

บทที่ 4

ผลการวิจัย

บทที่ 4 จะสรุปและวิเคราะห์ผลที่ได้จากการดำเนินการวิจัยตามที่กล่าวในบทที่ 3 ซึ่งจะประกอบด้วย การศึกษาหาปัจจัยหลักที่มีผลกระทบต่อราคางานก่อสร้าง การศึกษาหาความสัมพันธ์ของปัจจัยหลัก การศึกษาพัฒนาแบบจำลองในการประมาณปริมาณเนื้องานและราคางานก่อสร้าง และการทดสอบความคลาดเคลื่อนของแบบจำลอง ศึกษาความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นเนื่องจากการถอดแบบของผู้ถอดแบบแต่ละราย เพื่อเปรียบเทียบกับความคลาดเคลื่อนซึ่งเกิดจากแบบจำลองที่ใช้ในการประมาณปริมาณเนื้องานและราคางานก่อสร้าง การประยุกต์ใช้งาน และได้วิเคราะห์สรุปถึงปัญหาและแนวทางแก้ไขในการตรวจสอบราคางานก่อสร้าง โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1 ผลการศึกษาหาปัจจัยหลักที่มีผลกระทบต่อราคางานก่อสร้าง

ตารางที่ 3.1 และ 3.2 แสดงจำนวนสัดส่วนของราคางานต่อราคางานโครงสร้างและราคางานสถาปัตยกรรมทั้งหมดตามลำดับ โดยตารางที่ 3.1 ก เป็นค่าเฉลี่ยของสัดส่วนราคางานในหมวดงานโครงสร้างของอาคารทุกประเภท ส่วนตารางที่ 3.1 ข ถึงตารางที่ 3.1 ช จะแยกเป็นประเภทของอาคารเช่นเดียวกับตารางที่ 3.2 ก ถึงตารางที่ 3.2 ช แต่เป็นหมวดงานสถาปัตยกรรม

การศึกษาหาปัจจัยหลักที่มีผลกระทบต่อราคางานก่อสร้างนี้จะพิจารณารายการงานที่มีสัดส่วนของมูลค่างานมากไปหาสัดส่วนของมูลค่างานน้อย โดยให้รายการงานที่มีสัดส่วนมูลค่างานมากในลำดับต้น ๆ เป็นรายการงานที่เป็นปัจจัยหลักที่มีผลกระทบต่อราคางานก่อสร้าง

ลำดับของรายการงานที่มีสัดส่วนของมูลค่ามากไปหาสัดส่วนของมูลค่าน้อย สรุปได้ดังนี้

หมวดงานโครงสร้าง

1. งานเหล็กเสริมคอนกรีต
2. งานแบบหล่อคอนกรีต
3. งานคอนกรีต
4. งานเสาเข็ม
5. งานดิน
6. งานโครงหลังคา
7. งานอื่น ๆ
8. งานพื้น Post-tension
9. งานพื้นสำเร็จรูป

หมวดงานสถาปัตยกรรม

1. งานประตูและหน้าต่าง
2. งานผนัง
3. งานตกแต่งพื้น
4. งานฝ้าเพดาน
5. งานอื่น ๆ
6. งานสี
7. งานสุขภัณฑ์
8. งานตกแต่งบันได
9. งานหลังคา

หมวดงานโครงสร้างนั้น ลำดับของรายการงานที่เรียงลำดับจากสัดส่วนของมูลค่างานมากไปหาสัดส่วนของมูลค่างานน้อยของอาคารรวมทุกประเภทและอาคารแต่ละประเภท จะมีลำดับการเรียงที่ใกล้เคียงกัน โดยลำดับที่ 1 ถึง 4 ของอาคารรวมทุกประเภทและอาคารแต่ละประเภทจะเป็นรายการงานเดียวกัน จะมีการสลับรายการงานในลำดับ 1 ถึง 4 กันบ้างในอาคารบางประเภท และในกรณีของอาคารรวมทุกประเภท สัดส่วนของมูลค่างานรวมของรายการงานลำดับที่ 1 ถึง 4 จะมีสัดส่วนประมาณ 85 เปอร์เซ็นต์ของมูลค่างานโครงสร้างทั้งหมด หากพิจารณาในอาคารแต่ละประเภทแล้ว อาคารอพาร์ทเมนท์มีสัดส่วนของมูลค่างานรวมของรายการงานลำดับที่ 1 ถึง 4 สูงที่สุดประมาณ 93 เปอร์เซ็นต์ ส่วนอาคารบ้านพักอาศัยจะมีสัดส่วนดังกล่าวนี้ต่ำที่สุดประมาณ 75

เปอร์เซ็นต์ ดังนั้น งานที่ถือว่าเป็นปัจจัยหลักที่มีผลกระทบต่อราคางานก่อสร้างของหมวดงาน โครงสร้าง ได้แก่

1. งานเสาเข็ม
2. งานคอนกรีต
3. งานแบบหล่อคอนกรีต
4. งานเหล็กเสริมคอนกรีต

หมวดงานสถาปัตยกรรม ลำดับของรายการงานที่เรียงจากสัดส่วนของมูลค่างานมากไปหา สัดส่วนของมูลค่างานน้อยในอาคารประเภทต่าง ๆ จะมีลำดับที่ต่างกัน สำหรับอาคารรวมทุก ประเภทนั้นมีการเรียงลำดับตามที่กล่าวไว้ข้างต้น ส่วนอาคารประเภทต่าง ๆ จะมีรายการงานที่มี สัดส่วนของมูลค่างานมาก 6 ลำดับแรกที่ใกล้เคียงกัน จะมีแตกต่างกันบ้างในอาคารบางประเภท ได้แก่ อาคารสูงสำหรับพักอาศัยมีรายการงานสุขภัณฑ์อยู่ในลำดับที่ 4 และบ้านพักอาศัยมีรายการงานสุข ภัณฑ์อยู่ในลำดับที่ 6 เมื่อพิจารณารายการงานที่มีสัดส่วนของมูลค่างานมากจำนวน 5 ลำดับแรก โดยการตัดรายการงานอื่น ๆ ออก เนื่องจากไม่สามารถคำนวณหาปริมาณเนื้อหาของรายการงานอื่น ๆ ได้ แต่ละโครงการจะมีรายละเอียดของรายการงานอื่น ๆ ที่แตกต่างกัน จะได้รายการงานที่มี สัดส่วนของมูลค่างานมากจำนวน 5 ลำดับแรกเหมือนกันในอาคารทุกประเภท ยกเว้นอาคารสูงสำหรับ พักอาศัย ซึ่งอาคารสูงสำหรับการพักอาศัยจะมีรายการงานสุขภัณฑ์อยู่ในลำดับที่ 4 แต่เนื่องจากราย การงานสุขภัณฑ์ประกอบด้วยรายละเอียดของสุขภัณฑ์หลายชนิด เช่น โถส้วม โถปัสสาวะ อ่างล้าง หน้ และอื่น ๆ ทำให้มีความยากลำบากในการประมาณปริมาณเนื้อหา ดังนั้น จึงตัดรายการงานสุข ภัณฑ์ออกจากรายการงานที่จะพิจารณา ผลรวมของสัดส่วนของมูลค่างานสำหรับงานที่มีสัดส่วนของ มูลค่างานสูงใน 5 ลำดับแรกนั้น มีค่าประมาณ 81 เปอร์เซ็นต์ สำหรับการรวมอาคารทุกประเภท หากพิจารณาในอาคารแต่ละประเภท พบว่าอาคารที่มีค่าสัดส่วนดังกล่าวสูงสุด คือ อาคารสูงสำหรับ สำนักงาน ประมาณ 87 เปอร์เซ็นต์ และอาคารที่มีค่าสัดส่วนดังกล่าวต่ำสุด คือ อาคารจอดรถ ประมาณ 63 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้น รายการงานที่จัดให้เป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่อราคางานก่อสร้างใน หมวดงานสถาปัตยกรรมสำหรับงานก่อสร้างอาคาร ได้แก่

1. งานตกแต่งพื้น
2. งานผนัง
3. งานฝ้าเพดาน
4. งานประตูและหน้าต่าง
5. งานทาสี

หมวดงานระบบวิศวกรรมนั้น มีปัญหาในข้อมูลที่รวบรวมได้ ส่วนใหญ่แล้วจะไม่มีรายละเอียดรายการงานแต่ละประเภท มีการแบ่งเป็นเพียงหัวข้องานแต่ละระบบเท่านั้น ได้แก่

1. งานระบบสุขาภิบาลและดับเพลิง
2. งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร
3. งานระบบเครื่องปรับอากาศและระบายอากาศ
4. งานระบบขนส่งแวนคิง

ข้อมูลส่วนใหญ่จะแสดงมูลค่างานในงานแต่ละระบบ ไม่มีบัญชีแสดงรายการเนื้องานอย่างละเอียด (Bill of Quantity) ดังนั้น จึงใช้งานระบบดังกล่าวเป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่อมูลค่างานระบบวิศวกรรมทั้งหมด ส่วนการหาปริมาณเนื้องานของแต่ละระบบไม่สามารถดำเนินการได้ตามเหตุผลที่กล่าวข้างต้น จึงใช้การหาอัตราส่วนของมูลค่างานแต่ละระบบต่อผลรวมของมูลค่างาน โครงสร้างและสถาปัตยกรรมแทนการหาปริมาณเนื้องาน

4.2 ผลการศึกษาหาความสัมพันธ์ของปัจจัยหลัก

การศึกษาหาความสัมพันธ์ของปัจจัยหลักที่มีผลกระทบต่อราคางานก่อสร้างอาคารนั้น เป็นการศึกษาคัดส่วนของปริมาณเนื้องานของรายการงานต่าง ๆ ที่เป็นปัจจัยหลัก ทั้งนี้เพื่อเป็นข้อมูลในการพัฒนาแบบจำลองในการประมาณปริมาณเนื้องานของงานก่อสร้างอาคาร นอกจากนี้แล้ว สามารถใช้ข้อมูลนี้ในการประมาณปริมาณเนื้องานในกรณีที่ต้องการข้อมูลอย่างคร่าว ๆ และรวดเร็ว

รายการงานที่จะหาความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันนั้น จะพิจารณาจากลักษณะงานที่เกี่ยวข้องกัน เมื่องานหนึ่งมีปริมาณเนื้องานมากขึ้น อีกรายงานหนึ่งจะมีปริมาณเนื้องานมากขึ้นตามด้วย ซึ่งรายการงานที่ได้พิจารณา ได้แก่

- งานเสาเข็มสัมพันธ์กับงานคอนกรีต
- งานคอนกรีตสัมพันธ์กับงานแบบหล่อคอนกรีตและงานเหล็กเสริมคอนกรีต
- งานฝ้าเพดานสัมพันธ์ กับงานตกแต่งพื้น
- งานตกแต่งพื้นสัมพันธ์กับงานผนัง
- งานผนังสัมพันธ์กับงานประตูและหน้าต่าง และงานทาสี

จากรายการงานที่มีความสัมพันธ์กันดังกล่าวข้างต้น สามารถหาสัดส่วนของปริมาณเนื้องานได้ 7 รายการ คือ

- ปริมาณงานคอนกรีตต่อปริมาณงานเสาเข็ม
- ปริมาณงานแบบหล่อคอนกรีตต่อปริมาณงานคอนกรีต
- ปริมาณงานเหล็กเสริมคอนกรีตต่อปริมาณงานคอนกรีต
- ปริมาณงานฝ้าเพดานต่อปริมาณงานตกแต่งพื้น
- ปริมาณงานผนังต่อปริมาณงานงานตกแต่งพื้น
- ปริมาณงานประตูและหน้าต่างต่อปริมาณงานผนัง
- ปริมาณงานทาสีต่อปริมาณงานผนัง

สำหรับหน่วยที่ใช้ในการวัดปริมาณเนื้องานนั้นจะมี 2 ลักษณะ คือ รายการงานที่มีหน่วยการวัดปริมาณเนื้องานเหมือนกับหน่วยที่ระบุในบัญชีแสดงรายการเนื้องาน ได้แก่ งานคอนกรีตใช้หน่วยลูกบาศก์เมตร งานแบบหล่อคอนกรีตใช้หน่วยตารางเมตร งานเหล็กเสริมคอนกรีตใช้หน่วยกิโลกรัม และงานตกแต่งพื้น งานผนัง งานฝ้าเพดาน งานทาสีใช้หน่วยตารางเมตร ส่วนรายการงานอีกประเภท คือ ใช้หน่วยการวัดปริมาณงานเนื้องาน ไม่เหมือนกับหน่วยการวัดที่ระบุในบัญชีแสดงรายการเนื้องาน ได้แก่ งานเสาเข็ม และงานประตูและหน้าต่าง

งานเสาเข็มนั้นมีหน่วยการวัดปริมาณเนื้องานที่ระบุในบัญชีแสดงรายการเนื้องาน เป็นต้น ซึ่งมีหลายขนาดและหลายความยาว ขนาดและความยาวของเสาเข็มจะขึ้นกับสภาพดินที่จะก่อสร้าง หากก่อสร้างอาคารแบบเดียวกันในสถานที่ต่างกัน ขนาดและความยาวรวมถึงจำนวนของเสาเข็มอาจจะต่างกัน แต่สิ่งที่เหมือนกันในการคำนวณ คือ ขนาดของน้ำหนักของอาคาร ดังนั้นในการวัดปริมาณเนื้องานเสาเข็มนี้จะใช้การรับน้ำหนักของเสาเข็มทั้งหมดเป็นหน่วยการวัด ซึ่งการรับน้ำหนักของเสาเข็มมีหน่วยเป็นตัน การคิดปริมาณเนื้องานเสาเข็ม คือ การหาผลรวมของจำนวนเสาเข็มคูณด้วยการรับน้ำหนักปลอดภัย (Safe Load) ของเสาเข็ม การประมาณปริมาณงานเสาเข็มจะทราบน้ำหนักทั้งหมดที่เสาเข็มรับ การที่จะแปลงเป็นจำนวนตันของเสาเข็ม ต้องขึ้นอยู่กับสถานที่ก่อสร้างนั้นที่เสาเข็มแต่ละต้นสามารถรับน้ำหนักปลอดภัยได้เท่าไร เมื่อหารการรับน้ำหนักของเสาเข็มทั้งหมดด้วยการรับน้ำหนักปลอดภัยของเสาเข็มแต่ละต้น จะได้จำนวนเสาเข็มทั้งหมด

งานประตูและหน้าต่างมีหน่วยการวัดปริมาณเนื้องานที่ระบุในบัญชีแสดงรายการเนื้องานเป็นชุด แต่ละชุดมีขนาดที่ต่าง ๆ กัน การวัดปริมาณเนื้องานในการวิจัยนี้จึงแปลงจำนวนชุดให้เป็นพื้นที่ของประตูและหน้าต่าง ซึ่งมีหน่วยเป็นตารางเมตร

ตารางที่ 4.1 ก -- 4.1 ฉ แสดงสัดส่วนปริมาณเนื้องานของรายการงานที่เป็นปัจจัยหลักที่มีผลกระทบต่อราคางานก่อสร้างของอาคารประเภทต่าง ๆ ซึ่งในตารางได้หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าสัดส่วนดังกล่าว เพื่อตรวจสอบการกระจายของค่าสัดส่วนดังกล่าว จากค่าสัดส่วนในตารางที่ 4.1 พบว่า รายการปริมาณงานประตูและหน้าต่างต่อปริมาณงานผนังของอาคารอพาร์ทเมนต์ที่มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเทียบกับค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด คือ มีค่าเฉลี่ย 0.19 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.01 ประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ของค่าเฉลี่ย และรายการงานที่มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเทียบกับค่าเฉลี่ยสูงที่สุด คือ รายการปริมาณงานฝ้าเพดานต่อปริมาณงานตกแต่งพื้นของอาคารจอดรถ ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 1.27 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.35 ประมาณ 106 เปอร์เซ็นต์ของค่าเฉลี่ย

รายการสัดส่วนงานในส่วน โครงสร้างจะมีการกระจายข้อมูลน้อยกว่ารายการสัดส่วนงานในส่วนงานสถาปัตยกรรม โดยรายการงานโครงสร้างมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเทียบกับค่าเฉลี่ยประมาณ 9-27 เปอร์เซ็นต์ ยกเว้นรายการปริมาณงานคอนกรีตต่อปริมาณงานเสาเข็มของอาคารอพาร์ทเมนต์ ซึ่งมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานต่อค่าเฉลี่ย 52 เปอร์เซ็นต์ สำหรับงานสถาปัตยกรรมมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเทียบกับค่าเฉลี่ยประมาณ 5-106 เปอร์เซ็นต์

รายการที่มีการกระจายข้อมูลมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ได้แก่

- ปริมาณงานคอนกรีตต่อปริมาณงานเสาเข็มของอพาร์ทเมนต์
- ปริมาณงานฝ้าเพดานต่อปริมาณงานพื้น ปริมาณงานผนังต่อปริมาณงานพื้น และปริมาณงานประตูและหน้าต่างต่อปริมาณงานผนังของอาคารจอดรถ
- ปริมาณงานประตูและหน้าต่างต่อปริมาณงานผนัง และปริมาณงานทาสีต่อปริมาณงานผนังของพักอาศัย
- ปริมาณงานประตูและหน้าต่างต่อปริมาณผนังของอาคารสูงสำหรับสำนักงาน

