

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะทำการศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการประมาณราคาก่อสร้าง และทฤษฎีที่จะต้องนำมาช่วยในวิเคราะห์ของผลของการวิจัย รวมไปถึงผลงานวิจัยที่ผ่านมาทั้งงานวิจัยในประเทศ และงานวิจัยในต่างประเทศ เพื่อที่จะสามารถใช้เป็นแนวทางในการที่จะทำไปพัฒนาการศึกษาสัดส่วนขององค์ประกอบสำคัญในงานก่อสร้างอาคารพักอาศัยบ้านเดี่ยวและทาวน์เฮ้าส์

2.1 ทฤษฎีเบื้องต้น

ในการวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาทฤษฎี ที่เกี่ยวข้องต่างๆซึ่งจะนำหลักการและแนวทางของทฤษฎีที่ได้ทำการศึกษามานี้เพื่อไปใช้ในการวิจัยต่อไป โดยจะแบ่งเป็นส่วนหลักๆได้แก่

1. ทฤษฎีของการประมาณราคา
2. ทฤษฎีการวิเคราะห์อัตราส่วน
3. หลักสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์

2.1.1 ทฤษฎีของการประมาณราคา

การประมาณราคา[3] ตรงกับภาษาอังกฤษว่า “Estimate” ซึ่งแปลว่าการกะประมาณ ติราคา คาดคะเน และวิเคราะห์ ซึ่งความหมายในที่นี้จะเป็นที่เข้าใจว่า การประมาณราคาที่ใกล้เคียงกับค่าใช้จ่ายสำหรับงานจริงมากที่สุด

การประมาณราคา[4] หมายถึง “การคำนวณหาปริมาณและราคาของวัสดุก่อสร้าง ค่าแรงงานและค่าใช้จ่ายอื่นที่ควรจะเป็น สำหรับงานก่อสร้างหนึ่ง โดยอาศัยหลักวิชาและข้อเท็จจริงของท้องตลาดร่วมกับวิชาสถิติ ราคาก่อสร้างที่ประมาณได้จึงไม่ใช่ราคาที่แท้จริงหรือตรงกับราคาก่อสร้างจริง แต่อาจจะใกล้เคียงกับราคาก่อสร้างจริงทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของผู้ประมาณราคา”

2.1.1.1 คุณสมบัติของผู้ประมาณการที่ดี [5],[6]

ผู้ประมาณราคา ต้องมีความรู้ความสามารถในหลายด้านซึ่งต้องใช้ความรู้ความชำนาญและประสบการณ์ รวมทั้งมีเทคนิคเฉพาะตัวอย่างสูง ซึ่งจะได้มาซึ่งราคาที่ใกล้เคียงในการก่อสร้างจริงมากที่สุด ดังนั้นคุณสมบัติของผู้ประมาณราคาควรมีดังนี้

1. มีความรู้และมีความเข้าใจในการอ่านแบบก่อสร้าง รายการวัสดุก่อสร้างและสัญญาที่ทำการก่อสร้าง
2. มีความชำนาญในเรื่องก่อสร้างและควบคุมงานเป็นอย่างดี สามารถเรียบเรียงลำดับก่อนหลังหรือขั้นตอนของงานก่อสร้าง ตลอดจนความสามารถของคณงานเพราะจะสามารถเลือกวิธีทำงานที่ใช้คนงานน้อย งานเสร็จเร็ว ซึ่งทำให้ราคาค่าก่อสร้างถูกลง
3. มีความรู้ในเรื่องวัสดุก่อสร้างเป็นอย่างดี ทั้งในด้านของกำลังของวัสดุ ราคาวัสดุ และแหล่งผลิต
4. มีการวินิจฉัยที่ดีเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม เช่น คณงานท้องถิ่น ค่าแรงแพง แต่ประสิทธิภาพสูงหรือราคาถูกแต่ประสิทธิภาพต่ำ
5. มีความรู้หลักการและวิธีการประมาณราคาที่ถูกต้อง และเหมาะสม สามารถเลือกใช้วิธีการประมาณราคานำมาประยุกต์ได้อย่างเหมาะสม
6. มีความละเอียด สุขุมรอบคอบ และมีความมั่นใจตลอดจนความสนใจเกี่ยวกับสถิติ
7. สนใจรวบรวมและปรับปรุง สถิติ อัตราส่วน (Ratio) ต่างๆ, ตารางช่วยการประมาณการ, ชนิด และราคาวัสดุก่อสร้าง ฯลฯ

จากคุณสมบัติที่กล่าวมา เป็นเพียงคุณสมบัติเพียงบางส่วนที่ผู้ประมาณราคาที่ดี ส่วนใหญ่มีความจำเป็นต้องมีไม่มากนักน้อย แต่ทั้งนี้มิใช่ว่าถ้ามีคุณสมบัติทั้ง 7 ประการนี้จะสามารถประมาณราคาได้ใกล้เคียงกับความจริงมากที่สุด แต่ยังคงจะต้องอาศัยประสบการณ์ในด้านนี้อีกด้วย

2.1.1.2 วิธีประมาณการ [6]

การประมาณการในงานก่อสร้าง โดยทั่วไปมี 2 ประเภทคือ

1. การประมาณราคาขั้นต้น (Preliminary Construction Cost Estimating)
2. การประมาณราคาอย่างละเอียด (Professional Construction Cost Estimating)

1. การประมาณราคาขั้นต้น

การประมาณราคาขั้นต้น เป็นการประมาณแบบหยาบๆ เนื่องจากแบบและรายละเอียดที่มีอยู่ในการประมาณราคานั้นขาดความสมบูรณ์ ส่วนใหญ่มักจะใช้สำหรับการเริ่มโครงการใหม่ โดยวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดงบประมาณราคาก่อสร้าง โดยจะใช้เพียงแบบร่างในการประมาณราคาหรืออาจจะนำราคาที่ได้จากการประมาณราคาขั้นต้นนี้ไปใช้ในการศึกษาความเป็นไปได้โครงการก่อนที่จะเริ่มดำเนินการในส่วนอื่นๆ โดยที่การประมาณราคาขั้นต้นนี้จะเป็นการประมาณราคาที่ใช้ราคาเทียบต่อหน่วยเป็นหลัก โดยหน่วยที่นิยมใช้กันอยู่มี 3 แบบด้วยกันคือ

ก. ใช้ราคาต่อหน่วยพื้นที่ใช้สอย เป็นวิธีที่นิยมกันอย่างมาก โดยในการประมาณราคาโดยราคาต่อหน่วยพื้นที่ใช้สอยจะเป็นการรวบรวมสถิติราคาก่อสร้างเฉลี่ยต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร ซึ่งข้อมูลที่น่ามาเก็บเป็นสถิติ ควรจะมารวบรวมถึงเงื่อนไขในการก่อสร้าง ลักษณะของแบบโครงสร้าง งานตกแต่ง วัสดุฯ ตัวอย่างเช่น

