การลดของเสียของการป้อนชิ้นงานในกระบวนการชุบแข็ง
กรณีศึกษา : บริษัทชุบแข็งตัวอย่าง

THE DEFECT REDUCTION FOR UPLOADING WORK PIECE IN THE HARDENING PROCESS: A CASE STUDY OF AN EXAMPLE HARDENING COMPANY

เกรียงไกร ศรีเลิศ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2558
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

การลดของเสียของการป้อนชิ้นงานในกระบวนการชุบแข็ง
กรณีศึกษา : บริษัทชุบแข็งตัวอย่าง

เกรียงไกร ศรีเลิศ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2558

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การลดของเสียของการป้อนชิ้นงานในกระบวนการชุบแข็ง กรณีศึกษา : บริษัทชุบแข็งตัวอย่าง The Defect Reduction for Uploading Work Piece in the Hardening Process : A Case Study of an Example Hardening Company
ชื่อ - นามสกุล	นายเกรียงไกร ศรีเลิศ
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ณฐา คุปตัษเฐียร, Ph.D.
ปีการศึกษา	2558

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ระพี กาญจนะ, D.Eng.)

..... กรรมการ
(อาจารย์กรกฎ เหมสถาปัตย์, Ph.D.)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์กิตติพงษ์ กิมะพงศ์, Ph.D.)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ณฐา คุปตัษเฐียร, Ph.D.)

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อนุมัติวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศิวกร อ่างทอง, Ph.D.)
วันที่ 29 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2559

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การลดของเสียของการป้อนชิ้นงานในกระบวนการชุบแข็ง กรณีศึกษา: บริษัทชุบแข็งตัวอย่าง
ชื่อ - นามสกุล	นายเกรียงไกร ศรีเลิศ
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ณฐา คุปตัษเฐียร, Ph.D.
ปีการศึกษา	2558

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดของเสียของการป้อนชิ้นงานในกระบวนการชุบแข็งอินดักชั่น ซึ่งเป็นปัญหาหลักที่ส่งผลกระทบต่อการดำเนินงานของบริษัท

ระเบียบวิธีวิจัย ประกอบด้วย การเก็บข้อมูลของเสียที่เกิดขึ้น การวิเคราะห์สาเหตุของการเกิดของเสียด้วย เครื่องมือควบคุมคุณภาพ 7 QC Tool แผนผังแสดงเหตุและผล และการออกแบบสร้างเครื่องมืออุปกรณ์ช่วยในการจับยึดชิ้นงาน ในการขับหมุนชิ้นงานขณะให้ความร้อนชุบแข็งกับชิ้นงานทำให้ไม่เกิดความสูญเสียกับชิ้นงานเพลาขับจึงทำให้ลดความสูญเสียในกระบวนการชุบแข็งอินดักชั่นในขั้นตอนการให้ความร้อน

ผลการวิจัยพบว่าเครื่องมืออุปกรณ์ช่วยในการจับยึดชิ้นงานในขั้นตอนการให้ความร้อนสามารถลดความสูญเสียจาก 1,171 ชิ้นต่อเดือน คิดเป็นร้อยละ 0.51 ของจำนวนชิ้นงานที่ผลิตเหลือความสูญเสียจำนวน 108 ชิ้นต่อเดือน คิดเป็นร้อยละ 0.07 และสามารถลดความสูญเสียเฉพาะกระบวนการชุบแข็งอินดักชั่นจาก 1,459 ชิ้นต่อเดือน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 0.63 เหลือ 284 ชิ้นต่อเดือน คิดเป็นร้อยละ 0.17 ของจำนวนชิ้นงานที่ผลิตสามารถลดการสูญเสียในการผลิตชิ้นงานได้ถึงร้อยละ73

คำสำคัญ : การลดของเสีย กระบวนการให้ความร้อน เครื่องมือคุณภาพเทคนิควิศวกรรมอุตสาหการ การออกแบบเครื่องอุปกรณ์จับยึด

Thesis Title	The Defect Reduction for Uploading Work Piece in the Hardening Process: A Case Study of an Example Hardening Company
Name – Surname	Mr. Kriangkrai Srilert
Program	Industrial Engineering
Thesis Advisor	Associate Professor Natha Kuptasthien, Ph.D.
Academic Year	2015

ABSTRACT

This research aimed to reduce defects occurred when uploading work pieces in the induction hardening process which was a crucial problem affecting the company's operation.

Research methodology comprised of store the data of defect that occurred a root cause analysis of the birth 7 qc tool cause and effect diagram the jig fixture design was used as an intervention tool to turn the intermediate shaft production during the induction process. Likewise, the tool was also designed to lessen the defects of intermediate shafts, which eventually reduced loss in the induction hardening process.

It revealed that the jig fixture design helped reduce the loss in the induction process from 1,171 pieces per month (0.51% of all intermediate shaft production) to 108 pieces per month (0.07%). Moreover, the specific loss in the induction hardening process was decreased from 1,459 pieces per month (0.63%) to 284 pieces per month (0.17%) which indicated that the loss was reduced by 73%

Keywords : defect reduction, induction process, industrial engineering technique quality tool, jig fixture design

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์ โดยได้รับความอนุเคราะห์อย่างดียิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร. ณฐา คุปตัษเจียร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ระพี กาญจนะ ดร. กรกฎ เหมสถาปัตย์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กิตติพงษ์ กิมะพงศ์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่คอยให้คำปรึกษาชี้แนะแนวทางการจัดทำวิทยานิพนธ์ ให้คำปรึกษาตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ เพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ถูกต้อง มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น รวมถึงคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้ความรู้อย่างเต็มที่ตลอดมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์ที่ได้รับ จึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

และที่สำคัญที่สุดผู้วิจัยขอขอบพระคุณทางครอบครัว ท่านกรรมการผู้จัดการ บริษัทตัวอย่าง ที่ให้โอกาสให้สถานที่ในการทำงานวิจัยฉบับนี้ พร้อมทั้งขอขอบคุณครอบครัวที่ให้กำลังใจและสนับสนุนทุกๆด้าน จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์จากการค้นคว้าอันพึงมีของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบทดแทนบุญคุณต่อบิดา มารดา และครูอาจารย์ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอนศิษย์มาตลอด ด้วยจิตวิญญาณของความเป็นครู ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่าน

เกรียงไกร ศรีเลิศ

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย…….....(3)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ…….……...(4)
กิตติกรรมประกาศ……..…... (5)
สารบัญ……...(6)
สารบัญตาราง…….…….....(9)
สารบัญรูป……...…….…….(10)
บทที่ 1 บทนำ…….....…….…….....11
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา……...11
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย…….…….17
1.3 สมมติฐานการวิจัย…….……17
1.4 ขอบเขตของการวิจัย…….…..……17
1.5 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย…….……..……17
1.6 ประโยชน์คาดว่าจะได้รับ…….....……..18
1.7 ข้อจำกัดในการทำวิจัย……...18
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง……..……...19
2.1 ความสูญเสีย 7 ประการ (7 Wastes)....……...……19
2.2 เครื่องมือควบคุมคุณภาพ 7 แบบ (7 QC Tools)…….…….....……..... 24
2.3 การออกแบบเครื่องมือจับยึดชิ้นงาน (Jig & Fixture Design) .....……... 32
2.4 การให้ความร้อนแบบเหนี่ยวนำ .....…….……... 34
2.5 ทังสเตนคาร์ไบด์ (Wc) …….....…….…….37
2.6 ระยะคืนทุน (Payback Period) …….....……...38
2.7 การทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....……...38

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....41

3.1 ศึกษาขั้นตอนการปฏิบัติงาน.....43

3.2 เก็บข้อมูลและการศึกษาวิเคราะห์สภาพปัญหาก่อนการปรับปรุง.....52

3.3 วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา.....55

3.4 เสนอแนวทางการปรับปรุงต่อผู้บริหาร.....57

3.5 ดำเนินการปรับปรุง.....58

3.6 เก็บข้อมูลหลังการปรับปรุง.....58

3.7 วิเคราะห์และประมวลผล.....59

3.8 กำหนดเป็นมาตรฐาน.....59

3.9 สรุปผลการดำเนินงานวิจัย.....59

บทที่ 4 ผลการดำเนินงานวิจัย.....60

4.1 ผลการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา.....61

4.2 ผลการเสนอแนวทางปรับปรุงต่อผู้บริหาร.....63

4.3 ผลการดำเนินการปรับปรุง.....63

4.4 ผลการเก็บข้อมูลหลังการปรับปรุง.....65

4.5 ผลการวิเคราะห์และประมวลผล.....69

4.6 ผลการกำหนดเป็นมาตรฐานการใช้งานเครื่องมือจับยึด.....71

4.7 ระยะเวลาคืนทุน.....71

4.8 ผลการสรุปผลการดำเนินการแก้ไข.....72

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย การอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....73

5.1 สรุปผลการวิจัย.....73

5.2 อภิปรายงานวิจัย.....74

5.3 ข้อเสนอแนะ.....74

บรรณานุกรม.....75

ภาคผนวก.....78

ภาคผนวก ก มาตรฐานการใช้งานมาตรฐานการใช้งานเครื่องมือจับยึด (Jig Fixture).....79

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก ข ผลงานตีพิมพ์เผยแพร่ 87

ประวัติผู้เขียน.....98

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1 ยอดความสูญเสียในขั้นตอนกระบวนการผลิต 15
ตารางที่ 2.1 คุณสมบัติของทังสเตนคาร์ไบด์ 38
ตารางที่ 3.1 ข้อมูลการใช้งานการเปลี่ยนเครื่องมือจับยึดชิ้นงานก่อนการปรับปรุง.....53
ตารางที่ 4.1 ยอดจำนวนการผลิตกับยอดของเสียในกระบวนการชุบแข็งอินดักชั่น หลังการปรับปรุง.....66
ตารางที่ 4.2 ยอดจำนวนการผลิตกับยอดความสูญเสียในขั้นตอนการให้ความร้อน หลังการปรับปรุง 68
ตารางที่ 4.3 ข้อมูลการใช้งานการเปลี่ยนเครื่องมือจับยึดชิ้นงานหลังการปรับปรุง.....68
ตารางที่ 4.4 ค่าใช้จ่ายอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน 71

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1.1 รุ่นผลิตภัณฑ์ที่ 1 13
รูปที่ 1.2 รุ่นผลิตภัณฑ์ที่ 2 13
รูปที่ 1.3 รุ่นผลิตภัณฑ์ที่ 3 13
รูปที่ 1.4 รุ่นผลิตภัณฑ์ที่ 4 13
รูปที่ 1.5 รุ่นผลิตภัณฑ์ที่ 5 13
รูปที่ 1.6 รุ่นผลิตภัณฑ์ที่ 6 13
รูปที่ 1.7 รุ่นผลิตภัณฑ์ที่ 7 13
รูปที่ 1.8 แผนภูมิกระบวนการผลิตโดยสังเขป (Outline Process Chart) 14
รูปที่ 1.9 สาเหตุความสูญเสียในขั้นตอนกระบวนการผลิต 16
รูปที่ 2.1 ตัวอย่างใบตรวจสอบ (Check Sheets) 25
รูปที่ 2.2 ตัวอย่างแผนภูมิพาเรโต (Pareto Diagram) 26
รูปที่ 2.3 ตัวอย่างแผนผังสาเหตุ และผล (Cause and Effect Diagram).....28
รูปที่ 2.4 ตัวอย่างกราฟประเภทต่างๆ 29
รูปที่ 2.5 ตัวอย่างอิสโตแกรม 30
รูปที่ 2.6 ตัวอย่างการกระจายของข้อมูล 31
รูปที่ 2.7 แผนภูมิควบคุม (Control Chart) 31
รูปที่ 2.8 ความสัมพันธ์ของเครื่องมือกับจิ๊ก 32
รูปที่ 2.9 ความสัมพันธ์ของเครื่องมือกับฟิกซ์เจอร์ 33
รูปที่ 2.10 ลักษณะการวางภาพฉาย 34
รูปที่ 2.11 การให้ความร้อนแบบเหนี่ยวนำอย่างง่าย 35
รูปที่ 2.12 วงจรกำลังไฟฟ้าของหม้อแปลง (PF Power Supply) 36
รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย 42
รูปที่ 3.2 เพลาขับ (Intermediate Shaft) ผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง 43
รูปที่ 3.3 ลักษณะชิ้นส่วนเพลาขับ ที่ผ่านการตรวจสอบ และไม่ผ่านการตรวจสอบ 44
รูปที่ 3.4 ขั้นตอนการให้ความร้อน ชิ้นส่วนเพลาขับ 45
รูปที่ 3.5 ขั้นตอนกระบวนการล้าง 46
รูปที่ 3.6 ขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์หลังการชุบแข็งอินดักชั่น 47

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 3.7 ขั้นตอนกระบวนการอบชิ้นงาน ……..……..…..48
รูปที่ 3.8 ขั้นตอนกระบวนการเป่าเย็นชิ้นงาน ……..……48
รูปที่ 3.9 ขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์หลังจากกระบวนการอบ ……..…….49
รูปที่ 3.10 ขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์และลงน้ำมันกันสนิมพร้อมบรรจุภาชนะ 50
รูปที่ 3.11 แผนผังองค์กรโรงงานตัวอย่าง ……..……..51
รูปที่ 3.12 เครื่องมือจับยึดชิ้นงานช่วยในการขับหมุนแบบเดิม 52
รูปที่ 3.13 ความสูญเสียในกระบวนการในการผลิต ……54
รูปที่ 3.14 แผนผังแสดงเหตุและผลปัญหางานไม่หมุน ……..……..……..…55
รูปที่ 3.15 แผนผังแสดงเหตุและผลปัญหางานระยะชุบแข็งไม่ได้ ..……...…….……56
รูปที่ 3.16 แผนผังแสดงเหตุและผลปัญหางานค่าความแข็งไม่ได้ ..…….....…..…….…56
รูปที่ 3.17 แผนผังแสดงเหตุและผลปัญหาชิ้นงานเสียรูป...….....…..…….....……..…57
รูปที่ 4.1 เปอร์เซ็นต์ความสูญเสียก่อนการปรับปรุงและเป้าหมาย 60
รูปที่ 4.2 แบบเครื่องมือจับยึดชิ้นงานช่วยในการขับหมุน แบบใหม่ 62
รูปที่ 4.3 เครื่องมือจับยึดชิ้นงานช่วยในการขับหมุนแบบใหม่ 63
รูปที่ 4.4 เครื่องมือจับยึดชิ้นงานช่วยในการขับหมุนแบบใหม่ 64
รูปที่ 4.5 ลักษณะการจับยึดของเครื่องมือจับยึดชิ้นงานช่วยในการขับหมุนแบบใหม่ 64
รูปที่ 4.6 รูปเครื่องจักรและเครื่องมือจับยึดแบบใหม่ ในขณะขั้นตอนการให้ความร้อน 65
รูปที่ 4.7 สาเหตุของเสียที่เกิดขึ้นที่เกิดขึ้นหลังทำการปรับแก้ไข.....67
รูปที่ 4.8 ของเสียในขั้นตอนการให้ความร้อน หลังปรับปรุงแก้ไข 67
รูปที่ 4.9 เปอร์เซ็นต์จำนวนของเสีย ก่อนปรับปรุงแก้ไข – หลังปรับปรุงแก้ไข.....69
รูปที่ 4.10 จำนวนการผลิตและจำนวนของเสีย ก่อนปรับปรุงแก้ไข – หลังปรับปรุงแก้ไข 70
รูปที่ 4.11 เปอร์เซ็นต์จำนวนของเสีย ก่อนปรับปรุงแก้ไข – หลังปรับปรุงแก้ไข 70

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันประเทศไทยมีการเจริญเติบโตด้านอุตสาหกรรมอย่างต่อเนื่องพร้อมการแข่งขันทางธุรกิจมีความรุนแรงเพิ่มมากขึ้นทั้งภาคการผลิตและบริการ มีความจำเป็นต้องมีการแข่งขันเพื่อความอยู่รอดของธุรกิจเป็นผู้นำทางตลาดด้านการผลิตสินค้าและบริการเพื่อให้ได้คุณภาพตามที่ตลาดต้องการ ดังนั้นการปรับปรุงพัฒนาการควบคุมต้นทุนเป็นสิ่งที่สำคัญเพราะเป็นเครื่องมือในการเพิ่มประสิทธิภาพและประสิทธิผลพร้อมทั้งความบกพร่องต่างๆและลดความสูญเสียที่เกิดในกระบวนการผลิตได้โดยการนำเอาเครื่องมือทางวิศวกรรมอุตสาหการมาประยุกต์ใช้ในโรงงานตัวอย่างประกอบด้วย 7 Wastes,7 QC Tools, Jig & Fixture Design เพราะใช้งานได้ง่ายสามารถแก้ไขปัญหาได้ผล และสามารถนำมาวิเคราะห์หาสาเหตุเพื่อหาแนวทางป้องกันและแก้ไขปัญหาได้มีประสิทธิภาพทั้งในด้านคุณภาพของผลิตภัณฑ์พร้อมผลิตผลของการผลิต

บริษัทตัวอย่าง ตั้งอยู่เลขที่ 71 หมู่ 3 ซอยบ่อนไก่ ถนนสุขสวัสดิ์ 72 ตำบลบางจาก อำเภอพระประแดง จังหวัดสมุทรปราการ ดำเนินธุรกิจบริการอบชุบแข็งชิ้นส่วนอุปกรณ์อุตสาหกรรมยานยนต์ชิ้นส่วนประกอบของเครื่องจักรกลสำหรับงานอุตสาหกรรมโดยมีกระบวนการออสเทมเพอร์ริ่ง (Austempering) กระบวนการชุบแข็งอินดักชั่น (Induction Hardening) กระบวนการเตาอบชุบระบบสูญญากาศ (Vacuum Heat Treatment Furnaces) กระบวนการชุบด้วยไอออนไนไตรดิ้ง (Plasma Nitriding Furnaces)

ปฏิบัติงานในแผนกกระบวนการชุบแข็งอินดักชั่น (Induction Hardening) ได้ศึกษาหาสาเหตุที่มาของปัญหาที่เกิดขึ้น ที่ส่งผลต่อความเสียหายต่อชิ้นงานทำให้เกิดของเสียในขั้นตอนกระบวนการชุบแข็งอินดักชั่น (Induction Hardening) ที่มีผลต่อคุณภาพของการผลิตแล้ว จากการรวบรวมข้อมูลจำนวนการผลิตจาก เดือน มีนาคม พ.ศ. 2558 ถึงเดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559 ทำการผลิตภัณฑ์จำนวน 2,738,942 ชิ้นมีผลิตภัณฑ์ที่เกิดของเสีย 17,505 ชิ้นคิดเป็น 0.63% จากกลุ่มผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง 7 รุ่นตัวอย่าง

รูปที่ 1.1 รุ่นที่ 1

รูปที่ 1.2 รุ่นที่ 2

รูปที่ 1.3 รุ่นที่ 3

รูปที่ 1.4 รุ่นที่ 4

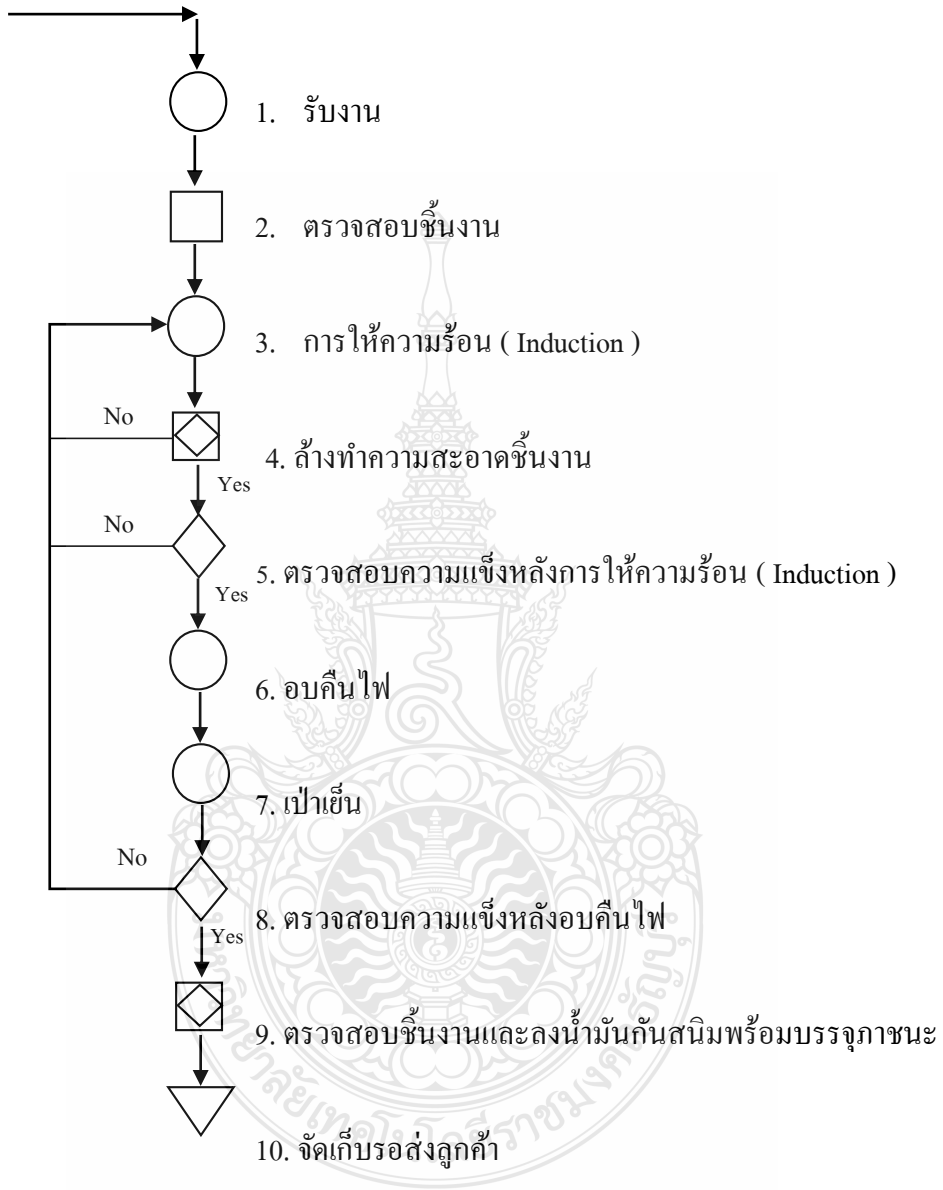
รูปที่ 1.5 รุ่นที่ 5

รูปที่ 1.6 รุ่นที่ 6

รูปที่ 1.7 รุ่นที่ 7

จากภาพผลิตภัณฑ์ดังแสดงในรูปที่ 1.1-1.7 สามารถอธิบายได้ว่าในกระบวนการผลิตกระบวนการชุบแข็งอินดักชั่นผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง 7 รุ่นตัวอย่าง โดยมีขั้นตอนการผลิตทั้งหมด 10 ขั้นตอนการผลิต ผลิตภัณฑ์เป็น เพลาขับ (Intermediate Shaft) ผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง เป็นส่วนประกอบรถยนต์ที่ติดตั้งในส่วนของชุดประกอบพวงมาลัย ทำหน้าส่วนกลางส่งต่อกำลังการขับเคลื่อนชุดพวงมาลัยรถยนต์ เพื่อให้สามารถมองเห็นขั้นตอนการผลิตในแต่ละขั้นตอนได้อย่างชัดเจนได้นำขั้นตอนกระบวนการผลิต (Flow Diagram) มาเพื่อใช้อธิบายการเคลื่อนที่ของชิ้นงาน

ชิ้นงานจากลูกค้า



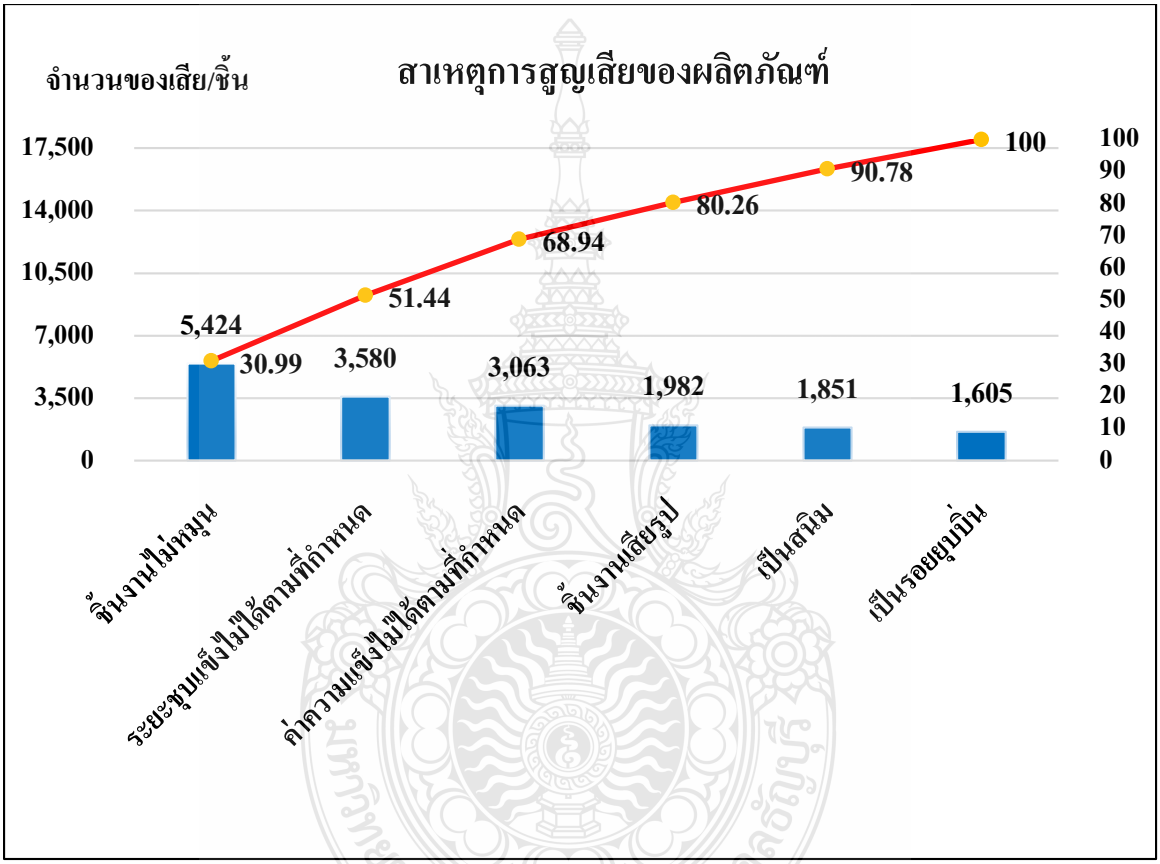
รูปที่ 1.8 ขั้นตอนกระบวนการผลิต (Flow Diagram)

รูปที่ 1.8 ขั้นตอนกระบวนการผลิต (Flow Diagram) สามารถอธิบายได้ดังนี้ การเคลื่อนที่ของการปฏิบัติงานแรกเริ่มจากการรับงานมาจากลูกค้าก่อนส่งมอบเข้าขั้นตอนการตรวจสอบมีการตรวจสอบด้วยสายตา (Visual Control) ซึ่งในกระบวนการขั้นตอนที่ 2 จะทำการตรวจสอบแบบสุ่มโดยมีการตรวจสอบลักษณะกายภาพ ชิ้นงานไม่เป็นสนิมไม่ยุบไม่บิ่นไม่มีเศษขี้เหล็กติดตามชิ้นงาน เป็นต้น เมื่อผ่านการตรวจสอบได้รับการยอมรับ (Accept) ชิ้นงานจะถูกส่งไปยังกระบวนการขั้นตอนต่อไปขั้นตอนที่ 3 เป็นขั้นตอนการให้ความร้อนพร้อมส่งไปขั้นตอนการตรวจสอบชิ้นงานตามที่ลูกค้ากำหนดโดยทำการตรวจสอบก่อนทำการผลิต ชิ้นงานไม่ผ่าน (No) ตามลูกค้ากำหนด ต้องกลับมาผลิตใหม่จนกว่าชิ้นงานผ่านตามลูกค้ากำหนด (Yes) จึงจะทำการผลิตชิ้นงานทั้งหมด ซึ่งทำการศึกษาเก็บข้อมูลพบว่าขั้นตอนการผลิตขั้นตอนที่ 3 มีปัญหาที่เกิดขึ้นมากที่สุดโดยขั้นตอนกระบวนการทำงานขั้นตอนที่ 4 ถึง กระบวนการทำงานที่ 10 พบปัญหาปริมาณน้อยมาก เพราะขั้นตอนกระบวนการทำงานที่ 3 เป็นขั้นตอนการเปลี่ยนโครงสร้างของเหล็กทางกายภาพและจุลภาคตามที่ลูกค้ากำหนด ของเสียที่เกิดขึ้นในขั้นตอนกระบวนชุบแข็งอินดักชั่น สามารถอธิบายได้ ดังแสดงในตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 ยอดความสูญเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต เดือน มี.ค. พ.ศ. 2558–ก.พ. พ.ศ. 2559

รุ่นผลิตภัณฑ์	จำนวนการผลิต (ชิ้น)	เฉลี่ยต่อเดือน (ชิ้น)	จำนวนของเสีย (ชิ้น)	ราคาค่าเครมต่อชิ้น (บาท)	ราคารวม (บาท)	เปอร์เซ็น
1.	194,223	16,186	1,552	35	54,320	0.79
2.	271,983	22,666	1,749	35	61,215	0.64
3.	156,509	13,043	1,340	35	46,900	0.85
4.	422,293	35,191	2,973	40	118,920	0.70
5.	851,360	70,947	4,114	40	164,560	0.48
6.	310,921	25,910	2,341	30	70,230	0.75
7	531,653	44,305	3,436	35	120,260	0.64
รวม	2,738,942	228,245	17,505	-	636,405	0.63
เฉลี่ย	-	-	1,459	-	53,034	-

ซึ่งได้ทำการศึกษาปัญหาความสูญเสียที่เกิดขึ้นตลอดของการผลิต ส่งผลให้บริษัทต้องสูญเสียเงินที่ถูกลูกค้าทำการเคลม (Claim) ซึ่งสามารถปรับปรุงขั้นตอนการทำงานให้ได้คุณภาพมากขึ้นของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตน้อยลง ดังนั้นจึงได้เข้ามาศึกษาหาสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาที่ส่งผลให้เกิดการสูญเสียในกระบวนการชุบแข็งอินดักชั่น จึงได้สรุปถึงสาเหตุที่เกิดขึ้นในกระบวนการได้ดังแสดงในรูปที่ 1.9



รูปที่ 1.9 สาเหตุของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการชุบแข็งอินดักชั่น เดือน มี.ค. พ.ศ. 2558–ก.พ. พ.ศ. 2559

ได้นำปัญหาไปศึกษาวิเคราะห์ถึงสาเหตุโดยการนำเอาหลักของวิศวกรรม มาประยุกต์ใช้เพื่อทำการแก้ไขปัญหา ในขั้นตอนกระบวนชุบแข็งอินดักชั่น ให้มีของเสียที่เกิดขึ้นให้น้อยลงมากสุด

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ลดของเสียจากกระบวนการผลิต ของการป้อนชิ้นงานในกระบวนการชุบแข็งอินดักชั่นของผลิตภัณฑ์รุ่นตัวอย่างในกระบวนการชุบแข็งอินดักชั่น ลดลง 30% ต่อจำนวนการผลิตต่อเดือน ปัจจุบันของเสีย 0.63 % ของจำนวนการผลิตของผลิตภัณฑ์รุ่นตัวอย่าง การลดของเสียโดยใช้หลักเทคนิคของวิศวกรรมอุตสาหการมาใช้และการออกแบบเครื่องมือจับยึดชิ้นงาน

1.3 สมมติฐานการวิจัย

การปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิตและ การออกแบบเครื่องมือใหม่ (Tools) ที่เหมาะสม พร้อมนำหลักเทคนิคของวิศวกรรมอุตสาหการมาใช้ ได้แก่ เครื่องมือกลุ่มควบคุมคุณภาพ 7 Wastes, 7 QC Tools, Jig & Fixture Design ให้ลดของเสียของผลิตภัณฑ์ในกระบวนการชุบแข็งอินดักชั่นลดลง 30 % ต่อจำนวนการผลิตต่อเดือนของกระบวนการชุบแข็งอินดักชั่นในปัจจุบัน