ค่าสัดส่วนของปริมาณงานในหมวดงาน โครงสร้างที่มีการกระจายของข้อมูลไม่สูงนักนี้สามารถเป็นข้อมูลที่มีประโยชน์ในการทำงาน โดยใช้เป็นการประมาณปริมาณงานอย่างคร่าว ๆ ที่ต้องการความรวดเร็ว เช่น หัวหน้าใช้ในการตรวจสอบลูกน้องในการถอดแบบสำหรับงานเพิ่ม-ลด

หรือใช้ตรวจสอบปริมาณเหล็กอย่างคร่าว ๆ ในการออกแบบของผู้ออกแบบ ซึ่งหากได้ค่าสัดส่วน ปริมาณงานที่ต่างจากค่าเฉลี่ยมาก ควรจะทำการตรวจสอบอย่างละเอียด

สำหรับรายการที่มีการกระจายของข้อมูลสูงนั้น สามารถแปลความหมายได้ 2 กรณี คือ รายการงานดังกล่าวที่หาค่าสัดส่วนของปริมาณเนื้องานนั้น ไม่มีความสัมพันธ์กัน เป็นอิสระต่อกัน หรืออาจมีความคลาดเคลื่อนของการจัดเก็บข้อมูล จากการศึกษาค่าข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยพบว่า ความคลาดเคลื่อนของการจัดเก็บข้อมูลจะมีส่วนให้ข้อมูลมีการกระจายสูง โดยประเด็นที่พบมีดังนี้

- อาคารจอดรถนั้นมีความคลาดเคลื่อนสูงในปริมาณงานพื้นและฝ้าเพดาน เนื่องจากบางอาคารจะไม่มีการตกแต่งพื้นและตกแต่งฝ้าเพดาน โดยกำหนดให้เป็นผิวคอนกรีต แต่บางอาคารกำหนดให้ตกแต่งผิวพื้นด้วยผงขัดแข็ง (Hardener) บางโครงการกำหนดงาน ฝ้าเพดานเป็นการแต่งห้องพื้นให้เรียบ ซึ่งทำให้ปริมาณงานตกแต่งพื้นและฝ้าเพดานสูง ขึ้นตามลำดับ
- อาคารบ้านพักอาศัยมีความคลาดเคลื่อนเนื่องจากของเขตของงานสถาปัตยกรรมและ งานตกแต่งภายใน โดยบางอาคารกำหนดให้งานประตูและหน้าต่าง งานผนัง และงาน ทาสี อยู่ในงานสถาปัตยกรรม แต่บางอาคารกำหนดให้งานเหล่านั้นอยู่ในงานตกแต่ง ภายใน ทำให้ไม่มีปรากฏปริมาณงานของงานสถาปัตยกรรม
- อาคารสำนักงานสูงจะคลาดเคลื่อนในงานผนังรอบอาคารซึ่งบางอาคารเป็นผนังที่มี หน้าต่าง แต่บางอาคารเป็นผนังกระจก (Curtain Wall) ทำให้ปริมาณงานผนัง งาน ประตูและหน้าต่าง และงานทาสี ของแต่ละอาคารแตกต่างกันมาก

จากปัญหาดังกล่าวข้างต้นนั้น แนวทางแก้ไขปัญหาเพื่อพัฒนาข้อมูลให้มีความคลาดเคลื่อนน้อยลง สามารถดำเนินการได้ดังนี้

- กรณีของอาคารจอดรถ ซึ่งบางโครงการจะไม่มีรายการตกแต่งพื้นและฝ้าเพดาน แต่บางโครงการมีรายการตกแต่งพื้นและเพดานนั้น จะต้องปรับแก้ข้อมูลให้ทุกโครงการมีรายการตกแต่งพื้นและฝ้าเพดาน ในกรณีของโครงการที่ไม่ได้ตกแต่งพื้นและฝ้าเพดานให้ กำหนดราคาต่อหน่วยของงานดังกล่าวเป็นศูนย์ ดังนั้น ในโครงการนั้นจะมีเฉพาะ ปริมาณเนื้องานแต่ไม่มีราคางาน

- กรณีของบ้านพักอาศัยที่ขอบเขตงานสถาปัตยกรรมและขอบเขตงานตกแต่งภายในของบ้านพักอาศัยแต่ละหลังไม่ตรงกันนั้น จะต้องนำปริมาณเนื้องานในส่วนของการตกแต่งภายในเข้ามารวมในงานสถาปัตยกรรมด้วย จะทำให้บ้านพักอาศัยทุกหลังมีขอบเขตงานที่ตรงกัน
- กรณีของอาคารสำนักงานสูงที่มีปัญหาเรื่องชนิดของผนังรอบอาคารนั้น ในกรณีที่อาคารมีผนังรอบอาคารเป็นผนังทึบและหน้าต่าง รายการงานผนังรอบอาคารจะประกอบด้วยงานผนัง งานประตูและหน้าต่างและงานทาสี ส่วนกรณีที่อาคารมีผนังรอบอาคารเป็นผนังกระจก รายการงานผนังรอบอาคารจะรวมอยู่ในรายการงานประตูและหน้าต่าง ทำให้สัดส่วนปริมาณเนื้องานผนัง งานประตูและหน้าต่าง และงานทาสีในแต่ละโครงการมีความผันผวนมาก แนวทางแก้ไขปัญหานี้ ควรจะแยกรายการผนังรอบอาคารออกเป็นรายการงาน ! รายการงาน การพิจารณาปริมาณเนื้องานจะพิจารณาพื้นที่ของผนังรอบอาคาร ส่วนรายละเอียดของงานในรายการผนังรอบอาคารนั้น จะต้องพิจารณาเป็นโครงการไป อาคารที่มีผนังรอบอาคารเป็นผนังกระจกจะมีราคาต่อหน่วยของรายการผนังรอบอาคารที่สูงกว่าอาคารที่มีผนังรอบอาคารเป็นผนังทึบและหน้าต่าง แต่การที่จะแยกรายการผนังรอบอาคารออกเป็นรายการงานต่างหากนั้น จะต้องเตรียมการตั้งแต่ในขั้นการจัดเตรียมบัญชีแสดงรายการเนื้องาน (Bill of Quantity)

4.3 ผลการศึกษาพัฒนาแบบจำลองในการประมาณปริมาณเนื้องานก่อสร้างและราคางานก่อสร้างอาคาร

การศึกษาเพื่อพัฒนาแบบจำลองในการประมาณปริมาณเนื้องานของงานก่อสร้าง และราคางานก่อสร้างอาคารนั้น ได้ทดลองในหลายรูปแบบเพื่อที่จะเปรียบเทียบหาแบบจำลองที่เหมาะสมที่สุด โดยใช้ 3 วิธีการในการสร้างแบบจำลอง

- แบบจำลองที่ 1 โดยวิธีการประมาณค่าเฉลี่ย (Average per Construction Area)
- แบบจำลองที่ 2 โดยวิธีการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อน (Multiple Regression)
- แบบจำลองที่ 3 โดยวิธีการความสัมพันธ์ของส่วนประกอบ (Component Ratio)

แบบจำลองทั้ง 3 แบบจำลองนั้น จะใช้ในการหาตัวแปรตามเพื่อประมาณปริมาณเนื้องานและราคางานก่อสร้าง รวมทั้งสิ้น 16 ตัวแปรตาม ได้แก่

หมวดงานโครงสร้าง

1. ปริมาณงานเสาเข็ม (ตัน)
2. ปริมาณคอนกรีต (ลูกบาศก์เมตร)
3. ปริมาณแบบหล่อคอนกรีต (ตารางเมตร)
4. ปริมาณเหล็กเสริมคอนกรีต (กิโลกรัม)
5. สัดส่วนผลรวมของมูลค่างานเสาเข็ม งานคอนกรีต งานแบบหล่อคอนกรีต งานเหล็กเสริมคอนกรีต และมูลค่างานพื้น Post-tension หรือพื้นสำเร็จรูปต่อมูลค่างานโครงสร้างทั้งหมด

หมวดงานสถาปัตยกรรม

6. ปริมาณงานตกแต่งพื้น (ตารางเมตร)
7. ปริมาณงานผนัง (ตารางเมตร)
8. ปริมาณงานฝ้าเพดาน (ตารางเมตร)
9. ปริมาณงานประตูและหน้าต่าง (ตารางเมตร)
10. ปริมาณงานทาสี (ตารางเมตร)
11. สัดส่วนผลรวมของมูลค่างานตกแต่งพื้น งานผนัง งานฝ้าเพดาน งานประตูและหน้าต่าง และงานทาสี ต่อมูลค่างานสถาปัตยกรรมทั้งหมด

หมวดงานระบบวิศวกรรม

12. สัดส่วนของมูลค่างานระบบสุขาภิบาลและดับเพลิง ต่อผลรวมของมูลค่างานโครงสร้าง และมูลค่างานสถาปัตยกรรม
13. สัดส่วนของมูลค่างานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร ต่อผลรวมของมูลค่างานโครงสร้าง และมูลค่างานสถาปัตยกรรม
14. สัดส่วนของมูลค่างานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ ต่อผลรวมของมูลค่างานโครงสร้างและมูลค่างานสถาปัตยกรรม
15. สัดส่วนของมูลค่างานระบบขนส่งแนวตั้ง ต่อผลรวมของมูลค่างานโครงสร้างและมูลค่างานสถาปัตยกรรม
16. สัดส่วนมูลค่างานระบบวิศวกรรมทั้งหมด ต่อผลรวมของมูลค่างานโครงสร้างมูลค่างานสถาปัตยกรรม

แบบจำลองที่ 1 แบบจำลองในการประมาณปริมาณเนื้องานและราคางานก่อสร้างอาคาร โดยวิธีการประมาณค่าเฉลี่ย ได้แสดงแบบจำลองไว้ในตารางที่ 4.3 ซึ่งค่าเฉลี่ยของปริมาณเนื้องานต่อพื้นที่อาคารได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.2 ก - 4.2 ค ทั้งในหมวดงานโครงสร้าง หมวดงานสถาปัตยกรรม และหมวดงานระบบวิศวกรรมของอาคารประเภทต่าง ๆ

แบบจำลองที่ 2 แบบจำลองในการประมาณปริมาณเนื้องานและราคางานก่อสร้างโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อน ได้แสดงแบบจำลองที่ 2 ไว้ในตารางที่ 4.4 ก - 4.4 จ โดยแยกเป็นอาคารประเภทต่าง ๆ

แบบจำลองที่ 3 แบบจำลองในการประมาณปริมาณเนื้องานโดยวิธีสัดส่วนของส่วนประกอบ ได้แสดงแบบจำลองที่ 3 ไว้ในตารางที่ 4.5 ก - 4.5 จ ซึ่งตามตารางได้แสดงสัดส่วนของปริมาณเนื้องาน 4 ค่า คือ

- ปริมาณงานแบบหล่อคอนกรีตต่อปริมาณงานคอนกรีต
- ปริมาณงานเหล็กเสริมคอนกรีตต่อปริมาณงานคอนกรีต
- ปริมาณงานประตูและหน้าต่างต่อปริมาณงานผนัง
- ปริมาณงานทาสีต่อปริมาณงานผนัง

ความสัมพันธ์ของสัดส่วนของปริมาณเนื้องานนี้ได้หาความสัมพันธ์ใน 2 วิธีการ คือ โดยวิธีการค่าเฉลี่ย ซึ่งได้จากตารางที่ 4.1 ก - 4.1 จ และโดยวิธีการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อน รายละเอียดแสดงในตารางที่ 4.5 ก - 4.5 จ

แบบจำลองที่ 1 โดยวิธีการประมาณค่าเฉลี่ย และแบบจำลองที่ 2 โดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนนั้น สามารถใช้ในการประมาณปริมาณเนื้องานและประมาณราคางานก่อสร้าง ส่วนแบบจำลองที่ 3 โดยวิธีสัดส่วนของส่วนประกอบ จะใช้เฉพาะการประมาณปริมาณเนื้องาน การดำเนินการประมาณปริมาณเนื้องานและราคางานก่อสร้างของแบบจำลองที่ 1 และแบบจำลองที่ 2 นั้น จะเริ่มจากการแทนค่าตัวแปรอิสระต่าง ๆ ในแบบจำลองแต่ละวิธี ซึ่งแบบจำลองที่ 1 ตัวแปรอิสระ คือ พื้นที่อาคาร ส่วนแบบจำลองที่ 2 ตัวแปรอิสระ คือ พื้นที่อาคาร จำนวนชั้น จำนวนชั้นใต้ดิน และลักษณะโครงสร้างพื้น จากการแทนค่าตัวแปรอิสระ จะได้ปริมาณเนื้องานของรายการงานที่เป็นปัจจัยหลักที่มีผลกระทบต่อรายการก่อสร้าง และสัดส่วนของมูลค่างานต่าง ๆ ตามที่ได้กล่าวแล้ว

ข้างต้น จากปริมาณเนื้องานที่ประมาณได้จากแบบจำลองคูณด้วยราคาต่อหน่วย จะได้ราคาของรายการงานต่าง ๆ ราคาต่อหน่วยนั้น ในทางปฏิบัติจริงสามารถใช้ราคาต่อหน่วยของกระทรวงพาณิชย์และสำนักงบประมาณ เมื่อรวมราคาของรายการงานต่าง ๆ ในหมวดงานโครงสร้าง จะสามารถหามูลค่าของงานโครงสร้างทั้งหมดจากสัดส่วนของผลรวมของมูลค่างานที่เป็นปัจจัยหลักต่อมูลค่างานโครงสร้างทั้งหมด และสามารถหามูลค่างานสถาปัตยกรรมได้โดยวิธีเดียวกัน ส่วนมูลค่างานระบบวิศวกรรมจะใช้อัตราส่วนของมูลค่างานระบบวิศวกรรมต่าง ๆ ต่อผลรวมของมูลค่างานโครงสร้างและสถาปัตยกรรม

ตัวอย่างสำหรับการประมาณปริมาณเนื้องานก่อสร้างโดยแบบจำลองทั้ง 3 แบบจำลอง ในการประมาณปริมาณงานคอนกรีตและปริมาณแบบหล่อคอนกรีตของอาคารอพาร์ทเมนท์ มีดังนี้

แบบจำลองที่ 1 แบบจำลองโดยวิธีประมาณค่าเฉลี่ย (จากตารางที่ 4.3)

$$\text{ปริมาณงานคอนกรีต} = (0.376) * (\text{พื้นที่อาคาร})$$

$$\text{ปริมาณงานแบบหล่อคอนกรีต} = (2.876) * (\text{พื้นที่อาคาร})$$

แบบจำลองที่ 2 แบบจำลองโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อน (จากตารางที่ 4.4 ก)

$$\text{ปริมาณงานคอนกรีต} = 0.266258 * X_1 + 72.051302 * X_2 - 120.227542$$

$$\text{ปริมาณงานแบบหล่อคอนกรีต} = 2.985639 * X_1 - 684.601745 * X_2 + 2943.697253$$

$$\text{โดยที่ } X_1 = \text{พื้นที่อาคาร : ตารางเมตร}$$

$$X_2 = \text{จำนวนชั้น : ชั้น}$$

แบบจำลองที่ 3 แบบจำลองโดยวิธีสัดส่วนของส่วนประกอบ (จากตารางที่ 4.5 ก)

ปริมาณงานคอนกรีต หารได้ 2 วิธี คือ ปริมาณคอนกรีตซึ่งได้จากการถอดแบบและปริมาณคอนกรีตที่ได้จากแบบจำลองที่ 2

$$\text{ปริมาณงานแบบหล่อคอนกรีต : วิธีที่ 1} = (7.682) * (\text{ปริมาณงานคอนกรีตจากแบบจำลองที่ 2})$$

$$\text{ปริมาณงานแบบหล่อคอนกรีต : วิธีที่ 2} = (7.682) * (\text{ปริมาณงานคอนกรีตจริง})$$

$$\text{ปริมาณงานแบบหล่อคอนกรีต : วิธีที่ 3} = (9.29589\text{E-}04 * X_1 - 1.291760 * X_2 + 11.908972) * (\text{ปริมาณงานคอนกรีตจากแบบจำลองที่ 2})$$

$$\text{ปริมาณงานแบบหล่อคอนกรีต : วิธีที่ 4} = (9.29589\text{E-}04 * X_1 - 1.291760 * X_2 + 11.908972) * (\text{ปริมาณงานคอนกรีตจริง})$$

โดยที่ X_1 = พื้นที่อาคาร : ตารางเมตร

X_2 = จำนวนชั้น : ชั้น

4.4 ผลการทดสอบความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองในการประมาณปริมาณงานและราคางานก่อสร้างอาคาร

