

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ



246255

# การปรับปรุงค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรในระบบการผลิตลวดเชื่อมไฟฟ้า

นายศักดา วิริยะภาพ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2553

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

b 00250956

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ



246255

การปรับปรุงค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรในกระบวนการผลิตลวดเชื่อมไฟฟ้า



นายศักดิ์ วิริยะภาพ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2553

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



5 1 7 1 5 1 2 1 2 1

AN IMPROVEMENT OF OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS IN WELDING  
ELECTRODE MANUFACTURING PROCESS

MR. SAKDA WIRIYAPHARP

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Engineering Program in Industrial Engineering

Department of Industrial Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2010

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การปรับปรุงค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรใน  
กระบวนการผลิตลวดเชื่อมไฟฟ้า

โดย

นาย ศักดา วิริยะภาพ

สาขาวิชา

วิศวกรรมอุตสาหการ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

รองศาสตราจารย์ สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน

---

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็น  
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโท

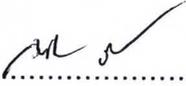
  
..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์  
(รองศาสตราจารย์ ดร.บุญสม เลิศหิรัญวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

  
..... ประธานกรรมการ  
(ศาสตราจารย์ ดร.ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ)

  
..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก  
(รองศาสตราจารย์ สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน)

  
..... กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร.ปารเมศ ชุติมา)

  
..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย  
(รองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย วิจิรวนิช)

ศักดิ์ดา วิริยะภาพ : การปรับปรุงค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรในกระบวนการผลิตลวดเชื่อมไฟฟ้า. (AN IMPROVEMENT OF OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS IN WELDING ELECTRODE MANUFACTURING PROCESS ) อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รศ.สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน , 160 หน้า.

246255

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อที่จะทำการปรับปรุงค่าประสิทธิผลโดยรวม ของเครื่องจักรในกระบวนการผลิตลวดเชื่อมไฟฟ้าเพื่อให้ได้ค่าประสิทธิผลโดยรวม ของเครื่องจักรของกระบวนการผลิตลวดเชื่อมไฟฟ้าที่มีค่าOEEให้สูงขึ้นมากกว่า 70%โดยทำการศึกษาในส่วนของฝ่ายผลิต 3 แผนกได้แก่แผนกดิ่งรีดตัด,แผนกหุ้มฟลักซ์,แผนกเตาอบและบรรจุ ซึ่งมีเครื่องจักรรวมทั้งหมด30เครื่องโดยแยกตามกระบวนการผลิตดังนี้. กระบวนการรีดตัดมี 5 เครื่อง, กระบวนการตัดมี8เครื่อง,กระบวนการหุ้มฟลักซ์ มี 8เครื่อง และกระบวนการอบมี 9 เครื่อง. การดำเนินการโดยทำการเก็บข้อมูลก่อนปรับปรุงเป็นเวลา3เดือนตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน –เดือนธันวาคม2552และเดือนมกราคม 2553 หลังจากนั้นนำข้อมูลที่ได้อมาคำนวณหาค่าประสิทธิผลโดยรวม ของเครื่องจักรเฉลี่ยในแต่ละกระบวนการก่อนการปรับปรุงได้ดังนี้. กระบวนการดิ่งรีดตัดได้84.53%,กระบวนการตัดได้ 89.18%กระบวนการหุ้มฟลักซ์ได้ 45.98% และ กระบวนการอบได้ 55.65%รวมทุกกระบวนการผลิตเฉลี่ยได้ 68.84%

เมื่อทำการหาสาเหตุของความสูญเสียที่เกิดขึ้นทั้งหมด โดยใช้แผนผังพาเรโตแสดงสาเหตุของข้อบกพร่องและปริมาณความสูญเสียที่เกิดขึ้นแล้ว ดำเนินการใช้แผนผังก้างปลาเพื่อวิเคราะห์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสาเหตุทั้งหมดและนำเสนอมาตรการปรับปรุงได้ดังนี้.(1)กำหนดวิธีคำนวณและทำตารางบันทึกค่า OEE.(2)กำหนดเวลามาตรฐานการผลิตที่ปรับปรุงใหม่(3)ปรับปรุงวิธีการทำงานและมาตรฐานการผลิตที่ทำให้ค่า OEE ต่ำ. (4)ปรับปรุงระบบ การบำรุงรักษาเครื่องจักรที่มีอยู่ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น.(5)ฝึกอบรมพนักงานคุมเครื่องจักรและช่างซ่อมบำรุงให้รู้วิธีการบำรุงรักษาที่ถูกต้อง. หลังจากดำเนินการตามมาตรการปรับปรุงค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร จากเดือนกันยายน-เดือนพฤศจิกายน2553 ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรOEE หลังการปรับปรุงแต่ละกลุ่มเพิ่มขึ้นดังนี้ กลุ่มเครื่องจักรดิ่งรีดตัดเป็น 86.60 % ,เครื่องจักรตัดเป็น 93.83 % ,เครื่องจักรหุ้มฟลักซ์เป็น 79.50% และ กลุ่มเครื่องจักรเตาอบเป็น 72.71% ค่า OEE เฉลี่ย เป็น 83.16 % ซึ่งสามารถเพิ่มค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรได้เป็น 17.21 %

ภาควิชา...วิศวกรรมอุตสาหกรรม  
สาขาวิชา...วิศวกรรมอุตสาหกรรม  
ปีการศึกษา 2553

ลายมือชื่อนิสิต.....ศักดิ์ดา วิริยะภาพ  
ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....



## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ ผู้วิจัยใคร่ขอแสดงความขอบพระคุณอย่างสูง ยิ่งต่อรองศาสตราจารย์ สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ซึ่งให้ข้อแนะนำและข้อคิดเห็นอันเป็นประโยชน์ในการวิจัย รวมทั้งให้ความช่วยเหลือในการตรวจสอบและแก้ไขในการทำวิจัยเพื่อความถูกต้องสมบูรณ์ของวิทยานิพนธ์ ตลอดจนคณาจารย์ที่ร่วมเป็นประธานกรรมการและกรรมการ ในการสอบวิทยานิพนธ์ ซึ่งประกอบด้วย ศาสตราจารย์ ดร. ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ รองศาสตราจารย์ ดร.ปารเมศ ชูติมา รองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย วิจิรวณิช ที่กรุณาให้ข้อแนะนำ และตรวจสอบความถูกต้องของวิทยานิพนธ์เพื่อความเหมาะสมและเป็นประโยชน์ในการศึกษาค้นคว้าต่อไป

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณที่มงานทุกท่านของฝ่ายต่างๆ ที่ให้ความร่วมมือและสนับสนุนในการวิจัยเป็นอย่างดีโดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้วิจัยต้องขอขอบพระคุณ กรรมการผู้จัดการผู้บริหารระดับสูงของโรงงานตัวอย่างที่กรุณาให้การสนับสนุนการวิจัย และให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดี

ท้ายนี้ผู้วิจัย ขอขอบพระคุณ มารดา ภรรยาและลูก ตลอดจนเพื่อนร่วมงานทุกคนที่คอยสนับสนุน และช่วยเหลือให้กำลังใจ ตลอดจนขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาแก่ผู้วิจัย จนสามารถทำงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

# สารบัญ

|  | หน้า |
|--|------|
| บทคัดย่อภาษาไทย.....   | ง    |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....  | จ    |
| กิตติกรรมประกาศ.....   | ฉ    |
| สารบัญ.....  | ช    |
| สารบัญตาราง.....   | ญ    |
| สารบัญภาพ.....   | ฎ    |
| บทที่  |      |
| 1 บทนำ.....  | 1    |
| 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....  | 1    |
| 1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....   | 3    |
| 1.3 ขอบเขตของงานวิจัย.....   | 3    |
| 1.4 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย.....  | 4    |
| 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....   | 4    |
| 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....   | 5    |
| 2.1 จุดมุ่งหมายของประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรอุปกรณ์(OEE)..                             | 5    |
| 2.2 ความสูญเสีย 6 ประการที่เป็นอุปสรรคในการเพิ่มค่าประสิทธิผล<br>โดยรวมของเครื่องจักร..... | 5    |
| 2.3 การคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวม(OEE).....  | 6    |
| 2.4 การสร้างความได้เปรียบโดยการกำจัดความสูญเสีย(Waste- Free<br>Production).....            | 7    |
| 2.5 การศึกษาการทำงานและความหมาย.....   | 9    |
| 2.6 การบำรุงรักษาที่ทุกคนมีส่วนร่วม(Total Productive Maintenance<br>:TPM).....             | 11   |
| 2.7 ความหมายของการบริหารการผลิต.....   | 13   |
| 2.8 ความสูญเสียหลัก 8 ประการ.....  | 14   |
| 2.9 อธิกาวาไดอแกรม (Cause and Effect Diagram).....   | 14   |
| 2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....  | 15   |

