การใช้โครงสร้างระบบอาคารสำเร็จรูปแบบประสานพิกัด ในงานก่อสร้างอาคารสิ่งปลูกสร้างของกองทัพบก

เอกสารวิจัยส่วนบุคคล

โดย

พันเอกหญิง อัมพริกา เศวตเศรนี

สถาปนิก กรมยุทธโยธาทหารบก

วิทยาลัยการทัพบก

กันยายน 2560

บทคัดย่อ

ผู้วิจัย พันเอกหญิง อัมพริกา เศวตเศรนี

เรื่อง การใช้โครงสร้างระบบอาคารสำเร็จรูปแบบประสานพิกัดในงานก่อสร้างอาคารสิ่งปลูกสร้างของกองทัพบก

วันที่ กันยายน 2560 **จำนวนคำ :** 5,851 **จำนวนหน้า :** 19

คำสำคัญ ระบบอาคารสำเร็จรูปแบบประสานพิกัด

ชั้นความลับ ไม่มีชั้นความลับ

การวิจัยเรื่องการใช้โครงสร้างระบบอาคารสำเร็จรูปแบบประสานพิกัดในงานก่อสร้างอาคารสิ่งปลูกสร้างของกองทัพบก ได้ถูกตั้งสมมติฐานให้สอดคล้องกับยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี โดยการสร้างภาพสถานการณ์ในอนาคตที่ดีที่สุดของงานก่อสร้างอาคารสิ่งปลูกสร้างของกองทัพบกในอนาคตอีก 20 ปีข้างหน้า โดยกำหนดเป็นความต้องการ 4 ด้าน ได้แก่ 1. ด้านความแข็งแรงปลอดภัย 2. ด้านความเจริญทางเทคโนโลยีและนวัตกรรม 3. ด้านการควบคุมคุณภาพมาตรฐานระดับสากล และ 4. ความเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ได้ผลการวิจัย ตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 พบว่า โครงสร้างระบบอาคารสำเร็จรูปแบบประสานพิกัดเป็นโครงสร้างระบบอาคารที่มีแนวโน้มความป็นไปได้และมีความเหมาะสมที่สุดในอนาคต ทั้งในด้านคุณภาพมาตรฐาน การควบคุม งบประมาณ เวลา แรงงาน ความเป็นระเบียบของพื้นที่ ประหยัดพลังงานและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 พบว่า ในการนำโครงสร้างระบบอาคารสำเร็จรูปแบบประสานพิกัดเป็นมาใช้ให้มีประสิทธิผลนั้น กองทัพบกจะต้องจัดให้มีการบูรณาการในหลายส่วนที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ การวางแผนโครงการก่อสร้างและการใช้งบประมาณแบบเป็นแผนระยะยาว การปรับปรุงระเบียบการจัดซื้อจัดจ้างและการคัดสรรผู้ประกอบการ การพัฒนาบุคลากรในสายงานออกแบบก่อสร้างซ่อมแซมและการพัสดุ รวมถึงการจัดหาสิ่งอุปกรณ์เครื่องมือและโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ทันสมัยเหมาะสมกับระบบงานก่อสร้างในอนาคต

ABSTRACT

AUTHOR: Colonel Amparika Svetasreni

TITLE: The Modular System Structure in Royal Thai Army's Building Construction

DATE: September 2017 **WORD COUNT:** 5,851 **PAGES:** 19

KEY TERM: Modular Structure System

CLASSIFICATION: Unclassified

Research on The Modular System Structure in Royal Thai Army's Building Construction. It has been hypothesized to be consistent with the 20-year national strategy by providing the best possible future scenarios for the next 20 years of the Army's building construction. The main points being; 1. Strength and Safety. 2. Technology and Innovation. 3. The application of quality control and international standards. 4. Environmentally Friendly. Research results according to the first objective; the structure of modular building systems is the most promising and feasible building structure in the future. In terms of quality, standard, budget control, labor time, site management, energy saving and being environmentally friendly. According to the second objective; it is found that the implementation of this type of building system is seen to be effective. Therefore the Army will have to integrate in many areas, including construction planning and long-term budgeting, improvement of procurement procedures and selection of operators. Also needed will be the development of personnel in design, construction, repair and procurement. Including the provision of advanced equipment, tools and computer programs suitable for future design & construction.

กิตติกรรมประกาศ

เอกสารวิจัยส่วนบุคคล เรื่องการใช้โครงสร้างระบบอาคารสำเร็จรูปแบบประสานพิกัดในงานก่อสร้างอาคารสิ่งปลูกสร้างของกองทัพบกฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาจาก พันเอก ธีรพงษ์ เย็นอุทก รองผู้บัญชาการวิทยาลัยการทัพบก (ฝ่ายบริหาร) อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้กรุณาให้คำแนะ นำอย่างต่อเนื่องตลอดการวิจัย ด็อกเตอร์อัจฉาวรรณ จุฑารัตน์ อาจารย์คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบมหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธรบุรี ผู้ทรงคุณวุฒิที่ปรึกษา และคณาจารย์วิทยาลัยการทัพบกทุกท่านที่กรุณาประสิทธิประสาทวิชาให้ความรู้และประสบการณ์ที่ทรงคุณคุณค่าอย่างสูง และนอกเหนือจากข้อแนะนำทางวิชาการอันเป็นประโยชน์ในการวิจัยแล้ว ยังได้รับกำลังใจและคำชี้แนะที่ทำให้เห็นหนทางแห่งความสำเร็จอีกด้วย

ผู้วิจัยขอขอบคุณผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่กรุณาให้การสนับสนุนข้อมูล รวมถึงข้อเสนอแนะแนวความคิดที่มีประโยชน์ต่อการวิจัย ความดีอันเกิดจากผลงานการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยขอมอบให้ผู้ที่มีส่วนร่วมในงานวิจัยทุกท่านด้วยความเคารพ

การใช้โครงสร้างระบบอาคารสำเร็จรูปแบบประสานพิกัด ในงานก่อสร้างอาคารสิ่งปลูกสร้างของกองทัพบก

จากการตั้งสมมติฐานให้สอดคล้องกับยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี โดยการสร้างภาพสถานการณ์ในอนาคตที่ดีที่สุดเพื่อการทำนายแนวโน้มงานก่อสร้างอาคารสิ่งปลูกสร้างของกองทัพบกไทยใน 20 ปีข้างหน้า ดังกำหนดเป็นความต้องการ 4 ด้าน ได้แก่ 1. ด้านความแข็งแรงปลอดภัย 2. ด้านความเจริญทางเทคโนโลยีและนวัตกรรม 3. ด้านการควบคุมคุณภาพมาตรฐานระดับสากล 4. ความเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และเพื่อให้กองทัพบกได้สามารถเตรียมพร้อมรับสถานการณ์นั้นได้อย่างเหมาะสมทันเวลา มุ่งหน้าเป็นองค์กรนำร่องของหน่วยงานราชการไทย และในการเปิดประตูสู่อาเซียนในด้านงานก่อสร้างให้ได้ ในปี พ.ศ. 2579

การก่อสร้างและซ่อมแซมอาคารประเภทต่างๆ ของกองทัพ โดยเฉพาะในการสร้างอาคารใหม่นั้น เป็นการก่อสร้างตามระบบก่อสร้างพื้นฐาน คือ ระบบคอนกรีตเสริมเหล็กและก่ออิฐถือปูน (Reinforce concrete and Masonry) พบว่า แม้อาคารราชการจะเป็นแบบเรียบง่าย แต่ด้วยระบบก่อสร้างดังกล่าวที่มีกระบวนการต่อเนื่องเป็นลำดับขั้นแบบอนุกรม ซึ่งใช้เวลาแต่ละขั้นค่อนข้างนานโดยมักไม่ข้ามขั้น และกระบวนการส่วนใหญ่เป็นแบบเปียก (Wet Process) ซึ่งเมื่อเทียบกับก่อสร้างระบบอาคารสำเร็จรูปซึ่งมีโครงสร้างและองค์อาคารหลักเป็นการประกอบของหน่วยชิ้นส่วนสำเร็จรูปแบบประสานพิกัด (Modular) เป็นกระบวนการแบบแห้ง (Dry Process) อันมีความรวดเร็วในการก่อสร้างและประกอบติดตั้ง เป็นการลดต้นทุนการก่อสร้าง สามารถควบคุมคุณภาพมาตรฐานวัสดุและการก่อสร้างได้จากโรงงานผู้ผลิต ลดการสูญเสียจากสิ่งของเหลือใช้ ประหยัดพลังงาน เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ดังนั้น จึงเห็นว่า ระบบดังกล่าวเหมาะสมอย่างยิ่งกับงานอาคารราชการ ซึ่งโดยส่วนใหญ่เป็นประเภทอาคารไม่สูง (Low-rise Building) คือ มีความสูงที่ 1 – 3 ชั้น มีรูปแบบไม่ซับซ้อน เป็นแบบมาตรฐาน และเป็นงานก่อสร้างซ้ำตามแบบรูปเดิมอยู่เสมอ อีกทั้งยังสอดคล้องกับแนวโน้มอุตสาหกรรมยุคใหม่ ที่มีการนำระบบเครื่องมือเครื่องจักรเข้ามาใช้ในการแก้ปัญหาขาดแคลนแรงงานระดับฝีมือและไร้ฝีมือในปัจจุบัน ซึ่งมีค่าแรงสูงขึ้น

