

กระบวนการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูปของอาคารประเภทบ้านเดี่ยว  
กรณีศึกษา : บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด (มหาชน)

นายรณกร ชมธัญกาญจน์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์  
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
ปีการศึกษา 2555  
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)  
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย

The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository(CUIR)  
are the thesis authors' files submitted through the Graduate School.

The Process of the Construction of a Detached House with Prefabricated Parts  
Case Study : Pruksa Real Estate Company Limited.

Mr. Ronnagorn Chomthanyakarn

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Architecture Program in Architecture

Department of Architecture

Faculty of Architecture

Chulalongkorn University

Academic Year 2012

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์

กระบวนการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูป

ของอาคารประเภทบ้านเดี่ยว

กรณีศึกษา : บริษัท พฤษา เร็ยลเอสเตท จำกัด (มหาชน)

โดย

นายรณกร ชมธัญกาญจน์


สาขาวิชา

สถาปัตยกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก


ศาสตราจารย์ ดร.บัณฑิต จุลาสัย

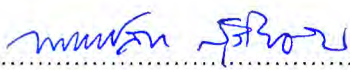
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็น  
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

  
..... คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พงศ์ศักดิ์ วัฒนสินธุ์)


คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

  
..... ประธานกรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ นาวาโท ไตรวัฒน์ วิริยะศิริ)

  
..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก  
(ศาสตราจารย์ ดร.บัณฑิต จุลาสัย)

  
..... กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ พรรณชลัท ศรีโยธิน)

  
..... กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ จาตุรงค์ วัฒนมาสุก)

  
..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย  
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชวลิต นิตยะ)

รณกร ชมธัญกาญจน์ : กระบวนการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูปของอาคารประเภทบ้านเดี่ยว  
กรณีศึกษา : บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด (มหาชน) อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : ศ.ดร.  
บัณฑิต จุลาสัย, 113 หน้า.

การศึกษาครั้งนี้เลือกระบบการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูป ของบริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด (มหาชน) เฉพาะอาคารประเภทบ้านเดี่ยวเป็นกรณีศึกษา ในปัจจุบัน บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด (มหาชน) ใช้ระบบการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูปแบบผนังรับน้ำหนัก โดยรูปร่างผนังอยู่ 2 แบบ คือ ผนังที่ไม่มีช่องเปิด และผนังที่มีช่องเปิด (ประตูหรือหน้าต่าง)

ในการศึกษาพบว่าผนังที่มีช่องเปิดประเภทหน้าต่างนั้น มีระยะหน้าต่างที่มีความกว้างหรือความยาว ตั้งแต่ 0.20 ม. ถึง 3.25 ม. โดยมีระยะใกล้เคียงกัน เช่น 0.47 0.49 0.50 0.55 0.565 0.59 และ 0.60 ม. หรือ 1.00 1.03 1.025 1.034 1.045 1.05 และ 1.10 ม. ฯลฯ เช่นเดียวกับรูปร่างหน้าต่างที่มีขนาดใกล้เคียงกัน ได้แก่ 0.47x1.395 และ 0.50x1.40 หรือ 1.10x1.80 และ 1.10x1.825 ฯลฯ ด้วยเหตุนี้ทำให้ต้องมีแบบหล่อจำนวนมาก และมักจะทำให้เกิดปัญหาในการเลือกแบบหล่อ ทั้งนอกจากจะต้องเสียค่าผลิตแบบหล่อแล้ว ยังต้องการพื้นที่เก็บแบบหล่อมามากขึ้นด้วย

ในขณะที่เดียวกันแบบหล่อช่องหน้าต่างแต่ละขนาด ก็มีจำนวนต่างกัน เช่น ขนาด 0.39x1.22 มี 1 ชิ้น ขนาด 0.50x0.50 มี 20 ชิ้น และขนาด 0.80x1.10 มี 158 ชิ้น เป็นต้น ทำให้เข้าใจได้ว่าแบบหล่อแต่ละขนาดมีความถี่ในการใช้งานต่างกัน

จึงมีข้อเสนอแนะให้รวมขนาดของหน้าต่างที่มีระยะความกว้างหรือความยาวใกล้เคียงกัน อย่างเช่น 0.47 0.49 0.50 0.55 เหลือเพียง 0.50 ม. และรวมรูปร่างที่มีขนาดใกล้เคียงกัน เช่น 0.47x1.395 และ 0.50x1.40 รวมเป็น 0.47x1.395 หรือ 0.50x1.40 แบบใดแบบหนึ่ง เป็นต้น โดยใช้เกณฑ์การพิจารณาจากจำนวนแบบหล่อที่มีความถี่ในการใช้งานสูง

นอกจากนี้ยังพบว่า เครื่องจักรสามารถผลิตเหล็กตะแกรงเสริมในผนังได้แคบที่สุด 0.50 เมตร หากขนาดของผนังมีส่วนที่แคบน้อยกว่า จะต้องตัดเหล็กตะแกรงส่วนที่เกินออกทิ้ง ส่งผลให้ต้องใช้แรงงานและเสียวัสดุในการผลิตเพิ่มขึ้น เมื่อรวมระยะห่างระหว่างขอบผนังและเหล็กตะแกรงด้านละ 0.025 ม. จึงมีข้อเสนอแนะให้การออกแบบช่องเปิดควรห่างจากผนังอย่างน้อยต้อง 0.55 ม.

การดำเนินงานตามข้อเสนอแนะดังกล่าว จะช่วยลดปัญหาในการทำงาน ลดต้นทุนในขั้นตอนการผลิต และทำให้ระบบการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูปมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ภาควิชา.....สถาปัตยกรรมศาสตร์.....ลายมือชื่อนิสิต.....  
สาขาวิชา.....สถาปัตยกรรม.....ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์.....  
ปีการศึกษา.....2555.....

##5573371725 : MAJOR ARCHITECTURE

KEYWORDS : PREFABRICATED PARTS / WALL BEARING / OPENINGS

RONNAGORN CHOMTHANYAKARN :The Process of the Construction of a Detached House with Prefabricated Parts Case Study : Pruksa Real Estate Company Limited. THESIS ADVISOR:PROF. BUNDIT CHULASAI,113pp.

This is a study on construction with prefabricated parts of Pruksa Real Estate Company Limited, focusing on the detached house as a case study. Pruksa Real Estate Company Limited uses prefabricated parts for its wall bearings. There are two types of wall shapes: walls with no openings and walls with openings (door or window).

The study found that the walls with the window openings range in width or length from 0.20 m to 3.25 m, including 0.60 0.47 0.49 0.50 0.55 0.565 0.59 1.00 1.03 1.025 1.034 1.045 1.05, 1.10 m etc., as well as window shapes that are similar, including 0.47x1.395 0.50x1.40 or 1.10x1.80 1.10x1.825.Thus this requires a lot of molding and causes the burden of choosing new molding. The results are a higher cost of molding production and more storage space requirements.

In each molding of window size, there are a number of different ones. For example, 0.39x1.22 size requires 1 piece of molding, 0.50x0.50 has 20 pieces and 0.80x1.10 has 158 pieces, so it is understandable that different sizes of molding have different frequencies of usage.

Merging the sizes of the windows that are similar in width and length is thus recommended. For example, 0.47 0.49 0.50 and 0.55 could be rounded to 0.50 m and similar shapes such as 0.47x1.395 and 0.50x1.40 to 0.50x1.40 or 0.47x1.395 could be done using high frequency usage data as the criteria for determining which molding will be used.

They also found that machines can produce steel mesh reinforcement in the wall as narrow as 0.50 m. If narrower, less of the steel will need to be cut off, reducing excess labor and materials which will increase productivity. The total distance between the wall and the iron grating should be 0.025 m and the opening should be at least 0.55 m from the wall.

The implementation of the above suggestions will help reduce the problem. The cost of manufacturing process will be reduced and prefabricated construction systems with have greater efficiency.

Department : .....Architecture..... Student's Signature..... *Smas?*  
Field of Study : .....Architecture..... Advisor's Signature..... *[Signature]*  
Academic Year : .....2012.....

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้ด้วยความสามารถและความช่วยเหลืออันดีเยี่ยมจาก ศาสตราจารย์ ดร. บัณฑิต จุลาสัย อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ซึ่งช่วยชี้แนะแนวทาง คอยดูแล การทำวิจัยอย่างใกล้ชิด รวมทั้งให้คำปรึกษาและชี้แนะแนวทางการแก้ไขปัญหาระหว่างการ ทำงานเสมอมา ตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งสำเร็จลุล่วง

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอย่างสูงต่อคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่าน อันได้แก่ รอง ศาสตราจารย์ นาวาโท ไตรวัฒน์ วิริยะศิริ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ จาตุรนต์ วัฒนผาสุก รอง ศาสตราจารย์ ดร.ชวลิต นิตยะ และรองศาสตราจารย์ พรรณชลัท สุริโยธิน

ในการสำรวจและเก็บข้อมูล ผู้วิจัยขอขอบคุณบริษัท พฤษภา เรียวเอสเตท จำกัด (มหาชน) และหน่วยงานต่างๆ ที่อำนวยความสะดวกและให้ความอนุเคราะห์เรื่องข้อมูลเป็นอย่างดี รวมถึงรองศาสตราจารย์ ดร.ชวลิต นิตยะ ที่กรุณาให้ความรู้ในการบรรยายในชั้นเรียน

สุดท้ายผู้วิจัยขอขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัวที่คอยสนับสนุนในทุกๆ ด้าน เสมอมา รวมถึงครูอาจารย์ผู้ประสิทธิ์ประสาทความรู้ตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบัน ขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนที่ให้อกำลังใจและความช่วยเหลือต่างๆ และนางสาวณชมน พุนทรัพย์ที่ให้คำปรึกษาที่ดีเสมอมา อันช่วยให้ผู้วิจัยสามารถจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จได้ด้วยดี

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฌ
สารบัญภาพ.....	ฎ
สารบัญแผนภูมิ.....	ฒ
<b>บทที่ 1 บทนำ.....</b>	<b>1</b>
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	3
1.3 สมมุติฐานของการศึกษา.....	3
1.4 ขอบเขตการศึกษา.....	3
1.5 ข้อตกลงเบื้องต้นของการศึกษา.....	3
1.6 คำจำกัดความของการศึกษา.....	3
1.7 วิธีดำเนินการศึกษา.....	5
1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	5
<b>บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....</b>	<b>7</b>
2.1 แนวคิดความคิด และความหมายของการก่อสร้างระบบสำเร็จรูป.....	7
2.2 ความเป็นมาของระบบการก่อสร้างอุตสาหกรรมกับการพัฒนาที่อยู่อาศัย.....	8
2.3 ชิ้นส่วนสำเร็จรูป.....	10
2.4 ประเภทของระบบการก่อสร้างอาคาร.....	11
2.4.1 แบ่งตามชนิดของโครงสร้าง.....	11
2.4.2 แบ่งตามลักษณะของวัสดุก่อสร้าง.....	12
2.4.3 แบ่งตามรูปแบบของชิ้นส่วนที่ประกอบกัน.....	13
2.5 ระบบแผ่นผนังรับน้ำหนัก.....	13
2.6 การก่อสร้างที่อยู่อาศัยระบบสำเร็จรูปในประเทศไทย.....	21
2.7 ประวัติของบริษัท พุกษา เรื่อยเอสเตท จำกัด (มหาชน).....	24
2.8 วิทยานิพนธ์ที่เกี่ยวข้อง.....	25

	หน้า
<b>บทที่ 3 ผลการศึกษา.....</b>	29
3.1 ขั้นตอนออกแบบ.....	29
3.2 ขั้นตอนผลิต.....	31
3.3 ขั้นตอนขนส่ง.....	38
3.4 ขั้นตอนติดตั้ง.....	39
<b>บทที่ 4 ช่องเปิดประเภทหน้าต่าง.....</b>	53
4.1 ระยะเวลากว้างหรือความยาว.....	53
4.2 ขนาดของแต่ละรูปร่าง.....	55
4.3 แบบหล่อของแต่ละรูปร่าง.....	58
4.4 กระดาษแบบในขั้นตอนการผลิต.....	61
<b>บทที่ 5 วิเคราะห์.....</b>	66
5.1 ระยะเวลากว้างหรือความยาว.....	66
5.2 ขนาดของแต่ละรูปร่าง.....	72
5.3 แบบหล่อของแต่ละรูปร่าง.....	79
5.4 เหล็กตะแกรงเสริม.....	83
<b>บทที่ 6 สรุปผลและข้อเสนอแนะ.....</b>	89
รายการอ้างอิง.....	93
ภาคผนวก.....	94
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	106



## สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 1.1	ตารางสรุปอัตราค่าจ้างขั้นต่ำ พ.ศ. 2555.....	1
ตารางที่ 2.1	เปรียบเทียบงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	28
ตารางที่ 3.1	ขั้นตอนออกแบบขนส่ง ผลิตภัณฑ์ และติดตั้ง .....	52
ตารางที่ 4.1	ระยะความกว้าง หรือความยาวของช่องเปิดประเภทหน้าต่าง.....	54
ตารางที่ 4.2	ระยะความกว้าง หรือความยาวของช่องเปิดประเภทหน้าต่าง.....	54
ตารางที่ 4.3	ระยะความกว้าง หรือความยาวของช่องเปิดประเภทหน้าต่าง.....	54
ตารางที่ 4.4	ระยะความกว้าง หรือความยาวของช่องเปิดประเภทหน้าต่าง.....	54
ตารางที่ 4.5	ขนาดของรูปร่างหน้าต่าง.....	56
ตารางที่ 4.6	ขนาดของรูปร่างหน้าต่าง.....	56
ตารางที่ 4.7	ขนาดของรูปร่างหน้าต่าง.....	56
ตารางที่ 4.8	ขนาดของรูปร่างหน้าต่าง.....	57
ตารางที่ 4.9	ขนาดของรูปร่างหน้าต่าง.....	57
ตารางที่ 4.10	ขนาดของรูปร่างหน้าต่าง.....	57
ตารางที่ 4.11	จำนวนแบบหล่อ.....	58
ตารางที่ 4.12	จำนวนแบบหล่อ.....	58
ตารางที่ 4.13	จำนวนแบบหล่อ.....	59
ตารางที่ 4.14	จำนวนแบบหล่อ.....	59
ตารางที่ 4.15	จำนวนแบบหล่อ.....	60
ตารางที่ 4.16	จำนวนแบบหล่อ.....	60
ตารางที่ 5.1	แสดงความถี่ของระยะที่มีการใช้งานทั้งหมด.....	69
ตารางที่ 5.2	แสดงความถี่ของระยะที่มีการใช้งานในแต่ละช่วง.....	70
ตารางที่ 5.3	แสดงระยะที่ถูกเลือกเป็นตัวแทน.....	71
ตารางที่ 5.4	แสดงรูปร่างหน้าต่างที่มีการใช้งาน.....	76
ตารางที่ 5.5	แสดงกลุ่มของรูปร่างที่ใกล้เคียงกัน.....	77
ตารางที่ 5.6	แสดงรูปร่างหน้าต่างที่ถูกเลือก.....	78
ตารางที่ 5.7	รูปร่างช่องเปิดหน้าต่างที่มีแบบหล่อ.....	80
ตารางที่ 5.8	รูปร่างช่องเปิดหน้าต่างที่มีแบบหล่อจำนวนต่างๆ.....	81

## สารบัญตาราง(ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ 5.9    รูปร่างช่องเปิดหน้าต่างที่มีแบบหล่อจำนวนตั้งแต่ 10 ขึ้นขึ้นไป.....	82
ตารางที่ 5.10    แสดงภาพที่เขียนขึ้นมาใหม่.....	87
ตารางที่ 5.11    แสดงการแก้ไขแบบเดิมให้เป็นแบบที่เหมาะสม.....	88

## สารบัญภาพ

		หน้า
ภาพที่ 2.1	คริสตัส พลาเลซ, โจเซฟ แพ็ทตัน, อังกฤษ, 1857.....	9
ภาพที่ 2.2	มาตรฐานรูปตัดที่ใช้ในระบบของวอลเตอร์ โกลเปียร์ส.....	9
ภาพที่ 2.3	ระบบเสาและคาน.....	12
ภาพที่ 2.4	ระบบผนังและแผ่นพื้น.....	12
ภาพที่ 2.5	ระบบกล่อง.....	12
ภาพที่ 2.6	ระบบชิ้นส่วนประกอบ.....	12
ภาพที่ 2.7	แสดงระบบแผ่นผนังรับน้ำหนัก .....	14
ภาพที่ 2.8	แสดงวิธีการจัดวางผนังรับน้ำหนักของพื้น.....	15
ภาพที่ 2.9	แสดงระบบโครงสร้างแบบ Long-Wall.....	16
ภาพที่ 2.10	แสดงตัวอย่างอาคารที่อยู่อาศัยในกรุงวอร์ซอ.....	17
ภาพที่ 2.11	แสดงการวางโครงสร้างรับน้ำหนักแบบ Long-Wall.....	17
ภาพที่ 2.12	แสดงระบบ Cross Wall และแสดงการวางผนังด้านหน้า.....	18
ภาพที่ 2.13	แสดงระบบ Cross Wall สามารถวางผนังด้านหน้าได้หลายวิธี.....	19
ภาพที่ 2.14	แสดงการวางผนังรับน้ำหนัก แบบ Two-Way span.....	20
ภาพที่ 2.15	แสดงตัวอย่างอาคารที่พักอาศัยของประเทศโปแลนด์.....	20
ภาพที่ 2.16	แสดงระบบกรอบกล่อง (Sing-Frame).....	21
ภาพที่ 2.17	ระบบ Built Up Steel Frame ของบริษัท ซีคอน จำกัด.....	23
ภาพที่ 2.18	ระบบบ้านโนเบิลสตีลเทค ของบริษัทโนเบิล ดีเวลลอปเม้นท์ จำกัด.....	23
ภาพที่ 3.1	บรรยากาศการทำงานของสถาปนิก ในฝ่ายพัฒนาแบบก่อสร้าง.....	30
ภาพที่ 3.2	แบบสถาปัตยกรรม.....	30
ภาพที่ 3.3	ภาพ 3 มิติ ในโปรแกรม All Plan.....	31
ภาพที่ 3.4	รายละเอียดต่างๆ ในโปรแกรม All Plan.....	31
ภาพที่ 3.5	เครื่องทำความสะอาด.....	32
ภาพที่ 3.6	สายพานลำเลียงเศษคอนกรีต.....	32
ภาพที่ 3.7	เครื่องพ่นน้ำมัน.....	32
ภาพที่ 3.8	เครื่อง Plotter.....	33

## สารบัญภาพ(ต่อ)

	หน้า
ภาพที่ 3.9 เครื่อง Plotter.....	33
ภาพที่ 3.10 หุ่นยนต์อัตโนมัตินำเหล็กกันแบบข้างไปติดตั้งบนโต๊ะหล่อ.....	33
ภาพที่ 3.11 คนงานกำลังวางอุปกรณ์ต่างๆ.....	34
ภาพที่ 3.12 ตะกร้าเตรียมไว้สำหรับผนังแต่ละแผ่น.....	34
ภาพที่ 3.13 เครื่องผลิตตะแกรงเหล็กขณะกำลังผลิต.....	34
ภาพที่ 3.14 เครื่องผลิตตะแกรงเหล็ก.....	34
ภาพที่ 3.15 ม้วนเหล็กเสริม.....	34
ภาพที่ 3.16 เครื่องเทคอนกรีตขณะเทคอนกรีต.....	35
ภาพที่ 3.17 เครื่องปาดหน้าคอนกรีต.....	35
ภาพที่ 3.18 เครื่องขัดผิวคอนกรีต.....	36
ภาพที่ 3.19 ตู้อบคอนกรีต.....	36
ภาพที่ 3.20 โต๊ะหล่อขณะเข้าตู้อบตู้อบ.....	36
ภาพที่ 3.21 คนงานกำลังถอดแบบเหล็กข้าง.....	37
ภาพที่ 3.22 โต๊ะหล่อถูกยกเฉียงประมาณ 85 องศา.....	37
ภาพที่ 3.23 คนงานกำลังถอดชิ้นงานออกจากโต๊ะหล่อ.....	37
ภาพที่ 3.24 ชิ้นงานจะถูกยกเก็บใส่ตะกร้าเหล็ก (Lack).....	37
ภาพที่ 3.25 รถลาก (Run-off Truck).....	37
ภาพที่ 3.26 เคนขณะยกตะกร้าเหล็ก.....	38
ภาพที่ 3.27 สายรัดระหว่างชิ้นงานและรถบรรทุก.....	38
ภาพที่ 3.28 ผู้ควบคุมงานเซ็นรับมอบ.....	39
ภาพที่ 3.29 คนขับรถและเอกสารรับมอบ.....	39
ภาพที่ 3.30 การทำงานอย่างต่อเนื่องในแต่ละขั้นตอน.....	40
ภาพที่ 3.31 ขั้นตอนที่ 1 (วันที่ 1 ถึงวันที่ 3).....	40
ภาพที่ 3.32 ขั้นตอนที่ 2 (วันที่ 4 ถึงวันที่ 6).....	41
ภาพที่ 3.33 พื้นชั้น 1 ที่เตรียมไว้สำหรับขั้นตอน 3.....	41
ภาพที่ 3.34 ขั้นตอนที่ 3 (วันที่ 7 ถึงวันที่ 9).....	42
ภาพที่ 3.35 ติดตั้งผนังชั้นที่ 1.....	42

## สารบัญภาพ(ต่อ)

		หน้า
ภาพที่ 3.36	ติดตั้งผนังชั้นที่ 2.....	43
ภาพที่ 3.37	ชั้นตอนที่ 4 (วันที่ 10 ถึงวันที่ 12).....	43
ภาพที่ 3.38	เก็บรายละเอียดรอยต่อระหว่างผนังชั้นที่ 1 และพื้นชั้นที่ 2.....	44
ภาพที่ 3.39	ชั้นตอนที่ 5 (วันที่ 13 ถึงวันที่ 15).....	44
ภาพที่ 3.40	โครงหลังคาสำเร็จรูป.....	45
ภาพที่ 3.41	ชั้นตอนที่ 6 (วันที่ 16 ถึงวันที่ 18).....	45
ภาพที่ 3.42	ชั้นตอนที่ 7 (วันที่ 19 ถึงวันที่ 21).....	46
ภาพที่ 3.43	การติดตั้งวงกบประตูและหน้าต่าง.....	46
ภาพที่ 3.44	ชั้นตอนที่ 8 (วันที่ 22 ถึงวันที่ 24).....	47
ภาพที่ 3.45	ชั้นตอนที่ 9 (วันที่ 25 ถึงวันที่ 27).....	47
ภาพที่ 3.46	งานปูกระเบื้องพื้นบริเวณชั้น 1.....	48
ภาพที่ 3.47	งานทาสีภายนอก.....	48
ภาพที่ 3.48	ชั้นตอนที่ 10 (วันที่ 28 ถึงวันที่ 30).....	49
ภาพที่ 3.49	ชั้นตอนที่ 11 (วันที่ 31 ถึงวันที่ 33).....	49
ภาพที่ 3.50	ชั้นตอนที่ 12 (วันที่ 24 ถึงวันที่ 36).....	50
ภาพที่ 3.51	บ้านในชั้นตอนสุดท้าย มีการทำความสะอาดและจัดสวน.....	50
ภาพที่ 4.1	แบบแผ่นที่ 1.....	62
ภาพที่ 4.2	แบบแผ่นที่ 2.....	62
ภาพที่ 4.3	แบบแผ่นที่ 3.....	62
ภาพที่ 4.4	แบบแผ่นที่ 4.....	63
ภาพที่ 4.5	แบบแผ่นที่ 5.....	63
ภาพที่ 4.6	แบบแผ่นที่ 6.....	63
ภาพที่ 4.7	แบบแผ่นที่ 7.....	64
ภาพที่ 4.8	แบบแผ่นที่ 8.....	64
ภาพที่ 4.9	แบบแผ่นที่ 9.....	64
ภาพที่ 4.10	แบบแผ่นที่ 10.....	65
ภาพที่ 5.1	ระยะของแบบหล่อที่มีขนาดใกล้เคียงกัน.....	68

## สารบัญภาพ(ต่อ)

		หน้า
ภาพที่ 5.2	แบบหล่อหน้าต่างจำนวนมาก.....	74
ภาพที่ 5.3	แบบหล่อหน้าต่างขนาดต่างๆ.....	74
ภาพที่ 5.4	แบบแผ่นที่ 2.....	84
ภาพที่ 5.5	แบบแผ่นที่ 4.....	84
ภาพที่ 5.6	แบบแผ่นที่ 6.....	84
ภาพที่ 5.7	แบบแผ่นที่ 8.....	85
ภาพที่ 5.8	แบบแผ่นที่ 10.....	85
ภาพที่ 5.9	เหล็กตะแกรงเสริมที่เกินออกมาในช่องเปิดประตู.....	85
ภาพที่ 5.10	คณงานขณะตัดเหล็กตะแกรงเสริม.....	86
ภาพที่ 5.11	คณงานขณะตัดเหล็กตะแกรงเสริม.....	86
ภาพที่ 5.12	เหล็กตะแกรงเสริมหลังจากการตัด.....	86
ภาพที่ 5.13	แสดงช่องเปิดควรวห่างจากผนังอย่างน้อย 0.55 เมตร.....	87

## สารบัญแผนภูมิ

	หน้า
แผนภูมิที่ 1.1	
วิธีดำเนินการวิจัย.....	6

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ค่าใช้จ่ายส่วนใหญ่ในการก่อสร้างขึ้นอยู่กับค่าแรงงานและค่าวัสดุก่อสร้าง ในปัจจุบันต้นทุนในการก่อสร้างมีราคาสูงขึ้น เนื่องจากนโยบายของรัฐบาลได้เพิ่มค่าแรงขั้นต่ำเป็น 300 บาท ตั้งแต่วันที่ 1 เมษายน พ.ศ.2555 ในจังหวัดกรุงเทพมหานครและปริมณฑล และจังหวัดภูเก็ต ซึ่งบังคับใช้ทั่วประเทศตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ.2556 รวมถึงสภาพเศรษฐกิจที่วิกฤติการณ์ราคาน้ำมันที่ปรับตัวสูงขึ้น ส่งผลต่อต้นทุนในการก่อสร้าง

โดยมีผลใช้บังคับตั้งแต่วันที่ ๑ เมษายน ๒๕๕๕

ลำดับ ที่	จำนวน (จังหวัด)	เขตท้องที่บังคับใช้	ค่าจ้าง ขั้นต่ำ (เดิม)	ค่าจ้างขั้นต่ำ(ใหม่) ๑ เม.ย. ๕๕	
			เพิ่ม	เป็นวันละ	
๑	๗	ภูเก็ต	๒๒๑	๗๙	๓๐๐
		กรุงเทพฯ นครปฐม นนทบุรี ปทุมธานี สมุทรปราการ สมุทรสาคร	๒๑๕	๘๕	๓๐๐
๒	๑	ชลบุรี	๑๙๖	๗๗	๒๗๓
๓	๒	ฉะเชิงเทรา สระบุรี	๑๙๓	๗๖	๒๖๙
๔	๑	พระนครศรีอยุธยา	๑๙๐	๗๕	๒๖๕
๕	๑	ระยอง	๑๘๙	๗๕	๒๖๔
๖	๑	พังงา	๑๘๖	๗๓	๒๕๙
๗	๑	ระนอง	๑๘๕	๗๓	๒๕๘
๘	๑	กระบี่	๑๘๔	๗๓	๒๕๗
๙	๒	นครราชสีมา ปราจีนบุรี	๑๘๓	๗๒	๒๕๕
๑๐	๑	สทบุรี	๑๘๒	๗๒	๒๕๔
๑๑	๑	กาญจนบุรี	๑๘๑	๗๑	๒๕๒
๑๒	๒	เชียงใหม่ ราชบุรี	๑๘๐	๗๑	๒๕๑
๑๓	๒	จันทบุรี เพชรบุรี	๑๗๙	๗๑	๒๕๐
๑๔	๒	สงขลา สิงห์บุรี	๑๗๖	๗๐	๒๔๖
๑๕	๑	ตรัง	๑๗๕	๖๙	๒๔๔
๑๖	๒	นครศรีธรรมราช อ่างทอง	๑๗๔	๖๙	๒๔๓
๑๗	๕	ชุมพร พัทลุง เลย สกล สระแก้ว	๑๗๓	๖๘	๒๔๑
๑๘	๔	ประจวบคีรีขันธ์ ยะลา สมุทรสงคราม สุราษฎร์ธานี	๑๗๒	๖๘	๒๔๐
๑๙	๓	นราธิวาส อุตรดิตถ์ อุบลราชธานี	๑๗๑	๖๘	๒๓๙
๒๐	๒	นครนายก ปัตตานี	๑๗๐	๖๗	๒๓๗
๒๑	๔	ตราด บึงกาฬ ลำพูนหนองคาย	๑๖๙	๖๗	๒๓๖
๒๒	๒	กำแพงเพชร อุทัยธานี	๑๖๘	๖๖	๒๓๔
๒๓	๔	กาฬสินธุ์ ขอนแก่น ชัยนาท สุพรรณบุรี	๑๖๗	๖๖	๒๓๓
๒๔	๗	เชียงราย นครสวรรค์ บุรีรัมย์ เพชรบูรณ์ ยโสธร ร้อยเอ็ด สกลนคร	๑๖๖	๖๖	๒๓๒
๒๕	๕	ชัยภูมิ มุกดาหาร ลำปาง สุโขทัยหนองบัวลำภู	๑๖๕	๖๕	๒๓๐
๒๖	๑	นครพนม	๑๖๔	๖๕	๒๒๙
๒๗	๗	พิจิตร พิษณุโลกแพร่ มหาสารคาม แม่ฮ่องสอน อำนาจเจริญ อุดรดิตถ์	๑๖๓	๖๔	๒๒๗
๒๘	๒	ตาก สุรินทร์	๑๖๒	๖๔	๒๒๖
๒๙	๑	น่าน	๑๖๑	๖๔	๒๒๕
๓๐	๑	ศรีสะเกษ	๑๖๐	๖๓	๒๒๓
๓๑	๑	พะเยา	๑๕๙	๖๓	๒๒๒

ตารางที่ 1.1 ตารางสรุปอัตราค่าจ้างขั้นต่ำ พ.ศ. 2555  
ที่มา ประกาศคณะกรรมการค่าจ้างเรื่อง อัตราค่าจ้างขั้นต่ำ (ฉบับที่ 6)



เมื่อเทียบต้นทุนค่าก่อสร้างที่ก่อสร้างด้วยระบบดั้งเดิมและระบบขึ้นส่วนสำเร็จรูป พบว่าระบบขึ้นส่วนสำเร็จรูปสามารถประหยัดค่าวัสดุและแรงงานได้จากปกติ<sup>1</sup> ทำให้ปัจจุบันผู้ประกอบการอสังหาริมทรัพย์ใช้ระบบการก่อสร้างด้วยขึ้นส่วนสำเร็จรูปมากขึ้น ได้แก่ บริษัท เอเชียน พร็อพเพอร์ตี้ จำกัด (มหาชน), บริษัท แลนด์ แอนด์ เฮ้าส์ จำกัด(มหาชน), บริษัท ซื่อตรง กรุ๊ป จำกัดและบริษัท พกษา เรียลเอสเตท จำกัด(มหาชน) เป็นต้น

บริษัท พกษา เรียลเอสเตท จำกัด(มหาชน) เป็นบริษัททางด้านธุรกิจอสังหาริมทรัพย์ ผู้ผลิตและพัฒนาโครงการหมู่บ้านจัดสรรในนามโครงการบ้านพักพกษา ได้นำเทคโนโลยีการก่อสร้างที่อยู่อาศัย Semi-Automatic Precast System จากกลุ่ม Prilhofer & Associate หนึ่งในผู้นำด้านเทคโนโลยีขึ้นส่วนสำเร็จรูปของประเทศเยอรมัน สามารถเริ่มการผลิตชิ้นงานได้ในเดือนธันวาคม 2547 และมีศักยภาพในการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ใช้ในการก่อสร้าง มีคุณภาพสูงได้มาตรฐานเท่าเทียมกัน และสามารถผลิตชิ้นงานได้ถึง 110,000 ตารางเมตรต่อเดือน<sup>2</sup>

ที่ผ่านมาได้มีการศึกษาขั้นตอนต่างๆของการก่อสร้างด้วยขึ้นส่วนสำเร็จรูป แต่ยังคงขาดการศึกษาในภาพรวมของกระบวนการก่อสร้างด้วยขึ้นส่วนสำเร็จรูปซึ่งมีความสำคัญ ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาและรวบรวมข้อมูลของกระบวนการในระบบการก่อสร้างด้วยขึ้นส่วนสำเร็จรูปกรณีศึกษาคือ อาคารประเภทบ้านเดี่ยวของ บริษัท พกษา เรียลเอสเตท จำกัด (มหาชน) โดยจะศึกษาตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบถึงการก่อสร้าง การมีความรู้และความเข้าใจในกระบวนการก่อสร้างด้วยขึ้นส่วนสำเร็จรูปจะช่วยให้ผู้ที่เกี่ยวข้องสามารถนำความรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์และสามารถต่อยอดความรู้ต่อไป

<sup>1</sup>ชวลิต นิตยะ, อ่างถึง สุรเชษฐ์ ชาวเรือ. การใช้ระบบขึ้นส่วนสำเร็จรูปสำหรับบ้านพักอาศัย : การออกแบบ และศึกษาความเป็นไปได้. (วิทยานิพนธ์ ปริญญาโทบริหารบัณฑิต ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2524), หน้า 33

<sup>2</sup>ภาณุรัตน์ โพธิ์งาม. การศึกษาและเปรียบเทียบเทคโนโลยีการก่อสร้างบ้านเดี่ยว 2 ชั้น ด้วยขึ้นส่วนสำเร็จรูประบบผนังรับน้ำหนัก : กรณีศึกษา โครงการหมู่บ้านจัดสรรและโครงการหมู่บ้านซื้อตรง รัชสิต-คลอง 3 จังหวัดปทุมธานี. วิทยานิพนธ์ ปริญญาโทบริหารบัณฑิต ภาควิชาสถาปัตยกรรม ศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2548.

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อศึกษาขั้นตอนต่างๆ ในกระบวนการของกระบวนการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูป

1.2.2 เพื่อหาข้อเสนอนะต่อไป

## 1.3 สมมุติฐานของการศึกษา

ทราบถึงขั้นตอนต่างๆ ในกระบวนการที่เกิดขึ้นในกระบวนการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูป

## 1.4 ขอบเขตการศึกษา

1.4.1 อาคารประเภทบ้านเดี่ยวเท่านั้น

1.4.2 กระบวนการของบริษัท พฤกษา เรียดเอสเตท จำกัด(มหาชน) เท่านั้น

1.4.3 ขั้นตอนตั้งแต่การออกแบบถึงการก่อสร้างเท่านั้น

## 1.5 ข้อตกลงเบื้องต้นของการศึกษา

การศึกษาค้างนี้ มีข้อตกลง (1) ศึกษากระบวนการโดยวิธีการสังเกต ถ่ายภาพ จดบันทึก และสัมภาษณ์บุคคลากรของ บริษัท พฤกษา เรียดเอสเตท จำกัด(มหาชน) เท่านั้น (2) พิจารณารายละเอียดในขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วนผนังรูปร่างสี่เหลี่ยมที่มีความหนา 0.10 เมตร และช่องเปิดประเภทหน้าต่างรูปร่างสี่เหลี่ยมที่มีความหนา 0.10 เมตรเท่านั้น

## 1.6 คำจำกัดความของการศึกษา

ชิ้นส่วนสำเร็จรูป(Prefabrication) คือ ผลผลิตของส่วนประกอบอาคารที่ผลิตขึ้นสำหรับการก่อสร้างอาคาร พื้นที่ก่อสร้าง ซึ่งชิ้นส่วนสำเร็จรูปเหล่านี้จะอาศัยมาตรฐานเดียวกันเพื่อใช้ในการออกแบบ การผลิตที่โรงงาน และการประกอบติดตั้งที่หน่วยงาน<sup>3</sup>

ผนังรับน้ำหนัก(Load Bearing Wall) คือผนังที่ใช้เป็นตัวโครงสร้างรับน้ำหนักของอาคาร โดยส่วนใหญ่จะผลิตจากคอนกรีตเสริมเหล็กเป็นส่วนใหญ่<sup>4</sup>

<sup>3</sup> ชวลิต นิตยะ, อ้างถึง Henrik Nissen, Industrialized building and modular design, (London : Cement and Concrete Association, 1972), หน้า 10

<sup>4</sup> ชวลิต นิตยะ, เอกสารประกอบการสอน Housing Construction Technology, ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การก่อสร้างอาคารระบบอุตสาหกรรม (Industrialized Building System) คือ การนำโครงสร้างส่วนต่างๆของอาคารที่ทำสำเร็จรูปไว้แล้วมาประกอบเป็นอาคาร<sup>5</sup>

ตัวอาคาร (Building) คือที่รวมสรุปของวัสดุ, ชิ้นส่วนต่างๆและชิ้นส่วนสำเร็จขนาดใหญ่ไว้ด้วยกัน จนกลายเป็นรูปร่างตามที่กำหนดไว้ ซึ่งแสดงประโยชน์ใช้สอยของตัวอาคาร

ชิ้นส่วนคอนกรีตเสริมเหล็กสำเร็จรูป (Precast Reinforced Concrete) คือ ชิ้นส่วนของอาคารหรือชิ้นส่วนผนัง พื้น บันได ซึ่งหล่อเป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก แล้วนำมาติดตั้งประกอบเป็นอาคาร

ชิ้นส่วนย่อย (Parts) เป็นลำดับแรกของการผลิตที่เกิดขึ้น ซึ่งในชิ้นส่วนมีรูปแบบที่แน่นอนซึ่งในบางกรณีสัมพันธ์กับประโยชน์ที่ต้องการบางอย่าง แต่ในบางกรณีสามารถไปดัดแปลงใช้สำหรับงานแบบอื่นๆได้

ชิ้นส่วนสำเร็จขนาดใหญ่ (Component) เป็นผลผลิตซึ่งมีประโยชน์ใช้สอยเฉพาะตัวที่แน่นอน ขอบเขตของประโยชน์ใช้สอยจะเล็กหรือใหญ่ขึ้นอยู่กับสภาพความต้องการของโปรแกรมสภาพเศรษฐกิจ ผลผลิตและสภาพธรรมชาติของโครงสร้างอาคาร สภาพของมันอาจจะเป็นเพียงชิ้นง่ายๆ จนไปถึงชิ้นที่ยู่งยากสลัซซึบซึอน และมีรูปร่างแตกต่างกันออกไปในหลายชนิด เช่น ชิ้นหน้าต่างสำเร็จรูป (Window Set) จนถึงหน่วยแก่นของอาคาร (Heart) เป็นต้น

## 1.7 วิธีดำเนินการศึกษา

### 1.7.1 ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นจาก

1.7.1.1 ศึกษาข้อมูลปฐมภูมิจาก เอกสาร หนังสือ ตำรา รายงาน งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การเข้าสัมมนาวิชาการที่เกี่ยวข้องทางด้าน การก่อสร้างขึ้นด้วยส่วนสำเร็จรูป เป็นต้น

1.7.1.2 สอบถามสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ คณาจารย์ และบุคคลอื่นๆ ที่มีประสบการณ์เกี่ยวกับการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูป

1.7.1.3 การไปดูงานทางด้าน การก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูป ทั้งจากโรงงาน และการจัดแสดงในงานวิชาการที่เกี่ยวข้อง

<sup>5</sup>โสภณ แสงไพโรจน์, การก่อสร้างอาคารระบบอุตสาหกรรม, เอกสารประกอบการอบรมประสานทางพิคต สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

1.7.2 ออกแบบการศึกษา โดยเลือกศึกษากระบวนการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูปกรณีศึกษา อาคารประเภทบ้านเดี่ยวของ บริษัท พุกษา เรียดเอสเตท จำกัด(มหาชน) ตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบถึงการก่อสร้าง

1.7.3 เก็บรวบรวมข้อมูล ตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบถึงการก่อสร้าง โดยใช้วิธีการสังเกตถ่ายภาพ จดบันทึก และสัมภาษณ์บุคคลากรของ บริษัท พุกษา เรียด-เอสเตท จำกัด(มหาชน) เพื่อทราบรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป

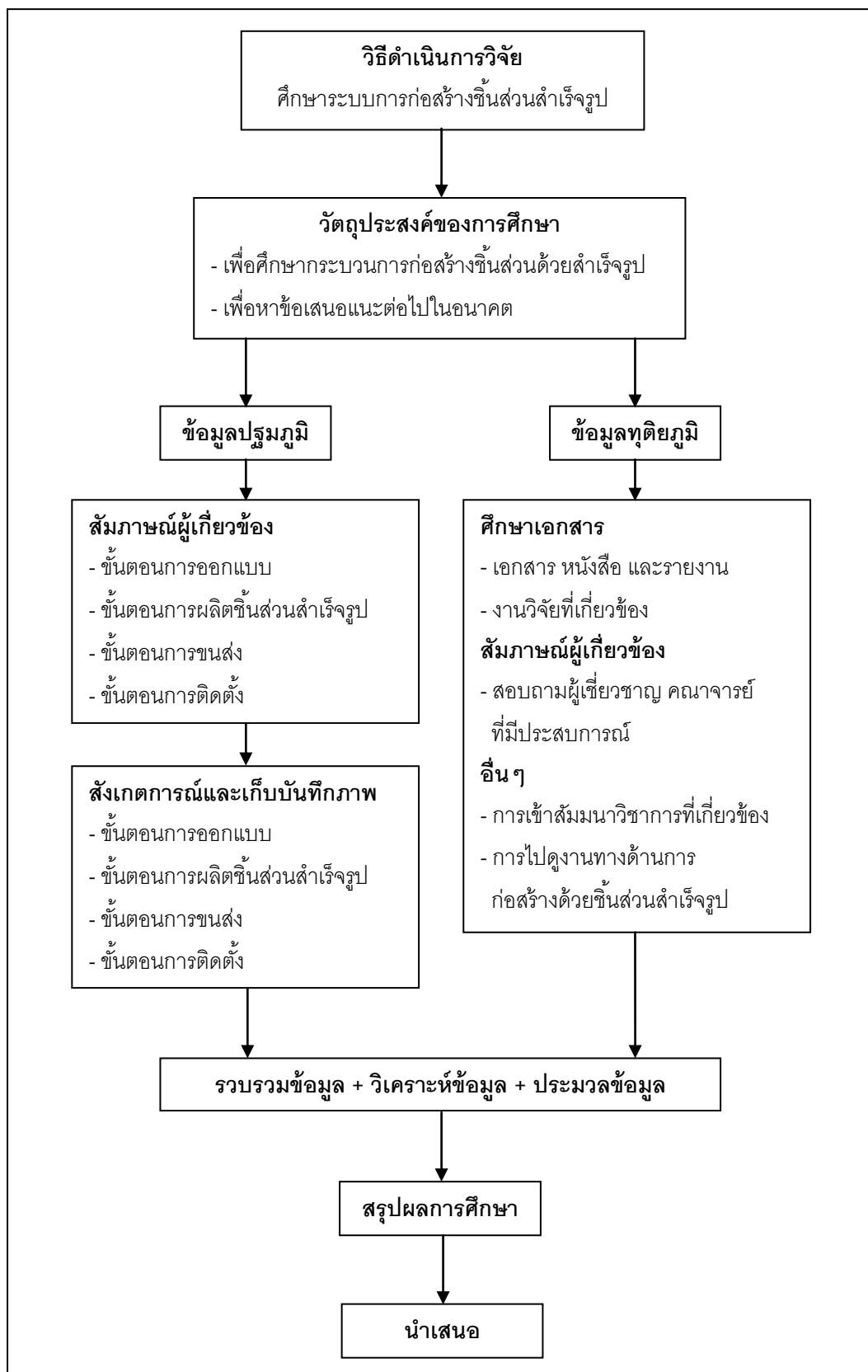
1.7.4 วิเคราะห์ข้อมูลจากการเก็บรวบรวม เพื่อทราบกระบวนการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูป และรูปร่างของผนัง รวมถึงช่องเปิดประเภทหน้าต่าง

1.7.5 สรุปผลการศึกษาและเสนอแนะต่อไป

## 1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.8.1 เพื่อให้เกิดความรู้และความเข้าใจกระบวนการของกระบวนการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูป

1.8.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการศึกษาต่อไป



แผนภูมิที่ 1.1 วิธีดำเนินการวิจัย

## บทที่ 2

### แนวความคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การทำวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาทฤษฎีแนวความคิดและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยศึกษาความหมายของการก่อสร้างระบบสำเร็จรูป ระบบการก่อสร้างอุตสาหกรรมกับการพัฒนาที่อยู่อาศัย ชิ้นส่วนสำเร็จรูป การแบ่งประเภทของระบบการก่อสร้าง ระบบแผ่นผนังรับน้ำหนัก การก่อสร้างที่อยู่อาศัยระบบสำเร็จรูปในประเทศไทย และประวัติของบริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด (มหาชน) ทั้งนี้เพื่อความเข้าใจและเป็นความรู้พื้นฐานในการทำวิจัย

#### 2.1 แนวคิดความคิด และความหมายของการก่อสร้างระบบสำเร็จรูป<sup>1</sup>

การสร้างอาคารแบบสำเร็จรูปได้แนวความคิดมาจากการผลิตของการจัดงานอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ เช่น การผลิตรถยนต์ ซึ่งจัดแยกชิ้นส่วนต่างๆ ขึ้นก่อน แล้วจึงนำมาประกอบเป็นรถที่หลัง มีการนำเอาเครื่องจักร เครื่องทุ่นแรงต่างๆ มาช่วยประกอบผลิต จึงทำให้สามารถผลิตได้เร็ว ปริมาณสูง เป็นผลให้ราคาต้นทุนการผลิตต่ำลง จุดมุ่งหมายของการปรับปรุงวิธีการสร้างอาคารได้ถือแนวตามระบบอุตสาหกรรม เพื่อต้องการลดต้นทุนการผลิตให้ต่ำ เช่นเดียวกัน ทั้งยังสร้างได้เร็วกว่าระบบเดิมที่สร้างสำเร็จในที่

การก่อสร้างระบบอุตสาหกรรม (Industrial Building System) หรือระบบการก่อสร้างสำเร็จรูป (Prefabrication System) หมายถึง การนำโครงสร้างส่วนต่างๆ ของอาคารที่ทำการผลิตตามแนวระบบอุตสาหกรรม ตามหลักการของระบบนี้ โครงสร้างอาคารส่วนใหญ่ เช่น เสา คาน พื้น จะผลิต หรือทำสำเร็จรูปมาจากโรงงาน แล้วนำมาต่อเชื่อมให้ติดกันเป็นตัวอาคาร ณ ที่ก่อสร้าง จึงเป็นระบบก่อสร้างที่ตรงกันข้ามกับวิธีการที่เคยปฏิบัติกัน ซึ่งแต่เดิมนั้น ลำดับขั้นของงานก่อสร้างอาคารจะต้องตั้งต้นจากการตั้งแบบผูกเหล็กเสริม หล่อคอนกรีตเสา คาน และพื้น ต่อเนื่องกันไป จนถึงขั้นหลังคา สรุปลได้ว่างานก่อสร้างส่วนใหญ่นั้นเป็นการสร้างที่สำเร็จอยู่ในที่ก่อสร้างทั้งสิ้น

---

<sup>1</sup> ธนพล สีนุธนนต์, "แนวทางการนำระบบเสา-คานสำเร็จรูปมาใช้ร่วมกับการก่อสร้างระบบเดิมในโครงการบ้านจัดสรร," (ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเคหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545) หน้า 8.