|   |   |    |
|---|---|----|
| 3 | ข้อมูลทั่วไปของโรงงานตัวอย่าง.....  | 19 |
|   | 3.1 ประวัติโดยย่อของโรงงานตัวอย่าง.....   | 19 |
|   | 3.2 ผลิตภัณฑ์ของโรงงานตัวอย่าง(Products).....   | 19 |
|   | 3.3 โครงสร้างผังองค์กรของโรงงานตัวอย่าง.....  | 20 |
|   | 3.4 ผังกระบวนการผลิตลวดเชื่อมไฟฟ้า(Manufacturing Process Chart).....  | 21 |
|   | 3.5 ที่มาและสภาพของปัญหาปัจจุบัน.....   | 22 |
| 4 | การวิเคราะห์ปัญหาและแนวทางการปรับปรุง.....  | 31 |
|   | 4.1 การวิเคราะห์และปรับปรุงแก้ไขความสูญเสียจากการรอกานของเครื่องจักรเครื่องจักรหุ้มฟลักซ์-ผสมฟลักซ์.....        | 43 |
|   | 4.2 การวิเคราะห์และปรับปรุงแก้ไขความสูญเสียจากเครื่องจักรเตาอบสูญเสียกำลัง.....                                 | 48 |
|   | 4.3 การวิเคราะห์และปรับปรุงแก้ไขความสูญเสียจากการผลิตของเสียของกลุ่มเครื่องจักรเตาอบ.....                       | 51 |
|   | 4.4 การวิเคราะห์และปรับปรุงแก้ไขความสูญเสียจากการผลิตของเสียของกลุ่มเครื่องจักร หุ้มฟลักซ์-ผสมฟลักซ์ M1-M9..... | 57 |
|   | 4.5 การวิเคราะห์และปรับปรุงแก้ไขความสูญเสียจากการผลิตของเสียกลุ่มเครื่องจักรตึง ริด ตัด D1-D5.....              | 58 |
|   | 4.6 การวิเคราะห์และปรับปรุงแก้ไขความสูญเสียจากการหยุดซ่อมเครื่องจักรทุกกลุ่มในกระบวนการผลิต.....                | 61 |
| 5 | การวิเคราะห์ผลการปรับปรุง.....  | 64 |
|   | 5.1 การวิเคราะห์ผลการปรับปรุงจากการรอกานของกลุ่มเครื่องจักรหุ้มฟลักซ์-ผสมฟลักซ์.....                            | 64 |
|   | 5.2 การวิเคราะห์ผลการปรับปรุงการสูญเสียกำลังของกลุ่มเครื่องจักรเตาอบ OV4-OV10.....                              | 66 |
|   | 5.3 การวิเคราะห์ผลการปรับปรุงความสูญเสียจากการผลิตของเสียของกลุ่มเครื่องจักรเตาอบ OV1-OV10.....                 | 68 |
|   | 5.4 การวิเคราะห์ผลการปรับปรุงความสูญเสียจากการผลิตของเสียของกลุ่มเครื่องจักรหุ้มฟลักซ์-ผสมฟลักซ์ M1-M9.....     | 70 |
|   | 5.5.การวิเคราะห์ผลการปรับปรุงความสูญเสียจากการการผลิตของเสีย  |    |

|  |     |
|--|-----|
| ของกลุ่มเครื่องจักร D1-D5.....                         | 72  |
| 5.6 การวิเคราะห์ผลการปรับปรุงความสูญเสียจากการหยุดซ่อม |     |
| เครื่องจักรทุกกลุ่มในกระบวนการผลิต.....                | 73  |
| 6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....                     | 84  |
| 6.1 สรุปผลการวิจัยก่อนและหลังการปรับปรุง.....          | 86  |
| 6.2 ข้อเสนอแนะ.....                                    | 87  |
| รายการอ้างอิง.....                                     | 88  |
| ภาคผนวก.....   | 90  |
| ภาคผนวก ก.....   | 91  |
| ภาคผนวก ข.....   | 131 |
| ภาคผนวก ค.....   | 138 |
| ภาคผนวก ง.....   | 143 |
| ภาคผนวก จ.....   | 149 |
| ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....                        | 160 |

## สารบัญตาราง

| ตารางที่   | หน้า |
|--|------|
| 1.1 ตารางค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) แยกตามกลุ่มเครื่องจักร.....  | 3    |
| 3.1 อธิบายความหมายของแต่ละกระบวนการ.....   | 22   |
| 3.2 ตารางปริมาณความต้องการสินค้า และกำลังการผลิตของเครื่องจักร<br>ต่อเดือน.....  | 22   |
| 3.3 ตารางบันทึกข้อมูลด้านการผลิตและสาเหตุของความสูญเสียในกระบวนการผลิต.....  | 29   |
| 3.4 ตารางค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร(OEE)กลุ่มเครื่องจักรหรือกระบวนการผลิต.....   | 30   |
| 4.1 ชั่วโมงความสูญเสียในกระบวนการผลิตแยกตามประเภทและกลุ่มเครื่องจักร.....  | 31   |
| 4.2 ปริมาณความสูญเสียจากการผลิตของเสียเฉลี่ยต่อเดือนแยกตามกลุ่มเครื่องจักร..   | 33   |
| 4.3 ผลการทดลองเวลาผสมฟลักซ์เฉลี่ย ต่อ Batch โดยเทBinderลงจุดเดียวกับใช้อุปกรณ์โปรยBinder.....  | 44   |
| 4.4 ผลทดลองปรับGrain size ของ D10I โดยการบดได้เปอร์เซ็นต์ดังรายการหลังบด1 และหลังบด2.....  | 45   |
| 4.5 ตารางเวลาผสมฟลักซ์ต่อBatchโดยใช้อุปกรณ์โปรยBinderลงบนฟลักซ์และปรับลด%GRAIN SIZE ของD10I หลังการบดครั้งที่1 และ หลังการบดครั้งที่2..... | 46   |
| 4.6 บันทึกเวลารองานเฉลี่ยของกลุ่มเครื่องจักรหุ้มฟลักซ์-ผสมฟลักซ์ก่อนและหลังปรับปรุง.....   | 47   |
| 4.7 บันทึกเวลาสูญเสียจากเครื่องจักรเตาอบสูญเสียกำลังก่อนการปรับปรุงเฉลี่ย ต่อเดือน เทียบกับเวลาอบมาตรฐาน.....                              | 48   |
| 4.8 บันทึกผลตรวจวัดอุณหภูมิผนังเตาอบOV4-OV10 ก่อนปรับปรุง.....   | 49   |
| 4.9 บันทึกผลตรวจวัดอุณหภูมิผนังเตาอบOV4-OV10 หลังการปรับปรุงแก้ไข.....   | 50   |
| 4.10 บันทึกเวลาสูญเสียจากเครื่องจักรเตาอบสูญเสียกำลังเฉลี่ย ต่อเดือน เทียบกับเวลาอบมาตรฐานหลังการปรับปรุง.....                             | 51   |

