

การเพิ่มประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรด้วยการบำรุงรักษาด้วยตนเอง
: กรณีศึกษาโรงงานเหล็กแผ่น



นาย ณรงค์ ตั้งระดมสิน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2547

ISBN 974-17-6629-7

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

INCREASING THE OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) BY AUTONOMOUS
MAINTENANCE : A CASE STUDY OF STEEL SHEET FACTORY



Mr. Narong Tangradomsin

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

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

Department of Industrial Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2004

ISBN 974-17-6629-7

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การเพิ่มประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรด้วยการบำรุงรักษาด้วย

ตนเอง : กรณีศึกษาโรงงานเหล็กแผ่น

โดย

นายณรงค์ ตั้งระดมสิน


สาขาวิชา

วิศวกรรมอุตสาหการ

อาจารย์ที่ปรึกษา

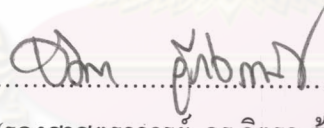
รองศาสตราจารย์ ดร.จิตรา ฐักิจการพานิช

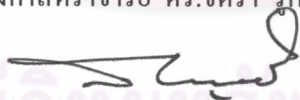
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วน
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโท


..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.ดิเรก ลาวัณย์ศิริ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย)


..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร.จิตรา ฐักิจการพานิช)


..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(รองศาสตราจารย์ สมชาย พวงเพ็กคึก)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุทัสน์ รัตนเกื้อก้งวาน)

ฉรงค์ ตั้งระดมสิน : การเพิ่มประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรด้วยการบำรุงรักษาด้วยตนเอง : กรณีศึกษาโรงงานเหล็กแผ่น. (INCREASING THE OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) BY AUTONOMOUS MAINTENANCE : A CASE STUDY OF STEEL SHEET FACTORY). อ. ที่ปรึกษา : รศ.ดร.จิตรา รุ่งกิจการพานิช, อ. ที่ปรึกษา ร่วม : รศ. สมชายพวงเพ็ชร์, 169 หน้า. ISBN 974-17-6629-7.

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการวิจัยเพื่อเพิ่มประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรด้วยการบำรุงรักษาด้วยตนเอง ผลจากการศึกษาพบว่าเครื่องจักรที่มีความสำคัญมากที่สุด คือ เครื่องตัดเหล็กม้วน S41 เนื่องจากผลผลิตที่ออกจากเครื่องนี้จะเข้าไปยังเครื่องจักรอื่น ๆ ภายในโรงงาน คิดเป็น 90% ของน้ำหนักทั้งหมด รองลงไปคือ เครื่องตัดเหล็ก L61 และ L41

ก่อนการปรับปรุงโรงงานใช้ระบบการซ่อมเมื่อเครื่องจักรเสีย (Breakdown Maintenance) โดยอยู่ในความรับผิดชอบของฝ่ายวิศวกรรม สาเหตุหลักที่ทำให้ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรของโรงงานแห่งนี้มีค่าต่ำเนื่องจากพนักงานฝ่ายผลิตใช้เครื่องไม่ถูกต้อง ขาดความเข้าใจในการตั้งเครื่อง พนักงานไม่สนใจในการบำรุงรักษา ไม่มีมาตรฐานในการบำรุงรักษา และขาดการตรวจเช็คประจำวัน

แนวทางในการปรับปรุงในโรงงานแห่งนี้คือ (1) ทำความเข้าใจกับผู้บริหารในการนำระบบการบำรุงรักษาด้วยตนเองมาใช้ (2) อบรมให้กับพนักงานที่เกี่ยวข้อง (3) กำหนดความสำคัญของเครื่องจักร (4) กำหนดความรับผิดชอบในการบำรุงรักษาเครื่องจักร (5) จัดทำคู่มือการบำรุงรักษาและ (6) จัดทำใบตรวจสอบประจำวัน ภายหลังจากได้นำระบบมาใช้เป็นระยะเวลาประมาณ 4 เดือน ผู้วิจัยได้ประเมินผลด้วยดัชนีประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรซึ่งเพิ่มขึ้นจาก 64.98% เป็น 70.25% หรือเพิ่มขึ้น 5.27%

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ
สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ
ปีการศึกษา 2547