## 2.2 ความเป็นมาของระบบการก่อสร้างอุตสาหกรรมกับการพัฒนาที่อยู่อาศัย<sup>2</sup>

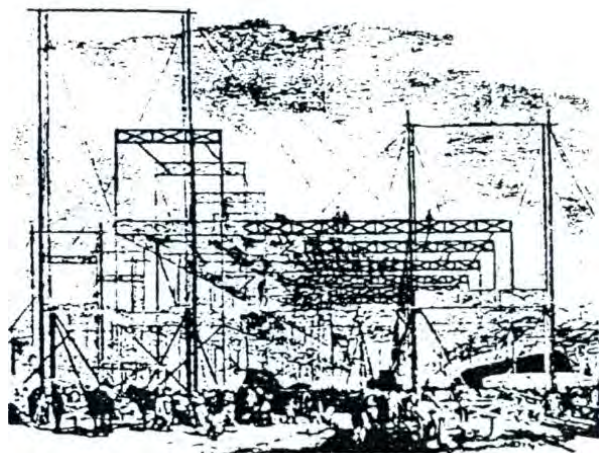
การพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมโดยแนวทางของประเทศตะวันตก มีลักษณะของการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของผลผลิต การผลิตด้วยแรงงานฝีมือถูกทดแทนด้วยกระบวนการผลิตคราวละมากๆ ของระบบอุตสาหกรรม มูลเหตุส่วนหนึ่งเป็นเพราะอัตราการเติบโตของประชากรที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว การบริโภคที่เพิ่มมากขึ้น และมาตรฐานการดำรงชีวิตที่สูงขึ้น ส่งผลกระทบต่อความต้องการอาคารที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ไม่ว่าจะเป็นโรงงาน โรงเรียน สถานที่ทำงานและที่สำคัญคือ ที่อยู่อาศัย ซึ่งมีความต้องการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว การก่อสร้างอาคารด้วยระบบดั้งเดิมจึงไม่สามารถตอบสนองต่อสังคมต่อไปอีกแล้ว

การก่อสร้างอาคารแบบอุตสาหกรรม (Industrialized building) จึงเกิดขึ้น เพราะเป็นการเปลี่ยนแปลงในกรรมวิธีการก่อสร้างอาคารเพื่อตอบสนองด้านเศรษฐกิจและสังคมดังกล่าว ชาวเมโสโปเตเมียรู้จักการทำอิฐขึ้นใช้ในการก่อสร้างต่างๆ มากกว่า 2,000 ปี ก่อนศักราชต่อมา

ราวต้นปี ค.ศ.1624 ชาวอังกฤษได้สร้างบ้านโดยใช้ผนังไม้สำเร็จรูปหลายชิ้นมาประกบกันเป็นบ้านพักอาศัยชั่วคราวของชาวประมงที่ต้องเคลื่อนย้ายถิ่นฐานบ่อยๆ บ้านแบบนี้ได้เคลื่อนย้ายและประกอบขึ้นใหม่หลายๆ ครั้ง จนในปี ค.ศ.1729 ได้มีการประกอบบ้านจากชิ้นส่วนสำเร็จรูปทั้งหมดจำนวน 2 หลัง และได้ส่งไปในหลายพื้นที่

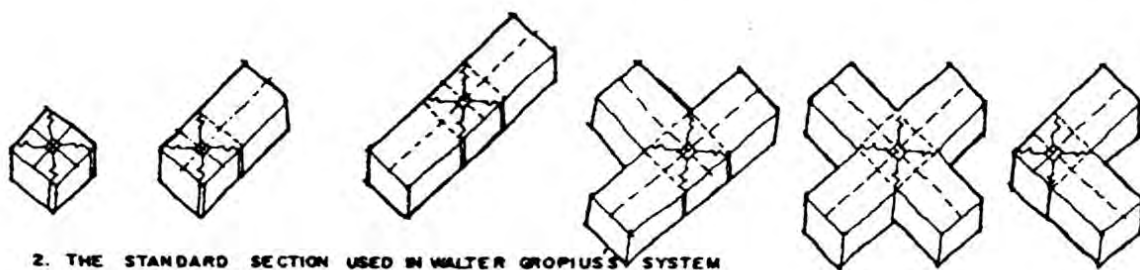
ในปี ค.ศ.1857 คริสตัล พาเลซ (ภาพที่ 2.1) เป็นอาคารสำเร็จรูปได้ถูกสร้างขึ้นจากเหล็กหลายๆ ชิ้นประกบกันเป็นอาคาร โดยยึดด้วยโบลท์ (Bolt) จำนวนมาก มีกระจกเป็นส่วนประกอบ เป็นอาคารสำหรับการแสดงสินค้า โดยมีพื้นที่กว่า 800,000 ตารางฟุต ใช้เวลาในการประกอบติดตั้ง 6 เดือน ออกแบบโดยสถาปนิก โจเซฟ แพกซ์ตัน ประกอบเป็นอาคารครั้งแรกที่ ไฮด์ปาร์ค กรุง ลอนดอน ต่อมาถอดออกไปประกอบใหม่ที่ ซิดเดนแฮมด์ ภายหลังถูกไฟไหม้หมดทั้งหลัง

<sup>2</sup> ไตรรัตน์ จารุทัศน์, การประชุมฝ่ายการก่อสร้างประจำปี 2549, (เอกสารประกอบการสอนวิชา เทคโนโลยีที่เหมาะสมกับอาคาร ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2555), หน้า 26.



ภาพที่ 2.1 คริสตัล พลาเซซ, โจเซฟ แพ็ทตัน, อังกฤษ, 1857

ที่มา: Konrad Wachsmann, The turning point of Building, 1961, p.15



ภาพที่ 2.2 มาตรฐานรูปตัดที่ใช้ในระบบของวอลเตอร์ โกลเปียร์ส

ที่มา: Konrad Wachsmann, The turning point of Building, 1961, p.141

ในปี ค.ศ.1910 สถาปนิก วอลเตอร์ โกลเปียร์ส ได้เขียนในโครงร่างข้อเสนอเรื่องการผลิตที่อยู่อาศัยในระบบอุตสาหกรรมว่า การผลิตชิ้นส่วนหลายแบบที่ได้ขนาดมาตรฐานเดียวกัน จากเครื่องจักรสามารถนำมาประกอบกันได้หลายรูปแบบและสามารถสับเปลี่ยนก็ได้ และได้เสนอรูปตัดมาตรฐานไว้ (ภาพที่ 2.2)

กลุ่มประเทศยุโรปตะวันตก (ได้แก่ ฝรั่งเศส อังกฤษ และเยอรมัน) ได้เป็นผู้ริเริ่มค้นคว้านำเอาการสร้างอาคารด้วยระบบอุตสาหกรรมมาใช้นับตั้งแต่หลังสงครามโลกครั้งที่ 2 ทั้งนี้เพราะปัญหาการขาดแคลนที่อยู่อาศัยเนื่องจากภัยพิบัติจากสงครามโลก รวมทั้งการขาดแคลนแรงงานช่างฝีมือประเภทต่างๆ และการตัดแปลงโรงงานผลิตอาวุธเป็นผลิตชิ้นส่วนวัสดุก่อสร้างโดยได้



ปรับปรุงวิธีการก่อสร้างอาคารขึ้นใหม่ จากการใช้แรงงานฝีมือเป็นแรงงานธรรมดาที่สร้างได้ และสร้างได้อย่างรวดเร็ว โดยการใช้เครื่องจักรในการผลิตและการประกอบอาคารติดตั้ง

ประเทศสหรัฐอเมริกาเพิ่งมาตื่นตัวสนใจกับวิธีการก่อสร้างอุตสาหกรรม หลังจากที่ประสบปัญหาเกี่ยวกับค่าแรงช่างฝีมือที่มีอัตราสูงมาก และแรงกดดันจากสหภาพช่างฝีมือ ประกอบกับรัฐบาลมีนโยบายส่งเสริมให้ประชาชนมีที่อยู่อาศัยกันอย่างทั่วถึง จึงให้การสนับสนุนแก่บริษัทก่อสร้างต่างๆ ทำการวิจัยค้นคว้าหาวิธีการก่อสร้างตามระบบอุตสาหกรรมที่ทางยุโรปประสบผลสำเร็จมาแล้ว

### 2.3 ชิ้นส่วนสำเร็จรูป (Prefabrication)<sup>3</sup>

ชิ้นส่วนสำเร็จรูป หมายถึง ผลผลิตของส่วนประกอบอาคารที่ผลิตขึ้นสำหรับการก่อสร้างอาคาร ซึ่งชิ้นส่วนสำเร็จรูปเหล่านี้จะอาศัยมาตรฐานที่ได้มาตรฐานเดียวกันเพื่อใช้ในการออกแบบ การผลิตที่โรงงาน และการประกอบติดตั้งที่หน่วยงาน

วัสดุพื้นฐานหลัก 3 อย่าง ในการพัฒนาระบบสำเร็จรูป คือ เหล็ก คอนกรีต และไม้ นอกจากนี้แล้วยังมีวัสดุอื่นเป็นวัสดุประกอบรอง เช่น พลาสติก ไฟเบอร์กลาส กระจก เป็นต้น ถ้าหากจะดูระดับของระบบสำเร็จรูป (Degree of Prefabrication) แล้ว ให้ดูจากสัดส่วนของชิ้นส่วนที่ผลิตขึ้นที่โรงงานเทียบกับคนก่อสร้างอื่นที่ต้องก่อสร้างในหน่วยงานก่อสร้าง

กล่าวโดยสรุปแล้ว ชิ้นส่วนสำเร็จรูป มีความหมายเพียงขั้นตอนการผลิตของส่วนประกอบอาคารที่ผลิตขึ้นจากโรงงาน ในขณะที่ระบบก่อสร้างอุตสาหกรรม ครอบคลุมกระบวนการก่อสร้างอาคารทั้งกระบวนการตั้งแต่การออกแบบ การวางแผน การผลิต การจัดการพื้นที่ก่อสร้าง การวางแผนงาน และการจัดการทางการเงิน

<sup>3</sup> ไตรรัตน์ จารุทัศน์, การประชุมฝ่ายการก่อสร้างประจำปี 2549, (เอกสารประกอบการสอนวิชา เทคโนโลยีที่เหมาะสมกับอาคาร ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2555), หน้า 28.

## 2.4 ประเภทของระบบการก่อสร้างอาคาร<sup>4</sup>

การแบ่งประเภทของระบบก่อสร้างอาคารแบบอุตสาหกรรมนี้ สามารถแบ่งได้หลายลักษณะ เช่น แบ่งตามชนิดของโครงสร้าง แบ่งตามชนิดของวัสดุที่ใช้ หรือจะแบ่งตามรูปแบบของชิ้นส่วนที่ประกอบกัน ซึ่งสามารถกล่าวโดยละเอียด ดังนี้

### 2.4.1 แบ่งตามชนิดของโครงสร้างได้ 4 แบบ

#### 2.4.1.1 ระบบเสาและคาน (Post and beam , Frame)

โดยทั่วไปจะประกอบด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูปของเสาและคานกับผนัง ทั้งที่รับน้ำหนัก และไม่รับน้ำหนัก ชิ้นส่วนต้องเบาพอที่จะยกติดตั้งได้โดยง่ายจากแรงงานคน (ภาพที่ 2.3)

#### 2.4.1.2 ระบบผนังและแผ่นพื้น (Panel and Slab)

ผนังที่ทำจากคอนกรีตอัดแรง หรือส่วนประกอบอื่นที่หล่อกับแผ่นพื้น ขึ้นอยู่กับวิธีการออกแบบที่ซับซ้อนที่อาจจะเป็นไปได้ทั้งระบบผนังรับน้ำหนัก ระบบแกนกลางรับน้ำหนักก็ได้ (ภาพที่ 2.4)

#### 2.4.1.3 ระบบกล่อง (Box or Cellular Systems)

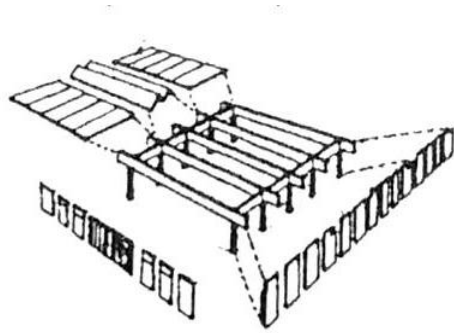
ส่วนประกอบของระบบนี้จะประกอบเป็นทั้งหน่วย เป็นกล่องที่ปิดโดยรอบและสามารถรับน้ำหนักได้ ระบบกล่องนี้เป็นระบบที่ประเทศรัสเซียพัฒนาขึ้น และต่อมาได้ใช้กันอย่างแพร่หลายในโครงการอาคารสงเคราะห์ของรัสเซียเอง ชิ้นส่วนต่างๆ ถูกประกอบหรือหล่อขึ้นเป็น 3 มิติ ขนาดเท่ากับ 1 ห้องหรือเป็นกลุ่มก็ได้ นับว่าเป็นระบบที่สามารถลดแรงงาน ลดเวลา ได้มากที่สุดของระบบทั้งหมด ถือว่าเป็นระดับงานอุตสาหกรรมขั้นสูงสุด (ภาพที่ 2.5)

#### 2.4.1.4 ระบบชิ้นส่วนประกอบ (Performance of Componentized)

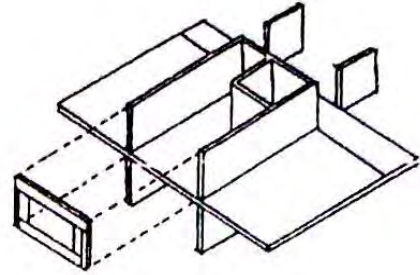
เป็นระบบที่รวม 3 ระบบข้างต้นมารวมกัน แล้วแต่ความเหมาะสมของ

<sup>4</sup> ไตรรัตน์ จารุทัศน์, การประชุมฝ่ายการก่อสร้างประจำปี 2549, (เอกสารประกอบการสอนวิชา เทคโนโลยีที่เหมาะสมกับอาคาร ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2555), หน้า 29.

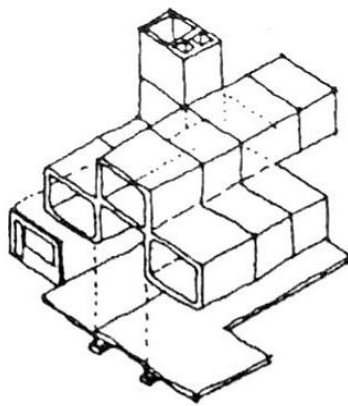
ประโยชน์ใช้สอย ฉะนั้นจึงมีความยืดหยุ่นในการปรับเปลี่ยนพื้นที่ใช้สอยภายใน  
ได้ดี (ภาพที่ 2.6)



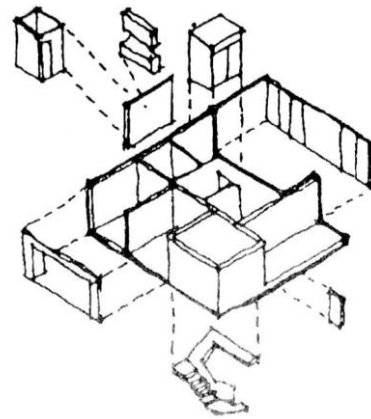
ภาพที่ 2.3 ระบบเสาและคาน



ภาพที่ 2.4 ระบบผนังและแผ่นพื้น



ภาพที่ 2.5 ระบบกล่อง



ภาพที่ 2.6 ระบบชิ้นส่วนประกอบ

ที่มา: เอกสารประกอบการสอนวิชาเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับอาคาร ภาควิชา  
สถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2555, หน้า 29.

## 2.4.2 แบ่งตามลักษณะของวัสดุก่อสร้างได้ 2 แบบ

### 2.4.2.1 ระบบหนัก (Heavy System)

เป็นระบบที่มีน้ำหนักของชิ้นส่วนหนัก ตั้งแต่ 1,000 กก./ลบ.ม. วัสดุ  
พวกนี้ เช่น คอนกรีต อิฐ ฯลฯ

### 2.4.2.2 ระบบเบา (Light System)

เป็นระบบที่มีน้ำหนักของชิ้นส่วนน้อยกว่า 1,000 กก./ลบ.ม.  
เช่น ไม้ พลาสติก อลูมิเนียม โครงเหล็ก เป็นต้น

การลงทุนสำหรับระบบหนักจะสูงกว่าระบบเบา เพราะระบบหนักจำเป็นต้องใช้เครื่องจักรในการผลิตที่หนัก การขนส่งและประกอบติดตั้งที่ต้องใช้รถขนาดใหญ่

#### 2.4.3 แบ่งตามรูปแบบของชิ้นส่วนที่ประกอบกันได้ 2 แบบ

##### 2.4.3.1 ระบบเปิด (Open System)

เป็นระบบที่ชิ้นส่วนต่างๆสามารถสับเปลี่ยนประกอบเป็นรูปแบบใหม่ได้ตามต้องการ มีความยืดหยุ่นในการออกแบบและประกอบติดตั้งมาก

##### 2.4.3.2 ระบบปิด (Closed System)

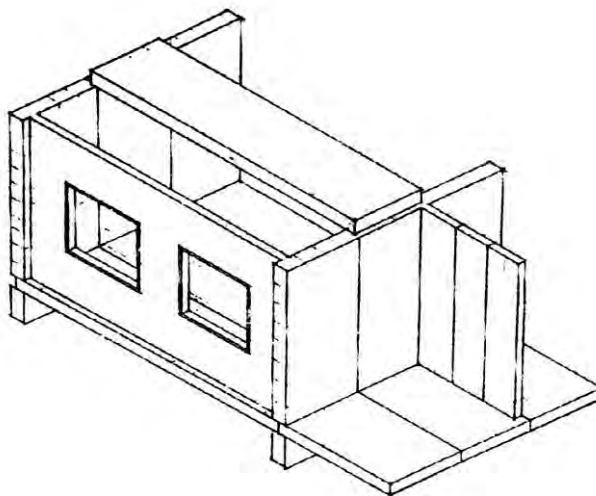
เป็นระบบที่ชิ้นส่วนต่างๆถูกออกแบบมาเพื่อประกอบติดตั้งตามรูปแบบที่กำหนดไว้ตายตัว ทุกชิ้นส่วนมักจะผลิตมาจากโรงงานแล้วเท่านั้น

### 2.5 ระบบแผ่นผนังรับน้ำหนัก (Load Bearing Structure of Panel System)<sup>5</sup>

ระบบนี้ไม่เป็นที่คุ้นเคยในประเทศไทย แต่ได้ใช้กันกว้างขวางในยุโรปในการก่อสร้างอาคารที่พักอาศัย วิธีการก่อสร้างนั้น ผนังสำเร็จรูปขนาดเท่าความสูงของชั้นจะถูกนำมาติดตั้งบนพื้นสำเร็จรูป หลังจากนั้นก็นำแผ่นพื้นสำเร็จรูปวางบนผนัง เช่นนี้เรื่อยๆไป (ภาพที่ 2.7)

ผนังและพื้นในระบบนี้สามารถผลิตได้ง่ายๆโดยการหล่อกับแบบที่วางนอนกับพื้นในวิธีการหล่อแบบนี้ สามารถจะปรับความหนาของแผ่นได้โดยสะดวกในแบบหล่อชุดเดียวกัน การผลิตผนังอีกแบบหนึ่งก็คือ การหล่อแผ่นในทางแนวตั้งที่เรียกว่า Battery Casing ในวิธีนี้แบบสำหรับหล่อจะวางตั้ง และมีแผ่นเหล็กกันเป็นช่องๆตามความหนาของผนังที่ต้องการ การเทคอนกรีตครั้งหนึ่งจะได้แผ่นผนังครั้งละจำนวนมากๆ

<sup>5</sup> ภาณุรัตน์ ไพรัชาม, "การศึกษาและเปรียบเทียบเทคโนโลยีการก่อสร้างบ้านเดี่ยว 2 ชั้น ด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูประบบผนังรับน้ำหนัก : กรณีศึกษาโครงการหมู่บ้านภัสสรและโครงการหมู่บ้านชื่อตรง รังสิต-คลอง 3 จังหวัดปทุมธานี," ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2548), หน้า 17.



ภาพที่ 2.7 แสดงระบบแผ่นผนังรับน้ำหนัก ซึ่งจัดขนาดของชิ้นส่วนตามหลักการประสานทางพิกัด  
ที่มา: ต่อดระกูด ยมขนาด, “ระบบโครงสร้างสำหรับชิ้นส่วนอาคารสำเร็จรูป. เอกสารประกอบการอบรมเรื่อง: ระบบประสานทางพิกัดในงานก่อสร้างอาคารสถานที่ราชการ”.  
(สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย, 2520): 4.

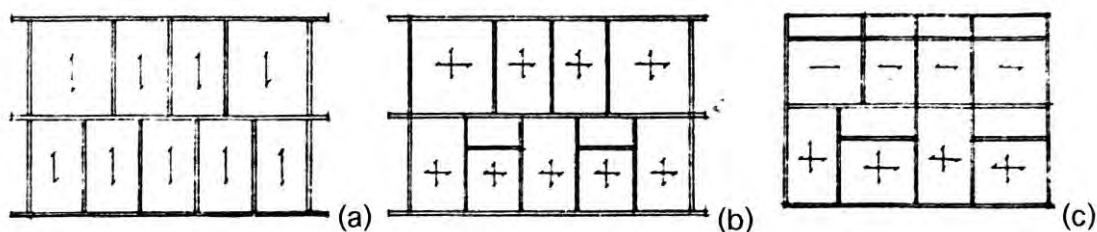
แผ่นพื้นเหล่านี้จะเสริมเหล็กตะแกรง 2 ชั้น มีการฝังท่อเดินไฟฟ้า ท่อน้ำ ไว้เสร็จก่อนที่จะเทผิวคอนกรีต ผิวคอนกรีตจะออกมาเรียบโดยไม่ต้องฉาบปูนอีกครั้ง เมื่อเทคอนกรีตแล้วจะต้องทิ้งระยะบ่มคอนกรีตเพื่อให้คอนกรีตแข็งตัว ระยะเวลาที่ต้องรอก่อนที่จะสามารถถอดคอนกรีตออกมาจากแบบนี้สามารถเร่งให้เร็วขึ้นได้ โดยวิธีการอบด้วยไอน้ำ ซึ่งหลังจาก 24 ชม.แล้วก็สามารถถอดออกจากแบบได้ สำหรับผนังที่จะต้องเจาะช่องประตูหน้าต่างก็เพียงกันแบบเป็นช่องเปิดไว้เท่านั้น ในแบบชุดเดิม

ในขั้นการผลิตชิ้นส่วนผนังและพื้นในระบบนี้ นับเป็นโครงสร้างที่สามารถผลิตชิ้นส่วนได้ง่ายที่สุดมากกว่าระบบอื่นๆทั้งหมด ขั้นตอนต่อไปหลังจากการผลิตก็คือ การประกอบและติดตั้งแผ่นผนังเหล่านี้เข้าที่ ซึ่งนับรวมตั้งแต่การขนส่งชิ้นส่วนที่มีน้ำหนักมาก จากโรงงานไปถึงบริเวณการก่อสร้าง การยกชิ้นส่วนที่มีขนาดใหญ่และน้ำหนักมากขึ้นไปติดตั้งให้ได้วางอยู่ในตำแหน่งที่ต้องการทั้งในแนวราบและแนวตั้ง เหล่านี้เป็นขั้นตอนที่ต่อมามีปัญหา มาก จำเป็นต้องใช้ช่างที่มีความชำนาญและมีความประณีตในการทำงาน

การรับแรงทางด้านโครงสร้างของระบบนี้ ก็คือ การถ่ายเทแรงจากพื้นมาลงที่แนวผนังรับน้ำหนักทั้งหมด ดังนั้นผนังจึงใช้ประโยชน์ไม่เฉพาะเพียงการเป็นผนังกันห้องเท่านั้น หากยังจะทำ

หน้าที่เป็นโครงสร้างแทนเสาและคานไปพร้อมๆกันด้วย นอกจากนี้แผ่นผนังจะทำหน้าที่ทางโครงสร้างอย่างสำคัญในอาคารเพื่อด้านทานแรงลมอย่างมีประสิทธิภาพดีมากกว่าโครงสร้างแบบเสาและคานอีกด้วย

ระบบการวางผนังรับน้ำหนักมี 3 วิธี คือ ระบบวางแนวผนังรับน้ำหนักไปในทิศทางแนวเดียวกัน ตามความยาวของอาคารเรียกว่า Long-Wall System ระบบวางแนวผนังรับน้ำหนักให้ขวางกับความยาวของอาคารเรียกว่า Cross-Wall System และระบบที่วางแนวผนังรับน้ำหนักให้รับน้ำหนักจากพื้นที่ทั้ง 2 แนว เรียกว่า Two-Way System (ภาพที่ 2.8)



ภาพที่ 2.8 แสดงวิธีการจัดวางผนังรับน้ำหนักของพื้น

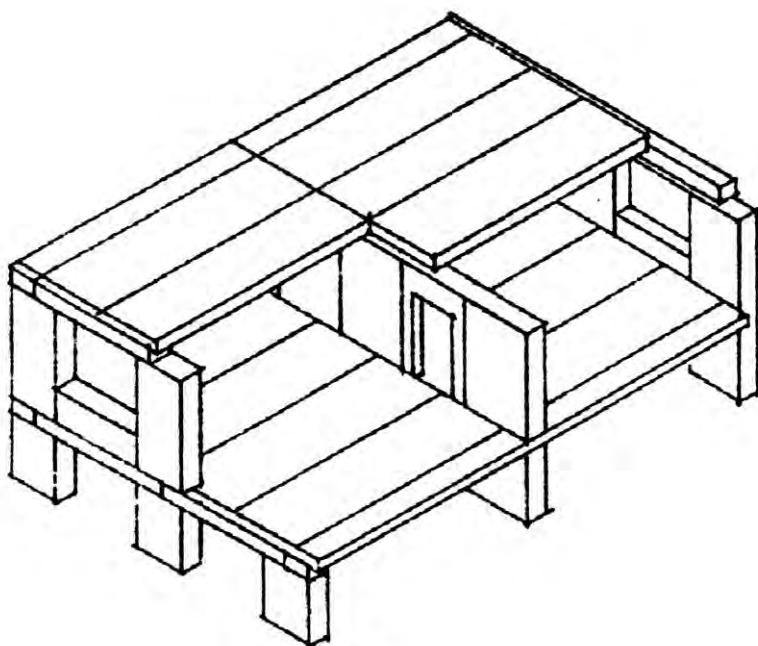
(a) Long-Wall System      (b) Two Way Span System      (c) Cross-Wall System

ที่มา: ต่อดระกูด ยมนาค, “ระบบโครงสร้างสำหรับชั้นส่วนอาคารสำเร็จรูป. เอกสารประกอบการอบรมเรื่อง: ระบบประสานทางพิกัดในงานก่อสร้างอาคารสถานที่ราชการ”. (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย, 2520): 6.

### 2.5.1 Long Wall System

ระบบนี้สังเกตได้โดยดูทิศทางของแผ่นพื้นจะวางพาดน้ำหนักมาลงผนัง ส่วนที่เป็นผนังด้านหน้าและผนังด้านหลังของอาคาร (ภาพที่ 2.9 และ 2.10) ระบบนี้มีข้ออยู่บ้างในประเทศโปแลนด์ และประเทศในกลุ่มยุโรปตะวันออก อาคารที่ใช้ระบบนี้จะต้องมีช่องเปิดที่จะเป็นหน้าต่างของห้องเล็กกว่าปกติ เนื่องจากผนังส่วนที่เป็นหน้าต่างที่จะต้องใช้เป็นผนังรับน้ำหนักของพื้นที่ต้องนำมาพาดวางลงไว้ด้วย จึงไม่เหมาะสำหรับอาคารที่พักอาศัย โดยเฉพาะที่พักอาศัยในประเทศเขตร้อน เช่นประเทศไทยที่ต้องการช่องเปิดด้านหน้าและหลังของห้องเพื่อให้อากาศได้พัดถ่ายเทความร้อน

ระบบนี้มีข้อดีอยู่ที่สามารถเปิดช่องโหว่ได้ตลอดในแนวตามความยาวของอาคาร เพราะไม่จำเป็นต้องมีผนังในแนวขวางมากั้นแต่อย่างใด จึงสามารถนำไปใช้กับอาคารประเภทสำนักงาน หรือห้องเรียนได้ แต่ความกว้างของห้องอาจถูกจำกัดด้วยความยาวของแผ่นพื้นที่ไม่สามารถพาดยาวได้ถึงระยะห่างของผนังที่จะรับน้ำหนักได้ ยกเว้นต้องออกแบบแผ่นพื้นเป็นพิเศษสำหรับวางพาดได้ ระยะห่างมากๆ การแก้ปัญหานี้อาจทำได้โดยวางคานพาดลงกำแพงรับน้ำหนักแบบ Long-Wall แล้วให้แผ่นพื้นที่วางพาดลงคานแทนที่จะพาดลงผนังห้องโดยตรง (ภาพที่ 2.11) ซึ่งจะทำให้ระบบยุ่งยากมากขึ้น เนื่องจากเป็นระบบที่ผสมระหว่างระบบผนังรับน้ำหนักผสมเสาและคาน ชิ้นส่วนแทนที่จะมีส่วนสำคัญเพียงผนังกับพื้น ก็จำเป็นต้องมีชิ้นส่วนที่เป็นคานเข้ามาเกี่ยวข้องด้วยอีก

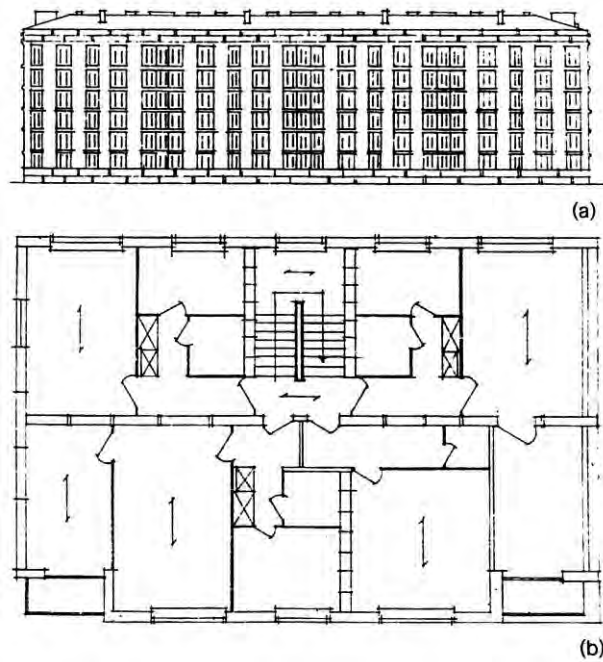


ภาพที่ 2.9 แสดงระบบโครงสร้างแบบ Long-Wall

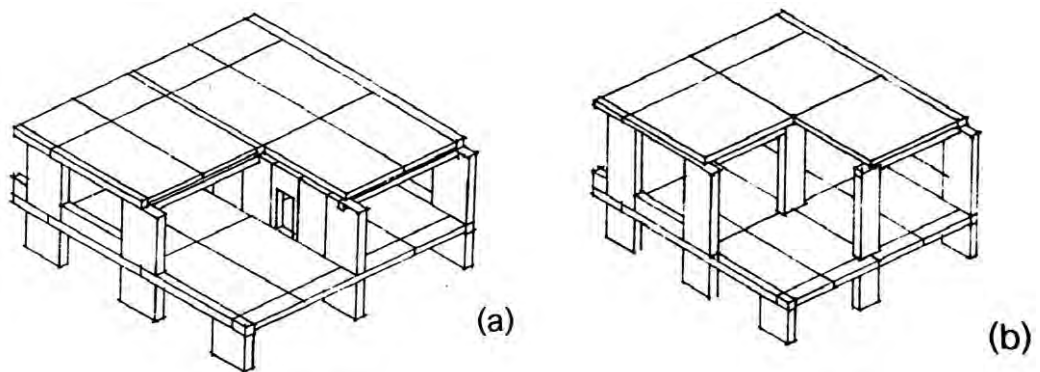
ที่มา: ต่อตระกูล ยมนาค, “ระบบโครงสร้างสำหรับชิ้นส่วนอาคารสำเร็จรูป.

เอกสารประกอบการอบรมเรื่อง: ระบบประสานทางพิคัดในงานก่อสร้างอาคารสถานที่ราชการ”.

(สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย, 2520): 7.



ภาพที่ 2.10 แสดงตัวอย่างอาคารที่อยู่อาศัยในกรุงวอร์ซอ ซึ่งวางโครงสร้างแบบ Long-Wall ที่มา: ต่อตระกูล ยมนาต, “ระบบโครงสร้างสำหรับขึ้นส่วนอาคารสำเร็จรูป. เอกสารประกอบการอบรมเรื่อง: ระบบประสานทางพิกัดในงานก่อสร้างอาคารสถานที่ราชการ”. (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย, 2520): 7.

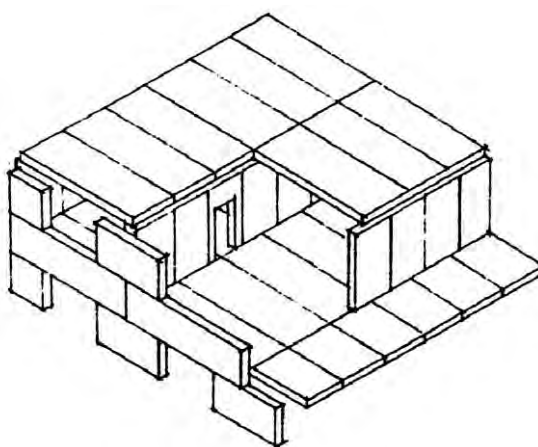


ภาพที่ 2.11 แสดงการวางโครงสร้างรับน้ำหนักแบบ Long-Wall ที่ใช้คานถ่ายน้ำหนักจากพื้นสู่กำแพง (a) ระบบของ Moscow (b) ระบบของ Czecho Slovakian ที่มา: ต่อตระกูล ยมนาต, “ระบบโครงสร้างสำหรับขึ้นส่วนอาคารสำเร็จรูป. เอกสารประกอบการอบรมเรื่อง: ระบบประสานทางพิกัดในงานก่อสร้างอาคารสถานที่ราชการ”. (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย, 2520): 8.

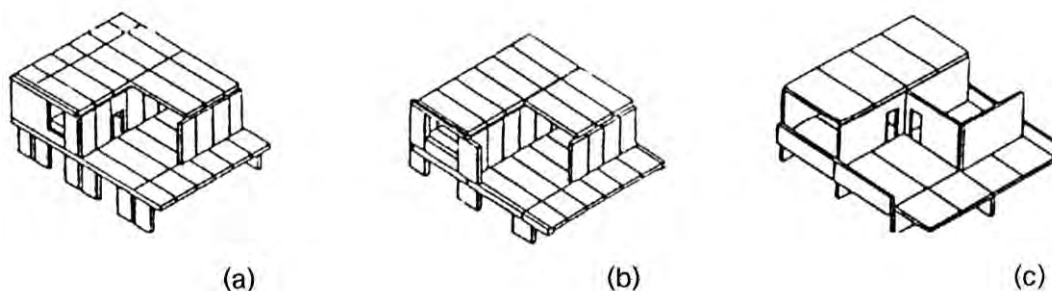


## 2.5.2 Cross Wall System

ระบบผนังรับน้ำหนักในปัจจุบันส่วนใหญ่นิยมวางแนวผนังรับน้ำหนักขวางกับความยาวของตัวอาคาร (ภาพที่ 2.12) โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาคารประเภทที่พักอาศัยซึ่งจำเป็นต้องมีผนังทางด้านขวางที่ปิดตลอด เพื่อเป็นผนังกันระหว่างแต่ละหน่วยของที่พักอาศัยแล้ว ผนังที่บนี้สามารถใช้เป็นผนังรับน้ำหนักได้ดีกว่าผนังที่มีช่องหน้าต่างเปิด อย่างเช่น ผนังรับน้ำหนักในระบบ Long-Wall ระบบ Cross-wall นั้น ผนังด้านหน้าจะไม่มีส่วนการช่วยรับน้ำหนักจากพื้นเลย ดังนั้นจึงสามารถเปิดด้านหน้าให้โล่งได้ตลอด หรือใช้เป็นหน้าต่างขนาดใหญ่ได้ตลอดด้านหน้าและด้านหลังของห้อง หรือหากต้องการผนังที่มีความหนาและน้ำหนักมากทางด้านหน้า ก็อาจใช้วิธีให้ผนังด้านหน้าวางซ้อนกันขึ้นไปเพื่อรับน้ำหนักผนังส่วนนี้ (ภาพที่ 2.12) หรืออาจใช้วิธีติดตั้งผนังด้านหน้าของห้องด้วยวิธีการอื่นๆก็ได้อีกหลายวิธี (ภาพที่ 2.13-a,b และ c) ในแบบ a ผนังด้านหน้าจะวางอยู่บนแผ่นพื้นโดยมีผนังด้านชั้นล่างลงไปเป็นโครงสร้างรับน้ำหนัก ในแบบ b จะใช้คานทับหลังวางบนผนังด้านตลอดช่องเปิด เพื่อใช้คานนี้เป็นตัวรับน้ำหนักด้านหน้าแล้วส่งน้ำหนักผ่านลงชั้นล่างๆถัดไปตามลำดับ ในแบบ c ใช้วิธีประกอบด้านหน้าเข้ากับกำแพง Cross-Wall ที่ใช้เป็นโครงสร้างรับน้ำหนักอยู่แล้วโดยตรง



ภาพที่ 2.12 แสดงระบบ Cross Wall และแสดงการวางผนังด้านหน้าให้ซ้อนรับน้ำหนักกันเอง  
ที่มา: ต่อตระกูล ยมนาค, “ระบบโครงสร้างสำหรับชั้นส่วนอาคารสำเร็จรูป. เอกสารประกอบการอบรม เรื่อง: ระบบประสานทางพิภคในงานก่อสร้างอาคารสถานที่ราชการ”. (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์ แห่งประเทศไทย, 2520): 9.

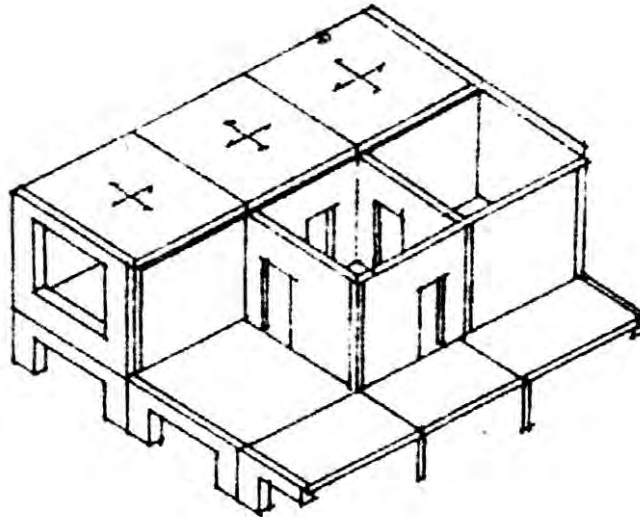


ภาพที่ 2.13 แสดงระบบ Cross Wall สามารถวางผนังด้านหน้าได้หลายวิธี  
 (a) ผนังวางอยู่บนพื้น (b) ผนังวางอยู่บนคานเสริมพิเศษ (c) ผนังเกาะติดอยู่กับด้านข้างของกำแพง  
 ที่มา: ต่อดระกูด ยมขนาด, “ระบบโครงสร้างสำหรับชั้นส่วนอาคารสำเร็จรูป. เอกสารประกอบการอบรมเรื่อง:  
 ระบบประสานทางพิกัดในงานก่อสร้างอาคารสถานที่ราชการ”.  
 (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย, 2520): 9.

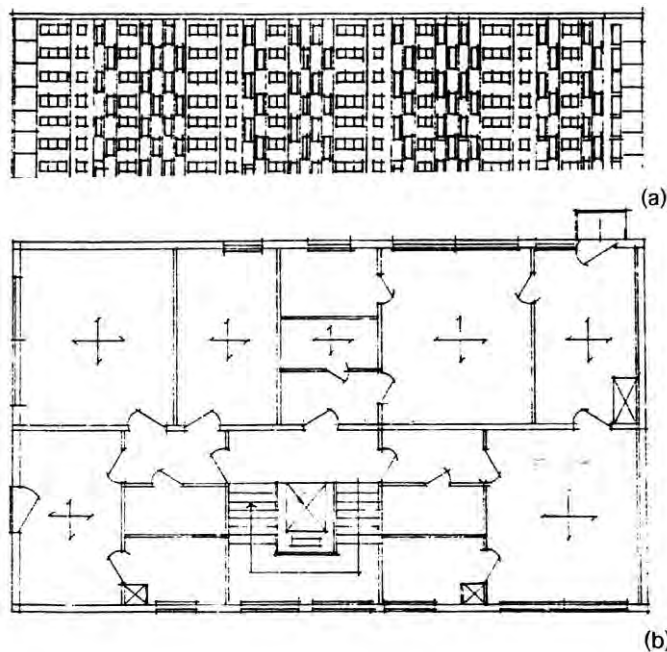
### 2.5.3 Two-Way System

Two-Way Span ระบบนี้ เป็นระยะที่ให้น้ำหนักของพื้นลงสู่ผนังทั้ง 2 แนว คือ ทั้งในแนว Cross-wall และ Long-wall นั่นคือผนังทั้ง 2 แนว จะถูกใช้เป็นที่รับน้ำหนักทั้งหมด ในกรณีนี้ พื้นจะออกแบบให้แบ่งน้ำหนักไปลงที่ผนังทั้ง 4 ด้าน แทนที่จะเป็นเพียง 2 ด้าน เช่น ระบบ Cross หรือ Tong-wall พื้นในระบบ Two-Way นี้จะมีราคาถูกกว่าพื้นที่ใช้ในระบบทั้ง 2 ระบบเดิมที่กล่าวมาแล้ว และประหยัดที่สุดหากขนาดของแผ่นพื้นจะเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส (ภาพที่ 2.14 และ 2.15)

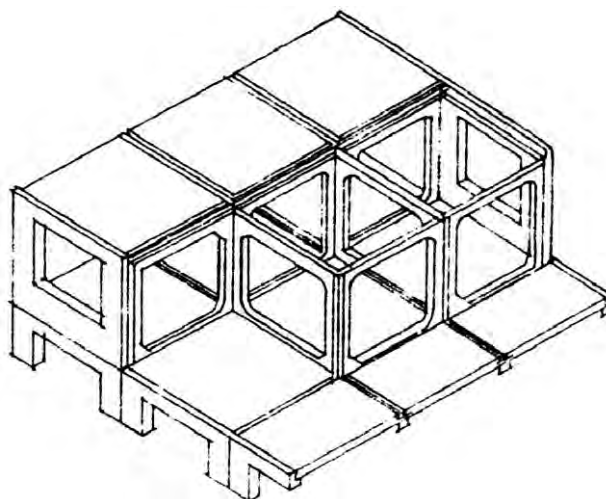
ข้อดีอีกประการหนึ่งนอกจากจะได้ระบบพื้นที่ประหยัดแล้ว ก็คือ ระบบนี้จะเป็นโครงสร้างที่มีความแข็งแรงมากกว่าระบบอื่นๆ เนื่องจากมีองค์ประกอบของอาคารที่เป็นโครงสร้างในทุกๆแนว แต่ก็มีข้อเสียที่สำคัญ ก็คือ สถาปนิกจะขาดความเป็นอิสระในการออกแบบเป็นอย่างมาก เช่น ไม่สามารถจะเปิดห้องติดต่อกันโดยตลอดได้ วิธีการแก้ปัญหา ก็คือ จำเป็นจะต้องใช้ระบบเสาและคานเข้ามาใช้ประกอบด้วย ในส่วนที่ต้องการจะเปิดโล่ง หรือ โดยการใชผนังแบบที่เป็นกรอบกลวง (ภาพที่ 2.16)



ภาพที่ 2.14 แสดงการวางผนังรับน้ำหนัก แบบ Two-Way span  
 ที่มา: ต่อตระกูล ยมนาค, “ระบบโครงสร้างสำหรับชั้นส่วนอาคารสำเร็จรูป. เอกสารประกอบการอบรม  
 เรื่อง: ระบบประสานทางพิกัดในงานก่อสร้างอาคารสถานที่ราชการ”. (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์  
 แห่งประเทศไทย, 2520): 10.



ภาพที่ 2.15 แสดงตัวอย่างอาคารที่พักอาศัยของประเทศโปแลนด์ ที่ใช้โครงสร้างแบบ Two-Way Span  
 ที่มา: ต่อตระกูล ยมนาค, “ระบบโครงสร้างสำหรับชั้นส่วนอาคารสำเร็จรูป. เอกสารประกอบการอบรม  
 เรื่อง: ระบบประสานทางพิกัดในงานก่อสร้างอาคารสถานที่ราชการ”. (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์  
 ประยุกต์แห่งประเทศไทย, 2520): 10.



ภาพที่ 2.16 แสดงระบบกรอบกลวง (Sing-Frame)

ที่มา: ต่อตระกูล ยมนาค, “ระบบโครงสร้างสำหรับชั้นส่วนอาคารสำเร็จรูป. เอกสารประกอบ การอบรม เรื่อง: ระบบประสานทางพิกัดในงานก่อสร้างอาคารสถานที่ราชการ”. (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์ แห่งประเทศไทย, 2520): 11.

