

การวิเคราะห์และควบคุมปัจจัยที่มีผลกระทบต่อปริมาณผลผลิตที่ได้
ในกระบวนการผลิตกระดาษ



นายเวรตี กล้าหาญ

ศูนย์วิทยทรัพยากร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2546

ISBN 974-17-4237-1

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ANALYSIS AND CONTROL OF FACTORS AFFECTING THE YIELD
IN MIRROR PROCESSING

Mr.Rawat Klaharn

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 2003

ISBN 974-17-4237-1

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การวิเคราะห์และควบคุมปัจจัยที่มีผลกระทบต่อปริมาณผลผลิตที่ได้
ในกระบวนการผลิตกระดาษ

โดย

นายเวรดี กล้าหาญ


สาขาวิชา

วิศวกรรมอุตสาหการ

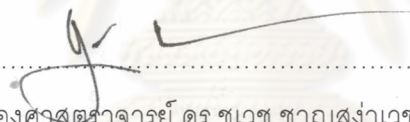
อาจารย์ที่ปรึกษา

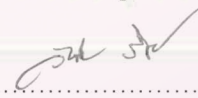
รองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย ธิจิรวณิช

คณะกรรมการศาสตราจารย์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วน
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบริหารธุรกิจ


..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.ดิเรก ลาวัณย์ศิริ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชูเวช ช่างสง่าเวช)


..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย ธิจิรวณิช)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ จิรพัฒน์ เงามะเสถียรวงศ์)


..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.นภัตตวงศ์ ไอสถศิศิลป์)

เรวัตติ กล้าหาญ : การวิเคราะห์และควบคุมปัจจัยที่มีผลกระทบต่อปริมาณผลผลิตที่ได้ในกระบวนการผลิตกระจกเงา. (ANALYSIS AND CONTROL OF FACTORS AFFECTING THE YIELD IN MIRROR PROCESSING) อ. ที่ปรึกษา : รศ. ดร. วันชัย วิจิรวนิช, 245 หน้า. 974-17-4237-1.

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์และควบคุมปัจจัยที่มีผลกระทบต่อปริมาณผลผลิตที่ได้ในกระบวนการผลิตกระจกเงา โดยใช้การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบในกระบวนการผลิต (Failure Mode and Effects Analysis, FMEA) เริ่มจากการศึกษากระบวนการผลิต และใช้เครื่องมือวิเคราะห์นี้ ในการค้นหาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อ การเกิดข้อบกพร่องของกระจกเงา ค่าความรุนแรงของข้อบกพร่อง การเกิดข้อบกพร่อง และการควบคุมกระบวนการ จะถูกนำมาประเมินเพื่อคำนวณหาค่าดัชนีความเสี่ยงชี้หน้า (Risk Priority Number หรือ RPN) ซึ่งเป็นค่าที่บอกถึงความเสี่ยงที่จะเกิดข้อบกพร่อง โดยทั่วไปค่า RPN จะมีค่าอยู่ระหว่าง 1 ถึง 1,000 คะแนน ค่า RPN ยิ่งมีค่ามาก หมายถึง ความเสี่ยงที่จะเกิดข้อบกพร่องจะยิ่งสูง

การวิเคราะห์และควบคุมปัจจัยที่มีผลกระทบต่อปริมาณผลผลิตที่ได้ในกระบวนการผลิตกระจกเงานี้ จะเริ่มจากการพิจารณาข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นในทุก ๆ ขั้นตอนของการผลิต ตั้งแต่การป้อนกระจกเบสิก จนถึงขั้นตอนสุดท้ายของการผลิตกระจกเงา โดยอาศัยการระดมความคิดจากพนักงานระดับปฏิบัติการ หัวหน้างาน วิศวกร และข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งผลการปรับปรุงมีทั้งการจัดให้มีระบบการตรวจสอบอย่างสม่ำเสมอ การจัดทำระเบียบปฏิบัติงาน กำหนดมาตรฐานการทำงาน การจัดทำเอกสารที่ใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหา การจัดหาและแก้ไขตัดแปลงอุปกรณ์ในกระบวนการผลิต รวมทั้งการปรับปรุงสภาพแวดล้อมในการทำงาน ผลจากการดำเนินการปรับปรุง ทำให้เปอร์เซ็นต์ของเสียทั้งหมดในกระบวนการผลิตลดลง 1.62% เป็นผลทำให้ปริมาณผลผลิตที่ได้จากกระบวนการผลิต (Online yield) เพิ่มขึ้นจาก 90.59% เป็น 92.21% และปริมาณผลผลิตที่ได้ทั้งหมด (Total yield) เพิ่มขึ้นจาก 93.66% เป็น 95.18% ตามลำดับ

