แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อการออกแบบแปลนอาคาร กรณีศึกษาอาคารพักอาศัยรวม

Mathematical Model for Building Plan Design: A Case Study of Residential Building

กฤต โง้วธนสุวรรณ*
Grit Ngowtanasuwan *

บทคัดย่อ

บทความนี้เป็นการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาการการตัดสินใจในการออแบบแปลนอาคาร โดยการนำเทคนิคการสร้างรูปแบบทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) ในการแบ่งสัดส่วนของห้องต่างๆในอาคาร เพื่อให้ได้ขนาดของอาคารที่จะทำให้เสียค่าก่อสร้างอาคารน้อยที่สุดและได้พื้นที่ใช้สอยในอาคาร (Usable Area) ที่เป็นไปตามความต้องการต่างๆที่กำหนดไว้ ภายใต้ข้อจำกัดคือ ขนาดของห้องต่างๆ ตามความต้องการของเจ้าของอาคาร ข้อกำหนดของห้องต่างๆ ตามที่กฎหมายกำหนด ราคาค่าก่อสร้างส่วนของพื้นสำหรับแต่ละห้องตามประเภทของห้อง ราคาค่าก่อสร้างส่วนของผนังภายนอกและภายในของอาคารโดยการประมาณราคาจากราคาต่อหน่วย (Unit Price) ของงานก่อสร้าง ขอบเขตของงานวิจัยประกอบด้วยการวิเคราะห์และออกแบบแปลนอาคารชุดพักอาศัยแห่งหนึ่งจากแบบแปลนเบื้องต้นของอาคารชุดดังกล่าวที่ประกอบไปด้วยห้อง 7 ห้องคือ ห้องนั่งเล่น ครัว ห้องน้ำ โถงเชื่อมต่อ ห้องนอน 1 2 และ 3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัยเพื่อสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการใช้วิเคราะห์ปัญหาการแบ่งขนาดของห้องต่างๆในแปลนอาคาร จากนั้นนำมาหาคำตอบสัดส่วนและขนาดของห้องต่างๆในอาคารตัวอย่างที่ทำให้ค่าก่อสร้างต่ำที่สุด และอยู่ภายใต้ข้อกำหนดและความต้องการในการออกแบบ จากตัวอย่างกรณีศึกษาการออกแบบแปลนอาคารห้องชุดพักอาศัย ผลการศึกษาพบว่าการประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์นี้สามารถสร้างสมการทางคณิตศาสตร์ขึ้นมาได้ และใช้ในการหาค่าก่อสร้างอาคารได้ต่ำที่สุดเท่ากับ 723,000 บาท โดยได้

* สำนักสถาปัตยกรรมศาสตร์, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ผังเมือง และนฤมิตศิลป์, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, จังหวัดมหาสารคาม 44150, ประเทศไทย.

* Department of Architecture, Faculty of Architecture Urban Design and Creative Arts, Mahasarakham University, Mahasarakham 44150, Thailand.

พื้นที่ใช้สอยอาคาร 67.5 ตารางเมตร ซึ่งได้ขนาดและพื้นที่ใช้สอยของห้องต่างๆได้ถูกออกแบบและแสดงเป็นแปลนอาคาร ผลของการออกแบบเป็นไปตามข้อจำกัดด้านความต้องการและข้อกำหนดในการออกแบบที่ได้กำหนดไว้

คำสำคัญ

การออกแบบแปลนอาคาร โปรแกรมไม่เป็นเชิงเส้น ราคาต่อหน่วย พื้นที่ใช้สอยของอาคาร

Abstract

The purpose of this article presents a method for solving decision in building plan design using mathematical model. Outputs of the model were to find out the minimum cost for construction and appropriate usable area in a building within design constrains such as owner requirements in room sizes, building laws and regulations, construction costs of floor per each room and construction costs of external and internal walls by using the unit price method in construction estimation. Scope of this research was analysis and design of a condominium building plan where comprised of seven rooms: living room, kitchen, bathroom, hall, bed room 1, 2, and 3 by using the mathematical model technique. First objective in this research was to formulate mathematical models for analysis in dividing rooms and dimensions in a building plan of a building case study. Secondly, to calculate and fine out the dimensions and room sizes which have minimum construction cost. A case study of a condominium building plan was analyzed and calculated in this research. The results found that application of the mathematical model in the decision was applicable, The mathematical models of the case study were formulated, results shown total cost of the minimum construction was ฿723,000 and usable area in the condominium was 67.5 m2, dimensions and rooms of the building were designed and presented as a building plan, the results were followed the assigned design constrains.

Keywords

Building Plan Design, Mathematical Model, Unit Price, Usable Area

1. ความเป็นมาของปัญหา

การออกแบบทางสถาปัตยกรรมเป็นการใช้ความรู้ทั้งทางด้านวิทยาศาสตร์และศิลปะ ที่ผสมผสานกันเพื่อให้ได้ผลงานการออกแบบอาคารที่สามารถใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ มีสุนทรียภาพ และมีความคุ้มค่า การออกแบบแปลนอาคาร (Building Plan Design) ก็เป็นส่วนหนึ่งของงานออกแบบทางสถาปัตยกรรมที่จะต้องใช้ความรู้ดังกล่าว การตัดสินใจกำหนดสัดส่วนและขนาดของห้องต่างๆภายในอาคาร หากจะพิจารณาในส่วนของความคุ้มค่าก็คงจะต้องหมายถึงราคาค่า

ก่อสร้างอาคาร (Construction Cost) ซึ่งจะต้องใช้การประมาณราคาจากข้อมูลในอดีตที่เคยก่อสร้างกันมาเป็นหลักแนวคิด

