การปรับปรุงกระบวนการผลิตอุปกรณ์จุดบุหรี่ในรถยนต์

ณปภา เหลืองเกษตรชัย

งานนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
ธันวาคม 2559
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการควบคุมงานนิพนธ์และคณะกรรมการสอบปากเปล่างานนิพนธ์ ได้พิจารณางานนิพนธ์ของ ณปภา เหลืองเกษตรชัย ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมงานนิพนธ์

..... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. บรรหาญ ลิลา)

คณะกรรมการสอบปากเปล่างานนิพนธ์

..... ประธาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. บรรหาญ ลิลา)

..... กรรมการ

(ดร. ทนงศักดิ์ เทพสนธิ)

..... กรรมการ

(ดร. ฤภูวัลย์ จันทรสา)

คณะวิศวกรรมศาสตร์อนุมัติให้รับงานนิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ของมหาวิทยาลัยบูรพา

.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(ดร. อาณัติ ดีพัฒนา)

วันที่ 30 เดือน ตุลาคม พ.ศ 2559

กิตติกรรมประกาศ

งานนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บรรหาญ ลิลา อาจารย์ที่ปรึกษาที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะแนวทางที่ถูกต้อง ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความละเอียดถี่ถ้วนและเอาใจใส่ด้วยดีเสมอมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ดร.ทนงศักดิ์ เทพสนธิ และ ดร.ฤภูวัลย์ จันทรสา อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ที่กรุณาให้คำปรึกษา ตรวจแก้ไขข้อบกพร่องและวิจารณ์ผลงาน ทำให้งานวิจัยมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น และนอกจากนี้ยังได้รับความกรุณาจากผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบรวมทั้งให้คำแนะนำแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยให้มีคุณภาพ และหัวหน้างาน บุคลากรในบริษัทกรณีศึกษา ที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการเก็บรวมรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย ทำให้งานนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อไพบูลย์ คุณแม่สมพร คุณย่าอาภัชนีย์ เหลืองเกษตรชัย คุณนันท์นิชา ภูถ้ำแก้ว คุณกฤษณา เหลืองเกษตรชัย คุณศศิธร มุกดาสนิท และคุณภาวิมล ทุมจันทร์ ที่ให้กำลังใจ ช่วยเหลือและสนับสนุนผู้วิจัยเสมอมา

คุณค่าและประโยชน์ของงานนิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญูกตเวทิตาแด่บุพการีบูรพาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านทั้งในอดีตและปัจจุบัน ที่ทำให้ข้าพเจ้าเป็นผู้มีการศึกษาและประสบความสำเร็จมาตราบเท่าทุกวันนี้

ณปภา เหลืองเกษตรชัย

57920722: สาขาวิชา: วิศวกรรมศาสตร์;วศ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหการ)
คำสำคัญ: การออกแบบการทดลอง/ผลิตภัณฑ์ที่จุดบุหรี่ในรถยนต์/ น็อทปีนเกลียว

ณปภา เหลืองเกษตรชัย: การปรับปรุงกระบวนการผลิตอุปกรณ์จุดบุหรี่ในรถยนต์ (AN IMPROVEMENT OF THE PRODUCTION PROCESS FOR CAR CIGARETTE LIGHTER SOCKETS)คณะกรรมการควบคุมงานนิพนธ์: บรรหาญ ลิลา, ปร.ด.,86 หน้า. ปี พ.ศ. 2559.

งานวิจัยนี้นำเสนอการปรับปรุงกระบวนการผลิตอุปกรณ์จุดบุหรี่ในรถยนต์ โดยการประยุกต์เทคนิคด้านวิศวกรรมอุตสาหการในการวิเคราะห์บ่งชี้สาเหตุของปัญหาอย่างเป็นระบบ ซึ่งทำให้สามารถกำหนดแนวทางการแก้ไขปัญหาได้โดยประยุกต์การออกแบบการทดลอง การออกแบบรางสไลด์ การปรับตั้งหัวตรวจจับการประกอบชิ้นงาน เพื่อแก้ไขปัญหาน็อทปีนเกลียว ปัญหารางสไลด์ไม่ส่งชิ้นงานสปริงวอชเชอร์ และปัญหาการประกอบบอร์ดี้และฟิวส์ยูนิทตามลำดับ การปรับปรุงทั้งหมดส่งผลให้ลดจำนวนงานเสียจาก 468 ชิ้น เป็น 15 ชิ้นต่อเดือนและความถี่ที่ทำให้เครื่องจักรหยุดทำงานเนื่องจากงานเสียเป็นจำนวน 705 ครั้งต่อเดือนเหลือเพียง 16 ครั้งต่อเดือน ส่งผลให้สามารถลดการสูญเสียเวลาการผลิตได้อย่างมีนัยสำคัญ ส่งผลให้ผลผลิตเพิ่มจาก 1,730 เป็น 2,122 ชิ้น ต่อกะการทำงาน ซึ่งผลผลิตได้ตามเป้าหมายที่กำหนดจำนวน 2,100 ชิ้นต่อกะการทำงาน จึงสรุปได้ว่าการปรับปรุงที่ดำเนินการในงานวิจัยนี้ส่งผลให้แก้ไขปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพและสามารถใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาลักษณะเดียวกันได้ต่อไป

57920722: MAJOR: INDUSTRIAL ENGINEERING; M.Eng. (INDUSTRIAL ENGINEERING)
KEYWORDS: DESIGN OF EXPERIMENT/ CAR CIGARETTE LIGHTER SOCKET/ GALLING OF NUT TIGHTENING

NAPAPHAR LUEANGKASETCHAI: AN IMPROVEMENT OF THE PRODUCTION PROCESS FOR CAR CIGARETTE LIGHTER SOCKET. ADVISORY COMMITTEE: BANHAN LILA, Ph.D. 86 P. 2016.

This research presents an improvement of a car cigarette lighter socket production process. The Industrial Engineering (IE) techniques were systematically applied to indentify the causes of problem. The countermeasures were set up. Experimental design, slide rail redesign, adjustment of censoring pin probe were applied in order to solve the problems of galling nut and bolt, spring washer not feeding and body and fuse unit assembly problems, respectively. The implementation of these countermeasures indicated that defectives were decreased from 468 to 15 pieces per month. The frequency of machine stoppage was decreased from 705 to 16 times per month which led to significant reduction of the waste in production time. Consequently, the production rate has increased from 1,730 to 2,122 pieces per shift, and exceeded the production target of 2,100 units per shift. Thus, it can be concluded that the methodology applied in this research can efficiently solve the similar problem in the future.

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ซ

สารบัญภาพ ..... ญ

บทที่

1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 4

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย 4

ขอบเขตของงานวิจัย 4

2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 5

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 5

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 15

3 วิธีการดำเนินการวิจัย 21

ข้อมูลทั่วไปของสถานประกอบการ 21

กำหนดวิธีการดำเนินการวิจัย 21

การเก็บรวบรวมข้อมูล 31

วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา 38

4 ผลการวิจัย 50

กำหนดแนวทางการปรับปรุงปัญหาน็อทปีนเกลียว 50

การวิเคราะห์ข้อมูลผลจากการออกแบบการทดลอง 54

การวิเคราะห์หลังการตัดปัจจัยร่วม 61

กำหนดแนวทางการปรับปรุงปัญหาสปริงวอชเชอร์ไม่ฟีด 67

กำหนดแนวทางการปรับปรุงปัญหาชิ้นงานไม่มีสปริงวอชเชอร์ประกอบ 68

กำหนดแนวทางการปรับปรุงปัญหางานประกอบฟิวส์ยูนิทประกอบไม่ลงร่อง 69

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
	กำหนดแนวทางการปรับปรุงปัญหางานประกอบบอร์ดี้กลับด้าน	70
	เก็บผลหลังจากการปรับปรุง	70
5	สรุปและอภิปรายผล	74
	บทนำ	74
	สรุปผลการวิจัย	76
	อภิปรายผลการวิจัย	77
	ข้อเสนอแนะ	77
บรรณานุกรม		80
ภาคผนวก		82
	ภาคผนวก ก	83
ประวัติย่อของผู้วิจัย		86

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1-1	ลักษณะปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต	3
2-1	ตัวอย่างกราฟเส้น	9
2-2	ตัวอย่างกราฟแท่ง	10
3-1	รายละเอียดของวิธีการดำเนินการวิจัย	23
3-2	รายละเอียดของชิ้นส่วนและวิธีการประกอบ	26
3-3	การทำงานของเครื่องจักรแต่ละสถานีงาน	28
3-4	สรุปปัญหาเดือนตุลาคม–เดือนธันวาคม 2558	36
3-5	วิเคราะห์สถานีงานที่ทำให้น็อทปีนเกลียว	38
3-6	ปัจจัยที่อาจส่งผลต่องานเสียน็อทปีนเกลียว	40
3-7	ปัจจัยที่อาจส่งผลต่อปัญหาชิ้นงานไม่มีสปริงวอชเชอร์ประกอบ	43
3-8	ปัจจัยที่อาจส่งผลต่อปัญหาชิ้นงานฟิวส์ยูนิทประกอบไม่ลงร่อง	45
3-9	สรุปการทำงานของเครื่องจักรที่ผิดพลาด	45
3-10	สรุปปัจจัยที่ทำให้เกิดชิ้นงานฟิวส์ยูนิทประกอบไม่ลงร่อง	47
3-11	ปัจจัยที่อาจส่งผลต่อปัญหาชิ้นงานประกอบบอร์ดี้กลับด้าน	48
3-12	สรุปปัจจัยที่ทำให้เกิดชิ้นงานประกอบบอร์ดี้กลับด้าน	49
4-1	กำหนดระดับปัจจัยในการออกแบบการทดลอง	51
4-2	การออกแบบการทดลอง 48 การทดลอง	52
4-3	สรุปปัจจัยที่ทำให้เกิดงานเสียน็อทปีนเกลียว	65
4-4	ค่าการปรับตั้งเครื่องจักรของการแก้ไขปัญหาน็อทปีนเกลียว	66
4-5	กำหนดรอบในการทำความสะอาดเซนเซอร์	68
4-6	สรุปข้อมูลจำนวนงานเสียหลังการปรับปรุง	73
4-7	สรุปผลการปรับปรุง	73
5-1	สรุปการเก็บข้อมูล	74
5-2	ช่วงการปรับตั้งเครื่องจักรที่ได้จากการ Optimization	75
5-3	สรุปสาเหตุและปัจจัยของปัญหา	76

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

1-1 อุปกรณ์จุดบุหรี่ในรถยนต์ 2

1-2 ยอดการผลิตงานของเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม 2558 2

2-1 ตัวอย่างแผ่นตรวจสอบ 6

2-2 ตัวอย่างแผนภูมิพาเรโต 7

2-3 ตัวอย่างแผนผังก้างปลา 8

2-4 ตัวอย่างโบลท์และน็อท 13

3-1 แผนภูมิการไหลของวิธีการดำเนินการวิจัย 22

3-2 แผนภูมิการประกอบอุปกรณ์จุดบุหรี่ในรถยนต์ 25

3-3 ลักษณะเครื่องจักรที่ประกอบอุปกรณ์จุดบุหรี่ในรถยนต์ 27

3-4 ตัวอย่างแผ่นตรวจสอบในการเก็บข้อมูลงานเสีย 32

3-5 แผ่นตรวจสอบการเก็บข้อมูลงานเสียของเดือนตุลาคม 33

3-6 แผ่นตรวจสอบการเก็บข้อมูลงานเสียของเดือนพฤศจิกายน 34

3-7 แผ่นตรวจสอบการเก็บข้อมูลงานเสียของเดือนธันวาคม 35

3-8 แผนภูมิพาเรโตแสดงปัญหาชิ้นงานเสีย 37

3-9 ลักษณะชิ้นงานน็อทปีนเกลียว 38

3-10 ขั้นตอนการทำงานที่สถานีงานที่ 2 จุดประกอบน็อทชั่วคราว 39

3-11 วิเคราะห์แผนภูมิก้างปลาของปัญหางานน็อทปีนเกลียว 40

3-12 ลักษณะของรางสไลด์ลำเลียงสปริงวอชเชอร์ 41

3-13 ลักษณะชิ้นงานไม่มีสปริงวอชเชอร์ประกอบ 42

3-14 วิเคราะห์แผนภูมิก้างปลาของปัญหาชิ้นงานไม่มีสปริงวอชเชอร์ประกอบ 43

3-15 รางเซนเซอร์ที่จุดประกอบสปริงวอชเชอร์ 44

3-16 ลักษณะของชิ้นงานที่ฟิวส์ยูนิทประกอบไม่ลงร่อง 44

3-17 วิเคราะห์แผนภูมิก้างปลาของปัญหาชิ้นงานที่ฟิวส์ยูนิทประกอบไม่ลงร่อง 45

3-18 ลักษณะพินโพรบ 46

3-19 ลักษณะของชิ้นงานที่ประกอบบอร์ดี้กลับด้าน 47

3-20 วิเคราะห์แผนภูมิก้างปลาของปัญหาชิ้นงานประกอบบอร์ดี้กลับด้าน 48

4-1 การทดสอบความอิสระต่อกันของงานเสียจากการทดลอง 55

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

4-2 การกระจายตัวแบบปกติของงานเสียจากการทดลอง 55

4-3 การกระจายตัวแบบฮิสโตแกรมของงานเสียจากการทดลอง 56

4-4 การตรวจสอบความเสถียรความแปรปรวนของงานเสียจากการทดลอง 56

4-5 แผนภูมิการกระจายตัวของ Vacuum ที่เป็น Clean 57

4-6 แผนภูมิการกระจายตัวของ Vacuum ที่เป็น Dirty 57

4-7 Half Normal Plot แสดงปัจจัยที่มีอิทธิพลและไม่มีอิทธิพลต่อผลตอบสนอง 58

4-8 Residual Plot 4 in 1 61

4-9 Main Effect Plot จากการทดลอง

63

4-10 Interaction Plot จากการทดลอง 64

4-11 Optimization Plot ที่ทำให้งานเสียน้อยที่สุด 66

4-12 รางสไลด์ลำเลียงสปริงวอชเชอร์ก่อนและหลังปรับปรุง 67

4-13 ตารางยืนยันการทำความสะอาดเซนเซอร์ 68

4-14 แก้ไขตำแหน่งหัวพินโพรบให้อยู่กึ่งกลาง 69

4-15 ปรับปรุงรูปแบบถุงมือในการประกอบ 70

4-16 จำนวนการผลิตและงานเสียในกระบวนการหลังการปรับปรุงของเดือนมีนาคม 2559 71

4-17 จำนวนการผลิตและงานเสียในกระบวนการหลังการปรับปรุงของเดือนเมษายน 2559 72

4-18 จำนวนการผลิตและงานเสียในกระบวนการหลังการปรับปรุงของเดือนพฤษภาคม 2559 73

5-1 ชิ้นงานตัวแทน (Master) ตรวจจับการทำงานของหัวพินโพรบ 79

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

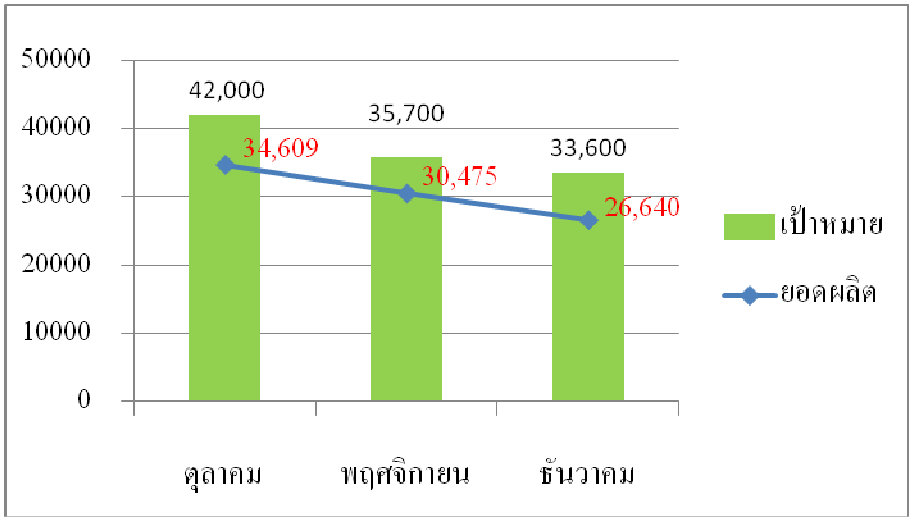
อุตสาหกรรมยานยนต์ของประเทศไทยในปี 2555เป็นช่วงเวลาที่ประเทศไทยสามารถผลิตและส่งออกยานยนต์และชิ้นส่วนได้มากกว่า 2 ล้านคัน เป็นการผลิตเพื่อจำหน่ายในประเทศและส่งออกในสัดส่วนประมาณร้อยละ 50: 50 และไทยกลายเป็นผู้ส่งออกยานยนต์รายใหญ่ระดับ 1 ใน 10 ของโลก มีการผลิตยานยนต์เพื่อการส่งออกและเป็นฐานการผลิตที่สำคัญของชิ้นส่วนยานยนต์ เพราะไทยไม่ปิดกั้นการเข้ามาลงทุนของบริษัทต่างชาติซึ่งในอีกไม่กี่เดือนข้างหน้าปลายปี 2558 ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนหรือเออีซีจะเกิดขึ้นอย่างเต็มรูปแบบ ทำให้มีผลกระทบในด้านเศรษฐกิจ การค้า และอุตสาหกรรม ในส่วนของอุตสาหกรรมรถยนต์ก็เช่นกันที่จะต้องศึกษาถึงผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นรวมถึงแนวทางในการปรับตัวเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้น รวมไปถึงนโยบายการเปิดตลาดแข่งขันที่เสรีมากขึ้นของประเทศเพื่อนบ้าน ได้แก่ อินโดนีเซีย มาเลเซีย และเวียดนาม ด้วยประชากรที่มากขึ้นทำให้มีความต้องการใช้ยานยนต์เพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง และสิ่งที่ตามมาก็คือการแข่งขันจะมีรูปแบบที่เปลี่ยนไป โดยจะแข่งกันในด้านเชิงคุณภาพสินค้ามากกว่าที่ผ่านมา เนื่องจากการกีดกันมาตรการทางภาษีมีแนวโน้มลดลงจนเกือบเป็นศูนย์ (อาภรณ์ ชีวะเกรียงไกร 2557)

ปัญหาในกระบวนการผลิตเป็นปัญหาที่ทำให้เกิดต้นทุนต่อหน่วยมากที่สุด ดังนั้นการจะช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีต้นทุนต่ำ จำเป็นจะต้องทำการศึกษาและเข้าใจถึงกระบวนการทำงานอย่างแท้จริง เพื่อสามารถแก้ไขปรับปรุงการทำงานให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด เช่น ลดเวลาสูญเสียในกระบวนการผลิต ลดจำนวนของเสียในกระบวนการผลิต ลดปัญหางานด้านคุณภาพ เป็นต้น

งานวิจัยนี้ได้บริษัทกรณีศึกษาเป็นบริษัทผลิตชิ้นส่วนภายในรถยนต์ ซึ่งสายการผลิตที่นำมาทำการวิจัยเป็นกระบวนการผลิตอุปกรณ์จุดบุหรี่ในรถยนต์ โดยบริษัทกรณีศึกษาเป็นฐานการผลิตอุปกรณ์จุดบุหรี่ในรถยนต์ที่ผลิตจำหน่ายทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ เช่น อเมริกา มาเลเซีย อินโดนิเซีย เป็นต้น โดยเป้าหมายของการผลิตกำหนดให้กระบวนการจะต้องสามารถผลิตชิ้นงานให้ได้240 ชิ้นต่อชั่วโมง ซึ่งมีเวลาการทำงาน 8.75 ชั่วโมงต่อกระทำงานดังนั้นกำลังการผลิตเป้าหมายใน1กะทำงาน คือ 2,100 ชิ้น

ภาพที่ 1-1อุปกรณ์จุดบุหรี่ในรถยนต์

ฝ่ายการผลิตส่งรายงานผลกระบวนการผลิตอุปกรณ์จุดบุหรี่ในรถยนต์ จากการรายงานพบว่ากระบวนการผลิตไม่สามารถผลิตงานได้ตรงตามเป้าหมายที่กำหนดรวมถึงมีการผลิตงานเสียจากกระบวนการออกมาจำนวนหนึ่ง จึงขอให้ทางฝ่ายวิศวกรเข้าไปศึกษาและปรับปรุงกระบวนการผลิต เพื่อให้การผลิตเป็นไปตามเป้าหมายจากปัญหาดังกล่าวทางฝ่ายผลิตไม่สามารถแจกแจงลักษณะงานเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการได้ ส่งผลให้ไม่สามารถที่จะกำหนดแนวทางการแก้ไขได้ ดังนั้นทางฝ่ายวิศวกรจึงทำการเก็บข้อมูลลักษณะงานเสีย โดยกำหนดแผ่นตรวจสอบ (Check sheet) เพื่อดูลักษณะงานเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการและความถี่ของงานเสีย ซึ่งกำหนดเก็บข้อมูลเป็นเวลา 3เดือน คือเดือนตุลาคมจนถึงเดือนธันวาคม 2558 ข้อมูลแสดงดังภาพที่1-2และตารางที่1-1



ภาพที่ 1-2 ยอดการผลิตงานของเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม 2558

จากภาพที่ 1-2เป็นการรายงานยอดการผลิตของเดือนตุลาคมจนถึงเดือนธันวาคม 2558

โดยวันทำงานในแต่ละเดือนคือ 20, 17 และ 16วันตามลำดับแต่จากการคำนวณยอดการผลิตเฉลี่ยของ3เดือน เท่ากับ 1,730ชิ้นต่อวัน หรือเท่ากับ 82.38% เมื่อเทียบกับยอดการผลิตเป้าหมาย 2,100 ชิ้น ซึ่งทางผู้บริหารตั้งเป้าหมายหลังการปรับปรุงการผลิต คือจะต้องผลิตงานได้ไม่ต่ำกว่า 98% หรือประมาณ 2,085 ชิ้นต่อ 1กะการทำงานจากการเก็บข้อมูลตลอด 3 เดือนทำให้สามารถแจกแจงลักษณะปัญหาในกระบวนการได้ทั้งหมด5 ลักษณะ แสดงดังตารางที่ 1-1ซึ่งปัญหาดังกล่าวส่งผลให้เกิดเวลาสูญเสียในกระบวนการ โดยงานเสีย1ชิ้นทำให้เครื่องจักรหยุดทำงานตั้งแต่ 1-5 นาที ส่งผลให้เวลาสูญเสียที่สูงเมื่อเทียบกับเวลาการผลิตงาน1ชิ้น ใช้เวลาเพียง 15 วินาที

ตารางที่ 1-1ลักษณะปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต

	หัวข้อลักษณะงานเสีย				
เดือน	หัวข้อที่ 1	หัวข้อที่ 2	หัวข้อที่ 3	หัวข้อที่ 4	หัวข้อที่ 5
ตุลาคม	220	18	182	332	31
พฤศจิกายน	244	15	164	279	18
ธันวาคม	203	10	147	245	15
รวม	667	43	493	856	64

หัวข้อที่ 1คือ สปริงวอชเชอร์ไม่ฟีด

หัวข้อที่ 2 คือ ประกอบบอดี้กลับด้าน

หัวข้อที่ 3คือ ชิ้นงานไม่มีสปริงวอชเชอร์

หัวข้อที่ 4คือ น็อทปีนเกลียว

หัวข้อที่ 5คือ ฟิวส์ยูนิทประกอบไม่ลงร่อง

ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงทำการศึกษาค้นคว้างานวิจัยและทฤษฎีต่างๆที่เกี่ยวข้อง เพื่อปรับใช้กับปัญหางานที่เกิดขึ้นในกระบวนการและเลือกใช้วิธีการแก้ไขให้เหมาะสมกับลักษณะปัญหางานในแต่ละหัวข้อ โดยเป้าหมายหลังการปรับปรุงของยอดการผลิตจาก 82.38% เป็น 98% และลดค่าใช้จ่ายในการทำลายทิ้งของงานเสีย เนื่องจากลักษณะที่เป็นน็อทปีนเกลียวและฟิวส์ยูนิทประกอบไม่ลงร่องจะต้องทำลายทิ้ง โดยการทำลายทิ้งจะมีค่าใช้จ่ายที่ชิ้นละ 30 บาทซึ่งจากการเก็บข้อมูล 3 เดือนที่ผ่านมาคำนวณงานเสียที่ต้องทำลายทิ้งจำนวน 920ชิ้น คิดเป็นเงินเท่ากับ27,600 บาท

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อลดจำนวนของเสียในกระบวนการผลิตอุปกรณ์จุดบุหรี่ในรถยนต์

2. เพื่อให้กระบวนการผลิตอุปกรณ์จุดบุหรี่ในรถยนต์สามารถผลิตงานได้ตามเป้าหมายที่กำหนด

3. เพื่อหาสาเหตุและสรุปปัจจัยที่ทำให้เกิดงานเสีย

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. จำนวนของเสียในกระบวนการผลิตลดลง
2. ทราบถึงสาเหตุของปัญหาที่ก่อให้เกิดงานเสีย
3. ได้นำความรู้ความสามารถในการเรียนมาใช้แก้ไขปัญหาในการทำงานได้

ขอบเขตของงานวิจัย

ศึกษาและการแก้ไขปัญหางานเสียในกระบวนการผลิตอุปกรณ์จุดบุหรี่ในรถยนต์

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การดำเนินการแก้ปัญหาในกระบวนการผลิต ต้องศึกษาทำความเข้าใจการทำงานของกระบวนบวนการนั้น ๆ และรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เพื่อการวิเคราะห์หาแนวในการดำเนินการแก้ไข เมื่อศึกษางานในกระบวนการแล้ว การศึกษาและค้นคว้างานวิจัยหรือค้นคว้าทฤษฎีต่าง ๆ ที่เหมาะสมและสามารถมาปรับใช้กับปัญหาที่สนใจอยู่นั้นจะช่วยให้การทำงานมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ลดเวลาในการดำเนินการในบางส่วนและช่วยให้เห็นแนวทางหรือวิธีการในการปรับปรุงได้อย่างรวดเร็ว

ซึ่งในงานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตอุปกรณ์จุดบุหรี่ในรถยนต์ให้สามารถผลิตงานได้ตรงตามเป้าหมายที่กำหนด ดังนั้นการค้นคว้ามีความสำคัญเพื่อจะนำไปสู่การตัดสินในการแก้ไขปัญหา โดยต้องมีการวางแผนดำเนินการ การเก็บข้อมูลเพื่อให้ข้อมูลมีความน่าเชื่อถือ และการนำมาวิเคราะห์ เพื่อบ่งชี้ปัจจัยที่มีผลต่อผลลัพธ์ โดยในบทนี้ได้แสดงเนื้อหาของทฤษฎีที่จำเป็น ได้แก่การศึกษางานโดยการถ่ายภาพเคลื่อนไหวและสังเกตการณ์ แผ่นตรวจสอบ (Check sheet) แผนภูมิพาเรโต (Pareto diagram) แผนผังเหตุและผล (Cause and Effect diagram)เทคนิคการระดมสมอง (Brainstorming) และการวัดผลในการผลิต

1. การศึกษางาน

การศึกษางานอาจแบ่งออกได้หลายลักษณะเช่น การศึกษางานเพื่อหาเวลามาตรฐาน การศึกษางานเพื่อดูการเคลื่อนไหวของพนักงานหรือเครื่องจักร เป็นต้น ในบทนี้การศึกษางานคือการศึกษาเพื่อดูพฤติกรรมของเครื่องจักรและพนักงานที่อาจมีส่วนก่อให้เกิดงานเสียในกระบวนการผลิตได้ ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในเก็บข้อมูลคือ กล้องวีดิโอ และการเฝ้าสังเกตการ

1.1 กล้องวีดีโอนำมาใช้ในการบันทึกภาพการทำงานในช่วงเวลาต่างๆ ของกระบวนการผลิต ซึ่งในการบันทึกจะบันทึกทั้งการทำงานของเครื่องจักรที่ทำการผลิตและการทำงานของพนักงานในการประกอบ การบันทึกด้วยกล้องวีดิโอทำให้ผู้วิจัยสามารถย้อนดูการทำงานในช่วงเวลาที่เกิดงานเสียได้ ทำให้สะดวกต่อการวิเคราะห์ เนื่องจากเครื่องจักรทำงานค่อยข้างเร็ว ซึ่งการใช้กล้องวีดีโอในการบันทึกก็สามารถใช้กล้องวีดิโอแบบใดก็ได้ไม่จำกัด เพียงแต่จะต้องสามารถบันทึกการทำงานได้ชัดเจนเท่านั้น ในการวิจัยนี้ใช้กล้องวีดิโอของ Sony รุ่น NEX-VG 300 ซึ่งเป็นกล้องที่สามารถเปลี่ยนเลนส์ได้จึงสามารถซูมระยะไกลได้หลายเท่า

1.2 การสังเกตหรือเฝ้าสังเกตการณ์การทำงานก็เป็นส่วนหนึ่งในการศึกษางาน โดยการสังเกตจะเป็นการมองภาพโดยรวมของการทำงาน ซึ่งจะต่างจากการบันทึกจากกล้องวีดิโอที่บันทึกการทำงานได้แค่เฉพาะจุด ข้อดีของการสังเกต เช่น ทำให้เข้าใจการทำงานมากขึ้น ได้สัมผัสบรรยากาศในการทำงานในจุดนั้นๆ ทำให้เข้าถึงการทำงานของพนักงาน เป็นต้น ซึ่งการสังเกตจำเป็นจะต้องมีการเขียนบันทึกเพื่อเป็นข้อมูลในการนำมาวิเคราะห์งาน

2. เครื่องมือควบคุมคุณภาพ

เครื่องมือในการควบคุมคุณภาพมีอยู่หลายตัว ซึ่งในงานวิจัยนี้เลือกนำเครื่องมือมาใช้เพียงบางส่วนที่เหมาะสมกับปัญหาที่ทำการศึกษาอยู่เท่านั้น

2.1 แผ่นตรวจสอบ (Check sheet)