ลายมือชื่อนิสิต ฉรงค์ ตั้งระดมสิน
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา จิตรา รุ่งกิจการพานิช
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม สมชายพวงเพ็ชร์

##4671409421 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEY WORD : OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS


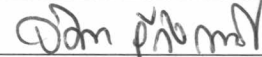

NARONG TANGRADOMSIN : INCREASING THE OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) BY AUTONOMOUS MAINTENANCE : A CASE STUDY OF STEEL SHEET FACTORY. THESIS ADVISOR : ASSC. PROF. JITRA RUKIJKANPANICH, Ph.D., ENG., THESIS CO-ADVISOR : ASSC. PROF. SOMCHAI PUANGPERGSUEK, ENG., 169 pp. ISBN 974-17-6629-7.

The objective of this research is to increase the Overall Equipment Effectiveness (OEE) by autonomous maintenance. After studying, it was found that the most important machine is Slitter (S41). Because the output weight of steel sheet must be used by this machine about 90%, and the other is Leveller (L61, L41).

The previous maintenance system of this factory is Breakdown Maintenance that Engineering Section is in charged of. The root causes of low OEE are that the operators operate the machine without correct method, misunderstand about the setup machine, careless about the maintenance, without standard of maintenance and lack of daily check.

The improve methods are (1) make clear with top management about the advantage of applying for autonomous maintenance, (2) train the concerned operators, (3) classify the important machine, (4) assign responsibility for machine maintenance, (5) make work instruction for maintenance, and (6) make the daily check sheet. By comparing the results of the previous Breakdown Maintenance System with the improving by the autonomous maintenance was applied for 4 months, it was found that the Overall Equipment Effectiveness increase from 64.98% to 70.25% (average increased 5.27%).

Department Industrial Engineering
Field of study Industrial Engineering
Academic year 2004

Student's signature 
Advisor's signature 
Co-advisor's signature 

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ รศ. ดร. จิตรา รัฐกิจการพานิช อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และรศ. สมชาย พวงเพิกศรี อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ซึ่งท่านได้ให้ความกรุณาในการแนะนำแนวทางการวิจัย รวมทั้งข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการนำไปประยุกต์ใช้ในการดำเนินงานจริง นอกจากนี้ยังได้รับในส่วนของข้อคิดเห็นต่าง ๆ รวมทั้งการแก้ไขข้อบกพร่อง เพื่อให้การวิจัยครั้งนี้เกิดความถูกต้อง เหมาะสม และนำไปใช้ประโยชน์ได้มากที่สุด และคณาจารย์ทุกท่านที่ร่วมเป็นประธานและกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ซึ่งประกอบด้วย รศ. ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย ผศ. สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน

ขอขอบคุณผู้จัดการทั่วไปของโรงงานเหล็กแผ่น ซึ่งให้การสนับสนุนที่ดีเสมอมา และผู้ร่วมงานในฝ่ายวิศวกรรม ซึ่งเป็นผู้มีประสบการณ์ และเชี่ยวชาญในงานซ่อมบำรุงรักษามากกว่าสิบปีที่ร่วมมือเป็นอย่างดี

ท้ายนี้ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณมารดา ซึ่งให้กำลังใจและผลักดันแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา และบิดาถึงแม้ท่านจะไม่มีชีวิตอยู่แล้วก็ตาม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญภาพ.....	ฎ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 สภาพทั่วไปของอุตสาหกรรมเหล็กในปัจจุบัน.....	1
1.2 ที่มาของปัญหา.....	2
1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....	3
1.4 ขอบเขตของงานวิจัย.....	3
1.5 ขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย.....	3
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1.1 ความสำคัญของการบำรุงรักษา.....	5
2.1.2 ความหมายของการบำรุงรักษา.....	6
2.1.3 วัตถุประสงค์ของการบำรุงรักษา.....	6
2.1.4 สาเหตุของการเกิดปัญหาขัดข้อง.....	7
2.1.5 ประเภทของการบำรุงรักษา.....	8
2.1.6 ความสำคัญของเครื่องจักร.....	11
2.1.7 การสูญเสียในกระบวนการผลิต.....	13
2.1.8 การคำนวณประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร.....	15
2.1.9 การบำรุงรักษาด้วยตนเอง.....	16
2.1.10 แนวคิดในการปฏิบัติกิจกรรมการบำรุงรักษาด้วยตนเอง.....	18
2.1.11 บทบาทของผู้ใช้เครื่องและฝ่ายซ่อมบำรุง.....	19
2.1.12 กิจกรรมของผู้ใช้เครื่อง.....	20
2.1.13 กิจกรรมของฝ่ายซ่อมบำรุง.....	21
2.1.14 แนวทางการตั้งเครื่อง.....	22

