# การพัฒนาระบบการวางแผนติดตั้งแผ่นผนังคอนกรีตมวลเบาด้วยแนวคิดโมเดลข้อมูลสารสนเทศอาคาร

# DEVELOPMENT OF INSTALLATION PLANNING SYSTEM FOR LIGHTWEIGHT CONCRETE WALL USING BUILDING INFORMATION MODELING CONCEPT

กมลทิพย์ พรชัยธเนศกุล[1] และ วัชระ เพียรสุภาพ[2]
1 ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย
2 รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย
*Corresponding author address: vachara.p@chula.ac.th

***บทคัดย่อ***

แผ่นผนังคอนกรีตมวลเบาถูกนำมาใช้งานอย่างแพร่หลาย เนื่องจากสามารถกำหนดระยะเวลา ขอบเขตของงาน งบประมาณ นอกจากนั้นยังสามารถควบคุมคุณภาพวัสดุให้ได้มาตรฐานคงที่ การใช้งานแผ่นผนังคอนกรีตมวลเบาต้องอาศัยขั้นตอนในการจัดเรียงแผ่นผนัง เนื่องจากแผ่นผนังมีขนาดตามมาตรฐานทำให้ต้องคำนึงถึงขนาดของแผ่นผนังและระยะที่ต้องการติดตั้งเพื่อลดเศษที่เหลือจากการจัดเรียงและระยะเวลาในการตัดแผ่นหน้างาน นอกจากนั้นการลดรอยต่อในการติดตั้งยังเป็นปัจจัยสำคัญที่ต้องคำนึงถึง เนื่องจากรอยต่อที่เพิ่มขึ้นส่งผลต่อต้นทุนของอุปกรณ์ที่ใช้ติดตั้ง การวางแผนติดตั้งแผ่นผนังในปัจจุบันดำเนินการโดยการจัดเรียงแผ่นผนังโดยอาศัยความชำนาญของวิศวกร ส่งผลต่อระยะที่เหลือจากการจัดเรียงไม่สามารถทำให้เหลือเศษได้น้อยที่สุด บทความวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอแนวทางการวางแผนติดตั้งแผ่นผนังคอนกรีตมวลเบา โดยงานวิจัยนำเทคนิคการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดมาประยุกต์ใช้ร่วมกับการจัดเรียงแผ่นผนัง โดยให้แสดงผลผ่านโมเดลข้อมูลสารสนเทศอาคาร เพื่อพัฒนาเครื่องมือในการวางแผนให้ได้คำตอบที่เหมาะสมที่สุด ผลการทดสอบระบบพบว่าระบบการวางแผนสามารถนำเสนอแผนการติดตั้งแผ่นผนังโดยเหลือเศษระยะพื้นที่น้อยลงจากแนวทางการจัดเรียงแผนผนังที่จัดทำโดยความชำนาญของวิศวกร

***คำสำคัญ:*** *การหาค่าที่เหมาะสมที่สุด, ผนังคอนกรีตมวลเบา, การวางแผนติดตั้งแผ่นผนังคอนกรีตมวลเบา, โมเดลข้อมูลสารสนเทศอาคาร*

***Abstract***

Lightweight concrete wall panels are widely used as they allows precise specification for the duration, scope and budget of work. Not only that, but they also enable material quality control to be standardized. The usage of such panel requires a process of arranging the wall as the wall has standard size. Installation lightweight concrete walls panel need to consider for two factors, the first, lightweight concrete wall size, the second, distance slot of installation because both can be the key factors to minimize space left over from the layout and time to cut leftover panel parts. Moreover, the reduction joint of installation is also an important factor to consider, as the increased number of joints will directly affect the total cost, resulting to higher costs. Currently the installation planning of lightweight concrete wall panel arrangement is carried out manually, which occasionally results in the leftover and panel arrangement not being optimally managed. The objective of research is to present a guideline for installation planning a lightweight concrete wall panel by using optimization technique and show the result on Building Information Modelling (BIM) to obtain the most appropriate arrangement. The system test results showed that the planning system can obtain fewer leftover areas than that of manual planning.

