



# การเลือกระบบผนังภายนอกอาคาร ด้วยการประยุกต์ใช้วิธีไวโกรม์แบบปรับปรุง และกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ Selection of Wall System Using Modified VIKOR and AHP

- **ดร. เทอดธิดา ทิพย์รัตน์**
- โครงการหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์และการจัดการเชิงธุรกิจ
- คณะวิศวกรรมศาสตร์
- มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ปทุมธานี
- 
- **Dr. Thoedtida Thipparat**
- Engineering and Business Management (EBM)
- Faculty of Engineering
- Thammasat University, Pathumthani
- E-mail: thiprat.t@gmail.com

## บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการประยุกต์ใช้วิธีไวโกรม์ (VIKOR) แบบปรับปรุงและกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ในการแก้ปัญหาการเลือกระบบผนังภายนอกอาคาร วิธีการนี้จะช่วยให้ผู้ตัดสินใจเข้าใจถึงช่องว่างระหว่างผลลัพธ์กับค่าคาดหวังภายใต้เกณฑ์การตัดสินใจ 30 เกณฑ์ เพื่อลดช่องว่างดังกล่าวและทำให้ระบบผนังภายนอกอาคารที่เลือกมีประสิทธิภาพตรงตามความต้องการใช้งานระบบผนังภายนอกอาคารทางเลือกประกอบด้วยระบบผนังแบบก่ออิฐฉาบปูน และระบบผนังสำเร็จรูป วิธีที่พัฒนานี้ใช้วิธี VIKOR แบบปรับปรุงวิเคราะห์ค่าช่องว่างจากค่าเป้าหมายและใช้วิธี AHP วิเคราะห์น้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์ ผลลัพธ์ที่ได้จะถูกนำไปเปรียบเทียบกับการใช้วิธี AHP เลือกระบบผนังภายนอกอาคารที่ดีที่สุด พบว่า ทั้งวิธีการที่นำเสนอและวิธี AHP ให้ผลลัพธ์

ที่สอดคล้องกัน คือ ระบบผนังสำเร็จรูปเป็นระบบผนังภายนอกอาคารที่ดีที่สุด ข้อดีของการวิเคราะห์ด้วยวิธีไวโกรี แบบปรับปรุงคือวิเคราะห์ทางเลือกที่จำนวนจำกัดได้และให้ข้อมูลเพิ่มเติมในส่วนช่องว่างของแต่ละเกณฑ์การตัดสินใจ ทำให้สามารถจัดหามาตรการลดช่องว่างเพื่อตอบสนองความต้องการใช้งานอาคารของลูกค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ

**คำสำคัญ:** วิธีไวโกรี ระบบผนังภายนอกอาคาร การตัดสินใจ

## Abstract

This study applies a modified VIKOR method and an analytical hierarchy process (AHP) to solve wall system selection problems for a building project. The proposed approach allows decision-makers to understand the gaps between alternatives and aspired-levels in practice. Thirty decision criteria are used to establish a wall system selection framework for reducing the gaps to achieve the aspired-level. Two alternatives are determined including brick wall and precast wall. The modified VIKOR method is applied to establish the gaps in priorities between alternatives and aspired-levels. The AHP method is used to provide weights of criteria and validate the result. The best wall system was the precast wall. The results from two methods are consistent with each other. The modified VIKOR can undertake a pitfall of an original one because it can deal with two alternatives. The proposed approach can enhance performance of external-wall construction based on these gaps in priorities.

**Keywords:** VIKOR, External-wall System, Decision Making

## ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ระบบผนังภายนอกอาคารที่ใช้อยู่โดยทั่วไปของประเทศไทยประกอบด้วย 2 ประเภทหลัก คือ ระบบการก่ออิฐ และระบบการก่อสร้างผนังภายนอกด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูป (Precast Concrete Structural Frame System) ระบบการก่ออิฐได้รับความนิยมเนื่องจากสามารถหาวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างได้ง่าย เพราะมีจำหน่ายอยู่ทั่วไป อีกทั้งช่างแรงงานทั่วไปสามารถก่อสร้างด้วยระบบก่ออิฐได้ อย่างไรก็ตามระบบนี้มีข้อจำกัด คือ ใช้แรงงานที่จะทำการก่อผนังจำนวนมากและใช้ระยะเวลาในการดำเนินงานยาวนาน เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวจึงได้มีการพัฒนาระบบการก่อสร้างให้มีระยะเวลาในการก่อสร้างที่สั้นลง ใช้แรงงานในการก่อสร้างน้อยลง จึงได้มีการพัฒนาระบบการก่อสร้างผนังภายนอกด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูปขึ้น โดยระบบดังกล่าวเป็นระบบการก่อสร้างที่มีคาน ผนัง และพื้นเป็นชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ผลิตจากโรงงาน ในการก่อสร้างผู้ก่อสร้างสามารถนำชิ้นส่วนของอาคารมาติดตั้งได้เลยซึ่งจะลดจำนวนแรงงาน ระยะเวลาการก่อสร้าง ลดขยะและฝุ่นละอองได้ อย่างไรก็ตามระบบนี้มีข้อเสียคือ มีรอยต่อเนื่องมาจากเนื้อคอนกรีตไม่ใช่เนื้อเดียวกัน แรงงานที่ใช้ในการก่อสร้างต้องมีความรู้ ประสบการณ์และทักษะในการจัดการรอยต่อที่จะต้องมีการติดตั้ง นอกจากนี้อาคารที่ใช้ระบบนี้ในการก่อสร้างไม่สามารถที่จะทុบผนังเพื่อทำการขยายหรือการมีการต่อเติมอาคารได้ เป็นต้น

ปัจจุบันมีวิธีการในการเลือกระบบผนังภายนอกอาคารหลากหลายวิธี วิธีที่ได้รับความนิยม คือ วิธีการตัดสินใจแบบ Analytic Hierarchy Process (AHP) (นุเรศ พรหมจรรยา, 2549: 41) ซึ่งวิธี AHP ถูกออกแบบให้สามารถเปรียบเทียบ ใช้เพื่อตัดสินใจ

เลือกทางเลือกที่ดีที่สุดจากการเปรียบเทียบด้วยหลายเกณฑ์ โดยใช้เพียงการเปรียบเทียบทีละคู่ นอกจากนี้ ยังทำให้การตัดสินใจมีความเป็นเหตุเป็นผลมากกว่าการใช้ความรู้สึกตัดสินใจซึ่งมักจะมี ความไม่แน่นอนสูง (Saaty, 1998: 3) วิธีไวโกรี เป็นวิธีการตัดสินใจอีกวิธีหนึ่งที่เรียงความสำคัญของทางเลือกจากหลายปัจจัย โดยแต่ละปัจจัยอาจมีความขัดแย้งกัน วิธีไวโกรี ได้ถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวางในหลากหลายอุตสาหกรรม เนื่องจากวิธีไวโกรี อาศัยเกณฑ์หลากหลายเกณฑ์เพื่อหาทางเลือกที่ดีที่สุด โดยถือหลักเลือกทางเลือกจากระยะใกล้ในทางเลือกเชิงบวก และระยะไกลสุดของแนวคิดที่เป็นในเชิงลบ ทำให้วิธีไวโกรี ให้ประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ข้อมูลที่เป็นตัวเลขได้ดี (Opricovic and Tzeng, 2004) อย่างไรก็ตามวิธีไวโกรี ไม่สามารถประยุกต์ใช้ในกรณีที่ทางเลือกในการตัดสินใจมีเพียงสองทางเลือก จึงจำเป็นต้องปรับปรุงวิธีไวโกรี แบบดั้งเดิมให้สามารถประยุกต์ใช้ในการตัดสินใจที่มีทางเลือกในการตัดสินใจจำกัดเพียงสองทางเลือก

บทความวิจัยนี้อธิบายถึงการวิเคราะห์และจัดลำดับของเกณฑ์การเลือกระบบผนังภายนอกอาคารด้วยวิธี AHP และแสดงการประยุกต์ใช้วิธีไวโกรี แบบปรับปรุงในการเลือกระบบผนังภายนอกอาคาร ที่มีผลกระทบต่อความสำเร็จของโครงการก่อสร้าง สำหรับเป็นข้อมูลให้แก่ผู้รับเหมาในการเลือกระบบผนังภายนอกอาคารที่เหมาะสม ผู้วิจัยได้เสนอแบบจำลองที่ช่วยในการตัดสินใจด้วยวิธีไวโกรี แบบปรับปรุงร่วมกับวิธี AHP และทดสอบผลลัพธ์ที่ได้จากวิธีการที่นำเสนอ กับผลลัพธ์ที่ได้จากวิธี AHP

## แนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### การวิเคราะห์น้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์การตัดสินใจ

การวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีการกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process-AHP) ในการวิเคราะห์น้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์การตัดสินใจเลือกระบบผนังภายนอกอาคารที่ดีที่สุดสำหรับโครงการก่อสร้างอาคาร เนื่องจากวิธี AHP เป็นกระบวนการตัดสินใจที่ดีและมีประสิทธิภาพมากที่สุดวิธีหนึ่ง โดยแบ่งองค์ประกอบของปัจจัยออกเป็น ส่วน ๆ ในรูปของแผนภูมิตามลำดับชั้น และกำหนดค่าของการวินิจฉัยเปรียบเทียบปัจจัยต่าง ๆ ทีละคู่ (Pairwise Comparisons) โดยใช้สเกลเปรียบเทียบความสำคัญตั้งแต่ 1 ถึง 9 ซึ่ง 1 หมายความว่า มีค่าน้ำหนักความสำคัญเท่ากัน สำหรับ 2 ถึง 9 หมายความว่า มากกว่าตามลำดับ และนำค่าจากการวินิจฉัยเปรียบเทียบมาคำนวณหาค่าน้ำหนักความสำคัญสัมพัทธ์ (Relative Importance Weights) เพื่อพิจารณาว่าปัจจัย และทางเลือกใดมีค่าลำดับความสำคัญสูงสุด AHP นั้นสามารถช่วยในการตัดสินใจที่ซับซ้อน และช่วยในการรวมกันระหว่างปัจจัยที่สามารถวัดค่าได้ (Objective Factor) เข้าด้วยกันเป็นอย่างดี วิธีนี้ยังทำให้ความผิดพลาดของการตัดสินใจลดลง เพราะต้องตรวจสอบค่าอัตราส่วนความเที่ยงตรง (Consistency Ratio: CR) ด้วยโดยค่า CR ที่มีค่าน้อยกว่า 0.10 แสดงว่า ผู้ที่ตัดสินใจมีความเที่ยงตรงของการใช้เหตุผลอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ อย่างไรก็ตามแม้ว่า AHP จะสามารถช่วยในการตัดสินใจ

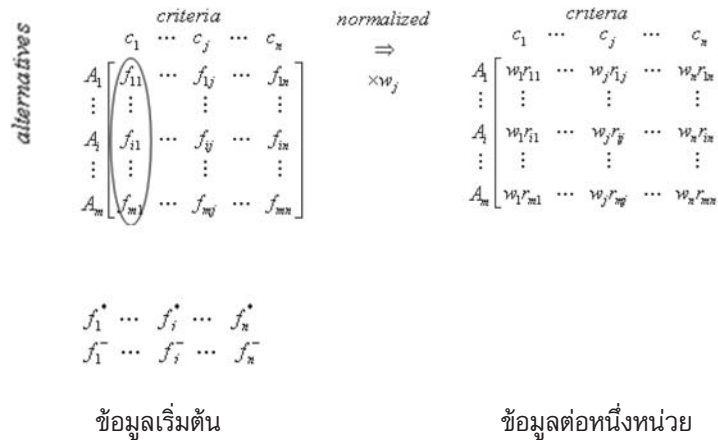
ที่ซับซ้อนได้ แต่ไม่สามารถจัดการความไม่แน่นอน ในข้อมูลของปัจจัยจากความคิดเห็น (Subjective Factor) ของผู้เชี่ยวชาญได้

### การเลือกระบบผนังภายนอกอาคารด้วยวิธีไวโกรี

การวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีไวโกรี แบบปรับปรุง เป็นวิธีการตัดสินใจเลือกระบบผนังภายนอกอาคาร เนื่องจากวิธีไวโกรี จะเรียงความสำคัญของทางเลือกจากเกณฑ์การตัดสินใจหลากหลายเกณฑ์ วิธีนี้จึงเป็นวิธีที่อาศัยเกณฑ์หลาย ๆ เกณฑ์เพื่อคัดเลือกรายทางเลือกที่ดีที่สุดภายใต้กลุ่มทางเลือกที่นำมาร่วมพิจารณา วิธีไวโกรี จะสร้างดัชนีการจัดลำดับ (Ranking Index) เพื่อวัดระดับการเข้าใกล้ค่าที่ดีที่สุด ดชนีการจัดลำดับเป็นฟังก์ชันของระยะห่างสัมพัทธ์หรือระยะห่างจากค่าที่ดีที่สุด อย่างไรก็ตามวิธีไวโกรี ไม่สามารถประยุกต์ใช้ในกรณีที่ทางเลือกในการตัดสินใจมีเพียงสองทางเลือก จึงจำเป็นต้องปรับปรุงวิธีไวโกรี แบบดั้งเดิมให้สามารถประยุกต์ใช้ในการตัดสินใจที่มีทางเลือกในการตัดสินใจจำกัดเพียงสองทางเลือก โดยมีขั้นตอนในการเลือกดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดค่าที่ดีที่สุด  $f_j^*$  และค่าที่แย่ที่สุด  $f_j^-$  ของทุกๆ เกณฑ์การประเมิน  $j = 1, 2, \dots, n$  หากเกณฑ์การประเมินใดวัดระดับความเป็นประโยชน์ (Benefit) ให้ค่า  $f_j^*$  แทนค่าที่ดีที่สุด ส่วน  $f_j^-$  แทนค่าที่แย่ที่สุด หากเกณฑ์การประเมินใดวัดระดับความเป็นต้นทุน (Cost) หรือระดับความเสี่ยง (Risk) ให้ค่า  $f_j^*$  แทนค่าที่แย่ที่สุด ส่วน  $f_j^-$  แทนค่าที่ดีที่สุด คำนวณหา  $L_p$  metric หรือ Normalized Decision matrix ดังแสดงในสมการที่ 1

$$L_i^p = \left[ \sum_{j=1}^n \left[ w_j \left( \frac{f_j^* - f_{ij}}{f_j^* - f_j^-} \right)^p \right] \right]^{\frac{1}{p}} \quad 1 \leq p \leq \infty \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (1)$$



$r_{ij} = \frac{(f_j^* - f_{ij})}{(f_j^* - f_j^-)}$  คือ ค่าที่ดีที่สุด  $f_j^-$  คือ ค่าที่แย่ที่สุดของแต่ละเกณฑ์การประเมิน

ภาพที่ 1 การคำนวณหา  $L_p$ -metric หรือ Normalized Decision Matrix

ขั้นที่ 2 คำนวณค่า  $S_i$  และ  $Q_i$  ของทุก ๆ ทางเลือกในการตัดสินใจ โดย  $i = 1, 2, \dots, m$ , เมื่อ  $i$  คือ ทางเลือก และ  $m$  คือ จำนวนทางเลือกทั้งหมด

$$S_i = \sum_{j=1}^n w_j r_{ij} \tag{2}$$

$$Q_i = \max\{w_j r_{ij} | j = 1, 2, \dots, n\} \tag{3}$$

ขั้นที่ 3 หาค่า ของทุก ๆ ทางเลือกในการตัดสินใจ

$$R_i = v(S_i - S^*) / (S^- - S^*) + (1 - v)(Q_i - Q^*) / (Q^- - Q^*) \tag{4}$$

โดยที่  $S^* = \min S_i$  (หรือ ค่าที่ดีที่สุดของ  $S^*$  คือ  $0 : S^* = 0$ )  $S^-$  (หรือ ค่าที่แย่ที่สุดของ  $S^- = \max S_i$  คือ  $1 : S^- = 1$ ) ซึ่ง  $S_i$  เป็นค่าผลรวมของผลคูณระหว่างค่าที่ดีที่สุดหรือค่าที่แย่ที่สุดของแต่ละเกณฑ์การประเมิน กับค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์การประเมินดังกล่าว ค่า  $Q_i$  เป็นค่ามากที่สุดของผลคูณระหว่างค่าที่ดีที่สุดหรือค่าที่แย่ที่สุดของแต่ละเกณฑ์การประเมิน กับค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์การประเมิน  $Q^* = \min Q_i$  (หรือ ค่าที่ดีที่สุดของ  $Q^*$  คือ  $0 : Q^*$

$= 0$ ),  $Q^- = \max Q_i$  (หรือ ค่าที่แย่ที่สุดของ  $Q^-$  คือ  $1 : Q^- = 1$ ) โดยค่า  $R_i$  คือ ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักของผลการวิเคราะห์ด้วยค่าผลรวมทุกค่าในกลุ่มหรือค่าและผลการวิเคราะห์ด้วยค่ามากที่สุดในกลุ่มหรือค่า  $S_i$  ซึ่งได้ทำการนอร์มัลไลซ์ (Normalization) แล้ว นอกจากนี้กำหนดให้  $0 \leq v \leq 1$ , โดยที่  $v$  เป็นค่าน้ำหนักความสำคัญของวิธีการวิเคราะห์ด้วยค่าผลรวมทุกค่าในกลุ่มและวิธีการวิเคราะห์ด้วยค่ามากที่สุดในกลุ่ม, โดยที่  $v > 0.5$  หมายถึง ผู้ตัดสินใจ

