ระบบประสานทางพิกัด : โครงการพัฒนาชุมชนพหลโยธิน47

Modular System : Community Development of Phaholyothin 47

กำพล อินภิชัย

KAMPOL INPICHAI

วิทยานิพนธ์ทางสถาปัตยกรรม
หลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีปทุม
ปีการศึกษา 2560

ระบบประสานทางพิกัด : โครงการพัฒนาชุมชนพหลโยธิน47

Modular System : Community Development of Phaholyothin 47

กำพล อินภิชัย

KAMPOL INPICHAI

วิทยานิพนธ์ทางสถาปัตยกรรม
หลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีปทุม
ปีการศึกษา 2560

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ระบบประสานทางพิกัด โครงการพัฒนาชุมชนพหลโยธิน47
ชื่อนักศึกษา	กำพล อินภิชัย
หลักสูตร	สถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต
ปีการศึกษา	2560
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ทนงศักดิ์ รัตนสุคนธ์

คณะกรรมการดำเนินงานวิทยานิพนธ์

ประธานคณะกรรมการ	
อาจารย์ ธีรบูลย์ ฉลองมณีรัตน์	
คณะกรรมการตรวจวิทยานิพนธ์	
คณะกรรมการอาจารย์ที่ปรึกษา	คณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ
อาจารย์ ทนงศักดิ์ รัตนสุคนธ์	
อาจารย์ ณัฐวุฒิ อัศวโกวิทวงศ์	
อาจารย์ ภาวิณ สุทธินนท์	

โดยคณะกรรมการตรวจวิทยานิพนธ์ได้พิจารณาให้ความเห็นชอบและผ่านการสอบแล้ว

เมื่อวันที่ 13 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2560 ~~2561~~

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์รับรองแล้ว

.....

(อาจารย์ ธีรบูลย์ ฉลองมณีรัตน์)

คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

วันที่ 17 เดือน มี.ค. พ.ศ 2561

หัวข้อวิทยานิพนธ์ : ระบบประสานทางพิกัด โครงการพัฒนาชุมชนพหลโยธิน47
ชื่อนักศึกษา : กำพล อินภิชัย
อาจารย์ที่ปรึกษา : อาจารย์ ทนงศักดิ์ รัตนสุคนธ์
หลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรม
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ปีการศึกษา 2560

บทคัดย่อ

มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหลักการออกแบบอาคารด้วยระบบประสานทางพิกัด ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลชิ้นส่วนสำเร็จรูป และวัสดุก่อสร้างสำเร็จรูปอื่น ๆ ตลอดจนการวิเคราะห์หาแนวทางการออกแบบงานก่อสร้างห้องชุดด้วยระบบประสานทางพิกัด ส่วนข้อมูลวัสดุก่อสร้างนั้นจะเลือกพิจารณาเฉพาะชนิดที่สามารถออกแบบให้เข้าระบบประสานทางพิกัดได้ โดยแบ่งการเก็บข้อมูลเป็นกลุ่มของระบบก่อสร้างอาคาร4 ระบบ ได้แก่ ระบบโครงสร้าง ระบบพื้น ระบบผนัง และระบบเพดาน ผลการศึกษาแนวทางการออกแบบ จะเป็นคำตอบให้กับวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

โดยมีบทสรุปตามขั้นตอนการศึกษาในแต่ละบทตามลำดับ กล่าวคือ เริ่มจากศึกษาหลักการออกแบบเป็นเบื้องต้น จากนั้นจึงศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลชิ้นส่วนและวัสดุสำเร็จรูปตามระบบก่อสร้างที่กำหนด แล้วจึงนำไปวิเคราะห์หาแนวทางการออกแบบ ซึ่งสามารถสรุปตามประเด็นที่เกี่ยวข้องได้ดังนี้ คือ ด้านกฎหมาย จะได้พื้นที่ห้องชุด 1 ห้องขนาดเล็กที่สุดคือ 40พ x 60พ สูง 26พ และมีพื้นที่น้อยสุด 24 ตรม. ด้านขนาดพื้นที่ใช้สอยอาคารสามารถสรุปได้ถึงหน่วยพิกัดแผนผังร่วม คือ มีระยะของพื้นที่ใช้สอยทั้งความกว้างและความยาวเป็นอนุกรมพิกัดทวีคูณจากหน่วยคูณพิกัด 3พ เป็นทางเลือกในการออกแบบพื้นที่ต่าง ๆ ภายในห้องชุดโดยอ้างอิงจากเกณฑ์มาตรฐานพื้นที่ใช้สอยของการเคหะแห่งชาติ ซึ่งมีพื้นที่รวมเท่ากับขนาดต่ำสุดของกฎหมาย คือ 24 ม ตรม. ด้านขนาดชิ้นส่วนวัสดุสำเร็จรูป จะได้ตารางพิกัดแผนผังในแนวระดับ 1พ’ = 3พ และตารางพิกัดแผนผังในแนวดิ่ง 1พ” = 2พ ซึ่งเป็นระยะน้อยสุดที่ใช้ในการออกแบบแผนผัง โดยเพิ่มขึ้นได้เป็นอนุกรมพิกัดทวีคูณจากหน่วยที่กำหนดไว้ โดยทั้งหมดที่กล่าวมานี้ จะนำไปใช้ในการออกแบบบ้านแถวด้วยระบบประสานทางพิกัด

โดยสรุปแล้ว การวิจัยในเรื่องนี้จะได้แนวทางในการออกแบบงานก่อสร้างบ้านแถวด้วยระบบประสานทางพิกัด ที่อาศัยชิ้นส่วนสำเร็จรูป ร่วมกับวัสดุก่อสร้างสำเร็จรูปอื่นที่มีจำหน่ายในท้องตลาด และแบบห้องชุดตัวอย่างที่ออกแบบด้วยระบบประสานทางพิกัด โดยมีขนาดพื้นที่เล็กที่สุดตามกฎหมาย และขยายขนาดอาคารเพิ่มตามลำดับของอนุกรมพิกัด

กิตติกรรมประกาศ

ความสำเร็จของการศึกษาวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ ข้าพเจ้าได้รับการสนับสนุนและความช่วยเหลือในการดำเนินงานวิทยานิพนธ์ ทั้งในส่วนภาคการศึกษาข้อมูลและพระออกแบบจากบุคคลและหน่วยงานต่างๆที่เกี่ยวข้อง ซึ่งข้าพเจ้าขอขอบคุณในความเมตตากรุณา การเสียสละที่มีต่อข้าพเจ้าตลอดเวลาในการศึกษาและออกแบบวิทยานิพนธ์ทางสถาปัตยกรรม จนสำเร็จลุล่วงเป็นผลงานวิทยานิพนธ์การออกแบบสถาปัตยกรรมศาสตร์ที่สมบูรณ์ ดังนี้

คณะกรรมการ

อาจารย์ ทนงศักดิ์ รัตนสุคนธ์ สำหรับคำแนะนำ

สารบัญ

หน้าที่

บทคัดย่อ.....ง

กิตติกรรมประกาศ.....จ

สารบัญ.....ฉ

สารบัญตาราง.....ช

สารบัญรูป.....ฌ

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาของโครงการ.....1

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....2

1.3 ประโยชน์ที่มีต่องานสถาปัตยกรรม.....2

1.4 ขอบเขตของการศึกษาวิทยานิพนธ์.....2

1.5 แผนการดำเนินงานวิทยานิพนธ์ทางสถาปัตยกรรม.....3

1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับของการศึกษาวิทยานิพนธ์.....3

บทที่ 2 การศึกษาแนวทางและความเป็นไปได้ของโครงการ

2.1 ภาพรวมของกรุงเทพมหานคร.....4

2.1.1 บริบทของกรุงเทพมหานคร.....4

2.1.2 ความหนาแน่นของประชากรในกรุงเทพมหานคร.....4

2.2 การออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปโดยคำนึงถึงระบบประสานพิกัด.....5

2.3 วัตถุประสงค์หลักของระบบพิกัด.....5

2.4 หลักการขั้นพื้นฐานของการประสานทางพิกัดดังนี้.....6

2.5 การพิจารณาระบบประสานพิกัด.....7

2.6 วิธีการออกแบบโดยใช้ระบบประสานพิกัด.....7

2.6.1 การวางผังและการออกแบบในกรณีต่าง ๆ.....8

2.6.2 การออกแบบส่วนประกอบพิกัด 8

สารบัญ(ต่อ)

หน้าที่

2.7 ระบบโครงสร้างรูปแบบต่าง ๆ.....11
2.7.1 ระบบโครงสร้างผนังรับน้ำหนัก.....11
2.7.2 ระบบเสาและคาน.....14
2.7.3 ระบบเสาและแผ่นพื้น.....15
2.7.4 ระบบกล่อง.....16
2.8 การพิจารณารูปแบบเทคโนโลยีการก่อสร้างที่นำมาใช้.....17
2.8.1 พิจารณาความมั่นคงของอาคาร.....17
2.8.2 พิจารณาออกแบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป.....17
2.9 การออกแบบอาคารสำเร็จรูป.....18
2.9.1 หลักเกณฑ์การพิจารณาการออกแบบ.....18
2.9.1.1 น้ำหนักบรรทุก.....18
2.9.1.2 ขั้นตอนการก่อสร้าง.....19
2.9.1.3 ระยะเวลา.....20
2.9.1.4 เสถียรภาพโครงสร้าง.....20
2.9.2 ขั้นตอนการออกแบบอาคารสำเร็จรูป.....20
2.9.2.1 รูปแบบความมั่นคงแข็งแรงของอาคาร.....21
2.9.2.2 การออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป.....21
2.9.2.3 การพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อน.....22

บทที่ 3 การศึกษาและสรุปทฤษฎีที่ใช้ในการออกแบบ

3.1 รายละเอียดวัสดุก่อสร้างสำเร็จรูปต่าง ๆ.....23
3.1.1 ระบบผนัง.....23
3.1.2 ระบบพื้น.....25
3.1.3 ระบบฝ้าเพดาน.....27
3.2 วิเคราะห์ขนาดชิ้นส่วนวัสดุสำเร็จรูป.....28
3.3 ผลการวิเคราะห์ขนาดชิ้นส่วนวัสดุสำเร็จรูป.....30
3.4 ตารางพิกัดแผนผังที่ใช้ออกแบบ.....32
3.5 นำเสนอต้นแบบที่ได้จากทฤษฎีในการออกแบบด้วยระบบModular.....34

สารบัญ(ต่อ)

หน้าที่

บทที่ 4 การวิเคราะห์เกณฑ์และแนวความคิดในการออกแบบ

4.1 ลักษณะเนื้อที่ว่าง.....37
4.2 ประสิทธิภาพงานระบบไฟฟ้า.....42
4.2.1 หม้อแปลงไฟฟ้า.....42
4.2.2 ตู้จ่ายไฟหลัก.....42
4.2.3 แผงวงจรย่อย.....43
4.2.4 ระบบไฟฟ้าสำรอง.....43
4.2.5 ระบบไฟฟ้าฉุกเฉิน.....43
4.3 ประสิทธิภาพการป้องกันอัคคีภัย.....44
4.4 ประสิทธิภาพระบบสุขาภิบาล.....45

บทที่ 5 การสรุปผลและบทสรุปของโครงการ

5.1 สรุปที่ว่างเพื่อการใช้สอยของโครงการ.....46
5.2 สรุปพื้นที่การใช้สอยของโครงการและการกำหนดวางผัง.....47
5.3 กระบวนการดำเนินงานออกแบบ.....48
5.4 ผลงานการออกแบบ.....54
บรรณานุกรม.....68
ประวัติผู้เขียน.....69

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้าที่**

2.1 ความหนาแน่นของประชากรเมือง……..……..……4
3.1 การเปรียบเทียบวัสดุโครงสร้าง……...……...……..……23
3.2 แสดงการเปรียบเทียบวัสดุตกแต่ง (วัสดุแผ่นใหญ่) ในระบบผนัง...……..……..……24
3.3 แสดงการเปรียบเทียบวัสดุตกแต่ง (วัสดุบุผนัง) ในระบบผนัง.....……..……..……24
3.4 แสดงการเปรียบเทียบวัสดุโครงสร้าง (แผ่นพื้นสำเร็จรูป) ในระบบพื้น.....25
3.5 แสดงการเปรียบเทียบวัสดุตกแต่ง (วัสดุปูพื้น) ในระบบพื้น.....26
3.6 แสดงการเปรียบเทียบวัสดุตกแต่ง (วัสดุบุเพดาน) ในระบบฝ้าเพดาน.....27
3.7 แสดงการวิเคราะห์ขนาดชิ้นส่วนวัสดุสำเร็จรูปในระบบผนัง.....28
3.8 แสดงการวิเคราะห์ขนาดชิ้นส่วนวัสดุสำเร็จรูปในระบบพื้น.....29
3.9 แสดงการวิเคราะห์ขนาดชิ้นส่วนวัสดุสำเร็จรูปในระบบฝ้าเพดาน……30
3.10 แสดงการเปรียบเทียบขนาดพิกัดร่วมของชิ้นส่วนวัสดุสำเร็จรูปในระบบต่างๆ.....31

สารบัญภาพ

รูปภาพที่ **หน้าที่**

2.1 รอยต่อของชิ้นส่วนผนังกับชิ้นส่วนผนัง……9
2.2 รอยต่อของชิ้นส่วนผนังกับกำแพงก่ออิฐ……9
2.3 รอยต่อของชิ้นส่วนผนังกับ Light- weight Concrete Block……10
2.4 ขนาดชิ้นส่วนผนังกับคอนกรีต……10
2.5 รูปแสดงส่วนประกอบของผนังหน้ารูปแบบต่าง ๆ……11
2.6 ระบบแผ่นผนังรับน้ำหนักซึ่งวัดขนาดของชิ้นส่วนตามหลักการประสานทางพิกัด……12
2.7 ระบบโครงสร้างแบบ Long-wall (ระบบผนังตามยาว)……12
2.8 การวางโครงสร้างรับน้ำหนักแบบ Long-well (ระบบผนังตามยาว)……13
2.9 ระบบโครงสร้างรับน้ำหนักแบบ Cross-wall (ระบบผนังตามขวาง) ……13
2.10 ระบบโครงสร้างแบบ Cross-wall (ระบบผนังตามขวาง) ……13
2.11 ระบบโครงสร้างผนังรับน้ำหนัก แบบ Two-way Span……14
2.12 โครงสร้างแบบเสา และคาน ที่ใช้ในประเทศโปแลนด์……15
2.13 ระบบกรอบกลวง (Ring – Frame)……15
2.14 โครงสร้างแบบเสาและแผ่นพื้น……16
2.15 โครงสร้างระบบกล่อง……16
3.1 ตารางพิกัดแผนผังที่เลือกใช้ในการออกแบบ……32
3.2 แสดงจากการออกแบบมาตรฐานของ A ตารางพิกัด B ส่วนประกอบพิกัด……34
3.3 ตัวอย่างแนวรอยต่อ(แปลน)……35
3.4 ต้นแบบอาคารที่ออกแบบด้วยระบบ Modular ……35
4.1 แสดงผังบริเวณโดยรอบโครงการ……37
4.2 รูปชุมชนเดิม……37
4.3 การจัดวางผังใหม่……38
4.4 การทดในการจัดวางผังใหม่……39
4.5 รูปแบบตามระบบประสานทางพิกัดที่ออกแบบ……40
4.6 แบบขยายห้อง……41
4.7 ประสิทธิภาพงานระบบไฟฟ้า……42
4.8 ระบบไฟฟ้าสำรอง……43

สารบัญภาพ(ต่อ)

4.9 ระบบไฟฟ้าฉุกเฉิน.....44
4.10 ระบบดับเพลิง.....44
4.11 ระบบสุขาภิบาล.....45
5.1 การกำหนดใช้พื้นที่ดิน.....47
5.2 ผังบริเวณจัดขึ้นมาใหม่.....47
5.3 แสดงกระบวนการดำเนินการออกแบบ.....48
5.4 แสดงกระบวนการดำเนินการออกแบบ.....49
5.5 แสดงกระบวนการดำเนินการออกแบบ.....49
5.6 แสดงกระบวนการดำเนินการออกแบบ.....50
5.7 แสดงพื้นที่ทางเดินภายในอาคาร.....50
5.8 แบบขยายโครงสร้างของห้อง.....51
5.9 แบบขยายโครงสร้าง.....52
5.10 แบบแสดงอาคารที่ออกแบบ.....53
5.11 แสดงผังบริเวณ.....54
5.12 แสดงแปลนชั้น 1 ส่วน A.....55
5.13 แสดงแปลนชั้น 1 ส่วน B.....56
5.14 แสดงแปลนชั้น 2 ส่วน A.....57
5.15 แสดงแปลนชั้น 2 ส่วน B.....58
5.16 แสดงแปลนชั้น 3 ส่วน A.....59
5.17 แสดงแปลนชั้น 3 ส่วน B.....60
5.18 แสดงแปลนชั้น 4-6 ส่วน A.....61
5.19 แสดงแปลนชั้น 4-6 ส่วน B.....62
5.20 แสดงรูปตัด 1-2.....63
5.21 แสดงรูปด้าน 1-2.....64
5.22 แสดงรูปด้าน 3-4.....65
5.23 PERSPECTIVE EXTERIOR A 66
5.24 โมเดลจำลองที่เกิดขึ้น.....67

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและเหตุผล

ปัญหาด้านที่อยู่อาศัย อันเนื่องจากจำนวนประชากรที่หนาแน่นและขาดแคลนที่อยู่อาศัย แต่ที่ดินมีจำนวนจำกัด เป็นปัญหาส่งผลกระทบต่อสังคมโดยรวม เพราะการเพิ่มปริมาณประชากรอย่างรวดเร็ว แต่ด้วยที่พักอาศัยไม่เพียงพอต่อความต้องการของประชากร ทำให้ต้องซื้อที่อยู่อาศัยบริเวณชาญเมืองและเดินทางเข้ามาทำงานภายในเมืองแทน หรือต้องเลือกอาศัยในห้องชุดขนาดและไม่ได้รับการออกแบบให้ตอบสนองต่อความต้องเท่าที่ควร ทำให้เกิดทั้งปัญหาในภาพรวมทั้งด้านขาดแคลนที่อยู่อาศัยและด้านการจารจร งานก่อสร้างจัดเป็นอุตสาหกรรมที่สำคัญอย่างหนึ่งทั้งทางด้านเศรษฐกิจและสังคม แต่เนื่องด้วยปัญหาการขาดแคลนแรงงานและช่างฝีมือก่อสร้างในปัจจุบันรวมทั้งค่าแรงที่สูงขึ้น ส่งผลกระทบทำให้ต้นทุนการก่อสร้างนั้นสูงขึ้น

จากปัญหาข้างต้นนี้ ทำให้เกิดแนวคิดที่จะศึกษาระบบชิ้นส่วนโครงสร้างสำเร็จรูป (Prefabricated Construction System) ที่เหมาะสม ด้วยเหตุผลหลัก คือ ลดค่าใช้จ่ายในงานก่อสร้าง ลดระยะเวลาในการก่อสร้าง สามารถก่อสร้างในที่แคบและยากต่อการขนส่งและสามารถควบคุมคุณภาพของวัสดุและเทคนิคการก่อสร้างได้ดีกว่าระบบการก่อสร้างแบบดั้งเดิมที่เป็นโครงสร้างระบบเสา-คานแบบหล่อ ตามกระบวนการก่อสร้างอาคารต่าง ๆ ส่วนใหญ่ใช้การออกแบบคอนกรีตเสริมเหล็กเป็นหลัก ระบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กมีปัจจัยหลายประการที่ส่งผลต่อระยะเวลาการก่อสร้าง ไม่ว่าจะเป็นขั้นตอนการติดตั้งแบบหล่อ วางเหล็กเสริมต่าง ๆ ระยะเวลาการพัฒนากำลังของคอนกรีตส่งผลต่อการถอดแบบและค้ำยัน ทุกขั้นตอนต้องใช้แรงงานหรือเครื่องจักรในการทำงาน ทั้งหมดนั้นค่าใช้จ่ายของแรงงานและเครื่องจักรจะน้อยลง ใช้เวลาในการก่อสร้างสั้นลงทำให้กำไรเพิ่มขึ้น ดังนั้นระบบการก่อสร้างด้วยชิ้นคอนกรีตสำเร็จรูปจึงเริ่มนำมาใช้ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่ได้จากการหล่อ หรือเทในแบบหล่อที่มีขนาดต่าง ๆ ในโรงงาน หรือในบริเวณก่อสร้างให้เสร็จก่อน แล้วจึงนำไปติดตั้งประกอบกันที่หน่วยงานก่อสร้างโดยใช้อุปกรณ์การติดตั้งที่เหมาะสม ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในกลุ่มงานพัฒนาโครงการบ้านจัดสรรและงานก่อสร้างอาคารสูง เนื่องจากช่วยลดปัญหาการขาดแคลนแรงงานและฝีมือแรงงานในการก่อสร้างลงได้มาก ทำให้ผู้ประกอบการสามารถส่งมอบงานที่มีคุณภาพได้รวดเร็วขึ้น ภายใต้งบประมาณที่กำหนด

จึงหน้าจะนำแนวคิด Modular System มาใช้เพื่อเป็นอีกทางออกของปัญหานี้ได้

การศึกษานี้นำตัวอย่างที่อยู่อาศัยที่ออกแบบด้วย Modular System ในต่างประเทศมาหาหลักการในการออกแบบ และเปรียบเทียบกับรูปแบบที่อยู่อาศัยในประเทศปัจจุบัน เพื่อเสนอแนวทาง Modular System เพื่อลดปัญหาขาดแคลนที่อยู่อาศัย ความแออัดของเมืองและปัญหาในงานก่อสร้าง

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 ศึกษาแนวคิด การออกแบบอาคารด้วยระบบโมดูล่าร์ด้านการก่อสร้าง เพื่อหาประโยชน์ที่สามารถนำไปใช้ในงานสถาปัตยกรรม

1.2.2 ศึกษาทางเลือกในการเลือกใช้การออกแบบอาคารด้วยระบบโมดูล่าร์ และศึกษาการนำระบบโมดูล่าร์ ซึ่งคือระบบการก่อสร้างสำเร็จรูปต่อหน่วยมาใช้ในการก่อสร้างเพื่อลดความเร็วในการก่อสร้างและช่วยลดต้นทุนด้วยการใช้ระบบอุสาหกรรม

1.2.3 นำเสนอแนวทางที่เหมาะสมสำหรับการออกแบบด้วยระบบโมดูล่าร์ เพื่อเป็นแนวทางพัฒนาทั้งรูปแบบที่อยู่อาศัยในอนาคต

1.3 ประโยชน์ที่มีต่องานสถาปัตยกรรม

การศึกษาในครั้งนี้ ทำให้ผู้ศึกษาเข้าใจความหมายของระบบสำเร็จรูปที่มีอิทธิพลต่องานสถาปัตยกรรม รวมไปถึงปัญหาที่เกิดขึ้นจากการศึกษาเพื่อนำสิ่งที่ได้ศึกษาไปปรับใช้ในงานออกแบบ ทางสถาปัตยกรรม

1.3.1 การนำระบบสำเร็จรูปมาใช้กับงานสถาปัตยกรรม

1.3.2 ทางเลือกในการออกแบบอีกทางเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น

1.3.3 การผสมผสานระบบสำเร็จรูปกับสถาปัตยกรรมที่ลงตัว

1.4 ขอบเขตของการศึกษาวิทยานิพนธ์

1.4.1 แนวความคิดการออกแบบด้วยแนวความคิด Less is more และการก่อสร้างด้วยระบบสำเร็จรูป

1.4.2 อาคารที่ออกแบบและก่อสร้างด้วยระบบสำเร็จรูป

1.4.3 ศึกษาหลักเกณฑ์ ทฤษฎีของการใช้ระบบสำเร็จรูปกับงานสถาปัตยกรรม เพื่อสร้างงานสถาปัตยกรรมให้ตรงกับวัตถุประสงค์

1.5 แผนการดำเนินงานวิทยานิพนธ์ทางสถาปัตยกรรม

1.5.1 เก็บข้อมูลการศึกษาทฤษฎีของระบบสำเร็จรูปในแบบต่างๆและการศึกษาเรื่องระบบสำเร็จรูปกับสถาปัตยกรรม ในปัจจุบัน

1.5.2 นำผลที่ศึกษาวิเคราะห์ให้เกิดความเข้าใจในเรื่องระบบสำเร็จรูปกับงานสถาปัตยกรรม

1.5.3 พัฒนาแนวคิดออกแบบสิ่งที่ได้ศึกษาและวิเคราะห์ เพื่อหาโปรแกรมเพื่อสร้างพื้นที่ทางสถาปัตยกรรมกับระบบสำเร็จรูปให้ออกมาเป็นงานสถาปัตยกรรม

1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับของการศึกษาวิทยานิพนธ์

1.6.1 ความรู้หลักการในการออกแบบการก่อสร้างด้วยระบบสำเร็จรูป เพื่อต่อยอดในการทำงานในอนาคต

1.6.2 วิเคราะห์และนำเสนอแนวทางการออกแบบและการก่อสร้าง ด้วยระบบสำเร็จรูป ซึ่งอาจเกิดประโยชน์ต่อการปรับปรุง ซ่อมแซม สร้างใหม่ หรือรูปแบบก่อสร้างให้ดีขึ้น และอาจลดปัญหาด้านขาดแคลนแรงงานลงได้

1.6.3 นำเสนอแนวทางการออกแบบด้วยระบบสำเร็จรูป ให้แก่ผู้ที่สนใจ ทั้งภาครัฐและเอกชน เป็นต้น

บทที่ 2
การศึกษาแนวทางและความเป็นไปได้ของโครงการ

2.1 ภาพรวมของกรุงเทพมหานคร

2.1.1 บริบทของกรุงเทพมหานคร

การเติบโตอย่างรวดเร็วของกรุงเทพมหานครขาดการวางผังเมือง ทำให้ระบบโครงสร้างพื้นฐานไม่เพียงพอถนนที่จำกัดและการใช้รถส่วนบุคคลอย่างกว้างขวางส่งผลให้เกิดปัญหาจราจรแออัดเรื้อรัง ปัญหาทัศนียภาพเป็นปัญหาหนึ่งในกรุงเทพมหานครที่แตกต่างจากเมืองอื่น เนื่องจากในกรุงเทพมหานครมีป้ายผิดกฎหมายและอาคารส่วนใหญ่ในกรุงมหานครเป็นตึกสูงเป็นจำนวนมาก ผลกระเทือนจากป้ายผิดกฎหมายและอาคารสูงทั้งหลายนี้ บดบังความงามทางทัศนียภาพ ไปจนถึงถูกลมพัดพังถล่มทับบ้านเรือนประชาชน (ที่มา: https://th.wikipedia.org/wiki/กรุงเทพมหานคร)

