บทที่ 2
บทความและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 บทความที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 พฤติกรรมผู้บริโภค

พฤติกรรมผู้บริโภคมีความหมายดังต่อไปนี้

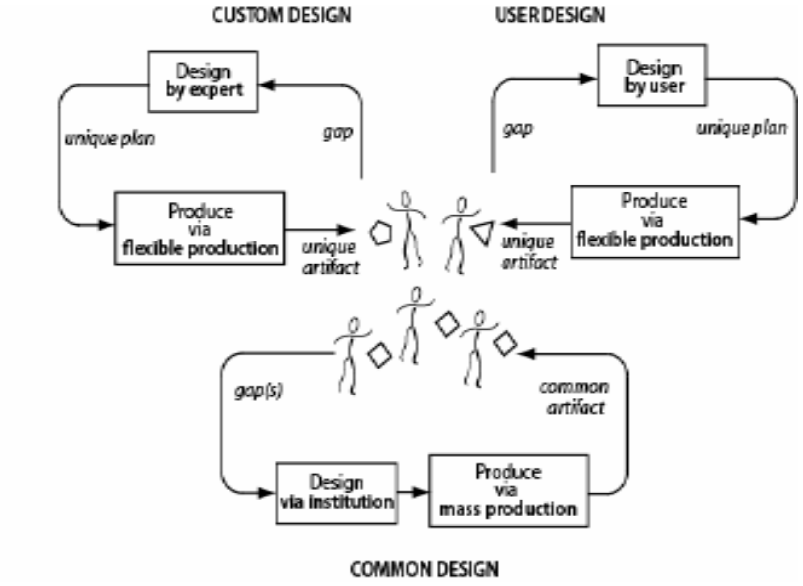
- ศิริวรรณ เสรีรัตน์(2538) ได้ให้ความหมายว่า พฤติกรรมซึ่งบุคคลทำการค้นหา การซื้อ การใช้ การประเมินผล และการใช้จ่ายในผลิตภัณฑ์และบริการได้โดยคาดว่าจะตอบสนองความต้องการของเขา
- Loudon and Bitta (1988) ได้ให้ความหมายว่า พฤติกรรมที่ผู้บริโภคแสดงออกในการแสวงหาสำหรับการซื้อการใช้ การประเมิน และการจับจ่ายใช้สอย ซึ่งสินค้าและบริการที่เขาคาดหวังว่าจะทำให้ความต้องการของเขาได้รับความพึงพอใจ
- Engle, Blackwell and Miniard (1990) ได้ให้ความหมายว่า การกระทำต่างๆที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการจัดหาให้ได้มาซึ่งการบริโภค และการจับจ่ายใช้สอยซึ่งสินค้าและบริการ รวมทั้งกระบวนการตัดสินใจที่เกิดขึ้นทั้งก่อนและหลังการกระทำดังกล่าวด้วย
- Peter and Olsen (1990) ได้ให้ความหมายว่า การกระทำซึ่งส่งผลต่อกันและกันตลอดเวลาของความรู้ ความเข้าใจ พฤติกรรมและเหตุการณ์ภายใต้สิ่งแวดล้อมที่มนุษย์ได้กระทำขึ้นในเรื่องของการแลกเปลี่ยนสำหรับการดำเนินชีวิตมนุษย์
- Schiffman and Kanuk (1991) ได้ให้ความหมายว่า พฤติกรรมที่ผู้บริโภคแสดงออกในการแสวงหาสำหรับการซื้อการใช้ การประเมิน และการจับจ่ายใช้สอย ซึ่งสินค้าและบริการที่เขาคาดหวังว่าจะทำให้ความต้องการของเขาได้รับความพึงพอใจ

จากความหมายที่กล่าวไว้ข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า พฤติกรรมผู้บริโภคคือ พฤติกรรมซึ่งบุคคลทำการค้นหา การซื้อ การใช้ การะประเมิน และการใช้จ่ายในผลิตภัณฑ์และบริการ โดยคาดว่าจะตอบสนองความต้องการที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการจัดหาให้ได้มาซึ่งการบริโภค และ การจับจ่ายใช้สอยซึ่งสินค้าและบริการ รวมทั้งกระบวนการตัดสินใจที่เกิดขึ้นทั้งก่อนและหลังการกระทำภายใต้สิ่งแวดล้อมที่มนุษย์ได้กระทำขึ้นในเรื่องของการแลกเปลี่ยนสำหรับการดำเนินชีวิตที่เขาคาดหวังจะทำให้ได้ตรงความต้องการและเกิดความพึงพอใจ

ธารทิพย์ เชิดชูชาติ, 2552 ได้ศึกษาความต้องการของผู้บริโภคที่ต้องการสร้างบ้านสำเร็จรูปโดยใช้โครงสร้างเหล็ก และเพื่อนำผลที่ได้ไปใช้ในการออกแบบบ้านสำเร็จรูป กลุ่มตัวอย่าง 52 คน เพศชาย 61.54 และเพศหญิง ร้อยละ 38.46 ส่วนใหญ่มีอายุระหว่าง 36-46 ปี สถานภาพโสด มีระดับการศึกษาปริญญาตรีเป็นพนักงานบริษัท มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือน 35,001-45,000 และมีสมาชิกในบ้าน 1-3 คน มีความต้องการบ้านสำเร็จรูปโดยใช้โครงสร้างเหล็กที่สามารถเคลื่อนย้ายและถอดประกอบได้ มีพื้นที่การใช้สอยภายในบ้านมากกว่า 55 ตารางเมตร มีจำนวน 1 ห้องนอน 1 ห้องน้ำ มีห้องรับแขก ห้องครัวสำหรับทำอาหาร มีพื้นที่ระเบียง ราคาของบ้านสำเร็จรูปโดยใช้โครงสร้างเหล็กควรมีราคา 14,000 บาทต่อตารางเมตร ผลจากการออกแบบบ้านสำเร็จรูปโครงสร้างเหล็กมีพื้นที่ทั้งหมด 57 ตารางเมตร มี 1 ห้องนอน 1 ห้องน้ำ 1 ห้องครัว 1 ห้องนั่งเล่น พร้อมระเบียงและสวนหย่อม ราคาค่าก่อสร้างอยู่ที่ 15,000 บาทต่อตารางเมตร ผลการประเมินสอดคล้องกับความต้องการของผู้บริโภค

2.1.2 วิธีการและกระบวนการก่อสร้าง

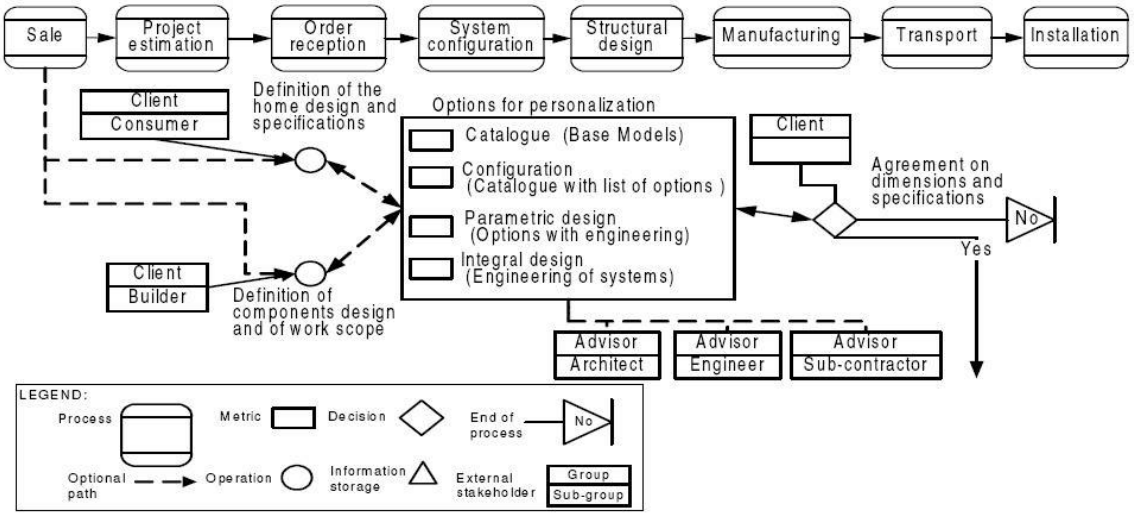
Karl T. Ulrich, 2007 ได้ศึกษาวิธีการออกแบบในสังคมสมัยใหม่ให้เหมาะสมต่อผู้ใช้ในปริมาณมาก ที่มีลักษณะเฉพาะและความต้องการของลูกค้า ดังภาพที่ 2.1 ในกระบวนการออกแบบที่อยู่อาศัยยังมีโอกาสทางธุรกิจอีกช่องทางหนึ่ง คือ การที่จะทำให้ลูกค้าพอใจคือการให้ลูกค้ามีส่วนร่วมในการออกแบบที่อยู่อาศัยมากขึ้นเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้ามากที่สุด



ภาพที่ 2.1 แสดงวิธีการและรูปแบบการออกแบบให้เหมาะสมกับผู้ใช้(Karl T. Ulrich, 2007)

M. Lapoint และคณะ 2006, ได้ศึกษาและค้นหาระบบการออกแบบสำหรับบ้านที่ก่อสร้างระบบอุตสาหกรรม พบว่า กำลังเผชิญกับความต้องการปริมาณมาก และต้องตอบสนองต่อกลุ่มลูกค้า

ซึ่งจำเป็นต้องมีการพัฒนาระบบการออกแบบ ขั้นตอนการดำเนินงาน ขั้นตอนการผลิตให้เหมาะสม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตและตอบสนองตรงตามความต้องการของลูกค้า โดยได้ศึกษาระบบการออกแบบและการผลิตในประเทศแคนนาดาและสามารถวิเคราะห์ระบบได้ดังแสดงในภาพที่ 2.2 กระบวนการขายในอุตสาหกรรมการผลิตบ้าน ที่มีสถาปนิกและวิศวกร ได้ออกแบบบ้านสำเร็จรูปไว้ก่อนหน้า และกำหนดทางเลือกให้ลูกค้าสามารถเลือกรูปแบบ วัสดุ พื้นที่ใช้สอย เป็นต้น ได้จากเอกสาร โดยมีพนักงานขายเป็นผู้ติดต่อกับลูกค้าและแนะนำ ชี้แจงข้อมูลต่างๆ ทั้งราคา ระยะเวลา การรับประกัน และอื่นๆ ก่อนส่งให้ส่วนประมาณระยะเวลาโครงการได้ประมาณ การขนส่ง การติดตั้ง หากมีการปรับเปลี่ยนเพิ่มเติม หากลูกค้าพอใจจึงทำสัญญาซื้อ-ขาย หรือทำข้อตกลง แล้วส่งข้อมูลไปยังระบบสินค้าคงคลัง หากมีการปรับเปลี่ยนบางรายละเอียดก็จะส่งให้ฝ่ายออกแบบโครงสร้างและระบบ ถัดไปก็จะทำการผลิตตามรายละเอียดต่างๆที่ได้มา แล้วขนส่งไปติดตั้งยังที่ตั้งของลูกค้า



ภาพที่ 2.2 กระบวนการขายในอุตสาหกรรมการผลิตบ้าน

Arditi et.al (2002) กล่าวว่า การวางแผนการดำเนินงานด้วยวิธีสายงานวิกฤติว่าไม่เหมาะสมในการนำมาใช้วางแผนการดำเนินงานในโครงการประเภททำซ้ำ เนื่องจากในโรงงานประเภททำซ้ำอัตราผลิตภาพไม่คงที่ ก่อให้เกิดการหยุดงาน ใช้ทรัพยากรอย่างไม่คุ้มค่า และก่อให้เกิดค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น

ดังนั้น แผนการดำเนินงานก่อสร้างที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันสำหรับการก่อสร้างบ้านพักอาศัยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป เมื่อรวมกับลักษณะเฉพาะของการก่อสร้างประเภทที่ต้องทำซ้ำ มักก่อให้เกิดความไม่สอดคล้องกันระหว่างแผนการดำเนินการก่อสร้างและการปฏิบัติงานทำให้เกิดปัญหาทางด้านทรัพยากรที่ใช้ในการก่อสร้าง เช่น เกิดการสูญเปล่าของทรัพยากร ความไม่ต่อเนื่องในการทำงานของ