- งานก่อสร้างบ้านพักอาศัย 2 ชั้น ได้มีการรวบรวมสถิติ โดยแบ่งแยกตามลักษณะการตกแต่ง 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ

กลุ่มที่ 1 มีค่าก่อสร้างต่อตารางเมตร = 12,000 บาท

กลุ่มที่ 2 มีค่าก่อสร้างต่อตารางเมตร = 12,500 บาท

เมื่อมีผู้ต้องการก่อสร้างบ้าน ก็จะนำแบบที่ได้มาแบบคร่าวๆ มาแล้วเทียบลักษณะการตกแต่งว่าอยู่ในกลุ่มใด สมมติว่าอยู่ในกลุ่มที่ 1 เมื่อวัดพื้นที่ใช้สอยปรากฏว่า มีพื้นที่ใช้สอย 300 ตารางเมตร ก็จะทำการประมาณราคาขั้นต้นก็จะได้ว่า

บ้านที่มีพื้นที่ใช้สอย 300 ตารางเมตรที่จะนำไปสร้างนั้นควรมีค่าใช้จ่าย

$$= 12,000 \times 300 = 3,600,000 \text{ บาท}$$

ข. การประมาณราคาโดยใช้ปริมาตร วิธีนี้จะลักษณะคล้ายกับการคิดราคาต่อพื้นที่ เพียงแต่จะใช้ราคาต่อหน่วยปริมาตร แทนพื้นที่ ซึ่งอาคารที่จะนำมาคิดควรจะเป็นอาคารที่มีลักษณะที่มีโครงสร้างสูงโล่ง เช่น อาคารโรงอาหาร สนามกีฬาในร่ม หรือเป็นงานที่มีการกำหนดขนาดเป็นปริมาตรความจุ เช่น ถังเก็บน้ำ สระว่ายน้ำ เป็นต้น โดยกำหนดการคิดปริมาตรความจุของงานนั้นๆ เป็นลูกบาศก์เมตร เช่น

- ต้องการสร้างถังเก็บน้ำขนาด 3,000 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งจากการเก็บข้อมูลปรากฏว่า

ในงานก่อสร้างประเภทถังเก็บน้ำนี้มีค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างต่อลูกบาศก์เมตร = 5,000 บาท เพราะฉะนั้นในการก่อสร้างถังเก็บน้ำนี้เมื่อประมาณราคาโดยใช้วิธีประมาณราคาโดยใช้ปริมาตรจะมี ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง = $3,000 \times 5,000 = 15,000,000$ บาท

ค. การประมาณ โดยหน่วยของการใช้ เช่น การประมาณราคาโรงแรมระดับกลาง ห้องปรับ อากาศ อพาร์ทเมนต์ หรือห้องพัก โรงพยาบาล โดยในการประมาณราคาโดยหน่วยของการใช้นี้จำทำ การเก็บรวบรวมค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างแล้วนำมาคิดค่าเฉลี่ยราคาค่าก่อสร้างทั้งหมดต่อ องค์ประกอบหลักๆหรือสิ่งอำนวยความสะดวกของสิ่งก่อสร้าง ได้แก่ ในโรงพยาบาล ก็จะคิดเป็น ค่าเฉลี่ยต่อเตียง ในห้องพักหรือ อพาร์ทเมนต์ ก็จะทำการคิดค่าเฉลี่ยต่อห้อง เช่น

-ในการสร้างอพาร์ทเมนต์32 ห้อง โดยจากตัวเลขประมาณการเฉลี่ยค่าก่อสร้างจาก

ข้อมูลในอดีตมีค่าเฉลี่ย 150,000 บาทต่อห้อง เพราะฉะนั้นในการสร้างอพาร์ทเมนต์หลังนี้ สามารถ ประเมินค่าใช้จ่ายที่เกิดโดยการประมาณ โดยหน่วยของการใช้ได้ = $32 \times 150,000 = 4,800,000$ บาท

2. การประมาณราคาอย่างละเอียด

ในการประมาณราคาอย่างละเอียดหมายถึง การประมาณราคาเมื่อแบบ (Drawing)และรายการก่อสร้าง (Specifications) เรียบร้อยสมบูรณ์ แล้วทำการประมาณราคาโดยจะแบ่งว่าแต่ละงานของการก่อสร้าง นั้น จะมีปริมาณงานของงานต่างๆ เป็นจำนวนเท่าใด ซึ่งจะกล่าวโดยละเอียด แยกตามลักษณะงาน ก่อสร้างต่อไป

2.1.1.3 ข้อผิดพลาดในการประมาณการ [7]

เพื่อให้การประมาณการมีข้อผิดพลาดน้อยที่สุด หรือไม่ผิดพลาด จึงขอแนะนำข้อผิดพลาดในการประมาณการเท่าที่พบ ซึ่งบางข้อก็พบในขณะประมาณการ บางข้อก็พบต่อเมื่อได้งานก่อสร้างและเริ่มก่อสร้างแล้ว ซึ่งทำให้เสียหายมาก จึงรวบรวมมาเพื่อเป็นข้อเตือนใจผู้ประมาณการดังนี้

1. ข้อผิดพลาดเนื่องจากผู้ประมาณการ ซึ่งได้แก่

ก. คิดตกหล่นจาก แบบ (Drawing) ส่วนมากในแผนที่แสดงรายละเอียด (Details) มักจะแสดงหลายรูปนอกจากรูปแล้วยังมีข้อความซึ่ง ซ้อนกันไปมาทำให้ผู้ประมาณการเมื่ออ่านแบบมาจนถึงรายละเอียดก็มีโอกาสที่จะ “ตาลาย” ได้ ทำให้ข้ามแบบหรือข้อความบางอย่างไปได้ นอกจากนี้ในงานก่อสร้างบางอย่างมีการก่อสร้างซ้ำ เช่น อาคารหลายๆ ชั้น มักจะระบุในแบบว่าเป็นแบบของชั้นที่ 2 ถึง ชั้นสูงสุด อาจจะนับชั้นพลาดได้ หรือคำนวณใน 1 ชั้นพลาดไปเล็กน้อย แต่เมื่อคูณด้วยจำนวน 8 ชั้น ตัวเลขที่พลาดก็จะเพิ่มขึ้น ผู้ประมาณการจึงต้องระวัง แบบทุกหน้าที่ต้องดูนั้น ควรทำเครื่องหมายตรงที่รูปที่ข้อความว่า ได้นำมาคิดแล้ว

ในรายการก่อสร้าง (Specification) เงื่อนไข รายละเอียด สัญญาก่อสร้าง ฯลฯ ก็ต้องพิจารณาให้ละเอียดถี่ถ้วน ข้อความบางข้อที่ผิดแปลกไปจากปกติ หรืองานอ่านที่พบ ก็ควรขีดเส้นเป็นการเน้น โดยเฉพาะข้อความที่จะทำให้เสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น