## 2.6 การก่อสร้างที่อยู่อาศัยระบบสำเร็จรูปในประเทศไทย<sup>6</sup>

การก่อสร้างที่อยู่อาศัยระบบสำเร็จรูปในประเทศไทย นับว่ามีเกิดขึ้นมานานแล้วนั่นก็คือ เรือนไทย ซึ่งนับว่าเป็นการสร้างบ้านด้วยระบบสำเร็จรูปที่สมบูรณ์แบบที่สุด ชั้นส่วนทุกชั้นของบ้านมีการจัดเตรียมไว้ก่อนแล้วจึงนำมาประกอบเข้าด้วยกันเป็นตัวบ้าน แต่ในปัจจุบันบ้านที่สร้างด้วยระบบสำเร็จรูปก็ยังถือว่าเป็นระบบที่ไม่สมบูรณ์ เพราะเป็นการใช้ก่อสร้างระบบเดิม คือ การก่อสร้างในที่ผสมกับการใช้ชั้นส่วนสำเร็จรูป

### 2.6.1 พัฒนาการของบริษัทที่ใช้ระบบสำเร็จรูปในการสร้างที่อยู่อาศัย

ราวปี พ.ศ.2505 บริษัทซีคอน จำกัด (Seacon) ได้ก่อสร้างอาคารพาณิชย์ บริเวณเขตห้วยขวางของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยทั้งที่บริเวณถนนบรรทัดทอง และบริเวณสยามสแควร์ โดยได้พัฒนาระบบกึ่งสำเร็จรูปของตนเอง เรียกว่า ระบบ SEACON โดยมีลักษณะที่โรงงานผลิตเสา และคานสำเร็จจากโรงงาน เรียกว่า Built Up Steel Frame (ภาพที่2.17) นำมาประกอบที่หน่วยงานแล้วเทคอนกรีตหุ้ม พร้อมทั้งติดตั้ง

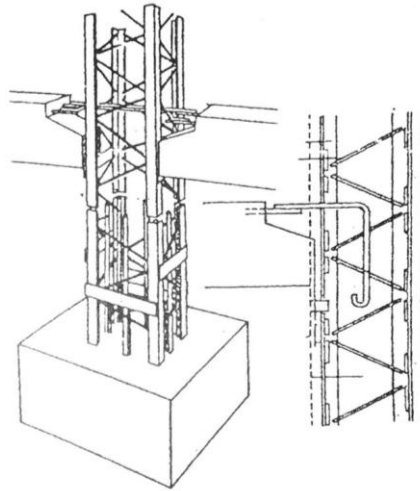
<sup>6</sup> บัณฑิต จุลาสัย. แนวทางการซื้อบ้าน พิจารณาในด้านรูปแบบเทคโนโลยีการก่อสร้าง (การพัฒนาการบ้านจัดสรร ในปัจจุบัน). [Online]. Available from : <http://seed.net/winyou2/artical08/how2buyhouse.html>[2002, june 30]

ผนังคอนกรีตสำเร็จรูปที่หล่อสำเร็จจากโรงงานเช่นกัน ในราวปี พ.ศ. 2509 โดยความร่วมมือของรัฐบาลสหรัฐอเมริกา บริษัทซีคอนจำกัด ได้จัดสร้างหมู่บ้านมิตรภาพขึ้นในบริเวณซอยอ่อนนุช ถนนสุขุมวิท 77 ซึ่งเป็นบ้านเดี่ยวระบบกึ่งสำเร็จรูปโครงการแรกเลยก็ว่าได้

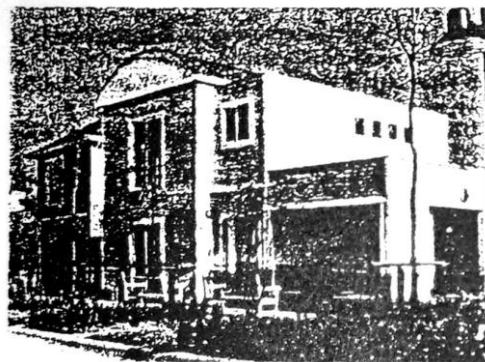
ในระยะเวลาที่ไล่เรียงกัน บริษัท สตาร์บลิค จำกัด ได้พัฒนาเทคโนโลยีของประเทศนอร์เวย์ ในการใช้ระบบโครงถัก (Truss) มาประกอบเป็นโครงหลังคาถัก (Roof Truss) และตงโครงถัก (Joint Truss) โดยใช้วัสดุเป็นไม้ยางอัดน้ำยา กับแผงตะปูเหล็ก ชุบสังกะสี (Gang nails) ส่วนระบบโครงสร้าง เช่น ฐานราก เสา คาน ผนังก่ออิฐ ยังคงเป็นระบบดั้งเดิม ทั้งนี้เพราะเหตุผลทางการตลาดที่ต้องการให้ลูกค้าสามารถปรับเปลี่ยนแบบบ้านได้ตามความต้องการ

ในช่วงปี พ.ศ.2531-2533 อัตราการเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศเพิ่มสูงมาก GDP (ประมาณ 13.3%-11.6%) ทำให้เกิดการก่อสร้างที่อยู่อาศัยเพิ่มขึ้นจำนวนมาก กล่าวคือ ในปี พ.ศ.2533 เท่ากับ 102,000 หน่วย พ.ศ.2534 เท่ากับ 129,000 หน่วย และต่อเนื่องจนขึ้นสูงสุดที่ปี พ.ศ. 2537 เท่ากับ 171,000หน่วย ในช่วง 4-5 ปีนี้ทำให้ระบบการก่อสร้างอุตสาหกรรมเริ่มมีบทบาทมากขึ้น ดังจะสังเกตจากบริษัทพัฒนาอสังหาริมทรัพย์ที่ใช้ระบบสำเร็จรูปเกิดขึ้นมากมาย เช่น บริษัท สยามธานี หรือเพอร์ดี จำกัด ได้พัฒนาระบบคอนกรีตอัดแรงของบริษัท ไท-เซพี จำกัด (ประเทศญี่ปุ่น) ก่อสร้างอาคารชุด 6 ชั้น 1 ชั้น มี 4 หน่วย มีพื้นที่ประมาณ 60 ตารางเมตรต่อหน่วย ภายใต้ชื่อโครงการบ้านสวนธน ด้วยกลยุทธ์ทางการตลาดและการโฆษณาประชาสัมพันธ์ ทำให้ประชาชนทั่วไปเริ่มรู้จักและยอมรับระบบสำเร็จรูปมากขึ้น

ต่อมาบริษัท โนเบิล ดีเวลลอป เมนท์ จำกัด ได้พัฒนาระบบ โนเบิลสตีลเทค ขึ้น โดยนำมาใช้กับโครงการบ้านเดี่ยวของบริษัทด้วยรูปแบบที่เน้นความทันสมัย วัสดุที่ใช้จะใช้วัสดุเบาในการประกอบ เช่น โครงเหล็ก แผ่นอลูมิเนียม แผ่นยิปซัมบอร์ด เป็นต้น ทำให้ระบบนี้มีความยืดหยุ่นสูงในการปรับเปลี่ยนแบบ ลูกค้าสามารถร่วมกับสถาปนิกของบริษัทออกแบบบ้านของตนเองได้ โดยสามารถดัดแปลงเป็นแบบบ้านได้กว่า 900,000 แบบ (ภาพที่ 2.18)



ภาพที่ 2.17 ระบบ Built Up Steel Frame ของบริษัท ซีคอน จำกัด  
ที่มา: เอกสารประกอบการสอนวิชาเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับอาคาร ภาควิชาสถาปัตยกรรม  
ศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2555, หน้า 31.



ภาพที่ 2.18 ระบบบ้านโนเบิลสตีลเทค ของบริษัทโนเบิล ดีเวลลอป เมนท์ จำกัด  
ที่มา: เอกสารประกอบการสอนวิชาเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับอาคาร ภาควิชาสถาปัตยกรรม  
ศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2555, หน้า 32.

โครงการเมืองทองธานี ได้เปิดตัวโครงการที่อยู่อาศัยจำนวนมหาศาลในช่วงปี พ.ศ.2533 โครงการประกอบด้วย อาคารชุดอุตสาหกรรม อาคารชุดพักอาศัย และบ้านเดี่ยว ซึ่งทั้งหมดได้ใช้เทคโนโลยีการก่อสร้างขั้นส่วนสำเร็จรูป ระบบคอนกรีตอัดแรงหล่อเป็นชิ้นส่วนของเสา คาน ผนัง พื้น มาประกอบเป็นอาคาร โดยร่วมทุนกับ บริษัท BOUGES ของประเทศฝรั่งเศส

บริษัทโรมอนแลนด์ จำกัดก็เช่นเดียวกัน กล่าวคือ ได้พัฒนาระบบไฟวาน ซึ่งเป็นระบบผนังรับน้ำหนักจากออสเตรเลีย โดยใช้แบบหล่ออลูมิเนียมประกอบกัน แล้วเทคอนกรีตอัดแรง แผ่นผนังกับพื้นที่โครงการ แล้วยกประกอบเป็นผนังรับน้ำหนักของอาคาร (Tuilt up Precasted) รูปแบบการก่อสร้างมีทั้ง บ้านเดี่ยว ทาวน์เฮาส์ อาคารชุด

นอกจากนี้แล้วยังมีอีกหลายบริษัทที่ได้พัฒนาระบบบึ่งสำเร็จรูปของตนเองขึ้นมาเพื่อรองรับงานก่อสร้างที่เพิ่มขึ้น เช่น บริษัท แลนด์แอนด์เฮาส์ จำกัด, บริษัท คอวลอติเฮาส์ จำกัด, บริษัท กฤษตามหานคร จำกัด, บริษัท พฤษา เร็ลเอสเตท จำกัด, บริษัท อาเซียน พร็อบเพอร์ตี้ จำกัด ซึ่งได้ใช้ระบบผนังรับน้ำหนักในโครงการประเภทบ้านเดี่ยว

## 2.7 ประวัติของบริษัท พฤษา เร็ลเอสเตท จำกัด (มหาชน)

บริษัท พฤษา เร็ลเอสเตท จำกัด(มหาชน) ก่อตั้งเมื่อวันที่ 20 เมษายน 2536 โดย เพื่อประกอบธุรกิจพัฒนาอสังหาริมทรัพย์ประเภท บ้านทาวน์เฮาส์ บ้านเดี่ยว และอาคารชุด ทุนจดทะเบียนเริ่มแรก 50 ล้านบาท พัฒนาโครงการ ทั้งในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ต่างจังหวัด ที่มีศักยภาพและการเจริญเติบโตสูง รวมถึงต่างประเทศ และมีการพัฒนาในปีต่อๆ มา ดังนี้

ในปี พ.ศ.2547 บริษัทฯ เริ่มก่อสร้างโรงงานผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตเสริมเหล็ก สำเร็จรูป (Precast Concrete Factory) โดยใช้ระบบการผลิตแบบ Semi-Automated Pallet Circulating System ซึ่งเป็นระบบที่ทันสมัยที่สุดในประเทศไทยในขณะนั้น มูลค่าเงินลงทุนประมาณ 650 ล้านบาท (ไม่รวมมูลค่าที่ดินอันเป็นที่ตั้งโรงงาน)

ในปี พ.ศ.2548 โรงงานผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตเสริมเหล็กสำเร็จรูปสร้างแล้วเสร็จและเริ่มดำเนินการผลิตชิ้นส่วนนอกจากนี้บริษัทฯ ได้ก่อสร้างโรงงานผลิตรั้ว และเสาสำเร็จรูป โดยมีมูลค่า โครงการประมาณ 150 ล้านบาท(ไม่รวมค่าต้นทุนที่ดินอันเป็นที่ตั้งโรงงาน โดยสร้างอยู่ในบริเวณเดียวกับโรงงานแรก)

ในปี พ.ศ.2551 บริษัทฯ ได้ก่อสร้างโรงงานผลิตแผ่นคอนกรีตเสริมเหล็กที่มีขนาดพิเศษแบบหล่อกับที่(Special Element) โดยมีมูลค่าโครงการประมาณ 90 ล้านบาท (ไม่รวมค่าต้นทุนที่ดินอันเป็นที่ตั้ง โรงงาน โดยสร้างอยู่ในบริเวณเดียวกับโรงงานแรกและโรงที่สอง) ซึ่งโรงงานดังกล่าวได้สร้างแล้วเสร็จและเริ่มดำเนินการผลิตโดยมีกำลังการผลิตสูงสุด 400 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน

ในปี พ.ศ.2553 บริษัทฯ ได้เปลี่ยนชื่อในภาษาอังกฤษจากเดิม “Preuksa Real Estate Pcl.” เป็น “Pruksa Real Estate Pcl.” พร้อมเปลี่ยนแปลงเครื่องหมายการค้าของบริษัทใหม่ และบริษัทฯ มียอดขายได้สูงสุดในผู้ประกอบการอสังหาริมทรัพย์ หลังจากการประกาศงบการเงิน ปี พ.ศ.2552

## 2.8 วิทยานิพนธ์ที่เกี่ยวข้อง

นาวิน นาคะศิริ (2542)<sup>7</sup> ศึกษาและเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายเบื้องต้นของผู้ประกอบการระหว่างสร้างโรงงานผลิตเอง และซื้อจากผู้ผลิตรับสร้างบ้าน (โครงการเพลส แอนด์ พาร์ค ลักษณะบ้านเดี่ยว 2 ชั้น พื้นที่ประมาณ 180 ตร.ม.)

พบว่า ถ้าผู้ประกอบการลงทุนเองต้องเสียค่าใช้จ่ายเบื้องต้นที่สูงกว่า จึงต้องสร้างบ้านในปริมาณที่มากกว่า 38 หน่วย จึงจะคุ้มต่อการลงทุนโดยค่าก่อสร้างเฉลี่ย 5,310.33 บ/ตร.ม. ในกรณีที่ไม่นวมภาษีมูลค่าเพิ่ม และต้องสร้างบ้านในปริมาณที่มากกว่า 46 หน่วย จึงจะคุ้มต่อการลงทุนโดยค่าก่อสร้างเฉลี่ย 5,675.69 บ/ตร.ม. ในกรณีที่รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม ซึ่งถ้าผู้ประกอบการเลือกวิธีการซื้อสำเร็จจากผู้ผลิต ราคาจะเฉลี่ยที่ 6,897-8,700 บ/ตร.ม. หรือถ้าถือสัญญาแบบเรียบราคาต้นทุนจะเฉลี่ยที่ 6,965 บ/ตร.ม.

ซึ่งวิธีการหาค่าตอบการวิจัยนั้น ใช้สมการเพื่อหาปริมาณการผลิต(อ้างอิง-รศ.ดร.วันชัย วิจิรวณิช,ผศ.สุทัศน์ รัตนเกือกังวาน, การวิเคราะห์ต้นทุนอุตสาหกรรมและงบประมาณ, เรื่องการวิเคราะห์จุดคุ้มทุน ต้นทุนปริมาณการผลิต-กำไร หน้า21) โดยในสมการมีตัวแปร 4 ตัวคือ ปริมาณการขาย, ต้นทุนคงที่, ราคาขายต่อหน่วย, ต้นทุนแปรผันต่อหน่วย(ค่าสร้างโรงงาน, ราคาตลาด, ค่าแบบที่ต้องเปลี่ยนทุก 40 หลัง)

<sup>7</sup> นาวิน นาคะศิริ, "การศึกษาและเปรียบเทียบชิ้นส่วนสำเร็จรูปประเภทผนังรับน้ำหนัก กรณีศึกษา : ผู้ประกอบการซื้อสำเร็จจากโรงงานผลิต กับการผลิตในที่ก่อสร้าง," วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต ภาควิชาเคหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542)



ธฤชวรรณ บัวมาศ (2548)<sup>8</sup> การศึกษาเปรียบเทียบระบบการก่อสร้างสำเร็จรูประบบเสาและคาน และระบบผนังรับน้ำหนักของบ้านเรือนแถว(หมู่บ้านกานดา, สมุทรสาคร)

พบว่า การก่อสร้างด้วยระบบเสาและคานสำเร็จรูปมีราคาถูกกว่าระบบผนังรับน้ำหนักสำเร็จรูป คือ 5,219.75 บ/ตร.ม. และ 5,496.43 บ/ตร.ม. หรือ ถูกกว่า 3.39 % แต่ระบบเสาและคานสำเร็จรูปจะก่อสร้างได้ช้ากว่าระบบผนังรับน้ำหนักสำเร็จรูป คือ 105 วัน/หลัง และ 81 วัน/หลัง หรือช้ากว่า 22.85 % ปัญหาที่พบคือ แบบก่อสร้างมีความล่าช้า แผนงานไม่ตามกำหนด ขาดแคลนฝีมือแรงงานและปัญหาที่ทำให้ผู้ประกอบการเลือกวิธีก่อสร้างระบบผนังรับน้ำหนักคือ ปัญหาทางานก่อสร้างด้านการฉาบ, ระยะเวลาก่อสร้างและตลาดแคลนฝีมือแรงงาน

ภาณุรัตน์ โพธิ์งาม (2548)<sup>9</sup> ศึกษาเปรียบเทียบเทคโนโลยีการก่อสร้าง(บ้านเดี่ยว 2 ชั้น) ระหว่างโครงการหมู่บ้านภัสสร และ โครงการหมู่บ้านชื้อตรง

พบว่าเวลาที่ใช้ในการผลิตชิ้นส่วนของโครงการหมู่บ้านภัสสร และ โครงการหมู่บ้านชื้อตรง คือ 1 วัน/หลัง(ณ โรงงานผลิต) และ 2 วัน/หลัง(ณ โรงงานชั่วคราว) ส่วนเวลาประกอบของโครงการหมู่บ้านภัสสร และ โครงการหมู่บ้านชื้อตรง คือ 7 วัน/หลัง (เวลาก่อสร้างรวม 55 วัน) และ 4 วัน/หลัง(เวลาก่อสร้างรวม 52 วัน) ซึ่งปัญหาที่พบคือ โรงงานผลิต-ความขัดข้องของเครื่องจักร, อุปกรณ์ฝังที่มีจำนวนมากและการขนส่ง ส่วนโรงงานชั่วคราว-ขาดแคลนกำลังคน, การควบคุมคุณภาพและการประมาณปริมาณคอนกรีตให้เพียงพอ ส่วนต้นทุนโรงงานผลิตจะถูกกว่าโรงงานชั่วคราว คือ 1,208 บ/ตร.ม. และ 1,252 บ/ตร.ม.ตามลำดับ

<sup>8</sup> ธฤชวรรณ บัวมาศ, "การศึกษาเปรียบเทียบระบบการก่อสร้างสำเร็จรูประบบเสาและคาน และระบบผนังรับน้ำหนักที่นำมาใช้ในการก่อสร้างที่อยู่อาศัยประเภทบ้านเรือนแถว : กรณีศึกษา หมู่บ้านกานดาสมุทรสาคร," ปรินฎามหาบัณฑิต ภาควิชาเคหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2548)

<sup>9</sup> ภาณุรัตน์ โพธิ์งาม, "การศึกษาและเปรียบเทียบเทคโนโลยีการก่อสร้างบ้านเดี่ยว 2 ชั้น ด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูประบบผนังรับน้ำหนัก : กรณีศึกษา โครงการหมู่บ้านภัสสรและโครงการหมู่บ้านชื้อตรง รั้งสิต-คลอง 3 จังหวัดปทุมธานี,"

ปรินฎามหาบัณฑิต ภาควิชาสถาปัตยกรรม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2548)

วรายุทธ อินอร่าม (2552)<sup>10</sup> ศึกษาเปรียบเทียบการก่อสร้างบ้านเดี่ยว 2 ชั้น คือ ระบบก่อสร้างดั้งเดิม ระบบเสา-คานสำเร็จรูป และระบบผนังรับน้ำหนักสำเร็จรูป

พบว่า ราคาค่าก่อสร้างของทั้ง 3 กระบวนการคือ 9,571 9,887 และ 10,013 บ/ตร.ม. (ซึ่งระบบผนังรับน้ำหนักจะมีราคาสูงกว่าถ้าสร้างถึงจุดค้ำยันที่ 300 หลังจะได้ 8,934 บ/ตร.ม.) ระบบผนังรับน้ำหนักสำเร็จรูป เทียบกับ ระบบก่อสร้างดั้งเดิม จะเร็วกว่า 60 วัน และแพงกว่า 442 บ/ตร.ม. และระบบผนังรับน้ำหนักสำเร็จรูป เทียบกับ ระบบก่อสร้างเสา-คานสำเร็จรูป จะเร็วกว่า 45 วัน และแพงกว่า 126 บ/ตร.ม.

สรุปว่า ระบบระบบผนังรับน้ำหนักสำเร็จรูปจะก่อสร้างเร็วที่สุด และจะถูกลงกว่าระบบอื่นๆ ด้วยถ้าหากสร้างมากกว่า 300 หน่วย

---

<sup>10</sup>วรายุทธ อินอร่าม, "การเปรียบเทียบกระบวนการก่อสร้างที่อยู่อาศัยบ้านเดี่ยว 2 ชั้น ระหว่างระบบดั้งเดิมกับระบบเสาและคานสำเร็จรูปและระบบผนังสำเร็จรูป : กรณีศึกษา โครงการเพอร์เฟคพาร์ค จังหวัดนนทบุรี" ปรินญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเคหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2552)

ชื่อ	ประเภท	สรุป
นาวิน นาคะศิริ	ระบบผนังรับน้ำหนัก	ถ้าสร้างโรงงานผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปต้องเสียค่าใช้จ่ายเบื้องต้นที่สูงกว่า จึงต้องสร้างบ้านในปริมาณที่มากกว่า 38 หน่วย จึงจะคุ้มต่อการลงทุน ในกรณีที่ไม่รวมภาษี หรือปริมาณที่มากกว่า 46 หน่วย ในกรณีที่มีรวมภาษี
ธฤชวรรณ บัวมาศ	ระบบเสาและคาน และระบบผนังรับ น้ำหนัก	การก่อสร้างด้วยระบบเสาและคานสำเร็จรูป มีราคาถูกกว่าระบบผนังรับน้ำหนักสำเร็จรูป คือ 5,219.75 บ/ตร.ม. และ 5,496.43 บ/ตร.ม. (3.39%) แต่ระบบเสาและคานสำเร็จรูปจะก่อสร้างได้ช้ากว่าระบบผนังรับน้ำหนักสำเร็จรูป คือ 105 วัน/หลัง และ 81 วัน/หลัง (22.85%)
ภาณุรัตน์ โพธิ์งาม	ระบบผนังรับน้ำหนัก	เวลาที่ใช้ในการผลิตชิ้นส่วนของหมู่บ้านกัสสร และหมู่บ้านช็อดตรง คือ 1 วัน/หลัง (ณ โรงงานผลิต) และ 2 วัน/หลัง (ณ โรงงานชั่วคราว) ส่วนเวลาประกอบของโครงการหมู่บ้านกัสสร และ โครงการหมู่บ้านช็อดตรง คือ 7 วัน/หลัง (เวลาก่อสร้างรวม 55 วัน) และ 4 วัน/หลัง (เวลาก่อสร้างรวม 52 วัน) ส่วนต้นทุนโรงงานผลิตจะถูกกว่าโรงงานชั่วคราว คือ 1,208 บ/ตร.ม. และ 1,252 บ/ตร.ม.
วรายุทธ อินอร่าม	ระบบก่อสร้างดั้งเดิม ระบบเสา-คาน และระบบผนังรับ น้ำหนัก	ระบบผนังรับน้ำหนักสำเร็จรูป เทียบกับ ระบบก่อสร้างดั้งเดิม จะเร็วกว่า 60 วันและแพงกว่า 442 บ/ตร.ม. และระบบผนังรับน้ำหนักสำเร็จรูป เทียบกับระบบก่อสร้างเสา-คานสำเร็จรูป จะเร็วกว่า 45 วัน และแพงกว่า 126 บ/ตร.ม. สรุปว่า ระบบระบบผนังรับน้ำหนักสำเร็จรูปจะก่อสร้างเร็วที่สุด ซึ่งจะถูกกว่าระบบอื่นๆ ด้วยถ้าหากสร้างมากกว่า 300 หน่วย

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

## บทที่ 3

### ผลการศึกษา

ทำการศึกษาระบวนการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูป ของอาคารประเภทบ้านเดี่ยว ตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบถึงการก่อสร้าง โดยใช้วิธีการสังเกต ถ่ายภาพ จดบันทึก และสัมภาษณ์ บุคคลากรของ บริษัท พุกษา เรียลเอสเตท จำกัด (มหาชน) เพื่อทราบรายละเอียดในแต่ละ ขั้นตอนของกระบวนการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป พบว่ามี 4 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนออกแบบ ขั้นตอนผลิต ขั้นตอนขนส่ง และขั้นตอนติดตั้ง

โดยขั้นตอนต่างๆ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

#### 3.1 ขั้นตอนออกแบบ

ขั้นตอนนี้จะเป็นขั้นตอนแรกของกระบวนการ มี 3 ขั้นตอน คือ ออกแบบร่างขั้นต้น (Preliminary Design) พัฒนาแบบก่อสร้าง (Design Develop) และสรุปแบบร่วมกัน (Co-Design)

โดยมีสถาปนิก 2 ฝ่าย คือ ฝ่ายธุรกิจ และฝ่ายพัฒนาแบบ มีรายละเอียดดังนี้

##### 3.1.1 ออกแบบร่างขั้นต้น (Preliminary Design)<sup>1</sup>

ในขั้นตอนนี้ประกอบไปด้วยสถาปนิกฝ่ายธุรกิจ และฝ่ายการตลาด จะทำการศึกษาความเป็นไปได้ในเชิงธุรกิจ เช่น ความต้องการของผู้บริโภค คู่แข่งในตลาด พื้นที่ของโครงการ เป็นต้น รวมไปถึงข้อมูลพื้นฐานของโครงการ เช่น ขนาดโครงการ ประเภทของอาคาร พื้นที่การใช้งาน เป็นต้น หลังจากนั้นสถาปนิกจะทำการออกแบบ แนวความคิด (design concept) ได้แบบร่างขั้นต้นและส่งต่อไปให้ขั้นตอนต่อไป

ในบางโครงการจะส่งต่อไปให้บริษัทรับออกแบบ (out source) เพื่อทำแบบร่างขั้นต้น หลังจากนั้นจะนำแบบร่างขั้นต้นที่ได้ส่งต่อไปให้ขั้นตอนต่อไปเช่นกัน

##### 3.1.2 พัฒนาแบบก่อสร้าง (Design Develop)

สถาปนิกในฝ่ายพัฒนาแบบจะปรับแบบร่างขั้นต้น ให้เป็นแบบที่สามารถก่อสร้างได้ทั้งหมด โดยสถาปนิกในส่วนนี้จะทำงานร่วมกับวิศวกรโครงสร้าง (ภาพที่ 3.1 และ 3.2)

---

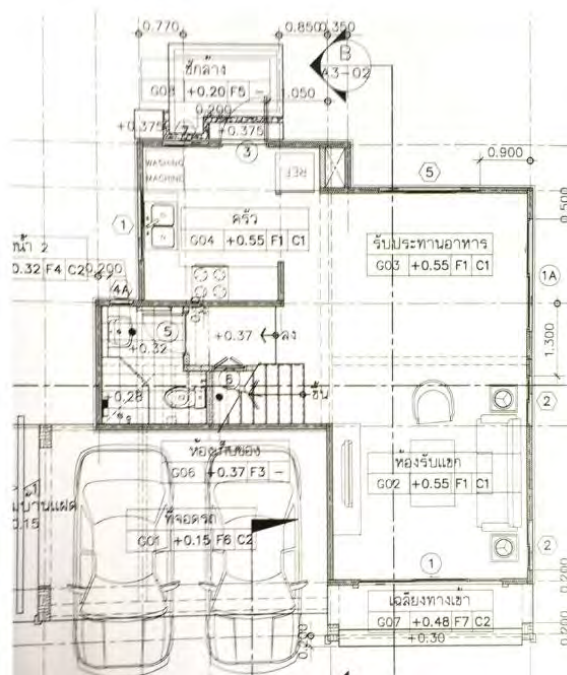
<sup>1</sup> สัมภาษณ์ วิวัฒน์ ปรัชญานุสรณ์, รองผู้จัดการฝ่ายบริหารโครงการ, 11 กรกฎาคม 2555

หลังจากนั้นสถาปนิกในฝ่ายธุรกิจและฝ่ายพัฒนาแบบ รวมถึงวิศวกรโครงสร้าง จะประชุมร่วมกันเพื่อตกลงในส่วนต่างๆ เนื่องจากอาจจะมีการปรับเปลี่ยนรายละเอียด บางส่วน เช่น รูปแบบโครงสร้าง เป็นต้น เมื่อได้ข้อสรุปแล้ว สถาปนิกจะทำแบบ สถาปัตยกรรมให้วิศวกรในส่วนต่างๆ คือ วิศวกรโครงสร้าง วิศวกรไฟฟ้า วิศวกร สุขาภิบาล และวิศวกรอีกกลุ่มหนึ่ง เรียกว่า PED (Precast Element Design)<sup>2</sup>

โดยวิศวกรในกลุ่ม PED (Precast Element Design) จะลงรายละเอียดเกี่ยวกับการแบ่งแผ่นชิ้นส่วนคอนกรีต รอยต่อของชิ้นส่วน การเสริมเหล็กในชิ้นส่วนคอนกรีต และ ทำแบบสำหรับการผลิตในโปรแกรมชื่อ All Plan เป็นโปรแกรม 3 มิติ ที่มีรายละเอียด ต่างๆ ที่ใช้ในการผลิต เช่น ความหนาของผนัง ระยะเวลาต่างๆ เป็นต้น รวมถึงวัสดุต่างๆ ที่ฝัง ภายในผนัง เช่น เหล็กเสริม ท่อไฟ ท่อน้ำ เป็นต้น (ภาพที่ 3.3 และ 3.4)

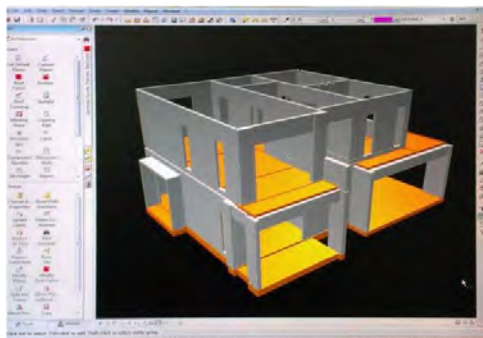


ภาพที่ 3.1 บรรยากาศการทำงานของสถาปนิก  
ในฝ่ายพัฒนาแบบก่อสร้าง  
ที่มา: จากการสำรวจ

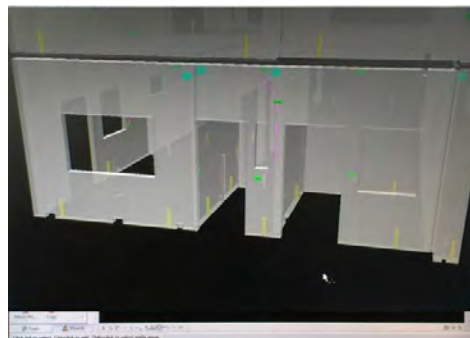


ภาพที่ 3.2 แบบสถาปัตยกรรม  
ที่มา: จากการสำรวจ

<sup>2</sup> สัมภาษณ์ พงษ์ศักดิ์, ผู้จัดการฝ่ายออกแบบ, 15 สิงหาคม พ.ศ.2555



ภาพที่ 3.3 ภาพ 3 มิติ ในโปรแกรม All Plan  
ที่มา: จากการสำรวจ



ภาพที่ 3.4 รายละเอียดต่างๆ ในโปรแกรม All Plan  
ที่มา: จากการสำรวจ

### 3.1.3 สรุปแบบร่วมกัน (Co-Design)

ขั้นตอนนี้จะประชุมและสรุปแบบ ประกอบไปด้วยสถาปนิกฝ่ายธุรกิจ สถาปนิกฝ่ายพัฒนาแบบ วิศวกรโครงสร้าง วิศวกรไฟฟ้า วิศวกรสุขาภิบาล และวิศวกรในกลุ่ม PED โดยนำเสนอแบบเป็น 3 มิติ (ถอดออกมาจากโปรแกรม All Plan)

หลังจากนั้นฝ่ายพัฒนาแบบก่อสร้างจะผลิตแบบออกมา 5 ชุด คือ แบบสถาปัตยกรรม แบบวิศวกรรมไฟฟ้า แบบวิศวกรรมโครงสร้าง แบบวิศวกรรมงานระบบ และแบบจากโปรแกรม (All Plan) โดยแบบ 4 ชุดแรกจะส่งไปขั้นตอนการติดตั้ง ส่วนแบบจากโปรแกรม (All Plan) จะส่งไปโรงงานผลิต เพื่อผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปต่อไป

## 3.2 ขั้นตอนผลิต

ในขั้นตอนการผลิตสำหรับอาคารประเภทบ้านเดี่ยว จะผลิตที่โรงงานพุกษาพรีคาส (PRUKSA Precast Concrete Factory) โดยโรงงานตั้งอยู่ที่ อ.ลำลูกกา จังหวัดปทุมธานี  
ขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปมี 12 ขั้นตอน ดังนี้

### 3.2.1 การทำความสะอาด (Cleaning)

การเตรียมโต๊ะหล่อให้พร้อมสำหรับการหล่อชิ้นงาน โดยโต๊ะหล่อจะเคลื่อนที่ตามสายการผลิตผ่านเครื่องจักรทำความสะอาด เครื่องจักรจะเก็บฝุ่นและเศษคอนกรีตออก แล้วลำเลียงออกไปภายนอก ซึ่งโต๊ะหล่อจะมีขนาดมาตรฐานที่ 3.375 x 13.5 ม.



ภาพที่ 3.5 เครื่องทำความสะอาด  
ที่มา: ฝ่ายการผลิต บริษัท พฤษภา ฯ



ภาพที่ 3.6 สายพานลำเลียงเศษคอนกรีต  
ที่มา: จากการสำรวจ

### 3.2.2 การเคลือบน้ำมัน (Oiling)

หลังจากการทำความสะอาด โตะหล่อจะเคลื่อนที่ผ่านเครื่องจักรเคลือบน้ำมัน เครื่องจักรเคลือบน้ำมันจะพ่นน้ำมันทั่วพื้นที่ผิวของโตะหล่อ เพื่อป้องกันคอนกรีตติดกับโตะหล่อ สามารถถอดแม่แบบได้ง่าย และทำให้โตะหล้อมีอายุการใช้งานได้ยาวนาน



ภาพที่ 3.7 เครื่องพ่นน้ำมัน  
ที่มา: ฝ่ายการผลิต บริษัท พฤษภา ฯ

### 3.2.3 การเขียนเส้นร่าง (Plotting)

เป็นขั้นตอนเขียนเส้นร่างระบุตำแหน่งต่างๆ ในชิ้นงาน เช่น เส้นรอบรูปของผนัง ช่องเปิดประตูและหน้าต่าง สวิตช์ไฟ ท่อไฟ ท่อน้ำ เป็นต้น โดยเครื่อง Plotter จะนำข้อมูลผ่านระบบคำสั่งการของคอมพิวเตอร์ การควบคุมการผลิตจะใช้ไฟล์ข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนการออกแบบ โดยใช้โปรแกรม All Plan เป็นโปรแกรมประเภท BIM (Building Information Modeling) นอกจากนี้หมึกที่ใช้ร่างเส้นจะเป็นสีขาว เพื่อให้สังเกตได้ง่าย และมีความสะดวกในการทำงานในขั้นต่อไป



ภาพที่ 3.8 เครื่อง Plotter  
ที่มา: จากการสำรวจ



ภาพที่ 3.9 เครื่อง Plotter  
ที่มา: ฝ่ายการผลิต บริษัท พุกษา ฯ

### 3.2.4 การวางเหล็กกันแบบข้าง (Shuttering Placing)

การวางเหล็กกันแบบด้านข้างจะวางตามแนวเส้นรอบรูปผนัง เพื่อเป็นแนวกันในการเทคอนกรีต การวางเหล็กกันแบบทำโดยหุ่นยนต์อัตโนมัติ โดยหุ่นยนต์อัตโนมัติจะสามารถเลือกเหล็กกันแบบข้างที่เหมาะสมตามการคำนวณขนาดจากคอมพิวเตอร์ มาติดตั้งบนโต๊ะหล่อโดยใช้แม่เหล็ก ทำให้เหล็กกันแบบไม่เคลื่อนที่ขณะเทคอนกรีต



ภาพที่ 3.10 หุ่นยนต์อัตโนมัตินำเหล็กกันแบบข้างไปติดตั้งบนโต๊ะหล่อ  
ที่มา: จากการสำรวจ

### 3.2.5 การติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆลงในผนัง (Embedding)

การติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆลงในผนัง จะวางแบบหล่อช่องเปิดของประตูและหน้าต่าง รวมถึงอุปกรณ์ต่างๆที่ฝังอยู่ในผนัง เช่น สวิตช์ไฟ ท่อไฟ ท่อน้ำ จุดยกผนัง จุดเชื่อมต่อ เป็นต้น โดยอุปกรณ์ต่างๆจะมีการนำมารวมใส่ตะกร้าสำหรับขึ้นส่วนผนังแต่ละแผ่น





ภาพที่ 3.11 คนงานกำลังวางอุปกรณ์  
ที่มา: จากการสำรวจ



ภาพที่ 3.12 ตะกร้าเตรียมไว้สำหรับผนังแต่ละแผ่น  
ที่มา: จากการสำรวจ

### 3.2.6 การเสริมเหล็ก (Reinforcement)

ในขั้นตอนนี้จะมีการผลิตเหล็กตะแกรงโดยใช้เครื่องจักร เครื่องจักรจะดึงเหล็กเส้นออกมาจากม้วนเหล็กเส้น นำมาตัดและเชื่อมตามรูปร่างของผนังที่กำหนด นอกจากนี้ยังมีการผูกเหล็กเสริมอื่นๆโดยใช้แรงงานคนเพิ่มเติม เสร็จแล้วจึงนำเหล็กตะแกรงมาวางในผนัง รวมไปถึงเหล็กเสริมตามจุดต่างๆที่ต้องรับน้ำหนักเป็นพิเศษ เช่น ห้องน้ำ หลังคาโรงจอดรถ เป็นต้น โดยใช้เหล็กเสริมที่เตรียมไว้แล้ว



ภาพที่ 3.13 เครื่องผลิตตะแกรงเหล็กขณะกำลังผลิต  
ที่มา: ฝ่ายการผลิต บริษัท พฤษา ฯ



ภาพที่ 3.14 เครื่องผลิตตะแกรงเหล็ก  
ที่มา: ฝ่ายการผลิต บริษัท พฤษา ฯ



ภาพที่ 3.15 ม้วนเหล็กเสริม  
ที่มา: จากการสำรวจ

### 3.2.7 การเทคอนกรีต (Concrete Placing)

เครื่องเทคอนกรีต (Concrete Distributor) จะรับคอนกรีตผสมเสร็จที่ลำเลียงมาจากด้านนอกโรงงาน แล้วเทคอนกรีตลงบนโต๊ะหล่อ ซึ่งสามารถเทคอนกรีตโดยเว้นส่วนที่เป็นช่องเปิด ที่ได้โต๊ะหล่อบริเวณนี้จะมีเครื่องสั่นสะเทือน เพื่อเกลี่ยคอนกรีตให้ไหลเข้าไปในทุกส่วนของพื้นที่หล่อโดยไม่เกิดฟองอากาศ



ภาพที่ 3.16 เครื่องเทคอนกรีตขณะเทคอนกรีต

ที่มา: จากการสำรวจ

### 3.2.8 การปาดหน้าคอนกรีต (Screeding)

หลังจากเทคอนกรีตจนเต็มแบบหล่อแล้ว จะมีเครื่องปาดหน้าคอนกรีตเพื่อปรับระดับความหนาของชั้นงานให้เสมอกับเหล็กกันแบบด้านข้าง โดยมีผู้ควบคุมงานและใช้แรงงานคนช่วยเก็บเศษคอนกรีตออก หลังจากนั้นจะนำโต๊ะหล่อรวมถึงชั้นงานออกมาพักก่อนที่จะนำไปเข้าสู่กระบวนการต่อไป



ภาพที่ 3.17 เครื่องปาดหน้าคอนกรีต

ที่มา: จากการสำรวจ

### 3.2.9 การปรับผิวหน้าคอนกรีต (Smoothing)

เมื่อคอนกรีตเริ่มอยู่ตัว จะทำการขัดผิวหน้าคอนกรีตด้วยเครื่องขัดผิว (Helicopter Machine) โดยจะขัดหยาบ 1 รอบ และขัดมันอีก 2 รอบ หลังจากนั้นจะใช้แรงงานคนเก็บชิ้นงานอีก 1 รอบ รวมทั้งสิ้น 4 รอบ



ภาพที่ 3.18 เครื่องขัดผิวคอนกรีต

ที่มา: จากการสำรวจ

### 3.2.10 การบ่มคอนกรีต (Curing)

โต๊ะหล่อจะถูกนำเข้าสู่ตู้อบคอนกรีต เพื่อเร่งให้คอนกรีตมีกำลังเพิ่มขึ้น โดยใช้เวลาประมาณ 8-10 ชั่วโมง ซึ่งตู้อบนั้นจะสามารถใส่ชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่มีความหนาได้ไม่เกิน 0.25 เมตร



ภาพที่ 3.19 ตู้อบคอนกรีต

ที่มา: จากการสำรวจ



ภาพที่ 3.20 โต๊ะหล่อขณะเข้าตู้อบตู้อบ

ที่มา: จากการสำรวจ

### 3.2.11 การถอดแบบเหล็กกันแบบข้าง (Shuttering Removing)

เมื่อชิ้นงานได้กำลังของคอนกรีตแล้ว จะใช้แรงงานคนในการถอดแบบเหล็กกันแบบข้าง โดยมีเครื่องจักรช่วยในการทำงาน เมื่อถอดแบบเหล็กกันแบบข้างแล้ว เหล็กแบบด้านข้างจะถูกลำเลียงไปยังเครื่องทำความสะอาด แล้วนำไปเก็บเพื่อรอการใช้งานในครั้งต่อไป



ภาพที่ 3.21 คนงานกำลังถอดแบบเหล็กข้าง  
ที่มา: จากการสำรวจ

### 3.2.12 การถอดชิ้นงาน (Tilling)

การถอดชิ้นงานออกจากโต๊ะหล่อ โดยการเอียงโต๊ะหล่อทำมุมประมาณ 85 องศา เพื่อให้ง่ายในการถอดชิ้นงาน หลังจากถอดชิ้นงานแล้ว ชิ้นงานจะถูกยกเก็บใส่ตะกร้าเหล็ก (Lack) และนำไปจัดเก็บในลานเก็บชิ้นงาน (Stock Yard) ผ่านรถลาก (Run-off Truck)



ภาพที่ 3.22 โต๊ะหล่อถูกยกเอียงประมาณ 85 องศา



ภาพที่ 3.23 คนงานกำลังถอดชิ้นงานออกจากโต๊ะหล่อ



ภาพที่ 3.24 ชิ้นงานจะถูกยกเก็บใส่ตะกร้าเหล็ก



ภาพที่ 3.25 รถลาก (Run-off Truck)

ที่มา: การสำรวจและฝ่ายการผลิต บริษัท พุกษา เรียวเอสเตท จำกัด

### 3.3 ขั้นตอนการขนส่ง

ในการขนส่งจะใช้รถบรรทุก 10 ล้อ หรือรถพ่วง (Trailer) ขึ้นอยู่กับเส้นทางการขนส่ง ถ้าหากขนส่งในระยะทางไม่ไกลมาก เช่น ขนส่งภายในกรุงเทพฯ หรือจังหวัดในปริมณฑล ฯลฯ จะใช้รถ 10 ล้อ เพื่อความคล่องตัวในการเดินทาง แต่ถ้าหากขนส่งในระยะทางไกล เช่น ขนส่งถึงจังหวัดเชียงใหม่หรือภูเก็ต จะเช่น รถพ่วง (Trailer) เพื่อขนส่งชิ้นงานได้ในปริมาณที่มากขึ้น และลดจำนวนรอบในการขนส่ง

ในขั้นตอนการขนส่งจะทำการขนส่งชิ้นงานต่างๆจากโรงงานผลิตไปยังสถานที่ก่อสร้าง โดยแบ่งเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

#### 3.3.1 สํารวจเส้นทาง

เริ่มสำรวจเส้นทางเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการขนส่ง เมื่อทราบที่ตั้งของโครงการ โดยสิ่งที่มีผลต่อการขนส่งคือ ความกว้างของถนน และความสูงของสิ่งกีดขวางระหว่างทาง เช่น สายไฟฟ้า สะพาน เป็นต้น

#### 3.3.2 การบรรจุชิ้นงาน

เริ่มจากรถที่ใช้ในการขนส่งจะวิ่งไปยังลานเก็บชิ้นงาน (Stock Yard) หลังจากนั้นเครนจะยกตะกร้าเหล็ก (Lack) ที่บรรจุชิ้นงานขึ้นบนรถขนส่ง ต่อจากนั้นจะยึดตะกร้าเหล็กกับรถ รวมถึงรัดสายรัดระหว่างชิ้นงานกับรถอีกชั้นหนึ่ง เพื่อความปลอดภัย



ภาพที่ 3.26 เครนขณะยกตะกร้าเหล็ก  
ที่มา: จากการสำรวจ



ภาพที่ 3.27 สายรัดระหว่างชิ้นงานและรถบรรทุก  
ที่มา: จากการสำรวจ

### 3.3.3 การขนส่ง

รถที่ใช้ในการขนส่งจะวิ่งจากโรงงานไปยังสถานที่ก่อสร้างตามเวลาที่กำหนดไว้ในแต่ละท้องที่ โดยจากสถิติที่ผ่านมาการขนส่งที่มีระยะทางไกลที่สุด คือ ระยะทางจากจังหวัดกรุงเทพฯ ถึงจังหวัดภูเก็ต โดยใช้เวลาเดินทางทั้งหมดไม่เกิน 1 วัน

### 3.3.4 การส่งมอบ

หลังจากรถขนส่งถึงสถานที่ก่อสร้าง ผู้ควบคุมงานที่สถานที่ก่อสร้างจะเซ็นรับมอบการส่งชิ้นงาน หลังจากตรวจสอบเรียบร้อยของชิ้นงานต่างๆ มีจำนวนครบถ้วนและไม่มีส่วนใดชำรุดเสียหาย ขั้นต่อไปผู้ควบคุมงานจะนำชิ้นส่วนติดตั้งโดยทันที ไม่มีการเก็บชิ้นส่วนใดๆ ไว้ ณ สถานที่ก่อสร้าง



ภาพที่ 3.28 ผู้ควบคุมงานเซ็นรับมอบ  
ที่มา: จากการสำรวจ



ภาพที่ 3.29 คนขับรถและเอกสารรับมอบ  
ที่มา: จากการสำรวจ

## 3.4 ขั้นตอนการติดตั้ง

การติดตั้งบ้านเดี่ยวของบริษัทฯ มี 12 ขั้นตอน โดยแบ่งจังหวัดละ 3 วัน ดังนั้นในการติดตั้งบ้านเดี่ยว 1 หลังจะใช้เวลา 36 วัน และหลังจากนั้นจะติดตั้งบ้านหลังต่อมาแล้วเสร็จ 1 หลัง ในทุกๆ 3 วัน เนื่องจากเป็นการทำงานอย่างต่อเนื่องในแต่ละขั้นตอน คือ เมื่อทำการติดตั้งขั้นตอนที่ 1 ในบ้านหลังแรกแล้วเสร็จ จะทำขั้นตอนที่ 1 ซ้ำต่อในบ้านหลังที่สอง หลังจากนั้นจะเริ่มขั้นตอนที่ 2 ในบ้านหลังแรก และทำซ้ำๆ แบบนี้จนกระทั่งครบ 12 ขั้นตอน ในแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังนี้



ภาพที่ 3.30 การทำงานอย่างต่อเนื่องในแต่ละขั้นตอน

ที่มา: เอกสารในงานวิศวกรรมแห่งชาติ ของ บริษัท พกฯ

#### 3.4.1 ขั้นตอนที่ 1 เตรียมพื้นที่ก่อสร้าง

ในขั้นตอนนี้อยู่ในช่วงวันที่ 1 ถึงวันที่ 3 เป็นขั้นตอนแรกโดยเป็นการเตรียมพื้นที่ก่อสร้าง มีงานในขั้นตอนนี้คือ ตอกเสาเข็ม ปรับระดับที่ดิน และวางระบบท่อ (ภาพที่ 3.31)

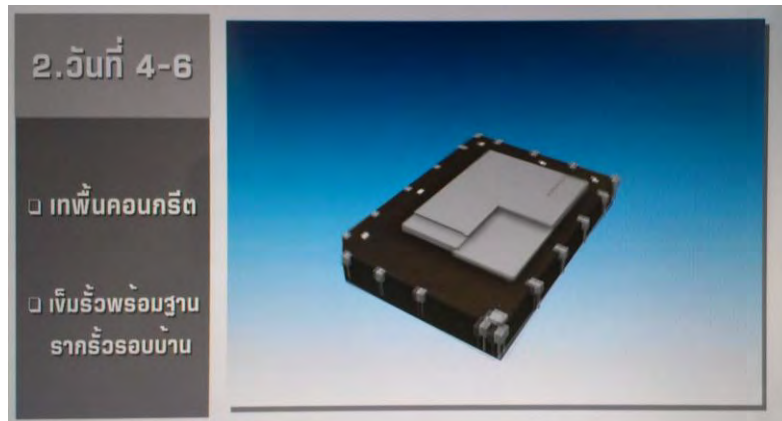


ภาพที่ 3.31 ขั้นตอนที่ 1 (วันที่ 1 ถึงวันที่ 3)

ที่มา: จากการสำรวจ

### 3.4.2 ขั้นตอนที่ 2 เทพื้นชั้น 1

ในขั้นตอนนี้อยู่ในช่วงวันที่ 4 ถึงวันที่ 6 เป็นขั้นตอนนี้ที่มีงานในขั้นตอนนี้คือ เทพื้นคอนกรีตพื้นบ้านชั้นที่ 1 และตอกเสาเข็มพร้อมฐานรากของรั้วรอบบ้าน โดยการก่อสร้างพื้นชั้น 1 นั้นจะเป็นการหล่อในที่ (ภาพที่ 3.32 และ 3.33)



ภาพที่ 3.32 ขั้นตอนที่ 2 (วันที่ 4 ถึงวันที่ 6)

ที่มา: จากการสำรวจ



ภาพที่ 3.33 พื้นชั้น 1 ที่เตรียมไว้สำหรับขั้นตอน 3

ที่มา: จากการสำรวจ

### 3.4.3 ขั้นตอนที่ 3 ประกอบชิ้นส่วนพื้นและผนัง

ในขั้นตอนนี้อยู่ในช่วงวันที่ 7 ถึงวันที่ 9 เป็นขั้นตอนนี้ที่นำชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากขั้นตอนผลิตมาติดตั้ง ประกอบไปด้วย ผนังชั้นที่ 1 , พื้นชั้น 2, ผนังชั้น 2 และรั้วคอนกรีตรอบบ้าน โดยการติดตั้งผนังในแต่ละชั้น ใช้เวลาประมาณ 3-4 ชั่วโมง และใช้เวลาเฉลี่ยผนังละ 10-15 นาที (ภาพที่ 3.34, 3.35 และ 3.36)





