บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบก่อสร้างอุตสาหกรรม (Industrialization of Building)

ระบบก่อสร้างอาคารแบบอุตสาหกรรม และ ระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป (Prefabrication) เป็นระบบก่อสร้างที่เน้นการลดระยะเวลาก่อสร้างและลดต้นทุนโดยได้มีการนิยามต่างๆกันไว้ดังนี้

"Industrialization is a process which, by means of technological developments, organizational concepts and methods, and capital investment, tends to increase productivity and to upgrade performance.[1]"

ระบบก่อสร้างอาคารแบบอุตสาหกรรม หมายถึง การดำเนินก่อสร้างด้วยระบบอุสาหกรรม โดย นำกรรมวิธีกรรมวิธีและเทคโนโลยีที่ดีที่สุดมาประยุกต์ให้ตอนสนองกระบวนการก่อสร้าง ที่สอดคล้องกับความต้องการและการออกแบบในการผลิตและก่อสร้าง[2]

สรุป การก่อสร้างอุตสาหกรรม คือ การนำเทคโนโลยีและการบริหารระบบอุตสาหกรรมมาใช้กับการก่อสร้าง หรือ การผลิตชิ้นส่วนจากโรงงาน แล้ว นำมาประกอบในที่ต้องการภายหลัง ต้นทุนจะลดลงโดยการผลิตเป็นจำนวนมาก เวลาก่อสร้างที่ใช้จะน้อยลงโดยการนำชิ้นส่วนที่ผลิตแล้วมาประกอบแทนสร้างขึ้นมาใหม่ และ สามารถควบคุมคุณภาพในแต่ละขั้นตอนของการผลิตของโรงงาน ดังเช่น เฟอร์นิเจอร์สำเร็จรูป หรือ เครื่องจักรต่างๆ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

---

[1] Testa, C., The Industrialization of Building (Switzerland: Van Nostrand Reinhold, 1972), p. 1.

[2] Royal Institute of British Architect อ้างถึงใน ไตรรัตน์ จารุทัศน์, "ระบบการก่อสร้างอุตสาหกรรมกับการพัฒนาที่อยู่อาศัย" เอกสารประกอบการสัมมนาทางวิชาการ เรื่อง การออกแบบและการผลิตเพื่อบริหารต้นทุน ในระบบการก่อสร้างอุตสาหกรรม โดยการร่วมมือระหว่าง ภาควิชาเคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และ การเคหะแห่งชาติ 22 สิงหาคม ปี 2546(เอกสารไม่ตีพิมพ์เผยแพร่).

ระบบที่สำคัญในการก่อสร้างแบบอุตสาหกรรม จำแนกออกเป็น 3 ระบบคือ[3]

1. ระบบโมเดล (Model System) คือ การผลิตที่มีความมุ่งหมายที่จะสร้างมาตรฐานให้แก่รูปแบบที่ออกแบบไว้ และ ใช้ความซ้ำซากของรูปร่างนั้นให้เป็นประโยชน์ มาตรฐานดังกล่าวจะช่วยแบ่งเบาการผลิตให้น้อยลง ซึ่งอาจจะสร้างมาจากชิ้นส่วน และ อุปกรณ์มากมายมารวมกัน
2. ระบบชิ้นส่วนสำเร็จแบบปิด (System of Closed Components) คือ ระบบชิ้นส่วนสำเร็จนี้ออกแบบไว้สำหรับอาคารที่ต้องการประโยชน์ใช้สอยโดยเฉพาะเจาะจง เช่น ใช้ในแบบอาคารแบบใดแบบหนึ่ง ดังนั้น ความประหยัดด้านเศรษฐกิจจะเป็นไปได้ เมื่อชิ้นส่วนนั้นต้องมีการผลิตมาก เป็นหมื่นชิ้นเป็นต้น
3. ระบบชิ้นส่วนชิ้นสำเร็จแบบเปิด (System of open Components) คือ ระบบชิ้นส่วนสำเร็จการใช้ชิ้นส่วน (components) ซึ่งมีการผลิตอยู่ทั่วไป และ ชิ้นส่วนจากผู้ผลิตสามารถนำมาประกอบกันได้

2.2 ระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป และ ชิ้นส่วนคอนกรีตหล่อสำเร็จรูป (Prefabrication and Precast Concrete)

ชิ้นส่วนสำเร็จรูป (Prefabrication) หมายถึง ผลผลิตของส่วนประกอบอาคารที่ผลิตขึ้นสำหรับการก่อสร้าง ซึ่ง ชิ้นส่วนสำเร็จรูปเหล่านี้จะอาศัยมาตราส่วนที่ได้มาตรฐานเดียวกัน เพื่อใช้ในการออกแบบ การผลิตที่โรงงาน และ การประกอบติดตั้งที่หน่วยงาน[4]

ชิ้นส่วนสำเร็จรูป (Prefabrication) คือ อุตสาหกรรมการก่อสร้างอันเป็นวิธีการผลิตชิ้นส่วนประกอบจำนวนมาก (Mass Production Components) เพื่อการก่อสร้างโดยอาศัยเครื่องมือเครื่องจักรอุปกรณ์ยกสำหรับปฏิบัติงาน (Gmbh, Bauverlag, Wiesbaden and Berlin, 1968)

---

[3] ชวลิต นิตยะ, "Industrialized Building" เอกสารประกอบการสัมมนาทางวิชาการ เรื่อง การออกแบบและการผลิตเพื่อบริหารต้นทุน ในระบบการก่อสร้างอุตสาหกรรม โดยการร่วมมือระหว่าง ภาควิชาเคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และ การเคหะแห่งชาติ 22 สิงหาคม ปี 2546 (เอกสารไม่ตีพิมพ์เผยแพร่).

[4] Royal Institute of British Architect อ้างถึงใน ไตรรัตน์ จารุทัศน์, "ระบบการก่อสร้างอุตสาหกรรมกับการพัฒนาที่อยู่อาศัย" เอกสารประกอบการสัมมนาทางวิชาการ เรื่อง การออกแบบและการผลิตเพื่อบริหารต้นทุน ในระบบการก่อสร้างอุตสาหกรรม โดยการร่วมมือระหว่าง ภาควิชาเคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และ การเคหะแห่งชาติ 22 สิงหาคม ปี 2546(เอกสารไม่ตีพิมพ์เผยแพร่).

Prefabricate **คือ** to make (the parts of a buildings, ship, etc.) in a factory ready for fitting together in any place chosen for building.[5]

Prefabricate คือ การสร้างเป็นชิ้นๆ แล้วประกอบภายหลัง[6]

Precast คือ การหล่อไว้สำเร็จรูปก่อน[7]

กล่าวคือ **การผลิตแบบชิ้นส่วนสำเร็จ** (Prefabrication) **คือการ แยกอาคารเป็นชิ้นส่วนนำมาผลิตไว้ก่อน และนำมาติดตั้งรวมกันภายหลัง ซึ่งอาจจะทำได้จากวัสดุหลายประเภท เช่น เหล็ก คอนกรีต ไม้ และ วัสดุผสม อื่นๆ**

ธีระวัฒน์ ศรีฉัตราภิมุข (2540)[8] แบ่งไว้ เป็น 2 ประเภทของการใช้งานด้วยกัน ตามประโยชน์การใช้ คือ

1. ชิ้นส่วนโครงสร้าง (Structural Members)
2. ชิ้นส่วนสถาปัตยกรรม (Architectural Members)

บางวรรณกรรมได้แบ่งเป็นประเภทของชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ตามประเภทของระบบการผลิต คือ

1. คอนกรีตเสริมเหล็ก (Reinforced Concrete)
2. คอนกรีตดึงลวด (Pre-stressed Concrete)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

