การพัฒนาโปรแกรมเพื่อช่วยจำลองสถานการณ์ในการออกแบบ
การจัดกลุ่มลิฟต์ภายในอาคาร: กรณีศึกษาอาคารสำนักงานให้เช่า

นางสาวนลินา องคสิงห

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2545

ISBN 974-17-1121-2

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DEVELOPING PROGRAM FOR SIMULATION OF ELEVATORS GROUPING IN BUILDING FOR RENT

Miss Nalina Angasinha

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Architecture in Architecture

Department of Architecture
Faculty of Architecture
Chulalongkorn University

Academic Year 2002
ISBN 974-17-1121-2

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาโปรแกรมเพื่อช่วยจำลองสถานการณ์ในการออกแบบการจัดกลุ่มลิฟต์ภายในอาคาร: กรณีศึกษาอาคารสำนักงานให้เช่า
โดย	นางสาวนลินา องคสิงห
ภาควิชา	สถาปัตยกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐานิศวร์ เจริญพงศ์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ กวีไกร ศรีหิรัญ

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร. วีระ สัจกุล)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์อวยชัย วุฒิโฆษิต)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐานิศวร์ เจริญพงศ์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ กวีไกร ศรีหิรัญ)

..... กรรมการ
(อาจารย์ สุรพล พฤกษ์ไพบูลย์)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ภิญโญ จินันทุยา)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นางสาวนลินา องคสิงห : การพัฒนาโปรแกรมเพื่อช่วยจำลองสถานการณ์ในการออกแบบการจัดกลุ่มลิฟต์ภายในอาคาร : กรณีศึกษาอาคารสำนักงานให้เช่า. (DEVELOPING PROGRAM FOR SIMULATION OF ELEVATORS GROUPING IN BUILDING FOR RENT) อ. ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ฐานิศวร์ เจริญพงศ์ : อ. ที่ปรึกษาร่วม : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ กวีไกร ศรีหิรัญ จำนวนหน้า 109 หน้า. ISBN 974-17-1121-2.

จากปัญหาที่เกิดขึ้นกับการออกแบบลิฟต์ ในปัจจุบันนั้นเป็นการคาดการณ์จำนวนลิฟต์จากภาพรวมของพื้นที่อาคารโดยผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งเป็นขั้นตอนหลังจากที่ออกแบบผังอาคารแล้ว ซึ่งเมื่อออกแบบแล้วเกิดความผิดพลาดทำให้ต้องมาแก้ไขแบบหรือในบางกรณีไม่สามารถแก้ไขได้ หรือเผื่อพื้นที่ใช้สอยไม่เพียงพอ จะเห็นได้ว่ามุมมองของสถาปนิกจะแตกต่างจากมุมมองของวิศวกร คือสถาปนิกจะเน้นความต้องการเรื่องการจัดกลุ่มลิฟต์ตามลักษณะการใช้สอยพื้นที่จริงตามโซนของอาคาร เพื่อให้ออกแบบการสัญจรได้เหมาะสมรวมถึงการกำหนดพื้นที่และระยะที่เกี่ยวข้องในผังพื้นและรูปตัดอาคารก่อนการออกแบบจริง ดังนั้นการวิจัยนี้ผู้วิจัยจึงมุ่งศึกษาวิเคราะห์และออกแบบโปรแกรมเพื่อช่วยสถาปนิกในการออกแบบกลุ่มลิฟต์ในอาคาร โดยให้เวลารออยู่ในเกณฑ์มาตรฐานก่อนการออกแบบอาคารจริง

จากการศึกษาและวิเคราะห์พบว่าเครื่องมือที่ใช้ควรมีลักษณะการทำงานเป็นลำดับขั้นตอนที่สามารถเข้าใจได้โดยง่าย สามารถกำหนดจำนวนและขนาดของลิฟต์ในแต่ละกลุ่มโซนภายในอาคารให้เหมาะสมภายใต้เกณฑ์ค่าเวลารอเฉลี่ยมาตรฐาน รวมถึงสามารถนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ทดสอบเพื่อยืนยันผลจากค่าเวลารอจริงที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ เพื่อให้ได้ผลที่มีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น จากการศึกษาและทดสอบพบว่าโปรแกรมนี้ยังสามารถช่วยสร้างแนวคิดหรือทางเลือกให้ผู้ออกแบบอาคารสามารถนำไปใช้จัดกลุ่มลิฟต์ในแต่ละโซนก่อนการก่อสร้างจริงได้ดีพอสมควร

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา สถาปัตยกรรมศาสตร์ ลายมือชื่อนิสิต.....
สาขาวิชา สถาปัตยกรรม ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ปีการศึกษา 2545 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

##4374146625 : MAJOR ARCHITECTURE
KEYWORD : SIMULATION / COMPUTER SIMULATION / ELEVATORS / LIFT
NALINA ANGASINHA : DEVELOPING PROGRAM FOR SIMULATION OF ELEVATORS GROUPING IN BUILDING FOR RENT. THESIS ADVISOR : ASSISTANT PROFESSOR DR. TANIT CHAROENPONG , THESIS COADVISOR : ASSISTANT PROFESSOR KAWEEKRAI SRIHIRAN, 109 pp. ISBN 974-17-1121-2.

A difficulty in designing elevators, or lifts, is that buildings often don't have enough to handle a building's traffic. Often these problems cannot be rectified or it is very difficult to do so. Many times, the space allocated just isn't enough. One major reason for this problem is that architects and engineers look at the situation from different viewpoints. An architect will place their attention on placing the lifts to satisfy the demands of a specific zone. They will design the lift placements to satisfy specific requirements in accordance to space, time and building design. Therefore, they are very dependent on the researchers who will provide them with the data to base the design solutions to ensure they meet demands and standards.

From study and analysis, tools for this task must be easy to use. They must assist in determining size and numbers for required lifts for each building zone to meet waiting time requirements. It should also be possible to test the data to ensure results will satisfy demands.

In this study, it was found the simulation program could help develop concepts or choices for the architect to determine the best lift placement before actual construction.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Department : Architecture	Student's signature……...
Field of study : Architecture	Advisor's signature……
Academic year : 2002	Co-advisor's signature…….

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากท่านอาจารย์ทุกๆ ท่าน ซึ่งท่านได้ให้ข้อคิดเห็น คำแนะนำตลอดจนแนวทางและแนวคิดต่าง ๆ อันมีประโยชน์อย่างยิ่ง รวมทั้งยังช่วยเพิ่มพูนความรู้และสร้างปัญญาให้แก่ศิษย์ ศิษย์ขอขอบคุณและระลึกถึงพระคุณของท่านอาจารย์ทุกท่านไว้ ณ ที่นี้ด้วย สำหรับ

- ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐานิศวร์ เจริญพงศ์
- ผู้ช่วยศาสตราจารย์ กวีไกร ศรีหิรัญ
- อาจารย์สุรพล พฤกษ์ไพบูลย์
- อาจารย์ภิญโญ จินันทุยา

นอกจากนี้ ผู้เขียนต้องขอขอบคุณเจ้าหน้าที่อาคารกรณีศึกษาและบริษัทลิฟต์ รวมถึงเจ้าหน้าที่ที่คณะ พี่และเพื่อนๆ ทุกท่านสำหรับความช่วยเหลือในทุกๆ ด้าน

สุดท้ายนี้ขอระลึกถึงพระคุณของบิดาและมารดาของผู้เขียนสำหรับกำลังใจและความปรารถนาดีที่มอบให้ตลอดเวลา และขอยกคุณความดีทั้งหมดให้ผู้มีพระคุณทุกท่านทั้งที่กล่าวนามและที่ไม่สามารถกล่าวถึงได้ทั้งหมด ณ ที่นี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

บทที่ หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....จ

กิตติกรรมประกาศ.....ฉ

สารบัญ.....ช

สารบัญตาราง.....ฌ

สารบัญภาพ.....ญ

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความสำคัญและความเป็นมาของปัญหา.....1

1.2 วัตถุประสงค์.....2

1.3 วิธีดำเนินการวิจัย.....2

1.4 ขอบเขตของการวิจัย.....2

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ.....3

บทที่ 2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความรู้เบื้องต้นในการออกแบบลิฟต์.....4

2.2 หลักการในการเลือกลิฟต์เพื่อรับการเรียกลิฟต์.....17

2.3 การจำลองสถานการณ์.....26

บทที่ 3 การวิเคราะห์ปัญหาเพื่อการออกแบบโปรแกรม

3.1 วิเคราะห์มุมมองและความต้องการในการออกแบบกลุ่มลิฟต์.....27

3.2 ลักษณะการออกแบบลิฟต์ในปัจจุบัน.....28

3.3 สรุปปัญหาและแนวคิดในการแก้ปัญหา.....31

3.4 แนวคิดในการออกแบบโปรแกรม.....33

3.5 ศึกษาและวิเคราะห์พฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับการใช้ลิฟต์ในอาคารกรณีศึกษา.....35

3.6 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับโปรแกรม.....39

3.7 เครื่องมือที่ใช้.....40

บทที่ 4 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมการจำลองสถานการณ์ในการจัดกลุ่มลิฟต์

4.1 ผังการทำงาน.....42

4.2 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมในส่วนหลักของโปรแกรม.....43

บทที่ หน้า

4.3 อธิบายหลักการทำงานของโปรแกรม.....48
4.3.1 ส่วนการคำนวณเวลารอ.....48
4.3.2 การสุ่มค่าชั้นที่จะเดินทางไปรับ Hallcall.....49
4.3.3 การกำหนดทิศ.....51
4.3.4 กำหนดการหาค่า FS ตามเงื่อนไข.....51
4.3.5 ส่วนควบคุมการเคลื่อนที่ลิฟต์ไปยังชั้น Hall call.....55
4.3.6 ตรวจสอบและคำนวณจำนวนคนที่เหลือในแต่ละชั้นอาคาร.....56
4.3.7 การสุ่มชั้นที่จะเดินทางไปส่งคนที่ Carcall.....57
4.3.8 ส่วนควบคุมการเคลื่อนที่ลิฟต์ไปยังชั้น Carcall.....58
4.4 ส่วนประสานงานกับผู้ใช้.....60
4.5 อธิบายการทำงานส่วนประสานงาน.....60

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย.....80
5.2 ปัญหาและอุปสรรคในการวิจัย.....82
5.3 ข้อเสนอแนะ.....82

รายการอ้างอิง.....83

ภาคผนวก

ก. ตารางแสดงสถิติเวลาการรอของผู้ใช้ลิฟต์ที่บริเวณโถงลิฟต์ของอาคารกรณีศึกษา.....86
ข. ฐานข้อมูลรายละเอียดลิฟต์.....96

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....101

สารบัญตาราง

ตาราง หน้า

ตารางที่ 2.1 แสดงลักษณะ Traffic ภายในอาคารสำนักงาน.....15

ตารางที่ 2.2 แสดงหลักวิธีการเลือกลิฟต์ของแต่ละบริษัท.....23

ตารางที่ 2.3 อธิบายการจัดลำดับการรับส่งลิฟต์ของระบบ TMS 516.....25

ตารางที่ 3.1 แสดงรายละเอียดอาคารกรณีศึกษา.....36

ตารางที่ 3.2 แสดงรายละเอียดของลิฟต์ภายในอาคารกรณีศึกษา.....36

ตารางที่ 3.3 แสดงเวลาในการถ่ายเทคนที่บริเวณโถงลิฟต์.....37

ตารางที่ 3.4 แสดงระยะเวลาที่เกี่ยวข้องกับการใช้ลิฟต์.....37

ตารางที่ 3.5 แสดงรูปแบบการรอของกลุ่มคนที่บริเวณโถงลิฟต์ 38

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

ภาพประกอบ หน้า

ภาพที่ 2.1 แสดงการควบคุมลิฟต์เดี่ยว……7
ภาพที่ 2.2 แสดงการควบคุมแบบรวมศูนย์การควบคุม……7
ภาพที่ 2.3 แสดงการควบคุมแบบกระจายศูนย์การควบคุม……8
ภาพที่ 2.4 แสดงการควบคุมการทำงานด้วยระบบ AI……9
ภาพที่ 2.5 แสดงเครือข่าย Neural……10
ภาพที่ 2.6 แสดง ไดอะแกรมสำหรับหาจำนวนลิฟต์จากการกำหนดข้อมูลข้างต้น……11
ภาพที่ 2.7 แสดงกราฟองค์ประกอบสำหรับคำนวณเวลา……13
ภาพที่ 2.8 แสดงการจราจรแบบ Incoming Traffic Flow……14
ภาพที่ 2.9 แสดง Traffic ของอาคารสำนักงาน……14
ภาพที่ 2.10 แสดงการจัดวางการยืนของผู้โดยสาร……16
ภาพที่ 2.11 แสดงการจัดกลุ่มลิฟต์……17
ภาพที่ 2.12 ภาพสรุปหลักการเลือกส่งลิฟต์ด้วยการเปรียบเทียบหาค่า Figure of Suitability: FS……22
ภาพที่ 2.13 ภาพแสดงการจัดลำดับการรับส่งลิฟต์……24
ภาพที่ 3.1 แสดงรายละเอียดการกรอกข้อมูลให้โปรแกรม……30
ภาพที่ 3.2 แสดงการทำงานขณะรันโปรแกรม……30
ภาพที่ 4.1 แสดงผังการทำงานของโปรแกรม……42
ภาพที่ 4.2 แสดงผังการทำงานในส่วนคำนวณเวลารอเฉลี่ยจากสูตร……44
ภาพที่ 4.3 แสดงผังการทำงานในส่วนการจำลองสถานการณ์……46
ภาพที่ 4.4 แสดงผังการทำงานในส่วนการแสดงผลการออกแบบลิฟต์……47
ภาพที่ 4.5 แสดงการสุ่มชั้น Hallcall ที่มีผู้กดเรียกลิฟต์……49
ภาพที่ 4.6 แสดงผังการทำงานในส่วนการสุ่มตำแหน่งชั้น Hall call……50
ภาพที่ 4.7 แสดงผังการทำงานในส่วนการกำหนดทิศ Hall call……51
ภาพที่ 4.8 แสดงผังการทำงานในส่วนการหาค่า FS……53
ภาพที่ 4.9 แสดงผังการทำงานในส่วนการเลือกลิฟต์เพื่อให้บริการ……54
ภาพที่ 4.10 แสดงผังการทำงานในส่วนควบคุมการเคลื่อนลิฟต์ไปยัง Hall call……55
ภาพที่ 4.11 แสดงผังการทำงานในส่วนตรวจสอบจำนวนคนในอาคาร……56
ภาพที่ 4.12 แสดงการสุ่มชั้น Carcall เพื่อส่งผู้โดยสาร……58
ภาพที่ 4.13 แสดงผังการทำงานในส่วนควบคุมการเคลื่อนลิฟต์ไปยัง Car call……59
ภาพที่ 4.14 ภาพหน้าจอหลัก……60
ภาพที่ 4.15 ภาพหน้าจอส่วนการคำนวณเวลารอเฉลี่ยด้วยสูตรการคำนวณ……61

บทที่ หน้า

ภาพที่ 4.16 แสดงกล่องกรอกรายละเอียดส่วน Low Zone 62
ภาพที่ 4.17 แสดงกล่องกรอกรายละเอียดส่วน High Zone.....62
ภาพที่ 4.18 แสดงผลการปรับจำนวนชั้นอาคารส่วน Low Zone.....63
ภาพที่ 4.19 แสดงผลการปรับจำนวนชั้นอาคารส่วน High Zone 63
ภาพที่ 4.20 แสดงผลการกรอกพื้นที่อาคารส่วน Low Zone 64
ภาพที่ 4.21 แสดงผลการกรอกพื้นที่อาคารส่วน High Zone.....65
ภาพที่ 4.22 แสดงผลการปรับจำนวนลิฟต์ส่วน Low Zone.....65
ภาพที่ 4.23 แสดงผลการปรับจำนวนลิฟต์ส่วน High Zone 66
ภาพที่ 4.24 แสดงผลการปรับความเร็วลิฟต์ส่วน Low Zone.....66
ภาพที่ 4.25 แสดงผลการปรับความเร็วลิฟต์ส่วน High Zone 67
ภาพที่ 4.26 แสดงผลการปรับความจุลิฟต์ส่วน Low Zone.....67
ภาพที่ 4.27 แสดงผลการปรับความจุลิฟต์ส่วน High Zone 68
ภาพที่ 4.28 แสดงผลการคำนวณเวลารอเฉลี่ยตามเกณฑ์.....68
ภาพที่ 4.29 แสดงผลการคำนวณเวลารอเฉลี่ยที่ต่ำกว่าเกณฑ์.....69
ภาพที่ 4.30 แสดงผลการคำนวณเวลารอเฉลี่ยที่สูงกว่าเกณฑ์.....69
ภาพที่ 4.31 แสดงผลการ Clear ภาพหน้าจอการคำนวณเวลารอเฉลี่ย.....70
ภาพที่ 4.32 ภาพหน้าจอส่วนการหาเวลารอสูงสุดจากการจำลองสถานการณ์.....71
ภาพที่ 4.33 แสดงการเลือกโซนลิฟต์.....71
ภาพที่ 4.34 แสดงกรอบรายละเอียดส่วน Low Zone.....72
ภาพที่ 4.35 แสดงกรอบรายละเอียดส่วน High Zone.....72
ภาพที่ 4.36 แสดงผลการปรับรายละเอียดลิฟต์ส่วน Low Zone.....73
ภาพที่ 4.37 แสดงผลการปรับรายละเอียดลิฟต์ส่วน High Zone.....74
ภาพที่ 4.38 แสดงการเคลื่อนที่ลิฟต์.....75
ภาพที่ 4.39 แสดงส่วนการรายการผลการออกแบบในส่วน Low Zone.....76
ภาพที่ 4.40 แสดงส่วนการรายการผลการออกแบบในส่วน High Zone 76
ภาพที่ 4.41 แสดงรายละเอียดลิฟต์ที่เลือกในส่วน Low Zone 78
ภาพที่ 4.42 แสดงรายละเอียดลิฟต์ที่เลือกในส่วน High Zone.....78
ภาพที่ 4.43 แสดงรายละเอียดลิฟต์ที่พิมพ์ผ่านเครื่องพิมพ์.....79

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและความเป็นมาของปัญหา

ในปัจจุบันมีอาคารสูงเกิดขึ้นมากมาย ซึ่งการสัญจรในแนวดิ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่กำหนดการสัญจรภายในอาคารเหล่านั้น หนึ่งในการสัญจรในแนวดิ่งนั้นคือลิฟต์ โดยต้องทำให้ผู้โดยสารลิฟต์ใช้เวลารอลิฟต์น้อยและจำนวนผู้รอลิฟต์ที่บริเวณโถงลิฟต์ไม่หนาแน่นจนเกินไป และการออกแบบลิฟต์ในปัจจุบันวิศวกรจะเป็นผู้กำหนดรายละเอียดของลิฟต์ที่จะใช้ในอาคาร **ซึ่งมุมมองของวิศวกรจะเน้นว่าจะออกแบบลิฟต์อย่างไรให้มีค่าเวลารอเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ โดยคิดและมองจากภาพรวมของพื้นที่ใช้สอยในอาคาร** แต่ใน **มุมมองของสถาปนิกนั้นจะมองการออกแบบจำนวนลิฟต์ในอาคารตามการจัดพื้นที่ใช้สอย** ซึ่งจากการแบ่งกลุ่มโซนลิฟต์นั้นมีผลต่อการจัดพื้นที่ใช้สอยในแต่ละส่วน ซึ่งจะมีขนาดแตกต่างกันไปตามขนาดและรายละเอียดของลิฟต์ที่กำหนดในการออกแบบและมีผลโดยตรงต่อการจัดระบบสัญจรเพื่อแจกจ่ายคนไปยังส่วนต่างๆ ของอาคาร โดยจะใช้โซนหรือพื้นที่ใช้สอยเป็นมาตรฐานเดียวกัน

ดังนั้นในการออกแบบลิฟต์ในมุมมองของสถาปนิกนั้น การจัดกลุ่มโซนลิฟต์จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการออกแบบลิฟต์ให้เหมาะสมกับการจัดพื้นที่ใช้สอยภายในอาคาร รวมถึงสถาปนิกยังต้องการทราบถึงข้อมูลในเรื่องของการกำหนดพื้นที่โถงลิฟต์ ขนาดลิฟต์ ความเร็วและจำนวนลิฟต์ที่เหมาะสมกับผู้ใช้อาคารในแต่ละโซน

อย่างไรก็ตามการออกแบบเพื่อกำหนดจำนวนลิฟต์แต่ละกลุ่มในอาคาร ยังเป็นงานที่มีความซับซ้อนในมุมมองของสถาปนิกอยู่ โดยเฉพาะการใช้สูตรคำนวณเวลารอเฉลี่ย ทำให้การออกแบบอาคารในเบื้องต้นขาดความสมบูรณ์ในการที่จะกำหนดจำนวนลิฟต์ในอาคารก่อนการออกแบบ เพราะต้องทำการปรึกษาวิศวกรหรือผู้เชี่ยวชาญโดยตรงหากมีการแก้ไขแบบ

ดังนั้นการพิจารณา **นำเอาคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยสถาปนิกในการออกแบบการจัดกลุ่มลิฟต์นี้ จึงมีความสำคัญและมีความจำเป็นอย่างยิ่ง เพราะจะช่วยทำให้การออกแบบง่ายถูกต้องแม่นยำและเหมาะสมกับการใช้สอยก่อนการก่อสร้างจริง** ช่วยลดระยะเวลาในการออกแบบ รวมถึงสามารถช่วยประหยัดงบประมาณในการลงทุนได้เพราะลิฟต์แต่ละชุดมีราคาที่สูง

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาโปรแกรมการจำลองสถานการณ์เพื่อช่วยการออกแบบในการจัดกลุ่มลิฟต์ภายในอาคารสำนักงานให้เช่า
2. เพื่อศึกษารูปแบบการจัดกลุ่มลิฟต์ที่เหมาะสมในอาคารสำนักงานให้เช่า

1.3 วิธีดำเนินการวิจัย

1. รวบรวมและศึกษาเอกสาร รวมถึงโปรแกรมช่วยจัดวางกลุ่มลิฟต์ในอาคารประเภทต่างๆ
2. ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลข้างต้นในประเด็นหลักการทำการจำลองสถานการณ์ และรูปแบบการจัดกลุ่มลิฟต์แบบต่าง ๆของอาคาร ตามลักษณะรูปแบบการจัดวางกลุ่มลิฟต์ในแบบที่ต่างกัน
3. ทำการสังเกตพฤติกรรมการใช้งานลิฟต์ภายในอาคาร เช่น ปริมาณการขนส่งจำนวนผู้ใช้ลิฟต์ต่อเที่ยว ปัญหาการใช้ลิฟต์ในบริเวณโถงลิฟต์ เพื่อนำมาวิเคราะห์และเป็นพื้นฐานในการกำหนดตัวแปรในการออกแบบ
4. วิเคราะห์ข้อมูลและองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบการจัดวางกลุ่มลิฟต์ เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานการโปรแกรม
5. สร้างโปรแกรมจำลองสถานการณ์การจัดวางกลุ่มลิฟต์
6. สรุปผลการวิจัย

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1. ศึกษาเฉพาะการออกแบบการวางกลุ่มลิฟต์กรณีศึกษาอาคารสำนักงานให้เช่า ไม่เน้นการศึกษาในเรื่องรายละเอียดของโครงสร้าง ระบบการควบคุมกลุ่มลิฟต์ การคำนวณ และการศึกษาเรื่องระบบด้านวิศวกรรมต่างๆ
2. ในการจำลองสถานการณ์จะกำหนดความเร็วของลิฟต์ที่ใช้สำหรับรับส่งผู้โดยสารทุกตัวให้มีความเร็วเฉลี่ยเท่ากัน แต่จะมีความเร็วเฉลี่ยต่างกันตามโซนที่ใช้งาน
3. ในการจำลองกำหนดให้เวลาในการถ่ายเทคนเข้าออกจากลิฟต์มีค่าคงที่ค่าหนึ่งตามการศึกษาสถิติเวลารอและเวลาในการถ่ายเทคนที่โถงลิฟต์ของอาคารกรณีศึกษา โดยไม่รวมถึงองค์ประกอบหรือปัจจัยทางด้านจิตวิทยา
4. การแสดงการจำลองภาพจะไม่เน้นเรื่องรายละเอียดต่างๆ เป็นการแสดงภาพเพื่อให้ง่ายต่อความเข้าใจ โดยจำลองสถานการณ์ในการรับส่งผู้โดยสารในแนวดิ่งของอาคาร โดยคำนึงถึงเรื่องความจุของลิฟต์ ความเร็วลิฟต์และเวลาในการรอและรับส่งผู้โดยสาร

5. กำหนดจำนวนลิฟต์มากที่สุด 8 ตัวต่อโซน เพื่อลดระยะเวลาในการจำลองสถานการณ์

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ

1. เป็นเครื่องมือเพื่อช่วยในการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูล ที่เกี่ยวข้องกับการจัดวางกลุ่มลิฟต์ในอาคาร
2. เป็นแนวทางในการศึกษาการจำลองสถานการณ์เพื่อการออกแบบกรณีอื่น ที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน
3. ช่วยให้ได้ผลการออกแบบกลุ่มลิฟต์ที่มีความเหมาะสมก่อนการออกแบบก่อสร้างอาคารจริง
4. ช่วยให้การออกแบบกลุ่มลิฟต์มีความสะดวกรวดเร็วและเข้าใจได้ง่าย จากการทดลองปรับเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ให้กับตัวแปรที่กำหนดให้
5. ช่วยให้ทราบรายละเอียดลิฟต์ที่ออกแบบจากผลการออกแบบเบื้องต้น ทำให้ประหยัดงบประมาณในด้านการซ่อมบำรุงหรือแก้ไขโครงสร้างภายหลังการก่อสร้างอาคาร

นิยามของตัวแปร

ในการวิจัยนี้ เน้นในเรื่องการออกแบบกลุ่มลิฟต์ภายในอาคาร ซึ่งองค์ประกอบสำคัญในการพิจารณาการออกแบบกลุ่มลิฟต์ ประกอบด้วย

เวลารอเฉลี่ย คือเวลารอที่ได้จากการคำนวณเวลาจากสูตรการคำนวณทางด้านวิศวกรรม ซึ่งค่าเวลารอเฉลี่ยมาตรฐานสำหรับโซนเอเชียคือ 45 วินาที และสำหรับโซนยุโรปกำหนดที่ 35 วินาที

เวลารอจริง คือเวลารอที่ได้จากการจำลองสถานการณ์จริง โดยเกิดจากผลรวมระหว่างเวลาที่ลิฟต์เคลื่อนที่และเวลาที่ลิฟต์หยุดเพื่อถ่ายเทคนเข้าออกจากลิฟต์ โดยเวลารอที่ได้นี้ไม่ได้เกิดจากการคำนวณด้วยสูตรทางด้านวิศวกรรม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความรู้เบื้องต้นในการออกแบบลิฟต์

2.1.1 นิยามของลิฟต์

ลิฟต์ (Elevator) หมายถึง พาหนะที่ใช้สำหรับบรรทุกผู้โดยสารหรือสิ่งของขึ้นลงในแนวดิ่งของอาคารโดยมีรางบังคับและเคลื่อนที่รับส่งระหว่างชั้นในอาคารตั้งแต่ 2 ชั้นขึ้นไป โดยทั่วไปสามารถแบ่งลิฟต์โดยสารได้เป็น 2 ชนิดคือ

1. **ลิฟต์โดยสาร** (Passenger Elevator) เป็นลิฟต์ที่ใช้สำหรับบรรทุกผู้โดยสารเป็นหลัก รวมทั้งลิฟต์ที่ใช้สำหรับบรรทุกผู้โดยสารและขนของเป็นครั้งคราว

2. **ลิฟต์ขนของ** (Freight Elevator) เป็นลิฟต์ที่ใช้สำหรับบรรทุกของเป็นหลัก โดยไม่มีผู้โดยสารอื่นนอกจากพนักงานประจำลิฟต์และคนงานที่ขนของเข้าออกจากลิฟต์ มักใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม

2.1.2 ประเภทของลิฟต์

ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาลิฟต์ขึ้นมาตามจุดประสงค์ในการใช้งาน โดยสามารถแบ่งลิฟต์ตามลักษณะเชิงกลหรือตามลักษณะการใช้งานได้ ดังนี้

2.1.2.1 แบ่งตามลักษณะเชิงกล ได้ดังนี้

1. **ลิฟต์ระบบไฮโดรลิค** (Hydraulic Drive) นิยมใช้กับอาคารที่มีความสูงไม่เกิน 5-6 ชั้น ไม่ต้องมีห้องเครื่องเหนือปล่องลิฟต์ ใช้สำหรับอาคารที่ถูกจำกัดเรื่องความสูง โดยมากระบบนี้จะถูกใช้น้อยกว่าระบบ Rope Drive เพราะช้าและมีราคาแพง

2. **ลิฟต์ระบบลวดสลิง** (Rope Drive/ Traction Rope)

- เครื่องลิฟต์แบบมีเกียร์ทดรอบ (Geared Machine) เหมาะสำหรับลิฟต์ที่มีความเร็วต่ำถึงความเร็ว 2.0 เมตรต่อวินาที
- เครื่องลิฟต์แบบไม่มีเกียร์ทดรอบ (Gearless Machine) เหมาะสำหรับลิฟต์ที่มีความเร็วสูงระหว่าง 2.5 – 8.0 เมตรต่อวินาที

ส่วนระบบการทำงานของลิฟต์ในปัจจุบันนี้ ได้นำคอมพิวเตอร์เข้ามาควบคุมการทำงานเพื่ออำนวยความสะดวกได้อย่างมาก

2.1.2.2 **แบ่งตามลักษณะการใช้งาน** ได้ดังนี้

1. ลิฟต์โดยสาร (Passenger Elevator) ใช้สำหรับขนผู้โดยสารโดยทั่วไป
2. ลิฟต์บริการ (Service Elevator) ใช้สำหรับขนผู้โดยสารหรือขนของ มักใช้ในโรงแรมหรือโรงงาน
3. ลิฟต์ดับเพลิง (Fire Elevator) ใช้สำหรับขนผู้โดยสารทั่วไปมีการออกแบบเป็นพิเศษสำหรับใช้ในกรณีที่เกิดเพลิงไหม้ สามารถให้พนักงานดับเพลิงใช้ผจญเพลิงได้
4. ลิฟต์พยาบาล (Hospital Elevator) ใช้สำหรับขนคนไข้ และสามารถเข็นเตียงคนไข้เข้าไปได้ โดยประตูจะเปิดเลื่อนไปด้านใดด้านหนึ่ง ทำให้ประตูมีความกว้างมากกว่าลิฟต์โดยสารซึ่งเปิดจากกึ่งกลาง
5. ลิฟต์บรรทุกรถยนต์ (Car Elevator) ใช้สำหรับขนรถยนต์ขึ้นไปตามอาคารจอดรถที่มีทางขึ้นแคบหรืออาคารที่ต้องการความสะดวกและความรวดเร็วในการบรรทุก
6. ลิฟต์แก้ว (Glass Elevator) ใช้สำหรับขนผู้โดยสาร มีการออกแบบเพื่อความสวยงามโดยส่วนหนึ่งของลิฟต์เป็นกระจกใส เพื่อให้สามารถมองเห็นทิวทัศน์ภายนอกลิฟต์
7. ลิฟต์ส่งของ (Dumbwaiter) ใช้สำหรับขนของ มีหลายขนาดตั้งแต่ขนาดเล็กใช้ขนถาดอาหารหรือวัสดุทางการแพทย์จนถึงขนาดใหญ่สำหรับขนวัตถุดิบในโรงงาน

ในการวิจัยนี้จะทำการศึกษาเฉพาะลิฟต์โดยสาร เนื่องจากเป็นลิฟต์ที่มีใช้โดยทั่วไปและมีความสำคัญยิ่งสำหรับการให้บริการในอาคารสำนักงาน ที่ต้องการความรวดเร็วในการขนส่งคนให้ทันในช่วงเวลาที่มีการจราจรหนาแน่น โดยในการออกแบบจำเป็นต้องทราบข้อมูลพื้นฐานต่างๆ ดังนี้

2.1.3 **ฟังก์ชันการควบคุมกลุ่มลิฟต์**

การควบคุมการทำงานของลิฟต์โดยปกติแล้วลิฟต์จะเคลื่อนที่ขึ้นลง ระหว่างชั้นต่ำสุดและชั้นสูงสุด ในระหว่างทางถ้ามีการเรียกจากปุ่มกดที่หน้าลิฟต์ (Hall call) หรือ กดปุ่มจากปุ่มกดในลิฟต์ (Car call) ที่ชั้นใดก็จะหยุดให้บริการที่ชั้นนั้น แต่ในกรณีที่มีลิฟต์หลายตัวทำงานขนานกันอยู่ (วิ่งไปในทิศทางเดียวกัน) การควบคุมการทำงานด้วยวิธีการปรกติ จะทำให้ไม่สามารถรับส่งผู้โดยสารจำนวนมากได้ (Benjamin,1992:1239)

เงื่อนไขที่ควรต้องพิจารณา ของการควบคุมการทำงานแบบกลุ่ม

- จะต้องให้บริการแก่ทุก Car call ที่เกิดขึ้นแต่อาจจะไม่ให้บริการสำหรับ Hall call ในบางชั้นที่เรียกได้

- ถ้ามี Car call อยู่ในทิศทางเดียวกับที่ลิฟต์วิ่งอยู่ จะกลับทิศทางการวิ่งไม่ได้ แต่ถ้าไม่มี Car call มีแต่ Hall call ในทิศทางเดียวกันเพียงอย่างเดียว ลิฟต์สามารถกลับทิศทางวิ่งได้ในกรณีที่จำเป็น
- ถ้ามีคนอยู่ในห้องลิฟต์ เมื่อจอดที่ชั้นใดจะต้องเปิดประตูทันที เมื่อคนเข้าออกเรียบร้อยแล้วให้รีบปิดประตูเพื่อออกเดินทางต่อ ในบางกรณีอาจมีการเปิดปิดประตูล่าช้า เนื่องจากใช้เวลาในการรอผู้โดยสารเข้าลิฟต์และคอยผู้โดยสารคนอื่นจนครบ ในกรณีเช่นนี้ไม่ควรปล่อยให้การคอยนานจนเกินไป เพราะจะทำให้ผู้โดยสารอื่นในลิฟต์เกิดความไม่พอใจได้
- ถ้าไม่มีผู้โดยสารอยู่ในลิฟต์ สามารถกำหนดให้ลิฟต์ไปจอดรอให้บริการที่ชั้นใดชั้นหนึ่งได้

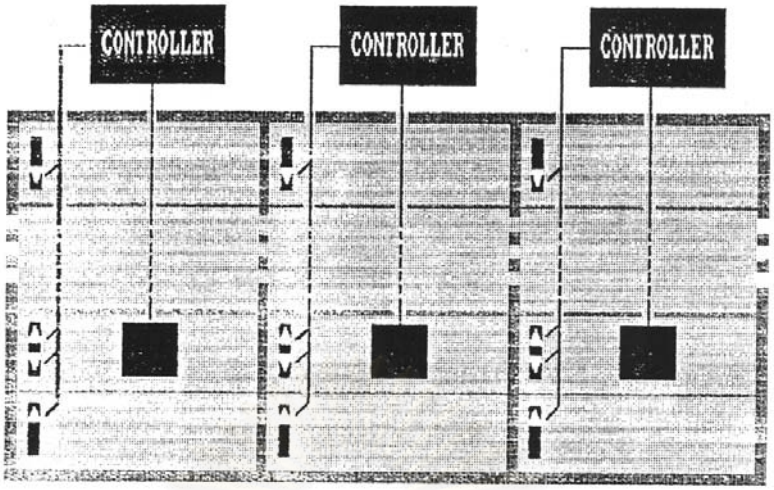
การควบคุมลิฟต์ในสมัยแรก จะควบคุมให้ลิฟต์แต่ละตัวออกเดินทางจากชั้นล่างสุดไปยังชั้นสูงสุด แล้วจึงวิ่งลงมายังชั้นล่างสุดใหม่ ในระหว่างการเดินทางไปกลับจะจอดส่งตาม Car call ในชั้นต่างๆ และรับเฉพาะ Hall call ในทิศทางเดียวกันเท่านั้น พยายามหลีกเลี่ยงการกลับทิศระหว่างทางเมื่อยังไปไม่ถึงชั้นล่างสุดหรือชั้นสูงสุดของอาคาร

การควบคุมกลุ่มลิฟต์สมัยใหม่ ให้ความสนใจกับการเลือกลิฟต์ คือ เมื่อมีการกด Hall call ที่ชั้นใด จะมีการคำนวณเพื่อเลือกลิฟต์ตัวหนึ่งในกลุ่มไปให้บริการที่ Hall call นั้น โดยลิฟต์ตัวนั้นสามารถวิ่งผ่านไม่รับ Hall call อื่นในระบบได้ ซึ่งวิธีการนี้จะมีความยุ่งยากเนื่องจากต้องมีการคำนวณในสมัยแรกที่ยังไม่มีการนำไมโครคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยควบคุม จึงมักแก้ปัญหาโดยการแบ่งอาคารออกเป็นโซน (Zone) แต่เมื่อนำไมโครคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ในระบบควบคุม ทำให้ประสิทธิภาพในการเลือกลิฟต์เป็นไปอย่างเหมาะสมยิ่งขึ้น

2.1.4 **โครงสร้างของระบบควบคุม**

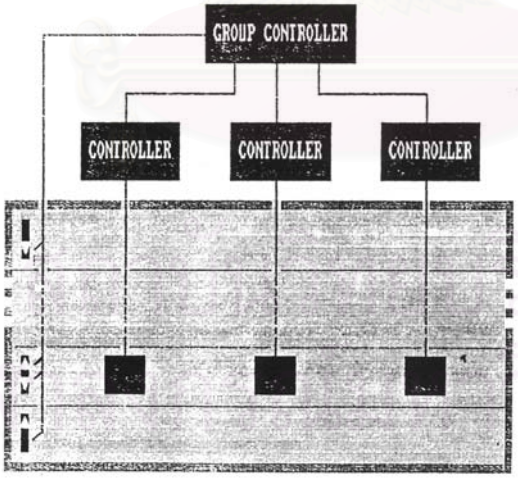
โครงสร้างระบบควบคุมได้รับการพัฒนาต่อเนื่องมาตลอด ในปัจจุบันได้มีการใช้ระบบอัจฉริยะ (AI: Artificial Intelligence and Fuzzy Logic) มาควบคุมในการเลือกส่งลิฟต์ ลักษณะการควบคุมแบ่งได้ดังนี้(วรวุฒิ จิตขจรวานิช, 2532)

2.1.4.1 **แบบควบคุมลิฟต์เดี่ยว** เป็นการควบคุมแบบอิสระแยกจากกัน ไม่มีเครื่องควบคุมกลุ่ม ทำให้บริเวณหน้าลิฟต์ของแต่ละชั้นจะมีปุ่มกดเรียกประจำชั้นซึ่งจะมีจำนวนเท่ากับจำนวนลิฟต์ ทำให้ผู้จะใช้ลิฟต์ต้องเลือกว่าจะกดเรียกลิฟต์ตัวใดเอง ซึ่งปกติผู้โดยสารจะเรียกลิฟต์ตัวที่อยู่ใกล้และมีทิศทางเดียวกับที่ตนจะไป โดยสังเกตจากแผงบอกตำแหน่งและทิศทางของลิฟต์ทุกตัว แต่ในบางกรณีผู้โดยสารจะกดเรียกลิฟต์ทุกตัว ทำให้สิ้นเปลืองพลังงานในการขับเคลื่อนลิฟต์ทุกตัวโดยไม่จำเป็น



ภาพที่ 2.1 ภาพแสดงการควบคุมลิฟต์เดี่ยว(วรวุฒิ จิตขจรวานิช, 2532: 20)

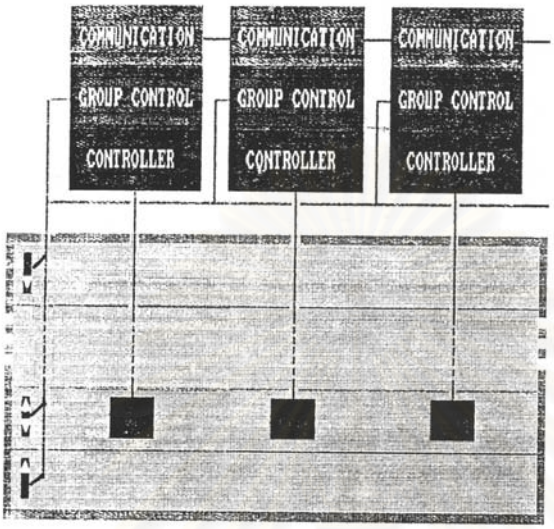
2.1.4.2 **แบบรวมศูนย์การควบคุม** ใช้เครื่องควบคุมกลุ่ม (Group Control) ควบคุมการทำงานของเครื่องควบคุมลิฟต์เดี่ยวอีกชั้นหนึ่ง ทำให้ปุ่มกดเรียกประจำในแต่ละชั้นมีเพียงชุดเดียว โดยเครื่องควบคุมกลุ่มทำหน้าที่ติดต่อสื่อสารกับส่วนควบคุมลิฟต์เดี่ยวทุกตัวในระบบ เพื่อทราบสถานะของลิฟต์ทุกตัวตลอดเวลา เช่น ตำแหน่ง ทิศทางการเคลื่อนที่ของลิฟต์ เป็นต้น เมื่อมีการกดเรียกลิฟต์ ส่วนควบคุมจะทำการวิเคราะห์และประมวลผล เพื่อเลือกลิฟต์ที่เหมาะสมมาบริการโดยให้ผู้เรียกใช้เวลาคอยน้อยที่สุด ทำให้ประหยัดพลังงานในการขับเคลื่อน แต่มีข้อจำกัดคือถ้าเครื่องควบคุมกลุ่มเสียหรือทำงานผิดพลาด จะทำให้การทำงานของลิฟต์ทุกตัวในระบบผิดพลาดด้วย