ข. ยกตัวเลขผิด ในงานประมาณการต้องคำนวณราคาหลายงาน และต้องรวมงานในแต่ละงาน ซึ่งเป็นตัวเลขต่างๆ มารวมเข้ากลุ่มงานเดียวกัน จากกลุ่มงานก็ยกมารวมในใบสรุปอีก จึงมีโอกาที่จะยกตัวเลขมารวมผิดได้ ผู้ประมาณการต้องใช้ความระมัดระวังด้วยอีกประการหนึ่งว่าการเขียนตัวเลขก็มีโอกาสทำให้ยกตัวเลขผิดได้ ถ้าเขียนไม่ชัดเจน เช่น เขียนเลข 7 แล้วดูเป็นเลข 1 ฯลฯ ในกรณีเช่นนี้ควรใช้ตารางกรอกตัวเลขเข้าช่วยในการประมาณการด้วย

ค. คิดผิดหลักในการก่อสร้าง ในงานประมาณการ ถ้าผู้ประมาณการขาดความรู้ในการก่อสร้างแล้วจะมีโอกาสผิดพลาดได้ เช่น ได้หน้าต่าส่วนนั้นจะเป็นผนังก่ออิฐ และมีทับหลัง ค.ส.ล. หรือ ผนังก่ออิฐแผงใหญ่ก็ต้องมีทับหลัง หรือเสาเอ็น ค.ส.ล. ด้วย เมื่อไม่มีความรู้ในงานก่อสร้างจึงไม่ได้คิด ซึ่งในรายการก่อสร้างหรือแบบอาจจะไม่ได้ระบุไว้ หรือในการประมาณการของงานฐานราก ซึ่งส่วนมากมักจะมีทรายถมแน่น หรือลูกรังถมแน่น ที่ได้ฐานรากก็คิดพื้นที่ ที่จะถมเต็มเท่าขนาดหลุม ไม่ใช่คิดเท่าขนาดฐานรากเพราะขนาดหลุมปกติต้องใหญ่กว่าฐานราก เพื่อให้ตั้งแบบด้านข้างได้

ง. คิดราคาผิด ส่วนมากจะมีสาเหตุมาจากไม่ได้สืบราคาให้แน่นอน จึงจำเป็นต้องสืบราคาก่อนคำนวณทุกครั้ง โดยเฉพาะรายการที่มีปริมาณงานมาก เช่น งานไม้ปาร์เก้มีปริมาณ 800 ตารางเมตร ถ้ากำหนดราคาไปโดยไม่ได้สืบราคาก็จะทำให้พลาดได้เนื่องจากมีจำนวนมาก การสืบราคาก็ควรสืบหลายแห่ง เพื่อเป็นการตรวจสอบความถูกต้องแน่นอน และสามารถทำให้ได้ราคาที่ถูกต้องที่สุดได้ นอกจากนี้งานที่ไม่เคยทำมาก่อน ก็ต้องตรวจสอบวิธีทำงานและราคาให้คิดจะได้ประมาณการได้ถูกต้อง

จ. ขาดความรู้เกี่ยวกับวัสดุก่อสร้าง เช่น คิดปริมาณงานกระจก โดยการนำขนาดที่คำนวณได้จากแบบ มาคูณ เพื่อหาพื้นที่เป็นตารางฟุต วิธีที่ถูกต้องคือ ต้องพิจารณาขนาดกระจกให้เป็นไปตามที่ขายในท้องตลาด คือ คิดครั้งละ $\frac{1}{2}$ ฟุต ถ้าต่ำกว่า $\frac{1}{2}$ ฟุต แล้วจึงนำมาคูณกันเพื่อหาพื้นที่ เช่น กระจกใช้ขนาด 0.38 x 0.50 เมตร ต้องเป็นขนาด $2\frac{1}{2}$ ฟุต x 3 ฟุต ซึ่งได้เท่ากับ $7\frac{1}{2}$ ตารางฟุต

2. ข้อผิดพลาดพลาดเนื่องจากแบบ รายการ เงื่อนไข

ก. แบบมีรายละเอียดไม่ครบ

ข. แบบไม่ชัดเจน แบบที่ใช้ประมูล บางงานเป็นแบบที่ใช้พิมพ์เขียวมาหลายครั้งทำให้ไม่ชัดเจน หรือเนื่องจากพิมพ์เขียวไม่ชัดเจนเท่าที่ควร (กระดาดย่น น้ำยาเก่า เครื่องเก่า) ทำให้อ่านไม่ออก ต้องถามเจ้าของแบบ

ค. รายการหรือเงื่อนไขกำหนดค่ารวม อ่านไม่เข้าใจว่าเจ้าของงานต้องการให้ทำอย่างไร หรือระบุรายละเอียดของอุปกรณ์ เครื่องมือ บางอย่างไม่ชัดเจน หรือไม่มีจำหน่ายในท้องตลาด หรือวัสดุบางอย่างเดิมเคยมีแต่ปัจจุบันเลิกจำหน่ายแล้ว

ความผิดพลาดที่กล่าวมาแล้วนั้น เป็นความผิดพลาดก่อนที่จะก่อสร้าง ถ้าประมูลงานได้ ค่าใช้จ่ายต่างๆ รวมทั้งค่าวัสดุและแรงงานอาจจะเกินกว่าที่ประมาณการไว้มาก ซึ่งต้องพิจารณาด้วยว่าเป็นผลมาจากการประมาณการผิด หรือเนื่องจากเหตุอื่นที่สุจริตที่สุดที่รู้ล่วงหน้าได้ เช่น งานล่าช้า เพราะมีอุปสรรคจากธรรมชาติ เครื่องมือหรืออุปกรณ์ก่อสร้างเสียหายใช้การไม่ได้ วัสดุก่อสร้างขาดตลาด (เนื่องจากผู้ผลิตต้องการปรับปรุงราคา) ค่าวัสดุหรือค่าแรงงานไม่เป็นไปตามที่ตกลงกันไว้ เป็นต้น

2.1.2 ทฤษฎีการวิเคราะห์อัตราส่วน [7]

ในการประมาณการ เมื่อถึงจุดที่ควรวิเคราะห์อัตราส่วนของรายการ 2 รายการ ก็ควรจะคำนวณหาอัตราส่วนดังกล่าวด้วย เพื่อตรวจสอบการประมาณการว่าผิดพลาดหรือไม่ และใช้เป็นสถิติ เพื่อใช้สำหรับประมาณการแบบหยาบๆต่อไปได้อีกด้วย