ทรัพยากร เป็นต้น ซึ่งถือเป็นปัจจัยสำคัญปัจจัยหนึ่งสำหรับการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป ดังนั้น แผนการดำเนินงานสำหรับการก่อสร้างระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปจึงควรพิจารณาถึงทรัพยากรที่ใช้ในการก่อสร้าง ความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรรม และสามารถรองรับการเปลี่ยนแปลงซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของการก่อสร้างที่อยู่อาศัยแบบสำเร็จรูป

2.2 บทบาทของที่อยู่อาศัย

การใช้ที่อยู่อาศัยของแต่ละกลุ่ม และแต่ละคนไม่เหมือนกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพทางเศรษฐกิจและสังคมของคนแต่ละกลุ่ม กลุ่มผู้มีรายได้น้อยจะใช้งานที่อยู่อาศัยอย่างหนัก คือใช้พื้นที่ดังกล่าวทุกอย่างนับตั้งแต่เป็นที่นอนพักผ่อน ที่พบปะสมาคม ที่ทำงานบ้าน ทำงานอุตสาหกรรมในครัว เรือน และที่ประกอบอาชีพ เป็นต้น สำหรับผู้มีรายได้สูงจะใช้ที่อยู่อาศัยเป็นที่หลับนอน พักผ่อนทำงานอดิเรก เท่านั้น ดังนั้นที่อยู่อาศัยจึงถูกมองได้หลายแง่มุม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการใช้งาน ที่อยู่อาศัยนั้นๆ ด้วย ดังนั้นที่อยู่อาศัยอาจมีบทบาทต่างๆ ดังนี้

1. **เป็นที่อยู่อาศัย** เป็นที่พักผ่อนและพักพิงเพื่อให้ได้รับความปลอดภัยและสะดวกสบาย
2. **เป็นการลงทุน** บางคนมองที่อยู่อาศัยในแง่ของการลงทุนจึงซื้อที่อยู่อาศัยไว้เพื่อเก็งกำไรเมื่อมีการขายต่อเปลี่ยนมือไป ผู้ที่มองที่อยู่อาศัยในแง่ของการลงทุนนั้นมักซื้อที่อยู่อาศัยมาตุนไว้หรือให้เช่า หรือนำมาตกแต่งดัดแปลงแล้วขายราคาสูงขึ้นเมื่อมีคนต้องการ
3. **เป็นผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม** ผู้มองที่อยู่อาศัยในแง่นี้มักเห็นที่อยู่อาศัยเป็นองค์ประกอบของวัสดุประเภทต่าง แล้วแยกแยะวัสดุต่างๆออกมาเป็นชิ้นส่วนเพื่อหาวิธีผลิตวัสดุต่างๆ ดังกล่าวหรือคิดวัสดุใหม่ๆ ขึ้นมาใช้เพื่อให้เกิดความแข็งแรง คงทน สวยงาม และประหยัด
4. **เป็นสินค้า** ผู้มองที่อยู่อาศัยเป็นสินค้าที่ลงทุนค้าขายได้มักเป็นผู้ประกอบการเกี่ยวกับการค้าที่อยู่อาศัย ได้แก่ พวกที่ปลูกบ้านสร้างอาคารชุดขายผู้ที่ต้องการที่อยู่อาศัย เป็นต้น
5. **เป็นผลผลิตทางวิชาการ** นักคิดและนักวิชาการอาจมองที่อยู่อาศัยว่าเป็นผลผลิตของนักคิดต่างๆ ทั้งทางด้านสังคม เศรษฐกิจ และกายภาพ ได้แก่ สถาปนิก วิศวกร นายช่างออกแบบชุมชนเมือง หรือนายช่างผังเมือง เป็นต้น
6. **เป็นแหล่งงาน** ในการก่อสร้างที่อยู่อาศัยจำนวนมากพร้อมกันย่อมใช้แรงงานมากทั้งผู้ที่มีประสบการณ์ด้านต่างๆ และไม่มีประสบการณ์ ดังนั้นจึงมีผู้มองว่าที่อยู่อาศัยในบริเวณดังกล่าวเป็นแหล่งทำงาน เนื่องจากต้องการแรงงานในการก่อสร้าง และบำรุงรักษามาก

2.3 รูปแบบของที่อยู่อาศัย

ที่อยู่อาศัยที่ปรากฏอยู่โดยทั่วไปมีรูปแบบต่างๆกัน มีทั้งที่ได้วางแผนจัดให้เป็นที่อยู่อาศัยที่ดีและมิได้มีการวางแผน ดังนั้นที่อยู่อาศัยจึงมีหลายรูปแบบ สำหรับชนิดที่มีการวางแผนอาจจำแนกเป็นรูปแบบต่างๆ ได้ รูปแบบของที่อยู่อาศัย ได้แก่

1. **บ้านเดี่ยว** เป็นที่อยู่อาศัยที่สร้างโดยเอกเทศ ไม่ติดกันกับใคร ตัวอาคารสามารถเปิดหน้าต่างได้รอบทุกด้าน มีความสบายในการอยู่อาศัยมากที่สุด
2. **บ้านแฝดหรือบ้านคู่** เป็นที่อยู่อาศัยที่มีด้านหนึ่งติดกับหน่วยอยู่อาศัยข้างเคียง หรือกล่าวให้เข้าใจง่ายก็คือ นำบ้านเดี่ยวมาชิดติดกันด้านหนึ่ง หรือจับเป็นคู่ๆ จึงเรียกบ้านแฝด ที่อยู่อาศัยแบบนี้ไม่สามารถเปิดหน้าต่างด้านที่ติดกับหน่วยอยู่อาศัยที่เป็นคู่อยู่ได้ จึงเปิดหน้าต่างได้ 3 ด้านมีความสะดวกสบายน้อยลงบ้าง
3. **บ้านแถวหรือเรือนแถว** เป็นที่อยู่อาศัยที่มีด้านข้าง 2 ด้านติดกับหน่วยอยู่อาศัยอื่น หรือเรียกว่าจับเอาบ้านเดี่ยวมาเรียงต่อกันให้ยาวเป็นพืดเป็นแถว ที่อยู่อาศัยแบบนี้จะเปิดหน้าต่างได้เพียง 2 ด้าน และเปิดไม่ได้ 2 ด้าน เนื่องจากติดกับหน่วยอาศัยอื่น จึงมีความสะดวกสบายน้อยลงกว่า 2 แบบแรก
4. **อาคารชุด เรือนชุด ห้องชุด หรือคอนโดมิเนียม** เป็นที่อยู่อาศัยอีกประเภทหนึ่งซึ่งถือว่าเป็นที่อยู่อาศัยที่อาจจัดให้มีความสะดวกสบายก็ได้ แม้ว่าจะเป็นที่อยู่อาศัยประเภทนี้หากจัดโดยไม่ประหยัดจนเกินไปสามารถทำเป็นที่อยู่อาศัยขึ้นก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเนื้อที่ของหน่วยอยู่อาศัย สถานที่ตั้ง และการจัดสาธารณูปโภคต่างๆ

2.4 รูปแบบการก่อสร้างที่อยู่อาศัย

การก่อสร้างที่อยู่อาศัยนั้นอาจทำได้หลายวิธีและหลายขั้นตอน เพื่อให้แต่ละคนแสวงหาที่อยู่ให้เหมาะสมกับสภาพทางเศรษฐกิจและสังคมของตน จึงทำให้มีชื่อเรียกที่อยู่อาศัยตามขั้นตอนการก่อสร้างต่างๆ ดังนี้

1. **การสร้างที่เสร็จสมบูรณ์** ผู้อยู่อาศัยสามารถเข้าอยู่อาศัยได้ทันที บางรายเพิ่มสิ่งอำนวยความสะดวกและสิ่งสวยงามให้อีกด้วย เช่น แถม ตู้เย็น เครื่องปรับอากาศ ผ้าม่านและ เครื่องเรือนเป็นต้น การสร้างที่อยู่อาศัยประเภทนี้จึงหมาะสมสำหรับผู้มีรายได้สูงที่ต้องการที่อยู่อาศัยทันที
2. **การก่อสร้างที่เสร็จไม่สมบูรณ์หรือเสร็จบางส่วน** เหลือบางส่วนไว้ให้ต่อเติมได้ บางรายให้ต่อเติมส่วนที่ไม่เป็นโครงสร้าง เช่น กั้นผนังแบ่งห้อง เพิ่มวัสดุปูพื้น วัสดุเพดาน เพื่อความงามเป็นต้น แต่บางรายสร้างไว้ให้น้อยมากและให้ผู้อยู่อาศัยต่อเติมเองได้เมื่อฐานะดีขึ้นและมีความต้องการเนื้อที่เพิ่มขึ้น หรือการให้ที่ดินสาธารณูปโภคที่จำเป็นและบริการ เป็นต้น การสร้างที่อยู่

อาศัยประเภทนี้ไม่คำนึงถึงความงามมากนัก เนื่องจากต้องการสร้างอย่างประหยัด ซึ่งพอจะแบ่งรูปแบบบ้านที่ก่อสร้างเสร็จบางส่วนได้ดังนี้

2.1 บ้านสร้างบางส่วน (Site and Services)

แนวทางการสร้างที่อยู่อาศัยลักษณะนี้เป็นการสร้างสำหรับผู้มีรายได้น้อยค่อนข้างมาก โดยสามารถครอบคลุมที่ดินเพียงเท่านั้น อย่างไรก็ตามที่ดินนี้มีการพัฒนาโดยจัดบริการขั้นพื้นฐานต่างๆ เตรียมไว้ด้วย เช่น ถนนที่เข้าถึง ไฟฟ้า ประปา ท่อระบายน้ำฯ ซึ่งอาจมีสนามเด็กเล่นหรือโรงเรียนเตรียมไว้ด้วย แนวทางการสร้างที่อยู่อาศัยชนิดนี้เมื่อผู้อยู่อาศัยมีความพร้อมทางเศรษฐกิจก็อาจเริ่มปลูกสร้างบ้านโดยสร้างเพียงเฉพาะส่วนที่สำคัญหรือสร้างทั้งหลัง การปลูกที่อยู่อาศัยในแนวทางนี้อาจศึกษาดูได้จากโครงการทุ่งสองห้อง บานเขน ของการเคหะแห่งชาติ

2.2 บ้านสร้างบางส่วนชนิดมีอาคาร (Core House)

แนวทางการสร้างที่อยู่อาศัยลักษณะนี้มีความเป็นมาและขบวนการที่สัมพันธ์กับแนวทางที่ 1 ซึ่งอาจจัดอยู่ในแนวทางเดียวกันได้ เป็นที่อยู่อาศัยสำหรับผู้มีรายได้น้อยที่มีความพร้อมมากกว่าโดยที่สร้างส่วนที่มีความจำเป็นที่สุดไว้ให้ก่อน เช่น ฐานราก ห้องน้ำ-ส้วม จนถึงโครงสร้างและหลังคา ซึ่งผู้อยู่อาศัยสามารถต่อเติมได้เอง อย่างไรก็ตามการขยายตัวของที่อยู่อาศัยชนิดนี้มีการควบคุมให้เป็นไปตามแบบที่เตรียมไว้เพื่อป้องกันกลายเป็นแหล่งเสื่อมโทรม แนวทางนี้อาจศึกษาได้จากโครงการทุ่งสองห้อง บางเขน ของการเคหะแห่งชาติเช่นกัน

2.3 บ้านงอกได้ (Incremental House)

แนวทางการสร้างที่อยู่อาศัยลักษณะนี้ใช้สำหรับผู้อยู่อาศัยที่มีความพร้อมมากกว่าสองแนวทางแรก นอกจากสร้างส่วนที่มีความจำเป็นที่สุดดังเช่น Core House แล้ว ยังมีการสร้างส่วนอื่นในลักษณะที่พอเพียงกับการอยู่อาศัยหรือสมาชิกในครัวเรือนในระยะเริ่มต้น แนวทางการสร้างที่อยู่อาศัยในลักษณะนี้มีระดับของความเรียบร้อยแตกต่างกัน โดยบางลักษณะอาจพร้อมเข้าอยู่อาศัยได้บางลักษณะอาจต้องติดตั้งประตู หน้าต่าง บันได เพิ่มเติมเข้าไป สิ่งที่สำคัญยิ่งของการสร้างที่อยู่อาศัยในลักษณะนี้ก็คือ จะต้องมีการเตรียมการในลักษณะที่ต่อเติมได้เป็นส่วนๆ อย่างค่อยเป็นค่อยไป ตามความสามารถของผู้อยู่อาศัย การสร้างที่อยู่อาศัยตามแนวทางนี้คงหาชมได้เช่นกันจากโครงการทุ่งสองห้อง โครงการเมืองใหม่บางพลี ของการเคหะแห่งชาติ