ภาพที่ 2.2 ภาพแสดงการควบคุมแบบรวมศูนย์การควบคุม(วรวุฒิ จิตขจรวานิช, 2532: 20)

2.1.4.3 **แบบการกระจายศูนย์การควบคุม** จะมีเครื่องควบคุมกลุ่มภายในเป็นของตนเอง โดยเครื่องควบคุมนี้จะทำหน้าที่ประสานงานกับส่วนควบคุมกลุ่มของลิฟต์ตัวอื่นตลอดเวลา และแจ้งสถานะทั้งหมดของลิฟต์ที่ควบคุมอยู่ให้เครื่องควบคุมของลิฟต์ตัวอื่นทราบ เมื่อทราบสถานะของ

ลิฟต์ทุกตัวแล้ว จึงทำการวิเคราะห์เพื่อเลือกส่งลิฟต์ตัวที่เหมาะสมไปยังชั้นที่เรียก โดยเปรียบเทียบว่าลิฟต์ที่ควบคุมอยู่กับลิฟต์ตัวอื่นว่าเหมาะสมที่จะไปรับในชั้นที่มีการกดเรียกหรือไม่ แล้วจึงเลือกลิฟต์ตัวที่เหมาะสมที่สุดไปรับผู้ที่เรียก



ภาพที่ 2.3 ภาพแสดงการควบคุมแบบกระจายศูนย์การควบคุม(วรวุฒิ จิตขจรวานิช, 2532: 21)

2.1.4.4 แบบ AI: Artificial Intelligence เพื่อช่วยในการตัดสินใจ โดยระบบจะทำการเรียนรู้ข้อมูลการจราจรจากข้อมูลรูปแบบการจราจร (Traffic Patterns) เดิมที่ซ้ำๆกัน แล้วระบบจะทำการตัดสินใจในการเลือกส่งลิฟต์ให้ ซึ่งในบางระบบจะเพิ่มการพิจารณาในเรื่องการลด Waiting Time โดยลดจำนวนครั้งที่เรียก Hall call ในการหยุดรับส่งระหว่างทาง โดยคำนึงถึงองค์ประกอบต่างๆ เช่น

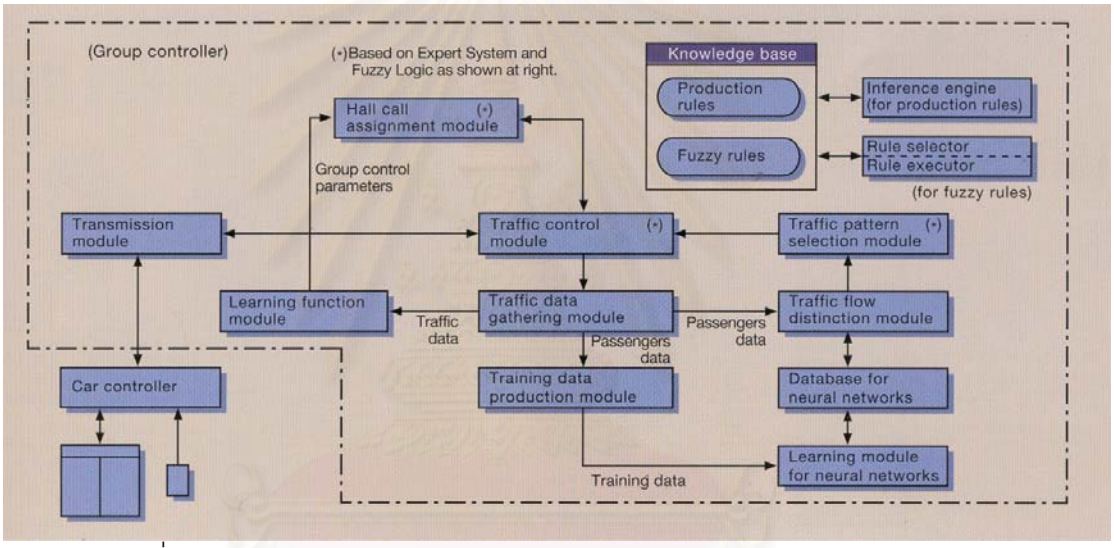
1. เงื่อนไขต่างๆ เช่น น้ำหนักบรรทุก การบันทึกการเรียก Hall call และ Car call
2. คำนึงถึงระยะห่างระหว่างตำแหน่งชั้นที่ลิฟต์อยู่ และตำแหน่งของชั้นที่กดเรียก Hall call
3. ทิศทางการเรียกของชั้นถัดไปจาก Hall call
4. เวลาที่เกิดจากเวลาเฉลี่ยในการเดินทางของลิฟต์, เวลาที่เรียกในทุกชั้นและเวลาที่เรียกที่ Hall call

จากข้อมูลข้างต้นนี้ คอมพิวเตอร์คาดคะเนและเลือกส่งลิฟต์ตัวที่มีตำแหน่งเหมาะสมที่สุดโดยคำนวณเวลาในการเดินทางของ Hall call กับเวลาไปถึงที่ Car call และวิเคราะห์แนวโน้มในการรับส่งลิฟต์ทุกครั้งในทุกวินาที และทำการประเมินข้อมูลเพื่อทำนายการเลือกส่งลิฟต์ในครั้งต่อไป โดยจำ Traffic Patterns และวิเคราะห์เปรียบเทียบ Traffic Pattern ในช่วงเวลา Peak-up, Peak-down และ

ลักษณะรูปแบบการจราจรที่เหมาะสมไว้ ซึ่งข้อมูลพื้นฐานที่กำหนดให้เหล่านี้มีผลกับการทำนายการรับส่งลิฟต์ในครั้งต่อไป

2.1.5 **ระบบการควบคุมด้วย** AI (Mitsubishi)

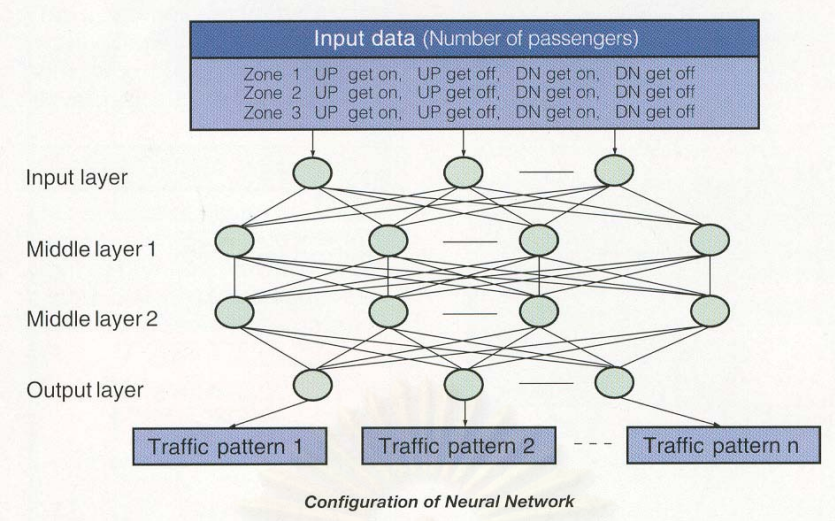
เป็นระบบที่ออกแบบสำหรับจำนวนลิฟต์ 3-8 ตัวต่อกลุ่ม โดยทำการ**เก็บรวบรวม** Traffic Patterns **จากสภาพจริง และจำชั้นที่มีการเรียกใช้บริการถี่เอาไว้** โดยเก็บไว้ในหน่วยความจำของระบบหรือที่เรียกว่า **ฐานความรู้** (Knowledge Database) แล้วทดสอบและวิเคราะห์เงื่อนไขที่กำหนดโดยใช้ฐานความรู้เป็นข้อมูลในการวิเคราะห์ โดยใช้รูปแบบเงื่อนไข IF-THEN และใช้ตรรกศาสตร์คลุมเครือ (Fuzzy Logic) โดยแยกการวิเคราะห์ออกเป็นส่วนย่อยๆ โดยใช้สามัญสำนึกและความฉลาดในการประเมินและนำมาประยุกต์เพื่อการแก้ปัญหาในการให้บริการร่วมกับการใช้เครือข่ายใยประสาท



ภาพที่ 2.4 แสดงการควบคุมการทำงานด้วยระบบ AI(Mitsubishi, 2001)

ลักษณะการสัญจรด้วยเครือข่ายใยประสาท(Distinction of Traffic Flow with Neural Networks)

เป็นรูปแบบการติดต่อสื่อสารแบบหนึ่งในการควบคุมการสัญจรขึ้นลงของลิฟต์ โดยเก็บข้อมูลจากการสังเกตช่วงเวลาที่มีการใช้ลิฟต์หนาแน่น เช่น เช้า กลางวัน และช่วงเลิกงาน โดยจัดรูปแบบการทำงานเป็นแบบ Real Time โดยบันทึกข้อมูลพื้นฐาน เช่น จำนวนผู้โดยสารทั้งภายในและภายนอกตัวลิฟต์(ประมาณจากการวัดน้ำหนักบรรทุกของลิฟต์) ระบบจะปรับจากการฝึกฝนการเรียนรู้ข้อมูลทุกสัปดาห์ โดยแปลงข้อมูลจากข้อมูลการจราจร (Traffic Patterns)ที่สะสมไว้



ภาพที่ 2.5 แสดงเครือข่าย Neural (Mitsubishi, 2001)

โดยใช้หลักในการเลือกส่งลิฟต์คือให้เวลาในการคอยไม่เกินกำลังสองของเวลาคอยที่น้อยที่สุด กำหนดฟังก์ชันการทำงานหลักคือ

1. จัดลิฟต์ให้เริ่มทำงานในชั้นที่มีคนหนาแน่นก่อน
2. รวบรวมข้อมูลในการติดต่อระหว่างลิฟต์แต่ละตัว
3. ปรับจำนวนลิฟต์ที่จะไปรับยังชั้นนั้นๆ โดยเพิ่มหรือลดให้เหมาะสมตามกฎ Fuzzy Rules

2.1.6 **พื้นฐานในการออกแบบระบบลิฟต์**

ในปัจจุบันระบบลิฟต์เป็นระบบที่มีความสำคัญมากต่อการออกแบบอาคารสูง ซึ่งได้มีการพัฒนามากขึ้นเรื่อยๆ สิ่งที่สำคัญสำหรับการออกแบบคือต้องพิจารณาข้อกำหนดมาตรฐานต่างๆ ดังนี้

- ด้านปริมาณผู้ใช้งาน
- ด้านคุณภาพการใช้งาน

เพื่อให้ได้มาซึ่งประสิทธิภาพในการใช้งานของระบบลิฟต์ จำเป็นต้องมีการวิเคราะห์การสัญจร (Traffic Analysis) โดยคำนวณหาปริมาณและคุณภาพการใช้งาน

ด้านปริมาณ - Handling Capacity คือจำนวนผู้โดยสารที่ระบบลิฟต์สามารถขนส่งได้ภายใน 5 นาที

ด้านคุณภาพ - Waiting Time คือช่วงเวลาที่ผู้โดยสารต้องรอคอยที่ชั้นล่าง สำหรับอาคารสำนักงานควรมีระยะเวลาในการคอยไม่เกิน 35 วินาที (เอกสารลิฟต์สำหรับอาคารสำนักงาน Kone)

2.1.6.1 **ข้อมูลที่ผู้ออกแบบจำเป็นต้องทราบ** เพื่อนำไปใช้ในการทำ Traffic Analysis

1.ความสูงและจำนวนชั้นของอาคาร เช่น มีชั้นใต้ดินหรือชั้นลอยหรือไม่

2.ประเภทของอาคาร เช่น

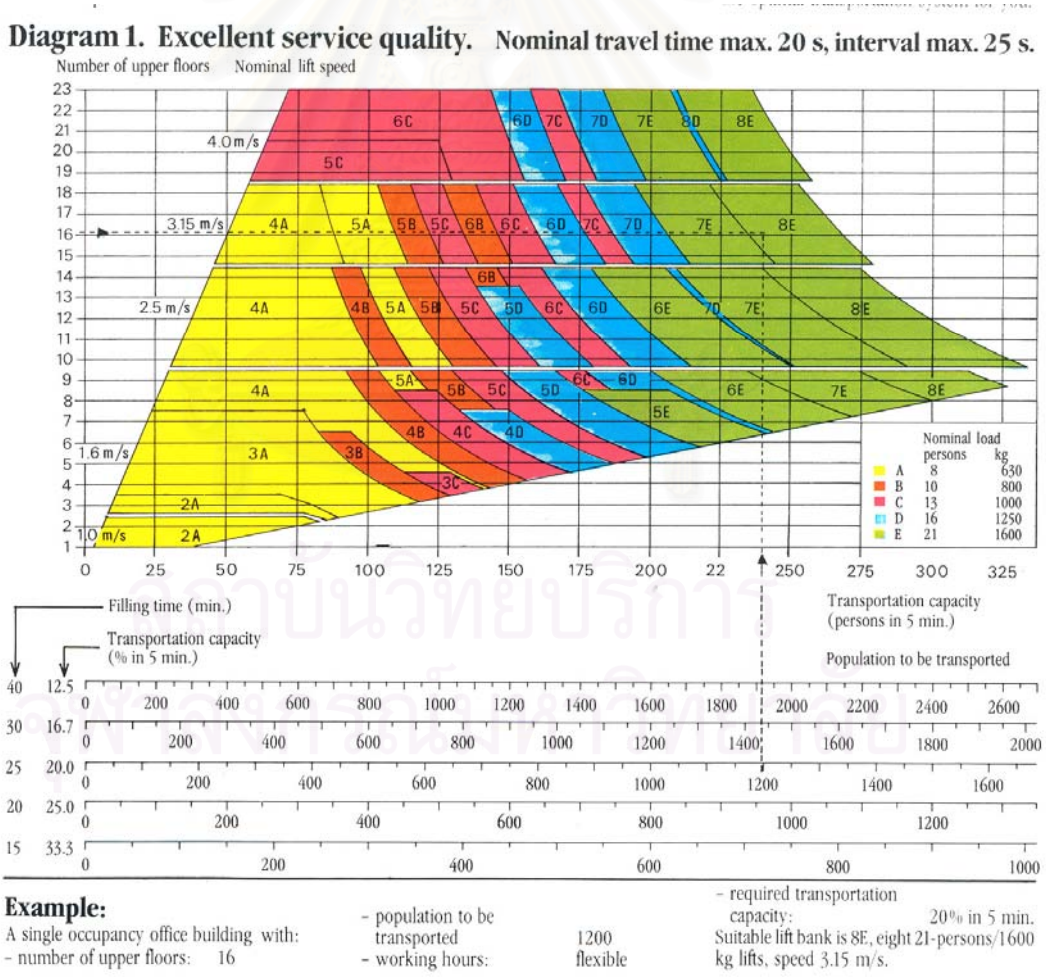
- อาคารสำนักงาน คำนวณจากการประมาณพื้นที่ต่อคน ใช้ 10-15 ตารางเมตรต่อคน
- โรงแรม คำนวณจากจำนวนคนต่อจำนวนห้องหรือจำนวนยูนิต ใช้ 0.75-1 คนต่อเตียง

3.พื้นที่ใช้สอยในชั้นนั้นหรือจำนวนผู้อยู่อาศัย

4.มีการใช้พื้นที่พิเศษในบริเวณใดของอาคาร เช่น ห้องประชุม ห้องจัดเลี้ยง

5.สถานที่ติดตั้งลิฟต์หรือตำแหน่งที่ติดตั้งลิฟต์ในอาคาร

จากข้อมูลข้างต้น ทำให้ทราบจำนวนลิฟต์ที่เหมาะสมกับอาคาร โดยการหาจากภาพไดอะแกรมข้างล่าง



ภาพที่ 2.6 ภาพแสดง ไดอะแกรมสำหรับหาจำนวนลิฟต์จากการกำหนดข้อมูลข้างต้น (KONE, 2000)

2.1.6.2 **การคำนวณความต้องการของระบบลิฟต์ในอาคาร** (Elevator Traffic Calculation)

การคำนวณการเดินทางของลิฟต์ (Calculating The Time Factors) (ไทยลิฟท์อินดัสตรีส์)

1. **เวลาการเดินทางของลิฟต์ 1 เที่ยว** (Round Trip Time) คือเวลาที่ผู้โดยสารใช้ในการเดินทาง เริ่มจากกดปุ่มเรียกลิฟต์ที่ชั้นที่หนึ่ง ประตูลิฟต์เปิด ผู้โดยสารเดินเข้าในตัวลิฟต์ ประตูลิฟต์ปิด ลิฟต์เดินทางขึ้นไปชั้นต่างๆที่เรียก แล้ววิ่งกลับมายังชั้นที่หนึ่งอีกครั้ง

2. **ช่วงเวลา** (Interval) คือช่วงเวลาที่ลิฟต์ตัวสุดท้ายเพิ่งออกเดินทางจากชั้นที่หนึ่งจนถึงลิฟต์ตัวถัดมาถึงชั้นที่หนึ่ง เพื่อรับผู้โดยสารโดยช่วงเวลานี้สัมพันธ์กับเวลาเดินทางของลิฟต์หนึ่งเที่ยว สามารถคำนวณได้จาก

$$\text{ช่วงเวลา (Interval)} = \frac{\text{เวลาการเดินทางของลิฟต์ 1 เที่ยว (Round Trip Time of an Elevator)}}{\text{จำนวนลิฟต์ในกลุ่ม (Number of Elevators in the group)}}$$

3.**ช่วงเวลารอคอย** (Waiting Time) คือช่วงเวลาที่ผู้โดยสารเดินทางมาถึง โถงลิฟต์ชั้นที่หนึ่ง จนกระทั่งลิฟต์ลงมาถึงชั้นที่หนึ่งเพื่อรับผู้โดยสาร ซึ่งช่วงเวลารอคอยนี้สัมพันธ์กับช่วงเวลา (Interval)ดังนี้

ช่วงเวลารอคอย (Waiting Time) = 55-60% ของช่วงเวลา (Interval)

4. **ความสามารถในการบรรทุก** (Handling Capacity) คือจำนวนผู้โดยสารที่ลิฟต์สามารถบรรทุกได้ในหนึ่งช่วงเวลา

5. **ความสามารถในการบรรทุกในเวลา 5 นาที** (5 – Min Handling Capacity) (Benjamin, 1992: 1246) โดยทั่วไปแล้วการวัดความสามารถในการบรรทุกลิฟต์ในช่วงเวลาเร่งด่วน จะใช้ช่วงเวลาที่ 5 นาที โดยจะถือว่าเป็นช่วงเวลาวิกฤตที่สุดที่ลิฟต์สามารถบรรทุกผู้โดยสารตามจำนวนคนในอาคารนั้นๆ ได้หรือไม่

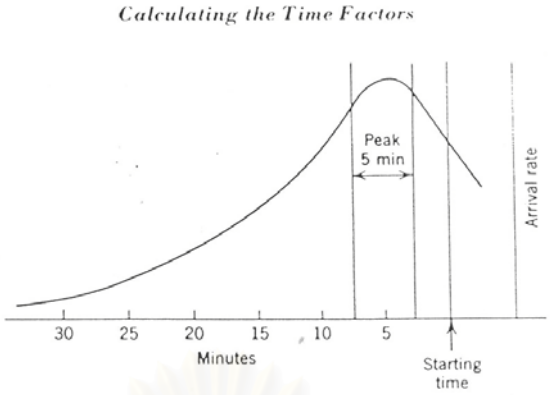


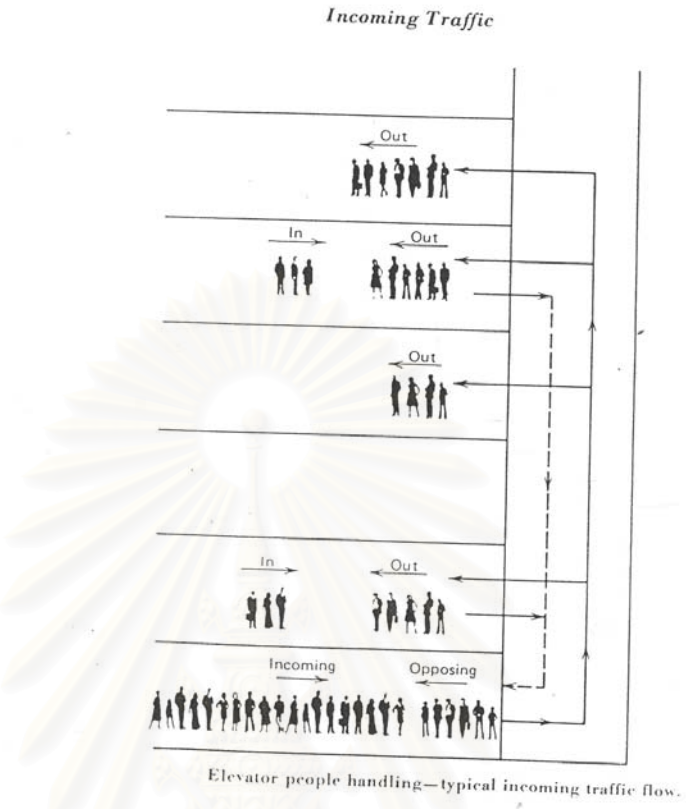
Figure 3.2. Typical arrival rate at an office building.

ภาพที่ 2.7 ภาพแสดงกราฟองค์ประกอบสำหรับคำนวณเวลา (บริษัท ไทยลิฟท์ อินดัสตรีส์ จำกัด(มหาชน), 2000

2.1.6.3 **ชนิดของการจราจร** (Type of Traffic) การคำนวณความต้องการของลิฟต์จะต้องพิจารณาจากลักษณะการจราจรภายในอาคาร ว่ามีจุดวิกฤตอยู่ในช่วงเวลาใด จุดวิกฤตที่สุดสำหรับอาคารในแต่ละประเภทจะมีช่วงเวลาเร่งด่วนที่ต่างกัน โดยแบ่งลักษณะการจราจรได้ดังนี้

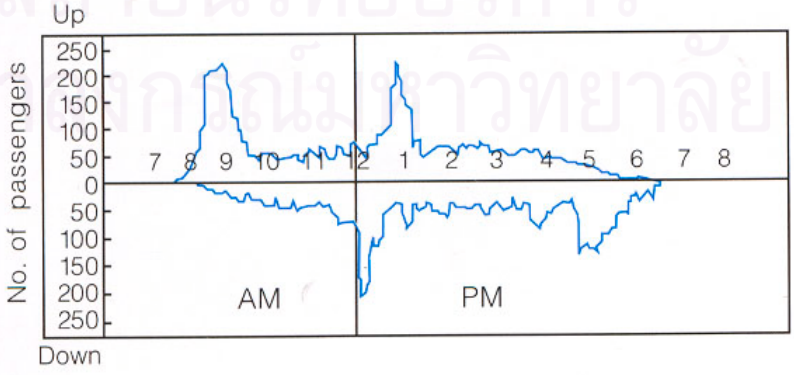
- Incoming เช่นอาคารสำนักงาน จะมีช่วงเวลาเร่งด่วนในตอนเช้า เมื่อพนักงานบริษัททุกคนเริ่มเข้าทำงาน โดยเข้ามาใช้ลิฟต์เพื่อขึ้นไปทำงานในชั้นต่างๆ
- Outgoing เช่น อาคารที่พักอาศัย จะมีช่วงเวลาเร่งด่วนในตอนเช้า เมื่อผู้อาศัยทุกคนออกไปทำงาน โดยเรียกใช้ลิฟต์จากชั้นต่างๆ เพื่อลงมายังชั้นล่าง
- Interfloor เช่น อาคารสำนักงานราชการ จะมีช่วงเวลาเร่งด่วนในตอนเที่ยงหรือช่วงพักทานอาหารกลางวัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 2.8 ภาพแสดงการจราจรแบบ Incoming Traffic Flow (บริษัท ไทยลิฟท์อินดัสตรีส์ จำกัด(มหาชน), 2000)

รูปแบบของ Traffic ทั่วไปของอาคารสำนักงานจะมีลักษณะคล้ายกัน คือจะมี Traffic ในการใช้ลิฟต์หนาแน่นในช่วงเช้า ตอนเที่ยงและตอนเย็นหลังเลิกงาน ซึ่งแสดงภาพ Traffic ของอาคารสำนักงานไว้ดังภาพข้างล่าง



ภาพที่ 2.9 ภาพแสดง Traffic ของอาคารสำนักงาน(Mitsubishi, 2001)

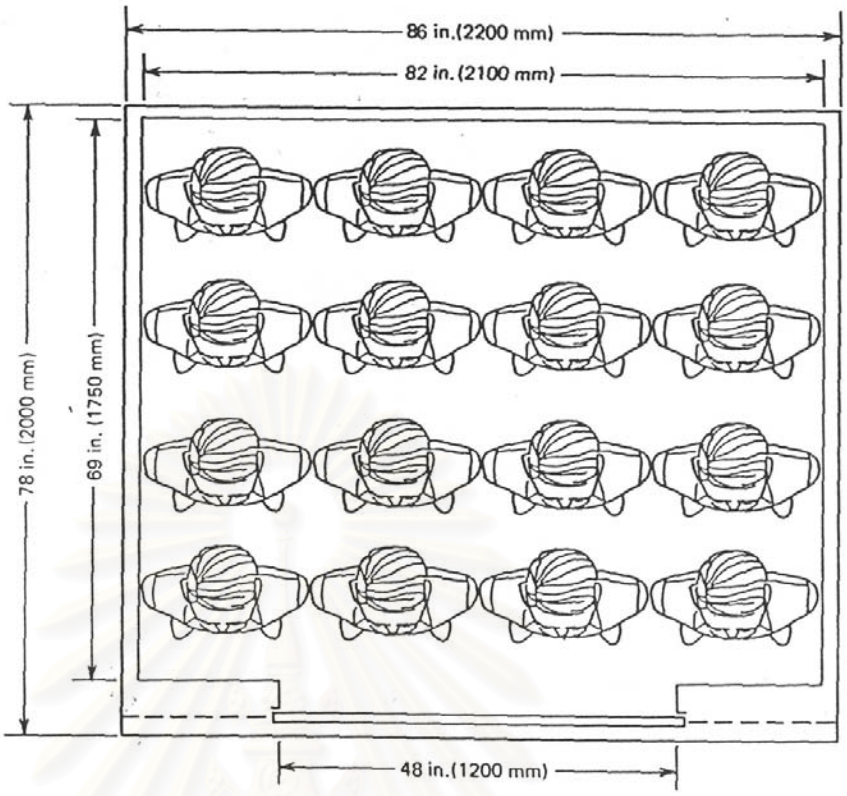
โดยมีการขึ้นลงในชั้นต่างๆ ไม่เท่ากันขึ้นกับพื้นที่ใช้สอยในชั้นนั้นๆ เช่น มีห้องอาหารอยู่ที่ชั้น 8 ของอาคาร เพราะฉะนั้นในช่วงกลางวันความถี่ของการเรียกลิฟต์ไปที่ชั้น 8 จะมีมาก การจัดการจราจรจึงต้องตอบสนองพฤติกรรมการใช้ลิฟต์ที่มี Traffic ในช่วงต่างๆ ดังในตารางแสดงลักษณะ Traffic

ช่วงเวลา	**ลักษณะของ** Traffic
เช้า(คนเข้าทำงาน)	Up Peak: เป็นช่วงเวลาที่ผู้โดยสารขึ้นจากชั้นล่างขึ้นไปยังชั้นที่จะทำงาน
เที่ยง(ช่วงแรก)	Two-Way Lobby Traffic: เป็นการเรียกลิฟต์จากชั้นต่างๆ ไปส่งยังชั้นที่มีห้องอาหาร (กรณีมีห้องอาหารในอาคาร)
เที่ยง(ช่วงหลัง)	Two-Way Lobby Traffic: เป็นการเรียกลิฟต์จากชั้นที่มีห้องอาหาร (กรณีมีห้องอาหารในอาคาร) ไปส่งยังชั้นอื่นๆ เพื่อเข้าทำงาน
เย็น(ช่วงเลิกงาน)	Down Peak: เป็นช่วงเวลาที่ผู้โดยสารเรียกลิฟต์จากชั้นต่างๆ เพื่อลงมายังชั้นล่าง
กลางคืนหรือวันหยุด	Quiet Traffic: Traffic ต่ำ มีการใช้ลิฟต์น้อยหรือไม่มีการใช้ลิฟต์เลย
ช่วงเวลาอื่นของวันธรรมดา	Normal Day Traffic:มี Traffic ทั้งขาขึ้นและลงเท่าๆกัน แต่ไม่หนาแน่นเท่ากับตอนเช้า เที่ยงและเย็น

ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงลักษณะ Traffic ภายในอาคารสำนักงาน

2.1.6.4 ประโยชน์ที่ได้จากการทำ Traffic Analysis ทำให้ทราบถึงสิ่งต่างๆ ดังนี้

1. จำนวนลิฟต์ที่ต้องใช้
2. ขนาดของลิฟต์แต่ละตัว
   - การจัดวางการยืนของผู้โดยสารในตัวลิฟต์ ใช้พื้นที่ 0.28 ตารางเมตรต่อคน ดังแสดงในภาพ
   - การให้ขนาดน้ำหนักผู้โดยสาร ประเทศในเอเชียใช้ 68 กิโลกรัมต่อคน ส่วนประเทศในยุโรปใช้ 75-100 กิโลกรัมต่อคน
3. ความเร็วของลิฟต์



ภาพที่ 2.10 ภาพการจัดวางการยืนของผู้โดยสาร(บริษัท ไทยลิฟท์อินดัสตรีส์ จำกัด(มหาชน), 2000)

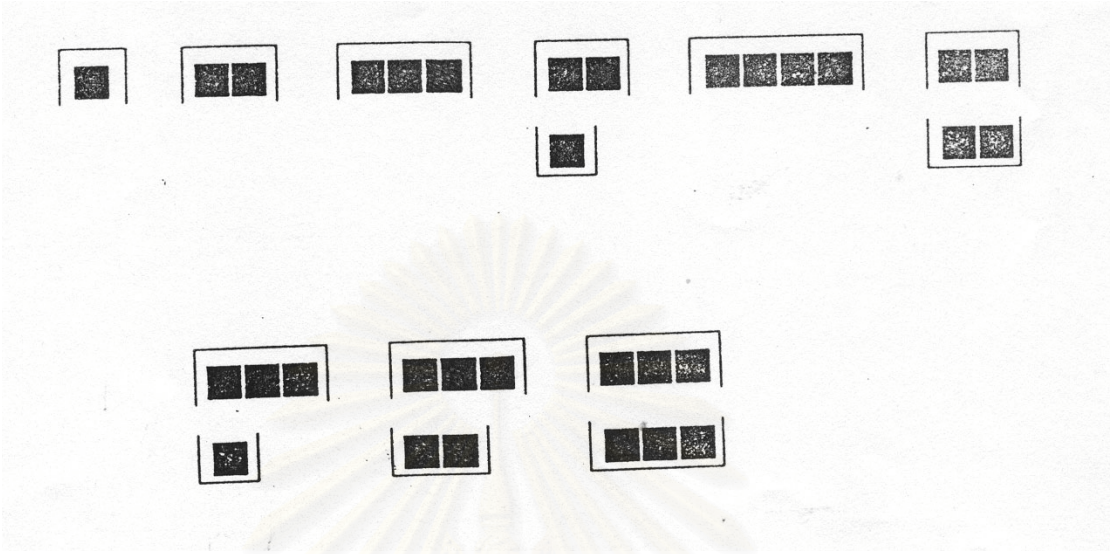
2.1.7 การจัดตำแหน่งของลิฟต์ในอาคารและการจัดกลุ่มลิฟต์

ในการออกแบบระบบลิฟต์ของอาคาร มีปัจจัยในการออกแบบที่สำคัญคือ การจัดกลุ่มลิฟต์ (Grouping And Location) เนื่องจากเป็นการกำหนดลักษณะทางสัญจรภายในอาคาร ซึ่งสามารถแบ่งองค์ประกอบในการจัดกลุ่มได้ดังนี้

1.การจัดวางตำแหน่งโถงลิฟต์
2.การกำหนดชั้นจอดของลิฟต์
3.การจัดวางกลุ่มลิฟต์

ในการจัดกลุ่มลิฟต์มีผลกับเรื่องการเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดระบบควบคุมลิฟต์โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการทำนายการจอดและจัดการสัญจรของลิฟต์ ทำให้เสียเวลาในการคอยน้อยที่สุดและลดความไม่พอใจต่อการให้บริการ ปกติกลุ่มลิฟต์ประกอบด้วยลิฟต์ 2 ถึง 8 ตัว การติดตั้งสามารถติดตั้งไว้ในแนวเดียวกันทั้งหมดหรือจัดแบ่งเป็นสองด้านตรงข้ามกัน เช่น ลิฟต์ 8 ตัวติดตั้งด้านละ 4 ตัว

ถ้าเกินกว่า 8 ตัวจะทำให้ผู้ใช้ลิฟต์ คอยลิฟต์ไม่สะดวก ถ้าจำเป็นต้องติดตั้งลิฟต์เกิน 8 ตัว ควรจะแบ่งเป็นกลุ่มย่อยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการให้บริการ



ภาพที่ 2.11 ภาพแสดงการจัดกลุ่มลิฟต์(วัลลภ เจริญรมย์, 2540: 38)

ถ้าอาคารสูงมากกว่า 20 ชั้น อาจมีการแบ่งช่วงอาคาร โดยแยกโซน (Zone)ลิฟต์ตามความเร็วลิฟต์ซึ่งแบ่งช่วงอาคารออกเป็น 3 โซน คือ Low Zone, Medium Zone และ High Zone เพื่อให้ระยะเวลาในการคอยไม่เกิน 35 วินาที

2.2 หลักการในการเลือกส่งลิฟต์เพื่อรับการเรียก

2.2.1 การเลือกส่งลิฟต์เพื่อรับการเรียก (วรวุฒิ จิตขจรวานิชและกฤษดา วิศวธีรานนท์, 2531)

ในระบบควบคุมกลุ่มลิฟต์ สิ่งที่เป็นหัวใจสำคัญที่เป็นตัวกำหนดความสามารถและประสิทธิภาพของระบบ คือวิธีการเลือกส่งลิฟต์ เมื่อมีการกดเรียก (Hall call Assignment Method) (Hirasawa, 1987) ที่ใช้ในเครื่องควบคุมที่พัฒนาขึ้น ได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง โดยมีการดำเนินการและคิดค้นวิธีการใหม่ๆ จากหน่วยงานวิจัยและตามสถาบันอิสระอยู่ตลอดเวลา

วิธีการเลือกส่งลิฟต์เพื่อรับการเรียก มีแนวทางอยู่ 2 ประเภท ดังนี้ (Watanabe, 1987; Hirasawa, 1978)

1.Immediate Assign Method เป็นวิธีการเลือกและกำหนดลิฟต์ทันทีที่มีการกดปุ่ม Hall call และเมื่อกำหนดลิฟต์ตัวใดแล้ว จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงลิฟต์ตัวอื่น ยกเว้นแต่ว่าลิฟต์ที่ถูก

กำหนดไว้แล้วนั้นไม่สามารถเดินทางไปถึงชั้นที่กดเรียกได้ภายในระยะเวลาที่กำหนดไว้ หรือมีเงื่อนไขอื่นซึ่งทำให้ผู้เรียกรอลิฟต์นานเกินสมควร จึงจะทำการเลือกลิฟต์ตัวใหม่ไปให้บริการแทน

2.Time Delay โดยการกำหนดลิฟต์จะเกิดขึ้นหลังจากมีการกดเรียก Hall call แล้วช่วงระยะเวลาหนึ่ง ทั้งนี้เพื่อเป็นการเผื่อไว้ว่า อาจมีผู้ใช้ลิฟต์ที่ชั้นปัจจุบันกับที่ลิฟต์จอดอยู่ หรือมี Hall call อื่นเข้ามาเพิ่มอีกในช่วงเวลาที่ Delay ไว้ ซึ่งจะได้ทำการเลือกส่งลิฟต์ไปในคราวเดียวกัน ซึ่งเป็นการลดการเดินทางที่ไม่จำเป็นของระบบลิฟต์ได้ หรืออาจมีการตรวจสอบเงื่อนไขอื่น เมื่อเห็นว่าเป็นเวลาที่เหมาะสมแล้วจึงทำการเลือกส่งลิฟต์

ในระหว่างทั้งสองวิธีการนี้ **วิธี** Immediate Assign Method **เป็นที่นิยมใช้มากกว่าวิธี** Time Delay ด้วยเหตุผลที่ว่าทำให้ผู้กดเรียกรอลิฟต์น้อยกว่า เพราะไม่ต้องเสียเวลาที่เผื่อไว้ตามวิธี Time Delay ซึ่งไม่สามารถช่วยลดเส้นทางการเดินทางเลย ในกรณีที่ปริมาณการใช้ลิฟต์น้อยและมีการเปลี่ยนแปลงอัตราการใช้ลิฟต์อยู่เสมอ ซึ่งเวลาที่เผื่อไว้จะเป็นการทำให้ผู้กดเรียกต้องรอลิฟต์นานขึ้นอย่างไร้ประโยชน์

ในอดีตระบบกลุ่มลิฟต์ที่ยังใช้รีเลย์อยู่จะไม่มีการเลือกหรือกำหนดลิฟต์ตัวหนึ่งตัวใดโดยเฉพาะที่จะไปรับ ลิฟต์ในกลุ่มทุกตัวจะรับรู้ปุ่มกด Hall call ที่เกิดขึ้น และเมื่อลิฟต์ตัวใดวิ่งเข้ามาถึงเขตหน่วงความเร็ว(Slow down) ของชั้นที่กดเรียกก่อนก็จะเป็นลิฟต์ที่ไปรับ วิธีการนี้เรียกว่า First Come-First Serve (FC-FS) (George, 1983) **คือลิฟต์ตัวที่มาถึงก่อนรับผู้โดยสารก่อน** ดังนั้นเมื่อมีการกดเรียกลิฟต์ทุกตัวจึงเสมือนกับลิฟต์ทุกตัวถูกกำหนดให้ไปรับพร้อมกัน แต่จะมีลิฟต์เพียงตัวเดียวเท่านั้นที่มาถึงก่อนและรับผู้โดยสารไปก่อน ในระบบที่ใช้วิธีการนี้ จึงทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของลิฟต์และการจอดที่ไม่จำเป็น ทำให้เกิดการสิ้นเปลืองพลังงานอย่างมากและยังทำให้ผู้ใช้ลิฟต์ต้องรอนาน

การพัฒนาระบบกลุ่มลิฟต์ในระยะต่อมา ได้มีการนำเครื่องควบคุมกลุ่มมาใช้ ทำให้ระบบมีความสามารถในการเลือกส่งลิฟต์ยังน้อยอยู่และเป็นวิธีการแบบง่ายๆ เช่น กำหนดชั้นที่ลิฟต์แต่ละตัวจะต้องไปรับอย่างแน่นอนไว้ก่อนล่วงหน้า เมื่อมีการกดเรียก เครื่องควบคุมกลุ่มจะส่งลิฟต์ที่กำหนดไว้แล้วนั้นไปรับ วิธีการนี้มีข้อดีกว่าวิธีการ FC-FS เนื่องจากไม่เสียพลังงานที่ใช้ไปเนื่องจากการเดินทางและการเคลื่อนที่ของลิฟต์ที่ไม่จำเป็น และมักทำให้ผู้กดเรียกลิฟต์ยังต้องรอนานอยู่เสมอ

ในปัจจุบัน การพัฒนาเครื่องควบคุมลิฟต์และเครื่องควบคุมกลุ่มได้ใช้วิธีการโปรแกรมทางไมโครคอมพิวเตอร์ ทำให้เอื้ออำนวยต่อการคิดค้นและทำให้วิธีการเลือกส่งลิฟต์ไปรับตามคำสั่งที่เรียกมีประสิทธิภาพมากขึ้น ดังจะเห็นถึงการพัฒนาวิธีการในระหว่างผู้ผลิตลิฟต์และหน่วยงานของสถาบันวิจัยเพื่อให้ได้วิธีการเลือกส่งลิฟต์ที่มีประสิทธิภาพดีขึ้น ดังตารางข้างล่างโดยต่างเน้นที่จุดหมาย