ภาพที่ 3.34 ขั้นตอนที่ 3 (วันที่ 7 ถึงวันที่ 9)

ที่มา: จากการสำรวจ



ภาพที่ 3.35 การติดตั้งผนังชั้นที่ 1

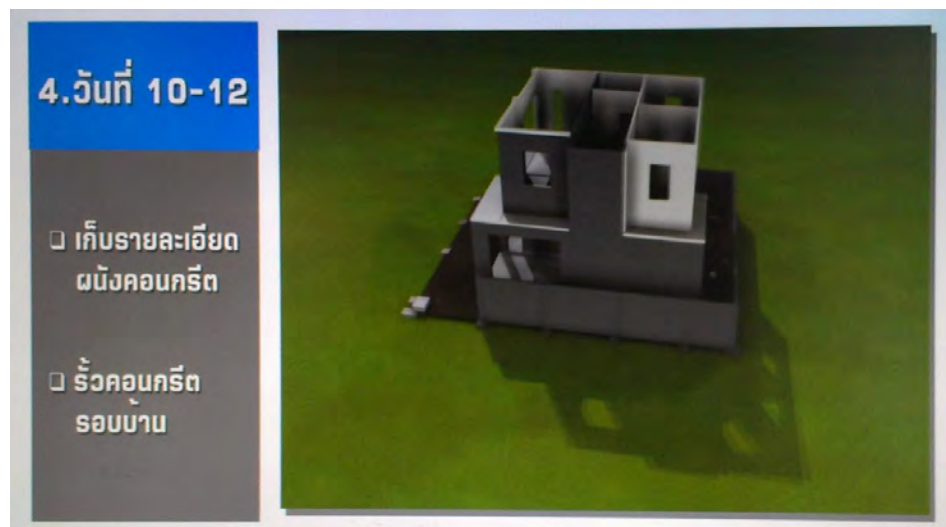
ที่มา: จากการสำรวจ



ภาพที่ 3.36 การติดตั้งผนังชั้นที่ 2  
ที่มา: จากการสำรวจ

#### 3.4.4 ชั้นตอนที่ 4 เก็บรายละเอียด

ในชั้นตอนนี้อยู่ในช่วงวันที่ 10 ถึงวันที่ 12 เป็นชั้นตอนเก็บรายละเอียดหลังจากการติดตั้งผนังชั้นที่ 1 , พื้นชั้น 2, ผนังชั้น 2 โดยช่างฝีมือจะเก็บรอยต่อต่างๆ (ภาพที่ 3.37 และ 3.38)



ภาพที่ 3.37 ชั้นตอนที่ 4 (วันที่ 10 ถึงวันที่ 12)  
ที่มา: จากการสำรวจ



ภาพที่ 3.38 เก็บรายละเอียดรอยต่อระหว่างผนังชั้นที่ 1 และพื้นชั้นที่ 2  
ที่มา: จากการสำรวจ

#### 3.4.5 ชั้นตอนที่ 5 ติดตั้งโครงหลังคา

ในชั้นตอนนี้อยู่ในช่วงวันที่ 13 ถึงวันที่ 15 เป็นชั้นตอนเก็บติดตั้งโครงหลังคาเหล็ก วางท่อประปา ปรับระดับทรายรอบบ้าน โดยโครงสร้างหลังคานั้นใช้โครงหลังคาสำเร็จรูปในการติดตั้ง (ภาพที่ 3.39 และ 3.40)



ภาพที่ 3.39 ชั้นตอนที่ 5 (วันที่ 13 ถึงวันที่ 15)  
ที่มา: จากการสำรวจ



ภาพที่ 3.40 โครงหลังคาสำเร็จรูป  
ที่มา: จากการสำรวจ

#### 3.4.6 ชั้นตอนที่ 6 มุงกระเบื้อง

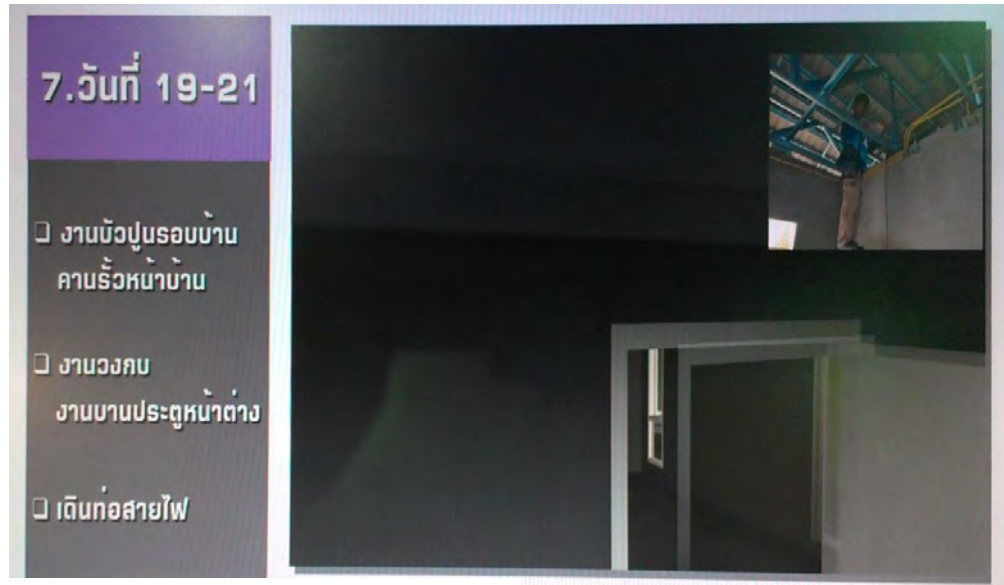
ในชั้นตอนนี้อยู่ในช่วงวันที่ 16 ถึงวันที่ 18 เป็นขั้นตอนเก็บติดตั้งเชิงชายและมุงหลังคา, โครงบันไดเหล็ก, เทพื้นทางเข้าที่จอดรถ โดยพื้นทางเข้าที่จอดรถใช้การหล่อในที่เช่นเดียวกับพื้นที่ชั้น 1 (ภาพที่ 3.41)



ภาพที่ 3.41 ชั้นตอนที่ 6 (วันที่ 16 ถึงวันที่ 18)  
ที่มา: จากการสำรวจ

### 3.4.7 ชั้นตอนที่ 7 ติดตั้งประตูหน้าต่าง

ในชั้นตอนนี้อยู่ในช่วงวันที่ 19 ถึงวันที่ 21 เป็นขั้นตอนติดตั้งงานบัวปูนรอบบ้าน คานรั้วหน้าบ้าน งานวงกบ งานบานประตูหน้าต่าง และงานเดินสายไฟภายในบ้าน (ภาพที่ 3.42 และ 3.43)



ภาพที่ 3.42 ชั้นตอนที่ 7 (วันที่ 19 ถึงวันที่ 21)

ที่มา: จากการสำรวจ

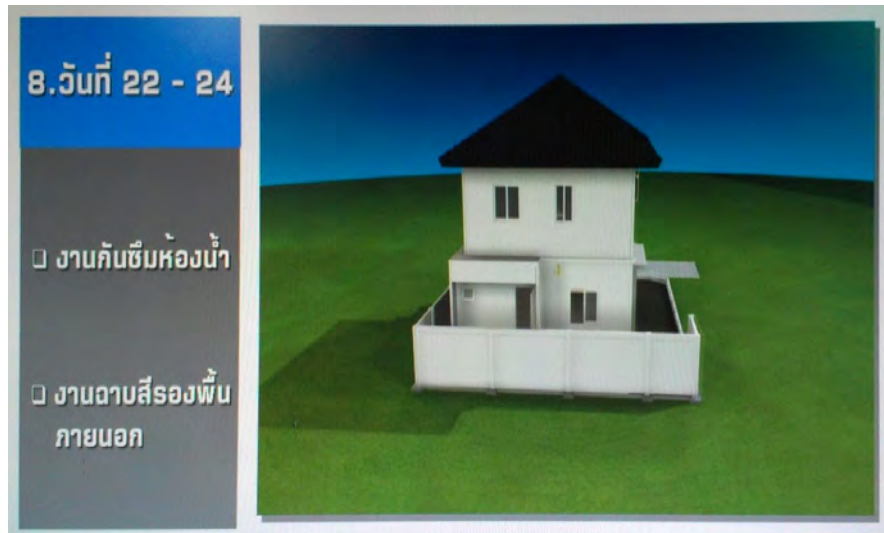


ภาพที่ 3.43 การติดตั้งวงกบประตูและหน้าต่าง

ที่มา: จากการสำรวจ

### 3.4.8 ชั้นตอนที่ 8 ฉาบสีรองพื้นภายนอก

ในชั้นตอนนี้อยู่ในช่วงวันที่ 22 ถึงวันที่ 24 เป็นชั้นตอนเกี่ยวกับงานกันซึมห้องน้ำและงาน ฉาบสีรองพื้นภายนอก (ภาพที่ 3.44)



ภาพที่ 3.44 ชั้นตอนที่ 8 (วันที่ 22 ถึงวันที่ 24)

ที่มา: จากการสำรวจ

### 3.4.9 ชั้นตอนที่ 9 ทาสีภายนอก

ในชั้นตอนนี้อยู่ในช่วงวันที่ 25 ถึงวันที่ 27 เป็นชั้นตอนเกี่ยวกับงานสีจริงภายนอก, งานปู ประเบื้องห้องน้ำ และระเบียงภายนอก (ภาพที่ 3.45, 3.46 และ 3.47)



ภาพที่ 3.45 ชั้นตอนที่ 9 (วันที่ 25 ถึงวันที่ 27)

ที่มา: จากการสำรวจ



ภาพที่ 3.46 งานปูกระเบื้องพื้นบริเวณชั้น 1  
ที่มา: จากการสำรวจ



ภาพที่ 3.47 งานทาสีภายนอก  
ที่มา: จากการสำรวจ

### 3.4.10 ชั้นตอนที่ 10 ทาสีภายใน

ในชั้นตอนนี้อยู่ในช่วงวันที่ 28 ถึงวันที่ 30 เป็นชั้นตอนเกี่ยวกับงานสีจริงภายใน และ Wallpaper, งานลานซักล้างและติดตั้งถังน้ำดี (ภาพที่ 3.48)



ภาพที่ 3.48 ชั้นตอนที่ 10 (วันที่ 28 ถึงวันที่ 30)

ที่มา: จากการสำรวจ

### 3.4.11 ชั้นตอนที่ 11 ติดตั้งสุขภัณฑ์

ในชั้นตอนนี้อยู่ในช่วงวันที่ 31 ถึงวันที่ 33 เป็นชั้นตอนติดตั้งงานรั้วเหล็กรอบบ้าน, รวากันตก, แผงบังแดดชั้น 2 และติดตั้งสุขภัณฑ์และอุปกรณ์ (ภาพที่ 3.49)



ภาพที่ 3.49 ชั้นตอนที่ 11 (วันที่ 31 ถึงวันที่ 33)

ที่มา: จากการสำรวจ



### 3.4.11 ชั้นตอนที่ 12 ทำความสะอาด

ในชั้นตอนนี้อยู่ในช่วงวันที่ 34 ถึงวันที่ 36 เป็นขั้นตอนจัดสวนหน้าบ้าน และทำความสะอาดบ้าน (ภาพที่ 3.50 และ 3.51)



ภาพที่ 3.50 ชั้นตอนที่ 12 (วันที่ 24 ถึงวันที่ 36)

ที่มา: จากการสำรวจ



ภาพที่ 3.51 บ้านในชั้นตอนสุดท้าย มีการทำความสะอาดและจัดสวน

ที่มา: จากการสำรวจ

สรุปกระบวนการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูป ของอาคารประเภทบ้านเดี่ยว โดยมีกรณีศึกษาคือ บริษัท พุกษา เรียดเอสเตท จำกัด (มหาชน) พบว่ามี 4 ขั้นตอน คือ 1.ออกแบบ 2.การผลิต 3.ขนส่ง และ 4.ติดตั้ง โดยแต่ละขั้นตอนมีขั้นตอนย่อยดังนี้

1.ขั้นตอนออกแบบมี 3 ขั้นตอนย่อย คือ 1)ออกแบบร่างขั้นต้น 2)พัฒนาแบบก่อสร้าง 3)สรุปแบบร่วมกัน

2.ขั้นตอนผลิตมี 12 ขั้นตอนย่อย คือ 1)การทำความสะดวก 2)การเคลือบน้ำมัน 3)การเขียนเส้นร่าง 4)การวางเหล็กกันแบบข้าง 5)การติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆลงในผนัง 6)การเสริมเหล็ก 7)การเทคอนกรีต 8)การปาดหน้าคอนกรีต 9)การปรับผิวหน้าคอนกรีต 10)การบ่มคอนกรีต 11)การถอดแบบ 12)การถอดชิ้นงาน

3.ขั้นตอนขนส่ง 4 ขั้นตอนย่อย คือ 1)สำรวจเส้นทาง 2)การบรรจุชิ้นงาน 3)การขนส่ง 4)การส่งมอบ

4.ขั้นตอนติดตั้ง 12 ขั้นตอนย่อย คือ 1)เตรียมพื้นที่ก่อสร้าง 2)เทพื้นชั้น 1 3)ประกอบชิ้นส่วนพื้นและผนัง 4)เก็บรายละเอียด 5)ติดตั้งโครงหลังคา 6)มุงกระเบื้อง 7)ติดตั้งประตูหน้าต่าง 8)ฉาบสีรองพื้นภายนอก 9)ทาสีภายนอก 10)ทาสีภายใน 11)ติดตั้งสุขภัณฑ์ 12)ทำความสะอาด

โดยกระบวนการทั้งหมดสามารถเขียนเป็นตารางได้ดังนี้

ขั้นตอนหลัก	ขั้นตอนย่อย
ขั้นตอนออกแบบ มี 3 ขั้นตอน	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ออกแบบร่างขั้นต้น</li> <li>2. พัฒนาแบบก่อสร้าง</li> <li>3. สรุปแบบร่วมกัน</li> </ol>
ขั้นตอนผลิต มี 12 ขั้นตอน	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. การทำความสะอาด</li> <li>2. การเคลือบน้ำมัน</li> <li>3. การเขียนเส้นร่าง</li> <li>4. การวางเหล็กกันแบบข้าง</li> <li>5. การติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆลงในผนัง</li> <li>6. การเสริมเหล็ก</li> <li>7. การเทคอนกรีต</li> <li>8. การปิดหน้าคอนกรีต</li> <li>9. การปรับผิวหน้าคอนกรีต</li> <li>10. การบ่มคอนกรีต</li> <li>11. การถอดแบบ</li> <li>12. การถอดชิ้นงาน</li> </ol>
ขั้นตอนขนส่ง มี 4 ขั้นตอน	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. สํารวจเส้นทาง</li> <li>2. การบรรจุชิ้นงาน</li> <li>3. การขนส่ง</li> <li>4. การส่งมอบ</li> </ol>
ขั้นตอนติดตั้ง มี 12 ขั้นตอน	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. เตรียมพื้นที่ก่อสร้าง</li> <li>2. เทพื้นชั้น 1</li> <li>3. ประกอบชิ้นส่วนพื้นและผนัง</li> <li>4. เก็บรายละเอียด</li> <li>5. ติดตั้งโครงหลังคา</li> <li>6. มุงกระเบื้อง</li> <li>7. ติดตั้งประตูหน้าต่าง</li> <li>8. ฉาบสีรองพื้นภายนอก</li> <li>9. ทาสีภายนอก</li> <li>10. ทาสีภายใน</li> <li>11. ติดตั้งสุขภัณฑ์</li> <li>12. ทำความสะอาด</li> </ol>

ตารางที่ 3.1 แสดงขั้นตอนออกแบบ ขนส่ง ผลิต และติดตั้ง

## บทที่ 4

### ช่องเปิดประเภทหน้าต่าง

บริษัท พุกษา เรียดเอสเตท จำกัด (มหาชน) เป็นบริษัททางด้านธุรกิจอสังหาริมทรัพย์ ในอาคารประเภทบ้านเดี่ยว ทาวน์เฮาส์ และคอนโดมิเนียม<sup>1</sup> เลือกศึกษากระบวนการก่อสร้าง ด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูป ในอาคารประเภทบ้านเดี่ยว จากบทที่ 3 พบว่ามี 4 ขั้นตอน คือ ออกแบบ ผลิต ขนส่ง และติดตั้ง และอาคารประเภทบ้านเดี่ยวนั้น จะมีการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป 3 แบบ คือ พื้นสำเร็จรูป ผนังสำเร็จรูป และชิ้นส่วนประเภทอื่นๆ เช่น ชิ้นส่วนคาน ชิ้นส่วนรั้ว ชิ้นส่วนถังขยะ เป็นต้น การวิจัยในครั้งนี้จะทำการศึกษาเฉพาะชิ้นส่วนผนัง ในขั้นตอนการติดตั้งแบบหล่อ ช่องเปิด เกี่ยวกับเรื่องช่องเปิดประเภทหน้าต่าง ซึ่งอยู่ในขั้นตอนผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป

ชิ้นส่วนผนังในอาคารประเภทบ้านเดี่ยวนั้นมี 2 รูปแบบ คือ ไม่มีช่องเปิด และมีช่องเปิด โดยชิ้นส่วนผนังที่มีช่องเปิดจะแบ่งออกเป็น 3 แบบ คือ 1.ช่องเปิดประเภทประตู 2.ช่องเปิดประเภทหน้าต่าง 3.ช่องเปิดประเภทประตูและหน้าต่าง

ช่องเปิดประเภทหน้าต่างที่ศึกษาคือ รูปรางสี่เหลี่ยมที่มีความหนา 0.10 เมตร ประกอบไปด้วย 3 เรื่อง คือ ระยะเวลากว้างหรือความยาว ขนาดของแต่ละรูปราง และแบบหล่อของแต่ละรูปราง โดยแต่ละเรื่องมีรายละเอียดดังนี้

#### 4.1 ระยะเวลากว้างหรือความยาว

พบว่าช่องเปิดประเภทหน้าต่าง มีระยะเวลากว้างหรือความยาว ตั้งแต่ 0.20 ม. ถึง 3.25 ม.ทั้งสิ้น 87 ระยะ ดังนี้ 0.200, 0.250, 0.300, 0.350, 0.390, 0.400, 0.450, 0.465, 0.470, 0.490, 0.500, 0.510, 0.550, 0.565, 0.590, 0.600, 0.650, 0.690, 0.700, 0.760, 0.770, 0.800, 0.827, 0.850, 0.858, 0.860, 0.900, 1.000, 1.025, 1.030, 1.034, 1.045, 1.050, 1.100, 1.130, 1.150, 1.160, 1.190, 1.200, 1.220, 1.250, 1.270, 1.300, 1.350, 1.370, 1.395, 1.400, 1.420, 1.450, 1.500, 1.530, 1.550, 1.600, 1.630, 1.650, 1.660, 1.700, 1.750, 1.800, 1.825, 1.830, 1.840, 1.850, 1.900, 1.930, 1.950, 1.970, 1.980, 2.000, 2.050, 2.054, 2.100, 2.250, 2.300, 2.380, 2.400, 2.450, 2.571, 2.600, 2.650, 2.700, 2.790, 2.800, 2.880, 2.900, 3.000 และ 3.250 ม. (ตารางที่ 4.3, 4.4, 4.5 และ 4.6)

<sup>1</sup> สัมภาษณ์ พงษ์ศักดิ์, ผู้จัดการฝ่ายออกแบบ, 15 สิงหาคม พ.ศ.2555

ระยะ (ม.)	ระยะ (ม.)	ระยะ (ม.)	ระยะ (ม.)
0.200	0.827	1.370	1.970
0.250	0.850	1.395	1.980
0.300	0.858	1.400	2.000
0.350	0.860	1.420	2.050
0.390	0.900	1.450	2.054
0.400	1.000	1.500	2.100
0.450	1.025	1.530	2.250
0.465	1.030	1.550	2.300
0.470	1.034	1.600	2.380
0.490	1.045	1.630	2.400
0.500	1.050	1.650	2.450
0.510	1.100	1.660	2.571
0.550	1.130	1.700	2.600
0.565	1.150	1.750	2.650
0.590	1.160	1.800	2.700
0.600	1.190	1.825	2.790
0.650	1.200	1.830	2.800
0.690	1.220	1.840	2.880
0.700	1.250	1.850	2.900
0.760	1.270	1.900	3.000
0.770	1.300	1.930	3.250
0.800	1.350	1.950	

ตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.1 - 4.4 แสดงระยะความกว้าง หรือความยาวของช่องเปิดประเภทหน้าต่าง

## 4.2 ขนาดของแต่ละรูปร่าง

พบว่าช่องเปิดประเภทหน้าต่าง มีรูปร่างที่มีระยะด้านกว้างและด้านยาว(ม. x ม.) ตั้งแต่ 0.200 x 1.840 ถึง 1.500 ม. x 3.250 ทั้งสิ้น 141 ขนาด ดังนี้ 0.200x1.840, 0.250x1.350, 0.300x1.150, 0.390x0.600, 0.390x1.220, 0.400x0.400, 0.400x0.600, 0.400x1.100, 0.400x1.150, 0.400x1.200, 0.400x1.530, 0.400x1.850, 0.450x1.100, 0.465x1.530, 0.470x1.395, 0.500x0.500, 0.500x1.300, 0.500x1.400, 0.500x1.700, 0.500x1.900, 0.500x1.950, 0.550x0.600, 0.550x1.550, 0.565x1.530, 0.590x1.150, 0.600x0.500, 0.600x0.600, 0.600x1.100, 0.600x1.150, 0.600x1.200, 0.600x1.350, 0.600x1.400, 0.600x1.450, 0.600x1.750, 0.600x1.830, 0.650x1.150, 0.690x1.530, 0.700x0.500, 0.700x1.150, 0.700x1.200, 0.700x1.400, 0.700x1.450, 0.700x2.000, 0.760x1.100, 0.770x0.500, 0.800x0.400, 0.800x0.500, 0.800x0.600, 0.800x0.800, 0.800x1.034, 0.800x1.045, 0.800x1.100, 0.800x1.150, 0.800x1.270, 0.800x1.300, 0.800x1.830, 0.800x1.970, 0.800x2.600, 0.800x2.650, 0.827x0.510, 0.850x1.150, 0.858x2.054, 0.860x1.660, 0.900x0.500, 0.900x0.550, 0.900x0.600, 0.900x1.030, 0.900x1.100, 0.900x1.530, 0.900x1.750, 0.900x1.950, 0.900x1.970, 1.000x1.300, 1.000x1.530, 1.000x2.050, 1.000x2.700, 1.000x2.880, 1.025x1.100, 1.050x0.600, 1.100x1.250, 1.100x1.450, 1.100x1.530, 1.100x1.800, 1.100x1.825, 1.100x1.970, 1.100x3.000, 1.190x2.650, 1.200x1.100, 1.200x1.150, 1.200x1.450, 1.250x1.150, 1.250x1.160, 1.250x1.400, 1.250x1.530, 1.250x1.830, 1.300x2.650, 1.350x1.130, 1.370x1.970, 1.400x1.150, 1.400x1.200, 1.400x1.350, 1.400x1.530, 1.400x1.700, 1.400x1.950, 1.500x0.400, 1.500x1.150, 1.500x1.200, 1.500x1.400, 1.500x1.450, 1.500x3.250, 1.550x1.530, 1.600x1.930, 1.800x1.150, 1.800x1.450, 1.800x1.500, 1.800x1.530, 1.800x1.600, 1.800x1.630, 1.800x1.700, 1.850x1.550, 1.850x1.650, 1.900x0.490, 1.900x1.100, 1.950x2.571, 2.000x0.500, 2.000x1.550, 2.000x1.930, 2.000x1.980, 2.000x2.100, 2.100x1.800, 2.250x1.150, 2.300x1.100, 2.300x1.800, 2.380x0.350, 2.400x0.350, 2.400x1.100, 2.450x1.100, 2.700x0.350, 2.790x1.800, 2.800x1.450 และ 2.900x1.930 (ตารางที่ 4.7, 4.8, 4.9, 4.10, 4.11 และ 4.12)

ลำดับ	กว้าง (ม.)	ยาว (ม.)
1	0.200	1.840
2	0.250	1.350
3	0.300	1.150
4	0.390	0.600
5	0.390	1.220
6	0.400	0.400
7	0.400	0.600
8	0.400	1.100
9	0.400	1.150
10	0.400	1.200
11	0.400	1.530
12	0.400	1.850
13	0.450	1.100
14	0.465	1.530
15	0.465	1.395
16	0.500	0.500
17	0.500	1.300
18	0.500	1.400
19	0.500	1.700
20	0.500	1.900
21	0.500	1.950
22	0.550	0.600
23	0.550	1.550
24	0.565	1.530
25	0.590	1.150

ตารางที่ 4.5

ลำดับ	กว้าง (ม.)	ยาว (ม.)
26	0.600	0.500
27	0.600	0.600
28	0.600	1.100
29	0.600	1.150
30	0.600	1.200
31	0.600	1.350
32	0.600	1.400
33	0.600	1.450
34	0.600	1.750
35	0.600	1.830
36	0.650	1.150
37	0.690	1.530
38	0.700	0.500
39	0.700	1.150
40	0.700	1.200
36	0.650	1.150
37	0.690	1.530
38	0.700	0.500
39	0.700	1.150
40	0.700	1.200
41	0.700	1.400
42	0.700	1.450
43	0.700	2.000
44	0.760	1.100
45	0.770	0.500

ตารางที่ 4.6

ลำดับ	กว้าง (ม.)	ยาว (ม.)
46	0.800	0.400
47	0.800	0.500
48	0.800	0.600
49	0.800	0.800
50	0.800	1.034
51	0.800	1.045
52	0.800	1.100
53	0.800	1.150
54	0.800	1.270
55	0.800	1.300
56	0.800	1.830
57	0.800	1.970
58	0.800	2.600
59	0.800	2.650
60	0.827	0.510
61	0.850	1.150
62	0.858	2.054
63	0.860	1.660
64	0.900	0.500
65	0.900	0.550
66	0.900	0.600
67	0.900	1.030
68	0.900	1.100
69	0.900	1.530
70	0.900	1.750

ตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.5 - 4.7 แสดงขนาดของรูปร่างหน้าต่าง ลำดับที่ 1 - 70

ลำดับ	กว้าง (ม.)	ยาว (ม.)
71	0.900	1.950
72	0.900	1.970
73	1.000	1.300
74	1.000	1.530
75	1.000	2.050
76	1.000	2.700
77	1.000	2.880
78	1.025	1.100
79	1.050	0.600
80	1.100	1.250
81	1.100	1.450
82	1.100	1.530
83	1.100	1.800
84	1.100	1.825
85	1.100	1.970
86	1.100	3.000
87	1.190	2.650
88	1.200	1.100
89	1.200	1.150
90	1.200	1.450
91	1.250	1.150
92	1.250	1.160
93	1.250	1.400
94	1.250	1.530
95	1.250	1.830

ตารางที่ 4.8

ลำดับ	กว้าง (ม.)	ยาว (ม.)
96	1.300	2.650
97	1.350	1.130
98	1.370	1.970
99	1.400	1.150
100	1.400	1.200
101	1.400	1.350
102	1.400	1.530
103	1.400	1.700
104	1.400	1.950
105	1.500	0.400
106	1.500	1.150
107	1.500	1.200
108	1.500	1.400
109	1.500	1.450
110	1.500	3.250
111	1.550	1.530
112	1.600	1.930
113	1.800	1.150
114	1.800	1.450
115	1.800	1.500
116	1.800	1.530
117	1.800	1.600
118	1.800	1.630
119	1.800	1.700
120	1.850	1.550

ตารางที่ 4.9

ลำดับ	กว้าง (ม.)	ยาว (ม.)
121	1.850	1.650
122	1.900	0.490
123	1.900	1.100
124	1.950	2.571
125	2.000	0.500
126	2.000	1.550
127	2.000	1.930
128	2.000	1.980
129	2.000	2.100
130	2.100	1.800
131	2.250	1.150
132	2.300	1.100
133	2.300	1.800
134	2.380	0.350
135	2.400	0.350
136	2.400	1.100
137	2.450	1.100
138	2.700	0.350
139	2.790	1.800
140	2.800	1.450
141	2.900	1.930

ตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.9 - 4.10 แสดงขนาดของรูปร่างหน้าต่าง ลำดับที่ 71 - 141



### 4.3 แบบหล่อของแต่ละรูปร่าง

ในขั้นตอนผลิตหน้าต่างแต่ละรูปร่าง จะต้องใช้แบบหล่อที่มีขนาดเฉพาะสำหรับรูปร่างนั้นๆ โดยแบบหล่อแต่ละขนาดมีจำนวนแตกต่างกัน ตั้งแต่ 1 ชั้น ถึง 158 ชั้น โดยมีจำนวนทั้งสิ้น 1,212 ชั้น (จำนวนแบบหล่อแต่ละขนาดดูรายละเอียดตามตารางที่ 4.11, 4.12, 4.13, 4.14, 4.15 และ 4.16)

ลำดับ	กว้าง (ม.)	ยาว (ม.)	จำนวน
1	0.200	1.840	1
2	0.250	1.350	1
3	0.300	1.150	2
4	0.390	0.600	1
5	0.390	1.220	1
6	0.400	0.400	2
7	0.400	0.600	20
8	0.400	1.100	2
9	0.400	1.150	24
10	0.400	1.200	3
11	0.400	1.530	16
12	0.400	1.850	4
13	0.450	1.100	3
14	0.465	1.530	1
15	0.465	1.395	3
16	0.500	0.500	20
17	0.500	1.300	2
18	0.500	1.400	2
19	0.500	1.700	1
20	0.500	1.900	8

ตารางที่ 4.11

ลำดับ	กว้าง (ม.)	ยาว (ม.)	จำนวน
21	0.500	1.950	12
22	0.550	0.600	2
23	0.550	1.550	4
24	0.565	1.530	1
25	0.590	1.150	3
26	0.600	0.500	15
27	0.600	0.600	2
28	0.600	1.100	33
29	0.600	1.150	27
30	0.600	1.200	17
31	0.600	1.350	6
32	0.600	1.400	1
33	0.600	1.450	2
34	0.600	1.750	3
35	0.600	1.830	1
36	0.650	1.150	8
37	0.690	1.530	2
38	0.700	0.500	6
39	0.700	1.150	10
40	0.700	1.200	2

ตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.11 - 4.12 แสดงจำนวนแบบหล่อ ลำดับที่ 1 - 40

ลำดับ	กว้าง (ม.)	ยาว (ม.)	จำนวน
41	0.700	1.400	2
42	0.700	1.450	2
43	0.700	2.000	1
44	0.760	1.100	5
45	0.770	0.500	1
46	0.800	0.400	2
47	0.800	0.500	46
48	0.800	0.600	4
49	0.800	0.800	5
50	0.800	1.034	1
51	0.800	1.045	1
52	0.800	1.100	158
53	0.800	1.150	23
54	0.800	1.270	2
55	0.800	1.300	4
56	0.800	1.830	1
57	0.800	1.970	1
58	0.800	2.600	1
59	0.800	2.650	3
60	0.827	0.510	1
61	0.850	1.150	9
62	0.858	2.054	1
63	0.860	1.660	1
64	0.900	0.500	2
65	0.900	0.550	3

ตารางที่ 4.13

ลำดับ	กว้าง (ม.)	ยาว (ม.)	จำนวน
66	0.900	0.600	1
67	0.900	1.030	2
68	0.900	1.100	47
69	0.900	1.530	17
70	0.900	1.750	2
71	0.900	1.950	4
72	0.900	1.970	2
73	1.000	1.300	1
74	1.000	1.530	6
75	1.000	2.050	2
76	1.000	2.700	2
77	1.000	2.880	1
78	1.025	1.100	2
79	1.050	0.600	8
80	1.100	1.250	82
81	1.100	1.450	5
82	1.100	1.530	1
83	1.100	1.800	22
84	1.100	1.825	1
85	1.100	1.970	1
86	1.100	3.000	2
87	1.190	2.650	1
88	1.200	1.100	140
89	1.200	1.150	24
90	1.200	1.450	12

ตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.13 - 4.14 แสดงจำนวนแบบหล่อ ลำดับที่ 41 - 90

ลำดับ	กว้าง (ม.)	ยาว (ม.)	จำนวน
91	1.250	1.150	12
92	1.250	1.160	1
93	1.250	1.400	3
94	1.250	1.530	3
95	1.250	1.830	1
96	1.300	2.650	14
97	1.350	1.130	1
98	1.370	1.970	1
99	1.400	1.150	2
100	1.400	1.200	2
101	1.400	1.350	14
102	1.400	1.530	2
103	1.400	1.700	2
104	1.400	1.950	3
105	1.500	0.400	4
106	1.500	1.150	12
107	1.500	1.200	4
108	1.500	1.400	1
109	1.500	1.450	2
110	1.500	3.250	4
111	1.550	1.530	1
112	1.600	1.930	13
113	1.800	1.150	12
114	1.800	1.450	4
115	1.800	1.500	1

ตารางที่ 4.15

ลำดับ	กว้าง (ม.)	ยาว (ม.)	จำนวน
116	1.800	1.530	9
117	1.800	1.600	1
118	1.800	1.630	1
119	1.800	1.700	2
120	1.850	1.550	7
121	1.850	1.650	4
122	1.900	0.490	1
123	1.900	1.100	1
124	1.950	1.100	1
125	2.000	0.500	4
126	2.000	1.550	1
127	2.000	1.930	11
128	2.000	1.980	1
129	2.000	2.100	2
130	2.100	1.800	1
131	2.250	1.150	8
132	2.300	1.100	1
133	2.300	1.800	2
134	2.380	0.350	2
135	2.400	0.350	1
136	2.400	1.100	1
137	2.450	1.100	1
138	2.700	0.350	1
139	2.790	1.800	1
140	2.800	1.450	5
141	2.900	1.930	1

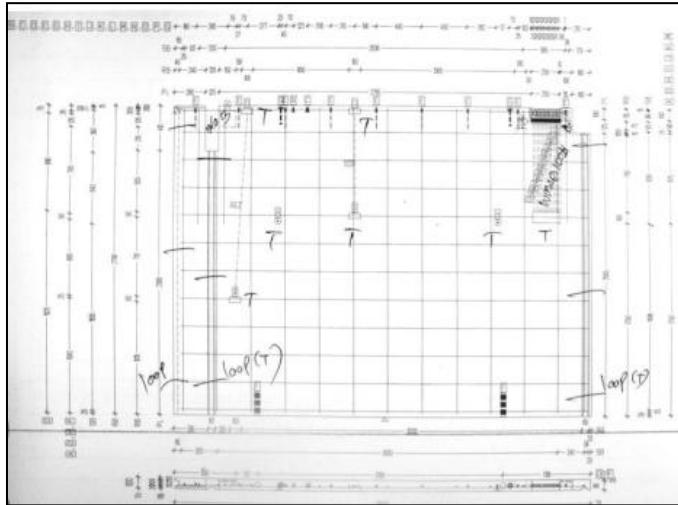
ตารางที่ 4.16

ตารางที่ 4.15 - 4.16 แสดงจำนวนแบบหล่อ ลำดับที่ 91 - 141

#### 4.4 กระจาดแบบในชั้นตอนผลิต

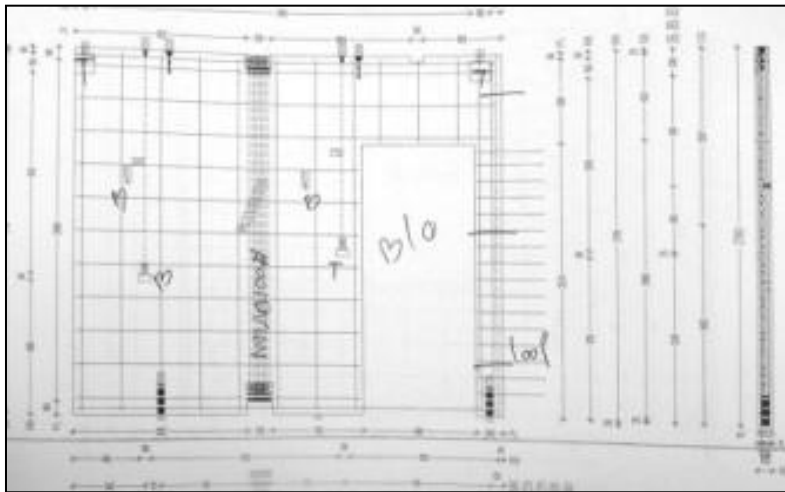
นอกจากนี้ ยังพบกระจาดแบบในชั้นตอนผลิต ข้อมูลภายในแบบคือ ผนังที่มีความหนา 0.10 ม. มีรายละเอียดเกี่ยวกับระยะต่างๆ ช่องเปิดในผนัง เหล็กเสริมในผนัง และอุปกรณ์ที่อยู่ในผนัง มีข้อมูลทั้งสิ้น 10 แผ่น มีรายละเอียดดังนี้

- แบบแผ่นที่ 1 ผนังมีความกว้าง 3.69 ม. และความสูง 2.79 ม. (ภาพที่ 4.1)
- แบบแผ่นที่ 2 ผนังมีความกว้าง 3.29 ม. และความสูง 2.76 ม.  
และประตูมีความกว้าง 0.87 ม. และความสูง 2.07 ม. (ภาพที่ 4.2)
- แบบแผ่นที่ 3 ผนังมีความกว้าง 5.08 ม. และความสูง 2.76 ม.  
และประตูมีความกว้าง 2.05 ม. และความสูง 2.22 ม. (ภาพที่ 4.3)
- แบบแผ่นที่ 4 ผนังมีความกว้าง 3.38 ม. และความสูง 2.79 ม.  
และประตูมีความกว้าง 2.90 ม. และความสูง 2.07 ม. (ภาพที่ 4.4)
- แบบแผ่นที่ 5 ผนังมีความกว้าง 5.48 ม. และความสูง 2.76 ม.  
และประตูมีความกว้าง 0.87 ม. และความสูง 2.07 ม. (ภาพที่ 4.5)
- แบบแผ่นที่ 6 ผนังมีความกว้าง 2.54 ม. และความสูง 2.79 ม.  
และหน้าต่างมีความกว้าง 1.80 ม. และความสูง 1.70 ม. (ภาพที่ 4.6)
- แบบแผ่นที่ 7 ผนังมีความกว้าง 4.05 ม. และความสูง 2.79 ม.  
และหน้าต่างมีความกว้าง 2.90 ม. และความสูง 2.10 ม. (ภาพที่ 4.7)
- แบบแผ่นที่ 8 ผนังมีความกว้าง 4.05 ม. และความสูง 2.76 ม.  
และหน้าต่างมีความกว้าง 2.90 ม. และความสูง 2.10 ม. (ภาพที่ 4.8)
- แบบแผ่นที่ 9 ผนังมีความกว้าง 3.38 ม. และความสูง 2.79 ม.  
และหน้าต่างมีความกว้าง 1.80 ม. และความสูง 1.10 ม. (ภาพที่ 4.9)
- แบบแผ่นที่ 10 ผนังมีความกว้าง 4.99 ม. และความสูง 2.79 ม.  
ประตูมีความกว้าง 0.87 ม. และความสูง 2.074 ม.  
และหน้าต่างมีความกว้าง 0.80 ม. และความสูง 1.10 ม. จำนวน 2 ช่อง  
(ภาพที่ 4.10)



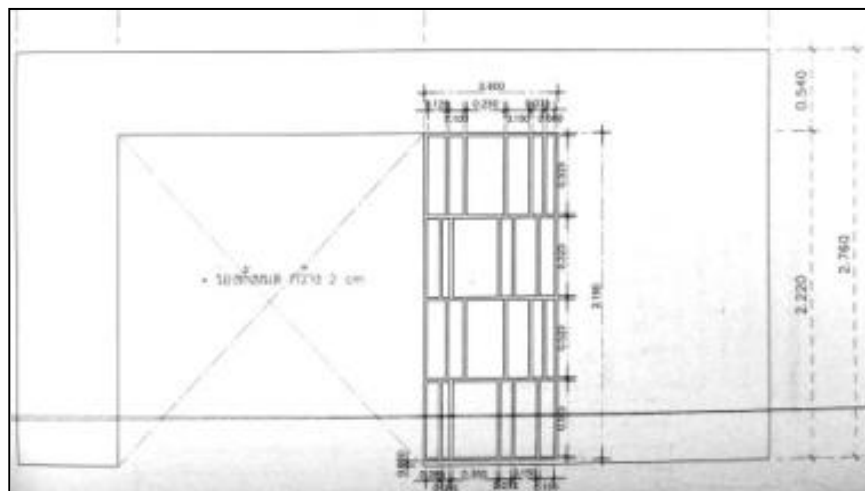
ภาพที่ 4.1 แบบแผนที่ 1

ที่มา: จากการสำรวจ



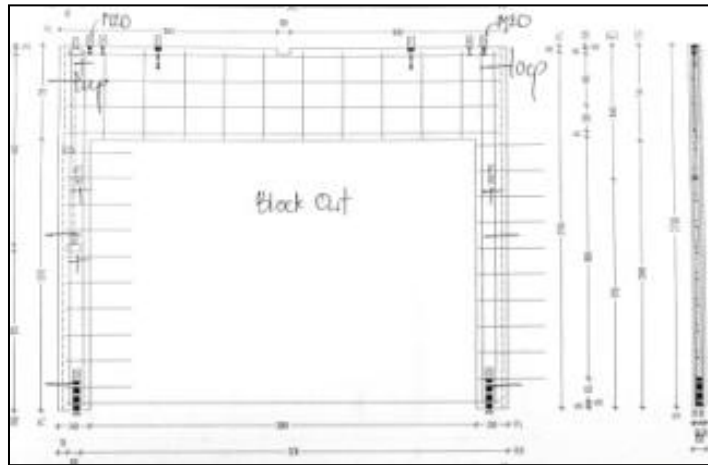
ภาพที่ 4.2 แบบแผนที่ 2

ที่มา: จากการสำรวจ

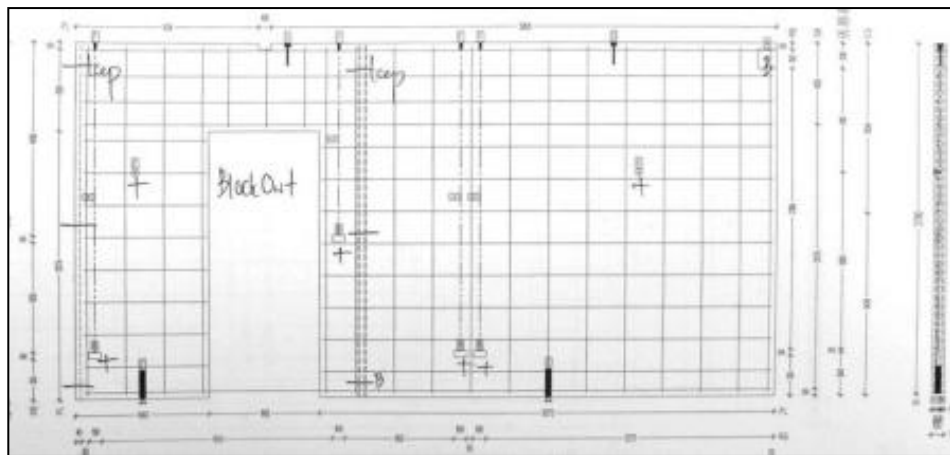


ภาพที่ 4.3 แบบแผนที่ 3

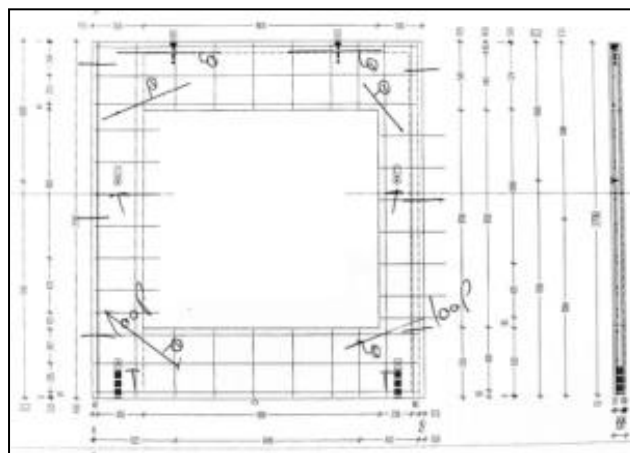
ที่มา: จากการสำรวจ



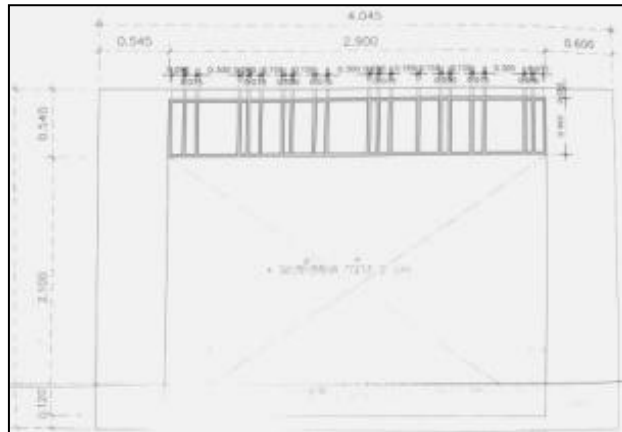
ภาพที่ 4.4 แบบแผ่นที่ 4  
ที่มา: จากการสำรวจ



ภาพที่ 4.5 แบบแผ่นที่ 5  
ที่มา: จากการสำรวจ

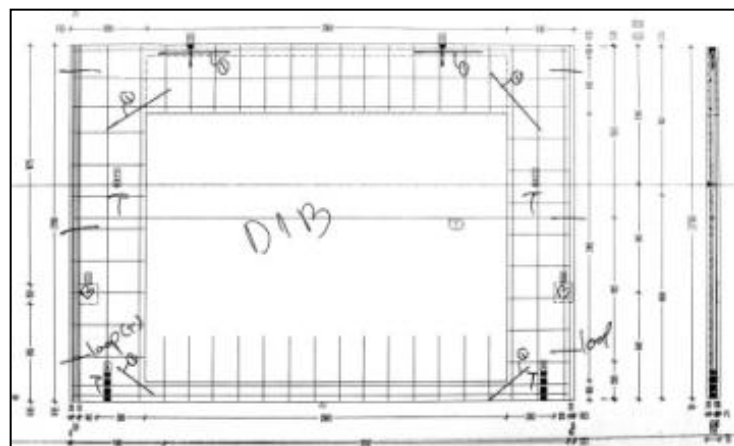


ภาพที่ 4.6 แบบแผ่นที่ 6  
ที่มา: จากการสำรวจ



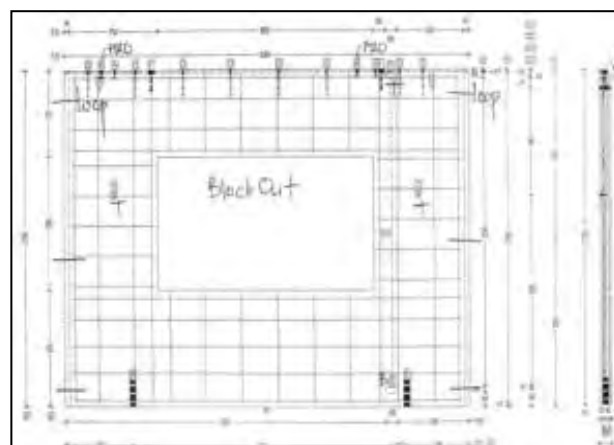
ภาพที่ 4.7 แบบแผ่นที่ 7

ที่มา: จากการสำรวจ



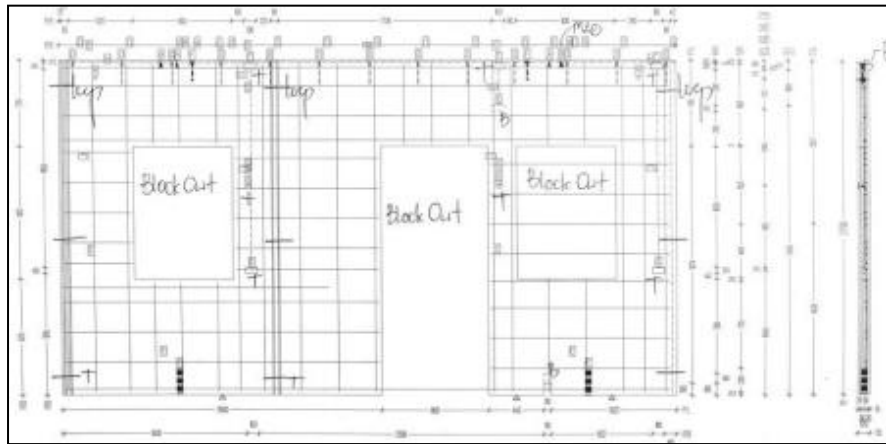
ภาพที่ 4.8 แบบแผ่นที่ 8

ที่มา: จากการสำรวจ



ภาพที่ 4.9 แบบแผ่นที่ 9

ที่มา: จากการสำรวจ



ภาพที่ 4.10 แบบแผนที่ 10

ที่มา: จากการสำรวจ



## บทที่ 5

### วิเคราะห์

จากการศึกษาในบทที่ 4 พบว่าการผลิตชิ้นส่วนผนังสำเร็จรูป ของอาคารประเภทบ้านเดี่ยว ในช่วงเปิดประเภทหน้าต่างที่ศึกษาคือ รูปร่างสี่เหลี่ยมที่มีความหนา 0.10 เมตร ประกอบไปด้วย 3 เรื่อง คือ ระยะความกว้างหรือความยาว ขนาดของแต่ละรูปร่าง และแบบหล่อของแต่ละรูปร่าง และนอกจากนี้ยังมีเรื่องเหล็กตะแกรงเสริม จากกระดาดแบบในขั้นตอนผลิต ซึ่งมีรายละเอียดเกี่ยวกับผนังสำเร็จรูป ที่มีความหนา 0.10 เมตร ของอาคารประเภทบ้านเดี่ยวเช่นกัน โดยแต่ละเรื่องมีรายละเอียดในการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

#### 5.1 ระยะความกว้างหรือความยาว

จากบทที่ 4 เมื่อนำระยะความกว้างหรือความยาวของหน้าต่าง ตั้งแต่ 0.20 ม. ถึง 3.25 ม. ทั้งสิ้น 87 ระยะ ใส่ตารางเพื่อแสดงระยะที่มีในช่วงต่างๆ เมื่อช่องระยะใดๆที่มีการใช้งาน ช่องนั้นจะเป็นสีแดง(ตารางที่ 5.1) พบว่ามีระยะในบางช่วงที่ใกล้เคียงกัน ได้แก่ 0.450, 0.465, 0.470, 0.490 และ 0.500, 0.510 และ 0.550, 0.565, 0.590 และ 0.650, 0.690 และ 0.760, 0.770 และ 0.800, 0.827 และ 0.850, 0.858, 0.860 และ 1.000, 1.025, 1.030, 1.034, 1.045 และ 1.100, 1.130 และ 1.150, 1.160, 1.190 และ 1.200, 1.220 และ 1.250, 1.270 และ 1.350, 1.370, 1.395 และ 1.400, 1.420 และ 1.500, 1.530 และ 1.600, 1.630 และ 1.650, 1.660 และ 1.800, 1.825, 1.830, 1.840 และ 1.900, 1.930 และ 1.950, 1.970, 1.980 และ 2.050, 2.054

จากระยะที่ใกล้เคียงกันดังกล่าว ส่งผลให้เกิดความสับสนในการเลือกแบบหล่อแต่ละขนาด เนื่องจากมีบางระยะที่ใกล้เคียงกันมาก ทำให้ใช้เวลาในการทำงานมากขึ้น<sup>1</sup> จึงเสนอให้ลดจำนวนระยะที่ใกล้เคียงกัน เพื่อความสะดวกในการทำงาน

เมื่อสังเกตตารางที่ 5.2 จะเห็นได้ว่าระยะความกว้างหรือความยาวในแต่ละช่วง มีความถี่ของระยะที่มีต่างกัน ดังนี้

ระยะที่หน่วยในหลักเซนติเมตรลงท้ายด้วย 00 (X.X00) และ 50 (X.X50) มีจำนวนมากที่สุดคือ 48 ระยะ ได้แก่ 0.200, 0.2500, 0.300, 0.350, 0.400, 0.450, 0.500, 0.550, 0.600,

---

<sup>1</sup> สัมภาษณ์ คมศักดิ์ อนุทินมณี, Production Engineer Supervisor, 19 มิถุนายน 2555

0.650, 0.700, 0.800, 0.850, 0.900, 1.000, 1.050, 1.100, 1.150, 1.200, 1.250, 1.300, 1.350, 1.400, 1.450, 1.500, 1.550, 1.600, 1.650, 1.700, 1.750, 1.800, 1.850, 1.900, 1.950, 2.000, 2.050, 2.100, 2.250, 2.300, 2.400, 2.450, 2.600, 2.650, 2.700, 2.800, 2.900, 3.000 และ 3.250 ม.

