

แนวทางการจัดการความเสี่ยงด้านราคาวัสดุก่อสร้างสำหรับกระบวนการออกแบบ  
และพัฒนาโครงการอาคารชุดพักอาศัยระดับกลางในพื้นที่กรุงเทพมหานคร  
Risk Management Guidelines of Construction Materials Cost for Design  
and Development Process of Middle-Income Condominium Project  
in Bangkok Area  
นายสิทธิพร ทำมาหากิน<sup>1</sup>

<sup>1</sup>นักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา  
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์  
และการผังเมือง มหาวิทยาลัย  
ธรรมศาสตร์, รังสิต  
E-mail :  
sittiporn@rising.co.th

### บทคัดย่อ

การวิจัยเชิงปริมาณ ที่เน้นการสำรวจและวิเคราะห์ผลกระทบด้านความเสี่ยงที่เกิดจากความแปรปรวนของราคาวัสดุก่อสร้างช่วงพ.ศ. 2547-2551 เพื่อกำหนดแนวทางการออกแบบเพื่อจัดการความเสี่ยงด้านราคาวัสดุก่อสร้างสำหรับกระบวนการพัฒนาโครงการอาคารชุดพักอาศัยระดับกลาง ที่มีกรก่อสร้างตามแนวรถไฟฟ้าทั่วพื้นที่กรุงเทพมหานคร โดยผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ 3 วิธีการ ประกอบด้วย วิเคราะห์ความแปรปรวนของหมวดวัสดุก่อสร้างตามหลักการวิเคราะห์ความแปรปรวน วิเคราะห์สัดส่วนวัสดุก่อสร้างจากเอกสารแสดงปริมาณงานของโครงการ และประเมินค่าความเสี่ยงในการพัฒนาโครงการเกินงบประมาณที่น้อยที่สุดสำหรับการพัฒนาโครงการ ผลการวิจัยพบว่า แนวทางการออกแบบเพื่อจัดการความเสี่ยงด้านราคาวัสดุก่อสร้างประกอบด้วย 3 ปัจจัย ได้แก่ สัดส่วนวัสดุก่อสร้างของโครงการ ค่าความแปรปรวนของราคาวัสดุก่อสร้าง และมูลค่าความเสี่ยงการพัฒนาโครงการเกินงบประมาณที่ต่ำที่สุด จากการจัดการสัดส่วนวัสดุก่อสร้าง 6 หมวด ทั้งนี้ผลการวิเคราะห์มูลค่าความเสี่ยงในการพัฒนาโครงการเกินงบประมาณที่ต่ำที่สุด สะท้อนให้ผู้พัฒนาโครงการจำเป็นต้องเตรียมค่าเผื่ออย่างน้อยที่สุดร้อยละ 5.45 ของงบประมาณด้านวัสดุก่อสร้าง เพื่อสามารถดำเนินการพัฒนาโครงการจนแล้วเสร็จภายใต้สถานการณ์ความแปรปรวนของราคาวัสดุก่อสร้างในช่วงเวลาดังกล่าวได้

### Abstract

The research is using the quantitative method as its research approach. This research aims to explore and analyze effects from material cost fluctuation during 2004-2008. This research propose to set the design guideline for risk management of construction material cost for middle-income condominium projects in areas that are next to BTS and MRT sky train. The research is using three main methods of analysis. They are the analysis of variance in materials cost fluctuation, the materials proportion analysis, and lastly the lowest cost overruns risk (COR) evaluation for project development. After analyzing, the research found that the design guidelines for risk management of construction materials cost

can be determined on three main factors: the proportion of materials used, the variance of material cost, and the lowest cost overrun risk value in developing process. These three factors are based on materials that were evaluated in this research in six categories. The cost overrun risk indicated a value of 1.0545, so the developers are able to finish the middle-income condominium projects with the lowest contingency of 5.45% amid the situation of material cost fluctuation.

**คำสำคัญ :** ความเสี่ยง, ความแปรปรวน, ราคาวัสดุก่อสร้าง

**Key words :** Risk, Variation, Construction material cost

## บทนำ

โครงการพัฒนาอาคารชุดพักอาศัยระดับกลางในพื้นที่กรุงเทพมหานครได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจของประเทศไทยในช่วงปี พ.ศ.2547-2550 ซึ่งเป็นผลจากปัจจัยทางด้านราคาวัสดุก่อสร้าง ดังตัวอย่างในอดีตที่ผ่านมาจากรายงานของสำนักดัชนีเศรษฐกิจการค้า กระทรวงพาณิชย์ ปี 2551 ที่แสดงว่า ดัชนีราคาเหล็กในไตรมาส 1/2550 เพิ่มขึ้น 2.9% จากไตรมาส 2/2550 และไตรมาส 2/2550 เพิ่มขึ้น 4.1% จากไตรมาส 1/2550 เป็นผลให้โครงการพัฒนาอาคารชุดพักอาศัยในพื้นที่กรุงเทพมหานครประสบปัญหาต้นทุนการพัฒนาโครงการที่สูงขึ้น และส่งผลต่อผู้มีส่วนรับผิดชอบต่าง ๆ ในโครงการเกี่ยวกับการจัดสรรงบประมาณในการดำเนินการ อันนำมาสู่ผลกระทบต่อผู้บริโภคทั้งด้านคุณภาพ ระยะเวลาในการส่งมอบและราคาที่อยู่อาศัยที่ปรับตัวสูงขึ้น แนวทางการออกแบบเพื่อการจัดการความเสี่ยงด้านราคาวัสดุก่อสร้างสำหรับกระบวนการพัฒนาโครงการอาคารชุดพักอาศัยระดับกลาง จึงเป็นการวิเคราะห์เชิงปริมาณที่เน้นการสำรวจและวิเคราะห์ผลกระทบด้านความเสี่ยงอันเกิดจากความแปรปรวนของราคาวัสดุก่อสร้างในช่วงพ.ศ. 2547-2551 เพื่อให้ผู้พัฒนาโครงการ ผู้มีส่วนร่วม และสถาปนิกได้ตระหนักถึงความเสี่ยงด้านราคาวัสดุก่อสร้างที่เกิดขึ้นขณะพัฒนาโครงการ และดำเนินการจัดการความเสี่ยงที่เกิดจากราคาวัสดุก่อสร้างได้อย่างเหมาะสม

ทั้งนี้เนื้อหาในการวิจัยมีความเกี่ยวข้องกับหมวดและรายการวัสดุก่อสร้างในโครงการพัฒนาอาคารชุดพักอาศัยระดับกลาง โดยการศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับรายการวัสดุก่อสร้างจากหมวดวัสดุก่อสร้าง (สำนักดัชนีเศรษฐกิจการค้า กระทรวงพาณิชย์, 2551) และบัญชีแสดงปริมาณงาน โครงการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยระดับกลางที่มีการก่อสร้างตามแนวรถไฟฟ้า

พื้นที่กรุงเทพมหานคร ส่งผลให้ผู้วิจัยสามารถกำหนดหมวดวัสดุก่อสร้างสำหรับการวิจัยจำนวน 6 หมวดวัสดุ โดยแต่ละหมวดมีรายการวัสดุดังต่อไปนี้

