

การประยุกต์ใช้ระบบก่อสร้างกึ่งสำเร็จรูปแบบผสมผสานเพื่อลดเวลาทำงานในพื้นที่ สำหรับโครงการปรับปรุงร้านค้าย่อยภายในศูนย์การค้า

Hybrid Prefabrication for Time-Efficient Renovation of Retail Units in Shopping Centers

ยุวันดา คำพะโคตร^{1*} และ สุรศักดิ์ คลังสุภาวิวัฒน์²

¹นักศึกษาลัทธิวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาบริหารงานวิศวกรรมกรรมการก่อสร้าง มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์

²สาขาวิชาบริหารงานวิศวกรรมกรรมการก่อสร้าง มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์

*ติดต่อ : thin@hotmail.com, 061-4479923

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดระยะเวลาปฏิบัติงานในพื้นที่ของโครงการปรับปรุงร้านค้าภายในศูนย์การค้า ที่มีข้อจำกัดด้านพื้นที่และกรอบเวลาการทำงานที่เข้มงวดเพียง 7 ชั่วโมงต่อวัน (22.00–05.00 น.) จากการวิเคราะห์ฐานข้อมูลโครงการในอดีต 5 โครงการ พบว่าหมวดงานเตรียมการ งานผนัง งานเฟอร์นิเจอร์ และงานป้าย เป็นกลุ่มงานที่มีศักยภาพในการประยุกต์ใช้ระบบก่อสร้างกึ่งสำเร็จรูปแบบผสมผสาน เมื่อนำระบบดังกล่าวไปทดลองปฏิบัติจริงในโครงการใหม่ควบคู่กับการบริหารสายงานวิกฤติ (CPM) ผลการศึกษาพบว่าสามารถลดระยะเวลาปฏิบัติงานในพื้นที่ก่อสร้างจากเดิม 27 วัน เหลือเพียง 19 วัน เนื่องจากสามารถย้ายภาระงานหลักไปสู่กระบวนการผลิตในโรงงานที่มีความพร้อมด้านเครื่องจักรและพื้นที่ ทำให้สามารถควบคุมคุณภาพงานได้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

คำหลัก : ระบบก่อสร้างกึ่งสำเร็จรูปแบบผสมผสาน, การปรับปรุงร้านค้าย่อย, การลดระยะเวลาก่อสร้าง, ระบบโมดูล, วิธีสายงานวิกฤติ

Abstract

This research aims to reduce the on-site construction period for retail shop renovation projects within shopping centers, which typically face severe spatial constraints and a strict operational window of only 7 hours per day (22:00–05:00). Through an analysis of historical data from five previous projects, preparatory works, partition walls, cabinetry/furniture, and signage were identified as high-potential work categories for the application of a hybrid prefabricated construction system. When implemented in a new pilot project in conjunction with the Critical Path Method (CPM), the results demonstrated a significant reduction in the on-site construction duration, decreasing from the baseline of 27 days to just 19 days. This efficiency gain was primarily achieved by shifting major workloads to an off-site factory environment, where advanced machinery and dedicated space enabled more effective and superior quality control.

Keywords : Integrated Semi-Prefabricated Systems, Retail Renovation, Construction Duration Reduction, Modular Systems, Critical Path Method (CPM)

1. บทนำ

การปรับปรุงร้านค้าย่อยภายในศูนย์การค้า มีข้อจำกัดหลักด้านกรอบเวลาที่เข้มงวด แต่ละศูนย์การค้าจะกำหนดระยะเวลาในการดำเนินการปรับปรุงร้านแตกต่างกันไป ส่วนใหญ่มักกำหนดกรอบเวลาดำเนินการภายใน 30 วัน สำหรับพื้นที่ร้านค้าที่มีขนาดไม่เกิน 100 ตารางเมตร ทั้งนี้ช่วงเวลาที่สามารถเข้าดำเนินการจะอยู่ในช่วงที่ศูนย์การค้าปิดทำการ เพื่อไม่ให้เกิดความวุ่นวายของศูนย์การค้า โดยระยะเวลา 30 วัน ดังกล่าวแบ่งเป็นส่วนการดำเนินงานของผู้รับเหมา ก่อสร้าง และ ตกแต่งภายใน ใช้เวลา 27 วัน โดยช่วงเวลาในการปฏิบัติงานในพื้นที่โครงการ เวลา 22.00 น. ถึง 05.00 น. หรือเวลา 7 ชั่วโมง ต่อวัน

ปัญหาสำคัญที่พบระหว่างกระบวนการปรับปรุงร้านค้า ได้แก่ ทำให้ผู้ประกอบการสูญเสียโอกาสทางธุรกิจ หรือหากเลือกใช้แนวทางการเช่าพื้นที่ขายชั่วคราว (Temporary Shop) มักประสบปัญหาด้านทำเลที่ไม่เอื้อประโยชน์ พื้นที่ใช้สอยที่จำกัด และความไม่สะดวกในการให้บริการ ซึ่งส่งผลกระทบต่อยอดขายโดยตรง ด้วยเหตุนี้ผู้ประกอบการจึงให้ความสำคัญกับการลดระยะเวลาปรับปรุงร้านค้าให้สั้นที่สุด เพื่อบรรเทาการสูญเสียรายได้ และส่งผลให้เลื่อนขั้นตอนระยะเวลาการดำเนินงานกลายเป็นเกณฑ์หลักในการพิจารณาคัดเลือกผู้รับเหมา

2. วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1) เพื่อศึกษา และวิเคราะห์สภาพปัญหา รูปแบบขั้นตอนการผลิต และปัจจัยที่ส่งผลต่อระยะเวลาปฏิบัติงานในโครงการปรับปรุงร้านค้าภายในศูนย์การค้าจากกรณีศึกษาในอดีต

2) เพื่อพัฒนาแนวทางการประยุกต์ใช้การบริหารสายงานวิกฤติ (Critical Path Method: CPM) ร่วมกับระบบก่อสร้างกึ่งสำเร็จรูปแบบผสมผสานในหมวดงานเตรียมการ งานผนัง งานเฟอร์นิเจอร์ และงานป้าย เพื่อลดระยะเวลาการทำงานภายใต้ข้อจำกัดด้านพื้นที่

3) เพื่อศึกษาแนวทางให้กับผู้รับเหมาในการพัฒนากระบวนการผลิต ติดตั้ง และการควบคุมงานโครงการ