2.1.2 ความหนาแน่นของประชากรในกรุงเทพมหานคร

กรุงเทพมหานครมักได้รับการกล่าวถึงความเป็นเมืองที่มีความเป็นเอกนครสูงสุดเมืองหนึ่งของโลกเพราะตั้งแต่อดีตจวบจนถึงปัจจุบัน พบว่าไม่มีจังหวัดอื่นใดในประเทศไทยที่ประชากรเกินล้านคน ในขณะที่กรุงเทพมหานครมีประชากรเกิดล้านคนมาตั้งแต่ปี พ.ศ.2490 เป็นการสะท้อนให้เห็นถึงความโตเดี่ยวอย่างมากของกรุงเทพมาหานคร สำหรับสถิติของความเป็นเมืองเอกนคร พบว่า ในปี พ.ศ. 2549 ปะชากรของกรุงเทพมหานคร มีจำนวนประชากรมากกว่านนทบุรีที่ประชากรรองมาเป็นอันดับสอง ถึง 21 เท่า (กาญจนา ตั้งชลทิพย์,2550)

ตารางที่2.1

ความหนาแน่นของประชากรในเมือง

ลำดับ	เมือง(พ.ศ.)	ประชากร (ล้านคน)	พื้นที่ (ตร.กม)	ความหนาแน่นของประชากร (ต่อ ตร.กม)	ประเทศ
1	Tokyo(2558)	9.21	617	14,933	Japan
2	Bangkok(2559)	5.68	1,568.74	3,620	Thailand

ที่มา: https://th.wikipedia.org/wiki/กรุงเทพมหานคร,https://th.wikipedia.org/wiki/ประเทศญี่ปุ่น

จากตาราง 2.1 จะเห็นได้ว่ากรุงเทพมหานคร ในปี พ.ศ.2559 มีความหนาแน่นของประชากรสูงถึง3,620 คนต่อตารางเมตร คาดการณ์ว่าหากกรุงเทพมหานครยังมีอัตราประชากรเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเช่นนี้อีกประมาณสิบปีข้างหน้ากรุงเทพมหานคร จะมีสภาพคล้ายกรุงโตเกียวในปัจจุบัน ซึ่งหากเป็นเช่นนั้นจริงกรุงเทพมหานคร จะต้องเผชิญกับปัญหาขาดแคลนที่อยู่อาศัย ราคาที่ดินพุ่งสูงขึ้นเช่นกันและที่สำคัญกรุงเทพมหานคร อาจจะเกิดปัญหาด้านการจราจร เพราะในปัจจุบันนั้นยังมีระบบขนส่งมวลชนที่มีประสิทธิภาพไม่เพียงพอ โดยแนวทางการแก้ปัญหานี้ต้องอาศัยปัจจัยหลายๆ ฝ่าย โดยสถาปนิกเองก็อาจมีส่วนช่วยในการหาทางออกกับปัญหานี้ได้

2.2 การออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปโดยคำนึงถึงระบบประสานพิกัด

การประสานทางพิกัด (Modular Coordination) คือ การประสานทางมิติที่ใช้หน่วยพิกัดมูลฐาน (Basic Module) หรือ หน่วยคูณพิกัด (Multimodal)เหตุที่ต้องมีการใช้ระบบประสานทางพิกัดในการก่อสร้าง เนื่องจากงานก่อสร้างอาคารประกอบด้วยวัสดุหลายชนิด หลายประเภทซึ่งมีขนาดแตกต่างกัน การนำวัสดุต่างขนาดเข้ามาประกอบใช้ร่วมกันในอาคารเดียวกันนั้น โดยทั่วไปมักเกิดปัญหาว่าขนาดของวัสดุประสานกันไม่พอดี ต้องมีการตัดเพื่อปรับขนาดให้เหมาะแก่การติดตั้ง ซึ่งทำให้เสียทั้งวัสดุ แรงงาน และเวลา ดังนั้นระบบประสานพิกัดในงานก่อสร้างอาคารจึงช่วยให้วัสดุที่ต่างชนิด ต่างขนาดสามารถประกอบกัน และใช้ร่วมกันได้อย่างพอดี โดยไม่ต้องมีการตัดแต่ง ทำให้เกิดความรวดเร็ว และความประหยัดในการก่อสร้างการประสานทางพิกัดในงานก่อสร้างอาคาร คือการนำระบบการประสานถามพิกัดมาใช้ในงานก่อสร้างโดยใช้ในทุกขั้นตอนของการทำงานตั้งแต่การออกแบบ การผลิตวัสดุก่อสร้าง หรือชิ้นส่วนอาคารการใช้วัสดุก่อสร้างตลอดจนถึงการติดตั้ง จึงช่วยให้งานก่อสร้างมีความสะดวกรวดเร็ว และประหยัด

2.3 วัตถุประสงค์หลักของระบบพิกัด

ต้องการให้ขนาดของชิ้นส่วนอาคารต่างๆ ที่ผลิตขึ้น มีการประสานสอดคล้องซึ่งกันและกันระหว่างแต่ละชิ้นส่วน และมีการประสานที่เหมาะสมกับขนาด หรือระยะต่างๆ ของตัวอาคารที่สร้างขึ้นในสถานที่ก่อสร้างด้วย ทำให้การประกอบติดตั้งชิ้นส่วนหรือการก่อสร้างสะดวก รวดเร็วและสวยงาม โดยสามารถสรุปวัตถุประสงค์ของการประสานทางพิกัดได้ดังนี้

1. อำนวยความสะดวกต่อการปฏิบัติงานร่วมกันระหว่างผู้ออกแบบอาคาร ผู้ผลิตวัสดุก่อสร้าง ผู้จำหน่ายวัสดุก่อสร้าง ผู้ก่อสร้างอาคารและผู้ที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ

2. ช่วยให้ผู้ออกแบบสามารถกำหนดมิติในขั้นตอนการออกแบบอาคารให้สามารถนำชิ้นส่วนประกอบอาคารที่เป็นมาตรฐานมาใช้กับส่วนต่างๆ ของอาคารได้อย่างอิสระ

3. จำกัดแบบของชิ้นส่วนประกอบที่เป็นมาตรฐานให้สามารถนำไปใช้ในการก่อสร้างอาคารได้หลายประเภท

4. ทำให้ขนาดมาตรฐานของชิ้นส่วนประกอบของอาคารมีจำนวนน้อยที่สุดเท่าที่จำเป็น

5. ส่งเสริมให้มีการใช้ชิ้นส่วนประกอบของอาคารที่สับเปลี่ยนใช้แทนกันได้ ไม่ว่าจะต่างกันด้านวัสดุ รูปร่าง หรือกรรมวิธีผลิต

6. ช่วยให้การปฏิบัติงานก่อสร้างอาคารที่จะประกอบชิ้นส่วนประกอบของอาคารในสถานที่ก่อสร้างทำได้ง่าย และสะดวกขึ้น

7. ทำให้เกิดการประสานกันในเรื่องขนาดของอุปกรณ์ที่ติดตั้งภายในอาคาร เช่น เครื่องเรือน กับขนาดส่วนต่าง ๆ ของอาคารของประเทศไทยสู่มาตรฐานสากลด้วยแบรนด์สินค้าของคนไทยแข่งขันสู่ตลาดโลกในอนาคต ซึ่งนับเป็นความท้าทายของอุตสาหกรรมกล้วยไม้ในประเทศไทยอย่างมาก

2.4 หลักการขั้นพื้นฐานของการประสานทางพิกัดดังนี้

1. การกำหนดขนาด หรือระยะของส่วนประกอบของอาคาร ต้องมีความสัมพันธ์กับทุกๆ ส่วน เช่น ขนาดส่วนประกอบของเพื่อนจะต้องสัมพันธ์กับขนาดส่วนประกอบของหลังคาของเพดานและของผนังเป็นต้น

2. ขนาดหรือระยะของส่วนประกอบ จะต้องเป็นขนาด หรือระยะที่เกิดจากผลคูณของหน่วยพิกัดมูลฐานเสมอ และขนาดพิกัดมูลฐานต้องมีขนาดเล็กพอที่จะทำให้เกิดการยืดหยุ่นในการออกแบบได้

3. ขนาดของตารางตามพิกัด (Modular Grid) ให้ถือหน่วยวัดขนาด 10 เซนติเมตร เป็นขนาดเล็กสุด

4. ขนาดของส่วนประกอบ (Component) ที่กำหนดไว้ในตารางตามพิกัดจะต้องเผื่อระยะรอยต่อไว้แล้ว คือ ขนาดของส่วนประกอบที่ผลิตจากโรงงานโดยทั่วไป ย่อมมีขนาดเล็กกว่าขนาดมิติตามพิกัด

5. ขนาดหรือระยะของส่วนประกอบในตารางตามพิกัด จะต้องเท่ากับขนาดหรือระยะของส่วนประกอบที่ผลิตจากโรงงานรวมด้วยเกณฑ์คลาดเคลื่อนที่ยอมให้มี และรวมด้วยรอยต่อเชื่อมระหว่างก้อน

6. เนื่องมาจากการผลิตส่วนประกอบจากโรงงานไม่สามารถทำให้ตรงตามความเป็นจริงที่กำหนดได้เสมอไป จึงได้ตั้งเกณฑ์คลาดเคลื่อนไว้ว่าให้น้อยหรือมากได้เท่าใด

2.5 การพิจารณาระบบประสานพิกัด

การออกแบบอาคารโดยใช้ระบบประสานทางพิกัด ไม่ได้มีข้อบังคับตายตัว แต่อาจเปลี่ยนแปลงได้ตามลักษณะอาคาร วัสดุก่อสร้าง ระบบโครงการ ฯลฯ ทั้งนี้ มีข้อความพิจารณาอยู่ 2 ประการ คือ

1. เพื่อให้อาคารที่ออกแบบด้วยขนาดพอดีกับส่วนประกอบอาคารที่ผลิตขึ้นตามมาตรฐานเช่นอิฐ บล็อก ผนังสำเร็จรูป ฯลฯ การออกแบบจึงต้องใช้ตารางตามพิกัดเป็นหลัก การใช้ตารางพิกัดนี้อาจใช้ตลอดอาคาร เช่น ใช้ในการวางผัง กำหนดรูปด้าน หรืออาจใช้เฉพาะส่วนก็ได้ ขนาดของช่องตาราง ซึ่งเรียกว่ามิติพิกัด อาจมีการเปลี่ยนแปลงตามความเหมาะสม

2. มิติพิกัด หมายถึง เนื้อที่สำหรับบรรจุส่วนประกอบอาคาร หรือเมื่อทำการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูปในเนื้อที่นั้น ดังนั้นโดยทั่วไปขนาดที่แท้จริงของส่วนประกอบกั้นห้องอาจใช้โครงผนังเบาที่ทำด้วยวัสดุใดๆ ก็ได้เพราะไม่ได้เป็นส่วนรับน้ำหนัก แผ่นพื้นก็อาจแยกออกเป็นผืนเล็กๆ เช่น ประเภทรูกลวง (Hollow Core) หรือเป็นแบบหน้าตัดตัวที (T Section) แบบนี้นิยมทำในเมืองไทยเพราะขนาดของชิ้นส่วนเล็ก มีน้ำหนักเบาขนยกง่าย อาจใช้อุปกรณ์ขนยกเล็กลงและทำให้การขนส่งได้ไกล ข้อเสียของระบบนี้อยู่ตรงที่จำนวนรอยต่อมีมาก ทำให้เสียเวลาในการติดตั้งและต้องออกแบบรอยต่อบางตำแหน่งเป็นพิเศษเพื่อความต่อเนื่องและความแข็งแรง

2.6 วิธีการออกแบบโดยใช้ระบบประสานพิกัด

ปัจจุบันการก่อสร้างได้หันมานิยมการก่อสร้างในระบบอุตสาหกรรมมากขึ้น โดยเฉพาะประเทศที่กำลังพัฒนาอุตสาหกรรมด้านการก่อสร้าง การดำเนินการวางแปลนและออกแบบส่วนประกอบของอาคารเพื่อนนำไปใช้ในระบบนี้ ทีวิธีการที่ต่างออกไปจากวิธีการทำงานแบบเดิม กล่าวคือ การออกแบบส่วนต่าง ๆ ของอาคาร จำเป็นต้องใช้ระบบประสานพิกัดให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ เพื่อผู้ก่อสร้างนำส่วนประกอบต่าง ๆ ไปใช้ได้อย่างกว้างขวาง และสะดวก

การผลิตส่วนต่าง ๆ เหล่านี้เดิมบริษัทผู้ผลิตเป็นผู้กำหนดขึ้นก่อนจากความจำเป็นในการใช้เครื่องจักรและวิธีการเดิม เพื่อลดต้นทุนการผลิตในระยะแรกซึ่งมีบริษัทกล้าผลิตในระยะนี้น้อยมาก ยกเว้นบริษัทผลิตส่วนประกอบเล็ก ๆ เช่นอุปกรณ์ประตู หน้าต่าง น็อต สกรู เท่านั้นที่ทำการผลิตจำนวนมาก เพราะมีตลาดกว้างขวางกว่าส่วนประกอบอาคารชนิดอื่น ๆ ต่อมาการก่อสร้างมีความจำเป็นมากขึ้น จึงนิยมใช้ระบบอุตสาหกรรมอย่างจริงจัง อาคารที่สร้างทีละหลังมีผู้นิยมสร้างน้อยลง การทำงานเป็นกลุ่ม วางแผนเสร็จเรียบร้อยจากโรงงาน ตลอดจนการกำหนดขนาดส่วนประกอบต่าง ๆ ของอาคารให้มากพอสำหรับการเลือกใช้ การประสานทางพิกัดและวิธีการออกแบบโดยระบบนี้ จึงเป็นที่นิยมในการใช้จัดลำดับการก่อสร้างและประสานงาน

2.6.1 การวางผังและการออกแบบในกรณีต่าง ๆ (Planning and Design in Different Cases)

วิธีการปฏิบัติเมื่อวางผัง (Planning) โดยใช้ระบบประสานพิกัด ผันแปรไปตามชนิดของงาน งานก่อสร้างอาคารขนาดเล็กควรใช้ส่วนประกอบ (Component) ที่มีมิติพิกัดและหาได้ง่ายตามท้องตลาด สำหรับส่วนประกอบที่มีมิติไม่ตามพิกัดไม่ควรผลิตขึ้นมาใช้ นอกจากมั่นใจว่าจะแพร่หลายในวงการค้าและสามารถจะนำไปใช้ในการก่อสร้างอาคารขนาดเล็กอื่น ๆ ต่อไป สำหรับงานอาคารขนาดใหญ่งานออกแบบขึ้นอยู่กับส่วนประกอบพิกัดที่มีอยู่แล้วเช่นเดียวกัน อย่างไรก็ตามงานขนาดใหญ่เช่นนี้อาจต้องออกแบบส่วนประกอบพิกัดขึ้นใหม่หลายอย่างดังนั้น จึงต้องวางรากฐานให้มีการใช้งานการออกแบบส่วนประกอบพิกัดเป็นส่วนใหญ่ การดัดแปลงส่วนประกอบต่างพิกัดที่จะนำมาใช้กับอาคารขนาดใหญ่จึงไม่มีความจำเป็น

2.6.2 การออกแบบส่วนประกอบพิกัด (Design of Modular Components)

การออกแบบส่วนประกอบพิกัดมีวัตถุประสงค์ที่จะผลิตส่วนประกอบขึ้นมาให้ใช้ได้แพร่หลายในงานก่อสร้างอาคารทั่วไปเท่าที่จะเป็นไปได้ ละต้องพิจารณามิติและรายละเอียดของส่วนประกอบพิกัดอย่างละเอียดทั่วถึงก่อนนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 1 การเลือกส่วนประกอบ ต้องกำหนดมิติของส่วนประกอบพิกัดแบบ ต่าง ๆ เลือกเอาส่วนประกอบที่สำคัญโดยเฉพาะ ซึ่งจะต้องใช้เป็นจำนวนมาก ซ้ำ ๆ กัน โดยออกแบบส่วนประกอบเหล่านี้ก่อน

ขั้นตอนที่ 2 ขอบเขตที่จะใช้ได้ จำนวนของงานที่ต้องทำสำหรับกำหนดมิติของส่วนประกอบพิกัดโดยทั่วไป เพิ่มขึ้นตามขอบเขตที่ใช้ได้ของส่วนประกอบที่ต้องการ การกำหนดรายละเอียดของส่วนประกอบพิกัด (Modular Component) ขึ้นอยู่กับ

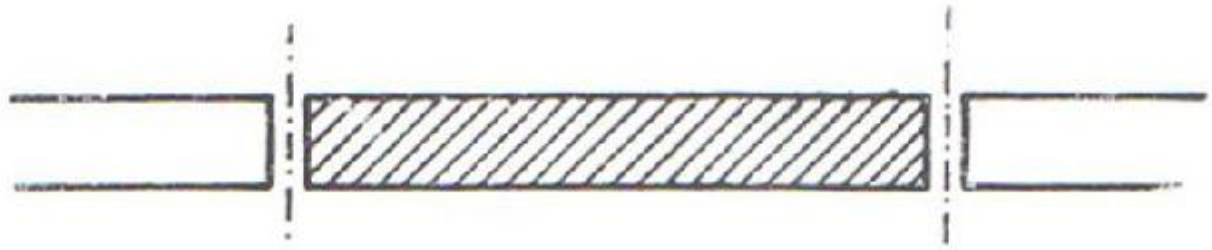
- ชนิดของอาคารที่จะนำเอาชิ้นส่วนประกอบอาคารไปใช้เช่น สำนักงานอาคาร โรงเรียน ซึ่งประเภทของอาคารจะเป็นตัวกำหนดชิ้นส่วนประกอบ ทั้งในด้านขนาดของโครงสร้างและความแข็งแรง
- ความสลับซับซ้อนของแปลนอาคาร ซึ่งนำชิ้นส่วนประกอบไปใช้
- ความสูงของอาคารที่นำชิ้นส่วนไปใช้ ความสูงของอาคารเป็นตัวกำหนดการออกแบบชิ้นส่วน ในด้านการรับน้ำหนักและแรงลม
- ระบบโครงสร้างของอาคาร เป็นเสากับคาน หรือผนังรับน้ำหนัก
- วัสดุที่จะใช้ผลิตชิ้นส่วนประกอบอาคาร จะช่วยในการกำหนดความเบี่ยงเบนของมิติ และเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน

ขั้นตอนที่ 3 ขนาดมิติตามพิกัดของส่วนประกอบ ตามขั้นตอนที่ 1 และ 2 เมื่อเลือกชนิดและลักษณะของชิ้นส่วนประกอบแล้วอาจจะกะมิติคร่าว ๆ ได้ทั้งนี้จะต้องรู้รายละเอียดโดยเฉพาะ

ของส่วนประกอบตลอดจนความประสงค์ในด้านการใช้สอย ความรู้เกี่ยวกับวัสดุ และกรรมวิธีในการผลิตเมื่อได้พิจารณามิติของส่วนประกอบตามความต้องการใช้สอยแล้ว ขั้นต่อไปคือการพิจารณาขนาดมิติตามพิกัดของส่วนประกอบ

ขั้นตอนที่ 4 กำหนดชิ้นส่วนประกอบของอาคาร โดยการพิจารณารายละเอียด (Details) ของรอยต่อต่าง ๆ ความเบี่ยงเบนทางพิกัด ความคลาดเคลื่อน เป็นต้น ซึ่งข้อสำคัญในการเลือกรายละเอียด จะต้องแก้ปัญหารอยต่อ และจะต้องเอาใจใส่ถึงรายละเอียด โดยเฉพาะการต่อส่วนประกอบ ซึ่งมี 4 วิธีดังนี้

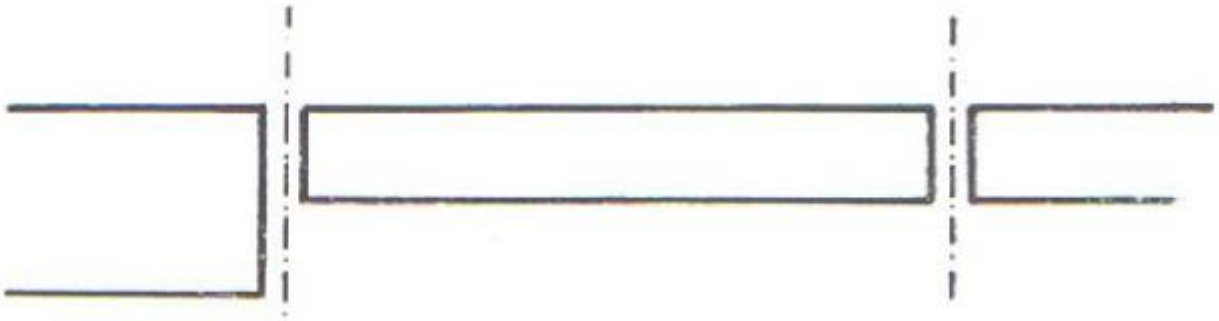
1.ส่วนประกอบที่ต่อกัน โดยช่องว่างเท่ากับครึ่งหนึ่งของช่องรอยต่อ



ภาพที่ 2.1 รอยต่อของชิ้นส่วนผนังกับชิ้นส่วนผนัง

ที่มา : https://precast.rmutl.ac.th/

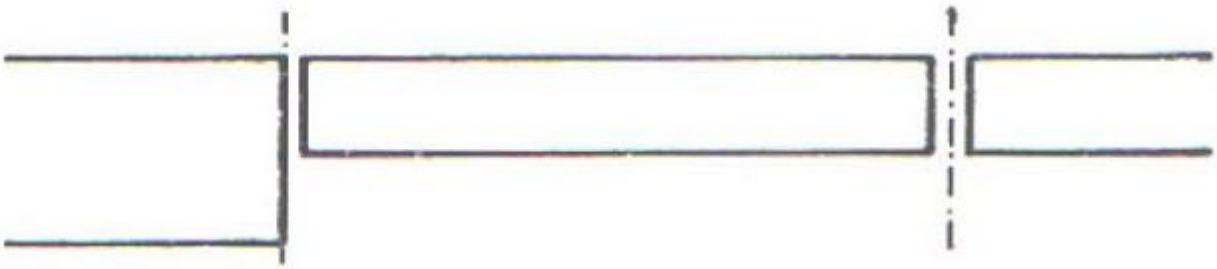
2.ส่วนประกอบที่ต่อกัน โดยช่องว่างมากกว่าครึ่งหนึ่งของช่องรอยต่อ



ภาพที่ 2.2 รอยต่อของชิ้นส่วนผนังกับกำแพงก่ออิฐ

ที่มา : https://precast.rmutl.ac.th/

3.ส่วนประกอบที่ต่อกัน โดยช่องว่างน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของช่องรอยต่อ



ภาพที่ 2.3 รอยต่อของชิ้นส่วนผนังกับ Light- weight Concrete Block

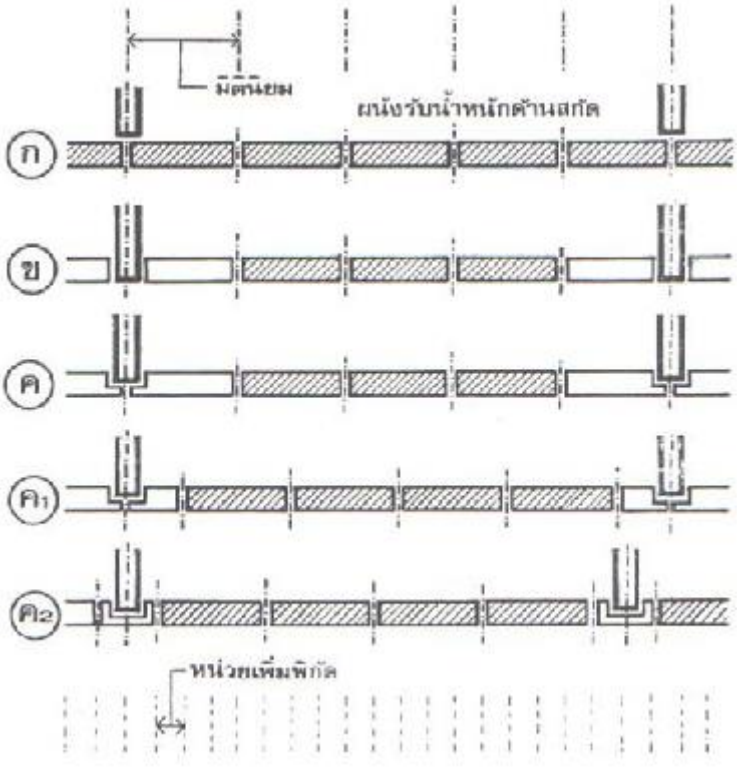
ที่มา : https://precast.rmutl.ac.th/

4.ส่วนประกอบที่ต่อกันโดยไม่มีช่องว่าง ต้องพิจารณามิติกัดใหม่

ภาพที่ 2.4 ขนาดชิ้นส่วนผนังกับคอนกรีต

ที่มา : https://precast.rmutl.ac.th/

ขั้นตอนที่ 5 ความแตกต่างของส่วนประกอบ เมื่อส่วนประกอบได้ออกแบบขึ้นมาใช้งานก่อสร้างอาคารแล้ว ยังต้องหาส่วนประกอบที่แตกต่างออกไปอีก เช่น ผนังรับน้ำหนัก ซึ่งจะต้องใช้ความหนากว่าผนังธรรมดา เป็นต้น นอกจากนี้ผนังหน้าอาจจะต้องทำพิเศษแตกต่างกันออกไป การพิจารณาส่วนประกอบที่แตกต่างออกไป (Determination of Variant of Component) ถ้าต้องใช้ผนังรับน้ำหนัก ในอาคารส่วนประกอบของผนังหน้าจะต้องทำขึ้นมาเป็นพิเศษ