1. หมวดไม้และผลิตภัณฑ์จากไม้ คือ ไม้แบบก่อสร้าง
2. หมวดผลิตภัณฑ์คอนกรีต ประกอบด้วยวัสดุพื้นคอนกรีตสำเร็จรูปอัดแรง คานคอนกรีตสำเร็จรูป คอนกรีตผสมเสร็จและคอนกรีตหยาบ
3. หมวดเหล็กและผลิตภัณฑ์จากเหล็ก ประกอบด้วย วัสดุเหล็กเส้นกลมผิวเรียบ เหล็กเส้นกลมผิวขรุขระ ลวดเหล็กเสริม คอนกรีตอัดแรง ท่อเหล็กเคลือบสังกะสี ท่อเหล็กกลางสี่เหลี่ยมจัตุรัส แผ่นเหล็กเรียบดำ เหล็กแผ่นเคลือบสังกะสีชนิดแผ่นเรียบ ตะแกรงเหล็กสำเร็จรูป
4. หมวดเครื่องสุขภัณฑ์ ประกอบด้วยวัสดุโถส้วม ชักโครก อ่างล้างหน้าเซรามิก ที่ปัสสาวะเซรามิก และอ่างอาบน้ำเซรามิก
5. หมวดอุปกรณ์ไฟฟ้าและประปา ประกอบด้วยวัสดุ สายเคเบิล (THW) สายไฟฟ้า (VVF) หลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ หลอดไฟฟ้ามီးสั้ เต้ารับ ปลั๊กเสียบ ท่อร้อยสายไฟและสายโทรศัพท์ พีวีซี เครื่องตัดไฟอัตโนมัติ ท่อพีวีซี ท่อร้อยสายไฟฟ้าพอลิเอทิลีน ชนิดความหนาแน่นสูง (HDPE) สำหรับงานไฟฟ้า น้ำเสียและงานวางท่อน้ำทั่วไป เครื่องสูบน้ำ ถังเก็บน้ำไฟเบอร์กลาส ถังเก็บน้ำ แสตนเลส และถังบำบัดน้ำเสีย
6. หมวดวัสดุทางสถาปัตยกรรมและอื่น ๆ ประกอบด้วยวัสดุทรายหยาบ ทรายละเอียด อิฐมอญ อิฐโปร่ง อิฐหนา กระเบื้อง กระเบื้องสีตัดแสง กระเบื้องนิรภัย แผ่นยิปซัมธรรมดา อลูมิเนียม แผ่นเรียบ อลูมิเนียมเส้น ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ปูนซีเมนต์ผสม ปูนฉาบสำเร็จรูป กระเบื้องคอนกรีตมุงหลังคา กระเบื้องซีเมนต์ใยหิน กระเบื้องเคลือบบุผนัง กระเบื้องเคลือบปูผิว กระเบื้อง

ยางพีวีซีปูพื้น กระเบื้องซีเมนต์ไยหินแผ่นเรียบ สีเคลือบน้ำมัน สีน้ำ พลาสติกภายใน สีน้ำพลาสติกภายนอก สีรองพื้นปูน สีรองพื้นโลหะ สีทากนชนิดสะท้อนแสง สีทากนชนิดไม่สะท้อนแสง น้ำมันเคลือบแข็งภายในและน้ำมันเคลือบแข็งภายนอก ไม้พื้น ไม้ฝา ไม้คาน ไม้โครงคร่าว ไม้ปาร์เก้ แผ่นไม้อัด วงกบประตู วงกบหน้าต่าง บานประตู บานหน้าต่าง

### วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวม ทั้งจากแหล่งปฐมภูมิและทุติยภูมิใน 3 ขั้นตอนหลัก ประกอบด้วย

ขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของราคาวัสดุ ก่อสร้างที่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการพัฒนาโครงการอาคารชุดพักอาศัยระดับกลางในกรุงเทพมหานคร โดยการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของดัชนีราคาวัสดุก่อสร้าง พ.ศ. 2547-2551

ขั้นตอนที่ 2 การวิเคราะห์สัดส่วนวัสดุก่อสร้างสำหรับกระบวนการพัฒนาโครงการอาคารชุดพักอาศัยระดับกลางใน กรุงเทพมหานคร โดยการวิเคราะห์ความเป็นเอกพันธ์และการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยสัดส่วนวัสดุก่อสร้างโครงการตัวแทนอาคารชุดพักอาศัยระดับกลางในกรุงเทพมหานคร

ขั้นตอนที่ 3 การวิเคราะห์ค่าความเสี่ยงในการพัฒนาโครงการเกินงบประมาณจากความแปรปรวนของราคาวัสดุก่อสร้าง โดยการประเมินมูลค่าความเสี่ยงในการพัฒนาโครงการเกินงบประมาณและการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างค่าความเสี่ยงในการพัฒนาโครงการเกินงบประมาณกับสัดส่วนวัสดุก่อสร้างนำไปสู่การกำหนดแนวทางการออกแบบเพื่อจัดการความเสี่ยง โดยการวิเคราะห์สัดส่วนวัสดุก่อสร้างที่ส่งผลให้เกิดมูลค่าความเสี่ยงในการพัฒนาโครงการเกินงบประมาณที่ต่ำที่สุด

ทั้งนี้ขั้นตอน หลักการหรือเครื่องมือ ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ วิธีการวิเคราะห์ และผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ ผู้วิจัยทำการแจกแจงอย่างละเอียด ดังแสดงในตารางที่ 1

