

การศึกษสาเหตุของงานทำซ้ำเพื่อลดการสูญเสียเวลาในโรงงานเครื่องประดับ



นางสาว ปิยะรัตน์ ลิมปนิลชาติ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2544

ISBN 974-03-0920-8

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A STUDY OF REWORK CAUSES FOR TIME REDUCTION IN JEWELRY FACTORY

Ms. Piyarat Limpanilchat

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 2001

ISBN 974-03-0920-8

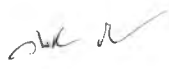
หัวข้อวิทยานิพนธ์      การศึกษาสาเหตุของงานทำซ้ำเพื่อลดการสูญเสียเวลาในโรงงานเครื่องประดับ  
โดย                              นางสาวปิยะรัตน์ ลิ้มปนิลชาติ  
สาขาวิชา                      วิศวกรรมอุตสาหกรรม  
อาจารย์ที่ปรึกษา              ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุทัศน์ รัตนเกือกังวาน

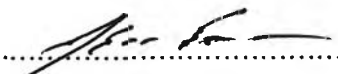
---

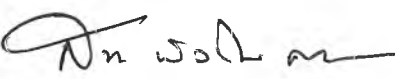
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็น  
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบริหารธุรกิจ

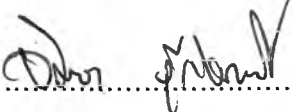
  
..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์  
(ศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ ปัญญาแก้ว)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

  
..... ประธานกรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย ริจิรวนิช)

  
..... อาจารย์ที่ปรึกษา  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุทัศน์ รัตนเกือกังวาน)

  
..... กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชาย พัวจินดาเนตร)

  
..... กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิตรา รุกิจการพานิช)

ปิยะรัตน์ ลิ้มปนิลชาติ : การศึกษาสาเหตุของงานทำซ้ำเพื่อลดการสูญเสียเวลาในโรงงานเครื่องประดับ (A Study of Rework Causes for Time Reduction in Jewelry Factory)  
อ. ที่ปรึกษา : ผศ.สุทัศน์ รัตนเกือกังวาน, 260 หน้า. ISBN 974-03-0920-8.

การพัฒนาคุณภาพสินค้าขององค์กรเป็นสิ่งจำเป็นอย่างมากกับองค์กรต่าง ๆ ในปัจจุบันซึ่งจะต้องจัดส่งสินค้าที่มีคุณภาพให้กับลูกค้าตรงตามเวลาที่กำหนด อันจะเป็นการสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้า สำหรับโรงงานตัวอย่างก็ประสบปัญหาเรื่องการส่งสินค้าไม่ทันกำหนด เนื่องจากมีปริมาณงานทำซ้ำเป็นจำนวนมาก ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการทำวิจัยครั้งนี้ คือลดปริมาณของงานทำซ้ำที่เกิดขึ้น เพื่อลดเวลาสูญเสีย และสามารถส่งสินค้าให้แก่ลูกค้าได้ตามกำหนด

การศึกษาวิจัยนี้ ได้เลือกโรงงานผลิตเครื่องประดับแห่งหนึ่ง เป็นกรณีศึกษา ผลการศึกษาวิจัยพบว่าโรงงานตัวอย่างมีปัญหาเรื่องการส่งสินค้าไม่ทันตามกำหนดประมาณ 60% ของจำนวนออเดอร์ทั้งหมด ซึ่งสาเหตุที่สำคัญเนื่องจากการมีปริมาณงานทำซ้ำเป็นจำนวนมาก จากการเก็บข้อมูลเบื้องต้นพบว่าแผนกหล่อตัวเรือน และแผนกขัดเป็นต้นเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดปัญหาของงานทำซ้ำ จึงได้ทำการปรับปรุง โดยใช้เทคนิคต่าง ๆ ได้แก่ การออกแบบการทดลองเพื่อกำหนดสภาวะในการทำงานที่เหมาะสม สำหรับแผนกหล่อตัวเรือน การนำเครื่องจักรเข้ามาใช้แทนพนักงานเพื่อลดความผิดพลาดที่เกิดจากคน สำหรับแผนกขัด และ การกำหนดมาตรฐานในการทำงาน โดยกำหนดคู่มือวิธีการทำงานสำหรับการทำงานในขั้นตอนต่าง ๆ ผลการปรับปรุงสรุปได้ว่าปริมาณงานทำซ้ำลดลงอย่างเห็นได้ชัด คือลดลงจากประมาณ 9.5% เหลือ 6.08% ในแผนกหล่อตัวเรือน และ จากประมาณ 8% ลดลงเหลือ 4.91% ในแผนกขัด ทำให้เวลาที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากงานทำซ้ำลดลงจากประมาณ 296.17 ชั่วโมงสำหรับงานเสีย เหลือ 139.30 ชั่วโมง และ จากประมาณ 243.26 ชั่วโมงสำหรับงานซ่อม ลดลงเหลือ 92.38 ชั่วโมง โรงงานจึงสามารถลดค่าใช้จ่ายที่เกิดจากงานทำซ้ำได้เป็นจำนวนมาก คือ ลดลงประมาณ 200,000 บาท จากต้นทุนเฉลี่ยก่อนการปรับปรุงประมาณ 522,376 บาท คิดเป็น 38% จากการปรับปรุงเป็นเวลา 3 เดือน และงานทำซ้ำที่มีสาเหตุมาจากแผนกขัดจะสามารถลดต้นทุนได้ประมาณ 28,000 บาท จากต้นทุนเฉลี่ยก่อนการปรับปรุงประมาณ 74,932 บาท คิดเป็น 37% จากการปรับปรุงเป็นเวลา 3 เดือน เช่นกัน และยังส่งผลให้จำนวนงานที่ส่งไม่ทันกำหนดลดลงถึงประมาณ 20% อีกด้วย