ภาพที่ 2.5 รูปแสดงส่วนประกอบของผนังหน้ารูปแบบต่าง ๆ

ที่มา : https://precast.rmutl.ac.th/

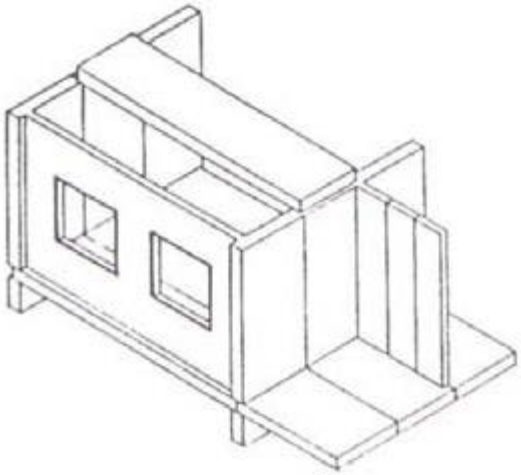
- ถ้าผนังหน้าอยู่ในแนวนอกของผนังรับน้ำหนัก อาจจะกำหนดมิติที่เหมาะสมได้ทั้ง 2 ทาง คือ ด้านผนังหน้า และผนังรับน้ำหนัก แต่จะมีปัญหาในด้านขจัดเสียงที่ผ่านตรงรอยต่อระหว่างผนังหน้า และผนังรับน้ำหนัก และในทางปฏิบัติไม่สามารถใช้วิธีนี้ได้
- ผนังหน้าอยู่ระหว่างผนังรับน้ำหนัก จะมีรอยต่อระหว่างผนังหน้ากับผนังรับน้ำหนักและพื้น ซึ่งเป็นสื่ออากาศเย็น วิธีขจัดต้องทำผนังหน้าพิเศษ ส่วนประกอบตัวริมจะไม่ได้พิกัด
- ทำส่วนประกอบตัวริมทั้งสองด้านเป็นพิเศษ สำหรับให้เก็บเสียงและความอบอุ่นภายในห้อง เป็นวิธีแก้ปัญหาที่ดีที่สุด อาจจะใช้ ค1 หรือ ค2 แทนก็ได้

2.7 ระบบโครงสร้างรูปแบบต่าง ๆ

2.7.1 ระบบโครงสร้างผนังรับน้ำหนัก (Load Bearing Wall)

การรับแรงทางด้านโครงสร้างของระบบนี้ ก็คือการถ่ายเทแรงจากพื้นลงสู่แนวผนังรับน้ำหนักทั้งหมด ดังนั้นผนังจึงเป็นประโยชน์ไม่เฉพาะ เพียงการเป็นผนังกั้นห้องเท่านั้น หากยังจะทำหน้าที่เป็นโครงสร้างแทนเสาและคานไปพร้อม ๆ กันด้วย นอกจากนี้แผ่นผนังทำหน้าที่

เป็นโครงสร้างที่สำคัญของอาคารในการต้านทานแรงลมได้อย่างมีประสิทธิภาพดีมากกว่าโครงสร้างระบบเสาและคาน

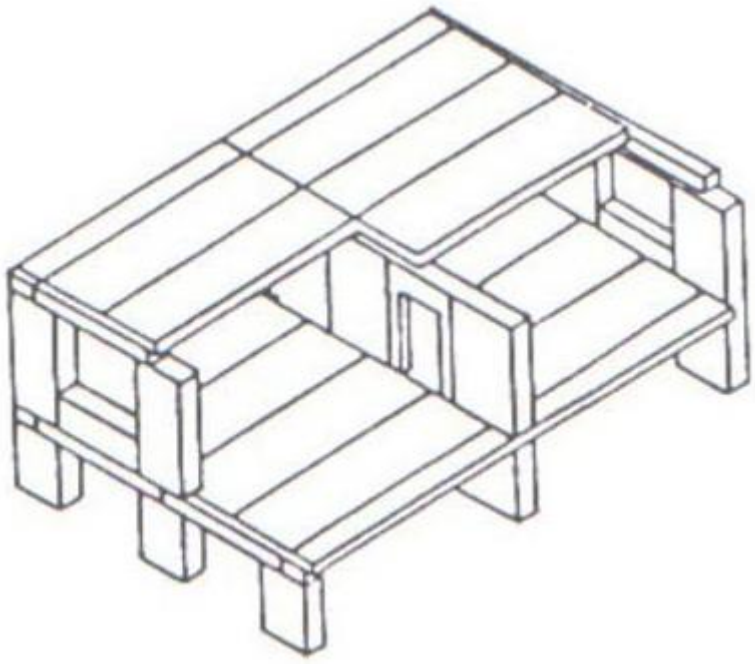


ภาพที่ 2.6 ระบบแผ่นผนังรับน้ำหนักซึ่งวัดขนาดของชิ้นส่วนตามหลักการประสานทางพิกัด

ที่มา : https://precast.rmutl.ac.th/

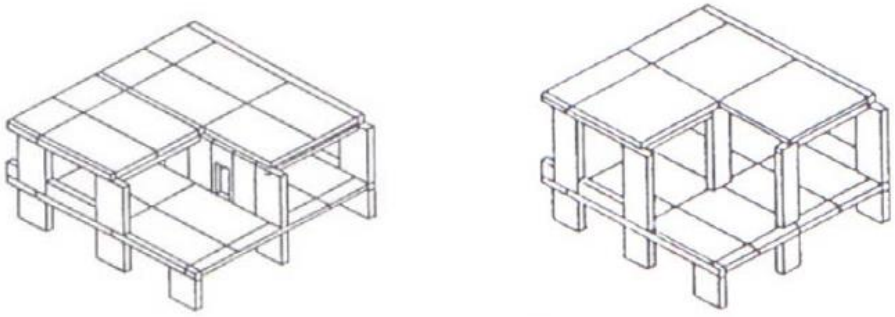
การวางผนังระบบผนังรับน้ำหนัก มี 3 วิธี คือ

1.ระบบการวางแนวผนังรับน้ำหนักไปมนทิศทางแนวเดียวกับความยาวของอาคาร เรียกว่า Long-wall System (ระบบผนังตามยาว)



ภาพที่ 2.7 ระบบโครงสร้างแบบ Long-wall (ระบบผนังตามยาว)

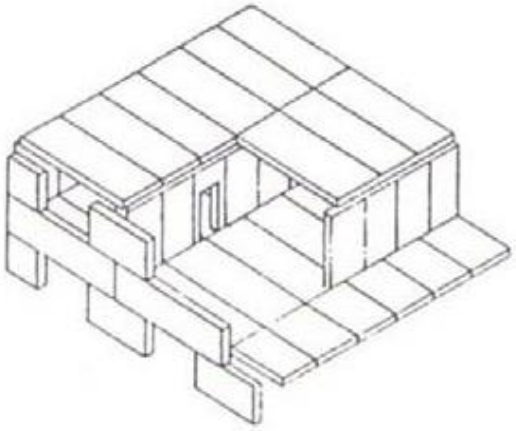
ที่มา : https://precast.rmutl.ac.th/



ภาพที่ 2.8 การวางโครงสร้างรับน้ำหนักแบบ Long-well (ระบบผนังตามยาว) ซึ่งใช้คานถ่ายจากพื้นสู่กำแพง

ที่มา : https://precast.rmutl.ac.th/

2. ระบบการวางแผ่นผนังรับน้ำหนักให้ขวางกับความยาวของอาคาร เรียกว่า Cross-wall system (ระบบผนังตามขวาง)



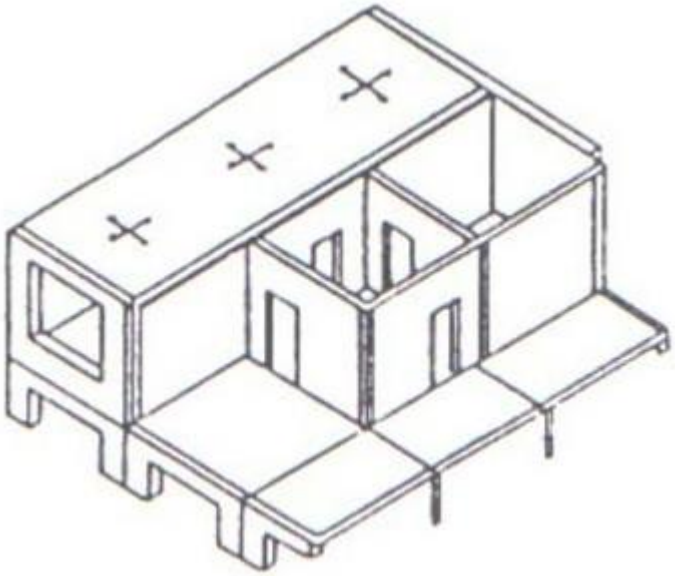
ภาพที่ 2.9 ระบบโครงสร้างรับน้ำหนักแบบ Cross-wall (ระบบผนังตามขวาง) และแสดงการวางผนังด้านหน้าให้ช้อนรับน้ำหนักกันเอง

ที่มา : https://precast.rmutl.ac.th/

ภาพที่ 2.10 ระบบโครงสร้างแบบ Cross-wall (ระบบผนังตามขวาง) ซึ่งสามารถวางผนังด้านหน้าได้หลายวิธี

ที่มา : https://precast.rmutl.ac.th/

3. ระบบที่วางผนังรับน้ำหนักให้รับน้ำหนักจากพื้นทั้ง 2 แนว เรียกว่า Two-way Span System (ระบบผนัง 2 ทิศทาง)



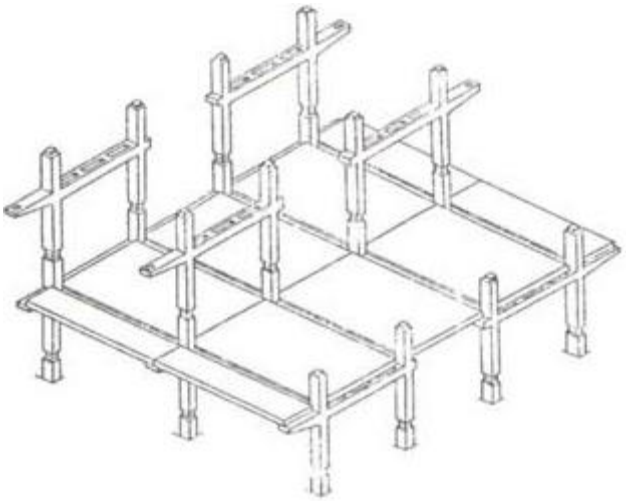
ภาพที่ 2.11 ระบบโครงสร้างผนังรับน้ำหนัก แบบ Two-way Span (ช่วงพาดสองทิศทาง) ซึ่งเป็นอาคารพักอาศัยในประเทศโปแลนด์

ที่มา : https://precast.rmutl.ac.th/

ข้อดีอีกประการหนึ่งนอกจากจะได้ระบบพื้นที่ประหยัดแล้ว ก็คือ ระบบนี้จะสร้างโครงสร้างทีมีความแข็งแรงมากกว่าระบบอื่น ๆ เนื่องจากมีองค์ประกอบของอาคารที่เป็นโครงสร้างในทุก ๆ แนวแต่ก็จะมีข้อเสียที่สำคัญก็คือสถาปนิกจะขาดความเป็นอิสระในการออกแบบมากกว่าปกติ เช่น ไม่สามารถจะเปิดห้องติดต่อกันโดยตลอดได้ วิธีการแก้ไขปัญหาก็คือจำเป็นจะต้องใช้ระบบเสาและคานเข้ามาใช้ประกอบด้วยในส่วนที่ต้องการจะเปิดโล่ง

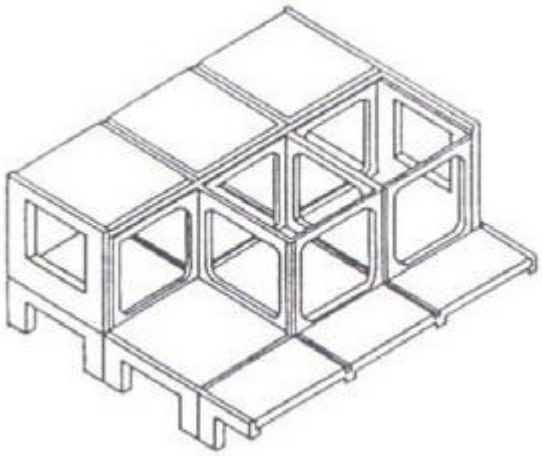
2.7.2 ระบบเสาและคาน (Skeleton Frame or Column and Beam)

ระบบนี้ก็คือระบบโครงสร้างที่รู้จักกันและใช้กันแพร่หลาย จนเกือบจะเป็นระบบแบบเดียวที่ใช้กันในประเทศไทย แม้กระทั้งในบางอาคารที่สามารถใช้โครงสร้างระบบผนังรับน้ำหนักได้ประหยัดกว่าระบบอื่น เช่น อาคารบ้านแถว ก็ยังคงใช้ระบบเสาและคาน เป็นส่วนใหญ่ ระบบเสาและคานนิยมใช้สำหรับอาคารที่ไม่สามารถใช้ระบบผนังรับน้ำหนักได้ เนื่องจากความจำเป็นทางด้านการใช้สอย ที่ต้องการเปิดเนื้อที่ใช้สอยให้ผ่านถึงกันตลอด เช่น อาคารโรงงานสำนักงาน โรงเรียน เป็นต้น หลักการของโครงสร้างแบบเสาและคาน ก็คือการรับน้ำหนักจากพื้นลงสู่คานจากคานส่งน้ำหนักลงสู่เสา



ภาพที่ 2.12 โครงสร้างแบบเสา และคาน ที่ใช้ในประเทศโปแลนด์

ที่มา : https://precast.rmutl.ac.th/

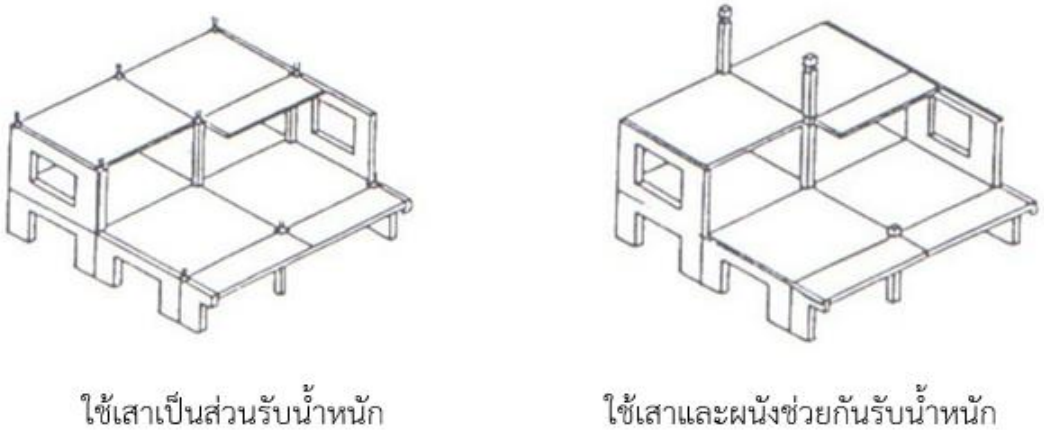


ภาพที่ 2.13 ระบบกรอบกลวง (Ring – Frame)

ที่มา : https://precast.rmutl.ac.th/

2.7.3 ระบบเสาและแผ่นพื้น (Beamless Skeleton)

ระบบโครงสร้างชนิดนี้ แผ่นพื้นจะวางไปบนเสาโดยตรงโดยไม่ต้องมีคาน เช่นเดียวกับโครงสร้างประเภท Flat Slab เสาจะต้องวางห่างกันไม่เกินขนาดของแผ่นพื้นสำเร็จรูปที่จะวางบนเสาทั้ง 4 ได้ ตามหลักการแล้วแผ่นพื้นที่จะสามารถวางอยู่บนปลายเสาเพียง 4 จุดนั้นต้องการความหนาและปริมาณคอนกรีตมากเป็นพิเศษกว่า แผ่นพื้นชนิดอื่น ๆ ทั้งหมด แต่จะได้ในด้านความสะดวกรวดเร็วในการประกอบและติดตั้ง เนื่องจากสามารถตัดองค์ประกอบของโครงสร้างที่สำคัญไปได้ 1 ส่วน นั้นคือ คาน โดยพื้นจะถูกใช้ให้ทำหน้าที่คาน เพื่อยึดเสาให้เป็นโครงสร้างต่อเนื่องทั้งอาคาร โครงสร้างแบบนี้ควรจะมีการคำนวณความต้านทานแรงลมเป็นพิเศษ

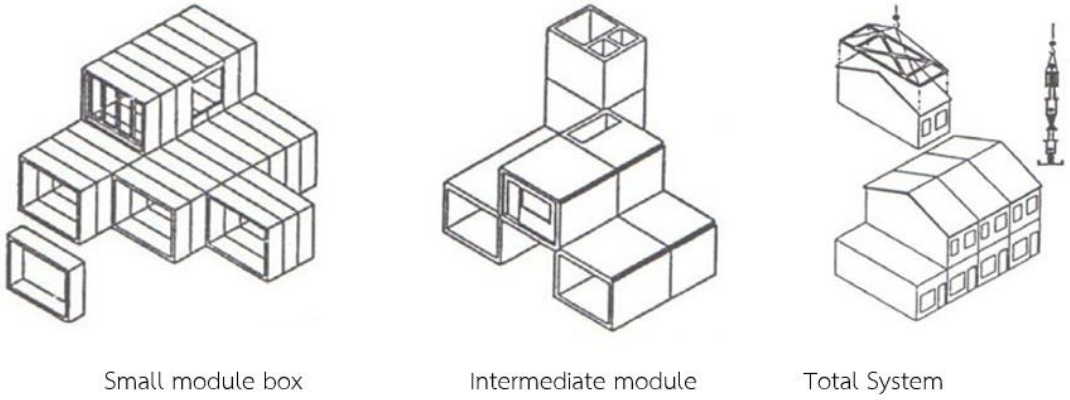


ภาพที่ 2.14 โครงสร้าง แบบเสาและแผ่นพื้น

ที่มา : https://precast.rmutl.ac.th/

2.7.4 ระบบกล่อง (Box System)

ระบบนี้เป็นระบบที่ประเทศรัสเซียได้พัฒนาขึ้นและต่อมาได้ใช้กันอย่างแพร่หลายในโครงการอาคารลงเคราะห์ของรัสเซีย ชิ้นส่วนต่าง ๆ จะถูกประกอบหรือหล่อขึ้นเป็นกล่อง 3 มิติ ขนาดเท่ากับ 1 ห้อง จากนั้นก็จะมีการตกแต่งภายในติดอุปกรณ์ไฟฟ้าประปาต่างๆ เสร็จเรียบร้อยมาจากโรงงานแล้วจึงนำไปวางประกอบเรียงเป็นชั้น ๆ ในบริเวณสถานที่ก่อสร้าง นับว่าเป็นระบบที่สามารถลดแรงงานเวลาที่ต้องใช้ในบริเวณก่อสร้างได้มากที่สุดมากกว่าระบบใด ๆ ในปัจจุบัน Box System ถือได้ว่าเป็นระบบที่เข้าถึงระบบงานอุตสาหกรรมขั้นสูงสุดเพราะงานส่วนใหญ่ทำสำเร็จจากโรงงานทั้งสิ้น แม้กระทั่งการปูพรมพื้นประดับรูปภาพที่ผนัง ข้อเสียของระบบนี้คือ อยู่ที่แต่ละหน่วยมีขนาดใหญ่และมีน้ำหนักที่มากทำให้การขนส่งที่ยากลำบากและต้องใช้อุปกรณ์ขนยกขนาดใหญ่พิเศษ และนำไปใช้ได้กับอาคารบางประเภทเท่านั้น



ภาพที่ 2.15 โครงสร้างระบบกล่อง

ที่มา : https://precast.rmutl.ac.th/

2.8 การพิจารณารูปแบบเทคโนโลยีการก่อสร้างที่นำมาใช้

การพิจารณารูปแบบเทคโนโลยีการก่อสร้างที่นำมาใช้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

2.8.1 พิจารณาความมั่นคงของอาคาร

ความแข็งแรงและความปลอดภัยเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุดในการออกแบบและการก่อสร้างอาคารสำหรับระบบชิ้นส่วนอาคารสำเร็จรูปความขึงแรงของอาคารขึ้นอยู่กับรอยต่อ (Joint) ของชิ้นส่วน ซึ่งภายหลังการก่อสร้างที่ก่อสร้างแล้ว จุดรอยต่อต่าง ๆ จะต้องมีคุณสมบัติแบบเดียวกันกับโครงสร้างที่ก่อสร้างด้วยระบบหล่อในที่กล่าวคือจุดรอยต่อระบบสำเร็จรูปต้องมีความแข็งแรงไม่น้อยไปกว่ารอยต่อของระบบหล่อในที่

2.8.2 พิจารณาออกแบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

การออกแบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป จะต้องคำนึงถึงแรงที่จะทำให้เกิดการวิบัติหรือความเค้น (Stress) ในระหว่างการผลิต การขนส่ง การติดตั้ง และการประกอบจุดรอยต่อ เพื่อป้องกันความเสียหายที่เกิดขึ้นในระหว่างการผลิตที่มาจากแรงยึดเหนี่ยวที่ผิวของชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปกับแบบหล่อในขณะถอดแบบหล่อ รวมทั้งน้ำหนักของชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเองในขณะที่ทำการถอดออกจากแบบหล่อ ดังนั้นจึงไม่ควรยกชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปโดยเฉพาะแผ่นผนังจากแนวนอนขึ้นมาโดยตรง ควรจะยกขึ้นมาทั้งแบบหล่อโดยให้แบบหล่อสามารถทำมุมกับแนวนอนได้ประมาณ 70 องศา แล้วจึงยกชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปออกจากแบบหล่อ หรือถ้าไม่สามารถยกแบบหล่อได้ ต้องรอให้คอนกรีตมีกำลังที่สูงตามที่กำหนดไว้ จึงจะยกได้ สำหรับความเค้นที่เกิดขึ้นกับชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปในระหว่าง การขนส่ง การติดตั้งและการประกอบจุดรอยต่อ เนื่องมาจากสาเหตุต่าง ๆ ดังนี้

1. ในขณะการขนส่ง แนวและตำแหน่งของชิ้นส่วนสำเร็จรูป ไม่ได้อยู่ในแนวและตำแหน่งที่ประกอบขึ้นเป็นโครงสร้าง เช่น เสาออกแบบเพื่อให้รับแรงในแนวดิ่งตามความยาวของเสา และ แรงเฉือนที่เกิดขึ้นจากแรงลมเมื่อทำการติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้ว แต่ระหว่างการขนส่ง เสาดังกล่าวจะทำหน้าที่รับน้ำหนักและความเค้นที่เกิดขึ้นในลักษณะเหมือนคาน
2. ในระหว่างการติดตั้งและการประกบจุดรอยต่อ การดำเนินงานอาจจะยังไม่สมบูรณ์หรือไม่เต็มระบบโครงสร้าง หรือยังไม่สามารถใช้งานได้อย่างเต็มที่ เช่นการติดตั้งผนังรับแรง ดังนั้นในการติดตั้ง จะต้องทำการค้ำยันชนให้ถูกต้อง เพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้นกับคานและทรัพย์สิน
3. พิจารณาจุดรอยต่อของชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป จุดรอยต่อของชิ้นส่วนสำเร็จรูป มีความสำคัญมากต่อความมั่นคงแข็งแรงของโครงสร้างรูปแบบจุดรอยต่อที่ได้พิจารณานำมาใช้ แบ่งเป็น 2 ประเภท
    1. จุดรอยต่อแบบเปียก (Wet joint) จุดรอยต่อแบบเปียก เป็นจุดรอยต่อที่เกิดจากการGrout จุกรอยต่อแบบนี้ไม่สามารถรับแรงต่าง ๆ ได้ทันทีต้องรอ

จนกว่าวัสดุมีความแข็งแรงตามข้อกำหนด จุดรอยต่อแบบนี้ ได้แก่ จุดรอยต่อแบบใช้เหล็ก Dowel

2. จุดต่อแบบแห้ง (Dry Joint) จุดรอยต่อแบบแห้ง เป็นจุดรอยต่อที่เกิดจากการเชื่อมต่อวัสดุที่สามารถรับแรงต่าง ๆ ได้ทันที จุดรอยต่อแบบนี้ได้แก่ จุดรอยต่อแบบการใช้โบลท์ (Bolting) แบบการเชื่อม (Welding) จุดรอยต่อแบบนี้ หลังจากทำงานเสร็จแล้ว จะทำการปิดจุดรอยต่อด้วยMortar อีพอกซี่ (Epoxy) วัสดุกันซึม วัสดุกันสนิม อย่างใดอย่างใดอย่างหนึ่ง ขึ้นอยู่กับการออกแบบ

4.พิจารณาค่าความคลาดเคลื่อน การพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้น ซึ่งเป็นระยะที่ผิดจากตำแหน่งที่แบบกำหนดไว้ ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจริงไม่ควรเกินค่าที่กำหนดตามมาตรฐาน PCI (Precast / Prestressed Concrete Institute) ความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการปฏิบัติงานจริง เกิดขึ้นได้ดังนี้

1. ความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการผลิต (Manufacturing Tolerances) ซึ่งอาจเกิดจากคุณสมบัติของแบบหล่อ เช่น แบบหล่อบวมหรือยุบ (Swelling and Drying of Formwork) อาจจะเกิดจากการประกอบแบบหล่อคลาดเคลื่อน หรืออาจเกิดจากการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของคอนกรีต เช่น การหดตัว (Shrinkage) การล้า (Creep) และอุณหภูมิ

2. ความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการกำหนดระยะห่างระหว่างชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป (Setting-Out Tolerances) ระยะที่เกิดขึ้นอาจมีค่ามากกว่าหรือน้อยกว่าระยะที่กำหนดไว้

3.ความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการติดตั้ง (Erection Tolerances) ถือเป็นระยะความคลาดเคลื่อนที่มีโอกาสผันผวนสูงที่สุดเนื่องจากในหน่วยงานก่อสร้างมีหลายปัจจัยที่จะส่งผลกระทบต่อระยะของการติดตั้ง เช่น ความเร่งรีบจากการติดตั้ง ประสบการณ์ของทีมติดตั้ง ความพร้อมของเครื่องมือ ฯลฯ ดังนั้นการกำหนดระยะความคลาดเคลื่อนจากการติดตั้งจำเป็นต้องใช้ประสบการณ์ของการทำของและความพร้อมจากหลาย ๆ ด้านมากเป็นส่วนประกอบในการพิจารณา

2.9 การออกแบบอาคารสำเร็จรูป (Prefabrication Building Design)

การศึกษาการออกแบบอาคารสำเร็จรูป จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ หลักเกณฑ์การพิจารณาออกแบบ และขั้นตอนการออกแบบอาคารสำเร็จรูปดังนี้

