



การประมาณราคาค่าก่อสร้างบ้านพักอาศัย 2 ชั้น
ด้วยวิธีแบบจำลองมอนติคาร์โล

โดย

นางสาววิศาลี นิมมานพัชรินทร์

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์และการจัดการเชิงธุรกิจ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ปีการศึกษา 2558

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

การประมาณราคาค่าก่อสร้างบ้านพักอาศัย 2 ชั้น
ด้วยวิธีแบบจำลองมอนติคาร์โล

โดย

นางสาววิศาลี นิมมานพัชรินทร์



การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์และการจัดการเชิงธุรกิจ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ปีการศึกษา 2558
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์



COST ESTIMATION OF 2 STOREY RESIDENTIAL BUILDINGS
USING MONTE CARLO SIMULATION TECHNIQUE

BY

MS. WISALEE NIMMAHNPATCHRIN



AN INDEPENDENT STUDY SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE
REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF MASTER OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF ENGINEERING AND BUSINESS MANAGEMENT
FACULTY OF ENGINEERING
THAMMASAT UNIVERSITY
ACADEMIC YEAR 2015
COPYRIGHT OF THAMMASAT UNIVERSITY

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

การค้นคว้าอิสระ

ของ

นางสาววิศาลี นิมมานพัชรินทร์

เรื่อง

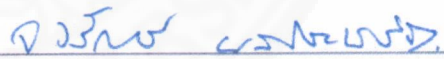
การประมาณราคาค่าก่อสร้างบ้านพักอาศัย 2 ชั้น ด้วยวิธีแบบจำลองมอนติคาร์โล

ได้รับการตรวจสอบและอนุมัติ ให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

เมื่อ วันที่ 4 สิงหาคม พ.ศ. 2559

ประธานกรรมการสอบการค้นคว้าอิสระ



(ศาสตราจารย์ ดร.จรงค์ษ์ ผลประเสริฐ)

กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ



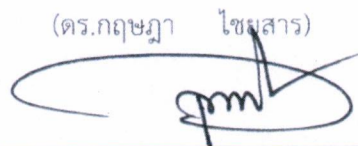
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ดนัย วันทนากร)

กรรมการสอบการค้นคว้าอิสระ



(ดร.กฤษฎา ไชยสาร)

คณบดี



(รองศาสตราจารย์ ดร. ประภัสสร วังศกาญจน์)

หัวข้อการค้นคว้าอิสระ	การประมาณราคาค่าก่อสร้างบ้านพักอาศัย 2 ชั้น ด้วยวิธีแบบจำลองมอนติคาร์โล
ชื่อผู้เขียน	นางสาววิศาลี นิมมานพัชรินทร์
ชื่อปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา/คณะ/มหาวิทยาลัย	สาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์และการจัดการเชิงธุรกิจ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ดนัย วันทนาก
ปีการศึกษา	2558

บทคัดย่อ

การประมาณราคาค่าก่อสร้างเป็นขั้นตอนที่สำคัญอันหนึ่งในวัฏจักรโครงการ การได้ราคาค่าก่อสร้างที่รวดเร็วและแม่นยำทำให้เกิดผลดีต่อการตัดสินใจต่างๆในการจัดทำโครงการงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างแบบจำลองการประมาณต้นทุนค่าก่อสร้างอาคารบ้านพักอาศัย 2 ชั้นด้วยวิธีมอนติคาร์โล โดยแบ่งขนาดพื้นที่ใช้สอยออกเป็น 4 กลุ่ม คือ (ก) ขนาดพื้นที่น้อยกว่า 100 ม.² (ข) ขนาดพื้นที่ 101-200 ม.² (ค) ขนาดพื้นที่ 201-300 ม.² และ (ง) ขนาดพื้นที่มากกว่า 300 ม.² แล้วทำการจัดแบ่งข้อมูลต้นทุนค่าก่อสร้างบ้านตามหมวดงานทั้งหมด 5 หมู่ ได้แก่ งานโครงสร้าง งานสถาปัตยกรรม งานหลังคา งานระบบไฟฟ้า และงานระบบสุขาภิบาล ต้นทุนดังกล่าวไม่รวมค่าดำเนินการก่อสร้าง กำไรและภาษี แบบจำลองนี้ใช้การแจกแจงรูปสามเหลี่ยมเพื่อนำไปหาต้นทุนค่าวัสดุและค่าแรงของงานแต่ละหมวดหมู่ด้วยการใช้แบบจำลองมอนติคาร์โลจำนวน 5,000 รอบ ผลการศึกษาพบว่าบ้านกลุ่มที่ (ก) มีต้นทุนเฉลี่ยเท่ากับ 9,735 บาท/ม.² บ้านกลุ่มที่ (ข) มีต้นทุนเฉลี่ยเท่ากับ 9,930 บาท/ม.² บ้านกลุ่มที่ (ค) มีต้นทุนเฉลี่ยอยู่ที่ 9,545 บาท/ม.² ในขณะที่บ้านกลุ่มที่ (ง) มีต้นทุนเฉลี่ยอยู่ที่ 9,381 บาท/ม.² จากการทดสอบความแม่นยำโดยเปรียบเทียบกับต้นทุนค่าก่อสร้างของมูลนิธิประเมินค่าทรัพย์สินแห่งประเทศไทย พบว่าต้นทุนค่าก่อสร้างที่ได้จากแบบจำลองนี้มีค่าแตกต่างกับของมูลนิธิฯอยู่ไม่เกิน $\pm 7 \%$

คำสำคัญ: มอนติคาร์โล, การประมาณราคา, บ้านพักอาศัย

Independent Study Title	Cost Estimation of 2 Storey Residential Buildings Using Monte Carlo Simulation Technique
Author	Ms. Wisalee Nimmahnpatchrin
Degree	Master of Engineering
Department/Faculty/University	Engineering and Business Management Faculty of Engineering Thammasat University
Independent Study Advisor	Assistant Professor Danai Wantanakorn, PhD.
Academic Years	2015

ABSTRACT

Cost estimation is one of important processes in construction project life cycle. A quick estimation method with accuracy in cost will be very helpful in decision making for a project development. This research aims to create a model for cost estimation of residential buildings using Monte Carlo technique. The scope of work is limited to 2 storey houses that their usable areas were classified into four groups, i.e., (a) $<100 \text{ m}^2$ (b) $101-200 \text{ m}^2$ (c) $201-300 \text{ m}^2$ and (d) $>301 \text{ m}^2$. Historical cost data, excluding overhead, profit and tax, from each group of completed houses were then divided into five major task types, namely, structural, architectural, roof, electrical and sanitary work. The model applies a triangular distribution to determine the cost of material and labour for every task type using Monte Carlo simulations with 5,000 runs each. The result reveals that the average costs for group (a), (b), (c) and (d) housing construction are 9,735 Baht/ m^2 , 9,930 Baht/ m^2 , 9,545 Baht/ m^2 and 9,381 Baht/ m^2 , respectively. It also found that these values are in conformance with the one estimated by Thai Appraisal Foundation within a range of $\pm 7 \%$ accuracy.

Keywords: Monte Carlo, Cost estimation, Residential building

กิตติกรรมประกาศ

การค้นคว้าอิสระฉบับนี้ สำเร็จลงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ด้วยความสนับสนุนและความกรุณาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.दनัย วันทนากกร อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ ผู้ซึ่งกรุณาให้ความรู้และให้คำปรึกษาเป็นอย่างดี ตลอดจนช่วยตรวจทานและแก้ไขเอกสารการค้นคว้าอิสระเล่มนี้ จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี รวมถึงคณาจารย์ผู้ร่วมเป็นคณะกรรมการสอบการค้นคว้าอิสระ ประกอบด้วย ศาสตราจารย์ ดร.จงรักษ์ ผลประเสริฐ และ ดร.กฤษฎา ไชยสาร ที่ได้ให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม อันเป็นประโยชน์แก่การดำเนินงานวิจัย เป็นอย่างดีตลอดมา ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอบพระคุณอาจารย์และเจ้าหน้าที่คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ตลอดจนเพื่อนนักศึกษาทุกท่านที่กรุณาให้ความช่วยเหลือและแนะนำในการวิจัยครั้งนี้

คุณประโยชน์ประการใดอันพึงจะได้รับจากการค้นคว้าอิสระเล่มนี้ ผู้เขียนขอมอบให้ บิดา มารดา รวมทั้งญาติพี่น้อง ตลอดจนครูบาอาจารย์ทุกท่าน ที่ได้ดูแล สนับสนุนและมอบโอกาสทางการศึกษาให้ผู้เขียนเป็นอย่างดี ตลอดทั้งให้กำลังใจแก่ผู้เขียนตลอดมา

นางสาววิศาลี นิมมานพัชรินทร์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	(1)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	(2)
กิตติกรรมประกาศ	(3)
สารบัญตาราง	(8)
สารบัญภาพ	(10)
รายการสัญลักษณ์และคำย่อ	(12)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตการศึกษา	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 การประมาณราคา	4
2.1.1 ความหมายของการประมาณราคาในงานก่อสร้าง	4
2.1.2 แนวทางการประมาณราคาค่าก่อสร้าง	4
2.1.2.1 วิธีการประมาณราคาอย่างละเอียด	4
2.1.2.2 วิธีการประมาณราคาอย่างสังเขป	5

2.2	ทฤษฎีค่างานต้นทุน	6
2.2.1	ดัชนีค่าวัสดุก่อสร้างและค่าแรงงาน	6
2.2.1.1	ขอบเขตของดัชนีราคาวัสดุก่อสร้าง	6
2.2.2	ความหมายและความสำคัญของปีฐาน	6
2.2.3	หลักเกณฑ์การปรับราคาจาก ดัชนีราคา	7
2.3	แบบจำลองทางคณิตศาสตร์	9
2.3.1	ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์	9
2.3.2	กระบวนการและขั้นตอนในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์	10
2.3.3	แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เชิงสถิติ	15
2.3.4	การทดสอบความถูกต้องของแบบจำลอง	15
2.3.4.1	การพิสูจน์ยืนยัน	15
2.3.4.2	การทดสอบความถูกต้อง	15
2.4	แบบจำลองความน่าจะเป็น	16
2.4.1	แบบจำลองที่แน่นอน	16
2.4.2	แบบจำลองความน่าจะเป็น	16
2.5	รูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นของเหตุการณ์	17
บทที่ 3 วิธีการวิจัย		21
3.1	การศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	22
3.2	การเก็บรวบรวมข้อมูล	22
3.3	การแยกหมวดหมู่ของงาน	22
3.3.1	หมวดงานโครงสร้าง	23
3.3.2	หมวดงานสถาปัตยกรรม	23
3.3.3	หมวดงานหลังคา	23
3.3.4	หมวดงานระบบไฟฟ้า	23
3.3.5	หมวดงานระบบสุขาภิบาล	23

3.4 การปรับสภาพข้อมูล	24
3.4.1 ปรับข้อมูลให้เป็นราคาต่อหน่วยพื้นที่หนึ่งตารางเมตร	24
3.4.2 ปรับดัชนีค่าวัสดุและค่าแรงงาน	25
3.5 สร้างแบบจำลองทำนายราคาค่าก่อสร้างอาคารบ้านพักอาศัย 2 ชั้น	26
3.5.1 ศึกษาและเลือกรูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นของข้อมูล	26
3.5.2 สร้างฟังก์ชันการแจกแจงรูปสามเหลี่ยม	26
3.5.3 การจำลองโดยใช้เทคนิคมอนติคาร์โล	27
3.6 การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์และทดสอบแบบจำลอง	28
3.7 การวิเคราะห์หาต้นทุนค่าก่อสร้าง	29
3.8 การสร้างฮิสโตแกรม	30
3.9 เปรียบเทียบข้อมูลระหว่างข้อมูลจริงกับข้อมูลที่ได้จากแบบจำลอง	31
3.10 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	31
บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล	32
4.1 ผลการเก็บรวบรวมข้อมูลราคา	32
4.1.1 กลุ่มที่ 1 บ้านพักอาศัยที่มีพื้นที่ใช้สอยน้อยกว่า 100 ตารางเมตร	34
4.1.2 กลุ่มที่ 2 บ้านพักอาศัยที่มีพื้นที่ใช้สอยอยู่ระหว่าง 101-200 ตารางเมตร	35
4.1.3 กลุ่มที่ 3 บ้านพักอาศัยที่มีพื้นที่ใช้สอยอยู่ระหว่าง 201-300 ตารางเมตร	36
4.1.4 กลุ่มที่ 4 บ้านพักอาศัยที่มีพื้นที่ใช้สอยมากกว่า 301 ตารางเมตร	37
4.2 ราคาค่าก่อสร้างที่ได้จากแบบจำลองมอนติคาร์โล	38
4.2.1 กลุ่มที่ 1 บ้านพักอาศัยที่มีขนาดพื้นที่ใช้สอยน้อยกว่า 100 ตารางเมตร	39
4.2.2 กลุ่มที่ 2 บ้านพักอาศัยที่มีขนาดพื้นที่ใช้สอยอยู่ระหว่าง 101-200 ตารางเมตร	43
4.2.3 กลุ่มที่ 3 บ้านพักอาศัยที่มีขนาดพื้นที่ใช้สอยอยู่ระหว่าง 201-300 ตารางเมตร	47
4.2.4 กลุ่มที่ 4 บ้านพักอาศัยที่มีขนาดพื้นที่ใช้สอยมากกว่า 301 ตารางเมตร	51
4.3 สมการสำหรับการพยากรณ์ราคาค่าก่อสร้างของการก่อสร้างบ้านพักอาศัย 2 ชั้น	55
4.4 เปรียบเทียบราคาค่าก่อสร้างที่ได้จากแบบจำลองกับราคาประเมินค่าก่อสร้าง	62

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	64
5.1 บทสรุป	64
5.3 ข้อจำกัดในการศึกษา	66
รายการอ้างอิง	67
ประวัติผู้เขียน	69



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ดัชนีราคาวัสดุก่อสร้างทุกชนิดในแต่ละปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2548-2558	7
2.2 ดัชนีค่าแรงงานในแต่ละปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2548-2558	8
4.1 รายการค่าวัสดุก่อสร้างของบ้านกลุ่มที่ 1 ($\leq 100 \text{ ม}^2$)	34
4.2 รายการค่าแรงงานของบ้านกลุ่มที่ 1 ($\leq 100 \text{ ม}^2$)	34
4.3 รายการค่าวัสดุก่อสร้างของบ้านกลุ่มที่ 2 (101-200 ม^2)	35
4.4 รายการค่าแรงงานของบ้านกลุ่มที่ 2 (101-200 ม^2)	35
4.5 รายการค่าวัสดุก่อสร้างของบ้านกลุ่มที่ 3 (201-300 ม^2)	36
4.6 รายการค่าแรงงานของบ้านกลุ่มที่ 3 (201-300 ม^2)	36
4.7 รายการค่าวัสดุก่อสร้างของบ้านกลุ่มที่ 4 ($\geq 301 \text{ ม}^2$)	37
4.8 รายการค่าแรงงานของบ้านกลุ่มที่ 4 ($\geq 301 \text{ ม}^2$)	37
4.9 แสดงข้อมูลค่าวัสดุและค่าแรงที่ได้จากแบบจำลองมอนติคาร์โลของบ้านพัก อาศัยกลุ่มที่ 1	39
4.10 ต้นทุนค่าก่อสร้างที่ได้จากการใช้แบบจำลองมอนติคาร์โลของบ้านพักอาศัย ขนาดพื้นที่ $< 100 \text{ ม}^2$	40
4.11 แสดงข้อมูลค่าวัสดุและค่าแรงที่ได้จากแบบจำลองมอนติคาร์โลของบ้านพัก อาศัยกลุ่มที่ 2	43
4.12 ต้นทุนค่าก่อสร้างที่ได้จากการใช้แบบจำลองมอนติคาร์โลของบ้านพักอาศัย ขนาดพื้นที่ 101-200 ม^2	44
4.13 แสดงข้อมูลค่าวัสดุและค่าแรงที่ได้จากแบบจำลองมอนติคาร์โลของบ้านพัก อาศัยกลุ่มที่ 3	47
4.14 ต้นทุนค่าก่อสร้างที่ได้จากการใช้แบบจำลองมอนติคาร์โลของบ้านพักอาศัย ขนาดพื้นที่ 201-300 ม^2	48
4.15 แสดงข้อมูลค่าวัสดุและค่าแรงที่ได้จากแบบจำลองมอนติคาร์โลของบ้านพัก อาศัยกลุ่มที่ 4	51
4.16 ต้นทุนค่าก่อสร้างที่ได้จากการใช้แบบจำลองมอนติคาร์โลของบ้านพักอาศัย ขนาดพื้นที่ $> 401 \text{ ม}^2$	52

4.17 ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการสร้างแบบจำลองการประมาณราคาค่าก่อสร้างบ้านพักอาศัย กลุ่มที่ 1	56
4.18 ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการสร้างแบบจำลองการประมาณราคาค่าก่อสร้างบ้านพักอาศัย กลุ่มที่ 2	57
4.19 ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการสร้างแบบจำลองการประมาณราคาค่าก่อสร้างบ้านพักอาศัย กลุ่มที่ 3	59
4.20 ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการสร้างแบบจำลองการประมาณราคาค่าก่อสร้างบ้านพักอาศัย กลุ่มที่ 4	60
4.21 ต้นทุนรวมต่ำสุด ปานกลาง และสูงสุดของทั้งโครงการ ที่ช่วงความเชื่อมั่น 95 %	62



สารบัญญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 ขั้นตอนการพัฒนาแบบจำลองคณิตศาสตร์ (ดัดแปลงจาก Jorgensen, 1988)	11
2.2 ขั้นตอนการพัฒนาแบบจำลองคณิตศาสตร์ (ดัดแปลงจาก John Neter et al, 1996)	14
2.3 ขั้นตอนการพยากรณ์ค่า Y ด้วยวิธีแบบจำลองที่แน่นอน (Deterministic Model)	16
2.4 ขั้นตอนการพยากรณ์ค่า Y ด้วยวิธีแบบจำลองความน่าจะเป็น (Probabilistic Model)	17
2.5 แสดงลักษณะการแจกแจงความน่าจะเป็นที่ได้รับความนิยม	18
2.6 แสดงรูปแบบการกระจายตัวแบบรูปสามเหลี่ยม	19
3.1 ขั้นตอนการศึกษาวิจัย	21
3.2 แสดงการจำแนกหมวดหมู่ของราคาค่าก่อสร้างบ้านพักอาศัย 2 ชั้น	24
3.3 แสดงการแจกแจงแบบสามเหลี่ยมของราคาค่าวัสดุหมวดงานโครงสร้างบ้านกลุ่มที่ 1	28
4.1 ค่าดัชนีของวัสดุก่อสร้างและค่าแรงงานมาตรฐาน โดยใช้ปี พ.ศ. 2548 เป็นปีฐาน	33
4.2 แสดงลักษณะการกระจายความน่าจะเป็น (Probability Distribution) ราคาค่าก่อสร้างงานโครงสร้างต่อตารางเมตร	40
4.3 แสดงลักษณะการกระจายความน่าจะเป็น (Probability Distribution) ราคาค่าก่อสร้างงานสถาปัตยกรรมต่อตารางเมตร	41
4.4 แสดงลักษณะการกระจายความน่าจะเป็น (Probability Distribution) ราคาค่าก่อสร้างงานหลังคาต่อตารางเมตร	41
4.5 แสดงลักษณะการกระจายความน่าจะเป็น (Probability Distribution) ราคาค่าก่อสร้างงานระบบไฟฟ้าต่อตารางเมตร	42
4.6 แสดงลักษณะการกระจายความน่าจะเป็น (Probability Distribution) ราคาค่าก่อสร้างงานระบบสุขาภิบาลต่อตารางเมตร	42
4.7 แสดงลักษณะการกระจายความน่าจะเป็น (Probability Distribution) ราคาค่าก่อสร้างงานโครงสร้างต่อตารางเมตร	44
4.8 แสดงลักษณะการกระจายความน่าจะเป็น (Probability Distribution) ราคาค่าก่อสร้างงานสถาปัตยกรรมต่อตารางเมตร	45
4.9 แสดงลักษณะการกระจายความน่าจะเป็น (Probability Distribution) ราคาค่าก่อสร้างงานหลังคาต่อตารางเมตร	45

4.10 แสดงลักษณะการกระจายความน่าจะเป็น (Probability Distribution)	46
ราคาค่าก่อสร้างงานระบบไฟฟ้าต่อตารางเมตร	
4.11 แสดงลักษณะการกระจายความน่าจะเป็น (Probability Distribution)	46
ราคาค่าก่อสร้างงานระบบสุขาภิบาลต่อตารางเมตร	
4.12 แสดงลักษณะการกระจายความน่าจะเป็น (Probability Distribution)	48
ราคาค่าก่อสร้างงานโครงสร้างต่อตารางเมตร	
4.13 แสดงลักษณะการกระจายความน่าจะเป็น (Probability Distribution)	49
ราคาค่าก่อสร้างงานสถาปัตยกรรมต่อตารางเมตร	
4.14 แสดงลักษณะการกระจายความน่าจะเป็น (Probability Distribution)	49
ราคาค่าก่อสร้างงานหลังคาต่อตารางเมตร	
4.15 แสดงลักษณะการกระจายความน่าจะเป็น (Probability Distribution)	50
ราคาค่าก่อสร้างงานระบบไฟฟ้าต่อตารางเมตร	
4.16 แสดงลักษณะการกระจายความน่าจะเป็น (Probability Distribution)	50
ราคาค่าก่อสร้างงานระบบสุขาภิบาลต่อตารางเมตร	
4.17 แสดงลักษณะการกระจายความน่าจะเป็น (Probability Distribution)	52
ราคาค่าก่อสร้างงานโครงสร้างต่อตารางเมตร	
4.18 แสดงลักษณะการกระจายความน่าจะเป็น (Probability Distribution)	53
ราคาค่าก่อสร้างงานสถาปัตยกรรมต่อตารางเมตร	
4.19 แสดงลักษณะการกระจายความน่าจะเป็น (Probability Distribution)	53
ราคาค่าก่อสร้างงานหลังคาต่อตารางเมตร	
4.20 แสดงลักษณะการกระจายความน่าจะเป็น (Probability Distribution)	54
ราคาค่าก่อสร้างงานระบบไฟฟ้าต่อตารางเมตร	
4.21 แสดงลักษณะการกระจายความน่าจะเป็น (Probability Distribution)	54
ราคาค่าก่อสร้างงานระบบสุขาภิบาลต่อตารางเมตร	
4.22 การกระจายตัวของข้อมูลต้นทุนค่าก่อสร้างบ้านพักอาศัยกลุ่มที่ 1	57
4.23 การกระจายตัวของข้อมูลต้นทุนค่าก่อสร้างบ้านพักอาศัยกลุ่มที่ 2	58
4.24 การกระจายตัวของข้อมูลต้นทุนค่าก่อสร้างบ้านพักอาศัยกลุ่มที่ 3	60
4.25 การกระจายตัวของข้อมูลต้นทุนค่าก่อสร้างบ้านพักอาศัยกลุ่มที่ 4	61

รายการสัญลักษณ์และคำย่อ

สัญลักษณ์/คำย่อ

คำเต็ม/คำจำกัดความ

SD

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

RN

ค่าเลขคู่



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากภาวะเศรษฐกิจของประเทศที่มีการขยายตัวอย่างต่อเนื่อง จึงเกิดแรงกระตุ้นให้มีการลงทุนทำธุรกิจต่างๆ แน่นหนาว่าในปัจจุบันธุรกิจงานก่อสร้างจัดเป็นอุตสาหกรรมที่สำคัญของเศรษฐกิจภายในประเทศ และถือว่าเป็นรากฐานสำคัญอันหนึ่งในการพัฒนาประเทศ ทั้งนี้เป็นเพราะว่าประเทศไทยมีศักยภาพในด้านงานก่อสร้างแบบครบวงจรเมื่อเทียบกับประเทศอื่นๆ เช่น มีโรงงานที่ผลิตวัสดุก่อสร้างที่มีคุณภาพ ได้มาตรฐานและเป็นที่ยอมรับ มีความเชี่ยวชาญในการออกแบบทั้งงานโครงสร้างและงานสถาปัตยกรรม มีความเชี่ยวชาญในการลงทุนด้านธุรกิจอสังหาริมทรัพย์ และมีความชำนาญในการติดตั้งระบบต่างๆที่ทันสมัย ฯลฯ

ถึงแม้ว่าอุตสาหกรรมก่อสร้างของประเทศไทยกำลังเติบโต แต่ผู้ประกอบการด้านธุรกิจงานก่อสร้างหลายรายยังต้องเผชิญกับปัญหานานัปการ เช่น ปัญหาทางการเงิน การหาแหล่งเงินทุนหมุนเวียน ปัญหาด้านการทำการตลาด ปัญหาเรื่องความเสียเปรียบทางด้านภาษา ปัญหาจากนโยบายของภาครัฐที่ไม่ชัดเจน หรือความไม่มั่นคงทางด้านการเมือง ฯลฯ นอกจากนี้ธุรกิจก่อสร้างยังมีลักษณะเฉพาะ โดยเป็นธุรกิจที่แตกต่างจากธุรกิจประเภทอื่น เช่น เป็นงานที่ต้องทำกลางแจ้ง ภายใต้สภาพอากาศที่แปรปรวน ใช้บุคลากรจำนวนมากจากหลากหลายอาชีพ หลายระดับความรู้ หลายระดับความสามารถ และยังมีค่าใช้จ่ายสูง ไม่ว่าจะกระทำการใดก็ล้วนแต่มีผลกระทบต่อเวลา และค่าใช้จ่าย เช่น การที่รัฐบาลประกาศขึ้นค่าแรงขั้นต่ำ ความล่าช้าอันเนื่องจากสภาพอากาศ การเปลี่ยนแปลงแก้ไขงาน เป็นต้น

การประมาณราคาค่าก่อสร้างนับเป็นขั้นตอนที่สำคัญของการดำเนินโครงการก่อสร้าง เพราะนอกจากจะใช้การประมาณราคาเพื่อให้ผู้รับเหมายื่นประกวดราคาของหน่วยงานก่อสร้างใหม่แล้ว ยังอาจใช้การประมาณราคาค่าก่อสร้างเพื่อกำหนดวงเงินหรืองบประมาณสำหรับโครงการก่อสร้างนั้นได้ เพื่อพิจารณาถึงผลประโยชน์จากโครงการเพื่อดูความเหมาะสมในการวางแผนการลงทุนของเจ้าของโครงการและนักลงทุน นอกจากนี้ยังใช้กำหนดขอบเขตของงานก่อสร้างให้เหมาะสมกับวงเงินหรืองบประมาณที่เจ้าของมีอยู่ รวมไปถึงการจัดทำราคากลางของโครงการก่อสร้างโดยผู้ออกแบบทำการเสนอแก่เจ้าของเพื่อใช้ในการตัดสินใจเลือกผู้รับเหมาหรือใช้เพื่อต่อรองราคา

ปัญหาด้านเงินทุนหมุนเวียนก็เป็นเรื่องที่สำคัญในธุรกิจงานก่อสร้าง เพราะเงินทุนเป็นปัจจัยสำคัญในการดำเนินงานธุรกิจ ดังนั้นการมีเงินทุนหมุนเวียนเพียงพอจึงเป็นสิ่งสำคัญในการพัฒนา

ธุรกิจ สำหรับธุรกิจงานก่อสร้างนั้น ความผิดพลาดจากการถอดปริมาณเพื่อประมาณราคา หรือการใช้เวลามากในการคิดราคา อาจทำให้ผู้ประกอบการไม่สามารถหาแหล่งเงินทุนได้ทัน เนื่องจากต้องใช้เวลาในการยื่นขอกู้เงินจากสถาบันการเงิน ผู้ประกอบการจึงต้องเร่งปรับศักยภาพเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและเตรียมตัวรับมือกับการแข่งขันที่สูงขึ้น นอกจากนี้ถ้าสามารถประมาณราคาได้รวดเร็วก็จะทำให้เราทราบงบประมาณค่าก่อสร้าง และสามารถนำไปใช้เปรียบเทียบราคาในการจัดจ้างผู้รับเหมา นอกจากนี้ยังสามารถใช้เพื่อควบคุมต้นทุนในการก่อสร้าง ควบคุมปริมาณงาน และวัสดุต่างๆในงานก่อสร้างได้อีกด้วย

ดังนั้น การสร้างแบบจำลองพยากรณ์มอนติคาร์โลในการประมาณราคาค่าก่อสร้าง จะช่วยให้เจ้าของงานสามารถพิจารณาวงเงินหรืองบประมาณก่อสร้างได้อย่างรวดเร็วและค่อนข้างแม่นยำ โดยมีความยุ่งยากและใช้เวลาไม่นานเท่ากับการประมาณราคาแบบละเอียด หรือ เมื่อทราบราคาและเงินวงเงินงบประมาณที่สามารถรับได้ก็จะได้ปรับลดข้อกำหนดและเงื่อนไขของงานลง สำหรับการใช่วิธีมอนติคาร์โลซึ่งจัดเป็นวิธีการประมาณราคาแบบหยายนั้น จะใช้หลักการทางสถิติและการเก็บข้อมูลค่าก่อสร้างในอดีต แล้วนำไปหาความสัมพันธ์โดยการนำข้อมูลค่าใช้จ่ายมาวิเคราะห์หาค่าทางสถิติและรูปแบบการแจกแจงของข้อมูลค่าใช้จ่ายต่างๆที่เหมาะสม จากนั้นก็ทำการสร้างแบบจำลองเพื่อประมาณการราคาเฉลี่ยของค่าใช้จ่ายสำหรับโครงการที่จะก่อสร้างใหม่ในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาและสร้างแบบจำลอง สำหรับการประมาณราคาค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างบ้าน 2 ชั้น ด้วยวิธีมอนติคาร์โล

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบความแม่นยำของราคาที่ได้จากแบบจำลองกับราคาที่ได้จากวิธีการอื่น

1.2.3 เพื่อสร้างสมการสำหรับการพยากรณ์ราคาค่าก่อสร้างของการก่อสร้างบ้านพักอาศัย 2 ชั้น สำหรับโครงการอื่นๆในอนาคต

1.3 ขอบเขตการศึกษา

การศึกษานี้มุ่งเน้นการประยุกต์ใช้หลักสถิติเพื่อสร้างแบบจำลองโดยใช้วิธีมอนติคาร์โล สำหรับการประมาณราคา โดยจะรวบรวมข้อมูลราคาจากโครงการก่อสร้างบ้านพักอาศัย 2 ชั้น ที่ก่อสร้างในเขตจังหวัดกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ซึ่งดำเนินการก่อสร้างแล้วเสร็จจำนวน