ระยะที่หน่วยในหลักเซนติเมตรลงท้ายด้วย 30 (X.X30) และ 80 (X.X80) มีจำนวน 9 ระยะ ได้แก่ 1.030, 1.130, 1.530, 1.630, 1.830, 1.930, 1.980, 2.380, 2.880

ระยะที่หน่วยในหลักเซนติเมตรลงท้ายด้วย 20 (X.X20) และ 70 (X.X70) มีจำนวน 7 ระยะ ได้แก่ 0.470, 0.770, 1.220, 1.270, 1.370, 1.420 และ 1.970

ระยะที่หน่วยในหลักเซนติเมตรลงท้ายด้วย 40 (X.X40) และ 90 (X.X90) มีจำนวน 7 ระยะ ได้แก่ 0.390, 0.490, 0.590, 0.690, 1.190, 1.840 และ 2.790

ระยะที่หน่วยในหลักเซนติเมตรลงท้ายด้วย 10 (X.X10) และ 60 (X.X60) มีจำนวน 5 ระยะ ได้แก่ 0.510, 0.760, 0.860, 1.160 และ 1.660

ระยะที่หน่วยในหลักเซนติเมตรลงท้ายด้วย 25 (X.X25) มีจำนวน 2 ระยะ ได้แก่ 1.025 และ 1.825

ระยะที่หน่วยในหลักเซนติเมตรลงท้ายด้วย 45 (X.X65) และ 95 (X.X95) มีจำนวน 2 ระยะ ได้แก่ 1.045 และ 1.395

ระยะที่หน่วยในหลักเซนติเมตรลงท้ายด้วย 65 (X.X65) มีจำนวน 2 ระยะ ได้แก่ 0.465 และ 0.565 (สีฟ้า)

ระยะที่หน่วยในหลักเซนติเมตรลงท้ายด้วย 27 (X.X27) มีจำนวน 1 ระยะ คือ 0.827

ระยะที่หน่วยในหลักเซนติเมตรลงท้ายด้วย 34 (X.X34) มีจำนวน 1 ระยะ คือ 1.034

ระยะที่หน่วยในหลักเซนติเมตรลงท้ายด้วย 54 (X.X54) มีจำนวน 1 ระยะ คือ 2.054

ระยะที่หน่วยในหลักเซนติเมตรลงท้ายด้วย 58 (X.X58) มีจำนวน 1 ระยะ คือ 0.858

ระยะที่หน่วยในหลักเซนติเมตรลงท้ายด้วย 71 (X.X71) มีจำนวน 1 ระยะ คือ 2.571

โดยแต่ละช่องจะแสดงสีในตารางที่ 5.2 แตกต่างกันตามจำนวน ดังนี้

ระยะที่หน่วยในหลักเซนติเมตรลงท้ายด้วย 00 (X.X00) และ 50 (X.X50) คือ สีแดง

ระยะที่หน่วยในหลักเซนติเมตรลงท้ายด้วย 30 (X.X30) และ 80 (X.X80) คือ สีส้มเข้ม

ระยะที่หน่วยในหลักเซนติเมตรลงท้ายด้วย 20 (X.X20) และ 70 (X.X70) คือ สีส้มอ่อน

ระยะที่หน่วยในหลักเซนติเมตรลงท้ายด้วย 40 (X.X40) และ 90 (X.X90) คือ สีส้มอ่อน

ระยะที่หน่วยในหลักเซนติเมตรลงท้ายด้วย 10 (X.X10) และ 60 (X.X60) คือ สีเหลือง  
ระยะที่หน่วยในหลักเซนติเมตรลงท้ายด้วย 25 (X.X25), 27 (X.X27), 34 (X.X34), 45 (X.X45), 54 (X.X54), 58 (X.X58), 65 (X.X65), 71 (X.X71) และ 95 (X.X95) คือ สีฟ้า

จากข้อสังเกตเรื่องความถี่ในแต่ละช่วงสามารถยกตัวอย่างการลดจำนวนของระยะที่ใกล้เคียงกันได้ตามตารางที่ 5.3 โดยการกำหนดให้เหลือระยะที่หน่วยในหลักเซนติเมตรลงท้ายด้วย ระยะ 00 (X.X00) และ 50 (X.X50) เพราะเป็นระยะที่มีมากและสามารถเป็นตัวแทนของระยะอื่นๆได้ เมื่อเหลือเพียงระยะดังกล่าว จะช่วยลดความสับสนในการเลือกแบบหล่อ เนื่องจากไม่มีระยะที่ใกล้เคียงระยะที่กำหนดมากเกินไป โดยระยะที่กำหนดมี 48 ระยะ ได้แก่ 0.200, 0.250, 0.300, 0.350, 0.400, 0.450, 0.500, 0.550, 0.600, 0.650, 0.700, 0.800, 0.850, 0.900, 1.000, 1.050, 1.100, 1.150, 1.200, 1.250, 1.300, 1.350, 1.400, 1.450, 1.500, 1.550, 1.600, 1.650, 1.700, 1.750, 1.800, 1.850, 1.900, 1.950, 2.000, 2.050, 2.100, 2.250, 2.300, 2.400, 2.450, 2.600, 2.650, 2.700, 2.800, 2.900, 3.000 และ 3.250 ม.



ภาพที่ 5.1 ระยะของแบบหล่อที่มีขนาดใกล้เคียงกัน ส่งผลให้เกิดความสับสนในการทำงาน

0.000	0.050	0.100	0.150	0.200	0.250	0.300	0.350	0.400	0.450	0.500	0.550
0.001	0.051	0.101	0.151	0.201	0.251	0.301	0.351	0.401	0.451	0.501	0.551
0.002	0.052	0.102	0.152	0.202	0.252	0.302	0.352	0.402	0.452	0.502	0.552
0.003	0.053	0.103	0.153	0.203	0.253	0.303	0.353	0.403	0.453	0.503	0.553
0.004	0.054	0.104	0.154	0.204	0.254	0.304	0.354	0.404	0.454	0.504	0.554
0.005	0.055	0.105	0.155	0.205	0.255	0.305	0.355	0.405	0.455	0.505	0.555
0.006	0.056	0.106	0.156	0.206	0.256	0.306	0.356	0.406	0.456	0.506	0.556
0.007	0.057	0.107	0.157	0.207	0.257	0.307	0.357	0.407	0.457	0.507	0.557
0.008	0.058	0.108	0.158	0.208	0.258	0.308	0.358	0.408	0.458	0.508	0.558
0.009	0.059	0.109	0.159	0.209	0.259	0.309	0.359	0.409	0.459	0.509	0.559
0.010	0.060	0.110	0.160	0.210	0.260	0.310	0.360	0.410	0.460	0.510	0.560
0.011	0.061	0.111	0.161	0.211	0.261	0.311	0.361	0.411	0.461	0.511	0.561
0.012	0.062	0.112	0.162	0.212	0.262	0.312	0.362	0.412	0.462	0.512	0.562
0.013	0.063	0.113	0.163	0.213	0.263	0.313	0.363	0.413	0.463	0.513	0.563
0.014	0.064	0.114	0.164	0.214	0.264	0.314	0.364	0.414	0.464	0.514	0.564
0.015	0.065	0.115	0.165	0.215	0.265	0.315	0.365	0.415	0.465	0.515	0.565
0.016	0.066	0.116	0.166	0.216	0.266	0.316	0.366	0.416	0.466	0.516	0.566
0.017	0.067	0.117	0.167	0.217	0.267	0.317	0.367	0.417	0.467	0.517	0.567
0.018	0.068	0.118	0.168	0.218	0.268	0.318	0.368	0.418	0.468	0.518	0.568
0.019	0.069	0.119	0.169	0.219	0.269	0.319	0.369	0.419	0.469	0.519	0.569
0.020	0.070	0.120	0.170	0.220	0.270	0.320	0.370	0.420	0.470	0.520	0.569
0.021	0.071	0.121	0.171	0.221	0.271	0.321	0.371	0.421	0.471	0.521	0.571
0.022	0.072	0.122	0.172	0.222	0.272	0.322	0.372	0.422	0.472	0.522	0.572
0.023	0.073	0.123	0.173	0.223	0.273	0.323	0.373	0.423	0.473	0.523	0.573
0.024	0.074	0.124	0.174	0.224	0.274	0.324	0.374	0.424	0.474	0.524	0.574
0.025	0.075	0.125	0.175	0.225	0.275	0.325	0.375	0.425	0.475	0.525	0.575
0.026	0.076	0.126	0.176	0.226	0.276	0.326	0.376	0.426	0.476	0.526	0.576
0.027	0.077	0.127	0.177	0.227	0.277	0.327	0.377	0.427	0.477	0.527	0.577
0.028	0.078	0.128	0.178	0.228	0.278	0.328	0.378	0.428	0.478	0.528	0.578
0.029	0.079	0.129	0.179	0.229	0.279	0.329	0.379	0.429	0.479	0.529	0.579
0.030	0.080	0.130	0.180	0.230	0.280	0.330	0.380	0.430	0.480	0.530	0.580
0.031	0.081	0.131	0.181	0.231	0.281	0.331	0.381	0.431	0.481	0.531	0.581
0.032	0.082	0.132	0.182	0.232	0.282	0.332	0.382	0.432	0.482	0.532	0.582
0.033	0.083	0.133	0.183	0.233	0.283	0.333	0.383	0.433	0.483	0.533	0.583
0.034	0.084	0.134	0.184	0.234	0.284	0.334	0.384	0.434	0.484	0.534	0.584
0.035	0.085	0.135	0.185	0.235	0.285	0.335	0.385	0.435	0.485	0.535	0.585
0.036	0.086	0.136	0.186	0.236	0.286	0.336	0.386	0.436	0.486	0.536	0.586
0.037	0.087	0.137	0.187	0.237	0.287	0.337	0.387	0.437	0.487	0.537	0.587
0.038	0.088	0.138	0.188	0.238	0.288	0.338	0.388	0.438	0.488	0.538	0.588
0.039	0.089	0.139	0.189	0.239	0.289	0.339	0.389	0.439	0.489	0.539	0.589
0.040	0.090	0.140	0.190	0.240	0.290	0.340	0.390	0.440	0.490	0.540	0.590
0.041	0.091	0.141	0.191	0.241	0.291	0.341	0.391	0.441	0.491	0.541	0.591
0.042	0.092	0.142	0.192	0.242	0.292	0.342	0.392	0.442	0.492	0.542	0.592
0.043	0.093	0.143	0.193	0.243	0.293	0.343	0.393	0.443	0.493	0.543	0.593
0.044	0.094	0.144	0.194	0.244	0.294	0.344	0.394	0.444	0.494	0.544	0.594
0.045	0.095	0.145	0.195	0.245	0.295	0.345	0.395	0.445	0.495	0.545	0.595
0.046	0.096	0.146	0.196	0.246	0.296	0.346	0.396	0.446	0.496	0.546	0.596
0.047	0.097	0.147	0.197	0.247	0.297	0.347	0.397	0.447	0.497	0.547	0.597
0.048	0.098	0.148	0.198	0.248	0.298	0.348	0.398	0.448	0.498	0.548	0.598
0.049	0.099	0.149	0.199	0.249	0.299	0.349	0.399	0.449	0.499	0.549	0.599

ตารางที่ 5.1 แสดงความถี่ของระยะทั้งหมด หากช่องระยะใด ๆ มีการใช้งาน ช่องนั้นจะเป็นสีแดง

0.600	0.650	0.700	0.750	0.800	0.850	0.900	0.950	1.000	1.050	1.100	1.150	1.200	1.250
0.601	0.651	0.701	0.751	0.801	0.851	0.901	0.951	1.001	1.051	1.101	1.151	1.201	1.251
0.602	0.652	0.702	0.752	0.802	0.852	0.902	0.952	1.002	1.052	1.102	1.152	1.202	1.252
0.603	0.653	0.703	0.753	0.803	0.853	0.903	0.953	1.003	1.053	1.103	1.153	1.203	1.253
0.604	0.654	0.704	0.754	0.804	0.854	0.904	0.954	1.004	1.054	1.104	1.154	1.204	1.254
0.605	0.655	0.705	0.755	0.805	0.855	0.905	0.955	1.005	1.055	1.105	1.155	1.205	1.255
0.606	0.656	0.706	0.756	0.806	0.856	0.906	0.956	1.006	1.056	1.106	1.156	1.206	1.256
0.607	0.657	0.707	0.757	0.807	0.857	0.907	0.957	1.007	1.057	1.107	1.157	1.207	1.257
0.608	0.658	0.708	0.758	0.808	0.858	0.908	0.958	1.008	1.058	1.108	1.158	1.208	1.258
0.609	0.659	0.709	0.759	0.809	0.859	0.909	0.959	1.009	1.059	1.109	1.159	1.209	1.259
0.610	0.660	0.710	0.760	0.810	0.860	0.910	0.960	1.010	1.060	1.110	1.160	1.210	1.260
0.611	0.661	0.711	0.761	0.811	0.861	0.911	0.961	1.011	1.061	1.111	1.161	1.211	1.261
0.612	0.662	0.712	0.762	0.812	0.862	0.912	0.962	1.012	1.062	1.112	1.162	1.212	1.262
0.613	0.663	0.713	0.763	0.813	0.863	0.913	0.963	1.013	1.063	1.113	1.163	1.213	1.263
0.614	0.664	0.714	0.764	0.814	0.864	0.914	0.964	1.014	1.064	1.114	1.164	1.214	1.264
0.615	0.665	0.715	0.765	0.815	0.865	0.915	0.965	1.015	1.065	1.115	1.165	1.215	1.265
0.616	0.666	0.716	0.766	0.816	0.866	0.916	0.966	1.016	1.066	1.116	1.166	1.216	1.266
0.617	0.667	0.717	0.767	0.817	0.867	0.917	0.967	1.017	1.067	1.117	1.167	1.217	1.267
0.618	0.668	0.718	0.768	0.818	0.868	0.918	0.968	1.018	1.068	1.118	1.168	1.218	1.268
0.619	0.669	0.719	0.769	0.819	0.869	0.919	0.969	1.019	1.069	1.119	1.169	1.219	1.269
0.620	0.669	0.720	0.770	0.820	0.870	0.920	0.970	1.020	1.070	1.120	1.170	1.220	1.270
0.621	0.671	0.721	0.771	0.821	0.871	0.921	0.971	1.021	1.071	1.121	1.171	1.221	1.271
0.622	0.672	0.722	0.772	0.822	0.872	0.922	0.972	1.022	1.072	1.122	1.172	1.222	1.272
0.623	0.673	0.723	0.773	0.823	0.873	0.923	0.973	1.023	1.073	1.123	1.173	1.223	1.273
0.624	0.674	0.724	0.774	0.824	0.874	0.924	0.974	1.024	1.074	1.124	1.174	1.224	1.274
0.625	0.675	0.725	0.775	0.825	0.875	0.925	0.975	1.025	1.075	1.125	1.175	1.225	1.275
0.626	0.676	0.726	0.776	0.826	0.876	0.926	0.976	1.026	1.076	1.126	1.176	1.226	1.276
0.627	0.677	0.727	0.777	0.827	0.877	0.927	0.977	1.027	1.077	1.127	1.177	1.227	1.277
0.628	0.678	0.728	0.778	0.828	0.878	0.928	0.978	1.028	1.078	1.128	1.178	1.228	1.278
0.629	0.679	0.729	0.779	0.829	0.879	0.929	0.979	1.029	1.079	1.129	1.179	1.229	1.279
0.630	0.680	0.730	0.780	0.830	0.880	0.930	0.980	1.030	1.080	1.130	1.180	1.230	1.280
0.631	0.681	0.731	0.781	0.831	0.881	0.931	0.981	1.031	1.081	1.131	1.181	1.231	1.281
0.632	0.682	0.732	0.782	0.832	0.882	0.932	0.982	1.032	1.082	1.132	1.182	1.232	1.282
0.633	0.683	0.733	0.783	0.833	0.883	0.933	0.983	1.033	1.083	1.133	1.183	1.233	1.283
0.634	0.684	0.734	0.784	0.834	0.884	0.934	0.984	1.034	1.084	1.134	1.184	1.234	1.284
0.635	0.685	0.735	0.785	0.835	0.885	0.935	0.985	1.035	1.085	1.135	1.185	1.235	1.285
0.636	0.686	0.736	0.786	0.836	0.886	0.936	0.986	1.036	1.086	1.136	1.186	1.236	1.286
0.637	0.687	0.737	0.787	0.837	0.887	0.937	0.987	1.037	1.087	1.137	1.187	1.237	1.287
0.638	0.688	0.738	0.788	0.838	0.888	0.938	0.988	1.038	1.088	1.138	1.188	1.238	1.288
0.639	0.689	0.739	0.789	0.839	0.889	0.939	0.989	1.039	1.089	1.139	1.189	1.239	1.289
0.640	0.690	0.740	0.790	0.840	0.890	0.940	0.990	1.040	1.090	1.140	1.190	1.240	1.290
0.641	0.691	0.741	0.791	0.841	0.891	0.941	0.991	1.041	1.091	1.141	1.191	1.241	1.291
0.642	0.692	0.742	0.792	0.842	0.892	0.942	0.992	1.042	1.092	1.142	1.192	1.242	1.292
0.643	0.693	0.743	0.793	0.843	0.893	0.943	0.993	1.043	1.093	1.143	1.193	1.243	1.293
0.644	0.694	0.744	0.794	0.844	0.894	0.944	0.994	1.044	1.094	1.144	1.194	1.244	1.294
0.645	0.695	0.745	0.795	0.845	0.895	0.945	0.995	1.045	1.095	1.145	1.195	1.245	1.295
0.646	0.696	0.746	0.796	0.846	0.896	0.946	0.996	1.046	1.096	1.146	1.196	1.246	1.296
0.647	0.697	0.747	0.797	0.847	0.897	0.947	0.997	1.047	1.097	1.147	1.197	1.247	1.297
0.648	0.698	0.748	0.798	0.848	0.898	0.948	0.998	1.048	1.098	1.148	1.198	1.248	1.298
0.649	0.699	0.749	0.799	0.849	0.899	0.949	0.999	1.049	1.099	1.149	1.199	1.249	1.299





2.700	2.750	2.800	2.850	2.900	2.950	3.000	3.050	3.100	3.150	3.200	3.250	3.300	3.350
2.701	2.751	2.801	2.851	2.901	2.951	3.001	3.051	3.101	3.151	3.201	3.251	3.301	3.351
2.702	2.752	2.802	2.852	2.902	2.952	3.002	3.052	3.102	3.152	3.202	3.252	3.302	3.352
2.703	2.753	2.803	2.853	2.903	2.953	3.003	3.053	3.103	3.153	3.203	3.253	3.303	3.353
2.704	2.754	2.804	2.854	2.904	2.954	3.004	3.054	3.104	3.154	3.204	3.254	3.304	3.354
2.705	2.755	2.805	2.855	2.905	2.955	3.005	3.055	3.105	3.155	3.205	3.255	3.305	3.355
2.706	2.756	2.806	2.856	2.906	2.956	3.006	3.056	3.106	3.156	3.206	3.256	3.306	3.356
2.707	2.757	2.807	2.857	2.907	2.957	3.007	3.057	3.107	3.157	3.207	3.257	3.307	3.357
2.708	2.758	2.808	2.858	2.908	2.958	3.008	3.058	3.108	3.158	3.208	3.258	3.308	3.358
2.709	2.759	2.809	2.859	2.909	2.959	3.009	3.059	3.109	3.159	3.209	3.259	3.309	3.359
2.710	2.760	2.810	2.860	2.910	2.960	3.010	3.060	3.110	3.160	3.210	3.260	3.310	3.360
2.711	2.761	2.811	2.861	2.911	2.961	3.011	3.061	3.111	3.161	3.211	3.261	3.311	3.361
2.712	2.762	2.812	2.862	2.912	2.962	3.012	3.062	3.112	3.162	3.212	3.262	3.312	3.362
2.713	2.763	2.813	2.863	2.913	2.963	3.013	3.063	3.113	3.163	3.213	3.263	3.313	3.363
2.714	2.764	2.814	2.864	2.914	2.964	3.014	3.064	3.114	3.164	3.214	3.264	3.314	3.364
2.715	2.765	2.815	2.865	2.915	2.965	3.015	3.065	3.115	3.165	3.215	3.265	3.315	3.365
2.716	2.766	2.816	2.866	2.916	2.966	3.016	3.066	3.116	3.166	3.216	3.266	3.316	3.366
2.717	2.767	2.817	2.867	2.917	2.967	3.017	3.067	3.117	3.167	3.217	3.267	3.317	3.367
2.718	2.768	2.818	2.868	2.918	2.968	3.018	3.068	3.118	3.168	3.218	3.268	3.318	3.368
2.719	2.769	2.819	2.869	2.919	2.969	3.019	3.069	3.119	3.169	3.219	3.269	3.319	3.369
2.720	2.770	2.820	2.870	2.920	2.970	3.020	3.070	3.120	3.170	3.220	3.270	3.320	3.370
2.721	2.771	2.821	2.871	2.921	2.971	3.021	3.071	3.121	3.171	3.221	3.271	3.321	3.371
2.722	2.772	2.822	2.872	2.922	2.972	3.022	3.072	3.122	3.172	3.222	3.272	3.322	3.372
2.723	2.773	2.823	2.873	2.923	2.973	3.023	3.073	3.123	3.173	3.223	3.273	3.323	3.373
2.724	2.774	2.824	2.874	2.924	2.974	3.024	3.074	3.124	3.174	3.224	3.274	3.324	3.374
2.725	2.775	2.825	2.875	2.925	2.975	3.025	3.075	3.125	3.175	3.225	3.275	3.325	3.375
2.726	2.776	2.826	2.876	2.926	2.976	3.026	3.076	3.126	3.176	3.226	3.276	3.326	3.376
2.727	2.777	2.827	2.877	2.927	2.977	3.027	3.077	3.127	3.177	3.227	3.277	3.327	3.377
2.728	2.778	2.828	2.878	2.928	2.978	3.028	3.078	3.128	3.178	3.228	3.278	3.328	3.378
2.729	2.779	2.829	2.879	2.929	2.979	3.029	3.079	3.129	3.179	3.229	3.279	3.329	3.379
2.730	2.780	2.830	2.880	2.930	2.980	3.030	3.080	3.130	3.180	3.230	3.280	3.330	3.380
2.731	2.781	2.831	2.881	2.931	2.981	3.031	3.081	3.131	3.181	3.231	3.281	3.331	3.381
2.732	2.782	2.832	2.882	2.932	2.982	3.032	3.082	3.132	3.182	3.232	3.282	3.332	3.382
2.733	2.783	2.833	2.883	2.933	2.983	3.033	3.083	3.133	3.183	3.233	3.283	3.333	3.383
2.734	2.784	2.834	2.884	2.934	2.984	3.034	3.084	3.134	3.184	3.234	3.284	3.334	3.384
2.735	2.785	2.835	2.885	2.935	2.985	3.035	3.085	3.135	3.185	3.235	3.285	3.335	3.385
2.736	2.786	2.836	2.886	2.936	2.986	3.036	3.086	3.136	3.186	3.236	3.286	3.336	3.386
2.737	2.787	2.837	2.887	2.937	2.987	3.037	3.087	3.137	3.187	3.237	3.287	3.337	3.387
2.738	2.788	2.838	2.888	2.938	2.988	3.038	3.088	3.138	3.188	3.238	3.288	3.338	3.388
2.739	2.789	2.839	2.889	2.939	2.989	3.039	3.089	3.139	3.189	3.239	3.289	3.339	3.389
2.740	2.790	2.840	2.890	2.940	2.990	3.040	3.090	3.140	3.190	3.240	3.290	3.340	3.390
2.741	2.791	2.841	2.891	2.941	2.991	3.041	3.091	3.141	3.191	3.241	3.291	3.341	3.391
2.742	2.792	2.842	2.892	2.942	2.992	3.042	3.092	3.142	3.192	3.242	3.292	3.342	3.392
2.743	2.793	2.843	2.893	2.943	2.993	3.043	3.093	3.143	3.193	3.243	3.293	3.343	3.393
2.744	2.794	2.844	2.894	2.944	2.994	3.044	3.094	3.144	3.194	3.244	3.294	3.344	3.394
2.745	2.795	2.845	2.895	2.945	2.995	3.045	3.095	3.145	3.195	3.245	3.295	3.345	3.395
2.746	2.796	2.846	2.896	2.946	2.996	3.046	3.096	3.146	3.196	3.246	3.296	3.346	3.396
2.747	2.797	2.847	2.897	2.947	2.997	3.047	3.097	3.147	3.197	3.247	3.297	3.347	3.397
2.748	2.798	2.848	2.898	2.948	2.998	3.048	3.098	3.148	3.198	3.248	3.298	3.348	3.398
2.749	2.799	2.849	2.899	2.949	2.999	3.049	3.099	3.149	3.199	3.249	3.299	3.349	3.399



3.400	3.450	3.500	3.550	3.600	3.650	3.700	3.750	3.800	3.850	3.900	3.950
3.401	3.451	3.501	3.551	3.601	3.651	3.701	3.751	3.801	3.851	3.901	3.951
3.402	3.452	3.502	3.552	3.602	3.652	3.702	3.752	3.802	3.852	3.902	3.952
3.403	3.453	3.503	3.553	3.603	3.653	3.703	3.753	3.803	3.853	3.903	3.953
3.404	3.454	3.504	3.554	3.604	3.654	3.704	3.754	3.804	3.854	3.904	3.954
3.405	3.455	3.505	3.555	3.605	3.655	3.705	3.755	3.805	3.855	3.905	3.955
3.406	3.456	3.506	3.556	3.606	3.656	3.706	3.756	3.806	3.856	3.906	3.956
3.407	3.457	3.507	3.557	3.607	3.657	3.707	3.757	3.807	3.857	3.907	3.957
3.408	3.458	3.508	3.558	3.608	3.658	3.708	3.758	3.808	3.858	3.908	3.958
3.409	3.459	3.509	3.559	3.609	3.659	3.709	3.759	3.809	3.859	3.909	3.959
3.410	3.460	3.510	3.560	3.610	3.660	3.710	3.760	3.810	3.860	3.910	3.960
3.411	3.461	3.511	3.561	3.611	3.661	3.711	3.761	3.811	3.861	3.911	3.961
3.412	3.462	3.512	3.562	3.612	3.662	3.712	3.762	3.812	3.862	3.912	3.962
3.413	3.463	3.513	3.563	3.613	3.663	3.713	3.763	3.813	3.863	3.913	3.963
3.414	3.464	3.514	3.564	3.614	3.664	3.714	3.764	3.814	3.864	3.914	3.964
3.415	3.465	3.515	3.565	3.615	3.665	3.715	3.765	3.815	3.865	3.915	3.965
3.416	3.466	3.516	3.566	3.616	3.666	3.716	3.766	3.816	3.866	3.916	3.966
3.417	3.467	3.517	3.567	3.617	3.667	3.717	3.767	3.817	3.867	3.917	3.967
3.418	3.468	3.518	3.568	3.618	3.668	3.718	3.768	3.818	3.868	3.918	3.968
3.419	3.469	3.519	3.569	3.619	3.669	3.719	3.769	3.819	3.869	3.919	3.969
3.420	3.470	3.520	3.570	3.620	3.670	3.720	3.770	3.820	3.870	3.920	3.970
3.421	3.471	3.521	3.571	3.621	3.671	3.721	3.771	3.821	3.871	3.921	3.971
3.422	3.472	3.522	3.572	3.622	3.672	3.722	3.772	3.822	3.872	3.922	3.972
3.423	3.473	3.523	3.573	3.623	3.673	3.723	3.773	3.823	3.873	3.923	3.973
3.424	3.474	3.524	3.574	3.624	3.674	3.724	3.774	3.824	3.874	3.924	3.974
3.425	3.475	3.525	3.575	3.625	3.675	3.725	3.775	3.825	3.875	3.925	3.975
3.426	3.476	3.526	3.576	3.626	3.676	3.726	3.776	3.826	3.876	3.926	3.976
3.427	3.477	3.527	3.577	3.627	3.677	3.727	3.777	3.827	3.877	3.927	3.977
3.428	3.478	3.528	3.578	3.628	3.678	3.728	3.778	3.828	3.878	3.928	3.978
3.429	3.479	3.529	3.579	3.629	3.679	3.729	3.779	3.829	3.879	3.929	3.979
3.430	3.480	3.530	3.580	3.630	3.680	3.730	3.780	3.830	3.880	3.930	3.980
3.431	3.481	3.531	3.581	3.631	3.681	3.731	3.781	3.831	3.881	3.931	3.981
3.432	3.482	3.532	3.582	3.632	3.682	3.732	3.782	3.832	3.882	3.932	3.982
3.433	3.483	3.533	3.583	3.633	3.683	3.733	3.783	3.833	3.883	3.933	3.983
3.434	3.484	3.534	3.584	3.634	3.684	3.734	3.784	3.834	3.884	3.934	3.984
3.435	3.485	3.535	3.585	3.635	3.685	3.735	3.785	3.835	3.885	3.935	3.985
3.436	3.486	3.536	3.586	3.636	3.686	3.736	3.786	3.836	3.886	3.936	3.986
3.437	3.487	3.537	3.587	3.637	3.687	3.737	3.787	3.837	3.887	3.937	3.987
3.438	3.488	3.538	3.588	3.638	3.688	3.738	3.788	3.838	3.888	3.938	3.988
3.439	3.489	3.539	3.589	3.639	3.689	3.739	3.789	3.839	3.889	3.939	3.989
3.440	3.490	3.540	3.590	3.640	3.690	3.740	3.790	3.840	3.890	3.940	3.990
3.441	3.491	3.541	3.591	3.641	3.691	3.741	3.791	3.841	3.891	3.941	3.991
3.442	3.492	3.542	3.592	3.642	3.692	3.742	3.792	3.842	3.892	3.942	3.992
3.443	3.493	3.543	3.593	3.643	3.693	3.743	3.793	3.843	3.893	3.943	3.993
3.444	3.494	3.544	3.594	3.644	3.694	3.744	3.794	3.844	3.894	3.944	3.994
3.445	3.495	3.545	3.595	3.645	3.695	3.745	3.795	3.845	3.895	3.945	3.995
3.446	3.496	3.546	3.596	3.646	3.696	3.746	3.796	3.846	3.896	3.946	3.996
3.447	3.497	3.547	3.597	3.647	3.697	3.747	3.797	3.847	3.897	3.947	3.997
3.448	3.498	3.548	3.598	3.648	3.698	3.748	3.798	3.848	3.898	3.948	3.998
3.449	3.499	3.549	3.599	3.649	3.699	3.749	3.799	3.849	3.899	3.949	3.999

0.000	0.050	0.100	0.150	0.200	0.250	0.300	0.350	0.400	0.450	0.500	0.550
0.001	0.051	0.101	0.151	0.201	0.251	0.301	0.351	0.401	0.451	0.501	0.551
0.002	0.052	0.102	0.152	0.202	0.252	0.302	0.352	0.402	0.452	0.502	0.552
0.003	0.053	0.103	0.153	0.203	0.253	0.303	0.353	0.403	0.453	0.503	0.553
0.004	0.054	0.104	0.154	0.204	0.254	0.304	0.354	0.404	0.454	0.504	0.554
0.005	0.055	0.105	0.155	0.205	0.255	0.305	0.355	0.405	0.455	0.505	0.555
0.006	0.056	0.106	0.156	0.206	0.256	0.306	0.356	0.406	0.456	0.506	0.556
0.007	0.057	0.107	0.157	0.207	0.257	0.307	0.357	0.407	0.457	0.507	0.557
0.008	0.058	0.108	0.158	0.208	0.258	0.308	0.358	0.408	0.458	0.508	0.558
0.009	0.059	0.109	0.159	0.209	0.259	0.309	0.359	0.409	0.459	0.509	0.559
0.010	0.060	0.110	0.160	0.210	0.260	0.310	0.360	0.410	0.460	0.510	0.560
0.011	0.061	0.111	0.161	0.211	0.261	0.311	0.361	0.411	0.461	0.511	0.561
0.012	0.062	0.112	0.162	0.212	0.262	0.312	0.362	0.412	0.462	0.512	0.562
0.013	0.063	0.113	0.163	0.213	0.263	0.313	0.363	0.413	0.463	0.513	0.563
0.014	0.064	0.114	0.164	0.214	0.264	0.314	0.364	0.414	0.464	0.514	0.564
0.015	0.065	0.115	0.165	0.215	0.265	0.315	0.365	0.415	0.465	0.515	0.565
0.016	0.066	0.116	0.166	0.216	0.266	0.316	0.366	0.416	0.466	0.516	0.566
0.017	0.067	0.117	0.167	0.217	0.267	0.317	0.367	0.417	0.467	0.517	0.567
0.018	0.068	0.118	0.168	0.218	0.268	0.318	0.368	0.418	0.468	0.518	0.568
0.019	0.069	0.119	0.169	0.219	0.269	0.319	0.369	0.419	0.469	0.519	0.569
0.020	0.070	0.120	0.170	0.220	0.270	0.320	0.370	0.420	0.470	0.520	0.569
0.021	0.071	0.121	0.171	0.221	0.271	0.321	0.371	0.421	0.471	0.521	0.571
0.022	0.072	0.122	0.172	0.222	0.272	0.322	0.372	0.422	0.472	0.522	0.572
0.023	0.073	0.123	0.173	0.223	0.273	0.323	0.373	0.423	0.473	0.523	0.573
0.024	0.074	0.124	0.174	0.224	0.274	0.324	0.374	0.424	0.474	0.524	0.574
0.025	0.075	0.125	0.175	0.225	0.275	0.325	0.375	0.425	0.475	0.525	0.575
0.026	0.076	0.126	0.176	0.226	0.276	0.326	0.376	0.426	0.476	0.526	0.576
0.027	0.077	0.127	0.177	0.227	0.277	0.327	0.377	0.427	0.477	0.527	0.577
0.028	0.078	0.128	0.178	0.228	0.278	0.328	0.378	0.428	0.478	0.528	0.578
0.029	0.079	0.129	0.179	0.229	0.279	0.329	0.379	0.429	0.479	0.529	0.579
0.030	0.080	0.130	0.180	0.230	0.280	0.330	0.380	0.430	0.480	0.530	0.580
0.031	0.081	0.131	0.181	0.231	0.281	0.331	0.381	0.431	0.481	0.531	0.581
0.032	0.082	0.132	0.182	0.232	0.282	0.332	0.382	0.432	0.482	0.532	0.582
0.033	0.083	0.133	0.183	0.233	0.283	0.333	0.383	0.433	0.483	0.533	0.583
0.034	0.084	0.134	0.184	0.234	0.284	0.334	0.384	0.434	0.484	0.534	0.584
0.035	0.085	0.135	0.185	0.235	0.285	0.335	0.385	0.435	0.485	0.535	0.585
0.036	0.086	0.136	0.186	0.236	0.286	0.336	0.386	0.436	0.486	0.536	0.586
0.037	0.087	0.137	0.187	0.237	0.287	0.337	0.387	0.437	0.487	0.537	0.587
0.038	0.088	0.138	0.188	0.238	0.288	0.338	0.388	0.438	0.488	0.538	0.588
0.039	0.089	0.139	0.189	0.239	0.289	0.339	0.389	0.439	0.489	0.539	0.589
0.040	0.090	0.140	0.190	0.240	0.290	0.340	0.390	0.440	0.490	0.540	0.590
0.041	0.091	0.141	0.191	0.241	0.291	0.341	0.391	0.441	0.491	0.541	0.591
0.042	0.092	0.142	0.192	0.242	0.292	0.342	0.392	0.442	0.492	0.542	0.592
0.043	0.093	0.143	0.193	0.243	0.293	0.343	0.393	0.443	0.493	0.543	0.593
0.044	0.094	0.144	0.194	0.244	0.294	0.344	0.394	0.444	0.494	0.544	0.594
0.045	0.095	0.145	0.195	0.245	0.295	0.345	0.395	0.445	0.495	0.545	0.595
0.046	0.096	0.146	0.196	0.246	0.296	0.346	0.396	0.446	0.496	0.546	0.596
0.047	0.097	0.147	0.197	0.247	0.297	0.347	0.397	0.447	0.497	0.547	0.597
0.048	0.098	0.148	0.198	0.248	0.298	0.348	0.398	0.448	0.498	0.548	0.598
0.049	0.099	0.149	0.199	0.249	0.299	0.349	0.399	0.449	0.499	0.549	0.599

ตารางที่ 5.2 แสดงความถี่ของระยะที่มีการใช้งานในแต่ละช่วง โดยใช้สีที่แตกต่างกัน โดยเรียงสีจากมากไปน้อย

สีแดง สีส้มเข้ม สีส้มอ่อน สีเหลือง สีฟ้า

0.600	0.650	0.700	0.750	0.800	0.850	0.900	0.950	1.000	1.050	1.100	1.150	1.200	1.250
0.601	0.651	0.701	0.751	0.801	0.851	0.901	0.951	1.001	1.051	1.101	1.151	1.201	1.251
0.602	0.652	0.702	0.752	0.802	0.852	0.902	0.952	1.002	1.052	1.102	1.152	1.202	1.252
0.603	0.653	0.703	0.753	0.803	0.853	0.903	0.953	1.003	1.053	1.103	1.153	1.203	1.253
0.604	0.654	0.704	0.754	0.804	0.854	0.904	0.954	1.004	1.054	1.104	1.154	1.204	1.254
0.605	0.655	0.705	0.755	0.805	0.855	0.905	0.955	1.005	1.055	1.105	1.155	1.205	1.255
0.606	0.656	0.706	0.756	0.806	0.856	0.906	0.956	1.006	1.056	1.106	1.156	1.206	1.256
0.607	0.657	0.707	0.757	0.807	0.857	0.907	0.957	1.007	1.057	1.107	1.157	1.207	1.257
0.608	0.658	0.708	0.758	0.808	0.858	0.908	0.958	1.008	1.058	1.108	1.158	1.208	1.258
0.609	0.659	0.709	0.759	0.809	0.859	0.909	0.959	1.009	1.059	1.109	1.159	1.209	1.259
0.610	0.660	0.710	0.760	0.810	0.860	0.910	0.960	1.010	1.060	1.110	1.160	1.210	1.260
0.611	0.661	0.711	0.761	0.811	0.861	0.911	0.961	1.011	1.061	1.111	1.161	1.211	1.261
0.612	0.662	0.712	0.762	0.812	0.862	0.912	0.962	1.012	1.062	1.112	1.162	1.212	1.262
0.613	0.663	0.713	0.763	0.813	0.863	0.913	0.963	1.013	1.063	1.113	1.163	1.213	1.263
0.614	0.664	0.714	0.764	0.814	0.864	0.914	0.964	1.014	1.064	1.114	1.164	1.214	1.264
0.615	0.665	0.715	0.765	0.815	0.865	0.915	0.965	1.015	1.065	1.115	1.165	1.215	1.265
0.616	0.666	0.716	0.766	0.816	0.866	0.916	0.966	1.016	1.066	1.116	1.166	1.216	1.266
0.617	0.667	0.717	0.767	0.817	0.867	0.917	0.967	1.017	1.067	1.117	1.167	1.217	1.267
0.618	0.668	0.718	0.768	0.818	0.868	0.918	0.968	1.018	1.068	1.118	1.168	1.218	1.268
0.619	0.669	0.719	0.769	0.819	0.869	0.919	0.969	1.019	1.069	1.119	1.169	1.219	1.269
0.620	0.669	0.720	0.770	0.820	0.870	0.920	0.970	1.020	1.070	1.120	1.170	1.220	1.270
0.621	0.671	0.721	0.771	0.821	0.871	0.921	0.971	1.021	1.071	1.121	1.171	1.221	1.271
0.622	0.672	0.722	0.772	0.822	0.872	0.922	0.972	1.022	1.072	1.122	1.172	1.222	1.272
0.623	0.673	0.723	0.773	0.823	0.873	0.923	0.973	1.023	1.073	1.123	1.173	1.223	1.273
0.624	0.674	0.724	0.774	0.824	0.874	0.924	0.974	1.024	1.074	1.124	1.174	1.224	1.274
0.625	0.675	0.725	0.775	0.825	0.875	0.925	0.975	1.025	1.075	1.125	1.175	1.225	1.275
0.626	0.676	0.726	0.776	0.826	0.876	0.926	0.976	1.026	1.076	1.126	1.176	1.226	1.276
0.627	0.677	0.727	0.777	0.827	0.877	0.927	0.977	1.027	1.077	1.127	1.177	1.227	1.277
0.628	0.678	0.728	0.778	0.828	0.878	0.928	0.978	1.028	1.078	1.128	1.178	1.228	1.278
0.629	0.679	0.729	0.779	0.829	0.879	0.929	0.979	1.029	1.079	1.129	1.179	1.229	1.279
0.630	0.680	0.730	0.780	0.830	0.880	0.930	0.980	1.030	1.080	1.130	1.180	1.230	1.280
0.631	0.681	0.731	0.781	0.831	0.881	0.931	0.981	1.031	1.081	1.131	1.181	1.231	1.281
0.632	0.682	0.732	0.782	0.832	0.882	0.932	0.982	1.032	1.082	1.132	1.182	1.232	1.282
0.633	0.683	0.733	0.783	0.833	0.883	0.933	0.983	1.033	1.083	1.133	1.183	1.233	1.283
0.634	0.684	0.734	0.784	0.834	0.884	0.934	0.984	1.034	1.084	1.134	1.184	1.234	1.284
0.635	0.685	0.735	0.785	0.835	0.885	0.935	0.985	1.035	1.085	1.135	1.185	1.235	1.285
0.636	0.686	0.736	0.786	0.836	0.886	0.936	0.986	1.036	1.086	1.136	1.186	1.236	1.286
0.637	0.687	0.737	0.787	0.837	0.887	0.937	0.987	1.037	1.087	1.137	1.187	1.237	1.287
0.638	0.688	0.738	0.788	0.838	0.888	0.938	0.988	1.038	1.088	1.138	1.188	1.238	1.288
0.639	0.689	0.739	0.789	0.839	0.889	0.939	0.989	1.039	1.089	1.139	1.189	1.239	1.289
0.640	0.690	0.740	0.790	0.840	0.890	0.940	0.990	1.040	1.090	1.140	1.190	1.240	1.290
0.641	0.691	0.741	0.791	0.841	0.891	0.941	0.991	1.041	1.091	1.141	1.191	1.241	1.291
0.642	0.692	0.742	0.792	0.842	0.892	0.942	0.992	1.042	1.092	1.142	1.192	1.242	1.292
0.643	0.693	0.743	0.793	0.843	0.893	0.943	0.993	1.043	1.093	1.143	1.193	1.243	1.293
0.644	0.694	0.744	0.794	0.844	0.894	0.944	0.994	1.044	1.094	1.144	1.194	1.244	1.294
0.645	0.695	0.745	0.795	0.845	0.895	0.945	0.995	1.045	1.095	1.145	1.195	1.245	1.295
0.646	0.696	0.746	0.796	0.846	0.896	0.946	0.996	1.046	1.096	1.146	1.196	1.246	1.296
0.647	0.697	0.747	0.797	0.847	0.897	0.947	0.997	1.047	1.097	1.147	1.197	1.247	1.297
0.648	0.698	0.748	0.798	0.848	0.898	0.948	0.998	1.048	1.098	1.148	1.198	1.248	1.298
0.649	0.699	0.749	0.799	0.849	0.899	0.949	0.999	1.049	1.099	1.149	1.199	1.249	1.299