2.9.1 หลักเกณฑ์การพิจารณาการออกแบบ

2.9.1.1 น้ำหนักบรรทุก

ต้องพิจารณาและกำหนดให้ชัดเจนว่า การออกแบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปจะต้องรับแรงกระทำชนิดต่าง ๆ เท่าใด โดยน้ำหนักและแรงกระทำที่จะต้องคำนึงถึงได้แก่

1. น้ำหนักบรรทุกคงที่ (Dead Load) ซึ่งมีน้ำหนักของชิ้นส่วนคอนกรีตเองและน้ำหนักโครงสร้างอื่นๆ ที่ชิ้นส่วนรองรับอยู่

2. น้ำหนักบรรทุกจร (Live Load) ทั้งในแนวราบและแนวดิ่ง ซึ่งเป็นน้ำหนักที่เกิดจากการใช้งาน

3. แรงอันเนื่องมาจากลม (Wind Load) ซึ่งมีทั้งในรูปแบบแรงกระทำในแนวราบและแนวดิ่ง นอกจากนี้ลมอาจจะทำให้เกิดการสั่น การแกว่งหรือการโยกตัวของโครงสร้างอาคารได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาคารที่มีชั้นความสูงมาก ๆ

4. แรงอันเนื่องมาจากแผ่นดินไหว ปัจจุบันสถาปนิกและวิศวกรไทยส่วนมากยังไม่คำนึงถึงแรงจากแผ่นดินไหว แต่ในอนาคตอันใกล้จะมีกฎกระทรวงบังคับให้อาคารสามารถรับแรงจากแผ่นดินไหวด้วย

5. แรงการสั่นสะเทือนเนื่องจากอุบัติเหตุ หรือแรงจากสิ่งที่ไม่คาดคิด ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปควรออกแบบให้มีส่วนเผื่อเหลือเผื่อรับแรงที่ไม่คาดคิด หรือแรงจากอุบัติเหตุทั้งขณะก่อสร้างและภายหลังก่อสร้าง

2.9.1.2 ขั้นตอนการก่อสร้าง

เพื่อให้ได้รูปแบบของชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่เหมาะสมที่สุด การออกแบบจะต้องคำนึงถึงขั้นตอนการก่อสร้างดังนี้

1. พื้นที่ทางเข้าและถนน กรณีพื้นที่ก่อสร้างอาคารมีถนนทางเข้าที่สะดวกกว้างขวาง ก็สามารถเลือกชิ้นส่วนขนาดใหญ่ได้ แต่หากไม่มีที่ว่างเพียงพอ อาจต้องใช้ทาวเวอร์เครนซึ่งจะยกชิ้นส่วนคอนกรีตที่หนักมากได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของแต่ละอาคาร

2. รูปร่างลักษณะของอาคาร อาคารที่พักอาศัยที่มีกำแพงจำนวนมากจะมีรูปร่างซ้ำ ๆ กัน จะเหมาะสมกับการใช้โครงสร้างผนังรับแรงที่จะใช้เป็นชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป เพราะสามารถผลิตซ้ำ ๆ กันเป็นจำนวนมากจากโรงงาน

3. โรงงานผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป กรณีที่มีโรงงานผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปอยู่ใกล้หน่วยงานก่อสร้าง ก็จะให้ความสะดวกรวดเร็วในการก่อสร้าง หรือหากสถานที่ก่อสร้างมีพื้นที่เพียงพอ ในปัจจุบันเทคโนโลยีและเครื่องมืออุปกรณ์ดีขึ้นมาก ทำให้สามารถสร้างโรงงานเฉพาะกิจขึ้นในหน่วยงานก่อสร้างได้ในเวลาอันรวดเร็ว

4. ขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป ขั้นตอนการประกอบติดตั้งขณะก่อสร้างจะเป็นตัวบังคับใช้ชิ้นส่วนคอนกรีตมีรูปแบบที่ต่างกัน

5. พื้นที่กองเก็บชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป การก่อสร้างอาคารระบบสำเร็จรูปควรจะมีพื้นที่กองเก็บชิ้นส่วนสำเร็จรูปพอสมควร และจะต้องจัดคิวการขนส่งบรรทุกชิ้นส่วนให้แม่นยำและตรงเวลา ซึ่งจะทำให้เกิดความสะดวกในการยกชิ้นส่วนสำเร็จรูปติดตั้ง

6. พื้นที่ทางเข้าที่ต้องการ การออกแบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปจะต้องคำนึงถึงอย่างมากว่าขณะประกอบติดตั้งจะมีพื้นที่พอเพียงที่จะทำงานได้จริง Access Area ไม่ได้หมายถึงเฉพาะที่ดินหรือถนนรอบอาคารเท่านั้น แต่รวมถึงที่ว่างในอากาศด้วย

2.9.1.3 ระยะเวลา

ระยะเวลาเป็นสิ่งสำคัญและมีผลกับต้นทุนของการก่อสร้าง และเมื่อต้องการเร่งงานก่อสร้างให้ทันเวลาก็ยิ่งจะมีผลต่อต้นทุนมากขึ้นด้วย

1. รอบระยะเวลา (Cycle time) รอบระยะเวลาในการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปและรอบระยะเวลาในการประกอบติดตั้งแต่ละส่วนของอาคาร จะเป็นตัวกำหนดให้ต้องใช้เทคโนโลยีในการผลิต และใช้เครื่องจักรในการติดตั้งที่มีความสามารถทำงานให้ทันเวลาที่กำหนดไว้

2. ระยะเวลาก่อสร้าง (Total Construction Time) ถ้าพิจารณารอบระยะเวลาของการผลิตของการขนส่งกับรอบระยะเวลาของการติดตั้ง และการประกอบจุดรอยต่อของชิ้นส่วนสำเร็จรูป รอบระยะเวลาทั้งสองส่วนสามารถที่จะดำเนินการไปพร้อมกันได้ โดยเป็นสิ่งควบคุมระยะเวลาของการก่อสร้างแต่ละโครงการว่าเทคโนโลยีที่ใช้ในการก่อสร้างที่เลือกใช้ทั้งหมด มีความเหมาะสมที่ทำให้สามารถก่อสร้างได้ทันเวลาหรือไม่

2.9.1.4 เสถียรภาพโครงสร้าง

การเลือกรูปแบบการก่อสร้างอาคารด้วยระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปจะต้องคำนึงถึงเสถียรภาพของความแข็งแรงของโครงสร้างอาคาร ทั้งในระยะสั้นและระยะยาว

2.9.2 ขั้นตอนการออกแบบอาคารสำเร็จรูป

การออกแบบอาคารสำเร็จรูปนั้นแบ่งการพิจารณาออกเป็น 4 ส่วน ซึ่งสอดคล้องกับการพิจารณารูปแบบเทคโนโลยีการก่อสร้าง แต่เป็นการอธิบายถึงรายละเอียดที่มากขึ้น ซึ่งการพิจารณาทั้ง 4 ส่วน มีดังนี้

– พิจารณารูปแบบความมั่นคงแข็งแรงของอาคาร

– พิจารณาการออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป

– พิจารณาออกแบบจุดรอยต่อของชิ้นส่วนสำเร็จรูป

– พิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนในการทำงาน

2.9.2.1 รูปแบบความมั่นคงแข็งแรงของอาคาร

ความแข็งแรงและความปลอดภัยเป็นเรื่องสำคัญมากในการออกแบบอาคารสำหรับการก่อสร้างอาคารระบบสำเร็จรูป ดังนั้นการออกแบบอาคารคอนกรีตสำเร็จรูปให้แข็งแรงปลอดภัย ลักษณะสำคัญขึ้นอยู่กับการออกแบบบริเวณจุดรอยต่อของแต่ละชิ้นส่วน การทำจุดรอยต่อของแต่ละชิ้นส่วนหลังจากก่อสร้างเสร็จแล้ว จะต้องมีคุณสมบัติแบบเดียวกันกับโครงสร้างที่ก่อสร้างด้วยระบบหล่อในที่ รูปแบบความมั่นคงแข็งแรงของอาคารที่นำมาใช้ในการออกแบบ มีดังนี้

1. โครงสร้างเสารับโมเมนต์ ความมั่นคงแข็งแรงของโครงสร้างทั้งหมดจะขึ้นอยู่กับเสาที่ยึดติดกับฐานราก คานที่ยึดติดกับเสาจะมีลักษณะเป็นจุดหมุน

2. โครงสร้างเฟรมรับโมเมนต์ ความมั่นคงแข็งแรงของโครงสร้างจะขึ้นอยู่กับความแข็งแรงของจุดต่อของเสาและคาน ซึ่งมีความสามารถรับโมเมนต์ด้วย ข้อเสียคือ มีความซับซ้อนในการผลิตและขนส่ง และการติดตั้งทำได้ยาก

3. โครงสร้างผนัง และคอร์รับแรง ความมั่นคงแข็งแรงของระบบนี้จะมีคอร์หรือผืนผนังเป็นตัวที่ทำให้ระบบนี้มีความมั่นคงแข็งแรง ซึ่งสามารถใช้กับอาคารสูงได้ระดับหนึ่ง จุดรอยต่อระหว่าง คาน-คาน เสา-เสา และคาน-เสา การออกแบบจะเป็นจุดรอยต่อแบบหมุน หลักการออกแบบก่อสร้างสำหรับอาคารลักษณะนี้ ส่วนคอร์มักจะดำเนินการหล่อในที่ ส่วนคาน เสา และพื้น หรือพื้นและผนัง จะเป็นชิ้นส่วนสำเร็จรูป

4. โครงร้างผนังรับแรงรอบอาคาร ความมั่นคงแข็งแรงขึ้นอยู่กับการประสานกันเป็นกล่องของโครงสร้างโดยให้แรงในแนวดิ่งที่มีค่าเท่ากับหรือมากกว่าแรงในแนวนอน

5. โครงสร้างผนังรับแรง ความมั่นคงแข็งแรงโครงสร้างขึ้นอยู่กับน้ำหนักของโครงสร้าง โดยให้โครงสร้างรับน้ำหนักในแนวตั้งอย่างเดียว ไม่รับแรงดึงในแนวนอน

6. ไดอะแกรมพื้นและหลังคา เป็นระบบที่ใช้กันแพร่หลายในประเทศไทย โดยการใช้พื้นคอนกรีตสำเร็จรูป เช่น ระบบพื้นแพล็งค์ (Plank) ระบบพื้นฮอลโลว์ คอร์ (Hollow Core) การใช้โครงสร้างระบบนี้จะสามารถสร้างพื้นได้อย่างรวดเร็ว

7. โครงสร้างแบบเซลล์ (Cell Structures) เป็นการออกแบบโครงสร้างผนังและพื้นรวมกันเป็นห้องแล้วนำมาประกอบติดตั้ง โครงสร้างแบบเซลล์อาจเป็นการทำงานสถาปัตยกรรมที่รวมการติดตั้งระบบไฟฟ้าและประปามาเรียบร้อยแล้ว ความมั่นคงแข็งแรงจะอยู่ในรูปของระบบ Shear Wall ลักษณะของ Cell Structures ที่ทำการผลิตได้แก่ ระฆังแบบคว่ำ แบบตัวยู แบบตัวซี

2.9.2.2 การออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป

ในระหว่างการผลิต การขนส่ง การติดตั้ง และการประกอบจุดรอยต่อ จะมีความเค้น (Stress) ที่เกิดขึ้นส่วนสำเร็จรูป ผู้ออกแบบจะต้องมีการคำนวณและออกแบบเพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้น

1. ความเค้นที่เกิดขึ้นระหว่างการผลิต มาจากแรงยึดเหนี่ยวที่ผิวของชิ้นส่วนสำเร็จรูปและแบบหล่อในขณะถอดแบบ รวมทั้งน้ำหนักของชิ้นส่วนสำเร็จรูปเองในขณะที่ยกชิ้นส่วนสำเร็จรูปออกจากแบบหล่อ สำหรับความเค้นที่เกิดขึ้นกับชิ้นส่วนสำเร็จรูปในระหว่างการขนส่ง การติดตั้ง และการประกอบจุดรอยต่อ เนื่องมาจากสาเหตุต่าง ๆ ดังนี้

2. ในขณะขนส่ง แนวและตำแหน่งของชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จลูกไม่ได้อยู่ในแนวและตำแหน่งที่ประกอบขึ้นเป็นโครงสร้าง เช่น เสาร์ออกแบบเพื่อให้รับแรงในแนวดิ่งตามความยาวของเสา และแรงเฉือนที่เกิดจากแรงลมเมื่อติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้ว แต่ระหว่างการขนส่งดังกล่าวจะทำหน้าที่รับน้ำหนักและความเค้นที่เกิดขึ้นเหมือนคาน

3. ชิ้นส่วนสำเร็จรูป ต้องการค้ำยันจากชิ้นส่วนโครงสร้างอื่น เมื่อประกอบขึ้นเป็นโครงสร้างเสร็จแล้ว แต่ในขณะขนส่งและติดตั้งอาจจะไม่มี

4. ในระหว่างการติดตั้งและการประกอบจุดรอยต่อ การดำเนินงานอาจจะยังไม่สมบูรณ์หรือไม่เต็มระบบโครงสร้าง หรือยังไม่สามารถใช้งานได้เต็มที่ เช่น การติดตั้งผนัง จะต้องทำการค้ำยันให้ถูกต้อง เพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้น

2.9.2.3 การออกแบบจุดรอยต่อชิ้นส่วนสำเร็จรูป

จุดรอยต่อของชิ้นส่วนสำเร็จรูป สำหรับการก่อสร้างระบบสำเร็จรูปมีความสำคัญต่อความมั่นคงแข็งแรงของโครงสร้างอาคาร จุดรอยต่อของชิ้นส่วนสำเร็จรูป แบ่งได้เป็น 2 ประเภทคือ

1. จุดรอยต่อแบบเปียก (Wet Joint)

2. จุดรอยต่อแบบแห้ง (Dry Joint)

นอกจากนี้ บางตำราอาจมีการกล่าวถึงจุดรอยต่ออีกประเภท ซึ่งใช้ในงาน Post Tension คือ จุดรอยต่อแบบภายหลัง เป็นลักษณะของจุดรอยต่อที่เกิดขึ้นภายในชิ้นส่วนสำเร็จรูปในแต่ละชิ้น หรือระหว่างชิ้นส่วนสำเร็จรูป โดยจะใช้ลวดรับแรงดึงสูง (Tendon) เป็นวัสดุที่ใช้ดึงและยึดปลายของลวดไว้ที่ชิ้นส่วนสำเร็จรูป การดึงจะกระทำภายหลังจากหล่อชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสร็จแล้ว

2.9.2.3 การพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อน

เป็นการสมมติหรือคาดคะเนระยะที่จะผิดหรือมีค่าเบี่ยงเบนตามระยะที่กำหนดไว้ในแบบ การปฏิบัติงานจริงค่าความคลาดเคลื่อนที่จะเกิดขึ้นได้มี 3 ประเภท คือ

1. ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจากการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป
2. ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการกำหนดระยะ ระหว่างชิ้นส่วนสำเร็จรูป
3. ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป

บทที่ 3
การศึกษาและสรุปทฤษฎีที่ใช้ในงานออกแบบ

3.1 รายละเอียดวัสดุก่อสร้างสำเร็จรูปต่าง ๆ

รายละเอียดเกี่ยวกับวัสดุก่อสร้างสำเร็จรูปในหัวข้อนี้เป็นการสรุปขนาดของวัสดุก่อสร้าง ซึ่งจะเลือกพิจารณาเฉพาะวัสดุที่สามารถใช้ออกแบบและก่อสร้างในระบบประสานทางพิกัดได้ โดยแสดงเป็น ตารางเปรียบเทียบที่บอกถึงประเภทของวัสดุ ขนาดในระบบ Metric และขนาดในระบบ Modular เพื่อใช้เป็น ข้อมูลในการออกแบบ โดยอาศัยหลักการประสานทางพิกัด (Modular Coordination) และใช้ก่อสร้างอาคาร ในระบบเปิด (Open system) ได้ ในการวิจัยนี้สามารถแบ่งประเภทของวัสดุก่อสร้างตามระบบของการ ก่อสร้างได้ ดังนี้

3.1.1 ระบบผนัง

วัสดุก่อสร้างในระบบผนัง สามารถจำแนกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. วัสดุโครงสร้าง ได้แก่ วัสดุก่อ
2. วัสดุตกแต่ง ได้แก่ วัสดุแผ่นใหญ่ วัสดุบุผนัง

ตารางที่ 3.1 แสดงการเปรียบเทียบวัสดุโครงสร้าง (วัสดุก่อ) ในระบบผนัง

ชนิดของวัสดุ	ขนาดในระบบ Metric (มม.)			ขนาดในระบบ Modular (พ.) 1		
	กว้าง	ยาว	หนา	กว้าง	ยาว	หนา 2
วัสดุก่อ						
อิฐมวลเบา	200	600	75,100,125	2	6	1
			150,200			
คอนกรีตบล็อค	190	390	70,90,140,	2	4	1
			190			
อินเตอร์ล็อคกิ้งบล็อค	100	250	125	1	2.5	●
ดินซีเมนต์บล็อค	90	290	145	1	3	●
อิฐแก้ว	190	190	80	2	2	●

หมายเหตุ 1. ขนาดในระบบ Modular เป็นระยะที่มองวัสดุในแนวตั้งรวมระยะเผื่อรอยต่อโดยประมาณ (พ = 100 มม.)

2. ขนาดความหนาของวัสดุก่อที่ระบุในระบบ Modular จะรวมความหนาปูนฉาบหรือวัสดุปิดผิวอื่น ๆ โดยประมาณแล้ว โดยจะเลือก พิจารณาแต่ขนาดที่สามารถเข้าระบบได้และประหยัดที่สุด เพื่อใช้ออกแบบในผังตารางพิกัด

● = ความหนาของวัสดุก่อที่ไม่เข้าระบบmodular

ตารางที่ 3.2 แสดงการเปรียบเทียบวัสดุตกแต่ง (วัสดุแผ่นใหญ่) ในระบบผนัง

ชนิดของวัสดุ	ขนาดในระบบ Metric (มม.)			ขนาดในระบบ Modular (พ.)		
	กว้าง	ยาว	หนา	กวาง	ยาว	หนา
วัสดุแผ่นใหญ่						
ไม้อัด	900,1200	1800,2400	3-20	9,12	18,24	●
ไยไม้อัดแข็งแผ่นเรียบ	1200	2400	3-19	12	24	●
ไม้ไผ่อัด	1200	2400	2-5	12	24	●
แผ่นใยไม้อัด	1200	2400	9-35	12	24	●
แผ่นซีเมนต์บอร์ดเสริมเส้นใยไม้	900,1200	1800,2400	8-24	9,12	18,24	●
แผ่นแคลเซียมซิลิเกต	1200	1800,2400	6-20	12	18,24,30	●
		3000				
แผ่นยิปซั่มบอร์ด	1200	1200,2400	9-30	12	12,24,30	●
		3000				
แผ่นยิปซั่มไฟเบอร์บอร์ด	1200	2400	6-12	12	24	●
กระเบื้องซีเมนต์ใยหินแผ่นเรียบ	1200	1200,2400	4-8	12	12,24	●
แผ่นซีเมนต์เสริมใยแก้ว	1200	1200,2400	6-15	12	12,24	●
แผ่นพลาสติกอะครีลิก	1200	1200,2400	3-35	12	12,24,30	●
		3000				
แผ่นปิดผิดลามิเนตแรงดันสูง	1200	2400	3-20	12	24	●
ไม้สังเคราะห์หรือไม้เทียม	150,200	1800,3000	8	1.5,2	18,30,40	●
		4000				

หมายเหตุ ● = ความหนาของวัสดุแผ่นใหญ่ที่ไม่เข้าระบบ Modular แต่ระบุไว้ในระบบ Metric เพราะกรณีที่ใช้ยึดติดกับโครงคร่าวที่มีขนาดต่างๆ หรือใช้ปิดผิววัสดุก่อ เพื่อทราบระยะกว้างรวมของผนัง และใช้ออกแบบผังตารางพิกัดได้

ตารางที่ 3.3 แสดงการเปรียบเทียบวัสดุตกแต่ง (วัสดุบุผนัง) ในระบบผนัง

ชนิดของวัสดุ	ขนาดในระบบ Metric (มม.)			ขนาดในระบบ Modular (พ.)		
	กว้าง	ยาว	หนา	กวาง	ยาว	หนา
วัสดุบุผนัง						
กระเบื้องเคลือบ	100,150,200	100,150,200	4-8	1,1.5,2,	1,1.5,2	●
	250,300	250,300		2.5,3	2.5,3	
กระเบื้องดินเผา	100,150,200	100,150,200	4-8	1,1.5,2	1,1.5,2	●
กระเบื้องโมเสก	300	300	4-6	3	3	●

หมายเหตุ ● = ความหนาของกระเบื้องที่ไม่เข้าระบบ Modular แต่ระบุไว้ในระบบ Metric เพราะกรณีที่ใช้ปิดผิววัสดุก่อ เพื่อทราบระยะความ กว้างรวมของผนังและสามารถนา ไปใช้ในการออกแบบผังตารางพิกัดได้

3.1.2 ระบบพื้น

วัสดุก่อสร้างในระบบพื้น สามารถจำแนกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. วัสดุโครงสร้าง ได้แก่ แผ่นพื้นสำเร็จรูป
2. วัสดุตกแต่ง ได้แก่ วัสดุปูพื้น

ตารางที่ 3.4 แสดงการเปรียบเทียบวัสดุโครงสร้าง (แผ่นพื้นสำเร็จรูป) ในระบบพื้น

ชนิดของวัสดุ	ขนาดในระบบ Metric (มม.)			ขนาดในระบบ Modular (พ.)		
	กว้าง	ยาว	หนา	กวาง	ยาว	หนา
แผ่นสำเร็จรูป						
-แผ่นพื้นคอนกรีตอัดแรง	300	500-5000	40-140	3	5-50	80-240
หน้าตัด 4 เหลี่ยมผืนผ้าบาง						
-แผ่นพื้นที่เป็นแผ่นบางตัน	1200	2500-6000	110	12	25-60	140
-แผ่นพื้นหน้าตัดรูป U คว่ำ	600	3000-8000	150,200	6	30-80	200-250
ของซีแพค						
-แผ่นพื้นระบบคานรูปตัว T	520	100-5000	100,125	6	10-50	130-175
		(500/บล็อค)		(รวมคาน)		(รวมคาน)
-แผ่นพื้นโดยใช้อิฐ ซี.เอ็ม.	290	1000-5000	125,175	4-5	10-50	150-200
ประกอบคาน		(250/บล็อค)		(รวมคาน)		(รวมคาน)
-แผ่นพื้นคอนกรีตอัดแรง	600	3000-6500	120	6	30-65	170
แบบกลวง						
-แผ่นพื้นคอนกรีตอัดแรง	1200	2500-7250	150	12	25-72.5	200
รูป Double T						

หมายเหตุ 1. เป็นความหนาของแผ่นพื้นสำเร็จรูปรวมความหมายของคอนกรีตเททับหน้า (หน่วย = มม.) เป็นขนาดที่ต้องใช้ในการออกแบบ ระยะแนวตั้งในรูปตัด ที่สัมพันธ์กับโครงสร้างอาคารและระบบผนังในระบบประสานทางพิกัด

ตารางที่ 3.5 แสดงการเปรียบเทียบวัสดุตกแต่ง (วัสดุปูพื้น) ในระบบพื้น

ชนิดของวัสดุ	ขนาดในระบบ Metric (มม.)			ขนาดในระบบ Modular (พ.)		
	กว้าง	ยาว	หนา	กว้าง	ยาว	หนา
วัสดุปูพื้น						
■ กระเบื้องเคลือบ	100,150,200	100,150,200	4-12	1,1.5,2,	1,1.5,2,	●
	250,300,400	250,300,400		2.5,3,4	2.5,3,4	
■ กระเบื้องดินเผา	100,150,200	100,150,200	8-15	1,1.5,2,3,4	1,1.5,2,3,4	●
	300,400	300,400				
■ กระเบื้องโมเสก	300	300	4-6	3	3	●
■ กระเบื้องหินแกรนิต	150,200,300	150,200,300	19-25	1.5,2,3,	1.5,2,3,	●
	400,500,600	400,500,600		4,5,6	4,5,6	
■ กระเบื้องหินอ่อน	150,200,300	150,200,300	19-25	1.5,2,3,	1.5,2,3,	●
	400,500,600	400,500,600		4,5,6	4,5,6	
■ กระเบื้องหินอ่อนผสม	300,600	600	19-25	3,6	6	●
■ กระเบื้องหินควอตซ์	150,200,250	150,200,250	15	1.5,2,2.5	1.5,2,2.5	●
■ กระเบื้องหินชนวน	300,600,900	300,600,900	25-37	3,6,9	3,6,9	●
■ กระเบื้องหินขัด	150,200,300	150,200,300	19-37	1.5,2,3,5,6	1.5,2,3,5,6	●
	500,600	500,600				
■ หินแกรนิต	150,200,300	300,400,500	19-25	1.5,2,3	3,4,5,6,9	●
	400,500,600	600,900		4,5,6		
■ หินอ่อน	100-600	200-1200	20	1-6	2-12	●
■ หินอ่อนเทียม	200,250,300	200,250,300	15-25	2,2.5,3	2,2.5,3	●
■ กระเบื้องคอนกรีต	150,200,300	150,200,300	15-25	1.5,2,3	1.5,2,3	●
■ กระเบื้องซีเมนต์	400	400	30	4	4	●
■ กระเบื้องยางธรรมชาติ	150,200,300	150,200,300	3-05	1.5,2,3	1.5,2,3	●
■ กระเบื้องยางไวนิล	200,300	200,300	12-20	2,3	2,3	●
■ กระเบื้องยางผสมก๊อก	150,300,600	150,300,600	4-6	1.5,3,6	1.5,3,6	●
■ กระเบื้องลิโนเลียม	200,300	200,300	12-25	2,3	2,3	●
■ กระเบื้องแอลฟัลต์	100,200,250	200,250	15-20	1.5,2.5	2,2.5	●
■ กระเบื้อง พี วี ซี	150,200	150,200	2-5	1.5,2	1.5,2	●
■ กระเบื้องเทอร์โมพลาสติก	200,300,450	200,300,600	3-5	2,3,4,5	2,3,6	●
■ กระเบื้องแก้ว	50	50	8	0.5	0.5	●
■ กระเบื้องไม้คอร์ก	100,150,200	100,150,200	3-12.5	1,1.5,2,3	1,1.5,2,3,9	●
	300	300,900				
■ พรมแผ่น	500	500	5	5	5	●