ปรับปรุงร้านค้าย่อยภายในศูนย์การค้า โดยมุ่งเน้นการลดเวลาปฏิบัติงานในพื้นที่

3. ขอบเขตของการศึกษา

1) ศึกษา และวิเคราะห์ข้อมูลโครงการปรับปรุงร้านค้าภายในศูนย์การค้า 5 โครงการในอดีต เพื่อพิจารณาปัจจัยที่มีผลต่อระยะเวลาการปฏิบัติงานในพื้นที่

2) ใช้เทคนิค CPM ร่วมกับระบบก่อสร้างกึ่งสำเร็จรูปแบบผสมผสาน ใน 4 หมวดงาน ได้แก่ งานเตรียมการ งานผนัง งานเฟอร์นิเจอร์ และงานป้าย

3) เน้นการพัฒนา และเสนอแนะแนวทางปฏิบัติสำหรับผู้รับเหมาใน 3 กระบวนการ ได้แก่ กระบวนการผลิต ในโรงงาน กระบวนการติดตั้งหน้างาน และกระบวนการควบคุมงาน เพื่อเป้าหมายในการลดระยะเวลาปฏิบัติงานในพื้นที่จริง

4. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1) ระบบก่อสร้างกึ่งสำเร็จรูปแบบผสมผสาน (Hybrid Prefabrication) รวมเอาการก่อสร้างหลายรูปแบบเข้าด้วยกัน เช่น การใช้โครงสร้างหลักแบบ Modular และใช้ชิ้นส่วน Panelized สำหรับส่วนที่ต้องการความยืดหยุ่น หรือใช้ชิ้นส่วน Component ในบางจุด มีข้อดีคือสามารถเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสมที่สุดสำหรับแต่ละส่วนของโครงการ ผสมผสานจุดเด่นของแต่ละระบบเพื่อลดระยะเวลาและต้นทุน

2) การวางแผนขนส่งชิ้นส่วนก่อสร้างสำเร็จรูปเข้าพื้นที่ก่อสร้างภายในศูนย์การค้า และขั้นตอนการเข้าทำงาน ตกแต่ง ครอบคลุมตั้งแต่การบรรจุ จัดเรียง และควบคุมเวลาขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูปเพื่อเข้าประสานงานพื้นที่ในช่วงเวลา 21.00–22.00 น. และเข้าปฏิบัติงานเวลา 22.00–05.00 น. ภายใต้กฎหมายอาคารสาธารณะและข้อกำหนดของศูนย์การค้าอย่างเคร่งครัด โดยผู้รับเหมาต้องผ่านการอบรมกฎระเบียบและยื่นขออนุญาตทำงานล่วงหน้า พร้อมทั้งแสดงใบอนุญาตและแลกบัตร ณ จุดที่กำหนดก่อนเข้าพื้นที่ทุกครั้ง ทั้งนี้ การทำงานช่วงกลางคืนจะจำกัดเฉพาะกิจกรรม

ที่ไม่ก่อให้เกิดมลภาวะทางเสียงและกลิ่น ส่วนงานที่มีความเสี่ยงสูง เช่น งานบนที่สูง งานใช้เครื่องจักร หรือการเชื่อมตัด เจียรต้องมีมาตรการ และ เอกสารอนุญาตเฉพาะ

3) การจัดการโครงการโดย “วิธีสายงานวิกฤติ” (The Critical Path Method : CPM) คือ เทคนิคการวางแผนโครงการที่ใช้เครือข่ายกิจกรรม เพื่อวิเคราะห์ลำดับงาน ระยะเวลา และความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรม เพื่อหาเส้นทางที่ใช้เวลานานที่สุดในโครงการ เส้นทางนี้เรียกว่า “เส้นทางวิกฤติ (Critical Path)” ซึ่งเป็นตัวกำหนดระยะเวลาขั้นต่ำที่โครงการจะเสร็จสมบูรณ์ การประยุกต์ใช้ CPM ในการจัดการโครงการก่อสร้างในโครงการปรับปรุงร้านค้าย่อยในศูนย์การค้า เพื่อวางแผนลำดับงาน เพื่อควบคุมเวลาดำเนินงานในพื้นที่ศูนย์การค้า เพื่อวิเคราะห์ว่าถ้างานใดล่าช้าจะกระทบต่อเวลาเปิดร้านอย่างไร และเพื่อช่วยในการตัดสินใจเร่งรัดโครงการ

4) การก่อสร้างอาคารด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูป : การทบทวนวรรณกรรมในประเทศไทย วิกรม เหล่าวิสุทธิชัย และ บัณฑิต จุลลาสัย [1] ศึกษารวบรวมและวิเคราะห์วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 140 รายการ พบว่าการวิจัยด้านชิ้นส่วนสำเร็จรูปในไทยกำลังพัฒนาและเติบโตอย่างต่อเนื่อง โดยส่วนใหญ่มุ่งศึกษาปัจจัย วิธีการ และปัญหาในวงจรชีวิตสถาปัตยกรรม อย่างไรก็ตาม ยังคงมีช่องว่างองค์ความรู้ที่ควรศึกษาเพิ่มเติมในขั้นตอนการขนส่ง การปรับปรุงหรือซ่อมรวมถึงแนวทางแก้ปัญหาเชิงระบบ อาทิ การออกแบบเพื่อการผลิตและประกอบ (DFMA) และการประยุกต์ใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) ในการวางแผนก่อสร้าง

5) การศึกษาวิธีการจัดหาผู้รับเหมางานตกแต่งภายในร้านค้าย่อยที่ตั้งในศูนย์การค้า ปรารถนา พรวงวาจา [2] ศึกษาเปรียบเทียบวิธีการจัดหาผู้รับเหมางานตกแต่งภายในร้านค้าย่อยที่ตั้งในศูนย์การค้าแบ่งเป็น 4 วิธีหลัก ซึ่งแต่ละวิธีมีข้อดี และข้อจำกัดในมุมมองของผู้จัดการโครงการ (เจ้าของโครงการ หรือผู้ประกอบการร้านค้า) และกลุ่มผู้รับเหมาที่แตกต่างกัน

วิธีประกวดราคารายโครงการ คือ ประกวดราคา 1 ครั้ง ต่อ 1 โครงการ เหมาะสำหรับช่วงภาวะเศรษฐกิจ