### ตารางที่ 1 ขั้นตอนในการวิจัย

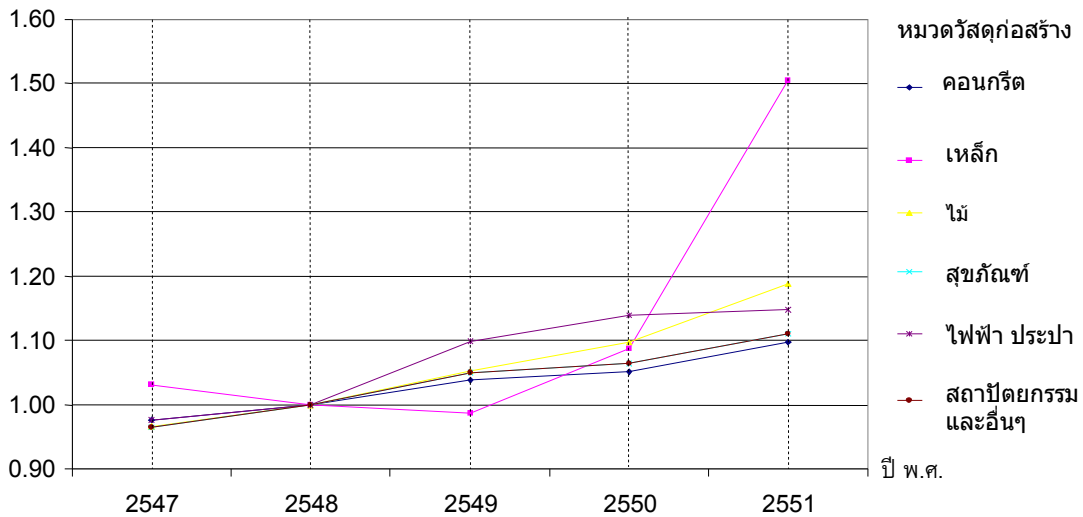
ขั้นตอน	หลักการ/เครื่องมือ	ข้อมูล	ผลลัพธ์ที่มุ่งหวัง	วิธีการวิเคราะห์
1. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของหมวดวัสดุก่อสร้าง	หลักการวิเคราะห์ความแปรปรวน	การเปลี่ยนแปลงของดัชนีราคาวัสดุก่อสร้างทั้ง 6 หมวดวัสดุ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2549 - 2551	ค่าความแปรปรวนของแต่ละหมวดวัสดุก่อสร้าง	วิเคราะห์ค่าความแปรปรวน
2.1 การวิเคราะห์ความเป็นตัวแทนของข้อมูล	หลักการความเป็นเอกพันธ์	คัดเลือกโครงการที่เป็นตัวแทนจากรายละเอียดโครงการ และ เอกสารแสดงปริมาณงานของทั้ง 9 โครงการตัวแทน	ความเป็นตัวแทนของโครงการตัวแทน	วิเคราะห์ความสอดคล้อง
2.2 วิเคราะห์สัดส่วนวัสดุ ก่อสร้างจากโครงการตัวแทน	แบบตรวจสอบรายการวัสดุก่อสร้าง	วิเคราะห์รายการวัสดุก่อสร้างจาก เอกสารแสดงปริมาณงานของโครงการตัวแทนทั้ง 9 โครงการ	สัดส่วนวัสดุ ก่อสร้างของโครงการตัวแทน	วิเคราะห์สัดส่วนตามหมวดวัสดุก่อสร้าง
3.1 การประเมินค่าความเสี่ยงในการพัฒนาโครงการเกินงบประมาณ จากความแปรปรวนของราคาวัสดุ	โปรแกรม Crystal Ball	จำลองสถานการณ์ความแปรปรวนของราคาวัสดุก่อสร้างที่มีผลต่อสัดส่วนวัสดุก่อสร้างในโครงการ	ค่าความเสี่ยงในการพัฒนาโครงการเกินงบประมาณของโครงการ	Monte Carlo Simulation
3.2 การวิเคราะห์สมการเชิงเส้นแบบถดถอย	เทคนิค linear regression model	วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเสี่ยงในการพัฒนาโครงการเกินงบประมาณ กับ สัดส่วนวัสดุก่อสร้างแต่ละหมวดในรูปแบบสมการเชิงเส้น	อิทธิพลต่อค่าCOR ของวัสดุแต่ละหมวด	การวิเคราะห์ linear regression
3.3 วิเคราะห์การจัดการความเสี่ยงโดยโปรแกรมเส้นตรง	โปรแกรม Lindo 6.1	วิเคราะห์สัดส่วนวัสดุก่อสร้างแต่ละหมวดในรูปแบบสมการเชิงเส้นที่ส่งผลให้เกิดค่าความเสี่ยงในการพัฒนาโครงการเกินงบประมาณ ที่ต่ำที่สุด	สัดส่วนวัสดุที่ส่งผลให้เกิดค่าความเสี่ยงในการพัฒนาโครงการเกินงบประมาณ ที่ต่ำที่สุด	การวิเคราะห์ linear programming

**การวิเคราะห์และผลการวิจัย**

**1 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของราคาวัสดุก่อสร้าง**

ผู้วิจัยวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของดัชนีราคาวัสดุก่อสร้างแต่ละหมวดในเวลา 5 ปี ระหว่าง พ.ศ. 2547-2551 รวมทั้งสิ้น 60 เดือน จากข้อมูลของสำนักสถิติ กระทรวงพาณิชย์ ปี 2551 โดยพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของดัชนีราคาวัสดุก่อสร้าง ด้วยการใช้ พ.ศ. 2548 เป็นปีฐานในการเปรียบเทียบ

การเปลี่ยนแปลงทั้งขึ้นและลงของตัวเลขดัชนีราคาวัสดุก่อสร้าง เนื่องจากเป็นปีก่อนเริ่มดำเนินการก่อสร้างโครงการ เพื่อสรุปเป็นค่าความแปรปรวนของวัสดุก่อสร้างแต่ละหมวด ในช่วงเวลาตั้งแต่ พ.ศ. 2547-2551 ผลวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของดัชนีราคาวัสดุก่อสร้างแต่ละหมวดสะท้อนถึงความแปรปรวนของราคาวัสดุก่อสร้างที่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการพัฒนาโครงการในปริมาณที่แตกต่างกัน การเปลี่ยนแปลงของดัชนีราคาวัสดุแสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ดัชนีราคาวัสดุก่อสร้างตั้งแต่ พ.ศ. 2547-2551 (พ.ศ. 2548 เป็นปีฐาน)

ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงดัชนีราคาวัสดุก่อสร้างในทุกหมวดวัสดุพบว่า หมวดวัสดุที่มีค่าความแปรปรวนสูงที่สุดคือ วัสดุหมวดเหล็กและผลิตภัณฑ์จากเหล็ก รองลงมาคือ วัสดุหมวด

สุขภัณฑ์ วัสดุหมวดไม้และผลิตภัณฑ์จากไม้ วัสดุหมวดไฟฟ้าและประปา วัสดุหมวดวัสดุทางสถาปัตยกรรมและอื่น ๆ และวัสดุหมวดผลิตภัณฑ์คอนกรีต ตามลำดับ ดังตารางที่ 2

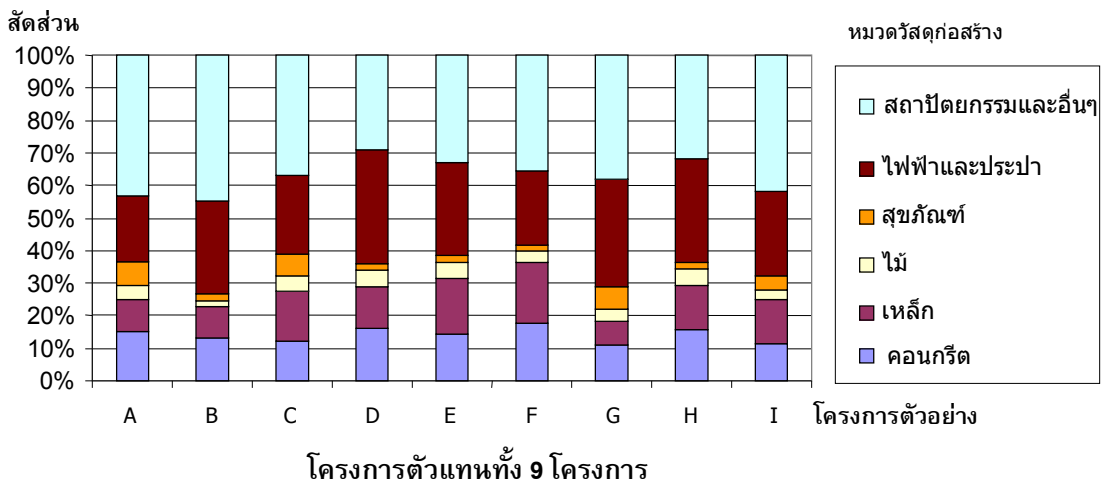
**ตารางที่ 2 ค่าความแปรปรวนของหมวดวัสดุก่อสร้าง**