แต่กลับไม่สามารถควบคุมมาตรฐานงานได้ รวมถึงการแก้ปัญหาการจ้างแรงงานคนต่างชาติ อันมีความเสี่ยงต่อชั้นความลับได้อีกด้วย

วัตถุประสงค์ที่ 1. เพื่อพัฒนากรอบแนวคิดให้ชัดเจนในการทราบแนวโน้มระบบโครงสร้างอาคารสิ่งปลูกสร้างของกองทัพบกที่เหมาะสมในอนาคต ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องทั้งในเชิงทฤษฎีและและข้อมูลจากการใช้ระบบจริงที่ครอบคลุมกรอบประเด็นศึกษา ดังนี้

ประเด็นที่ 1 ศึกษาโครงสร้างอาคารและการรับแรงในการก่อสร้างอาคารมาตรฐานของกองทัพบกตามประเภทการใช้งาน

ประเด็นที่ 2 โครงสร้างอาคารสำเร็จรูป ระหว่าง Precast Concrete และ Prefabrication

ประเด็นที่ 3 ศึกษาระบบโครงสร้างสำเร็จรูปแบบประสานพิกัด Modular

ประเด็นที่ 4 ศึกษาข้อกำหนดสำคัญในการก่อสร้างอาคารของกองทัพบกที่เกี่ยวข้องและมีผลต่อการเลือกระบบในการก่อสร้างอาคารสิ่งปลูกสร้าง

ประเด็นที่ 5 ศึกษาวิเคราะห์เปรียบเทียบ ข้อดี - ข้อจำกัด ระหว่างระบบสำเร็จรูป กับ ระบบหล่อกับที่

วัตถุประสงค์ที่ 2. เพื่อเตรียมบูรณาการแผนให้กองทัพบกสามารถพร้อมรับกับระบบโครงสร้างอาคารใหม่ในอนาคตได้อย่างเท่าทันกาลและมีประสิทธิผลที่สุด

ผู้วิจัยขอกล่าวนำถึงการจำแนกประเภทอาคารมาตรฐานของกองทัพบก ตามประโยชน์ใช้สอยอาคาร เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันในเบื้องต้น ดังนี้

- อาคารที่พักอาศัย : บ้านพัก เรือนแถว แฟลต
- อาคารสำนักงาน : บก. ต่างๆ โรงทหาร โรงเลี้ยง โรงครัว
- อาคารโรงเก็บยุทโธปกรณ์ : โรงรถ โรง ป. โรง บ.และ ฮ. คลัง สป. ต่างๆ อาคารอเนกประสงค์ ฯลฯ

- อาคารวัตถุประสงค์เฉพาะ (อัตรา มทบ.) : ศาสนสถาน ศาล มว. ดุริยางค์ ฯลฯ
- อาคารทางการศึกษา อารคารทางการแพทย์ อาคารสันทนาการ : อาคารเรียน โรงพยาบาล โรงยิม ฯลฯ
- อาคารอื่นๆ นอกอัตรา

ผู้วิจัยได้วางกรอบประเด็นสำคัญในการศึกษาให้ครบถ้วนสมบูรณ์สำหรับการวิเคราะห์วิจัยเปรียบเทียบในเชิงรวบรวมวรรณกรรม เพื่อให้ทราบโครงสร้างระบบสำอาคารสิ่งปลูกสร้างของกองทัพบกที่เหมาะสมในอนาคต ได้แก่

ประเด็นที่ 1 การศึกษาพิจารณาโครงสร้างอาคารและการรับแรง เพื่อการวิเคราะห์เปรียบเทียบระบบงานก่อสร้างอาคารของกองทัพแต่ละประเภทการใช้งาน ซึ่งแบ่งเป็น 2 ระบบหลัก ดังนี้

1.1 โครงสร้างช่วงพาดแคบหรือโครงสร้างช่วงพาดสั้น (Narrow-Span Structure or Short-Span Structure) เป็นระบบโครงสร้างอาคารที่มีแต่ละช่วงพาดของระบบ ฐานราก-เสา-คาน สั้นๆ ต่อประกอบกันขึ้นเป็นอาคาร แบ่งซอยเป็นห้องหรือที่ว่างใช้สอยขนาดเล็ก ความสูงอาคารทั่วไป 1 - 4 ชั้น หรือไม่เกิน 7 ชั้น ประเภทอาคารที่ใช้โครงสร้างระบบนี้ ส่วนใหญ่เป็นประเภท อาคารพักอาศัย อาคารสำนักงาน

1.2 โครงสร้างช่วงพาดกว้างหรือโครงสร้างช่วงพาดยาว (Wide-Span Structure or Long-Span Structure) เป็นระบบโครงสร้างอาคารที่มีแต่ละช่วงพาดของระบบ ฐานราก-เสา-คาน ยาวตลอดแนวความกว้างของอาคาร เกิดเป็นพื้นที่ใช้สอยกว้างขนาดใหญ่ภายใต้หลังคาคลุม ต่อประกอบกันขึ้นเป็นอาคาร ความสูงอาคารทั่วไปเป็นชั้นเดียวหรืออาจมีชั้นลอยที่ด้านยาวของอาคาร ประเภทอาคารที่ใช้โครงสร้างระบบนี้ ส่วนใหญ่เป็นประเภท โรงเก็บยุทโธปกรณ์/สป. โรง บ./ฮ. เป็นต้น

ประเด็นที่ 2 การพิจารณาโครงสร้างอาคารสำเร็จรูปที่นิยมใช้กันในปัจจุบัน ดังนี้

2.1 โครงสร้างอาคารสำเร็จรูป สำหรับอาคารช่วงพาดแคบ/สั้น อาคารมาตรฐานของกองทัพที่เหมาะสำหรับการใช้โครงสร้างลักษณะนี้ ได้แก่ อาคารประเภทพักอาศัย

(บ้านพัก เรือนแถว แฟลต) และอาคารสำนักงาน (บก. ต่างๆ โรงทหาร โรงเลี้ยง โรงครัว) ซึ่งจะใช้โครงสร้างอาคารสำเร็จรูปแบบประสานทางพิกัด ประเภท Precast Concrete และประเภท Prefabrication

2.1.1 [1]Precast Concrete คือ คอนกรีตที่ทำการหล่อชิ้นส่วนขึ้นตามการออกแบบ ณ สถานที่ใด ๆ ก่อน (เช่น โรงงาน พื้นที่จัดไว้ในบริเวณก่อสร้าง) แล้วจึงนำไปประกอบเป็นโครงสร้างอาคารตามแบบ หลักการสำคัญที่ของ Precast Concrete คือ ระบบโครงสร้างผนังรับน้ำหนัก (Wall Bearing System) โดยไม่ต้องอาศัยเสาและคาน โดยแผ่นพื้นและผนังสำเร็จรูป จะประกอบขึ้นจากโรงงาน ซึ่งปัจจุบันมีการควบคุมคุณภาพการผลิตและอัตราส่วนของส่วนประกอบต่างๆ ด้วยระบบคอมพิวเตอร์ ไม่ว่าจะเป็นขนาดของเหล็กส่วนผสมของคอน-กรีต รวมทั้งการใช้เครื่องจักรกลเป็นส่วนหลักในการผลิต ที่ให้ความแม่นยำสูงกว่าแรงงานคน ชิ้นงานที่ผลิตออกมาจึงมีคุณภาพมาตรฐานเท่าเทียมกันทุกชิ้น นอกจากนี้ยังมีการกำหนดตำแหน่งและเจาะช่องเปิดประตู-หน้าต่าง ช่องสำหรับท่อร้อยสายไฟฟ้า ท่อน้ำดี น้ำเสีย ไว้ตั้งแต่ในขั้นตอนการผลิต เมื่อการประกอบชิ้นส่วนที่หน้างานเสร็จสิ้น งานระบบอื่น ๆ ก็สามารถทำงานต่อเนื่องได้อย่างง่ายดาย

โดยหลักแล้ว ระบบก่อสร้างนี้จะไม่มีเสาและคาน แต่จะใช้ผนังเป็นตัวรับน้ำหนักแทน ส่วนแผ่นผนังจะผลิตด้วยวิธีใดขึ้นอยู่กับเทคโนโลยีของผู้ผลิตหรือผู้ก่อสร้างแต่ละราย เช่น ผนังคอนกรีตเสริมเหล็กสำเร็จรูป, ผนังคอนกรีตเสริมเหล็กแบบแซนวิช (ผนัง 2 แผ่น ที่เว้นช่องไว้สำหรับเทคอนกรีตเชื่อม) เป็นต้น เช่นเดียวกับในการเชื่อมต่อ (Connection) ของส่วนประกอบแต่ละชิ้นส่วนก็มีเทคนิคแตกต่างกันไป เช่น ระบบเชื่อมต่อด้วยน็อต ด้วยคอนกรีต หรือออกแบบเป็นแผ่นคอนกรีตเสริมเหล็กแบบเข้าลิ้น หรือแบบให้มีระบบล็อคในตัว เป็นต้น ส่วนวิธีการก่อสร้างจะเริ่มตั้งแต่การตอกเสาเข็ม ทำฐานรากและคานคอดิน เหมือนกับการก่อสร้างในแบบก่ออิฐฉาบปูน จากนั้นจึงเริ่มนำแผ่นพื้นและผนังสำเร็จรูปเข้ามาประกอบตามที่ได้ออกแบบไว้ เริ่มตั้งแต่ผนังรับน้ำหนักชั้นล่าง แผ่นพื้นชั้นล่าง ผนังชั้นสอง แผ่นพื้นชั้นสอง โดยชิ้นส่วนต่างๆจะได้รับการเชื่อม