2.700	2.750	2.800	2.850	2.900	2.950	3.000	3.050	3.100	3.150	3.200	3.250	3.300	3.350
2.701	2.751	2.801	2.851	2.901	2.951	3.001	3.051	3.101	3.151	3.201	3.251	3.301	3.351
2.702	2.752	2.802	2.852	2.902	2.952	3.002	3.052	3.102	3.152	3.202	3.252	3.302	3.352
2.703	2.753	2.803	2.853	2.903	2.953	3.003	3.053	3.103	3.153	3.203	3.253	3.303	3.353
2.704	2.754	2.804	2.854	2.904	2.954	3.004	3.054	3.104	3.154	3.204	3.254	3.304	3.354
2.705	2.755	2.805	2.855	2.905	2.955	3.005	3.055	3.105	3.155	3.205	3.255	3.305	3.355
2.706	2.756	2.806	2.856	2.906	2.956	3.006	3.056	3.106	3.156	3.206	3.256	3.306	3.356
2.707	2.757	2.807	2.857	2.907	2.957	3.007	3.057	3.107	3.157	3.207	3.257	3.307	3.357
2.708	2.758	2.808	2.858	2.908	2.958	3.008	3.058	3.108	3.158	3.208	3.258	3.308	3.358
2.709	2.759	2.809	2.859	2.909	2.959	3.009	3.059	3.109	3.159	3.209	3.259	3.309	3.359
2.710	2.760	2.810	2.860	2.910	2.960	3.010	3.060	3.110	3.160	3.210	3.260	3.310	3.360
2.711	2.761	2.811	2.861	2.911	2.961	3.011	3.061	3.111	3.161	3.211	3.261	3.311	3.361
2.712	2.762	2.812	2.862	2.912	2.962	3.012	3.062	3.112	3.162	3.212	3.262	3.312	3.362
2.713	2.763	2.813	2.863	2.913	2.963	3.013	3.063	3.113	3.163	3.213	3.263	3.313	3.363
2.714	2.764	2.814	2.864	2.914	2.964	3.014	3.064	3.114	3.164	3.214	3.264	3.314	3.364
2.715	2.765	2.815	2.865	2.915	2.965	3.015	3.065	3.115	3.165	3.215	3.265	3.315	3.365
2.716	2.766	2.816	2.866	2.916	2.966	3.016	3.066	3.116	3.166	3.216	3.266	3.316	3.366
2.717	2.767	2.817	2.867	2.917	2.967	3.017	3.067	3.117	3.167	3.217	3.267	3.317	3.367
2.718	2.768	2.818	2.868	2.918	2.968	3.018	3.068	3.118	3.168	3.218	3.268	3.318	3.368
2.719	2.769	2.819	2.869	2.919	2.969	3.019	3.069	3.119	3.169	3.219	3.269	3.319	3.369
2.720	2.770	2.820	2.870	2.920	2.970	3.020	3.070	3.120	3.170	3.220	3.270	3.320	3.370
2.721	2.771	2.821	2.871	2.921	2.971	3.021	3.071	3.121	3.171	3.221	3.271	3.321	3.371
2.722	2.772	2.822	2.872	2.922	2.972	3.022	3.072	3.122	3.172	3.222	3.272	3.322	3.372
2.723	2.773	2.823	2.873	2.923	2.973	3.023	3.073	3.123	3.173	3.223	3.273	3.323	3.373
2.724	2.774	2.824	2.874	2.924	2.974	3.024	3.074	3.124	3.174	3.224	3.274	3.324	3.374
2.725	2.775	2.825	2.875	2.925	2.975	3.025	3.075	3.125	3.175	3.225	3.275	3.325	3.375
2.726	2.776	2.826	2.876	2.926	2.976	3.026	3.076	3.126	3.176	3.226	3.276	3.326	3.376
2.727	2.777	2.827	2.877	2.927	2.977	3.027	3.077	3.127	3.177	3.227	3.277	3.327	3.377
2.728	2.778	2.828	2.878	2.928	2.978	3.028	3.078	3.128	3.178	3.228	3.278	3.328	3.378
2.729	2.779	2.829	2.879	2.929	2.979	3.029	3.079	3.129	3.179	3.229	3.279	3.329	3.379
2.730	2.780	2.830	2.880	2.930	2.980	3.030	3.080	3.130	3.180	3.230	3.280	3.330	3.380
2.731	2.781	2.831	2.881	2.931	2.981	3.031	3.081	3.131	3.181	3.231	3.281	3.331	3.381
2.732	2.782	2.832	2.882	2.932	2.982	3.032	3.082	3.132	3.182	3.232	3.282	3.332	3.382
2.733	2.783	2.833	2.883	2.933	2.983	3.033	3.083	3.133	3.183	3.233	3.283	3.333	3.383
2.734	2.784	2.834	2.884	2.934	2.984	3.034	3.084	3.134	3.184	3.234	3.284	3.334	3.384
2.735	2.785	2.835	2.885	2.935	2.985	3.035	3.085	3.135	3.185	3.235	3.285	3.335	3.385
2.736	2.786	2.836	2.886	2.936	2.986	3.036	3.086	3.136	3.186	3.236	3.286	3.336	3.386
2.737	2.787	2.837	2.887	2.937	2.987	3.037	3.087	3.137	3.187	3.237	3.287	3.337	3.387
2.738	2.788	2.838	2.888	2.938	2.988	3.038	3.088	3.138	3.188	3.238	3.288	3.338	3.388
2.739	2.789	2.839	2.889	2.939	2.989	3.039	3.089	3.139	3.189	3.239	3.289	3.339	3.389
2.740	2.790	2.840	2.890	2.940	2.990	3.040	3.090	3.140	3.190	3.240	3.290	3.340	3.390
2.741	2.791	2.841	2.891	2.941	2.991	3.041	3.091	3.141	3.191	3.241	3.291	3.341	3.391
2.742	2.792	2.842	2.892	2.942	2.992	3.042	3.092	3.142	3.192	3.242	3.292	3.342	3.392
2.743	2.793	2.843	2.893	2.943	2.993	3.043	3.093	3.143	3.193	3.243	3.293	3.343	3.393
2.744	2.794	2.844	2.894	2.944	2.994	3.044	3.094	3.144	3.194	3.244	3.294	3.344	3.394
2.745	2.795	2.845	2.895	2.945	2.995	3.045	3.095	3.145	3.195	3.245	3.295	3.345	3.395
2.746	2.796	2.846	2.896	2.946	2.996	3.046	3.096	3.146	3.196	3.246	3.296	3.346	3.396
2.747	2.797	2.847	2.897	2.947	2.997	3.047	3.097	3.147	3.197	3.247	3.297	3.347	3.397
2.748	2.798	2.848	2.898	2.948	2.998	3.048	3.098	3.148	3.198	3.248	3.298	3.348	3.398
2.749	2.799	2.849	2.899	2.949	2.999	3.049	3.099	3.149	3.199	3.249	3.299	3.349	3.399

3.400	3.450	3.500	3.550	3.600	3.650	3.700	3.750	3.800	3.850	3.900	3.950
3.401	3.451	3.501	3.551	3.601	3.651	3.701	3.751	3.801	3.851	3.901	3.951
3.402	3.452	3.502	3.552	3.602	3.652	3.702	3.752	3.802	3.852	3.902	3.952
3.403	3.453	3.503	3.553	3.603	3.653	3.703	3.753	3.803	3.853	3.903	3.953
3.404	3.454	3.504	3.554	3.604	3.654	3.704	3.754	3.804	3.854	3.904	3.954
3.405	3.455	3.505	3.555	3.605	3.655	3.705	3.755	3.805	3.855	3.905	3.955
3.406	3.456	3.506	3.556	3.606	3.656	3.706	3.756	3.806	3.856	3.906	3.956
3.407	3.457	3.507	3.557	3.607	3.657	3.707	3.757	3.807	3.857	3.907	3.957
3.408	3.458	3.508	3.558	3.608	3.658	3.708	3.758	3.808	3.858	3.908	3.958
3.409	3.459	3.509	3.559	3.609	3.659	3.709	3.759	3.809	3.859	3.909	3.959
3.410	3.460	3.510	3.560	3.610	3.660	3.710	3.760	3.810	3.860	3.910	3.960
3.411	3.461	3.511	3.561	3.611	3.661	3.711	3.761	3.811	3.861	3.911	3.961
3.412	3.462	3.512	3.562	3.612	3.662	3.712	3.762	3.812	3.862	3.912	3.962
3.413	3.463	3.513	3.563	3.613	3.663	3.713	3.763	3.813	3.863	3.913	3.963
3.414	3.464	3.514	3.564	3.614	3.664	3.714	3.764	3.814	3.864	3.914	3.964
3.415	3.465	3.515	3.565	3.615	3.665	3.715	3.765	3.815	3.865	3.915	3.965
3.416	3.466	3.516	3.566	3.616	3.666	3.716	3.766	3.816	3.866	3.916	3.966
3.417	3.467	3.517	3.567	3.617	3.667	3.717	3.767	3.817	3.867	3.917	3.967
3.418	3.468	3.518	3.568	3.618	3.668	3.718	3.768	3.818	3.868	3.918	3.968
3.419	3.469	3.519	3.569	3.619	3.669	3.719	3.769	3.819	3.869	3.919	3.969
3.420	3.470	3.520	3.570	3.620	3.670	3.720	3.770	3.820	3.870	3.920	3.970
3.421	3.471	3.521	3.571	3.621	3.671	3.721	3.771	3.821	3.871	3.921	3.971
3.422	3.472	3.522	3.572	3.622	3.672	3.722	3.772	3.822	3.872	3.922	3.972
3.423	3.473	3.523	3.573	3.623	3.673	3.723	3.773	3.823	3.873	3.923	3.973
3.424	3.474	3.524	3.574	3.624	3.674	3.724	3.774	3.824	3.874	3.924	3.974
3.425	3.475	3.525	3.575	3.625	3.675	3.725	3.775	3.825	3.875	3.925	3.975
3.426	3.476	3.526	3.576	3.626	3.676	3.726	3.776	3.826	3.876	3.926	3.976
3.427	3.477	3.527	3.577	3.627	3.677	3.727	3.777	3.827	3.877	3.927	3.977
3.428	3.478	3.528	3.578	3.628	3.678	3.728	3.778	3.828	3.878	3.928	3.978
3.429	3.479	3.529	3.579	3.629	3.679	3.729	3.779	3.829	3.879	3.929	3.979
3.430	3.480	3.530	3.580	3.630	3.680	3.730	3.780	3.830	3.880	3.930	3.980
3.431	3.481	3.531	3.581	3.631	3.681	3.731	3.781	3.831	3.881	3.931	3.981
3.432	3.482	3.532	3.582	3.632	3.682	3.732	3.782	3.832	3.882	3.932	3.982
3.433	3.483	3.533	3.583	3.633	3.683	3.733	3.783	3.833	3.883	3.933	3.983
3.434	3.484	3.534	3.584	3.634	3.684	3.734	3.784	3.834	3.884	3.934	3.984
3.435	3.485	3.535	3.585	3.635	3.685	3.735	3.785	3.835	3.885	3.935	3.985
3.436	3.486	3.536	3.586	3.636	3.686	3.736	3.786	3.836	3.886	3.936	3.986
3.437	3.487	3.537	3.587	3.637	3.687	3.737	3.787	3.837	3.887	3.937	3.987
3.438	3.488	3.538	3.588	3.638	3.688	3.738	3.788	3.838	3.888	3.938	3.988
3.439	3.489	3.539	3.589	3.639	3.689	3.739	3.789	3.839	3.889	3.939	3.989
3.440	3.490	3.540	3.590	3.640	3.690	3.740	3.790	3.840	3.890	3.940	3.990
3.441	3.491	3.541	3.591	3.641	3.691	3.741	3.791	3.841	3.891	3.941	3.991
3.442	3.492	3.542	3.592	3.642	3.692	3.742	3.792	3.842	3.892	3.942	3.992
3.443	3.493	3.543	3.593	3.643	3.693	3.743	3.793	3.843	3.893	3.943	3.993
3.444	3.494	3.544	3.594	3.644	3.694	3.744	3.794	3.844	3.894	3.944	3.994
3.445	3.495	3.545	3.595	3.645	3.695	3.745	3.795	3.845	3.895	3.945	3.995
3.446	3.496	3.546	3.596	3.646	3.696	3.746	3.796	3.846	3.896	3.946	3.996
3.447	3.497	3.547	3.597	3.647	3.697	3.747	3.797	3.847	3.897	3.947	3.997
3.448	3.498	3.548	3.598	3.648	3.698	3.748	3.798	3.848	3.898	3.948	3.998
3.449	3.499	3.549	3.599	3.649	3.699	3.749	3.799	3.849	3.899	3.949	3.999

0.000	0.050	0.100	0.150	0.200	0.250	0.300	0.350	0.400	0.450	0.500	0.550
0.001	0.051	0.101	0.151	0.201	0.251	0.301	0.351	0.401	0.451	0.501	0.551
0.002	0.052	0.102	0.152	0.202	0.252	0.302	0.352	0.402	0.452	0.502	0.552
0.003	0.053	0.103	0.153	0.203	0.253	0.303	0.353	0.403	0.453	0.503	0.553
0.004	0.054	0.104	0.154	0.204	0.254	0.304	0.354	0.404	0.454	0.504	0.554
0.005	0.055	0.105	0.155	0.205	0.255	0.305	0.355	0.405	0.455	0.505	0.555
0.006	0.056	0.106	0.156	0.206	0.256	0.306	0.356	0.406	0.456	0.506	0.556
0.007	0.057	0.107	0.157	0.207	0.257	0.307	0.357	0.407	0.457	0.507	0.557
0.008	0.058	0.108	0.158	0.208	0.258	0.308	0.358	0.408	0.458	0.508	0.558
0.009	0.059	0.109	0.159	0.209	0.259	0.309	0.359	0.409	0.459	0.509	0.559
0.010	0.060	0.110	0.160	0.210	0.260	0.310	0.360	0.410	0.460	0.510	0.560
0.011	0.061	0.111	0.161	0.211	0.261	0.311	0.361	0.411	0.461	0.511	0.561
0.012	0.062	0.112	0.162	0.212	0.262	0.312	0.362	0.412	0.462	0.512	0.562
0.013	0.063	0.113	0.163	0.213	0.263	0.313	0.363	0.413	0.463	0.513	0.563
0.014	0.064	0.114	0.164	0.214	0.264	0.314	0.364	0.414	0.464	0.514	0.564
0.015	0.065	0.115	0.165	0.215	0.265	0.315	0.365	0.415	0.465	0.515	0.565
0.016	0.066	0.116	0.166	0.216	0.266	0.316	0.366	0.416	0.466	0.516	0.566
0.017	0.067	0.117	0.167	0.217	0.267	0.317	0.367	0.417	0.467	0.517	0.567
0.018	0.068	0.118	0.168	0.218	0.268	0.318	0.368	0.418	0.468	0.518	0.568
0.019	0.069	0.119	0.169	0.219	0.269	0.319	0.369	0.419	0.469	0.519	0.569
0.020	0.070	0.120	0.170	0.220	0.270	0.320	0.370	0.420	0.470	0.520	0.569
0.021	0.071	0.121	0.171	0.221	0.271	0.321	0.371	0.421	0.471	0.521	0.571
0.022	0.072	0.122	0.172	0.222	0.272	0.322	0.372	0.422	0.472	0.522	0.572
0.023	0.073	0.123	0.173	0.223	0.273	0.323	0.373	0.423	0.473	0.523	0.573
0.024	0.074	0.124	0.174	0.224	0.274	0.324	0.374	0.424	0.474	0.524	0.574
0.025	0.075	0.125	0.175	0.225	0.275	0.325	0.375	0.425	0.475	0.525	0.575
0.026	0.076	0.126	0.176	0.226	0.276	0.326	0.376	0.426	0.476	0.526	0.576
0.027	0.077	0.127	0.177	0.227	0.277	0.327	0.377	0.427	0.477	0.527	0.577
0.028	0.078	0.128	0.178	0.228	0.278	0.328	0.378	0.428	0.478	0.528	0.578
0.029	0.079	0.129	0.179	0.229	0.279	0.329	0.379	0.429	0.479	0.529	0.579
0.030	0.080	0.130	0.180	0.230	0.280	0.330	0.380	0.430	0.480	0.530	0.580
0.031	0.081	0.131	0.181	0.231	0.281	0.331	0.381	0.431	0.481	0.531	0.581
0.032	0.082	0.132	0.182	0.232	0.282	0.332	0.382	0.432	0.482	0.532	0.582
0.033	0.083	0.133	0.183	0.233	0.283	0.333	0.383	0.433	0.483	0.533	0.583
0.034	0.084	0.134	0.184	0.234	0.284	0.334	0.384	0.434	0.484	0.534	0.584
0.035	0.085	0.135	0.185	0.235	0.285	0.335	0.385	0.435	0.485	0.535	0.585
0.036	0.086	0.136	0.186	0.236	0.286	0.336	0.386	0.436	0.486	0.536	0.586
0.037	0.087	0.137	0.187	0.237	0.287	0.337	0.387	0.437	0.487	0.537	0.587
0.038	0.088	0.138	0.188	0.238	0.288	0.338	0.388	0.438	0.488	0.538	0.588
0.039	0.089	0.139	0.189	0.239	0.289	0.339	0.389	0.439	0.489	0.539	0.589
0.040	0.090	0.140	0.190	0.240	0.290	0.340	0.390	0.440	0.490	0.540	0.590
0.041	0.091	0.141	0.191	0.241	0.291	0.341	0.391	0.441	0.491	0.541	0.591
0.042	0.092	0.142	0.192	0.242	0.292	0.342	0.392	0.442	0.492	0.542	0.592
0.043	0.093	0.143	0.193	0.243	0.293	0.343	0.393	0.443	0.493	0.543	0.593
0.044	0.094	0.144	0.194	0.244	0.294	0.344	0.394	0.444	0.494	0.544	0.594
0.045	0.095	0.145	0.195	0.245	0.295	0.345	0.395	0.445	0.495	0.545	0.595
0.046	0.096	0.146	0.196	0.246	0.296	0.346	0.396	0.446	0.496	0.546	0.596
0.047	0.097	0.147	0.197	0.247	0.297	0.347	0.397	0.447	0.497	0.547	0.597
0.048	0.098	0.148	0.198	0.248	0.298	0.348	0.398	0.448	0.498	0.548	0.598
0.049	0.099	0.149	0.199	0.249	0.299	0.349	0.399	0.449	0.499	0.549	0.599

ตารางที่ 5.3 แสดงระยะที่เป็นถูกเลือกเป็นตัวแทน ทั้งสิ้น 47 ระยะ



0.600	0.650	0.700	0.750	0.800	0.850	0.900	0.950	1.000	1.050	1.100	1.150	1.200	1.250
0.601	0.651	0.701	0.751	0.801	0.851	0.901	0.951	1.001	1.051	1.101	1.151	1.201	1.251
0.602	0.652	0.702	0.752	0.802	0.852	0.902	0.952	1.002	1.052	1.102	1.152	1.202	1.252
0.603	0.653	0.703	0.753	0.803	0.853	0.903	0.953	1.003	1.053	1.103	1.153	1.203	1.253
0.604	0.654	0.704	0.754	0.804	0.854	0.904	0.954	1.004	1.054	1.104	1.154	1.204	1.254
0.605	0.655	0.705	0.755	0.805	0.855	0.905	0.955	1.005	1.055	1.105	1.155	1.205	1.255
0.606	0.656	0.706	0.756	0.806	0.856	0.906	0.956	1.006	1.056	1.106	1.156	1.206	1.256
0.607	0.657	0.707	0.757	0.807	0.857	0.907	0.957	1.007	1.057	1.107	1.157	1.207	1.257
0.608	0.658	0.708	0.758	0.808	0.858	0.908	0.958	1.008	1.058	1.108	1.158	1.208	1.258
0.609	0.659	0.709	0.759	0.809	0.859	0.909	0.959	1.009	1.059	1.109	1.159	1.209	1.259
0.610	0.660	0.710	0.760	0.810	0.860	0.910	0.960	1.010	1.060	1.110	1.160	1.210	1.260
0.611	0.661	0.711	0.761	0.811	0.861	0.911	0.961	1.011	1.061	1.111	1.161	1.211	1.261
0.612	0.662	0.712	0.762	0.812	0.862	0.912	0.962	1.012	1.062	1.112	1.162	1.212	1.262
0.613	0.663	0.713	0.763	0.813	0.863	0.913	0.963	1.013	1.063	1.113	1.163	1.213	1.263
0.614	0.664	0.714	0.764	0.814	0.864	0.914	0.964	1.014	1.064	1.114	1.164	1.214	1.264
0.615	0.665	0.715	0.765	0.815	0.865	0.915	0.965	1.015	1.065	1.115	1.165	1.215	1.265
0.616	0.666	0.716	0.766	0.816	0.866	0.916	0.966	1.016	1.066	1.116	1.166	1.216	1.266
0.617	0.667	0.717	0.767	0.817	0.867	0.917	0.967	1.017	1.067	1.117	1.167	1.217	1.267
0.618	0.668	0.718	0.768	0.818	0.868	0.918	0.968	1.018	1.068	1.118	1.168	1.218	1.268
0.619	0.669	0.719	0.769	0.819	0.869	0.919	0.969	1.019	1.069	1.119	1.169	1.219	1.269
0.620	0.669	0.720	0.770	0.820	0.870	0.920	0.970	1.020	1.070	1.120	1.170	1.220	1.270
0.621	0.671	0.721	0.771	0.821	0.871	0.921	0.971	1.021	1.071	1.121	1.171	1.221	1.271
0.622	0.672	0.722	0.772	0.822	0.872	0.922	0.972	1.022	1.072	1.122	1.172	1.222	1.272
0.623	0.673	0.723	0.773	0.823	0.873	0.923	0.973	1.023	1.073	1.123	1.173	1.223	1.273
0.624	0.674	0.724	0.774	0.824	0.874	0.924	0.974	1.024	1.074	1.124	1.174	1.224	1.274
0.625	0.675	0.725	0.775	0.825	0.875	0.925	0.975	1.025	1.075	1.125	1.175	1.225	1.275
0.626	0.676	0.726	0.776	0.826	0.876	0.926	0.976	1.026	1.076	1.126	1.176	1.226	1.276
0.627	0.677	0.727	0.777	0.827	0.877	0.927	0.977	1.027	1.077	1.127	1.177	1.227	1.277
0.628	0.678	0.728	0.778	0.828	0.878	0.928	0.978	1.028	1.078	1.128	1.178	1.228	1.278
0.629	0.679	0.729	0.779	0.829	0.879	0.929	0.979	1.029	1.079	1.129	1.179	1.229	1.279
0.630	0.680	0.730	0.780	0.830	0.880	0.930	0.980	1.030	1.080	1.130	1.180	1.230	1.280
0.631	0.681	0.731	0.781	0.831	0.881	0.931	0.981	1.031	1.081	1.131	1.181	1.231	1.281
0.632	0.682	0.732	0.782	0.832	0.882	0.932	0.982	1.032	1.082	1.132	1.182	1.232	1.282
0.633	0.683	0.733	0.783	0.833	0.883	0.933	0.983	1.033	1.083	1.133	1.183	1.233	1.283
0.634	0.684	0.734	0.784	0.834	0.884	0.934	0.984	1.034	1.084	1.134	1.184	1.234	1.284
0.635	0.685	0.735	0.785	0.835	0.885	0.935	0.985	1.035	1.085	1.135	1.185	1.235	1.285
0.636	0.686	0.736	0.786	0.836	0.886	0.936	0.986	1.036	1.086	1.136	1.186	1.236	1.286
0.637	0.687	0.737	0.787	0.837	0.887	0.937	0.987	1.037	1.087	1.137	1.187	1.237	1.287
0.638	0.688	0.738	0.788	0.838	0.888	0.938	0.988	1.038	1.088	1.138	1.188	1.238	1.288
0.639	0.689	0.739	0.789	0.839	0.889	0.939	0.989	1.039	1.089	1.139	1.189	1.239	1.289
0.640	0.690	0.740	0.790	0.840	0.890	0.940	0.990	1.040	1.090	1.140	1.190	1.240	1.290
0.641	0.691	0.741	0.791	0.841	0.891	0.941	0.991	1.041	1.091	1.141	1.191	1.241	1.291
0.642	0.692	0.742	0.792	0.842	0.892	0.942	0.992	1.042	1.092	1.142	1.192	1.242	1.292
0.643	0.693	0.743	0.793	0.843	0.893	0.943	0.993	1.043	1.093	1.143	1.193	1.243	1.293
0.644	0.694	0.744	0.794	0.844	0.894	0.944	0.994	1.044	1.094	1.144	1.194	1.244	1.294
0.645	0.695	0.745	0.795	0.845	0.895	0.945	0.995	1.045	1.095	1.145	1.195	1.245	1.295
0.646	0.696	0.746	0.796	0.846	0.896	0.946	0.996	1.046	1.096	1.146	1.196	1.246	1.296
0.647	0.697	0.747	0.797	0.847	0.897	0.947	0.997	1.047	1.097	1.147	1.197	1.247	1.297
0.648	0.698	0.748	0.798	0.848	0.898	0.948	0.998	1.048	1.098	1.148	1.198	1.248	1.298
0.649	0.699	0.749	0.799	0.849	0.899	0.949	0.999	1.049	1.099	1.149	1.199	1.249	1.299





2.700	2.750	2.800	2.850	2.900	2.950	3.000	3.050	3.100	3.150	3.200	3.250	3.300	3.350
2.701	2.751	2.801	2.851	2.901	2.951	3.001	3.051	3.101	3.151	3.201	3.251	3.301	3.351
2.702	2.752	2.802	2.852	2.902	2.952	3.002	3.052	3.102	3.152	3.202	3.252	3.302	3.352
2.703	2.753	2.803	2.853	2.903	2.953	3.003	3.053	3.103	3.153	3.203	3.253	3.303	3.353
2.704	2.754	2.804	2.854	2.904	2.954	3.004	3.054	3.104	3.154	3.204	3.254	3.304	3.354
2.705	2.755	2.805	2.855	2.905	2.955	3.005	3.055	3.105	3.155	3.205	3.255	3.305	3.355
2.706	2.756	2.806	2.856	2.906	2.956	3.006	3.056	3.106	3.156	3.206	3.256	3.306	3.356
2.707	2.757	2.807	2.857	2.907	2.957	3.007	3.057	3.107	3.157	3.207	3.257	3.307	3.357
2.708	2.758	2.808	2.858	2.908	2.958	3.008	3.058	3.108	3.158	3.208	3.258	3.308	3.358
2.709	2.759	2.809	2.859	2.909	2.959	3.009	3.059	3.109	3.159	3.209	3.259	3.309	3.359
2.710	2.760	2.810	2.860	2.910	2.960	3.010	3.060	3.110	3.160	3.210	3.260	3.310	3.360
2.711	2.761	2.811	2.861	2.911	2.961	3.011	3.061	3.111	3.161	3.211	3.261	3.311	3.361
2.712	2.762	2.812	2.862	2.912	2.962	3.012	3.062	3.112	3.162	3.212	3.262	3.312	3.362
2.713	2.763	2.813	2.863	2.913	2.963	3.013	3.063	3.113	3.163	3.213	3.263	3.313	3.363
2.714	2.764	2.814	2.864	2.914	2.964	3.014	3.064	3.114	3.164	3.214	3.264	3.314	3.364
2.715	2.765	2.815	2.865	2.915	2.965	3.015	3.065	3.115	3.165	3.215	3.265	3.315	3.365
2.716	2.766	2.816	2.866	2.916	2.966	3.016	3.066	3.116	3.166	3.216	3.266	3.316	3.366
2.717	2.767	2.817	2.867	2.917	2.967	3.017	3.067	3.117	3.167	3.217	3.267	3.317	3.367
2.718	2.768	2.818	2.868	2.918	2.968	3.018	3.068	3.118	3.168	3.218	3.268	3.318	3.368
2.719	2.769	2.819	2.869	2.919	2.969	3.019	3.069	3.119	3.169	3.219	3.269	3.319	3.369
2.720	2.770	2.820	2.870	2.920	2.970	3.020	3.070	3.120	3.170	3.220	3.270	3.320	3.370
2.721	2.771	2.821	2.871	2.921	2.971	3.021	3.071	3.121	3.171	3.221	3.271	3.321	3.371
2.722	2.772	2.822	2.872	2.922	2.972	3.022	3.072	3.122	3.172	3.222	3.272	3.322	3.372
2.723	2.773	2.823	2.873	2.923	2.973	3.023	3.073	3.123	3.173	3.223	3.273	3.323	3.373
2.724	2.774	2.824	2.874	2.924	2.974	3.024	3.074	3.124	3.174	3.224	3.274	3.324	3.374
2.725	2.775	2.825	2.875	2.925	2.975	3.025	3.075	3.125	3.175	3.225	3.275	3.325	3.375
2.726	2.776	2.826	2.876	2.926	2.976	3.026	3.076	3.126	3.176	3.226	3.276	3.326	3.376
2.727	2.777	2.827	2.877	2.927	2.977	3.027	3.077	3.127	3.177	3.227	3.277	3.327	3.377
2.728	2.778	2.828	2.878	2.928	2.978	3.028	3.078	3.128	3.178	3.228	3.278	3.328	3.378
2.729	2.779	2.829	2.879	2.929	2.979	3.029	3.079	3.129	3.179	3.229	3.279	3.329	3.379
2.730	2.780	2.830	2.880	2.930	2.980	3.030	3.080	3.130	3.180	3.230	3.280	3.330	3.380
2.731	2.781	2.831	2.881	2.931	2.981	3.031	3.081	3.131	3.181	3.231	3.281	3.331	3.381
2.732	2.782	2.832	2.882	2.932	2.982	3.032	3.082	3.132	3.182	3.232	3.282	3.332	3.382
2.733	2.783	2.833	2.883	2.933	2.983	3.033	3.083	3.133	3.183	3.233	3.283	3.333	3.383
2.734	2.784	2.834	2.884	2.934	2.984	3.034	3.084	3.134	3.184	3.234	3.284	3.334	3.384
2.735	2.785	2.835	2.885	2.935	2.985	3.035	3.085	3.135	3.185	3.235	3.285	3.335	3.385
2.736	2.786	2.836	2.886	2.936	2.986	3.036	3.086	3.136	3.186	3.236	3.286	3.336	3.386
2.737	2.787	2.837	2.887	2.937	2.987	3.037	3.087	3.137	3.187	3.237	3.287	3.337	3.387
2.738	2.788	2.838	2.888	2.938	2.988	3.038	3.088	3.138	3.188	3.238	3.288	3.338	3.388
2.739	2.789	2.839	2.889	2.939	2.989	3.039	3.089	3.139	3.189	3.239	3.289	3.339	3.389
2.740	2.790	2.840	2.890	2.940	2.990	3.040	3.090	3.140	3.190	3.240	3.290	3.340	3.390
2.741	2.791	2.841	2.891	2.941	2.991	3.041	3.091	3.141	3.191	3.241	3.291	3.341	3.391
2.742	2.792	2.842	2.892	2.942	2.992	3.042	3.092	3.142	3.192	3.242	3.292	3.342	3.392
2.743	2.793	2.843	2.893	2.943	2.993	3.043	3.093	3.143	3.193	3.243	3.293	3.343	3.393
2.744	2.794	2.844	2.894	2.944	2.994	3.044	3.094	3.144	3.194	3.244	3.294	3.344	3.394
2.745	2.795	2.845	2.895	2.945	2.995	3.045	3.095	3.145	3.195	3.245	3.295	3.345	3.395
2.746	2.796	2.846	2.896	2.946	2.996	3.046	3.096	3.146	3.196	3.246	3.296	3.346	3.396
2.747	2.797	2.847	2.897	2.947	2.997	3.047	3.097	3.147	3.197	3.247	3.297	3.347	3.397
2.748	2.798	2.848	2.898	2.948	2.998	3.048	3.098	3.148	3.198	3.248	3.298	3.348	3.398
2.749	2.799	2.849	2.899	2.949	2.999	3.049	3.099	3.149	3.199	3.249	3.299	3.349	3.399

3.400	3.450	3.500	3.550	3.600	3.650	3.700	3.750	3.800	3.850	3.900	3.950
3.401	3.451	3.501	3.551	3.601	3.651	3.701	3.751	3.801	3.851	3.901	3.951
3.402	3.452	3.502	3.552	3.602	3.652	3.702	3.752	3.802	3.852	3.902	3.952
3.403	3.453	3.503	3.553	3.603	3.653	3.703	3.753	3.803	3.853	3.903	3.953
3.404	3.454	3.504	3.554	3.604	3.654	3.704	3.754	3.804	3.854	3.904	3.954
3.405	3.455	3.505	3.555	3.605	3.655	3.705	3.755	3.805	3.855	3.905	3.955
3.406	3.456	3.506	3.556	3.606	3.656	3.706	3.756	3.806	3.856	3.906	3.956
3.407	3.457	3.507	3.557	3.607	3.657	3.707	3.757	3.807	3.857	3.907	3.957
3.408	3.458	3.508	3.558	3.608	3.658	3.708	3.758	3.808	3.858	3.908	3.958
3.409	3.459	3.509	3.559	3.609	3.659	3.709	3.759	3.809	3.859	3.909	3.959
3.410	3.460	3.510	3.560	3.610	3.660	3.710	3.760	3.810	3.860	3.910	3.960
3.411	3.461	3.511	3.561	3.611	3.661	3.711	3.761	3.811	3.861	3.911	3.961
3.412	3.462	3.512	3.562	3.612	3.662	3.712	3.762	3.812	3.862	3.912	3.962
3.413	3.463	3.513	3.563	3.613	3.663	3.713	3.763	3.813	3.863	3.913	3.963
3.414	3.464	3.514	3.564	3.614	3.664	3.714	3.764	3.814	3.864	3.914	3.964
3.415	3.465	3.515	3.565	3.615	3.665	3.715	3.765	3.815	3.865	3.915	3.965
3.416	3.466	3.516	3.566	3.616	3.666	3.716	3.766	3.816	3.866	3.916	3.966
3.417	3.467	3.517	3.567	3.617	3.667	3.717	3.767	3.817	3.867	3.917	3.967
3.418	3.468	3.518	3.568	3.618	3.668	3.718	3.768	3.818	3.868	3.918	3.968
3.419	3.469	3.519	3.569	3.619	3.669	3.719	3.769	3.819	3.869	3.919	3.969
3.420	3.470	3.520	3.570	3.620	3.670	3.720	3.770	3.820	3.870	3.920	3.970
3.421	3.471	3.521	3.571	3.621	3.671	3.721	3.771	3.821	3.871	3.921	3.971
3.422	3.472	3.522	3.572	3.622	3.672	3.722	3.772	3.822	3.872	3.922	3.972
3.423	3.473	3.523	3.573	3.623	3.673	3.723	3.773	3.823	3.873	3.923	3.973
3.424	3.474	3.524	3.574	3.624	3.674	3.724	3.774	3.824	3.874	3.924	3.974
3.425	3.475	3.525	3.575	3.625	3.675	3.725	3.775	3.825	3.875	3.925	3.975
3.426	3.476	3.526	3.576	3.626	3.676	3.726	3.776	3.826	3.876	3.926	3.976
3.427	3.477	3.527	3.577	3.627	3.677	3.727	3.777	3.827	3.877	3.927	3.977
3.428	3.478	3.528	3.578	3.628	3.678	3.728	3.778	3.828	3.878	3.928	3.978
3.429	3.479	3.529	3.579	3.629	3.679	3.729	3.779	3.829	3.879	3.929	3.979
3.430	3.480	3.530	3.580	3.630	3.680	3.730	3.780	3.830	3.880	3.930	3.980
3.431	3.481	3.531	3.581	3.631	3.681	3.731	3.781	3.831	3.881	3.931	3.981
3.432	3.482	3.532	3.582	3.632	3.682	3.732	3.782	3.832	3.882	3.932	3.982
3.433	3.483	3.533	3.583	3.633	3.683	3.733	3.783	3.833	3.883	3.933	3.983
3.434	3.484	3.534	3.584	3.634	3.684	3.734	3.784	3.834	3.884	3.934	3.984
3.435	3.485	3.535	3.585	3.635	3.685	3.735	3.785	3.835	3.885	3.935	3.985
3.436	3.486	3.536	3.586	3.636	3.686	3.736	3.786	3.836	3.886	3.936	3.986
3.437	3.487	3.537	3.587	3.637	3.687	3.737	3.787	3.837	3.887	3.937	3.987
3.438	3.488	3.538	3.588	3.638	3.688	3.738	3.788	3.838	3.888	3.938	3.988
3.439	3.489	3.539	3.589	3.639	3.689	3.739	3.789	3.839	3.889	3.939	3.989
3.440	3.490	3.540	3.590	3.640	3.690	3.740	3.790	3.840	3.890	3.940	3.990
3.441	3.491	3.541	3.591	3.641	3.691	3.741	3.791	3.841	3.891	3.941	3.991
3.442	3.492	3.542	3.592	3.642	3.692	3.742	3.792	3.842	3.892	3.942	3.992
3.443	3.493	3.543	3.593	3.643	3.693	3.743	3.793	3.843	3.893	3.943	3.993
3.444	3.494	3.544	3.594	3.644	3.694	3.744	3.794	3.844	3.894	3.944	3.994
3.445	3.495	3.545	3.595	3.645	3.695	3.745	3.795	3.845	3.895	3.945	3.995
3.446	3.496	3.546	3.596	3.646	3.696	3.746	3.796	3.846	3.896	3.946	3.996
3.447	3.497	3.547	3.597	3.647	3.697	3.747	3.797	3.847	3.897	3.947	3.997
3.448	3.498	3.548	3.598	3.648	3.698	3.748	3.798	3.848	3.898	3.948	3.998
3.449	3.499	3.549	3.599	3.649	3.699	3.749	3.799	3.849	3.899	3.949	3.999

## 5.2 ขนาดของแต่ละรูปร่าง

จากบทที่ 4 เมื่อนำข้อมูลแต่ละรูปร่างของหน้าต่างคือ ด้านกว้างและด้านยาว(ม. x ม.) ตั้งแต่ 0.200 x 1.840 ถึง 1.500 ม. x 3.250 ทั้งสิ้น 141 ขนาด ใส่ลงในตารางที่ 5.4 หากช่องใดมีขนาดหน้าต่างที่ใช้งาน ช่องนั้นจะเป็นสีแดง โดยขนาดของช่องจะเป็นสัดส่วนกับขนาดจริง

จากการสังเกตตารางที่ 5.4 พบว่าในบางรูปร่างนั้นมีขนาดที่ใกล้เคียงกันเป็นกลุ่มๆ สามารถแบ่งเป็น 30 กลุ่ม (ตารางที่ 5.5) ได้แก่

กลุ่มที่ 1 มี 3 รูปร่าง คือ 0.800x0.400, 0.390x0.600 และ 0.400x0.600,

กลุ่มที่ 2 มี 5 รูปร่าง คือ 0.700x0.500, 0.600x0.500, 0.600x0.600, 0.550x0.600 และ 0.500x0.500

กลุ่มที่ 3 มี 7 รูปร่าง คือ 0.900x0.500, 0.900x0.550, 0.900x0.600, 0.827x0.510 0.800x0.500, 0.800x0.600 และ 0.770x0.500

กลุ่มที่ 4 มี 6 รูปร่าง คือ 0.450x1.100, 0.300x1.150, 0.390x1.220, 0.400x1.100 0.400x1.150 และ 0.400x1.200

กลุ่มที่ 5 มี 6 รูปร่าง คือ 1.050x0.600, 0.650x1.150, 0.600x1.100, 0.600x1.150, 0.600x1.200 และ 0.590x1.150

กลุ่มที่ 6 มี 8 รูปร่าง คือ 0.850x1.150, 0.800x1.034, 0.800x1.045, 0.800x1.100, 0.800x1.150, 0.760x1.100, 0.700x1.150 และ 0.700x1.200

กลุ่มที่ 7 มี 3 รูปร่าง คือ 1.025x1.100, 0.900x1.030 และ 0.900x1.100

กลุ่มที่ 8 มี 3 รูปร่าง คือ 2.700x0.350, 2.400x0.350 และ 2.380x0.350

กลุ่มที่ 9 มี 4 รูปร่าง คือ 1.000x2.700, 1.000x2.880, 0.800x2.600 และ 0.800x2.650

กลุ่มที่ 10 มี 4 รูปร่าง คือ 2.400x1.100, 2.450x1.100, 2.300x1.100 และ 2.250x1.150

กลุ่มที่ 11 มี 4 รูปร่าง คือ 1.500x0.400, 0.470x1.395, 0.465x1.530 และ 0.400x1.530

กลุ่มที่ 12 มี 10 รูปร่าง คือ 0.700x1.450, 0.700x1.400, 0.690x1.530, 0.600x1.450, 0.600x1.350, 0.600x1.400, 0.550x1.550, 0.565x1.530, 0.500x1.300 และ 0.500x1.400

กลุ่มที่ 13 มี 2 รูปร่าง คือ 0.800x1.270 และ 0.800x1.300

กลุ่มที่ 14 มี 8 รูปร่าง คือ 1.500x1.150, 1.400x1.150, 1.350x1.130, 1.100x1.450, 1.100x1.530, 1.000x1.300, 1.000x1.530 และ 0.900x1.530

กลุ่มที่ 15 มี 5 รูปร่าง คือ 1.250x1.150, 1.250x1.160, 1.200x1.100, 1.200x1.150 และ 1.100x1.250

กลุ่มที่ 16 มี 5 รูปร่าง คือ 1.500x1.200, 1.400x1.200, 1.250x1.530, 1.250x1.400 และ 1.200x1.450

กลุ่มที่ 17 มี 5 รูปร่าง คือ 1.550x1.530, 1.500x1.400, 1.500x1.450, 1.400x1.350 และ 1.400x1.530

กลุ่มที่ 18 มี 3 รูปร่าง คือ 0.800x1.830, 0.600x1.750 และ 0.600x1.830

กลุ่มที่ 19 มี 4 รูปร่าง คือ 1.800x1.150, 1.100x1.825, 1.100x1.800 และ 0.900x1.750

กลุ่มที่ 20 มี 7 รูปร่าง คือ 1.800x1.700, 1.800x1.450, 1.800x1.500, 1.800x1.530, 1.800x1.600, 1.800x1.630 และ 1.400x1.700

กลุ่มที่ 21 มี 2 รูปร่าง คือ 2.300x1.800 และ 2.100x1.800

กลุ่มที่ 22 มี 5 รูปร่าง คือ 2.000x0.500, 1.900x0.490, 0.500x1.900, 0.500x1.950 และ 0.400x1.850

กลุ่มที่ 23 มี 6 รูปร่าง คือ 1.000x2.050, 0.900x1.950, 0.900x1.970, 0.858x2.054, 0.800x1.970 และ 0.700x2.000

กลุ่มที่ 24 มี 2 รูปร่าง คือ 1.900x1.100 และ 1.100x1.970

กลุ่มที่ 25 มี 2 รูปร่าง คือ 1.400x1.950 และ 1.370x1.970

กลุ่มที่ 26 มี 4 รูปร่าง คือ 2.000x1.550, 1.850x1.650, 1.850x1.550 และ 1.600x1.930

กลุ่มที่ 27 มี 3 รูปร่าง คือ 2.000x2.100, 2.000x1.980 และ 2.000x1.930

กลุ่มที่ 28 มี 2 รูปร่าง คือ 1.300x2.650 และ 1.190x2.650

กลุ่มที่ 29 มี 2 รูปร่าง คือ 2.800x1.450 และ 1.500x3.250

กลุ่มที่ 30 มี 2 รูปร่าง คือ 2.900x1.930 และ 2.790x1.800

นอกจากนี้ยังมีขนาดที่ไม่อยู่ในกลุ่มดังกล่าว มี 9 รูปร่าง คือ 1.950x2.571, 1.250x1.830, 1.100x3.000, 0.860x1.660, 0.800x0.800, 0.500x1.700, 0.200x1.840, 0.250x1.350 และ 0.400x0.400

จากรูปร่างที่มีขนาดใกล้เคียงกันดังกล่าว ส่งผลให้เกิดแบบหล่อจำนวนมาก(ภาพที่ 5.2-5.3) เนื่องจากหน้าตาแต่ละขนาดจำเป็นต้องใช้แบบหล่อสำหรับขนาดนั้นๆ ทำให้ต้องใช้ต้นทุนในการผลิตเพิ่มขึ้น นอกจากนี้จะต้องเสียค่าผลิตแบบหล่อแล้ว ยังต้องการพื้นที่เก็บแบบหล่อมากขึ้นด้วย จึงเสนอแนะให้รวมรูปร่างที่มีขนาดใกล้เคียงกัน เพื่อลดจำนวนรูปร่างแต่ละขนาด



ภาพที่ 5.2 แบบหล่อหน้าตาต่างจำนวนมาก  
ที่มา: จากการสำรวจ

ภาพที่ 5.3 แบบหล่อหน้าตาต่างขนาดต่างๆ  
ที่มา: จากการสำรวจ

จากข้อสังเกตดังกล่าวสามารถยกตัวอย่างการรวมรูปร่างที่มีขนาดใกล้เคียงกัน โดยการเลือกตัวแทนของกลุ่มที่รูปร่างใกล้เคียงกัน การเลือกนั้นจะใช้เกณฑ์โดยการเลือกขนาดเดิมที่มีและมีขนาดใกล้เคียงค่าเฉลี่ยของกลุ่ม อีกทั้งขนาดที่เลือกจะต้องใช้ระยะที่อยู่ในตัวอย่างการลดจำนวนของระยะในข้อ 5.1(ตารางที่ 5.3) ดังนั้นขนาดหน้าตาที่ถูกเลือกเป็นตัวแทนมีทั้งสิ้น 34 ขนาด จาก 141 ขนาด ตั้งแต่ 0.400x0.600 ม. ถึง 1.500x3.250 ม. โดยแต่ละกลุ่มมีตัวแทนดังนี้ (ตาราง5.6)