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ
สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ
ปีการศึกษา 2546

ลายมือชื่อนิสิต
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4571453921 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEY WORD : ANALYSIS / CONTROL FACTOR / YIELD / MIRROR PROCESSING

RAWAT KLAHARN : ANALYSIS AND CONTROL OF FACTORS AFFECTING THE
YIELD IN MIRROR PROCESSING. THESIS ADVISOR : ASSOC.PROF. VANCHAI
RIJIRAVANICH, Ph.D. 245 pp. ISBN 974-17-4237-1.

The purpose of this thesis is to analyze and control the factors affecting the yield in mirror processing by using the Failure Mode and Effects Analysis (FMEA). The process is studied and this quality control tool is used to search for the yield factors affecting the mirror defects. The Severity, Occurrence and Detection of each defect are evaluated to calculate Risk Priority Number (RPN). The value of RPN is between 1 to 1,000 points, the higher the RPN is the higher the risk of defect occurrence.

Analysis and control of yield factors for the mirror starting with the consideration each stages of processing from loading the basic glasses to the final stage of mirror production. Consistent checking system, work instructions, work standards, trouble shooting charts, modification of machine tools, and working condition are generated by brainstorming from operators, foreman, engineer and the recommendation of specialists to apply for reducing the defect of each step. The percentage of total defect in the process decreases for 1.62% result in an increase of online yield from 90.59% to 92.21% and total yield from 93.66% to 95.18% respectively.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Department Industrial Engineering.....

Field of study Industrial Engineering.....

Academic year 2003.....

Student's signature..... 

Advisor's signature..... 

Co-advisor's signature.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลงด้วยความช่วยเหลือจากบุคคลหลายฝ่ายเป็นอย่างดียิ่ง ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ ประธานและกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่าน รวมทั้ง รองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย วิจิรวณิช ที่กรุณาให้คำแนะนำตลอดจนตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ส่วนหนึ่งของความสำเร็จในครั้งนี้ ได้รับความร่วมมือจากเพื่อนร่วมงาน และพนักงานในบริษัทตัวอย่างเป็นอย่างดี ที่ให้การสนับสนุนด้านข้อมูล ความรู้เฉพาะด้านในกระบวนการผลิต และข้อแนะนำต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับการทำวิทยานิพนธ์ และขอขอบคุณคณะผู้บริหารที่ได้อนุญาตให้ใช้โรงงานเป็นตัวอย่างในการทำงานวิจัยในครั้งนี้

ประโยชน์และความดีใด ๆ ที่เกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบแต่ บิดา มารดา พี่น้อง และเพื่อน ๆ ทุกท่าน ที่สนับสนุนและเป็นกำลังใจด้านการศึกษา ตลอดจนเป็นแรงบันดาลใจให้ข้าพเจ้าได้ทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลงด้วยดี