2.4 บ้านแบบช่วยเหลือตัวเอง (Self-Help)

การปลูกสร้างที่อยู่อาศัยในลักษณะนี้มิได้เป็นแนวทางการปลูกสร้างที่อยู่อาศัยที่ได้กล่าวมาแล้ว แต่เป็นวิธีในการปลูกสร้างที่มุ่งอาศัยฝีมือแรงงานของผู้อยู่อาศัยเอง เป็นการ

ช่วยลดค่าใช้จ่าย วิธีการก่อสร้างเช่นนี้สามารถใช้กับแนวทางการสร้างที่อยู่อาศัยแบบใดก็ได้ สำหรับการก่อสร้างที่อยู่อาศัยลำพังแรงงานของผู้อยู่อาศัยเองนั้นค่อยข้างจะเป็นไปในด้านการต่อเติมอย่างไรก็ตามลักษณะการในเรื่อง Self-Help เน้นไปในด้านการประหยัดค่าก่อสร้างโดยอาศัยการลงแรงงานในหมู่ผู้อยู่อาศัยเอง ซึ่งในบางครั้งมีความหมายครอบคลุมไปถึงวิธีการ บ้านร่วมกันสร้าง ซึ่งกำลังจะกล่าวถึงต่อจากนี้ไปอีกด้วย

2.5 บ้านร่วมกันสร้าง (Building Together)

การปลูกสร้างที่อยู่อาศัยในลักษณะนี้ มีความคล้ายคลึงกับวิธีการแบบบ้านช่วยเหลือตนเองอย่างที่กล่าวมาแล้ว แต่พัฒนาเพิ่มขึ้น โดยเป็นการรวมกลุ่มจัดตั้งทางสังคมที่เพื่อนบ้านผลัดช่วยเหลือไปร่วมกันก่อสร้างที่อยู่อาศัยให้ซึ่งกันและกันคล้ายกับการลงแขกเกี่ยวข้าวของชาวนา ทำให้ทุ่นค่าแรงงาน อย่างไรก็ตามความสำเร็จของวิธีการขึ้นอยู่กับการรวมกลุ่มและลักษณะทางสังคมของชุมชน วิธีการร่วมกันสร้างที่อยู่อาศัยสามารถศึกษาได้จากโครงการบ้านร่วมกันสร้างที่จังหวัดอุบลราชธานี เป็นต้น

2.5 บ้านสำเร็จรูปที่ผลิตจากโรงงาน

ที่พักอาศัยที่อาจถือได้ว่าเป็นจุดเริ่มต้นของการก่อสร้างอาคารพักอาศัยแบบสำเร็จรูป (Prefabricated Home Construction) ในปัจจุบัน คือ กระโจมของชนเผ่าต่างๆที่อาศัยกระจัดกระจายกันอยู่ในส่วนต่างๆของโลก แต่ชนเผ่าที่รู้จักกันดีและถือได้ว่าเป็นสัญลักษณ์หนึ่งของชนเผ่าที่รู้จักกันไปทั่วโลกคือ กระโจมของชนเผ่าอินเดียนแดงในทวีปอเมริกา และชนเผ่ามองโกเลียในทวีปเอเชียกลาง

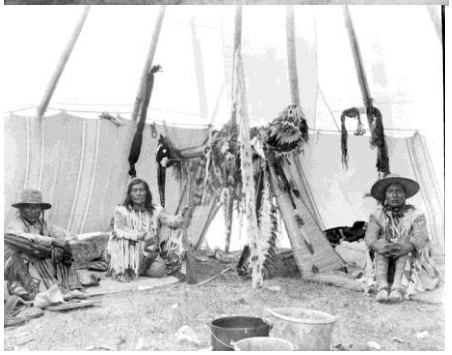
กระโจม Tipi

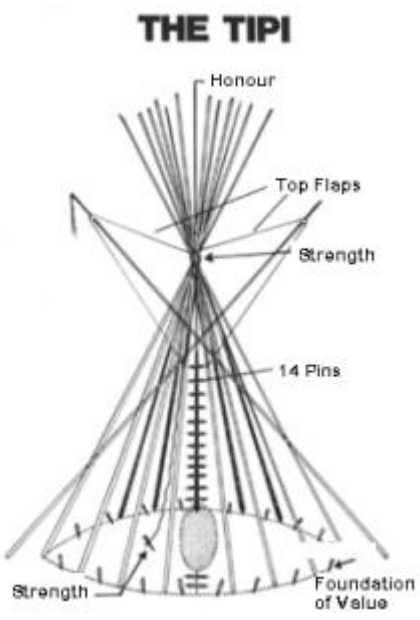
ภาพที่ 2.3 แสดงภาพวาดการทำกิจกรรมรอบกระโจม Tipis by George Catlin

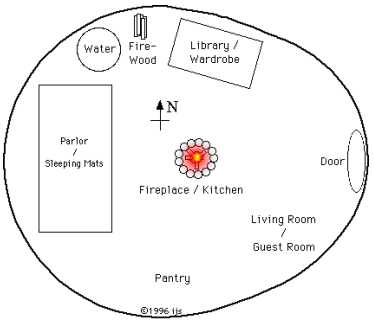
กระโจม Tipi สามารถเขียนอีกอย่างหนึ่งว่า Teepee หรือ Tepee ซึ่งเป็นกระโจมรูปทรงกรวยที่ทำขึ้นจากหนังสัตว์โดยช่างพื้นเมืองเผ่าอินเดียนแดงในทวีปอเมริกาที่เกิดขึ้นเมื่อ 12,000-6,000 ปีที่ผ่านมาซึ่งมีรูปแบบการดำรงชีวิตของชนเผ่าเร่ร่อน มีการตั้งถิ่นฐานที่ไม่แน่นอนจะเคลื่อนย้ายที่พักไปตามที่อุดมสมบูรณ์ของพื้นที่และการอพยพตามล่าสัตว์ ทำให้ชนเผ่าอินเดียนแดงมีความต้องการและออกแบบกระโจมที่พักอาศัยที่สามารถถอดประกอบได้รวดเร็ว น้ำหนักเบา เพื่อป้องกันและปกป้องลักษณะภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลง การเคลื่อนย้ายกระโจมโดยใช้สัตว์ในการบรรทุกและลากจูง

ส่วนประกอบของกระโจม Tipi มี 4 ส่วนประกอบคือ

1. เสาจากท่อนไม้หรือกิ่งไม้จำนวนประมาณ 15 ท่อน
2. ผ้าใบทำจากหนังสัตว์สำหรับปกคลุมโครงสร้างภายนอก
3. ผ้าใบทำจากหนังสัตว์สำหรับบุภายใน ประตูทำจากผ้าใบหนังสัตว์
4. เชือกและหมุด ที่ใช้ยึดเสา ผ้าใบ ประตู และที่ยึดโครงสร้างกับพื้นดิน







ภาพที่ 2.4 แสดงลักษณะการอยู่อาศัย ของกระโจม Tipi

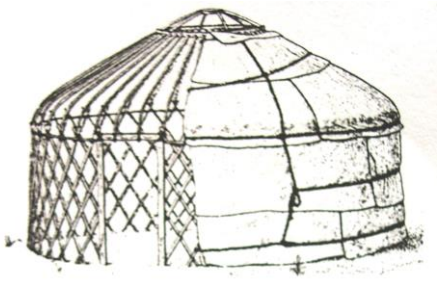
ลักษณะกระโจม Tipi มีลักษณะแตกต่างจากกระโจมอื่นๆที่เห็นได้ชัดเจนคือ กระโจมมีส่วนเปิดด้านบนที่ระบายอากาศให้ควันไฟจากการหุงต้ม และมีการบุผนังภายในที่ให้ควบคุมอุณภูมิภายในกระโจม Tipi มีชื่อเสียงอย่างมากในด้านโครงสร้างพื้นเมืองในการอยู่อาศัยที่มีความสำคัญในการปรับรูปแบบการอยู่อาศัยที่เป็นทางเลือกของรูปแบบชีวิตของคนทางฝั่งตะวันตกของทวีปอเมริกา ที่เป็นโครงสร้างที่เป็นบ้านที่สามารถเคลื่อนย้ายได้มันเป็นรูปแบบที่ถูกผลิตเป็นรูปทางต้นแบบของกระโจมในทวีปอเมริกา สิ่งสำคัญในการอยู่อาศัยของกระโจม Tipi สมัยใหม่และเป็นสัญลักษณ์ในการปฏิบัติของคนส่วนมากในการอยู่อาศัยที่กลมกลืนกับสิ่งแวดล้อม

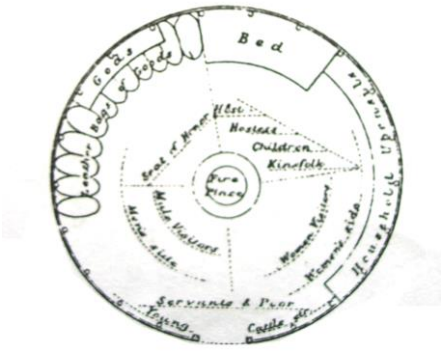
กระโจม Tipi เป็นลักษณะที่พักอาศัยแบบชั่วคราว(Temporary Housing) ที่ก่อสร้างด้วยระบบสำเร็จรูป(Prefabricated Construction) มีความเรียบง่ายที่สุด ใช้งานได้ครบถ้วนตามความต้องการของผู้ใช้สอยมากที่สุดด้วยเทคนิคและกรรมวิธีในการก่อสร้างอย่างง่ายๆ แบบพื้นถิ่น ผลิตด้วยวัสดุที่หาได้ในธรรมชาติหรือจากผลผลิตของระบบอุตสาหกรรมในครัวเรือนที่สามารถนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้อย่างมาก

กระโจม Yurt

กระโจม Yurt เป็นรูปแบบมาตรฐานการอยู่อาศัยที่สามารถเคลื่อนย้ายได้ของทวีปเอเชีย โดยการใช้ของเผ่าเร่ร่อนจากอิหร่านถึงมองโกเลียที่เป็นวัฒนธรรมเกิดขึ้นเมื่อ 1,000 ปีผ่านมา กระโจม Yurt มีระบบโครงสร้างที่สร้างเป็นมาตรฐานแรกๆมาจนถึงปัจจุบัน ที่มีน้ำหนักเบา ง่ายต่อการติดตั้งและการยกขึ้นหรือลง และการขนส่งที่สามารถปรับรูปแบบการใช้งานให้เหมาะสมกับลักษณะของภูมิอากาศในเขตหนาวและในเขตร้อน

กระโจม Yurt เป็นที่พักที่คลุมด้วยผ้าสักหลาดที่เป็นวัฒนธรรมของเผ่าเร่รอนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ทุ่งหญ้าของทวีปเอเชียกลาง Yurt or Yurta เป็นภาษาของตุรกี หมายถึงที่พักอาศัยดั้งเดิมที่พับเก็บได้ปกคลุมภายนอกด้วยผ้าสักหลาด เสาไม้ที่เชื่อมต่อกับผนังที่ทำเป็นโครงตาข่าย ส่วนยอดกระโจมสามารถเปิดระบายควันและรับแสงสว่างได้ มีประตู





ภาพที่ 2.5 แสดงลักษณะการอยู่อาศัย ของกระโจม Yurt

ซึ่งลักษณะพิเศษของกระโจมหรือที่พักอาศัยชั่วคราวที่มีขั้นตอนการก่อสร้างและติดตั้งที่ไม่ยุ่งยาก สามารถขนย้ายได้ จึงทำให้ต่อมาได้พัฒนา วัสดุ ชิ้นส่วน ระบบการก่อสร้าง มาเป็นลำดับจนถึงปัจจุบันนี้

