การปรับปรุงกระบวนการของการผลิตปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงในระบบคอมมอนเรล

นางสาวนวลพร แสงฤดี

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2552

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

PROCESS IMPROVEMENT OF FUEL PUMP PRODUCTION IN COMMON RAIL SYSTEM

Miss Nualporn Sangrudee

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 2009

Copyright of Chulalongkorn University

520825

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การปรับปรุงกระบวนการของการผลิตปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงในระบบคอมมอนเรล
โดย	นางสาวนวลพร แสงฤดี
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร.จิตรา รู้กิจการพานิช

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร. บุญสม เลิศหิรัญวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์ ดร.จิตรา รู้กิจการพานิช)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ สมชาย พวงเพิกศึก)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ พูลพร แสงบางปลา)

นวลพร แสงฤดี : การปรับปรุงกระบวนการของการผลิตปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงในระบบคอมมอนเรล. (PROCESS IMPROVEMENT OF FUEL PUMP PRODUCTION IN COMMON RAIL SYSTEM) อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : รศ.ดร.จิตรา รู้กิจการพานิช, 131 หน้า.

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงกระบวนการของการผลิตปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงในระบบคอมมอนเรล กระบวนการดังกล่าวเป็นของสายการผลิตขึ้นรูปลูกสูบปั๊มด้วยการกลึง สายการผลิตขึ้นรูปกระบอกสูบปั๊มด้วยไฟฟ้า สายการผลิตขึ้นรูปตัวเรือนปั๊ม และสายการผลิตขึ้นรูปกระบอกสูบปั๊มด้วยการกลึง สายการผลิตเหล่านี้มีการใช้แรงงานคนเป็นหลัก ซึ่งพบว่ามีปัญหาเวลาสูญเปล่าที่เกิดจากการรองาน จึงมีการใช้เครื่องมือและเทคนิคทางวิศวกรรมอุตสาหการมาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์หาสาเหตุและแนวทางการแก้ไข ขั้นตอนของการดำเนินการแก้ไขประกอบไปด้วย 3 ขั้นตอนหลักได้แก่ การวิเคราะห์ การปรับปรุงวิธีการทำงานและการจัดสมดุลของสายการผลิตใหม่ ซึ่งแนวทางในการปรับปรุงวิธีการทำงานมี 2 ประเด็นหลักคือ การปรับเปลี่ยนการทำงานของเครื่องจักรและการติดตั้งรางลำเลียงระหว่างกระบวนการทำงาน ผลที่ได้จากการปรับปรุงพบว่าในแต่ละสายการผลิตสามารถทำการผลิตได้เพิ่มขึ้น โดยสายการขึ้นรูปลูกสูบปั๊มด้วยการกลึง ทำการผลิตได้เพิ่มขึ้นร้อยละ 25.0 สายการขึ้นรูปกระบอกสูบปั๊มด้วยไฟฟ้า ทำการผลิตได้เพิ่มขึ้นร้อยละ 33.3 สายการขึ้นรูปตัวเรือนปั๊มทำการผลิตได้เพิ่มขึ้นร้อยละ 15.2 และสายการขึ้นรูปกระบอกสูบปั๊มด้วยการกลึงทำการผลิตได้เพิ่มขึ้นร้อยละ 24.8

ภาควิชา.....วิศวกรรมอุตสาหการ... ลายมือชื่อนิสิต.....นวลพร แสงฤดี.....
สาขาวิชา.....วิศวกรรมอุตสาหการ..... ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....
ปีการศึกษา...2552.....

5071503421 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEYWORDS : PROCESS IMPROVEMENT / FUEL PUMP / COMMON RAIL

NUALPORN SANGRUDEE : PROCESS IMPROVEMENT OF FUEL PUMP PRODUCTION IN COMMON RAIL SYSTEM. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF.JITTRA RUKIJKANPANICH, Ph.D., 131 pp.

