

การควบคุมคุณภาพในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนประกอบ
ของมอเตอร์ไฟฟ้าโดยใช้หลักการซิกซ์ ซิกมา

MANUFACTURING QUALITY CONTROL OF
PARTS OF INDUCTION MOTORS BY SIX SIGMA METHOD

พิทักษ์ นามกร

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต วิชาเอกการจัดการวิศวกรรมธุรกิจ

คณะบริหารธุรกิจ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ปีการศึกษา 2558

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

การควบคุมคุณภาพในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนประกอบ
ของมอเตอร์ไฟฟ้าโดยใช้หลักการซิกซ์ ซิกมา

พิทักษ์ นามกร

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต วิชาเอกการจัดการวิศวกรรมธุรกิจ

คณะบริหารธุรกิจ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี


ปีการศึกษา 2558

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

หัวข้อการค้นคว้าอิสระ การควบคุมคุณภาพในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนประกอบ
ของมอเตอร์ไฟฟ้าโดยใช้หลักการซิกซ์ ซิกมา
Manufacturing Quality Control of Parts of Induction Motors by
Six Sigma Method

ชื่อ - นามสกุล นายพิทักษ์ นามกร
วิชาเอก การจัดการวิศวกรรมธุรกิจ
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุภาพร ฤทธิมา, ปร.ด.
ปีการศึกษา 2558


คณะกรรมการสอบการค้นคว้าอิสระ


..... ประธานกรรมการ
(อาจารย์สุภกร พรหิรัญกุล, คอ.ค.)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุรรัตน์ อินทร์หม้อ, D.Tech.Sc.)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุภาพร ฤทธิมา, ปร.ด.)

คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อนุมัติการค้นคว้าอิสระฉบับนี้
เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต


..... คณบดีคณะบริหารธุรกิจ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์นายกรพี ชัยมงคล, ปร.ค.)

วันที่ 5 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2559

หัวข้อการค้นคว้าอิสระ	การควบคุมคุณภาพในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนประกอบของมอเตอร์ไฟฟ้าโดยใช้หลักการซิกซ์ ซิกมา
ชื่อ-นามสกุล	นายพิทักษ์ นามกร
วิชาเอก	การจัดการวิศวกรรมธุรกิจ
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุภาพร คุปิมา, ปร.ด.
ปีการศึกษา	2558

บทคัดย่อ

การค้นคว้าอิสระนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาสาเหตุของปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดของเสีย และเพื่อลดเปอร์เซ็นต์การเกิดของเสีย ประเภทเจียรแกนเพลลาเล็กที่เกิดจากกระบวนการผลิตแกนเพลลา (Shaft) ที่เป็นชิ้นส่วนประกอบของมอเตอร์ไฟฟ้า โดยการนำหลักการของซิกซ์ ซิกมา (Six Sigma) มาประยุกต์ใช้

จากการศึกษาข้อมูลของเสียจากการผลิตในปี 2557 ด้วยการนำหลักการซิกซ์ ซิกมา มาประยุกต์ใช้ในการลดของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตแกนเพลลา โดยแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการระบุปัญหา การวัด การวิเคราะห์ การปรับปรุง และการควบคุม ผลการวิเคราะห์ พบว่าปัจจัยที่เป็นสาเหตุของการเกิดปัญหาเจียรแกนเพลลามีนขนาดเล็กกว่าค่ามาตรฐาน คือ ตัว Sensor เกิดการเสื่อมสภาพ

ผลการศึกษาพบว่าสามารถลดเปอร์เซ็นต์การเกิดของเสียจากเดิม 1.48% เหลือ 0.12% คิดเป็นร้อยละ 91.89% และยังสามารถปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตให้สูงขึ้นได้ โดยพิจารณาจากดัชนีชี้วัดความสามารถของกระบวนการ (Cpk) ที่มีการปรับตัวสูงขึ้นจาก 0.72 เป็น 1.30 โดยสามารถประเมินหาค่าแนวโน้มของการเจียรแกนเพลลาเล็กกว่าค่ามาตรฐานในอนาคต โดยพิจารณาจากค่า Expected Overall Performance พบว่าค่า PPM Total มีการลดลงจาก 14,632.08 PPM เป็น 103.14 PPM

คำสำคัญ : ซิกซ์ ซิกมา การปรับปรุงกระบวนการ กระบวนการผลิตแกนเพลลา

Independent Study Title	Manufacturing Quality Control of Parts of Induction Motors by Six Sigma Method
Name-Surname	Mr.Pitak Namakorn
Major Subject	Business Engineering Management
Independent Study Advisor	Assistant Professor Supaporn Kupimai, Ph.D.
Academic Year	2015

ABSTRACT

The purposes of this independent study were to 1) study the main causes of defects occurred during the grinding process using a small axle shaft, a part in an induction motor which has smaller diameter than that of the standard one, and 2) reduce these defects by implementing Six Sigma method.

The defects, occurred during the manufacturing process of the small axle shaft in the year 2015, were analyzed through the Six Sigma technique. This technique was classified into 5 phases: 1) "Define - identification of the problem", 2) Measure - quantification of the problem", 3) "Analyze - identification of the causes of the problem", 4) "Improve - implementation and assessment of the solution", and 5) "Control - maintainability and sustainability of the solution"). The analyzed data showed that the root cause of the small-shaft process originated from the deterioration of the sensor part.

The results from this process improvement revealed that the amount of defects was significantly reduced from 1.48% to 0.12%, or 91.89% reduction. Moreover, the Process Capability Index (Cpk) was also improved from 0.72 to 1.30. Lastly, the probability estimation in the small – shaft grinding by considering the Expected Overall Performance indicated that the PPM Total can be reduced from 14,632.08 PPM to 103.14 PPM.

Keywords: Six Sigma, Process improvement, Shaft production process.

กิตติกรรมประกาศ

งานค้นคว้าอิสระฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้ด้วยความช่วยเหลือเป็นอย่างยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภาพร ภูพิมาย ที่ปรึกษางานค้นคว้าอิสระ ดร.ศุภกร พรหิรัญกุล ประธานกรรมการสอบ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรรัตน์ อินทร์หม้อ กรรมการสอบ ที่ได้ให้คำปรึกษา แนวคิด ตรวจสอบ และบ่งชี้ให้เห็นข้อบกพร่องต่าง ๆ รวมถึงให้คำแนะนำ แนวทางในการปรับปรุงแก้ไข อันเป็นประโยชน์ต่อการค้นคว้าอิสระนี้ ผู้ศึกษาขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้

ผู้ศึกษาขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ต่าง ๆ จนสำเร็จการศึกษา และขอขอบคุณบรรณารักษ์ห้องสมุดต่าง ๆ ที่อำนวยความสะดวกในการค้นคว้าและคำแนะนำที่มีคุณค่าสำหรับงานค้นคว้าอิสระนี้

ผู้ศึกษาขอขอบพระคุณ เพื่อน ๆ ที่ทำงาน รวมถึงเพื่อน ๆ BEX57 ที่คอยให้กำลังใจและเป็นแรงผลักดัน ให้เกิดความมุ่งมั่นจนทำงานได้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

พิทักษ์ นามกร

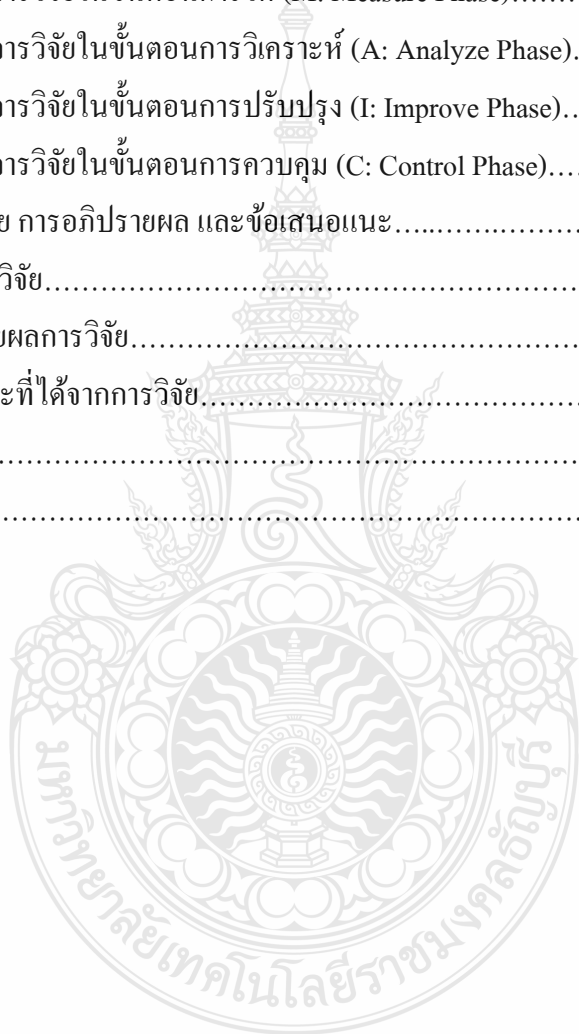


สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	(3)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	(4)
กิตติกรรมประกาศ.....	(5)
สารบัญ.....	(6)
สารบัญตาราง.....	(8)
สารบัญภาพ.....	(9)
บทที่ 1 บทนำ.....	12
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	12
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย.....	13
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	13
1.4 แผนการดำเนินงานวิจัย.....	13
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	14
1.6 คำจำกัดความในการวิจัย.....	14
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	16
2.1 ทฤษฎีการควบคุมกระบวนการเชิงสถิติ (Statistical Process Control).....	16
2.2 ทฤษฎีการจัดการด้านคุณภาพแบบซิกซ์ ซิกมา.....	22
2.3 การวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ.....	24
2.4 ลักษณะกระบวนการผลิตแกนเพลลา (Shaft).....	26
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	29
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	32
3.1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย.....	32
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	33
3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	34
3.4 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล.....	34
3.5 สำนวนสภาพปัจจุบัน.....	35

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์.....	38
4.1 การดำเนินการวิจัยในขั้นตอนการระบุปัญหา (D: Define Phase).....	38
4.2 การดำเนินการวิจัยในขั้นตอนการวัด (M: Measure Phase).....	44
4.3 การดำเนินการวิจัยในขั้นตอนการวิเคราะห์ (A: Analyze Phase).....	53
4.4 การดำเนินการวิจัยในขั้นตอนการปรับปรุง (I: Improve Phase).....	58
4.5 การดำเนินการวิจัยในขั้นตอนการควบคุม (C: Control Phase).....	68
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย การอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	71
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	71
5.2 การอภิปรายผลการวิจัย.....	73
5.3 ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย.....	74
บรรณานุกรม.....	75
ประวัติผู้เขียน.....	76



สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนและระยะเวลาในการดำเนินงาน.....	14
ตารางที่ 2.1 ค่า C_p ต่ำสุดของแต่ละลักษณะของกระบวนการผลิต.....	25
ตารางที่ 3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	33
ตารางที่ 3.2 เกณฑ์ในการยอมรับความแปรปรวนของระบบการวัด Gage R&R Study.....	34
ตารางที่ 4.1 ค่าความโตของแกนเพลลา (SCL-KR 1HP) ที่ได้จากการวัดชิ้นงานตัวอย่าง.....	45
ตารางที่ 4.2 เกณฑ์ในการยอมรับความผันแปรของระบบการวัด Gage R&R Study.....	48
ตารางที่ 4.3 ข้อมูลการสุ่มตัวอย่างของแกนเพลลารุ่น SF-PR 2.2kW 4P (Position1) (Before)...	49
ตารางที่ 4.4 ผลการตรวจสอบตัว Sensor ของเครื่องจักร HGR-30 จากบริษัท TOYODA Machinery.....	57
ตารางที่ 4.5 ข้อมูลการสุ่มตัวอย่างของแกนเพลลารุ่น SF-PR 2.2kW 4P (Position1) (1 st Improve).....	59
ตารางที่ 4.6 ข้อมูลการสุ่มตัวอย่างของแกนเพลลารุ่น SF-PR 2.2kW 4P (Position1) (2 nd Improve).....	63
ตารางที่ 4.7 ตารางการอบรมเรื่องหลักการควบคุมคุณภาพสำหรับวิศวกรในส่วนงาน ฝ่ายผลิต.....	69

สารบัญภาพ

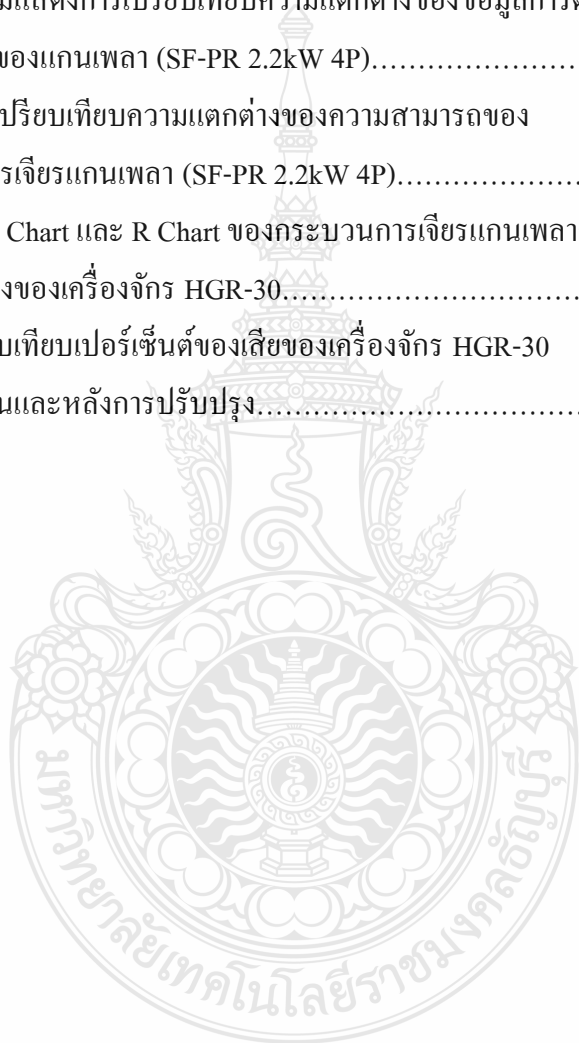
	หน้า
ภาพที่ 2.1 ลักษณะที่พบและความหมายของฮิสโตแกรม.....	17
ภาพที่ 2.2 แผนภาพพาเรโต.....	19
ภาพที่ 2.3 แผนภาพก้างปลาหรือแผนภาพเหตุและผล.....	20
ภาพที่ 2.4 แผนภาพการกระจาย.....	20
ภาพที่ 2.5 ขั้นตอนของกระบวนการผลิตแกนเพลลา.....	26
ภาพที่ 2.6 แสดงสภาพลักษณะของชิ้นงานตั้งแต่ Input ถึง Output ของกระบวนการผลิตแกนเพลลา.....	28
ภาพที่ 3.1 เปอร์เซ็นต์ของเสียของส่วนงานแมชชีน.....	35
ภาพที่ 3.2 สัดส่วนเปอร์เซ็นต์ของเสียของส่วนงานแมชชีน.....	36
ภาพที่ 3.3 เปอร์เซ็นต์ของเสียของส่วนงาน Small motor machine ที่แยกตามประเภทของชิ้นงาน.....	36
ภาพที่ 3.4 สัดส่วนของมูลค่าของเสียของส่วนงาน Small motor machine.....	37
ภาพที่ 4.1 แผนภาพกระบวนการไหลของกระบวนการเจียรแกนเพลลา.....	38
ภาพที่ 4.2 SIPOC process map ของกระบวนการเจียรแกนเพลลา.....	39
ภาพที่ 4.3 แสดง Input และ Output ของกระบวนการเจียรแกนเพลลา.....	40
ภาพที่ 4.4 รายละเอียดของปัญหาที่เกิดจากกระบวนการผลิตแกนเพลลา.....	41
ภาพที่ 4.5 แผนภาพพาเรโตของข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตแกนเพลลา.....	41
ภาพที่ 4.6 แผนภาพพาเรโตของข้อบกพร่องที่พบในขั้นตอนการเจียรแกนเพลลา.....	42
ภาพที่ 4.7 แผนภาพพาเรโตของปัญหาการเจียรแกนเพลลาเล็กกว่าค่ามาตรฐานที่แบ่งตาม เครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต.....	43
ภาพที่ 4.8 แสดงวิธีการวัดความโตของแกนเพลลา.....	46
ภาพที่ 4.9 กราฟผลการวิเคราะห์หาค่าความผิดพลาดของระบบการวัด ความโตของแกนเพลลา.....	46
ภาพที่ 4.10 ผลการวิเคราะห์หาค่าความผิดพลาดของระบบการวัด ความโตของแกนเพลลา.....	47
ภาพที่ 4.11 แสดงตำแหน่งทั้งหมดของการเจียรแกนเพลลารุ่น SF-PR 2.2 kW 4P.....	48

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
ภาพที่ 4.12 แผนภูมิ \bar{X} Chart และ R Chart ของกระบวนการเจียรแกนเพลลา (SF-PR 2.2kW 4P)	49
ภาพที่ 4.13 กราฟผลการวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการเจียรแกนเพลลา (SF-PR 2.2kW 4P).....	50
ภาพที่ 4.14 กราฟผลการทดสอบความปกติของการแจกแจงข้อมูลการเจียรแกนเพลลา (SF-PR 2.2kW 4P)	51
ภาพที่ 4.15 กราฟผลการวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการเจียรแกนเพลลา (SF-PR 2.2kW 4P) หลังการทำ Box-Cox Transformation	52
ภาพที่ 4.16 การวิเคราะห์หาสาเหตุของการเกิดของเสียประเภทเจียรแกนเพลลาเล็ก โดยใช้หลักการ Why-Why Analysis (HGR-30).....	54
ภาพที่ 4.17 แผนภูมิ \bar{X} Chart และ R Chart ของกระบวนการเจียรแกนเพลลา (SF-PR 2.2kW 4P) แบบ TRVRS (1 st Improve)	60
ภาพที่ 4.18 กราฟผลการวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการเจียรแกนเพลลา (SF-PR 2.2kW 4P) แบบ TRVRS (1 st Improve)	60
ภาพที่ 4.19 กราฟผลการทดสอบความปกติของการแจกแจงข้อมูลการเจียรแกนเพลลา (SF-PR 2.2kW 4P) แบบ TRVRS (1 st Improve)	61
ภาพที่ 4.20 กราฟผลการวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการเจียรแกนเพลลา (SF-PR 2.2kW 4P) แบบ TRVRS (1 st Improve) หลังการทำ Box-Cox Transformation	62
ภาพที่ 4.21 แผนภูมิ \bar{X} Chart และ R Chart ของกระบวนการเจียรแกนเพลลา (SF-PR 2.2kW 4P) แบบ PLUNG & TRVRS (2 nd Improve)	64
ภาพที่ 4.22 กราฟผลการวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการเจียร (SF-PR 2.2kW 4P) แบบ PLUNG & TRVRS (2 nd Improve).....	65
ภาพที่ 4.23 กราฟผลการทดสอบความปกติของการแจกแจงข้อมูลการเจียรแกนเพลลา (SF-PR 2.2kW 4P) แบบ PLUNG & TRVRS (2 nd Improve).....	66

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
ภาพที่ 4.24 กราฟเปรียบเทียบผลการทดสอบความปกติของการแจกแจงข้อมูลการเจียร แกนเพลลา (SF-PR 2.2kW 4P).....	67
ภาพที่ 4.25 ฮิสโตแกรมแสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลการตรวจสอบ ค่าความโตของแกนเพลลา (SF-PR 2.2kW 4P).....	67
ภาพที่ 4.26 แสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของความสามารถของ กระบวนการเจียรแกนเพลลา (SF-PR 2.2kW 4P).....	68
ภาพที่ 4.27 แผนภูมิ \bar{X} Chart และ R Chart ของกระบวนการเจียรแกนเพลลา ก่อนและหลัง การปรับปรุงของเครื่องจักร HGR-30.....	70
ภาพที่ 5.1 กราฟเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ของเสียของเครื่องจักร HGR-30 ระหว่างก่อนและหลังการปรับปรุง.....	72



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในสถานการณ์เศรษฐกิจปัจจุบันมีการแข่งขันกันอย่างรุนแรงทั้งในด้านคุณภาพและราคาของสินค้าทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ ส่งผลให้ธุรกิจทั้งภาคอุตสาหกรรมและภาคธุรกิจบริการต้องมีการปรับปรุงและเปลี่ยนแปลงกลยุทธ์ต่าง ๆ เพื่อให้สามารถแข่งขันกับคู่แข่งได้ ดังนั้นองค์กรจะต้องมีการปรับปรุงและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตและการจัดการสมัยใหม่ เพื่อให้ผลิตภัณฑ์นั้นมีคุณภาพสูงขึ้นเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคได้ ตลอดทั้งยังต้องมีการแข่งขันด้านราคาระยะเวลาการส่งมอบ ซึ่งถ้าองค์กรใดสามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคได้ ก็จะทำให้เกิดความได้เปรียบในเชิงการแข่งขันทางธุรกิจ และจะส่งผลให้องค์กรประสบความสำเร็จตามมา

อุตสาหกรรมการผลิตมอเตอร์ไฟฟ้าก็เช่นเดียวกันที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงการแข่งขันของตลาดได้ เนื่องจากปัจจัยสำคัญอันดับต้น ๆ ที่ผู้บริโภคใช้ในการตัดสินใจเลือกซื้อสินค้าก็คือ คุณภาพและราคา ดังนั้นองค์กรจะต้องมีการวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการและการควบคุมคุณภาพในกระบวนการผลิต เพื่อลดความผันแปรของผลิตภัณฑ์ เพราะความผันแปรของผลิตภัณฑ์จะทำให้เกิดความแตกต่างในคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ ซึ่งส่งผลให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ไม่คงที่ ถ้าความผันแปรที่เกิดขึ้นไม่มาก ผู้ผลิตก็ยอมรับได้เนื่องจากไม่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์โดยรวม แต่ถ้าเกิดความผันแปรที่รุนแรง ก็ไม่สามารถยอมรับได้เพราะจะทำให้ผลิตภัณฑ์นั้นกลายเป็นของเสียหรือไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ดังนั้นความสามารถของกระบวนการ จะสะท้อนถึงความผันแปรที่กระบวนการสามารถกระทำได้จริง

หลักการซิกซ์ ซิกมา (Six sigma) เป็นเทคนิคที่ถูกนำมาใช้เพื่อการปรับปรุงคุณภาพของทั้งกระบวนการผลิตและการบริการ โดยหลักการของซิกซ์ ซิกมาจะมีการกำหนดเป้าหมายการดำเนินงานอย่างชัดเจน มุ่งเน้นในการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง และลดความผันแปรที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิต โดยนำเครื่องมือและเทคนิคในการปรับปรุงคุณภาพ การวัด และการวิเคราะห์ทางสถิติ มาใช้ในการปฏิบัติในแต่ละขั้นตอน ทำให้สามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างรวดเร็ว ตรงประเด็น และสามารถลดความผันแปรของกระบวนการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ถึงแม้ว่าองค์กรจะสามารถผลิตสินค้าที่มีคุณภาพสูงเพียงใด แต่ถ้าพบของเสียจากกระบวนการผลิตสูง องค์กรก็ไม่สามารถอยู่รอดได้ ดังนั้นการควบคุมปริมาณของเสียจึงมีความสำคัญที่ไม่สามารถละเลยได้ เนื่องจากจะมีผลกระทบต่อต้นทุนการผลิตของสินค้า จากข้อมูลในปี 2557

ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงธันวาคม พบว่ามูลค่าของเสียจากส่วนงาน Small motor machine มีมูลค่าถึง 713,592 บาท จาก 3,847,069 บาท หรือคิดเป็น 18.55% ของมูลค่าจากของเสียทั้งหมดที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิต ผลิตภัณฑ์มอเตอร์และปั้มน้ำ จึงเป็นที่มาของการศึกษาวิธีการควบคุมคุณภาพโดยใช้หลักการซิกซ์ ซิกมา เพื่อลดปริมาณของเสียและปรับปรุงกระบวนการผลิตให้มีมาตรฐานและประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น เพื่อเป็นการลดต้นทุนการผลิตของสินค้า

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาหาสาเหตุของปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดของเสีย ประเภทเจียรแกนเพลาลึก ที่เกิดจากกระบวนการผลิตชิ้นส่วนประกอบมอเตอร์ไฟฟ้า

1.2.2 เพื่อลดเปอร์เซ็นต์การเกิดของเสีย ประเภทเจียรแกนเพลาลึก ที่เกิดจากกระบวนการผลิตชิ้นส่วนประกอบมอเตอร์ไฟฟ้า

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 ศึกษาและปรับปรุงกระบวนการผลิตภายในบริษัทของผู้ผลิตมอเตอร์ไฟฟ้าที่ประเทศญี่ปุ่นมาลงทุนในประเทศไทย

1.3.2 ศึกษาและปรับปรุงคุณภาพของกระบวนการผลิตแกนเพลลา (Shaft) ในขั้นตอนการเจียร (Grinding) ของเครื่อง CNC grinding machine จากส่วนงาน Small motor machine (SM/MC)

1.3.3 ใช้เทคนิคซิกซ์ ซิกมาในการศึกษา เพื่อปรับปรุงและควบคุมคุณภาพของกระบวนการผลิต

1.3.4 การชี้วัดความสำเร็จของโครงการ โดยการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตแกนเพลลา ในขั้นตอนการเจียรของเครื่อง CNC grinding machine

1.3.5 ระยะเวลาในการดำเนินงาน กันยายน พ.ศ. 2558 - มีนาคม พ.ศ. 2559

1.4 แผนการดำเนินงานวิจัย

กรณีศึกษานี้ใช้หลักการซิกซ์ ซิกมา ในการปรับปรุงกระบวนการผลิต ซึ่งมีขั้นตอนและระยะเวลาในการดำเนินงาน ตามตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนและระยะเวลาในการดำเนินงาน

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ระยะเวลาดำเนินการ						
	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
	58	58	58	58	59	59	59
1. ศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลของปัญหาของกระบวนการผลิตในปัจจุบัน							
2. การทำซีกซ์ ซิกมา (DMAIC)							
2.1 การกำหนดปัญหา (D-Phase)							
2.2 การวัดกระบวนการ (M-Phase)							
2.3 การวิเคราะห์ (A-Phase)							
2.4 การปรับปรุง (I-Phase)							
2.5 การควบคุม (C-Phase)							
3. สรุป							

