การประเมินสมรรถนะของการออกแบบหน่วยพักอาศัยที่มีขนาดกะทัดรัด

โดย

นางสาว ศศิชา วงศ์สุนันท์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรม
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ปีการศึกษา 2559
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

Ref. code: 25595816030141UDA

การประเมินสมรรถนะของการออกแบบหน่วยพักอาศัยที่มีขนาดกะทัดรัด

โดย

นางสาว ศศิชา วงศ์สุนันท์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรม
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ปีการศึกษา 2559
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

Ref. code: 25595816030141UDA

PERFORMANCE EVALUATION OF COMPACT HOUSING UNIT DESIGN

BY

MISS SASICHA WONGSUNUNT

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS

FOR THE DEGREE OF MASTER OF ARCHITECTURE

ARCHITECTURE

FACULTY OF ARCHITECTURE AND PLANNING

THAMMASAT UNIVERSITY

ACADEMIC YEAR 2016

COPYRIGHT OF THAMMASAT UNIVERSITY

Ref. code: 25595816030141UDA

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง

วิทยานิพนธ์

ของ

นางสาว ศศิชา วงศ์สุนันท์

เรื่อง

การประเมินสมรรถนะของการออกแบบหน่วยพักอาศัยที่มีขนาดกะทัดรัด

ได้รับการตรวจสอบและอนุมัติ ให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
เมื่อ วันที่ 10 สิงหาคม พ.ศ. 2560

ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ _____
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชนิกานต์ ยิ้มประยูร)

กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ _____
(รองศาสตราจารย์ อวิรุทธ์ ศรีสุธาพรรณ)

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ _____
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. บุญอนันต์ นทกุล)

คณบดี _____
(รองศาสตราจารย์ เฉลิมวัฒน์ ตันตสวัสดิ์)

Ref. code: 25595816030141UDA

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การประเมินสมรรถนะของการออกแบบหน่วยพักอาศัยที่มีขนาดกะทัดรัด
ชื่อผู้เขียน	นางสาวศศิชา วงศ์สุนันท์
ชื่อปริญญา	สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา/คณะ/มหาวิทยาลัย	สถาปัตยกรรม สถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รองศาสตราจารย์ อวิรุทธ์ ศรีสุธาพรรณ
ปีการศึกษา	2559

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มุ่งศึกษา ประเมินสมรรถนะด้านการระบายอากาศและพลังงาน และเสนอแนวทางการออกแบบหน่วยพักอาศัยขนาดกะทัดรัด โดยมีตัวแปรในการศึกษาคือ (1) สัดส่วน พื้นที่ และปริมาตรของหน่วยพักอาศัย (2) การเลือกใช้รูปแบบ ขนาดและการวางตำแหน่งของช่องเปิด งานวิจัยดำเนินการโดยใช้โปรแกรม PHOENICS ในการจำลองพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ และโปรแกรม e-QUEST 3.65 ในการจำลองการใช้พลังงานไฟฟ้า

จากการศึกษาพบว่า (1) สำหรับหน่วยพักอาศัยประเภทห้องพักมาตรฐาน การลดขนาดความกว้างจาก 2.50 ม. เป็น 1.00 ม. ลดความลึกจาก 3.20 ม. เป็น 1.25 ม. พื้นที่ห้องลดลงร้อยละ 80 ออกแบบโดยใช้รูปแบบช่องเปิดสองด้านตำแหน่งตรงกันที่ WWR ในช่วง 50-80 จะสามารถทำให้เกิดการระบายอากาศที่ดีที่สุดเมื่อเทียบกับอาคารอ้างอิง และ 2) สำหรับหน่วยพักอาศัยประเภทตึกแถว การลดขนาดความกว้างจาก 4.00 ม. เป็น 2.00 ม. เพิ่มความลึกจาก 7.50 ม. เป็น 10.00 ม. และมีพื้นที่ห้องลดลงร้อยละ 20 จะทำให้มีความเร็วลมเฉลี่ยภายในห้องที่ดีที่สุดเมื่อใช้ช่องเปิดสองด้านแบบตรงกันที่ WWR 20 และหากใช้ช่องเปิดสองด้านแบบเยื้องกัน ที่ WWR ในช่วง 50 - 80 จะทำให้เกิดอัตราการไหลที่ดีที่สุด เมื่อเทียบกับอาคารอ้างอิง

ผลการวิจัยทำให้ทราบว่าการออกแบบหน่วยพักอาศัยที่มีขนาดกะทัดรัด ซึ่งได้พิจารณาการออกแบบร่วมกับการเลือกใช้รูปแบบ การกำหนดตำแหน่ง และขนาดช่องเปิดที่เหมาะสม โดยมีปริมาตรที่น้อยลงสามารถทำให้เกิดการระบายอากาศที่ดีขึ้นและประหยัดพลังงานมากขึ้นได้เมื่อเทียบกับหน่วยพักอาศัยมาตรฐาน นอกจากนี้ยังสามารถสร้างทางเลือกและความยืดหยุ่นในการออกแบบสถาปัตยกรรมได้อย่างหลากหลายมากขึ้น

คำสำคัญ: หน่วยพักอาศัยขนาดเล็ก, ช่องเปิด, การระบายอากาศ, การบริโภคพลังงานไฟฟ้า

Ref. code: 25595816030141UDA

Thesis Title	PERFORMANCE EVALUATION OF COMPACT HOUSING UNIT DESIGN.
Author	Miss. Sasicha Wongsununt
Degree	Master of Architecture
Major Field/Faculty/University	Architecture Faculty of Architecture and Planning Thammasat University
Thesis Advisor	Associate Professor Awiroot Srisutapan
Academic Years	2016

ABSTRACT

This research focused on the study of ventilation and energy performance of compact housing units design. Variables of proportion, area and volume of unit and type, size, and position of void were explored by using PHOENICS as a flow simulation tool, and e-Quest 3.65 as an energy simulation tool.

The results are shown as following: 1) For standard unit type, the solution of decreasing of width from 2.50 to 1.00 m., decreasing of depth from 3.20 to 1.25 m., room area decrease by 80%, 2 voids on opposite wall, WWR 50-80, provides the highest ventilation rate. 2) For standard commercial building type, the solution of decreasing of width from 4.00 to 2.00 m., increasing of depth from 7.50 to 10.00 m., room area decrease by 20%, 2 voids on opposite wall, WWR 20, provides the best average wind speed. However, with the design of 2 voids on opposite wall with slightly shift position, WWR 50-80, it provides maximum wind flow.

To increase ventilation rate and reduce energy consumption of small compact housing units, the combination of types, sizes,and positions of voids should be integrated. Finally, the outcomes of this research could be a guideline of compact architectural design in Thailand.

Keywords: Compact Units, Voids, Ventilation, Energy consumption

Ref. code: 25595816030141UDA

กิตติกรรมประกาศ

ในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ ทั้งการจัดทำเล่มและการสอบวิทยานิพนธ์สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์ คำปรึกษาแนะนำ และความรู้ที่เป็นประโยชน์อย่างดีต่องานวิจัย จากคณะกรรมการวิทยานิพนธ์ และผู้ที่เกี่ยวข้องกับผู้เขียนทุกท่าน

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ อวิรุทธ์ ศรีสุธาพรรณ สำหรับการเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาที่คอยช่วยเหลือ แนะนำ และให้กำลังใจเอาใจใส่เป็นอย่างมาก รวมถึงผลักดันให้ผู้เขียนเกิดความกระตือรือร้น และแนวทางในการทำวิทยานิพนธ์เล่มนี้ขึ้น

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนิกานต์ ยิ้มประยูร ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ให้ความรู้และให้โอกาสแนะนำแนวทางความคิดเห็นต่างๆในงานวิจัยชิ้นนี้ ตลอดจนการแก้ไขจุดบกพร่องต่างๆเพื่อให้วิทยานิพนธ์มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุญอนันต์ นทกุล ที่สละเวลาเป็นอย่างมากในการมาเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รวมถึงคำปรึกษา และคำแนะนำที่ทำให้ผู้เขียนเห็นถึงแนวทางในด้านการออกแบบมากขึ้นเพื่อเป็นแนวทางในการทำวิทยานิพนธ์ที่น่าสนใจต่อไปได้

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณครอบครัวที่ให้กำลังใจ และให้โอกาสได้ศึกษาในคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ รวมถึงช่วยเหลือในด้านต่างๆ สนับสนุนในทุกๆด้านตลอดมา เป็นแรงผลักดันที่สำคัญในการทำให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

นางสาว ศศิชา วงศ์สุนันท์

Ref. code: 25595816030141UDA

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	(1)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	(2)
กิตติกรรมประกาศ	(3)
สารบัญตาราง	(8)
สารบัญภาพ	(10)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 คำถามการวิจัย	2
1.3 วัตถุประสงค์การวิจัย	2
1.4 สมมติฐานในการวิจัย	2
1.5 ระเบียบวิธีวิจัย	3
1.6 ขอบเขตการวิจัย	4
1.6 ขั้นตอนการศึกษา	5
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	6
1.8 นิยามศัพท์ที่เกี่ยวข้อง	7
บทที่ 2 วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	8
2.1 กระบวนการที่ใช้ในการวิเคราะห์	9
2.1.1 กฎกระทรวงฉบับที่55 (พ.ศ. 2543)	9
2.1.2 มาตรฐานขนาดที่อยู่อาศัยและกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการใช้พื้นที่	11

Ref. code: 25595816030141UDA

2.1.3 ลักษณะทางเศรษฐศาสตร์ในปัจจุบัน 18
2.1.4 วิวัฒนาการของที่อยู่อาศัยขนาดเล็ก 29
2.1.5 ศึกษาตัวอย่างหน่วยพักอาศัยขนาดเล็กพิเศษ 31

2.2 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการออกแบบหน่วยพักอาศัย 56
2.2.1 ทฤษฎีพื้นฐานของการระบายอากาศ 56
2.2.2 ปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมของลมที่ปะทะอาคาร 56
2.2.2.1 ลักษณะการกระจายตัวของความกดอากาศ 57
2.2.2.2 ตำแหน่งของช่องเปิดที่เหมาะสม 58
2.2.2.3 ขนาดและจำนวนของช่องเปิดที่สัมพันธ์กับทิศทางของลม 58
2.2.3 ปัจจัยที่ต้องคำนึงในการเลือกใช้ช่องเปิดสำหรับหน่วยพักอาศัย 60
2.2.4 หลักการที่ใช้วัดประสิทธิภาพในการระบายอากาศ 62
2.2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจำลองผลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ 65
2.2.5 สรุปตัวแปรที่สนใจเลือกใช้ในการศึกษา 69

บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัยและการดำเนินงาน 70
3.1 ประเภทของการวิจัย 70
3.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัย 70
3.3 เครื่องมือที่ใช้การทดลอง 70
3.4 ตัวแปรในงานวิจัย 71
3.5 วิธีการทดลอง 74

บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปราย 84

4.1 ผลการทดลองของกรณีศึกษาประเภทห้องชุด 84
4.1.1 ผลการจำลองความเร็วของกรณีศึกษาประเภทห้องชุดจากกฎหมายกำหนด
4.1.2 ผลการคำนวณของกรณีศึกษาประเภทห้องชุดจากกฎหมายกำหนด 85
4.1.3 ผลการจำลองความเร็วของกรณีศึกษาประเภทห้องชุดที่มีการลดขนาดสัดส่วน
จากกฎหมายกำหนดโดยมีขนาดเท่ากันทุกด้าน 95

Ref. code: 25595816030141UDA

4.1.4 ผลการคำนวณของกรณีศึกษาประเภทห้องชุดที่มีการลดขนาดสัดส่วนลง
จากกฎหมายกำหนดโดยมีขนาดเท่ากันทุกด้าน 97
4.1.5 ผลการจำลองความเร็วของกรณีศึกษาประเภทห้องชุดที่มีการลดขนาดสัดส่วน
จากกฎหมายกำหนดโดยมีขนาดพื้นที่เล็กลง50% 99
4.1.6 ผลการคำนวณของกรณีศึกษาประเภทห้องชุดที่มีการลดขนาดสัดส่วนลง
จากกฎหมายกำหนดโดยมีขนาดพื้นที่เล็กลง50% 101
4.1.7 ผลการจำลองความเร็วของกรณีศึกษาประเภทห้องชุดที่มีการลดขนาดสัดส่วน
จากกฎหมายกำหนดโดยมีขนาดพื้นที่เล็กลง80% 103
4.1.8 ผลการคำนวณของกรณีศึกษาประเภทห้องชุดที่มีการลดขนาดสัดส่วนลง
จากกฎหมายกำหนดโดยมีขนาดพื้นที่เล็กลง80% 105
4.1.9 สรุปผลจากหน่วยพักอาศัยที่มีขนาดเล็กลงทั้ง 3 กรณี 107

4.2 ผลการทดลองของกรณีศึกษาประเภทตึกแถว 108
4.2.1 ผลการจำลองความเร็วของกรณีศึกษาประเภทตึกแถวจากกฎหมายกำหนด 108
4.2.2 ผลการคำนวณของกรณีศึกษาประเภทตึกแถวจากกฎหมายกำหนด 115
4.2.3 ผลการจำลองความเร็วของกรณีศึกษาประเภททาวน์เฮ้าส์กฎหมายกำหนด 117
4.2.4 ผลการคำนวณของกรณีศึกษาประเภททาวน์เฮ้าส์จากกฎหมายกำหนด 119
4.2.5 ผลการจำลองความเร็วของกรณีศึกษาประเภทตึกแถวที่มีการลดขนาดสัดส่วน
จากกฎหมายกำหนดโดยมีขนาดพื้นที่เล็กลง20% 121
4.2.6 ผลการคำนวณของกรณีศึกษาประเภทตึกแถวที่มีการลดขนาดสัดส่วนลง
จากกฎหมายกำหนดโดยมีขนาดพื้นที่เล็กลง20% 125
4.2.7 ผลการจำลองความเร็วของกรณีศึกษาประเภทตึกแถวที่มีการลดขนาดสัดส่วน
จากกฎหมายกำหนดโดยมีขนาดพื้นที่เล็กลง60% 126
4.2.8 ผลการคำนวณของกรณีศึกษาประเภทตึกแถวที่มีการลดขนาดสัดส่วนลง
จากกฎหมายกำหนดโดยมีขนาดพื้นที่เล็กลง60% 130
4.2.9 สรุปผลอัตราความเร็วลมภายในห้องและความเร็วลมเฉลี่ยทั้งหมด 132

Ref. code: 25595816030141UDA

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 135

5.1 สรุปผลการทดลองและคำนวณโดยเลือกกรณีที่ดีที่สุดสำหรับทุกการทดลอง 138
5.2 สรุปผลการทดลองโดยใช้รูปแบบช่องเปิดเป็นเกณฑ์ในการสรุป 144
5.3 สรุปผลการทดลองภาพรวมทั้งหมดทุกการทดลอง 147
5.4 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัย 148

รายการอ้างอิง 149

ภาคผนวก 152

ภาคผนวก ก 153
ภาคผนวก ข 158
ภาคผนวก ค 163

ประวัติผู้เขียน 166

Ref. code: 25595816030141UDA

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ขนาดพื้นที่ของห้องที่ใช้ประโยชน์ร่วมกัน และเฉพาะเจาะจง	10
2.2 กิจกรรมที่เกิดขึ้นในพื้นที่ต่างๆภายในหน่วยพักอาศัย	12
2.3 ค่าเฉลี่ยของความกว้าง ความยาว ความสูงที่เหมาะสมกับการใช้งานของมนุษย์	14
2.4 ขนาดมาตรฐานและขนาดที่เล็กที่สุดของเตียงในระดับสากล	16
2.5 ขนาดมาตรฐาน และขนาดพื้นที่โดยรอบของเตียงระดับสากล	17
2.6 ราคาประเมินที่ดินของเขตเศรษฐกิจ	19
2.7 ราคาประเมินที่ดินใกล้เคียงเขตเศรษฐกิจ	20
2.8 ตารางเปรียบเทียบราคาของอพาร์ทเม้นท์ภายในเขตเศรษฐกิจ	22
2.9 แสดงรายละเอียดของอพาร์ทเม้นท์ที่ได้ทำการคัดเลือกจากขนาดที่สนใจ	23
2.10 หน่วยพักอาศัยประเภทโรงแรมโดยเลือกศึกษาจากลาดับความต้องการของผู้อาศัย	26
2.11 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมและการรับรู้ของมนุษย์	63
3.1 ตัวแปรควบคุมที่ใช้สาหรับการทดลองด้วยโปรแกรม e-QUEST 3-65	74
3.2 ค่าความเร็วลมและ ความแปรปรวน ณ ความสูงใดๆ	75
3.3 ลมทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ หรือลมฤดูฝน	77
3.4 ลมทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ หรือลมฤดูหนาว	78
3.5 การศึกษาในขั้นตอนที่หนึ่ง	80
3.6 ตำแหน่งและรูปแบบช่องเปิด	80
3.7 การศึกษาในขั้นตอนที่สอง	81
4.1 สรุปผลการทดลองของหน่วยพักอาศัยประเภทห้องพักที่เล็กที่สุดตามกฎหมายของประเทศไทยขนาดกว้าง 2.50 เมตร ยาว 3.20 เมตร และสูง 2.60 เมตร	92
4.2 สรุปผลการทดลองของหน่วยพักอาศัยขนาดเล็กพิเศษจากกรณีศึกษาต่างประเทศ ขนาดกว้าง 2.60 เมตร ยาว 2.60 เมตร และสูง 2.60 เมตร	97
4.3 สรุปผลการทดลองของหน่วยพักอาศัยขนาดเล็กพิเศษจากกรณีศึกษาต่างประเทศ ขนาดกว้าง 1.60 เมตร ยาว 2.50 เมตร และสูง 2.60 เมตร	101
4.4 สรุปผลการทดลองของหน่วยพักอาศัยขนาดเล็กพิเศษจากกรณีศึกษาต่างประเทศ ขนาดกว้าง 1.00 เมตร ยาว 1.25 เมตร และสูง 2.60 เมตร	105

Ref. code: 25595816030141UDA

4.5 สรุปผลการทดลองของหน่วยพักอาศัยประเภทตึกแถวเล็กที่สุดตามกฎหมายของประเทศไทยขนาดกว้าง 4.00 เมตร ยาว 7.50 เมตร และสูง 2.60 เมตร 115
4.6 สรุปผลการทดลองของหน่วยพักอาศัยประเภทตึกแถวเล็กที่สุดตามกฎหมายของประเทศไทยขนาดกว้าง 4.00 เมตร ยาว 6.00 เมตร และสูง 2.60 เมตร 119
4.7 สรุปผลการทดลองของหน่วยพักอาศัยขนาดเล็กพิเศษจากกรณีศึกษาต่างประเทศขนาดกว้าง 2.00 เมตร ยาว 10.0 เมตร และสูง 2.60 เมตร 124
4.8 สรุปผลการทดลองของหน่วยพักอาศัยขนาดเล็กพิเศษจากกรณีศึกษาต่างประเทศขนาดกว้าง 1.00 เมตร ยาว 10.0 เมตร และสูง 2.60 เมตร 130
5.1 สรุปผลการทดลองของหน่วยพักอาศัยประเภทห้องพักที่เล็กที่สุดตามกฎหมายของประเทศไทยขนาดกว้าง 2.50 เมตร ยาว 3.20 เมตร และสูง 2.60 เมตร 138
5.2 สรุปผลการทดลองของหน่วยพักอาศัยขนาดเล็กพิเศษจากกรณีศึกษาต่างประเทศขนาดกว้าง 2.60 เมตร ยาว 2.60 เมตร และสูง 2.60 เมตร 139
5.3 สรุปผลการทดลองของหน่วยพักอาศัยขนาดเล็กพิเศษจากกรณีศึกษาต่างประเทศขนาดกว้าง 1.60 เมตร ยาว 2.50 เมตร และสูง 2.60 เมตร 140
5.4 สรุปผลการทดลองของหน่วยพักอาศัยขนาดเล็กพิเศษจากกรณีศึกษาต่างประเทศขนาดกว้าง 1.00 เมตร ยาว 1.25 เมตร และสูง 2.60 เมตร 140
5.5 สรุปผลการทดลองของหน่วยพักอาศัยประเภทตึกแถวเล็กที่สุดตามกฎหมายของประเทศไทยขนาดกว้าง 4.00 เมตร ยาว 7.50 เมตร และสูง 2.60 เมตร 141
5.6 สรุปผลการทดลองของหน่วยพักอาศัยประเภทตึกแถวเล็กที่สุดตามกฎหมายของประเทศไทยขนาดกว้าง 4.00 เมตร ยาว 6.00 เมตร และสูง 2.60 เมตร 142
5.7 สรุปผลการทดลองของหน่วยพักอาศัยขนาดเล็กพิเศษจากกรณีศึกษาต่างประเทศขนาดกว้าง 2.00 เมตร ยาว 10.0 เมตร และสูง 2.60 เมตร 142
5.8 สรุปผลการทดลองของหน่วยพักอาศัยขนาดเล็กพิเศษจากกรณีศึกษาต่างประเทศขนาดกว้าง 1.00 เมตร ยาว 10.0 เมตร และสูง 2.60 เมตร 143

Ref. code: 25595816030141UDA

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 แสดงถึงการเพิ่มขึ้นของประชากรโลกทั้งทวีปยุโรปและเอเชีย	18
2.2 แสดงถึงดัชนีราคาของหน่วยพักอาศัยในปัจจุบันระหว่างปี 2558-2559	21
2.3 แสดงแนวคิดของหน่วยพักอาศัยขนาดเล็ก หรือ Compact House	29
2.4 Mini Box	32
2.5 House in a suitcase	33
2.6 Micro compact house	34
2.7 The Tube Hotel	34
2.8 Nakagin Capsule Tower	35
2.9 Hong Kong’s Flat	36
2.10 The Keret House	37
2.11 Madre De Deus	38
2.12 Lucky DropsLucky Drops	38
2.13 House in Showa-Cho	40
2.14 The house with the big gap	41
2.15 Near House	41
2.16 Sliver house	42
2.17 Timber house	43
2.18 Moriyama House	44
2.19 House in Nada	45
2.20 43.21 Square-meter site house	46
2.21 Rooms are less than two Meters wide inside Tokyo house	46
2.22 The split merchant’s house 63.02°	48
2.23 World’s smallest 1sq meter house	48
2.24 A Slender geothermal cottage in London	49
2.25 A Soul Box In Arcadia (a tiny house in Germany)	51
2.26 The ‘smallest house in Italy’	51
2.27 Capsule Hotel	52

Ref. code: 25595816030141UDA

2.28 Diagram Schismatic of Compact Unit Housing 53
2.29 ตารางสรุปความสำคัญของกรณีศึกษา 55
2.30 อิทธิพลของกฎหมายอาคารที่มีผลต่อประสิทธิภาพการระบายอากาศ 59
2.31 ลักษณะของลมที่ผ่านองค์ประกอบทางภูมิสถาปัตยกรรม 61
2.32 หลักการออกแบบบ้านที่ได้จากผลการจาลองโดยโปรแกรม CFD 65
2.33 หลักการเลือกใช้ช่องเปิดที่ได้จากผลการจาลองโดยโปรแกรม CFD 66
2.34 ตารางกำหนดผลการทดลองการระบายอากาศแบบช่องเปิดสองช่องด้านเดียว 68
3.1 แสดงถึงการจำแนกตัวแปรประเภทช่องเปิดและทิศทางของลมที่ใช้ในการทดลอง 71
3.2 แสดงถึงการจำแนกตัวแปรประเภทขนาดช่องเปิดที่ใช้ในการทดลอง 72
3.3 แสดงการสรุปการทดลองทั้งหมดที่ได้ทาการศึกษาในงานวิจัย 73
3.5 ตำแหน่งการวัดความเร็วลมภายในหน่วยพักอาศัยแต่ละกรณีศึกษา 82
4.1 กราฟแสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของความเร็วลมระหว่างลมทางทิศตะวันตกเฉียงใต้และทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (ห้องพักอาศัยขนาดเล็กตามกฎหมาย) WWR10 85
4.2 กราฟแสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของความเร็วลมระหว่างลมทางทิศตะวันตกเฉียงใต้และทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (ห้องพักอาศัยขนาดเล็กตามกฎหมาย) WWR20 85
4.3 กราฟแสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของความเร็วลมระหว่างลมทางทิศตะวันตกเฉียงใต้และทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (ห้องพักอาศัยขนาดเล็กตามกฎหมาย) WWR30 86
4.4 กราฟแสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของความเร็วลมระหว่างลมทางทิศตะวันตกเฉียงใต้และทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (ห้องพักอาศัยขนาดเล็กตามกฎหมาย) WWR50 86
4.5 กราฟแสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของความเร็วลมระหว่างลมทางทิศตะวันตกเฉียงใต้และทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (ห้องพักอาศัยขนาดเล็กตามกฎหมาย) WWR80 87
4.6 ประเภทห้องพักขนาดกว้าง 2.50 เมตร ยาว 3.20 เมตร และสูง 2.60 เมตร ลมทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ หรือ ลมฤดูฝน และ อัตราส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่อาคาร WWR20 88
4.7 ประเภทห้องพักขนาดกว้าง 2.50 เมตร ยาว 3.20 เมตร และสูง 2.60 เมตร ลมทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ และ อัตราส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่อาคาร WWR20 89
4.8 ประเภทห้องพักขนาดกว้าง 2.50 เมตร ยาว 3.20 เมตร และสูง 2.60 เมตร ลมทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ หรือ ลมฤดูฝน และ อัตราส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่อาคาร WWR80 90
4.9 ประเภทห้องพักขนาดกว้าง 2.50 เมตร ยาว 3.20 เมตร และสูง 2.60 เมตร ลมทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ และ อัตราส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่อาคาร WWR80 91

Ref. code: 25595816030141UDA

4.10 การกำหนดขนาด และตัวแปรสาหรับการทดลองที่1 STEP2 โดยเป็นหน่วยพักอาศัย ประเภทห้องพักขนาดกว้าง 2.60 เมตร ยาว 2.60 เมตร และสูง 2.60 เมตร 95
4.11 ผลการทดลองสาหรับรูปแบบช่องเปิดสองช่องแบบตรงกัน โดยเป็นหน่วยพักอาศัย ประเภทห้องพักขนาดกว้าง 2.60 เมตร ยาว 2.60 เมตร และสูง 2.60 เมตร 96
4.12 การกำหนดขนาด และตัวแปรสาหรับการทดลองที่1 STEP3 โดยเป็นหน่วยพักอาศัย ประเภทห้องพักขนาดกว้าง 1.60 เมตร ยาว 2.50 เมตร และสูง 2.60 เมตร 99
4.13 ผลการทดลองสาหรับรูปแบบช่องเปิดด้านเดียว WWR20 โดยเป็นหน่วยพักอาศัย ประเภทห้องพักขนาดกว้าง 1.60 เมตร ยาว 2.50 เมตร และสูง 2.60 เมตร 99
4.14 ผลการทดลองสาหรับรูปแบบช่องเปิดสองด้านแบบเยื้องกัน WWR50 โดยเป็น หน่วยพักอาศัยประเภทห้องพักขนาด 1.60 X 2.50 X 2.60 เมตร 100
4.15 ผลการทดลองสาหรับรูปแบบช่องเปิดสองด้านแบบตรงกัน WWR50 และ 80 โดยเป็น หน่วยพักอาศัยประเภทห้องพักขนาด 1.60 X 2.50 X 2.60 เมตร 100
4.16 การกำหนดขนาด และตัวแปรสาหรับการทดลองที่1 STEP4 โดยเป็นหน่วยพักอาศัย ประเภทห้องพักขนาดกว้าง 1.00 เมตร ยาว 1.25 เมตร และสูง 2.60 เมตร 103
4.17 ผลการทดลองสาหรับรูปแบบช่องเปิดแบบด้านเดียว WW80 โดยเป็นหน่วยพักอาศัย ประเภทห้องพักขนาดกว้าง 1.00 เมตร ยาว 1.25 เมตร และสูง 2.60 เมตร 103
4.18 ผลการทดลองสาหรับรูปแบบช่องเปิดสองด้านแบบเยื้องกัน WWR20,50 และ80 โดยเป็นหน่วยพักอาศัยประเภทห้องพักขนาด 1.00 x 1.25 x 2.60 เมตร 104
4.19 ผลการทดลองสาหรับรูปแบบช่องเปิดสองด้านแบบตรงกัน WWR20,50 และ80 ตำแหน่งWEโดยเป็นหน่วยพักอาศัยประเภทห้องพักขนาด1.00 x 1.25 x 2.60 เมตร 104
4.20 กราฟสรุปผลการทดลงของกรณีศึกษาที่ได้ลดขนาดสัดส่วน STEP2-4 107
4.21 กราฟแสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของความเร็วลมระหว่างลมทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ และลมทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ) WWR10-20 108
4.22 กราฟแสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของความเร็วลมระหว่างลมทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ และลมทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ) WWR30-80 109
4.23 ผลการทดลองที่มีอัตราส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่ผนังร้อยละ50 ลมทิศตะวันตกเฉียงใต้ (ตึกแถวขนาดเล็กตามมาตรฐาน) 111
4.24 ผลการทดลองที่มีอัตราส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่ผนังร้อยละ50 ลมทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (ตึกแถวขนาดเล็กตามมาตรฐาน) 112

Ref. code: 25595816030141UDA

4.25 ผลการทดลองที่มีอัตราส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่ผนังร้อยละ80 ลมทิศตะวันตกเฉียงใต้ (ตึกแถวขนาดเล็กตามมาตรฐาน) 113
4.26 ผลการทดลองที่มีอัตราส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่ผนังร้อยละ80 ลมทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (ตึกแถวขนาดเล็กตามมาตรฐาน) 114
4.27 การทดลองโดยรวมของการทดลองที่2 STEP2 มาตรฐานหน่วยพักอาศัยประเภททาวน์เฮ้าส์ขนาดเล็กที่สุดตามกฎหมายกำหนด 117
4.28 ผลการทดลองสาหรับรูปแบบช่องเปิดแบบด้าน เดียว WWR50 โดยเป็นหน่วยพักอาศัยประเภททาวน์เฮ้าส์ขนาดกว้าง 4.00 เมตร ยาว 6.0 เมตร และสูง 2.60 เมตร 117
4.29 ผลการทดลองสาหรับรูปแบบช่องเปิดสองด้านแบบตรงกัน WWR80 โดยเป็นหน่วยพักอาศัยประเภททาวน์เฮ้าส์ขนาดกว้าง 4.00 เมตร ยาว 6.0 เมตร และสูง 2.60 เมตร 118
4.30 ผลการทดลองสาหรับรูปแบบช่องเปิดสองด้านแบบเยื้องกัน WWR20, 50 และ 80 โดยเป็นหน่วยพักอาศัยประเภททาวน์เฮ้าส์ขนาด 4.00 x 6.0 x 2.60 เมตร 118
4.31 การกำหนดขนาด และตัวแปรสาหรับการทดลองที่2 STEP3 โดยเป็นหน่วยพักอาศัยประเภทตึกแถวขนาดกว้าง 2.00 เมตร ยาว 10.0 เมตร และสูง 2.60 เมตร 121
4.32 ผลการทดลองสาหรับรูปแบบช่องเปิดสองด้านแบบตรงกัน WWR 20 โดยลดขนาดพื้นที่ลงจากมาตรฐานของตึกแถว 20% ขนาด 2.0 x 10.0 x 2.60 เมตร 121
4.33 ผลการทดลองสาหรับรูปแบบช่องเปิดสองด้านแบบตรงกัน WWR 50 โดยที่ลดขนาดพื้นที่ลงจากมาตรฐานของตึกแถว 20% ขนาด 2.0 x 10.0 x 2.60 เมตร 122
4.34 ผลการทดลองสาหรับรูปแบบช่องเปิดสองด้านแบบตรงกัน WWR 80 โดยที่ลดขนาดพื้นที่ลงจากมาตรฐานของตึกแถว 20% ขนาด 2.0 x 10.0 x 2.60 เมตร 122
4.35 ผลการทดลองสาหรับรูปแบบช่องเปิดสองด้านแบบเยื้องกัน WWR 20 โดยลดขนาดพื้นที่ลงจากมาตรฐานของตึกแถว 20% ขนาด 2.0 x 10.0 x 2.60 เมตร 123
4.36 ผลการทดลองสาหรับรูปแบบช่องเปิดสองด้านแบบเยื้องกัน WWR 50 โดยลดขนาดพื้นที่ลงจากมาตรฐานของตึกแถว 20% ขนาด 2.0 x 10.0 x 2.60 เมตร 123
4.37 ผลการทดลองสาหรับรูปแบบช่องเปิดสองด้านแบบเยื้องกัน WWR 80 โดยลดขนาดพื้นที่ลงจากมาตรฐานของตึกแถว 20% ขนาด 2.0 x 10.0 x 2.60 เมตร 124
4.38 การกำหนดขนาด และตัวแปรสาหรับการทดลองที่2 STEP4 โดยเป็นหน่วยพักอาศัยประเภทตึกแถวขนาดกว้าง 1.00 เมตร ยาว 10.0 เมตร และสูง 2.60 เมตร 126
4.39 ผลการทดลองสาหรับรูปแบบช่องเปิดแบบด้านเดียว WWR 80 โดยลดขนาดพื้นที่ลงจากมาตรฐานของตึกแถว 60% ขนาด 1.0 x 10.0 x 2.60 เมตร 127

Ref. code: 25595816030141UDA

4.40 ผลการทดลองสาหรับรูปแบบช่องเปิดสองด้านแบบตรงกัน WWR 20, 50 และ80 โดยลดขนาดพื้นที่ลงจากมาตรฐานของตึกแถว 60% ขนาด 1.0 x 10.0 x 2.60 เมตร 128
4.41 ผลการทดลองสาหรับรูปแบบช่องเปิดสองด้านแบบเยื้องกัน WWR 50 โดยลดพื้นที่ลงจากมาตรฐานของตึกแถว 60% ขนาด 1.0 x 10.0 x 2.60 เมตร 129
4.42 ผลการทดลองสาหรับรูปแบบช่องเปิดสองด้านแบบเยื้องกัน WWR 80 โดยลดพื้นที่ลงจากมาตรฐานของตึกแถว 60% ขนาด 1.0 x 10.0 x 2.60 เมตร 129
4.43 สรุปผลการทดลองทั้งหมด 8 การทดลอง เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนพื้นทีช่องเปิดต่อพื้นที่ผนังร้อยละ 10-80 132
4.44 การทดลองที่ได้คัดเลือกกรณีที่ดีที่สุดสาหรับอัตราความเร็วลมเฉลี่ยภายในห้อง และความเร็วลมเฉลี่ยทั้งการทดลองที่1 และ2 133
4.45 อัตราความเร็วลมภายในห้อง และความเร็วลมเฉลี่ยสาหรับการทดลองที่1-2 134
5.1 การเปรียบเทียบระหว่าง ความเร็วลมเฉลี่ย ความเร็วลมบริเวณช่องเปิด อัตราการไหลและอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศ ของการทดลองที่1 136
5.2 การเปรียบเทียบระหว่าง ความเร็วลมเฉลี่ย ความเร็วลมบริเวณช่องเปิด อัตราการไหลและอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศ ของการทดลองที่2 137
5.3 เกณฑ์ที่ใช้แบ่งระหว่างอัตราความเร็วลม อัตราการไหล อัตราการระบายอากาศและการใช้พลังงานไฟฟ้า 138
5.4 ผลการทดลองที่ดีที่สุดสาหรับช่องเปิดด้านเดียวทั้งหมด 8 การทดลอง 144
5.5 ผลการทดลองที่ดีที่สุดสาหรับช่องเปิดสองด้านแบบตรงกันทั้งหมด 8 การทดลอง 145
5.6 ผลการทดลองที่ดีที่สุดสาหรับช่องเปิดสองด้านแบบเยื้องกันทั้งหมด 8 การทดลอง 146

Ref. code: 25595816030141UDA

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันประชากรโลกเพิ่มสูงขึ้นเป็นจำนวนมาก องค์การสหประชาชาติ (UN) ซึ่งอ้างอิงจาก (World Population Prospects, the 2010 Revision) ประมาณการว่าประชากรโลก มีจำนวน 7,300 ล้านคน ในปี พ.ศ. 2558 และจะเพิ่มจำนวนเป็น 8,500 ล้านคนในปี พ.ศ. 2573 และ 11,200 ล้านคนในปี พ.ศ. 2643 โดยผลที่ตามมา คือที่อยู่อาศัยไม่เพียงพอและเกิดความแออัดต่อการขยายตัวอย่างต่อเนื่องของโลกที่มีการพัฒนา และเมื่อกล่าวถึงประเทศไทยนั้น ปัญหาด้านที่อยู่อาศัยก็ยังคงเป็นปัญหาสำคัญ เพราะว่าประชากรส่วนใหญ่มีความต้องการที่อยู่อาศัยภายในเมืองและชานเมืองเป็นจำนวนมาก ซึ่งจากระยะเวลา 20 ปีที่ผ่านมา (พ.ศ. 2538 – 2558) มีการใช้พลังงานเพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง เฉลี่ยร้อยละ 4.4 ต่อปี จนปัจจุบันได้มีการใช้พลังงานเป็น 2.1 เท่าของปี 2538 (สำนักนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน, 2558) และจากการคาดการณ์ในอีก 30 ปีข้างหน้า พบว่าปริมาณการใช้พลังงานจะเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 56 เมื่อเทียบกับปัจจุบัน

ในด้านการออกแบบสถาปัตยกรรมก็ได้มีการศึกษาเพื่อแก้ปัญหาอย่างต่อเนื่อง โดยแนวทางหนึ่งที่ได้มีการดำเนินการมาแล้ว คือ การออกแบบอาคาร หรือพื้นที่ใช้งานให้มีขนาดที่เล็กลง ดังจะเห็นได้จากผลงานที่มีการเผยแพร่อย่างต่อเนื่องในต่างประเทศ ซึ่งข้อดีหลายๆประการที่ได้จากการออกแบบหน่วยพักอาศัยขนาดเล็ก เช่น พื้นที่ก่อสร้างลดลง สร้างห้องพักได้จำนวนมากขึ้นในพื้นที่เท่ากัน ใช้ที่ดินที่น้อยลง สามารถลดค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง และมีราคาเช่าต่อพื้นที่ลดลง ฯลฯ อย่างไรก็ดีการออกแบบหน่วยพักอาศัยขนาดเล็กพิเศษในประเทศไทยยังไม่สามารถทำได้ เนื่องจากกฎหมายมีการกำหนดสัดส่วน และขนาดพื้นที่ขั้นต่ำของแต่ลำประเภทอาคารไว้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาความเป็นไปได้ในการออกแบบหน่วยพักอาศัยขนาดเล็กพิเศษ ประเมินสมรรถนะของอาคาร รวมถึงนำเสนอแนวทางการออกแบบที่เหมาะสมในการนำไปใช้งานต่อไป

Ref. code: 25595816030141UDA

1.2 คำถามงานวิจัย

หน่วยพักอาศัยขนาดเล็กในปัจจุบันมีประสิทธิภาพในการระบายอากาศและการใช้พลังงานที่ดีแล้วหรือไม่ และถ้าลดขนาดหน่วยพักอาศัยให้เล็กลงกว่าเดิมโดยอ้างอิงจากกรณีศึกษาทั้งภายในประเทศและต่างประเทศจะทำให้มีประสิทธิภาพที่ดีกว่า หรือเทียบเท่ากับแบบเดิมอย่างไรบ้าง

1.3 วัตถุประสงค์

1.3.1 เพื่อศึกษาและประเมินสมรรถนะทางด้านการระบายอากาศ และการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อปีของหน่วยพักอาศัยที่ใช้งานในปัจจุบัน

1.3.2 เพื่อศึกษาและประเมินสมรรถนะทางด้านการระบายอากาศ และการใช้พลังงานไฟฟ้าของหน่วยพักอาศัยที่มีขนาดเล็กพิเศษ

1.3.3 เพื่อสร้างแนวทางเลือกสำหรับการออกแบบ และส่งเสริมให้มีประสิทธิภาพในการใช้งานที่ดีและเหมาะสมมากขึ้น

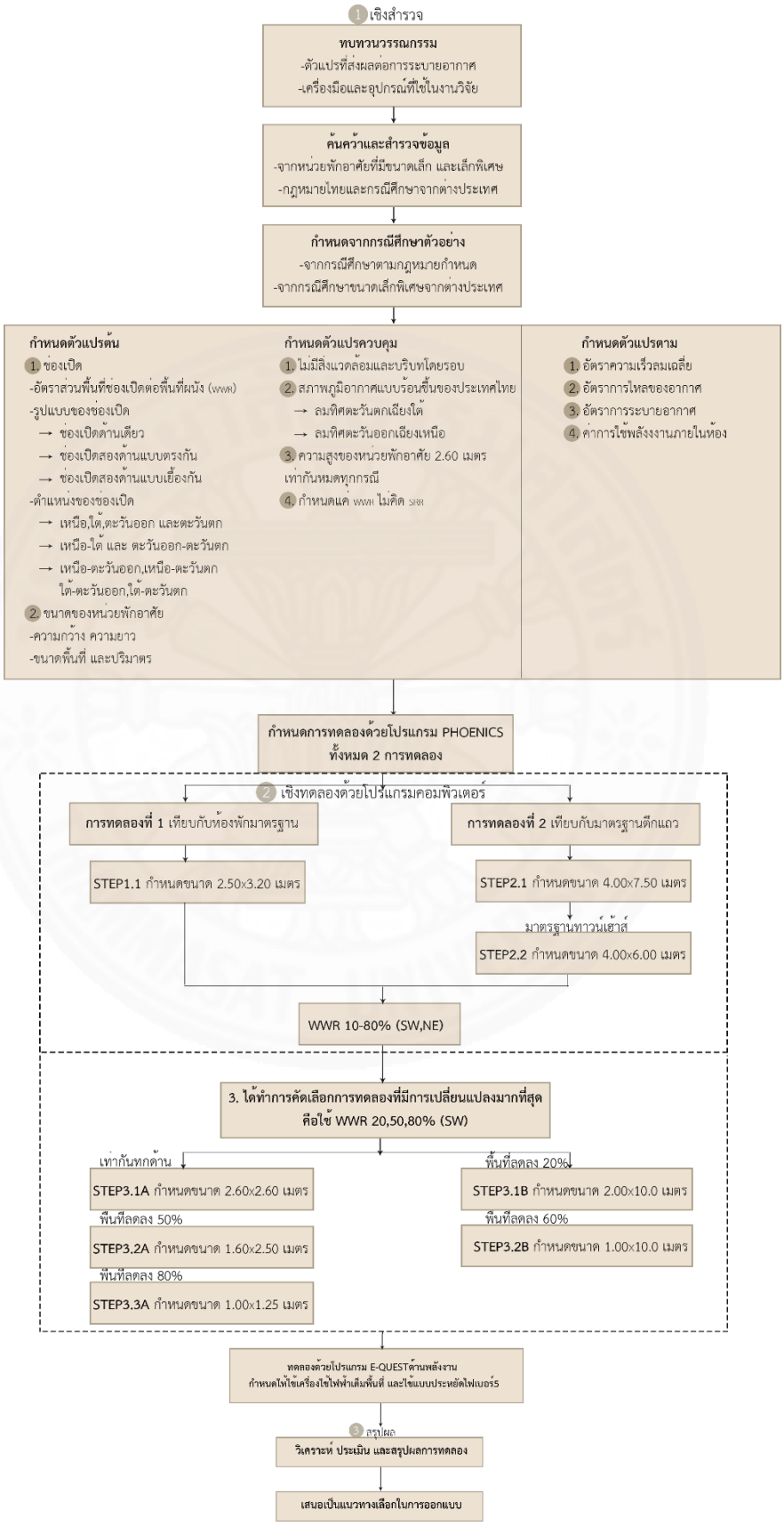
1.4 สมมติฐานในการวิจัย

1.4.1 การปรับเปลี่ยนขนาดความกว้าง และความยาวของหน่วยพักอาศัยขนาดเล็กจะส่งผลต่อประสิทธิภาพในการระบายอากาศ และการประหยัดพลังงานไฟฟ้า

1.4.2 ตำแหน่ง ทิศทาง รูปแบบและขนาดของช่องเปิดที่ดีที่สุดจะส่งผลต่อประสิทธิภาพในการระบายอากาศ และการประหยัดพลังงานไฟฟ้าของหน่วยพักอาศัยขนาดเล็กพิเศษ

Ref. code: 25595816030141UDA

1.5 ระเบียบวิธีวิจัย



Ref. code: 25595816030141UDA

1.6 ขอบเขตของการวิจัย

1.6.1 ศึกษาเฉพาะขนาดพื้นที่เล็กที่สุดของหน่วยพักอาศัยตามกฎหมาย (ดูจากหน้า88)

1.6.1.1 ขนาดมาตรฐานของห้องที่เล็กที่สุด

1.6.1.2 ขนาดมาตรฐานของบ้านเดี่ยวที่เล็กที่สุด

1.6.1.3 ขนาดมาตรฐานของตึกแถวที่เล็กที่สุด

1.6.2 เลือกกรณีศึกษาโดยอ้างอิงจากงานวิจัยและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องโดยเลือกขนาดที่เล็กกว่ากฎหมายกำหนด

1.6.3 ช่องเปิดที่ใช้ในการทดลองกำหนดให้เป็นเพียงกรอบ ไม่มีกระจกหรืออุปกรณ์กันแดดใดๆ ในการทดสอบ

1.6.4 ในการทดสอบนั้นคิดเพียงแค่อัตราส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่อาคาร (WINDOW TO WALL RATIO : WWR) เท่านั้นไม่คิดอัตราส่วนช่องเปิดต่อพื้นที่หลังคา

1.6.5 เลือกทดสอบเฉพาะกรณีศึกษาหน่วยพักอาศัยขนาดเล็กพิเศษของต่างประเทศโดยจำแนกและเลือกกรณีศึกษามาทดสอบโดยนำมาเป็นกรอบในการทดสอบกับความเร็วลมเฉลี่ยของประเทศไทย

1.6.6 ศึกษาลักษณะพฤติกรรม และความเร็วลมที่เกิดขึ้นภายในหน่วยพักอาศัยขนาดเล็กที่ระดับความสูง 1 เมตร ด้วยโปรแกรมจำลองพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ (Computational Fluid Dynamic)

1.6.7 ศึกษาและจัดลำดับความสำคัญเฉพาะตัวแปรทางด้านขนาดของหน่วยพักอาศัยและช่องเปิดที่มีอิทธิพลต่อปริมาณการใช้ไฟฟ้า (kWh) ต่อปี ของเครื่องปรับอากาศในสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยเท่านั้น โดยกำหนดให้ทุกกรณีศึกษาใช้วัสดุอาคาร และเครื่องปรับอากาศชนิดเดียวกัน

1.6.8 เลือกทดสอบการใช้ไฟฟ้าของหน่วยพักอาศัยจากกฎหมายกำหนด และขนาดเล็กพิเศษจากกรณีศึกษาโดยกำหนดอัตราส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่อาคารร้อยละ 20 , 50 และ 80 เท่านั้นซึ่งใช้โปรแกรม e-QUEST 3-65

Ref. code: 25595816030141UDA

1.7 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงานวิจัย

จากวัตถุประสงค์สามารถแบ่งการทำงานเป็นขั้นตอนได้ดังต่อไปนี้

1.7.1 ศึกษาข้อมูลจากกฎหมายและมาตรฐานการออกแบบของประเทศไทย

1.7.1.1 ขนาดมาตรฐานของของหน่วยพักอาศัยขนาดเล็กที่สุด

1.7.1.2 ขนาดมาตรฐานของช่องเปิดสำหรับหน่วยพักอาศัย

1.7.2 ศึกษาหน่วยพักอาศัยขนาดเล็กพิเศษภายในต่างประเทศ

1.7.2.1 ศึกษาถึงขนาดความกว้าง ความยาว และความสูงที่ใช้ในการออกแบบในหน่วยพักอาศัยของต่างประเทศ

1.7.2.2 ศึกษาถึงลักษณะการใช้งานได้จริงของหน่วยพักอาศัยโดยมีการอ้างอิงถึงขนาดความกว้าง ความยาว และความสูงที่เหมาะสมกับรูปร่างของมนุษย์ (Human scale)

1.7.2.3 ศึกษาลักษณะช่องเปิดในการออกแบบโดยจำแนกเป็น 3 ประเภท คือ ช่องเปิดทางเดียว ช่องเปิดสองทางตำแหน่งตรงกัน และช่องเปิดสองทางตำแหน่งเยื้องกัน

1.7.3 ศึกษาข้อมูลทฤษฎีการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ

1.7.3.1 ศึกษาตำแหน่งทิศทางและรูปแบบของช่องเปิด

1.7.3.2 ศึกษาอัตราส่วนพื้นที่ต่อช่องเปิดต่อพื้นที่ผนัง (WWR)

1.7.3.3 ศึกษาความเร็วลมที่มีผลต่อการระบายอากาศ

1.7.3.4 ศึกษาสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยในเรื่องอุณหภูมิ และความเร็วลมเพื่อนำมาคำนวณหาความเร็วลมเฉลี่ย และอัตราการไหลของอากาศที่เข้าสู่อาคาร

1.7.4 ศึกษาด้วยการวิจัยเชิงทดลองและวิเคราะห์สรุปผล

ทำการทดสอบการระบายอากาศภายในหน่วยพักอาศัย โดยมีขนาดช่องเปิดเท่ากัน และมีรูปแบบช่องเปิด 3 รูปแบบดังที่กล่าวไปแล้วข้างต้น ด้วยโปรแกรมจำลองพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ (Computational Fluid Dynamic, CFD) และโปรแกรมสำหรับทดสอบด้านพลังงาน e-QUEST 3-65 โดยจะมีการทดลอง 2 ขั้นตอนประกอบด้วยขั้นตอนแรก ทดสอบหน่วยพักอาศัยขนาดเล็กจากข้อกำหนดของกฎหมาย และขั้นตอนที่สอง จากกรณีศึกษาหน่วยพักอาศัยขนาดเล็กพิเศษของประเทศไทยที่ยังไม่ได้รับการยอมรับทางกฎหมาย และจากต่างประเทศที่ได้รับการสรุปและคัดเลือกเพื่อมาทดสอบ

Ref. code: 25595816030141UDA

1.7.5 การวิเคราะห์และสรุปผล

1.7.5.1 วิเคราะห์ประสิทธิภาพของการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติโดยใช้ความเร็วลมที่ได้ภายในหน่วยพักอาศัยทั้งขนาดเล็กและเล็กพิเศษเพื่อนำมาแบ่งตามเกณฑ์สำหรับสภาวะความน่าสบายของคนไทย

1.7.5.2 เพื่อเปรียบเทียบระหว่างขนาดมาตรฐานและขนาดเล็กพิเศษโดยคัดเลือกอัตราความเร็วลมที่ดีที่สุด

1.7.5.3 เพื่อนำมาคำนวณหาอัตราการไหล และค่าการแลกเปลี่ยนอากาศ

1.7.5.4 เพื่อทดสอบค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อปีของหน่วยอาศัยขนาดเล็กและเล็กพิเศษและนำมาเปรียบเทียบควบคู่กับการระบายอากาศ

1.7.5.5 นำเสนอแนวทางสำหรับรูปแบบ ตำแหน่ง และขนาดของช่องเปิดอันเกี่ยวเนื่องกับขนาดของหน่วยพักอาศัยที่เหมาะสม

1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย

1.8.1 ทราบถึงสมรรถนะด้านการระบายอากาศและ การใช้พลังงานไฟฟ้าของหน่วยพักอาศัยทั่วไปในปัจจุบัน

1.8.2 ทราบถึงสมรรถนะด้านการระบายอากาศและ การใช้พลังงานไฟฟ้าของหน่วยพักอาศัยที่มีขนาดเล็กพิเศษ

1.8.3 มีแนวทางเลือกในการออกแบบที่เหมาะสมสำหรับหน่วยพักอาศัยที่มีขนาดทั่วไป และหน่วยพักอาศัยที่มีขนาดเล็กลงกว่าปัจจุบัน

Ref. code: 25595816030141UDA

1.9 นิยามศัพท์

1.9.1 หน่วยพักอาศัยขนาดเล็กพิเศษ คือ รูปแบบที่อยู่อาศัยที่มีขนาดเล็กกว่าหน่วยพักอาศัยที่เป็นบ้านทั่วไปที่มีขนาดไม่เกิน 30 ตารางเมตร มีรูปแบบการใช้งานที่เกิดประโยชน์สูงสุดในพื้นที่จำกัดและสามารถเคลื่อนย้ายได้ (Losantos, 2006) และจากการจำกัดความของผู้วิจัยคือขนาดเล็กกว่ากฎหมายประเทศไทยแต่สามารถใช้งานได้จริงโดยมีแหล่งอ้างอิง

1.9.2 อัตราส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่ผนังของอาคาร (Window to Wall Ratio) คือ สัดส่วนขนาดพื้นที่ประตูหรือหน้าต่างเป็นต้น ที่มีต่อพื้นที่ผนังในแต่ละด้าน แต่ละชั้น ซึ่งงานวิจัยนี้ใช้ตัวอักษรย่อ คือ WWR

1.9.3 การระบายอากาศ (Ventilation) คือ การให้อากาศภายนอกเข้ามาภายในอาคารและแพร่กระจายไปในส่วนอื่นๆ โดยมจุดประสงค์เพื่อให้อากาศภายในอาคารดีขึ้นและเหมาะสม

1.9.4 การระบายอากาศธรรมชาติ คือ การใช้พลังงานธรรมชาติเพื่อที่จะนำอากาศจากภายนอกเข้าสู่ภายใน หรือจากภายในออกสู่ภายนอก โดยอาศัยหลักการสร้างความแตกต่างของความกดดันอากาศที่เกิดขึ้นเอง หรือสร้างแรงกดดันอากาศขึ้นเพื่อทำให้เกิดความแตกต่างระหว่างความหนาแน่นของอากาศภายในและภายนอก

1.9.5 ช่องเปิด คือ ส่วนของอาคารที่น้ำ อากาศ แสง หรือสิ่งของต่างๆสามารถผ่านได้โดยตรง หมายรวมถึงช่องเปิดบนพื้น ซึ่งเป็นโถงเปิดโล่งระหว่างพื้นของอาคารตั้งแต่ 2 ชั้นขึ้นไป โดยไม่มีผนังปิดล้อม และช่องเปิดบนผนัง ซึ่งมีทั้งช่องเปิดแบบที่เป็นช่องโล่ง ช่องเปิดแบบที่เป็นบานประตูหรือหน้าต่างเปิดปิดได้ และช่องเปิดแบบที่เป็นหน้าต่างหรือช่องแสงกระจกติดตาย นอกจากนี้ยังรวมถึงช่องระบายอากาศ ไม้ฉลุ อิฐบล็อกช่องลม เกล็ดระบายอากาศ หรือแผงระแนงด้วย

1.9.6 ปริมาณการใช้ไฟฟ้า คือ ระดับปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศต่อปีภายในหน่วยพักอาศัยขนาดเล็ก และขนาดเล็กพิเศษ

Ref. code: 25595816030141UDA

บทที่ 2
วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาวิจัย เรื่อง การประเมินสมรรถนะของการออกแบบหน่วยพักอาศัยที่มีขนาดกะทัดรัด ผู้วิจัยได้ศึกษา ทฤษฎี แนวความคิดงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและกรณีศึกษา เพื่อรวบรวมข้อมูลที่เป็นประโยชน์แก่การกำหนดแนวทางและระเบียบวิจัย โดยแบ่งรายละเอียดและสาระสำคัญออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ ดังนี้

2.1 กระบวนการที่ใช้ในการวิเคราะห์

2.1.1 กฎกระทรวงฉบับที่55 (พ.ศ. 2543)
2.1.2 มาตรฐานที่อยู่อาศัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้พื้นที่
2.1.3 ลักษณะทางเศรษฐศาสตร์ในปัจจุบัน
2.1.4 วิวัฒนาการของที่อยู่อาศัยขนาดเล็ก
2.1.5 ศึกษาตัวอย่างหน่วยพักอาศัยขนาดเล็กพิเศษ

2.2 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการออกแบบหน่วยพักอาศัย

2.2.1 ทฤษฎีพื้นฐานของการระบายอากาศ
2.2.2 ปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมของลมที่ปะทะอาคาร
    2.2.2.1 ลักษณะการกระจายตัวของความกดอากาศที่ส่งผลต่อรูปทรงของอาคาร
    2.2.2.2 ตำแหน่งของช่องเปิดที่เหมาะสม
    2.2.2.3 ขนาดและจานวนของช่องเปิดที่สัมพันธ์กับทิศทางของลม
2.2.3 ปัจจัยที่ต้องคำนึงในการเลือกใช้ช่องเปิดสำหรับหน่วยพักอาศัย
2.2.4 หลักการที่ใช้วัดประสิทธิภาพในการระบายอากาศ
2.2.5 สรุปตัวแปรที่สนใจเลือกใช้ในการศึกษา

Ref. code: 25595816030141UDA

2.1 กระบวนการที่ใช้ในการวิเคราะห์ด้านทฤษฎี

เนื่องจากงานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวข้องกับหน่วยพักอาศัยขนาดเล็ก และขนาดเล็กพิเศษ ดังนั้นกฎหมายจึงเป็นสิ่งสำคัญในการศึกษาเกี่ยวกับขนาด พื้นที่เพื่อให้ได้ทราบถึงกฎเกณฑ์ของหน่วยพักอาศัยชนิดต่างๆ

2.1.1 กฎกระทรวงฉบับที่ 55 (พ.ศ. 2543)

ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 มีรายละเอียดดังนี้

ห้องนอน	ให้มีความกว้างด้านที่แคบที่สุดไม่น้อยกว่า 2.50 เมตร และมีพื้นที่ไม่น้อยกว่า 8.00 ตารางเมตร
ห้องน้ำ ห้องส้วม	ควรมีระยะไม่น้อยกว่า 2.00 เมตร
ระยะดิ่งจากพื้นถึงฝ้า	ห้องพัก ควรมีระยะ 2.60 เมตร ทางเดินควรมีระยะ 2.60 เมตร
ช่องทางเดินภายในอาคาร	อาคารสาธารณะต้องมีช่องทางเดินกว้างไม่น้อยกว่า 1.5 เมตร
ส่วนยื่นเหนือที่สาธารณะ	ต้องไม่มีส่วนของอาคารยื่นล้ำเข้าไปในที่สาธารณะ ยกเว้น กรณีที่ได้รับอนุญาตจากเจ้าพนักงาน
ผนังทั่วไป	ต้องสร้างด้วยวัสดุถาวร และทนไฟ หนาอย่างน้อย 8 เซนติเมตร
การระบายอากาศ	ต้องมีการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติคือ ต้องมีประตูหน้าต่างหรือช่องระบายอากาศด้านที่ติดกับภายนอกไม่น้อยกว่า 10% ของพื้นที่ของห้องนั้น

ลักษณะของห้องแถว ตึกแถว ทาวน์เฮาส์

ขนาดในการออกแบบที่น้อยที่สุดและยาวที่สุดของตึกแถว กำหนดให้ต้องมีขนาดความกว้างไม่น้อยกว่า 4.00 เมตร ความยาวหรือความลึกไม่น้อยกว่า 4.00 เมตร โดยมีความยาวมากที่สุดได้ไม่เกิน 24.00 เมตร และ ต้องมีพื้นที่ชั้นล่างแต่ละห้อง (คูหา) ไม่น้อยกว่า 30.00 ตารางเมตร โดยสรุปได้ว่าห้องแถวที่มีขนาดเล็กที่สุดจะต้องมีขนาดไม่น้อยกว่า 4.00เมตร x7.50เมตร (อ้างอิงจากกฎกระทรวงฉบับที่ 55 ข้อ 2)

ตึกแถวที่มีความยาวหรือความลึกเกินกำหนดจะต้องมีพื้นที่เปิดโล่ง 10% ของพื้นชั้นล่าง เพื่อให้มีการถ่ายเทอากาศที่ดี ถ้าตึกแถวที่มีความลึกมากกว่า 16.00 เมตร จะต้องมีที่ว่างโดยปราศจากสิ่งปกคลุม

Ref. code: 25595816030141UDA

ที่ระยะความลึกที่ 12.00-16.00 เมตร ซึ่งเป็นพื้นที่เปิดโล่งขนาดพื้นที่ไม่น้อยกว่า 10% ของพื้นที่ชั้นล่าง และพื้นที่โล่งสามารถออกแบบเป็นรูปทรงใด ๆ ก็ได้ (อ้างอิงจากกฎกระทรวงฉบับที่ 55 ข้อ 2 วรรคที่ 2)

ขนาดในการออกแบบที่น้อยที่สุดและยาวที่สุดของทาวน์เฮาส์ คือ ต้องไม่น้อยกว่า 4.00 เมตร และ ลึกไม่เกิน 24.00 เมตร เหมือนกับตึกแถวที่กล่าวมาข้างต้น แต่ขนาดพื้นที่ของทาวน์เฮาส์เล็กกว่า เพราะกำหนดไว้เพียง 24.00 ตรม.เท่านั้น ทำให้ขนาดของทาวน์เฮาส์ที่เล็กที่สุด คือ 4.00 x 600 เมตร การออกแบบเพื่อการอยู่อาศัยและการพาณิชย์จึงมีความแตกต่างกันออกไป (อ้างอิงจากกฎกระทรวงฉบับที่ 55 ข้อ 3)