80 โครงการ นำมาแยกปริมาณราคาที่เป็นต้นทุนในแต่ละหมวด โดยเฉพาะเฉพาะ หมวดงานโครงสร้าง หมวดงานสถาปัตยกรรม หมวดงานหลังคา หมวดงานระบบไฟฟ้า และหมวดงานระบบสุขาภิบาล ทั้งนี้ไม่รวมค่าดำเนินการก่อสร้าง กำไร และภาษี ข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาจะจัดแบ่งเป็นกลุ่มของบ้านตามขนาดพื้นที่ใช้สอย รวม 4 กลุ่มด้วยกัน คือ 1) บ้านขนาดพื้นที่ไม่เกิน 100 ตารางเมตร 2) บ้านขนาดพื้นที่ระหว่าง 101-200 ตารางเมตร 3) บ้านขนาดพื้นที่ระหว่าง 201-300 ตารางเมตร 4) บ้านขนาดพื้นที่มากกว่า 301 ตารางเมตรขึ้นไป

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ทราบแนวโน้มราคาค่าก่อสร้างบ้านพักอาศัย 2 ชั้น ของแต่ละหมวดงานโดยคิดเป็นราคาต่อหนึ่งตารางเมตร

1.4.2 แบบจำลองที่ได้สามารถนำไปใช้พยากรณ์การประมาณราคาค่าก่อสร้างบ้านพักอาศัย 2 ชั้น หรือพัฒนาต่อในโครงการอื่นในอนาคต

บทที่ 2

วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาเรื่องการประมาณราคาค่าก่อสร้างบ้านพักอาศัย 2 ชั้น ด้วยวิธีแบบจำลองมอนติคาร์โล ผู้วิจัยได้ทบทวนและรวบรวมแนวคิด ทฤษฎี และองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการประมาณราคาค่าก่อสร้างเพื่อใช้กำหนดแนวทางและระเบียบวิธีการดำเนินการศึกษา โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1 การประมาณราคา

2.1.1 ความหมายของการประมาณราคาในงานก่อสร้าง

การประมาณราคาค่าก่อสร้างเป็นกระบวนการหรือวิธีการเพื่อให้ได้มาซึ่งราคาค่าก่อสร้างที่ใกล้เคียงกับราคาค่าก่อสร้างที่เป็นจริงมากที่สุด แต่ไม่ใช่ราคาค่าก่อสร้างที่แท้จริงหรือถูกต้องตรงกับราคาค่าก่อสร้างจริง ทั้งนี้ราคาที่ได้ไม่ควรผิดพลาดไปจากราคาจริงเกิน 10 เปอร์เซ็นต์ (พงศสยาม กันจินะ, 2556)

การประมาณราคานั้นเป็นงานที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณหา

- (1) ปริมาณงานวัสดุ หรือเนื้องาน
- (2) ราคาค่าวัสดุ
- (3) ราคาค่าแรงงาน
- (4) ค่าใช้จ่ายในการดำเนินโครงการก่อสร้าง เช่น ค่าดำเนินการ ดอกเบี้ย กำไร ภาษี

การประมาณราคาที่ถูกวิธีควรมีขั้นตอนดังนี้

- (1) รวบรวมข้อมูลทั้งหมดพร้อมทั้งสำรวจสถานที่ก่อสร้างจริง
- (2) ถอดแบบเพื่อหาปริมาณงานและวัสดุทั้งหมดที่ปรากฏอยู่ในแบบ
- (3) ใส่ราคาค่าวัสดุและค่าแรงงานที่ใช้ลงในแบบฟอร์มการประมาณราคา
- (4) สรุปราคารวมค่าดำเนินการและกำไร

2.1.2 แนวทางการประมาณราคาค่าก่อสร้าง

การประมาณราคาค่าก่อสร้างโดยทั่วไปสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 วิธีคือ

2.1.2.1 วิธีการประมาณราคาอย่างละเอียด

เป็นการประมาณราคางานก่อสร้าง เพื่อใช้กำหนดราคากลาง ใช้กำหนดราคาตามงวดงาน ใช้คิดงานเพิ่มงานลด หรือเพื่อให้ผู้รับเหมาก่อสร้างใช้คิดราคาในการเข้าประมูลงาน

วิธีการประมาณราคาโดยละเอียดนั้นจะต้องมีข้อมูลสำหรับการคิดราคาอย่างละเอียด นั่นคือ แบบก่อสร้างและเงื่อนไขข้อกำหนดต่างๆในงานก่อสร้างของโครงการต้องเสร็จสมบูรณ์แล้ว เพื่อนำไปใช้สำหรับคำนวณหาปริมาณงานและวัสดุที่จะใช้ก่อสร้าง แล้วนำไปประมาณการหาราคาค่าแรงและค่าวัสดุ ตลอดจนค่าใช้จ่ายอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานก่อสร้าง จากนั้นจึงรวมยอดเป็นค่าก่อสร้างอาคารทั้งโครงการ ซึ่งผลที่ได้จากการใช้วิธีประมาณราคาโดยละเอียดนี้ จะได้ราคาที่ใกล้เคียงกับราคาค่าก่อสร้างจริงมากที่สุด โดยมีความผิดพลาดไม่เกิน $\pm 10\%$

ในการคำนวณหาราคาค่าก่อสร้างโดยการประมาณราคาอย่างละเอียด มีขั้นตอนในการปฏิบัติดังนี้

(1) ประมาณการหาปริมาณงานและวัสดุที่ใช้ก่อสร้าง โดยการถอดแบบเพื่อให้ได้ปริมาณงานและวัสดุที่จะต้องใช้ในการก่อสร้าง ตามแบบและรายการก่อสร้างของงานนั้นๆ

(2) ประมาณการหาราคาค่าวัสดุก่อสร้าง

(3) ประมาณการหาค่าแรงงาน

(4) ประมาณการหาค่าใช้จ่ายต่างๆสำหรับการดำเนินงานการก่อสร้าง ได้แก่ ค่าอำนาจการ ค่าดำเนินงาน ค่าประกันภัย กำไร ดอกเบี้ย และภาษี

(5) รวมต้นทุนราคาค่าก่อสร้างทั้งหมดของโครงการ

2.1.2.2 วิธีการประมาณราคาอย่างหยาบ

เป็นการประมาณราคาค่าก่อสร้างเบื้องต้น เหมาะสำหรับการประมาณราคาที่ต้องการความรวดเร็วเพื่อนำไปใช้คาดการณ์ ตัดสินใจ ศึกษาความเป็นไปได้ในโครงการ และกำหนดงบประมาณว่าโครงการนั้นจะก่อสร้างได้ตามวงเงินหรืองบประมาณที่มีอยู่หรือไม่ และยังสามารถใช้ตรวจสอบการประมาณราคาโดยละเอียดว่ามีความผิดพลาดหรือไม่ การประมาณราคาอย่างหยาบนี้โดยทั่วไปสามารถ ทำได้ 3 วิธีคือ

(1) วิธีประมาณราคาโดยใช้ราคาประกอบต่อหน่วย เป็นการประมาณการโดยใช้ราคาต่อหน่วยต่อส่วนงานก่อสร้าง โดยมีการแยกตามหมวดหมู่ของงาน เช่น งานโครงสร้าง งานสถาปัตยกรรม งานหลังคา งานระบบไฟฟ้า งานระบบสุขาภิบาล คำนวณราคารวมคิดเป็นราคาต่อตารางเมตรของแต่ละหมวดงาน

(2) วิธีประมาณราคาต่อหน่วยพื้นที่หรือปริมาตร เป็นการประมาณการโดยมีแบบร่างคร่าวๆ เช่น รู้ขนาดของพื้นที่หรือเนื้อที่ใช้สอยของอาคาร แล้วคูณด้วยราคาค่าก่อสร้างต่อหน่วยพื้นที่ ซึ่งได้มากจากผลการประมาณราคาโดยละเอียดของงานประเภทเดียวกันที่เคยทำการประมาณราคาไว้ในอดีต ความคลาดเคลื่อนจะอยู่ในช่วง 15% - 20% โดยราคาของโครงการใหม่ต้องมีการ

ปรับปรุงต้นทุนตามสภาพแวดล้อมและการเปลี่ยนแปลงตามเวลาให้ข้อมูลเหมาะสมกับสภาพความเป็นจริง

(3) วิธีประมาณราคาโดยใช้ราคาต่อหน่วยการใช้ เป็นประมาณการโดยที่อาจจะยังไม่มีแบบก่อสร้าง โดยการประมาณราคานั้นจะใช้ข้อมูลของโครงการในอดีตที่เก็บรวบรวมข้อมูลไว้มาใช้พิจารณา เช่น งานคอนกรีตราคาต่อก่อสร้างเป็นราคาต่อห้อง วิธีนี้จะใช้เวลาในการคิดราคาน้อย แต่ก็ได้ผลที่ค่อนข้างหยاب ความคลาดเคลื่อนอาจจะมากกว่า 20% - 30%

2.2 ทฤษฎีคำนวณต้นทุน

การคำนวณต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายทางตรง (Direct Cost) กำหนดให้ใช้วิธีการถอดแบบประมาณราคาเพื่อสำรวจและกำหนดรายการรวมทั้งปริมาณงาน ปริมาณวัสดุ และจำนวนแรงงานที่ต้องใช้ในงานก่อสร้างทั้งหมด แล้วนำมาคำนวณกับรายละเอียดประกอบการคำนวณราคากลางงานก่อสร้าง ซึ่งได้แก่ ค่าวัสดุ ค่าขนส่งวัสดุ ค่าแรงงาน ค่าดำเนินการ ค่าเสื่อมราคา รวมถึงค่าอำนวยการ ดอกเบี้ย กำไร และ ภาษี

2.2.1 ดัชนีค่าวัสดุก่อสร้างและค่าแรงงาน

ดัชนีค่าวัสดุก่อสร้างและค่าแรงงาน คือตัวเลขที่ใช้วัดการเปลี่ยนแปลงราคาสินค้าวัสดุก่อสร้างหรือราคาค่าจ้างแรงงาน ณ เวลาใดเวลาหนึ่งเปรียบเทียบกับช่วงเวลา ณ ปีที่ใช้เป็นปีฐาน

2.2.1.1 ขอบเขตของดัชนีราคาวัสดุก่อสร้าง

(1) ราคาที่ใช้คำนวณเป็นราคาจำหน่าย ณ หน้าโรงงาน หรือ ร้านค้าตัวแทนจำหน่ายสินค้าวัสดุก่อสร้าง เป็นราคาเงินสด ไม่รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม (VAT)

(2) เป็นราคาสินค้าวัสดุก่อสร้างในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

2.2.2 ความหมายและความสำคัญของปีฐาน

ปีฐาน หมายถึง ปีที่ใช้สำหรับเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของค่าดัชนีราคากับปีอื่นๆ โดยกำหนดให้ดัชนีราคา ณ ปีฐาน เท่ากับ 100 โดยปกติปีที่กำหนดให้เป็นปีฐาน จะกำหนดโดยพิจารณาจากปีที่มีภาวะเศรษฐกิจปกติ ไม่มีภาวะเศรษฐกิจผันผวน ชบเซา หรือเกิดเหตุการณ์ผิดปกติ นอกจากนั้นยังต้องเป็นปีที่มีข้อมูลการผลิต การจำหน่ายสินค้าที่สมบูรณ์เพียงพอที่จะใช้เป็นฐานในการเปรียบเทียบราคาได้ ปัจจุบัน ดัชนีราคาวัสดุก่อสร้าง ใช้ปีฐานตามปีที่มีการจัดทำตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิตของประเทศไทย โดยสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ซึ่งจะมีการจัดทำตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิตทุกๆ 5 ปี

2.2.3 หลักเกณฑ์การปรับราคาจาก ดัชนีราคา

เนื่องจากว่าต้นทุนที่เก็บรวบรวมได้จะเป็นต้นทุนในปีต่างๆ ซึ่งมีอัตราการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจและภาวะเงินเฟ้อที่ไม่เท่ากัน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องปรับต้นทุนของแต่ละปีให้เป็นราคาที่วัดจากปีเดียวกัน นั่นคือโดยใช้ปีฐานเป็นเกณฑ์ สำหรับงานวิจัยครั้งนี้จะใช้ดัชนีราคาวัสดุก่อสร้างรวม ซึ่งจัดทำขึ้นทุกปีโดยสำนักดัชนีเศรษฐกิจการค้า สำนักปลัดกระทรวงพาณิชย์ ซึ่งกำหนดให้ปี พ.ศ. 2548 เป็นปีฐาน ส่วนดัชนีราคาค่าแรงงานนั้น เนื่องจากไม่มีการบันทึกที่แน่นอนถึงค่าแรงของช่างฝีมือแต่ละกลุ่มว่าเป็นเท่าใด ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงใช้ค่าแรงขั้นต่ำของกองวิจัยตลาดแรงงาน เรื่องประกาศอัตราค่าจ้างแรงงานขั้นต่ำ กระทรวงแรงงาน มาใช้เป็นเกณฑ์ในการปรับราคาค่าแรงช่างฝีมือประเภทต่างๆ สำหรับงานก่อสร้าง โดยรวมดัชนีราคาวัสดุก่อสร้างและดัชนีราคาค่าแรงขั้นต่ำ แสดงไว้ในตารางที่ 2.1 - 2.2

ตารางที่ 2.1

ดัชนีราคารวมวัสดุก่อสร้างทุกชนิดในแต่ละปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2548-2558 (สำนักดัชนีเศรษฐกิจการค้า สำนักปลัดกระทรวงพาณิชย์, 2558)

ปี พ.ศ.	ดัชนีราคา (บาท)
2548	100
2549	103.7
2550	108.8
2551	127.4
2552	110.8
2553	113.3
2554	120.4
2555	124.7
2556	125.8
2557	126.7
2558	120.2

ตารางที่ 2.2

ดัชนีค่าแรงงานในแต่ละปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2548-2558 (กระทรวงแรงงาน, 2558)

ปี พ.ศ.	ค่าแรง/วัน (บาท)	ดัชนีราคา (บาท)
2548	175	100
2549	184	105
2550	191	109
2551	194	111
2552	200	114
2553	215	123
2554	215	123
2555	300	171
2556	300	171
2557	300	171
2558	300	171

สมพงษ์ ชูประสิทธิ์ (2544) ได้ศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลต่อค่าดัชนีราคาวัสดุก่อสร้าง ซึ่งมีผลจากการดำเนินการจัดทำค่าดัชนีราคาวัสดุก่อสร้าง สำหรับเป็นแนวทางในการปรับปรุงดัชนีราคาวัสดุก่อสร้างให้มีความเหมาะสมกับการใช้งานในประเทศไทย ผลจากการวิเคราะห์การจัดทำดัชนีราคาวัสดุก่อสร้างพบปัจจัยทั้งใน 2 ขั้นตอนหลัก คือ 1) ส่วนของการกำหนดรายการและการจัดทำน้ำหนักถ่วง 2) ส่วนของการเก็บข้อมูลราคาสำหรับแนวทางการจัดทำดัชนีให้มีความเหมาะสม ส่วนของการกำหนดรายการและน้ำหนักถ่วง ควรพิจารณาคัดเลือกรายการ ให้สอดคล้องตรงกับวัตถุประสงค์การใช้งานของค่าดัชนี ซึ่งการใช้ดัชนีสำหรับการพิจารณาสัญญาแบบปรับราคาได้ของงานราชการ ควรใช้รายการจากบัญชีปริมาณงานจากโครงการก่อสร้างของทางราชการ สำหรับส่วนของการเก็บข้อมูลราคาควรกำหนดเป็นวิธีการปฏิบัติ ที่ปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอในการเก็บข้อมูล เพื่อให้ข้อมูลที่ได้มีความเป็นแบบฉบับเดียวกัน ทั้งเรื่องความชัดเจนในการเก็บข้อมูลราคา สถานที่เก็บข้อมูล และช่วงระยะเวลาการเก็บข้อมูล

2.3 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

การจำลองสถานการณ์เป็นการเลียนแบบการทำงานของกระบวนการจริงหรือระบบการทำงานในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง ซึ่งในอดีตการสร้างแบบจำลองนั้นจะต้องทำในกระดาษทำให้เกิดความยากต่อการประยุกต์ใช้ ในปัจจุบันมีโปรแกรมการจำลองบนคอมพิวเตอร์ให้เลือกใช้มากมาย ซึ่งช่วยให้สามารถสร้างแบบจำลองได้ง่ายขึ้น ทำให้การจำลองถูกนิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย การจำลองเป็นศาสตร์ที่จะสนใจศึกษาพฤติกรรมของระบบผ่านแบบจำลองที่สร้างขึ้นตามสมมติฐาน ซึ่งแสดงออกในรูปแบบต่างๆ เช่น สมการคณิตศาสตร์ เงื่อนไข ตรรกะการทำงานของระบบ เป็นต้น เมื่อแบบจำลองถูกสร้างขึ้นและผ่านการตรวจสอบความถูกต้องแล้ว แบบจำลองดังกล่าวจึงสามารถนำไปใช้วิเคราะห์สถานการณ์ต่างๆได้

2.3.1 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

แบบจำลองคือตัวแทนสิ่งของอันใดอันหนึ่ง เช่น วัตถุ เหตุการณ์ กระบวนการจัดการที่เป็นระบบ โดยแบบจำลองมักจะถูกใช้เพื่อวัตถุประสงค์ในการคาดการณ์ (Prediction) และควบคุมสรรพสิ่งนั้นๆ แบบจำลองนั้นทำหน้าที่อธิบายถึงลักษณะของวัตถุ เหตุการณ์ กระบวนการ หรือ ระบบมากกว่าที่จะใช้บรรยายว่าสิ่งเหล่านั้นเป็นอย่างไร หรือเกิดขึ้นอย่างไร แบบจำลองมักจะถูกสร้างขึ้นเพื่อใช้หรือทำให้มองเห็นว่าถ้าหากสิ่งนั้นหรือระบบถูกเปลี่ยนแปลงไปทางใดทางหนึ่งหรือหลายทางจะมีองค์ประกอบอื่นๆของสิ่งนั้นหรือระบบนั้นๆอย่างไร (นิพนธ์ ตั้งธรรม, 2544)

โดยทั่วไปแบบจำลองเปรียบเสมือนสิ่งที่แสดงถึงโครงสร้าง หรือลักษณะการทำงานของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง รูปแบบที่ใช้เป็นตัวแทนจะแตกต่างกันออกไป แบบจำลองอาจเป็นรูปของมโนภาพ (ความคิด) เป็นแผนภาพ หรือเป็นรูปแบบทางคณิตศาสตร์ โดยที่แบบจำลองทางคณิตศาสตร์นี้จะสามารถอธิบายสมมติฐานของการทำงานของระบบได้ในรูปแบบของตัวเลขของปริมาณของสิ่งที่ต้องการรู้ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่มักพบบ่อยๆจะอยู่ในรูปแบบของแบบจำลองเชิงทฤษฎีและแบบจำลองเชิงการทดลอง ซึ่งแบบหลังนี้มักจะอยู่ในรูปของแบบจำลองเชิงสถิติที่สร้างขึ้นเพื่อใช้คาดคะเนตัวแปรตาม เมื่อกำหนดให้ตัวแปรอิสระ เปลี่ยนแปลงไปในปริมาณต่างๆ

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ดีนั้น จะต้องสามารถใช้คาดหมายผลกระทบต่างๆที่จะเกิดขึ้นจากการกำหนดให้มโนนโยบายในการจัดการรูปแบบต่างๆได้ โดยมีความเสี่ยงต่อความผิดพลาดน้อยที่สุด และไม่จำเป็นต้องประกอบด้วยสมการคณิตศาสตร์หรือกระบวนการเชื่อมโยงที่สลับซับซ้อนจนเกินไป แต่ต้องครอบคลุมการคาดหมายสิ่งต่างๆ ที่ต้องการรู้ได้กว้างขวาง แบบจำลองที่ดีว่าดีนั้นจะต้องประหยัดเวลาในการทำงาน และง่ายต่อการเข้าใจของผู้ที่อยู่ในวงการโดยทั่วไป รวมทั้งชี้ให้เห็นข้อเท็จจริงของพฤติกรรมที่ใช้แบบจำลองแทนได้อย่างเด่นชัด สามารถตรวจสอบความถูกต้องของ

ผลลัพธ์ที่คาดคะเนออกมาได้หรือสามารถหาข้อผิดพลาดจากการใช้ข้อมูลได้อย่างคล่องตัว แบบจำลองที่สลับซับซ้อนนั้นไม่ได้หมายความว่าใช้คาดเหตุการณ์ออกมาได้ดีกว่าแบบจำลองง่ายๆ เสมอไป ทั้งนี้เมื่อมีตัวแปรเพิ่มมากขึ้น แบบจำลองก็จะต้องมีข้อสมมุติฐานกำกับเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย แบบจำลองที่ดีจะต้องมีความสมเหตุสมผล ความแน่นอนของความสมจริง และความกระจ่างชัดของการอธิบายพฤติกรรมของระบบเป็นเรื่องที่มีความสำคัญเท่าเทียมกับการที่จะคาดหมายให้ได้ค่าที่ถูกต้องแม่นยำทีเดียว

2.3.2 กระบวนการและขั้นตอนในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

ในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ไม่ว่าจะใช้กับระบบง่ายหรือระบบที่สลับซับซ้อนก็ตาม กระบวนการในการสร้างหลักๆจะคล้ายคลึงกัน ซึ่งในที่นี่ ได้ดัดแปลงขั้นตอนการสร้างแบบจำลองที่นำเสนอโดยนักวิจัย 2 กลุ่ม คือ Jorgensen (1988) และ Neter et al., (1996) ดังนี้

Jorgensen (1988) ได้อธิบายขั้นตอนการพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของระบบต่างๆ ดังภาพที่ 2.1 ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 : กำหนดปัญหาที่ต้องแก้ไขเพื่อใช้กำหนดรูปแบบและทิศทางของแบบจำลอง

ขั้นตอนที่ 2 : กำหนดกรอบของปัญหาให้อยู่ในรูปของการเปลี่ยนแปลงตามเวลาและตามพื้นที่

ขั้นตอนที่ 3 : ความต้องการในข้อมูลซึ่งจะมากน้อยเพียงไร และต้องการแบบจำลองที่มีคุณภาพมากน้อยเพียงไรขึ้นอยู่กับความซับซ้อนของแบบจำลองที่จะสร้าง ข้อมูลที่มีอยู่แล้วในกรณีที่มีข้อมูลมีข้อจำกัดก็อาจจำเป็นต้องลดความซับซ้อนของแบบจำลอง หรือกำหนดกรอบของปัญหาให้เล็กลง

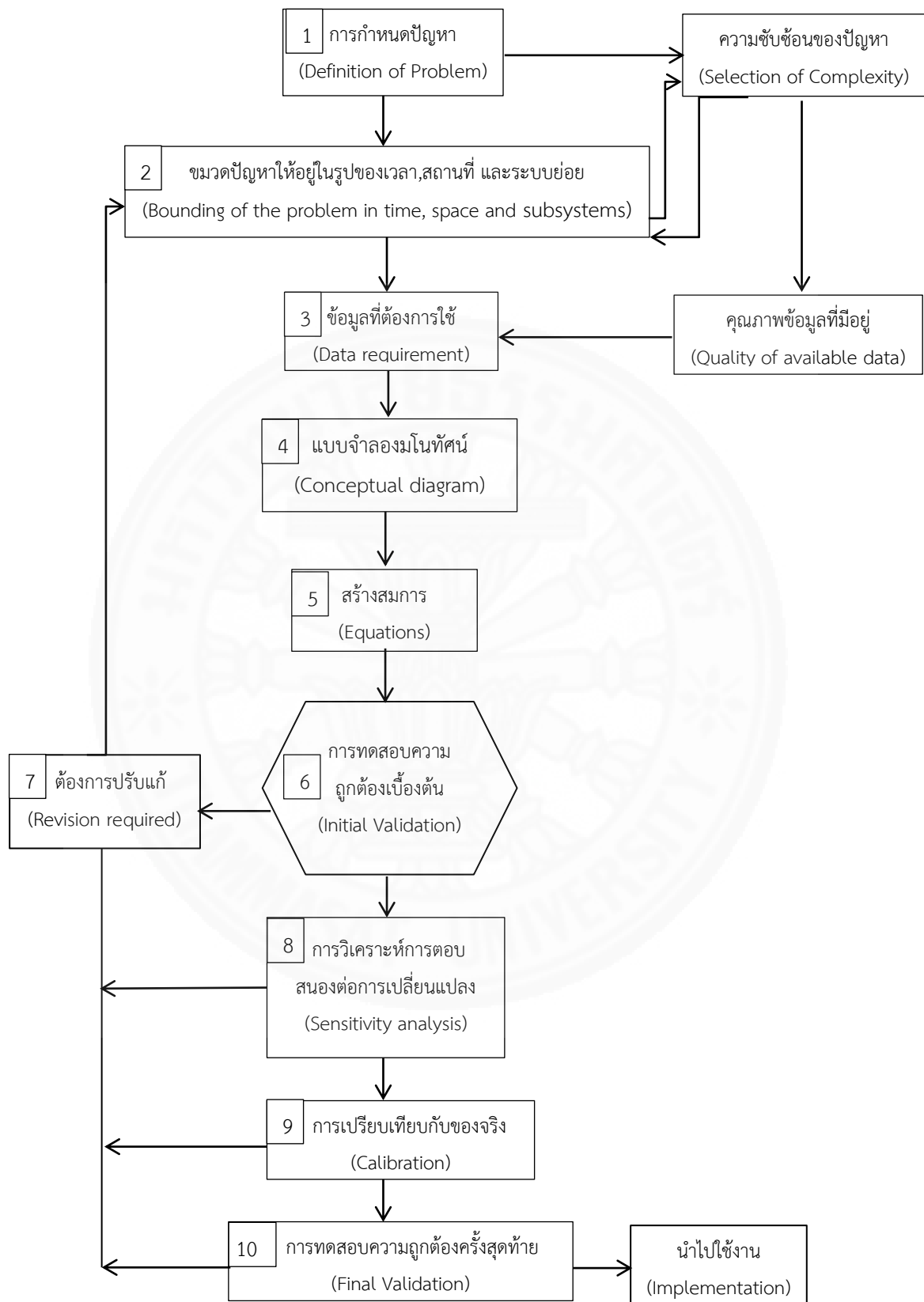
ขั้นตอนที่ 4 : เขียนโครงสร้างของแบบจำลองจากมโนทัศน์ที่ผู้สร้างมีอยู่ หรือจากกลุ่มผู้สร้าง ขั้นตอนนี้บางครั้งอาจทำก่อนขั้นตอนรวบรวมข้อมูล แต่มักจะถูกจำกัดด้วยข้อมูลที่มีอยู่ การเขียนโครงข่ายของแบบจำลองจึงมักทำภายหลังจากที่ทราบปริมาณและคุณภาพของข้อมูลแล้ว

ขั้นตอนที่ 5 : สร้างสมการแสดงความเป็นไปได้และสมการแสดงความสัมพันธ์ของระบบที่เชื่อมโยงกัน การหาคำตอบของปัญหาที่กำหนดไว้ในขั้นตอนที่ 1 และขั้นตอนที่ 2 ในขั้นตอนนี้สิ่งที่ต้องคำนึงถึง คือ

-จะให้แบบจำลองช่วยตัดสินใจแก้ไขปัญหา ให้คำตอบในเรื่องอะไร

-การจำแนกตัวแปรของแบบจำลองที่จะเป็นตัวกำหนดและตัวที่ทำให้ผลลัพธ์

ครบถ้วน



ภาพที่ 2.1 ขั้นตอนการพัฒนาแบบจำลองคณิตศาสตร์ (ดัดแปลงจาก Jorgensen, 1988)

-การสร้างความสัมพันธ์เชื่อมโยงตัวแปรต่างๆจากรูปแบบทางคณิตศาสตร์โดยอาศัยผลงานวิจัยที่ผ่านมาเป็นหลัก หากไม่มีก็อาจใช้ประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญแทน

-กำหนดพารามิเตอร์ที่จะเป็นผลลัพธ์ ดัชนีผลกระทบ กำหนดช่วงเวลา และระยะเวลาที่จะให้แบบจำลองทำการหาคำตอบให้

-ผนวกแบบจำลองต่างๆเข้าด้วยกันอย่างเป็นระบบและมีระเบียบ สอดคล้องกับพฤติกรรมธรรมชาติที่ควรจะเป็น

ขั้นตอนที่ 6 : ทดสอบการทำงานของแบบจำลองและความถูกต้องของผลลัพธ์เมื่อเชื่อมโยงสมการหรือแบบจำลองย่อยต่างๆเข้าด้วยกัน ถ้าเป็นขั้นการทดสอบว่า แบบจำลองที่สร้างขึ้นสามารถทำงานได้ตามที่ต้องการหรือไม่ ความถูกต้องตามหลักตรรกะและอธิบายความเป็นไปได้ตามที่คิดไว้ได้หรือไม่ ขั้นตอนนี้ส่วนมากจะใช้ข้อมูลที่มีอยู่แล้วในอดีตมาเป็นตัวทดสอบ

ขั้นตอนที่ 7 : ทบทวนแบบจำลอง ในกรณีที่การทำงานยังไม่ดีพอ ซึ่งอาจเกิดจากแบบจำลองย่อยๆยังไม่สมบูรณ์ หรือการเชื่อมต่อกันไม่เป็นไปตามตรรกะ หรือรายละเอียดในแบบจำลองย่อยยังไม่เพียงพอ หรือตั้งวัตถุประสงค์ไว้มากเกินไปกว่าข้อมูลที่มีอยู่จะหาคำตอบให้ได้ก็จะต้องมีการทบทวนกันใหม่ โดยย้อนกลับไปเริ่มที่ขั้นตอนที่ 2 ก็จะทำให้ได้แบบจำลองที่มีความพอใจได้

ขั้นตอนที่ 8 : ในกรณีที่แบบจำลองใช้ได้ดีแล้วและมีความถูกต้องแม่นยำตามที่ตั้งเกณฑ์ไว้แล้ว ก็ต้องมีการทดสอบการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์ภายในแบบจำลองว่าเมื่อกำหนดให้พารามิเตอร์ต่างๆคงที่แล้ว การเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์ตัวหนึ่งไปในระดับต่างๆจะทำให้มีผลลัพธ์ออกมาแตกต่างไปจากเดิมอย่างมีตรรกะ และระดับการเปลี่ยนแปลงสามารถยอมรับได้หรือไม่ ถ้ายังไม่ตอบสนองในระดับที่ดีพอ ก็จะต้องกลับไปเริ่มในขั้นตอนที่ 7 คือการทบทวนแบบจำลองกันใหม่อีกครั้งจนกว่าจะได้ผลเป็นที่พอใจ