ให้ความสำคัญกับวิธีการวิเคราะห์ด้วยค่าผลรวมทุกค่าในกลุ่มมากกว่าวิธีการวิเคราะห์ด้วยค่ามากที่สุดในกลุ่ม  $v < 0.5$  หมายถึง ผู้ตัดสินใจให้ความสำคัญกับวิธีการวิเคราะห์ด้วยค่ามากที่สุดในกลุ่มมากกว่าวิธีการวิเคราะห์ด้วยค่าผลรวมทุกค่าในกลุ่ม  $v \approx 0.5$  หมายถึง วิธีการทั้งสองสำคัญเท่ากัน

ขั้นที่ 4 จัดอันดับจากค่าที่คำนวณได้เพื่อหาทางเลือกที่ดีที่สุดโดยเรียงลำดับค่า  $R_i$  จากน้อยไปหามาก ทางเลือกที่ให้ค่า  $R_i$  ที่น้อยที่สุดเป็นทางเลือกที่ดีที่สุด

ผลการวิเคราะห์จะเป็นที่ยอมรับได้หากผลต่างระหว่างค่า  $R_i$  ของทางเลือก ( $A^{(1)}$ ) ที่มีค่าน้อยที่สุดกับค่า  $1/(m-1)$  ของทางเลือกอื่นๆ มีค่ามากกว่า  $1/(m-1)$  โดยที่  $m$  คือ จำนวนทางเลือกทั้งหมด หรือ  $R(A^{(2)}) - R(A^{(1)}) \geq 1/(m-1)$  ในกรณีที่ผลต่างระหว่างค่า  $R_i$  ของทางเลือก ( $A^{(1)}$ ) ที่มีค่าน้อยที่สุดกับค่า  $R_i$  ของทางเลือกอื่นๆ มีค่าน้อยกว่า  $1/(m-1)$  ผู้ตัดสินใจไม่สามารถระบุทางเลือก ( $A^{(1)}$ ) เป็นทางเลือกที่ดีที่สุด เนื่องจากมีทางเลือกอื่นที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงทางเลือก ( $A^{(1)}$ ) มาก จำเป็นต้องนำเครื่องมือตัดสินใจอื่น ๆ (เช่น การประชุมระดมสมอง) เข้ามาช่วยในการตัดสินใจอีกครั้ง (Opricovic and Tzeng, 2004)

## การเลือกระบบผนังภายนอกอาคาร

การวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเลือกระบบผนังภายนอกอาคารประกอบด้วยการศึกษาเปรียบเทียบระบบหล่อในที่และระบบสำเร็จรูปเพื่อใช้ในการตัดสินใจเลือกวิธีการก่อสร้างที่เหมาะสม พบว่าส่วนใหญ่ใช้เกณฑ์ในการพิจารณาซึ่งประกอบด้วยเกณฑ์ด้านราคาและเกณฑ์ด้านเวลาเป็นหลักเกณฑ์ด้านอื่น ๆ ที่ใช้ในการเปรียบเทียบประกอบด้วยคุณภาพ ประสิทธิภาพในการควบคุมงาน การใช้

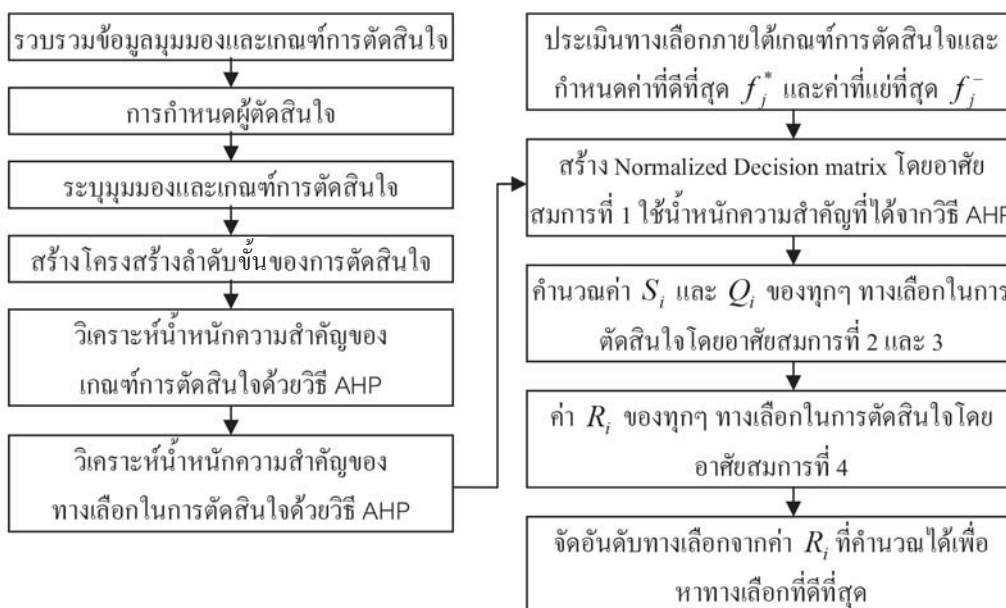
แรงงานที่มีความชำนาญ มลพิษจากการก่อสร้างและการรับประกัน (ชำนาญ บุญญาพุทธิพงศ์, 2555) อย่างไรก็ตามในการเปรียบเทียบภายใต้เกณฑ์ดังกล่าวยังมิได้ระบุปัจจัยที่ใช้ในการเปรียบเทียบ เช่น การเปรียบเทียบด้านราคา ไม่ระบุถึงราคาวัสดุ ราคาค่าขนส่ง ราคาค่าติดตั้ง ราคาค่าตกแต่งและบำรุงรักษา เป็นต้น อีกทั้งข้อมูลที่ใช้ในการเปรียบเทียบเป็นข้อมูลจากความรู้สึกหรือประสบการณ์ของผู้ประเมิน ทำให้การเปรียบเทียบดังกล่าวไม่ครอบคลุมและไม่เป็นระบบชัดเจน แม้ว่าจะมีการประเมินค่าใช้จ่าย (เช่น ค่าวัสดุ ค่าแรงงาน ค่าไม้แบบ ค่าเหล็กเสริม) และเวลาในการดำเนินงานก่อสร้างด้วยข้อมูลเชิงตัวเลข (สมอลล์เฮาส์, 2550) แต่การวิจัยดังกล่าวยังไม่ได้พิจารณาปัจจัยด้านอื่นอย่างครบถ้วน ในการประเมินประสิทธิภาพของวิธีการก่อสร้าง มีการวิจัยที่เสนอเกณฑ์ประเมิน 6 ด้าน ประกอบด้วย ราคา เวลาเตรียมการ เวลาก่อสร้าง ผลกระทบสิ่งแวดล้อม ระบบโลจิสติกส์ และความคล่องตัวในการทำงาน เกณฑ์การประเมินในแต่ละด้านประกอบด้วยเกณฑ์ย่อยซึ่งเป็นเกณฑ์ในเชิงปริมาณและคุณภาพ อย่างไรก็ตามการวิจัยดังกล่าวยังไม่ได้มีการกำหนดความสำคัญให้แก่เกณฑ์ที่พัฒนาขึ้น (Corum, 2012)

นอกจากนี้ยังมีการศึกษาเปรียบเทียบแนวทางในการคัดเลือกระบบการก่อสร้างผนังภายนอกแบบก่ออิฐ ฉาบปูน กับระบบผนังสำเร็จรูปโดยใช้วิธี AHP วิเคราะห์ค่าน้ำหนักของปัจจัย การวิจัยนี้วิเคราะห์ปัจจัยภายใต้มุมมองของผู้ควบคุมงาน ผู้รับเหมาและผู้ออกแบบ โดยปัจจัยที่ใช้ในการตัดสินใจเลือกระบบการก่อสร้างผนังภายนอกมีทั้งปัจจัยที่วัดค่าได้และปัจจัยด้านความคิดเห็น ปัจจัยสามารถแบ่งออกเป็น 6 มุมมอง คือ ด้านเวลา ด้านงบประมาณ

ด้านคุณภาพ ด้านบุคคล ด้านวัสดุ-อุปกรณ์ก่อสร้าง  
ด้านเครื่องจักรและเครื่องทุ่นแรง เกณฑ์การตัดสินใจ  
ประกอบด้วย 30 เกณฑ์แบ่งตามมุมมองในแต่ละด้าน  
ผลการวิจัยนี้สามารถใช้เป็นแนวทางการเลือกใช้  
ระบบผนังภายนอกอาคาร