ภาควิชา.....วิศวกรรมอุตสาหกรรม.....

สาขาวิชา.....วิศวกรรมอุตสาหกรรม.....

ปีการศึกษา.....2544.....

ลายมือชื่อนิสิต.....ปิยะรัตน์ ลิ้มปนิลชาติ.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....


4370392921 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEY WORD : JEWELRY FACTORY / TIME REDUCTION

PIYARAT LIMPANILCHAT : A STUDY OF REWORK CAUSES FOR TIME REDUCTION IN JEWELRY FACTORY. THESIS ADVISOR : ASSIST. PROF. SUTHAT RATTANAKUAKANGWAN. 260 pp. ISBN 974-03-0920-8.

At present, the development in quality of products is essential for any company. Because the company has to deliver high quality products to the customer on time. For this case study, the factory had the problem that they could not deliver their products on time because of a considerable amount of reworks. Therefore, this thesis is aimed to decrease the rework for reducing the loss time and delivering products on time.

A jewelry factory was chosen as a case study. It was found that the factory could not deliver products on time around 60% of all products. This is due to the reworks in the casting and polishing sections. Therefore, the problems were solved by several techniques. For example, the experiment is designed to control the suitable conditions in work for casting section, the machine is used instead of human to decrease the human error in the polishing section and the standard in work is assigned by working handbook in each step. From the results, it can be concluded that rework decreased from 9.5% to 6.08% in the casting section and from 8% to 4.91% in the polishing section. Moreover, the loss time was also decreased from 296.17 hr. to 139.30 hr. for lose and from 243.26 hr. to 92.38 hr. for repair work. Consequently, the factory can reduce the expenditure from rework around 38%, that is 200,000 from the average investment of 522,376 baht, in 3 months. In the polishing section, the reduction of investment from the rework was done by about 37%, that is 28,000 from the average investment 74,932 baht, in 3 months. In addition, the total amount of products that could not be delivered on time was reduced by around 20%.

Department.....	Industrial Engineering.....	Student's signature	Piyarat L.
Field of study.....	Industrial Engineering.....	Advisor's signature	
Academic year .....	2001.....	Co-advisor's signature	.....

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความอนุเคราะห์ของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งท่านได้ให้คำแนะนำ และข้อคิดเห็นต่าง ๆ ในการทำวิทยานิพนธ์เป็นอย่างดี ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ของเนื้อหาการวิจัยตลอดมาจนเสร็จสมบูรณ์ ตลอดจนอาจารย์ที่ร่วมเป็นประธานและกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์ ซึ่งประกอบด้วย รองศาสตราจารย์ ดร. วันชัย ริจิรวนิช ประธานกรรมการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จิตรา ฐักิจการพานิช และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมชาย พัวจินดาเนตร กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำ และตรวจสอบความถูกต้องของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เพื่อความเหมาะสมและเป็นประโยชน์ในการศึกษาต่อไป