2 ประการ นั่นคือ ต้องการลดเวลาในการรอลิฟต์ (Waiting Time) ให้น้อยลง และประหยัดพลังงานเนื่องจากการจอดและการเดินทางที่ไม่จำเป็น

2.2.2 หลักการในการเลือกส่งลิฟต์เพื่อรับการเรียกที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ในการพิจารณาการเลือกส่งลิฟต์เพื่อรับการเรียก ต้องอาศัยองค์ประกอบหลายด้านประกอบกัน ทั้งในเรื่องการกำหนดตัวแปร การพิจารณาถึงหลักการและเงื่อนไขแยกตามกรณี โดยสามารถสรุปองค์ประกอบที่สำคัญในการพิจารณาการเลือกส่งลิฟต์ ได้ดังนี้

2.2.2.1 ปัจจัยสำคัญในการพิจารณาการเลือกส่งลิฟต์

ในการพิจารณาคัดเลือกลิฟต์เพื่อให้บริการ จำเป็นต้องทราบถึงปัจจัยสำคัญในการเลือกส่งลิฟต์ ดังนี้

1. ตำแหน่งชั้นที่ลิฟต์จอดอยู่ (Car Position)
2. ทิศทางที่ลิฟต์กำลังเดินทาง (Direction of Car)
3. ตำแหน่งชั้นปลายทางที่เรียกลิฟต์ (Hall call Position)
4. ทิศทางที่ผู้ใช้ต้องการจะเดินทางไป (Direction of Hall call)

จากนั้นจึงนำข้อมูลข้างต้นมาวิเคราะห์ เพื่อทำการคำนวณและเปรียบเทียบค่าเพื่อเลือกลิฟต์ตัวที่เหมาะสมที่สุดไปรับผู้โดยสารในชั้นปลายทาง (Hall call) ที่กำหนดไว้ โดยการเปรียบเทียบจะต้องใช้ข้อมูลเพื่อประกอบการคัดเลือกลิฟต์ ดังนี้

1. **จำนวนชั้นทั้งหมดของอาคาร** (Number of Building Floors: N)

   ในการคำนวณกำหนดให้ใช้ค่าจำนวนชั้นของอาคาร บวกด้วยหนึ่ง

   N = Number of Building Floors + 1

2. **ระยะห่างระหว่างชั้นที่ลิฟต์จอดและชั้นปลายทาง** (Distance between Hall call and Car Position: D)

   ซึ่งสามารถคำนวณได้ จากการหาค่าสัมบูรณ์ของผลต่างระหว่างตำแหน่งชั้นที่ลิฟต์จอด (Car Position) และตำแหน่งชั้นปลายทางที่เรียกลิฟต์ (Hall call Position)

   D = | Car Floor – Hall Call Floor |

2.2.2.2 หลักการในการเลือกส่งลิฟต์เพื่อรับการเรียก

เมื่อได้ค่า N และ D แล้ว จึงนำค่าเหล่านี้มาคำนวณต่อ เพื่อหาค่า **Figure of Suitability: FS** ตามเงื่อนไขต่างๆ เพื่อนำค่า FS ที่ได้ในแต่ละกรณีมาเปรียบเทียบ โดยกรณีที่ **ลิฟต์ตัว**

ใดที่ได้ค่า Figure of Suitability **มากที่สุด ลิฟต์ตัวนั้นจะถูกเลือกให้ไปรับคนที่** Hall call ที่กำหนดไว้ (G.C. Barney and S.M. dos Santos,1977: 123)

2.2.2.3 **เงื่อนไขในการคำนวณค่า** Figure of suitability: FS

ในการคำนวณหาค่า Figure of Suitability จะ **พิจารณาจากปัจจัยสำคัญในการเลือกส่งลิฟต์** คือตำแหน่งและทิศทางของ Car และ Hall call ดังกล่าวข้างต้น โดยสามารถแบ่งเงื่อนไขในพิจารณาเป็นกรณีต่างๆ ได้ดังนี้

1. **กรณีที่** Car **กำลังวิ่งเข้าหาตำแหน่งของ** Hall call

1.1 **ทิศทางของ** Car **และ** Hall call **มีทิศทางตามกัน**

กำหนดให้คำนวณค่า FS จาก สูตร

FS = (N + 1) – (D - 1) or

FS = (N + 2) – D

1.2 **ทิศทางของ** Car **และ** Hall call **มีทิศทางสวนทางกัน**

กำหนดให้คำนวณค่า FS จาก สูตร

FS = (N + 1) – D

- กรณีที่ Car จอดอยู่ที่ Hall call นั้นอยู่แล้ว (นั่นคือ ค่า D = 0) ดังนั้นค่าของ FS จึงมีค่าสูงสุดคือ

FS = N + 1

2. **กรณีที่** Car **วิ่งผ่านตำแหน่งของ** Hall call **ไปแล้ว**

ไม่ว่าทิศทางของ Car และ Hall call จะมีทิศทางตามกันหรือสวนทางกัน ให้ถือว่าลิฟต์ตัวนั้นกำลังให้บริการอยู่ ดังนั้นจึงกำหนดให้ค่า

FS = 1 เสมอ

3. **กรณีที่** Car **จอดอยู่ที่ชั้นบนสุดหรือชั้นล่างสุดของอาคาร**

กำหนดให้ค่า **FS = 2**

4. **กรณีที่** Car **ว่าง (ไม่มีคนอยู่ในลิฟต์)**

ไม่ว่าจะมีการเรียกจาก Hall call หรือไม่ ให้คำนวณค่า FS จาก สูตร

FS = (N + 1) – D

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เมื่อคำนวณค่า FS ตามกรณีต่างๆ แล้ว จึงนำค่า FS ที่คำนวณได้ของลิฟต์แต่ละตัว มา**เปรียบเทียบเพื่อหาค่า** Figure of Suitability **ที่มีค่ามากที่สุด** ถ้าลิฟต์ตัวใดมีค่า FS มากที่สุด **ลิฟต์ตัวนั้นจะถูกกำหนดให้ไปรับคนที่** Hall call **ที่กำหนดไว้**

ในการเลือกส่งลิฟต์นั้น ยังต้องพิจารณาถึงเงื่อนไขพื้นฐานสำคัญ ดังนี้ด้วย

2.2.2.4 **เงื่อนไขที่ควรต้องพิจารณา** ของการควบคุมการทำงานแบบกลุ่ม

- จะต้องให้บริการแก่ทุก Car call ที่เกิดขึ้น แต่อาจจะไม่ให้บริการสำหรับ Hall call ในบางชั้นที่เรียกได้
- ถ้ามี Car call อยู่ในทิศทางเดียวกับที่ลิฟต์วิ่งอยู่ จะกลับทิศทางการวิ่งไม่ได้ แต่ถ้าไม่มี Car call มีแต่ Hall call ในทิศทางเดียวกันเพียงอย่างเดียว ลิฟต์สามารถกลับทิศทางวิ่งได้ในกรณีที่จำเป็น
- โดยปกติผู้โดยสารจะไม่เข้าลิฟต์ที่มีทิศวิ่งสวนทางกับ Car call ที่ตนต้องการจะไป
- ถ้าไม่มีผู้โดยสารอยู่ในลิฟต์ สามารถกำหนดให้ลิฟต์ไปจอดรอให้บริการที่ชั้นใดชั้นหนึ่งได้

ตัวอย่างการพิจารณาเลือกส่งลิฟต์ ดังภาพในหน้าต่อไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.2.2.5 สรุปการพิจารณาการเลือกลิฟต์จากเงื่อนไขในการคำนวณค่า FS

หลักการในการเลือกส่งลิฟต์เพื่อรับการเรียก						
เงื่อนไขในการคำนวณค่า Figure of suitability: FS						
Case	1.Car กำลังวิ่งเข้าหาHall call			2.Car ผ่าน Hall call ไปแล้ว	3.Car จอดชั้นบนสุด / ล่างสุด	4.Car ว่าง
ทิศ	Same	Opposite	Car จอดอยู่ที่ Hall call	ทิศเดียวกัน /ทิศสวนกัน		
ชั้นที่	↑ ↓	↑ ↑	Car = Hall	Same/Opposite	Top/ bottom	Car is Idle
6						
5		D=1 ↓		Service ↑ ☒		
4 ▲			D= 0 Stop			
3						
2	D = 2 ↑					D = 2 Idle ☐
1					bottom ☒	
Calculate	(N + 2) – D	(N + 1) - D	N + 1	FS = 1	FS = 2	(N + 1) - D
	(6 + 2) – 2	(6 + 1) - 1	6 + 1			(6 + 1) - 2
FS	6	6	7 max. FS	1	2	5
Compare	2	2	1	5	4	3
Car selection			**Car 3**			

ภาพที่ 2.12 ภาพสรุปหลักการเลือกส่งลิฟต์ด้วยการเปรียบเทียบหาค่า Figure of Suitability: FS

2.2.2.6 ตัวอย่างหลักการเลือกส่งลิฟต์

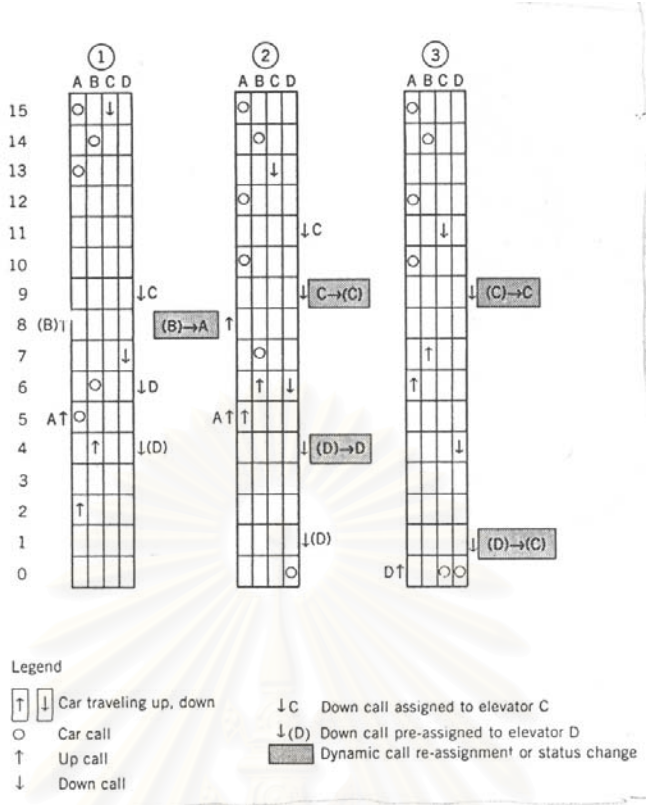
วิธีการเลือกส่งลิฟต์ ที่ใช้เครื่องควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ โดยเฉพาะลิฟต์ที่ควบคุมด้วยระบบ AI จะทำงานด้วยการคำนวณและตัดสินใจด้วยโปรแกรม เพื่อเลือกลิฟต์ที่เหมาะสม โดยคำนวณจากพารามิเตอร์และTraffic Patterns ที่เก็บไว้เป็น Knowledge Database ซึ่งแสดงถึงความเหมาะสมที่จะไปรับ Hall call ที่เข้ามาใหม่ โดยคำนึงถึงตัวแปรสถานะต่างๆ ของลิฟต์ เช่น ตำแหน่งของลิฟต์ ทิศทางการเคลื่อนที่และการกด Car call ภายในตัวลิฟต์ เป็นต้น วิธีการเลือกลิฟต์ที่ดีย่อมใช้ตัวแปรที่เกี่ยวข้องจำนวนมากและทำให้การคำนวณมีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น

ผู้ผลิต	ชื่อระบบควบคุม	วิธีการเลือกส่งลิฟต์
MITSUBISHI	AI-2100N	มีหลักในการเลือกส่งลิฟต์คือ ให้เวลาในการคอยไม่เกินกำลังสองของเวลาคอยที่น้อยที่สุด
OTIS	ELEVONIC-411	ใช้การเลือกลิฟต์จากการคำนวณเวลาคอยที่น้อยที่สุดมีการปรับระบบให้ลิฟต์ตัวใดตัวหนึ่งทำหน้าที่เป็นตัวหลัก (Master) อยู่เสมอ
HITACHI	CIP-3800	คำนวณเวลารอลิฟต์ของ Assigned Hall Call ของลิฟต์ทุกตัว และเลือกลิฟต์ที่ให้ค่าเวลาน้อยที่สุด
SCHINDLER	MICONIC V.	คำนวณเพื่อหาระยะเวลารอและเวลา Delay ในการเดินทาง (Average Trip Time) โดยเลือกส่งลิฟต์ตัวที่ใช้เวลาคอยน้อยที่สุด
FUJITEC	FLEX-11	ใช้การคำนวณเวลารอลิฟต์ของการกดเรียก Hall call ปัจจุบัน, Hall call ที่เลือกลิฟต์ไปแล้วและทำนายการเกิด Hall call ใหม่ แล้วใช้ค่าที่คำนวณได้ เป็นการตัดสินใจเลือกลิฟต์
ARMOR/ KONE	TMS 516	คำนวณโดยยึดเรื่องความเร็วลิฟต์ โดยตัดสินใจจากข้อมูลที่ลิฟต์ไปรับคนในครั้งล่าสุด โดยวิเคราะห์จากการตอบรับการเรียกของลิฟต์แต่ละตัว โดยใช้เรื่องคุณภาพในการรอเป็นเงื่อนไขในการตัดสินเลือกลิฟต์

ตารางที่ 2.2 ตารางแสดงหลักวิธีการเลือกลิฟต์ของแต่ละบริษัท(Benjamin, 1992 และเอกสารโฆษณาลิฟต์ของบริษัทต่างๆ)

2.2.3 ลักษณะการจัดลำดับในการเลือกส่งลิฟต์ (Dynamic Call Allocation) (Benjamin, 1992)

ลักษณะการตัดสินใจเลือกส่งลิฟต์ที่เหมาะสม จะทำให้ลดเวลาในการคอย ช่วยลดการ Traffic ที่หนาแน่นและแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของลิฟต์ ดังอธิบายจากภาพแสดงการจัดลำดับการรับส่งลิฟต์ได้ดังนี้



ภาพที่ 2.13 ภาพแสดงการจัดลำดับการรับส่งลิฟต์ (Sequence)(Benjamin, 1992: 1241)

จากภาพการจัดลำดับการรับส่งลิฟต์ เป็นการใช้ระบบการเลือกรับส่งลิฟต์ของ TMS 516 ของลิฟต์ Kone โดยพิจารณาช่วงวันที่มี Traffic หนาแน่นทั้งแบบ Incoming, Outgoing และ Interfloor สามารถจัดเป็นตารางเพื่อง่ายแก่ความเข้าใจได้ ดังตารางในหน้าถัดไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.3 ตารางอธิบายการจัดลำดับการรับส่งลิฟต์ของระบบ TMS 516

ชื่อลิฟต์	ภาพที่1	ภาพที่2(เมื่อเวลาผ่านไประยะหนึ่ง)	ภาพที่3(ช่วงเวลาสุดท้าย)
A	- กำลังเดินทางจากชั้น 2 ขึ้นไป - ส่งผู้โดยสารยัง Car call ที่ได้รับคำสั่งกำหนดให้ไปที่ชั้น 5 (แทนที่จะกำหนดให้ B ที่อยู่ในทิศทางขึ้นและมีระยะที่ใกล้กว่า)	- ขณะนี้อยู่ที่ชั้น 5 - ได้รับคำสั่งใหม่ให้ไปรับคนเรียกที่ Hall call ชั้น 8 - (เปลี่ยนคำสั่งให้ A ไปแทน B เพราะน่าจะไปรับคนได้เร็วกว่า B ที่ต้องไปส่งคนตาม Car call ที่ชั้น 7)	- อยู่ที่ชั้น 6 เพื่อขึ้นไปส่งคนที่กดปุ่ม Car call ในลิฟต์เพื่อไปยังชั้นที่ 10, 12, 15 ตามลำดับ
B	- กำลังเดินทางขึ้น -จากชั้น4เพื่อไปรับคนเรียก Hall call ชั้น8(ตามคำสั่งที่กำหนดไว้ก่อนแล้ว)	- อยู่ที่ชั้น 6 - กำลังขึ้นไปส่งคนที่ชั้น 7 ตามที่คนในลิฟต์กดปุ่ม Car call	- อยู่ที่ชั้น 7 เพื่อขึ้นไปส่งคนที่กดปุ่ม Car call ในลิฟต์เพื่อไปยังชั้นที่ 14
C	- อยู่ที่ชั้น15(สถานะเป็นลิฟต์ว่าง) - จึงถูกระบบสั่งให้วิ่งลงมาที่ชั้น9 (เพื่อรอให้บริการ)	- อยู่ที่ชั้น 13 (เดิมสั่งให้ไปรับคนที่ Hall call ชั้น 9) - แต่ขณะนี้ได้รับคำสั่งเพิ่มให้ไปรับ Hall call ที่ชั้น 11 ก่อนจึงจะไปรับคนที่ชั้น 9	- อยู่ที่ชั้น 11 กำลังลงเพื่อไปส่งคนที่ชั้น 0 ตามคำสั่ง Car call - และได้รับคำสั่งใหม่ให้ไปรับคนที่กด Hall call ที่ชั้น 1 แทน D (เพราะ C สามารถให้บริการได้เร็วกว่า D เพราะไม่ต้องแวะส่งคนอีก)
D	- อยู่ที่ชั้น 7 กำลังวิ่งลง - และได้รับคำสั่งให้วิ่งมารับ Hall call ที่ชั้น 4 - แต่ต้องไปรับคนที่ชั้น 6 ก่อน(แม้จะได้รับคำสั่งทีหลัง)เพราะอยู่ในทิศทางเดียวกันและเป็นทางผ่านก่อนจะไปยังชั้น 4	- อยู่ที่ชั้น 6 - กำลังจะลงไปรับ Hall call ที่ชั้น 4 - ได้รับคำสั่งใหม่เพิ่มให้ไปส่งคนที่ชั้น 1	- อยู่ที่ชั้น 4 กำลังลงไปส่งคนที่ชั้น 0 - และเมื่อส่งคนตาม Car call ที่ชั้น 0 แล้วถือว่าทำงานเสร็จสิ้น - เตรียมรอรับคำสั่งใหม่ที่ Main floor ที่ชั้น 0

2.3 การจำลองสถานการณ์

การจำลองแบบปัญหา (Simulation) มีความหมายต่างๆ ดังนี้

“ Simulation is the forming an abstract model from a real situation in order to understanding the impact of modifications and the effect of introducing various strategies.” (Constantin, 1987)

“ Simulation is the process of designing a model of a real system and conducting experiment with this model for the purpose either of understanding the behavior of the system or of evaluating various strategies (within the limits imposed by a criterion or set of criteria) for the operation of the system.” (R.E. Shannon, 1988)

“ Simulation is the construction of an abstract model representing some system in the real world. The simulation describes the pertinent aspects of the system as a series of equations and relationships, normally embedded in a computer program.” (Ruth M. Davies, 1989)

จากความหมายข้างต้นพอจะสรุปถึงความหมายของการจำลองปัญหาได้ว่า

การจำลองแบบปัญหา เป็นการสร้างแบบจำลองปัญหาหรือสร้างสถานการณ์จำลองซึ่งขึ้นกับวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ เพื่อแสดงให้เห็นถึงปัญหา ผลกระทบหรืออธิบายรายละเอียดต่างๆ ให้เห็นและเข้าใจได้อย่างชัดเจนตามวัตถุประสงค์ โดยไม่จำเป็นต้องเกี่ยวข้องกับการใช้อุปกรณ์หรือวิธีการทางคอมพิวเตอร์ แต่ในปัจจุบันการจำลองปัญหานิยมใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ซึ่งถือเป็นเครื่องมือสำคัญที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการจำลองปัญหาต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม

การจำลองแบบปัญหา เป็นวิธีการช่วยในการจำลองสถานการณ์ในบางกรณีที่ไม่สามารถหาผลลัพธ์ได้ หรือใช้เพื่อช่วยแก้ปัญหาในการวิเคราะห์ทางสมการคณิตศาสตร์บางอย่าง ซึ่งยากแก่การคำนวณหรือแก้ปัญหานั้นๆ

นอกจากนี้การจำลองปัญหายังช่วยลดต้นทุนและความเสี่ยงในการนำระบบไปใช้งานจริง ประกอบกับการใช้ระบบคอมพิวเตอร์ในการแก้ปัญหาเป็นการลงทุนที่ต่ำ แต่สามารถวิเคราะห์และให้ผลได้ละเอียดแม่นยำ ใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริง ช่วยประหยัดเวลาในการทำงานแต่ได้ผลงานที่มีประสิทธิภาพและแม่นยำ

บทที่ 3

การวิเคราะห์ปัญหาเพื่อการออกแบบโปรแกรม

3.1 วิเคราะห์มุมมองและความต้องการในการออกแบบกลุ่มลิฟต์

การออกแบบลิฟต์สำหรับมุมมองของวิศวกร คือ เน้นเพื่อออกแบบลิฟต์ให้มีเวลารอน้อยที่สุด เพื่อประสิทธิภาพและการประหยัดพลังงาน โดยมองภาพลักษณ์อาคารแบบภาพรวม คือ ดูจากพื้นที่อาคารรวม โดยเน้นที่ความเร็วว่าจะทำอย่างไรให้การออกแบบลิฟต์นั้นมีเวลารอน้อยที่สุด

สำหรับสถาปนิกแล้วมุมมองและวัตถุประสงค์ของการออกแบบอาคารเน้นหลักความสำคัญในเรื่องการจัดพื้นที่ใช้สอยให้มีประสิทธิภาพและความสวยงามของรูปทรงและหน้าตาอาคาร ดังนั้นเมื่อจัดพื้นที่ใช้สอยแล้ว สิ่งที่ต้องกระทำควบคู่กันไปคือการจัดพื้นที่และระบบการสัญจรภายในอาคาร โดยการสัญจรในแนวดิ่ง คือการจัดพื้นที่ในส่วนของกลุ่มลิฟต์

ผลจากการจัดพื้นที่ใช้สอย ส่วนองค์ประกอบต่าง ๆ ของอาคารจะมีผลต่อการแบ่งกลุ่มพื้นที่ใช้สอยให้เป็นกลุ่มตามลักษณะความต้องการใช้งานของพื้นที่ จึงเป็นเหตุให้เกิดรูปทรงอาคารที่แตกต่างกันไป เกิดกลุ่มอาคารและทำให้ต้องจัดระบบการสัญจรให้ดีมีประสิทธิภาพ ทำให้การออกแบบอาคารต้องมีการจัดแบ่งกลุ่มลิฟต์ เพื่อประสิทธิภาพในการให้บริการสำหรับการสัญจรของบุคคลในอาคาร ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการจัดการสัญจรภายในอาคารรวมถึงการกำหนดโครงสร้างอาคารในมุมมองของสถาปนิก โดยมีการแบ่งกลุ่มลิฟต์ เป็นส่วน Low Zone และ High Zone ซึ่งคุณสมบัติของลิฟต์ที่ใช้ก็จะมีความแตกต่างกันตามโซน คือในส่วน Low Zone อาจต้องใช้ลิฟต์ความเร็วต่ำ แต่มีความจุมาก เพื่อการให้บริการ ดังนั้นการออกแบบกลุ่มลิฟต์ จึงมีความสำคัญ รวมทั้งยังเป็นการกำหนดแกนหลักของอาคาร รวมถึงเรื่องการกำหนดระยะและการเผื่อพื้นที่ใช้สอยบริเวณโถงลิฟต์ เพราะถ้าออกแบบกลุ่มลิฟต์ไม่เหมาะสมแล้ว จะส่งผลให้เกิดระยะเวลารอนาน ทำให้เกิดการสัญจรที่ติดขัดและทำให้เกิดการ Cross Circulation ได้ ทำให้การใช้งานอาคารนั้นไร้ประสิทธิภาพ อันมีผลสืบเนื่องไปยังเรื่องการเช่าซื้ออาคารต่อไป

จากความแตกต่างระหว่างมุมมองและความต้องการการใช้งานที่ต่างกันของวิศวกรและสถาปนิก จึงสรุปผลความต้องการข้อมูลจากระบบเพื่อการออกแบบกลุ่มลิฟต์ เพื่อการออกแบบอาคารในมุมมองของสถาปนิก ได้ดังนี้

1. ข้อมูลจำนวน ความเร็ว ความจุของลิฟต์ในแต่ละโซน
2. พื้นที่ใช้สอยส่วนโถงลิฟต์ในแต่ละโซน
3. ระยะที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ หรือกำหนดแบบ เช่น
   - ระยะ Overhead , Pit

- ขนาดห้องเครื่อง
- ขนาดลิฟต์

4. งบประมาณที่จะใช้

3.2 ลักษณะการออกแบบลิฟต์ในปัจจุบัน

ลักษณะการออกแบบลิฟต์ที่ผ่านมา เป็นการออกแบบโดยการคำนวณลิฟต์โดยวิศวกร ซึ่งต้องใช้เวลานานและเกิดข้อผิดพลาดในการคำนวณได้ง่าย เพราะต้องใช้สูตรการคำนวณที่มีความซับซ้อนและมีขั้นตอนการคำนวณมากมายหลายขั้นตอน รวมถึงตัวเลขที่คำนวณยังมีค่าเป็นทศนิยมหลายตำแหน่ง ทำให้เกิดความสับสนและผิดพลาดได้ง่ายและถ้าผลการคำนวณที่ได้มีค่าเวลารอเกินมาตรฐาน ผู้คำนวณจะต้องเพิ่มขนาดหรือจำนวนลิฟต์ แล้วย้อนกลับไปคำนวณตั้งแต่ขั้นตอนแรกใหม่ ทำให้เสียเวลาและสับสน เกิดความผิดพลาดได้ง่าย ประกอบกับการคำนวณที่ได้เป็นการคำนวณหลังจากที่สถาปนิกได้ออกแบบอาคารแล้วกำหนดรายละเอียดให้กับวิศวกรเป็นผู้คำนวณ ดังนั้นเมื่อเกิดมีการเปลี่ยนแปลงทำให้สถาปนิกต้องกลับไปแก้ไขระยะหรือแก้ไขพื้นที่ที่กำหนดในแบบใหม่เพื่อให้ได้ระยะและพื้นที่ที่สอดคล้องตรงกับผลการออกแบบลิฟต์ ทำให้ต้องใช้เวลาในการแก้ไขและในบางกรณีอาจเกิดปัญหาทำให้ไม่สามารถแก้ไขหรืออาจต้องทำการออกแบบพื้นที่ในส่วนดังกล่าวใหม่ ทำให้เกิดความล่าช้าในการทำงานในขั้นตอนต่อไป หรือในกรณีที่ได้ก่อสร้างอาคารไปแล้ว โดยมีผลทำให้ไม่สามารถแก้ไขหรือปรับปรุงโครงสร้างได้ เพราะจะมีผลกระทบกระเทือนต่อโครงสร้างของอาคารทั้งหลัง

ในปัจจุบันนี้ ได้มีการออกแบบลิฟต์โดยยังคงวิธีการคำนวณด้วยวิศวกรส่วนหนึ่งและอีกส่วนหนึ่งเกิดจากการออกแบบด้วยการจำลองสถานการณ์ ซึ่งวิธีการจำลองสถานการณ์นี้ทำให้ได้ผลที่แม่นยำมากยิ่งขึ้น แต่ผู้ใช้ต้องกรอกค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ เอง ซึ่งเป็นข้อมูลเฉพาะทางและเป็นค่าทศนิยม ดังนั้นถ้าผู้ออกแบบไม่มีความรู้เพียงพอ จะทำให้กรอกรายละเอียดผิดและทำให้ผลการออกแบบผิดพลาดไป โดยโปรแกรมจะจำลองพฤติกรรมเพื่อให้ได้ระยะเวลารอต่ำสุด ซึ่งผลที่ได้เป็นการคาดการณ์ ซึ่งยังไม่สามารถนำมาช่วยในการออกแบบกลุ่มลิฟต์เพื่อการออกแบบอาคารสำหรับสถาปนิกได้

ในปัจจุบันจึงได้มีการศึกษาและนำเทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์มาเป็นเครื่องมือช่วยในการพัฒนาและแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับระบบลิฟต์ในด้านต่างๆ ดังนี้

3.2.1 ด้านการออกแบบระบบควบคุมลิฟต์ (Elevator Control System)

1. การออกแบบระบบลิฟต์ที่จะติดตั้งในอาคาร การออกแบบหรือเลือกระบบลิฟต์ที่เหมาะสมเพื่อติดตั้งในอาคาร โดยเฉพาะอาคารขนาดใหญ่ที่ต้องรองรับผู้ใช้อาคารจำนวนมาก

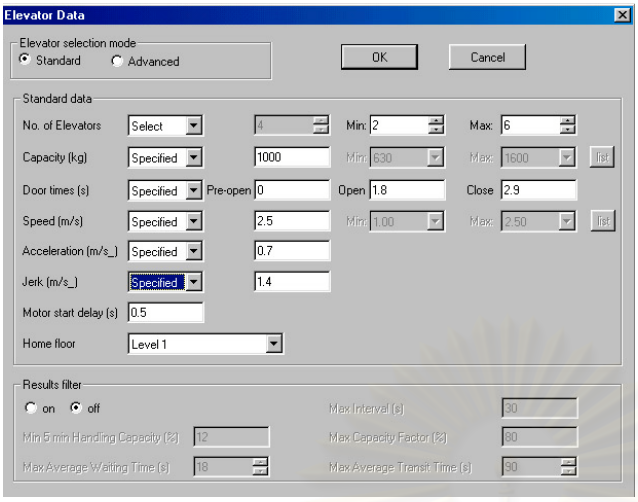
ทำให้มีความถี่ในการสัญจรขึ้นลงระหว่างชั้นของอาคารมาก ประกอบกับการติดตั้งระบบลิฟต์เป็นการลงทุนสูง และการจะเพิ่มจำนวนหรือแก้ไขโครงสร้างภายหลังการก่อสร้างนั้นเป็นไปได้ยาก ดังนั้นวิศวกรหรือสถาปนิกที่ทำหน้าที่กำหนดระบบลิฟต์ จึงต้องมีความรู้ความสามารถในการออกแบบระบบที่เหมาะสมกับการใช้งาน จึงทำให้มีการใช้โปรแกรมจำลองระบบลิฟต์เพื่อช่วยในการออกแบบและตรวจสอบระบบเพื่อช่วยในการตัดสินใจในขั้นสุดท้ายก่อนจะติดตั้งระบบการทำงานจริงของลิฟต์ภายในอาคาร

2. **การพัฒนาวิธีการควบคุมกลุ่มลิฟต์** (วรวุฒิ จิตขจรวานิช, 2532) การควบคุมกลุ่มลิฟต์ ได้แก่ การจัดการเรื่องการสัญจรของลิฟต์และวิธีเลือกส่งลิฟต์ไปรับการเรียกที่ใช้ในเครื่องควบคุม ซึ่งใช้วิธีการคำนวณทางด้านวิศวกรรมและกำหนดเงื่อนไขต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรจำนวนมากและค่อนข้างซับซ้อน ซึ่งนำไปใช้กับเครื่องควบคุมจริง โดยเขียนโปรแกรมเพื่อใช้กับฮาร์ดแวร์ของเครื่องควบคุมลิฟต์จริง

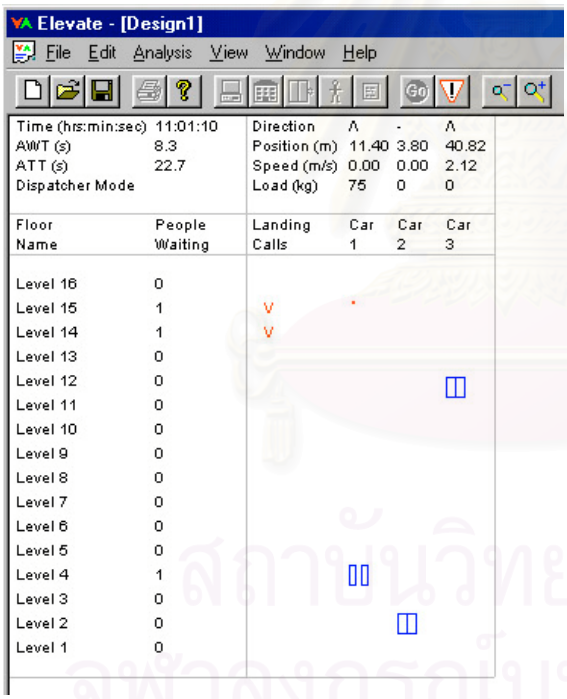
3.2.2 **ด้านการวิเคราะห์การสัญจรของลิฟต์** (Traffic Analysis)

1 **การคาดการณ์จำนวนลิฟต์ที่เหมาะสมสำหรับอาคาร** เป็นโปรแกรมทดลองที่ใช้สำหรับคาดการณ์จำนวนลิฟต์ โดยกำหนดให้กรอกข้อมูลเกี่ยวกับอาคาร ข้อมูลลิฟต์โดยกำหนดจากช่วงของความเร็ว ความจุ หรือต้องกรอกข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องเองด้วยการพิมพ์ตัวเลขลงไปในช่องกรอกและไม่สามารถเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ใดๆ หลังจากการรันโปรแกรมได้ ดังนั้นผู้ที่ใช้โปรแกรมจำเป็นต้องมีความรู้และเชี่ยวชาญเฉพาะด้าน จึงจะกรอกข้อมูลได้ตรงและละเอียดพอที่โปรแกรมจะทำการวิเคราะห์และคาดการณ์ผลการกำหนดจำนวนลิฟต์ได้อย่างใกล้เคียงและเหมาะกับจำนวนผู้ใช้ลิฟต์ในภายในอาคาร

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 3.1 ภาพแสดงรายละเอียดการกรอกข้อมูลให้โปรแกรม (www.petersresearch.com/elevators)



ภาพที่ 3.2 ภาพแสดงการทำงานขณะรันโปรแกรม (www.peters-research.com/elevators)

2. **การหาค่าเวลารอคอยที่โถงลิฟต์** (Waiting Time) เป็นโปรแกรมแสดงแนวคิดเพื่อที่จะหาค่า Waiting Time โดยทำการสมมุติค่าด้วยการกำหนดชั้นต้นทางและชั้นปลายทางที่ผู้โดยสารเรียกลิฟต์ และแสดงผลเป็นตัวอักษร ซึ่งโปรแกรมนี้มีข้อจำกัดมาก ขาดความยืดหยุ่น เนื่องจากโปรแกรมไม่ได้จัดการเตรียมส่วน Input ข้อมูลที่เกี่ยวกับลิฟต์หรืออาคารไว้ ทำให้ผู้ใช้ไม่สามารถกำหนดหรือปรับเปลี่ยนพารามิเตอร์ใดๆ เกี่ยวกับข้อมูลลิฟต์หรืออาคารได้ เช่น จำนวนชั้นของอาคาร ทำได้เพียง

การกำหนดชั้นปลายทาง ซึ่งโปรแกรมจำกัดจำนวนชั้นของอาคารไว้เพียง 6 ชั้นเท่านั้น จึงทำให้โปรแกรมมีขีดความสามารถจำกัด ขาดความยืดหยุ่นและขาดความเหมาะสมกับการใช้งานจริง

จากลักษณะโปรแกรมดังกล่าวข้างต้น มีลักษณะการใช้งาน วัตถุประสงค์และผลของการทำงานที่ต่างออกไปจากความต้องการในการออกแบบกลุ่มลิฟต์ของสถาปนิก ซึ่งเน้นในเรื่องการออกแบบลิฟต์ตามกลุ่มโซนแยกตามลักษณะพื้นที่ใช้สอยที่ต่างกัน โดยโปรแกรมที่มีอยู่ส่วนใหญ่จะเป็นงานทางด้านวิศวกรรม เช่น ระบบควบคุมลิฟต์ ซึ่งมีปัญหาในด้านการกรอกข้อมูลที่เป็นเลขทศนิยม มีตัวแปรหลายตัว และผู้ที่ใช้โปรแกรมต้องมีความรู้เฉพาะทางด้านวิศวกรรม ทำให้เกิดข้อจำกัดในด้านการใช้งานสำหรับผู้ที่ไม่มีความรู้เฉพาะทาง ทำให้ต้องใช้เวลาในการศึกษาเรียนรู้และทำความเข้าใจในการใช้งานโปรแกรมนานพอสมควร

จากลักษณะการออกแบบลิฟต์และปัญหาที่เกิดขึ้นจากการออกแบบลิฟต์ทั้งในอดีตและปัจจุบัน จะเห็นได้ว่าเท่าที่ผ่านมายังไม่มีการสร้างโปรแกรมเพื่อช่วยสถาปนิกในการออกแบบกลุ่มลิฟต์ก่อนการออกแบบอาคารจริง ด้วยการกำหนดโซนลิฟต์มาก่อน มีเพียงแต่โปรแกรมช่วยออกแบบลิฟต์จากการจำลองสถานการณ์การรับส่งคน โดยดูจากพฤติกรรมการใช้ลิฟต์ของคนภายในอาคาร ซึ่งส่วนใหญ่เป็นโปรแกรมที่เกี่ยวกับระบบลิฟต์ และเป็นโปรแกรมทางด้านวิศวกรรม

ดังนั้นการพัฒนาโปรแกรมเพื่อช่วยจำลองสถานการณ์ในการออกแบบการจัดกลุ่มลิฟต์ภายในอาคารก่อนการก่อสร้างจริง จึงมีความสำคัญอันก่อให้เกิดประโยชน์ในการช่วยสร้างแนวคิดและทางเลือกให้กับสถาปนิกเพื่อนำไปใช้จัดกลุ่มและออกแบบลิฟต์ในแต่ละกลุ่มโซนก่อนการก่อสร้างจริง ทำให้เข้าใจลำดับการทำงานของโปรแกรม สามารถช่วยกำหนดและออกแบบจำนวนลิฟต์ ความเร็วและความจุลิฟต์ที่เหมาะสมกับกลุ่มโซนที่กำหนด โดยยึดหลักเกณฑ์จากการกำหนดมาตรฐานเวลารอเฉลี่ย และสามารถทดสอบข้อมูลการออกแบบที่ได้ จากการยืนยันผลการออกแบบจากการหาค่าเวลารอจริงจากการจำลองสถานการณ์ เพื่อให้ได้ผลการออกแบบกลุ่มลิฟต์ในแต่ละโซนที่มีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น

ดังนั้นการพัฒนาโปรแกรมนี้จึงมีความสำคัญ เพราะช่วยให้สถาปนิกสามารถออกแบบกลุ่มลิฟต์เบื้องต้นได้โดยง่ายและเหมาะสมกับการใช้งานได้ด้วยตนเอง

3.3 สรุปปัญหาและแนวคิดในการแก้ปัญหา

จากการศึกษาข้างต้น สามารถสรุปและหาแนวคิดในการแก้ปัญหา ดังนี้

3.3.1. **การป้อนข้อมูลให้กับโปรแกรม** (Input) ลักษณะการป้อนข้อมูล เดิมเป็นการให้ผู้ใช้กรอกข้อมูลซึ่งมีค่าเป็นทศนิยม มีความซับซ้อน ต้องกรอกข้อมูลหลายค่า เหมาะสำหรับผู้ที่มีความรู้เฉพาะด้าน ก่อให้เกิดความสับสนและความผิดพลาดในการใช้งานสำหรับผู้ที่ไม่มีความรู้ทางด้านนี้ได้ง่าย

วิธีการ :

- เปลี่ยนลักษณะการป้อนข้อมูล เป็นการเลือก ปรับค่าจากแถบ Slide bar ทำให้ใช้งานได้ง่ายขึ้นสำหรับผู้ที่ไม่มีความรู้ทางด้านนี้มากนัก

- ลดตัวแปรในการ Input ให้เหลือน้อยที่สุดเท่าที่จำเป็น เพื่อให้ปรับเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ได้

3.3.2. **การคำนวณเวลารอเฉลี่ย** เดิมต้องใช้แรงคนสำหรับคำนวณค่าเวลารอเฉลี่ย จากสูตรที่ซับซ้อนและตัวเลขที่สับสน ทำให้ยุ่งยากและใช้เวลานาน

วิธีการ :

- ซ่อนส่วนการคำนวณไว้ด้านหลังของโปรแกรม ดังนั้นผู้ใช้จะรับรู้เฉพาะส่วนกรอกข้อมูลและส่วนแสดงผลและผู้ใช้สามารถปรับเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ได้ โดยคอมพิวเตอร์จะเป็นผู้ประมวลผลให้ทำให้ได้ผลการคำนวณที่ถูกต้องแม่นยำและรวดเร็ว รวมถึงเตือนเมื่อค่าเวลารอเฉลี่ยที่ได้มีค่าเกินจากมาตรฐาน

3.3.3. **ลดความยุ่งยากและความผิดพลาดในการคำนวณ** การคำนวณแบบเดิม คือเมื่อผลที่ได้ไม่อยู่ในเกณฑ์จะต้องย้อนกลับไปเริ่มคำนวณใหม่ทั้งหมด

วิธีการ :