## ระเบียบวิธีวิจัย

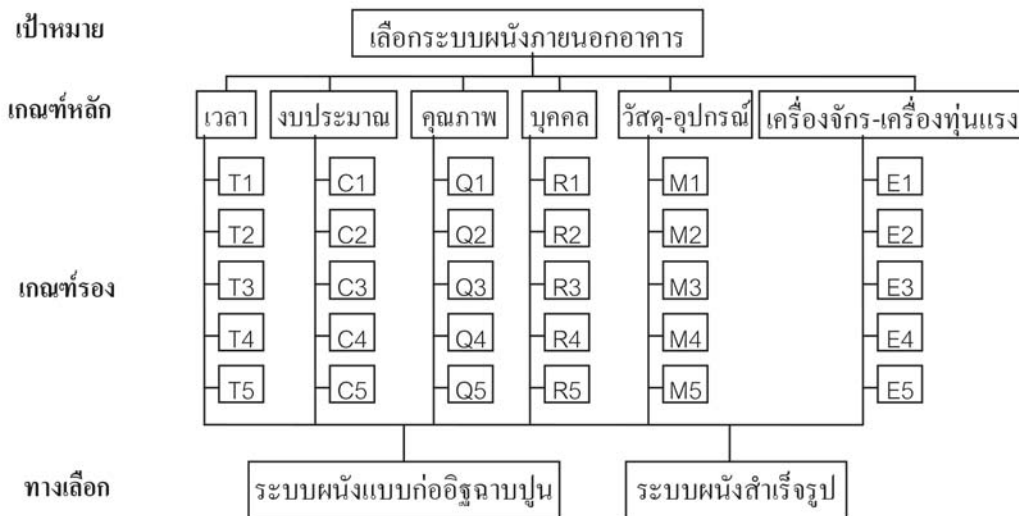
### กรอบแนวคิดของโครงการวิจัย



ภาพที่ 2 กรอบแนวคิดของการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้นำเกณฑ์การตัดสินใจเลือกระบบผนังภายนอกอาคารใน 6 มุมมอง จำนวน 30 เกณฑ์และผลการประยุกต์ใช้วิธี AHP ในการตัดสินใจเลือกระบบผนังภายนอกอาคารมาใช้ในการกำหนดน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์การตัดสินใจเลือกระบบผนังภายนอกอาคารด้วยวิธีไวโกรี กรอบแนวคิดของการวิจัยแสดงในภาพที่ 2 โครงสร้างลำดับชั้นของการตัดสินใจ แสดงในภาพที่ 3





ภาพที่ 3 โครงสร้างการตัดสินใจเลือกระบบก่อสร้างผนังภายนอกอาคาร

โดย T1 คือ การแก้ไขแบบจะส่งผลกระทบต่อการทำงานก่อสร้าง T2 คือ เวลาที่ใช้ในการเตรียมการระหว่างการทำงานก่อสร้าง T3 คือ ความรวดเร็วในการเริ่มทำงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบผนัง T4 คือ การขาดแคลนแรงงานในฤดูเก็บเกี่ยว T5 คือ เวลาที่ใช้ในการเตรียมแบบก่อสร้าง C1 คือ กระบวนการทำงานที่ไม่มีประสิทธิภาพทำให้สิ้นเปลืองค่าจ้างแรงงาน C2 คือ ค่าใช้จ่ายในการแก้ไขระหว่างการทำงานก่อสร้าง C3 คือ การสูญเสียวัสดุก่อสร้าง C4 คือ ค่าจ้างแรงงานระดับฝีมือที่มีความสามารถ C5 คือ งบประมาณในการออกแบบ Q1 คือ การควบคุมคุณภาพของแนวผนังภายนอก Q2 คือ การควบคุมรายละเอียดให้ตรงตามแบบสถาปัตยกรรม Q3 คือ โอกาสการเกิดรอยแตกร้าวที่ผนัง Q4 คือ ความยุ่งยากในการทำงาน Q5 คือ การติดตั้งงานระบบ (ไฟฟ้า, ประปา) R1 คือ การจัดหาทีมงานก่อสร้างที่มีความชำนาญ R2 คือ ความชำนาญของผู้ควบคุมงาน R3 คือ ความชำนาญของสถาปนิกและวิศวกรประจำหน่วยงาน R4 คือ การประสานงานของสถาปนิก วิศวกร และผู้ควบคุมงาน R5 คือ ความรู้ ความชำนาญ และประสบการณ์ของผู้ออกแบบ M1 คือ การวางแผนและการควบคุมการใช้วัสดุ M2 คือ คุณลักษณะเฉพาะของวัสดุที่ผู้ว่าจ้างกำหนด M3 คือ คุณภาพของวัสดุก่อสร้าง M4 คือ การจัดหาและจัดส่งวัสดุ M5 คือ วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการก่อสร้างราคาไม่คงที่ E1 คือ การวางแผนในการใช้งานเครื่องจักรเครื่องทุ่นแรง E2 คือ จำนวนเครื่องจักรเครื่องทุ่นแรง E3 คือ ประสิทธิภาพของเครื่องจักรเครื่องทุ่นแรง E4 คือ การขนส่งมายัง SITE งานและค่าใช้จ่ายในการขนส่ง และ E5 คือ การดูแลรักษาเครื่องจักรเครื่องทุ่นแรง



## วิธีการและขั้นตอนการเก็บข้อมูล

การพัฒนาแบบจำลองสำหรับใช้ในการตัดสินใจเลือกระบบผนังภายนอกอาคาร มีขั้นตอนในการวิจัยทั้งหมด 9 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 รวบรวม ศึกษา ค้นคว้า เอกสาร และงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์วิธีไวโวกอร์ และระบบผนังภายนอกอาคารแบบระบบผนังแบบก่ออิฐฉาบปูน และ ระบบผนังสำเร็จรูป

ขั้นตอนที่ 2 รวบรวม สำรวจ เกณฑ์ในการเลือกระบบผนังภายนอกอาคาร นำหนักความสำคัญของเกณฑ์การตัดสินใจ ทั้งจากเอกสารอ้างอิงและจากการสัมภาษณ์ผู้เกี่ยวข้องในโครงการก่อสร้างเพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปทำการระบุเกณฑ์การตัดสินใจเลือกระบบผนังภายนอกอาคาร

ขั้นตอนที่ 3 จัดทำแบบสอบถาม และเก็บข้อมูลจากผู้ว่าจ้าง ผู้ออกแบบ ผู้ควบคุมงาน และผู้รับจ้าง

ขั้นตอนที่ 4 หาค่า Normalized ของผลการประเมินแต่ละทางเลือกภายใต้เกณฑ์การตัดสินใจที่กำหนดและหาค่า  $R_i$  ของทุก ๆ ทางเลือกในการตัดสินใจโดยวิธีไวโวกอร์

ขั้นตอนที่ 5 ตรวจสอบความน่าเชื่อถือของผลลัพธ์

ขั้นตอนที่ 6 จัดลำดับระบบผนังภายนอกอาคารทางเลือก

ขั้นตอนที่ 7 เลือกระบบผนังภายนอกอาคาร

ขั้นตอน 8 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์กับผลการวิจัยในอดีต

ขั้นตอน 9 การสรุปผล และข้อเสนอแนะของงานวิจัย การวิเคราะห์ข้อมูล

การดำเนินงานศึกษาค้นคว้า แบ่งการเก็บข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 ทำการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อรวบรวมข้อมูลเกณฑ์การเลือกระบบผนังภายนอกอาคาร และ ส่วนที่ 2 ทำการสอบถาม โดยประชากรเป็นผู้เชี่ยวชาญที่มีคุณสมบัติ ดังต่อไปนี้ เป็นผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในการก่อสร้างที่มีประสบการณ์ในการจัดการก่อสร้างระบบก่อสร้างผนังภายนอกอาคารอย่างน้อย 3 ปี กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญได้จากการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจงโดยมีคุณสมบัติตามที่กำหนด โดยประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้านี้ คือ ผู้ออกแบบ ผู้ควบคุมงาน และผู้รับจ้าง โดยแบ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างดังต่อไปนี้ 1) ผู้ออกแบบ จำนวน 10 คน 2) ผู้ควบคุมงาน จำนวน 10 คน และ 3) ผู้รับจ้าง จำนวน 10 คน รวม 30 คน

