

การประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อวิเคราะห์หาผลกำไรสูงสุด
ของโครงการอสังหาริมทรัพย์แนวราบ ในเขตพื้นที่เมืองใหญ่

APPLYING MATHEMATICAL MODEL TO OPTIMIZE PROFIT
OF LOW-RISE REAL ESTATE PROJECT IN A LARGE CITY AREA



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2566

KMITL-2024-EN-D- 098 -180

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

APPLYING MATHEMATICAL MODEL TO OPTIMIZE PROFIT
OF LOW-RISE REAL ESTATE PROJECT IN A LARGE CITY AREA



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
DOCTOR OF ENGINEERING IN CIVIL ENGINEERING
SCHOOL OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2023
KMITL-2024-EN-D- 098-180

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2023

SCHOOL OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อวิเคราะห์ หาผลกำไรสูงสุดของโครงการอสังหาริมทรัพย์แนวราบ ในเขตพื้นที่เมืองใหญ่
นักศึกษา	นายสิริภพ กาแก้ว
รหัสประจำตัว	59601043
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมโยธา
พ.ศ.	2566
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รศ.ดร.ชลิดา อุตะเกา

บทคัดย่อ

ในประเทศไทย โครงการธุรกิจอสังหาริมทรัพย์แนวราบ เป็นธุรกิจที่มีการแข่งขันสูงและมีความซับซ้อนที่ต้องใช้เงินลงทุนจำนวนมาก ซึ่งโครงการพัฒนาที่อยู่อาศัยมีปัญหาหลายประการ ได้แก่ โครงการพัฒนาที่อยู่อาศัยใหม่ จะมีโอกาสทำกำไรผิดพลาดจากการวางแผนการก่อสร้างที่ไม่ดีพอ หรือ ปัญหาการบริหารทรัพยากรที่ใช้ในการก่อสร้าง ที่ไม่สอดคล้องกับแผนงานก่อสร้างจริง ซึ่งส่งผลกระทบต่อผลกำไรของโครงการ ในฐานะเจ้าของโครงการจำเป็นต้องบริหารจัดการโครงการบ้านจัดสรรแนวราบให้ได้กำไรสูงสุด

การพัฒนาโครงการอสังหาริมทรัพย์แนวราบนั้น เหมาะสมกับพื้นที่ในเมืองใหญ่ ที่มีความหนาแน่นของประชากรสูง เช่น ในประเทศไทย มีในเมืองใหญ่เช่นในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล หรือพื้นที่ใกล้เคียง ซึ่งได้แก่ นนทบุรี สมุทรปราการ และปทุมธานี ตามลำดับ โดยการเพิ่มขึ้นของประชากรในพื้นที่ดังกล่าว ส่งผลให้การใช้ทรัพยากร หรือการบริหารทรัพยากรที่มีอยู่ ต้องเกิดประโยชน์หรือคุ้มค่ามากที่สุด และสะท้อนถึงปัญหาในการก่อสร้างโครงการพัฒนาโครงการอสังหาริมทรัพย์แนวราบ คือ ต้องหาวิธีบริหารจัดการงานก่อสร้างอย่างไร โครงการถึงจะมีกำไรสูงสุด ทั้ง 2 หัวข้อนี้มีความสัมพันธ์ที่สอดคล้องกัน ในการพัฒนาโครงการอสังหาริมทรัพย์แนวราบที่เจ้าของโครงการต้องตระหนักเป็นอย่างยิ่ง ในฐานะเจ้าของโครงการจำเป็นต้องบริหารจัดการโครงการพัฒนาที่อยู่อาศัยให้ได้กำไรสูงสุด โดยเฉพาะในโครงการขนาดใหญ่ที่ต้องใช้เงินลงทุนจำนวนมาก ทั้งในแง่ของค่าก่อสร้างและค่าที่ดินและต้นทุนอื่นๆ ในกรณีนี้จะมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องหลายอย่าง เช่น จำนวนบ้านทั้งหมด โครงการที่กำหนดจำนวนบ้านที่เหมาะสมในการสร้างในแต่ละแบบ ตลอดจนขนาดที่ดินที่เหมาะสมของบ้านแต่ละแบบ ซึ่งปัจจัยเหล่านี้จะส่งผลต่อกำไรของโครงการ ด้วยความกังวลนี้ปัญหาของการวิจัยนี้คือการหาวิธีการในการทำกำไรสูงสุดของโครงการพัฒนาโครงการอสังหาริมทรัพย์แนวราบ ซึ่งจะมีความสัมพันธ์กับต้นทุนหรือตัวแปรต่างๆ ของโครงการ

โดยงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความสามารถในการทำกำไรสูงสุดของโครงการพัฒนาที่อยู่อาศัยแนวราบในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ได้แก่ นนทบุรี สมุทรปราการ และปทุมธานี ซึ่งเป็นผลมาจากการบริหารงานก่อสร้างที่ดี โดยนำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการหาค่าที่เหมาะสมเพื่อหาผลกำไรสูงสุดของโครงการพัฒนาที่อยู่อาศัย โดยใช้โครงการศึกษา 3 โครงการ คือ โครงการขนาดใหญ่ มี 427 หลัง แบ่งบ้านออกเป็น 3 แบบบ้าน ส่วนโครงการขนาดกลางประกอบด้วย 262 หลัง และแบ่งเป็น 2 แบบบ้าน และโครงการเล็กประกอบด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และห้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

133 หลัง โดยแบ่งออกเป็น 3 แบบบ้าน โดยใช้ GAMS เป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหาแบบจำลอง และหาค่าที่เหมาะสม โดยผลลัพธ์มีดังนี้ โครงการขนาดใหญ่ สามารถประเมินผลกำไรสูงสุด คือ 975.50 ล้านบาท โดยต้องสร้างบ้านแบบที่ 1 จำนวน 283 หลัง, แบบที่ 2 จำนวน 2 หลัง และแบบที่ 3 จำนวน 142 หลัง ตามลำดับ โครงการขนาดกลาง สามารถประเมินผลกำไรสูงสุด คือ 248.74 ล้านบาท โดยต้องสร้างบ้านแบบที่ 1 จำนวน 63 หลัง, แบบที่ 2 จำนวน 198 หลัง ตามลำดับ ส่วนโครงการขนาดเล็ก สามารถประเมินผลกำไรสูงสุด คือ 301.93 ล้านบาท โดยต้องสร้างบ้านแบบที่ 1 จำนวน 20 หลัง, แบบที่ 2 จำนวน 18 หลัง และแบบที่ 3 จำนวน 95 หลัง ตามลำดับ และใช้ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน หรือ The Percentage Error ในการตรวจสอบประสิทธิภาพของแบบจำลองสำหรับทุกโครงการ โดยโครงการขนาดใหญ่ มีค่า The Percentage Error เท่ากับ 1.20% โครงการขนาดกลาง มีค่า The Percentage Error เท่ากับ 0.44% และโครงการขนาดเล็ก มีค่า The Percentage Error เท่ากับ 0% ซึ่งผลลัพธ์สามารถยอมรับได้ทั้ง 3 โครงการ เพราะค่า The Percentage Error มีค่าไม่เกิน $\pm 10\%$.

โดยบทสรุปข้อเสนอแนะและรายละเอียดงานวิจัยในอนาคตนั้น ผู้วิจัยได้อภิปรายและอธิบายไว้เพื่อประโยชน์ในการวิจัยโครงการพัฒนาที่อยู่อาศัยแนวราบต่อไป

Thesis Title	Applying mathematical model to optimize profit of low-rise real estate project in a large city area
Student	MR. SIRIPOB KAKAEW
Student ID.	59601043
Degree	Doctor of Engineering
Program	Civil Engineering
Year	2023
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Dr. CHALIDA U-TAPAO

ABSTRACT

In Thailand, the low-rise real estate project business is a highly competitive and complex business that will require large investments, however, the low-rise real estate project still has many problems, including insufficient construction planning or resource allocation problem that is inconsistent with the construction plan. Besides, it affects to the profits of the project. The project owner must be to manage for the low-rise real estate project business to gain the maximized profit.

The low-rise real estate projects that have a high population density, such as large cities in Thailand or in Bangkok and perimeter areas, which are Nonthaburi, Samut Prakan, and Pathum Thani, respectively, Then, the increasing in population in those areas with the use of resource allocation must be the most benefit. Additionally, it reflects to the construction problem of a low-rise real estate project that is the need to search a solution to manage in construction work for gaining the maximized profit. On the same way, both of these topics also have a consistent relationship in the low-rise real estate project which the project owners must be extremely awared. As a project owner, you need to manage your housing development project to maximize profits, especially in large projects that require a large amount of capital in terms of construction costs, land costs and other costs. In this case, there will be many factors involved, such as the total number of houses, determining the appropriate number of houses to build in each types as well as the appropriate size of land for each type of house. Thus, these factors will affect to the profit of the project. With this causes, the research problem is to find out the maximized profit of the low-rise real estate project which will be related to the costs or various variables of the project.

This research is aiming with the applying for Mathematical model to optimize profit or Low-rise real estate project in a large city areas or Bangkok, Nonthaburi, Samut Prakan and Pathum Thani province.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และ iii อ่างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The researcher used the data from 3 projects for the validation model. With this case, the large project consist of 427 units and divided into 3 types, the medium project consist of 262 units and divided into 2 types and the small project consists of 133 units and divided into 3 types : the researcher uses GAMS as a tool for solving problems and find out optimal solution and after using for the Percentage Error for verification of the optimization models for all projects, According to the resulted, it shown the resulted for the large project found the maximized profit to be 975.50 MTHB. and it must be planned bouse type 1 was 283 units, house type 2 was 2 units and house type 3 was 142 unit respectively. The resulted for the medium project found the maximized profit to be 248.74 MTHB. and it must be construction planned type 1 was 63 units, type 2 was 198 units respectively. The resulted for the small project found the maximized profit to be 301.93 MTHB. and it must be construction planned type 1 was 20 units, type2 was 18 units and type 3 as 95 units respectively. and the percentage error for validation of the optimization models for all projects and the resulted are follows : the large projects had the percentage error was 1.2%, the medium projects had the percentage error was 0.44%, and the small projects had the percentage error was 0% respectively. As the resulted, it can be concluded that all projects are acceptable because the percentage error not exceed the acceptable value that is $\pm 10\%$.

According to the summary and recommendations part of the research with details of future research work, it has been discussed and explained by the researcher in the final part of the research, which will be benefit for the future research of the low-rise real estate projects.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจากอาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร.ชลิตา อุตะภา ที่ให้ความรู้ คำชี้แนะสั่งสอน และให้ความช่วยเหลือ ตลอดจนช่วยแก้ปัญหาในงานวิจัยแก่ข้าพเจ้า

ขอขอบคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่าน ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำตลอดจนชี้แนะในการทำเล่มวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ ขอขอบคุณ ผศ.ดร.วุฒิชัยชาติพัฒนานันท์ ในการช่วยเหลือในงานวิจัยของข้าพเจ้า และขอขอบคุณ รศ.ดร.ต่อตระกูล ยมนาค ที่กรุณาให้ข้อมูลในการสัมภาษณ์งานก่อสร้าง

ขอขอบคุณผู้บริหารบริษัทอสังหาริมทรัพย์ในประเทศไทยทุกบริษัทที่กรุณาให้ข้อมูลในการสัมภาษณ์รายละเอียดของงานโครงการอสังหาริมทรัพย์แนวราบแก่ข้าพเจ้าเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ พ่อแม่ น้อง และครอบครัวของข้าพเจ้า ที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจแก่ข้าพเจ้าตลอดระยะเวลาการศึกษาในระดับปริญญาเอกอย่างดีตลอดมา

สิริภพ กาแก้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ.....	I
ABSTRACT.....	III
กิตติกรรมประกาศ.....	V
สารบัญ.....	VI
สารบัญตาราง.....	VIII
สารบัญรูป.....	IX
บทที่ 1.....	1
บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมา.....	1
1.2 ความสำคัญของปัญหา.....	4
1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....	4
1.4 ขอบเขตงานวิจัย.....	5
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	5
บทที่ 2.....	6
การทบทวนวรรณกรรม.....	6
2.1 งานวิจัยที่นำการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณมาประยุกต์ใช้กับงานอสังหาริมทรัพย์.....	6
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้กับงานอสังหาริมทรัพย์.....	12
2.3 ต้นทุนโครงการอสังหาริมทรัพย์แนวราบในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล.....	26
บทที่ 3.....	36
การวิเคราะห์ข้อมูลโครงการอสังหาริมทรัพย์แนวราบ ในเขตพื้นที่เมืองใหญ่.....	36
3.1 วิธีดำเนินงานวิจัย.....	36
3.2 กลุ่มประชากรและขนาดตัวอย่าง.....	40
3.3 การออกแบบแบบสอบถามเพื่อสัมภาษณ์.....	43
3.4 การเก็บข้อมูลจากการสัมภาษณ์.....	43
3.5 การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (MULTIPLE REGRESSION ANALYSIS).....	53
3.6 การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ โดย SPSS.....	56

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4.....	61
การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อวิเคราะห์หา ผลกำไรสูงสุดของโครงการอสังหาริมทรัพย์ แนวราบ ในเขตพื้นที่เมืองใหญ่.....	61
4.1 การวิเคราะห์หาค่าเหมาะสม (OPTIMIZATION)	61
4.2 หลักการพื้นฐานของการวิเคราะห์หาค่าที่เหมาะสม	62
4.3 ข้อจำกัด (CONSTRAINTS)	63
4.4 กำหนดการเชิงเส้น (LINEAR PROGRAMMING)	63
4.5 การแก้ปัญหาโปรแกรมเชิงเส้นด้วย GAMS.....	64
4.6 การสร้างแบบจำลองการวิเคราะห์การหาค่าเหมาะสม (OPTIMIZATION MODEL).....	65
4.7 โครงการศึกษา	65
บทที่ 5.....	90
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	90
5.1 สรุปผลการวิจัย	90
5.2 ข้อเสนอแนะ และแนวทางการวิจัยในอนาคต	92
เอกสารอ้างอิง.....	93
ภาคผนวก ก.....	96
แบบสอบถามที่ใช้ในการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการ	97
ภาคผนวก ข.....	106
ประวัติผู้เขียน.....	107

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 ตารางเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง MULTIPLE LINEAR REGRESSION MODEL กับ ข้อมูลเก่า 15.5 ปี (Δ %)	6
ตารางที่ 2.2 ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา	6
ตารางที่ 2.3 งานวิจัยที่ผ่านมาซึ่งเกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ มาประยุกต์ใช้กับงาน อสังหาริมทรัพย์	10
ตารางที่ 2.4 ต้นทุนการก่อสร้างและระยะเวลาก่อสร้างของแบบก่อสร้างทุกแบบ และทั้งสองระบบ การก่อสร้างของแต่ละทีมผู้รับเหมา	13
ตารางที่ 2.5 ผลลัพธ์จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ แสดงต้นทุนค่าก่อสร้างที่ต่ำสุด	14
ตารางที่ 2.6 การใช้สมการเชิงเส้นกับความสัมพันธ์ของ COST FUNCTION และ WORTH FUNCTION	18
ตารางที่ 2.7 สัดส่วนที่เหมาะสมของคอนกรีต CLC ของช่วงชั้นคุณภาพคอนกรีตทั้ง 3 ช่วงชั้นคุณภาพ ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.2601-2556) คอนกรีตบล็อกมวลเบาแบบเติมฟองอากาศ ได้ดังนี้	23
ตารางที่ 2.8 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	24
ตารางที่ 3.1 ภาพรวมของโครงการอสังหาริมทรัพย์แนวราบที่เก็บข้อมูล	44
ตารางที่ 3.2 ข้อมูลของโครงการพัฒนาที่อยู่อาศัย จำนวน 15 แบบบ้าน, 1649 หลัง	45
ตารางที่ 3.3 สัดส่วนต้นทุนของโครงการพัฒนาที่อยู่อาศัย จำนวน 15 แบบบ้าน, 1649 หลัง	51
ตารางที่ 3.4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน ANOVA	58
ตารางที่ 3.5 ผลสรุปของแบบจำลอง จากการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ	58
ตารางที่ 3.6 ผลสรุปของค่าคงที่ของตัวแปรอิสระ จากการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ	59
ตารางที่ 4.1 ข้อมูลโครงการพัฒนาที่อยู่อาศัย ของโครงการศึกษาที่ 1	66
ตารางที่ 4.2 ตัวแปรที่ใช้ในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ของกรณีศึกษา	68
ตารางที่ 4.3 สรุปการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์การหาค่าที่เหมาะสม (OPTIMAL SOLUTION).. และข้อมูลจริง	76
ตารางที่ 4.4 ข้อมูลโครงการพัฒนาที่อยู่อาศัย ของโครงการศึกษาที่ 2	77
ตารางที่ 4.5 ตัวแปรที่ใช้ในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ของโครงการศึกษาที่ 3	78
ตารางที่ 4.6 สรุปการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์การหาค่าที่เหมาะสม (OPTIMAL SOLUTION).. และข้อมูลจริง	82
ตารางที่ 4.7 ข้อมูลโครงการพัฒนาที่อยู่อาศัย ของโครงการศึกษาที่ 3	83
ตารางที่ 4.8 ตัวแปรที่ใช้ในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ของโครงการศึกษาที่ 2	84
ตารางที่ 4.9 สรุปการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์การหาค่าที่เหมาะสม (OPTIMAL SOLUTION).. และข้อมูลจริง	88

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และทั้งนี้อ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1.1 ความหนาแน่นของประชากรสูงสุดของประเทศไทยปี 2564	1
รูปที่ 1.2 ความหนาแน่นของประชากรสูงสุดของประเทศไทยปี 2563	2
รูปที่ 1.3 ความหนาแน่นของประชากรสูงสุดของประเทศไทยปี 2562	2
รูปที่ 2.1 เปรียบเทียบค่าการตลาดโดยการคำนวณด้วย MRA กับ มูลค่าการตลาดจริง	7
รูปที่ 2.2 แผนผังโครงการที่อยู่อาศัยแนวราบ ทั้งหมด 169 UNIT	12
รูปที่ 2.3 แผนผังของพารามิเตอร์ที่ใช้ในงานแบบจำลองของบ้านทุกแบบและผู้รับเหมาทุกทีม	13
รูปที่ 2.4 ความสัมพันธ์ของ COST FUNCTION และ WORTH FUNCTION	17
รูปที่ 2.5 การใช้สมการเชิงเส้นกับความสัมพันธ์ของ COST FUNCTION และ WORTH FUNCTION การประยุกต์ใช้สมการเชิงเส้น (LINEAR PROGRAMMING)	18
รูปที่ 2.6 อาคาร THE MENAM RESIDENCE	19
รูปที่ 2.7 แบบแปลนฐานรากก่อนทำวิศวกรรมคุณค่า	19
รูปที่ 2.8 แบบแปลนฐานรากก่อนทำวิศวกรรมคุณค่า และ หลังการทำวิศวกรรมคุณค่า	20
รูปที่ 2.9 การเปรียบเทียบแบบแปลนฐานรากก่อนและหลังทำวิศวกรรมคุณค่า	20
รูปที่ 2.10 การออกแบบโครงสร้างในบริเวณ LIFT PIT ก่อนและหลังทำวิศวกรรมคุณค่า	21
รูปที่ 2.11 แผนงานก่อสร้างของส่วนโครงสร้าง MAT FOUNDATION	21
รูปที่ 2.12 ผลสำรวจความสนใจที่จะซื้อทำเลที่อยู่อาศัยในกรุงเทพฯ	27
รูปที่ 2.13 ผลสำรวจความสนใจของประเภทที่อยู่อาศัย	27
รูปที่ 2.14 ผลสำรวจความสนใจที่จะซื้อทำเลที่อยู่อาศัยในปริมณฑล	28
รูปที่ 2.15 สถิติจำนวนหน่วยโอนกรรมสิทธิ์ที่อยู่อาศัยในแนวราบในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล แยกประเภทที่อยู่อาศัย	29
รูปที่ 2.16 จำนวนหน่วยโอน ปี 2021 เขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล	29
รูปที่ 2.17 ผลสำรวจจะซื้อที่อยู่อาศัยในระดับราคาเท่าใด	30
รูปที่ 2.18 การแยกกลุ่มรายได้เฉลี่ยต่อเดือนในการเลือกจะซื้อบ้านหรือที่อยู่อาศัยในช่วงราคาใด ..	30
รูปที่ 2.19 ผลสำรวจเหตุผลในการซื้อที่อยู่อาศัยในแต่ละประเภท	31
รูปที่ 3.1 ข้อมูลแต่ละส่วนของการสัมภาษณ์	37
รูปที่ 3.2 แสดงภาพรวมลำดับขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	38
รูปที่ 3.3 แผนผังขั้นตอนงานวิจัย ในขั้นตอนที่ 2	39
รูปที่ 3.4 พื้นที่วิจัยกรุงเทพมหานครและปริมณฑล	40
รูปที่ 3.5 สถิติบ้านเปิดขายใหม่ ของพื้นที่ กรุงเทพมหานครและปริมณฑล	41
รูปที่ 3.6 พื้นที่ที่มียอดขายบ้านใหม่ 5 อันดับสูงสุด ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล	42
ปี 2561-2564	42

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

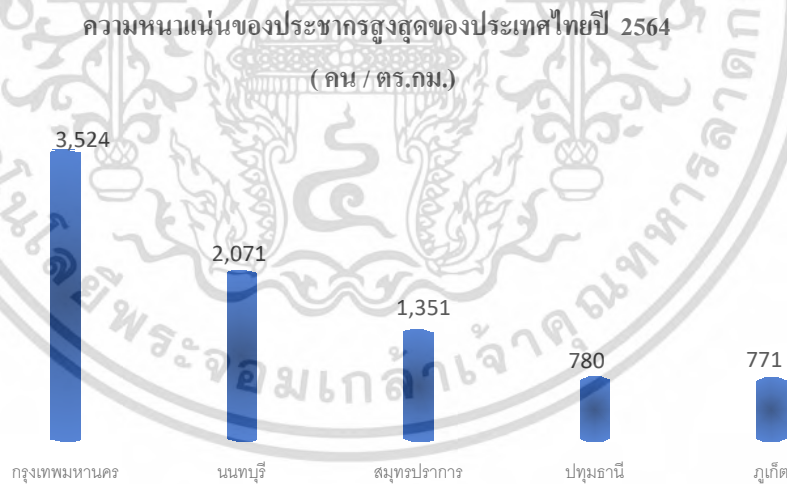
รูปที่ 3.7 สัดส่วนต้นทุน ต่อ 1 หลัง เฉลี่ยจาก 15 แบบบ้าน ของโครงการอสังหาริมทรัพย์แนวราบ ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล	52
รูปที่ 3.8 ตัวแปรตามและกลุ่มตัวแปรอิสระที่ใช้ในงานการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ	56
รูปที่ 3.9 การใช้เมนู REGRESSION ในโปรแกรม SPSS.....	57
รูปที่ 4.1 ขั้นตอนการทดสอบแบบจำลอง โดยผ่านโครงการศึกษา.....	65
รูปที่ 4.2 การทดสอบแบบจำลองเพื่อประเมินผลกำไรสูงสุดของโครงการอสังหาริมทรัพย์.....	67
รูปที่ 4.3 แผนผังของตัวแปรทั้งหมดที่ใช้ในกรณีศึกษา.....	68
รูปที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์ของสมการวัตถุประสงค์ โดย GAMS.....	75
รูปที่ 4.5 การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์การหาค่าที่เหมาะสม (OPTIMIZATION MODEL) และ ข้อมูลจริง	76
รูปที่ 4.6 แผนผังของตัวแปรทั้งหมดที่ใช้ในกรณีศึกษา.....	77
รูปที่ 4.7 ผลการวิเคราะห์ของสมการวัตถุประสงค์ โดย GAMS.....	81
รูปที่ 4.8 การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์การหาค่าที่เหมาะสม (OPTIMIZATION MODEL) และ ข้อมูลจริง	82
รูปที่ 4.9 แผนผังของตัวแปรทั้งหมดที่ใช้ในกรณีศึกษา.....	83
รูปที่ 4.10 ผลการวิเคราะห์ของสมการวัตถุประสงค์ โดย GAMS.....	87
รูปที่ 4.11 การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์การหาค่าที่เหมาะสม (OPTIMIZATION MODEL) และ ข้อมูลจริง	88

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมา

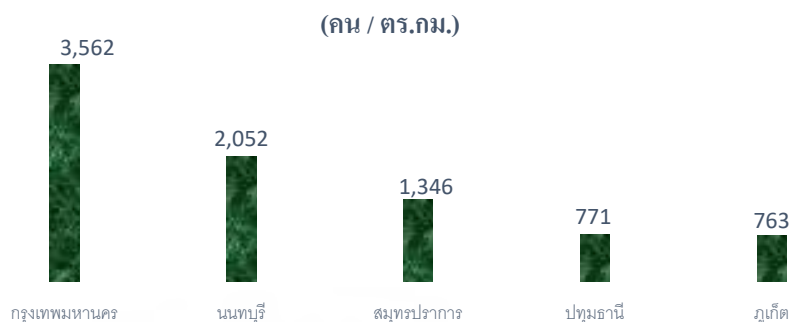
ในประเทศไทย โครงการบ้านจัดสรรแนวราบในธุรกิจอสังหาริมทรัพย์ส่วนใหญ่ ตั้งอยู่ในเมืองใหญ่และจังหวัดโดยรอบเมืองใหญ่ เช่น กรุงเทพมหานคร นนทบุรี สมุทรปราการ และปทุมธานี โดยดูจากความหนาแน่นของประชากรสูงสุดต่อปีในแต่ละจังหวัด อีกทั้งเป็นธุรกิจที่มีการแข่งขันสูงและมีความซับซ้อนที่จะต้องใช้งบลงทุนจำนวนมาก ซึ่งโครงการพัฒนาที่อยู่อาศัยมีปัญหาหลายประการ ได้แก่ โครงการพัฒนาที่อยู่อาศัยใหม่ จะมีโอกาสทำกำไรผิดพลาดจากการวางแผนการก่อสร้างที่ไม่ดีพอ หรือ ปัญหาการบริหารทรัพยากรที่ใช้ในการก่อสร้าง ที่ไม่สอดคล้องกับแผนงานก่อสร้างจริง ซึ่งส่งผลกระทบต่อผลกำไรของโครงการ ในฐานะเจ้าของโครงการจำเป็นต้องบริหารจัดการโครงการบ้านจัดสรรแนวราบให้ได้กำไรสูงสุด และกำหนดจำนวนบ้านในแต่ละแบบ โดยเฉพาะโครงการขนาดใหญ่ที่ต้องใช้งบลงทุนจำนวนมากทั้งในด้านค่าก่อสร้าง และค่าที่ดิน และต้นทุนอื่นๆ ในกรณีนี้จะมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องหลายอย่าง เช่น จำนวนบ้านทั้งโครงการที่กำหนดจำนวนบ้านที่เหมาะสมในการสร้างในแต่ละแบบ และขนาดที่ดินที่เหมาะสมของบ้านแต่ละแบบ ปัจจัยเหล่านี้จะส่งผลต่อกำไรของโครงการอสังหาริมทรัพย์แนวราบทั้งสิ้น



รูปที่ 1.1 ความหนาแน่นของประชากรสูงสุดของประเทศไทยปี 2564

ที่มา : <https://office.dpt.go.th/stbd/th/statistic-population>

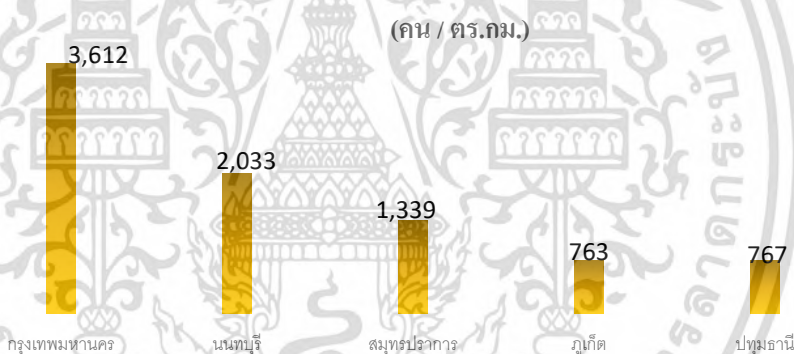
ความหนาแน่นของประชากรสูงสุดของประเทศไทยปี 2563



รูปที่ 1.2 ความหนาแน่นของประชากรสูงสุดของประเทศไทยปี 2563

ที่มา : <https://office.dpt.go.th/stbd/th/statistic-population>

ความหนาแน่นของประชากรสูงสุดของประเทศไทย ปี 2562



รูปที่ 1.3 ความหนาแน่นของประชากรสูงสุดของประเทศไทยปี 2562

ที่มา : <https://office.dpt.go.th/stbd/th/statistic-population>

รูปที่ 1.1, 1.2 และ 1.3 แสดงถึงความหนาแน่นของประชากรสูงสุดของประเทศไทย ปี 2564 ,2563 และ 2562 ตามลำดับ[1][2] โดย 4 อันดับแรก คือ กรุงเทพมหานคร และปริมณฑล อีก 3 จังหวัด ซึ่งได้แก่ นนทบุรี สมุทรปราการ และ ปทุมธานี ซึ่งทั้ง 3 ปี ล่าสุดนี้ แสดงให้เห็นว่าทั้ง 4 จังหวัดนี้ เป็นเมืองใหญ่ที่มีความหนาแน่นของประชากรสูงสุด กลุ่มแรก ของประเทศไทย จึงมีความเหมาะสมกับการลงทุนพัฒนาโครงการอสังหาริมทรัพย์แนวราบ ในประเทศไทยเป็นอย่างยิ่ง

การพัฒนาโครงการอสังหาริมทรัพย์ ควรจะมีการวางแผนใช้ทรัพยากรทุกส่วนของโครงการให้เกิดประโยชน์หรือผลกำไรมากที่สุด การทำกำไรของโครงการพัฒนาที่อยู่อาศัย จึงเป็นผลมาจากการบริหารงานก่อสร้างที่ดี เช่น ที่ดินที่ควรจะใช้ให้คุ้มค่าที่สุด โดยเฉพาะกับพื้นที่ที่ค่อนข้างมีประชากรหนาแน่น จึงมีความจำเป็นที่ต้องใช้หรือบริหารจัดการที่ดินให้คุ้มค่าที่สุดหรือเกิดผลกำไรมากที่สุด ซึ่งที่ดินถือว่าเป็นตัวแปรสำคัญของงานพัฒนาอสังหาริมทรัพย์ที่จะส่งผลถึงกำไรของโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การพัฒนาโครงการอสังหาริมทรัพย์ ก็คือการเลือกทำเลให้ถูกต้องแม่นยำ ว่าทำเลไหนมีโอกาสที่จะได้รับการพัฒนากลายเป็นทำเลทองในอนาคต จนทำให้ที่ดินหรือโครงการอสังหาริมทรัพย์ตรงนั้นมีมูลค่าเพิ่มสูงขึ้นได้มาก ได้แก่ ที่ดินบริเวณชานเมืองหลายๆ คนมักจะรู้สึกว่าการทำเลที่ดินในเมือง อาทิ ย่านสาทร สีลม อโศก ฯลฯ คือทำเลทองที่ดีที่สุด ซึ่งก็ไม่ผิด แต่สิ่งที่ต้องคำนึงถึงก็คือ ทำเลที่ดินในเมืองนั้นมีราคาสูงมากอยู่แล้ว เช่น ที่ดินถนนสีลม มีราคาประเมินอยู่ที่ 7.5 แสนถึง 1 ล้านบาทต่อตรว. ซึ่งเมื่อราคาสูงอยู่แล้ว อัตราการเติบโตแต่ละปีก็จะไม่ได้มากเท่าไร ที่สำคัญคือ หากเราต้องการซื้อเพื่อลงทุนก็ต้องใช้เงินก้อนใหญ่มาๆ ตรงกันข้ามกับที่ดินบริเวณชานเมือง ที่มักจะมียออัตราการขยายตัวของราคาสูงกว่า เนื่องจากราคายังไม่ได้สูง และยังมีความต้องการจำนวนมากที่จะใช้ที่ดินบริเวณชานเมืองพัฒนาเป็นที่อยู่อาศัย และเป็นเมืองใหม่ ดังนั้นเอง ที่ดินบริเวณชานเมืองจึงถือเป็นทำเลที่ดีที่น่าจับตามอง โดย 5 โซนที่ดินชานเมืองที่มีอัตราการเปลี่ยนแปลงของราคาเพิ่มสูงขึ้นมากที่สุดใน Q2 ปี65 [3] นี้ ได้แก่

1. ที่ดินโซนบางพลี-บางบ่อ-บางเสาธง ราคาเพิ่มขึ้น 40.5%
2. ที่ดินโซนบางกรวย-บางใหญ่-บางบัวทอง-ไทรน้อย ราคาเพิ่มขึ้น 24.2%
3. ที่ดินโซนเมืองนนทบุรี-ปากเกร็ด ราคาเพิ่มขึ้น 23.6%
4. ที่ดินโซนพระโขนง-บางนา-สวนหลวง-ประเวศ ราคาเพิ่มขึ้น 12.3%
5. ที่ดินโซนเมืองสมุทรปราการ-พระประแดง-พระสมุทรเจดีย์ ราคาเพิ่มขึ้น 8.5%

โดยการศึกษาก่อนหน้านี้ ได้นำเสนอบทความวิจัยหลากหลายที่เกี่ยวข้องกับโครงการพัฒนาอสังหาริมทรัพย์แนวราบ โดยการใช้วิธีการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด (Optimization) ยกตัวอย่าง เช่น

Utiahman and Rauf [4] ใช้วิธีการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด (Optimization) ขนาดที่ดินโดยอ้างอิงเงื่อนไขกับแบบบ้านแต่ละแบบของโครงการ Bumi Wongkatiti Permai III residence ที่เมือง Gorontalo ประเทศอินโดนีเซีย โดยใช้สมการเชิงเส้น (Linear Programing) โดยมีวัตถุประสงค์คือ กำไรสูงสุดของบริษัทที่สอดคล้องกับเงื่อนไขของขนาดที่ดิน และแบบบ้านแต่ละแบบ

Dr.Pandit [5] ใช้สมการเชิงเส้น (Linear Programing) เพื่อหาผลกำไรสูงสุดของบริษัทก่อสร้างของการวางแผนสร้างอาคารที่พักอาศัยและห้างสรรพสินค้าโดยมีเงื่อนไขของอาคารที่พักอาศัยและห้างสรรพสินค้า และต้นทุนก่อสร้างของอาคารแต่ละแบบ

Ngowtanasuwan [6] ใช้สมการคณิตศาสตร์แบบโปรแกรมเชิงเส้นเลขจำนวนเต็ม โดยการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด (Optimization) ของการวางแผนก่อสร้างโครงการพัฒนาที่อยู่อาศัยแนวราบจำนวน 169 หลัง โดยมีเงื่อนไข คือ วิธีการก่อสร้าง, จำนวนแบบบ้าน, จำนวนผู้รับเหมาก่อสร้าง และเวลาในการก่อสร้าง เพื่อวัตถุประสงค์ คือ ต้นทุนการก่อสร้างโครงการน้อยที่สุด

จากการทบทวนวรรณกรรม หรือความเป็นมาของงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า นักวิจัยส่วนมากจะใช้การวิเคราะห์ด้วยวิธีการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด (Optimization) และหาค่าตอบด้วยโปรแกรมเชิงเส้น แต่ยังไม่มีการพิจารณาหาสมการฟังก์ชันวัตถุประสงค์ที่ดูความสัมพันธ์ของตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลกำไรของโครงการมาประยุกต์ใช้ ซึ่งในโครงการจะประกอบด้วยแบบบ้านหลายแบบ ซึ่งกล่าวได้ว่าเป็นอีกช่องว่างองค์ความรู้ที่ผู้วิจัยนำมาสร้างเป็นงานวิจัยขึ้นเพื่อให้เกิดองค์ความรู้ใหม่

1.2 ความสำคัญของปัญหา

จากการทบทวนวรรณกรรมดังที่กล่าวไว้เบื้องต้น และการพัฒนาโครงการอสังหาริมทรัพย์แนวราบนั้น เหมาะสมกับพื้นที่ในเมืองใหญ่ ที่มีความหนาแน่นของประชากรสูง ดังรูปที่ 1.1-1.3 โดยในประเทศไทย ก็จะมีอยู่ที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล หรือพื้นที่ใกล้เคียง ซึ่งได้แก่ นนทบุรี สมุทรปราการ และปทุมธานี ตามลำดับ โดยการเพิ่มขึ้นของประชากรในพื้นที่ดังกล่าว ส่งผลให้การใช้ทรัพยากร หรือการบริหารทรัพยากรที่มีอยู่ (Resource allocation) ต้องเกิดประโยชน์หรือคุ้มค่านามากที่สุด และสะท้อนถึงปัญหาในการก่อสร้างโครงการพัฒนาโครงการอสังหาริมทรัพย์แนวราบ คือ ต้องบริหารจัดการงานก่อสร้างอย่างไร โครงการถึงจะมีกำไรสูงสุด ทั้ง 2 หัวข้อนี้มีความสัมพันธ์กันอย่างสอดคล้อง ในการพัฒนาโครงการอสังหาริมทรัพย์แนวราบที่เจ้าของโครงการตระหนักถึงเป็นอย่างดี ในฐานะเจ้าของโครงการจำเป็นต้องบริหารจัดการโครงการพัฒนาที่อยู่อาศัยให้ได้กำไรสูงสุด โดยเฉพาะในโครงการขนาดใหญ่ที่ต้องใช้เงินทุนจำนวนมากทั้งในแง่ของค่าก่อสร้างและค่าที่ดิน และต้นทุนอื่นๆ ในกรณีนี้จะมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องหลายอย่าง เช่น จำนวนบ้านทั้งหมด โครงการที่กำหนดจำนวนบ้านที่เหมาะสมในการสร้างในแต่ละแบบ ตลอดจนขนาดที่ดินที่เหมาะสมของบ้านแต่ละแบบ ซึ่งปัจจัยเหล่านี้จะส่งผลต่อกำไรของโครงการ ด้วยความกังวลนี้ปัญหาของการวิจัยนี้คือการหาวิธีการในการทำกำไรสูงสุดของโครงการพัฒนาโครงการอสังหาริมทรัพย์แนวราบ ซึ่งจะมีความสัมพันธ์กับต้นทุนหรือตัวแปรต่างๆ ของโครงการ

1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.3.1 เพื่อทำการพัฒนาและประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ในการวิเคราะห์หาค่าเหมาะสมที่สุด เพื่อมาใช้ในการบริหารจัดการในการวางแผนพัฒนาอสังหาริมทรัพย์แนวราบ เพื่อให้เกิด ผลกำไรสูงสุดของโครงการ และมีการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร และปริมณฑล คือ นนทบุรี ปทุมธานี และสมุทรปราการ

1.3.2 เพื่อสร้างแบบจำลองการประเมินผลกำไรสูงสุดของโครงการอสังหาริมทรัพย์แนวราบ

1.3.3 เพื่อทราบถึงประสิทธิภาพหรือสมรรถนะของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ในการวิเคราะห์หาค่าเหมาะสมที่สุด เพื่อมาใช้ในการบริหารจัดการในการวางแผนพัฒนาอสังหาริมทรัพย์แนวราบเพื่อให้เกิดผลกำไรสูงสุดของโครงการ

1.3.4 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลกำไรของบ้านแต่ละแบบในโครงการอสังหาริมทรัพย์แนวราบในพื้นที่กรุงเทพมหานคร และปริมณฑล คือ นนทบุรี ปทุมธานี และสมุทรปราการ

1.3.5 นำแบบจำลองไปประยุกต์ใช้ในโครงการอสังหาริมทรัพย์แนวราบในพื้นที่กรุงเทพมหานคร และปริมณฑล คือ นนทบุรี ปทุมธานี และสมุทรปราการ เพื่อใช้วางแผนในการก่อสร้างเพื่อให้เกิดผลกำไรหรือประโยชน์สูงสุดกับเจ้าของโครงการ ในพื้นที่ที่มีสัดส่วนของประชากรหนาแน่นและเป็นเมืองใหญ่เช่นเดียวกับพื้นที่วิจัย

1.4 ขอบเขตงานวิจัย

1.4.1 ข้อมูลที่ใช้เป็นข้อมูลที่เก็บมาจากการสัมภาษณ์เจ้าของโครงการ หรือ ผู้จัดการโครงการ ที่มีข้อมูลของแต่ละโครงการอสังหาริมทรัพย์แนวราบ ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร และปริมณฑล คือ นนทบุรี ปทุมธานี และสมุทรปราการ เท่านั้น