หมวดวัสดุก่อสร้าง	คอนกรีต	เหล็ก	ไม้	สุขภัณฑ์	ไฟฟ้า ประปา	สถาปัตยกรรมและอื่นๆ
ค่าความแปรปรวน	0.00208	0.05608	0.00679	0.02110	0.00637	0.00288

## 2.1 ผลการคัดเลือกโครงการอาคารชุดพักอาศัยระดับกลางด้วยการวิเคราะห์ความเป็นเอกพันธ์

คัดเลือกโครงการอาคารชุดพักอาศัยระดับกลางในกรุงเทพมหานคร ด้วยการวิเคราะห์ความเป็น เอกพันธ์ ซึ่งผู้วิจัยใช้หลักการวิเคราะห์แบบดั้งเดิม โดยกำหนดให้ในหน่วยการวิเคราะห์นั้นมีคุณสมบัติเฉพาะกลุ่ม ได้แก่ มีราคาในกลุ่มราคาเดียวกัน มีตำแหน่งที่ตั้งอยู่ในตำแหน่งที่มีลักษณะคล้ายกัน มีมูลค่าราคาของทั้งโครงการในช่วงราคาเดียวกัน มีจำนวนชั้นอาคารในช่วงชั้นเดียวกัน มีพื้นที่โครงการในช่วงเดียวกัน ระยะเวลาก่อสร้างอยู่ในช่วงเดียวกัน เจ้าของโครงการอนุญาตให้ใช้ข้อมูลจากบัญชีแสดงปริมาณงานได้เหมือนกัน เพื่อนำมาจัดกลุ่มประชากรแบบเอกพันธ์ (homogeneous population) เมื่อได้คุณลักษณะประชากรดังกล่าว จึงดำเนินการสุ่มกลุ่มตัวอย่างโครงการอาคารชุดพักอาศัยระดับกลางในกรุงเทพมหานคร เพื่อคัดเลือกโครงการอาคารชุดพักอาศัยระดับกลางที่มีการก่อสร้างตามแนวรถไฟฟ้าทั่วพื้นที่กรุงเทพมหานคร มีลักษณะเป็นอาคารสูง 8-15 ชั้น

มีพื้นที่โครงการประมาณ 300-800 ตารางวา ระยะเวลาก่อสร้างอยู่ในช่วง พ.ศ. 2549-2551 และเป็นโครงการที่มีงบประมาณในการพัฒนาโครงการประมาณ 200-300 ล้านบาท โดยใช้ข้อมูลจากบัญชีแสดงปริมาณและการเปลี่ยนแปลงราคาวัสดุก่อสร้างเป็นข้อมูลหลักในการศึกษาปัญหาจากความแปรปรวนของราคาวัสดุในการพัฒนาโครงการอาคารชุดพักอาศัยระดับกลาง ได้จำนวนโครงการทั้งสิ้น 9 โครงการ จากนั้นทำการวิเคราะห์สัดส่วนวัสดุก่อสร้างของโครงการอาคารชุดพักอาศัยระดับกลาง ซึ่งมีการก่อสร้างตามแนวรถไฟฟ้าทั่วพื้นที่กรุงเทพมหานครที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยทั้ง 9 โครงการ โดยผู้วิจัยจำแนกมูลค่าวัสดุก่อสร้างแต่ละชนิดตามหมวดวัสดุก่อสร้างทั้ง 6 หมวดข้างต้น จากเอกสารแสดงปริมาณจากนั้นรวมมูลค่าวัสดุก่อสร้างทั้งหมดในโครงการ เพื่อเปรียบเทียบสัดส่วนเป็นเปอร์เซ็นต์ของมูลค่าวัสดุก่อสร้างในหมวดวัสดุนั้น ๆ ต่อมูลค่าวัสดุก่อสร้างทั้งหมดในโครงการ และวิเคราะห์สัดส่วนวัสดุก่อสร้างแต่ละหมวดในโครงการ โดยผลการวิเคราะห์แสดงดังนี้



ภาพที่ 2 สัดส่วนการใช้วัสดุก่อสร้างจากบัญชีแสดงปริมาณงาน

## 2.2 ผลการวิเคราะห์สัดส่วนวัสดุก่อสร้างจากโครงการอาคารชุดพักอาศัยระดับกลางที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

วิเคราะห์หาค่าสูงสุด ค่าต่ำสุดและค่าเฉลี่ยของสัดส่วนวัสดุก่อสร้างทั้ง 6 หมวด จากข้อมูลสัดส่วนวัสดุก่อสร้างที่ได้จากการวิเคราะห์ในขั้นตอนข้างต้น ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 3 พบว่าวัสดุหมวดผลิตภัณฑ์คอนกรีตมีสัดส่วนสูงสุดเท่ากับ 17.66% ต่ำสุดเท่ากับ 11.11% และค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.10% วัสดุหมวดเหล็กและผลิตภัณฑ์จากเหล็กมีสัดส่วนสูงสุดเท่ากับ 18.61% ต่ำสุดเท่ากับ 7.11% และค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.00% วัสดุหมวดไม้และผลิตภัณฑ์

จากไม้มีสัดส่วนสัดส่วนสูงสุดเท่ากับ 5.28% ต่ำสุดเท่ากับ 2.00% และค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.10% วัสดุหมวดเครื่องสุขภัณฑ์มีสัดส่วนสูงสุดเท่ากับ 7.29% ต่ำสุดเท่ากับ 1.77% และค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.90% วัสดุหมวดอุปกรณ์ไฟฟ้าและประปามีสัดส่วนสูงสุดเท่ากับ 35.01% ต่ำสุดเท่ากับ 20.22% และค่าเฉลี่ยเท่ากับ 27.74% วัสดุหมวดวัสดุทางสถาปัตยกรรมและอื่น ๆ มีสัดส่วนสูงสุดเท่ากับ 44.64% ต่ำสุดเท่ากับ 29.10% และค่าเฉลี่ยเท่ากับ 37.10% ตามลำดับ

ตารางที่ 3 สัดส่วนการใช้วัสดุก่อสร้างจากบัญชีแสดงปริมาณงาน

หมวดวัสดุ	คอนกรีต	เหล็ก	ไม้	สุขภัณฑ์	ไฟฟ้า ประปา	สถาปัตยกรรมและ อื่นๆ	รวม
ค่าต่ำสุด	11.11%	7.11%	2.00%	1.77%	20.22%	29.10%	-
ค่าสูงสุด	17.66%	18.61%	5.28%	7.29%	35.01%	44.64%	-
ค่าเฉลี่ย	14.14%	12.96%	4.09%	3.92%	27.74%	37.14%	100.00%