***Keywords:*** *Optimization, Lightweight Concrete Wall, Installation Planning, Building Information Modelling*

## 1. บทนำ

โครงการก่อสร้างโดยทั่วไปจำเป็นต้องอาศัยการบริหารจัดการที่ดี เนื่องจากแต่ละโครงการมีความเกี่ยวข้องกับกลุ่มคนหลายกลุ่มและมีกระบวนการจัดการหลายขั้นตอน ปัจจุบันอุตสาหกรรมก่อสร้างมีนวัตกรรมที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการก่อสร้างผนังอาคารเพิ่มมากขึ้น โดยในงานวิจัยจะกล่าวถึงแผ่นผนังคอนกรีตสำเร็จรูปแบบไม่รับแรงชนิดแผ่นผนังคอนกรีตมวลเบา การบริหารโครงการก่อสร้างให้เป็นไปตามแผนที่วางไว้ ส่งผลให้ทุกขั้นตอนซึ่งประกอบด้วย การวางแผน การออกแบบ การผลิต การขนส่ง การติดตั้งและก่อสร้าง[1] ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพซึ่งสามารถลดต้นทุนการผลิต ระยะเวลาการดำเนินงาน รวมถึงช่วยให้คุณภาพงานก่อสร้างเพิ่มขึ้น การจัดเตรียมแผ่นคอนกรีตหน้างานเพื่อการติดตั้งต้องคำนึงถึงข้อจำกัดของพื้นที่และจำนวนการค้ำยัน[2] ในโครงการนั้น ๆ การใช้งานเทคโนโลยีสารสนเทศในโครงการก่อสร้างเป็นตัวช่วยในการบริหารจัดการแผ่นผนังคอนกรีตสำเร็จรูปในโครงการให้

ดำเนินไปอย่างมีแบบแผนและประหยัดเวลาในแต่ละขั้นตอน เพื่อพัฒนาการจัดการแผ่นผนังคอนกรีตสำเร็จรูปในโครงการก่อสร้าง

BIM ถือเป็นเทคโนโลยีสารสนเทศที่เปลี่ยนแปลงกระบวนการในอุตสาหกรรมก่อสร้าง[3] เนื่องจากเป็นการประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการทำงาน เพื่อเชื่อมโยงองค์ประกอบอาคารที่สำคัญเข้าด้วยกัน ซึ่งเป็นประโยชน์ต่องานวางแผนและติดตั้งแผ่นผนังคอนกรีตสำเร็จรูปที่ประกอบไปด้วยหลายขั้นตอน ได้แก่ ผู้รับเหมาหลักส่งแบบให้ผู้รับเหมารายย่อย ผู้รับเหมารายย่อยทำแบบ Shop Drawing เพื่อเตรียมสู่ขั้นตอนการสั่งจำนวนแผ่นผนังคอนกรีตสำเร็จรูปตามจำนวนและบริเวณที่ต้องการ การติดตั้งแผ่นผนังคอนกรีตสำเร็จรูป การตรวจสอบงานโดยวิศวกรผู้รับผิดชอบ การออกใบรับมอบงาน การเบิกจ่ายเงินของผู้รับเหมารายย่อย ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ต้องอาศัยการสื่อสาร ประสานงาน และการทำงานร่วมกัน การเพิ่มประสิทธิภาพโดยการนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาประยุกต์ใช้ในขั้นตอนต่าง ๆ จะมีส่วนช่วยในการลดระยะเวลาในการวางแผนและเพิ่มความแม่นยำในการจัดการให้มากขึ้น

การจัดเรียงแผ่นผนังคอนกรีตมวลเบาในปัจจุบันดำเนินการโดยผู้มีประสบการณ์ ซึ่งขั้นตอนเริ่มจากผู้วางแผนเลือกใช้แผ่นที่มีขนาดใหญ่สุด สำหรับพิจารณาการจัดเรียงเป็นลำดับแรกเพื่อลดรอยต่อในส่วนระยะที่เหลือจะพิจารณาเลือกใช้ขนาดแผ่นที่เล็กลงไปหรือการตัดแผ่น ปัจจัยดังกล่าวส่งผลให้เกิดเศษที่เหลือจากการจัดเรียง รวมถึงใช้ระยะเวลานานในการดำเนินการ งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอแนวทางการจัดเรียงแผ่นผนังคอนกรีตมวลเบาและแสดงผลแผ่นผนังคอนกรีตมวลเบาให้รวดเร็วมากขึ้น โดยแนวทางการจัดเรียงแผ่นดังกล่าวจะใช้หลักการผสมขนาดแผ่นที่ทำให้เหลือเศษพื้นที่ผนังน้อยที่สุด

## 2. วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาพัฒนาระบบการวางแผนติดตั้งแผ่นผนังคอนกรีตมวลเบาด้วยแนวคิดโมเดลข้อมูลสารสนเทศอาคารผู้ศึกษาได้รวบรวมแนวคิดต่างๆจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