1.4.2 ทำการประยุกต์ใช้กับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการวิเคราะห์หาค่าที่เหมาะสม (Optimization) โดยใช้ความสัมพันธ์ของฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (Optimization function) และ ฟังก์ชันข้อจำกัด (Limitation function) โดยหาค่าตอบด้านวิธีการโปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming)

1.4.3 แบบจำลองการทำนายผลกำไรของบ้านแต่ละแบบต่อหลัง ในโครงการพัฒนาอสังหาริมทรัพย์แนวราบ ใช้วิธี stepwise multiple regression analysis เพื่อหาสมการทำนายผลกำไรของบ้าน ในโครงการพัฒนาอสังหาริมทรัพย์แนวราบ ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร และปริมณฑล คือ นนทบุรี ปทุมธานี และสมุทรปราการ เท่านั้น

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ผลลัพธ์ของการศึกษาในวิทยานิพนธ์นี้ คาดว่าจะก่อให้เกิดประโยชน์ดังนี้

1.5.1 ทราบถึงแบบจำลองที่ใช้ประเมินผลกำไรสูงสุดของโครงการพัฒนาอสังหาริมทรัพย์แนวราบ เพื่อใช้ในการวางแผนงานก่อสร้างที่มีประสิทธิภาพ และประกอบแนวทางการตัดสินใจสำหรับผู้ประกอบการที่จะลงทุนในโครงการพัฒนาอสังหาริมทรัพย์แนวราบ

1.5.2 ทราบถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลสูงสุดต่อผลกำไรของบ้านแต่ละแบบต่อหลัง ในโครงการอสังหาริมทรัพย์แนวราบในพื้นที่กรุงเทพมหานคร และปริมณฑล คือ นนทบุรี ปทุมธานี และสมุทรปราการ

1.5.3 ผลจากการวิเคราะห์แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือ Optimization model ช่วยให้ผู้ประกอบการเห็นแนวทางการวางแผนหรือตัดสินใจเลือกแบบบ้านที่จะก่อสร้างแต่ละแบบ พร้อมกับผลกำไรนั้น มีความสอดคล้องกันอย่างไรบ้าง

1.5.4 เพื่อเป็นแบบอย่างแก่ผู้สนใจ ในการนำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการวิเคราะห์หาค่าที่เหมาะสม มาช่วยในการตัดสินใจ ในการวางแผน หรือกำหนดแนวทางการบริหารจัดการงานด้านก่อสร้างโครงการพัฒนาอสังหาริมทรัพย์แนวราบ

1.5.5 สามารถนำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือ Optimization model ไปใช้ในการวางแผนงานก่อสร้างเพื่อประเมิน ผลกำไรในโครงการพัฒนาอสังหาริมทรัพย์แนวราบ ในพื้นที่ที่มีสัดส่วนประชากรหนาแน่น หรือเมืองใหญ่ ทั่วโลก ที่มีลักษณะเดียวกับพื้นที่ที่ใช้ในงานวิจัย

1.5.6 สามารถนำผลลัพธ์ของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ไปใช้ประกอบกับผลลัพธ์ของการทำ Project feasibility เพื่อใช้ในการตัดสินใจในการวางแผน หรือการลงทุนในธุรกิจอสังหาริมทรัพย์แนวราบของแต่ละโครงการ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

การทบทวนวรรณกรรม

ในบทนี้ จะกล่าวเกี่ยวกับการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับโครงการพัฒนาอสังหาริมทรัพย์แนวราบ ซึ่งจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน โดยใน ส่วนที่ 1 ที่เกี่ยวข้อง และส่วนที่ 2 คือ ต้นทุนโครงการอสังหาริมทรัพย์แนวราบในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ซึ่งผู้วิจัยได้กล่าวถึงรายละเอียดต้นทุนแต่ละส่วนของโครงการอสังหาริมทรัพย์แนวราบ

2.1 งานวิจัยที่นำการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณมาประยุกต์ใช้กับงานอสังหาริมทรัพย์

ในส่วนองงานวิจัยที่ผ่านมาที่เกี่ยวข้องกับการนำ การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ มาประยุกต์ใช้กับงานอสังหาริมทรัพย์ หรือใช้กับก่อสร้าง

Boye, P. et al [7] ได้นำการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นแบบพหุคูณ นำมาใช้เพื่อกำหนดราคาต่อหน่วยของที่อยู่อาศัยสำหรับบ้านแบบหนึ่งห้องนอนและสองห้องนอน และเปรียบเทียบผลกับข้อมูลที่มีอยู่เป็นเวลา 15.5 ปี โดยได้ผลลัพธ์จากการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ ค่อนข้างใกล้เคียงกับข้อมูลที่มีอยู่ในเกณฑ์ที่พอใจ นอกจากนี้ วิธีการนี้ยังใช้เพื่อค้นหาสมการความสัมพันธ์ระหว่างราคาขายของบ้านและคุณสมบัติของบ้านอีกด้วย โดยแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ตารางเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง Multiple linear regression model กับ ข้อมูลเก่า 15.5 ปี (Δ %)

Housing Unit	Known Hup (\$)	Estimated Hup (\$) from MLRM	Δ %
1-Bedroom	83 600.00	82 530.24	1.27
2-Bedroom	169 000.00	172,413.10	2.02

โดย Chaphalkar, N.B. and Dhatunde [8] ใช้การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นแบบพหุ เพื่อพัฒนาแบบจำลองสำหรับการทำนายราคาหรือมูลค่าตามการตลาดโดยอิงจากข้อมูลในอดีตของอาคารเก่า 53 หลัง และศึกษาตัวแปรทั้งหมด 14 ตัว ดังตาราง 2.2

ตารางที่ 2.2 ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

No.	Variable	Variable code	Value
1	Built up area	X1	Quantitative
2	Plot shape	X2	Quantitative
3	Location	X3	Quantitative
4	Zoning	X4	Quantitative

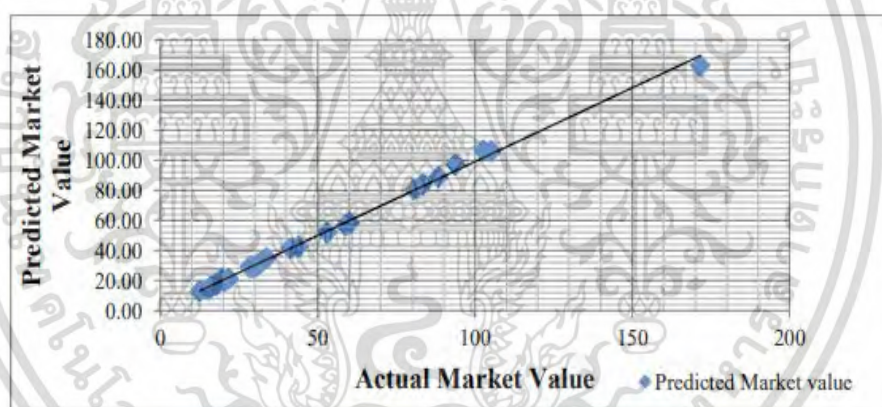
เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5	Age of building/property as on the date of valuation	X5	Quantitative
6	Number of storey in building	X6	Quantitative
7	Condition of property	X7	Quantitative
8	Type of construction	X8	Quantitative
9	View from property	X9	Quantitative
10	Access road width	X10	Quantitative
11	Parking facilities	X11	Quantitative
12	Nearness to amenities	X12	Quantitative
13	Nearness to facilities	X13	Quantitative
14	Internal transport facilities	X14	Quantitative

ซึ่งตัวแปรอิสระ (Chaphalkar, N.B และ Dhatunde ใช้ในการศึกษาส่วนใหญ่จะใช้ลักษณะของบ้านเป็นตัวแปรที่ใช้ศึกษาทั้งหมดดังตารางที่ 2.2 ซึ่งตัวแปรตามนั้นคือ ราคาของบ้าน

โดยกลุ่มของตัวแปรอิสระนั้นจะมีส่วนของความสะดวกสบายในการใช้สิ่งอำนวยความสะดวกซึ่งบ่งบอกถึงระยะทางที่ห่างจากตัวบ้านถึงสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆเช่น ตลาดสินค้า, ห้างสรรพสินค้า, สนามบิน เป็นต้น



รูปที่ 2.1 เปรียบเทียบค่าการตลาดโดยการทำนายด้วย MRA กับ มูลค่าการตลาดจริง

โดยการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นแบบพหุคูณทำนายราคาหรือมูลค่าตามการตลาดได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยอิงตามตัวแปรที่เกี่ยวข้องของเฉพาะเรื่อง

Le-Hoai, L. et al [9] ใช้การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณในการหาค่าดัชนีของเวลาโครงการซึ่งปกติการบริหารโครงการจะมีเรื่องของเวลาของโครงการที่เป็นสิ่งสำคัญที่สุดของการบริหารงานโครงการ (project management) และจะมีหลายองค์ประกอบที่ส่งผลการบริหารเวลาโดยที่ความหมายของดัชนีเวลา หรือ Time index (T.I) = Actual Duration/Planned Duration โดยมีการศึกษาอาคารสูงในเวียดนามเป็นการเก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามทั้งหมด 88 โครงการซึ่งได้ใช้ข้อมูลที่ถูกต้องและน่าเชื่อถือได้เพียง 75 โครงการซึ่งงานวิจัยนี้กำหนดเป็นสมการถดถอยพหุคูณ โดยใช้ Step-wise regression analysis เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และในส่วน Model validation หรือ ประสิทธิภาพของแบบจำลองนั้นใช้สูตร PE หรือ Percentage Error ดังสมการ เป็นการตรวจสอบแบบจำลอง

ซึ่งผลการวิเคราะห์ Step-wise regression analysis นำมาเขียนเป็นสมการถดถอยพหุคูณ ได้ดังสมการ

$$T.I = 1.622 - 0.072 \times \text{Underground Site Condition} - 0.019 \times \text{Project management work} - 0.039 \times \text{Estimating works} - 0.033 \times \text{Accuracy and Completeness of design} - 0.019 \times \text{Competency of subcontractors} - 0.013 \times \text{Owner's project financing}$$

โดยที่ Model Validation นั้นได้ค่า The percentage error คือ -9.03% และ 7.51% ดังนั้น โดยถือว่าแบบจำลองมีค่า percentage error $\leq 10\%$ นั้นยอมรับแบบจำลองได้, (Chan and Chan, 2004)

Chan, A.P.C. และ Chan, D.W.M [10] นำเสนองานวิจัยในการวัดสมรรถนะของเวลาการก่อสร้างของอาคารสูงในเกาะฮ่องกงโดยใช้การเก็บข้อมูลจากแบบสอบถามถึงอาคารสูงจำนวน 56 อาคารแล้วจึงใช้การวิเคราะห์พหุคูณสร้างสมการทำนายโดยมี ตัวแปรต้นที่ใช้ดังนี้คือ

- (1) actual total construction cost
- (2) type of housing scheme (rental/purchase)
- (3) the presence/absence of precast facade
- (4) total volume of building
- (5) the ratio of total GFA to number of storeys

โดยผลลัพธ์เป็นสมการถดถอยพหุคูณของค่า Actual construction time ในส่วนของ Model validation ใช้สมการของ Percentage Error (PE) คือ

$$PE. = \left[\frac{\text{predicted duration} - \text{actual duration}}{\text{actual function}} \right] \times 100 \%$$

ผลลัพธ์สุดท้ายคือค่า Construction Time Performance (CTP) index

$$CTP. = \left[\frac{\text{Predicted duration}}{\text{Actual duration}} \right] \times 100 \% \quad (\text{ของแต่ละอาคาร})$$

โดยผลการศึกษานั้น ค่า CTP ของ 29 Sample มีค่าดีกว่าค่า CTP มาตรฐาน (51.79%)

และ 27 Sample ต่ำกว่าค่า CTP มาตรฐาน (48.21%)

Chan, D.W.M.; Kumaraswamy, M.M. [11] ได้เสนองานวิจัยในการหาสมการทำนายช่วงเวลาในการก่อสร้างอาคาร (Overall construction duration of public housing project) โดยใช้การเก็บตัวอย่างมา 56 ตัวอย่างในฮ่องกงแล้วนำมาใช้กับการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณเพื่อสร้างสมการทำนายระยะเวลาก่อสร้าง โดยผลการศึกษารากฎว่าสมการการทำนายระยะเวลาการก่อสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นั่นให้ค่า Percentage error หรือ P.E. ภายใน $\pm 7\%$ ซึ่งสามารถยอมรับได้จึงนำโมเดลไปใช้ในโครงการก่อสร้างที่พักอาศัยในฮ่องกงได้อย่างสมเหตุสมผล

Thomas, N. และ Thomas, Anu V. [12] ได้เสนองานวิจัยในการสร้างแบบจำลองเพื่อคาดการณ์ต้นทุนและระยะเวลาของโครงการก่อสร้าง โดยการใช้ข้อมูลเก่าของโครงการที่คล้ายกัน โดยการใช้การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple regression) ซึ่งมีผลการศึกษาดังนี้คือ

คาดการณ์ต้นทุนของโครงการก่อสร้าง จะได้สมการทำนาย คือ

$$\text{ACTUAL COST} = -146.963 (\text{AREA}) + 1.210 (\text{ESTIMATED COST}) - 264240.249$$

ซึ่งมีค่า R square = 99.9 % แสดงถึง ตัวแปรอิสระ สามารถอธิบายถึงความแปรปรวนในตัวแปรตามที่สามารถคาดเดาได้จากตัวแปรอิสระ สูงถึง 99.9%

คาดการณ์เวลาของโครงการก่อสร้าง จะได้สมการทำนาย คือ

$$\text{ACTUAL DURATION} = 0.012 (\text{AREA}) + 0.778 (\text{ESTIMATED DURATION}) + 68.887$$

ซึ่งมีค่า R square = 96.8 % แสดงถึง ตัวแปรอิสระ สามารถอธิบายถึงความแปรปรวนในตัวแปรตามที่สามารถคาดเดาได้จากตัวแปรอิสระ สูงถึง 96.8 %

โดยผู้วิจัยได้สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่ใช้การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple regression) ที่นำมาใช้กับงานก่อสร้าง โดยสรุปตัวแปรที่ใช้ในงานวิจัยทั้งหมด ดังในตาราง 2.3

ตารางที่ 2.3 งานวิจัยที่ผ่านมาซึ่งเกี่ยวกับการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ มาประยุกต์ใช้กับงานอสังหาริมทรัพย์

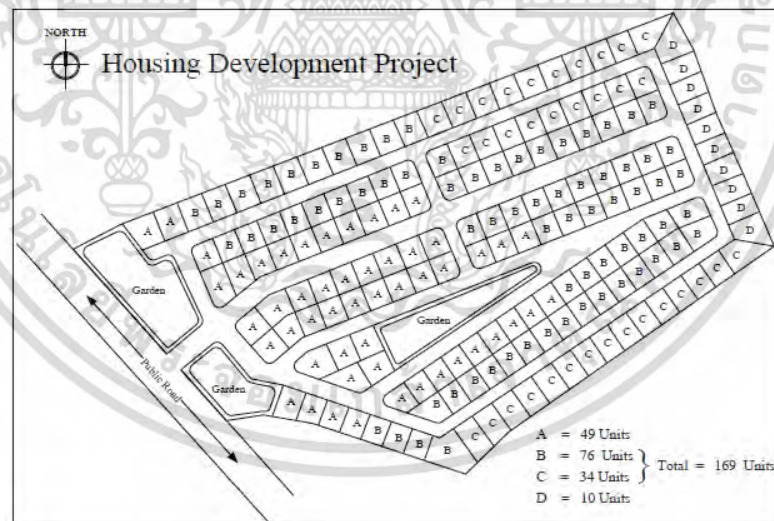
ชื่อผู้แต่ง	ชื่อบทความ	เครื่องมือวิจัย	วัตถุประสงค์งานวิจัย	ตัวแปรที่เกี่ยวข้องในงานวิจัย
Boy, P; Mireku - Gyimah, D; Okpoti, C. D.	Multiple Linear Regression Model for Estimating the Price of a Housing Unit	การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple regression analysis)	ทำนายราคาบ้าน (1-bedroom & 2 - bedroom)	ต้นทุนของปริมาณปูนซีเมนต์ทั้งหมด ต้นทุนของปริมาณทรายทั้งหมด ต้นทุนของปริมาณเหล็กแท่งทั้งหมด ต้นทุนของปริมาณหลังคาทั้งหมด ต้นทุนของปริมาณไม้ทั้งหมด
Dr.N.B.Chaphalkar ,Mukesh Dhatunde	Real property valuation using sales comparison method and multiple regression analysis	การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple regression analysis)	ทำนายราคาบ้านตามการตลาด	พื้นที่ดิน ,รูปร่างตัวบ้าน, ตำแหน่งบ้าน ,โซน อายุของอาคาร, จำนวนชั้น ,เงื่อนไขของอาคาร,ประเภทการก่อสร้าง ,วิสัยทัศน์จากอาคาร,ความกว้างถนนภายใน, ความสะดวกของที่จอดรถ,ใกล้สิ่งอำนวยความสะดวก, ระบบขนส่งภายใน
Thomas, N. Thomas, Anu.V	Regression Modelling for Prediction of Construction Cost and Duration	การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple regression analysis)	ทำนายราคา Actual cost , Actual duration	พื้นที่อาคาร, การประมาณต้นทุนอาคาร, การประมาณเวลาก่อสร้าง, ต้นทุนจริง, เวลาจริง
Chan, Albert P.C. , Chan, Daniel W.M.	Developing a benchmark model for project construction time performance in Hong Kong	การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple stepwise regression analysis)	Actual overall construction duration	actual total construction cost, type of housing scheme (rental/purchase), total volume of building, total GFA per floor.

ชื่อผู้แต่ง	ชื่อบทความ	เครื่องมือวิจัย	วัตถุประสงค์งานวิจัย	ตัวแปรที่เกี่ยวข้องในงานวิจัย
Le-Hoai, L., Lee, Y, D. และ Nguyen, A,T.	Estimating Time Performance for Building Construction Projects in Vietnam	การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple regression analysis)	คาดการณ์หรือประเมินดัชนีเวลาของโครงการก่อสร้างอาคารสูงในเวียดนาม	<ul style="list-style-type: none"> Owner's project financing, Payment of completed works Site management and supervision Contractor's project financing Applied construction technology Estimating works Competency of subcontractor(s) Accuracy of construction works Project management works Contract management works Inspection of completed works Accuracy and completeness of design Level of design changes Additional works Information flow between parties Availability of materials Availability of skilled workers Underground site condition Impact of market price Impact of weather Impact of governmental factors

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้กับงานอสังหาริมทรัพย์

การทำ Optimization model สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้กับหลายสาขาวิชาดังที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น โดยหลักการแล้ว การทำ Optimization model เป็นขบวนการทางคณิตศาสตร์อย่างหนึ่งซึ่งจะให้ผลในเชิงปริมาณ (Quantity) เนื่องจากผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นจำนวน หรือค่าของตัวเลขของปัญหาที่กำหนด ดังนั้นปัญหาที่นำมาเลือกใช้ในการทำ Optimization จะอยู่ในรูปของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) ซึ่งโดยทั่วไปแล้ว จุดประสงค์ของการทำ Optimization คือ เพื่อต้องการหา ค่าสูงสุด (Maximum) หรือค่าต่ำสุด (Minimum) ของฟังก์ชันวัตถุประสงค์ที่กำหนด (Objective Function) [13] [14] [15] โดยผู้วิจัยได้รวบรวมงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้ Optimization model ประยุกต์ใช้กับธุรกิจอสังหาริมทรัพย์แนวราบ ดังนี้

Grit Ngowtanasuwan [6] ได้นำเสนอแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อหาค่าที่เหมาะสมในการจัดทำสัญญาเพื่อก่อสร้างโครงการที่อยู่อาศัยแนวราบ โดยเพื่อแก้ปัญหาการวางแผนก่อสร้างโดยใช้ integer linear programming เพื่อแบ่งปริมาณงานให้กับผู้รับเหมา 3 ทีมโดยใช้ระบบงานโครงสร้างเป็น 2 แบบ คือ conventional method และ precast method ซึ่งบ้านทั้งหมดแบ่งออกเป็น 4 แบบ โดยเวลาก่อสร้างของทั้งโครงการต้องเสร็จภายใน 72 เดือน



รูปที่ 2.2 แผนผังโครงการที่อยู่อาศัยแนวราบ ทั้งหมด 169 unit

โดยวัตถุประสงค์ของแบบจำลอง คือ ค่าก่อสร้างต่ำสุด หรือ minimum construction cost of the project ทั้งนี้ ผลของแบบจำลองจะแสดงถึงการบริหารจัดการงานก่อสร้างที่เหมาะสมที่สุดภายใต้ต้นทุน ค่าก่อสร้างโครงการที่น้อยที่สุด โดยเงื่อนไข คือ constraints จะมี 2 กลุ่มใหญ่ คือ 1. ปริมาณแบบบ้าน ของแต่ละแบบ และ 2. ระยะเวลาก่อสร้างของโครงการ และแต่ละแบบ

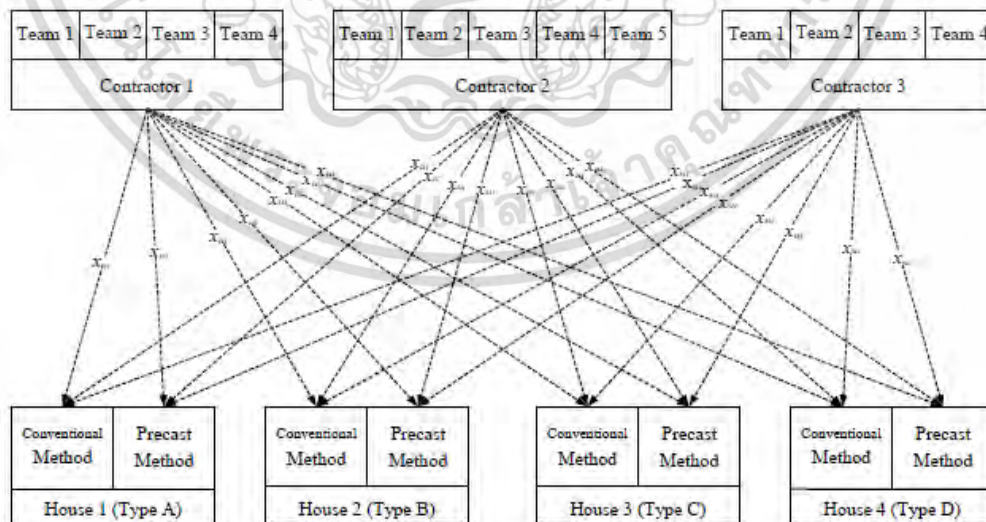
ก่อสร้างจะมีต้นทุนและระยะเวลาก่อสร้างของทั้งสองระบบการก่อสร้างของแต่ละทีม ดังตารางที่ 2.4

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 ต้นทุนการก่อสร้างและระยะเวลาก่อสร้างของแบบก่อสร้างทุกแบบ และทั้งสองระบบ การก่อสร้างของแต่ละทีมผู้รับเหมา

Contractor	House Type	Construction Method	Construction Time (Month/Unit)	Construction Cost (Mo/Unit)
1 (4 Teams)	A	Conventional	8.4	2.42
		Precast	4.9	3.30
	B	Conventional	7.8	2.10
		Precast	4.4	2.83
2 (5 Teams)	A	Conventional	8.3	2.45
		Precast	5.1	3.25
	B	Conventional	7.8	2.15
		Precast	4.5	2.80
C	Conventional	7.5	1.40	
	Precast	4.5	2.35	
3 (4 Teams)	A	Conventional	8.5	2.40
		Precast	5.0	3.20
	B	Conventional	8.0	2.00
		Precast	4.5	2.85
C	Conventional	7.0	1.50	
	Precast	4.0	2.25	
D	Conventional	6.0	1.00	
	Precast	3.0	1.50	

โดยพารามิเตอร์ที่ใช้ในแบบจำลองทั้งหมด แสดงดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 แผนผังของพารามิเตอร์ที่ใช้ในงานแบบจำลองของบ้านทุกแบบและผู้รับเหมาทุกทีม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมการวัตถุประสงค์ คือ การหาต้นทุนค่าก่อสร้างต่ำสุด ของโครงการ ตามสมการที่ 4.1

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^4 \sum_{k=1}^2 c_{ijk} X_{ijk} \quad (2.1)$$

ซึ่งแบบจำลองได้แสดงผลพหุมาดังตารางที่ 2.5 คือ Project minimum cost คือ 417.69 ล้านบาท และแบ่งงานผู้รับเหมาแต่ละทีม ตามผลลัพธ์ในตาราง ซึ่งสามารถนำผลจากตารางนี้ไปวางแผนก่อสร้าง และทำสัญญาก่อสร้างกับผู้รับเหมาแต่ละทีมในการแบ่งปริมาณงานให้ดีที่สุด ทั้งนี้ เพื่อต้นทุนค่าก่อสร้างที่ต่ำสุด

ตารางที่ 2.5 ผลลัพธ์จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ แสดงต้นทุนค่าก่อสร้างที่ต่ำสุด

Contractor	1								2								3							
House	1	1	2	2	3	3	4	4	1	1	2	2	3	3	4	4	1	1	2	2	3	3	4	4
Construction Method	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
No. of House (unit), X_{ijk}	22	0	1	20	0	1	0	1	0	0	0	55	15	0	0	0	0	27	0	0	18	0	0	9
Project Cost (million baht)	417.69 (M\$13.92)																							
Project Duration (month)	72																							

Rasyadan, F, และ Hapsari, I.R., [16] ได้เสนอบทความวิจัยเรื่อง Housing Development Optimization. (Case Study : Anugerah Dian Regency In Kabupaten Banjar)

โดยบทความนี้มีสภาพของปัญหา คือ ความหนาแน่นของประชากรที่เพิ่มขึ้นรวดเร็วของเมือง Banjarmasin โดยเป็นเมืองที่มีความต้องการของที่อยู่อาศัยสูงมากโดยงานวิจัยนี้ผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาราคาที่เหมาะสม (optimization) ของจำนวนบ้านแต่ละแบบที่จะทำการก่อสร้างซึ่งจะต้องสอดคล้องกับแผนการตลาดที่อ้างอิงถึงสภาพโครงสร้างพื้นฐานของเมือง Banjar magin โดยใช้โครงการ Anugerah Dian Regency Phase II เป็นโครงการที่ทำเป็นกรณีศึกษาซึ่งมี house type ดังนี้คือ type 49/80, 79/133, 169/126 และ 198/144 โดย limitation function หรือ constraints มีดังนี้คือ

- (1) land area for the development of house หรือพื้นที่ดินที่จะใช้ในการพัฒนาการก่อสร้างบ้าน
- (2) land area/type หรือ พื้นที่ดินของบ้านแต่ละแบบโดยได้แก่ บ้าน type A, type B, type C และ type D ซึ่งมีพื้นที่คือ 80 m² , 133 m² , 126 m² และ 144 m² ตามลำดับ
- (3) ผลสำรวจทางการตลาด หรือ market survey ของความสนใจของลูกค้าที่มีต่อบ้านแต่ละแบบ
- (4) จำนวนบ้านสูงสุดในโครงการ คือ 200 Units

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(5) จำนวนบ้านขั้นต่ำของบ้านแต่ละแบบที่จะสร้าง

(6) ต้นทุนของบ้านแต่ละแบบโดยรวมทุกหลังแล้วไม่เกินงบประมาณที่ตั้งไว้

ผลลัพธ์จากการวิเคราะห์โดยใช้ QM software ใช้ดังนี้ คือ 69 Units สำหรับบ้านแบบ 49/80, 62 Units สำหรับบ้านแบบ 169/126 และ 31 Units สำหรับบ้านแบบ 198/144 และจะได้ผลกำไรสูงสุดของโครงการนี้ คือ 11,450,000,000 Rp. และใช้ที่ดินขนาด 2.3018 ha ในการสร้างบ้านใหม่ทุกหลัง

Ahmeds,S. [17] ได้นำเสนองานวิจัยโดยใช้วิธี Simplex method ในการหาผลประโยชน์สูงสุด หรือ Maximized benefit ภายใต้งบประมาณที่จำกัดของโครงการก่อสร้างโดยแบ่งต้นทุนออกเป็น 3 ประเภท คือ ค่าวัสดุ ค่าแรงงาน และค่าขนส่ง ซึ่งแต่ละประเภทมีต้นทุนที่จำกัด และแยกออกเป็นประเภทของแต่ละงานย่อย คือ งานโยธา,งานสุขาภิบาลและประปา และงานไฟฟ้าโดยทุกประเภทงานจะมี Constraints หรือ ข้อจำกัดด้านงบประมาณจำกัดซึ่งผลลัพธ์จากการใช้ Simplex method และ graphical method

โดยผลการวิเคราะห์นั้นได้ผลลัพธ์ตรงทั้ง 2 วิธี คือ งานโยธา คือจำนวน 4.5 ชั้นและส่วนงานสุขาภิบาลและประปา รวมถึง งานระบบไฟฟ้าใช้จำนวน 7 อพาร์ทเมนท์ถึงจะบรรลุเป้าหมาย คือ ได้ปริมาณงานเยอะที่สุดภายใต้งบประมาณที่จำกัดดังกล่าว

Ahirrao, D. et and al. [18] นำเสนองานวิจัยที่มีวัตถุประสงค์เพื่อหาปริมาณงานที่มากที่สุดของงานก่อสร้างภายใต้งบประมาณที่มีจำกัดโดยการใช่วิธี Simplex method ในการแก้ปัญหากรณีการหาค่าน้อยที่สุด หรือ Minimization problem โดยอยู่ในรูปโปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming) เพื่อเป็นประโยชน์ในการวางแผนงานก่อสร้างโดยจะแบ่งงานออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ Civil work + Water supply + Sanitary work คือ กลุ่มที่ 1 และ กลุ่มที่ 2 คือ Electric work ตามลำดับโดยจะพิจารณาในส่วนของต้นทุนวัสดุ ต้นทุนค่าทรง และต้นทุนการขนส่งของทั้ง 2 กลุ่มงานแล้วหลังจากที่ได้คำตอบแล้ว ผู้วิจัยยังมีการทำ Sensitivity analysis หรือ การวิเคราะห์ความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของผลลัพธ์ หรือ optimal solution เพื่อดูว่าจะสามารถเปลี่ยนการประเมินของตัวแปรแล้วทาง optimal solution จะเปลี่ยนแปลงไปอย่างไรบ้าง

โดยจากผลการศึกษาที่มีวัตถุประสงค์คือ ปริมาณงานที่มากที่สุดทั้งในส่วนงานโยธา (Civil work), งานระบบประปา (Water supply work), งานระบบไฟฟ้า (Electrical work) และงานระบบสุขาภิบาล (Sanitary work) สรุปผลการศึกษา คือ งานโยธา,งานระบบประปา และระบบสุขาภิบาล คือ 1.76 unit ส่วนงานระบบไฟฟ้า = 0 ถึงจะผ่านเงื่อนไขทั้งหมดและได้ maximize total work คือ กลุ่มที่ 1: งานโยธา = 486,000 , กลุ่มที่ 2: งานไฟฟ้า = 30,000 ตามลำดับ

แหลมทอง เหล่าคณาจารย์ และชลิตา อู่ตะเภา [19] ได้เสนองานวิจัยเกี่ยวกับการสร้างโมเดลของการหาค่าที่เหมาะสมของการกำจัดขยะมูลฝอยภายใต้ความไม่แน่นอนโดยใช้กรณีศึกษาของกรุงเทพมหานคร ประเทศไทยซึ่งงานวิจัยนี้มี 2 วัตถุประสงค์หลัก คือ 1. การใช้ต้นทุนในการผลิตน้อยที่สุด 2. ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สุทธิภายใต้ความไม่แน่นอนของต้นทุนในด้านต่างๆของการกำจัดขยะโดยหลายๆวิธี เช่น ฝังกลบ,การเผา,การทำปุ๋ยหมัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยผลการศึกษาจากแบบจำลองการหาค่าที่เหมาะสม หรือ optimization model จาก 4 วิธีการกำจัดขยะมูลฝอยมีผลลัพธ์จากแบบจำลองที่ดีที่สุด คือ การทำปุ๋ยหมักและฝังกลบ สำหรับขยะมูลฝอยชุมชนในกรุงเทพมหานครเป็น 2 วิธีที่ดีที่สุดในด้านของต้นทุนการผลิตและการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สุทธิตามฟังก์ชันวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ในแบบจำลอง

Pandit,A. [5] ได้เสนองานวิจัยเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้โปรแกรมเชิงเส้นเพื่อหาผลกำไรสูงสุดของบริษัทรับสร้างบ้าน ในกรณีศึกษาของที่อยู่อาศัยในเมืองของนครใหม่โดยมีวัตถุประสงค์หลัก คือ ผลกำไรสูงสุดของบริษัทก่อสร้างในเขตพื้นที่การก่อสร้างบ้านที่มีสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วย ศูนย์การค้า (Shopping mall) โดยมีบ้านที่ก่อสร้างทั้งหมด 3 แบบ คือ type A, type B และ type C ที่มีข้อมูลปริมาณวัสดุที่ใช้ก่อสร้างบ้านของแต่ละแบบมาให้ และข้อจำกัดของวัสดุและจำนวนชั่วโมงการทำงาน และผลกำไรของบ้านแต่ละแบบเพื่อนำมาใช้เขียนเป็น Constraints functions ในสมการโปรแกรมเชิงเส้นเพื่อหา ผลกำไรสูงสุดที่มาจากผลของ Optimal solution คือ จำนวนบ้านของแต่ละแบบทั้ง type A, type B และ type C รวมถึง จำนวนศูนย์การค้า (Shopping mall) ของแต่ละแบบทั้ง type A, type B และ type C

โดยผลลัพธ์จากการใช้ Lingo software คือ ผลกำไรสูงสุดส่วนของการพัฒนา shopping mall คือ 50,000,000 Rs โดยมี type A คือ 260, type B คือ 5 และ type C แบบละ 50 และส่วนของบริษัทพักอาศัย หรือ (Housing society) ผลกำไรสูงสุด คือ 33,30,000 Rs. โดยมี type A คือ 31, type B คือ 18 และ type C คือ 0 ตามลำดับ

Utiahman. A และ Rauf.A.S [4] ได้นำเสนองานวิจัยที่มีวัตถุประสงค์เพื่อหาค่าที่เหมาะสมของขนาดที่ดินที่ใช้ในการสร้างบ้านโดยใช้โปรแกรมเชิงเส้นหรือ (Linear programming) โดยมีวัตถุประสงค์ คือ ผลกำไรสูงสุดของโครงการ Bumi Wongkaditi Permai III ในเมืองโตรอนโต โดยจะต้องหาค่าที่เหมาะสมของปริมาณบ้านแต่ละแบบที่จะส่งผลให้เกิดผลกำไรของโครงการสูงสุดโดยใช้เครื่องมือเป็น QM for window ที่วิเคราะห์โดยวิธี Simplex method โดยวิธีวิจัย ใช้ QM for Windows เป็นเครื่องมือที่ใช้แก้ปัญหาในทาง Operation research ซึ่งมีวัตถุประสงค์หลัก คือ หาปริมาณบ้านที่เหมาะสมในแต่ละแบบที่จะก่อสร้างของ Wongkaditi Permai III เพื่อผลกำไรสูงสุดโดยแบ่งบ้านออกเป็น 3 แบบ คือ x_1, x_2, x_3 ตามลำดับ

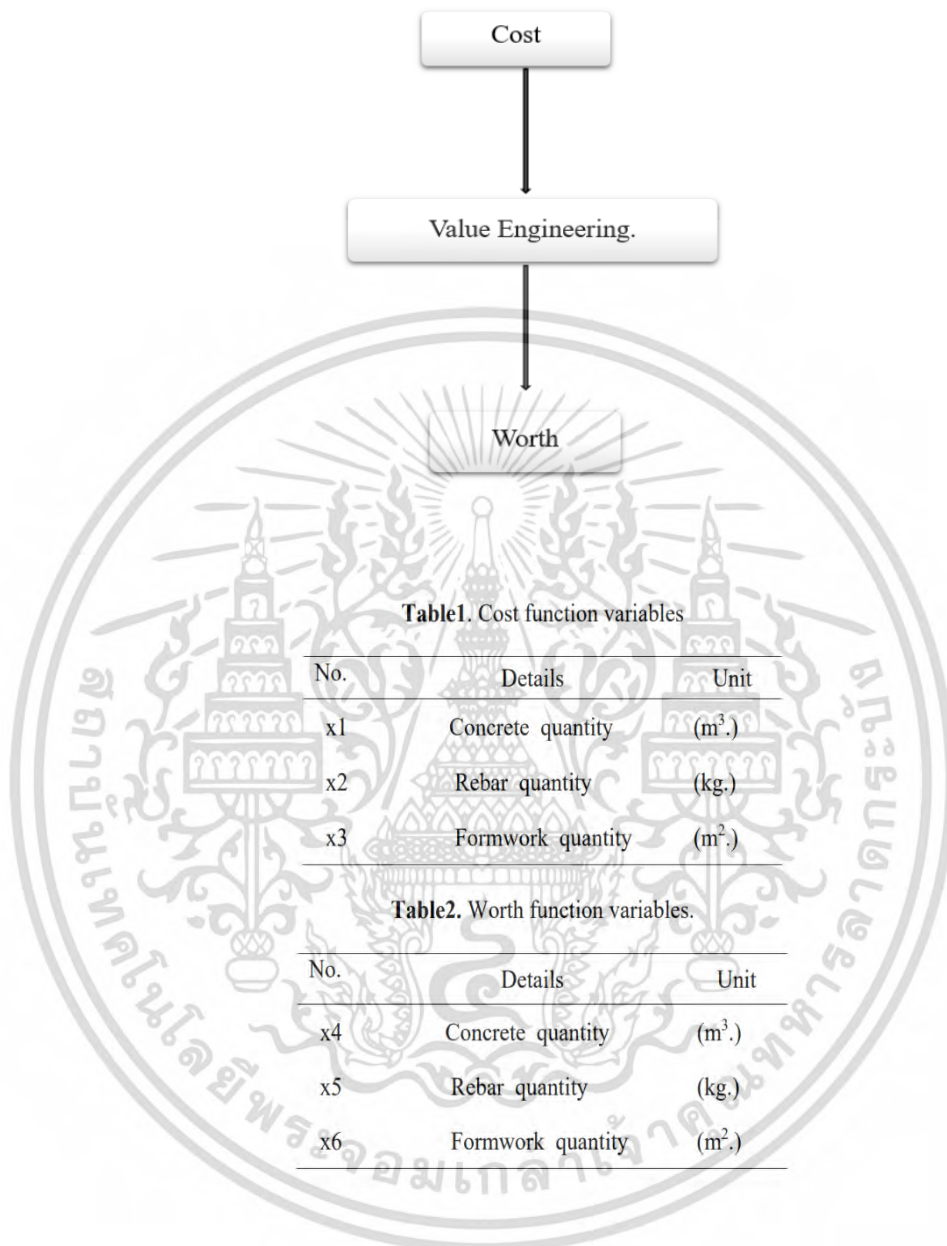
1. สมการเงื่อนไข คือ $Landareax_1 + Landareax_2 + Landareax_3 \leq 29806 \text{ M}^2$
2. สมการวัตถุประสงค์ คือ $Maxz = Profit.x_1 + Profit.x_2 + Profit.x_3$

โดยข้อมูลที่มี คือ ต้นทุนการพัฒนาโครงการ หรือ Cost development และ Profit ของบ้านแต่ละแบบซึ่งผลลัพธ์จากการใช้โปรแกรม QM for Window คือ จำนวนบ้าน x_1, x_2, x_3 และผลกำไรสูงสุดของโครงการ ซึ่งมีเป้าหมายที่สำคัญคือการบริหารจัดการจำนวนแบบบ้านของแต่ละแบบเพื่อการก่อสร้างให้เกิดผลกำไรกับบริษัทสูงสุด จากการศึกษาแสดงถึงผลกำไรสูงสุดของโครงการคือ $z = 1304,345$ โดยที่ type 1 = 135 , type 2 = 91 และ type 3 = 45 ตามลำดับ

โดย Siripob and Vuttichai [20] ได้ใช้โปรแกรมเชิงเส้น หรือ linear programming มาประยุกต์ใช้ในการหาการลดต้นทุนสูงสุด หรือ maximum value engineering เพื่อลดต้นทุนในงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

