

การศึกษาการพัฒนาอย่างยั่งยืนสำหรับสถาปัตยกรรมที่ยั่งยืน
THE STUDY OF SUSTAINABILITY FOR SUSTAINABLE ARCHITECTURE

จิรัชยา ลี
JIRATCHAYA LEE

วิทยานิพนธ์ทางสถาปัตยกรรม
หลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีปทุม
ปีการศึกษา 2558

การศึกษาการพัฒนาอย่างยั่งยืนสำหรับสถาปัตยกรรมที่ยั่งยืน
THE STUDY OF SUSTAINABILITY FOR SUSTAINABLE ARCHITECTURE

จิรัชยา ลี
JIRATCHAYA LEE

วิทยานิพนธ์ทางสถาปัตยกรรม
หลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีปทุม
ปีการศึกษา 2558

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การศึกษาการพัฒนาอย่างยั่งยืนสำหรับสถาปัตยกรรมที่ยั่งยืน
ชื่อนักศึกษา จิรัชยา ลี
หลักสูตร สถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต
ปีการศึกษา 2558
อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ ชีรบูลย์ ฉลองมณีรัตน์

คณะกรรมการการตรวจวิทยานิพนธ์

ประธานคณะกรรมการตรวจวิทยานิพนธ์	
อาจารย์ ชีรบูลย์ ฉลองมณีรัตน์	
คณะกรรมการตรวจวิทยานิพนธ์	
คณะกรรมการอาจารย์ที่ปรึกษา	คณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ
อาจารย์ ชีรบูลย์ ฉลองมณีรัตน์	อาจารย์ กิติรัตน์ ปิติพานิช
อาจารย์ ณฤทัย เรียงเครือ	
อาจารย์พรรณนิษฐา ต่อสุวรรณ	

โดยคณะกรรมการตรวจวิทยานิพนธ์ได้พิจารณาให้ความเห็นชอบและผ่านการสอบแล้ว
เมื่อวันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์รับรองแล้ว

(อาจารย์ ชีรบูลย์ ฉลองมณีรัตน์)

คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

วันที่ 25 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2559

หัวข้อวิทยานิพนธ์ : การศึกษาการพัฒนาอย่างยั่งยืนสำหรับสถาปัตยกรรมที่ยั่งยืน

ชื่อนักศึกษา: นางสาว จิรัชยา ลี

อาจารย์ที่ปรึกษา: อาจารย์ ธีรบูลย์ ฉลองมณีรัตน์

หลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

ปีการศึกษา 2558

บทคัดย่อ

การศึกษาวิตถยานิพนธ์โครงการทดลองเครื่องมือทางสถาปัตยกรรมให้ความสบายโครงการศูนย์การเรียนรู้มหาวิทาลัยศรีปทุม เป็นโครงการทดลองที่จะเกิดขึ้นจริงในอนาคตจากนโยบายการพัฒนาพื้นที่บริเวณอาคาร2ซึ่งอยู่ในพื้นที่ของมหาวิทาลัยศรีปทุม เพื่อเป็นสถานที่ในการเรียนรู้และเผยแพร่ความรู้จากการฝึกปฏิบัติด้วยประสบการณ์ของนักศึกษา โดยมีลักษณะเป็นชุมชนแห่งการเรียนรู้และพักผ่อนหย่อนใจที่สามารถรองรับการให้งานของนักศึกษาได้ตลอด 24 ชั่วโมง ประกอบด้วยพื้นที่ทำงานนักศึกษา พื้นที่จัดแสดงนิทรรศการ พื้นที่ฝึกปฏิบัติการ เป็นต้น

การทดลองโดยอาศัยการศึกษาวัตถุธรรมชาติประกอบด้วยวัสดุอื่น ๆ วิธีลดการใช้พลังงานและสภาพแวดล้อมต่างๆในอาคารเพื่อให้ผู้ใช้สามารถอยู่ได้ด้วยสภาวะน่าสบายทำให้เกิดการส่งเสริมการเรียนรู้ของนักศึกษา ซึ่งสิ่งที่ได้ทดลองมานั้นจะกระตุ้นให้นักศึกษาเกิดความสนใจ และอยากที่จะเข้ามาใช้งานภายในอาคาร ด้วยเครื่องมือจากการศึกษา เกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่ๆให้สามารถรับรู้ด้วยตนเองผ่านการเข้ามาใช้งานอาคาร การสร้างพื้นที่ให้นักศึกษามีความสัมพันธ์ระหว่างกันมากยิ่งขึ้น ด้วยเครื่องมือที่มาจากการศึกษาและเพื่อให้สามารถพิสูจน์ได้ว่าชุดเครื่องมือที่นั้นสัมฤทธิ์ผลผ่านการใช้งานอาคาร ที่นักศึกษาสามารถสัมผัสได้

ผลการศึกษาการทดลองทำให้เกิดเป็นชุดเครื่องมือในการออกแบบเปลือกอาคารให้สอดคล้องกับกิจกรรมแต่ละประเภท และส่งเสริมให้ผู้ใช้สอยอาคารเกิดการเรียนรู้จากความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมที่หลากหลายอยู่บนพื้นฐานของการอยู่ในสภาวะน่าสบาย จากวัตถุธรรมชาติ พลังงาน และสภาพแวดล้อมในอาคาร เป็นชุดเครื่องมือที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับงานสถาปัตยกรรมอื่นได้

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวិทยานิพนธ์ในครั้งนี้สำเร็จลงด้วยดีเพราะได้รับการสนับสนุน ความช่วยเหลือในการดำเนินงานวิทยานิพนธ์ และความอนุเคราะห์จากบุคคลและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ทั้งในส่วนภาคข้อมูลและภาคการออกแบบวิทยานิพนธ์ทางสถาปัตยกรรม ข้าพเจ้าขอขอบคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบพระคุณอาจารย์ ธีรบุญย์ ฉลองมณีรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการที่ได้ให้คำปรึกษา ตลอดหนึ่งปีการศึกษา ถึงแม้ว่าอาจารย์จะมีงานยุ่งตลอด แต่ก็ยังคงเสียสละเวลามาถามไถ่ ให้กำลังใจ และแนะแนวทางที่เหมาะสมให้เสมอ

ขอขอบพระคุณอาจารย์ ฤทธิชัย เรียงเครือ, อาจารย์ พรรณษิษฐ์ ต่อสุวรรณ และอาจารย์ กิติรัตน์ ปิติพานิช อาจารย์ที่คอยตรวจวิทยานิพนธ์ และเสนอแนะที่หลากหลาย

ขอขอบพระคุณอาจารย์ กนกวรรณ อุสนโน และอาจารย์ ปิยะ ไล่หลีกพาล ในการให้ยืมเครื่องมือในการทดลองและให้คำแนะนำวิธีการใช้เครื่องมือในโปรแกรม

ขอขอบคุณทีมมือปืนเฉพาะกิจ นางสาวสุภาภัทร ศรีสังข์, นางสาวพงษ์มณฑา เกษตรไพบุลย์, นางสาวไอริน สิทธิชัย, นางสาวฐิติมา ดวงวันทอง, นายศรายุทธ วงษ์ละคร, นายทิวดีต์ คงวิเชียรวัฒน์, นางสาวพรสุดา เลี้ยงชีพ, นายนิวัฒน์ วรกิจไพบุลย์, นางสาวชุตติมา แซ่เฮ้ง, นางสาววิไลพร อินทวงศ์และนายประกฤษฏี ประภัยวงษ์ ในการให้ความช่วยเหลือ

ขอขอบพระคุณ คณบดี รองคณบดีและนักศึกษามหาวิทยาลัยศรีปทุม ในการเสียสละเวลาในการสัมภาษณ์ความคิดเห็น รวมไปถึงแนวทางที่เป็นไปได้ของศูนย์การเรียนรู้

ขอขอบคุณ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน ในการตอบคำถามและมอบเอกสาร

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ.....	ง
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญรูป.....	ฅ

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาของโครงการ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์การศึกษาวิทยานิพนธ์.....	2
1.3 ขอบเขตของการศึกษา.....	2
1.4 วัตถุประสงค์โครงการ.....	2
1.5 ขอบเขตของการศึกษาโครงการ.....	3
1.6 วิธีการศึกษาวิทยานิพนธ์.....	3
1.7 องค์ประกอบโครงการ.....	4

บทที่ 2 แนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม 5	5
2.2 หลัก3R	6
2.3 อาคารสีเขียว	7
2.4 มาตรฐานในการประเมินอาคารสีเขียว	9
2.5 วัสดุ	15
2.6 การออกแบบอาคารประหยัดพลังงาน(Passive Design for Building)	19
2.7 ทฤษฎีการรับรู้ (Perception Theory)	28
2.8 การออกแบบให้มีการปฏิสัมพันธ์	31
2.9 การศึกษาโครงการประเภทเดียวกัน และอาคารตัวอย่าง	34

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 ข้อเสนอในการจัดทำรายละเอียดโปรแกรมของโครงการ

3.1 แนวความคิดในการพัฒนาโครงการ	43
3.2 การทดลองค้นหาวัดจากธรรมชาติและรูปทรงที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนไม่ให้เข้าสู่อาคาร	44
3.3 การทดลองหาแนวอาคารเพื่อให้กระแสลมเกิดการไหลเวียนระหว่างอาคารและทั่วทั้งที่ตั้ง	50
3.4 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์องค์ประกอบในโครงการและรายละเอียดพื้นที่ใช้สอย.....	51
3.5 การวิเคราะห์ที่ตั้งโครงการ	54
3.6 การวิเคราะห์ผู้ใช้โครงการ	63

บทที่ 4 การสรุปผลและบทสรุปของโครงการ

4.1 สรุปรายละเอียดโครงการ	65
4.2 แนวความคิดในการออกแบบ.....	66
- เครื่องมือที่ใช้ในการออกแบบ.....	66
- รูปทรงอาคาร.....	67
- ผนัง.....	68
- การระบายความร้อน.....	69
- การป้องกันมลภาวะ.....	71
- การระบายน้ำ.....	72

บทที่ 5 ขั้นตอนการออกแบบ

5.1 การออกแบบร่าง	73
5.2 การออกแบบร่างขั้นต้น	75
5.3 การออกแบบรายละเอียด	79
5.4 ภาพหุ่นจำลอง	87

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บรรณานุกรม	93
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์	94

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงเกณฑ์การประเมินของมาตรฐานอาคารเขียวแบบต่างๆ	11
2	แสดงการวัดผลที่ได้จากการทดลอง	45
3	แสดงการวัดผลที่ได้จากการทดลอง	45
4	แสดงการวัดผลที่ได้จากการทดลอง	46
5	แสดงการวัดผลที่ได้จากการทดลอง	47
6	แสดงพื้นที่ใช้สอย	64
7	แสดงชุดเครื่องมือ	66
8	แสดงชุดเครื่องมือ	67
9	แสดงชุดเครื่องมือ	68
10	แสดงชุดเครื่องมือ	69
11	แสดงชุดเครื่องมือ	70
12	แสดงชุดเครื่องมือ	71
13	แสดงชุดเครื่องมือ	72

สารบัญรูปภาพ

ภาพที่	หน้า
1 แสดงการใช้ทรัพยากรธรรมชาติมาก่อสร้าง	9
2 แสดงมาตรฐานต่างๆที่ใช้ประเมินอาคารเขียว	9
3 แสดงอาคารAdobe tower	12
4 แสดงอาคารSCG 100ปี	13
5 แสดงการออกแบบอาคารแบบบูรณาการโดยแสดงให้เห็นถึงการใช้ประโยชน์จาก ธรรมชาติและการป้องกันความร้อน (Passive Design) เข้าสู่อาคารอย่างเหมาะสม เหมาะสม	20
6 การใช้ปัจจัยธรรมชาติปรับอุณหภูมิแวดล้อมอาคารให้มีความเย็นสบาย	20
7 แสดงรูปทรงอาคารที่มีอัตราส่วนพื้นที่ผิวต่อพื้นที่ใช้สอยในระดับต่างๆ	20
8 แสดงรูปทรงอาคารที่มีการรั่วซึมของอากาศภายนอกเข้าสู่อาคารในระดับ ต่างๆ	21
9 ทิศการวางตัวอาคารที่สอดคล้องกับการโคจรของดวงอาทิตย์เพื่อลดรังสีความร้อน ในทิศตะวันออกและตะวันตก	22
10 การมีช่องเปิดรับแสงอาทิตย์ทางด้านข้างและด้านบน	22
11 แสดงภาวะความร้อนที่เข้าสู่กรอบอาคารในลักษณะต่างๆ	23
12 แสดงการปฏิสัมพันธ์กันระหว่าง คน กับ คน	31
13 แสดงการปฏิสัมพันธ์กันระหว่าง คน กับ วัตถุ	31
14 แสดงการปฏิสัมพันธ์กันระหว่าง คน กับ สภาพแวดล้อม	31
15 แสดงการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างคน กับคนที่หลากหลาย	32
16 แสดงการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างคน กับวัตถุที่หลากหลาย	32
17 แสดงการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างคน กับสภาพแวดล้อมที่หลากหลาย	32
18 แสดงการมีปฏิสัมพันธ์ที่หลากหลายทางด้านเนื้อหาแต่ยังคงมีส่วนที่เชื่อมโยง กัน	33
19 แสดงการมีปฏิสัมพันธ์ที่สภาพแวดล้อมที่หลากหลายในการเชื่อมโยงพื้นที่เข้า ด้วยกัน	33
20 แสดงการใช้พื้นที่แบบไม่ชัดเจน พื้นที่ที่ซ้อนทับกันแบบ Informal Space	33
21 แสดงภายนอกและภายในอาคาร	34
22 แสดงมุมมองภายใน	35
23 แสดงรูปตัดของอาคาร และการจัดแบ่งพื้นที่	35

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
24 แสดงรูปตัดของอาคาร และการจัดแบ่งพื้นที่	36
26 แสดงมุมมองแบบต่างๆ	36
27 แสดงรูปหิ้นที่เป็นแนวคิดในการออกแบบ	36
28 แสดงรูปด้านและภายใน	37
29 แสดงรูปทรงอาคารด้านนอก	38
30 แสดงแสดงมุมมองภายในอาคาร	39
31 แสดงรูป และรูปตัดแสดงการใช้แสงจากหลอดไฟให้คุ้มค่าที่สุด	39
32 แสดงการเชื่อมต่อของกิจกรรมภายในอาคาร	39
33 แสดงรูปด้านหน้าของโครงการ	40
34 แสดงการใช้งานอาคาร	41
35 แสดงการใช้ประโยชน์จากการออกแบบ	41
36 แสดงรูปตัดอาคาร	42
37 แสดงภาพรวมของมหาวิทยาลัยศรีปทุม	43
38 แสดงการไหลเวียนของกระแสลมภายในที่ตั้งอาคาร ด้วยแนวอาคารแบบต่างๆ	50
39 แสดงการไหลเวียนของกระแสลมภายในที่ตั้งอาคาร(ขยาย)	50
40 แสดงกิจกรรมและพื้นที่ที่มีการใช้งาน	51
41 แสดงรูปถ่ายคณะบดีและรองคณบดีที่ได้ทำการสัมภาษณ์	51
42 แสดงรูปถ่ายนักศึกษาที่ได้ทำการสัมภาษณ์	52
43 แสดงแผนที่โดยรวมที่ตั้ง	54
44 แสดงผังโซนสีของที่ตั้ง	54
45 แสดงมุมมองทิศต่างๆของที่ตั้ง	55
46 แสดงการสัญจรรอบโครงการ	56
47 แสดงเส้นทางเข้าสู่โครงการ	57
48 แสดงตำแหน่งอาคารในโครงการ	57
49 แสดงแนวเส้นทางเท้าที่ถูกใช้บ่อย	58
50 แสดงเส้นทางเดินที่ถูกใช้บ่อยนอกเหนือจากทางเข้าหลัก	59
51 แสดงเส้นทางน้ำไหล	60
52 แสดงทิศทางลมที่เข้ามายังที่ตั้ง	60
53 แสงพื้นที่ที่ถูกแสงอาทิตย์กระทบจนเกิดการสะสมความร้อนตลอดทั้งวัน	61
54 แสดงตำแหน่ง, ภาพถ่ายอาคาร2 และบริเวณโดยรอบ	61

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
55 ภาพจำลองอาคาร2	62
56 แสดงวัสดุต่างๆที่ประกอบเป็นเปลือกอาคาร	63
57 แสดงผู้ใช้หลัก	64
58 แสดงผู้ใช้รอง	64
59 แสดงการรันแนวอาคาร	66
60 แสดงการเลี้ยงแสงแดด	66
61 แสดงแบบขยายช่องเปิด-ช่องแสงใต้ดิน	67
62 แสดงเงาที่กระทบมายังอาคาร	67
63 แสดงประตูบานหมุนลักษณะคล้ายผนัง	68
64 แสดงการระบายลมภายในอาคาร และกระแสลมที่พัดผ่านอาคาร	69
65 แสดงกระแสลมที่เข้ามายังอาคาร	69
66 แสดงกระแสลมที่เข้ามายังอาคาร	70
67 ภาพแสดงแบบขยายแผงกันแดด	71
68 แสดงแบบขยายหลังคาเขียว	72
69 แสดงแบบขยาย	72
70 แสดงการศึกษาข้อมูลที่สนใจ	73
71 แสดงการสรุปชุดเครื่องมือที่ใช้ในงานออกแบบสถาปัตยกรรม	74
72 แสดงแนวทางในการปรับเส้นทางสัญจรของรถยนต์ไปยังลานจอดรถใต้ดิน	74
73 การจัดโซนของการใช้งาน	75
74 ขบวนการทำตัดพื้นเดิมเป็นอย่างไรและเกิดความสบายระหว่างผู้ใช้สอย	75
75 แสดงรูปถ่ายหุ่นจำลองแบบร่าง	76
76 แสดงรูปถ่ายหุ่นจำลองแบบร่าง	77
77 แสดงรูปถ่ายหุ่นจำลองแบบร่าง	78
78 แสดงเพลทนำเสนอ	82
79 แสดงเพลทนำเสนอ	83
80 แสดงเพลทนำเสนอ.....	84
81 แสดงเพลทนำเสนอ.....	85
82 แสดงแปลน.....	86
83 แสดงแปลน.....	87
84 แสดงแปลน.....	88

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
85 แสดงแปลน.....	89
86 แสดงรูปด้าน.....	90
87 แสดงรูปตัด.....	90
88 แสดงหุ่นจำลอง.....	91
89 แสดงหุ่นจำลอง.....	92

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาของโครงการ

กรุงเทพมหานครจัดอยู่ในเมืองที่มีความเป็นเมืองเอกนครหรือความเป็นเมืองโตเดี่ยว ซึ่งความเป็นเมืองโตเดียวนี้อีกก็ทำให้ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม การเพิ่มขึ้นของประชากร การเพิ่มมลพิษ อันทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของชั้นบรรยากาศและผิวดิน ซึ่งมีผลให้เกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อน ในบริเวณเขตชุมชนเมืองที่มีอาคารอยู่เป็นจำนวนมาก ทั้งนี้เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจะส่งผลให้ประชาชนหรือมนุษย์มีความต้องการในการใช้พลังงานเพิ่มสูงขึ้นเพื่อให้สามารถดำเนินกิจกรรมต่างในชีวิตประจำวันได้อย่างสะดวกสบาย ซึ่งพลังงานที่มนุษย์ใช้ส่วนใหญ่มาจากพลังงานที่ใช้แล้วหมดไป เมื่อมีไม่พอใช้ หรือมีใช้ในปริมาณที่น้อยมูลค่าก็จะเพิ่มสูงขึ้นจากการจัดหาทดแทน ทั้งนี้ในปัจจุบันได้มีการรณรงค์ให้ใช้พลังงานให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด การใช้พลังงานทดแทน ซึ่งในส่วนของงานสถาปัตยกรรมได้มีแผนที่จะออกมาควบคุมการก่อสร้างอาคารใหม่รวมถึงการทำให้อาคารมีส่วนร่วมในการรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม

สถาปัตยกรรมที่สร้างขึ้นใหม่ส่วนใหญ่จะเป็นสถาปัตยกรรมที่ช่วยรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อมจากมาตรฐานในการสร้างอาคารเพื่อให้เกิดเป็นอาคารสีเขียว เป็นส่วนหนึ่งของการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ และลดรายจ่ายที่เกิดขึ้นจากการใช้พลังงาน และรวมถึงการใช้ทรัพยากรธรรมชาติให้เกิดประโยชน์สูงสุดโดยที่ใช้อย่างคุ้มค่า ไม่สิ้นเปลืองเพื่อไม่ให้เกิดปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรธรรมชาติในภายหลัง ทั้งยังส่งเสริมให้ผู้ใช้อาคารสามารถพึ่งพาธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมได้สูงสุด

วิทยานิพนธ์นี้เป็นวิทยานิพนธ์เกี่ยวกับการการศึกษาการพัฒนาอย่างยั่งยืนสำหรับสถาปัตยกรรมที่ยั่งยืน โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษา ค้นคว้า ทฤษฎีวิจัย การออกแบบพื้นที่ให้สอดคล้องกับกิจกรรมการใช้งานนั้นๆโดยการใช้เครื่องมือที่ได้จากการทดลองที่เกี่ยวกับกรอบอาคารในลักษณะต่างๆเพื่อให้ผู้ใช้อาคารอยู่ในสภาวะที่สบายและลดต้นทุนการใช้พลังงานได้ การทดลองเกี่ยวกับเรื่องของวัสดุ พลังงาน และสภาพแวดล้อมในอาคาร มีความสัมพันธ์กับกรอบอาคาร อาทิ สามารถป้องกันหรือลดปริมาณความร้อนที่จะสะสมเข้าสู่อาคาร ทำให้สามารถอนุรักษ์พลังงานจากสถาปัตยกรรมรวมถึงการรับรู้จากประสาทสัมผัสของผู้ใช้งานด้วยตนเอง

จากสิ่งแวดล้อมรอบ ๆ ตัวผู้ใช้งานอันจะนำไปสู่รูปแบบของกรอบอาคารที่เหมาะสมกับการใช้งานแต่ละแบบที่สามารถนำไปใช้กับโครงการทางสถาปัตยกรรมอื่น ๆ ได้

1.2 วัตถุประสงค์การศึกษาวิทยานิพนธ์

- เพื่อศึกษาเกี่ยวกับวิธีหรือมาตรการที่ช่วยให้เกิดการอนุรักษ์และลดการใช้พลังงานภายในอาคารด้วยเปลือกอาคาร
- เพื่อทดลองและค้นหาสิ่งที่จะช่วยในการเพิ่มประสิทธิภาพในการลดการใช้พลังงานหรือการสะสมพลังงานความร้อนในอาคารด้วยวัสดุและวิธีทางธรรมชาติทำให้เกิดสภาวะน่าสบายแก่ผู้ใช้งาน
- เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาทดลองใช้กับโครงการในการออกแบบให้เกิดความสัมพันธ์ระหว่างเปลือกอาคารและพื้นที่ใช้สอยในกิจกรรมต่างๆ และโครงการทางสถาปัตยกรรมอื่น ๆ ได้
- เพื่อศึกษาลักษณะรูปแบบพื้นที่แบบต่างๆ และนำมาประยุกต์ใช้ กระตุ้นให้เกิดการเข้ามาใช้งานร่วมกัน โดยที่ไม่สร้างความรบกวนแก่กันแม้ผู้ใช้สอยจะอยู่ในพื้นที่เดียวกัน

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

- ศึกษาความหมาย ลักษณะของสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและแผนนโยบายการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ ความสัมพันธ์ระหว่างการพลังงานกับเกณฑ์ในการพิจารณาอาคารประหยัดพลังงาน
- ศึกษาทฤษฎีการรับรู้ผ่านประสาทสัมผัสต่างๆ ของร่างกาย อันได้แก่การมองเห็นด้วยตา การได้ยินด้วยหู การได้กลิ่นด้วยจมูก การสัมผัสด้วยมือ การทรงตัวและอุณหภูมิที่ร่างกายรู้สึก
- ศึกษาแนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวกับเพิ่มประสิทธิภาพกรอบอาคารเพื่อลดการใช้พลังงาน
- การทดลองเพื่อค้นหาทฤษฎีใหม่ในการนำมาประกอบการออกแบบโดยที่สามารถลดการใช้พลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และนำผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลองเป็นข้อมูลพื้นฐานที่นำมาใช้กับโครงการทางสถาปัตยกรรม

1.4 วัตถุประสงค์โครงการ

- เพื่อสร้างแหล่งเรียนรู้และเป็นศูนย์กลางในการแลกเปลี่ยนความรู้ที่มีความแตกต่างกันของนักศึกษามหาวิทยาลัยศรีปทุม รวมถึงสามารถใช้พื้นที่ร่วมกันได้ ตามนโยบายการปรับปรุงอาคารภายในมหาวิทยาลัยศรีปทุม
- เพื่อเป็นพื้นที่สำหรับจัดแสดงผลงาน ปฏิบัติงาน พักผ่อนสามารถรองรับนักศึกษา
- เพื่อเปิดพื้นที่บางส่วนให้บุคคลภายนอกเข้ามาใช้งานได้ เป็นพื้นที่นั่งทำงาน และสามารถแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันได้ ทั้งนี้บุคคลภายนอกยังสามารถให้ความรู้แก่นักศึกษาได้ในกรณีที่เป็นผู้มีประสบการณ์ เช่น สถาปนิก นักออกแบบ วิศวกร

1.5 ขอบเขตของการศึกษาโครงการ

- ศึกษารายละเอียดของที่ตั้งโครงการ การเข้าถึงโครงการ เส้นทางเข้า-ออก ขนาดของโครงการ ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับโครงการ
- ศึกษาลักษณะความต้องการพื้นฐานของอาคาร สัมภาษณ์ผู้ใช้โครงการและวิสัยทัศน์ของแต่ละคณะเพื่อหาความสัมพันธ์ในการใช้งานร่วมกัน ซึ่งสัมพันธ์กับจำนวนนักศึกษาในมหาวิทยาลัยศรีปทุม

1.6 วิธีการศึกษาวิทยานิพนธ์

1.6.1 เริ่มโครงการโดยการกำหนดวัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.6.2 สืบค้นข้อมูลจากหนังสือ งานวิจัย ระบบอินเทอร์เน็ต และวิเคราะห์ข้อมูลกรณีศึกษาสู่การกำหนดโครงการที่จะนำมาทดลอง โดยศึกษาเกี่ยวกับ

- วิธีในการอนุรักษ์พลังงาน
- มาตรฐานอาคารเขียว
- ทฤษฎีการรับรู้
- องค์ประกอบอาคาร

1.6.3 ทดลองและสรุปเป็นชุดข้อมูลเพื่อนำมาใช้กับโปรแกรม

1.6.4 การเก็บรวบรวมข้อมูลโครงการ

- การศึกษาลักษณะความต้องการของกิจกรรม ความต้องการพื้นที่ใช้สอย ความสัมพันธ์ของกิจกรรม
- ศึกษาโครงการที่มีลักษณะเดียวกัน หรือมีความใกล้เคียงกันเพื่อให้สามารถเห็นภาพลักษณะของโครงการ
- ศึกษาลักษณะของที่ตั้งโครงการ สภาพแวดล้อม ความสัมพันธ์ระหว่างโครงการ ที่อยู่ที่ตั้งเดียวกัน

- ศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการในด้านต่างๆ โดยการสัมภาษณ์ผู้ใช้ และ
สำรวจโครงการโดยรอบ

1.6.5.จัดทำโปรแกรมการออกแบบ

1.6.6ดำเนินการออกแบบโดยใช้ผลลัพธ์จากการทดลอง

1.6.7ประเมินผลการออกแบบ

1.7 องค์ประกอบโครงการ

อาคารการเรียนรู้มหาวิทยาลัยศรีปทุม

1 ส่วนนิทรรศการและจัดแสดง

นิทรรศการชั่วคราว

นิทรรศการกลางแจ้ง

2 ส่วนบริการนักศึกษา

ห้องปฏิบัติการ

พื้นที่ทำงาน

มุมอ่านหนังสือ

ห้องประชุมเล็ก

ลานกิจกรรมนักศึกษา

พื้นที่พักผ่อนนักศึกษา

3 ส่วนบริหารโครงการ

ฝ่ายอาคารสถานที่

4 ส่วนสนับสนุนโครงการ

ส่วนร้านอาหารและเครื่องดื่ม

ส่วนพื้นที่ทำงานบุคคลภายนอก

7 ส่วนบริการสาธารณะ

6 ส่วนงานระบบอาคาร

7 ส่วนจอดรถ

บทที่ 2

แนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

2.1.1 ทรัพยากรธรรมชาติ

ทรัพยากรธรรมชาติ (Natural resources) หมายถึงสิ่งที่ปรากฏอยู่ตามธรรมชาติหรือสิ่ง
ที่ขึ้นเอง อำนาจประโยชน์แก่มนุษย์และธรรมชาติด้วยกันเอง (ทวิ ทองสว่าง และทัศนีย์ ทอง
สว่าง, 2523:4) ถ้าสิ่งนั้นยังไม่ให้ประโยชน์ต่อมนุษย์ ก็ไม่ถือว่าเป็นทรัพยากรธรรมชาติ (เกษม
จันทร์แก้ว, 2525:4)

ความหมายของทรัพยากรธรรมชาติมักจะมองในแง่ที่ว่า เป็นสิ่งอำนวยความสะดวกแก่มนุษย์ทั้งทางตรงและทางอ้อม หากไม่ได้ให้ประโยชน์อะไรเลยก็คงไม่ใช่ทรัพยากรธรรมชาติ
ดังนั้นจึงมีการจัดประเภททรัพยากรธรรมชาติไว้หลายประเภทด้วยกัน เช่น ดิน น้ำ ป่าไม้ สัตว์
ป่า แร่ธาตุ ฯลฯ ซึ่งเป็นทรัพยากรที่เป็นแหล่งพลังงานสำคัญ

2.1.2 สิ่งแวดล้อม

ความหมายสิ่งแวดล้อม สิ่งแวดล้อม คือ ทุกสิ่งทุกอย่างที่อยู่รอบตัวมนุษย์ทั้งที่มีชีวิต
และไม่มีชีวิต รวมทั้งที่เป็นรูปธรรม (สามารถจับต้องและมองเห็นได้) และนามธรรม
(ตัวอย่างเช่นวัฒนธรรมแบบแผน ประเพณี ความเชื่อ) มีอิทธิพลเกี่ยวโยงถึงกัน เป็นปัจจัยใน
การเกื้อหนุนซึ่งกันและกัน ผลกระทบจากปัจจัยหนึ่งจะมีส่วนเสริมสร้างหรือทำลายอีกส่วนหนึ่ง
อย่างหลีกเลี่ยงมิได้ สิ่งแวดล้อมเป็นวงจรและวัฏจักรที่เกี่ยวข้องกันไปทั้งระบบ

2.1.2.1 สิ่งแวดล้อมแบ่งออกเป็นลักษณะกว้าง ๆ ได้ 2 ส่วนคือ

1. สิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น ป่าไม้ ภูเขา ดิน น้ำ อากาศ
ทรัพยากร
2. สิ่งแวดล้อมที่มนุษย์สร้างขึ้น เช่น ชุมชนเมือง สิ่งก่อสร้างโบราณสถาน
ศิลปกรรม ขนบธรรมเนียม ประเพณี และวัฒนธรรม

2.1.2.2 ผลสืบเนื่องอันเกิดจากปัญหาสิ่งแวดล้อม

1. ทรัพยากรธรรมชาติร่อยหรอ เนื่องจากมีการใช้ทรัพยากรกันอย่างไม่
ประหยัด อาทิ ป่าไม้ถูกทำลาย ดินขาดความอุดมสมบูรณ์ ขาดแคลนน้ำ

2.ภาวะมลพิษ (Pollution) เช่น มลพิษในน้ำ ในอากาศและเสียง มลพิษในอาหาร สารเคมี อันเป็นผลมาจากการเร่งรัดทางด้านอุตสาหกรรมนั่นเอง

การใช้คำว่า "ทรัพยากรธรรมชาติ" และคำว่า "สิ่งแวดล้อม" บางครั้งผู้ใช้อาจจะเกิดความสับสนไม่ทราบว่าจะใช้คำไหนดี จึงนำพิจารณาว่าคำทั้งสองนี้มีความคล้ายคลึงและแตกต่างกันอย่างไร ในเรื่องนี้ เกษม จันทรแก้ว (2525:7-8) ได้เสนอไว้ดังนี้

1. ความคล้ายคลึงกัน ในแง่ที่พิจารณาจากที่เกิด คือ เกิดขึ้นตามธรรมชาติเหมือนกัน ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมต่างเป็นสิ่งที่ให้ประโยชน์ต่อมนุษย์เช่นกัน มนุษย์รู้จักใช้ รู้จักคิดในการนำทรัพยากรธรรมชาติมาใช้ และมนุษย์อาศัยอยู่ในทรัพยากรธรรมชาติต่าง ๆ ก็ให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทรัพยากรธรรมชาติ แล้วมนุษย์ก็เรียกสิ่งต่าง ๆ ทั้งหมดว่า "สิ่งแวดล้อม" ความคล้ายคลึงกันของคำว่า ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอยู่ที่ว่า ทรัพยากรธรรมชาติเป็นส่วนหนึ่งของสิ่งแวดล้อม
2. ความแตกต่าง ทรัพยากรธรรมชาติเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ แต่สิ่งแวดล้อมนั้นประกอบด้วยทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นโดยอาศัยทรัพยากรธรรมชาติ หากขาดทรัพยากรธรรมชาติ มนุษย์จะไม่สามารถสร้างสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ

2.2 หลัก3R

หลัก3Rถูกนำมาใช้เนื่องจากการมองเห็นความสำคัญของการรักษา และลดการใช้ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมให้น้อยที่สุดจากการลดการใช้ การใช้ให้คุ้มค่าที่สุด และการเลือกใช้ทรัพยากรที่สามารถนำมารีไซเคิลได้

R : Reduce ลดการใช้ ลดการบริโภคทรัพยากรที่ไม่จำเป็นลง โดยเฉพาะการบริโภคทรัพยากรที่ใช้แล้วหมดไป เช่น น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ ถ่านหิน และแร่ธาตุต่างๆ การลดการใช้ทำได้ง่าย ๆ โดยเลือกใช้เท่าที่จำเป็น เช่น ปิดไฟทุกครั้งที่ไม่ใช้งานหรือเปิดเฉพาะจุดที่ใช้งาน ปิดคอมพิวเตอร์และเครื่องปรับอากาศเมื่อไม่ใช่เป็นเวลานานๆ ถอดปลั๊กเครื่องใช้ไฟฟ้า เช่น กระจกน้ำร้อนเมื่อไม่ได้ใช้ เมื่อต้องเดินทางไกลๆ ก็ใช้วิธีเดิน ขี่จักรยาน หรือนั่งรถโดยสารแทนการขับรถไปเอง เป็นต้น

R : Reuse คือ การใช้ทรัพยากรให้คุ้มค่าที่สุด โดยการนำสิ่งของเครื่องใช้มาใช้ซ้ำ ซึ่งบางอย่างอาจใช้ซ้ำได้หลาย ครั้ง เช่น การนำกระดาษรายงานที่เขียนแล้ว 1 หน้า มาใช้ในหน้าที่เหลือหรืออาจนำมาทำเป็นกระดาษโน้ต ช่วยลดปริมาณการตัดต้นไม้ได้เป็นจำนวนมาก การนำ

ขวดแก้วมาใส่น้ำรับประทานหรือนำมาประดิษฐ์เป็นเครื่องใช้ต่าง ๆ เช่น แจกันดอกไม้หรือที่ใส่ดินสอ เป็นต้น นอกจากนี้จะช่วยลดค่าใช้จ่าย ลดการใช้พลังงานพลังงานแล้ว ยังช่วยรักษาสิ่งแวดล้อมไปในตัว

R : Recycle คือ การนำหรือเลือกใช้ทรัพยากรที่สามารถนำกลับมารีไซเคิล หรือนำกลับมาใช้ใหม่ เป็นการลดการใช้ทรัพยากรในธรรมชาติจำพวกต้นไม้ แร่ธาตุต่าง ๆ เช่น ทราเยเหล็ก อลูมิเนียม ซึ่งทรัพยากรเหล่านี้ สามารถนำมารีไซเคิลได้ยกตัวอย่างเช่น เศษกระดาษสามารถนำไปรีไซเคิลกลับมาใช้เป็นกล่องหรือถุงกระดาษ การนำแก้วหรือพลาสติกมาหลอมใช้ใหม่เป็นขวด ภาชนะใส่ของ หรือเครื่องใช้อื่น ๆ ผากระป๋องน้ำอัดลมก็สามารถนำมาหลอมใช้ใหม่