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

ทำการศึกษาขั้นตอนกระบวนการผลิต ของการป้อนชิ้นงานในกระบวนการชุบแข็งอินดักชั่น ณ โรงงานตัวอย่างเท่านั้น พร้อมศึกษาขั้นตอนการทำงานเพื่อทำการลดผลิตภัณฑ์ที่สูญเสีย จากการเก็บข้อมูลปัจจุบัน 0.63% ลดเหลือ 0.44 % โดยเลือกศึกษาเฉพาะกระบวนการชุบแข็งอินดักชั่นกลุ่มผลิตภัณฑ์ตัวอย่างของบริษัทตัวอย่างเท่านั้นโดยเริ่มต้นเก็บข้อมูล เดือน มีนาคม พ.ศ. 2558-กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559 ทำการศึกษาวิจัยพร้อมทำการเก็บข้อมูลการปรับปรุงแก้ไข ถึงเดือน เมษายน พ.ศ. 2559

1.5 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยประกอบด้วย 13 ขั้นตอนโดยแสดงมีรายละเอียดดำเนินการดังนี้

1.5.1 ศึกษาผลิตภัณฑ์และการผลิต

1.5.2 เก็บข้อมูลทำการศึกษาวิเคาะห์สภาพปัญหาก่อนทำการปรับปรุง

1.5.3 การตั้งเป้าหมายและแผนการดำเนินงานวิจัย

1.5.4 การวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา

1.5.5 เสนอแนวทางการปรับปรุงต่อผู้บริหาร

1.5.6 ดำเนินการปรับปรุง

1.5.7 เก็บข้อมูลหลังการปรับปรุง

1.5.8 วิเคราะห์และประมวลผลก่อนและหลังการปรับปรุงกระบวนการผลิต

1.5.9 กำหนดเป็นมาตรฐาน

1.5.10 สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

1.5.11 เผยแพร่งานวิจัย

1.5.12 นำงานวิจัยเสนอต่อคณะกรรมการ

1.5.13 จัดทำ และพิมพ์รูปเล่มวิทยานิพนธ์ฉบับสมบูรณ์

1.6 ประโยชน์คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 ทำการลดของเสียของผลิตภัณฑ์ของการป้อนชิ้นงานในกระบวนการชุบแข็งอินดักชั่น ลงอย่างน้อย 30 % โดยใช้หลักเทคนิคของวิศวกรรมอุตสาหการมาใช้และการออกแบบเครื่องมือจับยึดชิ้นงาน

1.6.2 สามารถนำผลการดำเนินงานวิจัยไปประยุกต์ใช้กับการผลิตภัณฑ์การชุบแข็งอินดักชั่นรุ่นอื่นๆ

1.6.3 สามารถเพิ่มผลผลิต (Productivity) ในกระบวนการชุบแข็งอินดักชั่น

1.7 ข้อจำกัดในการทำวิจัย

1.7.1 ต้องคงไว้ซึ่งคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ตามที่ลูกค้ากำหนด

1.7.2 ไม่สามารถปรับเปลี่ยนลักษณะกายภาพของผลิตภัณฑ์ได้เพราะเป็นผลิตภัณฑ์ลูกค้า

1.7.3 การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะคุณสมบัติของตัวผลิตภัณฑ์มีข้อจำกัด เนื่องจากเป็นชิ้นงานของลูกค้ากลุ่มยานยนต์

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาปัจจัยหรือผลกระทบที่ส่งผลให้เกิดของเสียในกระบวนการชุบแข็งอินดักชั่นของบริษัทกรณีศึกษา เป็นการควบคุมคุณภาพเพื่อลดของเสียของการป้อนชิ้นงานในกระบวนการชุบแข็ง ซึ่งเป็นขั้นตอนสำคัญของการผลิตที่จะตอบสนองความต้องการของลูกค้า เพื่อให้ลูกค้าเกิดความพึงพอใจ ได้ทำการศึกษาค้นคว้ารวบรวมทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจากแหล่งความรู้ต่างๆ อันได้แก่ Internet หนังสือ บทความ และงานวิจัยอื่นๆ เพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินการวิจัย โดยมีเนื้อหาดังต่อไปนี้

ความสูญเสีย 7 ประการ (7 Waste)

เครื่องมือควบคุณคุณภาพ 7 แบบ (7QC Tool)

การออกแบบเครื่องมือจับยึดชิ้นงาน (Jig & Fixture Design)

การให้ความร้อนแบบเหนี่ยวนำ (Induction Heating)

ทังสเตนคาร์ไบด์ (Wc)

เวลาคืนทุน (Payback Period)

2.1 ความสูญเสีย 7 ประการ (7 Waste)

สาเหตุที่ต้องจำแนกเหตุการณ์ต่างๆที่ก่อให้เกิดความสูญเสียของกระบวนการแบ่งออกเป็นความสูญเสีย 7 ประการ ก็เพื่อให้ง่ายต่อการบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับความสูญเสีย และง่ายต่อการปรับปรุง ความสูญเสีย 7 ประการ ประกอบด้วย [7,5,12]

1) จากการผลิตจำนวนมากเกินไป (Overproduction)
2) จากการจัดเก็บวัสดุคงคลัง (Inventory)
3) จากการขนส่ง (Transportation)
4) จากการเคลื่อนไหว (Motion)
5) จากวิธีการกระบวนการผลิต (Processing)
6) จากการรอคอย (Delay)
7) จากการผลิตของเสีย (Defect)

2.1.1 ความสูญเสียจากการผลิตจำนวนมากเกินไป (Overproduction) การผลิตสินค้าในปริมาณที่มากเกินต่อความต้องการในการใช้งานในขณะนั้น ทำการผลิตไว้ล่วงหน้าเป็นเวลานาน จากความคิดเดิมๆ จะต้องผลิตงานตามขั้นตอนการทำงานต่างๆออกมาให้มากที่สุด เพื่อให้เกิดต้นทุนต่อหน่วยต่ำ โดยไม่คำนึงถึงจะมีงานระหว่างทำในกระบวนการเป็นจำนวนมาก (Work In Process) ทำให้เกิดกระบวนการผลิตขาดความยืดหยุ่น

1) ปัญหาจากการผลิตมากเกินไป

ก. เสียเวลาในการผลิตที่ยังไม่จำเป็นและเสียค่าแรง

ข. สูญเสียพื้นที่ในการจัดเก็บ

ค. การขนย้ายมากขึ้น

ง. มองไม่เห็นของเสียที่เกิดขึ้นไม่มีการแก้ไขทันที

จ. ต้นทุนมากเกิน ต้นทุนจม

ฉ. ปกปิดปัญหาที่เกิดขึ้นในการผลิต

2) การแก้ไขปรับปรุงจากปัญหาการผลิตมากเกินไป

ก. ทำการบำรุงรักษาเครื่องให้พร้อมการใช้งานตลอดเวลา

ข. ลดขั้นตอนในการตั้งเครื่องจักร

ค. เตรียมเครื่องมืออุปกรณ์ให้พร้อมก่อนทำการเริ่มการตั้งเครื่อง

ง. จัดลำดับขั้นตอนในการตั้งเครื่องจักรให้เหมาะสม

จ. กระจายงานอย่างเหมาะสมโดยไม่ให้เกิดการรองาน

ฉ. จัดหาหรือทำอุปกรณ์เพื่อช่วยในการกำหนดตำแหน่งอย่างรวดเร็ว

ช. ปรับปรุงจุดที่เป็นคอขวด (Bottleneck) เพื่อลดรอบในการทำงาน

ซ. ทำการผลิตให้เหมาะกับปริมาณความต้องการ

ฌ. ฝึกให้พนักงานมีความรู้ความสามารถในหลายๆอย่าง

2.1.2 ความสูญเสียจากการจัดเก็บวัสดุคงคลัง (Inventory) การจัดซื้อวัสดุเป็นครั้ง ทีละมากๆ เพื่อให้มีความมั่นใจ จะมีวัสดุใช้ในการผลิตได้ทันเวลา เพื่อลดเวลาในการสั่งซื้อทำให้ปริมาณของวัสดุคงคลังมากเกินไปเกินปริมาณความต้องการทำให้เกิดต้นทนในการจัดการและดูแลรักษา

1) ปัญหาเกิดจากการจัดเก็บวัสดุคงคลัง

ก. ต้องมีพื้นที่จัดเก็บมาก

ข. ต้นทุนมากเกิน ต้นทุนจม

ค. วัสดุเสื่อมคุณภาพจากการเก็บไว้นาน

ง. เกิดการซ้ำซ้อนในการสั่งซื้อ เพราะมีวัสดุคงคลังมากเกินไป

จ. มีค่าใช้จ่ายค่าแรงงานมาก ในการจัดการวัสดุคงคลัง

2) การปรับปรุงปัญหาจากการเก็บวัสดุคงคลัง

ก. กำหนดปริมาณในการสั่งซื้อ และการจัดเก็บให้ชัดเจน

ข. จัดการควบคุมปริมาณของวัสดุคงคลังให้มองเห็นชัดเจน (Visual Control) ทำให้สามารถสังเกตการเคลื่อนไหวได้ง่าย

ค. จัดระบบเข้าก่อน-ออกก่อน (First In First Out) ป้องการวัสดุคงคลังตกค้าง

ง. วิเคราะห์สรรหาวัสดุทดแทน (Value Engineering) การจัดการสั่งซื้อได้ง่ายรวดเร็วใช้งานทดแทนได้ดี ลดปริมาณการจัดเก็บ

2.1.3 ความสูญเสียจากการขนส่ง (Transportation) การขนส่งเป็นกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มแก่วัสดุ ดังนั้นจึงต้องควบคุมและลดระยะทางในการขนส่งลงให้เหลือเท่าที่จำเป็นเท่านั้น

1) ปัญหาจากการขนส่ง

ก. การขนส่งเกิดต้นทุน เช่น เชื้อเพลิงพลังงาน ค่าแรง

ข. ใช้เวาลาในการขนส่งมากเกินไป

ค. ขนส่งไม่เหมาะสมเกิดความเสียหายกับชิ้นงาน

ง. เกิดความเสียหายกับชิ้นงานเมื่อเกิดอุบัติเหตุ ถ้าประมาทไม่ระมัดระวังในการขนส่ง

2) ปรับปรุงปัญหาจากการขนส่ง

ก. วางผังเครื่องจักรให้มีการเคลื่อนที่ของแต่ละขั้นตอนกระบวนให้มีระยะให้สั่นเพื่อลดระยะทางในการขนส่ง

ข. วางแผนการขนส่งให้เกิดประสิทธิภาพ

ค. เลือกใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสมเพื่อลดแรงงาน

ง. บริหารจัดการปริมาณชิ้นงานในการขนส่งให้ได้มากที่สุดในแต่ละครั้งในรอบการขนส่ง

จ. เพื่อลดรอบในการจัดส่งและลดเวลารอชิ้นงานนาน

2.1.4 ความสูญเสียจากการเคลื่อนไหว (Motion) ลักษณะท่าทางกายศาสตร์ในการทำงานไม่เหมาะ เช่นต้องเดินไปหยิบชิ้นงาน การวางชิ้นงานเข้าออกไม่เหมาะกับผู้ปฏิบัติงาน ทำให้เกิดความล้าต่อร่างกาย และทำให้เกิดความล่าช้าในการทำงานอีกด้วย

1) ปัญหาจากการเคลื่อนไหว

ก. เกิดความสูญเสียเวลามากเกินไป

ข. เกิดความแครียดความล้า

ค. อุบัติเหตุ

ง. ใช้แรงงานในการทำงานมากเกินความจำเป็น

2) การปรับปรุงปัญหาจากการเคลื่อนไหว

ก. ศึกษาการเคลื่อนไหว (Motion Study) เพื่อปรับปรุงวิธีการทำงานให้เกิดการเคลื่อนไหวน้อยที่สุดและเหมาะสมที่สุดตามหลักกายศาสตร์ (Ergonomic)

ข. จัดสภาพการทำงาน (Working Condition) ให้เหมาะสม

ค. ปรับปรุงในการทำงานให้มีเครื่องมือและอุปกรณ์ที่เหมาะสมทำให้การเคลื่อนไหวให้น้อยที่สุดและถูกต้องตามหลักกายกายศาสตร์ (Ergonomic) เพื่อทำให้การทำงานได้อย่างรวดเร็วและเกิดความล้าน้อยที่สุด

2.1.5 ความสูญเสียจากกระบวนการผลิต (Processing) เกิดจากการทำในแบบซ้ำๆกันโดยไม่เกิดผลจากการทำ และมีขั้นตอนการทำงานมากเกินไป ซึ่งไม่มีความจำเป็นสามารถตัดทิ้งหรือไม่ทำก็ได้เพราะงานเหล่านั้นไม่ส่งผลต่อมูลค่าของผลิตภัณฑ์ เช่น กระบวนการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นการทำงานที่ไม่เกิดมูลค่าเพิ่มต่อผลิตภัณฑ์ ดังนั้นกระบวนการตรวจสอบคุณภาพควรเป็นหน้าที่การตรวจสอบคนเดียว กับคนควบคุมเครื่องจักรโดยในขณะรอเครื่องจักรทำงาน

1) ปัญหาจากกระบวนการผลิต

ก. ต้นทุนเกิดจากการทำงานที่ไม่จำเป็น

ข. สูญเสียพื้นที่การทำงานสำหรับกระบวนการนั้นๆ

ค. ใช้เครื่องจักรและแรงงานโดยไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มแก่ผลิตภัณฑ์

2) การปรับปรุงปัญหาจากกระบวนการผลิต

ก. กระบวนการผลิตนำเอาหลักวิเคราะห์โดยใช้ Operation Process Chart

ข. วิเคราะห์ความจำเป็นของแต่ละกระบวนการ โดยนำหลัก 5W1H มาใช้

ค. หากระบวนการทำงานที่ก่อให้เกิดผลลัพธ์ของงานอย่างเดียงกันแล้วนำกระบวนการมาทดแทน

2.1.6 ความสูญเสียจากการรอคอย (Delay) การรอคอยอาจเกิดขึ้นจากหลายปัจจัย เช่น เครื่องจักร หรือพนักงาน และวัตถุดิบ ที่ส่งผลต่อการต้องหยุดการทำงานเพื่อรอคอยบางปัจจัยที่จำเป็นต่อกระบวนการผลิต การรอคอยเครื่องจักรชำรุด การรอคอยจากการจัดการผลิตแบบไม่สมดุล การรอคอยจากเปลี่ยนรุ่นการผลิต การรอคอยจากการปรับตั้งชิ้นงาน เป็นต้น

1) ปัญหาการรอคอย

ก. ค่าแรงงาน เครื่องจักร และค่าโสหุ้ย เป็นต้นทุนที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่ม

ข. ต้นทุนจากการเสียโอกาส

ค. พบปัญหาเรื่องขวัญและกำลังใจ

2) การปรับปรุงปัญหาจากการรอคอย

ก. วางแผนการผลิต จัดการวัตถุดิบและลำดับการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพ

ข. ทำการบำรุงรักษาเครื่องจักรให้พร้อมการทำงานอยู่ตลอดเวลา

ค. จัดการผลิตให้การทำงานให้มีความสมดุล

ง. ปรับปรุงขั้นตอนการทำงานกระบวนการผลิต จัดสรรกำลังคนให้เหมาะสม

จ. เตรียมความพร้อมของเครื่องมือและอุปกรณ์ให้พร้อมในการทำงานอยู่ตลอด

ฉ. ปรับเปลี่ยนเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ในการทำงานให้สะดวกรวดเร่งในกระบวนการผลิต

2.1.7 ความสูญเสียจากการผลิตของเสีย (Defect) เมื่อของเสียถูกผลิตออกมาซึ่งผลิตภัณฑ์ไม่ได้ตามมาตรฐานตามที่ลูกค้าต้องการจะถูกนำออกไปทิ้ง เป็นของเสียที่เกิดขึ้น ดังนั้นจึงทำให้เกิดมีความสูญเสียเนื่องจากการผลิตของเสีย

1) ปัญหาจากการผลิตของเสีย

ก. ค่าวัตถุดิบ เครื่องจักร ค่าแรงงาน ต้นทุนต่างๆ ที่เสียไปโดยเปล่าประโยชน์

ข. ต้นทุนค่าสถานที่ในการจัดเก็บของเสียที่เกิดขึ้น

ค. ต้องทำงานซ้ำเพิ่มเติมเพื่อทดแทนของเสียที่เกิดขึ้น

ง. ต้นทุนเพิ่มขึ้นในส่วนค่าเสียโอกาส

2) การปรับปรุงปัญหาจากการผลิตของเสีย

ก. มีมาตรฐานของงานและมาตรฐานของวัตถุดิบที่ถูกต้อง

ข. พนักงานต้องปฏิบัติงานให้ถูกต้องตามมาตรฐานตั้งแต่แรก

ค. ปรับปรุงเครื่องมืออุปกรณ์ที่ช่วยในการป้องกันของเสียที่เกิดขึ้นในการผลิต

ง. อบรมฝึกสอนให้พนักงานมีจิตสำนึกทางด้านคุณภาพ

จ. มีการตอบสนองข้อมูลแก้ไขปัญหาทางด้านคุณภาพอย่างรวดเร็วในทุกขั้นตอนของกระบวนการผลิต (Quick Response System)

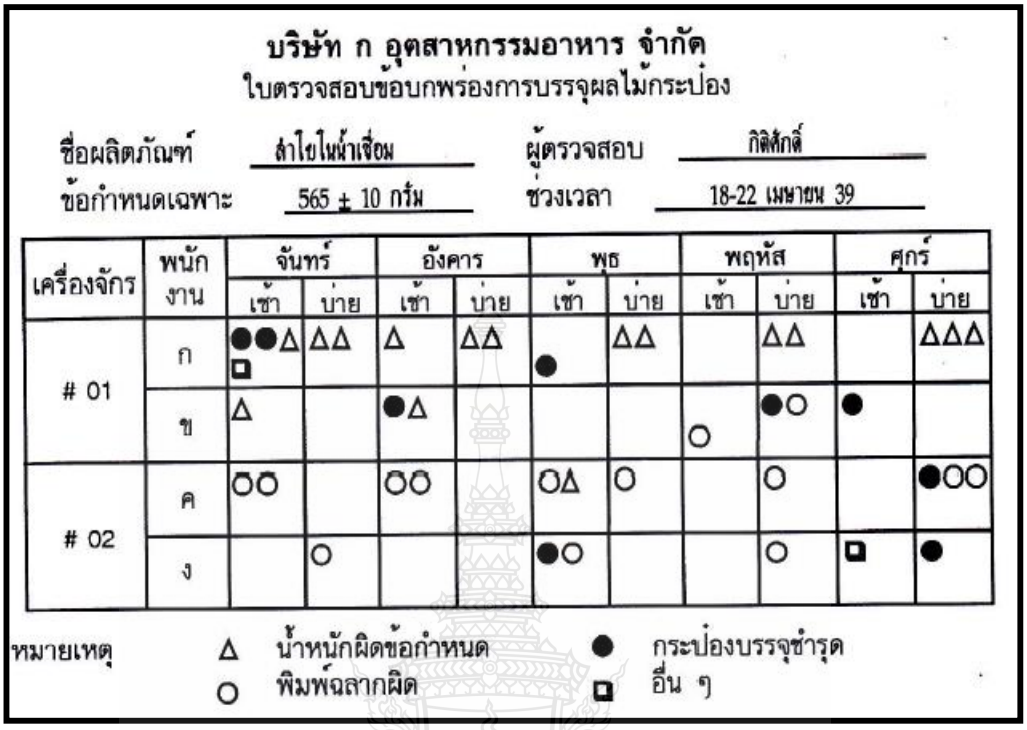
2.2 เครื่องมือควบคุมคุณภาพ 7 แบบ (7QC Tool)

การควบคุณภาพเป็นการควบคุม กระบวนการผลิตที่ต้องอาศัยวิธีการทางด้านเทคนิค วิศวกรรม อุตสาหการโดยใช้กลวิธีทางสถิติ (Statistical Process Control) เป็นเครื่องที่ช่วยในการแก้ไขปัญหาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้กระบวนการผลิตให้มีประสิทธิภาพและสมรรถภาพสูงขึ้น โดยมีเครื่องมือควบคุมคุณภาพประกอบด้วย 7 อย่าง ดังนี้ ใบตรวจสอบ (Check Sheet), แผนภูมิพาเรโต (Pareto Chart), ผังแสดงเหตุและผล (Cause and Effect Diagram), กราฟ (Graph), ฮิสโตแกรม (Histogram), ผังแสดงการกระจาย (Scatter Diagram), แผนภูมิควบคุม (Control Chart) [3,7,8,9]

2.2.1 ใบตรวจสอบ (Check Sheet)

เป็นเครื่องมือควบคุมคุณภาพที่ใช้สำหรับการเก็บข้อมูลที่เกิดขึ้น ณ เวลาในสถานที่ต้องการตรวจสอบและการศึกษา ผู้ที่ปฏิบัติงานเกี่ยวกับการควบคุมคุณภาพในกระบวนการผลิตจะเป็นผู้บันทึก ใบตรวจสอบมีอยู่หลายรูปแบบแล้วแต่ชนิดที่ว่าเราต้องการศึกษา ทั้งนี้ก็เพื่อให้เหมาะสมกับที่จะทำการศึกษา เช่น การตรวจวัตถุดิบ กระบวนการผลิต การเก็บข้อมูลการสูญเสีย ตลอดจนถึงการควบคุมผลิตภัณฑ์จากต้น จนถึงสำเร็จรูป [8] ดังแสดงในรูปที่ 2.1

ใบตรวจสอบ คือ แบบฟอร์มสำหรับการทำการบันทึกข้อมูล ได้ทำการออกแบบพิเศษเพื่อทำการตีความหมายผลของการบันทึก ทันทีที่กรอกแบบฟอร์มดังกล่าว [1]



บริษัท ก อุตสาหกรรมอาหาร จำกัด

ใบตรวจสอบข้อบกพร่องการบรรจุผลไม้กระป๋อง

ชื่อผลิตภัณฑ์ ลำไยในน้ำเชื่อม ผู้ตรวจสอบ กิติศักดิ์

ข้อกำหนดเฉพาะ 565 ± 10 กรัม ช่วงเวลา 18-22 เมษายน 39

เครื่องจักร	พนักงาน	จันทร์		อังคาร		พุธ		พฤหัส		ศุกร์	
		เช้า	บ่าย	เช้า	บ่าย	เช้า	บ่าย	เช้า	บ่าย	เช้า	บ่าย
# 01	ก	●●△ ◘	△△	△	△△	●	△△		△△		△△△
	ข	△		●△				○	●○	●	
# 02	ค	○○		○○		○△	○		○		●○○
	ง		○			●○			○	◘	●

หมายเหตุ △ น้ำหนักผิดข้อกำหนด ● กระป๋องบรรจุชำรุด

○ พิมพ์ฉลากผิด ◘ อื่น ๆ

รูปที่ 2.1 ตัวอย่างใบตรวจสอบ (Check Sheet) [7]

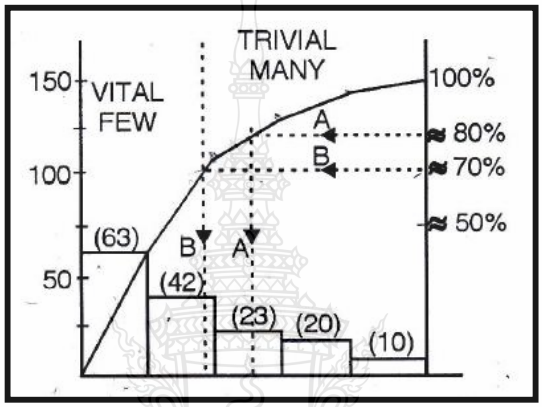
2.2.2 แผนภูมิพาเรโต (Pareto Diagram)

หลักการของพาเรโต คือ ปัญหาใดๆที่เกิดขึ้นโดยแต่ละปัญหาย่อมมีมาจากหลายสาเหตุ หลายปัจจัยและจะมีสาเหตุใหญ่เพียงไม่กี่สาเหตุที่มีบทบาทสำคัญที่ทำให้เกิดสาเหตุของปัญหา ดังนั้นถ้าจะแก้ปัญหาให้เกิดผลสำเร็จอย่างมีคุณภาพและประสิทธิภาพจะต้องทำการแก้ไขปัญหาที่มีสาเหตุใหญ่ก่อนเป็นอันดับแรก

พาราโต คือ กราฟแท่งข้อมูลในรูปแบบของชนิดต่างๆ ที่นำมาเรียงเปรียบเทียบโดยให้แท่งกราฟที่มีข้อมูลค่ามากสุดอยู่ด้านซ้ายมือเรียงลำดับค่าน้อยสุดอยู่ด้านขวามือ เพื่อจะได้ทราบลำดับประมาณความสำคัญของปัญหาในข้อมูลของแต่ละชนิดต่างๆ โรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่มักมีปัญหาที่เกิดขึ้นเป็นจำนวนมากและไม่ทราบว่าจะดำเนินการแก้ไขปัญหาไหนก่อนและควรแก้อย่างไรจึงจะสามารถแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยปัญหาไม่เกิดขึ้นอีกทำให้โรงงานดีขึ้น การนำกราฟ พาเรโต มา

ใช้ช่วยในการวิเคราะห์ปัญหาทำให้สามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างตรงตามเป้าหมายและวัตถุประสงค์ ได้อย่างรวดเร็ว [3,4-7]

แผนภูมิพาเรโต มีรูปแบบลักษณะเป็นกราฟแท่งที่แยกข้อมูลจากมากไปหาน้อย ด้านซ้ายมือไปหาด้านขวามือ โดยแกน y มี 2 แกนคือ แกนซ้ายมือแทนค่าความถี่และแกนขวามือแทนเปอร์เซ็นต์ แกน x แทนสาเหตุ [5] ตัวอย่างแผนภูมิพาเรโต ดังแสดงในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 ตัวอย่างแผนภูมิพาเรโต (Pareto Diagram) [4,5]

2.2.3 แผนผังแสดงเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) หรืออีกอย่างเรียกว่าแผนผังก้างปลา (Fishbone Diagram) หรือแผนผังอิชิกาว่า (Ishikawa Diagram)

แผนผังแสดงเหตุและผลหรือแผนผังก้างปลาใช้ประโยชน์ได้ดี สามารนำเสนอความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุและผลสำหรับประเด็นของปัญหา ที่ทำการวิเคราะห์ แผนผังแสดงเหตุและผลหรือแผนผังก้างปลาหรือแผนผังอิชิกาว่า ได้รับการพัฒนาครั้งแรก โดย ศาสตราจารย์คาโอรุ อิชิกาว่า แห่งมหาวิทยาลัยโตเกียว ในปี ค.ศ. 1943 โดยต้องการพัฒนาเครื่องมือช่วยในการควบคุมคุณภาพในกิจกรรมคุณภาพต่างๆ ในโรงงานอุตสาหกรรม โรงงานอุตสาหกรรมจึงนิยมนำเอามาใช้งาน เพราะสามารถจะมองเห็นภาพขององค์ประกอบทั้งหมดที่จะเป็นสาเหตุของปัญหา และสามารถหาสาเหตุที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของกระบวนการผลิต แผนผังก้างปลาเป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์สำหรับวิเคราะห์หาข้อมูล โดยการพิจารณาหาสาเหตุ (Causes) ที่ส่งผล (Effect) ตรงตามลักษณะคุณภาพ (Quality Characteristic) [4-7] สาเหตุที่ส่งผลกระทบให้เกิดปัญหาหนึ่งปัญหา [5] เมื่อไรจึงต้องนำเอาแผนผังก้างปลาไปใช้

1) เมื่อต้องการค้นหาสาเหตุของปัญหา

2) เมื่องต้องการศึกษา ทำความเข้าใจ ทำความรู้จักกับกระบวนการอื่นๆ เพราะส่วนใหญ่พนักงานจะทำความเข้าใจเฉพาะปัญหาในพื้นที่ความรับผิดชอบของตัวเองเท่านั้น แต่เมื่อมีการทำผังก้างปลาแล้ว จะทำให้สามารถเข้าใจกระบวนการทำงานของส่วนอื่นได้ง่ายขึ้น

3) เมื่อต้องการให้เป็นแนวทางในการระดมสมอง (Brainstorm) ซึ่งจะเป็นแรงจูงใจให้ทุกคนจะช่วยให้ทุกๆคนให้ความสำคัญสนใจในปัญหา วิธีการสร้างแผนผังก้างปลา สิ่งที่สำคัญคือ จะต้องรวมกลุ่มทำงานกันเป็นทีมโดยอาศัยขั้นตอน 6 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ก. กำหนดประโยคปัญหาที่หัวปลา

ข. กำหนดกลุ่มปัจจัยที่จะทำให้เกิดปัญหานั้นๆ

ค. ระดมสมองเพื่อหาสาเหตุในแต่ละปัจจัย

ง. หาสาเหตุหลักของปัญหา

จ. จัดลำดับความสำคัญของปัญหา

ฉ. ใช้การปรับปรุงแนวทางที่จำเป็น

การกำหนดกลุ่มปัจจัยสามารถที่จะกำหนดปัจจัยอะไรก็ได้ แต่ต้องมั่นใจว่ากลุ่มที่เรากำหนดไว้เป็นปัจจัยที่สามารถช่วยให้แยกแยะหรือกำหนดสาเหตุต่างๆได้อย่างมีระบบ และเป็นเหตุเป็นผล โดยส่วนมากมักจะใช้หลักการ 4M1E เป็นกลุ่มปัจจัย (Factors) เพื่อนำไปสู่การแยกแยะสาเหตุต่างๆซึ่งปัจจัย 4M1E ประกอบด้วย

M - Man หมายถึง คนงาน หรือพนักงาน หรือบุคลากร

M - Machine หมายถึง เครื่องจักรหรืออุปกรณ์อำนวยความสะดวก

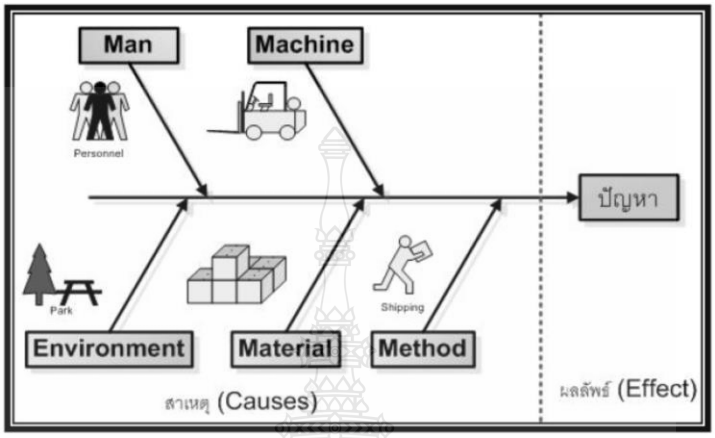
M - Material หมายถึง วัตถุดิบหรืออะไหล่ อุปกรณ์อื่นๆ ที่ใช้ในกระบวนการ

M - Method หมายถึง กระบวนการทำงาน

E - Environment หมายถึง สถานที่ แสงสว่าง และบรรยากาศในการทำงาน

การกำหนดของหัวข้อปัญหาควรกำหนดให้จัดเจนและมีความเป็นไปได้ ซึ่งหากกำหนดประโยคของปัญหาไม่ชัดเจนตั้งแต่แรก จะทำให้ใช้เวลามากในการค้นหาสาเหตุ และใช้เวลานานในการจัดทำแผนผังก้างปลา การกำหนดที่หัวปลา เช่น อัตราของเสีย อัตราชั่วโมงการทำงานของคนทำงานที่ไม่มีประสิทธิภาพ อัตราการเกิดอุบัติเหตุ อัตราต้นทุนต่อหน่วยของสินค้า เป็นต้น ซึ่งการกำหนดสาเหตุของ

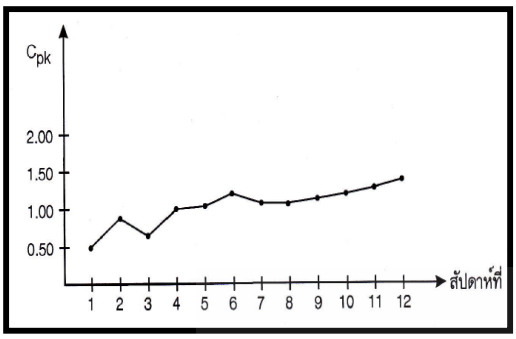
ปัญหาจะสังเกตเห็นว่าเป็นปัญหาในเชิงลบ จากนั้นค่อยเขียนปัจจัย และรายละเอียดในแต่ละก้างย่อยๆ ตัวอย่าง แผนผังแสดงเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) ดังแสดงในรูปที่ 2.3



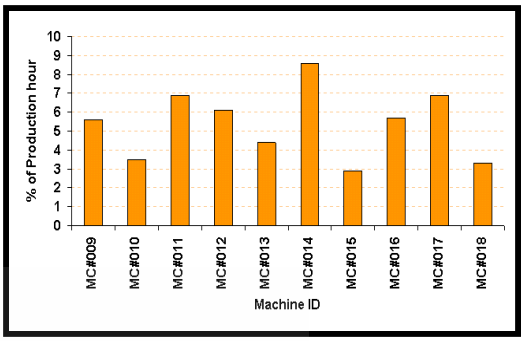
รูปที่ 2.3 ตัวอย่างแผนผังแสดงเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) [8]