| ตารางที่  | หน้า |
|---|------|
| 4.11 ทดลองการอบลวดเตาอบต่อเนื่องเพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุการเกิดโพรงอากาศ (โพรงแก๊ส) ครั้งที่1.....                  | 52   |
| 4.12 ทดลองการอบลวดเตาอบต่อเนื่องเพื่อวิเคราะห์หาการเกิดโพรงอากาศ(โพรงแก๊ส)ครั้งที่2.....                          | 53   |
| 4.13 ทดลองการอบลวดเตาอบต่อเนื่องเพื่อวิเคราะห์หาการเกิดโพรงอากาศ(โพรงแก๊ส)ครั้งที่3.....                          | 53   |
| 4.14 ทดลองการอบลวดเตาอบต่อเนื่องเพื่อวิเคราะห์หาการเกิดโพรงอากาศ(โพรงแก๊ส)ครั้งที่4.....                          | 54   |
| 4.15 ทดลองการอบลวดเตาอบต่อเนื่องเพื่อวิเคราะห์หาการเกิดโพรงอากาศ(โพรงแก๊ส)ครั้งที่5.....                          | 54   |
| 4.16 มาตรฐานมาตรฐานความเร็วโซ่ลำเลียงและอุณหภูมิอบลวดเตาอบ OV1.....   | 56   |
| 4.17 มาตรฐานมาตรฐานความเร็วโซ่ลำเลียงและอุณหภูมิอบลวดเตาอบ OV2.....   | 56   |
| 4.18 มาตรฐานมาตรฐานความเร็วโซ่ลำเลียงและอุณหภูมิอบลวดเตาอบ OV2.....   | 57   |
| 4.19 ทดลองเปรียบเทียบฟลักซ์เกาะแกนลวดระหว่างสภาพผงหล่อขึ้นใช้งานได้ และผงหล่อขึ้นหมดสภาพ.....                     | 58   |
| 4.20 ทดลองตั้งปรับความเร็วชุดล้อยส่งและชุดล้อยตัดลวดขนาด 2.6 X 300 มม.....  | 60   |
| 4.21 ทดลองตั้งปรับความเร็วชุดล้อยส่งและชุดล้อยตัดลวดขนาด 3.2 X 350 มม.....  | 60   |
| 4.22 ทดลองตั้งปรับความเร็วชุดล้อยส่งและชุดล้อยตัดลวดขนาด 4.0 X 400 มม.....  | 60   |
| 4.23 มาตรฐานความเร็วรอบชุดล้อยส่งและชุดล้อยตัดแกนลวด.....   | 61   |
| 5.1 เปรียบเทียบเวลารองานเฉลี่ยต่อ Batchของกลุ่มเครื่องจักรหุ้มฟลักซ์- ผสมฟลักซ์ก่อนและหลังปรับปรุง.....           | 65   |
| 5.2 เวลาสูญเสียจากเครื่องจักรเตาอบสูญเสียกำลังก่อนการปรับปรุงเฉลี่ย ต่อ Batch ต่อเดือน เทียบกับเวลาอบมาตรฐาน..... | 67   |
| 5.3 เวลาสูญเสียจากเครื่องจักรเตาอบสูญเสียกำลังหลังการปรับปรุงเฉลี่ย ต่อ Batch ต่อเดือน เทียบกับเวลาอบมาตรฐาน..... | 68   |
| 5.4 เปอร์เซนต์การผลิตของเสียลวดเกิดโพรงอากาศกลุ่มเครื่องจักรเตาอบOV1-OV10ก่อนการปรับปรุง.....                     | 69   |