ถดถอย เอื้อให้ผู้จัดการโครงการได้ราคาต่ำตามงบประมาณ และผู้รับเหมามีกระแสเงินสดดีโดยไม่มีต้นทุนแฝง แต่กรณีภาวะตลาดเติบโต ผู้จัดการโครงการจะมีความเสี่ยงสูงที่จะถูกปฏิเสธงาน ขณะที่ผู้รับเหมาจะเสียเปรียบในการวางแผนกำลังคนระยะยาว

วิธีประกวดราคารายปี คือ การประกวดราคาครั้งเดียว เป็นข้อตกลงผูกพันพันธมิตรระยะเวลา 1 ปี ช่วยให้ผู้จัดการโครงการได้รับงานคุณภาพมาตรฐาน และบริการเสริมครบวงจร แต่จะเสียโอกาสได้ราคาต่ำสุดช่วงภาวะเศรษฐกิจถดถอย ด้านผู้รับเหมาสามารถวางแผนการเงินและกำลังคนระยะยาวได้ดี แต่ต้องมีทุนหมุนเวียนสูง เพื่อสำรองวัสดุและไม่สามารถปฏิเสธงานเร่งด่วนได้

วิธีเลือกตามความเหมาะสม คือ คัดเลือกจากสถิติผลงาน ทำเล และเวลา เหมาะกับงานราคาสูงที่ต้องการความประณีต ช่วยให้ผู้จัดการโครงการมีความยืดหยุ่นในการปรับคุณภาพ และราคาตามแต่ละโครงการ ส่วนผู้รับเหมาจะมีความคล่องตัวทางการเงิน เนื่องจากไม่ต้องสำรองคลังสินค้า แต่มีข้อจำกัดด้านความต่อเนื่องของมาตรฐานงาน และผู้รับเหมาจะเผชิญความไม่แน่นอนหากไม่ได้เป็นตัวเลือกลำดับแรก

วิธีการจัดหาผู้รับเหมาผูกขาด คือ เจ้าของบริษัทร้านค้าย่อย หรือเจ้าของลิขสิทธิ์สินค้าในต่างประเทศเป็นผู้เลือกผู้รับเหมา โดยพิจารณาจากความไว้วางใจ คุณภาพงาน การบริการ ไม่มีการเปรียบเทียบราคากับผู้รับเหมาบริษัทอื่น เจ้าของโครงการได้ราคาคงที่ระยะยาว กรณีทราบแผนประจำปี ผู้รับเหมาสามารถวางแผนด้านการเงิน กำลังแรงงาน การจัดเตรียมวัสดุ และสามารถรับงานเสริมช่วงเวลาที่ว่างได้ วิธีนี้มีความเสี่ยงสูงหากผู้รับเหมาไม่งานทับซ้อนกันจนส่งมอบล่าช้า และผู้รับเหมาต้องแบกรับภาระงานเร่งด่วนโดยไม่สามารถปฏิเสธได้

6) กระบวนการจัดการผู้รับเหมาดังกล่าวอาคารศูนย์การค้า กรณีศึกษาศูนย์การค้า เดอะสตรีท รัชดาภิเษก ชุนจง และ รัชชนก แสนสุข [3] การวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะธุรกิจ และกิจกรรมการใช้อาคารที่ส่งผลต่อผู้รับเหมางานตกแต่ง ศึกษาขอบเขตและกระบวนการ

จัดการผู้รับเหมาในปัจจุบัน พร้อมทั้งพัฒนาระบบการจัดการจัดการดังกล่าวให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ผ่านกรณีศึกษา ศูนย์การค้า “เดอะสตรีท รัชดา” ซึ่งเป็นพื้นที่พาณิชย์ที่เปิดให้บริการตลอด 24 ชั่วโมง องค์กรจึงต้องกำหนดนโยบายการควบคุมผู้รับเหมาอย่างเคร่งครัด ครอบคลุม 3 ระยะ คือ ช่วงก่อนดำเนินการ ช่วงระหว่างดำเนินการ และช่วงหลังดำเนินการ เพื่อลดผลกระทบต่อผู้เช่าพื้นที่ และผู้ใช้บริการ โดยรอบให้ได้มากที่สุด ปัจจัยสู่ความสำเร็จภายใต้เงื่อนไขพื้นที่และเวลาที่จำกัดนี้ จำเป็นต้องอาศัยความเชี่ยวชาญเฉพาะทางจากทั้งฝั่งผู้รับเหมาและผู้ควบคุมงาน โดยเฉพาะทักษะการรื้อถอน ความใส่ใจ และการประสานงานที่ดี ตลอดจนการจัดทำระบบงานเอกสารที่เป็นลายลักษณ์อักษร เพื่อสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องตรงกันในทุกมิติ ตั้งแต่ระดับบริหาร ระดับจัดการ ไปจนถึงระดับปฏิบัติการ อันจะนำไปสู่การบรรลุเป้าหมายตามที่องค์กรตั้งไว้เป็นสำคัญ

7) การออกแบบเฟอร์นิเจอร์โดยใช้หลักการโมดูลาร์ ฐริกา อาคม [4] ผลการวิจัยพบว่า หลักการโมดูลาร์คือการแยกชิ้นส่วนการทำงานที่ต่างกันออกจากกัน โดยแต่ละกลุ่มเรียกว่า Module ทำให้แต่ละ Module มีหน้าที่ทำงานอย่างใดอย่างหนึ่ง ที่ขนาดหน่วยแยกแต่ละส่วนมีระยะสัดส่วนที่มีความสัมพันธ์กันเอง หลักการโมดูลาร์ถูกนำมาใช้ในงานออกแบบ ช่วยในเรื่องของการลดระยะเวลาในการทำงานในขั้นตอนการผลิตชิ้นงาน และการลดต้นทุนจากเศษวัสดุที่เหลือทิ้งจากกระบวนการผลิต ทำการออกแบบโดยใช้ระยะสัดส่วนของวัสดุที่สามารถหาได้ และมีขนาดเป็นมาตรฐาน มาเป็นตัวกำหนดระยะสัดส่วนของชิ้นงาน ได้ชุดโซฟาที่ใช้หลักการโมดูลาร์ในการออกแบบ จำนวน 1 ชุด ประกอบไปด้วย โซฟาเก้าอี้สำหรับที่นั่ง 5 ตัว โดยที่นั่งทั้งหมดใช้วัสดุชิ้นโครงจากไม้ยางพาราอัดประสาน และตัวเบาะนั่งหุ้มด้วยผ้าแคนวาสที่มีคุณสมบัติระบายอากาศได้ดี