วิธีการประมาณราคาแบบราคาต่อหน่วยหรือราคาต่อพื้นที่ (Unit Price) เป็นอีกหนึ่งวิธีที่นิยมใช้กันในปัจจุบัน เป็นการคาดคะเนราคาค่าก่อสร้างเบื้องต้นก่อนการออกแบบหรือก่อสร้างจริง โดยใช้ตัวแปรหลักของการก่อสร้างก็คือพื้นที่ใช้สอยของอาคาร (Usable Area) การประมาณราคาวิธีนี้อาศัยหลักการที่ว่าต้นทุนของสิ่งก่อสร้างที่มีลักษณะคล้ายกันจะมีความสัมพันธ์อย่างมากกับพื้นที่ใช้สอยของสิ่งก่อสร้างนั้น ตัวอย่างราคาต่อตารางเมตรของอาคารประเภทต่างๆ เช่น บ้านพักอาศัย 12,000-15,000 บาท/ตรม. อาคารพาณิชย์ 10,000-12,000 บาท/ตรม. อาคารสำนักงาน 11,000-14,000 บาท/ตรม. อพาร์ทเม้นต์ 9,000-13,000 บาท/ตรม. เป็นต้น ในการประมาณราคาอาคารที่มีความแตกต่างกันของห้องต่างๆ ภายในอาคารก็สามารถทำได้ด้วยหลักการเดียวกัน โดยอาจแบ่งราคาค่าก่อสร้างเป็นสองส่วน ส่วนแรกเป็นส่วนของพื้น เป็นราคาที่พิจารณาราคาต่อพื้นที่ (บาท/ตรม.) โดยแบ่งแยกตามประเภทของห้องต่างๆ ส่วนที่สองเป็นส่วนของผนัง เป็นราคาที่พิจารณาราคาต่อพื้นที่ผนัง (บาท/ตรม.) โดยแบ่งแยกตามชนิดที่ตั้งของผนังแบบภายนอกและผนังภายใน

วิธีการแก้ปัญหาการการตัดสินใจในการออแบบแปลนอาคาร โดยการนำเทคนิคการสร้างรูปแบบทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) ซึ่งเป็นตัวแบบทางการโปรแกรมไม่เป็นเชิงเส้น (Nonlinear Programming) เทคนิคนี้สามารถนำมาใช้เพื่อแปลงปัญหาในชีวิตจริงให้อยู่ในรูปแบบทางคณิตศาสตร์ได้ เช่น การแก้ปัญหาการผลิต ปัญหาขนส่ง ปัญหาการจัดแบ่งงาน ปัญหาการจัดตั้งโรงงานที่เหมาะสม และปัญหาอื่นๆได้อีกมากมาย การโปรแกรมไม่เป็นเชิงเส้นจึงเป็นเทคนิคที่นิยมใช้ในการแก้ปัญหาหรือวางแผนการทำงาน เนื่องจากเป็นเทคนิคเชิงปริมาณ ที่สามารถใช้ในการแก้ปัญหาของการวิจัย ภายใต้ข้อจำกัดต่างๆที่มีอยู่อย่างจำกัด เช่น วัตถุดิบ คน แรงงาน เครื่องจักร เวลา สถานที่ เทคโนโลยี หรือพลังงาน เพื่อให้เกิดประโยชน์มากที่สุด โดยอาศัยรูปแบบทางคณิตศาสตร์ ที่มีความสัมพันธ์ต่างๆ แบบทั้งแบบเป็นเชิงเส้นและไม่เป็นเชิงเส้น กระบวนการหาคำตอบของปัญหาการโปรแกรมที่ไม่เป็นเชิงเส้นจะเหมือนกับการแก้ปัญหาการโปรแกรมเชิงเส้น กล่าวคือต้องกำหนดตัวแปรตัดสินใจ สมการวัตถุประสงค์ และสมการข้อจำกัด จากนั้นจึงทำการหาคำตอบที่เหมาะสม ด้วยวิธีการของการโปรแกรมที่ไม่เป็นเชิงเส้น (กิตติและพนิดา 2554)

ในบทความนี้ กรณีปัญหาที่ผู้วิจัยสนใจ คือการออกแบบขนาดของห้องต่างๆ ของอาคารห้องชุดพักอาศัยแห่งหนึ่ง โดยที่แปลนอาคารพักอาศัยแห่งนี้ มีห้องต่างๆ ที่ใช้งานแตกต่างกัน รวมทั้งราคาค่าก่อส่วนของห้องต่างๆที่ต่างกัน ดังนั้นในการออกแบบสัดส่วนและขนาดของห้องต่างๆในแต่

ละรูปแบบ ส่งผลให้ราคาค่าก่อสร้างรวมมีความแตกต่างกันไปด้วย จากปัญหานี้สามารถนำเทคนิคการวิเคราะห์โปรแกรมไม่เป็นเชิงเส้น (Nonlinear Programming) มาใช้ในการแก้ปัญหา โดยคำตอบที่ได้จะทำให้เสียค่าก่อสร้างต่ำที่สุด ภายใต้ภายใต้ข้อกำหนดและความต้องการของการออกแบบที่ผู้ออกแบบกำหนดไว้แล้ว

1.1 วัตถุประสงค์การวิจัย

- เพื่อสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการใช้วิเคราะห์ปัญหาการแบ่งขนาดของห้องต่างๆ ในแปลนอาคาร
- เพื่อหาคำตอบสัดส่วนและขนาดของห้องต่างๆ ในอาคารตัวอย่างที่ทำให้ค่าก่อสร้างต่ำที่สุด และอยู่ภายใต้ข้อกำหนดและความต้องการของการออกแบบ