ตารางที่ 2.1

ขนาดพื้นที่ของห้องที่ใช้ประโยชน์ร่วมกัน และห้องที่ใช้ประโยชน์เฉพาะเจาะจง

พื้นที่ใช้สอย	พื้นที่ห้อง (ตารางเมตร)
ห้องรับแขก-พักผ่อน-รับประทานอาหาร (ไม่น้อยกว่า 2.40 เมตร)	13.00
ห้องรับแขก-พักผ่อน-รับประทานอาหาร-เตรียมอาหาร	16.80
ครัว-รับประทานอาหาร-เตรียมอาหาร	7.50
ห้องรับแขก-ห้องพักผ่อน (ความกว้างต้องไม่น้อยกว่า 2.40 เมตร)	9.00
ห้องรับประทานอาหาร (ความกว้างต้องไม่น้อยกว่า 2.40 เมตร)	7.50
ห้องนอนที่ 1	9.00
ห้องนอนที่ 2	7.90
ห้องนอนที่ 3	7.00
ห้องครัว (ความกว้างต้องไม่น้อยกว่า 1.80 เมตร)	5.40
พื้นที่ของห้องน้ำ ห้องส้วม ; ส้วมและที่อาบน้ำที่เล็กที่สุด	2.50
พื้นที่ของห้องอาบน้ำแยกเดี่ยวเล็กสุด	1.30
พื้นที่ของห้องส้วมแยกเดี่ยวเล็กสุด	1.30

หมายเหตุ. จาก คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539

Ref. code: 25595816030141UDA

2.1.2 มาตรฐานขนาดที่อยู่อาศัยและกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการใช้พื้นที่

ขนาดพื้นที่ใช้สอยที่มีขนาดต่ำสุดตามมาตรฐานที่อยู่อาศัยในประเทศไทยโดยจะต้องมีขนาดไม่น้อยกว่าที่ระบุดังต่อไปนี้

(1) ภายในห้องนอนของหน่วยพักอาศัยให้มีส่วนกว้าง หรือยาวไม่ต่ำกว่า 2.50 เมตร และมีเนื้อที่ของพื้นที่ทั้งหมดไม่น้อยกว่า 9.00 ตารางเมตร

(2) พื้นที่ใช้งานภายในห้องนอนซึ่งไม่ได้มีการกั้นเป็นห้อง ให้มีเนื้อที่ไม่น้อยกว่า 7.50 เมตร

(3) ส่วนที่ใช้สำหรับรับแขก-พักผ่อน-ทานอาหารควรมีส่วนกว้าง หรือยาวไมต่ำกว่า 2.40 เมตร และมีเนื้อที่ของพื้นที่ไม่น้อยกว่า 13.00 ตารางเมตร

(4) กรณีที่แยกพื้นที่ใช้สอยให้ส่วนที่ใช้ทานอาหารมีเนื้อที่ไม่น้อยกว่า 7.50 เมตร และสำหรับส่วนที่ใช้รับแขก-พักผ่อน ให้มีเนื้อที่ไม่น้อยกว่า 11.20 ตารางเมตร

(5) ห้องหรือพื้นที่ที่ใช้ในการซักผ้านั้นควรจะจัดเนื้อที่ไว้สำหรับซักผ้าละวางอุปกรณ์การซักผ้าต่างๆถ้าพื้นที่มีการจัดแยกไว้โดยเฉพาะจะต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 2.20 ตารางเมตรและกว้างไม่น้อยกว่า 1.30 เมตร

(6) ที่เก็บของ-ทั่วไปนั้นให้มีที่เก็บของส่วนบุคคลให้ลักษณะที่มีขนาดความกว้าง 0.60 เมตร ความลึก 0.60 เมตร พื้นที่ของชั้นต่างๆประมาณ 1.10 ตารางเมตร ระยะห่างระหว่างชั้น 0.30 เมตร หรือพื้นที่เก็บของเป็น 10 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่หน่วยอาศัยทั้งหมดก็เป็นได้ หรือเนื้อที่ 2.80 ลูกบาศก์เมตร มีความลึกไม่เกิน 1.20 เมตรและกว้างไม่น้อยกว่า 0.45 เมตร ควรจัดเตรียมเนื้อที่ไว้สำหรับผู้อยู่จะจัดสร้างหรือซื้อหา มาติดตั้งในภายหลัง

(7) ความสูงของห้องจากพื้นถึงเพดานต้องไม่น้อยกว่า 2.40 เมตร ในที่ซึ่งมีความเอียงลาดส่วนสูงตอนกลาง วัดจากพื้นต้องไม่น้อยกว่า 2.40 เมตร (แต่ถ้าพื้นที่ใดที่เพดานสูงน้อยกว่า 1.80 เมตร ไม่นับพื้นที่นั้นเป็นพื้นที่อยู่อาศัยน้อยที่สุดที่ต้องการ) (4) กรณีที่แยกพื้นที่ใช้สอยให้ส่วนที่ใช้ทานอาหารมีเนื้อที่ไม่น้อยกว่า 7.50 เมตร และสำหรับส่วนที่ใช้รับแขก-พักผ่อน ให้มีเนื้อที่ไม่น้อยกว่า 11.20 ตารางเมตร

(8) การให้แสงสว่างและการระบายอากาศ โดยช่องเปิด และหน้าต่างกระจก ถ้าช่องเปิดนั้นเป็นบานเกล็ดหมุนหากเป็นไปได้ควรมีมุ้งลวดกันแมลงด้วยเช่นกัน อย่างไรก็ตามสิ่งที่จำเป็นที่ควรจัดให้มีคือ ทางลมผ่านตลอด ยกเว้นในที่ๆต้องการให้ห้องสำคัญๆของหน่วยพักได้รับแสงสว่างและการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ รวมทั้งได้ประโยชน์จากทิวทัศน์ที่มีอยู่ ในกรณีนี้ห้องน้ำส้วม และห้องครัว อาจจัดไว้ภายในถ้าจัดให้ห้องทั้งสองมีการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ หรือวิธีใช้เครื่องมือกลงอย่างเพียงพอ

Ref. code: 25595816030141UDA

ตารางที่ 2.2

กิจกรรมที่เกิดขึ้นในพื้นที่ต่าง ๆ ภายในหน่วยพักอาศัย

พื้นที่	กิจกรรมหลัก	กิจกรรมรอง	เฟอร์นิเจอร์ที่ใช้
1.พื้นที่ครัว	เตรียมอาหาร ทำอาหาร ล้างจาน เก็บของ ทานอาหาร เสิร์ฟอาหาร	ทานของเล่น ล้างหน้า ล้างมือ	-อ่างล้างจานขนาด 0.42 x 0.40 เมตร -เตาไฟฟ้าเดี่ยวขนาด 0.29 x 0.35 เมตร สูง 0.075 เมตร -ไมโครเวฟขนาด 0.05 x 0.04 เมตร สูง 0.30 เมตร -เคาน์เตอร์ครัวติดผนังที่มีบางส่วนพับเก็บได้ความกว้าง 0.60-0.70 เมตร
2.พื้นที่รับประทานอาหาร	เตรียมอาหาร รับประทานอาหาร	อ่านหนังสือ ทำงานฝีมือ ดูโทรทัศน์	-โต๊ะรับประทานอาหารขนาดเล็กขนาด 0.90 x 0.45 เมตร
3.พื้นที่ทำงาน	อ่านหนังสือ ทำงาน	รับประทานอาหาร พักผ่อน	-โต๊ะขนาดเล็กกว่าทั่วไป ขนาด 0.40 x 1.20 เมตร -เก้าอี้ทั่วไปขนาด 0.46 x 0.40 เมตร
4.พื้นที่นั่งเล่น	ดูโทรทัศน์ ฟังเพลง อ่านหนังสือ	เล่นคอมพิวเตอร์ รับประทานอาหาร ทำงาน	-เก้าอี้หรือโซฟาขนาดเล็ก สำหรับสองที่นั่งขนาด 2.0 x 1.0 เมตร -โต๊ะขนาดเล็ก -โคมไฟ -โทรทัศน์จอแบนขนาด 19 นิ้วและชั้นวางโทรทัศน์ซึ่งเก็บของได้

หมายเหตุ. จาก ศศิภา โรจนวีรสิงห์ , 2553

Ref. code: 25595816030141UDA

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

กิจกรรมที่เกิดขึ้นในพื้นที่ต่าง ๆ ภายในหน่วยพักอาศัย

พื้นที่	กิจกรรมหลัก	กิจกรรมรอง	เฟอร์นิเจอร์ที่ใช้
5.พื้นที่นอน	นอนหลับ แต่งตัว เก็บเสื้อผ้า แต่งหน้า	อ่านหนังสือ ทำงาน พักผ่อน	-ชั้นวางของขนาดเล็ก หรือโต๊ะเครื่องแป้งและ กระจก -ตู้เสื้อผ้าขนาด 1.20 x 2.00 เมตร ลึก 0.60 เมตร
6.ห้องน้ำ	การขับถ่าย อาบน้ำ ล้างมือ ล้างหน้าแปรงฟัน	การซักผ้า แต่งตัว	-อ่างล้างหน้าขนาด 0.49 x 0.42 เมตร -ห้องอาบน้ำสำเร็จรูปแบบยืน เป็นประตูบานเลื่อนสองด้านขนาดความกว้าง ความยาว 0.90 x 0.90 เมตร -เครื่องซักผ้าขนาดเล็กสำหรับผ้า 1 กิโลกรัม ขนาด 0.35 x 0.37 เมตร

หมายเหตุ. จาก ศศิภา โรจนวีรสิงห์, 2553

จากการศึกษากฎหมายและมาตรฐานการออกแบบข้างต้นนั้นเพื่อที่จะนำข้อมูลทั้งเชิงกฎหมายและลักษณะการออกแบบมาเป็นตัวต้นแบบในการทดสอบสำหรับการทดลองในขั้นตอนแรก และใช้เป็นแหล่งอ้างอิงสำหรับขนาดพื้นที่ที่ใช้งานได้จริง และนิยมใช้กันอย่างแพร่หลายภายในประเทศไทย **และ**ได้มีการวิเคราะห์พฤติกรรมการอยู่อาศัยของคนไทย แบ่งออกเป็น 6 กลุ่มหลักๆโดยอ้างอิงจาก นางสาวศศิภา โรจน์วีรสิงห์ ,2554 ดังนี้

2.1.2.1 การประกอบอาหาร (พื้นที่ครัวขนาดเล็ก)

2.1.2.2 การรับประทานอาหาร

2.1.2.3 การนอน

2.1.2.4 การทำงาน

2.1.2.5 การอาบน้ำ (พื้นที่ขนาดเล็ก)

2.1.2.6 การเข้าห้องน้ำ (เพื่อขับถ่าย)

โดยมีการอ้างอิงค่าเฉลี่ยของคนอายุระหว่าง 23-29 ปีจากข้อมูลสัดส่วนร่างกายประชากรไทย เพื่อการออกแบบงานสถาปัตยกรรมที่ถูกจัดทำขึ้นโดยสมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์ โดยค่าเฉลี่ยนั้นจะมา

Ref. code: 25595816030141UDA

จากการเฉลี่ยข้อมูลประชากรไทยที่ได้จากสำนักมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) ปี 2543-2544 โดยพิจารณาทั้งเพศชายและเพศหญิง และหาค่าเฉลี่ยของความกว้าง ความยาว ความสูง ดังนี้

ตารางที่ 2.3

หาค่าเฉลี่ยของความกว้าง ความยาว ความสูงที่เหมาะสมกับการใช้งานของมนุษย์

กิจกรรมหลัก	กิจกรรมที่ใช้ในพื้นที่	ด้านกว้าง (เมตร)	ด้านยาว (เมตร)	ด้านสูง (เมตร)
1.ประกอบอาหาร	-เตรียมอาหาร -การทำอาหาร -ล้างจาน -การนั่งการก้มควรอยู่ต่ำกว่าระดับเอว	0.91	0.90	1.72
2.การรับประทานอาหาร	-รับประทานอาหาร -นั่งพักผ่อน -โดยที่โต๊ะต้องกว้างพอสำหรับวางจานและยืดแขนได้	0.61	0.86	1.72
3.การนอกพักผ่อน	-การนอนหลับในท่าแนวราบ สำหรับคนเดียว -ควรมีพื้นที่ในการบิดหรือยืดตัวเพียงเล็กน้อย	0.91	1.80	1.02
4.การทำงาน	-การนั่ง -การทำงาน -การรับประทานอาหาร -การนั่งการก้มควรอยู่ต่ำกว่าระดับเอว	0.65	0.85	1.25
5.การอาบน้ำ	-อาบน้ำ -ควรมีพื้นที่ในการหยิบจับของที่เหมาะสม	0.69	0.76	1.90

Ref. code: 25595816030141UDA

ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

หาค่าเฉลี่ยของความกว้าง ความยาว ความสูงที่เหมาะสมกับการใช้งานของมนุษย์

กิจกรรมหลัก	กิจกรรมที่ใช้ในพื้นที่	ด้านกว้าง (เมตร)	ด้านยาว (เมตร)	ด้านสูง (เมตร)
5.การอาบน้ำ	-ระยะการจับฝักบัว ก้ม และยืนอาบน้ำที่สบายและเหมาะสมมากที่สุด	0.69	0.76	1.90
6.การเข้าห้องน้ำ	-ขับถ่าย -การนั่ง -ควรสะดวกต่อการหยิบ จับสำหรับสายฉีดชำระ แบะกระดาษทิชชู่	0.69	1.05	1.30

หมายเหตุ. จาก *การอ้างอิงค่าเฉลี่ยของคนอายุระหว่าง 23-29 ปีจากข้อมูลสัดส่วนร่างกายประชากรไทยเพื่อการออกแบบสถาปัตยกรรม* , โดย สมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์, 2543

นอกจากค่าเฉลี่ยของขนาดที่เหมาะสมกับการใช้งานของมนุษย์แล้วนั้น มาตรฐานสากลที่ใช้สำหรับกิจกรรมการพักผ่อน หรือที่เรียกกันว่าห้องนอนนั้นก็มีความสำคัญ เนื่องจากหน่วยพักอาศัยขนาดเล็กพิเศษนั้นต้องใช้การออกแบบฟังก์ชั่นให้เกิดความยืดหยุ่นและเหมาะสมกับพื้นที่ที่มีความจำกัดให้มากที่สุดซึ่งในปัจจุบันได้มีการออกแบบเฟอร์นิเจอร์ให้มีการปรับเปลี่ยนได้ตามช่วงเวลาการใช้งาน หรือตามความต้องการของผู้ใช้แล้วนั้น ขนาดของเฟอร์นิเจอร์มาตรฐานสากลและขนาดที่เล็กที่สุดที่ใช้กันโดยทั่วไปก็เป็นสิ่งสำคัญที่ผู้วิจัยต้องศึกษา ดังนั้นเฟอร์นิเจอร์ที่ผู้วิจัยเลือกศึกษานั้นคือเตียงนอน เพราะเป็นเฟอร์นิเจอร์ที่จำเป็นสำหรับผู้ใช้ทุกคน

Ref. code: 25595816030141UDA

ตารางที่ 2.4

ขนาดมาตรฐาน และขนาดที่เล็กที่สุดของเตียงในระดับสากล

ประเภทของเตียง	ขนาดเล็กที่สุดของเตียง	ขนาดมาตรฐานของเตียง
Twin bed size (single UK)	2.13 x 2.13 เมตร.	2.13 x 2.13 เมตร.
	1.98 x 1.98 เมตร.	2.44 x 2.74 เมตร.
Twin bedroom (two single beds)	2.74 x 2.75 เมตร.	3.05 x 2.90 เมตร.
		3.05 x 3.05 เมตร.
Double bed size	2.74 x 2.9 เมตร.	2.90 x 3.20 เมตร.
		3.05 x 3.66 เมตร.
Queen bed size (King UK)	2.9 x 3.05 เมตร.	3.05 x 3.05 เมตร.
		3.05 x 3.35 เมตร.
		3.05 x 3.66 เมตร.
		3.05 x 3.96 เมตร.
		3.05 x 4.27 เมตร.
King bed size (Super King UK)	2.90 x 3.51 เมตร.	3.05 x 3.81 เมตร.
		3.05 x 3.66 เมตร.
		3.05 x 4.27 เมตร.
		3.66 x 3.66 เมตร.
		3.66 x 3.96 เมตร.
		3.96 x 3.96 เมตร.

หมายเหตุ. จาก House Plans Helper, (2012-2017).

Ref. code: 25595816030141UDA

ตารางที่ 2.5

ขนาดมาตรฐาน และขนาดพื้นที่โดยรอบของเตียงระดับสากล

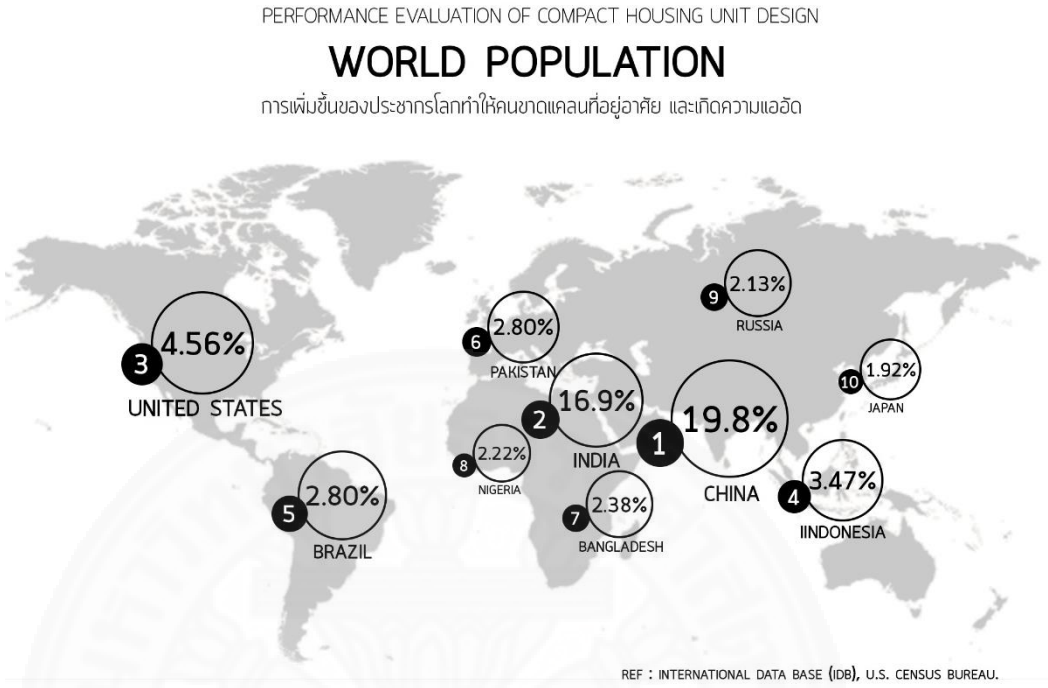
ประเภทของเตียง	ขนาดพื้นที่ที่เล็กที่สุดของเตียง	ขนาดพื้นที่มาตรฐานของเตียง
Crib หรือห้องขนาดเล็ก (0.68 x 1.32 เมตร.)	2.20 x 2.08 เมตร.	2.50 x 2.25 เมตร.
	Against the wall 1.45 x 2.08 เมตร.	Against the wall 1.60 x 2.25 เมตร.
US twin bed (1.00 x 1.90 เมตร.)	2.50 x 2.66 เมตร.	2.82 x 2.82 เมตร.
	Against the wall 1.75 x 2.66 เมตร.	Against the wall 1.90 x 2.82 เมตร.
US double / full bed (1.37 x 1.90 เมตร.)	2.90 x 2.66 เมตร.	luxurious clearance 3.20 x 2.82 เมตร.
	Against the wall 2.13 x 2.66 เมตร.	Against the wall 2.28 x 2.82 เมตร.
US queen bed (1.52 x 2.03 เมตร.)	3.04x 2.80 เมตร.	luxurious clearance 3.35 x 2.94 เมตร.
US king bed (1.93 x 2.03 เมตร.)	3.45x 2.80 เมตร.	luxurious clearance 3.75 x 2.94 เมตร.

หมายเหตุ. จาก House Plans Helper, (2012-2017).

จากการศึกษาส่วนใหญ่แล้วหน่วยพักอาศัยขนาดเล็กพิเศษจะเลือกใช้เตียงเดี่ยว และเตียงสองชั้นเพื่อเป็นการลดพื้นที่การใช้งาน และเหมาะสำหรับผู้ใช้ที่มีจำนวนไม่เกิน 3 คนต่อหนึ่งหน่วยพักอาศัย แต่การเลือกใช้เฟอร์นิเจอร์ที่สามารถใช้งานได้แค่ฟังก์ชั่นเดียวนั้นอาจจะมีการตอบสนองต่อการใช้งานได้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น ดังนั้นการออกแบบทางสถาปัตยกรรมที่คำนึงฟังก์ชั่นก่อนรูปแบบของอาคารจึงเป็นสิ่งสำคัญที่สุด และเรียกได้ว่าเป็นหลักการออกแบบของ Compact Housing Unit

Ref. code: 25595816030141UDA

2.1.3 ลักษณะทางเศรษฐศาสตร์ในปัจจุบัน



ภาพที่ 2.1 แสดงถึงการเพิ่มขึ้นของประชากรโลกทั้งทวีปยุโรปและเอเชีย โดย ผู้วิจัย ,2560

จากภาพที่ 2.1 ทำให้เห็นถึงการเติบโตของประชากรโลกทั้งจากทวีปยุโรปและทวีปเอเชีย ผู้วิจัยได้เลือกศึกษาและให้ความสำคัญกับประเทศไทยเป็นหลัก ซึ่งประเทศมีประชากรโลกเพิ่มขึ้นและเกิดความแออัดมากที่สุดบริเวณจังหวัดกรุงเทพมหานคร หรือเรียกกันอีกอย่างหนึ่งว่า เขตเศรษฐกิจและเป็นเมืองหลวง ดังนั้นจากการอ้างอิงโดย นางสาวจอมใจ ละอองแก้ว 2556 ได้มีการศึกษาลักษณะทางกายภาพของกรุงเทพมหานครบริเวณเขตเศรษฐกิจของกรุงเทพมหานคร (Central Business District –CBD) และใกล้เคียงย่านธุรกิจของกรุงเทพมหานคร มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1.3.1 ลักษณะทางกายภาพของเขตเศรษฐกิจของกรุงเทพมหานคร(Central Business District –CBD) และใกล้เคียง คือ ย่านสีลม-สาทร-พระราม4 ย่านสุขุมวิท (ช่วงต้น) และ ย่านพญาไท โดยนับตั้งแต่ปี 2542 เป็นต้นมาได้เปิดให้บริการรถไฟฟ้าขึ้น ทำให้เขตเศรษฐกิจของกรุงเทพมหานครมีการขยายตัวมากขึ้น ดังนั้นปัจจุบันได้พิจารณาเขตเศรษฐกิจได้จากพื้นที่ที่ใกล้กับเส้นเดินทางรถไฟฟ้า และส่วนที่ใกล้เคียงเศรษฐกิจ ได้แก่พื้นที่ชั้นกลาง ตัวอย่างเช่น ย่านลาดพร้าว พหลโยธิน เจริญกรุง พระราม3 และรัชดาภิเษก โดยพื้นที่จะมีการเชื่อมต่อกันกับใจกลางเมืองซึ่งมีทางด่วนและถนนหลายสายพาดผ่าน โดยสามารถเข้าถึงรถไฟฟ้าใต้ดินได้ และมีระยะใกล้กับบริเวณเขตเศรษฐกิจ

Ref. code: 25595816030141UDA

2.1.3.2 ราคาที่ดินของเขตเศรษฐกิจของกรุงเทพมหานครและใกล้เคียง ราคาที่ดินเขตเศรษฐกิจของกรุงเทพมหานคร (Central Business District –CBD) โดยราคาที่ประเมินปี 2555-2558 อยู่ระหว่าง 180,000-850,000 บาทต่อตารางวา และราคาที่ดินใกล้เคียงเขตเศรษฐกิจของกรุงเทพมหานครราคาที่ประเมินปี 2555-2558 อยู่ระหว่าง 170,000-350,000 บาทต่อตารางวา ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2.6

ราคาประเมินที่ดินย่านเศรษฐกิจ (Central Business District –CBD) ของกรุงเทพมหานคร

พื้นที่สำนักงานที่ดินกรุงเทพมหานคร				
ลำดับ	ชื่อหน่วยที่ดิน	ราคาประเมินที่ดินปี 2551-2554 (บาท/ตารางวา)	ราคาประเมินที่ดินปี 2555-2558 (บาท/ตารางวา)	อัตราการเพิ่ม/ลด (%)
1	ถนนสีลม	550,000-650,000	650,000-850,000	18.18-30.77
2	ถนนเพลินจิต	400,000	800,000	100
3	ถนนพระรามที่1	300,000-350,000	400,000-800,000	16.67-128.57
4	ถนนราชดำริ	350,000	700,000-800,000	100-128.57
5	ถนนวิทยุ	350,000	500,000-700,000	42.86-100
6	ถนนเยาวราช	420,000-550,000	700,000	66.7-27.27
7	ถนนสาทร	400,000-420,000	450,000-600,000	12.50-42.86
8	ถนนพระรามที่4	330,000-400,000	400,000-500,000	21.21-25.00
9	ถนนพญาไท	250,000	500,000	100
10	ถนนเจริญกรุง	150,000-420,000	180,000-450,000	20.00-7.14
11	ถนนราชดำเนินกลาง	300,000	380,000	26.66

หมายเหตุ. จาก สำนักประเมินราคาทรัพย์สิน กรมธนารักษ์, 2555.

Ref. code: 25595816030141UDA

ตารางที่ 2.7

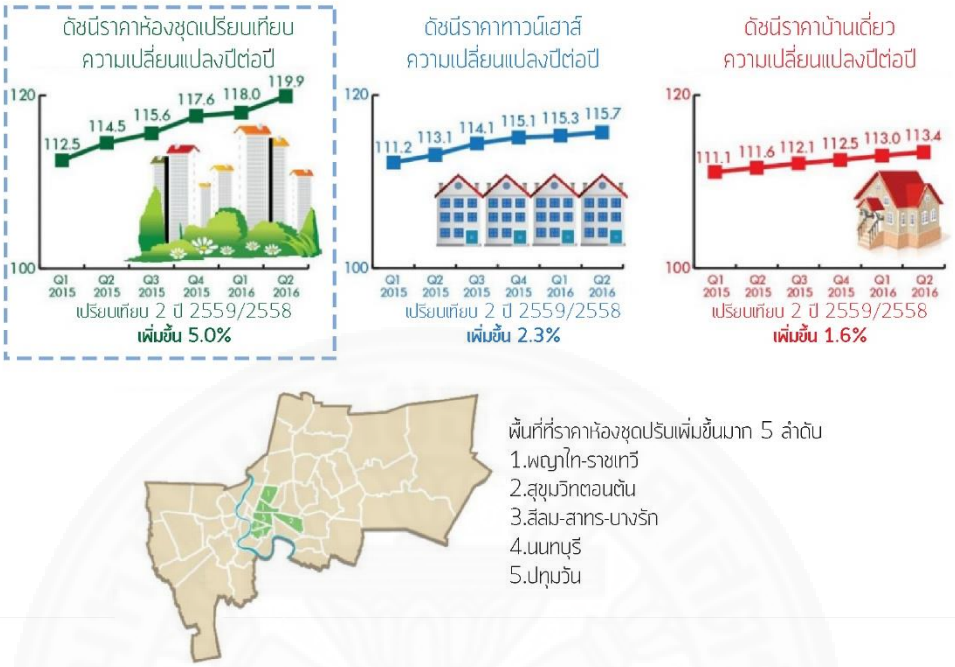
ราคาประเมินที่ดินใกล้เคียงย่านเศรษฐกิจของกรุงเทพมหานคร

พื้นที่สำนักงานที่ดินกรุงเทพมหานคร				
ลำดับ	ชื่อหน่วยที่ดิน	ราคาประเมินที่ดินปี 2551-2554 (บาท/ตารางวา)	ราคาประเมินที่ดินปี 2555-2558 (บาท/ตารางวา)	อัตราการเพิ่ม/ลด (%)
1	ถนนพหลโยธิน	250,000-280,000	300,000-350,000	20-25
2	ถนนเพชรบุรี	200,000-250,000	300,000-350,000	0.00-40
3	ถนนศรีอยุธยา	170,000-210,000	210,000-350,000	23.53-66.67
4	ถนนราชกรารถ	200,000-240,000	210,000-350,000	50-45.83
5	ถนนสามเสน	170,000-230,000	220,000-250,000	29.41-8.70
6	ถนนพระรามที่3	150,000-200,000	170,000-230,000	13.33-15.00
7	ถนนรัชดาภิเษก	270,000	300,000-350,000	0.00-29.63
8	ถนนราชวิถี	250,000	270,000	0.00-8
9	ถนนอโศกดินแดง	220,000	260,000	0.00-13.64
10	ถนนพระราม9	200,000-220,000	200,000-250,000	0.00-13.64
11	ถนนลาดพร้าว	180,000	180,000-190,000	0.00-5.56

หมายเหตุ. จาก สำนักประเมินราคาทรัพย์สิน กรมธนารักษ์, 2555.

Ref. code: 25595816030141UDA

2.1.3.3 การกระจายตัวของที่อยู่อาศัยภายในละแวกเขตเศรษฐกิจ



ภาพที่ 2.2 แสดงถึงดัชนีราคาของหน่วยพักอาศัยในปัจจุบันระหว่างปี 2558-2559 โดย ผู้วิจัย, 2560

จากภาพที่ 2.2 แสดงให้เห็นถึงค่าดัชนีราคาเปรียบเทียบซึ่งพบว่าห้องชุดมีการเปลี่ยนแปลงปีต่อปีระหว่างปี พ.ศ. 2558-2559 มากที่สุด ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ศึกษาเกี่ยวกับการกระจายตัวของหน่วยพักอาศัยประเภทห้องชุดในปัจจุบันเป็นสำคัญ เพื่อให้เห็นการเจริญเติบโตของการใช้พื้นที่และราคาที่แปรผันตามขนาดของหน่วยพักอาศัย โดยได้เริ่มศึกษาจากกระจายตัวของอพาร์ทเมนท์ภายในเขตเศรษฐกิจซึ่งที่เลือกศึกษาอพาร์ทเมนท์อันดับแรกที่สุด เพราะว่าจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่าการอยู่อาศัยของอพาร์ทเมนท์มีการขยายตัวสูงกว่าอาคารชนิดอื่นๆ ดังตารางต่อไปนี้

Ref. code: 25595816030141UDA

ตารางที่ 2.8

ตารางเปรียบเทียบราคาของอพาร์ทเม้นท์ภายในเขตเศรษฐกิจ

ที่ตั้งของอพาร์ทเม้นท์	**ราคาเช่าต่อเดือน**	**ที่ตั้งของอพาร์ทเม้นท์**	**ราคาเช่าต่อเดือน**
เพลินจิต	20,000-250,000	สะพานควาย	8,000-22,000
พญาไท	6,000-14,000	หมอชิต	3,500-45,000
สยาม	9,500-36,000	สนามกีฬา	9,500-36,000
ชิดลม	9,500-72,000	ราชดำริ	9,500-20,000
นานา	14,000-130,000	ศาลาแดง	7,000-65,000
อโศก	7,000-135,000	ช่องนนทรีย์	7,000-130,000
พร้อมพงษ์	7,000-260,000	สุรศักดิ์	5,700-18,000
ทองหล่อ	4,000-70,000	สะพานตากสิน	5,700-47,000
เอกมัย	4,000-63,000	วงเวียนใหญ่	14,000-35,000
พระโขนง	7,000-55,000	ตลาดพลู	8,500-20,000
อ่อนนุช	5,000-55,000	หมอชิต	3,500-45,000
บางจาก	5,000-26,000	สนามกีฬา	9,500-36,000
ปุณณวิถี	4,000-24,500	ราชดำริ	9,500-20,000
บางนา	4,500-17,000	ศาลาแดง	7,000-65,000
แบริ่ง	7,500-17,000	ช่องนนทรีย์	7,000-130,000
อนุเสาวรีย์	4,800-14,250	สุรศักดิ์	5,700-18,000
สนามเป้า	6,000-95,000	สะพานตากสิน	5,700-47,000
อารีย์	48,000-95,000	กรุงธนบุรี	8,500-9,500
ตลาดพลู	8,500-20,000	วงเวียนใหญ่	14,000-35,000

หมายเหตุ. จาก Thailand Apartment Portal, 2559

Ref. code: 25595816030141UDA

จากการศึกษาข้อมูลพบว่าในเขตเศรษฐกิจนั้นมีการกระจายของอพาร์ทเม้นท์เป็นจำนวนมากเหมือนกับงานวิจัยที่ได้ศึกษามา และส่วนใหญ่มักจะตั้งอยู่ละแวกรถไฟฟ้าจึงทำให้มีราคาเช่าต่อเดือนค่อนข้างสูง ซึ่งเขตที่ไกลออกจากบริเวณเขตเศรษฐกิจจะมีราคาเช่าที่ลดน้อยลง จึงทำให้ผู้คนส่วนใหญ่มักจะพักอาศัยอยู่ละแวกที่เดินทางสะดวกและใกล้ที่ทำงานมากที่สุด ผู้วิจัยจึงได้เลือกศึกษาเฉพาะอพาร์ทเม้นท์ที่มีราคาในการเช่าห้องไม่เกิน 8,000 บาทต่อเดือนในขั้นต่อไป เพราะว่าเป็นราคาของหน่วยพักอาศัยที่มีขนาดอยู่ในเกณฑ์ที่ผู้วิจัยสนใจศึกษา และเพื่อศึกษาพื้นที่ใช้สอยภายในห้องที่ได้ถูกออกแบบกันอย่างแพร่หลาย เพราะสามารถใช้เป็นแนวทางเลือกในการศึกษาสำหรับงานวิจัยเล่มนี้ด้วย

ตารางที่ 2.9

แสดงรายละเอียดของอพาร์ทเม้นท์โดยคัดเลือกจากราคาตั้งแต่ 3,000-8,000 บาทต่อเดือน

รายชื่ออพาร์ทเม้นท์	**สถานที่ตั้ง**	**ขนาดพื้นที่ (ตร.ม.)**	**ราคา (บาท)**	**ประเภท**	**ชั้น**	**ห้อง**
อพาร์ทเม้นท์ แกรนด์ ไฮเทค ทาวเวอร์	เอกมัย,ทองหล่อ	24	4000	Studio	10	300
ราชปรารภทาวเวอร์ แมนชั่น	อนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิ, พญาไท	28	6050	Studio		
อพาร์ทเม้นท์ อยู่ดีทาวเวอร์ แมนชั่น	อนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิ, พญาไท	30	6200	Studio	8	
อพาร์ทเม้นท์ บ้านพรทิพย์	พร้อมพงษ์, อโศก	20	7000	Studio	5	20
อพาร์ทเม้นท์ เดอะคอนเทมป์	พระโขนง	28	8000	Studio		
อพาร์ทเม้นท์ พรพิรุฬห์ เพลส	พระโขนง	32	7000	Regular room	6	53
อพาร์ทเม้นท์ บลูวานา เพลส	อ่อนนุช	30	5000	Studio		

หมายเหตุ. จาก Thailand Apartment Portal, 2559.

Ref. code: 25595816030141UDA

ตารางที่ 2.9 (ต่อ)

แสดงรายละเอียดของอพาร์ทเม้นท์โดยคัดเลือกจากราคาตั้งแต่ 3,000-8,000 บาทต่อเดือน

รายชื่ออพาร์ทเม้นท์	**สถานที่ตั้ง**	**ขนาดพื้นที่ (ตร.ม.)**	**ราคา (บาท)**	**ประเภท**	**ชั้น**	**ห้อง**
อพาร์ทเม้นท์ โคเปีย แมนชั่น	อ่อนนุช	23	5200	Studio		
อพาร์ทเม้นท์ ลีการ์เด้น แบง คอค	อ่อนนุช	36	7000	Studio		
อพาร์ทเม้นท์ กรองทอง แมนชั่น	อ่อนนุช	25	5500	Studio	9	600
อพาร์ทเม้นท์ เวลธ์ เทอร์ตี้	อ่อนนุช ,บางจาก	26	6000	Studio	7	96
อพาร์ทเม้นท์ บลูวานา เพลส	อ่อนนุช ,บางจาก	30	5000	Studio		
อพาร์ทเม้นท์ เอส เรสซิเดนซ์	ปุณณวิถี	24	6000	Studio	5	74
อพาร์ทเม้นท์ เอ็น พี แมนชั่น	อุดมสุข, ปุณณวิถี	28	4700	Studio	5	80
อพาร์ทเม้นท์ บีเคพี โฮมเพลส	บางนา	26	4500	Studio		
อพาร์ทเม้นท์ ศิริ โฮเทล แอนด์ เรสซิเดนซ์ แบริ่ง	แบริ่ง	28	7500	Studio	8	109
อพาร์ทเม้นท์ House1194	สะพาน ตากสิน	20	5900	Studio	5	12
อพาร์ทเม้นท์ สาทรเซ็นต์วิว	สะพาน ตากสิน,สุร ศักดิ์	24	5700	Studio	6	79
อพาร์ทเม้นท์ ไอ สบาย	ช่องนนทรี, ศาลาแดง	21	7500	Studio	5	70
อพาร์ทเม้นท์ นราจันทน์โฮม	ช่องนนทรี	30	6700	Studio	7	114

หมายเหตุ. จาก Thailand Apartment Portal, 2559.

Ref. code: 25595816030141UDA

ตารางที่ 2.9 (ต่อ)

แสดงรายละเอียดของอพาร์ทเม้นท์โดยคัดเลือกจากราคาตั้งแต่ 3,000-8,000 บาทต่อเดือน

รายชื่ออพาร์ทเม้นท์	**สถานที่ตั้ง**	**ขนาดพื้นที่ (ตร.ม.)**	**ราคา (บาท)**	**ประเภท**	**ชั้น**	**ห้อง**
อพาร์ทเม้นท์ นเรศเพลส	ช่องนนทรี, ศาลาแดง		7000	Studio		
อพาร์ทเม้นท์ มายน์สาสรี่ อพาร์ทเม้นท์	หมอชิต	25	4000	Studio	4	25
อพาร์ทเม้นท์ @26 เซอร์วิสอพาร์ทเม้นท์	หมอชิต	32	7000	Studio		
อพาร์ทเม้นท์ 110 วรินทร์ เพลส	หมอชิต	27	6500	Studio	7	
อพาร์ทเม้นท์ เปรมโรจน์ อพาร์ทเม้นท์	หมอชิต	16	3500	Studio		
อพาร์ทเม้นท์ จิตอุดม อพาร์ทเม้นท์	อนุสาวรีย์ชัย สมรภูมิ, สนามเป้า	25	6000	Studio	4	10
อพาร์ทเม้นท์ สวนสน เพลส	อนุสาวรีย์ชัย สมรภูมิ, อารีย์	25	4800	Studio	6	79

หมายเหตุ. จาก Thailand Apartment Portal, 2559.

เมื่อได้ศึกษาหน่วยพักอาศัยประเภทอพาร์ทเม้นท์ดังตารางข้างต้นไปแล้ว หน่วยพักอาศัยที่เป็นที่ต้องการในด้านการอยู่อาศัยอีกประเภทหนึ่งนั้นก็คือหน่วยพักอาศัยประเภทโรงแรม หรือหน่วยพักอาศัยชั่วคราว เพราะว่าเป็นหน่วยพักอาศัยประเภทนี้มีเป็นที่นิยมสำหรับผู้อยู่อาศัยและนักท่องเที่ยว ซึ่งมีขนาดและมีราคาที่แปรผันกับสถานที่ตั้งเหมือนกับอพาร์ทเม้นท์ ดังนั้นจึงได้นำมาใช้เพ่อพิจารณาการกระจายตัวของหน่วยพักอาศัยเป็นลำดับต่อมาโดยเลือกศึกษาจากละแวกที่มีคนอาศัยอยู่จำนวนมากที่สุด ซึ่งพิจารณาจากอับดับความต้องการของคนที่เข้าพักและได้ทำการประเมินด้วยจำนวนดาว ดังตารางต่อไปนี้

Ref. code: 25595816030141UDA

ตารางที่ 2.10

หน่วยพักอาศัยประเภทโรงแรมละแวกเพลินจิตโดยเลือกศึกษาจากลำดับความต้องการในการเข้าพักอาศัยมากที่สุด 3 อับดับ

รายชื่อโรงแรม	ดาว	สถานที่	พื้นที่ sq.m.	ราคาต่อวัน(บาท)	ประเภท	ห้อง	ประเภทเตียง
โรงแรมเดอะแลนด์มาร์ค	5	เพลินจิต	26	4200	มาตรฐาน	395	2เตียงเดี่ยว
โรงแรมแกรนด์เซ็นเตอร์พอยต์	5	ราชดำริ	44	4800	มาตรฐาน	526	Superking size
โรงแรมแกรนด์เซ็นเตอร์พอยต์	5	เพลินจิต	38	4500	มาตรฐาน	277	2เตียงเดี่ยว
เฟรเซอร์สวีทสุขุมวิท	5	สุขุมวิท	52	3398	Studio	163	Superking size
โรงแรมมิวส์กรุงเทพหลังสวนเอ็มแกลลอรี่คอเล็กชัน	5	เพลินจิต	39	5600	Deluxe	174	Superking size
โรงแรมสวิสโซเทล นายเลิศปาร์ค	5	เพลินจิต	40	4100	มาตรฐาน	336	Superking size
แกรนด์ไฮแอทเอราวัณ	5	เพลินจิต	40	8990	Grandking	380	Superking size

หมายเหตุ. จาก Thailand Apartment Portal, 2559.

Ref. code: 25595816030141UDA

ตารางที่ 2.10 (ต่อ)

หน่วยพักอาศัยประเภทโรงแรมละแวกเพลินจิตโดยเลือกศึกษาจากลำดับความต้องการในการเข้าพักอาศัยมากที่สุด 3 อับดับ

รายชื่อโรงแรม	ดาว	สถานที่	พื้นที่ sq.m.	ราคาต่อวัน(บาท)	ประเภท	ประเภทเตียง
โรงแรมศิวาเทล แบงคอก	5	เพลินจิต	64	4830	Sweet	75
โรงแรมโอกุระ เพรสทีจ กรุงเทพ	5	เพลินจิต	43	10605	Deluxe	Superking size
ชามา สุขุมวิท เซอร์วิสอพาร์ทเม้นท์	4	เพลินจิต	66	4900	1Bedroom	Superking size
อมารี บูเลอวาร์ด กรุงเทพ	4	เพลินจิต	28	3000	Superior	Superking size
โนโวเทล แบงคอกฟินิกซ์ เพลินจิต	4	เพลินจิต	28	4100	Superior	2เตียงเดี่ยว
โรงแรมซีนิท	4	เพลินจิต	30	3300	Deluxe	2เตียงเดี่ยว
โรงแรมแมเจสติคแกรนด์	4	เพลินจิต	28	4700	Superior	Superking size
แกรนด์สวิส สุขุมวิท 11	4	สุขุมวิท	32		Premior	
เบสเวสเทริน พรีเมียร์ สุขุมวิท	4	สุขุมวิท	32	3000		Superking size
เบลแอร์ แบงคอก	4	เพลินจิต	32	2430		Superking
โรงแรมรอยอล เบญจา	4	เพลินจิต	38	2070		2เตียงเดี่ยว
ซิทาดีนส์ สุขุมวิท 11 แบงคอก	3	สุขุมวิท	30	2420	Studio	Superking size
โรงแรมดาวิน นานา	3	นานา	27	2500	Superior	Superking

Ref. code: 25595816030141UDA

ตารางที่ 2.10 (ต่อ)

หน่วยพักอาศัยประเภทโรงแรมละแวกเพลินจิตโดยเลือกศึกษาจากลำดับความต้องการในการเข้าพักอาศัยมากที่สุด 3 อับดับ

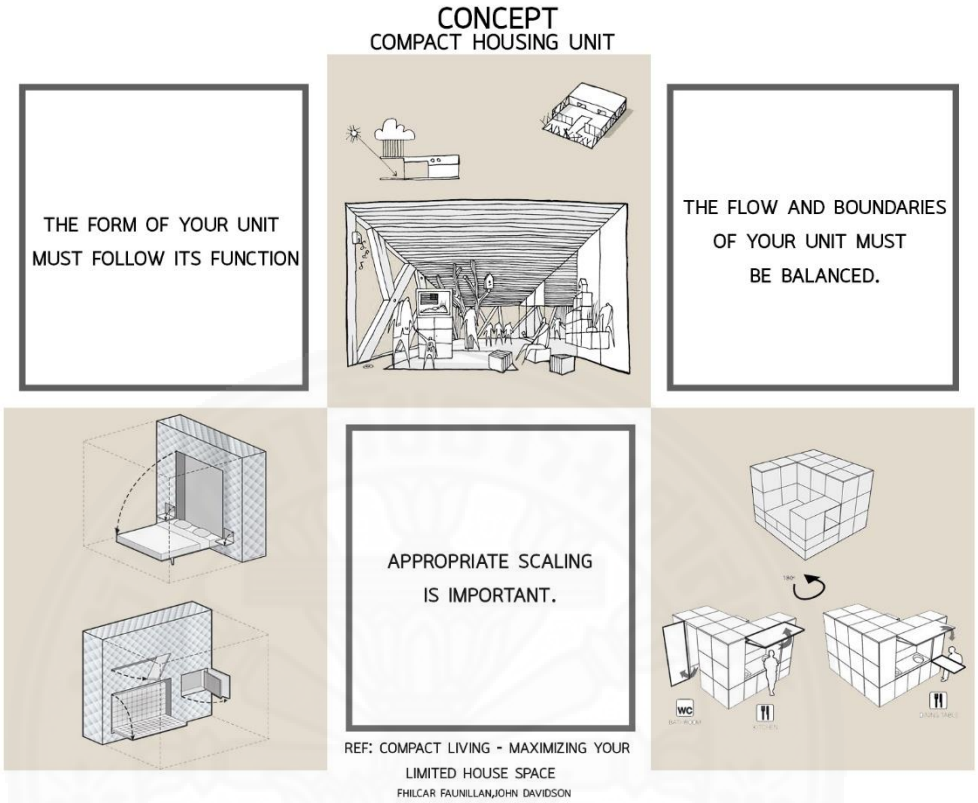
รายชื่อโรงแรม	ดาว	สถานที่	พื้นที่ sq.m.	ราคาต่อวัน(บาท)	ประเภท	ประเภทเตียง
สเตเบิ้ล ลอดจ์	3	เพลินจิต		2300		
HolidayInn Express กรุงเทพ	3	เพลินจิต		2170		
ไอบิส กรุงเทพ นานา	3	นานา		1800		
ใจดี แมนชั่น	3	เพลินจิต	55	1900	Studio	Superking size
โรงแรมวรบุรี สุขุมวิท	3	สุขุมวิท	30	999	Deluxe	Superking size
On8 Sukhmvit Nana Bangkok	3	นานา	31	2998		
Royal Ivory Sukhmvit	3	สุขุมวิท	32	1400		2เตียงเดี่ยว

หมายเหตุ. จาก Thailand Apartment Portal, 2559.

จากศึกษาข้อมูลการใช้พื้นที่ของผู้อยู่อาศัยนั้นเพื่อเน้นไปด้านการใช้งานของพื้นที่และลักษณะต่างๆที่ตอบสนองการใช้งานของคนอย่างเหมาะสม เนื่องจากงานวิจัยนี้ค่อนข้างให้ความสนใจในเรื่องของลักษณะการใช้งานของคนเพื่อที่จะนำมาเป็นสิ่งอ้างอิงสำหรับการเลือกกรณีศึกษาเพื่อมาทดสอบในขั้นตอนของการทดลอง และเพื่อนำมาศึกษาการใช้งานของอาคารแต่ละประเภทที่คนอาศัยอยู่เป็นจำนวนมาก โดยจะเห็นถึงความเปลี่ยนแปลงในเรื่องของการเลือกที่อยู่อาศัย การใช้งานของหน่วยพักอาศัยชนิดต่างๆ ราคา และรูปแบบในการออกแบบตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน และส่งผลให้เห็นไปถึงอนาคตข้างหน้าด้วยเช่นกัน

Ref. code: 25595816030141UDA

2.1.4 วิวัฒนาการของการอยู่อาศัยในพื้นที่ขนาดเล็ก



ภาพที่ 2.3 แสดงแนวคิด (Concept) ของหน่วยพักอาศัยขนาดเล็ก หรือ Compact House โดย ผู้วิจัย ,2560

จากภาพที่2.3 เป็นรูปแบบ(Concept) ของหน่วยพักอาศัยขนาดเล็ก (Compact House) เป็นหน่วยพักอาศัยประเภทที่ผู้วิจัยเลือกสนใจที่จะศึกษาเพื่อตอบสนองต่อการใช้พื้นที่ได้คุ้มค่าและยืดหยุ่นต่อการใช้ประโยชน์มากที่สุด จากอดีตถึงปัจจุบันนั้นได้มีการพัฒนาของหน่วยพักอาศัยประเภทต่างๆ ตั้งแต่เล็กมาก ไปจนขนาดใหญ่ และกลับมาใช้ขนาดเล็กกันอีกครั้งอย่างแพร่หลาย ตามการเปลี่ยนแปลงของโลก โดยมีวิวัฒนาการของหน่วยพักอาศัยดังต่อไปนี้

2.1.4.1 เต็นท์ (Tent) โดยความหมายอ้างอิงโดยหนังสือ Nomad Tent Type in the Middle East อ้างอิงโดย ศศิภา โรจน์วีระสิงห์ ,2554 ได้ว่าเต็นท์คือที่พักอาศัยที่มีสิ่งปกคลุมที่สามารถรื้อถอนได้ โดยมีโครงสร้างที่แข็งแรงรองรับน้ำหนักได้ และทั้งสองส่วนนั้นต้องสามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก ซึ่งส่วนประกอบของเต็นท์นั้นมีเพียงแค่ไม้ค้ำยัน และ ผ้าใบที่เป็นส่วนปกคลุม โดยเต็นท์จะมีหลายประเภทแบ่งตามรูปทรงได้ 3 ประเภท ได้แก่

1) ทิปิ (Tipi) มีลักษณะรูปกรวย ขนาดเล็กมาก และมีความทนทานสูงในทุกฤดูกาล โครงสร้างของทิปิประกอบด้วยการนำไม้ค้ำยันหลายชิ้นมาเป็นตัวรับน้ำหนัก และใช้หนังสัตว์ซึ่ง

Ref. code: 25595816030141UDA

ส่วนมากจะเป็นหนังควายประมาณ 5-7 แผ่นมายึดติดกันเป็นส่วนที่ปกคลุม เป็นรูปแบบเต็นท์ซึ่งเป็นสถาปัตยกรรมแบบดั้งเดิมของชนเผ่าอเมริกัน หรือ อินเดียนแดง

2) เต๊นท์สีดำ (Black tent) มีลักษณะโครงสร้างเป็นเสาไม้ค้ำยันปักที่พื้น และผูกกับส่วนปกคลุมด้วยเชือกขนาดยาว ส่วนปกคลุมนั้นส่วนใหญ่แล้วจะใช้ขนแพะ และบางที่จะผสมกับขนแกะ หรืออูฐด้วย โดยเต็นท์สีดำนี้ถูกใช้เป็นที่พักอาศัยบริเวณแอฟริกาเหนือ ซาอุดิอาราเบีย อัฟกานิสถาน ทิเบต และอิหร่าน ซึ่งจะเหมาะกับที่อากาศร้อน และแห้งสามารถป้องกันฝนได้บ้าง แต่ถ้าฝนตกหนัก หรือมีพายุรุนแรงจะไม่สามารถป้องกันได้

3) เยิร์ท (Yurt) โครงสร้างจะประกอบไปด้วยส่วนรับน้ำหนักซึ่งเป็นโครงไม้แบบทรงกลมอยู่ภายใน และมีส่วนโครงไม้อีกสองส่วนเป็น ประตู และหลังคา ส่วนปกคลุมนั้นจะมีการเพิ่มหนังสัตว์ในฤดูหนาวเพื่อสร้างความอบอุ่นภายในบ้าน และจะมีผ้าคลุมปิดทับอีกที

2.1.4.2 ที่อยู่อาศัยแบบชั่วคราวอื่นๆ

จากข้างต้นที่กล่าวมานั้นได้เป็นรูปแบบพื้นฐานของที่อยู่อาศัยจนได้รับการพัฒนาเรื่อยๆ จน ทุกวันนี้ แต่หลังจากนั้นก็ได้รับการประยุกต์รูปแบบมาเรื่อยๆ เช่น บ้านน้ำแข็งในขั้วโลกเหนือ ก็ได้รับการประยุกต์มาจากโครงสร้างความเป็นเต็นท์ในอดีต หรือไม่ว่า โฮแกน (Hogan) ได้รับการพัฒนาและประยุกต์มาจาก ทิปี และ เยิร์ท ซึ่งในตอนแรกมีลักษณะเป็นรูปกรวย แต่ตอนหลังกลายเป็นรูป สี่เหลี่ยม

2.1.4.3 การเคลื่อนที่ของคน และการอยู่อาศัยบนเรือ

ในสมัยก่อนคนพื้นเมืองนั้นมีการย้ายถิ่นฐานอยู่ตลอดเวลา ซึ่งที่อยู่อาศัยต้องคำนึงถึงการก่อสร้างที่ง่าย และเคลื่อนย้ายได้สะดวก เหมาะสมกับการล่าสัตว์ โดยจะมีการย้ายที่อยู่อาศัยบ่อยๆเพราะการเดินทางเป็นปัจจัยสำคัญในแต่ละวันของคนสมัยก่อน ดังนั้นควรมีการประยุกต์ที่อยู่อาศัยให้มีความเหมาะสมและพร้อมติดตามไปกับตัวผู้อยู่อาศัย คือ สามารถนำที่อยู่อาศัยนั้นติดตัวได้ตลอดเวลา เช่น รถคาราวาน (Caravans drawn) จะมีลักษณะคล้ายเกวียน โดยสามารถลากติดกับม้าได้ตลอดเวลา และสิ่งทีเกิดขึ้นพร้อมๆกันคือ การมีที่อยู่อาศัยบนเรือ ซึ่งเป็นสิ่งเหมาะสมกับอาชีพเกี่ยวกับประมงที่ต้องออกหาปลา เพราะชีวิตส่วนใหญ่จะอยู่บนเรือ

2.1.4.4 บ้านขนาดเล็กและ ที่อยู่อาศัยทั่วไป

(1) บ้านขนาดเล็กที่มีความยืดหยุ่นต่อสภาพภูมิประเทศ และภูมิอากาศเมื่อเกิดการพัฒนามากขึ้นทำให้คนเริ่มมีอาชีพที่หลากหลาย ไม่ใช่แค่เพียงล่าสัตว์เท่านั้น ดังนั้นที่อยู่อาศัยจะมีการตอบสนองต่อพื้นที่ และสภาพอากาศเป็นอย่างดี ตัวอย่างเช่น บ้านลอยน้ำ โดยสร้างขึ้นมาสำหรับ

Ref. code: 25595816030141UDA

พื้นที่ที่มีน้ำท่วม และจะสามารถลอยอยู่ได้ ไม่เกิดการเสียหายพังทลาย เพราะมี ความยืดหยุ่นในการออกแบบให้มีการตอบสนองต่อสภาวะน้ำท่วมตามพื้นที่เสี่ยงภัยนั้นๆ

2) บ้านขนาดเล็กที่มีความยืดหยุ่นด้านประโยชน์ใช้สอยตัวอย่างเช่น บ้านดั้งเดิมของประเทศญี่ปุ่น มีการออกแบบและก่อสร้างด้วยผังแบบเปิด มีการยืดหยุ่นในการใช้สอยพื้นที่ภายในห้อง โดยที่บ้านญี่ปุ่นจะมีประตูผนังที่ทำจากกระดาษซึ่งจะมีน้ำหนักที่เบา และปรับเปลี่ยน ขยับขยายการใช้งานของห้องได้ เช่น ถ้าต้องการความเป็นส่วนตัวจะสามารถเลื่อนกั้นห้องได้ตามขนาดที่ต้องการได้

2.1.5 ศึกษาตัวอย่างหน่วยพักอาศัยขนาดเล็กพิเศษ

2.1.5.1 หลักเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินหน่วยพักอาศัยขนาดเล็กพิเศษ

เกณฑ์ที่ใช้ในการเลือก คือ ขนาดพื้นที่ของหน่วยพักอาศัยมีขนาดเล็กไม่เกิน 30 ตารางเมตร หรือและเป็นการใช้งานแบบที่อยู่อาศัย ที่มีรูปทรงเรียบง่ายและเล็กกว่ามาตรฐานกฎหมายประเทศไทย ซึ่งมีหลักเกณฑ์ที่ใช้ในการเปรียบเทียบแต่ละกรณีศึกษา คือ

(1) ขนาด เพื่อแสดงถึงสัดส่วนการใช้งานของพื้นที่ และเป็นหลักเกณฑ์ในการศึกษาหลัก โดยจะดูที่ ความกว้าง ความยาว และความสูงของกรณีศึกษาในแต่ละกรณี

(2) การก่อสร้าง วัสดุ เพื่อใช้ในการประเมินด้านเศรษฐศาสตร์ และสมรรถนะ

(3) ช่องเปิด เป็นการศึกษาเพื่อทดสอบด้านสมรรถนะด้านการระบายอากาศ พลังงานและแสงธรรมชาติ โดยอ้างอิงจากหลักทฤษฎีต่างๆ

(4) การใช้งานของพื้นที่ เพื่อเป็นการแบ่งพื้นที่เป็นแต่ละช่วงเวลาตามหลักการใช้งานจริงของผู้ใช้งานในแต่ละหน่วยพักอาศัย

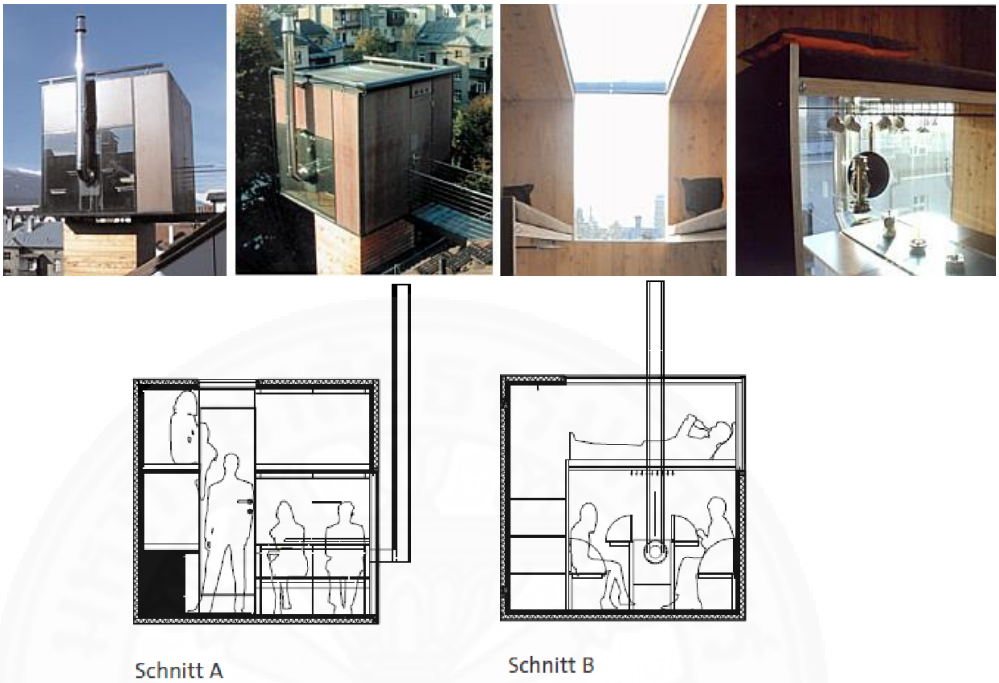
(5) ระบบปรับอากาศ เป็นส่วนที่ใช้ในการประเมินด้านพลังงานเพื่อทดสอบ และแบ่งพื้นที่ในการทดสอบการระบายอากาศแบบธรรมชาติ และการใช้พลังงานไฟฟ้า

2.1.5.2 กรณีศึกษาจากหน่วยพักอาศัยขนาดเล็กพิเศษจากต่างประเทศ

ผู้วิจัยได้เลือกศึกษากรณีศึกษาจากหน่วยพักอาศัยขนาดเล็กพิเศษจากต่างประเทศ เนื่องจากหน่วยพักอาศัยภายในประเทศไทยส่วนใหญ่นั้นได้มีกฎเกณฑ์จากกฎหมาย หรือกฎกระทรวงกำหนดขนาดพื้นที่ต่ำที่สุดไว้ ดังนั้นส่วนใหญ่แล้วหน่วยพักอาศัยทีผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและได้ข้อมูลมีเพียงแต่หน่วยพักอาศัยขนาดเล็กเท่านั้น ส่วนขนาดเล็กพิเศษนั้นจะไม่มีข้อมูลให้ได้ศึกษาเท่าไหร่นักจึงได้เลือกศึกษาหน่วยพักอาศัยที่มีขนาดพิเศษ ทั้งชนิดความกว้าง ความยาว และความสูงจากกรณีศึกษาภายในต่างประเทศ

Ref. code: 25595816030141UDA

โดยเลือกศึกษา ขนาดพื้นที่กับการใช้งานของคน การจัดวางเฟอร์นิเจอร์ที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่ใช้ภายในห้อง และรูปแบบ ตำแหน่ง และขนาดช่องเปิดสำหรับหน่วยพักอาศัยขนาดเล็กพิเศษนั้นๆ ดังตัวอย่างต่อไปนี้



ภาพที่ 2.4 Mini Box. จาก *TreeHugger.com: Modular Design* โดย Lloyd Alter (Lloydalter), 2551, Austria

มีการออกแบบสำหรับคนทั่วไปซึ่งมีความกว้าง 2.60 เมตร ความยาว 2.60 เมตร และ ความสูง 2.60 เมตรเท่ากันทุกด้านเป็นแบบ Modular Design ซึ่งมีขนาดพื้นที่เพียง 7 ตารางเมตร ก่อสร้างแบบสำเร็จรูปโดยใช้โครงสร้างไม้ ประกอบผนังสำเร็จรูป และกระจก เฟอร์นิเจอร์ภายในสามารถพับเก็บได้ตามการใช้งาน แต่จะเป็นเฟอร์นิเจอร์ที่ติดตายทั้งหมด ซึ่งคนที่อยู่อาศัยสามารถอาศัยจุได้ทั้งหมด 3 คน มีเตียงนอนเดี่ยว 1 เตียง และเตียง 2 ชั้นอีก 1 เตียง และห้องน้ำรวมกับส่วนแต่งตัว โดยการออกแบบบ้านนั้นมีจุดเด่นตรงที่มีการแบ่งพื้นที่ใช้สอยออกเป็นโซนอย่างชัดเจน พื้นที่ที่ใช้งานกลางคืนจะอยู่ส่วนด้านบน ส่วนใช้งานกลางวันอยู่ด้านล่าง และใช้หลักของแสงธรรมชาติเข้ามาเพื่อนำมาใช้งานภายในบ้าน จากการวิเคราะห์ตามหลักสถาปัตยกรรมพบว่าบ้านหลังนี้มีการออกแบบให้มีลักษณะการใช้งานพื้นที่เหมาะสมกับการใช้งานของมนุษย์ (Human Scale) ซึ่งจะใช้รูปแบบในการออกแบบหน่วยพักอาศัยที่สำคัญ (Concept) 3 รูปแบบคือ 1.Skylight ในการออกแบบบ้านให้แสงเข้ามาภายในบ้านหลังเล็กพิเศษได้ทั่วถึง และเป็นที่ที่โปร่งโล่งเหมาะสมกับการนำแสงเข้ามาในการออกแบบ 2.การใช้เฟอร์นิเจอร์แบบปรับเปลี่ยนได้ ซึ่งนอกจากมีการใช้งานที่เหมาะสมแล้ว ยังมีการใช้งานของ Function ได้หลากหลายกับคนที่ใช้งาน สามารถใช้พื้นที่ได้คุ้มค่าและไม่เหลือพื้นที่เหลือใช้ (Waste Space)ในการออกแบบภายใน 3.ช่วงเวลาในการแบ่งพื้นที่นั้นบ้านนี้มีการจัดพื้นที่ได้เหมาะสมกับช่วงเวลา และเกิดความเป็นส่วนตัวโดยแยกส่วน Private และ Public ออกจากกันโดยใช้พื้นที่แบบจำกัด

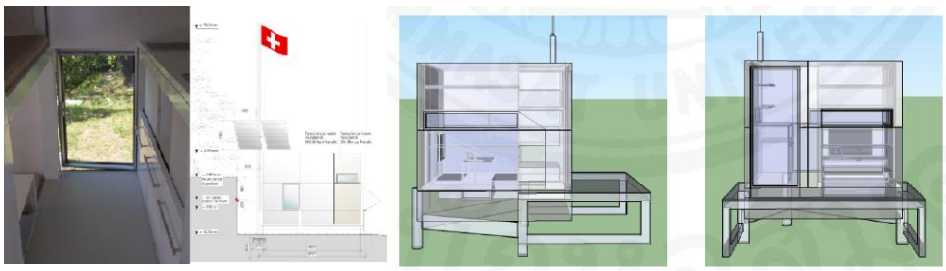
Ref. code: 25595816030141UDA

ภาพที่ 2.5 House in a Suitcase. จาก *TreeHugger.com: Design / Interior Design* โดย Lloyd Alter (Lloydalter), 2556

เป็นหน่วยพักอาศัยแบบชั่วคราวที่ถูกสร้างขึ้นบนข้างบนอพาร์ทเม้นท์ของประเทศสเปน ซึ่งมีขนาดพื้นที่เท่ากันคือ กว้าง 3.00 เมตร ยาว 3.00 เมตร และสูง 3.00 เมตรซึ่งมีห้องน้ำเพิ่มเติมเป็นส่วนประกอบ โดยจะมีพื้นที่ทั้งหมดจะอยู่ที่ 27 ตารางเมตร ซึ่งจุดเด่นของบ้านหลังนี้คือการใช้แสงธรรมชาติเข้ามาจากหลังคาเป็นเส้นตรงยาวตลอดด้านข้างของบ้าน และมีการใช้งาน ที่เกิดประโยชน์ใช้สอยสูงสุด เนื่องจากพื้นที่การใช้งานภายในบ้านมีความจำเป็นและครบถ้วนพอกับบ้านหลังอื่นๆที่ใช้ขนาดพื้นที่มากมาย โดยใช้เฟอร์นิเจอร์แบบพับเก็บได้ตามการใช้งาน ลักษณะเด่นของการออกแบบที่พักขนาดเล็กพิเศษจากกรณีศึกษานี้แบ่งได้ 3 รูปแบบหลักๆ คือ 1.การออกแบบที่มีลักษณะที่ค่อนข้างตายตัว เพราะเนื่องจากเป็นหน่วยพักอาศัยภายในอพาร์ทเม้นท์ซึ่งการออกแบบนั้นจะมีลักษณะที่คล้ายคลึงกับการออกแบบห้องพัก หรือโรงแรมทั่วไป แต่ในที่นี้ได้มีการสร้างเอกลักษณะและการคำนึงถึงการใช้พื้นที่ภายในห้องให้คุ้มค่ามากที่สุด จึงได้มีการออกแบบให้มีพื้นที่ใช้สอย (Function) ที่ครบครันเหมือนบ้านขนาดปกติ 2.แสงสว่างที่ใช้ในการออกแบบโดยจะใช้ Skylight ลักษณะยาวด้านบน โดยหน่วยพักอาศัยนี้ได้มีการออกแบบให้มีแสงเข้ามาเพียงพอต่อการใช้งานภายในห้องซึ่งอาจจะทำให้เกิดการประหยัดไฟในการใช้งานในช่วงเวลากลางวันด้วยเช่นกัน 3.การใช้เฟอร์นิเจอร์ที่มีการปรับเปลี่ยนได้ตามการใช้งาน ซึ่งหน่วยพักขนาดเล็กพิเศษส่วนใหญ่ก็เลือกที่จะใช้เฟอร์นิเจอร์ลักษณะนี้ตามการใช้งานของคนภายในบ้าน และตามช่วงเวลาที่ผู้ใช้ใช้งานได้เหมาะสมมากที่สุด

ภาพที่ 2.6 Micro Compact Home. จาก *m-ch micro compact home*: *The micro compact home design* โดย Richard Horden, 2545, London.