จากข้อ 4.3 จะได้แบบจำลองในการประมาณปริมาณงานและราคางานก่อสร้างอาคาร 3 แบบจำลอง ดังนั้นในการดำเนินการทดสอบความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองทั้ง 3 เพื่อเปรียบเทียบความน่าเชื่อถือของแบบจำลองทั้ง 3 การทดสอบความคลาดเคลื่อนของแบบจำลอง จะทดสอบปริมาณงานและราคางานก่อสร้างของอาคารโดยใช้ข้อมูลในการทดสอบ 2 ชุด คือ ข้อมูลโครงการ 76 โครงการที่ใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนานั้น และข้อมูลโครงการใหม่ที่ไม่ได้ใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนาแบบจำลอง ส่วนการเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองนั้น จะใช้วิธีผลรวมกำลังสองที่น้อยที่สุด (Least Sum of the Squares) คือ การเปรียบเทียบผลรวมกำลังสองของค่าความคลาดเคลื่อน แบบจำลองที่มีค่าผลรวมกำลังสองของค่าความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุด แสดงว่าแบบจำลองนั้นมีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด

4.4.1 ผลการทดสอบความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองกับข้อมูลโครงการที่ใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนาแบบจำลอง

ตารางที่ 4.6 ก - 4.6 ค แสดงการทดสอบความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองโดยวิธีค่าเฉลี่ย ตารางที่ 4.7 ก - 4.7 ค แสดงการทดสอบความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อน และตารางที่ 4.8 ก - 4.8 ค แสดงการทดสอบความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองโดยวิธีสัดส่วนของส่วนประกอบ

การเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองนั้นจะเปรียบเทียบแบบจำลองโดยวิธีค่าเฉลี่ยเทียบกับแบบจำลองโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อน ส่วนแบบจำลองโดยวิธีสัดส่วนของส่วนประกอบจะเปรียบเทียบกับแบบจำลองโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนเฉพาะปริมาณงานแบบหล่อคอนกรีต งานเหล็กเสริมคอนกรีต งานประตูและหน้าต่าง และงานทาสี เนื่องจากแบบ

จำลองโดยวิธีตัดส่วนของส่วนประกอบจะใช้สำหรับการประมาณปริมาณเนื้อหาของงานทั้ง 4 รายการข้างต้นเท่านั้น

การเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองที่ใช้ในการประมาณปริมาณเนื้อหาของงานและราคางานก่อสร้างทั้ง 3 แบบจำลองในการทดสอบหาความคลาดเคลื่อนในการประมาณราคางานก่อสร้างของอาคารประเภทต่าง ๆ ได้ผลเปรียบเทียบดังนี้

4.4.1.1 การทดสอบความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองในการประมาณปริมาณเนื้อหาของงานและราคางานก่อสร้างสำหรับอาคารอพาร์ทเมนท์

ราคางานก่อสร้างที่ประมาณจากแบบจำลองโดยวิธีค่าเฉลี่ย และวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนนั้น ได้ค่าความคลาดเคลื่อนใกล้เคียงกันโดยพิจารณาจากค่าผลรวมกำลังสองของค่าความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองทั้งสอง ซึ่งแบบจำลองโดยวิธีค่าเฉลี่ยได้ค่าผลรวมกำลังสองของค่าความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 252 ส่วนแบบจำลองโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนได้ค่าความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 199

ในการพิจารณาความคลาดเคลื่อนของแต่ละโครงการ พบว่ามีความคลาดเคลื่อนน้อยมาก โดยแบบจำลองทั้งสองมีค่าความคลาดเคลื่อนของราคารวมไม่เกิน 9 เปอร์เซ็นต์ เมื่อพิจารณาในหมวดงานต่าง ๆ พบว่า แบบจำลองโดยวิธีค่าเฉลี่ยจะมีความคลาดเคลื่อนในหมวดงานสถาปัตยกรรมน้อยกว่าแบบจำลองโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อน ส่วนหมวดงานโครงสร้างและหมวดงานระบบวิศวกรรม แบบจำลองโดยวิธีค่าเฉลี่ยจะมีความคลาดเคลื่อนสูงกว่าแบบจำลองโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อน แบบจำลองโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนมีความคลาดเคลื่อนในการประมาณราคางานโครงสร้างน้อยมาก โดยมีความคลาดเคลื่อนสูงสุดเพียง 8 เปอร์เซ็นต์ ส่วนความคลาดเคลื่อนในรายการงานแต่ละรายการงานในหมวดงานโครงสร้างพบความคลาดเคลื่อนอยู่ระหว่าง -14 ถึง 15 เปอร์เซ็นต์ แบบจำลองโดยวิธีค่าเฉลี่ยถึงแม้จะมีความคลาดเคลื่อนของราคางานโครงสร้างเพียง -6 ถึง 12 เปอร์เซ็นต์ แต่หากพิจารณาในแต่ละรายการงานพบว่ายังพบความคลาดเคลื่อนสูง โดยงานเสาเข็มมีความคลาดเคลื่อนระหว่าง -30 ถึง 120 เปอร์เซ็นต์

สำหรับหมวดงานสถาปัตยกรรม แบบจำลองโดยวิธีค่าเฉลี่ยมีความคลาดเคลื่อนของราคารวมสูงสุด 14 เปอร์เซ็นต์ เพียงโครงการเดียว นอกนั้นความคลาดเคลื่อนอยู่ระหว่าง -8 ถึง 7 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแบบจำลองโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนจะมีความคลาดเคลื่อน 2 โครงการ

ที่ 19 และ -11 เปอร์เซ็นต์ นอกนั้น ความคลาดเคลื่อนอยู่ระหว่าง -7 ถึง 7 เปอร์เซ็นต์ รายงานผนัง งานประตูและหน้าต่าง และงานทาสี โดยมีความคลาดเคลื่อนสูงกว่ารายงานตกแต่งพื้นและงานฝ้าเพดาน โดยรายงานผนัง งานประตูและหน้าต่าง และงานทาสี มีความคลาดเคลื่อนในแบบจำลองโดยวิธีค่าเฉลี่ยระหว่าง -28 ถึง 65 เปอร์เซ็นต์ มีความคลาดเคลื่อนในแบบจำลองโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนระหว่าง -28 ถึง 33 เปอร์เซ็นต์ ส่วนรายงานตกแต่งพื้นและฝ้าเพดานมีความคลาดเคลื่อนระหว่าง -29 ถึง 29 เปอร์เซ็นต์ และระหว่าง -12 ถึง 18 เปอร์เซ็นต์ สำหรับแบบจำลองทั้ง 2 ตามลำดับ

สำหรับงานระบบวิศวกรรมนั้น ความคลาดเคลื่อนของราคารวมของแบบจำลองโดยวิธีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง -16 ถึง 30 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่าแบบจำลองโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนซึ่งมีค่าความคลาดเคลื่อนระหว่าง -15 ถึง 17 เปอร์เซ็นต์ ส่วนรายงานแต่ละระบบนั้น แบบจำลองทั้งสองมีความคลาดเคลื่อนสูง โดยแบบจำลองโดยวิธีค่าเฉลี่ยมีค่าความคลาดเคลื่อนระหว่าง -50 ถึง 90 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าแบบจำลองโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนซึ่งมีค่าความคลาดเคลื่อนระหว่าง -34 ถึง 77 เปอร์เซ็นต์

ส่วนแบบจำลองโดยวิธีสัดส่วนของส่วนประกอบนั้น ส่วนใหญ่ค่าความคลาดเคลื่อนจะสูงกว่าแบบจำลองโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อน ยกเว้นรายงานประตูและหน้าต่างซึ่งแบบจำลองโดยวิธีสัดส่วนของส่วนประกอบในวิธีที่ 2 และ 4 ได้ค่าความคลาดเคลื่อนต่ำกว่า โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนระหว่าง -10 ถึง 10 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเมื่อเทียบกับแบบจำลองโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนมีค่าความคลาดเคลื่อนระหว่าง -17 ถึง 25 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแบบจำลองโดยวิธีสัดส่วนของส่วนประกอบทั้ง 4 วิธีนั้น ไม่มีความแน่ชัดว่าวิธีการใดดีที่สุด แต่แต่ละวิธีจะสลับตำแหน่งกันไปในการประมาณงานแต่ละรายการ

4.4.1.2 ผลการทดสอบความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองในการประมาณปริมาณงานและราคางานก่อสร้างสำหรับอาคารจอดรถ

อาคารจอดรถนั้นจะประมาณปริมาณงานและราคางานก่อสร้างในงานโครงสร้างและงานสถาปัตยกรรม ส่วนงานระบบวิศวกรรมนั้นไม่มีข้อมูลในการพัฒนาแบบจำลอง โดยพบว่าแบบจำลองโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนได้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยกว่าแบบจำลองโดยวิธีค่าเฉลี่ย ทั้งในงานโครงสร้าง งานสถาปัตยกรรม และราคารวมของอาคาร และแบบจำลองทั้งสองวิธีจะมีความคลาดเคลื่อนในงานโครงสร้างน้อยกว่างานสถาปัตยกรรม โดยแบบจำลองโดยวิธีค่าเฉลี่ยมี

ค่าความคลาดเคลื่อนของราคารวมระหว่าง -9 ถึง 44 เปอร์เซ็นต์ ค่าความคลาดเคลื่อนของงานโครงสร้างระหว่าง -12 ถึง 46 เปอร์เซ็นต์ และค่าความคลาดเคลื่อนของงานสถาปัตยกรรมระหว่าง -31 ถึง 82 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแบบจำลองโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนมีค่าความคลาดเคลื่อนของราคารวม งานโครงสร้าง และงานสถาปัตยกรรม ระหว่าง -15 ถึง 16 เปอร์เซ็นต์ -14 ถึง 13 เปอร์เซ็นต์ และ -98 ถึง 34 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

แบบจำลองโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนนั้นมีความคลาดเคลื่อนน้อยในงานโครงสร้าง โดยมีเพียง 2 โครงการ ที่ราคารวมในงานโครงสร้างคลาดเคลื่อน -14 และ 13 เปอร์เซ็นต์ นอกนั้นจะมีความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 8 เปอร์เซ็นต์ ส่วนงานสถาปัตยกรรมจะมีความคลาดเคลื่อนสูงมากในโครงการ Cp-1 ซึ่งคลาดเคลื่อนถึง 98 เปอร์เซ็นต์ อาจมีสาเหตุจากโครงการ Cp-1 เป็นอาคารสูงเพียง 2 ชั้น ส่วนอาคารอื่นจะสูงตั้งแต่ 4 ถึง 15 ชั้น ลักษณะอาคารและการใช้สอยจะแตกต่างกัน

แบบจำลองโดยวิธีตัดส่วนของส่วนประกอบเทียบกับแบบจำลองโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อน พบว่าแบบจำลองโดยวิธีตัดส่วนของส่วนประกอบที่มีความคลาดเคลื่อนน้อยกว่าแบบจำลองโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อน ได้แก่ แบบจำลองโดยวิธีตัดส่วนของส่วนประกอบวิธีที่ 3 ในรายงานแบบหล่อคอนกรีต แบบจำลองโดยวิธีตัดส่วนของส่วนประกอบวิธีที่ 4 ในรายงานเหล็กเสริมคอนกรีตและงานทาสี และแบบจำลองโดยวิธีตัดส่วนของส่วนประกอบวิธีที่ 3 และ 4 ในรายงานประตูและหน้าต่าง รายงานที่มีความคลาดเคลื่อนต่ำมากสำหรับแบบจำลองโดยวิธีตัดส่วนของส่วนประกอบวิธีที่ 3 คือ รายงานแบบหล่อคอนกรีต ซึ่งมีความคลาดเคลื่อนระหว่าง -5 ถึง 3 เปอร์เซ็นต์

4.4.1.3 การทดสอบความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองในการประมาณปริมาณเนื้องาน และราคางานก่อสร้างอาคารสำหรับอาคารบ้านพักอาศัย

จากการเปรียบเทียบผลรวมกำลังสองของความคลาดเคลื่อนพบว่าแบบจำลองโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนจะมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยกว่าแบบจำลองโดยวิธีค่าเฉลี่ย โครงการ H-3 เป็นโครงการที่มีความคลาดเคลื่อนสูงในแบบจำลองทั้งสอง โดยมีความคลาดเคลื่อนของราคารวม 32 และ 38 เปอร์เซ็นต์ สำหรับแบบจำลองโดยวิธีค่าเฉลี่ยและแบบจำลองโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนตามลำดับ แบบจำลองโดยวิธีค่าเฉลี่ยมีค่าความคลาดเคลื่อนสำหรับราคารวมทั้งอาคารระหว่าง -13 ถึง 29 เปอร์เซ็นต์ ใกล้เคียงกับแบบจำลองโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อน

ซึ่งมีความคลาดเคลื่อนระหว่าง -15 ถึง 22 เปอร์เซ็นต์ สำหรับรายการรวมงานโครงสร้างและงานสถาปัตยกรรมนั้น จะมีความคลาดเคลื่อนสูงที่โครงการ H-3 หากตัดโครงการ H-3 แล้ว แบบจำลองทั้งสองจะมีความคลาดเคลื่อนใกล้เคียงกัน คือ ระหว่าง -13 ถึง 19 เปอร์เซ็นต์ และ -14 ถึง 19 เปอร์เซ็นต์ สำหรับแบบจำลองโดยวิธีค่าเฉลี่ยและแบบจำลองโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนตามลำดับ สำหรับรายการงานต่าง ๆ ในงานโครงสร้างยังมีความคลาดเคลื่อนสูงสำหรับแบบจำลองทั้ง 2 โดยแบบจำลองโดยวิธีค่าเฉลี่ยมีความคลาดเคลื่อนระหว่าง -31 ถึง 67 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแบบจำลองโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนมีความคลาดเคลื่อนระหว่าง -26 ถึง 52 เปอร์เซ็นต์ ยกเว้นรายการงานแบบหล่อคอนกรีตที่ประมาณปริมาณโดยแบบจำลองโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนนั้น มีความคลาดเคลื่อนระหว่าง -17 ถึง 13 เปอร์เซ็นต์ สำหรับรายการงานสถาปัตยกรรมนั้น แบบจำลองทั้งสองมีความคลาดเคลื่อนสูงเช่นกัน โดยแบบจำลองโดยวิธีค่าเฉลี่ยมีค่าความคลาดเคลื่อนระหว่าง -54 ถึง 285 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแบบจำลองโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนมีความคลาดเคลื่อนระหว่าง -49 ถึง 253 เปอร์เซ็นต์ ความคลาดเคลื่อนส่วนใหญ่จะอยู่ที่รายการงานผนังและรายการงานประตูและหน้าต่าง

สำหรับงานระบบวิศวกรรมนั้น จากการเปรียบเทียบค่าผลรวมกำลังสองของค่าความคลาดเคลื่อน พบว่าแบบจำลองโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยกว่าแบบจำลองโดยวิธีค่าเฉลี่ยในการประมาณราคางานทุกระบบ ยกเว้นงานระบบไฟฟ้าสื่อสารที่แบบจำลองโดยวิธีค่าเฉลี่ยมีความคลาดเคลื่อนน้อยกว่าแบบจำลองโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนเล็กน้อย แต่อย่างไรก็ตาม ความคลาดเคลื่อนในการประมาณมูลค่างานระบบวิศวกรรมของแบบจำลองทั้งสองยังมีความคลาดเคลื่อนสูง โดยแบบจำลองโดยวิธีค่าเฉลี่ยมีค่าความคลาดเคลื่อนระหว่าง -26 ถึง 78 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแบบจำลองโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนมีความคลาดเคลื่อนระหว่าง -16 ถึง 50 เปอร์เซ็นต์ และหากพิจารณาในรายการงานระบบแต่ละระบบแล้วยังมีความคลาดเคลื่อนสูงมาก โดยแบบจำลองโดยวิธีค่าเฉลี่ยมีค่าความคลาดเคลื่อนระหว่าง -44 ถึง 600 เปอร์เซ็นต์ และแบบจำลองโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนมีความคลาดเคลื่อนระหว่าง -25 ถึง 211 เปอร์เซ็นต์

แบบจำลองโดยวิธีสัดส่วนของส่วนประกอบเปรียบเทียบกับแบบจำลองโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อน โดยเปรียบเทียบค่าผลรวมกำลังสองของความคลาดเคลื่อนพบว่า แบบจำลองโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยกว่าแบบจำลองโดยวิธีสัดส่วนของส่วนประกอบ ยกเว้นรายการงานประตูและหน้าต่างที่แบบจำลองโดยวิธีสัดส่วนของส่วนประกอบมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยกว่า สำหรับแบบจำลองโดยวิธีสัดส่วนของส่วนประกอบที่ 4 วิธี ไม่

สามารถระบุได้ว่าแบบจำลองโดยวิธีสัดส่วนของส่วนประกอบวิธีใดที่มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด

4.4.1.4 การทดสอบความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองที่ใช้ในการประมาณปริมาณเนื้องานและราคางานก่อสร้างสำหรับอาคารสูงสำหรับสำนักงาน