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฌ
สารบัญภาพ.....	ญ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
1.1 ภูมิหลัง.....	2
1.2 ความเป็นมาของปัญหาและมูลเหตุจูงใจ.....	10
1.3 การวิเคราะห์และควบคุมปัจจัย.....	12
1.4 วัตถุประสงค์ของการดำเนินการวิจัย.....	13
1.5 ขอบเขตของการดำเนินการวิจัย.....	14
1.6 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย.....	14
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	15
2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	16
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	16
2.2 การสำรวจงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	29
3 การศึกษาสภาพสายการผลิต.....	31
3.1 กระบวนการผลิต.....	31
3.2 ลักษณะของของเสีย.....	34
3.3 ปัญหาของการเกิดของเสียก่อนการแก้ไข.....	35
3.4 การวิเคราะห์และค้นหาปัจจัยที่ทำให้เกิดของเสีย.....	37
4 การปรับปรุงเพื่อลดของเสียและโอกาสของการเกิดของเสีย.....	43
4.1 การควบคุมปัจจัยเพื่อลดข้อบกพร่องในส่วนของการทำความสะอาดผิวกระจก.....	43
4.2 การควบคุมปัจจัยเพื่อลดข้อบกพร่องในส่วนของการเคลือบสารเคมี.....	54
4.3 การควบคุมปัจจัยเพื่อลดข้อบกพร่องในส่วนของการเคลือบสีชั้นที่ 1 และชั้นที่ 2.....	73

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
5 การประเมินผลการปรับปรุง.....	86
6 การสรุปผลและข้อเสนอแนะ.....	100
6.1 การสรุปผล.....	100
6.2 ข้อเสนอแนะ.....	104
รายการอ้างอิง.....	106
ภาคผนวก.....	108
ภาคผนวก ก การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบในกระบวนการผลิตกระจกเงา.....	109
ภาคผนวก ข รูปแสดงสภาพก่อนและหลังการปรับปรุง.....	147
ภาคผนวก ค ตัวอย่างแบบฟอร์มที่ใช้งาน และตารางกำหนดการซ่อมบำรุง.....	177
ภาคผนวก ง ระเบียบปฏิบัติงาน การควบคุมการเคลือบสี.....	219
ภาคผนวก จ รูปแสดงส่วนของเครื่องจักรในกระบวนการผลิตกระจกเงา.....	226
ภาคผนวก ฉ การทดสอบสมมติฐานของผลต่างระหว่างค่าสัดส่วนของของเสีย (ก่อนและหลังการปรับปรุง).....	240
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	245

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1.1	ผลการผลิตกระจกเงาตั้งแต่เดือน มกราคม ถึง กรกฎาคม 2546.....11
ตารางที่ 2.1	แบบฟอร์มการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (FMEA).....23
ตารางที่ 4.1	แนวทางการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการเคลือบเงิน.....61
ตารางที่ 4.2	แนวทางการแก้ปัญหาการเกิดจุดดำ.....67
ตารางที่ 4.3	การกำหนดเบอร์ของหัวสเปรย์ และความสูงของท่อสเปรย์จากผิวกระจก ด้านบน ในชั้นตอนต่าง ๆ ของกระบวนการผลิตกระจกเงา.....72
ตารางที่ 4.4	แนวทางการแก้ปัญหาในการเคลือบสี.....81
ตารางที่ 5.1	ผลการผลิตกระจกเงาตั้งแต่เดือน มกราคม ถึง กรกฎาคม 2546 (ก่อนการปรับปรุง).....90
ตารางที่ 5.2	ผลการผลิตกระจกเงาตั้งแต่เดือน สิงหาคม 2546 ถึง มกราคม 2547 (หลังการปรับปรุง).....91
ตารางที่ ก-1	การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบในกระบวนการผลิตกระจกเงา..... 110
ตารางที่ ค-1	บันทึกการตรวจสอบสภาพเครื่องจักรและกระบวนการผลิตกระจกเงา..... 178
ตารางที่ ค-2	บันทึกการตรวจสอบสภาพการเคลือบสารเคมี..... 184
ตารางที่ ค-3	บันทึกการเคลือบสีชั้นที่ 1 และ 2 ประจำวัน..... 185
ตารางที่ ค-4	บันทึกการปรับความสม่ำเสมอของม่านสี..... 186
ตารางที่ ค-5	กำหนดการซ่อมบำรุง กระบวนการผลิตกระจกเงา..... 187