ขั้นตอนที่ 9 : การปรับค่าพารามิเตอร์แบบจำลอง ขั้นตอนนี้มักจะทำกันเสมอในทุกแบบจำลองเพื่อให้ได้ค่าที่ใกล้เคียงหรือตรงกับค่าที่ตรวจวัดได้จริง หรือค่าที่ควรจะเป็น ทั้งนี้เนื่องจากแบบจำลองนั้นมีโอกาสเลียนแบบของจริงได้ร้อยละเปอร์เซ็นต์ ค่าที่ได้จึงมักเพี้ยนไปจากค่าจริง จึงมีการปรับค่าคงที่ต่างๆให้เกิดผลลัพธ์ที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด

ขั้นตอนที่ 10 : ทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองครั้งสุดท้าย เป็นการทดสอบว่าแบบจำลองทำงานได้ดีและถูกต้องเพียงใด เมื่อกำหนดสภาวะต่างๆในการจัดการระบบเปลี่ยนไป ถือได้ว่าเป็นขั้นตอนการตรวจประสิทธิภาพและประสิทธิผลของแบบจำลองว่า ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงตัวแปรภายนอกที่เป็นตัวแปรนำเข้าแล้ว แบบจำลองจะทำงานได้ถูกต้องสมเหตุสมผลหรือไม่ ซึ่งถ้าถึงขั้นตอนนี้แล้วแบบจำลองให้ผลลัพธ์ถูกต้องแน่นอนและมีตรรกะในทุกกรณีแล้วก็สามารถนำมาประยุกต์ในพื้นที่อื่นเพื่อหาคำตอบที่ชี้แนะในการกำหนดนโยบายการจัดการได้เป็นอย่างดีต่อไป

สำหรับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์จากสมการเชิงถดถอยนั้น Neter et al., (1996) ได้แบ่งขั้นตอนการพัฒนาแบบออกเป็น 4 ขั้นตอนหลัก คือ

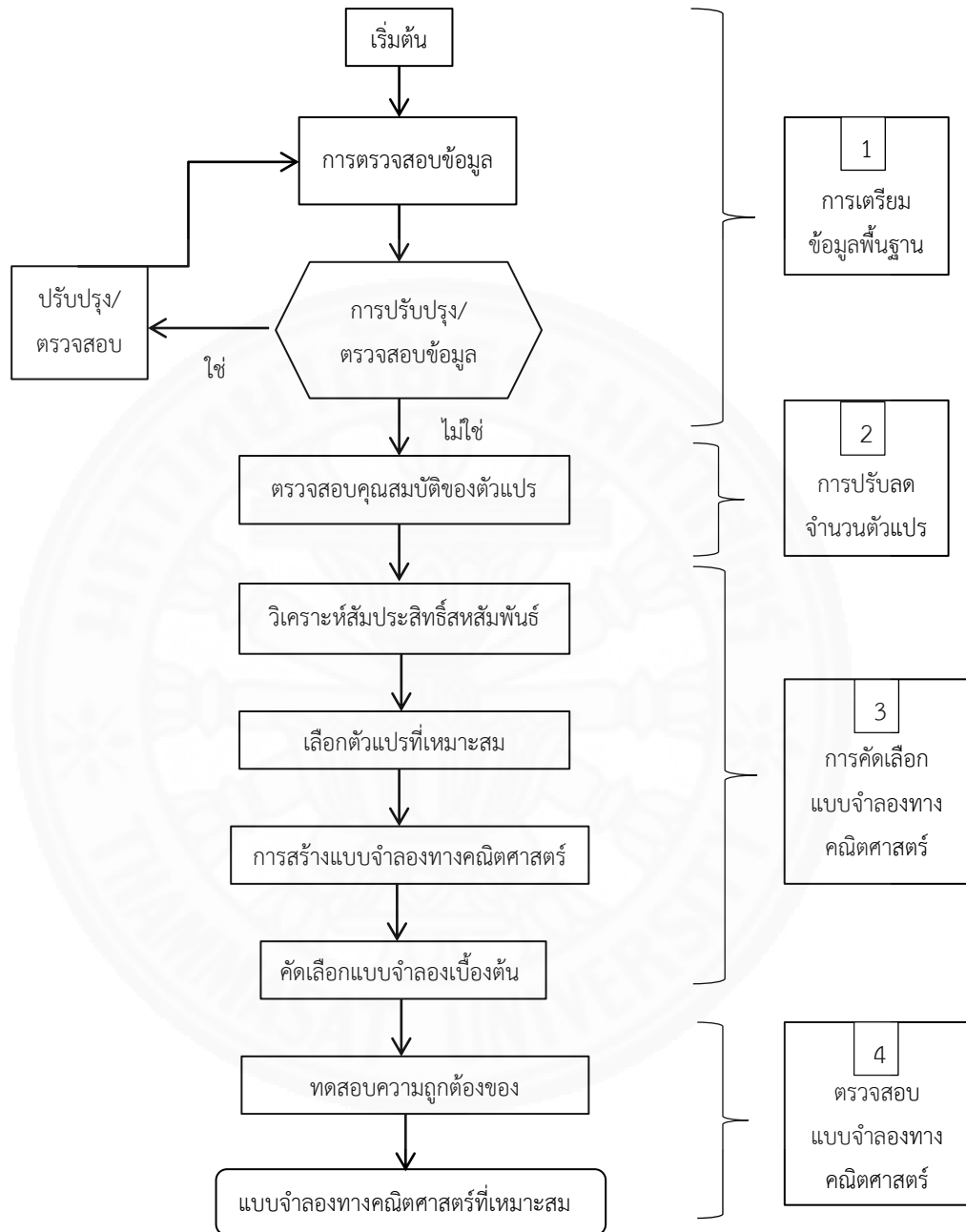
ขั้นตอนที่ 1 : การเตรียมข้อมูลเบื้องต้น (Data Collection and Preparation) เป็นขั้นตอนการรวบรวมข้อมูลและตรวจสอบความถูกต้องเบื้องต้น หากพบว่าข้อมูลมีความผิดพลาดจากการรวบรวมหรือความไม่สมบูรณ์ของการเก็บข้อมูล ก็จะเข้าสู่ขั้นตอนการปรับปรุงตรวจสอบเพื่อแก้ไขก่อน

ขั้นตอนที่ 2 : การปรับลดจำนวนตัวแปร (Reduction of Number of Explanatory Variable) เป็นขั้นตอนการตรวจสอบคุณสมบัติของตัวแปรและคัดเลือกตัวแปรที่มีคุณสมบัติตามที่ต้องการ

ขั้นตอนที่ 3 : การคัดเลือกแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Model Refinement and Selection) เป็นขั้นตอนที่จะทำการนำตัวแปรที่ผ่านการคัดเลือกในขั้นตอนที่ 2 มาทำการวิเคราะห์หาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ และทำการคัดเลือกตัวแปรที่มีความเหมาะสมจากสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ศึกษาหรือตามวัตถุประสงค์ของการศึกษา เพื่อสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์จากสมการความถดถอยสหพันธ์ แล้วจึงทำการคัดเลือกแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เบื้องต้น

ขั้นตอนที่ 4 : การทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองคณิตศาสตร์ (Model Validation) ในขั้นตอนนี้จะทำการทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองว่ามีความถูกต้องมากน้อยเพียงไรเมื่อนำไปใช้งาน รายละเอียดขั้นตอนการศึกษาดังแสดงในภาพที่ 2.2

จากกระบวนการและขั้นตอนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ของ Jorgensen (1988) และ Neter et al., (1996) พบว่าขั้นตอนหลักๆของการสร้างแบบจำลองมีความเหมือนกันคือการเตรียมข้อมูล การสร้างแบบจำลอง การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง แต่ประเด็นที่แตกต่างกันคือ Jorgensen (1988) จะมีรายละเอียดของขั้นตอนการเตรียมข้อมูลที่ละเอียดกว่าโดยจะเริ่มตั้งแต่การกำหนดปัญหา การกำหนดความต้องการของข้อมูล แล้วจึงทำการตรวจสอบข้อมูลต่อจากนั้นจึงทำการสร้างแบบจำลอง ทดสอบความถูกต้องของแบบจำลอง และเปรียบเทียบกับของจริง ในขณะที่ Neter et al., (1996) มีเพียงขั้นตอนการทดสอบความถูกต้องเพียงอย่างเดียว จากการเปรียบเทียบภาพที่ 2.1 และ ภาพที่ 2.2 ขั้นตอนการสร้างแบบจำลองของ Jorgensen (1988) ภายหลังจากการสร้างสมการสามารถปรับแก้ไขได้ทุกขั้นตอน ในขณะที่ Neter et al., (1996) จะสามารถแก้ไขได้แค่ในช่วงการปรับปรุงหรือตรวจสอบเพียงขั้นตอนเดียว (นิรันดร์ คงฤทธิ์, 2548)



ภาพที่ 2.2 ขั้นตอนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (ดัดแปลงจาก Neter et al, 1996)

2.3.3 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เชิงสถิติ

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เชิงสถิติ หมายถึง สมการทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากการวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่เกี่ยวข้อง โดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์จากสมการความสัมพันธ์เชิงสถิติระหว่างตัวแปรที่เลือกใช้ในงานวิจัยนี้คือ แบบจำลองจากสมการรูปแบบการกระจายตัวแบบสามเหลี่ยม หมายถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตามที่แสดงออกมาในรูปเชิงคณิตศาสตร์ เป็นการกระจายของข้อมูลซึ่งใช้ประยุกต์กับการทดลองที่ข้อมูลขาดหาย เพื่อใช้พยากรณ์ค่าของตัวแปรตามที่ต้องการศึกษาโดยอาศัยความรู้หรือการเปลี่ยนแปลงเกี่ยวกับค่าของตัวแปรอิสระตัวเดียวหรือหลายตัว ซึ่งสมการที่ต้องการนั้นควรมีสมการที่ค่อนข้างง่าย และสามารถประมาณความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเหล่านั้นให้ได้ใกล้เคียงมากที่สุด พร้อมทั้งวัดค่าความคลาดเคลื่อนที่มีความเกี่ยวข้องในกระบวนการของการประมาณด้วย

2.3.4 การทดสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

การทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองคือกระบวนการในการสร้างความมั่นใจให้กับผู้สร้างและผู้ใช้แบบจำลองว่าผลที่ได้จากแบบจำลองนั้นจะเป็นผลที่ถูกต้อง และสามารถนำไปใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ของการสร้างแบบจำลอง ความถูกต้องจะสร้างความน่าเชื่อถือของแบบจำลอง (ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ, 2537) ซึ่งสอดคล้องกับการอธิบายของ Law and Kelton, (1991) ที่อธิบายว่าการทดสอบความถูกต้องเป็นการพิสูจน์ถึงความเชื่อมั่นของแบบจำลองและปัญหาที่พบในการวิเคราะห์แบบจำลองที่สร้างขึ้น หรือพัฒนาขึ้นโดยนำผลที่ได้จากแบบจำลองมาทำการเปรียบเทียบกับระบบที่เกิดขึ้นจริง ซึ่งวิธีที่ใช้ในการทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองที่ใช้มีอยู่หลายวิธี

2.3.4.1 การพิสูจน์ยืนยัน

เป็นการทำให้แน่ใจว่าแบบจำลองมีพฤติกรรมอย่างที่คุณสร้างต้องการหรือตามวัตถุประสงค์ที่ได้ตั้งไว้ เช่น การถามความเห็นจากผู้เชี่ยวชาญหรือการทดสอบทางสถิติ เป็นต้น

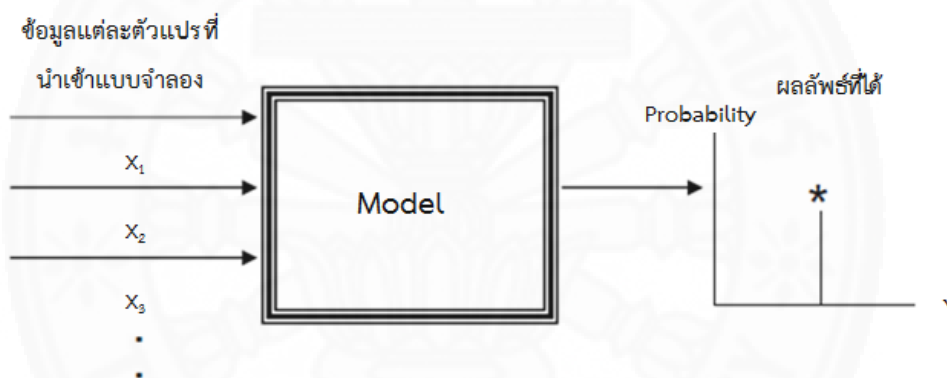
2.3.4.2 การทดสอบความถูกต้อง

เป็นการทดสอบความสอดคล้องระหว่างพฤติกรรมของแบบจำลองกับพฤติกรรมของข้อมูลจริง โดยอาศัยการเปรียบเทียบระหว่างข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองกับข้อมูลในอดีต การวิเคราะห์อาจใช้เทคนิคทางสถิติ เช่น การทดสอบสมมติฐานในการเปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองกับข้อมูลจริงว่าผลที่ได้จากแบบจำลองกับผลที่ได้จากงานจริงเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร หรือการพยากรณ์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรและพารามิเตอร์ในแบบจำลองเปรียบเทียบกับข้อมูลจริง

2.4 แบบจำลองความน่าจะเป็น

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ยังอาจแบ่งตามลักษณะการใช้งานและผลลัพธ์ที่ได้ออกเป็น 2 ประเภท คือ แบบจำลองที่แน่นอน และแบบจำลองความน่าจะเป็น (ธีระศักดิ์ อัจฉนนนท์, 2544)

2.4.1 แบบจำลองที่แน่นอน (Deterministic Model) หมายถึง แบบจำลองที่แสดงความสัมพันธ์ที่แน่นอนระหว่างตัวแปร ใช้สำหรับพยากรณ์ค่าตัวแปรที่สนใจได้ค่าที่แน่นอนค่าเดียว เช่น $y = \alpha + \beta x$ เป็นแบบจำลองที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง x กับ y โดยที่เมื่อกำหนดค่าของ x ได้ แบบจำลองนี้จะสามารถพยากรณ์หาค่า y ได้ค่าเดียวแน่นอน ดังแสดงในภาพที่ 2.3

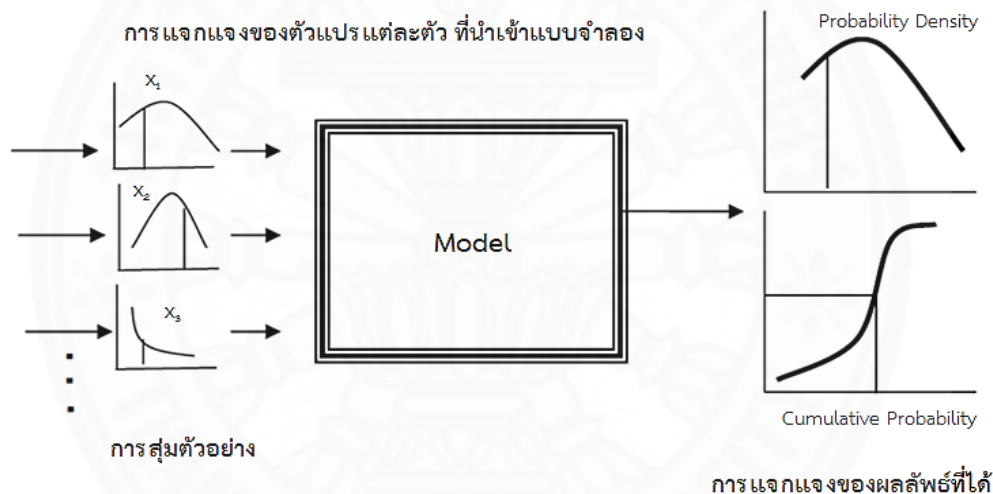


ภาพที่ 2.3 ขั้นตอนการพยากรณ์ค่า Y ด้วยวิธีแบบจำลองที่แน่นอน (Deterministic Model)

2.4.2 แบบจำลองความน่าจะเป็น (Probabilistic model) หมายถึงแบบจำลองที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ใช้สำหรับอธิบายความแปรผันของตัวแปร y เมื่อได้กำหนดค่าของตัวแปร x ตัวหนึ่งหรือมากกว่ามาให้ โดยมีรูปแบบสมการคือ ในการคำนวณเพื่อหาค่า y นั้นจะทำการสุ่มตัวอย่างจากการแจกแจงของตัวแปรอิสระแต่ละตัวในแบบจำลองโดยตัวแปรอิสระจะมีความน่าจะเป็นเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย ดังแสดงในภาพที่ 2.4 ความน่าจะเป็นคือตัวเลขที่แสดงถึงโอกาสในการเกิดเหตุการณ์ที่สนใจสำหรับการทดลองหนึ่งๆ โดยปกติความน่าจะเป็นจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 ถ้าเท่ากับ 0 แสดงว่าเหตุการณ์นั้นไม่มีโอกาสเกิดขึ้นเลย แต่ถ้าเท่ากับ 1 แสดงว่าเหตุการณ์มีโอกาสเกิดขึ้นแน่นอน 100 เปอร์เซ็นต์ ความน่าจะเป็นอาจหาได้จากประสบการณ์หรือผลลัพธ์ก่อนหน้า (การทดลองที่ทำซ้ำๆ และความถี่ของเหตุการณ์ที่สนใจ) การวิเคราะห์เงื่อนไขต่างๆของการทดลอง และการสันนิษฐานการจำลองเชิงความน่าจะเป็นสามารถแบ่งย่อยออกได้ดังนี้

2.4.2.1 การจำลองเหตุการณ์ที่ตัวแปรอิสระมีการกระจายแบบไม่ต่อเนื่อง (Discrete distributions) เป็นการจำลองเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่มีเหตุการณ์หรือตัวแปรจำกัด

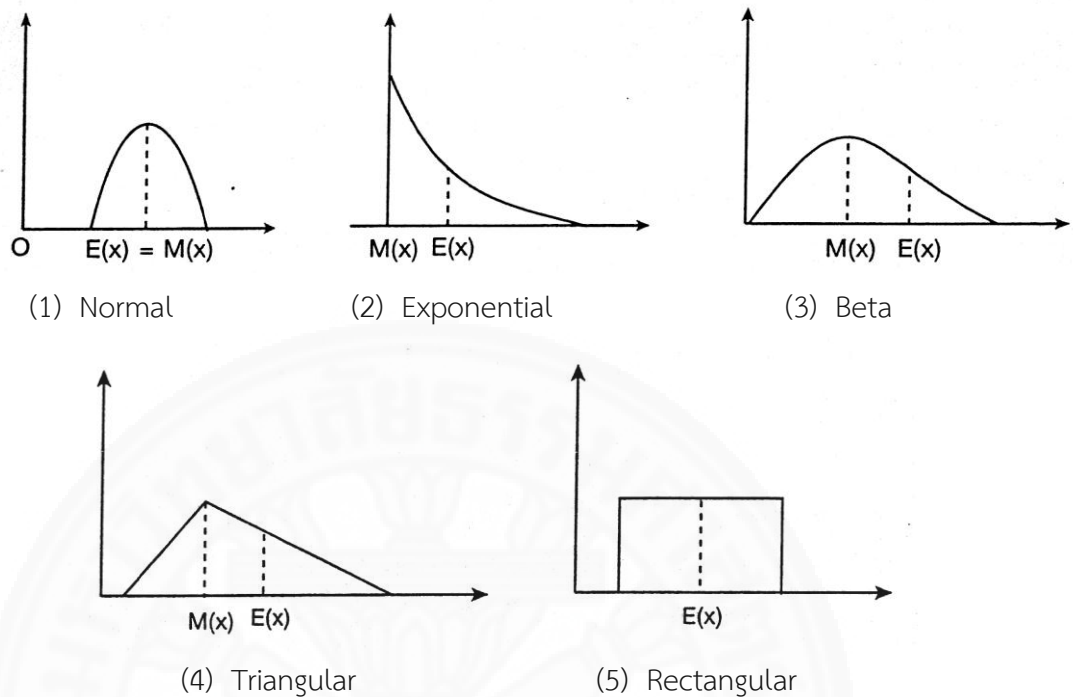
2.4.2.2 การทดสอบความถูกต้อง เป็นการทดสอบความสอดคล้องระหว่างพฤติกรรมของแบบจำลองกับพฤติกรรมของข้อมูลจริง โดยอาศัยการเปรียบเทียบระหว่างข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองกับข้อมูลในอดีต การวิเคราะห์อาจใช้เทคนิคทางสถิติ เช่น การทดสอบสมมติฐานในการเปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองกับข้อมูลจริงว่าผลที่ได้จากแบบจำลองกับผลที่ได้จากงานจริงเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร หรือการพยากรณ์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรและพารามิเตอร์ในแบบจำลองเปรียบเทียบกับข้อมูลจริง



ภาพที่ 2.4 ขั้นตอนการพยากรณ์ค่า Y ด้วยวิธีแบบจำลองความน่าจะเป็น (Probabilistic Model)

2.5 รูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นของเหตุการณ์

รูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ การที่ผู้วิเคราะห์จะเลือกใช้การแจกแจงความน่าจะเป็นรูปแบบใด อาจอาศัยข้อมูลในอดีตของการวิเคราะห์ทางสถิติจากทฤษฎีหรือจากผู้เชี่ยวชาญสันตัดในเหตุการณ์ของโครงการที่กำลังศึกษา ลักษณะการแจกแจงความน่าจะเป็นซึ่งเป็นที่นิยมใช้มีด้วยกัน 5 รูปแบบ พิจารณาได้ดังรูป โดยที่แต่ละลักษณะของการแจกแจงจะมีเครื่องชี้วัดทางสถิติแตกต่างกัน [$E(x)$ = ค่าเฉลี่ยคาดหมาย, $M(x)$ = ค่าฐานนิยม (mode)]



ภาพที่ 2.5 แสดงลักษณะการแจกแจงความน่าจะเป็นที่ได้รับความนิยม

รูปแบบที่ 1 ลักษณะการแจกแจงแบบปกติ เป็นลักษณะระฆังคว่ำ ความแปรปรวนของเหตุการณ์มีโอกาสเกิดขึ้นเท่าเทียมกัน ซึ่งอาจมากหรือน้อยกว่ามูลค่าคาดหวัง ($E(x)$) ค่าฐานนิยม $M(x)$ มีค่าเท่ากับ $E(x)$ ซึ่งค่าฐานนิยมนั้นเป็นค่าที่แสดงดัชนีโอกาสความน่าจะเป็นสูงสุดของเหตุการณ์

รูปแบบที่ 2 ลักษณะการแจกแจงแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล เป็นลักษณะรูปโค้งเว้าลดลงตลอด $M(x) = 0$ และ $M(x) < E(x)$ โอกาสที่เหตุการณ์จะเกิดขึ้น ณ ระดับหนึ่งเท่ากับศูนย์

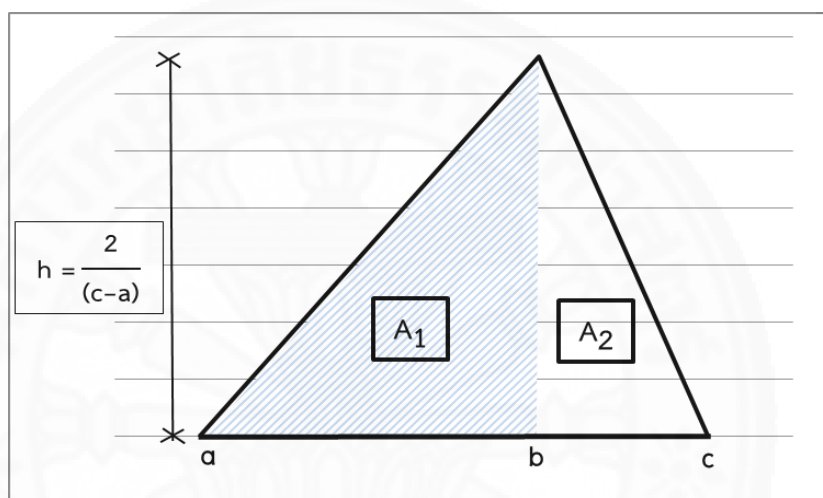
รูปแบบที่ 3 ลักษณะการแจกแจงแบบเบต้า เป็นลักษณะโค้งคว่ำแต่แตกต่างจากรูปแบบที่ 1 เหตุการณ์มีโอกาสเกิดขึ้นค่อนข้างสูง แต่ต่ำกว่ามูลค่าคาดหวัง ($M(x) < E(x)$) ทางสถิติเรียกว่า เบ้ไปทางขวา ส่วนกรณี ($M(x) > E(x)$) ทางสถิติเรียกว่า เบ้ไปทางซ้าย

รูปแบบที่ 4 ลักษณะการแจกแจงแบบรูปสามเหลี่ยม เป็นลักษณะความน่าจะเป็นที่จะเกิดเหตุการณ์เป็นเส้นตรงสองด้าน ลักษณะการแจกแจงอาจเบ้ไปทางขวา ($M(x) < E(x)$) หรือเบ้ไปทางซ้าย ($M(x) > E(x)$)

รูปแบบที่ 5 ลักษณะการแจกแจงแบบสี่เหลี่ยม แสดงความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ต่างๆ มีโอกาสเกิดขึ้นเท่าเทียมกัน รูปแบบการแจกแจงมีลักษณะสมดุลงัน และ $E(x)$ อยู่กึ่งกลางพอดี และ $M(x)$ ไม่มีค่า

รูปแบบการแจกแจงแบบที่ 4 การแจกแจงแบบรูปสามเหลี่ยม เป็นรูปแบบที่จะนำมาวิเคราะห์เพื่อสร้างแบบจำลองสถานการณ์ด้วยวิธีมอนติคาร์โลในงานวิจัยนี้ การแจกแจงแบบรูปสามเหลี่ยม เหมาะสำหรับการใช้สร้างโมเดลเริ่มต้นในกรณีที่มีข้อมูลไม่มากนัก เพราะใช้สามค่าในการสร้างฟังก์ชันการแจกแจง คือ ค่าน้อยสุด (a) ค่ามากที่สุด (c) และค่ากลางที่เหมาะสม (b)

สำหรับรูปสามเหลี่ยมทั่วไปจะแบ่งพื้นที่ออกเป็น 2 ส่วนคือ สามเหลี่ยมทางด้านซ้าย แทนด้วยสัญลักษณ์ A_1 และพื้นที่ที่เหลือ ก็คือสามเหลี่ยมทางด้านขวา แทนด้วยสัญลักษณ์ A_2 ดังภาพที่ 2.6 และสามารถคำนวณหาพื้นที่ A_1 และ A_2 ได้ดังสมการ (2.1) และ (2.2)



ภาพที่ 2.6 แสดงรูปแบบการกระจายตัวแบบรูปสามเหลี่ยม

พื้นที่ทางด้านซ้าย (A_1);

$$A_1 = \left(\frac{1/2 * (b - a) * 2}{(c - a)} \right)$$

หรือ $A_1 = \frac{(b - a)}{(c - a)}$ ----- (2.1)

พื้นที่ทางด้านขวา (A_2);

$$A_2 = \left(\frac{1/2 * (c - b) * 2}{(c - a)} \right)$$

หรือ $A_2 = \frac{(c - b)}{(c - a)}$ ----- (2.2)

และนอกจากนี้ยังสามารถหาสมการของเส้นกราฟทางด้านซ้ายและสมการเส้นกราฟทางด้านขวามือได้ดังต่อไปนี้

$$\text{สมการของเส้นกราฟทางด้านซ้ายคือ} \quad f(x) = \frac{2(x-a)}{(b-a)(c-a)}$$

$$\text{และสมการของเส้นกราฟทางด้านขวาคือ} \quad f(x) = \frac{2(c-x)}{(c-b)(c-a)}$$

ค่าตัวแปรสุ่มจากโค้งความหนาแน่นของความน่าจะเป็น (PDF) สำหรับการแจกแจงแบบต่อเนื่องในรูปสามเหลี่ยม คือ

$$F(x) = \begin{cases} \frac{2(x-a)}{(c-a)(b-a)}, & a \leq x \leq b, \\ \frac{2(c-x)}{(c-a)(c-b)}, & b < x \leq c, \\ 0, & \text{otherwise,} \end{cases}$$

และค่าตัวแปรสุ่มจากโค้งของการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบสะสม (CDF) คือ

$$F(x) = \begin{cases} 0, & x < a, \\ \frac{(x-a)^2}{(c-a)(b-a)}, & a \leq x \leq b, \\ 1 - \frac{(c-x)^2}{(c-a)(c-b)}, & b < x \leq c, \\ 1, & x > c, \end{cases}$$

เนื่องจากค่า $f(x)$ คือค่าเลขสุ่มที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ด้วยเทคนิคมอนติคาร์โล มีช่วงอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 จึงสามารถหาค่าของ x ในรูปฟังก์ชันของค่าเลขสุ่ม (Random number, RN) ได้ดังนี้

เมื่อ ค่าเลขสุ่มที่ได้น้อยกว่าพื้นที่ทางด้านซ้ายของสามเหลี่ยม ($RN \leq A_1$)

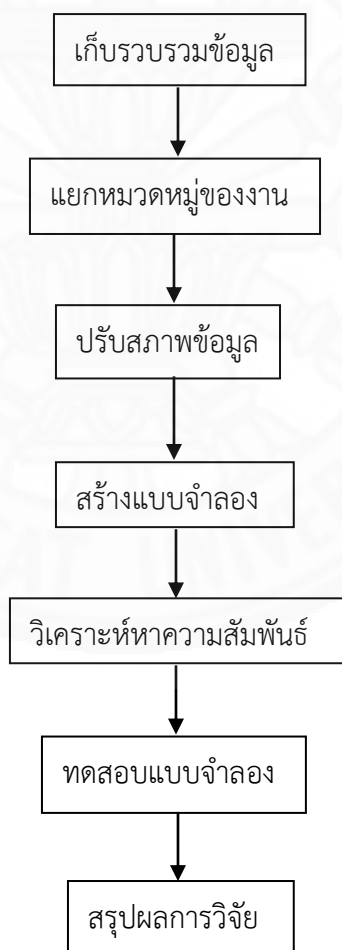
$$X = a + \sqrt{RN * (b-a) * (c-a)} \quad \text{----- (2.3)}$$

และ เมื่อ ค่าเลขสุ่มที่ได้มากกว่าพื้นที่ทางด้านซ้ายของสามเหลี่ยม ($RN > A_1$)

$$X = b - \sqrt{(1-RN) * (c-b) * (c-a)} \quad \text{----- (2.4)}$$

บทที่ 3 วิธีการวิจัย

ในบทนี้จะอธิบายถึงวิธีการศึกษาและวิธีการเก็บข้อมูลต่างๆที่ใช้ในการทำงานวิจัย เพื่อให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับต้นทุนราคาค่าก่อสร้างบ้านพักอาศัย 2 ชั้น โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลราคาค่าก่อสร้างบ้านพักอาศัย 2 ชั้น จากนั้นนำมาแบ่งแยกหมวดหมู่ของงานตามมาตรฐานงานก่อสร้าง เนื่องจากข้อมูลที่นำมาอยู่ในช่วงเวลาที่แตกต่างกันจึงต้องทำการปรับสภาพข้อมูลก่อน แล้วจึงใช้การจำลองข้อมูลด้วยวิธีเทคนิคมอนติคาร์โลโดยใช้ฟังก์ชันการแจกแจงรูปสามเหลี่ยมเพื่อแจกแจงข้อมูล และพิจารณาความน่าจะเป็น จากนั้นทำการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ ทำการทดลองซ้ำจำนวน 5,000 รอบ เพื่อนำค่ามาคำนวณและสรุปผล ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนการศึกษา ดังนี้



