การใช้แบบจำลองเพื่อปรับปรุงการวางผังโรงงานแบบกรรมวิธี: กรณีศึกษาอุตสาหกรรมพลาสติก

นาย อัคเรศ แตงสุวรรณ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม ศูนย์ระดับภูมิภาคทางวิศวกรรมระบบการผลิต
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2544

ISBN 974-03-0703-5

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

441805

SIMULATION APPROACH TO PROCESS LAYOUT IMPROVEMENT: A CASE STUDY OF A PLASTIC INDUSTRY

Mr. Akaret Tangsuwan

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering in Engineering Management

The Regional Centre for Manufacturing Systems Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2001

ISBN 974-03-0703-5

Thesis Title	SIMULATION APPROACH TO PROCESS LAYOUT IMPROVEMENT: A CASE STUDY OF A PLASTIC INDUSTRY
By	Mr. Akraet Tangsuwan
Field of study	Engineering Management
Thesis Advisor	Assistant Professor Dr. Parames Chutima
Thesis Co-advisor	Mr. Nopadol Buathong

Accepted by the Faculty of Engineering, Chulalongkorn University in Partial Fulfillment of 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

(Assistant Professor Dr. Parames Chutima , Ph.D.)

..... Thesis Co-advisor

(Mr. Nopadol Buathong)

..... Member

(Associate Professor Dumrong Taweesaengsakulthai , M.Eng.)

บทคัดย่อวิทยานิพนธ์

อัคเรศ แตงสุวรรณ : การใช้แบบจำลองเพื่อปรับปรุงการวางผังโรงงานแบบกรรมวิธี : กรณีศึกษาอุตสาหกรรมพลาสติก . (SIMULATION APPROACH TO PROCESS LAYOUT IMPROVEMENT: A CASE STUDY OF A PLASTIC INDUSTRY) อ. ที่ปรึกษา : ดร. ปารเมศ ชุติมา, อ. ที่ปรึกษาร่วม : นายนพดล บัวทอง, 131 หน้า. ISBN 974-03-0703-5.

การวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนาการผลิตในอุตสาหกรรม ซึ่งมีการวางผังโรงงานแบบตามชนิดเครื่องจักร โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อจะหาผังโรงงานที่เหมาะสม ซึ่งพิจารณาจากต้นทุนรวมทั้งหมด ในการวิจัยครั้งนี้ต้นทุนรวม หมายถึง ต้นทุนในการย้ายวัตถุดิบ หรือชิ้นงานในการผลิตและค่าใช้จ่ายในการเก็บชิ้นงานระหว่างการผลิต ตัวอย่างที่ใช้ในครั้งนี้ได้แก่ บริษัทเหรียญไทยอินเตอร์พลาสซึ่งเป็นหนึ่งในบริษัทอุตสาหกรรมพลาสติก ที่นิยมใช้การวางผังโรงงานแบบตามชนิดเครื่องจักร ผลที่ได้จากการศึกษาจะใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาผังโรงงานของบริษัทต่อไป

ในการวิจัยนี้ใช้วิธีการออกแบบผังโรงงานแบบที่ใช้ทั่วไป และการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของการไหลเพื่อพัฒนาผังโรงงานของบริษัทเหรียญไทยอินเตอร์พลาส ด้วยวิธีการข้างต้นจะช่วยสร้างหลักเกณฑ์ในการออกแบบผังโรงงานที่เหมาะสม ซึ่งเกณฑ์นี้พัฒนามาจากระยะทางและความสัมพันธ์ระหว่างแต่ละสถานีในโรงงาน โดยยึดหลักเกณฑ์ดังกล่าว มีผังโรงงานที่ถูกสร้างขึ้นมาใหม่สี่แบบในงานวิจัยครั้งนี้ และจากการประเมินผลพบว่าระยะทางที่ใช้ในการเคลื่อนย้ายวัตถุดิบชิ้นงานในการผลิตของทั้งสี่แบบจะลดลง เมื่อเทียบกับผังปัจจุบัน นอกจากนี้ยังพบว่าผังแบบที่สองที่สร้างขึ้นมาจะมีระยะทางที่สั้นที่สุด รองลงมาคือผังแบบที่สี่ เพื่อเปรียบเทียบผลผลิตจากการใช้ผังแบบที่สองและแบบที่สี่กับผังปัจจุบัน ซึ่งใช้วิธีการจำลองการผลิต และนำโปรแกรมโปรโมเดลมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผลการเปรียบเทียบที่ได้จากการวิจัยพบว่า ผังแบบที่สองและแบบที่สี่สามารถช่วยเพิ่มผลผลิตในบางส่วนได้มากกว่าผังปัจจุบัน (ในที่นี้จะช่วยเพิ่มผลผลิตของผลิตภัณฑ์ A) แต่เมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างผังแบบที่สองและแบบที่สี่พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน อย่างไรก็ตามผลการวิจัยในครั้งนี้อาจไม่เพียงพอที่จะใช้ในการตัดสินใจเปลี่ยนผังโรงงาน ทั้งนี้ควรคำนึงถึงต้นทุนของการย้ายเครื่องจักร และระยะเวลาของการคืนทุน ผลจากการประเมินค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงพบว่า ระยะเวลาของการคืนทุนของแบบที่สี่ คือ18.5 เดือน และแบบที่สองคือ 25 เดือน จำนวนเงินที่ต้องจ่ายจริงของแบบที่สี่สูงกว่าแบบที่สอง ดังนั้นผังโรงงานแบบที่สองจึงน่าจะเป็นผังโรงงานที่เหมาะสมที่สุด

ผลการทดลองนี้ได้รับการพิจารณาจากฝ่ายบริหารของบริษัทเหรียญไทยอินเตอร์พลาสว่าผังแบบที่สี่เป็นผังที่มีความเหมาะสมเพราะมีระยะเวลาในการคืนทุนสั้นกว่าผังแบบที่สอง ถึงแม้จะต้องลงทุนสูงกว่า ทั้งนี้เพราะศักยภาพในการผลิตของผังแบบที่สี่จะมีส่วนช่วยลดข้อจำกัดนี้ได้

...ศูนย์ระดับภูมิภาคทางวิศวกรรมระบบการผลิต.....ลายมือชื่อนิสิต.....Akarej Tangsuwan.....

สาขาวิชา .....การจัดการทางวิศวกรรม.....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ปีการศึกษา 2544 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

AN ABSTRACT

4171624521 : MAJOR ENGINEERING MANAGEMENT

KEY WORD: SIMULATION / PROCESS LAYOUT / PLASTIC INDUSTRY

AKARET TANGSUWAN : SIMULATION APPROACH TO PROCESS LAYOUT IMPROVEMENT: A CASE STUDY OF A PLASTIC INDUSTRY. THESIS ADVISOR : ASSIST. PROF. PARAMES CHUTIMA, Ph.D., THESIS COADVISOR : NOPADOL BUATHONG, 131 pp. ISBN 974-03-0703-5.

The thesis is a part of the production improvement of industry whose layout is the process layout. Its primal aim of this study is to find the acceptable layout by considering the total cost. In this case, the cost is the cost of moving material or WIP or material handling cost. The plastic industry is one of the industries admiring the use of the process layout. Thus, Rianthai Interplas Co., Ltd. being the one of plastic production company is chosen as a case study. The result of the study will be the guideline of the production improvement of this company. To improve the layout of Rianthai Interplas Co., the Traditional Schematic Technique and Flow and Relationship analysis are suggested. The concept of this study is to create the constraints for layout generation. The constraints come from the distance and relationship between stations in factory. In this study, 4 new layout designs are built by following the constraints. As a result of evaluating the new designs, the moving distance of all of them are shorter than the current layout. The 2nd design has the shortest distance and the 4th design is the second. Thus, the 2nd and 4th design are primarily chosen.

To compare the productivity of the suggested layouts with the current layout, the simulation method is introduced. ProModel is the simulation software chosen in this case. The result of the simulation is the suggested layouts can improve only one type of order (Order for product A in this study). When comparing between the 2nd and 4th design, it's found there is no difference between them. However, this information is not enough for making decision in the management point of view. Thus, the costs of facility rearrangement and return on investment period are estimated. As a result, the return on investment period of 4th design is 18.5 month and the period of 2nd design is 25 months but the cost for facility rearrangement of 4th design is more expensive than 2nd design. The result of this experiment was sent to the management of company for decision. They think the 4th layout should be the acceptable layout because of the shorter return investment although the investment cost is higher.

The Regional Center of Manufacturing Systems Engineering..Student's signature..Akaret Tangsuwan.....

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

Academic year 2001 Co-advisor's signature.....

ACKNOWLEDGMENTS

First of all, I am thankful to my advisor, Assistant Professor Dr. Parames Chutima, for his kind guidance and the valuable advice throughout the writing of this thesis.

Also, grateful thanks are given to the thesis examination committee, Professor Dr. Sirichan Thongprasert and Associate Professor Dumrong Taweesaengsakulthai, for their endurance comments, and encouragement

I am grateful to Mr. Nopadol Buathong for his kindness in providing me the valuable information about plastic production knowledge.

I am very thankful to Ms. Pramook Rochanapradub, all my loving friends, and colleagues for their encouragement help, spirit, and for enhancing my life's happiness.

Finally, I am deeply grateful to my father, mother, and older brother for invaluable thing they give to me.

Contents

Page

Abstract (Thai) iv

Abstract (English) v

Acknowledgements vi

Contents vii

List of Figures xi

List of Tables xiii

Chapter

1. Introduction 1

1.1 Company Background 1

1.2 Background of the Problem 1

1.3 Objective of the Study 2

1.4 Scope of the Study 2

1.5 Process of Research 3

1.6 Expected Benefits 3

2. Theoretical Considerations 4

2.1 Layout Problem 4

2.1.1 Traditional Schematic Technique 4

2.1.2 Graphical and Systematic Technique 4

2.1.3 Mathematical Programming Models 5

2.2 Chosen Techniques in Research 7

2.2.1 Technique of Muther and Apple 7

2.2.2 Flow and Relationship Analysis 8

2.2.2.1 Flow Analysis 8

Contents (Continued)

Chapter

2.2.2.2 Relationship Analysis 9

2.2.2.3 Integration of Analysis 10

2.3 Simulation Tool 11

2.3.1 Overview of Simulation 11

2.3.2 ProModel Software 12

3. Layout Design 17

3.1 Introduction 17

3.2 Data Collection 17

3.2.1 Introduction of Factory 17

3.2.2 Factory under Study 18

3.2.3 Current Layout of Factory A 19

3.2.4 Description of Operation 19

3.3 Data Analysis 23

3.3.1 Problem of Current Layout 23

3.3.2 Alternative Solutions 24

3.4 Collection Methods 25

3.4.1 Flow Analysis 25

3.4.2 Relationship Analysis 27

3.4.3 Integration of Flow and Relationship Analysis 29

3.5 Layout Design 30

3.6 Layout Estimation 33

3.7 Conclusion 36

4. Simulation Modeling 38

4.1 Introduction 38

4.2 Definition for Simulation Modeling 39

Contents (Continued)

Chapter

4.2.1 Modeling Objective 39
4.2.2 Scope of Model 40
4.3 Simplifying phase 40
4.3.1 Analysis Method 40
4.3.2 Flow chart for simulation model 40
4.3.3 Processing time: processing time/ 1 order 54
4.3.4 Orders 54
4.3.5 Move time between station 55
4.3.6 Summary list of Factors in Models 56
4.4 Model Development 57
4.4.1 Preparatory description 57
4.4.2 Description of Orders 58
4.4.3 Description of processing times 59
4.4.4 Description of move time 59
4.5 Model Validation 62
4.5.1 Validation Method 62
4.5.2 Results of Simulation 62
4.5.3 Conclusion 62
4.6 Experiment 63
4.6.1 Experimental Process 63
4.7 Model Run & Output Analysis 66
4.8 Final Result 67
4.8.1 Cost for Moving Stations 68
4.8.2 Profit of Increasing Productivity 68
4.8.3 Conclusion 68

Contents (Continued)

Chapter

5. Conclusions and Recommendations 69

5.1 Conclusions 69

5.2 Recommendations 70

References 71

Appendices 72

Appendix A 73

Appendix B 126

Biography 131

List of Figures

Page

Figure 2-1: Relationship Chart 9

Figure 2-2: Graph for the level decison 10

Figure 2-3: The example of Model built in ProModel 16

Figure 3-1: Traditional Schematic Technique of Muther and Apple 17

Figure 3-2: Outline of Plant A Layout 19

Figure 3-3: MPC of Product A, B, C, D and E 21

Figure 3-4: Problem of Current Layout in terms of Percentage 24

Figure 3-5: Chart of moving between stations in term of percentage 27

Figure 3-6: Relationship Chart of each station in factory A 28

Figure 3-7: First new layout design 30

Figure 3-8: Second new layout design 31

Figure 3-9: Third new layout design 31

Figure 3-10: Fourth new layout design 32

Figure 4-1: Simulation Process of Study 39

Figure 4-2a: Main model for Plastic production of factory A 41

Figure 4-2b: Sub-model of production for bottle A 100 ml 42

Figure 4-2c: Sub-model of production for bottle A 200 ml. 43

Figure 4-2d: Sub-model of production for bottle A 300 ml 44

Figure 4-2e: Sub-model of production for bottle B 100 ml. 45

Figure 4-2f: Sub-model of production for bottle B 200 ml. 46

Figure 4-2g: Sub-model of production for bottle B 300 ml. 47

Figure 4-2h: Sub-model of production for bottle C 100 ml. 48

Figure 4-2i: Sub-model of production for bottle C 200 ml 49

Figure 4-2j: Sub-model of production for bottle C 300 ml 50

Figure 4-2k: Sub-model of production for bottle D 100 ml 51

List of Figures (Continued)

Figure 4-2l: Sub-model of production for bottle D 200 ml. 52

Figure 4-2m: Sub-model of production for bottle D 300 ml. 53

Figure 4-3: Ratio of order categories 55

Figure 5-1: Summary Theory Used and Result of Study 69

List of Tables

Page

Table 3-1: Area Requirement of Each Station 19

Table 3-2: Processing Routes of Product A, B, C, D and E 20

Table 3-3: Processing time of each station for product A, B, C, D and E 22

Table 3-4: Number of WIP and Material moved in 1 round of Product A, B, C, D and E 22

Table 3-5: Mean and S.D. of the Number of Products in 1 week 23

Table 3-6: Number of Move Rounds for Material in 1 week (Mean) 25

Table 3-7: Number of Move Rounds for WIP in 1 week (Mean) 26

Table 3-8: Number of WIP between stations in term of percentage 26

Table 3-9: Summary Table for Relationship Chart and Travel Chart 29

Table 3-10: Summary Constraints for Layout Generation 30

Table 3-11: Summary of Stations moved in each design 32

Table 3-12a: Distance table of Current Layout 33

Table 3-12b: Amount-Distance table of Current Layout 33

Table 3-13a: Distance table of First Design 34

Table 3-13b: Amount-Distance table of First Design 34

Table 3-14a: Distance table of Second Design 34

Table 3-14b: Amount-Distance table of Second Design 35

Table 3-15a: Distance table of Third Design 35

Table 3-15b: Amount-Distance table of Third Design 35

Table 3-16a: Distance table of Last Design 36

Table 3-16b: Amount-Distance table of Last Design 36

Table 3-17: Summary of Total Distance of each Layout 36

Table 4-1: Processing time per 1 order of each station and each type of product ... 54

List of Tables (Continued)

Table 4-2: Number of Move rounds of WIP and Material between station and warehouse per 1 order 56

Table 4-3: List of Simplified factors 56

Table 4-4: List of Stochastic factors 57

Table 4-5: Processing time in unit of minute 59

Table 4-6: Move time between stations per 1 round 60

Table 4-7a: Total Move time between station per 1 order (mean) 60

Table 4-7b: Total Move time between station per 1 order (mean) 61

Table 4-8a: Total Move time between station per 1 order (S.D.) 61

Table 4-8b: Total Move time between station per 1 order (S.D.) 61

Table 4-9: Historical mean of the number of the finished orders 62

Table 4-10: Number of the finished orders from simulation model 62

Table 4-11: Result of F- Ratio test and Student's t-Test 63

Table 4-12a: Total Move time between station per 1 order of 2nd design (mean) ... 63

Table 4-12b: Total Move time between station per 1 order of 2nd design (mean) ... 64

Table 4-12c: Total Move time between station per 1 order of 2nd design (S.D.) 64

Table 4-12d: Total Move time between station per 1 order of 2nd design (S.D.) 64

Table 4-13a: Total Move time between station per 1 order of 4th design (mean) 65

Table 4-13b: Total Move time between station per 1 order of 4th design (mean) ... 65

Table 4-13c: Total Move time between station per 1 order of 4th design (S.D.) 65

Table 4-13d: Total Move time between station per 1 order of 4th design (S.D.) 66

Table 4-14: Number of the finished orders from simulation model with 2nd layout design 66

List of Tables (Continued)

Table 4-15: Number of the finished orders from simulation model with 4th layout design 66

Table 4-16: Result of F- Ratio test and Student's t-Test between the current layout and the suggested designs 67

Table 4-17: Result of F- Ratio test and Student's t-Test between the suggested designs 67

Table 4-18: Cost of Moving the Stations and Warehouse 68