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 สามารถลดเปอร์เซ็นต์การเกิดของเสีย ทำให้ต้นทุนในการผลิตลดลง และจะส่งผลให้บริษัทมีกำไรมากขึ้น

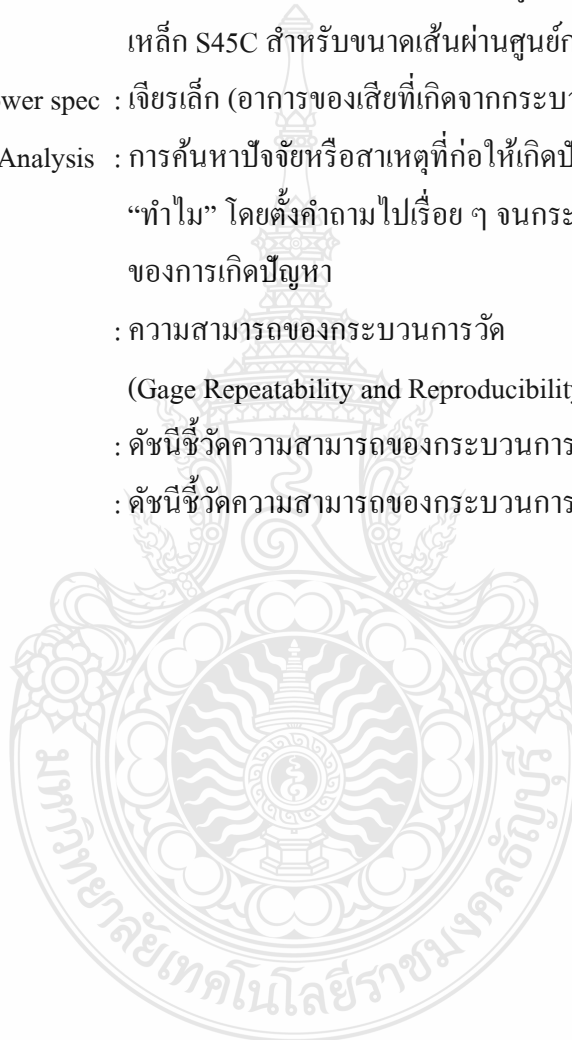
1.5.2 เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการผลิต โดยใช้ Cpk เป็นดัชนีชี้วัด เพื่อให้มั่นใจว่าผลิตภัณฑ์ที่ผลิตขึ้นมามีคุณภาพตรงตามต้องการของผู้บริโภค

1.5.3 เพื่อใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุง และควบคุมกระบวนการผลิตเชิงสถิติ สำหรับหน่วยงานต่าง ๆ รวมถึงกลุ่มโรงงานอุตสาหกรรมทั่ว ๆ ไป

1.6 คำจำกัดความในการวิจัย

การควบคุมคุณภาพ : กระบวนการในการรักษาไว้ซึ่งความพึงพอใจของลูกค้า ซึ่งกระบวนการของการควบคุมคุณภาพ จะประกอบด้วย กระบวนการรักษาไว้ (Maintenance) และกระบวนการปรับปรุง (Improvement)

ซิกซ์ ซิกมา	: แนวคิดการปรับปรุงคุณภาพแบบก้าวกระโดด (Breakthrough) เพื่อให้บรรลุถึงความสามารถของกระบวนการโดยใช้เครื่องมือ DMAIC
ผู้ปฏิบัติงาน	: พนักงานที่ทำงานอยู่ประจำเครื่องเจียร(Grinding machine) ของส่วนงาน Small motor machine (SM/MC)
เครื่องจักร	: เครื่องเจียร (CNC grinding machine (TOYODA brand))
วัตถุดิบ	: เหล็ก S35C สำหรับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 13 มม. ถึง 22 มม. และเหล็ก S45C สำหรับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 มม. ถึง 48 มม.
Grinding lower spec	: เจียรเล็ก (อาการของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตแกนเพลลา)
Why-Why Analysis	: การค้นหาปัจจัยหรือสาเหตุที่ก่อให้เกิดปัญหาโดยใช้ การตั้งคำถาม “ทำไม” โดยตั้งคำถามไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งทราบปัจจัยที่เป็นสาเหตุของการเกิดปัญหา
Gage R&R	: ความสามารถของกระบวนการวัด (Gage Repeatability and Reproducibility)
Cpk	: ดัชนีชี้วัดความสามารถของกระบวนการในระยะสั้น
Ppk	: ดัชนีชี้วัดความสามารถของกระบวนการในระยะยาว



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สำหรับแนวคิดและทฤษฎีที่นำมาใช้ประกอบการศึกษาในครั้งนี้ ผู้ศึกษาได้รวบรวมทฤษฎีและแนวคิดเกี่ยวกับการควบคุมคุณภาพ และกระบวนการซิกซ์ซิกมา เพื่อนำมาเป็นกรอบแนวคิดในการศึกษา โดยมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

2.1 ทฤษฎีการควบคุมกระบวนการเชิงสถิติ (Statistical Process Control)

ในกระบวนการผลิต ถ้าผลิตภัณฑ์ที่ผลิตออกมาอยู่ในเกณฑ์ที่ผู้บริโภคพึงพอใจ ก็กล่าวได้ว่า ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกระบวนการนี้มีความน่าเชื่อถือ เนื่องจากสามารถควบคุมความผันแปรให้อยู่ในเกณฑ์ที่ควบคุมได้ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพตรงตามความต้องการของผู้บริโภค การควบคุมกระบวนการเชิงสถิติ (Statistical process control) หรือ SPC คือการนำวิธีทางสถิติมาใช้ในการควบคุมกระบวนการผลิต เพื่อให้ได้คุณภาพ ตรงตามความต้องการของผู้บริโภค โดยมีเครื่องมือทางสถิติอยู่ 6 เครื่องมือหลัก ที่จะนำมาใช้ในการควบคุมกระบวนการผลิต ดังนี้

1. แผ่นตรวจสอบ (Check sheet)
2. ฮิสโตแกรม (Histogram)
3. แผนภาพพาเรโต (Pareto diagram)
4. แผนภาพก้างปลาหรือแผนภาพเหตุและผล (Fishbone diagram or Cause and Effect diagram)
5. แผนภาพกระจาย (Scatter diagram)
6. แผนภูมิควบคุม (Control chart)

2.1.1 แผ่นตรวจสอบ (Check sheet)

แผ่นตรวจสอบ คือแบบฟอร์มชนิดหนึ่งที่ยกแบบเพื่อใช้สำหรับบันทึกข้อมูลเบื้องต้นจากการผลิต เพื่อนำข้อมูลมาใช้ประโยชน์ในด้านการผลิต เช่น นำข้อมูลไปวิเคราะห์ปัญหาการผลิตหรือใช้ติดตามการแก้ไขปัญหาการผลิต เป็นต้น โดยลักษณะของแผ่นตรวจสอบไม่มีรูปแบบที่แน่นอนขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการนำไปใช้งาน ตัวอย่างแผ่นตรวจสอบจำแนกตามวัตถุประสงค์ของการใช้งาน มีดังนี้

1. แผ่นตรวจสอบ เพื่อดูความผันแปรของข้อมูลจากระบวนการผลิต ซึ่งแผ่นตรวจสอบลักษณะนี้จะคล้ายกับฮิสโตแกรม เป็นการวัดค่าที่ไม่ต้องเขียนขนาดจากการวัด แต่จะเป็นการบันทึกเป็นความถี่แทน โดยผู้บันทึกจะทำเครื่องหมายกากบาทในช่องของข้อมูล

2. แผ่นตรวจสอบแสดงจำนวนข้อบกพร่องหรือรอยตำหนิ แผ่นตรวจสอบลักษณะนี้ ใช้ในการบันทึกจำนวนข้อบกพร่องหรือรอยตำหนิตามการเกิด เพื่อแยกให้เห็นชัดเจนว่าข้อบกพร่องหรือรอยตำหนิชนิดใดมีปริมาณการเกิดมากกว่ากัน

3. แผ่นตรวจสอบตำแหน่งข้อบกพร่องหรือรอยตำหนิ เป็นแผ่นตรวจสอบที่แสดงตำแหน่งที่เกิดข้อบกพร่อง เพื่อง่ายต่อการวิเคราะห์หาสาเหตุ

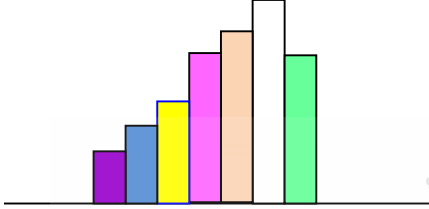
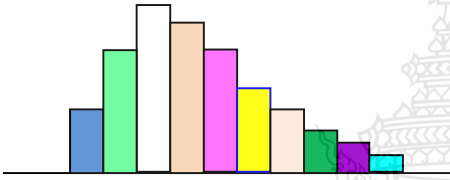
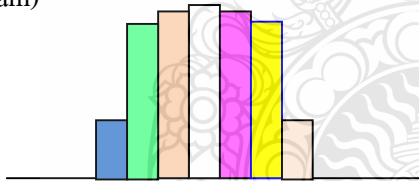
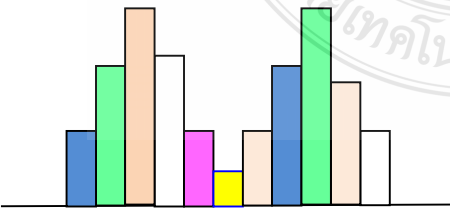
4. แผ่นตรวจสอบกระบวนการผลิต โดยทั่วไปแล้วจะเป็นแผ่นตรวจสอบที่ใช้สำหรับการตรวจสอบในขั้นตอนสุดท้ายของการผลิต

2.1.2 ฮิสโตแกรม (Histogram)

ฮิสโตแกรม คือกราฟแท่งที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างชั้นข้อมูลกับความถี่ของข้อมูล โดยแกนนอนเป็นข้อมูลของสิ่งที่เราสนใจ และแกนตั้งแสดงความถี่ของข้อมูล เพื่อดูความผันแปรของข้อมูล ข้อมูลที่นำมาสร้างฮิสโตแกรมจะเป็นข้อมูลเชิงปริมาณ โดยความผันแปรอาจมาจากสาเหตุโดยธรรมชาติ หรือสาเหตุที่ผิดธรรมชาติ ตามภาพที่ 2.1

ลักษณะ	ความหมาย
1.ฮิสโตแกรมรูปธรรมชาติ (Natural histogram) 	เป็นฮิสโตแกรมของข้อมูลที่ถือว่าดีที่สุด คือเป็นรูปประมัญความีลักษณะสมมาตร มีค่าเฉลี่ยอยู่ตรงกลางและอยู่ภายในขีดจำกัดบนและขีดจำกัดล่าง

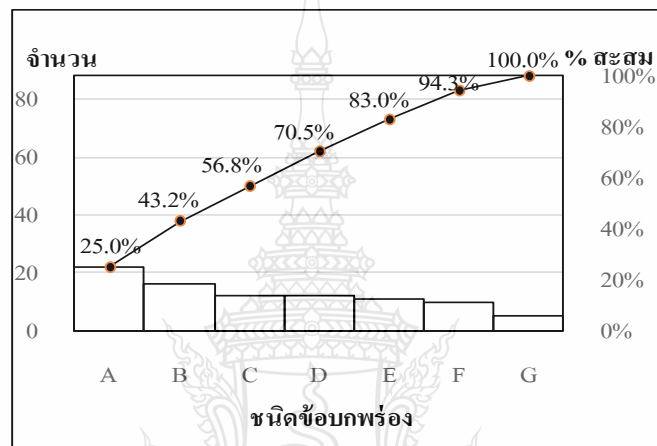
ภาพที่ 2.1 ลักษณะที่พบและความหมายของฮิสโตแกรม

ลักษณะ	ความหมาย
<p>2.ฮิสโตแกรมมีลักษณะเบ้ซ้าย (Negatively skewed histogram)</p> 	<p>เป็นลักษณะของฮิสโตแกรม ที่ยอดกราฟไม่อยู่ตรงกลาง แต่จะเอนไปทางขวามือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลมีค่าค่อนข้างสูง ในกรณีนี้อาจเกิดจากการปรับตั้งเครื่องจักรไม่ถูกต้อง หรือค่าที่ปรับตั้งไว้มีการเปลี่ยนไปขณะทำงาน หรืออีกกรณีหนึ่งอาจเกิดจากการกำหนดเฉพาะขีดจำกัดบนเท่านั้น</p>
<p>3.ฮิสโตแกรมมีลักษณะเบ้ขวา (Positively Skewed histogram)</p> 	<p>เป็นลักษณะของฮิสโตแกรมที่ยอดกราฟไม่อยู่ตรงกลางแต่จะเอนไปทางซ้ายมือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลมีค่าค่อนข้างต่ำ ในการตั้งข้อสังเกตจะตรงข้ามกับกรณีเบ้ซ้าย คือเกิดจากการกำหนดเฉพาะขีดจำกัดล่างเท่านั้น</p>
<p>4.ฮิสโตแกรมมีลักษณะแบบที่ราบสูง (Plateau histogram)</p> 	<p>เป็นลักษณะของฮิสโตแกรมที่มีค่าใกล้เคียงกันจำนวนมากอยู่บริเวณตรงกลาง ส่วนข้อมูลที่มีค่ามากและค่าน้อยมีจำนวนน้อยมาก มักมีสาเหตุจากข้อมูลหลาย ๆ ชุดที่มีค่ากลางใกล้เคียงกันมาผสมกัน</p>
<p>5.ฮิสโตแกรมมีลักษณะเป็นภูเขา 2 ยอด (Twin peak histogram)</p> 	<p>เป็นลักษณะของฮิสโตแกรมที่เกิดจากแหล่งข้อมูลที่มีความผันแปร 2 แหล่งข้อมูลมาผสมกัน ซึ่งอาจหมายถึง พนักงาน เครื่องจักร วัตถุดิบ สภาวะแวดล้อม ฯลฯ โดยต้องจำแนกประเภทข้อมูลและวิเคราะห์ว่าอะไรคือแหล่งความผันแปรหลัก</p>

ภาพที่ 2.1 ลักษณะที่พบและความหมายของฮิสโตแกรม (ต่อ)

2.1.3 แผนภาพพาเรโต (Pareto diagram)

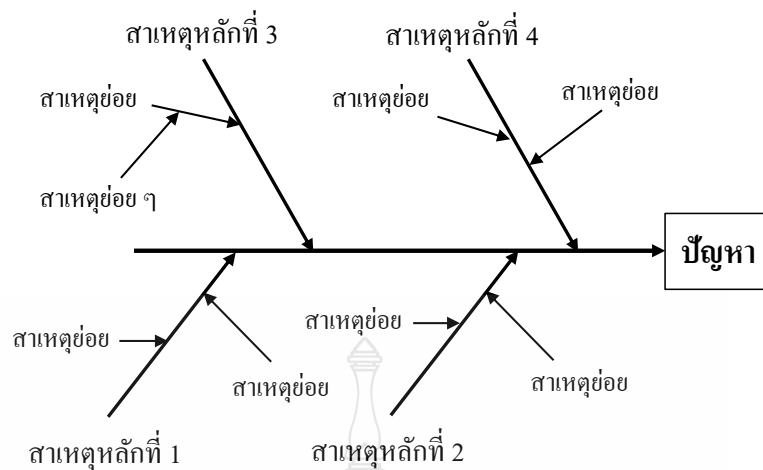
แผนภาพพาเรโต เป็นกราฟแท่งที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลกับปริมาณข้อมูล โดยเรียงลำดับจากกราฟที่มีปริมาณการเกิดหรือมีความสำคัญสูงสุดไปน้อยสุดจากซ้ายไปขวา เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกปัญหาหรือสาเหตุของปัญหาที่มีปริมาณการเกิดสูงหรือสำคัญมาแก้ไขตามลำดับก่อนหลัง นอกจากนี้ยังมีประโยชน์ในการเปรียบเทียบปริมาณของปัญหา ก่อนและหลังการปรับปรุงได้อีกด้วย ตามภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 แผนภาพพาเรโต

2.1.4 แผนภาพก้างปลาหรือแผนภาพเหตุและผล (Fishbone diagram or Cause and Effect diagram)

เป็นแผนผังที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหากับสาเหตุของการเกิดปัญหา โดยการระดมความคิดของทุก ๆ คนที่เกี่ยวข้อง ในการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น ลักษณะของแผนผังก้างปลาจะคล้ายกับปลา คือ มีหัวปลาแทนปัญหาซึ่งมักจะเขียนไว้ทางขวามือ มีก้างปลาใหญ่เป็นแกนกลางโดยมีหัวลูกศรปัญหาชี้ไปที่หัวปลาแทนการรวบรวมปัจจัยต่าง ๆ ที่เป็นสาเหตุของปัญหา มีก้างปลาย่อยแทนสาเหตุย่อย ๆ ตามภาพที่ 2.3

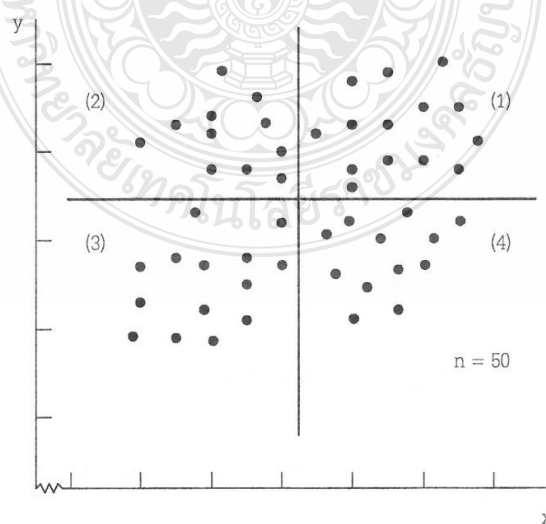


ภาพที่ 2.3 แผนภาพก้างปลาหรือแผนภาพเหตุและผล

การสร้างแผนภาพก้างปลามักจะสร้างหลังแผนภาพพาเรโต คือเมื่อวิเคราะห์จากแผนภาพพาเรโตแล้วจะเลือกข้อบกพร่องที่เป็นปัญหาหลัก ๆ มาปรับปรุงแก้ไข

2.1.5 แผนภาพการกระจาย (Scatter diagram)

แผนภาพการกระจาย คือแผนภาพที่แสดงความสัมพันธ์ของตัวแปร 2 ตัว ที่เกี่ยวกับการผลิตว่ามีความสัมพันธ์กันหรือไม่ หรือมีความสัมพันธ์ในลักษณะใด และมีแนวโน้มไปทางใด นอกจากดูความสัมพันธ์แล้ว ยังสามารถใช้วิเคราะห์สาเหตุของปัญหาได้ง่ายและสะดวก เช่น ถ้ามีข้อมูลของสาเหตุและปัญหา หากมีความสัมพันธ์กันก็จะสามารถตัดสินใจในการแก้ไขปัญหาลงตัวอย่างรวดเร็วและตรงจุด ตามภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 แผนภาพการกระจาย

การพิจารณาว่า x และ y มีความสัมพันธ์หรือไม่ จะพิจารณาจากการนับจำนวนจุดในพื้นที่ทั้ง 4 ส่วน แล้วนำมาเปรียบเทียบกัน

ถ้าจำนวนจุดในพื้นที่ (1)+(3) มากกว่าพื้นที่ (2)+(4) แสดงว่า x และ y มีความสัมพันธ์กัน และมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน

ถ้าจำนวนจุดในพื้นที่ (1)+(3) น้อยกว่าพื้นที่ (2)+(4) แสดงว่า x และ y มีความสัมพันธ์กัน แต่มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงข้ามกัน

ถ้าจำนวนจุดในพื้นที่ (1)+(3) เท่ากับหรือใกล้เคียงพื้นที่ (2)+(4) แสดงว่า x และ y ไม่มีความสัมพันธ์กัน

2.1.6 แผนภูมิควบคุม (Control chart)

การผลิตเป็นจำนวนมาก ๆ จะมีผลกระทบทำให้ค่าคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์มีการเปลี่ยนแปลงไป เนื่องจากมีปัจจัยหลาย ๆ ประการ ความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเรียกว่ากระบวนการผลิตมีความผันแปร ถ้าเกิดความผันแปรมากก็จะส่งผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์โดยตรง แผนภูมิควบคุมจะใช้หลักการทางสถิติเป็นเครื่องมือในการตรวจจับและควบคุมกระบวนการผลิต เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหาด้านคุณภาพได้ทันทั่วทั้ง โดยไม่ทำให้เกิดปัญหาด้านคุณภาพในปริมาณมาก แผนภูมิควบคุมทำหน้าที่หลัก 3 ประการ คือ ประการแรกเพื่อกำหนดมาตรฐานในการผลิต ประการที่สอง เพื่อช่วยให้การผลิตบรรลุเป้าหมาย และประการสุดท้ายเพื่อใช้ในการปรับปรุงการผลิต

แผนภูมิควบคุมแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. แผนภูมิควบคุมเชิงผันแปร (Control charts for variables) เป็นแผนภูมิที่ใช้ควบคุมในกระบวนการผลิต สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ให้ความสำคัญในการควบคุม โดยสามารถวัดได้ด้วยการชั่ง ตวง วัด ตัวอย่างแผนภูมิควบคุมประเภทนี้ ได้แก่

1) แผนภูมิ \bar{X} (\bar{X} Chart) เป็นแผนภูมิที่ใช้ในการควบคุมค่าเฉลี่ยของคุณสมบัติที่วัดได้จากผลิตภัณฑ์ในเชิงปริมาณ

2) แผนภูมิ R (R Chart) เป็นแผนภูมิที่ใช้ควบคุมค่าความผันแปร หรือค่าการกระจายของคุณสมบัติที่วัดได้จากผลิตภัณฑ์โดยใช้พิสัยเป็นค่าวัด โดยแผนภูมิ R จะใช้ควบคู่กับแผนภูมิ \bar{X} เสมอ

3) แผนภูมิ \bar{R} (\bar{R} Chart) เป็นแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของพิสัย เป็นแผนภูมิที่ใช้ควบคุมค่าความแตกต่างหรือค่าการกระจายของคุณสมบัติที่วัดได้จากผลิตภัณฑ์เช่นเดียวกับแผนภูมิ R

4) แผนภูมิ S (S Chart) เป็นแผนภูมิที่ใช้ควบคุมค่าการกระจายของคุณสมบัติที่วัดได้จากผลิตภัณฑ์เช่นเดียวกับแผนภูมิ R แต่จะคำนวณค่าของการกระจายด้วยค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ซึ่งจะมีประสิทธิภาพดีกว่าแผนภูมิ R

2. แผนภูมิควบคุมเชิงคุณลักษณะ (Control chart for attributes) เป็นแผนภูมิที่ใช้ควบคุมกระบวนการผลิตสำหรับผลิตภัณฑ์ที่ให้ความสำคัญในการควบคุม โดยสามารถหาได้จากตารางแนบ เช่น ดีหรือเสีย มีตำหนิหรือไม่มีตำหนิ เป็นต้น ตัวอย่างแผนภูมิควบคุมประเภทนี้ได้แก่

- 1) แผนภูมิ p (p Chart) เป็นแผนภูมิที่ใช้ควบคุมสัดส่วนผลิตภัณฑ์เสียในกระบวนการผลิต
- 2) แผนภูมิ np (np Chart) เป็นแผนภูมิที่ใช้ควบคุมจำนวนผลิตภัณฑ์เสียในกระบวนการผลิต ซึ่งมีหลักการเช่นเดียวกับแผนภูมิ p
- 3) แผนภูมิ c (c Chart) เป็นแผนภูมิที่ใช้ควบคุมจำนวนรอยตำหนิหรือข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นบนผลิตภัณฑ์ เมื่อกลุ่มตัวอย่างย่อยมีขนาด 1 หน่วย
- 4) แผนภูมิ u (u Chart) หรือแผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย เป็นแผนภูมิที่ใช้ควบคุมจำนวนรอยตำหนิหรือข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นบนผลิตภัณฑ์เช่นเดียวกับแผนภูมิ c แต่จะใช้ในกรณีที่ขนาดตัวอย่างที่ตรวจสอบแต่ละครั้งไม่ใช่ 1 หน่วย

2.2 ทฤษฎีการจัดการด้านคุณภาพแบบซิกซ์ ซิกมา

2.2.1 ความเป็นมาของซิกซ์ ซิกมา

ซิกซ์ ซิกมาเป็นปรัชญาการจัดการที่เริ่มต้นขึ้นในบริษัทโมโตโรลา (Motorola) ค.ศ. 1980 ผู้ที่มีบทบาทสำคัญคือ ไมเคิล แฮร์รี (Mikel Harry) และบ็อบ แกลวิน (Bob Galvin) ในการปรับปรุงคุณภาพโดยพยายามลดของเสียและความแปรปรวนในกระบวนการผลิตให้เกิดขึ้นน้อยที่สุด จนประสบความสำเร็จ สามารถลดต้นทุนในการผลิตและขณะเดียวกันระดับความพึงพอใจของลูกค้าก็เพิ่มขึ้น นอกจากความสำเร็จที่เกิดขึ้นในบริษัทโมโตโรลาแล้วบริษัทเจเนอรัลอิเล็กทริกส์ (General Electric : GE) ภายใต้การนำของ แจ็ค เวลช์ (Jack Welch) ก็เป็นบริษัทหนึ่งที่น่าซิกซ์ ซิกมาไปใช้ในอุตสาหกรรมบริการตั้งแต่ปี ค.ศ.1990 ตามด้วยบริษัท Allied Signal จนประสบความสำเร็จทำให้ซิกซ์ ซิกมากลายเป็นที่รู้จักกันในวงการธุรกิจและอุตสาหกรรมทั่วไป

2.2.2 ซิกซ์ ซิกมาสำเร็จได้ด้วยองค์ประกอบ

2.2.2.1 ความเป็นผู้นำของผู้บริหารในองค์กร (Leadership)

2.2.2.2 การสื่อสารภายในองค์กรที่มีประสิทธิภาพ (Communication) ผู้นำในองค์กรจะต้องใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย (Concise) มีความสมบูรณ์ (Complete) มีความคิดสร้างสรรค์ (Creative)

2.2.2.3 การวางกลยุทธ์ เพื่อมุ่งสู่การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง (Continuous Improvement Strategy)

2.2.2.4 การตั้งเป้าหมายที่เด่นชัดและกำหนดระยะเวลาเป็นรูปธรรม (Target Setting)

2.2.2.5 การคัดเลือกบุคลากรและกำหนดโครงการให้รับผิดชอบ (Project Selection and Responsibilities)