2.5.1 วิวัฒนาการของบ้านสำเร็จรูปที่ผลิตจากโรงงาน

- ในปี ค.ศ.1908 บริษัท Sear Roebuck ได้เสนอ บ้านสมัยใหม่ โดยมีรูปแบบบ้านให้เลือก เมื่อผู้ซื้อเลือกซื้อบ้านก็จะผลิตชิ้นส่วนที่โรงงานแล้วนำส่งไปยังพื้นที่ลูกค้าและทำการประกอบก่อสร้าง
- ในปี ค.ศ.1920 ที่พักเคลื่อนที่โดยการลากจูง(Trailer) เป็นอีกสิ่งหนึ่งที่ถูกใช้ในการอยู่อาศัยที่มีราคาถูก และถูกตั้งในพื้นที่สวน ต่อจากนั้นที่พักเคลื่อนที่โดยการลากจูง(Trailer) ถูกพัฒนาสู่รูปแบบของบ้านเคลื่อนที่(Mobile Home)ที่ปรากฏ หลังจากสงครามโลกครั้งที่สองมีความต้องการบ้านจำนวนมากสำหรับทหารผ่านศึก
- ในปี ค.ศ.1960 รูปแบบบ้านเคลื่อนที่(Mobile Home)ทำการพัฒนาหลากหลายรูปแบบ ส่วนหนึ่งถูกพัฒนาเป็น รถเพื่อการพักผ่อน (Recreational Vehicles(RVs) และอีกส่วนหนึ่งบ้านเคลื่อนที่(Mobile Home) ถูกพัฒนาเป็นที่อยู่อาศัยใหม่ ที่ลากจูงโดยรถไปตั้งในพื้นที่และพัฒนาจนกลายเป็นบ้านที่สร้างถาวรบนพื้นที่ โดยใช้การขนย้ายวัสดุชิ้นส่วนที่ประกอบเสร็จมาจากโรงงาน
- หลังปี ค.ศ.1976 รัฐบาลได้เข้ามาควบคุมดูแลโดยให้หน่วยงานการเคหะและพัฒนาเมืองประเทศสหรัฐอเมริกา (The United States Department of Housing and Urban Development) ได้เรียกว่า “Manufactured Home” ทำให้บ้านถูกผลิตจากโรงงานอุตสาหกรรม โดยได้กำหนดกฎระเบียบควบคุมการออกแบบและการผลิตเพื่อให้ความปลอดภัย

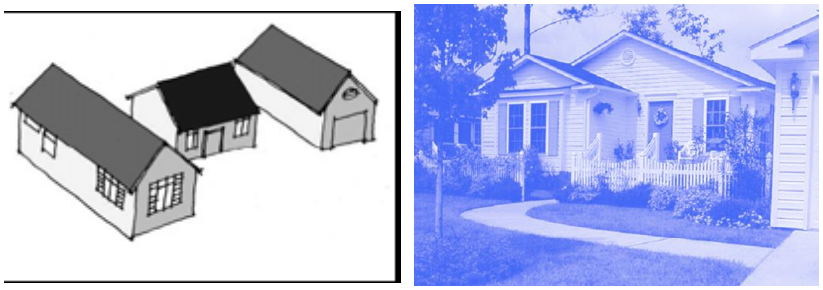
- หลังจากนั้นได้มีการพัฒนารูปแบบของบ้านที่ผลิตจากโรงงานโดยการแบ่งตามวิธีการผลิตและการประกอบ และด้วยความก้าวหน้าทางด้านวัสดุและเทคโนโลยีทำให้มีการพัฒนาวิธีการและเครื่องมือที่ใช้ในการผลิตบ้านหลากหลายรูปแบบมากขึ้น

ทุกวันนี้บ้านที่ก่อสร้างในที่(Site-built home) มีการใช้ชิ้นส่วนที่ทำสำเร็จจากโรงงานมีเพิ่มมากขึ้น และสิ่งที่เราพบเห็นในการขนส่งวัสดุ หรือชิ้นส่วนสำเร็จรูปมายังที่ก่อสร้าง บ้านที่ผลิตจากโรงงาน (Factory-built housing) นิยมมากในอเมริกา ยุโรปและญี่ปุ่น

2.5.2 ประเภทของบ้านสำเร็จรูปที่ผลิตจากโรงงาน (Factory-built home)

บ้านที่ผลิตจากโรงงานผลิตขึ้นเพื่อการอยู่อาศัยเป็นหลัก ซึ่งมีวิธีการและระบบการก่อสร้างโครงสร้าง ชิ้นส่วนประกอบอาคารผลิตในที่ที่มีอุปกรณ์อำนวยความสะดวก โดยการจัดส่งชิ้นส่วนมาประกอบยังพื้นที่ก่อสร้างจริง ซึ่งสามารถแบ่งเป็น 4 รูปแบบด้วยกันดังนี้

1. บ้านที่ประกอบเสร็จจากโรงงาน (Manufactured/Mobile Homes)
   - บ้านเคลื่อนที่(Mobile Homes) เป็นที่อยู่อาศัยที่ผลิตจากโรงงานที่ทำการก่อสร้างช่วงก่อนที่จะมีการออกประมวลกฎหมายโดย HUD (Housing Urban of Department)ในประเทศสหรัฐ บ้านส่วนมากจะก่อสร้างตามมาตรฐาน ANSI ซึ่งบ้านเคลื่อนที่ประกอบด้วยหนึ่งหน่วยหรือมากกว่าซึ่งสามารถเคลื่อนที่ไปยังพื้นที่ตั้งได้(RHS,1991) บ้านเคลื่อนที่ที่อยู่ภายใต้เงื่อนไขนี้จะต้องถูกผลิตก่อนปี ค.ศ.1979
   - บ้านประกอบเสร็จรูปจากโรงงาน(Manufactured Homes) เป็นบ้านประกอบสำเร็จรูปจากโรงงานเป็นที่อยู่อาศัยที่ก่อสร้างประกอบสำเร็จรูปเป็นหน่วยจากโรงงานโดยการควบคุมตามประมวลกฎหมายของ Housing and Urban Development(HUD) ที่ผลิตขึ้นหลังจากปี ค.ศ. 1979 บ้านประกอบสำเร็จรูปจากโรงงานประกอบด้วยหนึ่งหน่วยหรือหลายหน่วยที่ถูกเคลื่อนย้ายไปยังพื้นที่ก่อสร้างในการเชื่อมต่อกันเพื่อการอยู่อาศัย(RHS,1991) บ้านประกอบสำเร็จรูปจากโรงงานอาจเป็นการประกอบคล้ายโครงสร้างช่วงล่างรถยนต์และมีล้อใช้ในการเคลื่อนย้ายหน่วยอยู่อาศัยมายังพื้นที่ตั้ง หน่วยอยู่อาศัยสามารถติดตั้งกับโครงสร้างฐานรากที่ถาวรและชั่วคราวขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการใช้งาน



ภาพที่ 2.6 แสดงบ้านสำเร็จรูปแบบ Manufactured Homes

2. บ้านที่ประกอบจากหน่วยมาตรฐาน (Modular Houses)

บ้านที่ประกอบจากหน่วยมาตรฐานเป็นการก่อสร้างโดยหน่วยที่เป็นลักษณะเหมือนโครงสร้างกล่องสามมิติ(Box-like Structure)เป็นส่วนประกอบของบ้าน(Sectional home) หรือที่เรียกว่า “Modules” โดยผลิตและประกอบจากโรงงานมาแล้วประมาณ 90-95 เปอร์เซ็นต์ จำนวนกล่องต่างๆ(Modules) สามารถเชื่อมต่อในด้านต่างๆที่จัดเตรียมไว้ ส่วนมากบ้านที่ประกอบจากหน่วยมาตรฐานจะประกอบไปด้วยกลุ่มของหน่วยมาตรฐานประมาณ 2-4 หน่วย(Modules) ประกอบกัน แล้วทำการขนส่งมาประกอบเป็นบ้านที่สมบูรณ์ยังพื้นที่ก่อสร้าง

ภาพที่ 2.7 แสดงบ้านสำเร็จรูปแบบ Modular Home

3. บ้านที่ประกอบจากชิ้นส่วนประกอบอาคารสำเร็จรูป (Panelized Houses)

บ้านที่ประกอบจากชิ้นส่วนประกอบอาคารสำเร็จรูป (Panelized Houses)ผลิตชิ้นส่วนประกอบอาคารจากโรงงาน(Factory-produced panels) เช่นชิ้นส่วนประกอบผนัง ชิ้นส่วนประกอบหลังคา ชิ้นส่วนประกอบพื้น เป็นต้น ชิ้นส่วนประกอบอาคารสำเร็จรูปจะถูกนำส่งมายังพื้นที่ก่อสร้างเพื่อประกอบชิ้นส่วนประกอบต่างๆเป็นบ้านที่พักอาศัย

การก่อสร้างชิ้นส่วนประกอบอาคารมี 2 รูปแบบคือ รูปแบบแรกคือ ผนังระบบเปิด(Open Wall) เป็นส่วนของผนังที่ประกอบด้วยแผ่นผิวผนังด้านนอกและโครงสร้างไว้อย่างเดียว เมื่อนำมาติดตั้งยังพื้นที่ก่อสร้างจะประกอบท่อต่างๆ และงานระบบต่างๆ ก่อนที่จะทำการปิดแผ่นผิวผนังด้านในอาคาร รูปแบบที่สองคือ ผนังระบบปิด(Close Wall) ที่ทำการประกอบเป็นแผ่น

ชิ้นส่วนสมบูรณ์จากโรงงานที่ผิวด้านในและด้านนอกอาคาร เพียงแต่นำมาประกอบโดยการเชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบอาคารก็จะได้บ้านที่เสร็จสมบูรณ์ในพื้นที่ก่อสร้าง

บ้านที่ประกอบจากชิ้นส่วนประกอบอาคารสำเร็จรูป (Panelized Houses)สามารถที่จะขายเป็นชุดประกอบเป็นบ้านสำเร็จรูป(Packaged Kit) โดยที่ลูกค้าสามารถร่วมออกแบบและประกอบชิ้นส่วนได้ด้วย

ภาพที่ 2.8 แสดงบ้านสำเร็จรูปแบบ Panelized Home

4. บ้านที่ประกอบจากชิ้นส่วนวัสดุที่จัดเตรียมไว้แล้ว (Pre-Cut Houses)

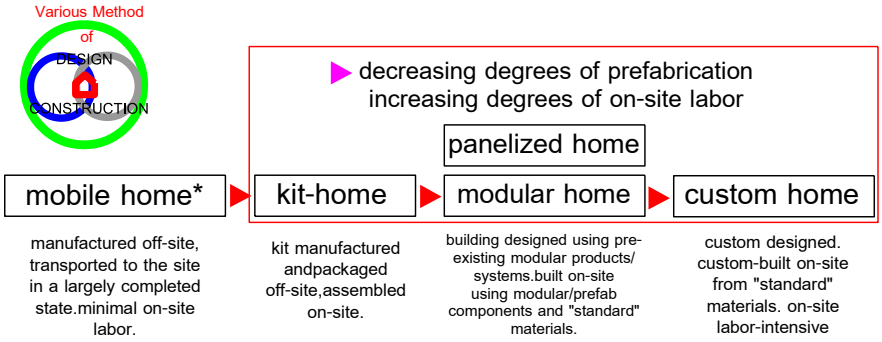
บ้านที่ประกอบจากชิ้นส่วนวัสดุที่จัดเตรียมไว้แล้ว (Pre-Cut Houses)เป็นบ้านที่จัดเตรียมชิ้นส่วนวัสดุที่ทำการตัดและตกแต่งตามขนาดที่ต้องการไว้ แล้วทำการขนส่งชิ้นส่วนวัสดุไปประกอบเป็นอาคารในพื้นที่ก่อสร้าง ซึ่งบ้านที่ประกอบจากชิ้นส่วนวัสดุนี้จะมีการใช้แรงงานในพื้นที่ที่มากกว่า และมีราคาค่าก่อสร้างที่สูงกว่าบ้านที่ประกอบด้วยวิธีอื่น ซึ่งเจ้าของบ้านสามารถใช้ฝีมือตนเองในการประกอบบ้านก็สามารถช่วยประหยัดค่าแรงงานลงได้ด้วย