จากการเปรียบเทียบผลรวมกำลังสองของค่าความคลาดเคลื่อนพบว่าแบบจำลองโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนได้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยกว่าแบบจำลองโดยวิธีค่าเฉลี่ย แบบจำลองโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนมีค่าความคลาดเคลื่อนของการประมาณมูลค่ารวมทั้งอาคารระหว่าง -15 ถึง 19 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแบบจำลองโดยวิธีค่าเฉลี่ยมีค่าความคลาดเคลื่อนระหว่าง -22 ถึง 30 เปอร์เซ็นต์ แบบจำลองทั้งสองแบบจำลองมีค่าความคลาดเคลื่อนในงานโครงสร้างน้อยกว่างานสถาปัตยกรรม แบบจำลองโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนมีค่าความคลาดเคลื่อนในราคางานโครงสร้างระหว่าง -12 ถึง 16 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่มีความคลาดเคลื่อนของมูลค่างานสถาปัตยกรรมระหว่าง -34 ถึง 43 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแบบจำลองโดยวิธีค่าเฉลี่ยมีความคลาดเคลื่อนของมูลค่างานโครงสร้างและงานสถาปัตยกรรมระหว่าง -20 ถึง 34 เปอร์เซ็นต์ และ -22 ถึง 54 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

สำหรับงานโครงสร้างพบว่ารายการงานเหล็กเสริมคอนกรีตมีค่าความคลาดเคลื่อนสูงกว่ารายการงานอื่น โดยแบบจำลองโดยวิธีค่าเฉลี่ยมีค่าความคลาดเคลื่อนในงานเหล็กเสริมคอนกรีตระหว่าง -44 ถึง 84 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแบบจำลองโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนมีค่าความคลาดเคลื่อนระหว่าง -38 ถึง 40 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ สำหรับแบบจำลองโดยวิธีค่าเฉลี่ยที่มีความคลาดเคลื่อนในรายการงานเหล็กเสริมคอนกรีตสูงมากเนื่องจากลักษณะโครงสร้างของพื้นที่ซึ่งบางโครงการเป็นพื้นที่ Post-tension จะทำให้มีปริมาณเหล็กเสริมคอนกรีตต่ำกว่าโครงสร้างพื้นที่ทั่วไป ส่วนแบบจำลองโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนนั้น ความคลาดเคลื่อนในรายการงานเหล็กเสริมคอนกรีต พบว่าโครงการที่มีพื้นที่โครงสร้างเป็นพื้นที่ Post-tension จะมีค่าความคลาดเคลื่อนสูง

สำหรับงานระบบวิศวกรรม แบบจำลองโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยกว่าแบบจำลองโดยวิธีค่าเฉลี่ย ยกเว้นรายการงานระบบขนส่งแนวตั้ง ค่าความคลาดเคลื่อนของมูลค่างานระบบทั้งหมดของแบบจำลองโดยวิธีค่าเฉลี่ยมีค่าระหว่าง -24 ถึง 42 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแบบจำลองโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนมีค่าระหว่าง -27 ถึง 16 เปอร์เซ็นต์ สำหรับรายละเอียดงานในแต่ละระบบจะยังมีความคลาดเคลื่อนสูงขึ้นไปอีก แบบจำลองโดยวิธีค่าเฉลี่ยมีค่าความคลาดเคลื่อนของรายการงานแต่ละระบบนั้นอยู่ระหว่าง -49 ถึง 95 เปอร์เซ็นต์ ส่วน

แบบจำลองโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนมีค่าความคลาดเคลื่อนระหว่าง -77 ถึง 148 เปอร์เซ็นต์

สำหรับแบบจำลองโดยวิธีสัดส่วนของส่วนประกอบเมื่อเทียบกับแบบจำลองโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนโดยการเปรียบเทียบค่าผลรวมของกำลังสองของค่าความคลาดเคลื่อนพบว่าแบบจำลองโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยกว่าแบบจำลองโดยวิธีสัดส่วนของส่วนประกอบ ยกเว้นรายการงานประตู่และหน้าต่างเมื่อเทียบกับแบบจำลองโดยวิธีสัดส่วนของส่วนประกอบในวิธีที่ 3 และรายการงานทาสีเมื่อเทียบกับแบบจำลองโดยวิธีสัดส่วนของส่วนประกอบวิธีที่ 2 และ 4 สำหรับแบบจำลองโดยวิธีสัดส่วนของส่วนประกอบเอง พบว่าวิธีที่ 3 และ 4 ซึ่งใช้ค่าสัดส่วนของส่วนประกอบโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยกว่าวิธีที่ 1 และ 2 ซึ่งใช้ค่าสัดส่วนของส่วนประกอบโดยวิธีการค่าเฉลี่ย เช่น รายการงานแบบหล่อคอนกรีต แบบจำลองโดยวิธีสัดส่วนของส่วนประกอบวิธีที่ 1 และ 2 มีค่าความคลาดเคลื่อนระหว่าง -43 ถึง 41 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแบบจำลองโดยวิธีสัดส่วนของส่วนประกอบวิธีที่ 3 และ 4 มีค่าความคลาดเคลื่อนระหว่าง -25 ถึง 34 เปอร์เซ็นต์

4.4.1.5 การทดสอบความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองที่ใช้ในการประมาณปริมาณเนื้องานและราคางานก่อสร้างสำหรับอาคารสูงสำหรับพักอาศัย

จากการเปรียบเทียบค่าผลรวมกำลังสองของค่าความคลาดเคลื่อนพบว่าแบบจำลองโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนมีค่าความคลาดเคลื่อนต่ำกว่าแบบจำลองโดยวิธีค่าเฉลี่ย ยกเว้นงานสถาปัตยกรรม แบบจำลองทั้งสองมีค่าความคลาดเคลื่อนไม่สูง มีเพียง 1-2 โครงการที่มีความคลาดเคลื่อนมากกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ โดยแบบจำลองโดยวิธีค่าเฉลี่ยมีค่าความคลาดเคลื่อนของราคารวมของอาคารระหว่าง -15 ถึง 14 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแบบจำลองโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนมีค่าความคลาดเคลื่อนระหว่าง -10 ถึง 14 เปอร์เซ็นต์

แบบจำลองโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนมีค่าความคลาดเคลื่อนในงานโครงสร้างต่ำ คือ มีเพียง 2 โครงการที่คลาดเคลื่อน -15 และ 12 เปอร์เซ็นต์ นอกนั้นมีค่าความคลาดเคลื่อนระหว่าง -6 ถึง 6 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแบบจำลองโดยวิธีค่าเฉลี่ยจะมี 2 โครงการเช่นกันที่มีความคลาดเคลื่อนสูงถึง -23 และ 27 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่เหลือจะมีอีก 1 โครงการที่คลาดเคลื่อน 11 เปอร์เซ็นต์ นอกนั้นคลาดเคลื่อนระหว่าง -5 ถึง 2 เปอร์เซ็นต์ ส่วนงานสถาปัตยกรรมซึ่งแบบจำลองโดยวิธีค่าเฉลี่ยมีความคลาดเคลื่อนระหว่าง -17 ถึง 14 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งต่ำกว่าแบบจำลองโดยวิธีวิเคราะห์ความ

ถดถอยเชิงซ้อนที่มีความคลาดเคลื่อนระหว่าง -16 ถึง 30 เปอร์เซ็นต์ รายงานในงานสถาปัตยกรรมที่มีความคลาดเคลื่อนมากทั้ง 2 แบบจำลอง คือ รายงานประตูละเอียดต่าง เนื่องจากมีการตกแต่งผนังภายนอกอาคารเป็นผนังทึบและมีหน้าต่างบัง หรือเป็นผนังกระจก (Curtain Wall)

สำหรับงานระบบวิศวกรรม แบบจำลองโดยวิธีค่าเฉลี่ยมีความคลาดเคลื่อนของมูลค่ารวมของระบบวิศวกรรมที่ระหว่าง -23 ถึง 37 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแบบจำลองโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนมีค่าความคลาดเคลื่อนระหว่าง -11 ถึง 25 เปอร์เซ็นต์ รายงานระบบวิศวกรรมที่มีความคลาดเคลื่อนสูงในแบบจำลองทั้งสอง คือ ระบบปรับอากาศและระบายอากาศ และระบบขนส่งแนวตั้ง โดยความคลาดเคลื่อนของงานระบบปรับอากาศและระบายอากาศมีสาเหตุจากบางโครงการได้จัดเตรียมเครื่องปรับอากาศสำหรับห้องพักอาศัยไว้ให้ แต่บางโครงการไม่ได้จัดเตรียมไว้ ผู้ซื้อห้องพักจัดหาเอง ส่วนความคลาดเคลื่อนของงานระบบขนส่งแนวตั้งสืบเนื่องจากราคาระบบลิฟต์มีความแตกต่างกันมากในกรณีการเลือกความเร็วของลิฟต์ที่ต่างกัน

สำหรับแบบจำลองโดยวิธีสัดส่วนของส่วนประกอบเมื่อเทียบกับแบบจำลองโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนโดยวิธีการเปรียบเทียบค่าผลรวมกำลังสองของค่าความคลาดเคลื่อนนั้นพบว่าไม่มีความชัดเจนว่าแบบจำลองใดมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยกว่ากัน แบบจำลองโดยวิธีสัดส่วนของส่วนประกอบทั้ง 4 วิธี จะมีทั้งที่ได้ค่าความคลาดเคลื่อนมากกว่าและน้อยกว่าแบบจำลองโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อน ส่วนแบบจำลองโดยวิธีสัดส่วนของส่วนประกอบเองทั้ง 4 วิธี มีความผันผวนในค่าความคลาดเคลื่อนของแต่ละวิธี ไม่สามารถสรุปได้ว่าวิธีใดเป็นวิธีที่ดีที่สุด เช่น รายงานแบบหล่อคอนกรีต แบบจำลองวิธีที่ 3 และ 4 ได้ค่าความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุดระหว่าง -17 ถึง 16 เปอร์เซ็นต์ ส่วนรายงานเหล็กเสริมคอนกรีต แบบจำลองวิธีที่ 1 และ 3 ได้ค่าความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุด คือ ระหว่าง -2 ถึง 18 เปอร์เซ็นต์

4.4.1.6 การทดสอบความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองที่ใช้ในการประมาณปริมาณงานและราคางานก่อสร้างสำหรับอาคารสูงสำหรับพักอาศัย

แบบจำลองทั้ง 2 แบบจำลองที่ใช้ประมาณราคางานก่อสร้างอาคารมีความคลาดเคลื่อนน้อยมาก ถึงแม้แบบจำลองโดยวิธีค่าเฉลี่ยจะมีความคลาดเคลื่อนมากกว่าแบบจำลองโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อน โดยแบบจำลองโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนมีความคลาดเคลื่อนของการประมาณราคางานก่อสร้างทั้งอาคาร ซึ่งประกอบด้วยงานโครงสร้างและงานสถาปัตยกรรม โดย

ไม่มีงานระบบวิศวกรรมอยู่ระหว่าง -4 ถึง 4 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแบบจำลองโดยวิธีค่าเฉลี่ยคลาดเคลื่อนระหว่าง -6 ถึง 16 เปอร์เซ็นต์ แบบจำลองโดยวิธีการค่าเฉลี่ยมีค่าความคลาดเคลื่อนของงานโครงสร้างมากกว่างานสถาปัตยกรรม โดยความคลาดเคลื่อนของงานโครงสร้างอยู่ระหว่าง -10 ถึง 22 เปอร์เซ็นต์ ส่วนความคลาดเคลื่อนของงานสถาปัตยกรรมมีเพียง 3 โครงการที่คลาดเคลื่อน -12 18 และ 23 เปอร์เซ็นต์ นอกนั้นจะมีความคลาดเคลื่อนระหว่าง -6 ถึง 8 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแบบจำลองโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนจะมีความคลาดเคลื่อนในงานโครงสร้างต่ำกว่างานสถาปัตยกรรม โดยงานโครงสร้างมีความคลาดเคลื่อนต่ำมาก มีเพียง 1 โครงการที่คลาดเคลื่อน -7 เปอร์เซ็นต์ นอกนั้นมีความคลาดเคลื่อนระหว่าง -2 ถึง 1 เปอร์เซ็นต์ งานสถาปัตยกรรมมีความคลาดเคลื่อน 1 โครงการ ที่ 18 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนั้นคลาดเคลื่อนระหว่าง -9 ถึง 5 เปอร์เซ็นต์ รายงานงานเสาเข็มมีความคลาดเคลื่อนในการทดสอบแบบจำลองโดยวิธีการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนมากที่สุดในรายงานโครงสร้าง คือ 2 โครงการที่คลาดเคลื่อน -49 และ 27 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่เหลือคลาดเคลื่อนระหว่าง -11 ถึง 4 เปอร์เซ็นต์ งานสถาปัตยกรรมมีความคลาดเคลื่อนสูงในรายงานทาสีสำหรับแบบจำลองโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อน เนื่องจากโครงการ Lr-1 คลาดเคลื่อนสูงถึง 67 เปอร์เซ็นต์ นอกนั้นความคลาดเคลื่อนไม่มากนัก อยู่ระหว่าง -7 ถึง 14 เปอร์เซ็นต์

สำหรับแบบจำลองโดยวิธีสัดส่วนของส่วนประกอบเมื่อเทียบกับแบบจำลองโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อน โดยการเปรียบเทียบผลรวมกำลังสองของค่าความคลาดเคลื่อนนั้น พบว่าแบบจำลองโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนมีความคลาดเคลื่อนน้อยกว่าแบบจำลองโดยวิธีสัดส่วนของส่วนประกอบ ยกเว้นรายงานทาสีที่แบบจำลองโดยวิธีสัดส่วนของส่วนประกอบวิธีที่ 3 มีความคลาดเคลื่อนต่ำกว่าแบบจำลองโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อน สำหรับแบบจำลองโดยวิธีสัดส่วนของส่วนประกอบเองแล้ว วิธีที่ 3 และ 4 ซึ่งใช้ค่าสัดส่วนของส่วนประกอบโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนได้ค่าความคลาดเคลื่อนต่ำกว่าแบบจำลองที่ 1 และ 2 ซึ่งใช้ค่าสัดส่วนของส่วนประกอบโดยวิธีค่าเฉลี่ย เช่น รายงานงานแบบหล่อคอนกรีต วิธีที่ 3 และ 4 มีความคลาดเคลื่อนระหว่าง -35 ถึง 21 เปอร์เซ็นต์ ส่วนวิธีที่ 1 และ 2 มีความคลาดเคลื่อนระหว่าง -45 ถึง 34 เปอร์เซ็นต์

จากการทดสอบความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองทั้ง 3 แบบจำลองในการประมาณปริมาณเนื้องานและราคางานก่อสร้างของอาคารทั้ง 6 ประเภท แสดงได้ตามตารางที่ 4.9 และ 4.10 ซึ่งสรุปได้ดังนี้

ตารางที่ 4.9 สรุปผลการทดสอบความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองที่ใช้ในการประมาณปริมาณ
 ใช้งานและราคางานก่อสร้าง โดยวิธีประมาณค่าเฉลี่ย และวิเคราะห์ความถดถอย
 เชิงซ้อน

อาคาร	แบบจำลอง โดยวิธี	ผลรวมกำลังสองของค่าความคลาดเคลื่อนในการ ประมาณราคางานก่อสร้าง (Sum of the Squares)				ช่วงของค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณ ราคางานก่อสร้าง			
		ราคารวม ของอาคาร	ราคางาน โครงสร้าง	ราคางาน สถาปัตยกรรม	ราคางาน ระบบ วิศวกรรม	ราคารวม ของอาคาร	ราคางาน โครงสร้าง	ราคางาน สถาปัตยกรรม	ราคางาน ระบบ วิศวกรรม
อพาร์ต เมนต์ (ข้อมูล 13 โครงการ)	ค่าเฉลี่ย	252	414	426	2,072	-6 → +9	-6 → +12	-8 → +14	-16 → +30
	ความถด ถอย	199	178	689	1,380	-4 → +9	-5 → +8	-11 → +19	-15 → +17
อาคารจอด รถ (ข้อมูล 10 โครงการ)	ค่าเฉลี่ย	2,835	4,192	12,732	N.A.	-9 → +44	-12 → +46	-31 → +8	N.A.
	ความถด ถอย	878	514	11,816	N.A.	-13 → +16	-14 → +13	-98 → +34	N.A.
บ้านพัก อาศัย (ข้อมูล 15 โครงการ)	ค่าเฉลี่ย	1,833	3,375	7,698	10,406	-13 → +29	-21 → +39	-28 → +42	-26 → +78
	ความถด ถอย	915	1,740	4,475	4,637	-15 → +22	-9 → +31	-20 → +43	-17 → +50
อาคารสูง สำนักงาน (ข้อมูล 18 โครงการ)	ค่าเฉลี่ย	2,364	4,966	9,984	4,060	-22 → +30	-20 → +34	-22 → +54	-24 → +42
	ความถด ถอย	1,164	1,233	8,919	1,636	-15 → +19	-12 → +16	-34 → +43	-27 → +16
อาคารสูง พักอาศัย (ข้อมูล 10 โครงการ)	ค่าเฉลี่ย	720	1,356	847	3,202	-15 → +14	-23 → +17	-17 → +14	-23 → +37
	ความถด ถอย	420	465	1,373	1,319	-10 → +14	-15 → +12	-16 → +30	-11 → +25
สำนักงาน ทั่วไป (ข้อมูล 10 โครงการ)	ค่าเฉลี่ย	488	1,650	1,159	N.A.	-6 → +16	-10 → +12	-12 → +23	N.A.
	ความถด ถอย	48	66	488	N.A.	-4 → +4	-7 → +1	-9 → +18	N.A.
<p>หมายเหตุ:</p> <p>N.A. = ไม่ได้ดำเนินการประมาณราคางานก่อสร้าง เนื่องจากไม่มีข้อมูลโครงการที่ใช้ในการพัฒนาแบบจำลองที่ใช้ในการประมาณปริมาณงานก่อสร้างอาคาร</p>									