---

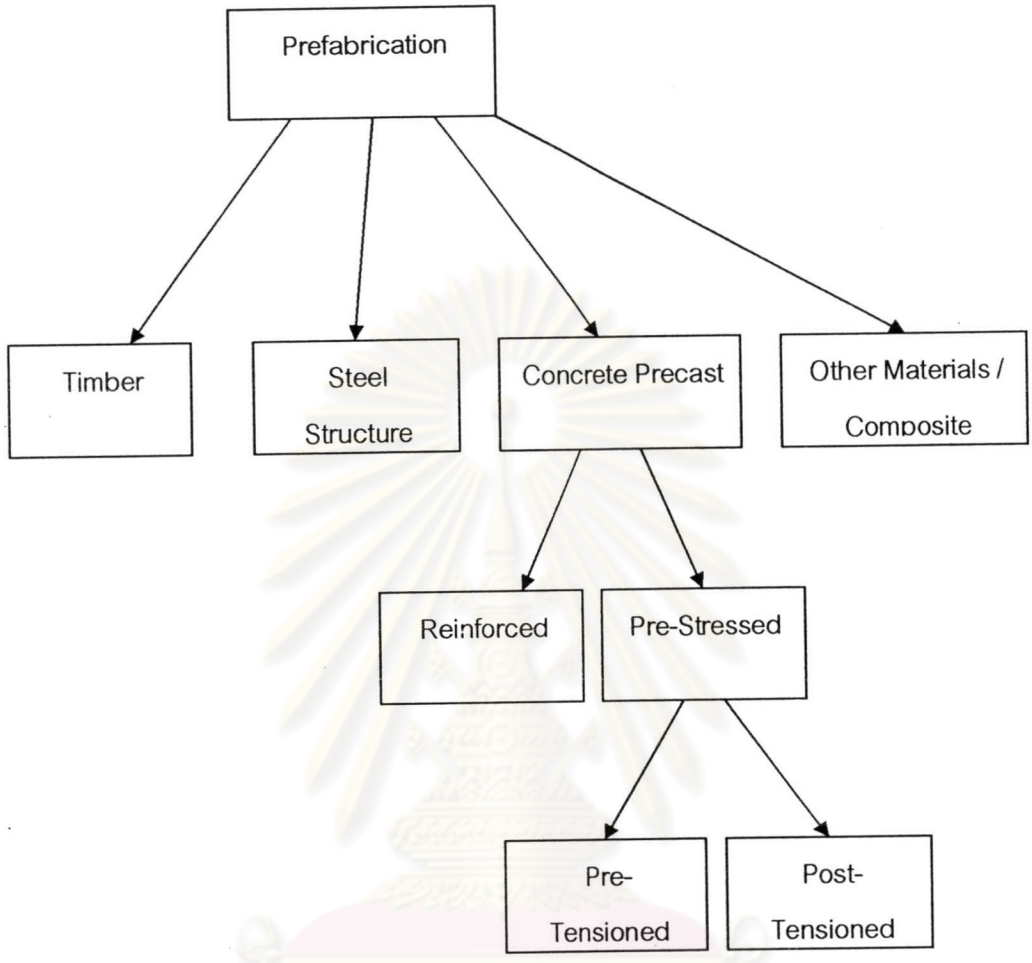
[5] Active Study Dictionary of English (Singapore: Longman, 1992).

[6] จันทรา ณ ลำพูน, ปทานุกรมศัพท์ช่างเทคนิคสถาปัตยกรรมและช่างก่อสร้าง (กรุงเทพมหานคร: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี่ ไทย-ญี่ปุ่น, 2539), หน้า 92.

[7] เรื่องเดียวกัน, หน้า 92.

[8] ธีระวัฒน์ ศรีฉัตราภิมุข, การใช้ระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปสำหรับองค์อาคาร (ชิ้นส่วนสถาปัตยกรรม) : การสัมนาและนิทรรศการทางวิชาการ เรื่อง การก่อสร้างที่ใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูป (กรุงเทพมหานคร: วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย, 2540), หน้า 74.

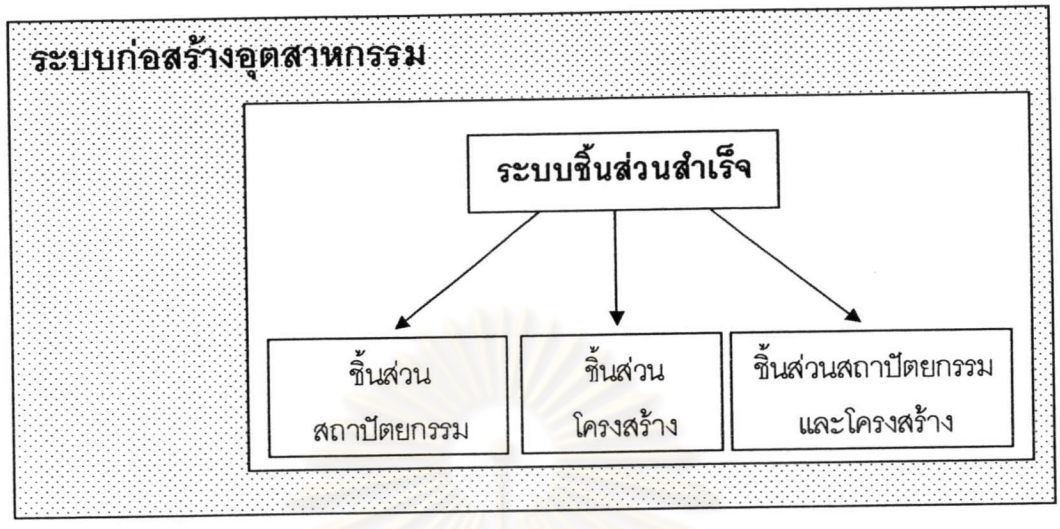
จากการรวบรวมวรรณกรรมเกี่ยวกับระบบก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จสามารถสรุปได้ว่าดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 การแบ่งกลุ่มของระบบก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป

2.3 ความแตกต่างระหว่างระบบก่อสร้างแบบอุตสาหกรรม และ ชิ้นส่วนสำเร็จรูป

ระบบชิ้นส่วนสำเร็จคือ การนำเทคโนโลยีมาลด ค่าใช้จ่าย วัสดุสูญเสีย เวลา เพิ่มคุณภาพ และ ความปลอดภัยในการก่อสร้าง โดยการหล่อคอนกรีต หรือ ผลิตชิ้นงานไว้ก่อน และนำไปติดตั้งในที่ที่กำหนด ขณะที่ระบบก่อสร้างอุตสาหกรรม เป็นแนวคิด กระบวนการควบคุมตั้งแต่การวางนโยบายขององค์กร ออกแบบ การผลิต ตลอดจนก่อสร้างให้แล้วเสร็จจนเป็นที่พอใจต่อผู้อยู่อาศัย กล่าวได้ว่า ระบบชิ้นส่วนสำเร็จเป็นองค์ประกอบอย่างหนึ่งของระบบก่อสร้างอุตสาหกรรม ตามดังภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 ระบบการก่อสร้างอุตสาหกรรมและระบบชิ้นส่วนสำเร็จ

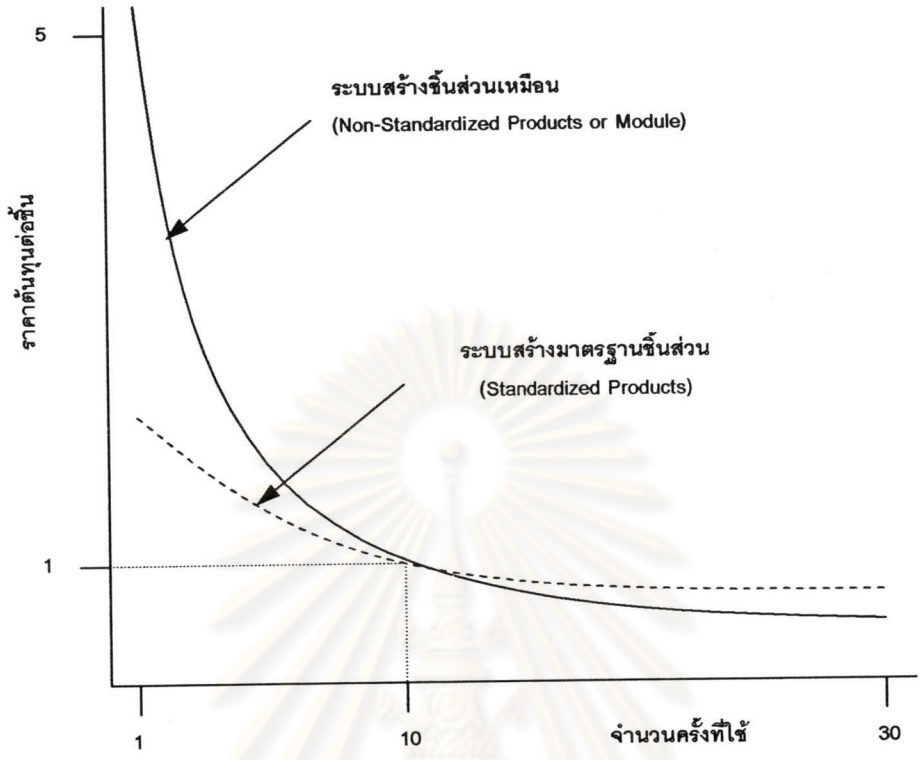
2.4 เทคโนโลยีระบบก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป

ในปัจจุบันยังมีการเข้าใจว่าชิ้นส่วนสำเร็จคือการสร้างอาคารที่มีรูปร่างที่ซ้ำๆกัน โดยอาคารจะมีรูปทรงเป็นสี่เหลี่ยม หรือ แบบระบบพิกัด ซึ่งไม่ยืดหยุ่นต่อการออกแบบด้านสถาปัตยกรรมและขาดรูปแบบของตัวอาคารเอง Construction Industry Development Board (CIDB) (1997)[9] และ Elliott K. S. (1997)[10] ได้กล่าวไว้ว่า ในการพัฒนารูปแบบของระบบชิ้นส่วนสำเร็จนั้น ไม่ได้หมายความว่าชิ้นส่วนแต่ละชิ้นไม่จำเป็นต้องคงรูปแบบเดิมทุกระเบียบนิ้วเสมอไป แต่หากสามารถใช้ความเหมือนในแต่ละชิ้นงานเพื่อใช้ประโยชน์สูงสุดของแบบหล่อเท่านั้นเอง ดังนั้นในการการออกแบบชิ้นงานจึงไม่จำเป็นต้องเหมือนกันทุกชิ้นแต่การออกแบบให้ชิ้นส่วนต่างๆ มีขนาดใกล้เคียงกันเท่านั้น หรือการสร้างมาตรฐานชิ้นงาน (Standardization) ไม่ใช่การสร้างชิ้นส่วนเหมือน (Module) องค์กรส่วนมากจะสนับสนุนและนิยมการสร้างมาตรฐานชิ้นงานมากกว่าสร้างชิ้นส่วนแบบเหมือน ราคาต้นต่อชิ้นงานขึ้นอยู่กับจำนวนครั้งที่ใช้แบบหล่อ คือ ยิ่งใช้แบบหล่อบ่อยครั้งยิ่งถูก ตามความสัมพันธ์ดังภาพที่ 3.3

---

[9] Precast Concrete Handbook (Vol.2) (Singapore: Construction Industry Development Board, 1997), p. 326.