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการศึกษาวิจัย

3.1 การศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทำการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ เช่น การจำลองสถานการณ์ การประมาณราคา ทฤษฎีมอนติคาร์โล การแจกแจงความน่าจะเป็น การเปรียบเทียบดัชนีราคาค่าวัสดุก่อสร้าง การเปรียบเทียบดัชนีค่าแรงงาน และศึกษาเทคนิคการใช้โปรแกรม Microsoft Excel

3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในงานวิจัยครั้งนี้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลได้จากโครงการที่มีการก่อสร้างบ้านพักอาศัย จากหน่วยงานเอกชนหลายบริษัท ซึ่งเป็นโครงการที่อยู่ในเขตกรุงเทพฯและปริมณฑล และเป็นโครงการที่ได้ทำการก่อสร้างแล้วเสร็จทุกโครงการ ดังนั้นข้อมูลราคาเหล่านั้นจึงเป็นราคาที่เกิดขึ้นจริงในอดีต ซึ่งได้ทำการเก็บรวบรวมไว้เพื่อใช้ประโยชน์ในอนาคต การวิจัยครั้งนี้ได้รวบรวมข้อมูลราคา งานก่อสร้างบ้านพักอาศัยจำนวนทั้งหมด 80 หลัง จากหลายบริษัท โดยแบ่งข้อมูลออกเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 : โครงการก่อสร้างบ้านพักอาศัย ที่มีขนาดพื้นที่ใช้สอยน้อยกว่า 100 ตารางเมตร จำนวน 10 หลัง

กลุ่มที่ 2 : โครงการก่อสร้างบ้านพักอาศัย ที่มีขนาดพื้นที่ใช้สอยอยู่ระหว่าง 101-200 ตารางเมตร จำนวน 30 หลัง

กลุ่มที่ 3 : โครงการก่อสร้างบ้านพักอาศัย ที่มีขนาดพื้นที่ใช้สอยอยู่ระหว่าง 201-300 ตารางเมตร จำนวน 30 หลัง

กลุ่มที่ 4 : โครงการก่อสร้างบ้านพักอาศัย ที่มีขนาดพื้นที่ใช้สอยมากกว่า 300 ตารางเมตร จำนวน 10 หลัง

เนื่องจากข้อมูลด้านราคางานก่อสร้างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มาจากหลายหน่วยงาน ซึ่งมีวิธีการประมาณราคาที่แตกต่างกัน รวมทั้งมีความแตกต่างกันในเรื่องปัจจัยที่มีผลกระทบต่อราคาค่าก่อสร้าง ไม่ว่าจะเป็น ทำเลที่ตั้ง ระยะเวลาการก่อสร้าง สภาพปัญหาของดิน ฯลฯ ดังนั้นงานวิจัยครั้งนี้จึงตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับข้อมูลที่ได้มาว่า ไม่มีความแตกต่างอันเนื่องมาจากวิธีการคำนวณหาปริมาณงาน และปัจจัยการก่อสร้างต่างๆมีความคล้ายคลึงกัน

3.3 การแยกหมวดหมู่ของงาน

นำข้อมูลต้นทุนที่ได้เก็บรวบรวมมา จากใบรายการแสดงปริมาณวัสดุและปริมาณแรงงาน ประกอบกับราคาที่ใช้ในการก่อสร้าง (BOQ) มาแยกตามหมวดหมู่ของงาน โดยข้อมูลนี้จะแบ่งราคา

เป็นค่าวัสดุและค่าแรงงาน และทำการแยกเนื้องานออกเป็นหมวดหมู่ของงาน โดยจะรวมราคาของงานทุกรายการ ยกเว้น ค่าดำเนินการ กำไร และภาษี จะถูกหักออกไปโดยไม่นำมารวมเป็นต้นทุน เพราะค่าใช้จ่ายเหล่านี้มีความผันแปรอย่างมากในผู้รับเหมาแต่ละราย

ข้อมูลที่เกิดขึ้นรวบรวมมาจะถูกนำมาจัดเรียงใหม่เพื่อเลือกใช้ข้อมูลให้เป็นไปตามการกำหนดเงื่อนไขในแบบจำลอง แยกออกตามหมวดหมู่ของงาน โดยใช้มาตรฐานการแยกหมวดหมู่ของงานก่อสร้างบ้าน ซึ่งตามมาตรฐานงานก่อสร้างอาคาร ซึ่งแบ่งองค์ประกอบของราคาตามประเภทของการทำงาน เป็น 5 หมวด ดังภาพที่ 3.2 ได้แก่

3.3.1 หมวดงานโครงสร้าง

แยกราคาเป็นค่าวัสดุและค่าแรง ประกอบไปด้วย งานเตรียมพื้นที่ก่อสร้าง งานดิน งานฐานราก งานเสาเข็ม งานคอนกรีตโครงสร้าง งานเทคอนกรีต งานเหล็กเสริมโครงสร้าง งานเหล็กเสริมคอนกรีตรัดรอบ งานแบบหล่อคอนกรีต งานประกอบแบบหล่อ โดยไม่รวมค่าเครนและค่าเครื่องจักรหรือเครื่องมือที่ใช้เพิ่มพิเศษ

3.3.2 หมวดงานสถาปัตยกรรม

แยกราคาเป็นค่าวัสดุและค่าแรง ประกอบไปด้วย งานผนังก่ออิฐฉาบปูนเรียบ งานกันผนังเบา งานผนังกระจก งานฝ้าเพดานภายในอาคาร งานฝ้าเพดานภายนอกอาคาร งานวัสดุตกแต่งปูผิวพื้น งานบันได งานราวระเบียง งานติดตั้งประตู งานติดตั้งหน้าต่าง งานติดตั้งช่องแสง งานติดตั้งระแนงกันแดด งานทาสีอาคารภายนอก งานทาสีอาคารภายใน โดยไม่รวมงานเฉพาะทาง เช่น งานเฟอร์นิเจอร์ งานเฟอร์นิเจอร์บิลท์อิน (furniture built in)

3.3.3 หมวดงานหลังคา

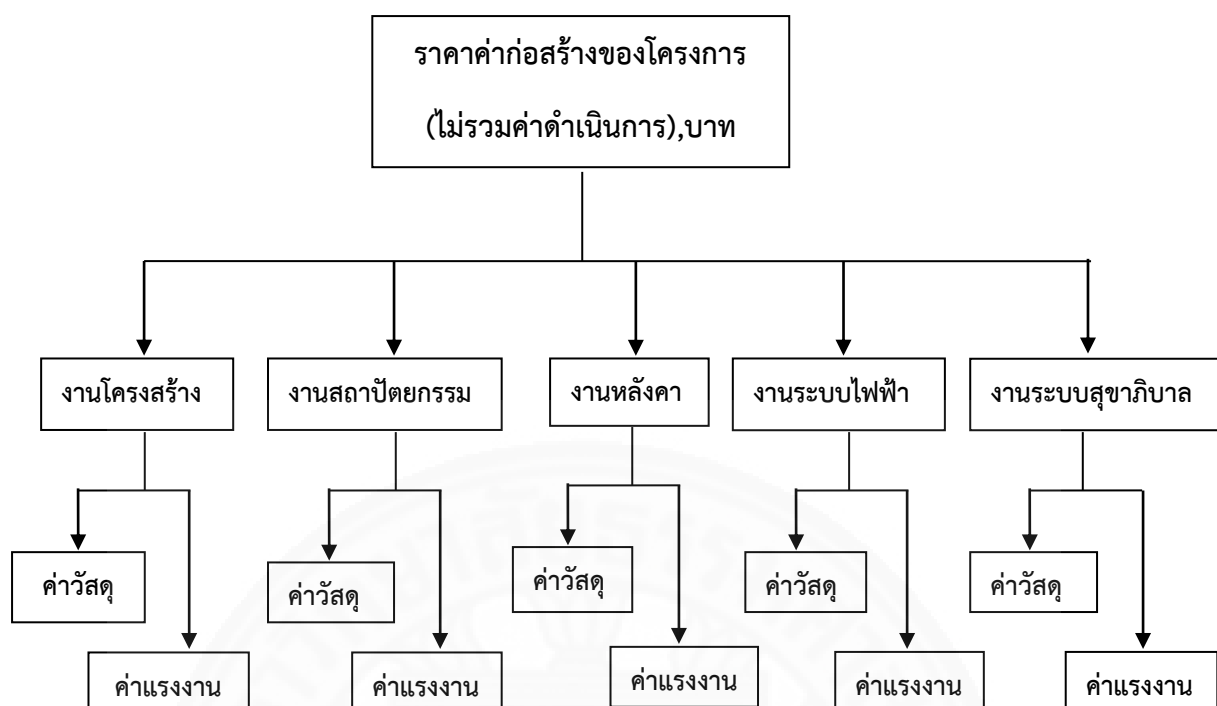
แยกราคาเป็นค่าวัสดุและค่าแรง ประกอบด้วย งานโครงสร้างหลังคาโครงพรรณ งานหลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก งานวัสดุหลังคา อุปกรณ์ที่ใช้ในการมุง งานเชิงชาย งานปั้นลม

3.3.4 หมวดงานระบบไฟฟ้า

แยกราคาเป็นค่าวัสดุและค่าแรง ประกอบด้วยงานระบบฝังท่อสายไฟ งานตีเข็มขัดรัดสายไฟแบบเดินสายลอย งานเดินท่อ งานเดินรางสายไฟ งานติดตั้งตู้ระบบไฟฟ้ากำลัง งานระบบไฟฟ้าแสงสว่าง งานระบบสัญญาณโทรศัพท์ งานเดินสายโทรศัพท์พร้อมติดตั้ง งานเดินสายอินเทอร์เน็ตพร้อมติดตั้ง แต่ไม่รวมงานสายไฟประธานเข้าบ้าน

3.3.5 หมวดงานระบบสุขาภิบาล

แยกราคาเป็นค่าวัสดุและค่าแรง ประกอบด้วยงานสุขภัณฑ์ในห้องน้ำ งานระบบท่อน้ำดี งานระบบท่อน้ำทิ้ง งานระบบท่อของโสโครก งานระบบปั้มน้ำ งานวางระบายน้ำ



ภาพที่ 3.2 แสดงการจำแนกหมวดหมู่ของราคาค่าก่อสร้างบ้านพักอาศัย 2 ชั้น

3.4 การปรับสภาพข้อมูล

3.4.1 ปรับข้อมูลให้เป็นราคาต่อหน่วยพื้นที่หนึ่งตารางเมตร

เนื่องจากข้อมูลที่เก็บรวบรวม นำมาใช้เป็นข้อมูลราคาค่าก่อสร้างบ้านพักอาศัย 2 ชั้น เพื่อเป็นกลุ่มตัวอย่างในการสร้างแบบจำลองนั้น บ้านพักอาศัยแต่ละหลังมีขนาดพื้นที่ใช้สอยที่ไม่เท่ากัน ดังนั้นจึงต้องนำข้อมูลที่ได้มาปรับข้อมูลราคาจากราคาดำเนินการก่อสร้างต่อหลัง ให้เป็นราคาในหน่วยเดียวกัน โดยใช้ราคาต่อหน่วยพื้นที่ใช้สอยเป็นตารางเมตร

ตัวอย่างการคำนวณ

จากการเก็บข้อมูลราคาค่าวัสดุหมวดงานโครงสร้างของบ้านพักอาศัยหลังหนึ่ง มีราคาอยู่ที่ 148,099 บาท ต่อพื้นที่ใช้สอยของบ้านพักอาศัย 2 ชั้นหลังดังกล่าว 120 ตารางเมตร ดังนั้น สามารถแปลงข้อมูลให้เป็นราคาต่อหน่วยพื้นที่หนึ่งตารางเมตรได้ ดังนี้

$$\text{ราคาค่าวัสดุหมวดงานโครงสร้าง} = \frac{148,099}{120} = 1,234 \text{ บาทต่อตารางเมตร}$$

3.4.2 ปรับดัชนีค่าวัสดุและค่าแรงงาน

การประมาณราคาบ้านพักอาศัย 2 ชั้นในแต่ละปี จะมีความแตกต่างกันด้านราคา อันเนื่องมาจากสถานะเศรษฐกิจของประเทศ รวมไปถึงสถานะเศรษฐกิจของโลก ทำให้เกิดปัญหาเรื่องความไม่ถูกต้องในการนำข้อมูลที่มีช่วงเวลาที่แตกต่างกันมาใช้ร่วมกัน ดังนั้นจึงต้องทำการปรับสภาพข้อมูลให้ตรงกันก่อนโดยใช้ดัชนีราคา เพื่อให้มีราคาต้นทุนค่าก่อสร้างทุกโครงการเป็นปีเดียวกัน

สำหรับการวิจัยนี้จะใช้ดัชนีราคาวัสดุก่อสร้างและดัชนีค่าจ้างแรงงาน มาปรับให้มีข้อมูลราคาอยู่ในปีเดียวกันหรือปีฐานเดียวกันก่อน โดยการกำหนดปีฐานจะเป็นไปตามกรมเศรษฐกิจการพาณิชย์ ซึ่งกระทรวงพาณิชย์ได้กำหนดปี พ.ศ. 2548 เป็นปีฐานของดัชนีราคาวัสดุก่อสร้างและค่าจ้างแรงงานที่ใช้ในปัจจุบัน ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อที่ 2.1 และ ตารางที่ 2.1 – 2.2 ซึ่งทำการแปลงค่ามาจากราคาวัสดุก่อสร้างมวลรวมต่อหน่วย สำนักดัชนีเศรษฐกิจการค้า กระทรวงพาณิชย์ และ อัตราค่าจ้างแรงงานขั้นต่ำ จากกองวิจัยตลาดแรงงาน กระทรวงแรงงาน

ในการปรับต้นทุนการก่อสร้างของแต่ละโครงการให้เป็นปีเดียวกัน โดยใช้ปี พ.ศ. 2548 เป็นปีฐาน สามารถทำได้โดยใช้สมการต่อไปนี้

$$\text{ค่าวัสดุ} = \frac{\text{ดัชนีค่าวัสดุปีที่ต้องการ}}{\text{ดัชนีค่าวัสดุปีที่เก็บข้อมูล}} \times \text{ราคาค่าวัสดุปีที่เก็บข้อมูล} \quad \text{---(3.1)}$$

$$\text{ค่าแรงงาน} = \frac{\text{ดัชนีค่าแรงงานปีที่ต้องการ}}{\text{ดัชนีค่าแรงงานปีที่เก็บข้อมูล}} \times \text{ราคาค่าแรงงานปีที่เก็บข้อมูล} \quad \text{---(3.2)}$$

ยกตัวอย่างเช่น

จากการเก็บข้อมูลราคาค่าวัสดุหมวดงานโครงสร้างของบ้านพักอาศัยหลังหนึ่ง มีราคาอยู่ที่ 1,481 บาทต่อตารางเมตร ซึ่งทำการก่อสร้างในปี พ.ศ. 2553 แต่ปีที่ทำการวิจัยคือปี พ.ศ. 2558 ดังนั้น สามารถแปลงดัชนีราคาค่าวัสดุหมวดงานโครงสร้างให้เป็นราคาที่อยู่ในปีที่ทำการคิดได้ ดังนี้

$$\text{ค่าวัสดุที่จะนำมาใช้ในการสร้างแบบจำลองคือ} = \frac{1.20}{1.13} \times 1,481 = 1,573 \text{ บาทต่อตารางเมตร}$$

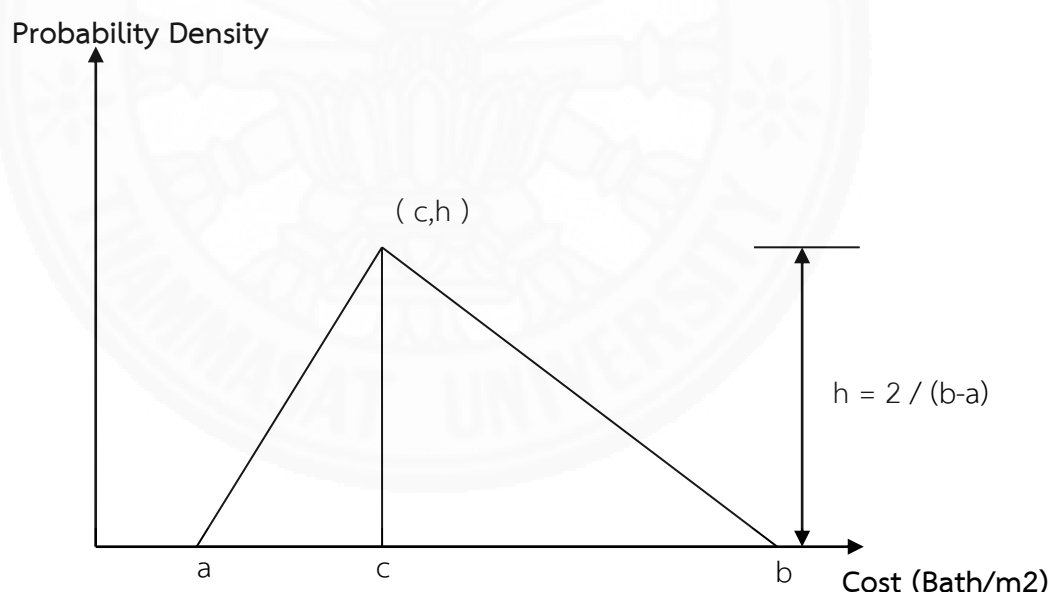
3.5 สร้างแบบจำลองเพื่อทำนายราคาค่าก่อสร้างอาคารบ้านพักอาศัย 2 ชั้น

3.5.1 ศึกษาและเลือกรูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นของข้อมูล

รูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นของข้อมูลทางสถิติมีหลายรูปแบบ ดังภาพที่ 2.5 ในการวิจัยนี้เลือกใช้วิธีการแจกแจงแบบรูปสามเหลี่ยม เพราะมีลักษณะคล้ายกับการแจกแจงแบบยูนิฟอร์ม คือสามารถกำหนดหรือระบุขอบเขตของความเป็นไปได้ของข้อมูล สามารถใช้กับการแจกแจงในกรณีที่มีข้อมูลไม่มากนัก ค่าที่ประมาณได้อยู่ในช่วงของข้อมูล และในชีวิตจริงมักจะถูกประเมินโดยใช้ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด และค่าโดยส่วนใหญ่

3.5.2 สร้างฟังก์ชันการแจกแจงรูปสามเหลี่ยม

นำต้นทุนราคาค่าก่อสร้างที่ได้ทำการรวบรวม โดยแบ่งเป็นค่าวัสดุและค่าแรงของแต่ละหมวดหมู่ งาน ถูกแบ่งออกเป็นหมวดงานโครงสร้าง งานสถาปัตยกรรม งานหลังคา งานระบบไฟฟ้า และงานระบบสุขาภิบาล ซึ่งทำเป็นราคาต่อตารางเมตร ของทั้ง 80 โครงการ ใน 4 กลุ่มตัวอย่าง มาใช้ในการเขียนกราฟการกระจายตัวสามเหลี่ยม



- กำหนดให้
- a = ราคาค่าวัสดุหรือค่าแรงงานที่มีมูลค่างานต่ำที่สุดในกลุ่มตัวอย่าง
 - b = ราคาค่าวัสดุหรือค่าแรงงานที่มีมูลค่างานมากที่สุดในกลุ่มตัวอย่าง
 - c = ราคาค่าวัสดุหรือค่าแรงงานที่เป็นค่าฐานนิยมในกลุ่มตัวอย่าง
 - h = ความสูงของจุดสูงสุดของกราฟ
 - $E(x)$ = ค่าเฉลี่ยที่ได้จากข้อมูล

หาค่า h ได้จาก ;

$$\text{Area} = \frac{1}{2} \times \text{ฐาน} \times \text{สูง}$$

เนื่องจากพื้นที่ใต้กราฟมีค่า เท่ากับ 1 หรือ 100%

$$1 = \frac{1}{2} \times (b-a) \times h$$

$$h = \frac{2}{b-a} \quad \text{----- (3.3)}$$

หาค่า C ได้จาก ;

ในกรณีของรูปแบบการแจกแจงแบบสามเหลี่ยม สามารถหาค่าเฉลี่ยของข้อมูล
ได้จาก

$$E(X) = \frac{(a + c + b)}{3}$$

ดังนั้น เมื่อต้องการหาค่าฐานนิยม (c) จึงสามารถแสดงสมการหาได้ ดังนี้

$$c = 3 * E(X) - (a+b) \quad \text{----- (3.4)}$$

3.5.3 การจำลองโดยใช้เทคนิคมอนติคาร์โล

ในงานวิจัยนี้เลือกใช้โปรแกรม Microsoft Excel เนื่องจากเป็นโปรแกรมที่คนนิยม
นำไปใช้ในการคำนวณ ผู้ใช้สามารถกำหนดเงื่อนไขต่างๆ เพื่อให้โปรแกรมคำนวณได้ตามลักษณะของ
คำสั่ง โดยผู้วิจัยใช้คำสั่ง Rand() สร้างตัวเลขสุ่ม (Random Number) ซึ่งจะได้ตัวเลขที่มีการแจกแจง
อยู่ในช่วงตั้งแต่ 0-1 กำหนดทศนิยมไม่เกิน 2 ตำแหน่ง โดยการทำซ้ำๆกัน 5,000 ครั้ง จนได้ตัวเลขที่
มีความน่าจะเป็นมากที่สุด การจำลองสถานการณ์นี้ก็เพื่อวิเคราะห์ความผันผวนและความไม่แน่นอน
ในลักษณะของการทำเลียนแบบสถานการณ์ ตามทฤษฎีและเทคนิคการจำลองสถานการณ์มอนติคาร์
โล (Monte Carlo Simulation) ดังนี้

(1) สร้างแบบจำลองสถานการณ์ใน Work sheet ของโปรแกรม Microsoft
Excel ซึ่งประกอบด้วยตารางข้อมูลและสูตรการคำนวณต่างๆ เพื่อประมาณราคาค่าก่อสร้างบ้านพัก
อาศัย

(2) กำหนด Cell ที่ต้องการพยากรณ์ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ต้องการพยากรณ์ราคา
ค่าก่อสร้างบ้านพักอาศัย 2 ชั้น

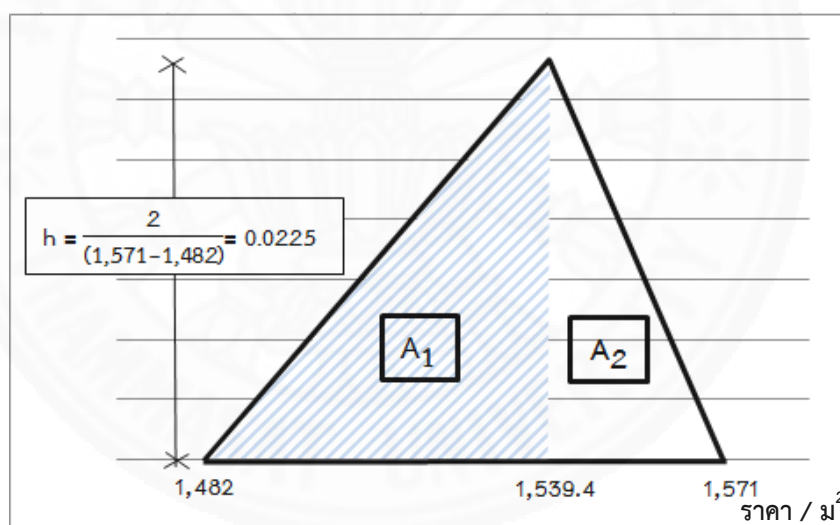
(3) ตั้งค่ารูปแบบการจำลองสถานการณ์ โดยการทำการจำลองสถานการณ์ซ้ำจำนวน 5,000 ครั้ง

3.6 การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์และทดสอบแบบจำลอง

หลังจากได้ค่าตัวเลขสุ่มออกมา ก็สามารถนำตัวเลขที่ได้จากการสุ่มมาประยุกต์ให้สามารถใช้แก้ปัญหาในระบบต้องการจะศึกษา ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้สามารถหาความสัมพันธ์ของตัวเลขสุ่มกับการแจกแจงแบบรูปสามเหลี่ยม เพื่อให้ได้ค่าที่ต้องการทราบได้

ตัวอย่างการคำนวณ

ราคาค่าวัสดุของหมวดงานโครงสร้างบ้านพักอาศัยกลุ่มที่ 1 สามารถสร้างกราฟการกระจายตัวรูปสามเหลี่ยม ดังภาพที่ 3.3 และสามารถหาค่าวัสดุของหมวดงานโครงสร้างจากสมการการแจกแจงรูปสามเหลี่ยมได้ดังตัวอย่างนี้



ภาพที่ 3.3 แสดงการแจกแจงแบบสามเหลี่ยมของราคาค่าวัสดุหมวดงานโครงสร้าง บ้านกลุ่มที่ 1

สามารถหาพื้นที่ A_1 และ A_2 โดยใช้สมการที่ 2.1 และ 2.2 ในบทที่ 2 ได้ดังนี้

$$\text{พื้นที่ด้านซ้าย } A_1 = \frac{1,539.4 - 1,482}{1,571 - 1,482} = 0.645$$

$$\text{พื้นที่ด้านขวา } A_2 = \frac{1,571 - 1,539.4}{1,571 - 1,482} = 0.355$$

หรือ เนื่องจากพื้นที่ใต้กราฟ มีค่าเท่ากับ 1

$$\text{ฉะนั้น} \quad 1 = A_1 + A_2$$

$$A_2 = 1 - 0.645 = 0.355$$

เมื่อทราบค่า A_1 หรือ A_2 ก็สามารถหาค่าวัสดุของหมวดงานโครงสร้างบ้านพักอาศัยกลุ่มที่ 1 ได้ ในตัวอย่างดังกล่าวจะคิดจากการทราบค่า A_1

เมื่อ $\text{Rand}() < A_1$; โดยในที่นี้ ถ้าสมมติได้ค่า $\text{Rand}() = 0.33$ ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.645 จะคำนวณราคาโดยใช้สมการที่ 2.3 ดังนี้

$$\begin{aligned} X &= 1,482 + \sqrt{(0.33)(1,539.4 - 1,482)(1,571 - 1,482)} \\ &= 1,523 \text{ บาทต่อตารางเมตร} \end{aligned}$$

ในทำนองเดียวกัน ถ้าหาก $\text{Rand}() > A_1$; โดยในที่นี้ ถ้าสมมติ $\text{Rand}() = 0.75$ ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.645 จะคำนวณราคาโดยใช้สมการที่ 2.4 ดังนี้

$$\begin{aligned} X &= 1,571 - \sqrt{(1 - 0.75)(1,571 - 1,539.4)(1,571 - 1,482)} \\ &= 1,544 \text{ บาทต่อตารางเมตร} \end{aligned}$$

3.7 การวิเคราะห์หาต้นทุนค่าก่อสร้าง

จากค่า x ที่ได้ตามหัวข้อที่ 3.6 ซึ่งในที่นี้ค่า x สามารถแทนเป็นค่าวัสดุหรือค่าแรงงานของหมวดหมู่ต่าง ๆ จากการสุ่มแบบจำลองด้วยวิธีมอนติคาร์โล 1 รอบ แต่ในการวิจัยนี้จะทำการจำลองซ้ำ จำนวน 5,000 รอบ เพื่อให้ได้กลุ่มความหนาแน่นของราคาค่าวัสดุ และค่าแรงงานที่เพียงพอ และข้อมูลมีการกระจายตัวในรูปแบบโค้งระฆังคว่ำ ดังนั้นสามารถหาต้นทุนเฉลี่ยของราคาค่าวัสดุและค่าแรงในแต่ละหมวดหมู่ได้ โดยแสดงเป็นสมการ (3.5) และ (3.6)

$$C_i = M_i + L_i \quad \text{----- (3.5)}$$

โดยที่	M	= ค่าวัสดุ
	L	= ค่าแรงงาน
	i	= หมวดหมู่
	C	= ค่าก่อสร้าง

จากสมการต้นทุนราคาค่าวัสดุและค่าแรงของแต่ละหมวดหมู่ ทำให้สามารถใช้สมการที่ 3.6 หาต้นทุนรวมเฉลี่ยของค่าก่อสร้างทั้งโครงการได้ดังนี้

$$TC = C_s + C_a + C_r + C_e + C_{sa} \quad \text{----- (3.6)}$$

โดยที่	TC	=	ต้นทุนค่าก่อสร้างรวมทั้งโครงการ
	C_s	=	ราคาค่าก่อสร้างของหมวดงานโครงสร้าง
	C_a	=	ราคาค่าก่อสร้างของหมวดงานสถาปัตยกรรม
	C_r	=	ราคาค่าก่อสร้างของหมวดงานโครงหลังคา
	C_e	=	ราคาค่าก่อสร้างของหมวดงานระบบไฟฟ้า
	C_{sa}	=	ราคาค่าก่อสร้างของหมวดงานระบบสุขาภิบาล

3.8 การสร้างฮิสโตแกรม

กราฟแจกแจงความถี่ หรือฮิสโตแกรมของข้อมูลถูกนำมาใช้เลือกตระกูลของการแจกแจงความน่าจะเป็น โดยมีขั้นตอนในการสร้างฮิสโตแกรมดังนี้

3.8.1 กำหนดจำนวนช่วง หรือจำนวนอันตรภาคชั้นของข้อมูล ก่อนนำไปกำหนดค่าในแต่ละช่วง ซึ่งจำนวนอันตรภาคชั้นสามารถหาได้จากสมการต่อไปนี้

$$\text{จำนวนอันตรภาคชั้น} = 1 + 3.3 \log (n) \quad \text{----- (3.7)}$$

โดยที่ n = จำนวนครั้งที่จำลองสถานการณ์มอนติคาร์โล

3.8.2 หาความถี่ของข้อมูลในแต่ละช่วง

3.8.3 ใส่ค่าช่วงของข้อมูลราคาค่าก่อสร้างที่ได้หลังจากการแบ่งจำนวนอันตรภาคชั้นลงบนกราฟในแนวนอนหรือแกน X

3.8.4 สร้างแท่งความถี่ของข้อมูลลงบนกราฟในแนวตั้งหรือแกน Y

จากขั้นตอนดังกล่าวมาเมื่อได้กราฟฮิสโตแกรมก็สามารถดูการกระจายตัวของข้อมูลที่ได้จากการสร้างแบบจำลองว่าเป็นการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบใด ก่อนนำไปหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อนำไปหาข้อสรุปและข้อเสนอแนะของงานวิจัยครั้งนี้