### *2.1. แผ่นผนังคอนกรีตมวลเบา*

แผ่นผนังคอนกรีตมวลเบาถูกนำมาใช้ในการก่อสร้างเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากแผ่นผนังถูกนำมาสร้างเพื่อใช้ในการแบ่งพื้นที่ภายในอาคาร ซึ่งมีความรวดเร็วกว่าการก่อฉาบผนังอิฐแบบทั่วไป พื้นผิวของผนังมีความสวยงามตามลักษณะของการออกแบบทางด้านสถาปัตยกรรม โดยแผ่นผนังคอนกรีตมวลเบาถูกออกแบบมาให้รับน้ำหนักและแรงกระทำที่มากระทำเฉพาะแผ่นของตัวเองเท่านั้น ไม่มีคุณสมบัติในการรับน้ำหนักจากโครงสร้างอาคารหรือรองรับแรงที่กระทำต่อโครงสร้างรอบข้าง การติดตั้งแผ่นผนังชนิดนี้จะทำการติดตั้งบนโครงอาคาร โดยใช้ไม้เป็นตัวรองรับหรือใช้ล้อรางเป็นตัวเลื่อนแผ่น เพื่อทำการปรับทิศทางและองศาในการติดตั้ง[4] กล่าวถึงการใช้แผ่นผนังคอนกรีตมวลเบาในการจัดสรรพื้นที่ เพื่อใช้ประโยชน์ ได้ดังต่อไปนี้

1. กั้นพื้นที่แยกออกมาจากพื้นที่ทำงานขนาดใหญ่
2. กั้นพื้นที่ห้องให้แยกออกจากกันเพื่อความเงียบสงบและความเป็นส่วนตัว
3. กั้นพื้นที่เพื่อแบ่งห้องในอพาร์ทเม้นท์

การใช้งานแผ่นผนังคอนกรีตมวลเบา ขึ้นอยู่กับความต้องการของเจ้าของโครงการและผู้ออกแบบโครงการก่อสร้างนั้น โดยคำนึงถึงความเหมาะสมทั้งในด้านการออกแบบ งบประมาณ ระยะเวลา รวมถึงความสวยงามหลังการติดตั้ง

### *2.2. แบบจำลองสารสนเทศอาคาร*

แบบจำลองสารสนเทศอาคาร (Building Information Modeling, BIM) เป็นกระบวนการออกแบบและก่อสร้างโดยจำลองสร้างแบบอาคารเสมือนจริง (Building Model) รวมถึงใส่ข้อมูลหรือสารสนเทศ (Information) ในองค์ประกอบอาคารเสมือนจริง เพื่อเป็นข้อมูลของโครงการก่อสร้างนั้น ๆ และสามารถนำมาใช้ในการจัดการโครงการก่อสร้างต่อไป การใช้เทคโนโลยีแบบจำลองสารสนเทศอาคาร มีแนวโน้มเป็นที่นิยมมากขึ้นและมีผู้ให้ความสนใจรวมถึงผู้ใช้งานเพิ่มมากขึ้นเช่นกัน

#### *2.2.1. หลักการทำงานและกระบวนการของแบบจำลองสารสนเทศอาคาร*

กระบวนการในการทำงานเกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้สารสนเทศในขั้นตอนการทำงานผ่านข้อมูลและแบบจำลองอาคารเสมือนจริงด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยแบบจำลองประกอบด้วยองค์ประกอบต่าง ๆ ของอาคาร เช่น เสา ผนัง พื้น และองค์ประกอบอื่น ๆ ซึ่งจะประกอบไปด้วยข้อมูลกราฟิก (Graphics) ทั้งสองและสามมิติ เช่น ขนาด ระยะ สี เป็นต้น และข้อมูลที่ไม่ใช่กราฟิก (Non-Graphics) เช่น ข้อมูลผู้ผลิต ราคา เป็นต้น ซึ่งแบบจำลองสารสนเทศอาคารจะรวมข้อมูลทั้งหมดไว้ที่ระบบฐานข้อมูลกลางของระบบ โดยสามารถแสดงผลในมุมมองลักษณะต่าง ๆ ที่เหมาะสมตามการใช้งาน ดังนั้นเมื่อผู้ใช้งานต้องการเปลี่ยนแปลงแก้ไขส่วนใดในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ผลจะถูกส่งไปที่ฐานข้อมูลกลางเพื่อเปลี่ยนแปลงและแสดงผลการเปลี่ยนแปลงนั้นออกมา

#### *2.2.2. การประยุกต์ใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคาร*

โครงการก่อสร้างในปัจจุบันมีกระบวนการที่ซับซ้อนและมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว ทั้งในด้านรูปแบบขององค์กร รูปแบบของสัญญา วิธีการก่อสร้าง ข้อจำกัดของพื้นที่ในการก่อสร้าง ชนิดของโครงการก่อสร้าง เครื่องมือและเครื่องจักรที่ใช้งาน การใช้เครื่องมือ