ประสานตามเทคนิควิธีการของแต่ละระบบ ซึ่งถือเป็นขั้นตอนสำคัญ เพราะการเชื่อมต่อจะต้องมีคุณภาพ ต้องมั่นคง กันน้ำรั่วซึมและสามารถรับแรงด้านข้างได้ ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป Precast Concrete System ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในกลุ่มงานพัฒนาโครงการบ้านจัดสรรและงานก่อสร้างอาคารสูง เนื่องจากช่วยลดปัญหาการขาดแคลนแรงงานและฝีมือแรงงานในการก่อสร้างลงได้มาก ทำให้ผู้ประกอบการสามารถส่งมอบงานที่มีคุณภาพได้รวดเร็วขึ้นภายใต้งบประมาณที่กำหนด

2.1.2 [2]Prefabrication คือ อุตสาหกรรมการก่อสร้างอันเป็นวิธีการผลิตชิ้นส่วนประกอบเป็นจำนวนมาก (Mass Product Components) เพื่อการก่อสร้างโดยอาศัยเครื่องมือ เครื่องจักร หรืออุปกรณ์ยกสำหรับปฏิบัติงาน ซึ่งเป็นระบบการก่อสร้างที่เหมาะสมกับการก่อสร้างรูปแบบเดียวกันซ้ำจำนวนมากยูนิต โดยจะสามารถประหยัดต้นทุนในการก่อสร้างได้มากถึง 40% เนื่องจากจำนวนแรงงานก่อสร้างที่ใช้น้อยลง ขณะที่คุณภาพของโครงสร้างอาคารยังมีความมั่นคงแข็งแรงและสามารถก่อสร้างได้อย่างรวดเร็ว

ระบบก่อสร้างอาคารสำเร็จรูปแบบ Prefabrication เข้ามาในประเทศไทยได้ระยะเวลาหนึ่งแล้ว เป็นที่นิยมและยอมรับมากขึ้นในการก่อสร้างเอกชน โดยมีต้นกำเนิดมาจากยุคปฏิวัติอุสาหกรรม ซึ่งตรงกับยุคหลังสงครามโลก ที่ประเทศในยุโรปต้องทำการฟื้นฟู ประชาชนต้องการที่อยู่อาศัยจำนวนมากและมีการก่อสร้างที่รวดเร็ว รูปแบบอาคารที่ตอบโจทย์จึงออกมาเป็นการก่อเกิดสถาปัตยกรรมสมัยใหม่ที่เราติดปากกันว่า modern อันเป็นความพยายามของทั้งสถาปนิก วิศวกร ช่างก่อสร้างที่ต้องการสร้างบ้านสำหรับการอยู่ที่อาศัยที่รวดเร็ว สะดวก เพื่อตอบสนองความต้องการของมวลประชาชน ตัวอย่างเช่น [3] หลังสงครามโลกครั้งที่ 1 สถาปนิกเอกของโลกอย่าง เลอ คอร์บูซิเยร์ ได้นำเสนอบ้านต้นแบบด้วยเทคนิคก่อสร้างสมัยใหม่ที่เน้นการก่อสร้างรวดเร็วประหยัด ได้แก่ บ้านดอมอิโน ที่ส่งผลต่อแนวคิดในการสร้างที่อยู่อาศัยในยุคต่อมา ยิ่งเมื่อประสานกับแนวคิดการประสานทางพิกัดหรือ Modular ที่นอกจากจะต้องก่อสร้างได้รวดเร็วและประหยัดแล้วนั้น ยังเหลือเศษวัสดุน้อยและคำนึงถึงการใช้ทรัพยากรอย่างรู้ค่าอีกด้วย จากนั้นในเวลาต่อมา

อุตสาหกรรมการก่อสร้างบ้านสำเร็จรูปจึงเติบโตอย่างต่อเนื่องในประเทศที่ยังขาดแคลนที่อยู่อาศัยแต่มีเทคโนโลยีการก่อสร้างที่ดีพอรองรับ อย่างเช่น ในประเทศญี่ปุ่น ที่เรียกได้ว่าเป็นตัวอย่างที่ดีของการก่อสร้างบ้านพักอาศัยระบบพิกัดบนพื้นที่ขนาดเล็กที่ใช้งานคุ้มค่า และถือว่าสามารถตอบสนองรสนิยมคนญี่ปุ่นเรื่องที่อยู่อาศัยได้ดี โดยได้กลายมาเป็นต้นแบบแนวความคิดและเทคโนโลยีการก่อสร้าง ระบบพิกัดแบบ Prefabrication ของไทยในปัจจุบัน โดยระบบพิกัดคอนกรีตสำเร็จรูปได้ถูกปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น รวมทั้งส่วนประกอบของอาคารที่มีขนาดใหญ่ ก็ได้ถูกทำเป็นสำเร็จรูปจากโรงงานนำมาประกอบที่ก่อสร้าง

ผู้วิจัยขอยกตัวอย่างโครงการก่อสร้างอาคารของกองทัพ ในห้วงปีที่ผ่านมา ที่มีการใช้ระบบอาคารสำเร็จรูปในการก่อสร้าง ได้แก่

- [4]โครงการก่อสร้างอาคารที่พักอาศัยข้าราชการกองทัพอากาศ ดอนเมือง ระยะที่ 1 (ปี 2559 – 2560) เป็นอาคารสูง 12 ชั้น จำนวน 2 หลัง
- [5]โครงการก่อสร้างที่พักอาศัยนายทหารสัญญาบัตรกองทัพอากาศ บางซื่อ (ปี 2559 – 2561) เป็นคอนโดมิเนียมสูง 23 ชั้น จำนวน 2 หลัง
- โครงการก่อสร้างอาคารแฟลตสวัสดิการข้าราชการกองทัพบก ดุสิต (2559 – 2562) เป็นอาคารสูง 18 ชั้น จำนวน 1 หลัง
- งานก่อสร้างอาคารสงเคราะห์กองทัพบกส่วนกลาง เกียกกาย (2552 – 2558) เป็นอาคารสูง 20 ชั้น จำนวน 5 หลัง พร้อมอาคารจอดรถ

จะเห็นได้ว่า ทั้ง 3 โครงการนี้ เป็นโครงการที่พักอาศัยขนาดใหญ่ มีการวางแผนและจัดสรรงบประมาณระยะยาวต่อเนื่อง มีความคุ้มค่าในการใช้ระบบผนังอาคารสำเร็จรูป

2.2 โครงสร้างอาคารสำเร็จรูป สำหรับอาคารช่วงพาดกว้าง/ยาว

อาคารมาตรฐานของกองทัพที่เหมาะสำหรับการใช้โครงสร้างลักษณะนี้ ได้แก่ อาคารประเภทอาคารโรงเก็บยุทโธปกรณ์ (โรงรถ โรง ป. โรง บ./ฮ. คลัง สป. อาคารอเนกประสงค์ขนาดใหญ่)

[6]Pre-Engineering ระบบการก่อสร้างอาคารสำเร็จรูป สำหรับอาคารช่วงพาดกว้าง/ยาว ที่ใช้มาจนถึงปัจจุบัน จะเรียกรวมๆ ว่าระบบ Pre-Engineering เป็น ระบบการก่อสร้างอาคารโครงสร้างเหล็ก แบบ Knock-down โดยที่โครงสร้างทุกส่วนจะถูกออกแบบอย่างถูกต้องตามหลักวิศวกรรม และถูกจัดเตรียมขึ้นพร้อมทำสีให้แล้วเสร็จจากโรงงาน ก่อนขนส่งไปติดตั้งที่หน้างานด้วยระบบ Bolt Connection โดยมีแนวคิดของระบบ ได้แก่ การประหยัดเวลาในการก่อสร้าง ไม่ต้องทำสีที่หน้างาน ประกอบติดตั้งระบบโครงสร้างด้วย Bolt Connection ไม่มีการเชื่อมที่หน้างาน โดยในปัจจุบัน มีการพัฒนาวัสดุโครงสร้างทำจากเหล็กคุณภาพสูง (Hi-Tensile Steel) ทำให้สามารถออกแบบให้มีช่วงพาดได้ ตั้งแต่ 20 – 70 เมตร แบบไม่ต้องมีเสากลาง และยังสามารถกำหนดระยะห่างระหว่างเสา (Bay Spacing) ได้ตั้งแต่ 8 - 12 เมตร รวมถึงการใช้แปเหล็กกำลังสูง G 450 เคลือบกัลวาไนซ์กันสนิม และในบางระบบยังออกแบบให้สามารถรื้อถอนเคลื่อนย้ายกลับมาติดตั้งใหม่ได้อีกด้วย

ในห้วงที่ผ่านมา งานก่อสร้างของกองทัพที่ใช้ระบบงานก่อสร้างระบบสำเร็จรูปแบบนี้มีให้เห็นตั้งแต่สมัยหลายสิบปีก่อน ห้วงสงครามเกาหลี สงครามเวียดนาม ที่กองทัพสหรัฐเข้ามาตั้งฐานทัพในประเทศไทยจนถึงปัจจุบัน อันมีลักษณะเป็นอาคารโรงเก็บขนาดใหญ่ โครงสร้างอาคารเป็นเหล็กและเหล็กถัก (Truss) มีช่วงพาดไม่น้อยกว่า 25 เมตร หลังคาและผนังอาคารเป็นเหล็กรีดลอน มีพื้นที่ใช้สอยภายในโล่ง ได้แก่

- อาคารโรงเก็บ บ./ฮ.
- โรงซ่อมระดับคลัง สป. สาย ช. จว.ร.บ.
- โรงงาน สป. ของ กรม ฝกบ. ได้แก่ สพ.ทบ. พธ.ทบ.