Ref. code: 25595816030141UDA



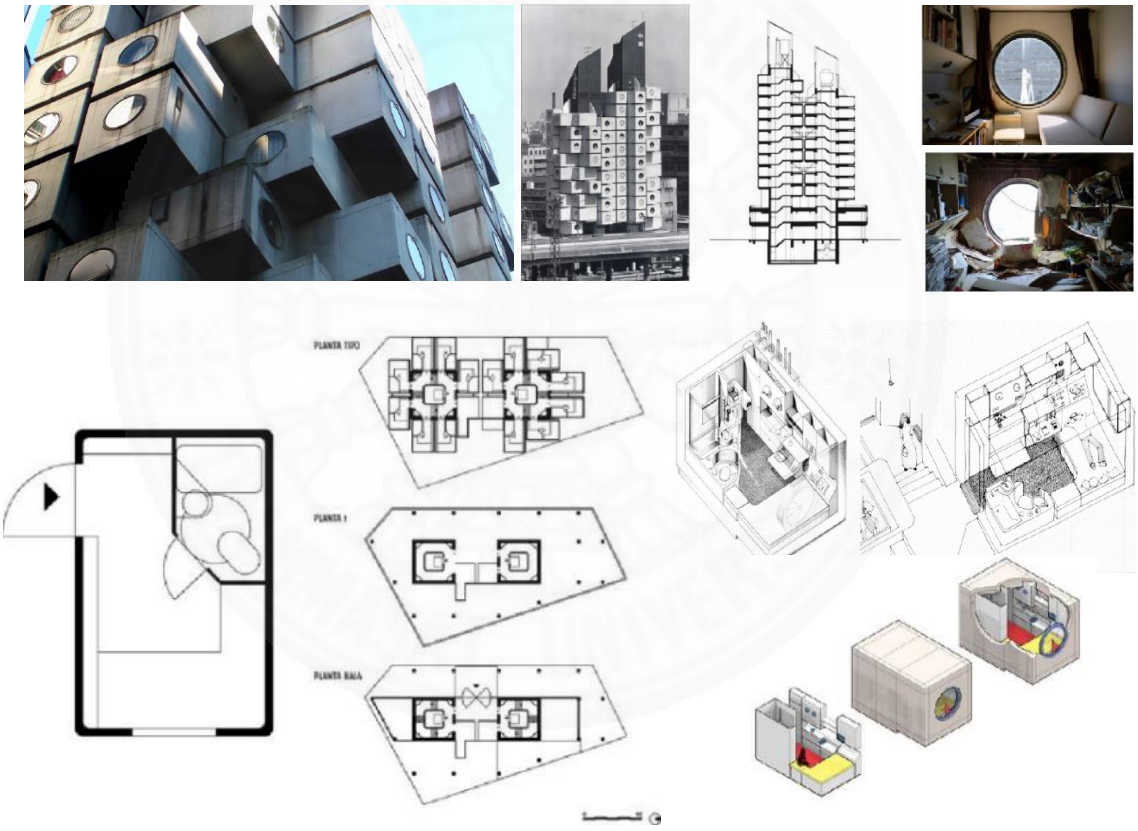
ภาพที่ 2.6 (ต่อ) Micro Compact Home. จาก *m-ch micro compact home*: *The micro compact home design* โดย Richard Horden, 2545, London.

เป็นหน่วยพักอาศัยที่ถูกสร้างขึ้นที่ประเทศเยอรมัน เพื่อตอบสนองการอยู่อาศัยของนักศึกษาและคนวัยทำงานที่อาศัยเพียงคนเดียว โดยใช้หลักสถาปัตยกรรมดั้งเดิมของประเทศญี่ปุ่นซึ่งในการออกแบบใช้โครงสร้างไม้ประกอบกับแผ่นอลูมิเนียมที่เป็นผนัง มีขนาดความกว้าง 2.60 เมตร ความยาว 2.60 เมตร และความสูง 1.98 เมตร โซนพักผ่อนจะใช้เตียงสองชั้นขนาด 1.98 x 1.07 เมตร และใช้เฟอร์นิเจอร์แบบเลื่อนเก็บได้ โดยลักษณะเด่นของบ้านนี้คือ ในการออกแบบผังนั้นได้ถูกออกแบบให้การใช้สอยของแต่ละโซนมีการซ้อนทับกัน ทั้งแนวนอนและแนวตั้ง ซึ่งจะทำให้เกิดการใช้งานของพื้นที่ที่หลากหลายมากขึ้น และมีระเบียงเพื่อเป็นโซนพักผ่อน รับทัศนียภาพภายนอก โดยสามารถจุคนได้ 3-4 คน จากการออกแบบของหน่วยพักอาศัยนี้มีลักษณะเด่น คือ การออกแบบที่มีการ Fix พื้นที่และได้รับแรงบันดาลใจจากการที่เป็นที่อยู่อาศัยของนักศึกษา จึงได้รับการออกแบบในลักษณะของหอพัก แต่มีการออกแบบที่แบ่ง Public กับ Private ชัดเจนเหมือนกับ Mini Box House เพื่อเป็นการประหยัดพื้นที่และใช้งานที่คุ้มค่ามากที่สุด และการใช้เฟอร์นิเจอร์ที่ปรับเปลี่ยนได้เช่นกันกับหน่วยพักอาศัยสองหลังที่ได้กล่าวมาด้านต้น

ภาพที่ 2.7 The Tube Hotel. จาก *Design Idea Daily: Stacked Sewer Pipes take Hostel to New Heights*, โดย Dornob, Berlin, Germany.

Ref. code: 25595816030141UDA

เป็นหน่วยพักอาศัยที่ถูกสร้างขึ้นที่ประเทศเยอรมัน เพื่อตอบสนองการอยู่อาศัยของผู้คนที่เข้ามาพักผ่อน โดยจะมีการออกแบบโดยใช้ลักษณะของท่อระบายน้ำที่ใช้วัสดุเป็นคอนกรีตในการออกแบบ โดยจะมีขนาดกว้าง 2.44 เมตร ความยาว 3.5 m มีพื้นที่ทั้งหมด 8.54 ตารางเมตร ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีการแบ่งปันระหว่างเพื่อนบ้านที่มาพักอาศัย โดยจะทำให้เกิด Community Space สำหรับพื้นที่ ทั้งในการ Picnic หรือแม้กระทั่งการทำอาหาร ว่ายน้ำ เพื่อให้เกิดการเชื่อมต่อกับธรรมชาติให้มากที่สุด โดยจากการวิเคราะห์ในการออกแบบนั้น ผังหน่วยพักอาศัยจะมีลักษณะเพื่อการนอนพักผ่อนเพียงอย่างเดียวเท่านั้น เพราะถูกออกแบบในลักษณะของ Hostel เป็นที่พักผ่อนชั่วคราวสำหรับคนพักผ่อน ทั้งนี้ทั้งนั้นเพื่อการประหยัดพื้นที่และเพิ่มพื้นที่การขายให้กับเจ้าของอีกด้วย แต่ Hostel นี้จะค่อนข้างธรรมชาติจึงต้องมีการเจาะช่องแสงด้านบนเพื่อให้เกิดแสงสว่างที่เพียงพอและไม่อึดอัดจนเกินไปสำหรับพื้นที่แคบๆ



ภาพที่ 2.8 Nakagin Capsule Tower. จาก *ArchDaily* :AD Classics Nakagin Capsule Tower / Kisho Kurokawa โดย Megan Sveiven, 2554,Japan.

เป็นหน่วยพักอาศัยที่ถูกสร้างขึ้นที่ประเทศญี่ปุ่น โดยสถาปนิกชื่อ Kisho Kurokawa ถูกสร้างขึ้นเพื่อตอบสนองการอยู่อาศัยของพนักงานบริษัท ซึ่งจะตั้งอยู่ศูนย์กลางของโตเกียว ซึ่งประกอบด้วย 140 Capsules มีทั้งหมด 14 ชั้นใช้วัสดุเป็นคอนกรีตในการออกแบบโดยภายใน โดยภายในแคปซูลหนึ่ง

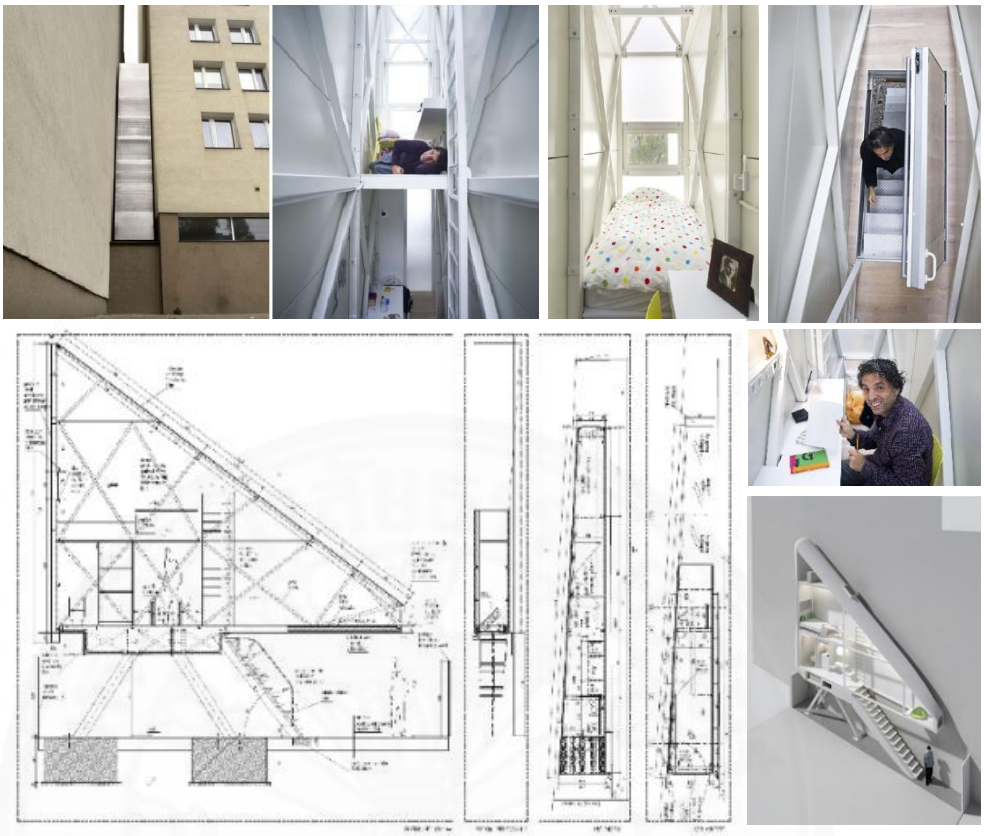
Ref. code: 25595816030141UDA

อันจะมีขนาดความกว้าง 2.5 เมตร ยาว 4.0 เมตรซึ่งจะเหมาะกับการอยู่เพียงหนึ่งคนภายในห้องแคปซูล และแต่ละแคปซูลสามารถเชื่อมต่อกันได้ จากการวิเคราะห์พบว่าการออกแบบแคปซูลนี้ถูกออกแบบมาเพื่อใช้ในการทำงานเป็นส่วนใหญ่จึงไม่ค่อยมีการใช้เฟอร์นิเจอร์ที่ปรับเปลี่ยนได้ แต่จะเน้นเป็นการใช้พื้นที่ให้เกิดความสบายในการทำงานมากที่สุด และมีช่องแสงตรงกลางในแต่ละแคปซูลเพื่อทำให้เกิดแสงสว่างที่เหมาะสมกับการทำงาน ซึ่งหน่วยพักอาศัยนี้มีหลักในการออกแบบเพื่อเอื้อประโยชน์ต่อการใช้งาน และเกิดความยืดหยุ่น โดยจะออกให้ภายในห้องแคปซูลหนึ่งแคปซูลมีพื้นที่ใช้สอยที่ครบครัน เหมาะกับการใช้งานทุกประเภท เช่น การทำงาน การพักผ่อนนอนหลับ การรับประทานอาหาร เป็นต้น

ภาพที่ 2.9 Hong Kong's Flat. จาก *Inhabitat.com: Hong Kong's Shocking 40-Square-Foot Apartments Photographed* โดย Chinese Human Rights Group ,2557

เป็นหน่วยพักอาศัยที่ถูกสร้างขึ้นที่ประเทศฮ่องกง เรียกกันว่า Cubicle Apartments ซึ่งภายในหน่วยพักอาศัยนี้สามารถจุคนได้ถึง 100,000 คน ซึ่งภายในห้องนั้นมีเนื้อที่ประมาณ 3.59 ตารางเมตร โดยส่วนใหญ่แล้วคนที่อาศัยอยู่ใน Flat ของประเทศฮ่องกงนั้นจะมีฐานะค่อนข้างต่ำ และอาศัยกันเป็นครอบครัวประมาน 3-4 คน พ่อแม่ลูก ซึ่งภายในห้องนั้นประกอบด้วย Function หลากหลายภายในบริเวณเดียวกัน และค่อนข้างแออัดทั้งภายใน และภายนอกเพราะเป็นตึกสูงและมีช่องเปิดเพียงช่องเดียวต่อ 1 ห้อง ซึ่งภายในนั้นแทบจะไม่มีการจัดพื้นที่ใช้สอย (Zoning) ใดๆเลยทุกอย่างเกิดความแออัด โดยมีทุก ๆ ฟังก์ชั่นภายในพื้นที่สี่เหลี่ยมนั้น ให้คนสามารถอาศัยอยู่ได้เพื่อการอยู่รอดในแต่ละวันของชีวิตประจำวันของพวกเขาเท่านั้น โดยจากการศึกษาที่เลือกกรณีศึกษาของหน่วยพักอาศัยประเภทนี้มาศึกษาเพราะว่า ผู้วิจัยต้องการศึกษาลักษณะการใช้งานของคนในหน่วยพักอาศัยซึ่งได้วิเคราะห์จากการใช้งานของคนฮ่องกงภายในห้องขนาดเล็กมาก แต่สามารถใช้พื้นที่และใช้งานได้ทุกประเภท นอกจากนี้ยังใช้อยู่อาศัยได้หลายคน ดังนั้นการใช้งานในพื้นที่เล็กๆนั้นสามารถใช้งานได้จริงแต่จะใช้งานได้สะดวกสบายแค่ไหนนั้นขึ้นอยู่กับการออกแบบพื้นที่ภายใน และออกแบบการเลือกใช้เฟอร์นิเจอร์ให้เหมาะสมกับการใช้งานนั้น ๆ

Ref. code: 25595816030141UDA



ภาพที่ 2.10 The Keret House.จาก *.kerethouse.com*: *space between buildings at 22 Chłodna street and 74 Zelazna street in Warsaw*, โดย Yuri Avvakumov,2556 , Russia

เป็นหน่วยพักอาศัยที่ถูกสร้างขึ้นที่ประเทศประเทศโปแลนด์ ถูกออกแบบโดยสถาปนิกชื่อ Jakub Szczesny ซึ่งมีการออกแบบโดยเป็นอาคารที่แทรกตัวอยู่ระหว่างตึกเก่า 2 ตึกซึ่งเป็นงานจาก 2 ยุคสมัยที่แตกต่างกัน โดยใช้วัสดุคอนกรีต และอิฐ โดยนักออกแบบมุ่งหวังให้อาคารตรงกลางเกิดความเป็นโมเดิร์น ที่มีความโดดเด่นออกมา (Non-matching) โดยเน้นการใช้งานที่มีลักษณะครบครัน ซึ่งจะมี Skylight ให้เกิดแสงสว่างทางหลังคาส่องผ่านเข้าไปในบ้าน และทางเข้าบ้านจะมีลักษณะที่แปลกไม่เหมือนกับบ้านทั่วๆไปคือ จะเข้าบ้านทางบันได เพราะมีการออกแบบบ้านให้มีลักษณะเน้นความสูง และใช้ชีวิตความเป็นอยู่ในลักษณะแนวตั้ง โดยมีความยาว 9.50 เมตร ความกว้าง 1.50 เมตร และความสูง 10 เมตรซึ่งจะมีเนื้อที่ 4 ตารางเมตร โดยจะแบ่งฟังก์ชั่นให้เกิดลักษณะการใช้งานที่ตอบสนองต่อผู้อยู่อาศัยและซึ่งแบ่งตามการใช้งานของ Function เป็น 2 ชั้นหลักๆ คือเมื่อเดินขึ้นบันไดจากด้านล่างเป็นประตูทางเข้าของบ้าน ต่อจากนั้นจะพบกับห้องครัวรับประทานอาหาร โดยที่ริมสุมด้านซ้ายจะเป็นห้องน้ำ และริมด้านขวาจะมีช่องเปิดเพื่อไว้สำหรับเป็น ที่นั่งเล่นพักผ่อน ส่วนชั้นสองนั้นจะมีห้องนอนและห้องทำงาน โดยได้รับแสงสว่างจากช่องเปิดด้านบน ซึ่งจากการวิเคราะห์ในการออกแบบหน่วยพักอาศัยประเภทนี้ใช้หลักการออกแบบในการสร้าง function ขึ้นด้านบนและใช้พื้นที่ของสามเหลี่ยมในการออกแบบพื้นที่ด้าน Elevation ให้ได้ประโยชน์ของพื้นที่ใช้สอยมากที่สุด

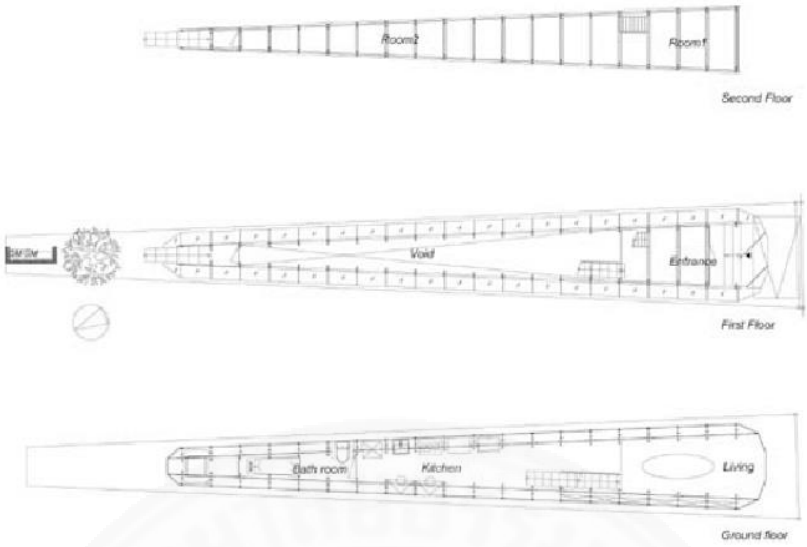
Ref. code: 25595816030141UDA

ภาพที่ 2.11 Madre De Deus. จาก *Homedit.com: บ้าน 20 หลัง ที่แคบที่สุดในโลก,* โดย Yuii จากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ คณะมนุษยศาสตร์ ภาควิชาวรรณคดีอังกฤษ, 2557

เป็นหน่วยพักอาศัยที่ถูกสร้างขึ้นที่ประเทศประเทศบราซิล ถูกออกแบบโดยสถาปนิกชื่อ Helenita Queiroz grave minho ถูกจัดให้เป็นบ้านที่มีลักษณะทีแคบที่สุดซึ่งตัวบ้านมีความกว้างเพียง 1 เมตร และสูง 10 เมตร โดย Function ภายในบ้านครบครันเหมือนกับบ้านปกติทั่วๆไป เช่น 3 ห้องนอน ห้องครัว ห้องซักล้าง ห้องน้ำ และยังมีห้องเล็กๆอีก 2 ห้อง ซึ่งเมื่อได้ทำการวิเคราะห์เชิงสถาปัตยกรรมพบว่า การออกแบบหน่วยพักอาศัยประเภทนี้จะมีลักษณะคล้ายกับบ้านที่กล่าวมาในข้อ 7 ข้างต้น เพราะว่า Concept ในการออกแบบคือการออกแบบให้ Function กระจายตัวในแนวตั้ง แต่สำหรับบ้านนี้จะเน้นที่จะยัด Function การใช้งานให้ได้มากที่สุด เพราะส่วนใหญ่จะมีการอาศัยอยู่เป็นครอบครัวหลายคน และทำให้เกิด Function ที่เหมือนบ้านทั่วไปในพื้นที่ลักษณะที่แคบมากที่สุด ซึ่งจะตอบสนองต่อการใช้งาน และประหยัดพื้นที่ค่าใช้จ่ายได้มากขึ้น

ภาพที่ 2.12 Lucky Drops. จาก *Archdaily* ,โดย Makoto Yoshida ,2548

Ref. code: 25595816030141UDA

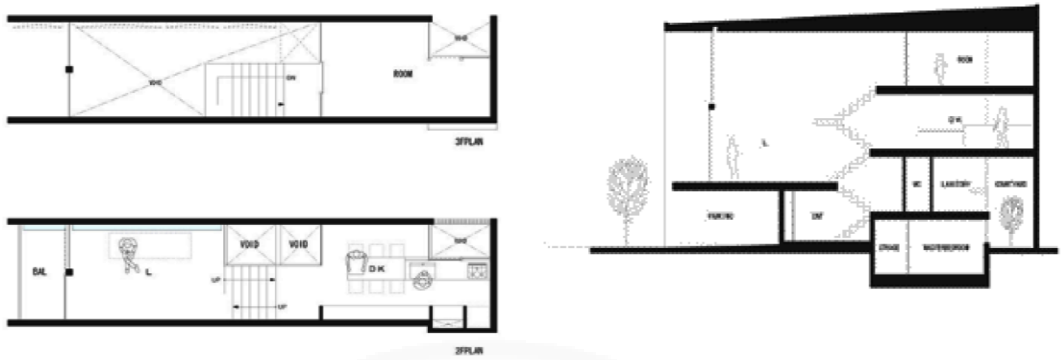


ภาพที่ 2.12 (ต่อ) Lucky Drops. จาก *Archdaily* ,โดย Makoto Yoshida ,2548

เป็นหน่วยพักอาศัยที่ถูกสร้างขึ้นที่ประเทศประเทศญี่ปุ่น มีการออกแบบโดยสถาปนิกชื่อ Atelier Tekuto ออกแบบให้มีลักษณะรูปทรงเหมือนกับหยดน้ำ ซึ่งในตอนกลางคืนเวลาเปิดไฟ กำแพงภายนอกเป็นไฟเบอร์ผสมแผ่นพลาสติก ส่วนวัสดุบริเวณพื้นเป็น Metal sheet แต่วัสดุภายนอกจะมีลักษณะโปร่งแสงทำให้แสงสามารถส่องเข้าห้องใต้ดินได้ ซึ่งขนาดของบ้านหลังนี้จะมีหน้ากว้าง 3.36 เมตร และยาวประมาณ 29.3 เมตร จากการวิเคราะห์เชิงสถาปัตยกรรมพบว่า มีการออกแบบในแนวตั้งคล้ายคลึงกับบ้านที่ 7 และ 8 แต่บ้านหลังนี้มีการออกแบบโดยวาง Function ที่แตกต่างจากที่ได้กล่าวมา คือเมื่อเข้าบ้านจะเจอกับบันไดและ Void ก่อนที่จะแจก Function ออกเป็นด้านบนและด้านล่าง ซึ่งด้านล่างจะประกอบด้วย ห้องนั่งเล่น ห้องครัว ห้องอาบน้ำ ส่วนด้านบนสุดจะแยกความ Private ออกจากด้านล่างอย่างสิ้นเชิง โดยนำห้องนอนขึ้นไปไว้ มีทั้งหมด 2 ห้อง ซึ่งการออกแบบลักษณะนี้ทำให้เกิดการกระจาย Function ที่แยกออกจากกันเพื่อให้เกิดการขั้น Function ด้วย Void ทำให้บ้านขนาดเล็กเกิดความสงบด้านบน และคึกคักด้านล่างได้

ภาพที่ 2.13 House in Showa-Cho. จาก *Archdaily.* โดย Toshiyuki Yano, 2550

Ref. code: 25595816030141UDA



ภาพที่ 2.13(ต่อ) House in Showa-Cho. จาก *Archdaily.* โดย Toshiyuki Yano, 2550

เป็นหน่วยพักอาศัยที่ถูกสร้างขึ้นที่ประเทศประเทศญี่ปุ่น มีการออกแบบโดยสถาปนิกชื่อ Fujiwaramuro ออกแบบให้มีลักษณะที่เน้นให้ผู้อยู่อาศัยได้รับวิวที่สวยงาม โดยจะมีความกว้าง 3.94 เมตร และความลึก 17.89 เมตร และมีการออกแบบห้องรับแขก (Living room) ให้เป็น Double Height Ceiling ซึ่งจะมีความสูงอยู่ที่ 5.6 เมตรทำให้บ้านที่แคบๆมีเกิดความรู้สึกที่โปร่งสบายตา จะมีบันไดแบ่งเป็นทั่งหมด 4 รูปแบบ(layers) ซึ่งบ้านจะมีทั้งหมด 3 ชั้น แต่ละชั้นจะมีการเชื่อมต่อกับด้านนอกผ่านวัสดุกระจกขนาดใหญ่ และนำแสงเข้ามาภายในบ้านได้อย่างเต็มที่ทั้งบริเวณพื้นที่เปิดโล่ง (Courtyard) และบริเวณอื่นๆ โดยจากการวิเคราะห์เชิงสถาปัตยกรรมนั้นพบว่า หน่วยพักอาศัยนี้มีลักษณะเด่นในการออกแบบ 3 ลักษณะ

(1) การออกแบบให้เชื่อมต่อกับธรรมชาติ โดยใช้วัสดุที่โปร่งโล่ง ผนวกกับการเพิ่มพื้นที่เปิดโล่ง (Courtyard) ไว้ภายในบ้าน ทำให้บ้านมีความสบายและถ่ายเทอากาศสะดวกมากขึ้น

(2) การออกแบบ Function โดยนำความเป็นพื้นที่สาธารณะมาขั้นระหว่างความเป็นพื้นที่ความเป็นส่วนตัว ทั้งด้านบนและด้านล่างซึ่งจะมีความเชื่อมต่อกันของพื้นที่เปิดโล่ง (Courtyard)

(3) การออกแบบพื้นที่ต้อนรับแขก ให้เป็นพื้นที่ Double Height นั้นไม่ได้เพียงแต่ทำให้เกิดความโปร่งสบายเพียงอย่างเดียว แต่เขาออกแบบเพื่อทำให้เกิดการเชื่อมทุกๆ Function เข้าด้วยกันโดยแบ่งบันไดเป็น 4 layers อย่างที่กล่าวมาด้านต้นทำให้เกิดการเชื่อมต่อกันระหว่าง พื้นที่ใช้สอยหนึ่งไปถึงอีกพื้นที่ใช้สอยหนึ่ง

Ref. code: 25595816030141UDA

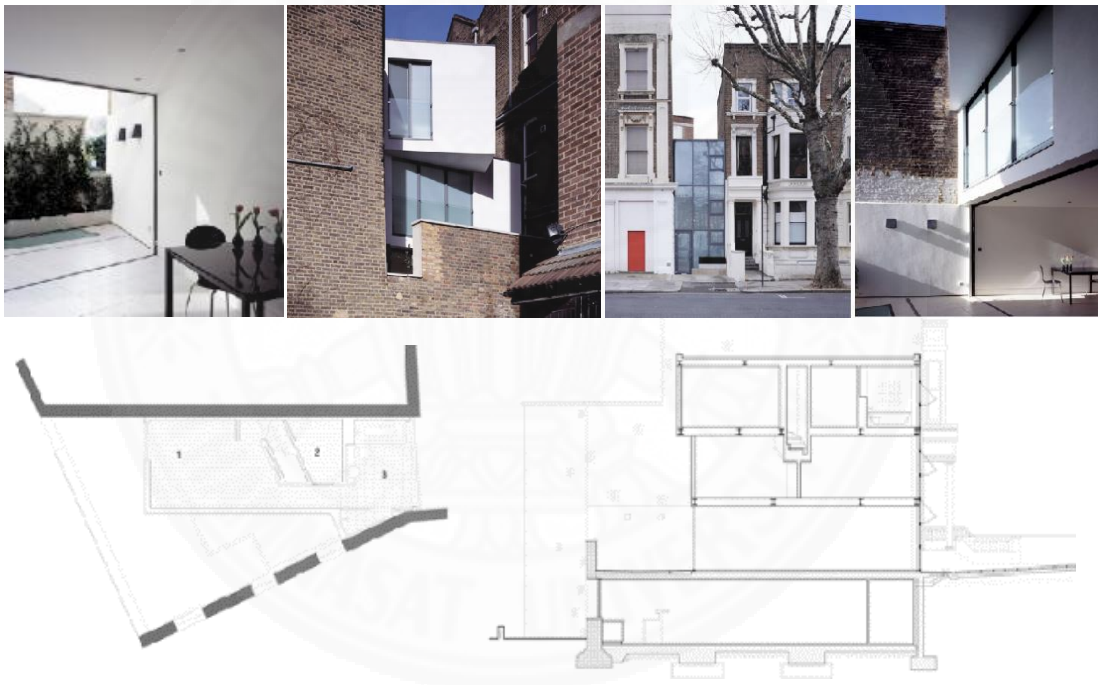
ภาพที่ 2.14 The House with The Big Gap. จาก *Archdaily*: 10 incredible tiny houses in Japan: a photo tour โดย Naver Matome (Japanese),2556

เป็นหน่วยพักอาศัยที่ถูกสร้างขึ้นที่ประเทศประเทศญี่ปุ่น มีการออกแบบโดยสถาปนิกชื่อ Osamu Nishida ออกแบบให้ได้รับแสงจากธรรมชาติอย่างเต็มที่ ซึ่งมีความกว้าง 3.65 เมตร และความลึกอยู่ที่ประมาณ 8.22 เมตร เนื้อที่ภายในบ้านประมาน 30 ตารางเมตร ซึ่งถูกออกแบบให้มีการใช้โครงสร้างที่มีลักษณะแคบ จะมีบันไดแต่ละ Layer สามารถเชื่อมต่อภายนอกได้จากช่องเปิดขนาดใหญ่ ห้องนอนจะวางเตียง Queen Size ได้พอดีพอพื้นที่ ส่วนบริเวณต้อนรับแขก (Living room) ก็ถูกออกแบบให้มีลักษณะโปร่งสบายเช่นเดียวกับบ้านหมายเลข 10 แต่จะใช้ช่องเปิดขนาดกว้างและใหญ่ทำให้แสงสว่างเข้าบ้านได้อย่างทั่วถึง และลักษณะเด่นของบ้านหลักนี้คือจะมี Gap เชื่อมต่อภายในภายนอกซึ่งเป็นบริเวณที่นำแสงและลมเข้ามาภายในบ้านเป็นจุดเด่นที่ตอบสนองคนภายในบ้าน

ภาพที่ 2.15 Near House. จาก *Dezeen: Near House by Mount Fuji Architects Studio*, โดย Joe Mills, 2553, Tokyo Japan.

Ref. code: 25595816030141UDA

เป็นหน่วยพักอาศัยที่ถูกสร้างขึ้นที่ประเทศประเทศญี่ปุ่น มีการออกแบบโดยสถาปนิก Mount Fuji Architects Studio ออกแบบบนพื้นที่ (Site) ที่มีลักษณะเป็นรูปตัว L บ้านหลังนี้ถูกออกแบบมาโดยให้ประตูหน้าบ้านมีลักษณะที่ใหญ่มาก และหลังบ้านแยกออกจากกันโดยจะมีสวนคั่น ซึ่งแบบออกเป็นสองตึก แบ่งเป็น "ส่วนหน้า" และ "ส่วนที่อยู่อาศัย" จะมีทางเชื่อมระหว่างตึกมีการออกแบบสวนขนาดเล็กไว้และด้านในมีการออกแบบเป็นช่องๆทั้งสองฝั่งผนังเพื่อไว้สำหรับวางของ หรืออุปกรณ์ต่างๆ แบ่งออกเป็น 2 ชั้น ใช้ wood frame structures ในการออกแบบบ้าน จากการวิเคราะห์เชิงสถาปัตยกรรมนั้นพบว่า การออกแบบของหน่วยพักอาศัยหลังนี้มีการคำนึงถึงการใช้พื้นที่ Site ให้คุ้มค่าและได้ประโยชน์มากที่สุด ทำให้เกิดการออกแบบที่แบ่งเป็น 2 ส่วนและเชื่อมต่อกันโดย Courtyard ตรงกลางเพื่อช่วยในเรื่องของการระบายอากาศและเชื่อมต่อ Function เข้าด้วยกัน ซึ่งการออกแบบ Function ลักษณะนี้คือจะแยกโซนพื้นที่สาธารณะเป็นหนึ่งก้อน และอีกก้อนเป็นพื้นที่ส่วนตัวจะมีการใช้จุดเชื่อมต่อด้วยพื้นที่เปิดโล่ง หรือ Courtyard



ภาพที่ 2.16 Sliver House. จาก *dezeen : Sliver House by Boyarsky Murphy Architects slots into a three-metre-wide space*, โดย Amy Frearson, 2557, England

เป็นหน่วยพักอาศัยที่ถูกสร้างขึ้นที่ประเทศประเทศอังกฤษ มีการออกแบบโดยสถาปนิกชื่อ Boyarsky Murphy โดยถูกออกแบบเป็น Glass-fronted family residence ซึ่งด้านหน้าจะเป็นกระจกล้วน ออกแบบบนพื้นที่ระหว่างระเบียงบ้าน 2 ระเบียง ซึ่งมีความกว้าง 3 เมตร มีทั้งหมด 4 ชั้น ส่วนที่เด่นของบ้านคือมี Sunken ซึ่งอยู่ด้านล่างของบ้าน จะมีการออกแบบให้ด้านหลังเป็นกล่องหรือ Block ยื่นออกมาเพื่อที่จะทำให้เกิดระเบียงและสวนที่มีความเป็นส่วนตัว โดยจะมีการออกแบบเพื่อ

Ref. code: 25595816030141UDA

นำแสงสว่างเข้ามาภายในบ้านด้วยวัสดุโปร่งแสง ช่องเปิดทั้งหน้าต่าง และ Skylight โดยบริเวณ Living Space จะถูกออกแบบให้มีการเปิดกว้าง และรับแสงสว่าง เพื่อความเป็นสาธารณะอย่างเต็มที่ โดยจะมีระเบียงออกไปด้านนอก จากการวิเคราะห์เชิงสถาปัตยกรรมพบลักษณะเด่นๆ 2 ลักษณะ

(1) ลักษณะการออกแบบที่ใช้พื้นที่ผังบริเวณ (Site) ให้เกิดประโยชน์การใช้งานมากที่สุด คือในหน่วยพักอาศัยประเภทนี้โดยนำพื้นที่ระเบียงระหว่างบ้าน 2 หลังซ้ายและขวา มาออกแบบเพื่อแทรกหน่วยพักอาศัยนี้เข้าไป และมีการใช้พื้นที่คุ้มค่าเหมือนบ้านหลังอื่นๆเช่นกัน

(2) การออกแบบที่นำรูปแบบกล่องสี่เหลี่ยมหรือ Block มาใช้ยื่นหดเพื่อทำให้เกิดแสงสว่างโดยจะมี Skylight ภายในบ้านเพื่อเพิ่มแสงสว่างและการระบายอากาศมากขึ้นด้วย พร้อมกับลานที่เป็น Court ให้เกิดการถ่ายเทอากาศ ไม่ให้บ้านที่มีลักษณะค่อนข้างแคบอึดอัด

ภาพที่ 2.17 Timber House. จาก *Thinkofliving*: Small House by Unemori Architects, โดย Ashleigh Davis, 2556, Tokyo Japan

เป็นหน่วยพักอาศัยที่ถูกสร้างขึ้นที่ประเทศประเทศญี่ปุ่น มีการออกแบบโดยสถาปนิกชื่อ Unemori มีการออกแบบโดยใช้วัสดุ Timber boards ภายนอกและตัดกับกระจกขนาดใหญ่ โดยชั้น 2 และชั้น3 จะมีประตูขนาดใหญ่เป็นประตูบานพับ เพื่อนำแสงและลมเข้ามาภายในบ้าน สถาปนิกออกแบบหน้าต่างขนาดใหญ่ที่มีลักษณะให้ขัดแย้งกับห้องขนาดเล็กและทุกๆครั้งที่เปิด-ปิดหน้าต่างจะทำให้เกิดทัศนียภาพที่หลากหลายและแปรเปลี่ยนตามช่วงเวลา จะมีการเชื่อมต่อของพื้นที่ใช้สอยด้วยบันไดวนสีขาวซึ่งจะชื่อชั้น 1-3 โดยจะกระจาย function ออกเป็น 2ห้องนอน ห้องรับแขก ห้องรับประทาน

Ref. code: 25595816030141UDA

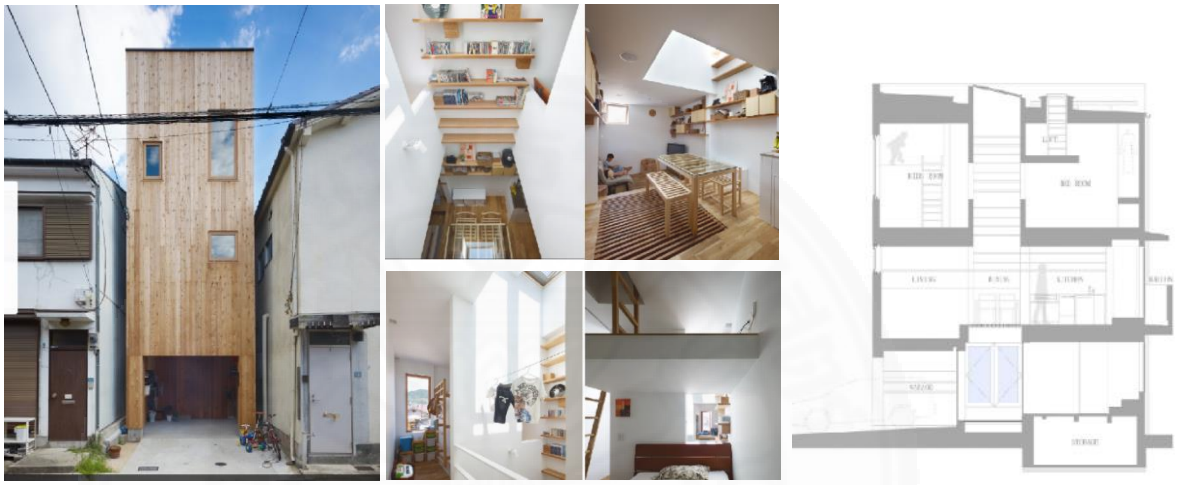
อาหาร ตามปกติของบ้านทั่วไป จากการวิเคราะห์เชิงสถาปัตยกรรมพบลักษณะเด่นคือ การออกแบบหน่วยพักอาศัยลักษณะนี้เหมือนกับว่าการทำกล่องที่มีขนาดเท่ากันทุกด้านและประหยัดเนื้อที่มาตั้งเรียงกัน 3 ชั้นจากนั้นได้ทำการเริ่มออกแบบโดยผู้ออกแบบคำนึงถึงหลักการใช้งานที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพการที่ใช้ประตูบานพับขนาดใหญ่เข้ามาเสริม และจัด Function ออกเป็น2 โซนโดยตรงกลางจะเป็นช่องเปิด (Void) และเชื่อมด้วย พื้นที่สาธารณะและพื้นที่ส่วนตัว (Private-Public Space) ด้านบนและด้านล่าง ซึ่งประตูบานพับที่กล่าวมานั้นได้นำมาเป็นส่วนที่นำแสงและลมเข้ามาเชื่อมต่อกับช่องเปิดบริเวณตรงกลางเพื่อส่งผ่านถึงพื้นที่พักผ่อน และพื้นที่ต้อนรับทางด้านล่างเชื่อมกันด้วยบันไดวนเพื่อประหยัดพื้นที่การใช้งานมากขึ้น

ภาพที่ 2.18 Moriyama House. จาก *dezeen*: *Edmund Sumner reveals archive photographs of Ryue Nishizawa's seminal Moriyama House*, โดย Jessica Mairs, 2560, Japan.

เป็นหน่วยพักอาศัยที่ถูกสร้างขึ้นที่ประเทศประเทศญี่ปุ่น มีการออกแบบโดยสถาปนิกชื่อ Sanaa โดยถูกออกแบบให้เป็นบ้านหลังเล็กที่เหมือนกล่องแคบๆ ถ้ามองจากทางด้านนอก แต่ถ้าเมื่อเข้าไปสัมผัสภายใน จะพบว่า ภายในบ้านนั้นเหมือนอาร์ต แกลเลอรี่ โดยทุกห้องของบ้านจะถูกคั่นด้วย สวนหิน ที่มีการปลูกต้นไม้ให้ความเป็นธรรมชาติ ซึ่งชั้นแรกจะเป็นห้องครัว ห้องอาหาร และห้องน้ำ ในขณะที่ชั้นสองเป็นห้องนอน และจะกระจกที่ทำให้บ้านดูมีพื้นที่กว้างขวาง และโปร่งสบายมากขึ้น ใช้ผนังแบบ load bearing wall ขนาด 6 เซนติเมตร และมีการเสริมด้วย Steel plate โดยจะแบ่งเป็น 5 กล่อง

Ref. code: 25595816030141UDA

ด้วยกันเพราะเป็น Apartment ที่อยู่กันค่อนข้างจะเป็นครอบครัว โดยภายในจะมีพื้นที่ 16-30 ตารางเมตร ซึ่งจะมีการออกแบบให้ Function ประเภทห้องอาบน้ำ หรือครัวจะอยู่ภายนอก กับ Landscape จากการวิเคราะห์เชิงสถาปัตยกรรมพบว่า การออกแบบหน่วยพักอาศัยประเภทนี้จะเน้นการอยู่กันแบบครอบครัว และเชื่อมแต่ละหลังด้วย Court หรือคล้ายกับสถาปัตยกรรมไทยสมัยก่อน คือการออกแบบชาน ซึ่งจะใช้ตัวชานเป็นตัวเชื่อมแต่ละบ้านเข้าด้วยกัน ซึ่งบ้านแต่ละหลังจะมีความสูงที่แตกต่างกันออกไปเพื่อการใช้แสงธรรมชาติ และการระบายอากาศอย่างเหมาะสมและการบังเงาก็เช่นกัน



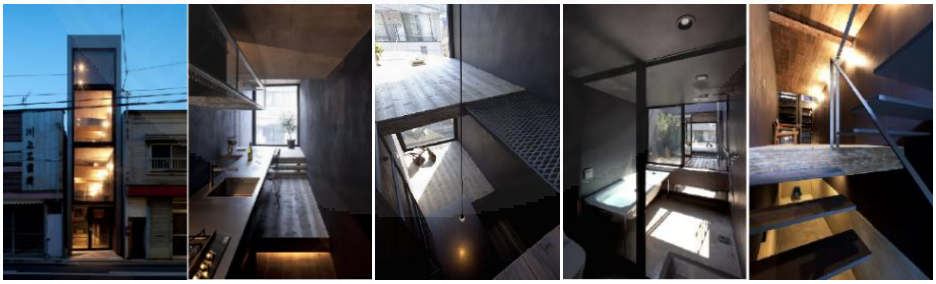
ภาพที่ 2.19 House in Nada. จาก *ArchDaily. House in Nada / FujiwaraMuro Architects*, โดย Toshiyuki Yano, 2556, Japan.

เป็นหน่วยพักอาศัยที่ถูกสร้างขึ้นที่ประเทศประเทศญี่ปุ่น มีการออกแบบโดยสถาปนิกชื่อFujiwarramuro ถูกออกแบบให้มีพื้นที่แค่ 36 ตารางเมตร โดยชั้นแรกเป็นโรงรถ และห้องเก็บของ ชั้นถัดขึ้นไปเป็นห้องนั่งเล่นและห้องครัว ห้องนอนทั้งสองห้องอยู่ที่ชั้น 3 นอกจากนี้ยังมีหน้าต่างทั้งบานเล็กและใหญ่เพื่อให้แสงเข้าถึงพื้นที่ทุกส่วนของตัวบ้าน แสงสามารถส่องลงมากลางบ้านพอดี ซึ่งจะมีชั้นดาดฟ้าและกระจกไว้ส่องดาวในช่วงเวลาตอนกลางคืนด้วย โดยจากการวิเคราะห์เชิงสถาปัตยกรรมพบว่าการออกแบบหน่วยพักอาศัยหลังนี้จะมีลักษณะเด่นคือบริเวณช่องเปิดที่เปิดรับแสงเข้ามาภายในบ้าน ทั้งด้านบน Skylight และด้านข้างเป็นหน้าต่าง โดยจะมีแสงทั่วถึงบ้านและสามารถแจกจ่ายกระจายตาม Function ได้โดยการออกแบบจะเน้นการกระจาย Function ในแนวตั้ง ให้เกิดการใช้พื้นที่มากที่สุด ซึ่งจะเรียงตาม Function ที่มีลักษณะพื้นที่สาธารณะอยู่ด้านล่าง ไปสู่ด้านบนห้องนอนที่เป็นลักษณะของพื้นที่ส่วนตัว ซึ่งเหมือนกรณีศึกษาข้างต้นที่ได้กล่าวมา

Ref. code: 25595816030141UDA

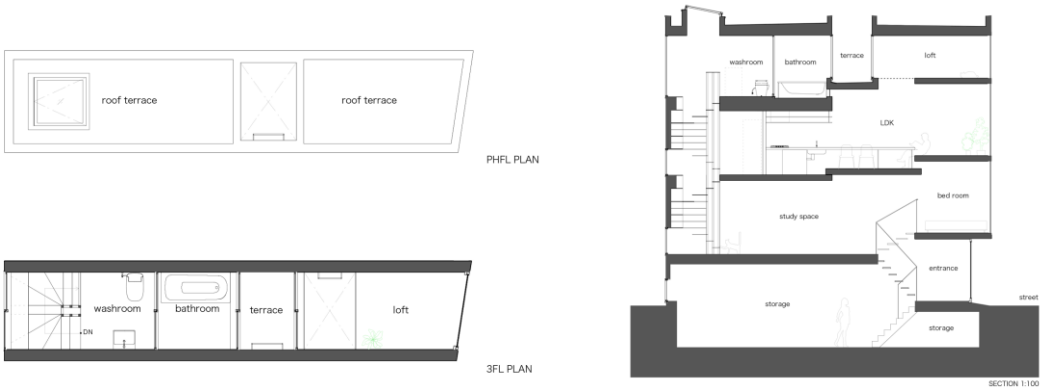
ภาพที่ 2.20 43.21 Square-meter Site House. จาก *DesignBoom*: *ido, kenji architectural studio: house in tamatsu*, โดย Yohei Sasakura, 2555, Osaka, Japan.

เป็นหน่วยพักอาศัยที่ถูกสร้างขึ้นที่ประเทศประเทศญี่ปุ่น มีการออกแบบโดสถาปนิก Kenji Architectural Studio โดยออกแบบให้บ้านมีลักษณะ 3 ชั้น พื้นที่ใช้สอยทั้งหมด 43.21 ตารางเมตรประกอบไปด้วยห้องนอนพ่อ-แม่ ห้องนั่งเล่น และห้องนอนลูกๆ ส่วนระเบียงจะอยู่ชั้นบนสุด จุดเด่นของบ้านคือหน้าต่างบานใหญ่เต็มพื้นที่จากพื้นถึงฝ้าเพดานช่วยให้แสงธรรมชาติส่องเข้ามาได้เต็มที่และสามารถสัมผัสบรรยากาศภายนอกได้อย่างชัดเจน นอกจากนี้ยังมีการออกแบบที่เพิ่มลูกเล่นกับตัวหน้าต่างตรงบริเวณชั้น 3 ที่ทำมุมเอียงไม่เหมือนกับกระจกบานอื่นๆ และยังส่งผลไปถึงกำแพงด้านในที่ต้องเอียงตามไปด้วย โทนสีที่ใช้ตกแต่งภายในจะเน้นสีขาวเหมือนด้านนอกและใช้พื้นลายไม้เพื่อเพิ่มบรรยากาศที่อบอุ่นให้กับตัวบ้าน



ภาพที่ 2.21 Rooms are less than two Metres wide inside Tokyo house. จาก *DesignBoom*: *Rooms are less than two metres wide inside Tokyo house by YUUA Architects*, โดย Amy Frearson, 2558, Osaka, Japan.

Ref. code: 25595816030141UDA



ภาพที่ 2.21 (ต่อ) Rooms are less than two Metres wide inside Tokyo house. จาก *DesignBoom*: *Rooms are less than two metres wide inside Tokyo house by YUUA Architects*, โดย Amy Frearson, 2558, Osaka, Japan.

เป็นหน่วยพักอาศัยที่ถูกสร้างขึ้นที่ประเทศประเทศญี่ปุ่น มีการออกแบบโดยสถาปนิก YUUA Architects and Associates ซึ่งเป็นบ้านที่มีทั้งหมด 4 ชั้น ด้านกว้างมีขนาด 1.8 เมตร มีการออกแบบแต่ละชั้นในลักษณะ Split-level floors โดยจะใช้ธรรมชาติเข้ามาขั้นเป็น Partition ในแต่ละชั้นเพื่อลดการใช้ผนังภายในบ้าน ทำให้ Space มีความพิเศษมากขึ้น และมีการออกแบบให้เป็น Double-height living spaces โดยจะมีหน้าต่างขนาดใหญ่เพื่อทำให้เกิดแสงเข้ามาในบ้านในแต่ละ Layer ได้อย่างทั่วถึงและมีประสิทธิภาพของการออกแบบ มีการออกแบบโดยการคำนึงถึงการระบายอากาศให้เกิดอากาศที่บริสุทธิ์ (fresh air) และนำแสงสว่างเข้ามาผ่านด้านทางด้านหน้า (Frontage) ซึ่งจะมีการออกแบบโดยใช้ลักษณะของ “Sense of depth” จากการวิเคราะห์ลักษณะทางสถาปัตยกรรมพบลักษณะเด่นของหน่วยพักอาศัยหลังนี้ 4 ลักษณะ คือ 1.การนำแสงเข้ามาใช้ให้ครบทั้ง 4 ชั้นและเหมาะสมกับการมีห้องอ่านหนังสือ (Study room) ทำให้ทุกห้องต้องได้รับแสงสว่างที่พอเพียงเหมาะสม และใช้แสงธรรมชาติมากกว่าแสงประดิษฐ์ 2.การนำ Roof Terrace เข้ามาใช้ในการออกแบบบ้านโดยจะเปรียบเหมือนพื้นที่เปิดโล่งภายในบ้านทั้งชั้น 3-4 ทำให้เกิดการเชื่อมต่อกันด้วยระเบียงนั้นๆ 3.การออกแบบในลักษณะ Double-height ผสมกับการนึกถึงการนำแสงสว่างเข้ามาใช้ภายในบ้าน ทำให้ Space แต่ละ Space เกิดประสิทธิภาพของการใช้ Function ได้ทั่วถึงและมีประโยชน์ 4.การจัดพื้นที่ใช้สอยในลักษณะแบบเฉียงสลับฟันปลา จากพื้นที่สาธารณะ ไปยังพื้นที่ส่วนตัว จนไล่ขึ้นไปบนสุดเป็นพื้นที่สาธารณะของคนภายในบ้าน

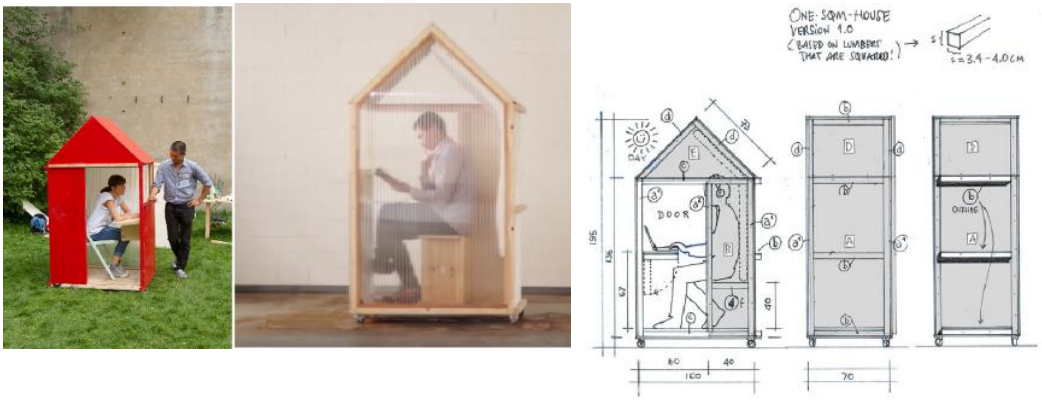
Ref. code: 25595816030141UDA

ภาพที่ 2.22 The split merchant's house 63.02°. จาก *DesignBoom*: *63.02° / Jo Nagasaka + Schemata*, โดย SOHO(2/3F)+apartment, 2552, Osaka, Japan.

เป็นหน่วยพักอาศัยที่ถูกสร้างขึ้นที่ประเทศประเทศญี่ปุ่น มีการออกแบบโดยสถาปนิก Jo Nagasaka+Toshiharu Ono /Schemata architects บ้านหลังนี้ชื่อ 63.02° เนื่องจากหน้าอาคาร ทำมุมประมาณ 63.02 องศากับถนนด้านหน้า สถาปนิกเลือกที่จะออกแบบกระจกไว้ด้านข้าง เพื่อให้แสงสามารถเข้าถึงส่วนที่ลึกของตัวบ้าน และสามารถเข้าได้ทุกห้อง โดยจะมีพื้นที่ใช้สอยประมาณ 48.84 ตารางเมตร เป็นบ้านสไตล์ Modern Loft จากการวิเคราะห์ทางด้านสถาปัตยกรรมพบว่า ลักษณะเด่นของหน่วยพักอาศัยนี้คือการออกแบบที่มีการใช้พื้นที่ Site ให้คุ้มค่ามากที่สุด และการออกแบบหน่วยพักจะเน้นเรื่องแสงสว่างเพื่อให้เกิดการนำแสงเข้ามาใช้ภายในบ้านผ่านช่องเปิดขนาดใหญ่

ภาพที่ 2.23 World's smallest 1sq meter house จาก *Inhabitat* : *One-Sqm-House: World's Smallest House is a Single Square Meter in Size,* โดย Daniela Kleint, 2555, Berlin.

Ref. code: 25595816030141UDA



ภาพที่ 2.23 (ต่อ) World's smallest 1sq meter house จาก *Inhabitat : One-Sqm-House: World's Smallest House is a Single Square Meter in Size,* โดย Daniela Kleint, 2555, Berlin.