3.9 เปรียบเทียบข้อมูลระหว่างข้อมูลจริงกับข้อมูลที่ได้จากแบบจำลอง

เพื่อให้เกิดความชัดเจนและความน่าเชื่อถือว่าข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองมีความใกล้เคียงกับข้อมูลจริง ซึ่งในที่นี้เลือกใช้ราคาประเมินค่าก่อสร้างอาคารปี พ.ศ. 2558 กำหนดโดยมูลนิธิประเมินค่าทรัพย์สินแห่งประเทศไทย เป็นข้อมูลที่มีความเหมาะสมสำหรับใช้พิจารณาเปรียบเทียบ เนื่องจากเป็นราคามาตรฐานที่กำหนดโดยมูลนิธิประเมินค่าทรัพย์สินแห่งประเทศไทยและส่วนใหญ่ผู้ประเมินราคาทรัพย์สินจะใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงในการประเมินราคาค่าก่อสร้างต่อหน่วยพื้นที่ใช้สอยเป็นตารางเมตร ทั้งนี้ในการเลือกใช้ราคาต่อหน่วยพื้นที่ใช้สอยเป็นตารางเมตรที่กำหนดไว้จะต้องดูรายละเอียดประกอบราคาของอาคารแต่ละประเภทที่มูลนิธิประเมินค่าทรัพย์สินแห่งประเทศไทยได้กำหนดไว้มาประกอบการพิจารณาเลือกใช้

3.10 สรุปผลและข้อเสนอแนะ

รายงานผลและสรุปผลการศึกษา รวมถึงข้อเสนอแนะในรูปแบบความเรียงเชิงพรรณนาด้วยเหตุผลเชิงตรรกะ มีการใช้สถิติแสดงกราฟความถี่ร้อยละ มีตารางประกอบการนำเสนอเพื่อให้เห็นราคาต่ำสุด สูงสุด และฐานนิยมของโครงการ เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของราคาค่าก่อสร้างบ้านพักอาศัย 2 ชั้น ทั้ง 4 กลุ่ม

บทที่ 4

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ในบทที่ 4 นี้จะแสดงผลการศึกษาที่ได้จากการใช้เทคนิคการจำลองสถานการณ์ด้วยวิธีจำลองแบบมอนติคาร์โล (Monte Carlo Simulations) เพื่อจำลองสถานการณ์ของราคาค่าก่อสร้างบ้านพักอาศัย 2 ชั้น ซึ่งเมื่อพิจารณาถึงรูปแบบของงานก่อสร้างบ้านพักอาศัย 2 ชั้นแล้ว พบว่าบ้านแต่ละหลังมีรูปแบบเฉพาะในแต่ละหลัง ดังนั้นการประมาณราคาค่าวัสดุก่อสร้างและค่าแรงงานจึงมีเกณฑ์การพิจารณาที่แตกต่างกันไป เพื่อเป็นการพิจารณาให้สามารถใช้สร้างเป็นแบบจำลองการประมาณราคา ซึ่งจะนำไปสู่ความถูกต้องในการประมาณราคา ผลที่ได้จะประกอบไปด้วย

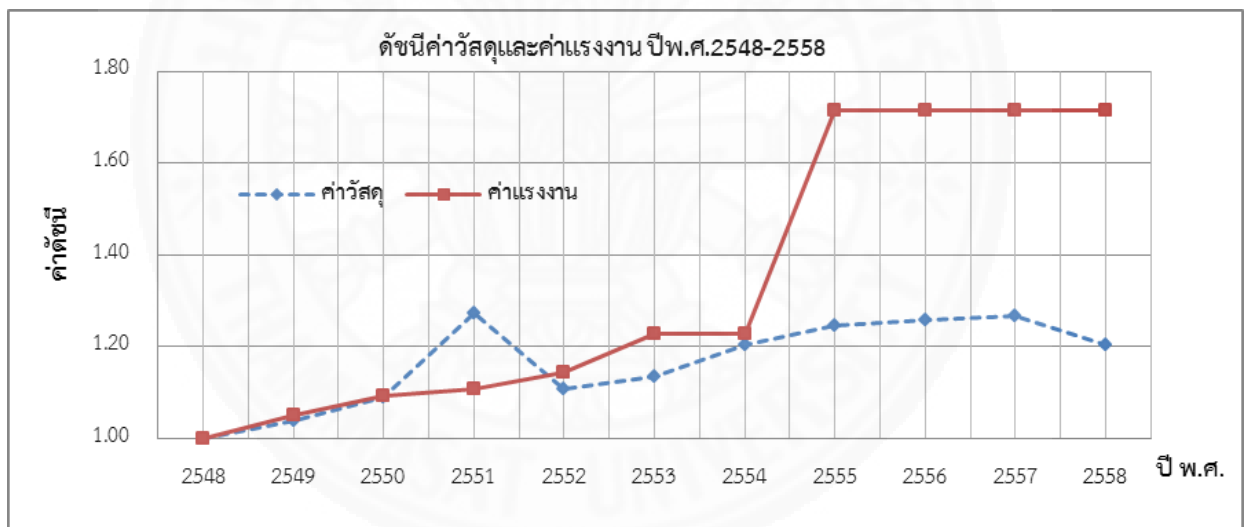
- 4.1 ผลการเก็บรวบรวมข้อมูลราคาค่าก่อสร้าง
- 4.2 ผลการประมาณราคาค่าก่อสร้างจากการสร้างแบบจำลองมอนติคาร์โล
- 4.3 ผลการสร้างแบบจำลองการประมาณราคาค่าก่อสร้างบ้านพักอาศัย 2 ชั้น
- 4.4 เปรียบเทียบราคาค่าก่อสร้างที่ได้จากแบบจำลองกับราคาประเมินค่าก่อสร้าง

4.1 ผลการเก็บรวบรวมข้อมูลราคาค่าก่อสร้าง

จากการรวบรวมข้อมูลราคาค่าก่อสร้างบ้านพักอาศัย 2 ชั้นที่ได้ทำการก่อสร้างเสร็จแล้ว ในเขตจังหวัดกรุงเทพมหานครและปริมณฑล จำนวน 80 หลัง โดยแบ่งข้อมูลออกเป็น 4 กลุ่มด้วยกัน ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อที่ 3.2 เนื่องจากข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างที่เก็บรวบรวมมีขนาดพื้นที่แตกต่างกันจึงต้องทำการแปลงราคาให้เป็นหน่วยเดียวกันคือราคาบาทต่อพื้นที่ใช้สอยที่มีหน่วยเป็นตารางเมตร นอกจากนี้จะเห็นได้ว่าข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างที่เก็บรวบรวมเป็นราคาค่าก่อสร้างที่อยู่ในช่วงปีที่แตกต่างกัน จึงต้องใช้ดัชนีราคาทั้งราคาค่าวัสดุก่อสร้างและค่าแรงงานปรับค่าก่อสร้างให้เป็นราคาของปี พ.ศ. 2558 ทุกโครงการก่อน โดยค่ามาตรฐานที่เลือกใช้นำมาสร้างดัชนีคือ ราคาค่าวัสดุก่อสร้างมวลรวมในแต่ละปีของกระทรวงพาณิชย์ และค่าแรงคนงานขั้นต่ำในแต่ละปีของกระทรวงแรงงาน ภาพที่ 4.1 แสดงค่าดัชนีของวัสดุก่อสร้างและค่าแรงงานมาตรฐานที่ได้ทำการปรับฐานแล้ว โดยใช้ราคาของปี พ.ศ. 2548 เป็นตัวฐานในการเปรียบเทียบ และให้มีค่าดัชนีเริ่มต้นเท่ากับ 1.00 สำหรับราคาค่าวัสดุก่อสร้างจะเห็นได้ว่าโดยเฉลี่ยแล้วค่าดัชนีมีอัตราเพิ่มขึ้นในแต่ละปีก่อนข้างคองที่ยกเว้นในปี พ.ศ. 2551 ที่มีดัชนีพุ่งขึ้นสูงกว่าปกติ ทั้งนี้อาจมีสาเหตุมาจากวิกฤตการณ์ราคาน้ำมันทั่วโลกที่ปรับตัวสูงขึ้นมาก จนเกิดภาวะเงินเฟ้อเป็นอย่างมาก และส่งผลให้ราคาสินค้าดิบตัวสูงขึ้นตามไปด้วย ในด้านแรงงานนั้นตั้งแต่ปี พ.ศ. 2548-2554 ดัชนีค่าแรงมีอัตราการเพิ่มขึ้นที่น้อย จนกระทั่งปี พ.ศ.2555-2558 ดัชนีค่าแรงได้พุ่งขึ้นไปอยู่ที่ 1.72 โดยปรับตัวเพิ่มขึ้นเกือบร้อยละ 50 เมื่อเทียบกับปี

ก่อนหน้า ดัชนีค่าแรงที่เพิ่มขึ้นอย่างก้าวกระโดดมีสาเหตุมาจากนโยบายของรัฐบาลในเรื่องค่าแรงขั้นต่ำ 300 บาท ทั่วประเทศ จากนั้นจึงทำการจัดโครงการทั้งหมดให้เป็นกลุ่มพื้นที่ใช้สอย แล้วทำการหาค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ค่าเฉลี่ย และค่าฐานนิยมของแต่ละกลุ่มข้อมูล โดยแบ่งแยกรายละเอียดออกเป็นค่าวัสดุก่อสร้างและค่าแรงงาน ของทั้ง 5 หมวดงาน คือ งานโครงสร้าง งานสถาปัตยกรรม งานหลังคา งานระบบไฟฟ้า งานระบบสุขาภิบาล เพื่อนำไปการกำหนดค่าพารามิเตอร์ของรูปแบบการแจกแจงสามเหลี่ยมที่เลือกใช้ ซึ่งสามารถแสดงข้อมูลได้ดังตารางที่ 4.1-4.8

เนื่องจากค่าแรงงานของช่างฝีมือแต่ละกลุ่มงานมีราคาที่ไม่เท่ากันแล้วแต่ความยากง่ายของชิ้นงานและคุณภาพของงาน และทางราชการไม่ได้มีการเก็บรวบรวมค่าแรงของช่างฝีมือซึ่งมีหลากหลายประเภท ดังนั้นในที่นี้จึงเลือกอ้างอิงราคาค่าจ้างแรงงานขั้นต่ำของกระทรวงแรงงานมาใช้ในการคำนวณ



ภาพที่ 4.1 ค่าดัชนีของวัสดุก่อสร้างและค่าแรงงานมาตรฐาน โดยใช้ปี พ.ศ. 2548 เป็นปีฐาน

4.1.1 กลุ่มที่ 1 บ้านพักอาศัยที่มีพื้นที่ใช้สอยน้อยกว่า 100 ตารางเมตร

ในการศึกษาครั้งนี้สำหรับบ้านพักอาศัย 2 ชั้นที่มีพื้นที่ใช้สอยในบ้านทั้งหมด ต่ำกว่า 100 ตารางเมตร ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลการก่อสร้างได้ 10 หลัง รายละเอียดของราคาแสดงดังตารางที่ 4.1 และ ตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.1

รายการค่าวัสดุก่อสร้างของบ้านกลุ่มที่ 1 (≤ 100 ม.²)

รายการ	ราคาสูงสุด (บาท/ม. ²)	ราคาต่ำสุด (บาท/ม. ²)	ราคาเฉลี่ย (บาท/ม. ²)	ค่าฐานนิยม (บาท/ม. ²)
งานโครงสร้าง	1,571.00	1,482.00	1,530.80	1,539.40
งานสถาปัตยกรรม	3,096.00	2,525.00	2,798.40	2,774.20
งานหลังคา	2,416.00	1,862.00	2,242.60	2,275.00
งานระบบไฟฟ้า	414.00	361.00	374.00	363.00
งานระบบสุขาภิบาล	361.00	300.00	328.80	325.40

ตารางที่ 4.2

รายการค่าแรงงานของบ้านกลุ่มที่ 1 (≤ 100 ม.²)

รายการ	ราคาสูงสุด (บาท/ม. ²)	ราคาต่ำสุด (บาท/ม. ²)	ราคาเฉลี่ย (บาท/ม. ²)	ค่าฐานนิยม (บาท/ม. ²)
งานโครงสร้าง	627.00	496.00	578.00	611.00
งานสถาปัตยกรรม	996.00	760.00	912.20	980.60
งานหลังคา	516.00	412.00	448.80	421.00
งานระบบไฟฟ้า	130.00	101.00	110.80	101.40
งานระบบสุขาภิบาล	230.00	121.00	182.20	195.60

4.1.2 กลุ่มที่ 2 บ้านพักอาศัยที่มีพื้นที่ใช้สอยอยู่ระหว่าง 101-200 ตารางเมตร

ในการศึกษาคั้งนี้สำหรับบ้านพักอาศัย 2 ชั้นที่มีพื้นที่ใช้สอยในบ้านทั้งหมดอยู่ระหว่าง 101-200 ตารางเมตร ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลการก่อสร้างได้ 30 หลัง รายละเอียดของราคาแสดงดังตารางที่ 4.3 และ ตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.3

รายการค่าวัสดุก่อสร้างที่บ้านกลุ่มที่ 2 (101-200 ม.²)

รายการ	ราคาสูงสุด (บาท/ม. ²)	ราคาต่ำสุด (บาท/ม. ²)	ราคาเฉลี่ย (บาท/ม. ²)	ค่าฐานนิยม (บาท/ม. ²)
งานโครงสร้าง	1,958.00	1,080.00	1,468.27	1,457.00
งานสถาปัตยกรรม	4,456.00	2,569.00	3,210.87	2,607.61
งานหลังคา	2,596.00	1,163.00	1,738.63	1,456.89
งานระบบไฟฟ้า	395.00	253.00	335.47	320.00
งานระบบสุขาภิบาล	420.00	184.00	307.03	278.00

ตารางที่ 4.4

รายการค่าแรงงานที่บ้านกลุ่มที่ 2 (101-200 ม.²)

รายการ	ราคาสูงสุด (บาท/ม. ²)	ราคาต่ำสุด (บาท/ม. ²)	ราคาเฉลี่ย (บาท/ม. ²)	ค่าฐานนิยม (บาท/ม. ²)
งานโครงสร้าง	839.00	511.00	641.57	574.71
งานสถาปัตยกรรม	1,485.00	856.00	1,070.37	1,045.00
งานหลังคา	647.00	258.00	421.93	450.00
งานระบบไฟฟ้า	102.00	56.00	71.00	77.93
งานระบบสุขาภิบาล	198.00	70.00	128.07	128.00

4.1.3 กลุ่มที่ 3 บ้านพักอาศัยที่มีพื้นที่ใช้สอยอยู่ระหว่าง 201-300 ตารางเมตร

ในการศึกษาครั้งนี้สำหรับบ้านพักอาศัย 2 ชั้นที่มีพื้นที่ใช้สอยในบ้านทั้งหมดอยู่ระหว่าง 201-300 ตารางเมตร ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลการก่อสร้างได้ 30 หลัง รายละเอียดของราคาแสดงดังตารางที่ 4.5 และ ตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.5

รายการค่าวัสดุก่อสร้างที่ของบ้านกลุ่มที่ 3 (201-300 ม.²)

รายการ	ราคาสูงสุด (บาท/ม. ²)	ราคาต่ำสุด (บาท/ม. ²)	ราคาเฉลี่ย (บาท/ม. ²)	ค่าฐานนิยม (บาท/ม. ²)
งานโครงสร้าง	1,922.00	846.00	1,419.53	1,431.00
งานสถาปัตยกรรม	3,650.00	2,525.00	2,987.47	2,787.41
งานหลังคา	2,776.00	1,349.00	1,694.63	1,732.00
งานระบบไฟฟ้า	438.00	180.00	315.30	381.00
งานระบบสุขาภิบาล	364.00	161.00	278.97	285.00

ตารางที่ 4.6

รายการค่าแรงงานของบ้านกลุ่มที่ 3 (201-300 ม.²)

รายการ	ราคาสูงสุด (บาท/ม. ²)	ราคาต่ำสุด (บาท/ม. ²)	ราคาเฉลี่ย (บาท/ม. ²)	ค่าฐานนิยม (บาท/ม. ²)
งานโครงสร้าง	816.00	400.00	557.20	424.00
งานสถาปัตยกรรม	1,201.00	728.00	952.67	929.01
งานหลังคา	498.00	269.00	385.90	322.00
งานระบบไฟฟ้า	103.00	49.00	76.53	96.00
งานระบบสุขาภิบาล	141.00	53.00	100.53	105.00

4.1.4 กลุ่มที่ 4 บ้านพักอาศัยที่มีพื้นที่ใช้สอยมากกว่า 301 ตารางเมตร

ในการศึกษาคั้งนี้สำหรับบ้านพักอาศัย 2 ชั้นที่มีพื้นที่ใช้สอยในบ้านทั้งหมดมากกว่า 301 ตารางเมตร ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลการก่อสร้างได้ 10 หลัง รายละเอียดของราคาแสดงดังตารางที่ 4.7 และ ตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.7

รายการค่าวัสดุก่อสร้างที่ของบ้านกลุ่มที่ 4 ($\geq 301 \text{ ม}^2$)

รายการ	ราคาสูงสุด (บาท/ม. ²)	ราคาต่ำสุด (บาท/ม. ²)	ราคาเฉลี่ย (บาท/ม. ²)	ค่าฐานนิยม (บาท/ม. ²)
งานโครงสร้าง	1,661.00	1,234.00	1,417.60	1,357.80
งานสถาปัตยกรรม	3,968.00	2,458.00	3,037.60	2,686.80
งานหลังคา	2,275.00	1,378.00	1,611.70	1,542.00
งานระบบไฟฟ้า	658.00	205.00	304.70	316.00
งานระบบสุขาภิบาล	485.00	179.00	243.60	184.00

ตารางที่ 4.8

รายการค่าแรงงานของบ้านกลุ่มที่ 4 ($\geq 301 \text{ ม}^2$)

รายการ	ราคาสูงสุด (บาท/ม. ²)	ราคาต่ำสุด (บาท/ม. ²)	ราคาเฉลี่ย (บาท/ม. ²)	ค่าฐานนิยม (บาท/ม. ²)
งานโครงสร้าง	639.00	504.00	561.60	541.80
งานสถาปัตยกรรม	1,164.00	735.00	973.50	1,021.50
งานหลังคา	454.00	215.00	311.50	265.50
งานระบบไฟฟ้า	80.00	48.00	62.30	62.00
งานระบบสุขาภิบาล	155.00	76.00	101.30	92.00

จากตารางที่ 4.1-4.8 พบว่าในส่วนของค่าวัสดุก่อสร้างนั้น หมวดงานที่มีราคาแพงที่สุดคือ งานสถาปัตยกรรม หมวดงานที่มีราคาแพงรองลงมาคือ งานหลังคา งานโครงสร้าง งานระบบไฟฟ้า และงานระบบสุขาภิบาลตามลำดับ ส่วนของค่าแรงงาน หมวดงานที่แพงที่สุดคือ งานสถาปัตยกรรม รองลงมาคือ งานโครงสร้าง งานหลังคา งานระบบสุขาภิบาล และงานระบบไฟฟ้าตามลำดับ จะเห็นได้ว่าราคาค่าวัสดุก่อสร้างและค่าแรงงานแต่ละหมวดหมู่ของบ้านพักอาศัย 2 ชั้น ทั้ง 4 กลุ่ม ไม่ได้จัดเรียงลำดับหรือมีทิศทางของลำดับราคาจากสูงไปต่ำระหว่างราคาค่าวัสดุก่อสร้างและค่าแรงเหมือนกัน มีเพียงหมวดงานสถาปัตยกรรมเพียงหมวดงานเดียวที่ทั้งค่าวัสดุก่อสร้างและค่าแรงมีราคาสูงที่สุด ทั้งนี้เป็นเพราะว่างานบ้านพักอาศัยเป็นงานที่ต้องให้ความสำคัญในเรื่องความสวยงามของรูปทรงและรูปลักษณะของอาคารเป็นหลัก ดังนั้นวัสดุสำหรับงานตกแต่งมักจะใช้วัสดุที่มีคุณภาพดี และราคาสูง สำหรับค่าแรงงานที่มีราคาสูงนั้นเนื่องจากการความประณีตและความละเอียดอ่อนในงานฝีมือ เพื่อให้ผลงานที่ได้มีความสวยงาม ในหมวดงานโครงสร้างและงานหลังคาพบว่าค่าวัสดุก่อสร้างของงานหลังคาจะมีราคาสูงกว่างานโครงสร้าง และส่วนของค่าแรงงานโครงสร้างจะมีราคาสูงกว่างานหลังคา อาจตั้งข้อสังเกตได้ว่าที่งานหลังคามีราคาวัสดุก่อสร้างที่แพงกว่างานโครงสร้าง อาจเพราะต้องเลือกใช้วัสดุที่ต้องเน้นคุณภาพ เพื่อความสวยงามให้ผู้คนมองซึ่งงานโครงสร้างนั้นในวัสดุก่อสร้างจะถูกปิดทับด้วยของตกแต่งอีกทีจึงสามารถเลือกคุณภาพที่ไม่ต้องดีมากก็ได้ ส่วนของค่าแรงงานนั้นงานโครงสร้างจะแพงกว่างานหลังคา อาจเพราะงานโครงสร้างจะต้องใช้กำลังและมีวิธีการที่ซับซ้อนในการทำงานมากกว่างานหลังคา งานโครงสร้างคนงานต้องผสมปูน ผูกเหล็ก ฯลฯ แต่งานหลังคาเป็นเพียงการยกวางและติดตั้ง ในหมวดงานระบบไฟฟ้าและระบบสาธารณูปโภคพบว่า ค่าวัสดุก่อสร้างของงานระบบไฟฟ้าจะมีราคาสูงกว่างานระบบสุขาภิบาล เนื่องจากว่าวัสดุของงานระบบไฟฟ้าต้องเลือกใช้วัสดุที่มีคุณภาพดีเพื่อป้องกันเกี่ยวกับเรื่องอันตรายจากอัคคีภัยโดยที่วัสดุของงานสุขาภิบาลเราสามารถเลือกคุณภาพตามราคาที่ตั้งไว้ได้ ส่วนค่าแรงงานนั้นงานระบบสุขาภิบาลจะมีราคาสูงกว่าระบบไฟฟ้า เพราะงานติดตั้งระบบไฟฟ้าภายในบ้านพักอาศัยมีความซับซ้อนน้อยกว่างานติดตั้งระบบสุขาภิบาล ซึ่งสุขภัณฑ์หนึ่งชิ้นต้องมีทั้งงานเดินท่อน้ำดี ท่อน้ำทิ้ง ป้อน้ำ รางระบายน้ำ

4.2 ราคาค่าก่อสร้างที่ได้จากแบบจำลองมอนติคาร์โล

การใช้คำสั่ง Rand () เพื่อทำการจำลองสถานการณ์จำนวน 1 รอบจะได้ค่า X จำนวน 1 ค่า ในที่นี้ X แทนค่าวัสดุ หรือ ค่าแรงงานของแต่ละหมวดงานและบ้านแต่ละกลุ่ม ซึ่งการวิจัยครั้งนี้กำหนดการจำลองสถานการณ์ด้วยวิธีมอนติคาร์โลจำนวน 5,000 รอบต่อสถานการณ์ เพื่อให้ได้กลุ่มความหนาแน่นของราคาค่าวัสดุ หรือ ค่าแรงงานที่เพียงพอ จากการทราบราคาค่าวัสดุและค่าแรงงาน

นั้นยังสามารถนำมาแทนในสมการ $C_i = M_i + L_i$ ที่ได้แสดงรายละเอียดไว้ในหัวข้อ 3.7 เพื่อหาราคารวมค่าก่อสร้างของแต่ละหมวดงานได้อีกด้วย

ข้อมูลค่าวัสดุ ค่าแรงงาน และราคารวมค่าก่อสร้างแต่ละหมวดงานที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ด้วยวิธีมอนติคาร์โลทั้งหมดของบ้านทั้ง 4 กลุ่ม จะสรุปผลการหาค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในหมวดงานต่างๆ ของบ้านกลุ่มที่ 1-4 ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.9-4.20

4.2.1 กลุ่มที่ 1 บ้านพักอาศัยที่มีขนาดพื้นที่ใช้สอยน้อยกว่า 100 ตารางเมตร

ตารางที่ 4.9

แสดงข้อมูลค่าวัสดุและค่าแรงที่ได้จากแบบจำลองมอนติคาร์โลของบ้านพักอาศัยกลุ่มที่ 1

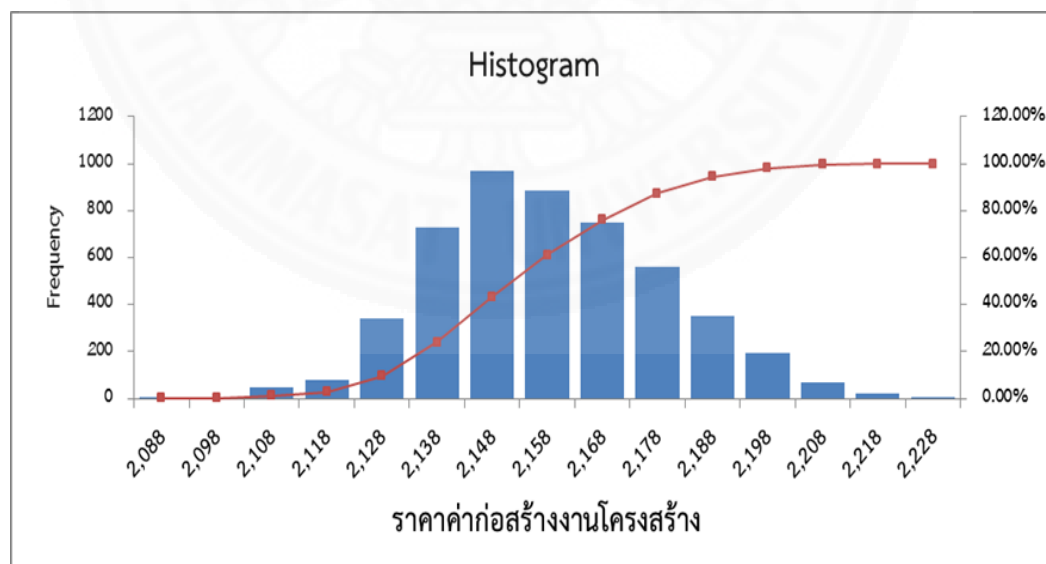
	รายการ	หมวดงาน (บาท/ม. ²)				
		โครงสร้าง	สถาปัตยกรรม	หลังคา	ระบบไฟฟ้า	ระบบสุขาภิบาล
ค่าวัสดุ	ราคาสูงสุด	1,569.00	3,179.00	2,455.00	421.00	364.00
	ราคาต่ำสุด	1,482.00	2,481.00	1,868.00	356.00	301.00
	ราคาเฉลี่ย	1,521.94	2,802.06	2,237.32	380.19	330.50
	ค่าเบี่ยงเบน	17.74	136.37	81.70	14.71	12.69
ค่าแรง	ราคาสูงสุด	657.00	1,309.00	582.00	172.00	240.00
	ราคาต่ำสุด	596.00	801.00	420.00	105.00	145.00
	ราคาเฉลี่ย	631.76	1,003.70	497.00	128.73	201.60
	ค่าเบี่ยงเบน	10.40	108.67	31.04	15.14	15.29

ตารางที่ 4.10

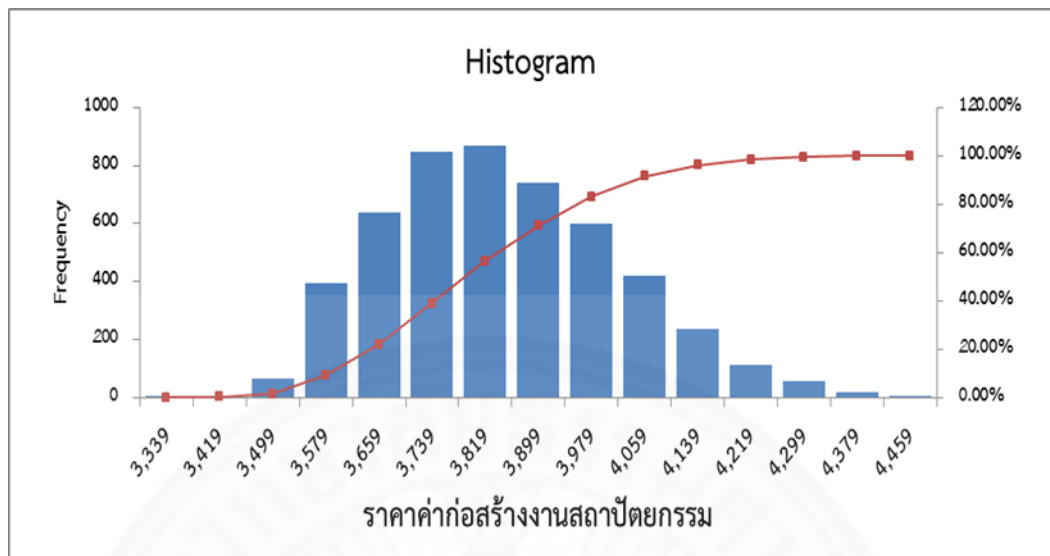
ต้นทุนค่าก่อสร้างที่ได้จากการใช้แบบจำลองมอนติคาร์โลของบ้านพักอาศัยขนาดพื้นที่ <math>< 100 \text{ ม}^2</math>

รายการ	ราคาสูงสุด (บาท/ม. ²)	ราคาต่ำสุด (บาท/ม. ²)	ราคาเฉลี่ย (บาท/ม. ²)	ฐานนิยม (บาท/ม. ²)	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน
งานโครงสร้าง	2,221.00	2,088.00	2,153.70	2,142.00	20.51
งานสถาปัตยกรรม	4,451.00	3,339.00	3,805.76	3,794.00	174.41
งานหลังคา	3,012.00	2,340.00	2,734.32	2,720.00	87.81
งานระบบไฟฟ้า	582.00	464.00	508.91	507.00	21.11
งานระบบสุขาภิบาล	598.00	457.00	532.10	529.00	19.76