คือแบบฟอร์มที่มีการออกแบบเป็นช่องว่างต่างๆ เพื่อให้สามารถกรอกข้อมูลได้ ซึ่งไม่มีแบบที่ตายตัวแล้วแต่งานที่จะทำการเก็บข้อมูล การเก็บข้อมูลเป็นการบันทึกข้อมูลที่สนใจ โดยจะต้องสามารถบันทึกได้ง่าย สะดวก ถูกต้องไม่ยุ่งยาก และในการกรอกแบบฟอร์มทุกครั้งต้องมีวัตถุประสงค์ที่ชัดเจน เช่น เพื่อควบคุมและติดตามผลการดำเนินการผลิต เพื่อการตรวจสอบ เป็นต้นแสดงดังภาพที่ 2-1

บริษัท XYZ จำกัด

ใบตรวจสอบข้อบกพร่องของสายการผลิต ACC-01

Model _____ **ผู้ตรวจสอบ** _____

เวลาตรวจสอบ _____ **ผู้บันทึกข้อมูล** _____

งานเสียหรือข้อบกพร่อง	จำนวนของเสีย
สายไฟขาด	𝍸 𝍸 I
ชิ้นงานแตก	𝍸 𝍸
ค่าความต้านทานเกิน	𝍸
ค่าความต้านทานต่ำ	𝍸 III
ไม่ประกอบ Spring Washer	𝍸 I
ลืมประกอบ Housing	𝍸
ค่าแรงดันไฟฟ้าตก	𝍸 𝍸 𝍸 III
อื่น ๆ	II

ภาพที่ 2-1 ตัวอย่างแผ่นตรวจสอบ

2.2 แผนภูมิพาเรโต(Pareto diagram)

คือ กราฟแท่งของข้อมูลชนิดต่าง ๆ ที่มาเรียงกันโดยให้กราฟแท่งของข้อมูลที่มีค่าสูงสุดอยู่ทางซ้ายและเรียงลำดับมาทางขวามือตามค่าที่ลดลง เพื่อใช้เปรียบเทียบลำดับความสำคัญหรือปริมาณของปัญหาระหว่างข้อมูลชนิดต่าง ๆ

หลักการของพาเรโตมีใจความว่า “ในปัญหาใดๆ ที่เกิดขึ้นย่อมมีมาจากสาเหตุหลายๆอย่าง ดังนั้นถ้าจะแก้ปัญหาให้สำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพต้องไปแก้ที่สาเหตุใหญ่เสียก่อน”

การสร้างแผนภูมิพาเรโต มีวิธีดังนี้

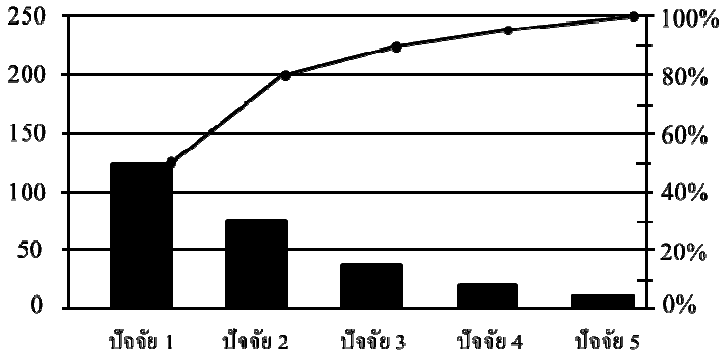
1. กำหนดรายการของปัญหาต่างๆ ที่จะเขียนหรือศึกษา เช่น จะเขียนแผภูมิพาเรโตของข้อบกพร่องต่างๆ ให้แบ่งแยกว่ามีข้อบกพร่องอะไรบ้างออกเป็นข้อ ๆ ให้ชัดเจน

2. กำหนดระยะเวลาที่จะทำการศึกษาปัญหาเหล่านั้น คือมีกำหนดวันเริ่มงานและช่วงเวลาสิ้นสุดของงาน ซึ่งสิ่งที่สำคัญคือต้องการให้กราฟทุกกราฟที่เกี่ยวข้องกันอยู่ในช่วงเวลาเดียวกัน ทำให้สามารถเปรียบเทียบได้ในภายหลัง

3. ปกติเมื่อรวบรวมข้อมูลได้แล้วมักจะคำนวณเป็นเปอร์เซนต์ โดยรวมปริมาณแต่ละรายการรวมเข้าด้วยกันหมด ซึ่งปริมาณรวมถือเป็น 100% จากนั้นคำนวณหาเปอร์เซนต์ของข้อมูลแต่ละหัวข้อ พร้อมเปอร์เซนต์สะสม และถ้าข้อมูลมีจำนวนน้อยก็ไม่จำเป็นต้องทำเป็นเปอร์เซนต์

4.เขียนกราฟแท่ง โดยใช้ความสูงของกราฟแต่ละแท่งเท่ากับเปอร์เซนต์ของข้อมูล ส่วนความกว้างของแท่งกราฟให้กว้างเท่ากันตามความเหมาะสมและเขียนรายการกำกับไว้ โดยเรียงกราฟแท่งที่มีเปอร์เซนต์สูงสุดอยู่ทางด้านซ้ายสุดและเรียงมาด้านขวาตามลำดับของเปอร์เซนต์ที่น้อยที่สุดลง

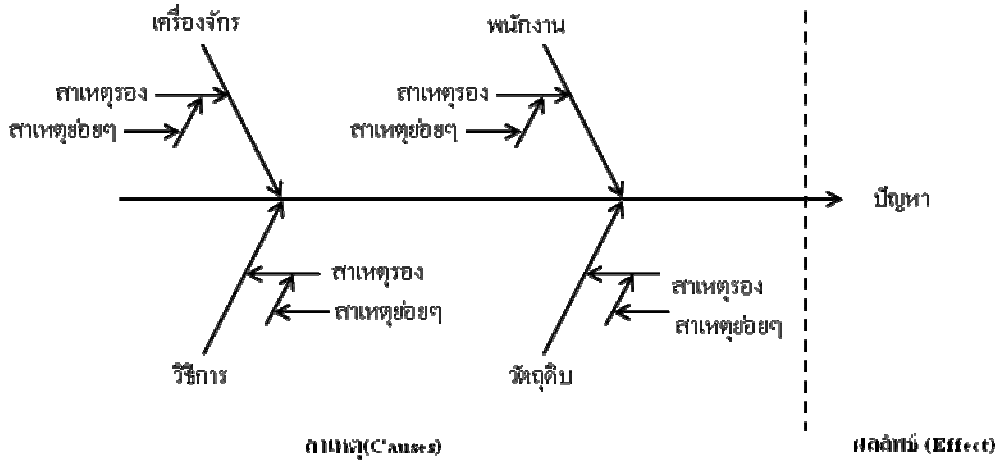
5. เขียนกราฟความถี่สะสมจากมุมของกราฟแท่งแรก เขียนตามเปอร์เซนต์สะสมจนครบและนำมาพิจารณาแก้ไขสาเหตุ แสดงแผนผังพาเรโตดังภาพที่ 2-2



ภาพที่ 2-2 ตัวอย่างแผนภูมิพาเรโต

2.3 แผนผังก้างปลา(Fishbone diagram)

เป็นแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะของปัญหา(ผล) กับปัจจัยต่างๆ (สาเหตุ)ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งบางครั้งอาจจะเรียกว่า แผนผังเหตุและผล(Cause and Effect diagram)หรือแผนภูมิอิชิกะวะ (Ishikawa diagram)ซึ่งผู้คิดค้นคือ Dr.Kaoru Ishikawa เป็นเครื่องมือหลักที่มีความสำคัญมาก สามารถช่วยค้นหาสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นได้อย่างมีระบบ สามารถแบ่งกลุ่มสาเหตุได้ เมื่อทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้นก็ต้องระดมสมองหรือความคิดเห็นหาสาเหตุเพื่อหาแนวทางการแก้ไขต่อไป ซึ่งการวิเคราะห์โดยใช้แผนผังแสดงเหตุและผลจะให้จำแนกการวิเคราะห์ออกเป็นส่วน ๆ ซึ่งใช้หลักการ 4M หรือการวิเคราะห์ปัจจัยทั้ง 4ด้าน เข้ามาช่วยในการวิเคราะห์ ได้แก่ ด้านเครื่องจักร (Machine) ด้านคนหรือพนักงาน (Man) ด้านวิธีการ (Method) และด้านวัตถุดิบ (Material) ซึ่งในบางครั้งอาจมีการวิเคราะห์ในด้านอื่น ๆ เพิ่มเข้ามาเพื่อให้เหมาะกับปัญหาที่สนใจ โดยตัวอย่างของแผนผังแสดงสาเหตุและผลแสดงดังภาพที่ 2-3



ภาพที่ 2-3ตัวอย่างแผนผังก้างปลา

2.4 กราฟ(Graph)

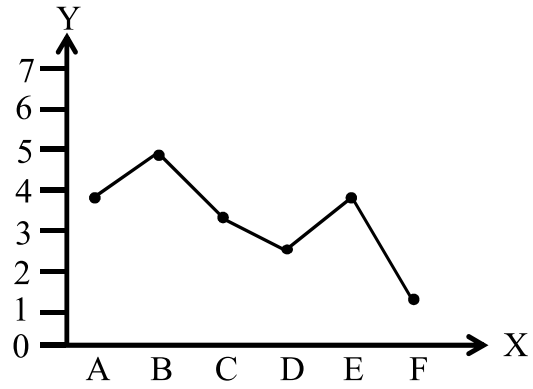
คือ แผนภาพที่แสดงถึงตัวเลขหรือข้อมูลทางสถิติที่ใช้ เมื่อต้องการนำเสนอข้อมูลและวิเคราะห์ผลของข้อมูลดังกล่าว เพื่อทำให้ง่ายและรวดเร็วต่อการทำความเข้าใจ โดยสามารถแบ่งประเภทของกราฟได้ดังนี้

2.4.1 กราฟเส้น

คือ กราฟที่เกิดจากการลากเส้นเชื่อมต่อกันระหว่างจุด (plot) ต่อจุดตามลำดับ ซึ่งจุดต่างๆ เหล่านั้นได้จากการลงจุด (Plotting) ระหว่างค่า x และ y วัตถุประสงค์ของการนำเสนอ

ด้วยแผนภูมิเส้นก็เพื่อที่จะให้มองเห็นการกระเพื่อมขึ้นลง (Fluctuation) หรือแนวโน้ม (Trend) ของกราฟ หรือข้อมูลใด ๆ ที่มีการเปลี่ยนแปลงไปตามกาลเวลาซึ่งกล่าวได้ว่าเป็นข้อมูลที่เป็นไปตามอนุกรมของเวลา นิยมนำเสนอในรูปกราฟเชิงเส้นซึ่งอาจเป็นกราฟเส้นตรงหรือกราฟเส้นโค้งก็ได้เพื่อใช้ประโยชน์ในการศึกษาความเป็นไปของข้อมูลหรือใช้ในการพยากรณ์ข้อมูลในอนาคต

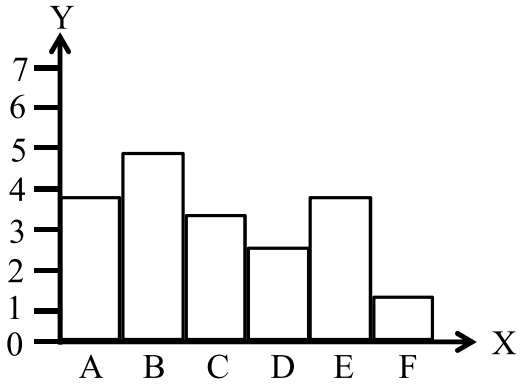
ตารางที่ 2-1 ตัวอย่างกราฟเส้น

ชื่อกราฟ	ลักษณะของกราฟ	วัตถุประสงค์
กราฟเส้น		แสดงถึงความผันแปรของข้อมูลเชิงตัวเลขโดยมีสาเหตุสำคัญอยู่ที่แกน x จะเรียกกราฟนี้ว่า กราฟแนวโน้ม

2.4.2กราฟแท่ง

คือกราฟที่ประกอบด้วยรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า เรียกว่า แท่ง จำนวนหนึ่งโดยมีลักษณะเป็นแท่งสูงหรือยาวที่เปลี่ยนแปลงตามขนาด แต่มีความกว้างเท่ากันหมดเราอาจเรียงแท่งเหล่านี้ในทางตั้งหรือทางนอนก็ได้โดยเว้นระยะช่องว่างตามสมควรและจะต้องเขียนโครงเรื่องจำแนกแต่ละแท่งให้ชัดเจนด้วยแผนภูมิแท่งอาจจะมีการระบายสีหรือแรเงาเพื่อให้ดูเด่นและในกรณีที่มีการเปรียบเทียบกันหลายแท่ง เช่น แผนภูมิแท่งซับซ้อนหรือเชิงประกอบจำเป็นจะต้องระบายสีหรือแรงเงาเพื่อจำแนกความแตกต่างของแผนภูมิแต่ละชุดที่นำมาเปรียบเทียบกันนั้นวัตถุประสงค์ของการนำเสนอข้อมูลในรูปแผนภูมิแท่งเพื่อแสดงความเปลี่ยนแปลงและการเปรียบเทียบข้อมูล

ตารางที่ 2-2 ตัวอย่างกราฟแท่ง

ชื่อกราฟ	ลักษณะของกราฟ	วัตถุประสงค์
กราฟแท่ง		แสดงถึงการเปรียบเทียบปริมาณของประเภทข้อมูลตามแกน x

3. เทคนิคการระดมความคิด(Brainstorming)

การระดมความคิดหรือในบางครั้งเรียกว่าการะดมสมอง เป็นการแสดงความคิดเห็น ซึ่งเป็นทั้งความคิดเห็นที่เป็นไปได้และความคิดเห็นที่เป็นไปไม่ได้ที่เห็นว่าอันเป็นประโยชน์ต่อปัญหาที่สนใจ เพื่อนำมารวบรวมข้อมูลในด้านต่างๆ ที่ต้องการจากผู้ที่ปฏิบัติงานหรือผู้ที่เกี่ยวข้องที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญ เพื่อจะเป็นแนวทางสู่การวางแผนการดำเนินการและการค้นหาสาเหตุของปัญหา(ศิริญญา แสงศรี, 2554)

การระดมสมองถือว่าเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดอีกขั้นตอนหนึ่ง ซึ่งความคิดที่เกิดขึ้นในขั้นตอนนี้จะผลักดันให้เลือกสาเหตุที่เป็นรากเหง้า โดยพยายามให้เสนอความเห็นเฉพาะสาเหตุเท่านั้น หลีกเลี่ยงไม่เสนอวิธีแก้ในขั้นตอนนี้ ซึ่งวิธีแก้ไขจะเกิดขึ้นหลังจากที่พบสาเหตุแล้ว

เป้าหมายในขั้นตอนนี้คือให้ได้ความคิดที่หลากหลายจำนวนมากที่สุดให้ทุกคนมีส่วนร่วมในกระบวนการแก้ไขปัญหา ให้ตรวจสอบองค์ประกอบต่างๆ อย่างครบถ้วน และต้องมีบรรยากาศของการสร้างสรรค์และเปิดกว้าง

กฎของการระดมความคิด ได้แก่ ไม่มีการวิพากษ์วิจารณ์ความคิดของคนอื่น ทุกคนมีโอกาสเท่าเทียมกัน เน้นปริมาณของความคิดมากกว่าคุณภาพ และพยายามขยายหรือต่อยอดความคิดของคนอื่นที่เสนอไว้

ขั้นตอนในการระดมความคิดโดยส่วนใหญ่ มักใช้เวลาที่ยาวนานจนเกินไป ซึ่งระยะเวลาที่เหมาะสมที่สุดคือ 30 นาที และหากต้องเกินเวลาก็ไม่ควรเกิน 45 นาที เพราะพลังงานในการคิดนั้นจะมีมากในช่วงเวลาอันสั้น ซึ่งการที่ใช้เวลาในการระดมความคิดมากไปจะเริ่มมีเรื่องส่วนตัวเข้ามา

เกี่ยวข้อง และที่แย่ที่สุดก็คือการเงียบของสมาชิก เพราะเริ่มต่างคนต่างคิดไม่ออก ซึ่งแต่เดิมนั้นขั้นตอนในการระดมความคิดจะแบ่งออกเป็น 2ช่วง คือ การสร้างความคิด (Ideation) และการตัดสิน (Judgement) ต่อมาได้มีการเพิ่มเติมส่วนที่ 3 เข้าไป พร้อมกับได้มีการปรับให้เป็น 3ขั้นตอน ดังนี้

1. สำรวจปัญหา (Exploring the problem)
2. สร้างความคิด (Generating ideas)
3. พัฒนาหนทางแก้ไข (Developing the solution)

ซึ่งก่อนการเข้าสู่ขั้นตอนการระดมความคิดจะต้องทำการสร้างทีมงานที่จะเข้าร่วมการหาสาเหตุของปัญหา ในการวิจัยการแก้ไขอุปกรณ์จุดบุหรี่ในรถยนต์นี้ มีหน่วยงานที่จะต้องเข้าร่วมคือ ฝ่ายการผลิต ฝ่ายซ่อมบำรุง ฝ่ายวิศวกร โดยหน่วยงานละ 2-3 คน ในการเข้าร่วม

4. การออกแบบการทดลอง (Design of Experiment, DOE)

การออกแบบการทดลองคือ การทดสอบหรือชุดของการทดสอบ เพื่อศึกษาผลของปัจจัยนำเข้า (Input) ต่อผลลัพธ์ที่สนใจ โดยการเปลี่ยนระดับของปัจจัยนำเข้าตามการทดลองที่กำหนดไว้

4.1 คำศัพท์ที่ต้องทราบก่อนทำการทดลอง

4.1.1. ปัจจัย(Factor) คือ ปัจจัยนำเข้าที่ผู้วิเคราะห์สงสัยหรือสนใจว่าจะส่งผลต่อผลลัพธ์ที่กำลังศึกษาวิเคราะห์อยู่ โดยสามารถแบ่งปัจจัยออกได้เป็น 2ประเภท คือ ปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้ (Uncontrollable factor) และปัจจัยที่ควบคุมได้ (Controllable factor) ซึ่งการออกแบบการทดลองจะมุ่งเน้นไปที่การศึกษาเพื่อบงชี้ผลกระทบจากปัจจัยต่อผลลัพธ์(Response)ที่สนใจ ซึ่งปัจจัยที่ควบคุมได้จะเรียกว่า ทรีตเม้นท์(Treatment)

4.1.2. จำนวนครั้งในการทำการทดลองซ้ำ (Replication) เป็นการทำการทดลองซ้ำภายใต้เงื่อนไขที่เหมือนเดิม เช่น การทดลองที่มีปัจจัย 2ปัจจัย และมีปัจจัยละ 2ระดับจะมี 4เงื่อนไขการทดลองและระบุให้มีการทดลองซ้ำ 3ครั้ง จะต้องทำการทดลอง 4เงื่อนไขทั้งหมด 3ครั้งหรือจะได้ว่าต้องทำการทดลองทั้งหมด 12การทดลอง

4.1.3. ผลลัพธ์ที่สนใจ(Response) ซึ่งเป็นผลลัพธ์หรือคุณลักษณะทางคุณภาพที่สนใจ ซึ่งมีนัยสำคัญตามการเปลี่ยนแปลงของทรีตเม้นท์ต่างๆ

4.1.4. การสุ่ม(Randomization) เป็นส่วนหนึ่งของการออกแบบการทดลองที่พยายามให้ปัจจัยที่นำมาทดลองไม่มีผลต่อช่วงเวลาในการทดลองหรือสิ่งแวดล้อมที่ไม่สามารถควบคุมได้ ให้มีการกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอและทำให้การเก็บผลลัพธ์ที่มีความน่าเชื่อถือ

4.2 ขั้นตอนการออกแบบทดลอง

4.2.1 ศึกษาปัญหาในขั้นตอนนี้ผู้วิเคราะห์จะต้องทำการศึกษากระบวนการ โดยต้องกำหนดว่าจะต้องเก็บข้อมูลในส่วนใด เลือกเก็บข้อมูลส่วนที่จำเป็นต่อการทดลองเท่านั้น ซึ่งอาจจะต้องให้เครื่องมือต่างๆ ในการศึกษากระบวนการที่สนใจ เช่น ในการเก็บปัญหาอาจจะมีแผ่นตรวจสอบ (Check Sheet) เข้ามาช่วยในการเก็บข้อมูล หรือการถ่ายภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวมาเป็นข้อมูล ซึ่งการศึกษาทำให้ผู้วิเคราะห์เข้าใจกระบวนการได้ดี เพื่อนำไปสู่แนวทางการแก้ไขปัญหาในที่สุด

4.2.2 กำหนดผลตอบสนอง(Response) ที่ต้องการศึกษาเป็นขั้นตอนที่ผู้วิเคราะห์จะต้องกำหนดคุณลักษณะต่างๆ เช่น คุณลักษณะทางคุณภาพที่เป็นสิ่งที่ต้องการปรับปรุงในกระบวนการใดที่ทำการศึกษาอยู่

4.2.3กำหนดปัจจัยที่ต้องการควบคุมและระดับของปัจจัยในขั้นตอนนี้ ผู้วิเคราะห์จะต้องเลือกปัจจัยที่สงสัยว่าจะมีผลต่อผลลัพธ์ที่ทำการศึกษาอยู่ เพื่อนำปัจจัยมาทำการออกแบบการทดลอง ซึ่งอาจจะต้องเครื่องมือในการช่วยเลือกหรือช่วยหาปัจจัยที่เป็นไปได้ เช่น การระดมความคิด (Brainstorming)ซึ่งการระดมความคิดก็อาจจะต้องให้ผู้ที่เกี่ยวข้องกับงานรวมถึงผู้เชี่ยวชาญในด้านเทคนิคต่างๆ มาร่วมการระดมความคิดเพื่อให้ได้ปัจจัยที่มีความสมบูรณ์ และต้องกำหนดระดับของแต่ละปัจจัยให้เหมาะสมกับเงื่อนไขในด้านต่างๆ อีกด้วย

4.2.4 กำหนดรูปแบบการทดลองในขั้นตอนนี้จะต้องกล่าวถึงรูปแบบของการทดลอง ขนาดของตัวอย่าง จำนวนการทดลองซ้ำ และกำหนดลำดับการทดลองอย่างสุ่ม

4.2.5ทำการทดลองและเก็บข้อมูลในขั้นตอนนี้ลงมือทำการทดลองพร้อมกับเก็บข้อมูลตามรูปแบบการทดลองจากข้อที่ 4ซึ่งในขั้นตอนนี้จะส่งผลต่อการนำผลไปวิเคราะห์ ถ้าการเก็บข้อมูลได้ไม่ดีจะทำให้การทดลองขาดความน่าเชื่อถือ เช่น การไม่ทำการทดลองตามรูปแบบการสุ่ม

4.2.6การวิเคราะห์ข้อมูลเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลในเชิงสถิติ มีการวิเคราะห์ด้วยกราฟ มีการวิเคราะห์โดยสมการเส้นถดถอย และอาจมีการวิเคราะห์ด้วยซอต์ฟแวร์ทางสถิติต่างๆ เพื่อให้เกิดความสะดวกและรวดเร็วต่อการวิเคราะห์ อย่างไรก็ตามผู้วิเคราะห์จะต้องมีความเข้าใจหลักการทางสถิติ เพื่อการตีความได้อย่างถูกต้อง

4.2.7สรุปและนำเสนอแนวทางการปรับปรุงในขั้นตอนนี้นำผลการวิเคราะห์มาสรุปผล เพื่อการดำเนินการปรับปรุงต่อไป เมื่อทำการปรับปรุงแล้วก็จะต้องเก็บผลหลังจากปรับปรุง โดยอาจจะสร้างแผนภูมิควบคุม (Control chart) มาเพื่อตรวจติดตามกระบวนการ หรือแผ่นตรวจสอบ (Check sheet) ในการเก็บผลหลังการปรับปรุง หรือเครื่องมืออื่น ๆ ที่เหมาะสมกับ

กับกระบวนการที่ศึกษา จากนั้นก็ทำการสรุปผลจากการปรับปรุงว่ากระบวนการสามารถทำได้ตามที่กำหนดไว้หรือไม่ เมื่อกระบวนการเป็นไปตามที่กำหนด ขั้นตอนที่เหลือก็คือทำเป็นมาตรฐานในการใช้งาน เพื่อให้กระบวนยังคงอยู่ในเงื่อนไขของกระบวนการปรับปรุง

5. หลักการขันน็อทชั่วคราว (Pre-Tightening)

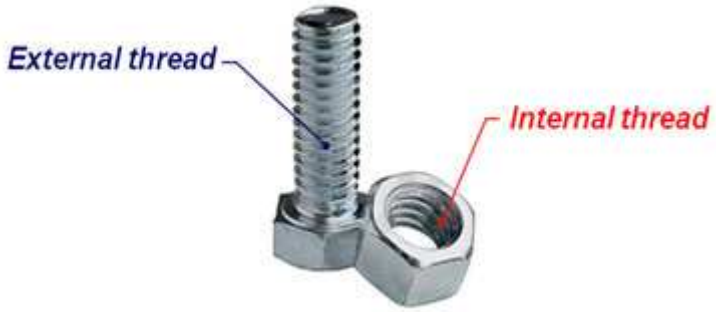
การขันน็อทชั่วคราวเป็นการประกอบน็อทไว้โดยที่ไม่ขันแน่น แต่เป็นเพียงการประกอบน็อทให้สุดเกลียวของน็อทเท่านั้น เป็นการประกอบเพื่อพร้อมในการขัน เนื่องจากถ้าทำการขันแน่นระหว่างโบลท์กับน็อทจะทำให้เกิดงานเสียลักษณะปีนเกลียวได้ง่าย ดังนั้นการประกอบน็อทด้วยการขันแบบชั่วคราวจะทำให้กระบวนการขันแน่นมีประสิทธิภาพ ส่วนประกอบของโบลท์และน็อทมีดังนี้

5.1 เกลียวนอก(External thread) หรือบางครั้งเรียกว่าเกลียวตัวผู้จะมีลักษณะเป็นเกลียวที่อยู่บนผิวนอกของทรงกระบอก

5.2 เกลียวใน(Internal thread) หรือบางครั้งเรียกว่าเกลียวตัวเมียจะมีลักษณะเป็นเกลียวที่อยู่บนผิวภายในของรูน็อท

5.3 เกลียวขวา (Right-hand thread) คือเกลียวที่ถ้าถูกหมุนในทิศทางตามเข็มนาฬิกาแล้วจะเป็นการขันเกลียวให้แน่นเกลียวชนิดนี้จะพบเห็นได้บ่อยที่สุดในชีวิตประจำวัน

5.4เกลียวซ้าย (Left-hand thread) คือเกลียวที่ถ้าถูกหมุนในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาแล้วจะเป็นการขันเกลียวให้แน่น



ภาพที่ 2-4ตัวอย่างโบลท์และน็อท

หลักการทำงานขันน็อทชั่วคราวจะมีการทำการแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ การขันทวนเข็มนาฬิกา (Return torque) และสองทำการขันตามเข็มนาฬิกา (Tightening torque)

การขันทวนเข็มนาฬิกาจะทำการขันก่อนที่จะทำการขันตามเข็มนาฬิกา จุดประสงค์

เพื่อให้น็อทมีระนาบเดียวกับเกลียวของโบลท์ ให้มั่นใจได้ว่าน็อทจะไม่เอียงและอาจส่งผลทำให้เกิดน็อทปีนเกลียวกับโบลท์ได้

การขันตามเข็มนาฬิกาจะทำเพื่อให้น็อทหมุนลงเกลียวโบลท์ได้อย่างสมบูรณ์ และเนื่องจากเป็นการขันน็อทแบบชั่วคราวจึงทำการขันน็อทเป็นการประกอบไว้เพียงหลวมๆ เท่านั้น

6. การวัดผลด้วยประสิทธิภาพ (Efficiency)

เป้าหมายของการปรับปรุงกระบวนการผลิตนี้คือ ประสิทธิภาพของการผลิต ซึ่งต้องสามารถผลิตงานให้ได้มากกว่า 98% ของการผลิตเป้าหมาย โดยการผลิตเป้าหมายคือ 240 ชิ้นต่อชั่วโมง หรือถ้าคิดเป็นตัวเลขจะต้องผลิตงานให้ได้มากกว่า 236 ชิ้นต่อชั่วโมง ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสูตรที่ (2-1) และสามารถคิดเป็นเปอร์เซนต์โดยคูณด้วย 100

$$\text{ประสิทธิภาพ} = \frac{Output}{Input} \qquad (2\text{-}1)$$

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พิชัย เกียรติทัศน์ (2552) การปรับปรุงประสิทธิภาพสายการผลิตน็อตเครื่องยนต์ด้วยแนวคิดของระบบการผลิตแบบลีนโดยวิเคราะห์ปัญหาด้วยแผนภูมิสายธารคุณค่าของกระบวนการผลิตน็อตเครื่องยนต์ กำหนดแนวทางปรับปรุง สร้างแผนภูมิสายธารคุณค่าอนาคต ดำเนินการปรับปรุงและติดตามสรุปผล จากแผนภูมิสายธารคุณค่าในปัจจุบันพบปัญหาประสิทธิภาพการทำงานของขั้นตอนปัจจุบันเพียง 50%ซึ่งมีสาเหตุมาจากความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต จำแนกและจำกัดความสูญเปล่าด้วยการปรับกระบวนการผลิตเป็นแบบเซลและไคเซ็น ซึ่งการปรับปรุงและติดตามผลพบว่าสามารถเพิ่มประสิทธิภาพทำงานเป็น 69% ส่งผลให้สามารถลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิตได้สรุปได้ว่าประสิทธิภาพของพนักงานที่เกิดขึ้นจริงเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพของพนักงานที่วางแผนในอนาคตลดลงจาก 90% เป็น 76.85% คิดเป็น 13.15% และประสิทธิภาพขั้นตอนการผลิตที่เกิดขึ้นจริงเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพของขั้นตอนการผลิตที่วางแผนไว้ในอนาคตลดลงจาก 86.67% เป็น 69.17% หรือมีเปอร์เซ็นลดลงถึง 17.5%