[10] Elliott K. S., Multi-Storey Precast Concrete Framed Structures (Singapore: Rockwell, 1997), pp. 7-9.



ภาพที่ 2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างราคาต้นทุน และ การใช้แบบหล่อ

(ที่มา : Precast Concrete Design Handbook Vol. 2 หน้า 326)

สังเกตได้ว่าตามสัมพันธ์ตามรูปนำเสนอโดย Construction Industry Development Board (CIDB) (1997) ระบบการสร้างมาตรฐานชิ้นส่วนของ ต้นทุนชิ้นงานแรกแบบจะน้อยกว่าระบบชิ้นส่วนเหมือนมาก เนื่องความยืดหยุ่นของแบบสามารถดัดแปลงไปหล่อชิ้นอื่นๆได้ ในขณะที่ระบบชิ้นส่วนเหมือนไม่สามารถทำได้ แต่จะถูกกว่าในระยะยาว

เทคโนโลยีก่อสร้างอุตสาหกรรมและก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จมีความหมายและวัตถุประสงค์คล้ายคลึงกัน การแบ่งประเภทจึงมีความคล้ายคลึงกันเช่นกัน ประเภทของเทคโนโลยีก่อสร้างอุตสาหกรรมด้วยกัน Testa, C. (1972)[11] ได้แบ่งไว้ดังนี้

1. ระบบชิ้นส่วน (Prefabrication) คือ การผลิตชิ้นส่วนแบบอุตสาหกรรม และนำมาประกอบเป็นอาคารภายหลัง

---

[11] Carlo Testa, The Industrialization of Building (Switzerland: Van Nostrand Reinhold, 1972), p. 1.

2. ระบบกล่องพิกัด (Modular System Building) คือ การออกเริ่มต้นโดยกำหนดระยะ พิกัด การใช้งาน และ การประกอบเข้าด้วยกัน แล้วจึงนำชิ้นส่วนย่อย มาออกแบบอาคารภายหลัง เหมือนตัวต่อ
3. ระบบปรับปรุงการผลิต (Rationalized Building) คือ การจัดหาวิธีปรับปรุงการผลิตให้ราบรื่น โดยใช้ วัสดุ แรงงาน และเครื่องจักรให้เกิดประโยชน์สูงสุด
4. ระบบเน้นการผลิตด้วยเครื่องจักร (Equipment-oriented site production) คือ การผลิตอาคารที่ภาคสนามโดยใช้เครื่องจักรให้มากที่สุดและแรงงานคนน้อยที่สุด

ในขณะที่เทคโนโลยีการก่อสร้างระบบก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จมีอยู่หลายประเภทด้วยกัน และได้แบ่งไว้หลายประเภทด้วยกัน คือ

สุทธิพล วิวันทีปะ และคณะ (2540)[12] แบ่งไว้ 5 ประเภท	ที่ Yomnak[13] (1973 : 44) แบ่งไว้เป็น 4 ประเภท	วรรณิสสร วิมลสถิตย์ (2540)[14] แบ่งไว้ 4 ประเภท
1. กำแพงรับแรง (Bearing Wall)	1. ระบบเสาและคาน	1. ระบบข้อแข็ง
2. กำแพงรับแรงด้านนอก	2. ระบบผนังและแผ่นพื้น	2. ระบบผนังรับน้ำหนัก
3. โครงสร้างระบบพื้นและหลังคา	3. ระบบกล่อง	3. ระบบโครงสร้างกล่อง
4. Precast บ้าน Module สำเร็จ	4. ระบบชิ้นส่วนประกอบ	4. ระบบผสม
5. ระบบผสม		

ตาราง 2.1 การแบ่งชนิดของระบบชิ้นส่วนสำเร็จโดยวรรณกรรมต่างๆ

---

[12] สุทธิพล วิวัฒนทีปะ, กฤษฎา แท้ประสานสิทธิ์ และ วิ เจียรวิโรจน์, การใช้ระบบ Precast กับ งานอาคาร: การสัมนาและนิทรรศการทางวิชาการ เรื่อง การก่อสร้างที่ใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูป (กรุงเทพมหานคร: วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย, 2540), หน้า 33-34.

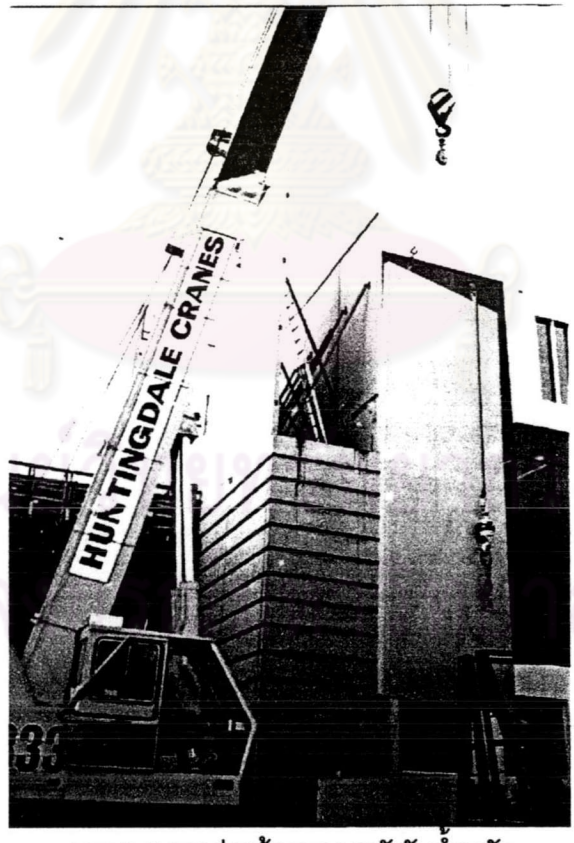
[13] Yomnak อ้างถึงใน ไตรรัตน์ จารุทัศน์, "ระบบการก่อสร้างอุตสาหกรรมกับการพัฒนาที่อยู่อาศัย" เอกสารในการสัมมนาเรื่อง : การออกแบบและการผลิตเพื่อบริหารต้นทุน ในระบบก่อสร้างอุตสาหกรรม โดยความร่วมมือระหว่างภาควิชาเคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กับการเคหะแห่งชาติ 22 สิงหาคม 2546 (เอกสารไม่ตีพิมพ์เผยแพร่)

[14] วรรณิสสร วิมลสถิตย์, การใช้ระบบ Precast กับ งานอาคาร: การสัมนาและนิทรรศการทางวิชาการ เรื่อง การก่อสร้างที่ใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูป (กรุงเทพมหานคร: วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย, 2540), หน้า 107.

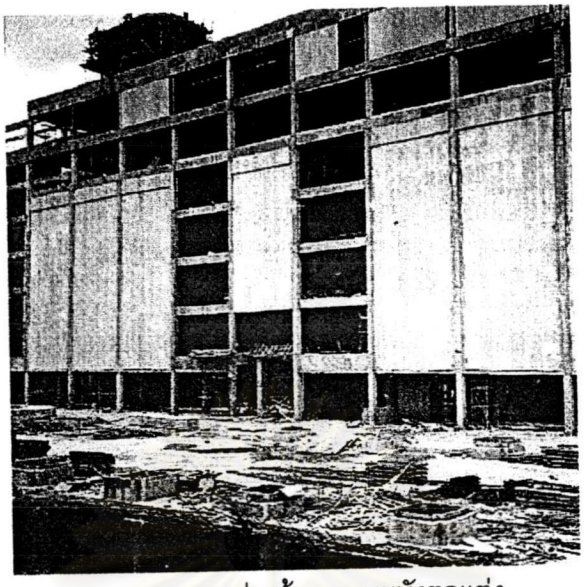
เพื่อสะดวกต่อความเข้าใจ และความเหมาะสมกับระบบก่อสร้างในโครงการบ้านเดี่ยวเอื้ออาทรนี้ ผู้วิจัยจึงขอเสนอการจัดการประเภทก่อสร้างอุตสาหกรรมระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป ซึ่งมีอยู่ในปัจจุบันเป็น 5 ประเภทด้วยกันคือ