2.3.4 กราฟ (Graph)

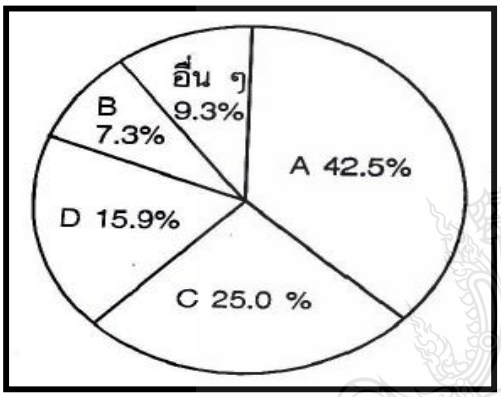
กราฟ หมายถึง แผนภาพที่แสดงถึงตัวเลขผลการวิเคราะห์ทางสถิติซึ่งสามารถทำให้ง่ายต่อการเข้าใจ โดยการพิจารณาด้วยตาเปล่าได้ และเป็นข้อมูลส่วนหนึ่งของการรายงานต่างๆ ที่ใช้สำหรับการนำเสนอผลงาน ข้อมูลที่สามารถให้ผู้อ่านเข้าใจง่ายในข้อมูลต่างๆ สามารถใช้ได้สะดวกในการแปลความหมายของข้อมูล ให้รายละเอียดของการเปรียบเทียบได้ดีกว่าในการนำเสนอด้วยวิธีอื่นๆ กราฟทำให้เห็นลักษณะข้อมูลต่างๆ ได้ชัดเจนทันที จากรูปภาพ แท่งเหลี่ยม เส้น และวงกลม ทำให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่าย รวดเร็ว หรือสามารถเปรียบเทียบข้อมูลอย่างละหัวข้อได้อย่างชัดเจน [5] ดังแสดงในรูปที่ 2.4



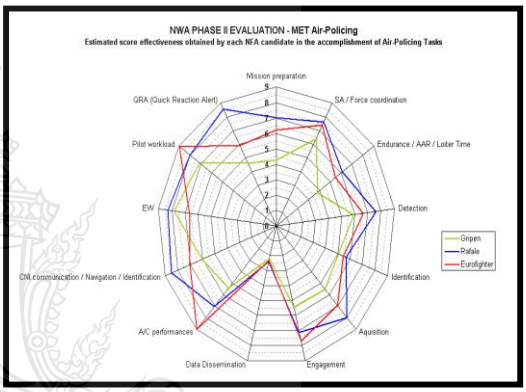
กราฟเส้น



กราฟแท่ง



กราฟเรดาร์



กราฟวงกลม

รูปที่ 2.4 ตัวอย่างกราฟประเภทต่างๆ [7]

2.2.5 ฮิสโตแกรม (Histogram)

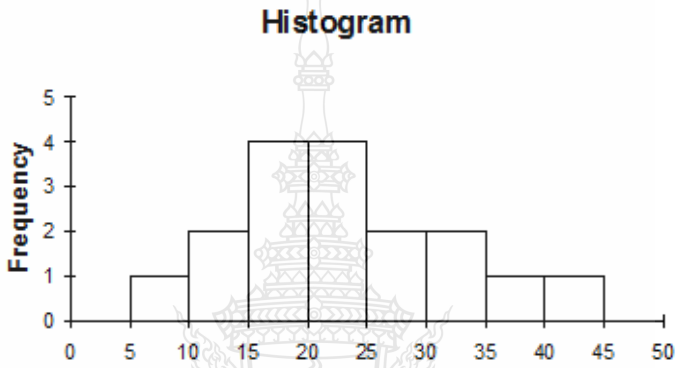
ข้อมูลทางสถิติจะอยู่ภายใต้ความผันแปรเสมอ ในการวิเคราะห์ จึงมีความจำเป็นต้องวิเคราะห์ข้อมูลก่อนว่า ข้อมูลมีความผันแปรในลักษณะใด ซึ่ง Jurun Institute ได้เสนอแนวความคิดสำคัญในการวิเคราะห์ไว้คือ [7]

ก. ค่าของข้อมูลทางสถิติจะแสดงถึงความผันแปรเสมอ

ข. ความผันแปรจะปรากฏเป็นตัวแบบหนึ่งที่แน่นอนเสมอ

ค. ตัวแบบของความผันแปรจะพิจารณายากมาก หากดูจากตัวเลขของข้อมูล

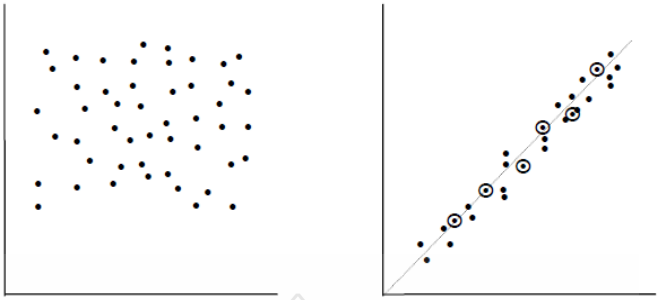
ง. ตัวแบบของความผันแปรจะพิจารณาได้ง่าย หากสรุปข้อมูลให้อยู่ในรูปของฮิสโตแกรมเป็นกราฟแท่งที่ใช้แสดงความถี่ของข้อมูลที่จัดเป็นหมวดหมู่ โดยที่แท่งกราฟมีความกว้างเท่ากัน และมีด้านข้างติดกัน ซึ่งจัดตัวอย่างให้ศูนย์กลางของฮิสโตแกรมเป็นค่าความถี่สูงสุด ส่วนความถี่รองลงมาจะกระจายลดหลั่นไปตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 ตัวอย่างอิสโตแกรม

2.2.6 ผังแสดงการกระจาย (Scatter Diagram)

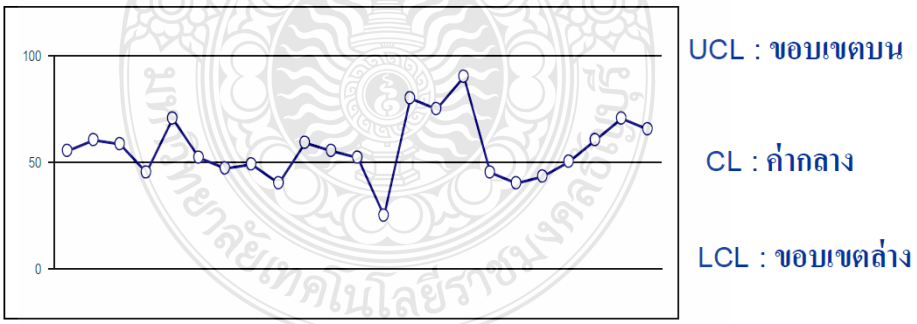
เป็นแผนผังที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัว ว่าสัมพันธ์กันในลักษณะใด ซึ่งจะสามารถหาสหพันธ์ (Correlation) ของตัวแปรทั้งสองตัวที่แสดงด้วยแกน x และแกน y ของกราฟ ว่าสหพันธ์เป็นบวก คือ ตัวแปรมีความสัมพันธ์แปรตามกัน หรือมีสหพันธ์เป็นลบคือตัวแปร มีความสัมพันธ์แปรผกผันต่อกัน [8] ดังแสดงในรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 ตัวอย่างการกระจายของข้อมูล

2.2.7 แผนภูมิควบคุม (Control Chart)

เป็นแผนภูมิกราฟชนิดหนึ่งที่ใช้เพื่อควบคุมกระบวนการผลิต แสดงให้เห็นถึงขอบเขตในการควบคุมทั้งขอบเขตควบคุมบน (Upper Control Limit, UCL) และขอบเขตควบคุมล่าง (Low Control Limit, LCL) ได้นำข้อมูลผลผลิตด้านคุณภาพของผลิตภัณฑ์ของแต่ละกระบวนการมาเขียนเปรียบเทียบกับขอบเขตที่ตั้งไว้เพื่อทำการตรวจสอบว่าในกระบวนการผลิต ณ เวลานั้นมีปัญหาด้านคุณภาพ จะได้รับดำเนินการแก้ไขปรับปรุงให้กระบวนการกลับไปสภาพปกติ ดังแสดงในรูปที่ 2.7

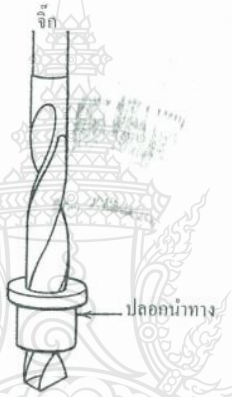


รูปที่ 2.7 แผนภูมิควบคุม (Control Chart)

2.3 การออกแบบเครื่องมือจับยึดชิ้นงาน (Jig & Fixture Design)

2.3.1 จิ๊ก (Jig)

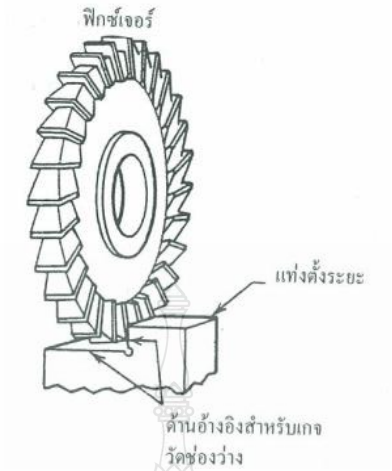
จิ๊กเป็นเครื่องมืออุปกรณ์พิเศษที่สร้างขึ้นมาเพื่อช่วยในการกำหนดจุดตำแหน่งที่จับยึดชิ้นงาน และเป็นเครื่องมือนำทางของเครื่องมือตัด (Cutting Tools) เช่น ในการเจาะรู หรือคว้านรู จิ๊กจะมีปลอกนำทางอัดติดแน่นอยู่เสมอปลอกนำทางนี้ทำด้วยเหล็กพิเศษที่ผ่านการทำชุบแข็งมาแล้วจึงทำให้มีความแข็งแรงเป็นพิเศษ และจะเป็นตัวที่ใช้สำหรับนำทางในการเจาะรูของเครื่องมือเจาะ หรือเครื่องมือตัด อื่นๆ ความสัมพันธ์ของเครื่องมือกับจิ๊ก [3,4] ดังแสดงในรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 ความสัมพันธ์ของเครื่องมือกับจิ๊ก [3,4]

2.3.2 ฟิกซ์เจอร์ (Fixture)

ฟิกซ์เจอร์เป็นเครื่องมืออุปกรณ์สำหรับการผลิตที่ใช้ในการกำหนดจุดตำแหน่ง ยึดจับ รองรับประคองชิ้นงานให้อยู่ตำแหน่งคงที่ในขณะเครื่องจักรกำลังทำงาน ฟิกซ์เจอร์นี้จะมีแท่งตั้งระยะและแผ่นเกจเป็นตัวช่วยในการให้ตั้งระยะของเครื่องมือตัดตรงตำแหน่งที่ถูกต้องที่กระทำต่อชิ้นงานความสัมพันธ์ของเครื่องมือกับฟิกซ์เจอร์ [3,4] ดังแสดงในรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 ความสัมพันธ์ของเครื่องมือกับฟิกซ์เจอร์ [3,4]

2.3.3 การออกแบบเครื่องมือ

การออกแบบเครื่องมือเป็นการออกแบบกระบวนการและเป็นการปรับปรุงเครื่องมือ วิธีการและเทคนิคที่จำเป็นหลายๆ อย่าง นำมาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานในกระบวนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรม เพื่อทำให้เพิ่มผลผลิต ทำงานได้อย่างรวดเร็วและมีปริมาณสูง มีสินค้าที่มีคุณภาพดี ลดต้นทุนการผลิต ซึ่งจะทำให้แน่ใจว่าสินค้าที่ทำการผลิตออกมาอย่างมีคุณภาพและจะได้ผลออกมาสำเร็จเป็นอย่างดี

2.3.4 จุดประสงค์ของการออกแบบเครื่อง

จุดประสงค์ส่วนใหญ่ของการออกแบบเครื่องมือ คือการลดทุนค่าใช้จ่ายในการผลิค เพิ่มผลผลิตให้มีปริมาณสูงขึ้น การออกแบบเครื่องมือต้องมีการคำนึงถึงสิ่งต่างๆดังนี้

ก. ออกแบบให้ทำงานกับเครื่องมือแบบธรรมดา และง่ายๆ โดยให้มีประสิทธิภาพสูง

ข. ค่าใช้จ่ายในการผลิต ให้มีค่าใช้จ่ายต่ำและสามารถผลิตงานได้

ค. ออกแบบให้ใช้งานได้ต่อเนื่องกับการผลิตงาน และให้มีคุณภาพสูงเมื่อนำไปใช้งาน

ง. เพิ่มอัตราการผลิตกับเครื่องจักรที่มีอยู่ให้มีประมาณสูงขึ้น

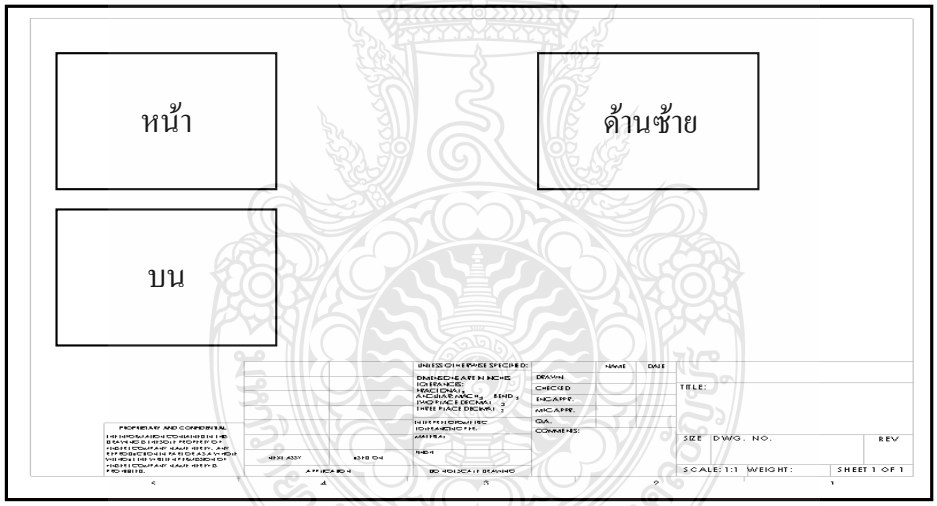
จ. ออกแบบให้เครื่องมือให้มีตัวกันโง่ เพื่อทำการป้องการผิดพลาดในการผลิต

ฉ. ออกแบบใช้วัสดุที่ใช้ในการทำเครื่องมือ เลือกใช้วัสดุที่มีคุณภาพซึ่งจะมีอายุการใช้งานสูงหรือเหมาะกับการผลิต

ช. ออกแบบเครื่องมือในการใช้งานให้มีคความปลอดภัยในการทำงานกับผู้ใช้งาน

2.3.5 หลักการทำงานและตำแหน่งรองรับ

กำหนดให้ตำแหน่งและตัวกำหนดตำแหน่งจะมีระยะห่างจากกันให้มากที่สุด โดยไม่ทำให้ชิ้นงานไม่ผิดพลาดไป ซึ่งสิ่งนี้จะทำให้มีการใช้ตัวกำหนดตำแหน่งจำนวนน้อยและมีความเที่ยงตรง ที่จะสัมผัสผิวด้านหน้าของชิ้นงาน สำหรับเศษโลหะและเศษอื่นๆ อาจทำให้เกิดปัญหาสำหรับตัวกำหนดตำแหน่งได้ ดังนั้น กำหนดตำแหน่งจึงควรติดตั้งในที่ซึ่งสามารถหลีกเลี่ยงการที่เศษโลหะจะเข้าไปติดอยู่ได้ การวาดเส้น (Drawing) ระบบอังกฤษ การเขียนภาพฉายระบบเมตริกที่ใช้ในอเมริกามีลักษณะการวาดการวางภาพฉาย [3] ดังแสดงในรูปที่ 2.10

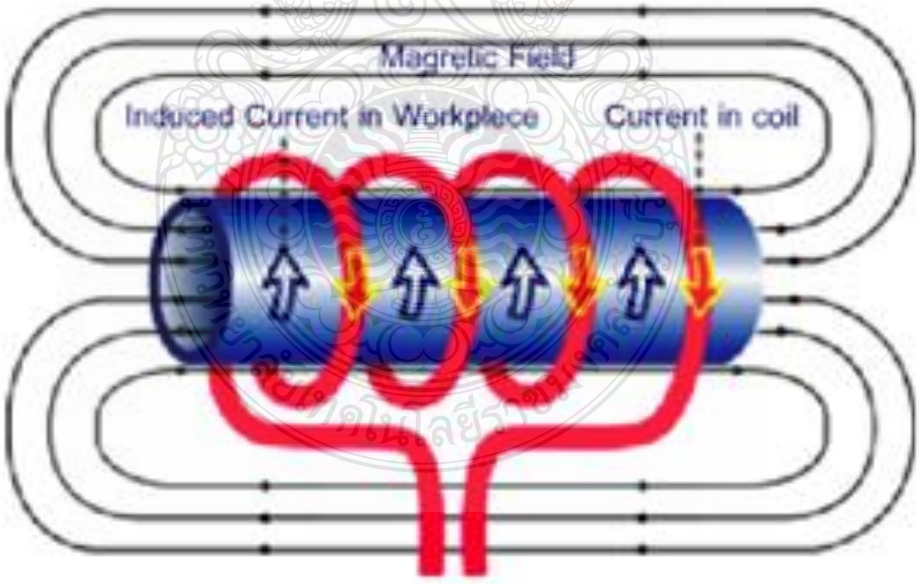


รูปที่ 2.10 ลักษณะการวางภาพ [3]

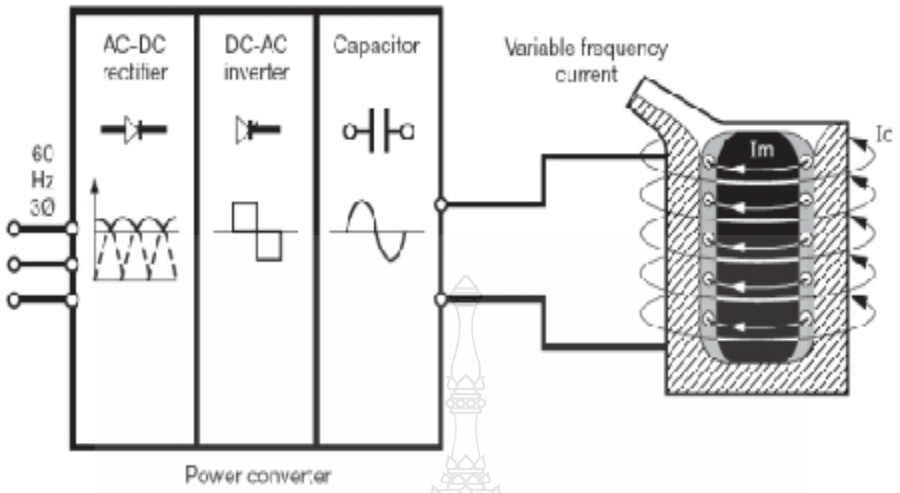
2.4 การให้ความร้อนแบบเหนี่ยวนำ

การให้ความร้อนแบบเหนี่ยวนำ (Induction Heating) เกิดขึ้นจากปรากฏการณ์ทั้งทางด้านไฟฟ้าและทางความร้อนร่วมกัน กล่าวคือจะอาศัยสาเหตุจากการเหนี่ยวนำของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Induction) ปรากฏการณ์ผิว (Skin Effect) และการถ่ายเทความร้อน (Heat Transfer) จาก

สาเหตุมูลฐานทั้งสาม สามารถอธิบายการให้ความร้อนแบบเหนี่ยวนำได้ดังนี้ เมื่อป้อนไฟฟ้ากระแสสลับเข้าสู่ขดลวดสร้างสนามแม่เหล็กที่มีชิ้นงานอยู่ภายใน กระแสไฟฟ้าสลับเหนี่ยวนำทำให้เกิดสนามแม่เหล็กคล้องผ่านขดลวดสร้างสนามแม่เหล็ก ถ้าชิ้นงานเป็นโลหะที่มีคุณสมบัติเป็นแม่เหล็ก สนามแม่เหล็กที่คล้องผ่านชิ้นงานจะเหนี่ยวนำทำให้มีกระแสไหล โดยกระแสส่วนมากจะไหลผ่านชิ้นงานในระดับความลึกผิว (Skin Deep) กระแสที่ไหลวนรอบชิ้นงานเป็นเส้นทางปิด จะทำให้เกิดความร้อนขึ้นที่บริเวณผิวของชิ้นงาน ความร้อนนี้ขึ้นอยู่กับกระแสเหนี่ยวนำ และความต้านทานสมมูลย์ของเส้นทางที่กระแสไหลผ่าน และความร้อนที่เกิดขึ้นจะถ่ายเทไปยังบริเวณอื่น ๆ โดยการแผ่รังสีที่บริเวณผิว การพาความร้อนและการนำความร้อนแสดงการให้ความร้อนแบบเหนี่ยวนำอย่างง่าย ถ้าวางชิ้นงานไว้ในขดลวดหรือใกล้ขดลวด ชิ้นงานนั้นจะถูกเหนี่ยวนำทำให้เกิดความร้อนขึ้น พิจารณาทั้งระบบให้เป็นหม้อแปลงหนึ่งชุด ขดลวดสร้างสนามแม่เหล็กจะเป็นเสมือนขดปฐมภูมิของหม้อแปลงที่มีจำนวนรอบเท่ากับจำนวนรองของขดลวดสร้างสนามแม่เหล็ก ส่วนชิ้นงานนั้นจะเปรียบเสมือนขดทุติยภูมิของหม้อแปลงที่มีจำนวนรอบหนึ่งรอบ และมีโหลดต่ออยู่ในลักษณะเกือบลัดวงจรเพราะความต้านทานสมมูลย์ของโลหะที่เป็นชนิด จะมีค่าค่อนข้างต่ำดัง [12,13] ดังแสดงในรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 การให้ความร้อนแบบเหนี่ยวนำอย่างง่าย [12]



รูปที่ 2.12 วงจรกำลังไฟฟ้าของหม้อแปลง (PF Power Supply) [12,13]

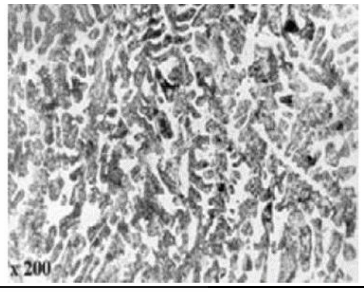
วงจรสมมูลย์ของหม้อแปลงทั่วไปวงจรสมมูลย์ของขดลวดเหนี่ยวนำและชิ้นงาน จะเห็นว่าถ้า Ic เป็นกระแสที่ไหลในขดลวดสร้างสนามแม่เหล็ก ส่วน Im เป็นกระแสที่ไหลในชิ้นงาน กระแสทั้งสองจะมีความสัมพันธ์กันโดยที่ Nc คือความต้านทานสมมูลย์ของชิ้นงานกำลังสูญเสียเป็นความร้อนในชิ้นงานมีค่าเท่ากับโดยที่ Rw คือความต้านทานสมมูลย์ของชิ้นงาน รูปที่ 2.11 แสดงทิศทางการไหลของกระแสชิ้นงาน จากปรากฏการณ์ผิว ถ้าพิจารณาว่ากระแสไหลโดยส่วนมากจะไหลอยู่ในระดับความลึกผิวและจะสามารถหาความต้านทานสมมูลย์ของชิ้นงาน เมื่อทำการคลี่ชิ้นงานออก ความต้านทางของชิ้นงาน จะมีค่าความต้านทานสมมูลย์จะมีค่าความสัมพันธ์กับสภาพความต้านทานความลึกผิวและลักษณะทางเรขาคณิตของชิ้นงานด้วยแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นกระแสกับระยะทางจากผิวของชิ้นงานจากภาพปรากฏการณ์ผิวจะทำให้ความหนาแน่นกระแสกับระยะทางจากผิวเป็นฟังก์ชันเอกโพเนนเชียลที่ระดับความลึกผิวความหนาแน่นของกระแสจะมีค่าเพียง 0.36 เท่าของความหนาแน่นของกระแสที่ผิวชิ้นงาน จึงประมาณว่ากระแสโดยส่วนมากจะไหลอยู่ในระดับความลึกผิว ถ้าพิจารณาการให้ความร้อนแบบเหนี่ยวนำจะพบว่าไม่มีการใช้แหล่งความร้อนจากภายนอก แต่ใช้ชิ้นงานเป็นแหล่งความร้อนของตัวมันเอง อีกทั้งชิ้นงานก็ไม่จำเป็นที่จะสัมผัสกับขดลวดสร้างสนามแม่เหล็ก การให้ความร้อนในลักษณะนี้จึงสามารถทำได้สะดวก นอกจากนี้ยังสามารถทำให้เกิดความร้อนในเฉพาะบริเวณที่ต้องการทั้งสามารถควบคุมระยะเวลาในการให้ความร้อนได้ [13,14] ดังแสดงในรูปที่ 2.12

การชุบแข็งพื้นผิวเฉพาะจุดด้วยกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ ใช้กับเหล็กที่มีคาร์บอนปานกลาง (0.4-0.5 % C) หรือเหล็กผสม (Alloy Steel) ที่มีปริมาณคาร์บอนปานกลางเหล็กประเภทนี้สามารถชุบแข็งด้วยวิธีธรรมดาได้จะได้ความแข็งประมาณ 50-60 HRC บางกรณีอาจชุบแข็งที่ผิวด้วยวิธีนี้กลับที่มีคาร์บอนสูง (0.8-1.2 % C) ได้ การให้ความร้อนจัดเฉพาะบริเวณผิวเหล็กจะมีอุณหภูมิวิกฤตประมาณ 780-960 °C จนถึงจุดเปลี่ยนโครงสร้างเดิม Pearlite, Ferrite เป็น Austenite ส่วนเนื้อเหล็กที่อยู่ด้านในใจกลางจะไม่ร้อน หรือร้อนบ้างแต่เนื้อเหล็กโครงสร้างไม่เป็น Austenite ส่วนที่เป็น Austenite เฉพาะผิวไปชุบน้ำหรือทำให้เย็นอย่างรวดเร็ว Austenite จะเปลี่ยนโครงสร้างเป็น Martensite ผิวจะทนต่อการเสียดสี และทนต่อความล้า (Fatigue) ได้ดีส่วนคุณสมบัติความเหนียวยังคงอยู่เกณฑ์สูง

2.5 ทังสเตนคาร์ไบด์ (Wc)

ทังสเตนคาร์ไบด์เป็นโลหะซีเมนต์คาร์ชนิดหนึ่งซึ่งซีเมนต์คาร์ไบด์ คือ อนุภาคของคาร์ไบด์ชนิดต่างๆ มารวมเข้าด้วยกันโดยวิธีการของโลหะผงวิทยา เช่น ทังสเตนคาร์ไบด์ (Wc),ไททาเนียมคาร์ไบด์ (TaC),มีโอเบียมคาร์ไบด์ (NbC), โดยมีโคบอลต์ (Co) เป็นตัวประสาน (Binder) อนุภาคของคาร์ไบด์มีขนาดเล็กมาก ประมาณ 1-10 μm โดยวัสดุชนิดนี้นิยมทำแม่พิมพ์และเครื่องตัดทางอุตสาหกรรม ทังสเตนคาร์ไบด์สามารถใช้งานที่ความเร็วตัดสูงกว่าเหล็กกล้ารอบสูงได้ และยังมีความต้านทานการสึกหรอสูง มีความแข็งแรงสูง ทังสเตนคาร์ไบด์สามารถนำไปเคลือบผิวได้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องมือ ซึ่งวิธีการเคลือบจะขึ้นอยู่กับเทคนิคของผู้ผลิตแต่ละราย ทังสเตนคาร์ไบด์เป็นวัสดุที่ทำการเสียรูปยากในการใช้งาน คุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุทังสเตนคาร์ไบด์ ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ตารางคุณสมบัติของทังสเตนคาร์ไบด์ [15]

คุณสมบัติทางกายภาค	ทังสเตนคาร์ไบด์
รูปโครงสร้างจุลภาค	
จุดหลอมเหลว	2800 °C
ความหนาแน่น	15.7 g / cm^3
สัมประสิทธิ์การขยายตัวด้วยความร้อน	5 x 10^{-6} °C
ความแข็ง	80 HRC

2.6 ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period)

ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period) หมายถึงช่วงระยะเวลาการลงทุนนั้นใช้ไปในการลงทุนเพื่อได้รับผลตอบแทนในรูปของกระแสเงินสดเข้าเท่ากับกระแสเงินสดจ่ายลงทุน คุ้มค่ากับต้นทุนที่ต้องลงทุนไป วิธีการคำนวณหาระยะการคืนทุน คือ กระแสเงินรับไม่ใช่กำไรหรือขาดทุนของกิจการ จุดที่ได้ผลสะสมของเงินสดเท่ากับเงินลงทุนในครั้งแรก [22] โดยสูตรคำนวณดังนี้

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน} = \frac{\text{เงินลงทุนเริ่มแรก}}{\text{กระแสเงินที่ได้รับแต่ละช่วง}} \qquad (2.1)$$

2.7 การทบทวนวรรณกรรมจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการลดความสูญเสียที่เกิดขึ้นกับชิ้นงาน พบว่างานวิจัยได้นำเอาหลักการและเทคนิคหรือเครื่องมือมาใช้เพื่อทำการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นที่ส่งผลทำให้เกิดของเสียล้วนแต่ทุกบริษัททุกองค์กรไม่ต้องการเพราะเป็นต้นทุนที่สูญเสียไป ดังนั้น งานวิจัยฉบับนี้จะทำการศึกษา

เพื่อต้องการลดของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต ในโรงงานอุตสาหกรรมตัวอย่าง โดยทำการประยุกต์ใช้เครื่องมือควบคุณภาพ 7 แบบ (7QC Tool) และการลดความสูญเสีย 7 ประการโดยลดของเสียจากกระบวนการ พร้อมทำการออกแบบเครื่องมือจับยึดชิ้นงาน (Jig fixture) เพื่อทำการลดความสูญเสียในกระบวนการผลิต [3] ใช้แผนภูมิพาเรโตทำการเก็บข้อมูลความสูญเสียที่เกิดขึ้นกับชิ้นงานเพื่อนำมาทำการแก้ไข การลดความสูญเสียในโรงงานอุตสาหกรรม ผู้วิจัยหลายท่านได้คิดวิธีการลดความสูญเสียเพื่อต้องการลดต้นทุนของโรงงานอุตสาหกรรม เช่น [6] นำเครื่องมือควบคุมคุณภาพ (7QC Tool) เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการลดของเสียในกระบวนการผลิตขวด พีอีที โดยทำการประยุกต์ใช้เครื่องมือด้านคุณภาพ ลดเปอร์เซ็นของเสียลดลงจากเดิม 4.5 ขวดต่อการผลิต 1,000 ขวด ลดเหลือ 1.4 ขวดต่อการผลิต 1,000 ขวด [9] การนำเครื่องมือควบคุมคุณภาพ (7QC Tool) มาประยุกต์ใช้เพื่อทำการลดความสูญเสีย การศึกษาวิจัยด้านการจัดการการผลิตเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพทางการผลิตและลดความสูญเสีย 7 ประการ : กรณีศึกษาสายการผลิต LEVER TILE สามารถเพิ่มปะสิทธิภาพการผลิตเพิ่มได้จากเดิมเป็นร้อยละ 84.11 [8] การลดความสูญเปล่าจากการทำงานโดยการการลดความสูญเปล่าในการชุบเคลือบด้วยสังกะสี แบบจุ่มร้อน : กรณีศึกษาโรงงานชุบสังกะสี ผลจากการขจัดกระบวนการที่ไม่เกิดคุณค่าสามารถลดเวลาจากเดิม 421 นาทีเหลือ 325.5 นาที สามารถลดเวลาได้ 95.5 นาทีคิดเป็น 22.68 % [4] การออกแบบเครื่องมืออุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน เพื่อลดความสูญเสียในกระบวนการตัดท่อยาง ในโรงงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์โดยนำ เครื่องควบคุมคุณภาพ 7 แบบ (7QC Tool) โดยใช้แผนผังพาเรโตในการคัดเลือกรุ่นของผลิตภัณฑ์ที่จะทำการศึกษาและการออกแบบเครื่องมือจับยึดชิ้นงาน (Jig and fixture design) สามารถลดความสูญเสียในกระบวนการตัดท่อยางสำหรับชิ้นส่วนยานยนต์ลงทั้งหมดร้อยละ 100 คิดเป็นมูลค่าวัตถุดิบเฉลี่ย 221,870 บาทต่อเดือน และมีระยะเวลาคืนทุนของการสร้างเครื่องมือจับยึดชิ้นงาน 1.2 วัน