This objective of this research was to improve the production process of fuel pump in common rail system. This process comprised plunger production line, cylinder electrode production line, housing production line and cylinder grinding production line. These production lines used manpower oriented. The problem of these lines was waiting time. Industrial engineering tools and technique was used to analyze and solve the waiting time problem. There were 3 main steps of problem solving ; analysis, working method improvement and production line balancing. The working method improvement consisted of 2 main concepts which were the machine system adjustment and the conveyer installation between working processes. The results of the improvement were shown that the productivity of plunger line, cylinder electrode line, housing line and cylinder grinding line increased 25.0%, 33.3% 15.2% and 24.8%, respectively.

Department : Industrial Engineering Student's Signature นวลพร แสงฤดี

Field of Study : Industrial Engineering Advisor's Signature

Academic Year : 2009

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เพราะได้รับความกรุณาอย่างมากจาก รองศาสตราจารย์ ดร.จิตรา รู้กิจการพานิช อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ซึ่งเป็นผู้ให้ความรู้ คำปรึกษาและคำแนะนำต่างๆ ที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการวิจัย รวมทั้งได้รับความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ของเนื้อหาการวิจัยจนเสร็จสมบูรณ์ จากรองศาสตราจารย์ สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน ประธานการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ สมชาย พวงเพิกศึก และรองศาสตราจารย์ พูลพร แสงบางปลา กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

สำหรับในด้านการดำเนินงาน ผู้วิจัยขอบคุณฝ่ายผลิตของโรงงานกรณีศึกษาที่ได้ช่วยเหลือให้ข้อมูลและข้อแนะนำตลอดจนการให้ความร่วมมือปฏิบัติตามแนวทางที่ผู้วิจัยแนะนำ เพื่อให้การทำวิจัยในครั้งนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และพี่สาว ที่คอยเป็นกำลังใจและสนับสนุนในทุก ๆ ด้าน แก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญ..... ช

สารบัญตาราง..... ฌ

สารบัญภาพ..... ฎ

บทที่

1 บทนำ..... 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 4

1.3 วิธีดำเนินการวิจัย..... 4

1.4 ขอบเขตการวิจัย..... 5

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงานการวิจัย..... 6

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 6

2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 7

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง..... 7

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 17

3 การศึกษาข้อมูลปัจจุบันของโรงงานกรณีศึกษา..... 21

3.1 ข้อมูลเบื้องต้นของโรงงานกรณีศึกษา..... 21

3.2 สภาพปัญหา..... 26

4 การวิเคราะห์ปัญหา..... 41

4.1 การวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา 41

4.2 การวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (FMEA : Failure Modes and Effects Analysis)..... 43

บทที่ หน้า

4.3 การกำหนดดัชนีการวัดเพื่อการประเมินผล..... 51
4.4 การวิเคราะห์กระบวนการปัจจุบัน..... 52

5 การปรับปรุงและการวิเคราะห์ผลการปรับปรุง..... 67
5.1 สายการขึ้นรูปลูกสูบปั๊มด้วยการกลึง..... 67
5.2 สายการขึ้นรูปกระบอกสูบปั๊มด้วยไฟฟ้า..... 73
5.3 สายการขึ้นรูปตัวเรือนปั๊ม..... 80
5.4 สายการขึ้นรูปกระบอกสูบปั๊มด้วยการกลึง..... 91

6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ..... 101
6.1 สรุปผลการวิจัย..... 101
6.2 ปัญหาและอุปสรรค..... 105
6.3 ข้อเสนอแนะ..... 105

รายการอ้างอิง..... 106
ภาคผนวก..... 108
ภาคผนวก ก การศึกษาเวลาการทำงานปัจจุบันของสายการขึ้นรูปปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงทั้ง 8 สายการขึ้นรูป..... 109
ภาคผนวก ข แผนภาพแสดงการทำงานก่อนและหลังการปรับปรุง..... 121
ภาคผนวก ค แสดงการคำนวณเปรียบเทียบผลการปรับปรุง..... 126
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 131

