FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS FOR MAIZE DRYING PROCESS IMPROVEMENT

Mr. Pachara Laoaraya

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering Program in Engineering Management
The Regional Centre for Manufacturing Systems Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University
Academic Year 2007

Copyright of Chulalongkorn University

การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบสำหรับการปรับปรุงกระบวนการอบข้าวโพด

นาย พชร เหล่าอารยะ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม ศูนย์ระดับภูมิภาคทางวิศวกรรมระบบการผลิต
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2550
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

500754

Thesis Title	FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS FOR MAIZE DRYING PROCESS IMPROVEMENT
By	Mr. Pachara Laoaraya
Field of Study	Engineering Management
Thesis Advisor	Associate Professor Damrong Thawesaengskulthai
Thesis Co-advisor	Mr. Paitoon Singkaimook

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

..... Dean of the Faculty of Engineering
(Associate Professor Boonsom Lerdhirunwong, Dr.Ing)

THESIS COMMITTEE

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

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

..... Thesis Co-advisor
(Mr. Paitoon Singkaimook)

..... Member
(Assistant Professor Manop Reodecha, Ph.D.)

พชร เหล่าอารยะ : การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบสำหรับการปรับปรุงกระบวนการอบข้าวโพด (FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS FOR MAIZE DRYING PROCESS IMPROVEMENT) อาจารย์ที่ปรึกษา : รศ. ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย, อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม : นาย ไพฑูรย์ สิงห์ไข่มุกข์, 187 หน้า

วิทยานิพนธ์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพและผลผลิต ในแง่ของการลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานและเชื้อเพลิง ลดเวลาในการอบแห้ง และลดปริมาณผลิตภัณฑ์ที่ไม่ผ่านการควบคุมคุณภาพของโรงงานกรณีศึกษา ซึ่งประกอบธุรกิจหลักเกี่ยวกับการอบแห้งเมล็ดพันธุ์ ขอบเขตของการวิจัยได้เน้นที่หน่วยปฏิบัติการอบแห้งและเตาเผา เนื่องจากสองหน่วยนี้ใช้พลังงานสูงกว่าหน่วยอื่นๆ ในโรงงาน

ผู้เขียนได้นำการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode and Effects Analysis, FMEA) และแผนภูมิการวิเคราะห์เหตุและผล (Cause and Effect Diagram) มาใช้ในการวิเคราะห์หาจุดบกพร่องและผลกระทบของจุดบกพร่องเหล่านั้น สำหรับหน่วยปฏิบัติการอบแห้งและเตาเผาอย่างเป็นระบบ จากการศึกษาพบว่ามีจุดบกพร่องจำนวน 19 จุดที่มีค่าตัวเลขความเสี่ยงชี้นำ (Risk priority number, RPN) มากกว่า 100 ซึ่งจะต้องถูกนำมาแก้ไข จุดบกพร่องเหล่านี้ก่อให้เกิดการใช้พลังงานที่ไม่มีประสิทธิภาพและผลผลิตที่ต่ำ ในแง่ของค่าใช้จ่ายด้านพลังงานและเชื้อเพลิงที่สูง ระยะเวลาในการอบแห้งที่ยาวนาน และปริมาณผลิตภัณฑ์ที่ไม่ผ่านการควบคุมคุณภาพจำนวนมาก

จากผลของการวิเคราะห์โดยใช้แผนภูมิการวิเคราะห์เหตุและผล และการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ ได้นำไปสู่การปรับปรุงหลายอย่างในกระบวนการของหน่วยปฏิบัติการอบแห้งและเตาเผา ซึ่งได้แก่ การกำหนดวิธีการทำงานและแผนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน การปรับปรุงระบบ และการจัดตั้งระบบการฝึกอบรม ผลจากการทำระบบประกันคุณภาพเหล่านี้พบว่า ประสิทธิภาพการใช้พลังงานและผลผลิตดีขึ้น ค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิงเฉลี่ยต่อเดือนลดลงจาก 94,700 เหลือ 84,900 บาท และสามารถเพิ่มอุณหภูมิในห้องอบมากขึ้น 2 ถึง 3 องศาเซลเซียส โดยทำให้ระยะเวลาเฉลี่ยในการอบแห้งลดลงจาก 7,150 เหลือ 6,580 นาทีต่อหนึ่งรอบการอบ นอกจากนี้ค่าตัวเลขความเสี่ยงชี้นำของจุดบกพร่อง 19 จุดลดลงในช่วง 60.0-84.8 เปอร์เซ็นต์