นอกจากนี้ ขอขอบพระคุณ คุณทรงวุฒิ รุ่งเรืองอนันต์ และ คุณกิตติรัตน์ กุลศรี ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ และคำปรึกษา รวมทั้งพนักงานในส่วนต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องที่กรุณาให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยต้องขอขอบพระคุณ บิดา-มารดา และบุคคลที่เกี่ยวข้องทุกท่าน ที่มีได้กล่าวนาม ณ. ที่นี้ ที่ได้กรุณาให้ความร่วมมือช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจด้วยดีตลอดมา ผู้วิจัยหวังว่าวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ จะเป็นประโยชน์ในการประยุกต์ใช้กับการทำงานในปัจจุบันทางด้านการลดเวลาสูญเสียมามากก็น้อย ความดีเหล่านี้ขอมอบแต่ทุกท่านที่มีส่วนร่วมสนับสนุน และให้ความอนุเคราะห์ในการทำวิจัยครั้งนี้

นางสาวปิยะรัตน์ ลิมปนิลชาติ

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญภาพ.....	๕
บทที่ 1 บทนำ	
การพัฒนาอุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับของไทยเพื่อการแข่งขันใน ตลาดโลก.....	1
แนวความคิดที่จะพัฒนาอุตสาหกรรมนี้เพื่ออนาคต.....	2
วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....	4
ขอบเขตของงานวิจัย.....	4
ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย.....	4
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย.....	4
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	5
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	26
บทที่ 3 สภาพปัจจุบันของโรงงานตัวอย่าง	
กระบวนการผลิตของโรงงานตัวอย่าง.....	28
สภาพปัญหาในโรงงานตัวอย่าง.....	32
สาเหตุของการส่งงานไม่ทันกำหนด.....	33

## สารบัญ (ต่อ)

๓

หน้า

บทที่ 4	การวิเคราะห์ปัญหาของโรงงานตัวอย่าง	
	ปัญหาทางด้านการจัดการ.....	52
	ปัญหาทางด้านเทคนิค.....	53
	ปัญหาที่เกิดขึ้นเนื่องจากแผนกหล่อตัวเรือน.....	63
	ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของการหล่อเครื่องประดับ.....	70
	ปัญหาที่เกิดขึ้นเนื่องจากแผนกขัด.....	71
	ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพในขั้นตอนการขัด.....	77
บทที่ 5	การปรับปรุงเพื่อลดงานทำซ้ำในโรงงานตัวอย่าง	
	การแก้ปัญหาสำหรับแผนกหล่อตัวเรือน.....	79
	การแก้ปัญหาสำหรับแผนกขัด.....	118
	การประเมินผลการปรับปรุง.....	141
บทที่ 6	สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	
	สรุปผลการวิจัย.....	156
	ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงานวิจัย.....	157
	ข้อเสนอแนะ.....	158
	รายการอ้างอิง.....	159
ภาคผนวก	ก. ผังพาเรโตแสดงสาเหตุของเสียก่อนการปรับปรุง.....	161
	ข. ภาพแสดงทางเคื่อยที่เหมาะสม.....	222
	ค. แสดงตารางการทดลองไม้.....	227
	ง. แสดง Work Instruction และ Check Sheet.....	240
	ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	260



## สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า	
2.1	แผ่นบันทึกความบ้อยของข้อมูลที่ตรวจพบ.....	8
2.2	ใบสรุปข้อมูลสำหรับผังพาเรโต.....	8
2.3	สัดส่วนการใช้วัสดุชุดไม้สำหรับชิ้นงานของเครื่องไม้แบบต่าง ๆ.....	25
3.1	ตารางแสดงจำนวนงานที่ส่งไม้ทันกำหนด ระหว่าง เดือนมกราคม – เมษายน 2544.....	32
3.2	ตารางแสดงจำนวนงานที่ส่งไม้ทันกำหนด ระหว่างเดือนมกราคม – เมษายน 2544 แยกตามชนิดผลิตภัณฑ์.....	32
3.3	ตารางแสดงจำนวนงานที่ส่งไม้ทันกำหนดเนื่องจากงานทำซ้ำ ระหว่างเดือนมกราคม ถึง เดือนเมษายน 2544 แยกตามชนิดผลิตภัณฑ์.....	34
3.4	ตารางแสดงปริมาณงานทำซ้ำที่เกิดขึ้น ณ โรงหล่อในเดือนเมษายน 2544.....	35
3.5	ตารางแสดงปริมาณงานทำซ้ำที่เกิดขึ้นในแต่ละแผนกที่ตรวจพบ ณ แผนกตรวจ สอบคุณภาพในเดือนเมษายน 2544.....	36
3.6	ตารางแสดงการเก็บข้อมูลเวลาที่ใช้ในแต่ละแผนก (หน่วยทศนิยมเป็น 1/100 นาที).....	37
3.7	ตารางแสดงเวลาในการผลิตที่เพิ่มขึ้นเมื่อเกิดงานทำซ้ำในเดือนเมษายน 2544....	50
3.8	ตารางแสดงสัดส่วนของเวลาที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากงานทำซ้ำในเดือนเมษายน 2544.....	50
4.1	ตารางแสดงปัญหาทางด้านเทคนิคที่เกิดขึ้นในแผนกต่าง ๆ.....	53
4.2	ตารางแสดงปริมาณงานทำซ้ำที่เกิดขึ้นในเดือนมกราคม ถึงเดือนธันวาคม 2543..	58
4.3	ตารางแสดงปริมาณงานทำซ้ำที่เกิดขึ้นในเดือนมกราคม ถึงเดือนกรกฎาคม 2544	58
4.4	ตารางแสดงเวลาที่เพิ่มขึ้นเมื่อเกิดงานทำซ้ำแยกตามผลิตภัณฑ์.....	59
4.5	ตารางแสดงขั้นตอนที่ก่อให้เกิดปัญหาของงานทำซ้ำ.....	60
4.6	ตารางแสดงเปอร์เซ็นต์ของงานทำซ้ำที่เกิดขึ้นจากแผนกหล่อตัวเรือน.....	64
4.7	ตารางแสดงปัญหาและวิธีแก้ไขในการหล่อตัวเรือน.....	66
4.8	ตารางแสดงปัจจัยที่มีผลต่อการหล่อตัวเรือน.....	67
4.9	การแบ่งแยกชิ้นงานตามขั้นตอนการขัด.....	72
4.10	ตารางแสดงเปอร์เซ็นต์ของงานทำซ้ำที่เกิดขึ้นจากแผนกขัด.....	74
4.11	ตารางแสดงปัญหาและวิธีแก้ไขในการขัด.....	76

