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

กฤต โง้วธนสุวรรณ [*]
Grit Ngowtanasuwan [*]

บทคัดย่อ

บทความนี้เป็นการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาการการตัดสินใจในการออแบบแปลนอาคารโดยการนำเทคนิคการสร้างรูปแบบทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) ในการแบ่งสัดส่วนของห้องต่างๆในอาคารเพื่อให้ได้ขนาดของอาคารที่จะทำให้เสียค่าก่อสร้างอาคารน้อยที่สุดและได้พื้นที่ใช้สอยในอาคาร (Usable Area) ที่เป็นไปตามความต้องการต่างๆที่กำหนดไว้ภายใต้ข้อจำกัดคือขนาดของห้องต่างๆตามความต้องการของเจ้าของอาคารข้อกำหนดของห้องต่างๆตามที่กฎหมายกำหนดราคาค่าก่อสร้างส่วนของพื้นสำหรับแต่ละห้องตามประเภทของห้องราคาค่าก่อสร้างส่วนของผนังภายนอกและภายในของอาคารโดยการประมาณราคาจากราคาต่อหน่วย (Unit Price) ของงานก่อสร้างขอบเขตของงานวิจัยประกอบด้วยการวิเคราะห์และออกแบบแปลนอาคารชุดพักอาศัยแห่งหนึ่งจากแบบแปลนเบื้องต้นของอาคารชุดดังกล่าวที่ประกอบไปด้วยห้อง 7 ห้องคือห้องนั่งเล่นครัวห้องน้ำโถงเชื่อมต่อห้องนอน 1 2 และ 3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัยเพื่อสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการใช้วิเคราะห์ปัญหาการแบ่งขนาดของห้องต่างๆในแปลนอาคารจากนั้นนำมาหาคำตอบสัดส่วนและขนาดของห้องต่างๆในอาคารตัวอย่างที่ทำให้ค่าก่อสร้างต่ำที่สุดและอยู่ภายใต้ข้อกำหนดและความต้องการในการออกแบบจากตัวอย่างกรณีศึกษาการออกแบบแปลนอาคารห้องชุดพักอาศัยผลการศึกษาพบว่าการประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์นี้สามารถสร้างสมการทางคณิตศาสตร์ขึ้นมาได้และใช้ในการหาค่าก่อสร้างอาคารได้ต่ำที่สุดเท่ากับ 723,000 บาทโดยได้พื้นที่ใช้สอยอาคาร 67.5 ตารางเมตรซึ่งได้ขนาดและพื้นที่ใช้สอยของห้องต่างๆได้ถูกออกแบบและแสดงเป็นแปลนอาคารผลของการออกแบบเป็นไปตามข้อจำกัดด้านความต้องการและข้อกำหนดในการออกแบบที่ได้กำหนดไว้

คำสำคัญ : การออกแบบแปลนอาคารโปรแกรมไม่เป็นเชิงเส้นราคาต่อหน่วยพื้นที่ใช้สอยของอาคาร

---

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

* Department of Architecture, Faculty of Architecture Urban Design and Creative Arts, Mahasarakham University, Mahasarakham44150, Thailand.

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

ความเป็นมาของปัญหา

การออกแบบทางสถาปัตยกรรมเป็นการใช้ความรู้ทั้งทางด้านวิทยาศาสตร์และศิลปะที่ผสมผสานกันเพื่อให้ได้ผลงานการออกแบบอาคารที่สามารถใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์มีสุนทรียภาพและมีความคุ้มค่า การออกแบบแปลนอาคาร (Building Plan Design) ก็เป็นส่วนหนึ่งของงานออกแบบทางสถาปัตยกรรมที่จะต้องใช้ความรู้ดังกล่าวการตัดสินใจกำหนดสัดส่วนและขนาดของห้องต่างๆภายในอาคารหากจะพิจารณาในส่วนของความคุ้มค่าก็คงจะต้องหมายถึงราคาค่าก่อสร้างอาคาร (Construction Cost) ซึ่งจะต้องใช้การประมาณราคาจากข้อมูลในอดีตที่เคยก่อสร้างกันมาเป็นหลักแนวคิด