เป็นหน่วยพักอาศัยที่ถูกสร้างขึ้นที่ประเทศประเทศเยอรมัน มีการออกแบบโดยสถาปนิกชื่อ Van Bo le-Metnzel เป็นหน่วยพักอาศัยที่ถูกออกแบบให้มีขนาดเล็กมากที่สุดโดยมีขนาดพื้นที่เพียง 1 ตารางเมตรเท่านั้น โดยมีการออกแบบแบบ DIY wooden structure ใช้หน้าต่างและประตูแบบ slide window / lockable door หน่วยพักอาศัยนี้สามารถเคลื่อนย้ายได้ตามต้องการ มีน้ำหนักอยู่ที่ 40 กิโลกรัม ซึ่งภายในจะมีพื้นที่ใช้สอย (Function) ได้หลากหลายภายในพื้นที่เพียง 1 ตารางเมตร เพราะสามารถปรับเปลี่ยนรูปทรงและพื้นที่ใช้สอย ตามลักษณะการใช้งานของเจ้าของบ้าน ทำให้ใช้งานตามช่วงเวลาได้เหมาะสมกับพื้นที่จำกัดได้มากที่สุด

ภาพที่ 2.24 A Slender geothermal cottage in London จาก *Dwell ,* โดย Dominic Bradbury / Published by Dwell, 2553, London.

Ref. code: 25595816030141UDA

ภาพที่ 2.24 (ต่อ) A Slender geothermal cottage in London จาก *Dwell ,* โดย Dominic Bradbury / Published by Dwell, 2553, London.

เป็นหน่วยพักอาศัยที่ถูกสร้างขึ้นทีประเทศประเทศอังกฤษ มีการออกแบบโดยสถาปนิกชื่อ Dominic Bradbury เป็นหน่วยพักอาศัยที่มีความกว้างเพียง 2.30 เมตร มีทั้งหมด 4 ชั้น และมีการใช้ระบบการกักเก็บน้ำ (Rain-water-harvesting) เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ภายในบ้าน จะมีการใช้วัสดุกระจกเป็นผนังเพื่อทำให้ Living Space เกิดการเชื่อมต่อกับพื้นที่เปิดโล่ง (Courtyard) โดยด้านหลังจะมีการออกแบบให้เป็นขั้นโดยใช้การออกแบบลักษณะเดียวกับ Ziggurat เป็น Step ซึ่งด้านล่างสุดจะเป็น Living และวัสดุที่ใช้กับหน่วยพักอาศัยคือ timber และsteel-frame house จะมีการออกแบบให้มี Skylight และนึกถึงการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ (natural passive ventilation) จากการวิเคราะห์เชิงสถาปัตยกรรมพบลักษณะเด่นของหน่วยพักอาศัยนี้ 3 ลักษณะ 1.การออกแบบที่เป็น Step เพื่อทำให้เกิดการเชื่อมต่อของ Function และ Courtyard ทำให้ทุก function สามารถเชื่อมต่อได้ทั้งทางสายตา และการใช้งานในพื้นที่ได้ และประหยัดพื้นที่ได้ด้วยเช่นกัน 2. การนำ Courtyard มาเป็นจุดเด่นของการออกแบบเพื่อทั้งการกระจาย Function อย่างที่บอกในข้อ 1 แล้วยังช่วยให้เกิดการระบายอากาศและแสงสว่างที่ทั่วถึงภายในบ้านอีกด้วย 3.บ้านหลังนี้จะคำนึงถึงเรื่องแสงสว่างโดยจะมีการออกแบบ Conservatory ซึ่งเป็น function หนึ่งภายในบ้านเลย เป็นห้องกระจกที่สามารถมีแสงสว่างทั่วถึง และมีการออกแบบช่องเปิดที่เหมาะสมในแต่ละชั้นตาม step ของหน่วยพักอาศัยนี้ด้วย

Ref. code: 25595816030141UDA

ภาพที่ 2.25 A Soul Box In Arcadia จาก *CURBED : Mobile Wooden 'Soul Box' Aids Your 'Search for Arcadia,* โดย Spencer Peterson, 2557.

เป็นหน่วยพักอาศัยที่ถูกสร้างขึ้นที่ประเทศประเทศเยอรมัน มีการออกแบบโดยสถาปนิกชื่อ Matthias Prüger Manuel Rauwolf และ Ulrike Wetzel เป็นการออกแบบ sculptural ที่ประกอบไปด้วย function หลักๆคือ การนอน การทำงาน แต่กลับให้ประสิทธิภาพด้านการใช้สอยที่ดีมาก และมีความเป็นส่วนตัว ลักษณะในการออกแบบ (Concept) ของหน่วยพักอาศัยนี้เหมือนเป็นการพับกระดาษเพื่อให้เกิดเป็นพื้นที่ใช้สอยแต่ละประเภท (Function) ที่มีความหลากหลายต่อการใช้งาน และอยู่ในพื้นที่ที่มีความจำกัด ดังนั้นสถาปัตยกรรมนี้ถือเป็นการออกแบบหน่วยพักอาศัยที่คำนึงต่อการใช้งานของมนุษย์เป็นหลัก และส่งเสริมการใช้งานให้เกิดประโยชน์มากที่สุด หรือเรียกว่าได้ว่าเป็นหน่วยพักอาศัยของเล็กพิเศษ (Compact Unit) ก็ได้เช่นกัน

ภาพที่ 2.26 The ‘smallest house in Italy’ จาก *CURBED : Mobile Wooden 'Soul Box' Aids Your 'Search for Arcadia,* โดย Spencer Peterson, 2557.

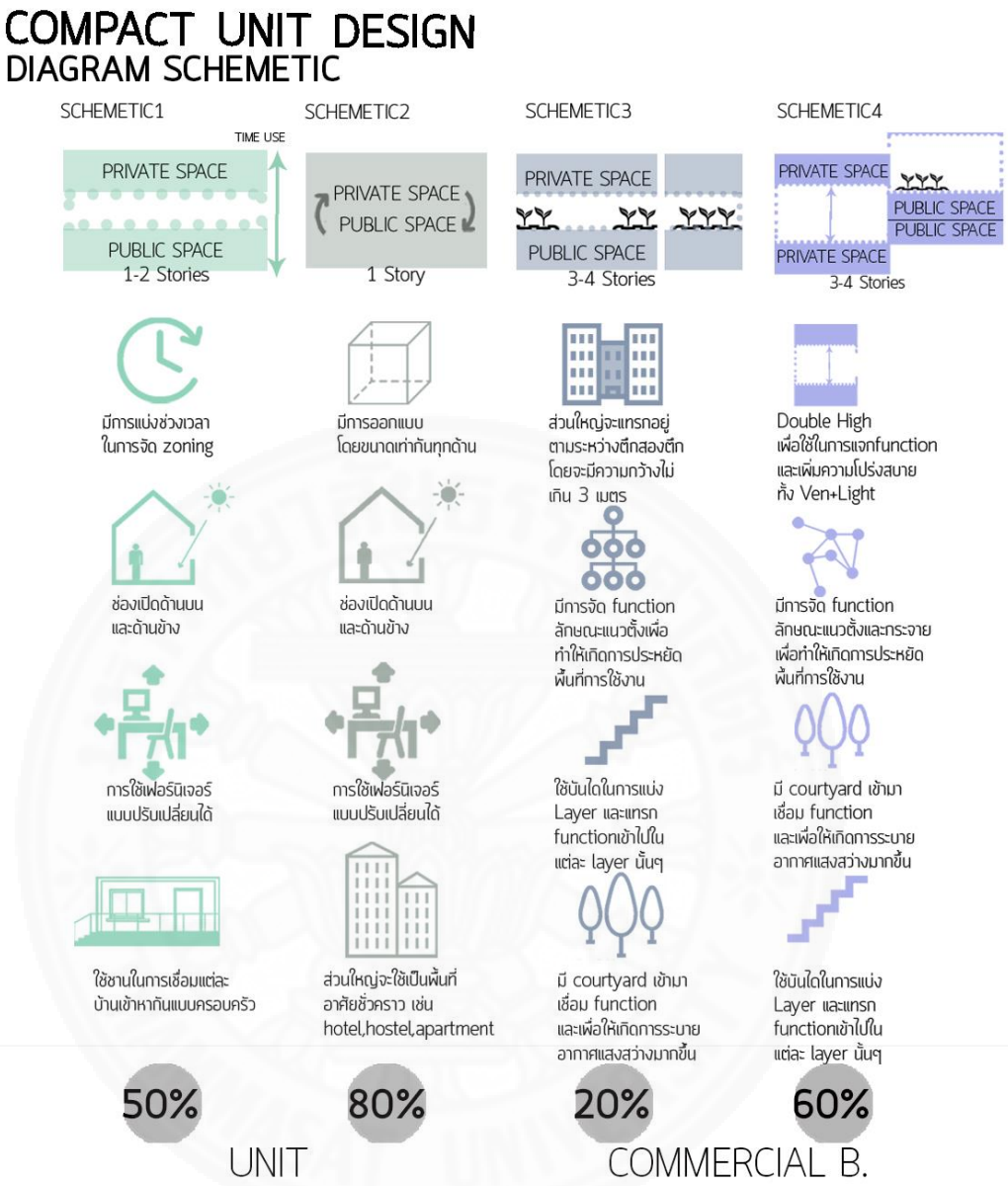
Ref. code: 25595816030141UDA

เป็นหน่วยพักอาศัยที่ถูกสร้างขึ้นที่ประเทศประเทศอิตาลี มีการออกแบบโดยสถาปนิกชื่อ Marco Pierazzi มีขนาดพื้นที่ทั้งหมดเพียง 6.96 ตารางเมตร เกิดจากการ Renovate เพื่อใช้เป็นพื้นที่อาศัยของสามีภรรยา เพื่อให้เกิด Function ที่ครอบคลุมกับการใช้พื้นที่ และเหมาะสมกับสมาชิกคนในบ้านมากที่สุด โดยจะออกแบบให้มีขนาดเล็ก และใช้งานได้สะดวกสบายเหมือนกับบ้านที่ได้กล่าวมาด้านบน

ภาพที่ 2.27 Capsule Hotel จาก *DesignBoom* : *fumie shibata's '9 h (nine hours)' capsule hotel in kyoto,* โดย Masaaki Hiromura, 2522.

Capsule Hotel เป็นหน่วยพักอาศัยที่ใช้กันอย่างแพร่หลายทั้งภายในประเทศและต่างประเทศเพื่อใช้เป็นที่พักชั่วคราวสำหรับคนที่มาพักผ่อน เป็นที่ขนาดเล็กซึ่งมีพื้นที่ไม่เกิน 10 ตารางเมตร ภายในจะประกอบด้วยพื้นที่ใช้สอยหลักๆคือ รับประทานอาหาร นอนหลับ ทำงาน และบางที่อาจจะมีห้องน้ำเพิ่มเข้ามาในการออกแบบ Capsule แต่ส่วนใหญ่หน่วยพักอาศัยประเภทนี้จะมีการหมุดเวียนของ Function ภายใน Space ที่เล็กๆแต่ใช้พื้นที่ได้อย่างคุ้มค่าและทั่วถึง จึงทำให้คุ้มทุนต่อการใช้เป็นโรงแรม เพื่อรอบรับลูกค้าได้จำนวนมาก และคืนทุนได้ไวมากยิ่งขึ้น

Ref. code: 25595816030141UDA



ภาพที่ 2.28 Diagram Schismatic of Compact Unit Housing โดย ผู้วิจัย, 2560.

ข้อสรุปที่ได้จากกรณีศึกษาทั้งหมดสามารถแบ่งได้ 4 ประเภท

จากภาพเป็นการสรุปกรณีศึกษาโดยสามารถแบ่งได้เป็น 4 ประเภทใหญ่ๆ ซึ่งแต่ละประเภทนั้นมีความสัมพันธ์ของการจัดพื้นที่ใช้สอย (Function) ที่แตกต่างกันออกไป การคำนึงถึงการใช้พื้นที่ให้คุ้มค่ามากที่สุด และการออกแบบโดยใช้เทคโนโลยีอาคารที่เหมาะสม

ประเภทที่ 1 ส่วนใหญ่แล้วจะเป็นหน่วยพักอาศัยประเภทบ้าน ซึ่งจะมีการจัด Function ที่ใช้ตามเวลาการใช้งานของผู้อยู่อาศัย โดยจะแบ่ง Zoning ออกเป็นช่วงกลางวัน – กลางคืน จะสังเกตได้ว่าเป็นบ้านที่ค่อนข้างจำกัดพื้นที่ แต่สามารถแบ่ง Public กับ Private ออกกันได้อย่างชัดเจน ซึ่งประเภทที่ 1 นั้น

Ref. code: 25595816030141UDA

ส่วนใหญ่จะใช้ Furniture ที่ปรับเปลี่ยนได้ตามการใช้งาน เพื่อให้สะดวกและมีพื้นที่เหลือใช้ในกิจกรรมอื่นๆ จะมีช่องเปิดแบบด้านข้างหนึ่งช่อง และบริเวณหลังคาอีกหนึ่งที่

ประเภทที่ 2 ส่วนใหญ่นั้นจะเป็นประเภทที่พักอาศัยชั่วคราว เช่น โรงแรม อพาร์ทเม้นท์ และโฮสเทล เป็นต้น เนื่องจากการจัด Function ต่างๆภายในนั้นมีลักษณะที่วนเวียนไปมา และกระจายตัวอยู่เพียงแค่พื้นที่นั้นเพียงบริเวณเดียวเท่านั้น เช่น รับประทานอาหาร ทำงาน นอนหลับ แต่ใช้ Furniture เข้ามาช่วย หรือแม้กระทั่งการจัดสรรพื้นที่ให้เหมาะสมกับ Function ในแต่ละ Function แต่ หน่วยพักอาศัยประเภทที่ 2 จะมีข้อเสียอยู่มากพอสมควร คือ Function มีการอัดแน่นมากเกินไปจนไม่สามารถใช้ Function ได้เต็มประสิทธิภาพ และการระบายอากาศค่อนข้างน้อย เนื่องจากบางหน่วยพักอาศัยมี Function ที่แออัด ทำให้ Furniture ก็มีความแออัดเช่นกัน ทำให้ยากต่อการระบายอากาศเพียงช่องเปิดแค่ช่องเปิดเดียวเท่านั้น

ประเภทที่ 3 ส่วนใหญ่แล้วจะแทรกตัวอยู่ระหว่างตึกสองตึก หรืออยู่ภายใน Site ที่มีพื้นที่เหลือแล้วต้องการสร้างสถาปัตยกรรมขึ้นมา ซึ่งจะมีการออกแบบให้ด้านหน้ามีความกว้างที่แคบกว่าบ้านปกติ และบางหน่วยพักอาศัยจะมีความลึกมากกว่าปกติ และเรียง Function ขึ้นไปในลักษณะแนวตั้งขึ้นไป มีการแจก function โดยใช้บันไดในการแจกแต่ละ Function เชื่อมขึ้นไปด้านบน และหน่วยพักอาศัยประเภทที่ 3 นี้จะมี Skylight เพื่อนำแสงสว่างให้เข้าถึง Space แต่ละ Space ให้ได้ทั่วถึงมากที่สุด และบางหน่วยพักอาศัยจะนำ Courtyard เข้ามาออกแบบเพิ่มเติมเพื่อเพิ่มความร่มรื่นและการเชื่อมต่อของ Function และเกิดการระบายอาศัยในพื้นที่แคบได้มีมากขึ้นเช่นกัน

ประเภทที่ 4 หน่วยพักอาศัยประเภทสุดท้ายนี้มีลักษณะใกล้เคียงกับประเภทที่ 3 แต่ว่ามีความซับซ้อนของการกระจาย Function เพราะส่วนใหญ่ Function ภายในบ้านได้ถูกแจกจ่ายด้วยบันได Double high หรือแม้กระทั่ง Terrace และ Courtyard เข้ามาใช้ในการออกแบบทำให้มีลักษณะเด่นของแต่ละบ้านมากขึ้น ทั้งนี้ยังเกิดการระบายอากาศแบบ Cross ventilation มากกว่าประเภทอื่นๆ แสงสว่างเข้าถึงได้มากพอสมควร แต่ยังจัดอยู่ในพื้นที่จำกัดของ site หรือของการออกแบบเช่นกันกับประเภทอื่นๆ

Ref. code: 25595816030141UDA

VENTILATION
CASESTUDY

Compact Unit

NAME	LOCATION	WIDTH	LENGTH	HEIGHT	AREA(sq.m.)	TYPE	Scheme1					Scheme2					Scheme3						Scheme4						VOID	SHAPE
							SKYLIGHT	PORCH	FLEXIBLE	TUBE	VEIN	MODULAR	SKYLIGHT	FLEXIBLE	SITE	VEIN	SKYLIGHT	COURT	STAIR	FUNCTION	SITE	VEIN	FUNCTION	DOUBLE H	SKYLIGHT	COURT	STAIR	VEIN		
Mini Box	Australia	2.60 m	2.60 m	2.60 m	6.76 sq.m.	House	*		*	*	*																		2	
House in a Suitcase	Spain	3.00 m	3.00 m	3.00 m	9.00 sq.m.	Aprstment							*	*	*														2	
Micro compact house	German	2.60 m	2.60 m	1.98 m	6.76 sq.m.	House	*	*	*	*	*																		2	
The Tube hotel	Mexico	2.44 m	3.50 m.		8.54 sq.m.	Hostel							*		*														1	
Nakagin Capsule Tower	Japan	1.00 m	1.25 m.	2.00 m		Office						*		*	*														1	
Flat ซูมขนเอยัด	Hongkong				3.59 sq.m.	Flat						*			*														1	
Keret House	Poland	0.90 m	1.50 m	10.0 m	4.00 sq.m.	House											*		*	⬆	*	*							2	
Medre de Deus	Brazil	1.00 m		10.0 m		House													*	⬆	*								2	
Lucky drop	Japan	3.36 m	29.3 m			House													*	⬇	*	*							1	
Showa-cho House	Japan	3.94m	17.89m		70.44 sqm	House																	✣	*		*	*	*	2	
The House with the Big Gap	Japan	1.20m	2.50 m		30.00 sq.m.	House																	✣	*	*	*	*	*	2	
Near House	Japan				37.65 sq.m.	House		*		*	*																		2	
Moriyama House	Japan					House	*	*			*	*																	3	
The Split Merchant's House AKA'63.02'	Japan					Apartment											*		*	⬆	*	*							2	
Nada House	Japan				36.00 sq.m.	House																	⬍	*	*		*		3	
1.8 METER-WIDE HOUSE IN TOKYO	Japan	1.80 m	2.50 m		22.25 sq.m.	House																	✣	*	*	*	*		3	
43.21 square-meter site House	Japan				43.21 sq.m.	House																	⬍	*	*		*	*	3	
Silver House	London	3.00 m	8.00 m			House																	⬍	*	*	*	*		2	
World's Smallest 1sq Meter House	Germany	0.70 m	1.00 m	1.90 m	1.00 sq.m.	House						*	*																1	
The Jane Hotel	NYC				4.64 sq.m.	Hotel						*		*	*														1	
The Yotel	London				6.96 sq.m.	Hotel						*		*	*														1	
A Soul Box in Arcadia	Germany					House						*	*	*	*														2	
the "smallest house in Italy"	Italy				6.96 sq.m.	House								*	*														2	
XS-House					6.78 sq.m.	House						*		*	*	*													3	
The Popomo					15.97 sq.m.	House						*		*	*															
Timber House	Japan	4.00 m	4.00 m			House													*	⬇	*	*							3	
The Split House	Japan					House																	⬍	*	*		*	*		
Hori no Uchi House	Japan				27.90 sq.m.	House											*		*	⬆	*							*		
Nhabeo House	Vietnam	4.00 m	20.00 m			House																	✣	*	*	*	*	*		
A Slender geothermal						House											*	*	*	⬇	*									

ภาพที่ 2.29 ตารางสรุปกรณีศึกษาของหน่วยพักอาศัยขนาดเล็กพิเศษจากต่างประเทศ โดย ผู้วิจัย, *2560*.

Ref. code: 25595816030141UDA

2.2 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการออกแบบของหน่วยพักอาศัย

2.2.1 ทฤษฎีพื้นฐานของการระบายอากาศ

2.2.1.1 การระบายอากาศ (Ventilation)

การระบายอากาศเป็นการเคลื่อนที่ของอากาศจากภายนอกเข้ามาภายในอาคาร ซึ่งอากาศที่เข้ามาจะแทนที่อากาศภายในอาคาร โดยการระบายอากาศมีจุดประสงค์หลัก คือ เพื่อให้อากาศที่มีเกิดความเหมาะสม ดีต่อการหายใจ และอยู่ในสภาวะสบายของคน โดยการระบายอากาศในอาคารประกอบด้วย 3 องค์ประกอบพื้นฐานดังต่อไปนี้

2.2.1.2 การระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ (Natural Ventilation)

การระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติโดยใช้พลังงานจาก ลม ความแตกต่างของอุณหภูมิ และความดันของอากาศ โดยจะทำให้อากาศที่ไหลเข้าออกทางช่องเปิดของอาคารนั้นๆมีการระบายอากาศ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศ การใช้งานของมนุษย์ และการออกแบบอาคารที่ส่งผลต่อการระบายอากาศ โดยสามารถแบ่งออกได้ตามนี้

(1) การระบายอากาศแบบสองด้าน (Cross Ventilation) การระบายอากาศประเภทนี้เกิดขึ้นจากช่องเปิดของอาคาร โดยมีรูปแบบช่องเปิดสองด้านตรงข้ามกัน ทำให้เกิดความต่างระหว่างความกดอากาศที่ช่องอากาศขาเข้า กับช่องอากาศขาออกทำให้อากาศเกิดการไหลผ่านเปลือกอาคาร

(2) การระบายอากาศทางเดียว (Single-sided Ventilation) การระบายอากาศทางเดียวมักจะพบเห็นส่วนมากจำพวก คอนโดมิเนียม สำนักงาน หรือห้องที่มีช่องเปิดด้านเดียว โดยการไหลนั้นจะมีความแตกต่างของอุณหภูมิภายในพื้นที่เป็นส่วนใหญ่ และใช้หลักของความดันอากาศเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ซึ่งความกว้างของพื้นที่ใช้งานที่มีระบบระบายอากาศแบบทางเดียวจะต้องมีความแตกต่างของอุณหภูมิ (Buoyancy effect) ความกว้างไม่เกิน 2.5 เท่าของความสูงของพื้นที่

2.2.2 ปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมของลมที่ปะทะอาคาร

ปัจจัยที่ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของอากาศ เนื่องจากอากาศมีลักษณะเป็นมวลสาร ดังนั้นอากาศที่เคลื่อนที่จะ เดินทางเป็นเส้นตรงเสมอ เมื่อถูกกระทำด้วยแรงจากภายนอก หรือกระทบวัตถุก็จะเบี่ยงเบนไปชั่วขณะและพยายามจะ กลับมาเคลื่อนที่ในทิศทางเดิม การเคลื่อนที่ของอากาศสามารถเกิดได้จากความกดอากาศที่แตกต่างกัน ทำให้อากาศเคลื่อนที่จากความกดอากาศที่สูงไปยังความกดอากาศที่ต่ำ

Ref. code: 25595816030141UDA

และเมื่อมีความกดอากาศที่แตกต่างกันมากๆจะทำให้อากาศมีการไหลเร็วขึ้น หรืออาจจะเกิดจากอุณหภูมิที่แตกต่างกัน โดยที่อากาศร้อนจะลอยตัวสูงขึ้นแล้วอากาศเย็นจะไหลเข้าไปแทนที่

ASHRAE. (2005). *ASHRAE handbook-fundamentals*. Atlanta: The American Society of Heating. กล่าวไว้ว่าเมื่อมีลมไหลปะทะอาคารในทิศทางที่ตั้งฉากกับอาคาร โดยระดับลมช่วง 2 ใน 3 ของอาคาร จะมีทิศทางที่ไหลลง และ 1 ใน 3 บริเวณพื้นที่ช่วงบนจะมีทิศทางที่ไหลขึ้น โดยเมื่อความสูงมีอัตราส่วนเป็น 3 เท่าหรือมากกว่า ต่อความกว้าง ช่วงรอยต่อของลมที่ไหลขึ้น และลงบริเวณผิวอาคารจะเกิดการปะทะในแนวตั้งฉากกับอาคารขึ้น หรือเรียกได้ว่า เป็นจุดศูนย์กลางของการกระจายตัวของลมที่

เพราะฉะนั้นการเคลื่อนที่ของอากาศผ่านอาคาร ขึ้นอยู่กับปัจจัย 5 อย่างใหญ่ๆดังต่อไปนี้

2.2.2.1 ลักษณะการกระจายตัวของความกดอากาศที่ส่งผลต่อรูปทรงของอาคาร

สมสิทธิ์ นิตยะ (2541) อัตราส่วนพื้นที่ผิวต่อพื้นที่ใช้สอยต่ำที่สุด หรือมีการออกแบบให้กรอบอาคารมีเส้นรอบรูปน้อย ซึ่งทำให้เกิดการรั่วซึมของอากาศต่ำ และมีการไหลเวียนของอากาศผ่านผิวอาคาร ในอาคารที่มีรูปทรงเรียวยาวที่มีลักษณะการวางตัวของอาคารในแนวทิศตะวันออก-ตะวันตก โดยให้ด้านแคบของอาคารหันไปทางที่ได้รับแสงอาทิตย์ตอนบ่าย (ทิศตะวันตก หรือ ตะวันตกเฉียงใต้) และวางตัวอาคารให้ตั้งฉากกับทิศทางลม จากหนังสือ Design with Climate : Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism ได้นำเสนอว่ารูปทรงอาคารในเขตร้อนชื้นตามภูมิประเทศของประเทศไทยควรมีขนาดความกว้างต่อความยาว 1:1.7 ถึง 1 : 3 เนื่องจากในพื้นที่ที่มีลักษณะภูมิอากาศแบบร้อนชื้นจะได้รับรังสีการแผ่ของความร้อนมาจากด้านตะวันออกและตะวันตก การออกแบบกรอบอาคารให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าโดยกำหนดให้ด้านแคบของอาคารอยู่ในทิศตะวันออกและตะวันตก จะช่วยลดพื้นที่รับรังสีความร้อนได้มากขึ้น ซึ่งผนวกกับการพิจารณาความเร็วและทิศทางของลมในแต่ละฤดูกาล เพื่อใช้ประโยชน์จากลมธรรมชาติได้อย่างมีประสิทธิภาพ และในบางกรณีอาจพิจารณาถึงการออกแบบอาคารชั้นเดียว เพื่อให้สามารถใช้ประโยชน์จากแสงธรรมชาติได้อย่างเต็มที่ หรือในอาคารหลายชั้น ควรให้แต่ละห้องมีความลึกน้อยที่สุด เพื่อให้สามารถใช้ประโยชน์จากแสงธรรมชาติได้มาก และบางครั้งรูปทรงอาคารอาจจะทำให้เกิดการนำพาความร้อนจากภายนอกอาคารหรือผิวของอาคารเข้ามาภายในด้วย ดังนั้นในการออกแบบควรจะคำนึงถึงการลำดับมวลและรูปทรงอาคารด้วย

Ref. code: 25595816030141UDA

2.2.2.2 ตำแหน่งของช่องเปิดที่เหมาะสม

Givoni, B (1994) ,Van Nostrand Resinhold, New York. กล่าวว่าควรให้ตำแหน่งช่องเปิดโดยเฉพาะช่องเปิดทางเข้าอยู่ในตำแหน่งที่กระแสลมพัดผ่านเป็นประจำ และควรมีการหลีกเลี่ยงการเจาะช่องเปิดทางเข้าและทางออกในผนังด้านเดียวกัน และช่องเปิดที่มีตำแหน่งใกล้ชิดกับอาคารข้างเคียง และควรเจาะช่องเปิดให้สัมพันธ์กับระดับร่างกาย (Body Zone) ซึ่งตำแหน่งที่ดีที่สุดคือ เจาะช่องเปิดทางเข้าให้อยู่ระดับร่างกาย และช่องทางออกให้อยู่ระดับเหนือร่างกาย เพราะอากาศจะไหลเวียนได้ดีพร้อมกับดึงความร้อนบริเวณเหนือร่างกาย (ฝ้าเพดาน) ออกไปจากอาคารด้วย

Evola & Popov (2006). กล่าวว่าการศึกษาช่องเปิดแบบด้านเดียวนั้นการไหลของอากาศในแนวราบจะไม่มีผลเกิดขึ้น และจะมีการไหลของอากาศที่มีความเร็วลมที่สูงบริเวณใกล้ช่องเปิด และเมื่อเพิ่มระยะห่างให้มากขึ้น ความเร็วลมจะลดลงซึ่งเกิดการแปรผกผันกับระยะห่างที่มากขึ้น

การเจาะช่องเปิดในระดับสูงจะทำให้ลมเคลื่อนที่ในระดับสูง และไม่พัดผ่านผู้ใช้อาคาร ช่องเปิดในระดับบน จะทำให้ลมเคลื่อนที่ขึ้นในระดับสูงเหมาะกับ การระบายความร้อน

การเจาะช่องเปิดในระดับกลางผนังจะทำให้ลมเคลื่อนที่ผ่านผู้ใช้อาคาร ช่องเปิดในระดับ กลางอาคารจะทำให้ลมเคลื่อนที่ผ่านผู้ใช้อาคาร เหมาะกับการสร้างความเย็นให้กับมนุษย์

การเจาะช่องเปิดในระดับต่ำ จะทำให้ลมเคลื่อนที่ลงสู่พื้นและผ่านผู้ใช้อาคารในระดับต่ำ ช่องเปิดในระดับล่าง จะทำให้ลมเคลื่อนที่ลงสู่ระดับพื้นเหมาะกับการทำความเย็นให้กับโครงสร้างอาคาร

2.2.2.3 ขนาดและจำนวนของช่องเปิดที่สัมพันธ์กับทิศทางของลม

ช่องเปิดที่มีขนาดเท่ากันอยู่ในทิศทางตรงกันข้ามจะทำให้เกิด การเคลื่อนที่ของอากาศในปริมาณมากที่สุดเพราะจะทำให้เกิดความแตกต่างของความกดอากาศใน ปริมาณสูงที่สุดและสามารถระบายความร้อนได้ดีที่สุดด้วย

ถ้ามีช่องเปิดด้านลมเข้าขนาดเล็ก แต่ช่องเปิดด้านลมออก ใหญ่จะทำให้ลมเข้ามาในห้องแรงและเร็วขึ้น ช่องเปิดขนาดเล็กในทางเข้า และช่องเปิดขนาดใหญ่ในทางออกจะเพิ่มความเร็วของกระแสลมได้

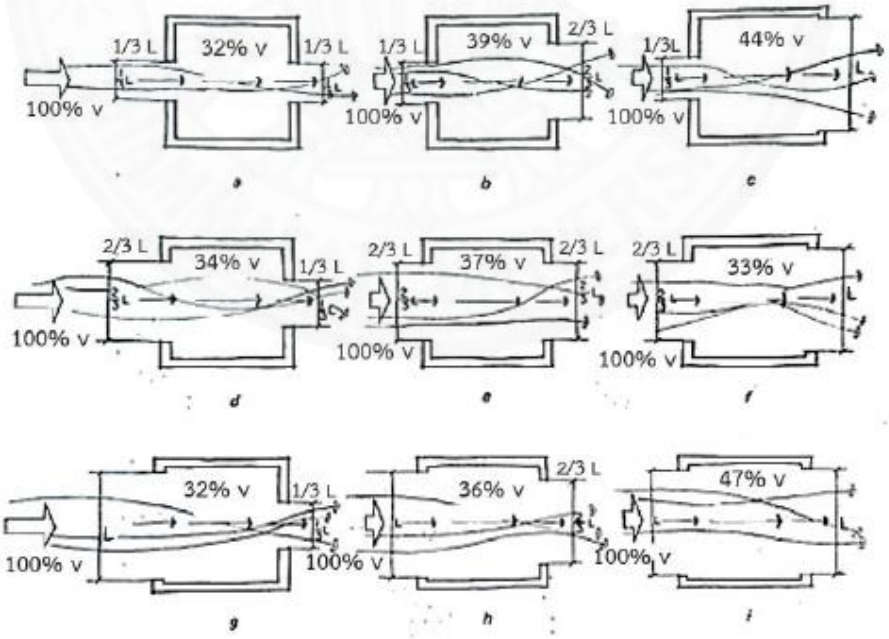
ถ้ามีช่องเปิดด้านลมเข้าขนาดใหญ่ แต่ช่องเปิดด้านลมออก เล็ก จะทำให้ลมเข้ามาในห้องลดความเร็วลง ช่องเปิดขนาดใหญ่ในทางเข้า และช่องเปิดขนาดเล็กในทางออกจะลดความเร็วของกระแสลม

Melaragno (1982). ได้ทำการศึกษาช่องเปิดที่มีลักษณะตรงข้ามกัน (Cross Ventilation) โดยจะแบ่งขั้นตอนการเคลื่อนที่ของลมจากแรงดันเป็นบวกไปส่วนที่มีแรงดันเป็นลบ ตัวอย่างเช่น ช่องเปิด 1 ช่อง

Ref. code: 25595816030141UDA

หรือมากกว่านั้นอยู่ตำแหน่งด้านปะทะลม (Wind ward) ส่วนอีกด้านอยู่ในด้านที่ไม่ปะทะลม (Leeward) ก็จะครบองค์ประกอบของการระบายอากาศในรูปแบบของช่องเปิดแบบตรงข้ามกัน

เมื่อกำหนดให้ L เป็นขนาดความกว้างของผนัง และให้ช่องทางเข้าของลมมีขนาดคงที่คือ 1/3L และปรับขนาดเพิ่มเฉพาะแค่ความกว้างของทางออกจาก 1/3L เป็น 2/3L และ L ตามลำดับ พบว่าเมื่อมีการเพิ่มขนาดของช่องทางออกของลมจะช่วยให้มีลมพัดเข้าสู่อาคารได้มากขึ้น จากนั้นได้ทำการทดลองโดยการเพิ่มขนาดความกว้างของช่องทางเข้าลมเป็น 2/3L เทียบกับขนาดทางออกของลงที่มีขนาดเป็น 1/3L จะเห็นได้ว่าทำให้ลมเข้าสู่อาคารเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 32 เป็นร้อยละ 34 และเมื่อเพิ่มขนาดทางออกของลมยิ่งทำให้ลมเข้าสู่อาคารเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 34 เป็น 37 แต่เมื่อเพิ่มทางออกของลมเต็มหน้ากว้างกลับพบว่าลมสามารถพัดเข้าสู่อาคารที่มีอัตราลดลงเหลือเพียงร้อยละ 33 และสุดท้ายได้ทำการปรับเพิ่มขนาดทางเข้าของลมให้มีความกว้างเท่ากับ L คงที่แล้วเพิ่มเพียงช่องลมออกเท่านั้น พบว่ายิ่งช่องเปิดทางลมออกเพิ่มขึ้นยิ่งช่วยทำให้ลมเข้าอาคารได้มากขึ้นถึงร้อยละ 47 โดยจากการทดลองนั้นใช้ลมที่ปะทะทำมุม 90 องศากับช่องเปิดจะทำให้เกิดลมพัดเข้าสู่อาคารมากที่สุดสำหรับกรณีที่ช่องเปิดทางเข้าและทางออกเปิดได้เต็มหน้ากว้าง และเมื่อปรับลมปะทะให้ทำมุม 45 องศาสามารถทำให้ลมเคลื่อนที่ผ่านช่องเปิดได้มากกว่าลมปะทะตั้งฉาก และมีการแปรผันตามขนาดของช่องเปิดทางออก ยกเว้นกรณีที่ช่องทางเข้ามีขนาด 1/3L และ 2/3L ซึ่งช่องเปิดเมื่อมีตำแหน่งอยู่สูงยิ่งทำให้ทิศทางกระแสลมเปลี่ยนไป เนื่องจากแนวผนังด้านหน้าที่กระแสลมมาปะทะเกิดแรงดันขึ้น และยิ่งสูง ความเร็วของกระแสลมด้านนอกก็จะยิ่งเพิ่มขึ้น



ภาพที่ 2.30 อิทธิพลของกฎหมายอาคารที่มีผลต่อประสิทธิภาพการระบายอากาศ จาก *นางสาวอรุณโรจน์ สิริโภควิบูลย์ : ภาควิชาสถาปัตยกรรม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร*, 2557.

Ref. code: 25595816030141UDA

2.2.3 ปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงในการเลือกใช้ช่องเปิดสำหรับหน่วยพักอาศัย

(1) ด้านสถาปัตยกรรม การใช้แสงธรรมชาติที่ผสมผสานกับแสงประดิษฐ์เพื่อการประหยัดพลังงาน ควรกำหนดให้มีหลากหมายทางเลือกในการออกแบบ

(2) ด้านอุณหภูมิ ในการออกแบบต้องคำนึงถึงการถ่ายเทความร้อน และอุณหภูมิพื้นผิวเพื่อให้เกิดสภาวะน่าสบาย และการอนุรักษ์พลังงาน

(3) ด้านเศรษฐศาสตร์ ประเมินต้นทุนแรกเริ่มและการบำรุงรักษาเพื่อให้เกิดทางเลือก

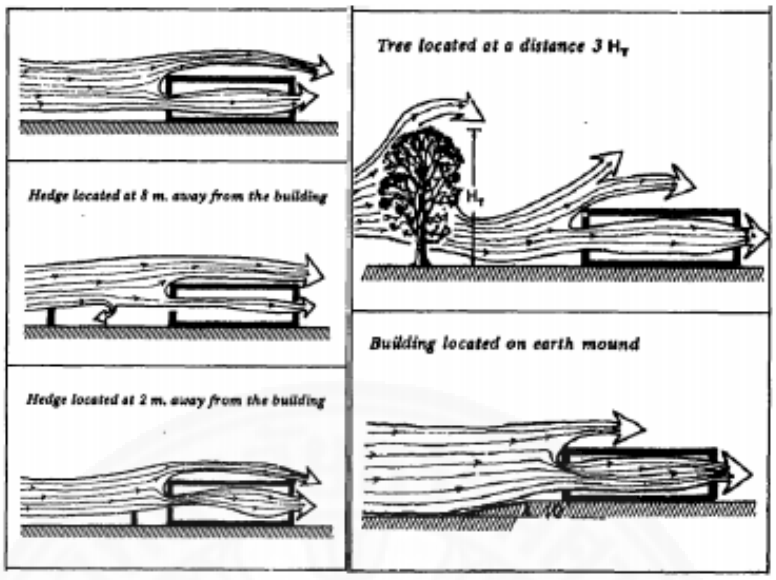
(4) ด้านความต้องการของมนุษย์ เนื่องจากมนุษย์มีความต้องการช่องเปิดทั้งทางร่างกายและจิตใจ คือ สามารถติดต่อสื่อสารกับภายนอกอาคารได้ และได้รับถึงคุณภาพแสงสว่างที่เหมาะสมมากที่สุด

Sangthammarat (1998, pp.7-8) อ้างอิงโดย สุมาวลี จินดาผล.โดยผลกระทบที่ได้พลังงานทีเกิดจากช่องเปิด สามารถแบ่งได้ 4 กลไก คือ การส่งผ่านอุณหภูมิความร้อน การถ่ายเทความร้อนแสงอาทิตย์ การรั่วไหลของอากาศ และการใช้แสงธรรมชาติ โดยผลกระทบในแต่ละด้านจะขึ้นอยู่กับลักษณะทิศทางการวางตัวของช่องเปิด สภาพอากาศ และการแผ่รังสีความร้อนจากแสงอาทิตย์ ดังนั้นการออกแบบช่องเปิดควรมีการออกแบบให้ใช้พลังงานให้เกิดประสิทธิภาพมาก

Malaragno (1982). ได้ศึกษาเกี่ยวกับรูปทรงของหลังที่มีผลต่อประสิทธิภาพของลมและการระบายอากาศพบว่า ความลาดชันของหลังคามีผลต่อระยะของพื้นที่บังลม และในกรณีที่มีองศาของหลังมีความลาดชันน้อยกว่า 30 องศาจะไม่เกิดความแตกต่างจากหลังคาแบบราบเรียบ (Slab Roof) แต่เมื่อเลือกใช้หลังคาที่มีความลาดชันเพิ่มมากขึ้นพื้นที่เงาลมยิ่งเพิ่มมากขึ้น

Chand (1977). กล่าวถึงบริบทภายนอกของอาคาร ไม่ว่าจะเป็น พุ่มไม้ ต้นไม้ หรือลักษณะภูมิประเทศของสภาพที่ตั้งอาคารส่งผลต่อการเคลื่อนที่ของลม และอัตราความเร็วลม โดยอาคารที่อยู่ด้านหลังที่มีขนาดสูงกว่าอาคารที่อยู่ด้านหน้าจะมีความเร็วลมที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากเกิดการบังลม และขนาดความเร็วของลมจะลดลงตามขนาดความสูงของอาคาที่บังอยู่ด้านหน้า และการมีแนวพุ่มไม้หรือไม้พุ่มเตี้ยจะทำให้เกิดการหักเหของทิศทางลม และลดความเร็วลมลงซึ่งไม่ควรปลูกห่างจากอาคารในระยะ 2.00-8.00 เมตร ส่วนต้นไม้พุ่มหนาที่มีลักษณะพุ่มอยู่เหนือระดับหน้าต่างจะช่วยลดความเร็วลมด้านบนและเพิ่มความเร็วลมเมื่อลมเข้าสู่ภายในอาคาร และถ้าอาคารถูกสร้างบนพื้นที่ที่มีเนินลาดชัดที่ 10 องศาจะเพิ่มประสิทธิภาพการระบายอากาศให้ดีมากยิ่งขึ้น และพบว่าการปั่นป่วนของอากาศภายนอก (Turbulence Intensity) ไม่ส่งผลต่อความเร็วลมที่เกิดขึ้นภายในอาคารประเภทห้องพัก

Ref. code: 25595816030141UDA



ภาพที่ 2.31 ลักษณะของลมที่ผ่านองค์ประกอบทางภูมิสถาปัตยกรรม จาก *นางสาวอรุณโรจน์ สิริโภควิบูลย์ อิทธิพลของกฎหมายอาคารที่มีผลต่อประสิทธิภาพการระบายอากาศ: ภาควิชาสถาปัตยกรรม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร*, 2557.

การออกแบบแผงกันแดดในลักษณะต่างๆจะมีผลต่อการเคลื่อนที่ของอากาศเข้าสู่อาคารตำแหน่งผนังครีบ หรือ แผงกันแดดแนวนอนมีผลต่อทิศ ทางการเคลื่อนที่ของลมเข้าสู่อาคารโดยสามารถเพิ่มความ แตกต่างของความดันอากาศระหว่างทางเข้าและทางออก ของลม

ชนิดของหน้าต่างประเภทต่างๆ หน้าต่างบานเปิดมีพื้นที่รับลมได้เต็มพื้นที่ หน้าต่างบานเลื่อนมีพื้นที่รับลมได้ครึ่งเดียว หน้าต่างบานเกล็ด สามารถบังคับทิศทางกระแสลมได้

Chen, Allocca & Glicksman (2003). ได้ศึกษาการระบายอากาศสำหรับช่องเปิดด้านเดียวโดยมีช่องเปิด 2 ช่องตำแหน่งด้านซ้ายและด้านขวาของกรอบอาคาร พบว่าการเลือกใช้หน้าต่างบานกระทุ้งข้าง (Side Hung) จะช่วยทำให้เกิดการดักลมและเพิ่มอัตราความเร็วลมภายในห้องได้สำหรับกรณีที่มีการไหลของอากาศทำมุม 45 องศากับตัวของอาคาร

Munir & Wonorahardjo (2004). ได้ศึกษาเกี่ยวกับผนังยื่น (Wing Walls) ระหว่างช่องเปิดรูปแบบช่องเปิด 2 ช่อง พบว่าการใช้ผนังยื่นสามารถทำให้เกิดความแตกต่างระหว่างความกดอากาศของช่องเปิดทั้งสองช่อง โดยเลือกใช้ทิศทางลมที่ไม่ทำมุมตั้งฉากกับพื้นที่ที่ได้ศึกษา โดยระยะการยื่นของผนัง และขนาดของช่องเปิดแต่ละประเภทมีผลต่ออัตราความเร็วลมที่ไม่ต่างกันเท่าไหร่นัก

Ref. code: 25595816030141UDA

2.2.4 หลักการที่ใช้วัดประสิทธิภาพในการระบายอากาศ

หลักการที่เกี่ยวข้องในการทดสอบประสิทธิภาพของการระบายอากาศจำแนกออกเป็น 5 ประเภทดังต่อไปนี้

(1) ความเร็วลม velocity (v) (m/s)

(2) ขอบเขตสภาวะน่าสบายของอัตราความเร็วลมที่เหมาะสม

(3) อัตราการไหลของมวลสาร mass flow rate (mr) (kg/s)

(4) ความดันของอากาศที่มีผลต่อการระบายอากาศ

(5) อัตราการแลกเปลี่ยนอากาศและการระบายอากาศ

อภิชาต ชุมนุมมณี (2550) ซึ่งความเร็วในการเคลื่อนที่ของอากาศเมื่อเทียบกับพื้นผิวของโลก โดยเริ่มต้นที่ค่าเป็นศูนย์ที่บริเวณติดกับผิวโลก แล้วค่อย ๆ เพิ่มขนาดความเร็วตามระดับความสูงที่เพิ่มขึ้น เมื่อมีสิ่งรบกวนสิ่งที่ตามมาคือผลของการถูกรบกวนเนื่องจากสภาพภูมิประเทศ สภาพภูมิอากาศ ต่อการเคลื่อนที่ของอากาศจะมีจนถึงระดับความสูงหนึ่งเท่านั้น ถ้าถัดขึ้นไปจากระดับนี้แล้วความเร็วของอากาศจะเพิ่มขึ้นน้อยลงมาก หรือแทบไม่เปลี่ยนแปลงเลย

นายชัปป์ เธียรชุติมา (2553) จากการศึกษางานวิจัยข้องที่เกี่ยวข้อพบว่าข้อมูลความเร็วลมรายชั่วโมงในกรุงเทพมหานครเขตเมืองที่ระดับความสูง 10 เมตร นั้นพบว่ามีความเร็วลมเฉลี่ยรายเดือนอยู่ในช่วง 0.79-1.50 เมตรต่อวินาที ซึ่งจะมีลมช่วงเวลากลางวันที่มีความเร็วสูงกว่าช่วงเวลากลางคืน โดยเดือนมีนาคมมีความเร็วลมเฉลี่ยสูงสุด และเดือนธันวาคมมีความเร็วลมเฉลี่ยต่ำสุด

ประเทศไทยแบ่งประเภทของลมมรสุมออกเป็น 2 ชนิด คือ ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้เกิดขึ้นระหว่างกลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ เกิดขึ้นประมาณกลางเดือนตุลาคม จนถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ซึ่งนำความชุ่มชื้นจากอ่าวไทยเข้ามาปกคลุม

Ref. code: 25595816030141UDA

ขอบเขตสภาวะน่าสบาย

เฉลิมวัฒน์ ตันตสวัสดิ์ (2545) ศึกษาเกี่ยวกับทฤษฎีหนึ่งซึ่งกล่าวว่าขอบเขตของสภาวะน่าสบายที่กรุงเทพ ฯ ซึ่งตั้งอยู่ ณ ละติจูดที่ 14° เหนือ หากไม่ได้นับปัจจัยทางภูมิประเทศ และวัฒนธรรม จึงควรมีขอบเขตของสภาวะน่าสบายของอุณหภูมิอยู่ที่ 28.2°C ซึ่งจากการศึกษาของคว็อค (Kwok) พบว่าผู้ใช้ห้องเรียนโดยใช้ระบบระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาตินั้นสามารถยอมรับอุณหภูมิห้องในช่วงระหว่าง 22.0–29.5°C และอีกการศึกษาหนึ่งของจิตขจรวานิช และคณะ (Jitkhajornwanichet al.) สรุปว่าขอบเขตสูงสุดของสภาวะน่าสบายของคนไทยอยู่ที่ 31.5°C ซึ่งการศึกษาความเร็วลมและขอบเขตสภาวะน่าสบายนั้นเพื่อใช้เป็นเกณฑ์เปรียบเทียบค่าความเร็วลมที่ได้จากการทดลองสำหรับงานวิจัยเล่มนี้ ตารางที่ 2.11

ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมและการรับรู้ของมนุษย์

ความเร็วลม (m/s)	การรับรู้ของมนุษย์
0.00-0.25	ไม่รับรู้ถึงการสัมผัสของลม
0.25-0.50	รู้สึกสบายแต่ไม่รับรู้ถึงลม
0.50-1.00	รู้สึกสบายแต่รับรู้ถึงลม
1.00-1.50	รู้สึกลมปะทะจนรบกวนเล็กน้อย
มากกว่า 1.50	รบกวนการทำงาน

หมายเหตุ. จาก *Design with climate: A bioclimatic approach to architectural regionalism. Princeton: Princeton University Press*, โดย Olgyay, V. (1963).

ซึ่งนอกจากนี้แล้วยังมีสมการเพื่อใช้ในการคำนวณเพื่อหาค่าที่จำเป็นต่อการวิเคราะห์สภาพการไหลของอากาศภายในหน่วยพักอาศัยขนาดเล็กและเล็กพิเศษ ดังนี้

ปรียาพร โกษา อ้างอิงการศึกษาสภาพการไหลโดยทั่ว ๆ ไป จะเกิดจากการผนวกการไหลเข้าด้วยกัน คือ การไหลคงตัวแบบสม่ำเสมอ (Steady uniform flow) การไหลคงตัวแบบไม่สม่ำเสมอ (Steady non-uniform flow) การไหลไม่คงตัวแบบสม่ำเสมอ (Unsteady uniform flow) การไหลไม่คงตัวแบบไม่สม่ำเสมอ (Unsteady non-uniform flow)

Ref. code: 25595816030141UDA

สมการต่อเนื่อง (Continuity equation)ที่ใช้สำหรับคำนวณในงานวิจัยนี้เกี่ยวข้องกับ อัตราการไหล (Flow rate หรือ Discharge) คือ ปริมาณของไหลที่ไหลผ่านพื้นที่หน้าตัดใด ๆ ที่กำหนด ต่อหนึ่งหน่วยเวลา โดยเลือกใช้การคำนวณอัตราการไหลเชิงปริมาตร (Volume flow rate)

$$Q = A \times V$$

เมื่อ A คือ พื้นที่ช่องระบายอากาศ (ตารางเมตร)

v คือ ความเร็วลม (เมตร/วินาที)

Q คือ อัตราการไหลของอากาศ หน่วยของอัตราการไหลในระบบ SI คือ ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที และในระบบอังกฤษ คือ ลูกบาศก์ฟุตต่อวินาที

การคำนวณค่าการแลกเปลี่ยนอากาศ (Air changes per hour) คือ ค่าปริมาณอากาศที่ถ่ายเท คิดเป็นจำนวนเท่าของปริมาตรห้องภายในเวลาหนึ่งชั่วโมง

$$ACH = 3600Q / V$$

เมื่อ ACH คือ ค่าการแลกเปลี่ยนอากาศต่อชั่วโมง

Q คือ อัตราการไหลของอากาศ (ลูกบาศก์เมตร / วินาที)

V คือ ปริมาตรของห้อง (ลูกบาศก์เมตร)

อัตราการระบายอากาศ (Ventilation rate) คือ อัตราค่าปริมาณอากาศที่ถ่ายเทต่อหนึ่งชั่วโมง

$$Ve = ACH \times V$$

เมื่อ Ve คือ อัตราการระบายอากาศ (ลูกบาศก์ฟุต / ชั่วโมง)

ACH คือ ค่าการแลกเปลี่ยนอากาศต่อชั่วโมง

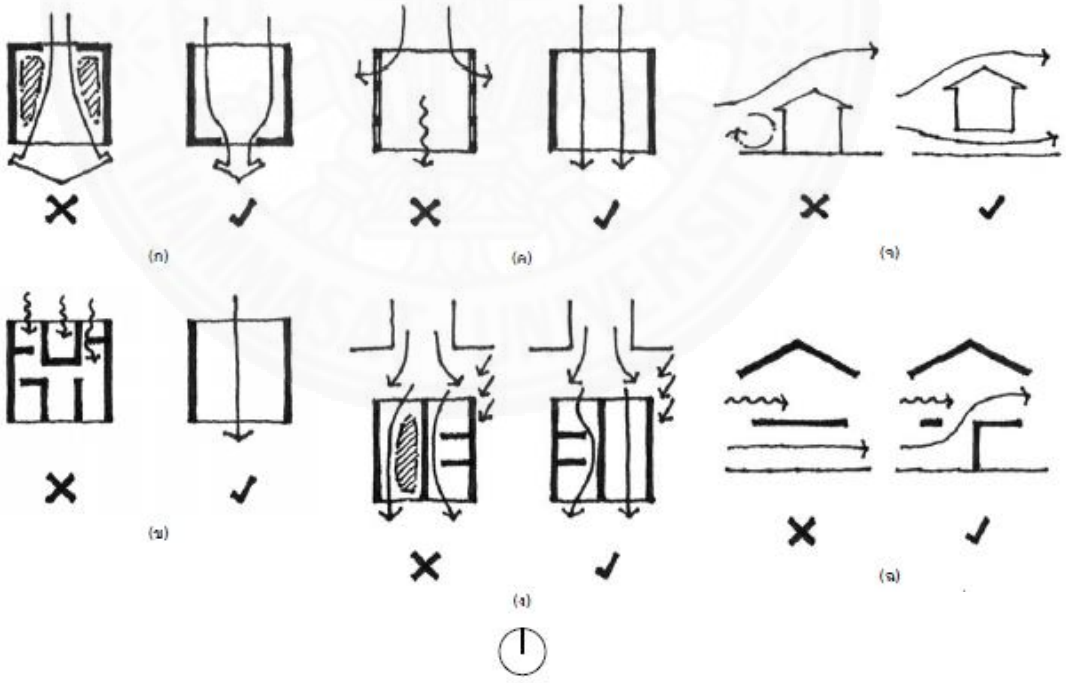
V คือ ปริมาตรของห้อง (ลูกบาศก์ฟุต)

Ref. code: 25595816030141UDA

2.2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจำลองผลด้วยโปรแกรมคำนวณพลศาสตร์ของไหล

งานวิจัยนี้ศึกษาวิเคราะห์ผลของขนาด ตำแหน่ง และรูปแบบของช่องเปิด ที่มีผลต่อการลดขนาดของหน่วยพักอาศัยให้เล็กลงโดยใช้โปรแกรม PHOENICS VR ซึ่งเป็นโปรแกรมใช้วิเคราะห์การไหลของออากาศเชิงทดลองโดยงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจะใช้โปรแกรมดังกล่าวในการวิเคราะห์ในเรื่อง พลศาสตร์ของไหล ซึ่งได้ทำการศึกษาการใช้โปรแกรมเพื่อวิเคราะห์หาค่าอัตราความเร็วลมที่สัมพันธ์กับช่องเปิด และขนาดของหน่วยพักอาศัยที่เหมาะสมดังนี้

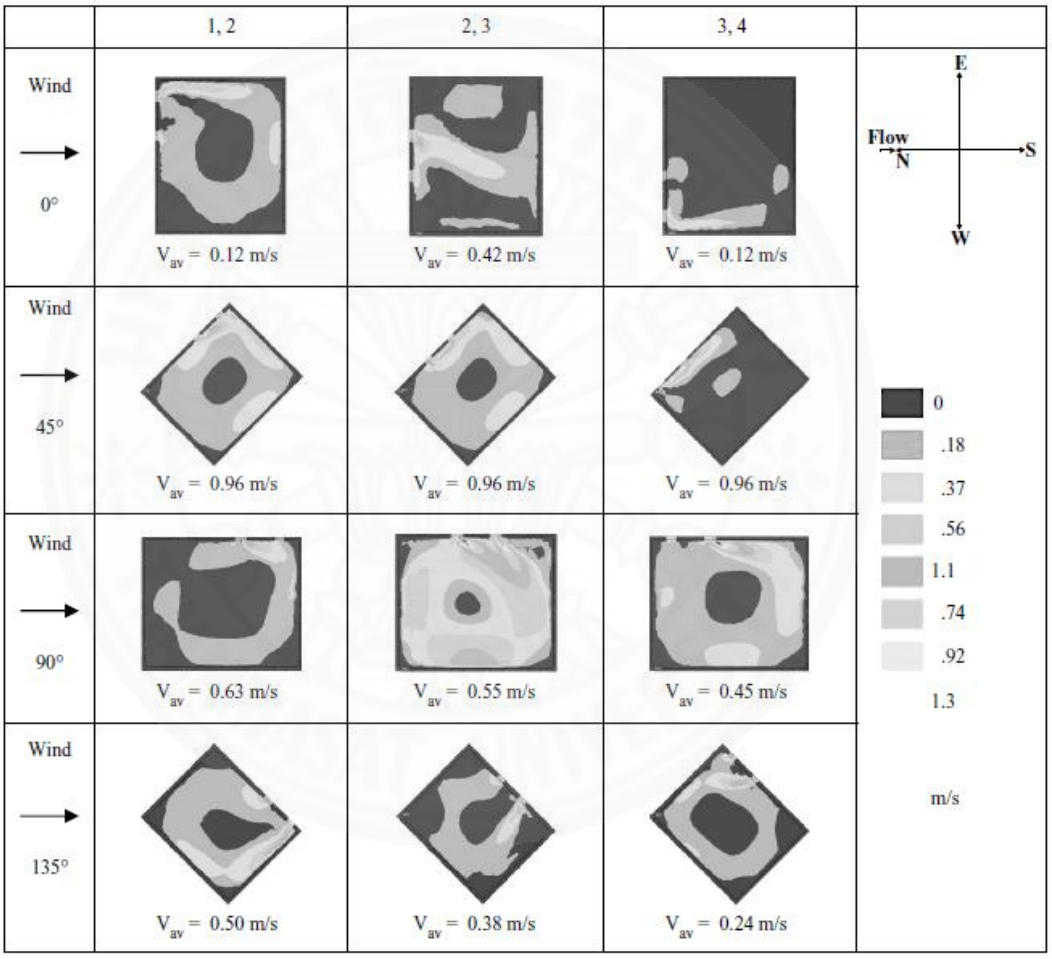
เฉลิมวัฒน์ ตันตสวัสดิ์ (2545) ได้ศึกษาโดยใช้โปรแกรม CFD ในการจำลองการไหลเวียนของอากาศภายในบ้านโดยพบว่าช่องเปิดสำหรับลมเข้าควรมีขนาดไม่น้อยกว่าร้อยละ 20 สำหรับ 30 ตารางเมตร ซึ่งความเร็วลมของพื้นที่ชั้นที่ 1 อยู่ที่ประมาณ 0.4 เมตรต่อวินาที และมีการกระจายความเร็วลมภายในพื้นที่ใช้สอยค่อนข้างสม่ำเสมอ การเลือกใช้ช่องเปิดที่มีขนาดเท่ากันไม่จำเป็นว่าจะให้ความสบายที่เท่ากัน เพราะในการออกแบบควรมีการออกแบบให้ขนาดช่องเปิดสำหรับลมเข้าที่ใหญ่กว่าช่องลมออก ตัวอย่างเช่น ช่องเปิดสำหรับลมเข้ามีขนาด 32 ตารางเมตร และช่องลมออก 16 ตารางเมตร อัตราการระบายอากาศจะอยู่ที่ 9.6 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที แต่ถ้าสลับกันจะลดลงเหลือ 6.4 ทันที



ภาพที่ 2.32 หลักการออกแบบบ้านที่ได้จากผลการจำลองโดยโปรแกรม CFD ,*การคำนวณพลศาสตร์ของไหลเพื่อการออกแบบการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ: แนวทางสำหรับบ้านในประเทศไทย*: *คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์*,โดย เฉลิมวัฒน์ ตันตสวัสดิ์, 2557.

Ref. code: 25595816030141UDA

M.A. Hassana*, N.M. Guirguisa, M.R. Shaalanb, K.M. El-Shazlyc (2007). ได้ศึกษาโดยใช้โปรแกรม CFD ในการจำลองการไหลเวียนของอากาศภายห้องสำหรับช่องเปิดที่มีรูปแบบที่แตกต่างกันและทิศทางลมต่างกันซึ่งผลการทดลองพบว่าสถาปนิก และวิศวกรผู้ออกแบบเลือกใช้ช่องเปิดลักษณะสองช่องมากกว่าช่องเปิดเพียงช่องเดียว เพราะให้ประสิทธิภาพในการระบายอากาศที่ดีกว่าซึ่งช่องเปิดสองช่องแต่เป็นรูปแบบช่องเปิดด้านเดียวและเป็นช่องเปิดที่ไม่ติดกัน ควรแยกออกเป็นด้านซ้ายของผนัง และด้านขวาของผนัง และตั้งอยู่ที่ใช้ทิศทางลม 45 และ 90 องศามีอัตราความเร็วลมภายในห้องที่ดีที่สุด



ภาพที่ 2.33 หลักการเลือกใช้ช่องเปิดที่ได้จากผลการจำลองโดยโปรแกรม CFD , *Investigation of effects of window combinations on ventilation characteristics for thermal comfort in buildings*,โดย M.A. Hassana*, N.M. Guirguisa, M.R. Shaalanb, K.M. El-Shazlyc, (2007).