ประเด็นศึกษาที่ 3 การพิจารณา[7]ระบบโครงสร้างอาคารสำเร็จรูป สามารถแยกตามระบบการผลิตชิ้นส่วนและการประกอบได้ ดังนี้

3.1 ระบบโครง (Skeleton Systems) : ระบบที่แยกส่วนประกอบของโครงสร้างเฟรมอาคารที่เป็นเหล็กหรือคอนกรีตออกเป็นส่วนประกอบสำเร็จรูป เช่น เสา คาน แผ่นพื้น เพื่อง่ายต่อการขนส่ง นำมาประกอบในที่ก่อสร้าง นิยมใช้ในการก่อสร้างโครงสร้างขนาดใหญ่ที่มีช่วงพาดยาว เช่น โกดัง โรงเก็บ บ./ฮ. โรงงาน สนามกีฬา

3.2 ระบบแผ่น (Panel Systems) : ระบบที่ได้รับความนิยมในอาคารสำเร็จรูปแบบเต็มรูปแบบ มีทั้ง แผ่นพื้นสำเร็จรูปและแผ่นผนังสำเร็จรูปที่ทำหน้าที่เป็นโครงสร้างในตัวเพื่อให้การติดตั้งรวดเร็ว อาจจะออกแบบให้มีระบบร้อยสายไฟและระบบท่อในตัวด้วย หรือมีประตู-หน้าต่างด้วยก็ได้ นิยมใช้ในการก่อสร้างโครงสร้างที่มีช่วงพาดสั้น เช่น บ้านพักอาศัย เรือนแถว อาคารชุด สำนักงาน

3.3 ระบบกล่อง (Box Systems) : ระบบที่ประกอบด้วยพื้นและผนังเป็นชิ้นสำเร็จ อาจจะตกแต่งสำเร็จมาจากโรงงานเลย รวมทั้งมีท่อร้อยสาย ระบบท่อเรียบร้อย หรือเฟอร์นิเจอร์ติดตายพร้อมมาเลยก็ได้ ขนาดจึงต้องไม่ใหญ่เกินกว่าที่สามารถขนส่งได้และไม่หนักเกินกว่าที่เครนจะสามารถยกได้ โดยทั่วไปมักจะมีความสูงประมาณหนึ่งชั้นเท่านั้น (ไม่เกิน 3.00 ม.) กว้างประมาณ 3.50 – 4.00 ม. ยาวประมาณ 6.00 – 10.00 ม. ให้สอดคล้องกับขนาดรถบรรทุก ความกว้าง-สูงของถนน และกฎหมายจำกัดน้ำหนักบรรทุกของประเทศไทย นิยมใช้ในการติดตั้งที่พักอาศัยหรือสำนักงานขนาดเล็ก ที่มีพื้นที่ใช้สอยไม่ซับซ้อน

3.3.1 กล่องคอนกรีตสำเร็จรูป น้ำหนักมีประมาณ 300 - 400 kN ซึ่งเครนขนาดใหญ่ก็สามารถที่จะยกได้ด้วย และการพัฒนามาใช้คอนกรีตน้ำหนักเบา (Lightweight Concrete) จะทำให้ขนาดของยูนิตสำเร็จรูปนี้ใหญ่ขึ้นได้ นิยมใช้ในการติดตั้งที่พักอาศัยหรือสำนักงานขนาดเล็ก ที่มีพื้นที่ใช้สอยไม่ซับซ้อน

3.3.2 กล่องเหล็กสำเร็จรูป ใช้โครงเหล็กเป็นโครงสร้าง ผนัง-หลังคาเป็นเหล็กรีดเย็นพ่นสีขึ้นลอนจากโรงงาน พื้นเป็นเหล็ก กรอบอาคารมีการทำฉนวนกันความร้อน ปัจจุบันมีการดัดแปลงใช้คอนเทนเนอร์เหล็กมาใช้ มี 2 ขนาด ได้แก่ ประมาณ 2.40 x 6.00 ม. และ 2.40 x 12.00 ม. สูงไม่เกิน 2.40 ม. ซึ่งจะมีน้ำหนักเบากว่ากล่องคอนกรีตสำเร็จ ปัจจุบันมีการก่อสร้างใช้งานอย่างแพร่หลายทั้งเป็นอาคารชั่วคราวและถาวร

3.4 ระบบผสม (Mixed System) : ระบบนี้นำข้อดีข้อเสียของแต่ละระบบ รวมทั้งก่อสร้างแบบเดิมมาผสมผสาน อาจจะใช้ระบบโครงสำหรับบางส่วน ระบบแผ่นกับอีกส่วน ระบบแนวคิดแบบกล่องอีกส่วน ระบบก่อสร้างธรรมดาในอีกส่วน รวมถึงการเลือกใช้วัสดุสำเร็จรูประบบพิกัด เพื่อปิดข้อบกพร่องจุดอ่อนของแต่ละระบบและยังสอดคล้อง

กับความต้องการทางสถาปัตยกรรมที่แตกต่าง โดยเฉพาะปัจจุบันเกิดการผสมผสานหลายๆ ประโยชน์ใช้สอยในแต่ละอาคารจึงทำให้ระบบสำเร็จรูปก็แบบผสมนี้มีความเหมาะสมมากขึ้น

ประเด็นศึกษาที่ 4 การพิจารณาถึงข้อกำหนดสำคัญในการก่อสร้างอาคารของกองทัพบกที่เกี่ยวข้องและมีผลต่อการเลือกระบบการก่อสร้างอาคารสิ่งปลูกสร้าง ได้แก่ การประมาณการค่าก่อสร้าง การแบ่งงวดงาน – งวดการจ่ายเงิน และมาตรฐานงานก่อสร้างและคุณลักษณะเฉพาะของวัสดุ

4.1 [8]การประมาณการค่าก่อสร้าง การจัดทำประมาณการค่าก่อสร้างทั้งอาคารหรือส่วนประกอบอาคารของกองทัพบก เป็นไปตามระเบียบของทางราชการที่จะต้องใช้ประกอบการประกาศประกวดราคา และเป็นฐานเปรียบเทียบกับราคาที่ผู้รับจ้างเสนอ เพื่อจะทำงานก่อสร้างของทางราชการที่ใช้เงินงบประมาณ เงินบริจาคมีวัตถุประสงค์ หรือเงินอื่น ๆ ที่จะต้องมีการสอบราคา ประกวดราคา ซึ่งกองทัพบกได้ให้หน่วยงานออกแบบและประมาณการของตน คือ กรมยุทธโยธาทหารบก เป็นผู้จัดทำ โดยเป็นการถอดแบบรูปรายการพร้อมทั้งกำหนดราคากลางเป็นของส่วนกลาง ทั้งค่าวัสดุ ค่าแรงงาน ค่า Factor F ค่าครุภัณฑ์ จากฐานข้อมูลค่าแรงและค่วัสดุของกรมบัญชีกลาง กระทรวงการคลัง และกระทรวงพาณิชย์ (ปรับปรุงอย่างน้อย ปีละ 2 ครั้ง) หากวัสดุใดไม่มีราคากลางให้ใช้วิธีการสอบราคาจากผู้ผลิตไม่ต่ำกว่า 2 - 3 ราย มาเปรียบเทียบ รวมถึงการสอบราคาดินในแต่ละพื้นที่ก็ปฏิบัติตามระเบียบราชการเช่นเดียวกัน

[9]ราคากลาง = (ค่างานต้นทุน x Factor F) + ผลรวมค่าครุภัณฑ์สั่งซื้อหรือจัดซื้อซึ่งรวมภาษีมูลค่าเพิ่มแล้ว + ผลรวมของค่าใช้จ่ายพิเศษตามข้อกำหนดและค่าใช้จ่ายอื่นๆ ที่ทางราชการกำหนดซึ่งรวมภาษีมูลค่าเพิ่มแล้ว

การกำหนดราคากลาง มีวัตถุประสงค์เพื่อ ให้ทราบราคาค่าก่อสร้างที่ใกล้เคียงกับราคาค่าก่อสร้างจริงมากที่สุดในขณะนั้น ใช้เป็นราคาเริ่มต้นในการประมูลด้วยวิธีอิเล็กทรอนิกส์ ใช้อ้างอิงพิจารณาราคาของผู้เสนอราคาในการจ้างก่อสร้างของทางราชการและการต่อรองราคา รวมถึงกรรมการและผู้ที่เกียวข้องสามารถใช้ในการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงรายการ การติดตามการดำเนินการก่อสร้าง เพื่อควบคุม

คุณภาพของงานและงบประมาณการก่อสร้างได้ ทั้งนี้ หน่วยงานราชการที่ทำหน้าที่ตรวจสอบก็ใช้ข้อมูลนี้ในการตรวจสอบการก่อสร้างได้ โดยรายละเอียดข้อมูลจะถูกแสดงไว้แบบฟอร์ม ปร. และใบแจ้งปริมาณงานและราคา (BOQ)