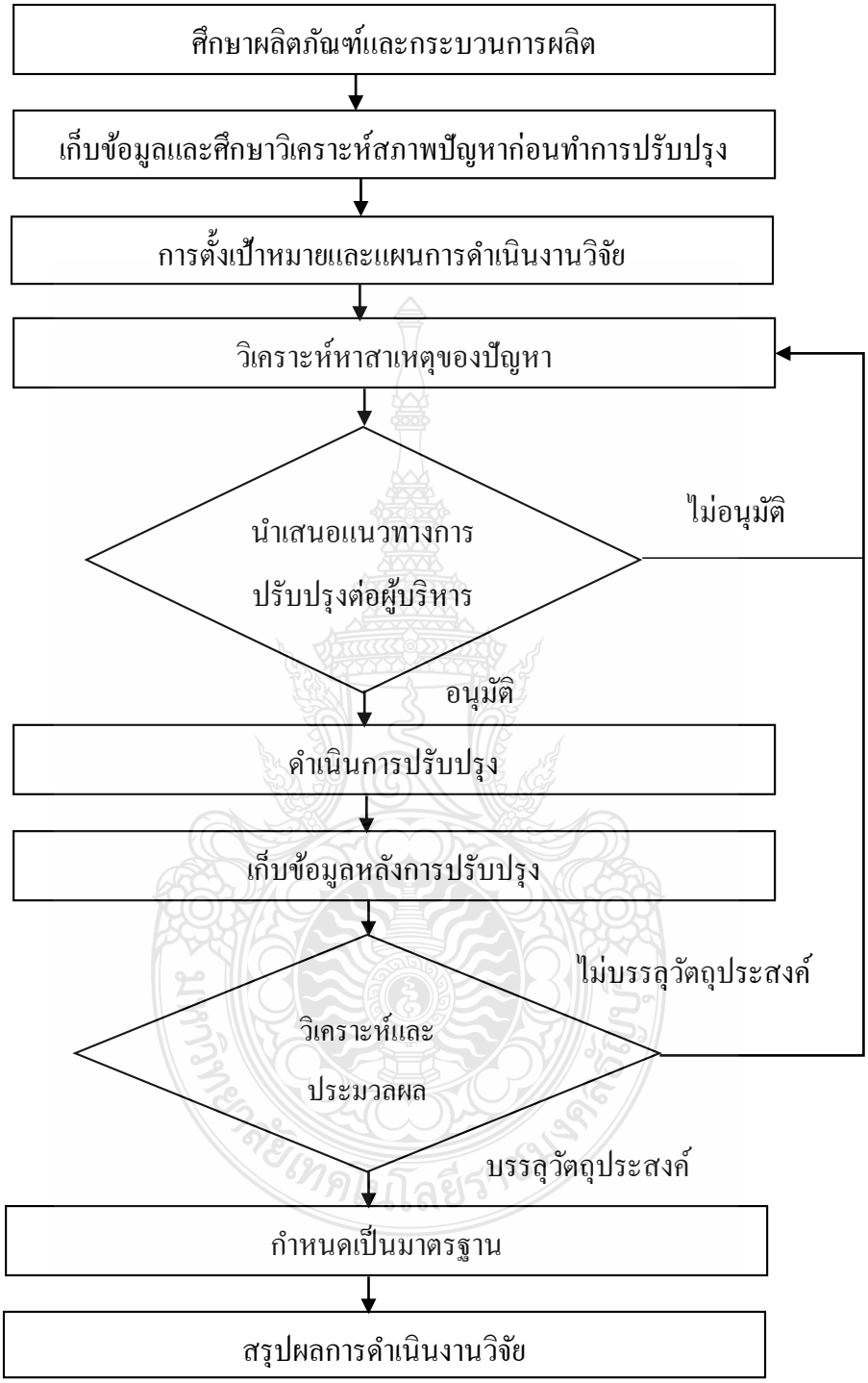
จากการค้นคว้างานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่า มีการนำเครื่องมือควบคุมคุณภาพ ที่นำมาใช้ในการลดความสูญเสีย อย่างมากมาย แต่ยังไม่พบงานวิจัยที่ได้นำเครื่องมือควบคุมคุณภาพมาใช้ในการลดของเสียของการป้อนชิ้นงานในกระบวนการชุบแข็งอินดักชั่น ดังนั้นจึงได้นำทฤษฎีที่ได้อ้างอิงนำมาใช้ในงานวิจัยเพื่อลดของเสียของการป้อนชิ้นงานในกระบวนการชุบแข็งอินดักชั่นโดยนำเครื่องมือควบคุมคุณภาพมาประยุกต์ใช้ดังนี้ การรวบรวมข้อมูลเพื่อการแก้ไขปัญหาใช้หลักลดความสูญเสีย 7 ประการ (7 Wastes) และเครื่องมือควบคุมคุณภาพ 7 แบบ (7QC Tool) เพื่อทำการลดของเสียของการป้อนชิ้นงานในกระบวนการชุบแข็งอินดักชั่น และทำการเก็บข้อมูลเปรียบเทียบความสูญเสียของผลิตภัณฑ์โดยการใช้แผนภูมิพาเรโต วิเคราะห์ปัจจัยโดยใช้แผนผังแสดงเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) จาก

ปัญหาด้านคุณภาพที่เกิดความสูญเสีย ได้นำหลักการออกแบบ (Jig &Fixture) มาใช้ในการออกแบบเครื่องมืออุปกรณ์สำหรับการจับยึดชิ้นงานในขั้นตอนการให้ความร้อน และในขั้นตอนสุดท้ายได้ทำการทดสอบตามสมมติฐานเพื่อยืนยันผลการทดลอง โดยงานวิจัยนี้ได้จัดทำขึ้นตรงตามหลักการทางวิศวกรรมอุตสาหการ

บทที่3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

เนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึงลำดับขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย รวมถึงแนวทางในการดำเนินงานวิจัยเกี่ยวกับการลดของเสียของการป้อนชิ้นงานในกระบวนการชุบแข็งอินดักชั่น โดยการดำเนินงานวิจัยนั้นทำการศึกษาขั้นตอนกระบวนการผลิตและทำการเก็บข้อมูลของความสูญเสียของชิ้นงานที่กระบวนการชุบแข็งอินดักชั่น หลังจากนั้นได้ทำการศึกษาวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาก่อนทำการปรับปรุงแก้ไขและหลังทำการปรับปรุงแก้ไข การตั้งเป้าหมายและแผนการดำเนินงานวิจัย การวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาและนำเสนอแนวทางทำการปรับปรุงแก้ไขต่อผู้บริหาร แล้วดำเนินการปรับปรุงและทำการเก็บข้อมูลหลังการปรับปรุง วิเคราะห์ประมวลผล กำหนดเป็นมาตรฐาน สรุปผลการดำเนินงานวิจัย ซึ่งแสดงได้เป็นแผนผังขั้นตอนการดำเนินงานได้ ดังแสดงในรูปที่ 3.1

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

3.1 ศึกษาขั้นตอนการปฏิบัติงาน

3.1.1 ข้อมูลผลิตภัณฑ์

เพลาขับ (Intermediate Shaft) ผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง เป็นส่วนประกอบรถยนต์ที่ติดตั้งในส่วนของชุดประกอบพวงมาลัย ทำหน้าที่เป็นส่วนกลางส่งต่อกำลังการขับเคลื่อนชุดพวงมาลัยรถยนต์ ดังแสดงในรูปที่ 3.2

รูปที่ 3.2 เพลาขับ (Intermediate Shaft) ผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง

3.1.2 กระบวนการผลิตชุบแข็งอินดักชั่น

บริษัทที่ใช้เป็นกรณีศึกษาเป็นบริษัทที่รับผลิตชิ้นส่วนประเภทโลหะที่ทำการชุบแข็งอินดักชั่น ผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง เพลาขับ ซึ่งเป็นส่วนประกอบรถยนต์ที่ติดตั้งในส่วนของชุดประกอบพวงมาลัย ทำหน้าที่เป็นส่วนกลางส่งต่อกำลังการขับเคลื่อนชุดพวงมาลัยรถยนต์ ซึ่งมีขั้นตอนการปฏิบัติงาน 10 ขั้นตอน โดยกระบวนการผลิตจะเริ่มต้นจากการตรวจสอบด้วยสายตา (Visual Control) เป็นการตรวจสอบชิ้นงานที่ส่งมาจากลูกค้าโดยการสุ่มตรวจ 5% ต่อจำนวนชิ้นงานโดยลูกค้าส่งชิ้นงานเข้ามาผลิตประมาณ 10,554 ชิ้นต่อวัน บรรจุเป็นกระบะๆละ 60 ชิ้น ทั้งหมด 176 กระบะโดยมีลำดับขั้นตอนในการปฏิบัติงาน สามารถอธิบายได้ดังนี้

1) ขั้นตอนการรับงานขั้นตอนการรับผลิตภัณฑ์มาจากลูกค้าโดยทำการตรวจจำนวนให้ตรงตามใบสั่งงาน (Job Order) ทำการส่งผลิตภัณฑ์เข้าแผนก อินดักชั่น เพื่อดำเนินการตามขั้นตอนการตรวจสอบชิ้นงาน

2) ขั้นตอนการ ตรวจสอบ คุณภาพผลิตภัณฑ์ ชิ้นงาน เป็นกระบวน การตรวจสอบ ด้วยสายตา (Visual control) โดยวิธีการสุ่มตัวอย่างจากแต่ละรุ่น ซึ่งโดยการสุ่มตรวจ 5 % ในการสุ่มชิ้นงานทั้งหมด การจำแนกลักษณะ ของเสียจะตรวจสอบ ลักษณะชิ้นงาน ที่เป็นรอยยุบ (Dent) และผิดรูปทรงเป็นสนิม ชิ้นงานผ่านการตรวจสอบยอมรับ (Accept) จึงจะ ไหลเข้าสู่กระบวนการชุบแข็งอินดักชั่นส่วนชิ้นงานที่ไม่ผ่านการยอมรับ ดังแสดงในรูปที่ 3.3 จะถูกวางไว้พื้นที่รอส่งคืนลูกค้าทันที

(1) ตัวอย่างชิ้นงานที่ผ่านการยอมรับ (Accept) (2) ตัวอย่างชิ้นงานที่ไม่ผ่านการยอมรับ (Reject)

รูปที่ 3.3 ลักษณะชิ้นส่วนเพลาขับที่ผ่านการยอมรับและไม่ผ่านการยอมรับ

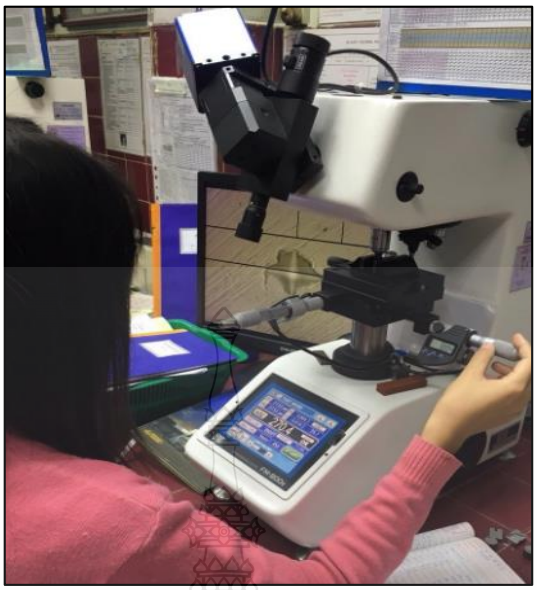
3) ขั้นตอน การให้ความร้อน (Induction) พนักงานประจำเครื่องจักร ที่รับผิดปฏิบัติหน้าที่นำชิ้นงานเข้าเครื่องจักรเพื่อทำการชุบแข็งอินดักชั่นโดยจะนำชิ้นงานเข้าจิ๊ก (Jig Fixture) โดยเครื่องจักรที่ทำการชุบแข็งอินดักชั่นมีกำลังไฟฟ้า 100 Kw 30 KHz จะมีการควบคุมการทำงานตามขั้นตอนการทำงานที่บันทึกไว้ตามโปรแกรม (Condition) โดยมีอัตราการเคลื่อนที่ 16 Sec./mm. ความเร็วรอบหมุน 220 RPM ของชิ้นงานแต่ละรุ่น เครื่องจักรจะทำงานครั้งละ 2 ชิ้น ต่อรอบการทำงาน 1 รอบตามมาตรฐานกำหนดไว้ ชิ้นงานที่ผ่านการชุบแข็งอินดักชั่นแล้วพนักงานจะหยิบชิ้นงานนำมาวางไว้ที่กระบะข้างขาออกซึ่งคนละข้างกับชิ้นงานที่ยังไม่ผ่านกระบวนการชุบแข็ง ดังแสดงในรูปที่ 3.4

รูปที่ 3.4 ขั้นตอนการให้ความร้อน ชิ้นส่วนเพลาขับ

4) ขั้นตอนกระบวนการการล้างชิ้นงาน หลังจากผ่านการชุบแข็งอินดักชั่น พนักเตาล้างจะนำชิ้นงานวางเรียงไว้ในถาดเพื่อนำเข้าเตาล้างด้วยน้ำร้อนให้ชิ้นสะอาดไม่มีคราบสิ่งสกปรก คราบน้ำสารชุบ พร้อมทำการเป่าให้ชิ้นงานแห้ง ดังแสดงในรูปที่ 3.5

รูปที่ 3.5 ขั้นตอนกระบวนการล้าง

5) ขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ หลังการชุบแข็งอินดักชั่นชิ้นส่วนเพลาขับเป็นกระบวนการตรวจสอบด้วยสายตา (Visual control) โดยตรวจสอบชิ้นงานก่อนการเริ่มการทำงานจำนวน 2 ชิ้นของแต่ละใบสั่งการผลิต (Job Order) ตัวอย่างจากแต่ละรุ่น (Lot By Lot Inspection or Sampling) ซึ่งตามมาตรฐานการตรวจสอบชิ้นงาน เพื่อตรวจสอบคุณภาพชิ้นงานโดยมีการตรวจสอบความซึมลึกรอยของการชุบแข็งอินดักชั่นพร้อมความแข็งของชิ้นงานก่อนส่งเข้าไปที่ขั้นตอนการอบชิ้นงานโดยแต่ละรุ่นมีความแข็งดังนี้ รุ่นที่ 1. ค่าความแข็ง 550-800 HV ความลึก 0.5-2.5 mm. รุ่นที่ 2. ค่าความแข็ง 400-650 HV ความลึก 1.5-2.5 mm. รุ่นที่ 3. ค่าความแข็ง 550-800 HV ความลึก 0.5-2.5 mm. รุ่นที่ 4. ค่าความแข็ง 400-650 HV ความลึก 0.5-3.5 mm. รุ่นที่ 5. ค่าความแข็ง 550-800 HV ความลึก 0.5-2.5 mm. รุ่นที่ 6. ค่าความแข็ง 400-650 HV ความลึก 0.5-3.5 mm. รุ่นที่ 7. ค่าความแข็ง 550-800 HV ความลึก 0.5-2.5 mm. ดังแสดงในรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 ขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์หลังการชุบแข็งอินดักชั่น

6) ขั้นตอนการอบชิ้นงาน ขั้นตอนนี้นำชิ้นงานที่ผ่านการล้างทำความสะอาดเป่าให้แห้ง แล้วนำมาเข้าอบโดยการให้ความด้วยกระแสไฟฟ้า (Tempering) เพื่อลดความเครียดสะสมของชิ้นงานโดยทำการควบคุมอุณภูมิที่ทำการอบชิ้นงาน และควบคุมเวลาตามมาตรฐานกำหนด ชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการอบแล้วชิ้นงานจะถูกเป่าเย็นเพื่อทำให้ชิ้นงานมีอุณภูมิห้อง ดังแสดงในรูปที่ 3.7

รูปที่ 3.7 ขั้นตอนการอบชิ้นงาน

7) ขั้นตอนการเป่าเย็นชิ้นงานเป็นขั้นตอนหลังจาก ที่ผ่านกระบวนการอบ เพื่อลดความเครียดสะสมของชิ้นงาน และชิ้นงานจะไหลมายังตำแหน่งที่กำหนดเพื่อทำการเป่าเย็น อุณหภูมิของชิ้นงานจะลดลงตามอุณหภูมิห้อง ดังแสดงในรูปที่ 3.8

รูปที่ 3.8 ขั้นตอนกระบวนการเป่าเย็นชิ้นงาน

8) ขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ หลังการอบชิ้นงาน เป็นกระบวนการตรวจสอบด้วยสายตา โดยตรวจสอบชิ้นงานจำนวน 2 ชิ้นของแต่ละใบสั่งการผลิต (Job Order) จากตัวอย่างแต่ละรุ่น ซึ่งตามมาตรฐานการตรวจสอบชิ้นงาน เพื่อตรวจสอบคุณภาพชิ้นงานโดยมีการตรวจสอบความซึมลึกรอยของการชุบแข็งอินดักชั่นพร้อมความแข็งของชิ้นงานก่อนส่งเข้าไปที่ขั้นตอนการตรวจสอบลักษณะกายภาพ ของผลิตภัณฑ์และลงน้ำมันกันสนิมโดยแต่ละรุ่นมีความแข็งดังนี้ รุ่นที่ 1. ค่าความแข็ง 550-800 HV ความลึก 0.5-2.5 mm. รุ่นที่ 2. ค่าความแข็ง 400-650 HV ความลึก 1.5-2.5 mm. รุ่นที่ 3. ค่าความแข็ง 550-800 HV ความลึก 0.5-2.5 mm. รุ่นที่ 4. ค่าความแข็ง 400-650 HV ความลึก 0.5-3.5 mm. รุ่นที่ 5. ค่าความแข็ง 550-800 HV ความลึก 0.5-2.5 mm. รุ่นที่ 6. ค่าความแข็ง 400-650 HV ความลึก 0.5-3.5 mm. รุ่นที่ 7. ค่าความแข็ง 550-800 HV ความลึก 0.5-2.5 mm. ดังแสดงในรูปที่ 3.9

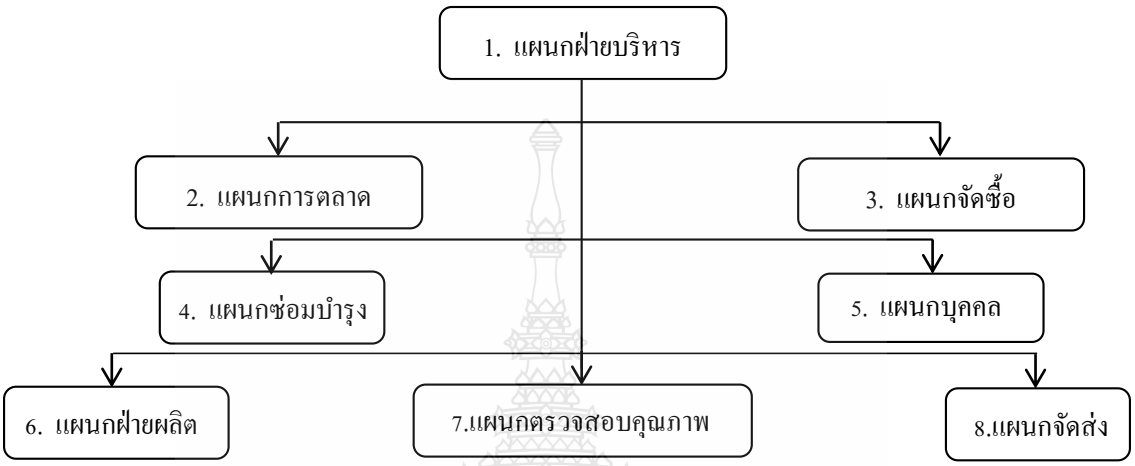
รูปที่ 3.9 ขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์หลังจากกระบวนการอบ

9) ขั้นตอนการตรวจเช็คคุณภาพผลิตภัณฑ์ และลงน้ำมันกันสนิม พร้อมบรรจุภาชนะ เป็นกระบวนการ ตรวจสอบด้วยสายตาโดยการตรวจสอบ 100 % ของแต่ละรุ่น ซึ่งโดยการตรวจสอบหาความผิดปกติชิ้นงานที่ไม่ได้ตามมาตรฐานเพื่อจำแนกลักษณะของเสีย จะตรวจสอบลักษณะชิ้นงาน ที่เป็นรอย (Dent) และตรวจสอบระยะชุบอินดักชั่นและ เป็นสนิม ชิ้นงานเสียรูป ชิ้นงานไม่หมุน ชิ้นงานที่ผ่านการยอมรับ (Accept) จึงจะไหลเข้าสู่การลงน้ำมันกันสนิมพร้อมบรรจุภาชนะเพื่อรอการจัดส่งให้ลูกค้า ส่วนชิ้นงานเสียจะถูก ไว้พื้นที่งาน NG. รอส่งคืน ส่งมอบให้ลูกค้า ดังแสดงในรูปที่ 3.10

รูปที่ 3.10 ขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์และลงน้ำมันกันสนิมพร้อมบรรจุภาชนะ

10) กระบวนการจัดเก็บเพื่อส่งลูกค้า ในกระบวนการนี้นำชิ้นงาน ที่ผ่านการตรวจเช็คเป็นที่ยอมรับและได้ทำการบรรจุลงกระบะภาชนะ จำนวนตามมาตรฐานกำหนด ของแต่ละรุ่นกำหนดแล้วทำการจัดเก็บไว้พื้นที่รอส่งให้กับทางลูกค้า

ในโรงงานตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาในครั้งนี้ประกอบด้วย 8 แผนกหลัก ดังแสดงในรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 แผนผังองค์กรโรงงานตัวอย่าง

แผนกที่ 1 แผนกฝ่ายบริหาร (Management Department) ทำหน้าควบคุมเป้าหมายของแต่ละแผนกและบริหารงานในภาพรวมขององค์กรทั้งหมด

แผนกที่ 2 แผนกการตลาด (Marketing Department) ทำหน้าจัดหาลูกค้าใหม่และรับคำสั่งผลิตจากลูกค้าและรายงานการสั่งซื้อ

แผนกที่ 3 แผนกจัดซื้อ (Purchase Department) ทำหน้าที่จัดซื้อจัดจ้างชิ้นส่วนอุปกรณ์หรือวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต

แผนกที่ 4 แผนกซ่อมบำรุง (Maintenance Department) ทำหน้าที่บำรุงรักษาเครื่องจักรให้พร้อมในการผลิตไม่ให้ส่งผลกระทบต่อการผลิต

แผนกที่ 5 แผนกบุคคล (Human Resource Department) ทำหน้าที่สรรหากำลังคนเพื่อสนับสนุนในองค์กร

แผนกที่ 6 แผนกผลิต (Production Department) ทำหน้าที่ทำการผลิตตามแผนการผลิต ตามความต้องการของลูกค้า

แผนกที่ 7 แผนกตรวจสอบคุณภาพ (Quality Control Department) ทำหน้าที่ตรวจสอบชิ้นงานตามที่มาตรฐานที่กำหนดไว้โดยลูกค้า

แผนกที่ 8 แผนกจัดส่ง (Delivery Department) ทำหน้าที่รับชิ้นงานจากลูกค้าเพื่อนำมาผลิต พร้อมจัดส่งชิ้นงานที่ทำการผลิตเสร็จให้กับลูกค้า

3.2 เก็บข้อมูลและศึกษาวิเคราะห์สภาพปัญหาก่อนทำการปรับปรุง

ในการลดของเสียของการป้อนชิ้นงานในกระบวนการชุบแข็งอินดักชั่น แล้วนั้นต้องทำการรวบรวมข้อมูลและทำการวิเคราะห์สภาพของปัญหาก่อนทำการปรับปรุงนั้น ได้ทำการเก็บข้อมูล จากยอดบันทึกของเสียของการป้อนชิ้นงานในกระบวนการชุบแข็งอินดักชั่นและการเก็บข้อมูลการเปลี่ยนเครื่องมือจับยึดชิ้นงาน เก็บข้อมูลตั้งแต่เดือน มีนาคม พ.ศ 2558-กุมภาพันธ์ พ.ศ.2559 โดยทำการเก็บข้อมูลทั้งหมด 7 รุ่นตัวอย่าง ที่เกิดของเสียกับชิ้นงานจากการป้อนชิ้นงานในกระบวนการชุบแข็งอินดักชั่น แล้วสำรวจสภาพปัจจุบันก่อนทำการปรับปรุง ได้ทำการรวบรวมข้อมูลโดยทำการศึกษาสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นที่กระบวนการที่มีของเสียมากที่สุดและเป็นสาเหตุของการสูญเสีย

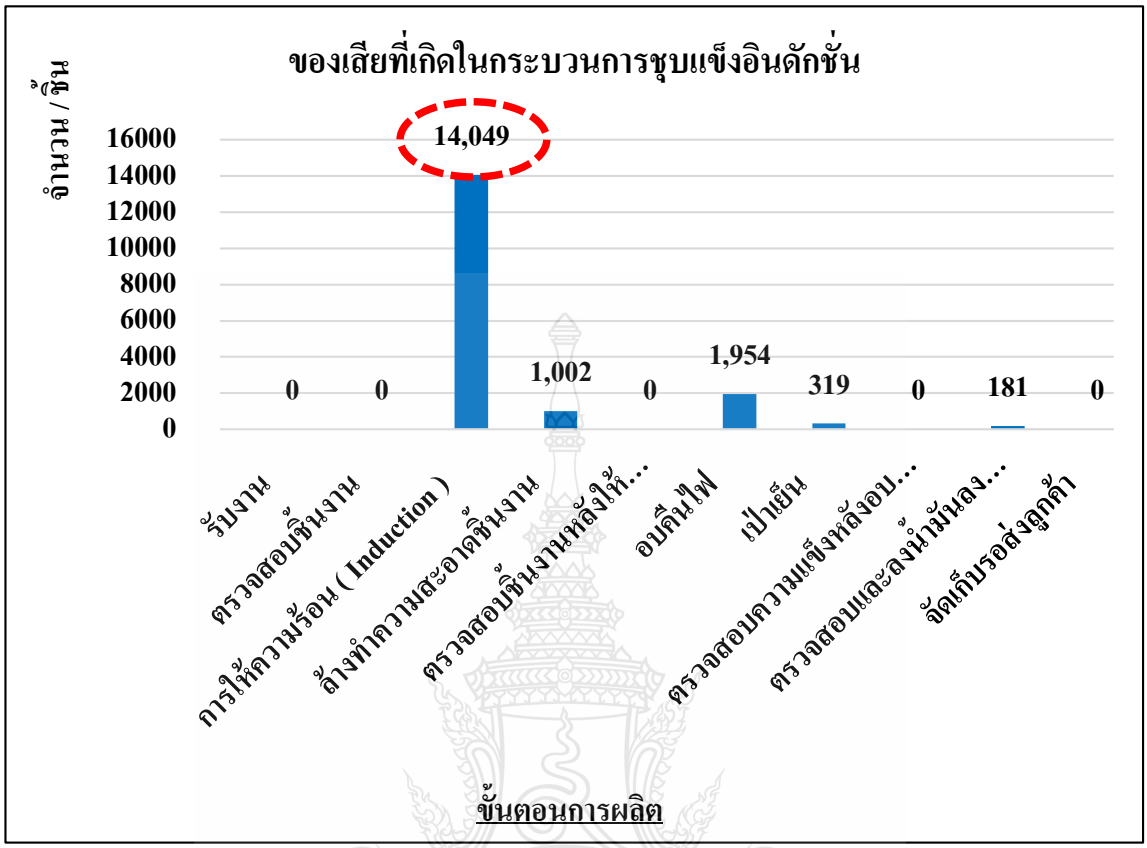
ก. เครื่องมืออุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน แบบเดิมก่อนทำการปรับปรุงใช้วัสดุเหล็ก S45C ปลายแหลมไม่มีมุมเหลี่ยม เพื่อช่วยในการขับหมุนชิ้นงาน ดังแสดงในรูปที่ 3.12 และทำการเก็บข้อมูลการใช้งานเครื่องมือจับยึดชิ้นงานแบบเดิม

รูปที่ 3.12 เครื่องมืออุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน แบบเดิม

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลการใช้งานการเปลี่ยนเครื่องมือจับยึดชิ้นงานก่อนการปรับปรุง เดือน มี.ค. พ.ศ. 2558- ก.พ. พ.ศ. 2559

Jig ที่ใช้ผลิต	รุ่นผลิตภัณฑ์	จำนวนการผลิต (ชิ้น)	จำนวนการเปลี่ยน (ชิ้น)
1.	1,2	466,206	4
2.	3	156,509	-
3.	4,6	733,214	4
4.	5	851,360	6
5.	7	531,653	4
รวม	-	2,738,942	18

การเก็บข้อมูลการใช้งานการเปลี่ยนเครื่องมือจับยึดชิ้นงาน ตั้งแต่เดือน มี.ค. พ.ศ. 2558- ก.พ. พ.ศ. 2559 ก่อนทำการปรับปรุง เครื่องมือจับยึดชิ้นงาน ทำการผลิตชิ้นงานทั้งหมด ทุกรุ่นของผลิตภัณฑ์ 7 รุ่น จำนวน 2,738,942 ชิ้น ทำการเปลี่ยนเครื่องมือจับยึดชิ้นงานจำนวน 18 ชิ้น ซึ่งมีการใช้งานเฉลี่ย จำนวน 152,163.44 ชิ้น ในการเปลี่ยนเครื่องมือจับยึดชิ้นงาน ดังแสดงในตารางที่ 3.1



รูปที่ 3.13 ของเสียในขั้นตอนการผลิต เดือน มี.ค. พ.ศ. 2558 – ก.พ. พ.ศ. 2559

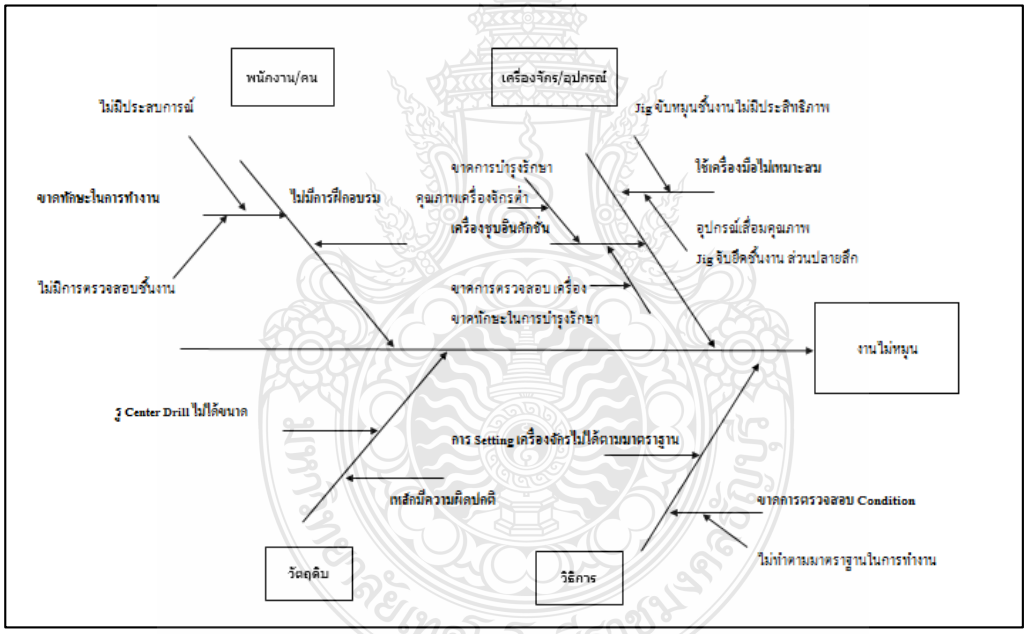
พบว่าเกิดของเสียของชิ้นงานในกระบวนการให้ความร้อนกับชิ้นงาน เป็นขั้นตอนที่มีของเสียต่อชิ้นงานมากที่สุด มีของเสียเฉลี่ยประมาณ 1,171 ชิ้นต่อเดือน คิดเป็น 0.51% ของจำนวนชิ้นงานที่ผลิตเฉลี่ย 228,245 ชิ้นต่อเดือน ดังนั้นจึงได้ทำการเลือกขั้นตอนการให้ความร้อน มาทำการปรับปรุงในครั้งนี้ หลังจากได้ทราบของเสียของผลิตภัณฑ์จากการใช้แผนภูมิแท่งการจัดลำดับ ใช้วิเคราะห์ความถี่สะสมของปัญหาความสูญเสียของชิ้นงาน (Defect) ที่เกิดขึ้นในกระบวนการจึงทราบได้ว่ากระบวนการให้ความร้อนมีของเสียมากที่สุด จึงได้นำเอาเครื่องมือควบคุมคุณภาพมาวิเคราะห์ปัจจัยเพื่อหาสาเหตุที่ส่งผลต่อความสูญเสียที่เกิดขึ้น เมื่อทำการเลือกกระบวนการที่จะทำการปรับปรุงแล้ว ได้ทำการรวบรวมข้อมูลของเสียในกระบวนการชุบแข็งอินดักชั่น ในขั้นตอนการให้ความร้อน เพื่อทำการศึกษาสภาพปัญหาที่เกิดขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 3.13