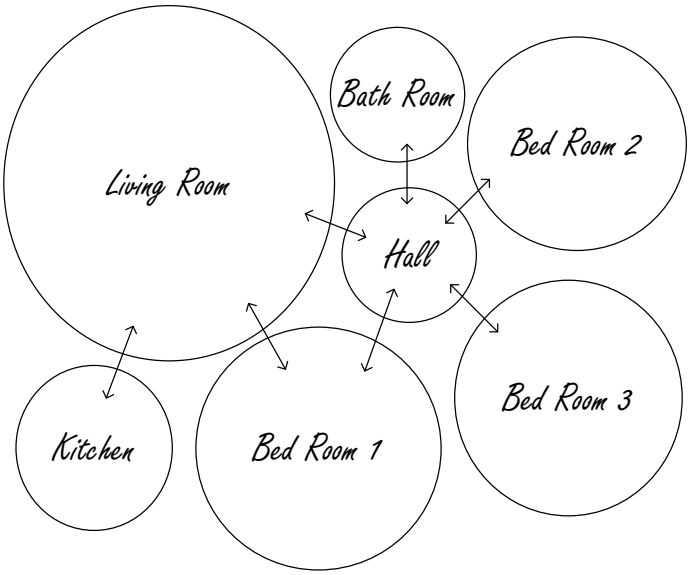
1.2 ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยนี้ครอบคลุมการวิเคราะห์และออกแบบอาคารพักอาศัยแบบอาคารชุดแห่งหนึ่ง โดยนำเทคนิคการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) ซึ่งเป็นตัวแบบทางการโปรแกรมไม่เป็นเชิงเส้น (Nonlinear Programming) ในการแบ่งสัดส่วนของห้องต่างๆของแปลนอาคารชุดพักอาศัยแห่งนี้ ซึ่งมีห้องต่างๆ จำนวน 7 ห้อง ประกอบไปด้วย

1. ห้องนั่งเล่น (Living Room)
2. ห้องครัว (Kitchen)
3. ห้องน้ำ (Bath Room)
4. โถงเชื่อมต่อ (Hall)
5. ห้องนอน 1 (Bed Room 1)
6. ห้องนอน 2 (Bed Room 2)
7. ห้องนอน 3 (Bed Room 3)

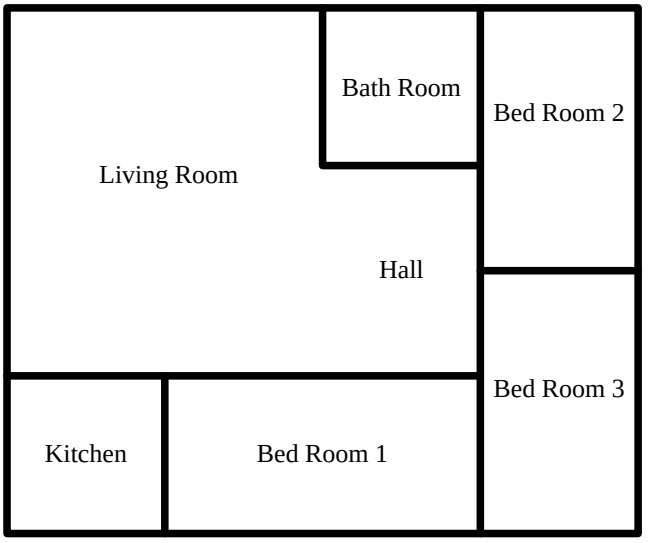
ราคาค่าก่อสร้างแบ่งเป็นสองส่วน ส่วนแรกเป็นส่วนของพื้นเป็นราคาที่พิจารณาราคาต่อพื้นที่ (บาท/ตรม.) โดยแบ่งแยกตามประเภทของห้องต่างๆ ส่วนที่สองเป็นส่วนของผนังเป็นราคาที่พิจารณาราคาต่อพื้นที่ผนัง (บาท/ตรม.) โดยแบ่งแยกตามชนิดที่ตั้งของผนังแบบภายนอกและผนังภายใน รูปที่ 1 แสดงผังความสัมพันธ์ของพื้นที่ (Bubble Diagram) ที่เป็นพื้นที่ส่วนต่างๆภายใน

อาคารโดยที่สถาปนิกทำการออกแบบร่างขึ้นมาจากพฤติกรรมการใช้งานและความต้องการเจ้าของอาคาร



รูปที่ 1 *ผังความสัมพันธ์ของพื้นที่ (Bubble Diagram) ของส่วนต่างๆในอาคาร*

จากจากผังความสัมพันธ์ของพื้นที่ส่วนต่างๆในอาคารที่ลงตัวแล้ว นำมาพัฒนาเป็นแบบร่างแปลนอาคาร โดยรูปที่ 2 แสดงแบบร่างแปลนอาคารเบื้องต้น ก่อนการวิเคราะห์ของอาคารชุดพักอาศัย



รูปที่ 2 *แบบร่างแปลนอาคารห้องชุดพักอาศัยเบื้องต้น (ก่อนการวิเคราะห์)*

2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การออกแบบแปลนอาคาร (Building Plan Design) หมายถึงการออกแบบสัดส่วนและขนาดของห้องต่างๆ ภายในอาคาร เพื่อให้ได้แบบแปลนอาคารที่สามารถใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ มีสุนทรียภาพ และมีความคุ้มค่า

ราคาต่อหน่วย (Unit Price) หมายถึงราคาต่อหนึ่งหน่วยของงานที่เป็นเนื้องานโดยตรง หาได้โดยการรวมเอาค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่จะเกิดขึ้นในการทำงานนั้นๆ มาหารด้วยจำนวนปริมาณงาน ก็จะได้ราคาต่อหนึ่งหน่วยงาน ราคาต่อหน่วยโดยทั่วไปได้มาจากค่าใช้จ่ายสามส่วนประกอบด้วย ราคาวัสดุ ค่าแรงงาน และค่าเครื่องจักร (ปริญญา 2546) การประมาณราคาก่อสร้างกระทำได้หลายวิธี วิธีการประมาณราคาแบบราคาต่อหน่วยก็เป็นอีกหนึ่งวิธีที่นิยมใช้กันในปัจจุบันในการคาดคะเนราคาค่าก่อสร้างเบื้องต้นก่อนการออกแบบและก่อสร้างจริง ตัวแปรหลักของการก่อสร้างก็คือ พื้นที่ใช้สอยของอาคาร (Usable Area) การประมาณราคาวิธีนี้อาศัยหลักการที่ว่าต้นทุนของสิ่งก่อสร้างที่มีลักษณะคล้ายกันจะมีความสัมพันธ์อย่างมากกับพื้นที่ใช้สอยของสิ่งก่อสร้างนั้น การประมาณโดยอาศัยพื้นที่ใช้สอยเป็นการประมาณราคาอย่างหยาบและเป็นเบื้องต้น ดังนั้นผู้ที่เลือกใช้จะต้องระวังเรื่องตัวเลขของราคาต่อตารางเมตรจะต้องเป็นตัวเลขสำหรับอาคารประเภทเดียวกันและมีลักษณะ