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ญ

ตาราง	หน้า
5.1 ตารางแสดงลักษณะทางเดี่ยวที่เหมาะสมแยกตามประเภทผลิตภัณฑ์.....	82
5.2 ตารางแสดงการแบ่งช่วงระดับปัจจัยต่าง ๆ ของเครื่องประดับแต่ละประเภท.....	88
5.3 ตารางแสดงผลการทดลองของเครื่องประดับลักษณะหนา.....	91
5.4 แสดงตาราง ANOVA.....	94
5.5 ตารางแสดงผลการทดลองของเครื่องประดับลักษณะปานกลาง.....	100
5.6 แสดงตาราง ANOVA.....	103
5.7 ตารางแสดงผลการทดลองของเครื่องประดับลักษณะบาง.....	109
5.8 แสดงตาราง ANOVA.....	112
5.9 แสดงสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่สามารถใช้เครื่องไม้แทนได้.....	119
5.10 แสดงเวลาในการทำงานโดยการไม้.....	126
5.11 ข้อมูลสาเหตุของเสียที่เกิดขึ้นจากการไม้.....	126
5.12 ตารางแสดงการเปรียบเทียบของเสียระหว่างการขัดและการไม้.....	127
5.13 ตารางแสดงการเก็บข้อมูลเวลาที่ใช้ในแต่ละแผนก.....	137
5.14 สัดส่วนของเวลาในการผลิตเทียบกับเวลาทั้งหมดในแต่ละแผนก.....	137
5.15 ตารางแสดงปริมาณงานทำซ้ำที่เกิดขึ้นแยกตามชนิดผลิตภัณฑ์ในเดือนมกราคม..	139
5.16 ตารางแสดงเปอร์เซ็นต์ของงานทำซ้ำตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2544 ถึง เดือนมกราคม 2545.....	141
5.17 ตารางแสดงเปอร์เซ็นต์ของงานทำซ้ำที่มีสาเหตุจากแผนกหล่อตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2544 ถึง เดือนมกราคม 2545 แยกตามชนิดผลิตภัณฑ์.....	142
5.18 ตารางแสดงเปอร์เซ็นต์ของงานซ่อมที่มีสาเหตุจากแผนกขัดตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2544 ถึง เดือนมกราคม 2545 แยกตามชนิดผลิตภัณฑ์.....	143
5.19 ตารางแสดงเปอร์เซ็นต์ของงานเสียที่มีสาเหตุจากแผนกขัดตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2544 ถึง เดือนมกราคม 2545 แยกตามชนิดผลิตภัณฑ์.....	144
5.20 ตารางแสดงปริมาณงานทำซ้ำที่มีสาเหตุมาจากแผนกหล่อตัวเรือน.....	147
5.21 ตารางแสดงจำนวนงานทำซ้ำที่มีสาเหตุมาจากแผนกขัด.....	148
5.22 ตารางแสดงต้นทุนที่เกิดขึ้นเนื่องจากงานทำซ้ำที่มีสาเหตุจากแผนกหล่อตัวเรือน..	149
5.23 ตารางแสดงต้นทุนที่เกิดขึ้นเนื่องจากงานทำซ้ำที่มีสาเหตุจากแผนกขัด.....	149
5.24 ตารางแสดงเวลาที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากงานทำซ้ำ.....	150