1. ระบบโครงเสาคาน (Skeleton หรือ Frame Structure) คือ ระบบโครงสร้างเป็นแบบเสาและคาน คานรับน้ำหนักจากผนัง แล้วถ่ายแรงกระทำเข้าเสาและจึงลงฐานราก ดูภาพ 2.4
2. ระบบผนังหล่อสำเร็จ (Panel Systems) คือระบบที่จะลดเวลาก่อสร้างโดยเฉพาะในส่วนของงานก่ออิฐฉาบปูน โดยหล่อผนังมาเป็นแผงใหญ่ แล้วนำมาติดตั้ง ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ
   2.1 ผนังรับน้ำหนัก (Load Bearing Panels) คือ ระบบผนังหล่อสำเร็จที่ออกแบบมาเพื่อใช้งานทั้งทางด้านสถาปัตยกรรมและโครงสร้างพร้อมๆ กัน ผนังจะต้องออกแบบให้รับน้ำหนักจากน้ำหนักด้านหลังคา พื้น และผนัง ด้านบน และ น้ำหนักของตนเอง แล้วจึงถ่ายแรงกระทำลงสู่ฐานราก ดังนั้นจึงไม่จำเป็นต้องมีเสาและคาน ดังภาพ 2.5
   2.2 ผนังตกแต่ง (Architectural Panel) คือ ระบบผนังหล่อสำเร็จที่ออกแบบมาเพื่อใช้งานทั้งทางด้านสถาปัตยกรรมเท่านั้น ใช้เพื่อลดเวลาก่อสร้าง และใช้แทนผนังก่อในที่ที่อันตรายหรือยากในการทำงานเช่น บนอาคารสูงเป็นต้น ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีเสาและคานเพื่อรองรับระบบนี้ ดังภาพ 2.6
3. ระบบกล่อง (Modular System) คือ ระบบที่ชิ้นงานหล่อเป็น 3 มิติ เป็นกล่อง หรือเป็นห้อง พร้อมติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆให้แล้วเสร็จภายในจากโรงงาน แล้วจึงนำมาติดตั้งในที่ก่อสร้าง ชิ้นส่วนมักจะมีขนาดใหญ่ และ ยากต่อการขนส่ง แต่จะลดเวลาก่อสร้างได้มากดูภาพ 2.7
4. ระบบผสมผสานระหว่างระบบ (Combined System) คือ ระบบที่นำระบบก่อสร้างต่างๆมาผสมผสาน กัน เช่นระบบกล่อง กับ ระบบผนังรับน้ำหนัก และเสาคานเพื่อให้มีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับงานแต่ละประเภท ดูภาพ 2.8
5. ระบบผสมระหว่างวัสดุ (Mixed System) คือ การใช้ระบบชิ้นส่วนสำเร็จบางส่วนผสมกับการก่อสร้างแบบอื่นๆ เช่น แผ่นพื้นคอนกรีตหล่อในที่ เสาและคานเป็นเหล็ก ผนังอิฐบล็อก หรือ ผนังชิ้นส่วนสำเร็จ ดังดูภาพ 2.9 เป็นต้น

ภาพ 2.4 การก่อสร้างระบบโครงเสาคาน



ภาพ 2.5 การก่อสร้างระบบผนังรับน้ำหนัก



ภาพ 2.6 การก่อสร้างระบบผนังตกแต่ง

(ที่มา : การควบคุมงานอาคารสูง, 2545)[15]

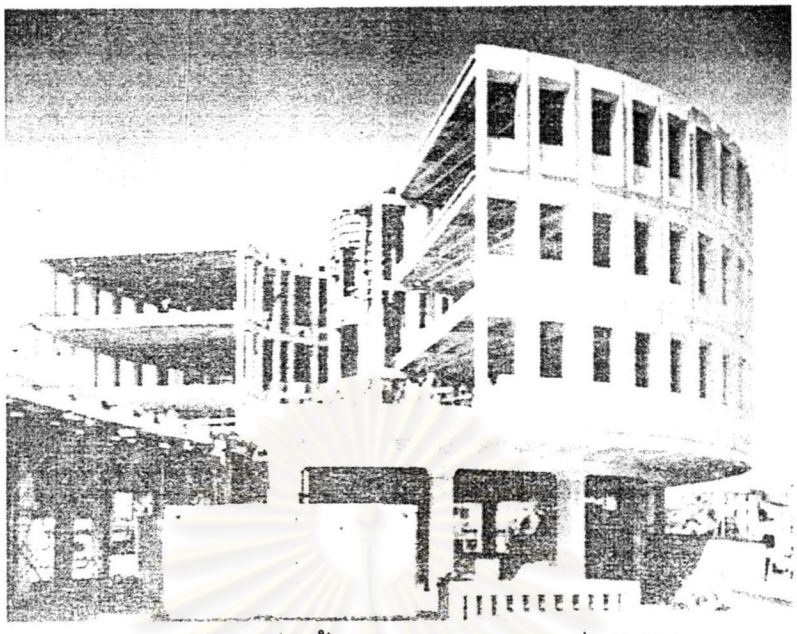
ภาพ 2.7 การก่อสร้างระบบกล่อง

(ที่มา : Design of Concrete Structures, 2545)[16]

---

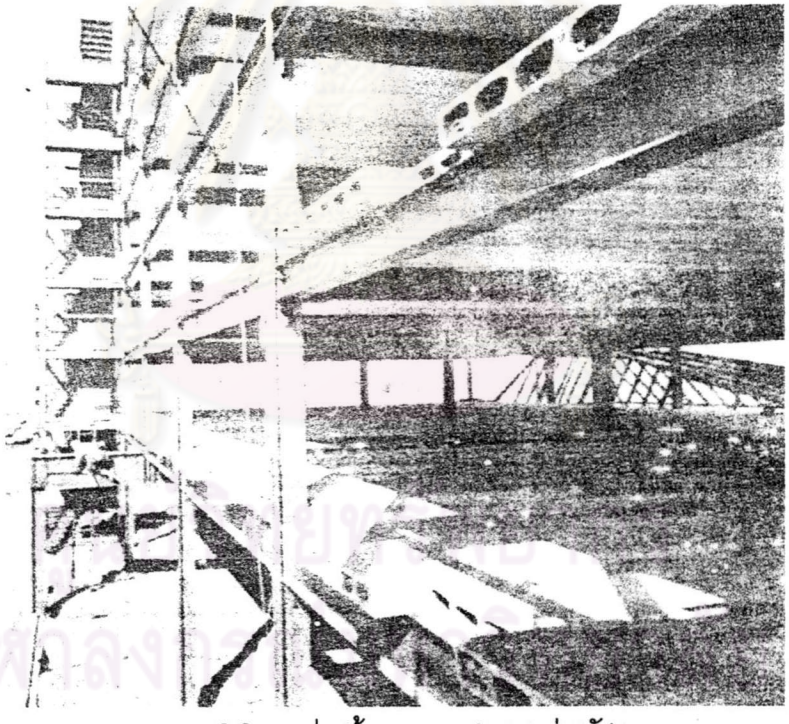
[15] ชนันต์ แดงประไพ, การควบคุมงานอาคารสูง (กรุงเทพมหานคร: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี ไทย-ญี่ปุ่น, 2543), p. 126.

[16] Nilson, A. H., Design of Concrete Structures (Singapore: McGraw Hill, 1991), p. 736.



ภาพ 2.8 การก่อสร้างระบบผสมผสานระหว่างระบบ

(ที่มา : Design of Concrete Structures, 2545)[17]



ภาพ 2.9 การก่อสร้างระบบผสมระหว่างวัสดุ

(ที่มา : Design of Concrete Structures, 2545)[18]

---

[17] Nilson, A. H., Design of Concrete Structures (Singapore: McGraw Hill, 1991), p. 734.

[18] Nilson, A. H., Design of Concrete Structures (Singapore: McGraw Hill, 1991), p. 737.