ศิวาพร กิจเจริญวรากุล (2558) การลดของเสียในกระบวนการบรรจุกาแฟซองสำเร็จรูปด้วยวิธี DMAICบริษัทกรณีเป็นบริษัทผลิตสินค้ากาแฟสำเร็จรูปผู้วิจัยทำการตรวจสอบของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตของโรงงานกรณีศึกษา ซึ่งจากการเก็บข้อมูลพบว่ามีงานเสียในกระบวนการบรรจุกาแฟซองสำเร็จรูปเฉลี่ย 7,713,333ซองต่อเดือน โดยคิดเป็นร้อยละ 17.71 ของปริมาณที่ผลิตทั้งหมด หรือกล่าวได้ว่าคุณภาพของกระบวนการผลิตมีค่าประมาณ1.5ซึ่งของเสียในกระบวนการนี้ไม่สามารถกลับนำไปใช้ใหม่ได้ (Rework)เนื่องจากจะทำให้เกิดความเสียหายต่อผู้บริโภค เช่น กาแฟในซองเกิดการเสื่อมสภาพ เกิดการปนเปื้อนเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคในงานวิจัยนี้ทำการศึกษากาแฟสำเร็จรูปสูตรกลมกล่อม เนื่องจากมียอดการผลิตสูงและมีข้อร้องเรียนจากผู้บริโภคเป็นจำนวนมากจากการศึกษาพบว่าของเสียมีทั้งหมด 8 ปัญหาของเสีย โดย 1) ซองแตก ซึ่งเป็นของเสียที่พบมากที่สุดโดยคิดเป็นร้อยละ 45 ของจำนวนซองที่เสียทั้งหมด2) ปนเปื้อน 3) บาร์โค๊ดผิด 4)ปริมาณน้ำตาลไม่ได้มาตรฐาน 5) ผลชิมไม่ผ่าน 6) ปริมาณครีมเทียมไม่ได้มาตรฐาน 7) ปริมาณกาแฟไม่ได้มาตรฐาน และ 8) ปัญหาของเสียอื่นๆเมื่อเทียบความเสียหายที่เกิดขึ้นคิดเป็นมูลค่าเป็น 138,771,486 บาทต่อปี ของปัญหาที่เกิดขึ้นทั้งหมดทางผู้วิจัยเลือกทำการแก้ไขปัญหาลดของเสียที่เกิดจากซองแตก โดยอาศัยแนวทาง DMAIC ในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นผลการวิจัย1) การศึกษากระบวนการผลิตวิเคราะห์การไหลของกระบวนการผลิต เพื่อศึกษาว่าขั้นตอนใดของกระบวนการผลิตกาแฟซองสำเร็จรูปทรีอินวันเกิดข้อบกพร่อง2) การวิเคราะห์ระบบวัดระบบการวัดเป็นสิ่งสำคัญต่อค่าวัดที่วัดได้จากกระบวนการผลิต เนื่องจากการแก้ปัญหาทางด้านคุณภาพหรือการป้องกันปัญหาจะทำได้อย่างมีประสิทธิภาพก็ต่อเมื่อมั่นใจได้ว่าเครื่องมือ

วัดอยู่ในสภาวะเสถียรวิธีการศึกษาคือ1) คัดเลือกตัวอย่างชิ้นงาน 15 ชิ้นที่เป็นทั้งงานดีและงานเสีย โดยเลือกมาในจำนวนใกล้เคียงกันและเขียนหมายเลขติดที่ตัวอย่าง2) เลือกพนักงานที่มีทักษะในการตรวจสอบและผ่านการอบรมจำนวน 2 คน3) ทำการศึกษาความสามารถของระบบการวัด โดยให้พนักงานที่คัดเลือกมาตรวจสอบตัวอย่างที่เตรียมไว้ โดยให้ทำการตรวจแบบสุ่ม ให้พนักงานประเมินคุณภาพและสรุปผลการตรวจสอบเป็นแบบผ่านหรือไม่ผ่าน และบันทึกผลการตรวจสอบ 4) ให้พนักงานแต่ละคนทำการตรวจสอบซ้ำในแต่ละตัวอย่าง จำนวน4 ครั้งต่อหนึ่งชิ้นตัวอย่าง 5) ทำการประเมินผลด้วยดัชนีต่างๆ6) การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา 6.1) เขียนผังแสดงเหตุและผล โดยเลือกกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับปัญหาซองแตก6.2) ระดมความคิด ทำการวิเคราะห์ปัจจัยที่เป็นไปได้ที่มีผลกระทบ 6.3) สรุปผลการระดมความคิด เลือกปัจจัยเบื้องต้นที่เป็นไปได้ทั้งหมดเพื่อนำข้อมูลไปทำการศึกษาต่อด้วย FMEAสรุปผลการดำเนินการข้อมูลบ่งชี้ปัญหาจากซองแตกหลังจากการบรรจุ คิดเป็นสัดส่วนของเสียสูงถึง 60,803 ppm หรือกระบวนการมีดัชนีความสามารถ Cpkเท่ากับ 0.62 เมื่อประยุกต์ใช้จริงส่งผลให้ปัญหาซองแตกลดลงอย่างมีนัยสำคัญ มีสัดส่วนของเสียจากซองแตกเท่ากับ 100 ppm หรือกระบวนการมีดัชนีความสามารถ Cpkเท่ากับ 1.30 โดยของเสียเฉลี่ยต่อเดือนลดลงจากร้อยละ 13.61 เหลือ 7.05 ปัญหาซองแตกเฉลี่ยต่อเดือนลดลงจากร้อยละ 6.08 เหลือ 0.01 ส่งผลให้ค่าใช้จ่ายลดลงต่อเดือนจาก 11,564,290 บาท เหลือ 5,165,782 บาท ซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการดำเนินการ

บุญยศักดิ์ บุญประสิทธิ์ (2551)การปรับปรุงวิธีการประกอบพื้นรองเท้ากับตัวรองเท้าโดยหลักการควบคุมคุณภาพเชิงสถิตและเครื่องทางสถิติต่างๆ พบว่าความสูญเสียเกิดจากปัญหากาวร่อนมากที่สุดโดยคิดเป็นร้อยละ 63 ของความสูญเสียทั้งหมด ซึ่งสาเหตุของปัญหาเกิดจากปัจจัยหลักคือ ปริมาณกาวที่ใช้ทาพื้นรองเท้าไม่เหมาะสมจึงทำการศึกษาและวิเคราห์ปัจจัยดังกล่าว โดยใช้เครื่องทางสถิติ ซึ่งสามารถลดความสูญเสียของผลิตภัณฑ์และสามารถลดปริมาณการใช้กาวลงได้ร้อยละ 45 โดยจากเดิมใช้กาวทาพื้นรองเท้าอยู่ที่ 100 กรัมต่อหนึ่งข้างหลังการปรับปรุงเหลือเพียงการทากาวข้างละ 55 กรัมต่อหนึ่งข้าง ส่งผลทำให้การใช้ปริมาณของวัตถุดิบลดลงและยังสามารถผลิตงานที่ได้มาตรฐานอีกด้วย

อัจฉรียา รักมิตร(2543) ศึกษาการปรับปรุงกระบวนการในการตรวจสอบประสิทธิภาพของเครื่องมือวัดในโรงงานผลิตชิ้นส่วนคอมพิวเตอร์ โดยใช้แนวทางของซิกซ์ซิกมา และเครื่องมือสถิติต่างๆ เช่น แผนภูมิพาเรโต แผนภูมิควบคุม เป็นต้น โดยศึกษากระบวนการประกอบ Headgimbalซึ่งเป็นชิ้นส่วนที่มีความสำคัญในการอ่านข้อมูลของเครื่องคอมพิวเตอร์ จากการเก็บข้อมูลในอดีตพบว่าเครื่องมือดังกล่าวมีประสิทธิภาพในการตรวจจับความผิดพลาดในการผลิตเพียงร้อยละ 30 จึงทำให้เกิดความสูญเสียในการผลิต จากการศึกษาและเก็บข้อมูลวิเคราะห์หาสาเหตุของ

ปัญหาด้วยแผนภูมิพาเรโต พบว่าสาเหตุหลักเกิดจากชิ้นส่วนมาตรฐานที่ใช้ในเครื่องมือวัด มีความเสื่อมถอยและเมื่อทำการแก้ไขปัญหาโดยทำการสอบเทียบเครื่องมือวัดให้อยู่ในมาตรฐาน ซึ่งเมื่อทำการแก้ไขปัญหาดังกล่าวแล้วพบว่าสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจจับของเครื่องมือวัดคิดเป็นร้อยละ 78 อีกทั้งยังสามารถลดต้นทุนและความสูญเสียในกระบวนการให้ต่ำลง

รัชนพ เลิศวิชามงคล (2546) ศึกษาการลดของเสียจากกระบวนการซ่อมบัดกรีสำหรับแผ่นลายวงจร โดยใช้เครื่องมือ QC 7 Tools มาใช้ในการแก้ไขปัญหา และขั้นตอนในการวิจัยตามวงจรเดมมิ่ง คือ P-D-C-A เนื่องจากมีการเปลี่ยนวัสดุในการบัดกรี ซึ่งที่เป็นตะกั่วมาเป็นแบบไม่มีตะกั่ว ซึ่งเป็นไปตามข้อบังคับของลูกค้า เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดของเสียเป็นจำนวนมากจากกระบวนการซ่อมบัดกรี ในงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาถึงการซ่อมบัดกรีพบว่ามีหลายวิธีแยกตามชนิดของข้อบกพร่องที่มากที่สุดของข้อบกพร่องมา 3 ชนิด คือ Solder bridging, Insufficient solder, Misalignment จากนั้นใช้แผนภูมิเหตุและผลวิเคราะห์แล้วจัดกลุ่มแยกเป็นการจัดการกับวิธีการบัดกรี การจัดการกับปลายหัวแร้งและพนักงาน จากนั้นจึงหาวิธีการแก้ไขโดยพยายามออกแบบวิธีการบัดกรี ปลายหัวแร้ง และจัดอบรมให้กับพนักงานแล้วทำการทดลอง เพื่อเปรียบเทียบผลก่อนหลังโดยใช้กราฟและสรุปผลเพื่อจัดทำเป็นมาตรฐาน

สุวิมล จันทร์แก้ว (2549) การศึกษาวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อมุ่งเน้นทางด้านการลดของเสียในกระบวนการผลิตล้ออลูมิเนียมอัลลอยด์ โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบด้านคุณภาพ (Failure mode and Effects analysis :FMEA) งานวิจัยเริ่มจากการศึกษากระบวนการผลิตล้ออลูมิเนียมอัลลอยด์ของโรงงานตัวอย่าง และค้นหาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อข้อบกพร่องในทุกกระบวนการผลิต โดยอาศัยการระดมสมองด้วยแผนผังแสดงเหตุและผล และการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบด้านคุณภาพสำหรับกระบวนการผลิต (PFMEA) จากนั้นกำหนดทีมผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องกับทุกกระบวนการมาวิเคราะห์เพื่อประเมินค่าความรุนแรงของข้อบกพร่อง ค่าโอกาสการเกิดข้อบกพร่อง และค่าโอกาสการตรวจพบข้อบกพร่องในกระบวนการผลิต เพื่อคำนวณหาค่าดัชนีความเสี่ยงชี้นำ (RPN) ซึ่งเป็นค่าที่บอกถึงความเสี่ยงที่จะเกิดข้อบกพร่องขึ้น โดยค่า RPN มาก หมายถึงมีความเสี่ยงที่จะเกิดข้อบกพร่องสูง ซึ่งจะทำการแก้ไขลักษณะข้อบกพร่องที่มีค่า RPN ตั้งแต่ 100 คะแนนขึ้นไป จากนั้นใช้การระดมสมองเพื่อหาแนวทางแก้ไขข้อบกพร่องเหล่านั้น โดยกำหนดมาตรการแก้ไขที่มีการดำเนินการดังนี้คือ 1)เพิ่มความสามารถในการตรวจจับของเสีย เช่น การตรวจสอบชิ้นงาน 100%การตรวจสอบชิ้นงานแรกที่เริ่มทำการผลิตการทวนสอบหลังการปรับตั้งเครื่องการใช้ใบบันทึกในการบันทึกผล ตลอดจนการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมต่างๆ เป็นต้น 2) ลดโอกาสหรือความถี่ในการเกิดปัญหา เช่น ทบทวนระบบการบำรุงรักษาเครื่องจักร โมลด์ปรับปรุงแก้ไขมาตรฐานเอกสารในการปฏิบัติงาน ตลอดจน

ฝึกอบรมเพื่อเพิ่มความสามารถของพนักงาน ผลการดำเนินการแก้ไขเพื่อลดปัญหาที่เกิดขึ้นพบว่า เปอร์เซ็นต์ของเสียเทียบยอดการผลิตในกระบวนการ ลดลงจาก 9.53% เหลือ 6.15% (ลดลง 3.38%) และปัญหาของเสียที่ลูกค้าร้องเรียนมีเปอร์เซ็นต์ของเสียเทียบยอดส่งให้ลูกค้า ลดลงจาก 0.100% เหลือ 0.027% (ลดลง 0.073%) สำหรับมูลค่าของเสียในกระบวนการผลิตโดยเฉลี่ยต่อเดือน 12,150,425 บาท เหลือ 7,253,410 บาท (ลดลง 4,897,015 บาท) และมูลค่าของเสียที่ลูกค้าร้องเรียนโดยเฉลี่ยต่อเดือน ลดลงจาก 301,795 บาท เหลือ 84,640 บาท (ลดลง 217,155 บาท) และค่าคะแนนดัชนีความเสี่ยงชี้นำ (RPN) พบว่าลดลงตั้งแต่ 25.0% - 92.9% จากค่า RPN ของกระบวนการผลิตก่อนการแก้ไข

โอภาส ศรีสังเกต (2550) การลดของเสียจากปัญหาสีเดือดในกระบวนการเคลือบสีแผงอลูมิเนียมสำหรับอาคารสูง งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการบกพร่องของผลิตภัณฑ์ในกระบวนการเคลือบสีเกิดจากปัญหาสีเดือด และหาแนวทางในการลดปริมาณผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องจากปัญหาสีเดือด ซึ่งกระบวนการที่ทำการศึกษาคือ กระบวนการพ่นเคลือบสี โดยปัญหาที่พบในกระบวนการคือ สีเดือนขึ้นบนสีผิวของชิ้นงานทำให้ต้องการซ่อมสีผิวของชิ้นงาน ส่งผลทำให้เกิดค่าใช้จ่ายในการซ่อมสีผิว ซึ่งในงานวิจัยนี้มีเป้าหมายที่จะลดปัญหาสีเดือดร้อยละ 50 ของปัญหาปริมาณสีเดือดซึ่งคิดเป็นร้อยละ 13.82 ของปริมาณชิ้นงานทั้งหมดต่อเดือน ลดลงเหลือร้อยละ 6.91 ของปริมาณชิ้นงานทั้งหมดต่อเดือน โดยกระบวนการวิจัยเริ่มจากกระบวนการศึกษาการทำงานของกระบวนการพ่นเคลือบสี และทำการวิเคราะห์ระบบการวัดพร้อมปรับปรุงให้อยู่ในระดับความสามารถที่ยอมรับได้ จากนั้นทำการหาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการเกิดสีเดือด ด้วยการออกแบบการทดลองและทดสอบความมีนัยสำคัญของปัจจัย จากการวิเคราะห์พบว่าสาเหตุหลักมาจาก ความกว้างของลำสีที่พ่น อัตราการไหลของสี่ที่พ่นและแรงดันลมของปืนพ่นสี จึงทำการปรับปรุงปัจจัยดังกล่าว ซึ่งทำให้สามารถลดปัญหาสีเดือดได้จนเหลือร้อยละ 4.85 ของปริมาณชิ้นงานผลิตทั้งหมดต่อเดือน

จิรโรจน์ ศิรินนท์ธนเวชและ สราวุธ อาจมาลา (2555) วิจัยการลดของเสียในกระบวนการผลิตใบพาย ของบริษัท Prime Manufacturing Thailand Co.,Ltd. ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเกิดของเสียจากกระบวนการผลิตใบพาย เพื่อหาแนวทางการลดจำนวนของเสียจากกระบวนการผลิตใบพายและสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลกระทบมากที่สุด ซึ่งจากการศึกษาพบข้อบกพร่องในกระบวนการผลิตใบพาย คิดเป็นเปอร์เซ็นต่อเดือนมี ตรวจสอบไม่ผ่าน 40%คอใบพายเสีย 20.83% เกิดฟองอากาศบนผิวชิ้นงาน 16.66%ผ้าคาร์บอนยับ 10% ขอบดำ 10%โลโก้ละลาย 2.5%ซึ่งหลังการศึกษาจากแผนภูมิเหตุและผลพบว่าสาเหตุที่ทำให้เกิดงานเสียนั้นเกิดจากพนักงานและวิธีการทำงาน ซึ่งพบว่าพนักงานขาดการอบรมในเรื่องของการปฏิบัติงานและในเรื่องของวิธีการทำงานใน

ขั้นตอนการทำงานที่ซับซ้อน จึงทำให้ได้ข้อสรุปว่า สาเหตุส่วนใหญ่จากกระบวนการผลิตใบพาย เกิดจาก คน (Man) และ วิธีการ (Method) แนวทางแก้ไขคือ ต้องเพิ่มแผนกซ่อมแซมของเสีย จัดทำคู่มือการทำงาน รวมไปถึงการอบรมพนักงานและหัวหน้าเพื่อให้เข้าใจในการทำงานอย่างชัดเจน ซึ่งเป็นการแก้ไขปัญหาอย่างถาวร ผลที่ได้จากการวิจัยหลังการปรับปรุงในกระบวนการผลิตใบพาย ซึ่งให้ของเสียลดลงโดยคิดเป็นเปอร์เซ็นเฉลี่ยต่อเดือน คือ ตรวจสอบไม่ผ่าน 2.3% คอใบพายเสีย 0.21% เกิดฟองอากาศบนผิวชิ้นงาน 1.46%ผ้าคาร์บอนยับ 0.41%ขอบดำ 0.21%โลโก้ละลาย 0%

ยุทธณรงค์ จงจันทร์(2554) วิจัยศึกษาการลดของเสียในกระบวนการผลิตเตาเหล็กหล่อ ปัญหาของเสีย (Defect) ที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตเตาเหล็กหล่อปัจจุบันส่งผลกระทบต่อ บริษัทฯกรณีศึกษาเป็นอย่างมาก เนื่องจากทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น ดังนั้นการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา และหาแนวทางการแก้ไขจึงมีความสำคัญต่อความสามารถในการแข่งขันกับคู่แข่งในธุรกิจประเภทเดียวกัน การศึกษาวิจัยนี้ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อลดปัญหาของเสียที่เกิดขึ้น และเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตจากการศึกษาพบว่า สาเหตุของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนผลิต ที่เป็นปัญหาหลักมี 3 ประการ ดังนี้ 1) สาเหตุที่มาจากวิธีการทำงาน 2) สาเหตุที่มาจากตัวพนักงานเอง 3) สาเหตุที่มาจากเครื่องจักร (Machine) และอุปกรณ์ช่วยที่ใช้ในการทำงานเสื่อมสภาพ ผู้วิจัยจึงนำ 3 ปัญหาดังกล่าวมาวิเคราะห์หาสาเหตุและศึกษาแนวทางการแก้ไขโดยใช้เทคนิคการลดความสูญเสีย 7 ประการ(7West)เพื่อลดปัญหาของเสียที่เกิดขึ้น เมื่อ ดำเนินการแก้ไขตามวิธีที่กล่าวมา พบว่า ของเสียในกระบวนการผลิตหลังการปรับปรุงลดลงจาก 3.3% เหลือ 0.16% ลดลง 3.14% คิดเป็นร้อยละ 95.14% มูลค่าของเสียหลังการปรับปรุงลดลงจาก 142,316บาท เหลือ12,981บาท ลดลง 129,335บาทคิดเป็นร้อยละ 90.81%และสามารถกำหนดเอกสารการทำงานที่เป็นมาตรฐานให้กับพนักงานได้

อำภรณ์ แสงพรู (2552) วิจัยการควบคุมคุณภาพการผลิตด้วยเทคนิคการควบคุมกระบวนการเชิงสถิติ โรงงานกรณีศึกษาเป็นโรงงานผลิตชิ้นส่วนลิฟท์ ซึ่งจากการเข้าไปศึกษางานพบว่าความสูญเสียหลักเกิดจากการผลิตที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด โดยเฉพาะในกระบวนการผลิตเกียร์บ็อค รุ่นอีเอ็ม24 และมีผลิตภัณฑ์ที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดถึงร้อยละ 73.33 ของการผลิต โดยชิ้นงานที่ผลิตแล้วไม่เป็นไปตามข้อกำหนดจะนำไปทำการทดสอบทั้งหมดส่งผลทำให้ต้นทุนการผลิตเพิ่มสูงขึ้น และจากการรวบรวมข้อมูลจะทำการปรับปรุงจุดการผลิตในจุดที่ 3จุดที่ 4 จุดที่ 10 และจุดที่ 11 ซึ่งในจุดผลิตดังกล่าวในจุดผลิตที่ 3, 4, 10 เกิดปัญหามีนกลึงสึกหรอเร็วเนื่องจากผิวของชิ้นงานมีทรายผสมอยู่ และจุดผลิตที่ 11 เกิดจากปัญหาแรงในการจับยึดชิ้นงานมากเกินไป อีกทั้งยังพบปัญหาการสุ่มตรวจสอบคุณภาพไม่เหมาะสม เมื่อทำการศึกษาและวิเคราะห์ปัจจัยดังกล่าวโดยใช้เครื่องทางสถิติคือ การวิเคราะห์ความแปรปรวน การเปรียบเทียบพหุคูณและการวิเคราะห์

การถดถอยพบว่าจุดผลิตที่ 3,4,10 ควรเพิ่มมีดกลึงเป็น 3 อัน และปรับปรุงวิธีการกลึงใหม่ การผลิตในจุดที่ 11 ทำการปรับปรุงโดยใช้ค่าทอร์ค1,162.79 kg f.cm ในการจับยึดชิ้นงาน และควรใช้แผนการควบคุมคุณภาพโดยใช้แผนภูมิควบคุมผลรวมสะสม พบว่าในการทดลองเก็บข้อมูลการควบคุมคุณภาพการผลิต 10 ครั้ง ชิ้นงานที่ผลิตได้เป็นไปตามข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์ได้ทั้งหมด

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

ข้อมูลทั่วไปของสถานประกอบการ

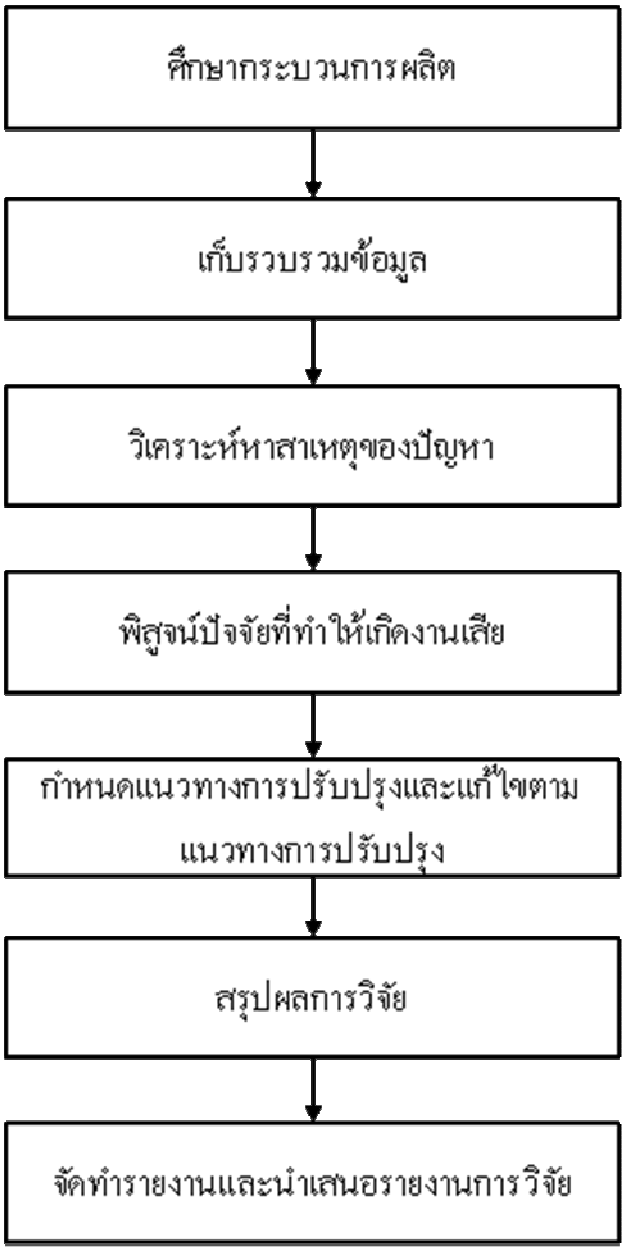
บริษัทกรณีศึกษาเป็นบริษัทผลิตชิ้นส่วนรถยนต์สัญชาติญี่ปุ่นที่เข้ามาลงทุนในประเทศไทย ซึ่งก่อตั้งเมื่อเดือนพฤษาคม พ.ศ. 2540 ที่ตั้งนิคมอุตสาหกรรมอมตะซิตี้ ตำบลมาบยางพร อำเภอปลวกแดง จังหวัดระยอง ปัจจุบันมีพนักงานทั้งหมด 1,860 คน ผลิตภัณฑ์ของบริษัทที่ทำการผลิตแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ๆ คือ กลุ่มผลิตภัณฑ์คีย์เซท(Key Set) กลุ่มผลิตภัณฑ์สวิทช์ (Switch) และกลุ่มผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์ (Electronics)

การผลิตส่วนใหญ่จะเป็นการผลิตเพื่อส่งจำหน่ายภายในประเทศคิดเป็นร้อยละ80 และผลิตเพื่อส่งจำหน่ายต่างประเทศคิดเป็นร้อยละ20เช่น อเมริกา มาเลเซีย อินโดนีเซีย และยังส่งขายกลับไปยังประเทศญี่ปุ่นอีกด้วย

กลุ่มผลิตภัณฑ์ที่นำมาเป็นกรณีศึกษาคือกลุ่มผลิตภัณฑ์คีย์เซท ซึ่งเป็นหน่วยงานที่ผู้วิจัยปฏิบัติงานอยู่ โดยได้รับมอบหมายให้ทำการศึกษาและปรับปรุงปัญหาของกระบวนการผลิตอุปกรณ์จุดบุหรี่ในรถยนต์ ซึ่งผลิตภัณฑ์อุปกรณ์จุดบุหรี่ในรถยนต์เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ไม่เคยมีการผลิตภายในบริษัทมาก่อนทำให้ไม่มีความรู้เดิมในปรับตั้งเครื่องจักร เมื่อเกิดปัญหาและมีงานเสียเกิดขึ้นจึงไม่สามารถแก้ไขได้ทันที จำเป็นจะต้องทำการศึกษางานหรือปัญหาที่เกิดขึ้น โดยวางแผนงานอย่างเป็นระบบ เพื่อให้บรรลุตามเป้าหมายที่กำหนด

กำหนดวิธีการดำเนินการวิจัย

ในบทนี้เป็นการกำหนดวิธีการดำเนินงาน โดยกำหนดขั้นตอนการทำงาน รวมถึงระบุจุดประสงค์ของแต่ละขั้นตอนหรือแนวทางการปฏิบัติงานซึ่งควรจะแบ่งขั้นตอนให้ชัดเจนเพื่อให้มีการดำเนินงานอย่างเป็นระบบ ส่งผลให้ทำงานได้สะดวกและง่ายต่อการตรวจทานในแต่ละขั้นตอน ดังนั้นจึงทำการแบ่งออกเป็น 7 ขั้นตอนดังนี้



ภาพที่ 3-1 แผนภูมิการไหลของวิธีการดำเนินการวิจัย

จากแผนภูมิการไหลของวิธีการดำเนินการวิจัย เป็นการกำหนดเพื่อให้การทำงานมีความเข้าใจและทำงานไปในทิศทางเดียวกัน ซึ่งจุดประสงค์ในการทำและแนวทางในการปฏิบัติงานจะกล่าวในตารางที่3-1 รายละเอียดของวิธีการดำเนินการวิจัย

ตารางที่ 3-1 รายละเอียดของวิธีการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินงาน	วัตถุประสงค์	แนวทางการปฏิบัติ
1. ศึกษากระบวนการผลิต	- เพื่อทราบถึงการทำงานกระบวนการผลิตที่ได้รับมอบหมาย	- ศึกษางานจากเอกสารประกอบ - ศึกษาจากการสังเกตและบันทึกการทำงานโดยวีดีโอ
2. เก็บรวบรวมข้อมูล	- เพื่อทราบปัญหาทั้งหมดที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต	- ทำการรวบรวมลักษณะงานเสียที่เกิดในกระบวนการผลิต - จำแนกลักษณะงานเสียและจัดทำแผ่นตรวจสอบเพื่อเก็บข้อมูลบันทึกตามลักษณะงานเสีย
3. วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา	- วิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุที่ทำให้เกิดงานเสียในกระบวนการผลิต	- ใช้เทคนิคการระดมสมอง Brainstorming ระหว่างหน่วยงานฝ่ายซ่อมบำรุง หน่วยงานฝ่ายผลิตและหน่วยงานฝ่ายวิศวกร - ใช้เทคนิคผังก้างปลาในการวิเคราะห์หาสาเหตุ - ใช้กล้องวีดิโอบันทึกภาพเพื่อศึกษาการทำงานโดยละเอียด - ใช้การสังเกตุจากผู้วิจัย
4. พิสูจน์ปัจจัยที่ทำให้เกิดงานเสีย	- บ่งชี้ปัจจัยที่ทำให้เกิดงานเสียเพื่อนำไปสู่การปรับปรุงแก้ไข	- ใช้การออกแบบการทดลอง (Design of experiment) - ตรวจสอบงานเสียที่อาจจะปนมา ด้วยการทดลองประกอบก่อนนำเข้ากระบวนการผลิตจริง