## สารบัญตาราง (ต่อ)

๗

ตาราง		หน้า
5.25	ตารางแสดงเวลาที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการทำซ้ำแยกตามชนิดผลิตภัณฑ์.....	151
5.26	ตารางแสดงจำนวนงานที่ส่งไม่ทันกำหนดระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึง เดือน ธันวาคม 2544.....	153
5.27	ตารางแสดงจำนวนงานที่ส่งไม่ทันกำหนดระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึง เดือน ธันวาคม 2544 แยกตามชนิดผลิตภัณฑ์.....	154
ก.1	ตารางแสดงปริมาณงานทำซ้ำที่เกิดขึ้นในโรงหล่อใน เดือนมกราคม ถึงเดือน ธันวาคม 2543 และ เดือนมกราคม ถึงเดือนกรกฎาคม 2544.....	162
ก.2	ตารางแสดงปริมาณงานทำซ้ำที่เกิดขึ้นในแผนกหล่อซึ่งตรวจพบที่แผนกตรวจสอบใน เดือนมกราคม ถึงเดือนธันวาคม 2543 และ เดือนมกราคม ถึงเดือน กรกฎาคม 2544.....	163
ก.3	ตารางแสดงปริมาณงานทำซ้ำที่เกิดขึ้นในแผนกแต่งในเดือนมกราคม ถึงเดือน ธันวาคม 2543 และ เดือนมกราคม ถึงเดือนกรกฎาคม 2544.....	164
ก.4	ตารางแสดงปริมาณงานทำซ้ำที่เกิดขึ้นในแผนกขัดในเดือนมกราคม ถึงเดือน ธันวาคม 2543 และ เดือนมกราคม ถึงเดือนกรกฎาคม 2544.....	165
ก.5	ตารางแสดงปริมาณงานทำซ้ำที่เกิดขึ้นในแผนกฝั่งในเดือนมกราคม ถึงเดือน ธันวาคม 2543 และ เดือนมกราคม ถึงเดือนกรกฎาคม 2544.....	166
ก.6	ตารางแสดงปริมาณงานทำซ้ำที่เกิดขึ้นในแผนกชุบในเดือนมกราคมถึงเดือน ธันวาคม 2543 และ เดือนมกราคม ถึงเดือนกรกฎาคม 2544.....	167
ก.7	ตารางแสดงปริมาณงานทำซ้ำที่เกิดขึ้นที่โรงหล่อในเดือนมกราคม ถึงเดือน ธันวาคม 2543 และ เดือนมกราคม ถึงเดือนกรกฎาคม 2544 แยกตามผลิตภัณฑ์	168
ก.8	ตารางแสดงปริมาณงานทำซ้ำที่เกิดขึ้นที่แผนกหล่อซึ่งตรวจพบที่แผนกตรวจสอบ ใน เดือนมกราคม ถึงเดือนธันวาคม 2543 และ เดือนมกราคม ถึงเดือนกรกฎาคม 2544 แยกตาม ผลิตภัณฑ์.....	172
ก.9	ตารางแสดงปริมาณงานทำซ้ำที่เกิดขึ้นที่แผนกแต่งในเดือนมกราคม ถึงเดือน ธันวาคม 2543 และ เดือนมกราคม ถึงเดือนกรกฎาคม 2544 แยกตามผลิตภัณฑ์	176
ก.10	ตารางแสดงปริมาณงานทำซ้ำที่เกิดขึ้นที่แผนกขัดในเดือนมกราคม ถึงเดือน ธันวาคม 2543 และ เดือนมกราคม ถึงเดือนกรกฎาคม 2544 แยกตามผลิตภัณฑ์	180