3.3 การวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา

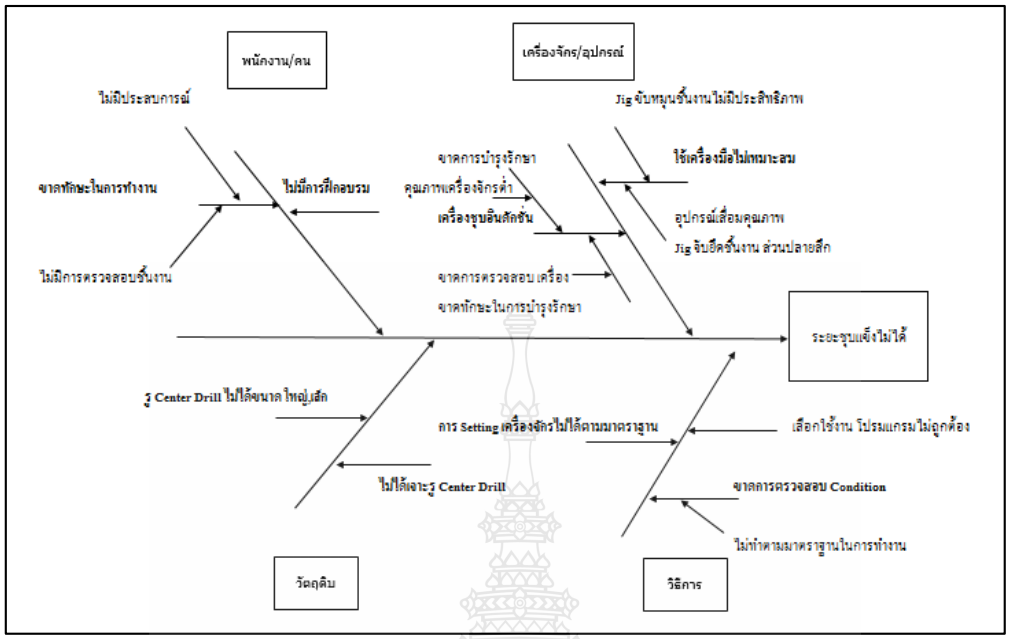
งานวิจัยนี้ได้นำเครื่องมือคุณภาพ 7 แบบ (7QC Tool) และมาใช้ในการวิเคราะห์ดังนี้

3.3.1 ใช้แผนภูมิแท่งการจัดลำดับเพื่อใช้วิเคราะห์หาความถี่สะสมของปัญหา ความสูญเสียของชิ้นงาน (Defect) ที่เกิดขึ้นในกระบวนการชุบแข็งอินดักชั่นแล้วเพื่อแสดงให้เห็นถึงปัญหาได้อย่างชัดเจน

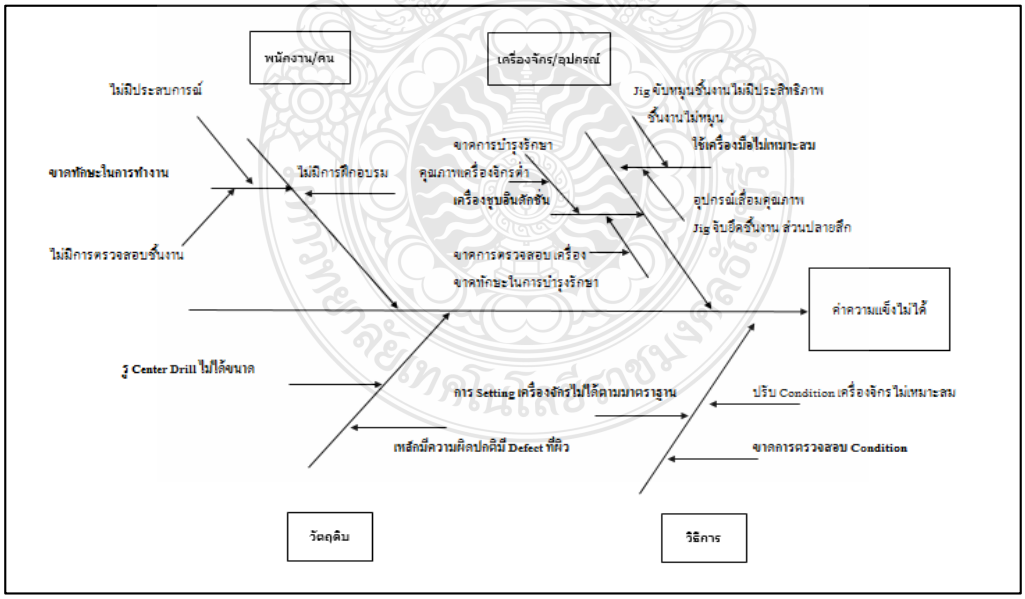
3.3.2 วิเคราะห์ปัจจัยโดยใช้แผนผังแสดงเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) จากปัญหาด้านคุณภาพที่เกิดขึ้น ความสูญเสียที่ได้จากการใช้แผนภูมิแท่งการจัดลำดับ เพื่อหาสาเหตุของปัญหาที่เกิดให้ได้ครบทุกด้าน คือ พนักงาน (Man) เครื่องจักร (Machine) วัตถุดิบ (Material) วิธีการทำงาน (Method) ซึ่งในแต่ละสาเหตุหลัก ก็จะถูกแยกออกเป็นสาเหตุย่อยๆซึ่งจะทำให้ได้สาเหตุที่เกิดของปัญหา ดังแสดงในรูปที่ 3.14-3.17



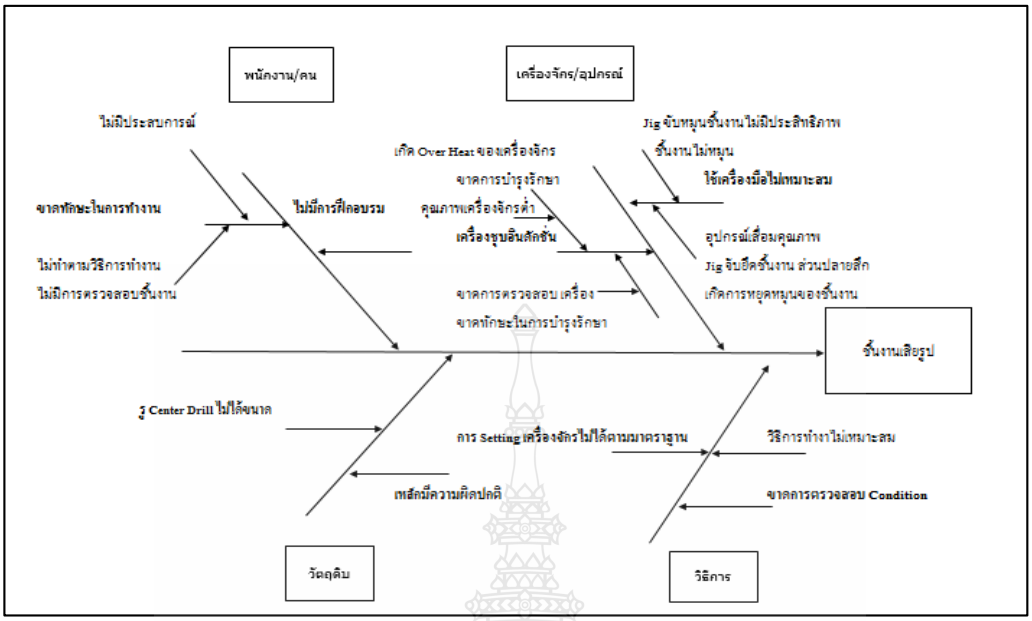
รูปที่ 3.14 รูปแสดงเหตุและผลปัญหาชิ้นงานไม่หมุน



รูปที่ 3.15 รูปแสดงเหตุและผลปัญหาระยะขุบแข็งไม่ได้



รูปที่ 3.16 รูปแสดงเหตุและผลปัญหาค่าความแข็งไม่ได้



รูปที่ 3.17 รูปแสดงเหตุและผลปัญหาชิ้นงานเสียรูป

3.4 เสนอแนวทางการปรับปรุงต่อผู้บริหาร

การนำเสนอแนวทางวิธีการปรับปรุงที่ได้จากการวิเคราะห์ของกระบวนการที่เป็นสาเหตุของปัญหาต่อผู้บริหารในที่ประชุม เพื่อทำการขออนุมัติดำเนินการปรับปรุงแก้ไข ปัญหาในกระบวนการชุบแข็งอินดักชั่น ในขั้นตอนการให้ความร้อนตามที่เกิดความสูญเสียกับชิ้นงาน ได้นำเสนอวัตถุประสงค์ในขั้นตอนการปรับปรุงแก้ไข เพื่อลดของเสียของการป้อนชิ้นงานในกระบวนการผลิตชุบแข็งอินดักชั่นในขั้นตอนการให้ความร้อน โดยมีการชี้แจงของเสียที่เกิดขึ้น ทำการรวบรวมข้อมูลตั้งแต่เดือน มี.ค. พ.ศ. 2558-ก.พ พ.ศ. 2559 มีการแจกแจงข้อมูลทุกรุ่นตัวอย่างที่มีการชุบแข็งอินดักชั่นโดยใช้แผนภูมิแท่งทำการจัดลำดับ จากข้อมูลของเสียของแต่ละขั้นตอนที่มีการเรียงลำดับแล้วพบว่าขั้นตอนการให้ความร้อน มีความสูญเสีย 1,171 ชิ้นต่อเดือน ซึ่งเป็นขั้นตอนที่มีของเสียมากสุด จึงได้เลือกขั้นตอนกระบวนการดังกล่าวมาวิจัยในครั้งนี้ ได้มีแนวทางการปรับปรุงแก้ไขเพื่อลดของเสียของการป้อนชิ้นงาน ได้แก่การออกแบบเครื่องมืออุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน (Jig fixture design) และประกอบกับใช้เครื่องมือควบคุมคุณภาพโดยเทคนิคที่นำมาใช้ในการปรับปรุงแก้ไข มีดังนี้ประกอบด้วย 7 Wastes,7 QC Tools จะแก้ไขปรับปรุงครั้งนี้จะสำเร็จได้นั้นต้องได้รับการให้ความร่วมมือจากพนักงานทุกระดับขั้นในกระบวนการผลิตและ

ผู้ปฏิบัติงานในแผนกอินดักชั่น โดยผู้บังคับบัญชาจะต้องทำความเข้าใจให้ทราบถึงสาเหตุของปัญหาที่เกิด หากทุกฝ่ายสามารถดำเนินการได้ตามที่นำเสนอ ได้รับความเห็นชอบจากผู้บริหารระดับสูง กรรมการผู้จัดการอนุมัติให้สามารถเริ่มปฏิบัติได้ เพื่อลดของเสียกับชิ้นงานจากการป้อนชิ้นงานในกระบวนการชุบแข็งอินดักชั่นในขั้นตอนการให้ความร้อน

3.5 ดำเนินการปรับปรุง

หลังจากกรรมการผู้จัดการอนุมัติเห็นชอบให้ทำการแก้ไขปรับปรุงกระบวนการ ได้เริ่มดำเนินการปรับปรุงแก้ไขในทันที โดยลำดับแรกทำการ สำรวจ สภาพปัจจุบัน ของเสียที่เกิดขึ้นเป็นอย่างไร และมีแนวทางแก้ไขอย่างไร โดยทำเก็บข้อมูลของปัญหาจากการทำงานในขั้นตอนการผลิต เพื่อศึกษาหน้างานพบว่าสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นนั้นมาจากการขั้นตอนการให้ความร้อน ปัญหาหลักคือชิ้นงานไม่หมุน ระยะชุบแข็งไม่ได้ตามที่กำหนด ค่าความแข็งไม่ได้ตามที่กำหนด ชิ้นงานเสียรูป ซึ่งเกิดขึ้นทุกครั้งที่มีการผลิตในแต่ละ Lot การผลิตโดยได้หาวิธีการปรับปรุงทำให้ของเสียของการป้อนชิ้นงานในกระบวนการชุบแข็งขั้นตอนการให้ความร้อนไม่ให้เกิดความสูญเสีย

3.6 เก็บข้อมูลหลังการปรับปรุง

ระหว่างการดำเนินการปรับปรุงเปลี่ยนเครื่องมืออุปกรณ์แบบใหม่นั้นจะมีการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นระยะๆ เพื่อทำการตรวจสอบของเสียที่เกิดขึ้น สามารถลดลงได้ตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้หรือไม่ถ้าหากยังไม่ได้ตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ต้องทำการวิเคราะห์หาแนวการปรับปรุงใหม่ อาจจะมีการปรับเปลี่ยน แก้ไขหลายๆครั้งจนกว่าของเสียจะลดลงได้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ และการเก็บข้อมูลการเปลี่ยนเครื่องมือจับยึดชิ้นงาน เมื่อครบตามแผนการที่วางไว้ระยะเวลา 2 เดือน จึงนำผลที่ได้มาทำการสรุปผลหาค่าเฉลี่ยเพื่อนำไปวิเคราะห์เปรียบเทียบอัตราของเสีย ก่อนทำการปรับปรุง-หลังทำการปรับปรุง

3.7 วิเคราะห์และประมวณผล

จากที่ดำเนินการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์และรวบรวมข้อมูลหลังจากการปรับปรุง โดยทำการเปรียบเทียบอัตราของเสียก่อนทำการปรับปรุง - หลังทำการปรับปรุง โดยหลังการเปรียบเทียบกับวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ หากผลที่ได้ไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์ให้ทำการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาใหม่

3.8 กำหนดเป็นมาตรฐาน

จากที่ทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบ ของเสีย ก่อนทำการปรับปรุง – หลังทำการปรับปรุงแล้ว ผลที่ได้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ หลังจากนั้นทำการกำหนดเป็นมาตรฐานในการเลือกใช้งานเครื่องมือจับยึดชิ้นงาน (Jig Fixture) กับผลิตภัณฑ์ทุกรุ่นตัวอย่าง โดยมาตรฐานที่กำหนดขึ้นจะต้องทำการเขียนเป็นมาตรฐานการใช้งานระบุตัวเลขที่ควบคุมเครื่องมือจับยึดชิ้นงาน (Jig Fixture) แผนกที่ดูแลการจัดทำมาตรฐานได้ดำเนินการจัดทำขึ้น แล้วนำมาใช้ในฝ่ายผลิต

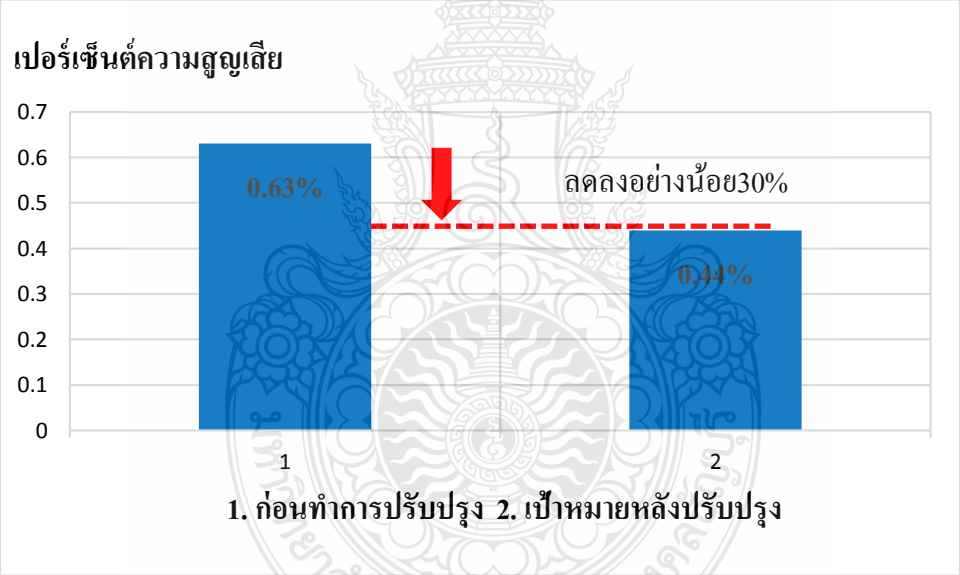
3.9 สรุปผลการดำเนินงานวิจัย

สรุปผลการวิจัยทั้งหมดโดยการเปรียบเทียบมูลค่าความสูญเสียก่อนทำการปรับปรุง – หลังทำการปรับปรุง วิธีการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ นำเทคนิคการออกแบบเครื่องมือจับยึดชิ้นงาน และเทคนิคทางด้านวิศวกรรมอุตสาหการ มาใช้ในการปรับปรุงแก้ไข เพื่อทำการลดของเสียของการป้อนชิ้นงานในกระบวนการชุบแข็งอินดักชั่น โดยหัวข้อที่สรุปผลจะต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของงานวิจัยที่ได้กำหนดไว้ สรุปข้อเสนอแนะและปัญหาต่างๆที่พบในงานวิจัย เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงในการลดของเสียในกระบวนการผลิตต่อไป

บทที่4

ผลการดำเนินการวิจัย

จากการเก็บข้อมูลวิเคราะห์ตรวจสอบหาสาเหตุของปัญหาก่อนทำการปรับปรุงของบริษัทตัวอย่างโดยการรวบรวมข้อมูลจำนวนการผลิตจาก เดือน มีนาคม พ.ศ. 2558 ถึงเดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559 ทำการผลิต จำนวน 2,738,942 ชิ้น มีผลิตภัณฑ์ที่เกิดของเสีย 17,505 ชิ้นคิดเป็น 0.63% จากกลุ่มผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง 7 รุ่นตัวอย่าง ได้ตั้งเป้าหมายเพื่อลดของเสียให้ลดลงอย่างน้อย 30% ต่อจำนวนการผลิตต่อเดือน ดังแสดงในรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 เปอร์เซ็นต์ความสูญเสียก่อนการปรับปรุงและเป้าหมาย

จากการวางแผนดำเนินการแล้วเก็บข้อมูลความสูญเสียที่เกิดขึ้นกับบริษัทตัวอย่าง การลดของเสียของการป้อนชิ้นงานในกระบวนการชุบแข็งอินดักชั่น ขั้นตอนการให้ความร้อน และศึกษาวิเคราะห์

สภาพปัญหาก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุง เพื่อให้งานวิจัยบรรลุตามวัตถุประสงค์ โดยแผนการดำเนินงานเริ่ม ตั้งแต่ เดือนมีนาคม พ.ศ. 2558 - เมษายน พ.ศ. 2559

4.1 ผลการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา

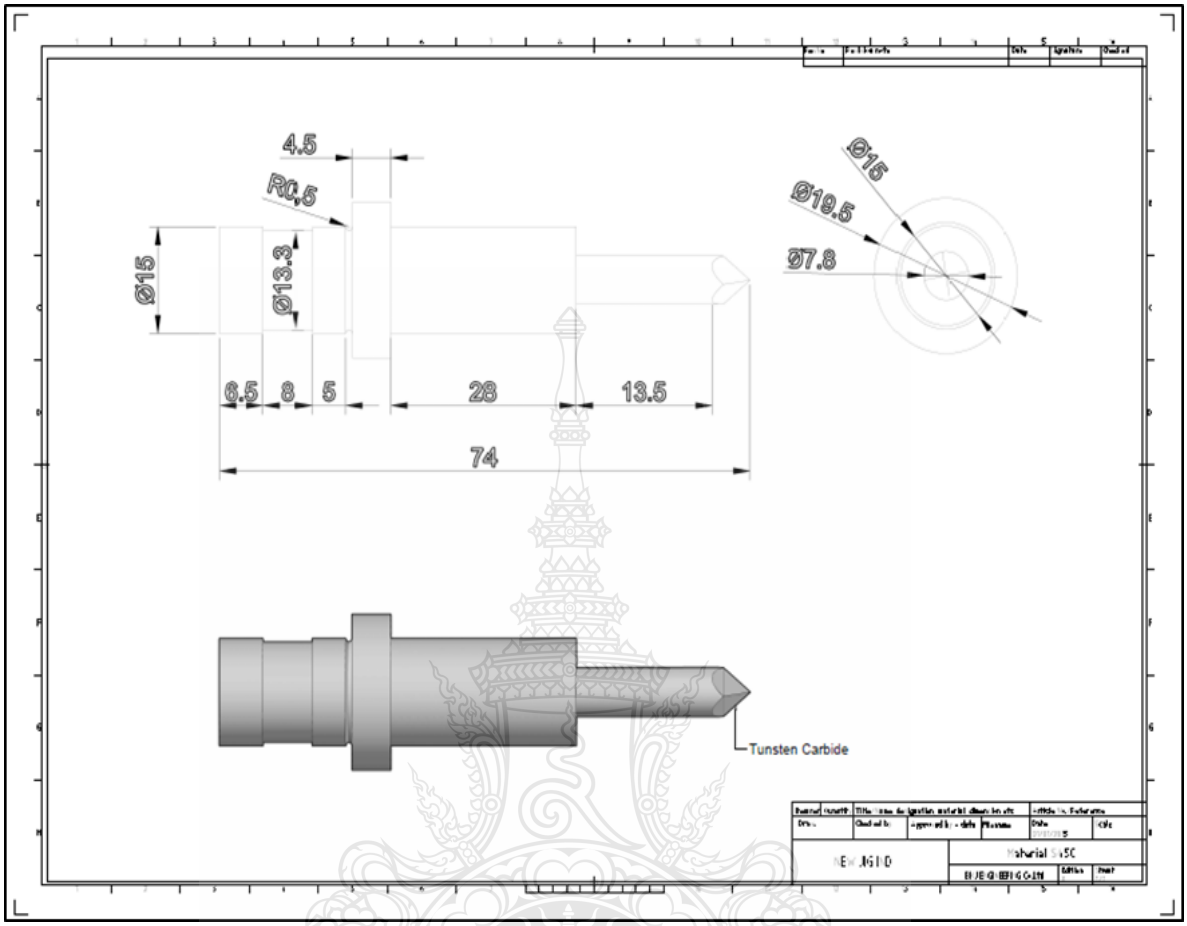
การใช้เครื่องมือควบคุมคุณภาพ (7QC Tools) เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ผลได้ดังนี้

4.1.1 ผลจากการใช้เครื่องมือคุณภาพ โดยใช้แผนภูมิพาเรโต (Pareto Diagram) เพื่อทำการเรียบเรียงสาเหตุของเสียที่เกิดขึ้นมากที่สุดไปถึงน้อยสุดเพื่อช่วยในการคัดเลือกแก้ไขปัญหาความสูญเสีย โดยสาเหตุการเกิดปัญหาที่มากที่สุดในขั้นตอนการผลิตคือขั้นตอน การให้ความร้อน (Induction) ดังแสดงในรูปที่ 3.13 จากกราฟแผนภูมิพาเรโต แสดงถึงสาเหตุขั้นตอนการเกิดความสูญเสียที่เกิดขึ้นกับชิ้นงานเพลาขับ (Intermediate Shaft) พบขั้นตอนการให้ความร้อน เป็นขั้นตอนสาเหตุ ที่ส่งผลให้เกิดของเสียของผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 สาเหตุ ได้แก่ 1. ชิ้นงานไม่หมุน 2. ระยะชุบแข็งไม่ได้ตามที่กำหนด 3. ค่าความแข็งไม่ได้ตามที่กำหนด 4. ชิ้นงานเสียรูป จึงได้เลือกนำเอาปัญหาที่เกิดจากขั้นตอนการให้ความร้อน เพื่อทำการปรับปรุงในครั้งนี้

4.1.2 ผลจากการใช้เครื่องมือคุณภาพ โดยใช้วิเคราะห์ปัจจัยโดยใช้แผนผังแสดงเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) จากการใช้แผนภูมิแท่งการจัดลำดับ พบว่าขั้นตอนที่ทำการแก้ไขเพื่อลดสาเหตุที่เกิดความสูญเสียคือขั้นตอน การให้ความร้อน เพื่อค้นหาแนวทางสาเหตุในการปฏิบัติเพื่อนำไปสู่วัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ แสดงไว้ในรูปที่ 3.14-3.17

จากการวิเคราะห์พบว่าแนวทางการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในขั้นตอนกระบวนการขณะการให้ความร้อน โดยการออกแบบเครื่องมืออุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน (Jig Fixture) ใหม่เพื่อช่วยในการขับหมุนชิ้นงานให้มีประสิทธิภาพ โดยมีการดำเนินการแก้ไขดังนี้

ก. ทำการออกแบบ เครื่องมืออุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน โดยมีหลักการออกแบบโดยยึดหลักการนำไปใช้งานได้ง่ายและมีประสิทธิภาพสูง สามารถขับหมุนชิ้นงานที่มีลักษณะรูปทรงกระบอกที่มีรูยันศูนย์ (Center Drill) ที่ช่วยในการขับหมุนได้ดี มีการออกแบบใช้วัสดุในส่วนปลายของเครื่องมือจับยึดที่ขับหมุนเข้ากับรูยันศูนย์ด้านล่าง ชิ้นงานใช้วัสดุทังสเตนคาร์ไบด์ (Wc) พร้อมทำมุมขับ 60° ทั้ง 4 มุมช่วยในการขับหมุน ส่วนของลำตัวเครื่องมือจับยึดใช้วัสดุ เหล็ก S45C ดังแสดงในรูปที่ 4.2,4.3



รูปที่ 4.2 แบบเครื่องมืออุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน แบบใหม่

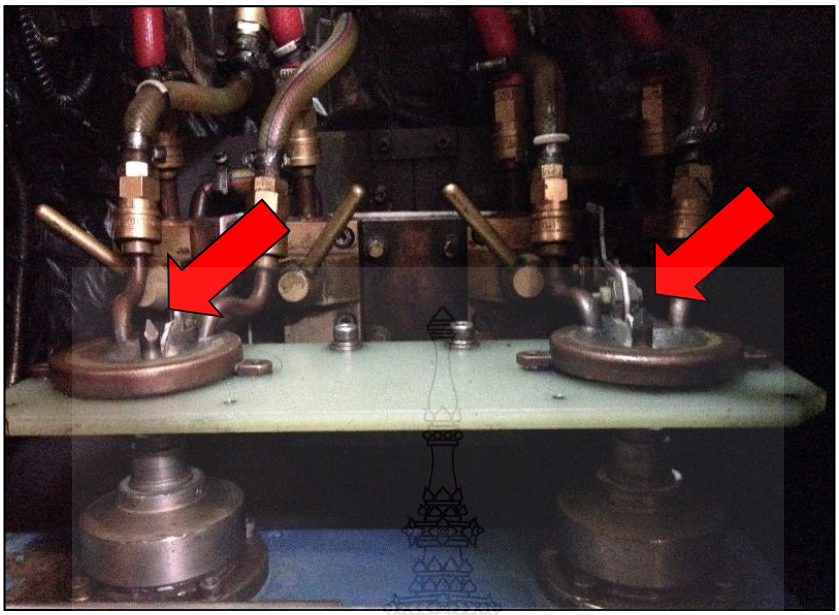
รูปที่ 4.3 เครื่องมืออุปกรณ์จับยึดชิ้นงานช่วยในการขับหมุนแบบใหม่

4.2 ผลการเสนอแนวทางปรับปรุงต่อผู้บริหาร

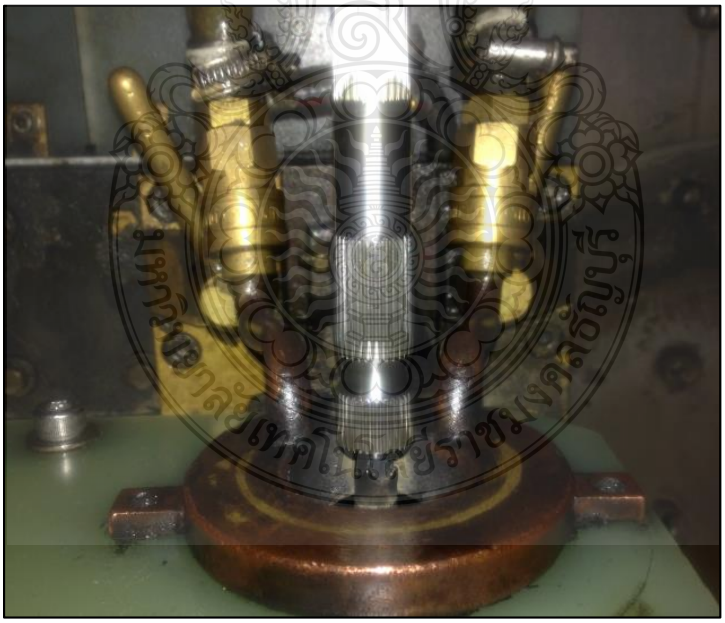
หลังจากเก็บข้อมูลและวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาพร้อมทั้งแนวทางแก้ไข โดยมีวิธีการวิจัย ได้แก่ การออกแบบเครื่องมือจับยึดชิ้นงาน ได้นำเสนอแนวทางปรับปรุงต่อผู้บริหาร โดยผู้บริหารอนุมัติให้ทำการแก้ไขปัญหาโดยทันที แล้วทำการเปรียบเทียบผลลัพธ์ ก่อนการปรับปรุง-หลังการปรับปรุง เพื่อให้ทราบถึงความสูญเสียที่เกิดขึ้นกับกลุ่มผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง และสามารถลดของเสียได้ตามวัตถุประสงค์ เพื่อลดความเสียหายให้กับบริษัท

4.3 ผลการดำเนินการปรับปรุง

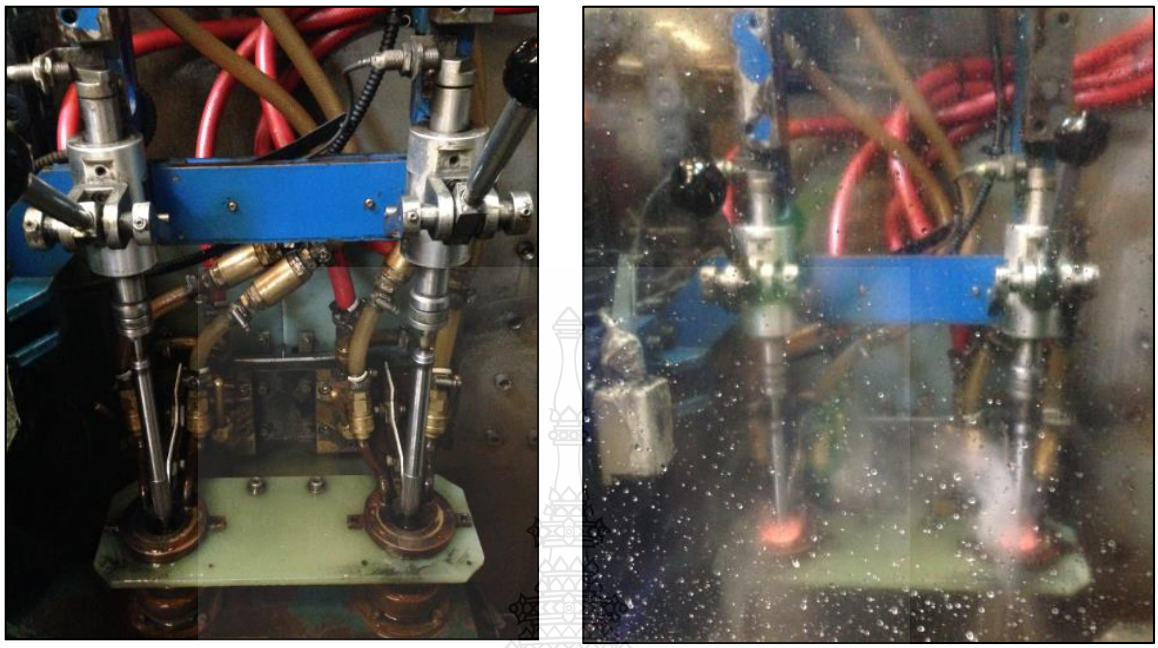
หลังจากที่มีการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาพร้อมแนวทางแก้ไขของปัญหาพบ สาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น ได้ทำการออกแบบเครื่องมือจับยึดชิ้นงานแบบใหม่ แล้วทำการทดลองนำเครื่องมือจับยึดแบบใหม่ ที่มีลักษณะส่วนปลายของเครื่องมือจับยึดชิ้นงานใช้ทังสเตนคาร์ไบด์ ทำมุมขับ 60° ทั้ง 4 มุมทำการประกอบเข้ากับเครื่องจักรเพื่อทำการทดลองขับหมุนชิ้นงาน ดังแสดงในรูปที่ 4.4,4.5,4.6



รูปที่ 4.4 เครื่องมืออุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน ช่วยในการขับหมุนแบบใหม่



รูปที่ 4.5 ลักษณะการจับยึดของเครื่องมืออุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน ช่วยในการขับหมุนแบบใหม่