2.2.3 แนวทางของหลักการของซิกซ์ ซิกมา

แนวทางในการปฏิบัติเพื่อบรรลุถึงความสามารถของกระบวนการที่ระดับซิกซ์ ซิกมา ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. D : Define Phase คือ ขั้นตอนการกำหนดเป้าหมายที่ต้องการศึกษาอย่างชัดเจน
2. M : Measure Phase คือ ขั้นตอนการวัดความสามารถของกระบวนการที่ศึกษาในสภาพปัจจุบัน เพื่อกำหนดปัจจัยป้อนเข้าที่มีผลกระทบต่อการเกิดอัตราของเสียในกระบวนการผลิต
3. A : Analyze Phase คือ ขั้นตอนการวิเคราะห์ปัจจัยป้อนเข้า ที่มีผลกระทบต่ออัตราการเกิดของเสียในกระบวนการผลิต เพื่อหาแนวทางการขจัดปัญหา
4. I : Improve Phase คือ ขั้นตอนการปรับปรุงของปัจจัยป้อนเข้าเพื่อขจัดปัญหาที่ทำให้เกิดความผันแปร
5. C : Control Phase คือ ขั้นตอนการควบคุมปัจจัยป้อนเข้าเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย และควบคุมเพื่อป้องกันการเกิดปัญหานั้นอีก

2.2.4 คณะทำงานของซิกซ์ ซิกมา

ในการทำซิกซ์ ซิกมา ต้องมีการทำงานร่วมกันเป็นทีม และต้องได้รับการสนับสนุนจากฝ่ายบริหาร ซึ่งประกอบไปด้วย กลุ่มผู้นำหรือคณะกรรมการ แชมป์เปียน ผู้นำการปฏิบัติงาน มาสเตอร์แบล็คเบลท์ สมาชิกทีมงานและผู้รับผิดชอบกระบวนการ โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.2.4.1 กลุ่มผู้นำหรือคณะกรรมการ (Leadership Group or Council) ประกอบด้วยกลุ่มผู้บริหาร ที่สนับสนุนทีมงานซิกซ์ ซิกมา โดยจะเป็นผู้วางแผนการดำเนินงานของซิกซ์ ซิกมา

2.2.4.2 แชมป์เปียน (Champion) คือ ผู้ที่ผู้คอยดูแลและประสานงานระหว่างผู้บริหารกับทีมงาน โดยหน้าที่ของแชมป์เปียนคือการให้แนวทางการปฏิบัติที่ชัดเจนต่อทีมงาน และช่วยเหลือทีมงาน

2.2.4.3 ผู้นำการปฏิบัติงาน (Implementation Leader) คือ ผู้ที่สรรหาบุคคล ที่มีบทบาทสำคัญในองค์กรเพื่อเข้าร่วมปฏิบัติงาน วางแผน และดำเนินการฝึกอบรม จัดทำเอกสารความก้าวหน้า

2.2.4.4 มาสเตอร์แบล็คเบลท์ (Master Black Belt) คือ ผู้เชี่ยวชาญที่คอยให้คำแนะนำกับผู้รับผิดชอบกระบวนการและทีมงาน ตั้งแต่การใช้เครื่องมือวัดทางสถิติ จนถึงการบริหารการเปลี่ยนแปลง (Change Management) และกลยุทธ์การออกแบบกระบวนการ

2.2.4.5 ผู้นำทีมหรือแบล็คเบลท์ (Black Belt) คือ ผู้ที่มีหน้าที่รับผิดชอบเบื้องต้นสำหรับงานประจำวันและผลลัพธ์ของโครงการ มีหน้าที่คล้ายมาสเตอร์แบล็คเบลท์ แต่จะรับผิดชอบเฉพาะทีมงานเดียวเท่านั้น โดยมีหน้าที่ทำการทบทวนแก้ไขและกำหนดวัตถุประสงค์ของโครงการให้ชัดเจน สนับสนุนสมาชิกของทีมงานในการปฏิบัติงาน ถ่ายทอดวิธีการแก้ไขปัญหาหรือกระบวนการใหม่ และจัดทำเอกสารสรุปผลของโครงการ

2.2.4.6 สมาชิกทีมงาน (Team Member) คือ ผู้ที่เก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อใช้ในการปรับปรุงกระบวนการ บางครั้งสมาชิกของทีมงานต้องใช้เวลาส่วนมากในการทำโครงการ ดังนั้นพวกเขาจึงต้องวางแผนการทำโครงการกับผู้ควบคุมงานเพื่อไม่ให้มีผลกระทบต่องานประจำที่ทำอยู่

2.2.4.7 ผู้รับผิดชอบกระบวนการ (Process Owner) คือ ผู้ที่มีหน้าที่รับผิดชอบ กระบวนการที่ต้องการจะปรับปรุง ซึ่งต้องให้ความร่วมมือในการทำโครงการ และรับเอาแนวทางแก้ไขปัญหาจากทีมงานไปปฏิบัติ

2.3 การวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ

การวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ (Process Capability Analysis) คือการนำเอาความผันแปรที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต โดยธรรมชาติเปรียบเทียบกับข้อกำหนดมาตรฐานหรือขีดจำกัดข้อกำหนดเฉพาะของผลิตภัณฑ์ (Standard of Specification limit)

โดยปกติจะใช้ขีดจำกัดช่วงกว้าง $6\sigma'$ ในการวัดความสามารถของกระบวนการซึ่งถ้าข้อมูลจากการผลิต มีการแจกแจงแบบปกติด้วยค่าเฉลี่ย \bar{X} และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน σ' แล้วกระบวนการผลิตจะมีขีดจำกัดความคลาดเคลื่อนธรรมชาติ (Natural Tolerance Limits) ด้านบน UNTL) และด้านล่าง (LNTL) อยู่ที่ $\bar{X}+3\sigma'$ และ $\bar{X}-3\sigma'$ ตามลำดับ ขีดจำกัดความคลาดเคลื่อนธรรมชาตินี้จะใช้ในการประเมินความสามารถของกระบวนการผลิต ซึ่งค่านี้จะได้จากการสุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์ในกระบวนการผลิตมา แล้วคำนวณค่าทางสถิติ ภายใต้ระดับความเชื่อมั่นที่กำหนดโดยทั่วไปคือ 99.73% ซึ่งหมายถึงว่ามี 0.27% ของผลิตภัณฑ์ในกระบวนการผลิตที่อยู่นอกขีดจำกัดความคลาดเคลื่อนธรรมชาติ นอกจากนี้ ขีดจำกัดความคลาดเคลื่อนธรรมชาติ ยังใช้ในการประมาณค่าสัดส่วนผลิตภัณฑ์เสียในกระบวนการผลิตได้อีกด้วย

อัตราส่วนความสามารถของกระบวนการ (Process Capability Ratios : PCR หรือ Cp) โดยให้หลักการเปรียบเทียบขีดจำกัดความคลาดเคลื่อนธรรมชาติกับขีดจำกัดเฉพาะของผลิตภัณฑ์ โดยที่

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

เมื่อ USL (Upper specification limits) คือ ขีดจำกัด ข้อกำหนดเฉพาะด้านบน
 LSL (Lower specification limits) คือ ขีดจำกัด ข้อกำหนดเฉพาะด้านล่าง
 σ' (Standard deviation) คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่แท้จริงของการผลิต

ในกรณีที่กระบวนการผลิตมีขีดจำกัดข้อกำหนดเฉพาะเพียงด้านเดียวจะกำหนด Cp ดังนี้

$$Cpu = \frac{USL - \bar{X}'}{3\sigma'}$$

ในกรณีที่ไม่ทราบค่า \bar{X}' และ σ' จะสามารถหาค่าโดยการประมาณ \bar{X}' ด้วย \bar{X} และ σ' ด้วย $\bar{R}/d2$

ในกรณีที่ค่าเฉลี่ยของกระบวนการผลิตไม่อยู่กึ่งกลางระหว่างขีดจำกัดเฉพาะด้านบนและขีดจำกัดเฉพาะด้านล่าง ในการวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ จะสามารถคำนวณได้จากการเปรียบเทียบ Cpu กับ Cpl โดยเลือกค่าน้อยกว่าเป็นตัวชี้วัดความสามารถของกระบวนการ ดังสมการต่อไปนี้

$$Cpk = \min(Cpu, Cpl)$$

$$= \min\left(\frac{USL - \bar{X}}{3\sigma}, \frac{\bar{X} - LSL}{3\sigma}\right)$$

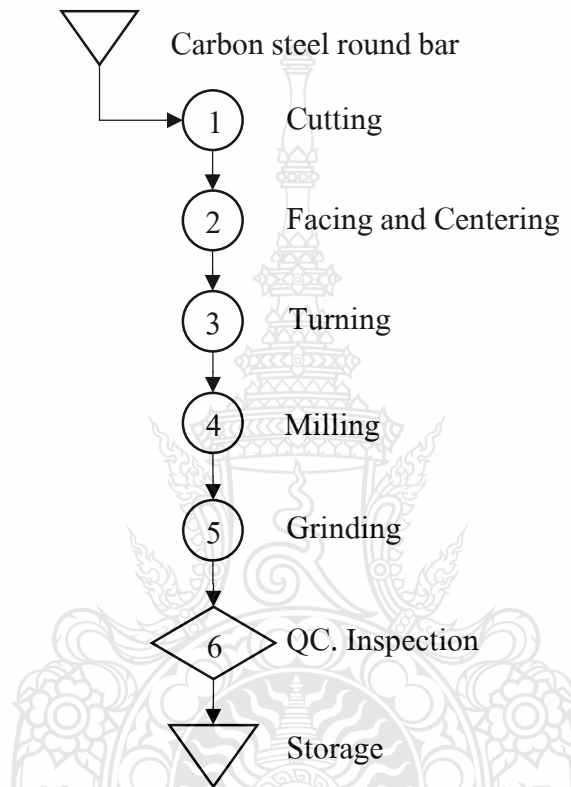
ตารางที่ 2.1 ค่า Cp ต่ำสุดของแต่ละลักษณะของกระบวนการผลิต

ลักษณะของกระบวนการผลิต	ข้อกำหนดสองด้าน	ข้อกำหนดด้านเดียว
กระบวนการผลิตทั่ว ๆ ไป	1.33	1.25
กระบวนการผลิตใหม่	1.50	1.45
กระบวนการผลิตทั่ว ๆ ไปที่ผลิตภัณฑ์เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยและความแข็งแรง	1.50	1.45
กระบวนการผลิตใหม่ ที่ผลิตภัณฑ์เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยและความแข็งแรง	1.67	1.60

ที่มา : Montgomery, Jennings, & Pfund (2011, p. 207)

2.4 ลักษณะกระบวนการผลิตแกนเพลลา (Shaft)

กระบวนการในการผลิตแกนเพลลาโดยทั่วไปจะมีอยู่ 6 ขั้นตอน ดังแสดง ตามภาพที่ 2.5 ซึ่งในแต่ละขั้นตอนนี้ก็จะมีกรรมวิธีการผลิต เครื่องจักร และการควบคุมการผลิตที่แตกต่างกัน โดยในขั้นนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนการเจียร (Grinding) เป็นหลัก



ภาพที่ 2.5 ขั้นตอนของกระบวนการผลิตแกนเพลลา

ภาพที่ 2.5 แสดงขั้นตอนของกระบวนการผลิตแกนเพลลา โดยเริ่มจาก

2.4.1 ขั้นตอนเตรียม Raw material (Carbon steel round bar) จะจัดเตรียมขนาดความโตของ Carbon steel round bar ให้ถูกต้องตรงตามกับรุ่นของแกนเพลลาที่จะผลิต เช่น รุ่น SF-PR 2.2kW 4P จะจัดเตรียมขนาดความโตของ Carbon steel round bar ที่ 34 มม.

2.4.2 ขั้นตอน Cutting จะนำ Carbon steel round bar มาตัดเป็นท่อน ๆ โดยมีการควบคุมค่าความยาวของชิ้นงานตามแบบ (Drawing) แต่จะมีการเผื่อค่าความยาวเพิ่มขึ้นอีกประมาณ 3 มม. เพื่อใช้สำหรับเจียรเก็บ Spec อีกครั้งหนึ่งในขั้นตอน Facing

2.4.3 ขั้นตอน Facing & Centering ในขั้นตอนนี้จะเริ่มด้วยการ Facing คือการปาดผิวที่บริเวณปลายแกนเพลลาทั้ง 2 ด้านให้เรียบและควบคุมความยาวให้ได้ตามแบบที่กำหนด จากนั้นจะเริ่มขั้นตอน Centering โดยขั้นตอนนี้จะเจาะรูที่ปลายเพลลาทั้ง 2 ด้าน เพื่อใช้สำหรับยึดแกนเพลลาเข้ากับเครื่องจักรเพื่อใช้ในกระบวนการผลิตแกนเพลลาในขั้นตอนต่อ ๆ ไป

2.4.4 ขั้นตอน Turning ในขั้นตอนนี้จะแบ่งเป็น 2 ขั้นตอนคือ ขั้นตอนแรกจะกลึงผิวออก 1 ด้าน โดยให้ขนาดความโตของ Carbon steel round bar ลดลงประมาณ 1 มม. เพื่อประโยชน์สำหรับการจับยึดเข้ากับเครื่องจักรในขั้นตอนต่อไป ขั้นตอนที่สอง จะกลึงแท่ง Carbon steel round bar ให้มีลักษณะตามแบบของแกนเพลลา แต่จะเผื่อขนาดความโตของแกนเพลลาเกินจากแบบที่กำหนดไว้ประมาณ 0.3 มม. เพื่อรอการเจียรเก็บ Spec ตามแบบที่กำหนดในขั้นตอน Grinding อีกครั้ง

2.4.5 ขั้นตอน Milling ในขั้นตอนนี้จะทำการ Milling ร่อง Key ที่ปลายแกนเพลลาทั้งสองด้าน ตามขนาดที่กำหนดในแบบ

2.4.6 ขั้นตอน Grinding ในขั้นตอนนี้จะทำการเจียรเก็บขนาดความโตของแกนเพลลา และความเรียบของผิวของแกนเพลลาตามที่แบบกำหนด

2.4.7 ขั้นตอน QC. Inspection ในขั้นตอนนี้ทำการตรวจสอบขนาดในตำแหน่งต่าง ๆ ตาม Check sheet ที่จัดทำขึ้น โดยใน Check sheet นี้จะมีการกำหนดว่าตำแหน่งใดมีการตรวจสอบแบบสุ่ม และในตำแหน่งใดมีการตรวจสอบทุกชิ้น (ตรวจสอบ 100%) แต่จะมีการบันทึกข้อมูลเพียง 5 ชิ้น หลังผ่านการตรวจสอบจะมีการตอกมาร์คที่ชิ้นงานทุกชิ้น เพื่อเป็นการยืนยันว่าชิ้นงานได้ผ่านการตรวจสอบแล้ว

2.4.8 ขั้นตอน Storage คือชิ้นงานแกนเพลลาที่ผ่านการตรวจสอบจาก QC. แล้วจะถูกส่งไปจัดเก็บเพื่อรอการนำไปใช้ในการเสียบเข้ากับโรเตอร์ไดคาสต์ (Rotor die casting) จากนั้นต้องผ่านกระบวนการผลิต Rotor อีกครั้งก่อนที่จะนำไปประกอบเป็นผลิตภัณฑ์มอเตอร์ไฟฟ้า

ขั้นตอนของกระบวนการผลิตแกนเพลลา ตามภาพที่ 2.6 ได้แสดงถึงลักษณะของชิ้นงาน โดยเริ่มตั้งแต่ขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ (Raw material) ที่เป็น Input ของกระบวนการ และส่งเข้าสู่กระบวนการผลิต (Process) ต่าง ๆ จนจบกระบวนการผลิตแกนเพลลา (Output)

Input	Process	Output
	<p data-bbox="794 277 871 300">Process</p> <p data-bbox="794 322 871 344">Cutting</p> 	
	<p data-bbox="727 627 940 649">Facing and Centering</p> 	
	<p data-bbox="794 931 871 954">Turning</p>	
	<p data-bbox="651 976 719 999">1st step</p> 	
	<p data-bbox="651 1142 719 1164">2nd step</p> 	
	<p data-bbox="794 1308 871 1330">Milling</p> 	
	<p data-bbox="794 1554 871 1576">Grinding</p> 	

ภาพที่ 2.6 แสดงสภาพลักษณะของชิ้นงานตั้งแต่ Input ถึง Output ของกระบวนการผลิตแกนเพลา

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วุฒินุมิ เลิศปรีชาภมล (2551) ได้นำวิธีการบริหารคุณภาพแบบซิกซ์ ซิกมา เพื่อควบคุมคุณภาพของกระบวนการผลิตส่วนประกอบฮาร์ดดิสก์ โดยพบว่ากระบวนการที่ทำให้เกิดของเสียมากที่สุดคือ กระบวนการติดกาว (Adhesive Lay up) ร้อยละ 12.5 และกระบวนการตรวจสอบชิ้นต้น ร้อยละ 2.08 แต่ในกรณีนี้ได้มุ่งเน้นการศึกษาไปที่กระบวนการติดกาว (Adhesive Lay up) เท่านั้น โดยในขั้นตอนการวิเคราะห์หาสาเหตุ จะใช้การระดมสมองผ่านทางแผนภาพก้างปลาหรือแผนภาพเหตุและผล (Fishbone diagram or Cause and Effect diagram) ร่วมกับการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (FMEA) และพบว่าปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดของเสียคือ คุณสมบัติของกาว LF100 ไม่แข็งแรงพอต่อการหีบจับ จึงได้เปลี่ยนชนิดของกาวเป็น LF100A ซึ่งสามารถใช้ทดแทนกันได้ แต่มีผลทำให้ต้นทุนของวัตถุดิบเพิ่มขึ้นอีกเป็นสัดส่วนถึงร้อยละ 40 และเมื่อเปรียบเทียบเป็นปริมาณสัดส่วนของของเสีย ลดลงจากวันที่เริ่มโครงการจากสัดส่วนร้อยละ 1.45 เหลือร้อยละ 0.6 ซึ่งสามารถลดลงได้มากถึงร้อยละ 58.62 จากผลลัพท์นี้ วิธีการซิกซ์ ซิกมา ถึงจะเป็นวิธีการที่ดีในการควบคุมคุณภาพ แต่ทางแก้ไขก็ต้องคำนึงถึงปัจจัยทางการเงินของโครงการว่าคุ้มค่าหรือไม่ จึงต้องพิจารณาในกรณีนี้ด้วย

สมยศ วงษ์น้อย (2555) ได้นำวิธีการบริหารคุณภาพแบบซิกซ์ ซิกมา เพื่อเป็นเครื่องมือในการค้นหาปัญหาจุดดำ (Black Dot) และปัญหาการฉีดไม่เต็ม (Short) ของกระบวนการฉีดพลาสติก รวมถึงข้อร้องเรียนจากทั้งภายในและภายนอกรวมกัน โดยในขั้นตอนการวิเคราะห์จะใช้การระดมสมองผ่านทางแผนภูมิต้นไม้ (Tree diagram) และพบว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อปัญหา มี 1) ชนิดของวัตถุดิบที่ใช้ล้างยังไม่เหมาะสม ถ้าเป็น PP จะเกิดชิ้นงานเสียจุดดำน้อยกว่าวัตถุดิบที่เป็น PE 2) วิธีการล้างวัตถุดิบที่ค้างอยู่ก่อนปิดเครื่องจักรยังไม่เหมาะสม วิธีการล้างวัตถุดิบโดยให้วัตถุดิบค้างอยู่ในกระบอกลดให้เต็ม จะส่งผลต่อชิ้นงานเสียจุดดำน้อยกว่าการไล่วัตถุดิบออกให้หมด 3) ระยะเวลาทำความสะอาดสระและบารเลย์ยังไม่เหมาะสม 4) ไม่มีการประเมินทักษะของพนักงานก่อนการปฏิบัติงานจริง 5) ประสิทธิภาพของเครื่องจักรไม่เหมาะสม 6) ระยะเวลาในการทำความสะอาดโมลด์ยังไม่เหมาะสม โดยหลังการปรับปรุงสามารถลดปริมาณชิ้นงานบกพร่องทั้ง 2 ปัญหา จากเดิมปริมาณของเสียอยู่ที่ร้อยละ 0.86 หลังการปรับปรุงลดลงเหลือ ร้อยละ 0.59 และสามารถลดข้อร้องเรียนจาก 2.5 ข้อร้องเรียนต่อเดือนลดลงเหลือ 1 ข้อร้องเรียนต่อเดือน

พโยม เหลือแก้ว (2555) ได้นำวิธีการบริหารคุณภาพแบบซิกซ์ ซิกมา เพื่อเป็นเครื่องมือในการค้นหาปัญหาการเชื่อมบอนด์ไม่ได้ขนาด ของกระบวนการเชื่อมลวด โดยในขั้นตอนการวิเคราะห์จะใช้การระดมสมองผ่านทางแผนภาพก้างปลาหรือแผนภาพเหตุและผล (Fishbone diagram or Cause and Effect diagram) และการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (FMEA) และพบว่าปัจจัยที่

ส่งผลต่อขนาดของบอนด์ คือ แรง เวลา และกำลัง ที่ใช้ในการเชื่อมลวด โดยหลังการปรับปรุงสามารถลดของเสียที่เกิดจากขนาดของบอนด์ จากเดิมเสีย 2,640 PPM ให้เหลือเพียง 23.10 PPM และความสามารถของกระบวนการ (Cpk) จากเดิม 0.89 เพิ่มขึ้นเป็น 1.38

อภิชาติ สิทธิวงศ์ (2555) ได้ประยุกต์ใช้เครื่องมือของซิกซ์ ซิกมา เพื่อลดของเสียประเภทรอยขีดข่วนบนแผ่นแก้วสำหรับฮาร์ดดิสก์ และพบว่ามี 2 ปัจจัยที่ทำให้เกิดรอยขีดข่วนบนแผ่นแก้วสำหรับฮาร์ดดิสก์ มี 1) ความสะอาดของเครื่องขัด 2) เงื่อนไขการขัด ด้านความสะอาดของเครื่องขัดนั้นได้ทำการอบรมวิธีการทำที่ถูกต้องรวมทั้งเพิ่มความเข้าใจให้กับพนักงานถึงผลกระทบที่จะเกิดขึ้นและมีการตรวจสอบโดยหัวหน้างาน ส่วนสาเหตุด้านเงื่อนไขการขัดนั้นได้ทำการออกแบบการทดลองโดยใช้วิธีแฟคทอเรียลเชิงเศษส่วน จากการดำเนินงานวิจัยตามแนวทางของซิกซ์ ซิกมา สามารถที่จะลดของเสียประเภทรอยขีดข่วนบนแผ่นแก้วลงได้ 59.4% เมื่อเทียบกับข้อมูลก่อนการปรับปรุง

อภิชาติ สถิตย์ธรรม (2555) ได้นำวิธีการบริหารคุณภาพแบบซิกซ์ ซิกมา เพื่อปรับปรุงกระบวนการประกอบชิ้นส่วนแม่เหล็กในฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ ที่เกิดปัญหาตำแหน่งของแม่เหล็กหลังการประกอบไม่ตรงตามข้อกำหนด โดยในขั้นตอนการวิเคราะห์จะใช้การระดมสมองผ่านทางแผนภาพก้างปลาหรือแผนภาพเหตุและผล (Fishbone diagram or Cause and Effect diagram) และแผนผังต้นไม้ (Tree diagram) และพบว่ามี 2 ปัจจัยหลัก 1) การปรับตำแหน่งของตัวกดยึดงานบนเครื่องจักรไม่เหมาะสม เนื่องจากรูปแบบของตัวกดยึดมีหลายรูปแบบ เพราะไม่มีการกำหนดเป็นมาตรฐานการใช้งานตัวกดยึด 2) การปรับตำแหน่งของชุดกลไกการผลัดไม่เหมาะสม เนื่องจากชุดกลไกการผลัดสามารถเคลื่อนที่ได้หลังการยึด ส่งผลให้ไม่สามารถกำหนดทิศทางการผลัดชิ้นงานได้ เนื่องจากไม่มีการกำหนดมาตรฐานการใช้ตัวกดยึดที่เป็นมาตรฐาน จากปัจจัยทั้ง 2 พบว่า เกิดจากไม่มีการกำหนดตัวกดยึดให้เป็นมาตรฐาน แก้ไขโดยการจัดทำเป็นมาตรฐานการเลือกปรับและติดตั้งอุปกรณ์ของเครื่องจักร โดยหลังการปรับปรุงสามารถลดของเสียที่เกิดจากตำแหน่งแม่เหล็กหลังการประกอบไม่ เป็นไปตามข้อกำหนด จากเดิมเฉลี่ยอยู่ที่ 0.043% เหลือ 0.001%

ปัญญา ลอนนิล (2557) ได้ประยุกต์ใช้เครื่องมือของซิกซ์ ซิกมา เพื่อลดของเสียในปัญหา ลวดล้ม และ โมลด์ไม่เต็ม ที่เกิดขึ้นในกระบวนการฉีดพลาสติก ให้ลดลงอย่างน้อยร้อยละ 80 จากจำนวนของเสียในปัจจุบัน โดยในขั้นตอนการวิเคราะห์จะใช้การระดมสมองผ่านทาง Why-Why Analysis, FMEA และ Pareto chart โดยพบว่าปัจจัยที่เป็นสาเหตุของเกิดปัญหาทั้งสอง คือ โมลด์พารามิเตอร์ในการฉีดคอมปาวด์ไม่เหมาะสม และจากการออกแบบการทดลอง จะได้ค่าโมลด์พารามิเตอร์ในการฉีดคอมปาวด์ที่เหมาะสม มี 1) เวลาในการฉีดคอมปาวด์ของพารามิเตอร์ ซึ่งประกอบด้วย Step ที่ 1 มีค่าเท่ากับ 1.5 วินาที Step ที่ 4 มีค่าเท่ากับ 5 วินาที Step ที่ 5 มีค่าเท่ากับ 7

วินาที 2) ระยะทางในการฉีดคอมปาวด์ของพารามิเตอร์ Step ที่ 4 มีค่าเท่ากับ 16 มิลลิเมตร โดยผลการศึกษาพบว่าสามารถลดอัตราการเกิดของเสียจากปัญหาลวดลิ่มและงานโมลด์ไม่เต็ม โดยลดลงจาก 4560 PPM และ 6334 PPM ตามลำดับ เหลือ 0 PPM ของปัญหาทั้งสองประเภท คิดเป็นร้อยละ 100 ซึ่งมากกว่าเป้าหมายที่ตั้งไว้ และยังสามารถปรับปรุงความสามารถของกระบวนการของปัญหาลวดลิ่ม จาก 0.1 เพิ่มขึ้นเป็น 1.84

สรุปจากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า การปรับปรุงกระบวนการผลิตโดยใช้หลักการซิกซ์ซิกมา จะทำให้สามารถลดความแปรปรวนในกระบวนการผลิตให้ลดลงได้ ซึ่งจะสามารถลดลงได้มากหรือน้อยเพียงใด จะขึ้นอยู่กับการค้นหาสาเหตุของการเกิดปัญหาที่แท้จริงและการควบคุมกระบวนการผลิตหลังการปรับปรุงอย่างเข้มแข็งและต่อเนื่อง และต้องได้รับการสนับสนุนจากฝ่ายบริหารระดับสูง เพื่อให้เกิดความร่วมมือในการจัดทำโครงการ



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษานี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อการควบคุมคุณภาพในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนประกอบของมอเตอร์ไฟฟ้าโดยใช้หลักการซิกซ์ ซิกมา เพื่อลดปริมาณของเสียจากกระบวนการผลิตแกนเพลลา (Shaft) ของมอเตอร์ไฟฟ้า เนื่องจากว่า Shaft นั้นจะมีการกำหนดค่าความเผื่อ (Tolerance) ค่อนข้างละเอียดมาก ซึ่งถ้ามีการควบคุมที่ไม่เพียงพอ ก็อาจก่อให้เกิดของเสียในการผลิตได้ง่าย และถ้ามีการนำ Shaft ที่ไม่ได้ขนาดส่งให้กระบวนการถัดไป (กระบวนการ Rotor shaft fitting) ก็จะทำให้มูลค่าความเสียหายสูงขึ้นอีก ดังนั้นจึงจำเป็นต้องหาแนวทางการแก้ไขและปรับปรุงคุณภาพของกระบวนการผลิตโดยมุ่งประเด็นไปที่การแก้ไขปัญหาการเจียรแกนเพลลา (Shaft grinding process) เล็กกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนด โดยมีวิธีการวิจัยดังต่อไปนี้

1. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล
5. สรุปรายงานปัจจุบัน

3.1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

การปรับปรุงคุณภาพของกระบวนการผลิตแกนเพลลาโดยใช้หลักการซิกซ์ ซิกมา ที่เรียกว่า DMAIC โดยมีวิธีปฏิบัติ 5 ขั้นตอน ดังนี้

3.1.1 ขั้นตอนการระบุปัญหาและขอบเขตของการแก้ไขปัญหา (D : Define Phase) ทำการศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต ณ ปัจจุบัน และนำข้อมูลปัญหาที่ได้รวบรวมจากกระบวนการผลิต มาทำการวิเคราะห์และเปรียบเทียบโดยใช้แผนภาพพาเรโตเพื่อใช้ในการระบุปัญหาที่ต้องการแก้ไขตามจุดประสงค์และขอบเขตในการปรับปรุงกระบวนการผลิต

3.1.2 ขั้นตอนการวัด (M : Measure Phase) ศึกษาและวิเคราะห์ระบบการวัด เพื่อวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือของระบบการวัด (MSA) ตรวจสอบคุณภาพการผลิตโดยอาศัยหลักการทางสถิติ

3.1.3 ขั้นตอนการวิเคราะห์ (A : Analyze Phase) นำข้อมูลที่วัดมาได้ ทำการวิเคราะห์ เพื่อค้นหาปัจจัยที่น่าจะเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดปัญหาในกระบวนการผลิต และพิสูจน์ให้แน่ชัดว่าปัจจัยนั้นเป็นสาเหตุที่แท้จริงหรือไม่ โดยใช้เครื่องมือ Pareto diagram, Why-Why Analysis

3.1.4 ขั้นตอนการปรับปรุง (I : Improve Phase) ทำการระดมสมองเพื่อหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาคือดีที่สุด และนำไปทดลองปฏิบัติจริงเพื่อเปรียบเทียบผลก่อนและหลังการปรับปรุงกระบวนการ

3.1.5 ขั้นตอนการควบคุม (C : Control Phase) ทำการติดตามผลการดำเนินงานและกำหนดแนวทางและวิธีการในการควบคุม กำหนดแผนการสุ่มตรวจสอบ และประเมินผลเป็นระยะ ๆ พร้อมทั้งทำการปรับปรุงเอกสารที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ คู่มือการปฏิบัติงาน

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยตามหลักการซิกซ์ ซิกมา ที่ใช้ในกรณีศึกษานี้ ตามตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยโดยใช้หลักการซิกซ์ ซิกมา	เครื่องมือที่ใช้
1. การระบุปัญหาและขอบเขตของการแก้ไขปัญหา (Define Phase)	- QC Flow chart - SIPOC process map - Pareto diagram
2. การวัด (Measure Phase)	- Process capability - Gage R&R
3. การวิเคราะห์ (Analyze Phase)	- Pareto diagram - Why-Why Analysis
4. การปรับปรุง (Improve Phase)	- Process capability
5. การควบคุม (Control Phase)	- Work Instruction manual - Control chart

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

กรณีศึกษา นี้ เป็นการปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อลดปริมาณการเกิดของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตแกนเพลลาในขั้นตอนการเจียร

3.3.1 จำนวนของข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่เกิดในกระบวนการผลิตในส่วนงานแมชชีน

3.3.2 ข้อมูลผลการวัดความโตของแกนเพลลา

3.3.3 ระยะเวลาในการการเก็บรวบรวมข้อมูล เริ่มจาก กันยายน 2558 ถึงมีนาคม 2559

3.4 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

วิธีการวิเคราะห์การปรับปรุงคุณภาพของกระบวนการ เพื่อลดปริมาณการเกิดของเสียในกระบวนการผลิตแกนเพลลา ซึ่งสามารถวิเคราะห์ ได้ดังนี้

3.4.1 การวิเคราะห์เชิงปริมาณ โดยการเปรียบเทียบจำนวนของเสียหลังขั้นตอนการเจียรในปัญหาความโตแกนเพลลาเล็กกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนด ทั้งก่อนและหลังการปรับปรุงกระบวนการ

3.4.2 การวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถของกระบวนการผลิต (process capability) ทั้งก่อนและหลังการปรับปรุงกระบวนการผลิต จะพิจารณาจากค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าตัวชี้วัดความสามารถของกระบวนการ (Cpk)

3.4.3 การวิเคราะห์ระบบการวัด (Gage R&R) ของการวัดค่าความโตของแกนเพลลา โดยค่าความแปรปรวนของระบบการวัดต้องเป็นไปตามเกณฑ์การยอมรับ ตามตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 เกณฑ์ในการยอมรับความแปรปรวนของระบบการวัด Gage R&R Study

ความแปรปรวน ของระบบการวัด	เกณฑ์ในการยอมรับความแปรปรวนของระบบการวัด		
	ยอมรับ	ยอมรับแบบมีเงื่อนไข	ไม่สามารถยอมรับได้
Contribution	< 10%	10-30%	> 30%
Study Variance	< 10%	10-30%	> 30%
Tolerance	< 10%	10-30%	> 30%

ที่มา : กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ (2553, น. 143)

3.5 สํารวจสภาพปัจจุบัน

3.5.1 ศึกษาขั้นตอนการทำงาน และคุณภาพของกระบวนการผลิต ของส่วนงานแมชชีนทั้ง 2 ส่วน คือ Small motor machine (SM/MC) และ Large motor machine (LM/MC) เพื่อค้นหาว่าส่วนงานใด มีแนวโน้มของการเกิดของเสียมากที่สุด เพื่อที่กําหนดเป็นหัวข้อในการปรับปรุง

โดยส่วนงาน SM/MC และ LM/MC จะมีการผลิตชิ้นงานอยู่ 3 ประเภท คือ

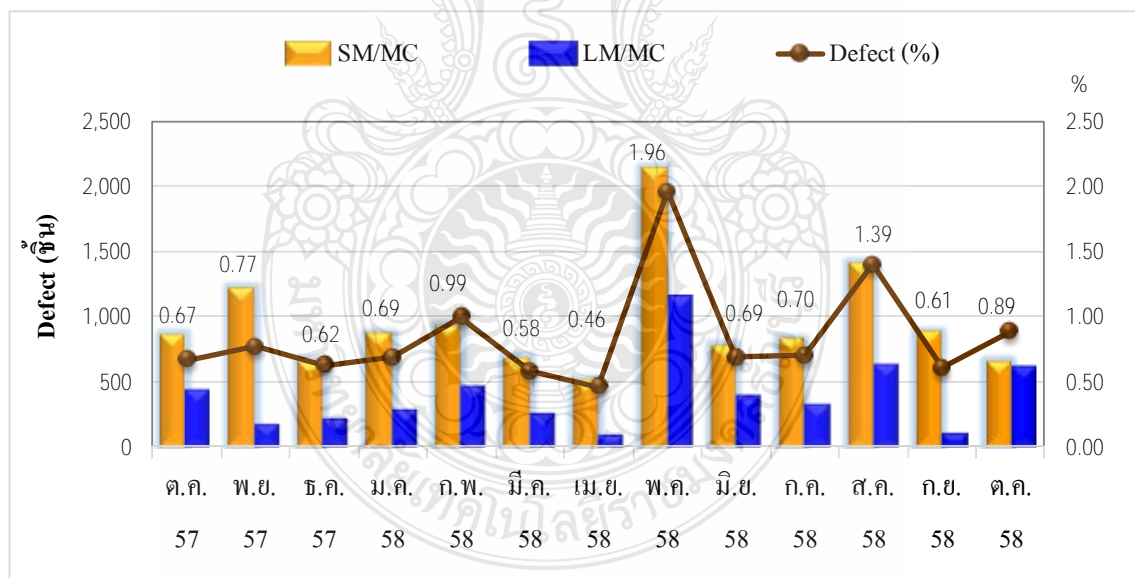
3.5.1.1 ฝาประกบมอเตอร์ (Bracket) จะยึดติดกับโครงของมอเตอร์ด้วยสกรู โดยจะมีแบรริง (Bearing) อยู่ตรงกลางสำหรับรองแกนเพลลาเพื่อให้โรเตอร์ (Rotor) หมุนอยู่ในแนวศูนย์กลางพอดี

3.5.1.2 แกนเพลลา (Shaft) เป็นชิ้นส่วนหนึ่งที่ใช้ในการผลิตโรเตอร์

3.5.1.3 โรเตอร์ (Rotor) ทำหน้าที่สร้างแรงบิด (Torque) เพื่อขับให้มอเตอร์หมุน

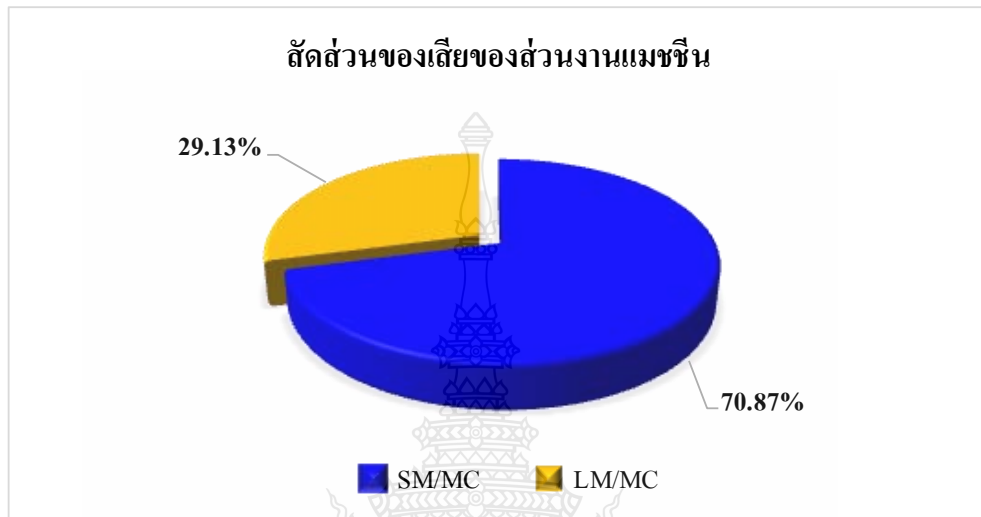
3.5.2 ปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น ณ ปัจจุบัน

ข้อมูลของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตของส่วนงานแมชชีน ในช่วงเดือนตุลาคม 2557 ถึงเดือนตุลาคม 2558 มีแนวโน้มของอัตราการเกิดของเสียโดยรวม ตามภาพที่ 3.1



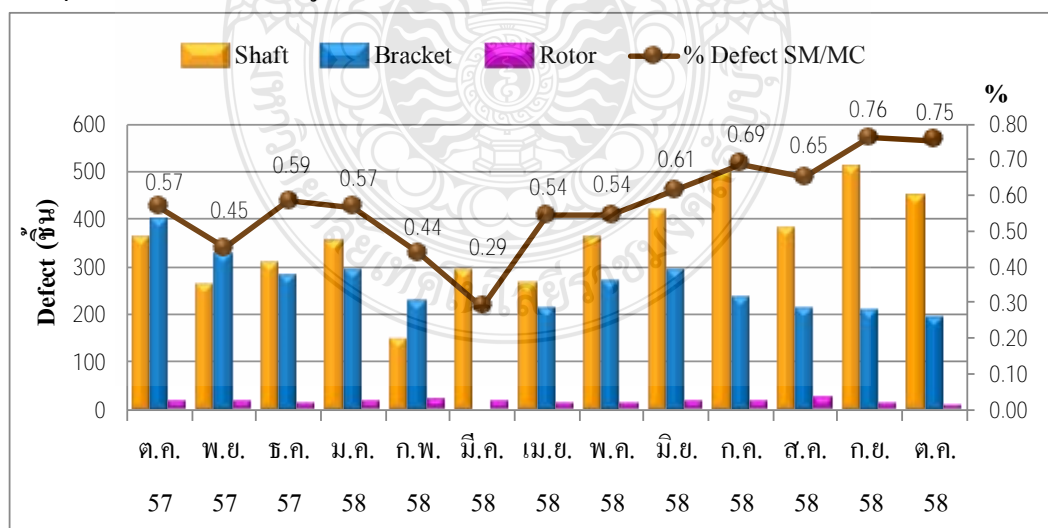
ภาพที่ 3.1 เปรอ์เซ็นต์ของเสียของส่วนงานแมชชีน

จากภาพที่ 3.1 พบว่าปัญหาส่วนใหญ่เกิดจากส่วนงาน Small motor machine (SM/MC) และเมื่อนำมาคิดเป็นสัดส่วนเปอร์เซ็นต์ของเสียจากส่วนงานแมชชีน พบว่าส่วนงาน Small motor machine จะมีสัดส่วนของเสียอยู่ที่ 70.87% จากของเสียทั้งหมดของส่วนงานแมชชีน ตามภาพที่ 3.2 ดังนั้นจึงได้มุ่งเน้นไปวิเคราะห์กระบวนการผลิตของส่วนงาน Small motor machine



ภาพที่ 3.2 สัดส่วนเปอร์เซ็นต์ของเสียของส่วนงานแมชชีน

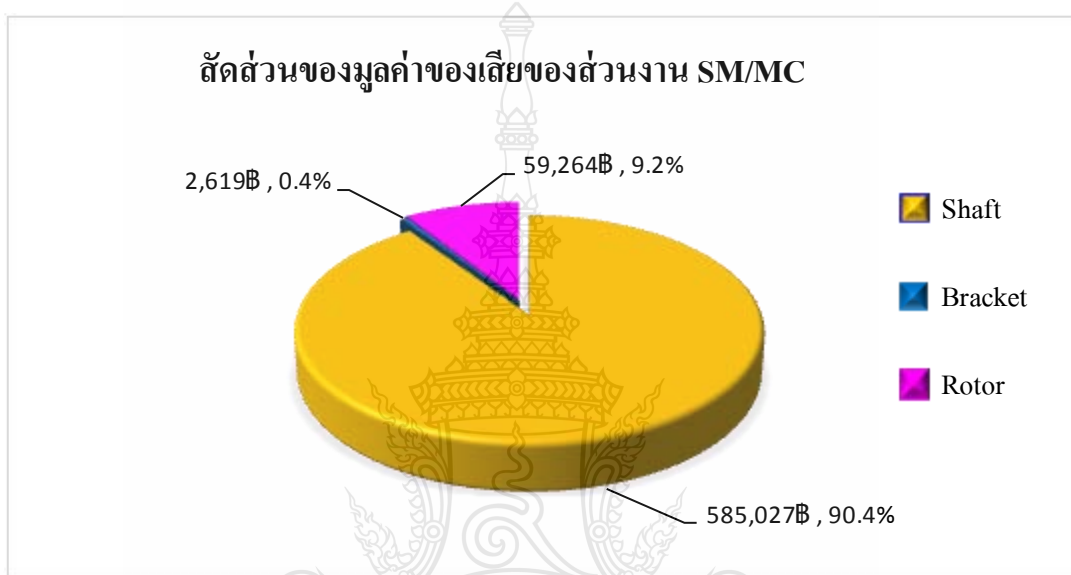
จากการวิเคราะห์ข้อมูลของส่วนงาน Small motor machine ที่แยกตามประเภทของชิ้นงาน ณ เดือนตุลาคม 2558 จะได้ข้อมูลของเสีย ดังภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 เปอร์เซนต์ของเสียของส่วนงาน Small motor machine ที่แยกตามประเภทของชิ้นงาน

จากภาพที่ 3.3 แสดงให้เห็นว่า งานเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตแกนเพลลา (Shaft) เกือบทุกช่วงเวลา จะมีเปอร์เซ็นต์ของเสียมากที่สุดและมีแนวโน้มเปอร์เซ็นต์การเกิดของเสียเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ช่วงเดือนเมษายน 2558 เป็นต้นมา

จากข้อมูลของเสียที่เกิดขึ้นตามภาพที่ 3.3 เมื่อนำมาแปลงเป็นมูลค่าของตัวเงินจะได้สัดส่วนตามภาพที่ 3.4



ภาพที่ 3.4 สัดส่วนของมูลค่าของเสียของส่วนงาน Small motor machine

บทที่ 4

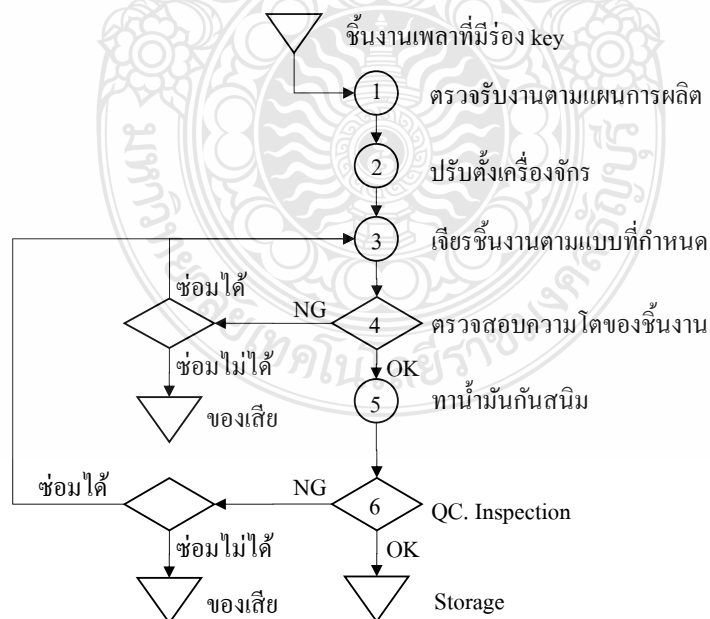
ผลการวิเคราะห์

กรณีศึกษานี้เป็นการศึกษาโดยการนำเอาหลักการซิกซ์ ซิกมา มาประยุกต์ใช้เพื่อปรับปรุงคุณภาพของกระบวนการผลิตและลดเปอร์เซ็นต์การเกิดของเสียของกระบวนการผลิตแกนเพลลา (Shaft) ซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

- 1.1 การดำเนินการวิจัยในขั้นตอนการระบุปัญหา (D : Define Phase)
- 1.2 การดำเนินการวิจัยในขั้นตอนการวัด (M : Measure Phase)
- 1.3 การดำเนินการวิจัยในขั้นตอนการวิเคราะห์ (A : Analyze Phase)
- 1.4 การดำเนินการวิจัยในขั้นตอนการปรับปรุง (I : Improve Phase) โดยมีค่าเป้าหมายที่ค่า Cpk ต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 1.20 ซึ่งสูงกว่าค่าเป้าหมายของบริษัทที่กำหนดค่า Cpk ต้องมากกว่า 1.00
- 1.5 การดำเนินการวิจัยในขั้นตอนการควบคุม (C : Control Phase)

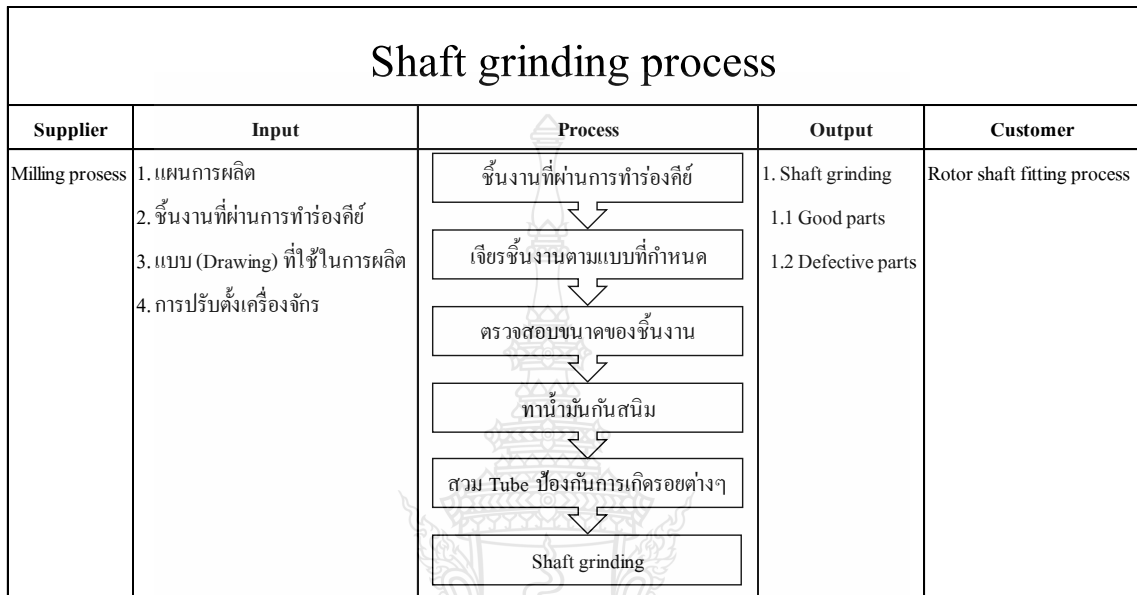
4.1 การดำเนินการวิจัยในขั้นตอนการระบุปัญหา (D : Define Phase)

4.1.1 ศึกษากระบวนการไหลของกระบวนการเจียรแกนเพลลา ตามภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 แผนภาพกระบวนการไหลของกระบวนการเจียรแกนเพลลา




4.1.2 เขียน SIPOC process map ของกระบวนการเจียรแกนเพลลาเพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับภาพรวมของกระบวนการ หน้าที่ ความสำคัญ และปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของกระบวนการตามภาพที่ 4.2



ภาพที่ 4.2 SIPOC process map ของกระบวนการเจียรแกนเพลลา

- Supplier คือ กระบวนการทำร่องคีย์ (Milling)
- Input คือ ชิ้นงานที่ผ่านการทำร่องคีย์และการปรับตั้งระยะของเครื่องจักรให้เหมาะสมกับแกนเพลลาที่จะผลิต และรวมถึงระนาบของตัวจับยึดชิ้นงานและตัวยืนศูนย์ของเครื่องจักร จะต้องอยู่ในระนาบเดียวกันทั้งแกน X และแกน Y และตำแหน่งของ Sensor จะต้องตรงกับจุดที่จะเจียรผิวของแกนเพลลา
- Process คือ กระบวนการเจียรแกนเพลลา ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ตามภาพที่ 4.2
- Output คือ ชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการเจียรแล้ว (Shaft grinding) ซึ่งจะมีทั้งงานดี (Good parts) และงานเสียที่เกิดจากขั้นตอนการเจียร (Defective parts)
- Customer คือ กระบวนการถัดไป (Rotor shaft fitting process) กรณีที่มีงานเสียเกิดขึ้นจากกระบวนการเจียร ก็จะเกิดผลกระทบทำให้ไม่สามารถผลิตได้ตามแผนที่กำหนดไว้

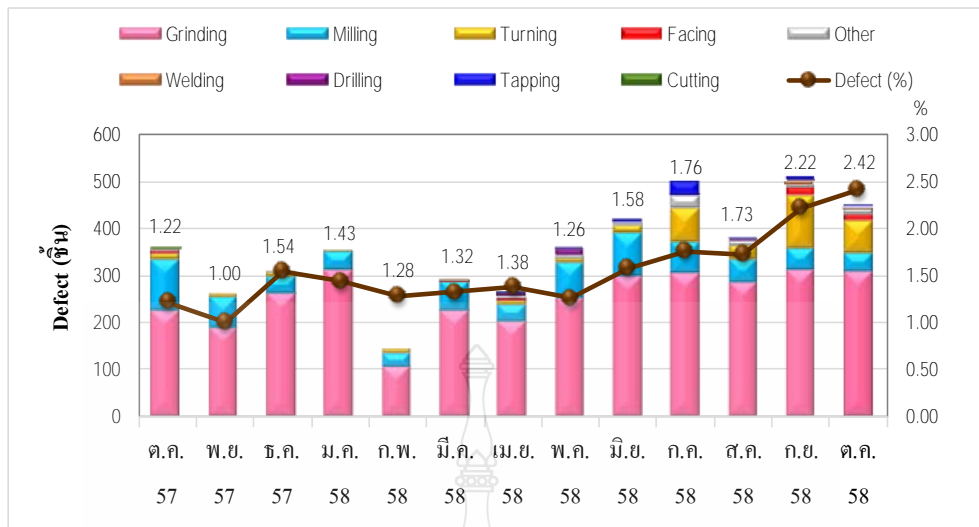
กระบวนการเจียรแกนเพลลา ตามภาพที่ 4.3 ได้แสดงถึงลักษณะของชิ้นงานที่ผ่านการทำร่องคีย์ (Input) เครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการเจียรแกนเพลลา (Process) และชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการเจียรแล้ว (Output) ซึ่งถ้าดูจากลักษณะภายนอกจะคล้ายกัน จะแตกต่างในเรื่องของความละเอียดของผิวงานและความโตของชิ้นงานเท่านั้น