5. ขั้นตอนการศึกษา

- 1) คัดเลือกโครงการปรับปรุงร้านค้าในอดีตจำนวน 5 โครงการ
- 2) ศึกษาองค์ประกอบหมวดงานที่ต้องปรับปรุงและหาระยะเวลาเฉลี่ยตามสัญญา

3) การศึกษาแนวทางแก้ไขด้วยระบบก่อสร้างสำเร็จรูปแบบผสมผสาน

4) การประยุกต์ทดลองในโครงการใหม่ (โครงการที่ 6) หมวดงานต่าง ๆ แบบแยกประกอบโดยระบบโมดูลาร์

5) การเปรียบเทียบผลต่างด้านระยะเวลาทางสถิติด้วยอัตราความเร็วการปฏิบัติงานในพื้นที่

6) แสดงผลการคำนวณ และสรุปผลที่ได้รับการปรับปรุง ด้วยแนวทางการผสมผสาน

7) สรุปผลตามขั้นตอนการศึกษา การประยุกต์ใช้ระบบก่อสร้างสำเร็จรูปแบบผสมผสาน

6. ผลการศึกษา

1) คัดเลือกโครงการปรับปรุงร้านค้าในอดีตจำนวน 5 โครงการ

โครงการที่ 1 ปรับปรุงร้านค้าภายในศูนย์การค้าแห่งหนึ่ง อ.กันทรลักษ์ จ.ศรีสะเกษ ขนาด 19.76 ตร.ม.

โครงการที่ 2 ปรับปรุงร้านค้าภายในศูนย์การค้าแห่งหนึ่ง อ.ขุขันธ์ จ.ศรีสะเกษ ขนาด 24.22 ตร.ม.

โครงการที่ 3 ปรับปรุงร้านค้าภายในศูนย์การค้าแห่งหนึ่ง อ.เมือง จ.ศรีสะเกษ ขนาด 33.15 ตร.ม.

โครงการที่ 4 ปรับปรุงร้านค้าภายในศูนย์การค้าแห่งหนึ่ง อ.ราษีไศล จ.นครพนม ขนาด 20.21 ตร.ม.

โครงการที่ 5 ปรับปรุงร้านค้าภายในศูนย์การค้าแห่งหนึ่ง อ.เมืองบุรีรัมย์ จ.บุรีรัมย์ ขนาด 22.25 ตร.ม.

2) ผลการศึกษารายละเอียดขององค์ประกอบหมวดงานที่ต้องปรับปรุงและหาระยะเวลาเฉลี่ยตามสัญญา โดยโครงการปรับปรุงร้านค้าภายในศูนย์การค้า มีการแบ่งหมวดงาน (Work Breakdown Structure, WBS.) อย่างละเอียด 15 หมวดงานดังนี้ งานเตรียมการ งานรื้อถอน งานระบบดับเพลิง งานระบบเดินสายสื่อสาร งานระบบอากาศ งานระบบไฟฟ้างานประตุม้วน งานฝ้าเพดาน งานตกแต่งพื้นงานผนัง งานประตู งานทาสี งานติดตั้งโคมไฟ งานเฟอร์นิเจอร์ และ งานป้าย สื่อสิ่งพิมพ์สติ๊กเกอร์ ผู้รับเหมาดำเนินการตามกรอบเวลาเดิม 27 วัน

ตารางที่ 1 แสดงหมวดงาน กลุ่มตัวอย่าง 5 โครงการ

หมวดงานปรับปรุงร้านค้า	1	2	3	4	5
1.งานเตรียมการ	/	/	/	/	/
2.งานรื้อถอน	/	/	/	/	/
3 งานระบบดับเพลิง	X	X	/	X	X
4.งานระบบเดินสายสื่อสาร	X	X	/	/	X
5.งานระบบอากาศ	X	X	X	X	X
6.งานระบบไฟฟ้า	/	/	/	/	/
7.งานประตุม้วน	X	X	/	X	X
8.งานฝ้าเพดาน	X	X	/	X	X
9.หมวดงานตกแต่งพื้น	/	/	/	/	/
10.หมวดงานผนัง	/	/	/	/	/
11.หมวดงานประตู	/	/	/	/	X
11.หมวดงานประตู	/	/	/	/	/
12.งานทาสี	X	X	/	X	X
13.งานติดตั้งโคมไฟ	/	/	/	/	/
14. หมวดงานเฟอร์นิเจอร์	/	/	/	/	/
15. หมวดงานป้าย	/	/	/	/	/
รวม	9	9	14	10	8

(/ หมายถึง ปรับปรุงแก้ไข, X หมายถึง คงไว้ในพื้นที่)

3) ผลการศึกษาแนวทางแก้ไขด้วยระบบก่อสร้างกึ่งสำเร็จรูปแบบผสมผสาน (Hybrid Prefabrication) รายละเอียดหมวดงานที่ต้องปรับปรุงแก้ไขทุกโครงการพบว่า หมวดงานที่สามารถประยุกต์ใช้ระบบก่อสร้างกึ่งสำเร็จรูปแบบผสมผสาน มี 4 หมวดงาน ดังนี้

หมวดงานเตรียมการ ในขั้นตอนกันผนังเขตก่อสร้าง (Hoarding) ประยุกต์ใช้ระบบก่อสร้างกึ่งสำเร็จรูปแบบผสมผสาน ด้วยการออกแบบแผงผนังกึ่งสำเร็จรูป (Component Prefab) ที่แผงผนังจะเหมือนกันทุกประการ ใช้วัสดุเดียวกัน ขนาดเท่ากัน ออกแบบโดยระบบโมดูลาร์ (Modular System) มีจุดประสงค์ช่วยลดระยะเวลาในขั้นตอนการติดตั้ง สามารถติดตั้งสลับตำแหน่งกันได้ หรือสามารถติดตั้งได้ทั้งแบบแนวตั้ง แนวนอน และออกแบบประเภทแผงผนังกึ่งสำเร็จรูป (Panelized System) สำหรับ