ชิ้นส่วนวัสดุที่ประกอบเป็นบ้านมีหลากหลายรูปแบบ เช่นบ้านที่ประกอบไปด้วยโครงสร้างเสาและคาน(Post-and-Beam construction) บ้านท่อนไม้(Log home) โดมเรขาคณิต(Geodesic Dome) เป็นต้น ซึ่งสามารถจะจัดส่งได้ในระยะทางที่ไกลในราคาที่ประหยัดกว่าบ้านที่ประกอบจากหน่วยมาตรฐาน (Modular Houses)

ภาพที่ 2.9 แสดงบ้านสำเร็จรูปแบบ Pre-Cut Home

หากจัดเป็นหมวดของชิ้นส่วนอาคารสำเร็จรูปที่ผลิตจากโรงงานและนำไปประกอบการก่อสร้างในพื้นที่ก่อสร้างจริง เมื่อนำไปประกอบเป็นที่พักอาศัยจะถูกเรียกว่า บ้านสำเร็จรูป (Prefab

Home) บางทีก็เรียกชื่อตามลักษณะของชิ้นส่วนประกอบอาคารเช่น Modular home Panelized home Precut home และ Kit-home เป็นต้น



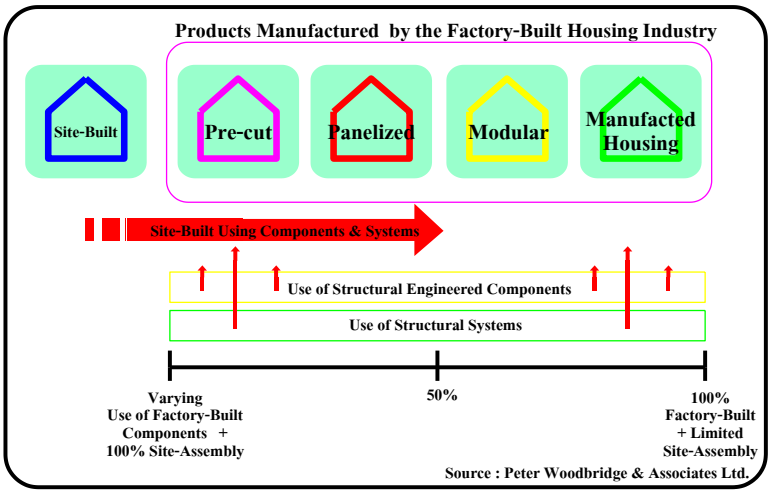
prefab home = "kit home" = "panelized home" = "pre-cut home"

= on-site assembly from prefab components.

(http://www.fabprefab.com/fabfiles/glossary.htm)

ภาพที่ 2.10 แสดงลำดับความหมายของบ้านสำเร็จรูปที่ผลิตจากโรงงาน

ระบบก่อสร้างที่อยู่อาศัยสำเร็จรูปที่กล่าวมาสามารถแบ่งตามลักษณะของชิ้นส่วนที่ผลิตและประกอบด้วยภาพ



ภาพที่ 2.11 แสดงเปอร์เซ็นต์ในการผลิตชิ้นส่วนบ้านสำเร็จรูปแบบต่างๆ

2.6 ระบบก่อสร้างที่อยู่อาศัยสำเร็จรูป

การก่อสร้างโดยใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปไม่ใช่ของใหม่หลักการก็คือ การนำชิ้นส่วนที่จะใช้ประกอบอาคาร หรือจะเรียกว่า “วัสดุ” ซึ่งผลิตเป็นรูปร่างเสร็จเรียบร้อยแล้วจากแหล่งผลิต ณ ที่แห่งหนึ่ง ส่งไปประกอบเข้าเป็นอาคาร ณ หน้างานอีกที่หนึ่ง การใช้อิฐมอญ คอนกรีตบล๊อกหรือฝาประกนในงานก่อสร้างตามแบบวิธีการหัตถกรรมแบบดั้งเดิมก็อยู่ในหลักการนี้ เพียงแต่เพื่อจะทุเลาหรือ

หลีกเลี่ยงปัญหาของการต้องพึ่งแรงงานเป็นหลัก การนำชิ้นส่วนองค์ประกอบที่มีขนาดใหญ่โดยอาศัยเครื่องทุ่นแรงมาช่วยจึงเบียดแทรกเข้ามาแทน(ทวี สีบุญเรือง,2545) มีส่วนประกอบของคำจำกัดความในวิธีการก่อสร้างสำเร็จรูป เช่น

- ระบบการก่อสร้างด้วยวัสดุสำเร็จรูป(Prefabricated Structure)(พิชัย โอภานุกิจ,2545) หมายถึง กระบวนการผลิตวัสดุ หรือชิ้นส่วนวัสดุในการก่อสร้าง ภายใต้กระบวนการ
  - ผลิตได้เป็นจำนวนมาก (Mass Production)
  - มีมาตรฐาน (Standardization)
  - ชิ้นส่วนมีความเที่ยงตรงแม่นยำ (Precision Component)

  ระบบการก่อสร้างแบบนี้ วัสดุที่ผลิตออกมาจะมีขนาด และสัดส่วนที่ได้มาตรฐาน สามารถติดตั้งได้อย่างรวดเร็ว ภายใต้การออกแบบและการคำนวณเบื้องต้นตามหลักทางวิศวกรรม

- ระบบการก่อสร้างอาคารแบบอุตสาหกรรม (Industrialization Building System)หมายถึง การดำเนินการก่อสร้างอาคารด้วยระบบอุตสาหกรรม โดยนำกรรมวิธีและเทคโนโลยีที่ดีที่สุดมาประยุกต์ให้ตอบสนองกระบวนการก่อสร้าง ที่สอดคล้องกับความต้องการและการออกแบบในการผลิตและการก่อสร้าง(Royal Institute of British Architect, 1965:7)

  ทั้งนี้หากจะพิจารณาว่าระบบการก่อสร้างเป็นอุตสาหกรรมหรือไม่นั้น สามารถพิจารณาได้จากเกณฑ์ 4 ประการดังนี้คือ (Jan .P.,1972)

  1. เป็นกระบวนการผลิตคราวละมากๆ โดยมีมาตรฐานของผลผลิตในขั้นตอนสุดท้าย
  2. ใช้เครื่องจักรในกระบวนการผลิต
  3. เข้มงวด เอาใจใส่กระบวนการผลิตตั้งแต่การจัดซื้อ การตลาด การออกแบบ จนถึงการผลิต
  4. ใช้แรงงานที่มีความชำนาญเฉพาะด้านสำหรับงานบางอย่าง

- การก่อสร้างระบบดั้งเดิม(Conventional System) หมายถึง การก่อสร้างในระบบที่มีเสาและคานชนิดหล่อในที่ เป็นโครงสร้างในการรับน้ำหนัก ผนังใช้วัสดุก่อฉาบปูนเรียบ พื้นหล่อในที่ หรืออาจเป็นพื้นสำเร็จรูป
- ระบบเสาและคาน (Skeleton) หมายถึง โครงสร้างที่ใช้คานและเสาเป็นตัวรับน้ำหนักของอาคาร
- ชิ้นส่วนสำเร็จรูป (Prefabrication) หมายถึง ผลผลิตของส่วนประกอบอาคารที่ผลิตขึ้นสำหรับการก่อสร้างอาคารพื้นที่ก่อสร้าง ซึ่งชิ้นส่วนสำเร็จรูปเหล่านี้จะอาศัยมาตราส่วนที่ได้

มาตรฐานเดียวกัน เพื่อใช้ในการออกแบบ การผลิตที่โรงงาน และการประกอบติดตั้งที่หน่วยงาน (Henrik,1992)

- ชิ้นส่วนย่อย(Parts) หมายถึง เป็นลำดับแรกของการผลิตที่เกิดขึ้น(Manufactured Product) เป็นชิ้นส่วนที่มีรูปแบบที่แน่นอน ในบางกรณีสัมพันธ์กับประโยชน์ที่ต้องการบางอัน แต่กรณี อื่นอาจจะดัดแปลงนำไปใช้สำหรับอย่างอื่นได้ เช่น วงกบ ประตู หน้าต่างเป็นต้น
  การก่อสร้างอาคารคอนกรีตระบบสำเร็จรูป เป็นระบบการก่อสร้างโดยวิธีการใช้ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป มีผู้ให้ความหมายที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างอาคารระบบสำเร็จรูปไว้ดังนี้
  ชิ้นส่วนสำเร็จรูปคอนกรีต(Pre-cast Concrete) คือ การหล่อชิ้นส่วนคอนกรีตในสถานที่ใดๆ ก่อน (เช่น โรงงาน บริเวณที่ก่อสร้าง) แล้วจึงนำไปประกอบเป็นโครงสร้าง(Sheppard David. A and William R. Phillips, 1989)

ดังนั้นความหมายของการก่อสร้างอาคารระบบสำเร็จรูปโดยรวม คือวิธีการก่อสร้างโดยการผลิตส่วนประกอบ (Pre-cast Element) ของอาคารสำเร็จรูปในโรงงาน แล้วนำมาประกอบติดตั้งเป็นอาคาร โดยอาศัยอุปกรณ์ยกประกอบ(สิงหราช มีทิพย์,2542)

วัสดุพื้นฐานหลัก 3 อย่าง ในการพัฒนาระบบสำเร็จรูป คือ เหล็ก คอนกรีต และ ไม้ นอกจากนี้ยังมีวัสดุอื่นเป็นวัสดุประกอบรอง เช่น พลาสติก ไฟเบอร์กลาส กระจก เป็นต้น ถ้าหากจะดูระดับของระบบสำเร็จรูป (Degree of Prefabrication) แล้ว ให้ดูจากสัดส่วนของชิ้นส่วนที่ผลิตขึ้นที่โรงงานเทียบกับคนงานก่อสร้างอื่น ที่ต้องก่อสร้างในหน่วยงานก่อสร้าง(Tortrakul,1973)

กล่าวโดยสรุปแล้ว ชิ้นส่วนสำเร็จรูป มีความหมายเพียงขั้นตอนการผลิตส่วนประกอบอาคารที่ผลิตขึ้นจากโรงงาน ในขณะที่ระบบการก่อสร้างอุตสาหกรรม ครอบคลุมกระบวนการก่อสร้างอาคารทั้งกระบวนการ ตั้งแต่การออกแบบ การวางแผน การผลิต การจัดการพื้นที่ก่อสร้าง การวางแผนงาน และการจัดการทางการเงิน (Tartrakul, 1973)

จุดมุ่งหมายของการก่อสร้างที่อยู่อาศัยสำเร็จรูปจากโรงงานมีเป้าหมายหลัก 2 อย่างคือ

1. ความสามารถในการผลิต (Productivity) ในแง่ของการลดต้นทุน และเพิ่มผลผลิต ผลลัพท์ของชิ้นงานที่วัดกับจำนวนงานที่ทำไป ถ้าเราให้งานที่เราทำเป็น “Input” และผลลัพท์ที่ได้ออกมาเป็น “Output” โดย “Input” นี้รวมไปถึงวัสดุทรัพยากรการผลิตและงานของทั้งคนและเครื่องจักร และที่สำคัญก็คือเงินทุนที่จ่ายสำหรับทรัพยากรนั้น เป็นการยากที่จะใช้หน่วยการวัดธรรมดาที่จะวัดปริมาณอันนี้ แนวคิดง่ายๆก็คือ การใช้วิธีการวัดผลผลิตทางด้านแรงงาน ในกรณีของ

อุตสาหกรรมการก่อสร้างค่าของผลผลิตสามารถแสดงให้ได้เป็น หน่วยตารางเมตรของพื้นที่ต่อ คน-ชม.