ศูนย์ระดับภูมิภาคทางวิศวกรรมระบบการผลิต
สาขาวิชา การจัดการทางวิศวกรรม
ปีการศึกษา 2550

ลายมือชื่อนิสิต .....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

4771633721 : MAJOR ENGINEERING MANAGEMENT
KEY WORD : MAIZE DRYING PROCESS / FMEA / CAUSE AND EFFECT ANALYSIS

PACHARA LAOARAYA : FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS FOR MAIZE DRYING PROCESS IMPROVEMENT. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. DAMRONG THAWESAENGSKULTHAI, THESIS CO-ADVISOR : MR. PAITOON SINGKAIMOOK,187 pp

This research aims to improve the efficiency and productivity (in terms of reduction in energy and fuel cost, drying time, and quantity of products rejected by QC) of a case studied factory whose main business is involved with the maize drying process. The scope of the research focuses on drying and furnace workstation units since these two units acquire the greatest energy and fuel cost compared to other units in the factory.

The author has used the Failure Mode and Effects Analysis (FMEA), and Cause and Effect Diagram for identifying and analyzing the potential failure modes and their effects in a systematic way for both drying and furnace workstation units. Based on the study it was found that there were 19 high-risk areas that had RPN (Risk Priority Number) scores higher than 100 and they had to be addressed. These failures cause inefficient use of energy and low productivity in terms of high fuel and energy cost, long drying time and large amount of products rejected by QC.

The results of analysis by means of using the Cause and Effect Diagram and FMEA technique have led to several improvements in the drying and furnace processes. These include generation of work instructions and preventive maintenance plan, modifying existing system, and establishing training programs. The results of implementation were the improvement in efficiency of energy use and productivity. The average fuel cost per month is reduced from 94.7 to 84.9 thousand baht and resulted in ability of increasing the temperature at 2 to 3 degree Celsius higher in drying rooms that caused the average drying time decreases from 7,150 to 6,580 minutes per batch. In addition, the RPN scores for all the 19 failures decreases in the range of 60.0-84.8%.

The Regional Centre for Manufacturing Systems Engineering Student's signature.....

Field of study : Engineering Management Advisor's signature.....

Academic year 2007 Co-advisor's signature.....

ACKNOWLEDGEMENTS

The author wishes to express deep gratitude and sincere appreciation to Associate Professor Damrong Thawesaengskulthai, the thesis advisor, for his invaluable guidance, advice, encouragement, and kindness throughout the period of this research. Without his contributions, this research could not have been accomplished. The author also deeply appreciates his incredible ability and knowledge.

Grateful acknowledgement also extends to Professor Dr. Sirichan Thongprasert and Assistant Professor Dr. Manop Reodecha, the members of thesis examination committee, for their constructive comments and useful suggestions. Their extensive feedback and expert suggestions are valuable for improving the quality of this research study. Special thanks also extend to the team members for their contribution throughout the thesis accomplishment.

The author would like to extend a very special thanks to Mr. Paitoon Singkaimook, factory manager of the thesis-related case company in this research, who has supported the processing information and other valuable guidance to the author to do this research with his experience and knowledge.

Finally, the author is profoundly indebted to his beloved parents, family members, and friends indeed for their love, moral encouragements, continuous support and kind assistants as a part of thesis fulfillment.

CONTENTS

Page

Abstract (Thai) iv
Abstract (English) v
Acknowledgements vi
Contents vii
List of Tables ix
List of Figures x

CHAPTER I INTRODUCTION 1

1.1 Background of the Research 1
1.2 Company Background 2
1.3 Statement of Problem 4
1.4 Objective of the Research 4
1.5 Scope of the Research 4
1.6 Expected Results 4
1.7 Research Procedure 5
1.8 Research Schedule 6

CHAPTER II LITERATURE REVIEWS 7

2.1 Maize Industry 7
2.2 Drying Process in Agricultural Industries 4
2.3 Failure mode and effects analysis (FMEA) 15

CHAPTER III MANUFACTURING PROCESS ANALYSIS 27

3.1 Overview of the studied maize drying process 27
3.2 The current problem at maize drying process of the studied factory 33
3.3 Failure mode and effects analysis (FMEA) 15

CHAPTER IV THE PROPOSED FMEA TECHNIQUE 37

4.1 Problem analysis by means of the FMEA and the cause and effect diagram 37

CHAPTER V ESTABLISHMENT OF THE PROPOSED FMEA TECHNIQUE 70

5.1 Maize drying room workstation unit 70
5.2 Furnace (Fuel burner) workstation unit 73

CHAPTER VI IMPLEMENTATION AND EVALUATION 78

6.1 Implementation 78

Page

6.2 Evaluation 78
6.3 Summary of what have been improved in drying room workstation unit 88
6.4 Summary of what have been improved in fuel burner workstation unit 90

CHAPTER VII CONCLUSION AND RECOMMENDATION 94

7.1 Conclusion 94
7.2 Recommendations 97
7.3 Difficulties and limitations 98

REFERENCES 100

APPENDICES 105
Appendix I Fish bone diagram for drying room and furnace workstation units 106
Appendix II FMEA form for Maize Drying Process 131
Appendix III Work Instruction for Maize Drying Process 137
Appendix IV Preventive maintenance plan for blowers 178

BIOGRAPHY 187

LIST OF TABLES

Table **Page**

1.1: The Research Schedule....6
2.1: Average annual maize area, yield and production....8
3.1: Amount of energy consumption and fuel cost in each workstation unit in year 2006....34
3.2: The average fuel cost, the drying time and quantity of maize seeds rejected by QC in year 2006....36
4.1: Team members in this research....38
4.2: Severity (S) evaluation criteria....39
4.3: Detection (D) evaluation criteria....40
4.4: Occurrence (O) evaluation criteria....41
4.5: The way to give the severity score of potential failure modes at drying room workstation units....45
4.6: The way to give the detection score of potential failure modes at drying room workstation units....47
4.7: The way to give the occurrence score of potential failure modes at drying room workstation units....50
4.8: The way to give the severity score of potential failure modes at furnace workstation units....53
4.9: The way to give the detection score of potential failure modes at furnace workstation units....54
4.10: The way to give the occurrence score of potential failure modes at furnace workstation units....56
4.11: Summary the process FMEA that RPN is higher than 100 (90% confidence)....57
4.12: Process FMEA according to the RPN score from the highest to the lowest RPN score....60
4.13: Responsible department, recommended actions and due date to complete the FMEA project....65
6.1: Comparison of RPN before and after FMEA implementation....79
6.2: The average fuel cost, the drying time and quantity of maize seeds reject by QC in year 2007 after FMEA implementation....86

LIST OF FIGURES

Figure **Page**

1.1: Production process chart of the case study factory 3
2.1: Spray dryer, a type of liquid drying 12
2.2: Schematic diagram of drying equipment. 13
2.3: Air-drying 13
2.4: Example of failure registration form 21
2.5: Example of FMEA form 22
2.6: Criteria for Severity rating in Healthcare FMEA 24
2.7: Criteria for Occurrence rating in Healthcare FMEA 24
2.8: Criteria for Detection rating in Healthcare FMEA 24
2.9 FMEA template used for Compuware Contract Employee Process 25
3.1: Maize loading unit and conveyor belts 27
3.2: Maize drying process of the studied factory 28
3.3: Drying room 29
3.4: Furnace, boiler station unit, cyclone tank and fuels 30
3.5: Furnace workstation unit 31
3.6: Maize milling equipments 32
3.7: Maize packing unit 33
3.8: Pareto chart to analyze units that cause high energy and fuel cost 35
4.1: The RPN of the high-risk area ranked in order. 59
5.1: Heat Exchanger unit (after modifying) 74
5.2: Furnace workstation unit (after modifying) 75
6.1: Average fuel cost (thousand Baht) before and after FMEA implementation 86
6.2: Average drying time (minutes) before and after FMEA implementation 87
6.3: Quantity of maize seeds rejected by QC (kilograms) before and after FMEA implementation 87