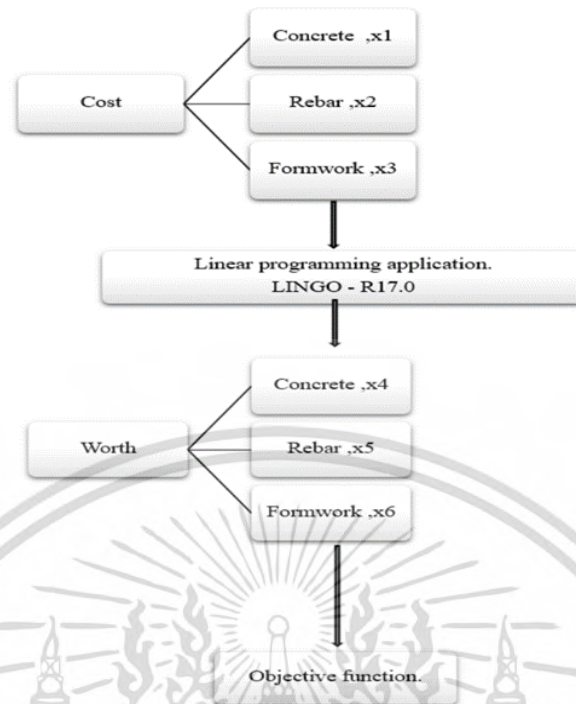
ก่อสร้างอาคาร ทั้งนี้เพื่อวัตถุประสงค์หลักคือผลกำไรสูงสุดของโครงการก่อสร้างโดยผู้วิจัยได้อ้างอิงถึงหลักการขยวิศวกรรมคุณค่า (Value engineering) คือ $Value = Function/Cost$



รูปที่ 2.4 ความสัมพันธ์ของ cost function และ worth function

โดยที่ Cost คือ price that can perform function และ Worth คือ function worth is the lowest cost to provide a given function

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 การใช้สมการเชิงเส้นกับความสัมพันธ์ของ cost function และ worth function การประยุกต์ใช้สมการเชิงเส้น (Linear programming)

จากรูป 2.4 และ 2.5 แสดงถึงขั้นตอนการประยุกต์ใช้สมการเชิงเส้นโดยมีสมการวัตถุประสงค์คือ the maximum value engineering โดยการใช้านิยามของ cost and worth function ถึงการลดต้นทุนค่าก่อสร้างอาคารโดยใช้การลดปริมาณวัสดุ 3 ชนิด คือ คอนกรีต, เหล็กเส้น และไม้แบบ และมีการเปลี่ยนแปลงค่า RHS (Right Hand Side) คือ งบประมาณในแต่ละงานโดยค่าของและค่าแรงงาน หรือ efficient of decision variable นั้นคงที่โดยที่สัดส่วน หรือ อัตราส่วนของวัสดุทั้ง 3 นั้นคงที่

ตารางที่ 2.6 การใช้สมการเชิงเส้นกับความสัมพันธ์ของ cost function และ worth function

No.	Materials	Quantity	Unit
x1-x4	Concrete	21.41	(m ³ .)
x2-x5	Rebar	2,676.64	(kg.)
x3-x6	Formwork	128.69	(m ² .)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลลัพธ์ สามารถสรุปได้ว่าสามารถใช้สมการเชิงเส้นแก้ปัญหาการลดต้นทุนเพื่อผลกำไรสูงสุดของโครงการก่อสร้างอาคารได้จำนวน 219,618.4 บาทซึ่งเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการบริหารจัดการเพื่อผลกำไรสูงสุดในงานก่อสร้าง

ส่วนในงานอาคารสูงนั้น Siripob kakaew และ Vuttichai Chatpattananan [21] ได้นำเสนอหลักการของวิศวกรรมคุณค่า หรือ Value engineering [22] [23] ในการบริหารจัดการต้นทุนก่อสร้างในส่วนงานอาคารสูง; เพื่อวัตถุประสงค์ในการลดต้นทุนโครงสร้างของอาคาร The Menam Residence ซึ่งเป็นอาคารสูง 239 เมตรทั้งหมด 54 ชั้น โดยผู้วิจัยได้นำเสนอการลดต้นทุนหรือ การทำวิศวกรรมคุณค่าในส่วนของฐานรากซึ่งเป็นแบบฐานรากร่วม หรือ Mat Foundation ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 อาคาร The Menam Residence

ที่มา : Kakaew, S.; Chatpattananan, V. An Application of Value Engineering for a Thailand High Rise Building , International Conference on Engineering and Applied Science , July 17-19, 2018 , Seoul, Korea



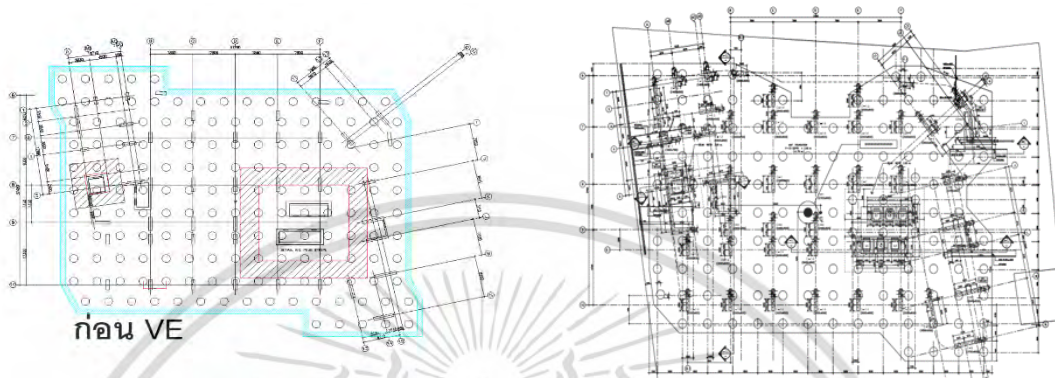
รูปที่ 2.7 แบบแปลนฐานรากก่อนทำวิศวกรรมคุณค่า

ที่มา : Kakaew, S.; Chatpattananan, V. An Application of Value Engineering for a Thailand High Rise Building , International Conference on Engineering and Applied Science , July 17-19, 2018 , Seoul, Korea

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

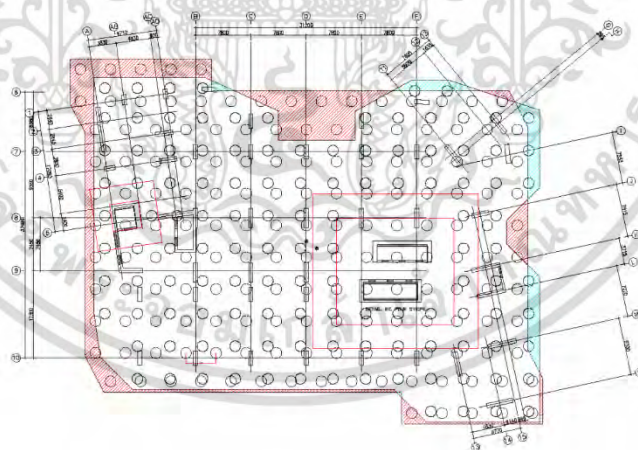
โดยมีหลักการทำวิศวกรรมคุณค่า ดังนี้ คือ

1. ปรับลดขนาดฐานรากและปรับเปลี่ยน water tank ซึ่งทำให้สามารถลดขนาดฐานรากได้ ซึ่งส่งผลให้สามารถลดได้ทั้งปริมาณคอนกรีต, จำนวนเสาเข็ม และปริมาณการขุดดิน



รูปที่ 2.8 แบบแปลนฐานรากก่อนทำวิศวกรรมคุณค่า และ หลังการทำวิศวกรรมคุณค่า

ที่มา : Kakaew, S.; Chatpattananan, V. An Application of Value Engineering for a Thailand High Rise Building , International Conference on Engineering and Applied Science , July 17-19, 2018 , Seoul, Korea

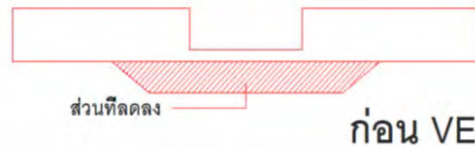


รูปที่ 2.9 การเปรียบเทียบแบบแปลนฐานรากก่อนและหลังทำวิศวกรรมคุณค่า

ที่มา : Kakaew, S.; Chatpattananan, V. An Application of Value Engineering for a Thailand High Rise Building , International Conference on Engineering and Applied Science , July 17-19, 2018 , Seoul, Korea

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ปรับการออกแบบโครงสร้างในบริเวณของ Lift pit โดยการลดขนาดความหนาของฐานรากบริเวณ Lift pit แล้วใช้หลักการออกแบบวิศวกรรมโครงสร้างปรับเปลี่ยนพฤติกรรม การรับน้ำหนักของ Lift pit ซึ่งส่งผลให้ลดปริมาณคอนกรีตลดลง, การขุดดินลดลง เนื่องจากมีการปรับระดับชั้นของฐานราก และลดขนาดของส่วนล่างของ lift pit



รูปที่ 2.10 การออกแบบโครงสร้างในบริเวณ Lift pit ก่อนและหลังทำวิศวกรรมคุณค่า
ที่มา : Kakaew, S.; Chatpattananan, V. An Application of Value Engineering for a Thailand High Rise Building , International Conference on Engineering and Applied Science , July 17-19, 2018 , Seoul, Korea

จากทั้ง 2 ข้อที่ทำการใช้วิศวกรรมคุณค่าเข้าไปประยุกต์ใช้เมื่อลดต้นทุนการก่อสร้างจึงส่งผลให้แผนงานโดยรวมนั้นลดลงจากเดิม Mat foundation ใช้เวลา 125 วันลดลงเหลือ 83 วัน ดังรูปที่ 4.9 ซึ่งทำให้ค่าใช้จ่ายค่าแรงงาน หรือ การสิ้นเปลืองต่างๆในหน่วยงานก่อสร้างลดลงจากเดิมยิ่งขึ้น

Task Name	Duration	Start	Finish	2nd Quarter	3rd Quarter	4th Quarter
1 - Manana Residence Building 56 Story	942 days	5/4/2557	11/12/2559			
2 Preliminary & Mobilization	811 days	5/4/2557	31/7/2559	5/4		
16 Bore Pile and Caping Load test (by Stand Pile)	68 days	15/4/2557	26/6/2557	5/4	68 days	26/6
17 Structure Work	782 days	27/6/2557	17/9/2559			
18 Soil Protection, Plat Form and Ramp	40 days	27/6/2557	5/8/2557		Soil Protection, Plat Form and Ramp	27/6
25 Mat Foundation	83 days	25/7/2557	16/10/2557		Mat Foundation	25/7
26 Lean Concrete	15 days	25/7/2557	8/8/2557		15 days	25/7
27 Pile Cut 131 pcs.	30 days	4/8/2557	3/9/2557		30 days	4/8
28 Formwork	25 days	15/8/2557	9/9/2557		25 days	15/8
29 Rebar	27 days	17/8/2557	12/9/2557		27 days	17/8
30 Concrete	2 days	13/9/2557	14/9/2557		2 days	13/9
31 Concrete Curing	7 days	15/9/2557	21/9/2557		7 days	15/9
32 Remove Formwork	15 days	22/9/2557	6/10/2557		15 days	22/9
33 Back Fill Sand	20 days	27/9/2557	16/10/2557		20 days	27/9
34 Remove Sheet Pile	25 days	12/10/2557	5/11/2557		25 days	12/10

รูปที่ 2.11 แผนงานก่อสร้างของส่วนโครงสร้าง Mat foundation

ที่มา : Kakaew, S.; Chatpattananan, V. An Application of Value Engineering for a Thailand High Rise Building , International Conference on Engineering and Applied Science , July 17-19, 2018 , Seoul, Korea

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยสรุปแล้วจากการ นำหลักวิศวกรรมคุณค่าไปประยุกต์ใช้กับ 3 ข้อพื้นฐานรากช่อง หรือ Mat foundation ที่แสดงไปนั้นในส่วนของฟังก์ชันของฐานราก คือ ต้องรับน้ำหนักของอาคารได้ ทั้งหมดซึ่งยังคงเป็นโครงสร้างที่ฟังก์ชันของฐานรากยังเหมือนเดิมตามหลักการของวิศวกรรมคุณค่า คือ Value = Function/Cost โดยที่ Function ยังคงเหมือนเดิม ตามหลักการของวิศวกรรมคุณค่า

ส่วนของ ญัฐวุฒิ เต่งศิริธรรม , สุวัฒน์ ธิรเศรษฐ์ และ ชลิตา อุตะเกา [24] ได้ศึกษา แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการคาดคะเนหาสัดส่วนที่เหมาะสมของคอนกรีตมวลเบา ระบบ CLC (Cellular Lightweight Concrete) โดยมีการศึกษา:

1. ความสัมพันธ์ระหว่างส่วนผสมของคอนกรีตมวลเบา ได้แก่ อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ อัตราส่วนทรายต่อซีเมนต์ และปริมาณฟองโฟมที่มีผลต่อกำลังรับแรงอัดความหนาแน่น
2. เพื่อหาแบบจำลองทำนายคุณสมบัติของคอนกรีตมวลเบา ประกอบด้วย กำลังรับแรงอัดความหนาแน่น และอัตราการดูดซึมน้ำจากอัตราส่วนผสมที่กำหนด
3. เพื่อหาส่วนผสมที่เหมาะสมของคอนกรีตมวลเบาตามเกณฑ์ มอก. 2601-2556 ในช่วงความหนาแน่นต่างๆโดยมีวัตถุประสงค์หลัก คือ ราคาต่ำสุด

โดยจากแบบจำลองที่สร้างโดยวิธีการถดถอยพหุคูณจะแสดงถึงการหาต้นทุนคอนกรีต CLC ที่ได้จากความสัมพันธ์ของ W/C , S/C และ F คือ อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ , อัตราส่วนทรายต่อซีเมนต์ และเปอร์เซ็นต์โฟม ตามสมการดังนี้

$$\begin{aligned} CS &= 244.55 - 72.42(W/C) - 16.95(S/C) - 2.94(F) \\ DD &= 2381.77 - 892.33(W/C) + 89.33(S/C) - 20.73(F) \\ WA &= -5.17 + 13.84(W/C) - 2.26(S/C) + 0.39(F) \end{aligned} \quad (2.2)$$

และนำสมการไปประยุกต์เป็นสมการเป้าหมายสำหรับหาสัดส่วนที่เหมาะสมของคอนกรีต CLC แบบเชิงเส้นเพื่อหาต้นทุนต่ำสุดของช่วงชั้นคุณภาพคอนกรีตทั้ง 3 ช่วงชั้นในสัดส่วนผสมที่เหมาะสมและต้นทุนต่ำสุด

$$Cost = 3083.93 - 833.52(W/C) - 251.90(S/C) - 18.95(F) \quad (2.3)$$

ตารางที่ 2.7 สัดส่วนที่เหมาะสมของคอนกรีต CLC ของช่วงชั้นคุณภาพคอนกรีตทั้ง 3 ช่วงชั้นคุณภาพ ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.2601-2556) คอนกรีตบล็อกมวลเบาแบบเติมฟองอากาศ ได้ดังนี้

ชั้นคุณภาพ ส่วนผสม และคุณสมบัติ	ช่วงชั้นที่ 1 ชนิด C6-C8	ช่วงชั้นที่ 2 ชนิด C9-C12	ช่วงชั้นที่ 3 ชนิด C14-C16
อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์	0.65	0.65	0.65
อัตราส่วนทรายต่อซีเมนต์	1.18	2.50	2.50
เปอร์เซ็นต์โฟม	53.42	44.08	35.41
กำลังรับแรงอัด (ksc.)	20.40	25.50	51.00
ความหนาแน่นในสภาพแห้ง (kg/m ³)	800.00	1111.25	1291.06
อัตราการดูดซึมน้ำโดยน้ำหนัก (%)	21.99	15.37	11.99
อัตราการดูดซึมน้ำโดยปริมาตร (%)	5.21	5.06	4.59
ราคาต้นทุน (baht)	1232.19	1077.03	1241.39

ที่มา : มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.2601-2556) คอนกรีตบล็อกมวลเบาแบบเติมฟองอากาศ

ในส่วนของการวิจัยที่ผ่านมาที่เกี่ยวข้องกับการนำแบบจำลองการหาค่าที่เหมาะสม มาประยุกต์ใช้กับงานอสังหาริมทรัพย์ หรือใช้กับก่อสร้าง ผู้วิจัยได้สรุปงานวิจัยที่ผ่านมาและสรุปตัวแปรที่ใช้ ในตารางที่ 2.8

ตารางที่ 2.8 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ชื่อผู้แต่ง	ชื่อบทความ	เครื่องมือวิจัย	วัตถุประสงค์งานวิจัย	ตัวแปรที่เกี่ยวข้องในงานวิจัย
RASYADAN, F & HAPSARI, I.R.	HOUSING DEVELOPMENT OPTIMIZATION (CASE STUDY: ANUGERAH DIAN REGENCY IN KABUPATEN BANJAR)	แบบจำลองการหาค่าที่เหมาะสม (OPTIMIZATION MODEL)	กำไรสูงสุด (MAXIMIZED PROFIT)	พื้นที่ดินแต่ละแบบ, ต้นทุนรวมของบ้านแต่ละแบบ จำนวนบ้านทั้งโครงการ จำนวนบ้านขั้นต่ำของแต่ละแบบ อัตราส่วนความสนใจของลูกค้ากับบ้านแต่ละแบบจากผลสำรวจ
PANDIT, A.	APPLICATION OF LINEAR PROGRAMMING FOR PROFIT MAXIMIZATION FROM A HOUSING CONSTRUCTION COMPANY	แบบจำลองการหาค่าที่เหมาะสม (OPTIMIZATION MODEL)	การหาผลกำไรสูงสุดของบริษัท รับเหมาก่อสร้างที่อยู่ในพื้นที่ของ อสังหาริมทรัพย์และ ห้างสรรพสินค้า	ปริมาณวัสดุก่อสร้างต่อแบบบ้าน คือ ปริมาณคอนกรีต ปริมาณพื้นที่กระเบื้องยาง ปริมาณการใช้สี จำนวนชั่วโมงการทำงานต่อแบบ ผลกำไรต่อแบบ
UTIARAHMAN, A. & RAUF, A.S.	CASE STUDY OF HOUSING DEVELOPMENT WITH OPTIMIZATION OF HOUSING LAND UTILIZATION BY USING LINEAR PROGRAMS	แบบจำลองการหาค่าที่เหมาะสม (OPTIMIZATION MODEL)	กำไรสูงสุด (MAXIMIZED PROFIT)	พื้นที่ดินต่อแบบบ้าน อัตราส่วนปริมาณบ้านแต่ละแบบที่ต้องการ พื้นที่ดินทั้งโครงการ จำนวนแบบบ้าน

ชื่อผู้แต่ง	ชื่อบทความ	เครื่องมือวิจัย	วัตถุประสงค์งานวิจัย	ตัวแปรที่เกี่ยวข้องในงานวิจัย
LAOKHONGTHAVORN, L., U-TAPAO, C.	A MULTI-OBJECTIVE OPTIMIZATION MODEL FOR SOLID WASTE DISPOSAL UNDER UNCERTAINTY: A CASE STUDY OF BANGKOK, THAILAND	แบบจำลองการหาค่าที่เหมาะสม (OPTIMIZATION MODEL)	1. ลดต้นทุนการดำเนินงานตามที่ คาดหวัง 2. ตั้งเป้าหมายการปล่อยก๊าซ คาร์บอนไดออกไซด์สุทธิเทียบเท่า (MINIMUM OPERATIONAL COSTS AND CDE EMISSIONS.)	AS COSTS OF ELECTRICITY WERE FACTORED INTO THE SELECTION DECISION OF MUNICIPAL SOLID WASTE DISPOSAL, I.E., LANDFILL, INCINERATION, COMPOSTING AND RECYCLING.
AHMED, S.	AN APPROACH TO MAXIMIZE PROFIT OF A CONSTRUCTING PROJECT WITHIN LIMITED BUDGET BY USING SIMPLEX METHOD	แบบจำลองการหาค่าที่เหมาะสม (SIMPLEX METHOD)	กำไรสูงสุด (MAXIMIZED PROFIT)	CIVIL WORK INTERNAL ELECTRIC WORK, SANITARY & WATER SUPPLY WORK ต้นทุนค่าวัสดุ ต้นทุนค่าแรงงาน ต้นทุนค่าขนส่ง
NGOWTANASUWAN, G.	MATHEMATICAL MODEL FOR OPTIMIZATION OF CONSTRUCTION CONTRACTING IN HOUSING DEVELOPMENT PROJECT.	แบบจำลองการหาค่าที่เหมาะสม (OPTIMIZATION MODEL)	ต้นทุนน้อยที่สุดในการก่อสร้าง โครงการบ้านแนวราบ.	จำนวนบ้านแต่ละแบบ จำนวนบ้านทั้งโครงการ ระยะเวลาการก่อสร้างโครงการ วิธีการก่อสร้าง ต้นทุนก่อสร้างแต่ละแบบ เวลาการก่อสร้างของผู้รับเหมาแต่ละ ทีม จำนวนทีมของผู้รับเหมา

2.3 ต้นทุนโครงการอสังหาริมทรัพย์แนวราบในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

โครงการพัฒนาที่อยู่อาศัยซึ่งเป็นธุรกิจอสังหาริมทรัพย์ที่จะต้องใช้เงินลงทุนค่อนข้างมากและมีความซับซ้อนจึงมีโอกาสหรือความเสี่ยงที่จะผิดพลาดหรือขาดทุนซึ่งจะส่งผลกระทบต่อผลกำไรของโครงการ โดยธุรกิจอสังหาริมทรัพย์ในสวนการพัฒนาที่อยู่อาศัยนั้นต้องใช้เงินลงทุนหลายส่วนด้วยกัน ซึ่งจะเกิดการพัฒนาเป็นโครงการที่อยู่อาศัยโดยต้นทุนทุกส่วนนั้นสำคัญมากกับการพัฒนาโครงการที่พักอาศัย คือ

2.3.1 ต้นทุนค่าที่ดินและปรับปรุงที่ดิน

โดยต้นทุนที่ดินถือเป็นต้นทุนข้อแรกที่มีความสำคัญในการเริ่มทำโครงการพัฒนาที่อยู่อาศัยเนื่องจากทำเลที่จะพัฒนาสร้างโครงการถือว่าเป็นสิ่งที่กำหนดทิศทางของผลกำไรของโครงการว่าจะไปในทิศทางใด

ดัชนีราคาที่ดินเปล่าก่อนการพัฒนา คือ ตัววัดราคาเฉลี่ยของที่ดินเปล่าที่ยังไม่ได้มีการพัฒนาในปีใดปีหนึ่ง เปรียบเทียบกับราคาเฉลี่ยของที่ดินเปล่าที่ยังไม่ได้มีการพัฒนาในปีที่อ้างอิง ยกตัวอย่างเช่น ดัชนีราคาที่ดินเปล่าก่อนการพัฒนา ในกรุงเทพฯ-ปริมณฑล ไตรมาส 1 ปี 2566 มีค่าดัชนีเท่ากับ 385.7 จุด เพิ่มขึ้น 1.1% เมื่อเทียบกับไตรมาสก่อนหน้า และเพิ่มขึ้น 13.1% [3] เมื่อเทียบกับช่วงเวลาเดียวกันของปีก่อน ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่า ที่ดินเปล่าก่อนการพัฒนามีราคาเฉลี่ยปรับตัวเพิ่มสูงขึ้น ทำให้นักลงทุนตลอดจนผู้ประกอบการธุรกิจพัฒนาอสังหาริมทรัพย์ประเมินแนวโน้มได้ว่าที่ดินตรงไหนเป็นทำเลทองที่ควรจับตามองหรือจับจองไว้ก่อนเพื่อรองรับการเติบโตที่กำลังทำกำไรได้ในอนาคต ทำเลที่ดินเปล่าก่อนการพัฒนาตรงไหน ที่มีโอกาสปรับตัวเพิ่มสูงขึ้นได้มากที่สุด

ที่ดินเปล่าก่อนการพัฒนาในประเทศนั้นมีอยู่หลากหลายรูปแบบ ซึ่งนักลงทุนจำเป็นต้องศึกษาอย่างรอบคอบก่อนตัดสินใจว่าที่ดินทำเลใดนั้นเป็นทำเลที่ดี แต่ทั้งนี้ ทำเลที่ดินเปล่าก่อนการพัฒนาที่มักมีแนวโน้มราคาปรับตัวสูงขึ้นมากที่สุด ได้แก่

- ทำเลที่ดินที่มีราคาต่ำแต่มีโอกาสพัฒนาได้

กล่าวคือ เป็นทำเลที่มีอนาคต มีแนวโน้มว่าจะได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เป็นทำเลที่มีผู้คนอาศัยอยู่เป็นจำนวนมากและมีแนวโน้มว่าจะเพิ่มมากขึ้น เพราะเมื่อมีผู้คนเข้ามาอยู่มากขึ้น การพัฒนาที่ดินเพื่อให้กลายเป็นเมืองที่ตอบโจทย์กับการอยู่อาศัยก็จะมีตามไปด้วย ยกตัวอย่างที่ดินลักษณะนี้ เช่น ที่ดินโซนนครปฐม ซึ่งมีอัตราการเปลี่ยนแปลงราคามากถึง 68.2% ในไตรมาส 1 ปี 2566 ที่ผ่านมา ที่ดินโซนบางพลี บางบ่อ-บางเสาธง ซึ่งมีอัตราการขยายตัวของราคาเพิ่มสูงขึ้น-52.4% เป็นต้น

- ทำเลที่ดินติดรถไฟฟ้า

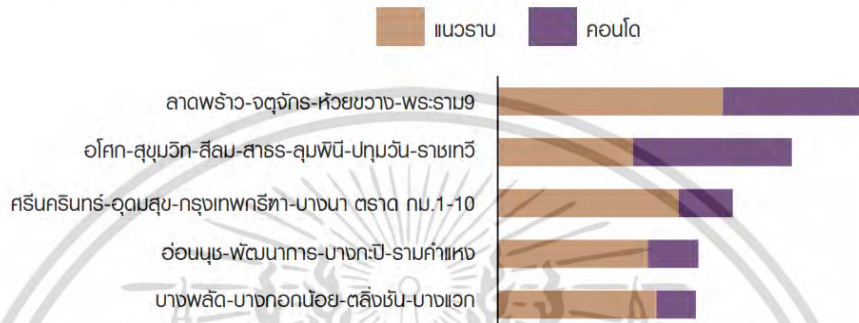
ไม่จำกัดว่าจะต้องเป็นที่ดินเปล่าที่อยู่ในบริเวณแนวโครงการรถไฟฟ้าที่สร้างเสร็จแล้ว หรือยังสร้างไม่เสร็จ หรือยังไม่สร้างแต่มีโครงการจะสร้างในอนาคต ขอเพียงเป็นทำเลที่ดินที่อยู่ในบริเวณที่มีรถไฟฟ้าผ่าน ก็ถือเป็นทำเลที่ดินเปล่าที่มีโอกาสเติบโตได้มากขึ้นเรื่อย ๆ เพราะทำเลใดก็ตามที่มีรถไฟฟ้าวิ่งผ่าน จะมีการพัฒนาอื่น ๆ โดยรอบตามมาด้วยเสมอ ยกตัวอย่างที่ดินแนวรถไฟฟ้าที่มีราคาปรับตัวเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ได้แก่ ที่ดินเปล่าก่อนการพัฒนา บริเวณรถไฟฟ้าสายสีม่วง (บางใหญ่-เตาปูน) ซึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการศึกษาไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปิดให้บริการแล้ว มีอัตราการขยายตัวราคาที่ดินเพิ่ม 9.8% [3] ในไตรมาส 1 ปี 2566 ที่ผ่านมา เป็นต้น

EIC Residential Real Estate Survey : ท่านมีแผนจะซื้อที่อยู่อาศัยในกรุงเทพฯ ในทำเลใด

หน่วย : % ของผู้ตอบแบบสอบถาม

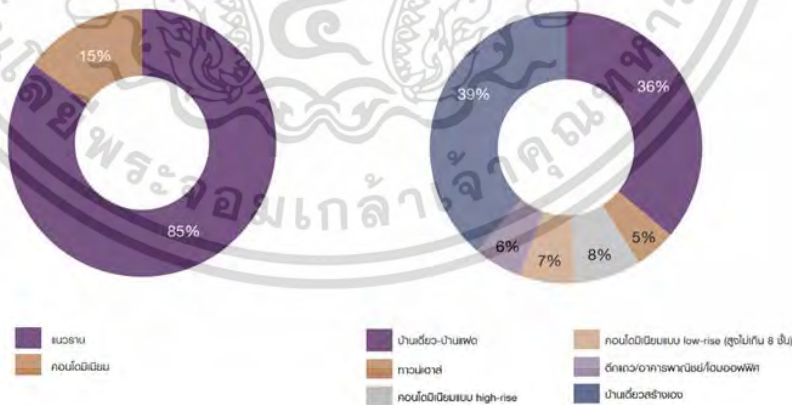


รูปที่ 2.12 ผลสำรวจความสนใจที่จะซื้อทำเลที่อยู่อาศัยในกรุงเทพฯ
ที่มา : <https://www.scbeic.com/th/detail/product/real-estate-300623>

EIC Residential Real Estate Survey : ท่านสนใจที่อยู่อาศัยประเภทใดมากที่สุด

หน่วย : % ของผู้ตอบแบบสอบถาม

ผู้ตอบแบบสอบถาม 85% สนใจที่อยู่อาศัยประเภทแนวราบมากที่สุด ขณะที่อีก 15% สนใจที่อยู่อาศัยประเภทคอนโดมิเนียม



รูปที่ 2.13 ผลสำรวจความสนใจของประเภทที่อยู่อาศัย
ที่มา : <https://www.scbeic.com/th/detail/product/real-estate-300623>

จากรูปที่ 2.13 แสดงผลการสำรวจ Residential Real Estate Survey และวิเคราะห์โดย EIC [3] เดือนมีนาคม 2522 แสดงถึงผู้ซื้อส่วนใหญ่ยังคงให้ความสนใจที่อยู่อาศัยแนวราบเป็นหลักโดยได้ผลการสำรวจสนใจที่อยู่อาศัยแนวราบมากที่สุดถึง 85% ขณะที่อีก 15% สนใจที่อยู่อาศัยประเภทเอกสารถือเป็นเอกสารที่สวมนิวส์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่บนสื่อออนไลน์ ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอนโดมิเนียม จากจำนวนผู้ตอบแบบสำรวจ 3,193 คนซึ่งถือว่าเป็นจำนวนที่ค่อนข้างจะชัดเจนว่าความจริงแล้วโดยการพัฒนาที่อยู่อาศัยนั้นคนทั่วไปยังให้ความสนใจที่อยู่อาศัยแนวราบมากกว่า คอนโดมิเนียมเนื่องจากการซื้อที่อยู่อาศัยแนวราบพื้นจะได้ส่วนของที่ดินที่ยังสามารถออกมาใช้สอย หรือทำประโยชน์อื่นๆได้มากกว่าแบบคอนโดมิเนียม รวมทั้ง ยังสามารถต่อเติม, ตกแต่งตัวบ้านได้มากกว่า หรือสามารถยืดหยุ่นได้มากกว่าในการต่อเติมเพิ่ม หรือขยายตัวบ้านทำให้สามารถเข้าอยู่ได้จำนวนหลายคนซึ่งเป็นจุดที่ได้เปรียบกว่าการซื้อที่อยู่อาศัยแบบคอนโดมิเนียม

ต่อเนื่องจากผลสำรวจคือจากรูปที่ 2.13 ผู้ซื้อส่วนใหญ่ยังคงให้ความสนใจที่อยู่อาศัยแนวราบในแบบบ้านเดี่ยวสร้างเองมากที่สุดคือ 39% รองลงมาคือ บ้านเดี่ยว-บ้านแฝด 36% เป็นโครงการพัฒนาที่อยู่อาศัยที่ถูกค่าสนใจมากที่สุดซึ่งเป็นข้อมูลที่ค่อนข้างชัดเจนว่าลูกค้าสนใจที่อยู่อาศัยแบบแนวราบในกรณีบ้านเดี่ยว – บ้านแฝดมากกว่าที่อยู่อาศัยแบบคอนโดมิเนียม ทั้งนี้จากผลสำรวจก็ค่อนข้างน่าสนใจในโครงการพัฒนาที่อยู่อาศัยแนวราบผู้วิจัยจึงให้ความสำคัญกับการทำวิจัยในส่วนโครงการพัฒนาที่อยู่อาศัยแนวราบเท่านั้น

EIC Residential Real Estate Survey : กานมิแพนจ: ชื่อที่อยู่อาศัยในปริมณฑลในทำเลใด

หน่วย : % ของผู้ตอบแบบสอบถาม



รูปที่ 2.14 ผลสำรวจความสนใจที่จะซื้อทำเลที่อยู่อาศัยในปริมณฑล

ที่มา : <https://www.scbeic.com/th/detail/product/real-estate-300623>

จากรูปที่ 2.14, 2.15, 2.16 แสดงผลสำรวจเรื่องทำเลของโครงการพัฒนาที่อยู่อาศัย [3] โดยผลสรุปได้แบ่งออกเป็น 2 พื้นที่ คือ กรุงเทพฯ และปริมณฑล โดยทำเลที่มีศักยภาพที่ได้รับความนิยมของบ้านพักอาศัยในเขตกรุงเทพมหานคร 2 พื้นที่หลักๆที่น่าสนใจคือ

1. เขตลาดพร้าว-จตุจักร-ห้วยขวาง-พระราม 9
2. เขตศรีนครินทร์-อุดมสุข-กรุงเทพฯกรีฑา-บางนาตราด กม.1-10

และจากรูปนี้ ทำเลที่มีศักยภาพที่ได้รับความนิยมของบ้านพักอาศัยในเขตปริมณฑล มีดังนี้คือ

1. นนทบุรี-ปากเกร็ด-รัตนาธิเบศร์-ตลิ่งชัน
2. บางกรวย-ราชพฤกษ์-ชัยพฤกษ์-บางใหญ่
3. รังสิต-ลำลูกกา-คลองหลวง-นวนคร

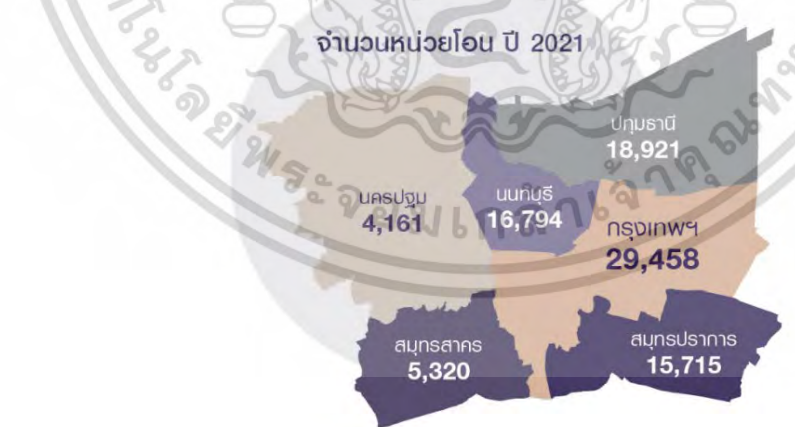
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งการพัฒนาโครงการที่อยู่อาศัยแนวราบจะเริ่มต้นด้วยการหาทำเลหรือหาซื้อที่ดินซึ่งจากผลสำรวจนี้จะสรุปได้ คือมี 3 จังหวัดที่น่าจะมีศักยภาพทำโครงการพัฒนาที่อยู่อาศัยแนวราบคือกรุงเทพมหานคร,นนทบุรีและปทุมธานีซึ่งเป็นพื้นที่ที่ติดกันและต่อเนื่องกันก็จะเป็นข้อได้เปรียบ ในการทำโครงการพัฒนาที่อยู่อาศัยอีกด้วย



รูปที่ 2.15 สถิติจำนวนหน่วยโอนกรรมสิทธิ์ที่อยู่อาศัยในแนวราบในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล แยกประเภทที่อยู่อาศัย

ที่มา : <https://www.scbeic.com/th/detail/product/real-estate-300623>



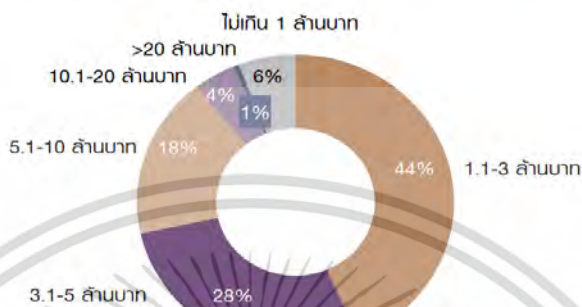
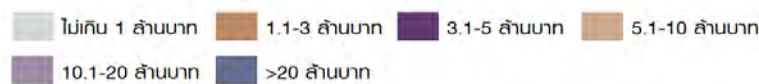
รูปที่ 2.16 จำนวนหน่วยโอน ปี 2021 เขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

ที่มา : <https://www.scbeic.com/th/detail/product/real-estate-300623>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EIC Residential Real Estate Survey : ท่านจะซื้อที่อยู่อาศัยในระดับราคาเท่าใด

หน่วย : % ของผู้ตอบแบบสอบถาม



รูปที่ 2.17 ผลสำรวจจะซื้อที่อยู่อาศัยในระดับราคาเท่าใด

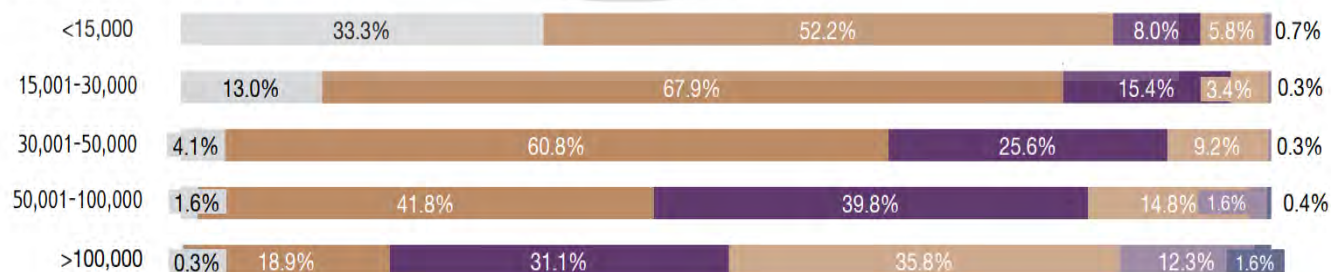
ที่มา : <https://www.scbeic.com/th/detail/product/real-estate-300623>

จากภาพที่ 2.17 แสดงผลสำรวจ ลูกค้ำจะซื้อที่อยู่อาศัยในระดับราคาเท่าใด [3] โดยสรุปจากผลสำรวจได้ดังต่อไปนี้ (ผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 3,193 คน)

1. ราคา 1.1 – 3 ล้านบาท จำนวน 44%
2. ราคา 3.1 – 5 ล้านบาท จำนวน 28%
3. ราคา 5.1 – 10 ล้านบาท จำนวน 18%
4. ราคาไม่เกิน 1 ล้านบาท จำนวน 6%
5. ราคา 10.1-20 ล้านบาท จำนวน 4%
6. ราคามากกว่า 20 ล้านบาท จำนวน 1%

ผู้วิจัยสรุปได้จากผลสำรวจว่าผู้ตอบแบบสอบถามเกือบครึ่ง 44% จะซื้อที่อยู่อาศัยระดับราคาไม่เกิน 3 ล้านบาทซึ่งสะท้อนให้เห็นว่ากำลังซื้อยังคงเปราะบางและแสดงถึงเป็นกลุ่มราคาที่สามารรถเข้าถึงได้

รายได้ครัวเรือนเฉลี่ยต่อเดือน



รูปที่ 2.18 การแยกกลุ่มรายได้เฉลี่ยต่อเดือนในการเลือกจะซื้อบ้านหรือที่อยู่อาศัยในช่วงราคาใด