- ให้ทำการปรับค่าพารามิเตอร์ได้ง่าย และแสดงผลการคำนวณให้ทันที และสามารถปรับค่าพารามิเตอร์ได้จนกว่าจะได้ผลการคำนวณตามมาตรฐาน โดยคอมพิวเตอร์จะเป็นผู้ประมวลผลใหม่ในทุกครั้งที่มีการปรับเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ ช่วยลดระยะเวลาและความผิดพลาดในการคำนวณด้วยแรงคน

3.3.4. **ขยายวงผู้ใช้โปรแกรม** ผู้ที่จะใช้โปรแกรมที่มีอยู่ต้องเป็นผู้มีความรู้เฉพาะด้าน เนื่องจากต้องกรอกข้อมูลเอง ทำให้จำกัดวงผู้ใช้ เฉพาะผู้ที่มีความรู้เฉพาะด้านเท่านั้น

วิธีการ : ขยายวงผู้ใช้ โดยแบ่งโปรแกรมนี้ออกเป็น 2 กลุ่มตามลักษณะผู้ใช้ ดังนี้

1. กลุ่มที่ไม่มีความรู้ในการคำนวณเวลารอ โดยให้เรียนรู้จากการใช้โปรแกรม ซึ่งผู้ใช้สามารถป้อนข้อมูลได้ง่าย จึงไม่จำกัดเฉพาะผู้ใช้ที่ต้องมีความรู้เฉพาะทาง

2. กลุ่มที่มีความรู้สถาปนิกที่ต้องการความแม่นยำ โดยให้ใช้งานในส่วนของการจำลองสถานการณ์ เพื่อหาค่าเวลารอสูงสุดในอาคาร เพื่อประกอบการตัดสินใจที่จะลดหรือเพิ่มจำนวนลิฟต์ตามกลุ่มลิฟต์ที่กำหนด

3.3.5. **เน้นเรื่องการออกแบบกลุ่มลิฟต์** ในมุมมองของสถาปนิกจะเน้นเรื่องการออกแบบกลุ่มลิฟต์เพื่อการออกแบบอาคาร

วิธีการ : ปรับให้โปรแกรมมีส่วนช่วยในด้านการออกแบบกลุ่มลิฟต์ โดยแสดงการ Input และส่วนการรายงานผล ดังนี้

1. เลือกโซนลิฟต์โดยกำหนดว่าจะออกแบบให้เป็น Low Zone หรือ High Zone
2. รายงานผลและให้คำตอบเกี่ยวกับการออกแบบ ดังนี้
   - คำนวณและรายงานพื้นที่โถงลิฟต์
   - สามารถเลือกรุ่นลิฟต์ และดูรายละเอียด Spec ที่จะใช้จากขอบข่าย ความจุ และความเร็วของลิฟต์ที่ออกแบบไว้
   - รายงานระยะต่าง ๆ ที่ใช้ในการออกแบบ เช่น ระยะ Overhead ระยะ Pit และขนาดห้องเครื่อง
   - สามารถเก็บข้อมูลรายละเอียดลิฟต์ที่ออกแบบไว้ได้
3. รายงานค่าเวลารอสูงสุด และเวลารอเฉลี่ย เพื่อเป็นขอบเขตช่วยการตัดสินใจของสถาปนิกในการจะลดหรือเพิ่มจำนวนลิฟต์ ตามความเหมาะสมในการออกแบบ

3.4 แนวคิดในการออกแบบโปรแกรม

จากการวิเคราะห์มุมมองและปัญหาในการออกแบบกลุ่มลิฟต์ในปัจจุบัน จึงสรุปแนวคิดในการออกแบบโปรแกรมเพื่อช่วยในการออกแบบกลุ่มลิฟต์สำหรับอาคาร ได้ดังนี้

3.4.1. การป้อนข้อมูลของโปรแกรมทำได้โดยง่าย โดยใช้วิธีการเลือกข้อมูล เลื่อนแถบ Slide bar จากข้อมูลที่กำหนดโดยให้เวลารอเฉลี่ยอยู่ในค่าตามมาตรฐาน และให้กรอกข้อมูลน้อยที่สุดเฉพาะในส่วนการกรอกพื้นที่อาคาร

3.4.2. ขยายวงผู้ใช้ด้วยการออกแบบโปรแกรมเป็น 2 กลุ่มคือ

1. กลุ่มผู้ที่มีไม่มีความรู้เฉพาะทางหรือผู้ที่สนใจอยากศึกษาทางด้านนี้ ให้เรียนรู้เรื่องการหาค่าเวลารอเฉลี่ยจากส่วนโปรแกรมคำนวณเวลารอ โดยซ่อนส่วนการคำนวณไว้ด้านหลังโปรแกรม เพื่อลดความสับสนและความซับซ้อน ช่วยให้ได้คำตอบที่ถูกต้องแม่นยำ รวดเร็ว ช่วยลดความผิดพลาด
2. กลุ่มผู้ที่มีความรู้เฉพาะทาง ที่ต้องการความแม่นยำในการออกแบบกลุ่มลิฟต์ โดยสังเกตจากการจำลองสถานการณ์การเคลื่อนที่ลิฟต์ เพื่อหาค่าเวลารอสูงสุด เพื่อประกอบการตัดสินใจให้แก่ผู้ออกแบบในการลดหรือเพิ่มจำนวนลิฟต์ให้เหมาะสม เพราะในความเป็นจริงค่าเวลารอที่ได้อาจมีค่ามากกว่าเวลารอเฉลี่ยที่ได้จากการคำนวณ

3.4.3. ส่วนการคำนวณเวลารอเฉลี่ย ทำการซ่อนส่วนการคำนวณไว้ด้านหลังของโปรแกรม เพื่อช่วยให้เกิดการคำนวณที่ถูกต้องแม่นยำ รวดเร็ว โดยที่ผู้ใช้ไม่ต้องมาสับสนกับการคำนวณ ทั้งยังช่วยลดเวลาและต้นทุน ค่าใช้จ่ายในส่วนนี้อีกด้วย

3.4.4. เน้นให้ผลของโปรแกรมเพื่อช่วยการออกแบบกลุ่มลิฟต์ เพื่อช่วยในการออกแบบอาคารสำหรับสถาปนิกใช้งาน ทำให้รู้ถึงขนาด ระยะและรายละเอียดลิฟต์ที่จะใช้กับโซนที่กำหนด ช่วยให้เห็นขอบข่ายรายละเอียดเบื้องต้นก่อนการออกแบบจริง รวมถึงทราบงบประมาณในส่วนที่จะใช้ ช่วยทำให้เกิดประโยชน์กับการออกแบบอาคารมากยิ่งขึ้น

3.4.5. สามารถปรับเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ของตัวแปรที่จำเป็นได้ ทำให้ทราบผลของเวลารอที่เปลี่ยนไปได้ทันที สามารถปรับเปลี่ยนแก้ไขได้จนกว่าค่าเวลารอเฉลี่ยจะอยู่ในเกณฑ์ เพราะมีส่วนเตือนเมื่อเวลารอเฉลี่ยสูงหรือต่ำเกินมาตรฐาน ทำให้ลดเวลาในการคำนวณ ได้คำตอบที่แม่นยำ สะดวกรวดเร็ว

3.4.6. เขียนโปรแกรมแบบเชิงวัตถุ เพื่อกำหนดการเคลื่อนที่ลิฟต์ เพื่อลดความซ้ำซ้อนในการเขียนโปรแกรม ลดความผิดพลาดและความสับสนในการโปรแกรม ประหยัดหน่วยความจำ และทำให้ได้งานที่รวดเร็วและแม่นยำมากยิ่งขึ้น

3.4.7. แสดงภาพจำลองการเคลื่อนที่ลิฟต์ เพื่อช่วยให้เข้าใจได้ง่าย ถึงที่มาของผลการออกแบบและผลค่าเวลารอที่ได้ ซึ่งเกิดจากการหาค่าผลรวมของเวลาเคลื่อนลิฟต์ และเวลาในการจอดรับส่งคนในแต่ละช่วง นอกจากนี้ภาพที่แสดงยังช่วยให้ผู้ใช้สามารถเข้าใจและสื่อสารได้ชัดเจนมากขึ้น ลดความน่าเบื่อหน่ายจากการคำนวณ

จากแนวคิดดังกล่าวข้างต้น จึงจำเป็นที่จะต้องศึกษาหลักการและข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการจำลองสถานการณ์การใช้ลิฟต์ของผู้ใช้อาคาร โดยทำการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

- **ศึกษารายละเอียดของลิฟต์** จากแคตาล็อคของบริษัทลิฟต์ต่างๆ เพื่อกำหนดตัวแปรและการเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์ให้กับตัวแปรต่างๆ ที่เกี่ยวข้องให้กับโปรแกรม (ซึ่งได้กล่าวแล้วในบทที่ 2)
- **ศึกษาหลักการในการตัดสินเลือกลิฟต์เพื่อไปรับการบริการที่** Hall Call เพื่อนำมาสร้างเงื่อนไขและกฎเกณฑ์ต่างๆ ให้กับโปรแกรม (ซึ่งได้กล่าวแล้วในบทที่ 2)
- **ศึกษาและวิเคราะห์พฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับการใช้ลิฟต์ของผู้ใช้ลิฟต์ในอาคารกรณีศึกษา**

  การศึกษาพฤติกรรม เช่น รูปแบบการรอของคนที่โถงลิฟต์ ระยะเวลาในการถ่ายเทคน เนื่องจากพฤติกรรมต่างๆ มีผลกับการใช้เวลาและสัมพันธ์กับเรื่องของ Waiting Time ซึ่งเป็นหัวใจของ Traffic Analysis เพื่อให้การออกแบบลิฟต์มีความเหมาะสมตามมาตรฐาน Waiting Time ที่ได้กำหนดไว้

3.5 ศึกษาและวิเคราะห์พฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับการใช้ลิฟต์ของผู้ใช้ลิฟต์ในอาคารกรณีศึกษา

การทำการศึกษาพฤติกรรมของผู้ใช้ลิฟต์ภายในอาคาร เป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญสำหรับการจำลองสถานการณ์ของวิทยานิพนธ์นี้ เนื่องจากพฤติกรรมต่างๆ มีผลกับการกำหนดตัวแปรและกำหนดการเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ให้กับตัวแปรของโปรแกรม ทำให้การจำลองสถานการณ์ใกล้เคียงกับความเป็นจริงและสื่อให้เห็นถึงปัญหา เพื่อเป็นเครื่องมือหนึ่งที่แสดงภาพเพื่อให้ผู้ออกแบบอาคารได้เห็นและเพื่อช่วยเพิ่มแนวคิดให้กับการออกแบบลิฟต์ที่เหมาะสมกับอาคาร ซึ่งพอจะวิเคราะห์และสรุปรายละเอียดได้ ดังต่อไปนี้

3.5.1 ลักษณะพฤติกรรมการใช้ลิฟต์ของผู้โดยสาร

ในอาคารสำนักงานและอาคารสูงทั่วไป ผู้ใช้อาคารจำเป็นต้องใช้ลิฟต์เพื่อทำการขนส่งคนเพื่อเดินทางขึ้นหรือลงไปยังชั้นต่างๆ ซึ่งจากการสังเกตพฤติกรรมที่ได้สามารถแบ่งลำดับขั้นตอนพฤติกรรมการใช้ลิฟต์ได้ ดังนี้

- เดินทางจากทางเข้ามายังบริเวณโถงลิฟต์
- เมื่อถึงหน้าลิฟต์ กดปุ่มเรียกลิฟต์ (Hall Call) เพื่อกำหนดทิศทางว่าต้องการขึ้นหรือลงจากชั้นที่เรียก ในการที่มีผู้โดยสารอื่นกดเรียกก่อนแล้ว ผู้โดยสารคนต่อมาจะไม่กดปุ่มเรียกซ้ำ
- รอลิฟต์เดินทางมารับที่ชั้น Hall Call ซึ่งมีรูปแบบการยืนรอที่ต่างๆ กัน โดยสังเกตจากสัญญาณไฟบอกว่าลิฟต์ตัวใดจะมารับ จากนั้นคนจะเริ่มเดินไปออรอกันหน้าลิฟต์ตัวนั้น
- เมื่อลิฟต์เดินทางมาถึง ประตูเปิดออก ผู้โดยสารจะทยอยเข้าไปในลิฟต์ กดปุ่มบังคับให้ประตูปิดหรือรอให้ประตูปิดเอง ซึ่งรูปแบบการยืนของผู้โดยสารจะแตกต่างกันตามจำนวนคน และลักษณะการใช้ลิฟต์ของคนแต่ละอาคาร เช่น ในเวลาไม่เร่งด่วนจะยืนแบบหลวมๆ สบาย ใช้พื้นที่ลิฟต์ประมาณ 60% แต่ในบางที่ค่อนข้างใช้พื้นที่ลิฟต์ประมาณ 80%
- จากนั้นผู้โดยสารกดปุ่มภายในลิฟต์ (Car Call) เพื่อกำหนดให้ลิฟต์ไปส่งยังตำแหน่งชั้นที่ต้องการในทิศทางเดียวกับที่ลิฟต์เดินทาง (ซึ่งถูกกำหนดตั้งแต่ตอนกดปุ่ม Hall Call) เมื่อลิฟต์เคลื่อนที่ไปหยุดยังชั้นที่ตรงกับ Car Call ที่กำหนด ประตูเปิดออก ผู้โดยสารทยอยออกจากตัวลิฟต์เข้าโถงลิฟต์ เป็นการจบสิ้นการใช้ลิฟต์ของผู้โดยสาร 1 คน

3.5.2 สรุปพฤติกรรมของผู้ใช้ลิฟต์ภายในอาคารกรณีศึกษา

จากการศึกษาพฤติกรรมของผู้ใช้ลิฟต์ในอาคารสำนักงานต่าง ๆ สามารถสรุปเป็นตาราง ได้ดังนี้

1. ตารางแสดงรายละเอียดอาคารกรณีศึกษา

รายละเอียดอาคารกรณีศึกษา									
จำนวนชั้น / อาคาร	ความสูง		พื้นที่					จำนวนผู้ใช้อาคาร	
	ความสูงของอาคาร (เมตร)	ความสูงพื้นถึงพื้น	พื้นที่อาคารรวม (ตร.ม.)	พื้นที่อาคารในแต่ละชั้น (ตร.ม.)	พื้นที่อาคารกรณีแบ่งกลุ่มอาคาร		พื้นที่จอดรถ	ผู้ใช้อาคารรวม(คน)	ผู้ใช้อาคารในแต่ละชั้น(คน)
					A	B			
12 /1 อาคาร	44.40	3.50	23,596	2,088	-	-	แยกอาคาร	1,100	150
18 / 2 อาคาร	80.00	3.80 - 4.00	35,000	-	1,050	1,070	เป็นส่วนหนึ่งของ Typical	2,500	150
	70.25	3.50	53,771	2,867	-	-	2,289 ชั้น 4-11	3,000 ถึง 5,000	-
30 /1 อาคาร	120.00	4.00	60,960	1,344	-	-	2,880 ชั้น 4-8	3,000	115

ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงรายละเอียดอาคารกรณีศึกษา

2. ตารางแสดงรายละเอียดของลิฟต์ภายในอาคารกรณีศึกษา

รายละเอียดของลิฟต์ภายในอาคารกรณีศึกษา								
อาคาร (ชั้น)	รายละเอียดของลิฟต์							ชั้นที่จอด	พื้นที่โถงลิฟต์ (ตร.ม.)
	ยี่ห้อ	จำนวน (ตัว)	ความเร็ว (m/min)	ความจุ		ขนาดลิฟต์	ระบบควบคุม		
				จำนวน (คน)	น้ำหนัก (ก.ก.)				
12	Hitachi	6	105	15P	1,000	1.60x 1.50	กลุ่ม	ทุกชั้น	7.20x9
18	Fujitec	7	120	24P	1,600	2.00x 1.75	กลุ่ม	ทุกชั้น	7x15
	Mitsubishi	4	150	17P	1,150	2.00x 1.35	กลุ่ม	ทุกชั้น	10x10 (32P)
30		12 (6 / group)	110			-	กลุ่ม	ทุกชั้น	7x8

ตารางที่ 3.2 ตารางแสดงรายละเอียดของลิฟต์ภายในอาคารกรณีศึกษา

3. ตารางแสดงเวลาในการถ่ายเทคนที่บริเวณโถงลิฟต์

ระยะเวลาในการถ่ายเทคน (วินาที)				
อาคารกรณีศึกษา (แบ่งตามจำนวนชั้น)				
จำนวนคน(คน)	12 ชั้น 1 อาคาร(ความจุลิฟต์ 15 P)	18 ชั้น 2 อาคาร(ความจุลิฟต์ 24P , 17 P)		30 ชั้น 1 อาคาร(ความจุลิฟต์ 17 P)
3 - 8	5 - 11	5 – 15	5 - 11	5
9 – 15	10 - 13	10 – 17	8 – 14	10 – 15
16 - 20	-	16 - 25	17 - 20	25
21 - 30	-	26 - 30	-	25 - 35
วันที่มีความถี่ในการใช้ลิฟต์สูง	จันทร์ - ศุกร์	จันทร์ - ศุกร์	เสาร์ - อาทิตย์	จันทร์ - ศุกร์

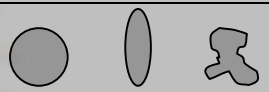
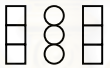
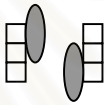
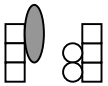
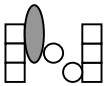
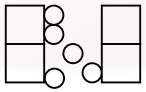
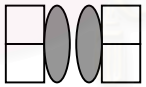
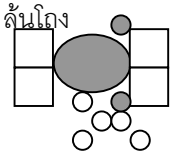
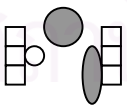
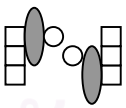
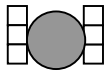
ตารางที่ 3.3 ตารางแสดงเวลาในการถ่ายเทคนที่บริเวณโถงลิฟต์

4. ตารางแสดงระยะเวลาที่เกี่ยวข้องกับการใช้ลิฟต์

ระยะเวลาที่เกี่ยวข้องกับการใช้ลิฟต์												
อาคาร (ชั้น)	เวลาจากทางเข้าถึงโถง (วินาที)	ระยะเวลารอ(Waiting Time) ในช่วงเวลาต่างๆ						Interval (วินาที)	ทิศทาง ที่เรียก Hall Call	ชั้นปลายทาง (Car Call) ที่ถูกเรียกบ่อย ๆ	เวลาเดินทางของลิฟต์ (Run Time)	เวลาที่ประตูปิดเมื่อไม่มีคนเข้าลิฟต์
		7.30 – 10.00 น.		11.00 – 13.00 น.		16.00 – 18.30 น.						
		Min. (sec)	Max. (คน / วินาที)	Min. (sec)	Max. (คน / วินาที)	Min. (sec)	Max. (คน / วินาที)					
12	15	45 sec	10P/ 1.42 min	45 sec	4P/1.22 min	20 sec	4P/ 55 sec	45 sec	ขึ้น	G 5 6 7 10 12	2.15 min	5 – 6 sec
									ลง	12 G	1 min	
18	15	35 sec	10P/ 50 sec	45 sec	40P/ 2.15 min	35 sec	1.15 min	35 sec	ขึ้น	G 2 4 5 10 12 14		5 sec
									ลง	14 G	5 sec	
	18	20 sec	13P/1.56 min	20 sec	37P/ 4.04 min	20 sec	30P/ 3.56 min	1.45min	ขึ้น	B G 12 16 18 20	32 – 55sec	5 sec
									ลง	20 18 16 12 8 7 G	50sec-1.28min	
30	15			45 sec	30P/ 3 min			1.40min	ขึ้น	G 5 11 13 18	1.20 min	5 sec

ตารางที่ 3.4 ตารางแสดงระยะเวลาที่เกี่ยวข้องกับการใช้ลิฟต์

5. ตารางแสดงรูปแบบการรอของกลุ่มคนที่บริเวณโถงลิฟต์

รูปแบบการรอลิฟต์ของกลุ่มคนที่บริเวณโถงลิฟต์							
อาคาร (ชั้น)	รูปแบบการรอที่โถงลิฟต์		สัญลักษณ์ ○ 1 คน 				กลุ่มคน
	จำนวนคนรอที่โถง (คน)	ขนาดและการจัดกลุ่มลิฟต์	แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	แบบที่ 4	แบบที่ 5 (อื่น ๆ)
12	14 - 25	7.20 x 9.00 ม.					-
18	29	7.00 x15.00 ม.	♦	♦	♦		
	30 – 45	10.00 x10.00 ม.				♦	ล้นโถง 
30	30	7.00 x8.00 ม.		♦	♦		

ตารางที่ 3.5 ตารางแสดงรูปแบบการรอของกลุ่มคนที่บริเวณโถงลิฟต์

3.6 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับโปรแกรม

จากการศึกษารายละเอียดข้างต้นทั้งหมด จึงกำหนดตัวแปรที่เกี่ยวข้อง เพื่อปรับเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ดังต่อไปนี้

3.6.1. **โซนลิฟต์** เป็นตัวแปรสำคัญในการออกแบบกลุ่มลิฟต์ในมุมมองของผู้ออกแบบอาคาร เนื่องจากจุดประสงค์ของโปรแกรมคือ การออกแบบกลุ่มลิฟต์ตามโซนที่กำหนด ซึ่งการกำหนดโซนลิฟต์มีผลโดยตรงต่อการจัดพื้นที่ใช้สอยจากรายละเอียดลิฟต์โดยตรง โดยในการวิจัยนี้จะแบ่งโซนลิฟต์ออกเป็น Low Zone และ High Zone

3.6.2. **รายละเอียดลิฟต์** ประกอบด้วย

1. **ความเร็วลิฟต์** เป็นตัวแปรที่สำคัญตัวหนึ่งในการหาค่าเวลารอ ทั้งจากสูตรการคำนวณ และจากการจำลองสถานการณ์ ซึ่งจะนำค่าความเร็วมาใช้ในการหาค่าเวลาการเคลื่อนที่ลิฟต์ตามช่วงเวลาจริง รวมทั้งยังมีผลต่อการหาค่าเวลารอรวม ซึ่งเป็นปัจจัยที่กำหนดผลการออกแบบกลุ่มลิฟต์ ซึ่งเป็นตัวกำหนดเรื่องพื้นที่ใช้สอย ระยะ Overhead และระยะที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ เพื่อกำหนดสเปคในผังอาคาร

2. **ความจุลิฟต์** เป็นตัวแปรที่สำคัญ เพราะเป็นคุณสมบัติพื้นฐานของลิฟต์ ซึ่งมีผลแปรผันตามค่าความเร็วลิฟต์ โดยค่าความจุจะถูกนำไปใช้ในการหาค่าเวลาในการถ่ายเทคนเมื่อลิฟต์จอดรับส่งคนในชั้นต่าง ๆ และนำไปใช้ในการหาค่าจำนวนคนที่เหลือในอาคาร ซึ่งมีความสำคัญในการกำหนดและควบคุมการทำงานของ Loop เพื่อการควบคุมการเคลื่อนลิฟต์ นอกจากนี้ ความจุลิฟต์ยังมีส่วนในการหาค่าเวลาที่ Lobby ในการคำนวณหาค่าเวลารอเฉลี่ย เนื่องจากเวลาที่ Lobby จะมีค่าแปรผันตามขนาดความจุลิฟต์

3. **จำนวนลิฟต์** เป็นตัวแปรที่มีความสำคัญในการหาค่าเวลารอเฉลี่ย เนื่องจากเวลารอเฉลี่ยเกิดจากการหาผลหารระหว่างเวลาที่ใช้ในการเดินทางกับจำนวนลิฟต์ ทั้งยังมีผลกับการกำหนดพื้นที่โถงลิฟต์ในกลุ่มโซนที่กำหนด มีผลกับการกำหนดช่อง Core ของลิฟต์ที่สถาปนิกจะต้องกำหนดและเผื่อระยะไว้ในแบบแปลนตามสเปคของลิฟต์ที่กำหนด และยังต้องกำหนดระยะของ Overhead , Pit และขนาดของห้องเครื่องในภาพตัดอาคารอีกด้วย

3.6.3. **รายละเอียดอาคาร** ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วนคือ

1. **จำนวนชั้นอาคาร** จะนำไปใช้ในการหาพื้นที่รวมของอาคาร เพื่อแปลงเป็นจำนวนคนในอาคาร ซึ่งมีความสำคัญในการกำหนด Loop การเคลื่อนที่ของลิฟต์ นอกจากนี้ยังมีส่วนสำคัญในการกำหนดชั้น Hall call ที่ลิฟต์จะไป และยังมีส่วนในการหาเวลาการเคลื่อนที่ลิฟต์และเวลารอ รวมถึงการกำหนดค่า FS เพื่อการเลือกลิฟต์ตามกรณีต่าง ๆ ในการจำลองสถานการณ์อีกด้วย

2. **ระยะความสูงระหว่างชั้น** เพื่อนำไปหาระยะเวลาการเคลื่อนที่ลิฟต์ในแต่ละรอบ ซึ่งได้จากการหาสัดส่วนระหว่างความสูงอาคารกับระยะการเคลื่อนที่ 1 ช่วงตัวลิฟต์ และเป็นปัจจัยสำคัญในการหาเวลารอสูงสุด สำหรับการจำลองสถานการณ์การเคลื่อนที่ลิฟต์ เพื่อประกอบการตัดสินใจในการออกแบบลิฟต์ให้กับโซนลิฟต์ที่ต้องการ

3. **พื้นที่ต่อชั้นอาคาร** เป็นปัจจัยสำคัญในการกำหนดขอบเขตขนาดอาคารและถูกนำไปใช้เพื่อการหาจำนวนคนโดยรวมของอาคาร ทั้งยังมีส่วนในการกำหนดชั้นปลายทางในการเคลื่อนที่ลิฟต์ และมีผลโดยตรงกับการหาค่าเวลาในการถ่ายเทคน เพื่อหาเวลารอ

นอกจากปัจจัยดังกล่าวข้างต้นแล้ว ยังสามารถสรุปค่าเวลาต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดค่าเวลารอ โดยสรุปจากสถิติการบันทึกค่าเวลารอที่บริเวณโถงลิฟต์ของอาคารกรณีศึกษา โดยหาค่าเฉลี่ยจากค่าเวลารอ จำนวนคนที่ใช้ลิฟต์ในช่วงเวลาและจำนวนรอบที่บันทึกเวลาการใช้งานลิฟต์ของผู้โดยสาร สามารถสรุปค่าเวลาที่ได้จากการศึกษาพฤติกรรม ได้ดังนี้

- **เวลาถ่ายเทคนเข้าออกจากลิฟต์** โดยคนจะใช้เวลาในการเดินเข้าออกจากลิฟต์มีค่าเท่ากับ 1.66 วินาทีต่อคน
- **เวลาที่ประตูลิฟต์เปิดและปิด** ในแต่ละครั้ง ใช้เวลา 5 วินาที

3.7 เครื่องมือที่ใช้

ในการพัฒนาโปรแกรมนี้ มีลักษณะการทำงาน ดังนี้

1. สามารถติดต่อกับผู้ใช้งานได้ง่าย
2. เพื่อการคำนวณเวลารอเฉลี่ย
3. การโปรแกรมเชิงวัตถุ เพื่อควบคุมการทำงานส่วนการเคลื่อนที่ลิฟต์ รวมทั้งการเก็บค่าคุณสมบัติของลิฟต์
4. การค้นหาข้อมูลจากฐานข้อมูล เพื่อรายงานและบันทึกผลลงยังฐานข้อมูล
5. การรายงานผลผ่านหน้าจอ

ดังนั้นในการพัฒนาโปรแกรมนี้ จึงเลือกใช้ภาษา Visual Basic 6.0 ซึ่งพัฒนาโดยบริษัทไมโครซอฟท์ เนื่องจากมีคุณสมบัติที่เหมาะสมกับการนำมาพัฒนาโปรแกรมในลักษณะข้างต้น ดังนี้

1. สามารถทำงานภายใต้โปรแกรมไมโครซอฟท์ วินโดว์ บนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล และทำให้การพัฒนาระบบและการทำงานร่วมกับโปรแกรมอื่นได้ง่าย

2. ลักษณะโปรแกรมเป็นแบบ Event – Driven ซึ่งตอบสนองการกระทำของผู้ใช้รวมถึงโต้ตอบกันได้ทันที และสามารถสร้างส่วนประสานงานผู้ใช้ โดยดึงส่วนข้อมูลรูปภาพและกราฟฟิคต่าง ๆ มาแสดงร่วมกันได้

3. มีลักษณะการทำงานที่สนับสนุนการโปรแกรมเชิงวัตถุ ทำให้พัฒนาและแก้ไขระบบได้ง่ายและรวดเร็วลดความซ้ำซ้อนในการเขียนโปรแกรม ในกรณีที่มีการทำงานซ้ำ ๆ กันได้ดี

4. สามารถเชื่อมโยงกับฐานข้อมูลไมโครซอฟท์แอคเซสได้ ทำให้เชื่อมโยงข้อมูล ค้นหา และปรับปรุงข้อมูลได้ง่าย

5. มีส่วนการทำรายงาน โดยลดขั้นตอนการเขียนโปรแกรมได้

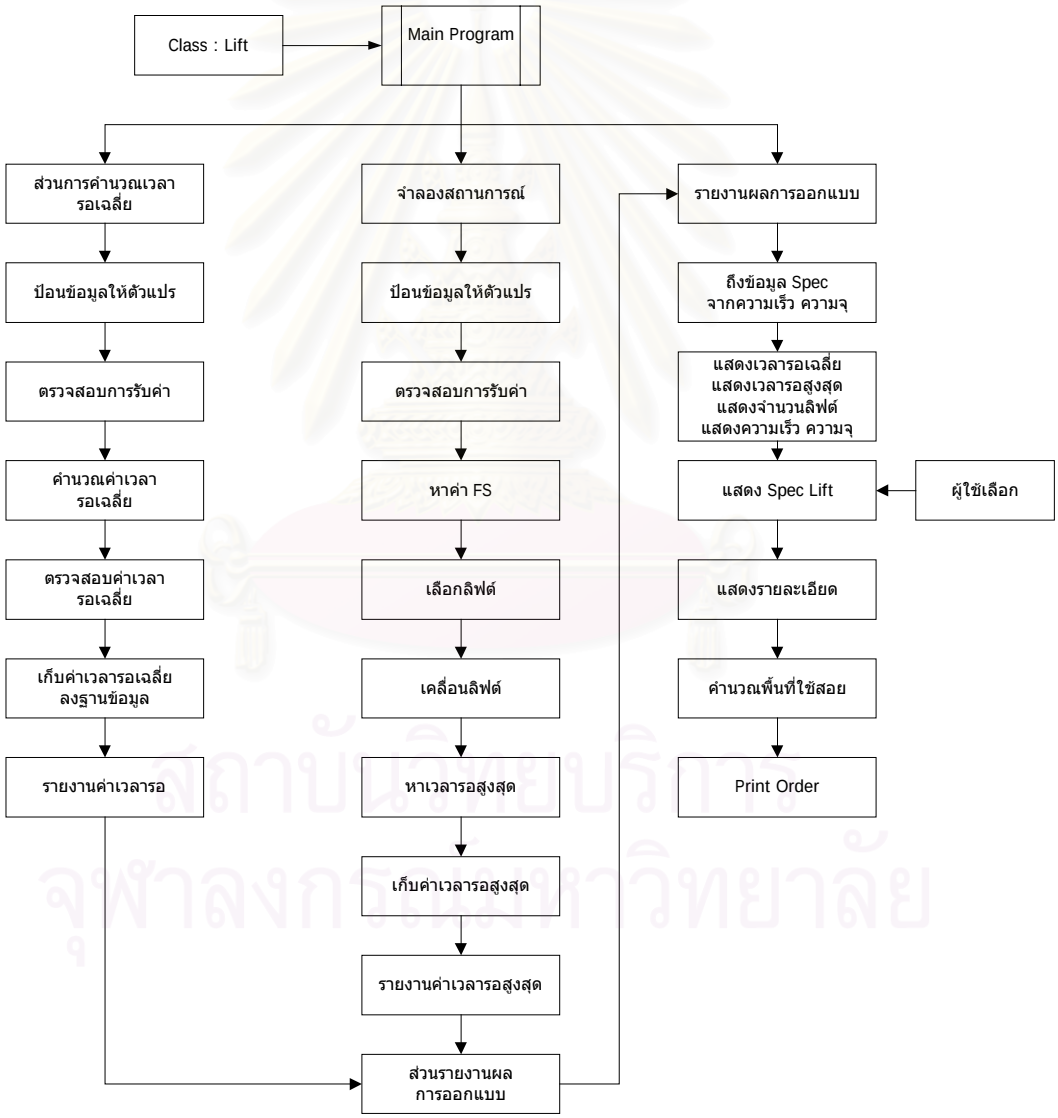
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมการจำลองสถานการณ์ในการจัดกลุ่มลิฟต์

4.1 ผังการทำงาน (Flow Diagram)

จากการศึกษาในขั้นต้นเกี่ยวกับหลักการตัดสินใจในการเลือกส่งลิฟต์ การสังเกตพฤติกรรมของผู้ใช้ลิฟต์ในอาคารและรายละเอียดที่เกี่ยวข้องต่างๆ ทำให้พอจะสรุปถึงลักษณะและหลักการการทำงานของโปรแกรมโดยสรุปผังการทำงานของโปรแกรมได้ดังภาพ



ภาพที่ 4.1 แสดงผังการทำงานของโปรแกรม

4.2 ขั้นตอนการทำงานในส่วนหลักของโปรแกรม

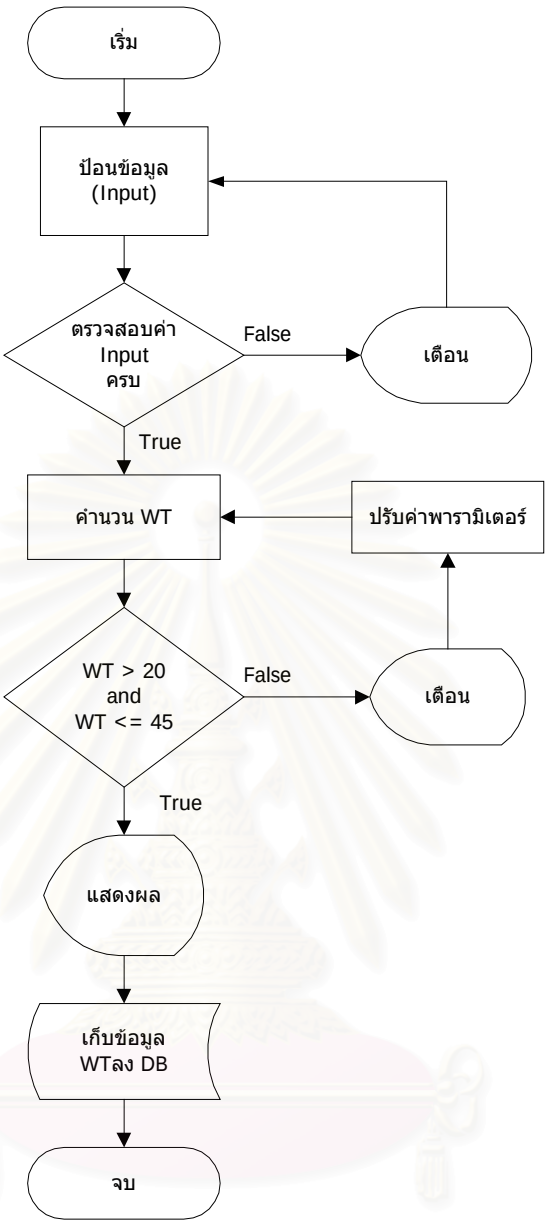
จากการออกแบบโปรแกรมในบทที่ 3 สามารถอธิบายลำดับขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม โดยแบ่งตามส่วนการทำงานหลักได้ดังนี้

4.2.1. ส่วนการคำนวณเวลารอเฉลี่ยจากสูตร

ในส่วนการทำงานนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบการจัดกลุ่มลิฟต์ โดยพิจารณาจากค่าเวลารอเฉลี่ยไม่เกิน 45 วินาที โดยให้ผู้ใช้ป้อนข้อมูลให้แก่โปรแกรมหรือปรับค่าพารามิเตอร์ จนกระทั่งโปรแกรมคำนวณค่าเวลารอเฉลี่ยแล้วมีค่าอยู่ในมาตรฐาน โดยโปรแกรมได้ทำการซ่อนส่วนการคำนวณไว้ด้านหลังของโปรแกรม ซึ่งขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม มีดังนี้

1. ขั้นตอนการป้อนข้อมูล ค่าพารามิเตอร์เริ่มต้นดังนี้
   - เลือกกลุ่ม Zone : High Zone หรือ Low Zone
   - รายละเอียดอาคาร
     - จำนวนชั้นของอาคาร
     - ระยะห่างระหว่างชั้นอาคาร
     - พื้นที่อาคารต่อ 1 ชั้น
2. โปรแกรมจะรับค่าและส่งค่าไปยัง Class : Lift เพื่อเก็บค่า
3. โปรแกรมตรวจสอบข้อมูลที่ป้อนว่าใส่ค่าพารามิเตอร์ให้กับตัวแปรครบทุกตัวหรือไม่
4. โปรแกรมคำนวณเวลารอเฉลี่ยให้เมื่อใส่ค่าพารามิเตอร์ให้กับตัวแปรครบทุกตัวแล้ว
5. แสดงผลเวลารอเป็นตัวเลขทางหน้าจอ
6. นำผลเวลารอเฉลี่ย จำนวน ความเร็ว ความจุของลิฟต์ในแต่ละโซน ไปเก็บในฐานข้อมูล เพื่อจะทำการดึงข้อมูลมาแสดงในส่วนหน้าจอ แสดงผลการออกแบบ
7. โปรแกรมจะแสดงรายละเอียดผลการออกแบบกลุ่มลิฟต์ เมื่อผู้ใช้เรียกให้แสดงผลผ่านหน้าจอแสดงผลการออกแบบ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 4.2 แสดงผังการทำงานในส่วนคำนวณเวลารอเฉลี่ยจากสูตร

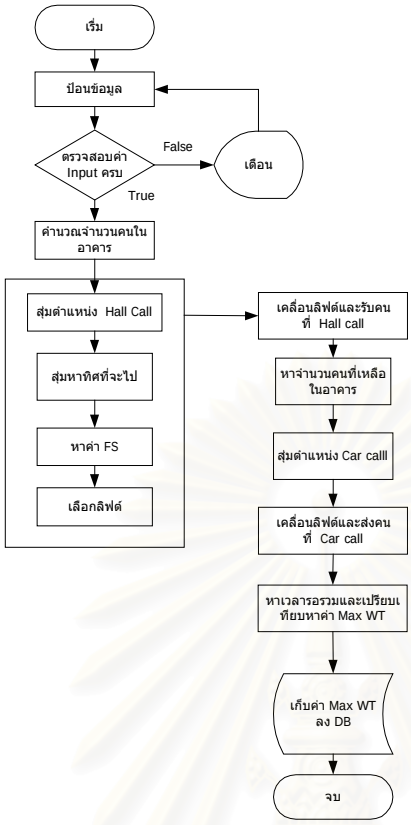
4.2.2. **ส่วนการจำลองสถานการณ์**

ในส่วนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นข้อพิจารณาประกอบการตัดสินใจในการกำหนดจำนวนลิฟต์ในการออกแบบการจัดกลุ่มลิฟต์ของผู้ออกแบบ โดยพิจารณาจากค่าเวลารอสูงสุดจากการจำลองการเคลื่อนที่ลิฟต์ด้วยการบันทึกเวลาจริง โดยโปรแกรมจะทำงานตามขั้นตอนดังนี้

1. ผู้ใช้ป้อนค่าพารามิเตอร์เริ่มต้นให้กับโปรแกรม
2. โปรแกรมทำการตรวจสอบว่าป้อนข้อมูลให้กับตัวแปรครบหรือไม่
3. เมื่อป้อนข้อมูลครบแล้ว โปรแกรมจะคำนวณหาจำนวนคนในแต่ละชั้นอาคาร และคำนวณหาจำนวนคนทั้งหมดภายในอาคาร