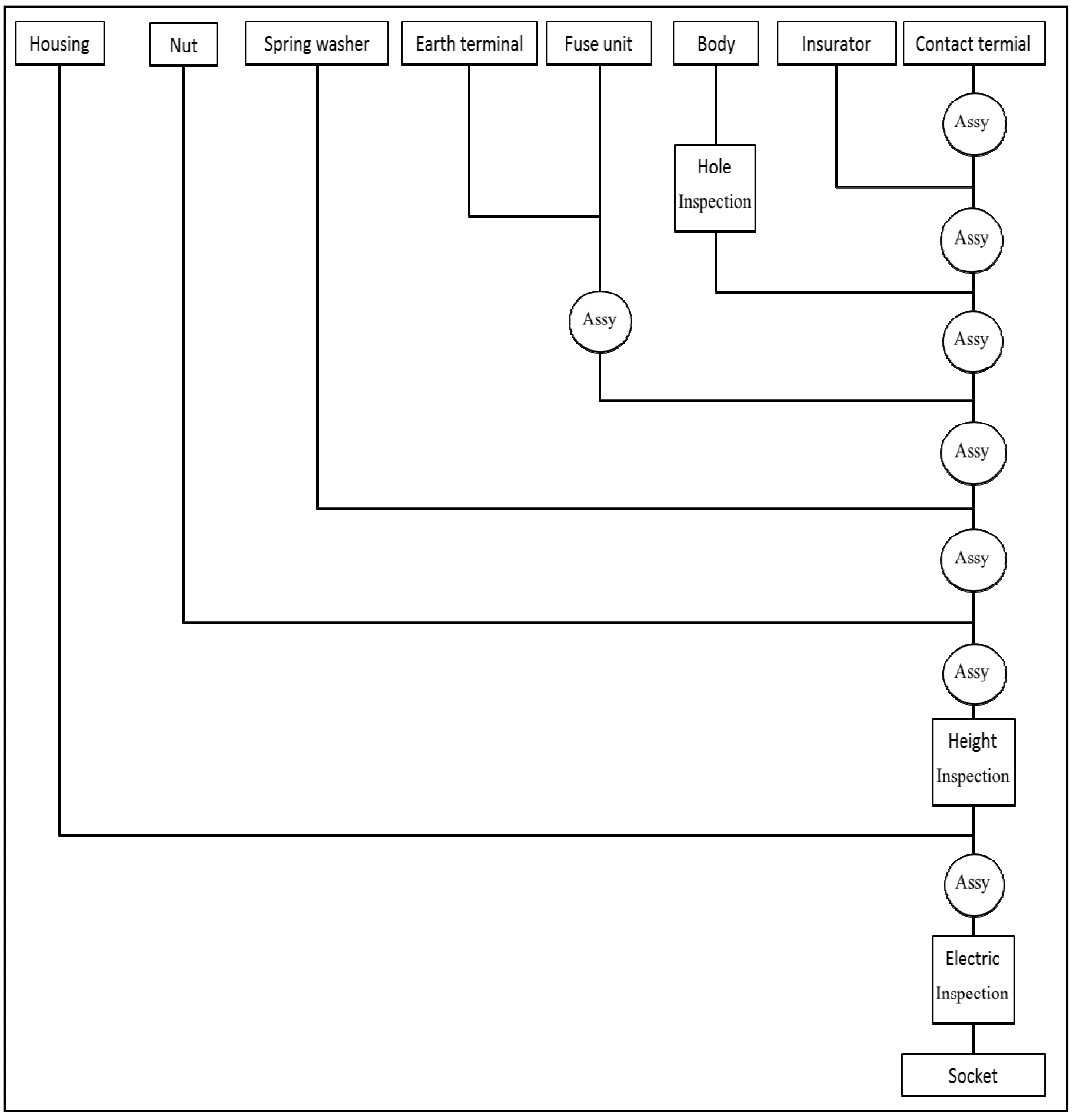
ตารางที่ 3-1 (ต่อ)

ขั้นตอนการดำเนินงาน	วัตถุประสงค์	แนวทางการปฏิบัติ
5. กำหนดแนวและแก้ไขตามแนวทางการปรับปรุง	- เพื่อปรับปรุงตามขอบเขตที่กำหนด	- ใช้แบบ Drawing (ถ้ามี) - ใช้มาตรฐานที่กำหนด
6. สรุปผลการวิจัย	- เพื่อให้ทราบผลและภาพรวมของการดำเนินงานทั้งหมด	- สรุปผลด้วยตาราง - รายงานยอดงานเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต - เปรียบเทียบผลการวิจัยระหว่างก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงและวัดผลด้วยประสิทธิภาพโดยคิดเป็น %
7. จัดทำรายงานและนำเสนอรายงานการวิจัย	- เพื่อเป็นข้อมูลในการปรับปรุงในการทำวิจัยครั้งถัดไป - เพื่อสร้างมาตรฐานในการทำงาน	- จัดทำรูปเล่มการวิจัยเสนอผู้บริหาร -จัดทำมาตรฐานการทำงานเพื่อให้การทำงานเป็นไปในทิศทางเดียวกัน

ซึ่งในบทนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนตั้ง 1 ถึง 3 คือ การศึกษากระบวนการผลิตเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา

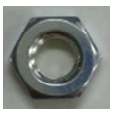
1.กระบวนการผลิตอุปกรณ์จุดบุหรี่ในรถยนต์

ผลิตภัณฑ์อุปกรณ์จุดบุหรี่ในรถยนต์เป็นหนึ่งในชิ้นส่วนที่ติดตั้งภายในรถยนต์ ซึ่งมีความสำคัญในการเพิ่มความสะดวกในการใช้รถ โดยในรถยนต์บางคันติดตั้งเพื่อการใช้งานถึงสองตัว ดังนั้นความต้องการจึงเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า ซึ่งจากการศึกษากระบวนการผลิตอุปกรณ์จุดบุหรี่ในรถยนต์มีการใช้เครื่องจักรในการประกอบ 1 เครื่อง พนักงานในการประกอบจำนวน 1 คน เวลาในการผลิต 1 กะการทำงานอยู่ที่ 8.75 ชั่วโมง หรือ 31,500 วินาที และศึกษาการประกอบงานแสดงดังภาพที่ 3-2และตารางที่ 3-2



ภาพที่ 3-2 แผนภูมิการประกอบอุปกรณ์จุดบุหรี่ในรถยนต์

ตารางที่ 3-2รายละเอียดของชิ้นส่วนและวิธีการประกอบ

ชื่อชิ้นส่วน	ลักษณะชิ้นส่วน	กระบวนการประกอบ	
		คำอธิบาย	ภาพประกอบ
Contact terminal คอนแทคเทอร์มินอล		หยิบคอนแทค เทอร์มินอลวางที่จิ๊ก	
Insulator อินซูเรเตอร์		หยิบอินซูเรเตอร์ประ กอบสวมเข้ากับคอน แทคเทอร์มินอล	
Body บอร์ดี้		หยิบบอร์ดี้ประกอบ สวมเข้ากับ อินซูเรเตอร์	
Earth terminal เอิร์ธเทอร์มินอล		หยิบเอิร์ธเทอร์มินอล ประกอบเข้ากับ ฟิวส์ยูนิท	
Fuse Unit ฟิวส์ยูนิท			
Spring Washer สปริงวอชเชอร์		ประกอบ สปริงวอชเชอร์	
Nut น็อท		ประกอบน็อท	
Housing เฮาส์ซิ่ง		ประกอบเฮาร์ซิ่ง	

จากตารางที่ 3-2เป็นลักษณะชิ้นส่วนในกระบวนการผลิตอุปกรณ์จุดบุหรี่ในรถยนต์ซึ่งการทำงานจะแบ่งเป็นการทำงานระหว่างพนักงานและการทำงานของเครื่องจักร โดยในส่วนการทำงานของพนักงานจะประกอบจนถึงหยิบเอิร์ธเทอร์มินอลประกอบเข้ากับฟิวส์ยูนิท ดังนั้นส่วนที่เหลือคือการทำงานของเครื่องจักรที่ประกอบงานออกมาเป็นผลิตภัณฑ์ซึ่งการทำงานของเครื่องจักรสามารถแบ่งออกเป็น9สถานีงานดังนี้

ภาพที่ 3-3 ลักษณะเครื่องจักรที่ประกอบอุปกรณ์จุดบุหรี่ในรถยนต์

จากภาพที่ 3-3เป็นภาพรวมของเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตอุปกรณ์จุดบุหรี่ในรถยนต์ โดยชิ้นงานจะถูกหมุนไปประกอบตามสถานีงานต่างๆ ซึ่งจะเริ่มตั้งแต่สถานีงานที่ 1ด้านซ้ายมือทำงานจนไปถึงสถานีงานที่ 9ด้านขวามือ เมื่อเกิดงานเสียในระหว่างกระบวนการเครื่องจักรจะร้องแจ้งเตือนพร้อมหยุดการทำงาน เพื่อให้พนักงานนำงานเสียออกจากเครื่องจักรพร้อมกับลงบันทึกลักษณะงานเสียที่เกิดขึ้น เพื่อรายงานผลการทำงานของเครื่องจักร ซึ่งรายละเอียดการทำงานของเครื่องจักรแสดงดังตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-3การทำงานของเครื่องจักรแต่ละสถานีงาน

สถานีการทำงานของเครื่องจักร	การทำงานของเครื่องจักร	รูปสถานีการทำงาน
สถานีงานที่ 1	1.1 ประกอบสปริงวอชเชอร์ 1 ตัว ให้กับชิ้นงาน	
	1.2 ตรวจจับงานประกอบบอร์ดี้ผิดรุ่น	
สถานีงานที่ 2	2.1 ประกอบน็อทแบบชั่วคราว	
สถานีงานที่ 3	3.1 ขันแน่นน็อท	

ตารางที่ 3-3(ต่อ)

สถานีการทำงานของเครื่องจักร	การทำงานของเครื่องจักร	รูปสถานีการทำงาน
สถานีงานที่ 4	4.1 ตรวจจับงานที่ไม่มีการประกอบสปริงวอชเชอร์	
	4.2 ตรวจจับงานที่ประกอบฟิวส์ยูนิทไม่ลงร่อง	
	4.3 ตรวจจับงานประกอบน็อทปีนเกลียว	
สถานีงานที่ 5	5.1 ตรวจสอบค่าความต้านทานของชิ้นงาน	
สถานีงานที่ 6	6.1 ประกอบเฮาร์ซิ่งแบบชั่วคราว	

ตารางที่ 3-3(ต่อ)

สถานีการทำงานของเครื่องจักร	การทำงานของเครื่องจักร	รูปสถานีการทำงาน
สถานีงานที่ 7	7.1 กดเฮาร์ซิ่งให้ประกอบแน่นกับชิ้นงาน	
	7.2 ตรวจสอบค่าไฟฟ้าในโหมดการทำงาน	
สถานีงานที่ 8	8.1 เครื่องตรอกวันที่ที่ทำการผลิต	
สถานีงานที่ 9	9.1 แขนกลหยิบงานออกจากเครื่องจักร	

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้รับมอบหมายให้ทำการปรับปรุงกระบวนการผลิตอุปกรณ์จุดบุหรี่ในรถยนต์ ซึ่งได้รับการรายงานจากฝ่ายการผลิตว่าการผลิตของกระบวนการอุปกรณ์จุดบุหรี่ในรถยนต์ไม่สามารถผลิตงานได้ตรงตามเป้าหมาย โดยเป้าหมายกำหนดให้การผลิต 1 กะการทำงานจะต้องผลิตงานให้ได้ 2,100ชิ้น หรือคิดในเวลาการทำงานที่ 8.75 ชั่วโมง จะเท่ากับ 240 ชิ้นต่อชั่วโมงจากการศึกษาข้อมูล สาเหตุสำคัญที่ทำให้การผลิตไม่เป็นไปตามเป้าหมายคือ เครื่องจักรสูญเสียเวลาในการทำงาน อันเนื่องมาจากต้องหยุดเดินเครื่องทุกครั้งที่ตรวจจับได้ว่ามีงานเสียเกิดขึ้นในกระบวนการดังนั้นทางฝ่ายวิศวกรจึงเริ่มทำการเก็บข้อมูลเพื่อหาสาเหตุที่ทำให้กระบวนการผลิตงานเสีย โดยกำหนดแผ่นตรวจสอบ (Check sheet) ในการเก็บข้อมูลซึ่งจุดประสงค์คือเพื่อบันทึกลักษณะงานเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตได้อย่างถูกต้องในการออกแบบแผ่นตรวจสอบจะกำหนดตามลักษณะงานเสียที่สามารถเกิดขึ้นในกระบวนการผลิตได้ ซึ่งแบ่งออกเป็น 7 หัวข้อ โดยแผ่นตรวจสอบจะถูกติดตั้งไว้ที่กระบวนการผลิต เพื่อให้สะดวกต่อการลงบันทึกข้อมูลของฝ่ายผลิตที่อยู่หน้างาน ซึ่งเมื่อเกิดปัญหาหรืองานเสียในกระบวนการให้ทำบันทึกลงแผ่นตรวจสอบโดยขีดเป็นเส้นตรงหนึ่งเส้นต่อหนึ่งปัญหาและลงบันทึกให้ตรงตามหัวข้อที่กำหนดไว้7 หัวข้อซึ่งรูปแบบแผ่นตรวจสอบแสดงดังภาพที่ 3-4

ทางผู้วิจัยกำหนดเก็บข้อมูลเป็นเวลา3 เดือน เริ่มตั้งแต่เดือนตุลาคมจนถึงเดือนธันวาคม 2558 เพื่อดูแนวโน้มของปัญหาที่เกิดขึ้น โดยข้อมูลที่ทำการบันทึกสามารถดูได้จากภาพที่ 3-5, 3-6 และ 3-7ตามลำดับเดือน และแสดงแผนภูมิพาเรโตดังภาพที่ 3-8

เดือน : ตุลาคม 2558 จุดประสงค์ : เพื่อเก็บข้อมูลงานเสียที่เกิดในกระบวนการผลิต

Production	GL Production

Shift : Day Line : ACC-01 Standard Time : 15 Sec.

	ST01		STo4			ST05	ST07	
หัวข้องานเสีย	Spring Washer ไม่ Feed	ประกอบ Body กลับด้าน	ชิ้นงานไม่มี Spring Washer	Nut ปีนเกลียว	Fuse Unit ไม่ลงร่อง	ตรวจความต้านทานไม่ผ่าน	ตรวจไฟฟ้าไม่ผ่าน	อื่นๆ
วันที่								
1								
2								
5								
6								
7								
8								
9								
12								
13								
14								
15								
19								
20								
21								
22								
26								
27								
28								
29								
30								

หมายเหตุ : เมื่อเกิดงานเสียหรือเกิดความผิดปกติให้ขีดเส้น 1 เส้น แทนจำนวนครั้งที่เกิด

ภาพที่ 3-4 ตัวอย่างแผ่นตรวจสอบในการเก็บข้อมูลงานเสีย

เดือน : ตุลาคม 2558 จุดประสงค์ : เพื่อเก็บข้อมูลงานเสียที่เกิดในกระบวนการผลิต

Shift : Day Line : ACC-01 Standard Time : 15 Sec.

Production	GL Production

	ST01		ST04			ST05	ST07	
หัวข้องานเสีย	Spring Washer ไม่ Feed	ประกอบ Body กลับด้าน	ชิ้นงานไม่มี Spring Washer	Nut ปีนเกลียว	Fuse Unit ไม่ลงร่อง	ตรวจความต้านทานไม่ผ่าน	ตรวจไฟฟ้าไม่ผ่าน	อื่นๆ
วันที่								
1	8 3	1	5 3	13	4			
2	8	1	8 1	9	1			
5	5 4		5 3	11	6 1			
6	8 3 1	2	5 4	10	4			
7	8 4		5	10 2				
8	8 3		8 2	15	2			
9	13 1	2	5 3	7	1			
12	8 2	1	5 4	14	1			
13	5 1	1	8 1	12 2				
14	5 4	2	8 2	9 4	2			
15	7 2		5 4	7 2	1			
19	9 4		8	19 4	3			
20	5		5 3	9 4				
21	8 3	1	8	12 2	1			
22	5 3		5 1	8 3	2			
26	7 2	2	5	12 2	1			
27	9 4		6 1	14				
28	6 1	2	8 3	11 1	2			
29	5 2		5 3	13				
30	8 1	3	5 4	12				

หมายเหตุ : เมื่อเกิดงานเสียหรือเกิดความผิดปกติให้ขีดเส้น 1 เส้น แทนจำนวนครั้งที่เกิด

ภาพที่ 3-5 แผ่นตรวจสอบการเก็บข้อมูลงานเสียของเดือนตุลาคม

เดือน : พฤศจิกายน 2558 จุดประสงค์ : เพื่อเก็บข้อมูลงานเสียที่เกิดในกระบวนการผลิต

Shift : Day Line : ACC-01 Standard Time : 15 Sec.

Production	GL Production

	ST01		ST04			ST05	ST07	
หัวข้องานเสีย	Spring Washer ไม่ Feed	ประกอบ Body กลับด้าน	ชิ้นงานไม่มี Spring Washer	Nut ปีนเกลียว	Fuse Unit ไม่ลงร่อง	ตรวจความต้านทานไม่ผ่าน	ตรวจไฟฟ้าไม่ผ่าน	อื่นๆ
วันที่								
2	正正 III	I	正 IIII	正正正 IIII				
3	正正 I		正正 III	正正正 III	III			
4	正正正	I	正正 III	正正正正 II				
9	正正 I	II	正 IIII	正正 IIII	II			
10	正正正 IIII	I	正正 I	正正 IIII	I			
11	正 IIII		正正 II	正正正 III	I			
12	正正正 III	I	正 III	正正正正 IIII	III			
16	正正 III		正正 I	正正正正 III				
17	正 IIII		正	正正正 I				
18	正正 II	I	正 I	正正 IIII	I			
19	正正正 IIII	II	正正	正 IIII				
20	正正 IIII		正正 II	正正正 IIII	III			
23	正正正 I		正 III	正正 II	I			
24	正正正 I	IIII	正正	正正 III				
25	正正正 III		正正 II	正正正正 I	I			
26	正正 IIII	II	正正 III	正正	II			
27	正正正 II		II	正正 III				

หมายเหตุ : เมื่อเกิดงานเสียหรือเกิดความผิดปกติให้ขีดเส้น 1 เส้น แทนจำนวนครั้งที่เกิด

ภาพที่ 3-6 แผ่นตรวจสอบการเก็บข้อมูลงานเสียของเดือนภาพที่ 3-ภาพที่3-6 แผ่น

เดือน : ธันวาคม 2558 จุดประสงค์ : เพื่อเก็บข้อมูลงานเสียที่เกิดในกระบวนการผลิต

Shift : Day Line : ACC-01 Standard Time : 15 Sec.

Production	GL Production

	ST01		STo4			ST05	ST07	
หัวข้องานเสีย	Spring Washer ไม่ Feed	ประกอบ Body กลับด้าน	ชิ้นงานไม่มี Spring Washer	Nut ปีนเกลียว	Fuse Unit ไม่ลงร่อง	ตรวจความต้านทานไม่ผ่าน	ตรวจไฟฟ้าไม่ผ่าน	อื่นๆ
วันที่								
3	𝍸 𝍸 𝍸 III	I	𝍸 IIII	𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 IIII	III			
8	𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 I		𝍸 I	𝍸 𝍸 IIII				
9	𝍸 IIII	III	𝍸 II	𝍸 𝍸 II	I			
11	𝍸 𝍸 III		𝍸 IIII	𝍸 𝍸 𝍸 IIII	I			
14	𝍸 𝍸		𝍸 𝍸 II	𝍸 𝍸 III				
15	𝍸 IIII		𝍸 𝍸 IIII	𝍸 𝍸 𝍸 IIII	III			
16	𝍸 𝍸 I	I	𝍸 𝍸 I	𝍸 𝍸 𝍸 II				
17	𝍸 𝍸 IIII	I	𝍸 III	𝍸 𝍸 𝍸 I	II			
18	𝍸 III		𝍸 𝍸 III	𝍸 IIII				
21	𝍸 III		𝍸 𝍸 IIII	𝍸 𝍸 II	III			
22	𝍸 𝍸 III	I	𝍸	𝍸 𝍸 𝍸				
23	𝍸 𝍸 I	I	𝍸 IIII	𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 I				
24	𝍸 𝍸 𝍸 IIII	I	𝍸 IIII	𝍸 IIII	I			
25	𝍸 𝍸 II		𝍸	𝍸 𝍸 II	I			
28	𝍸 𝍸 III		𝍸 IIII	𝍸 𝍸 𝍸 III				
29	𝍸 𝍸 IIII	I	𝍸 II	𝍸 𝍸				

หมายเหตุ : เมื่อเกิดงานเสียหรือเกิดความผิดปกติให้ขีดเส้น 1 เส้น แทนจำนวนครั้งที่เกิด

ภาพที่ 3-6 แผ่นตรวจสอบการเก็บข้อมูลงานเสียของเดือนภาพที่ 3-

ตารางที่ 3-4สรุปปัญหาเดือนตุลาคม-เดือนธันวาคม 2558

	หัวข้อลักษณะงานเสีย				
เดือน	หัวข้อที่ 1	หัวข้อที่ 2	หัวข้อที่ 3	หัวข้อที่ 4	หัวข้อที่ 5
ตุลาคม	220	18	182	332	31
พฤศจิกายน	244	15	164	279	18
ธันวาคม	203	10	147	245	15
รวม	667	43	493	856	64

ความหมายของงานเสียในตารางที่ 3-4

หัวข้อที่ 1คือ สปริงวอชเชอร์ไม่ฟีด

หัวข้อที่ 2 คือ ประกอบบอดี้กลับด้าน

หัวข้อที่ 3คือ ชิ้นงานไม่มีสปริงวอชเชอร์

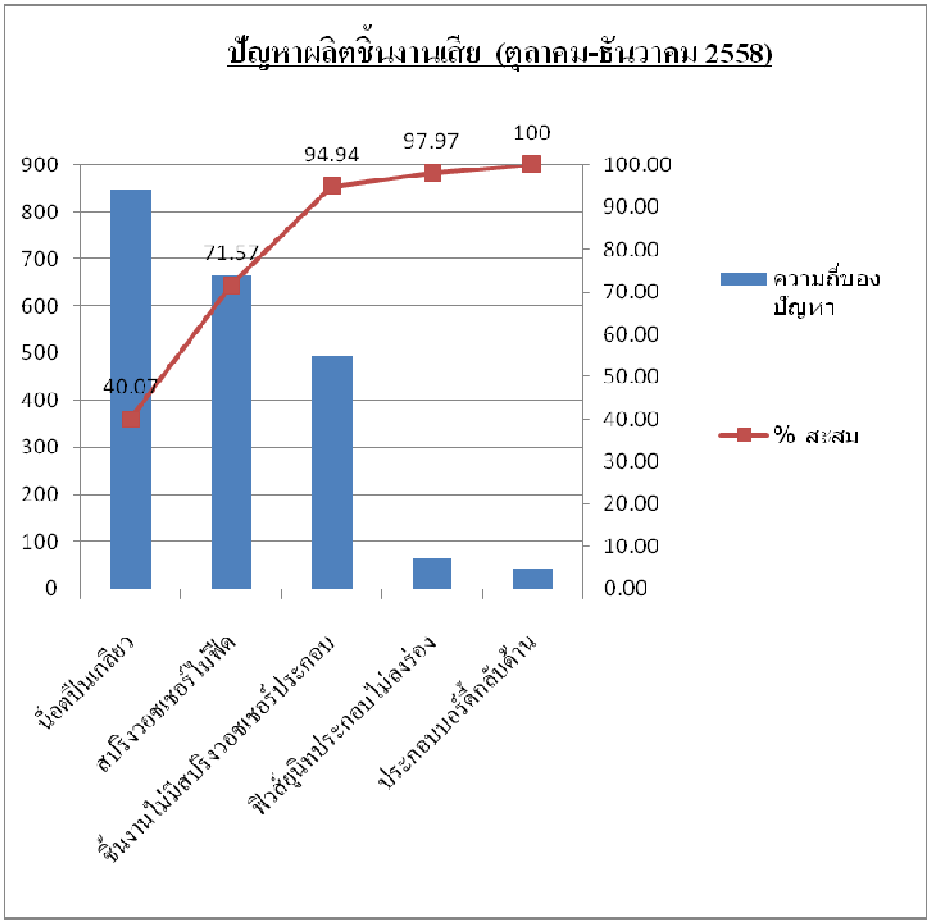
หัวข้อที่ 4คือ น็อทปีนเกลียว

หัวข้อที่ 5คือ ฟิวส์ยูนิทประกอบไม่ลงร่อง

เรียงลำดับจำนวนงานเสียและปัญหาจากมากไปหาน้อยดังนี้

1. น็อทปีนเกลียว 856ชิ้น
2. สปริงวอชเชอร์ไม่ฟีดมาประกอบกับชิ้นงาน 667ครั้ง
3. ชิ้นงานไม่มีสปริงวอชเชอร์ประกอบ 493 ชิ้น
4. ฟิวส์ยูนิทประกอบไม่ลงร่อง 64 ชิ้น
5. ประกอบบอร์ดี้กลับด้าน 43 ชิ้น

ซึ่งจากงานเสียทั้ง 5ลักษณะนี้ มีชิ้นงานที่ไม่สามารถกลับมาใช้ใหม่ได้ (Rework) ได้แก่ งานเสียที่เป็นลักษณะน็อทปีนเกลียวและฟิวส์ยูนิทประกอบไม่ลงร่อง ซึ่งจะมีค่าใช้จ่ายในการทำลายทิ้ง โดยราคาตัวละ 30 บาท และหากคำนวณจากจำนวนงานเสียในตารางที่ 3-4 คิดเป็นจำนวนเงิน (856 + 64) x 30 เท่ากับ 27,600 บาท



ภาพที่ 3-8แผนภูมิพาเรโตแสดงปัญหาชิ้นงานเสีย

จากการเก็บข้อมูลทำให้สามารถจำแนกงานเสียในกระบวนการได้ทั้งหมด5 ลักษณะ และจากนโยบายทางฝ่ายผู้บริหารที่ต้องการผลักดันให้กระบวนการผลิตใดๆ ก็ตามจะต้องรักษากำลังการผลิตให้ได้ตรงตามเป้าหมาย รวมถึงการผลิตงานที่ได้คุณภาพเท่านั้น เพื่อลดค่าใช้จ่ายจากการผลิตงานเสีย ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงกำหนดการปรับปรุงทั้ง 5 ปัญหา ที่เกิดขึ้นในกระบวนการเพื่อให้กระบวนการสามารถผลิตงานได้ตามเป้าหมายที่กำหนด

วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา

การวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาในงานวิจัยนี้จะใช้การวิเคราะห์หาสาเหตุด้วยแผนภูมิก้างปลา วิเคราะห์ปัจจัยทั้ง 4 ด้าน (4M) ได้แก่ คน (Man) เครื่องจักร (Machine) วัสดุ(Material) และวิธีการ (Method) ซึ่งจะวิเคราะห์ร่วมกับเทคนิคการระดมความคิด (Brainstorming) เข้ามาช่วยในการหาสาเหตุ โดยทีมงานผู้ที่เกี่ยวข้องในการระดมความคิดจะมีฝ่ายการผลิต ฝ่ายซ่อมบำรุง และฝ่ายวิศวกร ในการวิเคราะห์หาสาเหตุทั้ง 5 ลักษณะงานเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการโดยเริ่มจากปัญหาที่มีความถี่มากที่สุด คือน็อทปีนเกลียว จนไปถึงปัญหาการประกอบบอร์ดี้กลับด้านตามลำดับ

1.วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาน็อทปีนเกลียว

ภาพที่ 3-9ลักษณะชิ้นงานน็อทปีนเกลียว

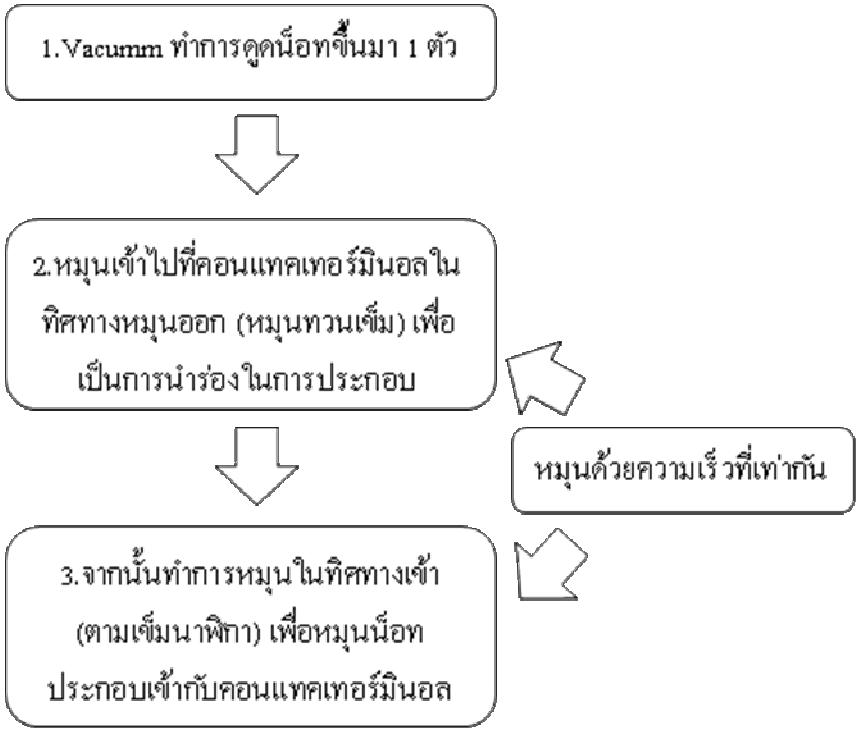
งานเสียที่เป็นลักษณะน็อทปีนเกลียวเครื่องจักรจะสามารถตรวจจับงานเสียลักษณะนี้ได้ที่สถานีงานที่4ดังนั้นการตรวจสอบหาสาเหตุจึงต้องเริ่มจากกระบวนการก่อนหน้า และจากการศึกษาการทำงานของเครื่องจักร การประกอบน็อทจะเริ่มที่สถานีงานที่ 2 ดังนั้นจะต้องเริ่มการตรวจสอบตั้งแต่สถานีงานที่ 2 จนถึงสถานีงานที่ 3โดยใช้กล้องวีดิโอทำการบันทึกการทำงานของแต่ละสถานีงาน ซึ่งสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 3-5