ที่มา : <https://www.scbeic.com/th/detail/product/real-estate-300623>

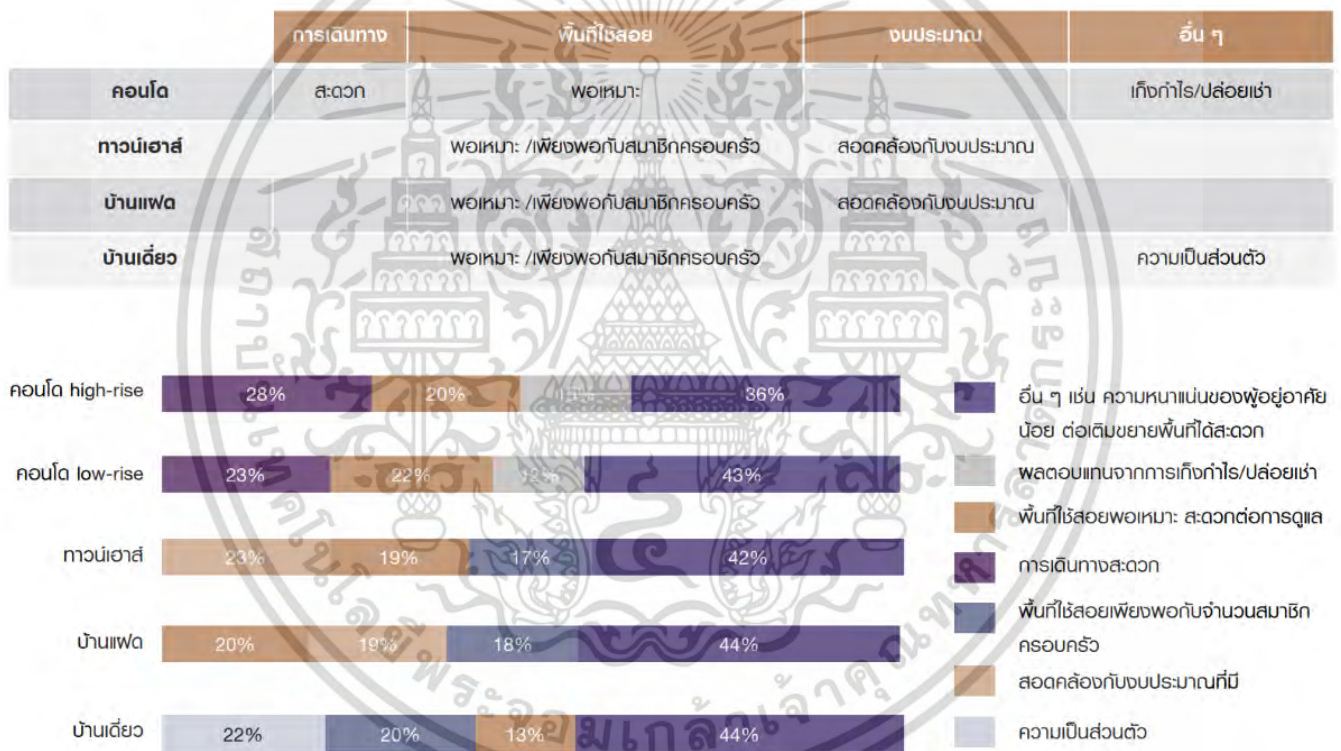
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.18 ยังคงแสดงให้เห็นถึงการแยกกลุ่มรายได้เฉลี่ยต่อเดือนในการเลือกหรือสนใจจะซื้อบ้านหรือที่อยู่อาศัยในช่วงราคาใดบ้าง ซึ่งจะเห็นได้ดังนี้ คือ

1. ที่อยู่อาศัยระดับราคาตั้งแต่ 1 ล้านบาทแต่ไม่เกิน 3 ล้านบาทเป็นกลุ่มที่มีคนเลือกมากที่สุดในทุกช่วงรายได้ที่ไม่เกิน 100,000 บาท/เดือน
2. โดยเฉพาะในกลุ่มที่มีรายได้ไม่เกิน 50,000 บาท/เดือนซึ่งมีผู้เลือกเกินกว่า 50% คือ 52.2% , 67.9% และ 60.8% อยู่ในกลุ่มราคา 1.1-3 ล้านบาทซึ่งเป็นโอกาสที่ดีของตลาดทาวน์เฮ้าส์ และคอนโดมิเนียมที่ส่วนใหญ่อยู่ในราคาดังกล่าวในการที่จะพัฒนาโครงการที่อยู่อาศัยให้ได้ตรงตามความต้องการของผู้ซื้อให้ตรงจุดมากขึ้น

EIC Residential Real Estate Survey : เหตุผลใดที่ทำให้ท่านสนใจซื้อที่อยู่อาศัยประเภทดังกล่าว

หน่วย : % ของผู้ตอบแบบสอบถาม



รูปที่ 2.19 ผลสำรวจเหตุผลในการซื้อที่อยู่อาศัยในแต่ละประเภท

ที่มา : <https://www.scbeic.com/th/detail/product/real-estate-300623>

จากรูปที่ 2.19 แสดงผลสำรวจว่าเหตุใดที่ทำให้ลูกค้าสนใจซื้อที่อยู่อาศัยในแต่ละประเภทโดยทุกบ้านพักอาศัยนั้นจะเลือกการเดินทางสะดวกมากที่สุดคือ 40%ขึ้นไป ในส่วนของโครงการพัฒนาที่อยู่อาศัยแนวราบ เหตุผลที่รองลงมาคือ พื้นที่ใช้สอยพอเหมาะและเพียงพอกับสมาชิกครอบครัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 ต้นทุนค่าก่อสร้างบ้าน

ต้นทุนค่าก่อสร้างบ้านเป็นต้นทุนพื้นฐานที่สามารถขยับขึ้นหรือลงได้ตามทิศทางของเศรษฐกิจ เช่น ค่าวัสดุก่อสร้าง, คอนกรีตและเหล็กเส้นซึ่งมีการปรับตัวขึ้นก็จะส่งผลให้ต้นทุนค่าก่อสร้างบ้านปรับตัวขึ้นตามลำดับ

ดัชนีราคาก่อสร้างบ้านมาตรฐาน คือ ตัววัดราคาเฉลี่ยของราคาค่าก่อสร้างบ้านที่ประชาชนจ้างผู้รับเหมาเป็นผู้ก่อสร้างคราวละ 1 หลัง [25] ซึ่งจะใช้ค่าเฉลี่ยในปีใดปีหนึ่ง เปรียบเทียบกับปีที่ย่ออ้างอิง เพื่อหาแนวโน้มราคาบ้านในตลาดก่อสร้างว่า จะปรับตัวสูงขึ้นหรือไม่ โดยหากดัชนีราคาค่าก่อสร้างบ้านมาตรฐานสูงขึ้น โอกาสที่ราคาบ้านในตลาดจะมีแนวโน้มสูงขึ้นก็เป็นไปได้มาก ทั้งนี้ ดัชนีราคาค่าก่อสร้างบ้านมาตรฐานนั้น ไม่ได้มีประโยชน์ต่อคนที่ต้องการสร้างบ้านอยู่เอง หรือแค่เฉพาะกับนักลงทุนเท่านั้น แต่ผู้ประกอบการธุรกิจพัฒนาอสังหาริมทรัพย์ก็ยังสามารถใช้ประโยชน์จากดัชนีนี้ได้ด้วยในหลาย ๆ ด้าน ดังต่อไปนี้

1. ใช้ดัชนีราคาค่าก่อสร้างบ้านประเมินต้นทุนในการสร้างโครงการ

จริงอยู่ที่ดัชนีราคาค่าก่อสร้างบ้านมาตรฐานนั้นเป็นการเก็บข้อมูลจากราคาค่าก่อสร้างบ้านที่ประชาชนจ้างผู้รับเหมาเป็นผู้ก่อสร้างคราวละ 1 หลัง ซึ่งไม่อาจใช้อ้างอิงกับราคาค่าก่อสร้างบ้านหรือคอนโดเป็นโครงการของผู้ประกอบการได้โดยตรง แต่ดัชนีราคาค่าก่อสร้างบ้านก็จะช่วยบอกแนวโน้มต้นทุนราคาค่าวัสดุ ค่าแรงงาน ในตลาดได้ว่าสูงขึ้นหรือต่ำลงอย่างไร ทำให้ผู้ประกอบการสามารถประเมินต้นทุนในการสร้างโครงการบ้านจัดสรรหรือโครงการห้องชุดของตัวเองได้ว่าจะต้องใช้งบประมาณมากหรือน้อยเท่าไรหากต้องการสร้างโครงการเพื่อขายในช่วงเวลานั้น ๆ

2. ใช้ช่วยวิเคราะห์โอกาสและความเสี่ยงในการเปิดโครงการใหม่

ดัชนีราคาค่าก่อสร้างบ้านมาตรฐานสูงขึ้น เป็นตัวสะท้อนว่าค่าวัสดุในการก่อสร้าง ค่าแรงงานในการก่อสร้างนั้นสูงขึ้น ซึ่งก็อาจเป็นผลมาจากสภาพเศรษฐกิจที่ไม่ดี มีวิกฤตเศรษฐกิจ หรือสถานการณ์สังคมที่เป็นปัญหาเกิดขึ้น เช่น ภาวะสงครามที่ทำให้น้ำมันแพง ค่าขนส่งวัสดุต่าง ๆ ก็แพงขึ้น เป็นต้น ดังนั้น หากประเมินอย่างรอบด้านแล้วผู้ประกอบการจะสามารถตัดสินใจได้ง่ายขึ้นว่าในภาวะที่ดัชนีราคาค่าก่อสร้างบ้านเพิ่มสูงขึ้นนั้นมีความเสี่ยงต่อการดำเนินธุรกิจพัฒนาอสังหาริมทรัพย์ของตัวเองมากน้อยเพียงใด เมื่อประเมินความเสี่ยงแล้วสามารถรับมือไหวหรือไม่ ถ้าไม่มั่นใจก็อาจจำเป็นต้องระงับการก่อสร้างเพื่อเปิดตัวโครงการใหม่ไปก่อน เป็นต้น

3. ใช้ช่วยกำหนดกลยุทธ์ทิศทางที่ตั้งราคา

เมื่อผู้ประกอบการธุรกิจพัฒนาอสังหาริมทรัพย์ใช้ดัชนีราคาค่าก่อสร้างบ้านมาตรฐานในการช่วยวิเคราะห์ต้นทุนค่าก่อสร้างโครงการของตัวเองได้แล้ว ก็จะพอมองออกทันทีว่าต้นทุนในการก่อสร้างเป็นเท่าไร แล้วจะต้องตั้งราคาขายเท่าไรเพื่อให้ได้กำไรตามเป้าหมายที่ต้องการ ซึ่งหากเห็นภาพราคาขายที่ตั้งแล้วพบว่าสูงเกินไป ไม่สอดคล้องกับสถานการณ์ตลาดก่อสร้างฯ ขัดกับกำลังซื้อและความต้องการอสังหาริมทรัพย์ของผู้คนและนักลงทุน ก็อาจเป็นสัญญาณเตือนว่าช่วงเวลานั้นไม่เหมาะที่จะก่อสร้างบ้านเพื่อเปิดตัวโครงการใหม่ ตรงกันข้ามหากดัชนีราคาค่าก่อสร้างต่ำ เห็นต้นทุนที่ถูกกดชัดเจน ก็จะทำให้มีแนวทางในการใช้กลยุทธ์การตั้งราคาขายและการทำโปรโมชั่นที่ช่วยกระตุ้นการขายได้อย่างเหมาะสมมากยิ่งขึ้น มีโอกาสสำเร็จสร้างยอดขายได้ตามเป้าหมายที่ต้องการง่ายขึ้น

การก่อสร้างบ้านถือเป็นกิจกรรมสำคัญสำหรับผู้ประกอบการธุรกิจพัฒนาที่อยู่อาศัยโดยตรง ดังนั้น การทราบความเคลื่อนไหวของดัชนีราคาค่าก่อสร้างบ้านมาตรฐาน จึงเป็นสิ่งที่ผู้ประกอบการทุกคน จำเป็นต้องเฝ้าติดตามอย่างใกล้ชิดในทันกับทุกสถานการณ์ เพื่อให้สามารถประเมินโอกาสและความเสี่ยงในการทำธุรกิจได้อย่างมีประสิทธิภาพ อันนำไปสู่การดำเนินธุรกิจให้ประสบความสำเร็จได้ตาม เป้าหมาย

2.3.3 ต้นทุนค่างานพัฒนาสาธารณูปโภค

ต้นทุนส่วนนี้คือส่วนที่สำคัญไม่น้อยไปกว่า 2 ส่วนแรกเพราะคือต้นทุนการทำระบบ ไฟฟ้า,วางระบบน้ำประปา, ระบบระบายน้ำ, บำบัดน้ำเสีย และต้นทุนการทำถนนหรือต้นทุน การสร้างส่วนกลางสโมสร รวมทั้งการสร้างพื้นที่สีเขียวในโครงการ รายการต่อไปนี้จะสามารถ จัดได้ว่าเป็นต้นทุนของงานสาธารณูปโภคส่วนกลางมีดังนี้

- ถนน และ ทางเท้าภายในโครงการ

รายละเอียดข้อกำหนดเกี่ยวกับการจัดสรรที่ดินเพื่อที่อยู่อาศัยและพาณิชย์กรรมกรุงเทพมหานคร 2550 (ฉบับแก้ไขล่าสุด พ.ศ. 2560) ว่าด้วยเรื่องข้อกำหนดความกว้างของทางเข้า ถนนเมน หรือถนน โครงการบ้านจัดสรรดังนี้

ที่ดินแปลงย่อยในโครงการทุกแปลงต้องติดถนนสาธารณูปโภคที่ใช้เป็นทางเข้า-ออก โดย กำหนดให้มีความกว้างของหน้าแปลง ไม่ต่ำกว่า 4 เมตร

ถนนทางเข้า-ออก ไปที่ดินแปลงย่อยไม่เกิน 99 แปลง หรือเนื้อที่น้อยกว่า 19 ไร่ กำหนดให้มีความกว้างของทางไม่ต่ำกว่า 9 เมตร และความกว้างของผิวจราจร ต้องไม่ต่ำกว่า 6 เมตร

ถนนทางเข้า-ออก ไปที่ดินแปลงย่อยตั้งแต่ 100 - 299 แปลง หรือเนื้อที่ 19 - 50 ไร่ กำหนดให้มีความกว้างของทางไม่ต่ำกว่า 12 เมตร และความกว้างของผิวจราจร ไม่ต่ำกว่า 8 เมตร

ถนนทางเข้า-ออก ไปที่ดินแปลงย่อยตั้งแต่ 300 - 499 แปลง หรือเนื้อที่เกินกว่า 50 ไร่ แต่ ไม่เกิน 100 ไร่ กำหนดให้มีความกว้างของทางไม่ต่ำกว่า 16 เมตร และความกว้างของผิวจราจร ไม่ต่ำกว่า 12 เมตร

ถนนทางเข้า-ออก ไปที่ดินแปลงย่อยตั้งแต่ 500 แปลงขึ้นไป หรือมากกว่า 100 ไร่ขึ้นไป กำหนดให้มีความกว้างของทางไม่ต่ำกว่า 18 เมตร และความกว้างของผิวจราจรไม่ต่ำกว่า 13 เมตร มี เกาะกลางถนนกว้างไม่ต่ำกว่า 1 เมตร และมีทางเท้ากว้างข้างละ 2 เมตร

ถนนสาธารณะ ทางเข้า-ออกโครงการ กำหนดให้มีความกว้างของผิวจราจรไม่ต่ำกว่า 5 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถนนแต่ละสาย กำหนดให้มีความยาวจากทางแยกหนึ่งถึงอีกทางแยกหนึ่งไม่เกิน 3 เมตร และไม่ควรถูกให้เป็นลักษณะแนวตรงยาวเกิน 600 เมตร

ถนนในโครงการที่มีความยาวระหว่างทางแยกเกิน 120 เมตร ให้จัดทำสันชะลอความเร็วทุกระยะไม่เกิน 120 เมตร

- ท่อระบายน้ำฝน และ ระบบป้องกันน้ำท่วม
- ท่อระบายน้ำเสีย และ ระบบบำบัดน้ำเสียส่วนกลาง
- รั้วโครงการ
- ท่อน้ำประปาสำหรับส่วนกลาง (ท่อน้ำประปาประธาน ทางกฎหมายกำหนดว่าต้องยกให้เป็นสมบัติของการประปานครหลวง หรือ ประปาภูมิภาค หรือ องค์การบริหารส่วนตำบล หรือ เทศบาล แล้ว แต่กรณี)
- เสาค้ำไฟฟ้า ท่อร้อยสายไฟฟ้าใต้ดิน และ สายไฟฟ้าสำหรับส่วนกลาง (เสาค้ำไฟฟ้า ท่อร้อยสายไฟฟ้า และ สายไฟฟ้าที่ต่อให้กับสมาชิกหมู่บ้าน กฎหมายกำหนดว่าต้องยกให้เป็นสมบัติของการไฟฟ้านครหลวง หรือ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค แล้วแต่กรณี)
- เสาค้ำโทรศัพท์ ท่อร้อยสายโทรศัพท์ และ สายโทรศัพท์ส่วนกลาง (เสาค้ำโทรศัพท์ ท่อร้อยสายโทรศัพท์ และ สายโทรศัพท์ที่ต่อให้กับสมาชิก มักต้องยกให้เป็นสมบัติของบริษัททศท คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน) หรือ บริษัทสัมปทานที่ให้บริการคู่สายสำหรับบริเวณนั้นๆ)
- อาคารสโมสร อาคารสำนักงานนิติบุคคล อาคารเอนกประสงค์ อาคารป้อมยาม โรงอาหาร อาคารห้องน้ำ อาคารเพาะเลี้ยงพันธุ์ไม้ อาคารห้องเครื่อง อาคารเก็บวัสดุอุปกรณ์ ฯลฯ
- สระว่ายน้ำ ห้องออกกำลังกาย สนามกีฬากลางแจ้ง และ ในร่ม
- สนามเด็กเล่น สนามหญ้า ต้นไม้ สวนหย่อม อุปกรณ์สนาม สระน้ำ บ่อน้ำ
- ระบบน้ำพุ ระบบรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติ ระบบไฟฟ้าระดับสวน
- ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบอิเล็กทรอนิกส์ควบคุมความปลอดภัย

2.3.4 ต้นทุนค่าบริหารงานก่อสร้าง

ต้นทุนค่าบริหารงานก่อสร้าง คือต้นทุนส่วนงานของวิศวกร , โฟร์แมน และสถาปนิก เพื่อควบคุมงานก่อสร้าง,ค่าที่ปรึกษางานก่อสร้าง รวมทั้งค่าออกแบบงานก่อสร้างซึ่งถือว่าเป็นต้นทุนส่วนที่ขับเคลื่อนโดยการใช้เสรีอย่างถูกต้องตามหลักวิศวกรรมเพื่อความแข็งแรงของงานก่อสร้างทั้งก่อสร้างบ้าน,งานก่อสร้างถนน หรือ งานส่วนกลาง

2.3.5 ต้นทุนค่าการตลาดโฆษณา

ต้นทุนส่วนนี้มีความสำคัญกับยอดขายบ้านในโครงการเป็นอย่างยิ่งเพราะการตลาดหรือโฆษณาจะสามารถทำให้การขายบ้านมีความง่ายขึ้นทำให้ผู้ซื้อหรือลูกค้ามีความสนใจและรู้จักโครงการของเรามากขึ้น หรือจะช่วยให้ลูกค้ารู้จักแบบบ้านแต่ละแบบผ่านการประชาสัมพันธ์หรือการโฆษณา

จากต้นทุนทั้ง 5 ข้อจะพบว่าสิ่งเหล่านี้ล้วนมีความสำคัญทั้งหมดกับการพัฒนาโครงการที่อยู่อาศัยซึ่งทางเจ้าของโครงการไม่ควรผิดพลาดกับการบริหารต้นทุนทุกส่วน ทั้งนี้เพื่อผลสุดท้ายก็คือผลกำไรของโครงการอสังหาริมทรัพย์แนวราบ ซึ่งเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การวิเคราะห์ข้อมูลโครงการอสังหาริมทรัพย์แนวราบ ในเขตพื้นที่เมืองใหญ่

บทนี้ผู้วิจัยจะแสดงรายละเอียดของกรรมวิธีการวิจัย โดยเนื้อหาหลักจะเป็นรายละเอียดของการเก็บข้อมูลงานวิจัยในพื้นที่วิจัย เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ข้อมูลโครงการอสังหาริมทรัพย์แนวราบในเขตพื้นที่เมืองใหญ่

3.1 วิธีดำเนินงานวิจัย

เพื่อให้งานวิจัยสามารถบรรลุวัตถุประสงค์หลักที่ได้กำหนดไว้ การดำเนินการวิจัยนี้เลือกใช้การสัมภาษณ์ (Interview) กับทางเจ้าของโครงการหรือผู้เกี่ยวข้องที่มีข้อมูลเชิงลึกของโครงการพัฒนาที่อยู่อาศัย โดยผู้วิจัยจัดทำแบบสอบถามขึ้นมาเพื่อเก็บข้อมูลของโครงการพัฒนาที่พักอาศัยในเขตพื้นที่ของขอบเขตงานวิจัย คือ ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร และปริมณฑล คือ นนทบุรี ปทุมธานี และสมุทรปราการ นอกจากนี้ยังมีข้อมูลทุติยภูมิ ที่เก็บจากเว็บไซต์ เพื่อนำมาประกอบการวิจัยด้วย โดยภาพรวมของขั้นตอนงานวิจัย แสดงดังรูปภาพ 3.1 และ 3.2

ขั้นตอนที่ 1 ของงานวิจัยจะเริ่มจากการกำหนดวัตถุประสงค์งานวิจัย โดยมีผลมาจากความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาในบทที่ 1 ซึ่งรายละเอียดของขั้นตอนที่ 1 แสดงดังในรูปที่ 3.1 โดย รูป 3.1 แสดงถึงกรรมวิธีการวิจัย โดยเริ่มจาก การเก็บข้อมูล จนถึงการหา สมการทำนายผลกำไรของบ้านแต่ละแบบต่อหลัง ของโครงการอสังหาริมทรัพย์แนวราบ โดยสำหรับกรอบและแนวทางการศึกษา เพื่อให้งานวิจัยสามารถบรรลุวัตถุประสงค์หลัก กรรมวิธีการวิจัยมีดังต่อไปนี้

3.1.1 การศึกษาวิจัยเริ่มโดยการกำหนดวัตถุประสงค์การศึกษาให้ชัดเจนโดยมาจากการทบทวนวรรณกรรม ที่มา และความสำคัญของปัญหางานวิจัย และประสบการณ์ในการทำงาน จนเกิดแรงจูงใจในการศึกษา

3.1.2 กำหนดขอบเขตของงานวิจัย เพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของงานวิจัย

3.1.3 กำหนดตัวแปรอิสระและตัวแปรตามที่จะใช้ในการวิเคราะห์การถดถอยแบบพหุคูณ

3.1.4 คำนวณขนาดตัวอย่าง (Sample Size) [26] โดยการเก็บข้อมูลทุติยภูมิ โดยการสืบค้นทางเว็บไซต์ เพื่อให้สอดคล้องกับขอบเขตงานวิจัยของโครงการอสังหาริมทรัพย์แนวราบ

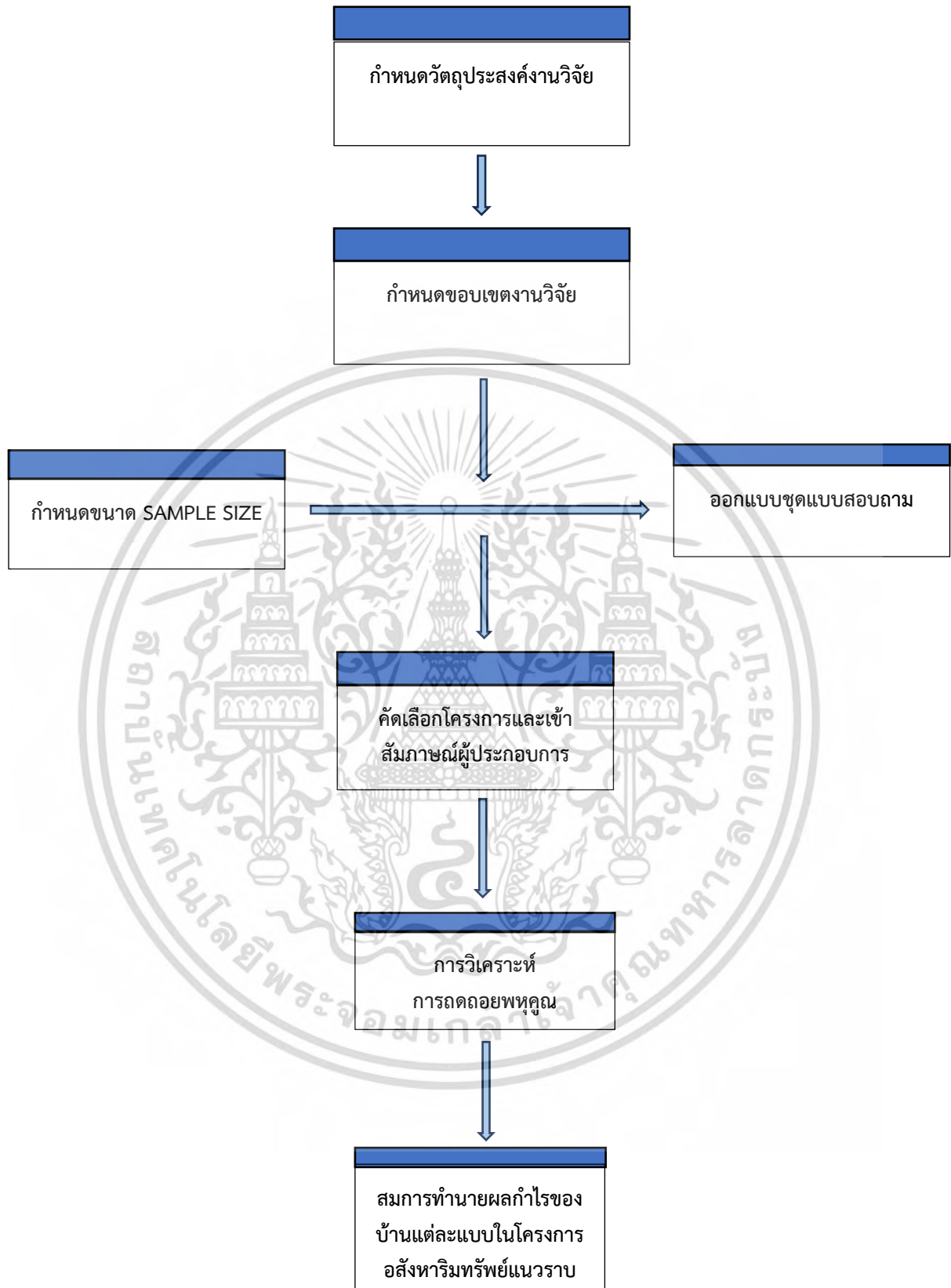
3.1.5 สร้างแบบสอบถาม เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับ ต้นทุนด้านต่างๆ ผลกำไรโครงการ, พื้นที่ดินโครงการ, พื้นที่ดินของบ้านแต่ละแบบ, พื้นที่ใช้สอยของบ้านแต่ละแบบ, จำนวนบ้านทั้งโครงการ, จำนวนบ้านแต่ละแบบ

3.1.6 ดำเนินการเข้าสัมภาษณ์แต่ละโครงการอสังหาริมทรัพย์แนวราบในพื้นที่ของขอบเขตงานวิจัย

3.1.7 นำข้อมูลการสัมภาษณ์มาทำการวิเคราะห์ทางสถิติ ด้วยโปรแกรม SPSS [27][28] และสร้างสมการทำนายผลกำไรของบ้านแต่ละแบบต่อหลังของโครงการอสังหาริมทรัพย์แนวราบจากการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ โดยผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการโดยเป็นข้อมูลส่วนของต้นทุนแต่ละส่วนที่ใช้ในการทำโดยการพัฒนาอสังหาริมทรัพย์แนวราบ รวมทั้ง ข้อมูลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ของบ้านแต่ละแบบ โดยทั้งหมด 15 แบบบ้านทำให้ผู้วิจัยจะได้ทราบถึง Constraints หรือขอบเขตของต้นทุนแต่ละส่วนของการทำโครงการพัฒนาอสังหาริมทรัพย์แนวราบของบ้านแต่ละแบบของโครงการ โดยมีข้อมูลในแต่ละส่วนดังนี้ คือ



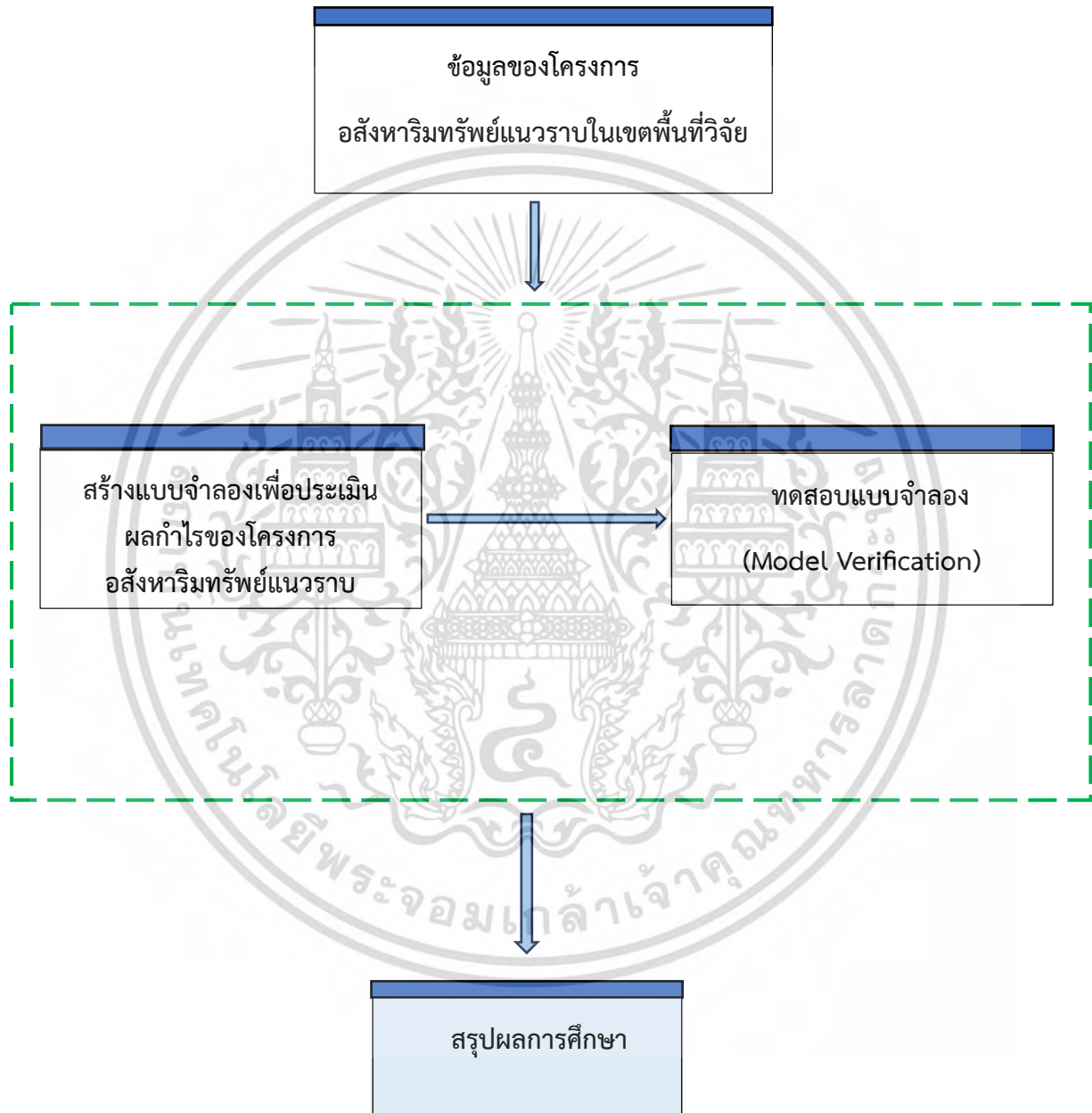
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 แสดงภาพรวมลำดับขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 2 ผู้วิจัยจะสร้างแบบจำลองคณิตศาสตร์ เพื่อการหาค่าที่เหมาะสม หรือ Optimization model เพื่อหาผลกำไรสูงสุดของโครงการอสังหาริมทรัพย์แนวราบในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล โดยการใช้ข้อมูลจากโครงการที่เก็บข้อมูลมาเป็นการทดสอบแบบจำลองนี้ ทั้งนี้เพื่อจะได้นำความรู้ไปประยุกต์ใช้ต่อไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งรายละเอียดของขั้นตอนที่ 2 ผู้วิจัยจะให้รายละเอียดไว้ในบทที่ 4



รูปที่ 3.3 แผนผังขั้นตอนงานวิจัย ในขั้นตอนที่ 2

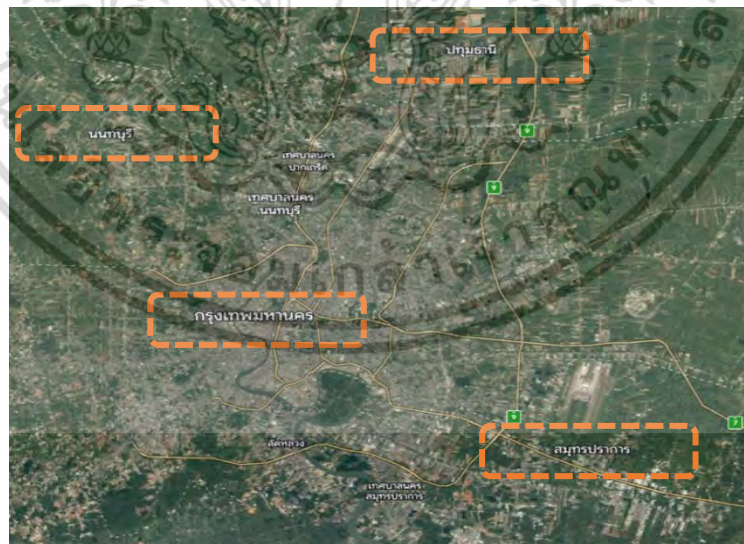
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ทำการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือ Optimization model แล้วทำการทดสอบแบบจำลองโดยผ่านโครงการที่เก็บข้อมูลมา และนำมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม GAMS [29] เพื่อประเมินผลกำไรโครงการอสังหาริมทรัพย์แนวราบ
- ทำการตรวจสอบแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Model Verification) เพื่อดูความคลาดเคลื่อนของผลลัพธ์จากแบบจำลอง โดยเปรียบเทียบกับข้อมูลจริง (Actual data)
- สรุปผลการศึกษา

3.2 กลุ่มประชากรและขนาดตัวอย่าง

3.2.1 พื้นที่ศึกษาในงานวิจัย

จากบทที่ 1 ความเป็นมาของงานวิจัยที่กล่าวไว้แล้วว่า โครงการพัฒนาที่อยู่อาศัยแนวราบนั้น ส่วนใหญ่จะตั้งอยู่ในเมืองใหญ่ และดูจากความหนาแน่นของประชากรต่อพื้นที่สูงสุด เป็น 4 จังหวัดแรกของประเทศไทยซึ่งจะเป็นที่มาของพื้นที่ศึกษาในงานวิจัย ได้แก่ พื้นที่กรุงเทพมหานคร และปริมณฑล คือ นนทบุรี ปทุมธานี และสมุทรปราการ ดังรูปที่ 3.4 แสดงพื้นที่วิจัย ซึ่งจากรูปแสดงให้เห็นว่าทั้ง 4 จังหวัดเป็นพื้นที่ติดกันหรือต่อเนื่องกัน จึงนำมาเป็นพื้นที่ในงานวิจัย

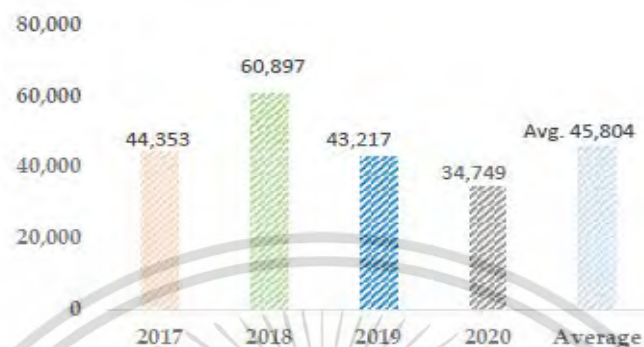


รูปที่ 3.4 พื้นที่วิจัยกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 การเก็บข้อมูลข้อมูลทุติยภูมิ (Second Data)

โดยผู้ศึกษาได้ทำการค้นคว้าข้อมูลจากทางวารสาร ทางเว็บไซต์ของ Real Estate Information Center (REIC) [25] เพื่อที่จะเก็บสถิติและนำไปหาขนาด Sample Size [26] ของงานวิจัย โดยได้แสดงดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 สถิติบ้านเปิดขายใหม่ ของพื้นที่ กรุงเทพมหานครและปริมณฑล

ที่มา : Real Estate Information, C. Real Estate Situation Bangkok - Perimeter.2004.
www.reic.or.th (accessed August 25, 2004).

จากรูป 3.5 แสดงสถิติบ้านเปิดขายใหม่ของพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล คือ นนทบุรี ปทุมธานี และสมุทรปราการ โดยแสดงออกเป็นในแต่ละปี ดังนี้ ปี 2560 เปิดขายใหม่ 44,353 หลัง, ปี 2561 เปิดขายใหม่ 60,897 หลัง, ปี 2562 เปิดขายใหม่ 43,217 หลัง, ปี 2563 เปิดขายใหม่ 34,749 หลัง, จึงนำมาคิดเป็นค่าเฉลี่ยต่อปี คือ เปิดขายใหม่จำนวน 45,804 หลัง [25]

จากสถิติบ้านเปิดขายใหม่ ของพื้นที่ กรุงเทพมหานครและปริมณฑล ค่าเฉลี่ยต่อปี คือ เปิดขายใหม่จำนวน 45,804 หลัง ซึ่งผู้วิจัยใช้ Yamane's formular [26] ดังสมการที่ 3.1 เพื่อหาขนาดของตัวอย่าง โดยจำนวนประชากรในกลุ่มคือ 45,804 หลัง

$$n = \frac{N}{1 + N(e)^2} \quad (3.1)$$

โดยที่ n = ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง (Unit)

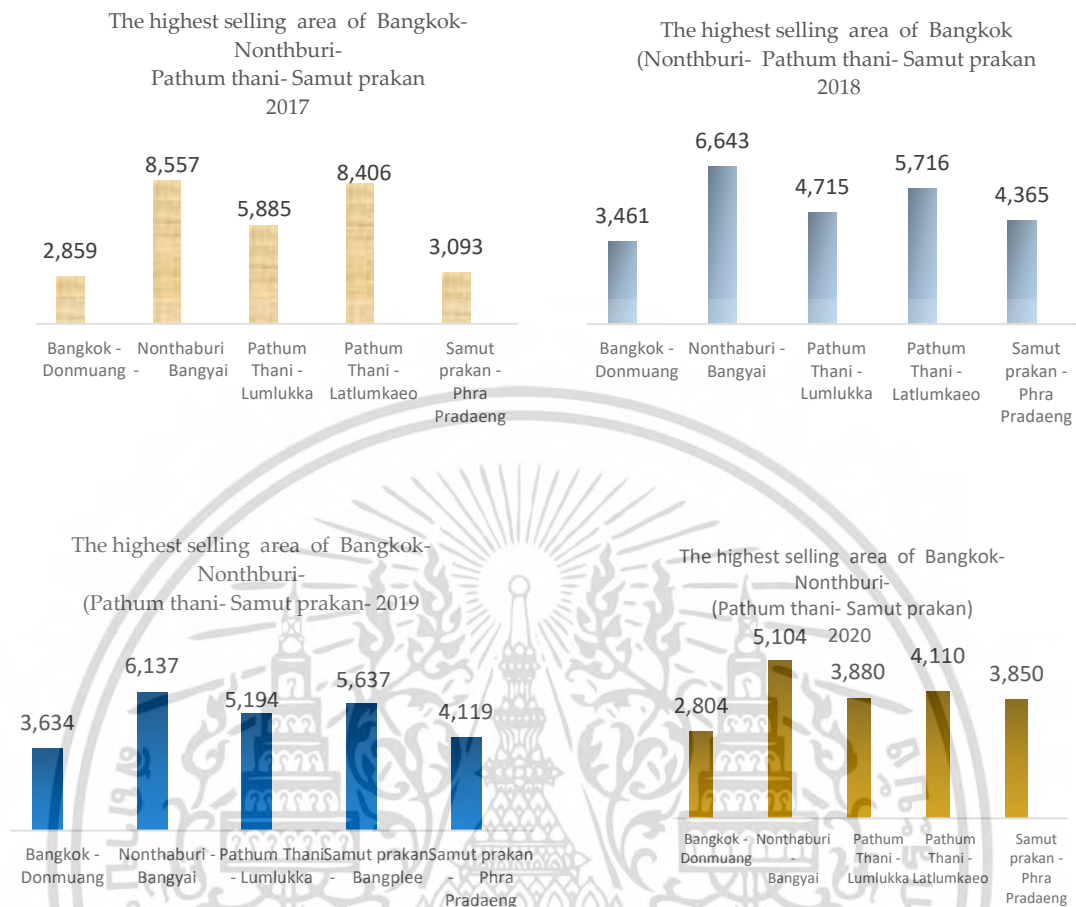
N = จำนวนประชากรในกลุ่ม (Unit)

E = ระดับความผิดพลาดที่ยอมรับได้ (0.05)

$\therefore N = 45,804$, $e = 0.05$; ซึ่งจะได้ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง : $n = 397$ Unit

โดยผู้วิจัยได้เก็บสถิติย่อยลงไป คือ สถิติของพื้นที่ที่ขายบ้านได้สูงสุดของกรุงเทพมหานครและปริมณฑล คือ นนทบุรี ปทุมธานี และสมุทรปราการ แสดงดังรูป 3.5 ซึ่งผู้วิจัยได้เก็บสถิติ พื้นที่ที่ขายบ้านได้สูงสุดในพื้นที่วิจัยในปี 2017-2020 [25] ดังรูปที่ 3.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ การใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 พื้นที่ที่มียอดขายบ้านใหม่ 5 อันดับสูงสุดในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ปี 2561-2564

ที่มา : Real Estate Information, C. Real Estate Situation Bangkok - Perimeter.2004. www.reic.or.th (accessed August 25, 2004).