| ตารางที่  | หน้า |
|---|------|
| 5.5 เปอร์เซนต์การผลิตของเสียลดเกิดโพรงอากาศกลุ่มเครื่องจักรเตาอบOV1-OV10หลังการปรับปรุง.....  | 70   |
| 5.6 ตารางคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร(Overall Equipment Effectiveness: OEE) กลุ่มเครื่องจักร ดึง รีด ตัด D1-D5 ก่อนการปรับปรุง.....           | 74   |
| 5.7 ตารางคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร(Overall Equipment Effectiveness: OEE) กลุ่มเครื่องจักร ตัด MC1-MC8 ก่อนการปรับปรุง.....                 | 75   |
| 5.8 ตารางคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร(Overall Equipment Effectiveness: OEE) กลุ่มเครื่องจักร หุ้มฟลักซ์-ผสมฟลักซ์ M1-M9 ก่อนการปรับปรุง.....  | 75   |
| 5.9 ตารางคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร(Overall Equipment Effectiveness : OEE)กลุ่มเครื่องจักร เตาอบ OV1-OV10 ก่อนการปรับปรุง....               | 76   |
| 5.10 ตารางคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร(Overall Equipment Effectiveness: OEE) กลุ่มเครื่องจักร ดึง รีด ตัด D1-D5 หลังการปรับปรุง.....          | 79   |
| 5.11 ตารางคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร(Overall Equipment Effectiveness: OEE) กลุ่มเครื่องจักร ตัด MC1-MC8 หลังการปรับปรุง.....                | 80   |
| 5.12 ตารางคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร(Overall Equipment Effectiveness: OEE) กลุ่มเครื่องจักร หุ้มฟลักซ์-ผสมฟลักซ์ M1-M9 หลังการปรับปรุง..... | 80   |
| 5.13 ตารางคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร(Overall Equipment Effectiveness: OEE)กลุ่มเครื่องจักรเตาอบ OV1-OV10หลังการปรับปรุง.....                | 81   |

## สารบัญภาพ

| ภาพที่ |   | หน้า |
|--------|---|------|
| 3.1    | โครงสร้างผังองค์กรของโรงงานตัวอย่าง.....  | 20   |
| 3.2    | ผังกระบวนการการผลิตลวดเชื่อมไฟฟ้า.....  | 21   |
| 3.3    | กราฟความสูญเสียเกิดจากการหยุดรอนงานของกลุ่มเครื่องจักรหุ้มฟลักซ์-<br>ผสมฟลักซ์ M1-M9.....           | 23   |
| 3.4    | กราฟความสูญเสียเกิดจากการหยุดซ่อม กลุ่มเครื่องจักรตึง รีด ตัด D1-D5....                             | 24   |
| 3.5    | กราฟความสูญเสียเกิดจากการหยุดซ่อม กลุ่มเครื่องจักร ตัด MC1-MC8.....                                 | 24   |
| 3.6    | กราฟความสูญเสียเกิดจากการหยุดซ่อมกลุ่มเครื่องจักรหุ้มฟลักซ์-ผสมฟลักซ์<br>M1-M9.....                 | 25   |
| 3.7    | กราฟความสูญเสียเกิดจากการหยุดซ่อม กลุ่มเครื่องจักรเตาอบOV1-OV10...                                  | 25   |
| 3.8    | กราฟความสูญเสียจากเครื่องจักรสูญเสียกำลังกลุ่มเครื่องจักรเตาอบOV1-<br>OV10.....                     | 26   |
| 3.9    | กราฟปริมาณของเสียความยาวแกนลวดไม่ได้มาตรฐานเครื่องจักรตึง รีด ตัด<br>D1-D5.....                     | 26   |
| 3.10   | กราฟปริมาณของเสียและการแก้ไขงาน กลุ่มเครื่องจักรตึง รีด ตัด MC1-<br>MC8.....                        | 27   |
| 3.11   | กราฟปริมาณของเสียและการแก้ไขงาน กลุ่มเครื่องจักรหุ้มฟลักซ์-ผสมฟลักซ์<br>M1-M9.....                  | 27   |
| 3.12   | กราฟปริมาณของเสีย กลุ่มเครื่องจักรเตาอบ OV01-OV10.....  | 28   |
| 4.1    | แผนภูมิพาเรโตความสูญเสียเนื่องจากสูญเสียเวลาของกลุ่มเครื่องจักรเฉลี่ย<br>ต่อ เดือน.....             | 32   |
| 4.2    | แผนภูมิพาเรโตความสูญเสียจากการผลิตของเสียของกลุ่มเครื่องจักรเฉลี่ย<br>ต่อ เดือน.....                | 33   |
| 4.3    | แผนภูมิแก๊งปลาแสดงสาเหตุของความสูญเสียจากการหยุดรอนงานเครื่องจักร<br>หุ้มฟลักซ์-ผสมฟลักซ์M1-M9..... | 36   |
| 4.4    | แผนภูมิแก๊งปลาแสดงสาเหตุความสูญเสียเนื่องจากสูญเสียกำลังเครื่องจักร<br>เตาอบOV1- OV10.....          | 37   |