	Input	Process	Output
CNC grinding machine (TOYODA brand)			

ภาพที่ 4.3 แสดง Input และ Output ของกระบวนการเจียรแกนเพลลา

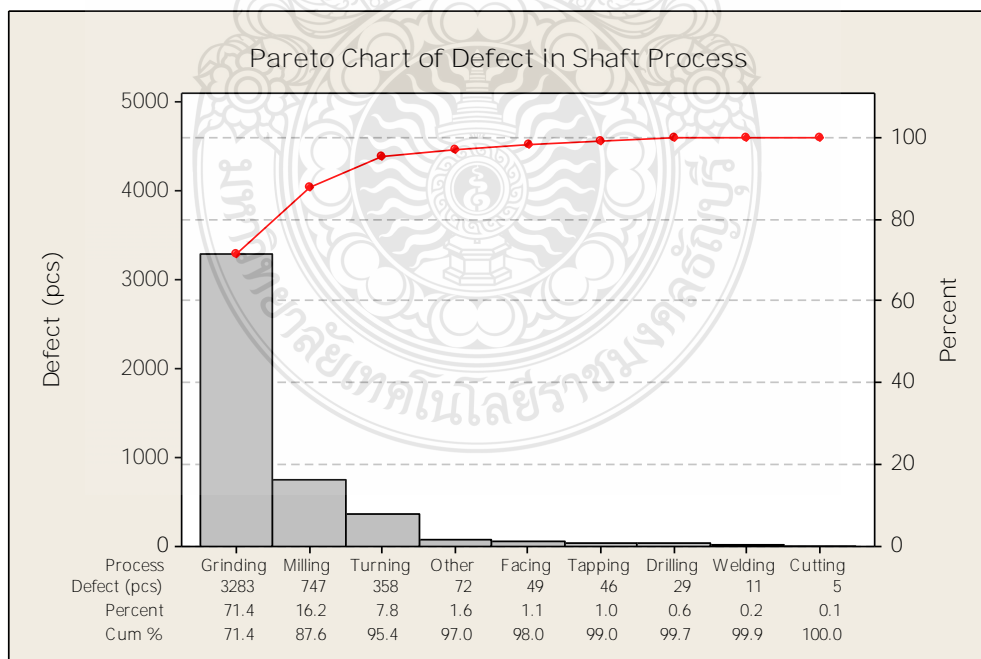
4.1.3 ปัญหาที่พบในกระบวนการเจียรแกนเพลลา

จากการวิเคราะห์ข้อมูลของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตแกนเพลลา ในช่วงเดือนตุลาคม 2557 ถึงเดือนตุลาคม 2558 โดยแยกตามกระบวนการผลิตแกนเพลลาจะได้ข้อมูลของเสียตามภาพที่ 4.4



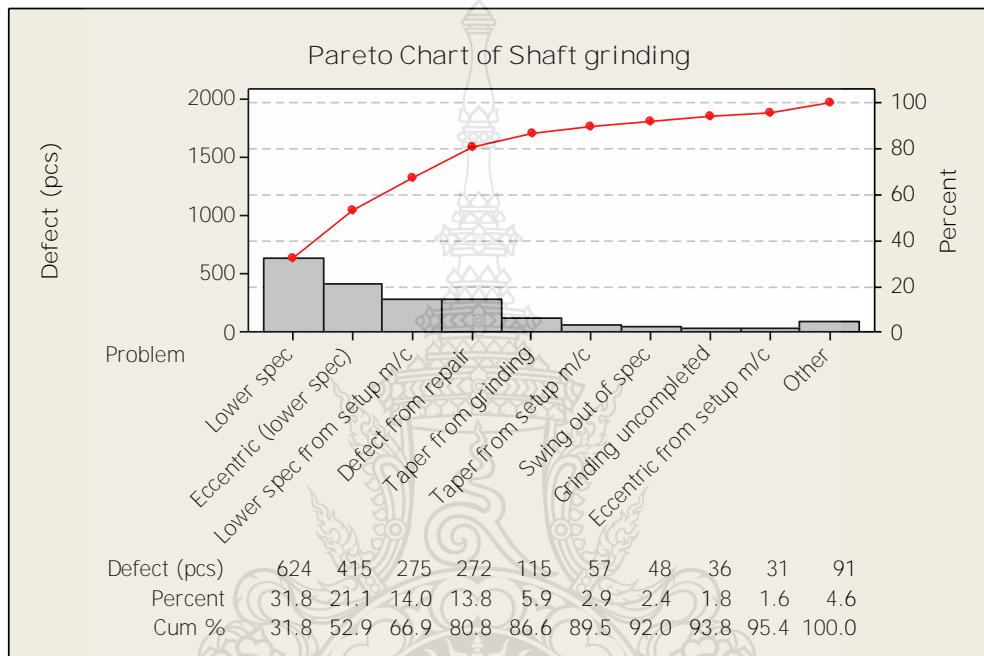
ภาพที่ 4.4 รายละเอียดของปัญหาที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตแกนเพลลา

จากภาพที่ 4.4 เมื่อพิจารณาถึงรายละเอียดของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตแกนเพลลา พบว่าข้อบกพร่องหลัก เกิดจากขั้นตอนการเจียรแกนเพลลา จำนวน 3,283 ชิ้น คิดเป็นสัดส่วน 71.4% จากจำนวนข้อบกพร่องทั้งหมด ตามภาพที่ 4.5



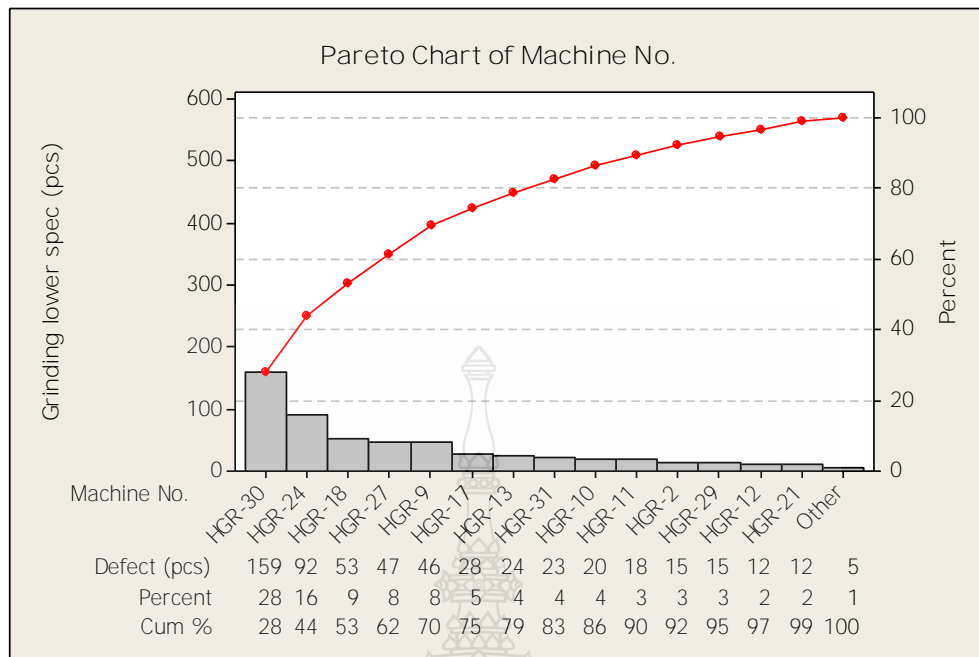
ภาพที่ 4.5 แผนภาพพาราโตของข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตแกนเพลลา

เมื่อพิจารณาถึงรายละเอียดของข้อบกพร่องที่พบจากขั้นตอนการเจียรแกนเพลลา ณ ช่วงเดือนเมษายน 2558 ถึงเดือนตุลาคม 2558 พบว่าข้อบกพร่องหลัก เกิดจากการควบคุมขนาดความโตของแกนเพลลาไม่ได้ตามค่ามาตรฐานที่กำหนด จำนวน 624 ชิ้น คิดเป็นสัดส่วน 31.8% จากจำนวนของข้อบกพร่องทั้งหมด และข้อบกพร่องรองลงมาคือปัญหาเจียรแกนเพลลาเบี้ยวเล็กน้อย จำนวน 415 ชิ้น คิดเป็นสัดส่วน 21.1% และคิดเป็นสัดส่วนสะสมของข้อบกพร่องทั้งหมด 52.9% ตามภาพที่ 4.6



ภาพที่ 4.6 แผนภาพพาราโตของข้อบกพร่องที่พบในขั้นตอนการเจียรแกนเพลลา

เมื่อพิจารณาแยกปัญหาการเจียรแกนเพลลาเล็กกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนดจากแบบ (Drawing) ตามเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต ณ ช่วงเดือนเมษายน 2558 ถึงเดือนตุลาคม 2558 พบว่าข้อบกพร่องหลัก เกิดจากเครื่องจักร HGR-30 จำนวน 159 ชิ้น คิดเป็นสัดส่วน 28% จากจำนวนข้อบกพร่องทั้งหมด และเครื่องจักรที่พบข้อบกพร่องรองลงมาคือเครื่องจักร HGR-24 จำนวน 92 ชิ้น คิดเป็นสัดส่วน 16% และคิดเป็นสัดส่วนสะสมของข้อบกพร่องทั้งหมด 44% ได้ตามภาพที่ 4.7



ภาพที่ 4.7 แผนภาพพาเรโตของปัญหาการเจียรแกนเพลาลึกกว่าค่ามาตรฐานที่แบ่งตามเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต

4.1.4 ข้อกำหนดด้านคุณภาพ

ข้อบกพร่องจากงานเจียร : ไม่ยอมรับแกนเพล่าที่พบปัญหา ขนาดความโตของแกนเพล่าที่ไม่ได้ตามแบบ (Drawing) ที่กำหนดของแต่ละรุ่น

4.1.5 ผลกระทบจากปัญหาที่เกิดขึ้น

4.1.5.1 บริษัทมีต้นทุนในการผลิตเพิ่มมากขึ้น ซึ่งเป็นผลกระทบจากการเกิดของเสีย ในกระบวนการผลิต

4.1.5.2 มีความเสี่ยงที่จะจัดส่งสินค้าได้ล่าช้ากว่าที่กำหนด เนื่องจากต้องมีการผลิตของทดแทนขึ้นมาใหม่เพื่อให้เหมาะสมกับแผนการผลิตและการจัดส่ง

4.1.5.3 มีความเสี่ยงที่ของเสียอาจจะหลุดลอดไปถึงมือลูกค้า

4.1.6 สรุปผลที่ได้จากการดำเนินการวิจัยในขั้นตอนการระบุปัญหา (Define Phase)

จากข้อมูลพบว่าของเสียที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการเจียรแกนเพล่า ที่มีของเสียสูงสุด 2 อันดับแรกคือ เจียรเล็ก (Lower spec) และเจียรเบี้ยวเล็ก [Eccentric (lower spec)] ซึ่งมีจำนวนของเสียเท่ากับ 624 ชิ้น และ 415 ชิ้น ตามลำดับ โดยของเสียทั้ง 2 รายการรวมกัน คิดเป็นสัดส่วนของเสีย 52.9% จากของเสียที่เกิดขึ้นทั้งหมดจากขั้นตอนการเจียรแกนเพล่า และเมื่อพิจารณาจากเครื่องจักรพบว่า

เครื่องจักร HGR-30 มีของเสียเกิดขึ้นจำนวน 159 ชิ้นคิดเป็นสัดส่วน 28% จากจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นทั้งหมด และเครื่องจักรที่พบของเสียรองลงมาคือเครื่องจักร HGR-24 จำนวน 92 ชิ้น คิดเป็นสัดส่วน 16% จากของเสียที่เกิดขึ้นทั้งหมด และคิดเป็นสัดส่วนสะสมของของเสียทั้งหมด 44% ดังนั้นจึงได้พิจารณาเลือกประเด็นของข้อบกพร่องประเภทเจียรแกนเพลาลูกของเครื่อง HGR-30 มาวิเคราะห์หาสาเหตุและหาแนวทางการปรับปรุงแก้ไขต่อไป

4.2 การดำเนินการวิจัยในขั้นตอนการวัด (M : Measure Phase)

การดำเนินการวิจัยในขั้นตอนการวัด จะทำการศึกษาความผันแปรของระบบการวัดและวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการผลิตในปัจจุบัน

4.2.1 การศึกษาระบบการวัด Gage R&R ของการวัดค่าความโตของแกนเพลาลูก

การศึกษาระบบการวัด Gage R&R เป็นการศึกษาความแม่นยำของระบบการวัดซึ่งจะบอกถึงสาเหตุของความผิดพลาดจากการวัด โดยใช้ผู้วัดหลายคนแต่ใช้เครื่องมือเดียวและระบบการวัดเดียวกัน ซึ่งการศึกษานี้เราจะศึกษาความผันแปรของการวัดความโตแกนเพลาลูกด้วย Micrometer โดยใช้ผู้วัดจำนวน 4 คน และวัดชิ้นงานตัวอย่าง 10 ชิ้น โดยแต่ละชิ้นจะวัดซ้ำกัน 5 ครั้ง ดังแสดงตามตารางที่ 4.1 โดยมีเงื่อนไขดังนี้

4.2.1.1 สอบเทียบ Micrometer ที่จะใช้ในการประเมินระบบการวัด Gage R&R โดยใช้ Gauge block (Grade 0) รุ่น 516-978 เลขที่ใบรับรอง 15G10 เป็น Master สำหรับการสอบเทียบ และ Micrometer (MITUTOYO) หมายเลข 17050324 รหัสเครื่อง MM₂M-01-099 (Range 0-25 มม.)

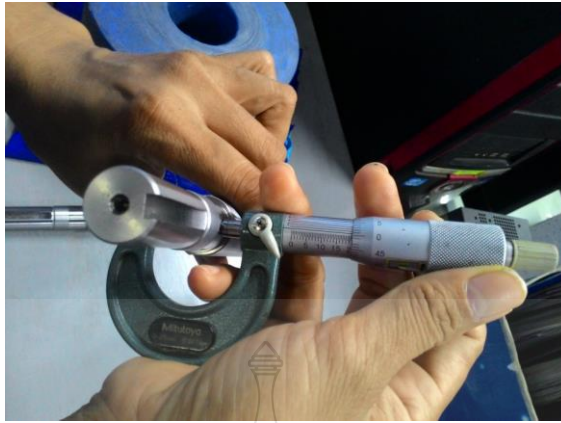
ผลการสอบเทียบ ที่ระยะ 0, 5, 10, 15 มม. ไม่พบค่าความผิดพลาด แต่ที่ระยะ 20, 25 มม. มีค่าความผิดพลาดอยู่ที่ 0.001 มม. โดยมีค่าความผิดพลาดที่สามารถยอมรับได้เท่ากับ ± 0.0035 มม.

4.2.1.2 เครื่องมือและชิ้นงานที่ใช้ในการประเมินระบบการวัดประกอบด้วย Micrometer (MITUTOYO) หมายเลข 17050324 รหัสเครื่อง MM₂M-01-099 (Range 0-25 มม.) และ Shaft model SCL-KR 1HP 4P ในตำแหน่ง Bearing fitting (Spec 20.000 ถึง 20.011 มม.)

4.2.1.3 วิธีการวัดความโตของแกนเพลาลูก จะใช้วิธีการวัดแบบปัจจุบัน คือการใช้มือจับถือชิ้นงานและหมุนที่ปดล็อกหมุน (ไม่ใช่ปดล็อกหมุนละเอียด (Ratchet stop) ของ Micrometer ตามภาพที่ 4.8

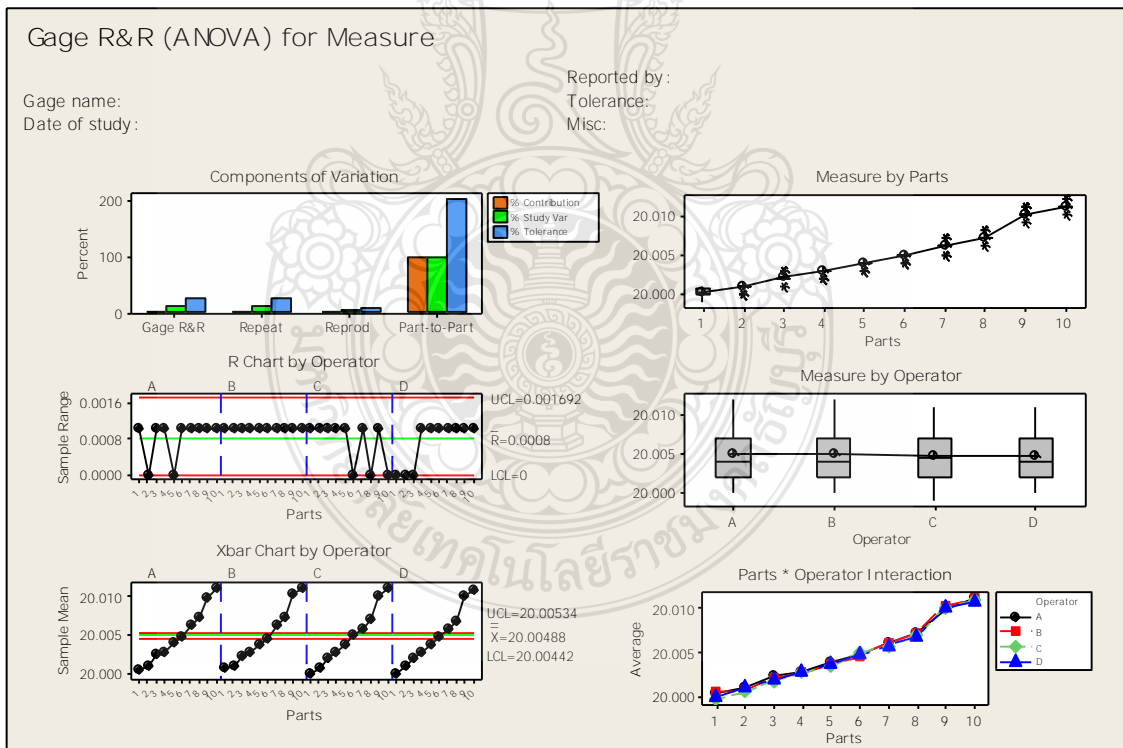
ตารางที่ 4.1 ค่าความโตนของแกนเพลลา (SCL-KR IHP) ที่ได้จากการวัดชิ้นงานตัวอย่าง

ชิ้นงานที่	พนักงาน A (รัชนี HGR-9 กะA)					พนักงาน B (สัมฤทธิ์ HGR-30 กะA)					พนักงาน C (สถิติ HGR-9 กะB)					พนักงาน D (สายใจ HGR-30 กะB)					
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	
1	20.001	20.001	20.000	20.000	20.001	20.001	20.000	20.001	20.000	20.001	20.000	20.000	20.000	19.999	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000
2	20.001	20.001	20.001	20.001	20.001	20.001	20.001	20.001	20.001	20.001	20.000	20.000	20.001	20.001	20.001	20.001	20.001	20.001	20.001	20.001	20.001
3	20.002	20.002	20.003	20.002	20.002	20.002	20.002	20.002	20.002	20.002	20.002	20.002	20.001	20.002	20.002	20.002	20.002	20.002	20.002	20.002	20.002
4	20.003	20.003	20.003	20.003	20.003	20.003	20.003	20.003	20.003	20.003	20.003	20.003	20.003	20.003	20.003	20.003	20.003	20.003	20.003	20.003	20.003
5	20.004	20.004	20.004	20.004	20.004	20.004	20.004	20.004	20.004	20.004	20.004	20.004	20.004	20.004	20.004	20.004	20.004	20.004	20.004	20.004	20.004
6	20.005	20.004	20.005	20.004	20.005	20.005	20.004	20.005	20.005	20.004	20.005	20.005	20.005	20.005	20.005	20.005	20.004	20.005	20.005	20.005	20.005
7	20.006	20.006	20.006	20.006	20.006	20.006	20.006	20.006	20.006	20.006	20.006	20.006	20.006	20.006	20.006	20.006	20.006	20.006	20.006	20.006	20.006
8	20.007	20.007	20.008	20.007	20.007	20.007	20.007	20.008	20.007	20.007	20.007	20.007	20.007	20.007	20.007	20.007	20.007	20.007	20.007	20.007	20.007
9	20.010	20.010	20.010	20.010	20.011	20.011	20.010	20.010	20.010	20.010	20.010	20.010	20.010	20.010	20.010	20.010	20.010	20.010	20.010	20.010	20.010
10	20.011	20.011	20.011	20.011	20.011	20.011	20.011	20.012	20.011	20.011	20.011	20.011	20.011	20.011	20.011	20.011	20.011	20.011	20.011	20.011	20.011



ภาพที่ 4.8 แสดงวิธีการวัดความโตของแกนเพลลา

จากนั้นนำค่าความโตของแกนเพลลาที่วัดได้มาวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ เพื่อหาค่าความผิดพลาดจากการวัด ดังแสดงตามภาพที่ 4.9 และ 4.10



ภาพที่ 4.9 กราฟผลการวิเคราะห์หาค่าความผิดพลาดของระบบการวัดความโตของแกนเพลลา

จากภาพที่ 4.9 เมื่อพิจารณาในส่วนของ Components of Variation พบว่า ค่าความผันแปรของระบบการวัดส่วนใหญ่มาจากความแตกต่างระหว่างค่าความโตของแกนเพลลา ดังเห็นได้จากค่าเปอร์เซ็นต์ความผันแปรที่มาจากความแตกต่างระหว่างค่าความโตของแกนเพลลามีค่ามากกว่าค่าเปอร์เซ็นต์ความผันแปรของระบบการวัด

เมื่อพิจารณาในส่วนของ R Chart by Operator พบว่าการวัดค่าความโตของแกนเพลลาของพนักงานแต่ละคนอยู่ในการควบคุม

เมื่อพิจารณาในส่วนของ Xbar Chart by Operator พบว่าค่าที่ได้จากการวัดเกือบทั้งหมดอยู่นอกเหนือการควบคุม แสดงให้เห็นว่าการนำตัวอย่างของชิ้นงานมาใช้ในการตรวจสอบมีความเหมาะสมถูกต้อง

Gage R&R				
Source	VarComp	%Contribution (of VarComp)		
Total Gage R&R	0.0000002	1.37		
Repeatability	0.0000002	1.29		
Reproducibility	0.0000000	0.07		
Operator	0.0000000	0.07		
Part-To-Part	0.0000137	98.63		
Total Variation	0.0000139	100.00		
Process tolerance = 0.011				
Source	StdDev (SD)	Study Var (6 * SD)	%Study Var (%SV)	%Tolerance (SV/Toler)
Total Gage R&R	0.0004353	0.0026117	11.69	23.74
Repeatability	0.0004236	0.0025418	11.38	23.11
Reproducibility	0.0001001	0.0006003	2.69	5.46
Operator	0.0001001	0.0006003	2.69	5.46
Part-To-Part	0.0036983	0.0221897	99.31	201.72
Total Variation	0.0037238	0.0223428	100.00	203.12
Number of Distinct Categories = 11				

ภาพที่ 4.10 ผลการวิเคราะห์หาค่าความผิดพลาดของระบบการวัดความโตของแกนเพลลา

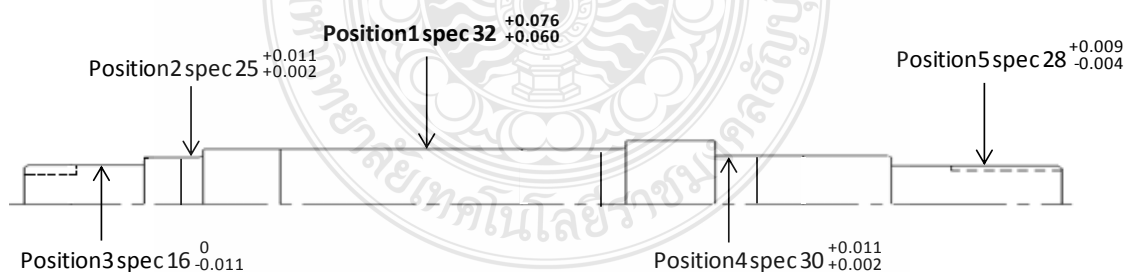
จากภาพที่ 4.10 เมื่อพิจารณาจาก Number of Distinct Categories = 11 แสดงว่าระบบการวัดที่ศึกษาทำการแยกประเภทข้อมูลที่วัดได้ออกเป็น 11 ประเภท ที่มีความแตกต่างกัน แสดงว่าข้อมูลที่

ได้จากระบบการวัดใช้ประมาณความผันแปรของกระบวนการได้ โดยผลการวัดอยู่ในเกณฑ์ที่สามารถยอมรับได้ ตามตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 เกณฑ์ในการยอมรับความผันแปรของระบบการวัด Gage R&R Study

ความผันแปร ของระบบการวัด	เกณฑ์ในการยอมรับความผันแปร ของระบบการวัด			ผลการวิเคราะห์	
	ยอมรับ	ยอมรับแบบมี เงื่อนไข	ไม่สามารถ ยอมรับได้		
Contribution	< 10%	10-30%	> 30%	1.37	ยอมรับ
Study Variance	< 10%	10-30%	> 30%	11.69	ยอมรับ
Tolerance	< 10%	10-30%	> 30%	23.74	ยอมรับ

4.2.2 กรณีศึกษาการเจียรของเครื่อง CNC grinding machine(หมายเลขเครื่องจักร HGR-30) การวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการของของเสียประเภท เจียรเกินเพลาลึกกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนด (Grinding lower spec) ในการศึกษาในครั้งนี้จะเก็บข้อมูลของเพลารุ่น SF-PR 2.2kW 4P โดยเก็บข้อมูลในตำแหน่ง 1 (Position1) ตามภาพที่ 4.11 และเก็บข้อมูล จำนวน 10 กลุ่มข้อมูล โดยเก็บข้อมูล 5 ชิ้น ต่อกลุ่มต่อชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 50 ข้อมูล ตามตารางที่ 4.3