จากรูปที่ 3.6 สถิติของพื้นที่ที่มี ยอดขายบ้านสูงสุดตั้งแต่ปี 2561, 2562, 2563, 2564 อันดับ 1 คือ พื้นที่จังหวัดนนทบุรี เขตอำเภอบางใหญ่ ซึ่งทำสถิติยอดขายบ้านสูงสุดของทุกปี รองลงมาอันดับที่ 2 คือ ส่วนมากจะเป็นจังหวัดปทุมธานี เขตอำเภอลำลูกกา ซึ่งสังเกตได้ว่าสองเขตพื้นที่นี้จะมี ยอดขายบ้านใหม่เป็น อันดับ 1 และ อันดับ 2 ในเกือบทุกปีในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล

3.3 การออกแบบแบบสอบถามเพื่อสัมภาษณ์

ผู้วิจัยจะได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างคือ 397 หลัง ดังนั้นในหัวข้อนี้จึงต้องออกแบบสอบถามเพื่อการสัมภาษณ์ โดยในแบบสอบถามจะเป็นหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับการพัฒนาโครงการพัฒนาที่อยู่อาศัยแต่ละโครงการ ซึ่งจะทำให้ทราบขอบเขตหรือ constraints ของแต่ละขอบเขตงาน โดยแบบสอบถามจะออกแบบ โดยแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 พื้นที่แต่ละส่วนในโครงการ เพื่อสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลส่วนของพื้นที่โครงการ ได้แก่ พื้นที่โครงการทั้งหมด, พื้นที่ที่ใช้ก่อสร้างเฉพาะตัวบ้าน, พื้นที่ส่วนถนน, พื้นที่ส่วนกลาง, ส่วนสโมสร, และพื้นที่สีเขียว

ส่วนที่ 2 ต้นทุนที่ใช้ในการทำโครงการ และผลกำไรของโครงการ เพื่อสอบถามเกี่ยวกับต้นทุนแต่ละส่วนที่ใช้ทำโครงการดังนี้ ต้นทุนรวมของโครงการ, ต้นทุนส่วนที่ดินโครงการ, ต้นทุนส่วนค่าก่อสร้างที่พักอาศัยของโครงการ, ต้นทุนส่วนค่าก่อสร้างถนนและส่วนสาธารณูปโภคต่างๆของโครงการ (ส่วนงานพัฒนา), ต้นทุนค่าบริหารควบคุมงานก่อสร้างโครงการ, ต้นทุนค่างานออกแบบโครงการทั้งหมด, ต้นทุนค่าการตลาด, ต้นทุนค่างานขายและโฆษณาโครงการ, และผลกำไรรวมทั้งหมดของโครงการ

ส่วนที่ 3 ส่วนต้นทุนทุกส่วนตามส่วนที่ 2 โดยจัดการเป็นต้นทุน/หลัง/แบบ, พื้นที่ดินของบ้านแต่ละแบบบ้าน, ราคาขายของแต่ละแบบบ้าน, จำนวนหลังแต่ละแบบบ้าน, ผลกำไรของแต่ละแบบบ้าน

ส่วนที่ 4 การออกแบบข้อกำหนดต่างๆ ในการทำโครงการ ได้แก่ การกำหนดพื้นที่ขายหรือปริมาณบ้านขั้นต่ำในแต่ละแบบบ้าน มีการกำหนดอย่างไรหรือออกแบบไว้อย่างไร, การกำหนดจำนวนแบบบ้านมากน้อย มีการกำหนดอย่างไร, การกำหนดกำไรขั้นต่ำของโครงการเป็นอย่างไร, กำหนดราคาขายของแต่ละแบบบ้านอย่างไร, และข้อกำหนดอื่นๆของโครงการ

3.4 การเก็บข้อมูลจากการสัมภาษณ์

หลังจากผู้วิจัยได้ออกแบบแบบสอบถามแล้วจึงออกไปสัมภาษณ์ (Interview) ผู้บริหารหรือเจ้าของโครงการที่ตอบรับและให้เข้าพบเพื่อเก็บข้อมูล ซึ่งมีจำนวนทั้งหมดรวม 15 แบบบ้าน รวมทั้งหมด 1,696 หลัง จากทั้งหมด 4 บริษัท คือ

1. บริษัท LPN WISDOM and Solution Co.,ltd.
โดยคุณประพันธ์ศักดิ์ รักไชยวรรณ กรรมการผู้จัดการบริษัท
2. บริษัท Property Perfect จำกัด (มหาชน)
โดยคุณภาคภูมิ ณ นคร ผู้ช่วยผู้อำนวยการสายงานบริหารงานก่อสร้าง
3. บริษัท อัลติจูด ดีเวลลอปเม้นท์ จำกัด
โดยคุณชยพล หารรุ่งโรจน์ ประธานเจ้าหน้าที่บริหาร
4. บริษัท ดรีมแลนด์ พร็อพเพอร์ตี้ จำกัด
โดยคุณสุณัฐา ทิมปาววัฒน์ รองกรรมการผู้จัดการบริษัท

โดยทั้งหมดตั้งอยู่ในเขตพื้นที่วิจัย คือ กรุงเทพมหานคร นนทบุรี สมุทรปราการ และปทุมธานี ซึ่งรายละเอียดของบ้านแต่ละแบบที่เก็บข้อมูลมาได้แสดงในตาราง 3.1

ตารางที่ 3.1 ภาพรวมของโครงการอสังหาริมทรัพย์แนวราบที่เก็บข้อมูล

โครงการ	มูลค่าโครงการ (บาท)	จำนวนหลัง	จำนวนแบบบ้าน	ข้อมูลจากบริษัท
โครงการที่ 1	2,124,760,000	427	3 แบบ	PROPERTY PERFECT
โครงการที่ 2	1,540,300,000	402	3 แบบ	ALTITUDE
โครงการที่ 3	1,496,350,000	425	4 แบบ	DREAMLAND
โครงการที่ 4	688,200,000	133	3 แบบ	LPN WISDOM
โครงการที่ 5	638,280,000	262	2 แบบ	LPN WISDOM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 ข้อมูลของโครงการพัฒนาที่อยู่อาศัย จำนวน 15 แบบบ้าน, 1649 หลัง

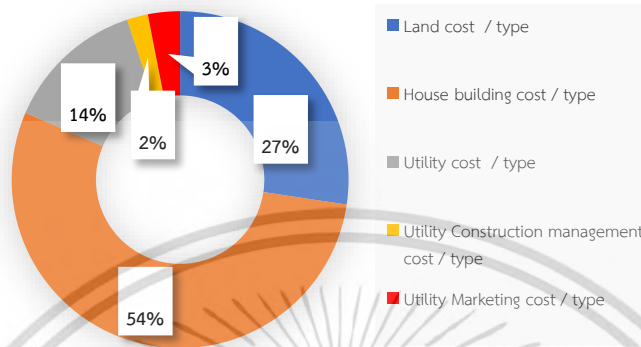
แบบบ้าน	จำนวน	ค่าที่ดิน / หลัง	ค่าก่อสร้างบ้าน / หลัง	ค่าพัฒนาสาธารณูปโภค / หลัง	ค่าบริหารก่อสร้าง / หลัง	ค่าการตลาดโฆษณา / หลัง	ขนาดพื้นที่ดิน (ตร.วา) / หลัง	ขนาดพื้นที่ใช้สอย (ตร.ม.) / หลัง
1	197	675,107	1,335,600	330,817.76	49,706.26	75,858.09	50.7	106
2	123	704,402.0	1,508,000.0	330,817.76	60,960.90	79,149.77	52.9	130
3	107	752,338.0	1,985,600.0	330,817.76	68,463.78	84,536.14	56.5	146
4	66	438,314.5	845,152.0	189,315.9	54,080.00	55,717.70	16	88
5	271	520,498.4	1,252,184.0	189,315.9	81,119.28	83,575.80	19	132
6	65	630,077.0	1,583,824.0	189,315.9	103,242.72	106,369.20	23	168
7	188	459,350.0	1,231,400.9	196,042.2	41,224.81	53,286.10	20.7	110
8	138	527,697.7	1,379,120.3	196,042.2	45,647.10	61,214.66	23.78	121.8
9	58	459,350.0	1,281,694.2	196,042.2	42,843.82	53,286.10	20.7	114.32
10	41	527,697.7	1,428,530.79	196,042.2	46,913.83	61,214.66	23.78	125.18
11	20	1,560,674.89	1,780,000.0	301,503.76	59,579.82	120,051.91	37	130
12	18	1,518,494.48	1,525,000.0	301,503.76	52,705.22	116,807.27	36	115
13	95	759,247.24	1,420,000.0	301,503.76	56,371.67	58,403.63	18	123
14	70	553,055.24	880,000.0	112,786.26	11,034.39	172,626.83	19	87
15	192	486,803.83	750,000.0	112,786.26	9,385.57	33,533.26	16.9	74

จากตาราง 3.2 ได้แสดงถึงรายละเอียดย่อยของบ้านแต่ละแบบซึ่งรวมทุกโครงการที่เก็บข้อมูลมา โดยมีทั้งข้อมูลต้นทุนแต่ละส่วนของแต่ละแบบ คือ ต้นทุนค่าที่ดิน/หลัง , ต้นทุนค่าก่อสร้าง/หลัง, ต้นทุนค่าพัฒนาสาธารณูปโภค/หลัง, ต้นทุนค่าบริหารก่อสร้าง/หลัง, ต้นทุนค่าการตลาด/หลัง, และขนาดพื้นที่ดิน/หลัง และขนาดพื้นที่ใช้สอย/หลัง ซึ่งเป็นข้อมูลทั้งหมดที่จะนำไปวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple regression) ต่อไป

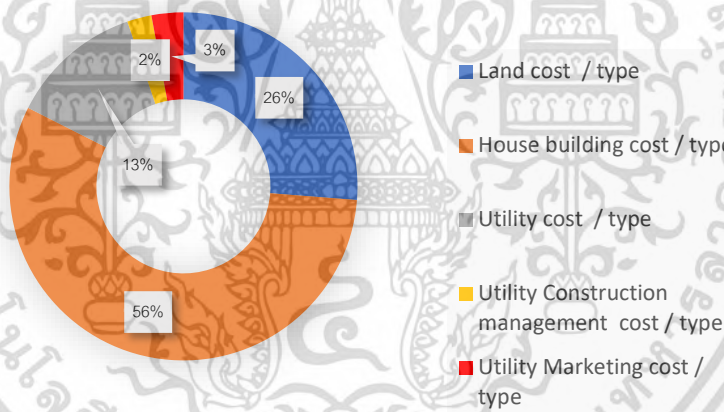
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุป : ข้อมูลสัดส่วนต้นทุน ต่อ 1 หลัง ของ 15 แบบบ้าน

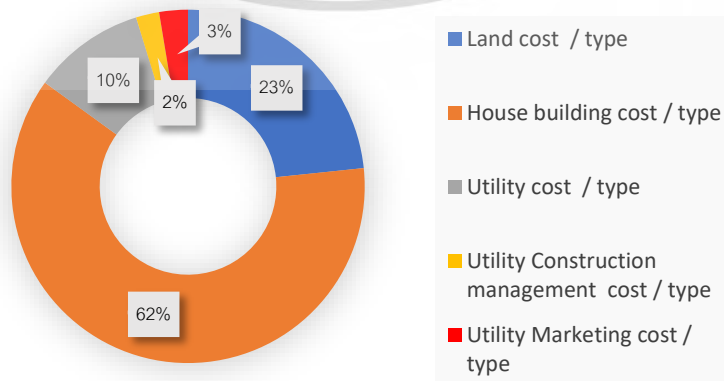
Costs proportion for house type 1



Costs proportion for house type 2

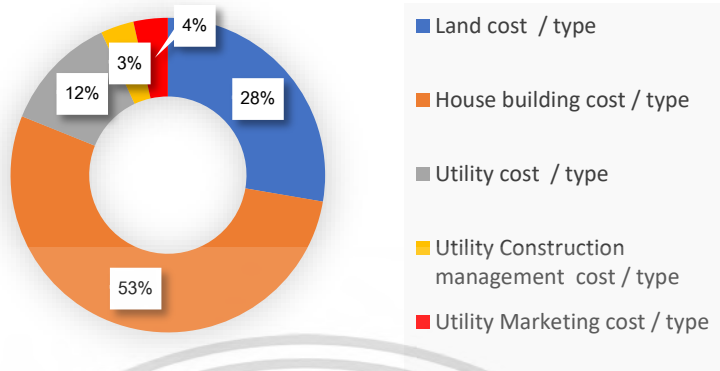


Costs proportion for house type 3

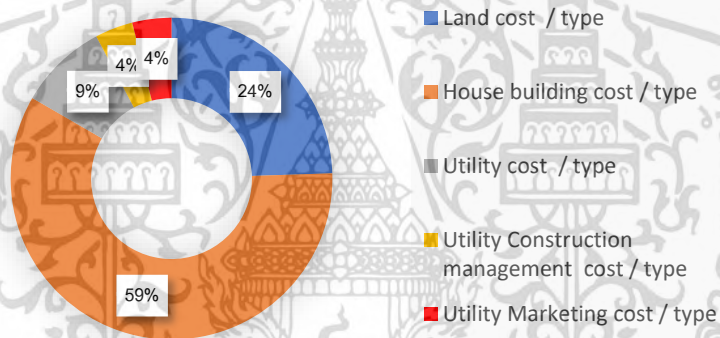


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

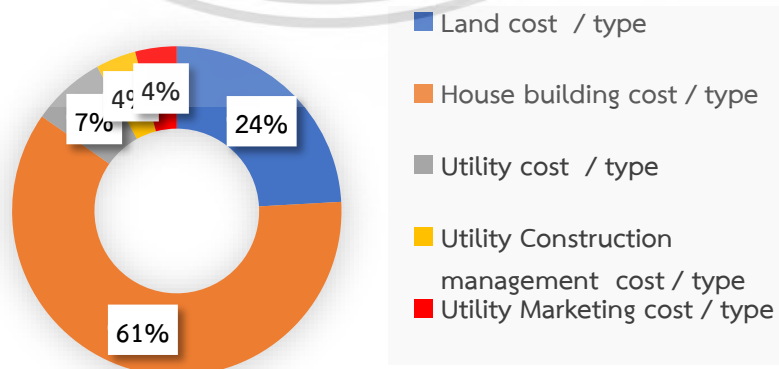
Costs proportion for house type 4



Costs proportion for house type 5

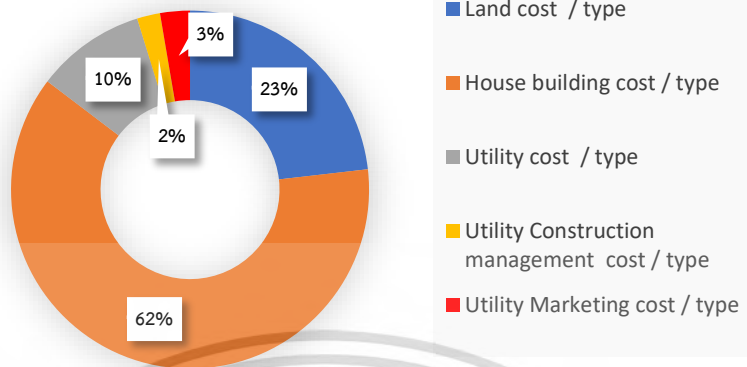


Costs proportion for house type 6

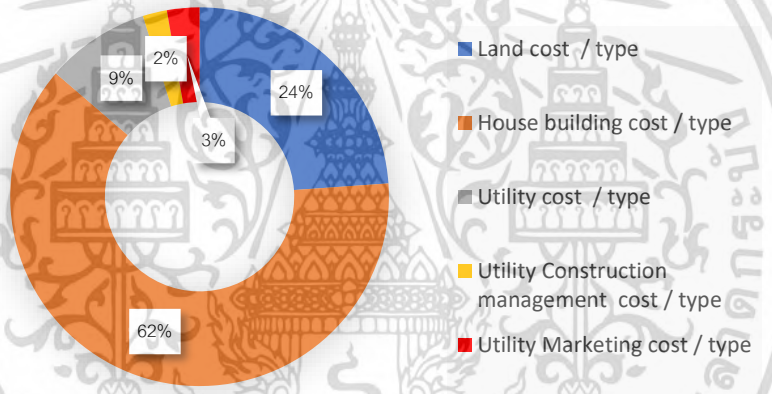


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

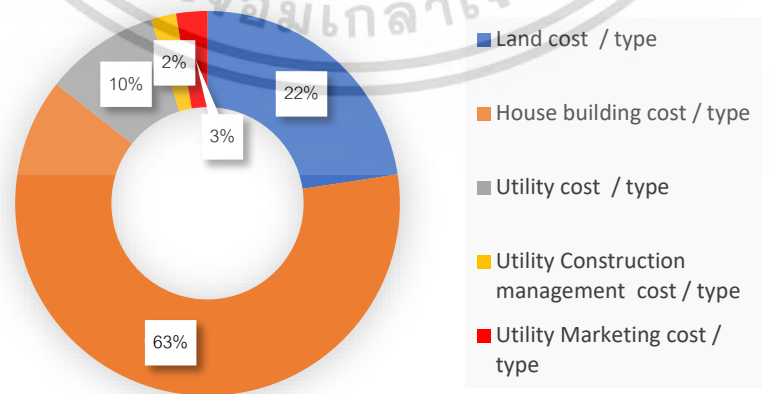
Costs proportion for house type 7



Costs proportion for house type 8

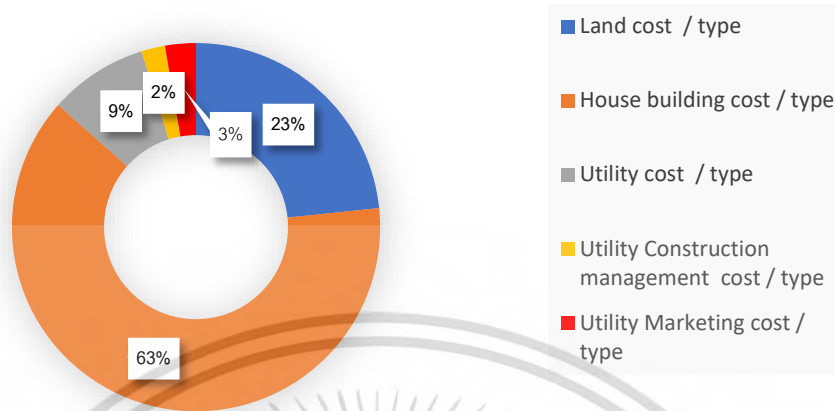


Costs proportion for house type 9

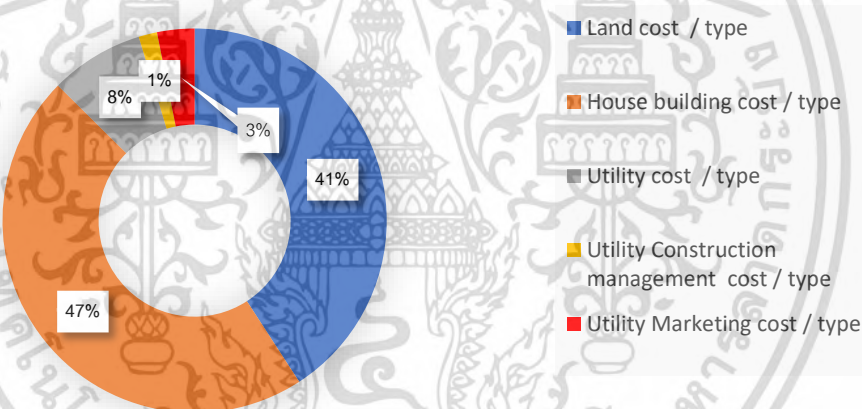


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

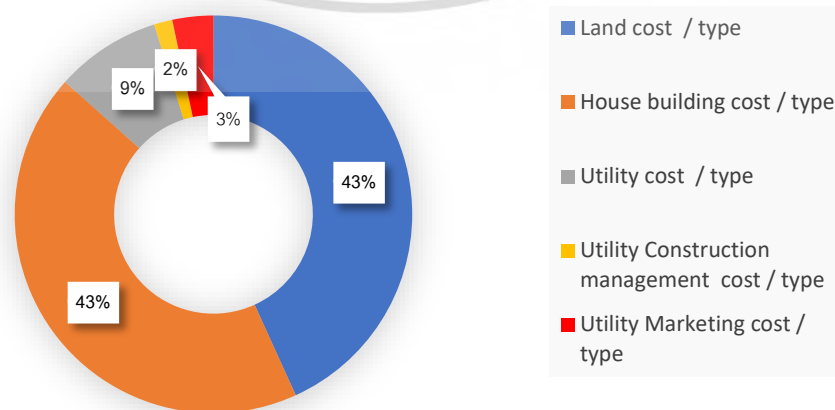
Costs proportion for house type 10



Costs proportion for house type 11

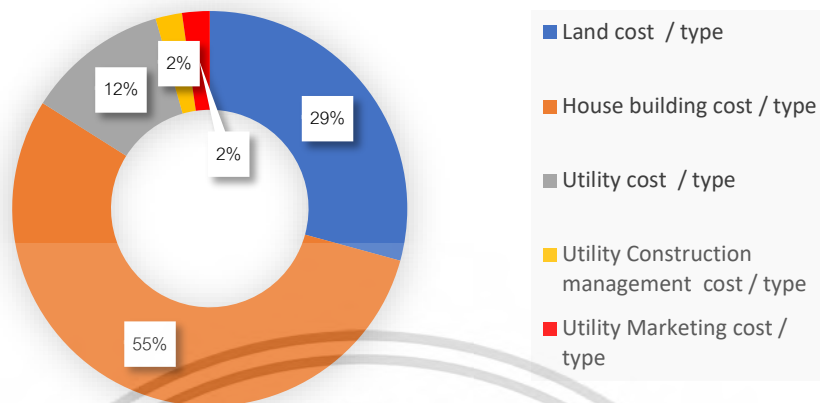


Costs proportion for house type 12

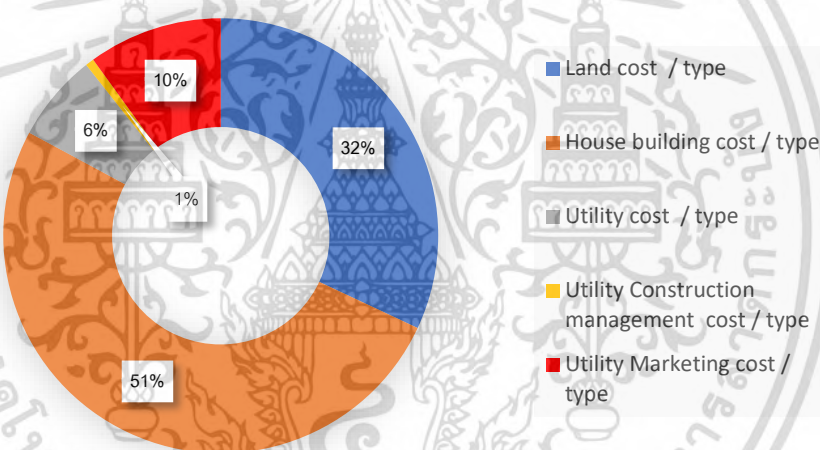


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

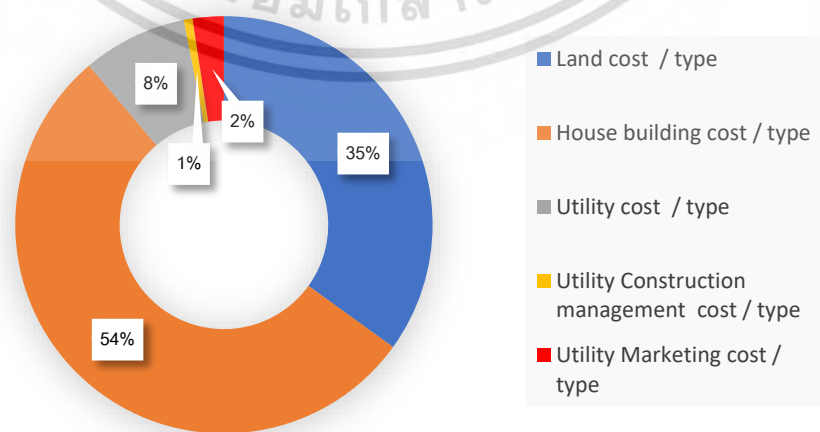
Costs proportion for house type 13



Costs proportion for house type 14



Costs proportion for house type 15



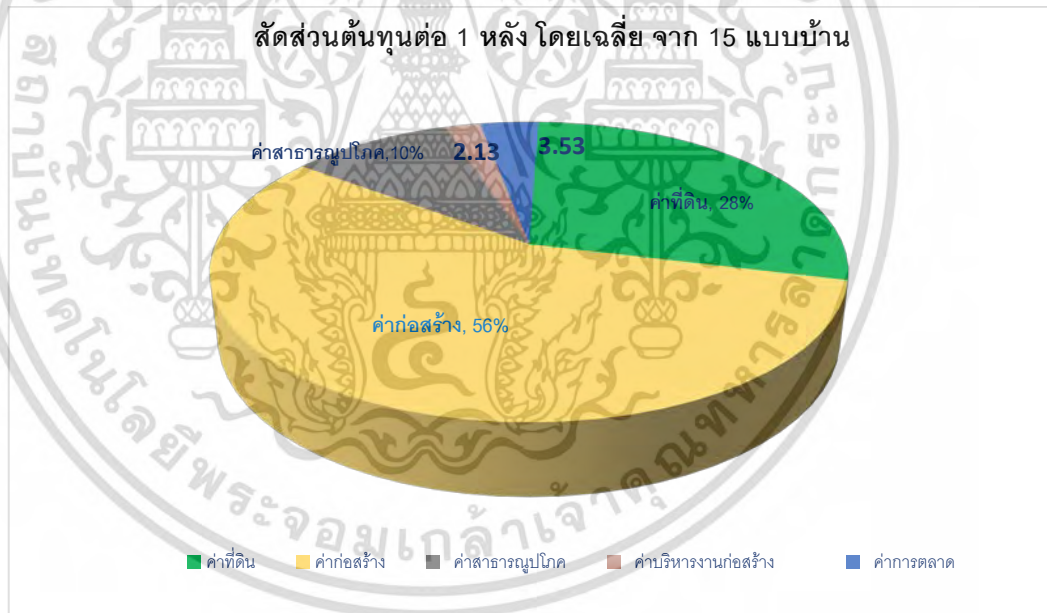
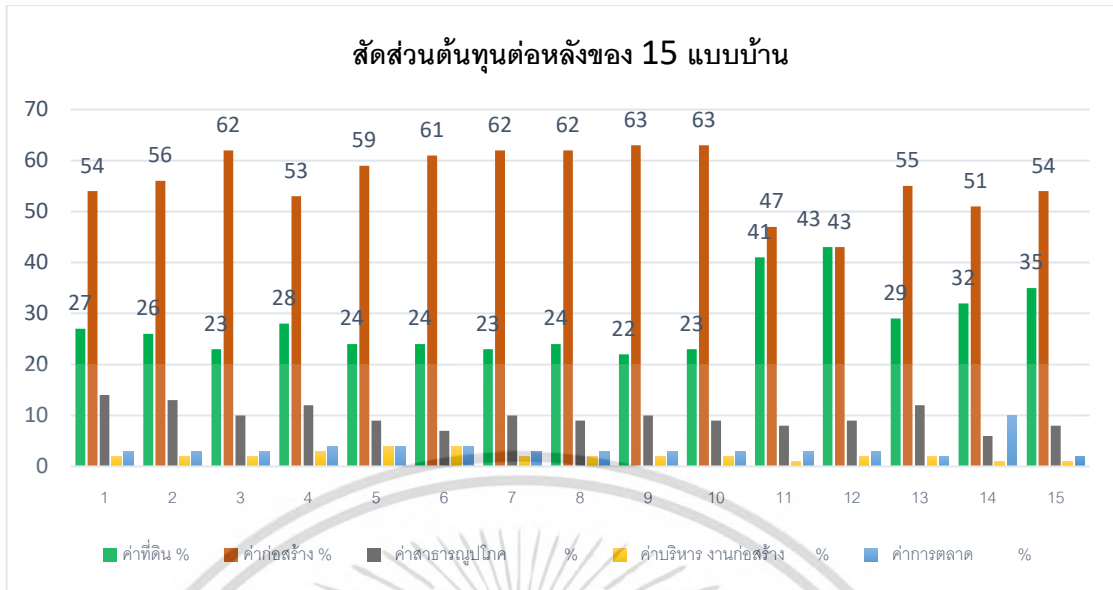
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จาก 15 แบบบ้าน แสดงถึงสัดส่วนของต้นทุนต่อหลังเปรียบเทียบกันในแต่ละประเภทของ
 ต้นทุนของแบบบ้าน 1 แบบ ตั้งแต่แบบที่ 1-15 ซึ่งจะสังเกตได้ว่าต้นทุนค่าก่อสร้างบ้านจะมีสัดส่วน
 เยอะที่สุด รองลงมาจะเป็นต้นทุนค่าที่ดิน ลำดับถัดมาก็คือ ต้นทุนค่างานสาธารณูปโภค ตามลำดับ

ตารางที่ 3.3 สัดส่วนต้นทุนของโครงการพัฒนาที่อยู่อาศัย จำนวน 15 แบบบ้าน, 1649 หลัง

แบบบ้าน	ค่าที่ดิน %	ค่าก่อสร้าง %	ค่าสาธารณูปโภค %	ค่าบริหาร งานก่อสร้าง %	ค่าการตลาด %
1	27	54	14	2	3
2	26	56	13	2	3
3	23	62	10	2	3
4	28	53	12	3	4
5	24	59	9	4	4
6	24	61	7	4	4
7	23	62	10	2	3
8	24	62	9	2	3
9	22	63	10	2	3
10	23	63	9	2	3
11	41	47	8	1	3
12	43	43	9	2	3
13	29	55	12	2	2
14	32	51	6	1	10
15	35	54	8	1	2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 สัดส่วนต้นทุน ต่อ 1 หลัง เฉลี่ยจาก 15 แบบบ้าน ของโครงการอสังหาริมทรัพย์แนวราบในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Analysis)

การศึกษานี้จะใช้การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Analysis) เน้นเครื่องมือในการหาความสัมพันธ์ของกลุ่มตัวแปรอิสระ (x_1, x_2, \dots, x_k) ที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม Y โดยที่ความสัมพันธ์อยู่ในรูป เชิงเส้น เราจะได้สมการที่แสดงค่าตัวแปรตามที่เป็นผลจากตัวแปรอิสระ ดังสมการที่ 3.1

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k + \varepsilon \quad (3.2)$$

โดยที่	y	ตัวแปรตาม (Dependent Variable)
	x	ตัวแปรอิสระ (Independent Variable)
	β_0	ค่าคงที่ (Constant)
	$\beta_{1 \rightarrow k}$	ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย (Parameter Estimation)
	ε	ค่าความคลาดเคลื่อน (Error Term)

โดยวัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุคูณมี 2 ข้อดังนี้ คือ

1. เพื่อประมาณค่าหรือพยากรณ์ค่าของตัวแปรตามเมื่อทราบค่าตัวแปรอิสระโดยการใช้สมการแสดงความสัมพันธ์ดังสมการที่ 3.2
2. เพื่อศึกษาว่าปัจจัยหรือตัวแปรใดบ้างที่ส่งผลหรือมีอิทธิพลกับตัวแปรตาม

การเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการถดถอย

ในงานวิจัยนี้จะใช้วิธีการวิเคราะห์แบบลำดับขั้น (Stepwise regression analysis) เป็นวิธีเลือกตัวแปรเข้าสมการโดยใช้หลักการทั้งวิธี Forward Selection ของวิธี Backward Elimination [27] [28] โดยมีขั้นตอนดังนี้ คือ

ขั้นตอนที่ 1 ใช้หลักการของ Forward โดยเลือกตัวแปรอิสระที่สัมพันธ์กับตัวแปรมากที่สุด และทดสอบแล้วพบว่ามีความสัมพันธ์จริง (ยอมรับ H_1) ดังนั้น จึงมีตัวแปรอิสระในสมการ 1 ตัว เช่น จาก $k:8$ เลือกได้ x_4 สมการจะเป็น $Y = a + b_4 x_4$

หลังจากนั้นทำซ้ำโดยเลือกตัวแปรอิสระที่เหลือเข้าสมการโดยเลือกตัวที่เหลือทั้งหมดว่าตัวใดมีความสัมพันธ์กับ Y มากที่สุด ก็เลือกเข้ามาเป็นลำดับถัดไปจากตัวแปรอิสระตัวแรก

ขั้นตอนที่ 2 ใช้หลักการของ Backward Elimination ซึ่งในขณะที่กำลังเลือกตัวแปรอิสระที่เหลือเข้าสมการ ก็จะพิจารณาตัดตัวแปรตัวใดออกโดยจะพิจารณาจากตารางสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระที่อยู่ในสมการด้วยกันเอง ถ้ามีความสัมพันธ์กันมาก ก็จะพิจารณาตัดตัวแปรตัวใดตัวหนึ่งออกจากสมการเพื่อป้องกันการเกิด Multicollinearity โดยจะทำแบบนี้จนกระทั่งไม่สามารถเลือกตัวแปรอิสระใดเข้าสมการและไม่สามารถตัดตัวแปรอิสระใดออกจากสมการได้อีก ก็จะหยุดและจะได้สมการกองที่เหมาะสม

ผลการวิเคราะห์ของสมการถดถอยพหุคูณ

ในหัวข้อนี้จะแสดงถึงความหมายและความเข้าใจในการอ่านผลลัพธ์จากการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณซึ่งมีดังต่อไปนี้

1. สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงพหุ (Multi correlation coefficient)

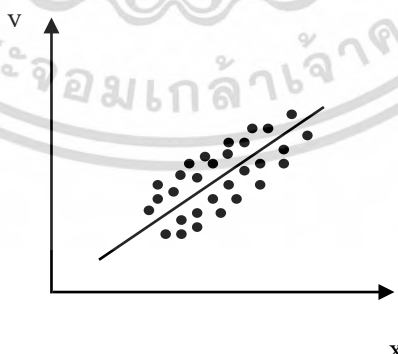
ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงซ้อน คือ ค่า Multiple R คือค่าที่ได้จากการถอดรากที่สองของค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจเชิงซ้อน (Multiple Coefficient of Determination: R^2) โดยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงซ้อนแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่าง Y กับ x_1, x_2, \dots, x_3 ดังนี้

1. R มีค่าเข้าใกล้ 0 แสดงว่า Y มีความสัมพันธ์กับ x_1, x_2, \dots, x_3 น้อยมาก
2. ถ้า $R = 0$ แสดงว่า Y ไม่มีความสัมพันธ์กับ x_1, x_2, \dots, x_3 เลย
3. R มีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่า Y มีความสัมพันธ์กับตัวแปรอิสระทั้ง k ตัวมีมาก
4. R มีค่าอยู่ระหว่าง $-1 \geq R \geq 1$

หลังจากที่คำนวณค่า R แล้ว ผู้วิจัยจะต้องทำการทดสอบว่าค่า R ที่คำนวณได้นั้นมีนัยสำคัญหรือไม่ โดยทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของค่า R ก่อน เมื่อพบว่า R มีนัยสำคัญ ผู้วิจัยก็จะมั่นใจได้ว่ากลุ่มตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามค่า R^2 เรียกว่า ค่าสัมประสิทธิ์ของการทำนาย จะชี้ถึงสัดส่วนที่กลุ่มตัวแปรอิสระสัมพันธ์กับตัวแปรตาม กล่าวคือ เป็นสัดส่วนของความแปรปรวนในตัวแปรตามที่อาจอธิบายได้โดยกลุ่มของตัวแปรอิสระกลุ่มนั้น โดยทั่วไปจะเสนอในรูปร้อยละโดยเอา 100 คูณ R^2 ค่า R จะมีค่าอยู่ระหว่าง .00 ถึง +1.00 ไม่มีค่าที่เป็นลบ

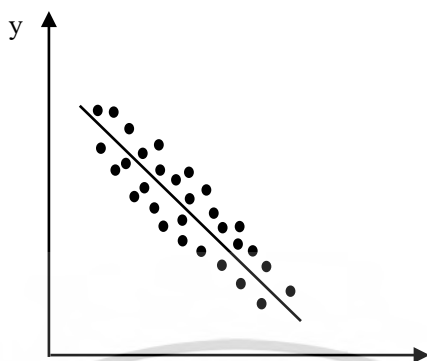
ลักษณะการแจกแจงที่แสดงถึงลักษณะสัมพันธ์ของตัวแปร 2 ตัว ดังกล่าว (เฉพาะสหสัมพันธ์เชิงเส้นตรง) อาจแสดงให้เห็นได้ใน 3 รูป ดังนี้

1. สหสัมพันธ์เชิงบวก (Positive Correlations) ซึ่งหมายความว่า เมื่อตัวแปรตัวหนึ่งเพิ่มหรือลดลงอีกตัวหนึ่งก็จะเพิ่มขึ้นหรือลดลงไปด้วย

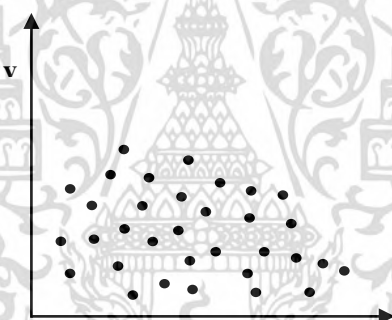


2. สหสัมพันธ์เชิงลบ (Negative Correlations) หมายถึง เมื่อตัวแปรตัวหนึ่งมีค่าเพิ่มขึ้นหรือลดลงอีกตัวหนึ่งจะมีค่าเพิ่มหรือลดลงตรงข้ามเสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



3. สหสัมพันธ์เป็นศูนย์ (Zero Correlations) หมายถึง ตัวแปรสองตัวไม่มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน



2. สัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Multiple coefficient of Determination : R^2) เป็นค่าที่หมายถึงระดับความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มตัวแปรอิสระทั้งหมดในสมการกับตัวแปรตาม หรืออธิบายว่าตัวแปรอิสระทั้งหมดในสมการมีอิทธิพลต่อตัวแปรตามอยู่เท่าใด (R^2) มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ หรือ $0 \leq R^2 \leq 1$ โดยที่

ถ้าค่า R^2 เข้าใกล้ 1 จะหมายถึง x_1, x_2, \dots, x_3 ในสมการสามารถคำนวณค่าตัวแปรตาม Y ได้ค่อนข้างมาก

ถ้าค่า R^2 เข้าใกล้ 0 จะหมายถึง x_1, x_2, \dots, x_3 ในสมการสามารถคำนวณค่าตัวแปรตาม Y ได้ค่อนข้างน้อยหรือไม่ใกล้เคียง

ระดับนัยสำคัญทางสถิติ (Level of Significance)

ในงานวิจัยนี้จะกำหนดระดับนัยสำคัญตามสถิติไว้ที่ $\alpha = 0.05$ หรือเขียนในกรณีใช้ P-Value ดังนี้ $P \leq 0.05$ หรือระดับนัยสำคัญ 0.05, ความเชื่อมั่นที่ 95% ดังนั้น ในกรณีการพิจารณาค่า T-statistic (ตัวแปร) ในผลการวิเคราะห์ จึงกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติไว้ที่ $\alpha = 0.05$ หรือ P-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