**3.1 ผลการประเมินมูลค่าความเสี่ยงในการพัฒนาโครงการเกินงบประมาณที่เกิดจากความแปรปรวนของราคาวัสดุก่อสร้าง**

การประเมินมูลค่าความเสี่ยงในการพัฒนาโครงการเกินงบประมาณ เป็นผลจากการเปรียบเทียบระหว่างมูลค่าวัสดุก่อสร้างที่มีการเปลี่ยนแปลงในโครงการ จากการจำลองสถานการณ์ ด้วยวิธีการ Monte Carlo Simulation ซึ่งเป็นเครื่องมือที่นิยมและเหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์ความเสี่ยงในการพัฒนาโครงการก่อสร้าง (Takehiko Nakaya, 1999) กับงบประมาณด้านวัสดุก่อสร้างของโครงการ โดยใช้ข้อมูลความแปรปรวนของราคาวัสดุ

ก่อสร้างและข้อมูลสัดส่วนวัสดุก่อสร้างของโครงการอาคารชุดพักอาศัยระดับกลางในกรุงเทพมหานคร เป็นข้อมูลตั้งต้นในการทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นในการจำลองสถานการณ์ กำหนดค่าความแปรปรวนของดัชนีราคาวัสดุก่อสร้าง ตามวิธีการกระจายตัวเสมือนจริง (Decisionerring Inc., 2006) ด้วยโปรแกรมช่วยในการวิเคราะห์ Crystal Ball เพื่อให้ได้มูลค่าวัสดุก่อสร้างที่มีการเปลี่ยนแปลงในโครงการ เปรียบเทียบกับงบประมาณด้านวัสดุก่อสร้างของโครงการ เพื่อสรุปเป็นผลการวิเคราะห์ค่าความเสี่ยงในการพัฒนาโครงการเกินงบประมาณ

ตารางที่ 4 ค่าความเสี่ยงในการพัฒนาโครงการเกินงบประมาณจากโครงการตัวอย่างทั้ง 9

โครงการ	ค่า COR	คอนกรีต	เหล็ก	ไม้	สุขภัณฑ์	ไฟฟ้า ประปา	สถาปัตยกรรมและ อื่นๆ	รวม
A	1.0604	15.09%	9.99%	4.28%	7.14%	20.22%	43.28%	100.00%
B	1.0576	13.25%	9.39%	2.00%	2.22%	28.50%	44.64%	100.00%
C	1.0647	12.22%	15.10%	5.08%	6.44%	24.31%	36.84%	100.00%
D	1.0624	16.26%	12.58%	5.28%	1.77%	35.01%	29.10%	100.00%
E	1.0641	14.41%	17.14%	4.89%	2.14%	28.31%	33.11%	100.00%
F	1.0622	17.66%	18.61%	3.71%	1.81%	22.67%	35.55%	100.00%
G	1.0617	11.11%	7.11%	3.57%	7.29%	32.65%	38.26%	100.00%
H	1.0618	15.76%	13.43%	5.13%	1.78%	32.12%	31.80%	100.00%
I	1.0618	11.49%	13.31%	2.91%	4.70%	25.88%	41.71%	100.00%
ค่าเฉลี่ย	1.0619	14.14%	12.96%	4.09%	3.92%	27.74%	37.14%	100.00%

จากตารางที่ 4 พบว่า ค่าความเสี่ยงการพัฒนาโครงการ เกินงบประมาณเฉลี่ยของโครงการอาคารชุดพักอาศัยระดับกลาง ในกรุงเทพมหานครทั้ง 9 โครงการเท่ากับ 1.0619 สะท้อนให้เห็นถึง ค่าเผื่อ ว่ามีค่าเท่ากับ 6.19% อันเป็นผลจากสัดส่วนวัสดุหมวดผลิตภัณฑ์คอนกรีต 14.14% วัสดุหมวดเหล็กและผลิตภัณฑ์จากเหล็ก 12.96% วัสดุหมวดไม้และผลิตภัณฑ์จากไม้ 4.09% วัสดุหมวดเครื่องสุขภัณฑ์ 3.92% วัสดุหมวดอุปกรณ์ไฟฟ้าและประปา 27.74% วัสดุหมวดวัสดุทางสถาปัตยกรรมและอื่น ๆ 37.14% ตามลำดับ

### 3.2 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างค่าความเสี่ยงในการพัฒนาโครงการเกินงบประมาณกับสัดส่วนวัสดุก่อสร้างในโครงการอาคารชุดพักอาศัยระดับกลาง

ผลการประเมินมูลค่าความเสี่ยงในการพัฒนาโครงการ เกินงบประมาณของโครงการตัวแทน สะท้อนความสัมพันธ์ระหว่างมูลค่าความเสี่ยงในการพัฒนาโครงการเกินงบประมาณ กับสัดส่วนวัสดุก่อสร้างทั้ง 6 หมวด ทำให้สามารถสรุปอิทธิพลของสัดส่วนวัสดุ ก่อสร้างแต่ละหมวดที่มีผลต่อมูลค่าความเสี่ยงของโครงการ ด้วยการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ในรูปแบบสมการเชิงเส้นแบบถดถอย (linear regression model) ระหว่างมูลค่าความเสี่ยงในการพัฒนาโครงการเกินงบประมาณกับสัดส่วนวัสดุก่อสร้างในโครงการตัวแทน เนื่องจากลักษณะของชุดความสัมพันธ์มีพฤติกรรมใกล้เคียงกับรูปแบบสมการเชิงเส้น ดังสมการ

$$Y = a + b X_1 + c X_2 + d X_3 + e X_4 + f X_5 + g X_6 + \epsilon \quad [1]$$

โดยที่

Y	=	ตัวแปรตาม ซึ่งในที่นี้คือค่าความเสี่ยงในการพัฒนาโครงการเกินงบประมาณ
X <sub>1-6</sub>	=	ตัวแปรต้น ซึ่งในที่นี้คือสัดส่วนวัสดุก่อสร้างทั้ง 6 หมวด
a	=	จุดตัดแกน Y
b-g	=	ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรต้น X <sub>1-6</sub>
ε	=	ค่าความผิดพลาดของแบบจำลอง

ผลการสร้างแบบจำลองสมการเชิงเส้นของความสัมพันธ์ระหว่างมูลค่าความเสี่ยงในการพัฒนาโครงการเกินงบประมาณ กับ สัดส่วนวัสดุก่อสร้างทั้ง 6 หมวด ปรากฏสมการต่อไปนี้

$$Y = a + 1.033 X_{co} + 1.108 X_{st} + 1.093 X_{wo} + 1.112 X_{san} + 1.067 X_{el} + 1.043 X_{ar} + \epsilon \quad [2]$$

โดยที่

Y	=	ค่าความเสี่ยงการพัฒนาโครงการเกินงบประมาณ
X <sub>co</sub>	=	สัดส่วนวัสดุหมวดผลิตภัณฑ์คอนกรีต (%)
X <sub>st</sub>	=	สัดส่วนวัสดุหมวดเหล็กและผลิตภัณฑ์จากเหล็ก (%)
X <sub>wo</sub>	=	สัดส่วนวัสดุหมวดไม้และผลิตภัณฑ์จากไม้ (%)
X <sub>san</sub>	=	สัดส่วนวัสดุหมวดเครื่องสุขภัณฑ์ (%)
X <sub>el</sub>	=	สัดส่วนวัสดุหมวดอุปกรณ์ไฟฟ้าและประปา (%)
X <sub>ar</sub>	=	สัดส่วนวัสดุหมวดวัสดุทางสถาปัตยกรรมและอื่นๆ (%)