ติดตั้งส่วนขอบแผงผนังประเภทนี้จะเตรียมสำหรับตัดแต่งตามระยะหน้างานจริง

หมวดงานผนัง ประยุกต์ใช้แนวคิดแผงสำเร็จรูป (Panelized-System) ในส่วนโครงสร้างผนังตกแต่ง โดยการออกแบบแผงผนังให้ปากไม้ประสานรอยต่อแผ่น ผลิตแผงผนังประกอบโครงสร้างแผ่นไม้จากโรงงาน นำไปประกอบในพื้นที่ก่อสร้าง และเพื่อจบรอยต่อชิ้นส่วนได้อย่างเรียบร้อย จึงเตรียมลามิเนตไปปิดผิวภายหลังจากประกอบแล้วในพื้นที่ก่อสร้าง ขนาดแผงผนังตามขนาดมาตรฐานไม้อัด 4x8 ฟุต หรือ 1.22x2.44 เมตร ส่วนแผงผนังติดตั้งส่วนขอบ ต้องเตรียมร่องข้อที่ต้องระวังด้านขนาดผนังอาจจะไม่ตรงแบบ ต้องตัดแต่งตามระยะหน้างานจริง

หมวดงานเฟอร์นิเจอร์ เฟอร์นิเจอร์ภายในร้าน ประกอบด้วย เคาน์เตอร์แคชเชียร์ โต๊ะเครื่องสำอาง โต๊ะโชว์สินค้า ยังคงวิธีการดำเนินงานตามเดิมจากกลุ่มตัวอย่างโครงการในอดีต คือ เตรียมงานผลิตเฟอร์นิเจอร์ที่โรงงาน แล้วขนไปติดตั้งในพื้นที่ เฟอร์นิเจอร์ส่วนอื่น ๆ ภายในร้าน ได้แก่ ชั้นขายสินค้า ตู้เก็บของ ตู้เก็บمانีฟิรชีบานเพ็ยมผนังทึบเข้ามาพบเฟอร์นิเจอร์ที่มีรูปแบบเดียวกัน คือ ชั้นขายสินค้า ใช้การออกแบบชิ้นส่วนกึ่งสำเร็จรูป ประกอบชั้นขายสินค้า แบ่งเป็น 4 ส่วน คือ ส่วนบน ส่วนกลาง ส่วนล่าง และส่วนชั้นขาย การออกแบบชิ้นส่วนคำนึงถึงการจบรอยต่อชิ้นส่วนได้อย่างเรียบร้อย เมื่อประกอบเข้ากันแล้วยังคงความแข็งแรงของโครงสร้างเฟอร์นิเจอร์ด้วย

หมวดงานป้าย ในกรณีรูปแบบป้ายแบบมีแผงพื้นหลัง โดยการออกแบบชิ้นส่วนแผงพื้นป้าย ความยาวตามขนาดมาตรฐานวัสดุ เช่น แผงพื้นป้ายเป็นโครงไม้ยึดเข้ากับแผ่นไม้อัดดัดลามิเนต ความยาวของไม้อัด และแผ่นลามิเนตคือ 8 ฟุต หรือ 2.44 เมตร ด้านหน้าติดตัวอักษรโลโก้ร้าน มีลักษณะแยกออกเป็นชิ้น ๆ ไว้ตั้งแต่อยู่ในโรงงาน ส่วนแผงพื้นป้ายแผ่นข้างมีข้อที่ต้องระวังความยาวป้ายอาจจะไม่ตรงแบบต้องตัดแผงพื้นป้าย โครงสร้างแผ่นไม้ไว้ที่โรงงาน และเตรียมลามิเนตไปติดในพื้นที่ก่อสร้าง

4) ผลการประยุกต์ทดลองในโครงการใหม่ (โครงการที่ 6) ของหมวดงานต่าง ๆ แบบแยกประกอบโดยระบบโมดูล

ลาร์ โครงการปรับปรุงร้านค้าภายในศูนย์การค้าแห่งหนึ่ง อ. เมือง จ.ขอนแก่น ขนาด 31.50 ตร.ม. รายการปรับปรุงแก้ไข ภายในร้าน ดังตารางที่ 2 ประกอบกับตรวจสอบข้อกำหนด ศูนย์การค้า โดยเฉพาะข้อกำหนดผนังกันเขตก่อสร้าง ข้อกำหนดรูปแบบป้าย ข้อกำหนดวัสดุงานผนังเบา กรณี ศูนย์การค้าอนุญาตงานผนังเบาให้ใช้โครงไม้อ่อนน้ำยาฆ่าแมลง และปลวก

ตารางที่ 2 แสดงหมวดงานกลุ่มตัวอย่าง 5 โครงการในอดีต เทียบกับโครงการปรับปรุงร้านค้าโครงการใหม่ (6)

หมวดงานปรับปรุงร้านค้า	1	2	3	4	5	6
1.งานเตรียมการ	/	/	/	/	/	/
2.งานรื้อถอน	/	/	/	/	/	/
3 งานระบบดับเพลิง	X	X	/	X	X	/
4.งานระบบเดินสายสื่อสาร	X	X	/	/	X	/
5.งานระบบอากาศ	X	X	X	X	X	X
6.งานระบบไฟฟ้า	/	/	/	/	/	/
7.งานประตุม้วน	X	X	/	X	X	X
8.งานฝ้าเพดาน	X	X	/	X	X	/
9.หมวดงานตกแต่งพื้น	/	/	/	/	/	/
10.หมวดงานผนัง	/	/	/	/	/	/
11.หมวดงานประตู	/	/	/	/	/	/
12.งานทาสี	X	X	/	X	X	/
13.งานติดตั้งคอมไฟ	/	/	/	/	/	/
14. หมวดงานเฟอร์นิเจอร์	/	/	/	/	/	/
15. หมวดงานป้าย	/	/	/	/	/	/
รวม	9	9	14	10	8	10

(/ หมายถึง ปรับปรุงแก้ไข, X หมายถึง คงไว้ในพื้นที่)

การวิเคราะห์สายงานในโครงการปรับปรุงร้านค้า โครงการที่ 6 (โครงการทดลอง)การทดลอง โดยใช้การบริหารสายงานวิกฤติ (Critical Path Method: CPM) ในชั้นวางแผน สามารถปรับลดเวลาปฏิบัติงานในพื้นที่ก่อสร้างจากเดิม 27 วัน เหลือ 21 วัน เพื่อนำเสนอแผนงานและ