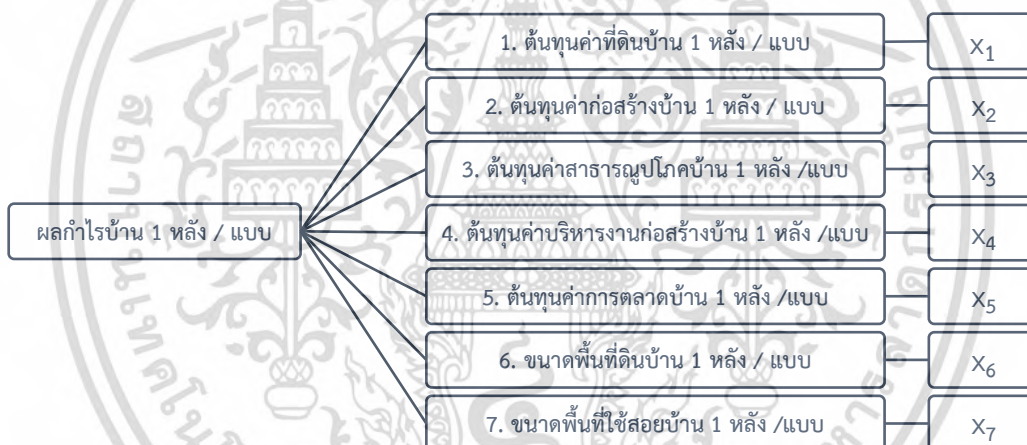
Value ≤ 0.05 หากค่า P-Value ของตัวแปรอิสระตัวใด ≤ 0.05 เราจะยอมรับสมมติฐาน H_1 ของตัวแปรอิสระตัวนั้น

การตรวจสอบระดับความสัมพันธ์

ในกรณีที่ต้องการพิจารณาว่าตัวแปรอิสระตัวใดในสมการถดถอยพหุคูณที่มีอิทธิพลต่อตัวแปรตาม Y มากที่สุดโดยสามารถดูได้จากค่า Beta หรือค่า Standard Coefficients ถ้าค่า Beta ของ ตัวแปรอิสระใดมีค่ามากที่สุดแสดงว่าตัวแปรตาม Y จะขึ้นกับตัวแปรอิสระนั้นมากที่สุดโดยไม่ต้องพิจารณาเครื่องหมายบวกหรือลบ

3.6 การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ โดย SPSS

โดยการศึกษาครั้งนี้จะใช้การถดถอยพหุคูณ กำหนดให้ตัวแปรตาม(Dependent variable) เป็นผลกำไรต่อบ้าน 1 หลัง ของแต่ละแบบ และกลุ่มตัวแปรอิสระ (Independent variable) จะเป็นข้อมูลข้อ 1-7 ต่อบ้าน 1 หลัง ของแต่ละแบบบ้าน แสดงตามรูป 3.8



รูปที่ 3.8 ตัวแปรตามและกลุ่มตัวแปรอิสระที่ใช้ในงานการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ

จากรูป 3.8 โดยผู้วิจัยได้กำหนดกลุ่มตัวแปรอิสระไว้คือ X_1, X_2, \dots, X_7 ไว้ดังนี้คือ

1. ต้นทุนค่าที่ดินบ้าน 1 หลัง / แบบ (บาท ต่อ หลัง)
2. ต้นทุนค่าก่อสร้างบ้าน 1 หลัง / แบบ (บาท ต่อ หลัง)
3. ต้นทุนค่าพัฒนาสาธารณูปโภคบ้าน 1 หลัง / แบบ (บาท ต่อ หลัง)
4. ต้นทุนค่าบริหารงานก่อสร้างบ้าน 1 หลัง / แบบ (บาท ต่อ หลัง)
5. ต้นทุนค่าการตลาดบ้าน 1 หลัง / แบบ (บาท ต่อ หลัง)
6. ขนาดพื้นที่ที่ดินบ้าน 1 หลัง / แบบ (ตร.วา ต่อ หลัง)
7. ขนาดพื้นที่ใช้สอยบ้าน 1 หลัง / แบบ (ตร.ม. ต่อ หลัง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลจากตาราง 3.2 เป็นข้อมูลจากการเก็บข้อมูลโดยการสัมภาษณ์เชิงลึกกับทางเจ้าของโครงการซึ่งมีทั้งหมด 15 แบบบ้าน รวมทั้งหมด 1,649 หลัง โดยจะนำข้อมูลทั้งหมดไปวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุคูณ

การทดสอบสัมประสิทธิ์การถดถอย

เพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามและกลุ่มของตัวแปรอิสระ เพื่อสรุปว่าตัวแปรอิสระอย่างน้อย 1 ตัวแปรมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม

โดยมีสมมติฐานการวิเคราะห์ คือ :

1. $H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_n = 0$ (no model)
2. $H_1 : \text{มีปัจจัยอย่างน้อย 1 ตัวที่มีผลต่อค่า } Y / \text{แบบ}$ (At least one $\beta_n \neq 0$, model exist)

การเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการถดถอย

ใช้วิธีการแบบลำดับขั้น (Stepwise regression analysis) เป็นวิธีเลือกตัวแปรเข้าสมการโดยใช้หลักการทั้ง Forward Selection ของวิธี Backward Elimination [29] โดยมีขั้นตอนดังนี้ คือ

ขั้นตอนที่ 1 ใช้หลักการของ Forward โดยเลือกตัวแปรอิสระที่สัมพันธ์กับตัวแปรมากที่สุด และทดสอบแล้วพบว่ามีความสัมพันธ์จริง (ยอมรับ H_1) ดังนั้น จึงมีตัวแปรอิสระในสมการ 1 ตัว เช่น จาก k:8 เลือกได้ x4 สมการจะเป็น $Y = a + b_4x_4$

หลังจากนั้นทำซ้ำโดยเลือกตัวแปรอิสระที่เหลือเข้าสมการโดยเลือกตัวที่เหลือทั้งหมดว่าตัวใดมีความสัมพันธ์กับ Y มากที่สุด ก็เลือกเข้ามาเป็นลำดับถัดไปจากตัวแปรอิสระตัวแรก

ขั้นตอนที่ 2 ใช้หลักการของ Backward Elimination ซึ่งในขณะที่กำลังเลือกตัวแปรอิสระที่เหลือเข้าสมการ ก็จะพิจารณาตัดตัวแปรตัวใดออกโดยจะพิจารณาจากตารางสัมพันธระหว่างตัวแปรอิสระที่อยู่ในสมการด้วยกันเอง ถ้ามีความสัมพันธ์กันมาก ก็จะพิจารณาตัดตัวแปรตัวใดตัวหนึ่งออกจากสมการเพื่อป้องกันการเกิด Multicollinearity โดยจะทำแบบนี้จนกระทั่งไม่สามารถเลือกตัวแปรอิสระใดเข้าสมการและไม่สามารถตัดตัวแปรอิสระใดออกจากสมการได้อีก ก็จะหยุดและจะได้สมการที่เหมาะสม

20 : x7	Y	x1	x4	x5	x6	x7
1	2112911	675107	49706	76858	51	106
2	2166670	704402	60961	79150	53	130
3	2628244	752338	68464	84536	57	146
4	1367420	438315	54080	55718	16	88
5	1723307	520498				
6	2037171	630077				
7	1408235	459350				
8	1379817	527698				
9	1556784	459350				
10	1529601	527698				
11	3478190	1560675				
12	3385489	1518494				
13	1804474	759247				
14	970497	553055				
15	947491	486804				
16						
17						

รูปที่ 3.9 การใช้เมนู Regression ในโปรแกรม SPSS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.1 ผลการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ

ตาราง ANOVA เป็นการวิเคราะห์ความแปรปรวน ซึ่งในการทดสอบว่าจะสามารถใช้ตัวแปรอิสระที่คัดเลือกเข้าสมการนี้มาพยากรณ์ตัวแปรตามได้หรือไม่ ถ้ามีนัยสำคัญแสดงว่าใช้พยากรณ์ได้

ตารางที่ 3.4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน ANOVA

MODEL 1	SUM OF SQUARES	DF	MEAN SQUARE	F	SIG.
REGRESSION	7.710E+12	2	3.855E+12	89.692	.000 ^c
RESIDUAL	5.1580E+11	12	42979424877.094		
TOTAL	8.226E+12	14			

Predictors: x_1 : ค่าที่ดินบ้าน 1 หลัง / แบบ, x_2 : ค่าก่อสร้างบ้าน 1 หลัง / แบบ

จากตาราง 3.4 แสดงผล ANOVA ของแบบจำลอง ; model Sig < 0.05 ; ปฏิเสธ H_0 , ยอมรับ H_1 : แสดงว่ามีอย่างน้อย 1 ตัวแปรที่มีผลต่อกำไร (At least one $\beta_n \neq 0$)

ตารางที่ 3.5 ผลสรุปของแบบจำลอง จากการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ

Regression Statistics	
Multiple R	0.968
R Square	0.937
Adjust R Square	0.927

จากตารางที่ 3.5 แสดงผลการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ โดยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Multiple R) จะมีค่าเป็นบวกคือ 0.968 ซึ่งมีความหมายว่ากลุ่มตัวแปรอิสระกับตัวแปรตามนั้นมีความสัมพันธ์กันสูง และค่า R^2 มีค่า 0.937 แสดงว่ากลุ่มตัวแปรอิสระทั้ง 7 ตัว สามารถอธิบายความแปรปรวนของตัวแปรตามได้สูงถึง 93.7%

ตารางที่ 3.6 ผลสรุปของค่าคงที่ของตัวแปรอิสระ จากการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ

Variables	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	Sig.	Collinearity Statistics
	B	Std. Error	Beta		VIF
(Constant)	-384364.26				
ต้นทุนค่าที่ดินบ้าน 1 หลัง / แบบ	1.486	0.186	0.688	.000	1.423
ต้นทุนค่าก่อสร้างบ้าน 1 หลัง / แบบ	0.919	0.197	0.402	.001	1.423

จากตาราง 3.6 แสดงถึงผลสรุปของค่าคงที่ของตัวแปรอิสระ จากการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ ที่มาจากการใช้การถดถอยแบบลำดับขั้น (Stepwise Multiple Regression) โดยใช้ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% หรือระดับนัยสำคัญที่ 0.05 ซึ่งจะมี 2 ตัวแปรที่ผ่านเกณฑ์ คือ ค่า P - Value \leq 0.05 และค่า Multi Collinearity (VIF) \leq 10 ได้แก่

1. ต้นทุนค่าที่ดินบ้าน 1 หลัง / แบบ (x_1)
2. ต้นทุนค่าก่อสร้างบ้าน 1 หลัง / แบบ (x_2)

ซึ่งค่า Multicollinearity (VIF) คือเงื่อนไขของการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุคูณคือ ตัวแปรอิสระทุกตัวต้องเป็นอิสระกันเพราะตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กันจะให้รายละเอียดที่คล้ายคลึงกันต่อตัวแปรตามจึงเป็นการยากที่จะแยกอิทธิพลของตัวแปรอิสระแต่ละตัวโดยผลลัพธ์จาก SPSS จะใช้ค่า VIF เป็นการวัดความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระ [27] [29] โดยมีรายละเอียดคือ

- ค่า VIF (x_i) มีค่ามาก ; VIF > 10 แสดงว่า x_i จะมีความสัมพันธ์กับ x 's ตัวอื่นๆ มาก นั่นคือ เกิดปัญหา Multicollinearity
- ค่า VIF (x_i) มีค่าเป็น 1 หรือ ใกล้ 1 แสดงว่าไม่เกิดปัญหา Multicollinearity นั่นคือ x_i ไม่มีความสัมพันธ์กับ x 's อื่นๆ หรือมีความสัมพันธ์น้อยมาก
- สรุปคือ จะยอมรับค่า VIF < 10 จึงจะไม่เกิดปัญหา Multicollinearity

ค่า Beta ในตาราง 3.6 นั้นแสดงถึง การเปรียบเทียบอิทธิพลหรือความสำคัญของ X_i ที่มีต่อ Y หรือตัวแปรตาม ซึ่งถ้าตัวไหนมีค่า Beta มาก ก็จะแสดงถึงความสำคัญกับตัวแปรตามมากด้วย

จากผลลัพธ์ในตารางที่ 3.6 ค่า Beta ของตัวแปรอิสระ X_1 : ต้นทุนค่าที่ดินบ้าน 1 หลัง/แบบ จะส่งผลหรือมีอิทธิพลต่อตัวแปรตามมากที่สุด และรองลงมาก็คือ X_2 : ต้นทุนค่าก่อสร้างบ้าน 1 หลัง/แบบ ตามลำดับ

รูปแบบของสมการมาตรฐานการถดถอยพหุคูณ คือ

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k + \varepsilon \quad (3.3)$$

นำผลลัพธ์ที่ได้นั้น เขียนเป็นสมการทำนายผลกำไรของบ้าน 1 หลัง/แบบ จะได้สมการที่ 3.4 ;

$$\begin{aligned} \text{ผลกำไรของบ้าน 1 หลัง /แบบ} &= -384364.26 + 1.486*(x_1) + 0.919*(x_2) \\ \text{สรุป ; ผลกำไรของบ้าน 1 หลัง /แบบ} &= -384364.26 + 1.486*(\text{ต้นทุนค่าที่ดิน/หลัง}) \\ &+ 0.919*(\text{ต้นทุนค่าก่อสร้างบ้าน /หลัง}) \end{aligned} \quad (3.4)$$

โดยที่ ; x_1 = Land cost of 1 unit /type หรือ ต้นทุนค่าที่ดินบ้าน 1 หลัง /แบบ

x_2 = House building cost of 1 unit /type หรือ ต้นทุนค่าก่อสร้างบ้าน 1 หลัง /แบบ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อวิเคราะห์หา ผลกำไรสูงสุดของโครงการอสังหาริมทรัพย์แนวราบ ในเขตพื้นที่เมืองใหญ่

บทนี้ผู้วิจัยจะแสดงรายละเอียดของการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อนำไปใช้ประเมินผลกำไรสูงสุดของโครงการอสังหาริมทรัพย์แนวราบในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล

4.1 การวิเคราะห์หาค่าเหมาะสม (Optimization)

ในบทนี้จะกล่าวถึง หลักการของการสร้างแบบจำลองคณิตศาสตร์ในส่วนของแบบจำลองการวิเคราะห์ค่าเหมาะสม (Optimization model) และการสร้างแบบจำลองการวิเคราะห์ค่าเหมาะสมโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป GAMS [30]

การทำ optimization [31][32][33] เกิดขึ้นจากนักวิทยาศาสตร์ที่ต้องการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ออกมาเหมาะสมที่สุด ซึ่งปัญหาส่วนใหญ่ นั้น เป็นสมการทางคณิตศาสตร์ที่มาจากหลักพื้นฐานทางทางด้านฟิสิกส์ของระบบนั้นๆ ก่อนปี ค.ศ. 1940 วิธีที่ใช้ในการทำ Optimization ของฟังก์ชันที่มีหลายตัวแปรนั้นไม่มีมากนัก เช่น การทำ Least Square ซึ่งถูกนำมาประยุกต์ใช้กับปัญหาทางด้านฟิสิกส์บางประเภท แต่วิธีที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย และเป็นที่ยอมรับ คือการทำ Newton Method ซึ่งถูกนำมาใช้กับปัญหาของระบบที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีทางเคมี ในช่วงปี ค.ศ.1940-ค.ศ.1950 มีการแนะนำสาขาใหม่ทางด้าน optimization ที่เรียกกันว่า กำหนดการเชิงเส้น (Linear Programming) จากนั้นได้มีการศึกษาและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง จนถึงปัจจุบันนี้ได้มีการนำวิธีการทำ Optimization มาใช้อย่างกว้างขวาง ไม่ว่าจะเป็นทางด้านวิทยาศาสตร์, วิศวกรรมศาสตร์, คณิตศาสตร์ และ เศรษฐศาสตร์ เป็นต้น

ในปัจจุบันนี้การทำ Optimization ไม่ได้จำกัดอยู่แค่สาขาวิชาทางด้านวิศวกรรม แต่กลายมาเป็นสิ่งสำคัญในทุกๆสาขาวิชา โดยเฉพาะทางด้านเศรษฐศาสตร์ การทำ Optimization ถือว่ามีความสำคัญอย่างมาก เนื่องจากมีการนำหลักการของการทำ Optimization มาช่วยในเรื่องของเงินทุนและผลกำไร เช่น การลดต้นทุนการผลิต และการเพิ่มผลผลิต เป็นต้น สำหรับในด้านอื่นๆ เช่น ทางด้านการบินและยานอวกาศ มีการใช้หลักการของ Optimization เพื่อหาเส้นทางการบินจากโลกไปที่ดวงจันทร์และกลับมายังโลกอีกครั้ง โดยใช้เชื้อเพลิงให้น้อยที่สุด หรือการหาโครงสร้างของเครื่องบินที่มวลน้อยที่สุด เป็นต้น สำหรับในภาคอุตสาหกรรมนั้น การตัดสินใจที่จะปรับปรุงให้ได้สิ่งที่ดีที่สุด เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นให้เห็นอยู่บ่อยครั้ง ตัวอย่างเช่น การเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการอุตสาหกรรมการผลิตทั้งหมด, การลดค่าใช้จ่ายในกระบวนการต่างๆ ซึ่งผู้จัดการต้องมีการวางแผนการทำงานที่ดีเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในด้านต่างๆ ให้ได้ตามที่ต้องการ และในทางเดียวกัน วิศวกรต้องออกแบบระบบใหม่ ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น แต่เสียค่าใช้จ่ายน้อยลง บางปัญหาที่เกิดขึ้นเป็นเรื่องยุ่งยากขึ้นมา เมื่อผู้จัดการหรือวิศวกรพบกับทางเลือกมากมายในการแก้ไขปัญหาเหล่านั้น และ

จะทำการอย่างไรจึงจะสามารถเลือกทางเลือกที่ได้ผลลัพธ์ตามที่ต้องการและดีที่สุด

ไม่ทราบว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 หลักการพื้นฐานของการวิเคราะห์หาค่าที่เหมาะสม

การทำ Optimization สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้กับหลายสาขาวิชาดังที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น โดยหลักการแล้ว การทำ Optimization เป็นขบวนการทางคณิตศาสตร์อย่างหนึ่ง ซึ่งจะให้ผลในเชิงปริมาณ (Quantity) เนื่องจากผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นจำนวน หรือค่าของตัวเลขของปัญหาที่กำหนด ดังนั้นปัญหาที่นำมาเลือกใช้ในการทำ Optimization จะอยู่ในรูปของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) ซึ่งโดยทั่วไปแล้ว จุดประสงค์ของการทำ Optimization คือ เพื่อต้องการหาค่าสูงสุด (Maximum) หรือค่าต่ำสุด (Minimum) ของฟังก์ชันวัตถุประสงค์ที่กำหนด (Objective Function) [31][32][33] และการหาค่าของฟังก์ชันวัตถุประสงค์ บางครั้งอาจจะมีการกำหนดเงื่อนไขต่างๆ ที่เรียกว่า ข้อจำกัด (Constraints) ไว้ด้วย ดังนั้นสิ่งที่สำคัญสำหรับการทำ optimization คือ การกำหนด Objective Function และการกำหนด Constraints เพื่อใช้ในการหาค่าต่ำสุดหรือสูงสุด

1 ตัวแปรออกแบบ (Design Variable)

ตัวแปรออกแบบ (Design Variable) หมายถึง ตัวแปรที่เป็นคำตอบของการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งตัวแปรออกแบบจะถูกกำหนดเพื่อใช้อธิบายลักษณะของระบบทางด้านวิศวกรรมอย่างชัดเจน เช่น ขนาด, น้ำหนัก, รูปทรงของวัสดุ, จำนวนของฟันในเกียร์, จำนวนของคอยล์ในสปริง, หรือจำนวนของท่อในเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน โดยการกำหนดตัวแปรออกแบบนั้นต้องเลือกตัว

2 ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (Objective Function)

ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (Objective Function) คือ ฟังก์ชันที่เราต้องการหาค่าต่ำสุดหรือสูงสุด โดยเราจะต้องทำการกำหนดฟังก์ชันวัตถุประสงค์ ให้อยู่ในรูปของสมการทางคณิตศาสตร์ที่ติดอยู่ในรูปของตัวแปรออกแบบ เพื่อที่จะทำการหาค่าของตัวแปรที่เป็นจุด Maximum หรือ Minimum ของฟังก์ชันวัตถุประสงค์นั้น โดยทั่วไปแล้ว เราสามารถเขียน Objective Function ในรูปของสมการทางคณิตศาสตร์ได้เป็น

$$Z = f(x)$$

โดย $x = [x_1, x_2, \dots, x_n]^T$ หรือตัวแปรที่มีจำนวน Dimension เป็น m โดยทั่วไปแล้วปัญหาของการทำ Optimization ส่วนมากจะเป็นปัญหาในรูปของ Minimization Problem เช่น จะออกแบบผลิตภัณฑ์อย่างไร เพื่อให้เกิดต้นทุนน้อยที่สุด หรือจะขับรถไฟด้วยความเร็วเท่าใดที่จะทำให้มีการสูญเสียพลังงานน้อยที่สุด บางปัญหาอาจจะเป็นการผสมผสานของการหาค่าต่ำสุดและสูงสุดในโจทย์เดียวกัน ตัวอย่างเช่น เราจะออกแบบรถยนต์อย่างไรเพื่อให้มีค่าใช้จ่ายน้อยที่สุดโดยโครงสร้างรถจะต้องมีขนาดใหญ่ที่สุด ซึ่งขบวนการหาค่าตอบนั้น เราสามารถแปลงโจทย์ให้เป็นการหาค่าต่ำสุดเพียงอย่างเดียว

4.3 ข้อจำกัด (Constraints)

Constraints เป็นเงื่อนไข หรือข้อจำกัดของ Objective Function ซึ่งโดยทั่วไปแล้ว Constraints จะแบ่งเป็น 2 ประเภทด้วยกัน คือ External Constraints และ Internal Constraints ซึ่ง External Constraints เป็นข้อจำกัดของระบบที่อยู่เหนือการควบคุมของผู้ออกแบบ ตัวอย่างเช่น ถ้าเราทราบว่า Material A สามารถลดต้นทุนได้มากกว่าการใช้ Material B แต่ Material A นั้นหาซื้อได้ยากกว่า ซึ่งความยากในการหาซื้อ Material A นี้คือ External Constraints ในโจทย์นี้ และสำหรับ Internal Constraints เป็นข้อจำกัดที่กำหนดขึ้น โดยผู้ออกแบบระบบ ซึ่งในตัวอย่างที่แล้ว Internal Constraints อาจหมายถึงจำนวนของ Material แต่ละประเภท รูปแบบทั่วไปของ Constraints เป็นไปดังสมการ

$$U_{\min} \leq u(t) \leq U_{\max}$$

Constraints จะมีความสัมพันธ์ต่อตัวแปรที่เลือกไว้ใน Objective Function ด้วย หมายความว่า ถ้าฟังก์ชันของ Constraints มีการเปลี่ยนแปลงค่า คำตอบที่ได้จาก Objective Function ก็จะมีการเปลี่ยนแปลงค่าด้วยเช่นเดียวกัน ดังนั้นในการทำ Optimization สิ่งสำคัญคือ ค่าที่ได้จาก Objective Function จะต้องสอดคล้อง กับ Constraints ที่กำหนดไว้ การแบ่งประเภทของ Constraints สามารถแบ่งได้ตามเครื่องหมายทั้งหมด 2 ประเภท ได้แก่ Equality Constraints เป็นเงื่อนไขที่กำหนดด้วยเครื่องหมาย (=) และ Inequality Constraints เป็นเงื่อนไขที่กำหนดด้วยเครื่องหมาย (\leq , \geq)

4.4 กำหนดการเชิงเส้น (Linear Programming)

กำหนดการเชิงเส้น หรือที่เรียกว่า Linear Programming เป็นเทคนิคการทำ Optimization ที่ใช้สำหรับปัญหาที่มี Objective Function และ ข้อจำกัดหรือเงื่อนไข (Constraints) เป็นฟังก์ชันเชิงเส้น (Linear Function) โดยที่สมการของ Constraints จะอยู่ในรูปที่เป็นสมการข้อจำกัด (Equality Constraints) หรือ อสมการข้อจำกัด (Inequality Constraints) ในการใช้ Linear Programming สำหรับการหา Optimization เริ่มมีการคิดค้นขึ้น ในปี ค.ศ.1930 โดยนักเศรษฐศาสตร์คนหนึ่ง ขณะที่กำลังหาวิธีที่สามารถแบ่ง Resources ได้เหมาะสมที่สุด และในระหว่างสงครามโลกครั้งที่ 2 กองทัพอากาศของสหรัฐอเมริกาพยายามหา Resources ที่มีความสมบูรณ์มากที่สุด โดยการใช้วิธี Linear Programming ซึ่ง George B. Dantzig สมาชิกคนหนึ่งในกองทัพอากาศได้คิดค้นวิธีในการหาคำตอบสำหรับปัญหาที่เป็น Linear Programming เรียกว่า Simplex Method ได้ในปี ค.ศ.1974 วิธีนี้ กลายเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยให้มีการใช้ Linear Programming มากขึ้น จากนั้น ได้มีการพัฒนา ทฤษฎีของ Linear Programming เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในงานต่างๆ

4.4.1 Maximization Problem

มีรูปแบบสมการ ดังนี้

$$\text{Objective Function } C^T X = c_1 X_1 + c_2 X_2 + \dots + c_n X_n$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่สอดคล้องกับ Constraints ดังนี้ $(Ax \leq b)$

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \leq b_1$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n \leq b_2$$

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n \leq b_n$$

จะได้แบบฟอร์มทั่วไปของปัญหาในการหาค่าสูงสุด คือ

$$\text{Maximize } c^T x$$

$$\text{ภายใต้เงื่อนไข } Ax \leq b$$

$$x \geq 0$$

4.4.2 Minimization Problem

มีรูปแบบสมการ ดังนี้

$$\text{Objective Function } y^T b = y_1 b_1 + y_2 b_2 + \dots + y_n b_n$$

ที่สอดคล้องกับ Constraints ดังนี้ $(Ay^T \leq c^T)$

$$a_{11}y_1 + a_{21}y_2 + \dots + a_{m1}y_m \leq c_1$$

$$a_{12}y_1 + a_{22}y_2 + \dots + a_{m2}y_m \leq c_2$$

$$a_{m1}y_1 + a_{m2}y_2 + \dots + a_{mn}y_n \leq c_n$$

4.5 การแก้ปัญหาโปรแกรมเชิงเส้นด้วย GAMS

ในการวิเคราะห์หาค่าเหมาะสมสำหรับปัญหาที่มีความซับซ้อนและมีข้อมูลจำนวนมาก ไม่สะดวกในการวิเคราะห์คำนวณด้วยมือ หรือ ด้วยกราฟเนื่องจากต้องใช้เวลาในการคำนวณนาน และยังอาจเกิดความผิดพลาดได้ง่าย สำหรับการวิเคราะห์การใช้ Solver ในโปรแกรม Microsoft Excel 2013 สามารถใช้กับปัญหาที่มีตัวแปรในการตัดสินใจ (Variable Decision) หลายๆตัว และ เหมาะกับปัญหาที่มีแบบแผนเหมาะที่จะใช้แก้ปัญหาในรูปแบบของตาราง ง่ายต่อการทำเอกสารรายงาน สามารถสรุปและจัดพิมพ์เอกสารได้สะดวกสวยงาม แต่เมื่อปัญหาที่มีความซับซ้อนขึ้นกว่านี้ และเขียนเป็นตารางได้ยาก มีตัวแปรในการตัดสินใจที่ซับซ้อน และจำนวนมากจะยากต่อการใส่ข้อมูลและการเรียงข้อมูลเพื่อที่จะใช้ฟังก์ชัน SUMPRODUCT จึงมีผู้พัฒนาโปรแกรมที่สามารถเพิ่มข้อมูลหรือภาษาที่คล้ายคลึงกับสมการคณิตศาสตร์เพื่อให้การทำงานสะดวกขึ้น

GAMS (General Algebraic Modeling System) (GAMS) [30] คือ โปรแกรมสำหรับสร้างระบบแบบจำลองระดับสูงสำหรับการวิเคราะห์ค่าเหมาะสมทางคณิตศาสตร์ GAMS ถูกออกแบบให้สามารถสร้างแบบจำลองและวิเคราะห์หาค่าเหมาะสมสำหรับปัญหาที่สมการเชิงเส้นตรงไม่ใช่เส้นตรง และแบบผสม ประกอบไปด้วยตัวแปลภาษาและตัววิเคราะห์ประสิทธิภาพสูงและมีความเสถียรมาก GAMS ถูกออกแบบให้ใช้งานได้ง่ายสำหรับการประยุกต์ใช้ในการสำหรับแบบจำลองคณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อนสูง และมีข้อมูลจำนวนมาก และยังช่วยให้ผู้ใช้สามารถทำการปรับปรุงแบบจำลองได้ง่ายและรวดเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 การสร้างแบบจำลองการวิเคราะห์การหาค่าเหมาะสม (Optimization Model)

แบบจำลองการวิเคราะห์การหาค่าเหมาะสม (Optimization model) [31] [32] [33] คือการหาผลกำไรสูงสุดของโครงการพัฒนาที่อยู่อาศัยซึ่งเป็นผลลัพธ์หลักจากแบบจำลอง ซึ่งผู้วิจัยใช้กรณีศึกษามาเพื่อใช้ทดสอบ แบบจำลองซึ่งเป็นวัตถุประสงค์หลักของงานวิจัยนี้เพื่อที่จะนำแบบจำลองนี้ไปประยุกต์ใช้กับโครงการพัฒนาที่อยู่อาศัยในพื้นที่อื่น ๆ ที่มีสัดส่วนประชากรค่อนข้างหนาแน่นใกล้เคียงกับพื้นที่ของงานวิจัยนี้

ผู้วิจัยใช้โปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming) เป็นเทคนิคการทำ Optimization model ที่มีสมการวัตถุประสงค์และ สมการเงื่อนไข เป็นฟังก์ชันเชิงเส้น โดยผู้วิจัยนำสมการที่ (3.4) มาประยุกต์ในสมการ (4.4) เพื่อหาค่าผลกำไรสูงสุดของโครงการ

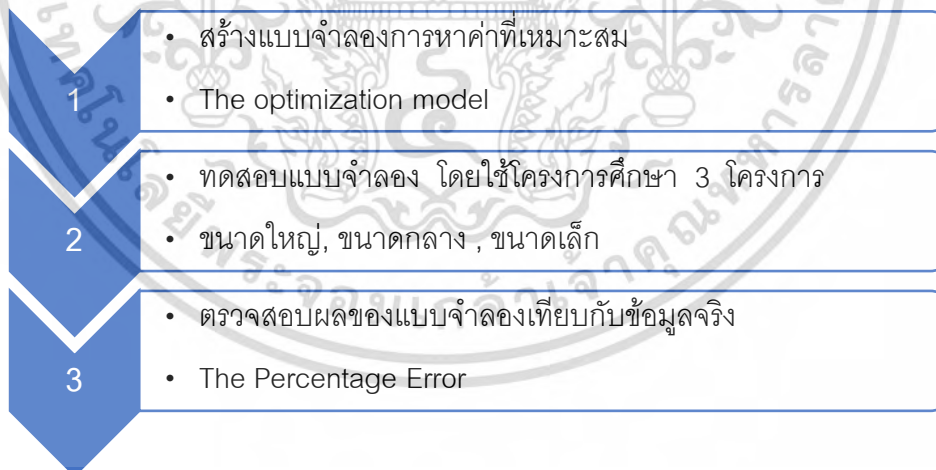
$$\text{Maximize } Z = \sum_{j=1}^n C_j W_j = C_1 W_1 + C_2 W_2 + \dots + C_j W_j \quad (4.1)$$

โดยที่ : C_j = สัมประสิทธิ์ของแบบบ้าน type j

J = ประเภทแบบบ้าน ($j = 1, 2, 3$)

W_j = ปริมาณบ้านของแต่ละแบบ

4.7 โครงการศึกษา



รูปที่ 4.1 ขั้นตอนการทดสอบแบบจำลอง โดยผ่านโครงการศึกษา

ผู้วิจัยจะใช้แบบจำลองเพื่อประเมินผลกำไรของโครงการพัฒนาที่อยู่อาศัย และทดสอบแบบจำลองผ่าน 3 โครงการ เพื่อชี้แจงรายละเอียดของแบบจำลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7.1 โครงการศึกษา 1. ตั้งอยู่ในเขตจังหวัดกรุงเทพมหานคร มีจำนวนทั้งหมด 427 หลังซึ่ง เป็นข้อมูลจากการสัมภาษณ์ของ บริษัท Property perfect จำกัด มหาชน มูลค่าโดยการประมาณ 2,124 ล้านบาท โดยแบ่งออกเป็น 3 แบบบ้าน,แบบที่ 1 จำนวน 197 หลัง,แบบที่ 2 จำนวน 123 หลัง และแบบที่ 3 จำนวน 107 หลัง ตามลำดับ โดยรายละเอียดของบ้านแต่ละแบบต่อหลัง แสดง ในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลโครงการพัฒนาที่อยู่อาศัย ของโครงการศึกษาที่ 1

House types	Units	Land cost / unit	House building cost/ unit	Utility cost/ unit	Construction Management cost/unit	Marketing cost/ unit	Land area/ unit	Usable area/ unit	Profit / unit
1	197	675,107	1,335,600	330,817.76	49,706.26	75,858.09	50.7	106	2,112,910.89
2	123	704,402	1,508,000	330,817.76	60,960.90	79,149.77	52.9	130	2,166,669.58
3	107	752,338	1,985,600	330,817.76	68,463.78	84,536.14	56.5	146	2,628,244.32

4.7.1.1 การสร้างแบบจำลองหาค่าที่เหมาะสม (Optimization Model)

แบบจำลองการหาค่าที่เหมาะสม ที่สร้างขึ้นมีวัตถุประสงค์เพื่อ การหาค่าผลกำไรสูงสุดของ โครงการอสังหาริมทรัพย์แนวราบ และช่วยในการวิเคราะห์หาปริมาณแบบบ้านที่จะสร้างในแต่ละ แบบว่ามีผลต่อผลกำไรสูงสุดของโครงการอย่างไรบ้าง

1. จำนวนบ้านของแต่ละแบบในโครงการ หรือ ตัวแปรตัดสินใจ (Decision variables)

โครงการนี้แบ่งออกเป็น 3 แบบบ้าน ดังนั้น เราจะสร้างตัวแปรตัดสินใจออกเป็น 3 แบบ คือ

W_1 : ปริมาณบ้านของแบบที่ 1

W_2 : ปริมาณบ้านของแบบที่ 2

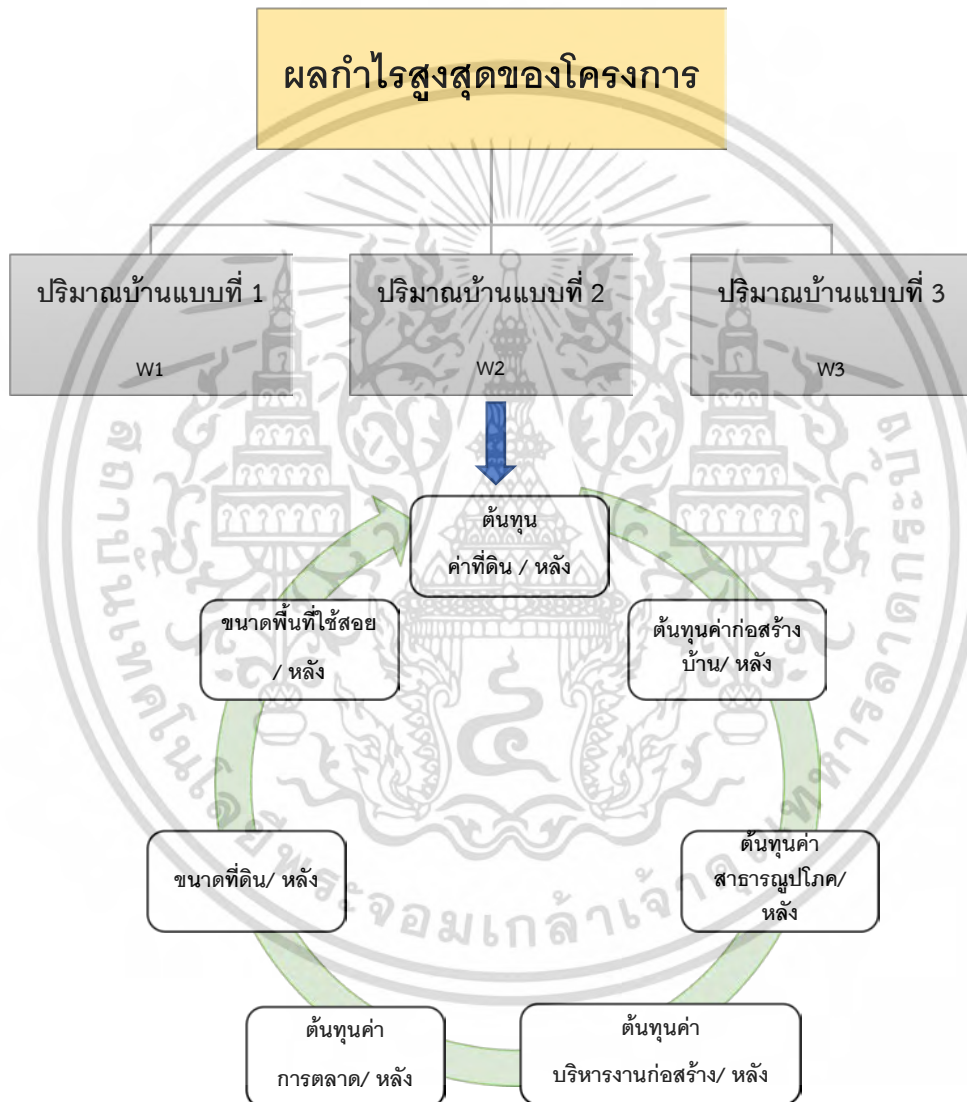
W_3 : ปริมาณบ้านของแบบที่ 3

โดยที่ $W_1+W_2+W_3 = 427$ หลัง

2. ตัวแปรที่เกี่ยวข้องและสมการเงื่อนไข

ตัวแปรที่เกี่ยวข้องในแบบจำลองผลกำไรสูงสุดของโครงการอสังหาริมทรัพย์แนวราบ ประกอบด้วย เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยามให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

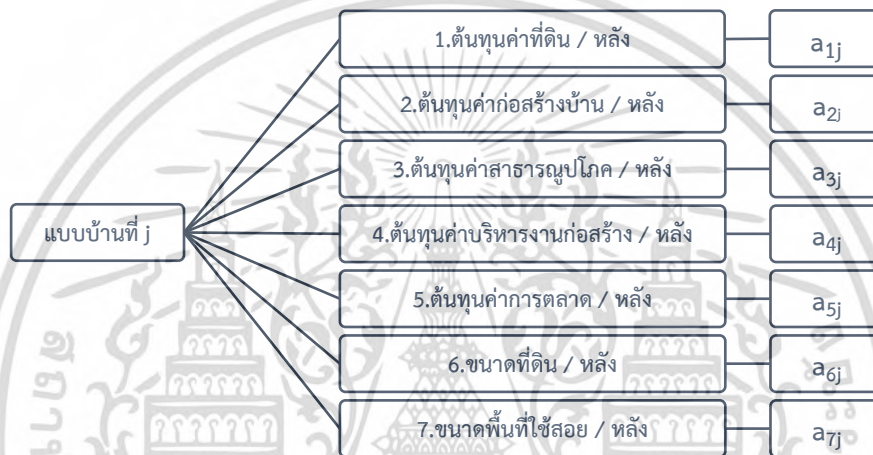
1. ต้นทุนค่าที่ดิน (Land Cost) / หลัง ของแต่ละแบบ
2. ต้นทุนค่าก่อสร้างบ้าน (House Building Cost) / หลัง ของแต่ละแบบ
3. ต้นทุนค่างานพัฒนาสาธารณูปโภค (Utility Cost) / หลัง ของแต่ละแบบ
4. ต้นทุนค่าบริหารงานก่อสร้าง (Construction management Cost)/หลัง ของแต่ละแบบ
5. ต้นทุนค่าการตลาด (Marketing Cost) / หลัง ของแต่ละแบบ
6. พื้นที่ดิน (Land Area) / หลัง ของแต่ละแบบ
7. พื้นที่ใช้สอย (Usable area) / หลัง ของแต่ละแบบ