หมายเหตุ : - ค่า Factor F ประกอบด้วย ค่าอำนวยการ ค่าความผันผวน ดอกเบี้ย ภาษีและกำไร

- แบบฟอร์ม ปร. ย่อมาจาก แบบฟอร์มประมาณราคา
- ใบแจ้งปริมาณงานและราคา (BOQ : Bill of Quantities)

[10]การถอดแบบคำนวณราคากลาง เป็นวิธีการคำนวณประมาณราคาโดยละเอียด เพื่อให้ได้มาซึ่งราคากลางที่แม่นยำนั้น ระบบการก่อสร้างอาคารจึงมีผลอย่างยิ่งในการคำนวณ ทั้งในส่วนของปริมาณวัสดุ ราคาค่าวัสดุ ค่าแรง ปริมาณงาน เทคนิคการก่อสร้าง ระยะก่อสร้าง อุปกรณ์และเครื่องมือ และการบริหารจัดการก่อสร้าง และการจัดการพื้นที่ก่อสร้าง ตลอดจนการแบ่งงวดงาน โดยมีขั้นตอนพอสรุปได้ ดังนี้

4.1.1 ขั้นเตรียมการ

- ทำความเข้าใจพื้นที่ก่อสร้าง ระยะทาง สภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้องมีผลกับราคา
- ศึกษาแบบรูปและรายการก่อสร้างของสิ่งปลูกสร้าง ได้แก่ เป็นสิ่งปลูกสร้างประเภทใด ใช้ระบบการก่อสร้างแบบใด
- จัดทำบัญชีส่วนประกอบสิ่งปลูกสร้าง ได้แก่ งาน ดิน/ทราย ฐานราก เข็ม โครงสร้างหลักอาคาร โครงหลังคา วัสดุมุงหลังคา พื้น ผนัง ฝ้าเพดาน ประตู-หน้าต่าง-ช่องแสง สุขภัณฑ์พร้อมอุปกรณ์ งานทาสี ระบบสุขาภิบาล ระบบไฟฟ้า ระบบปรับอากาศ งานอื่นๆ ค่า FACTOR F ค่าครุภัณฑ์ประกอบอาคาร
- จัดทำแบบฟอร์มประมาณราคาโดยกำหนดแยกตามประเภทของงาน

4.1.2 ขั้นดำเนินการ

- ประมาณการหาปริมาณงานและวัสดุก่อสร้าง
- ประมาณการหาค่าวัสดุ ค่าแรงงาน
- ประมาณการรวมกับค่าอำนวยการและค่าดำเนินงาน กำไร ภาษี อากร ค่า FACTOR F ค่าครุภัณฑ์ ภาษีมูลค่าเพิ่ม สรุปรวมเป็นราคากลางค่าก่อสร้าง

4.2 การแบ่งงวดงาน – งวดการจ่ายเงิน

4.2.1 การแบ่งงวดงาน ต้องกำหนดปริมาณงานที่จะต้องทำในแต่ละงวดอย่างชัดเจน แน่นอน ให้ผู้รับจ้างสามารถดำเนินการทำได้จริง ถูกต้องเหมาะสมตามระบบวิธีการก่อสร้างของอาคาร การติดตั้งวัสดุอาคาร และระบบสาธารณูปโภคประกอบอาคารนั้นๆ ทั้งนี้ สามารถกำหนดโดยประสบการณ์ของผู้ออกรายการและอาศัยคู่มือการติดตั้งระบบ-วัสดุจากผู้ผลิตได้

4.2.2 การแบ่งงวดการจ่ายเงิน ต้องกำหนดการจ่ายเงินแต่ละงวดเป็นร้อยละของวงเงินค่าก่อสร้างยอดรวม (ราคาที่ผู้รับจ้างเสนอ) โดยให้มีความสอดคล้องกับเนื้องาน เป็นธรรม และราชการได้รับประโยชน์สูงสุด

4.3 มาตรฐานงานก่อสร้างและคุณลักษณะเฉพาะของวัสดุ

4.3.1 ให้ปฏิบัติตาม [11]พระราชบัญญัติการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐ พ.ศ. 2560 ณ วันที่ 24 ก.พ.2560

4.3.2 มาตรฐานงานก่อสร้าง ให้เป็นไปตามรายละเอียดการปฏิบัติในเอกสารประกอบสัญญาจ้างงานก่อสร้างของกองทัพบกและหน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้อง ฉบับล่าสุด

4.3.2 [12]ใช้วัสดุที่เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้มีรับรองมาตรฐานอุตสาหกรรม (มอก.) ไม่มีคุณลักษณะเฉพาะของวัสดุที่ไปใกล้เคียงกับของยี่ห้อหรือผู้ผลิตรายใดรายหนึ่ง นอกจากเป็นการจัดซื้อตามวัตถุประสงค์พิเศษที่มียี่ห้อเดียวหรือเพื่อเป็นอะไหล่ (หมวดที่ 6 พระราชบัญญัติการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐ พ.ศ. 2560)

ประเด็นศึกษาที่ 5 การพิจารณาวิเคราะห์เปรียบเทียบ ข้อดี-ข้อจำกัด ของการก่อสร้างด้วยโครงสร้างระบบอาคารสำเร็จรูปแบบประสานพิกัดกับระบบหล่อกับที่

5.1 ข้อดี

5.1.1 คุณภาพและมาตรฐาน จากผู้ผลิตและออกแบบที่มีความชำนาญ มีควบคุมคุณภาพจากโรงงานผู้ผลิต ผ่านการตรวจสอบผลิตภัณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรมทั้งด้านขนาดและคุณสมบัติเฉพาะมาตรฐานเดียวกัน

5.1.2 การควบคุมงาน ทำได้ง่าย โดยความชัดเจนของตัวระบบอยู่แล้ว ยิ่งในส่วนของอาคารชั้นสูงขึ้นไป ก็จะควบคุมงานได้ง่ายกว่าด้วย

5.1.3 เวลา การผลิตแบบ Mass Product จากโรงงาน จะทำให้ผลิตชิ้นส่วนได้อย่างรวดเร็วกว่าการตัดต่อหน้างาน การก่อสร้างระบบแห้งจะช่วยลดขั้นตอนของการทำงานที่ต้องรอเวลา โดยเฉพาะส่วนคอนกรีตที่ไม่ต้องรอบ่ม รวมถึงห้วงฤดูกาลสภาพอากาศฟ้าฝนก็มีผลน้อยมากกับเวลาการก่อสร้าง สามารถควบคุมระยะเวลาการก่อสร้างได้แน่นอนกว่า

[13]ตัวอย่างเช่น ในการก่อสร้างบ้านพัก 1 หลัง ที่ก่อสร้างแบบหล่อกับที่เดิมต้องใช้เวลา 150 - 180 วัน แต่ถ้าเป็นใช้ระบบหรือวัสดุสำเร็จรูปยกมาติดตั้ง ทำการตกแต่งเพิ่มเติมในส่วนรายละเอียด ใช้เวลาก่อสร้างจนแล้วเสร็จพร้อมเข้าอยู่ได้ประมาณไม่เกิน 90 วัน เนื่องจากลักษณะพื้นผิวของวัสดุสำเร็จรูปมีความเนียนเรียบ เมื่อติดตั้งเสร็จแล้ว ไม่ต้องฉาบทับก็สามารถทาสีทับได้ทันที ส่วนในการวางงานระบบต่าง ๆ ทั้งไฟฟ้า ประปา สุขาภิบาล ก็ทำงานได้ง่ายขึ้นเพราะมีการออกแบบช่องผนังและพื้นสำเร็จรูปอยู่แล้ว

5.1.4 ราคา

- การใช้ชิ้นส่วนวัสดุที่เป็นระบบ มีความเป็นมาตรฐานและจำนวนน้อยสิ้นส่วนลงเมื่อเปรียบเทียบกับระบบก่อสร้างเดิม จะพบว่า สามารถควบคุมปริมาณงาน วัสดุ ราคากลางค่าก่อสร้างได้แน่นอนกว่า อีกทั้งสามารถเห็นเนื้องานที่ชัดเจน โปร่งใส นับได้ และไม่ต้องมีการเผื่อวัสดุ
- ถ้าเทียบกับแบบรูปอาคารเดียวกัน ระบบสำเร็จรูปจะมีราคาถูกกว่า ถ้าก่อสร้างจำนวนมาก

5.1.5 แรงงานก่อสร้าง ระบบก่อสร้างบ้านสำเร็จรูปช่วยแก้ปัญหาการขาดแคลนแรงงานได้เป็นอย่างดี ในขั้นตอนการประกอบชิ้นส่วน การยกชิ้นส่วน ช่วยลดค่าใช้จ่ายในการจ้างแรงงานฝีมืออย่างงานฉาบ งานวัดแนว ลดปัญหาความไม่มาตรฐานของฝีมือ

5.1.6 ความเป็นระเบียบของพื้นที่ก่อสร้าง ระบบสำเร็จรูปมีความสะอาดและเป็นระเบียบเรียบร้อยของหน้างานที่เหนือกว่า ไม่มีขยะจากการก่อสร้าง เศษอิฐ หิน ดิน ทราย รวมถึงมลพิษทางอากาศจากฝุ่นผงละอองวัสดุและมลภาวะทางเสียงที่เกิดจากการก่อสร้างที่ลดน้อยลง