ตารางที่ 3-5วิเคราะห์สถานีงานที่ทำให้น็อทปีนเกลียว

สถานีงานที่ 2	เครื่องจักรประกอบน็อทชั่วคราวแล้วน็อทปีนเกลียว	✓
สถานีงานที่ 3	เครื่องจักรขันแน่นน็อทกับชิ้นงาน	✗

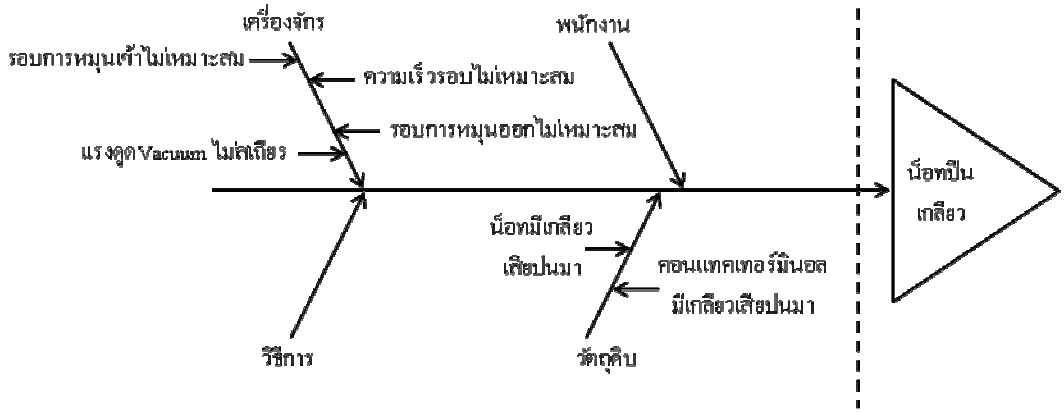
จากตารางที่ 3-5สรุปการบันทึกภาพจากกล้องวีดิโอสามารถบันทึกภาพการทำงานของทั้ง 2 สถานีงานได้ซึ่งทำให้ทราบว่าการทำงานของเครื่องจักรที่สถานีที่ 2การประกอบน็อทชั่วคราวนั้นทำให้เกิดงานเสียที่เป็นลักษณะชิ้นงานน็อทปีนเกลียว

จากนั้นศึกษาการทำงานของเครื่องจักรที่จุดประกอบน็อทชั่วคราว โดยขั้นตอนการทำงานแสดงดังภาพที่ 3-10



ภาพที่ 3-10 ขั้นตอนการทำงานที่สถานีงานที่ 2 จุดประกอบน็อทชั่วคราว

เมื่อทราบการทำงานของจุดประกอบน็อทชั่วคราวแล้วทำการวิเคาะห์ด้วยก้างปลา เพื่อหาสาเหตุที่ทำให้จุดประกอบน็อทชั่วคราวประกอบงานเสีย และทำการระดมความคิดจากทีมงานในหัวข้อปัจจัยใดที่ทำให้การทำงานจุดประกอบน็อทชั่วคราวประกอบน็อทปีนเกลียว ซึ่งการวิเคราะห์แผนภูมิก้างปลาแสดงดังภาพที่ 3-11



ภาพที่ 3-11วิเคราะห์แผนภูมิก้างปลาของปัญหางานน็อทปีนเกลียว

นำข้อมูลจากการวิเคราะห์แผนภูมิก้างปลา สรุปดังตารางที่ 3-6ซึ่งมีปัจจัยด้านวัตถุดิบและปัจจัยด้านเครื่องจักรรวมทั้งหมด 6 ปัจจัย

ตารางที่ 3-6ปัจจัยที่อาจส่งผลต่องานเสียน็อทปีนเกลียว

หัวข้อที่	ปัจจัยที่อาจก่อให้เกิดงานเสียน็อทปีนเกลียว	ปัจจัยด้าน
1	น็อทมีเกลียวเสียปนมา	วัตถุดิบ
2	คอนแทคเทอร์มินอลปนมา	วัตถุดิบ
3	รอบหมุนเข้าไม่เหมาะสม	เครื่องจักร
4	รอบหมุนออกมไม่เหมาะสม	เครื่องจักร
5	ความเร็วรอบไม่เหมาะสม	เครื่องจักร
6	แรงดูด Vacuum ไม่สเถียร	เครื่องจักร

จากข้อมูลดังกล่าวปัจจัยทางด้านวัตถุดิบสามารถพิสูจน์ได้ดังนี้

1.นำน็อทจำนวน 50,000 ตัว ที่อยู่ในกระบวนการออกมาพิสูจน์โดยให้พนักงานขันประกอบน็อทกับคอนแทคเทอร์มินอลที่ละตัว ผลคือ น็อททั้ง 50,000 ตัว สามารถขันประกอบเข้ากับคอนแทคเทอร์มินอลได้ทั้งหมด ดังนั้นข้อสงสัยที่อาจมีน็อทเกลียวเสียปนเข้ามาในกระบวนการสามารถสรุปได้ว่า น็อทที่นำเข้าประกอบในกระบวนการผลิตไม่มีงานเสียปนมาเลย

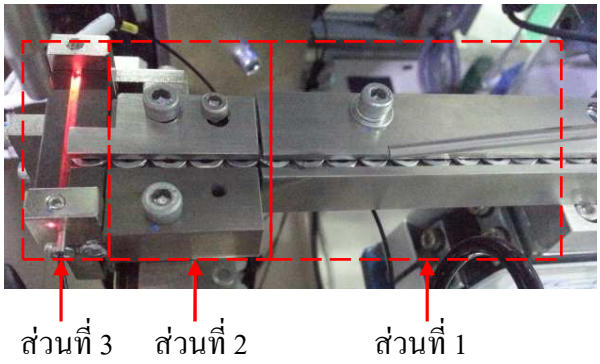
2. นำคอนแทคเทอร์มินอลจำนวน 50,000 ตัว ที่อยู่ในกระบวนการออกมาพิสูจน์ โดยให้

พนักงานขันประกอบคอนแทคเทอร์มินอลเข้ากับน็อทที่ละตัว ผลคือ คอนแทคเทอร์มินอลทั้ง 50,000 ตัว สามารถขันประกอบเข้ากับน็อทได้ทั้งหมด ดังนั้นข้อสงสัยที่อาจมีคอนแทคเทอร์มินอลเกลียวเสียปนเข้ามาในกระบวนการสามารถสรุปได้ว่า คอนแทคเทอร์มินอลที่นำเข้าประกอบในกระบวนการผลิตไม่มีงานเสียปนมาเลย

จากการพิสูจน์หาข้อเท็จจริงของน็อทและคอนแทคเทอร์มินอลทำให้สามารถตัดการวิเคราะห์ปัจจัยด้านวัตถุดิบไปได้ดังนั้นการพิสูจน์ปัจจัยด้านเครื่องจักรจะถูกเสนอในบทที่ 4 พร้อมกับแนวทางการปรับปรุง เนื่องจากปัจจัยด้านเครื่องจักรจะใช้การออกแบบการทดลองเข้ามาแก้ไขปัญหา

2.วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาสปริงวอชเชอร์ไม่ฟีด

ปัญหาสปริงวอชเชอร์ไม่ฟีดคืออาการของสปริงวอชเชอร์ไม่สามารถฟีดเคลื่อนตัวไปยังจุดประกอบงานได้ คือบริเวณส่วนที่ 3 ของราง ซึ่งมีการติดตั้งเซนเซอร์ตรวจจับการมาถึงของสปริงวอชเชอร์โดยการทำงานของเครื่องมีการตั้งค่าเวลาการตรวจจับ เมื่อพนักงานกดสตาร์ทเพื่อประกอบงานภายใน 5วินาที ถ้าเซนเซอร์ตรวจจับไม่พบสปริงวอชเชอร์เครื่องจักรจะแจ้งเตือนพร้อมกับสั่งให้เครื่องหยุดการทำงาน ซึ่งการแก้ไขที่ผ่านมาคือให้พนักงานนำเหล็กปลายแหลมเขี่ยเพื่อให้สปริงวอชเชอร์เคลื่อนไปที่จุดประกอบได้



ภาพที่ 3-12 ลักษณะของรางสไลด์ลำเลียงสปริงวอชเชอร์

จากการศึกษาการทำงานของรางสไลด์ลำเลียงสปริงวอชเชอร์ สามารถแบ่งการทำงานออกเป็น3ส่วนได้ดังนี้

ส่วนที่ 1 คือ ส่วนด้านขวาของราง การทำงานคือ เป็นตัวเขย่าให้สปริงวอชเชอร์เคลื่อนตัวมาตามรางเพื่อลำเลียงสปริงวอชเชอร์ไปยังส่วนการทำงานที่ 2

ส่วนที่ 2 คือ ส่วนกลางของราง การทำงานคือ เป็นส่วนที่ไม่มีการเขย่าหรือเคลื่อนไหวใดๆ ซึ่งเป็นเพียงตัวกลางในการให้สปริงวอชเชอร์ผ่านไปยังส่วนที่ 3 เท่านั้น

ส่วนที่ 3 คือ ส่วนปลายของรางที่อยู่ด้วยซ้าย การทำงานคือ เมื่อมีสปริงวอชเชอร์มาบังหน้าเซนเซอร์จะทำให้เซนเซอร์อยู่ในสถานะทำงานและส่งคำสั่งให้สปริงวอชเชอร์ไปประกอบกับชิ้นงาน

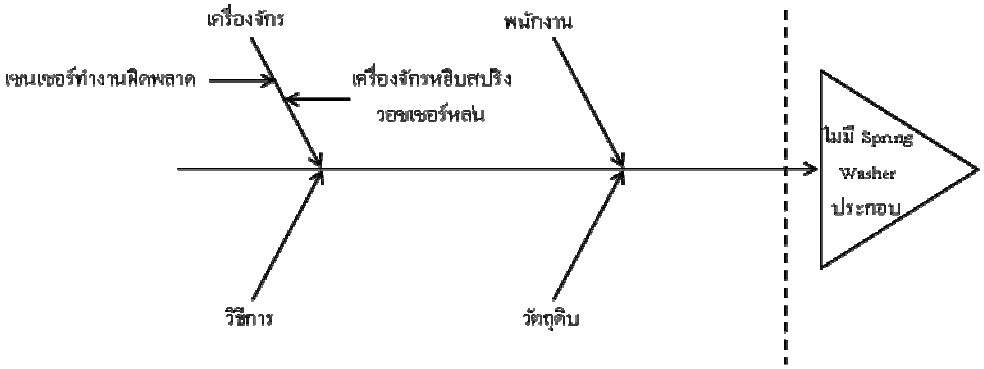
จากปัญหาดังกล่าวทางฝ่ายวิศวกรทำการบันทึกภาพวีดิโอการทำงานของรางลำเลียงสปริงวอชเชอร์เพื่อศึกษาลักษณะการเคลื่อนของสปริงวอชเชอร์ที่ไม่สามารถฟีดมายังจุดประกอบได้มีลักษณะเป็นอย่างไรและจากการบันทึกภาพการทำงานของสถานีงานที่ 1 พบว่าสปริงวอชเชอร์มีลักษณะเคลื่อนตัวไปติดบริเวณรอยต่อระหว่างรางส่วนที่ 1 และรางส่วนที่ 2 ทำให้ไม่สามารถเคลื่อนตัวไปยังส่วนที่ 3 ได้

สรุปการวิเคราะห์ปัญหาสปริงวอชเชอร์ไม่สามารถฟีดไปประกอบกับชิ้นงานได้ เกิดจากการทำงานในส่วนที่ 2 ของรางสไลด์ ที่ไม่เหมาะสม เนื่องจากไม่มีโหมดการสั่นเขย่าเหมือนกับส่วนที่ 1 ที่มีการทำงานที่ดีกว่า

3.วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาชิ้นงานไม่มีสปริงวอชเชอร์ประกอบ

ภาพที่ 3-13ลักษณะชิ้นงานไม่มีสปริงวอชเชอร์ประกอบ

ปัญหาชิ้นงานไม่มีสปริงวอชเชอร์ประกอบ เป็นปัญหาที่เครื่องจักรสามารถตรวจจับงานเสียในลักษณะนี้ได้ที่การทำงานสถานีงานที่ 4ดังนั้นการหาสาเหตุจะต้องพิจารณากลับไปยังการทำงานสถานีงานที่ 1ซึ่งเป็นการประกอบสปริงวอชเชอร์เข้ากับชิ้นงาน โดยการวิเคราะห์หาสาเหตุด้วยแผนภูมิก้างปลาและการระดมความคิดกับหลักการ4Mแสดงดังภาพที่ 3-14



ภาพที่ 3-14วิเคราะห์แผนภูมิก้างปลาของปัญหาชิ้นงานไม่มีสปริงวอชเชอร์ประกอบ

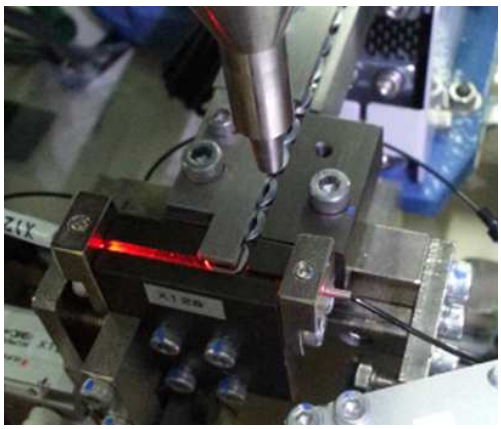
ตารางที่ 3-7ปัจจัยที่อาจส่งผลต่อปัญหาชิ้นงานไม่มีสปริงวอชเชอร์ประกอบ

หัวข้อที่	ปัจจัยที่อาจก่อให้เกิดปัญหาชิ้นงานไม่มีสปริงวอชเชอร์ประกอบ	ปัจจัยด้าน
1	เครื่องจักรหยิบสปริงวอชเชอร์หล่น	เครื่องจักร
2	เซนเซอร์ทำงานผิดพลาด	เครื่องจักร

ผลจากการวิเคราะห์แผนภูมิก้างปลาทำให้ได้ปัจจัยด้านเครื่องจักร 2 ปัจจัย ซึ่งสามารถพิสูจน์โดยการตั้งกล้องวีดิโอเพื่อบันทึกช่วงเวลาที่เครื่องจักรทำงานผิดพลาดดังต่อไปนี้

1. เครื่องจักรหยิบสปริงวอชเชอร์หล่นซึ่งงานเสียในหัวข้อนี้เครื่องจักรสามารถตรวจจับได้และจะแจ้งเตือนว่าพบงานเสียในกระบวนการพร้อมกับสั่งให้เครื่องหยุดการทำงาน ดังนั้นผู้วิจัยสามารถกดตรวจสอบดูการทำงานของสปริงวอชเชอร์จากกล้องวีดิโอได้เลย ผลคือไม่พบว่าเครื่องจักรหยิบสปริงวอชหล่น ทำให้สามารถสรุปได้ว่าเครื่องจักรไม่มีการหยิบสปริงวอชเชอร์หล่นระหว่างการประกอบงาน

2.เซนเซอร์ทำงานผิดพลาดจากการตรวจสอบจากกล้องวีดิโอทำให้ทราบว่าเซนเซอร์ที่ตรวจจับการมาถึงของสปริงวอชเชอร์ทำงานผิดปกติ ซึ่งการทำงานปกติคือจะต้องมีสปริงวอชเชอร์มาบังที่หน้าสัมผัสเซนเซอร์ และจากนั้นเซนเซอร์จะส่งสัญญาณไปที่พิน เพื่อลงมาหยิบสปริงวอชเชอร์ไปประกอบกับชิ้นงาน แต่เนื่องจากเซนเซอร์ทำงานผิดพลาด ส่งผลให้พินลงมาหยิบสปริงวอชเชอร์ทั้งๆ ที่ไม่มีสปริงวอชเชอร์ฟีดมาที่บริเวณเซนเซอร์ ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าเซนเซอร์ทำงานผิดพลาด และจากการตรวจสอบพบว่ามีฝุ่นจำนวนหนึ่งบังที่หน้าสัมผัสเซนเซอร์ทำให้เซนเซอร์ทำงานตลอดเวลาจึงทำให้เครื่องตรวจจับว่ามีสปริงวอชเชอร์มาถึงจุดประกอบแล้ว



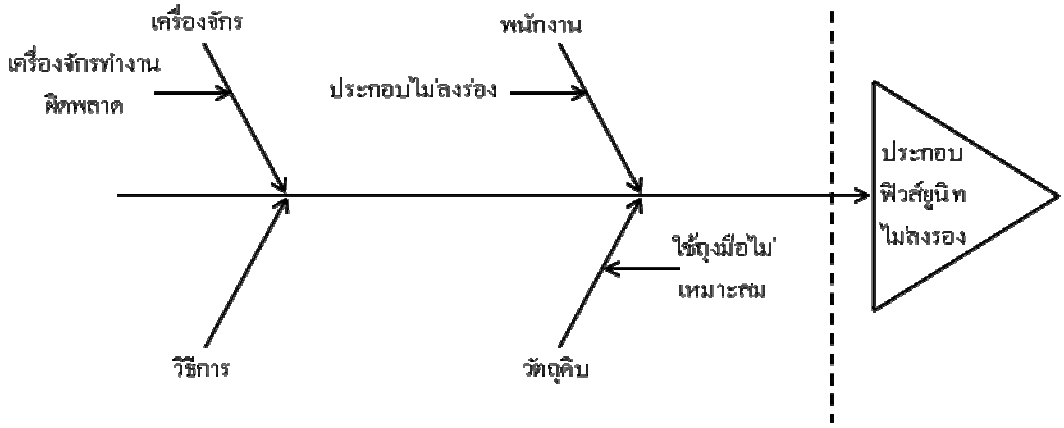
ภาพที่ 3-15 รางเซนเซอร์ที่จุดประกอบสปริงวอชเชอร์

จากสาเหตุฝุ่นบังหน้าสัมผัสเซนเซอร์ ส่งผลให้เครื่องจักรทำงานผิดพลาด ดังนั้นจึงลองใช้แปรงที่มีลักษณะขนไม่แข็งและไม่อ่อนจนเกินไปมาทำความสะอาด โดยการปัดที่บริเวณรางของเซนเซอร์ และตรวจสอบสถานะของเซนเซอร์พบว่าสามารถตรวจจับได้ถูกต้อง ซึ่งถ้าไม่มีสปริงวอชเชอร์เซนเซอร์จะดับ (Off) และถ้ามีสปริงวอชเชอร์เคลื่อนตัวมาบังเซนเซอร์จะทำงาน (On) หลังการทำความสามารถประกอบได้นานเกือบๆ 3ชั่วโมง โดยไม่เกิดงานเสีย

4.วิเคราะห์หาสาเหตุของฟิวส์ยูนิทประกอบไม่ลงร่อง

ภาพที่ 3-16ลักษณะของชิ้นงานที่ฟิวส์ยูนิทประกอบไม่ลงร่อง

ปัญหาชิ้นงานฟิวส์ยูนิทประกอบไม่ลงร่อง เป็นปัญหาที่เครื่องจักรสามารถตรวจจับงานเสียในหัวข้อนี้ได้ที่สถานีงานที่ 4 ดังนั้นการหาสาเหตุของงานเสียในหัวข้อนี้จะต้องวิเคราะห์ย้อนกลับไปที่กระบวนการก่อนหน้าโดยทำการวิเคราะห์ด้วยแผนภูมิก้างปลาร่วมกับการระดมความคิด แสดงการวิเคราะห์ดังภาพที่ 3-17



ภาพที่ 3-17วิเคราะห์แผนภูมิก้างปลาของปัญหาชิ้นงานที่ฟิวส์ยูนิทประกอบไม่ลงร่อง

ตารางที่ 3-8ปัจจัยที่อาจส่งผลต่อปัญหาชิ้นงานฟิวส์ยูนิทประกอบไม่ลงร่อง

หัวข้อที่	ปัจจัยที่อาจก่อให้เกิดปัญหาชิ้นงานฟิวส์ประกอบไม่ลงร่อง	ปัจจัยด้าน
1	เครื่องจักรทำงานผิดพลาด	เครื่องจักร
2	พนักงานประกอบไม่ลงร่อง	พนักงาน
3	ใช้ถุงมือไม่เหมาะสม	วัตถุดิบ

จากการวิเคราะห์แผนภูมิก้างปลาได้ปัจจัยที่เกี่ยวข้องทั้งหมด 3 ปัจจัย ซึ่งทำการพิสูจน์โดยใช้กล้องวีดิโอในการบันทึกภาพการทำงานจุดที่เป็นเครื่องจักร จุดที่พนักงานประกอบงานตามลำดับ ซึ่งการตรวจสอบแสดงดังนี้

ตารางที่ 3-9สรุปการทำงานของเครื่องจักรที่ผิดพลาด

หัวข้อที่	สถานีงาน	วิธีการพิสูจน์
1	สถานีงานที่ 1การประกอบสปริงวอชเชอร์	✓
2	สถานีงานที่ 2การประกอบน็อทชั่วคราว	✗
3	สถานีงานที่ 3การขันแน่นน็อท	✗

1. ผลสรุปตารางที่ 3-9จากการถ่ายกล้องวีดิโอ พบว่าที่การทำงานสถานีงานที่ 1 หัวพินโพรบ (Pin probe)ตรวจจับการประกอบบอร์ดี้กลับด้านแสดงดังภาพที่ 3-18เกิดการทำงานผิดพลาด โดยพินโพรบมีลักษณะตำแหน่งที่ไม่อยู่กึ่งกลาง (Center) ส่งผลให้พินโพรบแทงโดนรูตัวบอร์ดี้จนทำบอร์ดี้ขยับและฟิวส์ยูนิทขยับลอยขึ้นมาไม่ลงร่อง ซึ่งก่อให้เกิดงานเสียลักษณะฟิวส์ยูนิทประกอบไม่ลงร่อง

จากปัญหาทำให้ผู้วิจัยตั้งข้อสังเกตได้ว่าการติดตั้งพินโพรบอาจถูกลืมขันแน่นซ้ำในครั้งสุดท้าย เนื่องการประกอบเครื่องจักรจะกำหนดให้มีการมาร์คที่หัวน็อทหลังการตรวจสอบขันแน่นครั้งสุดท้าย เพื่อเป็นการการันตีก่อนส่งเครื่องจักรไปยังบริษัทปลายทาง

ภาพที่ 3-18ลักษณะพินโพรบ

2. จุดการทำงานของพนักงาน มีการกำหนดในขั้นตอนการประกอบงานจะต้องทำการหมุนขยับ(Feeling)ชิ้นส่วน เพื่อให้มั่นใจได้ว่าฟิวส์ยูนิทได้ประกอบลงร่องรูบอร์ดี้จากการตรวจสอบพบว่าพนักงานสามารถประกอบงานได้ตามข้อกำหนดในการประกอบจุดนี้ ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าปัญหาการประกอบฟิวส์ยูนิทไม่ลงร่องไม่ได้มีสาเหตุมาจากพนักงานทำงานข้ามขั้นตอน แต่เมื่อดูการทำงานจากกล้องวีดิโอทำให้เห็นว่าจังหวะสุดท้ายที่ประกอบฟิวส์ยูนิทถุงมือไปเกี่ยวกับฟิวส์ยูนิททำฟิวส์ยูนิทให้ยกตัวขึ้นมา ส่งผลให้เกิดปัญหาฟิวส์ยูนิทประกอบไม่ลงร่อง ซึ่งการวิเคราะห์การใช้ถุงมือจะอยู่ในการพิสูจน์ในข้อถัดไป

3. พิสูจน์การใช้ถุงมือไม่เหมาะสม โดยผู้วิจัยทราบผลจากขั้นตอนการวิเคราะห์จุดปฏิบัติงานของพนักงานแล้วพบว่าถุงมือไปเกี่ยวกับฟิวส์ยูนิททำให้ฟิวส์ยูนิทไม่ลงร่อง ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการพิสูจน์ โดยนำเอาถุงมือที่ผ่านการใช้งานแล้ว1วัน มาสวมและทดลองประกอบงาน ผลคือ

เมื่อถุงมือที่ผ่านการใช้ไประยะหนึ่งจะทำให้ถุงมือเป็นขุยผ้าออกมาและไปเกี่ยวกับชิ้นงาน ซึ่งนั้นเป็นสาเหตุจากการใช้ถุงมือที่ไม่เหมาะสม

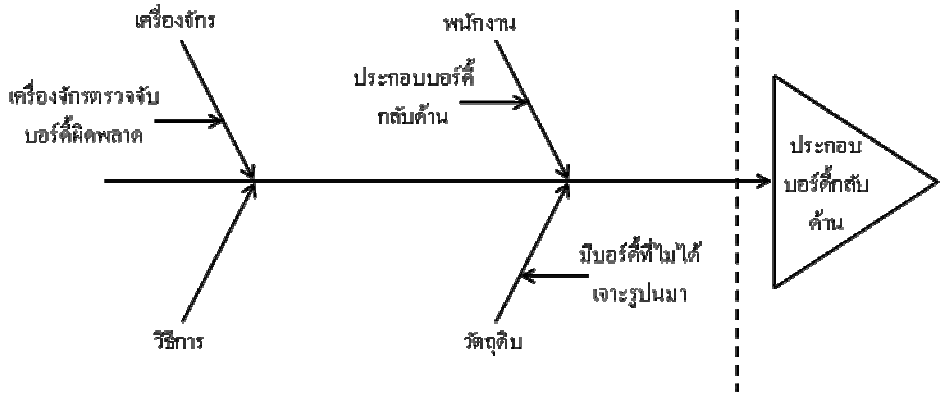
ตารางที่ 3-10สรุปปัจจัยที่ทำให้เกิดชิ้นงานฟิวส์ยูนิทประกอบไม่ลงร่อง

หัวข้อที่	ปัจจัยที่อาจก่อให้เกิดงานฟิวส์ประกอบไม่ลงร่อง	สาเหตุที่ทำให้เกิดงานเสีย
1	เครื่องจักรทำงานผิดพลาด	✓
2	พนักงานประกอบไม่ลงร่อง	✗
3	ใช้ถุงมือไม่เหมาะสม	✓

5.วิเคราะห์หาสาเหตุการประกอบบอร์ดี้กลับด้าน

ภาพที่ 3-19ลักษณะของชิ้นงานที่ประกอบบอร์ดี้กลับด้าน

ปัญหาการประกอบบอร์ดี้กลับด้านนั้น เครื่องจักรสามารถตรวจจับได้ที่สถานีงานที่ 1ซึ่งจากการศึกษาการทำงานของสถานีงานที่ 1 นอกจากจะทำหน้าที่ประกอบสปริงวอชเชอร์ให้กับชิ้นงานแล้วยังสามารถตรวจจับงานเสียได้ เช่น การประกอบบอร์ดี้กลับด้าน การประกอบบอร์ดี้ผิดรุ่น การประกอบบอร์ดี้ที่ไม่ผ่านการเจาะรูมาเป็นต้นเมื่อเครื่องจักรตรวจจับงานเสียได้แล้วจะทำการแจ้งเตือนพร้อมสั่งให้เครื่องหยุดการทำงาน เพื่อให้พนักงานหยุดตรวจสอบการทำงานของเครื่องจักรและหยิบงานเสียออกกระบวนการ จากปัญหาดังกล่าวต้องทำการวิเคราะห์การทำงานตั้งจุดการทำงานของพนักงานจนถึงการทำงานของเครื่องจักรที่สถานีงานที่ 1 โดยทำการวิเคราะห์ด้วยแผนภูมิก้างปลาและการระดมความคิด แสดงการวิเคราะห์ดังภาพที่ 3-20



ภาพที่ 3-20วิเคราะห์แผนภูมิก้างของปัญหาชิ้นงานประกอบบอร์ดี้กลับด้าน

ตารางที่ 3-11ปัจจัยที่อาจส่งผลต่อปัญหาชิ้นงานประกอบบอร์ดี้กลับด้าน

หัวข้อที่	ปัจจัยที่อาจก่อให้เกิดปัญหาชิ้นงานประกอบบอร์ดี้กลับด้าน	ปัจจัยด้าน
1	เครื่องจักรตรวจจับการประกอบบอร์ดี้ผิดพลาด	เครื่องจักร
2	พนักงานประกอบบอร์ดี้กลับด้าน	พนักงาน
3	มีบอร์ดี้ที่ไม่ได้เจาะรูปนมา	วัตถุดิบ

พิสูจน์ปัจจัยที่ได้จากการวิเคราะห์แผนภูมิก้างปลาดังนี้

1. เครื่องจักรตรวจจับการประกอบบอร์ดี้ผิดพลาดทำการพิสูจน์โดยบันทึกการทำงานของเครื่องจักรด้วยกล้องวีดิโอจากการบันทึกพบว่าพินโพรบ (Pin probe) ในการตรวจจับการประกอบบอร์ดี้กลับด้าน ทำงานผิดปกติ โดยพินโพรบแทงไม่ตรงของรูบอร์ดี้ จึงทำให้เครื่องจักรแจ้งเตือนว่ามีงานเสียที่เป็นลักษณะประกอบบอร์ดี้กลับด้านจากการพิสูจน์ดังกล่าวทำให้ทราบว่าเป็นปัญหาเดียวกันกับการประกอบฟิวส์ยูนิทไม่ลงร่องที่จะต้องแก้ไขที่พินโพรบ

2. พนักงานประกอบบอร์ดี้กลับด้านจากการเก็บข้อมูลพบว่าพนักงานใหม่มีการประกอบงานที่ไม่ถูกต้อง คือไม่มีการตรวจสอบบอร์ดี้ก่อนจะประกอบหรือลืมการตรวจสอบก่อนประกอบ ซึ่งส่งผลทำให้ประกอบบอร์ดี้กลับด้านได้และยังส่งผลถึงการประกอบงานของชิ้นส่วนต่างๆ ด้วย จึงพอจะสรุปได้ว่าพนักงานยังขาดการอบรมและทำความเข้าใจในการประกอบงานได้ไม่เพียงพอ