ตารางที่ 4.10 สรุปการเปรียบเทียบผลการทดสอบความคลาดเคลื่อนในการประมาณปริมาณ
 เนื้องานก่อสร้าง โดยแบบจำลองที่ใช้ในการประมาณปริมาณเนื้องานก่อสร้าง
 วิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนและวิธีสัดส่วนของส่วนประกอบ

อาคาร	รายการงาน	แบบจำลองโดยวิธีสัดส่วนของส่วนประกอบ			
		วิธีที่ 1	วิธีที่ 2	วิธีที่ 3	วิธีที่ 4
อพาร์ทเมนท์	- งานประตูและหน้าต่าง	X	√	X	√
อาคารจอดรถ	- งานแบบหล่อคอนกรีต	X	X	√	X
	- งานเหล็กเสริมคอนกรีต	X	X	X	√
	- งานประตูและหน้าต่าง	X	X	√	√
	- งานทาสี	X	X	X	√
บ้านพักอาศัย	- งานเหล็กเสริมคอนกรีต	X	X	X	√
	- งานประตูและหน้าต่าง	√	√	√	√
อาคารสูง สำนักงาน	- งานประตูและหน้าต่าง	X	X	√	X
	- งานทาสี	X	√	X	√
อาคารสูงพัก อาศัย	- งานหล่อคอนกรีต	X	X	√	√
	- งานเหล็กเสริมคอนกรีต	√	X	√	X
	- งานประตูและหน้าต่าง	√	√	√	√
	- งานทาสี	X	X	√	X
สำนักงานทั่วไป	- งานทาสี	X	X	√	X

หมายเหตุ : √ หมายถึง แบบจำลองโดยวิธีสัดส่วนของส่วน มีค่าผลรวมกำลังสองของค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณปริมาณเนื้องาน น้อยกว่า แบบจำลองโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อน

X หมายถึง แบบจำลองโดยวิธีสัดส่วนของส่วน มีค่าผลรวมกำลังสองของค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณปริมาณเนื้องาน มากกว่า แบบจำลองโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อน

รายการงานที่นอกจากที่ปรากฏในตาราง หมายถึง แบบจำลองโดยวิธีสัดส่วนของส่วนประกอบมีค่าผลรวมกำลังสองของค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณปริมาณเนื้องาน มากกว่า แบบจำลองโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อน

- จากการพิจารณาค่าผลรวมกำลังสองของค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณปริมาณ
 ใช้งานและราคางานก่อสร้าง พบว่าโดยส่วนใหญ่แล้วแบบจำลองโดยวิธีวิเคราะห์
 ความถดถอยเชิงซ้อนมีความคลาดเคลื่อนน้อยกว่าแบบจำลองโดยวิธีค่าเฉลี่ย มีงานบาง
 รายการเท่านั้นที่แบบจำลองโดยวิธีค่าเฉลี่ยมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยกว่า ได้แก่ งาน
 สถาปัตยกรรมของอาคารอพาร์ทเมนท์และอาคารสูงสำหรับพักอาศัย
- จากการทดสอบความคลาดเคลื่อนในการประมาณปริมาณใช้งานและราคางานก่อสร้าง
 ของการวิจัยครั้งนี้ พบว่าแบบจำลองโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อน
 สามารถใช้ประมาณปริมาณใช้งานและราคางานก่อสร้างได้ดี มีความคลาดเคลื่อนต่ำ
 สำหรับการประมาณปริมาณใช้งานและราคางานก่อสร้างอาคารอพาร์ทเมนท์ อาคาร
 สูงสำหรับพักอาศัย และอาคารสำนักงานทั่วไป โดยมีความคลาดเคลื่อนของการ
 ประมาณราคางานก่อสร้างอาคารของอาคารทั้ง 3 ประเภทดังกล่าว ระหว่าง -4 ถึง 9
 เปอร์เซ็นต์ -10 ถึง 14 เปอร์เซ็นต์ และ -4 ถึง 4 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งสาเหตุที่
 แบบจำลองสามารถใช้ได้ดีในการประมาณปริมาณใช้งานและราคางานก่อสร้างของ
 อาคารประเภทดังกล่าว เนื่องจากอาคารเหล่านั้นมีความคล้ายคลึงกันในการใช้สอย
 อาคาร และลักษณะอาคารของอาคารที่จัดอยู่ในอาคารประเภทเดียวกัน
- ในการประมาณปริมาณใช้งานและราคางานก่อสร้างพบว่า การประมาณปริมาณ
 ใช้งานและราคางานก่อสร้างในงาน โครงสร้างส่วนใหญ่จะมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยกว่า
 งานสถาปัตยกรรม ทั้งนี้เนื่องจากขอบเขตงานสถาปัตยกรรมของอาคารแต่ละอาคารยัง
 มีความแตกต่างกันพอสมควร ส่วนการประมาณราคางานก่อสร้างในงานระบบ
 วิศวกรรมยังมีความคลาดเคลื่อนสูง โดยในการใช้แบบจำลองโดยวิธีวิเคราะห์ความถด
 ถอยเชิงซ้อนในการประมาณราคางานก่อสร้างระบบวิศวกรรมทั้งหมด มีค่าความคลาด
 เคลื่อนระหว่าง -27 ถึง 50 เปอร์เซ็นต์ แต่หากพิจารณาในรายการงานระบบแต่ละ
 ระบบพบว่า มีความคลาดเคลื่อนในการประมาณราคางานก่อสร้างของแต่ละรายการ
 งานสูงมาก ค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณราคางานก่อสร้างโดยการใช้แบบ
 จำลองโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนมีค่าระหว่าง -77 ถึง 211 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้
 น่าจะมีสาเหตุจากการที่ไม่มีการแบ่งรายการงานตามเนื้อหาในงานระบบวิศวกรรม
 เช่นเดียวกับการแบ่งรายการงานในงานโครงสร้างและสถาปัตยกรรม ใช้วิธีการหาคัด
 ส่วนของมูลค่างานระบบต่าง ๆ ต่อผลรวมของมูลค่างานโครงสร้างและสถาปัตยกรรม
 โดยไม่มีการประมาณปริมาณใช้งานก่อสร้าง

- การเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนของการประมาณปริมาณเนื้องาน โดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนกับวิธีสัดส่วนของส่วนประกอบ โดยการเปรียบเทียบค่าผลรวมกำลังสองของค่าความคลาดเคลื่อน พบว่าโดยส่วนใหญ่แบบจำลองโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนมีค่าความคลาดเคลื่อนต่ำกว่าแบบจำลองโดยวิธีสัดส่วนของส่วนประกอบ
- จากการเปรียบเทียบการประมาณปริมาณเนื้องานก่อสร้างของแบบจำลองโดยวิธีสัดส่วนของส่วนประกอบทั้ง 4 วิธี ยังไม่สามารถสรุปได้แน่ชัดว่าวิธีการใดดีกว่ากัน แต่อย่างไรก็ตาม แนวทางในการประมาณปริมาณเนื้องานก่อสร้างโดยวิธีสัดส่วนของส่วนประกอบทั้ง 4 วิธี เป็นแนวทางที่ดี ควรพัฒนาต่อไป หากสามารถลดความคลาดเคลื่อนจากการเก็บข้อมูลได้ตามที่ได้กล่าวมาแล้ว และที่จะกล่าวในหัวข้อ 4.7 จะสามารถได้ข้อสรุปและประโยชน์จากแบบจำลองทั้ง 4 วิธีการ

4.4.2 การทดสอบความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองในการประมาณปริมาณเนื้องาน และราคางานก่อสร้างอาคารกับข้อมูลชุดใหม่ที่ไม่ได้ใช้ในการพัฒนาแบบจำลอง การทดสอบความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองในการประมาณปริมาณเนื้องานและราคางานก่อสร้างกับข้อมูลชุดใหม่ที่ไม่ได้ใช้ในการพัฒนาแบบจำลองนี้ เป็นการตรวจสอบว่าแบบจำลองสามารถใช้ได้กับโครงการทั่วไปที่ไม่ใช่โครงการที่ใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนาแบบจำลองหรือไม่

การทดสอบความคลาดเคลื่อนนี้แสดงไว้ในตารางที่ 4.11 - 4.13 โดยตารางที่ 4.11 ก - 4.11 จ แสดงการทดสอบความคลาดเคลื่อนโดยแบบจำลองโดยวิธีค่าเฉลี่ย ตารางที่ 4.12 ก - 4.12 ฉ แสดงการทดสอบความคลาดเคลื่อนโดยแบบจำลองโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อน และตารางที่ 4.13 ก - 4.13 ง แสดงการทดสอบความคลาดเคลื่อนโดยแบบจำลองโดยวิธีสัดส่วนของส่วนประกอบ

จากการเปรียบเทียบค่าผลรวมกำลังสองของความคลาดเคลื่อนและค่าความคลาดเคลื่อน พบว่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นของแบบจำลองในครั้งนี้มีลักษณะเดียวกับการทดสอบความคลาดเคลื่อน โดยใช้ข้อมูลที่เป็นข้อมูลชุดที่ใช้ในการพัฒนาแบบจำลอง กล่าวคือ แบบจำลองโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนมีค่าความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุด งานโครงสร้างมีความคลาดเคลื่อนน้อยกว่างานสถาปัตยกรรมและงานระบบวิศวกรรม งานระบบวิศวกรรมมีความคลาดเคลื่อนสูง โดย

เฉพาะอย่างยิ่งในรายการงานแต่ละระบบยังมีความคลาดเคลื่อนสูงมาก และอาคารอพาร์ทเมนท์ อาคารสูงสำหรับพักอาศัย และอาคารสำนักงานทั่วไปมีความคลาดเคลื่อนต่ำ

อาคารอพาร์ทเมนท์ อาคารสูงสำหรับพักอาศัย และอาคารสำนักงานทั่วไปมีความคลาดเคลื่อนของการประมาณราคางานก่อสร้างอาคาร 2 และ -9 เปอร์เซ็นต์ -2 เปอร์เซ็นต์ และ 3 และ 9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในการทดสอบกับแบบจำลองโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อน ถือว่ามีความคลาดเคลื่อนน้อยมากสำหรับการประมาณราคางานก่อสร้าง ส่วนอาคารประเภทอื่น ได้แก่ อาคารจอดรถ บ้านพักอาศัย และอาคารสูงสำหรับสำนักงานที่มีความคลาดเคลื่อนสูงกว่าก็มีความคลาดเคลื่อนไม่สูงมากนัก คือ มีความคลาดเคลื่อน 18 เปอร์เซ็นต์ -11 เปอร์เซ็นต์ และ 3 16 และ -4 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งผลการทดสอบครั้งนี้สอดคล้องกับการทดสอบความคลาดเคลื่อนกับข้อมูลชุดที่ใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนาแบบจำลอง ทำให้มีความมั่นใจในแบบจำลองว่าสามารถใช้ได้กับโครงการทั่วไป

งานโครงสร้างมีความคลาดเคลื่อนสูงในการทดสอบแบบจำลองโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนเฉพาะโครงการ Cp-V1 และ Hro-V3 ซึ่งมีความคลาดเคลื่อน 18 และ -13 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ นอกจากนี้ ความคลาดเคลื่อนสูงสุดเพียง 7 เปอร์เซ็นต์ รายการงานเหล็กเสริมคอนกรีตมีความคลาดเคลื่อนสูงที่สุดในรายการงานต่าง ๆ ของงานโครงสร้าง โดยมีความคลาดเคลื่อนระหว่าง -11 ถึง 13 เปอร์เซ็นต์

งานสถาปัตยกรรมยังมีความคลาดเคลื่อนสูงโดยความคลาดเคลื่อนในการทดสอบกับแบบจำลองโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนอยู่ระหว่าง -20 ถึง 21 เปอร์เซ็นต์ มีเพียงอาคาร อพาร์ทเมนท์ 2 โครงการที่มีความคลาดเคลื่อน -8 และ 7 เปอร์เซ็นต์ นอกนั้นจะมีความคลาดเคลื่อนมากกว่า 15 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการทดสอบกับแบบจำลองโดยวิธีค่าเฉลี่ยมีความคลาดเคลื่อนระหว่าง -66 ถึง 10 เปอร์เซ็นต์

งานระบบวิศวกรรมนั้น มีความคลาดเคลื่อนในการประมาณราคางานก่อสร้างของรายการงานแต่ละระบบมาก การทดสอบกับแบบจำลองโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนมีความคลาดเคลื่อนของราคารวมของระบบวิศวกรรมทั้งหมดระหว่าง -14 ถึง 24 เปอร์เซ็นต์ แต่มีความคลาดเคลื่อนของราคารวมระบบแต่ละระบบระหว่าง -58 ถึง 207 เปอร์เซ็นต์ และเป็นที่น่าสังเกตว่า อาคารสูงสำหรับสำนักงานมีความคลาดเคลื่อนในงานระบบไฟฟ้าและสื่อสารมาก คือ 185 207 และ 197

เปอร์เซ็นต์ ซึ่งอาคารที่ใช้ในการทดสอบนี้พบว่ามีความสูงของอาคารต่ำกว่าอาคารที่ใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนาแบบจำลองมาก โดยอาคารที่ใช้ในการทดสอบนี้มีพื้นที่ประมาณ 30,000 ตารางเมตร สูงประมาณ 30 ชั้น ในขณะที่อาคารที่ใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนาแบบจำลองซึ่งสูงประมาณ 30 ชั้น มีพื้นที่ประมาณ 86,000 ตารางเมตร และอาคารที่ใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนาแบบจำลองที่มีพื้นที่ 30,000 ตารางเมตร มีความสูงเพียง 19 ชั้น

4.5 การประยุกต์ใช้งาน

การวิจัยครั้งนี้ได้ทดสอบหาความสัมพันธ์ของรายการงานต่างๆ ในหลายรูปแบบ ซึ่งเป็น การทดลองหาแนวทางที่เหมาะสม เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการวิจัยไปใช้งาน ความสัมพันธ์ของรายการงานในรูปแบบต่าง ๆ บางรูปแบบมีความคลาดเคลื่อนต่ำ บางรูปแบบมีความคลาดเคลื่อนสูง แต่ความสัมพันธ์ของรายการงานต่าง ๆ เหล่านี้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้ในสถานการณ์ต่าง ๆ กัน ตามความเหมาะสม และหากมีการพัฒนาในการหาความสัมพันธ์ของรายการงานต่าง ๆ ให้มีความคลาดเคลื่อนลดลงจะทำให้สามารถนำข้อมูลความสัมพันธ์ของรายการงานต่าง ๆ ไปใช้งานได้ดียิ่งขึ้น ข้อมูลความสัมพันธ์ของรายการงานต่าง ๆ ที่ได้จากการวิจัยนี้ ได้แก่

1. สัดส่วนของราคางานต่อราคางานในหมวดงานโครงสร้าง และสถาปัตยกรรม ตามตารางที่ 3.1 และ 3.2
2. สัดส่วนปริมาณเนื้องานของรายการงานที่เป็นปัจจัยหลักที่มีผลกระทบต่อราคางานก่อสร้าง ตามตารางที่ 4.1 ซึ่งได้แก่
 - ปริมาณงานคอนกรีตต่อปริมาณเสาเข็ม
 - ปริมาณงานแบบหล่อคอนกรีตต่อปริมาณงานคอนกรีต
 - ปริมาณงานเหล็กเสริมคอนกรีตต่อปริมาณงานคอนกรีต
 - ปริมาณงานฝ้าเพดานต่อปริมาณงานตบแต่งพื้น
 - ปริมาณงานผนังต่อปริมาณงานตบแต่งพื้น
 - ปริมาณงานประตูและหน้าต่างต่อปริมาณงานผนัง
 - ปริมาณงานทาสีต่อปริมาณงานผนัง
3. แบบจำลองในการประมาณปริมาณเนื้องานและราคางานก่อสร้างโดยวิธีค่าเฉลี่ย ตามตารางที่ 4.3

4. แบบจำลองในการประมาณปริมาณงานและราคางานก่อสร้างโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อน ตามตารางที่ 4.4
5. แบบจำลองในการประมาณปริมาณงานและราคางานก่อสร้างโดยวิธีสัดส่วนของส่วนประกอบ ตามตารางที่ 4.5