วิธีการประมาณราคาแบบราคาต่อหน่วยหรือราคาต่อพื้นที่ (Unit Price) เป็นอีกหนึ่งวิธีที่นิยมใช้กันในปัจจุบันเป็นการคาดคะเนราคาค่าก่อสร้างเบื้องต้นก่อนการออกแบบหรือก่อสร้างจริงโดยใช้ตัวแปรหลักของการก่อสร้างก็คือพื้นที่ใช้สอยของอาคาร (Usable Area) การประมาณราคาวิธีนี้อาศัยหลักการที่ว่าต้นทุนของสิ่งก่อสร้างที่มีลักษณะคล้ายกันจะมีความสัมพันธ์อย่างมากกับพื้นที่ใช้สอยของสิ่งก่อสร้างนั้น ตัวอย่างราคาต่อตารางเมตรของอาคารประเภทต่างๆเช่นบ้านพักอาศัย 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. เป็นต้นในการประมาณราคาอาคารที่มีความแตกต่างกันของห้องต่างๆภายในอาคารก็สามารถทำได้ด้วยหลักการเดียวกันโดยอาจแบ่งราคาค่าก่อสร้างเป็นสองส่วนส่วนแรกเป็นส่วนของพื้นเป็นราคาที่พิจารณาราคาต่อพื้นที่ (บาท/ตรม.) โดยแบ่งแยกตามประเภทของห้องต่างๆส่วนที่สองเป็นส่วนของผนังเป็นราคาที่พิจารณาราคาต่อพื้นที่ผนัง (บาท/ตรม.) โดยแบ่งแยกตามชนิดที่ตั้งของผนังแบบภายนอกและผนังภายใน

วิธีการแก้ปัญหาการการตัดสินใจในการออแบบแปลนอาคารโดยการนำเทคนิคการสร้างรูปแบบทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) ซึ่งเป็นตัวแบบทางการโปรแกรมไม่เป็นเชิงเส้น (Nonlinear Programming) เทคนิคนี้สามารถนำมาใช้เพื่อแปลงปัญหาในชีวิตจริงให้อยู่ในรูปแบบทางคณิตศาสตร์ได้ เช่นการแก้ปัญหาการผลิตปัญหาขนส่งปัญหาการจัดแบ่งงานปัญหาการจัดตั้งโรงงานที่เหมาะสมและปัญหาอื่นๆได้อีกมากมายการโปรแกรมไม่เป็นเชิงเส้นจึงเป็นเทคนิคที่นิยมใช้ในการแก้ปัญหาหรือวางแผนการทำงานเนื่องจากเป็นเทคนิคเชิงปริมาณที่สามารถใช้ในการแก้ปัญหาของการวิจัยภายใต้ข้อจำกัดต่างๆที่มีอยู่อย่างจำกัดเช่นวัตถุดิบคนแรงงานเครื่องจักรเวลาสถานที่เทคโนโลยีหรือพลังงานเพื่อให้เกิดประโยชน์มากที่สุดโดยอาศัยรูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่มีความสัมพันธ์ต่างๆแบบทั้งแบบเป็นเชิงเส้นและไม่เป็นเชิงเส้น กระบวนการหาคำตอบของปัญหาการโปรแกรมที่ไม่เป็นเชิงเส้นจะเหมือนกับการแก้ปัญหาการโปรแกรมเชิงเส้นกล่าวคือต้องกำหนดตัวแปรตัดสินใจสมการวัตถุประสงค์และสมการข้อจำกัดจากนั้นจึงทำการหาคำตอบที่เหมาะสมด้วยวิธีการของการโปรแกรมที่ไม่เป็นเชิงเส้น (กิตติและพนิดา 2554)

ในบทความนี้กรณีปัญหาที่ผู้วิจัยสนใจคือการออกแบบขนาดของห้องต่างๆของอาคารห้องชุดพักอาศัยแห่งหนึ่งโดยที่แปลนอาคารพักอาศัยแห่งนี้มีห้องต่างๆที่ใช้งานแตกต่างกันรวมทั้งราคาค่าก่อส่วนของห้องต่างๆที่ต่างกันดังนั้นในการออกแบบสัดส่วนและขนาดของห้องต่างๆในแต่ละรูปแบบส่งผลให้ราคาค่าก่อสร้างรวมมีความแตกต่างกันไปด้วยจากปัญหานี้สามารถนำเทคนิคการวิเคราะห์โปรแกรมไม่เป็นเชิงเส้น (Nonlinear Programming) มาใช้ในการแก้ปัญหาโดยคำตอบที่ได้จะทำให้เสียค่าก่อสร้างต่ำที่สุดภายใต้ภายใต้ข้อกำหนดและความต้องการของการออกแบบที่ผู้ออกแบบกำหนดไว้แล้ว

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการใช้วิเคราะห์ปัญหาการแบ่งขนาดของห้องต่างๆใน แปลนอาคาร

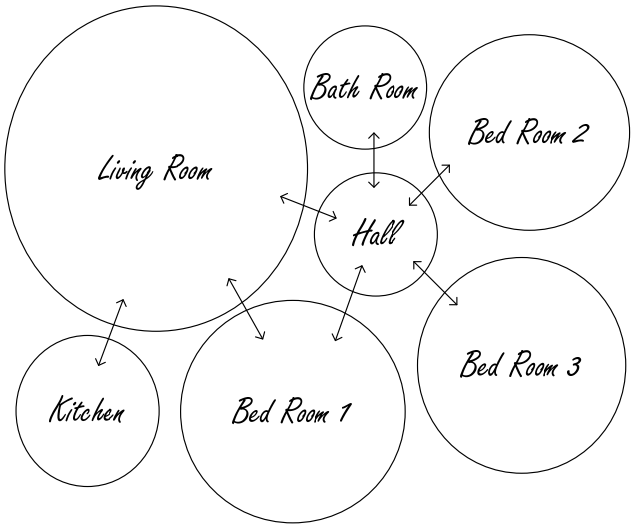
เพื่อหาคำตอบสัดส่วนและขนาดของห้องต่างๆในอาคารตัวอย่างที่ทำให้ค่าก่อสร้างต่ำที่สุดและอยู่ภายใต้ข้อกำหนดและความต้องการของการออกแบบ

ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยนี้ครอบคลุมการวิเคราะห์และออกแบบอาคารพักอาศัยแบบอาคารชุดแห่งหนึ่งโดยนำเทคนิคการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) ซึ่งเป็นตัวแบบทางการโปรแกรมไม่เป็นเชิงเส้น (Nonlinear Programming) ในการแบ่งสัดส่วนของห้องต่างๆของแปลนอาคารชุดพักอาศัยแห่งนี้ซึ่งมีห้องต่างๆจำนวน 7 ห้องประกอบไปด้วย

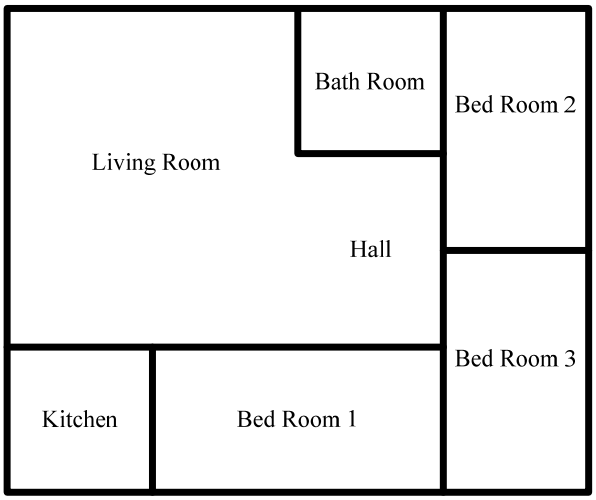
1.ห้องนั่งเล่น (Living Room)
2.ห้องครัว (Kitchen)
3.ห้องน้ำ (Bath Room)
4.โถงเชื่อมต่อ (Hall)
5.ห้องนอน 1 (Bed Room 1)
6.ห้องนอน 2 (Bed Room 2)
7.ห้องนอน 3 (Bed Room 3)

ราคาค่าก่อสร้างแบ่งเป็นสองส่วนส่วนแรกเป็นส่วนของพื้นเป็นราคาที่พิจารณาราคาต่อพื้นที่ (บาท/ตรม.) โดยแบ่งแยกตามประเภทของห้องต่างๆส่วนที่สองเป็นส่วนของผนังเป็นราคาที่พิจารณาราคาต่อพื้นที่ผนัง (บาท/ตรม.) โดยแบ่งแยกตามชนิดที่ตั้งของผนังแบบภายนอกและผนังภายในรูปที่ 1 แสดงผังความสัมพันธ์ของพื้นที่ (Bubble Diagram) ที่เป็นพื้นที่ส่วนต่างๆภายในอาคารโดยที่สถาปนิกทำการออกแบบร่างขึ้นมาจากพฤติกรรมการใช้งานและความต้องการเจ้าของอาคาร



ภาพประกอบ 1 ผังความสัมพันธ์ของพื้นที่ (Bubble Diagram) ของส่วนต่างๆในอาคาร

จากจากผังความสัมพันธ์ของพื้นที่ส่วนต่างๆในอาคารที่ลงตัวแล้วนำมาพัฒนาเป็นแบบร่างแปลนอาคารโดยรูปที่ 2 แสดงแบบร่างแปลนอาคารเบื้องต้นก่อนการวิเคราะห์ของอาคารชุดพักอาศัย



ภาพประกอบ 2 แบบร่างแปลนอาคารห้องชุดพักอาศัยเบื้องต้น (ก่อนการวิเคราะห์)

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การออกแบบแปลนอาคาร (Building Plan Design) หมายถึงการออกแบบสัดส่วนและขนาดของห้องต่างๆภายในอาคารเพื่อให้ได้แบบแปลนอาคารที่สามารถใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์มีสุนทรียภาพและมีความคุ้มค่า

ราคาต่อหน่วย (Unit Price) หมายถึงราคาต่อหนึ่งหน่วยของงานที่เป็นเนื้องานโดยตรงหาได้โดยการรวมเอาค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่จะเกิดขึ้นในการทำงานนั้นๆมาหารด้วยจำนวนปริมาณงานก็จะได้ราคาต่อหนึ่งหน่วยงานราคาต่อหน่วยโดยทั่วไปได้มาจากค่าใช้จ่ายสามส่วนประกอบด้วยราคาวัสดุค่าแรงงานและค่าเครื่องจักร (ปริญญา2546) การประมาณราคาก่อสร้างกระทำได้หลายวิธีวิธีการประมาณราคาแบบราคาต่อหน่วยก็เป็นอีกหนึ่งวิธีที่นิยมใช้กันในปัจจุบันในการคาดคะเนราคาค่าก่อสร้างเบื้องต้นก่อนการออกแบบและก่อสร้างจริงตัวแปรหลักของการก่อสร้างก็คือพื้นที่ใช้สอยของอาคาร (Usable Area) การประมาณราคาวิธีนี้อาศัยหลักการที่ว่าต้นทุนของสิ่งก่อสร้างที่มีลักษณะคล้ายกันจะมีความสัมพันธ์อย่างมากกับพื้นที่ใช้สอยของสิ่งก่อสร้างนั้นการประมาณโดยอาศัยพื้นที่ใช้สอยเป็นการประมาณราคาอย่างหยาบและเป็นเบื้องต้นดังนั้นผู้ที่เลือกใช้จะต้องระวังเรื่องตัวเลขของราคาต่อตารางเมตรจะต้องเป็นตัวเลขสำหรับอาคารประเภทเดียวกันและมีลักษณะคล้ายกันและต้องไม่ลืมว่าการประมาณราคาวิธีนี้อาจทำให้ราคาคลาดเคลื่อนได้ถึง20-30% (วินิตและวิสุทธิ์2544) ตัวอย่างราคาต่อตารางเมตรของอาคารประเภทต่างๆเช่นบ้านพักอาศัย12,000-15,000บาท/ตรม. อาคารพาณิชย์10,000-12,000บาท/ตรม. อาคารสำนักงาน11,000-14,000บาท/ตรม. อพาร์ตเม้นต์9,000-13,000บาท/ตรม. เป็นต้น

การโปรแกรมไม่เป็นเชิงเส้น (Nonlinear Programming) หมายถึงเครื่องมือทางคณิตศาสตร์หนึ่งที่สามารถนำมาใช้สำหรับการวางแผนปฏิบัติการอย่างมีประสิทธิผลเทคนิคนี้นำมาใช้เพื่อแปลงปัญหาในชีวิตจริงให้อยู่ในรูปแบบทางคณิตศาสตร์ภายใต้ข้อจำกัดต่างๆที่มีอยู่อย่างจำกัดเช่นวัตถุดิบคนแรงงานเครื่องจักรเวลาสถานที่เทคโนโลยีหรือพลังงานเพื่อให้เกิดประโยชน์มากที่สุดโดยอาศัยรูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่มีความสัมพันธ์ต่างๆแบบไม่เป็นเชิง (วิจิตรตัณฑสุทธิ์, วันชัยริจิรวนิช, และศิริจันทร์ทองประเสริฐ2540)

Balachandran, (1996) เสนอวิธีการประยุกต์ใช้การโปรแกรมไม่เป็นเชิงเส้นแบบหลายวัตถุประสงค์ (Multi-Criteria Optimization) ในการออกแบบแปลนอาคารโดยกำหนดสมการวัตถุประสงค์ไว้ว่าราคาค่าก่อสร้างต่ำที่สุดพื้นที่ใช้สอยมากที่สุดและได้สัดส่วนของอาคารตามที่ต้องการมากที่สุดโดยมีสมการข้อจำกัดเป็นขนาดและสัดส่วนของห้องต่างๆในอาคารค่าพารามิเตอร์ที่ใช้วัดความแตกต่างของห้องต่างๆคือราคาค่าก่อสร้างต่อพื้นที่ของห้องต่างๆและค่าก่อสร้างผนังภายนอกและภายในที่แตกต่างกันผลลัพธ์ที่ได้เป็นค่าที่เหมาะสมที่สุดของสัดส่วนและขนาดของห้องต่างๆในอาคารที่เกิดจากการเปรียบเทียบ-แลกเปลี่ยนระหว่างราคาค่าก่อสร้างพื้นที่ใช้สอยและสัดส่วนของอาคารที่ตามที่ต้องการ

ระเบียบวิธีวิจัย

การศึกษาปัญหา(Problem Formulation)

การศึกษาปัญหาการออกแบบแปลนอาคารพบว่าปัญหาการตัดสินใจในการกำหนดสัดส่วนและขนาดของห้องต่างๆในอาคารนั้นตัวแปรที่พิจารณาคือราคาค่าก่อสร้างอาคารซึ่งประกอบด้วยราคาค่าก่อสร้างส่วนของพื้นแต่ละห้องมีราคาที่แตกต่างกันตามประเภทของห้องและราคาค่าก่อสร้างผนังแบ่งแยกตามชนิดที่ตั้งของผนังชนิดภายนอกและผนังชนิดภายในก็แตกต่างกันการที่มีความแตกต่างกันของราคาค่าก่อสร้างในส่วนต่างๆของอาคารนี้ในการออกแบบสัดส่วนและขนาดของห้องต่างๆในแต่ละรูปแบบจะส่งผลให้ราคาค่าก่อสร้างรวมมีความแตกต่างกันไปด้วย

การรวบรวมข้อมูล(Data Collection)

จากการศึกษาการแบ่งขนาดของห้องต่างๆในแปลนอาคารพบว่าข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ปัญหาดังกล่าวที่ผู้วิจัยศึกษาเพื่อนำมาสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แบบการโปรแกรมไม่เป็นเชิงเส้นซึ่งข้อมูลที่ต้องทำการเก็บรวบรวมประกอบด้วย

ข้อมูลด้านความต้องการของเจ้าของอาคารในการกำหนดสัดส่วนและขนาดของห้องต่างๆของแปลนอาคาร

ข้อมูลด้านข้อกำหนดของห้องต่างๆตามที่กฎหมายกำหนด

ข้อมูลด้านราคาต่อพื้นที่ (บาท/ตรม.) ของค่าก่อสร้างส่วนของพื้นโดยแบ่งตามประเภทของห้อง

ข้อมูลด้านราคาต่อพื้นที่ (บาท/ตรม.) ของค่าก่อสร้างส่วนของผนังโดยแบ่งแยกตามชนิดที่ตั้งของผนังอาคารชนิดผนังภายนอกและผนังภายใน

การเก็บข้อมูลต่างๆกระทำโดยการสอบถามความต้องการของเจ้าของอาคารในการกำหนดสัดส่วนและขนาดของห้องต่างๆของแปลนอาคารรวมทั้งทำการค้นหาข้อกำหนดสัดส่วนและขนาดของห้องต่างๆตามที่กฎหมายกำหนดตารางแสดงข้อจำกัดดังกล่าวนำเสนอดังตารางที่1

ตาราง 1ข้อจำกัดในการออกแบบอาคารชุดพักอาศัย

ห้องต่างๆ ของอาคาร	ข้อจำกัดในการออกแบบ
ห้องนั่งเล่น (Living Room)	ความต้องการของเจ้าของอาคาร ต้องการให้ห้องนั่งเล่นมีความกว้างอย่างน้อย 5 เมตร และมีความลึกอย่างน้อย 5 เมตร
ห้องครัว (Kitchen)	ความต้องการของเจ้าของอาคาร ต้องการให้มีขนาดความกว้างและความยาวไม่น้อยกว่า 2 เมตร ขนาดพื้นที่ของห้องครัวนี้ไม่น้องกว่า 6 ตารางเมตร

ห้องต่างๆ ของอาคาร	ข้อจำกัดในการออกแบบ
ห้องน้ำ (Bath Room)	ความต้องการของเจ้าของอาคาร ต้องการให้ห้องน้ำมีขนาดความกว้างและความยาวไม่น้องกว่า 1.5 เมตร ข้อกำหนดขนาดของห้องน้ำตามที่กฎหมายกำหนดไว้ว่าต้องมีพื้นที่ไม่น้อยกว่า 1.5 ตารางเมตร และเจ้าของอาคารต้องการให้มีขนาดไม่น้อยกว่า 3 ตารางเมตร
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

จากนั้นทำการค้นหาข้อมูลด้านราคาค่าก่อสร้างอาคารโดยแบ่งเป็นสองส่วนส่วนแรกเป็นส่วนของพื้นเป็นราคาที่พิจารณาราคาต่อพื้นที่ (บาท/ตรม.) โดยแบ่งแยกตามประเภทของห้องต่างๆดังแสดงในตารางที่ 2. ส่วนที่สองส่วนของผนังเป็นราคาที่พิจารณาราคาต่อพื้นที่ผนัง (บาท/ตรม.) โดยแบ่งแยกตามชนิดที่ตั้งของผนังแบบภายนอกและผนังภายในดังแสดงในตารางที่ 3 สำหรับเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยนี้ประกอบด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลและซอฟต์แวร์โปรแกรมการคำนวณLINDO Software ของบริษัทLINDO Systems, Inc. สำหรับประมวลผล

ตาราง 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.

ตาราง 3 ราคาต่อพื้นที่ในการก่อสร้างส่วนของผนังอาคารชุดพักอาศัย

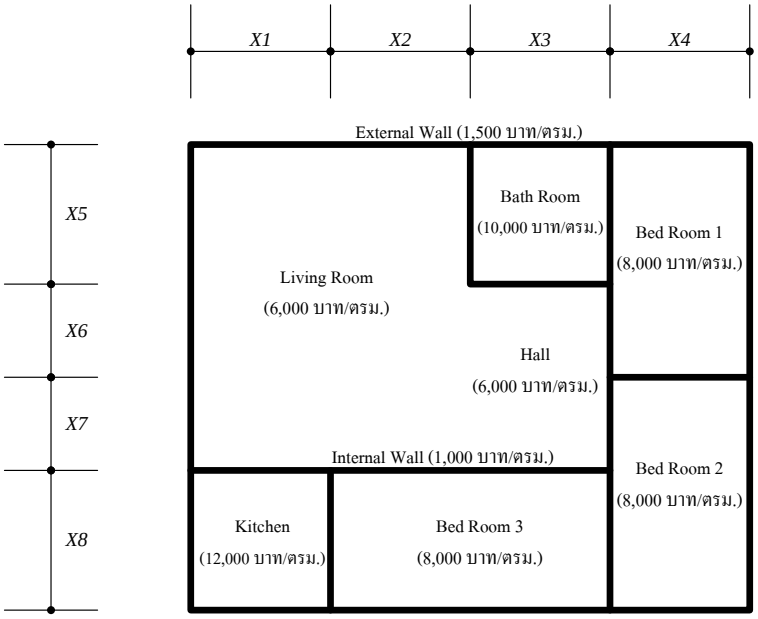
ชนิดของผนัง	ผนังภายนอก (External Wall)	ผนังภายใน (Internal Wall)
ราคาค่าก่อสร้างส่วนของผนัง	1,500 บาท/ตรม.	1,000 บาท/ตรม.

การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์(Model Formulation)

การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในงานวิจัยนี้เป็นตัวแบบการโปรแกรมไม่เป็นเชิงเส้น (Nonlinear Programming) ซึ่งประกอบด้วย 3 ส่วนหลักคือ

ตัวแปรตัดสินใจ (Decision Variables)

นำแบบร่างแปลนอาคารจากสถาปนิกมากำหนดเป็นระยะของห้องต่างๆให้เป็นตัวแปรในแปลนอาคารตามแนวแกนตั้งและแนวแกนนอนเป็นตัวแปรระยะของห้องต่างๆแนวแกนนอนX1, X2, X3, และX4 และแนวแกนนอนX5, X6, X7, และX8 ดังแสดงในรูปที่3



ภาพประกอบ 3 แบบร่างแปลนอาคารชุดพักอาศัยเบื้องต้นพร้อมระยะของห้องต่างๆที่เป็นตัวแปรตัดสินใจ

สมการเป้าหมาย (Objective Function)

สมการเป้าหมายในงานวิจัยนี้เป็นการสร้างสมการที่กำหนดให้ค่าก่อสร้าง (บาท) ที่ได้น้อยที่สุดจากข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาทั้งหมดทำการสร้างสมการเป้าหมายแบบไม่เป็นเชิงเส้นได้ดังนี้ 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)

สมการข้อจำกัด (Constraints)

สมการข้อจำกัดประกอบด้วยข้อจำกัดด้านความต้องการของเจ้าของอาคาร และข้อกำหนดของห้องต่างๆ ตามที่กฎหมายกำหนดข้อจำกัดต่างๆประกอบด้วย

ห้องนั่งเล่น (Living Room) ความต้องการของเจ้าของอาคารที่ต้องการให้ห้องนั่งเล่นมีความกว้างอย่างน้อย 5 เมตร และมีความลึกอย่างน้อย 5 เมตรสร้างเป็นสมการข้อจำกัดได้ดังนี้

X5+X6+X7>= 5 (2)

X1+X2>= 5 (3)

ห้องครัว (Kitchen)ความต้องการของเจ้าของอาคารที่ต้องการให้ครัวมีขนาดความกว้างและความยาวไม่น้อยกว่า ตารางเมตร ส 6 เมตร ขนาดพื้นที่ของห้องครัวนี้ไม่น้องกว่า 2ร้างเป็นสมการข้อจำกัดได้ดังนี้

X1 >= 2 (4)

X8 >= 2 (5)

*X1*X8 >= 6* (6)

ห้องน้ำ (Bath Room) ความต้องการของเจ้าของอาคารที่ต้องการให้ห้องน้ำมีขนาดความกว้างไม่น้องกว่า 1. เมตร ความยาวไม่น้อยกว่า 52.0 เมตร ข้อกำหนดขนาดของห้องน้ำตามที่กฎหมายกำหนดไว้ว่าต้องมีพื้นที่ไม่น้อยกว่า 1. อยกว่าตารางเมตร และเจ้าของอาคารต้องการให้มีขนาดไม่น้ 53 ตารางเมตร สร้างเป็นสมการข้อจำกัดได้ดังนี้

X3 >= 1.5 (7)

X5 >= 1.5 (8)

*X3*X5 >= 3* (9)

โถงเชื่อมต่อ (Hall) เป็นข้อจำกัดที่เกิดจากขนาดของประตูเข้าห้องนอน ที่ 3 และห้องนอน 2 จะต้องมีขนาดไม่น้อยกว่า0.9 เมตร ตามขนาดของประตู สร้างเป็นสมการข้อจำกัดได้ดังนี้

X6 >= 0.9 (10)

X7 >= 0.9 (11)

ห้องนอน 1(Bed Room 1) เป็นข้อกำหนดขนาดของห้องนอนตามที่กฎหมายกำหนดไว้ว่าต้องมีความกว้างและความยาวของห้องไม่น้อยกว่า 2.ตารางเมตร สร้าง 8 เมตร และต้องมีพื้นที่ไม่น้อยกว่า 5 เป็นสมการข้อจำกัดได้ดังนี้

X4 >= 2.5 (12)

X5+X6 >= 2.5 (13)

X4(X5+X6) >= 8* (14)

ห้องนอน 2(Bed Room 2) เป็นข้อกำหนดขนาดของห้องนอนตามที่กฎหมายกำหนดไว้ว่าต้องมีความกว้างและความยาวของห้องไม่น้อยกว่า 2.ตารางเมตร สร้าง 8 เมตร และต้องมีพื้นที่ไม่น้อยกว่า 5 เป็นสมการข้อจำกัดได้ดังนี้

X7+X8 >= 2.5 (15)

X4(X7+X8) >= 8* (16)

ห้องนอน 3(Bed Room 3) เป็นข้อกำหนดขนาดของห้องนอนตามที่กฎหมายกำหนดไว้ว่าต้องมีความกว้างและความยาวของห้องไม่น้อยกว่า 2.ตารางเมตร สร้าง 8 เมตร และต้องมีพื้นที่ไม่น้อยกว่า 5 เป็นสมการข้อจำกัดได้ดังนี้

X8 >= 2.5 (17)

X2+X3 >= 2.5 (18)

X8(X2+X3) >= 8* (19)

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

X4-X8 = 0 (20)

X2+X3-X5-X6 = 0 (21)

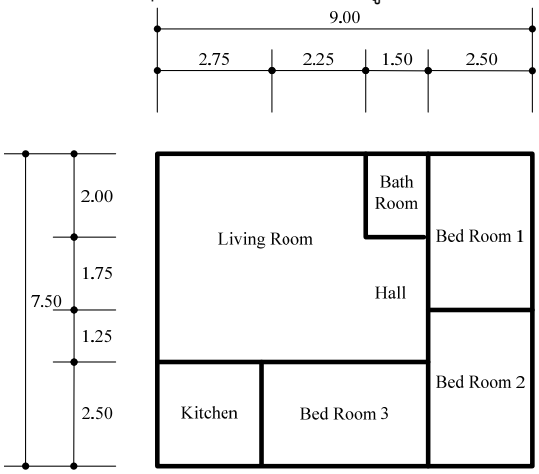
X5+X6-X7-X8 = 0 (22)

สรุปผลและเสนอแนะ

ในการวิเคราะห์ข้อมูลนี้ผู้วิจัยได้สร้างหน้าจอเพื่อการประมวลผลด้วยโปรแกรมการคำนวณLINDO Software ของบริษัทLINDO Systems, Inc. ทำการป้อนข้อมูลเพื่อแก้สมการ (1) ถึง (21) ได้ผลออกมาดัง **ตาราง 4** ตารางที่4ผลการคำนวณด้วยโปรแกรมการคำนวณLINDO 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

เมื่อนำค่าX1 ถึงX8 ที่ได้มาทำการเขียนแบบลงไปในแบบร่างแปลนอาคารเบื้องต้นก็จะได้แบบแปลนผลลัพธ์ที่เป็นแบบแปลนอาคารชุดพักอาศัยที่ทำให้เสียค่าก่อสร้างอาคารน้อยที่สุดและได้พื้นที่ใช้สอยในอาคารเป็นไปตามความต้องการต่างๆที่กำหนดไว้ดังแสดงในรูปที่ 4



ภาพประกอบ 4 แบบแปลนของอาคารที่ได้รับการวิเคราะห์และออกแบบแล้ว

สรุปผลและเสนอแนะ

บทความนี้เป็นการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาการการตัดสินใจในการออแบบแปลนอาคารโดยการนำเทคนิคการสร้างรูปแบบทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) ซึ่งเป็นตัวแบบทางการโปรแกรมไม่

เป็นเชิงเส้น (Nonlinear Programming) ในการแบ่งสัดส่วนของห้องต่างๆในอาคารเพื่อให้ได้ขนาดของอาคารที่จะทำให้เสียค่าก่อสร้างอาคารน้อยที่สุดและได้พื้นที่ใช้สอยในอาคารเป็นไปตามความต้องการต่างๆที่กำหนดไว้ภายใต้ข้อจำกัดคือขนาดของห้องต่างๆตามความต้องการของเจ้าของอาคารข้อกำหนดของห้องต่างๆตามที่กฎหมายกำหนดราคาค่าก่อสร้างส่วนของพื้นสำหรับแต่ละห้องตามประเภทของห้องราคาค่าก่อสร้างส่วนของผนังภายนอกและภายในของอาคารจากตัวอย่างกรณีศึกษาการออกแบบแปลนอาคารชุดพักอาศัยผลการศึกษาพบว่าการประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์นี้สามารถสร้างเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ได้ดังสมการ (1) ถึง (21) และสามารถนำมาคำนวณหาค่าก่อสร้างอาคารต่ำที่สุดได้เท่ากับ 723,000 บาทโดยได้พื้นที่ใช้สอยอาคารรวม 76.5 ตารางเมตรโดยที่ได้ระยะของX1 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. และX8 เท่ากับ 2.50 ม. ซึ่งขนาดและพื้นที่ใช้สอยของห้องต่างๆที่ได้นี้เป็นไปตามข้อจำกัดด้านความต้องการและข้อกำหนดในการออกแบบที่ได้กำหนดไว้แสดงให้เห็นว่าการนำเทคนิคการโปรแกรมไม่เป็นเชิงเส้นมาประยุกต์ใช้กับปัญหาการตัดสินใจในการออกแบบแปลนอาคารนี้สามารถใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลโดยผลที่ได้ทำให้เสียค่าก่อสร้างต่ำที่สุด

การใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อการตัดสินใจในการออกแบบแปลนอาคารนี้ยังสามารถประยุกต์ใช้ได้กับรูปแบบอาคารอื่นๆที่มีความซับซ้อนมากขึ้นได้เช่นรูปแบบของแปลนอาคารที่เป็นส่วนโค้งของวงกลมสามเหลี่ยมหรือรูปทรงเรขาคณิตอื่นๆที่สามารถสร้างเป็นสมการคณิตศาสตร์ได้รวมทั้งยังสามารถเพิ่มสมการข้อจำกัดที่เป็นความต้องการของเจ้าของอาคารข้อกำหนดทางกฎหมายอาคารขนาดของเฟอร์นิเจอร์หรือเงื่อนไขอื่นๆได้อีก

การใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์นี้ยังสามารถประยุกต์ใช้กับรูปแบบที่เป็นวัตถุประสงค์อื่นๆได้เช่นต้องการพื้นที่ใช้สอยที่มากที่สุดภายใต้งบประมาณค่าก่อสร้างที่กำหนดไว้ต้องการสัดส่วนของอาคารที่ออกแบบให้ใกล้เคียงกับที่ดินที่เป็นสถานที่ก่อสร้างมากที่สุดเป็นต้นอีกทั้งยังสามารถประยุกต์ใช้กับรูปแบบที่มีหลายวัตถุประสงค์ (Multi-Criteria Optimization) ได้เช่นในการออกแบบแปลนอาคารโดยกำหนดสมการวัตถุประสงค์ให้ราคาค่าก่อสร้างต่ำที่สุดพื้นที่ใช้สอยมากที่สุดและได้สัดส่วนของอาคารตามที่ต้องการมากที่สุดผลลัพธ์ที่ได้เป็นค่าที่เหมาะสมที่สุดของสัดส่วนและขนาดของห้องต่างๆในอาคารที่เกิดจากการเปรียบเทียบ-แลกเปลี่ยนระหว่างราคาค่าก่อสร้างพื้นที่ใช้สอยและสัดส่วนของอาคารที่ตามที่ต้องการ

บรรณานุกรม

กิตติภักดีวัฒนะกุลและพนิดาพานิชกุล (2554) การวิเคราะห์เชิงปริมาณเพื่อการตัดสินใจ. (น.291) หจก. ไทยเจริญการพิมพ์กรุงเทพฯ

ปริญญาศุภศรี (2546). กลยุทธ์การวิเคราะห์ราคางานก่อสร้าง. (น.61) บริษัทส.เอเชียเพรส (1989) จำกัด กรุงเทพฯ

วิจิตรตัณฑสุทธิ์, วันชัยริจิรวนิช, และศิริจันทร์ทองประเสริฐ. (2540). การวิจัยดาเนินงาน. (น.21-59) บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่นจากัก (มหาชน) กรุงเทพฯ

วินิตช่อวิเชียรและวิสุทธ์ช่อวิเชียร (2544). การประมาณราคาก่อสร้าง. ภาควิชาวิศวกรรมโยธาคณะวิศวกรรมศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยกรุงเทพฯ

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.