รูปที่ 4.6 เครื่องจักรและเครื่องมือจับยึดแบบใหม่ ในขณะขั้นตอนการให้ความร้อน

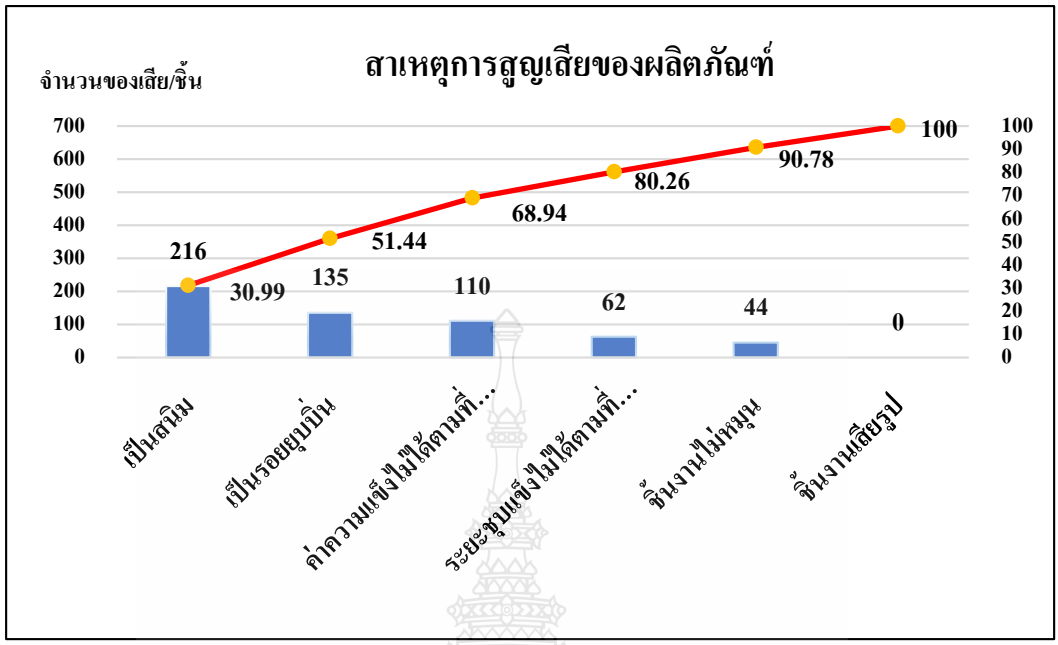
จากทำการทดลองอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน ที่ทำการออกแบบใหม่ช่วยในการขับหมุนชิ้นงานในการป้อนชิ้นงาน ขั้นตอนการให้ความร้อนทำให้ชิ้นงานหมุนอย่างมีประสิทธิภาพไม่เกิดของเสียในขณะการให้ความร้อนกับชิ้นงานจึงทำให้ปัญหา ชิ้นงานไม่หมุน ระยะชุบไม่ได้ตามที่กำหนด ค่าความแข็งไม่ได้ตามที่กำหนด ชิ้นงานเสียรูป ลดน้อยลง

4.4 ผลการเก็บข้อมูลหลังการปรับปรุง

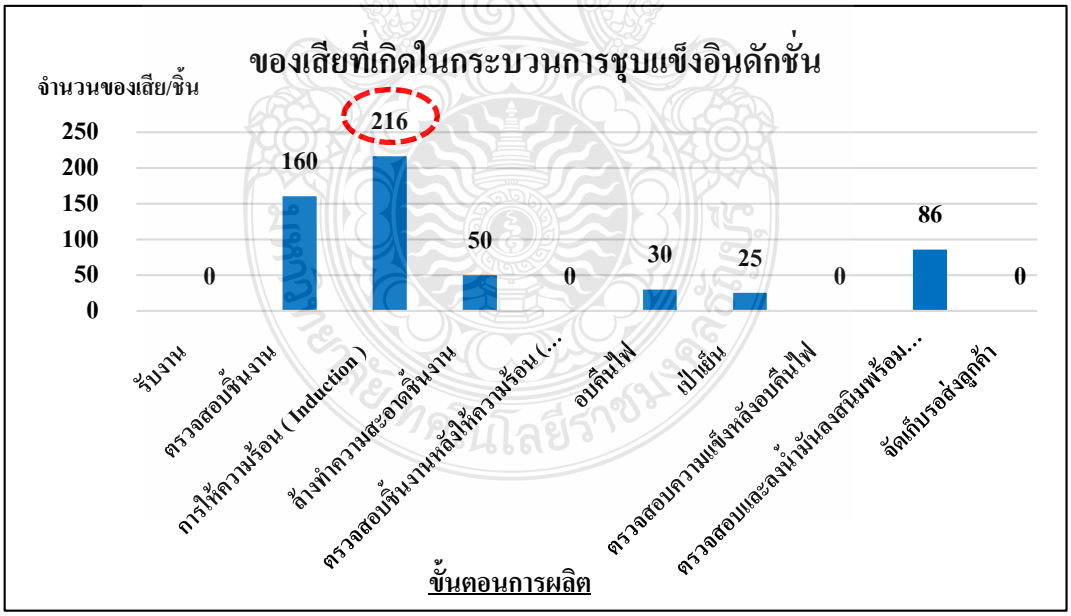
ผลการแก้ไขปรับปรุงหลังจากการออกแบบเครื่องมือจับยึดใหม่ช่วยในการขับหมุนชิ้นงานในการป้อนชิ้นงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นจากการดำเนินงาน การเก็บข้อมูลการทำงานของเครื่องมืออุปกรณ์จับยึดชิ้นงานกับผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง ในขั้นตอนการให้ความร้อน การรวบรวมข้อมูลของจำนวนการผลิตจาก เดือน มี.ค. พ.ศ. 2559 ถึงเดือน เม.ย. พ.ศ. 2559 ทำการชุบแข็งอินดักชั่นผลิตภัณฑ์ จำนวน 339,017 ชิ้น ของเสียในกระบวนการชุบแข็งอินดักชั่นทั้งหมด 567 ชิ้น ดังแสดงในตารางที่ 4.1 รูปที่ 4.7 มีผลิตภัณฑ์ที่เกิดของเสียในขั้นตอนกระบวนการให้ความร้อน 216 ชิ้น แสดงในรูปที่ 4.8

ตารางที่ 4.1 ยอดจำนวนการผลิตกับยอดของเสียในกระบวนการชุบแข็งอินดักชั่น หลังการปรับปรุง เดือน มี.ค. พ.ศ. 2559-เม.ย. พ.ศ. 2559

รุ่นผลิตภัณฑ์	จำนวนการผลิต (ชิ้น)	เฉลี่ยต่อเดือน (ชิ้น)	จำนวนความสูญเสีย (ชิ้น)	ราคาค่าเคลมต่อชิ้น (บาท)	ราคารวม (บาท)	เปอร์เซ็นต์
1.	48,516	24,258	147	35	5,145	0.30
2.	52,604	26,302	72	35	2,520	0.13
3.	40,870	20,435	76	35	2,660	0.18
4.	5,781	2,891	12	40	480	0.20
5.	143,890	71,945	84	40	3,360	0.05
6.	3,000	1,500	8	30	240	0.26
7.	44,356	22,178	168	35	5,880	0.37
รวม	339,017	169,509	567	-	20,285	0.17
เฉลี่ย	-	-	284	-	10,142.5	-



รูปที่ 4.7 สาเหตุของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการชุบแข็งอินดักชั่น เดือน มี.ค. พ.ศ. 2559-เม.ย พ.ศ. 2559



รูปที่ 4.8 ของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการชุบแข็งอินดักชั่น เดือน มี.ค. พ.ศ. 2559-เม.ย พ.ศ. 2559

ตารางที่ 4.2 ยอดจำนวนการผลิตกับยอดของเสียในขั้นตอนการให้ความร้อน หลังการปรับปรุง เดือน มี.ค. พ.ศ. 2559-เม.ย. พ.ศ. 2559

รุ่นผลิตภัณฑ์	จำนวนการผลิต (ชิ้น)	เฉลี่ยต่อเดือน (ชิ้น)	จำนวนความสูญเสีย (ชิ้น)	ราคาค่าเคลมต่อชิ้น (บาท)	ราคารวม (บาท)	เปอร์เซ็นต์
1.	48,516	24,258	56	35	1,960	0.11
2.	52,604	26,302	32	35	1,120	0.06
3.	40,870	20,435	32	35	1,120	0.07
4.	5,781	2,891	-	-	-	-
5.	143,890	71,945	48	40	1,920	0.03
6.	3,000	1,500	2	30	60	0.06
7.	44,356	22,178	46	35	1,610	0.10
รวม	339,017	169,509	216	-	7,790	0.07
เฉลี่ย	-	-	108	-	3,895	-

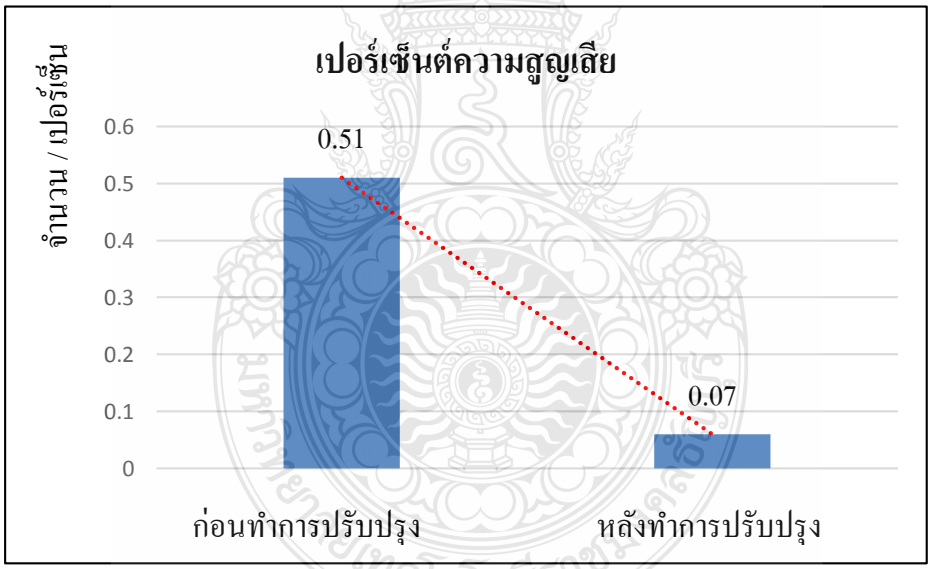
ตารางที่ 4.3 ข้อมูลการใช้งานการเปลี่ยนเครื่องมือจับยึดชิ้นงานหลังการปรับปรุง เดือน มี.ค. พ.ศ. 2559 - เม.ย. พ.ศ. 2559

Jig ที่ใช้ผลิต	รุ่นผลิตภัณฑ์	จำนวนการผลิต (ชิ้น)	จำนวนการเปลี่ยน (ชิ้น)
1.	1,2	101,120	-
2.	3	40,870	-
3.	4,6	8,781	-
4.	5	143,890	-
5.	7	44,356	-
รวม	-	339,017	-

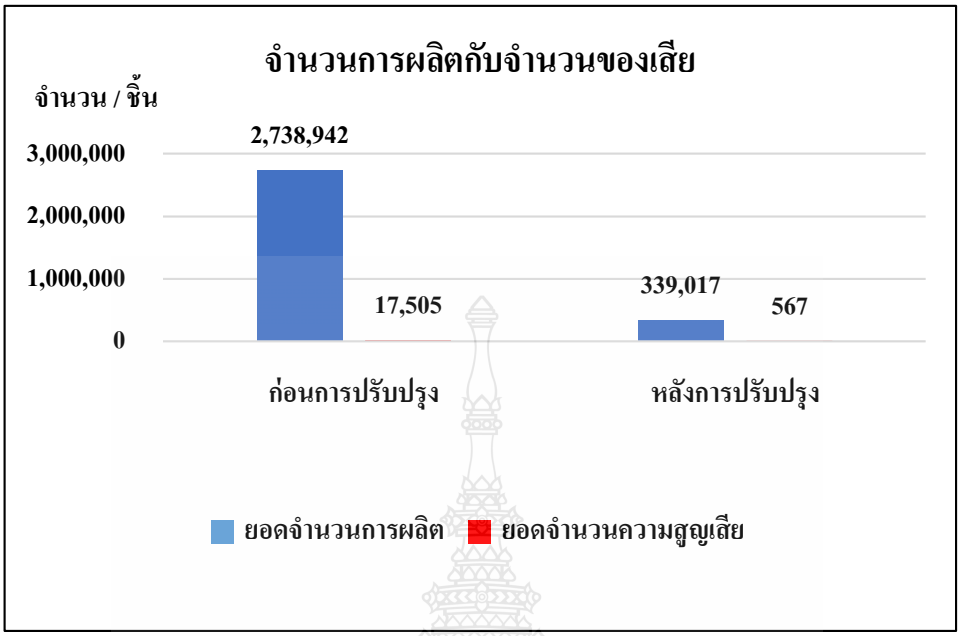
ผลการเก็บข้อมูลการใช้งานการเปลี่ยนเครื่องมือจับยึดชิ้นงาน เดือน มี.ค. พ.ศ. 2559- เม.ย. พ.ศ. 2559 หลังทำการปรับปรุง เครื่องมือจับยึดชิ้นงาน ทำการผลิตชิ้นงานทั้งหมด ทุกรุ่นของผลิตภัณฑ์ 7 รุ่น จำนวน 339,017 ชิ้น ยังไม่ได้ทำการเปลี่ยนเครื่องมือจับยึดชิ้นงาน ดังแสดงในตารางที่ 4.3

4.5 ผลการวิเคราะห์และประมวณผล

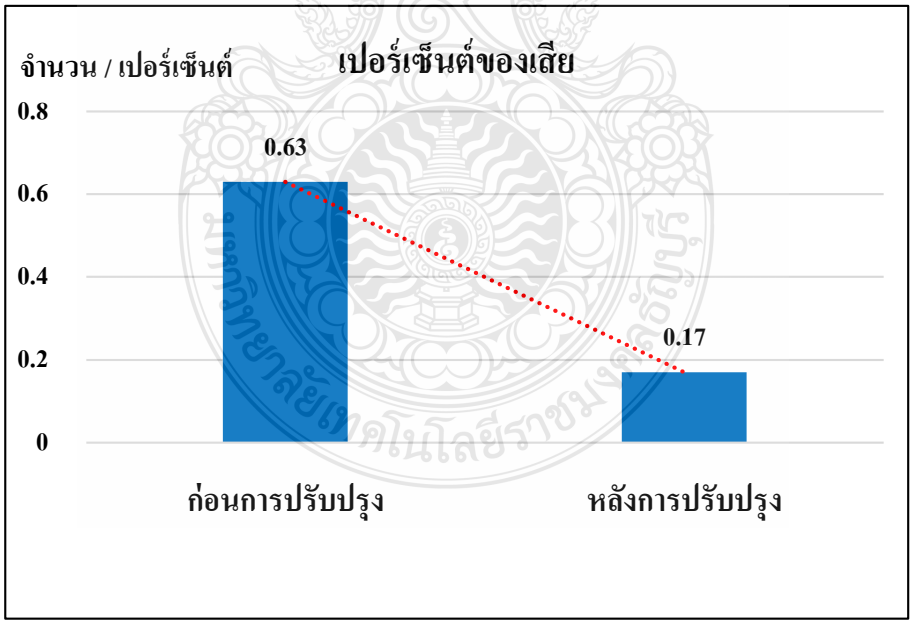
ผลที่ได้จากการวิเคราะห์และประมวลผลจากการทดลองได้สรุปผลเป็นแผนภูมิแท่ง เพื่อแยกออกให้เห็นอย่างชัดเจน เป็นจำนวน 5 รูป ที่แสดงถึงความสูญเสียหลังจากการปรับปรุงโดยใช้เครื่องมือจับยึดช่วยในการขับหมุนชิ้นงานแบบใหม่ ของการป้อนชิ้นงานในกระบวนการชุบแข็งอินดักชั่น ในขั้นตอนการให้ความร้อนกับชิ้นงาน ดังแสดงในตารางที่ 4.2 รูปที่ 4.9 พร้อมทั้งกระบวนการชุบแข็งอินดักชั่น ดังแสดงในรูปที่ 4.10,4.11



รูปที่ 4.9 เปอร์เซ็นต์ของเสียในขั้นตอนการให้ความร้อน ก่อนการปรับปรุง-หลังการปรับปรุง



รูปที่ 4.10 จำนวนการผลิตและจำนวนของเสีย ก่อนทำการปรับปรุง - หลังทำการปรับปรุง



รูปที่ 4.11 เปอร์เซ็นต์จำนวนของเสีย ก่อนทำการปรับปรุง – หลังทำการปรับปรุง

4.6 ผลการกำหนดเป็นมาตรฐานการใช้งานเครื่องมือจับยึด

หลังจากการวิเคราะห์เปรียบเทียบข้อมูล ของเสียในขั้นตอนการให้ความร้อน ก่อนปรับปรุง - หลังปรับปรุง ผลจากการทดลองพร้อมเก็บข้อมูลเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ หลังจากนั้นกำหนดระบุเป็นมาตรฐานการใช้งานเครื่องมือจับยึดชิ้นงานในขั้นตอนการให้ความร้อน โดยกำหนดเป็นมาตรฐานในกระบวนการชุบแข็งอินดักชั่น ดังแสดงในภาคผนวก ก ในการผลิตรุ่นผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง จึงทำให้จำนวนของเสียที่เกิดจากสาเหตุชิ้นงานไม่หมุน ลดน้อยลง ดังแสดงในตารางที่ 4.1,4.2

4.7 ผลการของระยะเวลาคืนทุน

การออกแบบดำเนินการจัดทำอุปกรณ์ช่วยในการจับยึดชิ้นงาน ช่วงเวลาที่ได้รับผลตอบแทนในรูปกระแสเงินสดเข้าเท่ากับกระแสเงินสดจ่ายลงทุนกระแสเงินที่ได้รับแต่ละช่วงนั้น แทนด้วยของเสียที่เกิดขึ้น ก่อนการปรับปรุงสูญเสีย 53,034 บาท หลังการปรับปรุงสูญเสีย 10,142.5 บาท สามารถลดได้ 42,891.50 บาท ต่อเดือน จำนวนในการจัดทำเครื่องมืออุปกรณ์จับยึดชิ้นงานนั้นมีทั้งหมด 10 ชิ้น ที่ใช้ในการผลิตชิ้นงานของรุ่นตัวอย่างได้รวบรวมไว้ ดังแสดงในตาราง 4.4

ตารางที่ 4.4 ค่าใช้จ่ายจัดทำเครื่องมืออุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน

ลำดับ	รายการ	จำนวน	ราคา (บาท)	ราคารวม (บาท)
1	ยันศูนย์ (Jig)	10	1,400	14,000
			รวม	14,000

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน} = \frac{\text{เงินลงทุนเริ่มแรก}}{\text{กระแสเงินที่ได้รับแต่ละช่วง}} \qquad (4.1)$$

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน} = \frac{14{,}000 \text{ (บาท)}}{42{,}891.5 \text{ (บาทต่อเดือน)}} \qquad (4.2)$$

ดังนั้นระยะเวลาคืนทุน = 0.32 เดือน = 9.79 วัน

4.8 ผลการสรุปผลการดำเนินการแก้ไข

จากการค้นหาสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นและหาแนวทางแก้ไขปัญหาโดยนำเอาเทคนิควิศวกรรมอุตสาหการเพื่อนำไปใช้ในการแก้ไขปัญหาในขั้นตอนการให้ความร้อนในการชุบแข็งอินดักชั่นและได้นำนำเอาการออกแบบเครื่องมือจับยึด ช่วยในการขับหมุนชิ้นงานของการป้อนชิ้นงานในขณะทำการให้ความร้อนชุบแข็งกับชิ้นงานทำให้ไม่เกิดความสูญเสียกับชิ้นงานเพลาขับจึงทำให้ลดของเสียที่เกิด ในกระบวนการชุบแข็งอินดักชั่นลดน้อยลงโดยเฉลี่ย 284 ชิ้นต่อเดือน พร้อมทั้งขั้นตอนการกระบวนการให้ความร้อนลดน้อยลง โดยเฉลี่ย 108 ชิ้นต่อเดือน ในการแก้ไขปรับปรุง โดยการออกแบบเครื่องมือจับยึดนั้น สามารถแก้ไขปัญหา ชิ้นงานไม่หมุน ระยะชุบไม่ได้ตามที่กำหนด ค่าความแข็งไม่ได้ตามที่กำหนด ชิ้นงานเสียรูป ลดน้อยลง และยังเพิ่มอายุการใช้งานของเครื่องมือจับยึดชิ้นงานได้มากขึ้น

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย การอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษา ปรับปรุงกระบวนการลดของเสียของการป้อนชิ้นงานในชุบแข็งอินดักชั่น การเก็บข้อมูลของเสีย นำมาวิเคราะห์สาเหตุของการเกิดของเสียด้วย เครื่องมือควบคุมคุณภาพ 7 QC Tool ผังแสดงเหตุและผล และการออกแบบ เครื่องมือจับยึด โดยปกติก่อนการปรับปรุงแก้ไข ของเสียที่เกิดขึ้นกับชิ้นงาน 0.63% เฉลี่ย 1,459 ชิ้นต่อเดือน ของจำนวนการผลิต เฉลี่ย 228,245 ชิ้นต่อเดือน ลดลงเหลือร้อยละ 0.17 จำนวนเฉลี่ย 284 ชิ้นต่อเดือน ของจำนวนการผลิต เฉลี่ย 169,509 ชิ้นต่อเดือน ลดลงได้ถึง 73 % และขั้นตอนการให้ความร้อน ลดน้อยลง จากเดิมของเสีย คิดเป็น 0.51% จำนวนเฉลี่ย 1,171 ชิ้นต่อเดือน ของจำนวนชิ้นงานที่ผลิต ลดลงเหลือ 0.07 % ของจำนวนการผลิต เหลือของเสีย เฉลี่ย 108 ชิ้นต่อเดือน และสามารถเพิ่มอายุการใช้งานเครื่องมือจับยึดชิ้นงานในการป้อนชิ้นงานในกระบวนชุบแข็งจากเดิมเฉลี่ย 152,163.44 ชิ้น สามารถเพิ่มขึ้น จำนวน 339,017 ชิ้น ยังไม่มีการเปลี่ยนเครื่องมือจับยึดชิ้นงาน ซึ่งเป็นที่น่าพอใจในการปรับปรุงในครั้งนี้ ทำการแก้ไขเพื่อลดความสูญเสียที่ส่งผลกระทบกับบริษัทตัวอย่าง ที่ได้ทำการศึกษาและสามารถเพิ่มศักยภาพในสายการผลิตให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น หลังจากการปรับปรุงกระบวนการผลิตแล้วพบว่าของเสียที่เกิดนั้น มาจากขั้นตอนกระบวนการให้ความร้อน ซึ่งเป็นขั้นตอนหลักที่ทำให้เกิดของเสียมากสุด โดยปัญหาการสูญเสียทั้งหมดสาเหตุมาจาก ชิ้นงานไม่หมุน

5.2 อภิปรายงานวิจัย

การดำเนินงานวิธีการวิจัยได้แก่ การเก็บข้อมูลของเสีย ใช้เทคนิคควบคุมคุณภาพ 7 QC Tool มาวิเคราะห์หาสาเหตุของการเกิดปัญหาของเสียและเก็บข้อมูลอายุการใช้งานของเครื่องมือจับยึดชิ้นงาน ได้นำการออกแบบ สร้างเครื่องมืออุปกรณ์ ที่ช่วยในการจับยึดชิ้นงาน (Jig fixture) เพื่อช่วนในการลดของเสียของการป้อนชิ้นงาน ในขั้นตอนกระบวนการให้ความร้อน ของกระบวนการชุบแข็งอินดักชั่น ได้ทำการเปรียบเทียบผลที่ได้รับ ก่อนทำการปรับปรุงแก้ไขและหลังทำการปรับปรุงแก้ไข จากการออกแบบเครื่องมืออุปกรณ์จับยึดชิ้นงานใหม่ พบว่าสามารถเพิ่มอายุการใช้งาน ลดการเปลี่ยนเครื่องมือจับยึดชิ้นงานในการป้อนชิ้นงานในกระบวนการชุบแข็งจากเดิม เฉลี่ย 152,163.44 ชิ้น หลังทำการปรับปรุง

สามารถทำการป้อนชิ้นงานในกระบวนการชุบแข็งได้ปริมาณจำนวนมากขึ้น จำนวน 339,017 ชิ้น ยังไม่มีการเปลี่ยนเครื่องมือจับยึดชิ้นงาน และสามารถลดความสูญเสียกับชิ้นงานที่เกิดขึ้น ในกระบวนการชุบแข็งอินดักชั่น ของผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง เพลาขับ (Intermediate Shaft) โดยการเก็บข้อมูลก่อนปรับปรุงตั้งแต่ มีนาคม พ.ศ. 2558–กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559 พบของเสียที่เกิดขึ้น เฉลี่ย 1,459 ชิ้นต่อเดือน ในขั้นตอนการให้ความร้อน เฉลี่ย 1,171 ชิ้นต่อเดือน คิดเป็น 0.51% หลังทำการปรับปรุง ตั้งแต่ มีนาคม พ.ศ. 2559-เมษายน พ.ศ. 2559 ลดลงเหลือ เฉลี่ย 284 ชิ้นต่อเดือน ในขั้นตอนการให้ความร้อนลดลงเหลือ เฉลี่ย 108 ชิ้นต่อเดือน คิดเป็น 0.07%

5.3 ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะพบว่าของเสียของการป้อนชิ้นงานในขั้นตอนการให้ความร้อน เป็นขั้นตอนหลักที่ทำให้เกิดความสูญเสียมากสุดโดยปัญหาการสูญเสียทั้งหมดมาจากสาเหตุ ชิ้นงานไม่หมุน ดังนั้น การนำงานวิจัยฉบับนี้ไปใช้นั้นต้องคำนึงถึง เครื่องมืออุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน ที่เหมาะสมที่ช่วยในการขับหมุนชิ้นงานให้มีประสิทธิภาพ หากนำไปใช้กับงานประเภทอื่นๆนั้นต้องทำการออกแบบเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ในการจับยึดชิ้นงานให้เหมาะกับลักษณะของชิ้นงานประเภทนั้นๆ ควรนำหลักวิธีการหลักความคิดที่ได้จากงานวิจัย เพื่อให้การใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพ

บรรณานุกรม

[1] ธีระวัฒน์ สมสิริกาญจนคุณ, **“การปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิตยางท่อเพื่อลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต,”**ภาควิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 2552.

[2] ยุทธณรงค์ จงจันทร์, **“การเพิ่มผลผลิตสายการผลิตเตาเหล็กหล่อ,”**วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต วิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 2554.

[3] สาทิตย์ สินิลพันธ์,ณฐา คุปตัษเฐียร, **“การลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์ โดยการบูรณาการเทคนิควิศวกรรมอุตสาหการ, ”**วารสารวิศวกรรมศาสตร์ราชมงคลธัญบุรี, 2553.

[4] อำนาจ มีแสง, **“การออกแบบเครื่องมือจับยึดชิ้นงานเพื่อลดความสูญเสียในกระบวนการตัดท่อยาง กรณีศึกษา โรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์,”**วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต วิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 2554.

[5] กิตติพงษ์ แสงบุดดี, **“การเพิ่มผลผลิตสำหรับสายการผลิตชุบเคลือบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ,”** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต วิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 2554.

[6] วรรณา พิศดวงดาว, **“การลดความสูญเสียขวดพีอีทีในสายการผลิตชาเขียว โดยประยุกต์ใช้เครื่องมือทางคุณภาพ, ”**วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต วิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์**,** 2553**.**

[7] ชายชาญ แต่งผิว, **“การลดความสูญเสียในกระบวนการตัดแบ่งเหล็กแผ่นรีดร้อน : กรณีศึกษาโรงงานผลิตเหล็กแผ่นรีดร้อนชนิดม้วน, ”**วิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2554.

[8] ดิเรก คำพิมพ์, **“การลดความสูญเปล่าในการชุบเคลือบด้วยสังกะสี แบบจุ่มร้อน : กรณีศึกษาโรงงานชุบสังกะสี,”**การจัดการอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น,วารสารสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น ปีที่ 1 ฉบับที่ 1 เดือนตุลาคม 2555-มีนาคม 2556.

บรรณานุกรม (ต่อ)

[9] คชพล สิริทรัพย์อุดม, **“การศึกษาวิจัยด้านการจัดการการผลิตเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพทางการผลิตและลดความสูญเสีย 7 ประการ : กรณีศึกษาสายการผลิต LEVER TILE,”**การจัดการวิสาหกิจสำหรับผู้บริหาร สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น,วารสารสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น ปีที่ 1 ฉบับที่ 1 เดือนตุลาคม 2555-มีนาคม 2556.

[10] วัชรุตม์ ชีววิริยานนท์,ณฐา คุปตัษเฐียร, **“การเพิ่มผลผลิตในอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ : กรณีศึกษากระบวนการเชื่อมคานกันกระแทกด้วยแขนกล,”**วารสารวิศวกรรมศาสตร์ราชมงคลธัญบุรี 2555.

[11] กมลรัตน์ ศรีสุขสังข์สุข, “**การลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิตสายเคเบิลขนาดเล็กโดยแนวทางลีนซิก ซิกส์มา**,” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2553.

[12] โกเมศร์ แจ่มจันทร์,นาย สมโชค ทรัพย์พนาชัย, **“การควบคุมความถี่ 64 กิโลเฮิรตซ์ ด้วยเทคนิค PWM AUTO TUNE RESONANCEสำหรับการให้ความร้อนแบบเหนี่ยวนำ.’’**มหาวิทยาลัยเซนต์จอห์น 2551.

[13] สมนึก วัฒนศิรยกุล, **“การศึกษาศักยภาพการชุบแข็งเฟืองรถไถแบบเดินตามที่ผลิตในประเทศไทย.”** ภาควิชาวิศวกรรมการผลิต,คณะวิศวกรรมศาสตร์,สถาบันเทคโนโลพระนครเกล้าพระนครเหนือ, 2550.

[14] ยุทธนา มั่นมาก, **“การศึกษากระบวนการชุบแข็ง และการอบคืนไฟ ของเหล็กสปิง ผสมโครเมียมต่ำ,”** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต,คณะวิศวกรรมศาสตร์,มหาวิทยาลัยเทคโนโลพระจอมเกล้าธนบุรี, 2552.

[15] สหรัตน์ วงษ์ศรียะ,ประสิทธิ์ แพงเพชร, **“พัฒนาโลหะมีค่าชนิดทังสเตนคาร์ไบด์ผ่านการรีไซเคิลหมุนเวียนมาใช้ใหม่เพื่อผลิตชิ้นส่วนโลหะความแข็งสูง,”** สาขาวิชาการกลุ่ม สาขาวิศวกรรมศาสตร์, อุตสาหกรรมวิจัยการจัดการอุตสาหกรรมเพื่อความยั่งยืน,คณะวิศวกรรมศาสตร์,มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร,2555

บรรณานุกรม (ต่อ)

[16] Miltenberg, J. and Wijingaard, J. 1994. **The U- line balancing problem**, Management Sciences, 40(10): 1378-1388.

[17] Sury, R. J. 1971. **Aspects of assembly line balancing**. International Journal of Production Research, 9: 8-14.

[18] Lowry, S.M., H. B. Maynard and G. J. Stegemerten. 1940. **Time and Motion Study and Formulas for Wage Incentives**, 3rd ed., NY: McGraw-Hill.