## สารบัญตาราง (ต่อ)

๗

ตาราง		หน้า
ก.11	ตารางแสดงปริมาณงานทำซ้ำที่เกิดขึ้นที่แผนกฝังในเดือนมกราคม ถึงเดือน ธันวาคม 2543 และ เดือนมกราคม ถึงเดือนกรกฎาคม 2544 แยกตามผลิตภัณฑ์	184
ก.12	ตารางแสดงปริมาณงานทำซ้ำที่เกิดขึ้นที่แผนกชุบในเดือนมกราคม ถึงเดือน ธันวาคม 2543 และ เดือนมกราคม ถึงเดือนกรกฎาคม 2544 แยกตามผลิตภัณฑ์	188
ค.1	ตารางแสดงผลการทดลองไม้ Magnetic เพื่อหาเวลาที่เหมาะสมสำหรับงานไม่มี ชอกมุม.....	228
ค.2	ตารางแสดงผลการทดลองไม้ Magnetic เพื่อหาเวลาที่เหมาะสมสำหรับงานมี ลวดลายไม่มาก.....	229
ค.3	ตารางแสดงผลการทดลองไม้ Magnetic เพื่อหาเวลาที่เหมาะสมสำหรับงานมี ลวดลายมาก.....	230
ค.4	ตารางแสดงผลการทดลองไม้ Grinding เพื่อหาเวลาที่เหมาะสมสำหรับงานไม่มี ชอกมุม.....	231
ค.5	ตารางแสดงผลการทดลองไม้ Grinding เพื่อหาเวลาที่เหมาะสมสำหรับงานมี ลวดลายไม่มาก.....	232
ค.6	ตารางแสดงผลการทดลองไม้ Grinding เพื่อหาเวลาที่เหมาะสมสำหรับงานมี ลวดลายมาก.....	233
ค.7	ตารางแสดงผลการทดลองไม้ลูกเหล็กเพื่อหาเวลาที่เหมาะสมสำหรับงานไม่มีชอก มุมที่จะนำไปฝัง.....	234
ค.8	ตารางแสดงผลการทดลองไม้ลูกเหล็กเพื่อหาเวลาที่เหมาะสมสำหรับงานมี ลวดลายไม่มากที่จะนำไปฝัง.....	235
ค.9	ตารางแสดงผลการทดลองไม้ลูกเหล็กเพื่อหาเวลาที่เหมาะสมสำหรับงานมี ลวดลายมากที่จะนำไปฝัง.....	236
ค.10	ตารางแสดงผลการทดลองไม้ลูกเหล็กเพื่อหาเวลาที่เหมาะสมสำหรับงานไม่มีชอก มุมที่จะนำไป pack.....	237
ค.11	ตารางแสดงผลการทดลองไม้ลูกเหล็กเพื่อหาเวลาที่เหมาะสมสำหรับงานมี ลวดลายไม่มากที่จะนำไป pack.....	238
ค.12	ตารางแสดงผลการทดลองไม้ลูกเหล็กเพื่อหาเวลาที่เหมาะสมสำหรับงานมี ลวดลายมากที่จะนำไป pack.....	239

## สารบัญภาพ

ภาพประกอบ	หน้า
2.1 แสดงองค์ประกอบของการออกแบบการทดลอง.....	12
2.2 เครื่องตัดไม้แบบหมุนด้วยแกน .....	22
2.3 เครื่องตัดไม้แบบเขย่าหรือสั่น.....	22
2.4 เครื่องตัดไม้แบบแรงหนีศูนย์กลาง.....	23
3.1 แสดงกระบวนการผลิตของโรงงานตัวอย่าง .....	31
3.2 แผนภูมิกระบวนการผลิตแบบต่อเนื่องของแผนกฉีดเทียน (หน่วยทศนิยมเป็น 1/100 นาที).....	38
3.3 แผนภูมิกระบวนการผลิตแบบต่อเนื่องของแผนกหล่อ (หน่วยทศนิยมเป็น 1/100 นาที).....	40
3.4 แผนภูมิกระบวนการผลิตแบบต่อเนื่องของแผนกแต่ง (หน่วยทศนิยมเป็น 1/100 นาที).....	43
3.5 แผนภูมิกระบวนการผลิตแบบต่อเนื่องของแผนกขัด (หน่วยทศนิยมเป็น 1/100 นาที).....	44
3.6 แผนภูมิกระบวนการผลิตแบบต่อเนื่องของแผนกฝัง (หน่วยทศนิยมเป็น 1/100 นาที).....	45
3.7 แผนภูมิกระบวนการผลิตแบบต่อเนื่องของแผนกชุบ (หน่วยทศนิยมเป็น 1/100 นาที).....	46
3.8 แผนภูมิกระบวนการผลิตแบบต่อเนื่องของแผนกตรวจสอบ (หน่วยทศนิยมเป็น 1/100 นาที).....	48
4.1 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ของงานทำซ้ำที่เกิดขึ้นจากแต่ละแผนก.....	62
5.1 แสดงขั้นตอนการแข็งตัวของโลหะ.....	79
5.2 แสดงการต่อเคียวหลายเคียวกับชิ้นงาน.....	80
5.3 แสดงการต่อเคียวกับต้นเทียน.....	80
5.4 แสดงความผิดพลาดที่พบโดยสม่ำเสมอในรูป A และ B ส่วนรูป C เป็นการต่อเคียวที่ถูกต้อง.....	80
5.5 แสดงรูปแบบของชิ้นงาน.....	87
5.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิเหน้าโลหะกับค่าเฉลี่ยสัดส่วนของเสีย..	96
5.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิแบบหล่อกับค่าเฉลี่ยสัดส่วนของเสีย...	96