3. มีบอร์ดี้ที่ไม่ได้เจาะรูปะปนมา จึงให้มีการตรวจสอบรูของบอร์ดี้ทั้งหมด10,000 ตัว ก่อนนำเข้าไปประกอบในกระบวนการ ซึ่งผลจากการตรวจสอบคือ ไม่พบเจองานที่ไม่เจาะรู กล่าวคือไม่มีงานที่ไม่เจาะรูเข้ากระบวนการผลิตเลย

ตารางที่ 3-12สรุปปัจจัยที่ทำให้เกิดชิ้นงานประกอบบอร์ดี้กลับด้าน

หัวข้อที่	ปัจจัยที่อาจก่อให้เกิดงานประกอบบอร์ดี้กลับด้าน	สาเหตุที่ทำให้เกิดงานเสีย
1	เครื่องจักรตรวจจับบอร์ดี้ผิดพลาด	✓
2	พนักงานประกอบบอร์ดี้กลับด้าน	✓
3	มีบอร์ดี้ที่ไม่ได้เจาะรูปนมา	✗

บทที่4
ผลการวิจัย

จากบทที่ 3 ผู้วิจัยได้ปัจจัยที่บ่งชี้ว่าส่วนใดที่ทำให้เกิดงานเสียในกระบวนการผลิตทั้ง 5 ลักษณะซึ่งปัจจัยด้านเครื่องจักรของปัญหาการประกอบน็อทปีนเกลียวจะประยุกต์ใช้การออกแบบการทดลองในการหาสาเหตุและกำหนดแนวทางการปรับปรุง รวมถึงการกำหนดแนวแก้ไขลักษณะงานเสียต่างๆ จะดำเนินการในบทนี้

กำหนดแนวทางการปรับปรุงปัญหาน็อทปีนเกลียว

ปัญหางานเสียที่เป็นลักษณะน็อทปีนเกลียว สรุปได้ว่าปัจจัยด้านเครื่องจักรที่การทำงานสถานีงานที่ 2การประกอบและขันน็อทชั่วคราวทำให้เกิดงาน ซึ่งจากการวิเคราะห์ และทำการพิสูจน์พบว่ามีเพียง 4 ปัจจัย ที่จะนำไปวิเคราะห์ด้วยการออกแบบการทดลองโดยทั้ง 4 ปัจจัย ได้จากการวิเคราะห์การทำงานของเครื่องจักรที่สถานีงานที่ 2แสดงการทำงานของเครื่องจักรดังนี้

1.การทำงานเริ่มต้น เมื่อชิ้นงานหมุนมาหยุดที่สถานีงานที่ 2 หัว Vacuum จะทำการดูดน็อทขึ้นมา1 ตัว และเคลื่อนตัวไปยังชิ้นงานซึ่งการทำงานของ Vacuum จะทำงานร่วมกับไส้กรอง (Fillter) ถ้าไส้กรองไม่สะอาดอาจส่งผลทำให้แรงดูดของ Vacuum น้อยลงและทำให้การดูดน็อทเอียง ซึ่งเมื่อประกอบกับคอนแทคเทอร์มินอลก็จะทำให้การประกอบนั้นเอียงไปด้วย จึงเกิดปัญหาน็อทปีนเกลียว ดังนั้นการกำหนดระดับปัจจัยของ Vacuum ที่ระดับปัจจัยค่าต่ำ คือ Dirty ไส้กรองที่ไม่สะอาดที่ผ่านการทำงานประมาณ 2 เดือน หรือผ่านการทำงานที่ 80,000–100,000 ช็อท และระดับปัจจัยค่าสูง คือCleanไส้กรองที่ผ่านการทำงานตั้ง 0-15,000ช็อท หรือใช้งานมาแล้วไม่เกิน1สัปดาห์

2.เมื่อหัว Vacuum เคลื่อนตัวมาที่ชิ้นงาน จังหวะแรกคือ หัว Vacuum จะทำการหมุนในทิศทางทวนเข็มด้วยจำนวนรอบหนึ่งๆ เช่น 1 รอบ หรือ 2 รอบ เป็นต้น จากการทำงานจุดนี้จึงทำการสอบถามไปยังผู้ออกแบบให้เหตุผลว่า การหมุนทวนเข็มจะเป็นการช่วยลดปัญหาน็อทปีนเกลียวได้ซึ่งทางผู้วิจัยกำหนดรอบการหมุนในทิศทางทวนเข็มว่า “รอบการหมุนออก”จากการศึกษาการทำงานของเครื่องจักรสามารถปรับตั้งการหมุนที่ต่ำสุดได้ 0.8 รอบ หากทำการปรับรอบในการหมุนน้อยกว่า 0.8 รอบส่งผลให้เวลาการทำงานของเครื่องจักรเพิ่มมากขึ้นทำให้พนักงานต้องรอเครื่องจักรทำงานเสร็จ และจำนวนรอบในการหมุนสูงสุดที่สามารถปรับตั้งได้คือ1.5 รอบ หากกำหนดให้รอบของการหมุนสูงสุดมากกว่า 1.5 รอบจะทำให้เกลียวของ

คอนแทคเทอร์มินอลพังเสียรูปตามทิศทางที่ทวนเข็ม

3. เมื่อหัว Vacuum ทำการหมุนออกแล้ว จากนั้นหัว Vacuum จะเริ่มทำการหมุนในทิศทางตามเข็มด้วยจำนวนรอบหนึ่งๆ เช่น 1 รอบ 2 รอบ เป็นต้น เพื่อทำการประกอบน็อทในลักษณะขันแบบชั่วคราว จากการทำงานในจุดนี้ผู้วิจัยกำหนดให้รอบในการหมุนทิศทางตามเข็มว่า “รอบการหมุนเข้า”จากการศึกษาการทำงานของเครื่องจักรสามารถปรับตั้งรอบในการหมุนต่ำสุดคือ 1.5 รอบ หากปรับตั้งรอบในการหมุนให้น้อยกว่า 1.5 รอบ ส่งผลให้เวลาการทำงานของเครื่องจักรเพิ่มมากขึ้นทำให้พนักงานต้องรอเครื่องจักรทำงานเสร็จ และจำนวนรอบในการหมุนสูงสุดที่สามารถปรับตั้งได้คือ 1.8 รอบ ถ้ากำหนดรอบให้สูงกว่านี้เครื่องจักรจะไม่สามารถทำงานได้

4.ความเร็วในการหมุนเข้าและหมุนออกจะหมุนด้วยความเร็วที่เท่ากัน ซึ่งตามแต่ผู้ใช้งานจะกำหนดซึ่งจากการศึกษาการทำงานของเครื่องจักรความเร็วต่ำสุดที่สามารถปรับตั้งได้คือ 40,000 เฮิร์ธ หากกำหนดให้ความเร็วน้อยกว่านี้ส่งผลให้เวลาการทำงานของเครื่องจักรเพิ่มมากขึ้นทำให้พนักงานต้องรอเครื่องจักรทำงานเสร็จและความเร็วสูงสุดที่สามารถปรับตั้งได้คือ 70,000 เฮิร์ธซึ่งไม่สามารถปรับได้มากกว่านี้เนื่องจากพิกัดของเครื่องจักร

ทำการออกแบบการทดลอง โดยนำปัจจัยทั้ง 4 ปัจจัย มากำหนดระดับปัจจัยเป็น 2 ระดับ คือ ระดับต่ำและระดับสูง แสดงการกำหนดดังตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1กำหนดระดับปัจจัยในการออกแบบการทดลอง

ปัจจัยของเครื่องจักร	ระดับต่ำ	ระดับสูง	หน่วย
รอบการหมุนเข้า	1.5	1.8	รอบ
รอบการหมุนออก	0.8	1.5	รอบ
ความเร็วในการหมุน	40,000	70,000	เฮิร์ธ
แรงดูดของ Vacuum	Dirty	Clean	-

กำหนดการออกแบบการทดลองเป็นแบบ 2^kFactorial จากตารางที่ 4-1 การกำหนดปัจจัยทั้ง 4 ปัจจัยสามารถออกแบบการทดลองได้ 16 การทดลองและการทดลองซ้ำกำหนดเป็น3 ครั้ง ดังนั้นการทดลองทั้งหมดคือ48 การทดลอง โดยลำดับการทดลองให้มีการสุ่มRandomizedซึ่งการ

สุ่มการทดลองจะแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มDirtyและกลุ่มClean และการสุ่มจะสุ่มภายในกลุ่มเท่านั้นการเก็บผลการออกแบบการทดลองกำหนดให้ขนาดตัวอย่างในแต่ละการทดลอง (Sample Size) เท่ากับ 2,000 ชิ้น เนื่องจากต้องการให้มีค่าใกล้เคียงกับยอดการผลิตเป้าหมายมากที่สุด คือ2,100 ชิ้น ผู้วิจัยทำการปรับตั้งเครื่องจักรตามการออกการทดลองและบันทึกผลในแต่ละการทดลอง โดยการปรับตั้งเครื่องจักรจะเริ่มจากการทดลองที่ 1-48 ตามลำดับ อ้างอิงตาม (Standard order) ซึ่งใช้เวลาทั้งหมด 48 วัน ในการเก็บผลการทดลอง ข้อมูลแสดงดังตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-2 การออกแบบการทดลอง 48 การทดลอง

StdOrder	RunOrder	Tighten	Loosen	Speed	Vacuum	NG
13	1	1.5	0.8	40,000	Dirty	17
21	2	1.8	0.8	40,000	Dirty	24
17	3	1.5	1.5	40,000	Dirty	10
1	4	1.8	1.5	40,000	Dirty	15
23	5	1.5	0.8	70,000	Dirty	15
9	6	1.8	0.8	70,000	Dirty	19
14	7	1.5	1.5	70,000	Dirty	13
4	8	1.8	1.5	70,000	Dirty	18
38	9	1.5	0.8	40,000	Clean	1
28	10	1.8	0.8	40,000	Clean	2
47	11	1.5	1.5	40,000	Clean	0
31	12	1.8	1.5	40,000	Clean	1
44	13	1.5	0.8	70,000	Clean	0
27	14	1.8	0.8	70,000	Clean	2
34	15	1.5	1.5	70,000	Clean	0
40	16	1.8	1.5	70,000	Clean	0
10	17	1.5	0.8	40,000	Dirty	15
15	18	1.8	0.8	40,000	Dirty	20
5	19	1.5	1.5	40,000	Dirty	12

18	20	1.8	1.5	40,000	Dirty	19

ตารางที่ 4-2 (ต่อ)

StdOrder	RunOrder	Tighten	Loosen	Speed	Vacuum	NG
2	21	1.5	0.8	70,000	Dirty	12
12	22	1.8	0.8	70,000	Dirty	21
20	23	1.5	1.5	70,000	Dirty	15
7	24	1.8	1.5	70,000	Dirty	16
29	25	1.5	0.8	40,000	Clean	0
41	26	1.8	0.8	40,000	Clean	1
37	27	1.5	1.5	40,000	Clean	1
45	28	1.8	1.5	40,000	Clean	3
25	29	1.5	0.8	70000	Clean	1
43	30	1.8	0.8	70,000	Clean	3
35	31	1.5	1.5	70,000	Clean	1
32	32	1.8	1.5	70,000	Clean	2
19	33	1.5	0.8	40,000	Dirty	13
3	34	1.8	0.8	40,000	Dirty	18
22	35	1.5	1.5	40,000	Dirty	15
8	36	1.8	1.5	40,000	Dirty	16
11	37	1.5	0.8	70,000	Dirty	18
24	38	1.8	0.8	70,000	Dirty	17
6	39	1.5	1.5	70,000	Dirty	10
16	40	1.8	1.5	70,000	Dirty	15
26	41	1.5	0.8	40,000	Clean	1
36	42	1.8	0.8	40,000	Clean	3

42	43	1.5	1.5	40,000	Clean	1

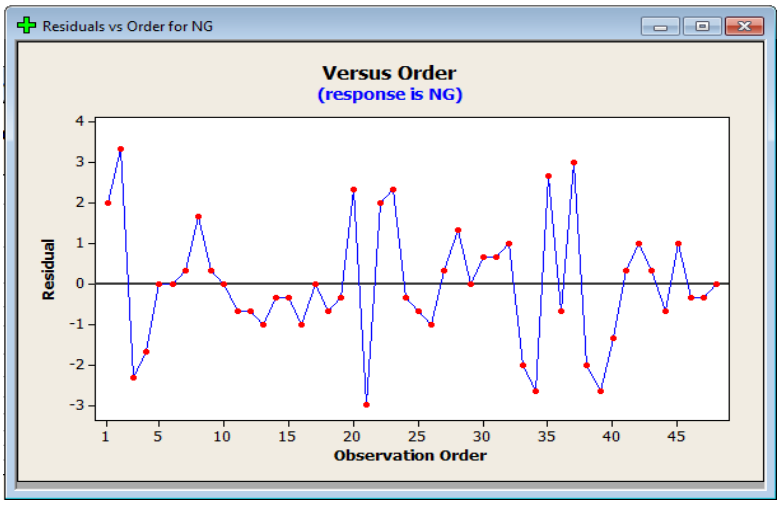
ตารางที่ 4-2 (ต่อ)

StdOrder	RunOrder	Tighten	Loosen	Speed	Vacuum	NG
33	44	1.8	1.5	40,000	Clean	1
48	45	1.5	0.8	70,000	Clean	2
30	46	1.8	0.8	70,000	Clean	2
46	47	1.5	1.5	70,000	Clean	0
39	48	1.8	1.5	70,000	Clean	1

นำข้อมูลจากการเก็บผลการทดลองคำนวณบนโปรแกรม Minitab version 16 เมื่อทำการกรอกข้อมูลครบถ้วนแล้ว ให้เลือกคำสั่ง Stat > DOE > Factorial > Analyze factorial design จะปรากฏหน้าต่างสำหรับกำหนดตัวแปรตอบสนองที่ต้องการลงในช่อง Responses ซึ่งในที่นี้ คือ NG พร้อมกำหนดเทอม (Term) และกราฟ (Graphs) ในการวิเคราะห์ โดยการวิเคราะห์ค่าเริ่มต้นจะกำหนดให้เลือกทุกเทอมที่ทำการทดลองและกำหนดการวิเคราะห์กราฟเป็น Four in one

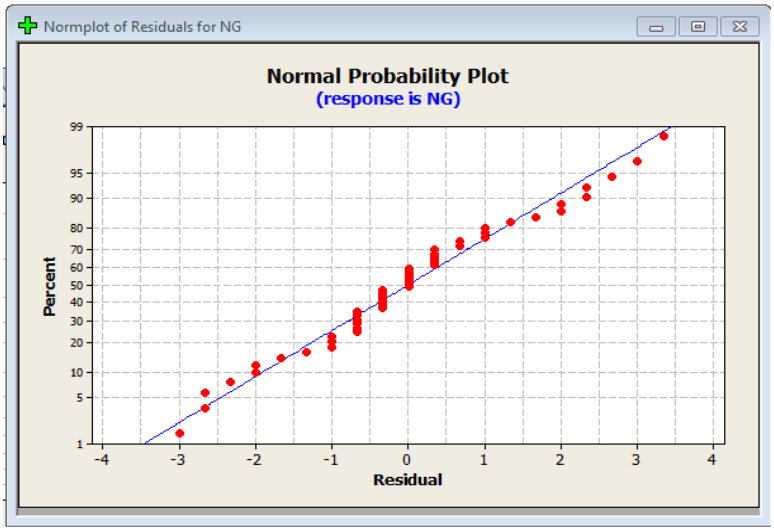
การวิเคราะห์ข้อมูลผลจากการออกแบบการทดลอง

1.การวิเคราะห์จะเริ่มจาก Residual plot ทั้ง 4กราฟ โดยกราฟหรือแผนภูมิแรกที่วิเคราะห์คือ การตรวจสอบความเป็นอิสระของ Residual (Versus order) เมื่อพิจารณาภาพที่ 4-1 ดู พบว่ามีการกระจายตัวของข้อมูลพอสมควร ซึ่งบางช่วงอาจดูมีแนวโน้ม (Pattern) อยู่บาง แต่ข้อมูลยังพอนำไปวิเคราะห์ต่อไปได้จึงถือว่ามีการกระจายตัวของ Residual มีลักษณะแบบสุ่ม

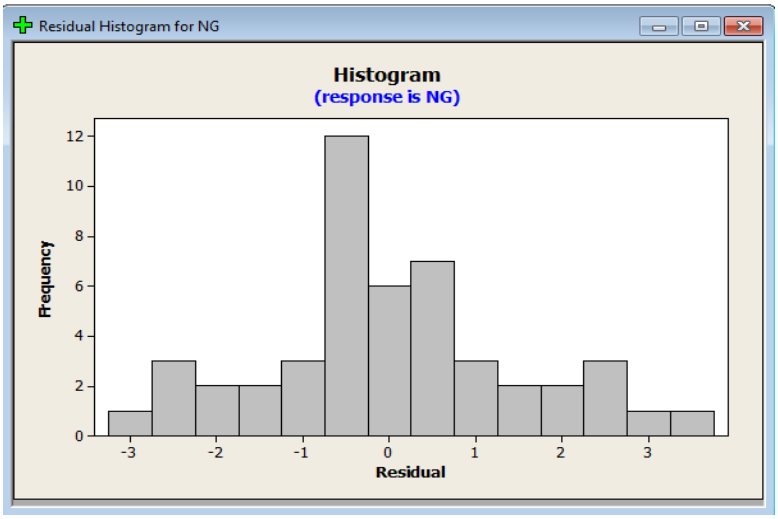


ภาพที่ 4-1การทดสอบความอิสระต่อกันของงานเสียจากการทดลอง

2. วิเคราะห์การแจกแจงข้อมูล ซึ่งข้อมูลจะต้องมีการแจกแจงแบบปกติ สามารถพิจารณาได้จาก การตรวจสอบการกระจายตัวแบบปกติ (Normal probability plot) แสดงดังภาพที่ 4-2และ ฮิสโตแกรม (Histogram) แสดงดังภาพที่ 4-3จากการพิจารณาทั้ง 2 กราฟ พบว่าข้อมูลดูมีการแจกแจงแบบปกติ ดังนี้ เมื่อพิจารณากราฟแผนภูมิฮิสโตแกรมซึ่งมีลักษณะคล้ายกับระฆังคว่ำ จึงถือว่ามีการกระจายตัวของข้อมูล และที่กราฟการกระจายตัวแบบปกติก็ดูเป็นเส้นตรง จึงถือว่ามีการแจกแจงแบบปกติ

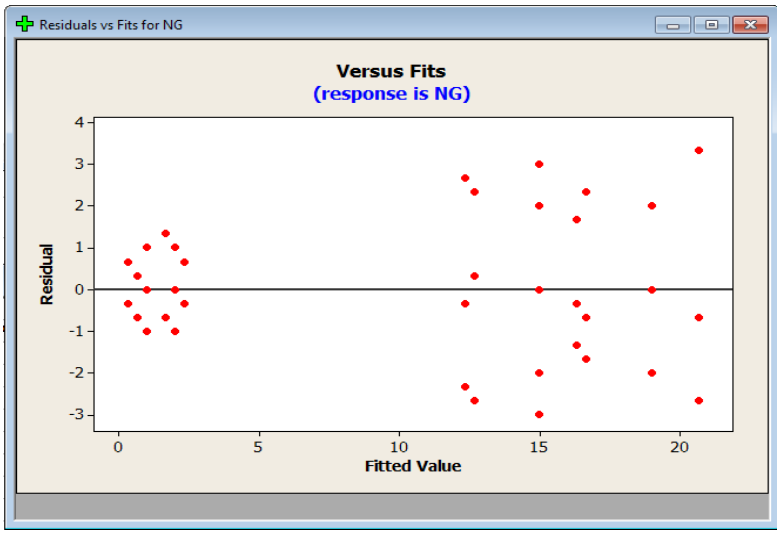


ภาพที่ 4-2การกระจายตัวแบบปกติของงานเสียจากการทดลอง



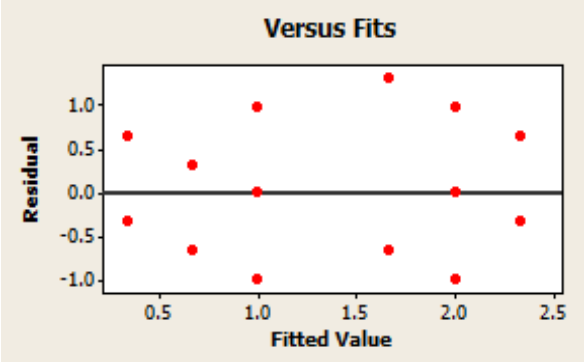
ภาพที่ 4-3การกระจายตัวแบบฮิสโตแกรมของงานเสียจากการทดลอง

3. วิเคราะห์การตรวจสอบความเสถียรของความแปรปรวน (Versus fits) จากการพิจารณาพบว่ามีการเกาะกลุ่มกันของข้อมูล โดยแบ่งออกเป็น 2ช่วงข้อมูล จึงอาจกล่าวได้ว่าความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นอย่างไม่สม่ำเสมอแสดงดังภาพที่ 4-4

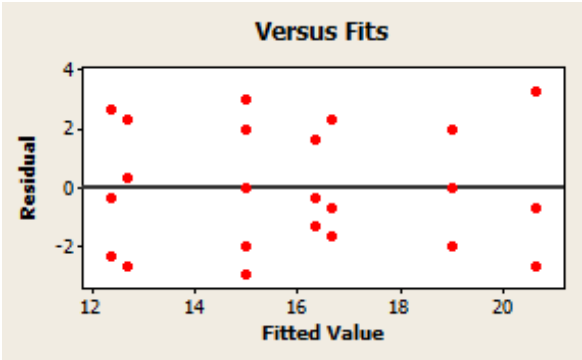


ภาพที่ 4-4การตรวจสอบความเสถียรความแปรปรวนของงานเสียจากการทดลอง

จากการวิเคราะห์ลักษณะแผนภูมิการตรวจสอบความเสถียรของความแปรปรวนที่เป็นการวิเคราะห์จากการทดลอง พบว่ามีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นอย่างไม่สม่ำเสมอจึงทำการตรวจสอบเพื่อระบุกลุ่มข้อมูลที่เกิดขึ้นว่าเป็นของกลุ่มใดเนื่องจากในช่วงการอออกแบบการทดลองที่ได้เสนอไปก่อนหน้า กำหนดให้ทำการสุ่มการออกแบบการทดลองตาม Vacuum ซึ่งทำให้ Versus fits มี 2 กลุ่มข้อมูล จากการตรวจสอบพบว่า ข้อมูลการกระจายตัวกลุ่มแรกด้านขวาเป็นของปัจจัยVacuum ที่เป็น Clean เมื่อพิจารณาจากภาพที่ 4-5 พบว่ามีการกระจายข้อมูลได้อย่างเหมาะสม ซึ่งถือว่าความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นอย่างสม่ำเสมอ เป็นตัวแบบที่สามารถนำไปวิเคราะห์ต่อได้



ภาพที่ 4-5แผนภูมิการกระจายตัวของ Vacuum ที่เป็น Clean



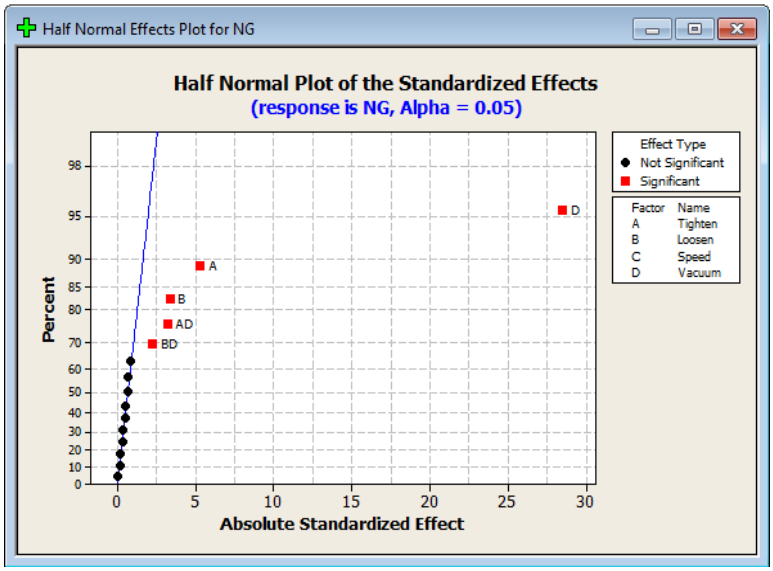
ภาพที่ 4-6 แผนภูมิการกระจายตัวของ Vacuum ที่เป็น Dirty

จากการตรวจสอบพบว่า ข้อมูลการกระจายตัวกลุ่มที่ 2 ของภาพที่ 4-4 พบว่าเป็นของปัจจัย Vacuum ที่เป็น Dirty เมื่อพิจารณาจากภาพที่ 4-6 พบว่ามีการกระจายข้อมูลได้อย่างเหมาะสม

ซึ่งถือว่าความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นอย่างสม่ำเสมอ เป็นตัวแบบที่สามารถนำไปวิเคราะห์ต่อได้

การวิเคราะห์ผลลักษณะแผนภูมิการตรวจสอบความเสถียรของความแปรปรวน (Versus fits) ที่เกิดการแยกตัวของข้อมูลขึ้นเป็น 2 กลุ่มข้อมูล ในการวิเคราะห์การออกแบบการทดลองเป็นเพราะข้อจำกัดในการควบคุมไส้กรองของ Vacuum ที่ไม่สามารถเปลี่ยนได้บ่อย เนื่องจากการถอดประกอบเปลี่ยนใช้เวลานาน และเนื่องจากการทดลองมีทั้งหมด 48 การทดลอง ดังนั้นการเก็บผลการทดลองจะใช้เวลาในการเก็บผลทั้งหมด 48วัน เช่นเดียวกัน โดยการทดลอง 24 วันแรกเป็นการสุ่มทดลองในกลุ่มของ Dirty จากนั้น 24 วันที่เหลือเป็นการสุ่มการทดลองในกลุ่มของ Cleanส่งผลให้การวิเคราะห์ผลการทดลองดูมีความไม่กระจายตัวของข้อมูล ซึ่งจากการทวนสอบทำให้ทราบว่าจริงๆ แล้วข้อมูลมีการกระจายตัวได้อย่างเหมาะสม ซึ่งถือว่าค่าความคลาดเคลื่อนของการวิเคราะห์ภาพที่ 4-4 เกิดขึ้นอย่างสม่ำเสมอ จึงเป็นตัวแบบที่สามารถนำไปวิเคราะห์ต่อไปได้

การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิผลต่อผลตอบสนอง โดยพิจารณาที่กราฟ Half normal plot แสดงดังภาพที่ 4-7ซึ่งก็เป็นการวิเคราะห์ได้ในเบื้องต้นในกรณีที่ต้องการความสะดวกและรวดเร็ว แต่เพื่อให้การวิเคราะห์น่าเชื่อถือจำเป็นที่จะต้องวิเคราะห์จากตาราง ANOVA



ภาพที่ 4-7Half Normal Plot แสดงปัจจัยที่มีอิทพลและไม่มีอิทธิพลต่อผลตอบสนอง

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน ANOVA ที่ได้จากการทดสอบ

Analysis of Variance for NG (coded units)

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Main Effects	4	2739	2739	684.75	213.43	0.000
Tighten	1	90.75	90.75	90.75	28.29	0.000
Loosen	1	36.75	36.75	36.75	11.45	0.002
Speed	1	0.75	0.75	0.75	0.23	0.632
Vacuum	1	2610.75	2610.75	2610.75	813.74	0.000
2-Way Interactions	6	52.67	52.67	8.78	2.74	0.029
Tighten*Loosen	1	1.33	1.33	1.33	0.42	0.524
Tighten*Speed	1	1.33	1.33	1.33	0.42	0.524
Tighten*Vacuum	1	33.33	33.33	33.33	10.39	0.003
Loosen*Speed	1	0	0	0	*	*
Loosen*Vacuum	1	16.33	16.33	16.33	5.09	0.031
Speed*Vacuum	1	0.33	0.33	0.33	0.10	0.749
3-Way Interactions	4	3.00	3.00	0.75	0.23	0.917
Tighten*Loosen*Speed	1	0.08	0.08	0.08	0.03	0.873
Tighten*Loosen*Vacuum	1	0.08	0.08	0.08	0.03	0.873
Tighten*Speed*Vacuum	1	0.75	0.75	0.75	0.23	0.632
Loosen*Speed*Vacuum	1	2.08	2.08	2.08	0.65	0.426
4-Way Interactions	1	0.33	0.33	0.33	0.10	0.749
Tighten*Loosen*Speed*Vacuum	1	0.33	0.33	0.33	0.10	0.749
Residual Error	32	102.67	102.67	3.21		
Pure Error	32	102.67	102.67	3.21		
Total	47	2897.67				

Model summary

S = 1.79118 PRESS = 231

R-Sq = 96.46% R-Sq(pred) = 92.03% R-Sq(adj) = 94.80%

วิเคราะห์ผลการทดลอง โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน ANOVA ดังตารางที่ได้ออกแบบไว้ พบว่า R^2 มีค่าเท่ากับ 96.46% ซึ่งหมายความว่าถ้าหากความแปรปรวนในข้อมูลมี 100%^{2} แล้วความแปรปรวนของข้อมูล 96.46%^{2} สามารถอธิบายได้ด้วยตัวแบบถดถอย ส่วนปริมาณที่เหลือไม่สามารถอธิบายได้เนื่องจากปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้ แสดงว่าข้อมูลมีความสามารถในการวิเคราะห์ได้ จากนั้นพิจารณาค่า R^2 Adjustedมีค่าเท่ากับ94.80%ซึ่งมีค่าใกล้กับค่า R^2 แสดงว่าจำนวนข้อมูลมีเพียงพอเพื่อนำมาวิเคราะห์การทดลอง

