

การจัดทำมาตรฐานในกระบวนการแต่งสีในโรงงานผลิตสีโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์  
ข้อบกพร่องด้านสีคุณภาพและผลกระทบ

นาย ปิยวัฒน์ รัตนสุภา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม ศูนย์ระดับภูมิภาคทางวิศวกรรมระบบการผลิต  
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2545

ISBN 974-17-1504-8

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DEVELOPING PROCESS STANDARD FOR COLOR CONTROL IN  
TINTED PRODUCTS IN PAINT MANUFACTURING BY FMEA  
TECHNIQUE



Mr. Piyawat Rattanasupar

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Science in Engineering Management  
The Regional Centre of Manufacturing Systems Engineering

Faculty of Engineering  
Chulalongkorn University

Academic Year 2002

ISBN : 974-17-1504-8

Copyright of Chulalongkorn University

• 1 W.E. 2549

191098179

**Thesis Title**            Developing Process Standard for Color Control in Tinted Products in Paint Manufacturing by FMEA Technique

**By**                            Mr. Piyawat Rattanasupar


**Field of study**        Engineering Management

**Thesis Advisor**       Associate Professor Damrong Thaveesangsakulthai


**Thesis Co-advisor** Ms. Kesarin Thovanish


---

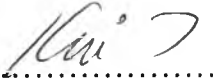
Accepted by the Faculty of Engineering, Chulalongkorn University in Partial Fulfillment of the Requirements for the Master's Degree

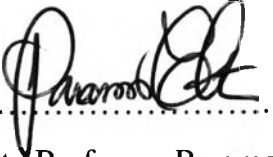
  
.....Dean of Faculty of Engineering  
( Professor Somsak Panyakeow, D.Eng.)

Thesis Committee

  
.....Chairman  
(Professor Sirichan Thongprasert, Ph.D)

  
.....Thesis Advisor  
(Associate Professor Damrong Thaveesangsakulthai)

  
.....Thesis Co-Advisor  
(Miss Kesarin Thovanish)

  
.....Member  
(Associate Professor Paramet Chutima)

ปียวัฒน์ รัตนสุภา : การจัดทำมาตรฐานในกระบวนการแต่งสีในโรงงานผลิตสีโดยการใช้เทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องด้านศักยภาพและผลกระทบ (DEVELOPING PROCESS STANDARD FOR COLOR CONTROL IN TINTED PRODUCTS IN PAINT MANUFACTURING BY FMEA TECHNIQUE) อาจารย์ที่ปรึกษา : รศ. ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย, อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม : นางสาว เกศริน โทวนิช, 243 หน้า ISBN : 974-17-1504-8

วิทยานิพนธ์นี้ได้ทำการศึกษาการจัดทำมาตรฐานในกระบวนการแต่งสีในโรงงานผลิตสีโดยการใช้เทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องด้านศักยภาพและผลกระทบ (FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS OR FMEA) บริษัทตัวอย่างที่ใช้เป็นกรณีศึกษาเป็นบริษัทที่ผลิตและจำหน่ายสีที่ใช้ในงานเคลือบผิว ขอบข่ายของการวิจัยได้เน้นถึงผลิตภัณฑ์สีอัลทิด ซึ่งจะเริ่มตั้งแต่ขบวนการเตรียมวัตถุดิบ, การผสมสี, การเตรียมแผ่นเคลือบตัวอย่างจนกระทั่งขบวนการการวัดความแตกต่างของสีกับสีมาตรฐาน

ผู้เขียนได้นำการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS OR FMEA) และแผนภูมิการวิเคราะห์เหตุและผล (CAUSE AND EFFECT DIAGRAM) มาใช้ในการวิเคราะห์หาจุดบกพร่องในผลิตภัณฑ์สีอัลทิด จากการศึกษาพบว่าบริษัทมีปัญหาลหลักๆ เกี่ยวกับการผลิตอยู่ห้าประการ อันประกอบไปด้วย (1) คุณภาพของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต (2) ความแม่นยำของสูตรที่ใช้ในการผลิต (3) ความไม่เที่ยงตรงของเครื่องหยดแม่สี (4) ความไม่มีประสิทธิภาพของวิธีการทำงาน (5) ความผิดพลาดที่เกิดจากคน ผลของปัญหาเหล่านี้ได้นำไปสู่การปรับแต่งเคลือบสี 2-3 ครั้ง ซึ่งส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพในสายการผลิต

จากผลของการวิเคราะห์โดยใช้แผนภูมิการวิเคราะห์เหตุและผล (CAUSE AND EFFECT DIAGRAM) และการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (FMEA) ได้นำไปสู่การจัดทำระบบประกันคุณภาพสำหรับผลิตภัณฑ์สีอัลทิดซึ่งได้แก่ วิธีการทำงานมาตรฐาน, เอกสารตรวจสอบระหว่างขั้นตอนการทำงาน, แผนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน ผลจากการทำระบบประกันคุณภาพนี้พบว่าระยะเวลาในการแต่งสีลดลงจาก 233 นาที ไปเป็น 147 นาที ในส่วนของค่าตัวเลขความเสี่ยงซึ่งนำ (RISK PRIORITY NUMBER OR RPN) หลังจากการนำระบบประกันคุณภาพไปใช้ ทำให้ค่า RPN ลดลง 73 ถึง 95 เปอร์เซ็นต์ในขบวนการหลักเทียบกับก่อนการนำระบบประกันคุณภาพไปใช้

ศูนย์ระดับภูมิภาคทางวิศวกรรมระบบการผลิต  
สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม  
ปีการศึกษา 2545

ลายมือชื่อนิติ.....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

## 437 16064 21 : MAJOR ENGINEERING MANAGEMENT

KEY WORD : PAINT MANUFACTURING / FMEA / CAUSE AND EFFECT ANALYSIS

PIYAWAT RATTANASUPAR : DEVELOPING PROCESS STANDARD FOR  
COLOR CONTROL IN TINTED PRODUCTS IN PAINT MANUFACTURING

BY FMEA TECHNIQUE. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. DAMRONG

THAVEESANGSAKULTHAI, THESIS CO-ADVISOR : MS. KESARIN

THOVANISH, 243 pp. ISBN : 974-17-1504-8

This research aims to develop the standard process for color control in tinted products in paint manufacturing by means of FMEA technique. The ABC Company that used as the case study is the paint manufacturing that developing, manufacturing, and selling coating systems. The scope of research focuses on tinted alkyd products that start from the process of raw material preparation, mixing, color panel preparation, till to color measurement.

The author has used the Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), and Cause and Effect Diagram as the quality tools for analyzing the potential failure modes and their effects in tinted alkyd products in a systematic way. Based on the study, it was found that there are 5 major problems that extremely impact to color deviation. They include (1) Quality of raw material (2) Precision of tinting formulation (3) Inaccuracy of tinter dispensing machine (4) Insufficiency work instruction, and (5) Human error. The result of these problems lead to 2-3 times for color adjustment. Consequently, it impacts to productivity in production line.

The result of analysis by means of using the Cause and Effect Diagram and FMEA technique have led to the establishment of the quality assurance system for tinted alkyds products which include standard work instruction, check sheet, and preventive maintenance plan. The results of implementation were the improvement in color adjustment and process time in tinting section. Based on the result, process time in tinting section reduce from 233 minutes to 147 minute per batch. Moreover, in terms of RPN (Risk Priority Number) improvement, the percentage of RPN for each criteria process comparing between before and after implementation decrease 73% to 95%.

The Regional Centre for  
Manufacturing System Engineering  
Field of study Engineering Management  
Academic year 2002

Student's signature.....

Advisor's signature.....

Co-advisor's signature.....

## ACKNOWLEDGEMENTS

I would like to thank, with my deep gratitude, to Associate Prof. Damrong Thaveesangsakulthai, my thesis advisor, for his valuable guidance and suggestion during my research study and thank to Ms. Kesarin Thovanish for her continuous support throughout this work and being my co-advisor. Moreover, I would also like to thank to Professor Dr. Sirichan Thongprasert and Associate Professor Dr. Paramet Chutima for their valuable comments as member of the Examination Committee.

I am deeply indebted to Mr. Per Arne Neilsen who work as the Technical Director for Jotun Thailand Limited who support me in terms of partial scholarship, time, resource, and give me permission to conduct this research. In any endeavor, more than one person is responsible for carrying the task to completion. The effort resulting in this research is no acceptable. I also thank the FMEA project team and my colleague at Jotun Thailand Limited who are devote their time and idea to support this research.

Finally, I would like to thank to my parent who always understands and supports me this academic program. They have tolerated my continual and serious study of this Chula-Warwick Programme with their love and kind understanding. Their encouragement has also kept me working on this dissertation with my highest enthusiasm without any flagging.

## TABLE OF CONTENTS

	PAGE
Thai Abstract.....	iv
English Abstract.....	v
Acknowledgement.....	vi
Table of Contents.....	vii
List of Tables.....	ix
List of Figures.....	xi
<b>Chapter 1 Introduction.....</b>	<b>1</b>
1.1 Background of the research.....	1
1.2 Company Background.....	6
1.3 Statement of problem.....	6
1.4 Objective of the research.....	7
1.5 Scope of the research.....	7
1.6 Expect result.....	7
1.7 Research procedure.....	8
<b>Chapter 2 Theoretical Considerations and Literature survey.....</b>	<b>10</b>
2.1 The seven basic quality tools for quality improvement...	10
2.2 The quality improvement process.....	15
2.3 Failure Mode and Effect Analysis.....	17
2.4 Literature surveys.....	44
2.5 Other Relevant Researches.....	46
<b>Chapter 3 Manufacturing Process Analysis.....</b>	<b>49</b>
3.1 Paint manufacturing process.....	49
3.2 The process in tinting products in ABC Company.....	54
3.3 The process time summary in tinting products in ABC Company.....	60
3.4 The current problem in tinting products in ABC Company.....	61
3.5 Historical data collection in tinted alkyd products in ABC Company.....	69
<b>Chapter 4 The Proposed FMEA Technique.....</b>	<b>71</b>
4.1 Problem Analysis by means of the FMEA and The Cause and Effect Diagram.....	71

## TABLE OF CONTENTS (Cont.)

	PAGE
<b>Chapter 5 Establishment of the proposed FMEA Technique .....</b>	106
5.1 The improvement process of tinting section in the ABC...	106
5.2 The example of mechanism to generate work instruction and control ABC.....	110
<b>Chapter 6 Implementation and Evaluation.....</b>	114
6.1 Implementation of the FMEA.....	114
6.2 Evaluation of the FMEA.....	114
6.3 The process standard for color control in tinted products...	131
<b>Chapter 7 Conclusion and Recommendation.....</b>	134
7.1 Conclusion.....	134
7.2 Recommendation.....	136
<b>References.....</b>	139
<b>Appendices .....</b>	142
Appendix I Fish bone diagram For Tinting section in Alkyd tinted products.....	143
Appendix II Failure Mode and Effect Analysis Form For Tinting section in Alkyd tinted products The FMEA.....	171
Appendix III Work Instruction For Tinting section in Alkyd tinted products.....	195
Appendix IV Preventive Maintenance Plan.....	242
<b>Biography.....</b>	244



## LIST OF TABLES

TABLE	PAGE
1.1 Paint processing.....	4
1.2 The timetable for research schedule.....	9
2.1 The seven basic quality tool.....	10
2.2 System and design FMEA ranking scale for probability and frequency of occurrence.....	28
2.3 Process and service FMEA ranking scale for probability And frequency of occurrence.....	29
2.4 System and design FMEA ranking scale for severity.....	30
2.5 Process and service FMEA ranking scale for severity.....	31
2.6 System and design FMEA ranking scale for detection.....	32
2.7 Process and service FMEA ranking scale for detection....	33
2.8 The example of evaluation criteria for the process FMEA In automatic industry that use for quality system Requirement QS 9000.....	34
2.9 Failure mode and effect analysis form.....	38
2.10 Criteria for selecting rating.....	42
3.1 The process flowchart in tinted products.....	60
3.2 The process time for each step in tinting section.....	60
3.3 Problem identification in tinted alkyd paint in terms of quality and color adjustment.....	62
3.4 Historical data collection in tinted alkyd products in Terms of amount correction and average process time Prior to implement FMEA.....	69
4.1 Evaluation criteria table for the process FMEA.....	77
4.2 Summary the process FMEA that RPN is higher than 100 (90% confidence).....	81
4.3 Summary the process FMEA that RPN is higher than 100 (90% confidence).....	83

## LIST OF TABLES (Continued)

TABLE		PAGE
4.4	The RPN summary that rank from highest score to lowest score at 90% confidence.....	94
4.5	The summary action for FMEA project.....	102
5.1	Color strength of Alkyd white base that adjust by white tinter..	111
5.2	Color strength of Alkyd white base that adjust by Neutral base.	112
5.3	Color strength of tinter in tinter tank at different level.....	113
6.1	Comparison of RPN before and after implementation The FMEA.....	116
6.2	Amount correction time and average process time and average process time in tinted alkyd products before implement FMEA.....	127
6.3	Amount correction time and average process time and in tinted alkyd products after implement FMEA.....	128

## LIST OF FIGURE

FIGURE	PAGE
1.1 Process of paint manufacturing.....	3
2.1 Type of FMEA.....	22
3.1 Paint manufacturing process.....	53
3.2 Raw material in tinting process.....	56
3.3 Tinting process.....	57
3.4 Color panel preparation process.....	58
3.5 Color measurement process.....	59
4.1 The RPN of the High-Risk Area Ranked in order.....	82
6.1 The comparison in terms of correction time between Before with after FMEA implementation.....	129
6.2 The comparison in terms of Right First Time between Before with after FMEA implementation.....	130
6.3 The comparison in terms of Process Time between Before with after FMEA implementation.....	131