4. โปรแกรมจะหยุดการจำลองสถานการณ์เมื่อจำนวนคนในอาคารมีค่าเป็นศูนย์ คือ ลิฟต์ได้ให้บริการกับคนในอาคารจนครบแล้ว
5. โปรแกรมจะทำการสุ่มหาตำแหน่งชั้น Hall Call (ชั้นที่มีคนเรียกใช้ลิฟต์)
6. โปรแกรมสุ่มค่าทิศ เพื่อกำหนดทิศให้กับตำแหน่งชั้นปลายทาง
7. โปรแกรมหาค่า Figure of Suitability (FS) ตามกรณีต่าง ๆ
8 เลือกลิฟต์ที่จะไปรับบริการจากการเปรียบเทียบหาค่า FS ที่มีค่าสูงสุด และส่งค่าพารามิเตอร์ตำแหน่งชั้นและทิศให้กับส่วนการทำงานส่วนต่อไป
9. เคลื่อนลิฟต์ตัวที่ถูกเลือกไปยังชั้น Hall call โดยผ่านการทำงานใน Class : Lift
10. เมื่อลิฟต์ถึงชั้น Hall call ส่งคนแล้ว โปรแกรมจะคำนวณเวลาในส่วน Hall Call และคำนวณจำนวนคนที่เหลือในอาคาร
11. สุ่มตัวอย่าง Car call ที่ไปส่งคน และส่งค่าพารามิเตอร์ตำแหน่งและทิศการเดินทางให้ลิฟต์
12. เคลื่อนลิฟต์ตัวเดิมไปยังชั้น Car call โดยผ่านการทำงานใน Class : Lift
13. เมื่อถึงชั้น Car call ส่งคนและคำนวณเวลารอในส่วน Car call
14. โปรแกรมหาเวลารอในรอบการเดินทางนั้นจากการหาผลรวมของเวลารอในส่วน Hall call และส่วน Car call
15. ทำการเปรียบเทียบหาค่าเวลารอมากสุดและเก็บค่าไว้ในตัวแปร
16. เมื่อสิ้นสุดการทำงานโปรแกรมจะบันทึกเวลารอสูงสุด จำนวน ความเร็ว ความจุลิฟต์ในแต่ละโซนลงในฐานข้อมูล
17. โปรแกรมจะแสดงรายละเอียดผลการออกแบบกลุ่มลิฟต์ เมื่อผู้ใช้เรียกการแสดงผลผ่านหน้าจอแสดงผลการออกแบบ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 4.3 แสดงผังการทำงานในส่วนการจำลองสถานการณ์

4.2.3. **ส่วนการแสดงผลการออกแบบลิฟต์**

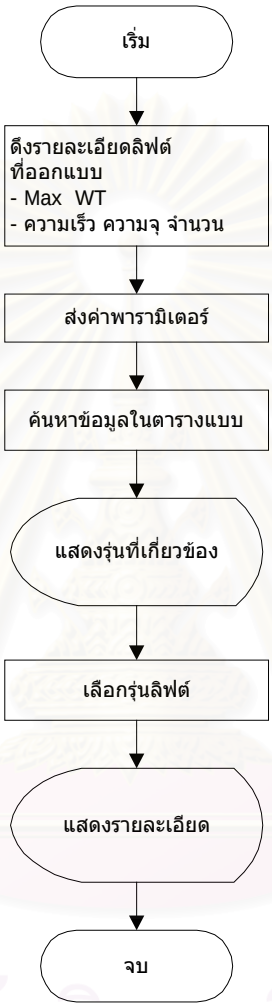
ส่วนนี้เป็นส่วนแสดงผลการออกแบบลิฟต์ในแต่ละกลุ่ม จากข้อมูลรายละเอียดลิฟต์ที่ได้บันทึกข้อมูลไว้ในฐานข้อมูล โดยโปรแกรมดึงข้อมูลรายละเอียดลิฟต์ที่ออกแบบค่าเวลารอมาแสดงที่หน้าจอ และยังทำการค้นหารายการลิฟต์ที่มีความเร็วและความจุอยู่ในขอบเขตที่ต้องการมาแสดง เพื่อให้ผู้ออกแบบหรือสถาปนิกเลือกดูรายละเอียดของลิฟต์ตามรุ่นที่ต้องการ และทำการคำนวณพื้นที่ใช้สอยบริเวณโถงลิฟต์แยกตามกลุ่มโซนให้อีกด้วย เพื่อให้นำไปใช้ประโยชน์ในการออกแบบกลุ่มลิฟต์ก่อนการออกแบบจริง รวมถึงเพื่อการกำหนดระยะและสเปคแบบให้กับผังอาคารที่ต้องการทำให้ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่าย

ขั้นตอนการทำงานในส่วนการแสดงผลการออกแบบลิฟต์มีดังนี้

1. ดึงข้อมูลจากฐานข้อมูล โดยนำค่ารายละเอียดลิฟต์ที่ได้จากการออกแบบค่าเวลารอเฉลี่ยเวลารวมสูงสุดมาแสดง
2. ค้นข้อมูลสเปคลิฟต์ของบริษัทลิฟต์ที่มีค่าความเร็ว และความจุลิฟต์ ตามขอบเขตขนาดลิฟต์ที่ออกแบบไว้มาแสดง เพื่อให้ผู้ออกแบบลิฟต์ได้เลือกรุ่นลิฟต์ในขอบเขต

ที่ต้องการ เพื่อให้รู้รายละเอียด และนำไปใช้ในการออกแบบกลุ่มลิฟต์ภายในอาคารรวมถึง Spec แบบในผังอาคารก่อนการก่อสร้างจริงด้วย

3. เมื่อผู้ออกแบบเลือกข้อมูลดังกล่าว โปรแกรมจะดึงข้อมูลรายละเอียดของรายการลิฟต์ที่เลือกมาแสดงยังหน้าจอแสดงผล



ภาพที่ 4.4 แสดงผังการทำงานในส่วนการแสดงผลการออกแบบลิฟต์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.3 อธิบายหลักการทำงานของโปรแกรม

จากขั้นตอนการทำงานหลักของโปรแกรม ทำให้เห็นภาพขั้นตอนการทำงานโดยรวมในส่วนการทำงานทั้งสามส่วน ซึ่งในแต่ละส่วนการทำงานประกอบไปด้วยฟังก์ชันและการกำหนดการทำงานต่างๆ ย่อยลงไปอีกหลายขั้นตอน สามารถสรุปหลักการทำงานของโปรแกรมเฉพาะในส่วนการทำงานที่สำคัญได้ดังนี้

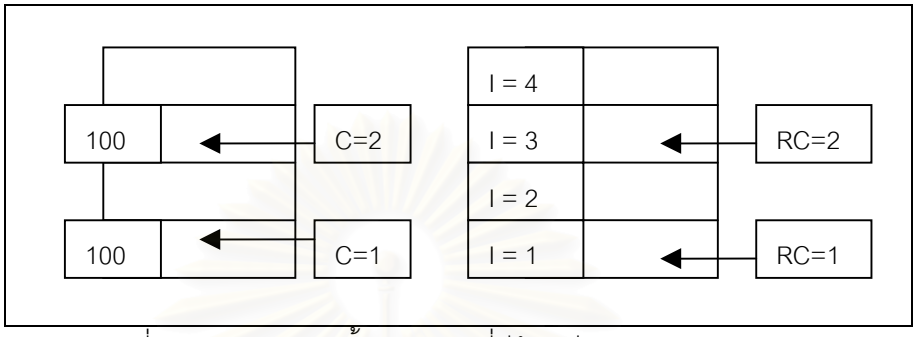
4.3.1. **ส่วนการคำนวณเวลารอ** เป็นฟังก์ชันการทำงานเพื่อหาค่าเวลารอเฉลี่ยในการออกแบบกลุ่มลิฟต์ เมื่อผู้ใช้ป้อนข้อมูลให้โปรแกรม โปรแกรมจะตรวจสอบค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ผู้ใช้กำหนด โดยจะตรวจสอบว่าผู้ใช้ได้กำหนดค่าพารามิเตอร์ให้กับตัวแปรหลักของโปรแกรมครบทุกตัวหรือไม่ ถ้ายังใส่ค่าไม่ครบทุกตัวแปร โปรแกรมจะทำการเตือน และเมื่อผู้ใช้กำหนดค่าพารามิเตอร์ให้กับตัวแปรครบทุกตัวแล้ว โปรแกรมจะหาค่าเวลารอเฉลี่ยด้วยสูตรการคำนวณ โดยมีขั้นตอนในการคำนวณค่าเวลารอเฉลี่ย ดังนี้

1. หาค่า Probable stop จากการหาค่า Expected stops ยกกำลังด้วยค่าความจุลิฟต์
2. หาค่า Rise per Stop จากผลหารของความสูงอาคาร และ Probable stop
3. หาค่า Transfer Time เวลาในการถ่ายเทคน จากการเทียบหาเงื่อนไขระหว่างค่าความเร็วลิฟต์และระยะห่างระหว่างขึ้น
4. หาค่าเวลา Run down จากสูตร

$$\text{Run down} = \frac{[(\text{ความสูงอาคาร} - \text{Rise per stop}) \times 60\ \text{sec}] + \text{Transfer Time}}{\text{ความเร็วลิฟต์}}$$

5. หาค่าเวลาที่ Lobby จากการเทียบเงื่อนไขความจุลิฟต์ ซึ่งค่าเวลาที่ Lobby จะแปรผันตามค่าความจุลิฟต์
6. หาผลรวมเวลาที่หยุดรอจากการหาผลรวมของเวลาที่ Lobby เวลาถ่ายเทคน และเวลาที่ใช้ในการปิดเปิดประตู (ประมาณ 5.3 วินาที)
7. หาเวลารวมที่ลิฟต์เคลื่อนที่ในรอบการขึ้นและลง
8. หาเวลาเดินทางต่อรอบ (Round Trip Time : RTT) จากผลรวมของเวลาหยุดรับส่งคนและผลรวมเวลาเคลื่อนที่ลิฟต์
9. หาค่าเวลารอเฉลี่ยจากผลหารของ RTT กับจำนวนลิฟต์ที่กำหนด
10. ตรวจสอบค่าเวลารอเฉลี่ยว่าเกินหรือต่ำกว่ามาตรฐานที่ควรจะเป็นหรือไม่
11. แสดงผลเวลารอเฉลี่ย

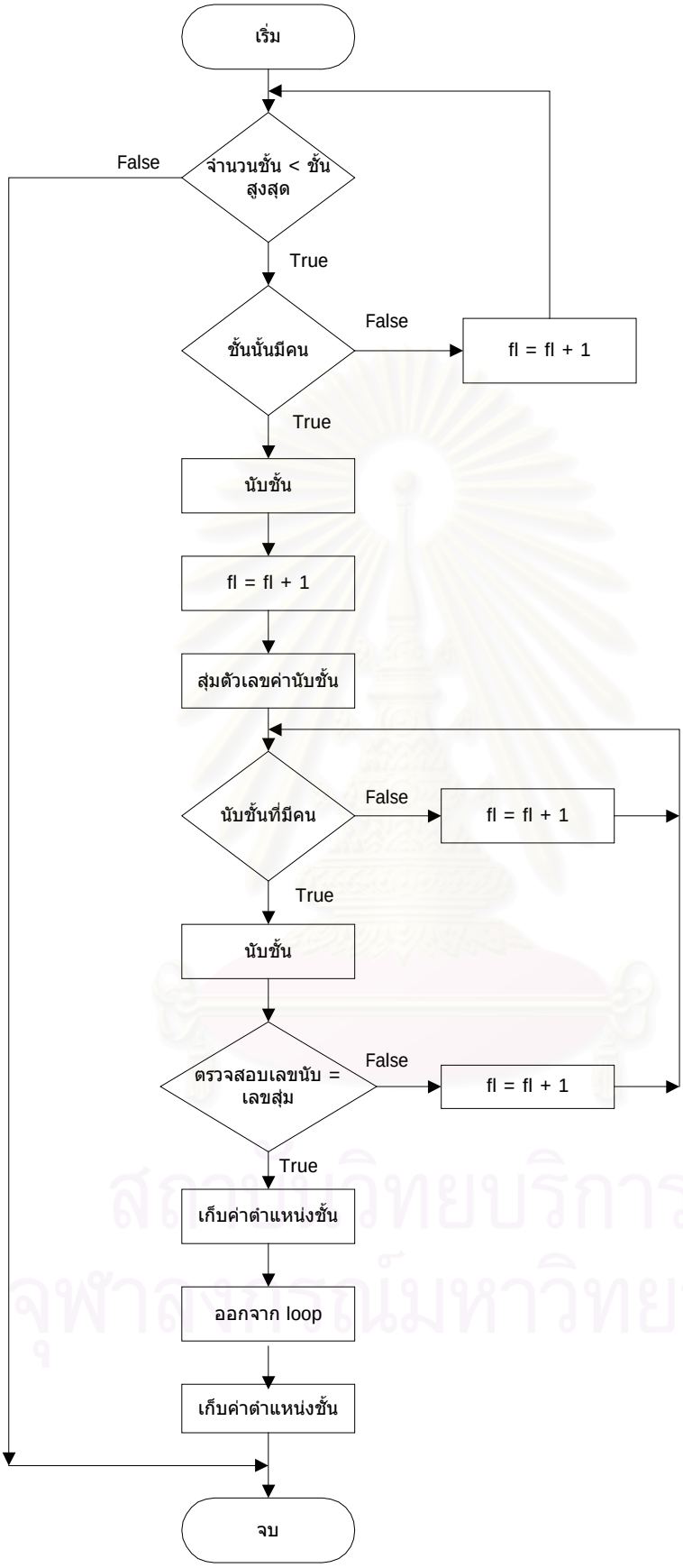
4.3.2. **การสุ่มชั้นที่จะเดินทางไปรับ Hallcall** กำหนดเงื่อนไขว่าต้องเป็นชั้นที่มีผู้กดเรียกใช้ลิฟต์ โดยขั้นตอนการสุ่ม คือตรวจสอบดูว่าในอาคารมีชั้นใดและมีจำนวนชั้นกี่ชั้นที่มีคนรอเรียกลิฟต์ โดยการวน Loop เพื่อนับจำนวนชั้นที่มีคน เมื่อได้จำนวนชั้นแล้วจึงทำการสุ่มเลือก แล้วย้อนกลับมาหาว่าตัวเลขที่สุ่มได้นั้นตรงกับชั้นที่เท่าไรของอาคาร



ภาพที่ 4.5 แสดงการสุ่มชั้น Hallcall ที่มีผู้กดเรียกลิฟต์

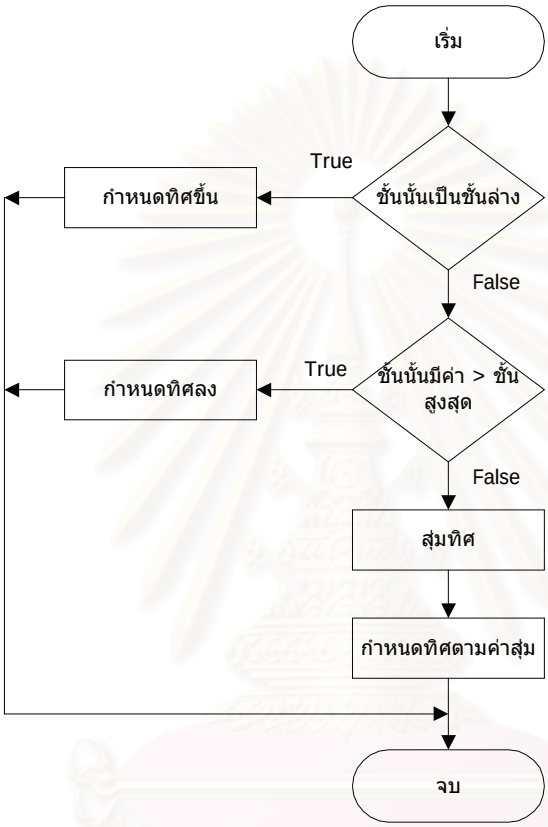
- จากภาพนับจำนวนชั้นที่มีคนได้ 2 ชั้น เก็บค่าที่นับได้ไว้ที่ตัวแปร C
- จากนั้นนำค่า C มาสุ่มหาว่าจะได้ชั้นใด
- ถ้าได้ค่า C = 2 ก็ให้วน Loop ตรวจดูว่า C = 2 จะตรงกับชั้นที่เท่าไรของอาคารโดยตัวแปรที่กำหนด Loop คือจำนวนชั้นทั้งหมดของอาคาร โดยเริ่มนับว่าชั้นใดที่มีคนให้เพิ่มค่าการนับค่า RC
- แล้วตรวจผ่านเงื่อนไขว่าถ้า C = RC แล้วเมื่อพบให้เก็บค่า I ไว้ และออกจาก Loop ซึ่งจะแสดงเลขที่ชั้นที่สุ่มได้ ผ่านตัวแปร Landcall

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 4.6 แสดงผังการทำงานในส่วนการสุ่มตำแหน่งชั้น Hall call

4.3.3. **การกำหนดทิศ** เมื่อผู้ใช้ลิฟต์กดเลือกทิศทางที่ต้องการเดินทางจากชั้น Hallcall โดยการสุ่มหาทิศว่าจะขึ้นหรือลง โดยตรวจสอบว่า ถ้าชั้น Hallcall ที่เรียกเป็นชั้นล่างสุดให้กำหนดทิศทางของ Hallcall ให้มีทิศขึ้น ถ้า Hallcall ที่เรียกเป็นชั้นบนสุดของอาคารบังคับให้ทิศทางที่เดินทางเป็นทิศลง แต่ถ้า Hallcall อยู่ในชั้นใดชั้นหนึ่งที่อยู่ระหว่างชั้นบนและชั้นล่างสุด ก็ให้สุ่มทิศทางผ่านตัวแปรที่มีชนิดข้อมูลเป็นจำนวนเต็ม โดยกำหนดเลข 1 เป็นการกำหนดทิศขึ้น และเลข 2 เป็นการกำหนดทิศลง



ภาพที่ 4.7 แสดงผังการทำงานในส่วนการกำหนดทิศ Hall call

4.3.4. **กำหนดการหาค่า FS ตามเงื่อนไขต่าง ๆ** ผ่าน Function: ChkCarcall โดยส่งค่าพารามิเตอร์ทิศการเดินทางของลิฟต์, ทิศทางของ Hall call, ตำแหน่งของลิฟต์ทุกตัว, ตำแหน่งของ Hall call ที่กำหนดไว้ โดยวน Loop เช็คเพื่อหาค่า Fs ของ ลิฟต์ทุกตัว เพื่อนำค่า FS ของลิฟต์แต่ละตัวมาเปรียบเทียบเพื่อเลือก ลิฟต์ตัวที่จะไปยังชั้น Hall call

- โดยตัวที่กำหนด Loop คือจำนวนลิฟต์ทั้งหมดของอาคาร
- ตัวกำหนดเงื่อนไขกรณีต่างๆ กำหนดจากทิศทางของลิฟต์และทิศทางของ Hall call แล้วจึงพิจารณาต่อไปยังตำแหน่งชั้นที่ลิฟต์จอดและชั้นที่เรียก Hall call เรียก ซึ่งมีผลทำให้ได้ค่า FS ที่ต่างกันตามกรณีที่ต่างกัน

- จากนั้นจึงส่งค่าพารามิเตอร์กำหนดตำแหน่งและจำนวนชั้นทั้งหมดผ่านไปทำงานใน Sub และ Function เพื่อหาค่า FS โดยคำนวณจากการหาค่าระยะห่างระหว่างชั้นที่ลิฟต์แต่ละตัวจอดอยู่กับค่าตำแหน่งชั้นที่เรียก Hall call แล้วจึงนำมาคำนวณตามสูตรการหาค่า FS ที่แตกต่างกันตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้
- แล้วเก็บค่า FS ของลิฟต์แต่ละตัวไว้ในตัวแปร FS_C ของ Class : Lift สำหรับหลักการและเงื่อนไขในการกำหนดค่า FS ของลิฟต์แต่ละตัว ซึ่งได้กล่าวไว้แล้วในบทที่ 2 (ได้แสดงผังการทำงานไว้ในภาพที่ 4.8)

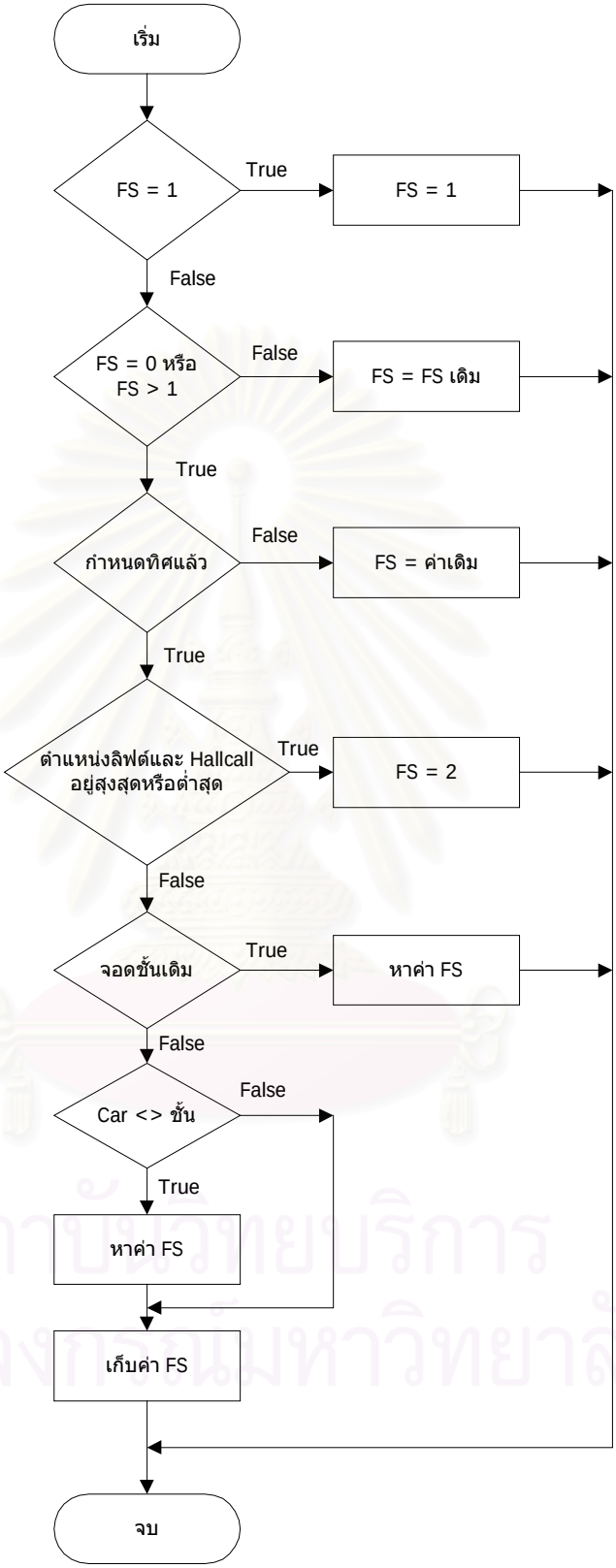
จากนั้นนำค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ข้างต้นมากำหนดและส่งค่าไปยัง Sub Program ส่วนควบคุมตำแหน่งและการเคลื่อนที่ของลิฟต์ ซึ่งมีค่าพารามิเตอร์ดังนี้

- ตำแหน่งชั้น Hallcall
- ทิศของ Hallcall
- ลิฟต์ตัวที่ถูกเลือก
- **ค่า FS สูงสุดของลิฟต์ตัวที่ถูกเลือก** (ได้แสดงผังการทำงานไว้ในภาพที่ 4.9)
- ตำแหน่งชั้นที่ลิฟต์ตัวที่ถูกเลือกจอดอยู่

ส่วนการกำหนดตำแหน่งให้ลิฟต์ กำหนด Action ของการกระทำของลิฟต์ ผ่านค่า mc เพื่อส่งค่าไปที่ Sub: MoveLand ใน Class : Lift ซึ่งควบคุมการเคลื่อนที่ของภาพ

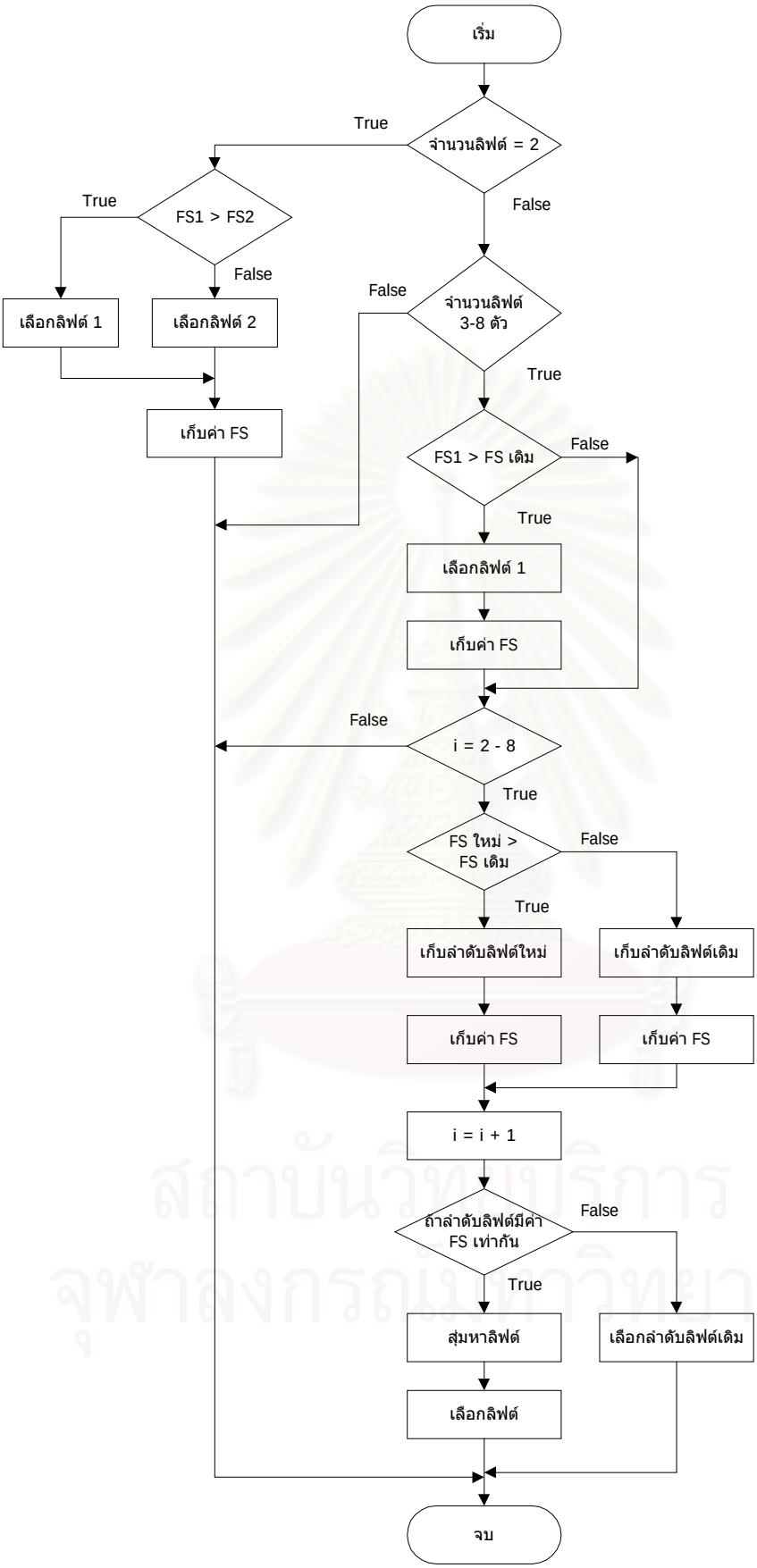
กำหนดจุดเริ่มต้นของลิฟต์ตัวที่ถูกเลือก (ตำแหน่งที่ Car จอดอยู่) โดยเก็บค่าตำแหน่งให้กับตัวแปรที่เก็บตำแหน่งชั้นที่ลิฟต์กำลังจอดอยู่ ใน Class : Lift ตามจำนวนลิฟต์ทั้งหมด จากนั้นจึงทำการเคลื่อนลิฟต์ผ่านฟังก์ชัน MoveLand ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมการเคลื่อนที่ลิฟต์ไปยังตำแหน่งชั้น Hall call ที่กำหนดไว้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 4.8 แสดงผังการทำงานในส่วนการหาค่า FS

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

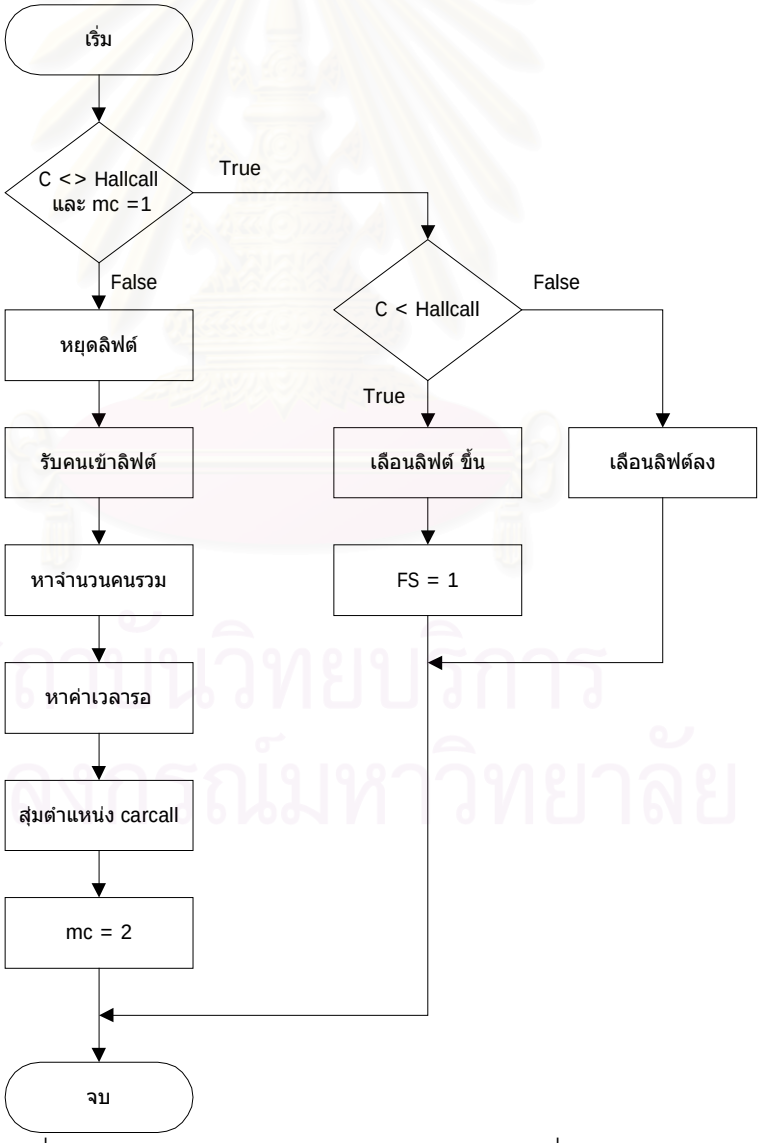


ภาพที่ 4.9 แสดงผังการทำงานในส่วนการเลือกลิฟต์เพื่อให้บริการ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.3.5. **ส่วนควบคุมการเคลื่อนที่ลิฟต์ไปยังชั้น** Hall call (Sub : MoveLand) เป็นส่วนที่กำหนดการเคลื่อนที่ลิฟต์จากตำแหน่งปัจจุบันที่ลิฟต์จอดอยู่เพื่อเดินทางไปรับผู้โดยสารที่เรียกใช้บริการลิฟต์ในชั้น Hall call ที่กำหนด ส่วนการควบคุมนี้มีรายละเอียดและลำดับการทำงาน ดังนี้

1. การทำงานคือ ตรวจสอบเงื่อนไขจากตำแหน่ง Car และตำแหน่งปลายทาง
   - ถ้าตำแหน่งปลายทางมีค่ามากกว่าตำแหน่ง Car ให้ลิฟต์แสดงภาพในทิศทางขึ้น
   - ถ้าตำแหน่งปลายทางมีค่าน้อยกว่าตำแหน่ง Car ให้ลิฟต์แสดงภาพในทิศทางลง
2. เมื่อเคลื่อนที่ถึงตำแหน่งปลายทางแล้วให้รับคนเข้าลิฟต์ หาจำนวนคนที่เหลือในแต่ละชั้นและหาจำนวนคนที่เหลือทั้งหมดภายในอาคาร
3. คำนวณเวลาในการเคลื่อนที่ลิฟต์และเวลาที่ใช้ในการขนถ่ายคนเข้าลิฟต์

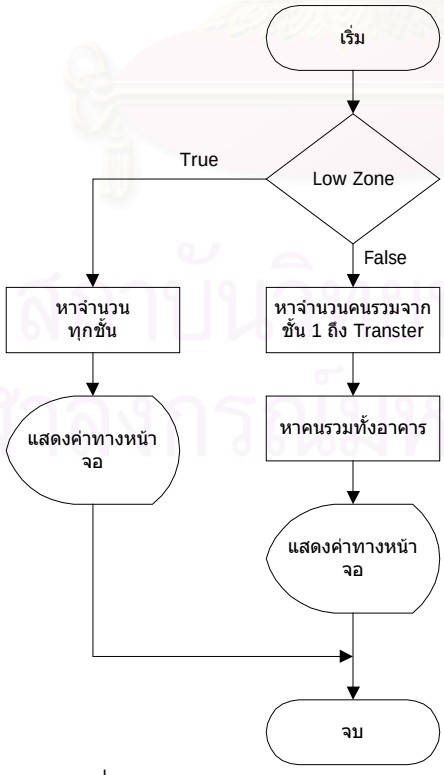


ภาพที่ 4.10 แสดงผังการทำงานในส่วนควบคุมการเคลื่อนลิฟต์ไปยัง Hall call

4.3.6. **ตรวจสอบและคำนวณจำนวนคนที่เหลือในแต่ละชั้นอาคาร** และหาจำนวนคนที่เหลือทั้งหมดในอาคาร เพื่อจะกำหนดให้โปรแกรมหยุดการทำงาน

- การคำนวณหาจำนวนคนของชั้น Hall call นั้น โดยตรวจสอบจากตัวแปร Array ที่เก็บจำนวนคนในชั้น Hall call โดยหาจากผลต่างระหว่างจำนวนคนในชั้น Hall call และจำนวนคนภายในลิฟต์ (ความจุของลิฟต์)
- ผ่านการตรวจสอบเงื่อนไข ถ้าจำนวนคนในชั้นยังมีมากกว่าความจุของลิฟต์ให้หาผลต่างและคำนวณจำนวนคนที่เหลือในชั้น Hall call จากนั้นแสดงจำนวนคนที่เหลือใน Hall call และนำค่าจำนวนคนที่เข้าลิฟต์เก็บไว้ในตัวแปร เพื่อนำมาหา Transfer Time หรือเวลาที่ใช้ในการถ่ายเทคนเข้าออกจากลิฟต์ โดยคำนวณจากการหาผลคูณของจำนวนคนที่เข้าลิฟต์กับเวลาเดินเข้าเฉลี่ยต่อ 1 คน
- หาผล RTT ต่อ 1 ช่วงการเคลื่อนที่ โดยคำนวณจากผลรวมของค่าเวลาหยุดรอรับคน (Transfer Time) และเวลาที่ลิฟต์ใช้เคลื่อนที่ในแต่ละครั้ง (RunTime) ของลิฟต์
- หาจำนวนคนที่เหลือทั้งหมดในอาคาร โดยวน Loop เพื่อหาผลรวมของจำนวนคนในแต่ละชั้นจนครบทุกชั้นในอาคาร จากนั้นแสดงผลจำนวนคนทั้งหมดเพื่อเป็นการตรวจสอบว่าโปรแกรมจะหยุดการทำงานเมื่อไร

เมื่อจบการเคลื่อนที่ในส่วน Hallcall แล้วให้ส่งค่าพารามิเตอร์ ที่กำหนดตำแหน่งของ Hall call และทิศของ Hall call ให้กับตัวแปรกำหนดทิศทางและตำแหน่งของลิฟต์ตัวที่ถูกเลือกให้ไปรับ Hall call



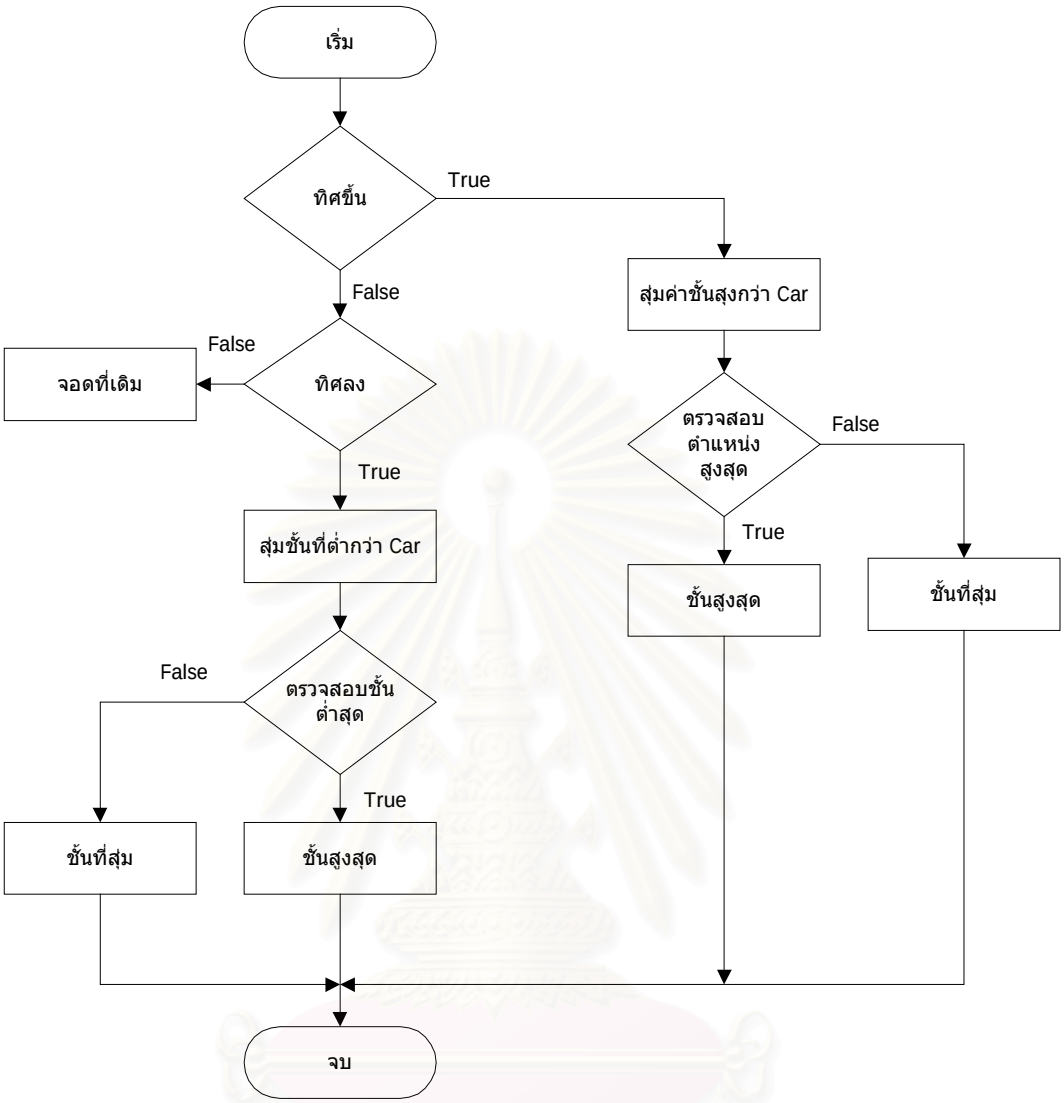
ภาพที่ 4.11 แสดงผังการทำงานในส่วนตรวจสอบจำนวนคนในอาคาร

4.3.7. การสุ่มชั้นที่จะเดินทางไปส่งคนที่ Carcall โดยการกำหนด Car call เป็นการกำหนดให้ลิฟต์ไปส่งที่ชั้นของอาคารที่สูงหรือต่ำกว่าชั้น Hall call โดยผู้โดยสารลิฟต์จะกดปุ่มระบุเลขชั้นที่ต้องการไปที่บริเวณแผงควบคุมภายในลิฟต์ ซึ่งจะต้องมีทิศทางเดียวกันกับทิศทางที่ลิฟต์เดินทางอยู่ที่กำหนดทิศจาก Hall call มีขั้นตอนการทำงานดังนี้

1. กำหนดทิศทางการเดินทางของลิฟต์ ซึ่งเกิดจากการส่งผ่านค่าพารามิเตอร์กำหนดทิศมาจาก Hall call
2. กำหนดชั้น Car call ด้วยการส่งผ่าน Function : randCarcall ใน Class : Lift โดยรับค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ เพื่อพิจารณาเงื่อนไขการสุ่มตำแหน่งชั้น คือ ค่าพารามิเตอร์ทิศ, ตำแหน่ง, กลุ่มลิฟต์
3. ตรวจสอบเงื่อนไขทิศ ดังนี้
   3.1 ถ้าทิศการเดินทางมีทิศขึ้น
      - ให้สุ่มตำแหน่งชั้น Car call ที่อยู่สูงกว่าตำแหน่งที่ลิฟต์จอดอยู่
      - จากนั้นพิจารณาผลการสุ่มตำแหน่ง Car call
         - ถ้าตำแหน่ง Car call ที่ได้มีค่ามากกว่าตำแหน่งชั้นสูงสุดของอาคาร ให้กำหนดชั้นสูงสุดของอาคารแทนตำแหน่ง Car call เดิมที่สุ่มตำแหน่งได้
         - ถ้าตำแหน่ง Car call มีค่าไม่เกินตำแหน่งชั้นสูงสุดของอาคาร ให้ส่งค่าตำแหน่ง Car call นั้นเป็นคำตอบของฟังก์ชัน