5.1.7 การรับประกันการก่อสร้างตามระเบียบราชการ มีการรับประกันการก่อสร้างอาคารถาวร อยู่ที่ 2 ปี หลังจากก่อสร้างเสร็จ (ระบบก่อสร้างแบบเดิม) แต่ถ้ามีการใช้อาคารระบบสำเร็จรูป ผู้ผลิตสามารถให้รับประกันการก่อสร้างได้ถึง 10 ปี และรับประกันในส่วนวัสดุตกแต่งสำเร็จรูปได้อีก

5.2 ข้อจำกัด

5.2.1 ข้อจำกัดของระบบ ได้แก่ โครงสร้างที่ค่อนข้างหนักเนื่องจากแผ่นพื้น-ผนังสำเร็จรูปที่เป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก มีน้ำหนักมากกว่าผนังก่ออิฐฉาบปูน ดังนั้นบางพื้นที่อาจจำเป็นต้องใช้เสาเข็มที่ยาวกว่าระบบการก่อสร้างแบบเดิม เพื่อป้องกันปัญหาบ้านทรุดในภายหลัง

5.2.2 ข้อจำกัดของแบบรูปอาคาร แบบรูปที่เหมาะสมมักจะไม่ค่อยหลากหลายแบบและไม่มีรายละเอียดการตกแต่งมากนัก เป็นแบบที่ค่อนข้างซ้ำ ๆ หรือสามารถเพียงดัดแปลงจากชิ้นส่วนประกอบเดิม ๆ ได้ ขนาดและทรวดทรงอาคารที่ไม่ซับซ้อน ในปัจจุบัน อาคารมีความสูงจำกัดที่ 1 – 3 ชั้น แล้วแต่ระบบการประกอบ

5.2.3 ข้อจำกัดงบประมาณการลงทุน การที่ต้องใช้รูปแบบอาคารซ้ำๆ เพื่อให้ให้ผู้ผลิตและผู้ประกอบการมีความคุ้มค่ากับการลงทุนออกแบบและถอดแบบเป็นชิ้นส่วนประกอบ พบว่า [14]ในการผลิตชิ้นส่วนแต่ละแบบ จะต้องสร้างบ้านที่ใช้แบบดังกล่าว ไม่น้อยกว่า 50 ครั้ง (หลัง) จึงจะคุ้มค่า และยิ่งสร้างในจำนวนมากเท่าไร ก็จะยิ่งเป็นการประหยัดงบประมาณในการก่อสร้างได้มากเท่านั้น

5.2.4 ข้อจำกัดของผู้ก่อสร้าง บ่อยครั้งที่ผู้ก่อสร้างความไม่เข้าใจระบบอย่างแท้จริง ทำให้การก่อสร้างอาคารระบบสำเร็จรูปไม่ประสบความสำเร็จ และกลายเป็นมีต้นทุนที่เพิ่มขึ้น ทำให้ผู้ก่อสร้างกลับไปใช้วิธีก่อสร้างเดิม

5.2.5 ข้อจำกัดของผู้อยู่อาศัย ในการเข้าอยู่อาศัยจริง เจ้าของอาคารย่อมจะต้องมีการตกแต่งหรือต่อเติมบ้าน ให้มีความสวยงามเพิ่มประโยชน์ใช้สอยให้มากขึ้นตามความต้องการของแต่ละคน จากเล็กๆ น้อยๆ เช่น การตอกตะปูแขวนรูป แขวนอุปกรณ์ห้องน้ำ ห้องครัว ไปจนถึงตกแต่งครุภัณฑ์แบบ Built-in แต่ด้วยคุณสมบัติของผนังสำเร็จรูปที่เป็นคอนกรีตเสริมเหล็กจะมีความแข็งแรงทนทานสูง

- [15]การตอกตะปู เจาะสว่าน แม้ในงานตกแต่งเล็กน้อยจึงไม่ใช่เรื่องง่าย ไม่สะดวกสำหรับช่างทั่วไป หรือเจ้าของอาคารที่ต้องการทำงานตกแต่งเล็กน้อย ๆ ด้วยตัวเอง ดังนั้น การทุบ เจาะ ทะลุ หรือรื้อผนังที่ก่อสร้างด้วยระบบสำเร็จรูป จึงต้องปรึกษาวิศวกรสถาปนิกที่เข้าใจแบบอาคาร หรือมีการวางแผนการตกแต่งให้พร้อมสมบูรณ์แต่แรก รวมถึงการมีแบบรูปพร้อมคู่มือในการปรับปรุงซ่อมแซมอาคารในอนาคต
- การปรับเปลี่ยนพื้นที่ใช้สอยภายในอาคารบ้านเดี่ยว เช่น ทุบห้อง 2 ห้องที่ติดกันให้เป็นห้องใหญ่ห้องเดียว หรืออาคารเรือนแถว เช่น ทุบ 2 ยูนิต เพื่อให้ทะลุเชื่อมกันได้ กรณีเช่นนี้ มีทั้งสามารถทำได้และทำไม่ได้ โดยต้องปรึกษาวิศวกรสถาปนิกที่เข้าใจแบบอาคาร โดยมีหลักการ คือ ไม่สามารถทุบผนังที่ใช้เป็นผนังรับน้ำหนัก เพราะอาคารอาจพังได้ สำหรับผนังตกแต่งที่ไม่ได้ทำหน้าที่รับน้ำหนักก็จะต้องพิจารณาเหลือพื้นที่ผนังในส่วนที่เชื่อมต่อกับผนังรับน้ำหนักไว้ด้วย
- การต่อเติมอาคารเพิ่มเติมพื้นที่ใช้สอยภายนอก เช่น การต่อเติมห้องครัว โรงรถ สามารถทำได้แต่ต้องไม่ให้โครงสร้างที่ต่อเติมใหม่มาเชื่อมโยงหรือผูกติดกับโครงสร้างอาคารเดิม ซึ่งเป็นหลักเกณฑ์สำคัญทั่วไปในการต่อเติมอาคารทุกระบบอยู่แล้ว เพื่อมิให้โครงสร้างใหม่และเก่าผูกติดดึงรั้งกันจนเกิดความวิบัติของอาคารทั้งสองส่วน

5.2.6 ข้อจำกัดของบริษัทของผู้ออกแบบระบบและผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป ผู้ออกแบบและผู้ผลิตในประเทศที่ได้มาตรฐานมีจำนวนน้อยมาก และมีรายละเอียดที่แตกต่างกัน ทำให้ยากแก่การปฏิบัติตามระเรียบราชการ

ตาราง 1 [16]แสดงการเปรียบเทียบระหว่าง ระบบอาคารสำเร็จรูป กับ ระบบหล่อในที่

ระบบสำเร็จรูป	ระบบหล่อในที่
คุณภาพ - ผลิตจากโรงงานที่ได้มาตรฐาน วัสดุผ่านการคัดสรร มีการควบคุมงานจากผู้ชำนาญโดยเฉพาะทุกขั้นตอน	**คุณภาพ** - คุณภาพไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับฝีมือและความเอาใจใส่ของช่าง ตลอดจนวิธีการทำงานที่ถูกต้องและการความคุมงานที่ดี - การเก็บรักษาวัสดุก่อสร้างทำได้ยาก
ประสิทธิภาพในการควบคุมงาน - ทำงานสะดวกเพราะทำในโรงงานบนพื้นที่ราบ การตรวจสอบ และควบคุมก็ทำได้ง่ายเช่นกัน	**ประสิทธิภาพในการควบคุมงาน** - การทำงานและควบคุมงานทำได้ยาก โดยเฉพาะในชั้นสูง ๆ
การใช้แรงงานที่มีความชำนาญ - งานส่วนใหญ่ทำที่โรงงานโดยช่างเฉพาะทางที่มีประสบการณ์ จึงมีความเชียวชาญเฉพาะด้าน	**การใช้แรงงานที่มีความชำนาญ** - ขึ้นอยู่กับความชำนาญ ของช่างแต่ละประเภท ซึ่งปัจจุบันช่างเหล่านี้หาค่อยข้างยาก
เวลา - ลดขั้นตอนการทำงานที่หน้างานเพราะผลิตที่โรงงาน - คอนกรีตที่เป็นส่วนโครงสร้างมีอายุครบแล้ว - ฤดูมีผลเพียงเล็กน้อย	**เวลา** - ต้องทำตามขั้นตอน - ต้องรออายุคอนกรีตหากเร่งรัดจะทำให้เสียหายได้ - ฤดูกาลมีผลมาก ทำให้งานล่าช้าได้
ราคา - จะมีราคาถูกลงถ้าก่อสร้างแบบเดียวกัน	**ราคา** - ขึ้นอยู่กับผู้รับเหมาแต่ละราย โดยทั่วไปจะมีราคาสูงกว่า
มลพิษจากการก่อสร้าง - มีเศษวัสดุน้อยที่หน้างาน	**มลพิษจากการก่อสร้าง** - มีฝุ่นและเสียงมากโดยเฉพาะจากผงปูนที่เกิดจากการผสมคอนกรีต - มีขยะมาก จากไม้แบบที่ใช้เทคอนกรีต, เศษเหล็ก และเศษปูน
การรับประกัน - รับประกันโครงสร้าง 10 ปี	**การรับประกัน** - โดยทั่วไปจะไม่มีการรับประกันที่ยาวนาน

จากการศึกษาพิจารณาระบบโครงสร้างอาคารสำเร็จรูปต่างๆ และปัจจัยประกอบที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างของกองทัพบกพบว่า รูปแบบอาคารสำเร็จรูปของกองทัพในอนาคต มีแนวโน้ม ดังนี้