คล้ายกัน และต้องไม่ลืมว่าการประมาณราคาวิธีนี้อาจทำให้ราคาคลาดเคลื่อนได้ถึง 20-30% (วินิต และวิสุทธิ์ 2544) ตัวอย่างราคาต่อตารางเมตรของอาคารประเภทต่างๆ เช่น บ้านพักอาศัย 12,000-15,000 บาท/ตรม. อาคารพาณิชย์ 10,000-12,000 บาท/ตรม. อาคารสำนักงาน 11,000-14,000 บาท/ตรม. อพาร์ตเม้นต์ 9,000-13,000 บาท/ตรม. เป็นต้น

การโปรแกรมไม่เป็นเชิงเส้น (Nonlinear Programming) หมายถึงเครื่องมือทางคณิตศาสตร์หนึ่ง ที่สามารถนำมาใช้สำหรับการวางแผนปฏิบัติการอย่างมีประสิทธิผล เทคนิคนี้นำมาใช้เพื่อแปลงปัญหาในชีวิตจริงให้อยู่ในรูปแบบทางคณิตศาสตร์ ภายใต้ข้อจำกัดต่างๆ ที่มีอยู่อย่างจำกัด เช่น วัตถุดิบ คน แรงงาน เครื่องจักร เวลา สถานที่ เทคโนโลยี หรือพลังงาน เพื่อให้เกิดประโยชน์มากที่สุด โดยอาศัยรูปแบบทางคณิตศาสตร์ ที่มีความสัมพันธ์ต่างๆ แบบไม่เป็นเชิง (วิจิตร ตัณฑสุทธิ์, วันชัย ริจิรวนิช, และ ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ 2540)

Balachandran, (1996) เสนอวิธีการประยุกต์ใช้การโปรแกรมไม่เป็นเชิงเส้นแบบหลายวัตถุประสงค์ (Multi-Criteria Optimization) ในการออกแบบแปลนอาคาร โดยกำหนดสมการวัตถุประสงค์ไว้ว่า ราคาค่าก่อสร้างต่ำที่สุด พื้นที่ใช้สอยมากที่สุด และได้สัดส่วนของอาคารตามที่ต้องการมากที่สุด โดยมีสมการข้อจำกัดเป็นขนาดและสัดส่วนของห้องต่างๆ ในอาคาร ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้วัดความแตกต่างของห้องต่างๆ คือราคาค่าก่อสร้างต่อพื้นที่ของห้องต่างๆ และค่าก่อสร้างผนังภายนอกและภายในที่แตกต่างกัน ผลลัพธ์ที่ได้เป็นค่าที่เหมาะสมที่สุดของสัดส่วนและขนาดของห้องต่างๆในอาคาร ที่เกิดจากการเปรียบเทียบ-แลกเปลี่ยน ระหว่าง ราคาค่าก่อสร้าง พื้นที่ใช้สอย และสัดส่วนของอาคารที่ตามที่ต้องการ

3. ระเบียบวิธีวิจัย

3.1 การศึกษาปัญหา (Problem Formulation)

การศึกษาปัญหาการออกแบบแปลนอาคาร พบว่าปัญหาการตัดสินใจในการกำหนดสัดส่วนและขนาดของห้องต่างๆในอาคารนั้น ตัวแปรที่พิจารณาคือราคาค่าก่อสร้างอาคาร ซึ่งประกอบด้วยราคาค่าก่อสร้างส่วนของพื้นแต่ละห้องมีราคาที่แตกต่างกัน ตามประเภทของห้อง และราคาค่าก่อสร้างผนังแบ่งแยกตามชนิดที่ตั้งของผนังชนิดภายนอกและผนังชนิดภายในก็แตกต่างกัน การที่มีความแตกต่างกันของราคาค่าก่อสร้างในส่วนต่างๆ ของอาคารนี้ ในการออกแบบสัดส่วนและขนาดของห้องต่างๆ ในแต่ละรูปแบบ จะส่งผลให้ราคาค่าก่อสร้างรวมมีความแตกต่างกันไปด้วย

3.2 การรวบรวมข้อมูล (Data Collection)

จากการศึกษาการแบ่งขนาดของห้องต่างๆในแปลนอาคารพบว่า ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ปัญหาดังกล่าวที่ผู้วิจัยศึกษาเพื่อนำมาสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แบบการโปรแกรมไม่เป็นเชิงเส้น ซึ่งข้อมูลที่ต้องทำการเก็บรวบรวมประกอบด้วย

- ข้อมูลด้านความต้องการของเจ้าของอาคารในการกำหนดสัดส่วนและขนาดของห้องต่างๆ ของแปลนอาคาร
- ข้อมูลด้านข้อกำหนดของห้องต่างๆ ตามที่กฎหมายกำหนด
- ข้อมูลด้านราคาต่อพื้นที่ (บาท/ตรม.) ของค่าก่อสร้างส่วนของพื้นโดยแบ่งตามประเภทของห้อง
- ข้อมูลด้านราคาต่อพื้นที่ (บาท/ตรม.) ของค่าก่อสร้างส่วนของผนังโดยแบ่งแยกตามชนิดที่ตั้งของผนังอาคารชนิดผนังภายนอกและผนังภายใน