2.5 หลักการออกแบบระบบก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จ

หลักการออกแบบโครงสร้างระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป ไม่ได้หมายถึง การเอาแบบก่อสร้างที่มีอยู่มาตัดโครงสร้างเป็นชิ้นๆ แล้วนำมาต่อกันภายหลัง แต่ต้องคำนึงถึงโครงสร้างทั้งหมดรวมกัน จากการศึกษา Elliott K. S. (1997)[19] สุทธิพล วิวัฒนทีปะ และ คณะ (2540)[20] และ จิรวัฒน์ ดำริอนันต์ (2536)[21] ผู้วิจัยขอสรุปว่าในการออกแบบเบื้องต้นควรคำนึงประเด็นหลักๆ คือ

1. รูปร่างและระบบของโครงสร้าง (Structural Form) – การเลือกใช้ระบบชิ้นส่วนโครงสร้างให้เหมาะสมกับรูปร่างและลักษณะของอาคารที่จะสร้าง เช่น ระบบผนังรับน้ำหนักอาจจะไม่เหมาะกับตึกสูงบางประเภท หรือ ทางด้านสถาปัตยกรรมอาจจะไม่เหมาะสมเนื่องจากรูปแบบอาคารที่มีส่วนโค้งมนมาก และ จำนวนชิ้นงานมีน้อย เป็นต้น
2. เสถียรภาพ (Stability) – จำเป็นความเสถียรของของโครงสร้างของทั้งอาคารทั้งระบบ รวมถึงเสถียรภาพในช่วงระยะต่างๆ ได้แก่
   - ระหว่างการก่อสร้าง เพื่อไม่ให้เกิดการวิบัติ เมื่อชิ้นส่วนต่างๆยังไม่ประกอบกันแล้วเสร็จ
   - ในระยะยาว ต้องคำนึงถึง โครงสร้างต้องมีความคงทนตลอดอายุการใช้งาน
   - ในการดัดแปลงภายหลัง จะต้องพิจารณาเพื่อการต่อเติมภายหลัง
   - การพังทลายอย่างต่อเนื่อง (Progressive Failure) การออกแบบต้องคำนึงถึงการป้องกันการพังทลายอย่างต่อเนื่อง เช่นเมื่อชิ้นงานดังชิ้นหนึ่งเกิดการชำรุดจากแรงกระทำไม่ปกติ (Abnormal Loads) โครงสร้างรวมยังสามารถรับน้ำหนักต่อไปได้ แรงกระทำไม่ปกติได้แก่ การทรุดตัวของอาคาร การเปลี่ยนชิ้นงานชำรุด แรงจากอุบัติเหตุ ระเบิด รถชน เป็นต้น

---

[19] Elliott K. S., Multi-Storey Precast Concrete Framed Structures (Singapore: Rockwell, 1997), p. 33.

[20] สุทธิพล วิวัฒนทีปะ กฤษฎา แท้ประสานสิทธิ์ และ วิ เจียรวิโรจน์ การใช้ระบบ Precast กับ งานอาคาร: การสัมนาและนิทรรศการทางวิชาการ เรื่อง การก่อสร้างที่ใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูป (กรุงเทพมหานคร: วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย, 2540), หน้า 33-34.

[21] จิรวัฒน์ ดำริอนันต์, การประยุกต์ใช้ระบบการก่อสร้างสำเร็จรูปสำหรับอาคารสูงในกรุงเทพฯ (กรุงเทพมหานคร: วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2536), หน้า 59-63.

3. **ความคงทน (Robustness) การออกแบบจำเป็นต้องคำนึงถึงผลกระทบระยะยาว โครงสร้างจำเป็นต้องมีความทนทานต่อสภาพต่างๆ เช่น สภาพ ดินฟ้า อากาศ** แรงสะเทือน และ แรงเนื่องจากการขยายตัวและหดตัวของวัสดุที่ใช้
4. การรับน้ำหนักและแรงกระทำ (Loading and Forces) - จำเป็นต้องคำนวณ น้ำหนักสถิต น้ำหนักจร และ แรงลม ในบางกรณีเช่นชิ้นส่วนยาวมากๆมักจะต้องมีกระบวนการลดการแอ่นตัวโดยแอ่นตัวขึ้น (Pre-camber) แรงกระทำประเภทอื่นๆที่จำเป็นต้องพิจารณาเพิ่มเติมได้แก่ แรงกระทำจากแผ่นดินไหว แรงสั่นสะเทือนจากเครื่องจักร แรงจากอุบัติเหตุ แรงจากลม และ ทะเล ซึ่งความจำเป็นในแต่ละพื้นที่จะไม่เหมือนกัน Elliott K. S. (1997)[22] อธิบายอีกไว้ว่า การคำนวณแรงกระทำต้องโครงสร้างมีความแตกต่างระหว่างการออกแบบงานก่อสร้างแบบหล่อในที่ และ แบบชิ้นส่วนสำเร็จ เช่น การออกแบบงานโครงสร้างแบบหล่อในที่จะมีพฤติกรรมแบบ 3 มิติ การแอ่นตัว (Deflection) เกี่ยวพันกันอย่างต่อเนื่องหรือแอ่นตัวไปด้วยกัน ในขณะที่แบบชิ้นส่วนสำเร็จจะมีพฤติกรรมแบบ 2 มิติเท่านั้น ในการออกแบบโครงสร้างระบบชิ้นส่วนสำเร็จจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องพิจารณาแรงกระทำอื่นๆเป็นพิเศษ เช่น แรงเกิดจากการเยื้องศูนย์ แรงบิด (Torsion) และแรงดัดใน 2 แกน (Biaxial Bending) ในคานเสาช่วงสุดท้าย (End Bay) ซึ่งปกติไม่จำเป็นต้องคำนึงในระบบหล่อในที่ เป็นต้น
5. การเลือกรูปร่างขนาดของชิ้นงาน (Component Selection) หมายถึง การจัดสรรรูปแบบ จำนวน และ ขนาดต่างๆ ของชิ้นงาน ที่เหมาะสมในการผลิต และ จุดยกการติดตั้ง เช่น ออกแบบให้ชิ้นงานใช้ระบบไม้แบบให้เหมือนกันมากที่สุด ชิ้นงานชิ้นไหนขนาดที่ใหญ่ที่สุด หรือ น้ำหนักที่มากที่สุด เป็นต้น
6. การออกแบบรอยต่อ (Connection Design) หมายถึง การออกแบบจุดต่อของชิ้นส่วนสำเร็จซึ่งสำคัญต่อความมั่นคงแข็งแรงของโครงสร้างอาคาร รอยต่อแบ่งได้เป็น 3 ประเภท
   - จุดรอยต่อแบบเปียก (Wet Joint) เป็นลักษณะของจุดรอยต่อเกิดขึ้นจากการต่อวัสดุรับแรงได้เมื่อเทคอนกรีตเพื่อให้ชิ้นงานต่อกัน จึงจำเป็นต้องมีการค้ำยันหรือบ่ารองรับเพื่อให้คอนกรีตได้อายุแล้วจึงรับน้ำหนักได้

---

[22] Elliott K. S., Multi-Storey Precast Concrete Framed Structures, p. 7-9.

- จุดรอยต่อแบบแห้ง (Dry Joint)เป็นลักษณะของจุดรอยต่อเกิดขึ้นจากการต่อวัสดุรับแรงได้ทันที หรือไม่ต้องเทคอนกรีตเพื่อให้ชิ้นงานต่อกัน ได้แก่ การเชื่อมต่อโดยมีจุดต่อเป็นแผ่นเหล็ก (End Plates) ต่อด้วยน็อต (Mechanical Bolts) เป็นต้น
- จุดรอยต่อแบบยึดภายหลัง (Post Tensioned) ลักษณะเป็นแบบแต่ละชิ้นงานที่หล่อสำเร็จแล้วจะยึดต่อกันด้วยลวดรับแรงดึงสูงหรือเทนดอน (Tendon)

และในการออกแบบจุดเชื่อมจำเป็นต้องคำนึงถึงช่วงติดตั้งด้วย เช่น

- ความยากง่ายต่อและติดตั้ง
- ค่าความคลาดเคลื่อน
- การค้ำยัน (ในกรณีจุดรอยต่อแบบเปียก)

และประเด็นอื่นๆ เช่น

- ค่าใช้จ่าย
- การรั่วซึม และ อายุการใช้งานของวัสดุกันซึม
- การป้องกันการเสื่อมสภาพของจุดต่อเชื่อม
- สภาพแวดล้อมการทำงาน บางสถานที่ไม่อนุญาตให้ใช้การเชื่อมไฟฟ้าในการต่อชิ้นส่วน เช่น โรงกลั่นน้ำมัน เป็นต้น

7. ขวบการการผลิตชิ้นส่วน (Production Process) – ต้องคำนึงถึงอุปกรณ์ที่มีอยู่และในส่วนที่ต้องลงทุนเพิ่มเติม กระบวนการผลิต การควบคุมคุณภาพ การทำเอกสาร การลำเลียงวัตถุดิบ การควบคุมแรงงาน การลดความสูญเสีย การบริหารเศษวัสดุ รวมถึงการทำตัวอย่างและทดลอง (Mock Up)
8. การขนส่ง (Transport) – ต้องคำนึงถึงค่าใช้จ่าย ขนาดรถ และ เครื่องจักรอื่นๆในการขนขึ้นลง ระยะทาง และ เส้นทางขนส่ง การป้องกันความเสียหาย พื้นที่ความกว้างทางเข้าออกและที่จำเป็น ความสมบูรณ์ของถนนหนทาง เป็นต้น
9. พื้นที่ผลิตและการเก็บชิ้นงาน (Production/Stock Yard) – ไม่ว่าจะเป็นชิ้นส่วนสำเร็จหล่อในสนาม หรือ ที่โรงงาน ผู้ออกแบบต้องคำนึงถึงพื้นการเก็บรักษาหรือผลิตชิ้นงานด้วย ซึ่งงานก่อสร้างบ้างโครงการโดยเฉพาะในตัวเมืองมักมีปัญหาพื้นที่ไม่เพียงพอในการจัดเก็บ ในบางโครงการจำเป็นต้องจัดทำชั้นจัดเก็บ เพื่อประหยัดพื้นที่ อีกทั้ง ชิ้นส่วนบางประเภทอาจจำเป็นต้องจัดเก็บในแนวตั้ง บางชนิดไม่สามารถซ้อนทับกันได้ และ จำเป็นต้องคำนึงถึงการบริหารจัดการอีกด้วย