## ผลการวิจัยและการทดสอบผลลัพธ์

ในการศึกษาได้ประเมินระบบผนังภายนอกอาคารแบบระบบผนังแบบก่ออิฐฉาบปูน และระบบผนังสำเร็จรูป ผลการศึกษาได้เกณฑ์การตัดสินใจและนำหนักความสำคัญของแต่ละเกณฑ์การตัดสินใจแสดงในตารางที่ 1 แยกวิเคราะห์ตามลักษณะของระบบผนังภายนอกอาคาร โดยแสดงค่าน้ำหนักแบบเฉพาะที่ (Local Weight: LWt) ที่ได้จากการเปรียบเทียบคู่ของเกณฑ์การตัดสินใจและค่าน้ำหนักแบบรวม (Global Weight: GWt) ที่ได้จากการถ่ายทอดนำหนักความสำคัญของค่าน้ำหนักแบบเฉพาะที่ในแต่ละระดับชั้นของโครงการลำดับชั้นของการตัดสินใจ พบว่าในภาพรวมด้านที่มีความสำคัญสูงสุด 3 อันดับแรกคือ 1) ด้านงบประมาณ 2) ด้านระยะเวลา และ 3) ด้านคุณภาพ ตามลำดับ ส่วนเกณฑ์ที่มีความสำคัญสูงสุดคือ 1) กระบวนการทำงานที่ไม่มีประสิทธิภาพทำให้สิ้นเปลืองค่าจ้างแรงงาน 2) ค่า

ใช้จ่ายในการแก้ไขระหว่างการก่อสร้าง และ 3) ค่าจ้างแรงงานระดับฝีมือที่มีความสามารถ ตามลำดับ

การวิจัยนี้ใช้วิธีไวโกรี ร่วมกับวิธี AHP เพื่อจัดการปัญหาการตัดสินใจเลือกกระบวนผนังภายนอกอาคารที่มีความสลับซับซ้อน ในการคำนวณและวิเคราะห์น้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์การตัดสินใจ จะใช้วิธี AHP สำหรับการพิจารณาเปรียบเทียบกับค่าที่ดีที่สุดในกลุ่มทางเลือกจะใช้วิธีไวโกรี ผลการประเมินระบบผนังภายนอกอาคารแบบระบบผนังแบบก่ออิฐฉาบปูน และระบบผนังสำเร็จรูป ด้วยเกณฑ์การตัดสินใจทั้งหมด ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ ค่าคะแนนได้จากการส่งแบบสอบถามถึงผู้เชี่ยวชาญ โดยกำหนดให้คะแนนที่ดีที่สุดมีค่าเท่ากับ 5 และคะแนนที่แย่ที่สุดมีค่าเท่ากับ 1 ผลการเลือกกระบวนผนังภายนอกอาคารด้วยวิธีไวโกรี แบบปรับปรุง

แสดงในตารางที่ 2 พบว่า ระบบผนังสำเร็จรูปดีกว่าระบบผนังแบบก่ออิฐฉาบปูน โดยเกณฑ์ที่ระบบผนังสำเร็จรูปมีช่องว่างสูงสุด คือ ความรวดเร็วในการเริ่มทำงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบผนัง การแก้ไขแบบจะส่งผลกระทบต่อการทำงาน เวลาที่ใช้ในการเตรียมการระหว่างการก่อสร้าง การสูญเสียวัสดุก่อสร้าง งบประมาณในการออกแบบ และ เวลาที่ใช้ในการเตรียมแบบก่อสร้าง พบว่า ค่าช่องว่างเท่ากับ 0.03 ในขณะที่เกณฑ์ซึ่งระบบผนังแบบก่ออิฐฉาบปูนมีช่องว่างสูง คือ กระบวนการทำงานที่ไม่มีประสิทธิภาพทำให้สิ้นเปลืองค่าจ้างแรงงาน ค่าใช้จ่ายในการแก้ไขระหว่างการก่อสร้าง ค่าจ้างแรงงานระดับฝีมือที่มีความสามารถ และ ความรวดเร็วในการเริ่มทำงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบผนัง มีค่าช่องว่างเท่ากับ 0.10, 0.08, 0.06, และ 0.05 ตามลำดับ

ตารางที่ 1 น้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์การตัดสินใจ

รหัส	เกณฑ์	ค่าน้ำหนักแบบเฉพาะที่ (LWt)			ค่าน้ำหนักแบบรวม (GWt)			เฉลี่ย
		ผู้ควบคุมงาน	ผู้รับเหมา	ผู้ออกแบบ	ผู้ควบคุมงาน	ผู้รับเหมา	ผู้ออกแบบ	
T	ด้านระยะเวลา	0.285	0.223	0.203	0.285	0.223	0.203	0.237
T1	การแก้ไขแบบจะส่งผลกระทบต่อการทำงาน	0.285	0.182	0.237	0.081	0.041	0.048	0.057
T2	เวลาที่ใช้ในการเตรียมการระหว่างการก่อสร้าง	0.166	0.302	0.228	0.047	0.067	0.046	0.054
T3	ความรวดเร็วในการเริ่มทำงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบผนัง	0.232	0.252	0.210	0.066	0.056	0.043	0.055
T4	การขาดแคลนแรงงานในฤดูเก็บเกี่ยว	0.153	0.096	0.124	0.044	0.021	0.025	0.030
T5	เวลาที่ใช้ในการเตรียมแบบก่อสร้าง	0.166	0.167	0.201	0.047	0.037	0.041	0.042
C	ด้านงบประมาณ	0.364	0.369	0.351	0.364	0.369	0.351	0.361
C1	กระบวนการทำงานที่ไม่มีประสิทธิภาพทำให้สิ้นเปลืองค่าจ้างแรงงาน	0.349	0.310	0.303	0.127	0.114	0.106	0.116
C2	ค่าใช้จ่ายในการแก้ไขระหว่างการทำงาน	0.208	0.306	0.229	0.076	0.113	0.080	0.090
C3	การสูญเสียวัสดุก่อสร้าง	0.153	0.144	0.136	0.056	0.053	0.048	0.052
C4	ค่าจ้างแรงงานระดับฝีมือที่มีความสามารถ	0.181	0.121	0.226	0.066	0.045	0.079	0.063
C5	งบประมาณในการออกแบบ	0.109	0.119	0.106	0.040	0.044	0.037	0.040

ตารางที่ 1 น้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์การตัดสินใจ (ต่อ)

รหัส	เกณฑ์	ค่าน้ำหนักแบบเฉพาะที่ (LWt)			ค่าน้ำหนักแบบรวม (GWt)			เฉลี่ย
		ผู้ควบคุมงาน	ผู้รับเหมา	ผู้ออกแบบ	ผู้ควบคุมงาน	ผู้รับเหมา	ผู้ออกแบบ	
Q	ด้านคุณภาพ	0.164	0.212	0.249	0.164	0.212	0.249	0.208
Q1	การควบคุมคุณภาพของแนวผนังภายนอก	0.273	0.266	0.228	0.045	0.056	0.057	0.053
Q2	การควบคุมรายละเอียดให้ตรงตามแบบสถาปัตยกรรม	0.255	0.194	0.352	0.042	0.041	0.088	0.057
Q3	โอกาสการเกิดรอยแตกร้าวที่ผนัง	0.199	0.168	0.129	0.033	0.036	0.032	0.033
Q4	ความยุ่งยากในการทำงาน	0.145	0.171	0.152	0.024	0.036	0.038	0.033
Q5	การติดตั้งงานระบบ (ไฟฟ้า, ประปา)	0.128	0.208	0.139	0.021	0.044	0.035	0.033
R	ด้านบุคลากร	0.085	0.079	0.075	0.085	0.079	0.075	0.080
R1	การจัดหาทีมงานก่อสร้างที่มีความชำนาญ	0.404	0.315	0.429	0.034	0.025	0.032	0.030
R2	ความชำนาญของผู้ควบคุมงาน	0.197	0.215	0.189	0.017	0.017	0.014	0.016
R3	ความชำนาญของสถาปนิกและวิศวกรประจำหน่วยงาน	0.137	0.114	0.108	0.012	0.009	0.008	0.010
R4	การประสานงานของสถาปนิก วิศวกร และผู้ควบคุมงาน	0.122	0.180	0.145	0.010	0.014	0.011	0.012
R	ด้านบุคลากร	0.085	0.079	0.075	0.085	0.079	0.075	0.080
R5	ความรู้ ความชำนาญ และประสบการณ์ของผู้ออกแบบ	0.141	0.177	0.128	0.012	0.014	0.010	0.012
M	ด้านวัสดุและอุปกรณ์การก่อสร้าง	0.052	0.064	0.071	0.052	0.064	0.071	0.062
M1	การวางแผนและการควบคุมการใช้วัสดุ	0.240	0.238	0.224	0.012	0.015	0.016	0.015
M2	คุณลักษณะเฉพาะของวัสดุที่ผู้ว่าจ้างกำหนด	0.169	0.177	0.178	0.009	0.011	0.013	0.011
M3	คุณภาพของวัสดุก่อสร้าง	0.340	0.311	0.327	0.018	0.020	0.023	0.020
M4	การจัดหาและจัดส่งวัสดุ	0.152	0.158	0.172	0.008	0.010	0.012	0.010
M5	วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการก่อสร้างราคาไม่คงที่	0.099	0.115	0.098	0.005	0.007	0.007	0.006
E	ด้านเครื่องจักร เครื่องทุ่นแรง	0.051	0.053	0.051	0.051	0.053	0.051	0.052
E1	การวางแผนในการใช้งานเครื่องจักรเครื่องทุ่นแรง	0.309	0.274	0.324	0.016	0.015	0.017	0.016
E2	จำนวนเครื่องจักรเครื่องทุ่นแรง	0.108	0.167	0.160	0.006	0.009	0.008	0.008
E3	ประสิทธิภาพของเครื่องจักรเครื่องทุ่นแรง	0.277	0.235	0.250	0.014	0.012	0.013	0.013
E4	การขนส่งมายัง SITE งานและค่าใช้จ่ายในการขนส่ง	0.194	0.168	0.162	0.010	0.009	0.008	0.009
E5	การดูแลรักษาเครื่องจักรเครื่องทุ่นแรง	0.112	0.156	0.104	0.006	0.008	0.005	0.006