การเก็บข้อมูลต่างๆ กระทำโดยการสอบถามความต้องการของเจ้าของอาคารในการกำหนดสัดส่วนและขนาดของห้องต่างๆ ของแปลนอาคาร รวมทั้งทำการค้นหาข้อกำหนดสัดส่วนและขนาดของห้องต่างๆ ตามที่กฎหมายกำหนด ตารางแสดงข้อจำกัดดังกล่าว นำเสนอดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 *ข้อจำกัดในการออกแบบอาคารชุดพักอาศัย*

ห้องต่างๆ ของอาคาร	**ข้อจำกัดในการออกแบบ**
ห้องนั่งเล่น (Living Room)	ความต้องการของเจ้าของอาคาร ต้องการให้ห้องนั่งเล่นมีความกว้างอย่างน้อย 5 เมตร และมีความลึกอย่างน้อย 5 เมตร
ห้องครัว (Kitchen)	ความต้องการของเจ้าของอาคาร ต้องการให้มีขนาดความกว้างและความยาวไม่น้อยกว่า 2 เมตร ขนาดพื้นที่ของห้องครัวนี้ไม่น้องกว่า 6 ตารางเมตร
ห้องน้ำ (Bath Room)	ความต้องการของเจ้าของอาคาร ต้องการให้ห้องน้ำมีขนาดความกว้างและความยาวไม่น้องกว่า 1.5 เมตร ข้อกำหนดขนาดของห้องน้ำตามที่กฎหมายกำหนดไว้ว่าต้องมีพื้นที่ไม่น้อยกว่า 1.5 ตารางเมตร และเจ้าของอาคารต้องการให้มีขนาดไม่น้อยกว่า 3 ตารางเมตร

ห้องต่างๆ ของอาคาร	ข้อจำกัดในการออกแบบ
โถงเชื่อมต่อ (Hall)	เป็นข้อจำกัดที่เกิดจากขนาดของประตูเข้าห้องนอน 2 และห้องนอน 3 ที่จะต้องมีขนาดไม่น้อยกว่า 0.9 เมตร ตามขนาดของประตู
ห้องนอน 1, 2, 3 (Bed Room 1, 2, 3)	ข้อกำหนดขนาดของห้องนอนแต่ละห้อง ตามที่กฎหมายกำหนดไว้ว่าต้องมีความกว้างและความยาวของห้องไม่น้อยกว่า 2.5 เมตร และต้องมีพื้นที่ไม่น้อยกว่า 8 ตารางเมตร โดยความต้องการของเจ้าของอาคาร ต้องการให้ห้องนอนทั้งสามมีขนาดเท่ากัน

จากนั้นทำการค้นหาข้อมูลด้านราคาค่าก่อสร้างอาคารโดยแบ่งเป็นสองส่วน ส่วนแรกเป็นส่วนของพื้นเป็นราคาที่พิจารณาราคาต่อพื้นที่ (บาท/ตรม.) โดยแบ่งแยกตามประเภทของห้องต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 2. ส่วนที่สองส่วนของผนังเป็นราคาที่พิจารณาราคาต่อพื้นที่ผนัง (บาท/ตรม.) โดยแบ่งแยกตามชนิดที่ตั้งของผนังแบบภายนอกและผนังภายในดังแสดงในตารางที่ 3 สำหรับเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ประกอบด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลและซอฟต์แวร์ โปรแกรมการคำนวณ LINDO Software ของบริษัท LINDO Systems, Inc. สำหรับประมวลผล

ตารางที่ 2 *ราคาต่อพื้นที่ในการก่อสร้างส่วนของพื้นอาคารชุดพักอาศัย*

ประเภทของห้อง	ห้องนั่งเล่น (Living Room) และโถงเชื่อมต่อ (Hall)	ห้องครัว (Kitchen)	ห้องน้ำ (Bath Room)	ห้องนอน 1, 2, 3 (Bed Room 1, 2, 3
ราคาค่าก่อสร้างส่วนของพื้น	6,000 บาท/ตรม.	12,000 บาท/ตรม.	10,000 บาท/ตรม.	8,000 บาท/ตรม.

ตารางที่ 3 *ราคาต่อพื้นที่ในการก่อสร้างส่วนของผนังอาคารชุดพักอาศัย*

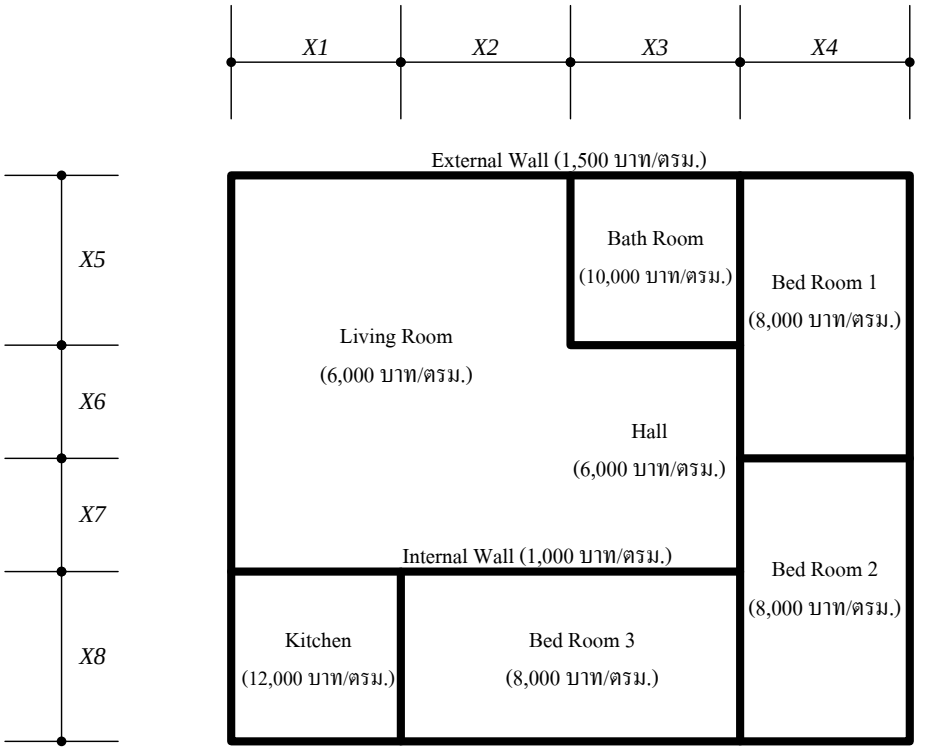
ชนิดของผนัง	ผนังภายนอก (External Wall)	ผนังภายใน (Internal Wall)
ราคาค่าก่อสร้างส่วนของผนัง	1,500 บาท/ตรม.	1,000 บาท/ตรม.