กรอบงบประมาณต่อผู้ประกอบการ โดยกำหนดเปิดดำเนินการร้านค้ารูปแบบใหม่

จากการทดลองผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป ตามที่ได้ออกแบบไว้ เช่น แผงผนังกันผนังเขตก่อสร้าง แผงผนังเฟอร์นิเจอร์แบบแยกชิ้นประกอบ และ แผงพื้นป้ายติดตัวอักษรโลโก้ร้าน เมื่อผู้รับเหมาเข้าปฏิบัติงานภายในพื้นที่จริง ระหว่างดำเนินการปรับปรุงร้านค้ามีช่วงที่สามารถควบคุมงานได้ดี เร่งรัดงานได้เร็วกว่าแผนงาน มีการปรับแผนระหว่างดำเนินการ ส่งผลให้ระยะเวลารวมลดลงเหลือ 19 วัน มุมมองของผู้รับเหมา เห็นว่ามีข้อดี ในการลดต้นทุนค่าแรงงานนอกเวลาทำการปกติ แต่มีข้อจำกัด แม้จะดำเนินงานเสร็จสิ้นก่อนกำหนด แต่ยังไม่สามารถดำเนินการรื้อถอนผนังกันพื้นที่ก่อสร้างได้ ในบางกรณีกำหนดการเปิดทำการอย่างเป็นทางการของร้านค้ายังคงเป็นกำหนดการเดิม ส่วนมุมมองของผู้ประกอบการร้านค้าที่สามารถเลื่อนวันเปิดได้ เห็นว่าแนวทางนี้ลดระยะเวลาการขายสินค้าในพื้นที่ขายชั่วคราว ย้ายกลับเข้าสู่พื้นที่หลัก และเปิดร้านค้ารูปแบบใหม่เร็วขึ้น บรรเทาผลกระทบด้านโอกาสทางธุรกิจยอดขาย แต่มีข้อด้อยเกี่ยวกับภาระค่าใช้จ่ายในการเช่าพื้นที่ชั่วคราว โดยผู้ประกอบการยังคงต้องชำระค่าเช่าเต็มจำนวนตามกรอบข้อตกลงในสัญญาเดิม ทำให้สามารถปรับลดสัดส่วนค่าใช้จ่ายตามจำนวนวันที่ลดลง

5) ผลการเปรียบเทียบผลต่างด้านระยะเวลาทางสถิติ ด้วยอัตราความเร็วการปฏิบัติงานในพื้นที่ พบว่า การประยุกต์ใช้ระบบก่อสร้างกึ่งสำเร็จรูปแบบผสมผสาน ร่วมกับการจัดการโครงการโดย “วิธีสายงานวิกฤติ” (The Critical Path Method : CPM) กรอบเวลาเดิม 27 วัน จากกลุ่มโครงการปรับปรุงร้านค้าในอดีต 5 โครงการ และจากการทดลองในโครงการใหม่ (โครงการ-ที่ 6) ใช้เวลาปฏิบัติงานในพื้นที่ 19 วัน ลดเวลาในการปฏิบัติงานในพื้นที่ 8 วัน คิดเป็นร้อยละ 29.63

เมื่อวิเคราะห์รายละเอียด เปรียบเทียบผลลัพธ์ โดยใช้หลักการวิเคราะห์แบบ การทดสอบค่า t สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่สัมพันธ์กัน (Paired Sample t test) และเนื่องจากแต่ละโครงการมีขอบเขตพื้นที่ก่อสร้างที่แตกต่าง

กัน มีรายการแก้ไขปรับปรุงที่แตกต่าง นำข้อมูลแปลงค่าระยะเวลาในการปฏิบัติงานเป็นรูปแบบ “อัตราความเร็วปฏิบัติงานในพื้นที่” (ตร.ม. ต่อวัน) เพื่อสามารถเปรียบเทียบประสิทธิภาพบนฐานเดียวกัน คำนวณห้อตราความเร็วในการปฏิบัติงานในพื้นที่ (ตร.ม. ต่อวัน) จากสูตรสมการ

$$\text{Productivity} = \frac{\text{พื้นที่โครงการ (ตร.ม.)}}{\text{ระยะเวลาปฏิบัติงานในพื้นที่ (วัน)}} \quad (1)$$

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบอัตราความเร็วในการปฏิบัติงานในพื้นที่ (Productivity) ระหว่างโครงการกลุ่มตัวอย่าง 5 โครงการในอดีต และโครงการที่ 6 (โครงการทดลอง)

โครงการที่	ขนาดพื้นที่	เวลาปฏิบัติงานในพื้นที่ (วัน)	อัตราความเร็วในการปฏิบัติงานในพื้นที่	ค่าเฉลี่ย
1	19.76	27	0.732	0.886
2	24.22	27	0.897	
3	33.15	27	1.228	
4	20.21	27	0.749	
5	22.25	27	0.824	
6	31.50	19	1.658	1.658

คำนวณ เพิ่มประสิทธิภาพความเร็วปฏิบัติงานในพื้นที่โครงการที่ 6 (โครงการทดลอง) จากสูตรสมการ (1)

$$100 \times \frac{\text{Productivity (6)} - \text{Productivity (ค่าเฉลี่ยโครงการในอดีต)}}{\text{Productivity (ค่าเฉลี่ยโครงการในอดีต)}} = 100 \times \frac{1.658 - 0.886}{0.886} = 87.13\%$$

โครงการที่ 6 (โครงการทดลอง) เพิ่มประสิทธิภาพความเร็วปฏิบัติงานในพื้นที่ (Productivity) ขึ้น 87.13% เมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างโครงการในอดีต

การคำนวณสถิติ การทดสอบค่า t สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่สัมพันธ์กัน (Paired Sample t test) ด้วยสมการทางคณิตศาสตร์ จากข้อมูลโครงการที่ 6 (โครงการทดลอง)

พื้นที่ 31.50 ตร.ม. มีระยะเวลาปฏิบัติงานในพื้นที่ 19 วัน
อัตราความเร็ว (Productivity) 1.658 ตารางเมตร ต่อวัน

ขั้นตอนที่ 1 ก่อนจะเข้าสู่สูตร ต้องหาผลต่าง (D) ของอัตราความเร็วระยะเวลาทั้งก่อน และหลังในแต่ละโครงการก่อนสูตรเวลาจำลองระบบใหม่ คือ พื้นที่โครงการ 1.658 (ตร.ม. ต่อวัน)