2.3 อาคารสีเขียว

อาคารสีเขียว (Green building) คือ อาคารที่สร้างขึ้นโดยใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างมีประสิทธิภาพ คุ่มค่า มีความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมและสังคมตลอดวัฏจักรชีวิต (life cycle) ของตัวอาคาร ไม่ว่าจะเป็นขั้นตอนการเลือกพื้นที่ทำเล การออกแบบ การก่อสร้าง การดำเนินการ การดูแล การซ่อมแซมปรับปรุง รวมไปถึงการทำลายตัวอาคารด้วย เพราะเป้าหมายหลักของแนวคิดนี้คือการลดผลกระทบจากอาคารก่อสร้าง หรือ สิ่งแวดล้อมสรรค์สร้างต่าง ๆ (built environment) ที่จะมีผลต่อสุขภาพของผู้คน (human health) และสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ (natural environment) ฉะนั้นอาคารสีเขียวจึงมุ่งเน้นไปที่ 3 ประเด็นหลัก ดังนี้:

1. ประสิทธิภาพของการใช้น้ำ พลังงาน และทรัพยากรธรรมชาติอื่นๆ
2. ปกป้องสุขภาพและส่งเสริมความสามารถในการทำงานของผู้คนในอาคาร
3. ลดปัญหาขยะ มลพิษ และการทำลายสิ่งแวดล้อม

จากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีและความรู้เป็นจุดเริ่มต้นของนวัตกรรมอาคารก่อสร้างอาคารและสถาปัตยกรรมต่างๆ ของมนุษย์ ยิ่งเราอยู่ในพื้นที่ที่มีความเจริญมากเท่าใด จำนวนสิ่งแวดล้อมสรรค์สร้างของมนุษย์ก็มีมากขึ้นเท่านั้น ข้อมูลของ United Nations ระบุว่า ในปี 2011 โลกมีประชากร 7 พันล้านคน โดย 3.6 พันล้านคนเป็นประชากรที่อาศัยอยู่ในเมือง ซึ่งมีสัดส่วนสอดคล้องกับเปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ที่พัฒนาไปเป็นสังคมเมือง (urbanization) ซึ่งมีสัดส่วนประมาณ 52 เปอร์เซ็นต์ทั่วโลก โดยในช่วงปี 2010-2015 อัตราการขยายตัวของความเป็นเมืองโดยเฉลี่ยจะอยู่ที่ 1.97 เปอร์เซ็นต์ นั่นหมายความว่า ในอนาคตจำนวนอาคารก่อสร้างไม่ว่าจะเป็นตึกสูง ตึกแถว และบ้านเรือนจะมีจำนวนมากขึ้นเรื่อยๆ (จากที่มากอยู่แล้ว) ผลกระทบจากอาคารต่อสิ่งแวดล้อมและสังคมก็จะมีมากขึ้น โดยผลกระทบจากสิ่งแวดล้อมสรรค์สร้างเหล่านี้สามารถแบ่งได้เป็น 7 ด้านดังนี้

1.ด้านทรัพยากรพลังงาน เนื่องจากตึกหรืออาคารส่วนใหญ่มีการเผาผลาญทรัพยากรพลังงานไปกับสิ่งต่างๆ ไม่ว่าจะเป็น เครื่องปรับอากาศ การระบายอากาศ การสูบน้ำ หลอดไฟ ทั้งในและนอกอาคาร ลิฟต์ และอื่นๆ

2.ด้านทรัพยากรน้ำ ในที่นี้หมายถึงปริมาณน้ำที่ถูกใช้ทั้งในการบริโภค ทำความสะอาด รดน้ำต้นไม้ในสวนรอบๆ บริเวณพื้นที่อาคาร

3.ด้านสภาพอากาศในพื้นที่และชั้นบรรยากาศ ตึกอาคารต่างๆ มีส่วนในการเพิ่ม อุณหภูมิของพื้นที่รอบข้าง ปรากฏการณ์นี้เรียกว่า urban heat island นอกจากนี้การใช้ ทรัพยากรพลังงานเกือบตลอดทั้งวันยังส่งผลให้อาคารปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์สู่บรรยากาศใน ปริมาณมาก

4.ด้านการใช้พื้นที่ หากก่อสร้างอาคารบนพื้นที่สีเขียวก็จะต้องมีการตัดไม้ทำลายป่า หรือรुक้าพื้นที่ธรรมชาติ นอกจากนี้การก่อสร้างยังส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและชุมชนรอบ ข้างได้อีกด้วย ยกตัวอย่างเช่น ขยะมลพิษจากกระบวนการก่อสร้าง ซึ่งรวมถึงมลพิษทางเสียง นอกจากนี้แสงไฟจากตึก อาคารเอง ก็ยังรบกวนชุมชนรอบข้างในตอนกลางคืน

5.ด้านสิ่งแวดล้อมภายในอาคาร หลายคนอาจมองว่ามลพิษข้างนอกบ้านนั้นอันตราย โดยไม่รู้ว่ามีมลพิษภายในอาคารก็อันตรายเหมือนกัน มลพิษทางอากาศที่อันตรายที่สุดอันหนึ่งคือ ก๊าซเรดอน ซึ่งเป็นสารกัมมันตรังสีที่มีอยู่ทั่วไป ทุกหนแห่ง ไม่มีรส ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น และไม่สามารถรับรู้ได้ด้วยประสาทสัมผัสใดๆ ของมนุษย์ ก๊าซเรดอนเป็นสารก่อให้เกิด โรคมะเร็งปอด ในมนุษย์ สามารถพบได้ทั่วไปในดินหินตามธรรมชาติ เมื่อมนุษย์นำดิน หิน หรือทราย ที่มีแร่ เรเดียมเจือปนมาก่อสร้างอาคาร วัสดุเหล่านั้นก็จะปล่อยก๊าซเรดอนออกมาตามปริมาณเรเดียมที่ ปะปนอยู่ อีกอย่างหนึ่งที่สำคัญคือ แร่ใยหิน (asbestos) ซึ่งเป็นส่วนประกอบที่มักพบในวัสดุ ก่อสร้าง เช่น กระเบื้องมุงหลังคา กระเบื้องแผ่นเรียบ ฝ้าเพดาน หากไม่มีการระบายอากาศที่ดี แร่ใยหินก็จะเป็นอันตรายต่อปอดของมนุษย์ได้ถ้าสูดดมเข้าไป ทำให้เป็นโรคมะเร็งปอดหรือโรค ปอดอักเสบ นอกจากนี้กิจกรรมของมนุษย์เองก็สร้างมลพิษได้เหมือนกัน เช่น บุหรี่ ยาฆ่าแมลง สเปรย์ต่างๆ เป็นต้น

6.ด้านวัตถุดิบก่อสร้างและขยะ ยังมีการก่อสร้างมากขึ้น วัตถุดิบธรรมชาติที่นำมาแปรรูป เพื่อใช้ก่อสร้าง ซ่อมแซม และบำรุงก็ต้องถูกเผาผลาญมากขึ้น แร่หิน น้ำ น้ำมัน พลังงานต่างๆ ที่ต้องใช้ในการก่อสร้าง ก็จะมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ เช่นเดียวกับขยะจากขั้นตอนเหล่านั้น

จะเห็นได้ว่าผลกระทบจากสิ่งแวดล้อมสรรค์สร้างของมนุษย์เป็นสิ่งที่เราไม่อาจมองข้ามไปได้ แนวคิดอาคารสีเขียวจึงมีความสำคัญมากขึ้นในการแก้ปัญหาต่างๆ เหล่านี้

The Global Environmental Impact of Buildings



ภาพที่ 1 แสดงการใช้ทรัพยากรธรรมชาติมาใช้ก่อสร้าง

2.4 มาตรฐานในการประเมินอาคารสีเขียว








มาตรฐานในการประเมินอาคารสีเขียวถูกนำมาใช้เพื่อให้มีการจัดการอาคารเขียวไปในทิศทางเดียวกัน ปัจจุบันมาตรฐานที่วัดด้วยเรื่องของอาคารสีเขียวมีมากกว่าหนึ่งมาตรฐานตามแต่องค์กรด้านสิ่งแวดล้อมของชาตินั้นๆ จะเป็นคนกำหนด โดยมาตรฐานที่ได้รับการยอมรับอย่างแพร่หลายและถูกนำมาใช้เป็นพื้นฐานอ้างอิงในการพัฒนามาตรฐานได้แก่ BEAM(Hong Kong) BREEAM(UK,EU) CASBEE(Japan) Green Mark Scheme(Singapore) Green Star(South Africa) Pearl Rating System Estidama(UAE) GRIHA(India) LEED(USA) HQE(France) DGNB(Germany) TREES(Thailand) Energy Star , Green Globes , Living Building Challenge



ภาพที่ 2 แสดงมาตรฐานต่างๆที่ใช้ประเมินอาคารเขียว

จะเห็นได้ว่าหลักการ หรือเกณฑ์ในการประเมินทางสถาปัตยกรรมสีเขียวมีลักษณะที่ที่สอดคล้องไปในทิศทางเดียวกันอย่างเช่นการเลือกใช้วัสดุที่มาจากทรัพยากรธรรมชาติถูกกำหนดไว้ว่าควรใช้วัสดุที่มาจากกรีซเคิล หรือวัสดุที่มาจากแหล่งที่อยู่ใกล้ที่ตั้งเพื่อไม่ให้เกิดการใช้พลังงานทางด้านอื่นให้สิ้นเปลืองหากไม่จำเป็น

2.4.1 ส่วนประกอบการประเมินของแต่ละมาตรฐานจะมีลักษณะคล้ายกันอันได้แก่

-  1.สถานที่ตั้งโครงการเพื่อความยั่งยืน (Sustainable Site)
-  2.การใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ (Water Efficiency)
-  3.พลังงานและบรรยากาศ (Energy and Atmosphere)
-  4.วัสดุและทรัพยากร (Material and Resources)
-  5.คุณภาพสภาพแวดล้อมในอาคาร (Indoor Environmental Quality)
-  6.นวัตกรรมในการออกแบบ(Innovation in Design)
-  7.ความสำคัญเร่งด่วนของภูมิภาค (Regional priority)

มาตรฐานอาคารเขียว											
PROGRAM	TYPES		RATE								
International program	BEAM(Hong Kong)		Site aspects	Material aspects	Water use	Energy use	Indoor environmental quality	Innovations and additions			
	BREEAM(UK, EU, EFTA member states, EU candidates, as well as the Persian Gulf)		Energy and water use	Internal environment (health and well-being)	Pollution	Transport	Materials	Waste	Ecology and Management processes		
	CASBEE(Japan)		Energy efficiency	Resource efficiency	Local environment	Indoor environment					
	Green Mark Scheme(Singapore)		Energy efficiency	Water efficiency	Environmental protection	Other green and innovative features that contribute to better building performance					
	Green Star SA(South Africa)		Management	Indoor Environmental Quality	Energy	Transport	Water	Materials	Land Use & Ecology	Emissions	Innovation
	Pearl Rating System Estidama(UAE)		Integrated Development Process	Natural Systems	Livable Communities	Precious Water	Resourceful Energy	Stewarding Materials	Innovating Practice		
another program	GRIHA(Indea)		Site planning	Building Planning and Construction	Building operation and Maintenance	Innovation points					
	LEED(USA)		Sustainable Sites	Water Efficiency	Energy & Atmosphere	Materials & Resources	Indoor Environmental Quality	Locations & Linkages	Awareness & Education	Innovation in Design	Regional Priority through a set of prerequisites and credits
	HQE(France)		Management	Health&Well-being	Energy	Transport	Water				
	DGNB(Gremany)		Environmental Quality(ENV)	Economic Quality(ECO)	Sociocultural and Functional Quality(SOC)	Technical Quality(TEC)	Process Quality(PRO)	Site Quality(site)			
	TREES(Thailand)		Building Management	Site and Landscape	Water Conservation	Energy and Atmosphere	Materials and Resources	Indoor Environmental Quality	Environmental Protection	Green Innovation	
	Energy Star		Building energy and water use								
	Green Globes		Energy	Indoor Environment	Site	Water	Resources	Emissions	Project/Environmental Management		
	Living Building Challenge		Site	Water	Energy	Materials	Health	Equity	Beauty		

ตารางที่1 แสดงเกณฑ์การประเมินของมาตรฐานอาคารเขียวแบบต่างๆ

2.4.2 ตัวอย่างอาคารสีเขียว

1.อาคาร Adobe towers (สหรัฐอเมริกา)



ภาพที่ 3 แสดงอาคารAdobe tower

จุดเด่นของอาคารสีเขียว Adobes Towers คือ การลดการใช้ทรัพยากรธรรมชาติและพลังงานต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น ลดการใช้ไฟฟ้าได้ถึง 35 เปอร์เซ็นต์จากการควบคุมการใช้แสงธรรมชาติ ลดการใช้เชื้อเพลิงประเภทก๊าซธรรมชาติได้ถึง 41 เปอร์เซ็นต์ ลดการใช้น้ำจากพื้นที่ใกล้เคียงและน้ำจากการผันมาได้ถึง 22 เปอร์เซ็นต์ และ 76 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับจากการนำน้ำที่ใช้ในอาคารมาบำบัดแล้วนำไปใช้ในส่วนอื่นนอกจากนี้ยังสามารถจัดการขยะด้วยวิธีการหมักและรีไซเคิลแทนการทับถมได้ถึง 95 เปอร์เซ็นต์อีกด้วย

การลดการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพเกิดจากหลายวิธี เช่น การลดใช้ทรัพยากรโดยตรง การใช้เทคโนโลยีเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมการใช้ทรัพยากร และการปรับเปลี่ยนวิธีการในการจัดการทรัพยากรดังกล่าว เช่น การจัดการทรัพยากรขยะด้วยวิธีการหมักหรือรีไซเคิลเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อ

2. อาคารสีเขียวในประเทศไทย และอาคาร เอสซีจี 100 ปี

ประเทศไทยเองก็มีอาคารหลายแห่งที่ได้การรับรองมาตรฐานระดับ Platinum แห่งแรกก็คือ อาคาร Park Venture ซึ่งได้รับรางวัลในด้านการ ออกแบบและการก่อสร้างอาคาร ประเภท การจัดการระบบภายในอาคาร (core & shell) ขณะที่อาคารออฟฟิศหลัก 1, 2 และ 5 ของบริษัท เอสซีจี จำกัด ก็ได้รับรางวัลในด้านการบริหารจัดการอาคารเดิม ซึ่งเป็นรายแรกในอาเซียนที่ได้รับรางวัลด้านนี้ ส่วนศูนย์การเรียนรู้ของธนาคารกสิกรไทยก็เป็นอาคารแรกของประเทศไทย ที่ได้รับรางวัลระดับสูงสุดในด้านการออกแบบและการก่อสร้าง ประเภทอาคารก่อสร้างใหม่

เมื่อไม่นานมานี้ อาคารเอสซีจี 100 ปีก็เพิ่งได้รับการรับรองมาตรฐานระดับ Platinum จาก LEED ในด้านการออกแบบและการก่อสร้างอาคารประเภท core & shell ซึ่งบริษัทได้จัดงานแถลงข่าวขึ้นเพื่อเปิดตัว “อาคารเอสซีจี อาคารสีเขียวที่เคารพต่อธรรมชาติและนอบน้อมต่อสังคม” ในวันที่ 26 พฤษภาคม พ.ศ. 2557 ที่ผ่านมา ซึ่งบริษัทป่าสาละเองก็ได้มีโอกาสเข้าร่วมงานด้วย ผู้เขียนจึงขอนำข้อมูลเกี่ยวกับอาคารเอสซีจี 100 ปี มาเผยแพร่ให้ผู้อ่านเห็นภาพของอาคารสีเขียวชัดเจนนมากขึ้น



ภาพที่ 4 แสดงอาคารSCG 100ปี

คุณสมบัติเด่นที่ทำให้อาคารแห่งนี้เป็นอาคารสีเขียวมีอยู่หลายด้าน เริ่มตั้งแต่ด้านการเลือกพื้นที่ก่อสร้าง ซึ่งเป็นพื้นที่ภายในบริเวณกลุ่มอาคารสำนักงานของบริษัทที่ไม่มีธรรมชาติปกคลุมอยู่ก่อน (brownfield) จึงไม่สร้างผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมธรรมชาติมากเท่าพื้นที่ที่มีป่าไม้ปกคลุม (Greenfield)

บริเวณรอบๆโครงการมีพื้นที่สีเขียวอยู่มากกว่า 50% แต่ก็มีการรักษาต้นไม้เดิมไว้ ด้วยการถอนต้นไม้ไปดูแลรักษา แล้วนำมาปลูกในบริเวณพื้นที่เดิมหลังสร้างอาคารเสร็จ ขณะที่บางส่วนของตาดฟ้าก็มีการปลูกต้นไม้ (garden rooftop) เพื่อลดอุณหภูมิในบริเวณอาคารด้วย

- ด้านประสิทธิภาพของการใช้ทรัพยากรน้ำ มีการกักเก็บน้ำฝน (rain harvesting) เพื่อนำกลับมาใช้ประโยชน์ในการดูแลภูมิทัศน์บริเวณอาคาร พร้อมทั้งมีการใช้ผลิตภัณฑ์ประหยัดน้ำภายในอาคาร (ก๊อกน้ำและ สุขภัณฑ์ เป็นต้น) จึงช่วยประหยัดน้ำได้ถึง 6 ล้านลิตรต่อปี

- ด้านการประหยัดพลังงาน อาคารเอสซีจี 100 ปี ใช้เทคโนโลยีกระจกสองชั้น เพื่อช่วยลดปริมาณความร้อนที่จะเข้าสู่ตัวอาคาร รวมถึงมีการติดตั้งระบบเทคโนโลยีประหยัดไฟฟ้า อาทิ ระบบควบคุมแสงไฟ (daylight sensor) ระบบควบคุมอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศอัตโนมัติ หลอดไฟฟ้า LED และ T5 เป็นต้น นอกจากนี้ยังใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์สำนักงานที่ได้รับมาตรฐาน Energy star จากสหรัฐอเมริกา ทำให้สามารถลดการใช้ไฟฟ้าของอาคารได้ถึง 2,300,000 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี ที่สำคัญอาคารเอสซีจี 100 ปียังได้ติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์ (solar cell) ขนาด 84 กิโลวัตต์ ซึ่งช่วยผลิตไฟฟ้าได้ถึง 99,000 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี

- ด้านของวัสดุก่อสร้าง มีการใช้วัสดุดิบหลายชนิดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เช่น กระเบื้องปูพื้น Cotto Eco Rockrete ที่มีส่วนผสมจากวัสดุรีไซเคิลร้อยละ 60 ส่วนวัสดุที่เป็นไม้ก็ใช้ไม้จากป่าปลูกที่ได้รับการรองรับจาก Forest Steward Council (FSC) ถึงกว่าร้อยละ 50

- ด้านการเดินทางและการขนส่ง มีการใช้วัสดุท้องถิ่นในการก่อสร้างอาคาร เพื่อลดมลพิษจากการขนส่งวัสดุ นอกจากนี้ยังมีการจัดการประชุมด้วยระบบ Video conference ทั้งในและต่างประเทศ เพื่อลดมลพิษที่มาจากการเดินทาง

- ด้านคุณภาพสิ่งแวดล้อมภายใน มีการติดตั้งระบบกรองฝุ่นและระบบควบคุมปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์อัตโนมัติ อากาศบริสุทธิ์จากภายนอกอาคารจึงถ่ายเทเข้ามาในตัวอาคารได้มากขึ้น และเลือกใช้พรมที่ไม่มีส่วนผสมของสารเคมี

2.5 วัสดุ

2.5.1 วัสดุธรรมชาติ

การใช้วัสดุจากธรรมชาติ การนำวัสดุที่ได้จากธรรมชาติจะทำให้สามารถการกำจัดของเสียทิ้งไป ขณะเดียวกันก็ยังสามารถนำวัสดุธรรมชาติที่ไม่ใช้แล้วมาใช้ใหม่ให้เกิดประโยชน์ได้

ไม้

ไม้คือ วัสดุพื้นฐานที่ถูกนำมาใช้ในงานก่อสร้างมาเป็นเวลานานแล้ว ในปัจจุบันเนื่องจากป่าไม้มีจำนวนลดลงมาก ทำให้ไม้มีราคาแพง ซึ่งเป็นผลทำให้มีการนำวัสดุอื่นๆ เช่น เหล็กและคอนกรีต มาใช้แทนไม้มากขึ้น อย่างไรก็ตาม การใช้ไม้ก็ยังคงเห็นอยู่ได้ทั่วไปโดยเฉพาะในการก่อสร้างที่อยู่อาศัย เนื่องจากไม้มีความสวยงาม

1. คุณสมบัติของไม้

ไม้เป็นวัสดุธรรมชาติที่มนุษย์นำมาใช้ในการก่อสร้างหลายพันปีมาแล้ว เนื่องจากเป็นวัสดุที่สามารถหาได้ง่ายสะดวกในการประกอบและรื้อถอน โดยในการออกแบบโครงสร้างไม้นั้น เรื่องที่จำเป็นต้องทราบเกี่ยวกับคุณสมบัติของไม้นั้นออกเป็น 2 ประเภทคือ คุณสมบัติทางฟิสิกส์ และคุณสมบัติทางกลศาสตร์

1.1. คุณสมบัติทางฟิสิกส์ไม้เป็นอินทรีย์วัตถุที่ประกอบด้วยสารสำคัญ 2 ชนิดคือ เซลลูโลส (Cellulose) ซึ่งเป็นส่วนผนังของเส้นไม้ ซึ่งมีสัดส่วนประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังมีลิกนิน (Lignin) ซึ่งเป็นตัวยึดเส้นไม้เข้าไว้ด้วยกัน มีสัดส่วนประมาณ 28 เปอร์เซ็นต์ และยังมีน้ำตาลและสารประกอบอย่างอื่นอีกประมาณ 12 เปอร์เซ็นต์

1.2. คุณสมบัติทางกลศาสตร์ในทางวิศวกรรมนั้นต้องพิจารณาถึงกลสมบัติของไม้ที่จะนำมาก่อสร้างเพื่อให้โครงสร้างนั้นมีความปลอดภัยมากที่สุด โดยกลสมบัติของไม้ที่สำคัญมีดังนี้คือ

1.2.1. หน่วยแรงดัด (Bending Stress)

1.2.2. โมดูลัสของการแตกหัก (Modulus of Rupture)

1.2.3. โมดูลัสของการยืดหยุ่น (Modulus of Elasticity)

1.2.4. หน่วยแรงอัดขนานเส้น (Compressive Stress Parallel to Grain)

1.2.5. หน่วยแรงอัดตั้งฉากเส้น (Compressive Stress Perpendicular to Grain)

1.2.6. หน่วยแรงดึงขนานเส้น (Tensile Stress Parallel to Grain)

1.2.7. หน่วยแรงเฉือนขนานเสี้ยน (Shearing Stress Parallel to Grain)

1.2.8. ความแข็ง (Hardness)

2. ไม้เนื้ออ่อนและไม้เนื้อแข็ง

ไม้เนื้อแข็ง คือ ไม้ที่มีน้ำหนักมาก ความถ่วงจำเพาะสูง มีกลสมบัติดี และมีความทนทานสูง ซึ่งส่วนใหญ่จะถูกใช้เป็นส่วนสำคัญของงานโครงสร้างไม้เนื้ออ่อน คือ ไม้ที่มีน้ำหนักเบากว่า ความถ่วงจำเพาะน้อยกว่า กลสมบัติต่ำกว่า และไม่มี ความทนทาน ยกเว้นได้รับการอบน้ำยา ดังนั้นจึงถูกเลือกไปใช้งานในส่วนที่ไม่สำคัญของโครงสร้าง หรือโครงสร้างที่ใช้งานชั่วคราว

3. ข้อมูลทั่วไปของพรรณไม้

3.1. ชื่อสามัญ : เป็นชื่อที่เรียกชื่อไม้ตามปกติ เช่น เต็ง รัง แดง ประดู่ เป็นต้น

3.2. ชื่อการค้า : เป็นชื่อที่ใช้เรียกเป็นการค้าที่ส่งไม้เป็นสินค้าออก ส่วนใหญ่จะเรียกชื่อตามชื่อสามัญ

3.3. ชื่อสามัญ : หรือเรียกชื่อตามลักษณะเด่นของไม้ เช่น “Rosewood” คือ ไม้พะยุง ไม้ชิงชัน “Ironwood” คือ ไม้แดง

3.4. ชื่อพฤกษศาสตร์ : เป็นชื่อวิทยาศาสตร์ที่ใช้เป็นชื่อสากล ซึ่งเป็นชื่อที่ได้จากการจัดจำแนกชนิดพันธุ์ไม้

3.5. วงศ์ : เป็นกลุ่มของการจำแนกพันธุ์ไม้ โดยถือหลักตามการจำแนกทางอนุกรมวิธาน (taxonomic classification)

3.6. ถิ่นกำเนิด : เป็นแหล่งกระจายพันธุ์ ตามสภาพป่าที่เกิดขึ้นอยู่

3.7. ลักษณะของเนื้อไม้ : เป็นลักษณะที่มองเห็นเนื้อไม้ด้วยตาเปล่า ได้แก่ สีของเนื้อไม้ แก่นกระพี้ ลักษณะของ เสี้ยนและความหยاب – ละเอียดของเนื้อไม้

3.8. ชั้นคุณสมบัติ : เป็นการจัดชั้นตามคุณภาพของเนื้อไม้ มี 4 ชั้น ได้แก่ ชั้น A ,B ,C, และ S (ชั้น S หมายถึง ไม้เนื้ออ่อน ซึ่งเป็นการจำแนกตามลักษณะทางพฤกษศาสตร์) วงศ์ : เป็นกลุ่มของการจำแนกพันธุ์ไม้ โดยถือหลักตามการจำแนกทางอนุกรมวิธาน (taxonomic classification)

3.9. ลักษณะทางกายวิภาค : เป็นลักษณะทางโครงสร้างของเซลล์เนื้อไม้ ที่เห็นได้ด้วยแว่นขยายกำลัง 10-20 เท่า เพื่อใช้ในการตรวจพิสูจน์ชนิดไม้

3.10. กายสมบัติ : เป็นค่าความแน่นของเนื้อไม้ที่ความชื้น 12% การหดตัวจากสภาพสดจนถึงความชื้นที่กระแสบอากาศ (12% MC) ตามปริมาณความชื้นการหดตัว ความถ่วงจำเพาะ และช่องว่างในไม้ไทย เลขที่ ร. 147 พ.ศ. 2517 โดยพงศ์ โสโนและคณะ

3.11. กลสมบัติ : เป็นการจัดชั้นความแข็งแรงของเนื้อไม้ มี 3 ชั้น ได้แก่ A, B, และ C

3.12. ความทนทานตามธรรมชาติ: เป็นการจัดชั้นความทนทานตามธรรมชาติ โดยได้จากการทดลองภายใต้สภาวะธรรมชาติของดินฟ้าอากาศในแปลงทดลองกลางแจ้ง ตามภาคต่างๆ ของประเทศ ใช้ไม้ตัวอย่างที่ปราศจากตำหนิ ขนาด 5 x 5 x 50 เซนติเมตร ความชื้นเฉลี่ยไม่เกิน 20 % และปักลงดิน 25 เซนติเมตร มี 4 ชั้น ได้แก่

- 1.) ความทนทานต่ำ (<2 ปี)
- 2.) ความทนทานปานกลาง (2 - 6 ปี)
- 3.) ความทนทานสูง (6 - 10 ปี)
- 4.) ความทนทานสูงมาก (> 10 ปี)

3.13. คุณสมบัติการใช้งาน : เป็นการจัดชั้นคุณสมบัติที่มีผลกับเครื่องมือการใช้งานต่างๆ ซึ่งมีคุณสมบัติ 6 ด้านได้แก่ การเลื่อย การไส การเจาะ การกลึง การยึด เหนียวตะปูและการขัดเงา

3.14. การใช้ประโยชน์ : เป็นการนำเนื้อไม้ไปใช้งานชนิดต่างๆ เช่น เป็นโครงสร้างอาคารเฟอร์นิเจอร์ เครื่องมือ เครื่องใช้ เป็นต้น โดยพิจารณาจากความเหมาะสมและความนิยมนอกจากนี้ยังมีการใช้ประโยชน์นอกเหนือจากเนื้อไม้ (ประโยชน์ทางอ้อม) เช่น สมุนไพรสีย้อมผ้า ชัน ยาง เป็นต้น

กระสอบป่าน

กระสอบป่าน มีคุณสมบัติเป็นเส้นใยหลายๆเส้นและมีความละเอียดสูง ทำให้ตัวมันเองทนต่อสภาพแรงดึงสูง เมื่อนำไปถักทอเป็นลักษณะสานทำให้ เกิดการทนต่อแรงดึงสูง

กระสอบป่านไม่ได้ป้องกันความชื้น เพราะตัวของ มันเองก็สามารถซึมซับน้ำได้ในระดับหนึ่ง เหมือนกับวัสดุหลายๆชนิด แต่ด้วยการซึมซับน้ำของมันนั้น อาจซึมซับได้ช้ากว่าวัสดุประเภท อื่น อันเนื่องจากเส้นใยที่เหนียวและมีหลายเส้นผสานกับการถักทอ ที่แน่นทำให้การซึมน้ำเกิดขึ้นได้ช้ากว่า

ดิน

ดิน หมายถึง วัตถุที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติจากการสลายตัวของหินและแร่ รวมทั้งสารอินทรีย์ ที่เกิดจากการสลายตัวของซากพืชซากสัตว์เป็นผิวชั้นบนที่หุ้มห่อโลก ซึ่งดินจะมีลักษณะและคุณสมบัติต่างกันไปในที่ต่างๆ ตามสภาพภูมิอากาศ ภูมิประเทศ วัตถุต้นกำเนิด สิ่งมีชีวิตและระยะเวลาการสร้างตัวของดิน

ดินเหนียว

เป็นดินที่มีเนื้อละเอียด ในสภาพดินแห้งจะแตกออกเป็นก้อนแข็งมาก เมื่อเปียกน้ำแล้วจะมีความยืดหยุ่น สามารถปั้นเป็นก้อนหรือคลึงเป็นเส้นยาวได้ เหนียวเหนอะหนะติดมือ เป็นดินที่มีการระบายน้ำและอากาศไม่ดี แต่สามารถอุ้มน้ำ ดูดซับ และแลกเปลี่ยนธาตุอาหารพืชได้ดี เหมาะที่จะใช้ทำนาปลูกข้าวเพราะเก็บน้ำได้นาน

ดินร่วน

เป็นดินที่เนื้อดินค่อนข้างละเอียดนุ่มมือในสภาพดินแห้งจะจับกันเป็นก้อนแข็งพอประมาณ ในสภาพดินชื้นจะยืดหยุ่นได้บ้าง เมื่อสัมผัสหรือคลึงดินจะรู้สึกนุ่มมือแต่อาจจะรู้สึกสากมืออยู่บ้างเล็กน้อย เมื่อกำดินให้แน่นในฝ่ามือแล้วคลายมือออก ดินจะจับกันเป็นก้อนไม่แตกออกจากกัน เป็นดินที่มีการระบายน้ำได้ดีปานกลาง จัดเป็นเนื้อดินที่มีความเหมาะสมสำหรับการเพาะปลูก

ดินทราย

เป็นดินที่มีอนุภาคขนาดทรายเป็นองค์ประกอบอยู่มากกว่าร้อยละ 85 เนื้อดินมีการเกาะตัวกันหลวมๆ มองเห็นเป็นเม็ดเดี่ยวๆ ได้ ถ้าสัมผัสดินที่อยู่ในสภาพแห้งจะรู้สึกสากมือเมื่อลองกำดินที่แห้งนี้ไว้ในอุ้งมือแล้วคลายมือออกดินก็จะแตกออกจากกันได้ แต่ถ้ากำดินที่อยู่ในสภาพชื้นจะสามารถทำให้เป็นก้อนหลวมๆ ได้ แต่พอสัมผัสจะแตกออกจากกันทันที

กาบมะพร้าวหรือเปลือกมะพร้าว

มีคุณสมบัติแข็งแรง คงทนต่อน้ำและน้ำทะเล มีความยืดหยุ่น และสปริงดี นำมาทำเชือก ทำพรม กระสอบ แปรรงชนิดต่างๆ อวน ไม้กวาด เส้นไบสัน ใช้อัดไส้ของที่นอน เบาะรถยนต์ เป็นต้น

ไม้ไฟ

คุณสมบัติทางกายภาพ

- ความชื้นของไม้ไฟที่เจริญเติบโตเต็มที่มีค่าเฉลี่ย 50-99 % และไม้ไฟที่ยังอ่อนนุ่มมีค่าเฉลี่ย 80-95 % ขณะที่ไม้ไฟซึ่งแห้งเต็มที่แล้วมีความชื้น 12-18 % ความชื้นของไม้ไฟจะค่อย ๆ ลดลงจากส่วนโคนไปยังส่วนปลายของลำต้น และจะลดลงเมื่อลำต้นมีอายุเพิ่มขึ้น และมีความชื้นสูงในฤดูฝนมากกว่าฤดูแล้ง

- ความหนาแน่นของเนื้อไม้เปลี่ยนแปลงไปตามชนิดของไม้ไฟ
- ปริมาณน้ำในผนังเซลล์ของเซลล์เส้นใยหรือไฟเบอร์(fiber) ขึ้นกับชนิดของเนื้อไม้
- การหดตัวของเนื้อไม้ เกิดขึ้นภายหลังจากการเก็บเกี่ยว ไม้ไฟที่มีสีเขียวจะมีการสูญเสียน้ำและมีการหดตัวของเซลล์ซึ่งมีผลต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลำไม้ไฟให้หดเล็กลงด้วย

คุณสมบัติทางกล

ไม้ไฟเป็นพืชที่มีเนื้อไม้ซึ่งแข็งแรงและยืดหยุ่นได้เช่นเดียวกับเนื้อไม้ของพืชอื่น ๆ คือ

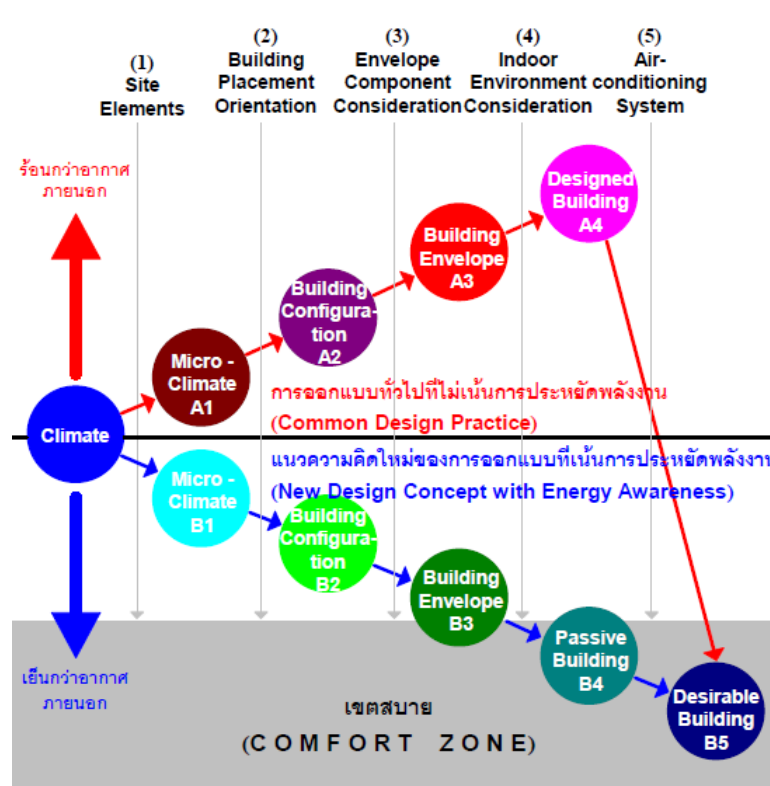
- 1.การโค้งงอ คุณสมบัติขึ้นกับชนิดของไม้ไฟ และขนาดของลำไม้ไฟ หรือเนื้อไม้ที่ถูกผ่าแบ่งให้มีความหนาและบางแตกต่างกันไป
- 2.การยืดหยุ่น ขึ้นกับคุณสมบัติในการโค้งงอ และการทนต่อแรงกดบนเนื้อไม้
- 3.การทนทานต่อแรงกด แรงบีบ และแรงอัดต่าง ๆ ซึ่งมีผลต่อการรับน้ำหนักของวัสดุ

2.6การออกแบบอาคารประหยัดพลังงาน(Passive Design for Buildings)

1.หลักการของเทคโนโลยี

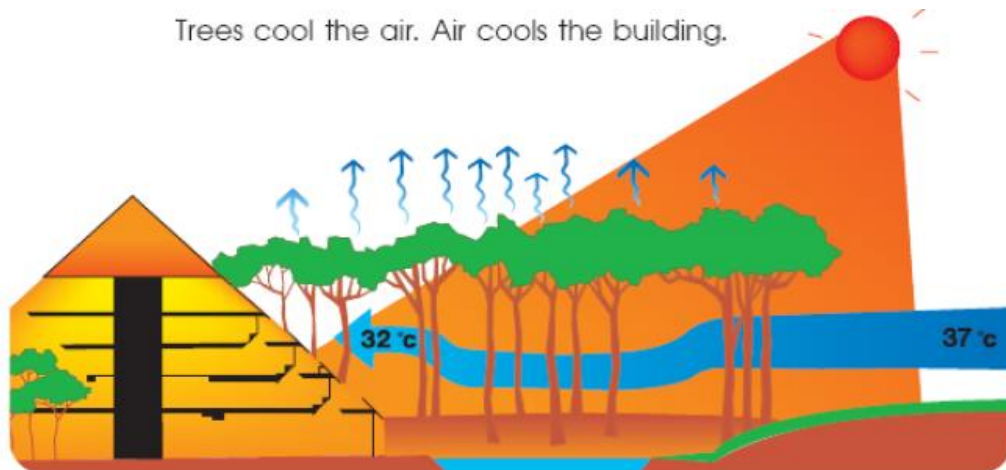
การออกแบบอาคารแบบบูรณาการ หมายถึง กระบวนการออกแบบอาคารที่คำนึงถึงการผสมผสานวิธีในการออกแบบทุก ๆ ระบบเข้าด้วยกัน หรือออกแบบให้ทุก ๆ ระบบมีความสอดคล้องกัน โดยมีเป้าหมายหลักเพื่อให้อาคารมีประสิทธิภาพด้านการประหยัดพลังงานสูงสุด ขณะที่มีการใช้จ่ายในการออกแบบและอาคารต่ำ ซึ่งแนวคิดหลักก็คือการใช้ปัจจัยธรรมชาติและป้องกันความร้อนเข้าสู่กรอบอาคาร (Passive Design) เพื่อที่จะให้มีการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศในระดับต่ำสุด

แนวคิดการออกแบบอาคารแบบบูรณาการสามารถแสดงได้ดังรูปต่อไปนี้



ภาพที่ 5 แสดงการออกแบบอาคารแบบบูรณาการโดยแสดงให้เห็นถึงการใช้อยู่อาศัยจากธรรมชาติและปกป้องกันความร้อน (Passive Design) เข้าสู่อาคารอย่างเหมาะสม

การปรุงแต่งสภาพแวดล้อมบริเวณรอบอาคาร

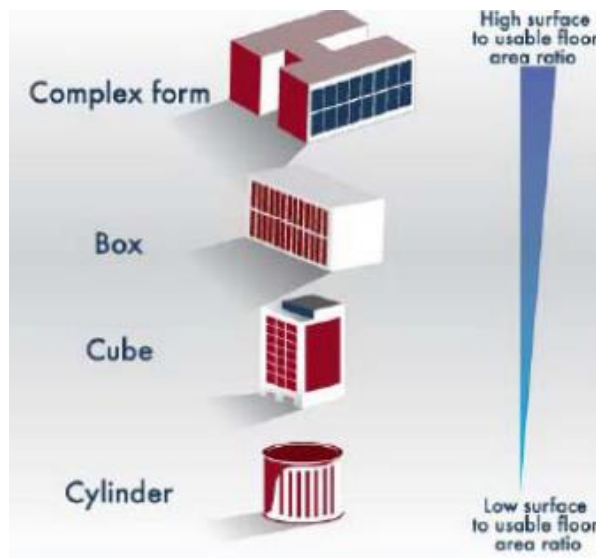


ภาพที่ 6 แสดงการใช้อยู่อาศัยธรรมชาติปรับปรุงอุณหภูมิแวดล้อมอาคารให้มีความเย็นสบาย

การปรุงแต่งสภาพแวดล้อมโดยรอบอาคาร เป็นขั้นตอนแรกที่ยู่อาศัยแบบควรพิจารณา โดยมีแนวคิดที่สำคัญ คือ การทำให้สภาวะแวดล้อมโดยรอบภายนอกอาคารมีอุณหภูมิลดต่ำลง

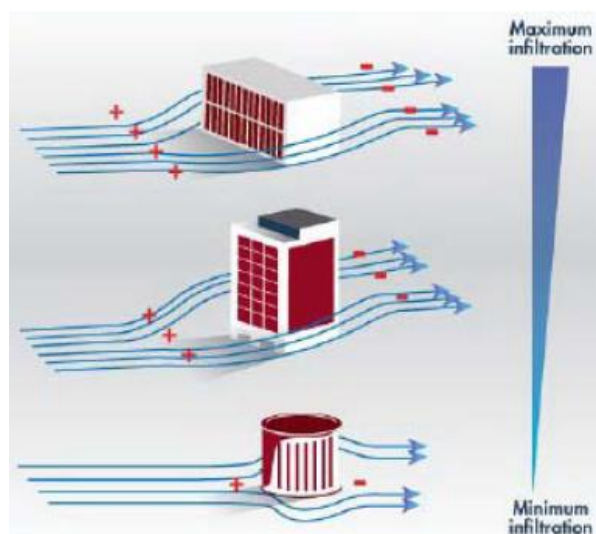
กว่าสภาพภูมิอากาศปกติ และลดผลกระทบที่เกิดจากความร้อนของรังสีอาทิตย์ในเวลากลางวัน ซึ่งจะมีผลทำให้สามารถลดภาระในการทำความเย็นให้กับตัวอาคารได้ โดยมีตัวแปรที่ควรพิจารณาใช้ ได้แก่ ต้นไม้ พุ่มไม้ พืชคลุมดิน แหล่งน้ำ กระแสลม ความลาดเอียงของพื้นดิน เป็นต้น

การเลือกรูปทรงอาคารและการใช้ประโยชน์จากธรรมชาติ



ภาพที่ 7 แสดงรูปทรงอาคารที่มีอัตราส่วนพื้นที่ผิวต่อพื้นที่ใช้สอยในระดับต่างๆ

รูปทรงอาคารที่ดีต้องมีอัตราส่วนพื้นที่ผิวต่อพื้นที่ใช้สอยต่ำสุด และมีรูปทรงโค้งมน เพื่อลดการรั่วซึมของอากาศภายนอกเข้าสู่ภายในอาคารซึ่งเป็นการลดภาระการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศภายในอาคาร



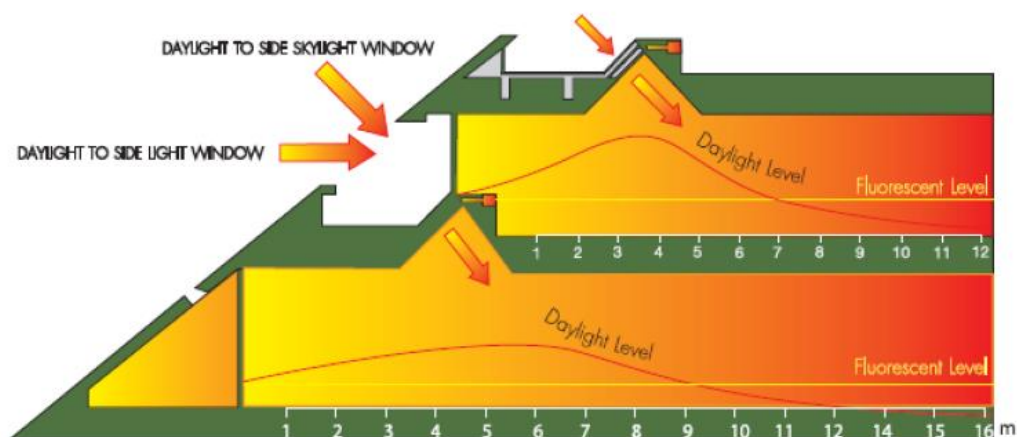
ภาพที่ 8 แสดงรูปทรงอาคารที่มีการรั่วซึมของอากาศภายนอกเข้าสู่อาคารในระดับต่างๆ

ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับตัวอาคารที่มีผลต่อการใช้พลังงานในอาคารเป็นอย่างมากถัดไปคือ ทิศการวางตัวอาคาร เพราะความร้อนจากรังสีอาทิตย์ซึ่งเป็นที่มาของภาระการทำความเย็นจะแปรผันไปตามทิศทางของดวงอาทิตย์ โดยทิศการวางตัวอาคารที่เหมาะสมควรหันด้านแคบของอาคารไปทางทิศตะวันออก-ทิศตะวันตก เพื่อลดผลกระทบจากรังสีแสงอาทิตย์ตอนบ่ายที่มีความร้อนสูงให้มากที่สุด



ภาพที่ 9 แสดงทิศการวางตัวอาคารที่สอดคล้องกับการโคจรของดวงอาทิตย์เพื่อลดรังสีความร้อนในทิศตะวันออกและตะวันตก

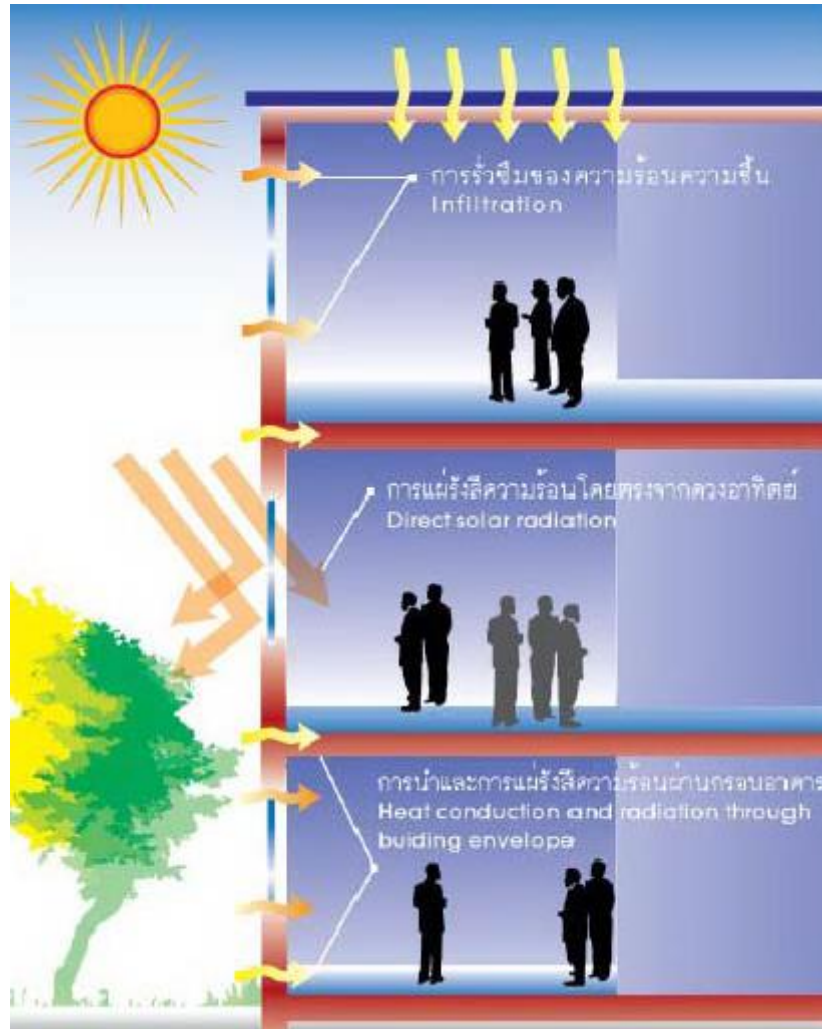
นอกจากนี้ การใช้ประโยชน์จากแสงธรรมชาติ สามารถทำได้หากอาคารมีการออกแบบให้มีช่องเปิดในทิศที่เหมาะสม (ทิศเหนือ) และมีมุมลาดเอียงที่เพียงพอต่อการนำแสงสะท้อนจากท้องฟ้า(Diffuse Light) ด้านบนเพื่อหลีกเลี่ยงภาระความร้อนของระบบปรับอากาศที่เพิ่มขึ้น



ภาพที่ 10 แสดงการมีช่องเปิดรับแสงอาทิตย์ทางด้านข้างและด้านบน

การใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับสภาพภูมิอากาศร้อนชื้นเพื่อลดภาระความร้อนเข้าสู่อาคาร

ปัจจัยที่สำคัญในการออกแบบระบบเปลือกอาคารคือการพิจารณาใช้มวลสารและฉนวน ป้องกันความร้อนอย่างเหมาะสม โดยต้องสามารถลดภาวะความร้อนและความชื้นผ่านกรอบอาคารได้ทุกทิศทาง



ภาพที่ 11 แสดงภาวะความร้อนที่เข้าสู่กรอบอาคารในลักษณะต่างๆ

ความร้อนที่เข้าผ่านเข้าสู่กรอบอาคาร มีหลายรูปแบบ อาทิ การรั่วซึมของความร้อน ความชื้นตามรอยแยกของกรอบอาคาร การแผ่รังสีความร้อนโดยตรงจากดวงอาทิตย์ผ่านทางหน้าต่าง การนำและการแผ่รังสีความร้อนผ่านกรอบอาคารในส่วนของผนัง ฝ้า หลังคา เสาและคาน

ดังนั้น การใช้มวลสารที่มีค่าความต้านทานความร้อนสูง ไม่ว่าจะเป็นผนัง ฝ้า หรือผนังโปร่งแสงและการใช้ฉนวนกันความร้อนเสริมบริเวณชั้นผนัง หรือ ช่องว่างใต้หลังคา จะเป็นการป้องกันและหน่วงเวลา (Time-lag) ของความร้อนที่เข้าสู่กรอบอาคารได้เป็นอย่างดี

พืชพันธุ์ธรรมชาติ

- ปลูกต้นไม้ขนาดใหญ่ที่มีทรงแผ่กว้างและพุ่มใบโปร่งบริเวณรอบๆ อาคาร เพื่อให้ร่มเงาช่วยลดความร้อนที่เกิดจากรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ (Direct Sun) แต่ไม่กักเก็บความชื้น
- ใช้ไม้พุ่มเพื่อสร้างสภาพแวดล้อมที่เย็น โดยให้มีลมพัดผ่านทำให้เกิดการระเหยของน้ำ
- ปลูกหญ้าหรือพืชคลุมดินเพื่อป้องกันความร้อนให้กับดิน และทำให้อุณหภูมิผิวของสภาพแวดล้อมเย็นลง

สภาพภูมิประเทศ

- ปรับความลาดเอียงของพื้นดินให้เอียงไปทางทิศเหนือ (North Slope) เพื่อให้รับแสงแดดน้อยลง
- ปรับแต่งเนินดินรอบอาคารเพื่อช่วยให้กระแสลมเย็นสามารถพัดผ่านตัวอาคาร
- ใช้ประโยชน์จากอุณหภูมิของดินที่เย็นกว่าอากาศ โดยให้พื้นที่ชั้นล่างของอาคารสัมผัสกับผิวดิน หรือออกแบบให้ผนังอาคารบางส่วนอยู่ใต้ดิน
- ใช้แหล่งน้ำขนาดใหญ่ (ความลึกตั้งแต่ 1.5 เมตรขึ้นไป) สร้างความเย็นให้แก่สภาพแวดล้อม โดยให้มีกระแสลมพัดผ่านเพื่อทำให้เกิดการระเหยของน้ำ

สภาพภูมิอากาศ

- การใช้ประโยชน์จากลม (Cross Ventilation) สำหรับประเทศไทยมีกระแสลมหลักมาจากทิศใต้/ตะวันตกเฉียงใต้ในฤดูร้อน และจากทางทิศเหนือ/ตะวันออกเฉียงเหนือในฤดูหนาว จึงควรวางอาคารและช่องเปิดให้ขวางทิศทางลม
- ควรออกแบบให้อาคารมีช่องทางให้ลมเข้าและลมออกที่มีขนาดเหมาะสม โดยให้ลมพัดผ่านช่วงตัวผู้อยู่ภายในอาคาร (บริเวณที่ไม่มีมีการปรับอากาศ)

ตัวอาคาร

- หันด้านแคบของอาคารไปทางทิศตะวันออก-ตะวันตก หรือให้ด้านแคบของอาคารหันไปทางทิศที่ได้รับแสงอาทิตย์ตอนบ่าย (ทิศตะวันตกเฉียงใต้)
- ใช้การวางทิศทางอาคารของอาคารประกอบกับการปลูกต้นไม้รอบอาคารในการกำหนดทิศทางลมให้พัดผ่านอาคาร
- วางอาคารให้ตั้งฉากกับทิศทางลม โดยพิจารณาความเร็วและทิศทางของลมในแต่ละฤดูกาล เพื่อใช้ประโยชน์จากลมธรรมชาติได้อย่างมีประสิทธิภาพ

- อุดหรือปิดรอยต่อในส่วนต่างๆ ของอาคารเพื่อลดการรั่วซึมของอากาศ เช่น ตามวงกบ หน้าต่างและประตู ระหว่างผนังกับฐานราก ระหว่างกำแพงกับหลังคา รอยต่อระหว่างผนัง ช่องเจาะที่พื้น ผนังหรือหลังคาสำหรับการเดินท่อต่างๆ ฯลฯ ให้สนิทด้วยซีเมนต์และซิลิโคน

รูปทรงอาคาร

- มีอัตราส่วนพื้นที่ผิวต่อพื้นที่ใช้สอยต่ำสุด หรือการออกแบบให้กรอบอาคารมีเส้นรอบรูปน้อย
- มีการรั่วซึมของอากาศต่ำ แต่ยอมให้มีการไหลเวียนอากาศผ่านผิวอาคาร
- ในกรณีที่อาคารมีรูปทรงเรียวยาว ควรวางอาคารในแนวทิศตะวันออก-ตะวันตก

ตำแหน่งช่องเปิด

- ใช้แสงธรรมชาติให้มากที่สุด โดยเฉพาะแสงกระจาย (Diffuse Light) หลีกเลียงแสงแดด (Direct Sun)
- ควรลดปริมาณกระจกทางด้านทิศตะวันออกและตะวันตกให้เหลือน้อยที่สุด เพื่อลดความร้อนที่เข้าอาคารและการระคายเคืองในการมองเห็น (Glare)
- ติดตั้งอุปกรณ์บังแดด (Shading Device) แบบถาวรเหนือกระจกเพื่อบังรังสีอาทิตย์โดยตรง (Direct Solar Radiation) หรือพิจารณาใช้การออกแบบภูมิทัศน์ (Landscape) ช่วยในการบังแดด และจำกัดปริมาณกระจกในทิศตะวันออกและตะวันตกให้มีน้อยที่สุด เพราะบังแดดได้ยากกว่ากระจกทางด้านทิศใต้
- ไม่ควรมีช่องแสงขนาดใหญ่บนหลังคา (Skylight) ยกเว้นกรณีที่ได้มีการออกแบบให้สามารถป้องกันรังสีตรงได้อย่างสมบูรณ์
- การออกแบบอุปกรณ์บังแดดมีผลกับการใช้แสงสว่างธรรมชาติภายในอาคารโดยตรง ดังนั้นจึงควรพิจารณาควบคู่กันไป
- ให้แต่ละห้องมีทางเข้าออกของลมโดยให้ทางลมออกอยู่สูงเพื่อให้เกิดการลอยตัวของอากาศร้อน (Stack Effect)

ผนังทึบ

- เพิ่มความสามารถในการต้านทานความร้อนให้กับผนัง (ค่า R สูง) หรือค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (U-Value) ต่ำ โดยการติดตั้งหรือบุฉนวนกันความร้อนที่ผนังด้านนอกของอาคาร หรือใช้ผนัง 2 ชั้นมีช่องว่างอากาศ (Air-Gap) ระหว่างชั้นของผนังเป็นอากาศหรือฉนวนเพื่อกันความร้อน ในบางกรณีที่มีความเหมาะสมเช่น ไม่ต้องการใช้ระบบปรับอากาศในอาคาร

อาจออกแบบผนังให้มีมวลสารที่หน่วงความร้อนได้ 12 ชั่วโมง เพื่อปรับปรุงสภาวะน่าสบายและเพิ่มประสิทธิภาพของอาคารโดยเฉพาะผนังทางทิศตะวันตกที่ได้รับความร้อนมาก

- อาคารปรับอากาศที่มีการเปิดและปิดเครื่องปรับอากาศระยะยาว อาจพิจารณาใช้ผนังที่มีการผสมผสานของมวลสารและฉนวนอย่างเหมาะสม โดยให้มวลสารอยู่ด้านนอก ติดตั้งฉนวนในด้าในผนังอาคาร และใช้ฉนวนสะท้อนความร้อนเพิ่มค่า R ให้ช่องว่างอากาศระหว่างผนัง

- อาคารปรับอากาศที่มีการเปิดและปิดเครื่องปรับอากาศระยะสั้น ควรใช้ผนังที่มีมวลสารน้อย ติดตั้งฉนวนความร้อนและใช้วัสดุที่มีการสะสมความร้อนความชื้นน้อยตัวอย่างเช่น ผนังระบบฉนวนกันความร้อนภายนอก (External Insulation and Finished System : EIFS)

- สีของผนังภายนอกอาคารควรเป็นสีอ่อน หรือใช้วัสดุผิวมันเพื่อสะท้อนความร้อน

- ในกรณีของอาคารขนาดใหญ่ ที่มีความหนาของผนังบริเวณแกน (Core) หรือช่องลิฟต์ หนามาก ควรให้อยู่ในทิศตะวันตก เพื่อใช้เป็นสวนป้องกันความร้อน (Buffer Zone) ที่ร้อนจัดในช่วงบ่าย

- ทำที่บังแดดเพื่อให้ผนังอยู่ในร่มเงาตลอดทั้งวัน โดยเว้นช่องว่างระหว่างที่บังแดดกับผนังเพื่อลดการสะสมความร้อน

- ผนังที่มีการเล่นผิว (Texture) เพิ่มพื้นที่ผิว เพื่อลดผลกระทบจากความร้อน

หลังคาที่บ

- เพิ่มความสามารถในการต้านทานความร้อนให้กับหลังคา (ค่า R สูง) โดยการติดตั้งหรือบุฉนวนกันความร้อนใต้หลังคาหรือระหว่างชั้นฝ้าเพดานกับหลังคา โดยอาจมีช่องระบายอากาศเพื่อระบายอากาศร้อนจากใต้หลังคาออกสู่ภายนอกอาคาร

- ติดตั้งแผ่นฟิล์มอลูมิเนียม (Reflective Aluminum Film) บาง ๆ ที่สะท้อนความร้อนได้ไว้ที่ด้านล่างของหลังคา

- เลือกใช้หลังคาสีอ่อนเพื่อสะท้อนรังสีอาทิตย์

- หลีกเลี่ยงการทำช่องแสงบนหลังคา (Skylight) แต่ถ้าต้องมีควรทำแผงบานเกล็ดบังแสงแดดและติดตั้งให้ถูกทิศทาง เพราะความร้อนมากกว่า 90% มาจากการแผ่รังสีความร้อนของหลังคาเข้ามายังภายในอาคาร

- วัสดุหลังคาอาคารควรเป็นวัสดุที่มีมวลสารน้อย มีการดูดกลืนและสะสมความร้อนต่ำ มีค่าความต้านทานความร้อนสูง (R สูง)

- ให้ลอนของกระเบื้องหลังคาขวางกับการโคจรของดวงอาทิตย์ (ตะวันออกไปตะวันตก อ้อมใต้) เพื่อบังแดดให้กันและลดความร้อน

- ออกแบบเป็นหลังคาจั่ว หรือเพิ่มช่องว่างใต้หลังคา หรือทำเป็นหลังคา 2 ชั้น หรือหลังคาทรงสูงระบายอากาศร้อนออกด้านบน ไม่ควรเป็นหลังคาแบนราบและหนา

ฉนวนกันความร้อน

- โยแก้ว หรือ ไฟเบอร์กลาส มีคุณสมบัติในการกันความร้อนได้ดี มีค่าการกันไฟได้สูงถึง 300 องศาเซลเซียส และกันเสียงได้ด้วยแต่ไม่ทนต่อความชื้น
- รีอควูล กันความร้อนเทียบเท่าฉนวนโยแก้ว แต่ทนไฟได้ดีกว่า และดูดซับเสียงได้ดีแต่ไม่ทนต่อความชื้น
- โฟมชนิดต่างๆ มีคุณสมบัติในการกันความร้อนได้ดี (ใกล้เคียงกับฉนวนโยแก้วและรีอควูล)และกันน้ำได้ แต่ไม่ทนต่อรังสีอัลตราไวโอเลต (UV) และความร้อนสูงๆ(จุดหลอมเหลวมีต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส)
- เซลลูโลสกันความร้อนดีพอกๆกับโยแก้วและรีอควูล ต้องใส่สารกันไฟลามเพราะทำจากเยื่อไม้และกระดาษ
- อลูมิเนียมฟอยล์ให้มีประสิทธิภาพในการกันความร้อน ต้องทำให้มีช่องว่างอากาศระหว่างแผ่นฟอยล์กับฝ้าเพดานไม่น้อยกว่า 1 นิ้ว เพื่อเพิ่มค่าความเป็นฉนวน

กระจก

- ใช้กระจกที่มีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด (Shading Coefficient : SC) ต่ำ เพื่อลดปริมาณรังสีอาทิตย์ (คลื่นสั้น) ที่ผ่านกระจกเข้าสู่ภายในอาคารและเปลี่ยนเป็นความร้อน (คลื่นยาว)
- ใช้กระจกที่มีค่าการส่องผ่านของแสง (Light Transmittance : LT) ในช่วงคลื่นที่จำเป็นต่อการมองเห็น (Visible Light) สูงมากพอที่จะนำแสงธรรมชาติมาใช้ประโยชน์ในอาคารได้ (LT ไม่ควรน้อยกว่า 20%)
- ควรพิจารณากระจกที่มีอัตราส่วน LSG (Light-to-Solar-Gain Ratio) สูง ค่า LSG เป็นค่าที่ใช้เปรียบเทียบปริมาณของแสงสว่างกับปริมาณความร้อนที่ผ่านกระจก(LT/SC) ดังนั้นถ้ากระจกมีค่า LSG มากกว่า 1 แสดงว่ามีแสงสว่างผ่านเข้ามาภายในอาคารมากกว่าความร้อน และเป็นกระจกที่เหมาะสมสำหรับนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ภายในอาคาร
- ใช้กระจกที่มีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (U) ต่ำ เพื่อลดปริมาณความร้อนที่เกิดจากนำ (Conduction) จากภายนอกเข้าสู่ภายในอาคาร เช่น กระจก 2 ชั้น(Double Glazing) หรือ 3 ชั้น (Triple Glazing) เป็นต้น
- ควรเลือกวัสดุกระจกที่มีค่า SHGC (Solar Heat Gain Coefficient) ต่ำ ค่า SHGC เป็นผลรวมของรังสีอาทิตย์ที่ส่งผ่านกระจกกับส่วนของรังสีที่ถูกดูดซับอยู่ภายในกระจก โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับผนังทางด้านทิศตะวันออก ตะวันตก และใต้ เพื่อป้องกันรังสีอาทิตย์และเพื่อความสบายตาของผู้ใช้งานอาคาร

- พิจารณาอิทธิพลของอุณหภูมิผิวกระจกเมื่อได้รับความร้อน ซึ่งเกิดจากการแผ่รังสีเข้าสู่ภายในอาคารและมีผลต่อค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิผิวโดยรอบ (Mean Radiant Temperature : MRT) ทำให้มีผลต่อสภาวะน่าสบายของผู้ใช้อาคาร
- กระจกตัดแสง (Tinted Glass) ลดแสงจ้าและความร้อน ถ้าท้องฟ้ามีเมฆจะทำให้แสงสว่างเข้าสู่อาคารได้ไม่เพียงพอ
- กระจกดูดกลืนความร้อน (Heat Absorbing Glass) ดูดซึมความร้อนได้ 45% และถ้ามีที่กันแดดให้กระจกอยู่ในร่มจะลดความร้อนได้ถึง 75%
- กระจกเคลือบผิวสะท้อนแสง (Reflecting Metallic Coating) ลดทั้งความร้อนและแสงสว่าง มีค่า R มากกว่ากระจกดูดกลืนความร้อน แต่ขณะเดียวกันก็จะแผ่กระจายความร้อนให้กับภายในห้อง ดังนั้นจึงเหมาะสมกับเมืองหนาวมากกว่า
- กระจกสองชั้น (Double Glazing) ลดความร้อนได้ถึง 80% และยอมให้แสงสว่างผ่านเข้ามาได้มาก ลดแสงจ้า ป้องกัน UV แต่ราคาค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับกระจกชนิดอื่นๆ เช่น กระจก Heat Stop ใช้กับอาคารส่วนปรับอากาศ มีค่า SC ต่ำ แสงสว่างผ่านเข้ามาได้มาก แต่ความร้อนผ่านได้น้อย มีค่าการนำความร้อนต่ำ (เป็นกระจก 2 ชั้น มีก๊าซเฉื่อยบรรจุอยู่ตรงกลาง)
- กระจกติดฟิล์ม Low E (Low Emissivity) หรือฟิล์มที่มีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำและเคลือบ Sun Protection ที่มีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดต่ำ จะช่วยลดความร้อนเข้าสู่อาคารได้มาก
- กระจกลามิเนต ใช้กับอาคารส่วนไม่ปรับอากาศ เพื่อประโยชน์ในการนำความร้อนออกสู่ภายนอกอาคาร
- ห้ามใช้กระจกที่มีค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนรังสีอาทิตย์ (Reflectance) เกินกว่า 0.2

2.7 ทฤษฎีการรับรู้ (Perception Theory)

การรับรู้เป็นพื้นฐานการเรียนรู้ที่สำคัญของบุคคล เพราะการตอบสนองพฤติกรรมใดๆ จะขึ้นอยู่กับ การรับรู้จากสภาพแวดล้อม ของตน และความสามารถในการแปลความหมายของสภาพนั้นๆ ดังนั้น การเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพจึงขึ้นอยู่กับปัจจัยการรับรู้ และสิ่งเร้าที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งปัจจัยการรับรู้ประกอบด้วยประสาทสัมผัส และปัจจัยทางจิต คือความรู้เดิม ความต้องการ และเจตคติเป็นต้น การรับรู้จะประกอบด้วยกระบวนการสามด้าน คือการรับสัมผัส การแปลความหมายและอารมณ์

การรับรู้ หมายถึง การรู้สึกสัมผัสที่ได้รับการตีความให้เกิดความหมายแล้ว เช่น ในขณะที่เราอยู่ในภาวะการรู้สึก (Conscious) คือลืมตาตื่นอยู่ในทันใดนั้น เรา รู้สึกได้ยินเสียงดังปังมา แต่ไกล (การรู้สึกสัมผัส-Sensation) แต่เราไม่รู้ว่าความหมายคือไม่รู้ว่าเป็นเสียงอะไร เราจึงยังไม่เกิดการรับรู้ แต่ครู่ต่อมามีคนบอกว่าเป็นเสียงระเบิดของยางรถยนต์ เราจึงเกิดการรู้ความหมายของการรู้สึกสัมผัสนั้น ดังนี้เรียกว่าเราเกิดการรับรู้

การรับรู้เป็นผลเนื่องมาจากการที่มนุษย์ใช้อวัยวะรับสัมผัส (Sensory motor) ซึ่งเรียกว่า เครื่องรับ (Sensory) ทั้ง 5 ชนิด คือ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง

จากการวิจัยมีการค้นพบว่าการรับรู้ของคนเกิดจากการเห็น 75% จากการได้ยิน 13% การสัมผัส 6% กลิ่น 3% และรส 3%

การรับรู้จะเกิดขึ้นมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับสิ่งที่มีอิทธิพล หรือปัจจัยในการรับรู้ ได้แก่ ลักษณะของผู้รับรู้ ลักษณะของสิ่งเร้า เมื่อมีสิ่งเร้าเป็นตัวกำหนดให้เกิดการเรียนรู้ได้นั้นจะต้องมีการรับรู้ เกิดขึ้นก่อน เพราะการรับรู้ เป็นหนทางที่นำไปสู่การแปลความหมายที่เข้าใจกันได้ ซึ่งหมายถึง การรับรู้เป็นพื้นฐานของการเรียนรู้ ถ้าไม่มีการรับรู้เกิดขึ้น การเรียนรู้อย่อมเกิดขึ้นไม่ได้ การรับรู้จึงเป็นองค์ประกอบสำคัญ ที่ทำให้เกิดความคิดรวบยอด ทศนคติของมนุษย์ อันเป็นส่วนสำคัญยิ่งในกระบวนการเรียนการสอนพฤติกรรมต่างๆนำไปสู่การกำหนดทฤษฎีการเรียนรู้ต่างๆ

การจัดระบบการรับรู้

มนุษย์เมื่อพบสิ่งเร้าไม่ได้รับรู้ตามที่สิ่งเร้าปรากฏแต่จะนำมาจัดระบบตามหลักดังนี้

1. หลักแห่งความคล้ายคลึง (Principle of similarity) สิ่งเร้าใดที่มีความคล้ายกันจะรับรู้ว่าเป็นพวกเดียวกัน

2. หลักแห่งความใกล้ชิด (Principle of proximity) สิ่งเร้าที่มีความใกล้กันจะรับรู้ว่าเป็นพวกเดียวกัน

3. หลักแห่งความสมบูรณ์ (Principle of closure) เป็นการรับรู้สิ่งที่ไม่สมบูรณ์ให้สมบูรณ์ขึ้น

การเรียนรู้ของคนเราจากไม่รู้ ไปสู่การเรียนรู้ มี 5 ขั้นตอน ดังที่ กฤษณา ศักดิ์ศรี (2530) กล่าวไว้ดังนี้

"การเรียนรู้เกิดขึ้นเมื่อ สิ่งเร้า มาเร้า ประสาทที่ตื่นตัว เกิดการรับสัมผัสกับอวัยวะรับสัมผัสด้วยประสาททั้ง 5 แล้วส่งกระแสสัมผัสไปยังระบบประสาทส่วนกลาง ทำให้เกิดการแปลความหมายขึ้น โดยอาศัยประสบการณ์เดิมและอื่นๆ เรียกว่า การรับรู้ (perception) เมื่อแปลความหมายแล้วก็จะมีการสรุปผลของการรับรู้เป็นความคิดรวบยอด แล้วมีปฏิกิริยาตอบสนอง (response) อย่างหนึ่งอย่างใดต่อสิ่งเร้าตามที่รับรู้ เป็นผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม แสดงว่าการเรียนรู้ได้เกิดขึ้นแล้วประเมินผลที่เกิดจากการตอบสนองต่อสิ่ง เร้าได้แล้ว"

ลำดับขั้นของการเรียนรู้

ในกระบวนการเรียนรู้ของคนเรานั้น จะประกอบด้วยลำดับขั้นตอนพื้นฐานที่สำคัญ 3 ขั้นตอนด้วยกัน คือ

1. ประสบการณ์ (experiences) ผ่านประสาทสัมผัสทั้งห้า ซึ่งได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง ประสบการณ์เหล่านี้จะเป็นเสมือนช่องประตูที่จะให้บุคคลได้รับรู้และตอบสนองต่อสิ่งเร้าต่าง ๆ ประสบการณ์ต่าง ๆ ที่บุคคลได้รับนั้นย่อมจะแตกต่างกัน บางชนิดก็เป็นประสบการณ์ตรง บางชนิดเป็นประสบการณ์แทน บางชนิดเป็นประสบการณ์รูปธรรม และบางชนิดเป็นประสบการณ์นามธรรม หรือเป็นสัญลักษณ์

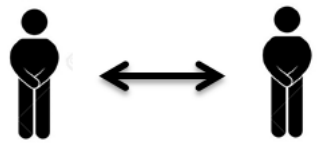
2. ความเข้าใจ (understanding) หลังจากบุคคลได้รับประสบการณ์แล้ว ขั้นต่อไปก็คือตีความหมายหรือสร้างมโนคติ (concept) ในประสบการณ์นั้นกระบวนการนี้เกิดขึ้นในสมองหรือจิตของบุคคล เพราะสมองจะเกิดสัญชาตญาณ (percept) และมีความทรงจำ (retain) ขึ้น ซึ่งเราเรียกกระบวนการนี้ว่า "ความเข้าใจ" ในการเรียนรู้นั้น บุคคลจะเข้าใจประสบการณ์ที่เขาประสบได้ก็ต่อเมื่อเขาสามารถจัดระเบียบ (organize) วิเคราะห์ (analyze) และสังเคราะห์ (synthesis) ประสบการณ์ต่าง ๆ จนกระทั่งหาความหมายอันแท้จริงของประสบการณ์นั้นได้

3. ความนึกคิด (thinking) ความนึกคิดถือว่าเป็นขั้นสุดท้ายของการเรียนรู้ ซึ่งเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นในสมอง Crow (1948) ได้กล่าวว่า ความนึกคิดที่มีประสิทธิภาพนั้น ต้องเป็นความนึกคิดที่สามารถจัดระเบียบ (organize) ประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่ที่ได้รับให้เข้ากันได้ สามารถที่จะค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างประสบการณ์ทั้งเก่าและใหม่ ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญที่จะทำให้เกิดบูรณาการการเรียนรู้อย่างแท้จริง

2.8 การออกแบบให้มีการปฏิสัมพันธ์

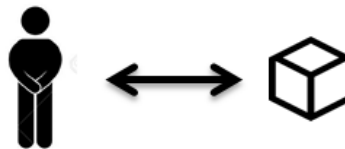
การมีปฏิสัมพันธ์กัน (Interactive) เพื่อกระตุ้นให้เกิดกระบวนการเรียนรู้โดยเน้นให้มีการปฏิสัมพันธ์ 3 รูปแบบได้แก่

1.ปฏิสัมพันธ์กันระหว่าง คน กับ คน หมายถึงการจัดพื้นที่ให้มีการแลกเปลี่ยนและโต้ตอบกันทางความคิด และการกระทำ หรือในลักษณะของคนที่สามารถรับรู้ถึงกิจกรรม ที่อีกฝ่ายหนึ่งปฏิบัติอยู่ โดยไม่เกิดการรบกวนซึ่งกันและกัน



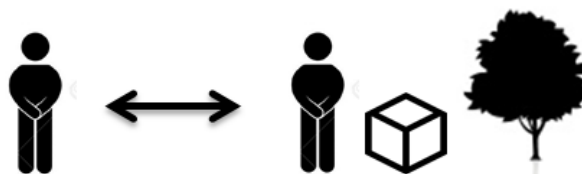
ภาพที่ 12 แสดงการปฏิสัมพันธ์กันระหว่าง คน กับ คน

2.ปฏิสัมพันธ์กันระหว่าง คน กับ วัตถุ หมายถึง การจัดให้มีพื้นที่ที่ผู้ใช้งานสามารถเข้าไปสัมผัส เรียนรู้ แลกเปลี่ยน กับวัตถุที่จัดแสดงขึ้นในนิทรรศการ รวมถึงการจัดลำดับการรับรู้ของพื้นที่นั้น ๆ ด้วยวัตถุ



ภาพที่ 13 แสดงการปฏิสัมพันธ์กันระหว่าง คน กับ วัตถุ

3.ปฏิสัมพันธ์กันระหว่าง คน กับ สภาพแวดล้อม หมายถึงสภาพแวดล้อมที่อยู่รอบ ๆ ทำให้ผู้ใช้งานรับรู้ สัมผัส แลกเปลี่ยนกับสภาพแวดล้อมที่กำหนดไว้



ภาพที่ 14 แสดงการปฏิสัมพันธ์กันระหว่าง คน กับ สภาพแวดล้อม

การมีปฏิสัมพันธ์ที่หลากหลาย

ปฏิสัมพันธ์ที่หลากหลายเกิดจากกระบวนการเรียนรู้ที่ดีที่ได้จากการกระตุ้น หรือการสร้างโอกาส การตอบสนองที่หลากหลาย

1. การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่าง คน กับ คนที่ที่หลากหลาย หมายถึงคนหนึ่งคนมีปฏิสัมพันธ์กับหลายๆคน หรือทุกๆคนมีปฏิสัมพันธ์กัน



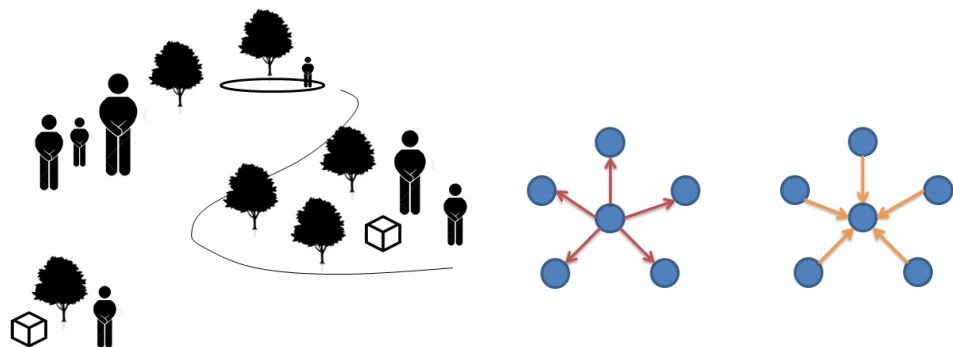
ภาพที่ 15 แสดงการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างคน กับคนที่หลากหลาย

2. การมีปฏิสัมพันธ์กันระหว่าง คน กับวัตถุที่หลากหลาย หมายถึงคนหนึ่งทำปฏิสัมพันธ์กับวัตถุหลายชิ้น หรือคนหลายๆคนทำปฏิสัมพันธ์กับวัตถุเพียงชิ้นเดียว



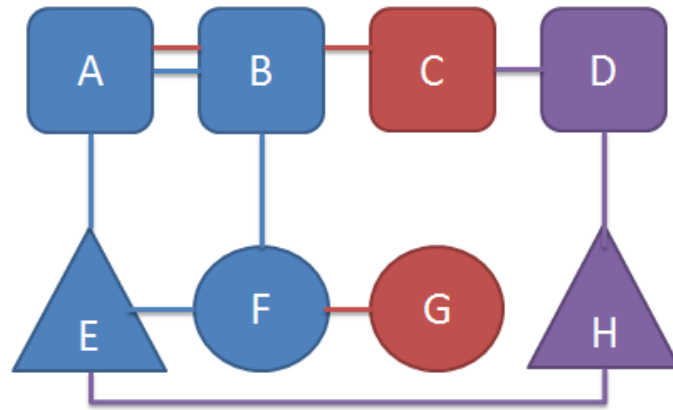
ภาพที่ 16 แสดงการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างคน กับวัตถุที่หลากหลาย

3. การมีปฏิสัมพันธ์กันระหว่าง คน กับ สภาพแวดล้อมที่หลากหลาย หมายถึงคนหนึ่งคนทำปฏิสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไปเรื่อยๆ และมีการเชื่อมต่อกันได้หลายรูปแบบ



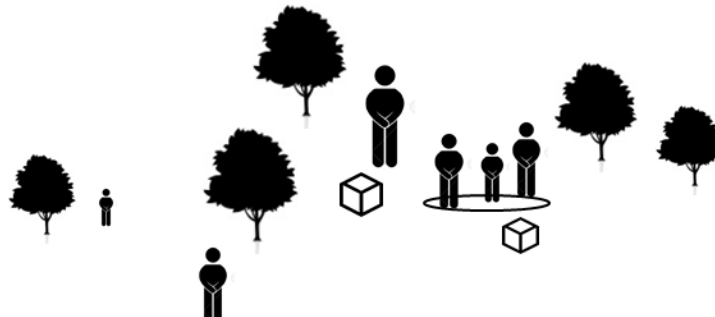
ภาพที่ 17 แสดงการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างคน กับสภาพแวดล้อมที่หลากหลาย

4.ปฏิสัมพันธ์ที่หลากหลาย เป็นไปได้ในส่วนของ ลำดับ/เนื้อหา/กิจกรรม/การเชื่อมต่อ/รูปแบบพื้นที่

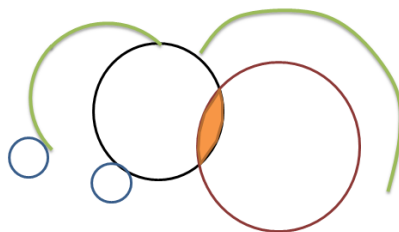


ภาพที่ 18 แสดงการมีปฏิสัมพันธ์ที่หลากหลายทางด้านเนื้อหาแต่ยังคงมีส่วนที่เชื่อมโยงกัน

5.มีบรรยากาศที่เห็นความสนุก โดยใช้พื้นที่ลักษณะInformal space มากกว่าFormal space เช่นพื้นที่เรียนรู้ที่ไม่ใช่ห้องเรียน หรือพื้นที่ที่ใช้งานได้หลากหลาย ไม่มีขอบเขตที่ชัดเจน มีความยืดหยุ่นของการใช้งาน



ภาพที่ 19 แสดงการมีปฏิสัมพันธ์ที่สภาพแวดล้อมที่หลากหลายในการเชื่อมโยงพื้นที่เข้าด้วยกัน



ภาพที่ 20 แสดงการการใช้พื้นที่แบบไม่ชัดเจน พื้นที่ที่ซ้อนทับกันแบบ Informal space

2.9 การศึกษาโครงการประเภทเดียวกัน และอาคารตัวอย่าง

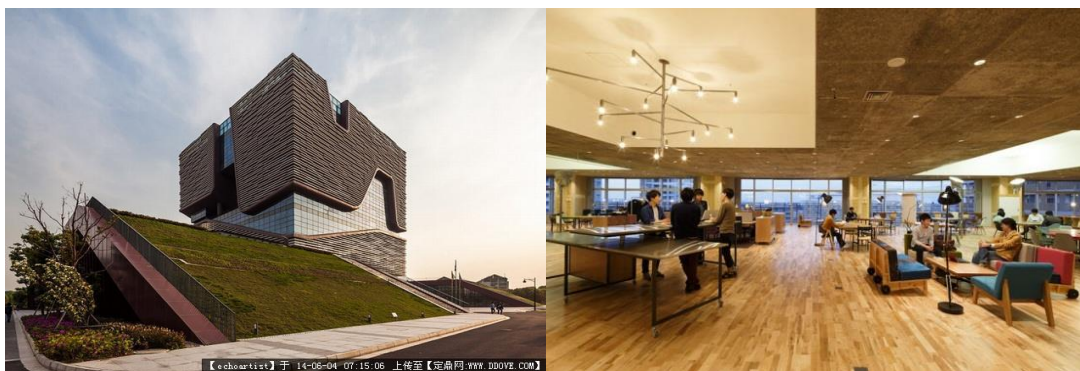
การศึกษาอาคารที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน

เป็นการศึกษาในหลายๆเรื่องเพื่อเป็นการเปรียบเทียบข้อมูลที่มีอยู่กับข้อมูลจริง ๆ ศึกษาปัญหา ข้อดี ข้อเสียเพื่อนำมาพัฒนาปรับปรุงให้เหมาะสมกับโครงการ

การศึกษาอาคารที่มีลักษณะอื่น

เป็นการศึกษาบางเรื่องบางส่วนที่มีความสำคัญสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับโครงการได้

1.Xi'an Jiaotong–Liverpool University Administration Information Building



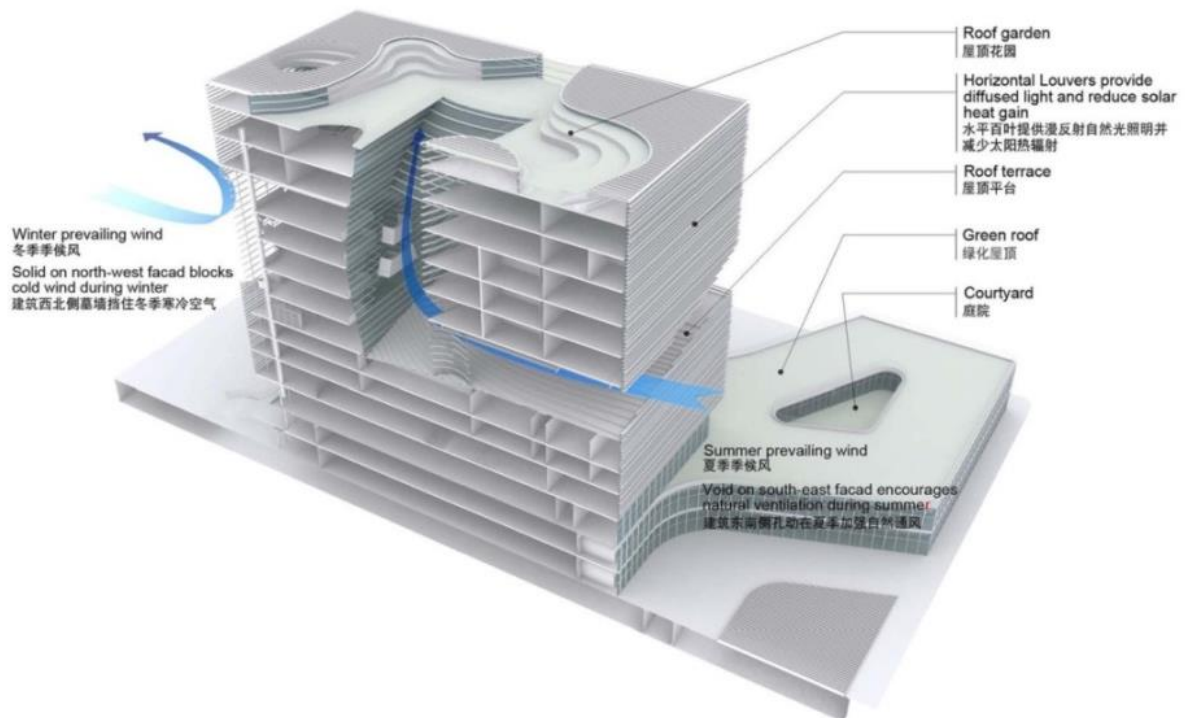
ภาพที่ 21 แสดงภายนอกและภายในอาคาร

ชื่อโครงการ	มหาวิทยาลัยซีอาน เจียวตง-ลิเวอร์พูล(Xi'an Jiaotong–Liverpool University Administration Information Building , China)
ประเภทโครงการ	การศึกษา
ชื่อสถาปนิกผู้ออกแบบ	Aedas (andy wen, jingjing cao, dongwei wang)
ปีที่สร้างเสร็จ	2013
สถานที่ตั้ง	Suzhou, China
เจ้าของโครงการ	uzhou industrial park education investment development co. ltd.
พื้นที่ตั้งโครงการ	156,597 ตารางเมตร
พื้นที่ใช้สอย	59,893 ตารางเมตร
ความสูงอาคาร	14 ชั้น (61เมตร)

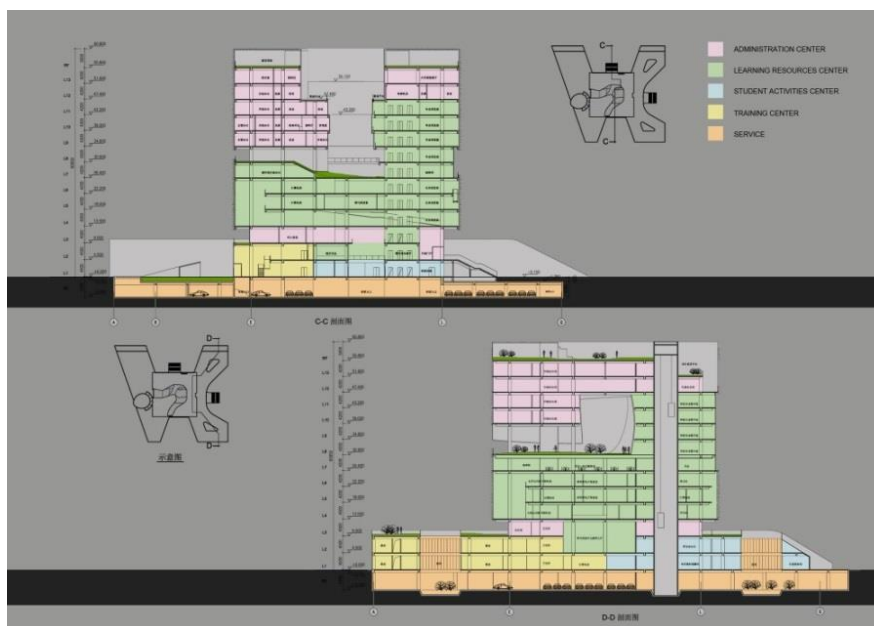
โปรแกรม เป็นอาคารกอง
 อำนวยการข้อมูลมหาวิทยาลัย
 Xi'an Jiaotong-Liverpool กระตุ้น
 ให้เกิดการร่วมงานร่วมกันระหว่าง
 เจ้าหน้าที่และนักศึกษา
 ประกอบด้วย Administration
 center , Learning resources
 center , Student activities
 center , Training center และ
 ส่วนserviceอื่นๆ



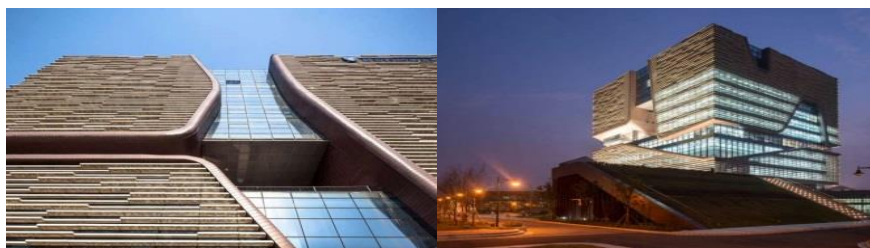
ภาพที่ 22 แสดงมุมมองภายใน



ภาพที่ 23 แสดงรูปตัดของอาคาร และการจัดแบ่งพื้นที่



ภาพที่ 24 แสดงรูปตัดของอาคาร และการจัดแบ่งพื้นที่



ภาพที่ 25 แสดงมุมมองแบบต่างๆ

แนวความคิด ช่องว่างต่างๆในอาคารเป็นการเชื่อมโยงโปรแกรมที่แตกต่างกันภายในอาคารประกอบด้วยฝ่ายบริหาร ศูนย์กลางการเรียนรู้และแหล่งการเรียนรู้ ศูนย์ฝึกอบรม ศูนย์กลางกิจกรรมนักศึกษา



ภาพที่ 27 แสดงรูปหน้าที่เป็นแนวคิดในการออกแบบ

ออกแบบรูปทรงอาคารให้เหมาะกับลมประจำทิศในแต่ละฤดูกาล ผังสูงทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือเนื่องจากเป็นทิศที่มีลมหนาวผ่าน ผังตรงข้ามเป็นช่องยาวเพื่อให้มีการไหลเวียนของลมในฤดูร้อน ช่องว่างทำให้แสงธรรมชาติเข้าสู่อาคาร มีshadeในแนวนอนเพื่อแก้ไขปัญหาความร้อนจากแสงอาทิตย์ด้านข้างอาคาร

สรุปการศึกษาโครงการ Xi'an Jiaotong–Liverpool University Administration
Information Building

ข้อดี 1. พื้นที่กิจกรรมภายในอาคารเชื่อมโยงกันด้วยช่องเปิดและช่องว่าง ทำให้แต่ละกิจกรรมมีความสัมพันธ์กัน มองเห็นการโต้ตอบกับบริบทโดยรอบและผู้คน

2. ความสูงของช่องเปิดที่แตกต่างกันทำให้เกิดการระบายอากาศและรับแสงธรรมชาติได้เหมาะสม



ภาพที่ 28 แสดงรูปด้านและภายใน

2.Nanyang Technological University (NTU) School of Art, Design and Media (ADM),Singapore



ภาพที่ 29 แสดงรูปทรงอาคารด้านนอก

ชื่อโครงการ	Nanyang Technological University (NTU) School of Art, Design and Media (ADM),Singapore
ประเภทโครงการ	การศึกษา
ชื่อสถาปนิกผู้ออกแบบ	CPG Consultants Pte Ltd
ปีที่สร้างเสร็จ	June 2006
สถานที่ตั้ง	81 Nanyang Drive Singapore 637458
เจ้าของโครงการ	Nanyang Technological University
พื้นที่ตั้งโครงการ	200 เฮกตา
พื้นที่ใช้สอย	215,000-square-foot
ความสูงอาคาร	5 ชั้น

โปรแกรม เป็นอาคารเรียนศิลปะสู่การเป็นมืออาชีพ School of Art, Design and Media (ADM) ประกอบด้วย ห้องสมุด, Auditorium , Lab ,Studio Workshop ,Tutorial And CritRoom , Lecture Theatre และส่วนserviceอื่นๆ

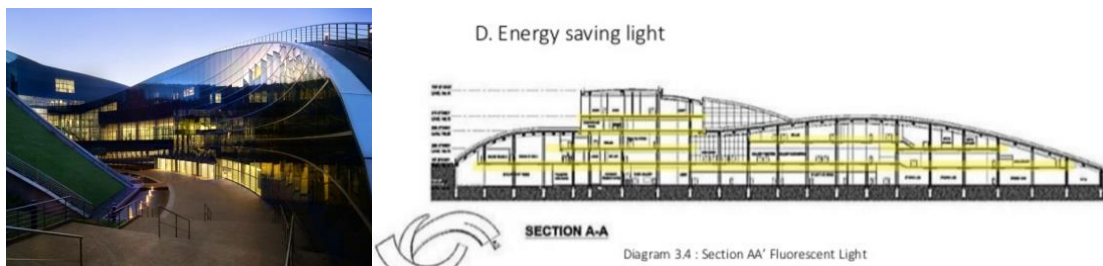
แนวความคิด กระจกช่วยให้มองเห็นวิวด้านนอกได้เต็มที่ เกิดการเชื่อมต่อทัศนียภาพของภูมิทัศน์ที่สวยงามโดยรอบ ไฟจะรวมไปบนหลังคาเพื่อให้อาศัยในช่วงเย็น ในเวลากลางคืนอาคารเรื่องจะส่องแสงเหมือนโคมไฟและอำนวยความสะดวกให้กิจกรรมต่างๆ



ภาพที่ 30 แสดงมุมมองภายในอาคาร

สรุปการศึกษาโครงการ Nanyang Technological University (NTU) School of Art, Design and Media (ADM), Singapore

ข้อดี 1. ใช้แสงสว่างในอาคารให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด สามารถใช้พื้นที่ด้านนอกในเวลากลางวันได้



ภาพที่ 31 แสดงรูป และรูปตัดแสดงการใช้แสงจากหลอดไฟให้คุ้มค่าที่สุด

2. การออกแบบให้รูปทรงของอาคารเข้ากับภูมิทัศน์ที่เป็นป่าและใช้รูปทรงของอาคารให้เกิดประโยชน์ในแง่ของการให้ร่มเงาระหว่างอาคาร และเกิดการไหลเวียนอากาศที่ดี
3. ผนังกระจกภายในเพิ่มการเชื่อมต่อนี้ภาพและการไหล ส่งเสริมการทำงานร่วมกันของผู้ใช้งานและการแลกเปลี่ยนความคิดสร้างสรรค์



ภาพที่ 32 แสดงการเชื่อมต่อของกิจกรรมภายในอาคาร

3.Zeimuls, Centre of Creative Services of Eastern Latvia



ภาพที่ 33 แสดงรูปด้านหน้าของโครงการ

ชื่อโครงการ	Zeimuls, Centre of Creative Services of Eastern Latvia
ประเภทโครงการ	การศึกษา
ชื่อสถาปนิกผู้ออกแบบ	SAALS Architecture(Rasa Kalnina, Maris Kruminis, Vita Skapare)
ปีที่สร้างเสร็จ	2014
สถานที่ตั้ง	Krasta iela 31, Rēzekne, LV-4601, Latvia
เจ้าของโครงการ	Rezekne City Council
พื้นที่ตั้งโครงการ	12,080 ตารางเมตร
พื้นที่ใช้สอย	4,400.0 ตารางเมตร
ความสูงอาคาร	6 ชั้น

โปรแกรมเป็นศูนย์สร้างสรรค์ศิลปะและศูนย์รวมเทคนิคทางการออกแบบสำหรับคนรุ่นใหม่ เพื่อให้ภาพลักษณ์ของเมืองน่าสนใจมากยิ่งขึ้น ประกอบด้วยพื้นที่สำหรับทำกิจกรรมให้ซึ่งมากกว่า60กิจกรรม ห้องworkshopให้ใช้บริการได้ฟรี concert hall เพื่อให้เป็นสถานที่ช่วยให้เกิดความหวังใหม่สำหรับเมืองที่จะฟื้นฟูบทบาทของการเป็นศูนย์กลางทางวัฒนธรรมของ Latgale ส่วนตะวันออกเฉียงใต้ของลัตเวีย



ภาพที่ 34 แสดงการใช้งานอาคาร

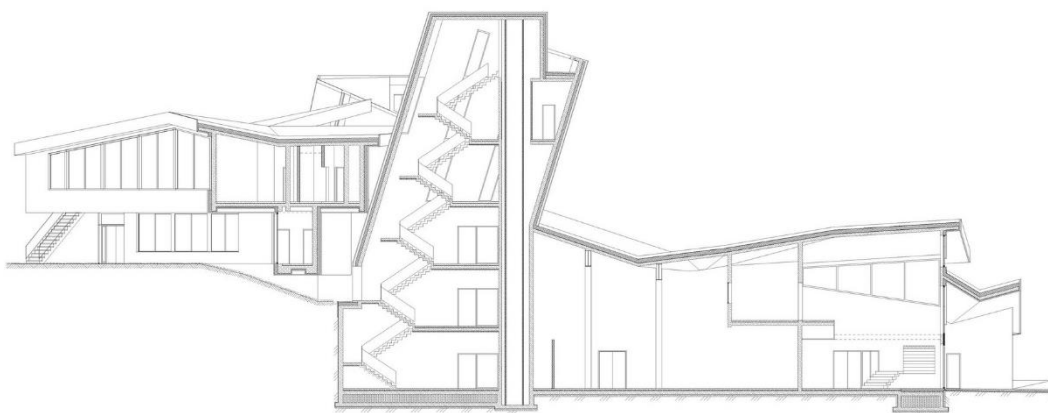
แนวความคิดในการพัฒนาอาคารมาจากการประกวดแบบโดยกำหนดให้อาคารมีการเชื่อมโยงกับประวัติศาสตร์และวัฒนธรรมของเมือง จะเห็นได้จากการหันด้านหน้าอาคารไปยังปราสาทโบราณในยุคกลางของรัฐที่ยังคงอนุรักษ์เอาไว้ และใช้รูปทรงเรขาคณิตแบบต่างๆในการออกแบบส่วนประกอบของอาคาร อาทิ หลังคาเขียว ผนังคอนกรีต หน้าต่าง ทำให้เกิดความหลากหลาย ความแปลกใหม่ เป็นเอกลักษณ์ที่เห็นได้ชัดในพื้นที่

รูปร่างของหลังคาให้ความรู้สึกปลอดภัยและการปกป้องสำหรับเด็ก ทั้งยังช่วยให้เกิดการไหลเวียนอากาศ ความหลากหลายของแสงธรรมชาติที่ผ่านเข้ามายังห้องพักทุกห้อง ทำให้ห้องโถงและทางเดินน่าสนใจด้วยการทำให้ดูลึกกลับด้วยความมืด ใช้การบอกทิศทางไปยังกิจกรรมต่างๆบนพื้นตัวอย่างของการออกแบบร่วมสมัยที่เกิดขึ้นจากสภาพแวดล้อมทางกายภาพและอารมณ์จากจิตวิญญาณของท้องถิ่นและต้นแบบดั้งเดิมให้มีสภาพแวดล้อมใหม่ที่อบอุ่นและเป็นกันเองสำหรับเด็ก และกลมกลืนไปกับอาคารประวัติศาสตร์



ภาพที่ 35 แสดงการใช้ประโยชน์จากการออกแบบ

รูปทรงดินสองกอกออกมาจากหลังคาสีเขียวมีความสูง 5-6 ชั้นตามลำดับ ซึ่งเป็นที่มาของชื่อ Zeimuls ที่แปลว่าดินสอในภาษาลัตเวีย



ภาพที่ 2-36 แสดงรูปและรูปตัดอาคาร

สรุปการศึกษาโครงการ Zeimuls, Centre of Creative Services of Eastern Latvia

ข้อดี 1. รูปทรงของอาคารทำให้ผู้ใช้สอยรู้สึกอบอุ่นและปลอดภัย

2. การใช้ประโยชน์จากแสงธรรมชาติเข้าสู่ตัวอาคาร

3. การคำนึงถึงภูมิทัศน์ของบริบทเดิมโดยการออกแบบให้กลมกลืนกับบริบทของเมืองที่มีลักษณะเป็นเนิน

บทที่ 3

ข้อเสนอในการจัดทำรายละเอียดโปรแกรมของโครงการ

3.1 แนวความคิดในการพัฒนาโครงการ

จากนโยบายการพัฒนาและฟื้นฟูอาคารที่มีความทรุดโทรมภายในมหาวิทยาลัยศรีปทุม โครงการสร้างศูนย์กลางการเรียนรู้และการทำกิจกรรม เพื่อให้เป็นแหล่งรวมนักศึกษา แหล่งพักผ่อนในเวลาว่าง และส่งเสริมให้นักศึกษาเกิดบรรยากาศในการทำกิจกรรมร่วมกัน การฝึกฝน การเรียนรู้ให้ตรงกับสาขาวิชาและการนำไปประยุกต์ใช้ในเกิดประโยชน์ในสถานการณ์จริง อีกทั้งยังเป็นการประชาสัมพันธ์สาขาวิชาที่มีความโดดเด่นในแก่บุคคลภายนอกได้รับรู้ถึงวิธีการและแนวทางการเรียนการสอนภายใน การสร้างโอกาสในนักศึกษาได้มีความสัมพันธ์อันดีกับเจ้าของอาชีพ รวมถึงการสร้างเครือข่ายในการประกอบอาชีพของนักศึกษาหลังสำเร็จการศึกษาได้อีกด้วย โดยการใช้ประโยชน์จากการทดลองเกี่ยวกับเรื่องวัสดุ พลังงาน และสภาพแวดล้อมในอาคาร เป็นชุดเครื่องมือในการออกแบบที่สามารถนำไปใช้กับงานสถาปัตยกรรมอื่นๆได้ โดยที่ยังคงลักษณะให้ผู้ใช้สอยไปเรียนรู้ผ่านการทดลองเหล่านี้ด้วย



ภาพที่ 37 แสดงภาพรวมของมหาวิทยาลัยศรีปทุม

3.2 การทดลองเพื่อค้นหาวัสดุจากธรรมชาติและรูปทรงที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนไม่ให้เข้าสู่อาคาร

การทดลองที่ 1

วัตถุประสงค์การทดลอง

1. เพื่อหาวัสดุที่มีน้ำหนักเบา สามารถกันความร้อนเข้าสู่ตัวอาคารได้

สมมติฐาน

1. กาบมะพร้าวเป็นวัสดุที่มีน้ำหนักเบา สามารถกันความร้อนและอุ้มน้ำได้ดี

วิธีการทดลอง

1. ทำการทดลองโดยการนำส่วนประกอบของหลังคาเขียวมาทดสอบเพื่อหาค่ากลางในการวัดประสิทธิภาพ บันทึกผลการทดลอง

2. เปลี่ยนวัสดุในการทดลองเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของหลังคาสีเขียว โดยใช้เกณฑ์ในการเปรียบเทียบกับ







- ส่วนประกอบของดิน
- ความหนาของ separation fabric
- ลักษณะ drainage plate
- ความหนา protection mat
- dry weight
- saturated weight

เป็นต้นและบันทึกผลการทดลอง







3. เปรียบเทียบค่าต่างๆที่ได้จากการทดลอง และสรุปผลการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลอง ด้านส่วนผสมดิน







system designation	1	2	3
plants	sedum herbs	sedum herbs	sedum herbs
typical extensive soil mix			
separation fabric	2"	2"	2"
drainage plate	1- 1/2"	1- 1/2"	1- 1/2"
protection mat			
nominal thickness	-	-	-
dry weight	1.5kg/ft ²	1kg/ft ²	1kg/ft ²
saturated weight	2kg/ft ²	1.5kg/ft ²	2kg/ft ²
time	15min	5min	25min
water retention	42%	45%	40%

ตารางบันทึกผลการทดลอง ด้านส่วนผสมดิน

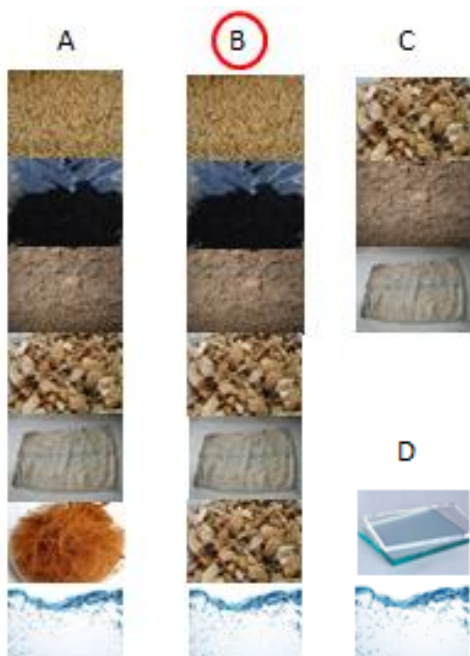
system designation	4	5	6
plants	sedum herbs	sedum herbs	sedum herbs
typical extensive soil mix			
separation fabric	2"	2"	2"
drainage plate	1- 1/2"	1- 1/2"	1- 1/2"
protection mat			
nominal thickness	-	-	-
dry weight	1kg/ft ²	1kg/ft ²	1kg/ft ²
saturated weight	2kg/ft ²	1.5kg/ft ²	2kg/ft ²
time	15min	10min	25min
water retention	83%	84%	84%

ตารางที่ 2-3 แสดงการวัดผลที่ได้จากการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลอง ด้านส่วนผสมดิน

system designation	7	8	9
plants	sedum herbs	sedum herbs	sedum herbs
typical extensive soil mix			
separation fabric	2"	2"	2"
drainage plate	1- 1/2"	1- 1/2"	1- 1/2"
protection mat			
nominal thickness	-	-	-
dry weight	1kg/ft ²	1kg/ft ²	1kg/ft ²
saturated weight	2.5kg/ft ²	2kg/ft ²	3kg/ft ²
time	15min	10min	25min
water retention	89%	45%	90%

ตารางที่4 แสดงการวัดผลที่ได้จากการทดลอง



ผลการทดลอง

A = น้ำหนักเบาระบายน้ำได้ดี (1-1.5kg/ft² ,10min, 84%)

B = น้ำหนักปานกลางอุ้มน้ำได้ดี(1-1.5kg/ft² ,5min, 45%)

C = น้ำหนักเบาไม่ดูดความร้อนบริเวณผิว(3" ,1hr, 42.2-32.1°C)

D = อุณหภูมิของวัตถุที่อยู่ภายในมีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด(37.8-40.1 °C)

สรุปผลการทดลอง : วัสดุธรรมชาติที่มีช่องว่างมากๆระหว่างกันจะทำให้ความร้อนผ่านได้ยาก และมีน้ำหนักเบาในขณะที่วัสดุอื่นน้ำหนักเพิ่มขึ้น จากผลการทดลองสามารถนำไปเป็นเครื่องมือในการช่วยป้องกันความร้อนเข้าสู่ตัวอาคารได้ในทั้งกรณีที่ต้องการปรับอากาศและไม่ปรับอากาศ

การทดลองที่2

วัตถุประสงค์การศึกษา

- 1.เพื่อหาช่องแสงที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อน











สมมติฐานการทดลอง

- 1.น้ำสามารถชะลอความร้อนเข้าสู่อาคารได้ดีที่สุด

วิธีการทดลอง

- 1.ทำการทดลองโดยการนำกระจกแบบต่างๆ มาทดสอบหาอุณหภูมิที่วัตถุนั้นได้รับภายในกล่อง บันทึกค่าตั้งต้น
- 2.บันทึกอุณหภูมิเมื่อเวลาผ่านไปทุกชั่วโมง
- 3.เปรียบเทียบค่าต่างๆที่ได้จากการทดลอง และสรุปผลการทดลอง

ทดลองหาค่าอุณหภูมิที่เกิดขึ้นภายใต้ช่องแสงด้านบน

Type	กระจก	กระจก+น้ำ	กระจก+ไม้	กระจก+ผ้า	กระจก+ใบ
					
					
Time	อุณหภูมิ°C				
12.00-13.00	38.7	38.3	37.3	33.8	33.6
13.00-14.00	39.7	39.2	40.7	40.9	40.5
14.00-15.00	40.9	40.1	41.7	41.4	41.9
15.00-16.00	39.4	37.8	40	39.8	39.5

ตารางที่5 แสดงการวัดผลที่ได้จากการทดลอง

ผลการทดลอง

D = อุณหภูมิของวัตถุที่อยู่ภายในมีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด(37.8-40.1 °C)

สรุปผลการทดลอง: การทดลองเป็นไปตามสมมติฐาน แต่เมื่อนำค่าการป้องกันอุณหภูมิที่ได้มาเปรียบเทียบทำให้ทราบว่าสามารถป้องกันอุณหภูมิได้ไม่ดีเท่าไรนัก

การทดลองที่3

วัตถุประสงค์การทดลอง

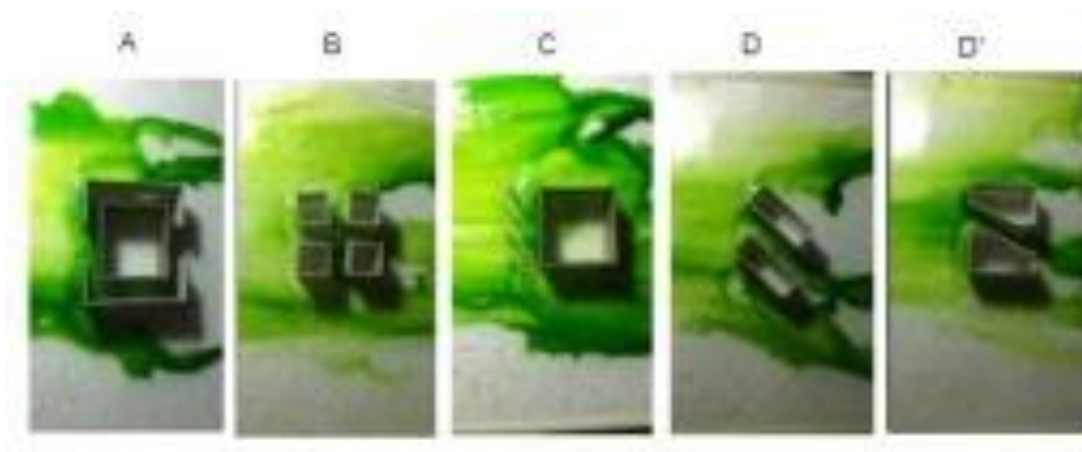
1. เพื่อหารูปแบบของช่องเปิดรวมไปถึงรูปทรงของอาคารที่ทำให้เกิดการไหลเวียนอากาศได้ดี

สมมติฐาน

1. หากมีความแตกต่างของช่องเปิดมาก หรือมีจุดตัดภายในอาคารจะทำให้เกิดการไหลเวียนอากาศที่ดี

วิธีทำการทดลอง

1. ทำกรอบรูปทรงต่างๆ นำไปติดกับกระจก
2. จากนั้นทดสอบการไหลของสีผสมอาหาร ส้มเกตและบันทึกผล
3. เปรียบเทียบค่าต่างๆที่ได้จากการทดลอง และสรุปผลการทดลอง



ภาพที่2-21 แสดงการไหลของน้ำ



ภาพที่2-22 แสดงการไหลของน้ำ

ผลการทดลอง

ไม่ปรับอากาศ

A = ลมอยู่ภายในผ่านผิวโดยรอบระบายออกช้า

B = ระบายอากาศได้ดีได้ดีและรวดเร็ว

C = กำหนดทิศทางลมที่ต้องการได้ ใช้เฉพาะจุด

D,D',D'' = กำหนดทิศทางลมที่ต้องการได้ ใช้เฉพาะจุด

E = เกิดลมหมุน

F,F' = ลมอยู่ภายในผ่านผิวโดยรอบระบายออกเร็ว

ปรับอากาศ

มีรั้วซี่มของอากาศภายนอกเข้าสู่ภายในสูง = B,F,F'

มีรั้วซี่มของอากาศภายนอกเข้าสู่ภายในปานกลาง = A,D,D',D'',E

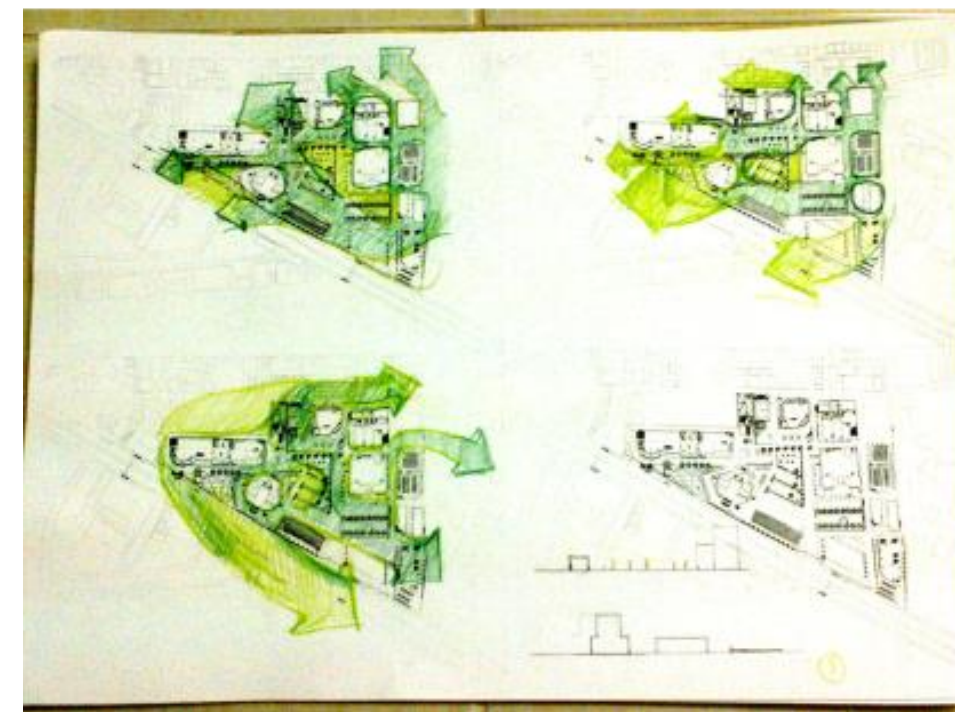
มีรั้วซี่มของอากาศภายนอกเข้าสู่ภายในต่ำ = C,G,G'

สรุปผลการทดลอง:หากมีช่องว่างมากจะทำให้เกิดการไหลของอากาศอย่างรวดเร็วตามผลการทดลอง จึงเหมาะแก่การนำไปใช้กับพื้นที่ไม่จำเป็นต้องปรับอากาศ



3.3 การทดลองหาแนวอาคารเพื่อให้กระแสลมเกิดการไหลเวียนระหว่างอาคาร และทั่วทั้งที่ตั้ง

จากการทดลองสังเกตกระแสลมที่พัดผ่านภายในที่ตั้งทั้งหมดทำให้ได้ตำแหน่งอาคารที่ไม่ขวางกระแสลม ซึ่งจะเห็นได้ชัดจากแนวอาคาร 2 เดิมที่มีอยู่แล้วแสดงว่าหากต้องการออกแบบอาคารใหม่ต้องสามารถให้กระแสลมพัดผ่านออกไปได้ไม่ตันกระแสลม เพื่อให้สามารถไหลเวียนอากาศภายในอาคารได้ ขณะเดียวกันก็ไม่ขวางทิศทางลมดังภาพที่ 39 ด้านล่าง ซึ่งเป็นทิศทางการวางแนวอาคารที่เหมาะสมที่สุด



ภาพที่ 39 แสดงการไหลเวียนของกระแสลมภายในที่ตั้งอาคาร (ขยาย)

ภาพที่ 38 แสดงการไหลเวียนของกระแสลมภายในที่ตั้งอาคาร ด้วยแนวอาคารแบบต่างๆ

3.4 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์องค์ประกอบในโครงการและรายละเอียดพื้นที่ใช้สอย

3.4.1 กิจกรรมที่เกิดขึ้นภายในมหาวิทยาลัย



ภาพที่ 40 แสดงกิจกรรมและพื้นที่ที่มีการใช้งาน

3.4.2 สสำรวจและสัมภาษณ์ความคิดเห็น ความต้องการในการใช้งาน จากคณะดี ผู้ช่วยคณะดี นักศึกษามหาวิทยาลัยศรีปทุม



ภาพที่ 41 แสดงรูปถ่ายคณะบดีและรองคณะบดีที่ได้ทำการสัมภาษณ์

บทสรุปจากการสัมภาษณ์
 คณะจารย์ส่วนใหญ่มีความคิดที่ไปในทิศทางเดียวกันคือ ต้องเป็นพื้นที่เหมาะสมแก่กันพักผ่อนของนักศึกษา สามารถใช้งานได้หลากหลาย ทำให้ผู้ใช้งานเกิดการเรียนรู้จาก

ประสบการณ์จริง เป็นพื้นที่ที่เอื้ออำนวยต่อการสร้างโอกาสที่หลากหลาย การจัดแสดงผลงาน ห้องปฏิบัติงานที่เหมาะสมกับแต่ละกิจกรรม อาทิ ห้องอ่านหนังสือนอกเวลา ห้องครัว พื้นที่กระตุ้นความคิดสร้างสรรค์ ร้านค้าที่นักศึกษาเป็นผู้ดูแล



นักศึกษาส่วนใหญ่ ต้องการพื้นที่ทำงานที่แบ่งเป็นสัดส่วนไม่รบกวนซึ่งกันและกัน สามารถทำงานล่วงเวลาได้ ห้องปฏิบัติการและพื้นที่ที่สามารถร่วมใช้กับต่างคณะได้ รองรับการใช้งานมีปลั๊กไฟ มีพื้นที่เก็บของที่เกี่ยวข้องกับการทำกิจกรรม พื้นที่พักผ่อนของนักศึกษา ร้านค้าต่างๆ พื้นที่เล่นเกมส์



ภาพที่ 42 แสดงรูปถ่ายนักศึกษาที่ได้ทำการสัมภาษณ์

องค์ประกอบโครงการ

องค์ประกอบโครงการมาจากการสำรวจและสัมภาษณ์ความคิดเห็น ความต้องการในการใช้งานจาก คณบดี ผู้ช่วยคณบดี และตัวแทนนักศึกษา ดังภาพที่3-3 และตัวอย่างพื้นที่การใช้งานภายในมหาวิทยาลัยศรีปทุมจากภาพที่3-2 จึงสามารถสรุปและกำหนดแนวทางที่จะนำมาทดลองเพื่อให้เกิดพื้นที่ที่อนุรักษ์พลังงานจากความต้องการในการใช้งาน ที่แตกต่างกันคือ พื้นที่ที่ไม่ต้องการการปรับอากาศและสามารถใช้วิธีการpassiveได้+พื้นที่ที่ต้องการความคุมให้เกิดการใช้พลังงานน้อยที่สุดและเหมาะสมต่อความต้องการในการใช้งาน

องค์ประกอบโครงการ

1 ส่วนนิทรรศการและจัดแสดง

นิทรรศการในร่ม

นิทรรศการกลางแจ้ง

พื้นที่ที่ไม่ต้องการการปรับอากาศ

พื้นที่กึ่งการปรับอากาศ

พื้นที่ปรับอากาศ

2 ส่วนบริการนักศึกษา

ห้องปฏิบัติการ

พื้นที่ทำงาน

มุมอ่านหนังสือ

ห้องประชุมเล็ก

ลานกิจกรรมนักศึกษา

พื้นที่พักผ่อนนักศึกษา

3 ส่วนบริหารโครงการ

ฝ่ายอาคารสถานที่

4 ส่วนสนับสนุนโครงการ

ส่วนร้านอาหารและเครื่องดื่ม

ส่วนพื้นที่ทำงานบุคคลภายนอก

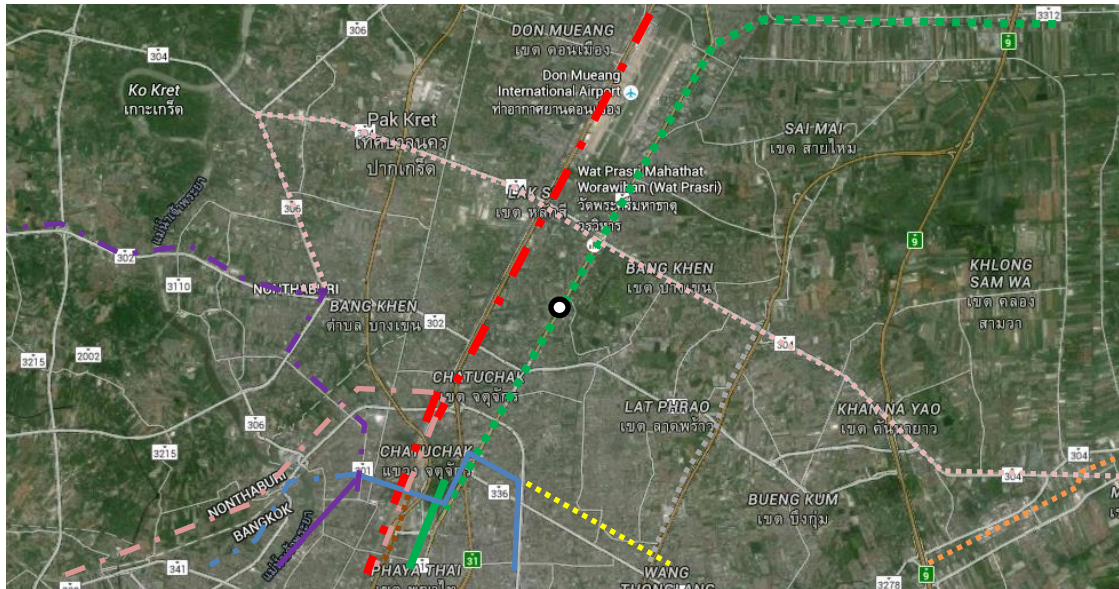
7 ส่วนบริการสาธารณะ

6 ส่วนงานระบบอาคาร

7 ส่วนจอดรถ

3.5 การวิเคราะห์ที่ตั้งโครงการ

ข้อมูลที่ตั้ง(District analysis)



— BTS ○ ตำแหน่งที่ตั้ง



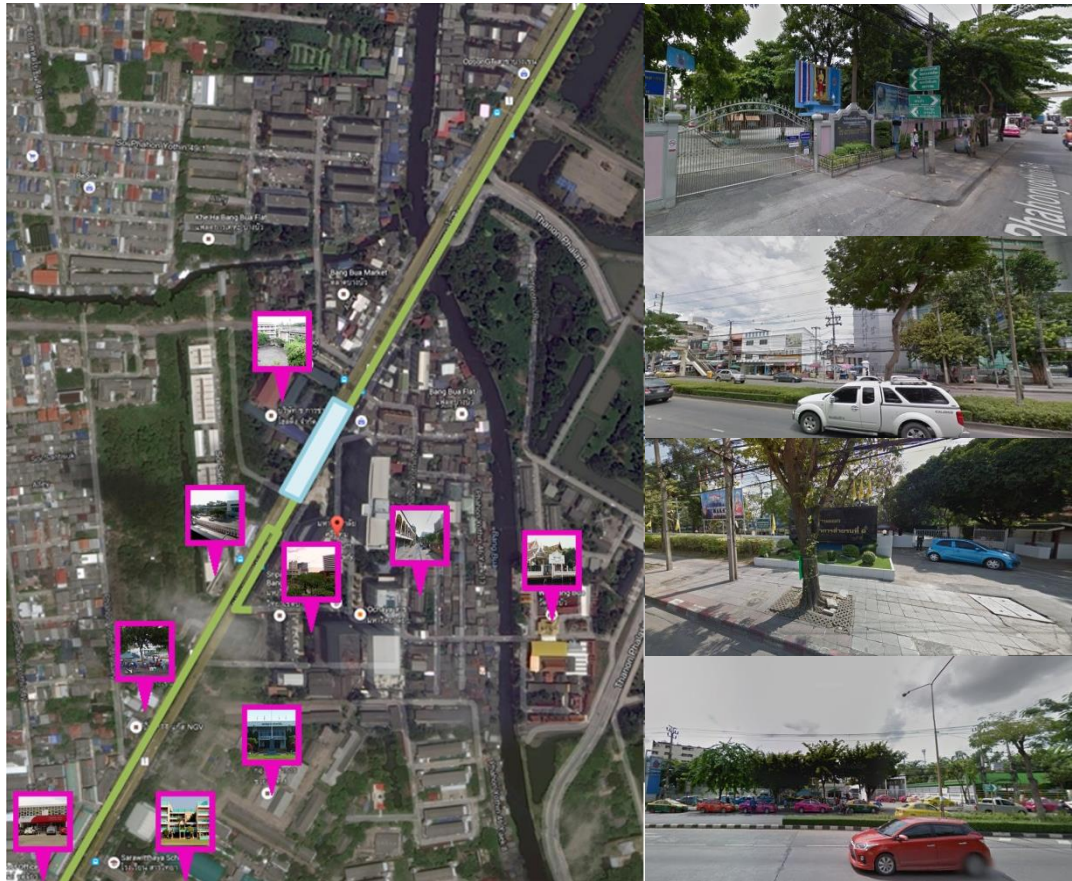
ภาพที่ 43 แสดงแผนที่โดยรวมที่ตั้ง

ภาพที่ 44 แสดงผังโซนสีของที่ตั้ง

FAR (floor area ratio) คืออัตราส่วนพื้นที่อาคารต่อที่ดิน FAR = 3:1 , SOR (open space ratio) คืออัตราส่วนของพื้นที่ว่างต่ออาคารรวม 10%

จากผังเมืองรวมกรุงเทพฯพ.ศ.2549 เขตบางเขนอยู่ในเขตสีเหลือง(ย.1-4)ซึ่งเป็นการใช้ประโยชน์ที่อยู่อาศัยหนาแน่นน้อย

ลักษณะที่ตั้ง



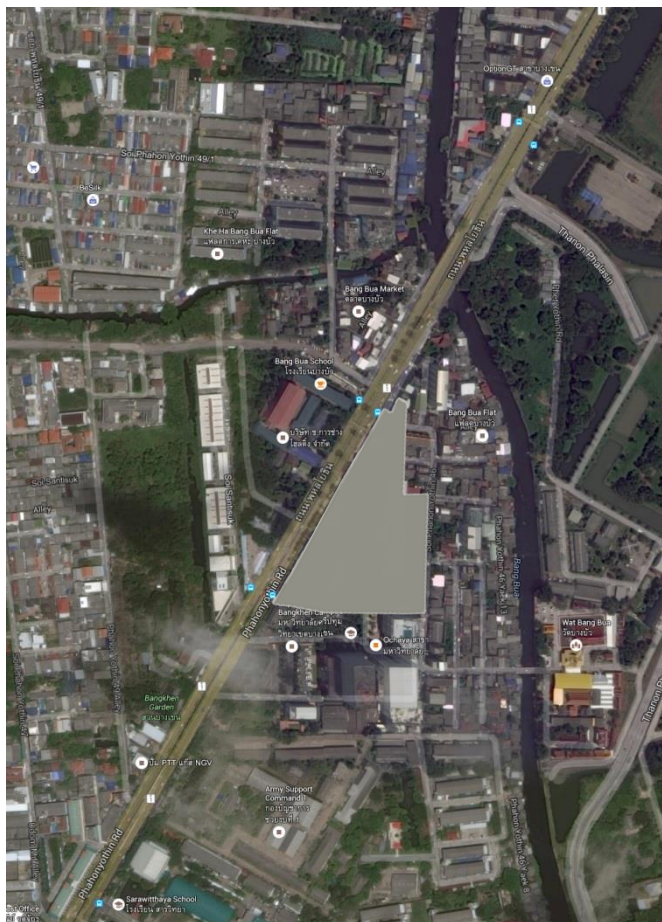
ภาพที่ 45 แสดงมุมมองทิศต่างๆของsite

ทิศเหนือติดกับถนนพหลโยธินและใกล้กับซอยพหลโยธิน46

ทิศใต้ติดกับกองบัญชาการช่วยรบที่1, ป้าย PTT แก๊สNGV

ทิศตะวันออกติดกับซอยพหลโยธิน46 ชุมชนวัดบางบัว

ทิศตะวันตกติดกับโรงเรียนวัดบางบัว , Wong Automobile และ สวนบางเขน

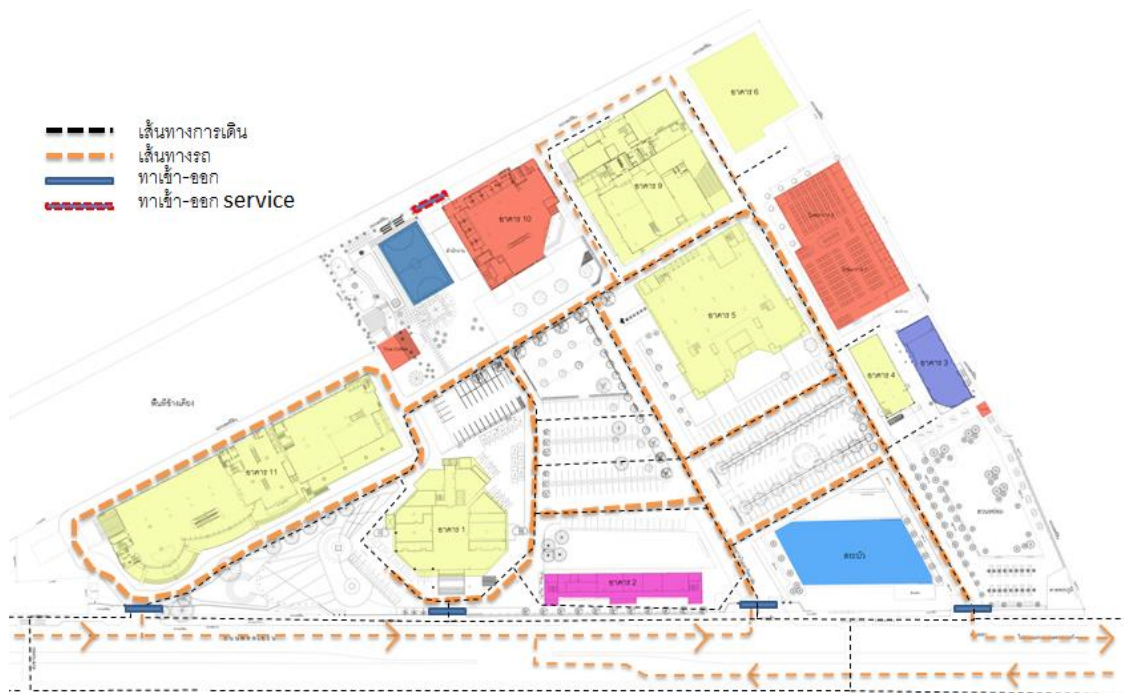


ภาพที่ 46 แสดงการสัญจรรอบโครงการ

เข้าจากถนนพหลโยธินทางทิศเหนือ-ใต้(ต้องกลับรถเพื่อเข้าที่ตั้ง) ทางทิศเหนือสามารถมาได้จาก เส้นทางสะพานใหม่ เส้นทางถนนแจ้งวัฒนะ เส้นทางถนนรามอินทรา ทางทิศใต้สามารถมาได้จากทางจุดตัดแยกเกษตร(ถนนงามวงศ์วาน, ถนนพหลโยธิน, ถนนเกษตร-นวมินทร์) สามารถเข้าสู่โครงการด้วยการสัญจร ทางเดินเท้า จักรยาน รถสาธารณะ รถยนต์ส่วนบุคคล และรถไฟฟ้าBTSสายสีเขียว

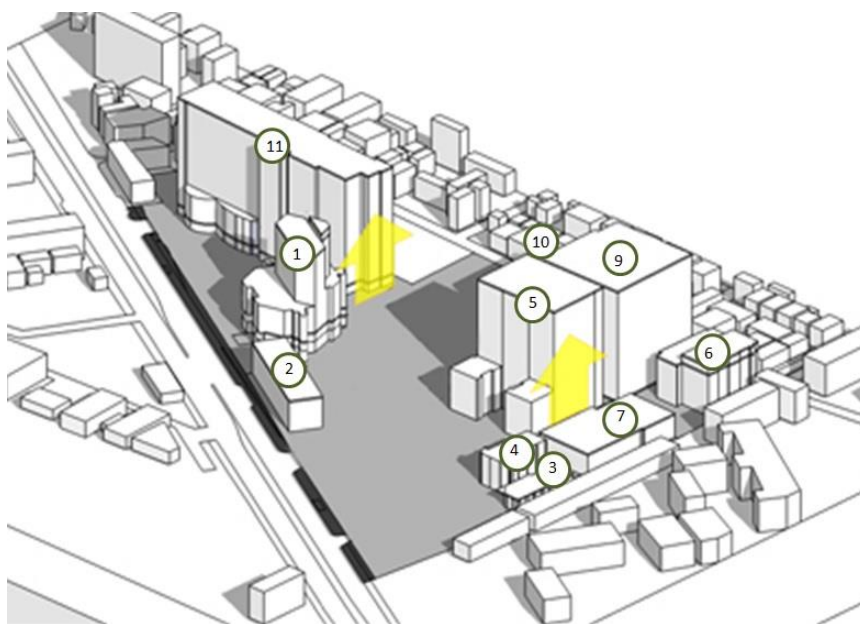
ทางเข้า-ออกโครงการ กำหนดการใช้เป็นช่วงเวลาประตูเข้าออกมหาวิทยาลัยได้แก่

- ประตูบริเวณหน้าอาคาร11ทางเข้า(เปิดเฉพาะช่วงเช้า7.00-8.30น. และ17.00-20.00น.)สามารถนำรถยนต์เข้าทางนี้ได้
- ประตูหน้าบริเวณตึก1 (เปิด7.00-18.00น.)รถยนต์ไม่สามารถเข้าได้
- ประตูหลักหน้ามหาวิทยาลัย(เปิด7.00-23.00น.)สามารถนำรถยนต์เข้าทางนี้ได้
- ประตูทางออก(เปิด7.00-23.00น.)เป็นทางออกรถยนต์
- ประตูหลังมหาวิทยาลัยศรีปทุม(เวลาเปิดไม่แน่นอน9.00-15.00น.)ไว้ใช้สำหรับกรณีserviceศูนย์อาหาร



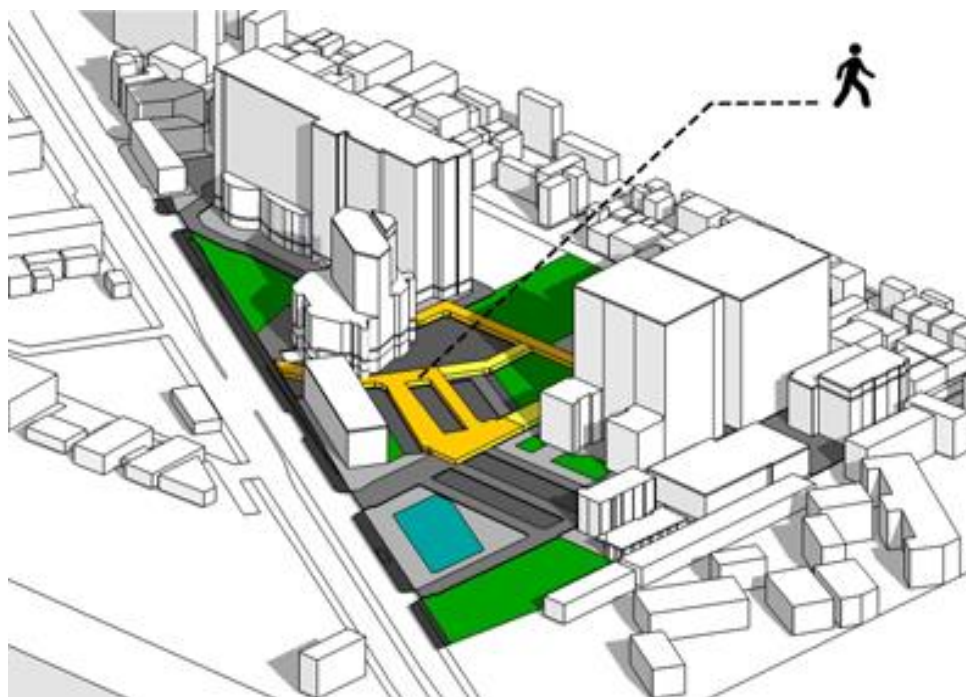
ภาพที่ 47 แสดงเส้นทางเข้าสู่โครงการ

อาคารอื่นๆภายในที่ตั้งเดียวกัน



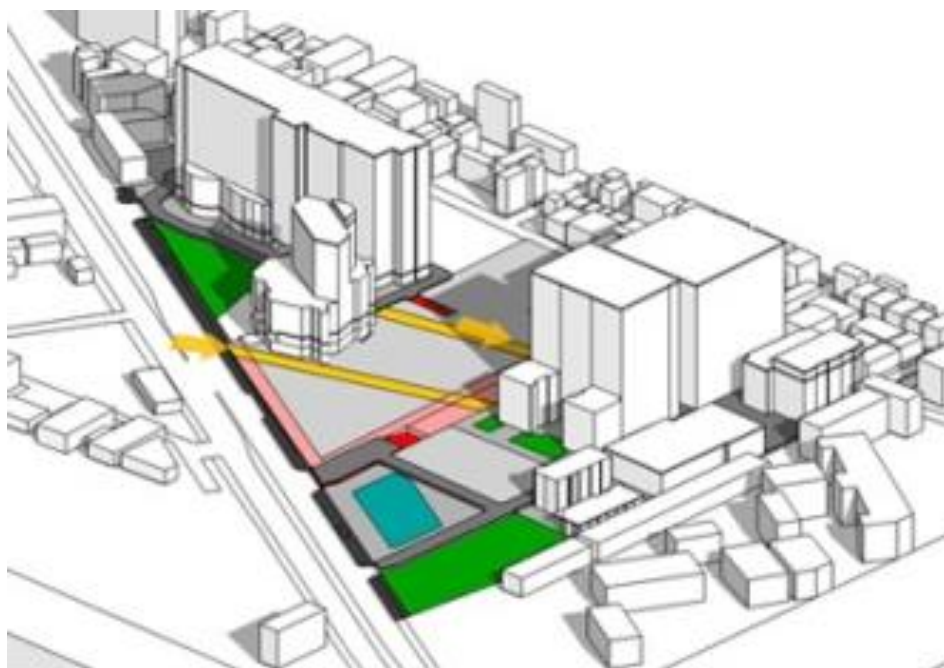
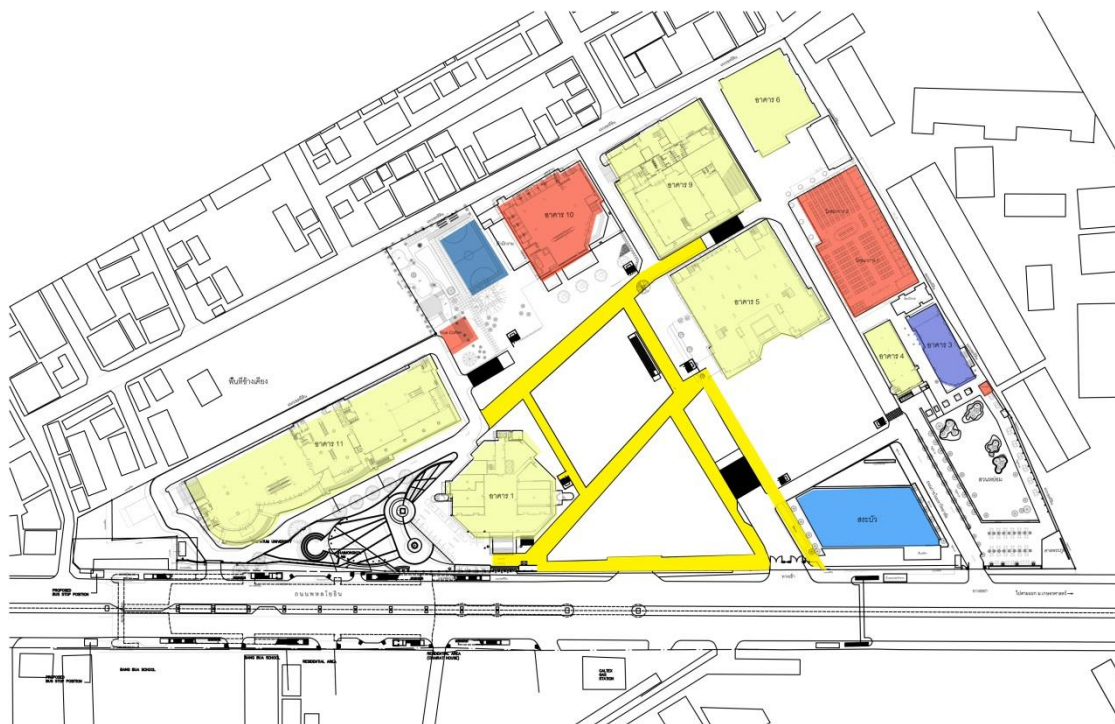
- 1 อาคาร1
- 2 อาคาร2
- 3 อาคาร
เอนกประสงค์
- 4 อาคาร4
- 5 อาคาร5
- 6 อาคาร6
- 7 ศูนย์อาหาร
- 9 อาคาร9
- 10 อาคาร10
- 11 อาคาร11

ภาพที่ 48 แสดงตำแหน่งอาคารในโครงการ

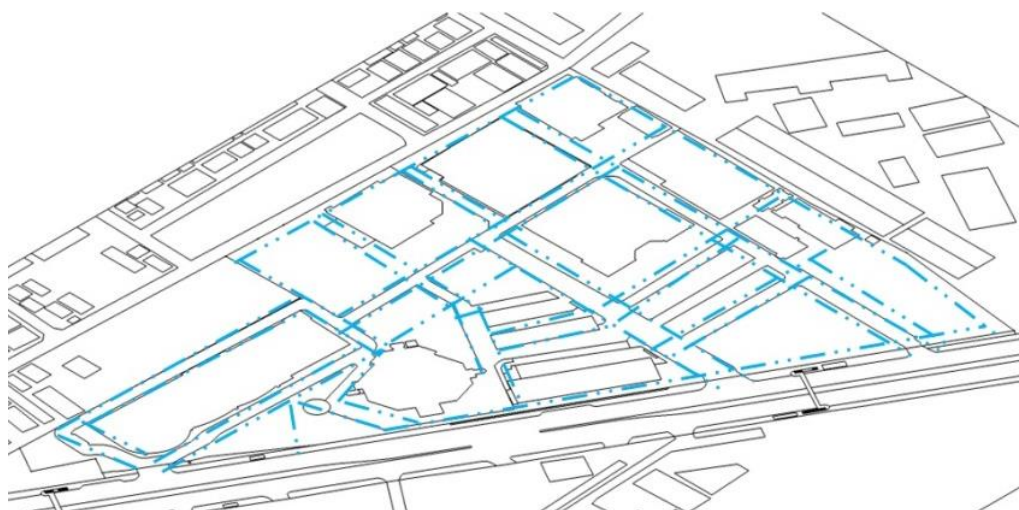


ภาพที่ 49 แสดงแนวเส้นทางเท้าที่ถูกใช้บ่อย

เส้นทางที่นักศึกษา มักใช้สัญจรไป-มา เพื่อให้สามารถเข้าสู่ตัวอาคารได้เร็วที่สุดทำให้เกิดเป็นแผนพัฒนาทางเดินเท้าในรูปที่xxx เป็นเส้นทางที่มีการเชื่อมโยงระหว่างอาคารเข้าด้วยกัน เพื่อให้เกิดความสัมพันธ์ระหว่างผู้ที่เดินสัญจรไป-มาและผู้ที่ใช้งานภายในอาคารอาคาร

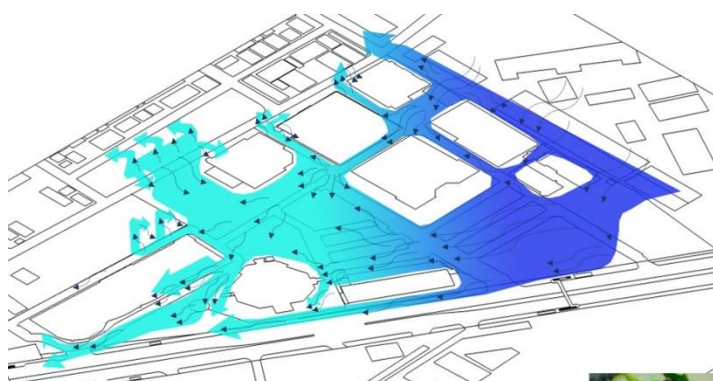


ภาพที่ 50 แสดงเส้นทางเดินที่ถูกใช้บ่อยนอกเหนือจากทางเข้าหลัก

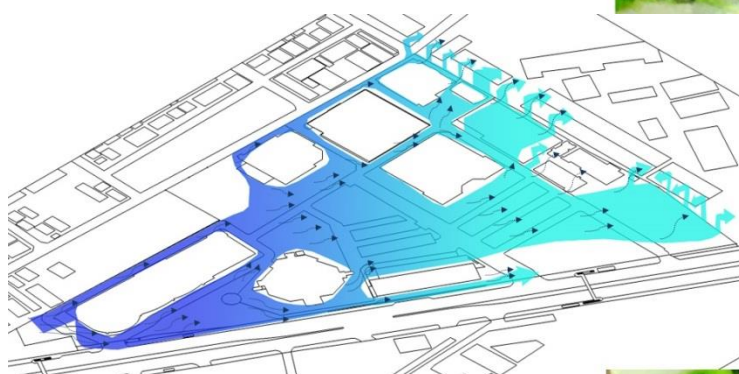


ภาพที่ 51 แสดงเส้นทางน้ำไหล

จากภาพแสดงการจำลองทิศทางของลมที่เข้ามายังที่ตั้งจากทาง ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ กระแสลมจะพัดมาแรงมากในช่วงบ่าย-หัวค่ำ บริเวณที่ลมแรงจะอยู่ระหว่างช่องว่างของตึก1 ตึก2 และบริเวณช่องอาคาร9กับอาคาร5



ลมจากทิศตะวันตกเฉียงใต้เป็นกระแสลม จะพัดมาเป็นบางช่วงเวลาไม่แน่นอน และความแรงลมจะเพิ่มขึ้นหากผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร



แสดงกระแสลมที่พัดผ่านเข้ามายังที่ตั้ง

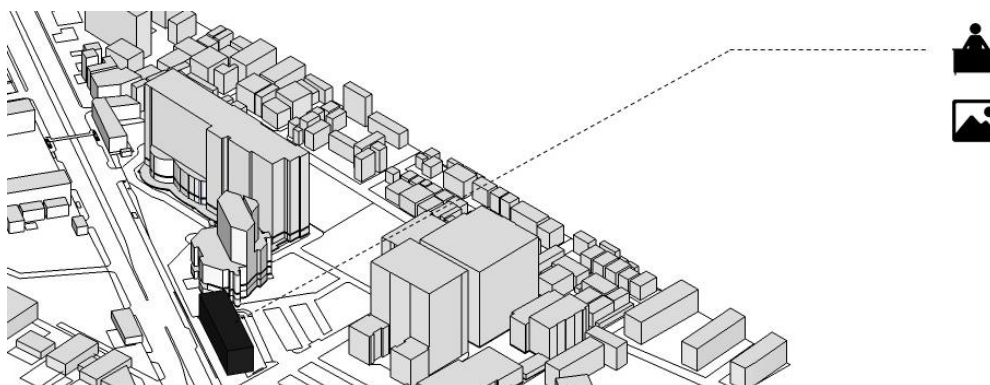


ภาพที่ 52 แสดงทิศทางลมที่เข้ามายังที่ตั้ง

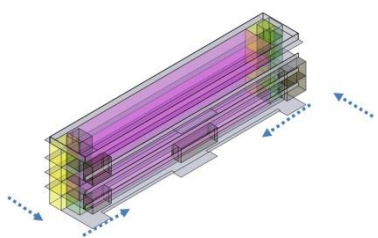


ภาพที่ 53 แสงพื้นที่ที่ถูกแสงอาทิตย์กระทบจนเกิดการสะสมความร้อนตลอดทั้งวัน

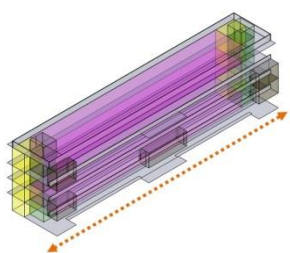
อาคาร 2



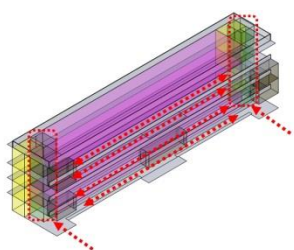
ภาพที่ 54 แสดงตำแหน่ง, ภาพถ่ายอาคาร 2 และบริเวณโดยรอบ



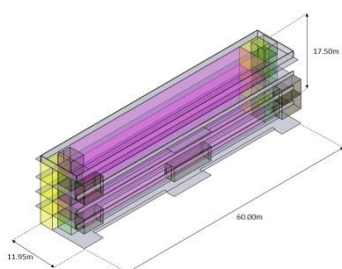
การเข้าถึงอาคาร2เดิม เข้าได้จากด้านข้างอาคาร เนื่องจากอาคารหันหน้าออกไปยังถนน



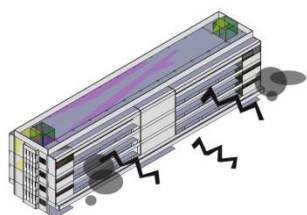
พื้นที่ว่างหน้าอาคารถูกให้เป็นสถานที่นั่งทำงาน พักผ่อนหย่อนใจ



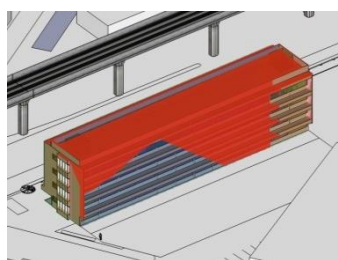
เส้นทางสัญจรในอาคารมีทางเข้า-ออกหลักสองทาง ทางสัญจรเป็นแบบทางเดินเดียว



ขนาดของอาคาร ตึกสูง4ชั้น(15.30 เมตร) กว้าง 11.95m. ยาว60m. และมีพื้นที่ใช้สอยเต็มทั้งหมด2,535 ตารางเมตร (ไม่รวมชั้นดาดฟ้า) ประกอบด้วย สำนักงาน อาคารสถานที่ งานศิลปกรรม สำนักงานพัสดุ ห้องชมรมมุสลิม ห้องอ่านหนังสือคณะนิติศาสตร์

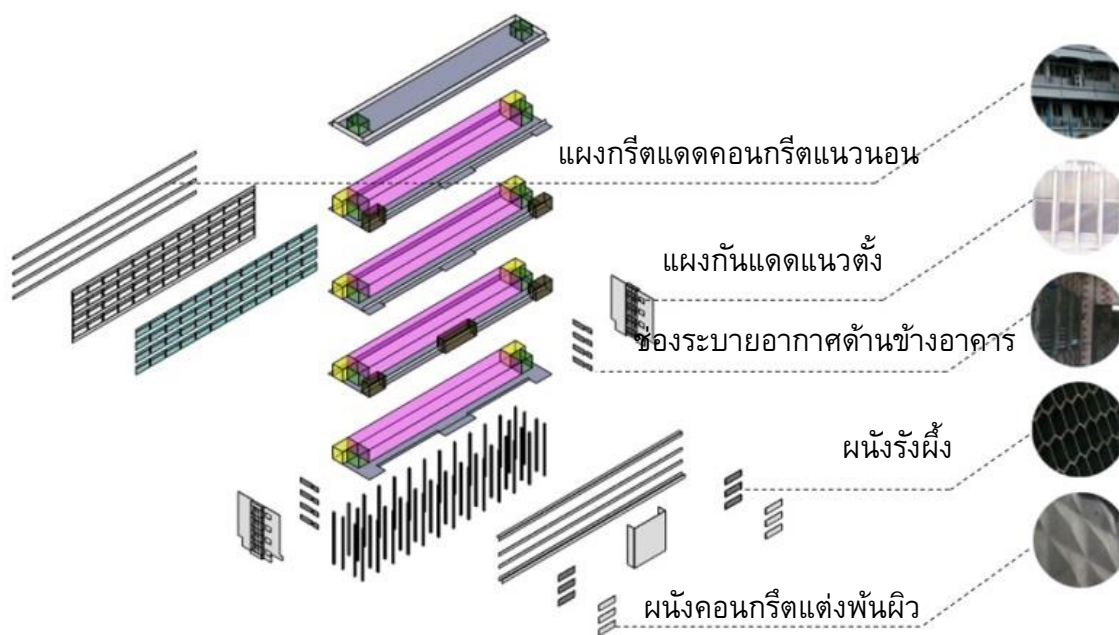


ปัญหาที่พบคือ อาคารมีลักษณะเก่าและ โครงสร้างอาคารบางส่วนทรุดโทรม อาคารตั้งอยู่แนวถนน ทำให้ได้รับมลพิษและเสียงรบกวน



ได้รับความร้อนสะสมตลอดทั้งวันการใช้งานภายใน จึงตั้งอาศัยเครื่องปรับอากาศในการทำความเย็น

ภาพที่ 55 ภาพจำลองอาคาร2



ภาพที่ 56 แสดงวัสดุต่างๆที่ประกอบเป็นเปลือกอาคาร

3.6 การวิเคราะห์ผู้ใช้โครงการ

ผู้ใช้หลัก : คือผู้ใช้ที่มีแนวโน้มในการใช้งานสูงคือนักศึกษาในมหาวิทยาลัยศรีปทุมที่กำลังศึกษาในปัจจุบันได้แก่นักศึกษาจาก คณะนิติศาสตร์ คณะบริหารธุรกิจ คณะบัญชี คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะดิจิทัลมีเดีย คณะนิเทศศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์ และวิทยาลัยนานาชาติ โดยส่วนมากจะใช้เวลาเรียนในช่วงเช้า บางส่วนมีการรอรเรียนในวิชาถัดไปอาจเป็นช่วงบ่ายหรือเย็น และมีบางส่วนที่เรียนเรียนเพียงบางช่วงเวลา นอกเหนือจากเวลาเรียนส่วนใหญ่จะใช้ไปกับการพักผ่อน การทำกิจกรรมร่วมกัน ทบทวนบทเรียนหรือหนึ่งทำงานร่วมกัน

ผู้ใช้รอง : แบ่งเป็น 2 ประเภทคือ

1. บุคคลภายในอาทิ อาจารย์และบุคลากรในมหาวิทยาลัย (ทำงานตั้งแต่9.00-12.00น. และ 13.00-17.00น.โดยประมาณ)
2. บุคคลภายนอกอาทิ วิทยากร ผู้ประกอบอาชีพอิสระ นักเรียน ผู้เช่าพื้นที่โครงการ และบริการอื่นๆในการให้ความสะดวกแก่ผู้ใช้งาน

ผู้บริหารและพนักงานต่าง ๆ : ผู้บริหารโครงการ เจ้าหน้าที่พนักงาน มีหน้าที่บริหารงานทั่วไป เพื่อให้บริการต่าง ๆ เป็นไปได้ด้วยดี



ภาพที่ 57 แสดงผู้ใช้หลัก



ภาพที่ 58 แสดงผู้สำรอง

จำนวนนักศึกษาที่ใช้งานโครงการ



= 36,858 คน คาดการณ์นักศึกษาที่จะเข้ามาใช้งานจริง 1 วันเฉลี่ย 1,106 คน คิดจากร้อยละ 3 ของนักศึกษาที่กำลังศึกษาอยู่และเทียบปริมาณการใช้งานจากพื้นที่ใช้สอยเดิมของอาคาร (2,535 ตารางเมตร)

จำนวนอาจารย์และบุคลากรที่ใช้งานโครงการ



= 519 คน คาดการณ์อาจารย์ที่จะเข้ามาใช้งานจริง 1 วันเฉลี่ย 32 คน คิดจากร้อยละ 6 ของอาจารย์และบุคลากรทั้งโครงการ

จำนวนบุคคลภายนอกที่ใช้โครงการ



= 300 คน คาดการณ์บุคคลภายนอกที่จะเข้ามาใช้งานจริง 1 วันเฉลี่ย 150 คน คิดจากร้อยละ 50 ของบุคคลภายนอกที่มาใช้โครงการ

บทที่ 4

รายละเอียดโครงการและผลงานการออกแบบ

4.1 สรุปรายละเอียดโครงการ

พื้นที่ใช้สอย

พื้นที่ใช้สอยในโครงการได้แก่

1 ส่วนนิทรรศการและจัดแสดง

นิทรรศการในร่ม	400ตารางเมตร
นิทรรศการกลางแจ้ง	200ตารางเมตร
ห้องแสดงผลงาน	188ตารางเมตร

2 ส่วนบริการนักศึกษา

ห้องปฏิบัติการ	228ตารางเมตร
พื้นที่ทำงาน	400ตารางเมตร
มุมอ่านหนังสือ	128ตารางเมตร
ห้องประชุมเล็ก	73ตารางเมตร
ลานกิจกรรมนักศึกษา	200ตารางเมตร
พื้นที่พักผ่อนนักศึกษา	1,209ตารางเมตร

3 ส่วนบริหารโครงการ

ฝ่ายอาคารสถานที่	64ตารางเมตร
------------------	-------------

4 ส่วนสนับสนุนโครงการ

ส่วนร้านอาหารและเครื่องดื่ม	80ตารางเมตร
ส่วนพื้นที่ทำงานบุคคลภายนอก	200ตารางเมตร

7 ส่วนบริการสาธารณะ

200ตารางเมตร

6 ส่วนงานระบบอาคาร

160ตารางเมตร

7 ส่วนจอดรถ

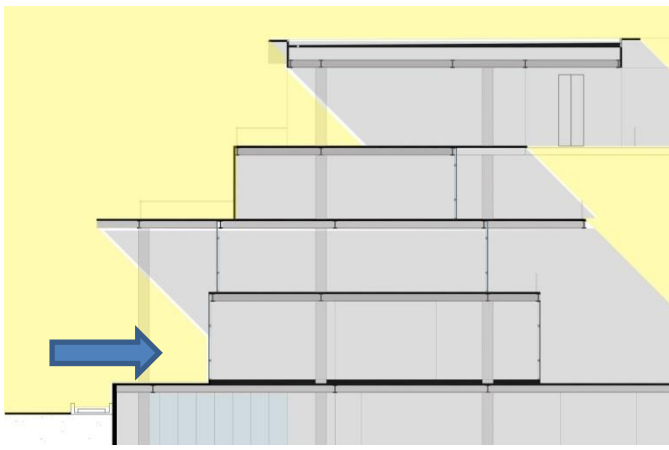
7,000ตารางเมตร

เครื่องมือที่ใช้ในการออกแบบ

Analysis	ปัญหา	เกณฑ์การแก้ไข	สภาวะน่าสบาย	พลังงาน	วัสดุ	เทคโนโลยี
แสง	<p>อาคารตั้งอยู่บนพื้นที่โล่งทำให้ได้รับแสงแดดเข้าสู่อาคารในปริมาณมาก</p> <p>อาคารเดิม</p> <p>อาคารใหม่</p>	<p>ช่องเปิด</p> <p>รูปด้านอาคาร</p> <p>รูปด้านอาคาร</p>	<p>direct light-indirect light</p>		<p>กระจก2ชั้น</p> <p>ผนังวัสดุ2ชั้น</p> <p>ผนังดินหนา</p> <p>ผนังวัสดุชั้นเดียว</p> <p>สวนแนวตั้ง</p> <p>มีผิวสัมผัส</p> <p>มีความมันวาว</p> <p>สีอ่อน</p>	<p>solar cell</p> <p>sun roof california academy of sciences</p> <p>shade al bahar towers abu dhabi</p> <p>earth wall บ้านในภูเขา</p>

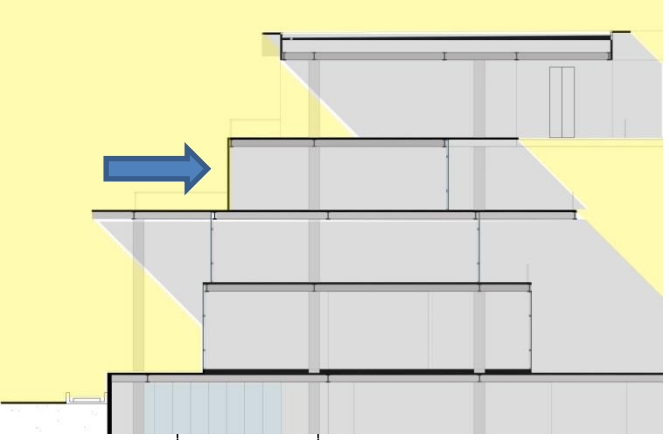
ช่องเปิด

รณะอาคารบางส่วนเพื่อให้สามารถใช้ประโยชน์จากพื้นที่ที่ต้องการใช้แสงสว่างขณะเดียวกันก็ลดพื้นที่ผิวที่ถูกสัมผัสความร้อน



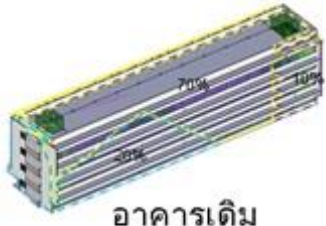
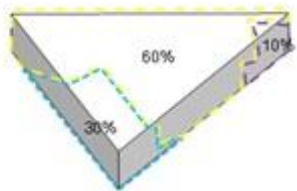

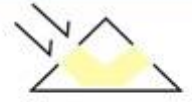













ภาพที่ 59 แสดงการร่นแนวอาคาร

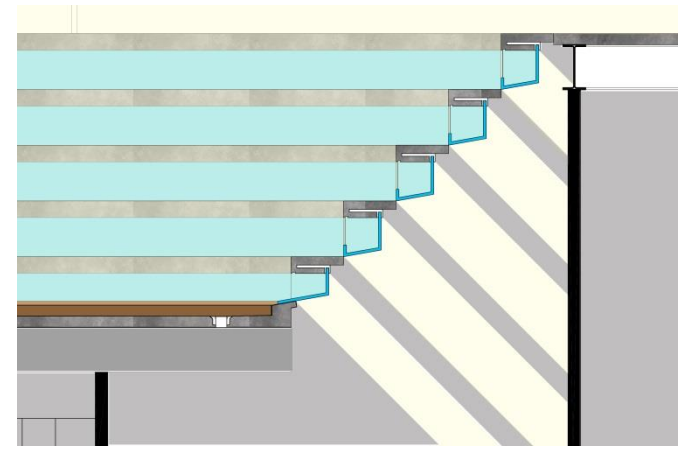
กิจกรรมหรือฟังก์ชันการใช้งานที่ต้องการหลีกเลี่ยงแสงแดดและลดการใช้พลังงานที่อาจเกิดขึ้น หรือต้องมีการควบคุมด้วยเครื่องกล ไม่มีช่องเปิด หรือใช้วัสดุที่ลดการสะสมความร้อนบริเวณพื้น เช่นผนังมวลเบา ผนังสองชั้น ผนังผสม แกלב



ภาพที่ 60 แสดงการเลี่ยงแสงแดด

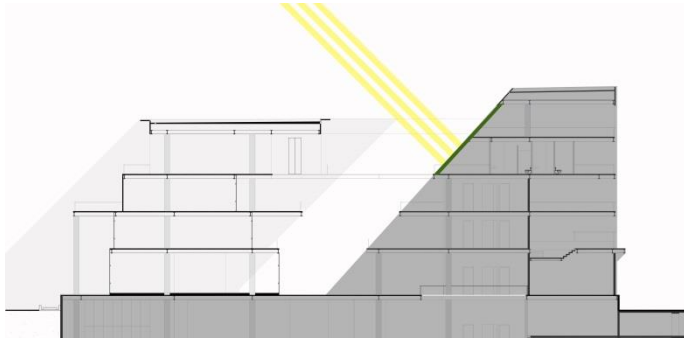
รูปทรงอาคาร

Analysis	ปัญหา	เกณฑ์การแก้ไข	สภาวะน่าสบาย	พลังงาน	วัสดุ	เทคโนโลยี
แสง	<p>อาคารตั้งอยู่บนพื้นที่โล่งทำให้ได้รับแสงแดดเข้าสู่อาคารในปริมาณมาก</p>  <p>อาคารเดิม</p>  <p>อาคารใหม่</p>	<p>รูปทรง</p>  <p>อาคารเดิม</p>	   		 <p>ไม้ แกลบ ฟางข้าว ซีลีอย</p>  <p>คอนกรีต</p>  <p>อลูมิเนียม</p>  <p>ดิน</p>  <p>บล็อกแก้ว</p>	 <p>church of the light</p>  <p>jewish museum</p>  <p>toshiki hirano references</p>  <p>santa monica church in madrid</p>



ภาพที่ 61 แสดงแบบชายช่องเปิด-ช่องแสงใต้ดิน


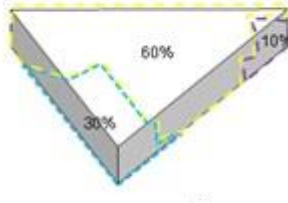






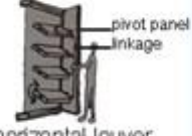


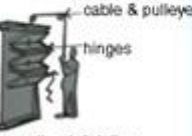
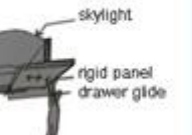
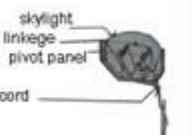










กำหนดพื้นที่การใช้งานที่ต้องใช้เครื่องกลในการช่วยให้เกิดสภาวะน่าสบาย และพื้นที่ไม่ใช่เครื่องกลทำให้เกิดความสบายด้วยบริเวณที่แสงแดดตกกระทบระหว่างวันน้อย อาจอาศัยประโยชน์เงาที่ทอดลงมาของอาคารอื่นๆ รวมไปถึงการใช้พลังงานแสงอาทิตย์



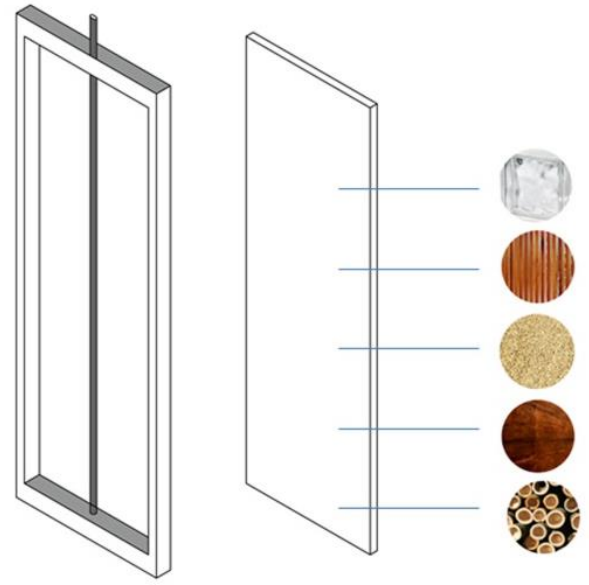
ภาพที่ 62 แสดงเงาที่กระทบมายังอาคาร

ตารางที่ 8 แสดงชุดเครื่องมือ

ผนัง

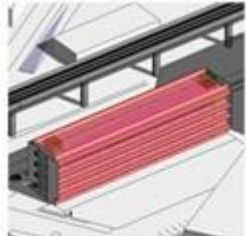






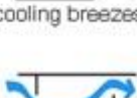


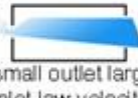

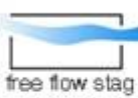

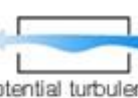
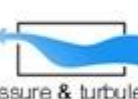



Analysis	ปัญหา	เกณฑ์การแก้ไข	สภาวะน่าสบาย	พลังงาน	วัสดุ	เทคโนโลยี
แสง	<p>อาคารตั้งอยู่บนพื้นที่โล่งทำให้ได้รับแสงแดดเข้าสู่อาคารในปริมาณมาก</p>  <p>อาคารเดิม</p>  <p>อาคารใหม่</p>	ผนัง	 <p>ทิศตะวันออกเฉียง 30.8°- 44.9°</p>  <p>ทิศใต้ผนังเฉียง 41.7°- 77.7°</p>  <p>ทิศตะวันออกเฉียง 40.6°- 43.9°</p>  <p>กันยายน-เมษายน เฉียงมาทางทิศใต้ 37.5°</p>  <p>มีนาคม-กันยายน เฉียงมาทางทิศใต้ 14°</p>  <p>พฤษภาคม-สิงหาคม เฉียงมาทางทิศเหนือ 9.5°</p>	<p>horizontal louver</p>  <p>horizontal folding</p>  <p>vertical louver</p>  <p>vertical folding</p>  <p>sliding panel</p>  <p>skylight louvers</p> 	<p>ไม้ไม่กระดาก, ขาค้ำ hollow tube</p>  <p>กระสอบป่าน stack sack</p>  <p>หิน stone wall</p>  <p>cavity wall</p>  <p>ดิน+โครงเหล็ก wire gabion</p>  <p>earth block</p>  <p>rammed earth</p> 	<p>Liter of Light project</p>  <p>School of Art Design NTU</p>  <p>solar rocket stoves</p> 

ผนังเป็นส่วนประกอบภายนอกอาคาร และเป็นส่วนที่ได้รับผลกระทบต่างๆก่อนเป็นอันดับแรก รวมไปถึงพื้นและหลังคาของอาคารนั้นๆด้วย จึงจำเป็นต้องคำนึงถึงเมื่อต้องการให้ผู้ใช้สอยอยู่ในสภาวะสบาย โดยอาจออกแบบให้สอดคล้องกับการใช้งาน หรือสามารถใช้ประโยชน์ได้อย่างสูงสุด

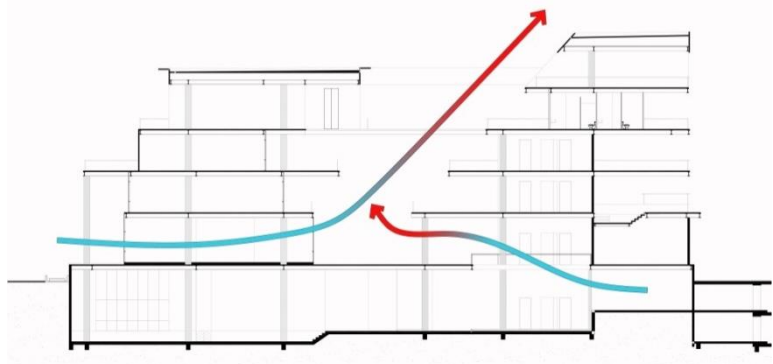


ภาพที่ 63 แสดงประตูบานหมุนลักษณะคล้ายผนัง

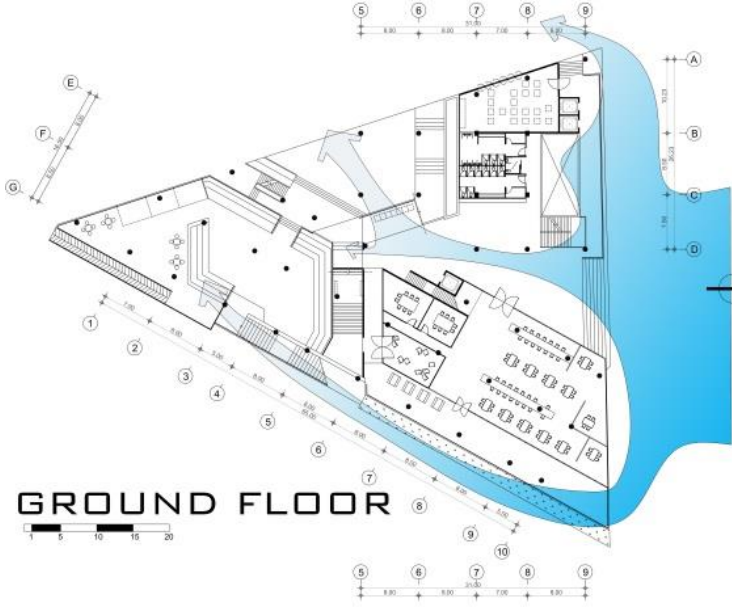
การระบายความร้อน

Analysis	ปัญหา	เกณฑ์การแก้ไข	สภาวะน่าสบาย	พลังงาน	วัสดุ	เทคโนโลยี
ความร้อน - สมรรถนะดี	<p>ความร้อนสะสมในส่วนของหลังคาและด้านหลังอาคาร เนื่องจากเป็นด้านที่โดนแสงอาทิตย์ตลอดทั้งวัน และเกิดการคายความร้อนขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป</p> 	ช่องเปิด	 still space  ventilated space  pressure wall  structural ventilation  reverse ventilation  cooling breezes  floor ventilation  ceiling ventilation  ceiling ventilation	 small outlet large inlet low velocity  large outlet small inlet high velocity  free flow stagnation below  pressure buildup  potential turbulence  pressure & turbulence  optimum flow	 น้ำ	 Solaris

การเปิดพื้นที่เพื่อให้ลมพัดเอาความร้อนที่สะสมอยู่และไม่ใช่วางทางลมเดิมที่พัดผ่านภายในที่ตั้ง



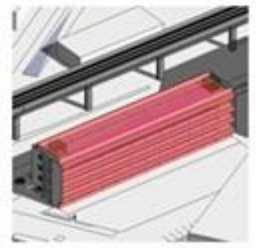

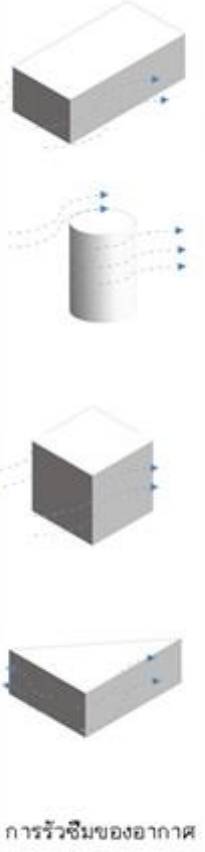


ภาพที่ 64 แสดงการระบายลมภายในอาคาร และกระแสลมที่พัดผ่านอาคาร



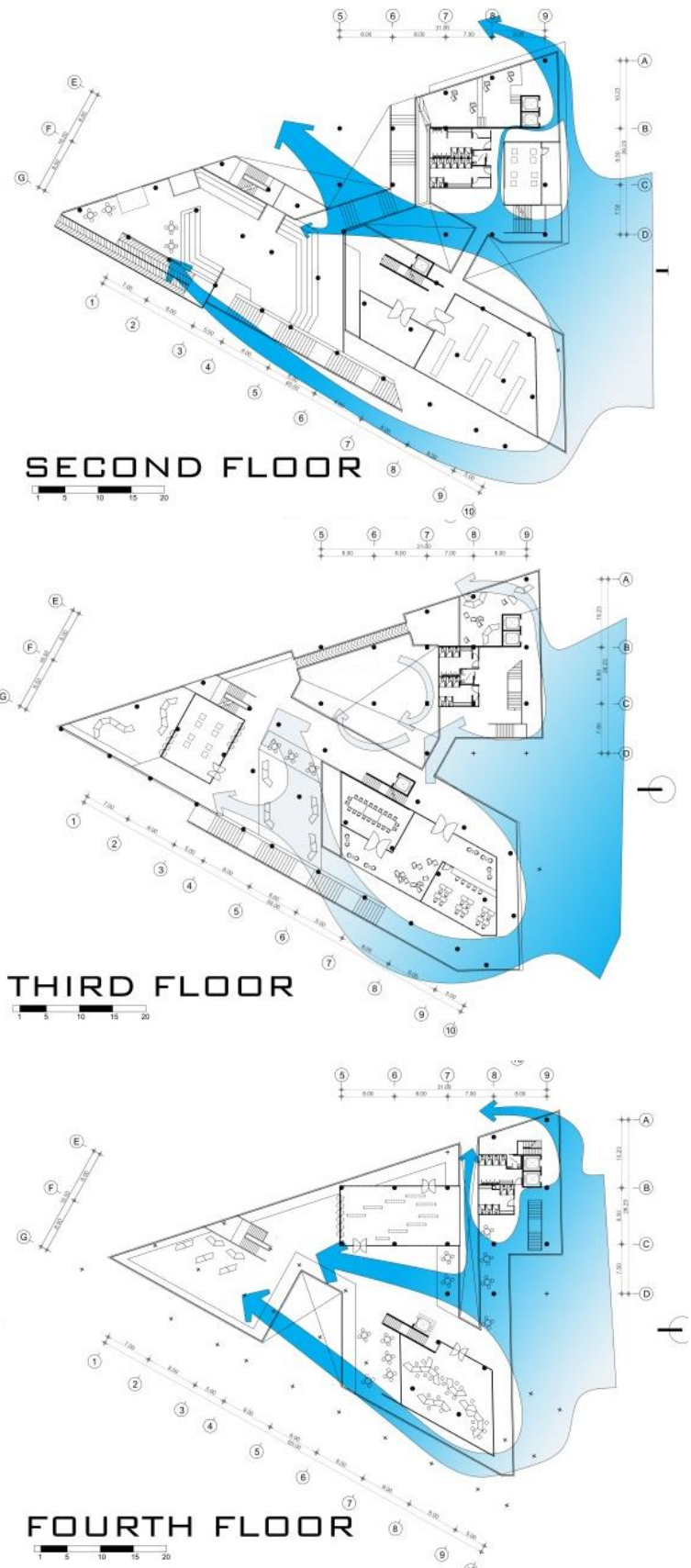
ภาพที่ 65 แสดงกระแสลมที่เข้ามายังอาคาร

ตารางที่ 10 แสดงชุดเครื่องมือ

การระบายความร้อน







Analysis	ปัญหา	เกณฑ์การแก้ไข	สภาวะน่าสบาย	พลังงาน	วัสดุ	เทคโนโลยี
ความร้อน - ลมธรรมชาติ	<p>ความร้อนสะสมในส่วนของหลังคาและด้านหลังอาคาร เนื่องจากเป็นด้านที่โดนแสงอาทิตย์ตลอดทั้งวัน และเกิดการคายความร้อนขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป</p> 	รูปทรงอาคาร	 <p>การควบคุมทิศทางการไหล</p>	 <p>การรั่วซึมของอากาศ</p>	<p>ไม้ แกส ปางข้าว ซีลีย</p> <p>คอนกรีต</p> <p>อลูมิเนียม</p> <p>ดิน</p> <p>บล็อกแก้ว</p>	 <p>Xi'an jiaotong liverpool University</p>  <p>Menara Mesiniaga Features Bioclimatics</p>

ตารางที่ 11 แสดงชุดเครื่องมือ

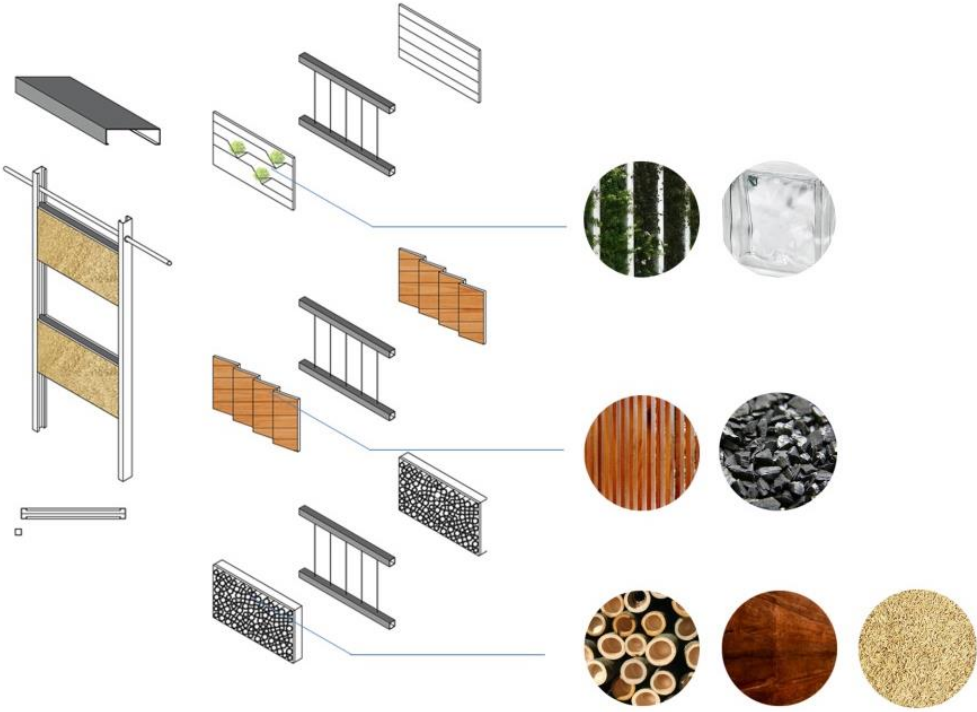


ภาพที่ 66 แสดงกระแสลมที่เข้ามายังอาคาร

การป้องกันมลภาวะ

Analysis	ปัญหา	เกณฑ์การแก้ไข	สภาน่าสบาย	พลังงาน	วัสดุ	เทคโนโลยี
เสียง ฝุ่น ควัน	เนื่องจากแนวอาคารติดถนน จึงทำให้ได้รับผลกระทบจาก เสียง ฝุ่น ควัน ที่มาจากท้องถนน ได้โดยตรง	ช่องเปิด	 buffer space  buffer space	 จัดกลุ่มกิจกรรมให้ ห่างจากบริเวณที่มี เสียงรบกวน  จัดกลุ่มกิจกรรมที่ เสียงดังไว้รวมกัน	 ไม้ไผ่  ถ่าน	








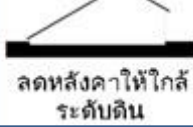



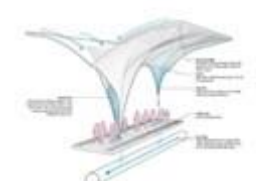

ตารางที่ 12 แสดงชุดเครื่องมือ



ชุดแผงกันแดดแบบเลื่อน โดยใช้ลักษณะพิเศษของวัสดุธรรมชาติและวัสดุที่ลดการสะสมความร้อน วัสดุที่ป้องกันมลภาวะฝุ่น-เสียง ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับผนังเฉพาะประเภทการใช้งานได้

ภาพที่ 67 ภาพแสดงแบบขยายแผงกันแดด

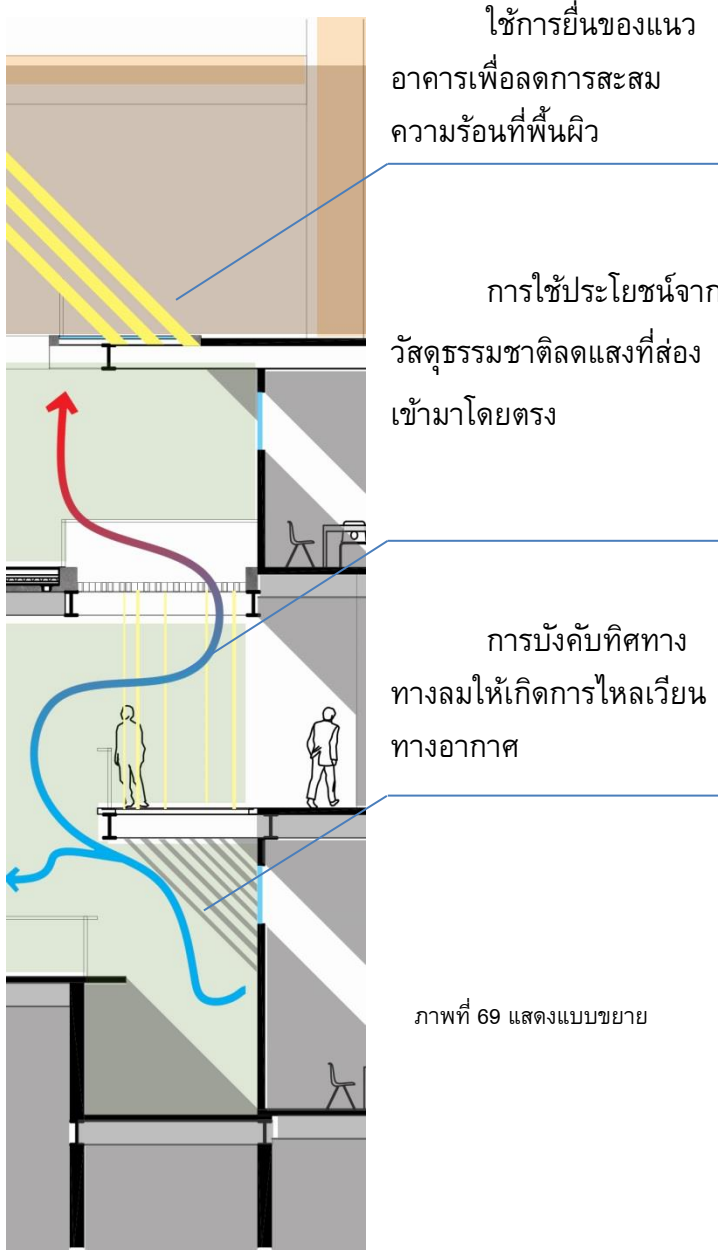
การระบายน้ำ

Analysis	ปัญหา	เกณฑ์การแก้ไข	สภาวะน่าสบาย	พลังงาน	วัสดุ	เทคโนโลยี
ฝน	เมื่อฝนตกลงมาจะพัดฝนไปตามเส้นทางของลมและบางครั้งที่มีลมหมุนต่างทิศ จะทำให้อาคารบางส่วนถูกฝนสาด บางครั้งที่มีปริมาณน้ำฝนมากก็น้ำฝนก็จะไหลไปรวมยังจุดเดียวกันเกิดน้ำล้นนอกอาคาร	ช่องเปิด	 <p>ใช้ต้นไม้หรือวัสดุอื่นป้องกัน</p>  <p>ใช้กันสาด</p>	 <p>เก็บน้ำฝน</p>  <p>ชะลอการปล่อยน้ำออกสู่ตัวอาคาร</p>  <p>รดน้ำต้นไม้</p>  <p>บรรยากาศ</p>  <p>ให้น้ำไหลออกจากอาคารเร็วที่สุด</p>  <p>ลดหลังคาให้ใกล้ระดับดิน</p>	 <p>ไม้ไผ่</p>  <p>ถ่าน</p>	 <p>MUSE Museum of Science</p>  <p>snohetta</p>  <p>nanyang</p>
		รูปทรง				

ตารางที่13แสดงชุดเครื่องมือ



ภาพที่ 68 แสดงแบบขยายหลังคาเขียว



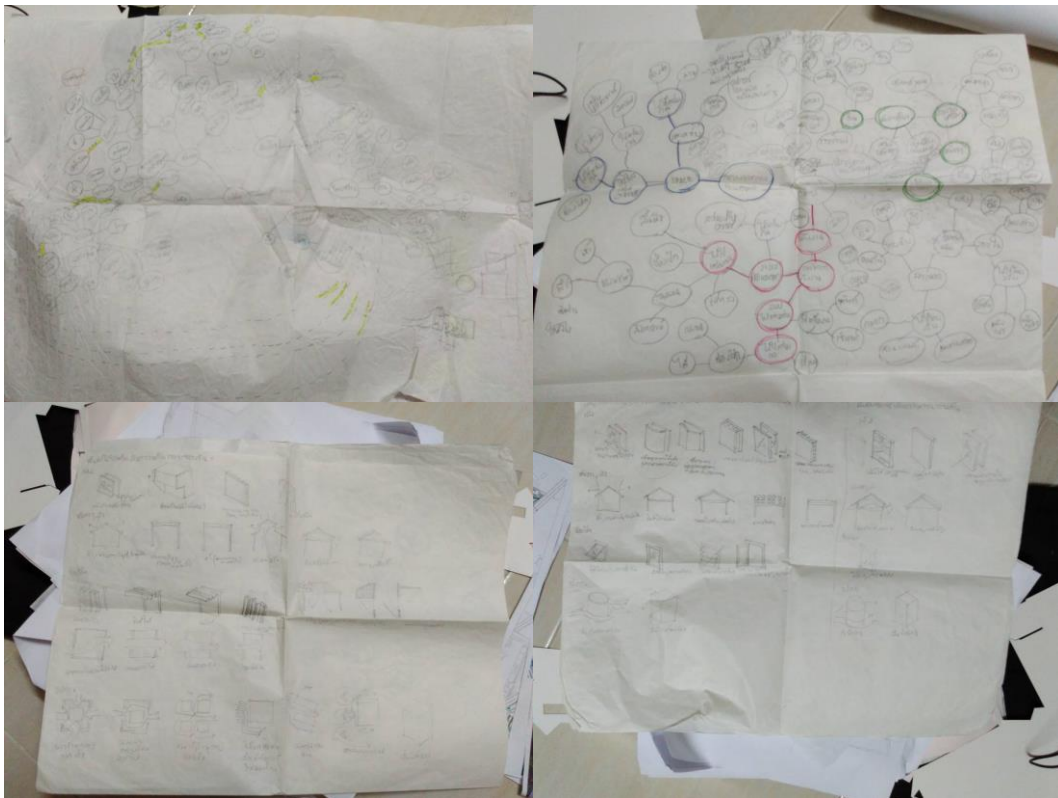
ภาพที่ 69 แสดงแบบขยาย

บทที่ 5

ขั้นตอนการออกแบบ

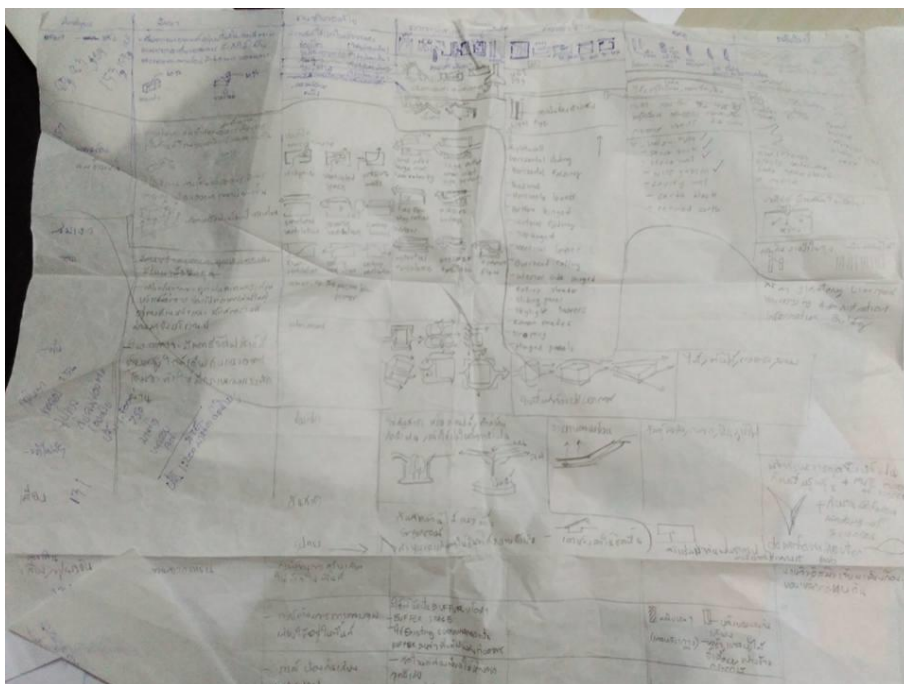
5.1 การออกแบบร่าง

แบบร่างชุดข้อมูล



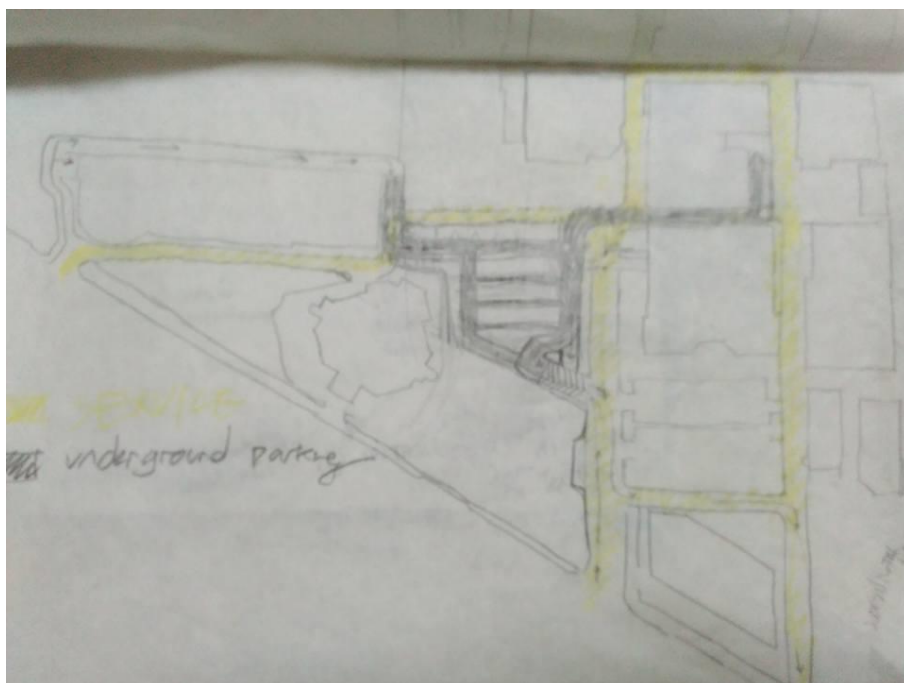
ภาพที่ 70 แสดงการศึกษาข้อมูลที่สนใจ

การศึกษาข้อมูลที่จะนำมาประกอบเป็นชุดเครื่องมือ โดยศึกษาเกี่ยวกับเรื่องของวัสดุพลังงาน และสภาพแวดล้อมในอาคาร ในส่วนของวัสดุได้ศึกษาคุณสมบัติของวัสดุหลายประเภท แต่ประเภทที่น่าสนใจและนำมาใช้คือวัสดุธรรมชาติ วัสดุผสมที่หลากหลายจะสามารถการสะสมความร้อนได้ ด้านพลังงานเป็นการค้นหาวิธีการลดพลังงานให้ได้มากที่สุด โดยใช้การควบคุมทิศทางของแสงสว่างจากช่องเปิดในแต่ละส่วน และสภาพแวดล้อมในอาคารคือการศึกษาพื้นที่ภายในอาคารโดยอาศัยลักษณะของการออกแบบให้อยู่ในภาวะน่าสบาย ลดการใช้เครื่องกลเพื่อให้เป็นอาคารที่ยั่งยืน



ภาพที่ 71 แสดงการสรุปชุดเครื่องมือที่ใช้ในงานออกแบบสถาปัตยกรรม

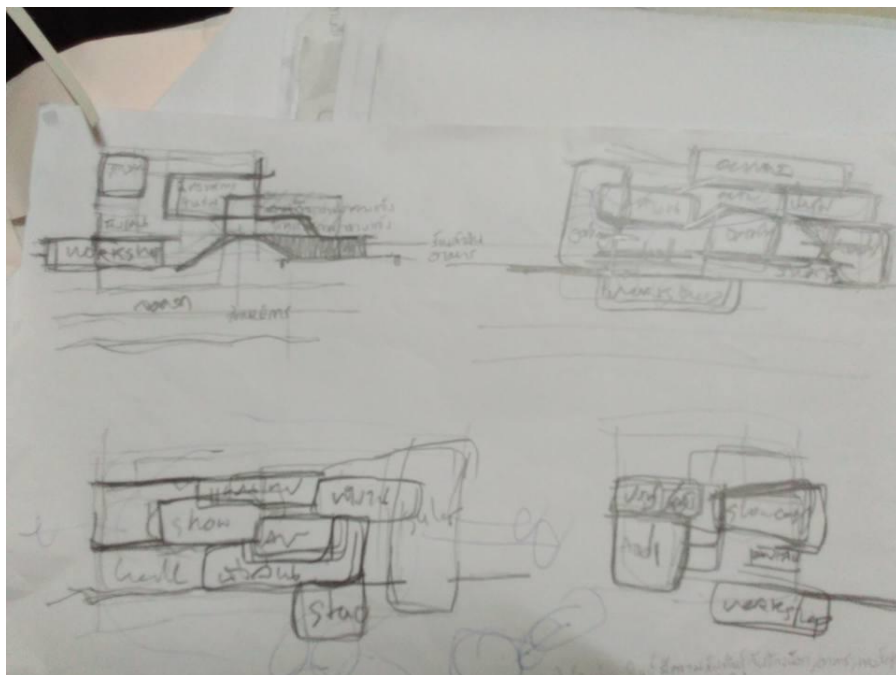
แสดงการสรุปปัญหาที่เกิดขึ้นจากอาคาร 2 เดิมและเครื่องมือที่เหมาะสมในการออกแบบในพื้นที่นั้นๆ



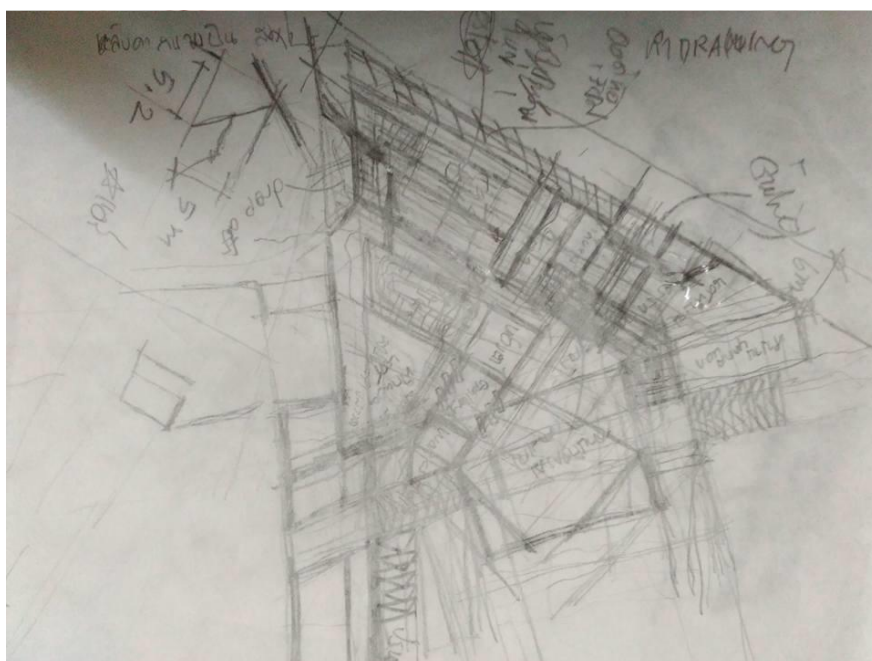
ภาพที่ 72 แสดงแนวทางในการปรับเส้นทางสัญจรของรถยนต์ไปยังลานจอดรถใต้ดิน

เพื่อเป็นการเพิ่มพื้นที่ให้นักศึกษาสามารถทำกิจกรรมที่หลากหลายบนพื้นดินระดับปกติ และจำกัดการเข้าถึงยังที่ตั้งอย่าเป็นระบบด้วยที่จอดรถใต้ดิน

5.2 การออกแบบร่างขั้นต้น

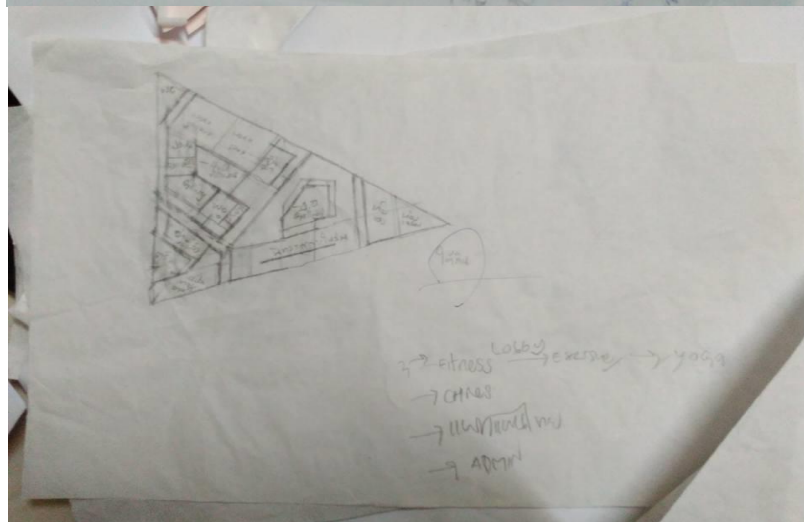


ภาพที่ 73 การจัดโซนของการใช้งาน

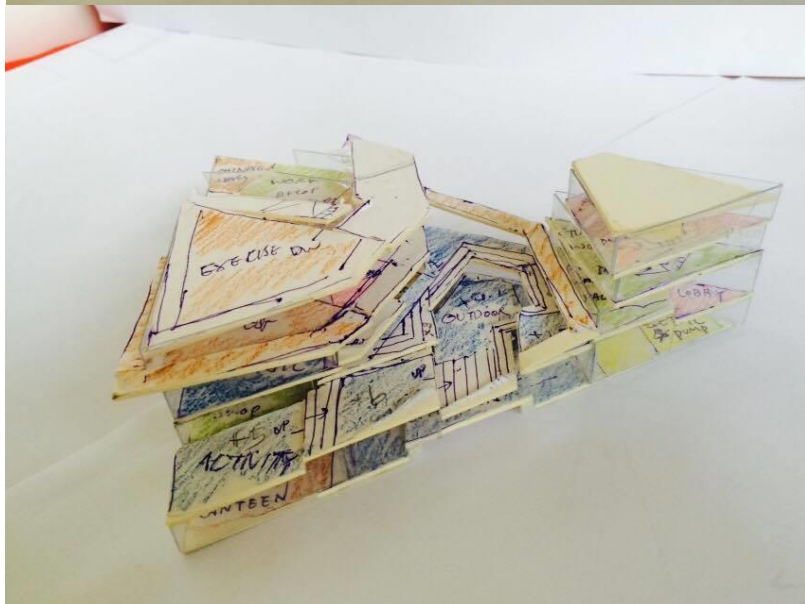
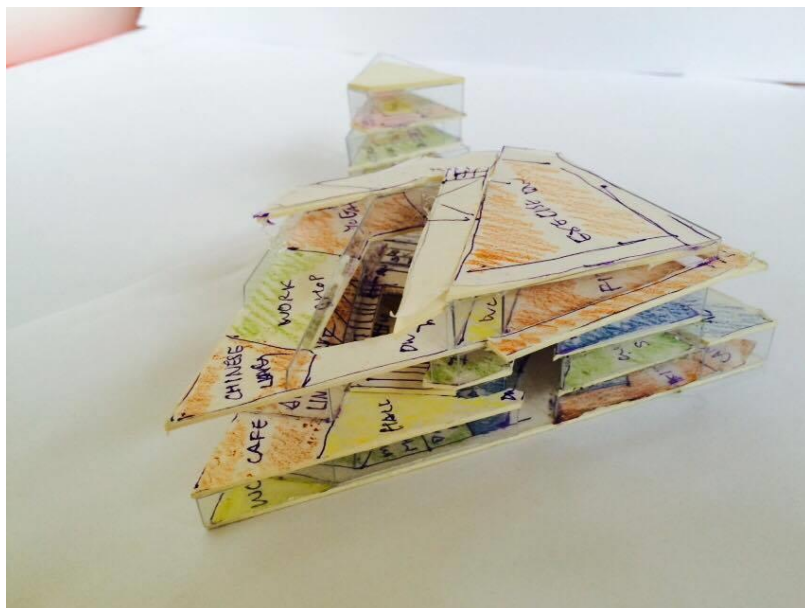


ภาพที่ 74 ขบวนการทำตัดพื้นเดิมเป็นที่ยืนและเกิดความสบายระหว่างผู้ใช้สอย

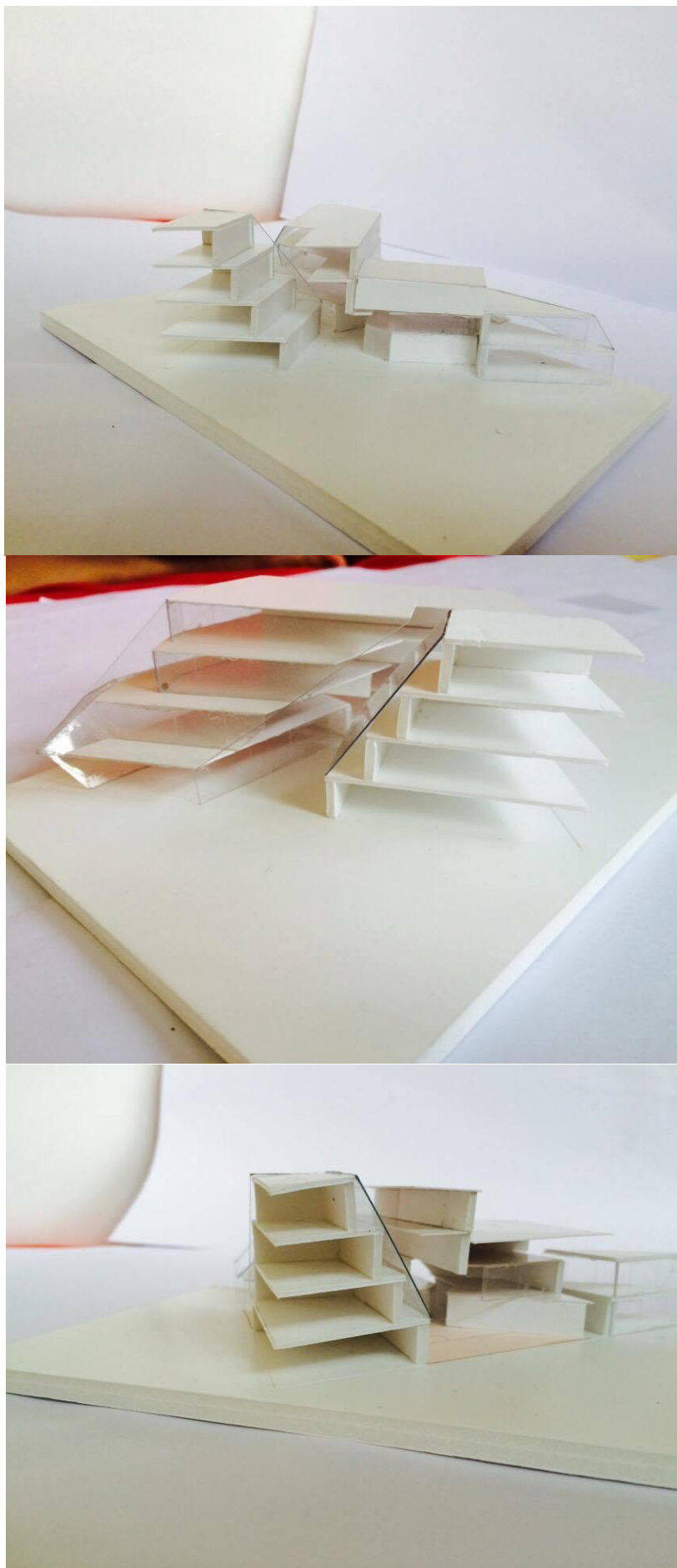
แบบร่างขั้นต้น



ภาพที่ 75 แสดงรูปถ่ายหุ่นจำลองแบบร่าง



ภาพที่ 76 แสดงรูปถ่ายหุ่นจำลองแบบร่าง



ภาพที่ 77 แสดงรูปถ่ายหุ่นจำลองแบบร่าง

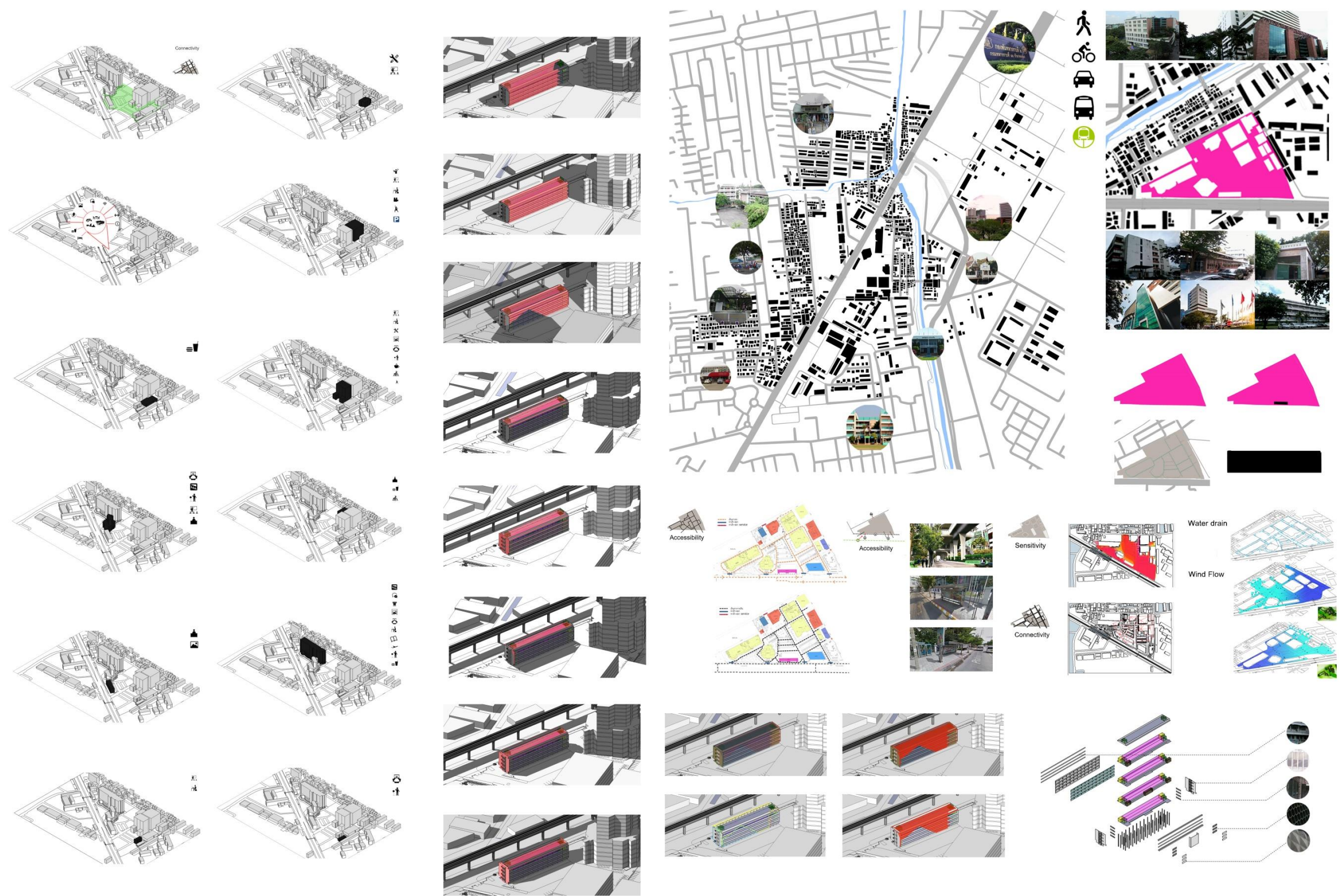
5.3 การออกแบบรายละเอียด



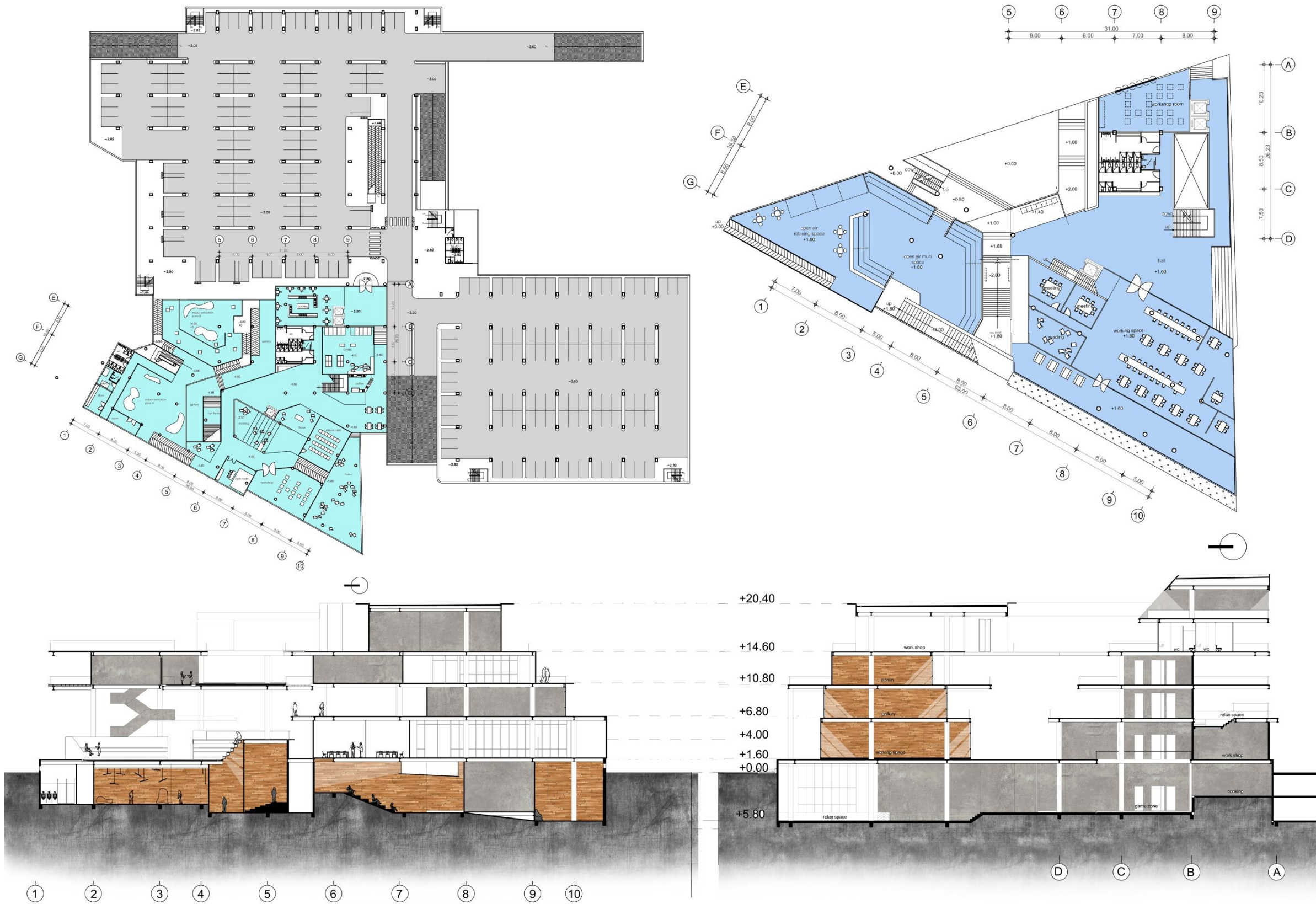
ภาพที่ 78 แสดงเพดนำเสนอ



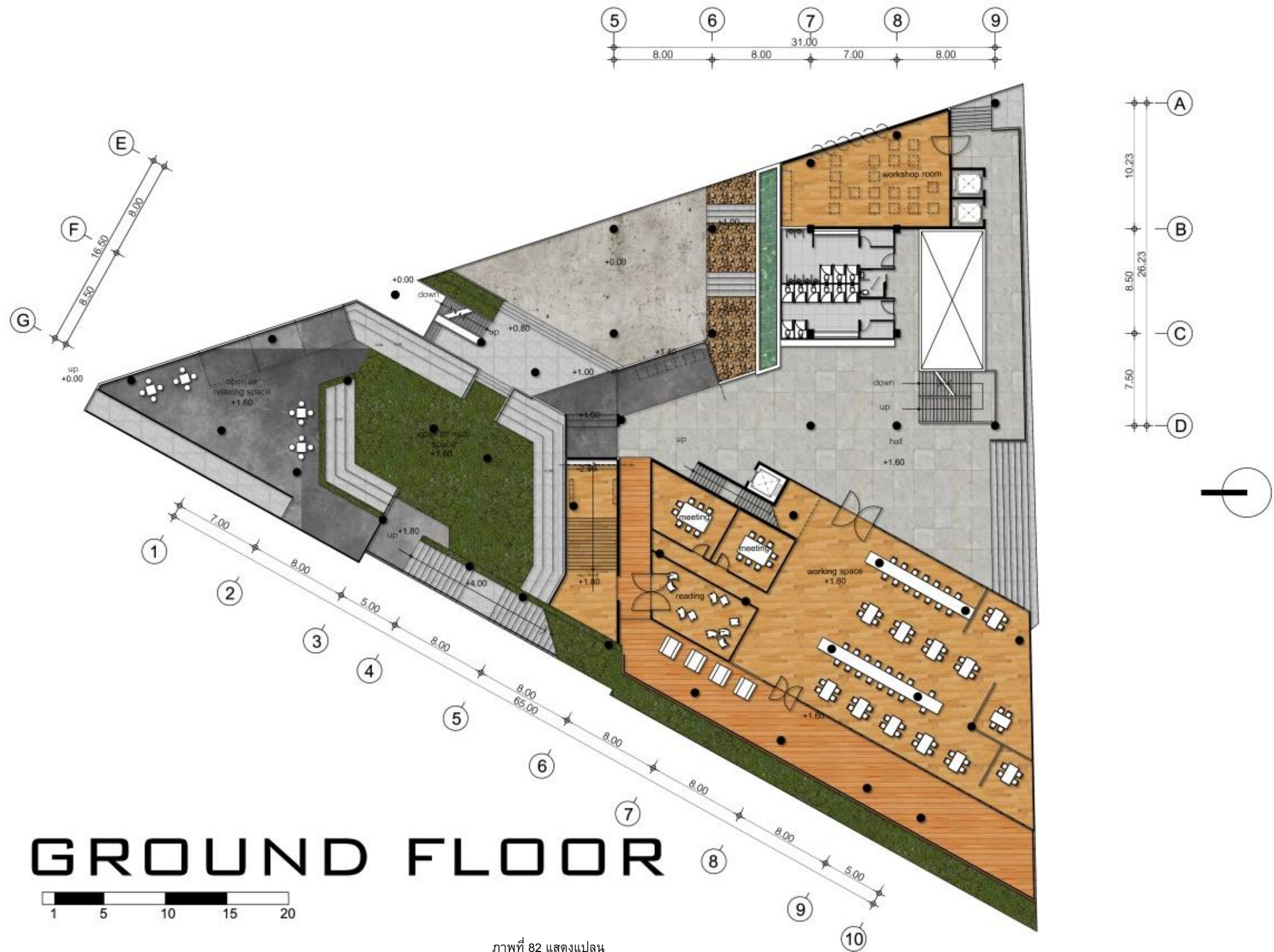
ภาพที่ 79 แสดงเพลนนำเสนอ



ภาพที่ 80 แสดงเพลนนำเสนอ



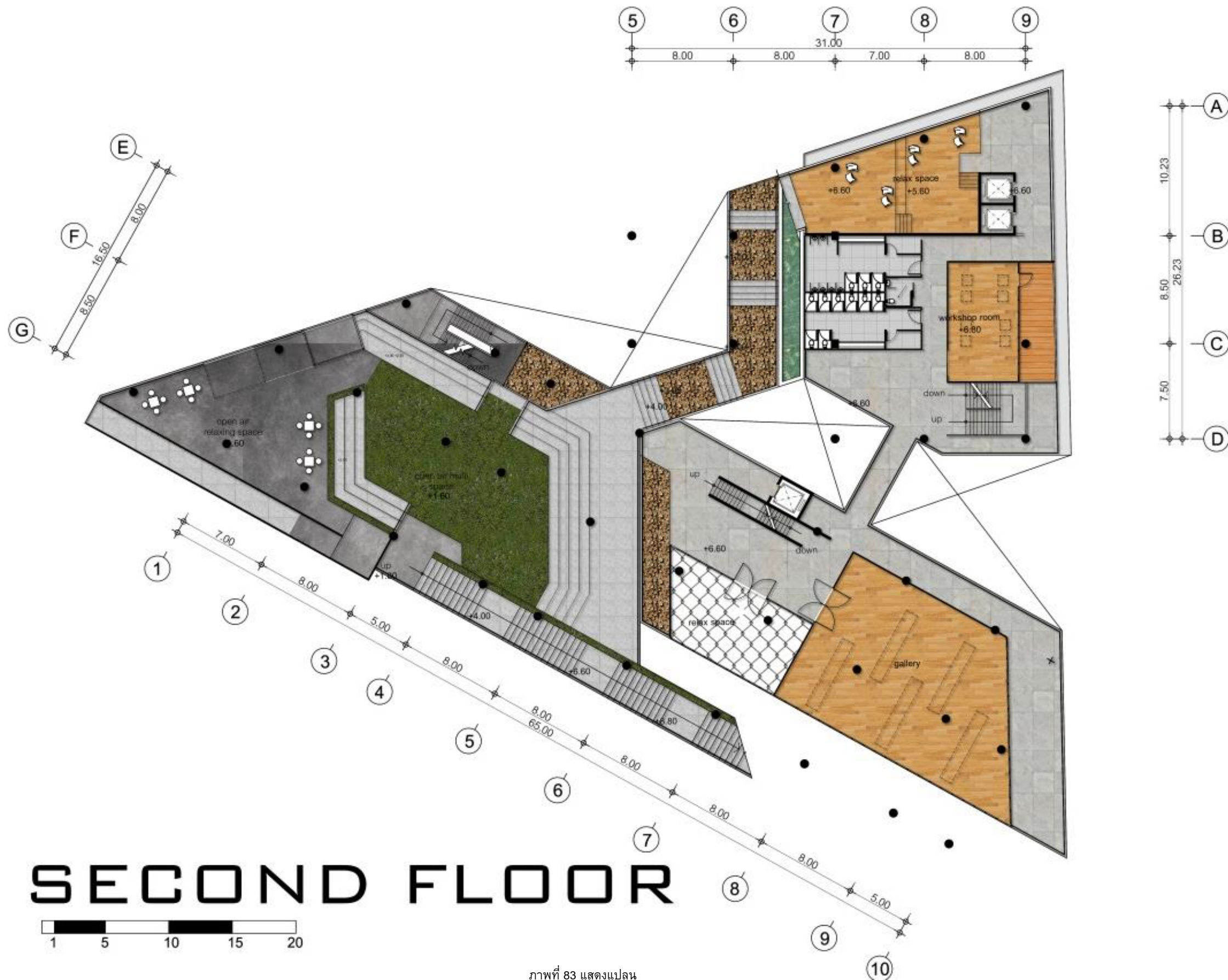
ภาพที่ 81 แสดงเพลาหน้าเสนอ



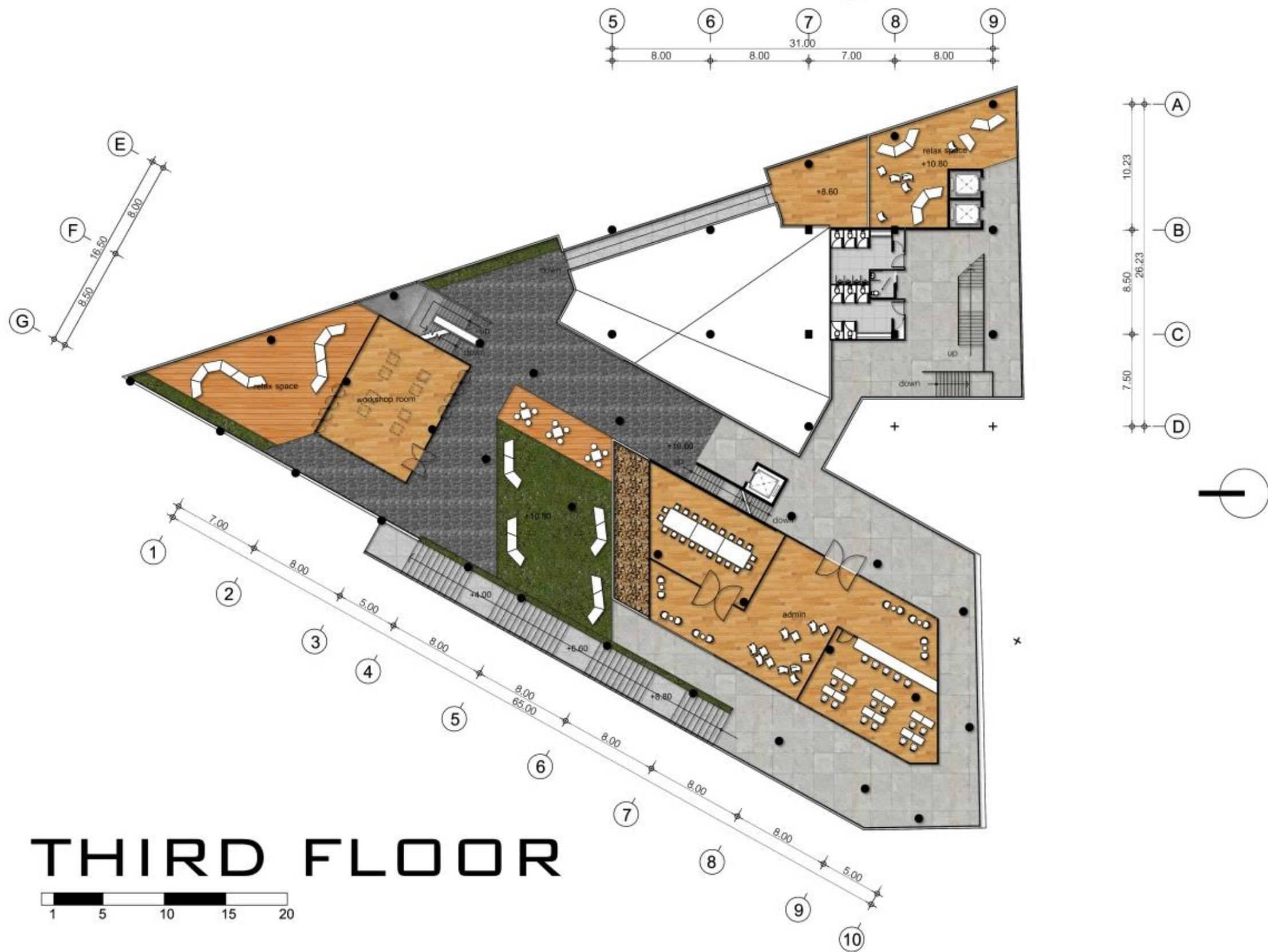
GROUND FLOOR

ภาพที่ 82 แสดงแปลน

A

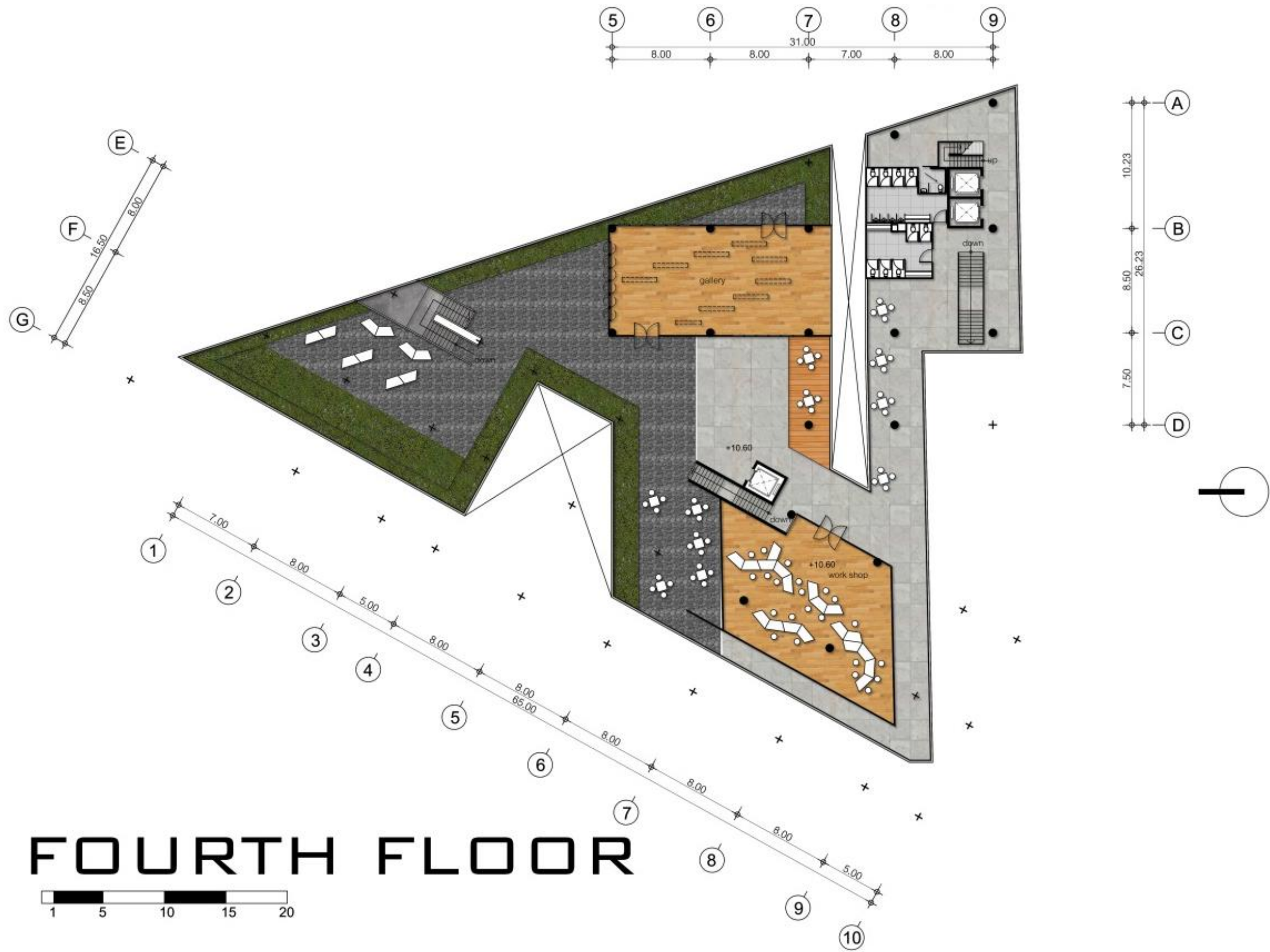


ภาพที่ 83 แสดงแปลน

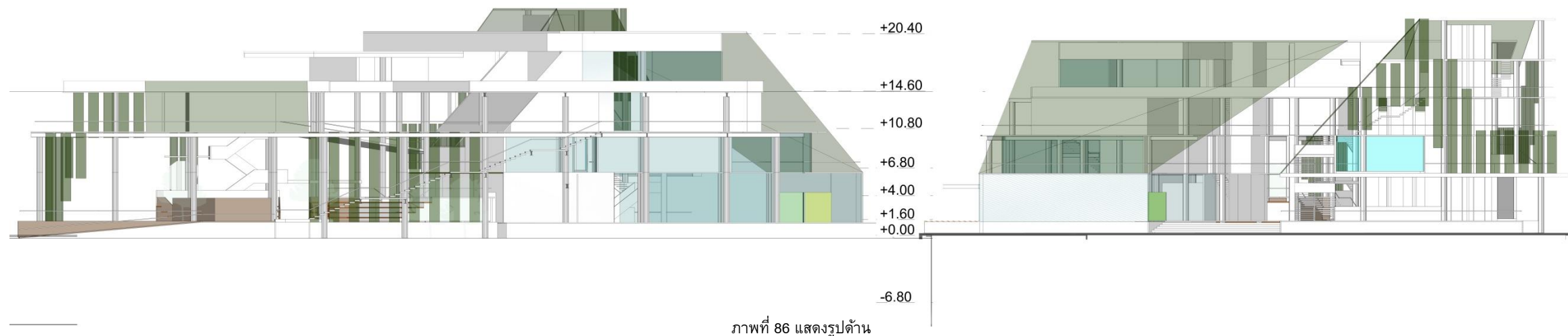


THIRD FLOOR

ภาพที่ 84 แสดงแสดงแปลน



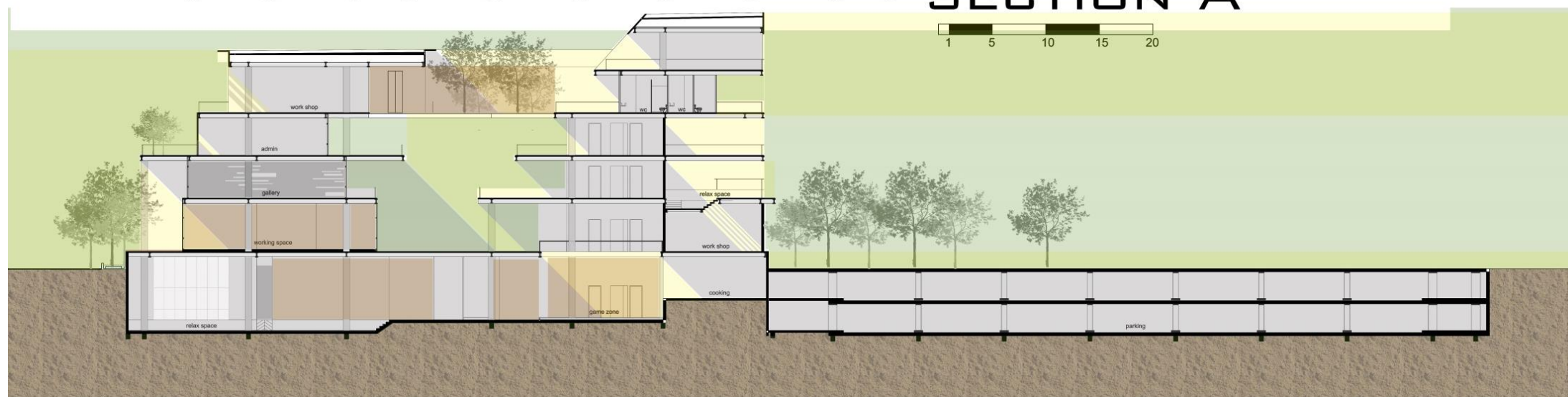
ภาพที่ 85 แสดงแปลน



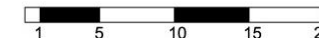
ภาพที่ 86 แสดงรูปด้าน



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 SECTION A

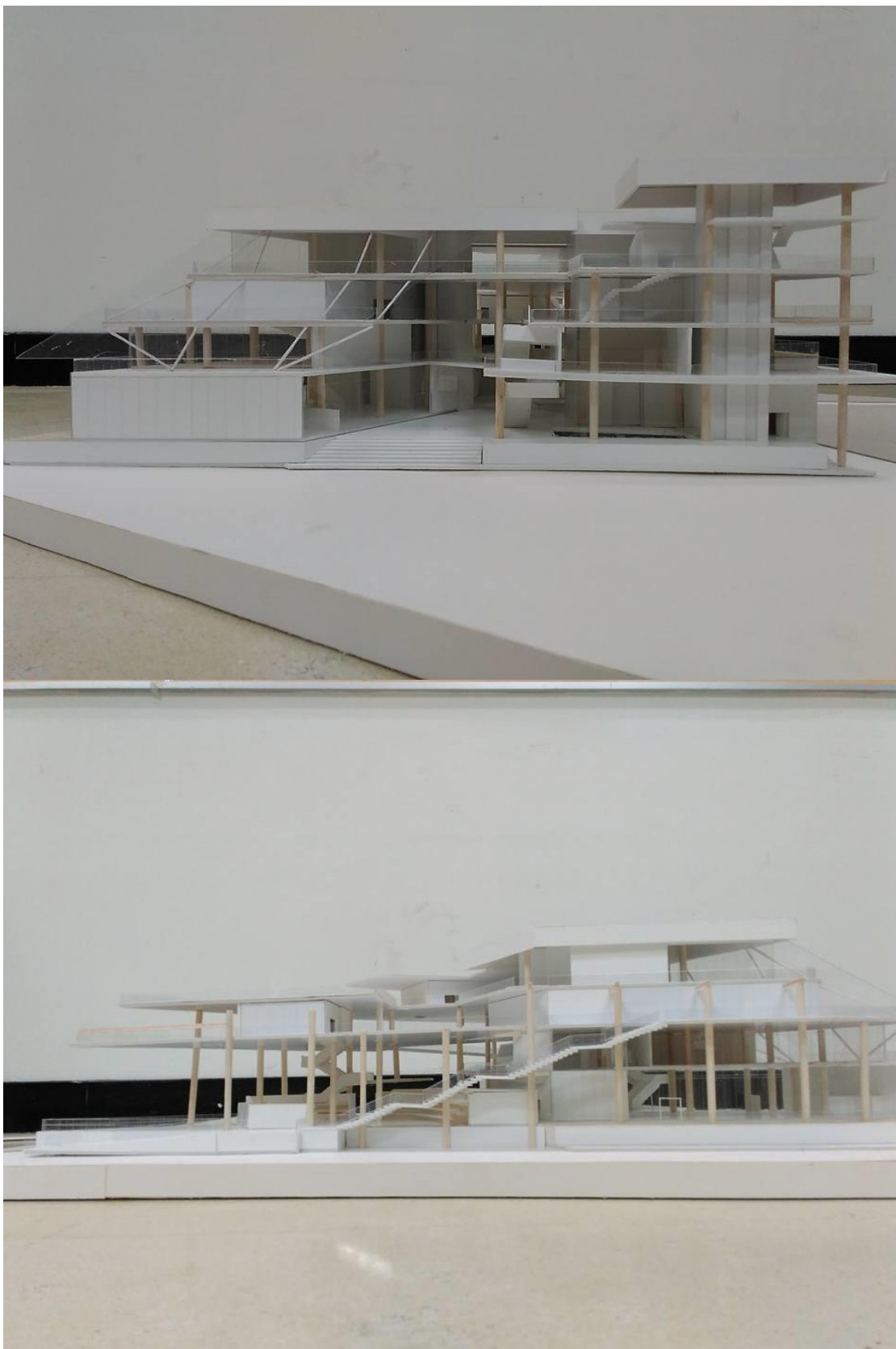


D C B A SECTION B

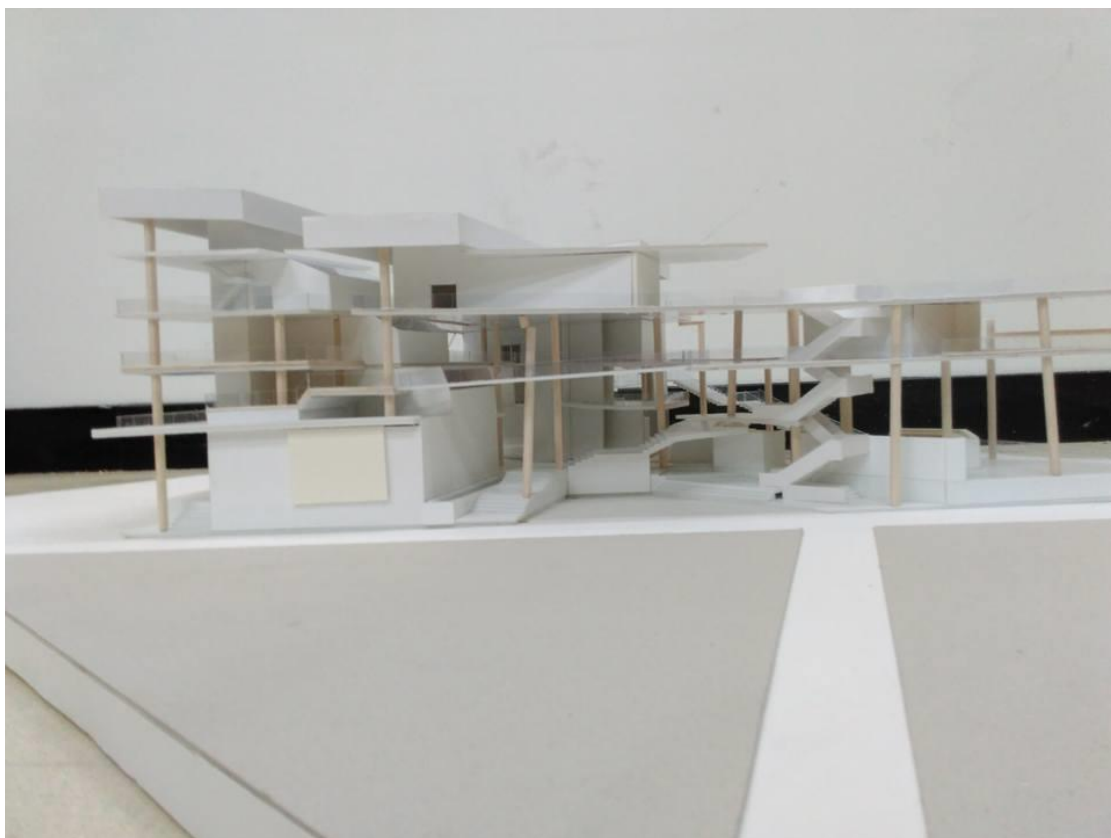


ภาพที่ 87 แสดงรูปตัด

5.4 ภาพหุ่นจำลอง



ภาพที่ 88 แสดงหุ่นจำลอง



ภาพที่ 89 แสดงหุ่นจำลอง

บรรณานุกรม

- กิตติศักดิ์ พุทธิ์กานนท์. 2554. ยุทธศาสตร์แห่งชาติว่าด้วยการจัดการ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ. (ออนไลน์). แหล่งที่มา: http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@asia/@ro-bangkok/documents/presentation/wcms_159174.pdf. 9 กันยายน 2558.
- คมชัดลึก. 2556. หลัก3R. (ออนไลน์). แหล่งที่มา: <http://www.komchadluek.net/detail/20130909.html>. 15 พฤศจิกายน 2558.
- คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม. จิตวิทยาการเรียนการสอน Psychology in Teaching and Learning). ภาพสไลด์ : ประสานการพิมพ์, 30 กันยายน 2558.
- จักรกฤษณ์ เหลืองเจริญรัตน์ และ สิงห์ อินทรชูโต. 2556. เกณฑ์ประเมินอาคารที่ยั่งยืน. (ออนไลน์). แหล่งที่มา: <http://www.tds.tu.ac.th/jars/download/jars/v10-1/01%20Chakkrit%20&%20Singh.pdf>. 10 สิงหาคม 2558.
- ชูพงษ์ ทองคำสมุทร. 2553. แนวทางการออกแบบอาคารเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้. (ออนไลน์). แหล่งที่มา: <http://arch.kku.ac.th/journal/wp-content/uploads/2012/06/01-53.pdf>. 9 กันยายน 2558.
- นายวริศ บุญญาลงกรณ์. 2554. ความร้อนของประเทศไทย. (ออนไลน์). แหล่งที่มา: <https://sites.google.com/site/waris33311/>. 13 กันยายน 2558.
- นุชนาท เชื้ออินตะ. 2553. พื้นที่เรียนรู้สร้างสรรค์การออกแบบ. 15 พฤศจิกายน 2558.
- ประกอบ เอี่ยมสอาด. 2555. นโยบาย กฎหมายและข้อกำหนดด้านอนุรักษ์พลังงาน. (ออนไลน์). แหล่งที่มา: <http://www.tei.or.th/tbcd/projects/130726-03.pdf>. 30 กันยายน 2558.
- ปรัชญา บัตถาวงศ์และวิทยา ยงเจริญ. 2557. การศึกษารอบอาคารชุดและแนวทางการประหยัด พลังงาน. (ออนไลน์). แหล่งที่มา: <http://www.eri.chula.ac.th/eri-main/wp-content/uploads/2014/07/25-37edit.pdf>. 30 กันยายน 2558.
- ประพุช พงษ์เลาหพันธ์. 2556. อาคารเขียว. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <https://www.mitr.com/mitr-article.php?cid=151&hl=th>. 10 สิงหาคม 2558.

บรรณานุกรม(ต่อ)

ป่าสาละ. 2557. รู้จักอาคารสีเขียว. (ออนไลน์). แหล่งที่มา:

<http://www.salforest.com/blog/parkpoom/%E0%B8%A3%E0%B8%B9%E0%B9%89%E0%B8%88%E0%B8%B1%E0%B8%81%E0%B8%AD%E0%B8%B2%E0%B8%84%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%AA%E0%B8%B5%E0%B9%80%E0%B8%82%E0%B8%B5%E0%B8%A2%E0%B8%A7>. 15 พฤศจิกายน 2558.

พันธุ์ดา พุฒิปาโรจน. 2557. LEED. (ออนไลน์). แหล่งที่มา :

<http://www.onep.go.th/eia/images/7handbook/LEED.pdf>. 10 สิงหาคม 2558.

วฐู ชุกิตติกุล. จิตวิทยา (โครงการตำราวิชาการราชภัฏเฉลิมพระเกียรติ เนื่องในวโรกาสพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงเจริญพระชนมพรรษาครบ ๖ รอบ). ม.ป.พ., 30 กันยายน 2558.

โรเบิร์ต อี. ซิลเวอร์แมน. จิตวิทยาทั่วไป General Psychology. พิมพ์ครั้งที่ 8. แปลโดย สุปราณี สนิธิรัตน์และคณะ. จามจุรีโปรดักท์ : กรุงเทพฯ ฯ, 30 กันยายน 2558.

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2552. แผนแม่บทรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งชาติ พ.ศ.2553-2562. (ออนไลน์). แหล่งที่มา:

http://www.eppo.go.th/ccep/download/CC_TH_Action_Plan_Dec2009.pdf. 9 กันยายน 2558.

สุสาวัลย์ ทันใจชน. 2555. การศึกษาการใช้พลังงานและสภาวะน่าสบายของบ้านพักอาศัยที่ใช้มวลสารมาก กรณีศึกษาบ้านพักอาศัยกรุงเทพฯและอุบลราชธานี. (ออนไลน์). แหล่งที่มา:

http://www.thapra.lib.su.ac.th/objects/thesis/fulltext/thapra/Sulawun_Thanjaichon/fulltext.ppd. 8 กันยายน 2558.

สุภัทรา เอี่ยมประเสริฐ. 2554. การรับรู้และการมีส่วนร่วมในการลดภาวะโลกร้อนของนักศึกษาระดับปริญญาตรีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. (ออนไลน์). แหล่งที่มา:

<http://www.repository.rmutt.ac.th/bitstream/handle/123456789/821/124348.pdf?sequence=1>. 8 กันยายน 2558.

บรรณานุกรม(ต่อ)

- สิริอร วิชาวุธและคณะ. จิตวิทยาทั่วไป. พิมพ์ครั้งที่ 4. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ :
โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 30 กันยายน 2558.
- สุนทร บุญญธิการ. 2554. เทคนิคการออกแบบบ้านประหยัดพลังงาน. พิมพ์ครั้งที่ 1 สำนักพิมพ์
ดอกหญ้ากรุป. 15 พฤศจิกายน 2558.
- อำนาจ ชิดไธสง. 2554. รายงานการสังเคราะห์และประมวลสถานภาพองค์ความรู้ด้านการ
เปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของไทย ครั้งที่ 1 พ.ศ. 2554. (ออนไลน์). แหล่งที่มา:
http://www.conference.tgo.or.th/download/2011/190811/PPT/03_TARC.pdf. 9
กันยายน 2558.
- 20wallacestreetrenovation.wordpress.com. 2558. PRECEDENTS AND MATERIAL
STUDIES (PIETA). (ออนไลน์). แหล่งที่มา: [https://20wallacestreetrenova
tion.wordpress.com/2015/04/27/precedents-and-material-studies-pieta/](https://20wallacestreetrenovation.wordpress.com/2015/04/27/precedents-and-material-studies-pieta/). 15
พฤศจิกายน 2558.
- a10.eu. 2556. Zeimuls, Centre of Creative Services of Eastern Latvia. (ออนไลน์).
แหล่งที่มา: [http://www.a10.eu/magazine/issues/48/sensitive_geomet
ry_rezekne.html](http://www.a10.eu/magazine/issues/48/sensitive_geometry_rezekne.html). 15 พฤศจิกายน 2558.
- archdaily. 2558. Zeimuls, Centre of Creative Services of Eastern Latvia. (ออนไลน์).
แหล่งที่มา: [http://www.archdaily.com/589480/zeimuls-centre-of-creative-services-
of-eastern-latvia-saals-architecture](http://www.archdaily.com/589480/zeimuls-centre-of-creative-services-of-eastern-latvia-saals-architecture). 15 พฤศจิกายน 2558.
- comeongreen. 2555. GREEN LIVING. (ออนไลน์). แหล่งที่มา:
[http://www.comeongreen.com/Green-Living/19/GreenRoofหรือหลังคาสีเขียวอีกหนึ่ง
ทางเลือกในการเข้าหาธรรมชาติของคนเมือง](http://www.comeongreen.com/Green-Living/19/GreenRoofหรือหลังคาสีเขียวอีกหนึ่งทางเลือกในการเข้าหาธรรมชาติของคนเมือง). 15 กันยายน 2558.
- eco-business. 2553. SGBC launches sustainable lighting, green certification initiatives.
(ออนไลน์). แหล่งที่มา: [http://www.eco-business.com/news/sgbc-launches-
sustainable-lighting-green-certification-initiatives/](http://www.eco-business.com/news/sgbc-launches-sustainable-lighting-green-certification-initiatives/)). 15 พฤศจิกายน 2558.
- free-d.nl/. 2553. NTU ADM. (ออนไลน์). แหล่งที่มา: <http://free-d.nl/project/show/id/400>. 15
พฤศจิกายน 2558.
- kaybizsiam. 2553. การจัดงานบนหลังคา. (ออนไลน์). แหล่งที่มา:
<http://www.slideshare.net/kaybizsiam/-6363631>. 15 กันยายน 2558.

บรรณานุกรม(ต่อ)

- gamegar. 2555. สถาปัตยกรรมสีเขียว. (ออนไลน์). แหล่งที่มา:
<http://www.slideshare.net/gamegar/ss-12557632>. 15 กันยายน 2558.
- Grace Bonney. 2553. PARLIAMENT PORTLAND. (ออนไลน์). แหล่งที่มา:
<http://www.designsponge.com/2010/01/parliament-design-portland.html>. 15 พฤศจิกายน 2558.
- greenbuilding. 2554. อาคารเขียว. (ออนไลน์). แหล่งที่มา:
<http://greenbuilding.pcd.go.th/index.php?limitstart=5>. 30 กันยายน 2558.
- Josh Dunlop. 2557. Top 20 Most Awesome Company Offices. (ออนไลน์). แหล่งที่มา:
<http://www.incomediary.com/top-20-most-awesome-company-offices>. 15 พฤศจิกายน 2558.
- pirun. 2554. คุณสมบัติของไม้. (ออนไลน์). แหล่งที่มา:
<http://pirun.ku.ac.th/~b5410101111/%E0%B8%82%E0%B9%89%E0%B8%AD%E0%B8%A1%E0%B8%B9%E0%B8%A5-03.pdf>. 15 พฤศจิกายน 2558.
- rs.mahidol. 2555. 7 Ways To Green Your office. (ออนไลน์). แหล่งที่มา:
http://www.rs.mahidol.ac.th/rs_green/images/knowledge/Green_Office.pdf. 30 กันยายน 2558
- sahasutha. 2555. สถาปัตยกรรมสีเขียว. (ออนไลน์). แหล่งที่มา:
http://www.sahasutha.com/guide-detail.php?cate_id=31&tid=119. 15 กันยายน 2558.
- school of art, design and Media. 2557. NTU ADM. (ออนไลน์). แหล่งที่มา:
<http://www.adm.ntu.edu.sg/aboutus/Facilities/Pages/Auditorium.aspx>. 15 พฤศจิกายน 2558.
- Sudaporn Jiranukornsakul. 2557. SCG 100 ปี อาคารเขียวเพื่อโลก...เพื่อเรา.... (ออนไลน์). แหล่งที่มา: <http://www.portfolios.net/profiles/blogs/scg-100>. 15 พฤศจิกายน 2558.
- th.answers.yahoo.com. 2553. กาบมะพร้าวหรือเปลือกมะพร้าว. (ออนไลน์). แหล่งที่มา:
http://www.angelfire.com/hero/t_coconut/page2x3.htm. 15 พฤศจิกายน 2558.

บรรณานุกรม(ต่อ)

th.answers.yahoo.com. 2556. กระสอบป่าน. (ออนไลน์). แหล่งที่มา:

<https://th.answers.yahoo.com/question/index?qid=20130717010135AARB3Kx>. 15 พฤศจิกายน 2558.

th.wikipedia. 2558. ดิน. (ออนไลน์). แหล่งที่มา:

<https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B8%94%E0%B8%B4%E0%B8%99>. 15 พฤศจิกายน 2558.

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ชื่อ นางสาวจิรัชยา ลี

ที่อยู่ 509 หมู่9 ตำบลเวียงพางคำ อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย 57130

เกิด 9 พฤษภาคม พ.ศ.2536

ประวัติการศึกษา

พ.ศ.2553 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (4-6) โรงเรียนแม่สายประสิทธิ์ศาสตร์

พ.ศ.255จ สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (1-3) โรงเรียนแม่สายประสิทธิ์ศาสตร์

พ.ศ.2553 สำเร็จการศึกษาระดับประถมศึกษาศึกษา (1-6) โรงเรียนดรุณราชวิทยา

ประวัติการทำงาน

-ผู้ช่วยทำงานบริษัท Atelier of Architects Company