   3.2 ถ้าทิศทางการเดินทางมีทิศลง
      - ให้สุ่มตำแหน่งชั้น Car call ที่มีตำแหน่งต่ำกว่าตำแหน่งชั้นที่ลิฟต์จอดอยู่
      - จากนั้นพิจารณาผลการสุ่มตำแหน่ง Car call
         - ถ้าตำแหน่ง Car call ที่ได้มีค่าน้อยกว่าตำแหน่งชั้นล่างสุดของอาคาร ให้กำหนดชั้นต่ำสุดของอาคารแทนตำแหน่ง Car call เดิมที่สุ่มได้
         - ถ้าตำแหน่ง Car call มีค่าไม่ต่ำกว่าตำแหน่งชั้นล่างสุดของอาคารให้ส่งค่าตำแหน่ง Car call นั้น เป็นคำตอบของฟังก์ชัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

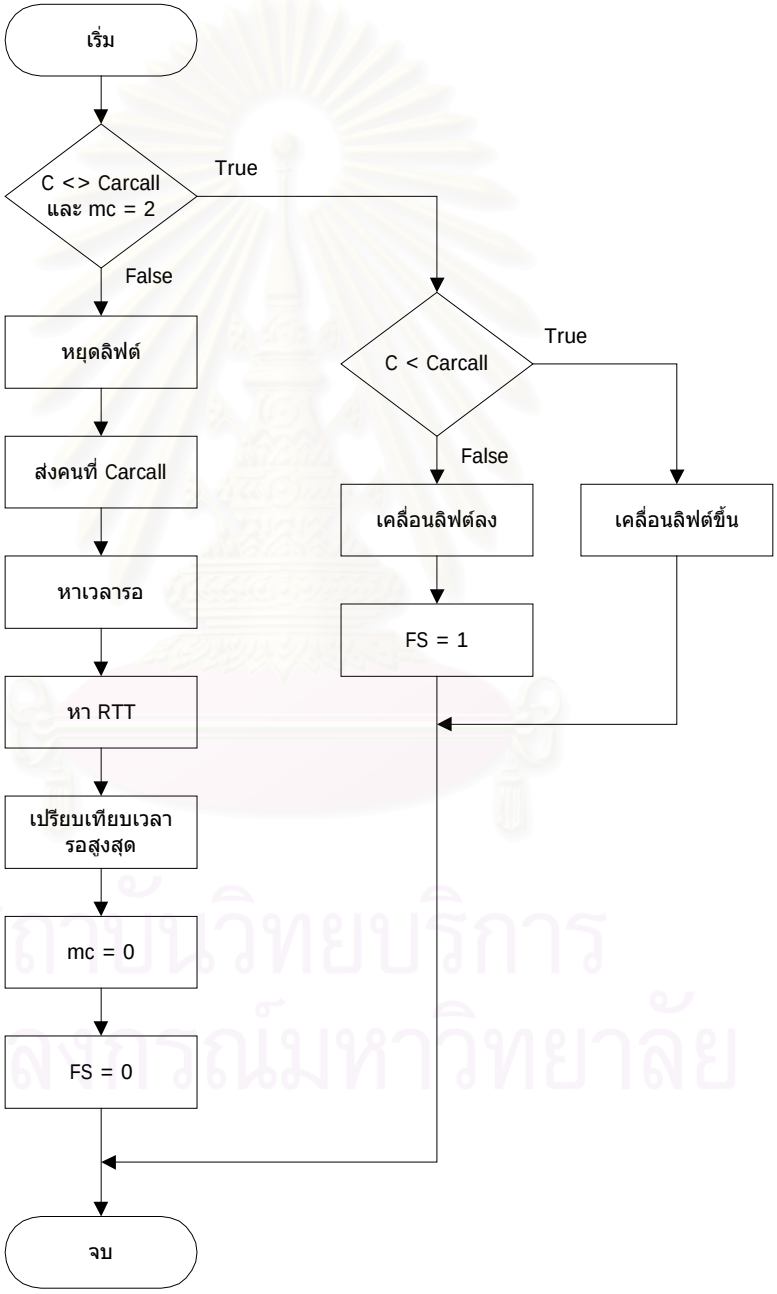


ภาพที่ 4.12 แสดงการสุ่มชั้น Carcall เพื่อส่งผู้โดยสาร

4.3.8 **ส่วนควบคุมการเคลื่อนที่ลิฟต์ไปยังชั้น** Car call (Sub : MoveCall) เป็นส่วนที่กำหนดการเคลื่อนที่ลิฟต์จากตำแหน่งปัจจุบันที่ลิฟต์จอดอยู่เพื่อเดินทางไปส่งผู้โดยสารที่กดเรียกชั้น Car call จากแผงควบคุมภายในห้องลิฟต์ ส่วนการควบคุมนี้มีรายละเอียดและลำดับการทำงาน ดังนี้

1. การทำงาน คือ ตรวจสอบเงื่อนไขจากตำแหน่ง Car และตำแหน่งปลายทาง
    - ถ้าตำแหน่งปลายทางมีค่ามากกว่าตำแหน่ง Car ให้ลิฟต์แสดงภาพในทิศทางขึ้น
    - ถ้าตำแหน่งปลายทางมีค่าน้อยกว่าตำแหน่ง Car ให้ลิฟต์แสดงภาพในทิศทางลง

2. เมื่อเคลื่อนที่ถึงตำแหน่งปลายทางแล้วให้ส่งคนออกจากลิฟต์
3. จากนั้นให้ตรวจสอบหาจำนวนคนที่ออกจากลิฟต์
4. บันทึกรอบการเดินทาง
5. คำนวณเวลาเดินทางและเวลาที่ใช้ขนถ่ายคนออกจากลิฟต์ เปรียบเทียบเวลารอสูงสุดโดยเปรียบเทียบจากเวลารอปัจจุบันกับเวลารอเดิม
6. บันทึกค่าเวลารอสูงสุดลงในฐานข้อมูล



ภาพที่ 4.13 แสดงผังการทำงานในส่วนควบคุมการเคลื่อนลิฟต์ไปยัง Car call

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.4 ส่วนประสานงานกับผู้ใช้

สำหรับโปรแกรมนี้ได้แบ่งส่วนประสานงานกับผู้ใช้เป็น 4 ส่วนหลัก ดังนี้

1. หน้าจอหลัก
2. หน้าจอส่วนการคำนวณเวลารอเฉลี่ยด้วยสูตรการคำนวณ
3. หน้าจอการหาเวลารอสูงสุดจากการจำลองสถานการณ์
4. หน้าจอรายงานผลการออกแบบ

แต่ละหน้าจอจะสามารถเรียกเปิดหน้าจอต่าง ๆ ผ่านเมนูดังนี้

Home - เพื่อกลับมายังหน้าจอหลัก

Cal - เพื่อเปิดหน้าจอการคำนวณเวลารอเฉลี่ยด้วยสูตรการคำนวณ

Move - เพื่อเปิดหน้าจอการหาค่าเวลารอสูงสุดจากการจำลองสถานการณ์

Data - เพื่อเปิดหน้าจอการรายงานผลการออกแบบ

End - เพื่อปิดโปรแกรม

Help - เพื่อแสดงหน้าจออธิบายวิธีการใช้งานของหน้าจอต่าง ๆ

4.5 อธิบายการทำงานส่วนประสานงาน

จากการแบ่งหน้าจอการทำงานข้างต้น สามารถอธิบายการทำงานของส่วนควบคุมต่าง ๆ ได้ดังนี้

4.5.1 **หน้าจอหลัก** เป็นส่วนควบคุมการทำงานของหน้าจอย่อย 3 หน้าจอ โดยเรียกการทำงานผ่านปุ่มทั้งสาม ตามวัตถุประสงค์การใช้งานของโปรแกรม ดังแสดงในภาพโดยแสดงหน้าจอต่าง ๆ ตามลำดับต่อไปนี้

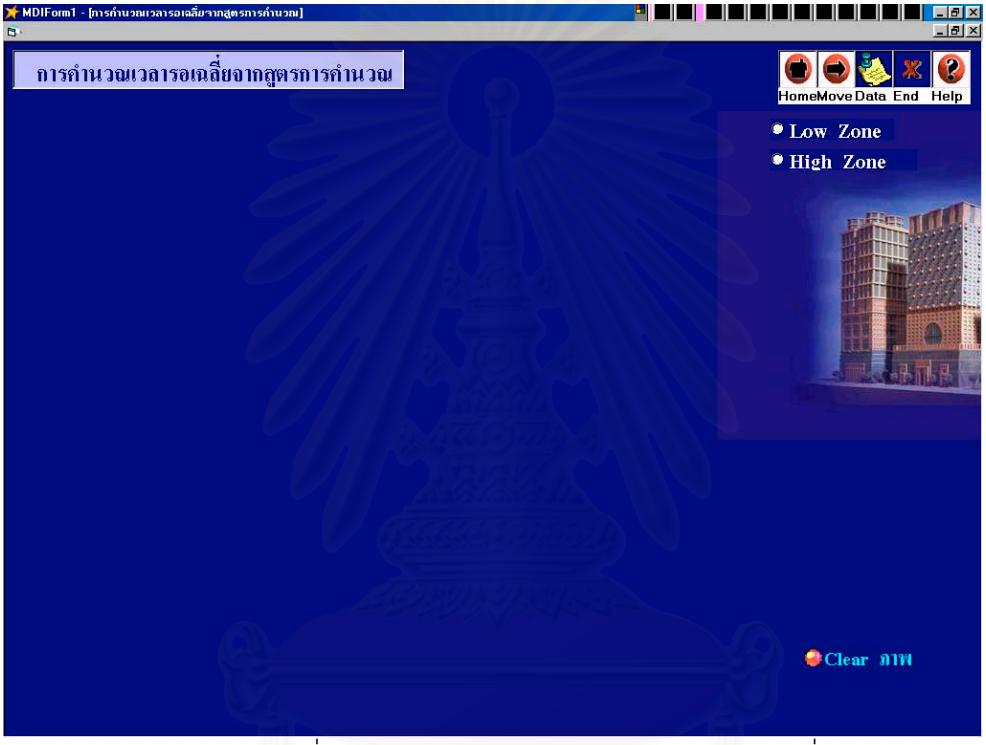
ภาพที่ 4.14 ภาพหน้าจอหลัก

4.5.2 **ส่วนการคำนวณเวลารอเฉลี่ยด้วยสูตรการคำนวณ** เพื่อออกแบบลิฟต์จากการหาค่าเวลารอเฉลี่ยที่ไม่เกินค่ามาตรฐาน

วัตถุประสงค์ - เพื่อการเรียนรู้ และออกแบบกลุ่มลิฟต์จากการหาค่าเวลารอเฉลี่ยที่อยู่ในมาตรฐานคือ 45 วินาที

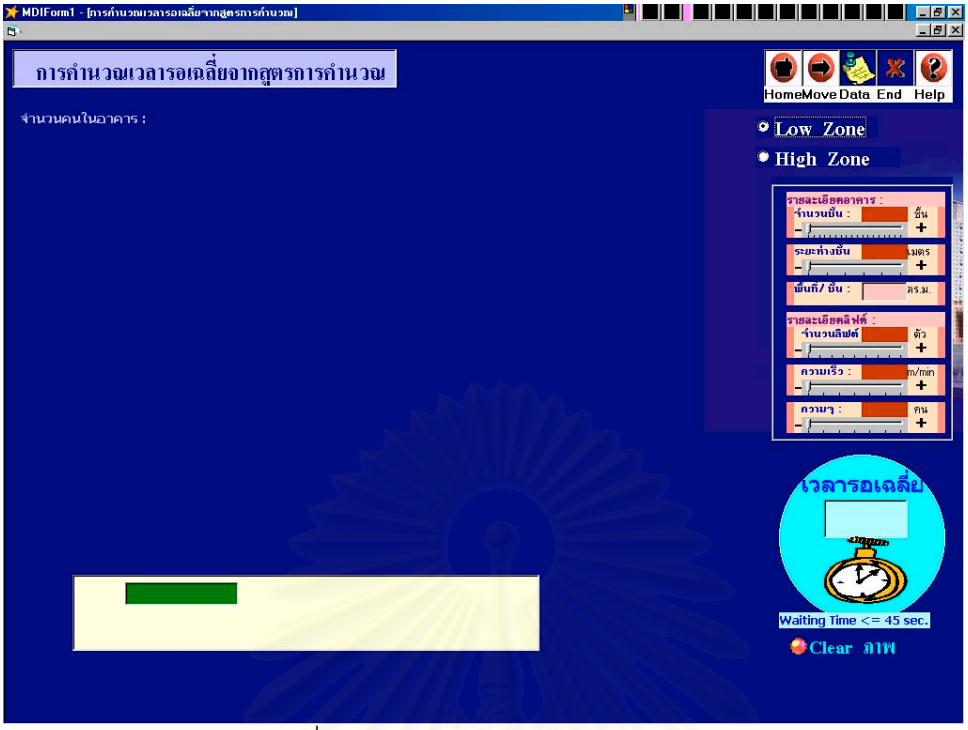
ผู้ใช้ - สำหรับผู้ที่ไม่มีความรู้ หรือพอมีความรู้ในด้านการออกแบบกลุ่มลิฟต์ เพื่อให้สามารถออกแบบกลุ่มลิฟต์ได้โดยสะดวกจากการกำหนดค่าเวลารอเฉลี่ย

การทำงาน - แสดงการทำงานตามลำดับการควบคุมดังนี้

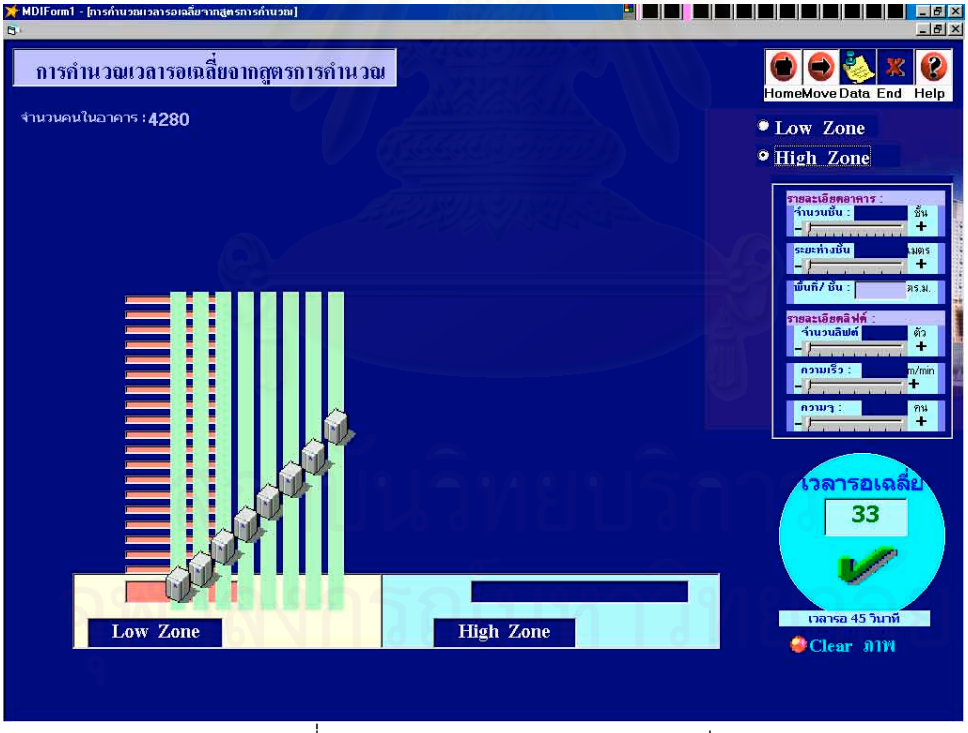


ภาพที่ 4.15 ภาพหน้าจอส่วนการคำนวณเวลารอเฉลี่ยด้วยสูตรการคำนวณ

4.5.2.1 ช่องเลือก Low Zone หรือ High Zone เพื่อกำหนดกลุ่มลิฟต์ให้มีเพียงกลุ่มเดียวหรือสองกลุ่มจากนั้นโปรแกรมจะแสดงกล่องกรอกรายละเอียดในการออกแบบลิฟต์ ดังภาพข้างล่าง



ภาพที่ 4.16 ภาพแสดงกล่องกรอกรายละเอียดส่วน Low Zone

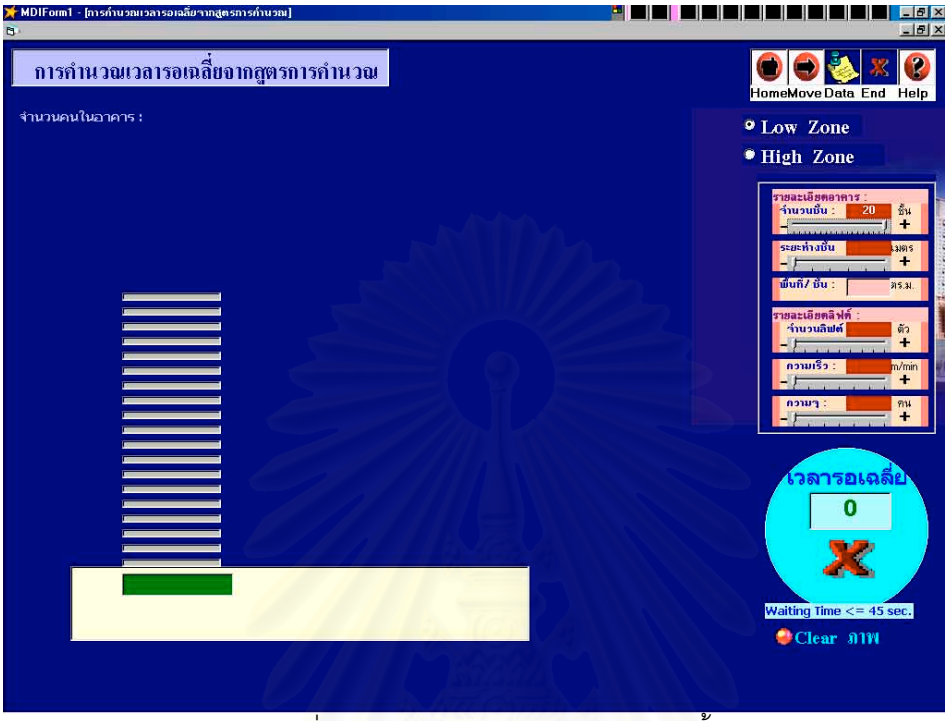


ภาพที่ 4.17 ภาพแสดงกล่องกรอกรายละเอียดส่วน High Zone

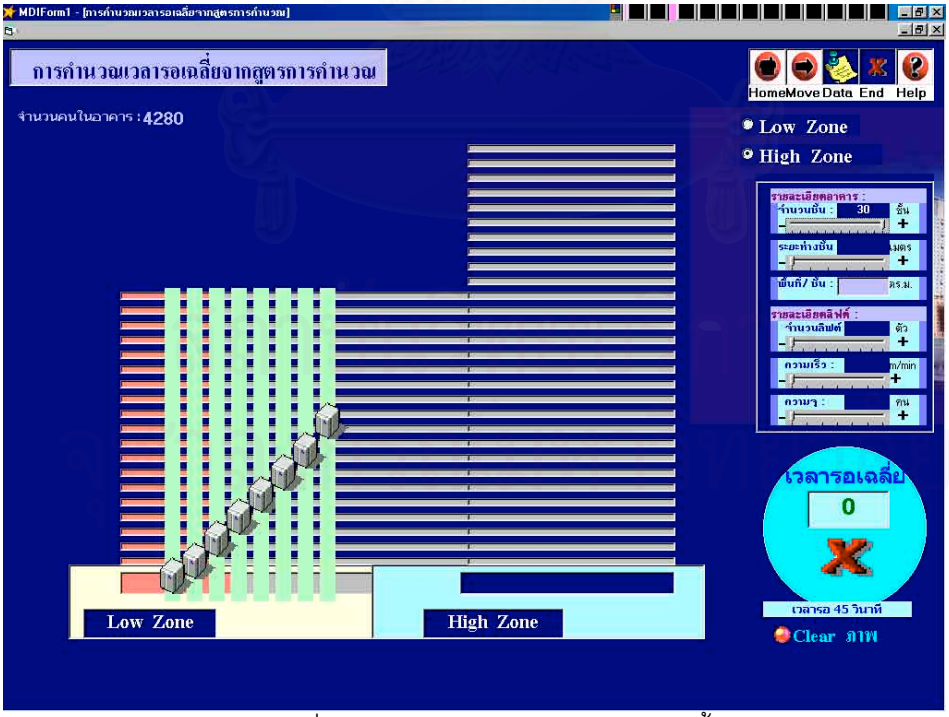
4.5.2.2 ปรับรายละเอียดอาคารและลิฟต์ โดยการปรับรายละเอียดต่าง ๆ ผ่านแถบสไลด์ และเมื่อปรับค่าพารามิเตอร์แล้วโปรแกรมจะแสดงภาพเพื่อให้เห็นผลของการปรับเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์นั้น ๆ ดังภาพ

1. ปรับรายละเอียดอาคาร

- ปรับจำนวนชั้นอาคาร ภาพจะแสดงจำนวนชั้นอาคารที่เพิ่มขึ้นและลดลงตามการปรับค่าพารามิเตอร์ผ่านแถบสไลด์



ภาพที่ 4.18 ภาพแสดงผลการปรับจำนวนชั้นอาคารส่วน Low Zone



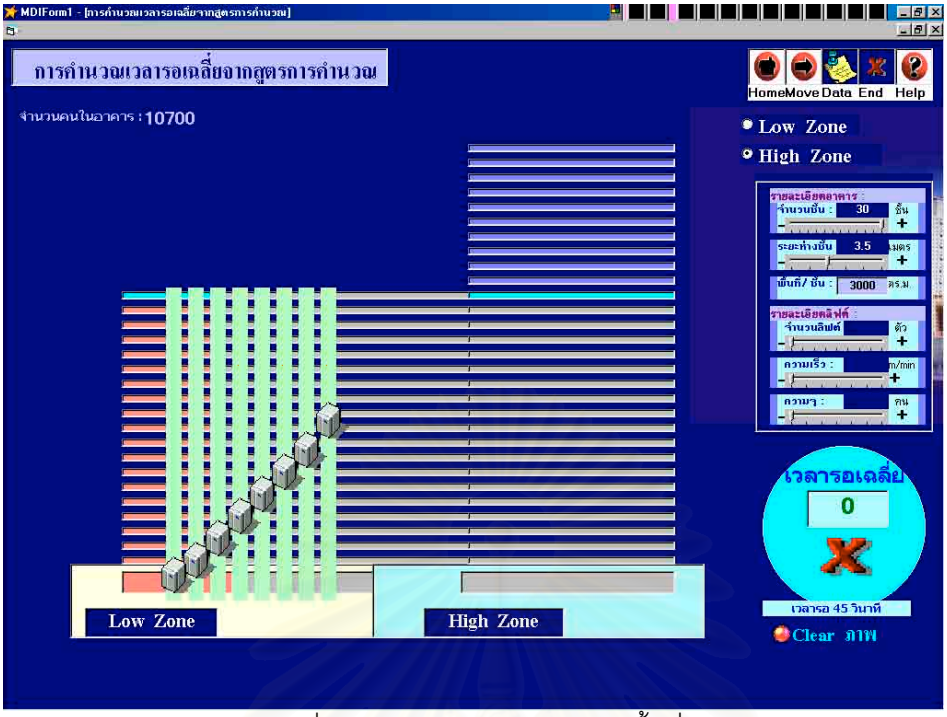
ภาพที่ 4.19 ภาพแสดงผลการปรับจำนวนชั้นอาคารส่วน High Zone

- <u>ปรับระยะห่างระหว่างชั้น</u> โปรแกรมจะนำค่าพารามิเตอร์ ไปคำนวณหาความสูงของอาคารเพื่อกำหนดความสูงของ Core ลิฟต์ รวมถึงนำค่าพารามิเตอร์ที่กำหนดไปเก็บยังตัวแปรต่าง ๆ เพื่อทำการคำนวณค่าเวลารอเฉลี่ย

- <u>กรอกพื้นที่อาคารต่อชั้น</u> เพื่อนำค่าพารามิเตอร์ไปคำนวณหาจำนวนคนที่เรียกใช้ลิฟต์ในอาคาร เพื่อนำไปหาค่าเวลารอเฉลี่ย และถ้าชั้นใดมีคนจะแสดงสีลงไปยังชั้นอาคารต่าง ๆ

ภาพที่ 4.20 ภาพแสดงผลการกรอกพื้นที่อาคารส่วน Low Zone

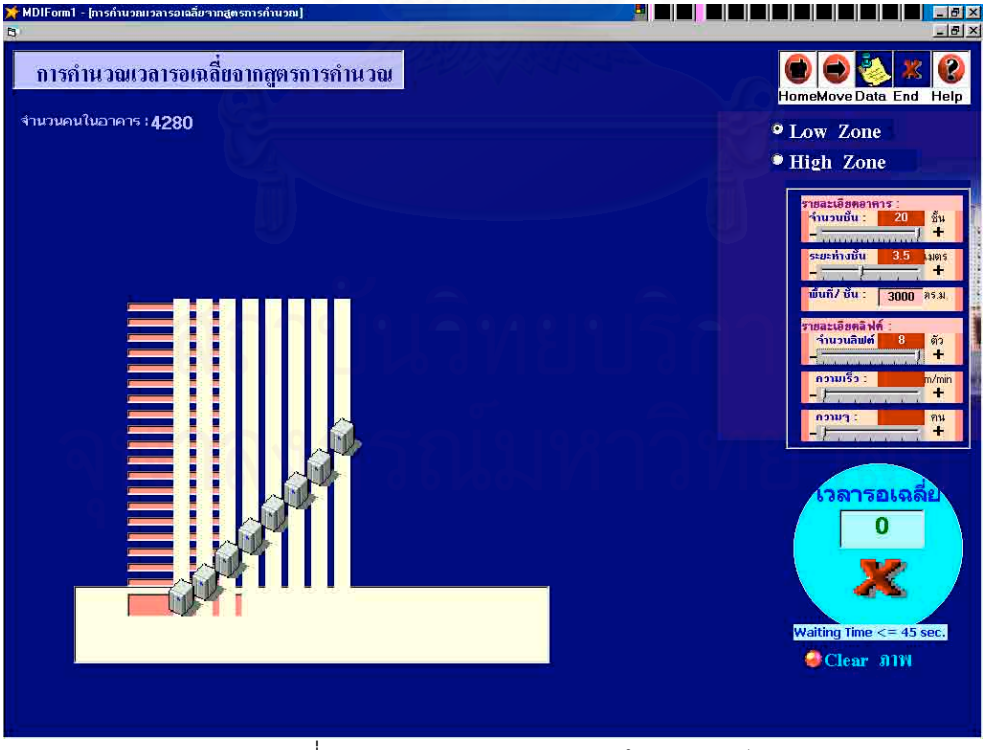
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



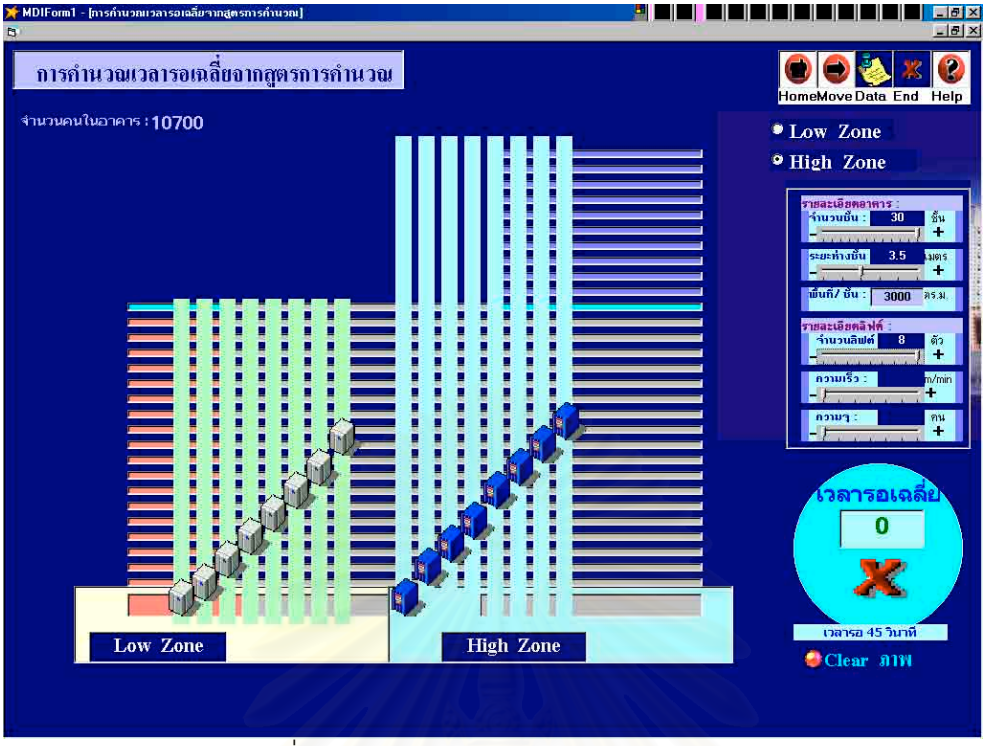
ภาพที่ 4.21 ภาพแสดงผลการกรอกพื้นที่อาคารส่วน High Zone

2. <u>ปรับรายละเอียดลิฟต์</u>

- <u>ปรับจำนวนลิฟต์</u> โดยภาพจะแสดงจำนวนลิฟต์ที่เพิ่มขึ้นและลดลงตามการปรับค่าพารามิเตอร์จำนวนลิฟต์

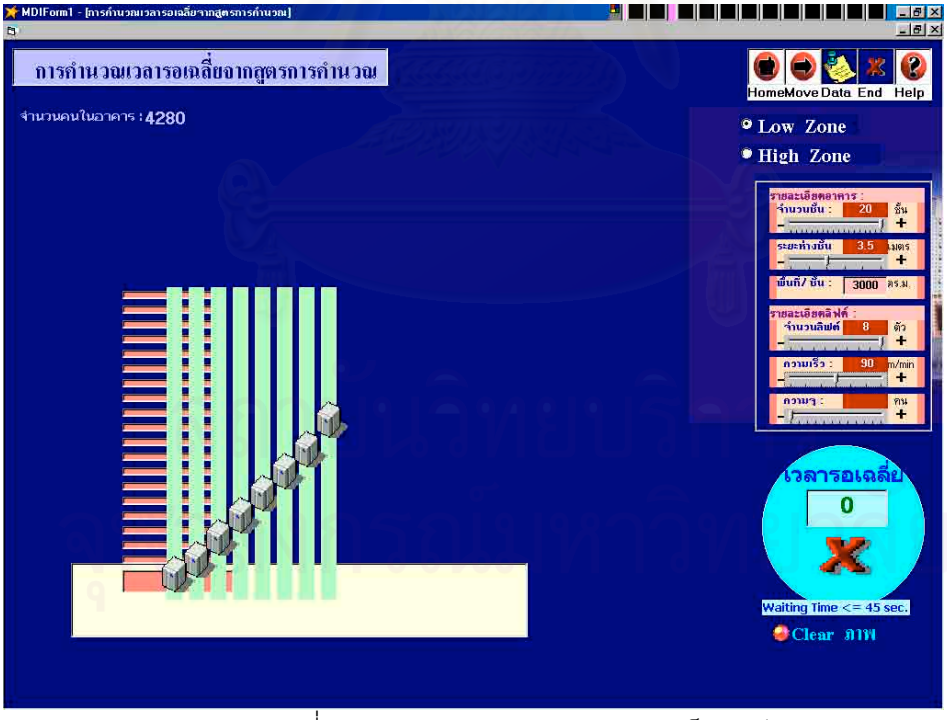


ภาพที่ 4.22 ภาพแสดงผลการปรับจำนวนลิฟต์ส่วน Low Zone

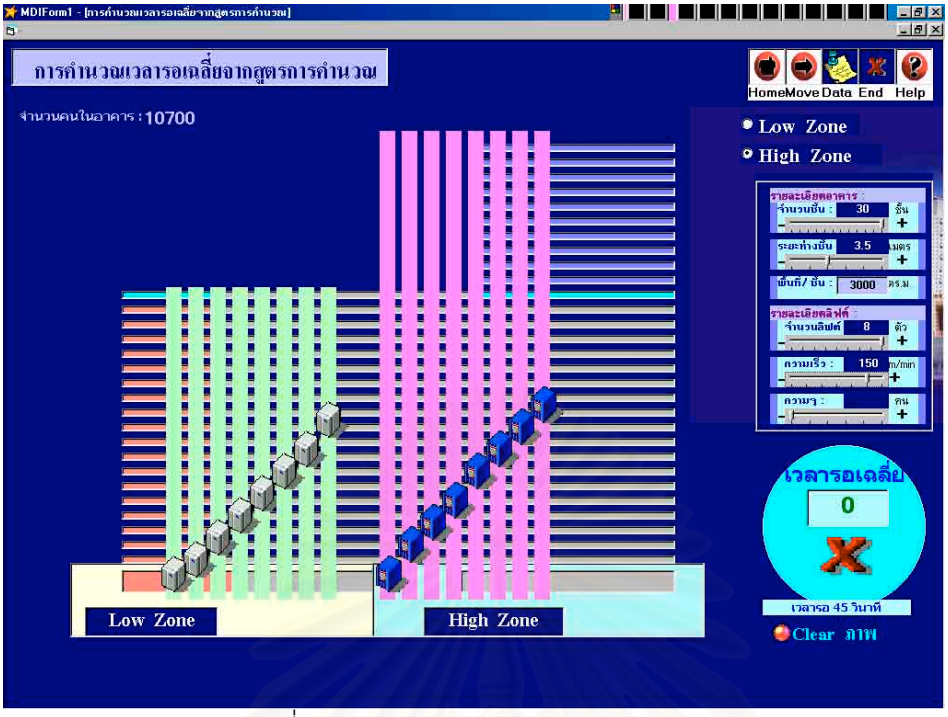


ภาพที่ 4.23 ภาพแสดงผลการปรับจำนวนลิฟต์ส่วน High Zone

- ปรับความเร็วลิฟต์ โดยภาพจะแสดงสีของ Core ลิฟต์ตามค่าความเร็วที่เปลี่ยนแปลงไป

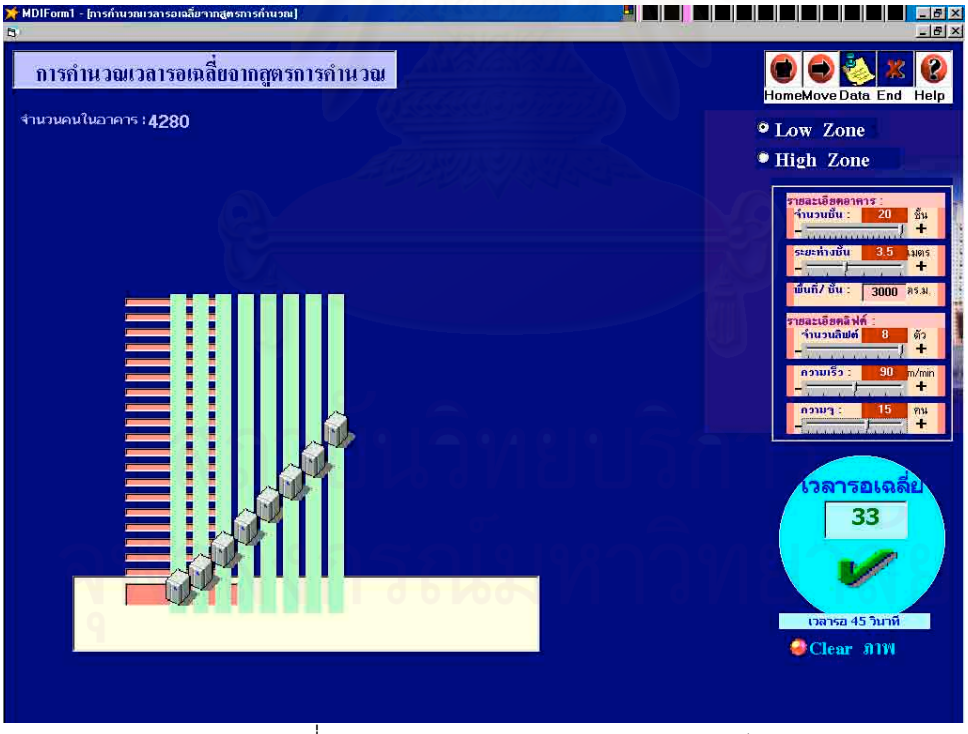


ภาพที่ 4.24 ภาพแสดงผลการปรับความเร็วลิฟต์ส่วน Low Zone

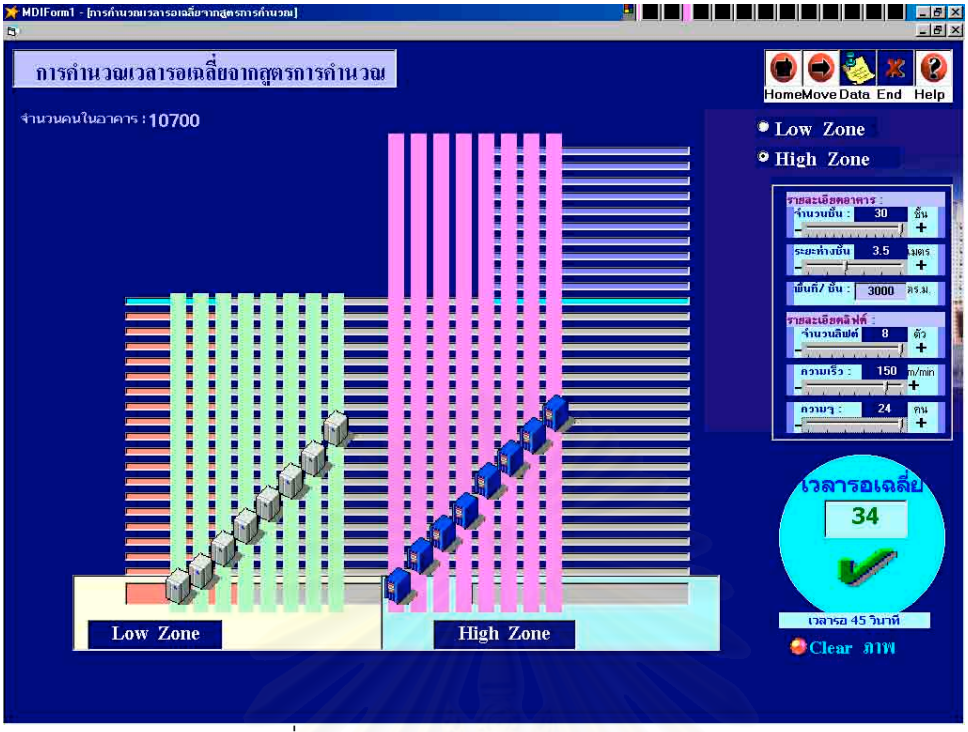


ภาพที่ 4.25 ภาพแสดงผลการปรับความเร็วลิฟต์ส่วน High Zone

- <u>ปรับความจุลิฟต์</u> ซึ่งค่าความจุลิฟต์จะแปรผันตามค่าความเร็วลิฟต์ที่เปลี่ยนแปลงไป



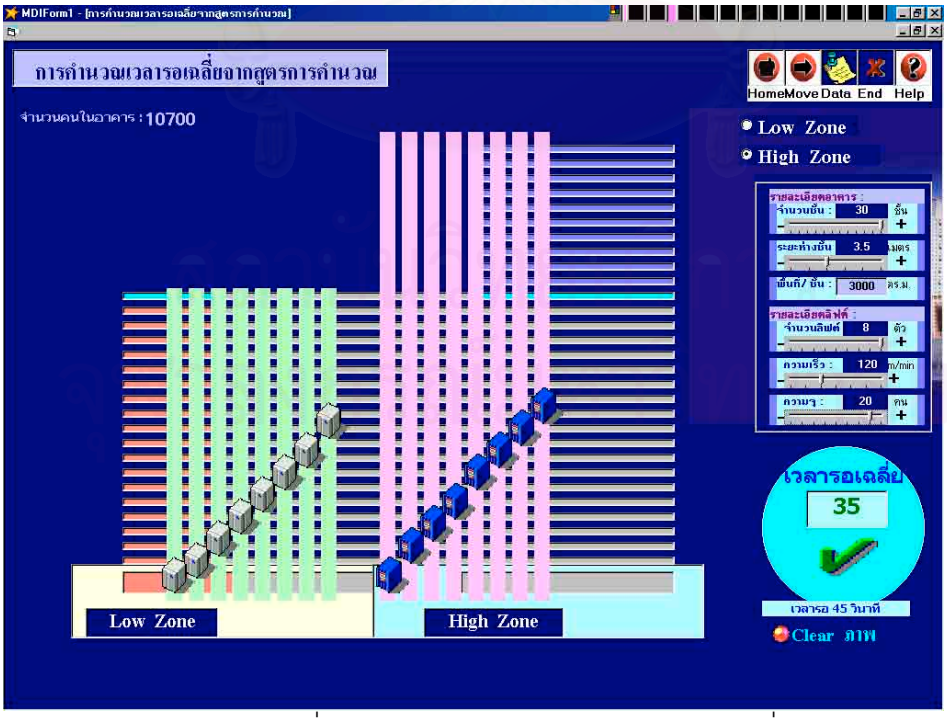
ภาพที่ 4.26 ภาพแสดงผลการปรับความจุลิฟต์ส่วน Low Zone