ภายใต้เงื่อนไข  $X_{co} + X_{st} + X_{wo} + X_{san} + X_{el} + X_{ar} = 100 \%$

a = จุดตัดแกน Y โดยกำหนดให้มีค่าเป็น 0 ทั้งนี้เนื่องจากสภาพของเหตุการณ์ เมื่อไม่มีสัดส่วนวัสดุใด ๆ เกิดขึ้น จะไม่มีค่าความเสี่ยงในการพัฒนาโครงการเกินงบประมาณเสมอ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในรูปแบบสมการเชิงเส้น พบว่า สมการดังกล่าวมีความน่าเชื่อถือถึง 99% พิจารณาจากค่าสถิติถดถอย (R<sup>2</sup>) สะท้อนให้เห็นถึงอิทธิพลของสัดส่วนวัสดุก่อสร้างแต่ละหมวดที่มีผลต่อมูลค่าความเสี่ยงในการพัฒนาโครงการเกินงบประมาณ ในระดับที่ แตกต่างกัน



ตารางที่ 5 ค่าพารามิเตอร์ของแต่ละหมวดวัสดุก่อสร้าง

หมวดวัสดุก่อสร้าง	สัมประสิทธิ์	Standard Error	t Stat	p-value
คอนกรีต	1.033	0.005	176.269	0.0000004
เหล็ก	1.108	0.003	321.883	0.0000001
ไม้	1.093	0.017	63.615	0.0000086
สุขภัณฑ์	1.112	0.008	135.122	0.0000009
ไฟฟ้าและประปา	1.067	0.001	558.174	0.0000000
สถาปัตยกรรมและอื่นๆ	1.043	0.002	407.606	0.0000000
R2 = 0.99	-	-	-	-

จากข้อมูลในตารางที่ 5 เมื่อพิจารณารายละเอียดค่าสัมประสิทธิ์ของหมวดวัสดุก่อสร้างทั้ง 6 หมวด สนับสนุนแบบจำลองดังกล่าวว่ามีความใกล้เคียงกับพฤติกรรมของสมการเชิงเส้น โดยมีระดับความน่าเชื่อถือ 99% (ซึ่งพิจารณาได้จาก ค่า R Square เท่ากับ 0.99) และเมื่อทดสอบโดยรวม (overall test) โดยใช้ค่า F-statistic parameter ค่า F-statistic มีค่ามากกว่า F Significance ( $2.97 \times 10^7 > 3.36 \times 10^{-8}$ ) แสดงให้เห็นว่า แบบจำลองมีความน่าเชื่อถืออย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยการทดสอบแบบทีละตัว ด้วยค่า p-value พบว่า ค่า p-value ของทุกตัวแปรต้น มีค่าน้อยกว่า 0.025 สรุปได้ว่า ทุกค่าพารามิเตอร์ในแบบจำลองมีความน่าเชื่อถืออย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

**3.3 ผลการกำหนดแนวทางการออกแบบเพื่อจัดการความเสี่ยงโดยการวิเคราะห์สัดส่วนวัสดุก่อสร้างที่ส่งผลให้เกิดมูลค่าความเสี่ยงในการพัฒนาโครงการเกินงบประมาณที่ต่ำที่สุด**  
ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์การจัดการสัดส่วนวัสดุก่อสร้างทั้ง 6 หมวด ซึ่งมีผลให้เกิดมูลค่าความเสี่ยงในการพัฒนาโครงการเกินงบประมาณที่ต่ำที่สุด สำหรับกระบวนการพัฒนาโครงการอาคารชุดพักอาศัยระดับกลางด้วยวิธีการ linear programming ซึ่งเป็นวิธีเชิงปริมาณที่ใช้ในการจัดสรรทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดให้เกิดประสิทธิภาพในการตัดสินใจสูงสุด (อัจฉรา จันทร์ฉาย, 2539) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Lindo 6.1 ช่วยในการวิเคราะห์สมการเชิงเส้นแบบถดถอยข้างต้น ภายใต้เงื่อนไขดังนี้

$$Y = 1.033 X_{co} + 1.108 X_{st} + 1.093 X_{wo} + 1.112 X_{san} + 1.067 X_{el} + 1.043 X_{ar} \quad [2]$$

$$\text{ภายใต้เงื่อนไข } 0.111 \leq X_{co} \leq 0.177$$

$$0.071 \leq X_{st} \leq 0.186$$

$$0.020 \leq X_{wo} \leq 0.053$$

$$0.018 \leq X_{san} \leq 0.073$$

$$0.202 \leq X_{el} \leq 0.350$$

$$0.291 \leq X_{ar} \leq 0.446$$

ผลการวิเคราะห์ค่าความเสี่ยงในการพัฒนาโครงการเกินงบประมาณที่ต่ำที่สุดที่สามารถเกิดขึ้นได้ จากการแก้ปัญหาสมการเชิงเส้นแบบถดถอยโดยวิธีการ linear programming ภายใต้เงื่อนไขดังกล่าว พบว่ามูลค่าความเสี่ยงในการพัฒนาโครงการเกินงบประมาณที่ต่ำที่สุดที่สามารถเกิดขึ้นได้ เท่ากับ 1.0545 เป็นผลจากสัดส่วนวัสดุก่อสร้างประกอบด้วย วัสดุหมวดผลิตภัณฑ์คอนกรีต 17.7% วัสดุหมวดเหล็กและผลิตภัณฑ์จากเหล็ก 7.1% วัสดุหมวดไม้และผลิตภัณฑ์จากไม้ 2.0% วัสดุหมวดเครื่องสุขภัณฑ์ 1.8% วัสดุหมวดอุปกรณ์ไฟฟ้าและประปา 26.8% วัสดุหมวดวัสดุทางสถาปัตยกรรมและอื่น ๆ 44.6% ตามลำดับ

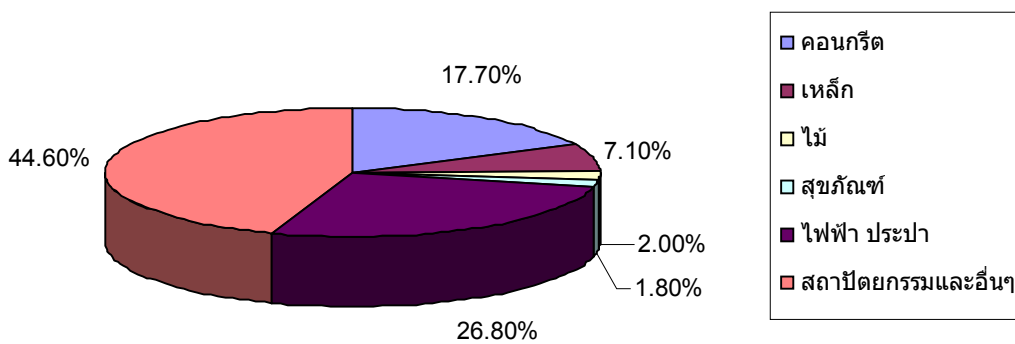
### สรุปและเสนอแนะ

แนวทางการจัดการความเสี่ยงด้านราคาวัสดุก่อสร้าง สำหรับกระบวนการออกแบบและพัฒนาโครงการอาคารชุดพักอาศัยระดับกลางในพื้นที่กรุงเทพมหานคร สำหรับผู้พัฒนาโครงการและสถาปนิก