Ref. code: 25595816030141UDA

Detaranto, M. (2014). ศึกษาเกี่ยวกับอัตราการเปลี่ยนแปลงของอากาศที่เป็นผลต่อการระบายอากาศซึ่งมีความสัมพันธ์ในการคำนวณอัตราการไหลของอากาศโดยจะขึ้นอยู่กับ อัตราความเร็วของลม ช่องเปิดขาเข้า และพื้นที่ของช่องเปิดซึ่งได้ทำการจำลองด้วยห้องมีที่มีความลึกของห้องเท่ากับ 5 เท่าของความสูงเท่ากันทั้งหมด 3 การทดลอง โดยมีค่าความเร็วลม 0.5 เมตรต่อวินาที และ 5 เมตรต่อวินาที ซึ่งจะกำหนดให้ค่าขนาดของช่องเปิดแตกต่างกัน ซึ่งผลการทดลองพบว่าการทดลองที่มีการกำหนดให้ช่องเปิดขาเข้ามีพื้นที่มากกว่า ช่องเปิดขาออกทำให้ค่าอัตราการระบายอากาศ (ACH) มากกว่าและดีกว่าการทดลองอื่นๆ เพราะฉะนั้นปัจจัยสำหรับการระบายอากาศที่สำคัญมากที่สุดนั้นก็คือ ความเร็วลม และพื้นที่ของช่องเปิดขาเข้า ซึ่งจะทำให้เกิดการแปรผันกับอัตราการไหลที่เปลี่ยนแปลงด้วย

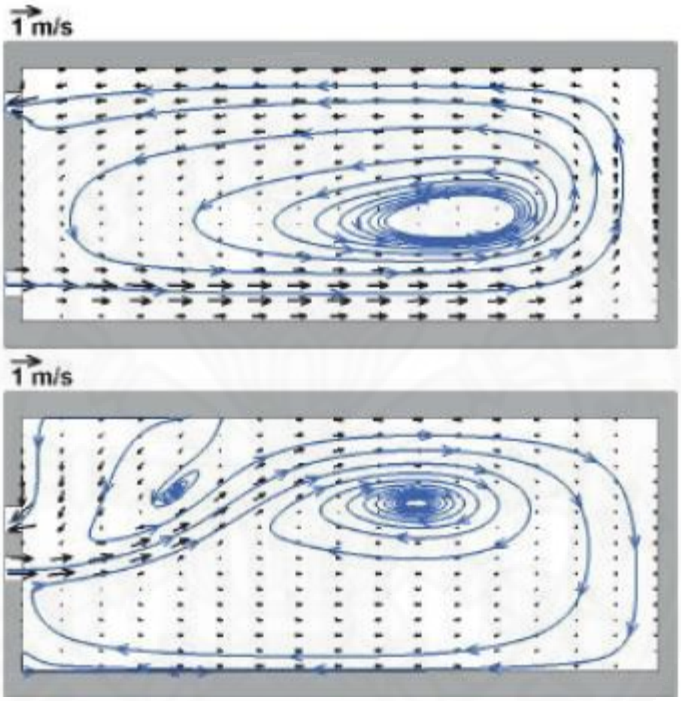
Parameters	Room 1-1		Room 1-2		Room 1-3	
Wind velocity V (m/s)	0.5	5	0.5	5	0.5	5
Volume (m^3)	141.64		141.64		141.64	
Inlet area (m^2)	0.945		3.78		0.945	
Outlet area (m^2)	3.78		0.945		0.945	
Volumetric flow rate (m^3/hr)	1701	17010	6804	68040	1701	17010
ACH	12	120	48	482	12	120

ภาพที่ 2.34 ตารางกำหนดค่าและผลการทดลองการระบายอากาศ , *CFD Analysis of Airflow Patterns and Heat Transfer in Small, Medium, and Large Structures*,โดย Detaranto, M. (2014).

อ้างอิงจากหนังสือ Designing Spaces for Natural Ventilation, by Routledge .(2015) ได้ศึกษาและทดลองเกี่ยวกับการระบายอากาศรูปแบบช่องเปิดด้านเดียวซึ่งส่งผลให้อากาศมีแรงดันที่แตกต่างกันระหว่างช่องเปิดและพื้นที่ภายใน ซึ่งถ้าหน่วยพักอาศัยมีขนาดความลึกเป็น 2 เท่าครึ่งของความสูง และมีพื้นที่ของช่องเปิดประมาณ 1/20 ของพื้นที่จะเกิดการระบายอากาศที่เหมาะสมมากที่สุดสำหรับสภาพแวดล้อมเป็นห้อง หรือสำนักงานโดยผลการทดลองพบว่าการใช้ช่องเปิดที่มีความสูงต่างกันโดยช่องเปิดหนึ่งอยู่ด้านบนของช่องเปิดอีกช่องหนึ่ง แต่เมื่อมีปริมาตรห้องที่เท่ากันจะทำให้เกิดค่าอัตราการระบายอากาศที่ใกล้เคียงกัน แม้ว่าช่องเปิดจะอยู่ติดกับ หรือห่างกัน

Ref. code: 25595816030141UDA

Parameters	Rooms 2–1 and 2–2
Wind velocity V (m/s)	1.0
Volume (m^3)	760
Inlet area (m^2)	0.6
Outlet area (m^2)	0.6
Volumetric flow rate (m^3/hr)	2160
ACH	31



ภาพที่ 2.35 ตารางกำหนดค่าและผลการทดลองการระบายอากาศแบบช่องเปิดสองช่องด้านเดียว , Designing Spaces for Natural Ventilation, โดย Routledge .(2015).

อ้างอิงจากบทความโดย พิมลศิริ ประจงสาร (2559) โดยศึกษาถึงโปรแกรมในกลุ่ม CFD โดยสามารถใช้ศึกษาการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติได้ทั้งภายนอกและภายในอาคาร ซึ่งผลของการจำลองได้ทั้ง ความดันอากาศ อุณหภูมิอากาศ ความเร็วและทิศทางของการไหลของอากาศ โปรแกรมในกลุ่มนี้จึงเป็นเครื่องมือที่นิยมใช้ในการศึกษาเกี่ยวกับประสิทธิภาพของ Comfort Ventilation ที่มีต่อความสบายและการอนุรักษ์พลังงานในอาคารจำนวนมาก เพื่อทำให้เกิดการเรียนรู้และศึกษาประสิทธิภาพในการระบายอากาศในห้องที่มีช่องเปิดทางเดียว (Gan, 2000) ห้องที่มีช่องเปิดสองทาง (Shetabivash, 2015) และห้องที่มีช่องรวมถึงการออกแบบวางผังของกลุ่มอาคาร เช่น การศึกษาการวางผังบ้านพักอาศัยในประเทศไทยของ Tantasavasdi et al. (2006) โดยการทดลองนั้นได้คำนึงถึง

Ref. code: 25595816030141UDA

ทิศทางและความเร็วลมภายนอกที่กระทำต่ออาคาร (Nikas et al., 2010) ขนาดของช่องเปิดและการจัดองค์ประกอบภายในห้อง (Nikas et al., 2010) รูปทรงหลังคา (Kindangen et al.,1997) ความลาดเอียงของหลังคาและตำแหน่งของหน้าต่าง (Peren et al., 2015)

2.2.6 สรุปตัวแปรที่สนใจเลือกใช้ในการศึกษา

โดยจากการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องด้านต่างๆ นี้เพื่อนำมาใช้เป็นหลักการในงานวิจัยเล่มนี้ โดยสามารถอธิบายได้ว่าที่ผ่านมาทั้งภายในประเทศ และต่างประเทศได้มีการออกแบบหน่วยพักอาศัยแบบไหนมาแล้วบ้าง มีการตอบสนองต่อผู้ใช้งานในด้านไหน การกำหนดพื้นที่ หรือลักษณะการใช้งานแต่ละประเภทอย่างไรได้บ้าง และทฤษฎีการระบายอากาศเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องศึกษาในงานวิจัยนี้เพราะว่าเพื่อนำมาใช้งานการประเมิน และจำแนกตัวแปรที่ต้องศึกษา ซึ่งงานวิจัยนี้สนใจเลือกศึกษาหน่วยพักอาศัยขนาดเล็ก และความสัมพันธ์ของช่องเปิดที่เปลี่ยนแปลง ซึ่งแบ่งรูปแบบช่องเปิดที่สนใจได้ 3 รูปแบบคือ ช่องเปิดด้านเดียว ช่องเปิดสองด้านลักษณะตรงกัน และช่องเปิดสองด้านลักษณะแบบเยื้องกัน ซึ่งทั้ง 3 รูปแบบนี้ถูกกำหนดให้มีช่องเปิด 1 ช่องต่อผนัง 1 ด้านเท่านั้น โดยจะนำมาทดสอบกับขนาดช่องเปิดที่เปลี่ยนแปลงตามอัตราพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่ผนัง (WWR) และลมทิศทางสากลของประเทศไทยคือ 22.5 และ 45 องศา

Ref. code: 25595816030141UDA

บทที่ 3
ระเบียบวิธีวิจัย

3.1 ประเภทของการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงจำลองสถานการณ์จริง (Simulation Research) มุ่งเน้นศึกษาการประเมินสมรรถนะในการออกแบบหน่วยพักอาศัยขนาดกะทัดรัด หรือขนาดเล็กพิเศษ ด้วยการจำลองโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อเปรียบเทียบเทียบลักษณะของช่องเปิดที่มีผลต่อความเร็วลมที่เกิดขึ้นภายในห้องของหน่วยพักอาศัยขนาดเล็กและขนาดเล็กพิเศษ โดยนำขนาดความกว้าง ความยาว และความสูงจากการศึกษากฎหมาย และกรณีศึกษาหน่วยพักอาศัยขนาดเล็กพิเศษจากการทบทวนงานวิจัยหรือวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องทั้งภายในประเทศ และต่างประเทศเพื่อมากำหนดตัวแปรและการออกแบบการทดลอง

3.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัย

จากการสำรวจลักษณะของขนาดหน่วยพักอาศัยตามกฎหมายกำหนด และกรณีศึกษาที่ได้ศึกษาจากการทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องนั้นสามารถแบ่งกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย โดยจะทำการศึกษารูปแบบการระบายอากาศแบบช่องเปิดด้านเดียวในตำแหน่งที่ต่างกัน และช่องเปิดแบบสองด้านรูปแบบตรงกับ และเยื้องกัน โดยกำหนดให้ช่องเปิดเป็นเพียงกรอบอาคารเท่านั้นไม่มีการใช้วัสดุใดใดเข้ามาเกี่ยวข้อง

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

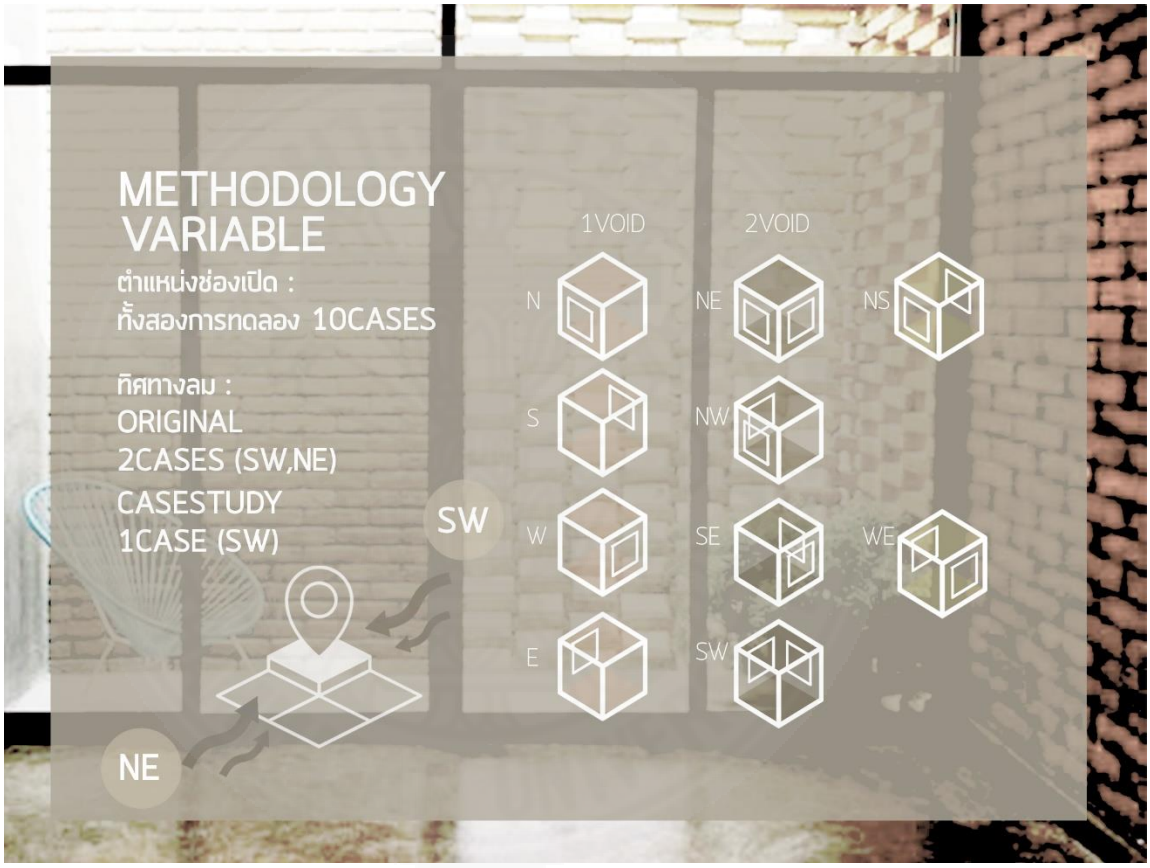
งานวิจัยนี้ทำการทดลองโดยใช้โปรแกรม PHOENICS เพื่อนำมาจำลองพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ (Computational Fluid Dynamics) ซึ่งเป็นจำลองการเคลื่อนที่ของอากาศที่เกิดขึ้นภายในหน่วยพักอาศัยเพื่อหาประสิทธิภาพการระบายอากาศที่เกิดขึ้น เพื่อศึกษาค่าความเร็วลมตั้งต้นกลางวันและกลางคืน และใช้โปรแกรม e-QUEST 3.65 ซึ่งได้ถูกพัฒนาจากบริษัท Pacific Gas and Electric Company บริษัท San Diego Gas & Electric และบริษัท Southern California Edison ภายใต้การสนับสนุนจากคณะกรรมการสาธารณูปโภคแคลิฟอร์เนีย (California Public Utilities Commission) โดยโปรแกรมนี้พัฒนานำเอาระบบประมวลผลกราฟิกในการใช้สร้างแบบจำลอง ซึ่งทำให้เกิดข้อดีของการสร้างแบบจำลอง

Ref. code: 25595816030141UDA

ที่ง่ายมากขึ้น มาผนวกเข้ากับการคำนวณปริมาณความต้องการในการใช้พลังงานต่อปีตามหลักการคำนวณของซอร์ฟแวร์ DOE-2 คิดปริมาณความต้องการใช้ไฟฟ้าจากภาระการทำความเย็นรายชั่วโมง ซึ่งได้ผลแม่นยำและใกล้เคียงกับสิ่งที่เกิดขึ้นในสภาพแวดล้อมจริง โดยใช้เวลาในการคำนวณที่รวดเร็ว

3.4 ตัวแปรในงานวิจัย

3.4.1 ตัวแปรต้น



ภาพที่ 3.1 แสดงถึงการจำแนกตัวแปรประเภทช่องเปิดและทิศทางของลมที่ใช้ในการทดลอง โดย ผู้วิจัย ,2560

รูปแบบ ตำแหน่ง และขนาดของช่องเปิด

รูปแบบของช่องเปิดแบ่งได้ 3 ประเภทคือ ช่องเปิดด้านเดียว ช่องเปิดสองด้านแบบตรงกัน และ ช่องเปิดสองด้านแบบเยื้องกัน และแบ่งตำแหน่งของช่องเปิดตามภาพที่ 3.1

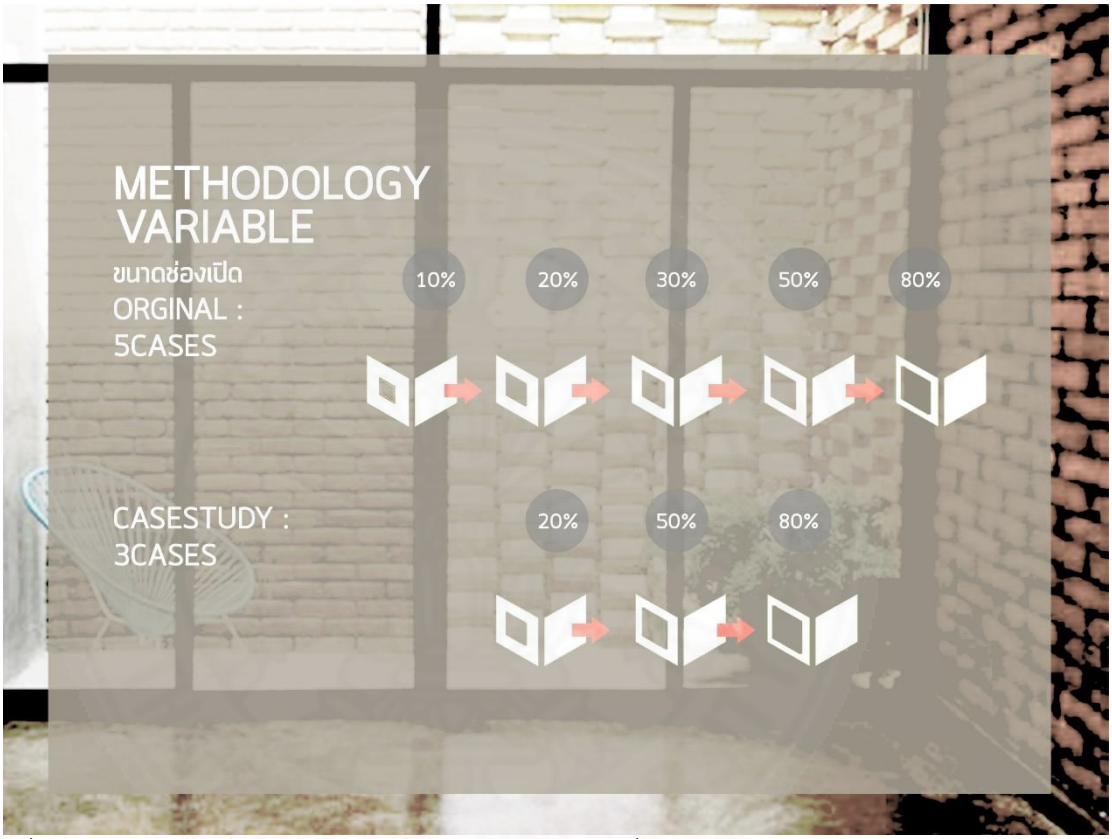
(1) ทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก

(2) ทิศเหนือ-ทิศใต้ และ ทิศตะวันตก-ทิศตะวันออก

Ref. code: 25595816030141UDA

(3) ทิศเหนือ-ทิศตะวันตก ทิศเหนือ-ทิศตะวันออก
ทิศใต้-ทิศตะวันตก ทิศใต้-ทิศตะวันออก

ทิศทางลม แบ่งเป็น 2 ทิศทางซึ่งการทดลองมาตรฐานจะใช้ ทั้งสองทิศทางคือ ลมทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ (ฤดูฝน) โดยทำมุม 22.5 องศา และ ลมทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (ฤดูหนาว) โดยทำมุม 45 องศา แต่การทดลองที่ลดขนาดลงจากมาตรฐานเลือกใช้เพียงแค่ ลมทางทิศตะวันตกเฉียงใต้

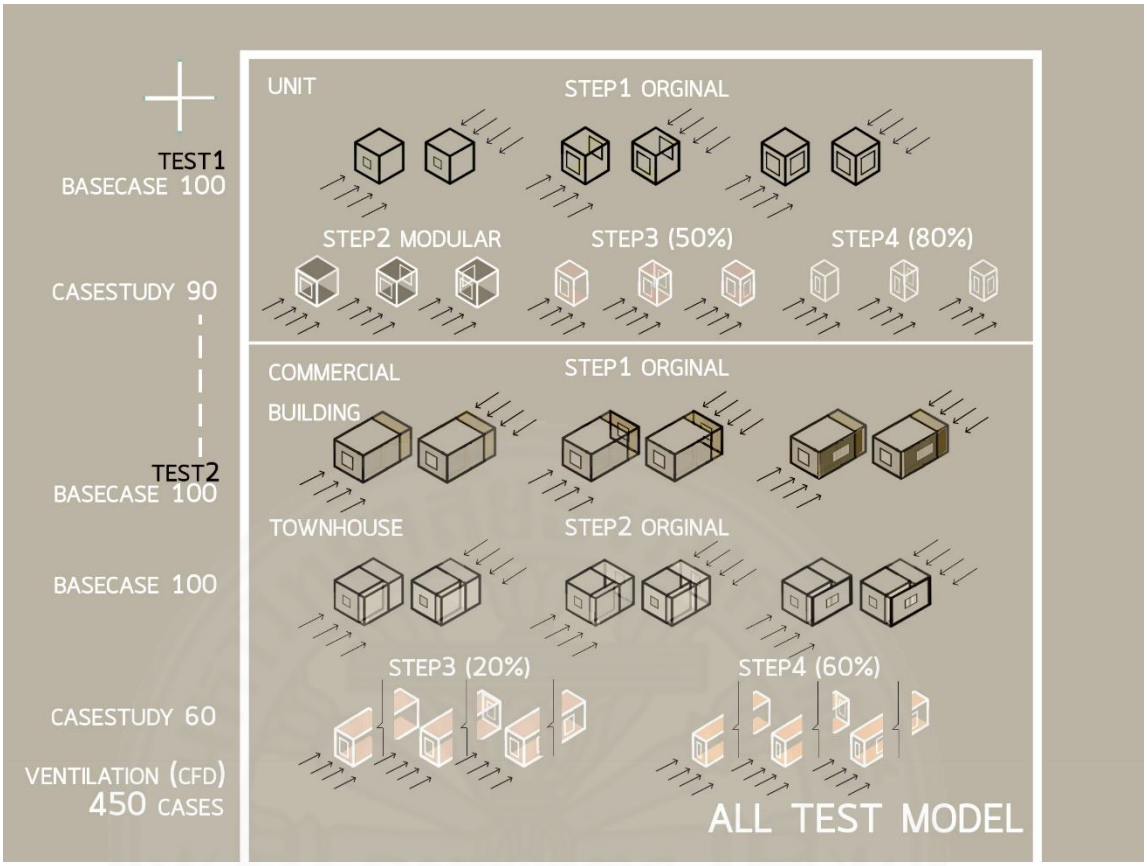


ภาพที่ 3.2 แสดงถึงการจำแนกตัวแปรประเภทขนาดช่องเปิดที่ใช้ในการทดลอง โดย ผู้วิจัย ,2560

ขนาดของพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่อาคารใช้กับการทดลองตามภาพที่ 3.2 ซึ่งแบ่งเป็นการทดลองมาตรฐานใช้ WWR10 WWR 20 WWR 30 WWR 50 และ WWR 80 ส่วนการทดลองที่ได้ลดขนาดจากกรณีศึกษาเลือกใช้เพียงแค่ WWR20 WWR 50 และ WWR 80 เท่านั้น

3.4.2 ตัวแปรตาม แบ่งออกเป็นตัวแปรตามที่ได้จากโปรแกรมทดลอง คือ ความเร็วลมสูงสุดและต่ำสุดภายในห้องซึ่งจะนำมาเปรียบเทียบกับความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมและการรับรู้ของมนุษย์, ค่าความเร็วลม ณ ตำแหน่งช่องเปิด และค่าการใช้พลังงานต่อปี ส่วนตัวแปรตามอีกประเภทคือตัวแปรตามที่ได้จากการคำนวณเชิงตัวเลข คือ ความเร็วลมเฉลี่ยภายในห้อง ค่าความดันภายในห้อง ค่าอัตราการไหลของอากาศภายในห้อง และค่าอัตราการระบายอากาศ

Ref. code: 25595816030141UDA



ภาพที่ 3.3 แสดงการสรุปการทดลองทั้งหมดที่ได้ทำการศึกษาในงานวิจัยนี้ โดย ผู้วิจัย ,2560

จากภาพที่ 3.3 จะเห็นได้ว่ามีการทดลองทั้งหมด 450 การทดลอง ซึ่งแบ่งเป็น 2 ช่วงใหญ่ๆคือ การทดลองที่ 1 นำขนาดห้องพัก(Unit)ขนาดเล็กที่สุดตามกฎหมายกำหนดมาเป็นตัวต้นแบบ STEP1 และการทดลองที่ 2 นำขนาดตึกแถว(Commercial Building) มาเป็นตัวต้นแบบ และลดขนาดทั้งหมด 4 STEPS โดยการลดขนาดนี้อ้างอิงจากกรณีศึกษาจากต่างประเทศที่ได้ทำการศึกษามาโดยการทดลองทั้งหมดนี้ใช้ตัวแปรควบคุมคือ ขนาดความสูงของหน่วยพักอาศัยมีความสูงเท่ากันทุกกรณีศึกษาคือ 2.60 เมตร และเป็นการทดลองสำหรับอัตราส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่ผนังเท่านั้น ไม่ได้คิดอัตราส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่หลังคาแต่อย่างใด ซึ่งการทดลองทั้งหมดนี้ไม่ได้นำสิ่งแวดล้อมโดยรอบเข้ามาทดลองด้วย เพราะฉะนั้นจะเป็นเพียงการจำลองที่ใช้ลมทิศทางจากการคำนวณทิศทางลมจากประเทศไทยเท่านั้น

ส่วนตัวแปรที่ใช้สำหรับโปรแกรม e-QUEST 3-65 ซึ่งการทดลองด้วยโปรแกรม e-QUEST นั้น ได้ทำการทดลองหลังจากทดลองด้วยโปรแกรม PHOENICS เสร็จเรียบร้อยโดยจะใช้การทดลองสำหรับขนาดช่องเปิดเพียงแค่ WWR20 50 และ80 เท่านั้นทุกการทดลอง ซึ่งจะคำนวณหาค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมด 240 การทดลอง และมีตัวแปรควบคุมในการทดลองดังตารางที่ 3.1

Ref. code: 25595816030141UDA

ตารางที่ 3.1

ตัวแปรควบคุมที่ใช้สำหรับการทดลองด้วยโปรแกรม e-QUEST 3-65

ตัวแปรควบคุม	รายละเอียดของตัวแปร	
ด้านสภาพแวดล้อมโดยรอบ	1.) Weather File.	THA_Bangkok.484560_IWEC
	2.) อาคารโดยรอบ	ไม่กำหนด
ด้านกายภาพของกรณีศึกษา	ขนาดของพื้นที่ปรับอากาศ	กำหนดให้เป็นพื้นที่ทั้งหมด
ด้านอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า	เครื่องปรับอากาศ	Split System Single Zone DX EER = 11 โดยอ้างอิงจากฉลากประหยัดไฟเบอร์ 5
ด้านกิจกรรมการใช้งานภายใน	ช่วงเวลาในการใช้เครื่องปรับอากาศ	
	วันจันทร์ – วันศุกร์	20.00 น.- 5.00 น.
	วันเสาร์ – อาทิตย์ ,วันหยุด	เปิดทั้งวัน

หมายเหตุ. จัดทำโดย ผู้วิจัย, 2560.

3.5 วิธีการทดลอง

1.) กำหนดตั้งค่าพื้นที่ (Domain) ตามหลักการของโปรแกรมคำนวณพลศาสตร์ของไหล 45 และ 45 และ 18.2 (X,Y,Z)

2.) กำหนดอัตราความเร็วลมเฉลี่ยตั้งต้นโดยใช้จากความเร็วลมเฉลี่ยของกรุงเทพมหานคร 1.17 เมตรต่อวินาที ที่ระดับความสูง 10 เมตร (โปรดดูตัวอย่างอ้างอิงจาก) โดยจะใช้สมการดังนี้

$$U_h = U_{Ref} (H / H_{Ref})$$

Ref. code: 25595816030141UDA

เมื่อ U_h คือ ค่าความเร็วลม ณ ความสูงต่างๆ

U_{Ref} คือ ค่าความเร็วลมที่ความสูงในระดับอ้างอิง 10 เมตร

H คือ ระดับความสูงที่ต้องการ

H_{Ref} คือ ระดับความสูงอ้างอิง (10 เมตร)

และหาค่าความแปรปรวนของลม จากสมการ $I = 2.58(K^{0.5})(10/H)^{0.25}$

$$I = 2.58(K^{0.5})(10/H)^{0.25}$$

เมื่อ I คือ ค่าความแปรปรวนของลม

K คือ ค่าความคงที่ 0.094

H คือ ระดับความสูงที่ต้องการ

ตารางที่ 3.2

ค่าความเร็วลมและ ความแปรปรวน ณ ความสูงใด ๆ

ที่ความสูง (H)	ความแปรปรวน (I)	ความเร็วลม (U_h)
1	1.406	0.117 m/s
2	1.182	0.234 m/s
3	1.068	0.351 m/s
4	0.994	0.468 m/s
5	0.940	0.585 m/s
6	0.898	0.702 m/s
7	0.864	0.819 m/s
8	0.836	0.936 m/s
9	0.812	1.053 m/s

Ref. code: 25595816030141UDA

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

ค่าความเร็วลมและ ความแปรปรวน ณ ความสูงใด ๆ

ที่ความสูง (H)	ความแปรปรวน (I)	ความเร็วลม (U_h)
9	0.812	1.053 m/s
10	0.791	1.170 m/s
11	0.772	1.287 m/s
12	0.755	1.404 m/s
13	0.740	1.521 m/s
14	0.727	1.638 m/s
15	0.714	1.755 m/s
16	0.703	1.872 m/s
17	0.692	1.989 m/s
18	0.682	2.106 m/s

หมายเหตุ. จัดทำโดย ผู้วิจัย, 2560.

เนื่องจากลมเข้ามาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้(ฤดูฝน) ทำมุม 22.5 องศา และจากทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ(ฤดูหนาว) ทำมุม 45 องศา กับตัวอาคาร จึงได้ทำการทดสอบด้วยการแตกแรงลมที่เข้ามาจากแนวแกนของโปรแกรม PHOENICS VR โดยอ้างอิงจากความเร็วลม เพื่อความสมจริงของการศึกษา โดยสมมติความเร็วลม 1.0 เมตรต่อวินาทีนั้นเป็นความเร็วลมที่วัดที่ความสูง 10 เมตรจากพื้นดินการจำลองการไหลเวียนของอากาศใช้สมการเพื่อหาความเร็วลม ณ ความสูงต่าง ๆ ตามตารางดังนี้

Ref. code: 25595816030141UDA

ตารางที่ 3.3

ลมทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ (ฤดูฝน) ที่มุม 22.5 องศา

ที่ความสูง (H)	แกน (X)	แกน (Y)
1	0.107 m/s	0.044 m/s
2	0.215 m/s	0.089 m/s
3	0.323 m/s	0.134 m/s
4	0.431 m/s	0.178 m/s
5	0.539 m/s	0.223 m/s
6	0.647 m/s	0.268 m/s
7	0.755 m/s	0.312 m/s
8	0.863 m/s	0.357 m/s
9	0.971 m/s	0.402 m/s
10	1.079 m/s	0.446 m/s
11	1.187 m/s	0.491 m/s
12	1.295 m/s	0.536 m/s
13	1.403 m/s	0.581 m/s
14	1.511 m/s	0.625 m/s
15	1.619 m/s	0.670 m/s
16	1.727 m/s	0.715 m/s
17	1.835 m/s	0.759 m/s
18	1.943 m/s	0.804 m/s

หมายเหตุ. จัดทำโดย ผู้วิจัย, 2560.

Ref. code: 25595816030141UDA

ตารางที่ 3.4

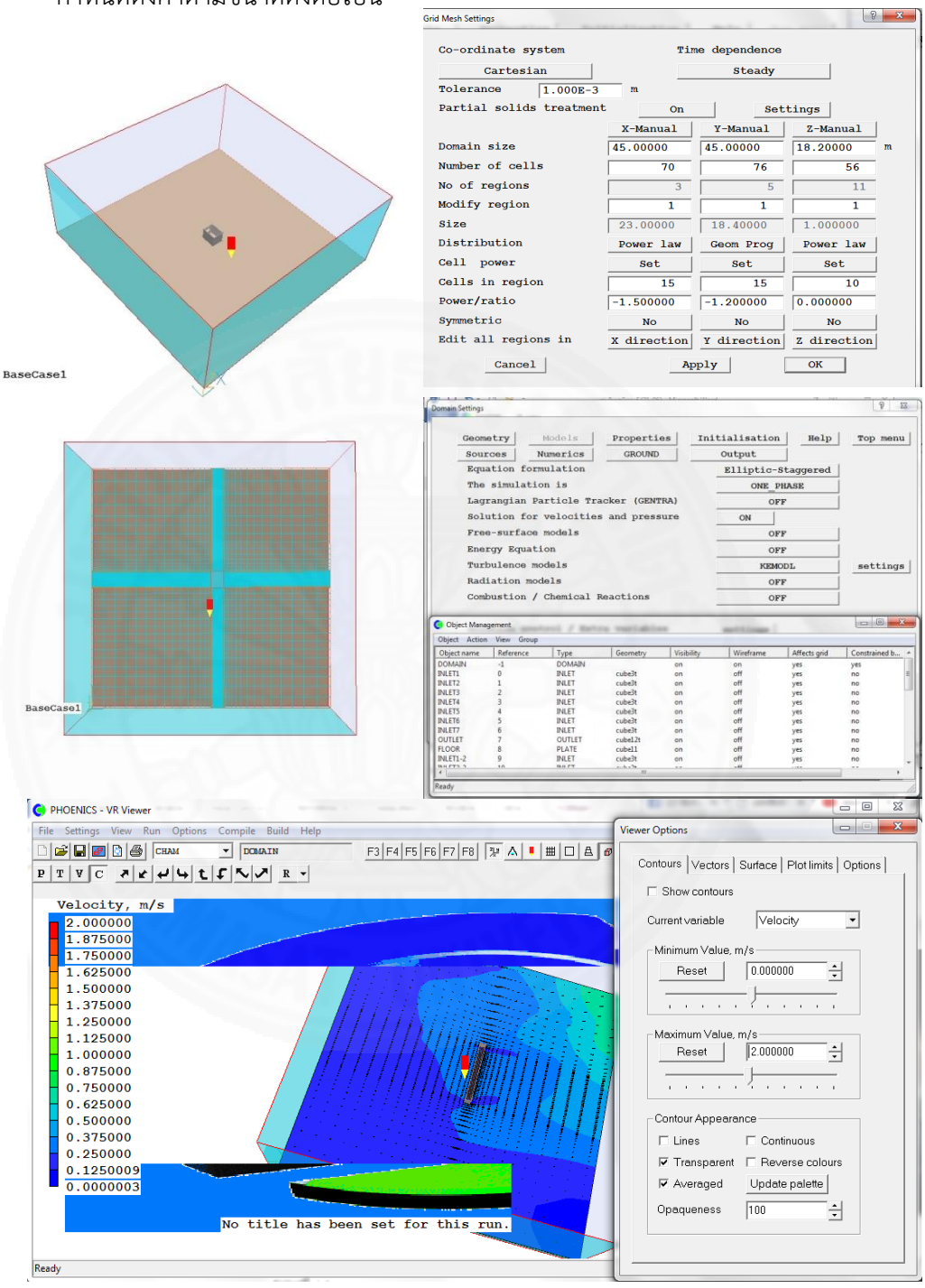
ลมทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (ฤดูหนาว) ทำมุม 45 องศา

ที่ความสูง (H)	แกน (X)	แกน (Y)
1	0.082 m/s	0.082 m/s
2	0.165 m/s	0.165 m/s
3	0.248 m/s	0.248 m/s
4	0.330 m/s	0.330 m/s
5	0.413 m/s	0.413 m/s
6	0.496 m/s	0.496 m/s
7	0.579 m/s	0.579 m/s
8	0.661 m/s	0.661 m/s
9	0.744 m/s	0.744 m/s
10	0.827 m/s	0.827 m/s
11	0.909 m/s	0.909 m/s
12	0.992 m/s	0.992 m/s
13	1.075 m/s	1.075 m/s
14	1.158 m/s	1.158 m/s
15	1.240 m/s	1.240 m/s
16	1.323 m/s	1.323 m/s
17	1.406 m/s	1.406 m/s
18	1.488 m/s	1.488m/s

หมายเหตุ. จัดทำโดย ผู้วิจัย, 2560.

Ref. code: 25595816030141UDA

3.) ทำการทดลองในขั้นตอนที่ 1 คือใช้มาตรฐานของหน่วยพักอาศัยที่เล็กที่สุดตามกฎหมาย กำหนดตั้งค่าตามขนาดดังต่อไปนี้



ภาพที่ 3.4 แสดงการตั้งค่าโมเดลของโปรแกรม PHOENICS VR โดย ผู้วิจัย ,2560

Ref. code: 25595816030141UDA

ตารางที่ 3.5

กรณีศึกษาในขั้นตอนที่หนึ่ง

ขนาด(เมตร)	รูปแบบหน่วยพักอาศัย
การทดลองที่1 ประเภทห้องพัก (2.50x3.20)	ห้องพักอาศัย (Units)
การทดลองที่2 STEP1 ประเภทตึกแถว (4.00x7.50)	ตึกแถว (Commercial Building)
การทดลองที่2 STEP2 ประเภททาวน์เฮ้าส์ (4.00x6.00)	ทาวน์เฮาส์ (Townhouse)

หมายเหตุ. จัดทำโดย ผู้วิจัย, 2560.

ซึ่งเป็นการทดสอบโดยใช้เพียงกรอบของอาคารโดยกำหนดความสูงให้มีขนาดเท่ากันทุกกรณีคือ 2.60เมตร แบ่งการทดลองจากทิศทางลมได้ 2 กรณี คือด้านตะวันออกเฉียงเหนือที่ 45 องศา และตะวันตกเฉียงใต้ที่ 22.5 องศา มีการแบ่ง อัตราส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่ผนัง (WWR) ออกเป็นร้อยละ 10,20,30,50 และ 80 ตามลำดับ และได้มีการจำลองช่องเปิดออกเป็น 2 แบบดังนี้

ตารางที่ 3.6

ตำแหน่งและรูปแบบช่องเปิด

ช่องเปิดด้านเดียว	ช่องเปิดสองด้าน
ด้านทิศเหนือ ด้านทิศใต้ ด้านทิศตะวันออก ด้านทิศตะวันตก	ด้านทิศเหนือ-ใต้ ด้านทิศตะวันออก-ตะวันตก
	ด้านทิศเหนือ-ตะวันออก ด้านทิศเหนือ-ตะวันตก ด้านทิศใต้-ตะวันออก ด้านทิศใต้-ตะวันตก

หมายเหตุ. จัดทำโดย ผู้วิจัย, 2560.

Ref. code: 25595816030141UDA

จากตารางที่3.4 มีการทดลองทั้งหมด 300 กรณีศึกษา แบ่งตามตารางโดยมีหน่วยพักอาศัย ทาวน์เฮาส์ และตึกแถว อย่างละ 100 กรณีศึกษา

4.) ทำการทดลองในขั้นตอนที่ 2 ได้ทำการศึกษากรณีศึกษาจากหน่วยพักอาศัยที่เล็กพิเศษและได้นำมาทดสอบโดยแบ่งเป็น 4 กรณีศึกษาดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3.7

กรณีศึกษาในขั้นตอนที่สอง

ขนาด(เมตร)	กรณีศึกษาที่อ้างอิง
การทดลองที่1 STEP2 (2.60x2.60)	Mini Box ,Austria
การทดลองที่1 STEP3 (1.60x2.50)	Nakagin Capsule Tower ,Japan
การทดลองที่1 STEP4 (1.00x1.25)	Capsule Hotel
การทดลองที่2 STEP3 (2.00x10.00)	Tokyo House ,Japan
การทดลองที่2 STEP4 (1.00x10.00)	Madre De Deus , Brazil

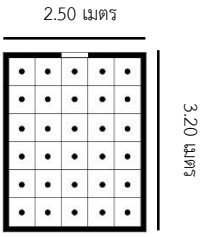
หมายเหตุ. จัดทำโดย ผู้วิจัย, 2560.

การทดสอบในตารางที่3.6 ใช้ความสูงเป็นตัวแปรควบคุมคือ 2.60 เมตรเช่นเดียวกับขั้นตอนแรก และเลือกทดสอบด้วยลมด้านตะวันตกเฉียงใต้ที่ 22.5 องศา เพียงทิศทางเดียวเนื่องจากเป็นทิศทางที่มีผลต่อการอยู่อาศัยของคนในระยะยาวมากที่สุด ซึ่งได้ทำการเลือกทดสอบอัตราส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่อาคาร (WWR) ที่ร้อยละ 20 50 และ80 ตามลำดับ เนื่องจากเป็น WWR สากลที่ใช้ส่วนมากในอาคารและเห็นความแตกต่างมากกว่า ส่วนตำแหน่งและจำนวนช่องเปิดใช้ทดสอบเหมือนตามตารางที่ ดังนั้นจะมีการมีการทดลองทั้งหมด 120 กรณีศึกษา ซึ่งแบ่งเป็นกรณีศึกษาละ 30 กรณี

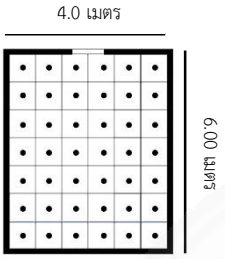
5.) นำผลการทดลองที่ได้มาวิเคราะห์กับสภาพอากาศและคำนวณอัตราความเร็วลมเฉลี่ย อัตราการไหลของอากาศเข้าสู่ภายในอาคาร และอัตราการระบายอากาศ เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างการทดสอบขั้นตอนที่1 และ2 โดยเลือกนำผลที่ดีที่สุดมาเป็นข้อเสนอแนะ และผลที่แย่มาปรับปรุงหรือเสนอเป็นแนวทางเลือกสำหรับการออกแบบต่อไป

โดยในการทดลองแต่ละขั้นตอนนั้นจะมีการคำนวณตำแหน่งการวัดความเร็วลมภายในหน่วยพักอาศัยแต่ละกรณีศึกษาที่เหมาะสมเพื่อเป็นตำแหน่งในการหาค่าความเร็วลมของแต่ละจุดภายในหน่วยพักอาศัยเพื่อต้องการทราบถึงประสิทธิภาพของลมต่ำสุด สูงสุดว่าเหมาะสมกับตำแหน่งใดภายในห้อง และจากนั้นจึงได้นำมาหาค่าเฉลี่ยของลมภายในภายทั้งหมดดังภาพต่อไปนี้

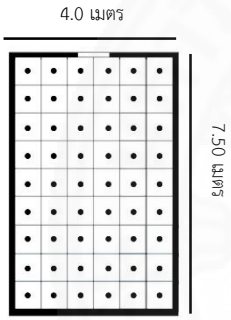
Ref. code: 25595816030141UDA



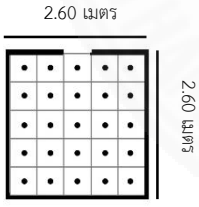
หน่วยพักอาศัยประเภทห้องขนาดเล็กตามกฎหมายกำหนด
กว้าง 2.50 เมตร ยาว 3.20 เมตร และสูง 2.60 เมตร
โดยกำหนดให้มีตำแหน่งวัดลมทั้งหมด 30 ตำแหน่ง



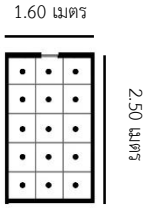
หน่วยพักอาศัยประเภททาวน์เฮาส์ขนาดเล็กตามกฎหมายกำหนด
กว้าง 4.00 เมตร ยาว 6.00 เมตร และสูง 2.60 เมตร
โดยกำหนดให้มีตำแหน่งวัดลมทั้งหมด 42 ตำแหน่ง



หน่วยพักอาศัยประเภทตึกแถวขนาดเล็กตามกฎหมายกำหนด
กว้าง 4.00 เมตร ยาว 7.00 เมตร และสูง 2.60 เมตร
โดยกำหนดให้มีตำแหน่งวัดลมทั้งหมด 54 ตำแหน่ง

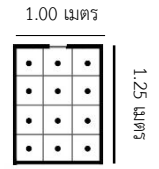


หน่วยพักอาศัยขนาดเล็กพิเศษโดยอ้างอิงจาก Mini Box ,Austria
กว้าง 2.60 เมตร ยาว 2.60 เมตร และสูง 2.60 เมตร
โดยกำหนดให้มีตำแหน่งวัดลมทั้งหมด 25 ตำแหน่ง

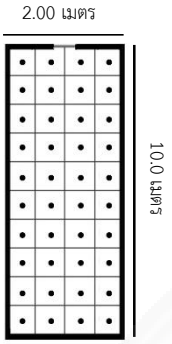


หน่วยพักอาศัยขนาดเล็กพิเศษโดยอ้างอิงจาก
Nakagin Capsule Tower ,Japan
กว้าง 1.60 เมตร ยาว 2.50 เมตร และสูง 2.60 เมตร
โดยกำหนดให้มีตำแหน่งวัดลมทั้งหมด 15 ตำแหน่ง

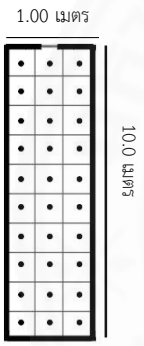
Ref. code: 25595816030141UDA



หน่วยพักอาศัยขนาดเล็กพิเศษโดยอ้างอิงจาก Capsule Hotel
กว้าง 1.00 เมตร ยาว 1.25 เมตร และสูง 2.60 เมตร
โดยกำหนดให้มีตำแหน่งวัดลมทั้งหมด 12 ตำแหน่ง



หน่วยพักอาศัยขนาดเล็กพิเศษโดยอ้างอิงจาก Tokyo House ,Japan
กว้าง 2.00 เมตร ยาว 10.00 เมตร และสูง 2.60 เมตร
โดยกำหนดให้มีตำแหน่งวัดลมทั้งหมด 40 ตำแหน่ง



หน่วยพักอาศัยขนาดเล็กพิเศษโดยอ้างอิงจาก Madre De Deus
กว้าง 1.00 เมตร ยาว 10.00 เมตร และสูง 2.60 เมตร
โดยกำหนดให้มีตำแหน่งวัดลมทั้งหมด 30 ตำแหน่ง

ภาพที่ 3.5 ตำแหน่งการวัดความเร็วลมภายในหน่วยพักอาศัยแต่ละกรณีศึกษา โดย ผู้วิจัย ,2560

Ref. code: 25595816030141UDA

บทที่ 4

ผลการวิจัยและอภิปราย

จากการศึกษาการระบายอากาศโดยใช้วิธีธรรมชาติแบบช่องเปิดด้านเดียว และช่องเปิดสองด้าน สำหรับหน่วยพักอาศัยขนาดเล็ก และขนาดเล็กพิเศษ โดยทำการจำลองความเร็วลมผ่านรูปแบบของการเปลี่ยนขนาดพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่อาคาร ตำแหน่งของช่องเปิด ทิศทางของลม และขนาดของหน่วยพักอาศัยประเภทต่าง ๆ ที่มีขนาดเล็ก โดยวิเคราะห์ออกเป็น ขั้นตอนดังนี้

ผลการจำลองความเร็วลมโดยเปรียบเทียบจากลักษณะและขนาดที่เล็กลงซึ่งใช้ความเร็วลมเฉลี่ยความเร็วลม ณ ตำแหน่งช่องเปิด และความเร็วลมภายในห้องเป็นเกณฑ์ในการประเมิน

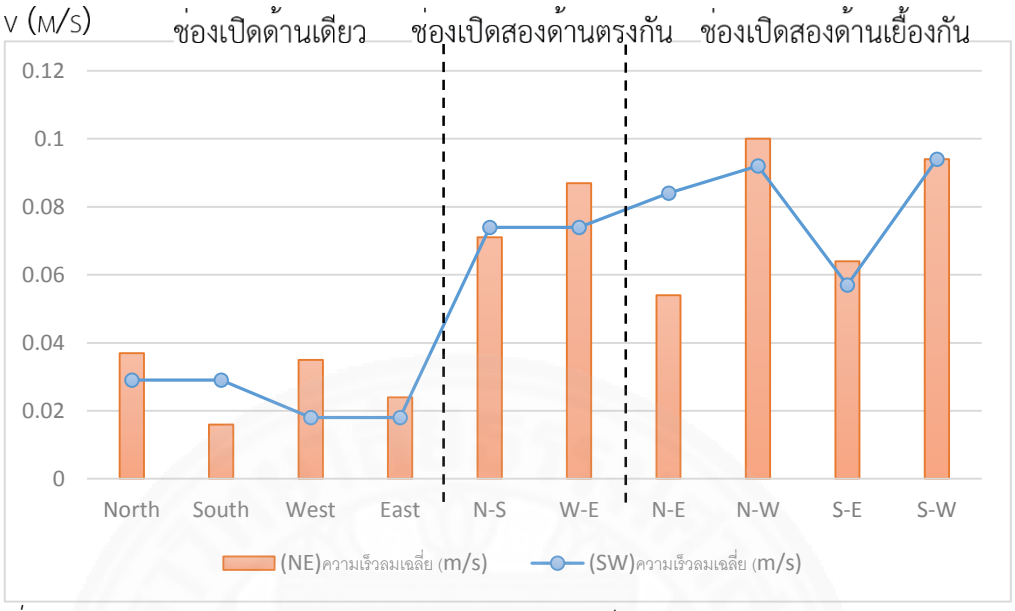
4.1 ขนาดหน่วยพักอาศัยเล็กที่สุดตามมาตรฐานกฎหมายของประเทศไทย มีทั้งหมด 300 กรณี โดยแบ่งย่อยได้ดังนี้ ลมทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ หรือ ลมฤดูฝน และลมทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ หรือ ลมฤดูหนาว โดยมีอัตราส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่อาคาร WWR10-80

4.2 ขนาดเล็กพิเศษโดยอ้างอิงจากกรณีศึกษา มีทั้งหมด 150 กรณีโดยจะมีการคัดเลือกของกรณีในการทดสอบเหลือแต่กรณีที่เห็นผลชัดเจน และเปลี่ยนแปลง คือ กำหนดให้ อัตราส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่อาคารเป็น WWR 20 50 และ 80 โดยใช้ลมทิศตะวันตกเฉียงใต้เพียงทิศเดียว เพราะเป็นลมที่มีระยะเวลานานกว่าด้านตะวันออกเฉียงเหนือ และนิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย

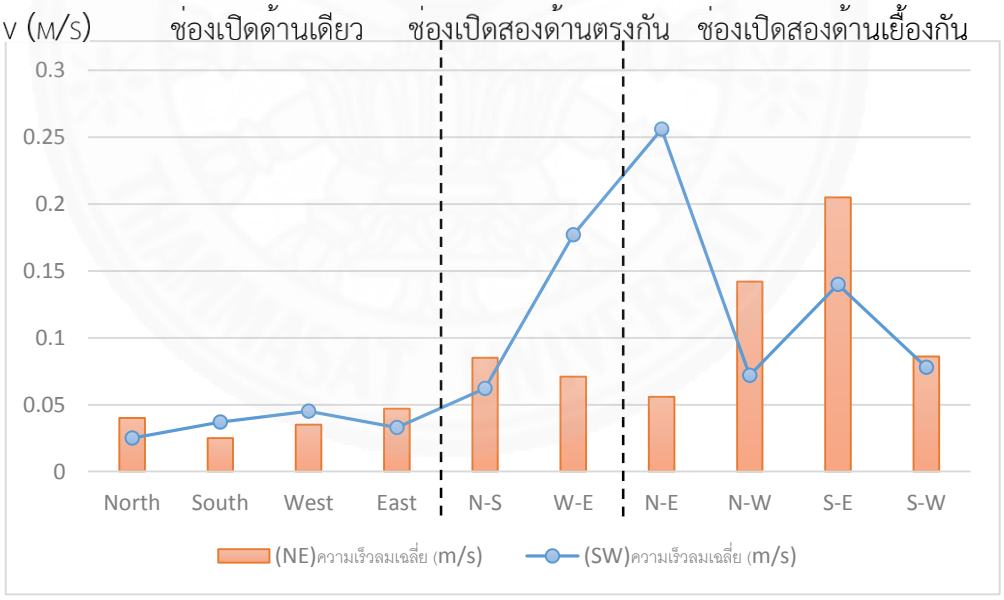
4.1 ผลการจำลองความเร็วลมในการทดลองที่ 1 STEP1 (Original)

โดยการทดลองที่1 STEP1 คือขนาดของหน่วยพักอาศัยประเภทห้องพักที่เล็กที่สุดตามมาตรฐานกฎหมายของประเทศไทยโดยจากการทดลองนั้นพบว่าความเร็วลมสำหรับอัตราส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่อาคาร WWR10-30 แทบจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงแต่อย่างใด ไม่ว่าจะเป็นลมทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ และตะวันออกเฉียงเหนือ เพราะฉะนั้นผู้วิจัยจึงได้เลือกเสนอเพียงแค่บางกรณีเท่านั้นเพื่อให้เห็นการเปลี่ยนแปลงโดยภาพรวมของการทดลองทั้งหมด

Ref. code: 25595816030141UDA

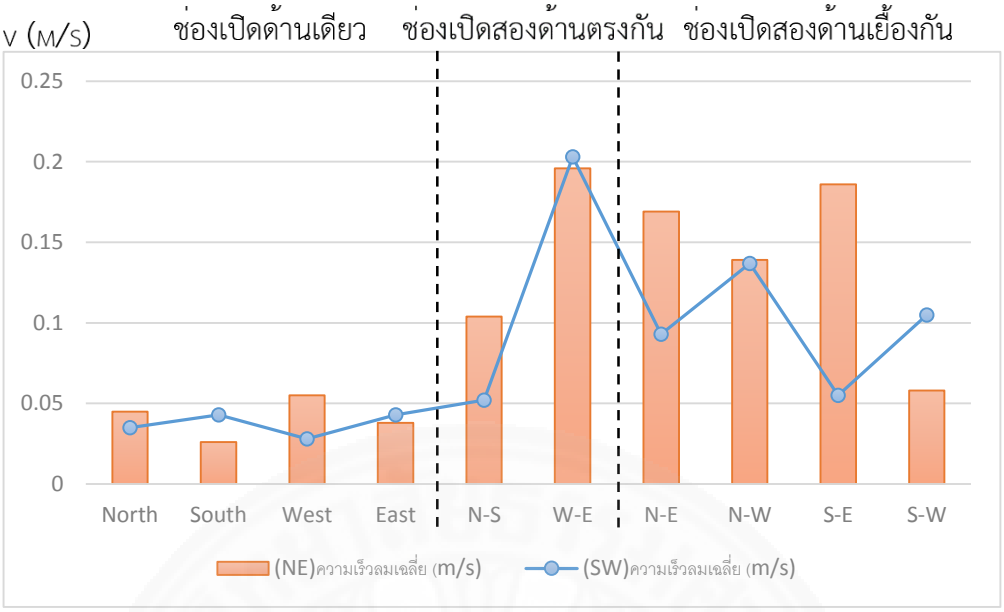


ภาพที่ 4.1 กราฟแสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของความเร็วลมระหว่างลมทางทิศตะวันตกเฉียงใต้และลมทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (ห้องพักอาศัยขนาดเล็กตามกฎหมายกำหนด) WWR10 โดย ผู้วิจัย

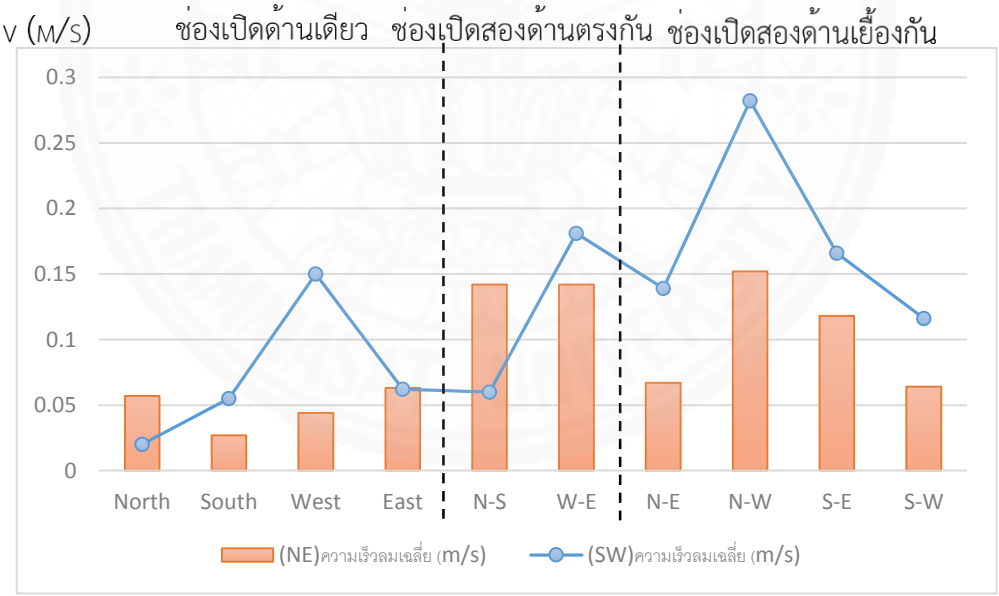


ภาพที่ 4.2 กราฟแสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของความเร็วลมระหว่างลมทางทิศตะวันตกเฉียงใต้และลมทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (ห้องพักอาศัยขนาดเล็กตามกฎหมายกำหนด) WWR20 โดย ผู้วิจัย

Ref. code: 25595816030141UDA

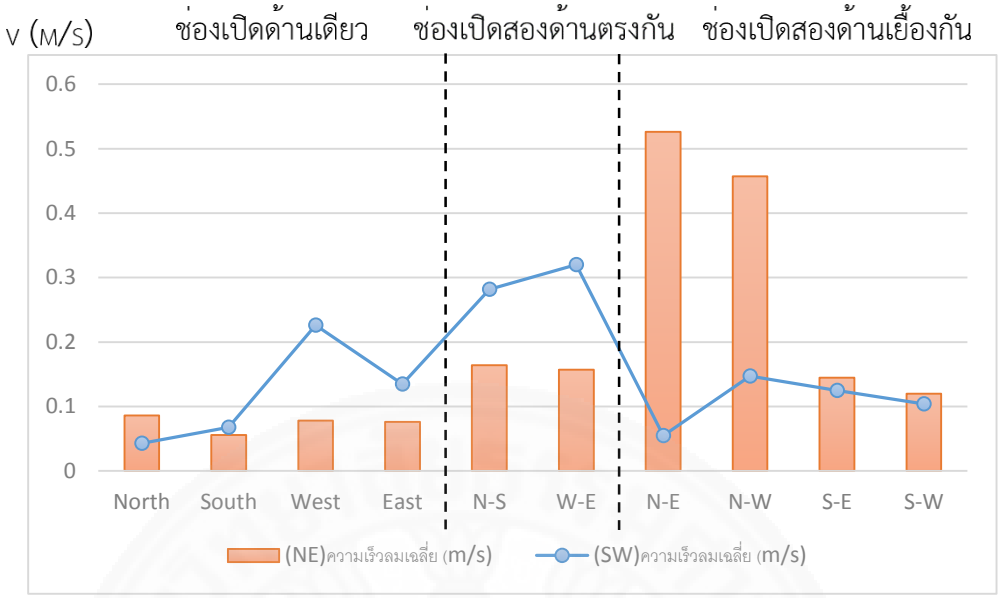


ภาพที่ 4.3 กราฟแสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของความเร็วลมระหว่างลมทางทิศตะวันตกเฉียงใต้และลมทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (ห้องพักอาศัยขนาดเล็กตามกฎหมายกำหนด) WWR30 โดย ผู้วิจัย



ภาพที่ 4.4 กราฟแสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของความเร็วลมระหว่างลมทางทิศตะวันตกเฉียงใต้และลมทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (ห้องพักอาศัยขนาดเล็กตามกฎหมายกำหนด) WWR50 โดย ผู้วิจัย

Ref. code: 25595816030141UDA



ภาพที่ 4.5 กราฟแสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของความเร็วลมระหว่างลมทางทิศตะวันตกเฉียงใต้และลมทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (ห้องพักอาศัยขนาดเล็กตามกฎหมายกำหนด) WWR80 โดย ผู้วิจัย

จากภาพที่ 4.1-4.5 เป็นการเปรียบเทียบผลความเร็วลมเฉลี่ยระหว่างลมทางทิศตะวันตกเฉียงใต้และทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งความเร็วลมเฉลี่ยส่วนใหญ่สำหรับอัตราส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่ผนังทั้ง 5 รูปแบบที่ได้ทำการทดลองนั้นค่อนข้างเป็นไปทางเดียวกัน แต่จะมี WWR 20 และ WWR 80 ที่ค่อนข้างต่างกันเล็กน้อย ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกเสนอผลการทดลองสำหรับลมทั้งสองด้านเพียงแค่ WWR 20 และ WWR 80 เพียงเท่านั้น โดยเมื่อดูกราฟโดยภาพรวมแล้วนั้นสามารถสรุปได้ดังนี้