หมายเหตุ ● = ความหนาของวัสดุปูพื้นที่ไม่เข้าระบบ Modular แต่ระบุไว้ในระบบ Metric เพราะกรณีที่ใช้ปูบนแผ่นพื้นสำเร็จรูปที่รวมคอนกรีตเททับหน้าแล้วเป็นขนาดที่ต้องใช้ในการออกแบบระยะรวมแนวตั้ง Detail รูปตัดที่สัมพันธ์ทั้งโครงสร้างอาคาร แผ่นพื้นสำเร็จรูป และระบบผนังในหลักการประสานทางพิกัด

3.1.3 ระบบฝ้าเพดาน

วัสดุก่อสร้างในระบบฝ้าคือวัสดุตกแต่ง ได้แก่ วัสดุบุเพดาน

ตารางที่ 3.6 แสดงการเปรียบเทียบวัสดุตกแต่ง (วัสดุบุเพดาน) ในระบบฝ้าเพดาน

ชนิดของวัสดุ	ขนาดในระบบ Metric (มม.)			ขนาดในระบบ Modular (พ.)		
	กว้าง	ยาว	หนา	กว้าง	ยาว	หนา
วัสดุปูพื้น						
■ ไม้อัด	900,1200	1800,2400	3-20	9,12	18,24	●
■ ใยไม้อัดแข็งแผ่นเรียบ	600,1200	2400	3-19	6,12	24	●
■ ไม้ไผ่อัด	1200	2400	2-5	12	24	●
■ แผ่นใยไม้อัด	1200	2400	9-19	12	24	●
■ แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง	1200	2400	6-20	12	24	●
■ แผ่นซีเมนต์บอร์ดเสริมเส้นใยไม้	600,900, 1200	1200,1800 2400	12	6,9,12	12,18,24	●
■ แผ่นซีเมนต์บอร์ดเสริมเส้นใยไม้เซลลูโลส	900,1200	1800,2100 2400	4-12	9,12	18,21,24	●
■ แผ่นแคลเซียมซิลิเกต	600,1200	1200,1800 2400	6-15	6,12	12,18,24	●
■ แผ่นยิปซั่มบอร์ด	600,1200	600,1200, 2400	9-15	6,12	6,12,24	●
■ แผ่นยิปซั่มไฟเบอร์บอร์ด	600,1200	600,1200, 2400	6-12	6,12	6,12,24	●
■ กระเบื้องซีเมนต์ใยหินแผ่นเรียบ	1200	1200,2400	4	12	12,24	●
■ แผ่นซีเมนต์เสริมใยแก้ว	600,1200	600,1200, 2400	6-15	6,12	6,12,24	●
■ แผ่นพลาสติกอะคริลิก	600,1200	600,1200, 2400	3-15	6,12	6,12,24	●
■ แผ่นปิดผิวลามิเนตแรงดันสูง	1200	2400	3-20	12	24	●

หมายเหตุ ● = ความหนาของวัสดุปูพื้นที่ไม่เข้าระบบ Modular แต่ระบุไว้ในระบบ Metric เพราะกรณีที่ใช้ปูบนแผ่นพื้นสำเร็จรูปที่รวมคอนกรีตเททับหน้าแล้วเป็นขนาดที่ต้องใช้ในการออกแบบระยะรวมแนวตั้ง Detail รูปตัดที่สัมพันธ์ทั้งโครงสร้างอาคาร แผ่นพื้นสำเร็จรูป และระบบผนังในหลักการประสานทางพิกัด

3.2 วิเคราะห์ขนาดชิ้นส่วนวัสดุสำเร็จรูป

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาขนาดพิกัดร่วม เพื่อนำไปกำหนดในตารางพิกัดแผนผังว่าจะมีหน่วยพิกัดมูลฐาน (พ) เท่าไรใน 1 หน่วยพิกัดแผนผัง (พ') ทั้งในแนวดิ่งและแนวระดับ โดยจะแบ่งการวิเคราะห์ขนาดชิ้นส่วนออกเป็นประเภทต่าง ๆ ตามระบบการก่อสร้างที่กำหนดไว้ คือ

ก. ระบบผนัง

การวิเคราะห์ขนาดชิ้นส่วนวัสดุสำเร็จรูปในระบบผนัง จะแสดงเป็นตารางเปรียบเทียบขนาดของชิ้นส่วน วัสดุก่อสร้างสำเร็จรูปต่าง ๆ โดยมีระยะเพิ่มตามขนาดในระบบ Modular ที่มาจากข้อมูลได้แก่

ตารางที่ 3.7 แสดงการวิเคราะห์ขนาดชิ้นส่วนวัสดุสำเร็จรูปในระบบผนัง

ชนิดของชิ้นส่วนวัสดุ	ขนาดของชิ้นส่วนวัสดุ (พ.)																					
	ระยะในแนวดิ่ง												ระยะในแนวระดับ									
	1	1.5	2	2.5	3	4	8	12	18	20	24	30	1	1.5	2	2.5	3	4	6	9	12	18	30
วัสดุก่อ																							
อิฐมวลเบา			●																●				
คอนกรีตบล็อก			●															●					
อินเตอร์ล็อคกิ้งบล็อค	●															●							
ดินซีเมนต์บล็อค	●																●						
อิฐแก้ว			●												●								
วัสดุแผ่นใหญ่																							
ไม้อัด									●		●									●	●		
ใยไม้อัดแข็งแผ่นเรียบ											●										●		
ไม้ไผ่อัด											●										●		
แผ่นใยไม้อัด											●										●		
แผ่นซีเมนต์บอร์ดเสริมเส้นใยไม้									●		●									●	●		
แผ่นแคลเซียมซิลิเกต									●		●	●									●		
แผ่นยิบซั่มบอร์ด								●			●	●									●		
แผ่นยิบซั่มไฟเบอร์บอร์ด											●										●		
กระเบื้องซีเมนต์ใยหินแผ่นเรียบ								●			●										●		
แผ่นซีเมนต์เสริมใยแก้ว								●			●										●		
แผ่นพลาสติกอะครีลิก								●			●	●									●		
แผ่นปิดผิวลามิเนตแรงดันสูง											●										●		
ไม้สังเคราะห์หรือไม้เทียม		●	●																			●	●
วัสดุบุผนัง																							
กระเบื้องเคลือบ	●	●	●	●	●								●	●	●	●	●						
กระเบื้องดินเผา	●	●	●										●	●	●								
กระเบื้องโมเสก					●												●						

ข. ระบบพื้น

การวิเคราะห์ขนาดชิ้นส่วนวัสดุสำเร็จรูปในระบบพื้น จะแสดงเป็นตารางเปรียบเทียบขนาดของชิ้นส่วน วัสดุก่อสร้างสาเร็จรูปต่าง ๆ โดยมีระยะเพิ่มตามขนาดในระบบ Modular ที่มาจากข้อมูลได้แก่

ตารางที่ 3.8 แสดงการวิเคราะห์ขนาดชิ้นส่วนวัสดุสำเร็จรูปในระบบพื้น

ชนิดของชิ้นส่วนวัสดุ	ขนาดของชิ้นส่วนวัสดุในแนวระดับ (พ)																							
	ความกว้าง												ความยาว											
	0.5	1	1.5	2	2.5	3	4	4.5	5	6	9	12	0.5	1	1.5	2	2.5	3	4	5	6	9	12	หมายเหตุ
แผ่นพื้นสำเร็จรูป																								
แผ่นพื้นอัดแรงหน้าตัด 4 เหลี่ยมบาง						●																		5-50
แผ่นพื้นที่เป็นแผ่นบางตัน												●												25-60
แผ่นพื้นหน้าตัดรูป U คว่ำของซีแพค										●														30-60
แผ่นพื้นระบบคานรูปตัว T										●														10-50
แผ่นพื้น โดยใช้อิฐ ซี.เอ็ม.ประกอบคาน								●																10-60
แผ่นพื้นคอนกรีตอัดแรงแบบกลวง										●														30-65
แผ่นพื้นคอนกรีตอัดแรง รูป Double T												●												25-70
วัสดุปูพื้น																								
กระเบื้องเคลือบ		●	●	●	●	●	●							●	●	●	●	●	●					
กระเบื้องดินเผา		●	●	●		●	●							●	●	●		●	●					
กระเบื้องโมเสก						●												●						
กระเบื้องหินแกรนิต			●	●		●	●		●	●					●	●		●	●	●	●			
กระเบื้องหินอ่อน			●	●		●	●		●	●					●	●		●	●	●	●			
กระเบื้องหินอ่อนผสม						●				●											●			
กระเบื้องหินควอตซ์			●	●	●										●	●	●							
กระเบื้องหินชนวน						●				●	●							●			●	●		
กระเบื้องหินขัด			●	●		●			●	●					●	●		●		●	●			
หินแกรนิต			●	●		●	●		●	●								●	●	●	●	●		
หินอ่อน		●	●	●		●	●		●	●						●		●	●	●	●	●	●	
หินอ่อนเทียม				●	●	●										●	●	●						
กระเบื้องคอนกรีต			●	●		●									●	●		●						
กระเบื้องซีเมนต์							●												●					
กระเบื้องยางธรรมชาติ			●	●		●									●	●		●						
กระเบื้องยางไวนิล				●		●										●		●						
กระเบื้องบางผสมก๊อก			●			●									●			●			●			
กระเบื้องลิโนเลียม				●		●										●		●						
กระเบื้องแอสพัลต์		●		●	●											●	●							
กระเบื้อง พี วี ซี			●	●											●	●								
กระเบื้องเทอร์โมพลาสติก				●		●		●								●		●			●			
กระเบื้องแก้ว	●												●											
กระเบื้องไม้คอร์ก		●	●	●		●								●	●	●		●				●		
พรมแผ่น									●											●				

ค. ระบบฝ้าเพดาน

การวิเคราะห์ขนาดชิ้นส่วนวัสดุสำเร็จรูปในระบบฝ้าเพดาน จะแสดงเป็นตารางเปรียบเทียบขนาดของชิ้นส่วน วัสดุก่อสร้างสาเร็จรูปต่าง ๆ โดยมีระยะเพิ่มตามขนาดในระบบ Modular ที่มาจากข้อมูลได้แก่

ตารางที่ 3.9 แสดงการวิเคราะห์ขนาดชิ้นส่วนวัสดุสำเร็จรูปในระบบฝ้าเพดาน

ชนิดของชิ้นส่วนวัสดุ	ขนาดของชิ้นส่วนวัสดุในแนวระดับ (พ)							
	ความกว้าง			ความยาว				
	6	9	12	6	12	18	21	24
วัสดุบุเพดาน								
ไม้อัด		●	●			●		●
ใยไม้อัดแข็งแผ่นเรียบ	●		●					●
ไม้ไผ่อัด			●					●
แผ่นใยไม้อัด			●					●
แผ่นใยไม้อัดหนาแน่นปานกลาง			●					●
แผ่นซีเมนต์บอร์ดเสริมเส้นใยไม้	●	●	●		●	●		●
แผ่นซีเมนต์บอร์ดเสริมเซลลูโลส		●	●			●	●	●
แผ่นแคลเซียมซิลิเกต	●		●		●	●		●
แผ่นยิบซั่มบอร์ด	●		●	●	●			●
แผ่นยิบซั่มไฟเบอร์บอร์ด	●		●	●	●			●
กระเบื้องซีเมนต์ใยหินแผ่นเรียบ			●		●			●
แผ่นซีเมนต์เสริมใยแก้ว	●		●	●	●			●
แผ่นพลาสติกอะครีลิก	●		●	●	●			●
แผ่นปิดผิดลามิเนตแรงดันสูง			●					●

3.3 ผลการวิเคราะห์ขนาดชิ้นส่วนวัสดุสำเร็จรูป

จากการวิเคราะห์ขนาดชิ้นส่วนวัสดุสำเร็จรูปทั้งในระบบผนัง พื้น และเพดาน ที่แสดงเป็นตารางเปรียบเทียบขนาดของชิ้นส่วนวัสดุ โดยมีขนาดและระยะเพิ่มเติมตามหน่วยพิกัดในระบบ Modular นั้นจะบอกได้ถึงขนาดพิกัดร่วมของวัสดุก่อสร้างสำเร็จรูปต่างๆโดยมีขนาดเพิ่มขึ้นเป็นอนุกรมของหน่วยพิกัดคูณและลดลงเป็นอนุพิกัดของขนาดชิ้นส่วนวัสดุ ซึ่งจากตารางเปรียบเทียบข้างต้นดังกล่าวนี้ สามารถวิเคราะห์สรุปเปรียบเทียบรวมเป็นตารางแสดงขนาดพิกัดร่วมของชิ้นส่วนวัสดุสำเร็จรูปในระบบต่างๆ โดยพิจารณาสรุปทั้งขนาดในแนวดิ่งและขนาดในแนวระดับ

ตารางที่ 3.10 แสดงการเปรียบเทียบขนาดพิกัดร่วมของชิ้นส่วนวัสดุสำเร็จรูปในระบบต่างๆ

ชนิดของชิ้นส่วนวัสดุ	ขนาดของชิ้นส่วนวัสดุในแนวดิ่ง (พ)											
	1	1.5	2	2.5	3	4	8	12	18	20	24	30
ระบบผนัง												
■ วัสดุก่อ	●		●									
■ วัสดุแผ่นใหญ่		●	●					●	●		●	●
■ วัสดุบุผนัง	●	●	●	●	●							

ชนิดของชิ้นส่วนวัสดุ	ขนาดของชิ้นส่วนวัสดุ (ความกว้าง) ในแนวระดับ (พ)													
	0.5	1	1.5	2	2.5	3	4	4.5	5	6	9	12	18	20
ระบบผนัง														
■ ชิ้นส่วนสำเร็จรูปของ วท.						●	●			●	●	●	●	
■ วัสดุก่อ				●	●	●	●			●				
■ วัสดุแผ่นใหญ่											●	●	●	●
■ วัสดุบุผนัง		●	●	●	●	●								
ระบบพื้น														
■ แผ่นพื้นสำเร็จรูป						●		●		●		●		
■ วัสดุปูพื้น	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			
ระบบฝ้าเพดาน														
■ วัสดุบุเพดาน										●	●	●		

ชนิดของชิ้นส่วนวัสดุ	ขนาดของชิ้นส่วนวัสดุ (ความยาว) ในแนวระดับ (พ)													
	0.5	1	1.5	2	2.5	3	4	5	6	9	12	18	21	24
ระบบพื้น														
■ แผ่นพื้นสำเร็จรูป[1]														
■ วัสดุปูพื้น	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			
ระบบฝ้าเพดาน														
■ วัสดุบุเพดาน									●		●	●	●	●

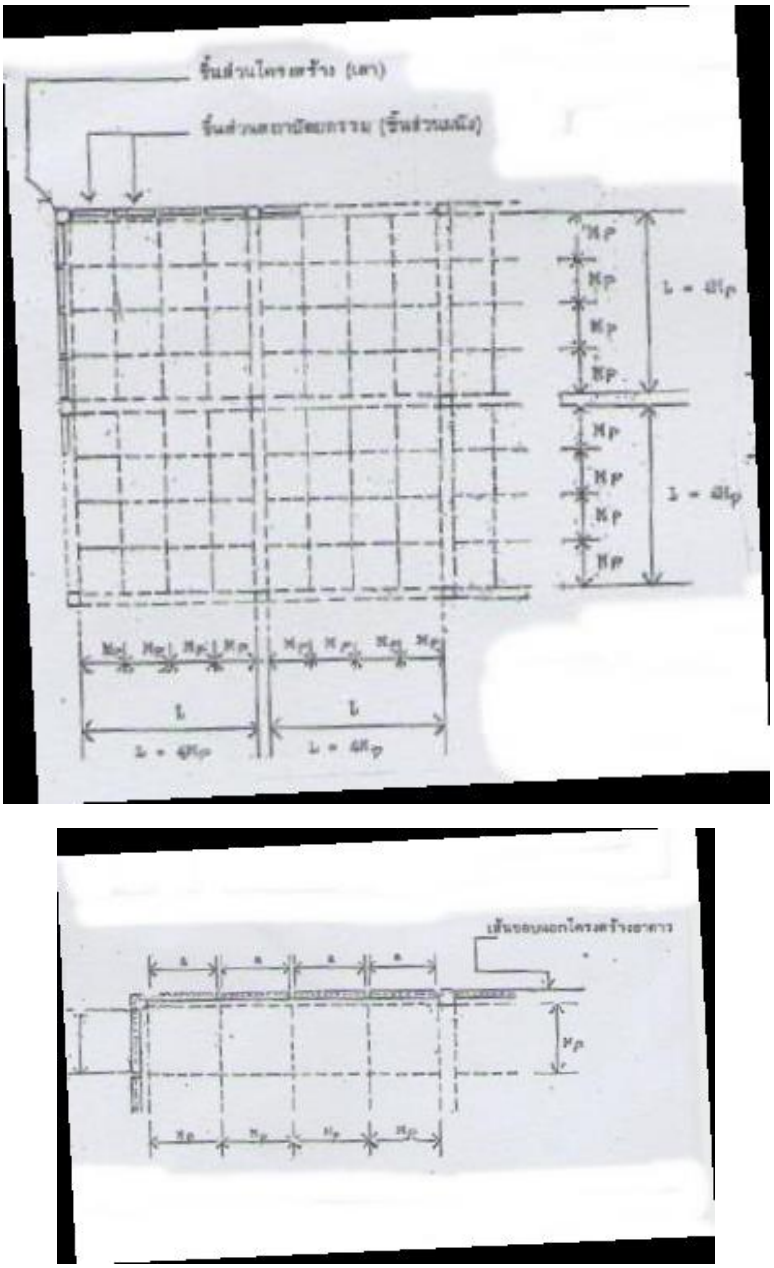
หมายเหตุ : 1.ความยาวของแผ่นพื้นสำเร็จรูปมีขนาดยาวตั้งแต่ 5-80พ ตามแต่ละชนิด โดยยาวเพิ่มขึ้นทุก ๆ 2.5พ และ 5พ

ขนาดของชิ้นส่วนวัสดุจากตารางเปรียบเทียบนี้ จะเพิ่มขึ้นเป็นอนุกรมของหน่วยพิกัดคูณและลดลงเป็นอนุพิกัดของขนาดชิ้นส่วน ซึ่งจากตารางจะเห็นได้ว่าถ้าเป็นขนาดของชิ้นส่วนวัสดุในแนวระดับจะเป็นอนุกรมพิกัดของ 3พ ส่วนขนาดของชิ้นส่วนวัสดุในแนวดิ่งจะเป็นอนุกรมพิกัดของ 2พ เช่น ขนาดของพิกัดแผนผังในแนวระดับ อาจเพิ่มขนาดเป็น 6พ 9พ หรือ 12พ ส่วนขนาดของพิกัดแผนผังในแนวดิ่ง อาจเพิ่มขนาดเป็น 4พ 6พ 8พ หรือ 12พ เป็นต้น

- แนวระดับ หน่วยพิกัดแผนผัง = 3พ (ตารางพิกัดแผนผังในแปลน)
- แนวดิ่ง หน่วยพิกัดแผนผัง = 2พ (ตาราพิกัดแผนผังในรูปด้าน)

3.4 ตารางพิกัดแผนผังที่ใช้ออกแบบ

ทำการวิเคราะห์เพื่อหาผังตารางพิกัดที่จะใช้ในการออกแบบ ซึ่งเหมาะสมกับขนาดพิกัดชิ้นส่วนของวัสดุก่อสร้างสำเร็จรูปต่าง ๆ อ้างอิงจากหนังสือตาราวิชาการ ชื่อ “การวางผังอาคารด้วยตารางพิกัด” ของ เรืองศักดิ์ กันตะบุตร มีรายละเอียดดังนี้



รูปที่ 3.1 ตารางพิกัดแผนผังที่เลือกใช้ในการออกแบบ

วิเคราะห์ตารางพิกัดแผนผังของอาคาร

ตารางพิกัดแผนผังเป็นตารางพิกัดไม่ต่อเนื่อง เป็นตารางพิกัดที่เราสามารถควบคุมการประสานทางพิกัดใน 3 มิติ แต่ละพื้นที่ของช่วงเสา

ระบบโครงสร้างเป็นระบบโครงสร้างเสาและคาน 2 ทาง สาหรับตงรับพื้นอาจเป็น Square Grid ตามหน่วยตารางพิกัดพื้นสำเร็จรูป จะต้องเป็นพื้น 2 ทาง ซึ่งมีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสวางบนตง 2 ทาง ทั้งนี้เพื่อต้องการให้คานมีขนาดและความลึกเท่ากันทั้ง 2 ทาง ซึ่งเป็นตัวคั่นระหว่างช่วงพิกัดไม่ต่อเนื่อง สาหรับตารางพิกัดไม่ต่อเนื่องนี้ถ้าจะใช้โครงสร้างแบบเสาและพื้นแผ่นแบน (Flat plate slab) ก็ได้

สำหรับชิ้นส่วนผนังจะอยู่ที่แนวริมนอก แนวกลาง หรือแนวริมในเสาก็ได้ การผลิตจะผลิตเพียงขนาดเดียว คือ a และจะไม่เกิดปัญหาในการประสานทางพิกัดของวัสดุใน 3 มิติภายในพื้นที่แต่ละช่วงเวลา

<u>การสรุปทฤษฎีในงานออกแบบ</u>

การประสานทางพิกัด หมายถึง ข้อตกลงในเรื่องขนาดที่สัมพันธ์กัน เพื่อการประสานมิติของส่วนประกอบอาคารกับตัวอาคารเข้าด้วยกัน โดยใช้หน่วยพิกัดมูลฐาน(พ = 100 มม.) หรือหน่วยคูณพิกัด (200 มม. สำหรับแนวดิ่ง และ 300 มม. สำหรับแนวนอน) ในการออกแบบ การผลิต และการประกอบ

ส่วนข้อมูลวัสดุก่อสร้างนั้นจะเลือกพิจารณาเฉพาะชนิดที่สามารถออกแบบให้เข้าระบบประสานทางพิกัดได้ โดยแบ่งการเก็บข้อมูลเป็นกลุ่มของระบบก่อสร้างอาคาร4 ระบบ ได้แก่ ระบบโครงสร้าง ระบบพื้น ระบบผนัง และระบบเพดาน

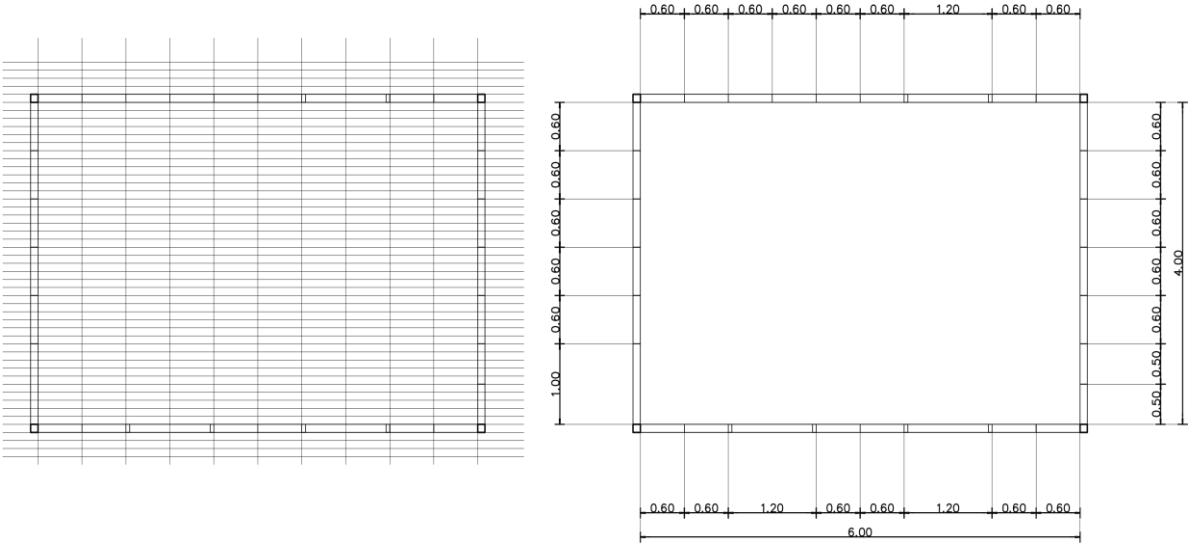
ซึ่งสามารถสรุปตามประเด็นที่เกี่ยวข้องได้ดังนี้ คือ ด้านกฎหมาย จะได้พื้นที่ห้องชุด 1 ห้องขนาดเล็กที่สุดคือ 40พ x 60พ สูง 26พ และมีพื้นที่น้อยสุด 24 ตรม.ด้านขนาดพื้นที่ใช้สอยอาคารสามารถสรุปได้ถึงหน่วยพิกัดแผนผังร่วม คือ มีระยะของพื้นที่ใช้สอยทั้งความกว้างและความยาวเป็นอนุกรมพิกัดทวีคูณจากหน่วยคูณพิกัด 3พ และสามารถนำขนาดและรูปแบบการจัดวางเฟอร์นิเจอร์ต่าง ๆ ไปใช้เป็นทางเลือกในการออกแบบพื้นที่ต่าง ๆ ภายในห้องชุดโดยอ้างอิงจากเกณฑ์มาตรฐานพื้นที่ใช้สอยของการเคหะแห่งชาติ ซึ่งมีพื้นที่รวมเท่ากับขนาดต่ำสุดของกฎหมาย คือ 24 ตรม.

ด้านขนาดชิ้นส่วนวัสดุสำเร็จรูป จะได้ตารางพิกัดแผนผังในแนวระดับ 1พ'= 3พ และตารางพิกัดแผนผังในแนวดิ่ง 1พง= 2พ ซึ่งเป็นระยะน้อยสุดที่ใช้ในการออกแบบแผนผัง โดย

เพิ่มขึ้นได้เป็นอนุกรมพิกัดทวีคูณจากหน่วยที่กำหนดไว้ โดยทั้งหมดที่กล่าวมานี้ จะนำไปใช้ในการออกแบบห้องชุดด้วยระบบประสานทางพิกัด โดยสรุปแล้ว การวิจัยในเรื่องนี้จะได้แนวทางในการออกแบบงานก่อสร้างห้องชุดด้วยระบบประสานทางพิกัด ที่อาศัยชิ้นส่วนสำเร็จรูปร่วมกับวัสดุก่อสร้างสำเร็จรูปอื่น ๆ ที่มีจำหน่ายในท้องตลาด โดยมีขนาดพื้นที่เล็กที่สุดตามกฎหมาย และขยายขนาดอาคารเพิ่มตามลำดับของอนุกรมพิกัด

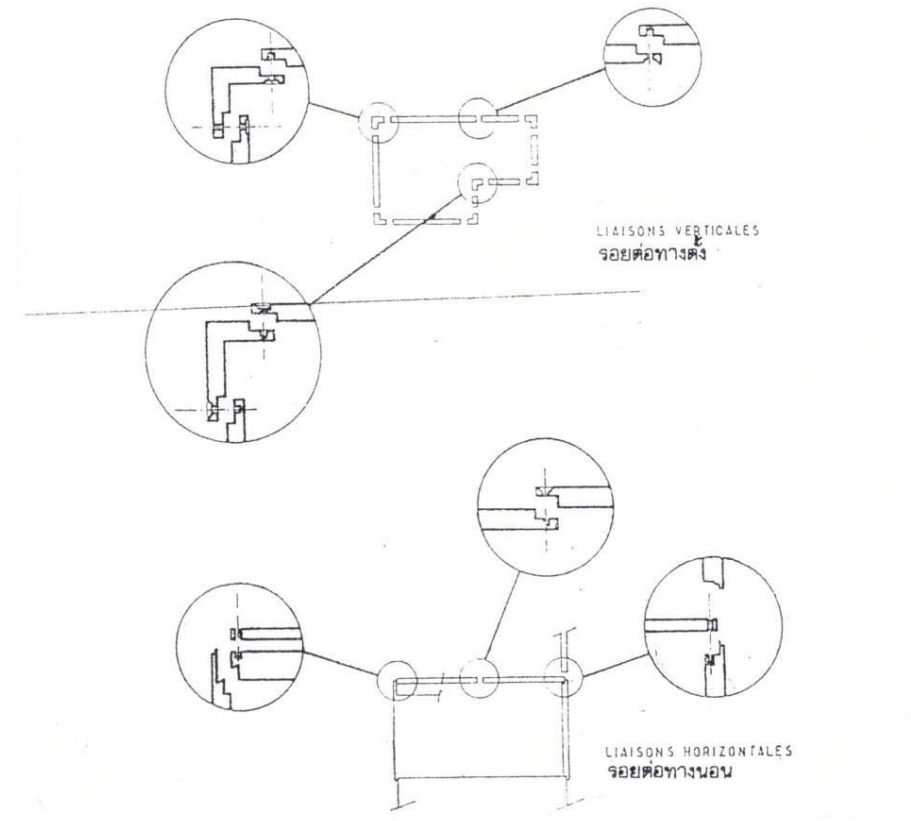
3.5 นำเสนอต้นแบบที่ได้จากทฤษฎีในการออกแบบด้วยระบบ modular

ห้องชุด1ห้อง มีพื้นที่ขนาด 24 ตารางเมตร หรือขนาด 40x60 เมตรสูง2.6 เมตร ออกแบบด้วยระบบโมดูลาร์ แบบประเภทโครงสร้างเหล็กสำเร็จและประกอบผนัง โดยแยกชิ้นส่วนไปประกอบที่หน้างานเพื่อง่ายต่อการขนส่งและสถานที่ก่อสร้างที่มีพื้นที่เข้าออกจำกัด

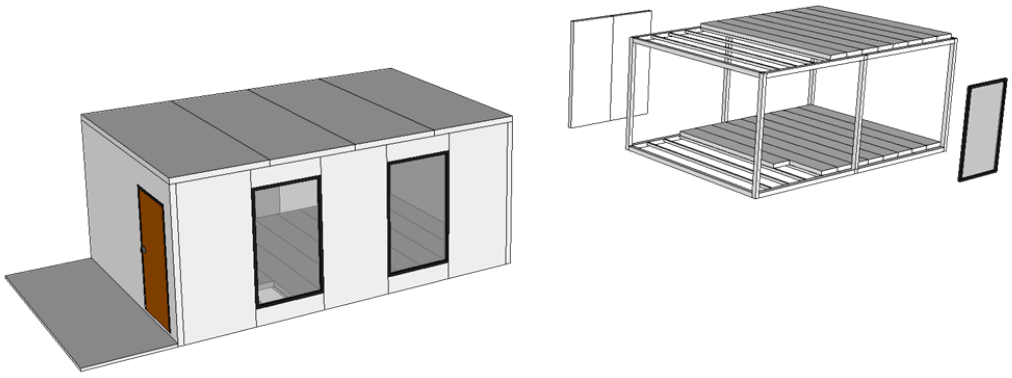


A **B**

รูปที่ 3.2 แสดงจากการออกแบบมาตรฐานของ A ตารางพิกัด B ส่วนประกอบพิกัด



รูปที่ 3.3 ตัวอย่างแนวรอยต่อ(แปลน)



รูปที่ 3.4 ต้นแบบอาคารที่ออกแบบด้วยระบบ Modular

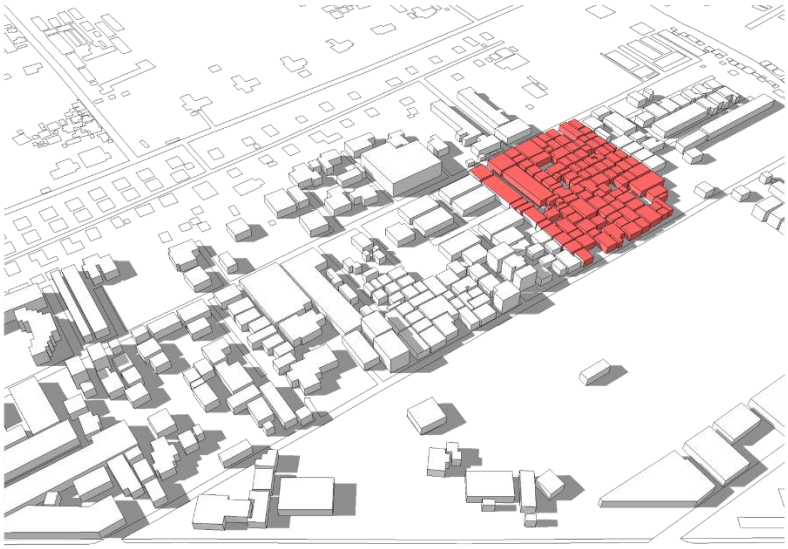
โมดูลาร์ 1 โมดูลาร์ : มีขนาดกว้าง 4 เมตร คูณ 6 เมตร สูงจากพื้นถึงเพดาน 2.6 เมตร

โครงสร้างเสาและคานใช้เหล็ก I-beam 100x100x11x17 มิลลิเมตร และโครงคร่าวใช้เหล็ก ตัว C 600x8x0.23 มิลลิเมตร ผนังสำเร็จรูป พื้นใช้ยิปซัมบอร์ด 12 มิลลิเมตร ปูทับด้วยแผ่นปูพื้นลามิเนต 8 มิลลิเมตร ส่วนห้องน้ำจะเลือกใช้สมาร์ตบอร์ดแบบที่ทนน้ำทั้งพื้นและผนังหลังสมาร์ตบอร์ด 12 มิลลิเมตร

บทที่ 4
การวิเคราะห์เกณฑ์และแนวความคิดในการออกแบบ

4.1. ลักษณะเนื้อที่ว่าง (space)

พื้นที่ของโครงการตั้งอยู่ระหว่างซอยพหลโยธิน 47-49 เป็นชุมชนขนาดกลางมีบ้านประมาณ 80 หลังคาเรือนเป็นชุมชนแออัดมีทางเดินภายในชุมชนเพียง 1-1.5 เมตร ภายในชุมชมเป็นอาคารบ้านไม้สองชั้นภายชุมชนนั้นประสบกับปัญหาการใช้งานหลายจุดและมีการวางผังที่ไม่ก่อให้เกิดระเบียบต่อการใช้งาน ทั้งยังมีความเสี่ยงต่ออันตรายในพื้นที่บางจุดดังต่อไปนี้ ซึ่งปัญหาหลักๆของโครงการคือการไม่แบ่งสัดส่วนของเส้นทางสัญจรของรถและคนให้ชัดเจน



ภาพที่ 4.1 ผังบริเวณโดยรอบของโครงการ

ภาพที่ 4.2 รูปชุมชนเดิม

แนวความคิดในการวางผังใหม่

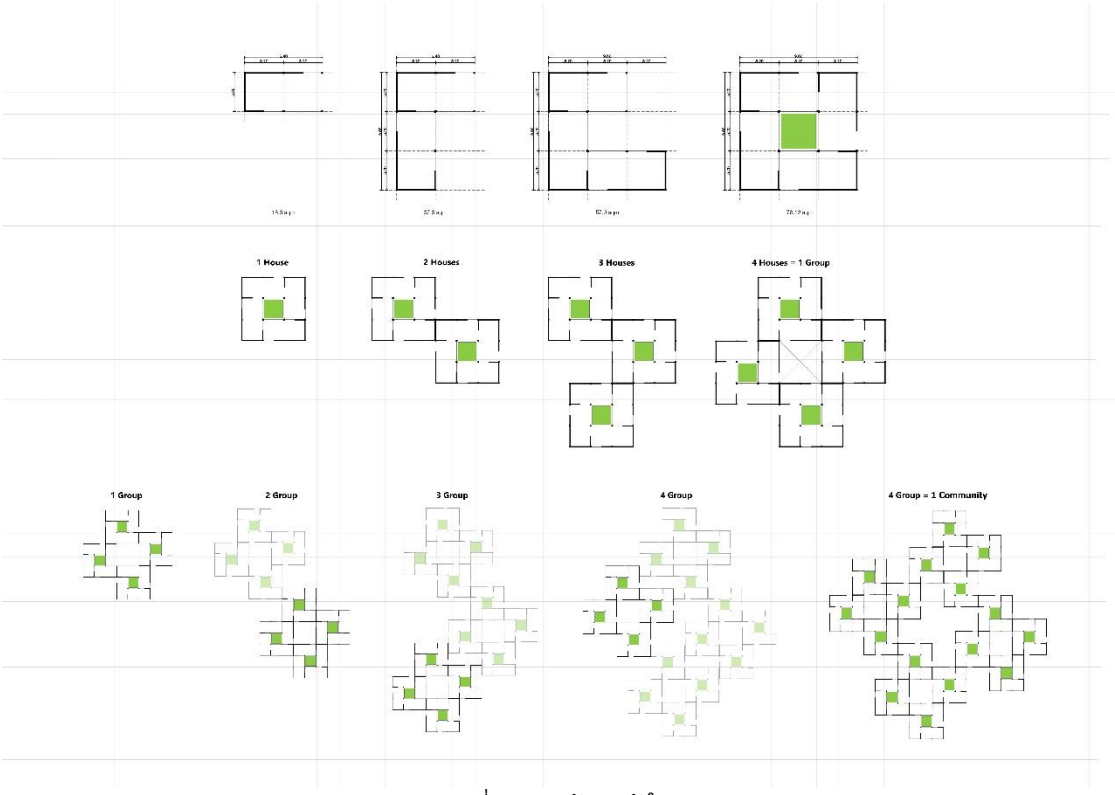
แนวความคิดในการออกแบบ 2 แบบคือ

1.การจัดผังใหม่โดยใช้ระบบประสานทางพิกัดมาออกแบบ

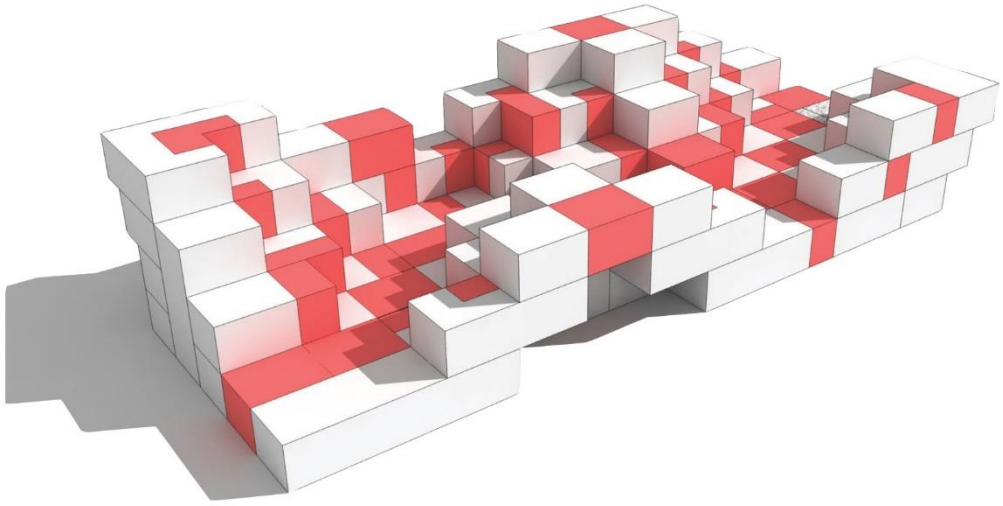
2.การมุ่งเน้นให้เกิดประโยชน์สูงสุดภายในพื้นที่จำกัด

ดังนั้น จึงนำระบบประสานทางพิกัดมาใช้แก้ปัญหาและออกแบบพื้นที่ใหม่ เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดภายในพื้นที่จำกัดการวางผังจะเน้นการวางให้เป็นสัดส่วนแบ่งแยกออกให้ชัดเจนเป็นกลุ่มๆ เพื่อง่ายต่อการจัดสรรพื้นที่ ความสะดวกสบายของผู้อยู่อาศัย ทั้งยังรวมไปถึงความปลอดภัยของผู้อยู่อาศัยอีกด้วย

ลักษณะการจัดวางผังใหม่สามารถปรับเปลี่ยนได้ตามความเหมาะสม

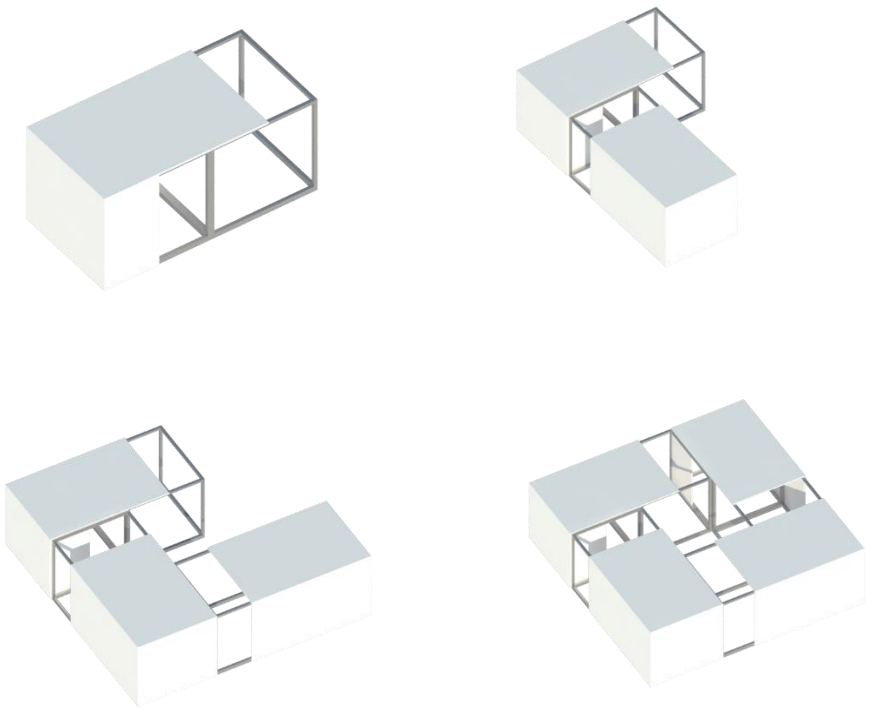


ภาพที่ 4.3 การจัดวางผังใหม่



ภาพที่ 4.4 การทดลองในการจัดวางผังใหม่

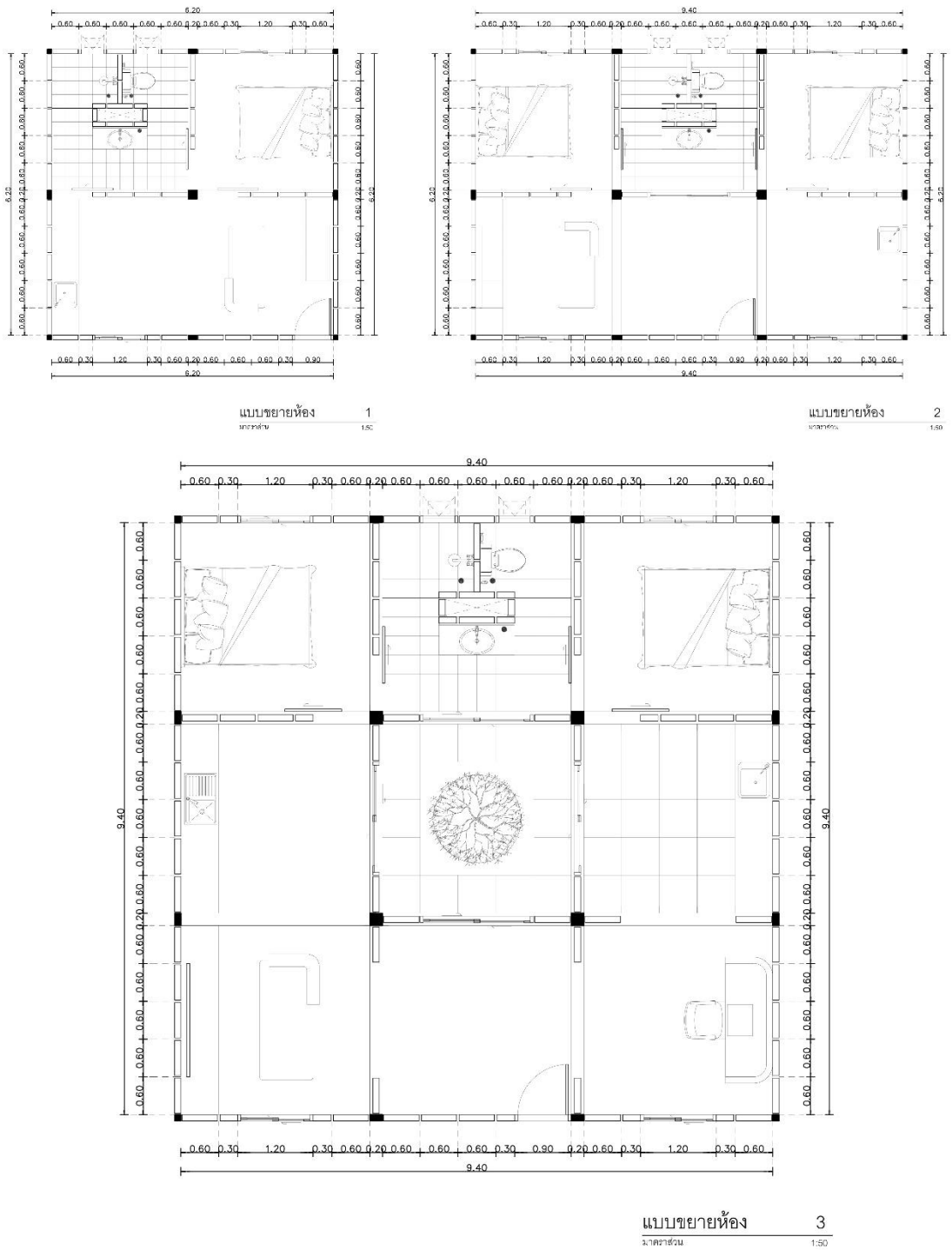
Space ภายในสามารถจัดได้หลายรูปแบบตามระบบประสานทางพิกัดที่ออกแบบ



ภาพที่ 4.5 รูปแบบตามระบบประสานทางพิกัดที่ออกแบบ

จะถูกแบ่งเป็นทั้งหมด 3 Type ที่เลือก

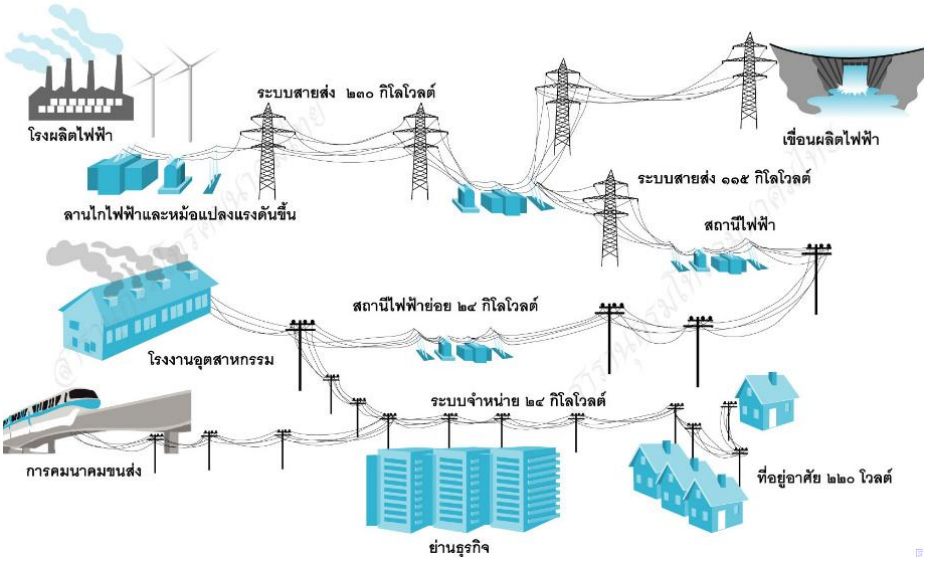
1.Type 1 มีขนาด 38.4 ตรม.
2.Type 2 มีขนาด 58.2 ตรม.
3.Type 3 มีขนาด 88.4 ตรม.



ภาพที่ 4.6 แบบขยายห้อง

4.2 ประสิทธิภาพงานระบบไฟฟ้า

การเริ่มต้นระบบไฟฟ้ากำลังภายในอาคารจะเริ่มจากการจ่ายไฟฟ้าแรงสูงจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคมายังจุดที่กำหนดให้ตั้งหม้อแปลงไฟฟ้า เพื่อแปลงแรงดันไฟฟ้าจากภายนอกให้เป็นไฟฟ้าแรงดันต่ำ เพื่อจ่ายให้อุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร หลังจากนั้นมีการแบ่งแยกการใช้ไฟฟ้าออกเป็นส่วนๆ ตามการอออกแบบ โดยจำเป็นต้องมีระบบไฟฟ้าสำรองเข้ามาเกี่ยวข้องดังนี้



ภาพที่ 4.7 ประสิทธิภาพงานระบบไฟฟ้า

4.2.1 หม้อแปลงไฟฟ้า

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าของระบบประกอบด้วยเหล็กซึ่งเป็นแผ่นเหล็กซิลิคอน และขดลวด ตัวนำทองแดงหรือลูมิเนียม 2 ชุด หรือมากกว่าทำงานโดยเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า โดยปัจจุบันหม้อแปลงไฟฟ้ามีอยู่ 2 ระบบหลักคือแบบน้ำมัน แบบ Ventilated, แบบ Cast-Resin

4.2.2 ตู้จ่ายไฟหลัก

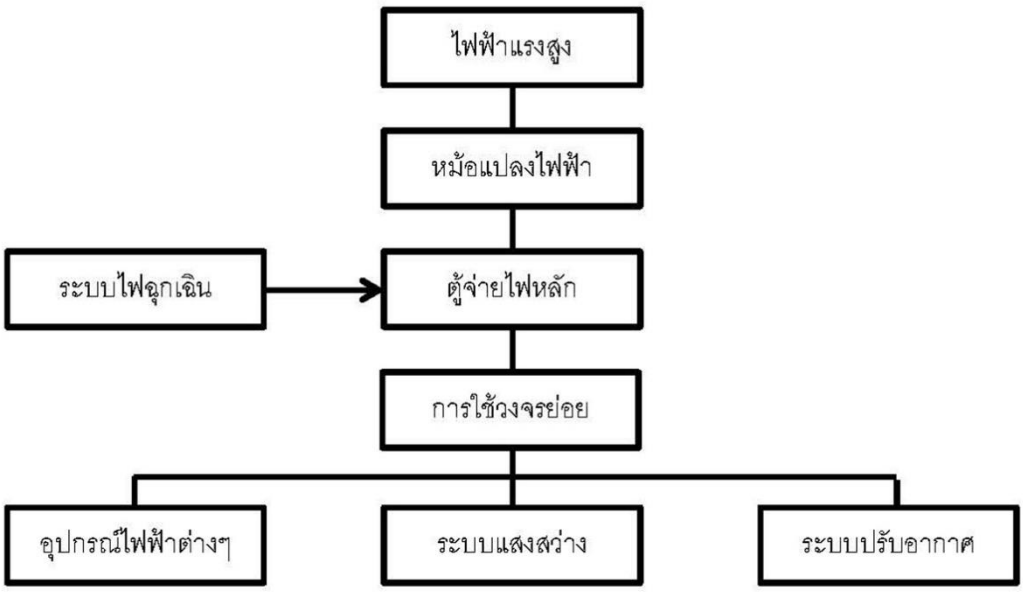
คือแผงควบคุมการจ่ายไฟฟ้าหลักในอาคารที่รับกระแสไฟฟ้าที่แปลงจากไฟฟ้าแรงสูงเป็นไฟฟ้าแรงต่ำ ขนาดของตู้ MBD จะขึ้นอยู่กับจำนวนการใช้ไฟ แต่โดยปกติแล้ว MBD 1 ชุดจะมีขนาดประมาณ 0.80-2.50 เมตร สำหรับความต้องการไฟฟ้าที่ไม่เกิน 500 KVA ของระบบไฟฟ้า

4.2.3 แผงวงจรย่อย

ทำหน้าที่รับ Load จากแผงควบคุมหลักก่อนที่จะจ่ายกระแสไฟฟ้า ไปสู่อุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ โดยทั่วไปจะเป็นไฟฟ้าที่กระแสไม่สูงมากนัก จะมีวงจรตัดไฟฟ้าอัตโนมัติเพื่อป้องกันการเกิดอัคคีภัย

4.2.4 ระบบไฟฟ้าสำรอง

เลือกใช้ Generator ระบบเครื่องยนต์ดีเซลขนาด 10 กิโลวัตต์ และขึ้นอยู่กับจำนวนโหลดต่างๆด้วย คือเดินเครื่องและสวิตซ์สับเปลี่ยนจากไฟฟ้าให้ไฟฟ้าอุปกรณ์สำคัญภายในระยะเวลา 10 วินาที หลังจากไฟฟ้าเมนหลักชำรุดหรือไฟฟ้าดับ ตำแหน่งของห้องควรอยู่ใกล้หม้อแปลง สามารถระบายอากาศได้ดี ขนาดโดยทั่วไปกว้าง 4.50 เมตร ยาว 5.00-10.00 เมตร สูง 3.50 เมตร



ภาพที่ 4.8 ระบบไฟฟ้าสำรอง

4.2.5 ระบบไฟฟ้าฉุกเฉิน

จะต้องมีเครื่องจ่ายกระแสไฟฟ้าฉุกเฉินสำหรับจ่ายไฟฟ้าแสงสว่าง และไฟฟ้ากำลังบางชนิด โดยมีสวิตช์ควบคุมการทำงานจะเริ่มเมื่อไฟฟ้าที่ตกต่ำลงกว่า 20% เป็นเวลา 30 วินาทีเมื่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทำงานพร้อมที่จะจ่ายพลังงานไฟฟ้าสวิตช์จะตัดวงจรไฟฟ้าส่วนนครหลวงจะต่อเข้ากับวงจรไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าฉุกเฉิน

ภาพที่ 4.9 ระบบไฟฟ้าฉุกเฉิน

4.3 ประสิทธิภาพระบบป้องกันอัคคีภัยและระบบดับเพลิง

โดยใช้ระบบดับเพลิงอัตโนมัติ FM-200 ซึ่งไม่มีอันตรายต่อมนุษย์และวัตถุ เพราะหลังจากดับไฟจะไม่ทำอันตรายต่อพื้นที่บริเวณนั้นๆ เนื่องจากเป็นแก๊สชนิดที่สะอาด และไม่ทำลายชั้นบรรยากาศ ซึ่งจะใช้ระบบสายฉีดดับเพลิง และระบบดับเพลิงด้วยน้ำโปรยเป็นฝอย (Sprinkler System) เป็นระบบท่อเปียก ซึ่งเป็นระบบใช้หัวฉีดแบอัตโนมัติที่ต่อท่อน้ำ และความดันตามที่ต้องการ เมื่อเกิดเพลิงไหม้ระบบสัญญาณเตือนภัยจะทำงานสั่งการให้ระบบหัวฉีดทำงานอัตโนมัติทันที

ภาพที่ 4.10 ระบบดับเพลิง

ระบบสัญญาณเตือนเพลิงไหม้ อาคารที่มีพื้นที่เกิน 2,000 ตารางเมตร ตามกฎหมาย กำหนดจะต้องติดตั้งระบบสัญญาณเตือนเพลิงไหม้แบบ Heat detector ใช้กับพื้นที่ปรับอากาศเช่น สำนักงานต่างๆ

4.4 ประสิทธิภาพระบบสุขาภิบาล

-ระบบน้ำประปาภายนอกอาคาร จากท่อน้ำหลักของการประปาส่วนภูมิภาค และแหล่งน้ำบาดาลเก็บไว้ในถังเก็บน้ำซึ่งมีความจุไม่น้อยกว่า 1:2 วันของปริมาณน้ำใช้หรือประมาณ 500 ลบ.ม. ผ่านท่อแยกซึ่งควบคุมการไหลของน้ำประมาณ 40 ลบ.ม./ชั่วโมง

-ระบบน้ำประปาภายในอาคารจากน้ำในถังเก็บน้ำ ผ่านไปยังส่วนต่างๆใช้การจ่ายน้ำแบบ 2 ระบบทั้ง Up-Feed และ Down-Feed เพื่อให้ระบบของแรงดันน้ำนั้นมีความแรงที่เหมาะสมทั้งชั้นที่อยู่ด้านบนและชั้นที่อยู่ด้านล่าง ส่วนขนาดของถังเก็บน้ำคำนวณจากอัตราการใช้น้ำภายในอาคาร (ต่อครัวเรือน) และเหลือสำหรับดับเพลิง 30% หรือแยกถึงเก็บเป็นถังน้ำสำรองดับเพลิงเพื่อป้องกันการปนเปื้อน ควรมีถังเก็บอย่างน้อย 2 ถังเพื่อสามารถทำความสะอาดได้

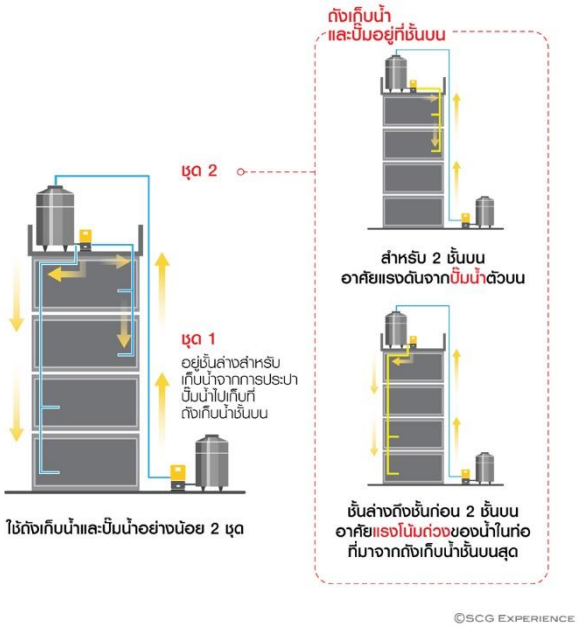
-กระบวนการทำน้ำให้สะอาด

1.การขังน้ำให้ตกตะกอนเพื่อลดความขุ่นของน้ำ

2.กรองน้ำผ่าน Sand Filter เพื่อกำจัดสารแขวนลอยในน้ำและความขุ่น

3.กรองน้ำผ่าน Activated Carbon Filter ถ่ายเพื่อกำจัดกลิ่นและสี

4.การฆ่าเชื้อโรคโดยการใช้คลอรีนผงหรือน้ำผสมไป หรือใช้ Ultraviolet Lamp ฉายไปที่น้ำเพื่อฆ่าเชื้อ



ภาพที่ 4.11 ระบบสุขาภิบาล

ที่มา http://www.scgbuildingmaterials.com/th/HomeConsult/Blog/new-home

บทที่ 5
การสรุปผลและบทสรุปของโครงการ

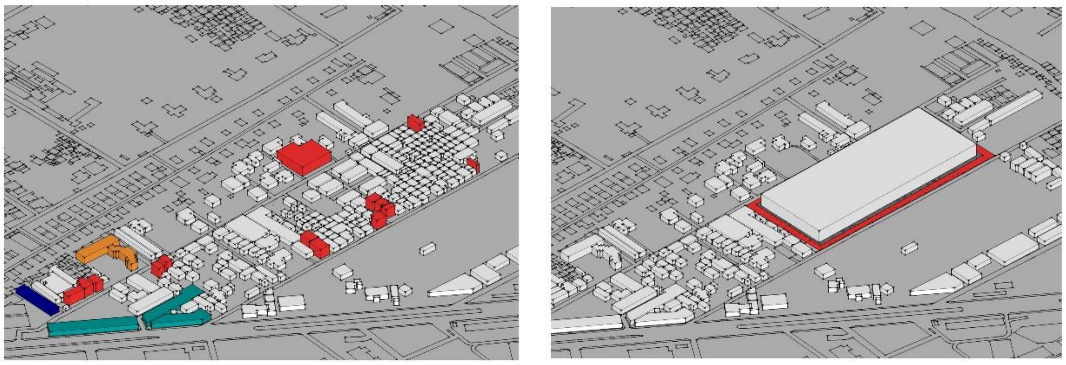
5.1 สรุปที่ว่างเพื่อการใช้สอยของโครงการ

องค์ประกอบของโครงการ

ส่วนห้องเครื่องงานระบบ	58.2	ตารางเมตร
ส่วนสันนทนาการและฟิตเนส	114	ตารางเมตร
ส่วนห้องพักแบบ 1	38.4	ตารางเมตร
จำนวน 10 ห้อง	384	ตารางเมตร
ส่วนห้องพักแบบ 2	58.2	ตารางเมตร
จำนวน 68 ห้อง	3,958	ตารางเมตร
ส่วนห้องพักแบบ 3	88.4	ตารางเมตร
จำนวน 61 ห้อง	5,392.4	ตารางเมตร
ส่วนพื้นที่จอดรถ	1,087	ตารางเมตร

สรุป พื้นที่ใช้สอยภายในอาคาร รวมทั้งหมด 10,994 ตารางเมตร

5.2 สรุปพื้นที่การใช้สอยของโครงการและการกำหนดวางผัง



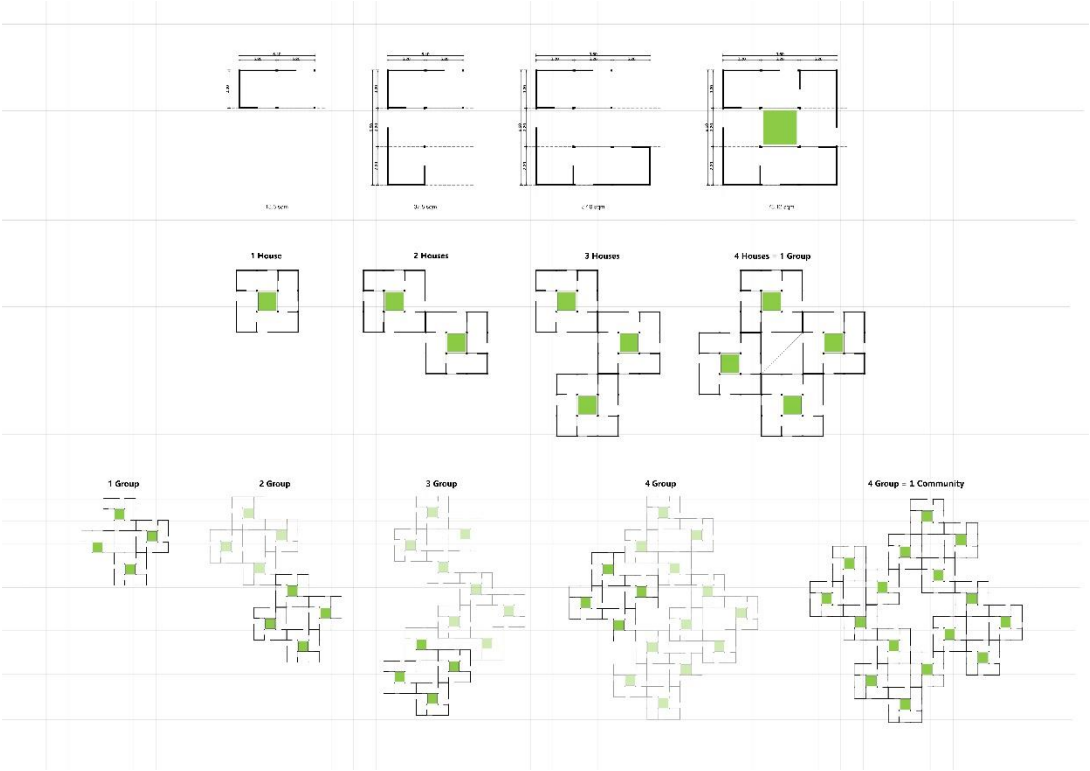
ภาพที่ 5.1 การกำหนดใช้พื้นที่ดิน

ภาพที่ 5.2 ผังบริเวณจัดขึ้นมาใหม่

จากภาพการวางผังใหม่ซึ่งเดิมมีความแออัด ได้กำหนดให้ที่ทางเข้าออกทั้งหมด 4 ทาง ทางสัญจรของรถและทางเดินสามารถเข้าและออกได้ทั้งจากซอย 47 และ 49 มีความไหลเวียนของพื้นที่ภายในอาคาร

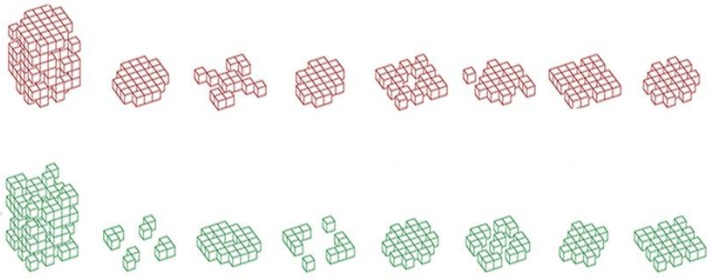
5.3 กระบวนการดำเนินงานออกแบบ

ภายชุมชนนั้นประสบกับปัญหาการใช้งานหลายจุดและมีการวางผังที่ไม่ก่อให้เกิดระเบียบต่อการใช้งาน ทั้งยังมีความเสี่ยงต่ออันตรายในพื้นที่บางจุดดังต่อไปนี้ ซึ่งปัญหาหลักๆ ของโครงการคือการไม่แบ่งสัดส่วนของเส้นทางสัญจรของรถและคนให้ชัดเจนดังนั้น จึงนำระบบประสานทางพิกัดมาใช้แก้ปัญหาและออกแบบพื้นที่ใหม่ เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดภายในพื้นที่จำกัดการวางผังจะเน้นการวางให้เป็นสัดส่วนแบ่งแยกออกให้ชัดเจนเป็นกลุ่มๆ เพื่อง่ายต่อการจัดสรรพื้นที่ ความสะดวกสบายของผู้อยู่อาศัย ทั้งยังรวมไปถึงความปลอดภัยของผู้อยู่อาศัยอีกด้วย

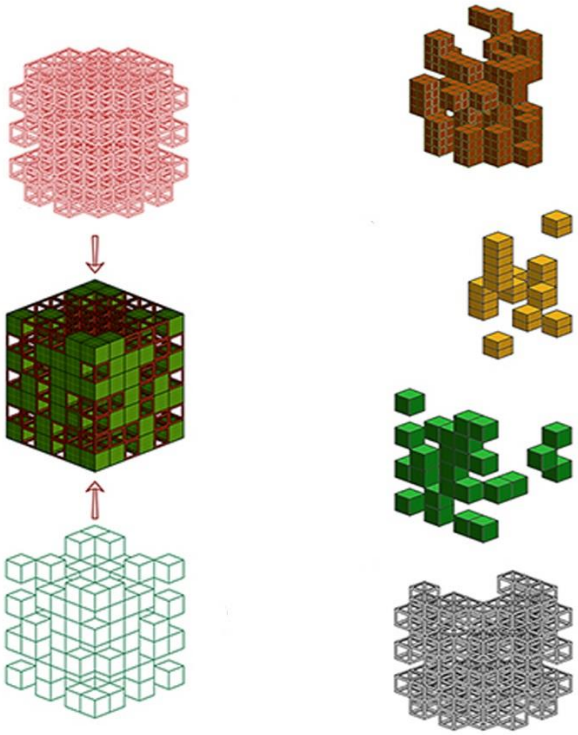


ภาพที่ 5.3 แสดงกระบวนการดำเนินการออกแบบ

การจัดวางให้มีความต่อเนื่องให้มีความไหลเวียนภายในพื้นที่ภายในอาคารไม่ให้มีความแออัด

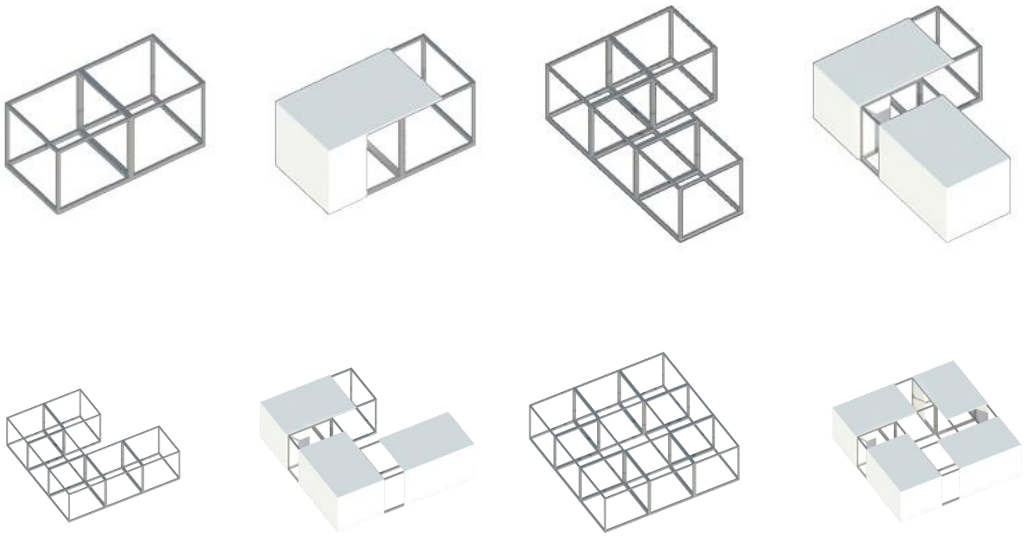


ภาพที่ 5.4 แสดงกระบวนการดำเนินการออกแบบ



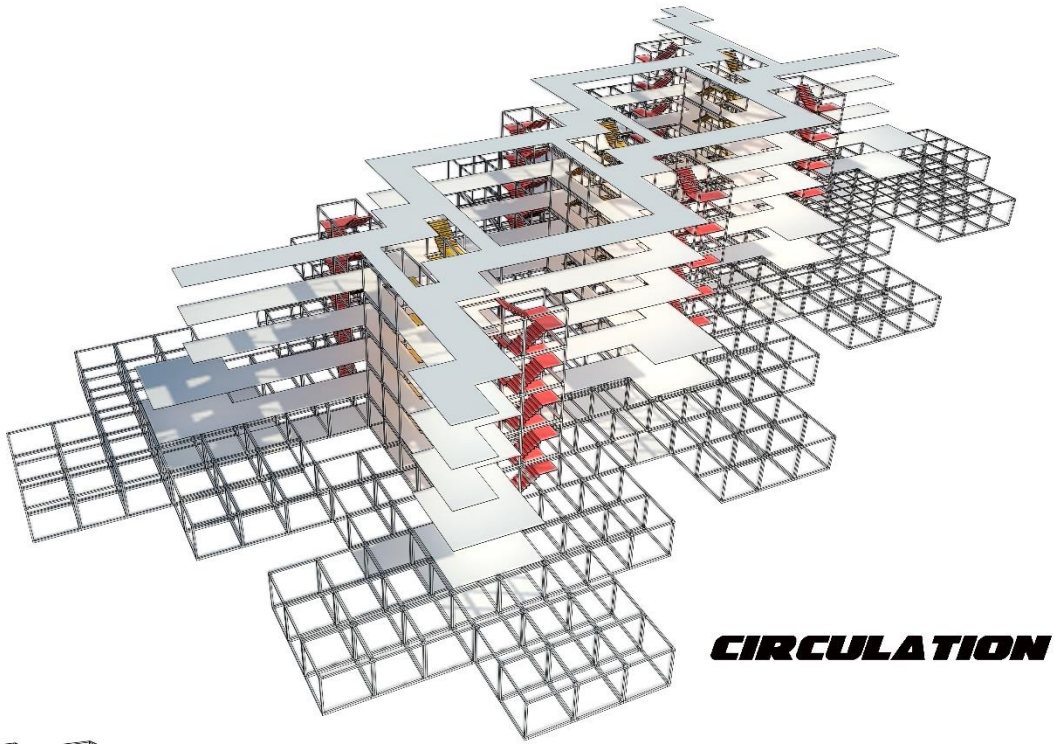
ภาพที่ 5.5 แสดงกระบวนการดำเนินการออกแบบ

แสดงกระบวนการออกแบบการเรียงตัวของโครงสร้างและฟรอมของอาคาร



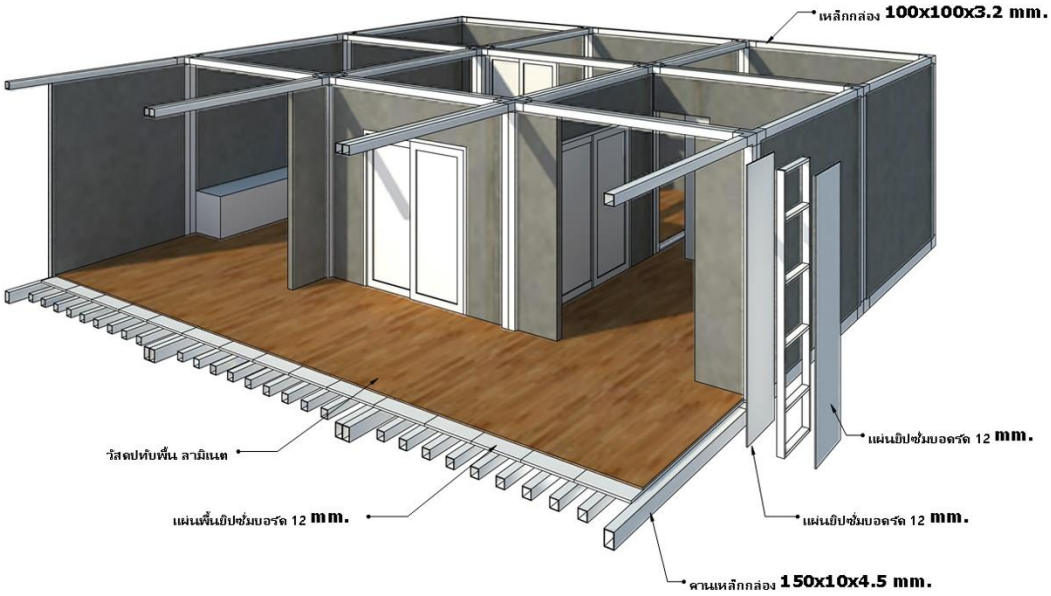
ภาพที่ 5.6 แสดงกระบวนการดำเนินการออกแบบ

ขนาดกล่องอาคารที่จัดวางภายในพื้นที่ของอาคาร โดยมีขนาดเล็กสุดขนาด 3x6 เมตร

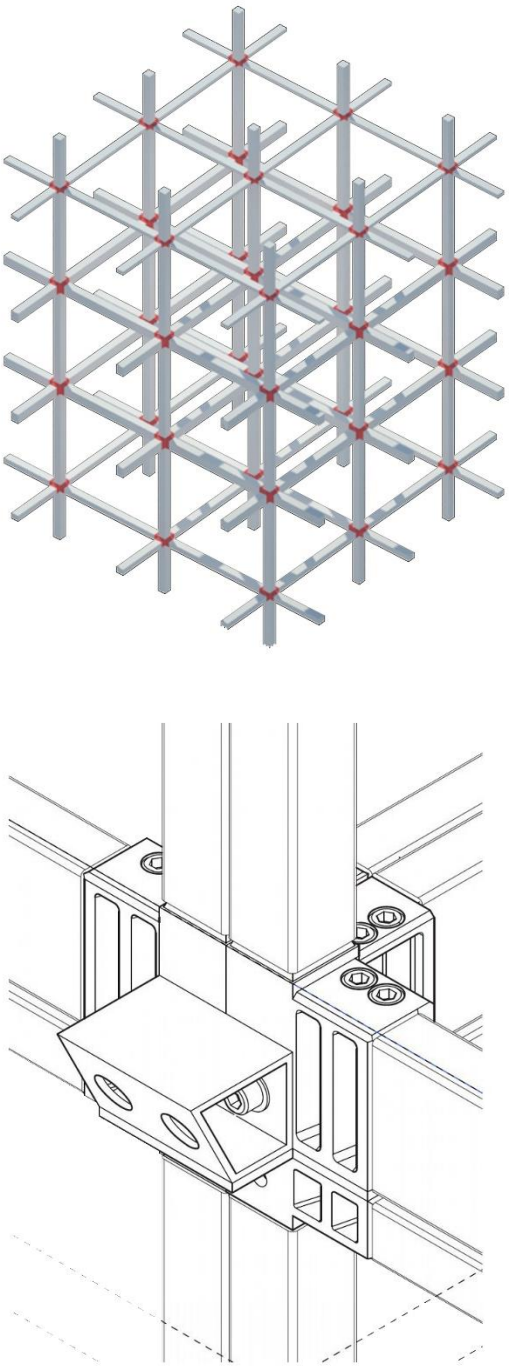


ภาพที่ 5.7 แสดงพื้นที่ทางเดินภายในอาคาร

แสดงเส้นทางสัญทางจรภายในอาคารมีความไหลเวียนของพื้นที่มีความต่อเนื่องของทางเดินไม่ให้เสียเปล่าทำให้เกิดประโยนช์สูงสุดภายในพื้นที่จำกัด

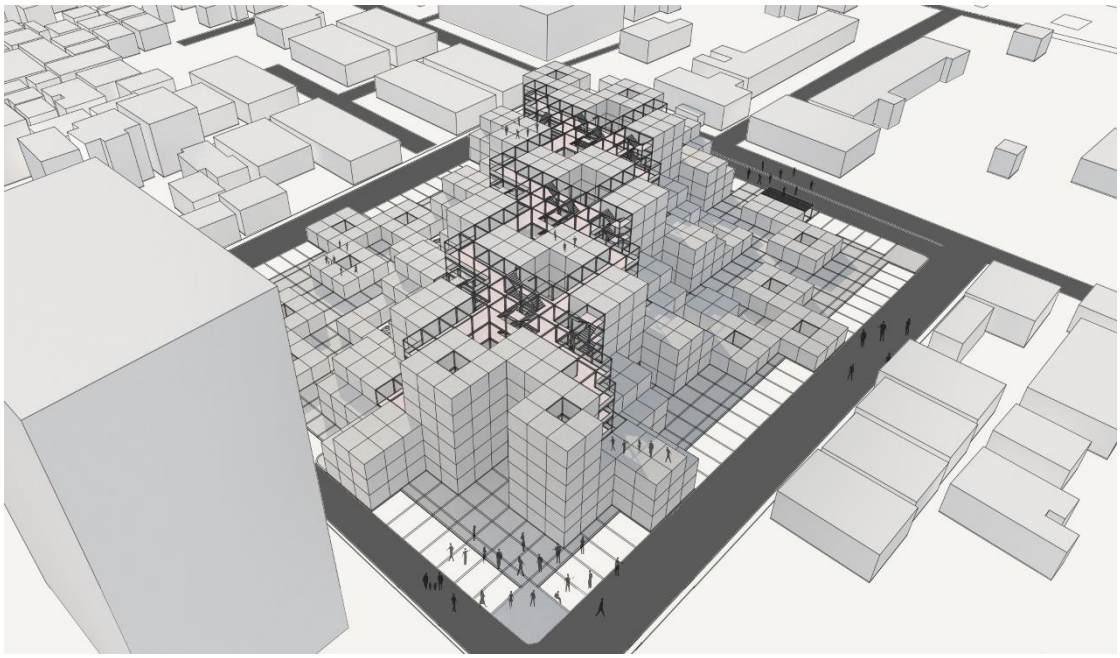


ภาพที่ 5.8 แบบขยายโครงสร้างของห้อง



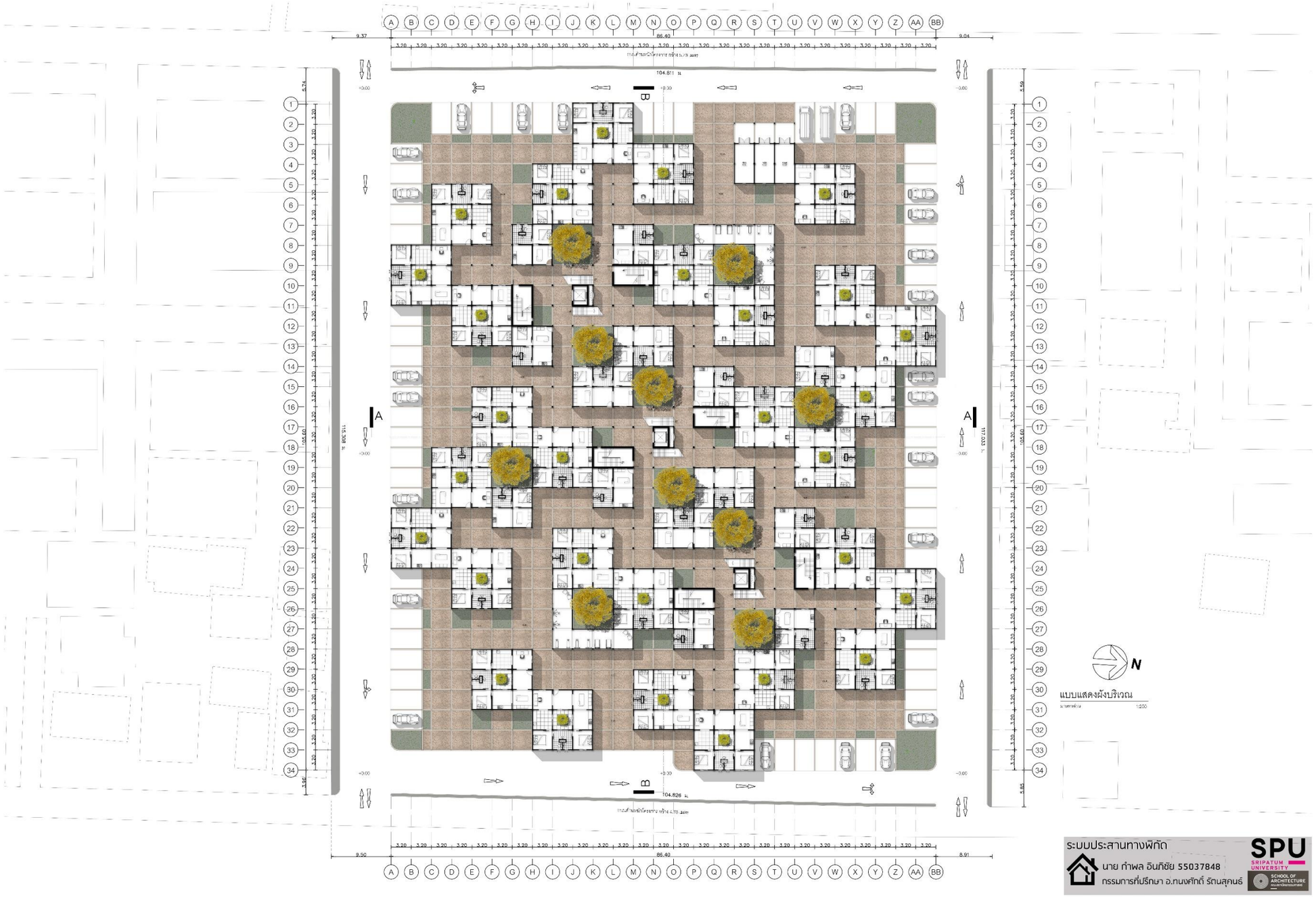
ภาพที่ 5.9 แบบขยายโครงสร้าง

โครงสร้างของอาคารเป็นเหล็กทั้งหมดโดยมีข้อต่อของทุกจุด



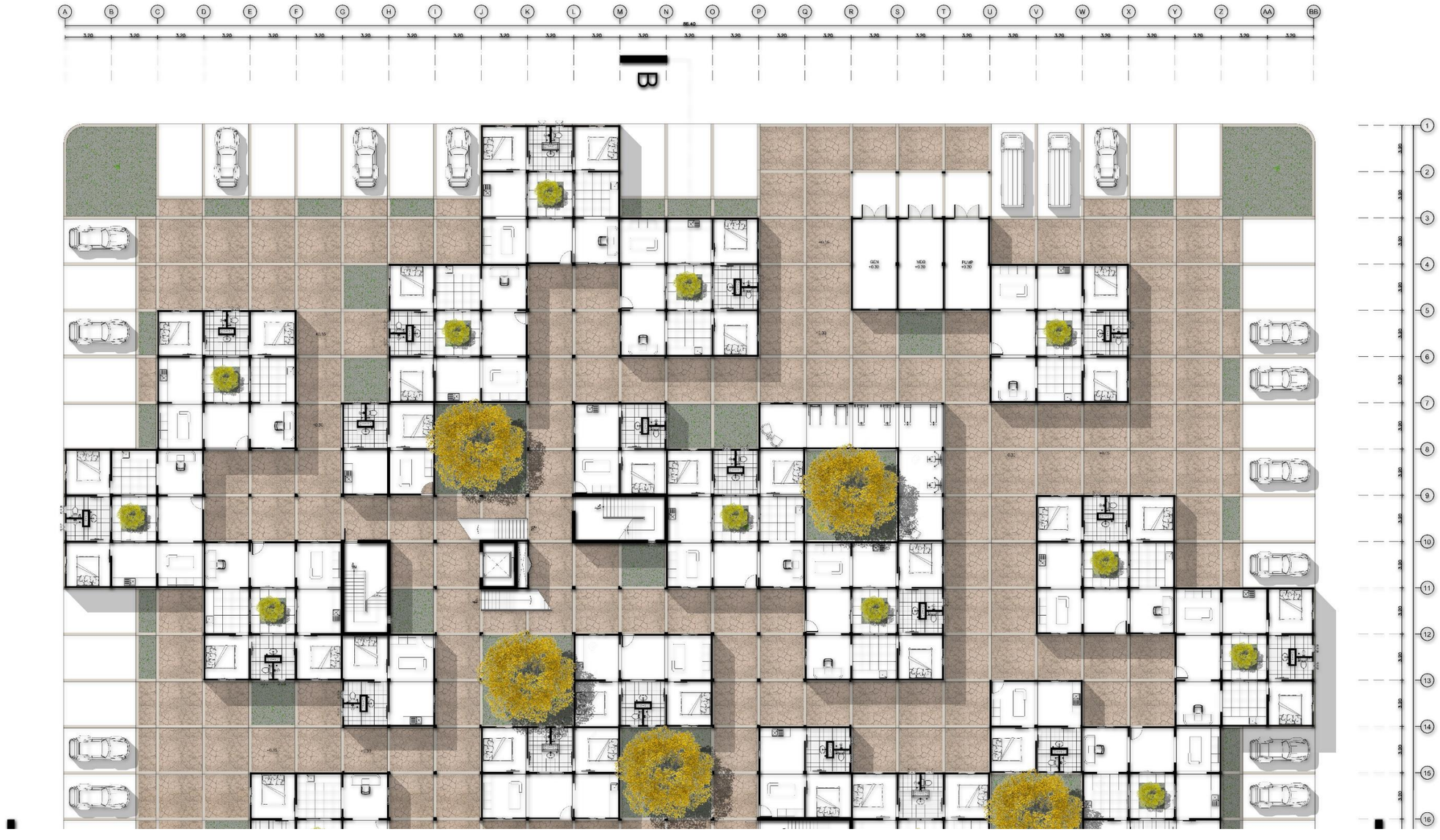
ภาพที่ 5.10 แบบแสดงอาคารที่ออกแบบ

5.4 ผลงานการออกแบบ (Design Drawing)



ภาพที่ 5.11 แสดงผังบริเวณ

ระบบประสานทางพิกัด
นาย กำพล อินกิชัย 55037848
กรรมการที่ปรึกษา อ.ทนงศักดิ์ รัตนสุคนธ์
SPU SRIPATUM UNIVERSITY SCHOOL OF ARCHITECTURE



ภาพที่ 5.12 แสดงแปลนชั้น 1 ส่วน A

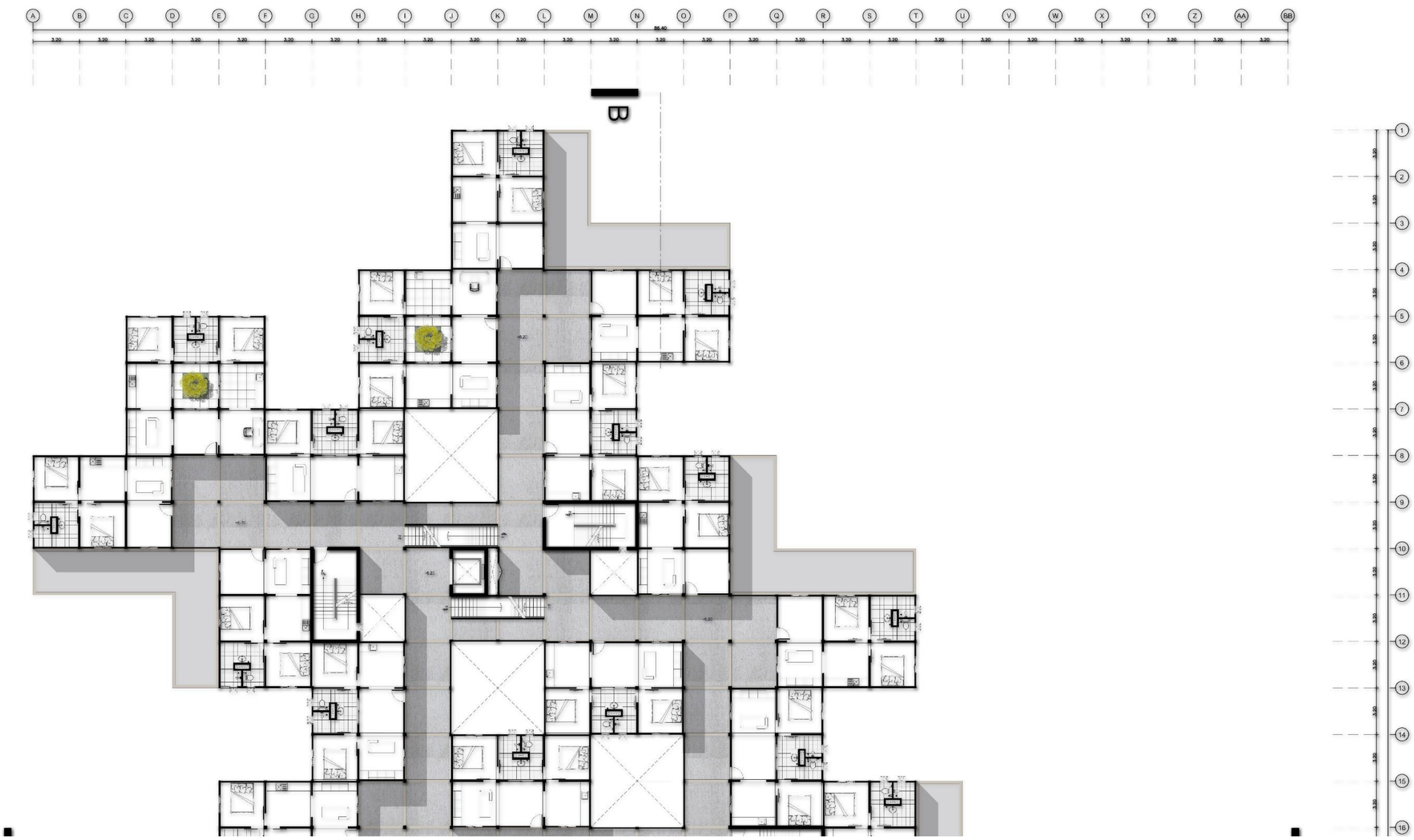
ภาพที่ 5.13 แสดงแปลนชั้น 1 ส่วน B

ระบบประสานทางพิกัด
นาย กำพล อินกิชัย 55037848
กรรมการที่ปรึกษา อ.ทนงศักดิ์ รัตนสุคนธ์
SPU SRIPATUM UNIVERSITY SCHOOL OF ARCHITECTURE

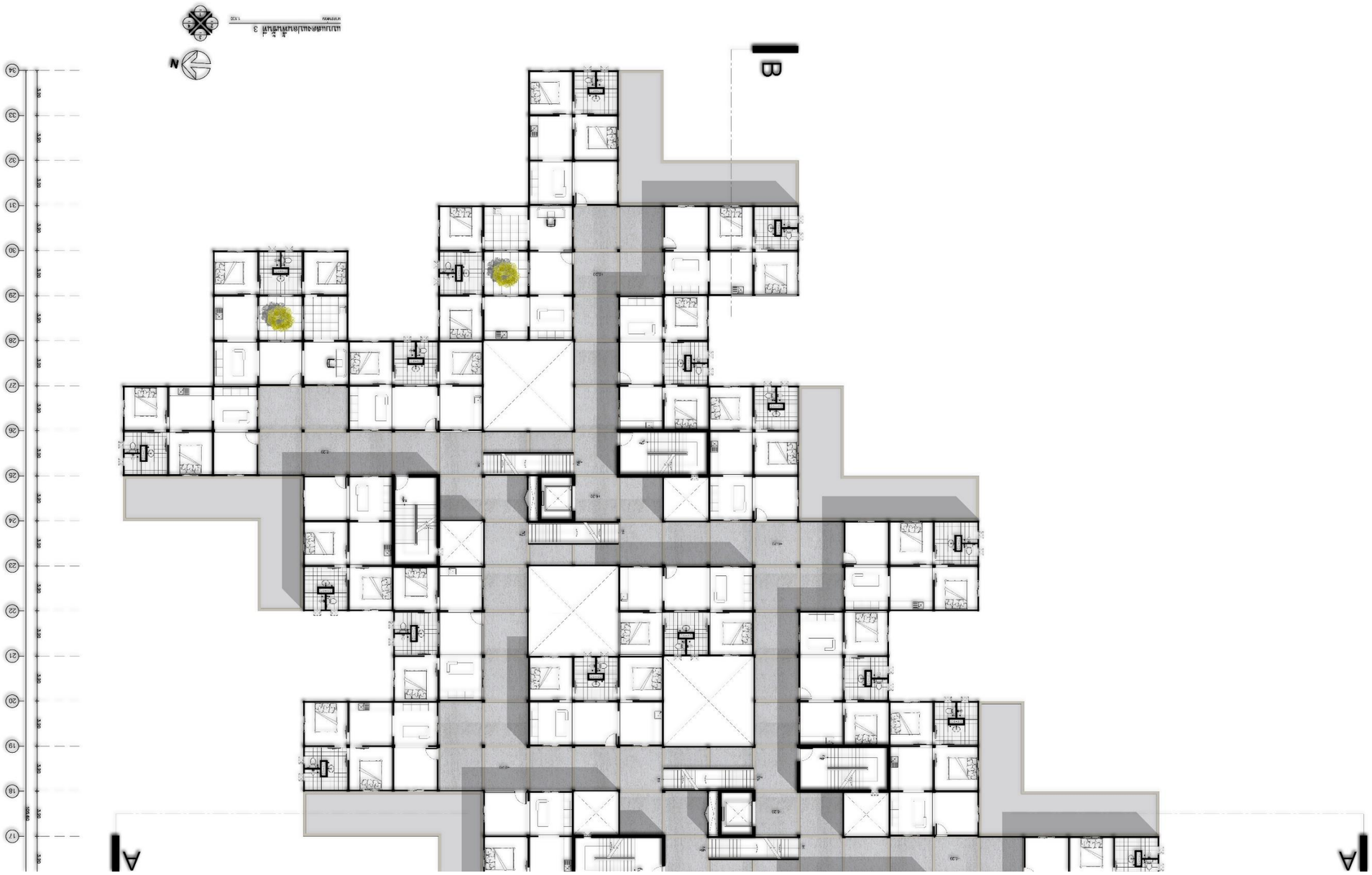
ภาพที่ 5.14 แสดงแปลนชั้น 2 ส่วน A

ภาพที่ 5.15 แสดงแปลนชั้น 2 ส่วน B

ระบบประสานทางพิกัด
นาย กำพล อินกิชัย 55037848
กรรมการที่ปรึกษา อ.ทนงศักดิ์ รัตนสุคนธ์
SPU SRIPATUM UNIVERSITY SCHOOL OF ARCHITECTURE



ภาพที่ 5.16 แสดงแปลนชั้น 3 ส่วน A

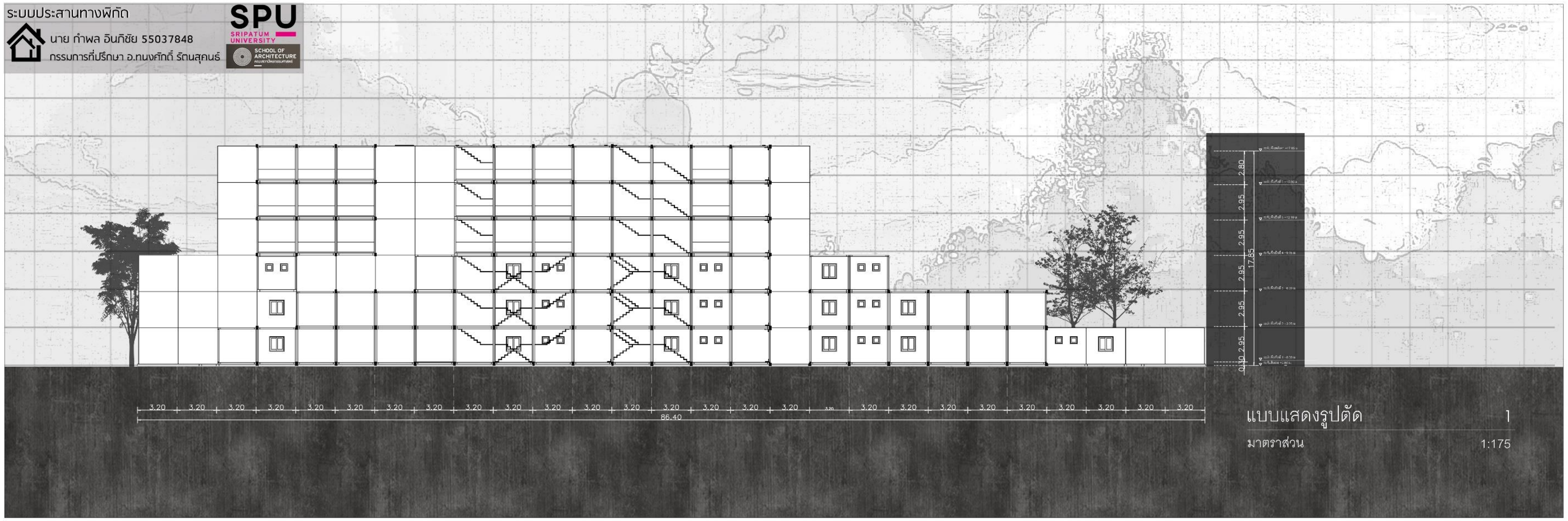


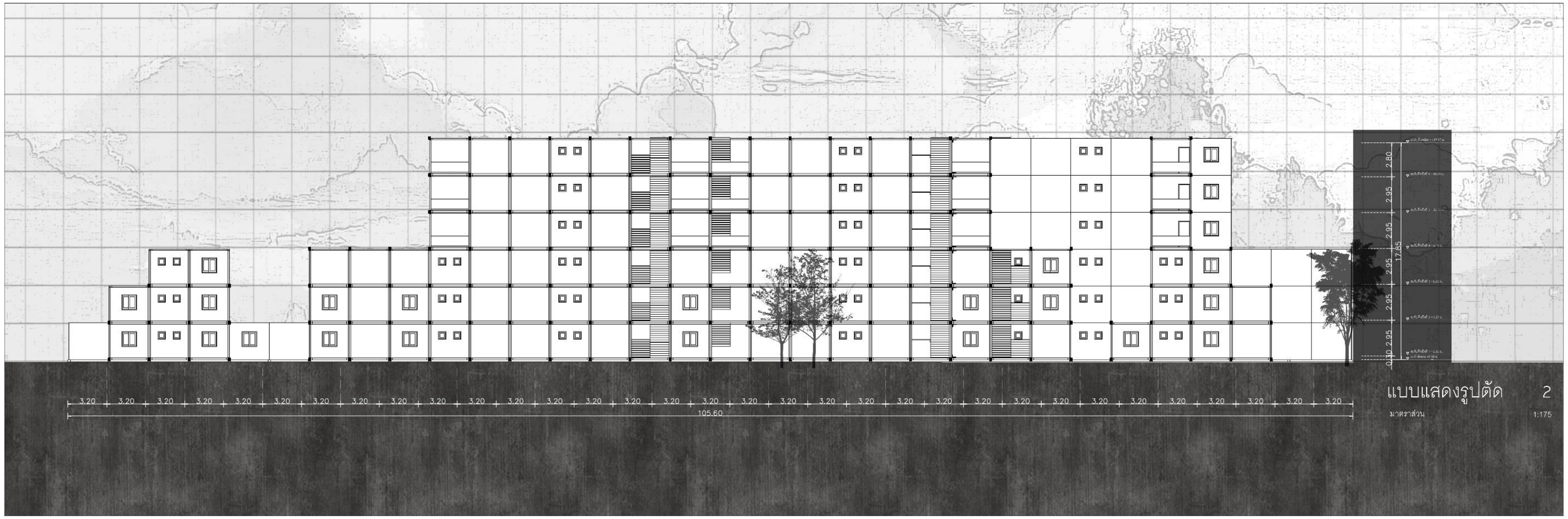
ผังพื้นชั้นที่ 3 แสดงตำแหน่งของภาพตัด B

ระบบประสานทางพิกัด
นาย ทำพล อินทิชัย 55037848
กรรมการที่ปรึกษา อ.ทนงศักดิ์ รัตนสุคนธ์
SPU SRIPATUM UNIVERSITY SCHOOL OF ARCHITECTURE

ภาพที่ 5.18 แสดงแปลนชั้น 4-6 ส่วน A

ภาพที่ 5.19 แสดงแปลนชั้น 4-6 ส่วน B





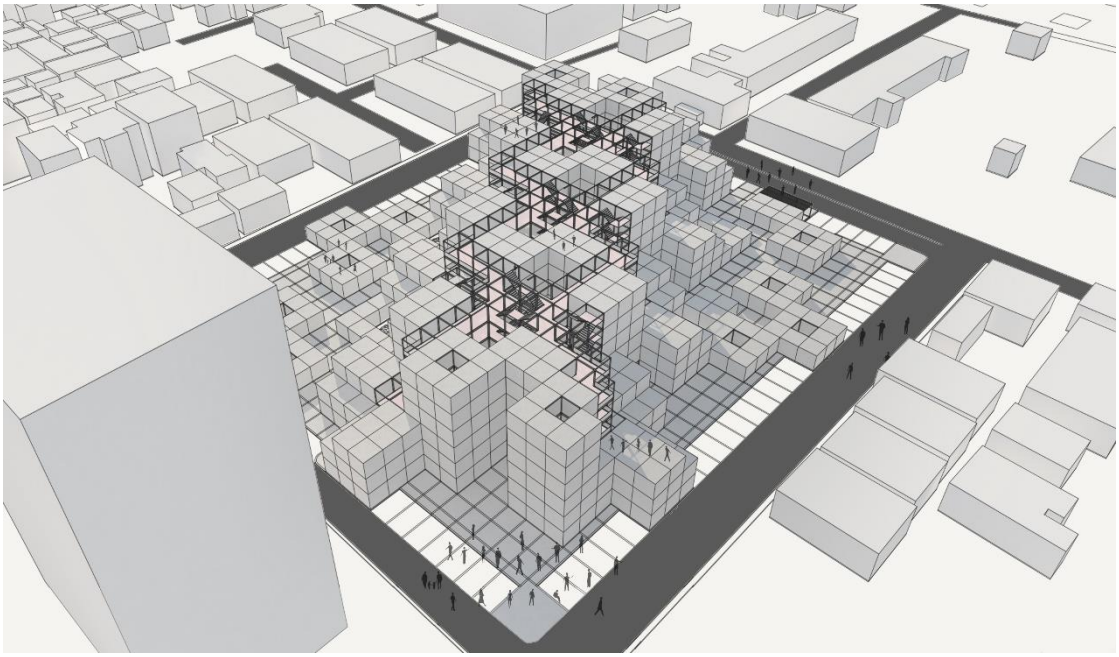
ภาพที่ 5.20 แสดงรูปตัด 1-2

ภาพที่ 5.21 แสดงรูปด้าน 1 - 2

ภาพที่ 5.22 แสดงรูปด้าน 3 - 4

PERSPECTIVE EXTERIOR

PERSPECTIVE EXTERIOR A



ภาพที่ 5.23 PERSPECTIVE EXTERIOR A

MODEL

โมเดลจำลองที่เกิดขึ้นจริง มาตราส่วน 1:100

ภาพที่ 5.24 โมเดลจำลองที่เกิดขึ้น

บรรณานุกรม

พนม ภัยหน่าย. 2538. **การบริหารงานก่อสร้าง.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ ส. เอเชียเพรส (1989) จำกัด.

เรืองศักดิ์ กันตะบุตร. 2529. **การวางผังอาคารด้วยตารางพิกัด.** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยรังสิต.

ฟองจันทร์ จิราสิต, 2560. **โครงการศึกษาแนวทางการเลือกใช้ระบบการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่เหมาะสมกับผู้อยู่อาศัยที่มีรายได้น้อย-ปานกลาง.** [Online] Available at: https://precast.rmutl.ac.th/ [Accessed 1 มกราคม 2561].

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นาย กำพล อินภิชัย

ที่อยู่ 134/70 ถ.รามอินทรา เขตบางเขน แขวงท่าแร้ง กรุงเทพมหานคร 10220

เกิด 3 พฤษจิกายน พ.ศ.2534

ประวัติการศึกษา

2546-2552 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและปลาย โรงเรียน นวมินทราชาชินูทิศ เบญจมราชาลัย กรุงเทพมหานคร

2555-2561 ระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยศรีปทุม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สาขาสถาปัตยกรรม