ผลการวิจัยข้างต้น สนับสนุนให้ผู้พัฒนาโครงการและสถาปนิกควรพิจารณาการจัดการความเสี่ยงด้านราคาวัสดุก่อสร้างที่ประกอบด้วยการวิเคราะห์ 3 ปัจจัย ได้แก่ 1.การวิเคราะห์สัดส่วนวัสดุก่อสร้างของโครงการอาคารชุดพักอาศัยระดับกลาง 2.การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของหมวดวัสดุก่อสร้าง และ 3.การวิเคราะห์สัดส่วนวัสดุก่อสร้างที่มีค่าความเสี่ยงต่ำที่สุดสำหรับการพัฒนาโครงการอาคารชุดพักอาศัยระดับกลางในกรุงเทพมหานคร โดยการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ 1.สัดส่วนวัสดุก่อสร้างจากโครงการอาคารชุดพักอาศัยระดับกลางในกรุงเทพมหานครที่มีการก่อสร้างในช่วง พ.ศ. 2549-2551 2.ค่าความแปรปรวนของราคาวัสดุก่อสร้าง ภายใต้สภาวะความผันผวนของราคาวัสดุก่อสร้าง อันเนื่องจากสถานการณ์การปรับขึ้นราคาน้ำมันอย่างต่อเนื่อง ในช่วง พ.ศ. 2547-2551 และ 3.สัดส่วนวัสดุก่อสร้างทั้ง 6 หมวดที่มีค่าความเสี่ยงต่ำที่สุดสำหรับการพัฒนาโครงการอาคารชุดพักอาศัยระดับกลางในกรุงเทพมหานคร

ผลการวิเคราะห์มูลค่าความเสี่ยงในการพัฒนาโครงการเกินงบประมาณที่ต่ำที่สุด โดยวิธีการ linear programming



ภาพที่ 3 แสดงสัดส่วนวัสดุก่อสร้างที่มีค่าความเสี่ยงต่ำที่สุดสำหรับการพัฒนาโครงการอาคารชุดพักอาศัยระดับกลาง

ทั้งนี้ผลการวิเคราะห์สัดส่วนวัสดุก่อสร้างทั้ง 6 หมวดที่มีค่าความเสี่ยงต่ำที่สุดสำหรับการพัฒนาโครงการอาคารชุดพักอาศัยระดับกลางในกรุงเทพมหานคร ภายใต้การวิเคราะห์ 3 ปัจจัยข้างต้น เป็นแนวทางการออกแบบเพื่อการจัดการความเสี่ยงด้านราคาวัสดุก่อสร้างสำหรับผู้พัฒนาโครงการและสถาปนิก ในการร่วมพิจารณาสัดส่วนของมูลค่าวัสดุก่อสร้างแต่ละหมวดที่ส่งผลต่อค่าความเสี่ยงที่ต่ำที่สุดภายใต้การวิเคราะห์ทั้ง 3 ปัจจัย เพื่อให้ผู้พัฒนาโครงการอาคารชุดพักอาศัยระดับกลางในกรุงเทพมหานคร

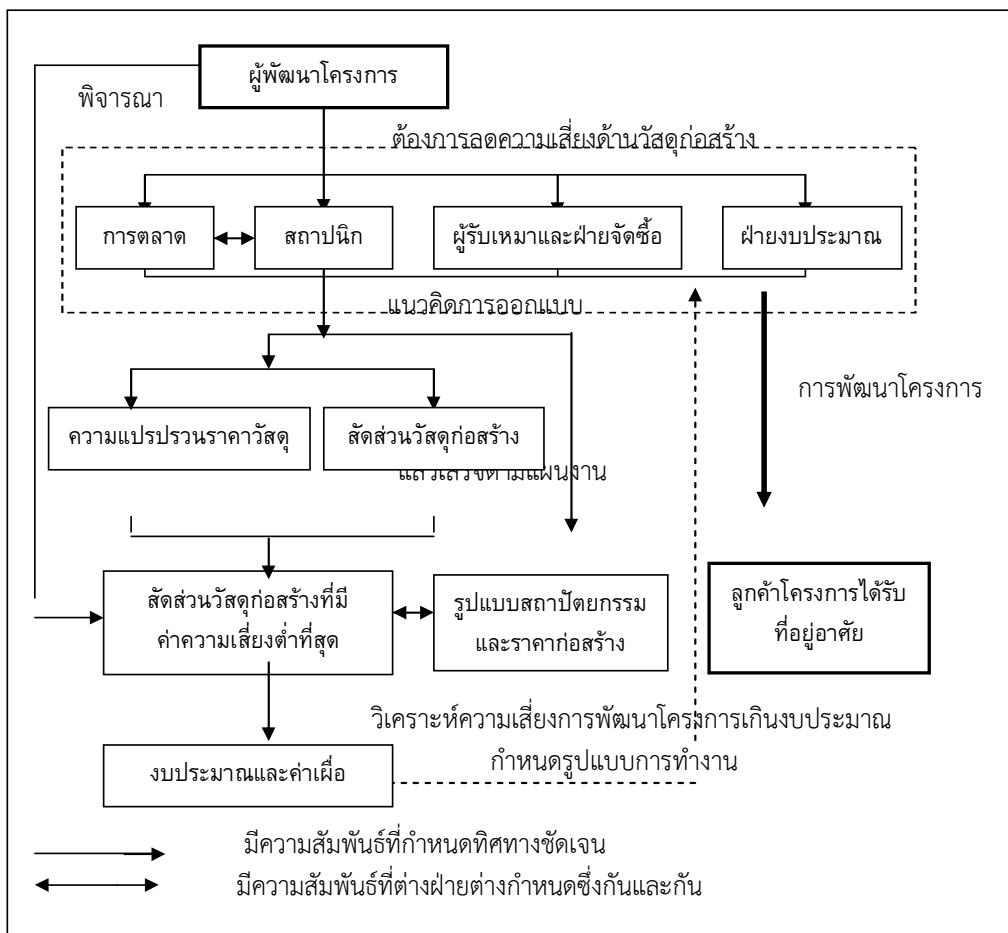
ค่าสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ (coefficients) ของหมวดวัสดุก่อสร้างที่มีอิทธิพลต่อค่าความเสี่ยงเรียงลำดับจากมากไปน้อยได้แก่ 1.วัสดุหมวดเครื่องสุขภัณฑ์ 2.วัสดุหมวดเหล็กและผลิตภัณฑ์จากเหล็ก 3.วัสดุหมวดไม้และผลิตภัณฑ์จากไม้ 4.วัสดุหมวดอุปกรณ์ไฟฟ้าและประปา 5.วัสดุหมวดวัสดุทางสถาปัตยกรรมและอื่นๆ 6.วัสดุหมวดผลิตภัณฑ์คอนกรีต ตามลำดับพบว่า มีค่าเท่ากับ 1.0545 หรือ ผู้พัฒนาโครงการควรเตรียมค่าเผื่อที่ต่ำที่สุดในการจัดหาวัสดุก่อสร้างซึ่งเป็นผลจากความแปรปรวนของราคาวัสดุก่อสร้าง เท่ากับ 5.45% ของมูลค่าวัสดุทั้งหมด ซึ่งเป็นผลจากสัดส่วนวัสดุก่อสร้างดังภาพที่ 3 ที่แสดงให้เห็นว่าวัสดุหมวดวัสดุทางสถาปัตยกรรมและอื่น ๆ มีสัดส่วนประมาณ 2.8 ใน 6 ของวัสดุทั้งหมด วัสดุหมวดอุปกรณ์ไฟฟ้าและประปามีสัดส่วนประมาณ 1.5 ใน 6 ของวัสดุทั้งหมด วัสดุหมวดผลิตภัณฑ์คอนกรีตมีสัดส่วนประมาณ 1 ใน 6 ของวัสดุทั้งหมด วัสดุหมวดเหล็กและผลิตภัณฑ์จากเหล็กมีสัดส่วนประมาณ 0.5 ใน 6 ของวัสดุทั้งหมด อีกทั้งวัสดุหมวดไม้และผลิตภัณฑ์จากไม้ และวัสดุหมวดเครื่องสุขภัณฑ์มีสัดส่วนใกล้เคียงกัน ประมาณ 0.1 ใน 6 ของวัสดุทั้งหมด ตามลำดับ

สามารถเตรียมงบประมาณสำรองเพื่อรองรับสถานการณ์ความแปรปรวนของราคาวัสดุก่อสร้างหรือค่าเผื่อสำหรับการจัดหาวัสดุก่อสร้างในมูลค่าที่น้อยที่สุด และสามารถดำเนินการพัฒนาโครงการจนแล้วเสร็จ ด้วยงบประมาณด้านวัสดุก่อสร้างและค่าเผื่อที่เหมาะสม ซึ่งไม่ส่งผลกระทบต่องบประมาณด้านอื่น ๆ ในกระบวนการพัฒนาโครงการ

อีกทั้งจากการสนทนาวិเคราะห์ กับผู้ที่มีคุณสมบัติในการวิเคราะห์ประเด็น (โดยมีคุณสมบัติเป็นนักพัฒนาโครงการและการ

มีประสบการณ์เกี่ยวข้องกับนิติบุคคลอาคารชุด มีประสบการณ์การบริหารอาคารชุดระดับล่าง-กลางมาไม่น้อยกว่า 3 ปี การศึกษาระดับปริญญาโท อายุอยู่ในช่วงระหว่าง 35-45 ปี) สะท้อนให้เห็นว่า แนวทางดังกล่าวไม่สามารถให้ผลทางตรงกับการพัฒนาโครงการอาคารชุดพักอาศัยระดับกลางในกรุงเทพมหานครได้ ดังนั้นจำเป็นต้องพิจารณาปัจจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาโครงการเช่น ผลการวิเคราะห์ทางการตลาด ระบบการพัฒนาโครงการของบริษัท ผู้พัฒนาโครงการ แนวความคิดการออกแบบทางสถาปัตยกรรมของสถาปนิก รูปแบบการก่อสร้าง รูปแบบการจัดซื้อวัสดุก่อสร้าง และระบบการทำงานของผู้รับเหมาก่อสร้าง ซึ่งเป็นการสนับสนุนกับแนวทางการออกแบบเพื่อการจัดการความเสี่ยงด้านราคาวัสดุก่อสร้างสำหรับกระบวนการพัฒนาโครงการอาคารชุดพักอาศัยระดับกลางในกรุงเทพมหานคร รวมทั้งควรพิจารณาแนวความคิดของผู้พัฒนาโครงการ ว่ามีความต้องการพัฒนาโครงการไปในทิศทางใด หากต้องการพัฒนาโครงการโดยกำหนดการใช้บ

ประมาณที่สามารถลดความเสี่ยงด้านราคาวัสดุก่อสร้างได้ จึงควรดำเนินการกำหนดแนวคิดในการออกแบบของสถาปนิกให้เกิดความสอดคล้องกับแนวความคิดทางการตลาด เพื่อสามารถลดโอกาสที่จะเกิดความเสี่ยงด้านราคาวัสดุก่อสร้างและทำการประเมินมูลค่าความเสี่ยงในการพัฒนาโครงการเกินงบประมาณด้านราคาวัสดุก่อสร้าง ซึ่งจะช่วยให้ผู้พัฒนาโครงการตระหนักถึงความเสี่ยงด้านราคาวัสดุก่อสร้างที่อาจเกิดขึ้นกับกระบวนการพัฒนาโครงการอาคารชุดพักอาศัยระดับกลาง และเป็นการกระตุ้นให้ผู้พัฒนาโครงการเตรียมการในการกำหนดรูปแบบทางสถาปัตยกรรม รูปแบบการจัดซื้อวัสดุก่อสร้าง รูปแบบการก่อสร้าง และระบบการทำงานของผู้รับเหมาก่อสร้าง ซึ่งจะช่วยให้ผู้พัฒนาโครงการอาคารชุดพักอาศัยระดับกลางในกรุงเทพมหานคร สามารถพัฒนาโครงการแล้วเสร็จ ซึ่งสามารถสรุปแนวทางทั้ง 2 ลักษณะข้างต้นได้ดังภาพต่อไปนี้



ภาพที่ 4 แนวทางการจัดการความเสี่ยงด้านราคาวัสดุก่อสร้างสำหรับกระบวนการออกแบบและพัฒนาโครงการอาคารชุดพักอาศัยระดับกลางในพื้นที่กรุงเทพมหานคร

### กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ที่สนับสนุนทุนการวิจัย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พรพรรณ วีระปรียากร และอาจารย์ ดำรงค์ศักดิ์ รินชุมภู อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ช่วยเหลือให้คำปรึกษาตลอดระยะเวลาที่ทำการวิจัย และบริษัทผู้พัฒนาโครงการอสังหาริมทรัพย์ที่อำนวยความสะดวก สำหรับการวิจัยครั้งนี้

### บรรณานุกรม

- อัจฉรา จันทร์ฉาย. 2539. การจัดการเชิงปริมาณสำหรับนักบริหาร. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Decisionerring, Inc. 2006. **Crystal Ball 7: Getting Started Guide**. Colorado : Decisionering, Inc.
- Nakaya, T. 1999. **A Study of Risk Analysis Tool and Techniques Applicable to BOT Project**. Asian Institute of Technology School of Civil Engineering.
- สำนักดัชนีเศรษฐกิจการค้า กระทรวงพาณิชย์. 2551. **คู่มือดัชนีราคาวัสดุก่อสร้าง**. [อ้างถึงเมื่อ 23 มิถุนายน 2551]. เข้าถึงได้จาก [www.price.moc.go.th/csi/index.asp](http://www.price.moc.go.th/csi/index.asp)