## สารบัญญภาพ (ต่อ)

๓

ภาพประกอบ	หน้า
5.8	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาในการดูอากาศกับค่าเฉลี่ยสัดส่วนของเสีย..... 96
5.9	กราฟแสดงปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิเหน้าโลหะกับอุณหภูมิแบบหล่อ..... 97
5.10	กราฟ Normal probability plot..... 99
5.11	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิเหน้าโลหะกับค่าเฉลี่ยสัดส่วนของเสีย.. 105
5.12	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิแบบหล่อกับค่าเฉลี่ยสัดส่วนของเสีย... 105
5.13	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาในการดูอากาศกับค่าเฉลี่ยสัดส่วนของเสีย..... 105
5.14	กราฟแสดงปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิเหน้าโลหะกับอุณหภูมิแบบหล่อ..... 106
5.15	กราฟแสดงปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิแบบหล่อกับเวลาในการดูอากาศ..... 106
5.16	กราฟแสดงปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิเหน้าโลหะกับเวลาในการดูอากาศ..... 106
5.17	กราฟ Normal probability plot..... 108
5.18	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิเหน้าโลหะกับค่าเฉลี่ยสัดส่วนของเสีย.. 114
5.19	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิแบบหล่อกับค่าเฉลี่ยสัดส่วนของเสีย... 114
5.20	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาในการดูอากาศกับค่าเฉลี่ยสัดส่วนของเสีย..... 114
5.21	กราฟแสดงปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิเหน้าโลหะกับอุณหภูมิแบบหล่อ..... 115
5.22	กราฟแสดงปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิแบบหล่อกับเวลาในการดูอากาศ..... 115
5.23	กราฟแสดงปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิเหน้าโลหะกับเวลาในการดูอากาศ..... 115
5.24	กราฟ Normal probability plot..... 117
5.25	แสดงอุปกรณ์ในการไม่ด้วยระบบแม่เหล็ก..... 121
5.26	แสดงอุปกรณ์ในการไม่ Grinding..... 123
5.27	แสดงอุปกรณ์ในการไม่ขัดเงาด้วยลูกเหล็ก..... 125
5.28	แสดงขั้นตอนการทำงานของโรงงานตัวอย่าง..... 136
5.29	กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ของงานทำซ้ำตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2544 ถึง เดือนมกราคม 2545..... 141
5.30	กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ของงานทำซ้ำที่มีสาเหตุจากแผนกหล่อตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2544 ถึง เดือนมกราคม 2545 แยกตามชนิดผลิตภัณฑ์..... 145

## สารบัญภาพ (ต่อ)

๗

ภาพประกอบ	หน้า
5.31 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ของงานซ่อมที่มีสาเหตุจากแผนกจัดตั้งตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2544 ถึง เดือนมกราคม 2545 แยกตามชนิดผลิตภัณฑ์.....	145
5.32 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ของงานเสียที่มีสาเหตุจากแผนกจัด ตั้งตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2544 ถึง เดือนมกราคม 2545 แยกตามชนิดผลิตภัณฑ์.....	146
5.33 กราฟแสดงต้นทุนที่เกิดขึ้นเนื่องจากงานทำซ้ำ.....	150
5.34 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ของงานที่ส่งไม่ทันกำหนด.....	153
ก.1 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์งานเสียที่เกิดขึ้นในโรงหล่อปี 2543.....	192
ก.2 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์งานเสียในแผนกหล่อซึ่งพบที่QCปี 2543.....	193
ก.3 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์งานซ่อมในแผนกแต่งปี 2543.....	194
ก.4 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์งานเสียในแผนกแต่งปี 2543.....	195
ก.5 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์งานซ่อมในแผนกจัดปี 2543.....	196
ก.6 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์งานเสียในแผนกจัดปี 2543.....	197
ก.7 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์งานซ่อมในแผนกฝังปี 2543.....	198
ก.8 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์งานเสียในแผนกฝังปี 2543.....	199
ก.9 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์งานซ่อมในแผนกชุบปี 2543.....	200
ก.10 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์งานเสียในแผนกชุบปี 2543.....	201
ก.11 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์งานเสียที่เกิดขึ้นในโรงหล่อปี 2544.....	202
ก.12 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์งานเสียในแผนกหล่อซึ่งพบที่QCปี 2544.....	203
ก.13 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์งานซ่อมในแผนกแต่งปี 2544.....	204
ก.14 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์งานเสียในแผนกแต่งปี 2544.....	205
ก.15 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์งานซ่อมในแผนกจัดปี 2544.....	206
ก.16 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์งานเสียในแผนกจัดปี 2544.....	207
ก.17 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์งานซ่อมในแผนกฝังปี 2544.....	208
ก.18 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์งานเสียในแผนกฝังปี 2544.....	209
ก.19 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์งานซ่อมในแผนกชุบปี 2544.....	210
ก.20 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์งานเสียในแผนกชุบปี 2544.....	211
ก.21 แผนภูมิพาเรโตแสดงชนิดงานเสียจากงานหล่อในเดือน พ.ค.- ก.ค. 2544.....	212
ก.22 แผนภูมิพาเรโตแสดงชนิดงานเสียจากงานหล่อในเดือน พ.ค.- ก.ค. 2544.....	213