ผลต่าง (D) : กรอบเวลาเดิม (27 วัน) – เวลาใหม่ (จำลอง)

ตารางที่ 4 แสดงผลต่างของข้อมูลจับคู่ (Paired Data - Difference)

โครงการที่	พื้นที่ (ตร.ม.)	เวลาเดิม (X_1)	เวลาใหม่จำลอง (X_2)	ผลต่าง ($D = X_1 - X_2$)	ผลต่างกำลังสอง (D^2)
1	19.76	27	11.92	15.08	227.41
2	24.22	27	14.61	12.39	153.51
3	33.15	27	20.00	7.00	49.00
4	20.21	27	12.19	14.81	219.34
5	22.25	27	13.42	13.58	184.42
ผลรวม (Σ)		135.00	72.14	$\Sigma D = 62.86$	$\Sigma D^2 = 833.68$

ขั้นตอนที่ 2 การคำนวณตามขั้นตอนสมการสถิติ สมการหลักของ Paired Samples t -test

$$t = \frac{\bar{D}}{\frac{SD}{\sqrt{n}}}$$

ความหมายของตัวแปรในสมการ

t คือ ค่าสถิติที่ได้จากการคำนวณ เพื่อนำไปเทียบกับค่าวิกฤตในตารางแจกแจงที่ t - Distribution Table

$\bar{D}$ คือ ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างค่าที่วัดได้ทั้ง 2 ครั้งของแต่ละคู่

S_D คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลต่าง

n คือ จำนวนคู่ของข้อมูล (กลุ่มตัวอย่าง 5 โครงการ)

แบ่งการคำนวณออกเป็น 3 ขั้นตอนย่อยดังนี้

ขั้นตอนที่ 2.1 หาค่าเฉลี่ยของผลต่าง ($\bar{D}$)

$$\bar{D} = \frac{\sum D}{n} = \frac{62.86}{5} = 12.572$$

ดังนั้นค่าเฉลี่ยของผลต่าง คือ 12.572

ขั้นตอนที่ 2.2 หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลต่าง (S_D)

$$S_D = \sqrt{\frac{\sum D^2 - \frac{(\sum D)^2}{n}}{n-1}} = \sqrt{\frac{833.68 - \frac{62.86^2}{5}}{5-1}} = 3.294$$

ดังนั้นค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลต่าง คือ 3.294

ขั้นตอนที่ 2.3 หาค่า t -statistic ในสมการหลัก (2)

โดยที่ (D) = 12.572 , (S_D) = 3.294 และ (n) = 5

$$t = \frac{\bar{D}}{\frac{S_D}{\sqrt{n}}} = \frac{12.572}{\frac{3.294}{\sqrt{5}}} = 8.535$$

ดังนั้นค่า t -statistic คือ 8.535

ขั้นตอนที่ 3 เปรียบเทียบค่า t ที่ได้จากการคำนวณ (t_{cal}) กับค่า t จากตารางมาตรฐาน (t_{crit}) เพื่อพิจารณาความมีนัยสำคัญทางสถิติ (Statistical Significance) แสดงผลในช่องที่ชื่อว่า "Sig." หรือ "p-value"

หาองศาอิสระ (Degrees of Freedom) จากสูตรการหา $df = n - 1$ แทนค่าสูตร $df = 5 - 1 = 4$

เปิดตาราง t - Distribution ที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$ (Two-tailed test) จากตารางสถิติ ค่า ($t_{critical}$) ที่ $df = 4$ คือ 2.776

6) ผลการคำนวณ $t = 8.535 >$ ค่า t จากตาราง 2.766 ในทางสถิติสรุปผลได้ว่า การประยุกต์ใช้ระบบก่อสร้างกึ่งสำเร็จรูปแบบผสมผสาน ร่วมกับการจัดการโครงการโดย "วิธีสายงานวิกฤติ" (The Critical Path Method : CPM) สามารถลดระยะเวลาปฏิบัติงานหน้างานลงได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ในทางสถิติ

สามารถปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) ได้ และสรุปผลการประยุกต์ใช้ระบบก่อสร้างกึ่งสำเร็จรูปแบบผสมผสาน สามารถลดระยะเวลาปฏิบัติงานในพื้นที่ลงได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

7) สรุปผลตามขั้นตอนการศึกษา การประยุกต์ใช้ระบบก่อสร้างกึ่งสำเร็จรูปแบบผสมผสาน ร่วมกับการจัดการโครงการโดย "วิธีสายงานวิกฤติ" (The Critical Path Method : CPM) สามารถลดระยะเวลาปฏิบัติงานในพื้นที่ก่อสร้าง จากเดิม 27 วัน เหลือ 21 วัน และเมื่อผู้รับเหมาเข้าปฏิบัติงานภายในพื้นที่จริง สามารถควบคุมงานได้ดี เร่งรัดงานได้เร็วกว่าแผนงาน มีการปรับแผนระหว่างดำเนินการ ส่งผลให้ระยะเวลารวมลดลงเหลือ 19 วัน หรือ 8 วัน คิดเป็นร้อยละ 29.63

เนื่องจากแต่ละโครงการมีขอบเขตพื้นที่ก่อสร้างที่แตกต่างกัน และมีรายการแก้ไขปรับปรุงที่แตกต่างกัน นำข้อมูลแปลงค่าระยะเวลาในการปฏิบัติงานเป็นรูปแบบ "อัตราความเร็วปฏิบัติงานในพื้นที่" (ตร.ม. ต่อวัน) เพื่อสามารถเปรียบเทียบประสิทธิภาพบนฐานเดียวกัน โครงการที่ 6 (โครงการทดลอง) เพิ่มประสิทธิภาพความเร็วปฏิบัติงานในพื้นที่ (Productivity) ขึ้น 87.13% เมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างโครงการในอดีต

การคำนวณสถิติ Paired Samples t-test ด้วยสมการทางคณิตศาสตร์ จากข้อมูลโครงการที่ 6 (โครงการทดลอง) พื้นที่ 31.50 ตร.ม. มีระยะเวลาปฏิบัติงานในพื้นที่ 19 วัน อัตราความเร็ว (Productivity) 1.658 ตารางเมตรต่อวัน คำนวณ $t = 8.535 >$ ค่า t จากตาราง 2.766 ในทางสถิติสรุปผลได้ว่า การประยุกต์ใช้ระบบก่อสร้างกึ่งสำเร็จรูปแบบผสมผสาน สามารถลดระยะเวลาปฏิบัติงานหน้างานลงได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