1. โครงสร้างอาคารสำเร็จรูป สำหรับอาคารช่วงพาดแคบ/สั้น ได้แก่ อาคารที่พักอาศัย สำนักงาน โรงทหาร โรงเลี้ยง โรงประกอบเลี้ยง คลัง สป.5 เป็นโครงสร้างที่มีลักษณะเป็นอาคารสำเร็จรูประบบผสมของ Precast และ Prefab ร่วมกับแนวคิดของระบบกล่อง ที่มีการผสมผสานของวัสดุผิวกรอบอาคารและวัสดุตกแต่งที่ออกแบบเป็นระบบพิกัด เพื่อให้มีความแตกต่างออกไป รวมถึงการประกอบกับระบบแนวท่อต่างๆ ด้วย ทั้งนี้ เป็นออกแบบโดยใช้กระบวนการทางคอมพิวเตอร์ทั้งสิ้นเพื่อความแม่นยำและประหยัดวัสดุเหลือใช้ เป็นระบบแห้งที่สมบูรณ์แบบมากที่สุด
   1.1 ระบบพิกัดโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก ที่ใช้คอนกรีตที่มีคุณสมบัติที่แข็งแรงทนทานกันน้ำแต่มีน้ำหนักเบาลง และมีฉนวนกันความร้อน สามารถรับแรงทางข้างได้มากขึ้น ต่อเป็นอาคารถาวรที่มีชั้นสูงขึ้นกว่าเดิม
   1.2 ระบบพิกัดโครงสร้างเหล็กหรือคอนเทนเนอร์ ที่มีการผสมประกอบตกแต่งด้วยชิ้นส่วนวัสดุผิวแบบพิกัดอื่นๆ ใช้เป็นอาคารขนาดเล็ก หรือระบบ Knock-down ใช้กับหน่วยในสนาม
2. โครงสร้างอาคารสำเร็จรูป สำหรับอาคารช่วงพาดกว้าง/ยาว ได้แก่ คลังและโรงงานขนาดใหญ่ โรงเก็บ บ./ฮ. โรงเก็บยุทโธปกรณ์ โรงกีฬา เป็นโครงสร้างที่มีลักษณะเป็นระบบพิกัดโครงสร้างเหล็กและเหล็กถัก แบบ Smart Frame / Smart Truss ที่มีการออกแบบโดยใช้กระบวนการทางคอมพิวเตอร์เช่นกัน ดังนั้น การใช้เหล็กจะมีความแม่นยำและสิ้นเปลืองวัสดุเหลือใช้ให้น้อยที่สุด

ตาราง 2 แสดงประเภทอาคารมาตรฐานของกองทัพบกกับการใช้ระบบโครงสร้างอาคารสำเร็จรูป

โครงสร้างอาคาร	ประเภทอาคารมาตรฐาน	ระบบโครงสร้างอาคารสำเร็จรูป	ระบบประกอบอาคารสำเร็จรูปแบบประสานพิดัด (Modular)
ช่วงพาดสั้น Long Span	- อาคารพักอาศัย (บ้านพัก เรือนแถว แฟลต) - อาคารสำนักงาน (บก. ต่างๆ โรงทหาร โรงเลี้ยง โรงครัว)	- Precast Concrete - Prefabrication	- Panel System - Boxed System - Mixed System
ช่วงพาดยาว Short Span	- อาคารประเภทอาคารโรงเก็บยุทโธปกรณ์ (โรงรถ โรง ป. โรง บ./ฮ. คลัง สป. อาคารอเนกประสงค์)	- Pre-Engineering - Prefabrication	- Skeleton System - Mixed System

จากการศึกษาทำความเข้าใจกับระบบอาคารสำเร็จรูป การเปรียบเทียบข้อดีข้อจำกัด และปัจจัยมาตรฐานระเบียบข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับงานก่อสร้างของทางราชการแล้ว ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะให้กองทัพบกสามารถนำระบบอาคารสำเร็จรูปมาใช้ให้ประสบความสำเร็จอย่างมีประสิทธิผลในงานก่อสร้างอาคารสิ่งปลูกสร้างของกองทัพในอนาคต โดยจะต้องอาศัยการบูรณาการในหลายส่วนที่เกี่ยวข้อง พอสรุปได้ดังนี้

1. ผู้ออกแบบทั้งสถาปนิกและวิศวกรในหน่วยงานกองทัพ
   1.1 ต้องศึกษาทำความเข้าใจในระบบอาคารสำเร็จรูปต่างๆ ทั้งด้านการออกแบบและเทคโนโลยี อันจะเป็นจุดเริ่มของการวางรูปแบบอาคารให้สอดคล้องกับชิ้นส่วนสำเร็จรูปตั้งแต่เริ่มต้น เพราะโครงสร้างระบบอาคารสำเร็จรูปไม่สามารถที่จะปรับเปลี่ยนจากอาคารที่ออกแบบสำหรับการก่อสร้างธรรมดาได้ โดยผู้ออกแบบของทางราชการจะต้องไม่ฝักใฝ่กับผลิตภัณฑ์ใดผลิตภัณฑ์หนึ่ง
   1.2 ประสานงานกับบริษัทผู้ผลิตระบบสำเร็จรูป ชิ้นส่วนสำเร็จรูป และผู้รับจ้างโดยการยึดพื้นฐานการผสมผสานกันของการออกแบบตามระบบและชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่โรงงานผลิต ทั้งงานสถาปัตยกรรม โครงสร้าง งานติดตั้งระบบอื่น ๆ รวมถึงงาน

ตกแต่งด้วย เพื่อการนำระบบสำเร็จรูปของผู้ผลิตแต่ละรายมาใช้ในแต่ละโครงการต่อไป

1.3 จัดทำแบบรูป-รายการก่อสร้างประกอบสัญญาจ้าง ที่มีความอ่อนตัวต่อระเบียบพัสดุ ฉบับปัจจุบัน

1.4 มีการใช้โปรแกรมช่วยออกแบบและอุปกรณ์เพื่อการสร้างงานออกแบบมาใช้ในการทำงานให้มากที่สุด เพื่อความถูกต้องและรวดเร็ว

2. กองทัพบก

2.1 วางแผนงานโครงการก่อสร้างระยะยาว แนวคิดพัฒนาพื้นที่ของกองทัพแบบบูรณาการ อย่างเป็นระบบภาพรวมเป็นโครงการขนาดใหญ่ และควรพิจารณาการใช้ระบบการก่อสร้างอาคารสำเร็จรูปมาใช้ เพื่อเป็นการใช้งบประมาณได้อย่างคุ้มค่า ได้รับอาคารที่มีมาตรฐานสูง สามารถควบคุมมาตรฐานการก่อสร้างอาคาร วัสดุ งบประมาณและเวลาได้ นอกจากนั้น ยังเป็นการสร้างอำนาจต่อรองกับบริษัทผู้ผลิตและผู้รับจ้างได้ เนื้อจากหากกองทัพเป็นผู้ว่าจ้างเม็ดเงินจำนวนมากก่อสร้างอาคารปริมาณมาก จะสามารถเลือกอาคารต้นแบบได้หลากหลาย และในราคาที่ถูกลง

2.2 พิจารณาระเบียบพัสดุ ว่าด้วย การจัดซื้อจัดจ้าง ให้ทันสมัยสอดคล้องกับระบบการก่อสร้างอาคารสำเร็จรูปที่ย่อมเป็นแนวโน้มอาคารในอนาคตอย่างแน่นอน เช่น

- การกำหนดให้ระบบการก่อสร้างของแต่ละผู้ออกแบบผลิตชิ้นส่วนเป็นเสมือนหนึ่งผลิตภัณฑ์ มีการตั้งมาตรฐานรับรองคุณภาพ
- การปรับปรุงพัฒนาวิธีการการคัดสรรและลงทะเบียนรายชื่อผู้รับจ้างและบริษัทผู้ออกแบบผลิตภัณฑ์ชิ้นส่วนอาคารสำเร็จรูปที่มีมาตรฐานดี เช่น ผลิตที่โรงงานที่[17]ระบบการควบคุมมาตรฐานคุณภาพ ISO 9000 : 2000 เป็นต้น เพื่อการจัดซื้อจัดจ้างที่ถูกต้องตามระเบียบข้อกำหนดของทางราชการและเป็นประโยชน์สูงสุด

2.3 พัฒนาบุคลากรในทุกภาคส่วนงานที่เกี่ยวข้องกับการการก่อสร้างของกองทัพ ได้แก่ การออกแบบก่อสร้าง การควบคุมงาน การจัดซื้อจัดจ้าง การส่งกำลัง การซ่อมแซม เป็นต้น ให้มีความเข้าใจในระบบการก่อสร้างแบบใหม่ เพื่อเป็นการบูรณาการความเข้าใจให้ตรงกันทั้งหมด

3. ผู้รับจ้างของทางราชการ ก็ต้องพัฒนาระบบการก่อสร้าง บุคลากร ฝีมือแรงงาน และเครื่องมือให้มีความทันสมัยพร้อมรับงานก่อสร้างอาคารสำเร็จรูปรูปแบบต่างๆ ได้