จากข้อมูลความสัมพันธ์ของรายการงานต่างๆ ดังกล่าวข้างต้นสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานในการปฏิบัติงานจริงได้ดังนี้

4.5.1 การประมาณราคางานก่อสร้างอาคารโดยวิธีการประมาณปริมาณงานก่อสร้าง

การประยุกต์ใช้งานในการประมาณราคางานก่อสร้างอาคารโดยวิธีการประมาณปริมาณงานก่อสร้างนั้น สามารถใช้แบบจำลองที่ใช้ในการประมาณปริมาณงานและราคาก่อสร้างโดยวิธีค่าเฉลี่ยและแบบจำลองที่ใช้ในการประมาณปริมาณงานและราคางานก่อสร้าง โดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนในการประยุกต์ใช้งานดังกล่าว ซึ่งการใช้แบบจำลองทั้งสองจะมีขั้นตอนการใช้งานที่เหมือนกันตามที่กล่าวในข้อ 3.6 โดยตัวอย่างการใช้งานจะยกตัวอย่างการประมาณราคาก่อสร้างอาคารอพาร์ทเมนท์ Ap-v1 โดยใช้แบบจำลองที่ใช้ในการประมาณปริมาณงานและราคาก่อสร้างโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อน ตามตารางที่ 4.12 ก ถึง 4.12 จ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ (ตัวอย่างที่แสดงดังต่อไปนี้ ราคางานก่อสร้างตั้งแต่หลักหมื่นลงไป อาจจะไม่ตรงกับตัวเลขในตารางที่ 4.12 เนื่องจากตามตัวอย่างต่อไปนี้มีการปัดตัวเลขหลังจุดทศนิยมของปริมาณงานและราคาต่อหน่วย)

- การหาปริมาณงานโครงสร้าง (ตารางที่ 4.12 จ)

พื้นที่อาคาร (X1)	=	3,895	ตารางเมตร
จำนวนชั้น (X2)	=	6	ชั้น
ปริมาณงานเสาเข็ม	=	1.207503*X1+1.086.77924*X2-	
		4,772.556864	(จากตารางที่ 4.4 ก)
		= 6,451	ตัน
ปริมาณงานคอนกรีต	=	0.266258*X1+72.051302*X2-	
		120.227542	(จากตารางที่ 4.4 ก)
		= 1,349	ลูกบาศก์เมตร

$$\begin{aligned}
 \text{ปริมาณแบบหล่อคอนกรีต} &= 2.985639 * X_1 - 684.601745 * X_2 + \\
 & \quad 2,943.697253 \quad (\text{จากตารางที่ 4.4 ก}) \\
 &= 10,645 \quad \text{ตารางเมตร} \\
 \text{ปริมาณเหล็กเสริมคอนกรีต} &= 62.228500 * X_1 - 11,428.40639 * X_2 + \\
 & \quad 47,212.037239 \quad (\text{จากตารางที่ 4.4 ก}) \\
 &= 221,022 \quad \text{กิโลกรัม} \\
 \text{อัตราส่วนมูลค่างานโครง} &= -2.33811E-05 * X_1 + \\
 \text{สร้างหลักต่อมูลค่างาน} & \quad 0.009442 * X_2 + 0.942272 \quad (\text{จากตารางที่ 4.4 ก}) \\
 \text{โครงสร้างทั้งหมด} &= 0.90785
 \end{aligned}$$

- การหามูลค่างานโครงสร้าง (ตารางที่ 4.10 ค)

จากบัญชีแสดงรายการเนื้องาน (Bill of Quantity) หาราคาค่าต่อหน่วยของรายการต่างๆ ได้ดังนี้

งานเสาเข็ม	=	354	บาท/ต้น
งานคอนกรีต	=	1,529	บาท/ลูกบาศก์เมตร
งานแบบหล่อคอนกรีต	=	220	บาท/ตารางเมตร
งานเหล็กเสริมคอนกรีต	=	17.17	บาท/กิโลกรัม

ฉะนั้นมูลค่างานของรายการงานต่างๆ ของงานโครงสร้าง มีมูลค่าดังนี้

มูลค่างานเสาเข็ม	=	(6,451)*(354)	บาท
	=	2,283,653	บาท
มูลค่างานคอนกรีต	=	(1,349)*(1,529)	บาท
	=	2,062,621	บาท
มูลค่างานแบบหล่อคอนกรีต	=	(10,465)*(220)	บาท
	=	2,302,300	บาท
มูลค่างานเหล็กเสริมคอนกรีต	=	(221,022)*(17.17)	บาท
	=	3,794,948	บาท
มูลค่างานโครงสร้างหลัก	=	2,283,653+2,062,621+2,302,300+3,794,948	บาท
	=	10,443,380	บาท

$$\begin{aligned}
 \text{มูลค่างานโครงสร้างทั้งหมด} &= (\text{มูลค่างานโครงสร้างหลัก}) / (\text{อัตราส่วนของมูลค่างานโครงสร้างทั้งหมด}) \\
 &= (10,443,380) / (0.90785) \quad \text{บาท} \\
 &= 11,503,420 \quad \text{บาท}
 \end{aligned}$$

- การหาปริมาณงานสถาปัตยกรรม (ตารางที่ 4.12 ฉ)

$$\begin{aligned}
 \text{ปริมาณงานตกแต่งพื้น} &= 0.77041 * X1 + 38.78216 * X2 + \\
 & \quad 98.848257 \quad \text{(จากตารางที่ 4.4 ก)} \\
 &= 3,332 \quad \text{ตารางเมตร}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ปริมาณงานผนัง} &= 1.076175 * X1 - 195.322297 * X2 + \\
 & \quad 834.914499 \quad \text{(จากตารางที่ 4.4 ก)} \\
 &= 3,855 \quad \text{ตารางเมตร}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ปริมาณงานฝ้าเพดาน} &= 0.534567 * X1 + 270824989 * X2 - \\
 & \quad 859.682741 \quad \text{(จากตารางที่ 4.4 ก)} \\
 &= 2,847 \quad \text{ตารางเมตร}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ปริมาณงานประตูหน้าต่าง} &= 0.20715 * X1 - 36.942046 * X2 + \\
 & \quad 141.833365 \quad \text{(จากตารางที่ 4.4 ก)} \\
 &= 727 \quad \text{ตารางเมตร}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ปริมาณงานทาสี} &= 3.929424 * X1 + 205.605898 * X2 - \\
 & \quad 908.088811 \quad \text{(จากตารางที่ 4.4 ก)} \\
 &= 15,631 \quad \text{ตารางเมตร}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{อัตราส่วนราคางานสถาปัตยกรรมหลัก} &= -3.1870E * X1 + 0.009473 * X2 + 0.864035 \\
 \text{ต่อราคางานสถาปัตยกรรมทั้งหมด} & \quad \text{(จากตารางที่ 4.4 ก)} \\
 &= 0.79674
 \end{aligned}$$

- การหามูลค่างานสถาปัตยกรรม (ตารางที่ 4.12 ง)

จากบัญชีแสดงรายการเนื้องาน (Bill of Quantity) หาราคาค่าต่อหน่วยของรายการงานต่างๆ ได้ดังนี้

$$\text{งานตกแต่งพื้น} = 541 \quad \text{บาท/ตารางเมตร}$$

$$\text{งานผนัง} = 675 \quad \text{บาท/ตารางเมตร}$$

งานฝ้าเพดาน	=	548	บาท/ตารางเมตร
งานประตูและหน้าต่าง	=	1,874	บาท/ตารางเมตร
งานทาสี	=	44	บาท/ตารางเมตร

ฉะนั้นมูลค่างานของรายการงานต่างๆ ของงานสถาปัตยกรรม มีมูลค่าดังนี้

มูลค่างานตกแต่งพื้น	=	(3,332)*(541)	บาท
	=	1,802,612	บาท
มูลค่างานผนัง	=	(3,855)*(675)	บาท
	=	2,602,125	บาท
มูลค่างานฝ้าเพดาน	=	(2,847)*(548)	บาท
	=	1,560,156	บาท
มูลค่างานประตูและหน้าต่าง	=	(727)*(1,874)	บาท
	=	1,362,398	บาท
มูลค่างานทาสี	=	(15,631)*(44)	บาท
	=	687,764	บาท
มูลค่างานสถาปัตยกรรมหลัก	=	1,802,612+2,602,125+1,560,156+1,362,398+687,764	
	=	8,015,055	บาท
มูลค่างานสถาปัตยกรรมทั้งหมด	=	(มูลค่างานสถาปัตยกรรมหลัก)/(อัตราส่วนของมูลค่างานสถาปัตยกรรมทั้งหมด)	
	=	(8,015,055) / (0.79674)	บาท
	=	10,059,812	บาท

- การหามูลค่างานระบบวิศวกรรม (ตารางที่ 4.12 ข)

อัตราส่วนมูลค่างานระบบสุขาภิบาล	=	-3.16960E-06*X1+
และดับเพลิงต่อผลรวมของมูลค่า		0.01256*X2+
งานโครงสร้างและสถาปัตยกรรม		0.040998 (จากตารางที่ 4.4ก)
	=	0.10401
อัตราส่วนมูลค่างานระบบไฟฟ้า	=	8.10596E-06*X1+
และสื่อสารต่อผลรวมของมูลค่า		0.066268 (จากตารางที่ 4.4ก)
งานโครงสร้างและสถาปัตยกรรม		

	=	0.09147	
อัตราส่วนมูลค่างานระบบปรับ	=	4.20868E-05X1-	
อากาศและระบายอากาศต่อผลรวม		0.058763*X2+	
ของงานโครงสร้างและสถาปัตยกรรม		0.342474 (จากตารางที่ 4.4ก)	
	=	0.15382	
อัตราส่วนมูลค่างานระบบขนส่ง	=	4.20868E-05X1-	
แนวตั้งต่อผลรวมของงานโครงสร้าง		0.058763*X2+	
ของงานโครงสร้างและสถาปัตยกรรม		0.342474 (จากตารางที่ 4.4ก)	
	=	0.15382	
อัตราส่วนมูลค่างานระบบวิศวกรรม	=	2.16776E-05X1-	
ทั้งหมดต่อผลรวมของงานโครงสร้าง		0.054758*X2+	
และสถาปัตยกรรม		0.70187 (จากตารางที่ 4.4ก)	
	=	0.45769	
มูลค่างานโครงสร้างทั้งหมด	=	11,503,420	บาท
มูลค่างานสถาปัตยกรรมทั้งหมด	=	10,059,812	บาท
ผลงานของมูลค่างานโครงสร้างและสถาปัตยกรรม	=	11,503,420+10,059,812	
	=	21,563,232	บาท
มูลค่างานระบบสุขาภิบาลและดับเพลิง	=	(0.10401)*(21,563,232)	
	=	2,242,792	บาท
มูลค่างานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	=	(0.09147)*(21,563,232)	
	=	1,972,389	บาท
มูลค่างานระบบปรับอากาศและ	=	(0.15382)*(21,563,232)	
ระบายอากาศ	=	3,330,346	บาท
มูลค่างานระบบขนส่งแนวตั้ง	=	(0.10839)*(21,563,232)	
	=	2,337,239	บาท
มูลค่างานระบบวิศวกรรมทั้งหมด	=	(0.45769)*(21,563,232)	
	=	9,869,276	บาท
- หามูลค่างานก่อสร้างอาคาร (ตารางที่ 4.12ก)			
มูลค่างานโครงสร้างทั้งหมด	=	11,503,420	บาท

มูลค่างานสถาปัตยกรรมทั้งหมด	=	10,059,812	บาท
มูลค่างานวิศวกรรมทั้งหมด	=	9,869,276	บาท
มูลค่างานก่อสร้างอาคารทั้งหมด	=	11,503,420+10,059,812+9,869,276	
	=	31,432,508	บาท

สำหรับแบบจำลองในการประมาณปริมาณเนื้องาน โดยวิธีสัดส่วนของส่วนประกอบนั้นจะใช้เฉพาะการประมาณปริมาณเนื้องานก่อสร้างสามารถนำมาใช้ร่วมกับแบบจำลองโดยวิธีค่าเฉลี่ยและโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อน เพื่อหาราคางานก่อสร้าง โดยใช้แบบจำลองโดยวิธีสัดส่วนของส่วนประกอบในการประมาณปริมาณเนื้องานที่แบบจำลองสามารถประมาณได้ แล้วดำเนินการหาราคางานและราคางานก่อสร้างทั้งหมดตามแบบจำลองโดยวิธีค่าเฉลี่ยหรือโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อน

4.5.2 การตรวจสอบราคางานก่อสร้าง

นอกจากการใช้ประมาณราคางานก่อสร้างแล้ว สามารถใช้แบบจำลองทั้ง 3 ในการตรวจสอบราคางานก่อสร้างโดยการตรวจสอบปริมาณเนื้องานก่อสร้าง ซึ่งสามารถใช้ได้ในขั้นตอนของการจัดทำราคากลางและการตรวจสอบราคาที่เสนอโดยผู้เสนอราคา การตรวจสอบราคางานก่อสร้างจะตรวจสอบใน 3 เรื่อง คือ ปริมาณเนื้องาน ราคาต่อหน่วย ค่าเตรียมการ ภาษีและกำไร การตรวจสอบราคาต่อหน่วยจะใช้ข้อมูลราคาต่อหน่วย ณ เวลาที่ทำการตรวจสอบราคา ซึ่งสามารถหาข้อมูลได้จากกระทรวงพาณิชย์และสำนักงานประมาณ ค่าเตรียมการ ภาษีและกำไรจะใช้ Factor F ของสำนักงานประมาณเป็นแนวทางในการตรวจสอบ ส่วนปริมาณเนื้องานนั้นจะเปรียบเทียบปริมาณเนื้องานของราคากลางหรือราคาที่เสนอโดยผู้เสนอราคาเปรียบเทียบกับปริมาณเนื้องานจากแบบจำลองที่ใช้ในการประมาณปริมาณเนื้องาน ซึ่งหากพบความแตกต่างของปริมาณเนื้องานมาก สามารถดำเนินการได้หลายวิธีและหลายขั้นตอน ซึ่งแต่ละขั้นตอนล้วนมีประโยชน์แก่โครงการทั้งสิ้น ได้แก่

- ในขั้นแรก กรณีที่พบความแตกต่างกันมากของปริมาณเนื้องานตามราคากลาง หรือราคาของผู้เสนอราคากับปริมาณเนื้องานตามแบบจำลอง ควรแจ้งกลับไปยังผู้จัดทำราคากลาง หรือผู้เสนอราคาให้ทำการตรวจสอบปริมาณเนื้องานในรายการงานดังกล่าว ซึ่งหากผู้จัดทำราคากลาง หรือผู้เสนอราคาพบความผิดพลาดจริงในราคาของตนเอง จะทำให้ราคางานก่อสร้างลดลง
- ในกรณีที่ผู้จัดทำราคากลาง หรือผู้เสนอราคาตรวจสอบแล้วพบว่าไม่ได้เกิดความผิดพลาดในการถอดแบบ ควรดำเนินการต่อไปโดยสอบถามไปยังผู้ออกแบบ เพราะ

แบบก่อสร้างมีความแตกต่างจากโครงการอื่นๆ มาก ซึ่งอาจจะเกิดความผิดพลาดได้ในหลายกรณี ได้แก่ เขียนแบบผิด ผู้ออกแบบออกแบบผิด หรือผู้ออกแบบเข้าใจในความต้องการของเจ้าของโครงการบางประการผิด ซึ่งหากพบความผิดพลาดในขั้นตอนนี้ เมื่อดำเนินการแก้ไขแล้วจะทำให้ราคางานก่อสร้างลดลง

- ในกรณีที่ดำเนินการทั้งสองขั้นตอนนี้แล้วไม่พบความผิดพลาดทั้งสองขั้นตอนนี้ ขั้นตอนต่อไปจะเป็นหน้าที่ของเจ้าของโครงการในการพิจารณาราคาของโครงการ ซึ่งได้เปลี่ยนแปลงไปจากงบประมาณที่ได้ศึกษาไว้ เจ้าของโครงการจะต้องตัดสินใจอย่างใดอย่างหนึ่ง ได้แก่ ดำเนินการโครงการต่อไป โดยปรับแก้งบประมาณ หรือยกเลิกโครงการเนื่องจากไม่เหมาะสมในการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ หรือลดความต้องการบางประการเพื่อปรับลดราคางานก่อสร้างลงให้คุ้มค่ากับการลงทุน

นอกจากการตรวจสอบราคากลางและราคาที่เสนอโดยผู้เสนอราคาแล้ว ในการปฏิบัติงานบางครั้งจำเป็นต้องประมาณปริมาณเนื้องานอย่างคร่าว ๆ และรวดเร็ว เช่น การทบทวนการคิดราคาของผู้ได้บังคับบัญชา อาจใช้ค่าสัดส่วนของปริมาณเนื้องานช่วยในการทบทวน เช่น ใช้สัดส่วนของปริมาณแบบหล่อคอนกรีตต่อคอนกรีตและปริมาณเหล็กเสริมคอนกรีตต่อคอนกรีต ในการตรวจสอบปริมาณงานแบบหล่อคอนกรีตและเหล็กเสริมคอนกรีต โดยใช้ปริมาณงานคอนกรีตที่ผู้ได้บังคับบัญชาคำนวณได้เป็นฐานในการประมาณหาปริมาณงานแบบหล่อคอนกรีตและเหล็กเสริมคอนกรีต