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
ตารางที่ 1.1	เวลามาตรฐานการผลิตของแต่ละสายการขึ้นรูป	4
ตารางที่ 3.1	เวลาการทำงานของพนักงานและเครื่องจักรสายการขึ้นรูปลูกสูบปั๊มด้วยการกลึง	27
ตารางที่ 3.2	เวลาการทำงานของพนักงานสายการขึ้นรูปลูกสูบปั๊มด้วยการกลึง	28
ตารางที่ 3.3	เวลาการทำงานของพนักงานและเครื่องจักรสายขึ้นรูปกระบอกสูบปั๊มด้วยไฟฟ้า	29
ตารางที่ 3.4	เวลาการทำงานของพนักงานสายขึ้นรูปกระบอกสูบปั๊มด้วยไฟฟ้า	30
ตารางที่ 3.5	การทำงานของพนักงานและเครื่องจักรสายการขึ้นรูปตัวเรือนปั๊ม	31
ตารางที่ 3.6	เวลาการทำงานของพนักงานสายการขึ้นรูปตัวเรือนปั๊ม	37
ตารางที่ 3.7	เวลาการทำงานของพนักงานและเครื่องจักรสายการขึ้นรูปกระบอกสูบปั๊มด้วยการกลึง	38
ตารางที่ 3.8	เวลาการทำงานของพนักงานสายการขึ้นรูปกระบอกสูบปั๊มด้วยการกลึง	40
ตารางที่ 4.1	ตารางแสดงเกณฑ์ประเมินความรุนแรงของปัญหา	44
ตารางที่ 4.2	ตารางแสดงเกณฑ์ประเมินโอกาสในการเกิดปัญหาและข้อผิดพลาด	45
ตารางที่ 4.3	ตารางแสดงเกณฑ์ประเมินความเป็นไปได้ในการแก้ปัญหาและความสามารถในการควบคุมกระบวนการ	45
ตารางที่ 4.4	การวิเคราะห์ถึงผลกระทบอันเนื่องจากข้อบกพร่องและผลกระทบของปัญหาในงานวิจัย	47
ตารางที่ 4.5	เวลาการทำงานของพนักงานในแต่ละกระบวนการทำงานของสายการขึ้นรูปลูกสูบปั๊มด้วยการกลึง	54
ตารางที่ 4.6	เวลาการทำงานของพนักงานในแต่ละกระบวนการทำงานของสายการขึ้นรูปกระบอกสูบปั๊มด้วยไฟฟ้า	58
ตารางที่ 4.7	เวลาการทำงานของพนักงานในแต่ละกระบวนการทำงานของสายการขึ้นรูปตัวเรือนปั๊ม	62
ตารางที่ 4.8	เวลาการทำงานของพนักงานในแต่ละกระบวนการทำงานของสายการขึ้นรูปกระบอกสูบปั๊มด้วยการกลึง	66

ตารางที่		หน้า
ตารางที่ 5.2	ขั้นตอนการทำงานเปรียบเทียบผลก่อนและหลังการปรับปรุงสายการขึ้นรูปลูกสูบปั๊มด้วยการ.....	78
ตารางที่ 5.3	ขั้นตอนการทำงานเปรียบเทียบผลก่อนและหลังการปรับปรุงสายการขึ้นรูปตัวเรือนปั๊ม.....	89
ตารางที่ 5.4	ขั้นตอนการทำงานเปรียบเทียบผลก่อนและหลังการปรับปรุงสายการขึ้นรูปกระบอกสูบปั๊มด้วยการกลึง.....	98
ตารางที่ 6.1	ตารางแสดงสาเหตุหลักและวิธีการปรับปรุงการทำงานของแต่ละสายการผลิต.....	101
ตารางที่ 6.2	ผลการปรับปรุงแต่ละสายการผลิต ด้านจำนวนคนที่ลดได้ต่อกะ.....	103
ตารางที่ 6.3	ผลการปรับปรุงแต่ละสายการผลิต ด้านจำนวนคนที่ลดได้ต่อวัน.....	103
ตารางที่ 6.4	ผลการเพิ่มผลิตภาพด้านแรงงาน.....	104