จากการกำหนดความต้องการไว้ในตอนแรก เพื่อการพิจารณาระบบการก่อสร้างอาคารของกองทัพบกในอนาคต พบว่า โครงสร้างระบบอาคารสำเร็จรูปแบบประสานพิกัดมีประโยชน์และตอบสนองความต้องการทั้ง 4 ด้านดังกล่าวได้อย่างชัดเจนครบถ้วน ทั้งนี้เพื่อการพัฒนาที่ก้าวหน้าต่อไปอย่างไม่หยุดนิ่ง นักวิจัยของกองทัพยังสามารถนำแนวทางการใช้ระบบนี้ไปต่อยอดวิจัยเชิงลึกในด้านต่าง ๆ เพื่อให้เกิดเป็นระบบงานก่อสร้างที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้นต่อไปได้อีกด้วย ดังที่ผู้วิจัยจะข้อยกตัวอย่างเป็นข้อเสนอแนะไว้ ดังนี้

1. ความแข็งแรงปลอดภัย ได้แก่ การออกแบบโครงสร้างที่ใช้ในการคำนวณระบบ และ/หรือชิ้นส่วนต่าง ๆ ด้วยกระบวนการทางคอมพิวเตอร์ที่แม่นยำน่าเชื่อถือ
2. ความเจริญทางเทคโนโลยีและนวัตกรรม ได้แก่ เทคนิคการลดต้นทุนค่าก่อสร้าง การคิดค้นโปรแกรมประหยัดชิ้นส่วน การขึ้นแบบชิ้นส่วนด้วยเครื่องพิมพ์สามมิติ การคิดค้นวัสดุชนิดใหม่ๆ โดยเฉพาะการคิดค้นพัฒนาจากวัตถุดิบการเกษตรท้องถิ่นเพื่อเพิ่มมูลค่า
3. ความมีคุณภาพมาตรฐาน ได้แก่
   3.1 การผลิตวัสดุก่อสร้างประกอบอาคารส่วนต่างๆ จากโรงงาน ระบบโครงสร้างทางวิศวกรรมและสถาปัตยกรรม ให้สามารถควบคุมคุณภาพได้ตั้งแต่ระดับองค์ประกอบ จนถึงองค์รวม โดยเทียบกับระดับสากล หรือแม้แต่จัดหาทดแทนกันได้
   3.2 สามารถควบคุมมาตรฐานฝีมือแรงงาน โดยการใช้เครื่องจักร ระบบการติดตั้งและวัสดุสำเร็จรูป
4. ความเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ผลิตภัณฑ์หรือวัสดุที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ (Reused หรือ Recycle) การประหยัดเศษขยะวัสดุเหลือใช้จากการก่อสร้างน้อยลง

เอกสารอ้างอิง

[1]SCG. ระบบโครงสร้างคอนกรีตสำเร็จรูป Precast Concrete System. กรุงเทพมหานคร. [เข้าถึงเมื่อ 22 มกราคม 2560]. เข้าถึงได้จาก: http://www.scgbuildingmaterials.com/th/Products/B2B/Product/Precast.aspx

[2]ASEANLIVING. บ้านระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป นวัตกรรมใหม่ของการสร้างบ้าน. กรุงเทพมหานคร. [ปรับปรุงเมื่อ 29 มกราคม 2556; เข้าถึงเมื่อ 22 มกราคม 2560]. เข้าถึงได้จาก: http://www.aseanliving.com/blog/constructions/29-precast-vs-prefab-concrete.html

[3]สาโรช พระวงค์. สร้างบ้านเสร็จเร็วด้วยบ้านระบบโมดูลาร์ Modular Structure. SCG [อินเทอร์เน็ต]. 2558 [เข้าถึงเมื่อ 22 มกราคม 2560]. เข้าถึงได้จาก: http://www.scgbuildingmaterials.com/th/CAMPAIGN/INSPIRATION-HOUSE/C-Modular-Structu.aspx

[4]บริษัทรุ่งฟ้าเสริม คอร์ปอเรชั่น จำกัด [อินเทอร์เน็ต]. โครงการระหว่างดำเนินการ. 2560. [เข้าถึงเมื่อ 22 มกราคม 2560]. เข้าถึงได้จาก: https://www.rfs-th.com/blank-10

[5]เรื่องเดียวกัน.

[6]บริษัทสยามเทค ยูไนเต็ด จำกัด[อินเทอร์เน็ต]. งานอาคารสำเร็จรูป PEB. 2560. สมุทรสาคร. [ปรับปรุงเมื่อ 30 พฤษภาคม 2560; เข้าถึงเมื่อ 22 มกราคม 2560]. เข้าถึงได้จาก: http://www.siamtechunited.com/index.php?mo=10&art=41905290

[7]ผศ.ดร.ชำนาญ บุญญาพุทธิพงศ์. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. บทความเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์คอนกรีต [อินเทอร์เน็ต]. อาคารสำเร็จรูป. 2552 [เข้าถึงเมื่อ 22 มกราคม 2560]. เข้าถึงได้จาก: http://www.ebuild.co.th/article.php?g_id=4&article_id=21

[8]ศูนย์กำกับดูแลการจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐ สำนักงาน ป.ป.ช. คู่มือแนวทางการเปิดเผยรายละเอียดค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับการจัดซื้อจัดจ้าง ราคากลางและการคำนวณราคา

กลาง[อินเทอร์เน็ต]. [เข้าถึงเมื่อ 22 มกราคม 2560]. เข้าถึงได้จาก: supply.dusit.ac.th > manual_procurement

[9]การกำหนดราคากลางนั้น สำคัญไฉน?[อินเทอร์เน็ต]. สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์. [เข้าถึงเมื่อ 22 มกราคม 2560]. เข้าถึงได้จาก: www.km.moc.go.th

[10]กลุ่มออกแบบและก่อสร้าง สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน สำนักอำนวยการ กระทรวงศึกษาธิการ. หลักเกณฑ์การคำนวณราคากลางของอาคารและสิ่งก่อสร้าง[อินเทอร์เน็ต]. 2560. [เข้าถึงเมื่อ 22 มกราคม 2560]. เข้าถึงได้จาก: http://design.obec.go.th/mdprice.htm

[11]พระราชบัญญัติการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐ พ.ศ. 2560 ณ วันที่ 24 ก.พ.2560 [เข้าถึงเมื่อ 22 มกราคม 2560]. เข้าถึงได้จาก: www.km.moc.go.th

[12]เรื่องเดียวกัน. [หน้า 31-36]. [เข้าถึงเมื่อ 22 มกราคม 2560]. เข้าถึงได้จาก: www.km.moc.go.th

[13]SCG. ระบบโครงสร้างคอนกรีตสำเร็จรูป Precast Concrete System. กรุงเทพมหานคร. [เข้าถึงเมื่อ 22 มกราคม 2560]. เข้าถึงได้จาก: http://www.scgbuildingmaterials.com/th/Products/B2B/Product/Precast.aspx

[14]เรื่องเดียวกัน.

[15]เรื่องเดียวกัน.

[16]เรื่องเดียวกัน.

[17]ASEANLIVING. บ้านระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป นวัตกรรมใหม่ของการสร้างบ้าน. กรุงเทพมหานคร. [ปรับปรุงเมื่อ 29 มกราคม 2556; เข้าถึงเมื่อ 22 มกราคม 2560]. เข้าถึงได้จาก: http://www.aseanliving.com/blog/constructions/29-precast-vs-prefab-concrete.html

ประวัติย่อผู้วิจัย

ยศ ชื่อ พันเอกหญิง อัมพริกา เศวตเศรนี

วัน เดือน ปีเกิด 4 มีนาคม พ.ศ. 2514

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2537 ปริญญาตรี สถาปัตยกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาสถาปัตยกรรมหลัก จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร

พ.ศ. 2538 หลักสูตรข้าราชการกลโหมชั้นสัญญาบัตร รุ่นที่ 77 ศูนย์ฝึกนักศึกษาวิชาทหาร จังหวัดกรุงเทพมหานคร

พ.ศ. 2539 หลักสูตรชั้นนายร้อยเหล่าทหารช่าง รุ่นที่ 67 โรงเรียนทหารช่าง กรมการทหารช่าง จังหวัดราชบุรี

พ.ศ. 2543 ปริญญาโท สถาปัตยกรรมศาสต์มหาบัณฑิต สาขาออกแบบสถาปัตยกรรม มหาวิทยาลัยแห่งมลรัฐโคโลราโด เมืองเดนเวอร์ ประเทศสหรัฐอเมริกา

พ.ศ. 2545 หลักสูตรชั้นนายพันเหล่าทหารช่าง รุ่นที่ 45 โรงเรียนทหารช่าง กรมการทหารช่าง จังหวัดราชบุรี

พ.ศ. 2546 หลักสูตรชั้นนายพันนายทหารกำลังพลและส่งกำลังบำรุง โรงเรียนทหารส่งกำลังบำรุง กองทัพสิงคโปร์ ประเทศสิงคโปร์

พ.ศ. 2553 หลักสูตรนายทหารเสนาธิการฝ่ายกิจการพลเรือน ศูนย์ฝึกการปฏิบัติการรักษาสันติภาพ เมืองอูลานบาตอร์ ประเทศมองโกเลีย

ประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2537 – 2555 สถาปนิก แผนกสถาปัตยกรรม กองแบบแผน กรมยุทธโยธาทหารบก

พ.ศ. 2555 – 2558 หัวหน้าแผนกสถาปัตยกรรม กองแบบแผน กรมยุทธโยธาทหารบก

ตำแหน่งปัจจุบัน

พ.ศ. 2559 – 2560 สถาปนิก กรมยุทธโยธาทหารบก