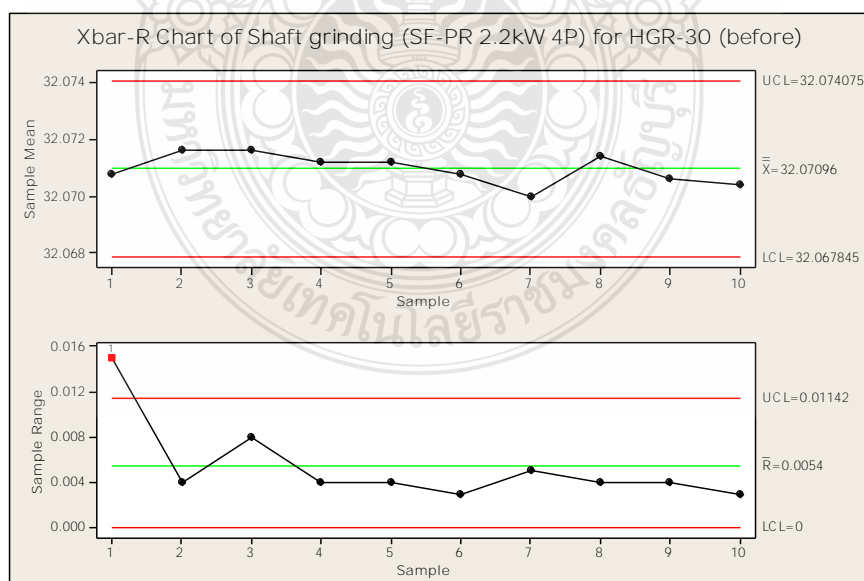


ภาพที่ 4.11 แสดงตำแหน่งทั้งหมดของการเจียรเกินเพลารุ่น SF-PR 2.2 kW 4P

ตารางที่ 4.3 ข้อมูลการสุ่มตัวอย่างของแกนเพลารุ่น SF-PR 2.2kW 4P (Position1) (Before)

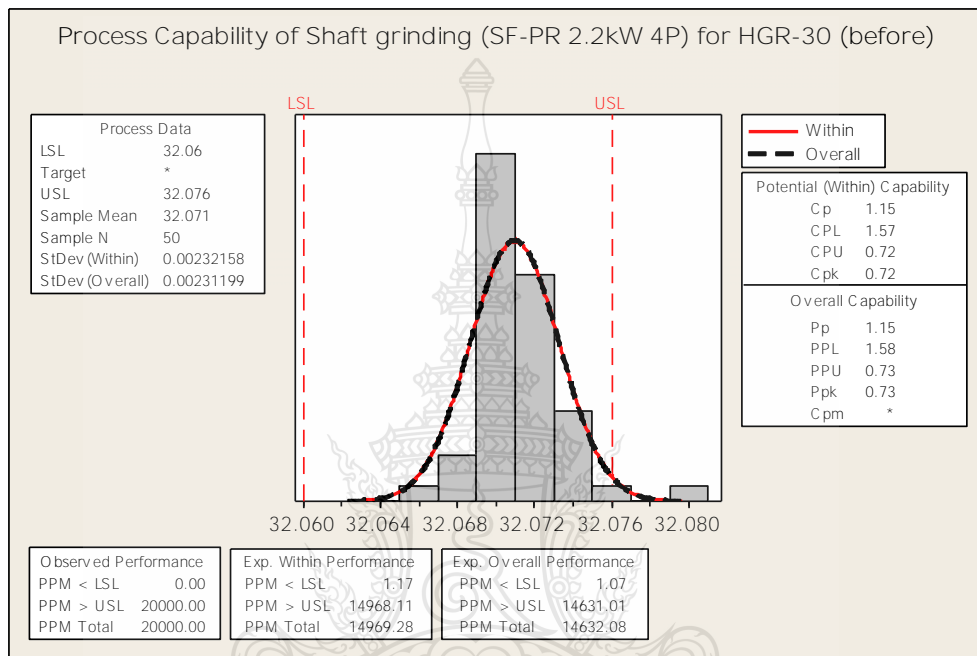
Group	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X-bar	Range	
1	32.080	32.068	32.070	32.071	32.065	32.071	0.015	
2	32.072	32.070	32.070	32.074	32.072	32.072	0.004	
3	32.068	32.070	32.072	32.072	32.076	32.072	0.008	
4	32.070	32.070	32.072	32.070	32.074	32.071	0.004	
5	32.070	32.070	32.072	32.070	32.074	32.071	0.004	
6	32.070	32.071	32.073	32.070	32.070	32.071	0.003	
7	32.067	32.069	32.072	32.070	32.072	32.070	0.005	
8	32.070	32.072	32.074	32.071	32.070	32.071	0.004	
9	32.073	32.070	32.070	32.071	32.069	32.071	0.004	
10	32.069	32.072	32.070	32.071	32.070	32.070	0.003	
						Summation	320.710	0.054
						Average	32.0710	0.0054

จากข้อมูลในตารางที่ 4.3 เมื่อนำมาจัดสร้างแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและพิสัย (\bar{X} Chart และ R Chart) ได้ตามภาพที่ 4.12 เพื่อดูค่าเฉลี่ยและค่าความผันแปรหรือค่าการกระจายของกระบวนการผลิต และเมื่อพิจารณาจากแผนภูมิ \bar{X} Chart ไม่มีจุดใดอยู่นอกขีดจำกัดควบคุม แต่พบว่าแผนภูมิ R Chart จะมีข้อมูลจุดที่ 1 อยู่เหนือขีดจำกัดควบคุมบน



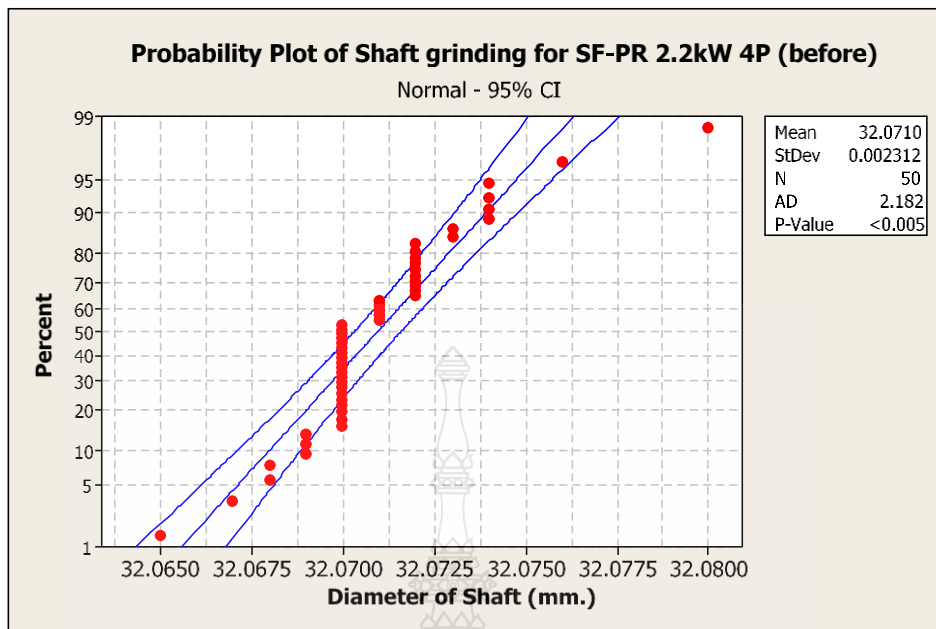
ภาพที่ 4.12 แผนภูมิ \bar{X} Chart และ R Chart ของกระบวนการเจียรแกนเพล่า (SF-PR 2.2kW 4P)

จากข้อมูลในตารางที่ 4.3 เมื่อทำการวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการเจียรแกนเพลลา พบว่าค่าเฉลี่ย (Mean) ของการเจียรแกนเพลลาอยู่ที่ 32.071 มม. และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.002312 และมีค่า Cpk เท่ากับ 0.72 ซึ่งต่ำกว่ามาตรฐานของกระบวนการผลิต ซึ่งโดยปกติแล้วค่า Cpk สำหรับกระบวนการผลิตควรมีค่ามากกว่า 1.33 ขึ้นไป ตามภาพที่ 4.13



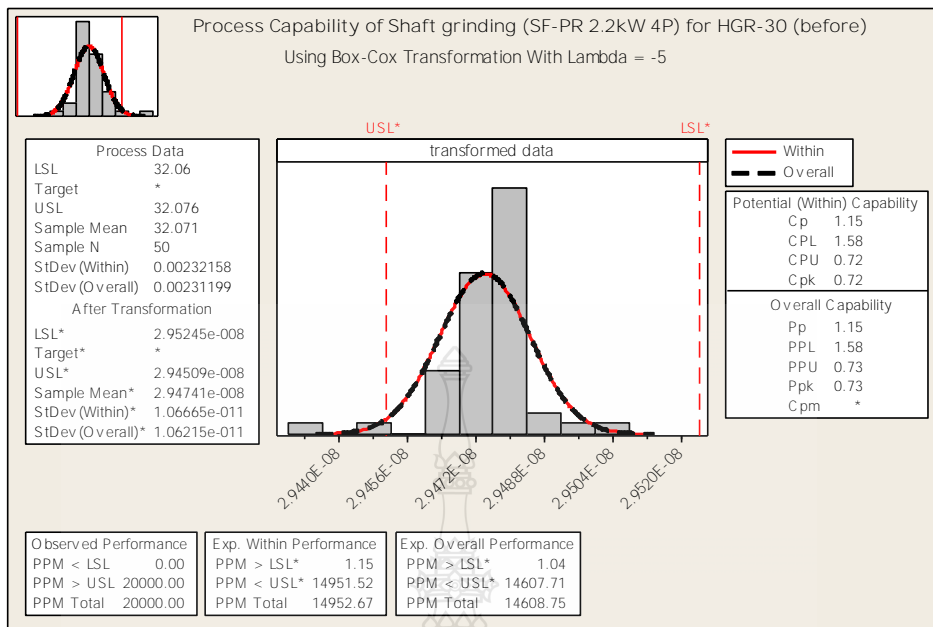
ภาพที่ 4.13 กราฟผลการวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการเจียรแกนเพลลา (SF-PR 2.2kW 4P)

เมื่อพิจารณาความผันแปรของข้อมูลจากลักษณะของฮิสโตแกรม พบว่าค่าเฉลี่ย (Mean) ของข้อมูลมีค่าค่อนข้างไปทางสูง เพื่อให้เกิดความมั่นใจว่าข้อมูลที่เก็บมานั้นมีการแจกแจงแบบปกติหรือไม่ จึงได้พิสูจน์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติตรวจสอบ และพบว่าค่า P-Value มีค่าน้อยกว่า 0.05 จึงสรุปได้ว่า ข้อมูลการวัดค่าความโตของแกนเพลลาที่เก็บมาได้ เป็นข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบไม่ปกติ (Non-Normal Data) ตามภาพที่ 4.14



ภาพที่ 4.14 กราฟผลการทดสอบความปกติของการแจกแจงข้อมูลการเจียรแกนเพลลา (SF-PR 2.2kW 4P)

เนื่องจากข้อมูลการเจียรแกนเพลลา มีการแจกแจงแบบไม่ปกติ (Non-Normal Data) จึงต้องมีการวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการเจียรแกนเพลลาใหม่อีกครั้ง ซึ่งจะต้องมีการทำ Box-Cox Transformation โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ เพื่อแปลงค่าข้อมูล (Y) ไปเป็น $Y' = Y^\lambda$ ที่เหมาะสม ซึ่งจะทำให้ข้อมูลหลังการแปลงค่ามีการแจกแจงใกล้เคียงกับการแจกแจงแบบปกติมากที่สุด ซึ่งจะได้ผลหลังการทำ Box-Cox Transformation ตามภาพที่ 4.15



ภาพที่ 4.15 กราฟผลการวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการเจียรแกนเพลลา (SF-PR 2.2kW 4P)

หลังการทำ Box-Cox Transformation

ทำการวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการเจียรแกนเพลลาอีกครั้ง หลังการทำ Box-Cox Transformation พบว่า ค่าเฉลี่ย (Mean) ของการเจียรแกนเพลลาอยู่ที่ 32.071 มม. และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.002312 และมีค่า Cpk เท่ากับ 0.072 ซึ่งต่ำกว่ามาตรฐานของกระบวนการผลิต ซึ่งโดยปกติแล้วค่า Cpk สำหรับกระบวนการผลิตควรมีค่ามากกว่า 1.33 ขึ้นไป

จากค่า Cpk ที่มีค่าเท่ากับ 0.72 สามารถประเมินหาค่าแนวโน้มของการเกิดของเสียประเภทเจียรแกนเพลลาเล็กกว่าค่ามาตรฐานในอนาคต ได้ 14,608.75 PPM หรือคิดเป็นของเสียร้อยละ 1.46 (1.46%)

4.2.3 สรุปผลที่ได้จากการดำเนินการวิจัยในขั้นตอนการวัด (Measure Phase)

จากการวิเคราะห์ระบบการวัด Gage R&R มีความผันแปรอยู่ในระดับที่สามารถยอมรับได้ กล่าวคือ ค่า %Contribution ของ Gage R&R มีค่าเท่ากับ 1.37% และค่า %Study Variance ของ Gage R&R มีค่าเท่ากับ 11.69% และค่า %Tolerance ของ Gage R&R มีค่าเท่ากับ 23.74%

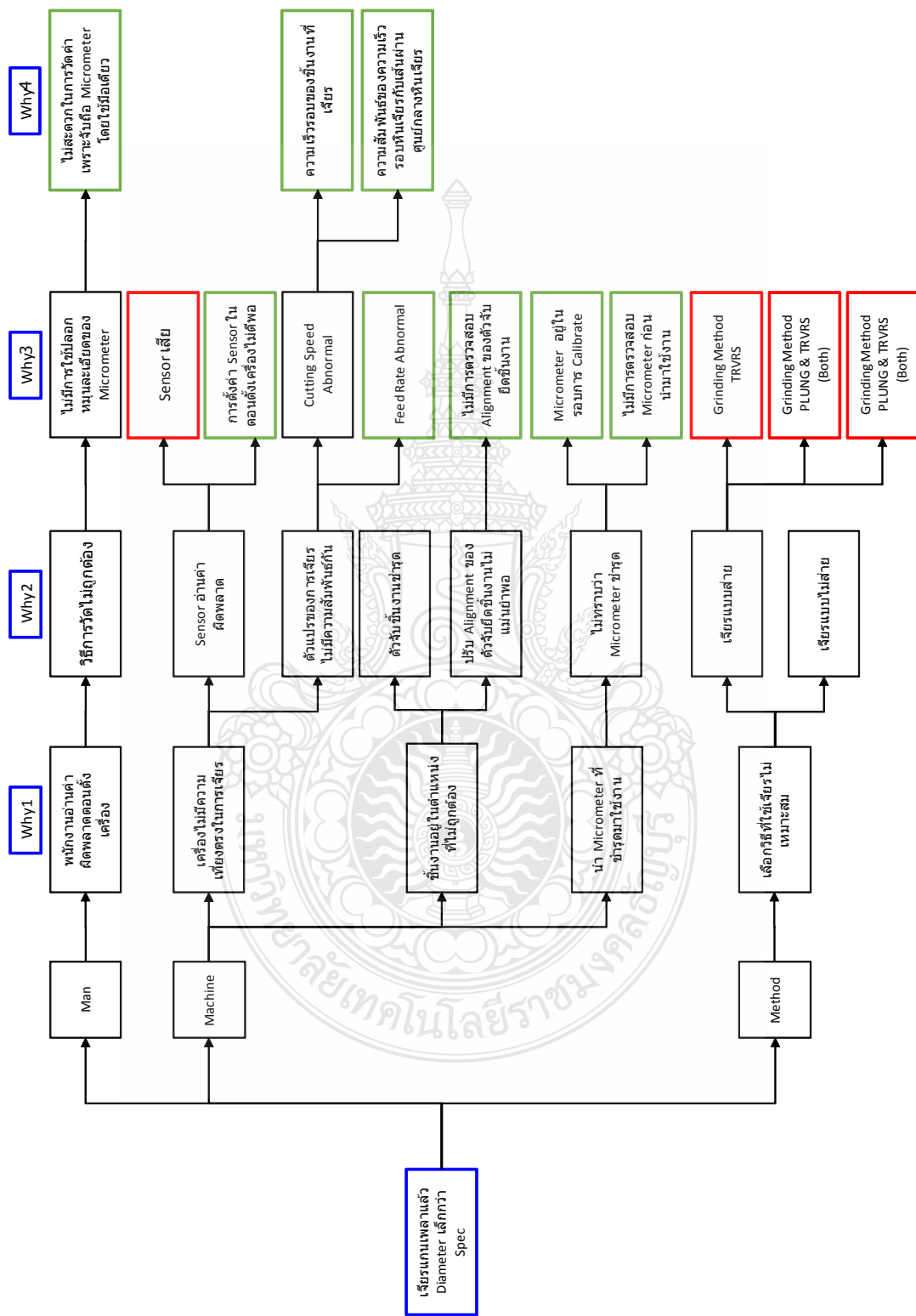
จากการวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการเจียรแกนเพลลา ณ สภาพปัจจุบันพบว่าค่า Cpk มีค่าเท่ากับ 0.72 ซึ่งโดยปกติแล้วค่า Cpk สำหรับกระบวนการผลิตควรมีค่ามากกว่า 1.33 ขึ้นไป

4.3 การดำเนินการวิจัยในขั้นตอนการวิเคราะห์ (A : Analyze Phase)

ในขั้นตอนนี้จะเป็นการค้นหาค่าปัจจัยที่น่าจะมีผลต่อการเกิดของเสียประเภทเจียรแกนเพลาลึกกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนด โดยใช้การระดมสมองในการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาโดยใช้หลักการ Why-Why Analysis

4.3.1 กรณีศึกษาการเจียรของเครื่อง CNC grinding machine(หมายเลขเครื่องจักร HGR-30) ในขั้นตอนนี้จะใช้การระดมสมองเพื่อทำการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา โดยอาศัยหลักการ Why-Why Analysis ซึ่งมีผลของของการวิเคราะห์ ตามภาพที่ 4.16





ภาพที่ 4.16 การวิเคราะห์สาเหตุของการเกิดของเสียประเภทเจียรแกนเพลลาเล็ก โดยใช้หลักการ Why-Why Analysis (HGR-30)

จากการระดมสมองเพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของการเกิดของเสียประเภทเจียรแกนเพลาลึก ได้แบ่งแยกปัจจัยที่มีแนวโน้มที่จะก่อให้เกิดของเสียได้ 3 ปัจจัยหลัก คือ

1. ปัจจัยจากพนักงานประจำเครื่องเจียร เรื่องวิธีการใช้ Micrometer ในการตรวจสอบค่าความโตแกนเพลลา ซึ่งจากการพิสูจน์ระบบการวัด (GR&R) พบว่าค่าความผันแปรของระบบการวัดอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

2. ปัจจัยจากเครื่องจักรที่มีความผิดพลาดในการอ่านค่าของ Sensor ที่ใช้สำหรับควบคุมค่าความโตของแกนเพลลา

3. ปัจจัยจากวิธีการ การกำหนดรูปแบบของวิธีในการเจียรแกนเพลลา

4.3.1.1 การวิเคราะห์หาสาเหตุของการเกิดของเสียประเภทเจียรแกนเพลาลึก

ในเบื้องต้น จะทำการวิเคราะห์รูปแบบของการเจียรแกนเพลลา โดยจากการศึกษาพบว่า ปัจจุบันจะใช้รูปแบบของคำสั่ง PLUNG & TRVRS ซึ่งมีการกำหนดค่าพารามิเตอร์สำหรับการเจียรแกนเพลลา ดังนี้

1. Grinding rate

1.1 Rough grinding 0.010 mm.

1.2 Fine grinding 0.005 mm.

1.3 Micro grinding 0.002 mm.

1.4 Spark out 0.000 mm.

2. Spindle speed

2.1 Rough grinding 200 rpm.

2.2 Fine grinding 100 rpm.

2.3 Micro grinding 100 rpm.

3. Feed rate

3.1 Rough grinding 0.75

3.2 Fine grinding 1000

3.3 Micro grinding 750

3.4 Spark out 594

ลำดับขั้นตอนของการเจียรแกนเพลลา

1. จุดเริ่มต้นการเจียร จะเริ่มจากขนาดความโตที่ 32.5 มม.
2. เจียรหยาบ (Rough grinding) เจียรให้ขนาดความโตของแกนเพลลาลดลงเหลือ 32.103 มม.
3. เจียรละเอียด (Fine grinding) เจียรจนขนาดความโตของแกนเพลลาลดลงเหลือ 32.071 มม.
4. เจียรละเอียดเพื่อเก็บเสปค (Micro grinding) เจียรจนขนาดความโตของแกนเพลลาลดลงเหลือตามค่าที่ตั้งไว้ 32.068 มม.

หลักการทำงานของการเจียรแบบ PLUNG & TRVRS

แบบ PLUNG จะใช้สำหรับการเจียรหยาบ โดยจะเจียรแกนเพลลาครั้งละ 1 ความโตของหน้าหินเจียรจนขนาดความโตของแกนเพลลาลดลงเหลือ 32.103 มม. จากนั้นจึงถอยหินเจียรออกมา และเคลื่อนหน้าของหินเจียรไปตำแหน่งถัดไปและเจียรจนกระทั่งความโตของแกนเพลลาลดลงเหลือ 32.103 มม. จากนั้นก็จะถอยหินเจียรออก และเคลื่อนหน้าของหินเจียรออกไปอีก ทำเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งหมดพื้นที่ของการเจียร โดยการเคลื่อนตัวจะเคลื่อนจากทางซ้ายไปทางขวา วิธีการเจียรแบบนี้ มีโอกาสที่แกนเพลลาจะเกิดการโค้งงอจากแรงกดในการเจียรได้ง่าย ซึ่งจะมีผลกระทบทำให้บางตำแหน่งของแกนเพลลานั้นเล็ก

แบบ TRVRS จะใช้สำหรับการเจียรละเอียดและเจียรเก็บเสปค โดยการเจียรแบบนี้จะเป็นการเจียรแบบส่ายจากทางซ้ายไปทางขวา โดยหินเจียรนั้นจะเจียรลึกลงไปครั้งละ 0.005 มม. โดยไม่มีการถอยหินเจียรออกจากหน้าผิวของแกนเพลลา

4.3.1.2 การวิเคราะห์หาสาเหตุของการเกิดปัญหาของการเจียรแกนเพลลาเล็กจากปัจจัยความผิดพลาดในการอ่านค่าของ Sensor ที่ใช้สำหรับควบคุมค่าความโตของแกนเพลลา โดยในครั้งนี้ได้เรียกใช้บริการจากบริษัท TOYODA Machinery S.E Asia Co., Ltd. ให้เข้ามาตรวจสอบการอ่านค่าของ Sensor โดยมีการตรวจสอบอยู่ 3 เดือน ใจ คือ

1. การให้ Sensor อ่านค่าซ้ำ ๆ กัน 30 ครั้ง โดยพบว่าค่าที่อ่านได้จะลดลงอย่างต่อเนื่อง จากครั้งแรกอ่านค่าได้ $-2\mu\text{m}$. แต่ครั้งที่ 30 อ่านค่าได้ $-20\mu\text{m}$. โดยพบว่ามีความกว้างของการกระจาย (Range) อยู่ที่ $18\mu\text{m}$.
2. ทดลองเจียรชิ้นงาน 10 ชิ้น โดยพบว่ามีความกว้างของการกระจาย (Range) อยู่ที่ $3\mu\text{m}$.
3. ทดลองกรีดหน้าหินเจียรให้เรียบและเจียรชิ้นงาน 10 ชิ้น โดยพบว่ามีความกว้างของการกระจาย (Range) อยู่ที่ $5\mu\text{m}$.