[19] J. Choi and R. Edward Minchin. 2006. **Workflow management and productivity control for asphalt pavement operations**, Canadian Journal of Civil Engineering vol33, 1039-1049

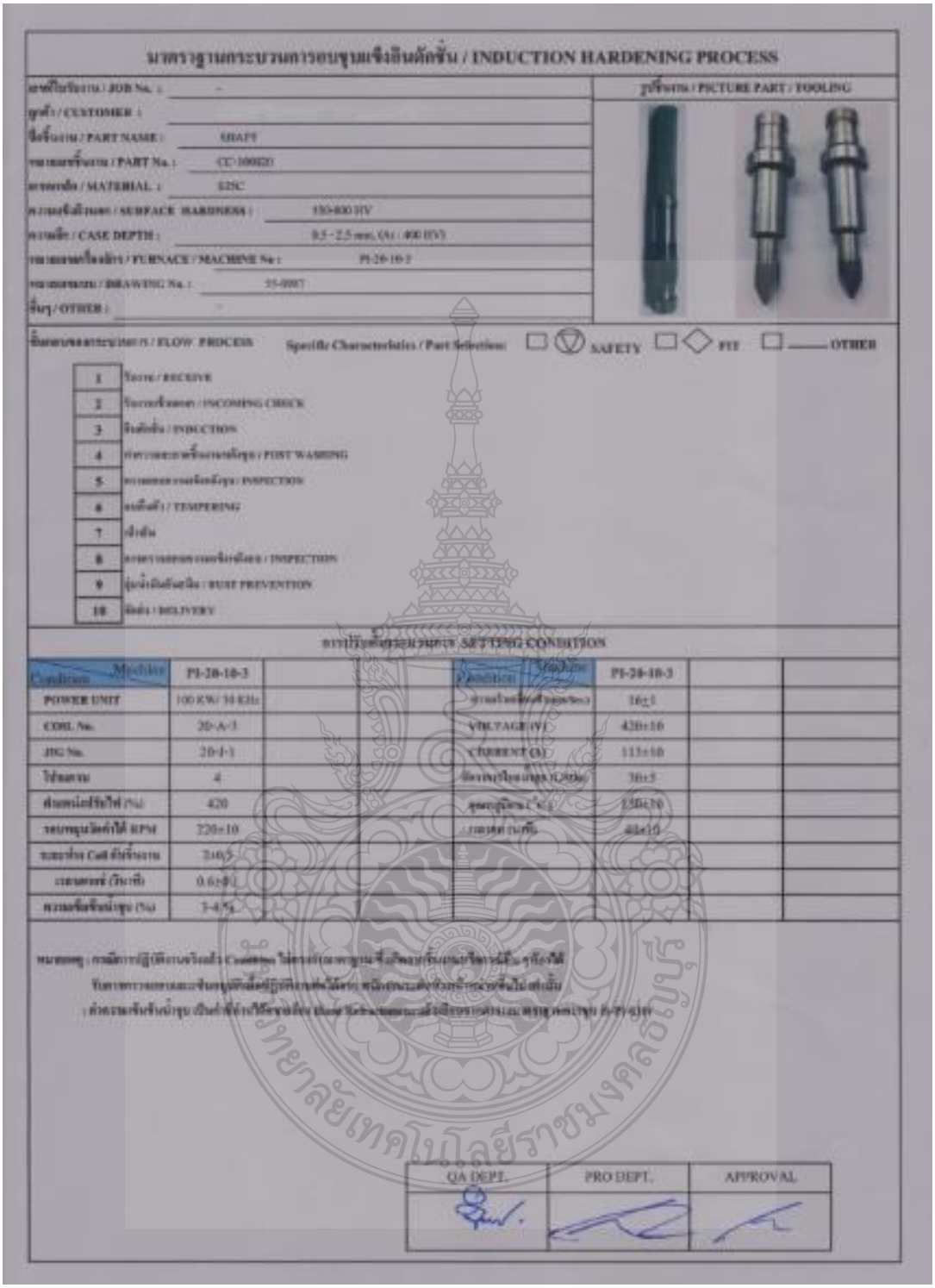
[20] Paul H.P Yeuw and Rabinda NathSen. 2006**. Productivity and quality improvement revenue increment and rejection cost reduction manual component insertion lines through the application of ergonomic,** International Journal of Industrial Ergonomics vol36, 367-377

[21] S. Gangopadhyay, I. Das, and G. Ghoshal. 2006. **Work organization in sand core manufacturing for health and productivity,** International Journal of Industrial Ergonomics vol36, 915-920

[22] ผศ.ดร.วรรณรพี บานชื่นวิจิตร,**การจัดการการเงิน,** กรุงเทพฯ:สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2557. หน้า 117-125

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
มาตรฐานการใช้งานเครื่องมือจับยึด (Jig Fixture)


มาตรฐานกระบวนการอบชุบแข็งอินดักชั่น / INDUCTION HARDENING PROCESS

ใบสั่งงาน / JOB No. :	-
ลูกค้า / CUSTOMER :	
ชื่อชิ้นงาน / PART NAME :	SHAFT
หมายเลขชิ้นงาน / PART No. :	CC-100020
วัสดุ / MATERIAL :	S25C
ความแข็งผิวงาน / SURFACE HARDNESS :	550-800 HV
ความลึก / CASE DEPTH :	0.5 - 2.5 mm. (At : 400 HV)
หมายเลขเครื่องจักร / FURNACE / MACHINE No :	PI-20-10-3
หมายเลขแบบ / DRAWING No. :	55-0007
อื่นๆ / OTHER :	-

รูปชิ้นงาน / PICTURE PART / TOOLING

ขั้นตอนของกระบวนการ / FLOW PROCESS Specific Characteristics / Part Selection: ☐ SAFETY ☐ FIT ☐ OTHER

1	รับงาน / RECEIVE
2	ตรวจสอบงาน / INCOMING CHECK
3	อินดักชั่น / INDUCTION
4	ทำความสะอาดชิ้นงานหลังอบ / POST WASHING
5	ตรวจสอบงานหลังอบ / INSPECTION
6	อบคืนตัว / TEMPERING
7	บำบัดน้ำ
8	ตรวจสอบงานขั้นสุดท้าย / INSPECTION
9	รุ่นน้ำมันกันสนิม / RUST PREVENTION
10	จัดส่ง / DELIVERY

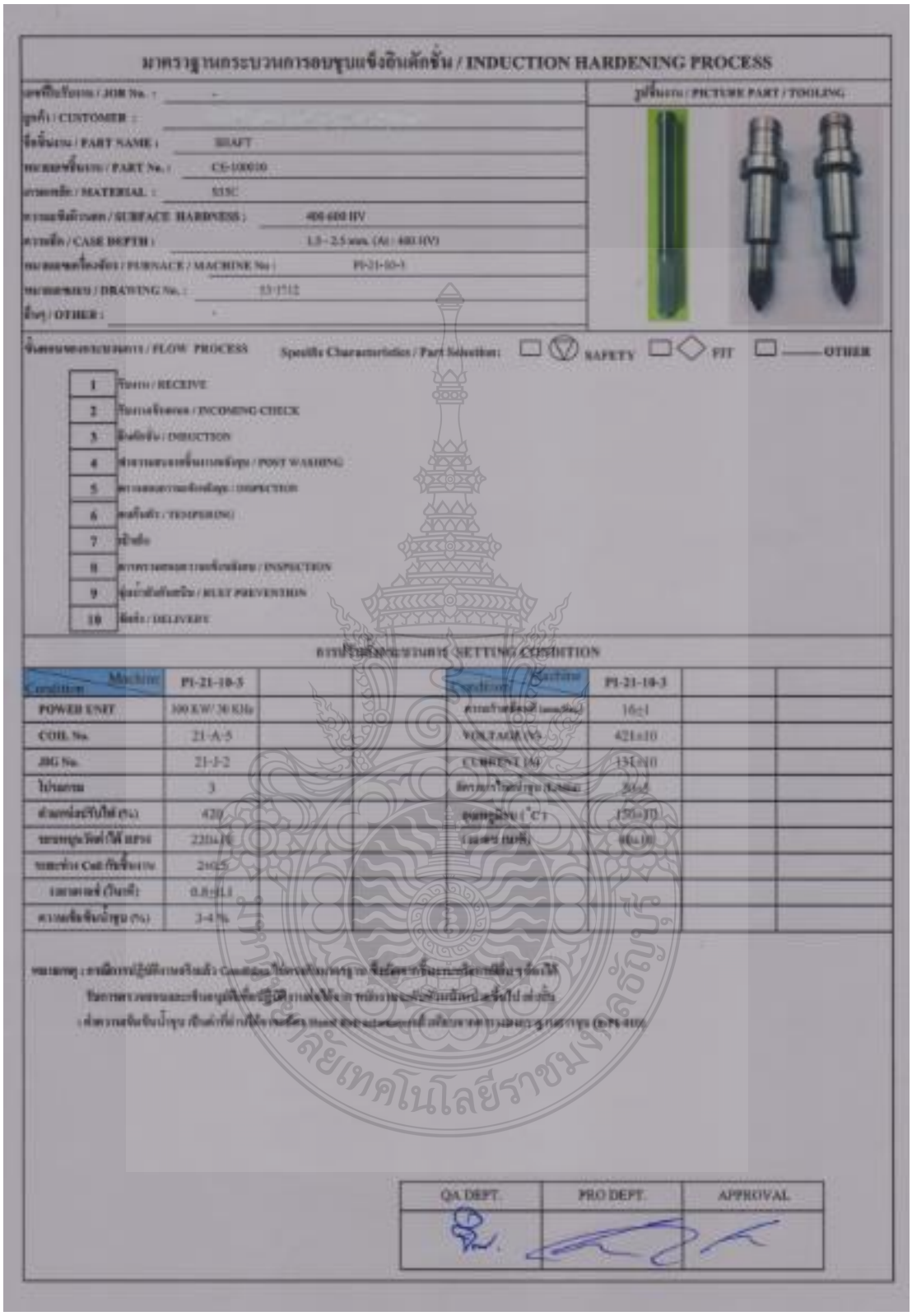
การปรับตั้งกระบวนการ SETTING CONDITION

Condition / Machine	PI-20-10-3		Condition / Machine	PI-20-10-3		
POWER UNIT	100 KW / 10 KHz		ความถี่ของกระแสไฟฟ้า (Sec.)	16±1		
COIL No.	20-A-3		VOLTAGE (V)	420±10		
JIG No.	20-J-1		CURRENT (A)	115±10		
ใช้งานงาน	4		อัตราการไหลของน้ำ (L/Min)	30±5		
ค่าแหน่งที่รับไฟ (%)	420		อุณหภูมิของน้ำ (°C)	15±10		
ความถี่ของมอเตอร์ RPM	220±10		ความดันน้ำ	4.5±10		
ระยะห่าง Coil กับชิ้นงาน	2±0.5					
เวลาแช่ (วินาที)	0.6±0.1					
ความลึกชั้นผิวชุบ (%)	3-4 %					

หมายเหตุ : กรณีการปฏิบัติงานจริงต่าง Condition ให้ตรวจสอบงานชิ้นงานที่ได้ ... ครั้งแรกก่อน ...
ค่าความลึกชั้นผิวชุบ เป็นค่าที่ทำการวัดจากผิวชิ้นงาน ...

QA DEPT.	PRO DEPT.	APPROVAL

รูปที่ ก.1 มาตรฐานการใช้งานเครื่องมือจับยึดกับผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง รุ่นที่1



มาตรฐานกระบวนการอบชุบแข็งอินดักชั่น / INDUCTION HARDENING PROCESS

ชื่อชิ้นงาน / PART NAME :	SHAFT
หมายเลขชิ้นงาน / PART No. :	CS-100010
วัสดุ / MATERIAL :	S35C
ความแข็งผิวงาน / SURFACE HARDNESS :	400-600 HV
ความลึก / CASE DEPTH :	1.5 - 2.5 mm. (At : 480 HV)
หมายเลขเครื่อง / FURNACE / MACHINE No :	PI-21-10-3
หมายเลขแบบ / DRAWING No. :	53-1712
อื่นๆ / OTHER :	-

รูปชิ้นงาน / PICTURE PART / TOOLING

ขั้นตอนของกระบวนการ / FLOW PROCESS Specific Characteristics / Part Selection: SAFETY FIT OTHER

1	รับงาน / RECEIVE
2	ตรวจสอบงาน / INCOMING CHECK
3	อินดักชั่น / INDUCTION
4	ล้างทำความสะอาดชิ้นงานหลังอบ / POST WASHING
5	ตรวจสอบงานหลังอบ / INSPECTION
6	ทดสอบ / TEMPERING
7	ปั๊มชื่อ
8	ตรวจสอบผลการอบชิ้นงาน / INSPECTION
9	ป้องกันสนิม / RUST PREVENTION
10	ส่งมอบ / DELIVERY

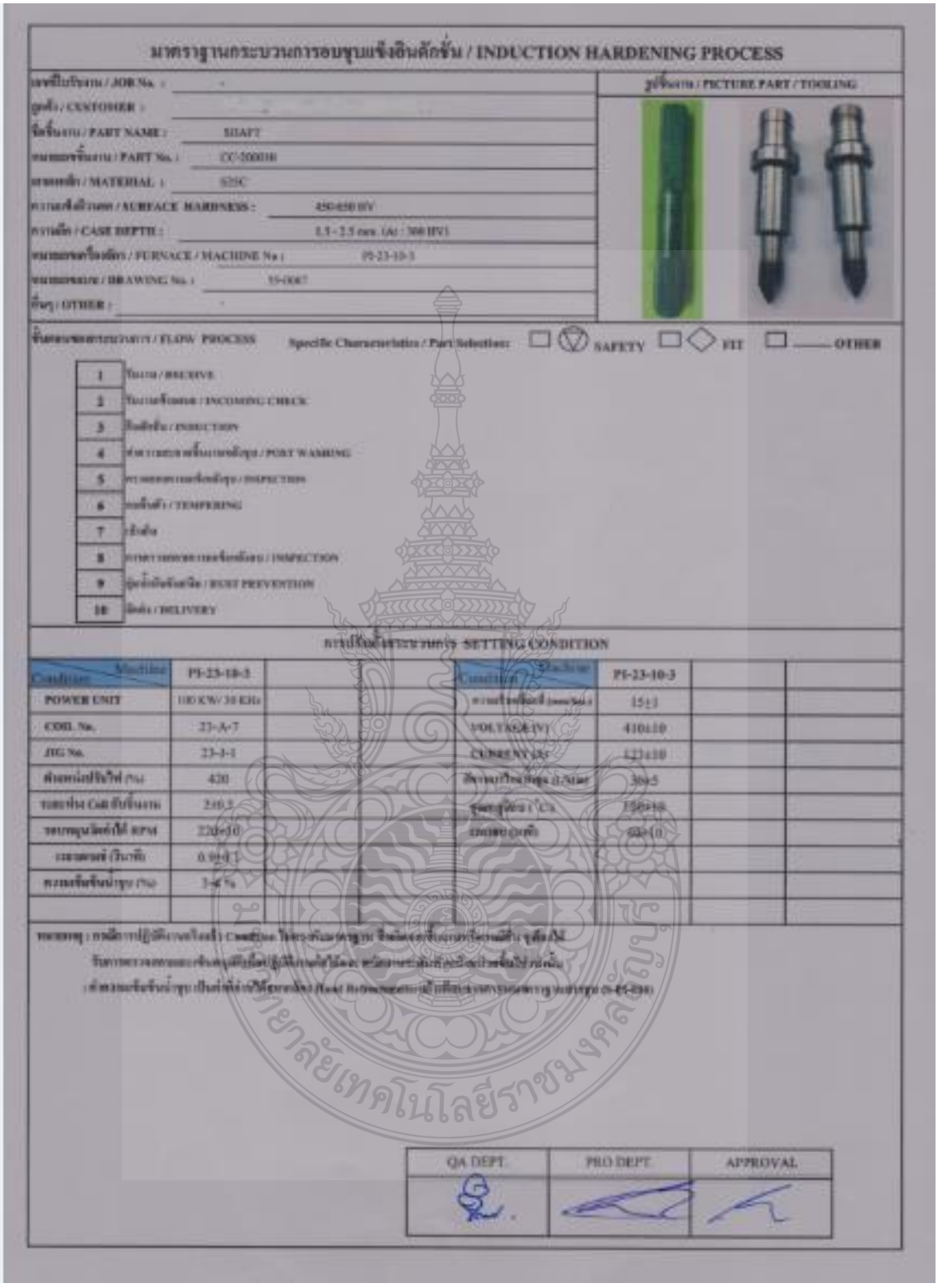
การปรับตั้งเครื่องจักร / SETTING CONDITION

Machine Condition	PI-21-10-3			Machine Condition	PI-21-10-3		
POWER UNIT	300 KW/ 30 KHz			ความถี่ (sec/Sec)	16±1		
COIL No.	21-A-5			VOLTAGE (V)	421±10		
JIG No.	21-J-2			CURRENT (A)	135±10		
โปรแกรม	3			อัตราการไหลน้ำหล่อเย็น (L/min)	35±5		
ตำแหน่งปรับไฟ (%)	420			อุณหภูมิน้ำ (°C)	15±10		
ระยะหัวไฟ / ไฟ แรก	2.0±0.5			(เมตร (mm))	60±10		
ระยะห่าง Coil กับชิ้นงาน	2±0.5						
เวลาเผา (วินาที)	0.8±0.3						
ความชื้นน้ำหล่อ (%)	3-4 %						

หมายเหตุ : ขณะที่ปฏิบัติงานจริงต้อง Check ... ตามรายการที่กำหนดไว้ ...

QA DEPT.	PRO DEPT.	APPROVAL

รูปที่ ก.2 มาตรฐานการใช้งานเครื่องมือจับยึดกับผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง รุ่นที่2



มาตรฐานกระบวนการอบชุบแข็งผิวชิ้นงานด้วยความถี่สูง / INDUCTION HARDENING PROCESS

เลขที่ใบสั่งงาน / JOB No. :	-
ลูกค้า / CUSTOMER :	-
ชื่อชิ้นงาน / PART NAME :	SHAFT
หมายเลขชิ้นงาน / PART No. :	CC-100018
เกรดเหล็ก / MATERIAL :	S25C
ความแข็งผิวงาน / SURFACE HARDNESS :	450-650 HV
ความลึก / CASE DEPTH :	1.5 - 2.5 mm. (At : 500 HV)
หมายเลขเครื่องจักร / FURNACE / MACHINE No. :	PI-23-10-3
หมายเลขแบบ / DRAWING No. :	55-0087
อื่นๆ / OTHER :	-

รูปชิ้นงาน / PICTURE PART / TOOLING

ขั้นตอนของกระบวนการ / FLOW PROCESS Specific Characteristics / Part Selection: ☐ SAFETY ☐ FIT ☐ ____ OTHER

1	รับงาน / RECEIVE
2	ตรวจสอบงาน / INCOMING CHECK
3	อบชิ้นงาน / INDUCTION
4	ล้างทำความสะอาดชิ้นงานหลังอบชุบ / POST WASHING
5	ตรวจสอบงานหลังอบชุบ / INSPECTION
6	อบคืนตัว / TEMPERING
7	บรรจุ
8	ตรวจสอบงานก่อนส่งมอบ / INSPECTION
9	ป้องกันสนิม / RUST PREVENTION
10	ส่งมอบ / DELIVERY

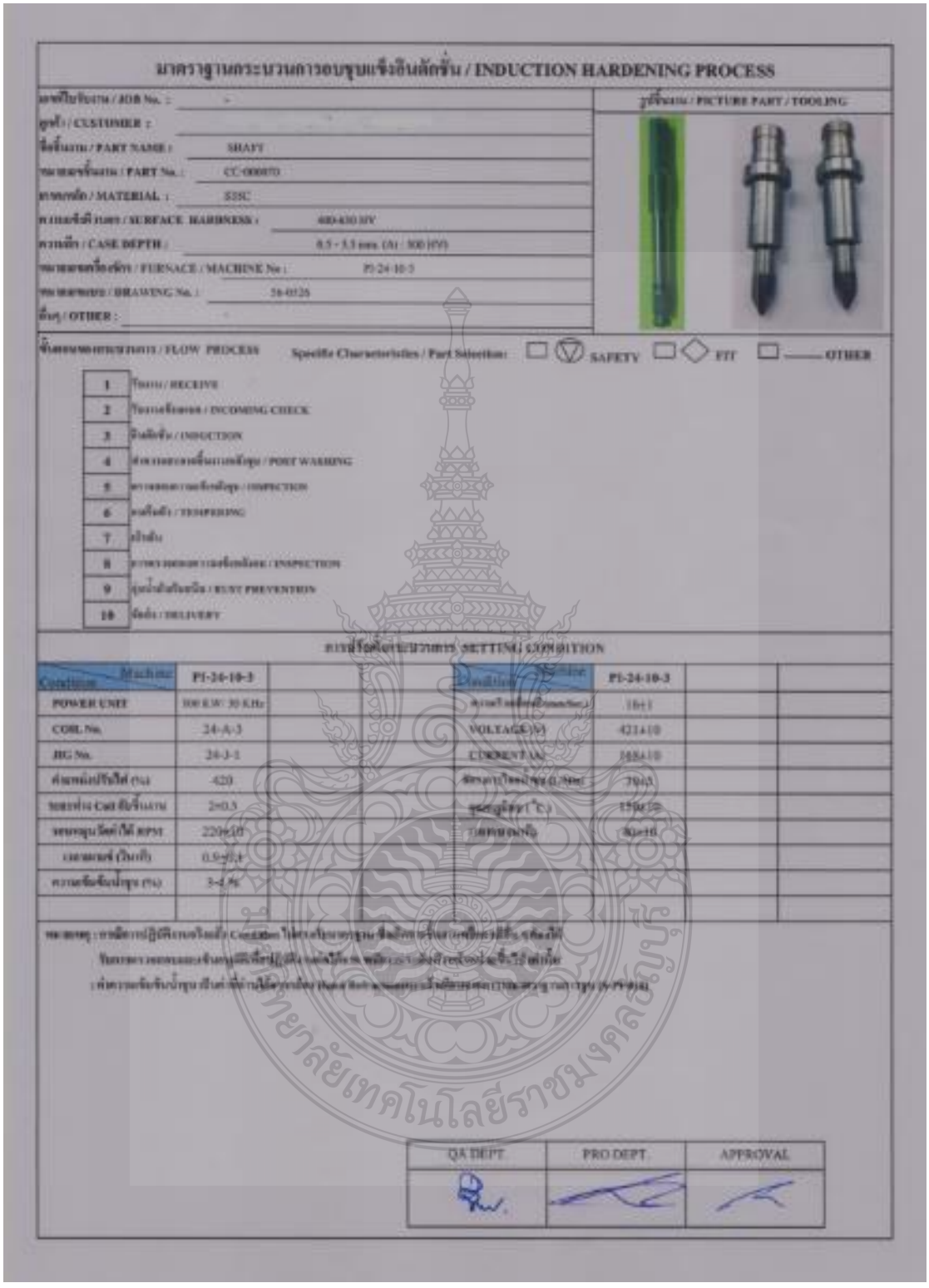
การปรับตั้งเครื่องจักร / SETTING CONDITION

Condition / Machine	PI-23-10-3			Condition / Machine	PI-23-10-3		
POWER UNIT	100 KW/ 10 KHz			ความถี่ที่ใช้ (mm/วินาที)	15±3		
COIL No.	23-A-7			VOLTAGE (V)	410±10		
JIG No.	23-J-1			CURRENT (A)	123±10		
ตำแหน่งปรับไฟ (%)	420			อัตราการไหลน้ำหล่อเย็น (L/Min)	30±5		
ระยะห่าง Coil กับชิ้นงาน	2±0.5			อุณหภูมิน้ำ (°C)	15±10		
ความถี่ที่ใช้ (KHz)	220±10			เวลาอบ (วินาที)	60±10		
เวลาคงที่ (วินาที)	0.9±0.1						
ความชื้นในน้ำยา (%)	3-5 %						

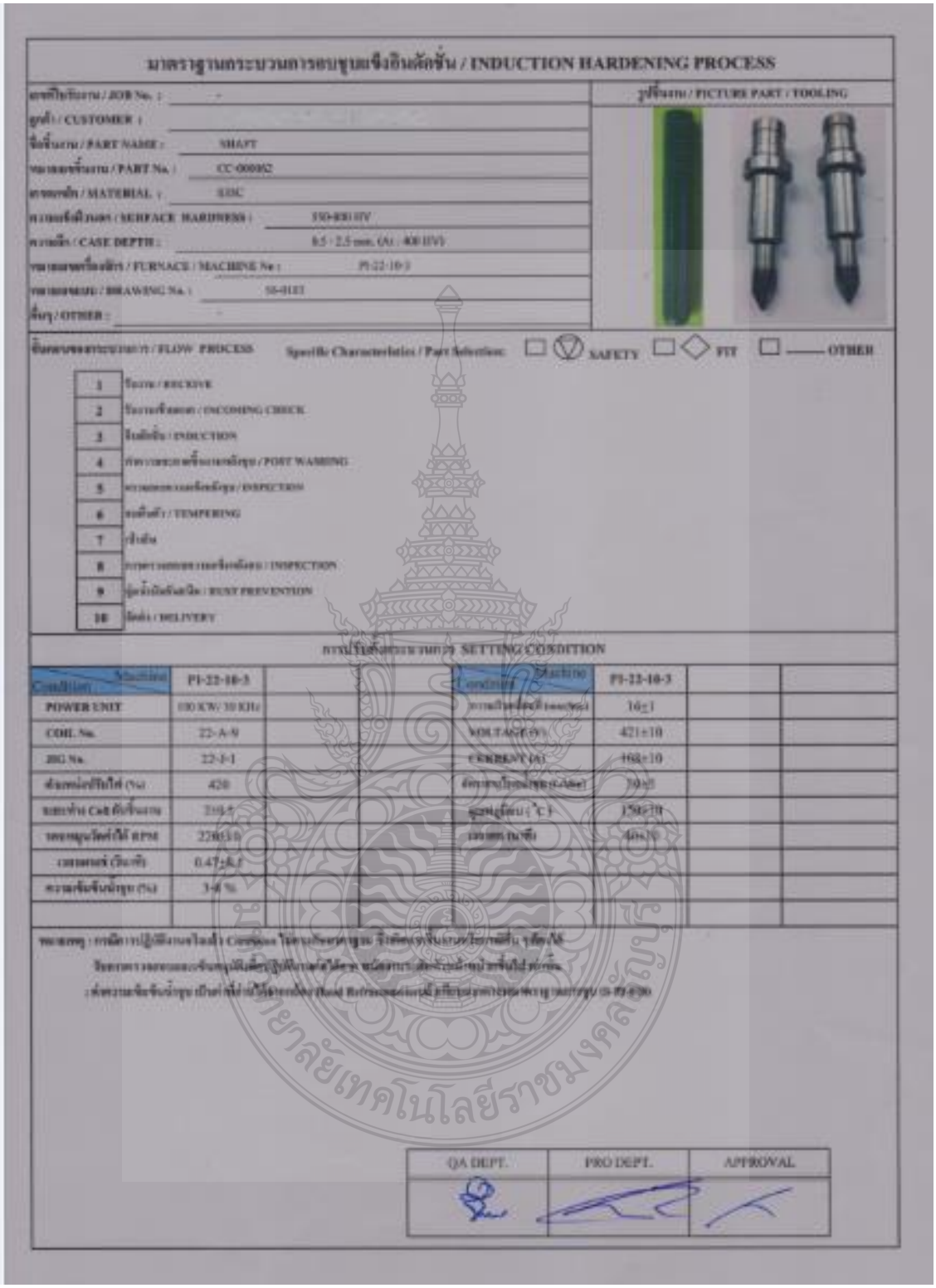
หมายเหตุ : การปรับตั้งเครื่องจักรต้องได้ตามมาตรฐาน ชิ้นงานต้องไม่มีรอยแตกร้าวหลังการอบชุบ

QA DEPT.	PRO DEPT.	APPROVAL

รูปที่ ก.3 มาตรฐานการใช้งานเครื่องมือจับยึดกับผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง รุ่นที่3



รูปที่ ก.4 มาตรฐานการใช้งานเครื่องมือจับยึดกับผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง รุ่นที่4



มาตรฐานกระบวนการอบชุบแข็งด้วยอินดักชั่น / INDUCTION HARDENING PROCESS

รูปชิ้นงาน / PICTURE PART / TOOLING

ชื่อชิ้นงาน / PART NAME : SHAFT

วัสดุ / MATERIAL : S35C

ความแข็งผิวภายนอก / SURFACE HARDNESS : 550-650 HV

ความลึก / CASE DEPTH : 0.5 - 2.5 mm. (At : 400 HV)

FLOW PROCESS Specific Characteristics / Part Selection: SAFETY FIT OTHER

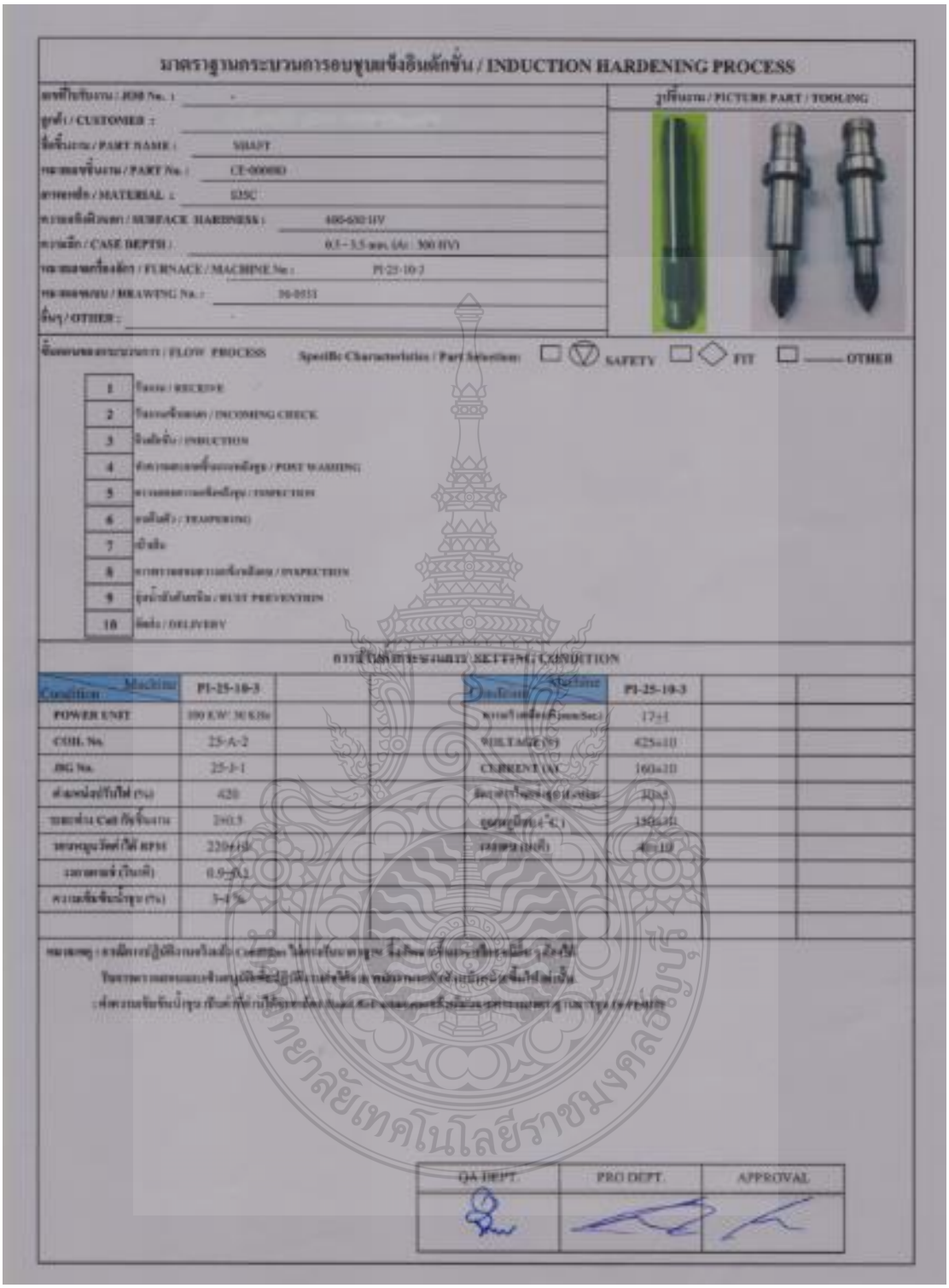
1	รับงาน / RECEIVE
2	ตรวจเช็คสอบ / INCOMING CHECK
3	อินดักชั่น / INDUCTION
4	ล้างทำความสะอาดชิ้นงานหลังอบชุบ / POST WASHING
5	ตรวจสอบความแข็งหลังอบชุบ / INSPECTION
6	อบคืนตัว / TEMPERING
7	บ่มเย็น
8	ตรวจสอบขั้นสุดท้าย / INSPECTION
9	ป้องกันสนิม / RUST PREVENTION
10	ส่งมอบ / DELIVERY

การปรับตั้งเครื่องจักร SETTING CONDITION

Machine Condition	PI-22-10-3			Condition	PI-22-10-3		
POWER UNIT	100 KW/ 10 KHz				16±1		
COIL No.	22-A-9			VOLTAGE (V)	421±10		
JIG No.	22-J-1			CURRENT (A)	468±10		
	420				30±5		
	210±				1500		
	2200±10				40±5		
	0.47±0.1						
	3-4 %						

QA DEPT.	PRO DEPT.	APPROVAL

รูปที่ ก.5 มาตรฐานการใช้งานเครื่องมือจับยึดกับผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง รุ่นที่5