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
รูปที่ 1.1	ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนพนักงานและยอดการผลิตที่เพิ่มขึ้น.....	2
รูปที่ 1.2	สัดส่วนต้นทุนแรงงานของแต่ละผลิตภัณฑ์.....	2
รูปที่ 2.1	การศึกษาการทำงาน.....	9
รูปที่ 2.2	โครงสร้างของแผนภาพก้างปลา.....	16
รูปที่ 3.1	ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel Pump).....	22
รูปที่ 3.2	รางสะสมแรงดัน (Common Rail).....	22
รูปที่ 3.3	หัวฉีดแรงดันสูง (Fuel Injector).....	23
รูปที่ 3.4	หัวฉีดเครื่องยนต์เบนซิน (Gasoline Injector).....	23
รูปที่ 3.5	การทำงานของระบบการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง.....	24
รูปที่ 3.6	ลูกสูบปั๊มหลังการขึ้นรูปด้วยการกลึง.....	25
รูปที่ 3.7	กระบอกสูบปั๊มหลังการขึ้นรูปด้วยไฟฟ้า.....	25
รูปที่ 3.8	ตัวเรือนปั๊มหลังการขึ้นรูป.....	26
รูปที่ 3.9	กระบอกสูบปั๊มหลังการขึ้นรูปด้วยการกลึง.....	26
รูปที่ 3.10	เวลาการทำงานของพนักงานสายการขึ้นรูปลูกสูบปั๊มด้วยการกลึง เปรียบเทียบกับรอบเวลาการทำงานของสายการผลิต.....	28
รูปที่ 3.11	เวลาการทำงานของพนักงานสายขึ้นรูปกระบอกสูบปั๊มด้วยไฟฟ้า เปรียบเทียบกับรอบเวลาการทำงานของสายการผลิต.....	30
รูปที่ 3.12	เวลาการทำงานของพนักงานสายขึ้นรูปตัวเรือนปั๊มเปรียบเทียบกับรอบเวลาการทำงานของสายการผลิต.....	38
รูปที่ 3.13	เวลาการทำงานของพนักงานสายการขึ้นรูปกระบอกสูบปั๊มด้วยการกลึง เปรียบเทียบกับรอบเวลาการทำงานของสายการผลิต.....	40
รูปที่ 4.1	แผนภาพก้างปลาแสดงการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา.....	41
รูปที่ 4.2	กราฟสาเหตุของปัญหาเวลาสูญเปล่าที่เกิดจากการยืนรองานหลังจากการวิเคราะห์ด้วย FMEA.....	49
รูปที่ 4.3	แผนผังการทำงานของสายการขึ้นรูปลูกสูบปั๊มด้วยการกลึง.....	52
รูปที่ 4.4	กระบวนการทำงานของสายการขึ้นรูปลูกสูบปั๊มด้วยการกลึง.....	53
รูปที่ 4.5	แผนผังการทำงานของสายการขึ้นรูปกระบอกสูบปั๊มด้วยไฟฟ้า.....	56

ภาพที่ หน้า

รูปที่ 4.7 แผนผังการทำงานของสายการขึ้นรูปตัวเรือนปั๊ม..... 60

รูปที่ 4.8 กระบวนการทำงานของสายการขึ้นรูปตัวเรือนปั๊ม..... 61

รูปที่ 4.9 แผนผังการทำงานของสายการขึ้นรูปกระบอกสูบปั๊มด้วยการกลึง..... 64

รูปที่ 4.10 กระบวนการทำงานของสายการขึ้นรูปกระบอกสูบปั๊มด้วยการกลึง..... 65

รูปที่ 5.1 เวลาการทำงานของพนักงานคนที่ 2 และ 3 สายการขึ้นรูปลูกสูบปั๊มด้วยการกลึง..... 67