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ณ

ภาพประกอบ	หน้า
ก.23 แผนภูมิพาเรโตแสดงชนิดงานซ่อมจากงานแต่งในเดือน พ.ค.- ก.ค. 2544.....	214
ก.24 แผนภูมิพาเรโตแสดงชนิดงานเสียจากงานแต่งในเดือน พ.ค.- ก.ค. 2544.....	215
ก.25 แผนภูมิพาเรโตแสดงชนิดงานซ่อมจากงานขัดในเดือน พ.ค.- ก.ค. 2544.....	216
ก.26 แผนภูมิพาเรโตแสดงชนิดงานเสียจากงานขัดในเดือน พ.ค.- ก.ค. 2544.....	217
ก.27 แผนภูมิพาเรโตแสดงชนิดงานซ่อมจากงานฝั่งในเดือน พ.ค.- ก.ค. 2544.....	218
ก.28 แผนภูมิพาเรโตแสดงชนิดงานเสียจากงานฝั่งในเดือน พ.ค.- ก.ค. 2544.....	219
ก.29 แผนภูมิพาเรโตแสดงชนิดงานซ่อมจากงานชุบในเดือน พ.ค.- ก.ค. 2544.....	220
ก.30 แผนภูมิพาเรโตแสดงชนิดงานเสียจากงานชุบในเดือน พ.ค.- ก.ค. 2544.....	221
ข.1 ภาพแสดงลักษณะทางเดียวสำหรับแหวนขนาดเล็ก.....	223
ข.2 ภาพแสดงลักษณะทางเดียวยูรูปตัว "ยู" สำหรับแหวนขนาดปานกลางขึ้นไปที่ไม่มี ลวดลายรอบวง.....	223
ข.3 ภาพแสดงลักษณะทางเดียวยูรูปตัว "ยู" สำหรับแหวนขนาดใหญ่.....	223
ข.4 ภาพแสดงลักษณะทางเดียวยูรูปตัว "ไอ" สำหรับต่างหูขนาดเล็ก.....	224
ข.5 ภาพแสดงลักษณะทางเดียวยูรูปตัว "วี" สำหรับต่างหูขนาดปานกลางขึ้นไป.....	224
ข.6 ภาพแสดงลักษณะทางเดียวยูรูปเกาะก้านร่วมสำหรับจี้ที่เป็นสี่เหลี่ยมตัน หรือแผ่น บาง.....	224
ข.7 ภาพแสดงลักษณะทางเดียวยูรูปเกาะก้านร่วม 2 ทางสำหรับจี้ที่เป็นสี่เหลี่ยมตันและ มีลักษณะยาว.....	225
ข.8 ภาพแสดงลักษณะทางเดียวยูรูปเกาะก้านร่วม 2 ทางสำหรับจี้ที่มีลวดลายโดยรอบ..	225
ข.9 ภาพแสดงลักษณะทางเดียวยูรูปตัว "วี" สำหรับจี้ที่มีส่วนประกอบอื่น ๆ.....	225
ข.10 ภาพแสดงลักษณะทางเดียวสำหรับเข็มกลัดขนาดเล็ก.....	226
ข.11 ภาพแสดงลักษณะทางเดียวยูรูปตัว "ยู" สำหรับเข็มกลัดลักษณะอื่น ๆ.....	226
ข.12 ภาพแสดงลักษณะทางเดียวสำหรับขี้ผึ้งงานขนาดหนาหรือขนาดใหญ่.....	226