รูปที่ 4.2 การทดสอบแบบจำลองเพื่อประเมินผลกำไรสูงสุดของโครงการอสังหาริมทรัพย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูป 4.2 แสดงถึงขั้นตอนในการทดสอบแบบจำลองเพื่อประเมินผลกำไรสูงสุดของโครงการอสังหาริมทรัพย์แนวราบโดยผู้วิจัยจะใช้กรณีศึกษาเพื่อใช้ทดสอบแบบจำลองโดยจะใช้ข้อมูลจากรูป 4.13 คือข้อมูลของแต่ละแบบ / หลัง ดังนี้ 1. ต้นทุนค่าที่ดิน / หลัง 2. ต้นทุนค่าก่อสร้างบ้าน/ หลัง 3. ต้นทุนค่าสาธารณูปโภค/ หลัง 4. ต้นทุนค่าบริหารงานก่อสร้าง/ หลัง 5. ต้นทุนค่าการตลาด/ หลัง 6. ขนาดที่ดิน/ หลัง 7. ขนาดพื้นที่ใช้สอย/ หลัง โดยทั้งหมด 7 ข้อจะเป็นข้อมูลต่อแบบ โดยมีทั้งหมด 3 แบบบ้าน และจะนำไปสร้างสมการเงื่อนไข หรือ constraint function ในแต่ละหัวข้อ ภายใต้งบประมาณแต่ละส่วนของโครงการ และสร้างสมการวัตถุประสงค์เพื่อนำไปหาค่าที่เหมาะสม หรือ Optimal solution เพื่อจะได้ประเมินผลกำไรสูงสุดของโครงการ (Maximized profit) ภายใต้เงื่อนไขในการสร้างบ้านจำนวนกี่หลังของแต่ละแบบ เพื่อที่จะบรรลุเป้าหมายของโครงการ



รูปที่ 4.3 แผนผังของตัวแปรทั้งหมดที่ใช้ในกรณีศึกษา

ตารางที่ 4.2 ตัวแปรที่ใช้ในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ของกรณีศึกษา

Sets	J : แบบบ้าน ($J = 1, 2, 3$) a_{ij} : สัมประสิทธิ์ประเภทที่ i ($i = 1, 2, ..7$) ของแบบบ้าน TYPE J		
Variables	W_1 : ปริมาณบ้านแบบที่ 1 W_2 : ปริมาณบ้านแบบที่ 2 W_3 : ปริมาณบ้านแบบที่ 3		
Parameters	a_{11} : ค่าที่ดินต่อ 1 หลัง ของบ้านแบบที่ 1 : 675,107 บาท /หลัง a_{12} : ค่าที่ดินต่อ 1 หลัง ของบ้านแบบที่ 2 : 704,402 บาท /หลัง a_{13} : ค่าที่ดินต่อ 1 หลัง ของบ้านแบบที่ 3 : 752,338 บาท /หลัง a_{21} : ค่าก่อสร้างบ้านต่อ 1 หลัง ของบ้านแบบที่ 1 : 1,335,600 บาท /หลัง a_{22} : ค่าก่อสร้างบ้านต่อ 1 หลัง ของบ้านแบบที่ 2 : 1,508,000 บาท /หลัง a_{23} : ค่าก่อสร้างบ้านต่อ 1 หลัง ของบ้านแบบที่ 3 : 1,985,600 บาท /หลัง		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

a₃₁	ค่าสาธารณูปโภคต่อ 1 หลัง ของบ้านแบบที่ 1	: 330,817.76	บาท /หลัง
a₃₂	ค่าสาธารณูปโภคต่อ 1 หลังของบ้านแบบที่ 2	: 330,817.76	บาท /หลัง
a₃₃	ค่าสาธารณูปโภคต่อ 1 หลังของบ้านแบบที่ 3	: 330,817.76	บาท /หลัง
a₄₁	ค่าบริหารก่อสร้างต่อ 1 หลังของบ้านแบบที่ 1	: 49,706.26	บาท /หลัง
a₄₂	ค่าบริหารก่อสร้างต่อ 1 หลังของบ้านแบบที่ 2	: 60,960.90	บาท /หลัง
a₄₃	ค่าบริหารก่อสร้างต่อ 1 หลังของบ้านแบบที่ 3	: 68,463.78	บาท /หลัง
a₅₁	ค่าการตลาดต่อ 1 หลังของบ้านแบบที่ 1	: 75,858.09	บาท /หลัง
a₅₂	ค่าการตลาดต่อ 1 หลังของบ้านแบบที่ 2	: 79,149.77	บาท /หลัง
a₅₃	ค่าการตลาดต่อ 1 หลังของบ้านแบบที่ 3	: 84,536.14	บาท /หลัง
a₆₁	พื้นที่ดินต่อ 1 หลังของบ้านแบบที่ 1	: 50.7	ตารางวา /หลัง
a₆₂	พื้นที่ดินต่อ 1 หลังของบ้านแบบที่ 2	: 52.9	ตารางวา / หลัง
a₆₃	พื้นที่ดินต่อ 1 หลังของบ้านแบบที่ 3	: 56.5	ตารางวา / หลัง
a₇₁	พื้นที่ใช้สอยต่อ 1 หลังของบ้านแบบที่ 1	: 106	ตารางเมตร /หลัง
a₇₂	พื้นที่ใช้สอยต่อ 1 หลังของบ้านแบบที่ 2	: 130	ตารางเมตร /หลัง
a₇₃	พื้นที่ใช้สอยต่อ 1 หลังของบ้านแบบที่ 3	: 146	ตารางเมตร /หลัง
b₁	งบประมาณค่าที่ดินของโครงการ	: 474,040,000	บาท
b₂	งบประมาณค่าก่อสร้างบ้านของโครงการ	: 663,042,000	บาท
b₃	งบประมาณค่าสาธารณูปโภคของโครงการ	: 141,590,000	บาท
b₄	งบประมาณค่าบริหารงานก่อสร้างของโครงการ	: 66,775,200	บาท
b₅	งบประมาณค่าการตลาดของโครงการ	: 53,265,250	บาท
b₆	ปริมาณพื้นที่ดินของบ้านทั้งโครงการ	: 22,540	ตารางวา
b₇	ปริมาณพื้นที่ใช้สอยของบ้านทั้งโครงการ	: 52,494	ตารางเมตร
b₈	ปริมาณบ้านทั้งโครงการ	: 427	หลัง

4.7.1.2 สมการเงื่อนไข (Constraints Function)

สมการเงื่อนไข ที่ใช้ในงานวิจัยนี้จะเกี่ยวข้องกับงบประมาณแต่ละประเภท พื้นที่ดิน, พื้นที่ใช้สอย และจำนวนบ้านของแต่ละแบบบ้าน โดยจะนำมาเขียนเป็นสมการเงื่อนไขได้ตั้งแต่สมการที่ (4.2) - (4.13)

$$\text{สมการเงื่อนไข} : \sum_{j=1}^n a_{ij}W_j \leq b_i \quad (4.2)$$

$$\text{สมการ 1: เงื่อนไขงบประมาณที่ดิน} : \sum_{j=1}^3 a_{1j}W_j \leq b_1$$

(4.3)

โดยการกำหนดต้นทุนค่าที่ดินต่อหลังของแต่ละแบบ โดยที่ a_{11} , a_{12} และ a_{13} หมายถึง ต้นทุนค่าที่ดินต่อหลังของบ้านแบบที่ 1,2 และ 3 เมื่อมารวมทุกหลังของทุกแบบนี้จะต้องไม่เกินค่า b_1 คือ งบประมาณค่าที่ดินของโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\text{สมการ 2: เงื่อนไขงบประมาณค่าก่อสร้างบ้าน} \quad : \quad \sum_{j=1}^3 a_{2j}W_j \leq b_2 \quad (4.4)$$

โดยการกำหนดต้นทุนค่าก่อสร้างบ้านต่อหลังของแต่ละแบบ โดยที่ a_{21} , a_{22} และ a_{23} หมายถึง ต้นทุนค่าที่ดินของบ้านแบบที่ 1,2 และ 3 เมื่อมารวมทุกหลังของทุกแบบนี้จะต้องไม่เกินค่า b_2 คือ งบประมาณค่าก่อสร้างบ้านทั้งหมดของโครงการ

$$\text{สมการ 3: เงื่อนไขงบประมาณค่าพัฒนาสาธารณูปโภค} \quad : \quad \sum_{j=1}^3 a_{3j}W_j \leq b_3 \quad (4.5)$$

โดยการกำหนดต้นทุนค่าสาธารณูปโภคต่อหลังของแต่ละแบบ โดยที่ a_{31} , a_{32} และ a_{33} หมายถึง ต้นทุนค่าสาธารณูปโภคของบ้านแบบที่ 1,2 และ 3 เมื่อมารวมทุกหลังของทุกแบบนี้จะต้องไม่เกินค่า b_3 คือ งบประมาณค่าสาธารณูปโภคทั้งหมดของโครงการ

$$\text{สมการ 4: เงื่อนไขงบประมาณค่าบริหารงานก่อสร้าง} \quad : \quad \sum_{j=1}^3 a_{4j}W_j \leq b_4 \quad (4.6)$$

โดยการกำหนดต้นทุนค่าบริหารงานก่อสร้างต่อหลัง ของแต่ละแบบ โดยที่ a_{41} , a_{42} ,และ a_{43} หมายถึง ต้นทุนค่าบริหารงานก่อสร้างของบ้านแบบที่ 1,2 และ 3 เมื่อมารวมทุกหลังของทุกแบบนี้จะต้องไม่เกินค่า b_4 คือ งบประมาณค่าบริหารงานก่อสร้างทั้งหมดของโครงการ

$$\text{สมการ 5 :เงื่อนไขงบประมาณค่าการตลาด} \quad : \quad \sum_{j=1}^3 a_{5j}W_j \leq b_5 \quad (4.7)$$

โดยการกำหนดต้นทุนค่าการตลาดต่อหลังของแต่ละแบบ โดยที่ a_{51} , a_{52} และ a_{53} หมายถึง ต้นทุนค่าการตลาดของบ้านแบบที่ 1,2 และ 3 เมื่อมารวมทุกหลังของทุกแบบนี้จะต้องไม่เกินค่า b_5 คือ งบประมาณค่าการตลาดทั้งหมดของโครงการ

$$\text{สมการ 6 : เงื่อนไขการจำกัดของพื้นที่ดิน} \quad : \quad \sum_{j=1}^3 a_{6j}W_j \leq b_6 \quad (4.8)$$

โดยการกำหนดขนาดพื้นที่ดินต่อหลังของแต่ละแบบ โดยที่ a_{61} , a_{62} และ a_{63} หมายถึง พื้นที่ดินของบ้านแบบที่ 1,2 และ 3 เมื่อมารวมทุกหลังของทุกแบบนี้จะต้องไม่เกินค่า b_6 ซึ่งคือ ขนาดพื้นที่ดินของบ้านทั้งหมดของโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\text{สมการ 7 : เงื่อนไขการจำกัดของพื้นที่ใช้สอย : } \sum_{j=1}^3 a_{7j} W_j \leq b_7 \quad (4.9)$$

โดยการกำหนดขนาดพื้นที่ใช้สอยต่อหลังของแต่ละแบบ โดยที่ a_{71} , a_{72} และ a_{73} หมายถึง ขนาดพื้นที่ใช้สอยของบ้านแบบที่ 1, 2 และ 3 เมื่อมารวมทุกหลังของทุกแบบนี้ จะต้องไม่เกินค่า b_7 คือ ขนาดพื้นที่ใช้สอยของบ้านทั้งหมดของโครงการ

$$\text{สมการ 8 : เงื่อนไขการจำกัดจำนวนบ้าน : } \sum_{j=1}^3 W_j = b_8 \quad (4.10)$$

โดยการกำหนด W_1 , W_2 และ W_3 หมายถึง จำนวนบ้านแบบที่ 1, 2 และ 3 เมื่อรวมทุกหลังของทุกแบบนี้จะต้องเท่ากับจำนวนบ้านทั้งหมดในโครงการ คือ b_8

$$\text{สมการ 9 : } W_1 ; W_1 \geq 0 \quad (4.11)$$

$$\text{สมการ 10 : } W_2 ; W_2 \geq 0 \quad (4.12)$$

$$\text{สมการ 11 : } W_3 ; W_3 \geq 0 \quad (4.13)$$

ข้อจำกัดที่ 9, 10 และ 11 เป็นข้อจำกัดของคำตอบของตัวแปรจะต้องมีค่าเป็นบวกเท่านั้น

โดยสมการเงื่อนไข หรือ constraints ทางผู้วิจัยจะแบ่งออกเป็น 2 ประเภทหลักคือ

1. Default constraints หรือ ข้อจำกัดที่จำเป็นโดยพบว่าทุกโครงการจำเป็นต้องใช้ข้อจำกัดประเภทนี้ เพื่อหาค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์ คือ กำไรสูงสุดของโครงการอสังหาริมทรัพย์แนวราบ มีดังนี้ คือ

ข้อจำกัดที่ 1. ข้อจำกัดต้นทุนค่าที่ดิน โดยข้อจำกัดด้านต้นทุนค่าที่ดินในแต่ละแบบนี้จะมีต้นทุนค่าที่ดินกำหนดไว้แล้วซึ่งทั้งหมดนั้นจะต้องไม่เกินงบประมาณค่าที่ดินที่ตั้งไว้ของโครงการซึ่งค่าที่ดินในแต่ละแบบจะถูกกำหนดมาจาก Bill of Quantity หรือ บัญชีแสดงปริมาณงานของแต่ละแบบก่อสร้างซึ่งจะเป็น Constraints ที่คงที่ตามแบบก่อสร้างในโครงการ

ข้อจำกัดที่ 2: ข้อจำกัดต้นทุนค่าก่อสร้างบ้านโดยต้นทุนค่าก่อสร้างบ้านของแต่ละแบบจะถูกกำหนดไว้ในบัญชีแสดงปริมาณงานก่อสร้าง หรือ Bill of Quantity ของบ้านแต่ละแบบของโครงการ โดยแบบก่อสร้างในแต่ละโครงการก็จะมีแบบโครงสร้างที่แตกต่างกันออกไป เช่น บางโครงการใช้ระบบก่อสร้างแบบหล่อในที่ หรือ Conventional system บางโครงการใช้ระบบก่อสร้างแบบผนังรับแรง (Bearing-wall System) หรือบางโครงการใช้ระบบก่อสร้างแบบเสา-คานสำเร็จรูป (Skeleton System) หรือบางโครงการใช้ระบบก่อสร้างแบบ tunnel-form เป็นต้น ซึ่งก็จะมีต้นทุนค่าก่อสร้างที่แตกต่างกันออกไปในแต่ละระบบโครงสร้าง แต่ทั่วไปแล้ว 1 โครงการจะใช้แค่ระบบเดียวเท่านั้น ทั้งนี้อาจพิจารณาจากต้นทุนโดยรวม หรือ แม้กระทั่งผลสำรวจจากลูกค้าในการเลือกระบบโครงสร้างบ้านในแต่ละทำเลซึ่งมีผลต่อการสร้างโครงการเป็นอย่างมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อจำกัดที่ 3: ข้อจำกัดต้นทุนค่าสาธารณูปโภคโดยรวมทั้งหมดในส่วนของการพัฒนาสาธารณูปโภค ตั้งแต่งานถนนคอนกรีต, งานท่อระบายน้ำและบ่อพัก งานระบบไฟฟ้าโครงการ, งานระบบประปาโครงการ, งานรั้วรอบโครงการและงานสวนสาธารณะ หรือ พื้นที่สีเขียวซึ่งบ้านแต่ละแบบก็จะมีต้นทุนในส่วนนี้อยู่ใน บัญชีแสดงปริมาณงานก่อสร้างในแต่ละแบบบ้านซึ่งรวมต้นทุนทุกแบบในโครงการจะต้องไม่เกินงบประมาณของส่วนนี้ที่ตั้งไว้

ข้อจำกัดที่ 4: ข้อจำกัดต้นทุนค่าบริหารงานก่อสร้าง ต้นทุนค่าบริหารงานก่อสร้างทั้งในส่วนของผู้รับเหมา ผู้ควบคุมงาน สถาปนิกผู้ควบคุมงาน และในส่วนงานออกแบบทั้งวิศวกรและสถาปนิกผู้ออกแบบโดยทุกบทบาทจะมีส่วนช่วยควบคุมคุณภาพงานก่อสร้างโครงการให้ถูกต้องตามหลักวิศวกรรม และควบคุมต้นทุนค่าก่อสร้างไม่ให้เกินงบประมาณ รวมทั้ง ควบคุมเวลาการก่อสร้างโดยทางเจ้าของโครงการจะจัดสรรต้นทุนค่าบริหารให้ในแต่ละแบบก่อสร้างซึ่งจะต้องมีในส่วนของบัญชีทดสอบปริมาณต้นทุนงานก่อสร้างในทุกโครงการ

ข้อจำกัดที่ 5: ข้อจำกัดต้นทุนค่าการตลาด ต้นทุนค่าการตลาดเป็นสิ่งที่จำเป็นไม่น้อยไปกว่าต้นทุนส่วนอื่นๆ เพราะจะทำให้โครงการเป็นที่รู้จักในกลุ่มของลูกค้าโดยจะรวมทุกการประชาสัมพันธ์ การโฆษณาในทุกๆช่องทางตั้งแต่ในส่วนของการขาย หรือแม่แต่ทางสื่อโฆษณาต่างๆซึ่งเจ้าของโครงการจำเป็นต้องจัดสรรต้นทุนส่วนนี้ไว้เพราะมีผลต่อยอดขายและผลกำไรของโครงการโดยตรง

ข้อจำกัดที่ 7: ข้อจำกัดของพื้นที่ใช้สอยเป็นข้อจำกัดที่จำเป็นและจะสอดคล้องไปกับข้อจำกัดที่ 2 คือ ต้นทุนค่าก่อสร้างบ้าน โดยจะมีต้นทุนเฉลี่ยเป็นต่อตารางเมตร ในขั้นสุดท้ายจะถือว่าเป็นข้อจำกัดที่จำเป็นและมีจะขึ้นกับค่าก่อสร้างบ้านอีกด้วย

2. Various Constraints หรือ User Constraints คือ ข้อจำกัดของโครงการที่สามารถยืดหยุ่นได้ หรือสามารถยืดหยุ่นได้ หรือ สามารถปรับเปลี่ยนได้ตลอดซึ่งบางโครงการจะขึ้นกับเจ้าของโครงการ หรือบางโครงการจะขึ้นกับผลสำรวจความพึงพอใจจากลูกค้าที่เข้ามาเยี่ยมชมแบบบ้านก็สามารถยืดหยุ่นเป็นจุดที่จะปรับเปลี่ยนได้เช่นกันโดยมีหัวข้อดังต่อไปนี้

ข้อจำกัดที่ 6: ข้อจำกัดของพื้นที่ดินโดยจะสามารถยืดหยุ่นขนาดพื้นที่ดินได้ตามเจ้าของโครงการซึ่งอาจจะมีผลมาจากทางการตลาดซึ่งบ้านแต่ละแบบสามารถปรับเปลี่ยนขนาดที่ดินได้ตามความเหมาะสม

ข้อจำกัดที่ 8,9,10 และ11 เป็นข้อจำกัดเกี่ยวข้องกับการกำหนดปริมาณของบ้านแต่ละแบบที่จะก่อสร้างในโครงการซึ่งสามารถยืดหยุ่นได้ตามความต้องการของเจ้าของโครงการซึ่งสามารถยืดหยุ่นได้ตามความต้องการของเจ้าของโครงการ หรือผู้บริหารโครงการ หรือแม้จะนำผลสำรวจด้านการตลาดเข้าร่วมในการตัดสินใจวางแผนก็สามารถทำได้ยืดหยุ่นตามแผนงานและปรับเปลี่ยนได้ตามต้องการของผู้ใช้โปรแกรมเอง

4.7.1.3 สมการวัตถุประสงค์

สมการวัตถุประสงค์หรือ Objective Function ตามสมการ (4.18) ผู้วิจัยจะใช้เพื่อประเมินผลกำไรสูงสุดของโครงการพัฒนาที่อยู่อาศัย ซึ่งจะทดสอบแบบจำลอง ผ่านกรณีศึกษา 1 โครงการ

$$\text{Maximize } Z = \sum_{j=1}^n C_j W_j = C_1 W_1 + C_2 W_2 + \dots + C_n W_n \quad (4.14)$$

4.7.1.4 การแก้ปัญหาค่าเหมาะสม (Optimization model) ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป GAMS

GAMS มาจากคำว่า General Algebraic Modelling System คือ โปรแกรมสำหรับสร้างแบบจำลองการวิเคราะห์การหาค่าที่เหมาะสมทางคณิตศาสตร์ [30] โดย GAMS ถูกออกแบบให้สามารถสร้างแบบจำลองและวิเคราะห์การหาค่าเหมาะสมสำหรับปัญหาที่เป็นสมการเชิงเส้นตรงและไม่เชิงเส้นตรง ซึ่ง GAMS ถูกออกแบบให้ใช้งานได้ง่ายสำหรับการประยุกต์ใช้สำหรับแบบจำลองคณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อน และมีข้อมูลจำนวนมาก ซึ่งสามารถทำได้รวดเร็วอีกด้วย โดยมีขั้นตอนการสร้างแบบจำลองดังนี้ คือ

- **ขั้นตอนที่ 1.** การกำหนดตัวแปรตัดสินใจ (Decision variables)

Integer variables

W_1 : Quantity of Home type1

W_2 : Quantity of Home type2

W_3 : Quantity of Home type3 ;

Variable Z ;

- **ขั้นตอนที่ 2.** การสร้างสมการเงื่อนไข (Constraint function)

con1 Land cost constraint :
$$\sum_{j=1}^3 a_{1j} W_j \leq b_1$$

con2 Building cost constraint :
$$\sum_{j=1}^3 a_{2j} W_j \leq b_2$$

con3 Utility cost constraint :
$$\sum_{j=1}^3 a_{3j} W_j \leq b_3$$

con4 Building cost constraint :
$$\sum_{j=1}^3 a_{4j} W_j \leq b_4$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

con5 Utility cost constraint :
$$\sum_{j=1}^3 a_{5j}W_j \leq b_5$$

con6 Land area constraint :
$$\sum_{j=1}^3 a_{6j}W_j \leq b_6$$

con7 Usable area constraint :
$$\sum_{j=1}^3 a_{7j}W_j \leq b_7$$

con8 Total units constraint :
$$\sum_{j=1}^3 W_j \leq 427$$

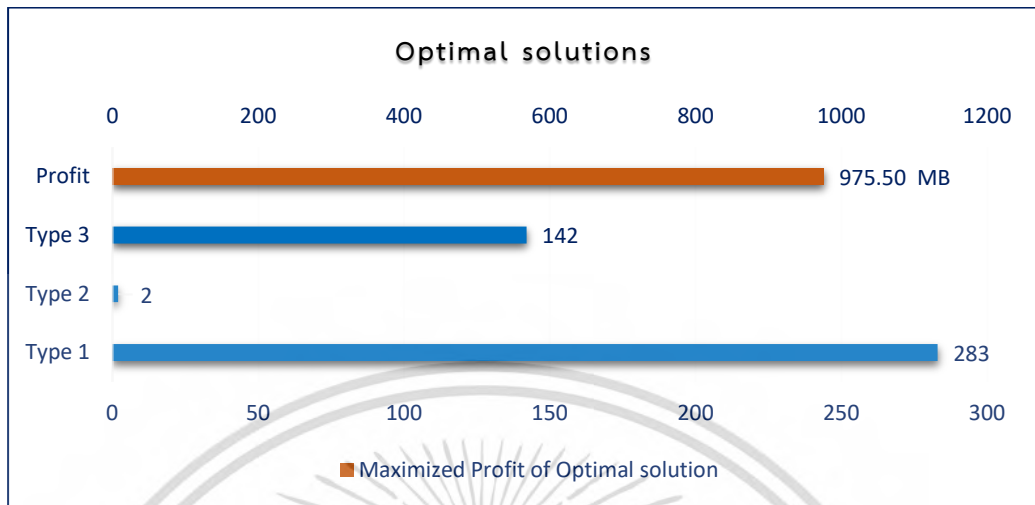
con9 $W_1, W_2, W_3 \geq 0$

- **ขั้นตอนที่ 3.** การสร้างสมการวัตถุประสงค์ (Objective function)

Objective $Z = e = 2112910.89*W_1 + 2166669.58*W_2 + 2628244.32*W_3$ (4.15)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7.1.5 ผลการวิเคราะห์โครงการศึกษาที่ 1



รูปที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์ของสมการวัตถุประสงค์ โดย GAMS

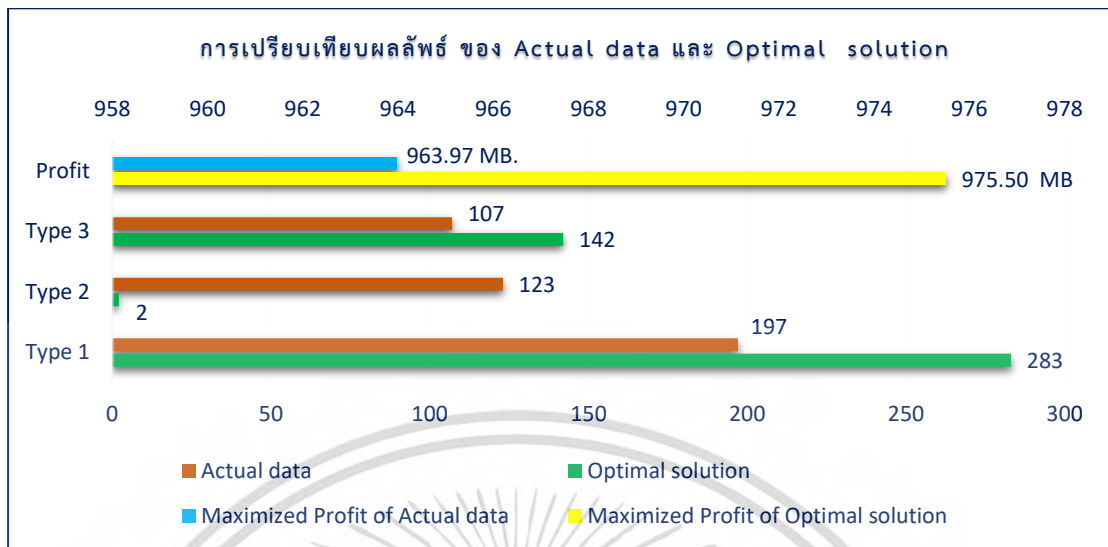
จากรูป 4.4 แสดงผลลัพธ์หรือ Optimal solution จากโปรแกรมสำเร็จรูป GAMS ของโครงการศึกษาที่ 1 โดยสมการวัตถุประสงค์ คือ โครงการพัฒนาที่พักอาศัยสามารถทำผลกำไรได้สูงสุด 975.50 ล้านบาทโดยจะต้องสร้างบ้านแบบที่ 1 จำนวน 283 หลัง, แบบที่ 2 จำนวน 2 หลัง และแบบที่ 3 จำนวน 142 หลังตามลำดับ ซึ่งจากผลลัพธ์นี้มาจากภายใต้สมการเงื่อนไข หรือ constraints function ทั้งหมด โดยที่ผู้วิจัยสามารถเพิ่มสมการเงื่อนไขของจำนวนบ้านน้อยสุดของแต่ละแบบได้ตามความต้องการของเจ้าของโครงการ หรือแผนการตลาด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมในหลายปัจจัย

4.7.1.6 การตรวจสอบหาสมรรถนะของแบบจำลอง (Verification of the Optimization Modeling)

การตรวจสอบหาสมรรถนะของแบบจำลองการหาค่าเหมาะสมนั้นเป็นขั้นตอนที่สำคัญมากเพื่อยืนยันว่าแบบจำลองนั้นมีความน่าเชื่อถือและสามารถนำไปใช้ได้ โดยผู้วิจัยได้ใช้ The percentage error (PE.) หรือเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน [10] [11] [34] เป็นเครื่องมือในการตรวจสอบแบบจำลองดังสมการที่ 4.16

$$\text{Percentage Error.} = \frac{(\text{Optimal solution} - \text{Actual})}{\text{Actual}} \times 100\% \quad (4.16)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์การหาค่าที่เหมาะสม (Optimization model) และข้อมูลจริง

จากรูปที่ 4.5 แสดงผลการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์การหาค่าที่เหมาะสม (Optimal solution) และข้อมูลจริง โดยแสดงผลของตัวแปรตัดสินใจ W_1, W_2, W_3 รวมถึงผลกำไรสูงสุดของโครงการพัฒนาที่อยู่อาศัย โดยตาราง 4.3 คือการหาค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนหรือ percentage error (PE.) ระหว่างผลกำไรของโครงการที่นำผลลัพธ์ของตัวแปรตัดสินใจ W_1, W_2, W_3 จากแบบจำลองการหาค่าที่เหมาะสม (Optimal solution) คือ 975.50 ล้านบาท และเปรียบเทียบกับข้อมูลจริง (Actual data) คือ 963.97 ล้านบาท ซึ่งใช้สมการ The percentage error (PE) คำนวณค่าความคลาดเคลื่อนได้ คือ 1.20% ซึ่งค่าความคลาดเคลื่อนมีค่าไม่เกิน $\pm 10\%$ แสดงว่าแบบจำลองนั้นยอมรับได้ [10] [11] [34]

ตารางที่ 4.3 สรุปการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์การหาค่าที่เหมาะสม (Optimal solution) และข้อมูลจริง

Cases	Project's profit	Percentage Error
Actual data	963.97 MB.	1.20 %
Optimal solution	975.50 MB.	

จากการหาค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน หรือ percentage error (PE.) นั้น จะเห็นว่าการประเมินผลกำไรสูงสุดของโครงการอสังหาริมทรัพย์แนวราบ จากผลลัพธ์ระหว่างการแก้ปัญหาการหาค่าที่เหมาะสม หรือ optimal solution มีค่าผลกำไรสูงสุดของโครงการสูงกว่าข้อมูลจริง หรือ Actual data นั้นมีค่าความคลาดเคลื่อนเพียง 1.20 % ซึ่งเป็นผลลัพธ์ที่ดี โดย ที่สามารถจะนำ

ผลลัพธ์นี้ไปใช้ได้ในช่วงขั้นตอนของการวางแผนโครงการของเจ้าของโครงการเพื่อได้ประโยชน์หรือกำไรของโครงการสูงสุด ตามวัตถุประสงค์.

โดยที่เจ้าของโครงการสามารถที่จะปรับเปลี่ยนแผนการสร้างบ้านแต่ละแบบได้ แต่จะมีผลกระทบต่อกำไรของโครงการสูงสุด โดยทั้งนี้อาจจะทำเป็นตัวเลือกในการวางแผนการก่อสร้างในแต่ละกรณีที่มีผลแตกต่างกันออกไป เพื่อใช้ในการตัดสินใจของเจ้าของโครงการอสังหาริมทรัพย์แนวราบต่อไป.

4.7.3 โครงการศึกษา 2. ตั้งอยู่ในเขตจังหวัดกรุงเทพมหานคร มีจำนวนทั้งหมด 262 หลัง ซึ่งเป็นข้อมูลจากการสัมภาษณ์ของ บริษัท LPN WISDOM and Solution Co.,Ltd. จำกัด โดยแบ่งออกเป็น 2 แบบ, แบบที่ 1 จำนวน 70 หลัง, แบบที่ 2 จำนวน 192 หลัง โดยรายละเอียดของบ้านแต่ละแบบต่อหลัง แสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ข้อมูลโครงการพัฒนาที่อยู่อาศัย ของโครงการศึกษาที่ 2

House types	Units	Land cost / unit	House building cost/ unit	Utility cost/ unit	Construction Management cost/unit	Marketing cost/ unit	Land area/ unit	Usable area/ unit	Profit / unit
1	70	553,055.24	880,000	112,786.26	11,034.39	172,626.83	19	87	970,497.28
2	192	486,803.83	750,000	112,786.26	9,385.57	33,533.26	16.9	74	947,491.08



รูปที่ 4.6 แผนผังของตัวแปรทั้งหมดที่ใช้ในกรณีศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ตัวแปรที่ใช้ในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ของโครงการศึกษาที่ 2

Sets	J : แบบบ้าน (J = 1, 2, 3) a_{ij} : สัมประสิทธิ์ประเภทที่ I : (I=1,2,..7) ของแบบบ้าน TYPE J
Variables	W_1 : ปริมาณบ้านแบบที่ 1 W_2 : ปริมาณบ้านแบบที่ 2
Parameters	
a_{11}	ค่าที่ดินต่อ 1 หลัง ของบ้านแบบที่ 1 : 553,055.24 บาท /หลัง
a_{12}	ค่าที่ดินต่อ 1 หลัง ของบ้านแบบที่ 2 : 486,803.83 บาท /หลัง
a_{21}	ค่าก่อสร้างบ้านต่อ 1 หลัง ของบ้านแบบที่ 1 : 880,000 บาท /หลัง
a_{22}	ค่าก่อสร้างบ้านต่อ 1 หลัง ของบ้านแบบที่ 2 : 750,000 บาท /หลัง
a_{31}	ค่าสาธารณูปโภคต่อ 1 หลัง ของบ้านแบบที่ 1 : 112,786.26 บาท /หลัง
a_{32}	ค่าสาธารณูปโภคต่อ 1 หลังของบ้านแบบที่ 2 : 112,786.26 บาท /หลัง
a_{41}	ค่าบริหารก่อสร้างต่อ 1 หลังของบ้านแบบที่ 1 : 11,034.39 บาท /หลัง
a_{42}	ค่าบริหารก่อสร้างต่อ 1 หลังของบ้านแบบที่ 2 : 9,385.57 บาท /หลัง
a_{51}	ค่าการตลาดต่อ 1 หลังของบ้านแบบที่ 1 : 172,626.83 บาท /หลัง
a_{52}	ค่าการตลาดต่อ 1 หลังของบ้านแบบที่ 2 : 33,533.26 บาท /หลัง
a_{61}	พื้นที่ดินต่อ 1 หลังของบ้านแบบที่ 1 : 19 ตารางวา /หลัง
a_{62}	พื้นที่ดินต่อ 1 หลังของบ้านแบบที่ 2 : 16.9 ตารางวา /หลัง
a_{71}	พื้นที่ใช้สอยต่อ 1 หลังของบ้านแบบที่ 1 : 87 ตารางเมตร /หลัง
a_{72}	พื้นที่ใช้สอยต่อ 1 หลังของบ้านแบบที่ 2 : 74 ตารางเมตร /หลัง
b_1	งบประมาณค่าที่ดินของโครงการ : 255,500,000 บาท
b_2	งบประมาณค่าก่อสร้างบ้านของโครงการ : 205,600,000 บาท
b_3	งบประมาณค่าสาธารณูปโภคของโครงการ : 29,550,000 บาท
b_4	งบประมาณค่าบริหารงานก่อสร้างของโครงการ : 4,500,000 บาท
b_5	งบประมาณค่าการตลาดของโครงการ : 17,600,000 บาท
b_6	ปริมาณพื้นที่ดินของบ้านทั้งโครงการ : 4588.8 ตารางวา
b_7	ปริมาณพื้นที่ใช้สอยของบ้านทั้งโครงการ : 20298 ตารางเมตร
b_8	ปริมาณบ้านทั้งโครงการ : 262 หลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมการวัตถุประสงค์หรือ Objective Function ตามสมการ (4.19) ผู้วิจัยจะใช้เพื่อประเมินผลกำไรสูงสุดของโครงการพัฒนาที่อยู่อาศัย

$$\text{Maximize } Z = \sum_{j=1}^n C_j W_j = C_1 W_1 + C_2 W_2 + \dots + C_n W_n \quad (4.17)$$

4.7.2.1 การแก้ปัญหาการหาค่าเหมาะสม (Optimization model) ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป GAMS

GAMS มาจากคำว่า General Algebraic Modelling System คือ โปรแกรมสำหรับสร้างแบบจำลองการวิเคราะห์การหาค่าที่เหมาะสมทางคณิตศาสตร์ [30] โดย GAMS ถูกออกแบบให้สามารถสร้างแบบจำลองและวิเคราะห์การหาค่าเหมาะสมสำหรับปัญหาที่เป็นสมการเชิงเส้นตรงและไม่เชิงเส้นตรง ซึ่ง GAMS ถูกออกแบบให้ใช้งานได้ง่ายสำหรับการประยุกต์ใช้สำหรับแบบจำลองคณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อน และมีข้อมูลจำนวนมาก ซึ่งสามารถทำได้รวดเร็วอีกด้วย โดยมีขั้นตอนการสร้างแบบจำลองดังนี้ คือ

- **ขั้นตอนที่ 1.** การกำหนดตัวแปรตัดสินใจ (Decision variables)

Integer variables

W_1 : Quantity of Home type1

W_2 : Quantity of Home type2

Variable Z ;

- **ขั้นตอนที่ 2.** การสร้างสมการเงื่อนไข (Constraint function)

con1 Land cost constraint :
$$\sum_{j=1}^2 a_{1j} W_j \leq b_1$$

con2 Building cost constraint :
$$\sum_{j=1}^2 a_{2j} W_j \leq b_2$$

con3 Utility cost constraint :
$$\sum_{j=1}^2 a_{3j} W_j \leq b_3$$

con4 Building cost constraint :
$$\sum_{j=1}^2 a_{4j} W_j \leq b_4$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

con5 Utility cost constraint :
$$\sum_{j=1}^2 a_{5j}W_j \leq b_5$$

con6 Land area constraint :
$$\sum_{j=1}^2 a_{6j}W_j \leq b_6$$

con7 Usable area constraint :
$$\sum_{j=1}^2 a_{7j}W_j \leq b_7$$

con8 Total units constraint :
$$\sum_{j=1}^2 W_j \leq 427$$

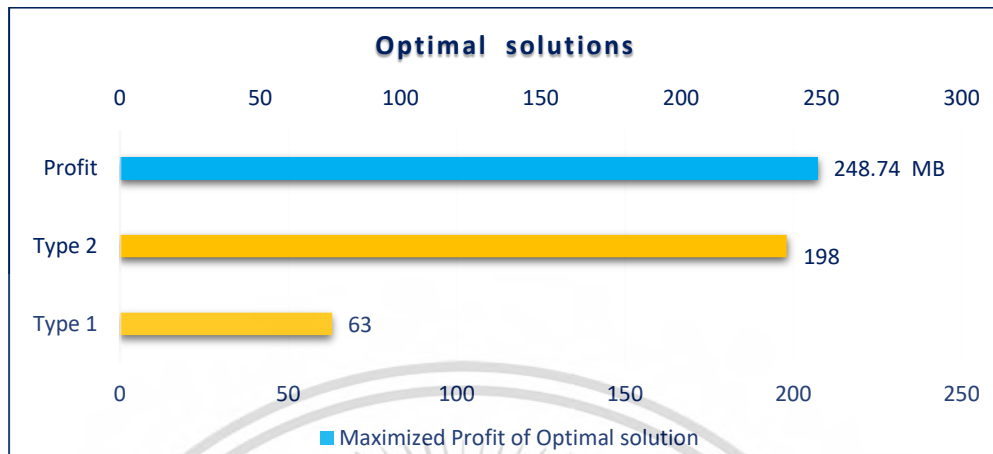
con9 $W_1, W_2 \geq 0$

- **ขั้นตอนที่ 3. การสร้างสมการวัตถุประสงค์ (Objective function)**

Objective $Z = e = 970,497.28 * W_1 + 947,491.08 * W_2$ (4.18)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7.2.2 ผลการวิเคราะห์ โครงการศึกษาที่ 2



รูปที่ 4.7 ผลการวิเคราะห์ของสมการวัตถุประสงค์ โดย GAMS

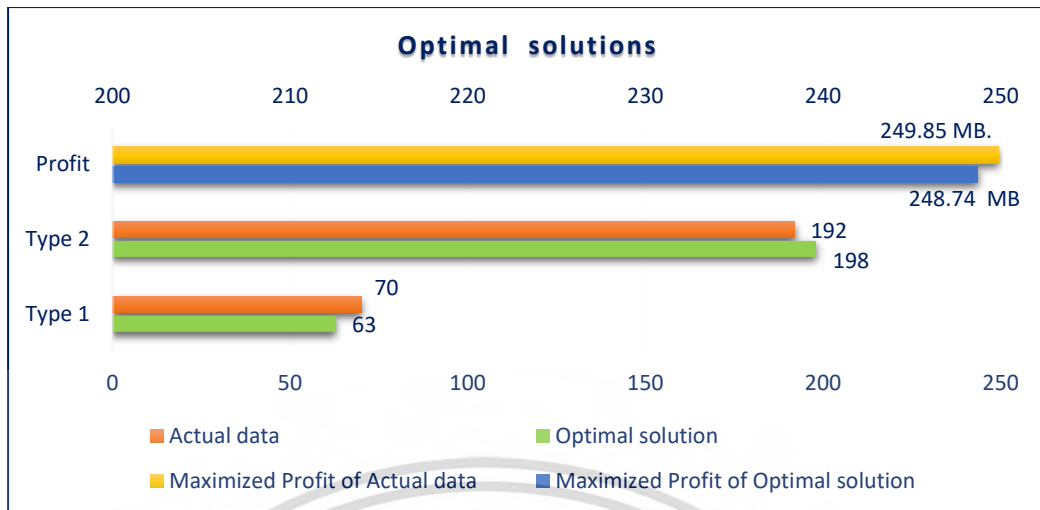
จากรูป 4.7 แสดงผลลัพธ์หรือ Optimal solution จากโปรแกรมสำเร็จรูป GAMS ของโครงการศึกษาที่ 2 โดยสมการวัตถุประสงค์ คือ โครงการพัฒนาที่พักอาศัยสามารถทำผลกำไรได้สูงสุด 248.74 ล้านบาทโดยจะต้องสร้างบ้านแบบที่ 1 จำนวน 63 หลัง, แบบที่ 2 จำนวน 198 หลัง ตามลำดับ ซึ่งจากผลลัพธ์นี้มาจากภายใต้สมการเงื่อนไข หรือ constraints function ทั้งหมด โดยที่ผู้วิจัยสามารถเพิ่มสมการเงื่อนไขของจำนวนบ้านน้อยสุดของแต่ละแบบได้ตามความต้องการของเจ้าของโครงการ หรือแผนการตลาด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมในหลายปัจจัย

4.7.2.3 การตรวจสอบหาสมรรถนะของแบบจำลอง (Verification of the Optimization Modeling)

การตรวจสอบหาสมรรถนะของแบบจำลองการหาค่าเหมาะสมนั้นเป็นขั้นตอนที่สำคัญมากเพื่อยืนยันว่าแบบจำลองนั้นมีความน่าเชื่อถือและสามารถนำไปใช้ได้ โดยผู้วิจัยได้ใช้ The percentage error (PE.) หรือเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนเป็นเครื่องมือในการตรวจสอบแบบจำลองดังสมการที่ 4.16

$$\text{Percentage Error.} = \frac{(\text{Optimal solution} - \text{Actual})}{\text{Actual}} \times 100\% \quad (4.19)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์การหาค่าที่เหมาะสม (Optimization model) และข้อมูลจริง

จากรูปที่ 4.8 แสดงผลการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์การหาค่าที่เหมาะสม (Optimal solution) และข้อมูลจริง โดยแสดงผลของตัวแปรตัดสินใจ W_1, W_2 โดยผลกำไรของโครงการจากแบบจำลองการหาค่าที่เหมาะสม (Optimal solution) คือ 248.74 ล้านบาท และเปรียบเทียบกับผลกำไรของโครงการจากข้อมูลจริง (Actual data) คือ 249.85 ล้านบาท ซึ่งใช้สมการ The percentage error (PE) คำนวณค่าความคลาดเคลื่อนได้ คือ 0.44% ซึ่งค่าความคลาดเคลื่อนมีค่าไม่เกิน $\pm 10\%$ แสดงว่าแบบจำลองนั้นยอมรับได้ [10] [11] [34]

ตารางที่ 4.6 สรุปการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์การหาค่าที่เหมาะสม (Optimal solution) และข้อมูลจริง

Cases	Project's profit	Percentage Error
Actual data	249.85 MB.	0.44 %
Optimal solution	248.74 MB.	