รูปที่ 5.2 แนวทางการลดเวลาการทำงานของพนักงานคนที่ 3 สายการขึ้นรูปลูกสูบปั๊มด้วยการกลึง..... 68

รูปที่ 5.3 แผนผังการทำงานเปรียบเทียบการปรับปรุงของสายการขึ้นรูปลูกสูบปั๊มด้วยการกลึง..... 69

รูปที่ 5.4 เวลาการทำงานของพนักงานคนที่ 2 หลังปรับปรุงการทำงานสายการขึ้นรูปลูกสูบปั๊มด้วยการกลึง..... 70

รูปที่ 5.5 เปรียบเทียบเวลาการทำงานของพนักงานทั้งหมดก่อนและหลังปรับปรุงการทำงานของสายการขึ้นรูปลูกสูบปั๊มด้วยการกลึง..... 71

รูปที่ 5.6 เวลาการทำงานของพนักงานหลังรวมสายการผลิตสายการขึ้นรูปกระบอกสูบปั๊มด้วยไฟฟ้า..... 73

รูปที่ 5.7 แผนผังการทำงานของพนักงานคนที่ 3 หลังลดเวลาการทำงานของพนักงานคนที่ 4 สายการขึ้นรูปกระบอกสูบปั๊มด้วยไฟฟ้า..... 74

รูปที่ 5.8 เวลาการทำงานของพนักงานหลังลดเวลาการทำงานของพนักงานคนที่ 4 สายการขึ้นรูปกระบอกสูบปั๊มด้วยไฟฟ้า..... 74

รูปที่ 5.9 แผนผังการทำงานหลังการติดตั้งรางลำเลียงของสายการขึ้นรูปกระบอกสูบปั๊มด้วยไฟฟ้า..... 75

รูปที่ 5.10 เวลาการทำงานของพนักงานหลังการติดตั้งรางลำเลียงของสายการขึ้นรูปกระบอกสูบปั๊มด้วยไฟฟ้า..... 76

รูปที่ 5.11 เวลาการทำงานของพนักงานหลังการเปลี่ยนการชุบน้ำมันกันสนิมเป็นแบบกึ่งอัตโนมัติสายการขึ้นรูปกระบอกสูบปั๊มด้วยไฟฟ้า..... 77

รูปที่ 5.12 เปรียบเทียบเวลาการทำงานของพนักงานทั้งหมดก่อนและหลังปรับปรุงการทำงานของสายการขึ้นรูปกระบอกสูบปั๊มด้วยไฟฟ้า..... 79