ที่ช่วยสร้างระบบการจัดการสารสนเทศจึงเป็นสิ่งสำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพทางด้านต้นทุน เวลา และคุณภาพ ซึ่งงานวิจัยที่ผ่านมาเล็งเห็นความสำคัญของการจัดการสารสนเทศในโครงการก่อสร้างในหลายด้าน เช่น การติดตามและตรวจสอบงานก่อสร้าง[5] พัฒนาการประยุกต์ใช้ BIM ในกระบวนการจัดการ เพื่อติดตามและตรวจสอบโครงการก่อสร้าง[6] ศึกษาการประยุกต์ใช้ BIM เพื่อตรวจสอบและจัดการโครงการรถไฟฟ้าใต้ดิน การจัดการข้อมูลและปริมาณงานในโครงการก่อสร้าง[7] ศึกษาการประยุกต์ใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคาร เพื่อจัดการข้อมูลของโครงการก่อสร้างอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กในส่วนงานเหล็กเสริมของชิ้นส่วนสำเร็จรูป[8] ศึกษาการประยุกต์ใช้ BIM เพื่อปรับปรุงความแม่นยำในการถอดปริมาณวัสดุของโครงการก่อสร้าง โดยใช้แนวความคิดการตรวจจับการทับกันของวัตถุ การประยุกต์ใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคารช่วยเพิ่มประสิทธิภาพด้านต่าง ๆ ในการบริหารงานก่อสร้างทำให้การก่อสร้างดำเนินไปตามขั้นตอนและแผนงานที่วางไว้ ซึ่งสามารถจัดการกับต้นทุน เวลา และคุณภาพของโครงการก่อสร้างได้

### *2.3. หลักการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด (OPTIMIZATION)*

การหาค่าคำตอบที่ดีที่สุด คือหลักการจำลองปัญหาที่เกิดขึ้นจริงให้มีลักษณะเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ เพื่อหาวิธีในการแก้ปัญหาและหาคำตอบที่ดีที่สุดของปัญหา (Optimization solutions) ซึ่งอาจเป็นค่าสูงสุดหรือค่าต่ำสุดตามเป้าหมายที่กำหนด โดยทั่วไปปัญหาหนึ่งจะมีวัตถุประสงค์ที่ถูกกำหนดไว้เป็นลักษณะฟังก์ชัน (Objective Function) โดยฟังก์ชันวัตถุประสงค์จะถูกกำหนดขอบเขตโดยฟังก์ชันข้อจำกัด ดังนั้นฟังก์ชันวัตถุประสงค์จะถูกนำมาพิจารณาในการประเมินค่าคำตอบที่เป็นไปได้ เพื่อหาค่าคำตอบที่ดีที่สุดในกลุ่มนั้น ๆ

องค์ประกอบหลักของการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด ประกอบด้วยสามส่วนหลักได้แก่ ตัวแปรตัดสินใจ (decision variables) ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (Objective function) และฟังก์ชันข้อจำกัด (constraint function) ทั้งสามองค์ประกอบมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน โดย ตัวแปรตัดสินใจ คือ ค่าตัวแปรในสมการต่าง ๆ ของโมเดลปัญหาที่ต้องการหาค่าเป็นคำตอบ ในหนึ่งโมเดลอาจมีตัวแปรในการตัดสินใจได้หลายตัวแปร ค่าคำตอบของตัวแปรที่ถูกแก้จากสมการนี้ จะถูกนำไปใช้ในการตัดสินใจเชิงปริมาณ เช่น จำนวนแผ่นผนังคอนกรีตสำเร็จรูป เป็นต้น ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ คือ สมการทางคณิตศาสตร์ที่อยู่ในรูปฟังก์ชันของตัวแปรตัดสินใจ ใช้สำหรับตรวจประเมินระดับความสำเร็จของวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ เช่น สมการแสดงการจัดเรียงแผ่นผนังคอนกรีตสำเร็จรูปให้เหลือพื้นที่เศษน้อยที่สุด และส่วนสุดท้ายฟังก์ชันข้อจำกัด คือ สมการหรืออสมการทางคณิตศาสตร์ที่อยู่ในรูปฟังก์ชันของตัวแปรตัดสินใจเช่นกัน แต่ทำหน้าที่เป็นขอบเขตหรือข้อจำกัดให้กับกลุ่มของค่าตัวแปรตัดสินใจ ค่าของตัวแปรตัดสินใจที่สอดคล้องกับฟังก์ชันข้อจำกัดจึงเรียกว่าคำตอบที่เป็นไปได้

## 3. วิธีการดำเนินงานวิจัย

ผู้วิจัยดำเนินงานวิจัยโดยสัมภาษณ์เบื้องต้นในขั้นตอนการจัดเรียงแผ่นผนังคอนกรีตมวลเบา โดยนำข้อมูลดังกล่าวเข้าสู่กระบวนการพัฒนาเพื่อหาแนวทางในการสร้างและออกแบบโปรแกรมให้เหมาะสมกับระบบการวางแผนติดตั้งแผ่นผนังคอนกรีตมวลเบา โดยดำเนินการดังนี้