จากผลการตรวจสอบ ผู้ตรวจสอบแนะนำให้เปลี่ยนตัว Sensor ใหม่ โดยมีรายละเอียดและผลการตรวจสอบ ตามตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลการตรวจสอบตัว Sensor ของเครื่องจักร HGR-30 จากบริษัท TOYODA Machinery

Machine No.: HGR-30

ครั้งที่	เงื่อนไขการทดลอง		
	Sensor เลื่อนเข้า-ออก และอ่านค่า	ทดลองเจียร	ขีดหน้าหินเจียร ก่อนทดลองเจียร
	Error (mm.)	Error (mm.)	Error (mm.)
1	-0.002	-0.001	-0.001
2	-	0.000	0.001
3	-	0.000	0.000
4	-	-0.001	0.001
5	-0.012	-0.002	-0.002
6	-	-0.002	0.000
7	-	-0.002	0.000
8	-	0.001	0.001
9	-	0.000	-0.001
10	-0.012	0.000	0.003
11	-	-	-
12	-	-	-
13	-	-	-
14	-	-	-
15	-0.015	-	-
16	-	-	-
17	-	-	-
18	-	-	-
19	-	-	-
20	-0.017	-	-
21	-	-	-
22	-	-	-
23	-	-	-
24	-	-	-
25	-0.017	-	-
26	-	-	-
27	-	-	-
28	-	-	-
29	-	-	-
30	-0.020	-	-
Min	-0.020	-0.002	-0.002
Max	-0.002	0.001	0.003
Average	-0.014	-0.001	0.000
Range	0.018	0.003	0.005
Stdev	0.00586	0.00106	0.00140

หมายเหตุ

1. Sensor เลื่อนเข้า-ออก และอ่านค่า จำนวน 30 ครั้ง แต่บันทึกค่าการอ่านทุก ๆ 5 ครั้ง
2. ทดลองเจียรชิ้นงาน จำนวน 10 ชิ้น
3. ขีดหน้าหินเจียรก่อนทดลองเจียรจำนวน 10 ชิ้น

4.3.2 สรุปผลที่ได้จากการดำเนินการวิจัยในขั้นตอนการวิเคราะห์ (Analyze Phase)

จากการวิเคราะห์ โดยใช้หลักการ Why-Why Analysis ในการวิเคราะห์หาสาเหตุของการเกิดของเสียประเภทเจียรแกนเพลาลึกของเครื่องจักร HGR-30 เกิดจากรูปแบบของวิธีการเจียรแกนเพลาลึกไม่เหมาะสม และตัว Sensor ที่ใช้สำหรับควบคุมความโตของแกนเพลาลึกในกระบวนการเจียรแกนเพลาลึกเสื่อมสภาพ

4.4 การดำเนินการวิจัยในขั้นตอนการปรับปรุง (I : Improve Phase)

4.4.1 กรณีศึกษาการเจียรของเครื่อง Grinding machine (หมายเลขเครื่องจักร HGR-30) จากขั้นตอนการวิเคราะห์ สันนิษฐานถึงสาเหตุของการเกิดปัญหาเจียรแกนเพลาลึก ได้ 2 กรณี คือ

4.4.1.1 รูปแบบของการเจียรแบบ PLUNG & TRVRS อาจก่อให้เกิดปัญหาได้จึงทดลองปรับเปลี่ยนรูปแบบของการเจียรจาก PLUNG & TRVRS เป็น TRVRS และกำหนดค่าพารามิเตอร์สำหรับการเจียรแกนเพลาลึก ดังนี้

1. Grinding rate
 - 1.1 Rough grinding 0.010 mm.
 - 1.2 Fine grinding 0.005 mm.
 - 1.3 Micro grinding 0.002 mm.
 - 1.4 Spark out 0.000 mm.
2. Spindle speed
 - 2.1 Rough grinding 200 rpm.
 - 2.2 Fine grinding 100 rpm.
 - 2.3 Micro grinding 100 rpm.
3. Feed rate
 - 3.1 Rough grinding 0.75
 - 3.2 Fine grinding 1000
 - 3.3 Micro grinding 750
 - 3.4 Spark out 594

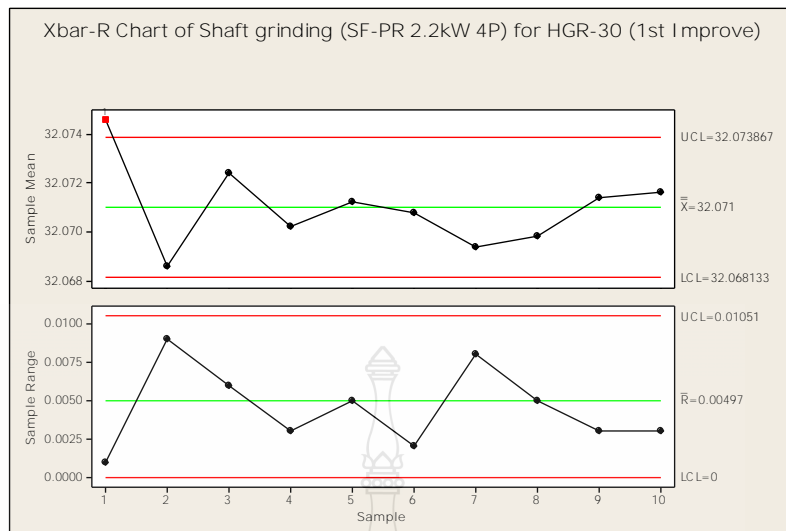
โดยวิธีนี้จะเป็นการเจียรสายจากซ้ายไปขวาตั้งแต่จุดเริ่มต้นของการเจียร ซึ่งวิธีนี้จะทำให้หมดปัญหาเรื่องแกนเพลาลึกโก่งงอ เนื่องจากแรงกดจากการเจียรมีน้อย และเก็บข้อมูลการทดลองของ

เพลารุ่น SF-PR 2.2kW 4P โดยเก็บข้อมูลในตำแหน่ง 1 (Position1) ตามภาพที่ 4.11 จำนวน 10 กลุ่มข้อมูล โดยเก็บข้อมูล 5 ชั้น ต่อกลุ่มต่อชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 50 ข้อมูล ตามตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ข้อมูลการสุ่มตัวอย่างของแกนเพลารุ่น SF-PR 2.2kW 4P (Position1) (1st Improve)

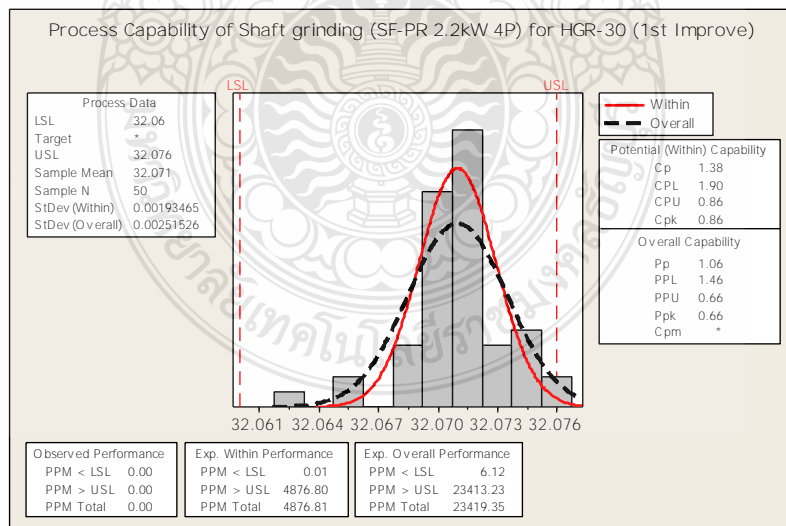
Group	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X-bar	Range
1	32.075	32.075	32.074	32.075	32.074	32.075	0.001
2	32.070	32.072	32.068	32.063	32.070	32.069	0.009
3	32.076	32.070	32.070	32.070	32.076	32.072	0.006
4	32.070	32.072	32.069	32.070	32.070	32.070	0.003
5	32.072	32.073	32.068	32.071	32.072	32.071	0.005
6	32.072	32.071	32.070	32.070	32.071	32.071	0.002
7	32.073	32.065	32.068	32.071	32.070	32.069	0.008
8	32.066	32.071	32.071	32.070	32.071	32.070	0.005
9	32.072	32.071	32.073	32.071	32.070	32.071	0.003
10	32.072	32.071	32.073	32.072	32.070	32.072	0.003
					Summation	320.710	0.045
					Average	32.0710	0.0045

จากข้อมูลในตารางที่ 4.5 เมื่อนำมาจัดสร้างแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและพิสัย (\bar{X} Chart และ R Chart) ได้ตามภาพที่ 4.17 เพื่อดูค่าเฉลี่ยและค่าความผันแปรหรือค่าการกระจายของกระบวนการผลิต และเมื่อพิจารณาจากแผนภูมิ \bar{X} Chart มีข้อมูลจุดที่ 1 อยู่เหนือขีดจำกัดควบคุมบน แต่แผนภูมิ R Chart ไม่มีข้อมูลจุดใดอยู่นอกขีดจำกัดควบคุม



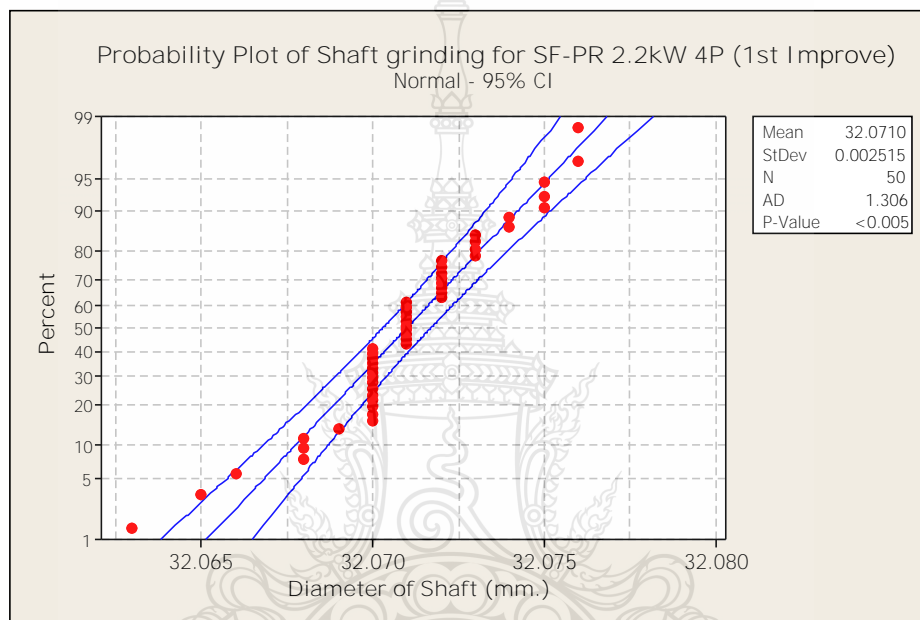
ภาพที่ 4.17 แผนภูมิ \bar{X} Chart และ R Chart ของกระบวนการเจียรแกนเพลลา (SF-PR 2.2kW 4P) แบบ TRVRS (1st Improve)

จากข้อมูลในตารางที่ 4.5 เมื่อทำการวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการเจียรแกนเพลลา พบว่าค่าเฉลี่ย (Mean) ของการเจียรแกนเพลลาอยู่ที่ 32.071 มม. และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.002515 และมีค่า Cpk เท่ากับ 0.86 ซึ่งต่ำกว่ามาตรฐานของกระบวนการผลิต ซึ่งโดยปกติแล้วค่า Cpk สำหรับกระบวนการผลิตควรมีค่ามากกว่า 1.33 ขึ้นไป ตามภาพที่ 4.18



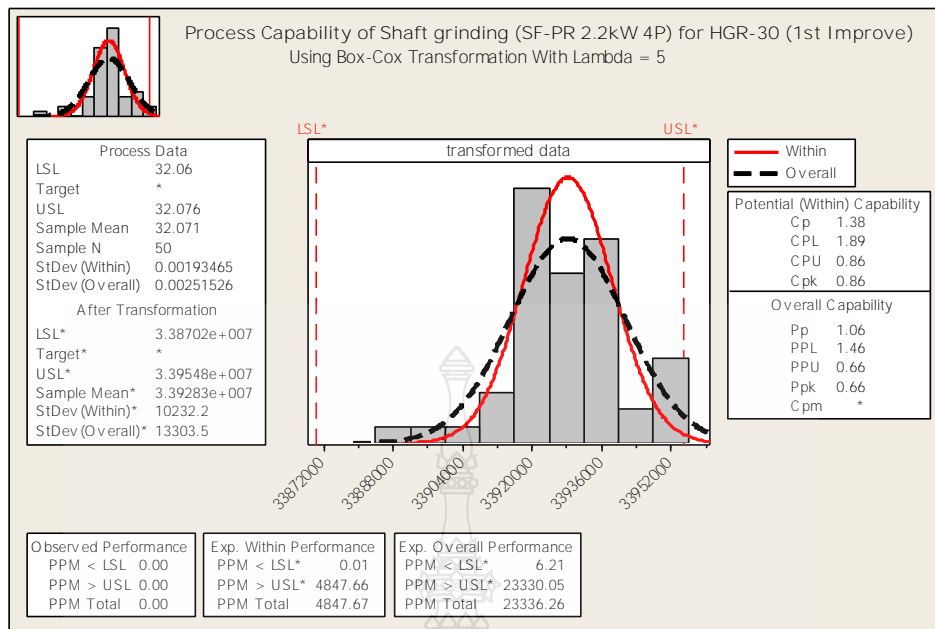
ภาพที่ 4.18 กราฟผลการวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการเจียรแกนเพลลา (SF-PR 2.2kW 4P) แบบ TRVRS (1st Improve)

เมื่อพิจารณาจากความผันแปรของข้อมูลจากลักษณะของฮิสโตแกรม พบว่าค่าเฉลี่ย (Mean) ของข้อมูลมีค่าค่อนข้างไปทางสูง เพื่อให้เกิดความมั่นใจว่าข้อมูลที่เก็บมานั้นมีการแจกแจงแบบปกติหรือไม่ จึงได้พิสูจน์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติตรวจสอบ และพบว่าค่า P-Value มีค่าน้อยกว่า 0.05 จึงสรุปได้ว่า ข้อมูลการวัดค่าความโตของแกนเพลลาที่เก็บมาได้ เป็นข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบไม่ปกติ (Non-Normal Data) ตามภาพที่ 4.19



ภาพที่ 4.19 กราฟผลการทดสอบความปกติของการแจกแจงข้อมูลการเจียรแกนเพลลา (SF-PR 2.2kW 4P) แบบ TRVRS (1st Improve)

เนื่องจากข้อมูลการเจียรแกนเพลลาที่มีการแจกแจงแบบไม่ปกติ (Non-Normal Data) จึงต้องมีการวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการเจียรแกนเพลลาใหม่อีกครั้ง ซึ่งจะต้องมีการทำ Box-Cox Transformation โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ เพื่อแปลงค่าข้อมูล (Y) ไปเป็น $Y' = Y^\lambda$ ที่เหมาะสม ซึ่งจะทำให้ข้อมูลหลังการแปลงค่ามีการแจกแจงใกล้เคียงกับการแจกแจงแบบปกติมากที่สุด ซึ่งจะได้ผลหลังการทำ Box-Cox Transformation ตามภาพที่ 4.20



ภาพที่ 4.20 กราฟผลการวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการเจียรแกนเพลลา (SF-PR 2.2kW 4P) แบบ TRVRS (1st Improve) หลังการทำให้ Box-Cox Transformation

ทำการวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการเจียรแกนเพลลาอีกครั้ง หลังการทำให้ Box-Cox Transformation พบว่า ค่าเฉลี่ย (Mean) ของการเจียรแกนเพลลาอยู่ที่ 32.071 มม. และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.002515 และมีค่า Cpk เท่ากับ 0.086 ซึ่งต่ำกว่ามาตรฐานของกระบวนการผลิต ซึ่งโดยปกติแล้วค่า Cpk สำหรับกระบวนการผลิตควรมีค่ามากกว่า 1.33 ขึ้นไป

ถึงแม้ว่าค่า Cpk จะยังไม่ได้ตามค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ที่ 1.33 แต่ผลการทดลองก็มีแนวโน้มที่ดีขึ้น จึงต้องดำเนินการวิเคราะห์ปัจจัยในเรื่องของความผิดพลาดจากการอ่านค่าของตัว Sensor ต่อไป

หลังการเปลี่ยนตัว Sensor ตัวใหม่แต่ได้ทดลองใช้เงื่อนไขการเจียรแบบเดิมก่อน (แบบ PLUNG & TRVRS) และกำหนดค่าพารามิเตอร์สำหรับการเจียรแกนเพลลา ดังนี้

1. Grinding rate
 - 1.1 Rough grinding 0.010 mm.
 - 1.2 Find grinding 0.005 mm.
 - 1.3 Micro grinding 0.002 mm.
 - 1.4 Spark out 0.000 mm.

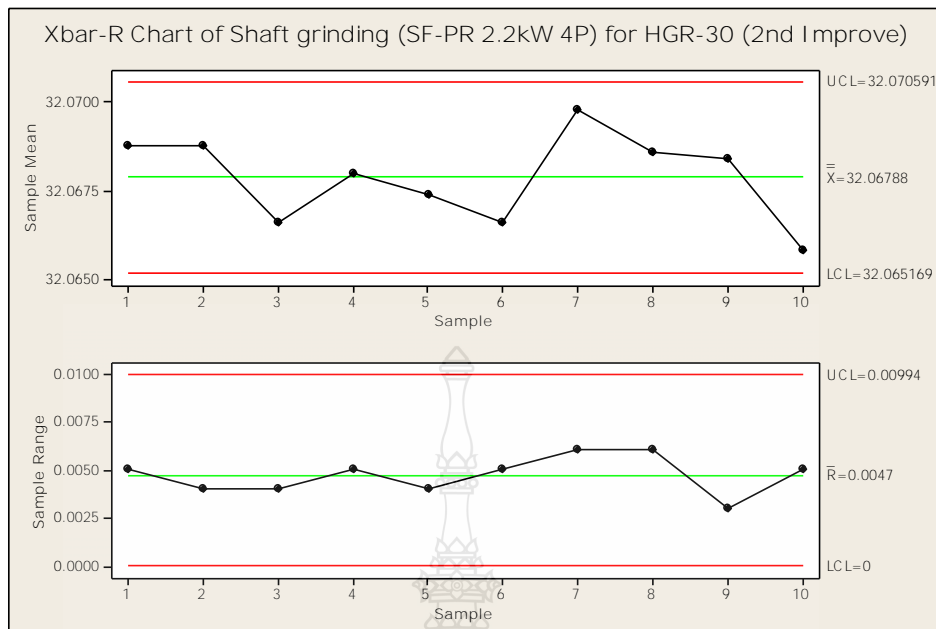
2. Spindle speed
 - 2.1 Rough grinding 200 rpm.
 - 2.2 Fine grinding 100 rpm.
 - 2.3 Micro grinding 100 rpm.
3. Feed rate
 - 3.1 Rough grinding 0.75
 - 3.2 Fine grinding 1000
 - 3.3 Micro grinding 750
 - 3.4 Spark out 594

เก็บข้อมูลการทดลองของเพลารุ่น SF-PR 2.2kW 4P โดยเก็บข้อมูลในตำแหน่ง 1 (Position1) ตามภาพที่ 4.11 จำนวน 10 กลุ่มข้อมูล โดยเก็บข้อมูล 5 ชั้น ต่อกลุ่มต่อชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 50 ข้อมูล ตามตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ข้อมูลการสุ่มตัวอย่างของแกนเพลารุ่น SF-PR 2.2kW 4P (Position1) (2nd Improve)

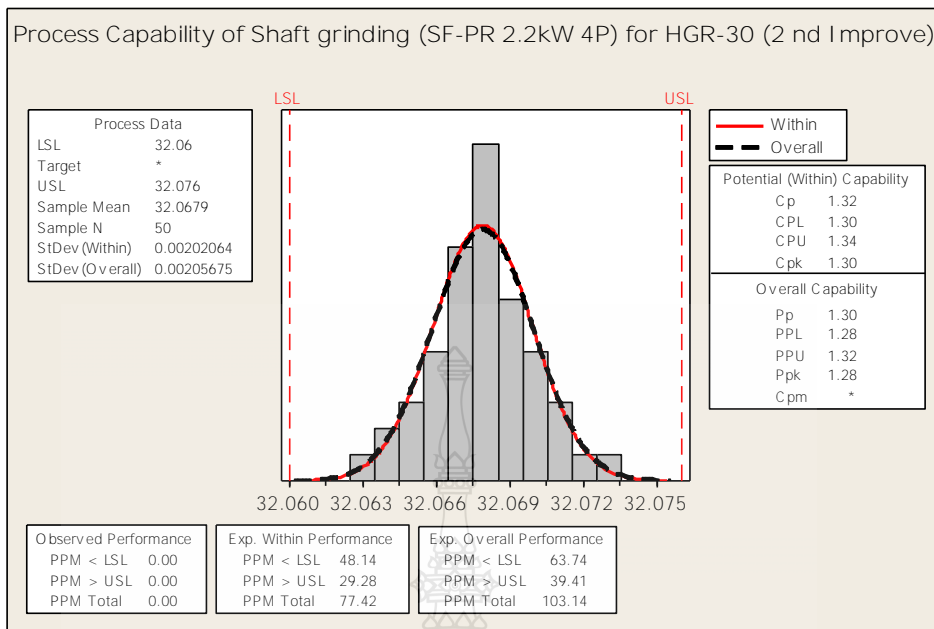
Group	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X-bar	Range
1	32.068	32.070	32.071	32.069	32.066	32.069	0.005
2	32.067	32.069	32.068	32.069	32.071	32.069	0.004
3	32.068	32.067	32.068	32.066	32.064	32.067	0.004
4	32.065	32.068	32.068	32.069	32.070	32.068	0.005
5	32.069	32.067	32.068	32.065	32.068	32.067	0.004
6	32.067	32.064	32.066	32.067	32.069	32.067	0.005
7	32.070	32.073	32.071	32.068	32.067	32.070	0.006
8	32.066	32.067	32.068	32.070	32.072	32.069	0.006
9	32.068	32.067	32.070	32.068	32.069	32.068	0.003
10	32.068	32.066	32.065	32.063	32.067	32.066	0.005
Summation						320.679	0.047
Average						32.0679	0.0047

จากข้อมูลในตารางที่ 4.6 เมื่อนำมาจัดสร้างแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและพิสัย (\bar{X} Chart และ R Chart) ได้ตามภาพที่ 4.21 เพื่อดูค่าเฉลี่ยและค่าความผันแปรหรือค่าการกระจายของกระบวนการผลิต และเมื่อพิจารณาจากแผนภูมิ \bar{X} Chart และแผนภูมิ R Chart ไม่มีจุดใดอยู่นอกขีดจำกัดควบคุม



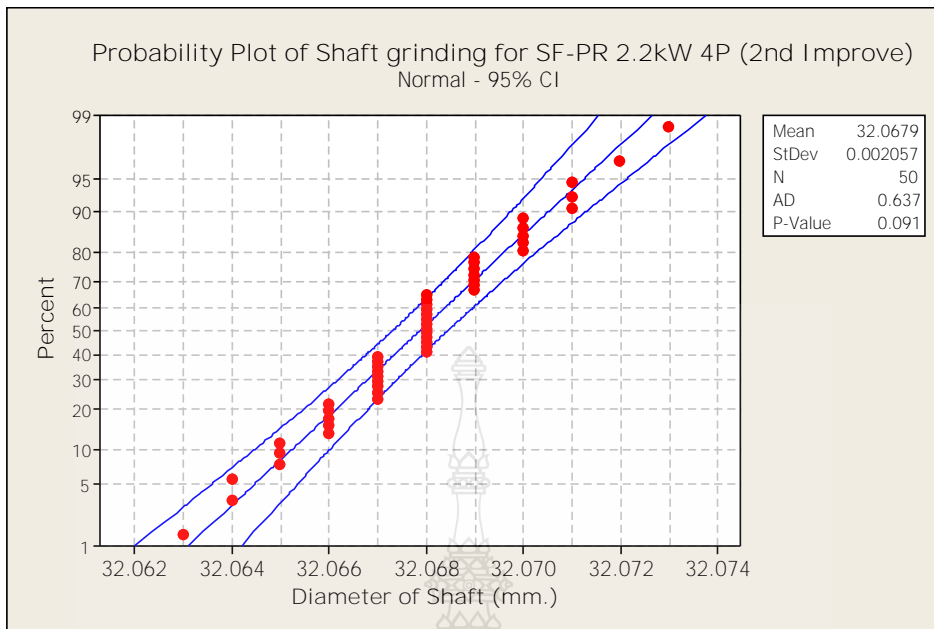
ภาพที่ 4.21 แผนภูมิ \bar{X} Chart และ R Chart ของกระบวนการเจียรแกนเพลลา (SF-PR 2.2kW 4P) แบบ PLUNG & TRVRS (2nd Improve)

จากข้อมูลในตารางที่ 4.6 เมื่อทำการวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการเจียรแกนเพลลา พบว่าค่าเฉลี่ย (Mean) ของการเจียรแกนเพลลาอยู่ที่ 32.0679 มม. และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.002057 และมีค่า Cpk เท่ากับ 1.30 ซึ่งต่ำกว่ามาตรฐานของกระบวนการผลิต ซึ่งโดยปกติแล้วค่า Cpk สำหรับกระบวนการผลิตควรมีค่ามากกว่า 1.33 ขึ้นไป ตามภาพที่ 4.22



ภาพที่ 4.22 กราฟผลการวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการเจียรแกนเพลลา (SF-PR 2.2kW 4P) แบบ PLUNG & TRVRS (2nd Improve)

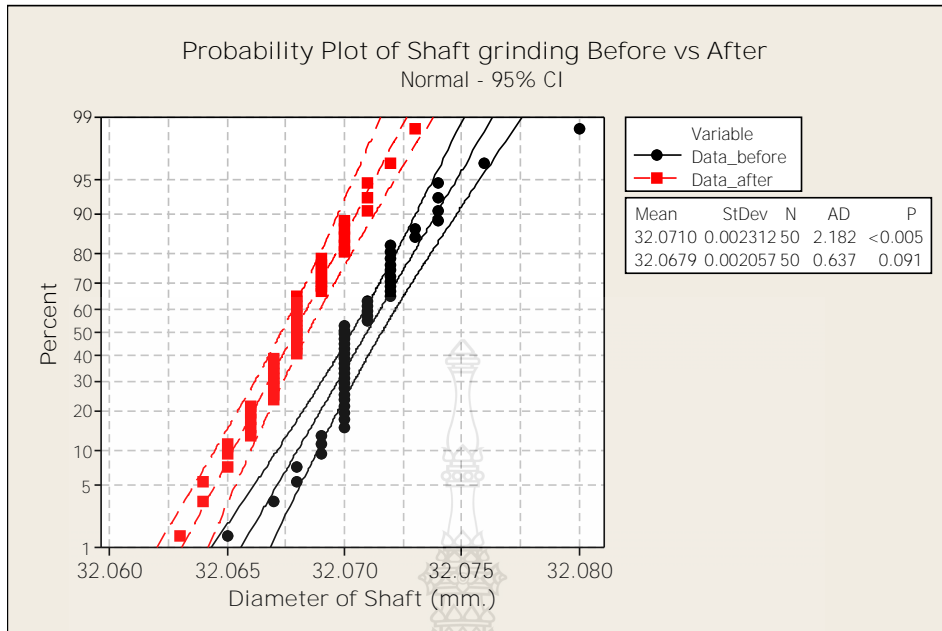
เมื่อพิจารณาความผันแปรของข้อมูลจากลักษณะของฮิสโตแกรม พบว่าค่าเฉลี่ย (Mean) ของข้อมูลมีค่าอยู่ตรงกลาง เพื่อให้เกิดความมั่นใจว่าข้อมูลที่เก็บมานั้นมีการแจกแจงแบบปกติหรือไม่ จึงได้พิสูจน์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติตรวจสอบ และพบว่าค่า P-Value มีค่า 0.091 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 ดังนั้นข้อมูลการวัดค่าความโตของแกนเพลลาที่ได้ถือว่าเป็นข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบปกติ (Normal Data) ตามภาพที่ 4.23



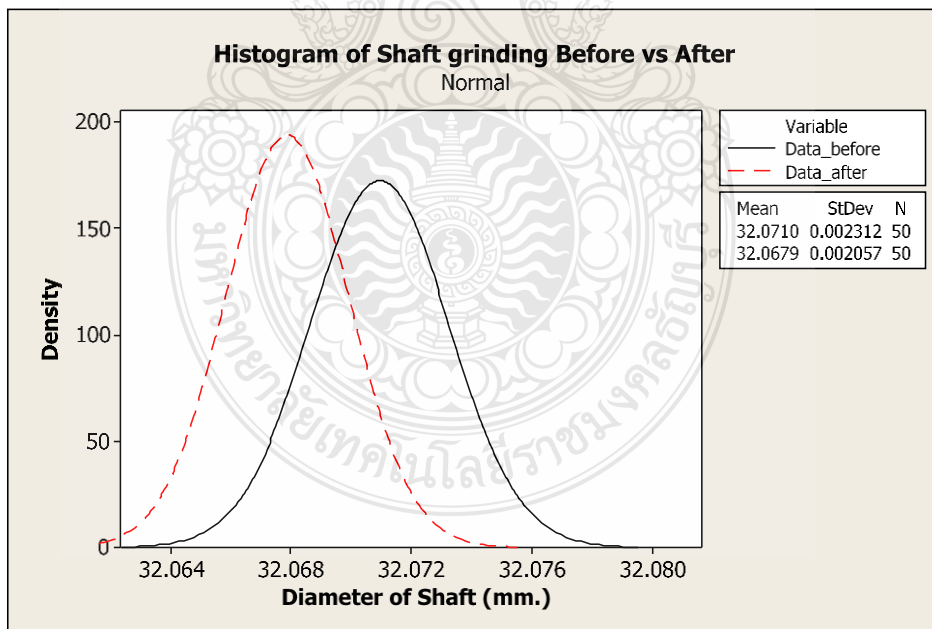
ภาพที่ 4.23 กราฟผลการทดสอบความปกติของการแจกแจงข้อมูลการเจียรแกนเพลลา (SF-PR 2.2kW 4P) แบบ PLUNG & TRVRS (2nd Improve)