ภาพที่		หน้า
รูปที่ 5.13	การลดเวลาในการทำงานของพนักงานคนที่ 8 สายการขึ้นรูปตัวเรือนปั๊ม...	80
รูปที่ 5.14	การทำงานของพนักงานคนที่ 7, 8 และ 9 สายการขึ้นรูปตัวเรือนปั๊ม.....	81
รูปที่ 5.15	การทำงานของพนักงานคนที่ 7 และ 9 หลังลดเวลาการทำงานของพนักงานคนที่ 8 สายการขึ้นรูปตัวเรือนปั๊ม.....	81
รูปที่ 5.16	เวลาการทำงานของพนักงานคนที่ 7 และ 9 หลังการปรับปรุงเป็นประตูอัตโนมัติสายการขึ้นรูปตัวเรือนปั๊ม.....	82
รูปที่ 5.17	แผนผังการทำงานของพนักงานคนที่ 7 และ 9 หลังเพิ่มรางลำเลียงชิ้นงานระหว่างกระบวนการทำงานสายการขึ้นรูปตัวเรือนปั๊ม.....	83
รูปที่ 5.18	เวลาการทำงานของพนักงานคนที่ 7 และ 9 หลังการเพิ่มรางลำเลียงชิ้นงานระหว่างกระบวนการทำงานสายการขึ้นรูปตัวเรือนปั๊ม.....	83
รูปที่ 5.19	เวลาการทำงานของพนักงานคนที่ 10 และ 11 ก่อนการปรับปรุงสายการขึ้นรูปตัวเรือนปั๊ม.....	84
รูปที่ 5.20	เวลาการทำงานของพนักงานคนที่ 10 และ 11 หลังการปรับปรุงเครื่องขัดรูเกลียวเป็นเครื่องขัดกึ่งอัตโนมัติสายการขึ้นรูปตัวเรือนปั๊ม.....	85
รูปที่ 5.21	แนวทางการลดเวลาในการทำงานของพนักงานคนที่ 11 สายการขึ้นรูปตัวเรือนปั๊ม.....	85
รูปที่ 5.22	เวลาในการทำงานของพนักงานคนที่ 10 หลังเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องเป่าชิ้นงาน สายการขึ้นรูปตัวเรือนปั๊ม.....	86
รูปที่ 5.23	แผนผังการวัดชิ้นงานก่อนการปรับปรุง สายการขึ้นรูปตัวเรือนปั๊ม.....	87
รูปที่ 5.24	แผนผังการวัดชิ้นงานหลังการปรับปรุง สายการขึ้นรูปตัวเรือนปั๊ม.....	87
รูปที่ 5.25	เวลาการทำงานของพนักงานคนที่ 21 ก่อนและหลังการปรับปรุงโต๊ะวัดชิ้นงาน สายการขึ้นรูปตัวเรือนปั๊ม.....	88
รูปที่ 5.26	เปรียบเทียบเวลาการทำงานของพนักงานทั้งหมดก่อนและหลังปรับปรุงการทำงานของสายการขึ้นรูปกระบอกสูบปั๊มด้วยไฟฟ้า.....	90
รูปที่ 5.27	เวลาการทำงานของพนักงานคนที่ 3 4 และ 5 สายการขึ้นรูปกระบอกสูบปั๊มด้วยการกลึง.....	92
รูปที่ 5.28	แนวทางการลดเวลาการทำงานของพนักงานคนที่ 4 สายการขึ้นรูปกระบอกสูบปั๊มด้วยการกลึง.....	92

ภาพที่ หน้า

รูปที่ 5.29 เวลาการทำงานของพนักงานคนที่ 3 และ 5 หลังการปรับเปลี่ยนการทำงานของสายการขึ้นรูปกระบอกสูบปั๊มด้วยการกลึง..... 93
รูปที่ 5.30 เวลาการทำงานของพนักงานหลังเพิ่มรางลำเลียงชิ้นงานระหว่างกระบวนการสายการขึ้นรูปกระบอกสูบปั๊มด้วยการกลึง..... 94
รูปที่ 5.31 แผนผังการทำงานเปรียบเทียบผลการปรับปรุงของสายการขึ้นรูปกระบอกสูบปั๊มด้วยการกลึง..... 95
รูปที่ 5.32 เวลาการทำงานของพนักงาน หลังปรับปรุงเวลาการทำงานของพนักงานคนที่ 3 สายการขึ้นรูปกระบอกสูบปั๊มด้วยการกลึง..... 96
รูปที่ 5.33 เวลาการทำงานของพนักงานคนที่ 5 หลังปรับปรุงวิธีการทำงานของสายการขึ้นรูปกระบอกสูบปั๊มด้วยการกลึง..... 97
รูปที่ 5.34 เปรียบเทียบเวลาการทำงานของพนักงานทั้งหมดก่อนและหลังปรับปรุงการทำงานของสายการขึ้นรูปกระบอกสูบปั๊มด้วยการกลึง..... 99