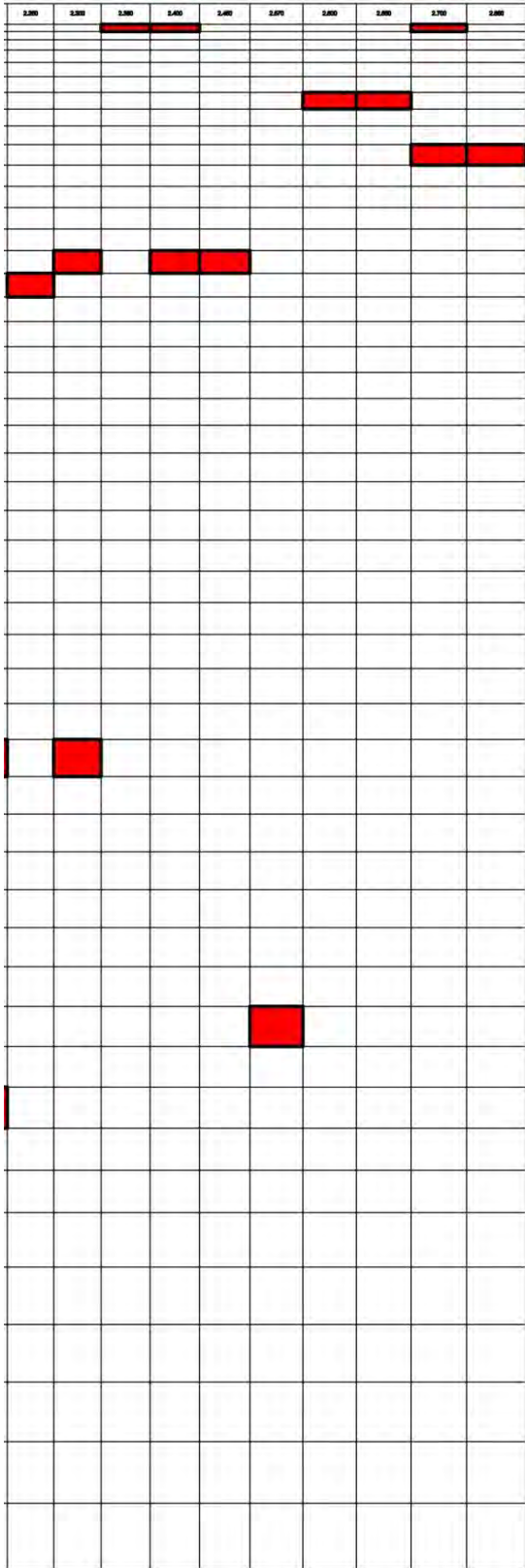
กลุ่มที่ 1 เลือก 0.400x0.600	กลุ่มที่ 2 เลือก 0.600x0.600
กลุ่มที่ 3 เลือก 0.800x0.500	กลุ่มที่ 4 เลือก 0.400x1.200
กลุ่มที่ 5 เลือก 0.600x1.100	กลุ่มที่ 6 เลือก 0.800x1.100
กลุ่มที่ 7 เลือก 0.900x1.100	กลุ่มที่ 8 เลือก 2.700x0.350
กลุ่มที่ 9 เลือก 1.000x2.700	กลุ่มที่ 10 เลือก 2.400x1.100
กลุ่มที่ 11 เลือก 1.500x0.400	กลุ่มที่ 12 เลือก 0.600x1.400
กลุ่มที่ 13 เลือก 0.800x1.300	กลุ่มที่ 14 เลือก 1.100x1.450
กลุ่มที่ 15 เลือก 1.200x1.100	กลุ่มที่ 16 เลือก 1.500x1.200
กลุ่มที่ 17 เลือก 1.500x1.400	กลุ่มที่ 18 เลือก 0.600x1.750
กลุ่มที่ 19 เลือก 1.100x1.800	กลุ่มที่ 20 เลือก 1.800x1.600
กลุ่มที่ 21 เลือก 2.300x1.800	กลุ่มที่ 22 เลือก 0.500x1.950
กลุ่มที่ 23 เลือก 0.700x2.000	กลุ่มที่ 24 เลือก 1.900x1.100
กลุ่มที่ 25 เลือก 1.400x1.950	กลุ่มที่ 26 เลือก 2.000x1.550
กลุ่มที่ 27 เลือก 2.000x2.100	กลุ่มที่ 28 เลือก 1.300x2.650
กลุ่มที่ 29 เลือก 1.500x3.250	และรูปร่างที่ไม่อยู่ในกลุ่มใดๆ คือ

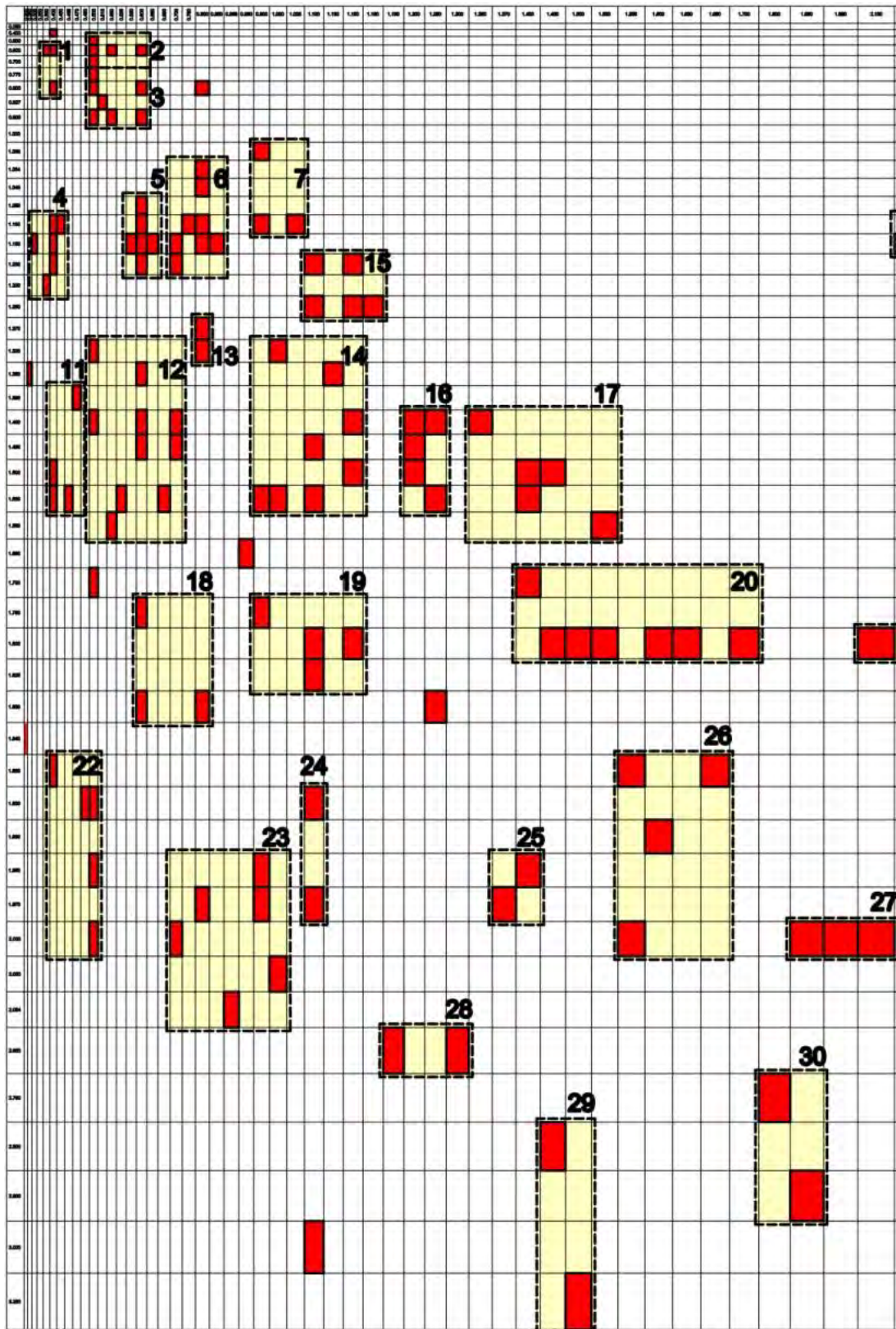
1.100x3.000, 0.800x0.800, 0.500x1.700, 0.250x1.350 และ 0.400x0.400

โดยที่กลุ่มที่ 30 ไม่มีตัวแทนกลุ่มเนื่องจากไม่มีระยะที่กำหนดในข้อ 5.1 (ตารางที่ 5.3)

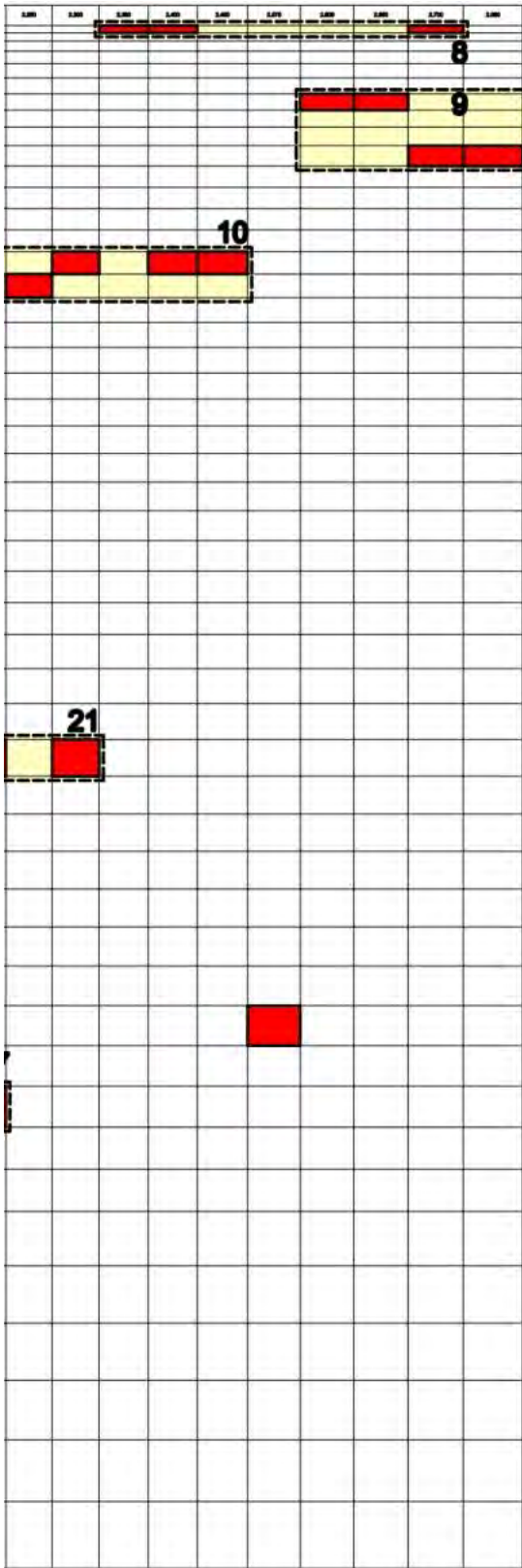


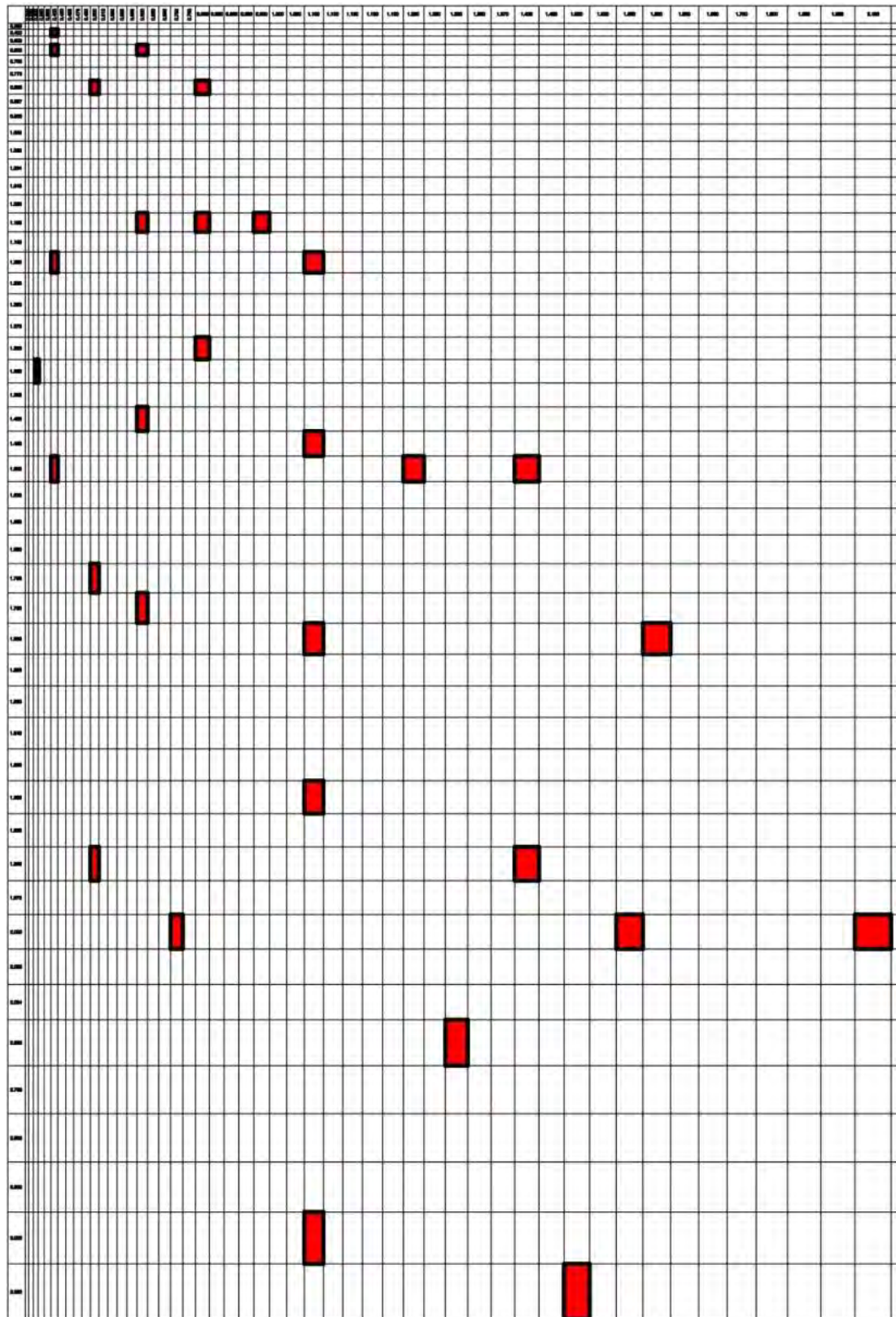
ตารางที่ 5.4 แสดงรูปร่างหน้าตาต่างที่มีการใช้งาน โดยรูปร่างที่มีการใช้งานจะมีสีแดง



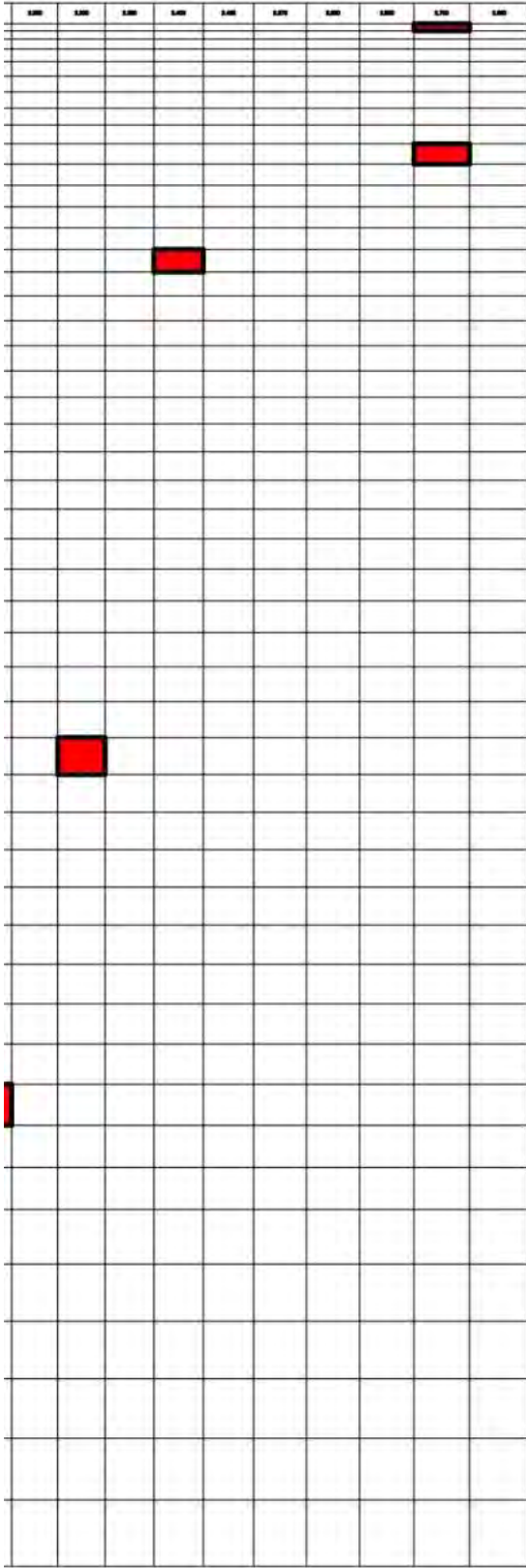


ตารางที่ 5.5 แสดงกลุ่มของรูปร่างที่ใกล้เคียงกัน สามารถจับกลุ่มได้ 30 กลุ่ม





ตารางที่ 5.6 แสดงรูปร่างหน้าตาต่างที่ถูกเลือกเป็นตัวแทนในแต่ละกลุ่ม



### 5.3 แบบหล่อของแต่ละรูปร่าง

จากบทที่ 4 พบว่าแบบหล่อหน้าตาแต่ละรูปร่าง(141 ขนาด) มีจำนวน ตั้งแต่ 1 ชั้น ถึง 158 ชั้น โดยมีจำนวนทั้งสิ้น 1,212 ชั้น เมื่อนำข้อมูลจำนวนแบบหล่อแต่ละขนาด เขียนลงตารางที่ 5.7 โดยช่องหน้าตาที่มีแบบหล่อจะเป็นสีแดง พบว่าแต่ละรูปร่างมีจำนวนแบบหล่อที่แตกต่างกัน และตารางที่ 5.8 แสดงจำนวนแบบหล่อของแต่ละขนาดในสีต่างๆ คือ สีเหลือง(ตั้งแต่ 1 - 5 ชั้น) สีส้มอ่อน(ตั้งแต่ 6 - 10 ชั้น) สีส้มเข้ม(ตั้งแต่ 11-15 ชั้น) สีแดง(ตั้งแต่ 16 - 20 ชั้น) สีชมพู(ตั้งแต่ 21 -25 ชั้น) สีม่วง(ตั้งแต่ 26 - 30 ชั้น) สีฟ้า(ตั้งแต่ 31 - 49 ชั้น) และสีน้ำเงินเข้ม(ตั้งแต่ 50 - 200 ชั้น) พบว่าในรูปร่างที่มีจำนวนแบบหล่อตั้งแต่ 10 ชั้น ขึ้นไปมีเพียง 27 ขนาด ส่วนรูปร่างที่มีจำนวนแบบหล่อน้อยกว่า 10 ชั้น มีถึง 114 ขนาด อีกทั้งตารางที่ 5.8 ทำให้เข้าใจได้ว่ารูปร่างแบบหล่อมีความถี่ในการใช้งานแตกต่างกัน จากปัญหาและข้อเสนอแนะที่ผ่านมา ยังสามารถลดปริมาณของระยะและรูปร่างหน้าตาได้ โดยใช้เกณฑ์การพิจารณาจากจำนวนแบบหล่อที่มีความถี่ในการใช้งานสูงอีกด้วย โดยสามารถยกตัวอย่างการกำหนดรูปร่างโดยใช้เกณฑ์การพิจารณาจากจำนวนแบบหล่อที่มีความถี่ในการใช้งานสูง โดยการเลือกตัวแทนของกลุ่มรูปร่างโดยใช้เกณฑ์ที่กำหนดรูปร่างที่มีจำนวนแบบหล่อต่างๆ ขึ้นไป โดยยกตัวอย่างการเลือกโดยใช้เกณฑ์ที่รูปร่างที่มีจำนวนตั้งแต่ 10 ชั้น ขึ้นไป เหลือทั้งสิ้น 27 ขนาด (ตารางที่ 5.9) ดังนี้

0.800x1.100 มี 158 ชั้น, 1.100 x 1.200 มี 140 ชั้น, 1.100x1.250 มี 82 ชั้น,  
 0.900x1.100 มี 47 ชั้น, 0.500x0.800 มี 46 ชั้น, 0.600x1.100 มี 33 ชั้น, 0.600x1.150 มี 27 ชั้น  
 1.150x1.200 มี 24 ชั้น, 0.400x1.150 มี 24 ชั้น, 0.800x1.150 มี 23 ชั้น, 1.100x1.800 มี 22 ชั้น  
 0.500x0.500 มี 20 ชั้น, 0.400x0.600 มี 20 ชั้น, 0.900x1.530 มี 17 ชั้น, 0.600x1.200 มี 17 ชั้น  
 0.400x1.530 มี 16 ชั้น, 0.500x0.600 มี 15 ชั้น, 1.350x1.400 มี 14 ชั้น, 1.300x2.650 มี 14 ชั้น  
 1.600x1.930 มี 13 ชั้น, 1.150x1.800 มี 12 ชั้น, 1.150x1.500 มี 12 ชั้น, 1.150x1.250 มี 12 ชั้น  
 1.200x1.450 มี 12 ชั้น, 0.500x1.950 มี 12 ชั้น, 1.930x2.000 มี 11 ชั้น และ 0.700x1.150 มี 10 ชั้น ตามลำดับ



	0.200	0.250	0.300	0.390	0.400	0.450	0.465	0.470	0.490	0.500	0.510	0.550	0.565	0.590
0.350														
0.400					2									
0.500										20				
0.600				1	20					15		2		
0.700										6				
0.770										1				
0.800					2					46				
0.827											1			
0.900										2		3		
1.000														
1.030														
1.034														
1.045														
1.050														
1.100					2	3								
1.150			2		24									3
1.200					3									
1.220				1										
1.250														
1.270														
1.300										2				
1.350		1												
1.395								3						
1.400										2				
1.450														
1.500					4									
1.530					16		1						1	
1.550												4		
1.660														
1.700										1				
1.750														
1.800														
1.825														
1.830														
1.840	1													
1.850					4									
1.900									1	8				
1.930														
1.950										12				
1.970														
2.000										4				
2.050														
2.054														
2.650														
2.790														
2.800														
2.900														
3.000														
3.250														

ตารางที่ 5.7 รูปร่างช่องเปิดหน้าต่างที่มีแบบหล่อ

0.600	0.650	0.690	0.700	0.760	0.800	0.850	0.858	0.860	0.900	1.000	1.025	1.100	1.130	1.150	1.160	1.190	1.200
2																	
4					5												
1																	
									2								
					1												
					1												
8																	
33				5	158				47		2						
27	8		10		23	9											
17			2									140		24			
												82		12	1		
					2												
					4					1							
6													1				
1			2											2			2
2			2									5					12
														12			4
		2								17	6		1				
									1								
3									2								
														22		12	
													1				
1					1												
													1				
										4							
					1				2				1				
			1														
										2							
							1										
																1	
														2			





	0.200	0.250	0.300	0.390	0.400	0.450	0.465	0.470	0.490	0.500	0.510	0.550	0.565	0.590
0.350														
0.400					2									
0.500										20				
0.600				1	20					15		2		
0.700										6				
0.770										1				
0.800					2					46				
0.827											1			
0.900										2		3		
1.000														
1.030														
1.034														
1.045														
1.050														
1.100					2	3								
1.150			2		24									3
1.200					3									
1.220				1										
1.250														
1.270														
1.300										2				
1.350		1												
1.395								3						
1.400										2				
1.450														
1.500					4									
1.530					16		1						1	
1.550												4		
1.660														
1.700										1				
1.750														
1.800														
1.825														
1.830														
1.840	1													
1.850					4									
1.900									1	8				
1.930														
1.950										12				
1.970														
2.000										4				
2.050														
2.054														
2.650														
2.790														
2.800														
2.900														
3.000														
3.250														

ตารางที่ 5.8 รูปร่างช่องเปิดหน้าต่างที่มีแบบหล่อจำนวนต่างๆ









	0.200	0.250	0.300	0.390	0.400	0.450	0.465	0.470	0.490	0.500	0.510	0.550	0.565	0.590
0.350														
0.400														
0.500										20				
0.600					20					15				
0.700														
0.770														
0.800										46				
0.827														
0.900														
1.000														
1.030														
1.034														
1.045														
1.050														
1.100														
1.150					24									
1.200														
1.220														
1.250														
1.270														
1.300														
1.350														
1.395														
1.400														
1.450														
1.500														
1.530					16									
1.550														
1.660														
1.700														
1.750														
1.800														
1.825														
1.830														
1.840														
1.850														
1.900														
1.930														
1.950										12				
1.970														
2.000														
2.050														
2.054														
2.650														
2.790														
2.800														
2.900														
3.000														
3.250														

ตารางที่ 5.9 รูปร่างช่องเปิดหน้าต่างที่มีแบบหล่อจำนวนตั้งแต่ 10 ขึ้นขึ้นไป







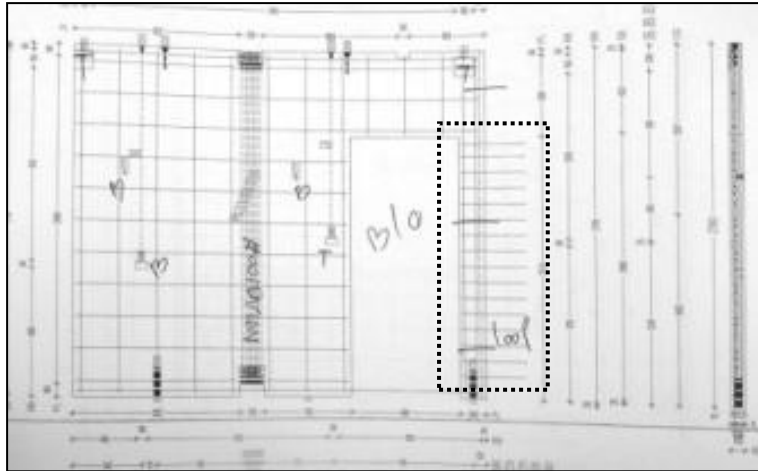
#### 5.4 เหล็กตะแกรงเสริม

จากบทที่ 4 พบกระดาษแบบในชั้นตอนผลิต ข้อมูลภายในแบบคือ ผนังที่มีความหนา 0.10 ม. มีรายละเอียดเกี่ยวกับระยะต่างๆ ช่องเปิดในผนัง เหล็กเสริมในผนัง และอุปกรณ์ที่อยู่ในผนัง มีข้อมูลทั้งสิ้น 10 แผ่น พบว่าในรายละเอียดของผนังที่มีช่องเปิดในแบบแผ่นที่ 2, 4, 6, 8 และ 10 มีเหล็กตะแกรงเสริมยื่นออกมาจากชั้นส่วนผนัง รายละเอียดตามภาพที่ 5.4 -5.8

ในชั้นตอนผลิตชั้นส่วนผนัง เหล็กตะแกรงเสริมจะผลิตด้วยเครื่องจักร โดยเครื่องจักรสามารถผลิตเหล็กตะแกรงเสริมตามรูปร่างที่กำหนดได้ แต่มีบางกรณีที่เหล็กตะแกรงเสริมยื่นเกินออกมาจากรูปร่างที่กำหนด เนื่องจากถึงแม้ว่าเครื่องจักรจะผลิตเหล็กตะแกรงเสริมตามรูปร่างที่กำหนดได้ แต่เครื่องจักรก็สามารถผลิตเหล็กตะแกรงเสริมขนาดแคบที่สุด 0.50 ม. ดังนั้นหากมีเหล็กตะแกรงเสริมแคบกว่า 0.50 ม. จะต้องใช้แรงงานตัดเหล็กตะแกรงเสริมส่วนเกินเหล่านี้ออก (ภาพที่ 5.9-5.12) ทำให้นอกจากต้องใช้แรงงานในการตัดเหล็กตะแกรงเสริมแล้ว ยังเสียวัสดุในการผลิตเพิ่มขึ้นอีกด้วย

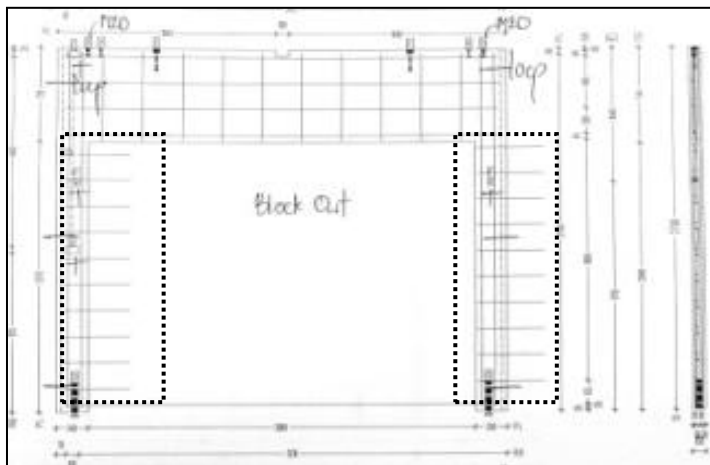
ดังนั้นผนังควรกว้างอย่างน้อย 0.55 ม. และช่องเปิดใดๆ ควรห่างจากขอบผนังอย่างน้อย 0.55 ม. (ภาพที่ 5.13) หรือช่องเปิดใดๆ ควรชิดขอบผนังเพื่อไม่ให้มีชั้นส่วนผนังที่แคบกว่า 0.55 ม. แต่ถ้าหากต้องการให้ช่องเปิดห่างจากขอบผนังน้อยกว่า 0.55 ม. และไม่ชิดขอบผนัง จะต้องยอมรับปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น

จากแบบที่พบว่ามีเหล็กตะแกรงเสริมเกินออกจากผนัง 5 ภาพ จึงยกตัวอย่างการเว้นระยะให้เหมาะสมจากตัวอย่างทั้ง 5 ภาพนี้ เนื่องจากภาพตัวอย่างไม่ชัดเจน จึงเขียนแบบขึ้นมาใหม่ตามตารางที่ 5.10 และแบบที่เสนอแนะในตารางที่ 5.11 โดยแบบที่เสนอแนะจากแบบเดิมที่มีเหล็กตะแกรงเสริมยื่นเกินออกมานั้น จะทำการปรับตำแหน่ง หรือขนาดของช่องเปิดให้เล็กลง เพื่อให้ชั้นส่วนผนังกว้างอย่างน้อย 0.55 ม.



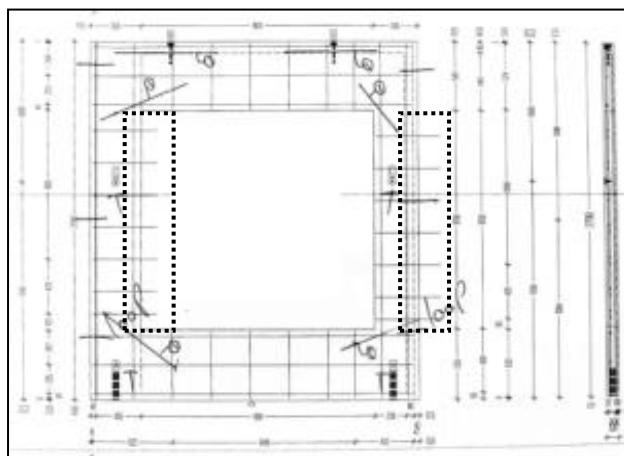
ภาพที่ 5.4 แบบแผ่นที่ 2

ที่มา: จากการสำรวจ



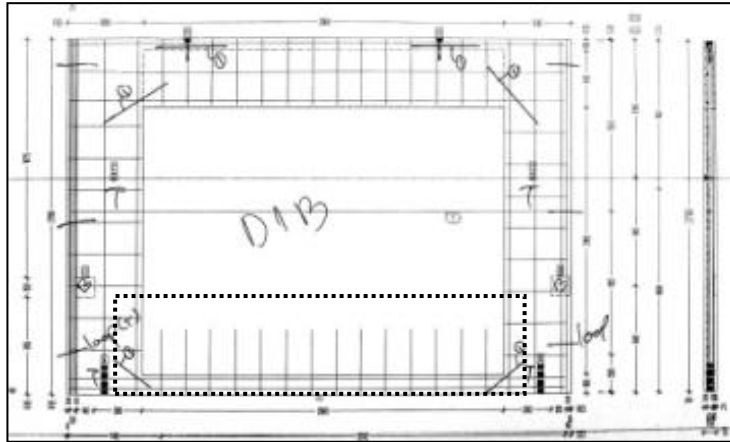
ภาพที่ 5.5 แบบแผ่นที่ 4

ที่มา: จากการสำรวจ



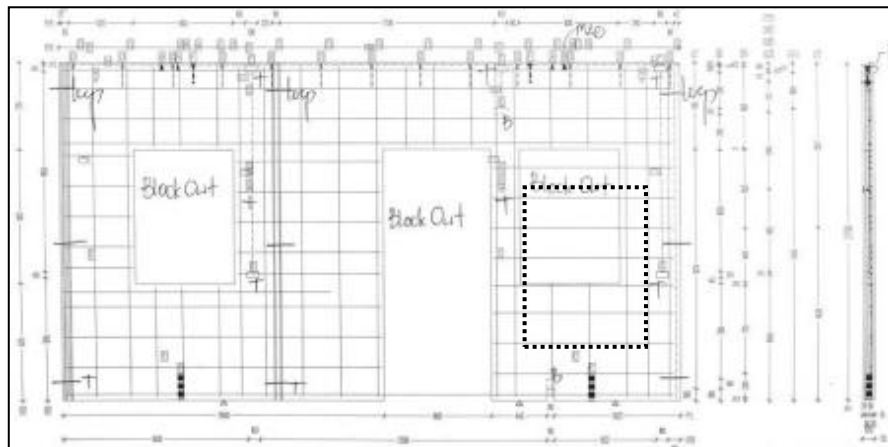
ภาพที่ 5.6 แบบแผ่นที่ 6

ที่มา: จากการสำรวจ



ภาพที่ 5.7 แบบแผ่นที่ 8

ที่มา: จากการสำรวจ



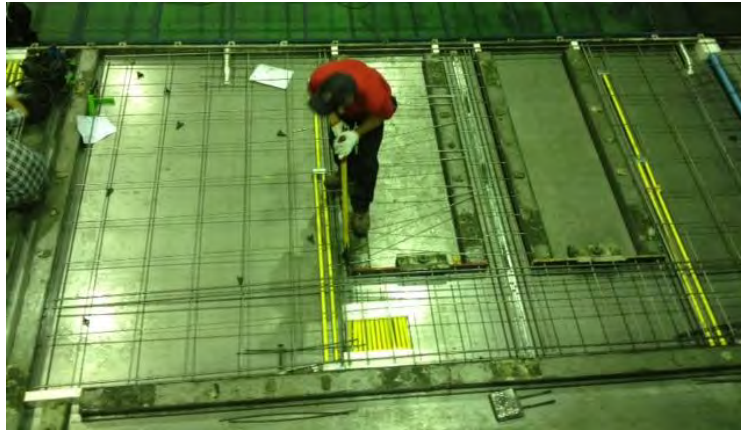
ภาพที่ 5.8 แบบแผ่นที่ 10

ที่มา: จากการสำรวจ

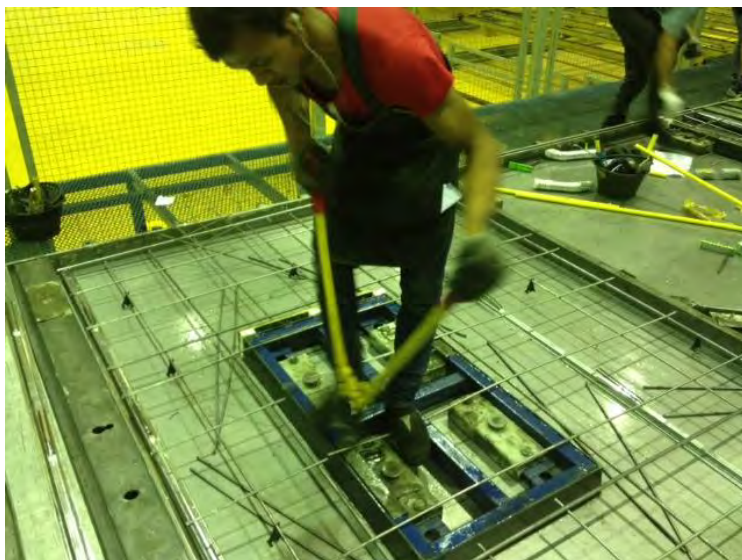


ภาพที่ 5.9 เหล็กตะแกรงเสริมที่เกินออกมาในช่องเปิดประตู

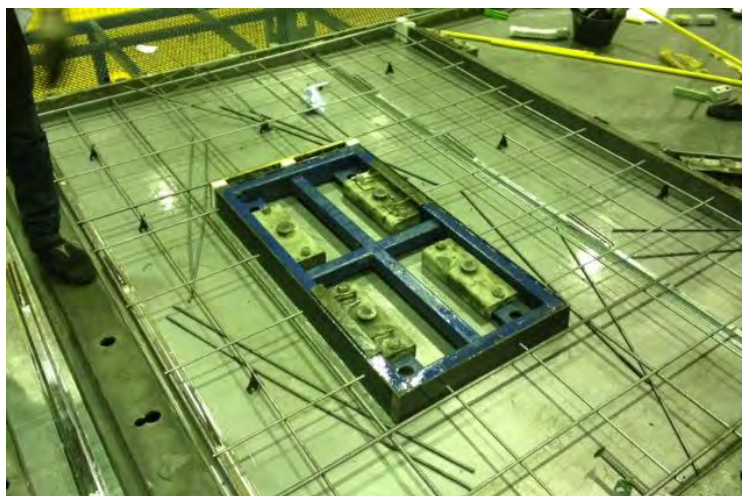
ที่มา: จากการสำรวจ



ภาพที่ 5.10 คนงานขณะตัดเหล็กตะแกรงเสริม  
ที่มา: จากการสำรวจ

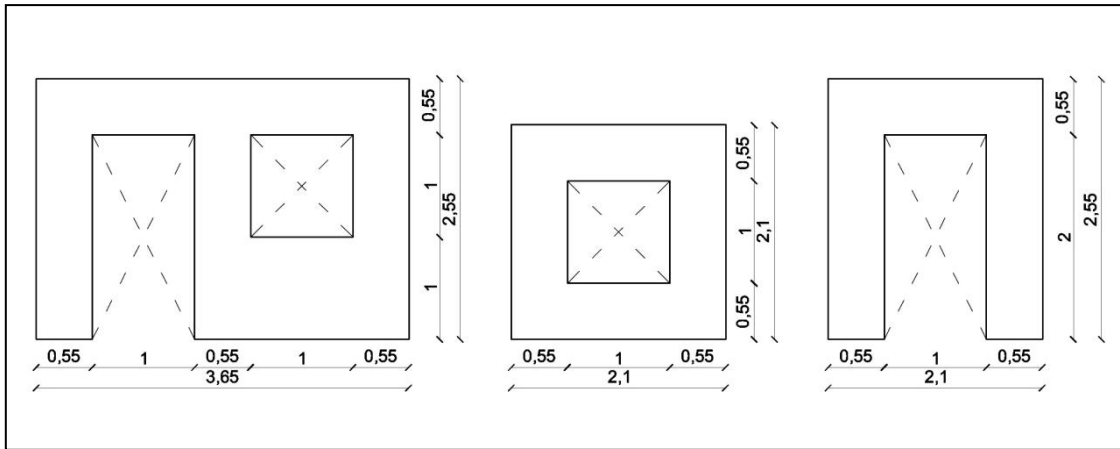


ภาพที่ 5.11 คนงานขณะตัดเหล็กตะแกรงเสริม  
ที่มา: จากการสำรวจ



ภาพที่ 5.12 เหล็กตะแกรงเสริมหลังจากการตัด  
ที่มา: จากการสำรวจ





ภาพที่ 5.13 แสดงช่องเปิดควรวางจากผนังอย่างน้อย 0.55 เมตร

ชั้นที่	ภาพถ่าย	แบบที่เขียนขึ้นมาแทน
2		
4		
6		
8		
10		

ตารางที่ 5.10 แสดงภาพที่เขียนขึ้นมาใหม่

ชั้นที่	แบบที่เดิม	แบบที่ปรับขนาด
2		
4		
6		
8		
10		

ตารางที่ 5.11 แสดงการแก้ไขแบบเดิมให้เป็นแบบที่เหมาะสม

## บทที่ 6

### สรุปผลและข้อเสนอแนะ

เนื่องจากค่าใช้จ่ายส่วนใหญ่ในการก่อสร้างขึ้นอยู่กับค่าแรงงานและค่าวัสดุก่อสร้าง ดังนั้นเมื่อค่าแรงงานและวัสดุก่อสร้างมีราคาสูงขึ้น บริษัท พุกษา เรียลเอสเตท จำกัด(มหาชน) จึงได้นำเทคโนโลยีการก่อสร้างที่อยู่อาศัยด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากประเทศเยอรมันมาใช้ตั้งแตปี พ.ศ. 2547

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์จะศึกษากระบวนการในระบบการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูป โดยเลือก อาคารประเภทบ้านเดี่ยวของ บริษัท พุกษา เรียลเอสเตท จำกัด (มหาชน) เป็นกรณีศึกษา เนื่องจากบริษัท พุกษา เรียลเอสเตท จำกัด (มหาชน) ดำเนินโครงการทั้ง ประเภทบ้านเดี่ยว บ้านทาวน์เฮาส์ และอาคารชุด สำหรับ 3 ชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ผลิตในปัจจุบัน ประกอบด้วย พื้น ผนัง และอื่นๆ โดยชิ้นส่วนผนังมีความสำคัญเพราะนอกจากเป็นส่วนประกอบหลักของบ้านแล้ว ยังทำหน้าที่เป็นโครงสร้างรับน้ำหนักอีกด้วย

การก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปมีแนวความคิดมาจากการผลิตในภาคอุตสาหกรรมโดยจัดแยกผลิตชิ้นส่วนต่างๆ แล้วนำมาประกอบภายหลัง มีการใช้เครื่องจักรหรือเครื่องทุ่นแรงต่างๆ มาช่วย ทำให้ผลิตได้เร็ว ปริมาณมาก อันเกิดผลให้ต้นทุนการผลิตต่ำลง

สำหรับชิ้นส่วนสำเร็จรูป (Prefabrication) ของส่วนประกอบอาคารที่ผลิตขึ้นจะมีมาตรฐานเดียวกันเพื่อความสะดวกในการออกแบบ การผลิตที่โรงงาน และการติดตั้งที่โครงการ

สำหรับระบบแผ่นผนังรับน้ำหนัก (Load Bearing Structure of Panel System) ที่ใช้กันกว้างขวางในการก่อสร้างอาคารที่พักอาศัย โดยผนังจะมีขนาดเท่าความสูงของชั้น มีการถ่ายเทแรงจากพื้นมาลงที่แนวผนังรับน้ำหนักทั้งหมด ดังนั้นผนังจึงไม่เป็นเพียงสิ่งกั้นห้อง หากยังเป็นโครงสร้างแทนเสาและคานไปด้วย

จากการศึกษากระบวนการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูป อาคารประเภทบ้านเดี่ยว โดยใช้วิธีการสังเกต ถ่ายภาพ จดบันทึก และสัมภาษณ์บุคคลากรของ บริษัท พุกษา เรียลเอสเตท จำกัด (มหาชน) พบว่ามี 4 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนออกแบบ ขั้นตอนผลิต ขั้นตอนขนส่ง และขั้นตอนติดตั้ง โดยแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังนี้

ขั้นตอนออกแบบมี 3 ขั้นตอนย่อย คือ ออกแบบร่างขั้นต้น (Preliminary Design) พัฒนาแบบก่อสร้าง (Design Develop) และสรุปแบบร่วมกัน (Co-Design) ระหว่างสถาปนิก ฝ่ายธุรกิจ และฝ่ายพัฒนาแบบ และวิศวกรโครงสร้าง วิศวกรไฟฟ้า วิศวกรสุขาภิบาล และวิศวกรที่เกี่ยวข้องกับชิ้นส่วนสำเร็จรูป

ขั้นตอนการผลิตมี 12 ขั้นตอนย่อย คือ การทำความสะอาด (Cleaning) การเคลือบน้ำมัน (Oiling) การเขียนเส้นร่าง (Plotting) การวางเหล็กกันแบบข้าง (Shuttering Placing) การติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆลงในผนัง (Embedding) การเสริมเหล็ก (Reinforcement) การเทคอนกรีต (Concrete Placing) การปาดหน้าคอนกรีต (Screeding) การปรับผิวหน้าคอนกรีต (Smoothing) การบ่มคอนกรีต (Curing) การถอดแบบเหล็กกันแบบข้าง (Shuttering Removing) และการถอดชิ้นงาน (Tilling) โดยสำหรับอาคารประเภทบ้านเดี่ยว ปัจจุบันผลิตที่โรงงานพุกษาพีรคาส (PRUKSA Precast Concrete Factory) ตั้งอยู่ที่ อ.ลำลูกกา จังหวัดปทุมธานี

ขั้นตอนการขนส่งมี 4 ขั้นตอนย่อย คือ สักรวจเส้นทาง บรรจุก่อนงานขนส่ง และส่งมอบโดยจะใช้รถบรรทุก 10 ล้อ หรือรถพ่วง (Trailer) ขึ้นอยู่กับเส้นทางการขนส่ง ถ้าหากขนส่งในระยะทางไม่ไกลมาก เช่น ขนส่งภายในกรุงเทพฯ หรือจังหวัดในปริมณฑล ฯลฯ จะใช้รถ 10 ล้อเพื่อความคล่องตัวในการเดินทาง แต่ถ้าหากขนส่งในระยะไกลจะใช้รถพ่วง (Trailer) เพื่อขนส่งชิ้นงานได้ในปริมาณที่มากขึ้น และลดจำนวนรอบในการขนส่ง

ขั้นตอนการติดตั้งมี 12 ขั้นตอนย่อย คือ เตรียมพื้นที่ก่อสร้าง เทพื้นชั้น 1 ประกอบชิ้นส่วนพื้นและผนัง เก็บรายละเอียด ติดตั้งโครงหลังคา มุงกระเบื้อง ติดตั้งประตูหน้าต่าง ฉาบสีรองพื้นภายนอก ทาสีภายนอก ทาสีภายใน ติดตั้งสุขภัณฑ์ และทำความสะอาด โดยแบ่งจังหวัดขั้นตอนละ 3 วัน ดังนั้นในการติดตั้งบ้านเดี่ยว 1 หลังจะใช้เวลา 36 วัน และหลังจากนั้นจะติดตั้งบ้านหลังต่อมาแล้วเสร็จ 1 หลัง ในทุกๆ 3 วัน เนื่องจากแต่ละขั้นตอนทำงานอย่างต่อเนื่อง

การศึกษาครั้งนี้มุ่งไปที่ชิ้นส่วนผนัง พบว่ามีความหนา 0.10, 0.12, 0.15 และ 0.20 เมตร ตามลำดับ เนื่องจากได้เลือกศึกษาผนังที่มีการผลิตมากคือ ความหนา 0.10 เมตร ทั้งแบบที่ไม่

มีช่องเปิด และมีช่องเปิด โดยขึ้นส่วนผนังที่มีช่องเปิดจะแบ่งออกเป็นช่องเปิดประตู ช่องเปิด หน้าต่าง และช่องเปิดประตูและหน้าต่าง

จากการสำรวจช่องเปิดหน้าต่างในผนังที่ศึกษา พบว่ามีระยะความกว้างหรือความยาว ตั้งแต่ 0.200 ม. ถึง 3.250 ม. รวมทั้งสิ้น 87 ระยะ รูปร่างด้านกว้างและด้านยาว ตั้งแต่ 0.200x1.840 ม. ถึง 1.500x3.250 ม. ทั้งสิ้น 141 รูปร่าง จึงมีการใช้แบบหล่อหน้าต่าง ตั้งแต่ 1 ชั้น ถึง 158 ชั้น โดยพบว่ามีแบบรวมทั้งสิ้น 1,212 ชั้น

เมื่อเป็นเช่นนี้จึงเกิดความสับสนในการเลือกแบบหล่อแต่ละขนาด โดยเฉพาะมีบาง ระยะที่ใกล้เคียงกัน หรือรูปร่างนั้นมีขนาดที่ใกล้เคียงกัน แบบหล่อจำนวนมาก ทำให้ต้องเสียค่า ผลิตแบบหล่อเพิ่มขึ้น รวมถึงเวลาที่ใช้ในการเลือกหาเพิ่มขึ้น และยังต้องการพื้นที่เก็บแบบมาก ขึ้น

เรื่องระยะ รูปร่าง และแบบหล่อ มาวิเคราะห์พบว่า มีระยะต่างๆ มากมาย หากเลือกใช้ ระยะที่มีเลขลงตัวคือ ในหลักเซนติเมตรต้องลงท้ายด้วย (X.X00) และ (X.X50) เท่านั้น จึงจะ เหลือเพียง 48 ระยะ ได้แก่ 0.200, 0.250, 0.300, 0.350, 0.400, 0.450, 0.500, 0.550, 0.600, 0.650, 0.700, 0.800, 0.850, 0.900, 1.000, 1.050, 1.100, 1.150, 1.200, 1.250, 1.300, 1.350, 1.400, 1.450, 1.500, 1.550, 1.600, 1.650, 1.700, 1.750, 1.800, 1.850, 1.900, 1.950, 2.000, 2.050, 2.100, 2.250, 2.300, 2.400, 2.450, 2.600, 2.650, 2.700, 2.800, 2.900, 3.000 และ 3.250 ม.