เช่น ลำดับการใช้ชิ้นงาน ชิ้นไหนใช้ก่อนอยู่บน การตรวจรับจำนวนและคุณภาพของชิ้นงาน ความสะอาดของที่จัดเก็บ เป็นต้น

10. การติดตั้ง (Erection Process / Erection Sequence) – การติดตั้งจัดได้ว่าเป็นจุดรวมของการเตรียมการทั้งหมด เพื่อให้มีประสิทธิภาพสูงสุด ลดเวลา และ ลดต้นทุนเวลาใช้เครื่องจักรหนักต้องคำนึงถึง
    - เครื่องจักรที่มีอยู่หรือที่จำเป็นในการติดตั้ง เช่น เครน
    - ลำดับการประกอบ
    - ความต่อเนื่องของโครงสร้าง
    - การตรวจสอบความคลาดเคลื่อน
    - ความเชี่ยวชาญของแรงงาน
    - ช่องเปิดและการเชื่อมต่องานระบบไฟฟ้า สุขาภิบาล และ ระบบอื่นๆ
11. ระยะเวลาก่อสร้าง (construction Time / Construction Cycles) ระยะเวลาก่อสร้างเป็นส่วนสำคัญในการเลือกการลงทุนในเทคโนโลยีการก่อสร้างที่เหมาะสม การวางแผนการผลิต และระบบขนส่งที่ต้องสอดคล้องกัน

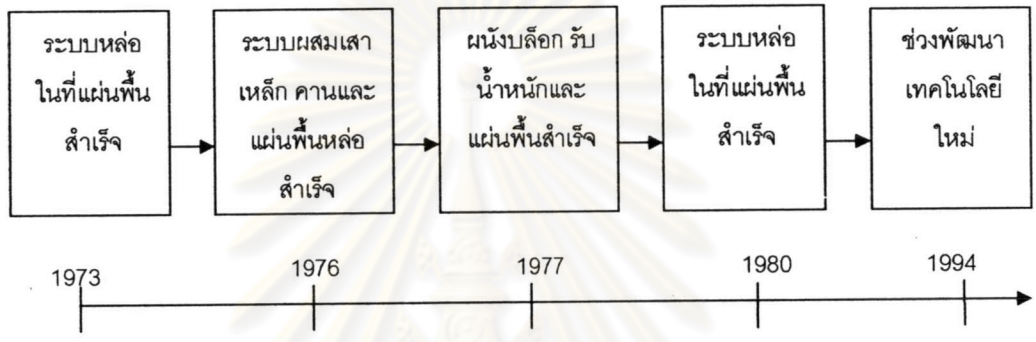
2.6 ระบบการก่อสร้างอุตสาหกรรมสำหรับผู้มีรายได้น้อยในประเทศไทย

จากการศึกษา ของ Taemthoong, W. (1995)[23] พบว่าการดั้งเดิมเคหะแห่งชาติใช้วิธีก่อสร้างแบบโครงสร้างเสาและคานหล่อในที่ และ พื้นเป็นแผ่นพื้นสำเร็จเป็นเวลาประมาณ 20 ปี จนถึง ปี 2519 ที่การเคหะ และ บริษัทซีคอน จำกัด (Seacon) จึงได้นำระบบชิ้นส่วนสำเร็จแบบเติมรูปแบบมาใช้เพื่อสร้าง อาคารพาณิชย์สูง 5 ชั้นที่โครงการดินแดง และในปี 2520 การเคหะและบริษัท บูรณาการ จำกัด ใช้ผนังบล็อกรับน้ำหนัก และพื้นเป็นแผ่นพื้นสำเร็จที่โครงการบ่อนไก่ หลังจากโครงการทั้งสองก่อสร้างแล้วเสร็จ การเคหะแห่งชาติก็กลับมาใช้ระบบก่อสร้างแบบเดิม จนถึงปี 2538 สาเหตุที่ ก.ค.ช. ไม่นำระบบดังกล่าวมาใช้งานต่อเพราะ เครื่องจักรใช้ยกชิ้นงานมีราคาสูง และหาได้ยาก อีกทั้งแรงงานที่มีความเชี่ยวชาญก็มีน้อย ในขณะที่ค่าจ้างแรงงานระดับช่างทั่วไปนั้นมีราคาต่ำมากเมื่อเทียบกับ ค่าใช้จ่ายของเครื่องจักร หลังจากปี 2536 JICA ได้เสนอให้การเคหะนำระบบก่อสร้างอุตสาหกรรมมาใช้อีกครั้ง เนื่องจากปัจจัยต่างๆที่เปลี่ยนไป เช่น

---

[23]Taemthoong, W., Construction Technology for Mass Housing Contracts (Master of Engineering Thesis No. ST 95-37, School of Civil Engineering, Asian Institute of Technology, 1995) pp. 14-17.

ความก้าวหน้างานก่อสร้างทางภาคเอกชน ค่าแรงที่สูงขึ้น การขาดแคลนแรงงาน เครื่องจักรที่มีมากขึ้น ราคาที่ถูกลง และ การยอมรับต่อระบบดังกล่าวของประชาชน[24] ทำให้ ก.ค.ช. ให้ความสำคัญกับระบบการก่อสร้างมากขึ้น ในปัจจุบันจากการกระตุ้นเรื่องที่อยู่อาศัยโดยเฉพาะโครงการบ้านเอื้ออาทรที่จะต้องผลิตที่อยู่อาศัย 600,000 หน่วยภายใน 5 ปี (2546 – 2550) ทำให้หลายบริษัทได้พัฒนาระบบก่อสร้างของตนเองขึ้นมา เพื่องานก่อสร้างที่เพิ่มขึ้น ได้แก่ บริษัท อิตาเลี่ยนไทย ดีเวล๊อปเม้นต์ จำกัด (มหาชน) บริษัท เซียมอินเตอร์กรุ๊ป จำกัด บริษัท สยามซินเทค จำกัด เป็นต้น



ภาพ 2.10 ลำดับการพัฒนาเทคโนโลยีการก่อสร้างของการเคหะแห่งชาติ
(ที่มา: Taemthoong, W., (1995))[25]

2.7 ระบบก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จในประเทศไทย และ วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษา วรรณกรรม รายงาน และ วิทยานิพนธ์มากมาย ที่เกี่ยวกับระบบก่อสร้างสำเร็จรูป พบว่า ข้อมูลจากการวิจัยระบบก่อสร้างประเภทต่างๆ มักจะมีพื้นฐานการคำนวณที่ต่างกัน ทำให้เปรียบเทียบระหว่างระบบได้ยาก เนื่องจากงานวิจัยเรื่องราคาต้นทุนจะมีปรับเปลี่ยน ตามสภาพราคาค่าวัสดุและค่าแรงงานที่สูงขึ้นในแต่ละปี หรือ ในการวิจัยปีเดียวกัน บุษบง เจริญพันธ์โยธิน (2548)[26] และ โยธิน อึ่งกูล (2548)[27] มีพื้นฐานการคำนวณที่ต่างกัน โดย

---

[24] สมภพ มาจิสวาลา, การประเมินที่อยู่อาศัยกึ่งสำเร็จรูปใน เขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเคหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545).

[25] Taemthoong, W., Construction Technology for Mass Housing Contracts (Master of Engineering Thesis No. ST 95-37, School of Civil Engineering, Asian Institute of Technology, 1995), pp. 14-17.

[26] บุษบง เจริญพันธ์โยธิน, กระบวนการก่อสร้างที่อยู่อาศัยโดยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป : กรณีศึกษาโครงการชลลดา รัตนาธิเบศร์ (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเคหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545).

บุษบง เจริญพันธ์โยธิน (2548) คำนวณราคาต้นทุนค่าก่อสร้างต่อตารางเมตรแต่เพียงโครงสร้างเท่านั้น ในขณะที่ โยธิน อึ่งกูล (2548) คำนวณโครงสร้างและสถาปัตยกรรม รวมกัน ดูตาราง 2.1 อีกทั้ง จากการเปรียบเทียบระยะเวลาก่อสร้าง บุษบง เจริญพันธ์โยธิน (2548) และ สุกฤต อนันตชัยยง (2545)[28] เมื่อคำนวณเปรียบเทียบ กับโครงการอื่นๆ พบว่า มีปริมาณเป็น 2 เท่า ซึ่งอาจจะเป็นผลการใช้เครื่องจักร 2 ชุด เป็นต้น