3.3 การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Model Formulation)

การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในงานวิจัยนี้ เป็นตัวแบบการโปรแกรมไม่เป็นเชิงเส้น (Nonlinear Programming) ซึ่งประกอบด้วย 3 ส่วนหลักคือ

3.3.1 ตัวแปรตัดสินใจ (Decision Variables)

นำแบบร่างแปลนอาคารจากสถาปนิก มากำหนดเป็นระยะของห้องต่างๆให้เป็นตัวแปรในแปลนอาคารตามแนวแกนตั้งและแนวแกนนอนเป็นตัวแปรระยะของห้องต่างๆ แนวแกนนอน X1, X2, X3, และ X4 และแนวแกนนอน X5, X6, X7, และ X8 ดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 *แบบร่างแปลนอาคารชุดพักอาศัยเบื้องต้นพร้อมระยะของห้องต่างๆ ที่เป็นตัวแปรตัดสินใจ*

3.3.2 สมการเป้าหมาย (Objective Function)

สมการเป้าหมายในงานวิจัยนี้เป็นการสร้างสมการที่กำหนดให้ค่าก่อสร้าง (บาท) ที่ได้น้อยที่สุด จากข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาทั้งหมด ทำการสร้างสมการเป้าหมายแบบไม่เป็นเชิงเส้นได้ดังนี้

ราคาค่าก่อสร้างน้อยที่สุด = (พื้นที่ห้องนั่งเล่น*ราคาต่อพื้นที่ห้องนั่งเล่น) + (พื้นที่โถงเชื่อมต่อ*ราคาต่อพื้นที่โถงเชื่อมต่อ) + (พื้นที่ห้องครัว*ราคาต่อพื้นที่ห้องครัว) + (พื้นที่ห้องน้ำ*ราคาต่อพื้นที่ห้องน้ำ) + (พื้นที่ห้องนอน1*ราคาต่อพื้นที่ห้องนอน1) + (พื้นที่ห้องนอน2*ราคาต่อพื้นที่ห้องนอน2) + (พื้นที่ห้องนอน3*ราคาต่อพื้นที่ห้องนอ3) + (ความยาวผนังภายนอก*ความสูงผนัง*ราคาต่อพื้นที่ผนังภายนอก) + (ยาวผนังภายใน*ความสูงผนัง*ราคาต่อพื้นที่ผนังภายใน)

MIN. COST = (X1+X2)(X5+X6+X7)*6,000 + (X6+X7)*X3*6,000 + X1*X8*12,000 + X3*X5*10,000 + (X2+X3)*X8*8,000 + (X5+X6)*X4*8,000 + (X7+X8)*X4*8,000 + (X1+X2+X3+X4+X5+X6+X7+X8)*2*3*1,500 + (X1+X2+2*X3+X4+2*X5+X6+X7+2*X8)*3*1,000* (1)

3.3.3 สมการข้อจำกัด (Constraints)

สมการข้อจำกัดประกอบด้วยข้อจำกัดด้านความต้องการของเจ้าของอาคาร และข้อกำหนดของห้องต่างๆ ตามที่กฎหมายกำหนด ข้อจำกัดต่างๆประกอบด้วย

1.) **ห้องนั่งเล่น (Living Room)** ความต้องการของเจ้าของอาคารที่ต้องการให้ห้องนั่งเล่นมีความกว้างอย่างน้อย 5 เมตร และมีความลึกอย่างน้อย 5 เมตร สร้างเป็นสมการข้อจำกัดได้ดังนี้

X5+X6+X7 >= 5 (2)

X1+X2 >= 5 (3)

2.) **ห้องครัว (Kitchen)** ความต้องการของเจ้าของอาคารที่ต้องการให้ครัวมีขนาดความกว้างและความยาวไม่น้อยกว่า ตารางเมตร สร้าง 6 เมตร ขนาดพื้นที่ของห้องครัวนี้ไม่น้องกว่า 2 เป็นสมการข้อจำกัดได้ดังนี้

X1 >= 2 (4)

X8 >= 2 (5)

*X1*X8 >= 6* (6)

3.) **ห้องน้ำ (Bath Room)** ความต้องการของเจ้าของอาคารที่ต้องการให้ห้องน้ำมีขนาดความกว้างไม่น้องกว่า 1.เมต 5s ความยาวไม่น้อยกว่า 2.0 เมตร ข้อกำหนดขนาดของห้องน้ำตามที่กฎหมายกำหนดไว้ว่าต้องมีพื้นที่ไม่น้อยกว่า 1.ตารางเมตร และเจ้าของอาคาร 5 ต้องการให้มีขนาดไม่น้อยกว่า3 ตารางเมตร สร้างเป็นสมการข้อจำกัดได้ดังนี้

X3 >= 1.5 (7)

X5 >= 1.5 (8)

*X3*X5 >= 3* (9)

4.) **โถงเชื่อมต่อ (Hall)** เป็นข้อจำกัดที่เกิดจากขนาดของประตูเข้าห้องนอน 3 และห้องนอน 2 ที่จะต้องมีขนาดไม่น้อยกว่า0.9 เมตร ตามขนาดของประตู สร้างเป็นสมการข้อจำกัดได้ดังนี้

$$X6 >= 0.9 \quad (10)$$

$$X7 >= 0.9 \quad (11)$$

5.) **ห้องนอน 1(Bed Room 1)** เป็นข้อกำหนดขนาดของห้องนอนตามที่กฎหมายกำหนดไว้ว่าต้องมีความกว้างและความยาวของห้องไม่น้อยกว่า 2. 8 เมตร และต้องมีพื้นที่ไม่น้อยกว่า 5 ตารางเมตร สร้างเป็นสมการข้อจำกัดได้ดังนี้

$$X4 >= 2.5 \quad (12)$$

$$X5+X6 >= 2.5 \quad (13)$$

$$X4*(X5+X6) >= 8 \quad (14)$$

6.) **ห้องนอน 2(Bed Room 2) เป็น**ข้อกำหนดขนาดของห้องนอนตามที่กฎหมายกำหนดไว้ว่าต้องมีความกว้างและความยาวของห้องไม่น้อยกว่า 2. 8 เมตร และต้องมีพื้นที่ไม่น้อยกว่า 5 ตารางเมตร สร้างเป็นสมการข้อจำกัดได้ดังนี้

$$X7+X8 >= 2.5 \quad (15)$$

$$X4*(X7+X8) >= 8 \quad (16)$$

7.) ห้องนอน 3(Bed Room 3) เป็นข้อกำหนดขนาดของห้องนอนตามที่กฎหมายกำหนดไว้ว่าต้องมีความกว้างและความยาวของห้องไม่น้อยกว่า 2. 8 เมตร และต้องมีพื้นที่ไม่น้อยกว่า 5 ตารางเมตร สร้างเป็นสมการข้อจำกัดได้ดังนี้

$$X8 >= 2.5 \quad (17)$$

$$X2+X3 >= 2.5 \quad (18)$$

$$X8*(X2+X3) >= 8 \quad (19)$$

8.) ห้องนอน 1, 2, และ 3(Bed Room 1, 2, and 3) เป็นความต้องการของเจ้าของอาคารที่ต้องการให้ขนาดของห้องนอนทั้งสามมีขนาดเท่ากัน สร้างเป็นสมการข้อจำกัดได้ดังนี้

$$X4-X8 = 0 \quad (20)$$

$$X2+X3-X5-X6 = 0 \quad (21)$$

$$X5+X6-X7-X8 = 0 \quad (22)$$

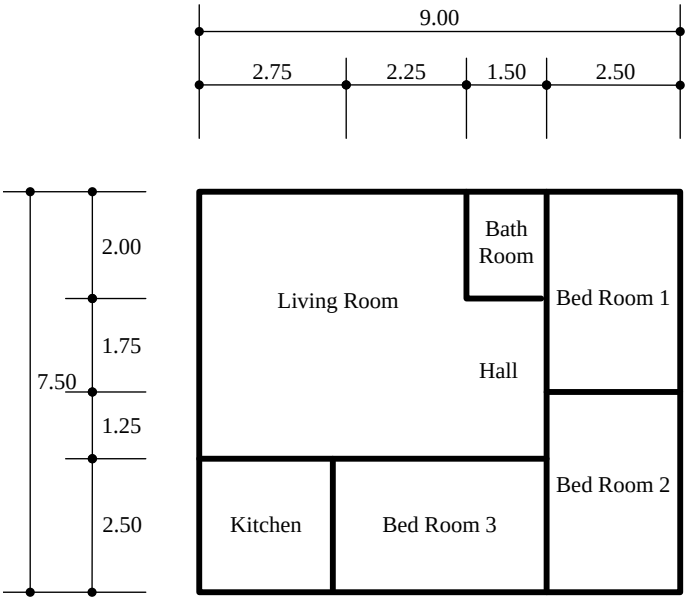
4. สรุปผลและเสนอแนะ

ในการวิเคราะห์ข้อมูลนี้ ผู้วิจัยได้สร้างหน้าจอเพื่อการประมวลผลด้วยโปรแกรมการคำนวณ LINDO Software ของ บริษัท LINDO Systems, Inc. ทำการป้อนข้อมูลเพื่อแก้สมการ (1) ถึง (21) ได้ผลออกมา ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 *ผลการคำนวณด้วยโปรแกรมการคำนวณ LINDO Software*

X1	*X2*	*X3*	*X4*	*X5*	*X6*	*X7*	*X8*	**ราคาค่าก่อสร้างรวม (บาท(**	**พื้นที่ใช้สอยรวม (ตรม(.**
2.75	2.25	1.50	2.50	2.00	1.75	1.25	2.50	723,000	67.50

เมื่อนำค่า X1 ถึง X8 ที่ได้มาทำการเขียนแบบลงไปในแบบร่างแปลนอาคารเบื้องต้น ก็จะได้แบบแปลนผลลัพธ์ที่เป็นแบบแปลนอาคารชุดพักอาศัย ที่ทำให้เสียค่าก่อสร้างอาคารน้อยที่สุด และได้พื้นที่ใช้สอยในอาคารเป็นไปตามความต้องการต่างๆ ที่กำหนดไว้ ดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 *แบบแปลนของอาคารที่ได้รับการวิเคราะห์และออกแบบแล้ว*

5. สรุปผลและเสนอแนะ

บทความนี้เป็นการนำเสนอ วิธีการแก้ปัญหาการการตัดสินใจในการออกแบบแปลนอาคาร โดยการนำเทคนิคการสร้างรูปแบบทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) ซึ่งเป็นตัวแบบทางการโปรแกรมไม่เป็นเชิงเส้น (Nonlinear Programming) ในการแบ่งสัดส่วนของห้องต่างๆในอาคาร เพื่อให้ได้ขนาดของอาคารที่จะทำให้เสียค่าก่อสร้างอาคารน้อยที่สุดและได้พื้นที่ใช้สอยในอาคารเป็นไปตามความต้องการต่างๆที่กำหนดไว้ ภายใต้ข้อจำกัดคือ ขนาดของห้องต่างๆ ตามความต้องการของเจ้าของอาคาร ข้อกำหนดของห้องต่างๆ ตามที่กฎหมายกำหนด ราคาค่าก่อสร้างส่วนของพื้นสำหรับแต่ละห้องตามประเภทของห้อง ราคาค่าก่อสร้างส่วนของผนังภายนอกและภายในของอาคาร จากตัวอย่างกรณีศึกษาการออกแบบแปลนอาคารชุดพักอาศัย ผลการศึกษาพบว่าการประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์นี้สามารถสร้างเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ได้ดังสมการ (1) ถึง (21) และสามารถนำมาคำนวณหาค่าก่อสร้างอาคารต่ำที่สุดได้เท่ากับ 723,000 บาท โดยได้พื้นที่ใช้สอยอาคารรวม 76.5 ตารางเมตร โดยที่ได้ระยะของ X1 เท่ากับ 2.75 ม. X2 เท่ากับ 2.25 ม. X3 เท่ากับ 1.50 ม. X4 เท่ากับ 2.50 ม. X5 เท่ากับ 2.00 ม. X6 เท่ากับ 1.75 ม. X7 เท่ากับ 1.25 ม. และ X8 เท่ากับ 2.50 ม. ซึ่งขนาดและพื้นที่ใช้สอยของห้องต่างๆที่ได้นี้ เป็นไปตามข้อจำกัดด้านความต้องการและข้อกำหนดในการออกแบบที่ได้กำหนดไว้ แสดงให้เห็นว่าการนำเทคนิคการโปรแกรมไม่เป็นเชิงเส้นมาประยุกต์ใช้กับปัญหาการตัดสินใจในการออกแบบแปลนอาคารนี้ สามารถใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล โดยผลที่ได้ทำให้เสียค่าก่อสร้างต่ำที่สุด

การใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อการตัดสินใจในการออกแบบแปลนอาคารนี้ ยังสามารถประยุกต์ใช้ได้กับรูปแบบอาคารอื่นๆที่มีความซับซ้อนมากขึ้นได้ เช่นรูปแบบของแปลนอาคารที่เป็นส่วนโค้งของวงกลม สามเหลี่ยม หรือรูปทรงเรขาคณิตอื่นๆ ที่สามารถสร้างเป็นสมการคณิตศาสตร์ได้ รวมทั้งยังสามารถเพิ่มสมการข้อจำกัดที่เป็นความต้องการของเจ้าของอาคาร ข้อกำหนดทางกฎหมายอาคาร ขนาดของเฟอร์นิเจอร์ หรือเงื่อนไขอื่นๆได้อีก

การใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์นี้ยังสามารถประยุกต์ใช้กับรูปแบบที่เป็นวัตถุประสงค์อื่นๆได้ เช่น ต้องการพื้นที่ใช้สอยที่มากที่สุด ภายใต้งบประมาณค่าก่อสร้างที่กำหนดไว้ ต้องการสัดส่วนของอาคารที่ออกแบบให้ใกล้เคียงกับที่ดินที่เป็นสถานที่ก่อสร้างมากที่สุด เป็นต้น อีกทั้งยังสามารถประยุกต์ใช้กับรูปแบบที่มีหลายวัตถุประสงค์ (Multi-Criteria Optimization) ได้ เช่น ในการออกแบบแปลนอาคาร โดยกำหนดสมการวัตถุประสงค์ให้ราคาค่าก่อสร้างต่ำที่สุด พื้นที่ใช้สอยมาก

ที่สุด และได้สัดส่วนของอาคารตามที่ต้องการมากที่สุด ผลลัพธ์ที่ได้เป็นค่าที่เหมาะสมที่สุดของสัดส่วนและขนาดของห้องต่างๆในอาคาร ที่เกิดจากการเปรียบเทียบ-แลกเปลี่ยน ระหว่างราคาค่าก่อสร้าง พื้นที่ใช้สอย และสัดส่วนของอาคารที่ตามที่ต้องการ

บรรณานุกรม

กิตติ ภักดีวัฒนะกุล และ พนิดา พานิชกุล (2554) การวิเคราะห์เชิงปริมาณเพื่อการตัดสินใจ. (น.291) หจก. ไทยเจริญการพิมพ์ กรุงเทพฯ

ปริญญา ศุภศรี (2546). กลยุทธ์การวิเคราะห์ราคางานก่อสร้าง. (น.61) บริษัท ส.เอเซียเพรส (1989) จำกัด กรุงเทพฯ

วิจิตร ตัณฑสุทธิ์, วันชัย ริจิรวนิช, และ ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ. (2540). การวิจัยดาเนินงาน. (น.21-59) บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จากัก (มหาชน) กรุงเทพฯ

วินิต ช่อวิเชียร และ วิสุทธ์ ช่อวิเชียร (2544). การประมาณราคาก่อสร้าง. ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ

Balachandran M. (1996). “Knowledge-Based Optimum Design”. Computation Mechanics Publications 1993. Southamton UK and Boston USA.

Hillier S. Frederick and Lieberman J. Gerald. (1990). “Introduction to Operations Research” 5th ed. McGraw-Hill Book Co. Singapore.

LINDO Systems, Inc. (2011). “What’s Best! User’s Manual” version 11.0, LINDO Systems, Inc. Chicago.

Ostwald F. Phillip. (2001). “Construction Cost Analysis and Estimating” Prentice-Hall, Inc. New Jersey.

Taha A. Hamdy. (1997). “Operations Research an Introduction”. Prentice-Hall International, Inc. New Jersey.