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	25
2.2.1 กุสุมา สุนประชา.....	25
2.2.2 รัชพร จิราพงษ์.....	25
2.2.3 จีรวัดน์ ปล้องใหม่.....	26
2.2.4 พรชัย ตูลพิจิตร.....	26
2.2.5 ไพศาล โสนน้อย.....	26
บทที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย.....	27
3.1 ศึกษาปัญหาเบื้องต้น.....	28
3.2 เก็บรวบรวมข้อมูล.....	28
3.3 กำหนดแนวทางในการแก้ปัญหาและนำไปปฏิบัติ.....	28
3.4 ประเมินผลการดำเนินงาน.....	28
3.5 ผลที่ได้.....	29
3.6 สรุปผลและข้อเสนอแนะ.....	29
บทที่ 4 การศึกษาสภาพทั่วไปของโรงงาน.....	30
4.1 ข้อมูลเบื้องต้นของโรงงานที่ใช้เป็นกรณีศึกษา.....	30
4.2 โครงสร้างการบริหาร.....	30
4.3 กระบวนการผลิต.....	33
บทที่ 5 ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรภายในโรงงานก่อนปรับปรุง.....	39
5.1 การศึกษาการบำรุงรักษาของโรงงาน.....	39
5.2 ความพร้อมใช้งานของเครื่องจักร.....	39
5.3 ประสิทธิภาพเชิงสมรรถนะของเครื่องจักร.....	45
5.4 อัตราคุณภาพ.....	48
5.5 ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร.....	50
5.6 การวิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรมีค่าต่ำ.....	56
บทที่ 6 แนวทางการแก้ไขปัญหภายในโรงงาน.....	58
6.1 แนวทางการปรับปรุงทางการบำรุงรักษาด้วยตนเอง.....	58
6.2 แผนการดำเนินงานทั้งหมดในการนำระบบบำรุงรักษาด้วยตนเองมาใช้.....	59
6.3 การอบรมพนักงาน.....	61

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
6.4 การกำหนดความรับผิดชอบในการบำรุงรักษาให้ชัดเจน.....	64
6.5 การจัดทำเอกสาร.....	64
6.6 ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรขณะปรับปรุง.....	70
บทที่ 7 ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรภายในโรงงานหลังปรับปรุง.....	124
7.1 ความพร้อมใช้งานของเครื่องจักรหลังปรับปรุง.....	124
7.2 ประสิทธิภาพเชิงสมรรถนะของเครื่องจักรหลังปรับปรุง.....	124
7.3 อัตราคุณภาพหลังปรับปรุง.....	124
7.4 ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรหลังปรับปรุง.....	124
7.5 ผลการเปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุง.....	136
บทที่ 8 สรุปผลและข้อเสนอแนะ.....	143
8.1 สรุปผล.....	143
8.2 ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้น.....	145
8.3 ข้อเสนอแนะ.....	146
รายการอ้างอิง.....	147
ภาคผนวก.....	149
ภาคผนวก ก ไบรายงานการตรวจเช็คเครื่องจักร.....	151
ภาคผนวก ข ไบรายงานการหล่อลื่นเครื่องจักร.....	160
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	169

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
2.1	หลักการในการเพิ่มผลผลิต.....	6
2.2	ผลกระทบของการเกิดปัญหาเครื่องจักร.....	8
2.3	บทบาทและหน้าที่ความรับผิดชอบของพนักงาน.....	11
4.1	จำนวนพนักงานทั้งหมดภายในบริษัท.....	31
4.2	วัตถุดิบที่ใช้และผลผลิตที่ออกจากเครื่องจักร.....	33
4.3	กลุ่มเครื่องจักรและรายละเอียด.....	36
4.4	น้ำหนักเหล็กที่เข้าเครื่องจักรหลักและน้ำหนักเหล็กที่ไปยังเครื่องจักรถัดไป.....	37
5.1	ชั่วโมงการทำงานของเครื่องจักรแต่ละเครื่องตั้งแต่ ม.ค.-ก.ย. 2547.....	40
5.2	เวลาหยุดตามแผนของโรงงานตั้งแต่ ม.ค.-ก.ย. 2547.....	41
5.3	เวลารับภาระงานของเครื่องจักรแต่ละเครื่องตั้งแต่ ม.ค.-ก.ย. 2547.....	41
5.4	ชั่วโมงที่เครื่องจักรเสียของเครื่องจักรแต่ละเครื่องตั้งแต่ ม.ค.-ก.ย. 2547.....	42
5.5	เวลาเดินเครื่องจักรของเครื่องจักรแต่ละเครื่องตั้งแต่ ม.ค.-ก.ย. 2547.....	42
5.6	เวลาสูญเสียของเครื่องจักรแต่ละเครื่องตั้งแต่ ม.ค.-ก.ย. 2547.....	43
5.7	เวลาเดินเครื่องจักรสุทธิของเครื่องจักรแต่ละเครื่องตั้งแต่ ม.ค.-ก.ย. 2547.....	43
5.8	ความพร้อมใช้งานของเครื่องจักรตั้งแต่ ม.ค.-ก.ย. 2547.....	44
5.9	น้ำหนักเหล็กที่ควรตัดได้ตั้งแต่มี.ค.-ก.ย. 2547.....	46
5.10	น้ำหนักเหล็กที่ตัดได้จริงตั้งแต่มี.ค.-ก.ย. 2547.....	46
5.11	ประสิทธิภาพเชิงสมรรถนะของเครื่องจักรตั้งแต่มี.ค.-ก.ย. 2547.....	47
5.12	จำนวนที่ตัด ของเสีย และอัตราคุณภาพของเครื่องจักรตั้งแต่มี.ค.-ก.ย. 2547.....	49
5.13	ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรแต่ละเครื่องตั้งแต่มี.ค.-ก.ย. 2547.....	51
5.14	การเปรียบเทียบอัตราส่วนของเครื่องจักร S41 ตั้งแต่มี.ค.-ก.ย. 2547.....	53
5.15	การเปรียบเทียบอัตราส่วนของเครื่องจักร L61 ตั้งแต่มี.ค.-ก.ย. 2547.....	54
5.16	การเปรียบเทียบอัตราส่วนของเครื่องจักร L41 ตั้งแต่มี.ค.-ก.ย. 2547.....	55
6.1	สาเหตุของปัญหาและแนวทางการแก้ไข.....	58
6.2	แผนการดำเนินงานทั้งหมดในการนำระบบบำรุงรักษาด้วยตนเองมาใช้.....	60
6.3	ผู้รับการอบรมและผู้อบรม.....	61
6.4	หัวข้อที่ใช้ในการอบรม.....	61
6.5	แผนและการดำเนินงานในการอบรมพนักงานในเดือนต.ค.'47.....	63