| ภาพที่ | หน้า  |
|--------|---|
| 4.5    | แผนภูมิแก้งปลาแสดงสาเหตุความสูญเสียเนื่องจากการผลิตของเสียลวดเกิด<br>โพรงอากาศในกระบวนการอบ..... 38                                   |
| 4.6    | แผนภูมิแก้งปลาแสดงสาเหตุลวดเยื้องศูนย์ในกระบวนการหุ้มฟลักซ์-<br>ผสมฟลักซ์M1-M9..... 39  |
| 4.7    | แผนภูมิแก้งปลาแสดงสาเหตุฟลักซ์ไม่เกาะแกนลวดในกระบวนการ<br>หุ้มฟลักซ์-ผสมฟลักซ์M1-M9..... 39   |
| 4.8    | แผนภูมิแก้งปลาแสดงสาเหตุความยาวแกนลวดไม่ได้มาตรฐานใน<br>กระบวนการดึงรีดตัด D1-D5..... 40  |
| 4.9    | แผนภูมิพาเรโต สาเหตุการหยุดซ่อมกลุ่มเครื่องจักรในกระบวนการผลิตลวด<br>เชื่อมไฟฟ้า..... 41  |
| 4.10   | แผนภูมิแก้งปลาแสดงสาเหตุการเปลี่ยนดัลบลูกปืนเครื่องจักรในกระบวนการ<br>ผลิต..... 42  |
| 4.11   | แผนภูมิแก้งปลาแสดงสาเหตุการซ่อมและเปลี่ยนมอเตอร์เครื่องจักรใน<br>กระบวนการผลิต..... 42  |
| 4.12   | แผนภูมิแก้งปลาแสดงสาเหตุการซ่อมระบบไฟฟ้าและเปลี่ยนอุปกรณ์<br>เครื่องจักร..... 43  |
| 4.13   | เครื่องผสมฟลักซ์..... 44  |
| 4.14   | การเท Binder จุดเดียว..... 44   |
| 4.15   | การเทBinderใช้อุปกรณ์โปรย..... 44   |
| 4.16   | D10I ก่อนบด..... 45   |
| 4.17   | D10I หลังบด1..... 45  |
| 4.18   | D10I หลังบด 2..... 45   |
| 4.19   | เปรียบเทียบเวลาผสมฟลักซ์โดยการโปรยBinder เทียบกับเปอร์เซ็นต์Grain<br>Sizeของ D10I ก่อนบด, หลังบดครั้งที่ 1 และหลังบดครั้งที่2..... 46 |
| 4.20   | ตรวจวัดอุณหภูมิผิวน้ำและขอบประตูเตาอบก่อนทำการปรับปรุง..... 49  |
| 4.21   | เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ลวดเกิดโพรงอากาศกับความชื้นก่อนอบที่อุณหภูมิ<br>100 องศาเซลเซียส..... 55  |

| ภาพที่ | หน้า  |
|--------|---|
| 4.22   | ปริมาณของเสียของกลุ่มเครื่องจักรดิ่ง ริด ตัด D1- D5 เฉลี่ยต่อเดือน..... 59  |
| 5.1    | กราฟเปรียบเทียบเวลารองานเฉลี่ย ต่อเดือนของกลุ่มเครื่องจักรหุ้มฟลักซ์-ผสมฟลักซ์ก่อนและหลังปรับปรุง..... 66         |
| 5.2    | การผลิตของเสียกลุ่มเครื่องจักรหุ้มฟลักซ์-ผสมฟลักซ์ M1-M9 ก่อนการปรับปรุง..... 71                                  |
| 5.3    | การผลิตของเสียกลุ่มเครื่องจักรหุ้มฟลักซ์-ผสมฟลักซ์ M1-M9 หลังการปรับปรุง..... 71                                  |
| 5.4    | เปรียบเทียบการผลิตของเสียกลุ่มเครื่องจักร ดิ่ง ริด ตัด D1-D5 ก่อนและหลังการปรับปรุง..... 72                       |
| 5.5    | กราฟเปรียบเทียบเวลาการหยุดซ่อมเครื่องจักรในกระบวนการผลิตก่อนและหลังการปรับปรุง..... 73                            |
| 5.6    | ค่าประสิทธิผลโดยรวมกลุ่มเครื่องจักร ดิ่ง ริด ตัดD1- D5ก่อนการปรับปรุง..... 76                                     |
| 5.7    | ค่าประสิทธิผลโดยรวมกลุ่มเครื่องจักร ตัด MC1- MC8 ก่อนการปรับปรุง..... 77  |
| 5.8    | ค่าประสิทธิผลโดยรวมกลุ่มเครื่องจักร หุ้มฟลักซ์-ผสมฟลักซ์ M1- M9ก่อนการปรับปรุง..... 77                            |
| 5.9    | ค่าประสิทธิผลโดยรวมกลุ่มเครื่องจักรเตาอบ OV1- OV10ก่อนการปรับปรุง... 78   |
| 5.10   | ค่าประสิทธิผลโดยรวมกลุ่มเครื่องจักรทั้งหมด เฉลี่ย ก่อนการปรับปรุง..... 78   |
| 5.11   | ค่าประสิทธิผลโดยรวมกลุ่มเครื่องจักร ดิ่ง ริด ตัดD1- D5หลังการปรับปรุง..... 81                                     |
| 5.12   | ค่าประสิทธิผลโดยรวมกลุ่มเครื่องจักร ตัด MC1- MC8หลังการปรับปรุง..... 82   |
| 5.13   | ค่าประสิทธิผลโดยรวมกลุ่มเครื่องจักร หุ้มฟลักซ์-ผสมฟลักซ์ M1- M9หลังการปรับปรุง..... 82                            |
| 5.14   | ค่าประสิทธิผลโดยรวมกลุ่มเครื่องจักร เตาอบOV1- OV10หลังการปรับปรุง... 82   |
| 5.15   | กราฟเปรียบเทียบค่าประสิทธิผลโดยรวมของกลุ่มเครื่องจักร ก่อนปรับปรุง , ระหว่างการปรับปรุงและหลังการปรับปรุง..... 83 |