4.5.3 การประยุกต์ใช้ในงานอื่น ๆ

นอกจากนี้ข้อมูลที่ได้จากการวิจัยสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้กับอื่น เช่น

- การวางแผนงานก่อสร้างเบื้องต้น ซึ่งการที่ทราบปริมาณเนื้องานก่อสร้างจากแบบจำลองที่ใช้ในการประมาณปริมาณเนื้องานทำให้สามารถประมาณระยะเวลาของงานก่อสร้างแต่ละรายการได้ สามารถนำข้อมูลไปใช้ในการวางแผนงานก่อสร้างเบื้องต้น เช่น การประมาณปริมาณงานเสาเข็ม ซึ่งจากแบบจำลองมีหน่วยการวัดงานเสาเข็มเป็นต้น สามารถแปลงเป็นจำนวนต้นของเสาเข็ม ซึ่งมีทราบจำนวนต้นของเสาเข็มทำให้การประมาณระยะเวลาของงานเสาเข็มสามารถประมาณได้ง่ายและแม่นยำมากขึ้น
- การจัดทำแผนการเงิน (Cash Flow) เบื้องต้น โดยการนำข้อมูลสัดส่วนของมูลค่างานต่าง ๆ ต่อมูลค่างานก่อสร้างของอาคารไปใช้ประโยชน์ กล่าวคือหลังจากการวางแผนงานก่อสร้างเบื้องต้นจะใช้ข้อมูลสัดส่วนของมูลค่างานต่าง ๆ ต่อมูลค่างานก่อสร้าง

ของอาคารในการประมาณมูลค่างานในรายการงานต่างๆ ทำให้สามารถคำนวณหาแผนการเงินของโครงการได้

4.6 ผลการศึกษาความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการถอดแบบ

ตามที่การวิจัยพบปัญหาหนึ่งของการตรวจสอบราคางานก่อสร้าง คือ มาตรฐานในการถอดแบบ ซึ่งผู้ถอดแบบแต่ละรายจะมีวิธีการในการคิดปริมาณเนื้องานและวิธีการในการเพื่อความเสียหายของปริมาณงานที่แตกต่างกัน ดังนั้นในหัวข้อที่ 4.6 นี้จะศึกษาความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการถอดแบบเพื่อการตรวจสอบความคลาดเคลื่อนของปริมาณงานที่ได้จากการถอดแบบโดยผู้ถอดแบบแต่ละราย และเปรียบเทียบกับความคลาดเคลื่อนเนื่องจากแบบจำลอง ทั้งนี้ เพื่อตรวจสอบระดับความน่าเชื่อถือของแบบจำลอง

การศึกษาความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการถอดแบบ จะศึกษาข้อมูลจากผู้เสนอราคาแต่ละรายส่งราคาเพื่อการประมูลงาน ซึ่งได้แสดงเปรียบเทียบการเสนอราคาของผู้เสนอสำหรับโครงการต่างๆ จำนวน 9 โครงการ ตามตารางที่ 4.12 ก - 4.12 ค

จากตารางที่ 4.12 ก - 4.12 ค พบว่า ผู้เสนอราคางานลำดับที่ 2 จะมีปริมาณเนื้องานและราคางานแตกต่างจากผู้เสนอราคางานลำดับที่ 1 ระหว่าง -13 ถึง 10 เปอร์เซ็นต์ และ -5 ถึง 13 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ผู้เสนอราคางานลำดับที่ 3 มีปริมาณเนื้องานและราคางานแตกต่างจากผู้เสนอราคางานลำดับที่ 1 ระหว่าง 0 ถึง 19 เปอร์เซ็นต์ และ -2 ถึง 17 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนผู้เสนอราคางานลำดับที่ 4 มีปริมาณเนื้องานและราคางานแตกต่างจากผู้เสนอราคางานลำดับที่ 1 ระหว่าง 0 ถึง 24 เปอร์เซ็นต์ และ -2 ถึง 41 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ จะพบว่าการถอดแบบโดยผู้ถอดแบบแต่ละรายจะมีความแตกต่างกันโดยความแตกต่างสูงสุดในด้านปริมาณเนื้องานจะแตกต่างกัน 24 เปอร์เซ็นต์ และแตกต่างสูงสุดในด้านราคางานถึง 41 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนซึ่งมีความคลาดเคลื่อนของราคาของอาคารสำหรับอาคารอพาร์ทเมนท์ระหว่าง -4 ถึง 9 เปอร์เซ็นต์ สำหรับอาคารจอดรถระหว่าง -15 ถึง 16 เปอร์เซ็นต์ สำหรับบ้านพักอาศัยระหว่าง -15 ถึง 38 เปอร์เซ็นต์ สำหรับอาคารสูงสำหรับสำนักงานระหว่าง -18 ถึง 19 เปอร์เซ็นต์ สำหรับอาคารสูงสำหรับพักอาศัยระหว่าง -10 ถึง 14 เปอร์เซ็นต์ และสำหรับอาคารสำนักงานทั่วไประหว่าง -4 ถึง 4 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้น ความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองในการประมาณราคารวมของงานก่อสร้างอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ แต่

ความคลาดเคลื่อนในรายการงานแต่ละรายการยังมีความคลาดเคลื่อนสูง ซึ่งควรดำเนินการแก้ไขพัฒนาต่อไป

4.7 การทดสอบประมาณราคางานก่อสร้างโดยแบบจำลองในการประมาณราคางานก่อสร้างของงานวิจัยที่ผ่านมา

สำหรับหัวข้อ 4.7 นี้ จะเป็นการทดสอบประมาณราคางานก่อสร้างโดยการใช้แบบจำลองที่ใช้ในการประมาณราคางานก่อสร้างของงานวิจัยที่ผ่านมา เพื่อตรวจสอบความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองของงานวิจัยที่ผ่านมา ในการประมาณราคางานก่อสร้างในปัจจุบัน ข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบนี้จะใช้ข้อมูลจากโครงการ Hro-14 และ Hro-15 เนื่องจากทั้งสองโครงการสามารถหารายละเอียดของอาคารได้ครบถ้วนสำหรับเป็นข้อมูลในการใช้แบบจำลองในการประมาณราคาของงานวิจัยต่าง ๆ ซึ่งแบบจำลองที่จะนำมาพิจารณาเป็นงานวิจัยของ วรศักดิ์ ทวีกิจการ (2533) วิบูลย์ สุรสาคร (2537) และ จารุณี สิริทิวรรณรักษ์ (2533)

โครงการ Hro-14 และ Hro-15 เป็นอาคารสูงสำหรับใช้เป็นสำนักงานโดยมีรายละเอียดของโครงการ ตามตารางที่ 4.15 ต่อไปนี้

ตารางที่ 4.15 รายละเอียดของโครงการ Hro-14 และ Hro-15

รายละเอียดโครงการ	โครงการ Hro-14	โครงการ Hro-15
ความสูงระหว่างชั้นเฉลี่ย (X2 : เมตร)	2.793	2.8
จำนวนชั้น (X3 : เมตร)	32	32
เส้นรอบรูปเฉลี่ย (X4 : เมตร)	198	300
พื้นที่รวม (X5 : ตารางเมตร)	88,710	89,968
ราคา (บาท)		
: งานโครงสร้างและสถาปัตยกรรม	765,158,000	506,200,000
: งานโครงสร้าง สถาปัตยกรรม และระบบวิศวกรรม	1,338,613,000	913,825,000

4.7.1 การทดสอบประมาณราคางานก่อสร้างโดยแบบจำลองการประมาณราคางานก่อสร้างของ วรศักดิ์ ทวีกิจการ (2533)

จากงานวิจัยของ วรศักดิ์ ทวีกิจการ (2533) สามารถประมาณราคางานก่อสร้างซึ่งได้แก่ งานโครงสร้าง งานสถาปัตยกรรม และงานระบบวิศวกรรม ของโครงการ Hro-14 และ Hro-15 ได้ดังนี้

- โครงการ Hro-14

$$Y = \exp(11.73538 - 1.439295 \ln X_2 - 0.13020283 \ln X_3 - 0.1596013 \ln X_4 + 0.8634977 \ln X_5)$$

โดยที่	X ₂	=	ความสูงระหว่างชั้นเฉลี่ย	=	2.793	เมตร
	X ₃	=	จำนวนชั้น	=	32	ชั้น
	X ₄	=	เส้นรอบรูปเฉลี่ย	=	198	เมตร
	X ₅	=	พื้นที่รวม	=	88,710	ตารางเมตร

$$Y = 146,087,239 \quad \text{บาท}$$

ดัชนีราคาขายส่งวัสดุก่อสร้างของกระทรวงพาณิชย์ปี 2537 เท่ากับ 277.2 (ฐานปี 2519 = 100)

$$Y = (146,087,239) * (277.2/100)$$

$$Y = 404,953,827 \quad \text{บาท}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ ความคลาดเคลื่อน} &= \frac{(404,953,827 - 1,338,613,000) * 100}{(1,338,613,000)} \\ &= -70\% \end{aligned}$$

- โครงการ Hro-15

$$Y = \exp(11.73538 - 1.439295 \ln X_2 - 0.13020283 \ln X_3 - 0.1596013 \ln X_4 + 0.8634977 \ln X_5)$$

$$Y = 137,888,268 \quad \text{บาท}$$

ดัชนีราคาขายส่งวัสดุก่อสร้างของกระทรวงพาณิชย์ปี 2537 เท่ากับ 277.2 (ฐานปี 2519 = 100)

$$Y = (137,888,268) * (277.2/100)$$

$$Y = 382,226,279 \quad \text{บาท}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ ความคลาดเคลื่อน} &= (382,226,279 - 913,825,000) * 100 / \\ & \quad 913,825,000 \\ &= -58\% \end{aligned}$$

4.7.2 การทดสอบประมาณราคางานก่อสร้างโดยแบบจำลองการประมาณราคางานก่อสร้างของ วิบูลย์ สุรสาคร (2537)

จากงานวิจัยของ วิบูลย์ สุรสาคร (2537) สามารถประมาณราคางานก่อสร้างซึ่งได้แก่ งานโครงสร้าง และงานสถาปัตยกรรม โดยราคางานที่ประมาณการนั้น ได้รวมค่าใช้จ่ายในส่วนของค่าดำเนินการและค่าโสหุ้ย แต่ข้อมูลโครงการที่รวบรวมมาใช้ทดสอบนั้นไม่รวมค่าใช้จ่ายดังกล่าว ดังนั้น การประมาณราคาโดยแบบจำลองของ วิบูลย์ สุรสาคร (2537) จะตัดรายการค่าดำเนินการและค่าโสหุ้ยออก คือ ค่า C1 ของแบบจำลอง โดยมีรายละเอียดดังนี้

- โครงการ Hro-14

$$Y = 5,202.47 * \text{Area}$$

$$\text{โดยที่ } C1 = 1,005.15$$

$$\therefore Y = (5,202.47 - 1,005.15) * \text{Area}$$

$$= 4,197.32 * \text{Area}$$

$$= (4,197.32) * (88,710)$$

$$= 372,344.257 \quad \text{บาท}$$

ดัชนีราคาขายส่งวัสดุก่อสร้างของกระทรวงพาณิชย์ปี 2537 เท่ากับ 277.2 (ฐานปี 2519 = 100)

$$Y = (372,344,257) * (277.2/100)$$

$$Y = 1,032,138,281 \quad \text{บาท}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ ความคลาดเคลื่อน} &= (1,032,138,281 - 765,158,000) * 100 / \\ & \quad (765,158,000) \\ &= 35\% \end{aligned}$$

- โครงการ Hro-15

$$\begin{aligned} Y &= 4,197.32 * \text{Area} \\ &= (4,197.32) * (89,968) \\ &= 377,624,486 \quad \text{บาท} \end{aligned}$$

ดัชนีราคาขายส่งวัสดุก่อสร้างของกระทรวงพาณิชย์ปี 2537 เท่ากับ 277.2 (ฐานปี 2519 = 100)

$$\begin{aligned} Y &= (377,624,486) * (277.2/100) \\ Y &= 1,046,775,075 \quad \text{บาท} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ ความคลาดเคลื่อน} &= (1,046,775,075 - 506,200,000) * 100 / \\ & \quad (506,200,000) \\ &= 106\% \end{aligned}$$

4.7.3 การทดสอบดัชนีราคาประมูลโดยแบบจำลองของ จารุณี สิทธิวรรณรักษ์ (2533) จากการทดสอบการประมาณราคางานก่อสร้างโดยแบบจำลองของ วรศักดิ์ ทวีกิจการ (2533) และวิบูลย์ สุรสาคร (2537) ตามที่กล่าวแล้วข้างต้น แบบจำลองทั้งสองแบบจำลองใช้ดัชนีราคาขายส่งวัสดุก่อสร้างของกระทรวงพาณิชย์เป็นดัชนีราคา (Cost Index) ในการช่วยปรับราคาค่าก่อสร้างให้ถูกต้องตามปีที่ก่อสร้างนั้น ในหัวข้อนี้จะทดสอบโดยใช้ดัชนีราคาประมูลตามงานวิจัยของ จารุณี สิทธิวรรณรักษ์ (2533) ในการเป็นดัชนีราคาของแบบจำลองทั้งสอง เพื่อตรวจสอบการประมาณราคางานก่อสร้างโดยการอาศัยงานวิจัยทั้งสองงาน

- ดัชนีราคาประมูลงานอาคารสำนักงาน

$$\begin{aligned} \text{ดัชนีราคาประมูลอาคารสำนักงาน} &= 0.1018X_1 + 0.1244X_2 + 0.1391X_3 + \\ & \quad 0.1600X_4 + 0.067X_5 + 0.0182X_6 + \\ & \quad 0.0103X_7 + 0.0788X_8 + 0.0091X_9 + \\ & \quad 0.1622X_{10} + 12.87 \end{aligned}$$

โดยที่	X_1	=	ดัชนีราคาไม้และผลิตภัณฑ์จากไม้	=	647.1	(ฐานปี 2519 = 100)
	X_2	=	ดัชนีราคาปูนซีเมนต์	=	232.2	(ฐานปี 2519 = 100)
	X_3	=	ดัชนีราคาผลิตภัณฑ์คอนกรีต	=	254.8	(ฐานปี 2519 = 100)
	X_4	=	ดัชนีราคาเหล็กและผลิตภัณฑ์จากเหล็ก	=	202.8	(ฐานปี 2519 = 100)
	X_5	=	ดัชนีราคากระเบื้องและวัสดุประกอบ	=	205.8	(ฐานปี 2519 = 100)
	X_6	=	ดัชนีราคาวัสดุฉนวนผิวอย่างหยาบ	=	156.2	(ฐานปี 2519 = 100)
	X_7	=	ดัชนีราคาสุขภัณฑ์	=	347.4	(ฐานปี 2519 = 100)
	X_8	=	ดัชนีราคาอุปกรณ์ไฟฟ้าและประปา	=	182.2	(ฐานปี 2519 = 100)
	X_9	=	ดัชนีราคาวัสดุก่อสร้างอื่น ๆ	=	324.2	(ฐานปี 2519 = 100)
	X_{10}	=	ดัชนีราคาค่าแรงงาน	=	592	(ฐานปี 2519 = 100)

∴ ดัชนีราคาประมวลอาคารสำนักงาน = 311.9

ใช้ดัชนีราคาประมวลงานเป็นดัชนีราคา

ใช้ดัชนีราคาประมวลงานอาคารสำนักงานเป็นดัชนีราคาของการประมาณราคางานก่อสร้างโดยแบบจำลองของ วรศักดิ์ ทวีกิจการ (2533) และ วิบูลย์ สุรสาคร (2537)

แบบจำลองโดย วรศักดิ์ ทวีกิจการ (2533)

$$\begin{aligned} \text{โครงการ Hro-14 : } Y &= (146,087,239) * (311.9/100) \\ &= 455,646,098 \quad \text{บาท} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ ความคลาดเคลื่อน} &= (455,646,098 - 1,338,613,000) * 100 / 1,338,613,000 \\ &= -66\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{โครงการ Hro-15 : } Y &= (137,888,268) * (311.9/100) \\ &= 430,073,508 \quad \text{บาท} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ ความคลาดเคลื่อน} &= (430,073,508 - 913,825,000) * 100 / 913,825,000 \\ &= -53\% \end{aligned}$$

แบบจำลองโดย วิบูลย์ สุรสาคร (2537)

$$\begin{aligned} \text{โครงการ Hro-14 : } Y &= (372,344,257) * (311.9/100) \\ &= 1,161,341,738 \quad \text{บาท} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ ความคลาดเคลื่อน} &= (1,161,341,738 - 765,158,000) * 100 / 765,158,000 \\ &= 52\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{โครงการ Hro-15 : } Y &= (377,624,486) * (311.9/100) \\ &= 1,177,810,772 \quad \text{บาท} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ ความคลาดเคลื่อน} &= (1,177,810,772 - 506,200,000) * 100 / 506,200,000 \\ &= 133\% \end{aligned}$$