เช่นเดียวกันรูปร่างที่มีขนาดใกล้เคียง ถ้าให้รวมรูปร่างที่มีขนาดใกล้เคียงกันในแต่ละกลุ่ม จะเหลือเพียง 34 รูปร่าง ดังนี้ 0.400x0.600, 0.600x0.600, 0.800x0.500, 0.400x1.200, 0.600x1.100, 0.800x1.100, 0.900x1.100, 2.700x0.350, 1.000x2.700, 2.400x1.100, 1.500x0.400, 0.600x1.400, 0.800x1.300, 1.100x1.450, 1.200x1.100, 1.500x1.200, 1.500x1.400, 0.600x1.750, 1.100x1.800, 1.800x1.600, 2.300x1.800, 0.500x1.950, 0.700x2.000, 1.900x1.100, 1.400x1.950, 2.000x1.550, 2.000x2.100, 1.300x2.650, 1.500x3.250, 1.100x3.000, 0.800x0.800, 0.500x1.700, 0.250x1.350, และ 0.400x0.400

ส่วนเรื่องแบบหล่อนั้น พบว่าจำนวนแบบหล่อที่มีมากกว่า 10 ชิ้น ขึ้นไปมีเพียง 27 แบบ ส่วนที่เหลือมีจำนวนน้อยกว่า 10 ชิ้น มีถึง 114 แบบ ดังนี้ 0.800x1.100, 1.100 x 1.200, 1.100x1.250, 0.900x1.100, 0.500x0.800, 0.600x1.100, 0.600x1.150, 1.150x1.200, 0.400x1.150, 0.800x1.150, 1.100x1.800, 0.500x0.500, 0.400x0.600, 0.900x1.530, 0.600x1.200, 0.400x1.530, 0.500x0.600, 1.350x1.400, 1.300x2.650, 1.600x1.930, 1.150x1.800, 1.150x1.500, 1.150x1.250, 1.200x1.450, 0.500x1.950, 1.930x2.000 และ 0.700x1.150

นอกจากนี้ จากการศึกษาแบบที่ใช้ในขั้นตอนผลิตและการทำงาน พบว่ามีเหล็กตะแกรงเสริมที่ผลิตด้วยเครื่องจักรที่ผลิตได้ขนาดแคบที่สุดอยู่ที่ 0.50 ม. ดังนั้นหากผนังมีระยะน้อยกว่า 0.55 ม. จะต้องใช้แรงงานตัดเหล็กตะแกรงเสริมส่วนเกินออก ซึ่งนอกจากต้องข้แรงงานในการตัดเหล็กแล้ว ยังเสียวัสดุโดยไม่จำเป็น จึงเสนอแนะให้การออกแบบช่องเปิดควรห่างจากขอบผนังอย่างน้อย 0.55 ม.

## รายการอ้างอิง

### ภาษาไทย

คเชนทร์ สุริยวงศ์. ระบบการก่อสร้างที่อยู่อาศัยโดยขึ้นส่วนสำเร็จรูปแบบผนังรับน้ำหนัก โดยผู้ประกอบการธุรกิจพัฒนาอสังหาริมทรัพย์ขนาดใหญ่. วิทยานิพนธ์ปริญญา  
มหาบัณฑิต, ภาควิชาเคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.  
2550.

คมศักดิ์ อนุทินมณี. Production Engineer Supervisor. สัมภาษณ์, 19 มิถุนายน 2555

ชวลิต นิตยะ. การประชุมฝ่ายการก่อสร้างประจำปี 2549 เอกสารประกอบการสอน : เทคโนโลยีที่  
เหมาะสมกับอาคาร. ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้า  
คุณทหารลาดกระบัง, 2549.

ไทรรัตน์ จารุทัศน์. การประชุมฝ่ายการก่อสร้างประจำปี 2549" เอกสารประกอบการสอน :  
เทคโนโลยีที่เหมาะสมกับอาคาร. ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระ  
จอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2555.

ไทรรัตน์ จารุทัศน์. ระบบก่อสร้างอุตสาหกรรมสำหรับที่อยู่อาศัยของผู้มีรายได้ปานกลางในเขต  
กรุงเทพมหานครและปริมณฑล. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาเคหการ  
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2535.

ธนพล สีนุธยนต์. แนวทางการนำระบบเสา-คานสำเร็จรูปมาใช้ร่วมกับการก่อสร้างระบบเดิมใน  
โครงการบ้านจัดสรร. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาเคหการ คณะ  
สถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2545.

ธฤชวรรณ บัวมาศ. การศึกษาเปรียบเทียบระบบการก่อสร้างสำเร็จรูประบบเสาและคาน และ  
ระบบผนังรับน้ำหนักที่นำมาใช้ในการก่อสร้างที่อยู่อาศัยประเภทบ้านเรือนแถว :  
กรณีศึกษา หมู่บ้านกานดาสมุทรสาคร. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต,  
ภาควิชาเคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2548.

นาวิน นาคะศิริ. การศึกษาและเปรียบเทียบชิ้นส่วนสำเร็จรูปประเภทผนังรับน้ำหนัก กรณีศึกษา : ผู้ประกอบการซื้อสำเร็จจากโรงงานผลิต กับการผลิตในที่ก่อสร้าง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, ภาควิชาเคหการ บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.

บุษบง เจริญพันธ์โยธิน. กระบวนการก่อสร้างที่อยู่อาศัยโดยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป : กรณีศึกษาโครงการชลลดา รัตนาธิเบศร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, ภาควิชาเคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2545.

ประกาศคณะกรรมการค่าจ้างเรื่อง อัตราค่าจ้างขั้นต่ำ (ฉบับที่ 6) และค่าจ้าง พร้อมตารางแสดง อัตราค่าจ้างขั้นต่ำ

พงษ์ศักดิ์ บุญกล่อมจิตร. ผู้จัดการฝ่ายออกแบบ. สัมภาษณ์, 15 สิงหาคม พ.ศ.2555

ภาณุรัตน์ โพธิ์งาม. การศึกษาและเปรียบเทียบเทคโนโลยีการก่อสร้างบ้านเดี่ยว 2 ชั้น ด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูป ระบบผนังรับน้ำหนัก : กรณีศึกษา โครงการหมู่บ้านภัสสรและโครงการหมู่บ้านซีเอส รังสิต-คลอง 3 จังหวัดปทุมธานี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, ภาควิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2548.

วิวัฒน์ ปรัญญานุสรณ์. รองผู้จัดการฝ่ายบริหารโครงการ. สัมภาษณ์, 11 กรกฎาคม พ.ศ.2555

วรายุทธ อินอร่าม. การเปรียบเทียบกระบวนการก่อสร้างที่อยู่อาศัยบ้านเดี่ยว 2 ชั้น ระหว่างระบบดั้งเดิมกับระบบเสาและคานสำเร็จรูปและระบบผนังสำเร็จรูป : กรณีศึกษาโครงการเพอร์เฟคพาร์ค จังหวัดนนทบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, ภาควิชาเคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2552.

[Internet]. Available from: <http://www.pruksa.com/th/about-us/company.aspx?code=HISTORY>. [6 กันยายน พ.ศ.2555]

[Internet]. Available from: [http://www.mol.go.th/sites/default/files/downloads/pdf/wage\\_Issue6\\_55\\_0.pdf](http://www.mol.go.th/sites/default/files/downloads/pdf/wage_Issue6_55_0.pdf). [10 กันยายน พ.ศ.2555]



ภาคผนวก

**บันทึกการสัมภาษณ์** วันพุธที่ 11 กรกฎาคม พ.ศ.2555  
**สัมภาษณ์** คุณ วิวัฒน์ ปรัชญานุสรณ์  
**ตำแหน่ง** Vice President Project Management[ACT.]  
 SBU-SD3

#### คำถาม

1. กระบวนการทำงานของสถาปนิกตั้งแต่เริ่มกระบวนการจนกระทั่งจบกระบวนการมีอะไรบ้าง
2. สถาปนิกในบริษัทมีหน้าที่อะไร อย่างไร และมีตำแหน่งอะไรบ้าง
3. ในขั้นตอนแรกสุดสถาปนิกได้รับข้อมูลอะไรบ้าง และจากใคร
4. หลังจากได้ข้อมูลประกอบต่างๆสถาปนิกมีขั้นตอนการทำงานอย่างไรต่อไป
5. ในแต่ละขั้นตอนได้คำนึงถึงระบบก่อสร้างขึ้นส่วนสำเร็จรูปอย่างไรบ้าง และมีข้อแตกต่างในการออกแบบกับโครงการทั่วไปอย่างไร

#### เนื้อหาการสัมภาษณ์

1. กระบวนการทำงานของสถาปนิกตั้งแต่เริ่มกระบวนการจนกระทั่งจบกระบวนการมีอะไรบ้าง  
 สรุปจะมีประมาณ 4 ส่วน คือ 1.Design Process ทำโดยสถาปนิก หลังจากนั้นจะผลิตและติดตั้งทำโดยโรงงานของบริษัทฯ จะได้เป็นบ้านตัวอย่าง สถาปนิกจะตามไปประเมิน (evaluate) ว่ามีข้อบกพร่อง(defect) อย่างไร เมื่อแก้ไขแล้วจะกลับมาผลิตและติดตั้งรอบที่ 2 สถาปนิกจะเกี่ยวข้องอยู่เท่านี้เองทั้งหมดที่พูดจะเป็นบ้าน โครงการแนวราบ แต่โครงการอื่นๆ คล้ายๆกัน ถ้าเป็นคอนโดหรืออาคารใหญ่ ขั้นตอนนี้จะสร้างขึ้นมา 1 ชั้น(mock up) แล้วประเมินว่าแผ่นไหนไม่ดี ผนังด้านนอก(Facade) มีรอยร้าว หรือไม่ เป็นต้น
2. สถาปนิกในบริษัทมีหน้าที่อะไร อย่างไร และมีตำแหน่งอะไรบ้าง  
 ในฐานะบริษัทพัฒนาอสังหาริมทรัพย์(Developer) ไม่ใช่บริษัทออกแบบ บริษัทฯ มีสถาปนิก2ส่วนคือ 1.ส่วนธุรกิจ(Business) 2.ส่วนพัฒนาแบบ(Design Develop) ในส่วนธุรกิจจะดูในส่วนของความเป็นไปได้ในเชิงธุรกิจ ต้องไปสำรวจตลาด ทิศทางของตลาด คู่แข่ง และลูกค้า

ในขณะที่ส่วนพัฒนาแบบจะอยู่ที่ส่วนกลางซึ่งเป็นสถาปนิกเหมือนกัน แต่เน้นในส่วนเทคนิค (Technical) ซึ่งในส่วนธุรกิจจะมีการจ้างบริษัทออกแบบจากภายนอก(Out Source) ในบางโครงการ ซึ่งสถาปนิกภายนอก(Out Source) จะไม่สามารถออกแบบโดยใช้ Criteria Design & Conceptual Design อย่างเดียว ต้องใช้ข้อมูลเชิงธุรกิจ(Business) เข้ามามีส่วนในการทำงาน ด้วยโดยมีสถาปนิกในส่วนส่วนธุรกิจจะเป็นคนช่วยสถาปนิกภายนอก ซึ่งผมเป็นคนดูแลทั้ง 2 ส่วนนี้เลย พอถึงเวลาทุกอย่างเรียบร้อยหมดแล้ว แนวความคิด(Concept) ใช้แน่นอน แบบจะเข้ามาในส่วนกลางคือ ส่วนเทคนิค(Technical) จะมีสถาปนิกอีกกลุ่มใหญ่ที่เข้ามาเกี่ยวข้องในส่วนนี้ ซึ่งสถาปนิกใน Developer จะรวมกับระบบ Precast จะมีแยกเป็น 2 ส่วน

### 3. ในขั้นตอนแรกสุดสถาปนิกได้รับข้อมูลอะไรบ้าง และจากใคร

คำถามข้อ 3 จะเป็นข้อย่อยของคำถามข้อ 1 คือ ขั้นตอนแรกสุดจะอยู่ในกระบวนการออกแบบ(Design Process) ข้อมูลที่ได้(Data Collect) จะมีทั้งในส่วนธุรกิจ(Business) และการตลาด(Marketing) ซึ่งสถาปนิกที่อยู่ในส่วนธุรกิจ(Business) จะนำข้อมูลเกี่ยวกับความต้องการของลูกค้า(Customer needs) เช่น ลูกค้าตอนนี้ Trend เปลี่ยนแล้ว การใช้ชีวิต ฟังก์ชันการใช้งานเปลี่ยนไป แล้วคู่แข่งเสนออะไรบ้างในตลาด ราคา ขนาด อะไรที่กำลังนิยมในตลาด เป็นต้น และส่วนเทคนิค(Technical) ในกรณีนี้เป็น Precast-Prefab ซึ่งการออกแบบในระบบ Precast-Prefab จำเป็นต้องรู้ข้อจำกัดจะออกแบบในแง่ของ Precast จะว่าไปเป็นลักษณะทำจากโรงงานมาประกอบ และต้องใส่ใจในหลายๆ เรื่อง เช่น แบบหล่อที่ทำ ข้อจำกัดของโต๊ะหล่อ ซึ่งมีขนาดของมันอยู่ แต่ถ้าคิดในมุมกลับมันทำใหญ่กว่านี้ได้ไหม? มันใหญ่เกินโต๊ะ ทำไม่ได้ หรือใหญ่กว่านี้ต้องหมุนอีกทางหนึ่ง คือ ข้อจำกัดในกรณีที่ทำผนังสำเร็จรูป ทำกว้างกว่านี้ขึ้นรถไม่ได้ ทำใหญ่กว่านี้ยกไม่ไหว เครนยกไม่ไหว และยังมีข้อจำกัดอีกหลายๆอย่าง ทำอะไรที่บางเกินไปมันจะหัก เรื่องพวกนี้จำเป็นต้องสะสมพอสมควร

### 4. หลังจากได้ข้อมูลประกอบต่างๆสถาปนิกมีขั้นตอนการทำงานอย่างไรต่อไป

เรารวบรวมข้อมูลนี้แหละในเชิงธุรกิจ การตลาด ในฝั่งลูกค้า และคู่แข่ง ทิศทางของการออกแบบ เทคนิคต่างๆ เราจะมาผ่านตรงนี้ถ้าเป็นสถาปนิกจริงๆ ก็จะคล้ายกันคือ ต้องมาวิเคราะห์กันว่าจะทำกันแบบไหน ที่ว่างต่างๆ(Space) คิดไปถึงวัสดุปิดผิว(Finishing) ว่าใช้วัสดุอะไร และต้องตามไปดูว่าเป็นอย่างไร ต้องนำ(Lead) ซึ่งทั้งหมดที่กล่าวมาอยู่ในฝั่ง (Business) คราวนี้มาในพัฒนาแบบ(Design Develop) เราจะไปเน้นๆเนื่อๆเกี่ยวกับ พูดได้ว่า คนนี้ดูเรื่องอารมณ์(Emotion) ความรู้สึก(Feeling) แนวความคิด(Design Concept) ดูแล้วลูกค้า

ชอบ สวย คนนี้ดูเรื่อง Realistic ในโลกความเป็นจริงแล้ว ว่าทางเทคนิคจริงๆแล้วว่าทำได้หรือไม่ ออกแบบ(Design) แล้วราคา(Costs)ไปได้หรือไม่ คุณภาพการผลิตมันจะเป็นได้อย่างที่คิดหรือเปล่า กระบวนการก่อสร้าง(Construction Method) คืออะไร มันยกขึ้นมาประกอบอย่างไร มันยื่นแบบนี้อยู่ได้อย่างไร ระบบ Precast ที่เราทำลักษณะจะเป็นผนังรับน้ำหนัก(Load Barring) คือ ไม่มีเสาเป็นผนังรับน้ำหนัก เป็นแผ่นๆ นำมาวางต่อๆ กันแต่ทุกซากก็มีวิธีสร้างแบบอื่นๆที่ไม่ใช่ระบบ Precast แล้วเราก็ถนัดด้วย เราเรียกว่า Cast in Situ คือ หล่อในที่ ซึ่งเราก็เก่ง คือเรามีแบบหล่อเหมือนกัน แทนที่จะหล่อในโรงงานแต่เรายกแบบหล่อไปตั้งแล้วเทหล่ออยู่ในที่ก่อสร้างเลยก็ได้ หรือจะหล่อเป็น Precast ช่างๆ แล้วยกขึ้นมาประกอบก็ได้ หรือจะหล่อเป็นอุโมงค์เลยก็ได้ มีหลายเทคนิค ซึ่งเรื่องเหล่านี้จะเป็นเชิงกระบวนการ(Method) ล้วนๆว่าเราจะต้องทำอะไรกันบ้าง

5. ในแต่ละขั้นตอนได้คำนึงถึงระบบก่อสร้างขึ้นส่วนสำเร็จรูปอย่างไรบ้าง และมีข้อแตกต่างในการออกแบบกับโครงการทั่วไปอย่างไร

จากคำถามข้อ 4 คือ ส่วนธุรกิจ(Business) และส่วนพัฒนาแบบ(Design Develop) สถาปนิกจะทำงานร่วมกับวิศวกร ความยากของส่วนนี้คือการออกแบบจากสถาปนิกอย่างเดียวแล้วส่งต่อไปให้วิศวกร จะทำไม่ค่อยได้คงเพราะเราคิดว่าสถาปนิกนำ แล้วส่งต่อไปให้วิศวกรไปทำเลยให้เป็นรูปร่างขึ้นมาให้สมจริง กระบวนการนี้จะเป็นแบบดั้งเดิม(Conventional Method) แต่ถ้าเป็นพรีคาส(Precast) บางทีสถาปนิกก็ไม่ใช่เรื่องเกี่ยวกับข้อจำกัด ใดๆ มาๆ ในช่วงพัฒนาแบบ(Design Develop) จะต้องมีวิศวกรเข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น โครงสร้าง(Structure) แบบนี้อยู่ไม่ได้ผนังหนาบางเท่าไรๆ เป็นต้น งานระบบจะต้องฝังทุกอย่างเสร็จสรรพในคราวเดียวไม่มีมาเดินท่อ ซึ่งวิศวกรต้องเข้ามาแต่แรก เช่น จำเป็นต้องใส่ท่อตรงนี้ ต้องเว้าแผ่นนี้ออก เป็นต้น ดังนั้นการพัฒนาแบบ(Design Develop) จึงจะค่อนข้างเป็นทีม ที่บอกว่าเป็นกลุ่มใหญ่ๆ มีทั้งสถาปนิกและวิศวกรอยู่ด้วยกัน จะมีทั้งวิศวกรโครงสร้างและวิศวกรงานระบบ ยังมีวิศวกรที่ว่าด้วยเรื่องพรีคาส(Precast) ล้วนๆ โครงสร้างอาจจะเรียบบ่อย อาจจะบอกว่ามีความหนาและความกว้างแบบนี้ แต่เดี่ยวพอเป็นพรีคาส(Precast) ล้วนๆ จะต้องลงรายละเอียด(Detail) เกี่ยวกับการเสริมเหล็กรับแรงในเนื้อแผ่นเลย ซึ่งจะใช้โปรแกรม(Soft ware) ที่มันควบคุมโรงงาน ทำให้มีความซับซ้อน วิศวกรจะคำนึงถึงขนาดของแผ่น การขนส่ง การยก การประกอบ รายละเอียดของรอยต่อ(Joint) และอะไรต่างๆเยอะเยอะ การเจาะช่อง การเสริมเหล็กภายใน และจบงาน(Production) ของแบบในเชิงของโปรแกรมตัวหนึ่งที่เป็น 3มิติ ซึ่งเครื่องจักรจะอ่านออกและมันจะไปดูว่ามี Plotter ยักษ์ คือต้องมีโปรแกรมตัวหนึ่งตรงนี้ มีบ้านจริงๆเป็น 3 มิติใส่เข้าไป แล้วเครื่องจะดูออกแล้วไปบังคับ

Plotter เขียนแบบแล้วจะมาตั้งแบบ ซึ่งโรงงานใหม่ของเรามีหุ่นยนต์คอยวางแบบให้ด้วย สมมุติว่าเป็นโต๊ะยาวๆ โอคเคอเขียนเส้นร่าง(Plot) ลงมาหุ่นยนต์จะเอาที่เหล็กกันแบบข้าง(Shutter) วางให้เสร็จสรรพโดยไม่ต้องใช้คน เหล็กกันแบบข้าง(Shutter) จะมีความหนาขึ้นมา หุ่นยนต์จะบังคับให้เอาเหล็กตะแกรง(wide mesh) มาลงเอาที่ต่างๆมาวาง แล้วเทปูนแล้วปั้น เอาไปบ่มก่อน ซึ่งมันจะเกี่ยวกับ Software ตัวหนึ่ง เป็นวิศวกรรมพรีคาส(Precast) ที่ดูแล แตกต่างจากระบบทั่วไป เพราะแบบจะตีกลับไปกลับมาแล้วมันมีข้อจำกัดการก่อสร้างซึ่งต้องมาคำนึงถึงเป็นระยะๆ ทุกอย่างต้องเข้ามาครั้งเดียวเสร็จ(Compact) จะเพิ่มเติมทีหลังไม่ได้ จะขอเพิ่มไปอีกดวง สกัดเพิ่มหน่อยไม่ได้ทั้งนั้น ท่อทั้งหลายระบายน้ำที่ไหนช่องทุกระยะเสร็จหมด ช่วงออกแบบจะละเอียดมาก ใช้เวลาเยอะ แต่หลังจากนั้นคือการผลิต(Manufacturing) ขนส่ง และประกอบเท่านั้นเอง บางอย่างที่ซับซ้อนก็ต้องคิดถึงกระบวนการด้วย เช่น ยืนยันว่ายังไงก็จะเอาผนังสูง ก็ต้องคิดเรื่องลำดับการประกอบให้ด้วยคือ ข้างไม่สามารถที่จะประกอบไปเรื่อยๆ เช่น แผ่นนี้ไม่ได้ เพราะมันต้องlockกัน อะไอย่างนี้ก็ต้องระบุวิธีการประกอบด้วย เป็นต้น เหมือนเป็นคู่มือการประกอบบ้าน ถ้ามีอะไรที่ซับซ้อนก็ต้องคิดถึงตรงนั้นด้วย ในความจริงจะละเอียดเพราะว่า ตัวโรงงานเอง ก่อนที่จะทำก็ต้องไปสำรวจว่า ที่ตั้งโครงการอยู่ที่ไหน เพราะPrecast ที่หลุดจากโรงงานจะเป็นแผ่นๆ ต้องมีการขนส่ง รถก็จะเป็นเทลเลอร์ยาว ถ้าเป็นซอยเล็กๆก็จะขนส่งไม่ได้ ก็กะกระทบดีไซน์จะเปลี่ยน ทำได้ในข้อจำกัดคือ ต้องเป็นรถเล็ก แผ่นไม่เกิน 3 เมตร ความซับซ้อน(Complicate) จะยุ่งเหยิงในช่วงแรก แล้วพอทำในช่วงผลิตแล้วมันก็จะเรียบร้อย

#### 5.1 วิศวกรรมพรีคาส(Precast) เป็นผู้นำในการทำงานหรือไม่

วิศวกรรมพรีคาส(Precast) จะเป็นปลายทางที่มาเชื่อมต่อการผลิต ซึ่งกระบวนการออกแบบจริงๆอยู่ที่สถาปนิก วิศวกรโครงสร้าง และวิศวกรงานระบบ แต่ยังไงก็ต้องเรียกวิศวกรรมพรีคาส(Precast) เข้ามาร่วม ซึ่งภายหลัง รู้ว่าวิศวกรรมพรีคาส(Precast)เข้ามาช่วงท้ายเกินไปมันก็ไม่ดีคือ ในบางครั้งไม่รู้มาก่อนว่ามันมีเรื่องนี้ เลยต้องมารื้อแบบกันใหม่ ช่วงหลังๆ บอกแบบนี้เลยทำงานที่กลุ่มหนึ่งเลย แต่เราอาจจะออกแบบแนวคิด(Design Concept) มาระดับหนึ่ง แล้วก็เรียกวิศวกรPrecast เข้ามาฟังด้วย เเล้วให้ฟังว่าตอนนี้ระบบแนวคิดของวิศวกรรมมันเป็นแบบนี้ คิดในเรื่องเทคนิคในเชิงการผลิตหรือไม่ สถาปนิกเราก็อยู่ตลอดเพราะสุดท้ายมันเป็นไปได้ว่าในเชิงเทคนิคเป็นไปได้ ยื่นแบบนี้ไม่อยู่ หัดได้ใหม่ สถาปนิกกระทบใหม่ แล้วแก้กลับไปอีกสรุปคือไม่สามารถใช้ระบบสถาปนิกเป็นผู้นำ(Architect lead) แล้วทำงานไปได้เรื่อยๆสุดท้ายแล้ว บางอย่างมีจำกัด แต่ในความเป็นจริงสถาปนิกจะเป็นผู้นำ ช่วงหลังๆ เราจะมีวิธีบูรณาการ คือพอมีแบบถึงระดับวิศวกรรมระดับหนึ่ง มีแบบสถาปัตยกรรมระดับหนึ่ง จะเรียกทุกฝ่ายเข้ามา

หมดเลย นั่งดูแบบด้วยกัน 1 วัน นำเสนอ(Present) เป็น3มิติ ดูเห็นเป็นแผ่นๆ เามาประกอบเป็น  
บ้านแบบไหน ซึ่งโปรแกรม 3 มิติ ในที่สุดจะเปลี่ยน(Transfer) เป็นไฟล์ที่ควบคุมหุ่นยนต์ใน  
โรงงานได้

**บันทึกการสัมภาษณ์** วันพุธที่ 15 สิงหาคม พ.ศ.2555

**สัมภาษณ์** คุณ พงษ์ศักดิ์

**ตำแหน่ง** ผู้จัดการฝ่ายออกแบบ

**คำถาม**

1. กระบวนการทำงานของสถาปนิกตั้งแต่เริ่มกระบวนการจนกระทั่งจบกระบวนการมีอะไรบ้าง
2. ส่วนสถาปนิกพัฒนาแบบ ทำงานโดยวิศวกรโครงสร้าง แล้วสถาปนิกฝ่ายธุรกิจและวิศวกรโครงสร้างมีปรึกษากันบ้างไหม?
3. ทำไมสถาปนิกฝ่ายพัฒนาแบบถึงไม่ออกแบบเอง
4. สถาปนิกฝ่ายธุรกิจทำงานอย่างไร
5. สถาปนิกฝ่ายพัฒนาแบบทำงานอย่างไร
6. พี่พงษ์ศักดิ์ทำหน้าที่อะไรในฝ่ายพัฒนาแบบ
7. สถาปนิกมีปัญหาพบประจำในการทำงานหรือไม่
8. นอกจากปัญหาที่กล่าวมาพบปัญหาอื่นอีกหรือไม่

**เนื้อหาการสัมภาษณ์**

1. กระบวนการทำงานของสถาปนิกตั้งแต่เริ่มกระบวนการจนกระทั่งจบกระบวนการมีอะไรบ้าง  
คล้ายๆตามนี้(แผนงานจากพี่วิวัฒน์) สถาปนิกที่อยู่ในส่วนธุรกิจ มีหน้าที่รวบรวมความต้องการของฝ่ายการตลาด ความต้องการของลูกค้าและความต้องการทางธุรกิจทั้งหมด มาแปลงเป็นแบบร่าง(Conceptual Design) เบื้องต้น(ซึ่งอาจจะทำเอง หรือ Out Source) นี่เป็นส่วนที่ 1 แล้วนำแบบนี้มาคุยกับสถาปนิกในส่วนพัฒนาแบบ(Design Develop) ในส่วนที่ 2 ฝ่ายนี้จะมีหน้าที่ดูว่า แบบนี้มีความเป็นไปได้ในการทำแบบสำหรับการก่อสร้างได้ 100% จริงหรือไม่ ซึ่งฝ่ายนี้จะมีความเชี่ยวชาญมากกว่าเดิม เพราะฉะนั้นจะเป็นการทำงานร่วมกัน หลังจากที่ได้โจทย์มาแล้วเราเอามาพัฒนาแบบ สถาปนิกฝ่าย พัฒนาแบบ(Design Develop)จะทำแบบออกมาชุดหนึ่งเป็นแบบสถาปัตยกรรม เรียกว่าแบบ Design Develop ระหว่างที่ทำ จะต่างกับระบบทั่วไปนิดหน่อยว่า ระหว่างที่ทำได้มีการพูดคุยกับวิศวกรโครงสร้างก่อน เพราะว่าการออกแบบด้วย

ระบบนี้ ต้องคำนึงถึงเรื่องการรับน้ำหนัก เรื่องของโครงสร้างว่าเหมาะสมกับการรับน้ำหนักหรือไม่ จะไม่เหมือนระบบดั้งเดิม(Conventional) ที่สถาปนิกลุยไปได้เลยเพราะมีความรู้อยู่แล้ว แต่ตรงนี้ ความรู้ในส่วนนี้ของสถาปนิกอาจจะยังไม่เชี่ยวชาญพอที่จะออกแบบได้คนเดียวเพราะฉะนั้นต้อง ออกแบบไปพร้อมๆ กับวิศวกร เรียกว่าเป็นการทำงานร่วมกันตั้งแต่การออกแบบร่าง(ส่วนพัฒนา แบบ(Design Develop) ในส่วนที่ 2 หลังจากทีสถาปนิกในส่วนธุรกิจ ส่งงานมาแล้วจะรอ งานจากสถาปนิกส่วนพัฒนาแบบ(Design Develop) ชักพักหนึ่ง เพื่อให้ ทำงานไปได้ถึงระดับ หนึ่ง แล้วนำกลับมาเสนออีกแบบหนึ่งว่าตรงตามที่เค้าวางไว้หรือไม่ อาจจะมีการปรับบ้าง เนื่องจากรูปแบบของโครงสร้างมันไม่ตรงกับที่อยากได้ หรืออาจจะมีการเปลี่ยนแปลงขนาดวงกบประตู หน้าต่างซึ่งเรามีมาตรฐานอยู่ ฝ่ายธุรกิจจะไม่ค่อยรู้ในเรื่องของมาตรฐาน แต่ในฝ่ายพัฒนาแบบ จะรู้ในเรื่องของมาตรฐานของข้อกำหนดของการผลิตไม่ว่าจะเป็นเรื่องของขนาดประตูหน้าต่างที่เป็นมาตรฐาน ขนาดความหนาของแผ่น ขนาดความสูงของแผ่นที่เป็นมาตรฐาน พวกนี้สถาปนิก ที่อยู่ฝ่ายพัฒนาแบบ จะต้องมีความรู้เบื้องต้นตรงนี้ก่อนแล้วเค้าก็จะเอาแบบร่าง (Conceptual Design) มาปรับเป็นแบบที่มีการทำงานร่วมกับวิศวกรแล้ว มีการทำงานร่วมกันครั้งหนึ่งก่อน ยัง ไม่ 100% จนได้แบบที่เป็น Design Develop จริงแล้ว ค่อยมานั่งคุยกัน 2 ฝ่าย หลังจากนั้นจะ ส่งแบบชุดนี้กระจายไปให้กับวิศวกร จะมีอยู่ 3 ส่วนด้วยกันคือ 1.โครงสร้าง จะออกแบบในเรื่อง ของงานโครงสร้างทั้งหมดไม่ว่าจะเป็นเรื่องของคาน พื้น การใส่เหล็กในผนัง การแบ่งแผ่น ฐาน ราก ระหว่างที่วิศวกรโครงสร้างทำงานไป วิธีการทำงานของเราจะมีวิศวกรอีกกลุ่มหนึ่ง เรียกว่า PED(Precast Element Design) กลุ่มนี้จะเอาแบบของสถาปนิก ที่ทำเสร็จเอามาทำโปรแกรม All Plan Design All Plan Design คือแบบสำหรับการผลิตแผ่นโดยจะมีโปรแกรม All Plan รูปแบบคือแบบสถาปัตยกรรมจะเป็น 2 มิติ ส่วนรูปแบบAll Plan จะเขียนเป็น 3 มิติ เพื่อ ประโยชน์ในการเห็นเรื่องของขนาดแผ่นที่จะต้องแบ่งว่า 1 ชั้น จะมีแผ่นกี่แผ่น ขนาดแต่ละแผ่น เท่าไหร่ มีช่องเปิดเท่าไร จะใส่ช่องไฟจุดใดของแผ่นนี้ จะใส่ท่อน้ำจุดใดของแผ่นนี้ ทั้งหมดจะถูก ออกแบบด้วยโปรแกรม All Plan ที่นี้พอทั้ง 2 ทางทำงานไปได้ชักพักหนึ่งจนเสร็จก็จะนำแบบมา รวมกัน นำเอาแบบโครงสร้างที่ทางวิศวกรโครงสร้างออกแบบไว้ เอาแบบ All Plan ที่ทาง PED ออกแบบไว้ เอามารวมกัน เพราะ All Plan จะไม่มีคานแต่วิศวกรโครงสร้างจะมีคาน มีฐานราก พอเอามาประสานกัน นี้แหละคือ แบบสำเร็จรูป แบบทั้งหมดก็จะแยกเป็นแบบ เพราะฉะนั้นแบบ ทั้งหมดของระบบการก่อสร้างแบบนี้จะมีอยู่ จริงๆที่ไม่ได้พูดถึงเรื่องไฟฟ้ากับประปา ไฟฟ้ากับ ประปาก็จะเหมือนโครงสร้างคือทำงานพร้อมกัน เพราะฉะนั้นแบบของวิศวกรจะมี 4 ชุดคือ 1. โครงสร้าง 2. ไฟฟ้า 3.สุขาภิบาล 4.All Plan และชุดที่สถาปนิกขาดไม่ได้คือ แบบสถาปัตยกรรม



คือแบบสำหรับก่อสร้าง มีระบุวัสดุทั่วไปเหมือนแบบที่เราทำกัน เพราะฉะนั้นชุดแบบจะมีทั้งหมด 5 ชุด การใช้งานแบบ 5 ชุดเนี่ย แบบชุดที่ 1-4 จะถูกส่งไปให้ฝ่ายก่อสร้าง ฝ่าย Estimate เพื่อคำนวณต้นทุนของวัสดุทั้งหมด ก่อสร้างก็จะเก็บแบบนี้ไว้ว่าตอนก่อสร้างนี้เราจะใช้อย่างไร ชุด All Plan จะถูกส่งไปที่โรงงานผลิต โรงงานจะเอาแบบชุดนี้เข้าโปรแกรมผลิต โปรแกรมจะรันออกมาตามขนาดที่ระบุไว้ในโปรแกรม ซ้ำเข้าไปนิดหน่อยคือ พอแบบชุดนี้เสร็จทุกคนรวมถึงสถาปนิกฝ่ายธุรกิจ จะมีขั้นตอน Co-Design คือ จะ Export ออกมาเป็น Sketch Up จะทำออกมาเพื่อดูว่าโครงการเมื่อผลิตจริงๆ แล้วรูปแบบจะเป็นอย่างไร และจะมีการทำ Co-Design คือนั่งคุยกัน ถกกันว่า แบบนี้เกิดขึ้นแบบนี้โอเคไหม ถ้าไม่โอเคยังไง ปรับหรือไม่ จนจบ ถ้าผิดก็แก้ไข เพิ่มเติมก็แก้ไข แล้วก็ส่งไปตามที่บอก ชุดแรกส่งไป Estimate ชุดนี้ส่งไปโรงงานผลิต ก่อนส่งต้อง Co-Design กันก่อน แล้วก็ผลิต พอผลิตเสร็จแล้วถึงจะมาเข้าตอนนี้ ตัดตั้งบ้านตัวอย่าง พอเสร็จทุกคนก็ไปดูกัน Evaluation เรียกว่าขั้นตอนตรวจบ้านตัวอย่าง อันนี้จะมีฝ่ายก่อสร้างเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย ซึ่งฝ่ายก่อสร้างก็เป็นคนของพวกเราอยู่นี่งาน มาดูกันว่าของจริงมีปัญหา ไม่มีปัญหาอะไรแก้ไข? ถ้าไม่แก้ก็ผลิตชุดจริงที่เหลืออีก 400-500 ยูนิตเหมือนเดิม แต่ถ้าแก้ก็แก้ก่อน แล้วค่อยผลิตชุดบ้านขาย นี่คือกระบวนการออกแบบและผลิต

2. สถาปนิกฝ่ายพัฒนาแบบทำงานโดยปรึกษาศิลปินโครงสร้าง แล้วสถาปนิกฝ่ายธุรกิจและวิศวกรโครงสร้างมีปรึกษากันบ้างไหม?

มีคุยด้วย คือ ที่ส่งแบบมาเสร็จแล้วเค้าจะให้เรามาคูกับโครงสร้าง แล้วเราจะชวนเค้ามาคุยกัน เพราะจะมีการตัดสินใจว่า เค้าจะเอาหรือไม่เอา เช่น บางทีบอกว่าต้องมีคานที่ระดับนี้ ตรงนี้ ความลึกเท่านี้แหละที่สถาปนิกฝ่ายธุรกิจต้องตัดสินใจ

3. ทำไมสถาปนิกฝ่ายพัฒนาแบบถึงไม่ออกแบบเอง

ออกแบบไม่ได้ เพราะสถาปนิกฝ่ายพัฒนาแบบ จะไม่มีความใกล้ชิดกับส่วนธุรกิจ คือเราจะแยกแผนก (Party) กัน คือ สถาปนิกฝ่ายพัฒนาแบบจะทำในส่วนของบริษัทพัฒนา (ส่วนกลาง) แต่สถาปนิกฝ่ายธุรกิจจะแยกเป็นแต่ละหน่วยธุรกิจ (Business Unit) คือเราจะมีหน่วยธุรกิจประมาณ 11-12 หน่วย ซึ่งแต่ละหน่วย จะมีความเชี่ยวชาญในเรื่องของการตลาดที่ต่างกัน เช่น หน่วยที่ 1 จะเชี่ยวชาญทาวน์เฮาส์ หน่วยที่ 2 เชี่ยวชาญบ้านเดี่ยว หน่วยที่ 3 เชี่ยวชาญคอนโด เพราะฉะนั้นจะมีความเชี่ยวชาญการตลาดต่างกัน แต่ฝ่ายพัฒนาแบบจะไม่ยุ่งกับเรื่องการตลาดมาก เราจะมุ่งที่เรื่องของมาตรฐานการผลิต มาตรฐานการออกแบบ เพราะฉะนั้นเราจะแยกกันทำงาน สถาปนิกจะมี 2 กลุ่ม

#### 4. สถาปนิกฝ่ายธุรกิจทำงานอย่างไร

สถาปนิกที่อยู่ส่วนธุรกิจ ทำหน้าที่ประสานงานกับฝ่ายการตลาด ส่วน Out source จะเป็นกรณีเฉพาะ ซึ่งไม่ได้ Out source ทุกงาน ส่วนความเข้าใจเกี่ยวกับ Precast สถาปนิกส่วนธุรกิจ จะมีความรู้ส่วนหนึ่งแต่ไม่ต้องถึงกับ 100% เพราะว่าเรามีส่วนกลาง ที่ทำงานมีความเชี่ยวชาญเฉพาะด้านอยู่แล้ว ซึ่งสถาปนิกส่วนธุรกิจ จะต้องเป็นคนที่มีประสบการณ์และความรู้ทางด้านการตลาด การจัดการอีกส่วนหนึ่งแต่ไม่ต้อง 100% เช่นกัน จะเป็นคนประสานระหว่างคนที่ไม่เป็นสถาปนิกเลยกับคนที่เป็นสถาปนิกออกแบบ จะเป็นคนกลางๆ อาจจะไม่จำเป็นต้องเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบมาก แต่ต้องมีความรู้ด้านการตลาดด้วย

#### 5. สถาปนิกฝ่ายพัฒนาแบบทำงานอย่างไร

มีสถาปนิกหมดมีทุกรุ่นเลย กลุ่มนี้จะมีเยอะ 20-30 คน มีตั้งแต่ระดับสามัญจนถึงไม่มีใบอนุญาต ซึ่งจำนวนสถาปนิกในแต่ละระดับ จะเหมือนกับในบริษัทออกแบบทั่วไป คือเป็นสามเหลี่ยม จะมีหัวหน้าและ เฉลี่ยที่ดูเด็กๆลงมา ส่วนใหญ่จะเฉลี่ยๆส่วนสถาปนิกที่เข้ามาใหม่ ความรู้ความเข้าใจในการทำงานน้อย โดยจะมีพี่เลี้ยงในช่วงแรก จนเชี่ยวชาญค่อยๆ เติบโต เรียนรู้ไปเรื่อยๆ ทำงานไปเรื่อยๆ ด้วยระบบนี้ มันจะเกิดการเรียนรู้และเติบโต (Learning & Growth) ใช้เวลาเฉลี่ย 1 ปีจะทำงานได้ 2 ปีจะเริ่มมีความเชี่ยวชาญ 3 ปีจะชำนาญ ซึ่งฐานสามเหลี่ยมไม่ค่อยลาออก แต่กลุ่มตรงกลางและข้างบนจะออกเยอะ จริงๆ ข้างบนก็น้อย ตรงกลางจะมาก เพราะพอทำงานไปได้ระดับหนึ่ง คนเราทุกตำแหน่งทุกวิชาชีพ ต้องการความก้าวหน้า ต้องการอะไรหลายๆ อย่าง ซึ่งพอยิ่งขึ้นสูงตำแหน่งยิ่งลดลง ประกอบกับความเชี่ยวชาญประสบการณ์การทำงานเยอะแล้วทำให้ 1.สามารถเป็นตัวเลือกให้กับที่อื่นๆ 2.มีบางคนที่ทำไปชักพอกมีความเชี่ยวชาญถ้าไม่เติบโตต่อไปหรือไม่ได้ย้ายงาน อาจจะไม่อยากเปลี่ยนสายอาชีพ มีบางคนที่ไม่ไปศึกษาเรียนรู้เพิ่มเติม แล้วเปลี่ยนกลุ่มไปอยู่ฝั่งธุรกิจก็มี เพราะฉะนั้นฐานสามเหลี่ยมจะเริ่มแคบลง ทำให้เกิดปัญหาการส่งต่อความรู้ คือไม่ทันในบางจังหวะที่มีคนออกมากกว่าคนเข้า จะเกิดภาวะเรียกว่า ภาวะสูญญากาศของวิชาชีพ ทำให้คนที่มีความเชี่ยวชาญน้อยไม่ทันความต้องการของตลาด

#### 6. พี่พงษ์ศักดิ์ทำหน้าที่อะไรในฝ่ายพัฒนาแบบ

พี่เป็นผู้จัดการ (Manager) ของทีมพัฒนาแบบ ในกลุ่มบ้านเดี่ยว (ซึ่งเรายังมีฝ่ายพัฒนาแบบในกลุ่มทาวน์เฮาส์ คอนโด มีทั้งหมด 3 กลุ่ม) แต่ทั้ง 3 กลุ่มทำงานคล้ายๆ กัน โดยสถาปนิก 20-30คนจะเฉลี่ยๆอยู่ในกลุ่มนี้

#### 7. สถาปนิกมีปัญหาคบประจำในการทำงานหรือไม่

มี ปัญหาที่เจอประจำคือ ความต้องการของฝ่ายธุรกิจมีความไม่แน่นอน เพราะว่าพอทำงานไปถึงจุดหนึ่งประมาณ 60-70% อยู่ๆ ฝ่ายธุรกิจอาจจะเปลี่ยนทำให้เราต้องกลับไปเริ่มใหม่ที่ 0 หรือ 10% ทำๆกันไปอยู่เกิดเปลี่ยนความต้องการ เช่น จากบ้าน 3 ชั้น เปลี่ยนเป็น 2 ชั้น หรือเปลี่ยนมาเป็นบ้านเดี่ยวก็มี นี่คือนปัญหาที่ฝ่ายพัฒนาแบบเจอตลอด คือ การเปลี่ยนแปลงความไม่ชัดเจน และความไม่แน่นอน

#### 8. นอกจากปัญหาที่กล่าวมาพบปัญหาอื่นอีกหรือไม่

เราไม่ค่อยมีอำนาจในการตัดสินใจในการออกแบบทั้งหมด เพราะว่ามันไม่เหมือนบริษัทออกแบบที่สามารถทำได้เลย แต่เราต้องดูหลายเรื่อง เช่น มาตรฐาน ความต้องการของการตลาดของฝ่ายธุรกิจ ทำให้เราไม่มีอิสระในการออกแบบเท่าที่ควร นี่คือนปัญหา แต่ก็เป็นที่ที่เป็นบริษัทอสังหาริมทรัพย์ คือสถาปนิกที่เข้ามาสู่วิชาชีพพวกนี้ต้องยอมรับว่า เราไม่ได้เป็นเบอร์ 1 ในด้านความคิดเห็นในการออกแบบ เราต้องเป็นคนประสานทุกอย่างเข้ามาด้วยกัน นี่คือนหน้าที่ของสถาปนิกที่อยู่ในบริษัทอสังหาริมทรัพย์

**บันทึกการสัมภาษณ์** 19 มิถุนายน 2555  
**สัมภาษณ์** คุณ คมศักดิ์ อนุทินมณี  
**ตำแหน่ง** Production Engineer Supervisor  
**คำถาม**

1. ในการทำงานมีปัญหาอะไรบ้าง
2. ในแบบที่เห็นทำไมถึงมีเหล็กเสริมยื่นเกินออกมา
3. เหล็กตะแกรงเสริมที่เกินออกมาต้องทำอย่างไร
- 4.ผนังควรกว้างอย่างน้อยเท่าใด ถึงจะพอดีกับเหล็กตะแกรงเสริม

### เนื้อหาการสัมภาษณ์

1. ในการทำงานมีปัญหาอะไรบ้าง

ปัญหาที่พบส่วนใหญ่คือ แบบหล่อช่องเปิดหน้าต่าง เพราะแบบหล่อมีระยะที่ใกล้เคียงกันมาก ทำให้เลือกใช้ลำบาก และแบบหล่อมีรูปร่างที่ใกล้เคียงกันทำให้แบบหล่อหน้าต่างมีจำนวนมาก ทำให้เสียที่เก็บแบบหล่อจำนวนมาก รวมถึงแบบหล่อบางขนาดใช้ไม่กี่ครั้งก็ไม่ได้ใช้อีกทำให้แบบหล่อที่มีเยอะไปหมด รวมถึงผนังที่บางครั้งแคบมากทำให้ผลิตรายาก

2. ในแบบที่เห็นทำไมถึงมีเหล็กเสริมยื่นเกินออกมา

เหล็กที่ยื่นเกินออกมาคือ เหล็กตะแกรงเสริม เกิดจากเครื่องจักรไม่สามารถผลิตให้เล็กกว่านี้ได้ โดยเครื่องสามารถผลิตเหล็กเสริมได้แคบที่สุด 0.50 เมตร

3. เหล็กตะแกรงเสริมที่เกินออกมาต้องทำอย่างไร

เหล็กตะแกรงเสริมที่เกินออกมาต้องใช้คนงานตัดออก เพราะเป็นส่วนเกิน โดยการตัดจะต้องตัดก่อนที่เทคอนกรีต

- 4.ผนังควรกว้างอย่างน้อยเท่าใด ถึงจะพอดีกับเหล็กตะแกรงเสริม

ผนังจริงๆ แล้วควรกว้างอย่างน้อย 0.55 เมตร เพราะนอกจากเหล็กเสริมที่ทำได้เล็กที่สุด 0.50 เมตรแล้ว ยังต้องเผื่อระยะระหว่างเหล็กเสริมกับขอบผนังด้านนอก

## ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ชื่อ นายรณกร ชมธัญกาญจน์

เกิด วันที่ 31 ตุลาคม พ.ศ.2531

### การศึกษา

- ระดับประถมศึกษา โรงเรียนชายเวทย์ศึกษา จังหวัดกรุงเทพมหานคร
- ระดับมัธยมศึกษา โรงเรียนวัดสุทธิวราราม จังหวัดกรุงเทพมหานคร
- ระดับอุดมศึกษา คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- เข้าศึกษาหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต การจัดการสถาปัตยกรรม  
สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2555