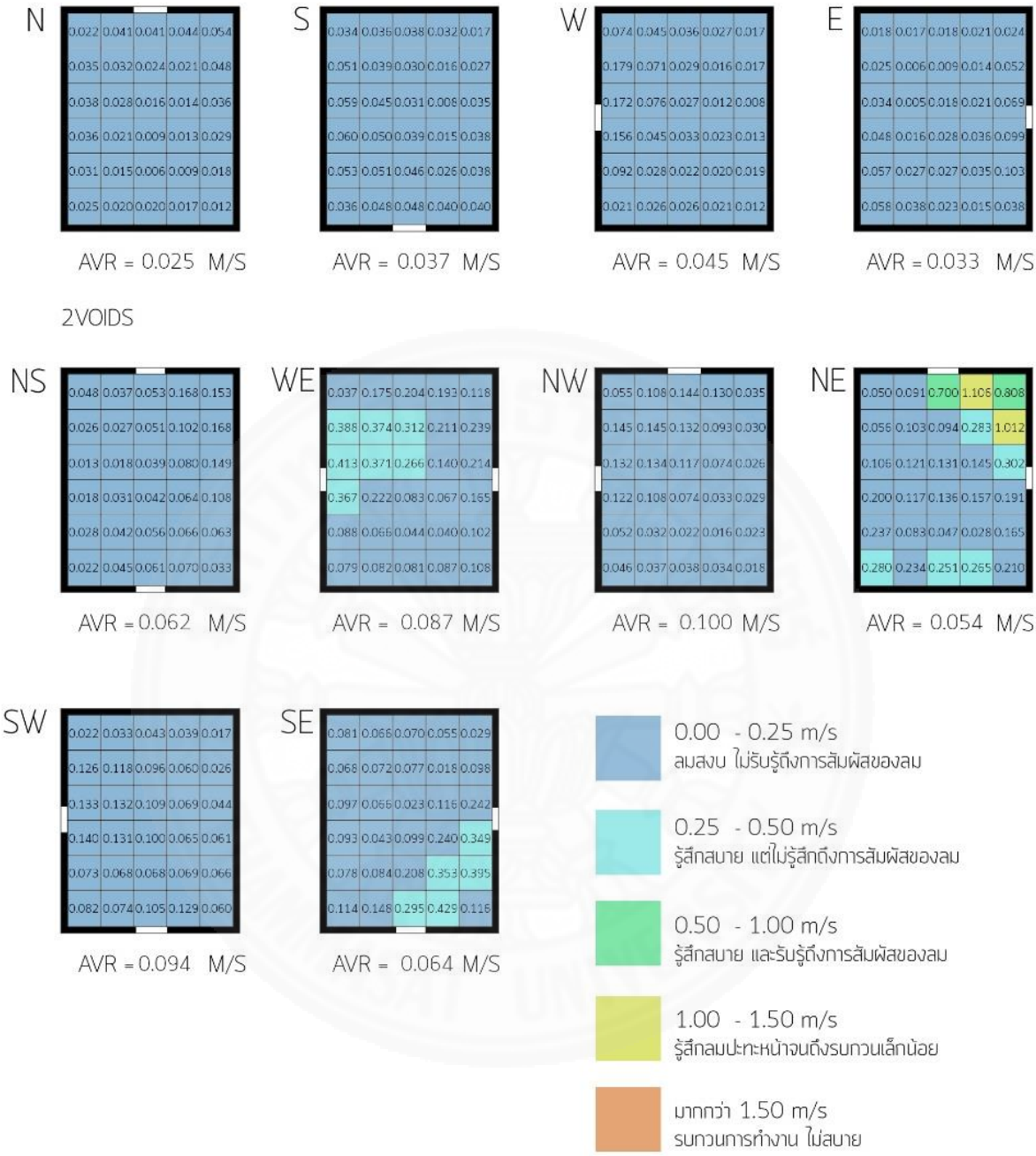
ช่องเปิดทางเดียว แทบไม่ส่งผลกับอัตราความเร็วลมเฉลี่ย และลมภายในห้องแต่อย่างใด ซึ่งมีค่าความเร็วลมเฉลี่ยส่วนใหญ่ไม่ถึง 0.050 เมตรต่อวินาที

ช่องเปิดสองทางแบบตรงกัน ส่วนใหญ่จะเป็นกรณีที่ดีที่สุดสำหรับทุก ๆ อัตราส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่ผนังซึ่งจะมีค่าความเร็วลมเฉลี่ยเริ่มต้นตั้งแต่ 0.070-0.320 เมตรต่อวินาที และตำแหน่ง WE เป็นตำแหน่งที่ดีที่สุดสำหรับทุกกรณี

และช่องเปิดสองทางแบบเยื้องกัน เป็นกรณีที่รองลงมาจากช่องเปิดสองทางแบบตรงกันซึ่งจะมีการแปรผันตามขนาดช่องเปิดเช่นกันกับทุก ๆ กรณีซึ่งจะมีค่าความเร็วลมเฉลี่ยเริ่มต้นตั้งแต่ 0.050-0.20 เมตรต่อวินาที

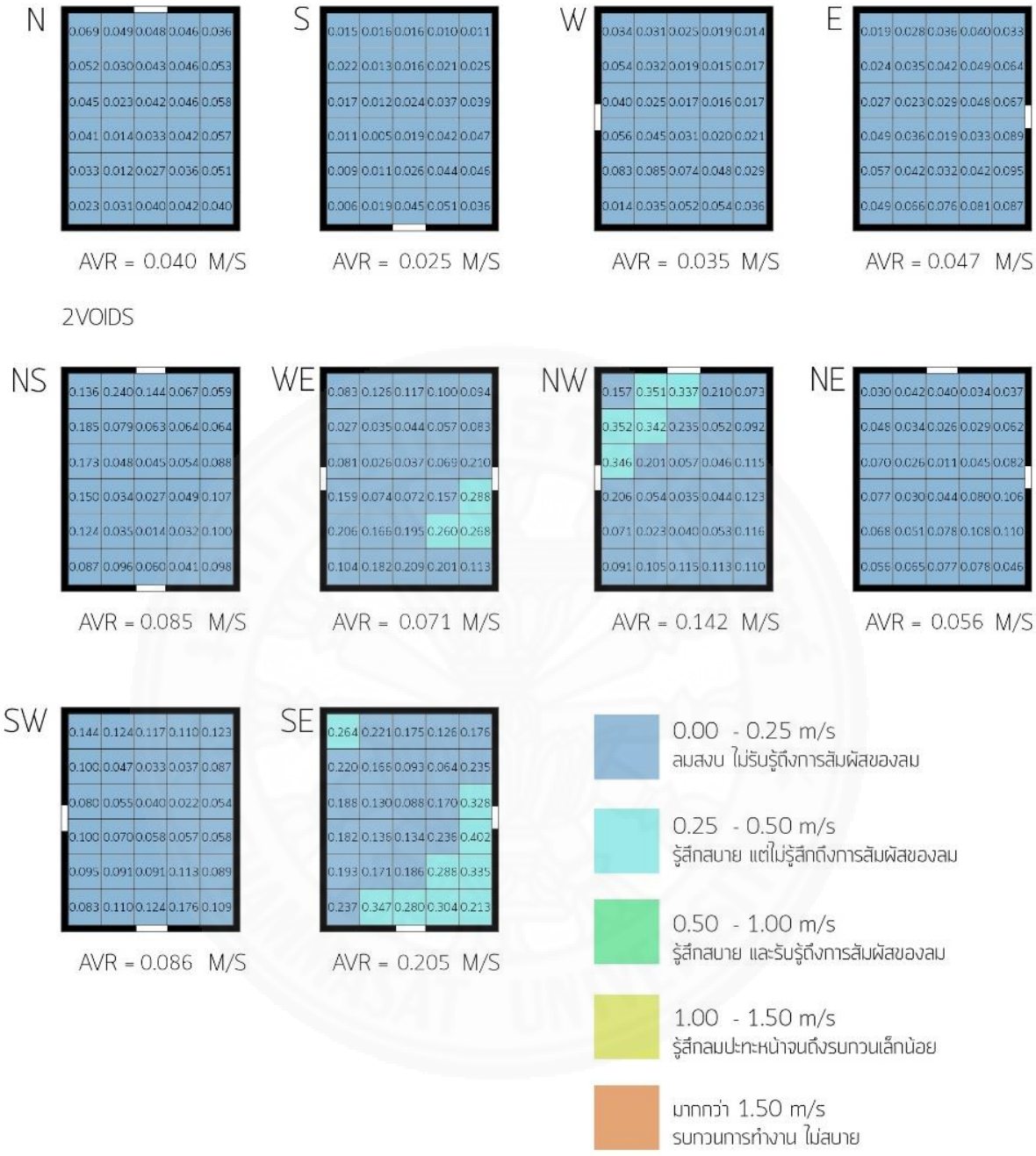
จากการทดลองพบว่าลมทางด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือ มีผลต่อการระบายอากาศภายในห้องเพียงเล็กน้อยบางกรณี เมื่อเปรียบเทียบกับลมทางด้านตะวันตกเฉียงใต้กลับพบว่ามีผลเกี่ยวเนื่องกับจำนวนของช่องเปิดมากกว่า โดยที่ช่องเปิดช่องเดียวมีค่าความเร็วลมเฉลี่ยใกล้เคียงกัน และเมื่อพิจารณาจะพบว่าทิศทางลมจะแปรฝันตรงกับตำแหน่งและเกิดกระแสลมแบบ Cross Ventilation ออกทางด้านตรงข้ามกับทิศทางลมนั้นๆ

Ref. code: 25595816030141UDA



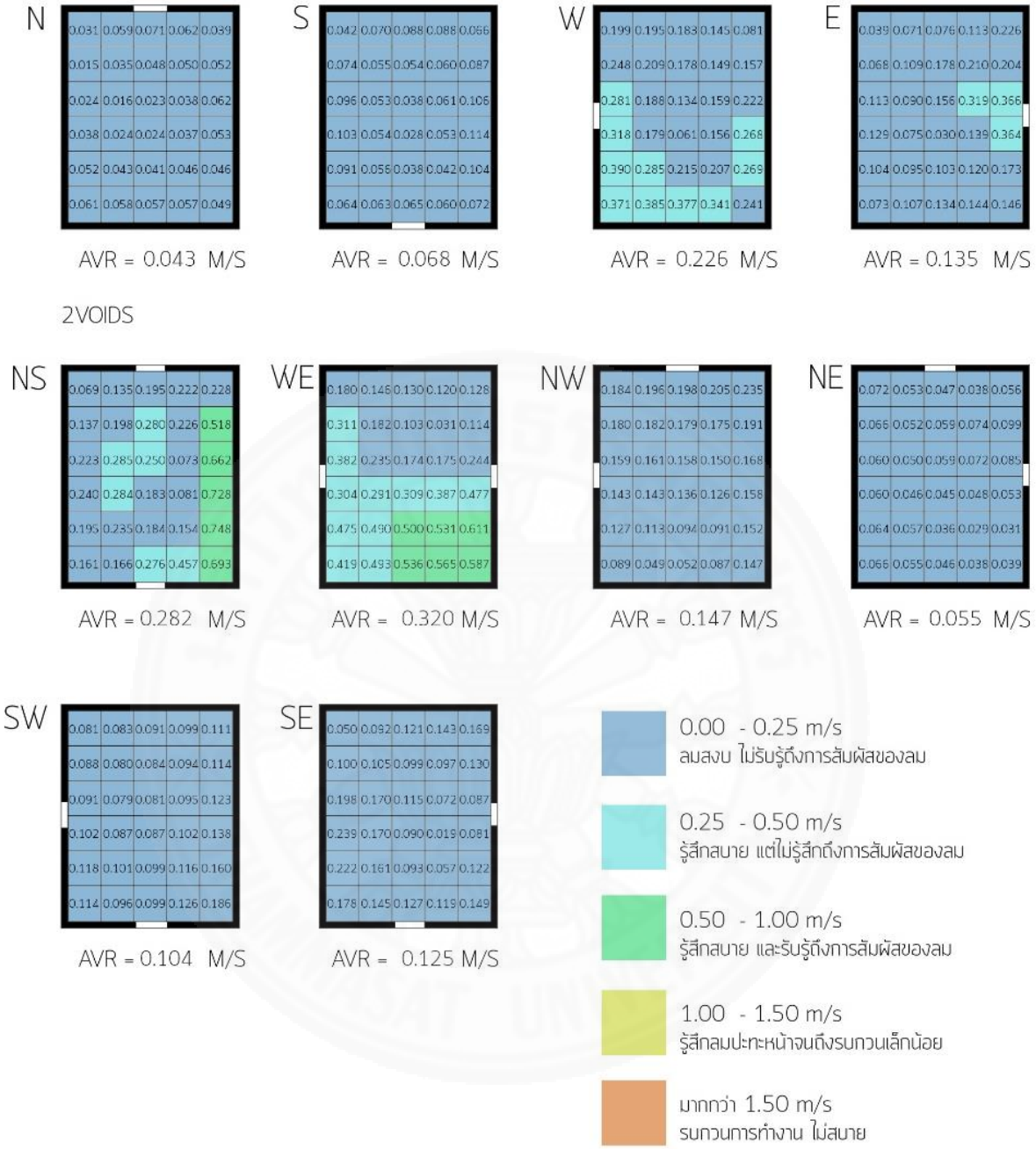
ภาพที่ 4.6 ประเภทห้องพักขนาดกว้าง 2.50 เมตร ยาว 3.20 เมตร และสูง 2.60 เมตร ลมทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ หรือ ลมฤดูฝน และ อัตราส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่อาคาร WWR 20 โดย ผู้วิจัย ,2560

Ref. code: 25595816030141UDA



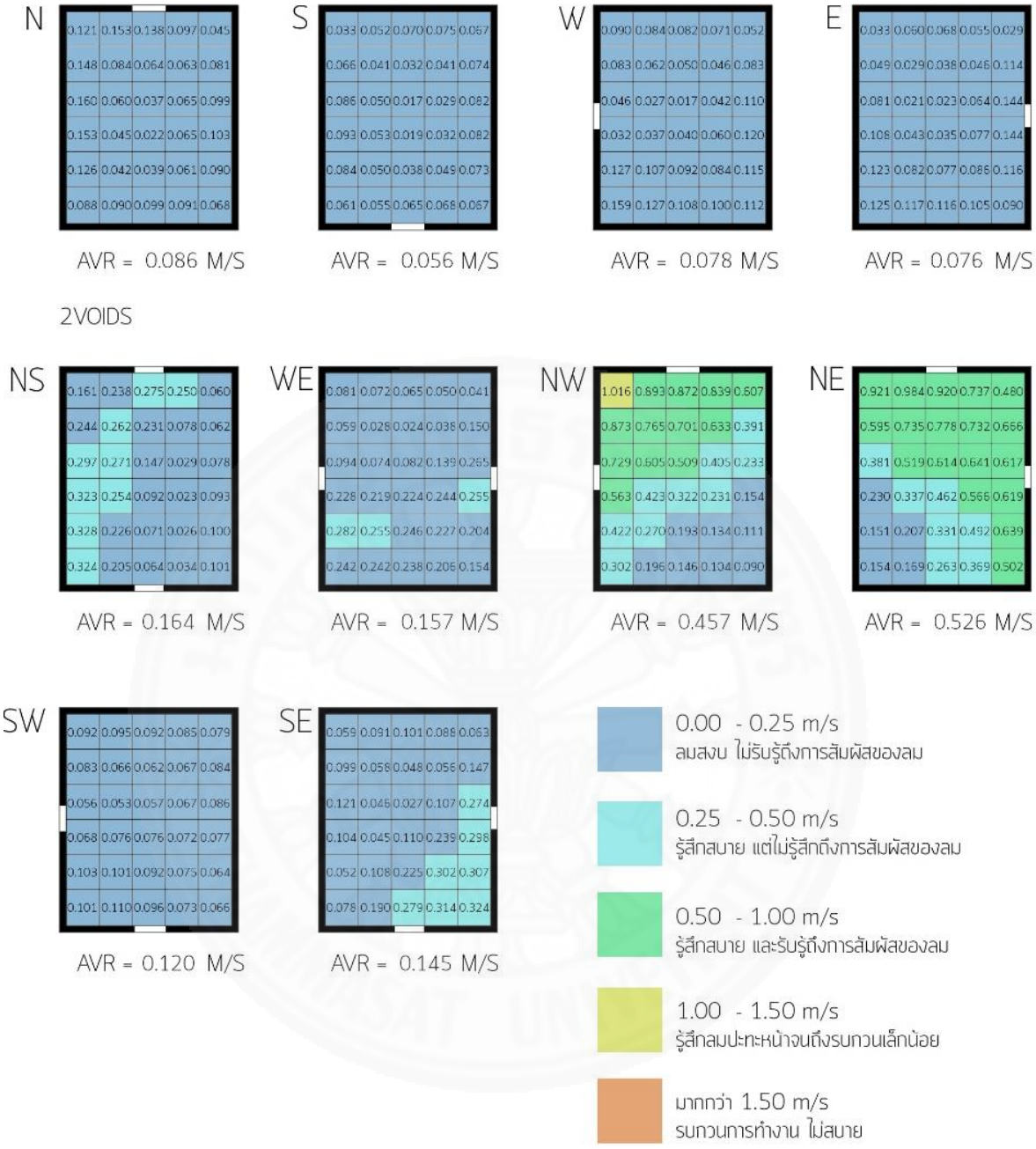
ภาพที่ 4.7 ประเภทห้องพักขนาดกว้าง 2.50 เมตร ยาว 3.20 เมตร และสูง 2.60 เมตร ลมทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ และ อัตราส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่อาคาร WWR20 โดย ผู้วิจัย ,2560

Ref. code: 25595816030141UDA



ภาพที่ 4.8 ประเภทห้องพักขนาดกว้าง 2.50 เมตร ยาว 3.20 เมตร และสูง 2.60 เมตร ลมทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ และ อัตราส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่อาคาร WWR80 โดย ผู้วิจัย ,2560

Ref. code: 25595816030141UDA

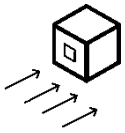
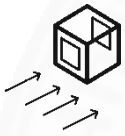
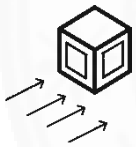
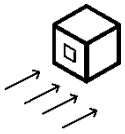
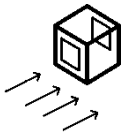


ภาพที่ 4.9 ประเภทห้องพักขนาดกว้าง 2.50 เมตร ยาว 3.20 เมตร และสูง 2.60 เมตร ลมทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ และ อัตราส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่อาคาร WWR80 โดย ผู้วิจัย ,2560

Ref. code: 25595816030141UDA

ตารางที่ 4.1

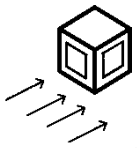
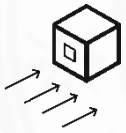
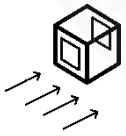
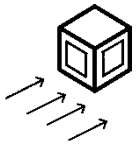
สรุปผลการทดลองของหน่วยพักอาศัยประเภทห้องพักที่เล็กที่สุดตามมาตรฐานกฎหมายของประเทศไทย ขนาดกว้าง 2.50 เมตร ยาว 3.20 เมตร และสูง 2.60 เมตร ลมทิศตะวันตกเฉียงใต้

WWR10	ทิศ	ความเร็วลมในห้อง		Vเฉลี่ย(m/s)
		max(m/s)	min(m/s)	
	N	0.044	0.008	0.029
	S	0.044	0.012	0.029
	W	0.059	0.003	0.018
	E	0.057	0.006	0.018
	WE	0.22	0.012	0.074
	NS	0.227	0.013	0.074
	NW	0.321	0.02	0.092
	NE	0.145	0.024	0.084
	SW	0.27	0.027	0.094
	SE	0.095	0.01	0.057
WWR20	ทิศ	ความเร็วลมในห้อง		Vเฉลี่ย(m/s)
		max(m/s)	min(m/s)	
	N	0.054	0.009	0.025
	S	0.06	0.008	0.037
	W	0.179	0.013	0.045
	E	0.103	0.006	0.033
	WE	0.413	0.04	0.177
	NS	0.168	0.013	0.062

Ref. code: 25595816030141UDA

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

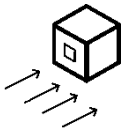
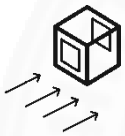
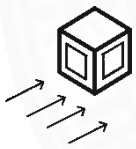
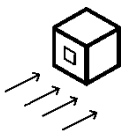
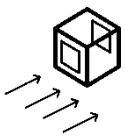
สรุปผลการทดลองของหน่วยพักอาศัยประเภทห้องพักที่เล็กที่สุดตามมาตรฐานกฎหมายของประเทศไทย ขนาดกว้าง 2.50 เมตร ยาว 3.20 เมตร และสูง 2.60 เมตร ลมทิศตะวันตกเฉียงใต้

WWR20	ทิศ	ความเร็วลมในห้อง		Vเฉลี่ย(m/s)
		max(m/s)	min(m/s)	
	NW	0.145	0.016	0.072
	NE	1.106	0.028	0.256
	SW	0.14	0.022	0.078
	SE	0.429	0.018	0.14
WWR30	ทิศ	ความเร็วลมในห้อง		Vเฉลี่ย(m/s)
		max(m/s)	min(m/s)	
	N	0.078	0.018	0.035
	S	0.072	0.011	0.043
	W	0.075	0.005	0.028
	E	0.183	0.011	0.043
	WE	0.254	0.069	0.203
	NS	0.103	0.022	0.052
	NW	0.23	0.032	0.137
	NE	0.356	0.018	0.093
	SW	0.172	0.03	0.055
	SE	0.073	0.031	0.105

Ref. code: 25595816030141UDA

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

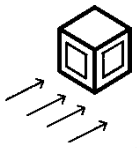
สรุปผลการทดลองของหน่วยพักอาศัยประเภทห้องพักที่เล็กที่สุดตามมาตรฐานกฎหมายของประเทศไทย ขนาดกว้าง 2.50 เมตร ยาว 3.20 เมตร และสูง 2.60 เมตร ลมทิศตะวันตกเฉียงใต้

WWR50	ทิศ	ความเร็วลมในห้อง		Vเฉลี่ย(m/s)
		max(m/s)	min(m/s)	
	N	0.036	0.009	0.02
	S	0.09	0.02	0.055
	W	0.342	0.075	0.15
	E	0.142	0.014	0.062
	WE	0.334	0.069	0.181
	NS	0.105	0.021	0.06
	NW	0.521	0.025	0.282
	NE	0.373	0.062	0.139
	SW	0.207	0.042	0.116
	SE	0.335	0.065	0.166
WWR80	ทิศ	ความเร็วลมในห้อง		Vเฉลี่ย(m/s)
		max(m/s)	min(m/s)	
	N	0.071	0.016	0.043
	S	0.114	0.028	0.068
	W	0.39	0.081	0.226
	E	0.366	0.039	0.135
	WE	0.413	0.04	0.177
	NS	0.168	0.013	0.062

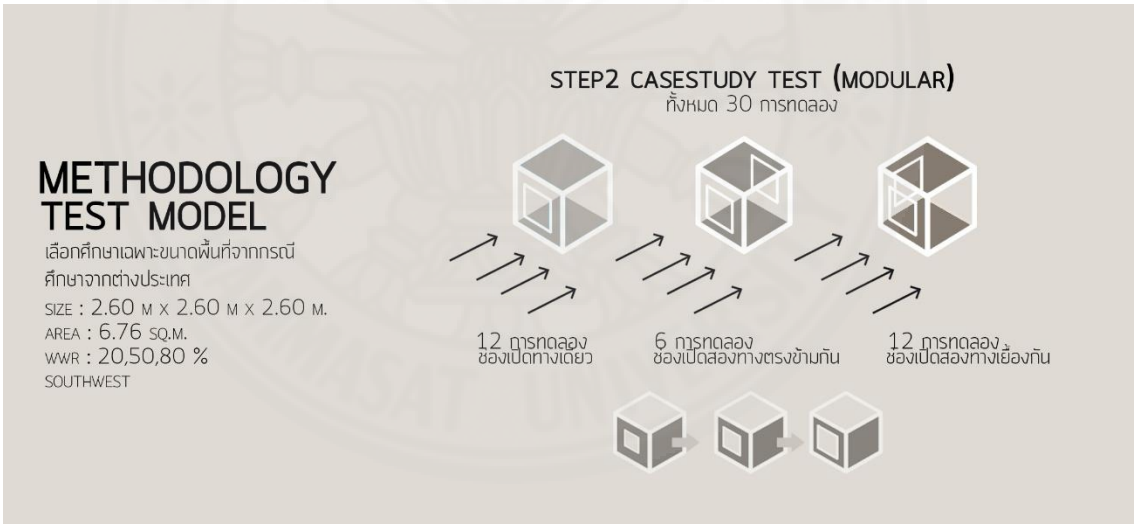
Ref. code: 25595816030141UDA

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

สรุปผลการทดลองของหน่วยพักอาศัยประเภทห้องพักที่เล็กที่สุดตามมาตรฐานกฎหมายของประเทศไทย ขนาดกว้าง 2.50 เมตร ยาว 3.20 เมตร และสูง 2.60 เมตร ลมทิศตะวันตกเฉียงใต้

WWR80	ทิศ	ความเร็วลมในห้อง		Vเฉลี่ย(m/s)
		max(m/s)	min(m/s)	
	NW	0.235	0.049	0.147
	NE	0.099	0.029	0.055
	SW	0.118	0.079	0.104
	SE	0.239	0.019	0.125

4.2 ผลการจำลองความเร็วลมในการทดลองที่ 1 STEP2

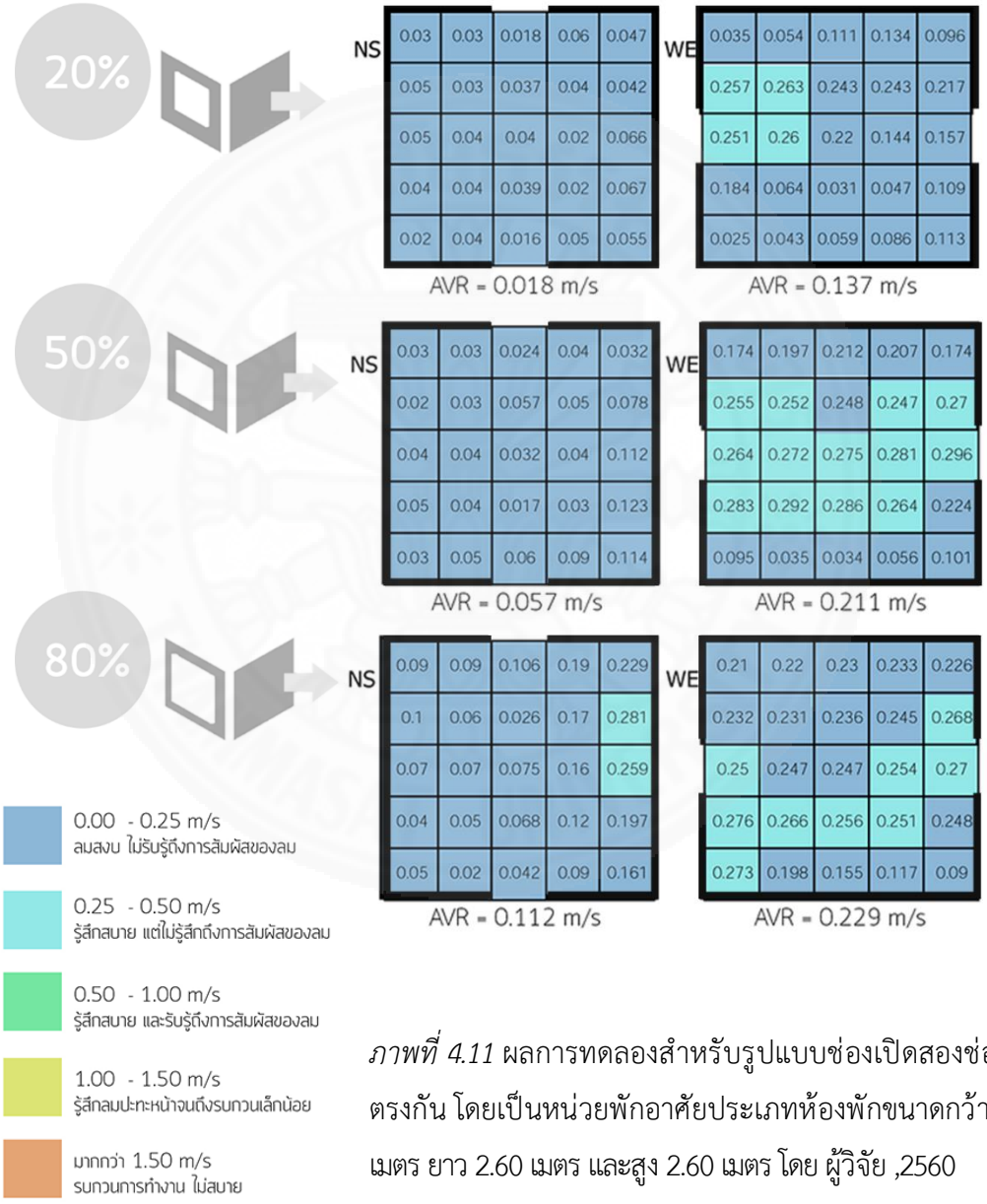


ภาพที่ 4.10 การกำหนดขนาด และตัวแปรสำหรับการทดลองที่1 STEP2 โดยเป็นหน่วยพักอาศัยประเภทห้องพักขนาดกว้าง 2.60 เมตร ยาว 2.60 เมตร และสูง 2.60 เมตร โดย ผู้วิจัย ,2560

โดยการทดลองที่1 STEP2 คือขนาดของหน่วยพักอาศัยประเภทห้องพักที่ได้ลดขนาดลงโดยกำหนดให้มีขนาดเท่ากันทุกด้าน ความกว้าง ความยาวและความสูง 2.60 เมตรโดยอ้างอิงจาก Mini Box ซึ่งกำหนดอัตราส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่อาคารร้อยละ 20 50 และ 80 เท่านั้นโดยการลดขนาดในขั้นแรกนี้เลือกใช้ขนาดสากลจากกรณีศึกษาหน่วยพักอาศัยขนาดเล็กพิเศษที่ได้ศึกษามา เพื่อหาความแตกต่างระหว่างขนาดมาตรฐาน พบว่าขนาดเท่ากันทุกด้านของการทดลอง STEP2 นี้มีค่าอัตราความเร็วลมเปลี่ยนแปลงไป

Ref. code: 25595816030141UDA

ในทางที่แย่กว่าแบบมาตรฐานโดยกระแสที่ที่สามารถเข้าสู่ภายในห้องจะใกล้เคียงกัน เพราะฉะนั้นการเลือกหน่วยพักอาศัยที่มีขนาดเท่ากันทุกด้านจึงไม่เหมาะสมกับสภาพภูมิประเทศ และทิศทางลมของประเทศไทยเท่าไหร่นัก และควรต้องใช้ทิศทางตำแหน่งการวางช่องเปิด และการติดตั้งเครื่องปรับอากาศเข้ามาเพิ่มเติมภายในหน่วยพักอาศัย ดังนั้นผลการทดลองที่เลือกมานำเสนอนี้จึงเลือกเพียงแค่ผลที่มีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด คือ รูปแบบช่องเปิดสองด้านตรงกัน ส่วนช่องเปิดด้านเดียว และสองด้านแบบเยื้องกันแทบจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงใดๆ ลมภายในห้องอยู่ในเกณฑ์ที่ผู้พักอาศัยไม่สามารถรับรู้ได้ถึงลมนั้น

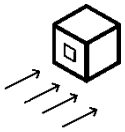
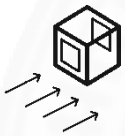
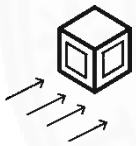
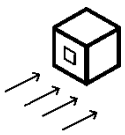
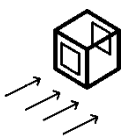


ภาพที่ 4.11 ผลการทดลองสำหรับรูปแบบช่องเปิดสองช่องแบบตรงกัน โดยเป็นหน่วยพักอาศัยประเภทห้องพักขนาดกว้าง 2.60 เมตร ยาว 2.60 เมตร และสูง 2.60 เมตร โดย ผู้วิจัย ,2560

Ref. code: 25595816030141UDA

ตารางที่ 4.2

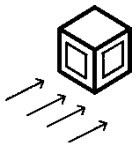
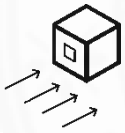
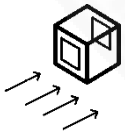
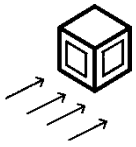
สรุปผลการทดลองของหน่วยพักอาศัยประเภทห้องพักที่ได้ทำการลดขนาดโดยอ้างอิงจากกรณีศึกษา โดยมีขนาดเท่ากันทุกด้าน ขนาดกว้าง 2.60 เมตร ยาว 2.60 เมตร และสูง 2.60 เมตร ลมทิศตะวันตกเฉียงใต้

WWR20	ทิศ	ความเร็วลมในห้อง		Vเฉลี่ย(m/s)
		max(m/s)	min(m/s)	
	N	0.042	0.01	0.023
	S	0.047	0.012	0.031
	W	0.078	0.01	0.031
	E	0.038	0.004	0.014
	WE	0.263	0.025	0.137
	NS	0.067	0.016	0.018
	NW	0.234	0.04	0.108
	NE	0.224	0.015	0.046
	SW	0.17	0.03	0.099
	SE	0.248	0.014	0.076
WWR50	ทิศ	ความเร็วลมในห้อง		Vเฉลี่ย(m/s)
		max(m/s)	min(m/s)	
	N	0.039	0.006	0.024
	S	0.088	0.03	0.058
	W	0.111	0.021	0.069
	E	0.065	0.017	0.036
	WE	0.296	0.034	0.211
	NS	0.123	0.02	0.057

Ref. code: 25595816030141UDA

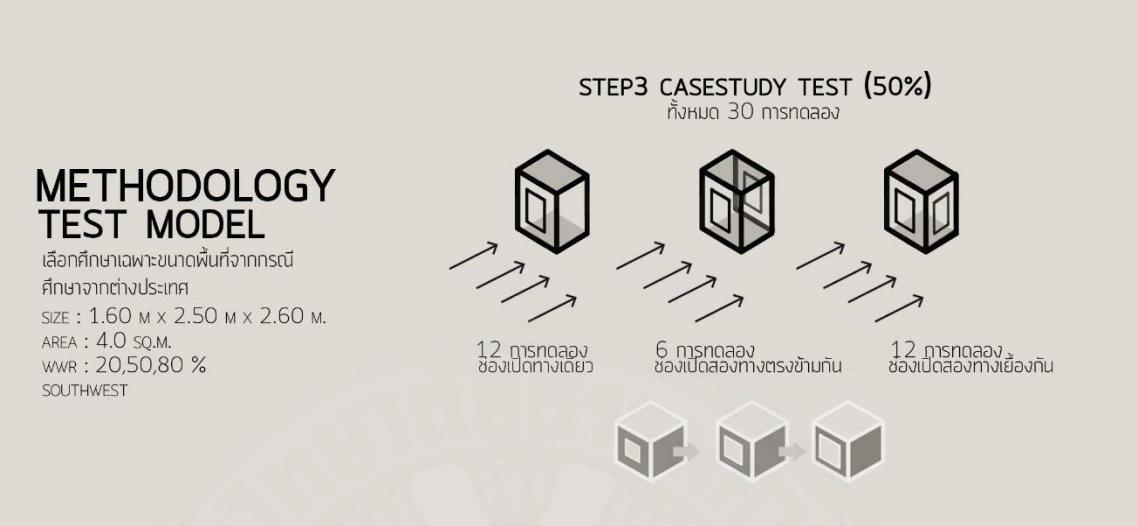
ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

สรุปผลการทดลองของหน่วยพักอาศัยประเภทห้องพักที่ได้ทำการลดขนาดโดยอ้างอิงจากกรณีศึกษา โดยมีขนาดเท่ากันทุกด้าน ขนาดกว้าง 2.60 เมตร ยาว 2.60 เมตร และสูง 2.60 เมตร ลมทิศตะวันตกเฉียงใต้

WWR50	ทิศ	ความเร็วลมในห้อง		Vเฉลี่ย(m/s)
		max(m/s)	min(m/s)	
	NW	0.229	0.012	0.126
	NE	0.126	0.032	0.072
	SW	0.229	0.046	0.124
	SE	0.187	0.022	0.094
WWR80	ทิศ	ความเร็วลมในห้อง		Vเฉลี่ย(m/s)
		max(m/s)	min(m/s)	
	N	0.092	0.029	0.025
	S	0.119	0.017	0.07
	W	0.117	0.055	0.084
	E	0.076	0.023	0.044
	WE	0.276	0.09	0.229
	NS	0.281	0.02	0.112
	NW	0.226	0.15	0.169
	NE	0.123	0.036	0.084
	SW	0.223	0.03	0.114
	SE	0.302	0.052	0.163

Ref. code: 25595816030141UDA

4.3 ผลการจำลองความเร็วลมในการทดลองที่ 1 STEP3

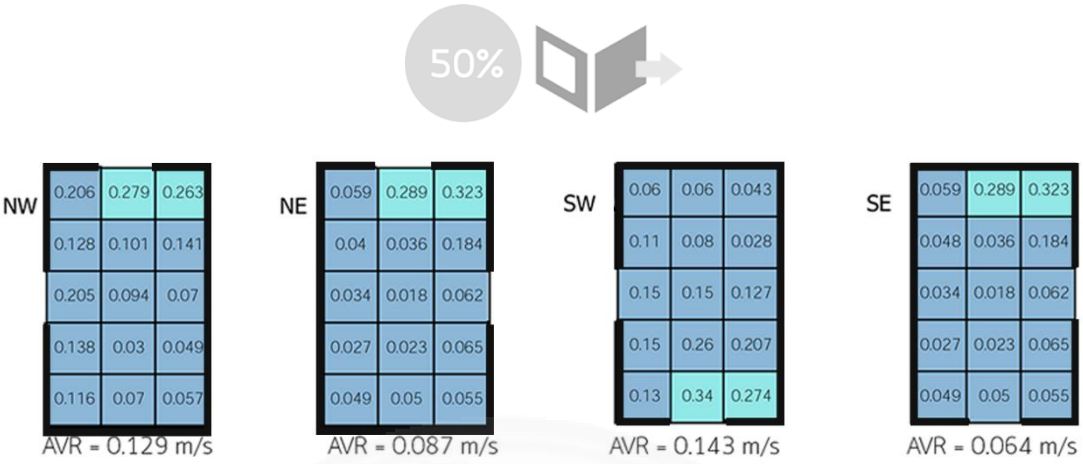


ภาพที่ 4.12 การกำหนดขนาด และตัวแปรสำหรับการทดลองที่1 STEP3 โดยเป็นหน่วยพักอาศัยประเภทห้องพักขนาดกว้าง 1.60 เมตร ยาว 2.50 เมตร และสูง 2.60 เมตร โดย ผู้วิจัย ,2560

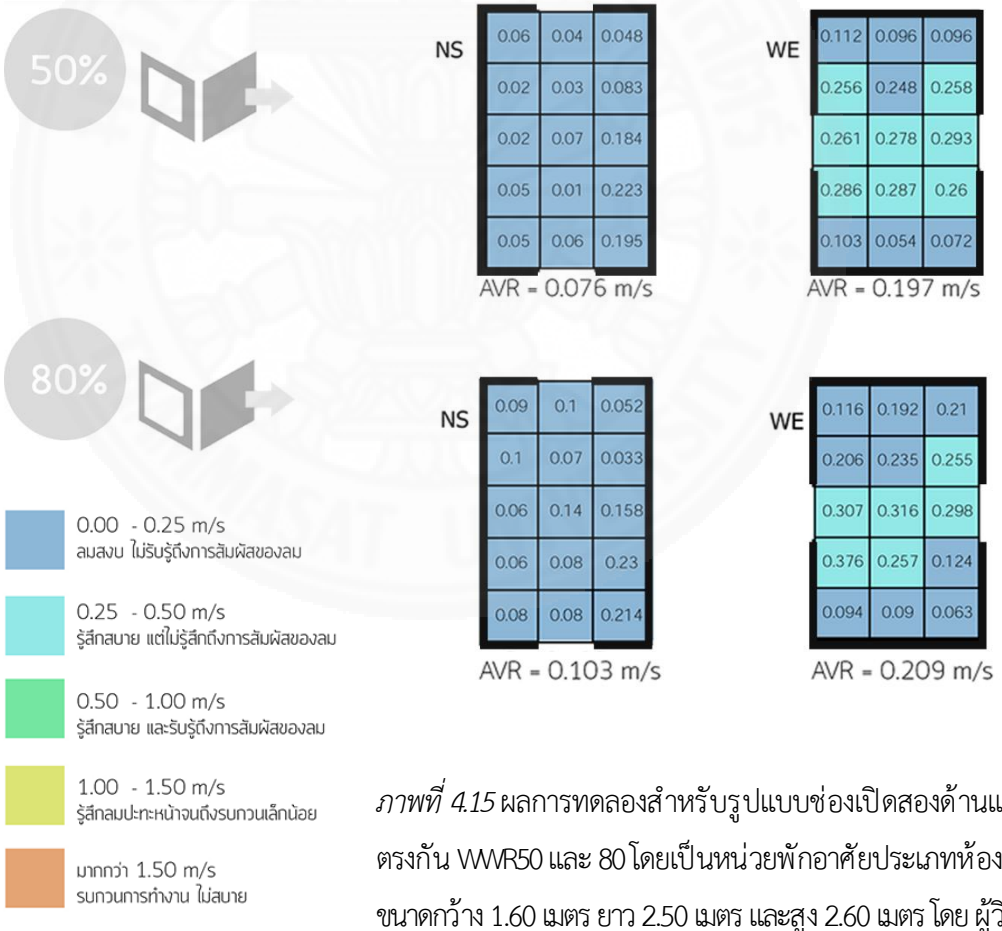
โดยการทดลองที่1 STEP3 คือขนาดของหน่วยพักอาศัยประเภทห้องพักที่ได้ลดขนาดพื้นที่ลงจากมาตรฐาน 50% ความกว้าง 1.60 และความยาว 2.50 เมตร ซึ่งจากการลดขนาดของ STEP3 นี้เลือกใช้ขนาดโดยอ้างอิงจาก Nakagin Capsule Tower ,Japan ซึ่งเป็นขนาดสากลที่ใช้กันสำหรับการออกแบบให้มีกิจกรรมภายในห้องที่หลากหลายและพื้นที่ทับซ้อนกัน โดยเกิดการเปลี่ยนแปลงที่ดีขึ้นกว่าขนาดเท่ากันทุกด้าน แต่ยังคงมีการเปลี่ยนแปลงที่แย่ลงเมื่อเทียบกับหน่วยพักอาศัยมาตรฐาน สำหรับช่องเปิดด้านเดียว และช่องเปิดแบบสองด้านเยื้องกัน อัตราส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่ผนังร้อยละ 20 จะมีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด แต่อัตราส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่ผนังร้อยละ 50 และ80 จะเห็นการเปลี่ยนแปลงในการทดลองมากที่สุด

ภาพที่ 4.13 ผลการทดลองสำหรับรูปแบบช่องเปิดด้านเดียว WWR20 โดยเป็นหน่วยพักอาศัยประเภทห้องพักขนาดกว้าง 1.60 เมตร ยาว 2.50 เมตร และสูง 2.60 เมตร โดย ผู้วิจัย ,2560

Ref. code: 25595816030141UDA



ภาพที่ 4.14 ผลการทดลองสำหรับรูปแบบช่องเปิดสองด้านแบบเยื้องกัน WWR50 โดยเป็นหน่วยพักอาศัยประเภทห้องพักขนาดกว้าง 1.60 เมตร ยาว 2.50 เมตร และสูง 2.60 เมตร โดย ผู้วิจัย ,2560

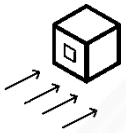
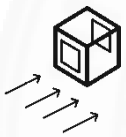
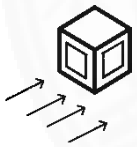
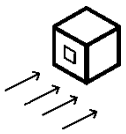
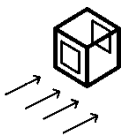


ภาพที่ 4.15 ผลการทดลองสำหรับรูปแบบช่องเปิดสองด้านแบบตรงกัน WWR50 และ 80 โดยเป็นหน่วยพักอาศัยประเภทห้องพักขนาดกว้าง 1.60 เมตร ยาว 2.50 เมตร และสูง 2.60 เมตร โดย ผู้วิจัย ,2560

Ref. code: 25595816030141UDA

ตารางที่ 4.3

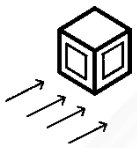
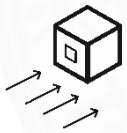
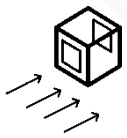
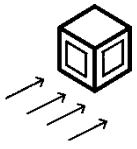
สรุปผลการทดลองของหน่วยพักอาศัยประเภทห้องพักที่ได้ทำการลดขนาดโดยอ้างอิงจากกรณีศึกษา โดยมีพื้นที่ลดลง50% ขนาดกว้าง 1.60 เมตร ยาว 2.50 เมตร และสูง 2.60 เมตร ลมทิศตะวันตกเฉียงใต้

WWR20	ทิศ	ความเร็วลมในห้อง		Vเฉลี่ย(m/s)
		max(m/s)	min(m/s)	
	N	0.045	0.010	0.028
	S	0.061	0.012	0.036
	W	0.416	0.059	0.137
	E	0.237	0.046	0.104
	WE	0.189	0.059	0.12
	NS	0.118	0.02	0.051
	NW	0.279	0.03	0.129
	NE	0.323	0.018	0.087
	SW	0.34	0.028	0.143
	SE	0.323	0.018	0.064
WWR50	ทิศ	ความเร็วลมในห้อง		Vเฉลี่ย(m/s)
		max(m/s)	min(m/s)	
	N	0.129	0.02	0.058
	S	0.064	0.021	0.043
	W	0.093	0.029	0.05
	E	0.082	0.011	0.04
	WE	0.293	0.072	0.197
	NS	0.223	0.01	0.076

Ref. code: 25595816030141UDA

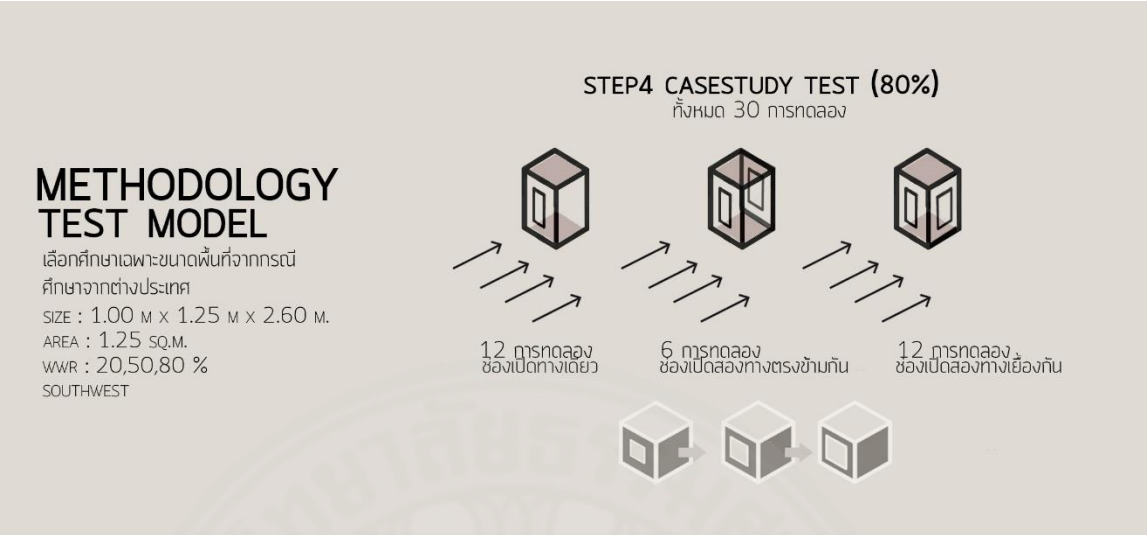
ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

สรุปผลการทดลองของหน่วยพักอาศัยประเภทห้องพักที่ได้ทำการลดขนาดโดยอ้างอิงจากกรณีศึกษา โดยมีพื้นที่ลดลง50% ขนาดกว้าง 1.60 เมตร ยาว 2.50 เมตร และสูง 2.60 เมตร ลมทิศตะวันตกเฉียงใต้

WWR50	ทิศ	ความเร็วลมในห้อง		Vเฉลี่ย(m/s)
		max(m/s)	min(m/s)	
	NW	0.236	0.033	0.128
	NE	0.135	0.03	0.057
	SW	0.172	0.052	0.099
	SE	0.088	0.013	0.045
WWR80	ทิศ	ความเร็วลมในห้อง		Vเฉลี่ย(m/s)
		max(m/s)	min(m/s)	
	N	0.132	0.01	0.079
	S	0.079	0.013	0.049
	W	0.159	0.05	0.086
	E	0.089	0.024	0.054
	WE	0.376	0.063	0.209
	NS	0.214	0.033	0.103
	NW	0.215	0.064	0.12
	NE	0.192	0.05	0.188
	SW	0.24	0.096	0.154
	SE	0.115	0.056	0.077

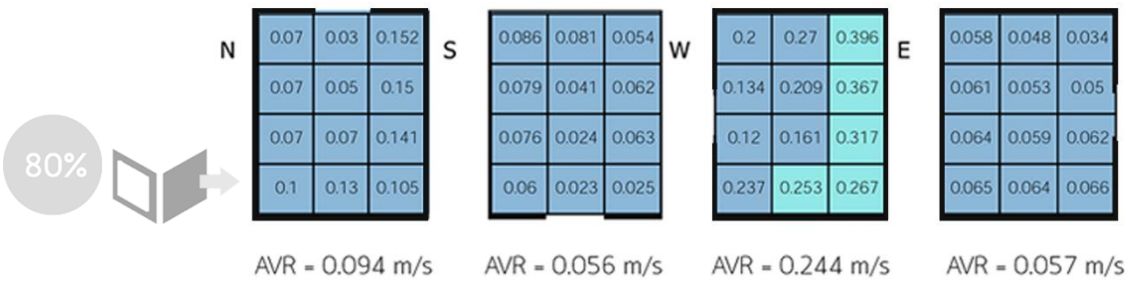
Ref. code: 25595816030141UDA

4.4 ผลการจำลองความเร็วลมในการทดลองที่ 1 STEP4



ภาพที่ 4.16 การกำหนดขนาด และตัวแปรสำหรับการทดลองที่1 STEP4 โดยเป็นหน่วยพักอาศัยประเภทห้องพักขนาดกว้าง 1.00 เมตร ยาว 1.25 เมตร และสูง 2.60 เมตร โดย ผู้วิจัย ,2560

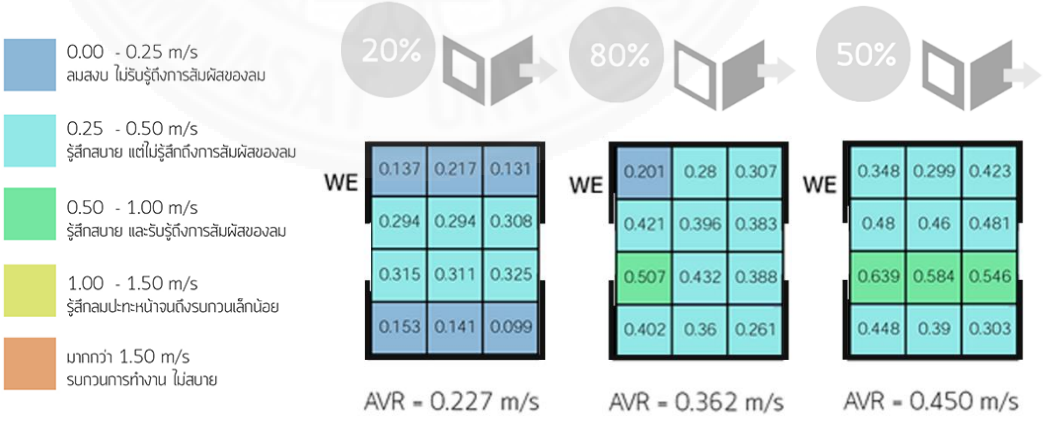
โดยการทดลองที่1 STEP4 คือขนาดของหน่วยพักอาศัยประเภทห้องพักที่ได้ลดขนาดพื้นที่ลงจากมาตรฐาน 80% ความกว้าง 1.00 และความยาว 1.25 เมตร ซึ่งจากการลดขนาดของ STEP4 นี้เลือกใช้ขนาดโดยอ้างอิงจาก Capsule Hotel เป็นขนาดสากลที่ใช้กันสำหรับการออกแบบหน่วยพักอาศัยประเภทชั่วคราว ซึ่งมีขนาดที่เล็กกว่ากฎหมายมากที่สุดสำหรับการทดลองทั้งหมด พบว่าผลการทดลองของอัตราความเร็วลมอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างที่ดีกว่าหน่วยพักอาศัยที่ได้กล่าวมาข้างต้น โดยเมื่อเปรียบเทียบอัตราความเร็วลมเฉลี่ยและอัตราความเร็วลมภายในห้องจะพบว่ามีประสิทธิภาพเทียบเท่าห้องขนาดมาตรฐาน ซึ่งช่องเปิดด้านเดียวที่มีอัตราส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่ผนังร้อยละ 80 มีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด และช่องเปิดสองด้านแบบเยื้องกันมีอัตราความเร็วลมที่ดีรองลงมา และช่องเปิดสองด้านแบบเยื้องกันมีอัตราความเร็วลมที่ดีที่สุดเช่นเดียวกับการทดลองที่1 STEP1-3 ที่ได้กล่าวมาข้างต้น ซึ่งแปรผันกับขนาดช่องเปิดที่เพิ่มขึ้น ทำให้ความเร็วลมมากขึ้น โดยส่วนใหญ่จะมีลมภายในห้องที่ดีมาก ๆ บริเวณใกล้ช่องเปิดขาเข้า และขาออก



ภาพที่ 4.17 ผลการทดลองสำหรับรูปแบบช่องเปิดแบบด้านเดียว WWR80 โดยเป็นหน่วยพักอาศัยประเภทห้องพักขนาดกว้าง 1.00 เมตร ยาว 1.25 เมตร และสูง 2.60 เมตร โดย ผู้วิจัย ,2560

Ref. code: 25595816030141UDA

ภาพที่ 4.18 ผลการทดลองสำหรับรูปแบบช่องเปิดสองด้านแบบเยื้องกัน WWR20,50 และ80 โดยเป็นหน่วยพักอาศัยประเภทห้องพักขนาดกว้าง 1.00 เมตร ยาว 1.25 เมตร และสูง 2.60 เมตร โดย ผู้วิจัย ,2560

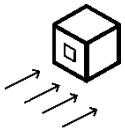
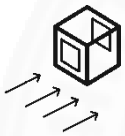
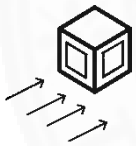
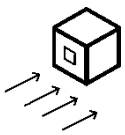
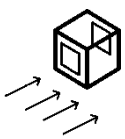


ภาพที่ 4.19 ผลการทดลองสำหรับรูปแบบช่องเปิดสองด้านแบบตรงกัน WWR20,50 และ80 ตำแหน่ง WE โดยเป็นหน่วยพักอาศัยประเภทห้องพักขนาดกว้าง 1.00 เมตร ยาว 1.25 เมตร และสูง 2.60 เมตร โดย ผู้วิจัย ,2560

Ref. code: 25595816030141UDA

ตารางที่ 4.4

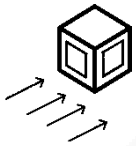
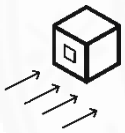
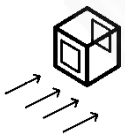
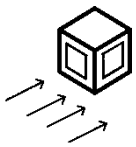
สรุปผลการทดลองของหน่วยพักอาศัยประเภทห้องพักที่ได้ทำการลดขนาดโดยอ้างอิงจากกรณีศึกษา โดยมีพื้นที่ลดลง80% ขนาดกว้าง 1.00 เมตร ยาว 1.25 เมตร และสูง 2.60 เมตร ลมทิศตะวันตกเฉียงใต้

WWR20	ทิศ	ความเร็วลมในห้อง		Vเฉลี่ย(m/s)
		max(m/s)	min(m/s)	
	N	0.129	0.02	0.058
	S	0.096	0.022	0.041
	W	0.02	0.008	0.011
	E	0.041	0.01	0.015
	WE	0.325	0.099	0.227
	NS	0.173	0.03	0.086
	NW	0.353	0.104	0.163
	NE	0.422	0.022	0.11
	SW	0.117	0.03	0.125
	SE	0.23	0.069	0.057
WWR50	ทิศ	ความเร็วลมในห้อง		Vเฉลี่ย(m/s)
		max(m/s)	min(m/s)	
	N	0.139	0.04	0.085
	S	091	0.021	0.06
	W	0.09	0.031	0.05
	E	0.061	0.019	0.038
	WE	0.507	0.201	0.362
	NS	0.157	0.03	0.089

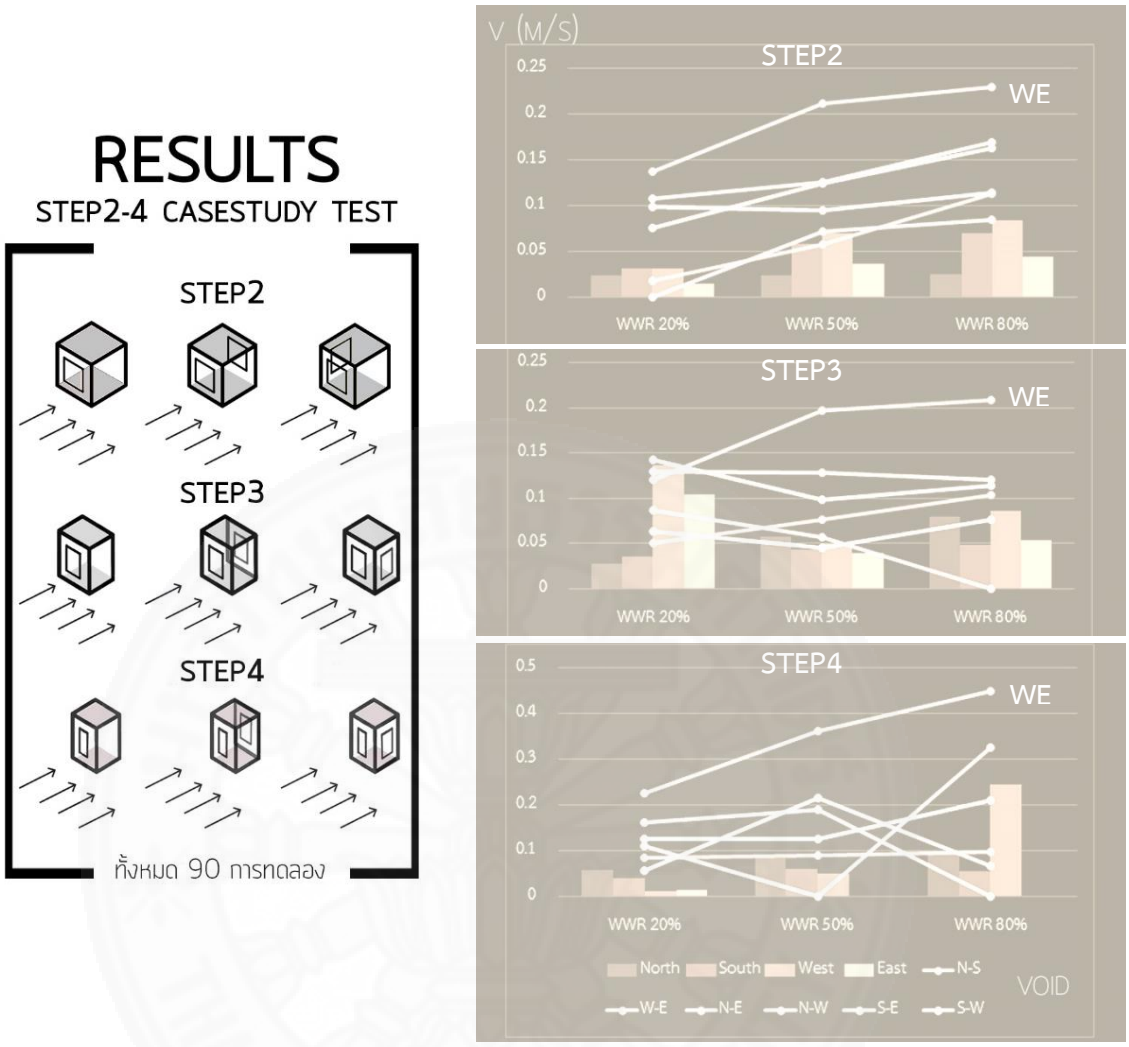
Ref. code: 25595816030141UDA

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

สรุปผลการทดลองของหน่วยพักอาศัยประเภทห้องพักที่ได้ทำการลดขนาดโดยอ้างอิงจากกรณีศึกษา โดยมีพื้นที่ลดลง80% ขนาดกว้าง 1.00 เมตร ยาว 1.25 เมตร และสูง 2.60 เมตร ลมทิศตะวันตกเฉียงใต้

WWR50	ทิศ	ความเร็วลมในห้อง		Vเฉลี่ย(m/s)
		max(m/s)	min(m/s)	
	NW	0.236	0.12	0.19
	NE	0.264	0.052	0.098
	SW	0.242	0.04	0.127
	SE	0.375	0.11	0.216
WWR80	ทิศ	ความเร็วลมในห้อง		Vเฉลี่ย(m/s)
		max(m/s)	min(m/s)	
	N	0.152	0.05	0.094
	S	0.086	0.023	0.056
	W	0.396	0.12	0.244
	E	0.065	0.03	0.057
	WE	0.639	0.299	0.45
	NS	0.137	0.05	0.097
	NW	0.251	0.139	0.188
	NE	0.453	0.223	0.326
	SW	0.278	0.15	0.21
	SE	0.207	0.024	0.067

Ref. code: 25595816030141UDA



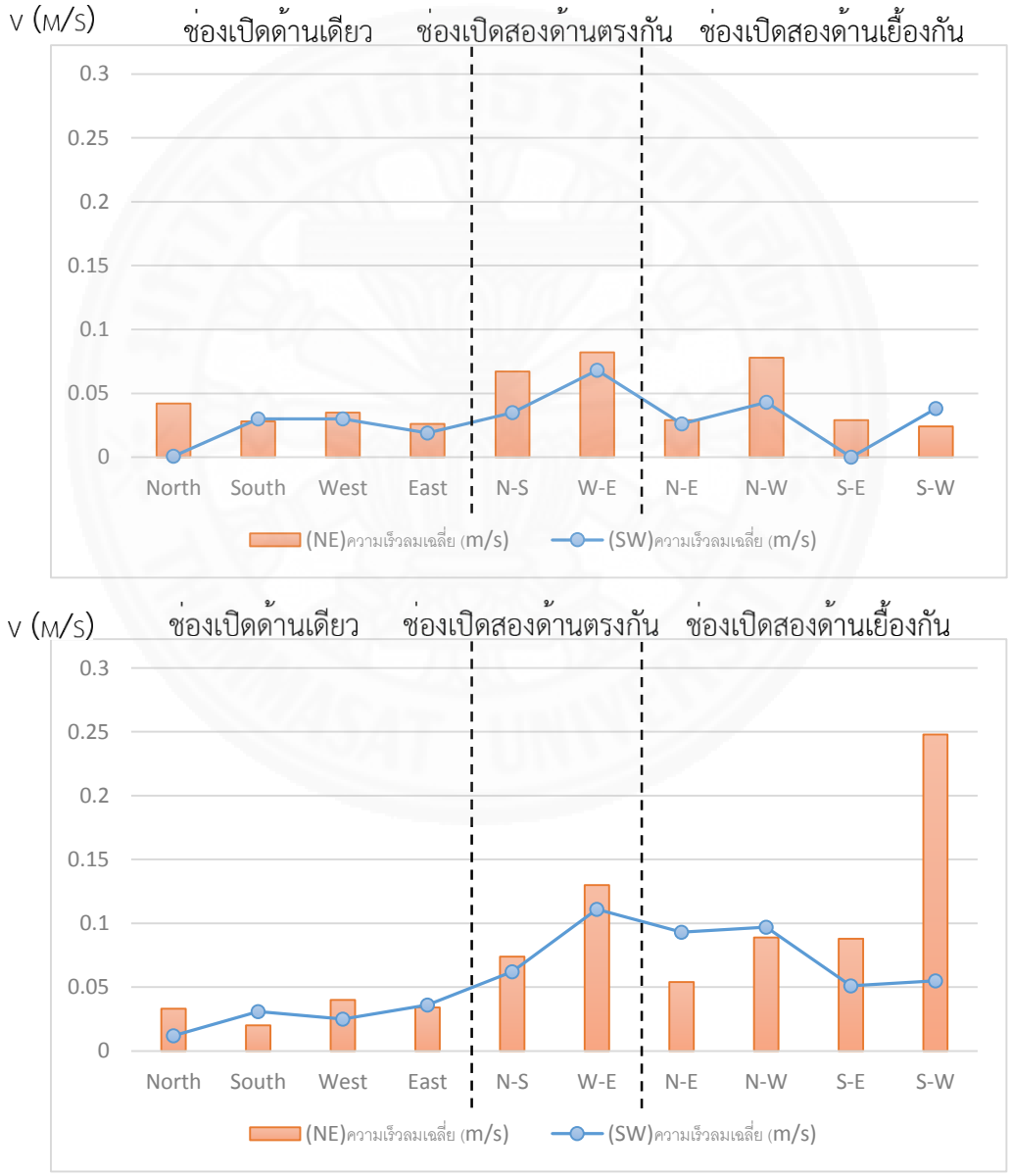
ภาพที่ 4.20 กราฟสรุปผลการทดลองของกรณีศึกษาที่ได้ลดขนาดสัดส่วน STEP2-4 โดย ผู้วิจัย ,2560

จากการทดลองที่ 4.2-4.4 นั้นสามารถสรุปตามกราฟได้โดยกำหนดให้กราฟแท่งเป็นช่องเปิดแบบด้านเดียว และกราฟเส้นเป็นช่องเปิดแบบสองด้านซึ่งผลการทดลองที่ 4.2 ที่มีขนาดหน่วยพักอาศัยเท่ากันทุกด้านพบความแตกต่างอย่างเห็นได้ชัดระหว่างช่องเปิดด้านเดียว และช่องเปิดสองด้านซึ่งช่องเปิดสองด้านจะมีประสิทธิภาพของอัตราความเร็วลมที่ดีกว่า ผลการทดลองที่ 4.3 ลดขนาดพื้นที่ 50% พบว่าขนาดช่องเปิดไม่มีส่วนที่ทำให้อัตราความเร็วลมเปลี่ยนแปลงไป และผลการทดลองที่ 4.4 ผลการทดลองลำดับสุดท้ายที่มีการลดขนาดพื้นที่ 80% พบกว่า ทิศทางลม ขนาดช่องเปิด และตำแหน่งของช่องเปิดต่างก็มีส่วนเกี่ยวข้องต่อการออกแบบทั้งสิ้น เพราะโดยส่วนใหญ่แล้วแต่ละรูปแบบ ซึ่งทั้งสามการทดลองข้างต้นตำแหน่งที่เห็นการเปลี่ยนแปลงที่ดีที่สุดคือ WE หรือตะวันตก-ตะวันออก

Ref. code: 25595816030141UDA

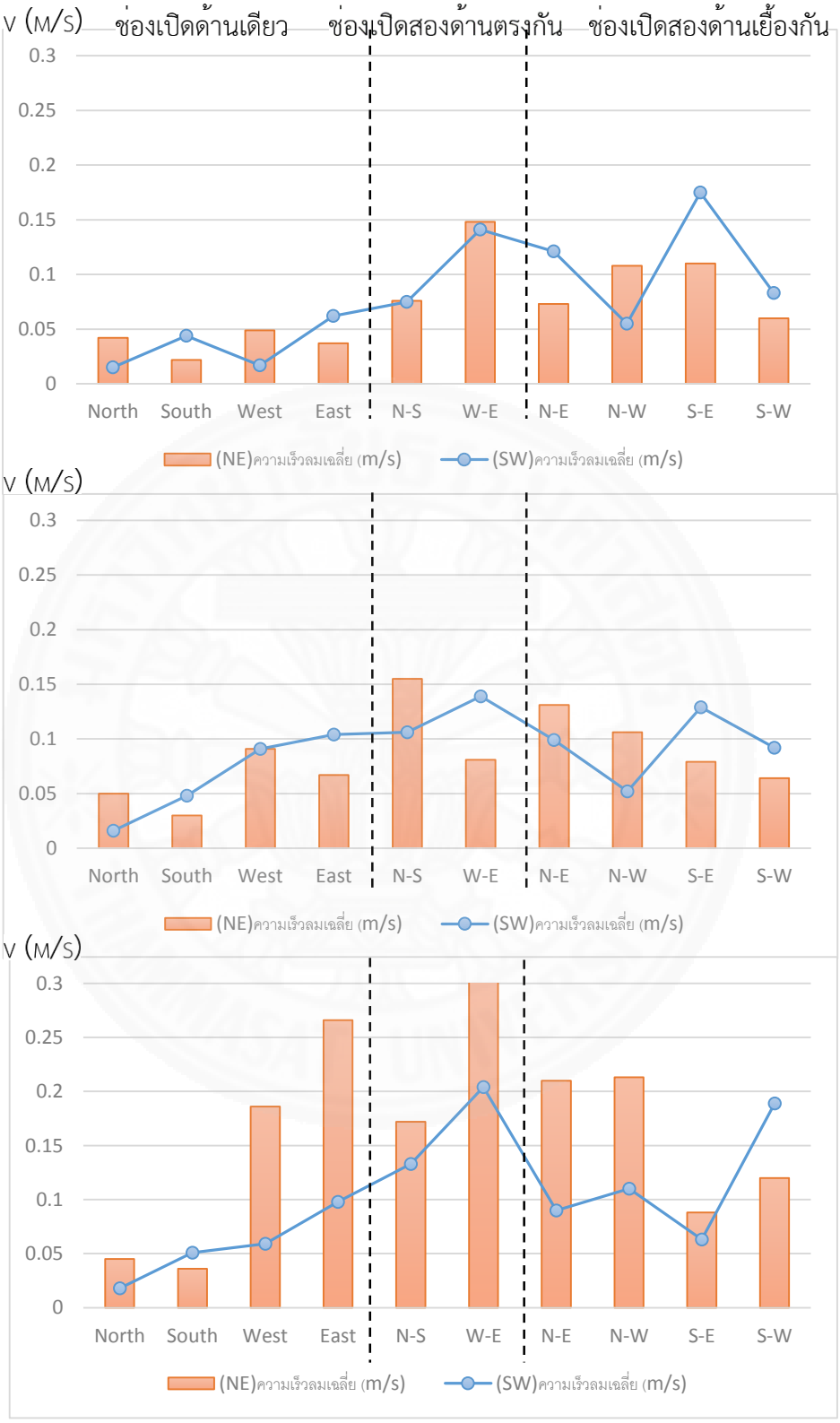
4.5 ผลการจำลองความเร็วลมในการทดลองที่ 2 STEP1 (Original)

โดยการทดลองที่2 STEP1 คือขนาดของหน่วยพักอาศัยประเภทตึกแถว (Commercial Building) ที่เล็กที่สุดตามมาตรฐานกฎหมายของประเทศไทยโดยจากการทดลองนั้นพบว่าความเร็วลมสำหรับอัตราส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่อาคาร WWR10-30 แทบจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงเช่นเดียวกับการทดลองที่1 ไม่ว่าจะเป็นลมทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ และตะวันออกเฉียงเหนือ ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกเสนอเพียงแค่อัตราส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่ผนังร้อย 50 และ80 เท่านั้น โดยจะแสดงกราฟเปรียบเทียบระหว่างลมทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ และ ทิศตะวันออกเฉียงเหนือของอัตราส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่ผนังทั้งหมด 5 ประเภทดังต่อไปนี้



ภาพที่ 4.21 กราฟแสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของความเร็วลมระหว่างลมทางทิศตะวันตกเฉียงใต้และ ลมทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (ตึกแถวขนาดเล็กตามกฎหมายกำหนด) WWR10-20 โดย ผู้วิจัย

Ref. code: 25595816030141UDA



ภาพที่ 4.22 กราฟแสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของความเร็วลมระหว่างลมทางทิศตะวันตกเฉียงใต้และ ลมทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (ตึกแถวขนาดเล็กตามกฎหมายกำหนด) WWR30-80 โดย ผู้วิจัย

Ref. code: 25595816030141UDA

จากภาพที่ 4.20-4.21 เป็นกราฟแสดงความแตกต่างระหว่างทิศทางลมทางด้านตะวันตกเฉียงใต้ และตะวันออกเฉียงเหนือ สำหรับหน่วยพักอาศัยประเภทตึกแถวขนาดเล็กตามมาตรฐานของกฎหมายประเทศไทย โดยกำหนดขนาดในการทดลองคือ กว้าง 4.0 เมตร ยาว 7.50 เมตร และสูง 2.60 เมตร ซึ่งผลการทดลองค่อนข้างใกล้เคียงกับการทดลองที่ 1 STEP1 หน่วยพักอาศัยประเภทห้องพักขนาดเล็กตามกฎหมายกำหนด ซึ่งให้ผลการเปลี่ยนแปลงแค่อัตราส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่ผนังร้อยละ 50 และ 80 เท่านั้น เพราะฉะนั้นการทดลองต่อ ๆ ไปจึงนำเสนอเพียงแค่ลมทางทิศตะวันตกเฉียงใต้เพียงเท่านั้น โดยมีผลการทดลองโดยรวมทั้ง 5 ประเภทดังนี้

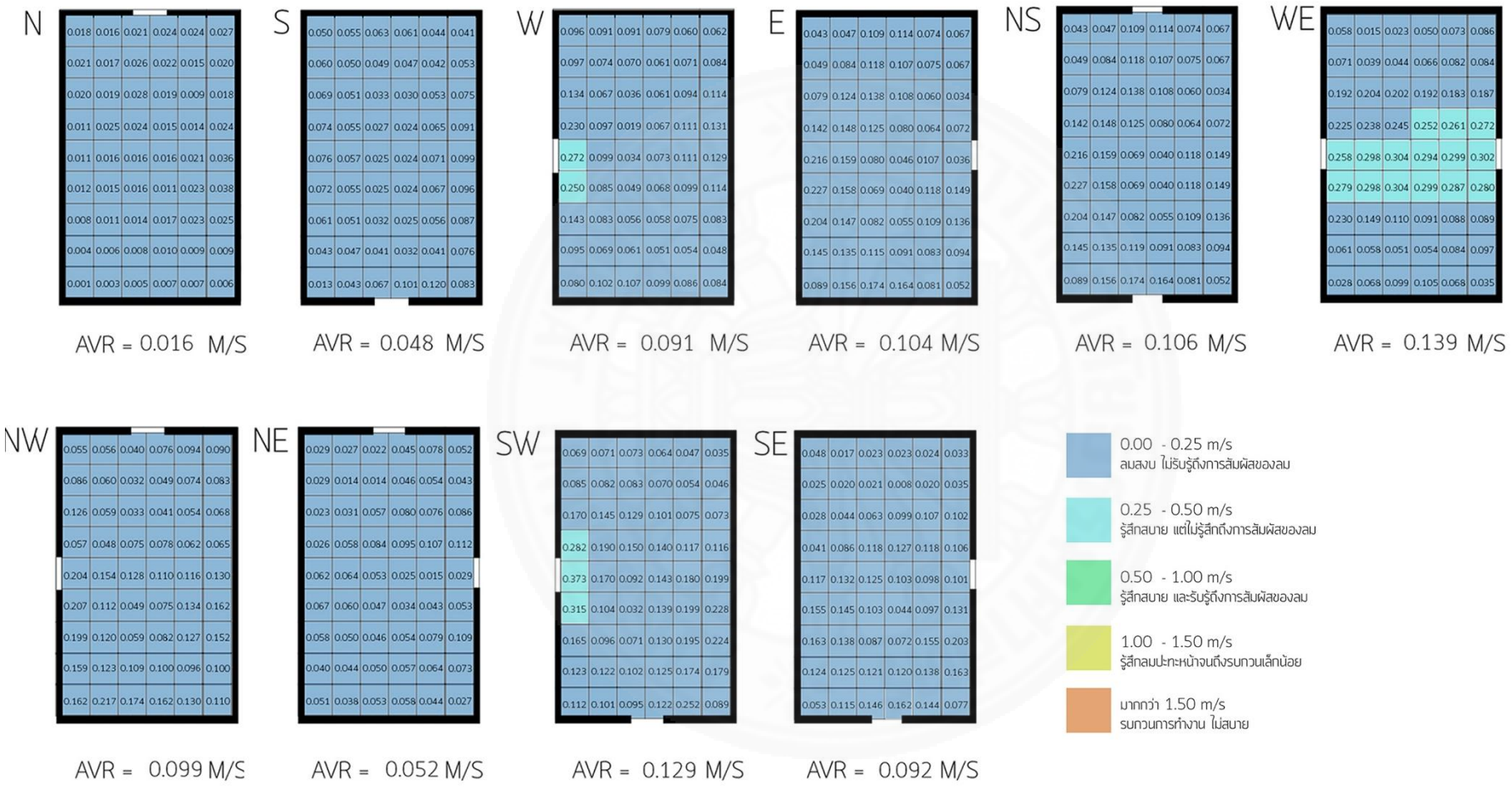
ช่องเปิดทางเดียว สำหรับอัตราส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่ผนังร้อยละ 10-30 มีความเร็วลมค่อนข้างต่ำมีค่าน้อยกว่า 0.50 เมตรต่อวินาที ส่วนสำหรับอัตราส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่ผนังร้อยละ 50 ขึ้นไปจะมีค่าเพิ่มมากขึ้นอยู่ระหว่าง 0.090-0.10 เมตรต่อวินาที

ช่องเปิดสองทางแบบตรงกัน สำหรับอัตราส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่ผนังร้อยละ 10-30 มีความเร็วลมอยู่ระหว่าง 0.05-0.15 เมตรต่อวินาที โดยส่วนใหญ่แล้วตำแหน่งที่ดีที่สุดคือ WE สำหรับอัตราส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่ผนังร้อยละ 50 ขึ้นไปจะมีค่าเพิ่มมากกว่า 0.10 เมตรต่อวินาที ซึ่งจะเห็นความเปลี่ยนแปลงระหว่างลมทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ และตะวันออกเฉียงเหนืออย่างชัดเจน ตัวอย่างเช่น ลมทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ WWR50 ตำแหน่ง WE จะมีค่าที่ดีที่สุดอยู่ที่ 0.304 เมตรต่อวินาที และลมทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ WWR50 ตำแหน่ง NS จะมีค่าดีที่สุดอยู่ที่ 0.155 เมตรต่อวินาที

และช่องเปิดสองทางแบบเยื้องกันโดยส่วนใหญ่แล้วจะมีค่าอัตราความเร็วลมมากกว่ารูปแบบอื่น ซึ่งจะมีค่ามากกว่า 0.90 เมตรต่อวินาที ยกเว้น WWR10 โดยช่องเปิดสองทิศทางตำแหน่งช่องเปิดเยื้องกัน จะมีลักษณะลมที่พัดเข้าภายในห้องหรืออาคารค่อนข้างเยอะบริเวณใกล้ช่องเปิด เนื่องจากห้องมีลักษณะลึกดังนั้นบริเวณที่ไกลจากช่องเปิดจึงค่อนข้างอับลมมากกว่ากรณีศึกษาที่มีความลึกที่น้อยอย่างกรณีศึกษาแรก

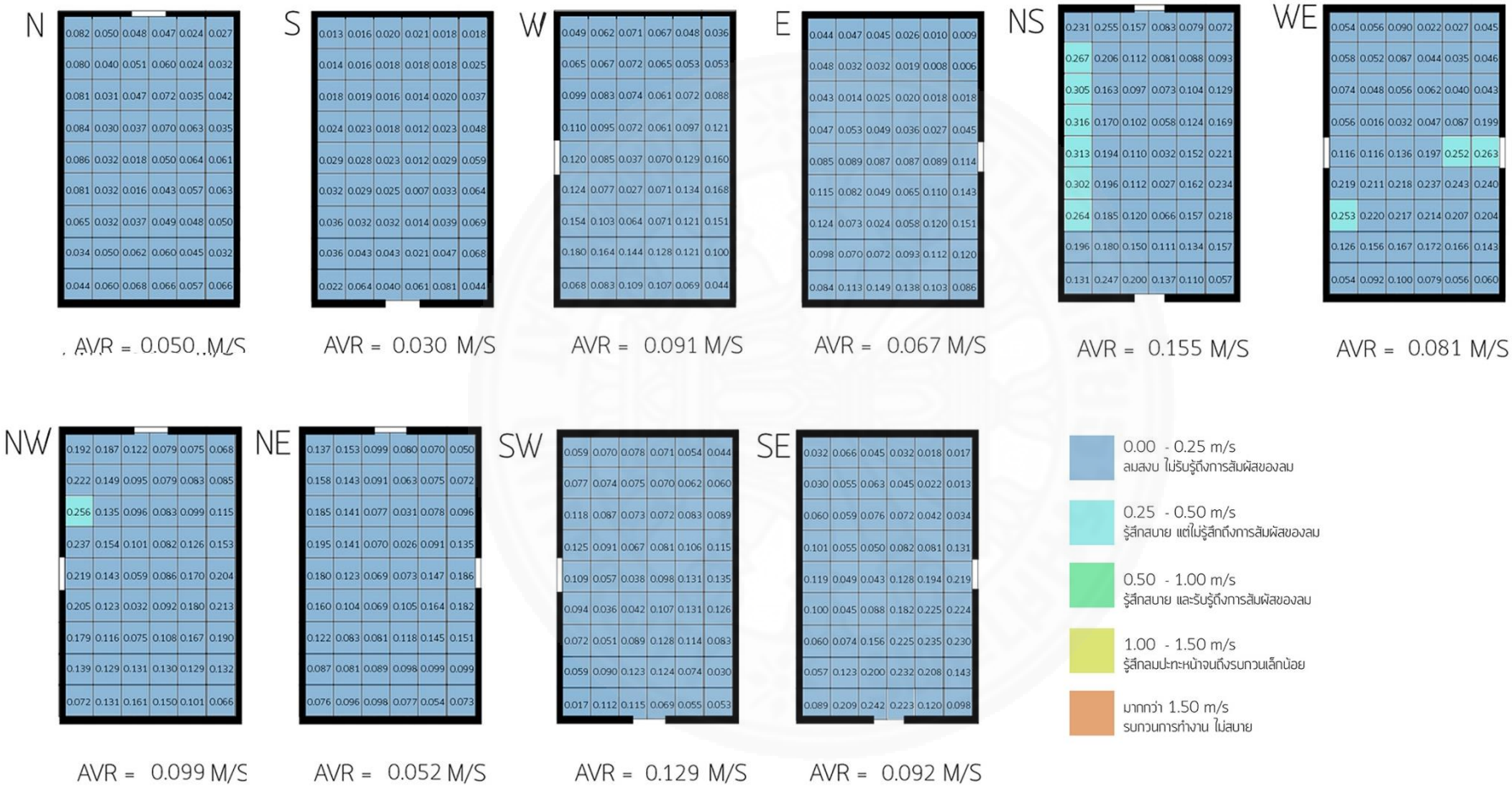
จากการทดลองพบว่าการทดลองนี้มีการเปลี่ยนแปลงคล้ายคลึงกับการทดลองที่ 1 มาตรฐานของห้องพักอาศัยส่วนใหญ่ ซึ่งจะเห็นว่าเมื่อมีขนาดความลึกที่มากขึ้นตัวแปรที่เปลี่ยนแปลงมาขึ้นคืออัตราความเร็วลมภายในห้อง โดยส่วนใหญ่แล้วช่องเปิดแบบด้านเดียวยิ่งอยู่มุมห้องลึกยิ่งอับลมมากโดยจะมีค่าต่ำสุดคือ 0.0 เมตรต่อวินาที เพราะฉะนั้นช่องเปิดสองทางจริงเป็นทางเลือกที่ดีที่สุดสำหรับหน่วยพักอาศัยประเภทตึกแถว

Ref. code: 25595816030141UDA



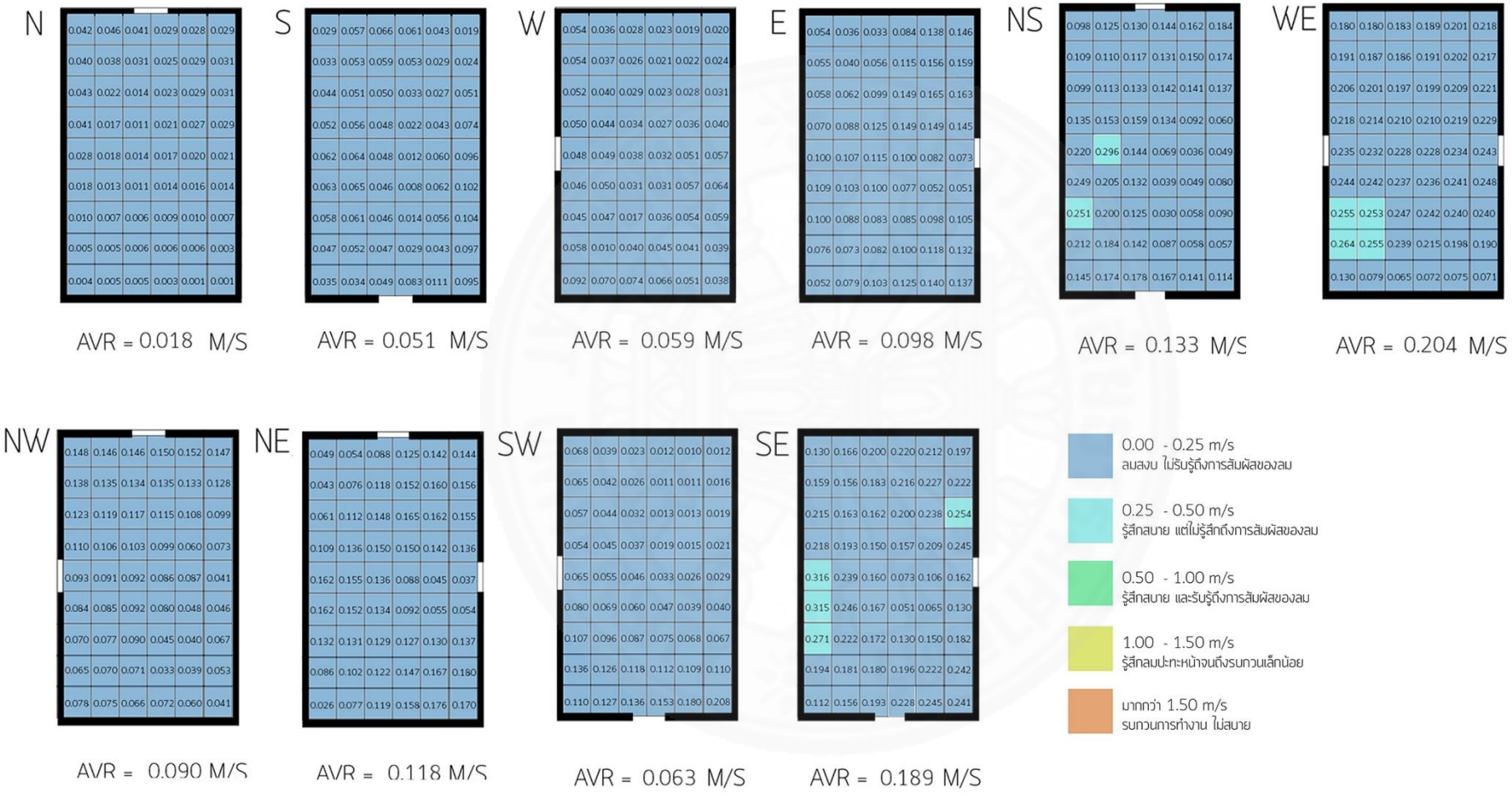
ภาพที่ 4.23 ผลการทดลองที่มีอัตราส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่ผนังร้อยละ50 ลมทิศตะวันตกเฉียงใต้ (ตึกแถวขนาดเล็กตามมาตรฐาน) โดย ผู้วิจัย

Ref. code: 25595816030141UDA



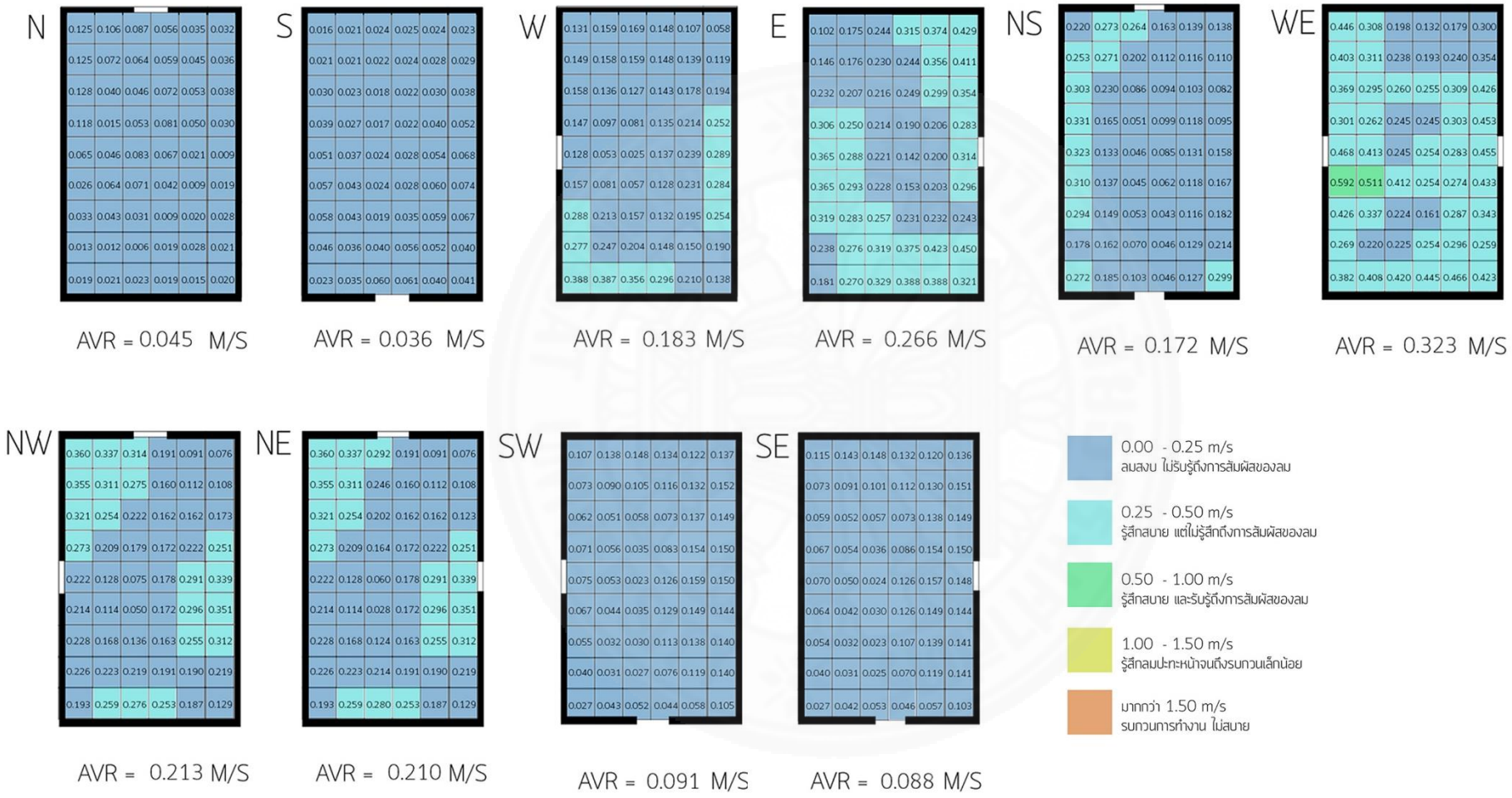
ภาพที่ 4.24 ผลการทดลองที่มีอัตราส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่ผนังร้อยละ50 ลมทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (ตึกแถวขนาดเล็กตามมาตรฐาน) โดย ผู้วิจัย

Ref. code: 25595816030141UDA



ภาพที่ 4.25 ผลการทดลองที่มีอัตราส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่ผนังร้อยละ80 ลมทิศตะวันตกเฉียงใต้ (ตึกแถวขนาดเล็กตามมาตรฐาน) โดย ผู้วิจัย

Ref. code: 25595816030141UDA

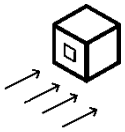
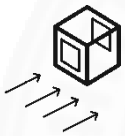
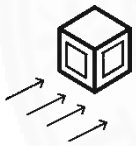
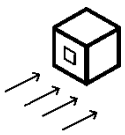
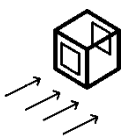


ภาพที่ 4.26 ผลการทดลองที่มีอัตราส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่ผนังร้อยละ80 ลมทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (ตึกแถวขนาดเล็กตามมาตรฐาน) โดย ผู้วิจัย

Ref. code: 25595816030141UDA

ตารางที่ 4.5

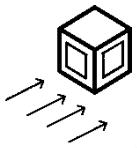
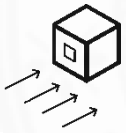
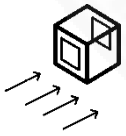
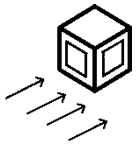
สรุปผลการทดลองของหน่วยพักอาศัยประเภทตึกแถวที่ได้ทำการลดขนาดโดยอ้างอิงจากกรณีศึกษา ขนาดกว้าง 4.00 เมตร ยาว 7.50 เมตร และสูง 2.60 เมตร ลมทิศตะวันตกเฉียงใต้

WWR20	ทิศ	ความเร็วลมในห้อง		Vเฉลี่ย(m/s)
		max(m/s)	min(m/s)	
	N	0.029	0	0.012
	S	0.137	0.004	0.031
	W	0.074	0.011	0.025
	E	0.085	0.007	0.036
	WE	0.243	0.023	0.111
	NS	0.115	0.022	0.062
	NW	0.327	0.011	0.097
	NE	0.196	0.019	0.073
	SW	0.184	0.017	0.055
	SE	0.171	0.011	0.051
WWR50	ทิศ	ความเร็วลมในห้อง		Vเฉลี่ย(m/s)
		max(m/s)	min(m/s)	
	N	0.038	0.001	0.016
	S	0.12	0.024	0.048
	W	0.272	0.06	0.091
	E	0.227	0.046	0.104
	WE	0.304	015	0.139
	NS	0.174	0.034	0.106

Ref. code: 25595816030141UDA

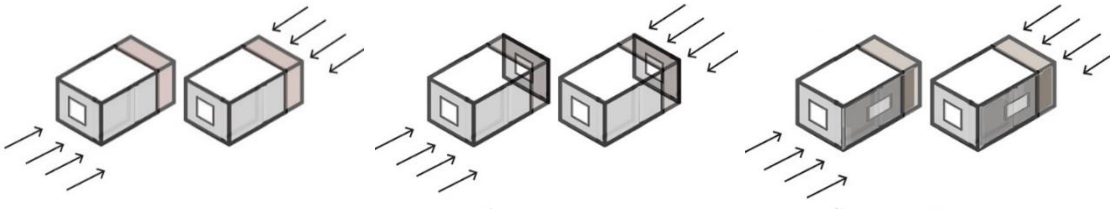
ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

สรุปผลการทดลองของหน่วยพักอาศัยประเภทตึกแถวที่ได้ทำการลดขนาดโดยอ้างอิงจากกรณีศึกษา ขนาดกว้าง 4.00 เมตร ยาว 7.50 เมตร และสูง 2.60 เมตร ลมทิศตะวันตกเฉียงใต้

WWR50	ทิศ	ความเร็วลมในห้อง		Vเฉลี่ย(m/s)
		max(m/s)	min(m/s)	
	NW	0.207	0.032	0.099
	NE	0.112	0.022	0.052
	SW	0.373	0.035	0.129
	SE	0.162	0.017	0.092
WWR80	ทิศ	ความเร็วลมในห้อง		Vเฉลี่ย(m/s)
		max(m/s)	min(m/s)	
	N	0.046	0.001	0.018
	S	0.111	0.008	0.051
	W	0.092	0.01	0.059
	E	0.165	0.033	0.098
	WE	0.264	0.065	0.204
	NS	0.296	0.03	0.133
	NW	0.152	0.033	0.09
	NE	0.165	0.026	0.118
	SW	0.208	0.01	0.063
	SE	0.316	0.065	0.189

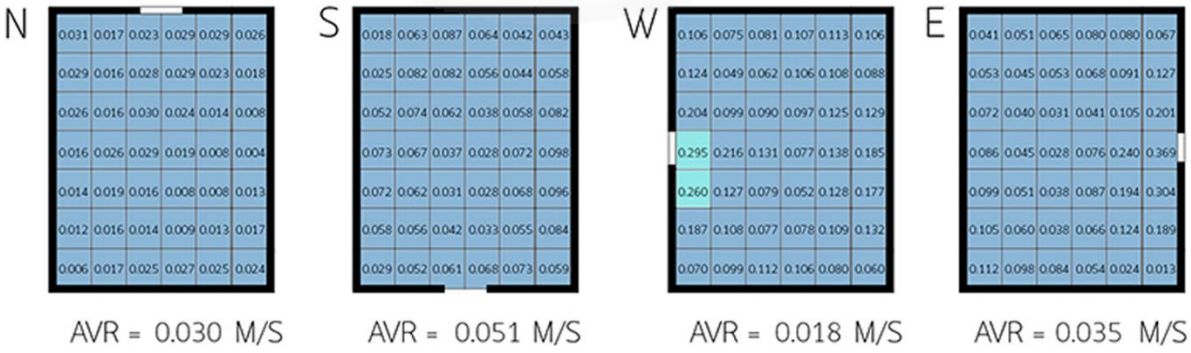
Ref. code: 25595816030141UDA

4.6 ผลการจำลองความเร็วลมในการทดลองที่ 2 STEP2 (Original)



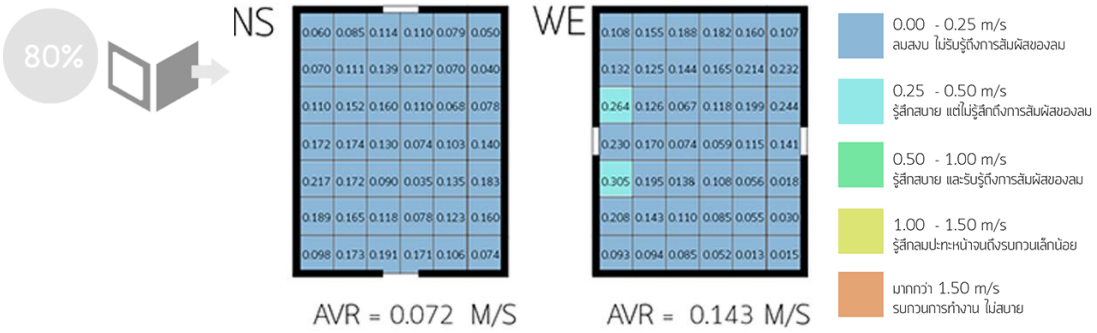
ภาพที่ 4.27 การทดลองโดยรวมของการทดลองที่2 STEP2 มาตรฐานหน่วยพักอาศัยประเภททาวน์เฮ้าส์ขนาดเล็กที่สุดตามกฎหมายกำหนด, โดย ผู้วิจัย

การทดลองที่2 STEP2 เป็นการทดลองของหน่วยพักอาศัยประเภทบ้าน หรือทาวน์เฮ้าส์ขนาดเล็กตามมาตรฐานกฎหมายประเทศไทย ซึ่งมีขนาดความกว้าง 4.0 เมตร ยาว 6.0 เมตร และสูง 2.60 เมตรซึ่งมีความลึกน้อยกว่า STEP1 เพียงเล็กน้อย ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบหน่วยพักอาศัยสำหรับผู้อาศัยที่ใช้กันอย่างแพร่หลายภายในประเทศไทย เพื่อทดสอบหาความแตกต่าง และความสัมพันธ์ระหว่างขนาด ที่แตกต่างกัน ในกรณีนี้เมื่อมีการลดขนาดความลึกให้สั้นลง ผลการทดลองพบว่าหน่วยพักอาศัยประเภททาวน์เฮ้าส์นั้นมีอัตราของความลมค่อนข้างแย่กว่าหน่วยพักอาศัยประเภทตึกแถวเพียงเล็กน้อย ซึ่งจะทำการนำเสนอเพียงแค่การทดลองที่เห็นการเปลี่ยนแปลงนั้นคือช่องเปิดด้านเดียวที่มีอัตราส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่ผนังร้อยละ 50 ช่องเปิดสองด้านแบบตรงกันอัตราส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่ผนังร้อยละ 80 และช่องเปิดสองด้านแบบเยื้องกันมีการเปลี่ยนแปลงทั้งหมด 3 ประเภทคืออัตราส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่ผนังร้อยละ 20 ,50 และ80

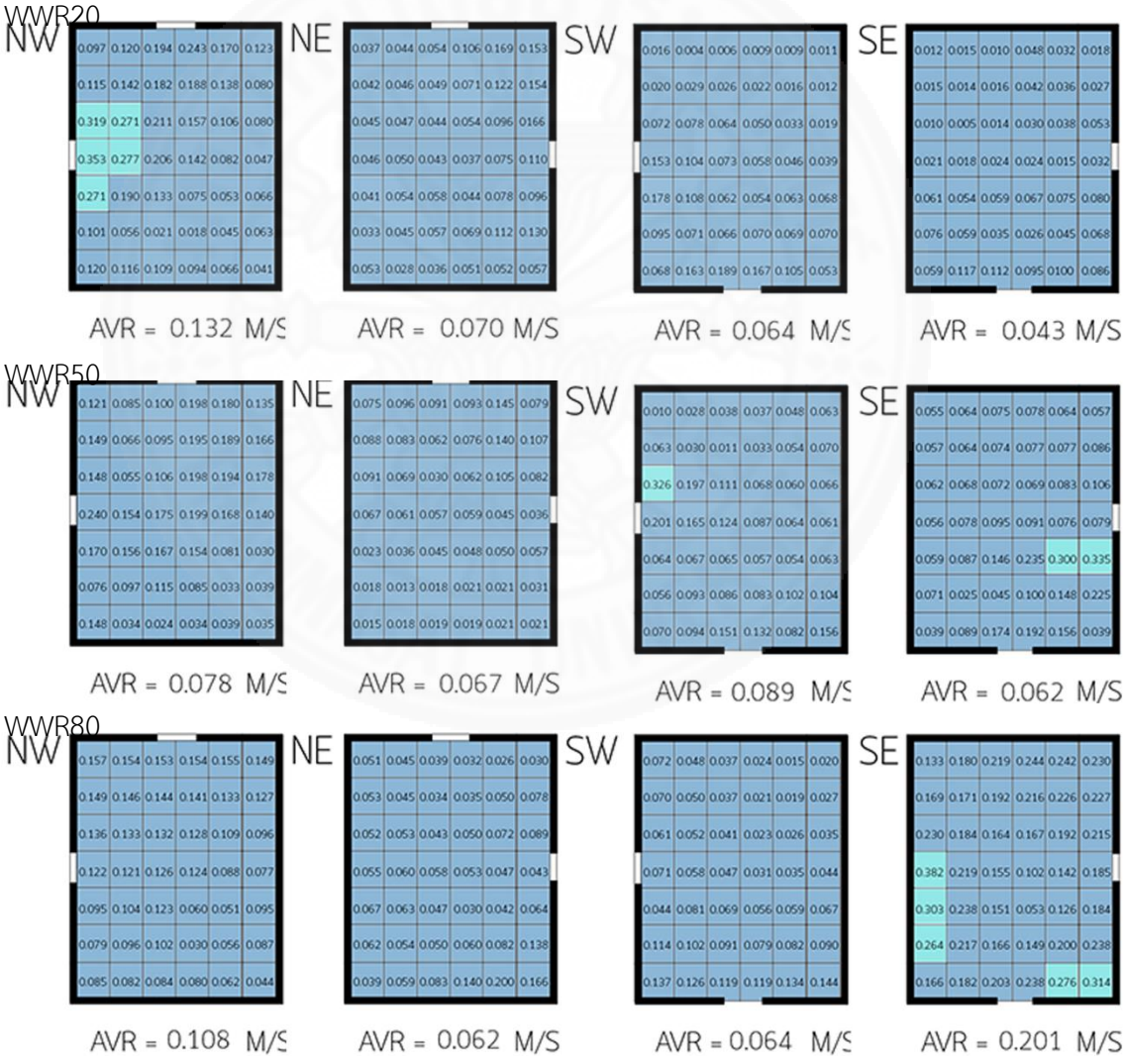


ภาพที่ 4.28 ผลการทดลองสำหรับรูปแบบช่องเปิดแบบด้าน เดียว WWR50 โดยเป็นหน่วยพักอาศัยประเภททาวน์เฮ้าส์ขนาดกว้าง 4.00 เมตร ยาว 6.0 เมตร และสูง 2.60 เมตร โดย ผู้วิจัย ,2560

Ref. code: 25595816030141UDA



ภาพที่ 4.29 ผลการทดลองสำหรับรูปแบบช่องเปิดสองด้านแบบตรงกัน WWR80 โดยเป็นหน่วยพักอาศัยประเภททาวน์เฮ้าส์ขนาดกว้าง 4.00 เมตร ยาว 6.0 เมตร และสูง 2.60 เมตร โดย ผู้วิจัย ,2560

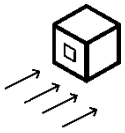
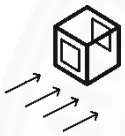
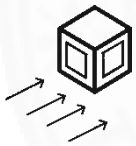
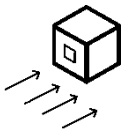
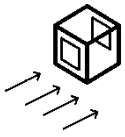


ภาพที่ 4.30 ผลการทดลองสำหรับรูปแบบช่องเปิดสองด้านแบบเยื้องกัน WWR20, 50 และ 80 โดยเป็นหน่วยพักอาศัยประเภททาวน์เฮ้าส์ขนาดกว้าง 4.00 เมตร ยาว 6.0 เมตร และสูง 2.60 เมตร โดย ผู้วิจัย ,2560

Ref. code: 25595816030141UDA

ตารางที่ 4.6

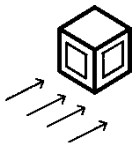
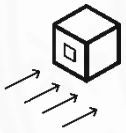
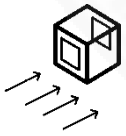
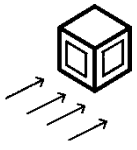
สรุปผลการทดลองของหน่วยพักอาศัยประเภทตึกแถวที่ได้ทำการลดขนาดโดยอ้างอิงจากกรณีศึกษา ขนาดกว้าง 4.00 เมตร ยาว 6.00 เมตร และสูง 2.60 เมตร ลมทิศตะวันตกเฉียงใต้

WWR20	ทิศ	ความเร็วลมในห้อง		Vเฉลี่ย(m/s)
		max(m/s)	min(m/s)	
	N	0.048	0.012	0.027
	S	0.088	0.024	0.043
	W	0.043	0.007	0.023
	E	0.065	0.011	0.031
	WE	0.211	0.017	0.119
	NS	0.084	0.011	0.047
	NW	0.353	0.018	0.132
	NE	0.169	0.028	0.07
	SW	0.189	0.009	0.064
	SE	0.112	0.01	0.043
WWR50	ทิศ	ความเร็วลมในห้อง		Vเฉลี่ย(m/s)
		max(m/s)	min(m/s)	
	N	0.031	0.004	0.018
	S	0.098	018	0.057
	W	0.295	0.06	0.117
	E	0.369	0.028	0.092
	WE	0.305	0.013	0.131
	NS	0.217	0.035	0.119

Ref. code: 25595816030141UDA

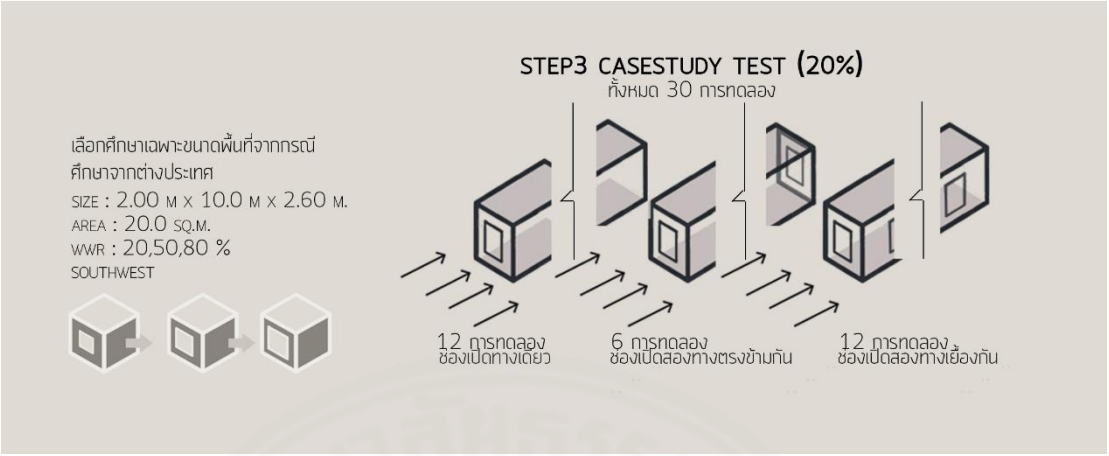
ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

สรุปผลการทดลองของหน่วยพักอาศัยประเภทตึกแถวที่ได้ทำการลดขนาดโดยอ้างอิงจากกรณีศึกษา ขนาดกว้าง 4.00 เมตร ยาว 6.00 เมตร และสูง 2.60 เมตร ลมทิศตะวันตกเฉียงใต้

WWR50	ทิศ	ความเร็วลมในห้อง		Vเฉลี่ย(m/s)
		max(m/s)	min(m/s)	
	NW	0.24	0.03	0.123
	NE	0.107	0.015	0.056
	SW	0.326	0.01	0.085
	SE	0.335	0.055	0.1
WWR80	ทิศ	ความเร็วลมในห้อง		Vเฉลี่ย(m/s)
		max(m/s)	min(m/s)	
	N	0.049	0.007	0.021
	S	0.105	0.02	0.069
	W	0.073	0.016	0.047
	E	0.125	0.032	0.065
	WE	0.247	0.157	0.211
	NS	0.149	0.028	0.109
	NW	0.157	0.051	0.108
	NE	0.2	0.026	0.062
	SW	0.144	0.015	0.064
	SE	0.382	0.053	0.201

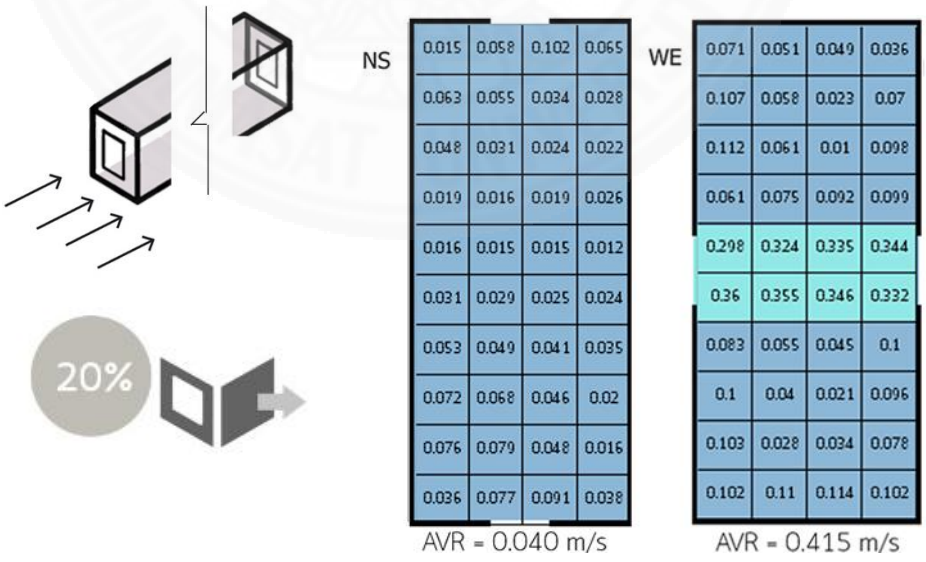
Ref. code: 25595816030141UDA

4.7 ผลการจำลองความเร็วลมในการทดลองที่ 2 STEP3



ภาพที่ 4.31 การกำหนดขนาด และตัวแปรสาหรับการทดลองที่2 STEP3 โดยเป็นหน่วยพักอาศัยประเภทตึกแถวขนาดกว้าง 2.00 เมตร ยาว 10.0 เมตร และสูง 2.60 เมตร โดย ผู้วิจัย ,2560

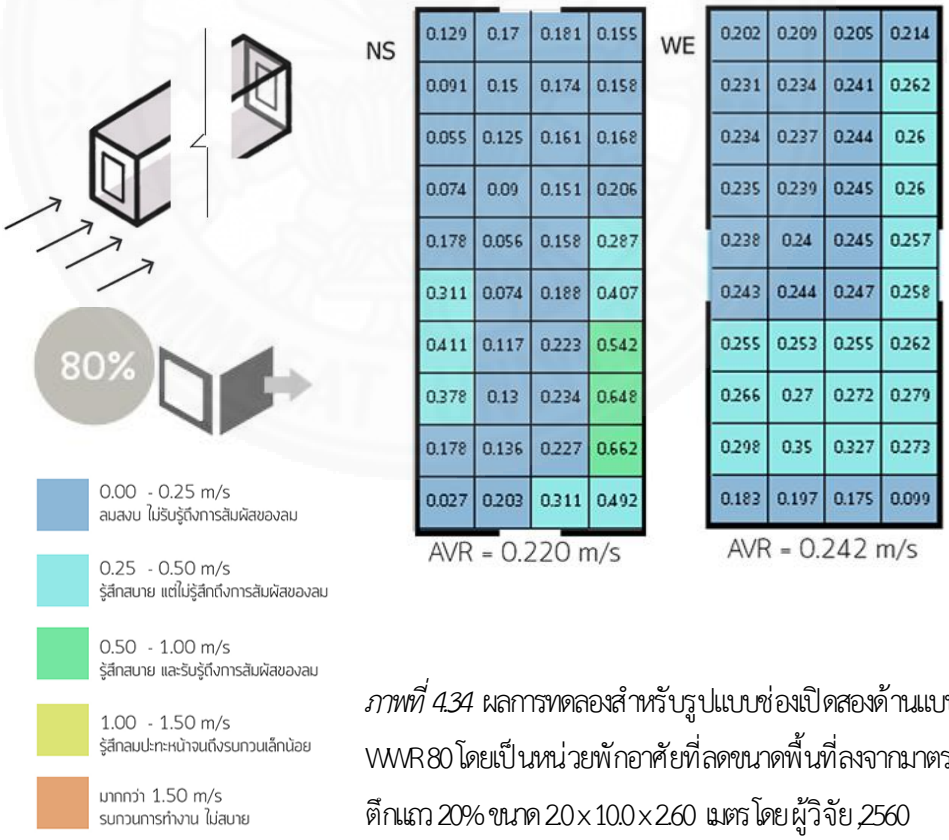
โดยการทดลองที่2 STEP3 คือขนาดของหน่วยพักอาศัยประเภทตึกแถวที่ได้ลดขนาดลงโดยกำหนดให้มีพื้นที่ลดลง 20% ความกว้างลดลงครึ่งหนึ่งของความกว้างขนาดมาตรฐานเป็น 2.00 เมตร ความยาวเพิ่มขึ้นเป็น 10.0 เมตร และความสูง 2.60 เมตร โดยอ้างอิงจาก Tokyo House ,Japan ซึ่งกำหนดอัตราส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่อาคารร้อยละ 20 50 และ 80 เท่านั้นโดยพบว่า ผลการทดลองสำหรับช่องเปิดด้านเดียวนั้นอัตราความเร็วลมไม่ส่งผลใดๆ แต่ส่งผลที่ดีกว่าขนาดมาตรฐานเฉพาะเพียงแค่ช่องเปิดสองด้านแบบตรงกัน และแบบเยื้องกันทั้ง 3 กรณีดังต่อไปนี้



ภาพที่ 4.32 ผลการทดลองสำหรับรูปแบบช่องเปิดสองด้านแบบตรงกัน WWR 20 โดยเป็นหน่วยพักอาศัยที่ลดขนาดพื้นที่ลงจากมาตรฐานของตึกแถว 20% ขนาด 2.0 x 10.0 x 2.60 เมตร โดย ผู้วิจัย ,2560

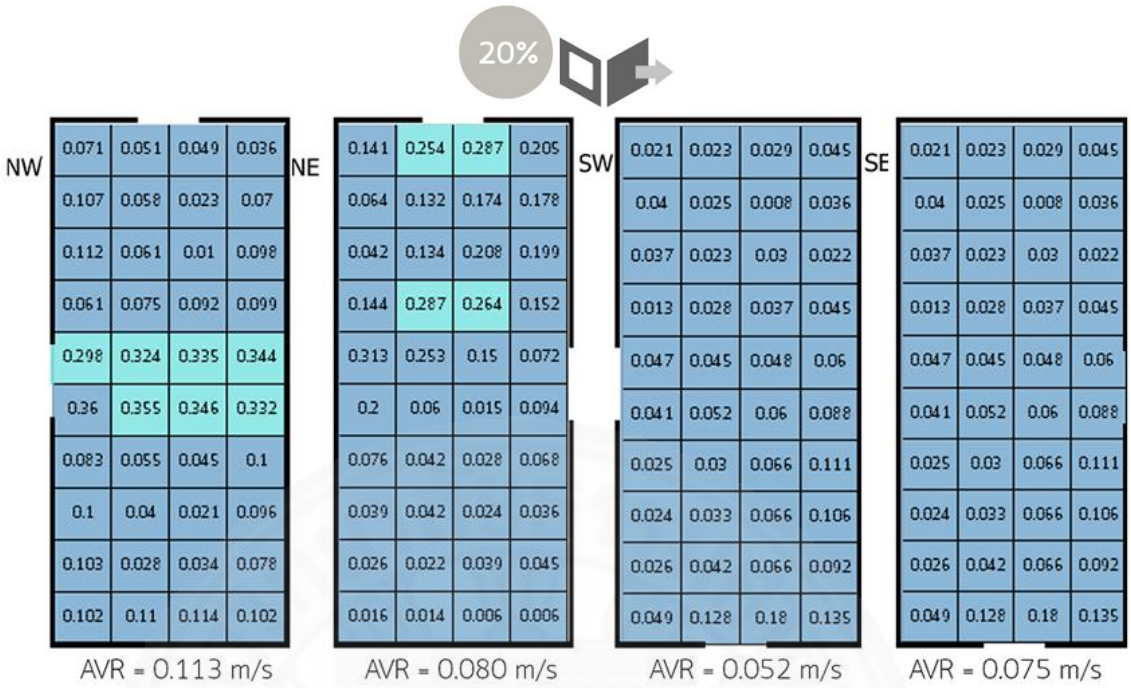
Ref. code: 25595816030141UDA

ภาพที่ 4.33 ผลการทดลองสำหรับรูปแบบช่องเปิดสองด้านแบบตรงกัน WWR 50 โดยเป็นหน่วยพักอาศัยที่ลดขนาดพื้นที่ลงจากมาตรฐานของตึกแถว 20% ขนาด 2.0 x 10.0 x 2.60 เมตร โดย ผู้วิจัย ,2560

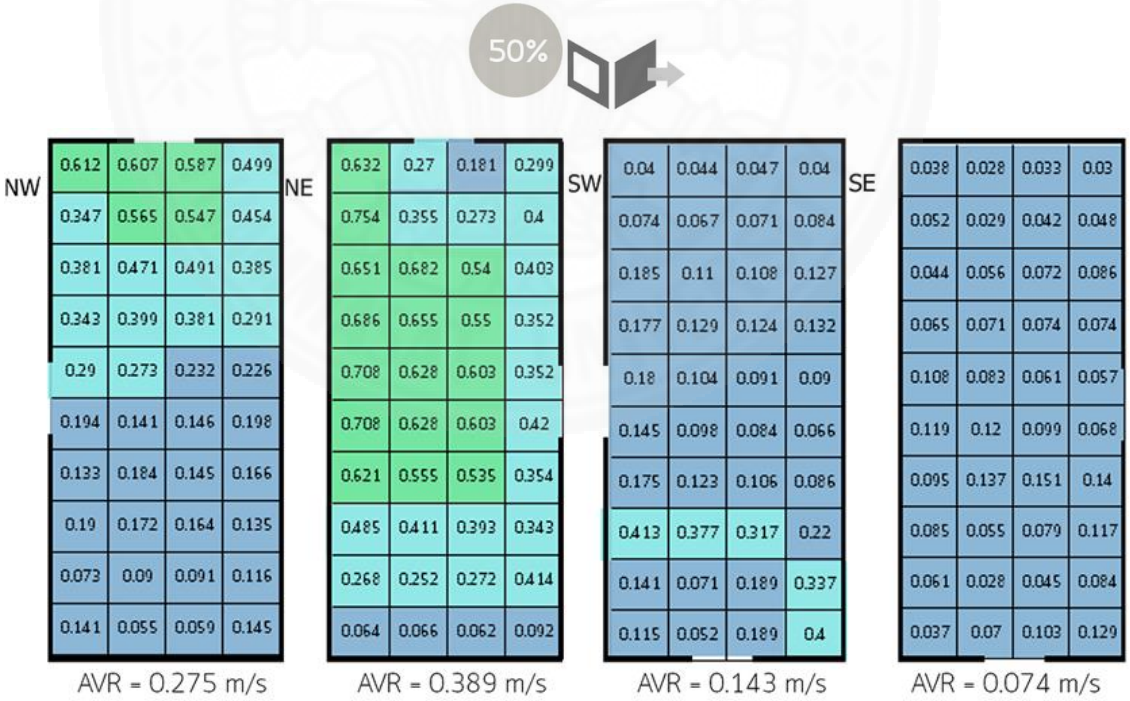


ภาพที่ 4.34 ผลการทดลองสำหรับรูปแบบช่องเปิดสองด้านแบบตรงกัน WWR 80 โดยเป็นหน่วยพักอาศัยที่ลดขนาดพื้นที่ลงจากมาตรฐานของตึกแถว 20% ขนาด 2.0 x 10.0 x 2.60 เมตร โดย ผู้วิจัย ,2560

Ref. code: 25595816030141UDA

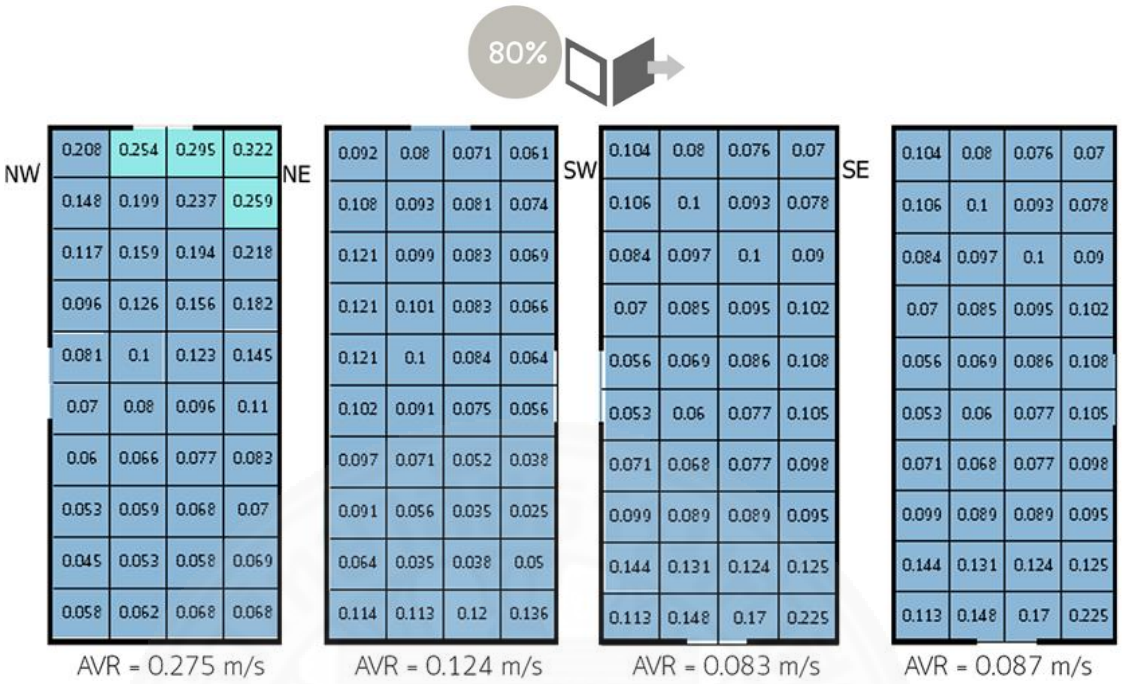


ภาพที่ 4.35 ผลการทดลองสำหรับรูปแบบช่องเปิดสองด้านแบบเยื้องกัน WWR 20 โดยเป็นหน่วยพักอาศัยที่ลดขนาดพื้นที่ลงจากมาตรฐานของตึกแถว 20% ขนาด 2.0 x 10.0 x 2.60 เมตร โดย ผู้วิจัย ,2560