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า	
6.6	บทบาทและความรับผิดชอบของพนักงานระหว่างฝ่ายผลิตและฝ่ายวิศวกรรม...	64
6.7	แผนและการดำเนินงานในการจัดทำเอกสารในเดือนต.ค.'47.....	68
6.8	เปรียบเทียบประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรกับเป้าหมายที่วางไว้.....	70
7.1	ชั่วโมงการทำงานของเครื่องจักรแต่ละเครื่องตั้งแต่ ม.ค.'47-ม.ค.'48.....	125
7.2	เวลาหยุดตามแผนของโรงงานตั้งแต่ ม.ค.'47-ม.ค.'48.....	126
7.3	เวลารับภาระงานของเครื่องจักรแต่ละเครื่องตั้งแต่ ม.ค.'47-ม.ค.'48.....	127
7.4	ชั่วโมงที่เครื่องจักรเสียของเครื่องจักรแต่ละเครื่องตั้งแต่ ม.ค.'47-ม.ค.'48.....	128
7.5	เวลาเดินเครื่องจักรของเครื่องจักรแต่ละเครื่องตั้งแต่ ม.ค.'47-ม.ค.'48.....	129
7.6	เวลาสูญเสียของเครื่องจักรแต่ละเครื่องตั้งแต่ ม.ค.'47-ม.ค.'48.....	130
7.7	เวลาเดินเครื่องจักรสุทธิของเครื่องจักรแต่ละเครื่องตั้งแต่ ม.ค.'47-ม.ค.'48.....	131
7.8	ความพร้อมใช้งานของเครื่องจักรตั้งแต่ ม.ค.'47-ม.ค.'48.....	132
7.9	น้ำหนักเหล็กที่ควรตัด ได้ตั้งแต่ มี.ค.'47-ม.ค.'48.....	133
7.10	น้ำหนักเหล็กที่ตัด ได้จริงตั้งแต่ มี.ค.'47-ม.ค.'48.....	134
7.11	ประสิทธิภาพเชิงสมรรถนะของเครื่องจักรตั้งแต่ มี.ค.'47-ม.ค.'48.....	135
7.12	จำนวนที่ตัด ของเสีย และอัตราคุณภาพของเครื่องจักรตั้งแต่ มี.ค.'47-ม.ค.'48.	136
7.13	ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรแต่ละเครื่องตั้งแต่ มี.ค.'47-ม.ค.'48.....	138
7.14	เปรียบเทียบประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรก่อนและหลังการปรับปรุง.....	139
7.15	เปรียบเทียบเวลาที่เครื่องจักรเสียก่อนและหลังการปรับปรุง.....	140
7.16	เปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุงของเครื่องตัดเหล็กม้วน (S41).....	141
7.17	เปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุงของเครื่องตัดเหล็ก (L61).....	141
7.18	เปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุงของเครื่องตัดเหล็ก (L41).....	142
8.1	เปรียบเทียบประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรก่อนและหลังการปรับปรุง.....	145

สารบัญภาพ

ภาพประกอบ	หน้า
2.1 เหตุปัจจัยการสูญเสีย OEE–Availability Factor	14
2.2 เหตุปัจจัยการสูญเสีย OEE–Performance Factor.....	14
2.3 เหตุปัจจัยการสูญเสีย OEE–Quality Factor.....	15
2.4 การคำนวณประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร.....	16
2.5 หน้าที่ตามปกติของฝ่ายซ่อมบำรุง.....	21
3.1 ขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย.....	27
4.1 ผังโครงสร้างองค์กรของโรงงาน.....	32
4.2 วัตถุดิบและผลผลิตที่เข้าและออกจากเครื่องตัดเหล็กม้วน.....	33
4.3 หลักการทำงานของเครื่องตัดเหล็กม้วน.....	33
4.4 เหล็กม้วนย่อยที่ตัดและแพ็คกิ้งเรียบร้อยแล้ว.....	34
4.5 วัตถุดิบและผลผลิตที่เข้าและออกจากเครื่องตัดเหล็ก.....	34
4.6 กระบวนการตัดเหล็กทั้งหมดของโรงงาน.....	35
5.1 เปรียบเทียบความพร้อมใช้งานของเครื่องจักรของเครื่องจักร S41, L61 และ L41	45
5.2 เปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงสมรรถนะของเครื่องจักร S41, L61 และ L41.....	48
5.3 เปรียบเทียบอัตราคุณภาพของเครื่องจักร S41, L61 และ L41.....	50
5.4 เปรียบเทียบประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร S41, L61 และ L41.....	52
5.5 การเปรียบเทียบอัตราส่วนของเครื่องจักร S41.....	52
5.6 การเปรียบเทียบอัตราส่วนของเครื่องจักร L61.....	53
5.7 การเปรียบเทียบอัตราส่วนของเครื่องจักร L41.....	54
5.8 ผังเหตุและผลของปัญหาที่พบ.....	56
6.1 วงจรของเคมมิ่ง.....	59
6.2 ขั้นตอนการตรวจเช็คเครื่อง S41.....	65
6.3 ขั้นตอนการตรวจเช็คเครื่อง.....	72
6.4 ใบรายงานการตรวจเช็คเครื่องจักรประจำวัน.....	107
6.5 ใบรายงานการหล่อลื่นเครื่องจักรประจำวัน.....	116
7.1 เปรียบเทียบประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรก่อนและหลังการปรับปรุง.....	137
8.1 ขั้นตอนในการนำการบำรุงรักษาด้วยตนเองประยุกต์ใช้.....	144