2. สมรรถนะ (Performance) คือ ความสามารถ การเพิ่มสมรรถนะในการก่อสร้างในแง่ต่างๆก็เช่นกัน ลดเวลา, แรงงานคน, วัสดุ ฯลฯ ซึ่งก่อให้เกิดประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2.6.1 การจำแนกประเภทอาคารในระบบสำเร็จรูป

การจำแนกอาคารในระบบสำเร็จรูปนั้นมีหลายรูปแบบซึ่งสามารถแยกออกมาตามประเภทได้ดังนี้

1. ระบบเปิด(Closed Systems) และระบบเปิด(Open Systems)
   1.1 ระบบชิ้นส่วนสำเร็จแบบปิด ในกรณีลำดับขั้นตอนของการผลิตส่วนใหญ่มุ่งไปที่ชิ้นส่วนสำเร็จรูปขนาดใหญ่ และขอบเขตของรูปแบบที่ออกแบบมาสูงมาก หมายความว่าต้องการผลผลิตของอาคารเป็นจำนวนมาก ระบบนี้ออกแบบไว้สำหรับอาคารที่ต้องการประโยชน์ใช้สอยเฉพาะเจาะจงอย่างใดอย่างหนึ่งความประหยัดในด้านเศรษฐกิจของระบบนี้อาจจะเป็นไปได้ ถ้ามีจำนวนการสร้างอาคารที่มาก
   1.2 ระบบชิ้นส่วนสำเร็จแบบเปิด ความหมายของ “เปิด” ในกรณีนี้หมายถึง การใช้ชิ้นส่วนสำเร็จขนาดใหญ่ที่มีการผลิตออกจำหน่ายอยู่เรียบร้อยแล้วในท้องตลาด(ตลาดปิด) และมิได้ออกแบบเฉพาะเจาะ จงไว้สำหรับที่จะใช้กับระบบอันใดอันหนึ่งของอาคาร แต่อย่างไรก็ตามก็ยังมีความจำเป็นที่จะต้องให้ชิ้นส่วนสำเร็จขนาดใหญ่อันนั้นใช้ได้กับระบบที่มีรูปทรงเรขาคณิต
2. ระบบน้ำหนักมาก(Heavy Weight Systems) และระบบน้ำหนักเบา (Light Weight System)
   2.1 ระบบน้ำหนักมาก(Heavy Weight) ของประเทศฝรั่งเศสและกลุ่มสแกนดิเนเวีย ระบบนี้คือการใช้คอนกรีตเป็นวัสดุหลัก กำลังใช้กันอยู่ในประเทศที่มีวัตถุดิบสำหรับการผลิตการใช้คอนกรีตเสริมเหล็กนั้น เดิมมีอยู่แล้วในประเทศฝรั่งเศสแต่วิวัฒนาการ สร้างผลิตผลแบบ Battery Production และ Crane Technology ใน ปีค.ศ.1956 ทำให้วิธีการแบบใหม่นี้เป็นไปได้ สามารถที่จะสร้างผลิตผลของชิ้นส่วนใหญ่ๆ ได้รวดเร็วยิ่งขึ้น และสามารถที่จะยกชิ้นส่วนใหญ่ๆ ขึ้นอาคารสูงได้อย่างประหยัด เนื่องด้วยวิธีการนี้ใช้ต้นทุนจำนวนมากจึงมีแนวคิดที่จะผลิตชิ้นส่วนสำเร็จที่มีผังซ้ำๆกัน

ในรัสเซียสภาวะของตลาดทำให้การเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคนิคดีขึ้น เนื่องจากตลาดเป็นตลาดปิด Captive Market การลงทุนมหาศาลในโรงงานของรัฐ ทำให้มีผลผลิตต่อเนื่องกันออกมาในรูปของกล่องคอนกรีตขนาดใหญ่ ทำให้เกิดผลผลิตของอาคารอยู่

อาศัยจำนวนมาก แต่เนื่องจากสภาพดังที่กล่าวมาในปัจจุบันระบบเหล่านี้ไม่สามารถจะนำมาใช้กับสภาพเศรษฐกิจของประเทศเสรี และเศรษฐกิจแบบผสมได้

2.2 ระบบน้ำหนักเบา (Light Weight) ของประเทศอังกฤษ ส่วนใหญ่ระบบนี้ใช้โครงเหล็ก Steel Frames กับผนังที่มิได้รับน้ำหนักเป็นส่วนใหญ่(Non-structural Infill Panels) ไม่มีวัสดุส่วนไหนแสดงออกมาว่าเป็นอาคาร Heavy Weight Concrete เลย ระบบนี้จัดอยู่ใน Closed System of Components หมายความถึง Components ถูกออกแบบมาเพื่อให้เหมาะกับกฎการออกแบบของระบบ ถึงแม้ว่าระบบนี้จะมีความคล่องตัวและไม่มีขอบเขตจำกัดในการออกแบบก็ตาม

การพัฒนาของประเทศอเมริการหลังจากมีความกดดันภายหลังสงครามมิได้มีผลสะท้อนในสหรัฐอเมริกาและไม่มีไปจนถึงการพัฒนาในเรื่อง Housing(ขบวนการสำหรับเคหสงเคราะห์ในสหรัฐอเมริกา) และ School(SCSD) เมื่อไม่ช้านานมานี้ทำให้มีข้อแตกต่างไปจากอุตสาหกรรมการก่อสร้างของยุโรป 3 ข้อ

1. ตลาดมีสภาพเป็นตลาดเสรี และไม่ใช่เศรษฐกิจผสมอย่างยุโรป
2. ความเข้มข้นของตลาดที่มิได้คงอยู่เป็นระบบชาติ
3. ความนิยมในเรื่องการใช้ไม้(Timber) เป็นวัสดุหลักยังคงอยู่ ในกรณียังมีประสบการณ์คล้ายยุโรป คือ ได้นำวิธีของระบบชิ้นส่วนสำเร็จแบบปิดมาใช้ในอาคารประเภทโรงเรียน และใช้ระบบ Model แทนที่จะเป็น Heavy Weight เป็นผลมาจากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี

3. ระบบโครงสร้าง รูปแบบของโครงสร้างอาคารสำเร็จรูป จัดแบ่งตามลักษณะของการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป มี 2 ประเภทคือ

- โครงสร้างเฟรม (Frame Structure) หรือเสาและคาน(Post and Beam)
- โครงสร้างแผ่น (Panel Structure)

จากรูปแบบการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปทั้ง 2 ประเภท สามารถแบ่งเป็นระบบโครงสร้างตามการใช้งานและการก่อสร้างได้เป็น 3 แบบ คือ

1. ระบบโครงสร้างเฟรม (Framed Structure Systems) เป็นลักษณะโครงสร้างที่รับน้ำหนักลงบนคาน ส่งน้ำหนักผ่านไปยังเสาและลงสู่ฐานรากตามลำดับ ในระบบจะเน้นที่โครงสร้างคาน และเสาเป็นชิ้นส่วนสำเร็จรูป
2. ระบบโครงสร้างแผ่น (Panel Systems) เป็นลักษณะโครงสร้างที่รับน้ำหนักจากแผ่นพื้น ส่งผ่านน้ำหนักไปนังแผ่นผนัง และลงสู่ฐานรากตามลำดับ ในโครงสร้างระบบนี้จะเน้นที่โครงสร้างแผ่นพื้นและแผ่นผนังรับรองเป็นชิ้นส่วนสำเร็จรูปเป็นหลัก ขนาดของแผ่นจะขึ้นอยู่กับความสามารถของเครื่องจักรที่ใช้ในการขนส่งและการติดตั้ง

โครงสร้างระบบนี้ ขนาดและน้ำหนักของแผ่นพาเนลเป็นสิ่งสำคัญที่จะต้องพิจารณาในการผลิต การขนส่ง และการยกติดตั้ง

3. ระบบโมดูลาร์(Modular System) เป็นลักษณะโครงสร้างที่ใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่มีลักษณะเป็นกล่อง 3 มิติ ในแต่ละโมดูลาร์จะเป็นโครงสร้างที่มีเสถียรภาพในตัวเองบางโมดูลาร์อาจจะมีการทำงานสถาปัตยกรรมและงานระบบมาเรียบร้อย แล้วนำมาติดตั้งเป็นระบบโครงสร้างรวมของอาคาร แต่ละโมดูลาร์อาจมีลักษณะ เช่น เป็นรูปตัว U รูปตัว C รูประฆัง รูปกล่องสี่เหลี่ยม ข้อจำกัดในระบบนี้ จะอยู่ที่การขนส่งและการยกติดตั้ง ซึ่งต้องพิจารณาทั้งรถขนส่ง ความสามารถในการรับน้ำหนักของถนน และเครื่องจักรที่ทำการติดตั้ง เนื่องจากชิ้นส่วนสำเร็จรูปมีขนาดใหญ่และน้ำหนักมาก

ระบบอาคารแต่ละประเภทมีคุณลักษณะเฉพาะตัว และมีความได้เปรียบเสียเปรียบแตกต่างกันไป จึงควรเลือกใช้ระบบอาคารให้เหมาะสม โดยขึ้นอยู่กับ บริบทของอาคาร สถานการณ์นั้น เช่น ถ้าเลือกใช้ Box System จะได้เปรียบจากการผลิตจากโรงงานซึ่งเป็นในลักษณะ Total System ซึ่งสามารถลดงานในสถานที่ก่อสร้างได้มาก จึงเหมาะสมกับเศรษฐกิจที่การผลิตในโรงงานมีต้นทุนที่ต่ำกว่า ต้นทุนในสถานที่ก่อสร้าง ทั้งยังประหยัดเวลาเป็นอย่างมาก แต่ก็มีข้อจำกัดในการขนส่ง ในเรื่องขนาด และรายละเอียด Finishing จากโรงงาน ซึ่งต่างจาก Skeleton System ที่ให้อิสระมากกว่าในแง่ของผู้ออกแบบ ต่อเติมได้สะดวก ส่วนระบบแผ่น(Panel System)นั้นเหมาะสำหรับอาคารที่มีการจัดห้องไว้เป็นสัดส่วนทีแน่นอนแล้วเปลี่ยนแปลงได้ยาก

2.6.2 หลักเกณฑ์การพิจารณาการออกแบบและก่อสร้างที่พักอาศัยสำเร็จรูป

2.6.2.1 หลักเกณฑ์ที่ใช้ในการออกแบบและการเลือกรูปแบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป มีข้อกำหนดในการออกแบบ (จิรวัฒน์ ดำริอนันต์ ,2536) ดังนี้

1. น้ำหนักบรรทุก ต้องพิจารณาและกำหนดให้ชัดเจนว่า การออกแบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปจะต้องรับแรงกระทำชนิดต่างๆ เท่าใด
2. น้ำหนักบรรทุกคงที่(Dead Load) ซึ่งมีน้ำหนักของชิ้นส่วนคอนกรีตเอง และน้ำหนักโครงสร้างอื่นๆที่ชิ้นส่วนนั้นรองรับอยู่
3. น้ำหนักบรรทุกจร (live Load) ทั้งในแนวราบและแนวดิ่ง ซึ่งเป็นน้ำหนักที่เกิดจากการใช้งาน
4. แรงอัดเนื่องจากแรงลม (Wind Load) ซึ่งมีทั้งในรูปแบบแรงกระทำในแนวราบและแนวดิ่ง นอกจากนี้ลมอาจจะทำให้เกิดการสั่น การแกว่งหรือการโยกตัวของโครงสร้างอาคารได้

5. แรงอันเนื่องจากแผ่นดินไหว (Earthquake) ปัจจุบันสถาปนิกและวิศวกรไทยส่วนมากยังไม่คำนึงถึงแรงจากแผ่นดินไหว แต่ในอนาคตอันใกล้จะมีกฎกระทรวงบังคับให้อาคารซึ่งก่อสร้างในจังหวัดที่เคยมีประวัติได้รับความสั่นสะเทือนจากแผ่นดินไหวต้องออกแบบอาคารรับแรงจากแผ่นดินไหวด้วย ได้แก่จังหวัด กาญจนบุรี เชียงราย แม่ฮ่องสอน เชียงใหม่ พะเยา ลำพูน ตาก น่าน แพร่ และลำปาง
6. แรงจากการสั่นสะเทือนเป็นแรงจากอุบัติเหตุ หรือแรงจากสิ่งไม่คาดคิด (Vibration, Accident, Unforeseen) ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปควรออกแบบให้มีส่วนเผื่อเหลือเพื่อรับแรงที่ไม่คาดคิดหรือแรงจากอุบัติเหตุทั้งขณะก่อสร้างและภายหลังการก่อสร้าง ตัวอย่างเช่น แก๊สระเบิด รถชนผนังอาคาร เครื่องบินชนอาคาร เป็นต้น