มาตรฐานกระบวนการอบชุบแข็งอินดักชั่น / INDUCTION HARDENING PROCESS

ใบที่ใบงาน / JOB No. :	-
ลูกค้า / CUSTOMER :	
ชื่อชิ้นงาน / PART NAME :	SHAFT
หมายเลขชิ้นงาน / PART No. :	CE-00000
วัสดุ / MATERIAL :	S35C
ความแข็งผิวงาน / SURFACE HARDNESS :	480-630 HV
ความลึก / CASE DEPTH :	0.5 - 3.5 มม. (At 500 HV)
หมายเลขเครื่องจักร / FURNACE / MACHINE No. :	PI-25-10-3
หมายเลขแบบ / DRAWING No. :	36-0031
อื่นๆ / OTHER :	-

รูปชิ้นงาน / PICTURE PART / TOOLING

ขั้นตอนกระบวนการ / FLOW PROCESS Specific Characteristics / Part Selection: ☐ SAFETY ☐ FIT ☐ OTHER

1	รับงาน / RECEIVE
2	ตรวจสอบงาน / INCOMING CHECK
3	อินดักชั่น / INDUCTION
4	ล้างทำความสะอาดชิ้นงานหลังอบ / POST WASHING
5	ตรวจสอบงานหลังอบ / INSPECTION
6	ปั๊มตัวเลข / STAMPERING
7	บันทึก
8	ตรวจสอบขั้นสุดท้าย / INSPECTION
9	ป้องกันสนิม / RUST PREVENTION
10	จัดส่ง / DELIVERY

การตั้งเครื่องจักร / SETTING CONDITION

Machine / Condition	PI-25-10-3			Machine / Condition	PI-25-10-3		
POWER UNIT	100 KW/ 30 KHz			ความเร็วการหมุน(rpm/Sec.)	17±1		
COIL No.	25-A-2			VOLTAGE (V)	425±10		
JIG No.	25-J-1			CURRENT (A)	160±10		
ตำแหน่งโปรไฟล์ (%)	420			ระยะห่างระหว่างชิ้นงาน	3Dx5		
ระยะห่าง Coil กับชิ้นงาน	2±0.5			อุณหภูมิ (°C)	1300±10		
ความถี่ (ไฟฟ้า) KHz	220±10			เวลา (วินาที)	4±1.0		
เวลาอบ (วินาที)	0.9-1.3						
ความเข้มข้นน้ำยา (%)	3-4 %						

หมายเหตุ : ตามที่ระบุในใบงานเท่านั้น ถ้าหากมีการเปลี่ยนแปลงจากนี้ ต้องได้รับการอนุมัติจากผู้มีอำนาจก่อนเท่านั้น

QA DEPT.	PRO DEPT.	APPROVAL

รูปที่ ก.6 มาตรฐานการใช้งานเครื่องมือจับยึดกับผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง รุ่นที่6

รูปที่ ก.7 มาตรฐานการใช้งานเครื่องมือจับยึดกับผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง รุ่นที่7

ภาคผนวก ข
ผลงานตีพิมพ์เผยแพร่

วารสารวิศวกรรมศาสตร์ ราชมงคลธัญบุรี >>>>>>

ที่ วร 93 / 2559

29 กรกฎาคม 2559

เรื่อง ตอบรับตีพิมพ์บทความลงในวารสารวิศวกรรมศาสตร์ ราชมงคลธัญบุรี

เรียน นายเกรียงไกร ศรีเลิศ

ตามที่ท่านได้ส่งบทความเรื่อง "การลดความสูญเสียในกระบวนการขุนแร่เหล็กขึ้นกรณีศึกษา : บริษัทตัวอย่าง" เพื่อขอตีพิมพ์ลงในวารสารวิศวกรรมศาสตร์ ราชมงคลธัญบุรี ทางกองบรรณาธิการได้พิจารณาแล้วเห็นควรให้ตีพิมพ์ลงในวารสารวิศวกรรมศาสตร์ ราชมงคลธัญบุรี ปีที่ 14 ฉบับที่ 2 เดือน กรกฎาคม – ธันวาคม 2559 ต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชาลิต แสงสว่างดี)
หัวหน้ากองบรรณาธิการ
วารสารวิศวกรรมศาสตร์ ราชมงคลธัญบุรี

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ถนนรังสิต-นครนายก (กม.33) อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12110
โทรศัพท์: 0 2549 3493 โทรสาร: 0 2549 3493 e-mail: enjournal@en.rmutt.ac.th
www.engineer.rmutt.ac.th/journal

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

การลดความสูญเสียในกระบวนการชุบแข็งอินดักชั่น กรณีศึกษา : บริษัทตัวอย่าง
WASTE REDUCTION IN INDUCTION HARDENING PROCESS : A CASE STUDY

เกรียงไกร ศรีเอิศ[1] ณฐา ศุปสันติธร[2]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการลดความสูญเสียจากกระบวนการชุบแข็งอินดักชั่น ในขั้นตอนการให้ความร้อน (Induction) ซึ่งเป็นปัญหาหลักที่ส่งผลกระทบต่อการดำเนินงานของบริษัทจากการศึกษาข้อมูลความสูญเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการชุบแข็งอินดักชั่นมีจำนวนเฉลี่ย 1,459 ชิ้นต่อเดือน โดยมีการสูญเสียในขั้นตอนการให้ความร้อนเฉลี่ย 1,171 ชิ้นต่อเดือนการออกแบบสร้างเครื่องมือจุปกรณ์ช่วยในการจับยึดชิ้นงานในขั้นตอนการให้ความร้อน ช่วยในการขับหมุนชิ้นงานขณะให้ความร้อนชุบแข็งกับชิ้นงานซึ่งเป็นสาเหตุหลัก ทำให้ไม่เกิดความสูญเสียกับชิ้นงานเพลาขับ (Intermediate Shaft) จึงทำให้ลดความสูญเสียในกระบวนการชุบแข็งอินดักชั่นในขั้นตอนการให้ความร้อน ผลการวิจัยพบว่าเครื่องมือจุปกรณ์ช่วยในการจับยึดชิ้นงานในขั้นตอนการให้ความร้อนสามารถลดความสูญเสียจาก 1,171 ชิ้นต่อเดือน คิดเป็นร้อยละ 0.51 ของจำนวนชิ้นงานที่ผลิตเหลือความสูญเสียจำนวน 108 ชิ้นต่อเดือน คิดเป็นร้อยละ 0.04 และสามารถลดความสูญเสียเฉพาะกระบวนการชุบแข็งอินดักชั่นจาก 1,459 ชิ้นต่อเดือน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 0.63 เหลือ 284 ชิ้นต่อเดือน คิดเป็นร้อยละ 0.17 ของจำนวนชิ้นงานที่ผลิต หมายถึงสามารถลดการสูญเสียในการผลิตชิ้นงานได้ถึงร้อยละ 73

คำสำคัญ : การลดความสูญเสีย กระบวนการให้ความร้อน เครื่องมือคุณภาพ วิศวกรรมอุตสาหการ การออกแบบเครื่องจุปกรณ์จับยึด

Abstract

This research aimed to study the loss reduction in the induction hardening process which was a crucial problem affecting the company's operation. It was from the case taken from the Example Company, it showed that there was an average loss of 1,459 pieces per month in the induction hardening process of the intermediate shaft production. In addition, the average loss in the induction process was 1,171 pieces per month. In order to address this problem, the jig fixture design was used as an intervention tool to turn the intermediate shaft production during the induction process. Likewise, the tool was also designed to lessen the defects of intermediate shafts, which eventually reduced loss in the induction hardening process. It revealed that the jig fixture design helped reduce the loss in the induction process from 1,171 pieces per month (0.51% of all intermediate shaft production) to 108 pieces per month (0.6%). Moreover, the specific loss in the induction hardening process was decreased from 1,459 pieces per month (0.63%) to 284 pieces per month (0.17%) which indicated that the loss was reduced by 73%

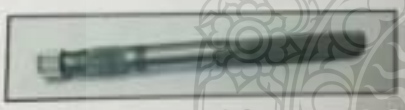
Keywords : Loss Reduction, Induction, Industrial Engineering Technique Quality Tool, Jig Fixture Design

---

[1] นิสิตหลักสูตรวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
[2] อาจารย์ประจำหลักสูตรวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

1. บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทยมีการเจริญเติบโตด้านอุตสาหกรรมอย่างต่อเนื่องพร้อมการแข่งขันทางธุรกิจมีความรุนแรงเพิ่มมากขึ้นทั้งภาคการผลิตและบริการ มีความจำเป็นต้องมีการแข่งขันเพื่อความอยู่รอดของธุรกิจเป็นผู้นำทางตลาดด้านการผลิตสินค้าและบริการเพื่อให้ได้คุณภาพตามที่ตลาดต้องการการปรับปรุงพัฒนาการควบคุมต้นทุนเป็นสิ่งที่สำคัญเพราะเป็นเครื่องมือในการเพิ่มประสิทธิภาพและประสิทธิผลการผลิตที่สามารถลดความบกพร่องต่างๆและการลดปริมาณความสูญเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการได้โดยการนำมาเครื่องมือทางวิศวกรรมอุตสาหการ มาประยุกต์ใช้ในโรงงานตัวอย่างประกอบด้วย [3,7] 7 Wastes, 7 QC Tools, Jig & Fixture Design เพราะใช้งานได้ง่ายสามารถแก้ไขปัญหาได้ผลทำการศึกษาในแผนกกระบวนการชุบแข็งอินดักชั่น (Induction Hardening) [8,10] ได้ศึกษาหาสาเหตุที่มาของปัญหาที่เกิดความสูญเสีย [6] ที่เกิดขึ้นในที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการผลิตแล้ว จากการรวบรวมข้อมูลจำนวนการผลิต [14,15] จากเดือน มีนาคม พ.ศ. 2558 ถึงเดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559 ทำการผลิตชิ้นงานจำนวน 2,738,942 ชิ้นมีผลิตภัณฑ์ที่เกิดความสูญเสีย 17,505 ชิ้นคิดเป็น 0.63% จากกลุ่ม ผลิตภัณฑ์ตัวอย่างดังรูปที่ 1



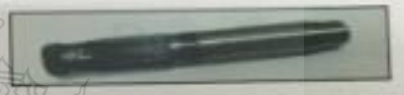
รูปที่ 1 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ (a)

ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ (b)

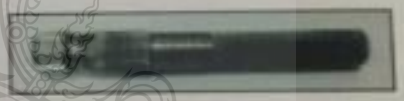
ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ (c)

ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ (d)

ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ (e)



ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ (f)



ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ (g)

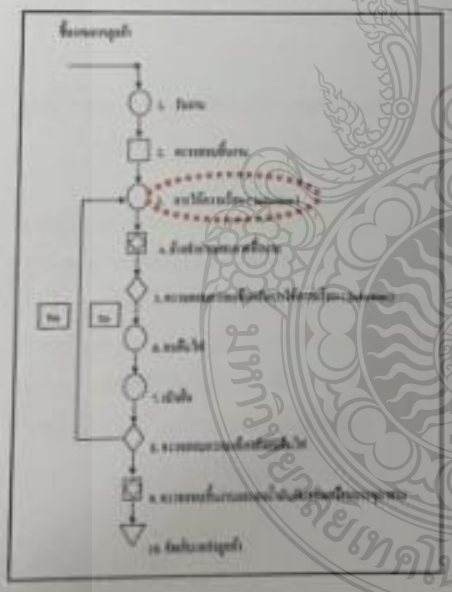
ผลิตภัณฑ์ตัวอย่างเป็นเพลาขับ (Intermediate Shaft) เป็นส่วนประกอบยานยนต์ ที่ติดตั้งในส่วนของ ชุดประกอบพวงมาลัยทำหน้าที่ส่งกำลังและส่งต่อกำลังการขับเคลื่อนชุดพวงมาลัยรถยนต์

วัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้เพื่อการลดความสูญเสียจากกระบวนการผลิตชุบแข็งอินดักชั่นของผลิตภัณฑ์รุ่นตัวอย่างในกระบวนการชุบแข็งอินดักชั่น ลดลง 30% ต่อจำนวนการผลิตต่อเดือนของจำนวนผลิตภัณฑ์รุ่นตัวอย่างโดยใช้หลักเทคนิคทางด้านวิศวกรรมอุตสาหการ

2. วิธีการดำเนินงานวิจัย

2.1 สภาพปัญหาปัจจุบัน

ทำการศึกษาขั้นตอนการทำงานของผลิตภัณฑ์ เพื่อทำการศึกษาขั้นตอนการทำงานที่ส่งผลทำให้เกิดความสูญเสียต่อผลิตภัณฑ์มากสุดซึ่งผู้วิจัยทำการศึกษาเก็บข้อมูลพบว่ากระบวนการขั้นตอนการผลิตขั้นตอนที่ 3 มีปัญหาที่เกิดขึ้นมากที่สุดโดยขั้นตอนการทำงานขั้นตอนที่ 4 ถึง ขั้นตอนการทำงานที่ 10 พบปัญหาปริมาณน้อยมากเพราะขั้นตอนการทำงานที่ 3 เป็นขั้นตอนการเปลี่ยนโครงสร้างของเหล็กทางกายภาพและคุณสมบัติตามที่ลูกค้ากำหนดความสูญเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตเพื่อให้สามารถมองเห็นขั้นตอนการผลิตในแต่ละขั้นตอนได้อย่างชัดเจนผู้วิจัยได้นำแผนภูมิกระบวนการผลิตโดยสังเขป (Outline Process Chart) มาใช้เพื่ออธิบายขั้นตอนกระบวนการผลิต การเคลื่อนที่ของชิ้นงานที่ผ่านการตรวจสอบ ได้ตามข้อกำหนดของลูกค้าหรือไม่ได้ตามข้อกำหนดของลูกค้า ดังรูปที่ 2

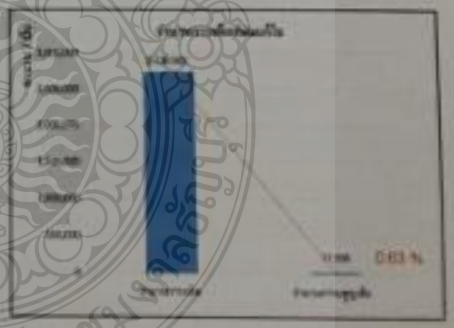


รูปที่ 2 แผนภูมิกระบวนการผลิตโดยสังเขป (Outline Process Chart)

ปริมาณความสูญเสียที่เกิดขึ้น ในกระบวนการผลิต และกราฟเปอร์เซ็นการสูญเสีย จำนวนชิ้นงานที่ทำการผลิตในการรวบรวมข้อมูล ดังตารางที่ 1 และรูปที่ 3

ตารางที่1 ยอดความสูญเสียในขั้นตอนกระบวนการผลิต

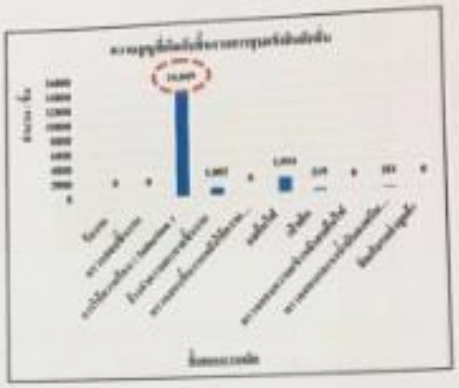
รุ่นผลิตภัณฑ์	จำนวนการผลิต (ชิ้น)	เฉลี่ยต่อเดือน (ชิ้น)	จำนวนความสูญเสีย (ชิ้น)	รายได้จากยอดต่อชิ้น (บาท)	เปอร์เซ็นต์
1.	194,223	16,186	1,552	35 / 54,320	0.79
2.	271,993	22,666	1,249	35 / 43,715	0.64
3.	156,509	13,043	1,340	35 / 46,900	0.85
4.	422,293	35,191	2,973	40 / 118,920	0.70
5.	851,360	70,947	4,114	40 / 164,560	0.48
6.	310,921	25,910	2,341	30 / 70,230	0.75
7.	531,653	44,305	3,436	35 / 120,260	0.64
รวม	2,758,843	229,245	17,505	658,405	0.63
เฉลี่ย	391,278	236,245	1,459	55,834	



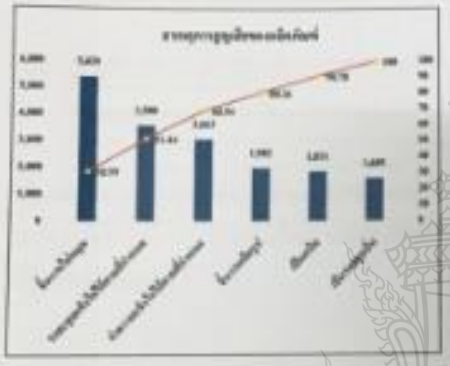
รูปที่ 3 กราฟเปอร์เซ็นความสูญเสียต่อจำนวนการผลิตก่อนทำการปรับปรุง

2.2 แนวทางแก้ไขปัญหา

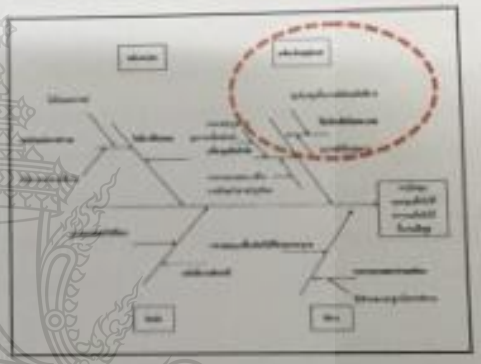
ผู้วิจัยได้ศึกษาปัญหาความสูญเสียที่เกิดขึ้นตลอดของการผลิต ที่ส่งผลให้บริษัทต้องสูญเสียเงินที่ถูกถูกค้ำทำการเคลม (Claim) ซึ่งหากสามารถปรับปรุงการผลิตให้ได้คุณภาพมากขึ้นของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตน้อยลงดังนั้นผู้วิจัยจึงได้เข้ามาศึกษาหาสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาที่ส่งผลให้เกิดการสูญเสียในกระบวนการผลิตการขุบแข็งอินดักชั่น ดังนั้นจึงได้สรุปหาสาเหตุที่เกิดขึ้นในกระบวนการได้ดังนี้



รูปที่ 5 ความสูญเสียทุกกระบวนการในการผลิต



รูปที่ 4 สาเหตุความสูญเสียในขั้นตอนกระบวนการผลิต



รูปที่ 6 ผลการวิเคราะห์ด้วยแผนผังเหตุและผล

จากปัญหาที่เกิดขึ้นผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเก็บข้อมูลพบว่าความสูญเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการให้ความร้อนกับชิ้นงาน เป็นกระบวนที่มีความสูญเสียมากที่สุด มีความสูญเสียเฉลี่ยประมาณ 1,373 ชิ้นต่อเดือน คิดเป็น 0.50 % ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการเลือกกระบวนให้ความร้อน มาทำการแก้ไขปรับปรุงในครั้งนี้ ดังรูปที่ 5.6

จากการวิเคราะห์ หาสาเหตุจาก กราฟแผนภูมิ พาเรโต (Pareto Diagram) และผังแสดงเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) ได้วิเคราะห์ถึงสาเหตุปัญหาที่เกิดที่ส่งผลทำให้เกิดความสูญเสีย ในขั้นตอนการให้ความร้อนโดยปัญหาหลักคือ ชิ้นงานไม่หมุน ระยะขุบแข็งไม่ได้ตามที่กำหนด ความแข็งไม่ได้ตามที่กำหนด ชิ้นงานเยื้องรูป สาเหตุของปัญหาเกิดจาก เครื่องจักรและอุปกรณ์ในการขับหมุนชิ้นงาน ไม่มีประสิทธิภาพจึงส่งผลทำให้เกิดปัญหาในด้านกล่าว ดังรูปที่ 7

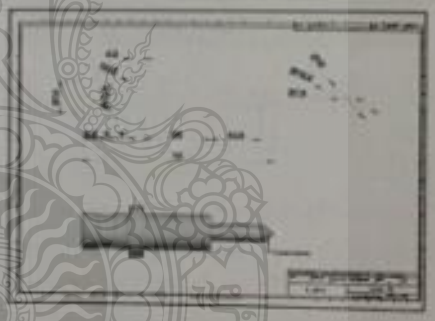
รูปที่ 7 รูปเครื่องจักร/อุปกรณ์ในขั้นตอนการให้ความร้อนสาเหตุของการเกิดปัญหาในการดูดเสีย

เครื่องมือจับยึด (Jig & Fixture) แบบเดิมที่ใช้ในการผลิตในขั้นตอนการให้ความร้อน ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดปัญหาในการดูดเสีย

รูปที่ 8 รูปเครื่องมือจับยึด (Jig & Fixture) แบบเดิม

รูปที่ 9 รูปตัวอย่างชิ้นงานที่เกิดจากความสูญเสียที่เกิดจากขั้นตอนกระบวนการให้ความร้อน

ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบสร้างเครื่องมือจับยึด ช่วยในการจับหมุนชิ้นงาน โดยมีหลักการออกแบบโดยยึดหลักการนำไปใช้งานได้ง่ายและมีประสิทธิภาพสูงสามารถจับหมุนชิ้นงานที่มีลักษณะรูปทรงกระบอกที่มีรูศูนย์ (Center Drill) ที่ช่วยในการจับหมุนได้ดี โดยทำการออกแบบให้ส่วนปลายหัวเครื่องมือจับยึดทำจากทังสเตนคาร์ไบด์ (Tungsten Carbide) และทำมุมปลายเรียวแหลม 60° ส่วนลำตัวใช้วัสดุ (Material) S45C ดังแสดงในรูปที่ 10,11



รูปที่ 10 แบบเครื่องมือจับยึด แบบใหม่

ผู้วิจัยได้ทำการเสนอแนวทางการปรับปรุงต่อผู้บริหาร ผู้ชำนาญงาน ผู้ปฏิบัติการ และผู้ที่เกี่ยวข้องในการแก้ไขปัญหา ผู้วิจัยได้ดำเนินการแก้ไขปัญหาดังรูปที่ 11

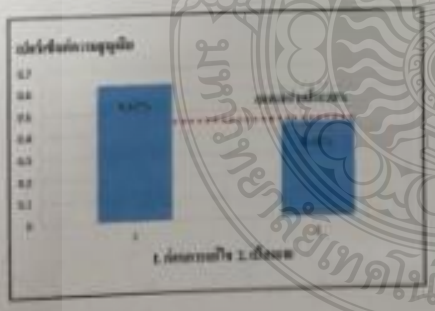
หัวสตดนคาร์ไบด์
(Tungsten Carbide)

รูปที่ 11 รูปเครื่องมือจับยึด แบบใหม่

ค่าจ่ายในการทำเครื่องมือจับยึด 1,400 บาทต่อตัว จาก
การจัดซื้อ อุปกรณ์ ในการจัดทำ

3. ผลการวิจัย

จากการเก็บข้อมูลวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา
ก่อนทำการปรับปรุงของบริษัทตัวอย่างโดยการรวบรวม
ข้อมูลจำนวนการผลิตและจำนวนความสูญเสียที่เกิดขึ้น
แล้ววางแผนดำเนินการและเก็บข้อมูลจำนวนการผลิต
พร้อมจำนวนความสูญเสียที่เกิดขึ้นกับบริษัทตัวอย่างใน
กระบวนการชุบแข็งอินดักชั่นหลังจากการปรับปรุง
แก้ไขเพื่อให้งานวิจัยบรรลุวัตถุประสงค์โดยการเก็บ
ข้อมูลดำเนินการตั้งแต่เดือน มีนาคม พ.ศ. 2558 –
เมษายน พ.ศ. 2559 โดยวางตัวแปรต้นเพื่อลดความ
สูญเสียลงอย่างน้อย 30% ต่อจำนวนการผลิตต่อเดือน



รูปที่12 เปอร์เซ็นความสูญเสีย และเป้าหมายความ
เสียสูญหลังการแก้ไข

รูปที่ 13 รูปเครื่องจักรและเครื่องมือจับยึด แบบ ใหม่

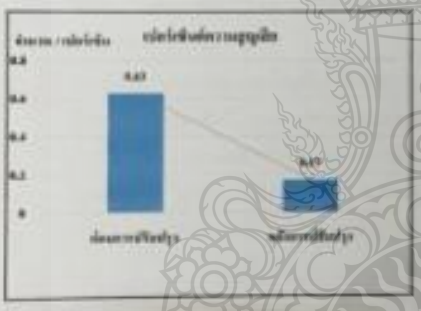
รูปที่ 14 รูปเครื่องจักรและเครื่องมือจับยึด แบบใหม่

3.1 ผลการสรุปผลการแก้ไข

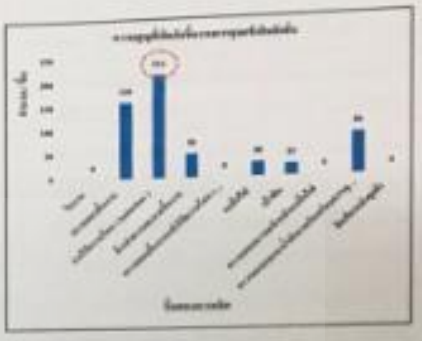
จากการค้นหาสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น และ
หาแนวทางแก้ไขปัญหาโดยนำเอา เทคนิควิศวกรรม
อุตสาหการเพื่อนำไปใช้ ในการแก้ไขปัญหาในขั้นตอน
กระโดดความร้อนในการ ชุบแข็งอินดักชั่นและได้นำเอา
กระบวนการแบบเครื่องมือจับยึด ช่วยในการจับยึดชิ้นงาน
และทำงาน ให้ความร้อนชุบแข็งกับชิ้นงานทำให้ ไม่เกิด
ความสูญเสียกับชิ้นงานเหล่านั้น จึงทำให้ลดความ
สูญเสีย ในกระบวนการชุบแข็งอินดักชั่นลงเหลือ
เดือน 284 ชิ้นต่อเดือน พร้อมทั้งขั้นตอนการกระบวนการ
ให้ความร้อนลงเหลือ โดยเฉลี่ย 108 ชิ้นต่อเดือนใน
การแก้ไขการออกแบบเครื่องมือจับยึดนั้น สามารถแก้ไข

ปัญหา ชิ้นงานไม่หมุน ระยะชุบไม่ได้ตามที่กำหนด ค่าความแข็งไม่ได้ตามที่กำหนด ชิ้นงานเสียรูปลอดน้ำออกจากเครื่องชุดได้อย่างเป็นระบบ

รูปที่ 15 จำนวนการผลิตและจำนวนความสูญเสียก่อนปรับปรุงแก้ไข - หลังปรับปรุงแก้ไข



รูปที่ 16 เปอร์เซ็นจำนวนความสูญเสียก่อนปรับปรุงแก้ไข – หลังปรับปรุงแก้ไข



รูปที่ 23 ความสูญเสียทุกกระบวนการในการผลิตหลังปรับปรุงแก้ไข

4. สรุปผล

จากการศึกษา ปรับปรุงกระบวนการผลิตกระบวนการชุบแข็งสินค้าชิ้น โดยการออกแบบเครื่องมือจับยึด โดยปกติก่อนการปรับปรุงแก้ไข ความสูญเสียของชิ้นงาน 0.63% เฉลี่ย 1,459 ชิ้นต่อเดือน ลดลงเหลือร้อยละ 0.17% จำนวน เฉลี่ย 264 ชิ้นต่อเดือน ลดลงได้ถึง 73 เปอร์เซ็นต์ และขั้นตอนการให้ความร้อนลดน้ำยาเหลือความสูญเสีย คิดเป็น 0.31% คิดเป็นจำนวนเฉลี่ย 1,171 ชิ้นต่อเดือน ลดลงเหลือ 0.06 % คิดเป็นจำนวน เฉลี่ย 106 ชิ้นต่อเดือน ซึ่งเป็นที่น่าพอใจในการปรับปรุงโมดรั้งนี้เพื่อแก้ไขเพื่อลดความสูญเสียที่ส่งผลกระทบต่อบริษัทตัวอย่างที่ทำการศึกษาและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสายการผลิต

หลังจากการปรับปรุงกระบวนการผลิตแล้วผู้วิจัยพบว่าความสูญเสีย ของระบวนการให้ความร้อน เป็นขั้นตอนที่ยังมีค่าให้เกิดความสูญเสียมากสุด โดยปัญหาการสูญเสียที่พบคือ ชิ้นงานไม่หมุน

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์โดยได้รับความกรุณาอย่างยิ่งจาก รศ.ดร. ณฐา ศุปทัมสุวีร์ ที่คอยให้คำปรึกษาชี้แนะแนวทางของขอบคุณ บริษัทตัวอย่าง ที่ให้สถานที่ให้ทำงานวิจัยในครั้งนี้ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่าน จึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] ธีระวัฒน์ สมสิริกาญจนคุณ, "การปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิตยางต่อเพื่อลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต," ภาควิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น2552.

[2] อุทธฉวงค์ จงจันทร์,"การเพิ่มผลผลิตสายการผลิตเตาหลอมล่อ,"วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต วิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 2554.

[3] สาทิตย์ สินิงพันธ์,มยุรา ศุปศิษฐ์, "การลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์ โดยการบูรณาการเทคนิควิศวกรรมอุตสาหการ," วารสารวิศวกรรมศาสตร์ ราชมงคลธัญบุรี, 2553.

[4] ดำนาจ มีแสง, "การออกแบบเครื่องเมือจับยึดชิ้นงานเพื่อลดความสูญเสียในกระบวนการขัดผิวยาง กรณีศึกษา โรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์," วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต วิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 2554.

[5] วรรณา พิศดวงดาว, "การลดความสูญเสียของพนักงานในสายการผลิตรองเท้าโดยประยุกต์ใช้เครื่องมือทางคุณภาพ," วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต วิศวกรรมอุตสาหการอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 2553.

[6] ชายชาญ แต่งผิว, "การลดความสูญเปล่าในกระบวนการตัดแบ่งเหล็กแผ่นรีดร้อน : กรณีศึกษาโรงงานผลิตเหล็กแผ่นรีดโดยชนิดม้วน," วิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2554.

[7] ดรพล ธีวิทวัฒน์คุณ, "การศึกษาวิจัยด้านการจัดการการผลิตเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพทางการผลิตและลดความสูญเสีย 7 ประการ : กรณีศึกษาสายการผลิต LEVER TILE," การจัดการวิสาหกิจสำหรับผู้บริหาร สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น, วารสารสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น ปีที่ 1 ฉบับที่ 1 เดือนตุลาคม 2555-มีนาคม 2556.

[8] โกเมศร์ แย้มจันทร์,นาย สมโชค ทวีทอดนาชัย, "การควบคุมความถี่ 64 กิโลเฮิรตซ์ ด้วยเทคนิค PWM AUTO TUNE RESONANCEสำหรับการให้ความร้อนแบบเหนี่ยวนำ."มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 2551.

[9] สมนึก วัฒนศิริกุล, "การศึกษาหัตถภาพการขุนแข็งเพื่อรถไถแบบเดินตามที่ผลิตในประเทศไทย." วารสารวิศวกรรมการผลิต,คณะวิศวกรรมศาสตร์,สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2550.

[10] อุทธนา มั่นมาด, "การศึกษากระบวนการขุนแข็งและการอบคืนไฟ ของเหล็กสปริง ผสมโครเมียมต่ำ,"วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต,คณะวิศวกรรมศาสตร์,มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2552.

[11] Mikkesen, J. and Wikegaard, J. 1994. **The U- line balancing problem**. Management Sciences, 40:1305-1328.

[12] Sury, R. J. 1971. **Aspects of assembly line balancing**. International Journal of Production Research, 9: 8-14.

[13] Lowry, S.M., H. B. Maynard and G. J. Stegemerten. 1940. **Time and Motion Study and Formulas for Wage Incentives**. 3rd ed., NY: McGraw-Hill.

[14] J. Cho and R. Edward Minchin. 2006. **Workflow management and productivity control for**

asphalt pavement operations, Canadian Journal of Civil Engineering vol33, 1039-1049

[15] Paul H.P Yeuw and Rabindra NathSen. 2006. **Productivity and quality improvement revenue increment and rejection cost reduction manual component insertion lines through the application of ergonomic.** International Journal of Industrial Ergonomics vol36, 367-377

[16] S. Gangopadhyay, I. Das, and G. Ghoshal. 2006. **Work organization in sand core manufacturing for health and productivity.** International Journal of Industrial Ergonomics vol36, 915-920

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – นามสกุล	นายเกรียงไกร ศรีเลิศ
วัน เดือน ปีเกิด	10 กรกฎาคม 2527
ที่อยู่	404/220 หมู่ 1 คอนโดลีลาวดี ซอย 14 ถนนปู่เจ้าสมิงพราย ตำบลบางโปรง อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรปราการ 10270
การศึกษา	สำเร็จการศึกษาอุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีอุตสาหการ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร ปี พ.ศ. 2550
ประสบการณ์ทำงาน	ตำแหน่งผู้จัดการ แผนก อินดักชั่น บริษัท B.K.J. Engineering CO.,LTD. ตั้งแต่ พ.ศ. 2554 ถึงปัจจุบัน
เบอร์โทรศัพท์	081-899-8796
อีเมล์	james_8967@hotmail.com