Taemthong W. (1995)[29] ยังสรุปอีกว่าการการเปรียบเทียบ 6 ปัจจัยในด้านราคา คุณภาพ เวลา การใช้ที่ดิน การลงทุนสร้างระบบชิ้นส่วนสำเร็จ และ การขนส่ง พบว่าระบบผนังรับน้ำหนักหล่อในเป็นเทคนิคการก่อสร้างที่ให้ผลน่าพอใจที่สุด ด้วยวิธีประเมินโดยระบบให้คะแนนและน้ำหนักความสำคัญ (Weighted Score) แต่ไม่สามารถคุณภาพได้ชัดเจนเพียงระบุว่าดีมาก ดี หรือ ไม่ดี เท่านั้นและ ไม่แสดงตัวอย่างของการประเมินด้านนี้ในงานการวิจัย ดูตาราง 2.2 ในขณะที่ การวิจัยของขณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ เจ้าคุณทหารลาดกระบัง (2532)[30] นำเสนอว่าระบบก่อสร้างที่เหมาะสมสำหรับก่อสร้างบ้านราคาถูกมีอยู่ด้วยกัน 3 ระบบ คือ ระบบหล่อในที่ ระบบโครงสร้างเสาคาน และ ผนังรับน้ำหนัก โดยมีระบบก่อสร้างแบบหล่อในที่มีราคาประหยัดที่สุด

ในส่วนของการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จ จากการศึกษา ของนาวิน นาคะศิริ (2542) พบว่า การผลิตชิ้นส่วนสำเร็จนั้นในสถานที่ก่อสร้าง ในกรณีที่ราคารวม ภาษีมูลค่าเพิ่มจะคุ้มทุนมากกว่าสั่งจากโรงงาน เมื่อผลิต 46 หน่วย หรือ 8,280 ตารางเมตรขึ้นไป และ อุดม หงส์หิรัญ (2543)[31] พบว่า การไหวตัวหรือความยืดหยุ่นของโครงการโรงงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จขึ้นอยู่กับราคาที่จำหน่าย และ/หรือ ปริมาณการผลิต จะมีผลต่อการอยู่รอดของโครงการมากที่สุด รองมาคือต้นทุนการผลิต (ราคาวัตถุดิบในการผลิต) ส่วนดอกเบี้ยมีผลต่อโครงการน้อยมาก

---

[27] โยธิน อึ่งกูล, การประเมินที่อยู่อาศัยก่อสร้างระบบกึ่งสำเร็จรูปโครงสร้างเสา-คานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบา: กรณีศึกษา บ้านมณีแก้ว จังหวัดชลบุรี (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเคหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545).

[28] สุกฤต อนันตชัยยง, การศึกษาและเปรียบเทียบการก่อสร้างบ้านพักอาศัยด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูประบบเสา-คาน กับการก่อสร้างแบบทั่วไป: กรณีศึกษา หมู่บ้านคุณาลัย บางขุนเทียน (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเคหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545).

[29] Taemthoong, W., Construction Technology for Mass Housing Contracts.

[30] รายงานความก้าวหน้า ครั้งที่ 3 ระบบการก่อสร้างบ้านราคาประหยัด (ภาควิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีเจ้าคุณทหารลาดกระบัง 2532).

[31] อุดม หงส์หิรัญ, การวิเคราะห์ต้นทุน-ผลตอบแทนด้านการเงินของโครงการผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเศรษฐศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2543).

ชื่อ – สกุล	ประเภทของบ้าน	ระบบชิ้นส่วนสำเร็จ	พื้นที่ ตารางเมตร	ราคาต่อตาราง เมตร	ระยะเวลาก่อสร้าง		หมายเหตุ
					วันต่อหลัง	ตารางเมตรต่อวัน	
ไตรรัตน์ จารุทัศน์ (2535)[32]	เทาวน์เฮาส์ คอนโดมิเนียม และ แฟลต	ระบบผนังรับน้ำหนัก	90 - 155	-	-	-	
นาวิน นาคะศิริ (2542)[33]	บ้านเดี่ยว 2 ชั้น	ระบบผนังรับน้ำหนัก	180	5,310.33	124	1.45	
ชนินทร์ แซ่เตียว (2545)[34]	บ้านแถว	ระบบประสานทางพิกัด	24	-	-	-	
ธนพล สินธุยนต์ (2545)[35]	บ้านเดี่ยว 2 ชั้น	เสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูป	185	6,649	120	1.54	
ดนุชา สุนทรารชุน (2545)[36]	บ้านเดี่ยว 2 ชั้น	เสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูป และผนังไฟเบอร์ซีเมนต์	126	7,330	77	1.63	

ตาราง 2.2 เปรียบเทียบระบบการก่อสร้างต่างๆ จาก วิทยานิพนธ์บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

---

[32] ไตรรัตน์ จารุทัศน์, ระบบการก่อสร้างอุตสาหกรรม สำหรับที่อยู่อาศัยของผู้มีรายได้ปานกลาง ในเขต กรุงเทพมหานคร และปริมณฑล (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเคหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2535).

[33] นาวิน นาคะศิริ, การศึกษาและเปรียบเทียบชิ้นส่วนสำเร็จรูประบบผนังรับน้ำหนัก กรณีศึกษาผู้ประกอบการ ชื้อสำเร็จจากโรงงานกับผลิตในที่ก่อสร้าง (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเคหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542).

[34] ชนินทร์ แซ่เตียว, แนวทางการออกแบบงานก่อสร้างบ้านแถวด้วยระบบประสานพิกัด (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเคหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545).

[35] ธนพล สินธุยนต์, แนวทางการนำระบบ เสา คาน สำเร็จรูปใช้ร่วมกับการก่อสร้างระบบเดิมในโครงการบ้านจัดสรร (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเคหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545).

[36] ดนุชา สุนทรารชุน, การวิเคราะห์เงื่อนไขในการก่อสร้างบ้านพักอาศัยโดยใช้ชิ้นส่วนเสา และ คานคอนกรีตสำเร็จรูป และผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวง : กรณีศึกษาโครงการพิมานชล 2 เฟส 3 จังหวัดขอนแก่น (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเคหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545).

ชื่อ – สกุล	ประเภทของบ้าน	ระบบชิ้นส่วนสำเร็จ	พื้นที่ตารางเมตร	ราคาต่อตารางเมตร	ระยะเวลาก่อสร้าง		หมายเหตุ
					วันต่อหลัง	ตารางเมตรต่อวัน	
กฤติกา ประยูรหงษ์ (2545)[37]	หอพัก 3 ชั้น	โครงสร้างเหล็กรูปพรรณ	9,000	14,424.02	290	31	
โยธิน อึ่งกูล (2545)[38]	บ้านเดี่ยว 2 ชั้น	เสาและคานเป็นเหล็ก ผนังเป็นคอนกรีตมวลเบา	135	4,356.53	90	1.5	
บุษบง เจริญพันธ์โยธิน (2545)[39]	บ้านเดี่ยว 2 ชั้น	เสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูป	95	1,611 เฉพาะโครงสร้าง	4 หลังต่อวัน เฉพาะโครงสร้าง	380 เฉพาะโครงสร้าง	คำนวณเฉพาะโครงสร้าง
สุกฤต อนันตชัยยง (2545)[40]	บ้านเดี่ยว 2 ชั้น	เสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูปและผนังสำเร็จรูปไม่รับน้ำหนัก	138	7,255	3 หลังต่อวัน เฉพาะโครงสร้าง	414 เฉพาะโครงสร้าง	คำนวณเฉพาะโครงสร้าง

ตาราง 2.2 เปรียบเทียบระบบการก่อสร้างต่างๆ จาก วิทยานิพนธ์บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ต่อ)

---

[37] กฤติกา ประยูรหงษ์, เงื่อนไขด้านเทคนิคในการก่อสร้างอาคารหอพักขนาด 3 ชั้นด้วยโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ: กรณีศึกษา หอพักนักศึกษาโครงการยูเซ็นเตอร์ บริเวณถนน จุฬาลงกรณ์ ซอย 42 กรุงเทพมหานคร (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสถาปัตยกรรม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545).

[38] โยธิน อึ่งกูล, การประเมินที่อยู่อาศัยก่อสร้างระบบกึ่งสำเร็จรูปโครงสร้างเสา-คานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบา: กรณีศึกษา บ้านมณีแก้ว จังหวัดชลบุรี (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเคหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545).

[39] บุษบง เจริญพันธ์โยธิน, กระบวนการก่อสร้างที่อยู่อาศัยโดยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป : กรณีศึกษาโครงการชลลดา รัตนาธิเบศร์ (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเคหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545).

[40] สุกฤต อนันตชัยยง, การศึกษาและเปรียบเทียบการก่อสร้างบ้านพักอาศัยด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูประบบเสา-คาน กับการก่อสร้างแบบทั่วไป: กรณีศึกษา หมู่บ้านคุณาลัย บางบุนเทียน (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเคหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545).

ประเภทของบ้าน	ระบบชิ้นส่วนสำเร็จ	พื้นที่ตารางเมตร	ราคาต่อตารางเมตร	ระยะเวลาก่อสร้าง		คุณภาพ	หมายเหตุ
				วันต่อหลัง	ตร.ม.ต่อวัน		
อาคารที่พักอาศัย 5 ชั้น	ระบบก่อสร้างแบบเดิม	7,350	3,463	387	18.99	ควบคุมได้ยาก	ขึ้นอยู่กับฝีมือของช่าง
บ้านเดี่ยว 2 ชั้น	ชิ้นส่วนโครงเสาคาน	103	4,000	155	1.37	ดี	18 ตร.ม.ต่อวัน สำหรับโครงสร้าง
อาคารที่พักอาศัย 8 ชั้น	ผนังหล่อสำเร็จ	1,920	N/A	210	9	ดี	
อาคารที่พักอาศัย 5 ชั้น	ผนังรับแรงหล่อในที่	15,655	30% สูงกว่าหล่อในที่	319	49	ดีมาก	
อาคารที่พักอาศัย 9 ชั้น	ผนัง Tilt Up	7,344	น้อยกว่า 6,500	285	25	ดี	

2.3 ตาราง เปรียบเทียบระบบต่างๆของชิ้นส่วนสำเร็จโดย Taemthong, W. (1995)[41]

[41] Taemthoong, W., Construction Technology for Mass Housing Contracts (Master of Engineering Thesis No. ST 95-37, School of Civil Engineering, Asian Institute of Technology, 1995).