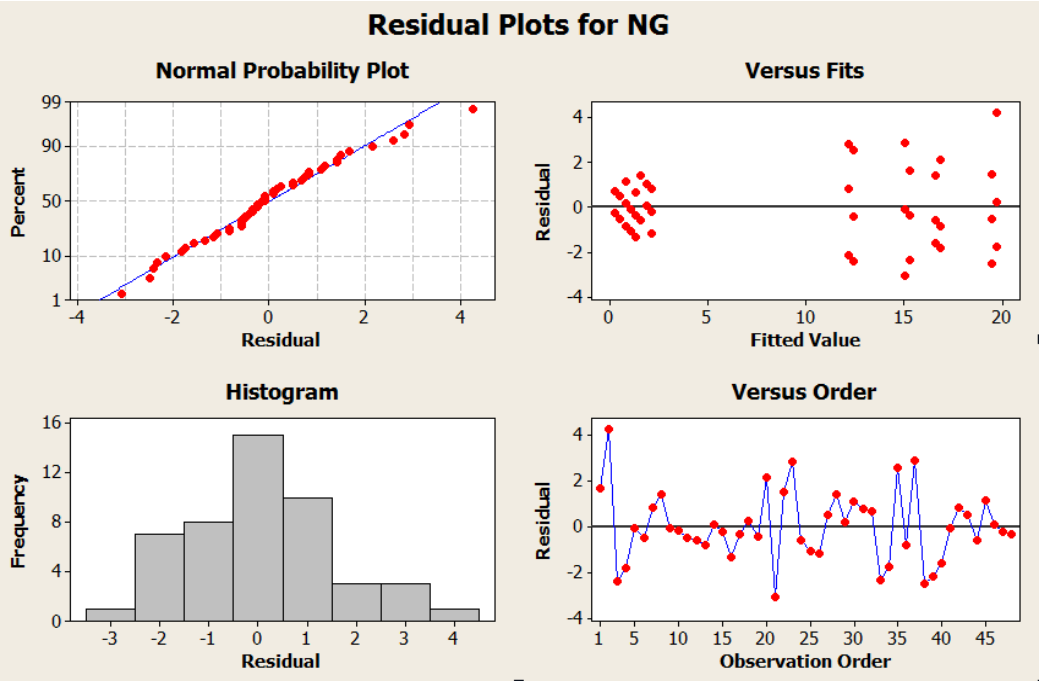
จากนั้นวิเคราะห์ปัจจัยหลักและปัจจัยร่วมโดยพิจารณาจากตาราง ANOVAและกราฟ Half Normal Plot ซึ่งในการวิเคราะห์นี้กำหนดระดับของนัยสำคัญ 0.05และจากการพิจารณาพบว่าที่ค่า P-Value ของปัจจัยหลัก (Main Effect) คือ รอบการหมุนเข้า (Tighten) รอบการหมุนออก (Loosen) และแรงดูดของ Vacuumมีค่า P เท่ากับ 0.000, 0.002 และ 0.000ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าปัจจัยหลักจาก 3ใน 4มีผลต่องานเสียที่เป็นลักษณะน็อทปีนอย่างมีนัยสำคัญ

วิเคราะห์ปัจจัยร่วมที่เป็น2 อิทธิพลร่วม(Two-way interaction) พบว่ามีปัจจัยร่วมอยู่ 2 ปัจจัยร่วมคือ รอบการหมุนเข้า*Vacuum และ รอบการหมุนออก*Vacuum มีค่า P-Valueเท่ากับ 0.003 และ 0.031ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าปัจจัยร่วมทั้ง2 ปัจจัยนี้ต่างก็มีอิทธิพลต่องานเสียที่เป็นลักษณะน็อทปีนอย่างมีนัยสำคัญที่ P-Value เท่ากับ 0.05

วิเคราะห์ปัจจัยร่วมที่เป็น3อิทธิพลร่วม(Three-way interaction)และ 4 อิทธิพลร่วม (Four-way interactions) พิจารณาที่ค่า P-Valueซึ่งมากกว่า α = 0.05 ทั้งหมด ซึ่งแสดงให้เห็นว่าปัจจัยร่วมที่เป็น3 อิทธิพลร่วม และ 4 อิทธิพลร่วมไม่มีอิทธิพลต่องานเสียที่เป็นลักษณะน็อทปีนอย่างมีนัยสำคัญ

ขั้นตอนต่อไปทำการตัดปัจจัยที่ไม่มีนัยสำคัญ เช่น อิทธิพลร่วมที่เป็น 2 บางตัว และเอาอิทธิพลร่วมที่เป็น 3และ 4อิทธิพลร่วม ทั้งหมดออกจากการวิเคราะห์และจากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลใหม่อีกครั้ง

การวิเคราะห์หลังการตัดปัจจัยร่วม



ภาพที่ 4-8 Residual plot 4in 1

1. ทำการวิเคราะห์หลังการตัดปัจจัยร่วมที่ไม่เกี่ยวข้องที่ได้จากการวิเคราะห์ก่อนหน้า โดยเริ่มจาก Versus order พบว่าการกระจายตัวของข้อมูลมีความใกล้เคียงกับการวิเคราะห์ก่อนทำการตัดปัจจัยร่วม ซึ่งดูมีการกระจายตัวของข้อมูลอย่างพอสมควร และบางช่วงอาจดูมีแนวโน้ม (Pattern) อยู่บ้าง แต่ข้อมูลยังพอนำไปวิเคราะห์ต่อไปได้ จึงถือว่ามีการกระจายตัวของ Residual มีลักษณะแบบสุ่ม

2. วิเคราะห์การแจกแจงข้อมูล หลังการตัดปัจจัยร่วมที่ไม่เกี่ยวข้อง ซึ่งข้อมูลจะต้องมีการแจกแจงแบบปกติสามารถพิจารณาได้จาก การตรวจสอบการกระจายตัวแบบปกติ (Normal probability plot)และ ฮิสโตแกรม (Histogram) จากการพิจารณาทั้ง 2 กราฟ พบว่าข้อมูลดูมีการแจกแจงแบบปกติ ดังนี้ เมื่อพิจารณากราฟแผนภูมิฮิสโตแกรมมีลักษณะคล้ายกับระฆังคว่ำ จึงถือว่ามีการกระจายตัวของข้อมูล และที่กราฟการกระจายตัวแบบปกติก็ดูเป็นเส้นตรง จึงถือว่ามีการแจกแจงแบบปกติเช่นกัน

3. วิเคราะห์ลักษณะแผนภูมิการตรวจสอบความเสถียรของความแปรปรวนหลังตัดปัจจัยร่วมที่ไม่เกี่ยวข้อง พบว่ามีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นมีลักษณะใกล้เคียงกับการวิเคราะห์ก่อนตัดปัจจัยออกจากการวิเคราะห์ เมื่อทำการวิเคราห์ข้อมูลที่เกิดขึ้นทีละกลุ่มพบว่ามีการกระจายข้อมูลได้อย่างเหมาะสม จึงถือว่าความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ ทำให้เป็นตัวแบบที่สามารถนำไปวิเคราะห์ต่อได้ และเมื่อผลการวิเคราะห์ของ Residual สามารถยอมรับได้ ทำให้สามารถวิเคราะห์ในขั้นตอนถัดไปได้

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน ANOVA หลังการตัดปัจจัยร่วม

Analysis of Variance for NG (coded units)

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Main Effects	4	2739	2739	684.75	257.57	0.000
Tighten	1	90.75	90.75	90.75	34.14	0.000
Loosen	1	36.75	36.75	36.75	13.82	0.001
Speed	1	0.75	0.75	0.75	0.28	0.598
Vacuum	1	2610.75	2610.75	2610.75	982.03	0.000
2-Way Interactions	2	49.67	49.67	24.83	9.34	0.000
Tighten*Vacuum	1	33.33	33.33	33.33	12.54	0.001
Loosen*Vacuum	1	16.33	16.33	16.33	6.14	0.017
Residual Error	41	109.00	109.00	2.66		
Lack of Fit	9	6.33	6.33	0.70	0.22	0.989
Pure Error	32	102.67	102.67	3.21		
Total	47	2897.67				

Model summary

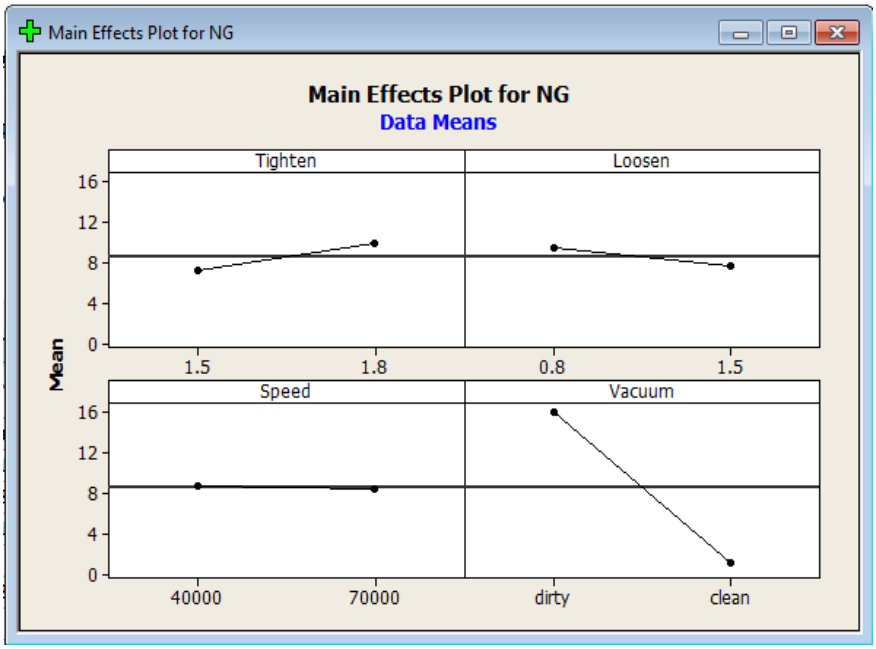
S = 1.63050 PRESS = 149.397

R-Sq = 96.24% R-Sq(pred) = 94.84% R-Sq(adj) = 95.69%

วิเคราะห์ผลการทดลองหลังตัดปัจจัยร่วมที่ไม่เกี่ยวข้องซึ่งการวิเคราะห์ความแปรปรวน ANOVA ดังตารางที่ได้ออกแบบไว้ พบว่า R^2 มีค่าเท่ากับ 96.24% ซึ่งสามารถอธิบายได้ด้วยตัวแบบถดถอย ส่วนปริมาณที่เหลือไม่สามารถอธิบายได้เนื่องจากปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้ แสดงว่าข้อมูลมีความสามารถในการวิเคราะห์ผลการทดลองได้ และเมื่อพิจารณาค่า R^2 Adjustedมีค่าเท่ากับ 95.69%ซึ่งมีค่าใกล้กับค่า R^2 แสดงว่าจำนวนข้อมูลมีเพียงพอเพื่อนำมาวิเคราะห์การทดลอง

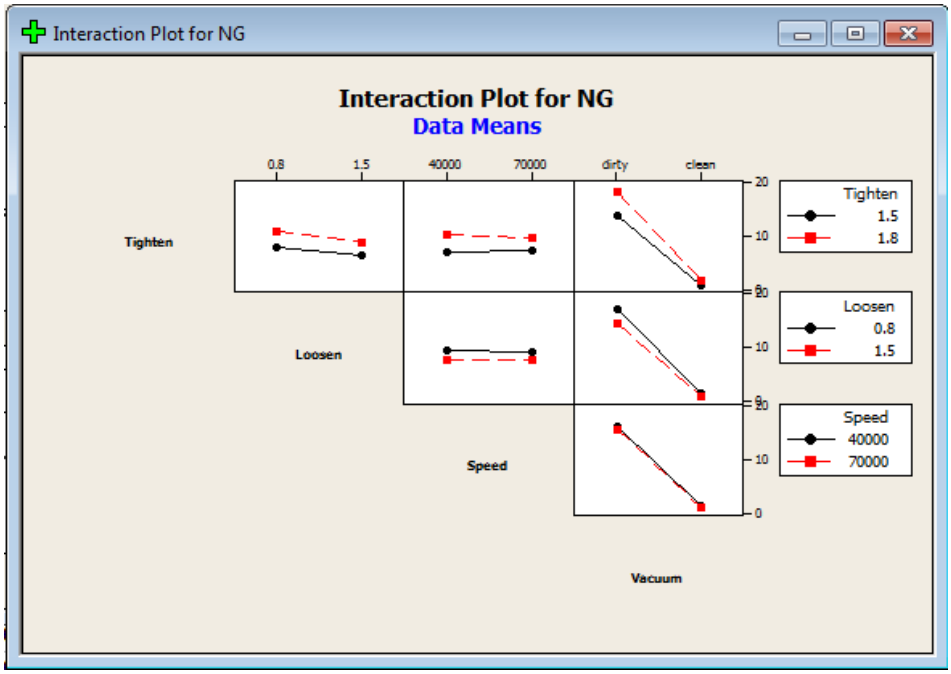
วิเคราะห์ปัจจัยหลักและปัจจัยร่วมโดยพิจารณาจากตาราง ANOVA และกราฟ Half normal plot ซึ่งในการวิเคราะห์นี้กำหนดระดับของนัยสำคัญที่0.05จากการพิจารณาพบว่าที่ค่า P-Value ของปัจจัยหลัก (Main effect) คือ รอบการหมุนเข้า (Tighten) รอบการหมุนออก (Loosen) และแรงดูดของ (Vacuum)มีค่า P เท่ากับ 0.000, 0.001และ 0.000ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าปัจจัยหลักจาก 3ใน 4ยังคงมีผลต่องานเสียที่เป็นลักษณะน็อทปีนอย่างมีนัยสำคัญ

วิเคราะห์ปัจจัยร่วมที่เป็น 2 อิทธิพลร่วม(Two-way interaction) คือ รอบการหมุนเข้า*Vacuum และ รอบการหมุนออก*Vacuum มีค่า P-Value เท่ากับ 0.001 และ 0.017 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าปัจจัยร่วมทั้ง2 ปัจจัยนี้ต่างก็ยังมีอิทธิพลต่องานเสียที่เป็นลักษณะน็อทปีนอย่างมีนัยสำคัญที่ P-Value เท่ากับ 0.05



ภาพที่ 4-9Main Effect Plot จากการทดลอง

เมื่อพิจารณาที่ Main efect plot จากภาพที่ 4-9ทำให้เห็นว่ากราฟที่เป็นความเร็วรอบในการหมุน (Speed) มีลักษณะเป็นเส้นตรงที่ขนาดไปกับแกนเอ็กซ์(X Axis) แต่ในทางกลับกันที่ปัจจัยหลักอื่นๆ ที่เหลือมีลักษณะที่เป็นความชัน โดยรอบการขันเข้าและรอบการขันออกมีลักษณะของความชันที่มีลักษณะใกล้เคียงกันซึ่งไม่ชันมากเท่าไร แต่กราฟที่เป็น Vacuum มีลักษณะความชันที่ค่อยข้างมากและเมื่อเปรียบเทียบกับการวิเคราะห์ตาราง ANOVA ที่ค่า P-Value กับกราฟนี้จึงให้ทำพอสรุปได้ว่า กราฟที่ยิ่งมีความชันมากๆ คือปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลตอบสนองอย่างมีนัยสำคัญ



ภาพที่ 4-10Interaction Plot จากการทดลอง

เมื่อพิจารณาที่ภาพ 4-10 Interaction plot จะเห็นได้ว่าปัจจัยร่วมที่ไม่มีอิทธิร่วมกันต่อผลตอบสนองเส้นกราฟทั้ง 2เส้นจะต้องขนาดกัน แต่ในทางกลับกันถ้ากราฟ 2เส้นที่มีปัจจัยร่วมกันเส้นกราฟจะไม่ขนาดกันเหมือนปัจจัย Tighten*Vacuum และ Loosen*Vacuum

จากการวิเคราะห์อิทธิพลร่วมปัจจัยที่เป็นคู่ Tighten*Vacuumพบว่า Vacuum ที่มีสถานะเป็น Cleanคือช่วงปัจจัยที่ทำให้เกิดงานเสียน้อย เนื่องจากไส้กรองที่สะอาดจะส่งผลให้แรงในการดูดน็อทได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ลดปัญหาน็อทปีนเกลียว แต่เมื่อเป็นVacuum ที่สถานะ Dirty ส่งผลทำให้เกิดงานเสียมากกว่าที่เป็นสถานะClean และเมื่อพิจารณาถึงการมีอิทธิพลร่วมกัน คือรอบในการหมุนเข้าจะมีอิทธิพลร่วมเมื่อสถานะของ Vacuum เปลี่ยนไป กล่าวคือ เมื่อรอบในการ

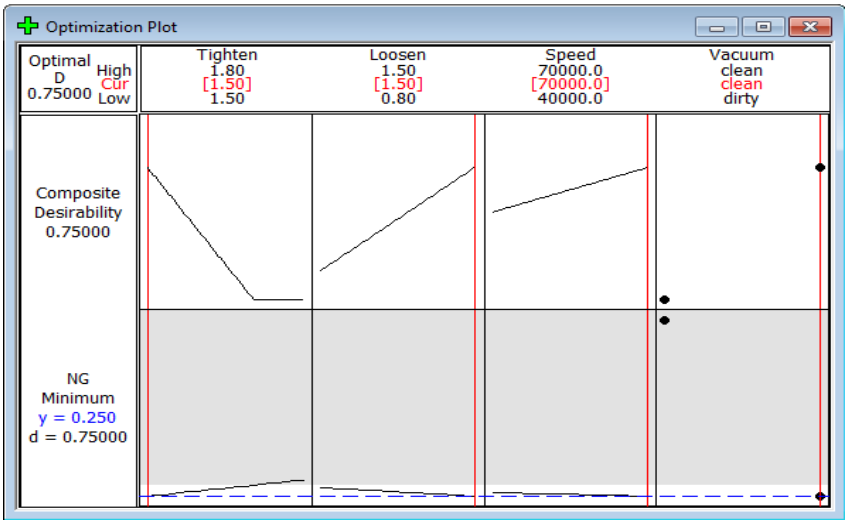
หมุนเข้าเพิ่มขึ้นและ Vacuum เปลี่ยนสถานะจาก Dirty เป็น Clean ก็จะทำให้เกิดงานเสียมากขึ้น

เมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วมปัจจัยคู่ Loosen*Vacuum พบว่า Vacuum ที่มีสถานะเป็น Clean คือช่วงที่ทำให้เกิดงานเสียน้อย เนื่องจากไส้กรองที่สะอาดจะส่งผลให้แรงในการดูดน็อทได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ลดปัญหาน็อทปีนเกลียว แต่เมื่อเป็น Vacuum ที่สถานะ Dirty ส่งผลทำให้เกิดงานเสียมากกว่าที่เป็นสถานะ Clean และเมื่อพิจารณาถึงการมีอิทธิพลร่วมกัน คือ รอบในการหมุนออกจะมีอิทธิพลร่วมเมื่อสถานะของ Vacuum เปลี่ยนไป กล่าวคือ เมื่อรอบในการหมุนออกลดลงและ Vacuum เปลี่ยนสถานะจาก Dirty เป็น Clean ก็จะทำให้เกิดงานเสียมากขึ้น

ตารางที่ 4-3สรุปปัจจัยที่ทำให้เกิดงานเสียน็อทปีนเกลียว

หัวข้อที่	ปัจจัยที่อาจก่อให้เกิดงานเสียน็อทปีนเกลียว	สาเหตุที่ทำให้เกิดงานเสีย
1	น็อทมีเกลียวเสียปนมา	✗
2	คอนแทคเทอร์มินอลปนมา	✗
3	รอบหมุนเข้าไม่เหมาะสม	✓
4	รอบหมุนออกมไม่เหมาะสม	✓
5	ความเร็วรอบไม่เหมาะสม	✓
6	แรงดูด Vacuum ไม่สเถียร	✓

เนื่องจากการแก้ไขปัญหาในหัวข้อนี้ผู้วิจัยใช้การออกแบบการทดลองในการวิเคราะห์เพื่อหาช่วงการปรับตั้งเครื่องจักรที่ทำให้เกิดงานเสียน้อยที่สุด ดังนั้นการแก้ไขปรับปรุงจะต้องเป็นแนวทางเดียวกันกับการออกแบบการทดลอง โดยให้โปรแกรม Minitab ทำการคำนวณค่าที่เหมาะสม(Optimization plot)ในการปรับตั้งเครื่องจักรที่ทำให้เกิดงานเสียน้อยที่สุด แสดงดังภาพที่ 4-11



ภาพที่ 4-11 Optimization plot ที่ทำให้งานเสียน้อยที่สุด

พิจารณาภาพที่ 4-11 Optimization plot ที่โปรแกรมเสนอให้คือ เลือกรอบการหมุนเข้าที่ 1.5 รอบ เลือกรอบการหมุนออกที่ 1.5 รอบ เลือกความเร็วรอบที่ 70,000 เฮิร์ธ และไส้กรองที่ตัว Vacuum เป็น Clean ซึ่งทำให้มีค่าy = 0.250 เป็นช่วงการปรับตั้งเครื่องจักรที่ทำให้การผลิตเกิดงานเสียน้อยที่สุด

การปรับปรุงทำการปรับตั้งเครื่องจักรตามค่า Optimization plot ที่ได้จากการทดลอง แต่เงื่อนไขที่เป็นไส้กรองจำเป็นที่จะต้องควบคุมความสะอาดให้ดี โดยทุกๆ 2เดือนจะมีการเปลี่ยนไส้กรองใหม่และทุกๆ สัปดาห์จะให้ทางฝ่ายซ่อมบำรุงทำการเป่าทำความสะอาดไส้กรอง

ตารางที่ 4-4ค่าการปรับตั้งเครื่องจักรของการแก้ไขปัญหาน็อทปีนเกลียว

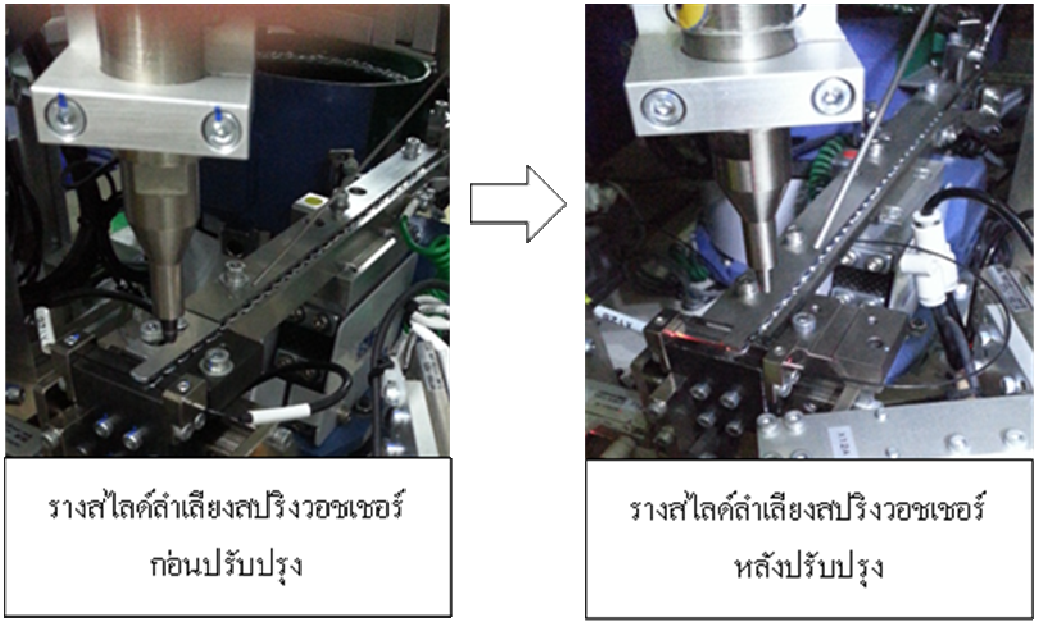
ปัจจัยของเครื่องจักร	ค่าปรับตั้งเครื่องจักร	หน่วย
รอบการหมุนเข้า	1.5	รอบ
รอบการหมุนออก	1.5	รอบ
ความเร็วในการหมุน	70000	เฮิร์ธ
แรงดูดของ Vacuum	Clean	-

กำหนดแนวทางการปรับปรุงปัญหาสปริงวอชเชอร์ไม่ฟีด

จากการบันทึกด้วยกล้องวีดิโอที่จุดการทำงานของสปริงวอชเชอร์ เพื่อศึกษาลักษณะสปริงวอชเชอร์ไม่สามารถเคลื่อนตัวมายังจุดประกอบได้ จากการศึกษาการทำงานของเครื่องจักรในจุดนี้ทำให้ทราบว่าส่วนการทำงานของส่วนที่ 2 มีการทำงานที่ไม่เหมือนกับส่วนที่ 1 ซึ่งมีการสั่นเพื่อเขย่าให้สปริงวอชเชอร์เคลื่อนตัวไปตามรางสไลด์ นั่นจึงเป็นสาเหตุที่ทำให้สปริงวอชเชอร์เคลื่อนตัวมาติดที่จุดการทำงานส่วนที่ 2 อยู่บ่อยครั้ง

เมื่อพิจารณาที่สถานีการทำงานที่ 2 การประกอบน็อทชั่วคราวใช้หลักการลำเลียงน็อทมายังจุดประกอบเหมือนกับการทำงานของตัวฟีดสปริงวอชเชอร์นี้ ซึ่งรางที่ลำเลียงทั้งสปริงวอชเชอร์และน็อทควจจะต้องมีลักษณะเหมือนกัน ซึ่งจากการพิจารณาพบว่าอาจเกิดจากการออกแบบผิดพลาดทำให้ต้องต่อมีการทำงานถึง 3 ส่วนแนวทางการปรับปรุงแสดงดังต่อไปนี้

1. ทำการออกแบบรางของสปริงวอชเชอร์ใหม่ โดยตัดการทำงานของส่วนที่ 2 ออกและออกแบบให้ส่วนการทำงานที่ 3 ออกแบบเป็นรางยาว แต่ส่วนที่หนึ่งก็ยังคงไว้เหมือนเดิม ซึ่งจะทำให้รางสปริงวอชเชอร์เหลือการทำงานเพียง 2 ส่วนเท่านั้นการปรับปรุงก่อนและหลังแสดงดังภาพที่ 4-12



ภาพที่ 4-12 รางสไลด์ลำเลียงสปริงวอชเชอร์ก่อนและหลังปรับปรุง

กำหนดแนวทางการปรับปรุงปัญหาชิ้นงานไม่มีสปริงวอชเชอร์ประกอบ

จากบทที่ 3สามารถพิสูจน์ได้ว่าเซนเซอร์มีสถานะทำงานอยู่ตลอดเวลาอันเนื่องมาจากมีฝุ่นเกาะอยู่บริเวณช่องรางและหน้าสัมผัสของเซนเซอร์ทำให้เซนเซอร์ตรวจจับสปริงวอชเชอร์ผิดพลาด ซึ่งทำให้การทำงานของเครื่องจักรไม่ถูกต้อง กำหนดแนวทางในการแก้ไขโดยให้พนักงานประจำเครื่องจักรทำความสะอาดบริเวณร่องเซนเซอร์ กำหนดการทำความสะอาดแบ่งออกเป็นกะการทำงานละ 4 ครั้ง แสดงดังตารางที่ 4-5ซึ่งรอบการทำความสะอาดรอบที่ 1 และรอบที่ 3เป็นการทำความสะอาดก่อนเริ่มงานในรอบเช้าและรอบบ่าย ส่วนรอบการทำงานที่ 2 และ 4 เป็นรอบการทำความสะอาดหลังจากพักเบรค10 นาที

ตารางที่ 4-5 กำหนดรอบในการทำความสะอาดเซนเซอร์

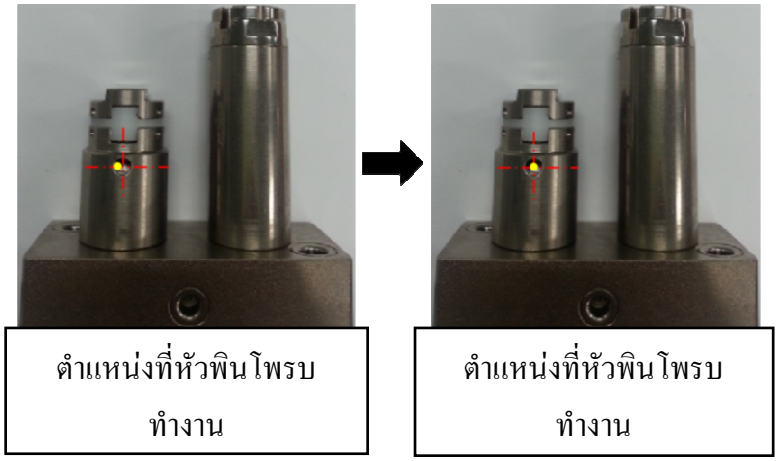
	รอบทำความสะอาด			
กะการทำงาน	รอบที่ 1	รอบที่ 2	รอบที่ 3	รอบที่ 4
ช่วงกลางวัน	8.00 น.	10.10 น.	12.40 น.	15.10 น.
ช่วงกลางคืน	20.00 น.	22.10 น.	00.40 น.	03.10 น.

