769	0.21476
-0.6	0.27425	0.27093	0.26763	0.26434	0.26108	0.25784	0.25462	0.25143	0.24825	0.24509
-0.5	0.30853	0.30502	0.30153	0.29805	0.29460	0.29116	0.28774	0.28434	0.28095	0.27759
-0.4	0.34457	0.34090	0.33724	0.33359	0.32997	0.32635	0.32276	0.31917	0.31561	0.31206
-0.3	0.38209	0.37828	0.37448	0.37070	0.36692	0.36317	0.35942	0.35569	0.35197	0.34826
-0.2	0.42074	0.41683	0.41293	0.40904	0.40516	0.40129	0.39743	0.39358	0.38974	0.38590
-0.1	0.46017	0.45620	0.45224	0.44828	0.44433	0.44038	0.43644	0.43250	0.42857	0.42465
-0.0	0.50000	0.49601	0.49202	0.48803	0.48404	0.48006	0.47607	0.47209	0.46811	0.46414

ตาราง ข. (ต่อ)

Z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.5000	0.5040	0.5080	0.5120	0.5160	0.5199	0.5239	0.5279	0.5319	0.5359
0.1	0.5398	0.5438	0.5478	0.5517	0.5557	0.5596	0.5636	0.5675	0.5714	0.5753
0.2	0.5793	0.5832	0.5871	0.5910	0.5948	0.5987	0.6026	0.6064	0.6103	0.6141
0.3	0.6179	0.6217	0.6255	0.6293	0.6331	0.6368	0.6406	0.6443	0.6480	0.6517
0.4	0.6554	0.6591	0.6628	0.6664	0.6700	0.6736	0.6772	0.6808	0.6844	0.6879
0.5	0.6915	0.6950	0.6985	0.7019	0.7054	0.7088	0.7123	0.7157	0.7190	0.7224
0.6	0.7257	0.7291	0.7324	0.7357	0.7389	0.7422	0.7454	0.7486	0.7517	0.7549
0.7	0.7580	0.7611	0.7642	0.7673	0.7704	0.7734	0.7764	0.7794	0.7823	0.7852
0.8	0.7881	0.7910	0.7939	0.7967	0.7995	0.8023	0.8051	0.8078	0.8106	0.8133
0.9	0.8159	0.8186	0.8212	0.8238	0.8264	0.8289	0.8315	0.8340	0.8365	0.8389
1.0	0.8413	0.8438	0.8461	0.8485	0.8508	0.8531	0.8554	0.8577	0.8599	0.8621
1.1	0.8643	0.8665	0.8686	0.8708	0.8729	0.8749	0.8770	0.8790	0.8810	0.8830
1.2	0.8849	0.8869	0.8888	0.8907	0.8925	0.8944	0.8962	0.8980	0.8997	0.9015
1.3	0.9032	0.9049	0.9066	0.9082	0.9099	0.9115	0.9131	0.9147	0.9162	0.9177
1.4	0.9192	0.9207	0.9222	0.9236	0.9251	0.9265	0.9279	0.9292	0.9306	0.9319
1.5	0.9332	0.9345	0.9357	0.9370	0.9382	0.9394	0.9406	0.9418	0.9429	0.9441
1.6	0.9452	0.9463	0.9474	0.9484	0.9495	0.9505	0.9515	0.9525	0.9535	0.9545
1.7	0.9554	0.9564	0.9573	0.9582	0.9591	0.9599	0.9608	0.9616	0.9625	0.9633
1.8	0.9641	0.9649	0.9656	0.9664	0.9671	0.9678	0.9686	0.9693	0.9699	0.9706
1.9	0.9713	0.9719	0.9726	0.9732	0.9738	0.9744	0.9750	0.9756	0.9761	0.9767
2.0	0.9772	0.9778	0.9783	0.9788	0.9793	0.9798	0.9803	0.9808	0.9812	0.9817

ตาราง ข. (ต่อ)

Z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
2.1	0.9821	0.9826	0.9830	0.9834	0.9838	0.9842	0.9846	0.9850	0.9854	0.9857
2.2	0.9861	0.9864	0.9868	0.9871	0.9875	0.9878	0.9881	0.9884	0.9887	0.9890
2.3	0.9893	0.9896	0.9898	0.9901	0.9904	0.9906	0.9909	0.9911	0.9913	0.9916
2.4	0.9918	0.9920	0.9922	0.9925	0.9927	0.9929	0.9931	0.9932	0.9934	0.9936
2.5	0.9938	0.9940	0.9941	0.9943	0.9945	0.9946	0.9948	0.9949	0.9951	0.9952
2.6	0.9953	0.9955	0.9956	0.9957	0.9959	0.9960	0.9961	0.9962	0.9963	0.9964
2.7	0.9965	0.9966	0.9967	0.9968	0.9969	0.9970	0.9971	0.9972	0.9973	0.9974
2.8	0.9974	0.9975	0.9976	0.9977	0.9977	0.9978	0.9979	0.9979	0.9980	0.9981
2.9	0.9981	0.9982	0.9982	0.9983	0.9984	0.9984	0.9985	0.9985	0.9986	0.9986
3.0	0.9987	0.9987	0.9987	0.9988	0.9988	0.9989	0.9989	0.9989	0.9990	0.9990

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง