การกำหนดทรัพยากรสำหรับศูนย์ตอบรับโทรศัพท์ที่เหมาะสม: กรณีศึกษาสำหรับธนาคาร

นาย ปฐมพร นครวิชัยกุล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม ศูนย์ระดับภูมิภาคทางวิศวกรรมระบบการผลิต

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2543

ISBN : 947-130-458-7

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I19922619 ๒๔ ก.ย. 2545

FACILITY DETERMINATION FOR A CALL CENTER: A CASE STUDY FOR A BANK

Mr. Patomporn Nakornvichakul

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 2000

ISBN 947-130-458-7

Thesis Title	Facility Determination for a Call Center System: A Case Study for a Bank
By	Mr. Patomporn Nakornvichaikul
Field of Study	Engineering Management
Thesis Advisor	Assistant Professor Dr. Rein Boondiskulchok, D.Eng.

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 Dr. Somsak Panyakeow, Dr.Eng.)

THESIS COMMITTEE

.....Chairman

(Professor Dr. Sirichan Thongprasert, Ph.D)

.....Thesis Advisor

(Assistant Professor Dr. Rein Boondiskulchok, D.Eng.)

.....Member

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

ปฐมพร นครวิชัยกุล: การกำหนดทรัพยากรสำหรับศูนย์ตอบรับโทรศัพท์ที่เหมาะสม: กรณีศึกษาสำหรับธนาคาร (FACILITY DETERMINATION FOR A CALL CENTER: A CASE STUDY FOR A BANK) อ. ที่ปรึกษา : ผศ.ดร. เหรียญ บุญดี - - สกุลโชค, 233 หน้า. ISBN 947-13-0458-7

เนื่องจากทางธนาคารได้นำระบบตอบรับอัตโนมัติมาใช้ร่วมกับศูนย์ตอบรับโทรศัพท์ ทำให้ความถี่ของการใช้บริการเพิ่มขึ้นอย่างมาก ในปัจจุบันมีสายเรียกเข้าประมาณ 400,000 ครั้งต่อเดือน ถ้าทางธนาคารมีการจัดสรรทรัพยากรที่เกี่ยวข้องกับศูนย์ตอบรับโทรศัพท์มากกว่าความต้องการของสายเรียกเข้า แม้ลูกค้าจะได้รับความพึงพอใจ แต่ทางธนาคารต้องแบกรับค่าใช้จ่ายที่สูงเกินความจำเป็น ในทางกลับกันถ้าทางธนาคารจัดสรรทรัพยากรน้อยกว่าความต้องการของสายเรียกเข้า แม้ว่าทางธนาคารจะแบกรับค่าใช้จ่ายที่ต่ำ แต่จะสร้างความไม่พึงพอใจให้กับลูกค้า ซึ่งส่งผลกระทบถึงชื่อเสียงและความอยู่รอดของธนาคาร ดังนั้นการกำหนดทรัพยากรสำหรับศูนย์ตอบรับโทรศัพท์ที่เหมาะสมจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง ทรัพยากรในที่นี้คือจำนวนคู่สายโทรศัพท์, จำนวนช่องของระบบตอบรับอัตโนมัติ และจำนวนเจ้าหน้าที่ธนาคารที่รับผิดชอบการให้บริการ เครื่องมือหลักในการทำวิทยานิพนธ์นี้คือแบบจำลองศูนย์ตอบรับโทรศัพท์โดยใช้คอมพิวเตอร์ ความเหมาะสมของทรัพยากรเหล่านี้จะประเมินจากจำนวนสายเรียกเข้าที่สามารถใช้บริการ, เวลาเฉลี่ยที่ลูกค้าต้องรอสำหรับการขอใช้บริการจากเครื่องตอบรับอัตโนมัติ และเจ้าหน้าที่ธนาคาร ให้สอดคล้องกับนโยบายของผู้บริหาร

หลังจากใช้แบบจำลองศูนย์ตอบรับโทรศัพท์ทำให้ทราบว่าจำนวนของคู่สายโทรศัพท์, ช่องของระบบตอบรับอัตโนมัติ และจำนวนเจ้าหน้าที่ธนาคารที่รับผิดชอบการให้บริการที่เหมาะสมคือ 100 คู่สาย, 90 ช่อง, และ 28 คนตามลำดับ จากการใช้แบบจำลองศูนย์ตอบรับโทรศัพท์โดยใช้ทรัพยากรที่ได้กล่าวถึงข้างต้น จำนวนของสายเรียกเข้าที่สามารถใช้บริการได้คิดเป็น 88.3% ของจำนวนสายเรียกเข้าทั้งหมด, เวลารอเฉลี่ยก่อนที่จะได้รับบริการจากระบบตอบรับอัตโนมัติเท่ากับ 0.07 วินาที, และเวลารอเฉลี่ยก่อนที่ได้รับบริการจากเจ้าหน้าที่ธนาคารเท่ากับ 7.9 วินาที งบประมาณในการเพิ่มทรัพยากรเป็นจำนวนเงินประมาณ 2,580,000 บาท นอกจากนี้ยังมีค่าใช้จ่ายรายเดือนเดือนอีกประมาณ 124,500 บาท

ภาควิชา ศูนย์ระดับภูมิภาคทางวิศวกรรมระบบการผลิต ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา การจัดการทางวิศวกรรม ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2543 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

##4271607021: MAJOR ENGINEERING MANAGEMENT
KEY WORD: Resource Determination /Call Center

PATOMPORN NAKORNVICHIKUL: FACITILY DETERMINATION FOR A CALL CENTER: A CASE STUDY FOR A BANK. THESIS ADVISOR: ASSISTANCE PROFESSOR Dr. REIN BOONDISKULCHOCK, D.Eng. 233 pp. ISBN 947-13-0458-7

By using the interactive voice response (IVR) systems, the amount and frequency of using call service tend to increase significantly. Nowadays, there are more than 400,000 incoming calls per month. If the bank determines to locate the facilities more than the demand of the incoming calls that causes the customer satisfaction, but it has to hold the high operating cost. In the other hand, it the bank determine to locate the facilities less than the demand of the incoming calls that cause the bank hold the low operating cost, but this determination also cause the customer dissatisfaction and the negative effect with bank reputation. Thus, to survive in this business, it is very necessary to determine the appropriate facilities for the call center. The mentioned facilities in this case are: the number of telephone lines, IVR ports, and the number of bank representative (agent). The main tool for determining the suitable facilities is the simulation model, developed by simulation package software called ARENA. The determination is related to the bank benchmarks and management policy, which are: the percentage of incoming calls that success to enter the call center system as well as the average waiting time before receiving the service from IVR and agents.

After running the simulation model, we found that the suitable number of telephone line, IVR port, and agent is equal to 100, 90, and 28, respectively. Running the simulation model by using these previously mentioned facilities, the success call percentage equals to 88.3%, the average waiting time before receiving the service from IVR equals to 0.07 seconds, and the average waiting time before receiving the service from agent equals to 7.9 seconds. The rough budget for facility incrementing is about 2,580,000 Bahts and the supplementary cost is equal to 124,500 Bahts per month

Department The Regional Centre for Manufacturing Systems Engineering	Student's signature
Field of study Engineering Management	Advisor's signature
Academic Year 2000	Co-Advisor's signature

Acknowledgements

This thesis cannot be achieved without the thoughtful assistance of my advisor, Assistant Professor Rein Boondiskulchok, who kindly gave me invaluable suggestion throughout the duration of this thesis. Truthful thanks to entire bank staffs for supporting beneficial information. Sincere thanks to Professor Sirichan Thongprasert, the chairman of Thesis Committee, and Assistant Professor Parames Chutima, Thesis Committee, for their worthwhile suggestions. Finally I would like to thank my family for the continuous support and encouragement throughout my life.

Contents

Page

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

Chapter

1. Introduction....1

    1.1 Background....1
    1.2 Statement of Problem....1
    1.3 Thesis Objective and Scope....2
    1.4 Methodology....3
    1.5 Expected Results....4
    1.6 Thesis Schedule....4

2. Literature Survey

    2.1 Concern Theories....6

        2.1.1 Simulation....6
        2.1.2 Discrete-Event System Simulation....9
        2.1.3 Queuing Model....10
        2.1.4 Probability and Statistic....12
        2.1.5 Simulation Package and Language....17

    2.2 Related Thesis, Journals, and Articles....18

3. Existing System....23

    3.1 Call Center Flow Chart....23
    3.2 IVR Flow Chart....24
    3.3 Agent Flow Chart....30

4. Model Creation....32

    4.1 Model Formulation....32
    4.2 Experimental Design....33
    4.3 Data Gathering....34
    4.4 Model Translation....36
    4.5 Model for Determining the Dynamic Resource (Agent)....62

Contents (Cont.)

Page

5. Model Verification and Validation..... 64

5.1 Model Verification..... 64
5.2 Model Validation..... 66
5.3 Model Verification for Agent Model..... 92
5.4 Model Validation for Agent Model..... 96

6. Input for Running the Model..... 121

6.1 Input For Determining the Appropriate Fixed Resource.....121
6.2 Input For Determining the Appropriate Dynamic Resource.... 158

7. Running the model and Analyzing the Result..... 175

7.1 Fixed Resource Analysis..... 175
7.2 Dynamic Resource Analysis..... 177

8. Summary and suggestion..... 179

8.1 Summary..... 179
8.2 Suggestion.....180

References.....181
Appendices.....182

A) Kolmogorov – Smirnov Critical Value..... 183
B) Percentage points of the Chi-Square Distribution
with v degree of freedom..... 185
C) Simulation Results..... 187

Biography.....233

List of Tables

No.		Page
2-1	Minimum sample sizes for variables expressed as proportions	16
2-2	Minimum sample sizes for selected small populations	16

List of Figures

No.		Page
1-1	The scope of simulation model	1
1-2	Steps and Schedule	5
2-1	Simple queuing model	10
2-2	Steady-state parameters of the M/M/1 queue	12
3-1	IVR Flow	25
3-2	IVR Flow (After Press 1)	26
3-3	IVR Flow (After Press 2)	27
3-4	IVR Flow (After Press 3)	28
3-5	Agent flow chart	30
4-1	Preliminary Call Center Model	33
4-2	Numbers of call in each period	34
4-3	IVR_Time table detail	35
4-4	AgentCALLHISTORY table detail	35
4-5	The data modules	36
4-6	Resource module: Telephone Lines	36
4-7	Variables and Expressions Module	37
4-8	Detail of Variables Module	38
4-9	Detail of Expressions Module	38
4-10	Time Period Incrementing Logic	39
4-11	Create Module: Time Period Incrementing	40
4-12	Assign Module: Time Period Incrementing	41
4-13	Choose Module: Time Period Incrementing	41
4-14	Delay Module: Time Period Incrementing	42
4-15	Arrival Process Logic	42
4-16	Create Module: Arrival Process	43
4-17	Seize Module: Telephone Lines (1)	44
4-18	Seize Module: Telephone Lines (2)	44
4-19	Queue Setting for Seize module (Telephone Lines)	45
4-20	Count module: Lines Success	46
4-21	Count module: Lines Busy	46
4-22	Assignment Module: Success Per Period	47
4-23	Assignment Module: Busy Per Period	48
4-24	Seize the IVR ports logic	48
4-25	Assign Module: Call Start	49
4-26	Seize module (IVR Ports)	49
4-27	Queue setting for Seize module: IVR Ports	50
4-28	Chance Module	51
4-29	Delay Module: IVR service time	51
4-30	Tally Module: IVR Time	52
4-31	Release Module: IVR no agent transfer	53
4-32	Transferring to Agent Logic	53
4-33	Delay Module: Transfer to agent	54
4-34	Tally Module: Transfer Time	54
4-35	Release Module: Transfer to Agent	55

List of Figures (Cont.)

No.		Page
4-36	Contacting Agent Logic	55
4-37	Seize module: Contacting Agent	56
4-38	Resource Queue Setting: Agent Number Resource	57
4-39	Delay Module: Agent Service Time	58
4-40	Tally Module: Agent Time	58
4-41	Release module 1: Contacting to Agent	59
4-42	Delay: Making Wrap-UP heading	59
4-43	Release module 2: Contacting to Agent	60
4-44	Contacting to Agent by Executive Customer Logic	60
4-45	Create Module: Executive Customer	61
4-46	Seize Module: Contacting to Agent by Executive Customer	62
4-47	Model for finding out the appropriate number of agent	62
5-1	One-Sample T Test for IVR service time at 9 January 9:00 to 10:00	72
5-2	Independent-Samples T Test for IVR service time at 9 January 9:00 to 10:00	73
5-3	Kruskal-Wallis H test for IVR Service Time at 9 January 9:00 to 10:00	74
5-4	One-Sample T Test for Transfer Time at 9 January 9:00 to 10:00	74
5-5	Independent-Samples T Test for Transfer Time at 9 January 9:00 to 10:00	75
5-6	Kruskal-Wallis H test for Transfer Time at 9 January 9:00 to 10:00	76
5-7	One-Sample T Test for Agent Service Time at 9 January 9:00 to 10:00	76
5-8	Independent-Samples T Test for Agent Service Time at 9 January 9:00 to 10:00	77
5-9	Kruskal-Wallis H test for Agent Service Time at 9 January 9:00 to 10:00	78
5-10	One-Sample T Test for IVR service time at 5 January 11:00 to 12:00	86
5-11	Kruskal-Wallis H test for IVR Service Time at 5 January 11:00 to 12:00	86
5-12	Independent-Samples T Test for IVR Service Time at 5 January 11:00 to 12:00	87
5-13	One-Sample T Test for transfer time at 5 January 11:00 to 12:00	88
5-14	Kruskal-Wallis H test for transfer time at 5 January 11:00 to 12:00	88
5-15	Independent-Samples T Test for transfer time at 5 January 11:00 to 12:00	89
5-16	One-Sample T Test for agent service time at 5 January 11:00 to 12:00	90
5-17	Kruskal-Wallis H test for agent service time at 5 January 11:00 to 12:00	90
5-18	Independent-Samples T Test for agent service time at 5 January 11:00 to 12:00	91
5-19	One-Sample T Test for Agent Service Time at 10 January 9:00 to 10:00	106
5-20	Independent-Samples T Test for Agent Service Time at 10 January 9:00 to 10:00	106
5-21	Kruskal-Wallis test for Agent Service Time at 10 January 9:00 to 10:00	108

List of Figures (Cont.)

No.		Page
5-22	One-Sample T Test for Agent Service Time, 18 January 14:00 to 15:00	118
5-23	Kruskal-Wallis test for Agent Service Time at 18 January 14:00 to 15:00	118
5-24	Independent-Samples T Test for Agent Service Time at 18 January 14:00 to 15:00	119
6-1	Average IVR Service Time at 9:00 to 10:00	121
6-2	Average Transfer Time at 9:00 to 10:00	122
6-3	Average Agent Service Time at 9:00 to 10:00	122
6-4	IVR service time distribution on 30 January from 9:00 to 10:00	123
6-5	Transfer Time on 30 January, 9:00 to 10:00	124
6-6	Agent Transfer Time Distribution on 30 January, 9:00 to 10:00	125
6-7	Average IVR service time at 10:00 to 11:00	125
6-8	Average Transfer time at 10:00 to 11:00	126
6-9	Average Agent Service Time at 10:00 to 11:00	126
6-10	IVR service time distribution on 29 January, 10:00 to 11:00	127
6-11	Transfer time distribution on 29 January, 10:00 to 11:00	128
6-12	Agent service time distribution on 24 January, 10:00 to 11:00	129
6-13	Average IVR service time at 11:00 to 12:00	129
6-14	Average transfer time at 11:00 to 12:00	130
6-15	Average agent service time at 11:00 to 12:00	130
6-16	IVR service time distribution on 29 January, 11:00 to 12:00	131
6-17	Transfer time distribution on 15 January, 11:00 to 12:00	132
6-18	Agent service time distribution on 23 January, 11:00 to 12:00	133
6-19	Average IVR service time at 12:00 to 13:00	133
6-20	Average transfer time at 12:00 and 13:00	134
6-21	Average agent service time at 12:00 and 13:00	134
6-22	IVR service time distribution on 30 Jan, 12:00 to 13:00	135
6-23	Transfer time distribution on 24 January, 12:00 to 13:00	136
6-24	Agent service time distribution on 9 January, 12:00 to 13:00	137
6-25	Average IVR service time at 13:00 to 14:00	137
6-26	Average transfer time at 13:00 to 14:00	138
6-27	Average agent time at 13:00 to 14:00	138
6-28	IVR service time distribution on 30 January, 13:00 to 14:00	139
6-29	Transfer time distribution on 23 January, 13:00 to 14:00	140
6-30	Agent service time distribution on 25 January, 13:00 to 14:00	141
6-31	Average IVR service time at 14:00 to 15:00	141
6-32	Average Transfer time at 14:00 and 15:00	142
6-33	Average agent service time at 14:00 and 15:00	142
6-34	IVR service time distribution on 29 January, 14:00 to 15:00	143
6-35	Transfer time distribution on 29 January, 14:00 to 15:00	144
6-36	Agent transfer time on 30 January, 14:00 to 15:00	145
6-37	Average IVR service time at 15:00 to 16:00	145
6-38	Average transfer time at 15:00 to 16:00	146
6-39	Average agent service time at 15:00 to 16:00	146

List of Figures (Cont.)

No.		Page
6-40	IVR service time distribution on 30 January, 15:00 to 16:00	147
6-41	Transfer time distribution on 29 January, 15:00 to 16:00	148
6-42	Agent service time distribution on 24 January, 15:00 to 16:00	149
6-43	Average IVR service time at 16:00 to 17:00	149
6-44	Average transfer time at 16:00 to 17:00	150
6-45	Average agent service time at 16:00 to 17:00	150
6-46	IVR service time distribution on 31 January, 16:00 to 17:00	151
6-47	Transfer time distribution on 29 January, 16:00 to 17:00	152
6-48	Agent service time distribution on 23 January, 16:00 to 17:00	153
6-49	Average IVR service time at 17:00 to 18:00	153
6-50	Average transfer time at 17:00 to 18:00	154
6-51	Average agent service time at 17:00 to 18:00	154
6-52	IVR service time distribution on 31 January, 17:00 to 18:00	155
6-53	Transfer time distribution on 29 January, 17:00 to 18:00	156
6-54	Agent service time distribution on 11 January, 17:00 to 18:00	157
6-55	Distribution conclusion of each period	157
6-56	Kruskal – Wallis Test for Agent Service time at 9:00 to 10:00	158
6-57	Agent service time distribution on workdays at 9:00 to 10:00	159
6-58	Kruskal – Wallis Test for Agent Service time at 10:00 to 11:00	160
6-59	Agent service time distribution on workdays at 10:00 and 11:00	161
6-60	Kruskal – Wallis Test for Agent Service time at 11:00 to 12:00	162
6-61	Agent service time distribution on workdays at 11:00 to 12:00	163
6-62	Kruskal – Wallis Test for Agent Service time at 12:00 to 13:00	163
6-63	Agent service time distribution on workdays at 12:00 to 13:00	164
6-64	Kruskal – Wallis Test for Agent Service time at 13:00 to 14:00	165
6-65	Agent service time distribution on workdays at 13:00 to 14:00	166
6-66	Kruskal – Wallis Test for Agent Service time at 14:00 to 15:00	167
6-67	Agent service time distribution on workdays at 14:00 to 15:00	168
6-68	Kruskal – Wallis Test for Agent Service time at 15:00 to 16:00	169
6-69	Agent service time distribution on workdays at 15:00 to 16:00	170
6-70	Kruskal – Wallis Test for Agent Service time at 16:00 to 17:00	171
6-71	Agent service time distribution on workdays at 16:00 to 17:00	172
6-72	Kruskal – Wallis Test for Agent Service time at 17:00 to 18:00	173
6-73	Agent service time distribution for workdays at 17:00 to 18:00	174
6-74	Agent Service Time Distribution for each period	174