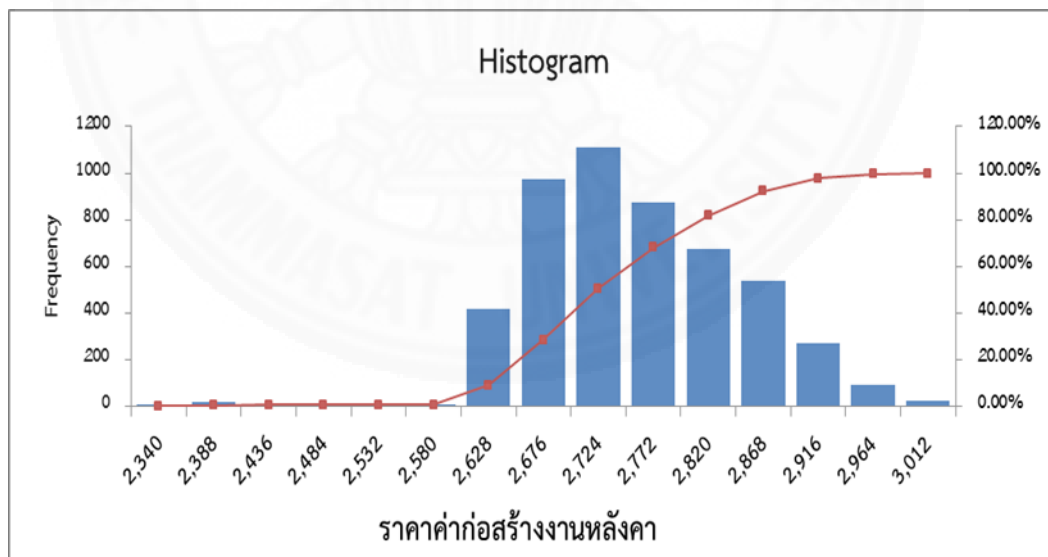
จากตารางที่ 4.10 สามารถนำมาสร้างกราฟ Histogram เพื่อดูการกระจายตัวของ
ต้นทุนค่าก่อสร้างจำนวนทั้งหมด 5,000 ค่า



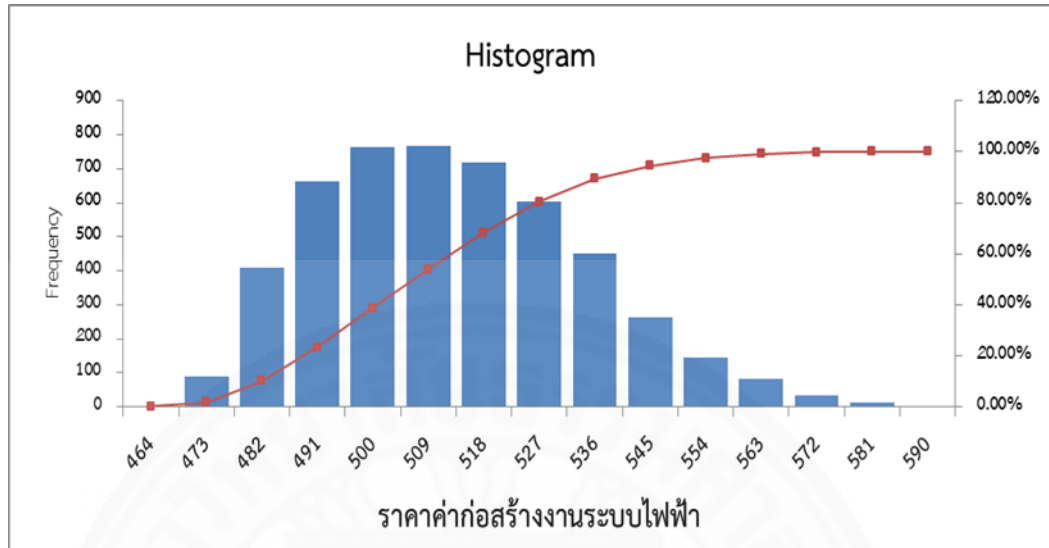
ภาพที่ 4.2 แสดงลักษณะการกระจายความน่าจะเป็น (Probability Distribution)
ราคาค่าก่อสร้างงานโครงสร้างต่อตารางเมตร



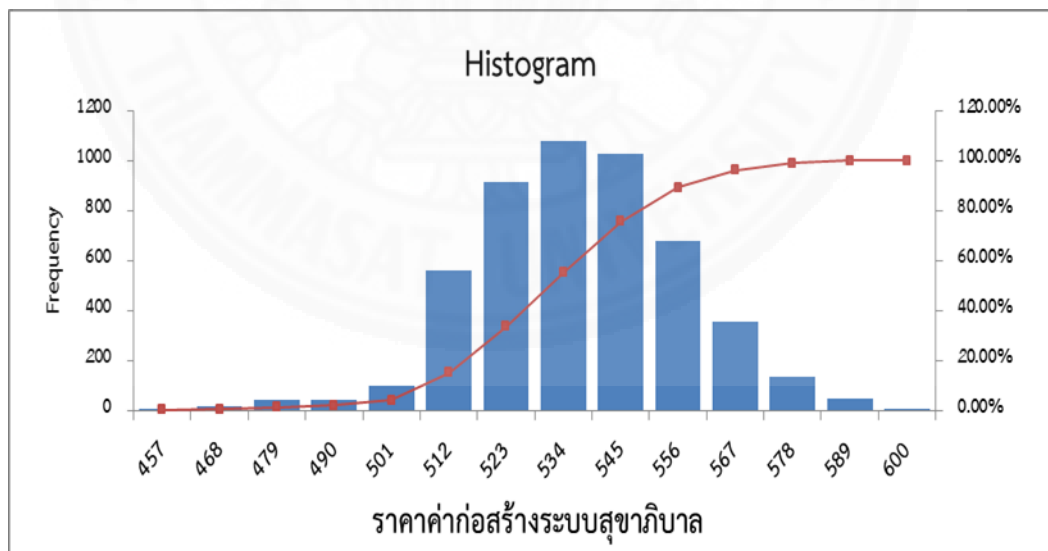
ภาพที่ 4.3 แสดงลักษณะการกระจายความน่าจะเป็น (Probability Distribution)
ราคาต่อก่อสร้างงานสถาปัตยกรรมต่อตารางเมตร



ภาพที่ 4.4 แสดงภาพลักษณะการกระจายความน่าจะเป็น (Probability Distribution)
ราคาต่อก่อสร้างงานหลังคาต่อตารางเมตร



ภาพที่ 4.5 แสดงลักษณะการกระจายความน่าจะเป็น (Probability Distribution) ราคาค่าก่อสร้างงานระบบไฟฟ้าต่อตารางเมตร



ภาพที่ 4.6 แสดงลักษณะการกระจายความน่าจะเป็น (Probability Distribution) ราคาค่าก่อสร้างงานระบบสุขาภิบาลต่อตารางเมตร

จากกราฟฮิสโตรแกรมที่ได้ตามภาพที่ 4.2 - 4.6 การกระจายตัวของต้นทุนค่าก่อสร้างบ้านพักอาศัยกลุ่มที่ 1 ทั้ง 5 หมวดงาน จะเห็นได้ว่าทุกหมวดงานมีค่าฐานนิยมน้อยกว่าค่าเฉลี่ย แสดงว่ามีจำนวนข้อมูลสำหรับงานที่มีราคาต่ำอยู่มากกว่างานที่มีราคาสูง จึงทำให้ค่าฐานนิยมน้อยกว่า สำหรับทุกหมวดงานของบ้านพักอาศัยกลุ่มที่ 1 ค่าฐานนิยมนี้อาจแตกต่างจากค่าเฉลี่ยไม่มาก แสดงให้เห็นว่าความเบ้ของกราฟของทุกหมวดงานมีค่าความเบ้ที่น้อยมาก ซึ่งกราฟมีลักษณะใกล้เคียงกับเป็นการแจกแจงแบบโค้งปกติมาก

4.2.2 กลุ่มที่ 2 บ้านพักอาศัยที่มีขนาดพื้นที่ใช้สอยอยู่ระหว่าง 101-200 ตารางเมตร

ตารางที่ 4.11

แสดงข้อมูลค่าวัสดุและค่าแรงที่ได้จากแบบจำลองมอนติคาร์โลของบ้านพักอาศัยกลุ่มที่ 2

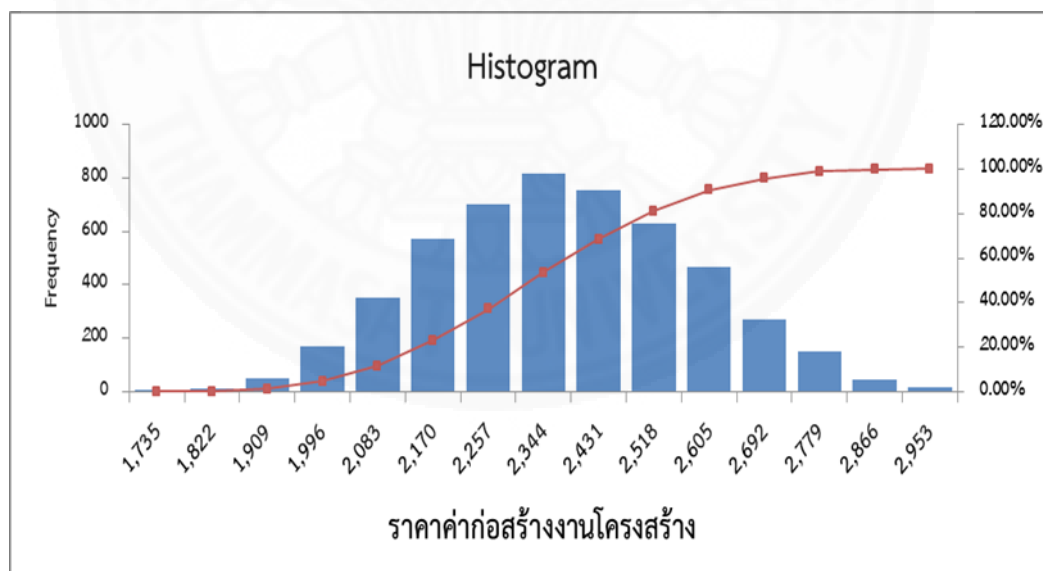
	รายการ	หมวดงาน (บาท/ม. ²)				
		โครงสร้าง	สถาปัตยกรรม	หลังคา	ระบบไฟฟ้า	ระบบสุขาภิบาล
ค่าวัสดุ	ราคาสูงสุด	1,956.00	4,420.00	2,576.00	392.00	417.00
	ราคาต่ำสุด	1,088.00	2,573.00	1,178.00	255.00	185.00
	ราคาเฉลี่ย	1,501.86	3,156.60	1,731.98	323.25	292.72
	ค่าเบี่ยงเบน	177.43	484.14	312.94	29.14	48.52
ค่าแรง	ราคาสูงสุด	1,084.00	1,594.00	894.00	142.00	272.00
	ราคาต่ำสุด	612.00	937.00	317.00	59.00	75.00
	ราคาเฉลี่ย	828.90	1,245.83	588.85	105.51	154.44
	ค่าเบี่ยงเบน	99.21	143.18	122.69	17.78	43.80

ตารางที่ 4.12

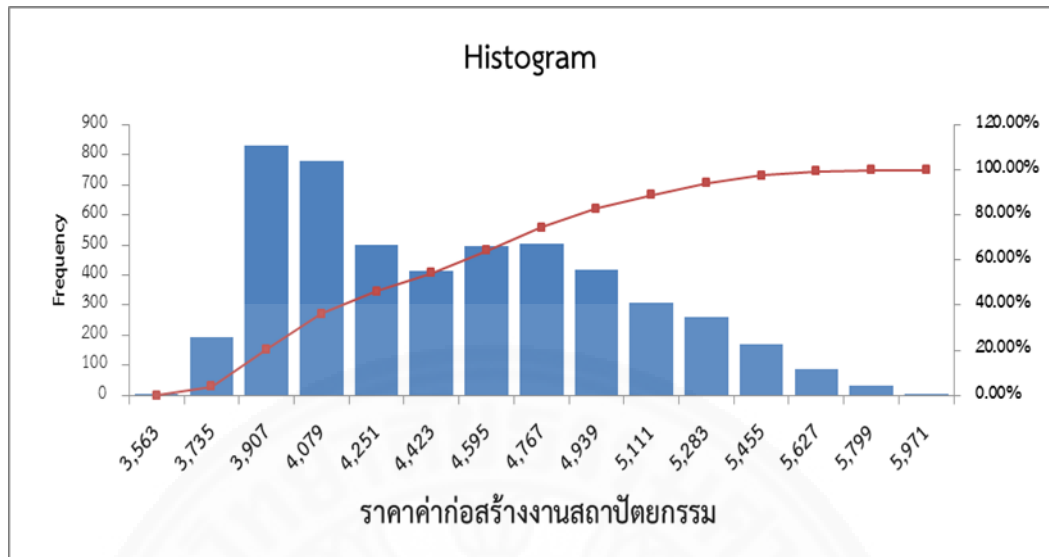
ต้นทุนค่าก่อสร้างที่ได้จากการใช้แบบจำลองมอนติคาร์โลของบ้านพักอาศัยขนาดพื้นที่ 101-200 ม²

รายการ	ราคาสูงสุด (บาท/ม. ²)	ราคาต่ำสุด (บาท/ม. ²)	ราคาเฉลี่ย (บาท/ม. ²)	ฐานนิยม (บาท/ม. ²)	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน
งานโครงสร้าง	2,953.00	1,735.00	2,330.76	2,373.00	203.55
งานสถาปัตยกรรม	5,966.00	3,563.00	4,402.44	3,991.00	507.98
งานหลังคา	3,388.00	1,563.00	2,320.82	2,415.00	335.85
งานระบบไฟฟ้า	530.00	322.00	428.76	438.00	34.35
งานระบบสุขาภิบาล	688.00	269.00	447.16	434.00	66.13

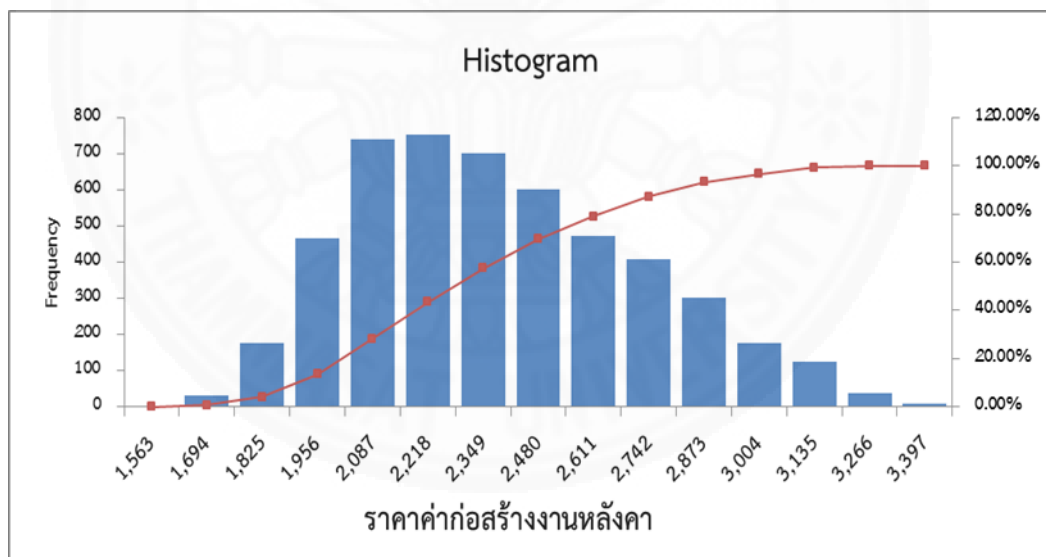
จากตารางที่ 4.12 สามารถนำมาสร้างกราฟ Histogram เพื่อดูการกระจายตัวของต้นทุนค่าก่อสร้างจำนวนทั้งหมด 5,000 ค่า



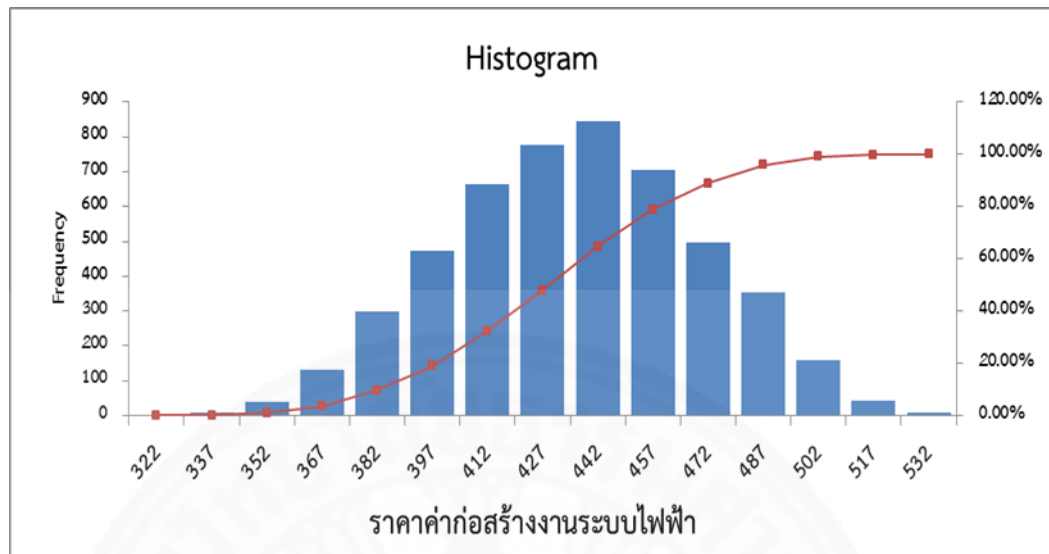
ภาพที่ 4.7 แสดงลักษณะการกระจายความน่าจะเป็น (Probability Distribution) ราคาค่าก่อสร้างงานโครงสร้างต่อตารางเมตร



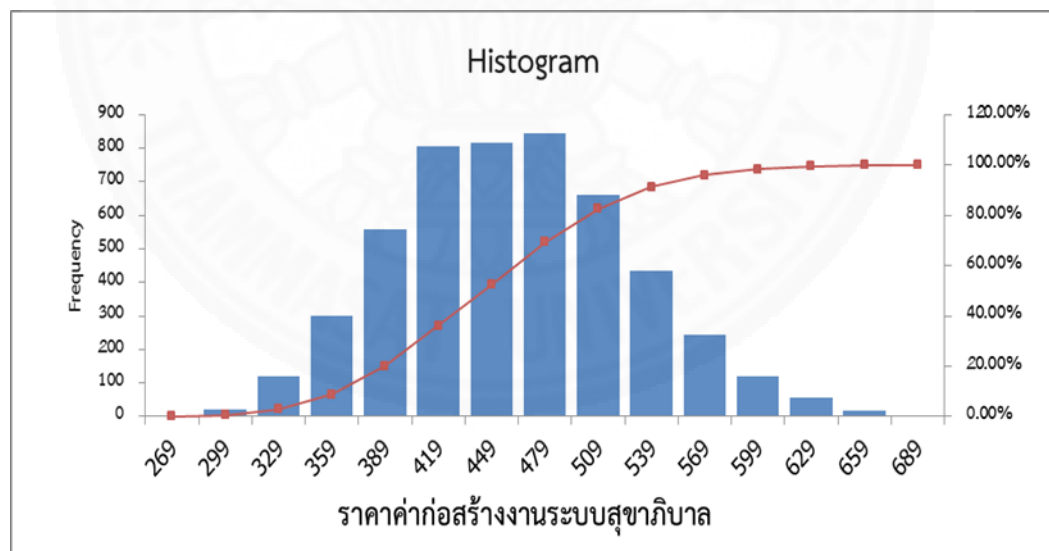
ภาพที่ 4.8 แสดงลักษณะการกระจายความน่าจะเป็น (Probability Distribution)
ราคาต่อก่อสร้างงานสถาปัตยกรรมต่อตารางเมตร



ภาพที่ 4.9 แสดงภาพลักษณะการกระจายความน่าจะเป็น (Probability Distribution)
ราคาต่อก่อสร้างงานหลังคาต่อตารางเมตร



ภาพที่ 4.10 แสดงลักษณะการกระจายความน่าจะเป็น (Probability Distribution) ราคาค่าก่อสร้างงานระบบไฟฟ้าต่อตารางเมตร



ภาพที่ 4.11 แสดงลักษณะการกระจายความน่าจะเป็น (Probability Distribution) ราคาค่าก่อสร้างงานระบบสุขาภิบาลต่อตารางเมตร

จากกราฟฮิสโตแกรมที่ได้ตามภาพที่ 4.7 - 4.11 การกระจายตัวของต้นทุนค่าก่อสร้างบ้านพักอาศัยกลุ่มที่ 2 ทั้ง 5 หมวดงาน จะเห็นได้ว่าหมวดงานสถาปัตยกรรมและงานระบบสุขาภิบาลมีค่าฐานนิยมน้อยกว่าค่าเฉลี่ย แสดงว่ามีจำนวนข้อมูลสำหรับงานที่มีราคาต่ำอยู่มากกว่างานที่มีราคาสูง จึงทำให้ค่าฐานนิยมอยู่ต่ำกว่า แต่หมวดงานสถาปัตยกรรมค่าฐานนิยมมีค่าแตกต่างจากค่าเฉลี่ยมาก ความเบ้ของกราฟจึงเบ้ไปทางขวามาก ดังภาพที่ 4.8 ส่วนหมวดงานระบบสุขาภิบาลค่าฐานนิยมแตกต่างจากค่าเฉลี่ยไม่มาก กราฟจึงเบ้ไม่มาก ดังภาพที่ 4.11 สำหรับหมวดงานโครงสร้างงานระบบไฟฟ้า และงานหลังคา มีค่าฐานนิยมมากกว่าค่าเฉลี่ย แสดงว่ามีจำนวนข้อมูลสำหรับงานที่มีราคาสูงมากกว่างานที่มีราคาต่ำ แต่เนื่องจากทั้ง 3 หมวดงานค่าฐานนิยมแตกต่างจากค่าเฉลี่ยไม่มาก แสดงให้เห็นว่าความเบ้ของกราฟทั้ง 3 หมวดงานดังกล่าว มีค่าความเบ้ที่น้อย ซึ่งใกล้เคียงกับการแจกแจงแบบโค้งปกติ

4.2.3 กลุ่มที่ 3 บ้านพักอาศัยที่มีขนาดพื้นที่ใช้สอยอยู่ระหว่าง 201-300 ตารางเมตร

ตารางที่ 4.13

แสดงข้อมูลค่าวัสดุและค่าแรงที่ได้จากแบบจำลองมอนติคาร์โลของบ้านพักอาศัยกลุ่มที่ 3

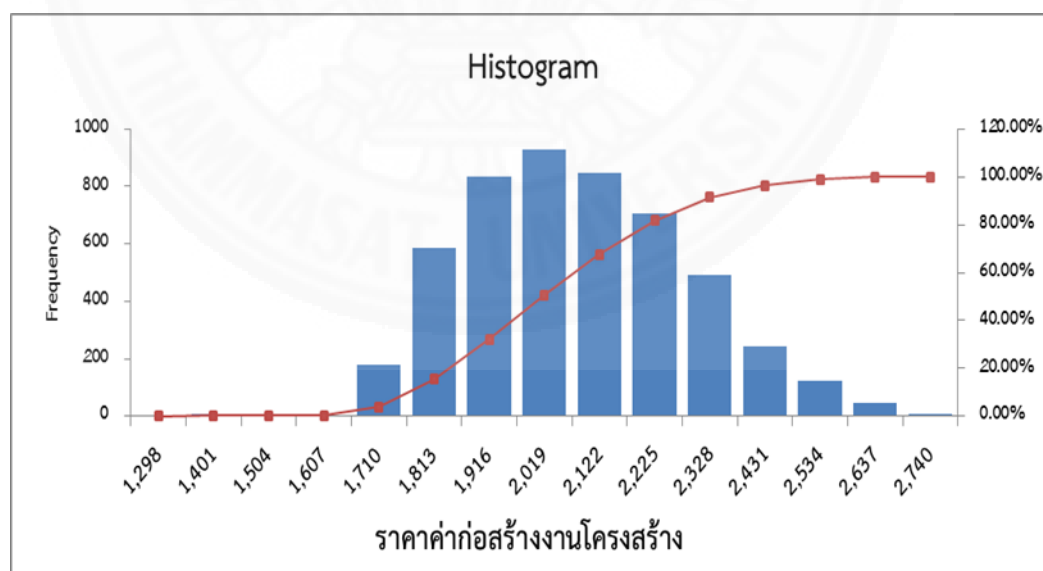
	รายการ	หมวดงาน (บาท/ม. ²)				
		โครงสร้าง	สถาปัตยกรรม	หลังคา	ระบบไฟฟ้า	ระบบสุขาภิบาล
ค่าวัสดุ	ราคาสูงสุด	1,919.00	3,635.00	2,770.00	436.00	363.00
	ราคาต่ำสุด	854.00	2,528.00	1,362.00	183.00	162.00
	ราคาเฉลี่ย	1,436.20	2,987.19	1,967.08	356.34	279.29
	ค่าเบี่ยงเบน	170.41	231.38	288.03	30.95	31.35
ค่าแรง	ราคาสูงสุด	913.00	1,669.00	623.00	141.00	184.00
	ราคาต่ำสุด	418.00	883.00	313.00	51.00	58.00
	ราคาเฉลี่ย	595.61	1,188.04	498.85	98.00	138.10
	ค่าเบี่ยงเบน	116.12	170.06	45.62	16.42	18.61

ตารางที่ 4.14

ต้นทุนค่าก่อสร้างที่ได้จากการใช้แบบจำลองมอนติคาร์โลของบ้านพักอาศัยขนาดพื้นที่ 201-300 ม²

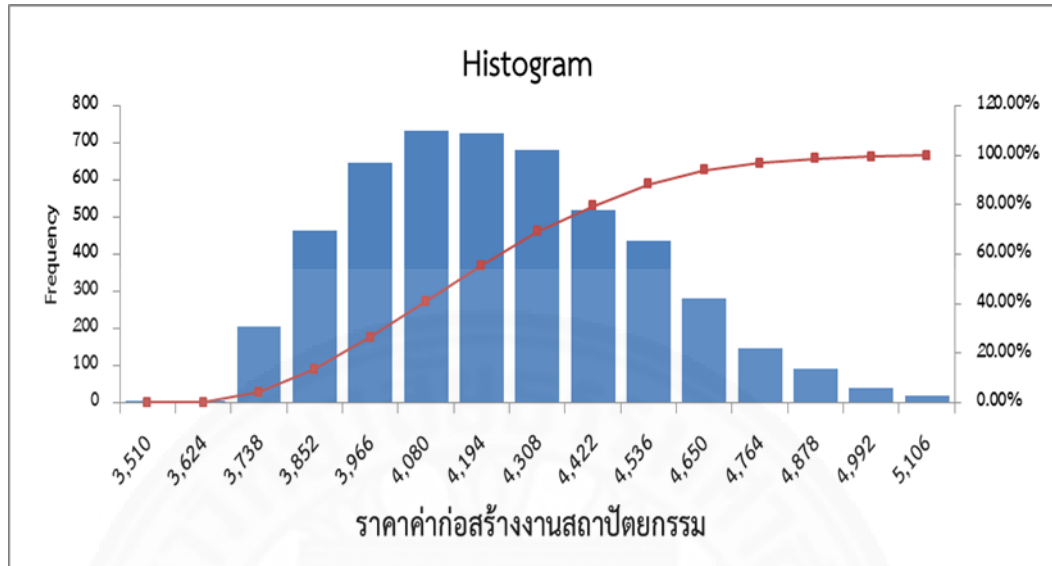
รายการ	ราคาสูงสุด (บาท/ม. ²)	ราคาต่ำสุด (บาท/ม. ²)	ราคาเฉลี่ย (บาท/ม. ²)	ฐานนิยม (บาท/ม. ²)	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน
งานโครงสร้าง	2,732.00	1,298.00	2,031.80	1,904.00	205.18
งานสถาปัตยกรรม	5,094.00	3,510.00	4,175.23	4,230.00	286.80
งานหลังคา	3,329.00	1,822.00	2,465.93	2,143.00	291.85
งานระบบไฟฟ้า	558.00	251.00	454.34	436.00	35.07
งานระบบสุขาภิบาล	523.00	282.00	417.40	412.00	36.44

จากตารางที่ 4.14 สามารถนำมาสร้างกราฟ Histogram เพื่อดูการกระจายตัวของต้นทุนค่าก่อสร้างจำนวนทั้งหมด 5,000 ค่า

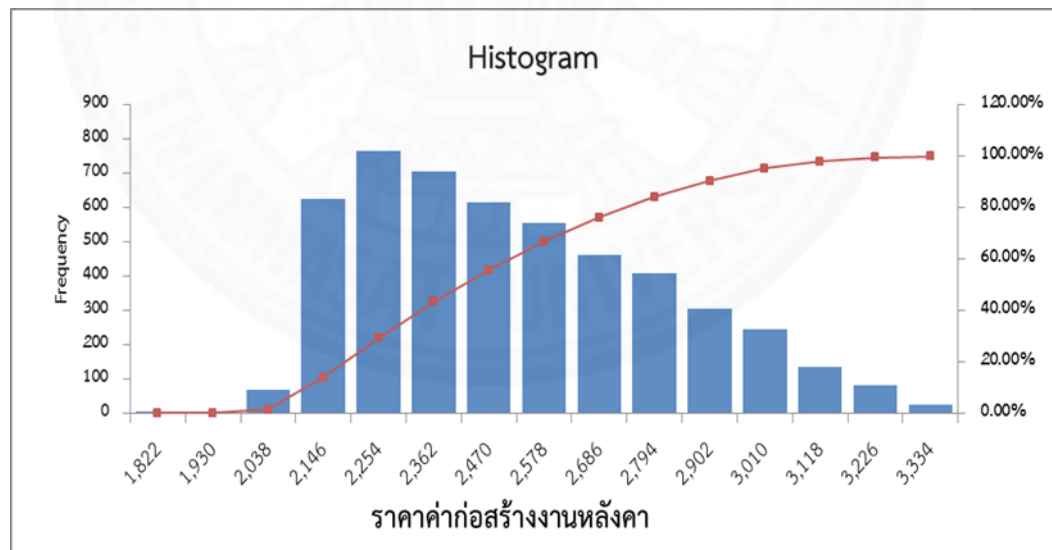


ภาพที่ 4.12 แสดงลักษณะการกระจายความน่าจะเป็น (Probability Distribution)