## สารบัญภาพ

| ภาพที่ | หน้า  |
|--------|---|
| 3.1    | โครงสร้างผังองค์กรของโรงงานตัวอย่าง..... 20   |
| 3.2    | ผังกระบวนการการผลิตลวดเชื่อมไฟฟ้า..... 21   |
| 3.3    | กราฟความสูญเสียเกิดจากการหยุดรอนงานของกลุ่มเครื่องจักรหุ้มฟลักซ์-<br>ผสมฟลักซ์ M1-M9..... 23          |
| 3.4    | กราฟความสูญเสียเกิดจากการหยุดซ่อม กลุ่มเครื่องจักรตึง รีด ตัด D1-D5.... 24                            |
| 3.5    | กราฟความสูญเสียเกิดจากการหยุดซ่อม กลุ่มเครื่องจักร ตัด MC1-MC8..... 24                                |
| 3.6    | กราฟความสูญเสียเกิดจากการหยุดซ่อมกลุ่มเครื่องจักรหุ้มฟลักซ์-ผสมฟลักซ์<br>M1-M9..... 25                |
| 3.7    | กราฟความสูญเสียเกิดจากการหยุดซ่อม กลุ่มเครื่องจักรเตาอบOV1-OV10... 25                                 |
| 3.8    | กราฟความสูญเสียจากเครื่องจักรสูญเสียกำลังกลุ่มเครื่องจักรเตาอบOV1-<br>OV10..... 26                    |
| 3.9    | กราฟปริมาณของเสียความยาวแกนลวดไม่ได้มาตรฐานเครื่องจักรตึง รีด ตัด<br>D1-D5..... 26                    |
| 3.10   | กราฟปริมาณของเสียและการแก้ไขงาน กลุ่มเครื่องจักรตึง รีด ตัด MC1-<br>MC8..... 27                       |
| 3.11   | กราฟปริมาณของเสียและการแก้ไขงาน กลุ่มเครื่องจักรหุ้มฟลักซ์-ผสมฟลักซ์<br>M1-M9..... 27                 |
| 3.12   | กราฟปริมาณของเสีย กลุ่มเครื่องจักรเตาอบ OV01-OV10..... 28   |
| 4.1    | แผนภูมิพาเรโตความสูญเสียเนื่องจากสูญเสียเวลาของกลุ่มเครื่องจักรเฉลี่ย<br>ต่อ เดือน..... 32            |
| 4.2    | แผนภูมิพาเรโตความสูญเสียจากการผลิตของเสียของกลุ่มเครื่องจักรเฉลี่ย<br>ต่อ เดือน..... 33               |
| 4.3    | แผนภูมิแกงปลาแสดงสาเหตุของความสูญเสียจากการหยุดรอนงานเครื่องจักร<br>หุ้มฟลักซ์-ผสมฟลักซ์M1-M9..... 36 |
| 4.4    | แผนภูมิแกงปลาแสดงสาเหตุความสูญเสียเนื่องจากสูญเสียกำลังเครื่องจักร<br>เตาอบOV1- OV10..... 37          |