ภาพที่ 4.27 ภาพแสดงผลการปรับความจุลิฟต์ส่วน High Zone

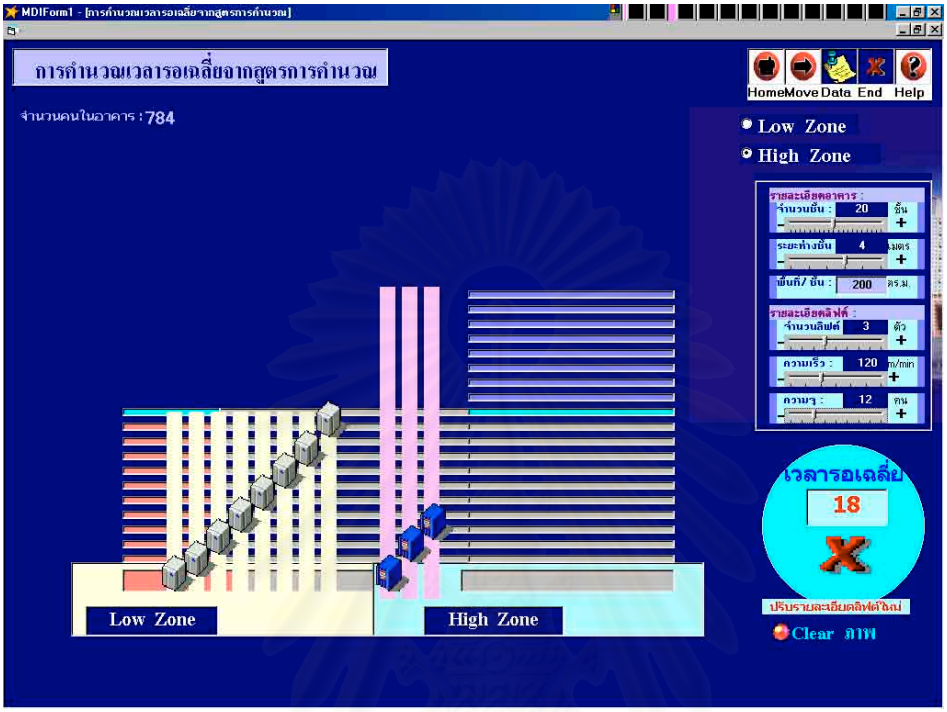
4.5.2.3 คำนวณเวลารอเฉลี่ย โปรแกรมจะคำนวณเวลารอเฉลี่ยทุกครั้งทันทีที่มีการปรับค่าพารามิเตอร์ต่างๆ แบบ Real Time โดยแสดงผลเวลารอเฉลี่ยที่คำนวณได้ในทุกครั้ง พร้อมแสดงเครื่องหมายถูกและผิดตามการพิจารณาเงื่อนไขที่กำหนด

- ถ้าเวลารอเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ 45 วินาที ตัวเลขจะเป็นสีเขียว และเครื่องหมายถูก

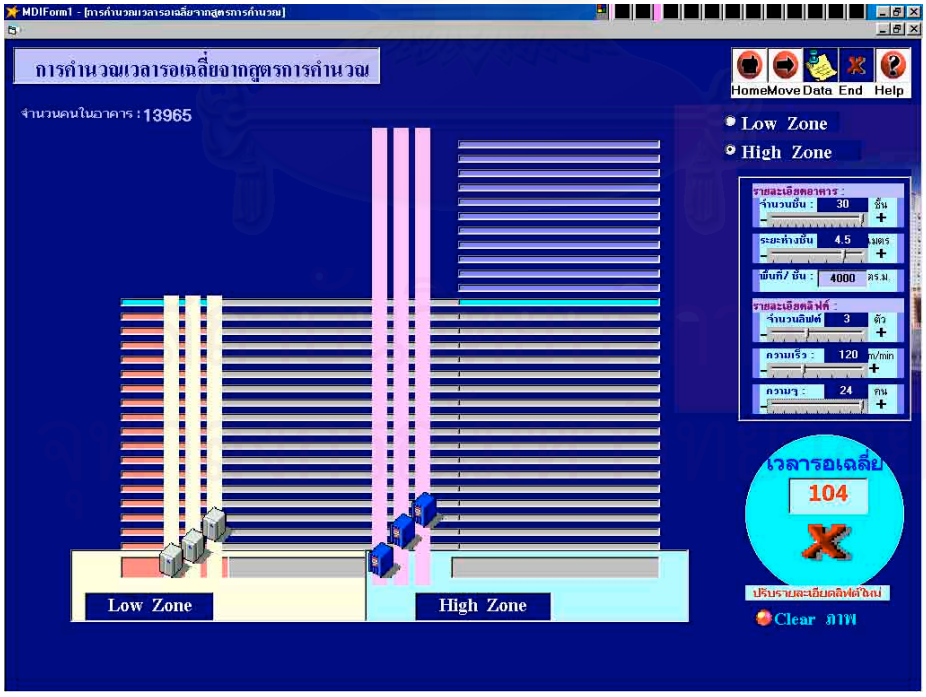


ภาพที่ 4.28 ภาพแสดงผลการคำนวณเวลารอเฉลี่ยตามเกณฑ์

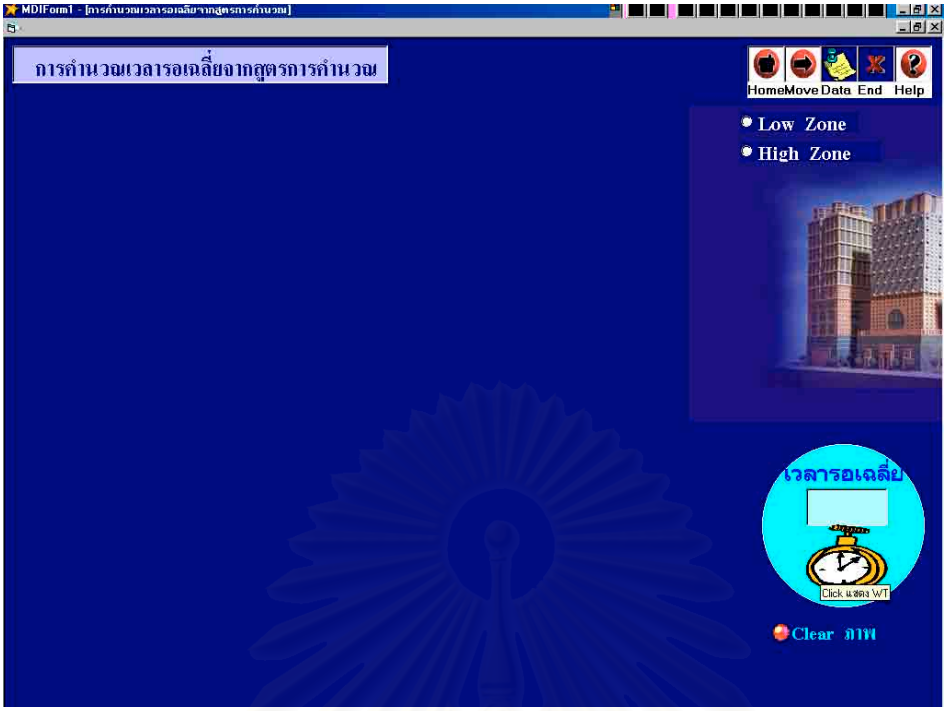
- ถ้าเวลารอเฉลี่ยต่ำกว่าเกณฑ์ที่ควรจะเป็นหรือสูงกว่าเกณฑ์ 45 วินาที ตัวเลขจะเป็นสีแดง และเครื่องหมายกากบาทจะปรากฏขึ้นพร้อมกับคำเตือนให้ทำการปรับค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ใหม่



ภาพที่ 4.29 ภาพแสดงผลการคำนวณเวลารอเฉลี่ยที่ต่ำกว่าเกณฑ์



ภาพที่ 4.30 ภาพแสดงผลการคำนวณเวลารอเฉลี่ยที่สูงกว่าเกณฑ์



ภาพที่ 4.31 ภาพแสดงผลการ Clear ภาพหน้าจอการคำนวณเวลารอเฉลี่ย

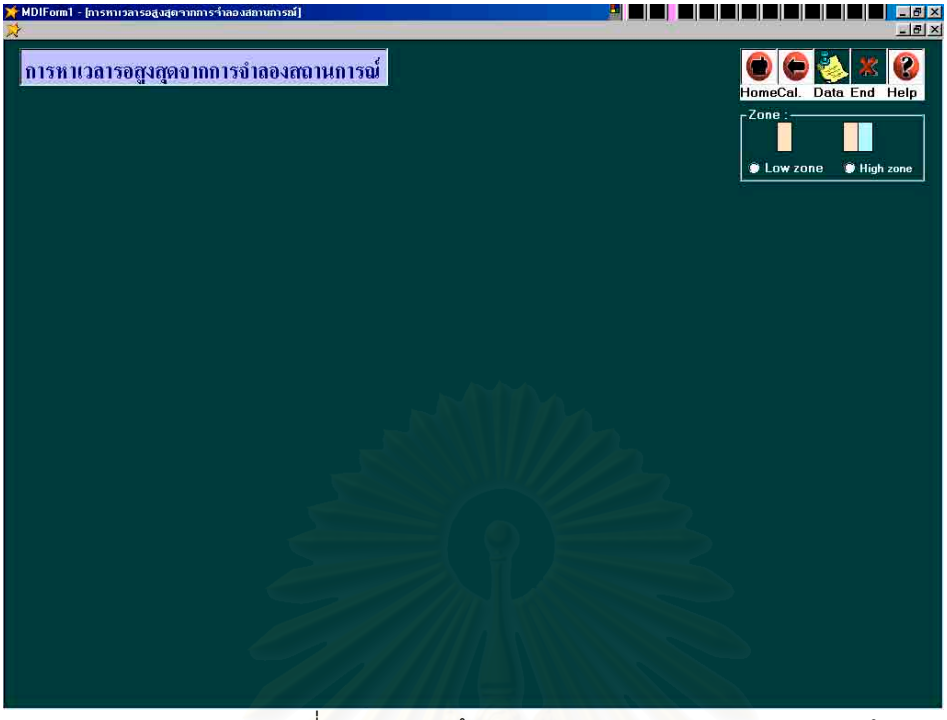
4.5.3 **ส่วนการหาเวลารอสูงสุดจากการจำลองสถานการณ์** เพื่อช่วยประกอบการพิจารณาตัดสินใจในการปรับเปลี่ยนรายละเอียดการออกแบบที่กำหนดไว้ โดยพิจารณาจากค่าเวลารอสูงสุดจากการจำลองสถานการณ์ในแต่ละครั้ง

วัตถุประสงค์ - เพื่อประกอบการพิจารณาปรับรายละเอียดลิฟต์ จากค่าเวลารอสูงสุด

ผู้ใช้ - สถาปนิก ผู้ที่มีความรู้ในการออกแบบกลุ่มลิฟต์

การทำงาน - แสดงการทำงานตามลำดับการควบคุมดังนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 4.32 ภาพหน้าจอส่วนการหาเวลารอสูงสุดจากการจำลองสถานการณ์

4.5.3.1 กรอบเลือก Low Zone หรือ High Zone เพื่อกำหนดกลุ่มลิฟต์ และเพื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์ในการสั่งการให้จำลองสถานการณ์ได้ตรงกับกลุ่มโซนที่กำหนดไว้

ภาพที่ 4.33 ภาพแสดงการเลือกโซนลิฟต์

4.5.3.2 ปรับรายละเอียดอาคารและลิฟต์ โดยการปรับรายละเอียดผ่านการเลือกปุ่ม Low Zone หรือ High Zone และเพื่อให้สามารถกลับมาดูรายละเอียดที่กำหนดไว้ขณะที่ทำการจำลองภาพการเคลื่อนที่ได้ด้วย

ภาพที่ 4.34 ภาพแสดงกรอบรายละเอียดส่วน Low Zone

ภาพที่ 4.35 ภาพแสดงกรอบรายละเอียดส่วน High Zone

4.5.3.3 ปุ่ม Low Zone หรือ High Zone เมื่อคลิกปุ่ม โปรแกรมจะแสดงกล่องกรอกรายละเอียดในการออกแบบลิฟต์ในกลุ่ม Low Zone หรือ High Zone โดยแสดงแถบสไลด์สำหรับปรับค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ดังนี้

1.1 แถบสไลด์ปรับค่าจำนวนชั้นอาคาร

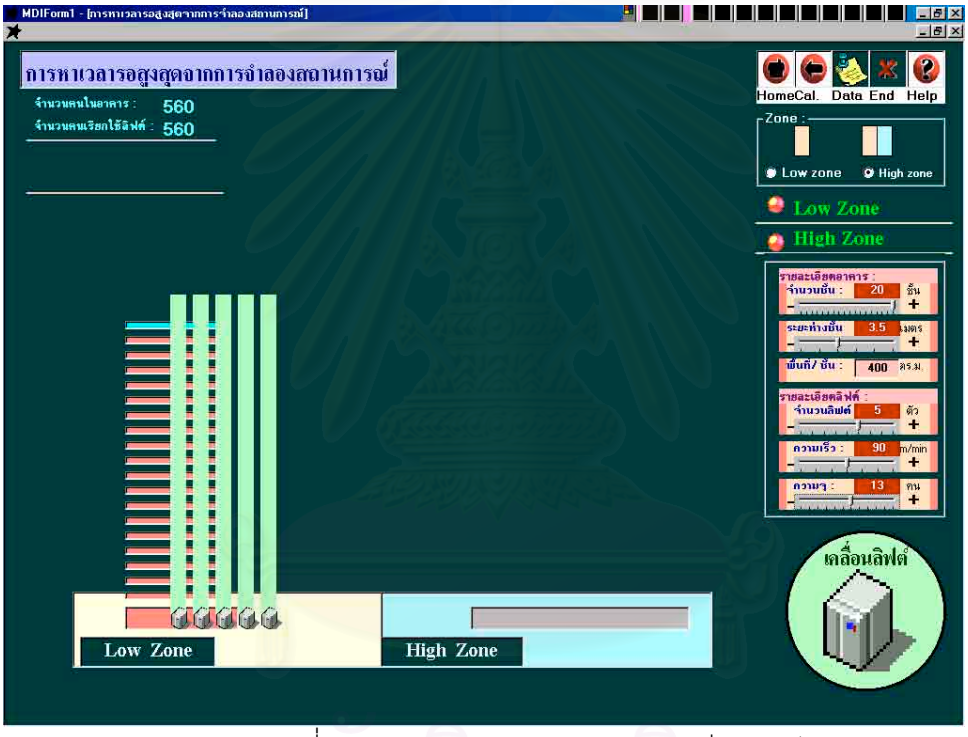
1.2 แถบสไลด์ปรับค่าระยะห่างชั้น

1.3 ช่องกรอกค่าพื้นที่ในแต่ชั้นอาคาร

1.4 แถบสไลด์ปรับจำนวนลิฟต์

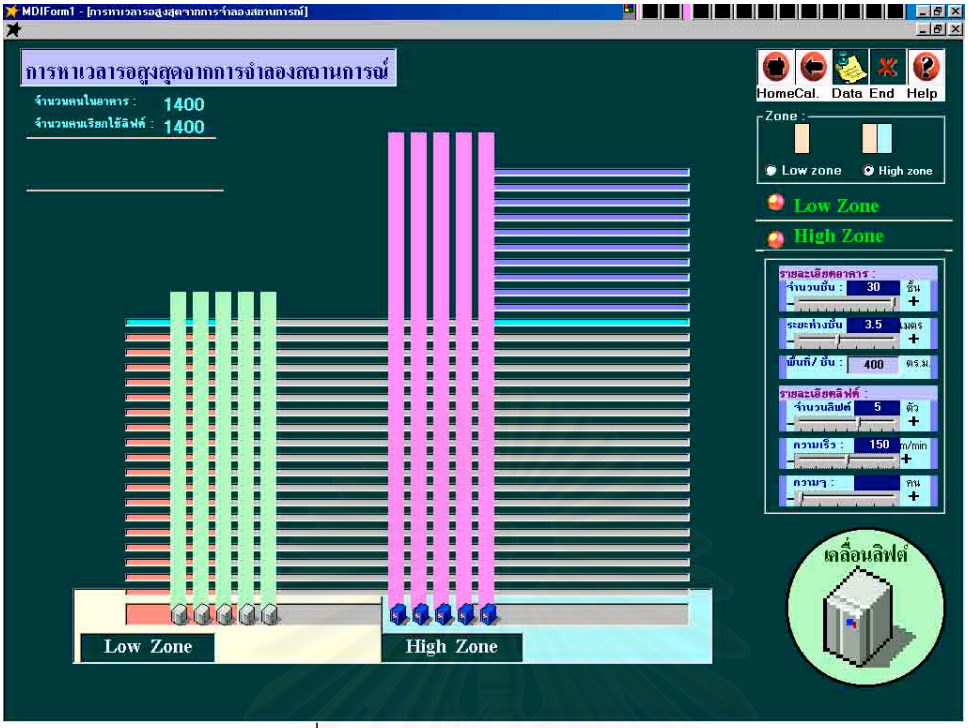
1.5 แถบสไลด์ปรับความเร็วลิฟต์

1.6 แถบสไลด์ปรับความจุลิฟต์



ภาพที่ 4.36 ภาพแสดงผลการปรับรายละเอียดลิฟต์ส่วน Low Zone

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

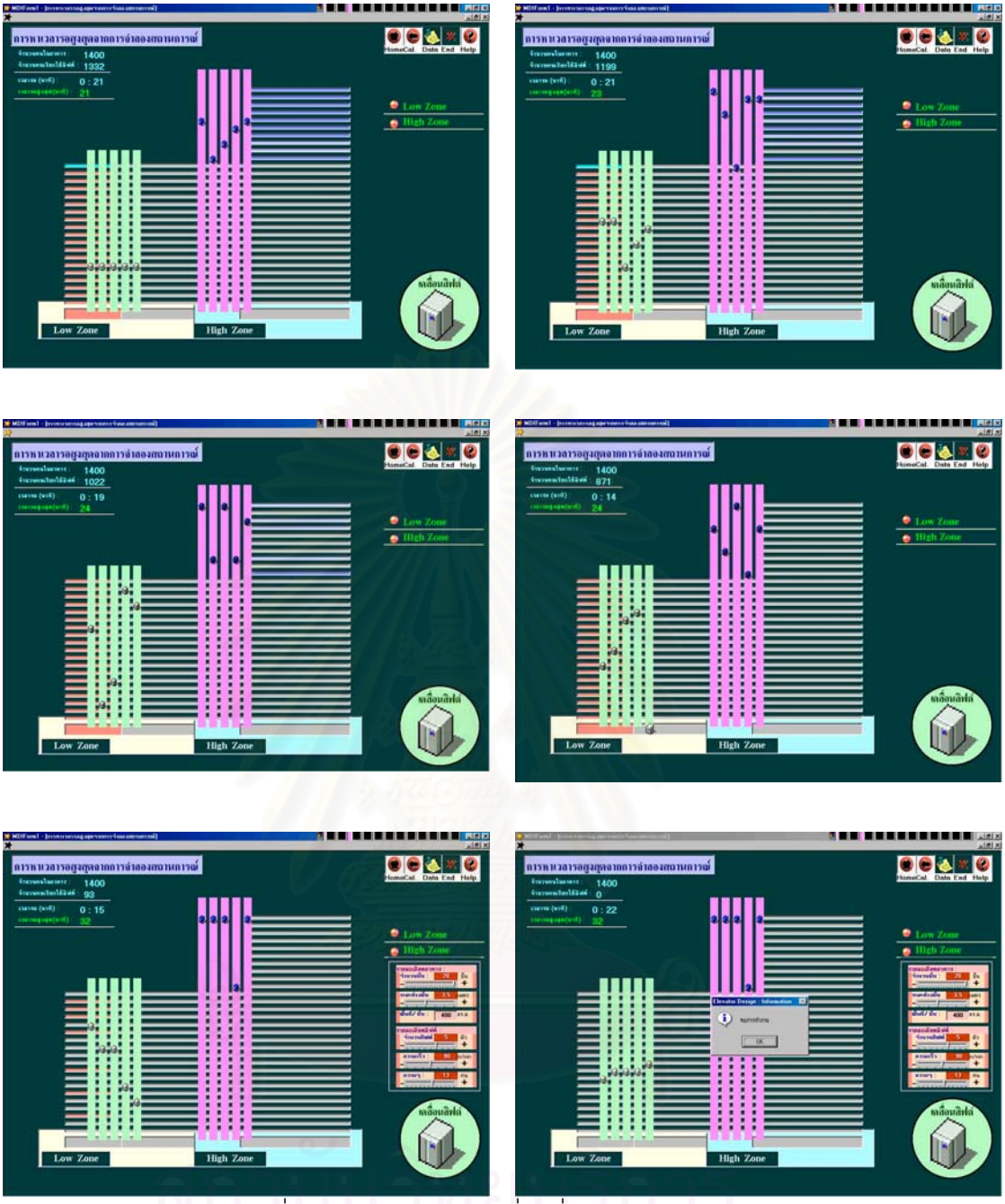


ภาพที่ 4.37 ภาพแสดงผลการปรับรายละเอียดลิฟต์ส่วน High Zone

และเมื่อปรับค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ แล้วจะแสดงค่าพารามิเตอร์ที่ปรับลงในช่องแสดงข้อความและโปรแกรมจะแสดงภาพตามการปรับค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่กำหนดเพื่อให้ผู้ใช้เข้าใจและรับรู้ถึงความเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ สื่อผ่านภาพ

4.5.3.4 ปุ่มเคลื่อนลิฟต์ เป็นปุ่มที่กำหนดการเคลื่อนลิฟต์ตามค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่กำหนดโดยพิจารณาเงื่อนไขโซนและจำนวนลิฟต์ในแต่ละโซน แล้วทำการวน Loop เพื่อเคลื่อนที่ลิฟต์ไปรับ-ส่งคนยังชั้นต่าง ๆ ของอาคาร โดยใช้จำนวนคนในอาคาร (คำนวณจากพื้นที่ต่อชั้นอาคารและจำนวนชั้นอาคาร) เป็นค่ากำหนดการเริ่มต้นและสิ้นสุดการเคลื่อนที่ของลิฟต์ โดยการทำงานจะทำงานผ่านส่วนควบคุมการเคลื่อนที่ลิฟต์ใน Class : Lift

จากนั้นโปรแกรมจะหาค่าเวลารอในแต่ละรอบการเคลื่อนที่แล้วเปรียบเทียบหาค่าเวลารอสูงสุดในการเคลื่อนที่ พร้อมแสดงค่าเวลารอและค่าเวลารอสูงสุดในแต่ละรอบการเคลื่อนที่ เมื่อสิ้นสุดการทำงานโปรแกรมจะเก็บค่าเวลารอสูงสุดยังฐานข้อมูล เพื่อเตรียมรายงานผลเมื่อผู้ใช้เรียกหน้าจอรายงานผลการออกแบบ

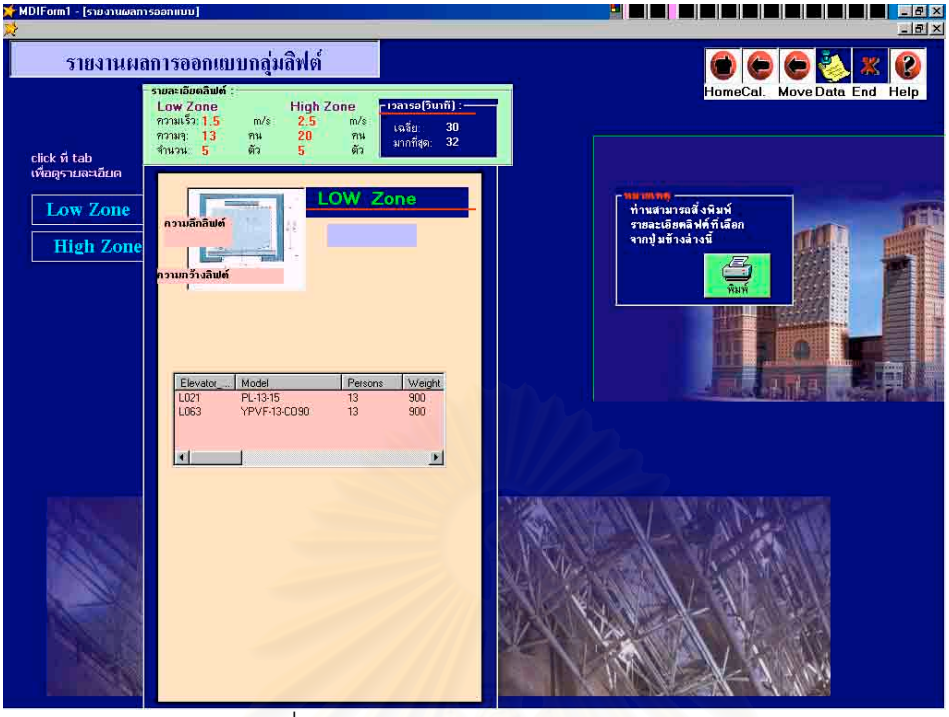


ภาพที่ 4.38 ภาพแสดงการเคลื่อนที่ลิฟต์

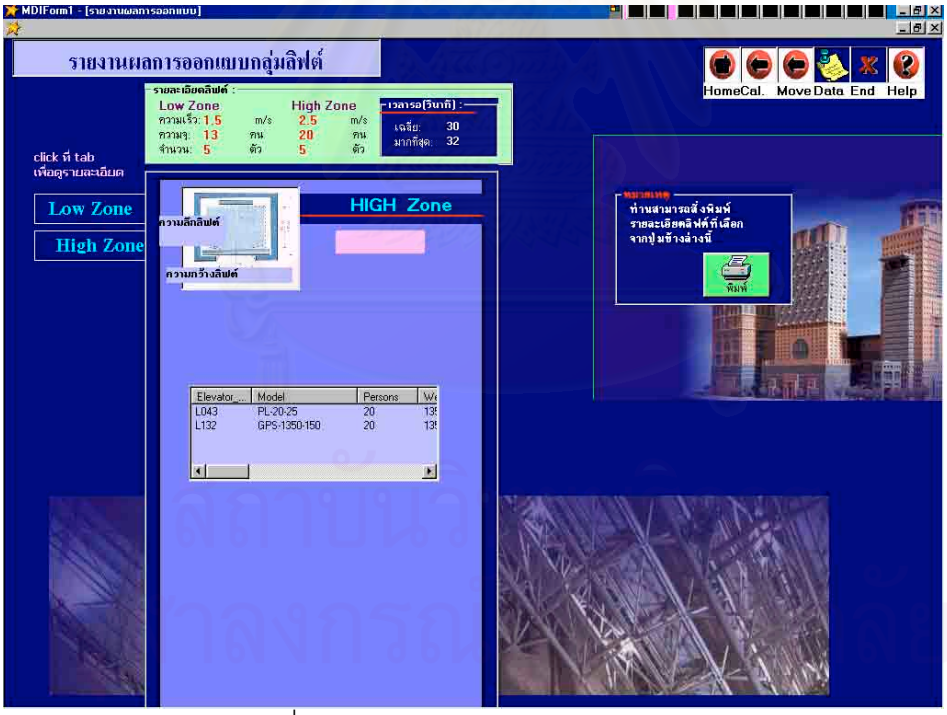
4.5.4 ส่วนการรายงานผลการออกแบบ

เพื่อแสดงผลการออกแบบลิฟต์ตามกลุ่มโซนที่กำหนด โดยแสดงข้อความเป็นตัวอักษรและผู้ใช้สามารถเลือกดูรายละเอียดของลิฟต์ในแต่ละโซน ผ่านการคลิกเลือก Tab : Low Zone หรือ Tab : High Zone และสามารถพิมพ์ผลรายละเอียดการออกแบบผ่านเครื่องพิมพ์ได้ดังภาพ

4.5.4.1 Tab : Low Zone หรือ Tab : High Zone เพื่อแสดงรายละเอียดลิฟต์ตามที่ออกแบบแยกตามกลุ่มโซน



ภาพที่ 4.39 ภาพแสดงส่วนการรายการผลการออกแบบในส่วน Low Zone



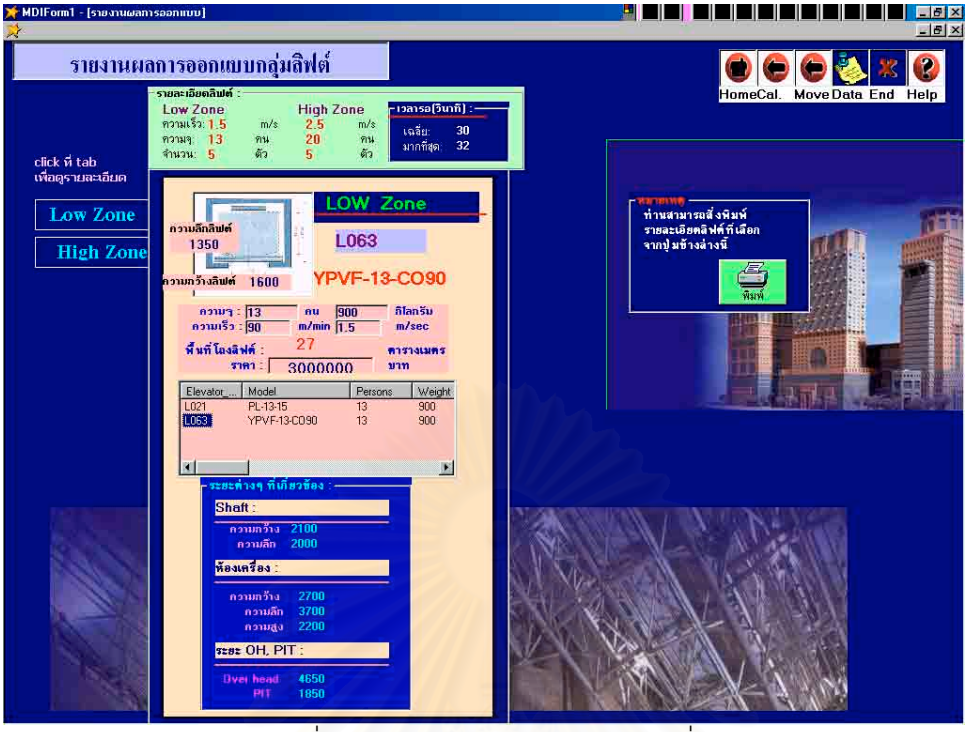
ภาพที่ 4.40 ภาพแสดงส่วนการรายการผลการออกแบบในส่วน High Zone

จากนั้นผู้ใช้สามารถเลือกดูรายละเอียดลิฟต์ที่จะใช้ออกแบบผ่านการคลิกเลือกรหัสลิฟต์ที่คอลัมน์แรกของ List View จากนั้นรายละเอียดต่าง ๆ จะ ปรากฏขึ้นพร้อมกับคำนวณพื้นที่ใช้สอยให้โดยอัตโนมัติ โดยรายละเอียดต่าง ๆ จะเปลี่ยนแปลงไปตามการเลือกรหัสลิฟต์ที่เปลี่ยนแปลงไป

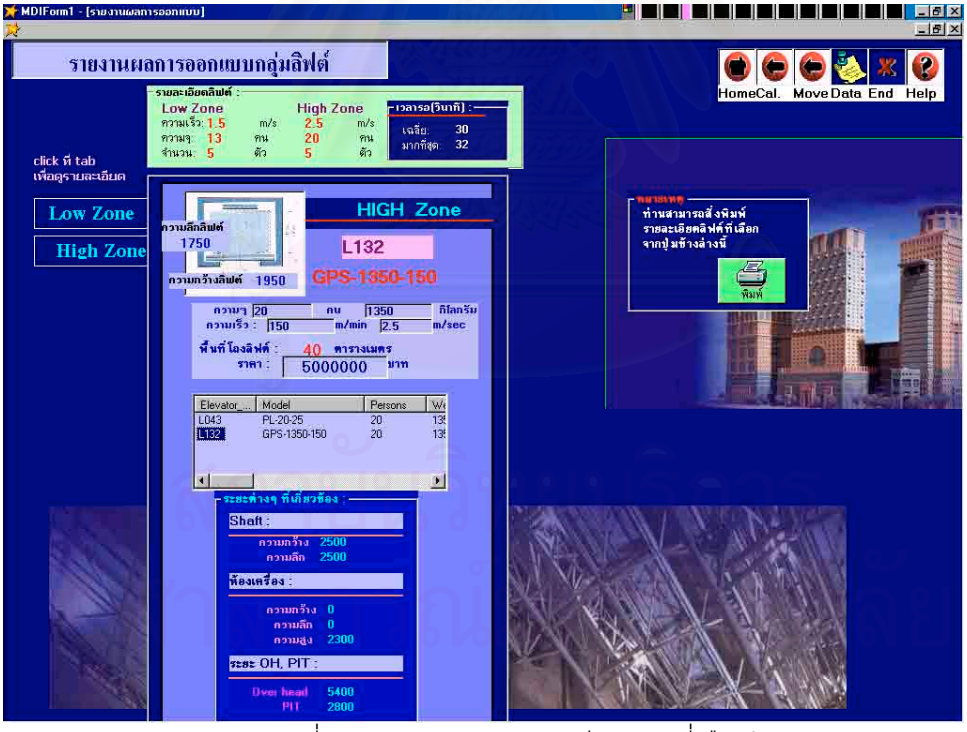
รายละเอียดที่แสดงเป็นรายละเอียดลิฟต์ที่ได้จากการออกแบบและการกำหนดรุ่นลิฟต์ โดยจะแสดงรายละเอียดและแสดงภาพดังนี้

- รายละเอียดการออกแบบ จะแสดงรายละเอียดแยกตามโซน Low Zone และ High Zone
  - จำนวนลิฟต์
  - ความจุ
  - ความเร็ว
  - เวลารอเฉลี่ย
  - เวลารอสูงสุด
- รายละเอียดลิฟต์ที่เลือก โดยจะแสดงรายละเอียดเปลี่ยนแปลงไปตามการเลือกรุ่นลิฟต์ ดังนี้
  1. รหัสลิฟต์
  2. รุ่นลิฟต์
  3. ความจุลิฟต์
  4. ความเร็วลิฟต์
  5. พื้นที่ใช้สอย
  6. ราคา
  7. ขนาดลิฟต์
     - ความกว้างของลิฟต์
     - ความลึกของลิฟต์
  8. ขนาดช่อง Core ลิฟต์
     - ความกว้างของช่อง Core ลิฟต์
     - ความลึกของช่อง Core ลิฟต์
  9. ขนาดห้องเครื่อง
     - ความกว้างของห้องเครื่อง
     - ความลึกของห้องเครื่อง
     - ความสูงของห้องเครื่อง
  10. ระยะต่าง ๆ
     - ระยะ Overhead
     - ระยะ Pit

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 4.41 ภาพแสดงรายละเอียดลิฟต์ที่เลือกในส่วน Low Zone



ภาพที่ 4.42 ภาพแสดงรายละเอียดลิฟต์ที่เลือกในส่วน High Zone

4.5.4.2 <u>ปุ่มพิมพ์</u> เมื่อต้องการผลการออกแบบสามารถสั่งพิมพ์ผลการออกแบบผ่านเครื่องพิมพ์

ภาพที่ 4.43 ภาพแสดงรายละเอียดลิฟต์ที่พิมพ์ผ่านเครื่องพิมพ์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การวิจัยเรื่องการพัฒนาโปรแกรมเพื่อช่วยจำลองสถานการณ์ในการออกแบบการจัดกลุ่มลิฟต์ภายในอาคาร: กรณีศึกษาอาคารสำนักงานให้เช่านี้ ได้ทำการศึกษาค้นคว้าและวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ จนกระทั่งสร้างโปรแกรม และสามารถสรุปผลการวิจัยของการพัฒนาโปรแกรมเพื่อช่วยจำลองสถานการณ์ในการออกแบบการจัดกลุ่มลิฟต์ภายในอาคารได้ดังนี้

1. **โปรแกรมนี้สามารถช่วยให้ผู้ใช้สามารถใช้งานได้ง่ายขึ้น** เนื่องจากการป้อนข้อมูลและการปรับเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ของตัวแปรด้วยการเลือกและการปรับ Slide bar ทำให้ใช้งานได้ง่ายโดยที่ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องมีความรู้เฉพาะทางมากนัก

โดยข้อมูลเบื้องต้นที่ใช้ในการกำหนดตัวแปรในการวิจัยนี้ ได้มาจากการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลจากเอกสารของบริษัทลิฟต์ต่างๆ รวมถึงการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ที่ใช้โปรแกรมในการออกแบบลิฟต์ของบริษัทลิฟต์ ทำให้ทราบถึงลักษณะการทำงานเบื้องต้นและทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้นกับผู้ใช้โปรแกรม

2. **ขยายกลุ่มผู้ใช้ได้กว้างขึ้น** เนื่องจากสามารถใช้ได้ทั้งกับผู้ใช้ที่มีหรือไม่มีความรู้ในการออกแบบกลุ่มลิฟต์สำหรับออกแบบอาคาร โดยพิจารณาจากค่าเวลารอเฉลี่ยและเวลารอสูงสุดเท่านั้น รวมถึงเป็นการช่วยการเรียนรู้ในเรื่องการหาค่าเวลารอเฉลี่ย ซึ่งเป็นเรื่องที่ซับซ้อนแต่สามารถทำให้กลายเป็นเรื่องที่ง่ายแก่การทำความเข้าใจได้มากขึ้น ซึ่งได้แนวคิดในการออกแบบโปรแกรมจากการศึกษาและวิเคราะห์ปัญหาจากโปรแกรมการจำลอง Traffic Analysis ต่างๆ ประกอบกับการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ของบริษัทผู้ผลิตลิฟต์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้ทราบถึงหลักการการพิจารณาเลือกลิฟต์เพื่อใช้ในการออกแบบโปรแกรม

3. **สามารถช่วยออกแบบกลุ่มลิฟต์ให้กับอาคารที่สถาปนิกต้องการออกแบบ ได้ดีพอสมควร** เพื่อเป็นขอบข่ายในการประกอบการตัดสินใจในการออกแบบกลุ่มลิฟต์ โดยพิจารณาจากเวลารอเฉลี่ยและเวลารอสูงสุด ทำให้เห็นขอบเขต ขนาดพื้นที่ใช้สอย จำนวนลิฟต์ และรายละเอียดต่าง ๆ ที่จะใช้ออกแบบอาคารแยกตามโซนก่อนการก่อสร้างจริง

โดยค่าเวลารอจริงที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ เกิดจากการหาผลรวมของเวลาที่ลิฟต์เคลื่อนที่และเวลาที่ใช้ในการถ่ายเทคนเข้าออกจากลิฟต์ ซึ่งค่าเวลาในการเคลื่อนที่ลิฟต์ ค่าเวลา

การถ่ายเทคนจากลิฟต์และค่าเวลาต่างๆ ที่เกี่ยวข้องที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ได้มาจากสังเกตุและจับเวลาเพื่อให้เห็นถึงปัญหาจริงและได้ตัวเลขสถิติเวลารอและจำนวนคน ทำให้เห็นปัญหาได้ชัดเจนยิ่งขึ้นและนำค่าสถิติมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและจำนวนคนที่รอใช้ลิฟต์ ทั้งเรื่องเวลาในการถ่ายเทคนและเวลาที่ใช้ในการเดินทางของลิฟต์

สามารถรับทราบข้อมูลรายละเอียดผลการออกแบบลิฟต์เบื้องต้นแยกตามโซนที่กำหนดในการออกแบบอาคารด้วยโปรแกรมนี้ โดยโปรแกรมจะแสดงรายละเอียดและการทำงาน ดังนี้

- แสดงข้อมูลต่าง ๆ เป็นตัวเลขและตัวอักษรรายงานผ่านหน้าจอ
- แสดงภาพการเคลื่อนที่รับส่งคนของลิฟต์ทำให้เห็นถึงปัญหาและการสื่อสารให้เข้าใจระหว่างกันได้รวดเร็วและสะดวก และสามารถปรับค่าพารามิเตอร์หรือแก้ไขจำนวนความเร็วหรือความจุลิฟต์ เพื่อให้ได้ผลการออกแบบลิฟต์ที่มีค่าเวลารออยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน
- แสดงเวลารอเฉลี่ยและเวลารอสูงสุดในการจำลองสถานการณ์ในแต่ละครั้ง
- แสดงผลรายละเอียดของลิฟต์ที่ได้ออกแบบตามโซนที่กำหนด แสดงจำนวน ความเร็ว และความจุลิฟต์
- ผู้ออกแบบสามารถศึกษารายละเอียดลิฟต์และเลือกดูรายละเอียดต่างๆ ที่จำเป็นกับการออกแบบ จากผลการค้นข้อมูลลิฟต์ที่มีรายละเอียดความเร็ว และความจุลิฟต์ในขอบเขตที่ตรงกับความต้องการในการออกแบบลิฟต์ในแต่ละโซนที่ได้กำหนดไว้
- คำนวณหาพื้นที่ใช้สอยและแสดงรายละเอียดระยะที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดแบบเพื่อให้ผู้ออกแบบหรือสถาปนิกทราบรายละเอียดและเพื่อนำไปใช้ในการกำหนดหรือเผื่อระยะต่างๆ ในผังพื้นหรือรูปตัดของอาคาร ช่วยให้สามารถกำหนดแบบหรือกำหนดงบประมาณเบื้องต้น ทำให้ได้ข้อมูลการออกแบบที่ใกล้เคียงความเป็นจริงก่อนการออกแบบหรือการก่อสร้างอาคารจริง ทำให้ไม่ต้องมาแก้ไขแบบหรือทุบโครงสร้างเพื่อปรับเปลี่ยนจำนวนลิฟต์ในภายหลัง ซึ่งเป็นเรื่องที่กระทำได้ยากและสิ้นเปลืองงบประมาณอย่างสูงรวมทั้งยังสร้างความกระทบกระเทือนและความเสียหายให้กับโครงสร้างอาคาร ซึ่งมีผลกระทบในระยะยาวเนื่องจากส่วน Core ลิฟต์เป็นโครงสร้างหลักและเป็นแกนหลักของอาคาร

5.2 ปัญหาและอุปสรรคในการวิจัย

สำหรับโปรแกรมช่วยจำลองสถานการณ์ในงานวิจัยนี้ พอจะสรุปข้อจำกัดต่าง ๆ ได้ดังนี้

1.มีความจำกัดทางด้านข้อมูลรายละเอียดเกี่ยวกับลิฟต์ เช่น หลักการตัดสินใจเลือกลิฟต์ ทำให้เกิดข้อจำกัดและทำให้ยากต่อการสร้างโปรแกรมและการกำหนดอัลกอริทึมต่าง ๆ เพราะข้อมูลนั้นเป็นความลับเฉพาะของแต่ละบริษัท

2.การศึกษาวิจัยครั้งนี้ไม่สามารถจะศึกษาครอบคลุมพฤติกรรมของผู้ใช้ลิฟต์ภายในอาคารได้ทุกกรณี เช่น กรณีการใช้งานลิฟต์เมื่อมีการประชุม เป็นต้น เนื่องจากในหลาย ๆ อาคารจะจำกัดให้สังเกตการณ์อยู่ห่าง ๆ ที่บริเวณโถงลิฟต์เฉพาะในบางชั้น เช่น บริเวณชั้นล่างของอาคารหรือบางอาคารก็กำหนดห้ามมิให้จับเวลาในการเดินทางของลิฟต์ หรือบางอาคารจะอนุญาตให้ทำการสังเกตุการณ์เฉพาะช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งเท่านั้น ทำให้การศึกษาพฤติกรรมที่ได้จะเป็นพฤติกรรมพื้นฐานที่มักเกิดขึ้นเป็นประจำ เช่น ช่วงเข้าทำงาน และช่วงพักกลางวัน เป็นต้น

5.3 ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยนี้ พอจะสรุปข้อเสนอแนะสำหรับผู้ที่สนใจหรือต้องการจะพัฒนาโปรแกรมเพื่อช่วยจำลองสถานการณ์ต่อไป ได้ดังนี้

1. พัฒนาโปรแกรมเพื่อนำผลไปช่วยในเรื่องการออกแบบลิฟต์ สำหรับอาคารที่มีรูปทรงแปลกตาขึ้น โดยเพิ่มพารามิเตอร์ส่วนการกำหนดรูปทรงของอาคารที่ต้องการ โดยชั้นอาคารจะปรับเปลี่ยนไปตามการกำหนดพื้นที่ทำให้ได้รูปทรงอาคารที่แปลกตาออกไป

2. พัฒนาโปรแกรม เจาะเน้นไปที่การจำลองสถานการณ์ เพื่อออกแบบกลุ่มลิฟต์ในแบบแปลน โดยศึกษาลักษณะพฤติกรรมการใช้งานลิฟต์ในอาคารให้ครอบคลุมและเหมาะกับลักษณะการใช้งานของอาคารประเภทต่าง ๆ มากขึ้น เช่น กรณีที่มีการจัดการประชุมขนาดใหญ่ อาคารโรงพยาบาล เนื่องจากความต้องการในการใช้ลิฟต์จะแตกต่างกันไปขึ้นกับวัตถุประสงค์ในการใช้งานและประเภทอาคาร มีผลต่อการการออกแบบกลุ่มลิฟต์ให้สอดคล้องกับความต้องการในการใช้งานและมีผลโดยตรงต่อการจัดเส้นทางการสัญจรในอาคารที่ตอบสนองการต่อประสิทธิภาพการใช้งานในอาคารนั้น ๆ

3. พัฒนาโปรแกรมโดยเน้นการจัดกลุ่มตำแหน่ง Core ลิฟต์ในอาคาร ซึ่งเป็นหัวใจในการจัดระบบการสัญจรในอาคาร ช่วยสร้างแนวคิดในการออกแบบการจัดวางจำนวนลิฟต์และตำแหน่ง Core ลิฟต์ในอาคารได้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นการช่วยออกแบบก่อนการกำหนดพื้นที่จริงในอาคาร

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

ฐิติพัฒน์ ประทานทรัพย์. **การประเมินอาคารสำนักงานให้เช่า**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2530.