จากการหาค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน หรือ percentage error (PE.) นั้น จะเห็นว่าการประเมินผลกำไรสูงสุดของโครงการอสังหาริมทรัพย์แนวราบขนาดกลาง โดยผลลัพธ์ระหว่างการแก้ปัญหาการหาค่าที่เหมาะสม หรือ optimal solution เปรียบเทียบกับข้อมูลจริง หรือ Actual data นั้นยอมรับได้ จึงสามารถจะนำผลลัพธ์นี้ไปใช้ได้ขั้นตอนของการวางแผนโครงการของเจ้าของโครงการเพื่อได้ประโยชน์หรือกำไรของโครงการสูงสุด ตามวัตถุประสงค์ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งแบบจำลองสามารถประเมินผลกำไรสูงสุดของโครงการได้เท่ากับข้อมูลจริง รวมทั้งปริมาณการสร้างบ้านในแต่ละแบบอีกด้วย

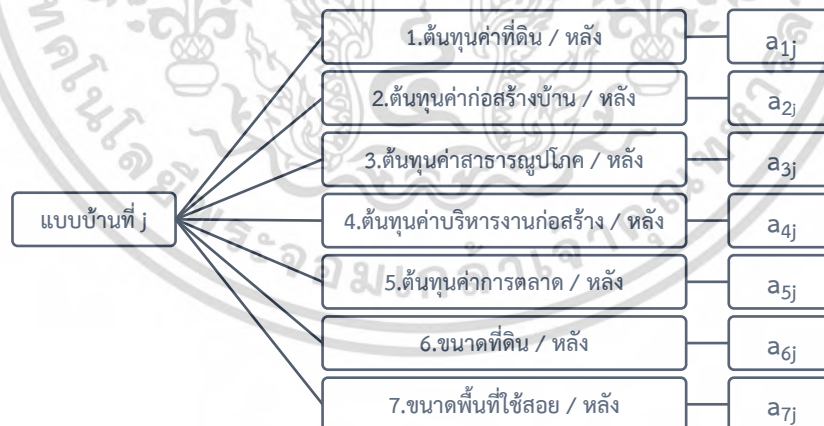
โดยที่เจ้าของโครงการสามารถที่จะปรับเปลี่ยนแผนการสร้างบ้านแต่ละแบบได้ แต่จะมีผลกระทบต่อกำไรของโครงการสูงสุด โดยทั้งนี้อาจจะทำได้เป็นตัวเลือกในการวางแผนการก่อสร้างในเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษานี้เท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ในการศึกษาไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่ละกรณีที่มีผลแตกต่างกันออกไป เพื่อใช้ในการตัดสินใจของเจ้าของโครงการอสังหาริมทรัพย์
แนวราบต่อไป.

4.7.2 โครงการศึกษา 3. ตั้งอยู่ในเขตจังหวัดสมุทรปราการ มีจำนวนทั้งหมด 133 หลัง ซึ่งเป็นข้อมูลจากการสัมภาษณ์ของ บริษัท LPN WISDOM and Solution Co.,Ltd. จำกัด โดยแบ่ง
ออกเป็น 3 แบบ, แบบที่ 1 จำนวน 20 หลัง,แบบที่ 2 จำนวน 18 หลัง และแบบที่ 3 จำนวน 95
หลัง ตามลำดับ โดยรายละเอียดของบ้านแต่ละแบบต่อหลัง แสดงในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ข้อมูลโครงการพัฒนาที่อยู่อาศัย ของโครงการศึกษาที่ 3

House types	Units	Land cost / unit	House building cost/ unit	Utility cost/ unit	Construction Management cost/unit	Marketing cost/ unit	Land area/ unit	Usable area/ unit	Profit / unit
1	20	1,560,674.89	1,780,000	301,503.76	59,579.82	120,051.91	37	130	3,478,189.62
2	18	1,518,494.48	1,525,000	301,503.76	52,705.22	116,807.27	36	115	3,385,489.26
3	95	759,247.24	1,420,000	301,503.76	56,371.67	58,403.63	18	123	1,804,473.69



รูปที่ 4.9 แผนผังของตัวแปรทั้งหมดที่ใช้ในกรณีศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 ตัวแปรที่ใช้ในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ของโครงการศึกษาที่ 3

Sets	J : แบบบ้าน (J = 1, 2, 3) a_{ij} : สัมประสิทธิ์ประเภทที่ I : (I =1,2,..7) ของแบบบ้าน TYPE J
Variables	W_1 : ปริมาณบ้านแบบที่ 1 W_2 : ปริมาณบ้านแบบที่ 2 W_3 : ปริมาณบ้านแบบที่ 3
Parameters	
a_{11}	ค่าที่ดินต่อ 1 หลัง ของบ้านแบบที่ 1 : 1,560,674.89 บาท /หลัง
a_{12}	ค่าที่ดินต่อ 1 หลัง ของบ้านแบบที่ 2 : 1,518,494.48 บาท /หลัง
a_{13}	ค่าที่ดินต่อ 1 หลัง ของบ้านแบบที่ 3 : 759,247.24 บาท / หลัง
a_{21}	ค่าก่อสร้างบ้านต่อ 1 หลัง ของบ้านแบบที่ 1 : 1,780,000 บาท /หลัง
a_{22}	ค่าก่อสร้างบ้านต่อ 1 หลัง ของบ้านแบบที่ 2 : 1,525,000 บาท /หลัง
a_{23}	ค่าก่อสร้างบ้านต่อ 1 หลัง ของบ้านแบบที่ 3 : 1,420,000 บาท /หลัง
a_{31}	ค่าสาธารณูปโภคต่อ 1 หลัง ของบ้านแบบที่ 1 : 301,503.76 บาท /หลัง
a_{32}	ค่าสาธารณูปโภคต่อ 1 หลังของบ้านแบบที่ 2 : 301,503.76 บาท /หลัง
a_{33}	ค่าสาธารณูปโภคต่อ 1 หลังของบ้านแบบที่ 3 : 301,503.76 บาท /หลัง
a_{41}	ค่าบริหารก่อสร้างต่อ 1 หลังของบ้านแบบที่ 1 : 59,579.82 บาท /หลัง
a_{42}	ค่าบริหารก่อสร้างต่อ 1 หลังของบ้านแบบที่ 2 : 52,705.22 บาท /หลัง
a_{43}	ค่าบริหารก่อสร้างต่อ 1 หลังของบ้านแบบที่ 3 : 56,371.67 บาท /หลัง
a_{51}	ค่าการตลาดต่อ 1 หลังของบ้านแบบที่ 1 : 120,051.91 บาท /หลัง
a_{52}	ค่าการตลาดต่อ 1 หลังของบ้านแบบที่ 2 : 116,807.27 บาท /หลัง
a_{53}	ค่าการตลาดต่อ 1 หลังของบ้านแบบที่ 3 : 58,403.63 บาท /หลัง
a_{61}	พื้นที่ดินต่อ 1 หลังของบ้านแบบที่ 1 : 37 ตารางวา /หลัง
a_{62}	พื้นที่ดินต่อ 1 หลังของบ้านแบบที่ 2 : 36 ตารางวา / หลัง
a_{63}	พื้นที่ดินต่อ 1 หลังของบ้านแบบที่ 3 : 18 ตารางวา / หลัง
a_{71}	พื้นที่ใช้สอยต่อ 1 หลังของบ้านแบบที่ 1 : 130 ตารางเมตร /หลัง
a_{72}	พื้นที่ใช้สอยต่อ 1 หลังของบ้านแบบที่ 2 : 115 ตารางเมตร /หลัง
a_{73}	พื้นที่ใช้สอยต่อ 1 หลังของบ้านแบบที่ 3 : 123 ตารางเมตร /หลัง
b_1	งบประมาณค่าที่ดินของโครงการ : 260,000,000 บาท
b_2	งบประมาณค่าก่อสร้างบ้านของโครงการ : 198,000,000 บาท
b_3	งบประมาณค่าสาธารณูปโภคของโครงการ : 40,100,000 บาท
b_4	งบประมาณค่าบริหารงานก่อสร้างของโครงการ : 11,300,000 บาท
b_5	งบประมาณค่าการตลาดของโครงการ : 20,000,000 บาท
b_6	ปริมาณพื้นที่ดินของบ้านทั้งโครงการ : 3,098 ตารางวา
b_7	ปริมาณพื้นที่ใช้สอยของบ้านทั้งโครงการ : 16,355 ตารางเมตร
b_8	ปริมาณบ้านทั้งโครงการ : 133 หลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมการวัตถุประสงค์

สมการวัตถุประสงค์หรือ Objective Function ตามสมการ (4.18) ผู้วิจัยจะใช้เพื่อประเมินผลกำไรสูงสุดของโครงการพัฒนาที่อยู่อาศัย ซึ่งจะทดสอบแบบจำลอง ผ่านกรณีศึกษา 1 โครงการ

$$\text{Maximize } Z = \sum_{j=1}^n C_j W_j = C_1 W_1 + C_2 W_2 + \dots + C_n W_n \quad (4.20)$$

4.7.2.1 การแก้ปัญหาการหาค่าเหมาะสม (Optimization model) ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป GAMS

GAMS มาจากคำว่า General Algebraic Modelling System คือ โปรแกรมสำหรับสร้างแบบจำลองการวิเคราะห์การหาค่าที่เหมาะสมทางคณิตศาสตร์ [30] โดย GAMS ถูกออกแบบให้สามารถสร้างแบบจำลองและวิเคราะห์การหาค่าเหมาะสมสำหรับปัญหาที่เป็นสมการเชิงเส้นตรงและไม่เชิงเส้นตรง ซึ่ง GAMS ถูกออกแบบให้ใช้งานได้ง่ายสำหรับการประยุกต์ใช้สำหรับแบบจำลองคณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อน และมีข้อมูลจำนวนมาก ซึ่งสามารถทำได้รวดเร็วอีกด้วย โดยมีขั้นตอนการสร้างแบบจำลองดังนี้ คือ

- **ขั้นตอนที่ 1.** การกำหนดตัวแปรตัดสินใจ (Decision variables)

Integer variables

W_1 : Quantity of Home type1

W_2 : Quantity of Home type2

W_3 : Quantity of Home type3 ;

Variable Z ;

- **ขั้นตอนที่ 2.** การสร้างสมการเงื่อนไข (Constraint function)

con1 Land cost constraint :
$$\sum_{j=1}^3 a_{1j} W_j \leq b_1$$

con2 Building cost constraint :
$$\sum_{j=1}^3 a_{2j} W_j \leq b_2$$

con3 Utility cost constraint :
$$\sum_{j=1}^3 a_{3j} W_j \leq b_3$$

con4 Building cost constraint :
$$\sum_{j=1}^3 a_{4j} W_j \leq b_4$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

con5 Utility cost constraint :
$$\sum_{j=1}^3 a_{5j}W_j \leq b_5$$

con6 Land area constraint :
$$\sum_{j=1}^3 a_{6j}W_j \leq b_6$$

con7 Usable area constraint :
$$\sum_{j=1}^3 a_{7j}W_j \leq b_7$$

con8 Total units constraint :
$$\sum_{j=1}^3 W_j \leq 427$$

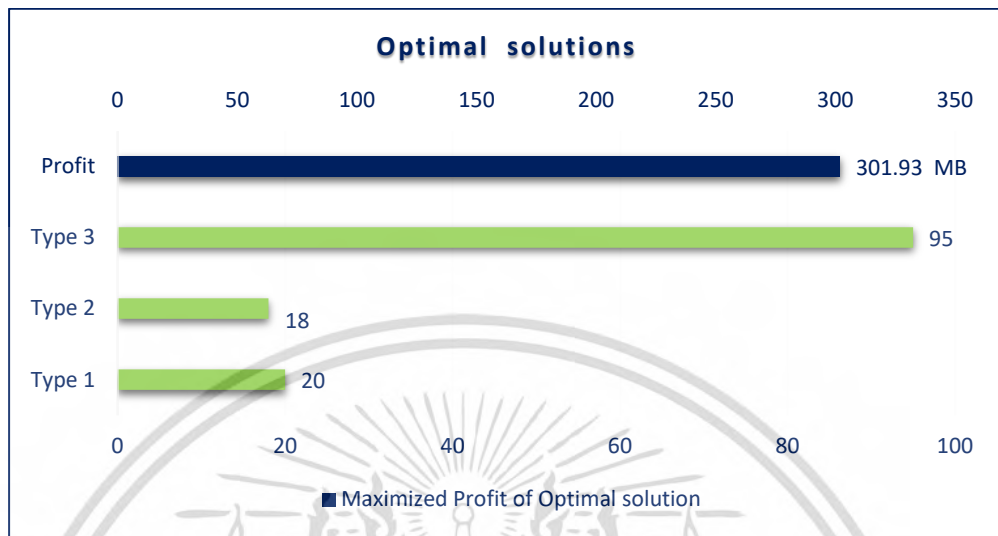
con9 $W_1, W_2, W_3 \geq 0$

- **ขั้นตอนที่ 3.** การสร้างสมการวัตถุประสงค์ (Objective function)

Objective $Z = e = 3478189.62*W_1 + 3385489.26 *W_2 + 1804473.69 *W_3$ (4.21)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7.2.2 ผลการวิเคราะห์โครงการศึกษาที่ 3



รูปที่ 4.10 ผลการวิเคราะห์ของสมการวัตถุประสงค์ โดย GAMS

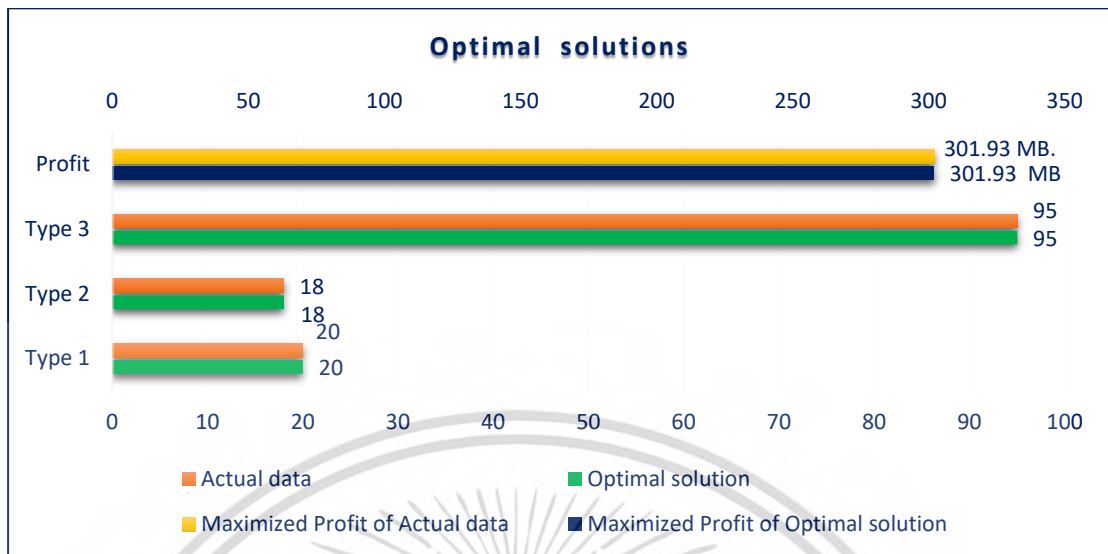
จากรูป 4.10 แสดงผลลัพธ์หรือ Optimal solution จากโปรแกรมสำเร็จรูป GAMS ของโครงการศึกษาที่ 1 โดยสมการวัตถุประสงค์ คือ โครงการพัฒนาที่พักอาศัยสามารถทำผลกำไรได้สูงสุด 301.93 ล้านบาทโดยจะต้องสร้างบ้านแบบที่ 1 จำนวน 20 หลัง,แบบที่ 2 จำนวน 18 หลัง และแบบที่ 3 จำนวน 95 หลังตามลำดับ ซึ่งจากผลลัพธ์นี้มาจากภายใต้สมการเงื่อนไข หรือ constraints function ทั้งหมด โดยที่ผู้วิจัยสามารถเพิ่มสมการเงื่อนไขของจำนวนบ้านน้อยสุดของแต่ละแบบได้ตามความต้องการของเจ้าของโครงการ หรือแผนการตลาด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมในหลายปัจจัย

4.7.2.3 การตรวจสอบหาสมรรถนะของแบบจำลอง (Verification of the Optimization Modeling)

การตรวจสอบหาสมรรถนะของแบบจำลองการหาค่าเหมาะสมนั้นเป็นขั้นตอนที่สำคัญมากเพื่อยืนยันว่าแบบจำลองนั้นมีความน่าเชื่อถือและสามารถนำไปใช้ได้ โดยผู้วิจัยได้ใช้ The percentage error (PE.) หรือเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนเป็นเครื่องมือในการตรวจสอบแบบจำลองดังสมการที่ 4.16

$$\text{Percentage Error.} = \frac{(\text{Optimal solution} - \text{Actual})}{\text{Actual}} \times 100\% \quad (4.22)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.11 การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์การหาค่าที่เหมาะสม (Optimization model) และข้อมูลจริง

จากรูปที่ 4.11 แสดงผลการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์การหาค่าที่เหมาะสม (Optimal solution) และข้อมูลจริง โดยแสดงผลของตัวแปรตัดสินใจ W_1, W_2, W_3 จากแบบจำลองการหาค่าที่เหมาะสม (Optimal solution) คือ 301.93 ล้านบาท และมีค่าเท่ากับข้อมูลจริง (Actual data) โดยการสร้างบ้านในแต่ละแบบเท่ากับ ข้อมูลจริงทุกแบบ คือ แบบที่ 1 จำนวน 20 หลัง แบบที่ 2 จำนวน 18 หลัง และ แบบที่ 3 จำนวน 95 หลัง ตามลำดับ

ตารางที่ 4.9 สรุปการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์การหาค่าที่เหมาะสม (Optimal solution) และข้อมูลจริง

Cases	Project's profit	Percentage Error
Actual data	301.93 MB.	0 %
Optimal solution	301.93 MB.	

จากการหาค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน หรือ percentage error (PE.) นั้น จะเห็นว่าการประเมินผลกำไรสูงสุดของโครงการอสังหาริมทรัพย์แนวราบขนาดกลาง โดยผลลัพธ์ระหว่างการแก้ปัญหาการหาค่าที่เหมาะสม หรือ optimal solution เปรียบเทียบกับข้อมูลจริง หรือ Actual data นั้น มีค่าเท่ากัน คือ Percentage Error = 0 % ซึ่งค่าความคลาดเคลื่อนมีค่าไม่เกิน $\pm 10\%$ แสดงว่าแบบจำลองนั้นยอมรับได้ [10] [11] [34]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยแบบจำลองสามารถประเมินผลกำไรสูงสุดของโครงการได้เท่ากับข้อมูลจริง รวมทั้งปริมาณ การสร้างบ้านในแต่ละแบบอีกด้วย โดยที่เจ้าของโครงการสามารถที่จะปรับเปลี่ยนแผนการสร้างบ้าน แต่ละแบบได้ แต่จะมีผลกระทบต่อกำไรของโครงการสูงสุดและสามารถจะนำผลลัพธ์นี้ไปใช้ได้ ในขั้นตอนของการวางแผนโครงการของเจ้าของโครงการเพื่อได้ประโยชน์หรือกำไรของโครงการสูงสุด ตามวัตถุประสงค์ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยทั้งนี้อาจจะทำเป็นตัวเลือกในการวางแผนการก่อสร้าง ในแต่ละกรณีที่มีผลแตกต่างกันออกไป เพื่อใช้ในการตัดสินใจของเจ้าของโครงการอสังหาริมทรัพย์ แนวราบต่อไป.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

- การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์หลักคือการประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อวิเคราะห์หาผลกำไรสูงสุดของโครงการอสังหาริมทรัพย์แนวราบ ในเขตพื้นที่เมืองใหญ่ ซึ่งจะต้องเกิดจากการวางแผนการก่อสร้างที่ดีจึงจะสามารถสร้างผลกำไรของโครงการได้แม่นยำ
- แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อหาผลกำไรสูงสุดของโครงการอสังหาริมทรัพย์แนวราบ โดยการใช้โครงการศึกษา 3 โครงการ เพื่อจะทดสอบแบบจำลองให้ครอบคลุมขนาดของโครงการอสังหาริมทรัพย์แนวราบในเขตพื้นที่วิจัย ซึ่งจะได้ความสัมพันธ์ของปริมาณแบบบ้านแต่ละแบบ ที่ส่งผลถึงกับผลกำไรสูงสุดของโครงการ นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้ทดสอบประสิทธิภาพของแบบจำลอง (Model validation) เพื่อความมั่นใจที่จะนำแบบจำลองไปใช้ในพื้นที่อื่นที่มีสัดส่วนความหนาแน่นประชากรใกล้เคียงกับพื้นที่วิจัย ซึ่งผลลัพธ์ค่า Percentage Error ของแบบจำลองมี น้อยมาก และยอมรับได้ทุกขนาดโครงการ ดังตาราง

โครงการ	จำนวนบ้าน	กรณีผลลัพธ์	ผลกำไรของโครงการ	ค่าความคลาดเคลื่อน
ขนาดใหญ่	427	Actual data	963.97 MB.	1.20 %
		Optimal solution	975.50 MB.	
ขนาดกลาง	262	Actual data	249.85 MB	0.44 %
		Optimal solution	248.74 MB.	
ขนาดเล็ก	133	Actual data	301.93 MB	0 %
		Optimal solution	301.93 MB.	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ผลจากการวิเคราะห์แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ช่วยให้ผู้ใช้ประกอบการเห็นแนวทางการวางแผนงานหรือตัดสินใจเลือกแบบบ้านที่จะก่อสร้างแต่ละแบบในช่วงวางแผนงานก่อสร้าง พร้อมกับประเมินผลกำไรสูงสุด ที่สอดคล้องกับการวางแผนงาน และสามารถนำเสนอทางเลือกที่ดีที่สุดในด้านผลกำไรของโครงการ
- ข้อจำกัดของการใช้แบบจำลอง คือ ประเภทของสมการเงื่อนไข หรือ constraints โดยสมการเงื่อนไข หรือ constraints ทางผู้วิจัยจะแบ่งออกเป็น 2 ประเภทหลักคือ
 1. Default constraints คือ ข้อจำกัดที่จำเป็นโดยพบว่าทุกโครงการจำเป็นต้องใช้ข้อจำกัดประเภทนี้ เพื่อหาค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์ คือ กำไรสูงสุดของโครงการอสังหาริมทรัพย์ แนวราบ มีดังนี้ คือ
 - ข้อจำกัดที่ 1. ข้อจำกัดต้นทุนค่าที่ดิน
 - ข้อจำกัดที่ 2. ข้อจำกัดต้นทุนค่าก่อสร้างบ้าน
 - ข้อจำกัดที่ 3. ข้อจำกัดต้นทุนค่าสาธารณูปโภค
 - ข้อจำกัดที่ 4. ข้อจำกัดต้นทุนค่าบริหารงานก่อสร้าง
 - ข้อจำกัดที่ 5. ข้อจำกัดต้นทุนค่าการตลาด
 - ข้อจำกัดที่ 7. ข้อจำกัดของพื้นที่ใช้สอย
 โดยทั้ง 7 ข้อจำกัดนี้ ทุกแบบจำลองจำเป็นต้องมี เนื่องจากเป็นขอบเขต หรือ Boundary ของทุกส่วนงานที่ครอบคลุมสำหรับโครงการอสังหาริมทรัพย์แนวราบที่สำคัญในการวางแผนการก่อสร้างโครงการ โดยมีวัตถุประสงค์หลักหรือเป้าหมายคือ กำไรสูงสุดของโครงการอสังหาริมทรัพย์ แนวราบ.
 - สามารถนำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ไปใช้ในการวางแผนงานก่อสร้างเพื่อประเมินผลกำไรในโครงการพัฒนาอสังหาริมทรัพย์แนวราบ ในพื้นที่ที่มีสัดส่วนประชากรหนาแน่น หรือเมืองใหญ่ ทั่วโลก ที่มีลักษณะเดียวกับพื้นที่ที่ใช้ในงานวิจัย

5.2 ข้อเสนอแนะ และแนวทางการวิจัยในอนาคต

- งานวิจัยนี้สามารถนำไปใช้กับในเขตพื้นที่อื่น ๆ ที่มีประชากรหนาแน่น หรือเป็นเมืองใหญ่ได้ เช่น ปักกิ่ง, นิวเดลี หรือเซี่ยงไฮ้, ภูเก็ตซึ่งใกล้เคียงกับพื้นที่วิจัยของงานวิจัย
- ในกรณีจะนำไปใช้ในเขตพื้นที่เมืองเล็ก หรือประชากรไม่หนาแน่น ผู้วิจัยควรเก็บข้อมูลในส่วนแรกและกรองข้อมูลก่อนจึงจะสามารถนำไปสร้างสมการทางคณิตศาสตร์ในขั้นตอนต่อไป
- งานวิจัยในอนาคตควรมีการใช้ฟังก์ชันหลายวัตถุประสงค์ หรือ Multiple linear programming โดยสามารถนำผลสำรวจความต้องการของลูกค้าที่จะซื้อบ้านมาสร้างเงื่อนไข หรือเพิ่ม Constraining ในแบบจำลองเพื่อเพิ่มความใกล้เคียงกับผลสำรวจมากขึ้น หรือนำผลสำรวจเกี่ยวกับ Infrastructure ที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อบ้านในทำเลต่างๆเข้ามาเพิ่มในส่วนของสมการเงื่อนไขเพื่อผลลัพธ์ในส่วนของการทำเลที่จะลงทุนทำโครงการอสังหาริมทรัพย์แนวราบต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- [1] สถิติประชากรทางการทะเบียนราษฎร สำนักบริหารการทะเบียน กรมการปกครอง
- [2] สำนักวิเคราะห์และประเมินผล กรมโยธาธิการและผังเมือง กระทรวงมหาดไทย
- [3] SCB Economic Intelligence center ผลจากข้อมูลการสำรวจ Residential Real Estate Survey 2022
- [4] Arfan Utirahman, A. S. R. Case Study of Housing Development with Optimization of Housing Land Utilization by Using Linear Programs. **International Journal of Innovative Science and Research Technology** 2018 3(11), 307-313.
- [5] Pandit, A. Application of Linear programming for Profit maximization of a Housing construction company : Case study of Urbanization of Millennials. **International Journal of Engineering Applied Sciences and Technology** 2020, 5 (3), 578-581. DOI: 10.33564/IJEAST.2020.v05i03.099.
- [6] Grit Ngowtanasuwan “Mathematical Model for Optimization of Construction Contracting in Housing Development Project “**Procedia-Social and Behavioral Sciences**105 (2013) 94–105
- [7] Boye, P.; Mireku-Gyimah, D.; Okpoti, D. Multiple Linear Regression Model for Estimating the Price of a Housing Unit. **Ghana Mining Journal** 2017, 17, 66-77. DOI: 10.4314/gm.v17i2.9.
- [8] Chaphalkar, N.; Dhatunde, M. Real property valuation using sales comparison method and multiple regression analysis. **International Journal of Modern Trends in Engineering and Research** 2 (8), 305-315.
- [9] Le-Hoai, L.; Lee, Y. D.; Nguyen, A. T. Estimating time performance for building construction projects in Vietnam. **KSCE Journal of Civil Engineering** 2013, 17 (1), 1-8. DOI: 10.1007/s12205-013-0862-3.
- [10] Chan, A. P. C.; Chan, D. W. M. Developing a benchmark model for project construction time performance in Hong Kong. **Building and Environment** 2004, 39 (3), 339-349. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2003.08.012>.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[11] Chan, D. W. M.; Kumaraswamy, M. M. Modelling and predicting construction durations in Hong Kong public housing. **Construction Management and Economics** **1999**, 17 (3), 351-362. DOI: 10.1080/014461999371556.

[12] Thomas, N.; Thomas, A. Regression Modelling for Prediction of Construction Cost and Duration. **Applied Mechanics and Materials** **2016**, 857, 195-199. DOI: 10.4028/www.scientific.net/AMM.857.195.

[13] Sarker.R.A., N. C. S. **Optimization Modelling A Practical Approach**; CRC Press, Florida, USA., 2007.

[14] Winston, W. L. **Operations Research Applications and Algorithms** , 4th edition.; Curt Hinrichs,Canada., 2004.

[15] Render,B.,Stair Jr.R.M, Hanna,M.E.,and Hale,T.S. **Quantitative Analysis for Management**, 12th edition.; Pearson Education,USA., 2015.

[16] Rasyadan, F., Hapsari,I.R. Housing Development Optimization (Case Study: Anugerah Dian Regency In Kabupaten Banjar). **American Journal of Engineering Research** **2020**, 9(02), 55-59.

[17] Ahmed, S. An Approach to Maximize profit of a constructing project within Limited Budget by using Simplex Method. **International Journal of Scientific & Engineering Research** **2015**, 6 (11), 786-791.

[18] Ahirrao, D. et al. Maximization of Construction Work Activities within Prefixed Budget Using Simplex Method. **IRE Journals**, Volume 3 Issue 11, MAY 2020, ISSN: 2456-8880

[19] Laokhongthavorn, L.; U-tapao, C. A Multi-Objective Optimization Model for Solid Waste Disposal Under Uncertainty: A Case Study of Bangkok, Thailand. **International Journal of Civil Engineering** **2017**, 15 (2), 205-212. DOI: 10.1007/s40999-016-0092-4.

[20] Kakaew, S.; Chatpattananan, V. Computing the maximum value engineering for a building construction costs using linear programming applications., **The 5th International Conference on Engineering, Applied Science and Technology (ICEAST2019)**, July 2-5, 2019 , Luang Prabang, LAOS

[21] Kakaew, S.; Chatpattananan, V. An Application of Value Engineering for a Thailand High Rise Building , **International Conference on Engineering and Applied Science** , July 17-19, 2018 , Seoul, Korea

- [22] Alphonse Dell'Isola, PE, (1997). *Value Engineering: Practical Application for Design, Construction, Maintenance & Operation*. Kingston, MA.
- [23] John Kelly, Steven Male, (1994). *Value Management in Design and Construction : The economic management of projects*
- [24] ณัฐวุฒิ เต่งศิริธรรม, สุวัฒน์ ธีรเศรษฐ์ และ ชลิตาอุ่ตะเกา, การศึกษาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการคาดคะเนหาสัดส่วนที่เหมาะสมของคอนกรีตมวลเบาในระบบCLC, การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 20, วันที่ 8-10 กรกฎาคม 2558 จ. ชลบุรี
- [25] Real Estate Information, C. *Real Estate Situation Bangkok - Perimeter*. 2004. www.reic.or.th (accessed August 25, 2004).
- [26] Yamane, T. *Statistics, An Introductory Analysis, 2nd Ed.*; New York : Harper, 1967.
- [27] กัลยา วานิชย์บัญชา และ ดร.จิตตา วานิชย์บัญชา 2561. “การใช้SPSS for windows ในการวิเคราะห์ข้อมูล” กรุงเทพมหานคร : สามลดา.
- [28] กัลยา วานิชย์บัญชา 2561. “ สถิติสำหรับงานวิจัย : กรุงเทพมหานคร : สามลดา.
- [29] จิราวัลย์ จิตรลเวช 2558. “ การวิเคราะห์การถดถอย : กรุงเทพมหานคร : องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก.
- [30] Tutorial by Richard E. Rosenthal *GAMS — A User's Guide*; GAMS Development Corporation, Washington, DC, USA., 2016
- [31] Wisniewski, M., Dacre, T. *Mathematical Programming : Optimization models for business and management decision-making*; McGRAW-HILL Book Company (UK) Limited, 1990.
- [32] Taylor, B. W. *Introduction to Management Science*; Pearson Education Limited. ,USA., 2019.
- [33] Meredith , J. R., Shafer ,S.M., Turban ,E. *Quantitative Business Modeling*; South-Western / Thomson Learning, 2002.
- [34] Kakaew, S.; U-tapao, C. An Optimization Model for the Maximized Profit of Housing Development Project: A Case Study of Bangkok and Perimeter, Thailand. *Appl. Sci.* **2023**, *13*, 5400. <https://doi.org/10.3390/app13095400>



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารสัมภาษณ์สำหรับ วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาเอก

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

โดย นายสิริภพ กาแก้ว

ชื่อผู้ถูกสัมภาษณ์

บริษัทและตำแหน่งงาน

ชื่อโครงการที่ให้ข้อมูลและสถานที่ตั้งโครงการ:

อีเมลล์หรือเบอร์โทรผู้ถูกสัมภาษณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำถามมี 4 ส่วน ดังนี้ :

ส่วนที่ 1 พื้นที่แต่ละส่วนในโครงการ

1.1 พื้นที่โครงการรวมทั้งหมด เท่าใด

1.2 พื้นที่ที่ใช้ก่อสร้างตัวบ้าน เท่าใด / โครงการ *** (ไม่รวมพื้นที่ส่วนกลาง, ถนน, พื้นที่สีเขียว) และจำนวนบ้านทั้งหมด กี่หลัง / โครงการ

1.3 พื้นที่ถนน เป็นเท่าใด / โครงการ

1.4 พื้นที่ส่วนกลางส่วนสโมสรและพื้นที่สีเขียว รวมเป็น เท่าใด / โครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่ 2 งบประมาณที่ใช้ในการทำโครงการ

2.1 งบประมาณรวมทั้งโครงการ เป็นเท่าใด / โครงการ

2.2 งบประมาณค่าที่ดิน. พร้อมปรับปรุงที่ดิน (ถมดิน) เป็นเท่าใด / โครงการ

2.3 งบประมาณค่าก่อสร้างบ้าน เป็นเท่าใด / โครงการ

2.4 งบประมาณค่าก่อสร้างถนน เป็นเท่าใด / โครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 งบประมาณค่าบริหารควบคุมงานก่อสร้าง เป็นเท่าใด / โครงการ

2.6 งบประมาณค่าการออกแบบทั้งหมด ทั้งส่วนงานสถาปัตยกรรม ,งานวิศวกรรมโครงสร้าง ,งานวิศวกรรมระบบ รวมเป็นเท่าใด / โครงการ

2.7 งบประมาณค่าสาธารณูปโภค แต่ละส่วน เป็นเท่าใด / โครงการ

**** (ระบบประปา , ท่อระบายน้ำ , ระบบไฟฟ้า , ระบบกำจัดของเสีย ,สวนสาธารณะ ฯลฯ)

ระบบประปา

ท่อระบายน้ำ + ถนน + ทางเท้า

ระบบไฟฟ้า

รั้วรอบโครงการ + กำแพงกันดิน

ซุ้มทางเข้าโครงการ, ป้อมยาม

พื้นที่สีเขียว, ทางเดิน , พื้นที่ส่วนกลางนิติบุคคล ,สโมสร

ระบบกำจัดของเสียรวม

อื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 งบประมาณขออนุญาตจัดสรรและแบ่งแปลงที่ดินแยกโฉนด เป็นเท่าใด / โครงการ

2.9 งบประมาณค่าการตลาด ,งานขาย , และโฆษณา เป็นเท่าใด / โครงการ

2.10 ผลกำไร เป็น เท่าไร / โครงการ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่ 3. ต้นทุนที่เกี่ยวข้องของบ้าน / หลัง ของแต่ละแบบในโครงการ และราคาขายบ้าน / หลัง ของแต่ละแบบในโครงการ

ต้นทุนและราคาขายบ้าน / แบบ / หลัง	แบบที่ 1 (จำนวน ____ หลัง)	แบบที่ 2 (จำนวน ____ หลัง)	แบบที่ 3 (จำนวน ____ หลัง)	แบบที่ 4 (จำนวน ____ หลัง)
ราคาขาย (บาท) / หลัง				
เนื้อที่ดิน (ตร.วา) / หลัง				
ค่าที่ดิน (รวมค่าถมปรับดิน) (บาท) / หลัง				
ค่าก่อสร้างบ้าน (บาท) / หลัง				
พื้นที่ใช้สอยในบ้าน (ตร.ม.) / หลัง				
ค่าควบคุมและบริหารงานก่อสร้าง (บาท) / หลัง				

ค่าต้นทุนและราคาขายบ้าน / แบบ / หลัง	แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	แบบที่ 4
ค่างานสาธารณูปโภค (บาท) / หลัง				
ค่าการตลาด และ โฆษณา (บาท) / หลัง				
ผลกำไร ต่อแบบ โดยประมาณ (บาท) / หลัง				
ต้นทุนอื่นๆ / หลัง				
ต้นทุนอื่นๆ / หลัง				

ส่วนที่ 4. การออกแบบวางข้อกำหนดต่างๆของโครงการ โดยเจ้าของโครงการ / โครงการ

4.1 กำหนดพื้นที่ขาย หรือ ปริมาณบ้าน ขั้นต่ำ เป็นกี่ % ของพื้นที่ทั้งหมดของโครงการ / โครงการ

4.2 การกำหนดจำนวนของแบบ (แบบ 1, แบบ 2, แบบ 3) มีวิธีกำหนดอย่างไรบ้าง / โครงการ

4.3 แบ่งปริมาณของบ้านแต่ละแบบ (แบบ1, แบบ2, แบบ3) อย่างไรบ้าง /โครงการ

แบบ1 = (หลัง)

แบบ2 = (หลัง)

แบบ3 = (หลัง)

แนวคิดการแบ่งจำนวนของบ้านแต่ละแบบ (แบบ1, แบบ2, แบบ3) อย่างไรบ้าง /โครงการ

4.4 กำหนดผลกำไรขั้นต่ำ เป็นกี่ % หรือมีวิธีกำหนดผลกำไรของโครงการ อย่างไร

4.5 กำหนดราคาขายบ้านแต่ละแบบ กำหนดอย่างไร และราคาขายบ้านแต่ละแบบมีความสัมพันธ์กับต้นทุนอย่างไรบ้าง

4.6 การวางแผนและข้อกำหนดของโครงการที่สำคัญ ส่วนอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ - นามสกุล
วัน เดือน ปีเกิด

นายสิริภพ กาแก้ว
28 มิถุนายน 2523

ประวัติการศึกษา

2547 วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

2556 วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต วิศวกรรมโยธา
สาขา วิศวกรรมโครงสร้าง (International Program)
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน

ประสบการณ์ทำงาน

สามัญวิศวกรโยธา

1. บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด (มหาชน)
2. บริษัท ซีคอนโฮม จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้