2.6.2.2 การออกแบบจะต้องคำนึงถึงขั้นตอนการก่อสร้าง ดังนี้

1. พื้นที่ทางเข้าและถนน (Access Area Available) กรณีพื้นที่ก่อสร้างอาคารมีถนนทางเข้าที่สะดวกกว้างขวางก็สามารถเลือกใช้ชิ้นส่วนขนาดใหญ่ได้ และหากมีที่ว่างโดยรอบอาคารก็จะสามารถใช้เครื่องมือหนักประเภท รถเครน(Mobile Crane หรือ Crawler Crane) ได้ แต่หากไม่มีที่ว่างเพียงพอ อาจต้องใช้ทาวเวอร์เครน(Tower Crane) ซึ่งจะยกชิ้นส่วนคอนกรีตที่หนักมากไม่ได้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของแต่ละอาคาร
2. รูปร่างลักษณะของอาคาร (Building Layout) อาคารพักอาศัยที่มีกำแพงจำนวนมากและมีรูปร่างซ้ำๆ กัน จะเหมาะสมกับการใช้โครงสร้างผนังรับแรงที่จะใช้เป็นชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป เพราะสามารถผลิตซ้ำๆ กันเป็นจำนวนมากจากโรงงาน
3. โรงงานผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป(Precast Factory) กรณีที่มีโรงงานผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปอยู่ใกล้หน่วยงานก่อสร้าง ก็จะให้ความสะดวกรวดเร็วในการก่อสร้าง ถ้าในสถานที่ก่อสร้างมีพื้นที่เพียงพอ ในปัจจุบันเทคโนโลยีและเครื่องมืออุปกรณ์ดีขึ้นมากทำให้สามารถสร้างโรงงานเฉพาะกิจขึ้นในหน่วยงานก่อสร้างได้ในเวลาอันรวดเร็ว
4. ขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป(Erection Process) ขั้นตอนการประกอบติดตั้งขณะก่อสร้าง จะเป็นตัวบังคับให้ชิ้นส่วนคอนกรีตมีรูปแบบที่ต่างๆกัน
5. พื้นที่กองเก็บชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป(Stocking Area) การก่อสร้างอาคารระบบสำเร็จรูป ควรจะมีพื้นที่กองเก็บชิ้นส่วนสำเร็จรูปพอสมควร และจะต้องจัดคิวการขนส่งบรรทุกชิ้นส่วนให้แม่นยำและตรงเวลา ซึ่งจะทำให้เกิดความสะดวกในการยกชิ้นส่วนสำเร็จรูปติดตั้ง
6. เครื่องจักรกลและขนาดชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

6.1 เครื่องจักรกลที่มีอยู่ (Equipment Available) เครื่องจักรกลที่มีอยู่ในเวลาและสถานการณ์ขณะก่อสร้าง จะเป็นตัวแปรสำคัญที่กำหนดขนาดชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปและกำหนดวิธีการขั้นตอนการประกอบติดตั้ง อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันปัญหาเหล่านี้จะค่อยๆลดน้อยลง เนื่องจากการติดต่อคมนาคมสะดวกขึ้น นอกจากนี้ เทคโนโลยีเครื่องจักรกลก้าวหน้าขึ้นมากทำให้สามารถผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

6.2 น้ำหนักที่มากที่สุดของชิ้นส่วนผลิตคอนกรีต(Maximum Weight of Concrete) น้ำหนักของคอนกรีตของชิ้นส่วนที่หนักมากที่สุด จะเป็นตัวบังคับให้ต้องเลือกใช้เครื่องจักรกล (ทั้งในโรงงานและในหน่วยงาน) ที่มีกำลังเพียงพอ รวมทั้งวิธีการประกอบติดตั้งจะเปลี่ยนแปลงตามขนาดของชิ้นส่วนด้วย

6.3 ขนาดที่ใหญ่ที่สุดของชิ้นส่วนคอนกรีต(Maximum Size of Element) การเลือกขนาดชิ้นส่วนคอนกรีตที่ใหญ่ที่สุด จะต้องคำนึงถึงขั้นตอนการผลิต การขนส่งและการประกอบติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป การขนส่งชิ้นส่วนคอนกรีตตามถนนหลวง จะถูกจำกัดความกว้างของตัวรถบรรทุกไม่เกิน 2.50 เมตร และสูงไม่เกิน 4 เมตร

7. ขั้นตอนการประกอบติดตั้ง (Sequence of Erection) ขั้นตอนหรือความสามารถที่จะประกอบติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป จะเป็นตัวแปรสำคัญที่ทำให้การออกแบบชิ้นส่วนมีรูปร่างลักษณะต่างๆกันไป และยังมีผลกับความรวดเร็วในการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปด้วย

8. พื้นที่ทางเข้า (Access Area Required) การออกแบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปต้องคำนึงอย่างมากว่าขณะประกอบติดตั้งจะมีพื้นที่พอเพียงที่จะทำงานได้จริง Access Area ไม่ได้หมายถึงเฉพาะที่ดินหรือถนนรอบอาคารเท่านั้น แต่รวมถึงที่ว่างในอากาศด้วย

9. ระยะเวลา เป็นสิ่งสำคัญและมีผลกับต้นทุนของการก่อสร้าง และเมื่อต้องการเร่งงานก่อสร้างให้ทันเวลาก็ยิ่งจะมีผลต่อต้นทุนมากขึ้นด้วย

9.1 รอบระยะเวลา (Cycle Time) รอบระยะเวลาในการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปและรอบระยะเวลาในการประกอบติดตั้งแต่ละส่วนของอาคาร จะเป็นตัวกำหนดให้ต้องใช้เทคโนโลยีในการผลิต และใช้เครื่องจักรในการติดตั้งที่มีความสามารถทำงานให้ทันเวลาที่กำหนดไว้

9.2 ระยะเวลาก่อสร้าง (Total Construction Time) ถ้าพิจารณารอบระยะเวลาของการผลิตและการขนส่งกับรอบระยะเวลาของการติดตั้งและการประกอบจุดรอยต่อของชิ้นส่วนสำเร็จรูป รอบระยะเวลาทั้งสองส่วนสามารถที่จะดำเนินการไปพร้อมกันได้ จะเป็นสิ่งควบคุมระยะเวลาของการก่อสร้างแต่ละโครงการว่าเทคโนโลยีที่ใช้

ในการก่อสร้างที่เลือกใช้ทั้งหมด มีความเหมาะสมที่ทำให้สามารถก่อสร้างได้ทันเวลาหรือไม่

10. เสถียรภาพโครงสร้าง การเลือกรูปแบบการก่อสร้างอาคารด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป จะต้องคำนึงถึงเสถียรภาพและความแข็งแรงของโครงสร้างอาคาร ทั้งในระยะสั้นและระยะยาวดังนี้

    10.1 ระหว่างการก่อสร้าง (Construction Period) โครงสร้างที่ออกแบบและขั้นตอนการติดตั้งและประกอบจุดรอยต่อ จะต้องทำให้โครงสร้างมีเสถียรภาพเพียงพอไม่ล้มลงหรือพังทลายโดยง่าย ทั้งนี้อาจใช้อุปกรณ์ค้ำยันช่วยค้ำไว้ชั่วคราวขณะก่อสร้าง

    10.2 ในระยะยาว (Long-Term Condition) ในระยะยาวแล้วโครงสร้างจะต้องมีความคงทนต่อสภาพดินฟ้าอากาศ ความสั่นสะเทือนจากแรงต่างๆพอเพียงที่จะไม่พังทลายตลอดอายุของอาคารนั้น

11. การดัดแปลงภายหลัง (Later Modification) อาคารคอนกรีตที่ก่อสร้างด้วยระบบสำเร็จรูปย่อมที่จะมีขีดจำกัดทำให้การดัดแปลงอาคารในระยะหลัง (หลังจากการก่อสร้าง) ยุ่งยากหรือทำไม่ได้ อย่างไรก็ตามการออกแบบโครงสร้าง โดยเฉพาะจุดรอยต่อจะต้องมีกำลังสำรองไว้พอสมควร ที่จะไม่ทำให้โครงสร้างพังทลายเสียหายอย่างร้ายแรง หากมีการดัดแปลงโครงสร้างโดยรู้เท่าไม่ถึงการณ์ และหากเป็นไปได้ควรมีการวางแผนไว้ล่วงหน้าว่าหากต้องการดัดแปลงอาคารในภายหลังจะสามารถทำได้ในกรณีใดบ้างและทำอย่างไร

12. กลไกการพังทลายที่เป็นไปได้ (Possible Failure Mechanism) การออกแบบโครงสร้างควรคำนึงถึง กลไกการพังทลายจะเป็นอย่างไร หากชิ้นส่วนสำเร็จรูปชิ้นใดชิ้นหนึ่งแตกหักหรือหายไป การออกแบบที่ดีจะต้องให้โครงสร้างมีความเป็นไปได้ที่จะเกิดการพังทลายได้น้อยที่สุด หรือพังทลายแต่เพียงบางส่วนโดยไม่ทำให้เกิดอันตรายต่อผู้คน

13. การพังทลายอย่างต่อเนื่อง (Progressive Failure) การออกแบบโครงสร้างชนิดนี้จะต้องป้องกันมิให้โครงสร้างเกิดการพังทลายอย่างต่อเนื่อง จะเป็นอันตรายต่อผู้อยู่อาศัย

2.6.3 การออกแบบและการก่อสร้างที่อยู่อาศัยสำเร็จรูป

ขั้นตอนการออกแบบที่อยู่อาศัยสำเร็จรูปสามารถแบ่งออกเป็น 4 ส่วน (จาตุรนต์ วัฒนผาสุข, 2528) คือ

1. พิจารณารูปแบบความมั่นคงแข็งแรงของอาคาร
2. พิจารณาการออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป

3. พิจารณาออกแบบจุดรอยต่อของชิ้นส่วนสำเร็จรูป
4. พิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนในการทำงาน

การออกแบบที่อยู่อาศัยสำเร็จรูปสามารถแบ่งเป็นสองส่วนหลักคือ ส่วนแรกเป็นการออกแบบสถาปัตยกรรมและวิศวกรรม(Architecture and Engineering Design Technique) และส่วนที่สองการออกแบบเพื่อผลิตและประกอบ (Design for Manufacturing and Assembly Technique) ซึ่งมีอิทธิพลที่ต้องพิจารณา 5 ประเด็นหลักคือ

1. การออกแบบที่เหมาะสม
2. การใช้และเลือกวัสดุที่มีประสิทธิภาพ
3. เทคโนโลยีการผลิตที่เหมาะสม
4. การจัดการและการวางแผนการก่อสร้างที่ดี
5. การขนส่งและการประกอบติดตั้ง

การออกแบบและก่อสร้างที่ยั่งยืนเป็นหลัก ซึ่งการออกแบบอาคารที่ยั่งยืนจะมุ่งเน้นที่กระบวนการ 2 ส่วนหลักคือ

1. การออกแบบ (Design)
2. การก่อสร้าง (Construction)

การออกแบบที่ส่งเสริมสิ่งแวดล้อมย่อมก่อให้เกิดผลดีต่อโลก และถือได้ว่าเป็นหน้าที่ของนักออกแบบอาชีพ การออกแบบสภาพแวดล้อมควรคำนึงถึงปัจจัยดังต่อไปนี้ (Brian,2001)