การวิเคราะห์อัตราส่วนที่นิยมคำนวณหาสำหรับงานอาคาร ก.ส.ถ. มีดังนี้

1. น้ำหนักเหล็ก/ปริมาตรคอนกรีต (กก / m^3) ใช้สำหรับวิเคราะห์อัตราส่วนในงานโครงสร้างคอนกรีต เช่น ฐานราก ค่อม่อ คาน พื้น เสา
2. พื้นที่ไม้แบบ/ปริมาตรคอนกรีต (m^2 / m^3) ใช้สำหรับวิเคราะห์อัตราส่วนในงานโครงสร้างคอนกรีต เช่นเดียวกัน
3. ราคาหลังคา/พื้นที่ที่หลังคาคลุม (บาท / m^2) ราคาหลังคา คือ ราคาค่าวัสดุและแรงงานของกระเบื้อง (หรือวัสดุคลุม) รวมกับโครงสร้างหลังคา (ซึ่งอาจจะเป็นเหล็ก หรือวัสดุอื่นๆ)
4. ราคาวัสดุคลุม/พื้นที่ที่หลังคาคลุม (บาท / m^2)
5. ราคาโครงหลังคา/พื้นที่ที่หลังคาคลุม (บาท / m^2)
6. น้ำหนักโครงหลังคาเหล็ก/พื้นที่ที่หลังคาคลุม (บาท / m^2)
7. ความยาวของทับหลังและเสาเอ็น/พื้นที่ผนังก่ออิฐ (หรือคอนกรีตบล็อก) (ม / m^2)
8. ค่าก่อสร้างทั้งหมด/พื้นที่ใช้สอย (บาท / m^2) ค่าก่อสร้างทั้งหมด คือ วัสดุ ค่าแรงงาน ค่าใช้จ่ายอื่นๆ ค่าไร และภาษี
9. ราคาโครงสร้าง/ราคาทั้งหมดราคาโครงสร้าง หมายถึง ราคาค่าก่อสร้างของงานก่อสร้าง ฐานราก เสา คาน พื้น เฉพาะค่าวัสดุและแรงงานราคาทั้งหมด คือ ราคาค่าวัสดุและแรงงาน ของอาคารนั้น รวมหมดทุกงาน (ไม่รวมงานครุภัณฑ์)
10. ราคาไฟฟ้า/ราคาทั้งหมด
11. ราคาประปา/ราคาทั้งหมด

2.1.3 หลักสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์

การพัฒนาแบบจำลองต่างๆ ในการวิจัยใช้หลักสถิติในการช่วยวิเคราะห์ คือ

ค่าเฉลี่ย (Average หรือ Mean)

ค่าเฉลี่ยมีอยู่ด้วยกันหลายชนิด เช่น ค่าเฉลี่ยเรขาคณิต ค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิก เป็นต้น แต่ค่าเฉลี่ยที่นิยมใช้กันมากที่สุดในการธุรกิจคือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิตหรือมัธมิมเลขคณิต (Arithmetic Mean) โดยเรียกสั้นๆว่า ค่าเฉลี่ย

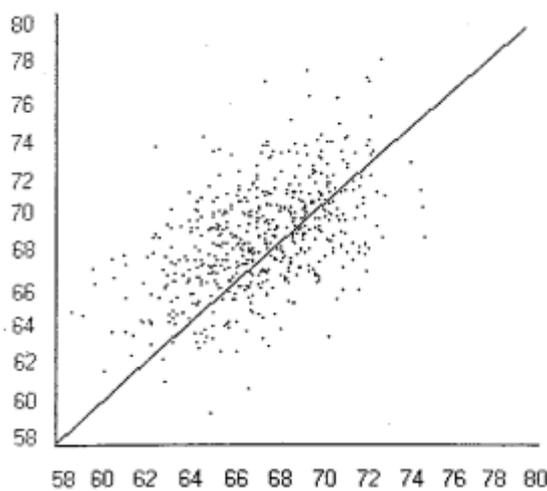
ค่าเฉลี่ย คือ ค่ากลาง ซึ่งคำนวณจากผลบวกของข้อมูลและหารด้วยจำนวนของข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้คือ \bar{X} อ่านว่า เอ็กซ์บาร์ โดยผลบวก (sum) ของข้อมูลเขียน $\sum_{i=0}^n X_i$ หมายถึง การบวกข้อมูล n จำนวนจาก X_1 ถึง X_n เมื่อ n คือ จำนวนของข้อมูล ดังนั้นสูตรที่คำนวณ คือ

$$\begin{aligned} \text{Mean: } \bar{X} &= \frac{\sum_{i=0}^n X_i}{n} & (2.1) \\ &= \frac{X_1 + X_2 + X_3 \dots X_n}{n} \end{aligned}$$

สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient; r) [8]

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เป็นวิธีการทางสถิติที่ใช้ในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรหรือระหว่างข้อมูล (Karl Pearson, 1903) “ได้ทำการทดลองศึกษาเรื่องความคล้ายคลึงกันของสมาชิกในครอบครัว เขาวัดความสูงของบิดาจำนวน 1,078 คน และความสูงของบุตรชายคนหนึ่งที่เคยโตเต็มที่ของบุคคลเหล่านี้ นำความสูงของบิดาและบุตรจำนวน 1,078 คู่นี้ มาสร้างแผนภาพการกระจายดังรูปที่ 2 โดยกำหนดแกนนอนหรือแกน x แทนความสูงของบิดา แกนตั้งหรือแกน y แทนความสูงของบุตรชาย และแต่ละจุดแทนคู่บิดาและบุตรชายหนึ่งคู่”



รูปที่ 2.1 แผนภาพการกระจายของความสูงของบิดาและบุตรชาย 1,078 คู่ [8]

จากรูปที่ 2.1 แสดงให้เห็นความเกี่ยวข้องกันระหว่างสองตัวแปรคือความสูงของบิดาและความสูงของบุตรชาย โดยจะเห็นกลุ่มของจุดที่เอียงสูงขึ้นทางด้านขวามือ ซึ่งค่า y จะเพิ่มขึ้นตามค่า x ที่เพิ่มขึ้น สามารถให้ความหมายได้ว่า บิดาที่สูงมักจะมีบุตรชายที่สูงด้วย หลักสถิติจะกล่าวถึงแนวโน้มของการกระจายของข้อมูลที่มีลักษณะเช่นนี้ว่า ความสูงของบิดาและบุตรชายมีสหสัมพันธ์กันในทางบวก

สามารถคำนวณได้จากสูตร

$$r = \frac{\sum_{i=0}^n (x_i - \bar{X})(y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{Y})^2}} \quad (2.2)$$

โดย X_i คือ ปริมาณงาน X รายการที่ i ที่ทำการศึกษา

y_i คือ ปริมาณงาน y รายการที่ i ที่ทำการศึกษา

\bar{X} คือ ค่าเฉลี่ยปริมาณงาน X

\bar{Y} คือ ค่าเฉลี่ยปริมาณงาน y

n คือ จำนวนแบบ

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ r จะนำเชื่อถือและแสดงระดับความสัมพันธ์ ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรไม่จำเป็นต้องอยู่ในลักษณะเหตุและผล เมื่อเหตุการณ์หนึ่งทำให้เกิดอีกเหตุการณ์หนึ่ง จะกล่าวได้ว่าสองเหตุการณ์นั้นสัมพันธ์กัน แต่จะไม่สามารถที่จะสรุปหรือแปลความหมายว่าเหตุการณ์หนึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดเหตุการณ์อีกเหตุการณ์หนึ่ง