7. สรุปผลการศึกษา

1) การพัฒนาประยุกต์ใช้ระบบ CPM ร่วมกับการประยุกต์ใช้ระบบกึ่งสำเร็จรูปแบบผสมผสานในโครงการทดลอง (โครงการที่ 6) ขนาด 31.50 ตร.ม.สามารถลดระยะเวลาปฏิบัติงานในพื้นที่ลงได้อย่างมีนัยสำคัญ จากเดิม 27 วัน เหลือ 19 วัน (8 วัน หรือร้อยละ 29.63) และเมื่อ

แปลงค่าเปรียบเทียบประสิทธิภาพบนฐานเดียวกัน พบว่าโครงการทดลองมีอัตราความเร็วปฏิบัติงานในพื้นที่ เท่ากับ 1.658 ตร.ม.ต่อวัน สูงขึ้นกว่าค่าเฉลี่ยของโครงการในอดีตร้อยละ 87.13 สอดคล้องกับผลการทดสอบค่า t สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่สัมพันธ์กัน (Paired Sample t test) แนวทางดังกล่าวสามารถลดเวลาปฏิบัติงานหน้างานได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2) ปัจจัยที่มีนัยสำคัญต่อเวลาปฏิบัติงาน ได้แก่ กำลังแรงงาน การจัดซื้อวัสดุของผู้รับเหมา การบริหารจัดการช่างเหมาช่วง และการประสานงานระหว่างผู้รับเหมา กับศูนย์การค้า โดยมุมมองของผู้รับเหมาที่มีความคิดเห็นช่วยลดต้นทุนค่าแรงนอกเวลาทำการปกติ และสามารถนำชิ้นส่วนผนังกันพื้นที่ยังบางส่วนกลับมาหมุนเวียนใช้ในโครงการถัดไปได้ ส่วนมุมมองผู้ประกอบการร้านค้า ช่วยลดระยะเวลาการขายสินค้าในพื้นที่ขายชั่วคราว เปิดดำเนินการร้านค้ารูปแบบใหม่ได้เร็วขึ้น

3) แนวทางสำหรับผู้รับเหมาในการปรับปรุงกระบวนการผลิต และควบคุมงาน สามารถโอนย้ายภาระงานหลัก ไปสู่กระบวนการผลิตในโรงงาน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการควบคุมคุณภาพ และลดความสูญเสียด้านเวลา ลดต้นทุนค่าแรงนอกเวลาทำการปกติ แต่มีข้อจำกัด คือระบบก่อสร้างกึ่งสำเร็จรูปแบบผสมผสานจะสามารถประยุกต์ใช้ได้กับศูนย์การค้าส่วนใหญ่ แต่มีข้อจำกัดในศูนย์การค้าบางแห่งมีข้อกำหนดให้ผนังต้องใช้โครงคร่าวโลหะกรู๊ปปั๊มฉาบเรียบ ไม่อนุญาตให้ใช้โครงสร้างไม้ หรือการกำหนดรูปแบบงานป้ายให้เป็นตัวอักษรโลโก้แบบมีขาแขวน ในกรณีที่มีข้อจำกัดดังกล่าว ยังคงสามารถประยุกต์ใช้แนวทางการผลิตชิ้นส่วนเฟอร์นิเจอร์กึ่งสำเร็จรูปจากโรงงานขนส่งไปประกอบในพื้นที่ได้

8.ข้อเสนอแนะ

สำหรับการศึกษารั้งต่อไป ควรเปรียบเทียบผลกับโครงการใหม่ในหลายโครงการ และควรมีการศึกษาเปรียบเทียบ "ต้นทุน" ระหว่างวิธีแบบดั้งเดิม และวิธีการประยุกต์ใช้ระบบก่อสร้างกึ่งสำเร็จรูปแบบผสมผสาน เพื่อวิเคราะห์ความคุ้มค่าต่อไป

9. กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการวิจัย มณฑลนากร ผู้รับเหมา และช่างผู้ปฏิบัติงาน ที่ได้กรุณาสละเวลาอันมีค่าให้คำแนะนำ ให้ข้อมูลทางเทคนิคตลอดจนเอกสารอ้างอิงเชิงวิชาการ ผู้ศึกษาขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

10. เอกสารอ้างอิง

- [1] วิกรม เหล่าวิสุทธิชัย และ บัณฑิต จุลาสัย (2565). การก่อสร้างอาคารด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูป : การทบทวนวรรณกรรมในประเทศไทย วารสารสถาปัตยกรรม การออกแบบและการก่อสร้าง, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ผังเมืองและนฤมิตศิลป์, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- [2] ปารณนา ทรวงาจา (2562). การศึกษาวิธีการจัดการผู้รับเหมางานตกแต่งภายในร้านค้าย่อยที่ตั้งในศูนย์การค้า. สาขาวิชาการจัดการโครงการก่อสร้าง แผน ข ระดับปริญญาโทบัณฑิต, ภาควิชาเทคนิคสถาปัตยกรรมบัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- [3] ชิชณญา ชุนจง และ ธัญชนก แสนสุข (2562). กระบวนการจัดการผู้รับเหมาตกแต่งอาคารศูนย์การค้า กรณีศึกษาศูนย์การค้า เดอะสตรีท รัชดา. คณะวิทยาการจัดการ, สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์.
- [4] ณัฐริกา อาคม (2560). การออกแบบเฟอร์นิเจอร์โดยใช้หลักการโมดูลาร์. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ประวัติผู้เขียนบทความ



ยุวันดา คำพะโคตร

นักศึกษา ระดับปริญญาโท
หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาบริหารงานวิศวกรรมก่อสร้าง
มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์



ดร. สุรศักดิ์ คลังสุภาวิวัฒน์

อาจารย์ประจำหลักสูตร

หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาบริหารงานวิศวกรรมก่อสร้าง

มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์

สมบูรณ์เมื่อใช้คู่กับ
ประกาศนียบัตรนำเสนอผลงาน
SAUNIC2026