| ภาพที่ | หน้า  |
|--------|---|
| 4.5    | แผนภูมิกางปลาแสดงสาเหตุความสูญเสียเนื่องจากการผลิตของเสียลวดเกิด<br>โพรงอากาศในกระบวนการอบ..... 38                                    |
| 4.6    | แผนภูมิกางปลาแสดงสาเหตุลวดเยื้องศูนย์ในกระบวนการหุ้มฟลักซ์-<br>ผสมฟลักซ์M1-M9..... 39   |
| 4.7    | แผนภูมิกางปลาแสดงสาเหตุฟลักซ์ไม่เกาะแกนลวดในกระบวนการ<br>หุ้มฟลักซ์-ผสมฟลักซ์M1-M9..... 39  |
| 4.8    | แผนภูมิกางปลาแสดงสาเหตุความยาวแกนลวดไม่ได้มาตรฐานใน<br>กระบวนการดึงรีดตัด D1-D5..... 40   |
| 4.9    | แผนภูมิพาเรโต สาเหตุการหยุดซ่อมกลุ่มเครื่องจักรในกระบวนการผลิตลวด<br>เชื่อมไฟฟ้า..... 41  |
| 4.10   | แผนภูมิกางปลาแสดงสาเหตุการเปลี่ยนดรัมลูกปืนเครื่องจักรในกระบวนการ<br>ผลิต..... 42   |
| 4.11   | แผนภูมิกางปลาแสดงสาเหตุการซ่อมและเปลี่ยนมอเตอร์เครื่องจักรใน<br>กระบวนการผลิต..... 42   |
| 4.12   | แผนภูมิกางปลาแสดงสาเหตุการซ่อมระบบไฟฟ้าและเปลี่ยนอุปกรณ์<br>เครื่องจักร..... 43   |
| 4.13   | เครื่องผสมฟลักซ์..... 44  |
| 4.14   | การเท Binder จุดเดียว..... 44   |
| 4.15   | การเทBinderใช้อุปกรณ์โปรย..... 44   |
| 4.16   | D10I ก่อนบด..... 45   |
| 4.17   | D10I หลังบด1..... 45  |
| 4.18   | D10I หลังบด 2..... 45   |
| 4.19   | เปรียบเทียบเวลาผสมฟลักซ์โดยการโปรยBinder เทียบกับเปอร์เซ็นต์Grain<br>Sizeของ D10I ก่อนบด, หลังบดครั้งที่ 1 และหลังบดครั้งที่2..... 46 |
| 4.20   | ตรวจวัดอุณหภูมิผนังและขอบประตูเตาอบก่อนทำการปรับปรุง..... 49  |
| 4.21   | เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ลวดเกิดโพรงอากาศกับความชื้นก่อนอบที่อุณหภูมิ<br>100 องศาเซลเซียส..... 55  |

| ภาพที่ |  | หน้า |
|--------|--|------|
| 4.22   | ปริมาณของเสียของกลุ่มเครื่องจักรดิ่ง รีด ตัด D1- D5 เฉลี่ยต่อเดือน.....  | 59   |
| 5.1    | กราฟเปรียบเทียบเวลารองานเฉลี่ย ต่อเดือนของกลุ่มเครื่องจักรหุ้มฟลักซ์-ผสมฟลักซ์ก่อนและหลังปรับปรุง.....         | 66   |
| 5.2    | การผลิตของเสียกลุ่มเครื่องจักรหุ้มฟลักซ์-ผสมฟลักซ์ M1-M9 ก่อนการปรับปรุง.....                                  | 71   |
| 5.3    | การผลิตของเสียกลุ่มเครื่องจักรหุ้มฟลักซ์-ผสมฟลักซ์ M1-M9 หลังการปรับปรุง.....                                  | 71   |
| 5.4    | เปรียบเทียบการผลิตของเสียกลุ่มเครื่องจักร ดิ่ง รีด ตัด D1-D5 ก่อนและหลังการปรับปรุง.....                       | 72   |
| 5.5    | กราฟเปรียบเทียบเวลาการหยุดซ่อมเครื่องจักรในกระบวนการผลิตก่อนและหลังการปรับปรุง.....                            | 73   |
| 5.6    | ค่าประสิทธิผลโดยรวมกลุ่มเครื่องจักร ดิ่ง รีด ตัดD1- D5ก่อนการปรับปรุง.....                                     | 76   |
| 5.7    | ค่าประสิทธิผลโดยรวมกลุ่มเครื่องจักร ตัด MC1- MC8 ก่อนการปรับปรุง.....  | 77   |
| 5.8    | ค่าประสิทธิผลโดยรวมกลุ่มเครื่องจักร หุ้มฟลักซ์-ผสมฟลักซ์ M1- M9ก่อนการปรับปรุง.....                            | 77   |
| 5.9    | ค่าประสิทธิผลโดยรวมกลุ่มเครื่องจักรเตาอบ OV1- OV10ก่อนการปรับปรุง...   | 78   |
| 5.10   | ค่าประสิทธิผลโดยรวมกลุ่มเครื่องจักรทั้งหมด เฉลี่ย ก่อนการปรับปรุง.....   | 78   |
| 5.11   | ค่าประสิทธิผลโดยรวมกลุ่มเครื่องจักร ดิ่ง รีด ตัดD1- D5หลังการปรับปรุง.....                                     | 81   |
| 5.12   | ค่าประสิทธิผลโดยรวมกลุ่มเครื่องจักร ตัด MC1- MC8หลังการปรับปรุง.....   | 82   |
| 5.13   | ค่าประสิทธิผลโดยรวมกลุ่มเครื่องจักร หุ้มฟลักซ์-ผสมฟลักซ์ M1- M9หลังการปรับปรุง.....                            | 82   |
| 5.14   | ค่าประสิทธิผลโดยรวมกลุ่มเครื่องจักร เตาอบOV1- OV10หลังการปรับปรุง...   | 82   |
| 5.15   | กราฟเปรียบเทียบค่าประสิทธิผลโดยรวมของกลุ่มเครื่องจักร ก่อนปรับปรุง , ระหว่างการปรับปรุงและหลังการปรับปรุง..... | 83   |