ภาพที่ 4-13ตารางยืนยันการทำความสะอาดเซนเซอร์

การทำความสะอาดบริเวณเซนเซอร์ตามรอบที่กำหนด โดยตารางจะถูกใส่ในเคสใส เพื่อให้พนักงานสามารถใส่สัญลักษณ์วงกลมและสามารถลบได้ง่ายไม่ต้องเปลี่ยนกระดาษบ่อย ๆ ซึ่งในตารางการทำความสะอาดเซนเซอร์กำหนดตามวันทำงานเป็นวันจันทร์จนถึงวันเสาร์ วิธีการคือใช้แปรงที่มีขนไม่อ่อนและไม่แข็งจนเกินไปในที่นี้ใช้แปรงสีฟันในการปัดทำความสะอาดรางเซนเซอร์ จากนั้นทำการบันทึกโดยให้ใส่สัญลักษณ์วงกลมลงในช่องว่างในช่วงเวลที่ทำความสะอาดไปแล้ว ดังภาพที่ 4-13

กำหนดแนวทางการปรับปรุงปัญหางานประกอบฟิวส์ยูนิทประกอบไม่ลงร่อง

1. กำหนดให้มีการปรับตั้งหัวพินโพรบที่ตรวจจับการประกอบบอร์ดี้ผิดรุ่นของสถานีงานที่ให้ได้กึ่งกลาง (Setting center) เนื่องจากหัวพินโพรบที่ตรวจจับการประกอบบอร์ดี้มีลักษณะเยื้องไปทางด้านซ้ายที่ค่า 3 มิลลิเมตร ทำให้หัวพินโพรบแทงไปกระแทกตัวของบอร์ดี้ ส่งผลให้ฟิวส์ยูนิทลอยขึ้นมาประกอบไม่ลงร่องของบอร์ดี้ซึ่งร่วมถึงส่งผลให้เกิดปัญหางานประกอบบอร์ดี้กลับด้านอีกด้วย



ภาพที่ 4-14แก้ไขตำแหน่งหัวพินโพรบให้อยู่กึ่งกลาง

ดังนั้นจึงทำการปรับตั้งพินโพรบให้ได้กึ่งกลาง เพื่อให้พินโพรบสามารถแทงตรวจสอบบอร์ดี้ได้ตรงรูอย่างถูกต้องโดยปรับตั้งหัวพินโพรบมาทางด้านขวา 3 มิลลิเมตร และยึดให้แน่น

2. กำหนดให้มีการเปลี่ยนรูปแบบการใช้ถุงมือ ซึ่งถุงมือที่ใช้ในการประกอบงานประจำเป็นแบบผ้า เมื่อใช้งานไประยะหนึ่งถุงมือก็จะเป็นขุยผ้าออกมา ส่งผลให้ขุยของถุงมือไปเกี่ยวกับ

ฟิวส์ยูนิททำให้เกิดฟิวส์ยูนิทประกอบไม่ลงร่อง

ภาพที่ 4-15ปรับปรุงรูปแบบถุงมือในการประกอบ

ทำการปรับปรุงโดยการเปลี่ยนรูปแบบการใช้ถุงมือจากเดิมใช้ถุงมือแบบผ้า กำหนดเปลี่ยนให้เป็นถุงมือแบบที่มีลักษณะปลายนิ้วเป็นแบบยางพารา เพื่อไม่ให้ถุงมือเป็นขุยในการประกอบชิ้นงานและกำหนดให้เปลี่ยนใหม่ทุกๆ 2 วัน

กำหนดแนวทางการปรับปรุงปัญหางานประกอบบอร์ดี้กลับด้าน

1. ทำการเทรนนิ่งพนักงานใหม่ให้เข้าใจกระบวนการประกอบและข้อบังคับในการปฏิบัติงานอย่างเคร่งครัด ซึ่งฝ่ายผลิตเป็นผู้จัดทำการเทรนนิ่ง

2. ทำการปรับตั้งหัวพินโพรบให้ได้กึ่งกลาง โดยได้ทำการปรับตั้งไปพร้อมกับปัญหาฟิวส์ยูนิทไม่ลงร่องตามข้อที่ 4-4ไปแล้วเรียบร้อย

เก็บผลหลังจากการปรับปรุง

เมื่อทำการปรับปรุงเป็นที่เรียบร้อยแล้ว จากนั้นทำการเก็บผลเพื่อติดตามการแก้ไขว่าสามารถแก้ไขปัญหาได้ตรงตามจุดประสงค์หรือไม่ โดยกำหนดให้ทำการเก็บ 3 เดือน คือ เดือนมีนาคมถึงเดือนพฤษภาคม 2559 แสดงข้อมูลดังภาพที่ 4-16และ 4-18

เดือน : มีนาคม 2559

Shift : Day Line : ACC-01 Standard Time : 15 Sec.

	ST01		ST04			ST05	ST07	
หัวข้องานเสีย	Spring Washer ไม่ Feed	ประกอบ Body กลับด้าน	ชิ้นงานไม่มี Spring Washer	Nut ปีนเกลียว	Fuse Unit ไม่ลงร่อง	ตรวจความต้านทานไม่ผ่าน	ตรวจไฟฟ้าไม่ผ่าน	จำนวนงานที่ผลิตได้
วันที่								
7								2,120
8								2,140
9	|							2,100
10								2,110
11				|				2,105
12			|					2,100
15	||							2,100
16								2,160
17								2,140
18	|							2,110
19								2,130
21	|							2,100
22			|					2,095
23								2,130
24			|	|				2,090
25								2,140
26								2,120
28								2,140
29			||					2,090
30	|			|				2,100
31			|					2,105

หมายเหตุ : เมื่อเกิดงานเสียหรือเกิดความผิดปกติให้ขีดเส้น 1 เส้น แทนจำนวนครั้งที่เกิด

ภาพที่ 4-16 จำนวนการผลิตและงานเสียในกระบวนการหลังการปรับปรุงของเดือนมีนาคม 2559

เดือน : เมษายน 2559

Shift : Day Line : ACC-01 Standard Time : 15 Sec.

	ST01		ST04			ST05	ST07	
หัวข้องานเสีย	Spring Washer ไม่ Feed	ประกอบ Body กลับด้าน	ชิ้นงานไม่มี Spring Washer	Nut ปีนเกลียว	Fuse Unit ไม่ลงร่อง	ตรวจความต้านทานไม่ผ่าน	ตรวจไฟฟ้าไม่ผ่าน	จำนวนงานที่ผลิตได้
วันที่								
1								2,140
2	|							2,100
4	|							2,095
5								2,130
7				||				2,095
8			|					2,105
9								2,150
11								2,140
12	|							2,100
18								2,140
19	||							2,100
20								2,150
21			|					2,100
22								2,140
23			|	|				2,090
25								2,160
26								2,140
28	|							2,105
29				|				2,100
30								2,160

หมายเหตุ : เมื่อเกิดงานเสียหรือเกิดความผิดปกติให้ขีดเส้น 1 เส้น แทนจำนวนครั้งที่เกิด

ภาพที่ 4-17 จำนวนการผลิตและงานเสียในกระบวนการหลังการปรับปรุงของเดือนเมษายน 2559

เดือน : พฤษภาคม 2559

Shift : Day Line : ACC-01 Standard Time : 15 Sec.

	ST01		ST04			ST05	ST07	
หัวข้องานเสีย	Spring Washer ไม่ Feed	ประกอบ Body กลับด้าน	ชิ้นงานไม่มี Spring Washer	Nut ปีนเกลียว	Fuse Unit ไม่ลงร่อง	ตรวจความต้านทานไม่ผ่าน	ตรวจไฟฟ้าไม่ผ่าน	จำนวนงานที่ผลิตได้
วันที่								
3	||							2,135
4				|				2,110
9			||					2,100
10								2,140
11	|		|					2,080
12								2,160
13				|				2,155
16								2,160
17								2,160
18				|||			2,095
19								2,140
23			||					2,100
24								2,150
25	||			|				2,090
26								2,140
27								2,150
30				|				2,130
31								2,140

หมายเหตุ : เมื่อเกิดงานเสียหรือเกิดความผิดปกติให้ขีดเส้น 1 เส้น แทนจำนวนครั้งที่เกิด

ภาพที่ 4-18 จำนวนการผลิตและงานเสียในกระบวนการหลังการปรับปรุงของเดือนพฤษภาคม 2559

ตารางที่ 4-6สรุปข้อมูลจำนวนงานเสียหลังการปรับปรุง

	หัวข้อลักษณะงานเสีย				
เดือน	หัวข้อที่ 1	หัวข้อที่ 2	หัวข้อที่ 3	หัวข้อที่ 4	หัวข้อที่ 5
มีนาคม	6	0	6	5	0
เมษายน	6	0	3	4	0
พฤษภาคม	5	0	5	7	0
รวม	17	0	14	16	0

ความหมายของงานเสียในตารางที่ 4-6
หัวข้อที่ 1คือ สปริงวอชเชอร์ไม่ฟีด17ครั้ง
หัวข้อที่ 2คือ ประกอบบอดี้กลับด้าน0 ชิ้น
หัวข้อที่ 3คือ ชิ้นงานไม่มีสปริงวอชเชอร์14 ชิ้น
หัวข้อที่ 4คือ น็อทปีนเกลียว 16ชิ้น
หัวข้อที่ 5คือ ฟิวส์ยูนิทประกอบไม่ลงร่อง 0 ชิ้น

ตารางที่ 4-7สรุปผลการปรับปรุง

	จำนวนงานเฉลี่ยต่อวัน	เปอร์เซนต์%
ก่อนการปรับปรุง	1,730 ชิ้น	82.38
หลังการปรับปรุง	2,122 ชิ้น	101.04

เป้าหมายการปรับปรุงคือ ปรับปรุงการผลิตจาก 82.38% เป็น 98% เมื่อคิดเทียบกับการผลิตเป้าหมาย 2,100 ชิ้น คือ 100% จากตารางการสรุปผลการผลิตหลังการปรับปรุงเพิ่มขึ้นเกินเป้าหมาย ซึ่งเป็นผลมาพนักงงานมีความชำนาญในการประกอบงานและเมื่อความถี่ของปัญหาในกระบวนการลดลงทำให้การผลิตเพิ่มมากขึ้น เมื่อวิเคราะห์ผลหลังการปรับปรุงแล้วจะเห็นได้ว่าจำนวนงานเสียและความถี่ในการเกิดปัญหาลดน้อยลง โดยบางปัญหาเป็นการปรับปรุงได้อย่างถาวรเช่น ปัญหาเครื่องจักรตรวจจับการประกอบบอร์ดี้ผิดพลาด การประกอบฟิวส์ยูนิทไม่ลงร่องและจากการปรับปรุงช่วยลดปัญหาการทิ้งงานเสีย คิดเป็นจำนวนเงิน คือ 16 x 30 เท่ากับ 480 บาท

บทที่ 5
สรุปและอภิปรายผล

บทนำ

งานวิจัยนี้เป็นการปรับปรุงกระบวนการผลิตอุปกรณ์จุดบุหรี่ในรถยนต์ เนื่องจากปัญหาการผลิตต่ำกว่าเป้าหมาย 2,100 ชิ้นต่อหนึ่งกะทำงาน ซึ่งทำการเก็บข้อมูลเป็นเวลา 3เดือน สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 5-1

ตารางที่ 5-1 สรุปการเก็บข้อมูล

	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม
จำนวนเป้าหมาย (ชิ้น)	42,000	35,700	33,640
จำนวนที่ผลิตได้ (ชิ้น)	34,609	30,475	26,640
ลักษณะงานเสีย (ชิ้น)	773	720	620

งานเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการส่งผลให้สูญเสียเวลาในการผลิตโดยตรง จากการศึกษาพบว่างานเสียที่เกิดขึ้น 1ครั้ง ทำให้เกิดเวลาสูญเสียประมาณ 1-4 นาทีในขณะที่การผลิตอุปกรณ์จุดบุหรี่ 1ชิ้น ใช้เวลาเพียง 15 วินาที และเมื่อเทียบเวลางานเสียกับเวลาในการผลิตทำให้ทราบว่าถ้าสามารถลดจำนวนครั้งในการเกิดงานเสียได้จะทำให้กำลังการผลิตเพิ่มขึ้นและจะช่วยลดค่าใช้จ่ายจากต้นทุนงานเสียอีกด้วย ในการศึกษาพบว่างานเสียแบ่งออกเป็น 5ลักษณะ คือ ลักษณะงานเสียที่เป็นน็อทปีนเกลียว ลักษณะที่สปริงวอชเชอร์ไม่ฟีดลักษณะชิ้นงานที่ไม่มีสปริงวอชเชอร์ประกอบ ลักษณะงานที่ฟิวส์ยูนิทประกอบไม่ลงร่อง และการประกอบบอร์ดี้กลับด้าน งานวิจัยนี้จึงทำการปรับปรุงแก้ไขดังนี้

1. ลักษณะงานเสียที่เป็นน็อทปีนเกลียวแก้ปัญหาโดยการวิเคราะห์ปัจจัยที่คาดว่าจะส่งผลด้วยแผนภูมิก้างปลา การระดมความคิดของทีมงาน และประยุกต์การออกแบบการทดลอง

ทำการทดลองเก็บผลวิเคราะห์ผลการทดลอง สามารถกำหนดช่วงการปรับตั้งเครื่องจักรที่ทำให้เกิดงานเสียน้อยที่สุด (Optimization) แสดงดังตารางที่ 5-2

ตารางที่ 5-2 ช่วงการปรับตั้งเครื่องจักรที่ได้จากการ Optimization

ปัจจัยด้านเครื่องจักร	ค่าปรับตั้งเครื่องจักร	หน่วย
รอบการหมุนเข้า	1.5	รอบ
รอบการหมุนออก	1.5	รอบ
ความเร็วในการหมุน	70000	เฮิร์ธ
แรงดูดของ Vacuum	Clean	-

จากการปรับตั้งเครื่องจักรตามที่กำหนดส่งผลให้งานเสียที่เป็นลักษณะน็อทปีนเกลียวลดลงโดยเฉลี่ยจากกเดิม 17 ชิ้นต่อหนึ่งกะทำงาน เหลือ 0.2 ชิ้นหรือประมาณ 1 ชิ้นต่อหนึ่งกะทำงาน ส่งผลให้เวลาสูญเสียลดลงและกำลังการผลิตเพิ่มขึ้น

2. ลักษณะสปริงวอชเชอร์ไม่ฟีดออกจากรางสไลด์ ทำการปรับปรุงโดยการออกแบบรางสไลด์ลำเลียงสปริงวอชเชอร์ใหม่ โดยการทำงานเดิมมี 3 ส่วน ออกแบบใหม่ให้เหลือการทำงานเพียง 2 ส่วน เพื่อให้การทำงานเหมาะสมกับลักษณะของสปริงวอชเชอร์

3. ลักษณะชิ้นงานไม่มีสปริงวอชเชอร์ประกอบทำการปรับปรุงโดยกำหนดให้มีการทำความสะอาดบริเวณหน้าสัมผัสเซนเซอร์ ใช้แปรงสีฟันที่มีลักษณะไม่แข็งและไม่อ่อนจนเกินไป ปัดทำความสะอาดที่หน้าสัมผัสของเซนเซอร์ ซึ่งแบ่งช่วงทำความสะอาดออกเป็น 4 ช่วงต่อหนึ่งกะทำงาน

4. ลักษณะงานฟิวส์ยูนิทประกอบไม่ลงร่องเกิดจาก 2 สาเหตุ คือ ถุงมือที่ใช้ในการประกอบงานไม่เหมาะสมและหัวพินโพรบในการตรวจจับการประกอบบอร์ดี้ผิดรุ่นทำงานผิดพลาด ทำการปรับปรุงแก้ไข โดยให้เปลี่ยนรูปแบบถุงมือจากถุงมือผ้าธรรมดาให้เป็นถุงมือที่กระชับและปลายนิ้วเป็นยางพารา ส่วนหัวพินโพรบทำการปรับตั้งใหม่ให้ได้กึ่งกลาง (Setting center) เพื่อสามารถตรวจจับงานเสียได้อย่างถูกต้อง

5. ประกอบบอร์ดี้กลับด้านสาเหตุเกิดจากหัวพินโพรบที่ทำหน้าที่ตรวจจับการประกอบบอร์ดี้ผิดรุ่นติดตั้งไม่ได้กึ่งกลาง (Setting center) ซึ่งปัญหาได้ทำการแก้ไขไปในหัวข้อฟิวส์ยูนิทประกอบไม่ลงร่องแล้ว

สรุปผลการวิจัย

1. จากการเก็บผลหลังการปรับปรุงเป็นเวลา 3 เดือน พบว่าสามารถลดจำนวนงานเสียที่เกิดในกระบวนการได้ทั้ง 5ลักษณะงานเสีย และในบางปัญหาไม่พบหลังการปรับปรุง เช่น ฟิวส์ยูนิทประกอบไม่ลงร่องและประกอบบอร์ดี้กลับด้าน

2. กำลังการผลิตก่อนปรับปรุงคือ 1,730 ชิ้น 82.38% เมื่อคิดเทียบกับ 2,100 ชิ้นที่เป็นค่าเป้าหมาย จากการปรับปรุงกระบวนการช่วยลดจำนวนของเสียและจำนวนครั้งที่ทำให้เครื่องจักรต้องหยุดทำงาน (Break down) ส่งผลทำให้การผลิตโดยรวมเป็นไปตามเป้าหมาย จากการปรับปรุงกำลังการผลิตเฉลี่ยเป็น 2,122 ชิ้นต่อกะการทำงาน หรือคิดเป็น 101.04% เมื่อคิดเทียบกับ 2,100 ชิ้น ซึ่งสามารถปรับปรุงได้มากกว่าเป้าหมายที่คาดหวัง คือ 98% หรือประมาณ 2,085 ชิ้น กำลังการผลิตเฉลี่ยหลังปรับปรุงพนังงานสามารถผลิตได้ 2,122 ชิ้น เนื่องจากพนักงานมีทักษะในการประกอบมากขึ้น จึงทำให้ผลิตได้เร็วกว่าเวลามาตรฐาน และด้วยงานเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการที่น้อยลง จึงไม่ส่งผลต่อการผลิตมากนัก ทำให้กระบวนผลิตดำเนินการได้ตามเป้าหมายที่กำหนด

3. การศึกษางานวิจัยนี้สามารถระบุสาเหตุหรือปัจจัยที่ทำให้เกิดงานเสียเพื่อควบคุมไม่ให้เกิดปัญหาซ้ำเดิม แสดงดังตารางที่5-3

ตารางที่ 5-3 สรุปสาเหตุและปัจจัยของปัญหา

ลักษณะของปัญหา	สาเหตุและปัจจัย
1.น็อทปีนเกลียว	1.1รอบการหมุนเข้าไม่เหมาะสม
	1.2รอบการหมุนออกไม่เหมาะสม
	1.3 ความสะอาดของไส้กรอง (Filter)
2. สปริงวอชเชอร์ไม่ฟีด	2.1 การออกแบบรางสไลด์ฟีดสปริงวอชเชอร์ไม่เหมาะสม
3. ชิ้นงานไม่มีสปริงวอชเชอร์ประกอบ	3.1 มีฝุ่นบังหน้าสัมผัสเซนเซอร์ทำให้ทำงานผิดพลาด
4. ฟิวส์ยูนิทประกอบไม่ลงร่อง	4.1 ถุงมือในการประกอบงานไม่เหมาะสม เปื่ยขุยง่าย ทำให้เกี่ยวฟิวส์ยูนิทประกอบไม่ลงร่อง
	4.2 หัวพินโพรบตรวจจับประกอบบอร์ดี้ผิดรุ่นไม่ได้กึ่งกลาง (Center) จึงทำให้ทำงานผิดพลาด
5. ประกอบบอร์ดี้กลับด้าน	5.1 พินโพรบตรวจจับประกอบบอร์ดี้ผิดรุ่นไม่ไม่กึ่งกลาง (Center) จึงทำให้ทำงานผิดพลาด

อภิปรายผลการวิจัย

กระบวนการผลิตอุปกรณ์จุดบุหรี่ในรถยนต์ เป็นกระบวนการผลิตภัณฑ์ใหม่ (New product) และเป็นเครื่องจักรนำเข้าจากต่างประเทศ ซึ่งช่วงการทำงานก่อนการปรับปรุงการผลิตไม่สามารถดำเนินตามเป้าหมายได้ จึงทำการศึกษาเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นเวลา 3เดือน และสามารถรวบรวมปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการได้ 5 ลักษณะ โดยเครื่องมือในการวิเคราะห์ในงานวิจัยนี้ ได้แก่ วิเคราะห์ด้วยแผนภูมิก้างปลา เทคนิคการระดมความคิด กล้องวีดิโอบันทึกภาพการทำงานของเครื่องจักร การเฝ้าสังเกตุการทำงานภาพรวม และการออกแบบการทดลอง เป็นต้น ทำให้การปรับปรุงมีแนวทางที่ชัดเจนและการปรับปรุงสามารถลดจำนวนงานเสียและความถี่ที่ทำให้เครื่องจักรต้องหยุดการทำงาน ซึ่งสรุปในไว้ในหัวข้อสรุปผลการวิจัยแล้ว

แนวทางการศึกษาในงานวิจัยนี้มีความสอดคล้องกับจิรโรจน์ ศิรินนท์ธนเวช และ สราวุธ อาจมาลา (2555) วิจัยการลดของเสียในกระบวนการผลิตใบพาย ของบริษัท Prime Manufacturing Thailand Co.,Ltd. ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อลดงานเสียในกระบวนการเช่นเดียวกัน

ข้อเสนอแนะ

1. การออกแบบการทดลองในงานวิจัยนี้เป็นเพียงการหาช่วงการปรับตั้งเครื่องจักรที่ทำให้เกิดงานเสียลักษณะน็อทปีนเกลียวน้อยที่สุด (Trial condition) ที่ได้จากการออกแบบการทดลองโดยเลือกช่วงการปรับตั้งจาก (Optimization plot) ในการแก้ไขปัญหาเท่านั้น

2. การออกแบบการทดลองค่าตอบสนองเป้าหมาย คือ จำนวนงานเสียน็อทปีนเกลียวที่เกิดขึ้นในกระบวนการ ซึ่งลักษณะงานที่เป็นจำนวนนับอาจไม่เหมาะกับการทำออกแบบการทดลอง แต่หากทำในรูปแบบสัดส่วนของเสียอาจจะเหมาะสมกว่า และเนื่องจากงานเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการมีจำนวนน้อยมากเมื่อเทียบกับขนาดตัวอย่างการทดลอง (Sample size) คือ 2,000 ชิ้น ทำให้ไม่สามารถกำหนดผลตอบสนองเป้าหมายเป็นสัดส่วนงานเสียน็อทปีนเกลียวได้ แต่จากการศึกษาพบว่างานเสีย 1 ชิ้นที่เกิดขึ้นในกระบวนการทำให้เกิดเวลาสูญเสียประมาณ 1-4 นาที ซึ่งเมื่อเทียบกับเวลาที่ใช้ในการผลิต 1ชิ้น ใช้เวลาเพียง 12-15 วินาที เท่านั้น

3. เสนอแนะแนวทางการป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาหัวพินโพรบเคลื่อนจากตำแหน่งกึ่งกลาง (Position center) เพื่อป้องกันปัญหาการประกอบฟิวส์ยูนิทไม่ลงร่องและการแจ้งเตือนการประกอบบอร์ดี้กลับด้านกลับมาเป็นซ้ำเดิมจากการทำงานผิดพลาดของหัวพินโพรบ

แนวทางในการป้องกัน คือ ทำการกำหนดชิ้นงานตัวแทน (Master) ที่ผ่านการประกอบในกระบวนการที่หัวพินโพรบติดตั้งอย่างเหมาะสมแล้ว โดยกำหนดให้นำชิ้นงานตัวแทนเข้าตรวจสอบที่สถานีงานที่ 1 ของเครื่องจักร ทุกวันก่อนเริ่มกระบวนการผลิต เพื่อเป็นการตรวจสอบว่าหัวพินโพรบยังสามารถตรวจจับรูของบอร์ดี้ได้ โดยการตรวจสอบเครื่องจักรจะแสดงผลว่างานชิ้น OK หัวพินโพรบตรวจจับชิ้นงานได้ถูกต้องซึ่งชิ้นงานตัวอย่างแสดงดังภาพที่ 5-1

ภาพที่ 5-1 ชิ้นงานตัวแทน (Master) ตรวจจับการทำงานของหัวพินโพรบ

บรรณานุกรม

กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. (2552). *หลักการการควบคุมคุณภาพ*. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

จิรโรจน์ ศิรินนท์ธนเวชและสราวุธ อาจมาลา. (2555). *วิจัยการลดของเสียในกระบวนการผลิตใบพาย*.วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต,ภาควิชาการจัดการอุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี.

จำลักษณ์ ขุนพลแก้ว. (2558). *Tools Box*.(พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ศาลาแดง.

ชาตรี เลิศล้ำประเสริฐ. (2546). *เทคนิคการระดมสมอง (Brainstorming)*.(พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: ธรรกมลการพิมพ์.

บุญยศักดิ์ บุญประสิทธิ์. (2551). *การปรับปรุงวิธีการประกอบพื้นรองเท้ากับตัวรองเท้าโดยหลักการควบคุมคุณภาพเชิงสถิติและเครื่องมือทางสถิติต่างๆ*.วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

บรรหาญ ลิลา. (2555). *การออกแบบการทดลองเบื้องต้น*. เข้าถึงได้จาก http://www.eng.buu.ac.th/~banhan/DOE/.

พิชัย เกียรติทัศน์. (2552).*การปรับปรุงประสิทธิภาพสายการผลิตน็อตเครื่องยนต์ด้วยแนวคิดของระบบการผลิตแบบลีน*.งานนิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต,ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ, มหาวิทยาลัยบูรพา.

ยุทธณรงค์ จงจันทร์. (2554). *การลดของเสียในกระบวนการผลิตเตาเหล็กหล่อ*. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมมหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

รัชนพ เลิศวิชามงคล. (2546). *ศึกษาการลดของเสียจากกระบวนการซ่อมบัดกรีสำหรับแผ่นลายวงจรโดยใช้เครื่องมือ QC 7 Tools*.วิทยานิพนธ์, คณะวิศวกรรมศาสตร์, ภาควิชาวิศวกรรมระบบการผลิต,มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

วิบูลย์ พงศ์พรทรัพย์. (2558). *สถิติสำหรับวิศวกรโรงงาน (ภาคปฏิบัติ)*. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

ศิริญญา แสงศรี. (2554). *การลดของเสียในกระบวนการผลิตกระป๋องด้วยวิธี DMAIC*. งานนิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต,ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ, มหาวิทยาลัยบูรพา.

ศิวาพร กิจเจริญวรากุล. (2558). *การลดของเสียในกระบวนการบรรจุกาแฟซองสำเร็จรูปด้วยวิธี DMAIC.*งานนิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต,ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ, มหาวิทยาลัยบูรพา.

สายชล สินสมบูรณ์ทอง. (2554). *การควบคุมคุณภาพเชิงสถิติและวิศวกรรม (Statistical and Engineering Quality Control).*(พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: จามจุรีโปรดักท์.

สุวิมล จันทร์แก้ว. (2549). *ศึกษาการลดของเสียในกระบวนการผลิตล้ออลูมิเนียมอัลลอยด์ โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบด้านคุณภาพ FMEA.*วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, บัณฑิตวิทยาลัย,จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อาภรณ์ ชีวะเกรียงไกร. (2557).*อนาคตอุตสาหกรรมยานยนต์ของประเทศไทย.*เข้าถึงได้จาก http://www.bangkokbiznews.com/blog/detail/598460

โอภาส ศรีสังเกต. (2550). *การลดของเสียจากปัญหาสีเดือดในกระบวนการเคลือบสีแผงอลูมิเนียมสำหรับอาคารสูง.* วิทยานิพนธ์, คณะวิศวกรรมศาสตร์, ภาควิชาวิศวกรรมระบบการผลิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

อำภรณ์ แสงพรู. (2552). *วิจัยควบคุมคุณภาพการผลิตด้วยเทคนิคการควบคุมกระบวนการเชิงสถิติ.* งานนิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต,ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ, มหาวิทยาลัยบูรพา.

อัจฉรียา รักมิตร. (2543). *ศึกษาการปรับปรุงกระบวนการในการตรวจสอบประสิทธิภาพของเครื่องมือวัดในโรงงานผลิตชิ้นส่วนคอมพิวเตอร์.*วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, บัณฑิตวิทยาลัย,จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาคผนวก

ภาคผนวกก
ตารางข้อมูลการทดลองของปัญหาน็อทปีนเกลียว

ตารางภาคผนวก ก-1ข้อมูลการทดลองของปัญหาน็อทปีนเกลียว

ลำดับที่	รอบหมุนเข้า	รอบหมุนออก	ความเร็ว	Vacuum	จำนวนงานเสีย (ชิ้น)
1	1.8	1.5	40000	dirty	17
2	1.5	0.8	70000	dirty	24
3	1.8	0.8	40000	dirty	10
4	1.8	1.5	70000	dirty	15
5	1.5	1.5	40000	dirty	15
6	1.5	1.5	70000	dirty	19
7	1.8	1.5	70000	dirty	13
8	1.8	1.5	40000	dirty	18
9	1.8	0.8	70000	dirty	1
10	1.5	0.8	40000	dirty	2
11	1.5	0.8	70000	dirty	0
12	1.8	0.8	70000	dirty	1
13	1.5	0.8	40000	dirty	0
14	1.5	1.5	70000	dirty	2
15	1.8	0.8	40000	dirty	0
16	1.8	1.5	70000	dirty	0
17	1.5	1.5	40000	dirty	15
18	1.8	1.5	40000	dirty	20
19	1.5	0.8	40000	dirty	12
20	1.5	1.5	70000	dirty	19
21	1.8	0.8	40000	dirty	12
22	1.5	1.5	40000	dirty	21
23	1.5	0.8	70000	dirty	15
24	1.8	0.8	70000	dirty	16
25	1.5	0.8	70000	clean	0

ตารางภาคผนวก ก-1 (ต่อ)

ลำดับที่	รอบหมุนเข้า	รอบหมุนออก	ความเร็ว	Vacuum	จำนวนงานเสีย (ชิ้น)
26	1.5	0.8	40000	clean	1
27	1.8	0.8	70000	clean	1
28	1.8	0.8	40000	clean	3
29	1.5	0.8	40000	clean	1
30	1.8	0.8	70000	clean	3
31	1.8	1.5	40000	clean	1
32	1.8	1.5	70000	clean	2
33	1.8	1.5	40000	clean	13
34	1.5	1.5	70000	clean	18
35	1.5	1.5	70000	clean	15
36	1.8	0.8	40000	clean	16
37	1.5	1.5	40000	clean	18
38	1.5	0.8	40000	clean	17
39	1.8	1.5	70000	clean	10
40	1.8	1.5	70000	clean	15
41	1.8	0.8	40000	clean	1
42	1.5	1.5	40000	clean	3
43	1.8	0.8	70000	clean	1
44	1.5	0.8	70000	clean	1
45	1.8	1.5	40000	clean	2
46	1.5	1.5	70000	clean	2
47	1.5	1.5	40000	clean	0
48	1.5	0.8	70000	clean	1