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญญภาพ

		หน้า
รูปที่ 1.1	สถิติปริมาณการขายกระเจกเงาตั้งแต่ปี 2533 ถึง 2545.....	6
รูปที่ 1.2	สัดส่วนของส่วนแบ่งตลาดกระเจกเงาในประเทศไทย 2545.....	6
รูปที่ 1.3	แผนผังการจัดโครงสร้างองค์กรของบริษัทตัวอย่าง.....	8
รูปที่ 1.4	แผนผังโครงสร้างองค์กรภายในฝ่ายกระเจกเงา.....	9
รูปที่ 1.5	กราฟแท่งแสดงเปอร์เซ็นต์รอยตำหนิที่พบในการผลิตกระเจกเงา ตั้งแต่เดือน มกราคม ถึง กรกฎาคม 2546.....	12
รูปที่ 1.6	แผนผังแสดงการวิเคราะห์และควบคุมปัจจัย.....	13
รูปที่ 2.1	แผนผังก้างปลาแสดงต้นเหตุของปัญหา.....	20
รูปที่ 3.1	กระบวนการผลิตกระเจกเงา.....	31
รูปที่ 3.2	กราฟแท่งแสดงของเสียทั้งหมดตั้งแต่เดือน มกราคม ถึง กรกฎาคม 2546....	36
รูปที่ 3.3	แผนภูมิพาเรโตของเสียตั้งแต่เดือน มกราคม ถึง กรกฎาคม 2546.....	36
รูปที่ 4.1	การปรับมุมของหัวสเปรย์ซิลเวอร์และรีดิวเซอร์.....	66
รูปที่ 4.2	ตัวอย่างรอยตำหนิจากการเคลือบสี.....	85
รูปที่ 5.1	กราฟเส้นแสดงการเปรียบเทียบปริมาณผลผลิตที่ได้ (Yield) ก่อนและหลังการปรับปรุง.....	92
รูปที่ 5.2	กราฟแท่งแสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ของเสียแต่ละชนิด ก่อนและหลังการปรับปรุง.....	93
รูปที่ 5.3	กราฟแท่งแสดงค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของตำหนิสี จุดดำ และสเปรย์ (ก่อนการปรับปรุง).....	94
รูปที่ 5.4	กราฟแท่งแสดงค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของตำหนิสี จุดดำ และสเปรย์ (หลังการปรับปรุง).....	94
รูปที่ 5.5	กราฟเส้นแสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ของเสียจากรอยตำหนิสี ก่อนและหลังการปรับปรุง.....	95
รูปที่ 5.6	กราฟเส้นแสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ของเสียจากรอยตำหนิจุดดำ ก่อนและหลังการปรับปรุง.....	96
รูปที่ 5.7	กราฟเส้นแสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ของเสียจากรอยตำหนิสีสเปรย์ ก่อนและหลังการปรับปรุง.....	97
รูปที่ 5.8	การกันห้องและติดตั้งระบบกรองดักซัลเฟอร์ในกระบวนการผลิตกระเจกเงา...	98
รูปที่ 5.9	แบบฟอร์มการแจ้งปัญหาเกี่ยวกับกระเจกเบสิค.....	99