สรุปผลการทดสอบการประมาณราคางานก่อสร้างโดยแบบจำลองของงานวิจัยที่ผ่านมาได้
ตามตารางที่ 4.16 ดังนี้

ตารางที่ 4.16 การประมาณราคางานก่อสร้างโดยใช้แบบจำลองในการประมาณราคาของงานวิจัยที่
ผ่านมา

งานวิจัย	โครงการ Hro-14			โครงการ Hro-15		
	ราคาจากแบบ จำลอง (บาท)	ราคาจริง (บาท)	% แตก ต่าง	ราคาจากแบบ จำลอง (บาท)	ราคาจริง (บาท)	% แตก ต่าง
วรศักดิ์	404,953,827	1,338,613,000	-70	382,226,279	913,825,000	-58
วรศักดิ์ + จารุณี	455,646,098	1,338,613,000	-66	430,073,508	913,825,000	-53
วิบูลย์	1,032,138,281	765,158,000	35	1,046,775,075	506,200,000	106
วิบูลย์ + จารุณี	1,161,341,738	765,158,000	52	1,177,810,772	506,200,000	133

จากการทดสอบการประมาณราคางานก่อสร้างโดยแบบจำลองประมาณราคางานก่อสร้างของ
งานวิจัยที่ผ่านมา พบว่ามีความคลาดเคลื่อนสูง ทั้งนี้ สามารถสรุปสาเหตุที่อาจทำให้เกิดความคลาด
เคลื่อนสูงได้ 3 ประการ คือ

1. การประมาณราคางานก่อสร้างโดยการประมาณเป็นจำนวนเงินนั้น นอกจากจะเกิด
ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากแบบจำลองเองแล้ว ด้ชนีราคาจะเป็นตัวแปรอีกตัวแปร
หนึ่งที่ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อน ดังนั้น การที่เกิดความคลาดเคลื่อนในสองจุดจึงทำ
ให้มีโอกาสที่การประมาณราคางานก่อสร้างจะเกิดความคลาดเคลื่อนได้สูง

2. รูปแบบของอาคารมีการเปลี่ยนไป ทำให้ราคางานก่อสร้างเปลี่ยนไปมาก เช่น ในอดีต การตกแต่งผนังรอบอาคารสูงจะเป็นผนังทึบก่ออิฐฉาบปูนทาสีโดยมีหน้าต่างบ้าง แต่ปัจจุบันนิยมใช้ผนังกระจก (Curtain Wall) หรือบุหินแกรนิต
3. เทคนิคการก่อสร้างที่เปลี่ยนไป เช่น ในปัจจุบันมีการใช้ระบบพื้น Post-tension มากขึ้น มีระบบไม้แบบหลายรูปแบบในการเลือกใช้ ใช้ระบบผนังสำเร็จรูปแทนการก่ออิฐฉาบปูน และอื่น ๆ

ดังนั้น จากงานวิจัยที่เสนอรูปแบบของการประมาณราคางานก่อสร้างโดยการใช้แบบจำลองในการประมาณปริมาณงานและราคางานก่อสร้างจะเป็นการเสนอรูปแบบที่แตกต่างจากเดิม และเป็นการลดความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นกับแบบจำลองในการประมาณราคางานก่อสร้างของงานวิจัยที่ผ่านมา

4.8 ผลการศึกษาแนวทางในการพัฒนาเพื่อลดความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองที่ใช้ในการประมาณปริมาณงานและราคางานก่อสร้าง

จากการทดสอบความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองในการประมาณปริมาณงานและราคางานก่อสร้างในหัวข้อที่ 4.4 พบว่ามีความคลาดเคลื่อนสูงในงานบางรายการซึ่งควรได้รับการพัฒนาให้แบบจำลองมีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น แนวทางในการพัฒนาเพื่อลดความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองที่ใช้ในการประมาณปริมาณงานและราคางานก่อสร้างสามารถสรุปได้ดังนี้

4.8.1 มาตรฐานการวัดปริมาณงาน (Standard of Measurement)

ตามที่ได้กล่าวในหัวข้อ 4.6 โดยการทดสอบความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการถอดแบบแล้วนั้น พบว่ามีความคลาดเคลื่อนในการถอดแบบของผู้ถอดแบบแต่ละราย ซึ่งสาเหตุของความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นสามารถเกิดได้จาก 2 สาเหตุหลัก คือ เกิดจากความผิดพลาดของผู้ถอดแบบเอง เช่น คิดรายการงานไม่ครบถ้วน คิดซ้ำไปซ้ำมา บวกเลขหรือคูณเลขผิด เข้าใจแบบผิด และอื่น ๆ และสาเหตุอีกส่วนหนึ่งเกิดจากการใช้วิธีการวัดปริมาณงาน และการเผื่อความเสียหายที่แตกต่างกัน ซึ่งสาเหตุนี้จะเป็นสาเหตุใหญ่ที่ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการถอดแบบ ดังนั้นหากมีมาตรฐานการวัดปริมาณงานซึ่งแสดงวิธีคิดปริมาณงานต่าง ๆ และการเผื่อความเสียหายของปริมาณงาน จะทำให้ความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากวิธีการคิดปริมาณงานและการเผื่อความเสียหายของปริมาณงานหมดไป

4.8.2 การแบ่งประเภทของอาคาร

การแบ่งประเภทของอาคาร หมายถึง การจัดกลุ่มของอาคารที่มีลักษณะคล้ายกันทั้งในด้านกายภาพและลักษณะการใช้งาน ซึ่งหากสามารถแบ่งกลุ่มให้มีความละเอียดมาก โดยอาคารที่มีลักษณะการใช้สอยอาคารและมีลักษณะของอาคาร ชนิดของโครงสร้างคล้ายกัน จัดอยู่ในกลุ่มอาคารประเภทเดียวกัน จะทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการประมาณปริมาณงานและราคางานก่อสร้างน้อย จากข้อมูลการวิจัยพบว่าอาคารอพาร์ทเมนท์เป็นตัวอย่างของการจัดอาคารที่มีลักษณะใกล้เคียงกันมาก ทั้งในด้านการใช้อาคาร ลักษณะของอาคารในด้านจำนวนชั้น จำนวนชั้นใต้ดิน และลักษณะโครงสร้างพื้น ความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองในการประมาณปริมาณงานและราคางานก่อสร้างของอาคารอพาร์ทเมนท์จะมีความคลาดเคลื่อนต่ำมาก โดยความคลาดเคลื่อนของราคารวมของอาคารจากแบบจำลองโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนมีค่าสูงสุดเพียง 9 เปอร์เซ็นต์ ส่วนอาคารสูงสำหรับสำนักงานจะประกอบด้วยอาคารหลายส่วน ได้แก่ ส่วนชั้นใต้ดิน ส่วน Podium และส่วน Tower ซึ่งอาคารสูงที่ใช้ส่วน Tower ในการเป็นสำนักงานเหมือนกัน อาจมีการใช้สอยอาคารส่วน Podium ไม่เหมือนกัน หรือมีลักษณะของอาคารและโครงสร้างของส่วน Podium ไม่เหมือนกัน เช่น บางอาคารไม่มี Podium บางอาคารมี Podium ขนาดใหญ่ บางอาคารใช้อาคารส่วน Podium เป็นสำนักงาน บางอาคารใช้ส่วน Podium เป็นศูนย์การค้า บางอาคารมีชั้นใต้ดินลึกมีโครงสร้างเป็น Diaphragm Wall หรือบางอาคารมีโครงสร้างเป็นพื้น Post-tension ดังนั้น หากสามารถจัดกลุ่มอาคารที่มีลักษณะของอาคารชนิดเดียวกันทั้งหมดให้เป็นอาคารประเภทเดียวกันได้ จะทำให้ความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการประมาณปริมาณงานและราคางานก่อสร้างลดลง

การแบ่งประเภทของอาคารที่มีความละเอียดมากเพียงใด นอกจากจะมีข้อดีในการเพิ่มความแม่นยำของแบบจำลองแล้ว แต่ข้อเสียจะมีตามมาด้วยเช่นกัน ข้อเสียในกรณีที่มีการแบ่งประเภทอย่างละเอียด คือ

- ต้องการข้อมูลของโครงการที่มีรายละเอียดมากขึ้นในการจัดอาคารนั้นให้เข้ากับประเภทของอาคารที่แบ่งไว้ เช่น อาคารสูงสำหรับสำนักงานต้องทราบข้อมูลในส่วนของ Podium ชั้นใต้ดิน ลักษณะโครงสร้าง และการใช้งานในส่วน Podium
- ปัญหาในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่จะพัฒนาแบบจำลองที่ใช้ในการประมาณปริมาณงานและราคางานก่อสร้าง เนื่องจากจะเหลือข้อมูลในแต่ละประเภทของอาคารจำนวนน้อย

4.8.3 รายละเอียดข้อมูลของโครงการ

ตามที่กล่าวแล้วเรื่องข้อจำกัดในการรวบรวมข้อมูลสำหรับการทำวิจัยครั้งนี้ ดังนั้นหากมีการเตรียมการตั้งแต่ต้นในการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการเพิ่มเติมรายละเอียดข้อมูลบางประการของโครงการ จะทำให้มีข้อมูลในการที่จะเพิ่มตัวแปรอิสระให้กับแบบจำลองโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อน

ตัวแปรอิสระที่ใช้ในการวิจัยนี้ ได้แก่ พื้นที่อาคาร จำนวนชั้น จำนวนชั้นใต้ดิน และลักษณะโครงสร้างพื้น ตัวแปรอิสระที่ควรหาเพิ่มเติมในขั้นแรก ควรเพิ่มตัวแปรอิสระตามงานวิจัยของ วรศักดิ์ ทวีกิจการ (2533) คือ ความสูงเฉลี่ยระหว่างชั้นและเส้นรอบรูปเฉลี่ย นอกจากนี้แล้ว ยังอาจจะใช้ตัวแปรอิสระในลักษณะของปริมาตรอาคาร ความยาวเฉลี่ยของช่วงเสา ซึ่งต้องศึกษาวิจัยเพิ่มเติมว่าตัวแปรใดมีอิทธิพลต่อการประมาณปริมาณเนื้องานและราคางานก่อสร้าง

4.8.4 ปัจจัยหลักที่มีผลกระทบต่อราคางานก่อสร้าง

การพัฒนาปัจจัยหลักที่มีผลกระทบต่อราคางานก่อสร้างจากการวิจัยครั้งนี้ คือ การเพิ่มจำนวนงานที่เป็นปัจจัยหลัก หรือการเพิ่มความละเอียดของงานที่เป็นปัจจัยหลักเดิม ตัวอย่างรายการที่ควรแก้ไขเพิ่มเติมเพื่อการพัฒนาปัจจัยหลัก ได้แก่

- การแยกรายการงาน โครงสร้างของโครงสร้างใต้ดิน และโครงสร้างเหนือดิน
- การแยกรายการงาน โครงสร้างตามส่วนประกอบของโครงสร้าง เช่น ฐานราก เสา คาน และพื้น มีความน่าสนใจในการที่จะทำการวิจัยพัฒนาแบบจำลองเพื่อประมาณปริมาณเนื้องานส่วนต่าง ๆ เหล่านั้น
- การเพิ่มรายการงานดินให้เป็นงานที่เป็นปัจจัยหลักที่มีผลกระทบต่อราคางานก่อสร้างสำหรับอาคารที่มีชั้นใต้ดิน
- การแยกรายการงานผนังรอบอาคารเป็นอีก 1 ปัจจัยหลัก เพื่อลดปัญหาในเรื่องลักษณะของผนังรอบอาคารที่อาจเป็นผนังทึบหรือผนังกระจก (Curtain Wall)
- การแยกรายการงานที่เป็นปัจจัยหลักในงานระบบวิศวกรรมให้เป็นรายการงานต่าง ๆ เช่น งานท่อน้ำ งานสายไฟฟ้า งานท่อ Duct และอื่น ๆ แทนการใช้มูลค่างานในงานระบบวิศวกรรมต่าง ๆ

ทั้งนี้ การดำเนินการที่จะเพิ่มความละเอียดและจำนวนของปัจจัยหลักนั้น จำเป็นต้องเตรียมการตั้งแต่การแยกรายการในบัญชีแสดงรายการเบื้องต้น ไม่เช่นนั้นจะประสบปัญหาในการหาข้อมูลตามที่ต้องการเป็นอย่างมาก

4.8.5 ราคาต่อหน่วย

การวิจัยครั้งนี้ถือว่าไม่มีการผิดพลาดในราคาต่อหน่วย เนื่องจากใช้ราคาต่อหน่วยตามกระทรวงพาณิชย์ แต่ในการนำแบบจำลองที่ได้จากการวิจัยไปใช้งานจริงจะประสบปัญหาในการหาราคาต่อหน่วยของงานสถาปัตยกรรม เนื่องจากรายการงานของงานสถาปัตยกรรมแต่ละรายการงานจะประกอบด้วยงานหลายประเภท เช่น งานตกแต่งพื้น จะมีการตกแต่งพื้นหลายประเภท โดยอาจเป็นงานพื้นกระเบื้องเซรามิก งานพื้นหินขัด หรืองานพื้นไม้ปาร์เกต์ เป็นต้น ดังนั้น จึงเป็นการยากที่จะเลือกใช้ราคาต่อหน่วยของงานตกแต่งพื้นประเภทใดให้เป็นตัวแทนของราคาต่อหน่วยของงานตกแต่งพื้นที่อาคาร ซึ่งแตกต่างกับงานโครงสร้าง เช่น งานเหล็กเสริมคอนกรีต ถึงแม้จะมีเหล็กเสริมคอนกรีตหลายขนาด เช่น ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร 9 มิลลิเมตร หรือ 12 มิลลิเมตร แต่ขนาดเหล็กที่แตกต่างกันนั้น ราคาเหล็กต่อกิโลกรัมจะแตกต่างกันไม่มาก วิธีการแก้ไขปัญหาระเบิดราคาต่อหน่วยในงานสถาปัตยกรรมทางหนึ่งนั้น คือ การแยกรายการงานให้มีลักษณะแยกย่อยออกไป เช่น รายการตกแต่งพื้นของอาคารสำนักงานจะแยกเป็นพื้นที่ส่วนกลาง พื้นที่ส่วนสำนักงาน พื้นที่ห้องน้ำ ซึ่งการแยกงานลักษณะนี้จะทำให้ระบุราคาต่อหน่วยของงานตกแต่งพื้นดำเนินการง่ายขึ้น เช่น พื้นที่ส่วนกลางจะเป็นพื้นหินแกรนิต พื้นที่ส่วนสำนักงานเป็นพื้นกระเบื้องยาง และพื้นที่ส่วนห้องน้ำเป็นพื้นกระเบื้องเซรามิก

ในกรณีของงานราชการซึ่งอาคารจะค่อนข้างเป็นมาตรฐาน เช่น อาคารเรียน แพลตพักข้าราชการ นอกจากการใช้การแยกรายการงานให้มีลักษณะแยกย่อยตามพื้นที่ต่าง ๆ ตามที่กล่าวข้างต้นแล้ว อาจจะใช้วิธีหาสัดส่วนของพื้นที่ส่วนต่าง ๆ ของอาคาร เช่น แพลตพักข้าราชการจะหาสัดส่วนของพื้นที่ส่วนกลาง พื้นที่ส่วนพักอาศัย พื้นที่ดินไค พื้นที่ห้องน้ำ และอื่น ๆ ซึ่งสัดส่วนของพื้นที่ส่วนต่าง ๆ เหล่านี้สามารถใช้ในการแปลงหาพื้นที่ของส่วนต่าง ๆ ได้ เช่น อาคารแพลตข้าราชการมีสัดส่วนของพื้นที่ส่วนต่าง ๆ ดังนี้ ส่วนห้องพัก 50 เปอร์เซ็นต์ ส่วนของพื้นที่ส่วนกลาง 30 เปอร์เซ็นต์ ส่วนของห้องน้ำ 8 เปอร์เซ็นต์ และส่วนของบันได 12 เปอร์เซ็นต์ เมื่อประมาณปริมาณงานตกแต่งพื้นจากแบบจำลองที่ใช้ในการประมาณปริมาณงานได้ 1,000 ตารางเมตร จะสามารถหางานตกแต่งพื้นในพื้นที่ส่วนต่าง ๆ ได้ และเลือกใช้ราคาต่อหน่วยของงานตกแต่งพื้นในพื้นที่ส่วนต่าง ๆ

จากผลการวิจัยในบทนี้พบว่า ข้อมูลต่างๆ ที่ได้จากการวิจัยนี้มีประโยชน์ในการนำไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆ และแบบจำลองที่ใช้ในการประมาณปริมาณแรงงานและราคางานก่อสร้าง มีระดับของความแม่นยำสามารถยอมรับความคลาดเคลื่อนได้ เมื่อเปรียบเทียบกับความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการถอดแบบและได้วิเคราะห์หาแนวทางในการพัฒนาแบบจำลองที่ใช้ในการประมาณปริมาณแรงงานและราคางานก่อสร้างให้มีความคลาดเคลื่อนลดลง