1. โลกร้อน (Global Warming) สิ่งที่มีอิทธิพลต่อโลกร้อนได้แก่ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เพิ่มขึ้น และเกี่ยวข้องโดยตรงกับการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงที่ใช้ในการก่อสร้างและใช้อาคาร 45% ของการผลิตก๊าซชนิดนี้ทั่วโลกเกิดขึ้นจากอาคาร เช่น การผลิต การขนส่งวัสดุก่อสร้าง การให้แสงสว่าง การทำความเย็น และการระบายอากาศในตัวอาคาร
2. การหมดไปของชั้นโอโซน (Ozone layer depletion) การออกแบบอาคารที่ใช้พลังงานน้อยย่อมก่อให้เกิดผลด้านการลดลงของชั้นโอโซนลงด้วย เนื่องจากอาคารที่ทำความเย็นด้วยเครื่องปรับอากาศมักใช้สาร Chlorofluorocarbons (CFC)
3. ความหลากหลายทางชีวภาพ (Bio-diversity) ในครั้งการประชุม Earth Summit ที่ Rio De Janeiro ในปี ค.ศ.1992 ได้เน้นถึงความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพซึ่งมีผลมาจากตัวอาคาร เนื่องจากการเลือกใช้วัสดุที่เป็นอันตรายต่อชีวภาพบางพันธุ์และทำให้บางพันธุ์เพิ่มจำนวนมากขึ้น
4. ระยะทางการขนส่งวัตถุดิบ (Product miles) เป็นการคำนึงน้ำหนักของวัสดุ ระยะทางการขนส่ง และชนิดของยานพาหนะที่ใช้ในการขนส่ง

5. การนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycling) เป็นการคำนึงถึงวัสดุที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ทั้งหมด หรือสามารถถอดประกอบและนำมาประกอบใหม่ได้ รวมทั้งการออกแบบอาคารที่สามารถปรับใช้ได้ในอนาคต เป็นการบูรณาการด้านวัสดุและวิธีการออกแบบ

เมื่อพิจารณาประกอบกับการออกแบบและก่อสร้างสีเขียว สามารถพิจารณาอิทธิพลหลัก 4 ประเด็นคือ

1. การออกแบบที่เหมาะสม การออกแบบเป็นงานทางด้านสถาปัตยกรรมที่ถือได้ว่าเป็นขั้นตอนก่อนการก่อสร้าง (Pre-construction Stage) ที่ผู้ออกแบบต้องมีความรู้ในการออกแบบในด้านการออกแบบรูปทรง ที่ว่าง ความงาม พฤติกรรมของมนุษย์ ให้เข้ากับสภาพภูมิอากาศของสถานที่ โดยการพึ่งพาธรรมชาติในเบื้องต้นก่อน แล้วจึงกำหนดทิศทางการวางผัง โดยใช้ระยะและมิติของอาคารซึ่งส่งผลต่อประสิทธิภาพของการใช้วัสดุ
2. เทคโนโลยีการก่อสร้างที่เหมาะสม ระบบอุตสาหกรรมช่วยในการก่อสร้างเพื่อลดต้นทุนแรงงาน และระยะเวลาการก่อสร้าง การใช้เครื่องมือเครื่องจักรที่เหมาะสมมาช่วยในการก่อสร้าง มีความปลอดภัยในการทำงานสูงและมีความคลาดเคลื่อนต่ำ ซึ่งมีข้อพิจารณาอย่างสังเขปดังต่อไปนี้
   - กรรมวิธีการก่อสร้าง ต้องพิจารณาวิธีการก่อสร้างที่เหมาะสมกับพื้นที่ ลดขั้นตอนกระบวนการก่อร้างแบบเปียก(Wet Process) ซึ่งต้องใช้แรงงานและวัสดุจำนวนมากโดยหันมาใช้ระบบแห้ง (Dry Process) แทน เช่น หากพื้นที่ตั้งมีความคับแคบเข้าถึงลำบาก บางทีการตัดสินใจใช้ระบบก่อสร้างสำเร็จรูป (Prefabricated Construction) ก็เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ช่วยแก้ปัญหา แต่ต้องพิจารณาขนาดชิ้นส่วนที่เหมาะสมกับการขนย้ายและการกองเก็บวัสดุ นอกจากนี้วิธีดังกล่าวยังใช้กับอาคารที่มีการก่อสร้างชิ้นส่วนซ้ำๆ กันในพื้นที่ ซึ่งระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปจะผลิตจากโรงงานได้จำนวนมากและทันต่อการก่อสร้าง ลดระยะเวลาในการก่อสร้าง ประหยัดไม้แบบ การใช้ระบบก่อสร้างดังกล่าวจะมีความประหยัด ลดค่าใช้จ่ายลงได้อย่างน้อยร้อยละ 10-15 ของมูลค่าการก่อสร้างรวมเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการก่อสร้างแบบทั่วไป (Conventional Construction) แต่นั้นหมายถึงว่าจะต้องมีการผลิตซ้ำกันจำนวนมากกว่าตั้งแต่ 30 ชิ้น หรือหลังขึ้นไป
   - เครื่องมือ เครื่องจักร พิจารณาการใช้เครื่องมือ เครื่องจักร อุปกรณ์การก่อสร้างและการซ่อมบำรุงที่เหมาะสมกับวิธีการก่อสร้างนั้นๆ หากเป็นอาคารที่มีความสูงอาจจะใช้วิธีการก่อสร้างด้วยระบบขนส่งทางตั้งที่มีความสามารถยกวัสดุสิ่งของและจัดวางส่วนต่างๆของโครงสร้างอาคารได้ด้วยตัวของมันเอง และสามารถรื้อถอนตัวของมันเองลงได้เมื่องานเสร็จสิ้น ซึ่งถือเป็นระบบหุ่นยนต์การก่อสร้าง (Construction Robot System)

3. การจัดการและการวางแผนก่อสร้างที่ดี ขั้นตอนนี้เป็นส่วนหนึ่งของการก่อสร้างจริงที่มีความสัมพันธ์กับความเป็นไปได้กับขั้นตอนการก่อสร้าง (Construction Stage) การวางแผนที่ดีจะต้องมีประสิทธิภาพที่ดี ควบคุมระยะเวลาการก่อสร้างได้ตามเป้า ความคุมค่าใช้จ่ายจากแรงงานและอุปกรณ์การก่อสร้างควบคุมการใช้วัสดุการก่อสร้างให้มีความสูญเสียและเกิดขยะการก่อสร้างที่น้อยที่สุด ซึ่งต้องพิจารณา การวางแผนวัสดุ การวางแผนการใช้แรงงาน การใช้วัสดุอย่างมีประสิทธิภาพ ความรู้ทักษะฝีมือ เป็นต้น
4. การใช้และเลือกวัสดุอย่างมีประสิทธิภาพซึ่งมีประเด็นพิจารณาดังนี้
    - ความสัมพันธ์ของขนาดของวัสดุ
    - วัสดุที่ใช้ การนำมาใช้ใหม่ได้
    - วัสดุที่ใช้ควรย่อยสลายด้วยตัวเองได้ ไม่เป็นพิษกับสิ่งแวดล้อม
    - ที่มาของวัสดุ ที่ไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม

ซึ่งในแนวความคิดนี้เริ่มตั้งแต่การออกแบบจนถึงการก่อสร้าง ซึ่งปกติการทำงานออกแบบจะถูกแยกจากงานก่อสร้าง จากแนวคิดนี้จะเป็นจริงได้ต้องมีการร่วมมือกันของสถาปนิกและวิศวกรที่ทำให้กระบวนการทำงานได้รับการตอบสนองที่ดี

2.6.4 ประโยชน์ของการผลิตบ้านสำเร็จรูปจากโรงงาน

การออกแบบเพื่อการผลิตและการประกอบ(Design for Manufacturing and assembly, DFM/DFA)ถูกนำมาใช้ในการออกแบบวัสดุประกอบบ้านสำเร็จรูป โดยที่ประสิทธิภาพของการออกแบบนี้จะนำไปสู่ราคาการผลิตที่ต่ำ ในคุณภาพที่ลูกค้าพอใจ ทำให้เกิดประโยชน์ดังนี้

1. การควบคุมราคา (Cost Implications): ควบคุมค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างได้ในระดับที่ยอมรับได้ คือ ค่าใช้จ่ายด้านวัสดุและแรงงานซึ่งสามารถควบคุมการสูญเปล่าวัสดุได้ดีกว่า
2. การควบคุมเวลา (Time Control): เพิ่มสมรรถนะในการก่อสร้างในแง่ต่างๆ เช่น ลดเวลา, แรงงานคน, วัสดุ ฯลฯ เวลาที่ใช้ในการก่อสร้างลดลง เป็นปัจจัยที่ทำให้อัตราการหมุนเวียนของเงินในการลงทุนรวดเร็วกว่าระบบการก่อสร้างแบบเดิม โดยสามารถสร้างอาคารเสร็จได้เร็วกว่า ซึ่งทำให้เกิดความได้เปรียบทางด้านการเงิน คือประหยัดค่าดอกเบี้ยในเงินที่กู้มาลงทุนได้ และด้านการตลาด
3. การจัดการพื้นที่ (Site Management): การบริหารจัดการโปรแกรมการทำงานได้ดี ปัญหาอุปสรรคลดลง เช่นปัญหาสภาพภูมิอากาศไม่เอื้ออำนวยต่อการก่อสร้าง ปัญหาด้านความปลอดภัยของแรงงาน และปัญหาด้านฝีมือแรงงาน ซึ่งสามารถที่จะควบคุมได้ แจกจ่ายแรงงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4. การควบคุมคุณภาพ (Quality Control): ระบบอุตสาหกรรม จะสามารถแบ่งเบากระบวนการผลิตส่วนหนึ่งได้ ภายใต้สภาวะแวดล้อมที่ดี ในโรงงานผลิตจะมีอุปกรณ์ เครื่องมือ ในการทำงานพร้อมและมีมาตรฐานการทำงานที่ดี การมีระบบควบคุมคุณภาพทำให้ผลงานที่ผลิตได้ประสิทธิภาพและประสิทธิผล

2.7 รูปแบบบ้านไม้สำเร็จรูปที่ผลิตจากโรงงานในประเทศไทย

บ้านไม้ทรงไทยเป็นหนึ่งในเทคโนโลยีการผลิตวัสดุแผ่นไม้สำเร็จรูปในอุตสาหกรรมก่อสร้างที่อยู่อาศัยในอดีต ชิ้นส่วนทุกชิ้นส่วนของบ้านมีการจัดเตรียมและประกอบเป็นส่วนๆ ก่อนนำมาติดตั้งในพื้นที่ก่อสร้าง

โรงงานไม้ที่ผลิตบ้านทรงไทยที่มีชื่อเสียงและเป็นแหล่งผลิตที่มากที่สุดอยู่ที่จังหวัดอยุธยา ซึ่งเป็นแหล่งค้าไม้ ผลิตแผ่นผนัง ประตูหน้าต่าง หลังคาไม้ ในปัจจุบันบ้านทรงไทยนิยมใช้ไม้สัก ซึ่งมีราคาสูง ส่งผลให้ผู้ซื้อเป็นกลุ่มผู้มีรายได้สูง เนื่องมาจากวัสดุไม้สักนั้นหายากและมีราคาแพง ส่งผลให้มีการก่อสร้างน้อยลง

http://www.didnalwop.com

http://banruenthai.exteen.com/page

แผ่นผนังฝาปะกน และแผ่นปิดจั่วหลังคา

ภาพที่ 2.12 แสดงบ้านเรือนไทยและชิ้นส่วนสำเร็จรูป

อุตสาหกรรมการผลิตบ้านไม้ในปัจจุบันมีหลายรายได้ผลิตบ้านไม้ที่มีขนาดเล็กลงสำหรับกลุ่มผู้มีรายได้ปานกลางก็สามารถมีบ้านไม้ได้ พร้อมทั้งปรับรูปแบบบ้านไทยประยุกต์ที่มีห้องน้ำไว้ในตัวอาคาร และปรับเปลี่ยนวัสดุหน้าต่าง ผนัง พื้น เป็นต้น ดังแสดงในภาพที่ 2.13

ภาพที่ 2.13 แสดงลักษณะบ้านทรงไทยประยุกต์จากวัสดุไม้

ธุรกิจบ้านไม้สำเร็จรูปส่วนใหญ่บ้านไม้สำเร็จรูปเป็นกลุ่มโรงงานไม้หรือทำธุรกิจเกี่ยวกับไม้มาก่อน บริษัทเหล่านี้เริ่มมีมากขึ้นตามความต้องการที่อยู่อาศัยในประเทศ บางบริษัทนำเข้าไม้และรูปแบบบ้านจากต่างประเทศ ดังแสดงในภาพที่ 2.14

http://www.baannatura.com/th/baan/product.html

ภาพที่ 2.14 แสดงลักษณะบ้านไม้สำเร็จรูปที่นำเข้าจากต่างประเทศ