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ ก-1	กราฟแท่งแสดงการจัดลำดับคะแนน RPN ของแต่ละขั้นตอนการผลิต (ก่อนการปรับปรุง)..... 145
รูปที่ ก-2	กราฟแท่งแสดงการจัดลำดับคะแนน RPN ของแต่ละขั้นตอนการผลิต (หลังการปรับปรุง)..... 146
รูปที่ ข-1	การติดตั้งอุปกรณ์วัดแรงดันน้ำของท่อสเปรย์ฉีดน้ำล้างผิวกระจก..... 148
รูปที่ ข-2	การแยกเบอร์ของหัวสเปรย์ตามสีของฝาครอบ..... 149
รูปที่ ข-3	สเกลบอกระดับ และการปรับระดับแปรงขัดแบบโรลเลอร์..... 150
รูปที่ ข-4	ชุดหัวหยดซีเรียมออกไซด์หลังการปรับปรุง..... 151
รูปที่ ข-5	ถังผสมซีเรียมออกไซด์..... 152
รูปที่ ข-6	บีมซีเรียมออกไซด์ และอุปกรณ์ควบคุมแรงดันลม..... 153
รูปที่ ข-7	สภาพขนแปรงแบบจานหมุน..... 154
รูปที่ ข-8	สเกลบอกระดับ และการปรับแปรงขัดแบบจานหมุน..... 155
รูปที่ ข-9	ฝาเปิดที่ด้านข้างของถังเก็บพักน้ำบริสุทธิ์..... 156
รูปที่ ข-10	การติดตั้งตัวกรองตะกอนในท่อน้ำยาเคมีที่ตำแหน่งการใช้งานต่าง ๆ..... 157
รูปที่ ข-11	อุปกรณ์ยี้ดและวางท่อสเปรย์น้ำยาตีบุก 1 (Sensitizing)..... 158
รูปที่ ข-12	อุปกรณ์ยี้ดและวางท่อสเปรย์น้ำยาตีบุก 2 (Passivation)..... 159
รูปที่ ข-13	อุปกรณ์ยี้ดท่อสเปรย์น้ำยาพัลลาเดียม..... 160
รูปที่ ข-14	อุปกรณ์หลอดผสมน้ำยาพัลลาเดียม..... 161
รูปที่ ข-15	การปรับปรุงถาดรองน้ำหลังการเคลือบพัลลาเดียม..... 162
รูปที่ ข-16	การติดตั้งแผ่นพลาสติกกันละอองน้ำมันจากดัลบูลูกปืนของชุดขับสเปรย์ ห้องเคลือบเงิน..... 163
รูปที่ ข-17	การฉีดน้ำล้างผิวกระจกหลังการเคลือบเงิน..... 164
รูปที่ ข-18	อุปกรณ์กวนสี (ก่อนการปรับปรุง) 165
รูปที่ ข-19	อุปกรณ์กวนสีแบบใหม่..... 166
รูปที่ ข-20	รูปประกอบในขั้นตอนการผสมสี..... 167
รูปที่ ข-21	รูปประกอบในขั้นตอนการทำมานสี..... 168
รูปที่ ข-22	รูปประกอบในขั้นตอนการปรับมานสี..... 169
รูปที่ ข-23	รูปประกอบในขั้นตอนการปรับมานสี (ต่อ)..... 170
รูปที่ ข-24	รูปประกอบในขั้นตอนการควบคุมการเคลือบสี..... 171

สารบัญญภาพ (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ ข-25	รูปประกอบในขั้นตอนการทำความสะอาดเครื่องทำมานสี.....172
รูปที่ ข-26	การติดตั้งตัวกรองดักฟองอากาศในเครื่องทำมานสี.....173
รูปที่ ข-27	สะพานข้ามเครื่องจักร ก่อนเข้าห้องเคลือบสีชั้นที่ 2.....174
รูปที่ ข-28	การติดตั้งกล่องวีดีโอวงจรปิด สำหรับตรวจสอบการเคลือบสีชั้นที่ 2.....175
รูปที่ ข-29	การปรับปรุงระบบดูดกลิ่นไฮลีน ที่ห้องเคลือบสีชั้นที่ 2.....176
รูปที่ จ-1	การล้างสิ่งสกปรกและผงพลาสติก.....227
รูปที่ จ-2	การขัดผิวกระจก.....228
รูปที่ จ-3	การล้างผิวกระจก.....229
รูปที่ จ-4	การเคลือบดีบุก.....230
รูปที่ จ-5	การเคลือบเงิน.....231
รูปที่ จ-6	การเป่าลมไอน้ำ.....232
รูปที่ จ-7	การอบชั้นเคลือบโลหะ.....233
รูปที่ จ-8	การเป่าลมลดอุณหภูมิ 1.....234
รูปที่ จ-9	การเคลือบสี.....235
รูปที่ จ-10	การอบสี.....236
รูปที่ จ-11	การเป่าลมลดอุณหภูมิ 2.....237
รูปที่ จ-12	การล้างผิวด้านล่าง.....238
รูปที่ จ-13	การล้างครั้งสุดท้าย และเป่าลมไอน้ำ.....239

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย