การประมาณต้นทุนก่อสร้างงานอาคาร โดยวิธี Risk-based parametric
Risk-based parametric building cost estimation

วสุพล กีรติรัตน์[1] ศุภณัฐ ยอแสงรัตน์[2] ศุภณัฐ วัฒนพานิช[3] และ รองศาสตราจารย์ ดร.นคร กกแก้ว[4]

[1,2,3,4] ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จ.กรุงเทพฯ

บทคัดย่อ

การประมาณราคาค่าก่อสร้างเป็นขั้นตอนสำคัญในการวางแผนการเงินและประเมินความคุ้มค่าของโครง อย่างไรก็ตามในการก่อสร้างงานทุกชนิดย่อมมีความเสี่ยงเกิดขึ้นระหว่างดำเนินงาน ทำให้ราคาค่าก่อสร้างมีความผันผวน ทำให้การประมาณราคาค่าก่อสร้างแบบปัจจุบันซึ่งแสดงเพียงค่าเป็นเลขเพียงเลขเดียว มีโอกาสในการผิดพลาดสูง ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อการวางแผนทางการเงินของโครงการ ดังนั้นหากว่าเราสามารถประเมินความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการก่อสร้างได้อย่างแม่นยำ จะช่วยให้เราสามารถวางแผนการเงินและการดำเนินงานได้อย่างถูกต้อง นำมาซึ่งความมั่นคงในการดำเนินธุรกิจงานก่อสร้าง งานวิจัยนี้เลือกใช้โครงการบ้านดีดีรักษ์ฟ้า 2 เป็นโครงการในการทำวิจัย และได้นำเสนอแบบจำลองการประมาณราคาค่าก่อสร้าง โดยใช้แบบจำลอง Monte Carlo Stimulation ในโปรแกรม MATHLAB ซึ่งคำนึงถึงความเสี่ยงจากความผันผวนของราคาวัสดุและราคาค่าแรงงานของงานคอนกรีต งานไม้แบบ และงานเหล็กเสริม เพื่อทำนายความเสี่ยงที่ราคาจะผันผวนไปจากราคาที่ได้จากการประมาณราคาแบบปกติ ผลรับที่ได้คือแบบจำลองการประมาณราคา ซึ่งใส่ค่าราคาวัสดุและราคาค่าแรงของงานคอนกรีต งานไม้แบบ และงานเหล็กเสริม จากนั้นแบบจำลอง จะแสดงเซตข้อมูลราคาค่าก่อสร้างที่มีการกระจายตัวของข้อมูลแบบต่างๆ และเปอร์เซ็นต์ร้อยละของความเสี่ยงที่ราคาจะผันผวนไปจากที่ประมาณราคาปกติ

คำสำคัญ: การประเมินราคาค่าก่อสร้าง, ความเสี่ยงในงานก่อสร้าง, Monte Carlo Stimulation

Abstract

The estimation of construction cost is considered as the crucial process of financial planning and worthwhile value of the structure. Nevertheless, the risk of construction work is unavoidable during processes, causing the fluctuation of construction cost. The estimation reflects a single number at a point of time, so it leads to the error and inaccuracy of the number which have direct impacts to the financial planning.

Therefore, during the processes, a risk assessment should be conducted with high accuracy so that it will help to prepare the financial planning and the construction process more efficiently which will further help to improve the sustainability of construction industry. The report has selected the DD Ruk Fah2 project as a study model to analyze and propose model of the cost estimation. Applying the Monte Carlo Stimulation in MATHLAB, the model regards to the risk from fluctuation of market price of materials and wages in concrete, shutter boards and steel to predict the risk of price fluctuation from the normal estimation.

According to the analysis and study model of cost estimation which enter market price of materials and labor cost in concrete, shutter boards and steel, the result reveals the data set of distributed construction cost in various patterns and percentage of the risk from price fluctuation from the normal estimation.

Key words: The estimation in construction cost, the risk of construction work, Monte Carlo Stimulation

1. บทนำ

อุตสาหกรรมก่อสร้างเป็นเป็นอุตสาหกรรมที่มีมาอย่างยาวนานและมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาประเทศ การเริ่มก่อสร้างแต่ละครั้งนั้นต้องพิจารณาหลายปัจจัย ทั้งพื้นที่ก่อสร้าง ประโยชน์ที่จะได้รับ ตลอดจนเรื่องงบประมาณในการก่อสร้าง ซึ่งใช้ในการวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุนก่อสร้าง นำมาสู่การคิดค้นวิธีการประมาณราคาก่อสร้าง โดยคำนึงถึงราคาต้นทุนและปริมาณที่ใช้ทั้งด้านวัสดุ อย่างไรก็ตามในการก่อสร้างงานทุกชนิดย่อมมีความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นระหว่างดำเนินงาน ส่งผลให้ราคาในการก่อสร้างมีความผันผวน เช่น การผันผวนของราคาวัสดุ เป็นต้น ดังนั้นการยึดเพียงตัวเลขเพียงค่าเดียวที่ได้จากการประมาณราคาแบบปกติจึงมีความผิดพลาดสูง โดยเฉพาะโครงการขนาดใหญ่ที่มีการก่อสร้างซับซ้อนย่อมมีความเสี่ยงในการดำเนินงานมากขึ้น การไม่นำความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นมาพิจารณาในการประมาณราคาโครงการอาจทำให้เกิดผลกระทบต่อการดำเนินงานในภายหลัง ดังนั้นทางคณะผู้จัดทำจึงเกิดแนวคิดที่พัฒนาวิธีการประมาณราคาก่อสร้างโดยพิจารณาถึงความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นในโครงการ เพื่อช่วยให้สามารถประเมินราคาได้อย่างแม่นยำสูงสุด

โครงงานได้เลือกใช้โครงการบ้านดีดีรักษ์ฟ้า 2 ในการศึกษา และได้สร้างแบบจำลอง Monte Carlo Stimulation โดยใช้ราคาต้นทุนวัสดุและค่าแรงของงานเหล็กเสริม งานคอนกรีตและงานไม้แบบเป็นตัวแปรที่ราคามีความผันผวน และกำหนดราคาต้นทุนงานอื่นๆ เป็นตัวแปรคงที่ราคาคงที่ ทำการแจกแจงราคาต้นทุนค่าวัสดุและค่าแรงของงานทั้ง 3 โดยใช้การแจกแจงข้อมูลแบบยูนิฟอร์ม (Uniform Distribution) การแจกแจงแบบปรกติ (Normal Distribution) และการแจกแจงแบบสามเหลี่ยม (Triangular Distribution) จากนั้นผู้วิจัยได้นำความรู้เรื่องการวิเคราะห์ความเสี่ยงมาใช้ในการวิเคราะห์เซตข้อมูลราคาค่าก่อสร้างที่ได้จากแบบจำลอง Monte Carlo Stimulation ทำให้สามารถทำนายอัตราส่วนร้อยละที่ราคาค่าก่อสร้างจะผันผวนไปจากราคาที่ได้จากการประมาณราคาอีกด้วย

ผลลัพธ์ที่ได้คือแบบจำลองราคารวมค่าก่อสร้าง ที่สามารถทำนายอัตราส่วนร้อยละของความเสี่ยงที่ราคาค่าก่อสร้างจะผันผวนไปจากราคาที่ได้จากการประมาณราคา โดยผู้ใช้งานจะต้องกรอกข้อมูลราคาต้นทุนรวมโครงการ ราคาค่าต้นทุนรวมค่าวัสดุและค่าแรง งานคอนกรีต งานไม้แบบและงานเหล็กเสริม ตามที่แสดงในใบประมาณราคา (BOQ) ที่ผู้รับเหมาเสนอมา โดยผู้ใช้งานสามารถใช้แบบจำลองดังกล่าว เพื่อคาดการช่วงราคาโครงการที่แม่นยำมากยิ่งขึ้น ทำให้สามารถบริหารเงินในการสร้างโครงการได้ดียิ่งขึ้น

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การประมาณราคาค่าก่อสร้าง

หมายถึง การคำนวณหาราคาค่าก่อสร้าง ให้มีความใกล้เคียงกับราคาจริงมากที่สุด โดยสามารถคำนวณหาได้จากการถอดแบบเพื่อหาปริมาณงานก่อสร้างทั้งหมด แล้วจึงนำมาใช้ในการคำนวณหาต้นทุนทางตรง (Direct cost) และต้นทุนทางอ้อม (Indirect cost) โดยต้นทุนทางตรงประกอบไปด้วย ต้นทุนค่าวัสดุ ต้นทุนค่าแรงงาน และต้นทุนค่าเครื่องจักร ส่วนต้นทุนทางอ้อมประกอบด้วย ต้นทุนค่าภาษี ต้นทุนค่าดำเนินงาน กำไร และอื่นๆ เป็นต้น โดยรายละเอียดทั้งหมดจะถูกรวบรวมไว้ในเอกสารที่มีชื่อเรียกว่า บัญชีแสดงปริมาณวัสดุและราคา หรือ BOQ (Bill of Quantities)

2.2 แบบจำลอง Monte Carlo Stimulation

เป็นการเลียนแบบทางสถิติ เพื่อสร้างเหตุการณ์จำลองขึ้นมาแทนเหตุการณ์จริง โดยอาศัยการสุ่มตัวอย่างซ้ำๆ และยึดสมมติฐานค่าความน่าจะเป็นของเหตุการณ์นั้นมาใช้ทดสอบทางเลือกที่ต้องการวิเคราะห์จากตัวแบบทางคณิตศาสตร์ เพื่อช่วยให้พิสูจน์ได้ว่าทางเลือกนั้นๆ มีความเป็นไปได้มากน้อยเพียงใด แทนการทดสอบจริงที่อาจใช้เวลานานและเกิดความสูญเสียจากการตัดสินใจที่ผิดพลาด

การจำลองแบบ Monte Carlo Simulation มีความยืดยืดหยุ่นสูงตามเนื้อหาที่จะทำการวิเคราะห์ และ ไม่จำเป็นต้องใช้ตัวเลขแท้จริง จึงมีประโยชน์อย่างมาก ในการลดต้นทุนทั้งเวลา และมูลค่าความเสี่ยง โดยค่าที่ได้จะมีความแม่นยำมากขึ้น ตามจำนวนครั้งในการทำซ้ำแบบจำลอง

2.3 Distribution

2.4.1 การแจกแจงแบบยูนิฟอร์ม (Uniform Distribution)

เป็นการแจกแจงตัวแปรเชิงสุ่ม ที่ค่าของตัวแปรสุ่มแต่ละค่าเกิดขึ้นด้วยความน่าจะเป็นเท่าๆ กัน เป็นกลุ่มของความน่าจะเป็นแบบสมมาตรกระจายตัวสม่ำเสมอในขอบเขตที่กำหนด เหมาะในสถานการณ์ที่ไม่ทราบตัวแปรสุ่ม แต่ทราบว่าผลลัพธ์น่าจะอยู่ในช่วงที่เป็นไปได้ของค่าสองค่า

2.4.2 การแจกแจงปรกติ (Normal Distribution)

เป็นการแจกแจงความน่าจะเป็นของค่าของตัวแปรสุ่มที่เป็นค่าแบบต่อเนื่องกระจายอยู่รอบๆ ค่าเฉลี่ยตรงกลางกระจายลดหลั่นกันไปทางด้านซ้ายและขวาในลักษณะเท่ากันหรือใกล้เคียงกันหรือสมมาตร เป็นการแจกแจงที่มีลักษณะเด่นจากทฤษฎีบทขีดจำกัดกลาง (central limit theorem) ที่กล่าวว่า ภายใต้สภาพทั่ว ๆ ค่าเฉลี่ยจากการสุ่มค่าของตัวแปรสุ่มอิสระจากการแจกแจงใดๆ ที่มีค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวนจำกัด ถ้าจำนวนการสุ่มมากพอ ค่าเฉลี่ยจะมีการแจกแจงประมาณได้เป็นการแจกแจงปรกติ

2.4.3 การแจกแจงแบบสามเหลี่ยม (Triangular Distribution)

เป็นการปรับปรุงแบบจำลองโดยใช้กระบวนการที่รู้จำกัดขอบเขตล่าง ขอบเขตบน และค่าที่เป็นไปได้มากที่สุด เพื่อตัดช่วงที่ไม่สมเหตุสมผลกับเนื้อหาที่กำลังทำการศึกษาออก การแจกแจงแบบสามเหลี่ยมมักใช้เป็นคำอธิบายเชิงอัตนัยของประชากรซึ่งมีข้อมูลตัวอย่างจำกัด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่ทราบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแต่ข้อมูลมีน้อย

2.4 Factor M

$F_{m\ (move)}$ คือ ตัวพารามิเตอร์ปรับแก้ราคาค่าก่อสร้าง เมื่อย้ายสถานที่ก่อสร้าง โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงแบบและรายการก่อสร้าง หาได้จากการคำนวณเปรียบเทียบราคา ณ เวลาและสถานที่อ้างอิง เทียบกับราคา ณ เวลาและสถานที่ก่อสร้าง โดยรายละเอียดการคำนวณ ดังต่อไปนี้

$$F_m = f_i \times f_j \times f_k \times f_n \qquad (1)$$

โดยที่ $i, j, k, \ldots n$ แทนลำดับจำนวนวัสดุที่เลือกพิจารณา

$$f_i = \left(a \times \frac{b_1}{b_2}\right) + \left(a \times \frac{c_1}{c_2}\right) \qquad (2)$$

โดยที่ a คือสัดส่วนของราคาวัสดุชนิดนั้นๆ, b_1 คือราคาของวัสดุชนิดนั้น อ้างอิงจากการสอบราคาปัจจุบัน ณ สถานที่ใหม่ที่จะก่อสร้าง, c_1 คือราคาค่าแรงงานก่อสร้าง ณ สถานที่ใหม่ที่จะก่อสร้าง, b_2 คือราคาของวัสดุชนิดนั้น อ้างอิงจากราคา ณ สถานที่เดิมที่ประเมินราคาไว้แล้ว, c_2 คือราคาค่าแรงงานก่อสร้าง ณ สถานที่เดิมที่ประเมินราคาไว้แล้ว

3. วัตถุประสงค์และขอบเขตการวิจัย

งานวิจัยนี้เลือกใช้โครงการบ้านดีดีรักษ์ฟ้า 2 เป็นโครงการในการทำวิจัย และได้นำเสนอแบบจำลองการประมาณราคาค่าก่อสร้าง โดยใช้แบบจำลอง Monte Carlo Stimulation ในโปรแกรม MATHLAB ซึ่งคำนึงถึงความเสี่ยงจากความผันผวนของราคาวัสดุและราคาค่าแรงงานของงานคอนกรีต งานไม้แบบ และงานเหล็กเสริม เพื่อทำนายความเสี่ยงที่ราคาจะผันผวนไปจากราคาที่ได้จากการประมาณราคาแบบปกติ

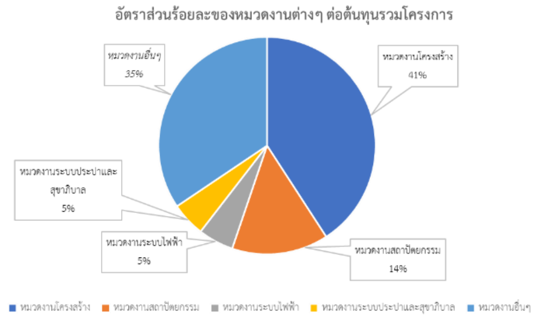
4. ผลการดำเนินงานวิจัย

4.1 การวิเคราะห์ตัวแปรหลักที่มีผลต่อต้นทุนรวมโครงการ

จากการรวบรวมข้อมูลใบประมาณราคาค่าก่อสร้าง (BOQ) โครงการบ้านดีดีรักษ์ฟ้า 2 ทั้งหมด 8 ฉบับ ทำการจำแนกประเภทต้นทุนงานก่อสร้างออกเป็นหมวดงานชนิดต่างๆ ดังต่อไปนี้

- หมวดงานโครงสร้าง ประกอบด้วย งานคอนกรีต งานไม้แบบ งานเหล็กเสริม งานโครงเหล็ก งานเสาเข็ม งานพื้นสำเร็จรูป
- หมวดงานสถาปัตยกรรม ประกอบด้วย งานก่อ งานฉาบ งานฝ้า งานสุขภัณฑ์
- หมวดงานระบบประปาและสุขาภิบาล ประกอบด้วย งานระบบประปา งานสุขาภิบาล
- หมวดงานระบบไฟฟ้า
- หมวดงานอื่นๆ

ทำการวิเคราะห์อัตราส่วนร้อยละของหมวดงานต่าง ๆ ต่อต้นทุนโครงการ และแจกแจงในรูปแผนภูมิวงกลม ดังต่อไปนี้



รูปที่ 1 อัตราส่วนร้อยละของต้นทุนของหมวดงานต่างๆ ต่อต้นทุนรวมโครงการ

ทำการคำนวณอัตราส่วนร้อยละของต้นทุนงานต่อต้นทุนโครงการรวม แสดงผลในรูปแบบแบบค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) ความแปรปรวน (Variance) และ Coefficient of variation (CV) เพื่อนำมาวิเคราะห์หาตัวแปรหลักที่ทำให้ต้นทุนรวมของโครงการมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 1 ลำดับงานที่มีอัตราส่วนต้นทุนต่อต้นทุนรวมโครงการจากมากไปน้อย

อันดับ	งาน	Mean (%ต้นทุนรวม)	Variance (%ต้นทุนรวม^2)	CV (%)
1	งานเหล็กเสริม	10.31	97.16	95.58
2	งานคอนกรีต	8.43	16.90	60.71
3	งานไม้แบบ	8.53	26.84	48.78
4	งานโครงเหล็ก	6.85	4.14	29.72
5	งานฝ้า	5.60	7.79	23.69
6	งานเสาเข็ม	5.50	1.70	23.46
7	งานระบบไฟฟ้า	5.40	6.98	39.78
8	งานฉาบ	4.36	0.70	19.23
9	งานระบบสุขาภิบาล	3.57	3.04	49.87
10	งานก่อ	3.07	1.49	62.60
11	งานระบบประปา	1.64	0.64	48.89
12	งานสุขภัณฑ์	1.34	0.71	48.88
13	งานพื้นสำเร็จรูป	1.19	0.08	48.78
14	อื่นๆ	35.74	113.38	29.79

เลือกตัวแปรที่มีผลต้นทุนรวมโครงการคือมีสัดส่วนต้นทุนของงานต่อต้นทุนรวมโครงการสูงที่สุด 3 ลำดับแรก คือ งานเหล็กเสริม งานไม้แบบ และงานคอนกรีตตามลำดับ นอกจากนี้งานทั้ง 3 งานยังมีค่าความแปรปรวน (Variance) และค่า Coefficient of variation สูง แสดงว่าข้อมูลมีความผันผวน การนำมาคิดต้นทุนจึงมีความไม่แม่นยำ ดังนั้นทางผู้วิจัยได้ทำการเลือกงานทั้ง 3 งาน เป็นตัวแปรที่มีผลต้นทุนรวมโครงการที่จะใช้ศึกษาต่อไป

4.2 การหาค่าพารามิเตอร์การเปลี่ยนแปลงต้นทุนเนื่องจากเวลาและสถานที่

ค่าพารามิเตอร์เพื่อปรับค่าต้นทุนค่าแรงและค่าวัสดุ ให้สอดคล้องกับราคาต้นทุนค่าแรงและค่าวัสดุ ณ เวลาและสถานที่ที่ต้องการศึกษา คำนวณหาอัตราส่วนต้นทุนวัสดุและค่าแรงต่อต้นทุนรวมของโครงการ โดยมีสมการที่ใช้ในการคำนวณดังต่อไปนี้

$$MR = \frac{MC}{TMC} \qquad (3)$$

$$LR = \frac{LC}{TLC} \qquad (4)$$

โดยที่ MR คืออัตราส่วนต้นทุนวัสดุต่อต้นทุนวัสดุรวม, LR คืออัตราส่วนค่าแรงงานต่อค่าแรงงานรวม, MC คือต้นทุนวัสดุของงานที่ต้องการ, LC คือค่าแรงงานของงานที่ต้องการ, TMC คือต้นทุนวัสดุรวม, TLC คือค่าแรงงานรวม

คำนวณอัตราส่วนการเปลี่ยนต้นทุนวัสดุและค่าแรงงานของปีที่แสดงในใบประมาณราคา (กรุงเทพฯ ปี 2564) และปีที่ต้องการศึกษา (กรุงเทพฯ ปี 2565) โดยมีสมการที่ใช้ในการคำนวณดังต่อไปนี้

$$MVR = \frac{\text{ต้นทุนวัสดุต่อหน่วยของปี } 2565}{\text{ต้นทุนวัสดุต่อหน่วยของปี } 2564} \quad (5)$$

$$LVR = \frac{\text{ค่าแรงงานต่อหน่วยของปี } 2565}{\text{ค่าแรงงานต่อหน่วยของปี } 2564} \quad (6)$$

โดยที่ MVR คืออัตราส่วนการเปลี่ยนแปลงต้นทุนวัสดุ, LVR คืออัตราส่วนการเปลี่ยนแปลงค่าแรงงาน

การหาค่าพารามิเตอร์การเปลี่ยนแปลงต้นทุน สำหรับปรับแก้ต้นทุนวัสดุและค่าแรง สามารถคำนวณได้โดยใช้วิธีการถ่วงน้ำหนัก แล้วนำค่าที่ได้ทั้งหมดรวมกัน ได้เป็นค่าพารามิเตอร์ปรับแก้ต้นทุนวัสดุหรือค่าแรงงานของหมวดงานที่ต้องการ โดยมีสมการที่ใช้ในการคำนวณดังต่อไปนี้

$$F.M. = \frac{(MVR)(MR)}{TMC} \quad (7)$$

$$F.L. = \frac{(LVR)(LR)}{TLC} \quad (8)$$

โดยที่ F.M. คือค่าพารามิเตอร์ปรับแก้ต้นทุนวัสดุ, F.L. คือค่าพารามิเตอร์ปรับแก้ค่าแรงงานดังต่อไปนี้

$$\text{ค่าพารามิเตอร์ปรับแก้} = \frac{\sum(F.M.)(MR)+\sum(F.L.)(LR)}{TLC} \quad (9)$$

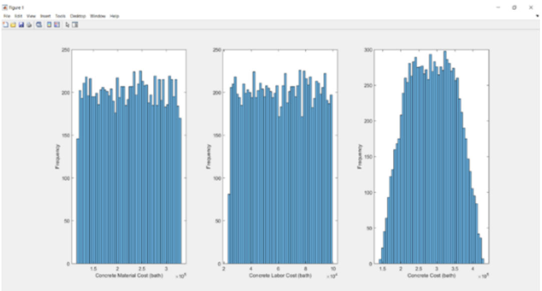
4.3 การทำนายต้นทุนการก่อสร้างโดยใช้แบบจำลอง Monte Carlo simulation

กำหนดให้ตัวแปรหลักที่มีผลต่อราคาต้นทุนรวมโครงการทั้ง 3 ตัว มีการกระจายตัวของข้อมูล (Distribution) ที่แตกต่างกันทั้งหมด 3 แบบ ได้แก่ การแจกแจงแบบยูนิฟอร์ม (Uniform Distribution) การแจกแจงแบบปรกติ (Normal Distribution) และการแจกแจงแบบสามเหลี่ยม (Triangular Distribution)

4.3.1 การแจกแจงแบบยูนิฟอร์ม (Uniform Distribution)

ฟังก์ชันที่ใช้ในการทำนายต้นทุน มีชื่อว่า projectcost1() พบว่าในส่วนของต้นทุนค่าวัสดุและค่าแรงของงานทั้ง 3 มีการกระจายตัวของข้อมูลเป็นแบบยูนิฟอร์ม (Uniform Distribution) แต่เมื่อนำเซตข้อมูลของค่าแรงและค่าวัสดุมารวมกัน เพื่อหาค่าต้นทุนรวมของหมวดงาน พบว่าเซ็ตข้อมูลที่ได้มีการกระจายตัวแบบปรกติ (Normal Distribution) ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีขีดจำกัดกลาง (The Central Limit Theorem)

อย่างไรก็ตามการแจกแจงแบบยูนิฟอร์ม (Uniform Distribution) เป็นการแจกแจงข้อมูลให้มีปริมาณเท่าๆ กันในช่วงค่าน้อยที่สุดและค่ามากที่สุด ซึ่งหากข้อมูลที่มีค่าแตกต่างกันมาก อาจทำให้เซตข้อมูลที่ได้มีช่วงค่าที่กว้างและมีความผิดพลาดสูง

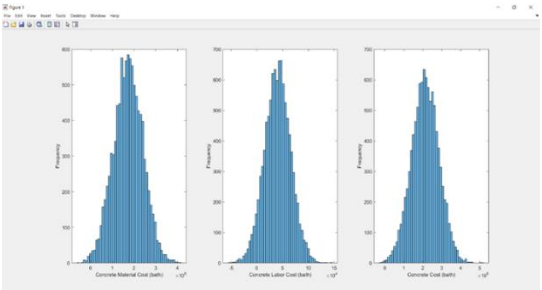


รูปที่ 2 ตัวอย่างกราฟแจกแจงแบบยูนิฟอร์ม ต้นทุนค่าวัสดุ ค่าแรงและต้นทุนรวม

4.3.2 การแจกแจงแบบปรกติ (Normal Distribution)

ฟังก์ชันที่ใช้ในการทำนายต้นทุน มีชื่อว่า projectcost2() พบว่าในส่วนของต้นทุนค่าวัสดุ ค่าแรงและต้นทุนรวมของงานทั้ง 3 มีการกระจายตัวของข้อมูลเป็นแบบปรกติ (Normal Distribution)

อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาค่าภายในเซตข้อมูลที่มีการกระจายตัวแบบปรกติ (Normal Distribution) พบว่ามีบางค่าเป็นค่าติดลบ ซึ่งราคาต้นทุนค่าวัสดุ ค่าแรงและต้นทุนรวมเป็นราคาที่เกิดขึ้นจริงในการก่อสร้าง จึงควรมีค่าเป็นค่าบวก ดังนั้นการเลือกใช้การกระจายข้อมูลแบบปรกติ (Normal Distribution) ซึ่งทำให้ข้อมูลภายในบางค่าเป็นค่าติดลบ อาจเป็นวิธีการที่ไม่เหมาะสมในการเลือกใช้

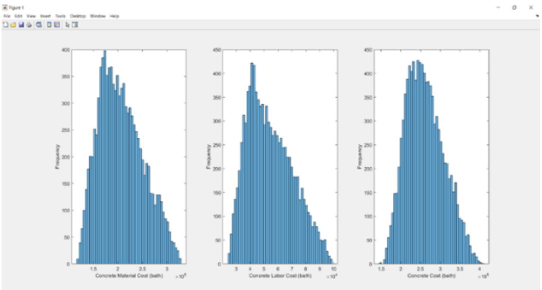


รูปที่ 3 ตัวอย่างกราฟแจกแจงแบบปกติ ต้นทุนค่าวัสดุ ค่าแรงและต้นทุนรวม

4.3.3 การแจกแจงแบบสามเหลี่ยม (Triangular Distribution)

ฟังก์ชันที่ใช้ในการทำนายต้นทุน มีชื่อว่า projectcost3() พบว่าในส่วนของต้นทุนค่าวัสดุ ค่าแรงและต้นทุนรวมของงานทั้ง 3 มีการกระจายตัวของข้อมูลเป็นแบบสามเหลี่ยม (Triangular Distribution)

อย่างไรก็ตามการแจกแจงแบบสามเหลี่ยม (Triangular Distribution) เป็นการแจกแจงข้อมูลให้มีค่าในช่วงค่าน้อยที่สุดและค่ามากที่สุดและมีจุดยอดของสามเหลี่ยมตรงค่าเฉลี่ยของข้อมูล ซึ่งหากมีค่าที่มากเกินไปหรือน้อยเกินไปที่โดดจากค่าอื่นๆ (Outlier) อาจทำให้การแจกแจงแบบสามเหลี่ยมที่มีค่าจุดยอดที่ค่าเฉลี่ยข้อมูล มีลักษณะเป็นสามเหลียมที่ไม่สมมาตร



รูปที่ 4 ตัวอย่างกราฟแจกแจงแบบสามเหลี่ยม ต้นทุนค่าวัสดุ ค่าแรง ต้นทุนรวม

4.3.3 ตรวจสอบความแม่นยำของฟังก์ชันการแจกแจงข้อมูลแบบต่างๆ

ตารางที่ 2 สรุปค่าความแตกต่างราคาต้นทุนจากใบประมาณราคาและแบบจำลอง (%) ของเซตข้อมูลที่มีการกระจายตัวของข้อมูลแบบต่างๆ

การกระจายตัวข้อมูล	ความต่างราคาต้นทุนจากใบประมาณราคาและแบบจำลอง (%)			
	ต้นทุนรวม	ต้นทุนเหล็กเสริม	ต้นทุนไม้แบบ	ต้นทุนคอนกรีต
Uniform Distribution	0.3531	0.1671	0.5515	2.3928
Normal Distribution	0.0022	0.3918	0.1249	0.3689
Triangular Distribution	1.1636	0.0823	0.1937	1.4582

จากตาราง 2 พบว่าการแจกแจงข้อมูลแบบปรกติมีค่าความแตกต่างราคาต้นทุนจากใบประมาณราคาและแบบจำลอง (%) ต่ำที่สุด แสดงว่าข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองมีความแม่นยำสูงที่สุด รองลงมาคือการแจกแจงแบบยูนิฟอร์ม และการแจกแจงแบบสามเหลี่ยม ตามลำดับ

4.4 การหาค่า Factor F และการคำนวณราคาค่าก่อสร้างโครงการ

เนื่องจากโครงการที่เลือกใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้เป็นโครงการของทางภาครัฐ การคำนวณราคารวมค่าก่อสร้างสามารถหาได้จาก ผลคูณของราคาต้นทุนรวมโครงการและค่า Factor F อย่างไรก็ตามค่าต้นทุนรวมโครงการที่ได้จากหัวข้อ 4.3 เป็นเซ็ตข้อมูลที่มีการกระจายตัว ส่งผลให้ค่า Factor F มีมูลค่าเปลี่ยนแปลงตามค่าต้นทุนรวมโครงการแต่ละค่า จึงต้องมีการสร้างวิธีการในการหาค่า Factor F สำหรับต้นทุนรวมโครงการแต่ละค่า โดยใช้ฟังก์ชัน VLOOKUP ในโปรแกรม Microsoft Excel (.xls.) ในการหาค่า

$$\text{ราคารวมก่อสร้าง} = \text{ต้นทุนรวม} \times \text{Factor F} \qquad (10)$$

โดย ต้นทุนรวม คือต้นทุนรวมโครงการที่หาได้จากหัวข้อ 4.3 และมีการกระจาบตัวของข้อมูลแบบต่างๆ, Factor F ค่าที่เปลี่ยนตามต้นทุนรวม

4.5 การประมาณความเสี่ยงที่เกิดจากการผันผวนของราคาค่าก่อสร้าง

เนื่องจากในการก่อสร้างสิ่งปลูกสร้างทุกชนิดย่อมมีความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นระหว่างดำเนินงาน ส่งผลให้ราคาในการก่อสร้างมีความผันผวน การยึดเพียงตัวเลขเพียงค่าเดียวตามที่แสดงในใบประมาณราคา (BOQ) ที่ได้จากการประมาณราคาแบบปกติจึงมีความผิดพลาดสูง จึงได้ทำการวิเคราะห์ความเสี่ยงที่ราคาจะผันผวน โดยใช้เซตข้อมูลราคาค่าก่อสร้างโครงการที่ได้จากแบบจำลอง Monte Carlo simulation ซึ่งมีการกระจายตัวของข้อมูล (Distribution) แบบต่างๆ ในการวิเคราะห์ ฟังก์ชันที่ใช้ในการทำนายต้นทุน มีชื่อว่า projectrisk(data,form) โดย data คือข้อมูลราคาค่าก่อสร้างที่ได้จากหัวข้อ 4.4 และ form คือรูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล โดย เลข 1 แทนการกระจายตัวแบบยูนิฟอร์ม เลข 2 แทนการกระจายตัวปรกติ และเลข 3 แทนการกระจายตัวแบบสามเหลี่ยม

4.5.1 การแจกแจงแบบยูนิฟอร์ม (Uniform Distribution)

ผลการวิเคราะห์ความเสี่ยงแสดงดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3 ความเสี่ยงการผันผวนราคารวม การกระจายข้อมูลแบบยูนิฟอร์ม

การวิเคราะห์ความเสี่ยง	ผลลัพธ์
ความเสี่ยงที่ราคาค่าก่อสร้างจะมากกว่าค่าเฉลี่ย 5%	31.37%
ความเสี่ยงที่ราคาค่าก่อสร้างจะน้อยกว่าค่าเฉลี่ย 5%	31.48%
ความเสี่ยงที่ราคาค่าก่อสร้างจะมากกว่าค่าเฉลี่ย 10%	14.18%
ความเสี่ยงที่ราคาค่าก่อสร้างจะน้อยกว่าค่าเฉลี่ย 10%	13.74%
ราคาค่าก่อสร้างในช่วงความเชื่อมั่น 90% (บาท)	3,287,198.41 – 4,343,159.20
ราคาค่าก่อสร้างในช่วงความเชื่อมั่น 95% (บาท)	3,214,631.71 – 4,410,600.28
ความเสี่ยงที่ราคาค่าก่อสร้างจะเกินค่าก่อสร้างที่เราต้องการวิเคราะห์ ที่ราคา 4,000,000.00	31.89%

4.5.2 การแจกแจงแบบปรกติ (Normal Distribution)

ผลการวิเคราะห์ความเสี่ยงแสดงดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4 ความเสี่ยงการผันผวนราคารวม การกระจายข้อมูลแบบปรกติ

การวิเคราะห์ความเสี่ยง	ผลลัพธ์
ความเสี่ยงที่ราคาค่าก่อสร้างจะมากกว่าค่าเฉลี่ย 5%	33.25%
ความเสี่ยงที่ราคาค่าก่อสร้างจะน้อยกว่าค่าเฉลี่ย 5%	33.60%
ความเสี่ยงที่ราคาค่าก่อสร้างจะมากกว่าค่าเฉลี่ย 10%	20.01%
ความเสี่ยงที่ราคาค่าก่อสร้างจะน้อยกว่าค่าเฉลี่ย 10%	19.53%
ราคาค่าก่อสร้างในช่วงความเชื่อมั่น 90% (บาท)	2,707,262.54 – 4,022,671.58
ราคาค่าก่อสร้างในช่วงความเชื่อมั่น 95% (บาท)	2,577,450.26 – 4,138,072.86
ความเสี่ยงที่ราคาค่าก่อสร้างจะเกินค่าก่อสร้างที่เราต้องการวิเคราะห์ ที่ราคา 4,000,000.00	5.67%

4.5.3 การแจกแจงแบบสามเหลี่ยม (Triangular Distribution)

ผลการวิเคราะห์ความเสี่ยงแสดงดังต่อไปนี้

ตารางที่ 5 ความเสี่ยงการผันผวนราคารวม การกระจายข้อมูลแบบสามเหลี่ยม

การวิเคราะห์ความเสี่ยง	ผลลัพธ์
ความเสี่ยงที่ราคาค่าก่อสร้างจะมากกว่าค่าเฉลี่ย 5%	18.00%
ความเสี่ยงที่ราคาค่าก่อสร้างจะน้อยกว่าค่าเฉลี่ย 5%	33.86%
ความเสี่ยงที่ราคาค่าก่อสร้างจะมากกว่าค่าเฉลี่ย 10%	5.46%
ความเสี่ยงที่ราคาค่าก่อสร้างจะน้อยกว่าค่าเฉลี่ย 10%	8.97%
ราคาค่าก่อสร้างในช่วงความเชื่อมั่น 90% (บาท)	3,302,742.12 – 4,112,757.04
ราคาค่าก่อสร้างในช่วงความเชื่อมั่น 95% (บาท)	3,245,114.85 – 4,186,849.85
ความเสี่ยงที่ราคาค่าก่อสร้างจะเกินค่าก่อสร้างที่เราต้องการวิเคราะห์ ที่ราคา 4,000,000.00	11.43%

จากตารางที่ 3 4 5 พบว่าค่าความเสี่ยงที่ราคาค่าก่อสร้างจะมากกว่าและน้อยกว่า 5% หรือ 10% ของการกระจายข้อมูลแบบสามเหลียมมีค่าต่ำที่สุด เนื่องจากการกระจายข้อมูลแบบสามเหลี่ยมเป็นการกระจายข้อมูลปริมาณมากไว้บริเวณจุดยอดของสามเหลี่ยมหรือค่าเฉลี่ยของข้อมูล และกระจายตัวน้อยลงเรื่อย ๆ จนถึงขอบเขตค่ามากที่สุดและค่าน้อยที่สุดของการกระจายตัวแบบสามเหลี่ยม รองลงมาคือการกระจายตัวของข้อมูลแบบยูนิฟอร์ม ซึ่งมีการกระจายของข้อมูลในปริมาณที่เท่า ๆ กันในแต่ละค่าภายในขอบเขตค่าน้อยที่สุดถึงค่ามากที่สุด และลำดับสุดท้ายคือการกระจายตัวแบบปรกติ ซึ่งแจกแจงข้อมูลแบบไม่มีขอบเขตกำหนด ทำให้มีค่ากระจายกว้างกว่าการกระจายข้อมูลแบบอื่น

5. สรุปผลการศึกษา

เมื่อพิจารณาราคาค่าก่อสร้างที่มีการแจกแจงข้อมูลแบบปรกติ ภายในเซตข้อมูลค่าต้นทุนวัสดุและค่าแรงงาน ตลอดจนต้นทุนรวมค่าก่อสร้างมีบางข้อมูลเป็นค่าเป็นค่าติดลบ เนื่องจากการกระจายตัวแบบปรกติไม่มีขอบเขตของข้อมูลที่ชัดเจน ทำให้มีค่าติดลบได้ในบางค่า อย่างไรก็ตามราคาต้นทุนค่าวัสดุ ค่าแรงและต้นทุนรวมเป็นราคาที่เกิดขึ้นจริงในการก่อสร้าง จึงควรมีค่าเป็นค่าบวก ดังนั้นการเลือกใช้การกระจายข้อมูลแบบปรกติ ซึ่งทำให้ข้อมูลภายในบางค่าเป็นค่าติดลบ จึงเป็นวิธีที่ไม่เหมาะสมในการเลือกใช้

ในส่วนของการกระจายตัวของข้อมูลแบบยูนิฟอร์ม และการกระจายตัวแบบสามเหลี่ยม เป็นการกระจายตัวที่มีขอบเขตภายในค่าน้อยที่สุดถึงค่ามากที่สุด แต่การกระจายตัวแบบสามเหลี่ยมจะมีการกระจายตัวของข้อมูลบริเวณจุดยอดของสามเหลี่ยมหรือค่าเฉลี่ยข้อมูลสูงกว่าบริเวณขอบเขตข้อมูล ซึ่งเป็นการให้ความสำคัญกับข้อมูลที่มีค่าใกล้เคียงค่าเฉลี่ยหรือค่าที่มีความเป็นไปได้ที่สุดของข้อมูล (Most likely) ซึ่งมีพิจารณาค่าความแตกต่างของราคาต้นทุนรวมจากใบประมาณราคาและแบบจำลอง (%) ของการแจกแจงแบบยูนิฟอร์มและแบบสามเหลี่ยม มีค่าเท่ากับ 0.3531% และ 1.1636% ตามลำดับซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาค่าความแตกต่างของราคาต้นทุนงานทั้งสาม พบว่าการแจกแจงแบบสามเหลี่ยมมีค่าความแตกต่างน้อยกว่าการกระจายแบบยูนิฟอร์ม จากเหตุผลข้างต้นจึงสรุปได้ว่าการกระจายตัวแบบสามเหลี่ยม (Triangular Distribution) มีความเหมาะสมมากกว่าแบบยูนิฟอร์ม (Uniform Distribution)

6. ข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนา

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ถือเป็นการศึกษาทางเลือกหนึ่งในการประมาณราคาค่าก่อสร้าง และการประเมิณความเสี่ยงในการผันผวนของราคาค่าก่อสร้าง โดยเลือกโครงการบ้านดีดีรักษ์ฟ้า 2 ในการศึกษา และใช้ใบประมาณราคาค่าก่อสร้างของโครงการดังกล่าวจำนวณ 8 ฉบับเป็นข้อมูลในการสร้างแบบจำลอง ซึ่งหากต้องการเพิ่มค่าความแม่นยำของแบบจำลองสามารถทำได้โดยการเพิ่มจำนวณข้อมูลที่ใช้ในการทดลอง

7. กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เรื่องนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้เนื่องจากได้รับความช่วยเหลือและความอนุเคราะห์จาก รองศาสตราจารย์ ดร.นคร กกแก้ว ผู้เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา รวมถึงอาจารย์ประจำภาควิชาโยธาทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำและแนะแนวทางเพื่อปรับปรุง และพัฒนาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบพระคุณข้อมูลจากหน่วยงานกรมบัญชีกลางและผู้ออกแบบโครงการบ้านดีดีรักษ์ฟ้า 2 รวมไปถึงข้อมูลการประมาณราคางานก่อสร้างจากโปรเจค วิชาวิศวกรรมการก่อสร้างและการประมาณต้นทุนการก่อสร้าง ปีการศึกษา 2564 ที่เป็นข้อมูลในการศึกษาวิเคราะห์ และการสร้างแบบจำลองการประมาณราคา เพื่อจัดทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นอย่างสูง

8. เอกสารอ้างอิง

[1] Buchholtz., Jeffrey D. (2016). An Investigation in Construction Cost Estimation Using a Monte Carlo Simulation. Theses and Dissertations. 281, https://scholar.afit.edu/etd/281

[2] Casella, George; Berger, Roger L. (2001). Statistical inference (2nd ed.). Duxbury.

[3] Geisser, S. (2006), โหมดการ Parametric สถิติอนุมาน , John Wiley& Sons: https://hmong.in.th/wiki/Parametric_statistics

[4] NDOT., (2021). Risk Management and Risk-Based Cost Estimation Guidelines. RBE Guideline, Nevada Department of Transportation.

[5] กรมบัญชีกลาง. (2563). การปรับปรุงอัตราดอกเบี้ยเงินกู้สำหรับใช้เป็นเกณฑ์ราคากลางงานก่อสร้าง. สืบค้นเมื่อ 22 มกราคม 2565. https://ddc.moph.go.th/uploads/ckeditor2/files/Factor_F_y2563.pdf

[6] กองมาตรฐานราคากลาง. (2565). ราคาวัสดุก่อสร้าง ส่วนกลาง. สืบค้นเมื่อ24 มกราคม 2565. http://www.price.moc.go.th/price/struct/index_new.asp

[7] รายวิชาวิศวกรรมการก่อสร้างและการประมาณต้นทุนการก่อสร้าง. (2564). งานถอดแบบราคาค่าก่อสร้างบ้านดีดี รักษ์ฟ้า2. Term project. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.