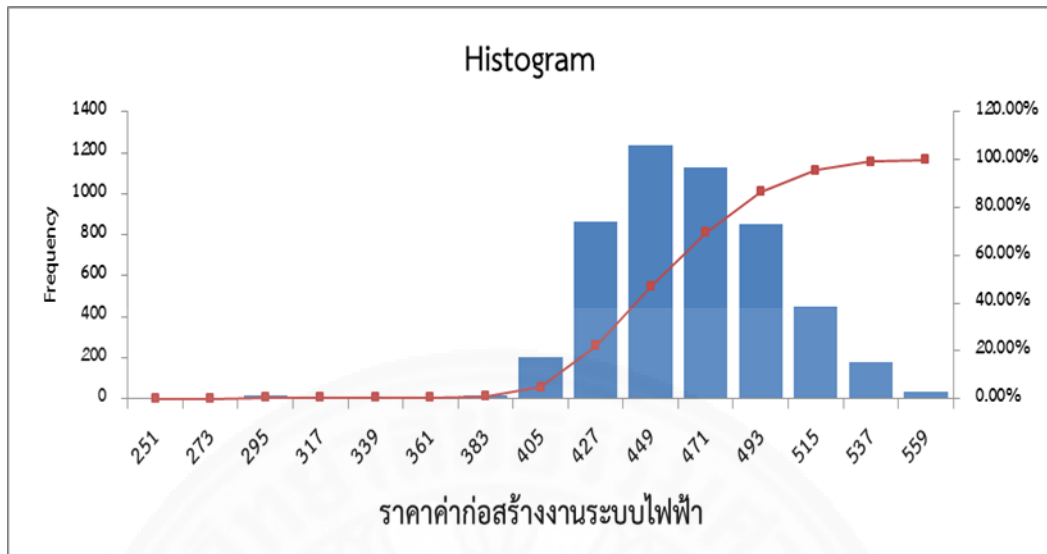
ราคาค่าก่อสร้างงานโครงสร้างต่อตารางเมตร



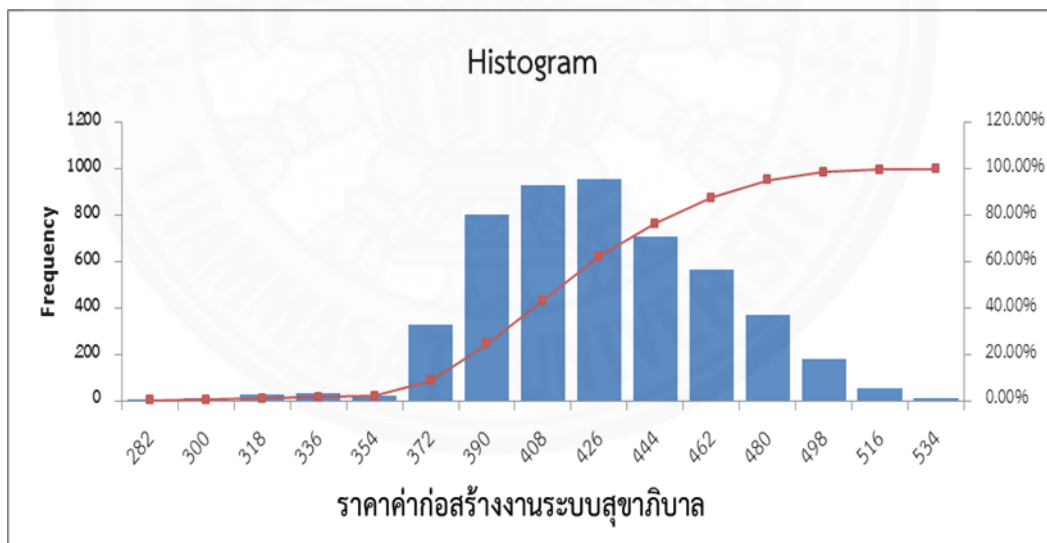
ภาพที่ 4.13 แสดงลักษณะการกระจายความน่าจะเป็น (Probability Distribution)
ราคาค่าก่อสร้างงานสถาปัตยกรรมต่อตารางเมตร



ภาพที่ 4.14 แสดงลักษณะการกระจายความน่าจะเป็น (Probability Distribution)
ราคาค่าก่อสร้างงานหลังคาต่อตารางเมตร



ภาพที่ 4.15 แสดงลักษณะการกระจายความน่าจะเป็น (Probability Distribution) ราคาค่าก่อสร้างงานระบบไฟฟ้าต่อตารางเมตร



ภาพที่ 4.16 แสดงลักษณะการกระจายความน่าจะเป็น (Probability Distribution) ราคาค่าก่อสร้างงานระบบสุขาภิบาลต่อตารางเมตร

จากกราฟฮิสโตแกรมที่ได้ตามภาพที่ 4.12 - 4.16 การกระจายตัวของต้นทุนค่าก่อสร้างบ้านพักอาศัยกลุ่มที่ 3 ทั้ง 5 หมวดงาน จะเห็นได้ว่าทุกหมวดงานยกเว้นงานสถาปัตยกรรมมีค่าฐานนิยมน้อยกว่าค่าเฉลี่ย แสดงว่ามีจำนวนข้อมูลสำหรับงานที่มีราคาต่ำอยู่มากกว่างานที่มีราคาสูง จึงทำให้ค่าฐานนิยมอยู่ต่ำกว่า ในหมวดงานโครงสร้าง งานระบบไฟฟ้า และงานระบบสุขาภิบาล ค่าฐานนิยมมีค่าแตกต่างจากค่าเฉลี่ยไม่มาก ความเบ้ของกราฟทั้ง 3 หมวดงานจึงมีลักษณะเบ้เล็กน้อย แต่สำหรับงานหลังคา ค่าฐานนิยมมีค่าน้อยกว่าค่าเฉลี่ยมาก จึงทำให้มีลักษณะเบ้ไปทางขวามาก ดังภาพที่ 4.14 ส่วนงานสถาปัตยกรรมมีค่าฐานนิยมมากกว่าค่าเฉลี่ย แสดงให้เห็นว่าข้อมูลสำหรับงานที่มีราคาสูงมีค่ามากกว่างานที่มีราคาต่ำ แต่เนื่องจากค่าฐานนิยมกับค่าเฉลี่ยแตกต่างกันไม่มาก จึงทำให้ความเบ้ของกราฟไม่มาก ดังภาพที่ 4.16

4.2.4 กลุ่มที่ 4 บ้านพักอาศัยที่มีขนาดพื้นที่ใช้สอยมากกว่า 301 ตารางเมตร

ตารางที่ 4.15

แสดงข้อมูลค่าวัสดุและค่าแรงที่ได้จากแบบจำลองมอนติคาร์โลของบ้านพักอาศัยกลุ่มที่ 4

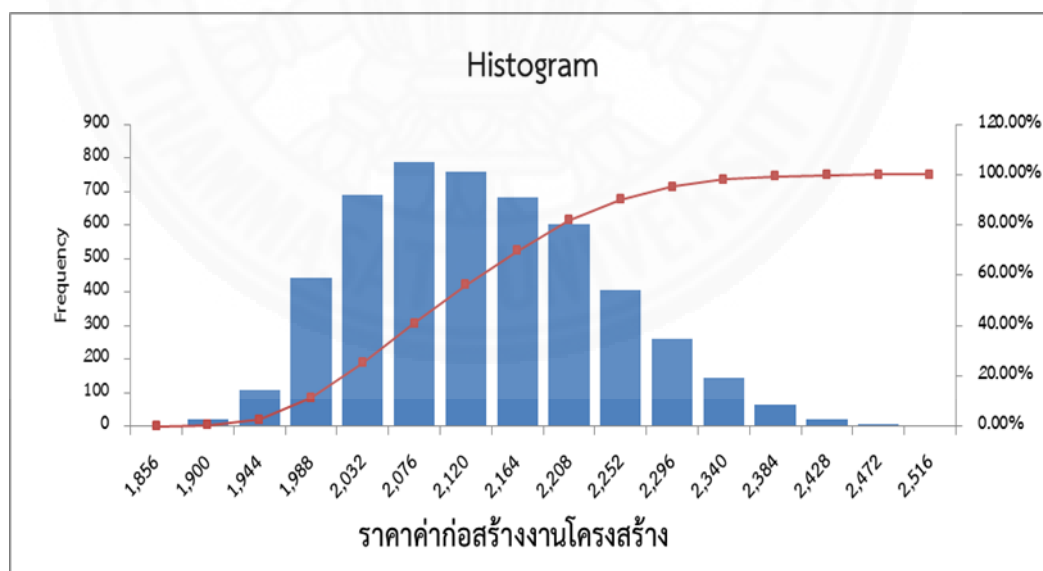
	รายการ	หมวดงาน (บาท/ม. ²)				
		โครงสร้าง	สถาปัตยกรรม	หลังคา	ระบบไฟฟ้า	ระบบสุขาภิบาล
ค่าวัสดุ	ราคาสูงสุด	1,657.00	3,954.00	2,269.00	656.00	481.00
	ราคาต่ำสุด	1,236.00	2,466.00	1,384.00	211.00	179.00
	ราคาเฉลี่ย	1,417.29	3,045.12	1,726.60	398.03	281.90
	ค่าเบี่ยงเบน	83.76	329.23	193.94	94.56	70.97
ค่าแรง	ราคาสูงสุด	854.00	1,584.00	620.00	90.00	160.00
	ราคาต่ำสุด	541.00	950.00	286.00	65.00	99.00
	ราคาเฉลี่ย	694.00	1,195.77	417.07	75.29	130.01
	ค่าเบี่ยงเบน	59.27	1,42.34	74.31	5.31	11.59

ตารางที่ 4.16

ต้นทุนค่าก่อสร้างที่ได้จากการใช้แบบจำลองมอนติคาร์โลของบ้านพักอาศัยขนาดพื้นที่ > 401 ม²

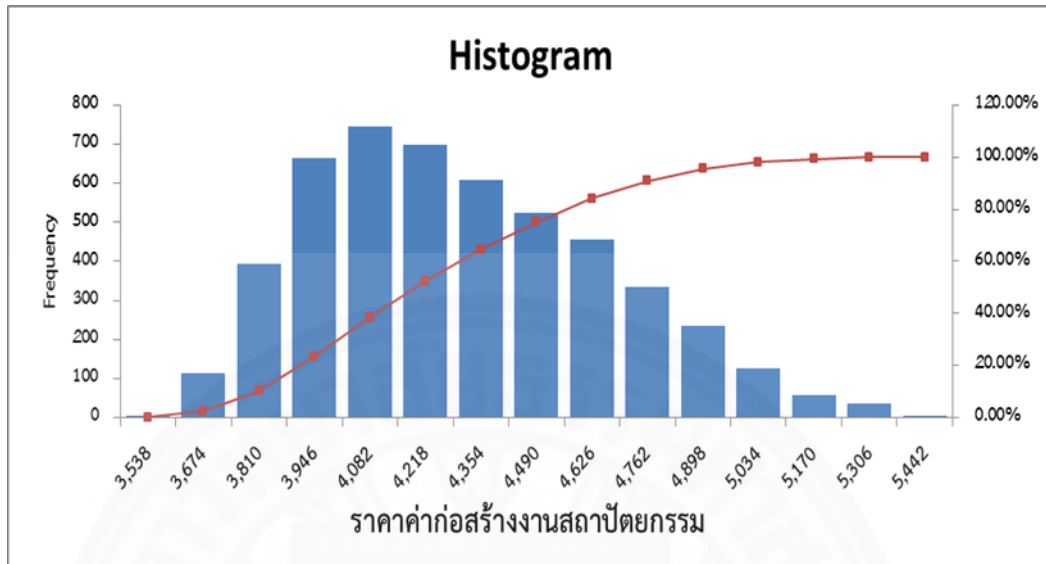
รายการ	ราคาสูงสุด (บาท/ม. ²)	ราคาต่ำสุด (บาท/ม. ²)	ราคาเฉลี่ย (บาท/ม. ²)	ฐานนิยม (บาท/ม. ²)	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน
งานโครงสร้าง	2,474.00	1,856.00	2,111.28	2,116.00	102.75
งานสถาปัตยกรรม	5,440.00	3,538.00	4,240.89	4,091.00	354.92
งานหลังคา	2,799.00	1,716.00	2,143.67	2,003.00	207.17
งานระบบไฟฟ้า	733.00	283.00	473.32	358.00	94.50
งานระบบสุขาภิบาล	612.00	285.00	411.91	336.00	71.83

จากตารางที่ 4.16 สามารถนำมาสร้างกราฟ Histogram เพื่อดูการกระจายตัวของต้นทุนค่าก่อสร้างจำนวนทั้งหมด 5,000 ค่า

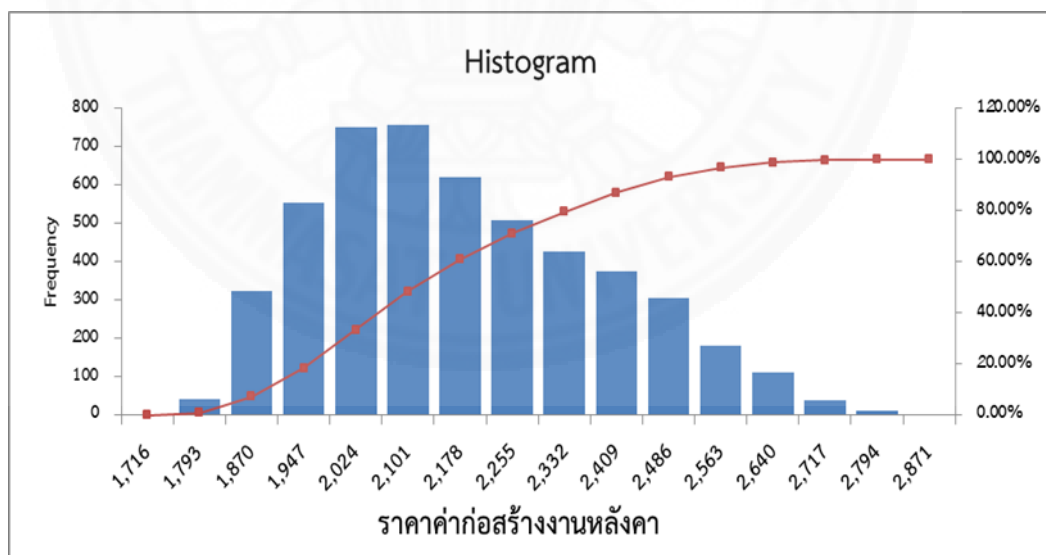


ภาพที่ 4.17 แสดงลักษณะการกระจายความน่าจะเป็น (Probability Distribution)

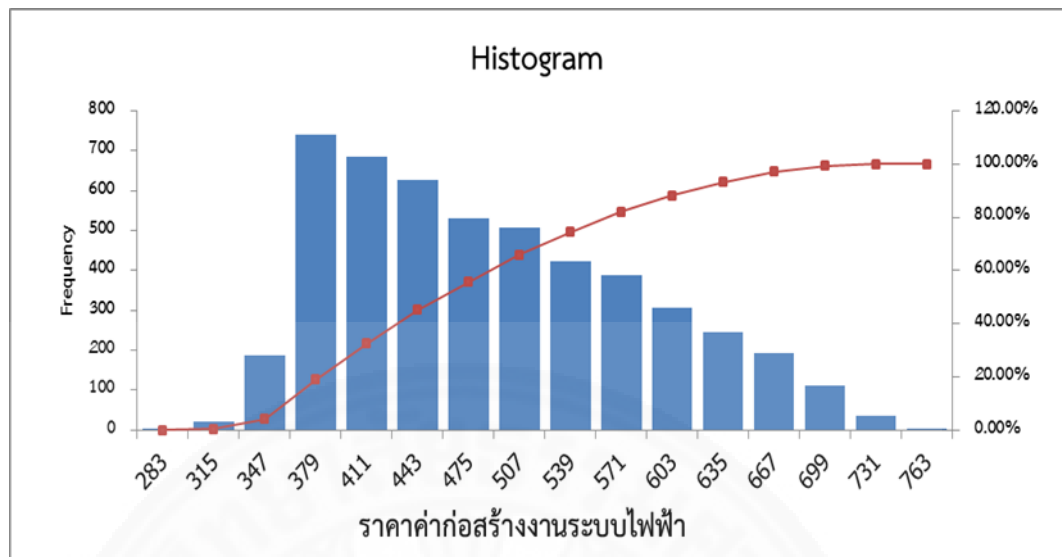
ราคาค่าก่อสร้างงานโครงสร้างต่อตารางเมตร



ภาพที่ 4.18 แสดงลักษณะการกระจายความน่าจะเป็น (Probability Distribution)
ราคาค่าก่อสร้างงานสถาปัตยกรรมต่อตารางเมตร

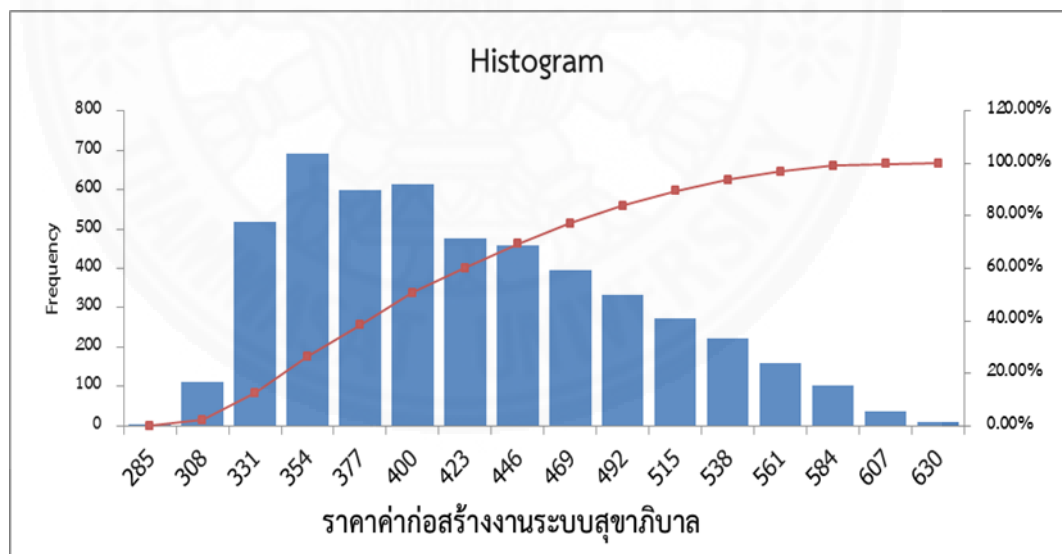


ภาพที่ 4.19 แสดงภาพลักษณะการกระจายความน่าจะเป็น (Probability Distribution)
ราคาค่าก่อสร้างงานหลังคาต่อตารางเมตร



ภาพที่ 4.20 แสดงลักษณะการกระจายความน่าจะเป็น (Probability Distribution)

ราคาดำก่อสร้างงานระบบไฟฟ้าต่อตารางเมตร



ภาพที่ 4.21 แสดงลักษณะการกระจายความน่าจะเป็น (Probability Distribution)

ราคาดำก่อสร้างงานระบบสุขาภิบาลต่อตารางเมตร

จากกราฟฮิสโตแกรมที่ได้ตามภาพที่ 4.17 - 4.20 การกระจายตัวของต้นทุนค่าก่อสร้างบ้านพักอาศัยกลุ่มที่ 4 ทั้ง 5 หมวดงาน จะเห็นได้ว่าทุกหมวดงานยกเว้นงานโครงสร้างมีค่าฐานนิยมที่น้อยกว่าค่าเฉลี่ย แสดงว่ามีจำนวนข้อมูลสำหรับงานที่มีราคาต่ำอยู่มากกว่างานที่มีราคาสูง จึงทำให้ค่าฐานนิยมอยู่ต่ำกว่า สำหรับหมวดงานสถาปัตยกรรมและงานหลังคา ค่าฐานนิยมมีค่าแตกต่างจากค่าเฉลี่ยไม่มาก ความเบ้ของกราฟจึงมีไม่มาก แต่หมวดงานระบบไฟฟ้าและระบบสุขาภิบาลจะเห็นได้ว่า ค่าฐานนิยมมีค่าแตกต่างกับค่าเฉลี่ยอยู่มาก ทำให้กราฟมีลักษณะเบ้ขวา มาก ส่วนงานโครงสร้างมีค่าเฉลี่ยน้อยกว่าค่าฐานนิยม แต่มีความแตกต่างของราคาไม่มาก จากภาพที่ 4.17 จะเห็นได้ว่ากราฟที่ได้มีลักษณะเบ้เล็กน้อย

4.3 สมการสำหรับการพยากรณ์ราคาค่าก่อสร้างของการก่อสร้างบ้านพักอาศัย 2 ชั้น

จากภาพลักษณะการกระจายความน่าจะเป็นของราคาค่าก่อสร้างที่ได้จากแบบจำลอง เราจะได้รูปแบบการกระจายตัวของตัวอย่างมีความใกล้เคียงกับรูปแบบการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งกราฟการกระจายตัวแบบแจกแจงปกติ ค่าที่เหมาะสมที่สุดในการนำมาใช้ในเพื่อทำการประมาณราคาจากแบบจำลอง คือค่าเฉลี่ย

นำค่าเฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลองมาใช้ในการสร้างสมการสำหรับการพยากรณ์ราคาค่าก่อสร้างของการก่อสร้างบ้านพักอาศัย 2 ชั้น สามารถเขียนให้อยู่ในรูปแบบของสมการได้ดังนี้

$$TC = (\text{ค่าวัสดุ} \times A \times K_1) + (\text{ค่าแรง} \times A \times K_2) \quad \text{----(4.1)}$$

โดยที่ $TC =$ ต้นทุนค่าก่อสร้างที่สนใจ

ค่าวัสดุ = ราคาค่าวัสดุจากหมวดงานและกลุ่มบ้านที่สนใจ

ค่าแรง = ราคาค่าแรงจากหมวดงานและกลุ่มบ้านที่สนใจ

$A =$ ขนาดพื้นที่ของบ้านพักอาศัย (ตารางเมตร)

$K_1 =$ ดัชนีราคาค่าวัสดุในปีที่จะก่อสร้างเทียบกับดัชนีของปี พ.ศ. 2558

$K_2 =$ ดัชนีราคาค่าแรงงานในปีที่จะก่อสร้างเทียบกับดัชนีของปี พ.ศ. 2558

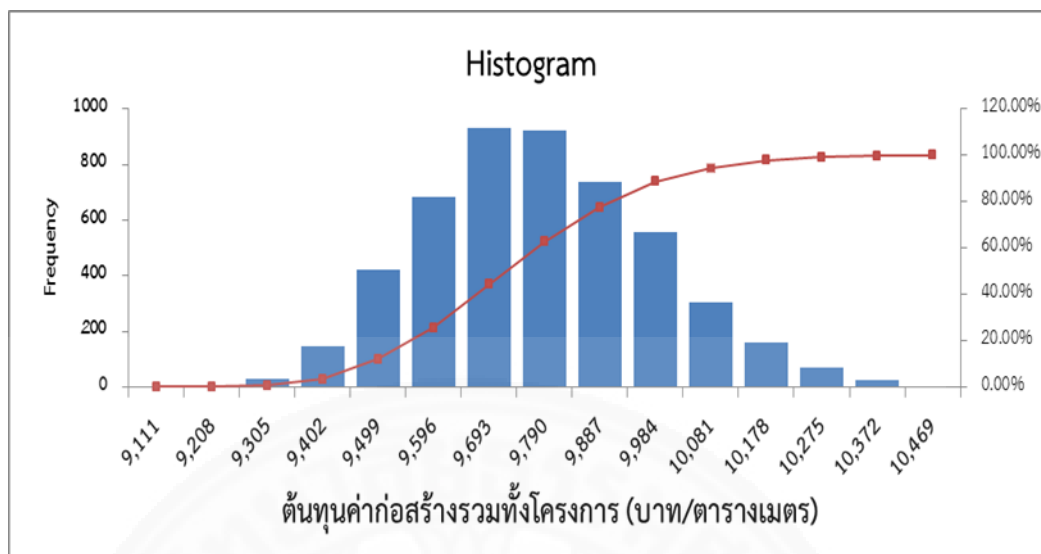
สมการข้างต้นสามารถใช้ในการประมาณราคาค่าก่อสร้างบ้านพักอาศัย 2 ชั้นของโครงการที่จะเกิดขึ้นในอนาคตได้โดยนำพื้นที่ใช้สอยของบ้านพักโครงการนั้นๆคูณกับค่าเฉลี่ยของค่าวัสดุและค่าแรงที่ได้จากแบบจำลองมอนติคาร์โลของหมวดงานที่สนใจ ซึ่งสามารถดูได้จากตารางที่ 4.17-4.20 แล้วนำไปปรับเป็นราคาของปีที่ต้องการโดยใช้ดัชนีราคาค่าวัสดุ (K_1) และดัชนีราคาค่าแรง (K_2) ของปีนั้นเทียบกับดัชนีราคาของปี พ.ศ. 2548

ตารางที่ 4.17

ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการสร้างแบบจำลองการประมาณราคาค่าก่อสร้างบ้านพักอาศัยกลุ่มที่ 1

	ราคาค่าวัสดุ (บาท/ม. ²)	ราคาค่าแรงงาน (บาท/ม. ²)	ราคารวม (บาท/ม. ²)
งานโครงสร้าง	1,521.94	631.76	2,153.70
งานสถาปัตยกรรม	2,802.06	1,003.70	3,805.76
งานโครงหลังคา	2,237.32	497.00	2,734.32
งานระบบไฟฟ้า	380.19	128.73	508.91
งานระบบสุขาภิบาล	330.50	201.60	532.10
ต้นทุนค่าก่อสร้างรวม	7,272.00	2,463.00	9,735.00
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	162.58	115.94	199.93

การวิเคราะห์ข้อมูลราคาค่าก่อสร้าง ในส่วนของราคาค่าวัสดุ จาก 5 หมวดงานพบว่า หมวดงานที่มีสัดส่วนราคามากที่สุด คือ หมวดงานสถาปัตยกรรม อัตราส่วนอยู่ที่ 38.5 % รองลงมาได้แก่ หมวดงานโครงหลังคาอยู่ 30.8 % หมวดงานโครงสร้างอยู่ที่ 21 % หมวดงานระบบไฟฟ้าอยู่ที่ 5.2 % และหมวดงานระบบสุขาภิบาลอยู่ที่ 4.5 % ส่วนของราคาค่าแรงงาน จาก 5 หมวดงานพบว่า หมวดงานที่มีสัดส่วนราคามากที่สุด คือ หมวดงานสถาปัตยกรรม อัตราส่วนอยู่ที่ 40.8 % รองลงมาได้แก่ หมวดงานโครงสร้างอยู่ที่ 25.7 % หมวดงานโครงหลังคาอยู่ที่ 20.2 % หมวดงานระบบสุขาภิบาลอยู่ที่ 8.2 % และหมวดงานระบบไฟฟ้าอยู่ที่ 5.1 % จากการรวมค่าวัสดุและค่าแรงงานของทุกหมวดงานเป็นราคาต้นทุนค่าก่อสร้างของบ้านพักอาศัยกลุ่มที่ 1 ดังตารางที่ 4.17 จะได้ต้นทุนค่าก่อสร้างรวมสำหรับบ้านพักอาศัย 2 ชั้น ที่มีพื้นที่ใช้สอยน้อยกว่า 100 ม.² เท่ากับ 9,735 บาท/ม.² และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 199.93 ข้อมูลต้นทุนรวมค่าก่อสร้างสามารถสร้างกราฟฮีสโตรแกรมออกมาได้ดังภาพที่ 4.22



ภาพที่ 4.22 การกระจายตัวของข้อมูลต้นทุนค่าก่อสร้างบ้านพักอาศัยกลุ่มที่ 1

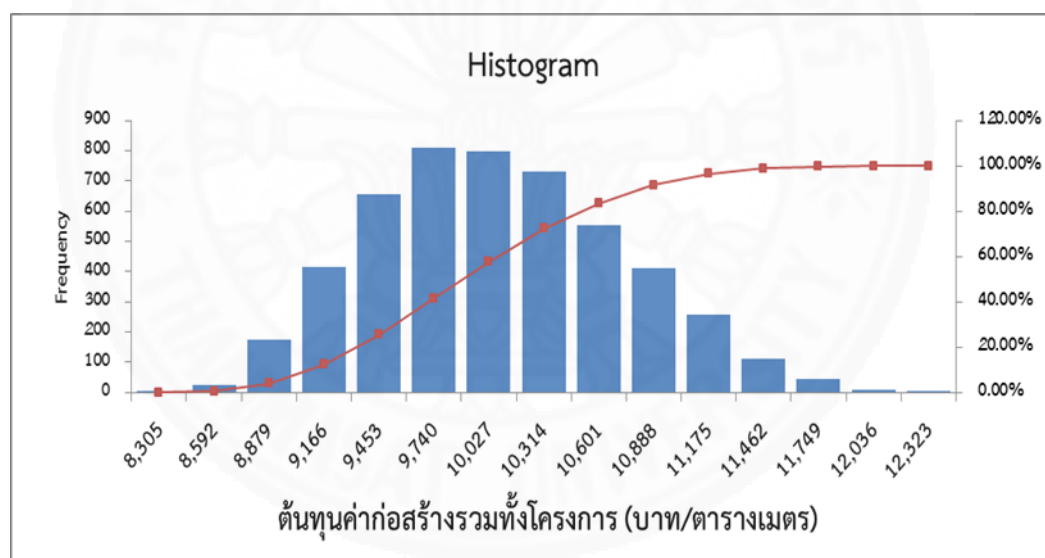
จากภาพที่ 4.22 เนื่องจากลักษณะการกระจายตัวของข้อมูลเป็นการกระจายตัวแบบปกติ ดังนั้นค่าที่ควรเลือกใช้จึงเป็นค่าเฉลี่ย ที่จะเหมาะสมที่สุด ดังนั้น ต้นทุนค่าก่อสร้างรวมของบ้านพักอาศัยกลุ่มที่ 1 ที่เลือกใช้จากการสร้างแบบจำลองนี้คือ 9,735 บาทต่อตารางเมตร โดยอัตราส่วนราคาค่าวัสดุอยู่ที่ 75 % และอัตราส่วนค่าแรงงานอยู่ที่ 25 %

ตารางที่ 4.18

ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการสร้างแบบจำลองการประมาณราคาค่าก่อสร้างบ้านพักอาศัยกลุ่มที่ 2

รายการ	ราคาค่าวัสดุ (บาท/ม. ²)	ราคาค่าแรงงาน (บาท/ม. ²)	ราคารวม (บาท/ม. ²)
งานโครงสร้าง	1,501.86	828.90	2,330.76
งานสถาปัตยกรรม	3,156.60	1,245.83	4,402.44
งานหลังคา	1,731.98	588.85	2,320.82
งานระบบไฟฟ้า	323.25	105.51	428.76
งานระบบสุขาภิบาล	292.72	154.44	447.16
ต้นทุนค่าก่อสร้างรวม	7,006.00	2,924.00	9,930.00
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	612.42	215.98	652.50

การวิเคราะห์ข้อมูลราคาค่าก่อสร้าง ในส่วนของราคาค่าวัสดุ จาก 5 หมวดงานพบว่า หมวดงานที่มีสัดส่วนราคามากที่สุด คือ หมวดงานสถาปัตยกรรม อัตราส่วนอยู่ที่ 45.1 % รองลงมาได้แก่ หมวดงานโครงหลังคาอยู่ 24.7 % หมวดงานโครงสร้างอยู่ที่ 21.4 % หมวดงานระบบไฟฟ้าอยู่ที่ 4.6 % และหมวดงานระบบสุขาภิบาลอยู่ที่ 4.2 % ส่วนของราคาค่าแรงงาน จาก 5 หมวดงานพบว่า หมวดงานที่มีสัดส่วนราคามากที่สุด คือ หมวดงานสถาปัตยกรรม อัตราส่วนอยู่ที่ 42.6% รองลงมาได้แก่ หมวดงานโครงสร้างอยู่ที่ 28.4 % หมวดงานโครงหลังคาอยู่ 20.1 % หมวดงานระบบสุขาภิบาลอยู่ที่ 5.3 % และหมวดงานระบบไฟฟ้าอยู่ที่ 3.6 % จากการรวมค่าวัสดุและค่าแรงงานเป็นราคาต้นทุนค่าก่อสร้างของบ้านพักอาศัยกลุ่มที่ 2 ดังตารางที่ 4.18 จะได้ต้นทุนค่าก่อสร้างรวมสำหรับบ้านพักอาศัย 2 ชั้น ที่มีพื้นที่ใช้สอยอยู่ระหว่าง 101-200 ม.² เท่ากับ 9,930 บาท/ม.² และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 652.50 ข้อมูลต้นทุนรวมค่าก่อสร้างสามารถสร้างกราฟฮิสโตแกรมออกมาได้ดังภาพที่ 4.23



ภาพที่ 4.23 การกระจายตัวของข้อมูลต้นทุนค่าก่อสร้างบ้านพักอาศัยกลุ่มที่ 2

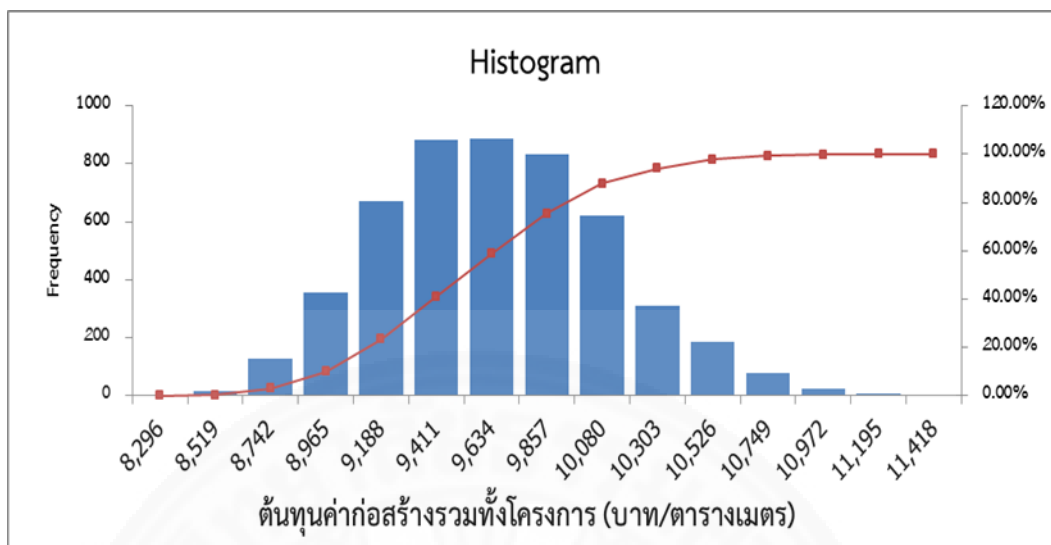
จากภาพที่ 4.23 เนื่องจากลักษณะการกระจายตัวของข้อมูลเป็นการกระจายตัวแบบปกติ ดังนั้นค่าที่ควรเลือกใช้จึงเป็นค่าเฉลี่ย ที่จะเหมาะสมที่สุด ดังนั้น ต้นทุนค่าก่อสร้างรวมของบ้านพักอาศัยกลุ่มที่ 2 ที่เลือกใช้จากการสร้างแบบจำลองนี้คือ 9,930 บาทต่อตารางเมตร โดยอัตราส่วนราคาค่าวัสดุอยู่ที่ 71 % และอัตราส่วนค่าแรงงานอยู่ที่ 29 %

ตารางที่ 4.19

ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการสร้างแบบจำลองการประมาณราคาค่าก่อสร้างบ้านพักอาศัยกลุ่มที่ 3

รายการ	ราคาค่าวัสดุ (บาท/ม. ²)	ราคาค่าแรงงาน (บาท/ม. ²)	ราคารวม (บาท/ม. ²)
งานโครงสร้าง	1,436.20	595.61	2,031.80
งานสถาปัตยกรรม	2,987.19	1,188.04	4,175.23
งานหลังคา	1,967.08	498.85	2,465.93
งานระบบไฟฟ้า	356.34	98.00	454.34
งานระบบสุขาภิบาล	279.29	138.10	417.40
ต้นทุนค่าก่อสร้างรวม	7,026.00	2,519.00	9,545.00
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	408.88	211.25	458.58

การวิเคราะห์ข้อมูลราคาค่าก่อสร้าง ในส่วนของราคาค่าวัสดุ จาก 5 หมวดงานพบว่า หมวดงานที่มีสัดส่วนราคามากที่สุด คือ หมวดงานสถาปัตยกรรม อัตราส่วนอยู่ที่ 42.5 % รองลงมาได้แก่ หมวดงานโครงหลังคาอยู่ 28 % หมวดงานโครงสร้างอยู่ที่ 20.4 % หมวดงานระบบไฟฟ้าอยู่ที่ 5.1 % และหมวดงานระบบสุขาภิบาลอยู่ที่ 4 % ส่วนของราคาค่าแรงงาน จาก 5 หมวดงานพบว่า หมวดงานที่มีสัดส่วนราคามากที่สุด คือ หมวดงานสถาปัตยกรรม อัตราส่วนอยู่ที่ 47.2 % รองลงมาได้แก่ หมวดงานโครงสร้างอยู่ที่ 23.6 % หมวดงานโครงหลังคาอยู่ที่ 19.8 % หมวดงานระบบสุขาภิบาลอยู่ที่ 5.5 % และหมวดงานระบบไฟฟ้าอยู่ที่ 3.9 % จากการรวมค่าวัสดุและค่าแรงงานเป็นราคาต้นทุนค่าก่อสร้างของบ้านพักอาศัยกลุ่มที่ 3 ดังตารางที่ 4.19 จะได้ต้นทุนค่าก่อสร้างรวมสำหรับบ้านพักอาศัย 2 ชั้น ที่มีพื้นที่ใช้สอยอยู่ระหว่าง 201-300 ม.² เท่ากับ 9,545 บาท/ม.² และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 458.58 ข้อมูลต้นทุนรวมค่าก่อสร้างสามารถสร้างกราฟฮิสโตแกรมออกมาได้ดังภาพที่ 4.24



ภาพที่ 4.24 การกระจายตัวของข้อมูลต้นทุนค่าก่อสร้างบ้านพักอาศัยกลุ่มที่ 3

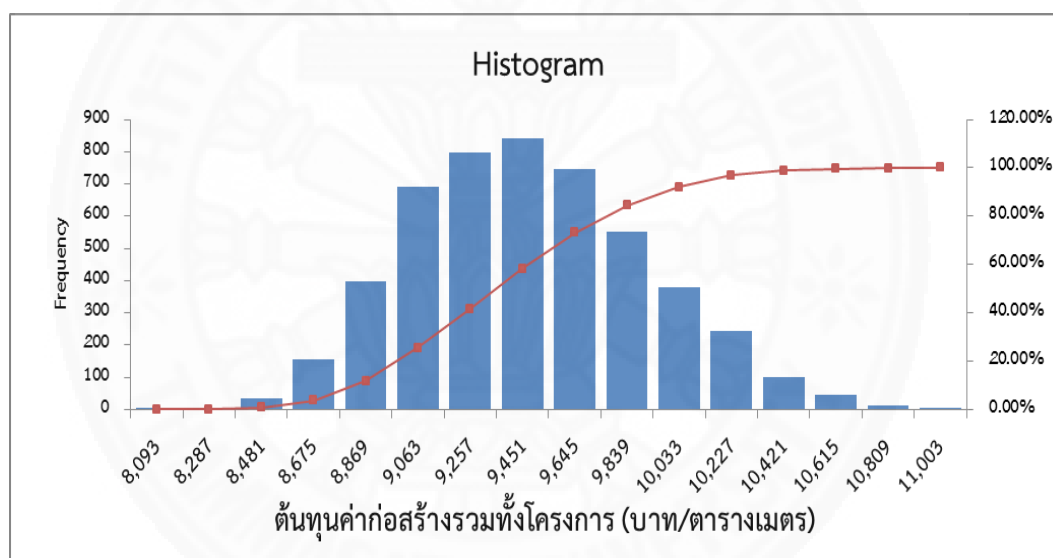
จากภาพที่ 4.24 เนื่องจากลักษณะการกระจายตัวของข้อมูลเป็นการกระจายตัวแบบปกติ ดังนั้นค่าที่ควรเลือกใช้จึงเป็นค่าเฉลี่ย ที่จะเหมาะสมที่สุด ดังนั้น ต้นทุนค่าก่อสร้างรวมของบ้านพักอาศัยกลุ่มที่ 3 ที่เลือกใช้จากการสร้างแบบจำลองนี้คือ 9,545 บาทต่อตารางเมตร โดยอัตราส่วนราคาค่าวัสดุอยู่ที่ 74 % และอัตราส่วนค่าแรงงานอยู่ที่ 26 %

ตารางที่ 4.20

ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการสร้างแบบจำลองการประมาณราคาค่าก่อสร้างบ้านพักอาศัยกลุ่มที่ 4

รายการ	ราคาค่าวัสดุ (บาท/ม. ²)	ราคาค่าแรงงาน (บาท/ม. ²)	ราคารวม (บาท/ม. ²)
งานโครงสร้าง	1,417.29	694.00	2,111.28
งานสถาปัตยกรรม	3,045.12	1,195.77	4,240.89
งานหลังคา	1,726.60	417.07	2,143.67
งานระบบไฟฟ้า	398.03	75.29	473.32
งานระบบสุขาภิบาล	281.90	130.01	411.91
ต้นทุนค่าก่อสร้างรวม	6,869.00	2,512.00	9,381.00
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	405.69	172.06	434.41

การวิเคราะห์ข้อมูลราคาค่าก่อสร้าง ในส่วนของราคาค่าวัสดุ จาก 5 หมวดงาน พบว่า หมวดงานที่มีสัดส่วนราคามากที่สุด คือ หมวดงานสถาปัตยกรรม อัตราส่วนอยู่ที่ 44.3 % รองลงมาได้แก่ หมวดงานโครงหลังคาอยู่ 25.1 % หมวดงานโครงสร้างอยู่ที่ 20.7 % หมวดงานระบบไฟฟ้าอยู่ที่ 5.8 % และหมวดงานระบบสุขาภิบาลอยู่ที่ 4.1 % ส่วนของราคาค่าแรงงาน จาก 5 หมวดงานพบว่า หมวดงานที่มีสัดส่วนราคามากที่สุด คือ หมวดงานสถาปัตยกรรม อัตราส่วนอยู่ที่ 47.6 % รองลงมาได้แก่ หมวดงานโครงสร้างอยู่ที่ 27.6 % หมวดงานโครงหลังคาอยู่ 16.6 % หมวดงานระบบสุขาภิบาลอยู่ที่ 5.2 % และหมวดงานระบบไฟฟ้าอยู่ที่ 3 % จากการรวมค่าวัสดุและค่าแรงงานเป็นราคาต้นทุนค่าก่อสร้างของบ้านพักอาศัยกลุ่มที่ 4 ดังตารางที่ 4.20 จะได้ต้นทุนค่าก่อสร้างรวมสำหรับบ้านพักอาศัย 2 ชั้น ที่มีพื้นที่ใช้สอยมากกว่า 301 ม.² เท่ากับ 9,381 บาท/ม.² และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 434.41 สามารถสร้างกราฟฮิสโตแกรมออกมาดังภาพที่ 4.25



ภาพที่ 4.25 การกระจายตัวของข้อมูลต้นทุนค่าก่อสร้างบ้านพักอาศัยกลุ่มที่ 4

จากภาพที่ 4.25 เนื่องจากลักษณะการกระจายตัวของข้อมูลเป็นการกระจายตัวแบบปกติ ดังนั้นค่าที่ควรเลือกใช้จึงเป็นค่าเฉลี่ย ที่จะเหมาะสมที่สุด ดังนั้น ต้นทุนค่าก่อสร้างรวมของบ้านพักอาศัยกลุ่มที่ 4 ที่เลือกใช้จากการสร้างแบบจำลองนี้คือ 9,381 บาทต่อตารางเมตร โดยอัตราส่วนราคาค่าวัสดุอยู่ที่ 73 % และอัตราส่วนค่าแรงงานอยู่ที่ 27 %

4.4 เปรียบเทียบราคาค่าก่อสร้างที่ได้จากแบบจำลองกับราคาประเมินค่าก่อสร้างปี พ.ศ. 2558

ผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบราคาที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์มอติคาร์โลกับราคาประเมินค่าก่อสร้างอาคาร ปี พ.ศ. 2558 กำหนดโดยมูลนิธิประเมินค่าทรัพย์สินแห่งประเทศไทย ได้ผลดังนี้ จากข้อมูลราคาประเมินค่าก่อสร้างอาคาร ปี พ.ศ. 2558 ของมูลนิธิประเมินค่าทรัพย์สินแห่งประเทศไทย ราคาบ้านเดี่ยวตึก 2-3 ชั้น มีราคาปานกลางอยู่ที่ 11,700 บาท แต่ราคานี้เป็นราคาที่รวมค่าดำเนินการ กำไรและภาษี ถ้าหากทำการคิดราคาโดยไม่นำค่าดำเนินการและกำไร 10 % และภาษี 7 % เข้ารวมแล้ว พบว่าจะมีต้นทุนค่าก่อสร้างเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 9,940 บาทต่อตารางเมตร ซึ่งมีความใกล้เคียงกับต้นทุนเฉลี่ยที่ได้จากการจำลองนี้คือ ต้นทุนเฉลี่ยค่าก่อสร้างบ้านกลุ่มที่ 1 เท่ากับ 9,735 บาทต่อตารางเมตร ต้นทุนเฉลี่ยค่าก่อสร้างบ้านกลุ่มที่ 2 เท่ากับ 9,930 บาทต่อตารางเมตร ต้นทุนเฉลี่ยค่าก่อสร้างบ้านกลุ่มที่ 3 คือ 9,545 บาทต่อตารางเมตร และ ต้นทุนเฉลี่ยค่าก่อสร้างบ้านกลุ่มที่ 4 คือ 9,381 บาทต่อตารางเมตร และจากลักษณะการกระจายความน่าจะเป็นของราคาต้นทุนค่าก่อสร้างบ้านพักอาศัย 2 ชั้น ทั้ง 4 กลุ่ม ดังภาพที่ 4.22-4.25 เราสามารถหาความน่าจะเป็นที่ราคาค่าก่อสร้างตามช่วงความเชื่อมั่นที่ต้องการ ในงานวิจัยนี้เลือกใช้ช่วงความเชื่อมั่นที่ 95 % ซึ่งสามารถแสดงสมการในการหาดังนี้

$$\text{ที่ความเชื่อมั่น } 95 \% = \text{ต้นทุนเฉลี่ยค่าก่อสร้างบ้าน} \pm 2 \text{ SD} \quad \text{-----(4.2)}$$

จากตารางที่ 4.17-4.20 สามารถหาช่วงของต้นทุนค่าก่อสร้างรวมทั้งโครงการที่ช่วงระดับความเชื่อมั่น 95 % ของบ้านอาศัยกลุ่มที่ 1-4 ได้ดังนี้

ตารางที่ 4.21

ต้นทุนรวมต่ำสุด ปานกลาง และสูงสุดของทั้งโครงการ ที่ช่วงความเชื่อมั่น 95 %

	มูลนิธิฯ	โครงการบ้านพักอาศัย 2 ชั้น				เฉลี่ย
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	
ต่ำสุด (บาท/ม. ²)	8,581	9,335	8,625	8,628	8,512	8,775
ปานกลาง (บาท/ม. ²)	9,940	9,735	9,930	9,545	9,381	9,648
สูงสุด (บาท/ม. ²)	12,150	10,135	11,235	10,462	10,250	10,520

จากตารางที่ 4.21 เมื่อพิจารณาความคลาดเคลื่อนระหว่างราคาประเมินค่าก่อสร้างปี พ.ศ. 2558 โดยมูลนิธิประเมินค่าทรัพย์สินแห่งประเทศไทย เทียบกับราคาค่าก่อสร้างที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์มอติคาร์โล ของบ้านทั้ง 4 กลุ่ม พบว่า

ที่ระดับราคาปานกลางความแตกต่างระหว่างราคาประเมินค่าก่อสร้างจากมูลนิธิฯ กับต้นทุนราคาค่าก่อสร้างบ้านกลุ่มที่ 1,2,3 และ 4 คือ 2.06 % , 0.10 % , 3.97 % และ 5.62 % ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าค่าความแตกต่างมีความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 7 % ซึ่งสอดคล้องกับที่กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 2.1.1 ว่าการประมาณราคาในงานก่อสร้างควรผิดพลาดไปจากราคาจริงไม่เกิน 10 % ถือว่ามีความแม่นยำเพียงพอในการนำผลที่ได้ไปใช้ประมาณราคาต้นทุนค่าก่อสร้างบ้านพักอาศัย 2 ชั้นของโครงการใหม่ในอนาคต เพื่อให้เกิดความรวดเร็ว และใช้ตรวจสอบความถูกต้องของการประมาณราคาอย่างละเอียดเพื่อเพิ่มความเชื่อมั่นได้

ที่ระดับราคาต่ำสุดและสูงสุด ผู้วิจัยเลือกใช้ค่าความเชื่อมั่นที่ 95 % เป็นตัวกำหนดช่วงต้นทุนราคาค่าก่อสร้างของบ้านทั้ง 4 กลุ่ม โดยใช้ส่วนเบี่ยงเบนที่ได้จากแบบจำลองเข้ามาร่วมในการวิเคราะห์ แต่ในราคาประเมินค่าก่อสร้าง จากมูลนิธิฯ ค่าต่ำสุดและสูงสุดเกิดจากการวิเคราะห์โดยเลือกคุณภาพของวัสดุ รูปแบบความซับซ้อนของบ้าน ฯลฯ จึงจะทำให้เกิดราคาที่สูงและต่ำ ทำให้ช่วงราคาต่ำสุดและสูงสุดระหว่างราคาประเมินค่าก่อสร้าง จากมูลนิธิฯ กับราคาค่าก่อสร้างจากแบบจำลอง มีความแตกต่างกันมาก

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ในการค้นคว้าอิสระเรื่อง การประมาณราคาค่าก่อสร้างบ้านพักอาศัย 2 ชั้น ด้วยวิธีแบบจำลองมอนติคาร์โล โดยมีการสร้างแบบจำลองโดยแบ่งราคาค่าก่อสร้างออกเป็น 5 หมวดงานคือ 1) หมวดงานโครงสร้าง 2) หมวดงานสถาปัตยกรรม 3) หมวดงานโครงหลังคา 4) หมวดงานระบบไฟฟ้า 5) หมวดงานระบบสุขาภิบาล ซึ่งเป็นหมวดงานสำคัญที่จะนำไปใช้ในการประมาณราคาของบ้านพักอาศัยที่มีฟังก์ชันใกล้เคียงกันได้

บ้านพักอาศัยที่ได้เก็บข้อมูลมาศึกษาในงานวิจัยนี้ เป็นบ้านพักอาศัย 2 ชั้น ที่ได้ทำการก่อสร้างในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล จำนวน 80 หลัง แบ่งตามขนาดพื้นที่ใช้สอยออกเป็น 4 กลุ่ม คือ (1) ขนาดพื้นที่ใช้สอยของบ้านพักอาศัยที่มีพื้นที่น้อยกว่า 100 ตารางเมตร (2) ขนาดพื้นที่ใช้สอยของบ้านพักอาศัยที่มีพื้นที่อยู่ระหว่าง 101-200 ตารางเมตร (3) ขนาดพื้นที่ใช้สอยของบ้านพักอาศัยที่มีพื้นที่อยู่ระหว่าง 201-300 ตารางเมตร (4) ขนาดพื้นที่ใช้สอยของบ้านพักอาศัยที่มีพื้นที่มากกว่า 301 ตารางเมตร

5.1 บทสรุป

การประมาณราคาค่าก่อสร้างบ้านพักอาศัย 2 ชั้นด้วยวิธีแบบจำลองมอนติคาร์โล ใช้วิธีการประมาณราคาโดยใช้ราคาประกอบต่อหน่วย แยกงานออกเป็น 5หมวดหมู่ ประกอบด้วยค่าของและค่าแรง หมวดงานโครงสร้าง หมวดงานสถาปัตยกรรม หมวดงานโครงหลังคา หมวดงานระบบไฟฟ้า และหมวดงานระบบสุขาภิบาล แต่ไม่รวมค่าดำเนินการ กำไร และค่าภาษี ทำการปรับข้อมูลให้เป็นราคาในหน่วยเดียวกัน โดยใช้ราคาต่อหน่วยพื้นที่ใช้สอยเป็นตารางเมตร เนื่องจากข้อมูลที่เก็บได้มีช่วงเวลากการดำเนินการก่อสร้างที่แตกต่างกัน จึงต้องทำการปรับสภาพข้อมูลโดยใช้ดัชนีราคาจากตารางที่ 2.1 และตารางที่ 2.2 ปรับแก้ก่อน จากผลการศึกษาพบว่าราคาที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์มอนติคาร์โล เมื่อเลือกใช้ระดับช่วงความเชื่อมั่นที่ 95 % ผลที่ได้คือ

บ้านกลุ่มที่ 1 ขนาดพื้นที่ใช้สอยน้อยกว่า 100 ตารางเมตร ต้นทุนราคาค่าก่อสร้างจะอยู่ระหว่าง 9,335-10,135 บาทต่อตารางเมตร โดยมีต้นทุนเฉลี่ยอยู่ที่ 9,735 บาทต่อตารางเมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 199.93

บ้านกลุ่มที่ 2 ขนาดพื้นที่ใช้สอยอยู่ระหว่าง 101-200 ตารางเมตร ต้นทุนราคาค่าก่อสร้างจะอยู่ระหว่าง 8,625-11,235 บาทต่อตารางเมตร โดยมีต้นทุนเฉลี่ยอยู่ที่ 9,930 บาทต่อตารางเมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 652.50

บ้านกลุ่มที่ 3 ขนาดพื้นที่ใช้สอยอยู่ระหว่าง 201-300 ตารางเมตร ต้นทุนราคาค่าก่อสร้างอยู่ระหว่าง 8,628-10,462 บาทต่อตารางเมตร โดยมีต้นทุนเฉลี่ยเท่ากับ 9,545 บาทต่อตารางเมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 458.58

กลุ่มที่ 4 ขนาดพื้นที่ใช้สอยมากกว่า 301 ตารางเมตร ต้นทุนราคาค่าก่อสร้างอยู่ระหว่าง 8,512-10,250 บาทต่อตารางเมตร และมีต้นทุนเฉลี่ยเท่ากับ 9,381 บาทต่อตารางเมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 434.41

ความแตกต่างระหว่างราคาประเมินโดยมูลนิธิประเมินค่าทรัพย์สินแห่งประเทศไทยกับบ้านกลุ่มที่ 1,2,3 และ 4 ต่างกันอยู่ไม่เกิน 7 % ซึ่งถือว่ามีความแม่นยำเพียงพอในการนำผลที่ได้ไปใช้ประมาณราคาค่าก่อสร้างบ้านพักอาศัย 2 ชั้นของโครงการใหม่ในอนาคต และใช้ตรวจสอบความถูกต้องของการประมาณราคาอย่างละเอียดได้

ต้นทุนดังกล่าวเป็นราคาสำหรับปี พ.ศ. 2558 ดังนั้นถ้าหากต้องการนำต้นทุนนี้ไปใช้ในการประมาณราคาขั้นต้นของโครงการใหม่ในอนาคตต้องปรับแก้ต้นทุนด้วยดัชนีราคาค่าวัสดุก่อสร้างและดัชนีค่าแรงเพื่อให้สอดคล้องกับสถานะความเป็นจริง อันจะทำให้สามารถประมาณราคาของบ้านพักอาศัย 2 ชั้นขนาดต่างๆได้อย่างรวดเร็ว

ต้นทุนดังกล่าวยังไม่รวมค่าดำเนินการ ก่อไร และภาษี ซึ่งมีความไม่แน่นอนว่าจะใช้เท่าไร ขึ้นอยู่กับวิธีดำเนินงาน ขนาดของผู้ดำเนินงาน หรือภาวะของเศรษฐกิจในแต่ละปี แต่ค่ามาตรฐานที่เป็นที่นิยมใช้คือ ค่าดำเนินการและก่ไร 10 % และค่าภาษี 7 %

เป็นประโยชน์ต่อผู้ลงทุนในเรื่องความรวดเร็วในการยื่นขอสินเชื่อกู้เงินจากสถาบันการเงิน และเกิดประโยชน์ต่อผู้รับเหมาเรื่องความรวดเร็วในการตรวจสอบราคาโครงการเพื่อยื่นประมูลงานแข่งกับผู้รับเหมาเจ้าอื่น ใช้ตั้งงบประมาณหรือราคากลาง โดยบวกค่าดำเนินการ ก่อไร และภาษีเพิ่มจากต้นทุนรวมที่ได้จากแบบจำลองการประมาณราคาค่าก่อสร้างนี้

5.2 ข้อจำกัดในการศึกษา

ในการจำลองสถานการณ์เพื่อประมาณราคาค่าก่อสร้างบ้านพักอาศัย 2 ชั้น เป็นการประมาณราคาเฉพาะค่าวัสดุและค่าแรงงานเท่านั้น ยังไม่ได้รวมค่าดำเนินการ กำไร และภาษีของผู้รับจ้าง เป็นบ้านทั่วไปที่ไม่ได้รวมเฟอร์นิเจอร์และงานตกแต่งพิเศษ

ข้อมูลนี้เป็นราคาที่ถูกรับแก้ไขอยู่ใน ปี พ.ศ. 2558 ดังนั้นหากผู้ใดจะนำข้อมูลนี้ไปใช้ต้องทำการปรับแก้ดัชนีค่าวัสดุและค่าแรงงานให้เป็นดัชนีของปีนั้นก่อน

ถ้าทำการเก็บข้อมูลเพิ่มมากขึ้นก็จะทำให้แบบจำลองมีค่าความน่าเชื่อถือที่มากขึ้นและมีความแม่นยำในการทำนายสูงขึ้น และนอกจากนี้ก็จะทำให้สามารถลดผลกระทบเนื่องจากการผิดพลาดในการประมาณราคาของผู้ประมาณราคา

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ทำการศึกษาเฉพาะการก่อสร้างของบ้านพักอาศัย 2 ชั้น ดังนั้นควรประยุกต์ใช้การประมาณราคาด้วยวิธีมอนติคาร์โลนี้กับการประมาณต้นทุนสำหรับประเภทอาคารอื่นๆ เช่น โรงงาน ศูนย์การค้า คอนโด อาคารสำนักงาน

จุดอ่อนของวิธีการจำลองมอนติคาร์โล คือผู้วิเคราะห์ต้องกำหนดรูปแบบการแจกแจงของราคาค่าก่อสร้างอย่างเฉพาะเจาะจงก่อน จึงจะสามารถกำหนดค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงจากข้อมูลที่มี ทำให้การวิเคราะห์อาจคลาดเคลื่อนได้

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงพาณิชย์. *ดัชนีราคาวัสดุก่อสร้าง*, [ระบบออนไลน์] , แหล่งที่มา <http://www.price.moc.go.th/content1.aspx?cid=5/>. เข้าดูเมื่อวันที่ 19/02/2559
- กระทรวงแรงงาน. *อัตราค่าจ้างขั้นต่ำ จำแนกตามจังหวัดและวันที่มีผลบังคับใช้*, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา http://social.nesdb.go.th/SocialStat/StatReport_Final.aspx?reportid=509&template=2R1C&yeartype=M&subcatid=11/ เข้าดูเมื่อวันที่ 21/03/2559
- คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. การวิเคราะห์โครงการภายใต้ความเสี่ยงและความไม่แน่นอน, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา <http://fuangfah.econ.cmu.ac.th/teacher/thanes/>, เข้าดูเมื่อวันที่ 04/04/2559.
- ธีระศักดิ์ อัจฉนนนท์ (2544). *ความน่าจะเป็นและสถิติประยุกต์*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์สกายบุ๊กส์.
- นิพนธ์ ตั้งธรรม (2544). *พื้นฐานการสร้างแบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อการจัดการสิ่งแวดล้อมแบบผสมผสาน*. เอกสารประกอบการสอนวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- นิรันดร์ คงฤทธิ์ (2548). *การทำนายมลพิษทางอากาศจากทางพิเศษในกรุงเทพมหานคร ด้วยแบบจำลองเชิงสถิติและการจำลองเหตุการณ์แบบมอนติคาร์โล*. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
- พงศ์สยาม กันจันนะ (2556). *แบบจำลองการประมาณราคาอาคารพักอาศัยคอนกรีตเสริมเหล็กโดยวิเคราะห์ตามสัดส่วนชนิดพื้นที่ใช้สอย*. การค้นคว้าอิสระวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมและการบริหารการก่อสร้าง มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ (2537). *การจำลองแบบปัญหา*. หนังสือสถิติสำหรับงานวิศวกรรม. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สมพงษ์ ชูประสิทธิ์ (2544). *การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อดัชนีราคาวัสดุก่อสร้างเพื่อพัฒนาแนวทางการปรับปรุงดัชนีราคาวัสดุก่อสร้าง*. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- Jorgensen, S.E., (1998). *Fundamental of Ecological Modelling Development in Environmental Modelling*. 9th edition. Else vies, Amsterdam.
- Law and Kelton., (1991). *Simulation Modeling and Analysis*. 2th edition. New York: McGraw Hill.
- Neter, J., Kutner, M. H., Nachtsheim, C. J., & Wasserman, W. (1996). *Applied Linear Statistical Models*. Irwin, Chicago.
- Sudjit Karuchit., (2002). *Assessment of Comulative risk from pesticides with the Scena rio-model-parameter uncertainty analysis*. Illinois Institute Technology.



ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาว วิศาลี นิมมานพัชรินทร์
วันเดือนปีเกิด	8 สิงหาคม 2534
วุฒิการศึกษา (ตั้งแต่ระดับปริญญาตรี)	ปริญญาตรี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขา วิศวกรรมโยธาและบริหารงานก่อสร้าง
ประสบการณ์ทำงาน	1 เมษายน 2557 – 16 พฤษภาคม 2559 ตำแหน่ง วิศวกรโยธา ประมาณราคา บริษัท ชีโนไทยเอ็นจิเนียริง แอนด์ คอนสตรัคชั่น จำกัด (มหาชน)