**ตารางที่ 2** ผลการวิเคราะห์ด้วยวิธี VIKOR

เกณฑ์การตัดสินใจ	คะแนนของระบบผนัง		w	$w_i r_{ij}$ ระบบผนัง	
	ก่อนรัฐ	สำเร็จรูป		ก่อนรัฐ	สำเร็จรูป
การแก้ไขแบบจะส่งผลกระทบต่อการก่อสร้าง	2.16	0.37	0.057	0.03	0.03
เวลาที่ใช้ในการเตรียมการระหว่างการก่อสร้าง	0.32	2.11	0.054	0.05	0.03
ความรวดเร็วในการเริ่มทำงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบผนัง	0.26	2.00	0.055	0.05	0.03
การขาดแคลนแรงงานในฤดูเก็บเกี่ยว	0.16	1.16	0.030	0.03	0.02
เวลาที่ใช้ในการเตรียมแบบก่อสร้าง	1.63	0.53	0.042	0.03	0.03
กระบวนการทำงานที่ไม่มีประสิทธิภาพทำให้สิ้นเปลืองค่าจ้างแรงงาน	0.63	4.97	0.116	0.10	0.00
ค่าใช้จ่ายในการแก้ไขระหว่างการก่อสร้าง	0.47	3.79	0.090	0.08	0.02
การสูญเสียวัสดุก่อสร้าง	0.26	2.26	0.052	0.05	0.03
ค่าจ้างแรงงานระดับฝีมือที่มีความสามารถ	0.53	3.68	0.063	0.06	0.01
งบประมาณในการออกแบบ	0.26	1.68	0.040	0.04	0.03
การควบคุมคุณภาพของแนวผนังภายนอก	0.32	2.68	0.053	0.05	0.02
การควบคุมรายละเอียดให้ตรงตามแบบ	0.47	4.16	0.057	0.05	0.01
โอกาสการเกิดรอยแตกร้าวที่ผนัง	0.16	1.53	0.033	0.03	0.02
ความยุ่งยากในการทำงาน	1.00	1.00	0.033	0.03	0.02
การติดตั้งงานระบบ (ไฟฟ้า, ประปา)	0.21	1.63	0.033	0.03	0.02
การจัดหาที่มงานก่อสร้างที่มีความชำนาญ	0.21	1.47	0.030	0.03	0.02
ความชำนาญของผู้ควบคุมงาน	0.11	0.63	0.016	0.02	0.01
ความชำนาญของสถาปนิกและวิศวกรประจำหน่วยงาน	0.05	0.37	0.010	0.01	0.01
การประสานงานของสถาปนิก วิศวกร และผู้ควบคุมงาน	0.05	0.53	0.012	0.01	0.01
ความรู้ ความชำนาญ และประสบการณ์ของผู้ออกแบบ	0.05	0.47	0.012	0.01	0.01
การวางแผนและการควบคุมการใช้วัสดุ	0.11	0.74	0.015	0.01	0.01
คุณลักษณะเฉพาะของวัสดุที่ผู้ว่าจ้างกำหนด	0.11	0.58	0.011	0.01	0.01
คุณภาพของวัสดุก่อสร้าง	0.16	1.05	0.020	0.02	0.02
การจัดหาและจัดส่งวัสดุ	0.05	0.58	0.010	0.01	0.01
วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการก่อสร้างราคาไม่คงที่	0.05	0.32	0.006	0.01	0.01
การวางแผนในการใช้งานเครื่องจักรเครื่องทุ่นแรง	0.11	0.74	0.016	0.02	0.01
จำนวนเครื่องจักรเครื่องทุ่นแรง	0.05	0.37	0.008	0.01	0.01
ประสิทธิภาพของเครื่องจักรเครื่องทุ่นแรง	0.11	0.58	0.013	0.01	0.01
การขนส่งมายัง SITE งานและค่าใช้จ่ายในการขนส่ง	0.05	0.37	0.009	0.01	0.01
การดูแลรักษาเครื่องจักรเครื่องทุ่นแรง	0.05	0.21	0.006	0.01	0.01
$S_i$				0.90	0.48
$Q_i$				0.10	0.03
$S$				0.5	0
$Q$				0.5	0
$R_i$				1	0
อันดับ				2	1

ค่าช่องว่างต่ำสุด (Minimum Gap) ของเกณฑ์ที่ประเมินระบบก่อสร้างผนังทั้งสองระบบมีค่าเท่ากับ 0.01 โดยจำนวนเกณฑ์ที่ระบบผนังสำเร็จรูปมีค่าช่องว่างต่ำสุดเท่ากับ 16 เกณฑ์ ส่วนจำนวนเกณฑ์ที่ระบบผนังแบบก่ออิฐฉาบปูนมีค่าช่องว่างต่ำสุดเท่ากับ 11 เกณฑ์ โดยเป็นเกณฑ์ที่ระบบผนังสำเร็จรูปมีค่าช่องว่างต่ำสุดเช่นเดียวกัน พบว่า ระบบผนังสำเร็จรูปมีคุณสมบัติที่ดีกว่าในด้านกระบวนการทำงานที่ไม่มีประสิทธิภาพทำให้สิ้นเปลืองค่าจ้างแรงงาน การควบคุมรายละเอียดให้ตรงตามแบบสถาปัตยกรรม การวางแผนในการใช้งานเครื่องจักรเครื่องทุ่นแรง การวางแผนในการใช้งานเครื่องจักรเครื่องทุ่นแรง ความชำนาญของผู้ควบคุมงาน และค่าจ้างแรงงานระดับฝีมือที่มีความสามารถ

### การทดสอบผลลัพธ์

บทความนี้นำเสนอการประยุกต์ใช้วิธีไวโกรี ในการเลือกชนิดของระบบผนังภายนอกอาคาร โดยพิจารณาเกณฑ์การตัดสินใจใน 6 หมวด มีเกณฑ์การตัดสินใจ 30 เกณฑ์ เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของการประยุกต์ใช้เครื่องมือดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้ทำการเปรียบเทียบกับผลการประเมินกับผลการวิจัยในอดีตซึ่งประยุกต์ใช้วิธี AHP ในการเลือกระบบก่อสร้างผนังภายนอก โดยสร้างโครงสร้างลำดับชั้นการตัดสินใจตั้งแต่แสดงในภาพที่ 1 ตารางที่ 3 แสดงค่าน้ำหนักแบบเฉพาะที่ (Local Weight: LWt) ที่ได้

จากการเปรียบเทียบคู่ของระบบผนังภายนอกอาคารทางเลือกทั้งสองประเภท ภายใต้เกณฑ์การตัดสินใจทั้งหมด 30 เกณฑ์ และค่าน้ำหนักแบบรวม (Global Weight: GWt) ที่ได้จากการถ่ายทอดน้ำหนักความสำคัญของค่าน้ำหนักแบบเฉพาะที่ในแต่ละระดับชั้นของโครงการลำดับชั้นของการตัดสินใจ พบว่าผลรวมของ GWt ของระบบผนังแบบก่ออิฐฉาบปูน และระบบผนังสำเร็จรูป คือ 0.19 และ 0.81 ตามลำดับ ผลลัพธ์ที่ได้จากการประยุกต์ใช้วิธี AHP ในการเลือกชนิดของระบบผนังภายนอกอาคารสอดคล้องกับการประยุกต์ใช้วิธีไวโกรีแบบปรับปรุงซึ่งระบบผนังสำเร็จรูปเป็นระบบที่ดีที่สุดสำหรับโครงการก่อสร้างอาคาร ในการวิจัยครั้งนี้นอกจากเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากวิธีไวโกรีกับผลลัพธ์ที่ได้จากวิธี AHP แล้ว การวิจัยได้จัดลำดับของระบบผนังภายนอกอาคารด้วยวิธีถ่วงน้ำหนักผลการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อระบบก่อสร้างผนังทั้งสองระบบประเภทภายใต้เกณฑ์การตัดสินใจทั้ง 30 เกณฑ์ด้วย โดยใช้ค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์การตัดสินใจที่ได้จากวิธี AHP ผลการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 4 พบว่าคะแนนความพึงพอใจถ่วงน้ำหนักของระบบผนังแบบสำเร็จรูปมีค่าสูงกว่าระบบผนังแบบก่ออิฐฉาบปูน ผลลัพธ์ที่ได้จากการประยุกต์ใช้วิธีเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักระดับความพึงพอใจในการเลือกชนิดของระบบผนังภายนอกอาคารสอดคล้องกับการประยุกต์ใช้วิธีไวโกรี แบบปรับปรุง

**ตารางที่ 3** ผลการวิเคราะห์ด้วยวิธี AHP (นคเรศ พรหมจรรยา, 2549: 41)

รหัส	เกณฑ์	ระบบผนัง	
		ก่ออิฐ	สำเร็จรูป
T1	การแก้ไขแบบจะส่งผลกระทบต่อกรก่อสร้าง	0.041	0.007
T2	เวลาที่ใช้ในการเตรียมการระหว่างการก่อสร้าง	0.006	0.04
T3	ความรวดเร็วในการเริ่มทำงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบผนัง	0.005	0.038
T4	การขาดแคลนแรงงานในฤดูเก็บเกี่ยว	0.003	0.022
T5	เวลาที่ใช้ในการเตรียมแบบก่อสร้าง	0.031	0.01
C1	กระบวนการทำงานที่ไม่มีประสิทธิภาพทำให้สิ้นเปลืองค่าจ้างแรงงาน	0.012	0.095
C2	ค่าใช้จ่ายในการแก้ไขระหว่างการก่อสร้าง	0.009	0.072
C3	การสูญเสียวัสดุก่อสร้าง	0.005	0.043
C4	ค่าจ้างแรงงานระดับฝีมือที่มีความสามารถ	0.01	0.07
C5	งบประมาณในการออกแบบ	0.005	0.032
Q1	การควบคุมคุณภาพของแนวผนังภายนอก	0.006	0.051
Q2	การควบคุมรายละเอียดให้ตรงตามแบบสถาปัตยกรรม	0.009	0.079
Q3	โอกาสการเกิดรอยแตกร้าวที่ผนัง	0.003	0.029
Q4	ความยุ่งยากในการทำงาน	0.019	0.019
Q1	การติดตั้งงานระบบ (ไฟฟ้า, ประปา)	0.004	0.031
R1	การจัดหาทีมงานก่อสร้างที่มีความชำนาญ	0.004	0.028
R2	ความชำนาญของผู้ควบคุมงาน	0.002	0.012
R3	ความชำนาญของสถาปนิกและวิศวกรประจำหน่วยงาน	0.001	0.007
R4	การประสานงานของสถาปนิก วิศวกร และผู้ควบคุมงาน	0.001	0.01
R5	ความรู้ ความชำนาญ และประสบการณ์ของผู้ออกแบบ	0.001	0.009
M1	การวางแผนและการควบคุมการใช้วัสดุ	0.002	0.014
M2	คุณลักษณะเฉพาะของวัสดุที่ผู้ว่าจ้างกำหนด	0.002	0.011
M3	คุณภาพของวัสดุก่อสร้าง	0.003	0.02
M4	การจัดหาและจัดส่งวัสดุ	0.001	0.011
M5	วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการก่อสร้างราคาไม่คงที่	0.001	0.006
E1	การวางแผนในการใช้งานเครื่องจักรเครื่องทุ่นแรง	0.002	0.014
E2	จำนวนเครื่องจักรเครื่องทุ่นแรง	0.001	0.007
E3	ประสิทธิภาพของเครื่องจักรเครื่องทุ่นแรง	0.002	0.011
E4	การขนส่งมายัง SITE งานและค่าใช้จ่ายในการขนส่ง	0.001	0.007
E5	การดูแลรักษาเครื่องจักรเครื่องทุ่นแรง	0.001	0.004
	<b>รวม</b>	<b>0.19</b>	<b>0.81</b>

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ด้วยวิธีเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก

รหัส	เกณฑ์การตัดสินใจ	w	ระดับความพึงพอใจในระบบผนัง			
			ค่าคะแนน		ค่าคะแนนถ่วงน้ำหนัก	
			ก่อนรัฐ	สำเร็จรูป	ก่อนรัฐ	สำเร็จรูป
T1	การแก้ไขแบบจะส่งผลกระทบต่อกรก่อสร้าง	0.057	2.158	0.368	0.122	0.021
T2	เวลาที่ใช้ในการเตรียมการระหว่างการก่อสร้าง	0.054	0.316	2.105	0.017	0.113
T3	ความรวดเร็วในการเริ่มทำงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบผนัง	0.055	0.263	2.000	0.014	0.110
T4	การขาดแคลนแรงงานในฤดูเก็บเกี่ยว	0.030	0.158	1.158	0.005	0.035
T5	เวลาที่ใช้ในการเตรียมแบบก่อสร้าง	0.042	1.632	0.526	0.068	0.022
C1	กระบวนการทำงานที่ไม่มีประสิทธิภาพทำให้สิ้นเปลืองค่าจ้างแรงงาน	0.116	0.632	4.970	0.073	0.576
C2	ค่าใช้จ่ายในการแก้ไขระหว่างการก่อสร้าง	0.090	0.474	3.789	0.042	0.340
C3	การสูญเสียวัสดุก่อสร้าง	0.052	0.263	2.263	0.014	0.118
C4	ค่าจ้างแรงงานระดับฝีมือที่มีความสามารถ	0.063	0.526	3.684	0.033	0.233
C5	งบประมาณในการออกแบบ	0.040	0.263	1.684	0.011	0.068
Q1	การควบคุมคุณภาพของแนวผนังภายนอก	0.053	0.316	2.684	0.017	0.141
Q2	การควบคุมรายละเอียดให้ตรงตามแบบสถาปัตยกรรม	0.057	0.474	4.158	0.027	0.236
Q3	โอกาสการเกิดรอยแตกร้าวที่ผนัง	0.033	0.158	1.526	0.005	0.051
Q4	ความยุ่งยากในการทำงาน	0.033	1.000	1.000	0.033	0.033
Q1	การติดตั้งงานระบบ (ไฟฟ้า, ประปา)	0.033	0.211	1.632	0.007	0.054
R1	การจัดหาที่มงานก่อสร้างที่มีความชำนาญ	0.030	0.211	1.474	0.006	0.045
R2	ความชำนาญของผู้ควบคุมงาน	0.016	0.105	0.632	0.002	0.010
R3	ความชำนาญของสถาปนิกและวิศวกรประจำหน่วยงาน	0.010	0.053	0.368	0.001	0.004
R4	การประสานงานของสถาปนิก วิศวกร และผู้ควบคุมงาน	0.012	0.053	0.526	0.001	0.006
R5	ความรู้ ความชำนาญ และประสบการณ์ของผู้ออกแบบ	0.012	0.053	0.474	0.001	0.006
M1	การวางแผนและการควบคุมการใช้วัสดุ	0.015	0.105	0.737	0.002	0.011
M2	คุณลักษณะเฉพาะของวัสดุที่ผู้ว่าจ้างกำหนด	0.011	0.105	0.579	0.001	0.006
M3	คุณภาพของวัสดุก่อสร้าง	0.020	0.158	1.053	0.003	0.021
M4	การจัดหาและจัดส่งวัสดุ	0.010	0.053	0.579	0.001	0.006
M5	วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการก่อสร้างราคาไม่คงที่	0.006	0.053	0.316	0.000	0.002
E1	การวางแผนในการใช้งานเครื่องจักรเครื่องทุ่นแรง	0.016	0.105	0.737	0.002	0.011
E2	จำนวนเครื่องจักรเครื่องทุ่นแรง	0.008	0.053	0.368	0.000	0.003
E3	ประสิทธิภาพของเครื่องจักรเครื่องทุ่นแรง	0.013	0.105	0.579	0.001	0.008
E4	การขนส่งมายัง SITE งานและค่าใช้จ่ายในการขนส่ง	0.009	0.053	0.368	0.000	0.003
E5	การดูแลรักษาเครื่องจักรเครื่องทุ่นแรง	0.006	0.053	0.211	0.000	0.001
	<b>รวม</b>	<b>1.000</b>	<b>10.162</b>	<b>42.548</b>	<b>0.509</b>	<b>2.294</b>



## สรุป

บทความนี้นำเสนอแบบจำลองสำหรับช่วยเลือกระบบผนังภายนอกอาคารโครงการก่อสร้างอาคารด้วยการตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ โดยใช้วิธีไวโกรี แบบปรับปรุงร่วมกับวิธี AHP โดยใช้วิธี AHP ในการคำนวณและวิเคราะห์น้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์การตัดสินใจ และใช้วิธีไวโกรีแบบปรับปรุงในการพิจารณาเปรียบเทียบกับค่าที่ดีที่สุดในกลุ่มทางเลือก ทำให้เครื่องมือที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถวิเคราะห์ปัญหาได้อย่างเป็นระบบและจัดการความขัดแย้งของเกณฑ์การประเมินได้ เช่น ค่าที่ดีที่สุดของเกณฑ์ด้านงบประมาณเรื่องค่าใช้จ่ายในการแก้ไขระหว่างการก่อสร้าง คือ น้อยที่สุด ส่วนค่าที่แย่ที่สุด คือ มากที่สุด ในขณะที่ค่าที่ดีที่สุดของเกณฑ์ด้านบุคลากรเรื่องการจัดหาทีมงานก่อสร้างที่มีความชำนาญ คือ มากที่สุด ส่วนค่าที่แย่ที่สุด คือ น้อยที่สุด ซึ่งจากตัวอย่างนี้แสดงให้เห็นว่าค่าที่ดีที่สุดและค่าที่แย่ที่สุดของเกณฑ์ในแต่ละเรื่องขัดแย้งกัน ซึ่งวิธีไวโกรีสามารถแก้ไขปัญหานี้ได้โดยการพิจารณาค่าซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักของผลการวิเคราะห์ด้วย  $R_i$  ค่าผลรวมทุกค่าในกลุ่มและผลการวิเคราะห์ด้วยค่ามากที่สุดในกลุ่มซึ่งได้ทำการนอร์มัลไลซ์ (Normalization) แล้ว ทำให้ไวโกรีเป็นการใช้เครื่องมือที่เหมาะสมในการจัดการปัญหาการตัดสินใจเลือกระบบผนังภายนอกอาคารที่มีความสลับซับซ้อน ผลการประยุกต์ใช้วิธีการที่นำเสนอในการแก้ปัญหาการเลือกระบบผนังภายนอกอาคาร การวิจัยครั้งนี้ได้แบ่งเกณฑ์การตัดสินใจแบ่งออกเป็น 6 ด้าน จำนวนเกณฑ์การตัดสินใจด้านละ 5 เกณฑ์ รวม 30 เกณฑ์ ทางเลือกในการตัดสินใจประกอบด้วย ระบบผนังแบบก่ออิฐฉาบปูน และระบบผนังสำเร็จรูป พบว่า ระบบผนังสำเร็จรูป

เป็นวัสดุที่ดีที่สุด ผลลัพธ์ที่ได้จากวิธีนี้ สอดคล้องกับการประยุกต์ใช้วิธี AHP ในการวิเคราะห์น้ำหนักความสำคัญของระบบผนังภายนอกอาคาร (นเรศพรหมจรรยา, 2549: 41) อีกทั้งสอดคล้องกับผลลัพธ์จากวิธีเฉลี่ยระดับความพึงพอใจถ่วงน้ำหนัก อย่างไรก็ตามผลการวิเคราะห์ด้วยวิธีไวโกรีแบบปรับปรุงให้ข้อมูลเพิ่มเติมในส่วนของการปรับปรุงจุดอ่อนหรือผลการประเมินภายใต้เกณฑ์บางเกณฑ์ที่แต่ละทางเลือกยังมีผลการดำเนินการที่ต่ำกว่าค่าเป้าหมาย ทั้งนี้เนื่องจากวิธีไวโกรีคำนวณหา  $L_p$ -metric หรือ Normalized Decision Matrix ดังแสดงในสมการที่ 1 ทำให้ได้ข้อมูลช่องว่าง หรือ Gap ระหว่างผลการประเมินในแต่ละทางเลือกกับค่า  $f_j^*$  ค่าที่ดีที่สุดของเกณฑ์การประเมินใดวัดระดับความเป็นประโยชน์ (Benefit) หรือค่า  $f_j^*$  ค่าที่แย่ที่สุด ของเกณฑ์การประเมินใดวัดระดับความเป็นต้นทุน (Cost) หรือระดับความเสี่ยง (Risk) นอกจากนี้วิธีการไวโกรียังได้นำผลการวิเคราะห์ใน  $L_p$ -metric มาถ่วงน้ำหนักด้วยค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์ ทำให้ผู้ประเมินสามารถจัดลำดับช่องว่างของแต่ละเกณฑ์ได้ เช่น เกณฑ์การประเมินระบบผนังแบบก่ออิฐฉาบปูนช่องว่างสูงสุด 3 อันดับแรก คือ 1) กระบวนการทำงานที่ไม่มีประสิทธิภาพทำให้สิ้นเปลืองค่าจ้างแรงงาน 2) ค่าใช้จ่ายในการแก้ไขระหว่างการก่อสร้าง และ 3) ค่าจ้างแรงงานระดับฝีมือที่มีความสามารถ ตามลำดับ ส่วนเกณฑ์การประเมินระบบผนังแบบสำเร็จรูปช่องว่างสูงสุดเท่ากันมี 6 เกณฑ์ คือ 1) การแก้ไขแบบจะส่งผลกระทบต่อ การก่อสร้าง 2) เวลาที่ใช้ในการเตรียมการระหว่างการก่อสร้าง 3) ความรวดเร็วในการเริ่มทำงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบผนัง 4) เวลาที่ใช้ในการเตรียมแบบก่อสร้าง 5) การสูญเสียวัสดุก่อสร้าง และ 6) งบประมาณในการออกแบบ ข้อมูลช่องว่างเป็น

ข้อมูลสำคัญให้กับผู้ควบคุมงาน ผู้ออกแบบและผู้รับเหมาในการเลือกระบบผนังภายนอกอาคารให้ได้วิธีการทำงานที่มีประสิทธิภาพตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ การประยุกต์ใช้แบบจำลองนี้จะทำให้การเลือกระบบผนังภายนอกอาคารของผู้ควบคุมงานผู้ออกแบบและผู้รับเหมาก่อสร้างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น สามารถลดผลกระทบจากวิธีการก่อสร้างต่อเวลา ต้นทุน คุณภาพงาน และการบริหารจัดการทรัพยากรทั้ง คน วัสดุ และเครื่องจักรในการก่อสร้างได้

### บรรณานุกรม

Boonyaputthipong, Chumnun. 2012. **Tall Building: Steel Structure System** [Online]. Available: <http://home.kku.ac.th/bchumn/highrise/steel.html> (in Thai).

ชำนาญ บุญญาพุทธิพงศ์. 2554. **อาคารสูง: ระบบโครงสร้างเหล็ก** [ออนไลน์]. เข้าถึงจาก: <http://home.kku.ac.th/bchumn/highrise/steel.html>

Corum, K.L. 2012. **Sustainable Precast Construction Methods for Tall Office Buildings in Hong Kong** [Online]. Available: [http://bst1.cityu.edu.hk/e-learning/building\\_\\_info\\_\\_pack/tall\\_\\_building/paper\\_\\_corum\\_\\_ip.pdf](http://bst1.cityu.edu.hk/e-learning/building__info__pack/tall__building/paper__corum__ip.pdf)

Opricovic, S., and Tzeng, G. H. 2004. "Compromise Solution by MCDM

Methods: A Comparative Analysis of VIKOR and TOPSIS." **European Journal of Operational Research** 156, 1; 445-455.

Promjanya, Nakaret. 2006. "Comparison Study Building External with Brick Wall or Precast Wall Prequalification Model by AHP." Master's thesis, Faculty of Engineering, King Mongkut's University of Technology Thonburi. (in Thai).

นครเรศ พรหมจรรยา. 2549. "การศึกษาเปรียบเทียบแนวทางในการคัดเลือกระบบการก่อสร้างผนังภายนอกแบบก่ออิฐ ฉาบปูนกับระบบผนังสำเร็จรูป โดยใช้วิธี AHP." วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

Saaty, T.L. 1998. **Model, Methods, Concepts & Applications of the Analytic Hierarchy Process**. Boston: Kluwer Academic.

Small House Builder. 2007. **Application of Pre-Fabricated Structure in House Construction** [Online]. Available: <http://www.smallhouse.co.th/cms/article2.php?id=240> (in Thai).

สมอลล์เฮ้าส์. 2550. **การประยุกต์ใช้ระบบโครงสร้างสำเร็จรูปในการก่อสร้างบ้าน** [ออนไลน์]. เข้าถึงจาก: <http://www.smallhouse.co.th/cms/article2.php?id=240>



**Dr. Thoedtida Thipparat** received her Ph.D. Degree in Construction Engineering and Management from Chulalongkorn University. She is a lecturer at the Engineering and Business Management (EBM), Faculty of Engineering, Thammasat University. Her research interests include issues related to Multi Criteria Decision Making in construction project management, construction risk management, and application of Multi Criteria Decision Making to construction risk assessment. She has published research papers in national journals and conference proceedings.