4.4.2 สรุปผลที่ได้จากการดำเนินการวิจัยในขั้นตอนปรับปรุง (Improve Phase)

หลังการปรับปรุงโดยการเปลี่ยนตัว Sensor พบว่าการแจกแจงข้อมูลการเจียรแกนเพลลาจากเดิมเป็นการแจกแจงแบบไม่ปกติแต่หลังการปรับปรุงเป็นการแจกแจงแบบปกติ โดยพบว่าค่า P-Value มีค่าเปลี่ยนไปจาก น้อยกว่า 0.005 เป็น 0.091 ตามภาพที่ 4.24

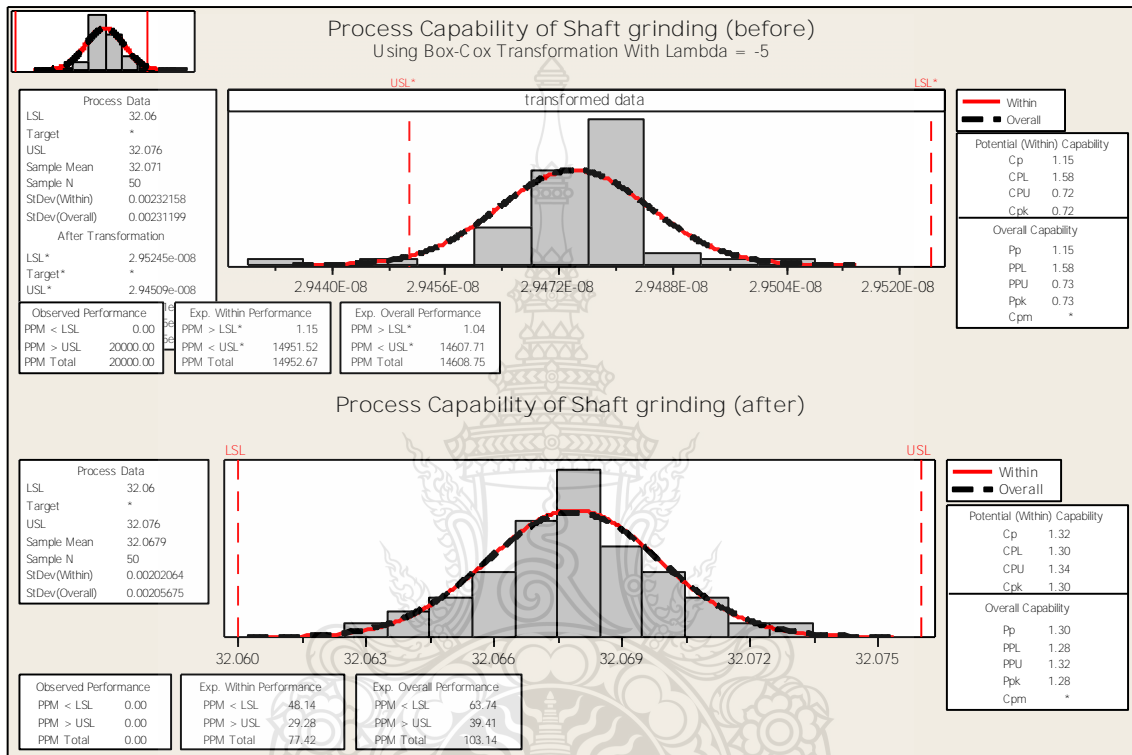


ภาพที่ 4.24 กราฟเปรียบเทียบผลการทดสอบความปกติของการแจกแจงข้อมูลการเจียรแกนเพลลา (SF-PR 2.2kW 4P)



ภาพที่ 4.25 ฮิสโตแกรมแสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลการตรวจสอบค่าความโตของแกนเพลลา (SF-PR 2.2kW 4P)

จากภาพที่ 4.25 แสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลการตรวจสอบค่าความโตของแกนเพลาระหว่างก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุง โดยก่อนการปรับปรุง มีค่า Mean ของการเจียรแกนเพลอยู่ที่ 32.0710 มม. และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.002312 มม. ซึ่งมากกว่าหลังการปรับที่มีค่า Mean เท่ากับ 32.0679 มม. และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.002057 มม.



ภาพที่ 4.26 แสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของความสามารถของกระบวนการเจียรแกนเพล (SF-PR 2.2kW 4P)

จากภาพที่ 4.26 แสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของความสามารถของกระบวนการเจียรแกนเพลระหว่างก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุง โดยพบว่าค่า Cpk มีการปรับสูงขึ้นจาก 0.72 เป็น 1.30 ซึ่งบรรลุตามค่าเป้าหมายที่ตั้งไว้ว่า Cpk ต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 1.20

4.5 การดำเนินการวิจัยในขั้นตอนการควบคุม (C: Control Phase)

ในขั้นตอนนี้เป็นการควบคุมปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดของเสียประเภทเจียรแกนเพลเล็กกว่าค่ามาตรฐาน โดยในการศึกษาครั้งนี้พบว่าปัจจัยที่ก่อให้เกิดของเสียเกิดจากตัว Sensor ที่ใช้สำหรับ

ควบคุมความโตของแกนเพลลาในกระบวนการเจียรแกนเพลลาเสื่อมสภาพ โดยสาเหตุที่พบจากการศึกษาในครั้งนี้คือ ไม่มีการนำข้อมูลที่มีการบันทึกประจำวันมาวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อค้นหาแนวโน้มของการเกิดปัญหา ซึ่งในครั้งนี้ได้มีการเปลี่ยนตัว Sensor ไปเมื่อวันที่ 9 มีนาคม 2559 และเพื่อเป็นการรักษาระดับคุณภาพและป้องกันการเกิดปัญหาอีก จึงต้องมีการอบรมวิศวกรที่มีหน้าที่ควบคุมเครื่องจักรของส่วนงาน SM/MC (Small motor machine) ซึ่งในเบื้องต้นได้มีการอบรมวิศวกรในส่วนงานฝ่ายผลิตทั้งหมดในเรื่องของหลักการควบคุมคุณภาพ เมื่อช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงธันวาคม 2558 ตามตารางที่ 4.7 และเพื่อให้ง่ายต่อการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ จึงได้พิจารณาสั่งซื้อ โปรแกรม Minitab เข้ามาใช้ในส่วนงาน SM/MC และใช้แผนภูมิ \bar{X} Chart และ R Chart ตามภาพที่ 4.27 ในการตรวจสอบความแปรปรวนของกระบวนการผลิต

ตารางที่ 4.7 ตารางการอบรมเรื่องหลักการควบคุมคุณภาพสำหรับวิศวกรในส่วนงานฝ่ายผลิต

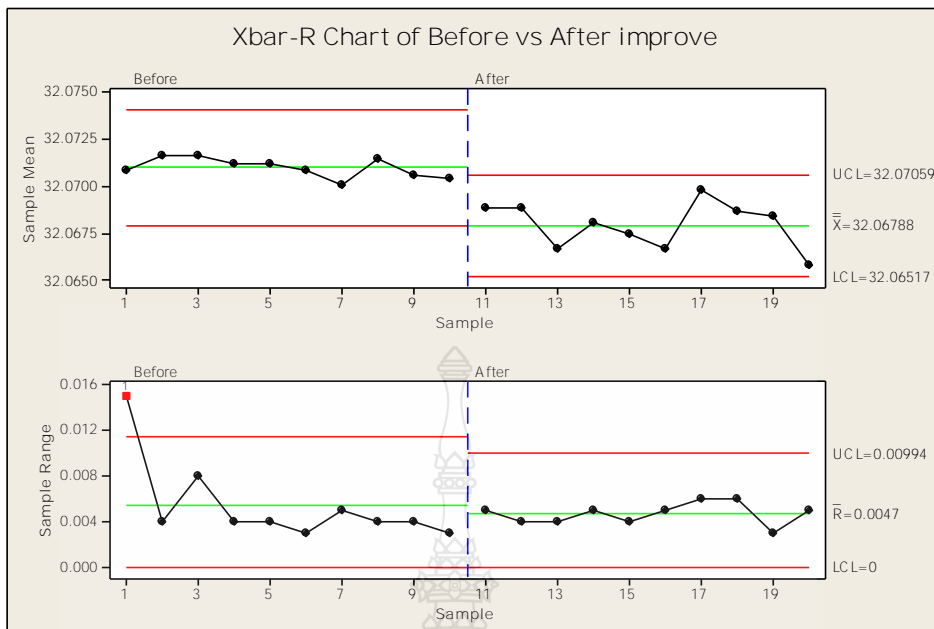
แผนการอบรมเรื่องหลักการควบคุมคุณภาพสำหรับวิศวกรฝ่ายผลิต

วันที่ : 27 ต.ค. 58

วิทยากร	: นายพิทักษ์ นามกร
	: นายพิพัฒ คงเมือง
ผู้รับการฝึกอบรม	: วิศวกรฝ่ายผลิต
	Motor assembly : Line A/B, C/D, AL-motor, Large motor
	Feeder line : SM/Press, SM/FW, SM-D, SM/MC, SM/W, LM/MC

หัวข้อการอบรม	พ.ย. 58				ธ.ค. 58		
	2-6	9-12	16-20	23-27	1-4	8-11	14-18
1. Process capability analysis by Cpk							
2. QC. 7 Tools							
2.1) Graph							
2.2) Check sheet							
2.3) Pareto chart							
2.4) Fishbone diagram or cause and Effect diagram							
2.5) Scatter diagram							
2.6) Histogram							
2.7) Control chart							
3. P-Q analysis							
4. Why-Why analysis							

เวลาการอบรม : 2Hr/Week



ภาพที่ 4.27 แผนภูมิ \bar{X} Chart และ R Chart ของกระบวนการเจียรแกนเพลาก่อนและหลังการปรับปรุงของเครื่องจักร HGR-30



บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย การอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

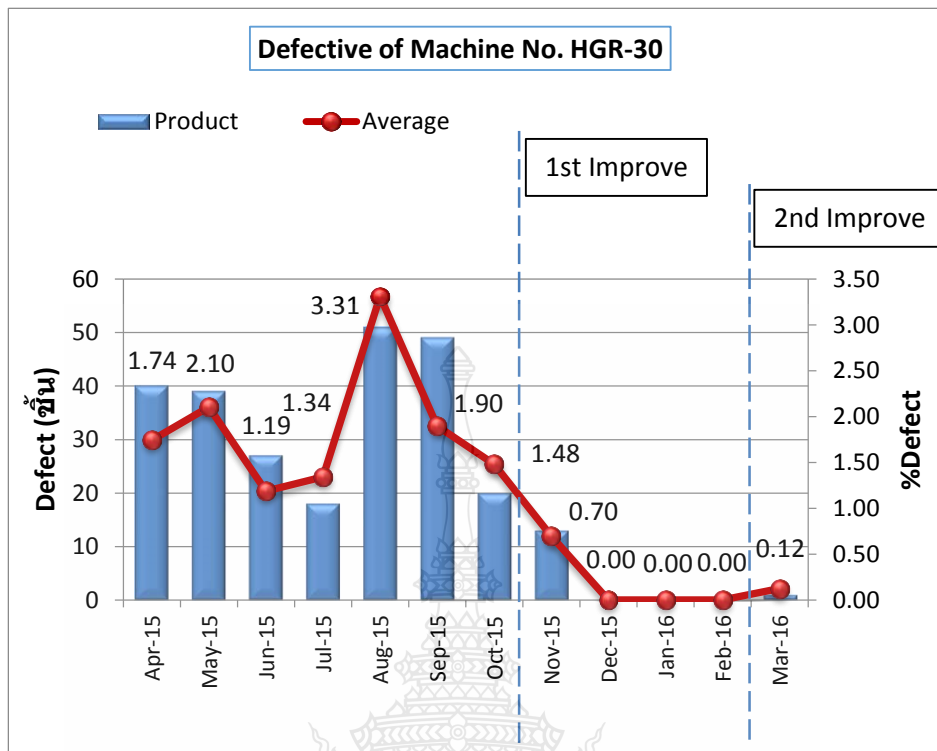
ในสภาวะปัจจุบันอุตสาหกรรมการผลิตมอเตอร์มีการแข่งขันอย่างรุนแรงทั้งในด้านคุณภาพและราคาของสินค้า การปรับปรุงและลดของเสียในกระบวนการผลิตจึงเป็นกลยุทธ์ที่ถูกนำมาใช้เพื่อลดต้นทุนที่เกิดจากของเสียในกระบวนการผลิต และเป็นการยกระดับคุณภาพให้กับผลิตภัณฑ์ ซึ่งกรณีศึกษานี้ ได้ศึกษาการลดเปอร์เซ็นต์การเกิดของเสียประเภทเจียรแกนเพลาลึกกว่าค่ามาตรฐาน โดยได้นำหลักการของซิกซ์ ซิกมา มาประยุกต์ใช้ ซึ่งมีวัตถุประสงค์ของการวิจัย คือ

1. เพื่อศึกษาหาสาเหตุของปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดของเสีย ประเภทเจียรแกนเพลาลึก ที่เกิดจากกระบวนการผลิตชิ้นส่วนประกอบมอเตอร์ไฟฟ้า
2. เพื่อลดเปอร์เซ็นต์การเกิดของเสีย ประเภทเจียรแกนเพลาลึก ที่เกิดจากกระบวนการผลิตชิ้นส่วนประกอบมอเตอร์ไฟฟ้า

5.1.1 สรุปผลการศึกษาและวิจัย

5.1.1.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดของเสีย ประเภทเจียรแกนเพลาลึก อย่างมีนัยสำคัญ คือ ตัว Sensor

5.1.1.2 หลังจากการเปลี่ยนตัว Sensor ของเครื่องจักร HGR-30 ซึ่งจากการทดลองเจียรแกนเพลาลึกในรุ่น SF-PR 2.2kW 4P พบว่าประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตมีการเพิ่มขึ้นโดยพิจารณาจากค่า Cpk ที่มีการปรับตัวสูงขึ้นจาก 0.72 เป็น 1.30 และถ้าพิจารณาจากค่า Expected Overall Performance พบว่าค่า PPM Total มีการลดลงจาก 14,632.08 PPM เหลือ 103.14 PPM และหลังการปรับปรุงพบว่าเปอร์เซ็นต์การเกิดของเสียลดลงจากเดิม 1.48% เหลือ 0.12% คิดเป็นร้อยละ 91.89 ข้อมูล ณ วันที่ 24 มีนาคม 2559 ตามภาพที่ 5.1



ภาพที่ 5.1 กราฟเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ของเสียของเครื่องจักร HGR-30 ระหว่างก่อนและหลังการปรับปรุง

5.1.2 สรุปผลการดำเนินการวิจัย

ในการดำเนินการศึกษาเพื่อปรับปรุงการลดของเสียประเภทเจียรแกนเพลาลึกกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนด ผู้ศึกษาได้นำหลักการของซิกซ์ ซิกมา มาประยุกต์ใช้ โดยได้มีการจัดตั้งทีมงานซึ่งประกอบด้วย วิศวกรฝ่ายผลิต วิศวกรฝ่ายควบคุมคุณภาพ และหัวหน้างานฝ่ายผลิต จากนั้นดำเนินการตามขั้นตอนของซิกซ์ ซิกมา คือ DMAIC สามารถสรุปผลการดำเนินงานในแต่ละขั้นตอนได้ ดังนี้

5.1.2.1 สรุปการดำเนินการวิจัยในขั้นตอนการระบุปัญหา (Define Phase)

จากผลการศึกษาพบว่าของเสียที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการเจียรแกนเพลาลึก มีจำนวนของเสีย (ชิ้น) สูงสุดเป็นอันดับแรกคือ เจียรลึก (Lower spec) ซึ่งมีจำนวนของเสียเท่ากับ 624 ชิ้น โดยคิดเป็นสัดส่วนของเสียเท่ากับ 31.8% จากของเสียที่เกิดขึ้นทั้งหมดจากขั้นตอนการเจียรแกนเพลาลึก และเมื่อพิจารณาจากเครื่องจักรพบว่าเครื่องจักร HGR-30 มีของเสียเกิดขึ้น 159 ชิ้น คิดเป็นสัดส่วน 28% จากจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นทั้งหมด ดังนั้นผู้ศึกษาจึงได้เลือกประเด็นของเสียประเภทเจียรแกนเพลาลึกของ เครื่อง HGR-30 มาทำการวิเคราะห์หาสาเหตุและหาแนวทางการปรับปรุงแก้ไข

5.1.2.2 สรุปผลการดำเนินการวิจัยในขั้นตอนการวัด (Measure Phase)

จากผลการศึกษาระบบการวัด Gage R&R มีความผันแปรอยู่ในระดับที่สามารถยอมรับได้ กล่าวคือ ค่า %Contribution ของ Gage R&R มีค่าเท่ากับ 1.37% และค่า %Study Variance ของ Gage R&R มีค่าเท่ากับ 11.69% และค่า %Tolerance ของ Gage R&R มีค่าเท่ากับ 23.74%

จากผลการศึกษาความสามารถของกระบวนการเจียรแกนเพลลา ณ สภาพปัจจุบันพบว่าค่า Cpk มีค่าเท่ากับ 0.72 ซึ่งโดยปกติแล้วค่า Cpk สำหรับกระบวนการผลิตควรมีค่ามากกว่า 1.33 ขึ้นไป

5.1.2.3 สรุปการดำเนินการวิจัยในขั้นตอนการวิเคราะห์ (Analyze Phase)

จากผลการศึกษาโดยใช้หลักการ Why-Why Analysis ในการวิเคราะห์หาสาเหตุของการเกิดของเสียประเภทเจียรแกนเพลลาเล็กของเครื่องจักร HGR-30 เกิดจากตัว Sensor ที่ใช้สำหรับควบคุมความโตของแกนเพลลาในกระบวนการเจียรแกนเพลลาเสื่อมสภาพ

5.1.2.4 สรุปการดำเนินการวิจัยในขั้นตอนการปรับปรุง (Improve Phase)

จากผลการปรับปรุงแก้ไขเครื่องจักร HGR-30 โดยการเปลี่ยนตัว Sensor และพบว่าค่าประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตมีการเพิ่มขึ้น โดยพิจารณาจากค่า Cpk ที่มีการปรับตัวสูงขึ้นจาก 0.72 เป็น 1.30 ซึ่งบรรลุตามค่าเป้าหมายที่ตั้งไว้ว่า Cpk ต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 1.20

5.1.2.5 สรุปการดำเนินการวิจัยในขั้นตอนการควบคุม (Control Phase)

จากผลการศึกษาพบว่าปัจจัยที่ก่อให้เกิดของเสียครั้งนี้เกิดจากไม่มีการนำข้อมูลที่มีการบันทึกประจำวันมาวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อดูแนวโน้มของการเกิดปัญหา ดังนั้นเพื่อเป็นการรักษาระดับคุณภาพและป้องกันการเกิดปัญหาอีก จึงต้องมีการอบรมวิศวกรที่มีหน้าที่ควบคุมเครื่องจักรของส่วนงาน SM/MC (Small motor machine) ซึ่งในเบื้องต้นได้มีการอบรมวิศวกรในส่วนงานฝ่ายผลิตทั้งหมดในเรื่องของหลักการควบคุมคุณภาพ และใช้แผนภูมิ \bar{X} Chart และ R Chart ในการตรวจสอบความแปรปรวนของกระบวนการผลิต

5.2 การอภิปรายผลการวิจัย

จากการนำหลักการซิกซ์ ซิกมา มาประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงและลดของเสียในกระบวนการผลิตแกนเพลลา ผลการวิเคราะห์พบว่าปัจจัยที่เป็นสาเหตุของการเกิดเสียเนื่องจากเจียรแกนเพลลาเล็กกว่าค่ามาตรฐานอย่างมีนัยสำคัญ คือ ตัว Sensor เกิดการเสื่อมสภาพ

จากผลการทดลองพบว่า สามารถปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตให้สูงขึ้นได้ โดยพิจารณาจากค่า Cpk ที่มีการปรับตัวสูงขึ้นจาก 0.72 เป็น 1.30 โดยสามารถประเมินหาค่าแนวโน้มของการเจียรแกนเพลลาเล็กกว่าค่ามาตรฐานในอนาคต โดยพิจารณาจากค่า Exp. Overall Performance

พบว่าค่า PPM Total มีการลดลงจาก 14,632.08 PPM เป็น 103.14 PPM และหลังการปรับปรุงพบว่าเปอร์เซ็นต์การเกิดของเสียลดลงจากเดิม 1.48% เหลือ 0.12% คิดเป็นร้อยละ 91.89 ข้อมูล ณ วันที่ 24 มีนาคม 2559 แสดงให้เห็นว่า การนำหลักการของซิกซ์ ซิกมา มาใช้ในการปรับปรุงกระบวนการเจียรแกนเพลลาเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของปัญญา ลอนนิต (2557) สมยศ วงษ์น้อย (2555) พโยม เหลือแก้ว (2555) อภิชาติ สิทธิวงศ์ (2555) อภิชาติ สถิตย์ธรรม (2555) และวุฒิกุมิ เลิศปรีชาภมล (2551)

5.3 ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย

การศึกษานี้เป็นการประยุกต์ใช้หลักการซิกซ์ ซิกมา ในการปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตเพื่อลดเปอร์เซ็นต์การเกิดของเสีย ซึ่งเป็นการแก้ไขปัญหาในเชิงเทคนิคที่ค่อนข้างซับซ้อน โดยในขั้นตอนการวิเคราะห์จะต้องมีการระดมสมองจากทีมผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านและการรวบรวมข้อมูลลักษณะของการเกิดปัญหาที่เป็นสิ่งที่สำคัญมาก เพราะจะทำให้สามารถวิเคราะห์ปัญหาได้ครอบคลุมทุกด้าน ตรงประเด็น ทำให้สามารถวางแผนการปรับปรุงแก้ไขอย่างมีประสิทธิภาพ

จากผลการศึกษาในครั้งนี้ ถึงแม้ว่าระบบการวัด Gage R&R ของการวัดค่าความโตของแกนเพลลาจะมีความผันแปรของระบบการวัดอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ แต่พบว่าระบบการวัดมีความผันแปรจากสาเหตุ Repeatability ถึง 23.11% (%Tolerance) จึงเห็นว่าควรมีการปรับปรุงระบบการวัด Gage R&R ให้ดียิ่งขึ้น โดยการนำ Jig ช่วยในจับยึดชิ้นงานให้มีความมั่นคง เพื่อลดความผันแปรจากการทำ Repeatability

สำหรับปัญหาการเจียรแกนเพลลาลึกกว่าค่ามาตรฐานของส่วนงาน Small motor machine จะยังคงต้องมีการตรวจติดตามและควบคุมจากวิศวกรฝ่ายควบคุมคุณภาพในช่วงแรกนี้ เพื่อให้มั่นใจว่าวิศวกรของฝ่าย Small motor machine จะสามารถควบคุมและสามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาขึ้นอีกในอนาคต รวมถึงการใช้แนวความคิดนี้ในการปรับปรุงแก้ไขปัญหาลื่น ๆ อีก

บรรณานุกรม

- กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. (2553). การวิเคราะห์ระบบการวัด MSA (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. (2556). หลักการการควบคุมคุณภาพ (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- ปัญญา ลอนนิต. (2557). การปรับปรุงกระบวนการผลิตพลาสติกโดยใช้เทคนิคซิกซ์ ซิกม่า : กรณีศึกษา โรงงานผู้ผลิตและประกอบแผงวงจรรวม. (การค้นคว้าอิสระปริญญา มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี).
- ไพยม เหลือแก้ว. (2555). การปรับปรุงคุณภาพในกระบวนการเชื่อมลวดโดยใช้เทคนิคซิกซ์ ซิกม่า. (การค้นคว้าอิสระปริญญา มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี).
- วุฒินุณี เลิศปรีชาภมล. (2551). การควบคุมคุณภาพโดยวิธี ซิกซ์ซิกม่า ของบริษัท อินโนเวทซ์ (ประเทศไทย) จำกัด. (การค้นคว้าแบบอิสระปริญญา มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่).
- ศุภกร พรหิรัญกุล. เอกสารการสอนชุดรายวิชา **Quality Management and Productivity**.
- สมยศ วงษ์น้อย. (2555). การปรับปรุงคุณภาพในกระบวนการผลิตพลาสติกด้วยเทคนิคซิกซ์ ซิกม่า : กรณีศึกษา บริษัท โคลูโย-ไอเค (ประเทศไทย) จำกัด. (การค้นคว้าอิสระปริญญา มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี).
- อภิชาติ สติธรรม. (2555). การปรับปรุงคุณภาพในการผลิตตามแนวความคิดของซิกซ์ ซิกม่า : กรณีศึกษา บริษัทจีนส่วนฮาร์ดดิส โดยหลักการ DMAIC. (การค้นคว้าอิสระปริญญา มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี).
- อภิชาติ สิทธิวงศ์. (2555). การลดของเสียในกระบวนการผลิตแผ่นแก้วสำหรับฮาร์ดดิสก์ โดยเทคนิค ซิกซ์ ซิกมา. (การค้นคว้าอิสระปริญญา มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่).
- Montgomery, D. C., Jennings, C. L., & Pfund, M. E. (2011). **Managing, Controlling, And Improving Quality**. John Wiley & Sons Wiley, Inc.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นายพิทักษ์ นามกร
วัน เดือน ปีเกิด	9 พฤษภาคม 2510
ที่อยู่	198/34 หมู่ 13 ตำบลบางบัวทอง อำเภอบางบัวทอง จังหวัดนนทบุรี 11110
การศึกษา	ปริญญาตรี คณะวิศวกรรมเทคโนโลยี สาขาวิศวกรรมไฟฟ้ากำลัง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล พ.ศ. 2535
ประสบการณ์การทำงาน	บริษัท เมลโก้ แมนูแฟคเจอร์ริง (ประเทศไทย) จำกัด พ.ศ. 2535 ถึง พ.ศ. 2543 บริษัท มิตซูบิชิ อิเล็กทริก ออโตเมชัน (ประเทศไทย) จำกัด พ.ศ. 2543 ถึงปัจจุบัน
เบอร์โทรศัพท์	02-023-6206
อีเมล	pitak56@live.com