### 3.1 ศึกษาและเก็บข้อมูลการบริหารจัดการแผ่นผนังคอนกรีตมวลเบาในโครงการก่อสร้าง

ผู้วิจัยศึกษาและเก็บข้อมูลเกี่ยวกับการบริหารจัดการแผ่นผนังคอนกรีตมวลเบาในโครงการก่อสร้าง โดยสัมภาษณ์ผู้มีประสบการณ์ที่เกี่ยวข้อง ในการสัมภาษณ์ได้สอบถามข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการแผ่นผนังคอนกรีตมวลเบาในโครงการ โดยมีรายละเอียด ดังนี้ ขนาดมาตรฐานของแผ่นคอนกรีต ขั้นตอนในการติดตั้ง ระยะเวลาในการดำเนินงานตั้งแต่ได้รับแบบก่อสร้างจนถึงเสร็จสิ้นขั้นตอนการจัดเรียงแผ่นผนัง ลักษณะของการจัดเรียง ข้อกำหนดในการติดตั้งแผ่นผนัง รวมถึงปริมาณการใช้แผ่นผนังแต่ละชนิดในโครงการ

### 3.2 ทบทวนเอกสารและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

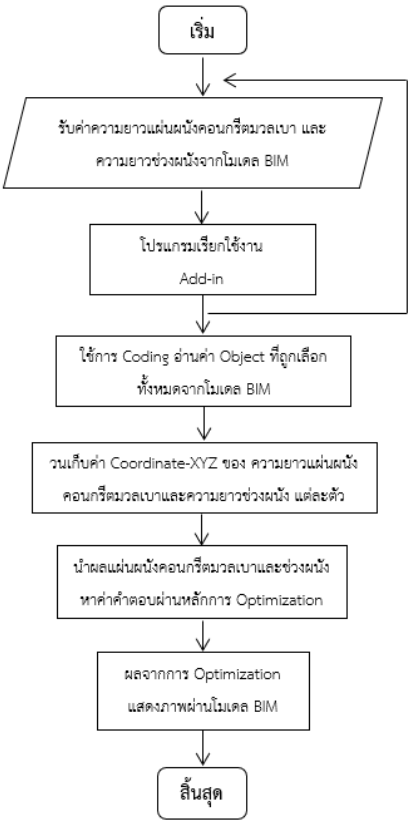
ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยทั้งในส่วนของเอกสารงานวิจัย ตำราเรียน วารสาร บทความทางวิชาการและสิ่งตีพิมพ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการแผ่นผนังคอนกรีตมวลเบาในโครงการก่อสร้าง ข้อจำกัดในการจัดเรียงแผ่นผนังคอนกรีตมวลเบา และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการจัดการการก่อสร้างด้วยแผ่นผนังคอนกรีตมวลเบา

### 3.3 ศึกษาเครื่องมือที่ใช้พัฒนาระบบ

ผู้วิจัยศึกษาเครื่องมือและวิธีการ เพื่อนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบ โดยเลือกเครื่องมือและวิธีการที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการวางแผนติดตั้งแผ่นผนังคอนกรีตมวลเบาเพื่อนำมาพัฒนาระบบต่อไป

### 3.4 พัฒนาระบบการบริหารจัดการแผ่นผนังคอนกรีตมวลเบาตามกรอบแนวคิด

พัฒนาระบบการบริหารจัดการแผ่นผนังคอนกรีตมวลเบาให้สอดคล้องกับกรอบแนวคิดที่กำหนดไว้ โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ได้ศึกษาไว้ในขั้นตอนก่อนหน้า เพื่อใช้สนับสนุนการพัฒนาระบบการบริหารจัดการ




รูปที่ 1 ขั้นตอนการทำงานของระบบการบริหารจัดการแผ่นผนังคอนกรีตมวลเบา

ขั้นตอนการพัฒนาระบบตามกรอบแนวคิด เริ่มจากผู้วิจัยเลือกเครื่องมือและวิธีการเพื่อนำมาใช้ในการวิจัย โดยระบบที่พัฒนาเริ่มต้นการทำงานผ่านโมเดลBIM ผู้ใช้งานเลือกความยาวแผ่นผนังคอนกรีตมวลเบา และความยาวช่วงผนังที่ต้องการ จากนั้นเลือกใช้งาน Add-in ในโมเดลBIM เพื่อให้ระบบประมวลผล ในขั้นตอนถัดไประบบจะอ่านค่า Object จากโมเดลBIM ผ่านการใช้งาน Coding ซึ่งระบบจะวนเก็บค่า Coordinate-XYZ ของ Object แต่ละตัวไว้ ในขั้นต่อมาหลังจากระบบเก็บค่า Object แต่ละตัวไว้แล้ว ระบบจะนำผลแผ่นผนังคอนกรีตมวลเบาและช่วงผนัง มาหาค่าคำตอบที่ดีที่สุดผ่านหลักการ Optimization เมื่อได้คำตอบแล้ว ระบบจะนำผลที่ได้แสดงภาพกลับไปยังโมเดลBIM ผลลัพธ์ที่ได้จะแสดงระยะที่เหลือจากการจัดเรียงแผ่นผนังคอนกรีตมวลเบาและจำนวนแผ่นผนังคอนกรีตมวลเบาแต่ละขนาดออกมา

## 4. ผลการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาระบบการวางแผนติดตั้งแผ่นผนังคอนกรีตมวลเบา โดยใช้หลักการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดและแสดงค่าผ่านโมเดล BIM เพื่อใช้ในการจัดการแผ่นผนัง การพัฒนาระบบยึดหลักการลดระยะช่วงผนังให้เหลือน้อยที่สุดหรืออีกนัยหนึ่งคือการจัดเรียงขนาดแผ่นผนังที่ถูกกำหนดไว้แล้ว ให้สามารถจัดเรียงได้เต็มช่วงผนังโดยเหลือพื้นที่ที่ต้องเก็บงานด้วยปูนน้อยที่สุด

### *4.1. ผลการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด (OPTIMIZATION)*

งานวิจัยใช้หลักการการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด โดยตั้งเงื่อนไขเพื่อพัฒนาระบบ คือ การลดระยะช่วงผนังให้เหลือน้อยที่สุด (Minimize Waste) ในการพัฒนาระบบได้เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์การจัดเรียงแผ่นผนังให้เหลือพื้นที่ของช่วงผนังให้น้อยที่สุด โดยใช้การเปรียบเทียบด้วยวิธี Simplex LP และ GA ดังตัวอย่างที่แสดงในตารางที่ 1 และตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ตัวอย่างการวิเคราะห์ผลพื้นที่ของช่วงผนังที่เหลือด้วยวิธี Simplex LP

| ความยาวช่วงผนัง (ซม.) | | ความยาวของแผ่นผนังคอนกรีตมวลเบาที่ใช้ร่วมกัน (ซม.) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 30 , 50 | 40 , 60 | 40 , 70 | 50 , 70 | 50 , 80 |
| | 420 | 20.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 20.00 |
| | 440 | 0.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 40.00 |
| | 460 | 10.00 | 0.00 | 20.00 | 30.00 | 10.00 |
| | 480 | 20.00 | 20.00 | 10.00 | 30.00 | 30.00 |
| | 500 | 0.00 | 0.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 |
| | 525 | 25.00 | 5.00 | 35.00 | 35.00 | 45.00 |
| | 550 | 20.00 | 30.00 | 20.00 | 10.00 | 20.00 |
| | 575 | 15.00 | 15.00 | 5.00 | 35.00 | 45.00 |
| | 630 | 0.00 | 30.00 | 0.00 | 0.00 | 20.00 |
| | 660 | 10.00 | 0.00 | 30.00 | 30.00 | 20.00 |
| | 690 | 10.00 | 30.00 | 20.00 | 10.00 | 0.00 |

**หมายเหตุ** การวิเคราะห์ผลพื้นที่ใช้ความสูงแผ่นผนังที่เท่ากัน

**ตารางที่ 2 ตัวอย่างการวิเคราะห์ผลพื้นที่ของช่วงผนังที่เหลือ ด้วยวิธี GA**

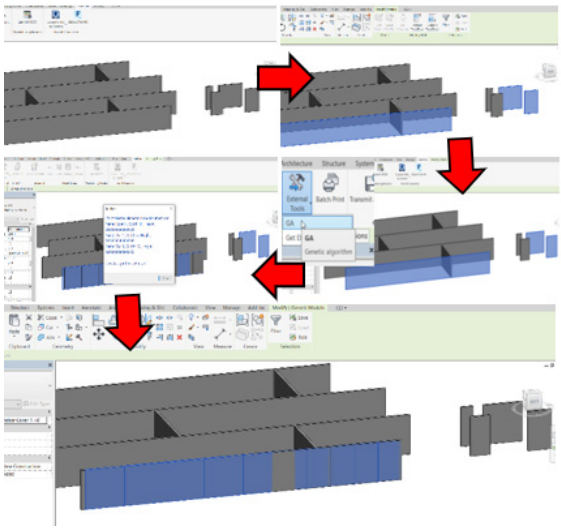
| ความยาวช่วงผนัง (ซม.) | | ความยาวของแผ่นผนังคอนกรีตมวลเบาที่ใช้ร่วมกัน (ซม.) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 30 , 50 | 40 , 60 | 40 , 70 | 50 , 70 | 50 , 80 |
| | 420 | 5.14 | 4.98 | 5.05 | 5.02 | 4.74 |
| | 440 | 5.65 | 5.46 | 5.44 | 5.50 | 5.34 |
| | 460 | 6.08 | 5.88 | 5.76 | 5.90 | 5.89 |
| | 480 | 6.68 | 6.55 | 6.52 | 6.47 | 6.59 |
| | 500 | 7.36 | 7.12 | 7.00 | 7.02 | 6.87 |
| | 525 | *5.00 | *5.00 | *5.00 | *5.00 | *5.00 |
| | 550 | 8.99 | *10.00 | 8.72 | 8.64 | 8.49 |
| | 575 | *5.00 | *15.00 | *5.00 | *5.00 | *5.00 |
| | 630 | 0.12 | *10.00 | 0.12 | 0.12 | 0.11 |
| | 660 | 0.13 | 0.13 | 0.13 | 0.13 | 0.12 |
| | 690 | 0.14 | *10.00 | 0.14 | 0.14 | 0.14 |

**หมายเหตุ** การวิเคราะห์ผลพื้นที่ใช้ความสูงแผ่นผนังที่เท่ากัน
*ช่วงผนังที่เหลือมีค่าอยู่ในหลักหน่วย นอกนั้นมีค่าเป็นทศนิยม ($10^{-10}$)

จากตัวอย่างผลการวิเคราะห์ในตารางที่ 1 และ 2 แสดงให้เห็นว่า การวิเคราะห์ด้วยวิธี Simplex LP มีค่าการ Minimize Waste ต่างจากวิธี GA เนื่องจากการวิเคราะห์ด้วยวิธี Simplex LP ต้องกำหนดสัดส่วนพื้นที่ของช่วงผนังเพื่อให้ระบบสามารถรับรู้ความต้องการของผู้ใช้งาน (กำหนดสัดส่วนพื้นที่ของช่วงผนังเพื่อให้ระบบประมวลผลจำนวนแผ่นผนัง เช่น ต้องการจำนวนแผ่นผนังที่มีขนาดใหญ่มากกว่าขนาดเล็กสี่สิบเปอร์เซ็นต์) เมื่อกำหนดสัดส่วนของช่วงผนัง ระบบจะนำสัดส่วนของช่วงผนังที่กำหนดไว้และขนาดแผ่นผนังคอนกรีตมาประมวลผล โดยการวิเคราะห์ด้วยวิธี Simplex LP จะมีผลการวิเคราะห์บางจุดที่ไม่แม่นยำ เนื่องจากการกำหนดเงื่อนไขจำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงตามช่วงผนัง ในส่วนการวิเคราะห์ด้วยวิธี GA ระบบสามารถประมวลผลการ Minimize Waste ได้ใกล้เคียงค่าศูนย์มากกว่า เนื่องจากการวิเคราะห์ด้วยวิธี GA เป็นการใช้หลักการการหาค่าคำตอบ โดยอาศัยรูปแบบการทำงานของกระบวนการการคัดเลือกพันธุกรรมจากธรรมชาติ เมื่อกำหนดเงื่อนไขหลักของการทำงานแล้วเสร็จ ระบบสามารถพัฒนาและเปลี่ยนแปลงคำตอบให้ได้ค่าการ Minimize Waste ได้อย่างใกล้เคียงตามเงื่อนไขที่ถูกกำหนดไว้

### *4.2. การแสดงผลผ่านโมเดลข้อมูลสารสนเทศอาคาร (BUILDING INFORMATION MODELING)*

การแสดงค่าผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ผ่านโมเดล BIM โดยงานวิจัยใช้โปรแกรม Revit ร่วมกับภาษาซีชาร์ป (C#) ในการพัฒนาระบบการวางแผนติดตั้งแผ่นผนังคอนกรีตมวลเบา ระบบสามารถแสดงค่าผลลัพธ์ในรูปแบบสามมิติ เพื่อให้ผู้ใช้งานเห็นภาพได้อย่างชัดเจน โดยภาพที่แสดงในโมเดลประกอบไปด้วย ช่วงผนังที่ต้องการจัดวางแผ่นผนังลงไปและผนังคอนกรีตมวลเบาที่ถูกจัดเรียงให้ต่อกัน โดยแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 การแสดงค่าผลลัพธ์ในรูปแบบสามมิติ

การแสดงผลลัพธ์ผ่านโมเดลข้อมูลสารสนเทศอาคารเป็นดังภาพที่ 2 โดยมีขั้นตอนในการใช้งานเป็นไปตามลำดับดังนี้

1. เปิดใช้งานไฟล์โมเดลข้อมูลสารสนเทศอาคาร ที่มี Object ความยาวแผ่นผนังคอนกรีตมวลเบา และความยาวช่วงผนัง จากนั้นเลือกช่วงผนังและแผ่นผนังที่ต้องการ
2. คลิก Add-in บนโปรมแกรม Revit ระบบจะประมวลผลและแสดงค่า Object ที่เลือก
3. ระบบแสดงผลลัพธ์ของการจัดเรียงในรูปแบบสามมิติของแผ่นผนังทั้งระยะที่เหลือและจำนวนแผ่นผนังแต่ละขนาด

## 5. สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาระบบการวางแผนติดตั้งแผ่นผนังคอนกรีตมวลเบา มีส่วนสำคัญต่อระยะเวลาในการดำเนินการก่อสร้าง เนื่องจากแผ่นผนังคอนกรีตมวลเบาถูกนำมาใช้ในงานก่อสร้างมากขึ้น การวางแผนจัดเรียงแผ่นผนังจึงมีความจำเป็นต่อการดำเนินงาน โดยแนวทางในการจัดเรียงแผ่นผนังคอนกรีตมวลเบาอาศัยหลักการ Optimization เพื่อลดระยะช่วงผนังที่เหลือ จากผลของการวิจัยได้วิเคราะห์เปรียบเทียบผลการจัดเรียงแผ่นผนังด้วยวิธี Simplex LP และ GA โดยคำตอบที่ได้จากวิธี Simplex LP ให้ค่าการ Minimize Waste เหลือมากสุดอยู่ที่ร้อยละ 9.09 ในขณะที่คำตอบที่ได้จากวิธี GA ค่าเหลือมากสุดอยู่ที่ร้อยละ 2.61 ในส่วนของการแสดงผลลัพธ์ผ่านโมเดลข้อมูลสารสนเทศอาคาร ผู้วิจัยใช้โปรแกรม Revit เพื่อแสดงผลในรูปแบบสามมิติ โดยระบบจะนำค่าผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วย GA ประมวลผลกลับมายังโปรแกรมเพื่อให้ผู้ใช้งานรับรู้ผลและนำไปใช้ในการวางแผนติดตั้งแผ่นผนัง

## 6. เอกสารอ้างอิง

[1] Abedi, M., Fathi, M. S., Mirasa, A. K., & Rawai, N. (2014). Cloud Computing as a Construction Collaboration Tool for Precast Supply Chain Management. Jurnal Teknologi, 70, 7. doi:10.11113/jt.v70.3569

[2] Manrique, J., Al-Hussein, M., Telyas, A., & Funston, G. (2007). Constructing a Complex Precast Tilt-Up-Panel Structure Utilizing an Optimization Model, 3D CAD, and Animation. Journal of Construction Engineering and Management-asce - J CONSTR ENG MANAGE-ASCE, 133. doi:10.1061/(ASCE)0733-9364(2007)133:3(199)

[3] Succar, B. (2009). Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. Automation in Construction 18(3): 357-375.

[4] Pitroda, D. J., Bhut, K., Bhimani, H., Chhayani, S., Bhatu, U., & Chauhan, N. (2016). A Critical Review on Non-Load Bearing Wall Based on Different Materials. International Journal of Constructive Research in Civil Engineering (IJCRCE) ISSN 2454-8693 (Online), 2, 33-40. doi:10.20431/2454-8693.0204005

[5] Lin, Y.-C., Lee, H.-Y., & Yang, I. T. (2015). Developing as-built BIM model process management system for general contractors: A case study. Journal of Civil Engineering and Management, 22, 1-14. doi:10.3846/13923730.2014.914081

[6] Wu, I. C., Lu, S.-R., & Hsiung, B.-C. (2015). A BIM-based monitoring system for urban deep excavation projects. Visualization in Engineering. doi:10.1186/s40327-014-0015-x

[7] ณรงค์ศักดิ์ นิ่มนวล และ อิทธิพร ศิริสวัสดิ์. (2017). การประยุกต์ใช้แบบจำลองสารสนเทศในงานเหล็กเสริมของระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป. วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปีที่ 12, ฉบับที่ 1 เดือนมกราคม – มิถุนายน พ.ศ.2560 137-153.

[8] Fukuda, T. (2018). *The Accuracy Enhancement of Architectural Walls Quantity Takeoff for Schematic BIM Models*. Paper presented at the Proceedings of the 35th International Symposium on Automation and Robotics in Construction (ISARC).