ฐิติพัฒน์ ประทานทรัพย์, นำชัย แตงอ่อน. **การศึกษาอาคารสำนักงานอาคารให้เช่า**. รายงานการศึกษาวิชาการออกแบบ 3 คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2526.

บริษัทไทยลิฟท์ อินดัสตรีส์ จำกัด (มหาชน). **Kone elevators and escalators, 2000.** กรุงเทพฯ: 2544.

บริษัทไทยลิฟท์ อินดัสตรีส์ จำกัด (มหาชน). **รายงานประจำปี 2000 บริษัทไทยลิฟท์ อินดัสตรีส์ จำกัด (มหาชน)**. กรุงเทพฯ: 2544.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. **ลิฟต์โดยสารและลิฟต์ขนของ: ส่วนประกอบและการทำ =Standard for passenger lifts and goods lifts: construction.** กรุงเทพฯ: สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2531.

นรังสรรค์ วิไลสกุลยง. **การพัฒนาเครื่องควบคุมลิฟท์โดยสารเดี่ยวโดยใช้ ไมโครคอมพิวเตอร์**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2530.

วรวุฒิ จิตขจรวานิช. **การพัฒนาระบบควบคุมกลุ่ม**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2532.

วรวุฒิ จิตขจรวานิชและกฤษดา วิศวธีรานนท์. "วิธีการเลือกส่งลิฟต์ไปรับการเรียกในระบบควบคุมกลุ่มลิฟต์". **การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า 9 สถาบันอุดมศึกษาแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 11**, เล่มที่ 2, หน้า 4.41-4.413, คณะวิศวกรรมเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล, 2531.

วัลลภ เจริญรมย์. **ลิฟต์ : สำหรับบุคคลทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับการใช้ตึกสูง วิศวกร สถาปนิก หรือเจ้าของกิจการ**. (ม.ป.ท. : ม.ป.พ.), 2540.

ภาษาอังกฤษ

Averill M. Law. **Simulation modeling and analysis**. 2 nd. ed., Singapore: McGraw – Hill, 1991.

Benjamin Stein, John S. Reynolds. "Vertical transportation: Passenger elevators". **Mechanical and electrical equipment for buildings**, 8th ed., pp.1223-1270, New York: John Wiley and Sons, 1992.

Constantin V. Negoita. **Simulation, knowledge - based computing, and fuzzy statistics.** New York: Van Nostrand Reinhold Company, 1987.

D. J. Murray-Smith. **Continuous system simulation.** London: Chapman & Hall, 1995.

Duffy Francis, Cave Collin. **Planning office space.** New York: Nichols Publishing Company, 1976.

F. A. Annett. **Elevators electric and electrohydraulic elevators, escalators, moving sidewalks, and ramps.** 3rd ed., New york: McGraw-Hill, 1963.

G. C. Barney. **Elevator Technology.** Chichester: Ellis Horwood, 1986.

G. C. Barney and S. M. dos Santos. **Lift traffic analysis design and control.** England: Peter Peregrinus, 1977.

George R. Strakosch. **Vertical Transportation: Elevators and Escalators.** 2 nd ed., New York: John Wiley & Sons, 1983.

K. Hirasawa, S. Kuzunuki, T. Iwasaka and T. Kaneko. "Optimal hall call assignment method of Elevator group supervisory control system". **Proceeding automation control conference,** Vol.1, pp.305-313, 1978.

KONE Corporation. **Lift planning guide for Commercial buildings and hotels,** (n.p.): 2000.

Mitsubishi Electric Corporation. **Passenger Elevators series GPS – III,** 2001.

R. E. Shannon. "System simulation: The art and science". **Introduction to simulation: Programming techniques and methods of analysis.** New York: McGraw – Hill, 1988.

Ruth M. Davies and Robert M. O'Keefe. **Simulation modelling with pascal.** England: Prentice Hall International, 1989.

Watanabe, Urahara. "Speed control and group Control of High Speed Elevator". **System and Control,** 22, 6(1978): 316-323.

http://www.peters-research.com/elevators/Elevate/support.htm[2001, May 24]

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก.

ตารางแสดงสถิติเวลาการรอของผู้ใช้ลิฟต์ที่บริเวณโถงลิฟต์ของอาคารกรณีศึกษา

สถิติการใช้เวลารอลิฟต์ที่บริเวณโถงลิฟต์ของอาคารกรณีศึกษา 1						
เวลา 7:30 – 9:00 น.						
เวลา	**ชั้นที่**	**จำนวนคน**	**เวลารอ**	**เวลาถ่ายคน**	**เวลารอรวม**	**หมายเหตุ**
7:40	G	2	6	6	12	
	G	3	15	0	15	
7:45	G	2	15	4	19	
7:48	G	2	22	3	25	
7:49	G	6	29	0	29	ประตูปิด 3 sec
7:57	G	3	12	0	12	
	G	2	21	6	27	
7:58	G	2	13	3	16	
8:00	G	5	13	0	13	
8:01	G	5	18	16	34	
8:04	G	1	12	3	15	
8:07	G	3	17	5	22	
8:08	G	2	16	4	20	
8:09	G	4	0	10	10	
8:10	G	3	0	10	10	
	G	4	11	9	20	
	G	3	5	20	25	
8:11	G	5	11	10	21	
8:12	G	4	23	5	28	
8:13	G	4	12	11	23	
8:14	G	1	13	3	16	
8:15	G	1	12	6	18	
8:17	G	5	30	4	34	
8:18	G	6	16	8	24	
8:19	G	9	18	10	28	
8:20	G	9	22	10	32	
8:22	G	3	15	6	21	
8:23	G	10	35	12	47	
8:25	G	12	15	27	42	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เวลา	ชั้นที่	จำนวนคน	เวลารอ	เวลาถ่ายคน	เวลารอรวม	หมายเหตุ
8:26	G	9	14	13	27	
8:27	G	7	22	10	32	
8:28	G	6	21	20	41	
8:30	G	8	28	10	38	
8:32	G	5	12	5	17	
8:34	G	5	11	5	16	
8:37	**G**	**9**	**1:05**	**13**	**1:18**	
8:42	G	5	23	4	27	
8:45	G	5	30	6	36	
8:47	G	2	45	5	50	
8:48	G	3	15	5	20	คนนั่งรถเข็น ใช้เวลาเข้าลิฟต์ 6 sec
8:49	G	3	25	11	36	
8:50	G	4	15	10	25	1 คน: 5sec
8:51	G	1	13	5	18	
8:52	G	5	12	7	19	
8:53	G	6	20	11	31	
8:54	G	5	24	11	35	
8:55	G	2	18	5	23	
8:57	G	2	11	5	16	
8:58	G	3	43	5	48	
9:00	G	3	9	3	12	
เวลา 11:40 - 13:35 น.						
11:47	5	4	25	10	35	
11:48	5	5	14	6	20	
11:49	5	4	21	10	31	
11:50	5	5	30	6	36	
11:51	5	1	4	4	8	
11:53	5	5	27	6	33	
11:54	5	5	46	6	52	
11:56	5	1	14	5	19	
11:57	5	3	16	4	20	
11:59	5	3	20	5	25	
12:00	8	3	19	7	26	
12:01	8	1	40	4	44	
12:02	G	3	49	6	55	
12:03	**G**	**2**	**1:30**	**7**	**1:37**	
12:04	8	1	22	4	26	
12:05	G	7	1:04	10	1:14	
12:06	G	4	40	7	47	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เวลา	ชั้นที่	จำนวนคน	เวลารอ	เวลาถ่ายคน	เวลารอรวม	หมายเหตุ
12:07	G	4	1:21	7	1:28	
12:08	G	1	13	3	16	
12:09	G	7	1:19	5	1:24	
12:10	G	8	35	7	42	
12:11	G	4	58	5	1:03	
12:12	G	3	1:22	4	1:26	
12:13	G	2	20	4	24	รอคนที่มาสมทบอีก 8 คน
12:14	G	6	49	30	1:19	
12:15	8	2	12		12	
12:16	8	3	20	5	25	
12:17	8	1	13	4	17	
12:18	5	9	46	12	58	
12:19	5	1	8	2	10	
12:20	5	1	45	5	50	
12:22	8	1	14	5	19	
12:23	8	1	12	5	17	
12:25	G	3	6	4	10	
12:26	G	1	11	5	16	กรณีไม่ต้องรอ
12:27	G	3	3	2	5	ใช้เลาเดิน 3 sec
12:31	G	3	3	2	5	
12:32	G	1	9	5	14	
12:33	G	3	21	7	28	
12:34	G	1	10	5	15	
12:35	G	1	4	4	8	
12:36	G	1	7	3	10	กรณีไม่ต้องรอ
12:27	G	4	3	8	11	
12:31	G	3	33	3	36	
12:32	G	1	9	5	14	
12:33	G	3	21	7	28	
12:34	G	1	10	5	15	
12:35	G	1	4	4	8	
12:36	G	1	7	3	10	
12:37	G	4	3	8	11	
12:38	G	4	13	5	18	
12:39	G	6	12	6	18	
12:40	G	2	10	5	15	
12:41	G	5	19	6	25	รอคนที่กำลังเดินมา
12:42	G	1	26	17	43	
12:43	G	8	30	12	42	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เวลา	ชั้นที่	จำนวนคน	เวลารอ	เวลาถ่ายคน	เวลารอรวม	หมายเหตุ
12:44	G	6	35	12	47	
12:44	G	2	16	4	20	
12:45	G	12	42	8	50	
12:46	G	8	15	8	23	
12:47	G	2	10	6	16	
12:48	G	8	45	12	57	
12:49	G	5	40	11	51	
12:50	G	11	35	12	47	
12:51	G	5	8	10	18	
12:52	G	10	51	12	1:03	
12:53	G	3	11	6	17	
12:54	G	5	19	6	25	
12:55	G	5	38	7	45	คนทยอยมา
12:56	G	9	16	13	29	
12:57	G	2	8	4	12	
12:58	G	5	27	9	36	
12:59	G	3	20	6	26	
13:00	G	3	3	6	9	รอเวลานับจากสัญญาณไฟกระพริบ 2 sec
13:01	G	4	24	8	32	
13:02	G	4	17	5	22	
13:03	G	6	30	10	40	
13:04	G	10	45	16	1:01	
13:05	G	2	5	4	9	
13:06	G	3	15	5	20	
13:07	G	7	20	10	30	
13:08	G	3	15	5	20	
13:09	G	2	30	9	39	
13:10	G	3	17	9	26	
13:11	G	6	18	9	27	
13:12	G	8	39	13	52	
13:14	G	3	9	4	13	
13:15	G	1	6	3	9	
13:17	G	5	18	8	26	
13:19	G	7	10	10	20	
13:20	G	7	1:06	8	1:14	
13:21	G	2	14	5	19	
13:22	G	7	19	13	32	
13:23	G	5	9	4	13	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เวลา	ชั้นที่	จำนวนคน	เวลารอ	เวลาถ่ายคน	เวลารอรวม	หมายเหตุ
13:24	G	6	53	12	1:05	
13:25	G	2	17	5	22	
13:26	G	2	25	4	29	
13:30	G	7	22	8	30	
13:31	G	4	37	5	42	
13:32	G	5	19	7	26	
13:33	G	1	19	5	24	
13:34	G	3	18	5	23	
13:35	G	5	35	6	41	
เวลา 16:10 - 18:10 น.						
16:10	5	1	17	4	21	
16:15	5	1	34	5	39	
16:17	5	1	5	4	9	
16:19	5	2	34	4	38	
16:21	5	1	8	6	14	
16:28	10	1	27	4	31	
16:34	10	1	13	5	18	
16:35	10	1	27	5	32	
16:36	10	1	5	5	10	
16:38	10	1	38	5	43	
16:39	10	1	1:04	5	1:09	
16:40	5	1	14	4	18	
16:41	5	2	13	8	21	
16:44	5	1	17	5	22	
16:45	5	1	11	5	16	รอคนมาสมทบ 1 คน
16:46	5	2	11	9	20	
16:47	4	1	11	5	16	
16:48	5	1	8	5	13	
16:49	5	4	39	6	45	
16:51	**10**	**3**	**1:29**	**5**	**1:34**	
16:54	1	11	5	12	17	
16:55	10	4	55	12	1:07	
17:00	10	2	15	5	20	
17:04	10	1	14	4	18	
17:05	10	3	24	4	28	
17:06	10	1	9	5	14	
17:07	10	1	20	5	25	
17:10	10	1	18	4	22	
17:15	10	1	12	4	16	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เวลา	ชั้นที่	จำนวนคน	เวลารอ	เวลาถ่ายคน	เวลารอรวม	หมายเหตุ
17:16	10	1	30	5	35	
17:18	8	2	22	6	28	
17:21	8	5	19	7	26	
17:22	8	4	30	10	40	
17:24	8	3	6	5	11	
17:25	8	1	9	5	14	
17:28	8	1	7	3	10	
17:29	8	3	28	4	32	
17:30	8	2	13	6	19	
17:31	8	3	36	6	42	
17:32	8	1	12	5	17	
17:33	5	1	3	5	8	
17:38	5	3	40	4	44	
17:39	5	3	36	7	43	รอคนทยอยเดินเข้าลิฟต์
17:40	5	3	53	19	1:12	
17:41	5	4	31	5	36	
17:42	5	1	22	5	27	
17:44	5	2	12	8	20	
17:45	10	1	14	6	20	
17:47	10	3	14	6	20	
17:48	10	3	7	6	13	
17:49	10	3	50	7	57	
17:50	10	1	13	5	18	
17:51	10	3	14	5	19	
17:52	8	1	9	5	14	
17:55	10	3	10	5	15	
17:56	5	1	8	4	12	
17:58	5	1	9	5	14	
17:59	5	3	51	5	56	
18:00	5	3	33	7	40	
18:05	5	4	1:05	5	1:10	
18:10	5	2	12	4	16	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถิติการใช้เวลารอลิฟต์ที่บริเวณโถงลิฟต์ของอาคารกรณีศึกษา 2						
เวลา 8:30 - 10:00น. ใช้เวลารอมากที่สุด 10 คน: 50 วินาที						
เวลา 11:40 - 13:35 น.						
เวลา	ชั้นที่	จำนวนคน	เวลารอ	เวลาถ่ายคน	เวลารอรวม	**หมายเหตุ**
11:52	G	8	55	5	1:00	
11:54	G	7	45	8	53	
11:56	G	4	50	5	55	
11:58	G	3	30	5	35	
11:59	G	6	20	7	27	
12:00	G	10	25	12	37	
12:05	G	6	45	8	53	
12:08	G	8	45	15	1:00	
12:10	G	20	55	25	1:20	
12:25	G	10	1:04	16	1:20	
12:36	G	4	48	6	54	
12:38	G	24	57	28	1:25	
12:40	G	12	16	14	30	
12:44	G	12	45	15	1:00	
12:45	G	2	20	5	25	
12:46	G	8	30	5	5	
12:48	G	12	45	12	57	
12:49	G	9	20	10	30	
12:50	G	8	20	5	25	
12:51	G	15	25	15	40	
12:54	G	29	1:17	28	1:45	
12:55	G	12	25	10	35	
12:56	G	8	15	5	20	
12:57	G	20	40	25	1:05	
12:58	G	12	30	10	40	
13:00	G	20	1:15	25	1:40	
13:02	**G**	**40**	**1:40**	**35**	**2:15**	
13:05	G	20	42	18	1:00	
13:06	G	8	15	10	25	
13:07	G	20	1:08	22	1:30	
13:10	G	30	1:20	30	1:50	
13:11	G	9	40	20	1:00	
13:12	G	4	1:00	5	1:05	
13:13	G	10	50	10	1:00	
13:14	G	10	20	10	30	
13:15	G	7	15	15	30	
13:16	G	10	20	10	30	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เวลา	ชั้นที่	จำนวนคน	เวลารอ	เวลาถ่ายคน	เวลารอรวม	หมายเหตุ
13:18	G	20	1:12	18	1:30	
13:19	G	10	51	9	1:00	
13:20	G	12	30	10	40	
13:21	G	15	30	15	45	
13:23	G	35	1:25	30	1:55	
13:24	G	8	12	8	20	
13:25	G	6	29	6	35	
13:26	G	3	15	15	30	
13:27	G	5	29	6	35	
13:28	G	2	5	20	25	
13:29	G	8	50	10	1:00	
13:30	G	6	20	5	25	
13:31	G	10	30	10	40	
13:32	G	9	50	25	1:15	
13:34	G	10	20	10	30	
13:35	G	8	42	8	50	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถิติการใช้เวลารอลิฟต์ที่บริเวณโถงลิฟต์ของอาคารกรณีศึกษา 3						
เวลา 8:30 - 9.10น.						
เวลา	**ชั้นที่**	**จำนวนคน**	**เวลารอ**	**เวลาถ่ายคน**	**เวลารอรวม**	**หมายเหตุ**
8:30	G	2	30	5	35	
8:32	G	5	25	6	31	
8:34	G	3	23	5	28	
8:35	G	3	25	6	31	
8:40	G	15	42	19	1:01	
8:42	G	7	15	10	25	
8:45	G	5	1:15	5	1:20	
8:46	G	11	1:42	10	1:52	
8:47	G	8	15	11	26	
8:47:10	G	8	33	10	43	
8:48	G	3	10	5	15	
8:50	G	12	15	12	27	
8:55	**G**	**13**	**1:56**	**14**	**2:10**	
8:56	G	8	5	10	15	
8:57	G	7	1:10	6	1:16	
9:00	G	5	7	6	13	
9:01	G	21	1:10	12	1:22	
9:03	G	20	1:00	18	1:18	
9:10	G	9	35	8	43	
เวลา 11:30 - 13:07น.						
11:30	18	15	1:02	14	1:16	
11:45	18	12	1:20	14	1:34	
11:47	18	10	2:00	12	2:12	
11:50	20	5	1:06	7	1:13	
11:55	20	10	1:06	13	1:19	
12:00	20	5	2:00	6	2:06	
12:07	G	2	13	5	18	
12:10	G	10	1:13	12	1:25	
12:12	G	16	1:42	30	2:12	รอคนสวนออก 10 คน: 16sec
12:14	G	10	1:00	12	1:12	
12:19	17	18	1:37	27	2:04	รอคนสวนออก 12 คน: 18sec
12:20	17	16	1:30	20	1:50	
12:22	17	23	40	20	1:00	
12:24	G	25	2:47	19	3:06	รอคนสวนออก 8 คน: 10sec
12:28	G	30	3:06	22	3:38	
12:32	G	37	4:00	38	4:38	รอคนสวนออก 17 คน: 19sec
12:37	G	22	3:52	27	4:19	รอคนสวนออก 17 คน: 20sec

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

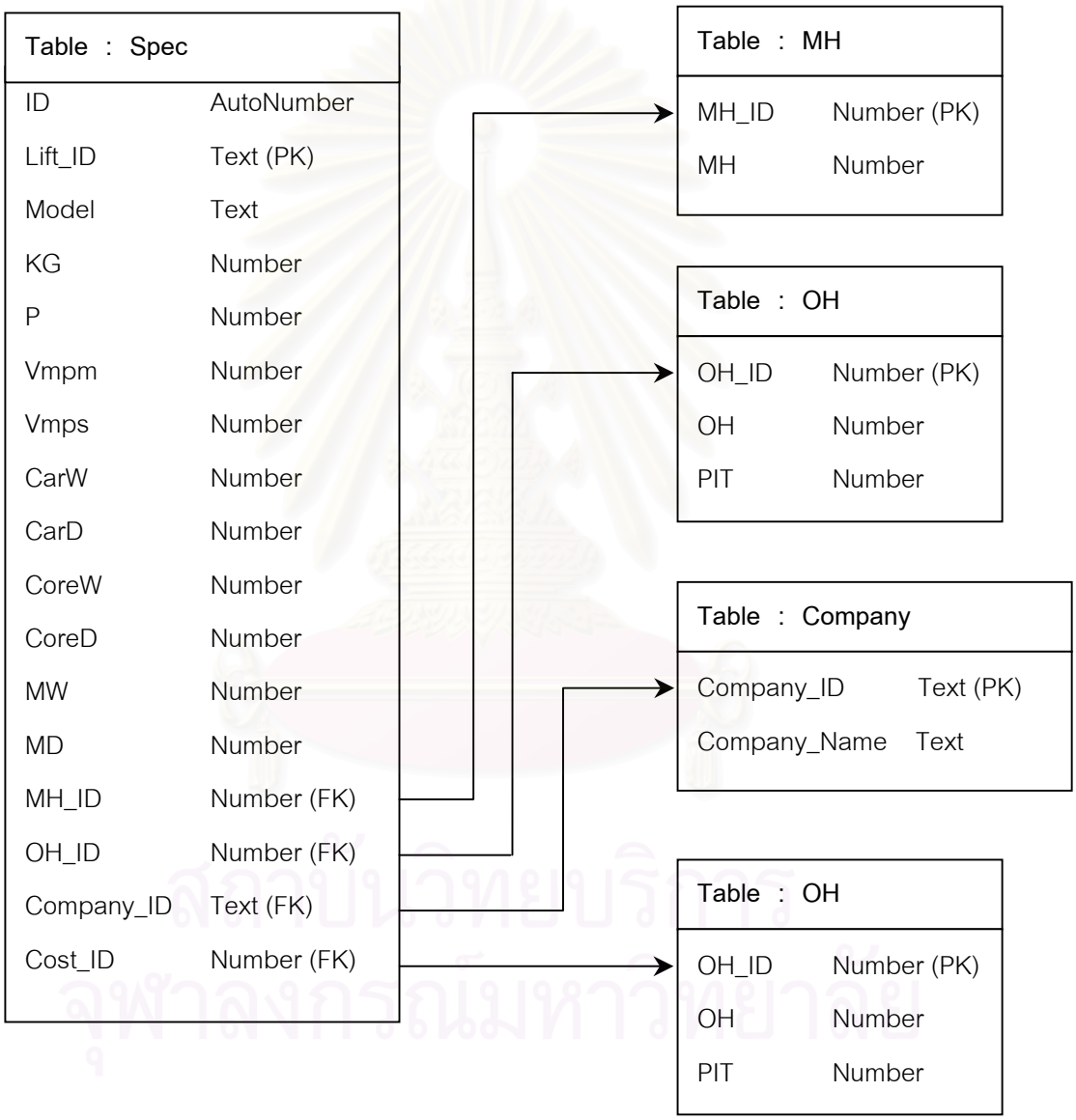
เวลา	ชั้นที่	จำนวนคน	เวลารอ	เวลาถ่ายคน	เวลารอรวม	หมายเหตุ
12:40	G	10	2:58	22	3:19	รอคนสวนออก 17 คน: 14sec
12:46	G	15	40	10	50	แยกลิฟต์ 2 ตัว(8คน:10sec)
12:47	8	39	1:45	8	2:53	แยกลิฟต์ 2 ตัว(12คน:8sec)
12:51	8	16	45	17	1:02	เข้าลิฟต์ 12 คนจาก16คน
12:53	8	19	1:20	20	1:40	
12:55	G	10	1:36	14	1:50	รอบที่1
	G	8	2:44	12	2:56	รอบที่2
	G	8	3:52	12	4:04	รอบที่3
12:57	G	15	1:25	14	1:39	แยกลิฟต์ 2ตัว 8คน:14 sec
12:59	G	26	1:39	28	2:07	ประตูลิฟต์ปิด 4sec เวลาทั้งหมด=2:11
13:01	G	9	24	12	36	
13:02	G	12	1:27	25	1:52	รอคนสวนออก 8 คน: 13sec
13:05	G	14	1:32	13	1:45	
13:07	G	23	2:12	21	2:33	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข.

ฐานข้อมูลรายละเอียดลิฟต์

จากการศึกษารายละเอียดลิฟต์ของบริษัทผู้ผลิตต่าง ๆ สามารถออกแบบตารางและแบ่งฟิลด์ได้ดังนี้



ภาพแสดงการจัดแบ่งตาราง ฟิลด์ ชนิดข้อมูลและคีย์ต่าง ๆ ภายในฐานข้อมูล

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การออกแบบฐานข้อมูลรายละเอียดลิฟต์ที่ใช้ในงานวิจัยนี้ สร้างด้วยโปรแกรมไมโครซอฟท์แอคเซสในการสร้างตาราง กำหนดฟิลด์ คีย์หลักรวมถึงความสัมพันธ์ ดังนี้

1. **ตาราง** โดยกำหนดตารางที่จะใช้อ้างถึงในการเพิ่มหรือปรับปรุงข้อมูลดังนี้

1.1 Table : Spec สามารถแบ่งได้เป็น 17 ฟิลด์

- ID ชนิดข้อมูลเป็นตัวเลข สำหรับช่วยลำดับข้อมูลในตาราง
- Lift_ID กำหนดให้เป็นคีย์หลัก (Primary Key) ชนิดข้อมูลเป็นตัวอักษรแสดงรหัสของลิฟต์ เช่น L001
- Model ชนิดข้อมูลเป็นตัวอักษร แสดงชื่อรุ่นลิฟต์ตามรหัสลิฟต์ที่กำหนด เช่น PL-06-08
- KG ชนิดข้อมูลเป็นตัวเลข แสดงความจุลิฟต์มีหน่วยเป็นกิโลกรัม
- P ชนิดข้อมูลเป็นตัวเลข แสดงความจุลิฟต์มีหน่วยเป็นจำนวนคน
- Vmpm ชนิดข้อมูลเป็นตัวเลข แสดงความเร็วลิฟต์มีหน่วยเป็นเมตรต่อนาที
- Vmps ชนิดข้อมูลเป็นทศนิยมสองตำแหน่ง แสดงความเร็วลิฟต์มีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที
- CarW ชนิดข้อมูลเป็นตัวเลข แสดงระยะความกว้างของลิฟต์มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร
- CarD ชนิดข้อมูลเป็นตัวเลข แสดงระยะความลึกของลิฟต์มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร
- CoreW ชนิดข้อมูลเป็นตัวเลข แสดงความกว้างของช่อง Core ลิฟต์มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร
- CoreD ชนิดข้อมูลเป็นตัวเลข แสดงความลึกของช่อง Core ลิฟต์ มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร
- MW ชนิดข้อมูลเป็นตัวเลข ความกว้างของห้องเครื่องลิฟต์มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร
- MD ชนิดข้อมูลเป็นตัวเลข ความลึกของห้องเครื่องลิฟต์มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร
- MH_ID กำหนดให้เป็นคีย์นอก (Foreign Key) ชนิดข้อมูลเป็นตัวเลข แสดงรหัสความลึกห้องเครื่อง เพื่อแจ้งข้อมูลระยะความลึกของห้องเครื่องจากตาราง MH เนื่องจากระยะความลึกของห้องเครื่องของลิฟต์แต่ละบริษัทจะมีขนาดแตกต่างกันไปตามการออกแบบ
- OH_ID กำหนดให้เป็นคีย์นอก (Foreign Key) ชนิดข้อมูลเป็นตัวเลข แสดงรหัสระยะ Overhead เพื่อแจ้งข้อมูลระยะ Overhead และระยะ Pit จากตาราง OH
- Company_ID กำหนดให้เป็นคีย์นอก (Foreign Key) ชนิดข้อมูลเป็นตัวอักษร แสดงรหัสบริษัทผู้ผลิต เพื่อทำการเรียกข้อมูลชื่อบริษัทผู้ผลิตจากตาราง Company

- Cost_ID กำหนดให้เป็นคีย์นอก (Foreign Key) ชนิดข้อมูลเป็นตัวเลข แสดงรหัสราคาลิฟต์ เพื่อทำการเรียกดูราคาลิฟต์จากตาราง Cost

Spec : ตาราง

ID	Lift_ID	Model	KG	P	Vmpm	Vmps	CarW	CarD	CoreW	CoreD	MW	MD	MH_ID	OH_ID	Company_ID	Cost_ID
149	L148	GPS-2200-105	2200	33	105	1.75	2300	2100	2850	2650	0	0	3	3	C3	2
150	L149	GPS-2450-45	2450	37	45	.75	2400	2200	2950	2950	0	0	3	1	C3	1
151	L150	GPS-2450-60	2450	37	60	1	2400	2200	2950	2950	0	0	3	1	C3	1
152	L151	GPS-2450-90	2450	37	90	1.5	2400	2200	2950	2950	0	0	3	2	C3	1
153	L152	GPS-2450-105	2450	37	105	1.75	2400	2200	2950	2950	0	0	3	3	C3	2
154	L153	FLEX-2000-500	900	0	150	2.5	1700	1275	2200	2025	4575	3625	4	8	C4	3
155	L154	FLEX-2000-600	900	0	180	3	1700	1275	2200	2025	4575	3625	5	9	C4	4
156	L155	FLEX-2000-700	900	0	210	3.5	1700	1275	2200	2025	4575	3625	5	10	C4	5
157	L156	FLEX-2500-500	1150	0	150	2.5	1950	1275	2500	2025	5100	3625	4	9	C4	3
158	L157	FLEX-2500-600	1150	0	180	3	1950	1275	2500	2025	5100	3625	5	9	C4	4
159	L158	FLEX-2500-700	1150	0	210	3.5	1950	1275	2500	2025	5100	3625	5	10	C4	5
160	L159	FLEX-3000-500	1350	0	150	2.5	1950	1425	2500	2175	5100	3625	5	8	C4	3
161	L160	FLEX-3000-600	1350	0	180	3	1950	1425	2500	2175	5100	3625	5	9	C4	4
162	L161	FLEX-3000-700	1350	0	210	3.5	1950	1425	2500	2175	5100	3625	5	10	C4	5
163	L162	FLEX-3500-500	1600	0	150	2.5	1950	1625	2500	2375	5100	3750	5	8	C4	3
164	L163	FLEX-3500-600	1600	0	180	3	1950	1625	2500	2375	5100	3750	5	9	C4	4
165	L164	FLEX-3500-700	1600	0	210	3.5	1950	1625	2500	2375	5100	3750	5	10	C4	5
166	L165	FLEX-4000-500	1800	0	150	2.5	2300	1625	2850	2375	5800	3750	5	8	C4	3
167	L166	FLEX-4000-600	1800	0	180	3	2300	1625	2850	2375	5800	3750	5	9	C4	4
168	L167	FLEX-4000-700	1800	0	210	3.5	2300	1625	2850	2375	5800	3750	5	10	C4	5

ระเบียน: 2 จาก 166

แสดงภาพ Table : Spec

1.2 Table : Cost สามารถแบ่งได้เป็น 3 ฟิลด์

- ID ชนิดข้อมูลเป็นตัวเลข สำหรับช่วยลำดับข้อมูลในตาราง
- Cost_ID กำหนดให้เป็นคีย์หลัก (Primary Key) ชนิดข้อมูลเป็นตัวเลข แสดงรหัสราคาลิฟต์
- Cost ชนิดข้อมูลเป็นตัวเลขแบบ Currency แสดงราคาลิฟต์ ตามที่บริษัทผู้ผลิตกำหนด มีหน่วยเป็นบาท

Cost : ตาราง

ID	Cost_ID	Cost
1	1	3,000,000.00
2	2	4,000,000.00
3	3	5,000,000.00
4	4	5,500,000.00
5	5	6,000,000.00
(มายเลขอัตโนมัติ)	0	0.00

แสดงภาพ Table : Cost

1.3 Table : MH สามารถแบ่งได้เป็น 2 ฟิลด์

- MH_ID กำหนดให้เป็นคีย์หลัก (Primary Key) ชนิดข้อมูลเป็นตัวเลข แสดงรหัสระยะความลึกของห้องเครื่อง
- MH ชนิดข้อมูลเป็นตัวเลข แสดงระยะความลึกของห้องเครื่องมีหน่วยเป็นมิลลิเมตร

MH : ตาราง

MH_ID	MH	Note
1	2200	Kone
2	2300	Kone
3	2600	Kone
4	2250	Hitachi
5	2400	Hitachi
0	0	

แสดงภาพ Table : MH

1.4 Table : Company สามารถแบ่งได้เป็น 2 ฟิลด์

- Company_ID กำหนดให้เป็นคีย์หลัก (Primary Key) ชนิดข้อมูลเป็นตัวอักษร แสดงรหัสบริษัทผู้ผลิตลิฟต์
- Company_Name ชนิดข้อมูลเป็นตัวอักษร แสดงชื่อบริษัทผู้ผลิตลิฟต์

Company : ตาราง

Company_ID	Company_Name
C1	KONE
C2	HITACHI
C3	MITSUBISHI
C4	FUJITEC

แสดงภาพ Table : Company

1.5 Table : OH สามารถแบ่งได้เป็น 3 ฟิลด์

- OH_ID กำหนดให้เป็นคีย์หลัก (Primary Key) ชนิดข้อมูลเป็นตัวเลข แสดงรหัสระยะ Overhead

- OH ชนิดข้อมูลเป็นตัวเลข แสดงระยะ Overhead มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร
- PIT ชนิดข้อมูลเป็นตัวเลข แสดงระยะ Pit มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร

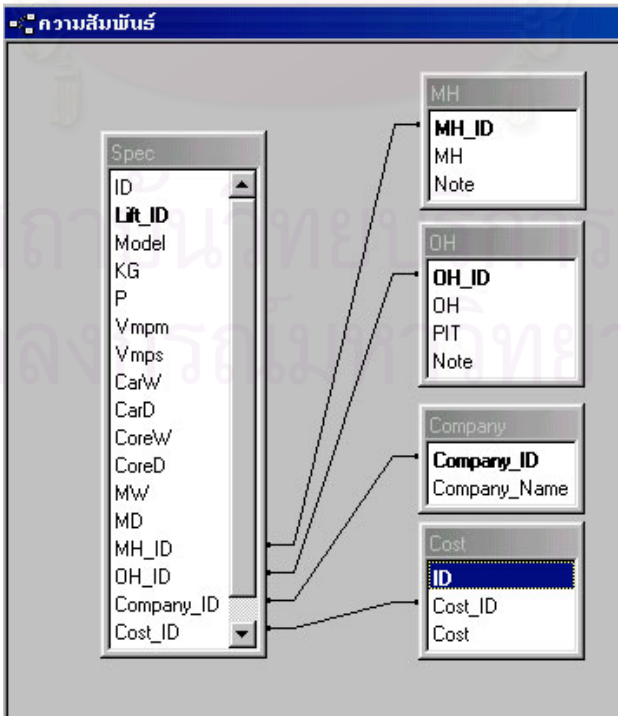
OH : ตาราง

	OH_ID	OH	PIT	Note
▶	1	4400	1500	Kone,Mitsu(0.75-1.0)
	2	4600	1800	Kone,Mitsu(1.5)
	3	4800	2100	Kone,Mitsu(1.75-2.0)
	4	5400	2800	Kone,Mitsu(2.5)
	5	4450	1550	Hitachi(1)
	6	4650	1850	Hitachi(1.5)
	7	4850	2150	Hitachi(1.75)
	8	5100	2275	Fujitec
	9	5450	2800	Fujitec
	10	5625	3100	Fujitec
*	0	0	0	

แสดงภาพ Table : OH

2. **ความสัมพันธ์**

สามารถกำหนดความสัมพันธ์ของตารางต่าง ๆ ได้ดังภาพ



แสดงภาพการออกแบบฐานข้อมูลและกำหนดความสัมพันธ์ของฐานข้อมูลรายละเอียดลิฟต์

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวนลินา องคสิงห เกิดวันที่ 4 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2518 ที่กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต เกียรตินิยมอันดับสอง สาขาสถาปัตยกรรมหลัก คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต ในปีการศึกษา 2540 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสถาปัตยกรรมศาสตร์ ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปี พ.ศ. 2543

ในระหว่างการศึกษา ได้รับทุนอุดหนุนและส่งเสริมวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท– เอก ในสถาบันอุดมศึกษาของรัฐ ทบวงมหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2544

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย