

ขั้นตอนการติดตั้งโครงหลังคาเหล็กรูปพรรณ
กรณีศึกษา : อาคารช่วงพาดกว้าง
Steel Roof Structure Installation Process
A Case Study of Wide-Span Building

สิริกมล อัยยะวรากุล^{1*}, ทรงเกียรติ เทียธิทรัพย์², วรพรรณ โรจนไพบูลย์³

^{1*,2,3} สาขาวิชาเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาองค์ประกอบเทคโนโลยีและวิเคราะห์ขั้นตอนการติดตั้ง จากนั้นเปรียบเทียบขั้นตอนและรวบรวมวิธีการติดตั้งโครงหลังคาเหล็กรูปพรรณช่วงพาดกว้าง โดยศึกษาจากอาคารพาดช่วงกว้างจำนวน 3 โครงการ คือ โครงการ A ตั้งอยู่ที่จังหวัดสมุทรปราการ ขนาดความกว้างโครงหลังคา 30 เมตร โครงการ B ตั้งอยู่ที่จังหวัดนครราชสีมา ขนาดความกว้างโครงหลังคา 29 เมตร และ โครงการ C ตั้งอยู่ที่จังหวัดกาฬสินธุ์ ขนาดความกว้าง 32 เมตร การเก็บข้อมูลแบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ การสำรวจและการสัมภาษณ์ ในการสำรวนั้นจะเก็บข้อมูลโดยการจดบันทึกและถ่ายภาพในขณะที่กำลังมีการติดตั้งโครงหลังคาจากการเฝ้าดูกิจกรรมที่เกิดขึ้นในขณะดำเนินงาน ส่วนการสัมภาษณ์จะสอบถามข้อมูลจากผู้ควบคุมงานในเรื่องขั้นตอนการติดตั้งโดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการรวบรวมข้อมูล เพื่อนำมาสนับสนุนข้อมูลที่ได้จากการเข้าสำรวจ รวมไปถึงการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมารวบรวมและวิเคราะห์หาข้อสรุปในการศึกษา ผลการศึกษาพบว่า องค์ประกอบเทคโนโลยีและขั้นตอนในการติดตั้งโครงหลังคาเหล็กรูปพรรณช่วงพาดกว้างในแต่ละโครงการจะมีความเหมือนและแตกต่างกันในส่วนรายละเอียดย่อยในแต่ละขั้นตอนตามแต่ละสถานการณ์และความพร้อมของพื้นที่ในการที่จะเข้าติดตั้งโครงหลังคาจากการเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสมต่อความถนัดของแต่ละบริษัทที่ติดตั้งของโครงการนั้น ๆ

คำสำคัญ : โครงหลังคาช่วงพาดกว้าง, เหล็กรูปพรรณ, องค์ประกอบเทคโนโลยี, ขั้นตอนการติดตั้ง

ABSTRACT

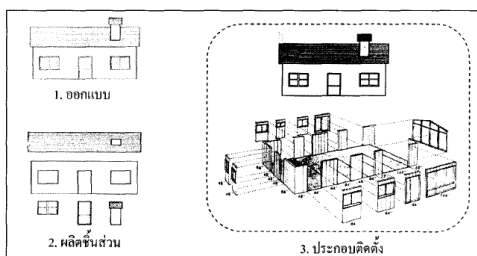
This project was aimed to study technology component and analyze installation process. Afterward, compared its procedures and gathered wide-span roof structure installation process by studying the 3 projects of wide-span building: Project A located in Samut Prakan with 30 m. in roof width, Project B in Nakhon Ratchasima with 29 m., and Project C in Kalasin with 32 m. respectively. The data collection was divided into two types are a survey and an interview. In the survey procedure, the data was collected by taking notes and photograph by observing while the event was operating. In the interview procedure, the data was collected by interviewing the chief of controller about the installation process using a questionnaire to gather information supported the surveying data including a review of the relevant literature in order to analyze the conclusions of the study.

The findings showed that the technology component and installation process were similarities and differences on each project in process details depended situation, and usage area readiness with the suitable method for the expertise of each company to install the project.

Keywords : Wild-span roof structure, Steel, Element of technology, Installation process

บทนำ

การพัฒนาอุตสาหกรรมก่อสร้างเปลี่ยนแปลงไปตามวิวัฒนาการของเทคโนโลยี ทำให้มีการเลือกใช้วิธีการก่อสร้างและวัสดุก่อสร้างที่หลากหลายให้เป็นไปอย่างเหมาะสม โดยเฉพาะการก่อสร้างในระบบสำเร็จรูปในปัจจุบัน อุตสาหกรรมก่อสร้างสามารถควบคุมคุณภาพทั้งในการผลิตและการก่อสร้างเพื่อช่วยลดระยะเวลาก่อสร้างและลดแรงงานในการก่อสร้าง ส่งผลให้ต้นทุนลดลงตามไปด้วย ซึ่งขั้นตอนพื้นฐานในระบบการก่อสร้างสำเร็จรูปนั้นจะประกอบไปด้วย 3 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการออกแบบ ขั้นตอนการผลิต และขั้นตอนการติดตั้ง ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ขั้นตอนพื้นฐานของการก่อสร้างในระบบอุตสาหกรรม

วัสดุก่อสร้างประเภทเหล็กรูปพรรณถูกนำมาใช้ในการก่อสร้างในระบบสำเร็จรูปมากขึ้น โดยเฉพาะการทำโครงหลังคา เพราะมีคุณสมบัติด้านความแข็งแรง คงทน มีความเหนียว และน้ำหนักเบา อาจจะประกอบเป็นชิ้นส่วนเล็ก ๆ หรือทำเป็น

โครงขนาดใหญ่ ซึ่งบทบาทสำคัญของเหล็กรูปพรรณจะมีความเหมาะสมด้านการใช้งานในโครงหลังคาที่มีขนาดช่วงพาดครอบคลุมพื้นที่ขนาดใหญ่ จึงจำเป็นต้องมีช่วงพาดระหว่างเสาที่กว้างกว่าปกติ โดยขั้นตอนการออกแบบและขั้นตอนการผลิตจะมีกระบวนการที่เป็นมาตรฐาน แต่ในส่วนของการติดตั้งจะมีความแตกต่างกันในแต่ละโครงการ ซึ่งจะมีการใช้อองค์ประกอบเทคโนโลยีในการก่อสร้างด้านคน (People Ware) ด้านเครื่องมือ (Hard Ware) ด้านความรู้ (Soft Ware) และด้านการจัดการการวางแผนวิธีการ (Management Ware) เข้ามาใช้ในการดำเนินการให้เหมาะสมกับโครงการนั้น ๆ

ขั้นตอนการติดตั้งโครงหลังคาเหล็กรูปพรรณจะมีความแตกต่างกันในรายละเอียดของขั้นตอนย่อยในแต่ละโครงการ อาจจะขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของสถานการณ์ในการติดตั้ง รวมไปถึงลำดับขั้นตอนในการดำเนินงานของผู้ควบคุมงาน ดังนั้นวัตถุประสงค์ของประเด็นของการศึกษาในครั้งนี้ คือ ศึกษาองค์ประกอบเทคโนโลยีและขั้นตอนที่ส่งผลต่อการติดตั้งโครงหลังคาเหล็กรูปพรรณช่วงพาดกว้าง เพื่อหาแนวทางการติดตั้งให้เป็นไปอย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ และใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนการติดตั้งให้ผู้ที่เกี่ยวข้อง เช่น วิศวกร สถาปนิก ผู้ควบคุมงาน ในการดำเนินการติดตั้งต่อและสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานในอนาคตได้อย่างกว้างขวาง

ขอบเขตของการศึกษา

ศึกษาองค์ประกอบเทคโนโลยีของระบบการก่อสร้างสำเร็จรูปในเฉพาะขั้นตอนการติดตั้งโครงหลังคาเหล็ก รูปพรรณของอาคารช่วงพาดกว้างอาคารกรณีศึกษาจำนวน 3 โครงการ จากอาคารที่มีขนาดช่วงพาดกว้างตั้งแต่ 25 เมตร ขึ้นไป

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

เพื่อศึกษาองค์ประกอบเทคโนโลยีและวิเคราะห์ขั้นตอนการติดตั้ง จากนั้นเปรียบเทียบและรวบรวมแนวทางการติดตั้งโครงหลังคาเหล็กรูปพรรณช่วงพาดกว้าง

แนวความคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

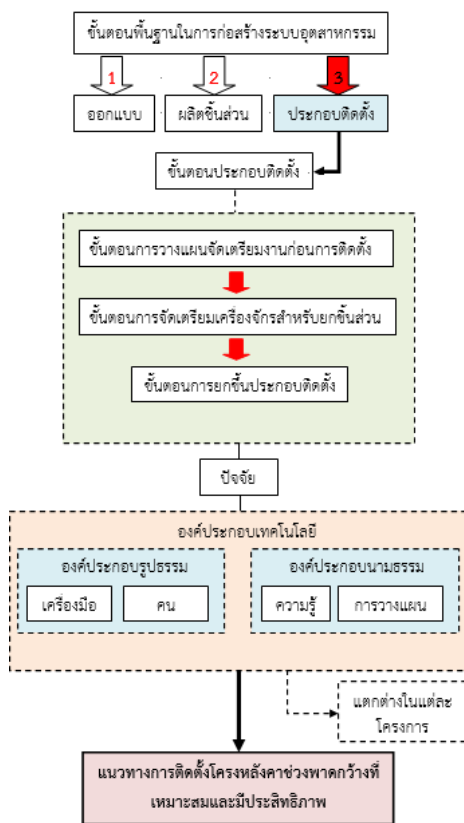
ขั้นตอนพื้นฐานในการก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป จะประกอบไปด้วย 3 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการออกแบบ ขั้นตอนการผลิต และขั้นตอนการติดตั้ง ซึ่งในขั้นตอนการติดตั้งมีลำดับการติดตั้ง ดังนี้

1. ขั้นตอนการวางแผนจัดเตรียมงานก่อนการติดตั้ง การตรวจสอบชิ้นส่วนให้มีความถูกต้องตามแบบก่อสร้าง รวมไปถึงการจัดเตรียมเครื่องมือในการติดตั้ง

2. ขั้นตอนการจัดเตรียมเครื่องจักรสำหรับยกชิ้นส่วน การจัดเตรียมเครน อุปกรณ์การยก รวมไปถึงคนขับเครนที่ได้รับใบอนุญาต และตรวจสอบความพร้อมของเครนและอุปกรณ์ให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน

3. ขั้นตอนการยกขึ้นประกอบติดตั้งจะต้องทำตามแบบแผนการดำเนินงานอยู่ภายใต้ความควบคุมดูแลของผู้ควบคุมงานอย่างรัดกุม

ซึ่งปัจจัยขององค์ประกอบเทคโนโลยีสามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ องค์ประกอบรูปธรรมที่เป็นผลผลิตจากความคิดทางวิทยาศาสตร์ สามารถจับต้องได้และนำไปใช้งานได้ทันที เช่น เครื่องมือเครื่องจักร (Hard Ware) และคน (People Ware) และองค์ประกอบนามธรรมที่เป็นการประยุกต์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ประโยชน์ มองไม่เห็นและจับต้องได้ยาก เช่น ความรู้ กลไกการทำงาน (Soft Ware) และการจัดการการวางแผนวิธีการ (Management Ware) จะแตกต่างกันในแต่ละโครงการส่งผลให้เกิดแนวทางการติดตั้งที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แนวความคิดในการศึกษา

วิธีการดำเนินงาน

วิธีดำเนินการงานในการศึกษา ขั้นตอนการติดตั้งโครงหลังคาเหล็ก รูปพรรณ กรณีศึกษาอาคารช่วงพาดกว้าง มีดังนี้

1. ขั้นตอนการรวบรวมข้อมูล

1.1 ศึกษาข้อมูลทุติยภูมิ

ศึกษาได้จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ได้แก่ หนังสือ เอกสารต่าง ๆ ทางวิชาการ วารสาร บทความ และงานวิจัย รวมไปถึง ข้อมูลทางอินเทอร์เน็ตที่สามารถเชื่อถือได้ ซึ่งได้ทำการศึกษาเรื่องการก่อสร้างในระบบ

อุตสาหกรรมโครงหลังคาช่วงพาดกว้าง รูปแบบการติดตั้งโครงหลังคาเหล็ก รูปพรรณช่วงพาดกว้าง เทคโนโลยี การก่อสร้าง เก็บข้อมูลและสร้างเครื่องมือ ใน จากฐานข้อมูล ดังนี้

1) สำนักหอสมุดกลาง สถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

2) สำนักงานวิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3) โครงการเครือข่ายห้องสมุดในประเทศไทย : TDC

1.2 ศึกษาข้อมูลปฐมภูมิ

เก็บข้อมูลจากการลงพื้นที่โดย สัมภาษณ์ผู้ควบคุมงานหรือวิศวกรที่มี ส่วนเกี่ยวข้องในกระบวนการติดตั้งโครง หลังคาเหล็กรูปพรรณช่วงพาดกว้าง เกี่ยวกับขั้นตอนในเบื้องต้นและรายละเอียด แบบติดตั้งโครงหลังคาของโครงการเพื่อ จัดทำแบบสำรวจ จากนั้นเข้าทำการสำรวจ โครงการก่อสร้าง จากการสังเกตการณ์ จดบันทึก และเก็บข้อมูลจากสถานการณ์ ก่อสร้างจริงในระหว่างกระบวนการติดตั้ง โครงหลังคาเหล็กรูปพรรณช่วงพาดกว้าง ของอาคารกรณีศึกษา

2. ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อทำการเก็บข้อมูลในขั้นตอน การติดตั้งทั้งหมดแล้ว จะนำข้อมูลของแต่ละโครงการมาทำการเปรียบเทียบกันเพื่อ หาปัจจัยที่แตกต่างกันของแต่ละโครงการ จากนั้นวิเคราะห์หาความเหมาะสมและ ข้อดี - ข้อเสีย ในการเลือกใช้ปัจจัยเหล่านั้น

ในการติดตั้งโครงหลังคาและรวบรวมเป็นขั้นตอนการติดตั้งโครงหลังคาช่วงพาดกว้างที่มีความเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ ดังนี้

2.1 รวบรวมข้อมูลด้านองค์ประกอบเทคโนโลยีและรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนของการติดตั้งของแต่ละโครงการ

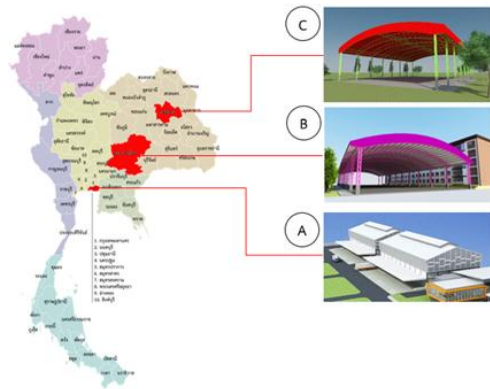
2.2 นำข้อมูลรายละเอียดขั้นตอนการติดตั้งมาสรุปและแจกแจงรายละเอียดของในแต่ละโครงการโดยทำการแยกข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนของขั้นตอนรายละเอียดในการติดตั้งและองค์ประกอบเทคโนโลยี เพื่อการนำไปวิเคราะห์ในลำดับต่อไป

2.3 ทำการวิเคราะห์โดยการเปรียบเทียบแจกแจงข้อมูลโดยแบ่งข้อมูลในการวิเคราะห์เป็น 2 ประเด็น

- 1) องค์ประกอบเทคโนโลยี
- 2) ขั้นตอนการติดตั้งโครงหลังคาเหล็กรูปพรรณอาคารช่วงพาดกว้าง

ผลการศึกษา

ขั้นตอนการติดตั้งโครงหลังคาเหล็กรูปพรรณอาคารช่วงพาดกว้าง ได้ลงพื้นที่เก็บข้อมูลภาคสนามในพื้นที่ก่อสร้างที่เป็นโครงการกรณีศึกษาจำนวน 3 โครงการจากบริษัทรับเหมาติดตั้งโครงหลังคา 2 บริษัท ดังภาพที่ 3 ได้แก่



ภาพที่ 3 แสดงตำแหน่งที่ตั้งโครงการกรณีศึกษา

1. กรณีศึกษาโครงการ A : ติดตั้งโครงหลังคาโดยบริษัท อีเทอนัล เซอร์วิส จำกัด สถานที่ก่อสร้าง : อ.พระสมุทรเจดีย์ จ.สมุทรปราการ ขนาดความกว้างโครงหลังคา : 30 เมตร (จำนวน 2 อาคาร)

2. กรณีศึกษาโครงการ B : ติดตั้งโครงหลังคาโดยบริษัท นิโอ คอนสเน็กท์ เอ็นจิเนียริง จำกัด สถานที่ก่อสร้าง : อ.โชคชัย จ.นครราชสีมา ขนาดความกว้างโครงหลังคา : 29 เมตร

3. กรณีศึกษาโครงการ C : ติดตั้งโครงหลังคาโดยบริษัท นิโอ คอนสเน็กท์ เอ็นจิเนียริง จำกัด สถานที่ก่อสร้าง : อ.เมืองกาฬสินธุ์ จ.กาฬสินธุ์ ขนาดความกว้างโครงหลังคา : 32 เมตร

1. ด้านองค์ประกอบเทคโนโลยี

1.1 ด้านคน (People Ware) ในส่วนของการติดตั้งโครงหลังคาเหล็กรูปพรรณช่วงพาดกว้าง พบว่า

1.1.1 ผู้ควบคุมงานที่เกี่ยวข้องกับการติดตั้งโครงหลังคา

- ผู้ควบคุมงานทำงานร่วมกับวิศวกรที่ทำการออกแบบและวางแผนในด้านการติดตั้ง คือ บริษัท อีเทอนัล เซอร์วิส จำกัด รับผิดชอบโครงการ A (อาคาร 1 และอาคาร 2) มีผู้ควบคุมงานที่มีประสบการณ์ประสานงานร่วมกับวิศวกรผู้ออกแบบรูปแบบการติดตั้งทำการควบคุมงานในระหว่างการติดตั้งโครงหลังคาไปพร้อมกัน โดยทำหน้าที่ตรวจสอบความพร้อมของชิ้นส่วนก่อนทำการยกขึ้นติดตั้งและควบคุมการติดตั้งให้เป็นไปตามแผนการดำเนินงานที่วางไว้ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

- ผู้ควบคุมงานทำงานร่วมกับหัวหน้าช่างติดตั้งที่เป็นผู้ควบคุมแรงงานในชุดการติดตั้งโครงหลังคา คือ บริษัท นิโอ คอนสเน็กท์ เอ็นจิเนียริง จำกัด รับผิดชอบโครงการ B และ รับผิดชอบโครงการ C โดยผู้ควบคุมงานเป็นผู้วางแผนการดำเนินงานติดตั้งและตรวจสอบดูแลประสานงานกับหัวหน้าช่างให้มีการดำเนินงานให้เป็นไปตามแผนงานให้ถูกต้องตามแบบก่อสร้างที่ออกแบบการติดตั้งโครงหลังคาเอาไว้ จากนั้นจะมีวิศวกรที่เป็นผู้ออกแบบประสานงานกับบริษัทเป็นผู้ตรวจงานภายหลัง

2) แรงงานที่เกี่ยวข้องกับการติดตั้งโครงหลังคา

- ช่างติดตั้งและกรรมกรที่เป็นคนงานของบริษัทที่ทำการติดตั้งโครง

หลังคา คือ บริษัท อีเทอนัล เซอร์วิส จำกัด รับผิดชอบโครงการ A (อาคาร 1) และบริษัท นิโอ คอนสเน็กท์ เอ็นจิเนียริง จำกัด รับผิดชอบโครงการ B และ รับผิดชอบโครงการ C ซึ่งจะใช้ชุดช่างติดตั้งและกรรมกรของบริษัทตนเองทั้งหมดในการติดตั้งโครงหลังคา

- ช่างติดตั้งและกรรมกรที่จ้างเหมามาจากที่อื่นมาทำการติดตั้งโครงหลังคาโครงการ คือ บริษัท อีเทอนัล เซอร์วิส จำกัด รับผิดชอบโครงการ A (อาคาร 2) จะทำการจ้างผู้รับเหมาซึ่งเป็นชุดช่างติดตั้งและกรรมกรจากภายนอกมาติดตั้งโครงหลังคาภายในโครงการเนื่องจากชุดติดตั้งของบริษัทจากอาคาร 1 มีเหตุต้องลางานทำให้คนในชุดติดตั้งไม่ครบไม่สามารถทำงานได้ โดยทางบริษัทเป็นผู้จัดหาเครื่องมือและเครื่องจักรในดำเนินการติดตั้งโครงหลังคา

1.2 ด้านเครื่องมือ (Hard Ware) ในส่วนของการติดตั้งโครงหลังคาช่วงพาดกว้างเหล็กรูปพรรณ พบว่า

1.2.1 เครื่องมือในการยกชิ้นส่วน

- ใช้เครน 2 คัน ขนาด 75 ตัน และ 25 ตัน ในการยกชิ้นส่วน คือ บริษัท อีเทอนัล เซอร์วิส จำกัด รับผิดชอบโครงการ A (อาคาร 1 และ อาคาร 2) ซึ่งในส่วนของการยกชิ้นส่วนหลักเป็นชิ้นส่วนขนาดใหญ่ใช้เครน 75 ตัน และชิ้นส่วนย่อยใช้เครน 25 ตัน ในการยกซึ่งการเลือกใช้เครน 2 คันนั้น สัมพันธ์กับพื้นที่ โดยอาคารที่

จะทำการติดตั้งมีการติดตั้งพื้นสำเร็จรูปแล้ว ก่อนการติดตั้งโครงหลังคา จึงเกิดปัญหาในการเข้าถึงพื้นที่ในการติดตั้ง จึงสามารถเข้าติดตั้งได้เพียงรอบนอกของอาคาร ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 แสดงการติดตั้งด้วยเครน 2 คัน

- ใช้เครน 1 คัน ขนาด 25 ตัน ในการยกชิ้นส่วน คือ บริษัท นิโอ คอนสเน็กท์ เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด กรณีศึกษาโครงการ B และ กรณีศึกษาโครงการ C การเข้าไปติดตั้งของบริษัทจะวางตำแหน่งเครนในจุดกึ่งกลางของอาคารจึงใช้เครนเพียงคันเดียวในการติดตั้ง ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 แสดงการติดตั้งด้วยเครน 1 คัน

1.2.2 เครื่องมือในการติดตั้งชิ้นส่วน

- อุปกรณ์พื้นฐานสำหรับการเชื่อมพร้อมทั้งนั่งร้าน คือ บริษัท อีเทอนัล เซอร์วิส จำกัด กรณีศึกษาโครงการ A (อาคาร 1) และบริษัท นิโอ คอนสเน็กท์ เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด กรณีศึกษาโครงการ C เครื่องมือที่ใช้ในการติดตั้งชิ้นส่วน ได้แก่ ตู้เชื่อมไฟฟ้า เครื่องมือในการเชื่อม เครื่องมือวัด ซึ่ง โดยกรณีศึกษาโครงการ A มีวิทยุสื่อสาร และเหล็กค้ำยันด้วย ทั้ง 2 โครงการใช้นั่งร้านในการปีนขึ้นไปติดตั้งชิ้นส่วน ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 การใช้นั่งร้านในการขึ้นไปติดตั้งกรณีศึกษาโครงการ A(อาคาร 1) และ กรณีศึกษาโครงการ C

- อุปกรณ์พื้นฐานสำหรับการเชื่อมพร้อมทั้งบันไดลิง คือ บริษัท อีเทอนัล เซอร์วิส จำกัด กรณีศึกษาโครงการ A (อาคาร 2) เครื่องมือที่ใช้ในการติดตั้งชิ้นส่วน ได้แก่ ตู้เชื่อมไฟฟ้า เครื่องมือในการเชื่อม เครื่องมือวัด วิทยุสื่อสาร และเหล็กค้ำยันด้วย ช่างติดตั้งทำการปีนบันไดลิงขึ้นไปติดตั้ง ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 แสดงการใช้บันไดลิงในการขึ้นไปติดตั้งกรณศึกษาโครงการ A (อาคาร 2)

- อุปกรณ์พื้นฐานสำหรับการเชื่อมเพียงอย่างเดียว คือ บริษัท นิโอคอนส์เน็กท์ เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด กรณศึกษาโครงการ B ไม่ต้องใช้อุปกรณ์ในการปีนทำการปีนเสาของอาคารขึ้นไปติดตั้ง เนื่องจากเสาของอาคารกรณศึกษาเป็นเสาเหล็กถักแบบสามมิติ ทำให้ง่ายต่อการปีนขึ้นไปติดตั้ง ดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 แสดงการปีนเสาโครงถักสามมิติเพื่อขึ้นไปทำการติดตั้งโครงหลังคากรณศึกษาโครงการ B

1.3 ด้านความรู้ (Soft Ware) ในส่วนของการติดตั้งโครงหลังคาหลัก
รูปพรรณช่วงพาดกว้าง พบว่า

1.3.1 รูปแบบการติดตั้ง

- วิธีการติดตั้งโดยใช้สลักเกลียวยึด เป็นแบบ Fixed Support และ Free Support อยู่บนเพลาหัวเสาของอาคาร คือ บริษัท อีเทอนัล เซอร์วิส จำกัด กรณศึกษาโครงการ A (อาคาร 1 และอาคาร 2) และกรณศึกษาโครงการ C

- วิธีการติดตั้งแบบเชื่อมแน่นทั้งสองด้าน คือ กรณศึกษาโครงการ B ทำโดยการยกชิ้นส่วนขึ้นมาเชื่อมบนเพลาหัวเสา แบบยึดแน่น โดยมีการใช้ Stiff Plate ยึดแน่นกับส่วน Bottom Chord ของโครงหลังคา

1.3.2 ความรู้เรื่องวิธีการติดตั้ง

- ได้รับการถ่ายทอดความรู้เรื่องงานติดตั้งจากหัวหน้าช่างติดตั้ง คือ บริษัท อีเทอนัล เซอร์วิส จำกัด กรณศึกษาโครงการ A (อาคาร 1) โดยได้รับการสอนเทคนิคและวิธีการเชื่อมงานเหล็กจากหัวหน้าช่างและได้รับโอกาสในการทดลองทำงานสั่งสมประสบการณ์จนเป็นทีมงานช่างติดตั้งของบริษัท

- ได้รับการอบรมจากกรมฝีมือแรงงาน คือ ช่างติดตั้งจากผู้รับเหมารายย่อยที่ว่าจ้างมาทำการติดตั้งให้กับ บริษัท อีเทอนัล เซอร์วิส จำกัด กรณศึกษาโครงการ A (อาคาร 2) โดยได้รับการอบรมจากการไปอบรมที่กรมฝีมือแรงงานและได้ทำการทดสอบเพื่อให้ผ่านและสามารถนำมาใช้งานได้

- ได้รับทั้งการถ่ายทอดจากหัวหน้าช่างติดตั้งและการอบรมจากกรมฝีมือแรงงาน คือ บริษัท นิโอคอนส์เน็กท์

เอ็นจิเนียริง จำกัด กรณีศึกษาโครงการ B และ กรณีศึกษาโครงการ C

1.4 ด้านการจัดการ (Management Ware) ในส่วนของการติดตั้งโครงหลังคาเหล็กรูปพรรณ ช่วงพาดกว้าง พบว่า

1.4.1 การจัดการยกชิ้นส่วน

- ตำแหน่งครนอยู่ด้านข้างของอาคารที่ทำการติดตั้งโครงหลังคา คือ บริษัท อีเทอนัล เซอร์วิส จำกัด กรณีศึกษาโครงการ A (อาคาร 1 และ อาคาร 2) เนื่องจากพื้นที่บริเวณที่จะทำการติดตั้งโครงหลังคามีการติดตั้งแผ่นพื้นสำเร็จรูปอยู่ก่อนแล้วจึงไม่สามารถนำครนขึ้นไปได้ป้องกันการเกิดความเสียหาย ชิ้นส่วนหลักที่จะทำการยกจึงถูกมาวางเรียงซ้อนกันเพื่อเตรียมยกอยู่ด้านข้างของพื้นที่ที่จะทำการติดตั้ง ส่วนชิ้นส่วนย่อยสามารถใช้แรงงานกรรมกรยกมาวางไว้ใกล้กับตำแหน่งที่จะทำการติดตั้งได้

- ตำแหน่งครนอยู่จุดกึ่งกลางของอาคารอาคารที่ทำการติดตั้งโครงหลังคา คือ บริษัท นิโอ คอนสเน็กท์ เอ็นจิเนียริง จำกัด กรณีศึกษาโครงการ B และ กรณีศึกษาโครงการ C ทำการกำหนดตำแหน่งครนและจุดครนให้อยู่ในจุดกึ่งกลางให้มากที่สุดของอาคารในการจะทำการยกชิ้นส่วนโครงหลังคา โดยชิ้นส่วนที่จะทำการยกจะถูกนำมาวางอยู่ระหว่างช่วงเสาที่ทำการติดตั้งเพื่อเตรียมยก

1.4.2 การลำดับการยกชิ้นส่วน

- ไม่มีการกำหนดรหัสชิ้นส่วนลำดับที่จะยกในการติดตั้ง คือ บริษัท อีเทอนัล เซอร์วิส จำกัด กรณีศึกษาโครงการ A (อาคาร 1 และ อาคาร 2) แต่มีการจัดเรียงชิ้นส่วนที่จะทำการยกโดยแบ่งจำนวนชิ้นส่วนตามแผนงานที่กำหนดไว้และทำการยกในลำดับถัดไป

- มีการกำหนดรหัสชิ้นส่วนลำดับที่จะยกในการติดตั้ง คือ บริษัท นิโอ คอนสเน็กท์ เอ็นจิเนียริง จำกัด กรณีศึกษาโครงการ B และ กรณีศึกษาโครงการ C มีการกำหนดรหัสชิ้นส่วนเพื่อลำดับการติดตั้งให้เป็นไปตามแผนงานโดยจะจัดเรียงชิ้นส่วนในขั้นตอนการจัดเตรียมให้อยู่ในช่วงเสาและถูกต้องตามรหัสก่อนจะทำการยกชิ้นส่วนขึ้นติดตั้งตามลำดับ

ขั้นตอนการติดตั้งโครงหลังคาเหล็กรูปพรรณช่วงพาดกว้าง

พบว่าขั้นตอนการติดตั้งโครงหลังคาเหล็กรูปพรรณช่วงพาดกว้าง ที่ได้จากการเข้าสังเกตการณ์ในโครงการกรณีศึกษาทั้ง 3 โครงการ โดยทำการสังเกตการณ์เฉพาะในช่วงเวลายกโครงหลังคาขึ้นติดตั้งจนยกติดตั้งโครงหลังคาชิ้นส่วนสุดท้ายเท่านั้น และเรียบเรียงขั้นตอนที่ได้จากการเก็บข้อมูลทั้ง 3 โครงการโดยการนำข้อมูลมาแจกแจงด้วยวิธีการเปรียบเทียบเพื่อแสดงให้เห็นลำดับขั้นตอนและความแตกต่างกันของขั้นตอนในการติดตั้งดังตารางที่1

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบขั้นตอนการติดตั้งโครงหลังคาช่วงพาดกว้างอาคารกรณีศึกษา 3 โครงการ

ขั้นตอน		รายละเอียด				ความแตกต่างของการติดตั้ง	ข้อสังเกต
		โครงการ A		โครงการ B	โครงการ C		
		อาคาร 1	อาคาร 2				
1.ขั้นตอนการจัดเตรียมงานก่อนการติดตั้ง	1.1	1 จัดเตรียมและตรวจสอบวัสดุอุปกรณ์-เครื่องมือในการขึ้นติดตั้งโครงหลังคา	1 จัดเตรียมและตรวจสอบวัสดุอุปกรณ์-เครื่องมือในการขึ้นติดตั้งโครงหลังคา	1 จัดเตรียมและตรวจสอบวัสดุอุปกรณ์-เครื่องมือในการขึ้นติดตั้งโครงหลังคา	1 จัดเตรียมและตรวจสอบวัสดุอุปกรณ์-เครื่องมือในการขึ้นติดตั้งโครงหลังคา		
	1.2	2 จัดเตรียมชิ้นส่วนที่จะยกขึ้นติดตั้งวางในตำแหน่งที่กำหนดไว้ในระยะการยก	2 จัดเตรียมชิ้นส่วนที่จะยกขึ้นติดตั้งวางในตำแหน่งที่กำหนดไว้ในระยะการยก	2 จัดเตรียมชิ้นส่วนที่จะยกขึ้นติดตั้งวางในตำแหน่งที่กำหนดไว้ในระยะการยก	2 จัดเตรียมชิ้นส่วนที่จะยกขึ้นติดตั้งวางในตำแหน่งที่กำหนดไว้ในระยะการยก		
	1.3	3 เตรียมนั่งร้านที่ใช้ในการปีนขึ้นไปติดตั้ง	3 เตรียมบันไดลิง	เสาของอาคารเป็นเสา TRUSS แบบ 3 มิติข้างสามารถปีนขึ้นไปติดตั้งได้เลย	3 เตรียมนั่งร้านที่ใช้ในการปีนขึ้นไปติดตั้ง		
	1.4	4 เตรียมเหล็กค้ำยัน	4 เตรียมเหล็กค้ำยัน	3 เตรียม Stiff Plate ที่ใช้ยึดกับ Bottom Chord	ไม่มีการเชื่อมยึดหรือค้ำยัน เป็นไปตามรูปแบบของโครงหลังคา กับลักษณะการติดตั้งในแบบก่อสร้าง		
2. ขั้นตอนการจัดเตรียมเครื่องจักรก่อนการยกชิ้นส่วน	2.1	5 นำเครนมาจอดยังตำแหน่งที่วางแผนไว้ (เครน 2 คัน)	5 นำเครนมาจอดยังตำแหน่งที่วางแผนไว้ (เครน 2 คัน)	4 นำเครนมาจอดยังตำแหน่งที่วางแผนไว้ (เครน 1 คัน)	4 นำเครนมาจอดยังตำแหน่งที่วางแผนไว้ (เครน 1 คัน)	การเลือกใช้จำนวนเครน	ลักษณะพื้นที่ในการติดตั้งโครงหลังคาที่เครนสามารถเข้าถึงได้
	2.2	6 เตรียมอุปกรณ์ในการดึงรั้ง (เชือก ,สลิง)	6 เตรียมอุปกรณ์ในการดึงรั้ง (เชือก ,สลิง)	5 เตรียมอุปกรณ์ในการดึงรั้ง (เชือก ,สลิง)	5 เตรียมอุปกรณ์ในการดึงรั้ง (เชือก ,สลิง)		

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ขั้นตอน		รายละเอียด				ความแตกต่าง ของการติดตั้ง	ข้อสังเกต
		โครงการ A		โครงการ B	โครงการ C		
		อาคาร 1	อาคาร 2				
3. ขั้นตอนการ ยกชิ้นประกอบ ติดตั้ง(ต่อ)	3.1	<u>7</u> เตรียมนั่งร้านให้อยู่ในตำแหน่งที่จะป็นขึ้นไปติดตั้ง	<u>7</u> เตรียมบันไดลิงเพื่อขึ้นไปติดตั้ง	เสาของอาคารเป็นเสา TRUSS แบบ 3 มิติข้างสามารถป็นขึ้นไปติดตั้งได้เลย	<u>6</u> เตรียมนั่งร้านให้อยู่ในตำแหน่งที่จะป็นขึ้นไปติดตั้ง		
	3.2	<u>8</u> ผูกสลิงกับชิ้นส่วน T1A แล้วคล้องกับตะขอเครนเพื่อเตรียมยก	<u>8</u> ผูกสลิงกับชิ้นส่วนT1A แล้วคล้องกับตะขอเครนเพื่อเตรียมยก	<u>6</u> ผูกสลิงกับชิ้นส่วนT1 แล้วคล้องกับตะขอเครนเพื่อเตรียมยก	<u>7</u> ผูกสลิงกับชิ้นส่วนT1 แล้วคล้องกับตะขอเครนเพื่อเตรียมยก		
	3.3	<u>9</u> เช็กระยะและแนวตั้งของ TRUSS	<u>9</u> เช็กระยะและแนวตั้งของ TRUSS	<u>7</u> เช็กระยะและแนวตั้งของ TRUSS	<u>8</u> เช็กระยะและแนวตั้งของ TRUSS		
	3.4	<u>10</u> เครนยกชิ้นส่วน T1A เพื่อติดตั้งบน TOP PLATE หัวเสาให้แข็งแรง	<u>10</u> เครนยกชิ้นส่วน T1A เพื่อติดตั้งบน TOP PLATE หัวเสาให้แข็งแรง	<u>8</u> เครนยกชิ้นส่วน T1 เพื่อติดตั้งบน TOP PLATE หัวเสาให้แข็งแรง	<u>9</u> เครนยกชิ้นส่วน T1 เพื่อติดตั้งบน TOP PLATE หัวเสาให้แข็งแรง		
	3.5	<u>11</u> เชื่อมยึดชิ้นส่วน T1A ยึดกับ TOP PLATE	<u>11</u> เชื่อมยึดชิ้นส่วน T1A ยึดกับ TOP PLATE	<u>9</u> เชื่อมยึดชิ้นส่วน T1 ยึดกับ TOP PLATE	<u>10</u> เชื่อมยึดชิ้นส่วน T1 ยึดกับ TOP PLATE		
	3.6	<u>12</u> เชื่อมเหล็กค้ำยัน	<u>12</u> เชื่อมเหล็กค้ำยัน	<u>10</u> เชื่อมเหล็ก Stiff Plate ยึดกับ Bottom Chord	ไม่มีการเชื่อมยึดหรือค้ำยัน		
	3.7	<u>13</u> ปลดสลิง (เสร็จงานยก T1) – TRUSS หลักตัวแรก	<u>13</u> ปลดสลิง (เสร็จงานยก T1) – TRUSS หลักตัวแรก	<u>11</u> ปลดสลิง (เสร็จงานยก T1) – TRUSS หลักตัวแรก	<u>11</u> ปลดสลิง (เสร็จงานยก T1) – TRUSS หลักตัวแรก		
	3.8	<u>14</u> เตรียมนั่งร้านให้อยู่ในตำแหน่งที่จะป็นขึ้นไปติดตั้ง	ไม่มีการขึ้น – ลง แต่จะเป็นการไต่ไปตามโครงหลังคาในการติดตั้งโครงถัดไป		<u>12</u> เตรียมนั่งร้านให้อยู่ในตำแหน่งที่จะป็นขึ้นไปติดตั้ง		
	3.9	<u>15</u> ผูกสลิงกับชิ้นส่วน T1 ตัวถัดมาแล้วคล้องกับตะขอเครนเพื่อเตรียมยก	<u>14</u> ผูกสลิงกับชิ้นส่วน T1 ตัวถัดมาแล้วคล้องกับตะขอเครนเพื่อเตรียมยก	<u>12</u> ผูกสลิงกับชิ้นส่วน T1 ตัวถัดมาแล้วคล้องกับตะขอเครนเพื่อเตรียมยก	<u>13</u> ผูกสลิงกับชิ้นส่วน T1 ตัวถัดมาแล้วคล้องกับตะขอเครนเพื่อเตรียมยก		
	3.10	<u>16</u> เช็กระยะและแนวตั้งของ TRUSS	<u>15</u> เช็กระยะและแนวตั้งของ TRUSS	<u>13</u> เช็กระยะและแนวตั้งของ TRUSS	<u>14</u> เช็กระยะและแนวตั้งของ TRUSS		
	3.11	<u>17</u> เครนยกชิ้นส่วน T1 เพื่อติดตั้งบน TOP PLATE หัวเสาให้แข็งแรง	<u>16</u> เครนยกชิ้นส่วน T1 เพื่อติดตั้งบน TOP PLATE หัวเสาให้แข็งแรง	<u>14</u> เครนยกชิ้นส่วน T1 เพื่อติดตั้งบน TOP PLATE หัวเสาให้แข็งแรง	<u>15</u> เครนยกชิ้นส่วน T1 เพื่อติดตั้งบน TOP PLATE หัวเสาให้แข็งแรง		

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ขั้นตอน		รายละเอียด				ความแตกต่างของการติดตั้ง	ข้อสังเกต
		โครงการ A		โครงการ B	โครงการ C		
		อาคาร 1	อาคาร 2				
3. ขั้นตอนการยกขึ้นประกอบติดตั้ง (ต่อ)	3.12	18 เชื่อมยึดชิ้นส่วนT1 ยึดกับ TOP PLATE	17 เชื่อมยึดชิ้นส่วนT1 ยึดกับ TOP PLATE	15 เชื่อมยึดชิ้นส่วนT1 ยึดกับ TOP PLATE	16 เชื่อมยึดชิ้นส่วนT1 ยึดกับ TOP PLATE		
	3.13	19 เชื่อมเหล็กค้ำยัน	18 เชื่อมเหล็กค้ำยัน	16 เชื่อมเหล็ก Stiff Plate ยึดกับ Bottom Chord	ไม่มีการเชื่อมยึดหรือค้ำยัน		
	3.14	20 ปลดสลิง	19 ปลดสลิง	17 ปลดสลิง	17 ปลดสลิง		
	3.15	21 เตรียมนั่งร้านให้อยู่ในตำแหน่งที่จะปีนขึ้นไปติดตั้ง	ไม่มีการขึ้น – ลง แต่จะเป็นการไต่ไปตามโครงหลังคาในการติดตั้งโครงถัดไป	18 เตรียมนั่งร้านให้อยู่ในตำแหน่งที่จะปีนขึ้นไปติดตั้ง			
	3.16	22 ผูกสลิงกับชิ้นส่วน T2 , T3 แล้วคล้องกับตะขอเครนเพื่อเตรียมยก	20 ผูกสลิงกับชิ้นส่วน T2 , T3 แล้วคล้องกับตะขอเครนเพื่อเตรียมยก	18 ผูกสลิงกับชิ้นส่วน T2 แล้วคล้องกับตะขอเครนเพื่อเตรียมยก	19 ผูกสลิงกับชิ้นส่วน T2 แล้วคล้องกับตะขอเครนเพื่อเตรียมยก		
	3.17	23 เครนยกชิ้นส่วน T2 ,T3 เชื่อมระหว่าง T1 (โครงหลัก)	21 เครนยกชิ้นส่วน T2 ,T3 เชื่อมระหว่าง T1 (โครงหลัก)	19 เครนยกชิ้นส่วน T2 เชื่อมระหว่าง T1 (โครงหลัก)	20 เครนยกชิ้นส่วน T2 เชื่อมระหว่าง T1 (โครงหลัก)		
	3.18	24 ปลดสลิง (เสร็จงานยก T1) – TRUSS หลัก โครงถัดมา	22 ปลดสลิง (เสร็จงานยก T1) – TRUSS หลัก โครงถัดมา	20 ปลดสลิง (เสร็จงานยก T1) – TRUSS หลัก โครงถัดมา	21 ปลดสลิง (เสร็จงานยก T1) – TRUSS หลัก โครงถัดมา		
	3.19	25 (ทำซ้ำขั้นตอน 3 จาก 3.8 ถึง 3.18) (เสร็จงานยก T1) – TRUSS หลัก โครงถัดมา (ทำซ้ำจนกว่าจะครบทุกชิ้นส่วน)	23 (ทำซ้ำขั้นตอน 3 จาก 3.8 ถึง 3.18) (เสร็จงานยก T1) – TRUSS หลัก โครงถัดมา (ทำซ้ำจนกว่าจะครบทุกชิ้นส่วน)	21 (ทำซ้ำขั้นตอน 3 จาก 3.8 ถึง 3.18) (เสร็จงานยก T1) – TRUSS หลัก โครงถัดมา (ทำซ้ำจนกว่าจะครบทุกชิ้นส่วน)	22 (ทำซ้ำขั้นตอน 3 จาก 3.8 ถึง 3.18) (เสร็จงานยก T1) – TRUSS หลัก โครงถัดมา (ทำซ้ำจนกว่าจะครบทุกชิ้นส่วน) *ขั้นตอนแรก : เชื่อมชิ้นส่วน T1 และ T2 เชื่อมระหว่าง (T1 ตัวที่ 7) ,(T1 ตัวที่ 8) ด้านล่าง	มีการเชื่อมโครงหลังคาในช่วงเสา ด้านล่างก่อนทำการยกขึ้นติดตั้งเนื่องจากประสบปัญหาในการเคลื่อนย้ายเครนและยกในที่แคบ	มีการเชื่อมโครงหลังคาในช่วงเสา สูดท้ายจากด้านล่างก่อนทำการยกขึ้นติดตั้งเนื่องจากประสบปัญหาในการเคลื่อนย้ายเครนและยกในที่แคบ
	3.20	26 ทำการเชื่อมแน่นทุกชิ้นส่วน	24 ทำการเชื่อมแน่นทุกชิ้นส่วน	22 ทำการเชื่อมแน่นทุกชิ้นส่วน	23 ทำการเชื่อมแน่นทุกชิ้นส่วน		

จากตารางที่ 1 ขั้นตอนในการติดตั้งโครงหลังคากรณีศึกษาทั้ง 3 โครงการ ทำการเปรียบเทียบกันจากขั้นตอนหลัก 3 ขั้นตอน เมื่อทำการวิเคราะห์ความแตกต่างขั้นตอนในการติดตั้งพบว่า ขั้นตอนการติดตั้งโครงการกรณีศึกษาทั้ง 3 โครงการ มีขั้นตอนการติดตั้งที่แตกต่างกัน คือ

- โครงการ A (อาคาร 1) มีจำนวน 26 ขั้นตอน
- โครงการ A (อาคาร 2) มีจำนวน 23 ขั้นตอน
- โครงการ B มีจำนวน 22 ขั้นตอน
- โครงการ C มีจำนวน 24 ขั้นตอน

สรุปและอภิปรายผล

จากผลการศึกษาพบว่า ความแตกต่างของจำนวนดังกล่าวเกิดจากการใช้อุปกรณ์เครื่องมือที่แตกต่างกัน เพราะโครงการ B และโครงการ C ไม่มีการใช้เหล็กค้ำยัน แต่ในโครงการ B มีการใช้ Stiff Plate และ ไม่มีการใช้นั่งร้านหรือบันไดลิงในการขึ้นไปติดตั้ง และเมื่อถึงขั้นตอนการขึ้นลงเคลื่อนย้ายนั่งร้านในการติดตั้งโครงการ A (อาคาร 2) และโครงการ B จะไม่มีขั้นตอนในการขึ้น-ลงเนื่องจากช่างติดตั้งทำการปีนโครงหลังคาในการเคลื่อนที่แทน ซึ่งเมื่อทำการวิเคราะห์ถึงรายละเอียดวิธีการติดตั้งในแต่ละขั้นตอน พบว่าในแต่ละขั้นตอนมีข้อแตกต่างในขั้นตอนการติดตั้ง ดังนี้

1. ขั้นตอนการจัดเตรียมเครื่องจักรก่อนการยกติดตั้ง โครงการ A (อาคาร 1 และ อาคาร 2) มีการใช้เครน 2 คันใน

การติดตั้งโครงหลังคา แต่โครงการ B และโครงการ C ใช้เพียงคันเดียวในการติดตั้งโครงหลังคา

2. ขั้นตอนการเตรียมอุปกรณ์เครื่องมือและการปีนขึ้นไปติดตั้งโครงหลังคา ในโครงการ B ไม่มีขั้นตอนนี้เพราะไม่มีความจำเป็น เนื่องจากช่างติดตั้งใช้การปีนเสาโครงถัก 3 มิติ ในการขึ้นไปติดตั้ง

3. ขั้นตอนการเตรียมและการเชื่อมเหล็กค้ำยัน และ Stiff Plate โครงการ A (อาคาร 1 และ อาคาร 2) มีการเชื่อมเหล็กค้ำยัน ส่วนโครงการ B มีการเชื่อม Stiff Plate แต่โครงการ C ไม่มีการใช้อุปกรณ์ดังกล่าว

4. ขั้นตอนการปีนขึ้น – ลง ในการติดตั้งโครงหลังคา ในโครงการ A (อาคาร 2) และโครงการ B ไม่มีการใช้นั่งร้าน ใช้วิธีการไต่ไปตามโครงหลังคาในการเคลื่อนที่ไปเชื่อมติดตั้งในจุดต่อไป

5. ขั้นตอนการยกประกอบติดตั้งโครงการ C มีการประกอบชิ้นส่วนหลักและชิ้นส่วนย่อยให้เสร็จในตำแหน่งช่วงเสา 2 ช่วงสุดท้าย ก่อนจะทำการยกโครงขึ้นติดตั้ง เนื่องจากสภาพพื้นที่แคบ เครนไม่สามารถเข้าทำการติดตั้งได้

สรุปได้ว่าองค์ประกอบเทคโนโลยีและขั้นตอนในการติดตั้งโครงหลังคาหลักรูปพรรณช่วงพาดกว้างในแต่ละโครงการจะมีความเหมือนและแตกต่างกันในส่วนรายละเอียดย่อยของขั้นตอน ตามแต่ละสถานการณ์และความพร้อมในด้านพื้นที่ที่

จะทำการติดตั้งโครงหลังคา จากการเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสมต่อความถนัดของแต่ละบริษัทที่ติดตั้งของโครงการ

ข้อเสนอแนะ

1. ควรศึกษาความพร้อมของพื้นที่และองค์ประกอบเทคโนโลยีทั้ง 4 ด้านก่อนจะเข้าทำการติดตั้งโครงหลังคา เพื่อให้เกิดขั้นตอนการติดตั้งที่เหมาะสมในแต่ละโครงการ

2. ควรมีการวิเคราะห์ระยะเวลาในการติดตั้งในแต่ละโครงการเพื่อที่จะสามารถทำให้ได้ข้อมูลในด้านความรวดเร็วในการติดตั้ง เพิ่มเติมจากข้อมูลที่มีอยู่เพื่อให้สามารถเลือกใช้วิธีการติดตั้งโครงหลังคาหลักรูปแบบพรณช่วงพาดกว้างได้ง่ายมากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

ชลธิ อิมอุตม. (2556). ระบบโครงสร้างทางสถาปัตยกรรม. (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
ชวลิต นิตยยะ. (2548). โครงสร้างสถาปัตยกรรม. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทรงเกียรติ เทียอิทธิพรย์. (2549). เทคโนโลยีการก่อสร้างอาคารพักอาศัยที่เหมาะสม สำหรับพื้นที่ปากแม่น้ำเจ้าพระยา กรณีศึกษา : หมู่บ้านสาขลา ต.นาเกลือ อ.พระสมุทรเจดีย์ จ.สมุทรปราการ. วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมดุขฎิบัณฑิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
พิภพ สุนทรสมัย. (2551). การก่อสร้างโครงสร้างเหล็ก. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทยญี่ปุ่น).

สุริวรรณ อุปลา. (2557). การศึกษาความคิดเห็นต่อแนวทางการกำหนดมาตรฐานการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง.

อมร ปิยะวาจี. (2553). การออกแบบอาคารพักอาศัยโครงสร้างเหล็กเบาด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป. วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมมหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

Francis D.K. Ching, Barry Onouye, Doug Zuberbuhler. (1943). Building structures illustrated : patterns, systems, and design. (2nded). United States of America : John Wiley & Sons, Inc.