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เป็นการจัดการของข้อมูล (Measure of Variable) โดยจะพิจารณาจากราคที่สองของผลรวมของค่าแตกต่างระหว่างค่าของข้อมูลแต่ละค่ากับค่าเฉลี่ยเลขคณิต ถ้าค่าแตกต่างนั้นมากแสดงว่าข้อมูลมีการกระจายมาก

$$S.D. = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (2.3)$$

โดย X_i คือ ปริมาณงาน X รายการที่ i ที่ทำการศึกษา

n คือ จำนวนแบบ

2.2 งานวิจัยในประเทศ และต่างประเทศ

ในขั้นตอนนี้จะทำการศึกษาผลงานวิจัยที่ผ่านมาทั้งงานวิจัยในประเทศและงานวิจัยต่างประเทศรวมถึงศึกษาขั้นตอนการตรวจสอบใบปริมาณราคาในรูปแบบของ ปริมาณและราคา

2.2.1 งานวิจัยในประเทศ

ชัชระชัย ชากัน[9] ได้ทำการศึกษาการประมาณราคาก่อสร้างที่พักอาศัย (ประเภทคอนโดมิเนียม) โดยใช้ทฤษฎีเครือข่ายประสาทเทียม โดยการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ใช้ทฤษฎีเครือข่ายประสาทเทียมสำหรับการประมาณราคาก่อสร้างอาคารที่พักอาศัยประเภทคอนโดมิเนียมที่มีความสูงอาคารระหว่าง 40–120 เมตร หรือมีช่วงความสูงอาคารระหว่าง 15-40 ชั้น โดยใช้ข้อมูลงานก่อสร้างจริงจากบริษัทผู้รับเหมาก่อสร้างที่ชนะการประมูลในแต่ละโครงการ มาเป็นข้อมูลต้นแบบสำหรับสร้างแบบจำลอง ด้วยโปรแกรมไพทีช (Pythia Neural Network) ข้อมูลที่ใช้สร้างแบบจำลองจะต้อง

ปรับราคาให้อยู่ในฐานปีเดียวกันโดยใช้ดัชนีราคาวัสดุก่อสร้างของกรมเศรษฐกิจพาณิชย์ จากการสร้างแบบจำลอง และทดสอบแบบจำลอง พบว่าแบบจำลองที่ใช้ทำนายราคาค่าก่อสร้างได้ดีประกอบด้วยตัวแปรอิสระสำหรับนำเข้าแบบจำลอง 7 ตัวแปร ได้แก่

1. ความสูงของอาคารทั้งหมด
2. ความสูงของชั้นที่พักอาศัย
3. จำนวนชั้นที่อยู่เหนือพื้นดิน
4. จำนวนชั้นใต้ดิน
5. จำนวนชั้นจอดรถ
6. พื้นที่ใช้งานรวมของอาคาร
7. ความสูงเฉลี่ยของชั้นจอดรถ

โดยโครงข่ายแบบจำลองประกอบด้วย ชั้นนำเข้าข้อมูล 7 ตัวแปร ชั้นแอบแฝง 3 ชั้น และโหนด (Neurons) จำนวน 20 โหนด จากที่นำข้อมูลต้นแบบสุ่มแยกเพื่อทดสอบแบบจำลอง พบว่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดในช่วง $-5.50%$ ถึง $+6.66%$ เมื่อนำแบบจำลองมาทดสอบกับโครงการอื่นอีก 2 โครงการซึ่งเป็นโครงการก่อสร้างจริง ณ สภาพปัจจุบัน และเป็นโครงการใหม่ที่ไม่ได้นำมาเป็นข้อมูลต้นแบบสำหรับปรับสอนแบบจำลอง พบว่าโครงการที่ 1 มีค่าความผิดพลาดที่ $-6.76%$ และโครงการที่ 2 มีค่าความผิดพลาดที่ $-10.65%$

ดังนั้นแบบจำลองที่ได้จากงานวิจัยนี้ สามารถนำไปใช้ทำนายราคาค่าก่อสร้างอาคารที่พักอาศัยประเภทคอนโดมิเนียมได้จริง โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับจัดตั้งงบประมาณในเบื้องต้น หรือสำหรับตรวจสอบกับการประมาณราคาก่อสร้างด้วยวิธีอื่น นอกจากนี้ยังมีความรวดเร็ว และประหยัดงบประมาณมากกว่าการประมาณราคาด้วยวิธีอื่นๆด้วย

Rurkpuritat [10] ได้ทำการวิจัยโดยอาศัยการวิเคราะห์การถดถอยแบบหลายตัวแปร (Multiple regression) ในการประมาณราคาค่าก่อสร้างแต่ยังไม่ได้มีการประมาณต้นทุนแต่ละหมวดและได้อธิบายไว้ว่าพื้นที่เขตเดียวกันซึ่งมีค่าแรงและค่าวัสดุไม่ต่างกัน และไม่ได้ใช้วิธีการก่อสร้างพิเศษ จำให้ราคาก่อสร้างที่ได้ออกมาไม่ต่างกัน โดยมีตัวแปรอิสระ 4 ตัวคือ

- ดัชนีราคา (Price index,P)
- ดัชนีชนิดของอาคาร (Type index,T)
- ดัชนีความสูงของอาคาร (Height index,H)
- ดัชนีคุณภาพของอาคาร (Quality index,Q)

ดังนั้นการที่จะพิจารณาอาคารในพื้นที่เดียวกัน เราสามารถที่จะลด ตัวแปรอิสระได้ 2 ตัวแปรคือ สถานที่ในการก่อสร้าง และเทคนิคในการก่อสร้าง

วรศักดิ์ ทวีการ [11] ได้พัฒนาแบบจำลอง เพื่อให้เหมาะสมมากขึ้นโดยกำหนดตัวแปรอิสระที่มีอิทธิพลต่อต้นทุนในการวิเคราะห์การถดถอย (Regression Model) ในการหาความสัมพันธ์ของราคาค่าก่อสร้างกับตัวแปรอิสระที่ใช้มี 9 ตัวแปร ได้แก่

1. ความสูงของอาคาร
2. ความสูงระหว่างชั้นเฉลี่ย
3. จำนวนชั้น
4. สันรอบรูปเฉลี่ย
5. พื้นที่ใช้งานรวม
6. พื้นที่หลังคา
7. พื้นที่ห้องน้ำ
8. พื้นที่วางบนดิน
9. พื้นที่ช่องเปิด

จากตัวแปรอิสระทั้ง 9 ตัวแปร ได้พบว่าตัวแปรอิสระที่มีอิทธิพลต่อต้นทุนมากที่สุดมี 4 ตัวแปร คือ

1. พื้นที่รวม
2. ความสูงระหว่างชั้นเฉลี่ย
3. เส้นรอบรูปเฉลี่ย
4. จำนวนชั้น

ซึ่งจากงานวิจัยครั้งนั้นได้ทำการทดสอบแบบจำลองที่ได้กับการก่อสร้างจริง พบว่ามีความคลาดเคลื่อนในการประมาณราคาค่าก่อสร้างอาคารชุดสูง 7 ชั้น 5.83% ในขณะที่หากใช้วิธีการประมาณราคาโดยใช้ค่าเฉลี่ยค่าก่อสร้างต่อพื้นที่ จะมีความคลาดเคลื่อน 20.56%

วิบูลย์ สุรสาคร [12] ได้นำวิธีของความน่าจะเป็นมาช่วยในการประมาณราคาค่าก่อสร้าง โดยใช้วิธีการมอนติคาร์โล (Monte Carlo Simulation) กำหนดให้ค่าใช้จ่ายรวมของโครงการเป็น Model ของความไม่แน่นอน องค์ประกอบของค่าใช้จ่ายต่างๆ (Cost Component) ของแต่ละโครงการมีหลักการกระจายทางสถิติซึ่งประกอบด้วยค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าความแปรผัน (Variance) การกระจายทางสถิติขององค์ประกอบของค่าใช้จ่ายต่างๆ ถูกกำหนดให้มีการกระจายแบบ Log-normal ในการวิจัยจะประมาณค่าก่อสร้างเฉพาะค่าก่อสร้างอาคารในหมวดของงานโครงสร้างและสถาปัตยกรรม ดังนั้นจึงกำหนดองค์ประกอบของค่าใช้จ่ายเป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อค่าก่อสร้าง 13 ตัวแปรดังนี้

1. ค่าดำเนินการและค่าโสหุ้ย
2. งานเสาเข็ม
3. งานดินและระบบป้องกันดินพัง
4. งานคอนกรีต
5. งานไม้แบบ
6. งานเหล็กเสริม
7. งานฉิวพื้น
8. งานผนังและฉิวผนัง
9. งานฝ้าเพดาน
10. งานประตูหน้าต่างและกระจก
11. งานสุขภัณฑ์และอุปกรณ์ประกอบ

12. งานสี

13. งานอื่นๆ

ซึ่งจากการวิจัยพบว่าผลที่ได้มีความแม่นยำสูงกว่าการประมาณราคาโดยพื้นที่

สมชาติ มั่นประเสริฐ [13] ได้ทำการวิจัยโดยใช้การพัฒนาแบบจำลองที่ใช้ในการประมาณเนื้องานและราคางานก่อสร้างอาคาร จากข้อมูลปริมาณเนื้องานและราคางานก่อสร้างของโครงการที่ผ่านมา โดยมุ่งเน้นการใช้แบบจำลองในการประมาณปริมาณเนื้องานก่อสร้างอาคาร ประเภทต่างๆ เพื่อเป็นทางเลือกหนึ่งในการประมาณราคางานก่อสร้าง นอกจากการถอดแบบซึ่งต้องอาศัยผู้ที่มีทักษะเฉพาะทำให้สิ้นเปลืองระยะเวลาและค่าใช้จ่ายมากพอสมควร การวิจัยใช้ข้อมูลงานก่อสร้างอาคารในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ปี 2525-2541 จำนวน 76 โครงการ สำหรับแบบจำลองที่ใช้ประมาณปริมาณเนื้องาน ราคางานก่อสร้าง และข้อมูลงานก่อสร้างจำนวน 10 โครงการ สำหรับทดสอบความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองดังกล่าว การวิจัยได้แบ่งประเภทของอาคารตามการใช้สอยและลักษณะอาคารเป็น 6 ประเภท คือ

1. อพาร์ทเมนท์
2. อาคารจอดรถ
3. บ้านพักอาศัย
4. อาคารสูงสำหรับสำนักงาน
5. อาคารสูงสำหรับพักอาศัย
6. อาคารสำนักงานทั่วไป

การพัฒนาแบบจำลองที่ใช้ในการประมาณเนื้องานและราคาก่อสร้าง ได้พัฒนาใน 3 วิธีการคือ วิธีการค่าเฉลี่ย (Average Quantity per Construction Area) วิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อน (Multiple Regression) และวิธีการสัดส่วนของส่วนประกอบ (Component Ratio) แบบจำลองที่ใช้ในการประมาณปริมาณเนื้องานและราคางานก่อสร้างโดยวิธีค่าเฉลี่ย ใช้ค่าเฉลี่ยของปริมาณเนื้องานต่อพื้นที่อาคารในการประมาณปริมาณเนื้องานและราคางานก่อสร้าง แบบจำลองโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอย ใช้ความสัมพันธ์ของปริมาณเนื้องานกับตัวแปรอิสระ 4 ตัวแปร คือ พื้นที่อาคาร จำนวนชั้น จำนวนชั้นใต้ดินและลักษณะโครงสร้างพื้น โดยได้แบ่งองค์ประกอบหลักในแต่ละหมวดงานดังนี้

หมวดงาน โครงสร้าง

1. ปริมาณงานเสาเข็ม
2. ปริมาณงานคอนกรีต
3. ปริมาณงานแบบหล่อคอนกรีต
4. ปริมาณงานเหล็กเสริมคอนกรีต

หมวดงาน สถาปัตยกรรม

1. ปริมาณงานตกแต่งพื้น
2. ปริมาณงานผนัง
3. ปริมาณงานฝ้าเพดาน
4. ปริมาณงานประตูและหน้าต่าง
5. ปริมาณงานทาสี

ส่วนในหมวดงานระบบวิศวกรรมนั้นมีปัญหาในข้อมูลที่รวบรวมได้ซึ่งได้แบ่งเป็นหัวข้องานเท่านั้น

จากแบบจำลองทั้งสองแบบจำลองมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยมาก โดยการวิเคราะห์แบบค่าเฉลี่ยจะมีความคลาดเคลื่อนมากกว่าแบบจำลองโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อน โดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนมีความคลาดเคลื่อนของการประมาณราคางานก่อสร้างทั้งอาคารซึ่งประกอบด้วยงานโครงสร้าง และงานสถาปัตยกรรมไม่มีงานระบบวิศวกรรมอยู่ระหว่าง -4 ถึง 4 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแบบจำลองโดยวิธีค่าเฉลี่ยมีค่าความคลาดเคลื่อนระหว่าง +6 ถึง 16 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะเห็นได้ว่าแบบจำลองโดยวิธีค่าเฉลี่ยมีค่าความคลาดเคลื่อนของงานโครงสร้างมากกว่างานสถาปัตยกรรม ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 สรุปผลการทดสอบความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองที่ใช้ในการประมาณปริมาณเนื้องานและราคางานก่อสร้างโดยวิธีประมาณค่าเฉลี่ยและวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อน

อาคาร	แบบจำลองโดยวิธี	ผลรวมกำลังสองของค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณราคาก่อสร้าง				ช่วงของค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณราคางานก่อสร้าง			
		ราคารวมของอาคาร	ราคางานโครงสร้าง	ราคางานสถาปัตยกรรม	ราคางานระบบวิศวกรรม	ราคารวมของอาคาร	ราคางานโครงสร้าง	ราคางานสถาปัตยกรรม	ราคางานระบบวิศวกรรม
อพาร์ทเมนท์ (13โครงการ)	ค่าเฉลี่ย	252	424	436	2,072	-6 +9	-6 +12	-8 +14	-16 +30
	ความถดถอย	199	178	689	1,380	-4 +9	-5 +8	-11 +19	-15 +17
อาคารจอดรถ (13โครงการ)	ค่าเฉลี่ย	2,835	4,192	12,732	N.A.	-9 +44	-12 +46	-31 +8	N.A.
	ความถดถอย	878	514	11,816	N.A.	-13 +16	-14 +13	-98 +34	N.A.
บ้านพักอาศัย (15โครงการ)	ค่าเฉลี่ย	1,833	3,375	7,698	10,406	-13 +29	-21 +39	-28 +42	-26 +78
	ความถดถอย	915	1,740	4,475	4,637	-15 +22	-9 +31	-20 +43	-17 +50
อาคารสูงสำนักงาน (18โครงการ)	ค่าเฉลี่ย	2,364	4,966	9,984	4,060	-22 +30	-20 +34	-22 +54	-24 +42
	ความถดถอย	1,164	1,233	8,919	1,636	-15 +19	-12 +16	-34 +43	-27 +16
อาคารสูงพักอาศัย (10โครงการ)	ค่าเฉลี่ย	720	1,356	847	3,202	-15 +14	-23 +17	-17 +14	-23 +37
	ความถดถอย	420	465	1,373	1,319.	-10 +14	-15 +12	-16 +30	-11 +25
สำนักงานทั่วไป (10โครงการ)	ค่าเฉลี่ย	488	1,650	1,159	N.A.	-6 +6	-10 +12	-12 +42	N.A.

แต่ในส่วนของการใช้วิธีการทดสอบความคลาดเคลื่อนโดยใช้แบบจำลองโดยวิธีสัดส่วนของส่วนประกอบยังไม่สามารถระบุได้ว่าแบบจำลองโดยสัดส่วนนั้นมีวิธีใดที่มีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด

เจดชัย กิจกัญญาสต์ [2] ได้พัฒนาความสัมพันธ์เชิงสัดส่วนองค์ประกอบหลัก (Component Ratio) เพื่อประมาณปริมาณเนื้องานในการก่อสร้างอาคารพักอาศัยบ้านเดี่ยว 2 ชั้น โดยมุ่งเน้นการตรวจสอบปริมาณงานก่อสร้างของบ้านพักอาศัยที่เป็นบ้านเดี่ยว 2 ชั้นที่ทำการก่อสร้างอยู่ในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑล โดยทำการศึกษาจากบัญชีรายการวัสดุ (BOQ) จำนวน 153 บัญชีของงานก่อสร้างบ้านพักอาศัยจาก 5 บริษัท ซึ่งได้คัดเลือกจากองค์ประกอบหลักที่จะนำไปพิจารณาหาความสัมพันธ์ 7 องค์ประกอบ คือ พื้นที่ใช้สอย ปริมาณคอนกรีต ปริมาณเหล็กโครงสร้าง ปริมาณไม้แบบ ปริมาณเหล็กโครงหลังคา พื้นที่หลังคา และพื้นที่ก่ออิฐ แล้วดำเนินการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงสัดส่วนขององค์ประกอบหลักทั้ง 7 องค์ประกอบโดยพิจารณาความสัมพันธ์จากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient, r) จากนั้นก็นำคู่อองค์ประกอบที่มีความสัมพันธ์กันนำไปหาค่าสัดส่วนขององค์ประกอบหลักที่เหมาะสมเพื่อสามารถนำมาเป็นแนวทางเพื่อพิจารณาความถูกต้องของบัญชีรายการวัสดุสำหรับงานก่อสร้างอาคารพักอาศัย 2 ชั้นได้

อุดม ศรีชัย [14] ทำการวิจัยเรื่องการศึกษาความสัมพันธ์เชิงสัดส่วนขององค์ประกอบหลักในการก่อสร้างงานโครงสร้างอาคารโรงงาน สำหรับการตรวจสอบบัญชีแสดงปริมาณ โดยองค์ประกอบหลักที่สำคัญสำหรับใช้ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงสัดส่วนทางคณิตศาสตร์ของการก่อสร้างอาคารโรงงาน ได้ศึกษาความสัมพันธ์เชิงสัดส่วนขององค์ประกอบหลัก 6 องค์ประกอบหลัก ได้แก่

1. พื้นที่ใช้สอย
2. ปริมาณคอนกรีต
3. ปริมาณเหล็กเสริม
4. ปริมาณไม้แบบ
5. พื้นที่หลังคา
6. ปริมาณเหล็กโครงสร้างหลังคา

จากนั้นนำ 6 องค์ประกอบหลักข้างต้นมาหาความสัมพันธ์และค่าสัดส่วนทางคณิตศาสตร์ โดยพิจารณาจากข้อมูล 55 ข้อมูล จะทำให้ได้คู่อองค์ประกอบที่มีความสัมพันธ์กัน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์, $r \geq 0.894$ ($r^2 \geq 0.80$) จำนวน 13 คู่ สำหรับค่าความสัมพันธ์และค่าสัดส่วนขององค์ประกอบหลักโดยแบ่งตามช่วงพื้นที่ใช้สอยจะให้ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบหลักที่ใช้พิจารณาหาค่าสัดส่วนขององค์ประกอบที่เหมาะสม โดยแต่ละคู่อองค์ประกอบที่มีความสัมพันธ์กันต้อง

มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์, $r \geq 0.894$ ($r^2 \geq 0.80$) เพื่อนำไปหาไปหาค่าสัดส่วนองค์ประกอบหลักที่เหมาะสม ซึ่งได้แบ่งตามขนาดพื้นที่ใช้สอยออกเป็น 5 ช่วง พบว่า ค่าสัดส่วนองค์ประกอบหลักมีความแตกต่างกันบ้างเล็กน้อย จึงสามารถเลือกใช้ค่าสัดส่วนได้ตามความเหมาะสมของโครงการ

2.2.2 งานวิจัยในต่างประเทศ

ASCE[15] ได้สรุปวิธีการประมาณราคางานก่อสร้างอย่างคร่าวๆ โดยสามารถหาได้จาก 3 วิธีคือ

1. วิธีหน่วยผลผลิตเสร็จ (End Product Unit) โดยการหาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนหน่วยของผลผลิตเสร็จกับราคาค่าก่อสร้าง ซึ่งเมื่อทราบจำนวนหน่วยผลผลิตเสร็จก็จะสามารถประมาณราคาค่าก่อสร้างได้ แล้วนำมาสร้างแผนภูมิซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยผลผลิตเสร็จกับราคาค่าก่อสร้างของงานแต่ละประเภท เช่น ประมาณราคาค่าก่อสร้างโรงพยาบาลเมื่อทราบจำนวนเตียงคนไข้ ประมาณราคาค่าก่อสร้างโรงบำบัดน้ำเสียเมื่อทราบคุณภาพและปริมาณน้ำที่บำบัดหรือประมาณราคาค่าก่อสร้างโรงเรียนเมื่อทราบจำนวนนักเรียน เมื่อสร้างแผนภูมินี้เสร็จจะนำความสัมพันธ์ที่ได้นี้มาใช้ทำนายราคาค่าก่อสร้างสำหรับโครงการใหม่

2. วิธีอัตราส่วน (Ratio) โดยการหาความสัมพันธ์ระหว่างราคาของงานหลักต่อราคาค่าก่อสร้างของโครงการจากโครงการในอดีต เช่น งานก่อสร้างโรงงาน ซึ่งเมื่อทราบราคาของเครื่องจักรแล้วก็จะนำประมาณราคาของงานก่อสร้างโรงงานได้โดยใช้อัตราส่วนของราคาเครื่องจักรต่อราคาค่าก่อสร้างรวมของโรงงาน

3. วิธีมิติรูปร่าง (Physical Dimension) วิธีนี้เป็นการประมาณราคาจากราคาต่อหน่วยพื้นที่อาคาร ราคาต่อหน่วยปริมาตรอาคาร โดยการหาความสัมพันธ์ระหว่างรูปร่างของอาคารหรืองานกับราคางานก่อสร้าง เช่น หาความสัมพันธ์ระหว่างราคาอาคารกับพื้นที่ก่อสร้าง ราคาอาคารกับปริมาตรของอาคาร หรือราคางานสุขาภิบาลกับความยาวของท่อประปาภายในอาคาร

Park [4] ได้ลองใช้วิธีการ End Product Unit จากข้อสรุปของ ASCE ในการประมาณราคาค่าก่อสร้าง 4 โครงการ คือ โรงบำบัดน้ำเสีย โรงผลิตกระแสไฟฟ้าพลังไอน้ำอาคารเรียนและบ้านพักอาศัย โดยใช้แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ซึ่งได้จากข้อมูลในอดีตหาความสัมพันธ์ของค่าก่อสร้างกับปริมาณและคุณภาพของน้ำที่จะบำบัด กำลังผลิตกระแสไฟฟ้า จำนวนนักเรียนและจำนวนห้องพัก ตามลำดับ เมื่อได้ราคาค่าก่อสร้างต่างๆแล้วจะแปลงเป็นราคาในปีที่ก่อสร้างโดยอาศัยข้อมูลของอัตราเงินเฟ้อในปีต่างๆทำเป็นดัชนีราคา (Cost Index)

Regon [16] ได้ศึกษาต่อ โดยการรวบรวมข้อมูลการก่อสร้างอาคารที่ได้ก่อสร้างไปแล้ว และหาตัวแปรที่มีอิทธิพลของราคาค่าก่อสร้าง ตัวแปรที่มีอิทธิพลแต่ละตัวเป็นตัวแปรอิสระ และใช้การวิเคราะห์การถดถอย (Regression Model) ในการหาความสัมพันธ์ของราคาค่าก่อสร้างกับตัวแปรอิสระเหล่านั้น โดยตัวแปรที่มีอิทธิพล คือ

1. ค่าเฉลี่ยของพื้นที่ที่ใช้งาน
2. พื้นผิวด้านหน้าอาคาร
3. ความหนาพื้น
4. เปอร์เซ็นต์ของผนังเทียบกับพื้นที่ทั้งหมดของอาคาร
5. เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่เทียบกับพื้นที่ทั้งหมดของอาคาร
6. จำนวนชั้นที่ใช้งานต่อจำนวนชั้นทั้งหมดของอาคาร
7. จำนวนชั้นทั้งหมดต่อจำนวนชั้นของอาคารแต่ละประเภท
8. ความสูงระหว่างชั้น

นอกจากการศึกษาวិชาญที่ผ่านมาในการประมาณราคางานก่อสร้างแล้ว ได้ศึกษาข้อมูลในการจัดทำงบประมาณงานก่อสร้างสำหรับการก่อสร้างอาคารใหม่ (Manual for Preparation of Capital Budget Request 1997-1998) จัดทำโดย Department of Administration, State of Wisconsin [17] รายละเอียดของการจัดทำงบประมาณโดย Wisconsin ดำเนินการดังนี้

1. พิจารณาความต้องการในการใช้อาคาร
2. กำหนดหาพื้นที่ก่อสร้างของอาคารทั้งหมดจากพื้นที่ที่ต้องการใช้งานในส่วนต่างๆ ซึ่งตามคู่มือจะกำหนดสัดส่วนของพื้นที่ก่อสร้างทั้งหมดต่อพื้นที่การใช้งานในส่วนต่างๆ
3. จะได้พื้นที่ก่อสร้างทั้งหมดในแต่ละส่วน คูณพื้นที่ก่อสร้างแต่ละส่วน ด้านราคาค่าก่อสร้างมาตรฐานต่อหน่วยพื้นที่จะได้ค่าก่อสร้างในแต่ละส่วนของอาคาร
4. พิจารณาปรับราคาค่าก่อสร้างให้เป็นราคาค่าก่อสร้างในปีที่ดำเนินการก่อสร้างโดยการคูณด้วยอัตราเงินเฟ้อในปีที่ก่อสร้างเมื่อเทียบกับปีที่จัดทำราคาค่าก่อสร้างมาตรฐานต่อหน่วยพื้นที่จะได้ค่าก่อสร้างของพื้นที่แต่ละส่วนในปีที่ก่อสร้าง

5. พิจารณาปรับราคาค่าก่อสร้างในแต่ละส่วนด้วย Size Ratio ซึ่ง Size Ratio คืออัตราส่วนระหว่างพื้นที่ก่อสร้างทั้งหมดของอาคาร ต่อพื้นที่ก่อสร้างมาตรฐานของอาคารประเภทต่างๆ

6. ตรวจสอบรายการที่ต้องการเพิ่มเติม เช่น งานขุดดิน งานเสาเข็ม งานระบบประปา และนำราคาทั้งหมดมารวมกันก็จะได้ราคา

2.2.3 ผลที่ได้จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมา

จากการศึกษางานวิจัยทั้งในและต่างประเทศ รวมถึงทฤษฎีที่ผ่านมา ทำให้ได้ข้อมูลและแนวทางในการที่จะดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

1. ความสัมพันธ์ในการประมาณราคาก่อสร้าง

ซึ่งงานวิจัยที่ผ่านมาได้ใช้ความสัมพันธ์ในการประมาณราคาก่อสร้างหลากหลายรูปแบบ ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้จะนำการใช้สัดส่วนราคาก่อสร้างหน่วยผลผลิตเสร็จ มาเป็นแนวทางในการหาความสัมพันธ์และประยุกต์ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้

2. ทฤษฎีต่างๆที่ได้ศึกษามา

ซึ่งทฤษฎีเหล่านี้จะสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับงานวิจัยไม่ว่าจะเป็นในหลักทางสถิติ ที่สามารถนำไปวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ทำการรวบรวมข้อมูลมาหรือหลักของการประมาณราคาและลักษณะของผู้ประมาณราคาที่ดี