เทคโนโลยีในการก่อสร้าง	ระบบโครงสร้าง	ลักษณะการก่อสร้าง	ราคา	ราคาต่อตารางเมตร	ระยะเวลาก่อสร้าง	ทัศนคติ	หมายเหตุ
Conventional	โครงสร้างเสาคาน	ระบบก่อสร้างแบบเดิม	130,172	3,874	ปกติ	มั่นใจแข็งแรง	
Seacon System	โครงสร้างเสาคาน	ชิ้นส่วนโครงเสาคาน	135,776	4,041	สั้นลง	มั่นใจแข็งแรง	
Balloon Framing	โครงผนังรับน้ำหนัก	โครงผนัง	132,088	3,931	สั้นลง	รู้สึกไม่แข็งแรง	
Skarne System Ag	ผนังรับน้ำหนัก	ผนังรับแรงหล่อสำเร็จ	136,039	4,049	สั้นลงประมาณ 24%	มั่นใจแข็งแรง	
S.C. Wall	ผนังรับน้ำหนัก	ผนังตะแกรงลวดฉาบ 2 ด้าน ตรงกลางเป็นโฟม์	137,490	4,092	สั้นลงประมาณ 40%	รู้สึกไม่แข็งแรง	

ตาราง 2.3 การศึกษาระบบการก่อสร้างบ้านราคาประหยัดโดยประเมินจากบัญชีวัสดุและค่าแรงของบ้านตัวอย่าง พื้นที่ 33.60 ตารางเมตร[42]

[42] รายงานความก้าวหน้า ครั้งที่ 3 ระบบการก่อสร้างบ้านราคาประหยัด (ภาควิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีเจ้าคุณทหารลาดกระบัง 2532).

2.8 ทฤษฎีการบริหารการจัดการวิธีก่อสร้าง

2.8.1 การบริหารโครงการ

Barnett, A. M. (1990)[43] นิยาม การบริหารโครงการ หมายถึง แบบการบริหารที่พัฒนาเพื่อการจัดการ และ ประสานงานระหว่างกลุ่มต่างๆเพื่อให้บรรลุความต้องการหรือเป้าหมายของลูกค้า โดยใช้งบประมาณ และทรัพยากรน้อยที่สุด ภายใต้เวลาที่กำหนด

วิสูตร จิระดำเกิง (2547)[44] นิยามความหมาย ของการบริหารโครงการว่า คือ การจัดการ การใช้ทรัพยากรต่างๆ ที่มีอยู่อย่างเหมาะสม และ สมบูรณ์ที่สุด เพื่อให้การดำเนินโครงการบรรลุ วัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

2.8.2 นิยามโครงการที่ประสบผลสำเร็จ

วิสูตร จิระดำเกิง (2547)[45] นิยามความหมาย ของโครงการที่ประสบความสำเร็จไว้ว่า โครงการที่ได้รับการบริหารและจัดการแล้วเสร็จตามวัตถุประสงค์ของเจ้าของงานหรือลูกค้า โดย

- ได้คุณภาพตามกำหนด
- ทันเวลาที่ต้องการใช้ และ
- มีค่าใช้จ่ายทั้งสิ้นอยู่ภายในงบประมาณที่ได้จัดเตรียมไว้

2.9 ทฤษฎีการประเมินผล

Suchman (1967 อ้างใน สุวิมล ติรกานันท์ 2547:1)[46] ให้ความหมายของการประเมินว่าหมายถึง การใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หรือ การใช้เทคนิคการวิจัยทางสังคมศาสตร์เพื่อหาข้อมูลที่เป็นจริงและเชื่อถือได้เกี่ยวกับโครงการ เพื่อตัดสินใจว่าโครงการ

---

[43] Barnett A. M., Project Management: Some Introductory Notes, (Department of Building Economics, Royal Melbourne Institute of Technology, 1997), p. 10.

[44] วิสูตร จิระดำเกิง การวางแผนงาน และ แผนกำหนดเวลางานก่อสร้าง (ปทุมธานี: วรรณกวี, 2547), หน้า 12.

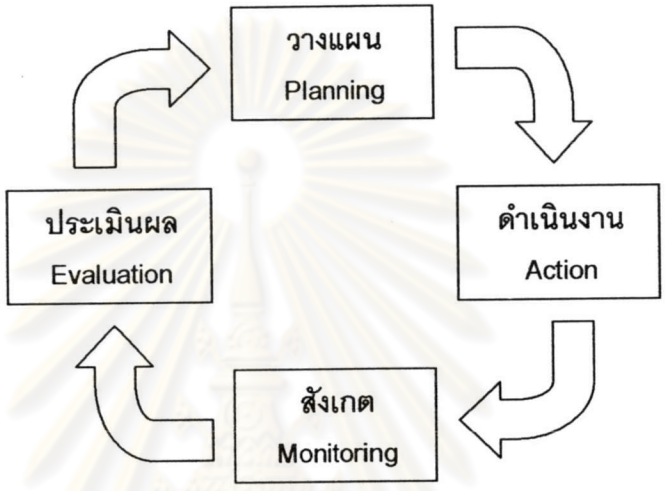
[45] เรื่องเดียวกัน, หน้า 25.

[46] สุวิมล ติรกานันท์ การประเมินโครงการ: แนวทางสู่การปฏิบัติ (กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาการประเมินและการวิจัย คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2547), หน้า 1.

ดังกล่าวดี หรือ ไม่ดีอย่างไร หรือค้นหาว่าผลของกิจกรรมที่วางไว้ในโครงการประสบความสำเร็จตรงตามวัตถุประสงค์หรือความมุ่งหมายของโครงการหรือไม่

2.10 กระบวนการบริหารควบคุมโครงการ

จากควบคุมโครงการหรือกิจกรรมใดๆก็ตาม สามารถแบ่งเป็นช่วงได้ด้วยกัน 4 ช่วง ซึ่งประกอบด้วย



ภาพ 2.11 การควบคุมโครงการ

(ที่มา: Introduction to Project Management p. 50)[47]

1. การวางแผน ได้แก่ การวางแผน ระยะเวลา ค่าใช้จ่าย วิธีทำงาน และกำหนดทรัพยากรที่ต้องใช้
2. ดำเนินงาน ได้แก่ เริ่มลงมือทำงานตามเวลาที่กำหนด
3. สังเกต ได้แก่ จัดทำรายงาน และ ตรวจสอบ เป็นระยะๆ ว่าเป็นไปตามแผนงานที่กำหนดไว้ และถ้าไม่เป็นตามแผน ต้องหาวิธีแก้ไข
4. ประเมินผล ได้แก่ วัดผลว่าหลังจากกิจกรรมนั้นแล้วเสร็จ หาข้อดีข้อเสีย และ วิธีทำงานที่ดีขึ้นต่อไป

---

[47] Introduction to Project Management: Back Ground Notes and Papers (Mater of Project Management, Royal Melbourne Institute of Technology, 1997), p. 50.

การบริหารให้มีประสิทธิภาพจะมีวัฏจักรดังภาพ 2.11 และในการปรับปรุงประสิทธิภาพของงานก่อสร้าง วิสูตร จิระดำเกิง (2546)[48] อ้างว่า จากการศึกษาเทคนิคการก่อสร้างของ Weldon McGlaun ว่า เทคนิคการบริหารมีผลกระทบต่อต้นทุนมีสัดส่วนดังนี้

- เทคนิคการศึกษาและเลือกวิธีทำงาน มีผลต่อต้นทุน ร้อยละ 50
- เทคนิคการควบคุมต้นทุน มีผลต่อต้นทุน ร้อยละ 25
- เทคนิคการวางแผนงาน มีผลต่อต้นทุน ร้อยละ 15
- เทคนิคการคาดการณ์ มีผลต่อต้นทุน ร้อยละ 15

สรุปได้ว่าการเลือกวิธีการก่อสร้างจะมีผลอย่างมากต่อต้นทุน ดังนั้นจึงสามารถกล่าวได้ว่าการเลือกวิธีการก่อสร้างหรือระบบการก่อสร้างแบบชิ้นส่วนสำเร็จที่เหมาะสม มีผลต่อความสำเร็จของโครงการตามที่ได้อภิปรายมาแล้วเบื้องต้นในบทนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[48] วิสูตร จิระดำเกิง การปรับปรุงผลผลิตงานก่อสร้าง (ปทุมธานี: วรรณกวี, 2546), หน้า 36-38.