ภาพที่ 4.36 ผลการทดลองสำหรับรูปแบบช่องเปิดสองด้านแบบเยื้องกัน WWR 50 โดยเป็นหน่วยพักอาศัยที่ลดขนาดพื้นที่ลงจากมาตรฐานของตึกแถว 20% ขนาด 2.0 x 10.0 x 2.60 เมตร โดย ผู้วิจัย ,2560

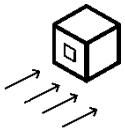
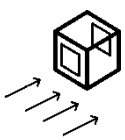
Ref. code: 25595816030141UDA



ภาพที่ 4.37 ผลการทดลองสำหรับรูปแบบช่องเปิดสองด้านแบบเยื้องกัน WWR 80 โดยเป็นหน่วยพักอาศัยที่ลดขนาดพื้นที่ลงจากมาตรฐานของตึกแถว 20% ขนาด 2.0 x 10.0 x 2.60 เมตร โดย ผู้วิจัย ,2560

ตารางที่ 4.7

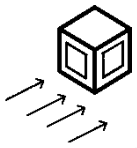
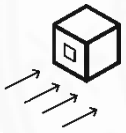
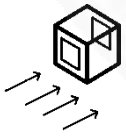
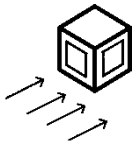
สรุปผลการทดลองของหน่วยพักอาศัยประเภทตึกแถวที่ได้ทำการลดขนาดโดยอ้างอิงจากกรณีศึกษา ขนาดกว้าง 2.00 เมตร ยาว 10.0 เมตร และสูง 2.60 เมตร ลมทิศตะวันตกเฉียงใต้

WWR20	ทิศ	ความเร็วลมในห้อง		Vเฉลี่ย(m/s)
		max(m/s)	min(m/s)	
	N	0.039	0.004	0.012
	S	0.077	0.002	0.021
	W	0.061	0.01	0.031
	E	0.098	0.009	0.044
	WE	0.36	0.01	0.415
	NS	0.102	0.012	0.04

Ref. code: 25595816030141UDA

ตารางที่ 4.7 (ต่อ)

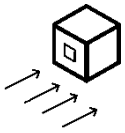
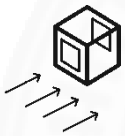
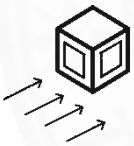
สรุปผลการทดลองของหน่วยพักอาศัยประเภทตึกแถวที่ได้ทำการลดขนาดโดยอ้างอิงจากกรณีศึกษา ขนาดกว้าง 2.00 เมตร ยาว 10.0 เมตร และสูง 2.60 เมตร ลมทิศตะวันตกเฉียงใต้

WWR20	ทิศ	ความเร็วลมในห้อง		Vเฉลี่ย(m/s)
		max(m/s)	min(m/s)	
	NW	0.355	0.01	0.113
	NE	0.287	0.015	0.08
	SW	0.111	0.021	0.052
	SE	0.135	0.021	0.075
WWR50	ทิศ	ความเร็วลมในห้อง		Vเฉลี่ย(m/s)
		max(m/s)	min(m/s)	
	N	0.037	0.005	0.015
	S	0.092	0.008	0.029
	W	0.187	0.024	0.1
	E	0.096	0.009	0.049
	WE	0.342	0.025	0.203
	NS	0.152	0.009	0.075
	NW	0.612	0.055	0.275
	NE	0.754	0.062	0.389
	SW	0.413	0.04	0.143
	SE	0.129	0.03	0.074

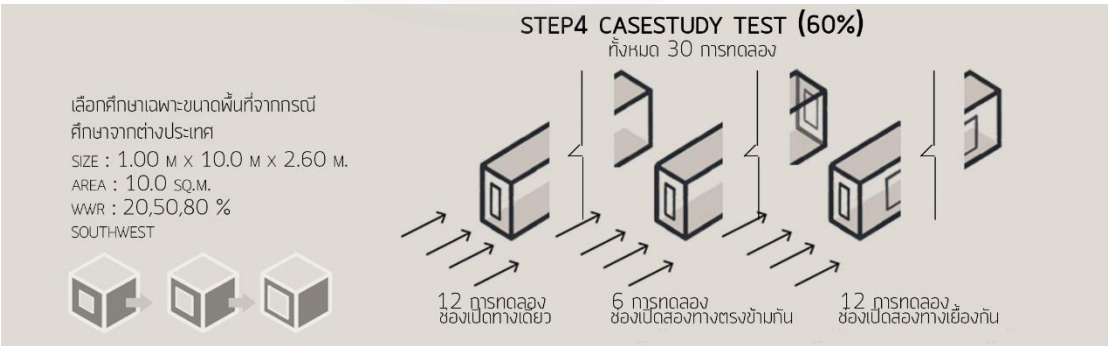
Ref. code: 25595816030141UDA

ตารางที่ 4.7 (ต่อ)

สรุปผลการทดลองของหน่วยพักอาศัยประเภทตึกแถวที่ได้ทำการลดขนาดโดยอ้างอิงจากกรณีศึกษา ขนาดกว้าง 2.00 เมตร ยาว 10.0 เมตร และสูง 2.60 เมตร ลมทิศตะวันตกเฉียงใต้

WWR80	ทิศ	ความเร็วลมในห้อง		Vเฉลี่ย(m/s)
		max(m/s)	min(m/s)	
	N	0.052	0.006	0.024
	S	0.103	0.015	0.041
	W	0.156	0.04	0.089
	E	0.141	0.036	0.072
	WE	0.327	0.099	0.242
	NS	0.662	0.09	0.22
	NW	0.322	0.045	0.124
	NE	0.136	0.025	0.083
	SW	0.225	0.07	0.097
	SE	0.225	0.07	0.087

4.7 ผลการจำลองความเร็วลมในการทดลองที่ 2 STEP4



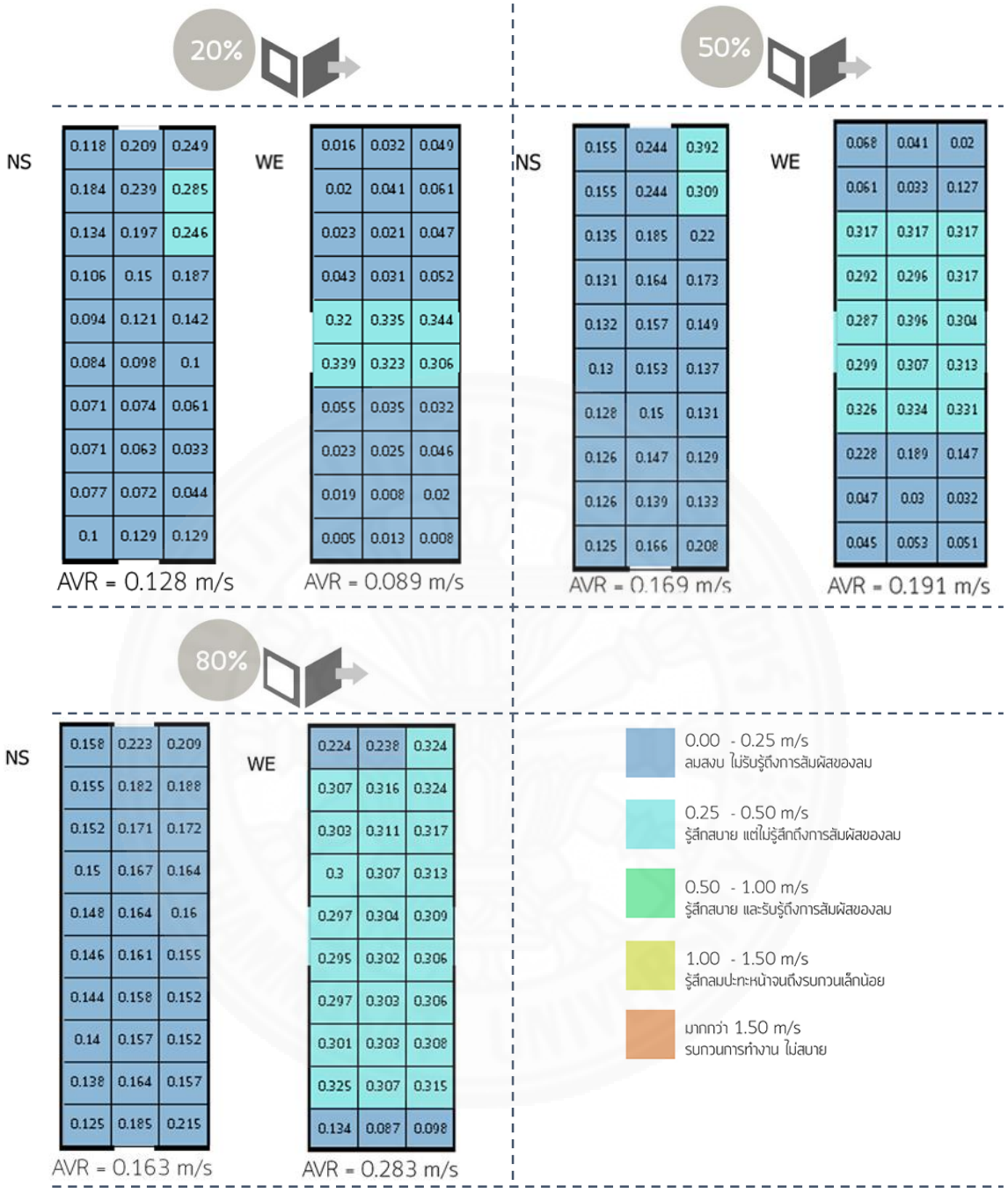
ภาพที่ 4.38 การกำหนดขนาด และตัวแปรสาหรับการทดลองที่2 STEP4 โดยเป็นหน่วยพักอาศัยประเภทตึกแถวขนาดกว้าง 1.00 เมตร ยาว 10.0 เมตร และสูง 2.60 เมตร โดย ผู้วิจัย ,2560

Ref. code: 25595816030141UDA

โดยการทดลองที่2 STEP4 คือขนาดของหน่วยพักอาศัยประเภทตึกแถวที่ได้ลดขนาดลงโดยกำหนดให้มีพื้นที่ลดลง 60% ความกว้างลดลงครึ่งหนึ่งของความกว้างในการทดลองครั้งก่อนหน้านี้เป็น 1.00 เมตรความยาวเพิ่มขึ้นเป็น 10.0 เมตร และความสูง 2.60 เมตร โดยอ้างอิงจาก Madre De Deus , Brazil (2557) ซึ่งกำหนดอัตราส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่อาคารร้อยละ 20 50 และ 80 เช่นเดียวกับกรณีก่อนๆ โดยพบว่าผลการทดลองสำหรับช่องเปิดด้านเดียวนั้นมีการเปลี่ยนแปลงที่ดีขึ้นกว่ากรณีที่ลดพื้นที่ 20% สำหรับอัตราส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่ผนังร้อยละ 80 เท่านั้น ช่องเปิดสองด้านแบบตรงกันจะมีอัตราความเร็วลมที่ดีเฉพาะตำแหน่ง WE หรือ ตะวันออก-ตะวันตก ซึ่งมีอัตราความเร็วลมภายในห้องดีช่วงกลางห้อง โดยเฉพาะบริเวณที่ใกล้ช่องเปิด ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับกรณีที่ลดพื้นที่ 20% จะพบว่ามีประสิทธิภาพที่ค่อนข้างแย่กว่า และช่องเปิดสองด้านแบบเยื้องกันจะมีอัตราความเร็วลมที่ดีภายในห้องสำหรับอัตราส่วนช่องเปิดต่อพื้นที่ผนังร้อยละ 50 ขึ้นไปเท่านั้น

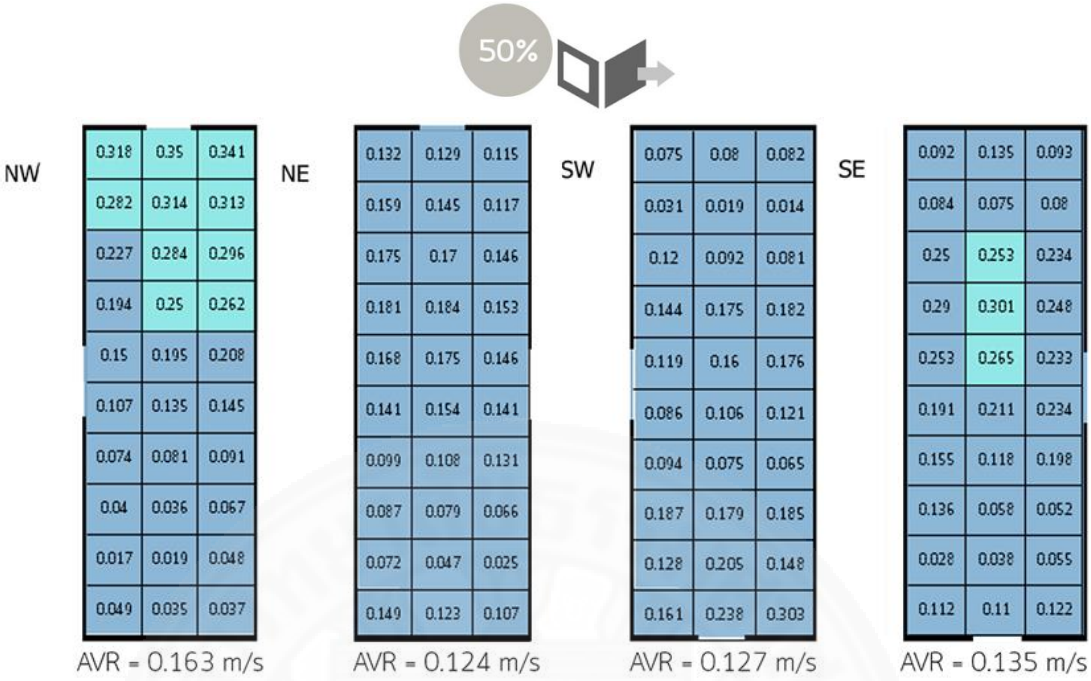
ภาพที่ 4.39 ผลการทดลองสำหรับรูปแบบช่องเปิดแบบด้านเดียว WWR 80 โดยเป็นหน่วยพักอาศัยที่ลดขนาดพื้นที่ลงจากมาตรฐานของตึกแถว 60% ขนาด 1.0 x 10.0 x 2.60 เมตร โดย ผู้วิจัย ,2560

Ref. code: 25595816030141UDA

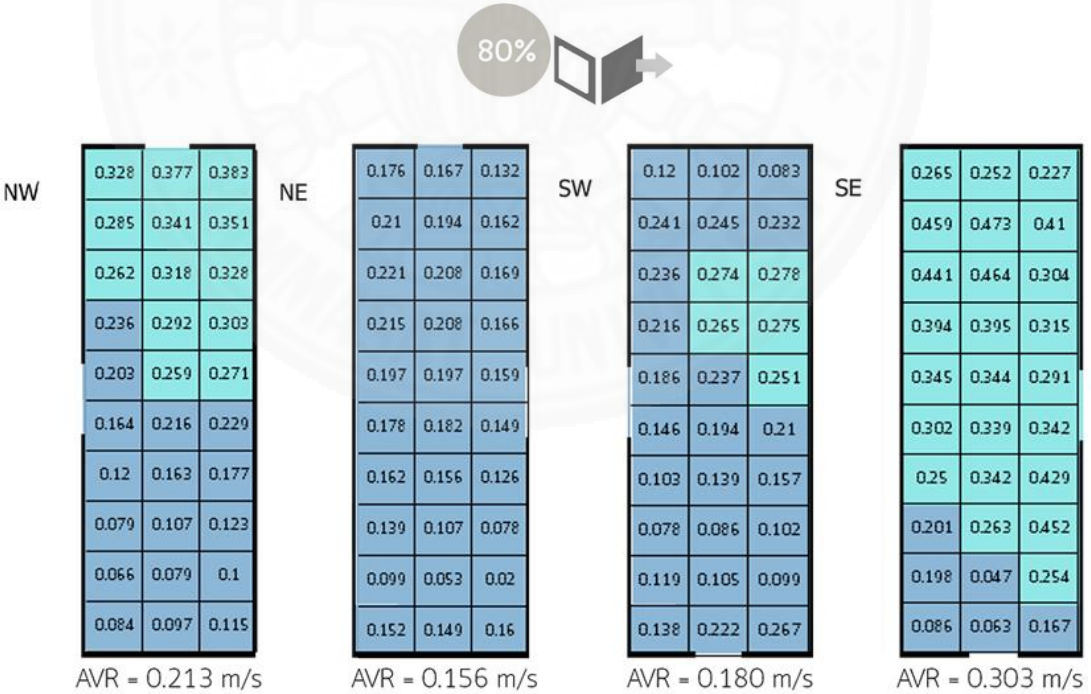


ภาพที่ 4.40 ผลการทดลองสำหรับรูปแบบช่องเปิดสองด้านแบบตรงกัน WWR 20, 50 และ80 โดยเป็นหน่วยพักอาศัยที่ลดขนาดพื้นที่ลงจากมาตรฐานของตึกแถว 60% ขนาด 1.0 x 10.0 x 2.60 เมตร โดย ผู้วิจัย ,2560

Ref. code: 25595816030141UDA



ภาพที่ 4.41 ผลการทดลองสำหรับรูปแบบช่องเปิดสองด้านแบบเยื้องกัน WWR 50 โดยเป็นหน่วยพักอาศัยที่ลดขนาดพื้นที่ลงจากมาตรฐานของตึกแถว 60% ขนาด 1.0 x 10.0 x 2.60 เมตร โดย ผู้วิจัย ,2560

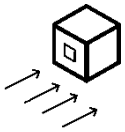
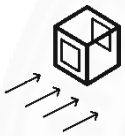
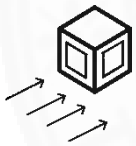
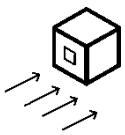
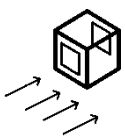


ภาพที่ 4.42 ผลการทดลองสำหรับรูปแบบช่องเปิดสองด้านแบบเยื้องกัน WWR80 โดยเป็นหน่วยพักอาศัยที่ลดขนาดพื้นที่ลงจากมาตรฐานของตึกแถว 60% ขนาด 1.0 x 10.0 x 2.60 เมตร โดย ผู้วิจัย ,2560

Ref. code: 25595816030141UDA

ตารางที่ 4.8

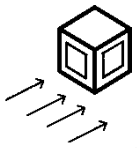
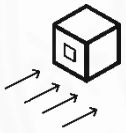
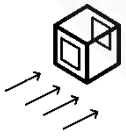
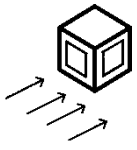
สรุปผลการทดลองของหน่วยพักอาศัยประเภทตึกแถวที่ได้ทำการลดขนาดโดยอ้างอิงจากกรณีศึกษา ขนาดกว้าง 1.00 เมตร ยาว 10.0 เมตร และสูง 2.60 เมตร ลมทิศตะวันตกเฉียงใต้

WWR20	ทิศ	ความเร็วลมในห้อง		Vเฉลี่ย(m/s)
		max(m/s)	min(m/s)	
	N	0.062	0.005	0.03
	S	0.131	0.012	0.036
	W	0.059	0.013	0.032
	E	0.116	0.007	0.058
	WE	0.344	0.016	0.089
	NS	0.285	0.033	0.128
	NW	0.114	0.018	0.065
	NE	0.118	0.009	0.054
	SW	0.271	0.013	0.074
	SE	0.155	0.014	0.073
WWR50	ทิศ	ความเร็วลมในห้อง		Vเฉลี่ย(m/s)
		max(m/s)	min(m/s)	
	N	0.074	0.01	0.04
	S	0.073	0.019	0.051
	W	0.195	0.018	0.085
	E	0.151	0.01	0.104
	WE	0.396	0.02	0.191
	NS	0.392	0.126	0.169

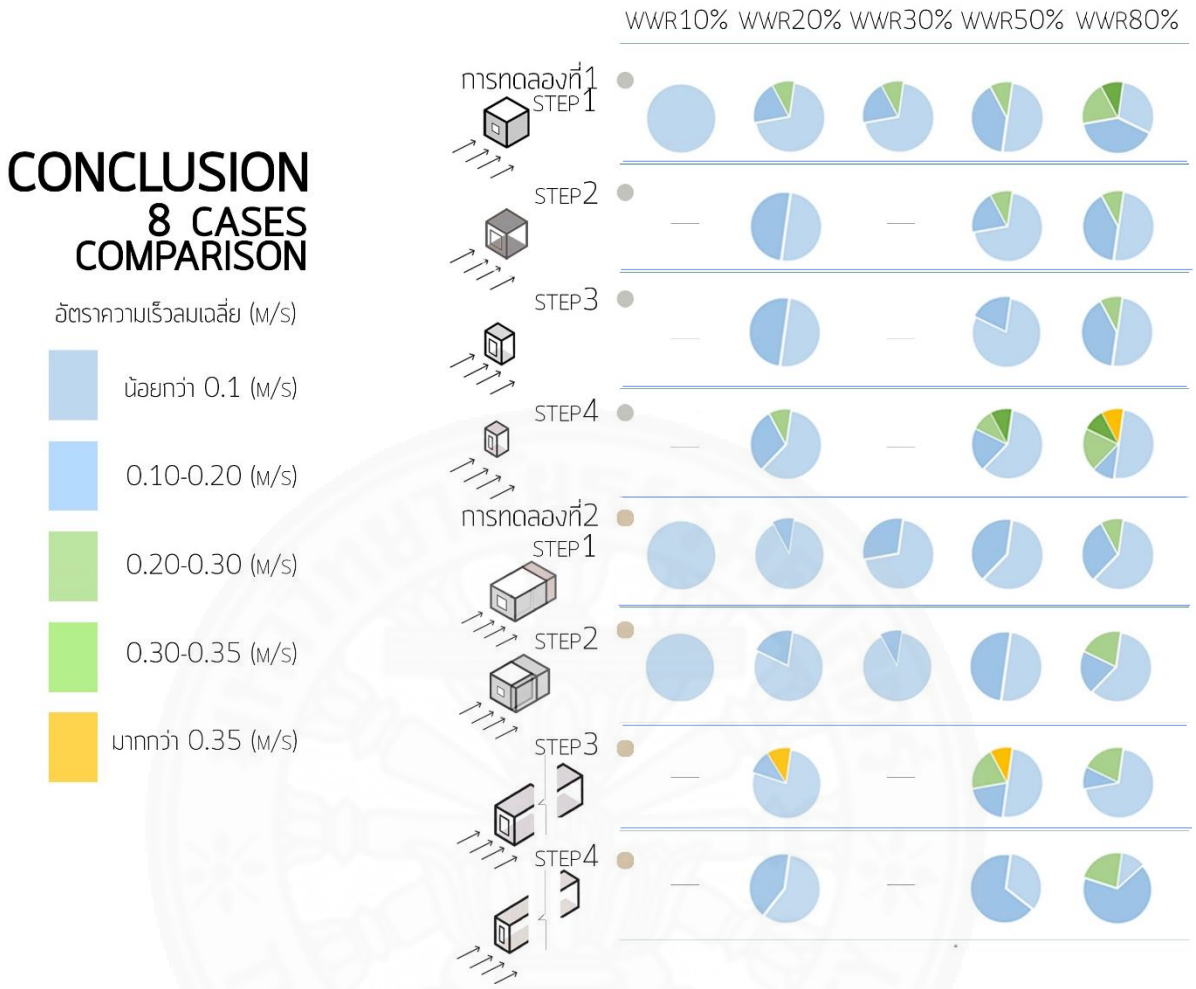
Ref. code: 25595816030141UDA

ตารางที่ 4.8 (ต่อ)

สรุปผลการทดลองของหน่วยพักอาศัยประเภทตึกแถวที่ได้ทำการลดขนาดโดยอ้างอิงจากกรณีศึกษา ขนาดกว้าง 1.00 เมตร ยาว 10.0 เมตร และสูง 2.60 เมตร ลมทิศตะวันตกเฉียงใต้

WWR50	ทิศ	ความเร็วลมในห้อง		Vเฉลี่ย(m/s)
		max(m/s)	min(m/s)	
	NW	0.341	0.017	0.163
	NE	0.184	0.025	0.124
	SW	0.303	0.014	0.127
	SE	0.301	0.028	0.135
WWR80	ทิศ	ความเร็วลมในห้อง		Vเฉลี่ย(m/s)
		max(m/s)	min(m/s)	
	N	0.113	0.008	0.048
	S	0.38	0.024	0.104
	W	0.289	0.062	0.176
	E	0.172	0.029	0.123
	WE	0.325	0.087	0.283
	NS	0.223	0.15	0.163
	NW	0.383	0.066	0.23
	NE	0.221	0.02	0.156
	SW	0.278	0.078	0.18
	SE	0.464	0.063	0.303

Ref. code: 25595816030141UDA

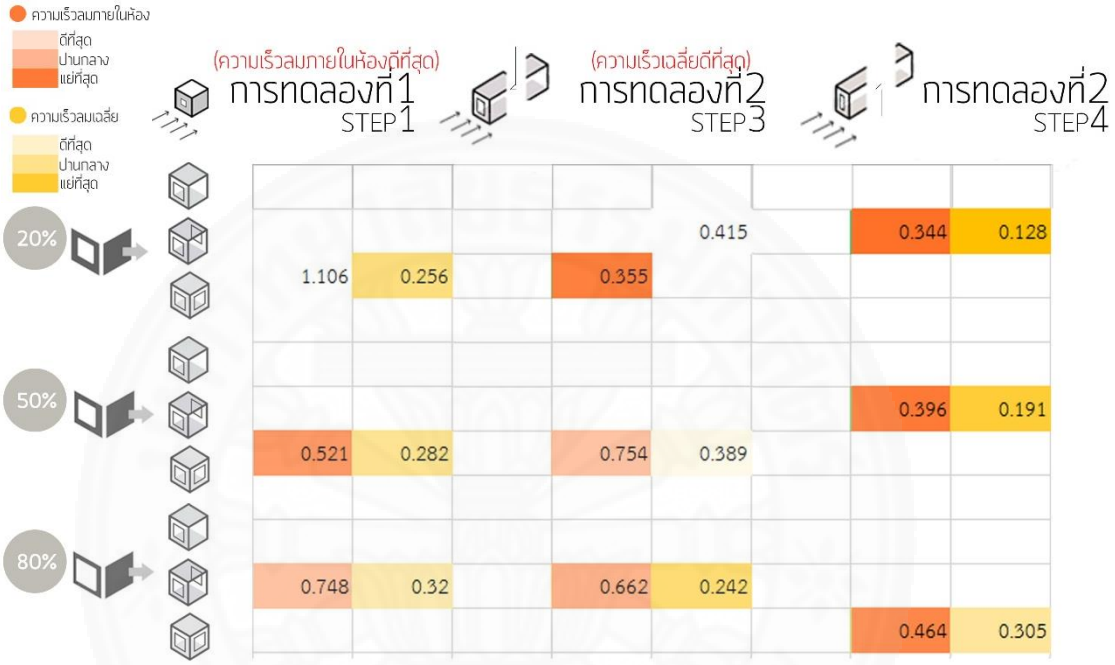


ภาพที่ 4.43 สรุปผลการทดลองทั้งหมด 8 การทดลอง เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนพื้นทีช่องเปิดต่อพื้นที่ผนังร้อยละ 10-80 โดย ผู้วิจัย

จากรูปแผนภูมินี้เป็นการเปรียบเทียบโดยใช้ทิศทางลมตะวันตกเฉียงใต้ในการเปรียบ ซึ่งผลของการเปรียบเทียบทำให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของอัตราความเร็วลมเฉลี่ยอันเนื่องมาจากขนาดพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่ผนัง (WWR) โดยเมื่อนำการทดลองทั้งหมด 8 กรณีมาเปรียบเทียบกันพบว่า ส่วนใหญ่แล้วเมื่อช่องเปิดมีขนาดใหญ่ขึ้น อัตราความเร็วลมได้แปรผันตามขนาดช่องเปิดนั้นๆ ซึ่งจากการทดลองที่ 1 STEP1 คือห้องพักขนาดมาตรฐานตามกฎหมายกำหนดเป็นขนาดที่เหมาะสมมากที่สุด เมื่อเทียบกับหน่วยพักอาศัยประเภทตึกแถว(การทดลองที่2 STEP1) และทาวน์เฮ้าส์ (การทดลองที่2 STEP2) ตามกฎหมายกำหนด และการทดลองที่ได้ลดขนาดพื้นที่ และความกว้าง ความยาวลงกลับส่งผลการเปลี่ยนแปลงที่ดีขึ้นโดยเฉพาะการทดลองที่1 STEP4 คือลดขนาดพื้นที่ลง 80% จากมาตรฐานของห้องพักกลับทำให้มีอัตราความเร็วลมเฉลี่ยที่ดีขึ้นกว่ากรณีของขนาดมาตรฐาน และเป็นไปในแนวทางเดียวกันคือแปรผันตามขนาดช่องเปิด และยังพบว่าการทดลองที่2 STEP3 คือลดขนาดพื้นที่ลง 20%

Ref. code: 25595816030141UDA

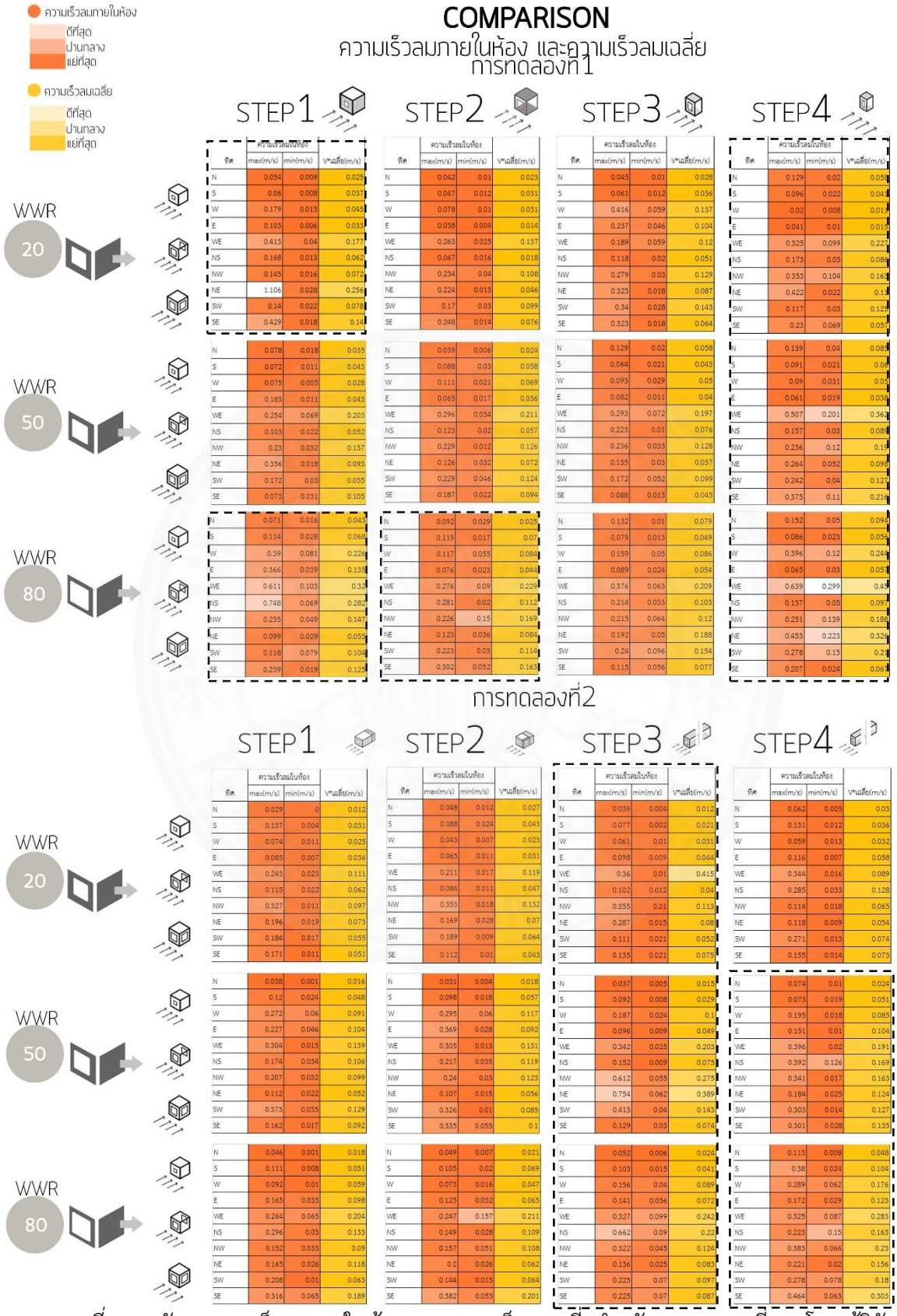
จากมาตรฐานของตึกแถวนั้นจะเห็นได้ว่าอัตราส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่ผนังร้อย 50 จะมีประสิทธิภาพที่ดีที่สุดสำหรับการทดลองนี้ เพราะฉะนั้นตัวแปรประเภทอัตราส่วนช่องเปิดต่อพื้นที่ผนังจึงเป็นตัวแปรที่สำคัญในการศึกษาและวิจัยนี้ เพราะจะทำให้เกิดอัตราความเร็วลมที่เปลี่ยนแปลงไป ทั้งอัตราความเร็วลมภายในห้อง และอัตราความเร็วลมเฉลี่ย ซึ่งไม่ใช่แค่เพียงขนาดของช่องเปิดเท่านั้นแต่ตำแหน่ง รูปแบบและทิศทางของลมก็มีส่วนที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่ดี หรือแย่ลงของอัตราความเร็วลมนั้นๆด้วย



ภาพที่ 4.44 การทดลองที่ได้คัดเลือกกรณีที่ดีที่สุดสำหรับอัตราความเร็วลมเฉลี่ยภายในห้อง และความเร็วลมเฉลี่ยทั้งการทดลองที่1 และ2 โดย ผู้วิจัย

จากภาพที่ 4.43 เป็นการนำเสนอการทดลองที่ได้ทำการเลือกความเร็วลมที่เหมาะสมมากที่สุดซึ่งสามารถสรุปได้ว่าการทดลองที่ 1 มาตรฐานหน่วยพักอาศัยประเภทห้องพักมีอัตราความเร็วลมภายในห้องที่ดีที่สุดสำหรับอัตราส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่ผนังร้อยละ 20 (ช่องเปิดสองด้านแบบเยื้องกัน) และรองลงมาคือร้อยละ 80 (ช่องเปิดสองด้านแบบตรงกัน) และเมื่อพิจารณาอัตราความเร็วลมเฉลี่ยภายในห้องพบว่าการทดลองที่2 STEP3 (ลดพื้นที่จากหน่วยพักอาศัยประเภทตึกแถวลง 20%) ดีที่สุดสำหรับอัตราส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่ผนังร้อยละ 20 (ช่องเปิดสองด้านแบบตรงกัน) รองลงมาคือร้อยละ 50 (ช่องเปิดสองด้านแบบเยื้องกัน) ซึ่งมีผลการทดลองทั้งหมดดังต่อไปนี้

Ref. code: 25595816030141UDA



ภาพที่ 4.45 อัตราความเร็วลมภายในห้อง และความเร็วลมเฉลี่ยสำหรับการทดลองที่1-2 โดย ผู้วิจัย

Ref. code: 25595816030141UDA

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษาวิจัยและข้อเสนอแนะ

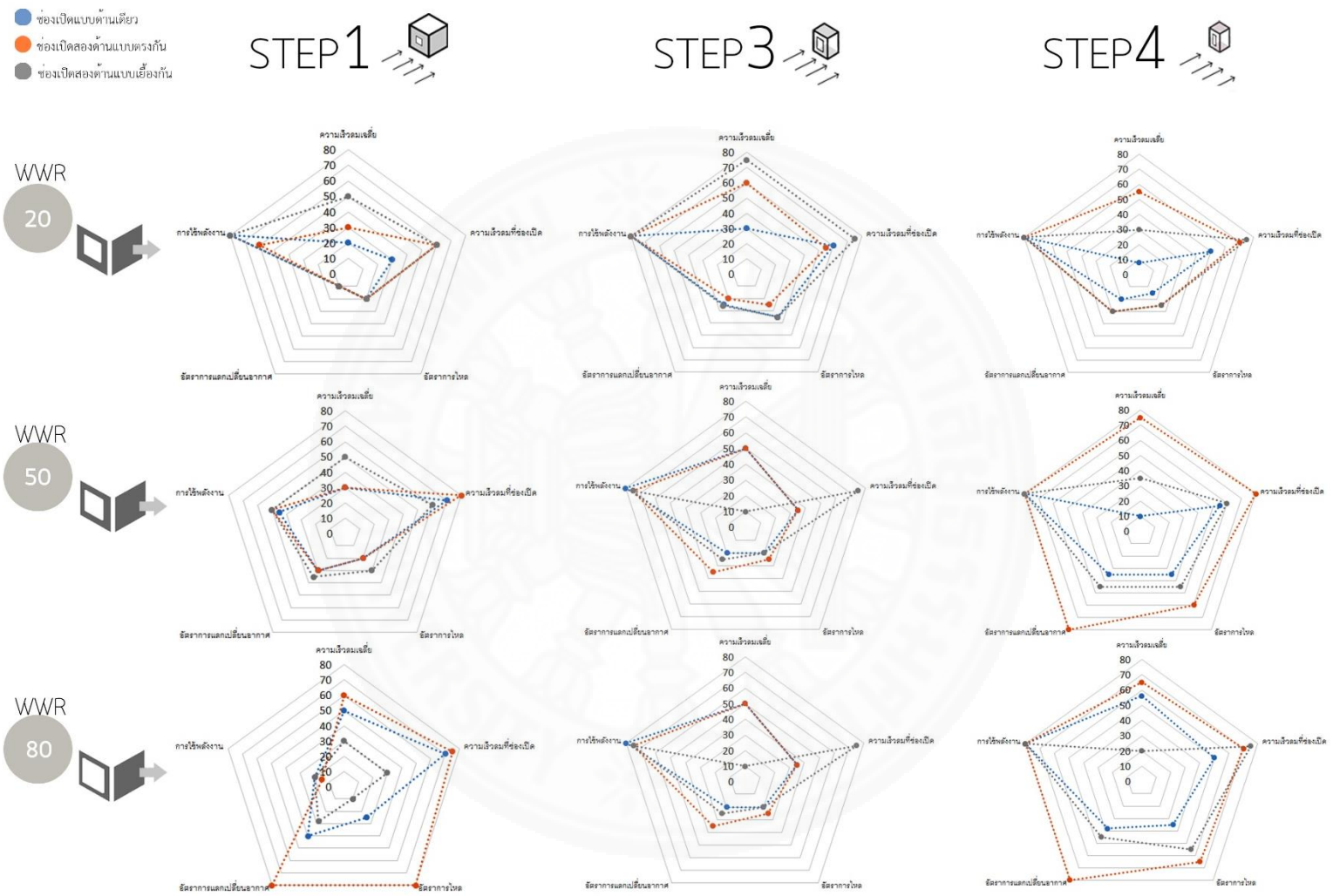
จากการทดลองในบทที่ 4 นั้นได้กล่าวถึงอัตราความเร็วลมภายในห้อง และความเร็วลมเฉลี่ยโดยคัดเลือกการทดลองที่ดีที่สุดมาสรุปผล นอกจากนี้แล้วสามารถแบ่งแยกรูปแบบจากตัวแปรประเภทช่องเปิดได้เป็น 3 ประเภทดังนี้

1) ผลการทดลองเปรียบเทียบช่องเปิดลักษณะแบบด้านเดียว
2) ผลการทดลองเปรียบเทียบช่องเปิดลักษณะสองด้านแบบตรงกัน
3) ผลการทดลองเปรียบเทียบช่องเปิดลักษณะสองด้านแบบเยื้องกัน

ซึ่งกรณีที่ได้คัดเลือกมาจากการทดลองทั้งหมดจะมีค่าความเร็วลมเฉลี่ยที่มากกว่า 0.85 เมตรต่อวินาที สำหรับการคัดเลือกนี้ โดยใช้ความเร็วตั้งต้นที่ 0.351 เมตรต่อวินาที เลือกจากช่องขาเข้าของลมในโมเดล (Inlet) ที่ขนาดความสูง 2-3 เมตร ซึ่งเลือกใช้เพียงแค่ลมทางด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้ที่ 22.5 องศา และใช้อัตราส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่ผนัง(WWR) ที่ 20 50 และ80 เท่านั้น ผู้วิจัยได้ทำการคำนวณเพื่อหาการทดลองที่ดีที่สุดสำหรับการออกแบบแบ่งการคำนวณออกเป็น 4 ประเภทดังนี้

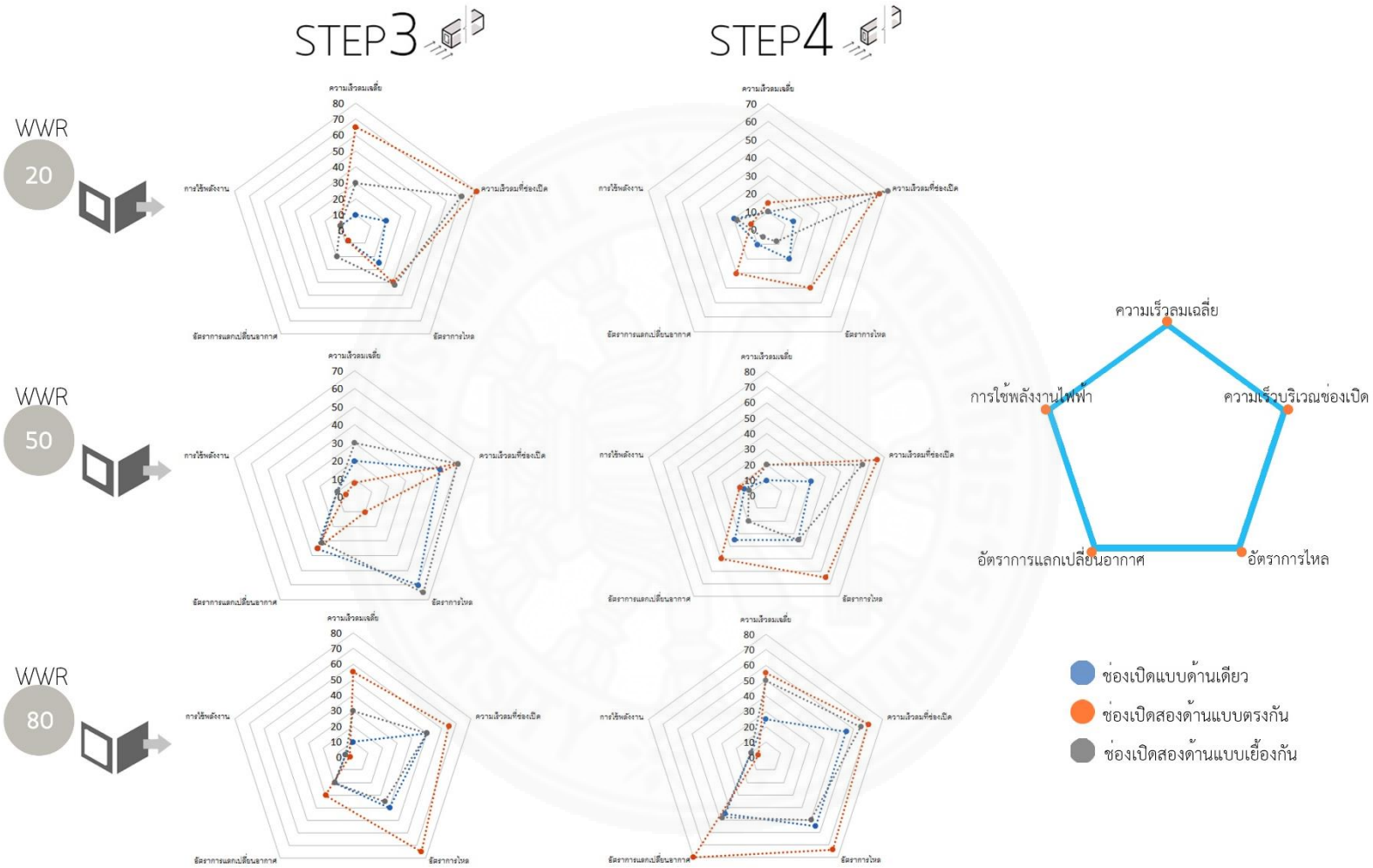
1) ค่าความเร็วลมเฉลี่ย (m/s) โดยค่าความเร็วลมเฉลี่ยนี้จะได้จากค่าเฉลี่ยของความเร็วลมภายในห้อง ซึ่งเกิดจากผลการทดลองของโปรแกรม PHOENICS
2) ความดันภายในห้อง (m/h)
3) ปริมาตรของอัตราการไหลของอากาศ (m^3/s) โดยจะหาได้จากขนาดพื้นที่ของช่องเปิดและความเร็วลม ณ ตำแหน่งช่องเปิดนั้น ยิ่งมีค่ามากอัตราการไหลก็เกิดการแปรผันตาม
4) การแลกเปลี่ยนอากาศ (Air changes per hour) จะหาได้จากอัตราการไหลของอากาศเปลี่ยนหน่วยเป็นลูกบาศก์ฟุตคำนวณเป็นค่า CFM จากนั้นนำมาหารกับปริมาตรห้องนั้นๆ ดังนั้นยิ่งมีปริมาตรมากยิ่งทำให้มีอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศที่น้อยลงตามไปด้วย

Ref. code: 25595816030141UDA



ภาพที่ 5.1 การเปรียบเทียบระหว่าง ความเร็วลมเฉลี่ย ความเร็วลมบริเวณช่องเปิด อัตราการไหล และอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศ ของการทดลองที่1 เมื่อได้ทำการคัดเลือกจากการทดลองในบทที่4

Ref. code: 25595816030141UDA



ภาพที่ 5.2 การเปรียบเทียบระหว่าง ความเร็วลมเฉลี่ย ความเร็วลมบริเวณช่องเปิด อัตราการไหล และอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศ ของการทดลองที่2 เมื่อได้ทำการคัดเลือกจากการทดลองในบทที่4

Ref. code: 25595816030141UDA

5	ค่าอัตราความเร็วลมที่ดีที่สุด	5	ค่าอัตราการระบายอากาศที่ดีที่สุด
4	ค่าอัตราความเร็วลมที่ดี	4	ค่าอัตราการระบายอากาศที่ดี
3	ค่าอัตราความเร็วลมปานกลาง	3	ค่าอัตราการระบายอากาศปานกลาง
2	ค่าอัตราความเร็วลมพอใช้	2	ค่าอัตราการระบายอากาศพอใช้
1	ค่าอัตราความเร็วลมแย่ที่สุด	1	ค่าอัตราการระบายอากาศแย่ที่สุด

5	ค่าอัตราการไหลที่ดีที่สุด	5	ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้ามากที่สุด
4	ค่าอัตราการไหลที่ดี	4	ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้ามาก
3	ค่าอัตราการไหลปานกลาง	3	ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าปานกลาง
2	ค่าอัตราการไหลพอใช้	2	ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าน้อย
1	ค่าอัตราการไหลแย่ที่สุด	1	ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าน้อยที่สุด

ภาพที่ 5.3 เกณฑ์ที่ใช้แบ่งระหว่างอัตราความเร็วลม อัตราการไหล อัตราการระบายอากาศ และการใช้พลังงานไฟฟ้า

ตารางที่ 5.1

การทดลองที่1 มาตรฐานของหน่วยพักอาศัยประเภทห้องพักที่ได้ทำการเลือกการทดลองที่ดีที่สุดสำหรับ WWR20 ,50 และ 80 กว้าง 2.50 เมตร ยาว 3.20 เมตร และสูง 2.60 เมตร ลมทิศตะวันตกเฉียงใต้

การทดลองที่1(Units)								
	ช่องเปิด			ความเร็วลมภายในห้อง				
การทดลอง	wwr	รูปแบบ	ตำแหน่ง	ดีที่สุด	ความเร็วลมเฉลี่ย	อัตราการไหล	ACH	Space Cooling
Step1 Original		1-ด้าน	W	0.17	0.045	0.273	0.46	▲ 803.39
ขนาด 2.50x3.20 เมตร		2-ตรง	WE	0.41	0.177	0.534	0.89	▲ 959.38
	20%	2-เยื้อง	NE	1.106	0.256	0.514	0.86	▲ 895.89
		1-ด้าน	W	0.342	0.15	1.709	2.86	▬ 1091
		2-ตรง	WE	0.334	0.181	1.522	2.54	▬ 1287
	50%	2-เยื้อง	NW	0.521	0.282	1.984	3.32	▬ 1201
		1-ด้าน	W	0.39	0.226	2.507	4.19	▼ 1316
			WE	0.611	0.32	2.926	4.89	▼ 1568
		2-ตรง	NS	0.748	0.282	7.02	11.74	▬ 1297
	80%	2-เยื้อง	NW	0.235	0.147	1.083	1.81	▼ 1455

Ref. code: 25595816030141UDA

จากตารางที่ 5.1 แสดงถึงการเลือกที่จะออกแบบหน่วยพักอาศัยประเภทห้องพักอาศัยตามขนาดที่เล็กที่สุดจากกฎหมายกำหนดซึ่งผลการทดลองที่ดีที่สุดสำหรับการออกแบบนี้แบ่งได้ตามสีจะพบว่า สีขาวจะเป็นสีที่ดีที่สุดซึ่งถ้าต้องการออกแบบห้องพักโดยใช้ช่องเปิดที่มีอัตราส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่ผนัง (WWR 20) ควรมีการออกแบบในลักษณะที่ช่องเปิดมีรูปแบบเยื้องกันตำแหน่งทิศเหนือ-ตะวันออก เพราะจะทำให้เกิดอัตราความเร็วลมที่ดีที่สุด แต่ถ้าต้องการออกแบบให้มีอัตราส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่ผนัง (WWR 50) ควรออกแบบช่องเปิดในรูปแบบเยื้องกันคล้ายคลึงกับ WWR 20 แต่ตำแหน่งจะเป็นทิศเหนือ-ตะวันตก จะเกิดอัตราความเร็วลมที่ดีขึ้น และถ้าห้องพักนั้นสามารถมีการออกแบบด้วยช่องเปิดขนาดใหญ่ๆได้ หรือ WWR80 จะมีอัตราการไหลและอัตราการระบายอากาศที่ดีที่สุดรูปแบบช่องเปิดตรงกันตำแหน่งทิศเหนือ-ใต้ และมีค่าการใช้พลังงานที่อยู่ในเกณฑ์ปานกลางและเหมาะสม

ตารางที่ 5.2

การทดลองที่1 STEP2 มาตรฐานของหน่วยพักอาศัยประเภทห้องพักที่ได้ทำการเลือกการทดลองที่ดีที่สุดสำหรับ WWR20 ,50 และ 80 กว้าง 2.60 เมตร ยาว 2.60 เมตร และสูง 2.60 เมตร ลมทิศตะวันตกเฉียงใต้

การทดลอง	ช่องเปิด			ความเร็วลมภายในห้อง	ความเร็วลมเฉลี่ย	อัตราการไหล	ACH	Space Cooling
	wwr	รูปแบบ	ตำแหน่ง	ดีที่สุด				
Step2 เท่ากันทุกด้าน		1-ด้าน	S	0.047	0.031	0.224	0.44	830.16
ขนาด 2.60x2.60 เมตร		2-ตรง	WE	0.263	0.137	0.328	0.64	991.98
	20%	2-เยื้อง	NE	0.224	0.256	0.288	0.57	930.45
		1-ด้าน	S	0.088	0.233	0.787	1.55	886.5
		2-ตรง	WE	0.296	0.211	0.956	1.89	1098.2
	50%	2-เยื้อง	SE	0.187	0.094	0.787	1.55	1090.8
		1-ด้าน	W	0.117	0.084	0.961	1.9	1120.2
		2-ตรง	WE	0.276	0.229	1.59	3.15	1332.5
	80%	2-เยื้อง	NW	0.226	0.982	1.083	1.81	1455

จากตารางที่ 5.3 แสดงถึงการเลือกที่จะออกแบบหน่วยพักอาศัยประเภทห้องพักอาศัยให้มีขนาดเล็กลงและเท่ากันทุกด้าน ซึ่งผลการทดลองพบว่ามีประสิทธิภาพที่แย่กว่าหน่วยพักอาศัยประเภทห้องพักขนาดเล็กที่สุดตามกฎหมายกำหนด แต่ถ้าต้องการออกแบบโดยเลือกรูปแบบและตำแหน่งช่องเปิดให้ดีที่สุด ควรเลือกช่องเปิดที่มีอัตราส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่ผนัง (WWR 50-80) ขึ้นไปซึ่งช่องเปิดแบบตรงกันจะมีประสิทธิภาพอัตราความเร็วลมภายในห้องสำหรับ WWR 50 และอัตราการไหล อัตราการระบายอากาศสำหรับ WWR 80 มีค่าที่ดีที่สุด

Ref. code: 25595816030141UDA

ตารางที่ 5.3

การทดลองที่1 STEP3 มาตรฐานของหน่วยพักอาศัยประเภทห้องพักที่ได้ทำการเลือกการทดลองที่ดีที่สุด สำหรับ WWR20 ,50 และ 80 กว้าง 1.60 เมตร ยาว 2.50 เมตร และสูง 2.60 เมตร ลมทิศตะวันตกเฉียงใต้

การทดลอง	ช่องเปิด			ความเร็วลมภายในห้อง	ความเร็วลมเฉลี่ย	อัตราการไหล	ACH	Space Cooling
	wwr	รูปแบบ	ตำแหน่ง	ดีที่สุด				
Step3 ลดลง50%		1-ด้าน	W	0.416	0.137	0.455	1.52	485.8
ขนาด 1.60x2.50 เมตร		2-ตรง	WE	0.189	0.12	0.331	1.1	620.47
	20%	2-เยื้อง	NW	0.279	0.129	0.483	1.61	581.02
		1-ด้าน	W	0.093	0.05	0.412	1.38	719.81
		2-ตรง	WE	0.293	0.197	0.893	2.99	850.44
	50%	2-เยื้อง	NW	0.236	0.128	0.497	1.66	792.37
		1-ด้าน	W	0.159	0.086	0.65	2.17	882.96
		2-ตรง	WE	0.376	0.209	1.82	6	1046.7
	80%	2-เยื้อง	NW	0.215	0.12	0.842	2.8	952.76

จากตารางที่ 5.3 แสดงถึงการเลือกที่จะออกแบบหน่วยพักอาศัยประเภทห้องพักอาศัยให้มีขนาดพื้นที่เล็กลง 50% จากห้องพักขนาดมาตรฐาน โดยลดขนาดทั้งความกว้างและความยาวลงพบว่ามีประสิทธิภาพที่ดีกว่าขนาดเท่ากันทุกด้านซึ่งถ้าผู้ออกแบบต้องการออกแบบช่องเปิดด้านเดียว จากผลการทดลองผู้วิจัยแนะนำให้ใช้ช่องเปิดที่มีอัตราส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่ผนัง (WWR 20) ตำแหน่งทิศตะวันตก เพราะเป็นตำแหน่งที่มีอัตราความเร็วลมภายในห้องที่ดีที่สุด และมีอัตราการไหลและอัตราการระบายอากาศอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง และมีค่าการใช้พลังงานที่ประหยัดที่สุด แต่ถ้าผู้ออกแบบใช้ช่องเปิดที่มี WWR 50-80 ควรใช้ช่องเปิดรูปแบบสองด้านตรงกัน ตำแหน่งตะวันออก-ตะวันตกจะมีประสิทธิภาพที่ดีและเหมาะสมกับการออกแบบที่สุด

ตารางที่ 5.4

การทดลองที่1 STEP4 มาตรฐานของหน่วยพักอาศัยประเภทห้องพักที่ได้ทำการเลือกการทดลองที่ดีที่สุด สำหรับ WWR20 ,50 และ 80 กว้าง 1.00 เมตร ยาว 1.25 เมตร และสูง 2.60 เมตร ลมทิศตะวันตกเฉียงใต้

การทดลอง	ช่องเปิด			ความเร็วลมภายในห้อง	ความเร็วลมเฉลี่ย	อัตราการไหล	ACH	Space Cooling
	wwr	รูปแบบ	ตำแหน่ง	ดีที่สุด				
Step4 ลดลง80%		1-ด้าน	S	0.096	0.041	0.114	1.23	228.64
ขนาด 1.00x1.25 เมตร		2-ตรง	WE	0.325	0.227	0.191	2.05	277.45
	20%	2-เยื้อง	SW	0.117	0.125	0.195	2.09	283.25
		1-ด้าน	S	0.091	0.06	0.266	2.85	287.41
		2-ตรง	WE	0.507	0.362	0.848	9.08	390.11
	50%	2-เยื้อง	SW	0.242	0.127	0.461	4.94	397.81
		1-ด้าน	W	0.396	0.244	0.806	8.63	400.79
		2-ตรง	WE	0.639	0.45	1.56	16.7	472.44
	80%	2-เยื้อง	NW	0.251	0.188	0.65	6.96	436.34

Ref. code: 25595816030141UDA

จากตารางที่ 5.4 แสดงถึงการเลือกที่จะออกแบบหน่วยพักอาศัยประเภทห้องพักอาศัยให้มีขนาดพื้นที่เล็กลง 80 จากห้องพักขนาดมาตรฐาน โดยลดขนาดทั้งความกว้างและความยาวลงพบว่ามีประสิทธิภาพที่ดีที่สุดซึ่งถ้าผู้ออกแบบต้องการออกแบบให้มีช่องเปิดเพียงด้านเดียวนั้น สำหรับ WWR20-50 ควรเลือกออกแบบให้ช่องเปิดอยู่ในตำแหน่งทิศใต้ ส่วนถ้าช่องเปิดขนาดใหญ่ WWR80 ควรออกแบบให้อยู่ตำแหน่งทิศตะวันตก แต่ถ้าสามารถออกแบบโดยใช้รูปแบบช่องเปิดสองด้านแบบตรงกันได้จะมีประสิทธิภาพที่ดีที่สุด

ตารางที่ 5.5

การทดลองที่2 STEP1 มาตรฐานของหน่วยพักอาศัยประเภทตึกแถวได้ทำการเลือกการทดลองที่ดีที่สุดสำหรับ WWR20 ,50 และ 80 กว้าง 1.00 เมตร ยาว 4.0 เมตร และสูง 7.50 เมตร ลมทิศตะวันตกเฉียงใต้

การทดลองที่2 (Commercial Building)								
การทดลอง	ช่องเปิด			ความเร็วลมภายในห้อง	ความเร็วลมเฉลี่ย	อัตราการไหล	ACH	Space Cooling
	wwr	รูปแบบ	ตำแหน่ง	ดีที่สุด				
Step1 Original	20%	1-ด้าน	E	0.085	0.036	0.417	0.18	2364
ขนาด 4.0x7.50 เมตร		2-ตรง	WE	0.243	0.111	0.803	0.35	2708
		2-เยื้อง	NW	0.327	0.097	0.312	0.59	2466
	50%	1-ด้าน	W	0.272	0.091	3.383	1.5	3000
		2-ตรง	WE	0.304	0.139	2.086	0.93	3601
		2-เยื้อง	NW	0.207	0.099	2.242	0.62	3235
	80%	1-ด้าน	E	0.165	0.098	2.435	1.08	3465
		2-ตรง	WE	0.264	0.204	4.95	2.2	4347
		2-เยื้อง	NW	0.152	0.09	2.65	1.18	3872

จากตารางที่ 5.5 แสดงถึงการเลือกที่จะออกแบบหน่วยพักอาศัยประเภทตึกแถวขนาดมาตรฐานตามที่กฎหมายได้กำหนดไว้ ซึ่งผลการทดลองพบว่าถ้าผู้ออกแบบต้องการเลือกออกแบบช่องเปิดรูปแบบด้านเดียวนั้นควรใช้ช่องเปิดที่มีอัตราส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่ผนัง (WWR) 50 โดยตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุดจะอยู่ทางทิศตะวันตกซึ่งจะมีความเร็วลมภายในห้องที่ดีพอใช้ และอัตราการระบายอากาศที่ดี แต่ถ้าจะให้ดีที่สุดควรใช้ช่องเปิดรูปแบบสองด้านตรงกัน ตำแหน่งตะวันออก-ตะวันตก ขนาดWWR50-80 ดีที่สุด

Ref. code: 25595816030141UDA

ตารางที่ 5.6

การทดลองที่2 STEP2 มาตรฐานของหน่วยพักอาศัยประเภททาวน์เฮ้าส์ที่ได้ทำการเลือกการทดลองที่ดีที่สุด สำหรับ WWR20 ,50 และ 80 กว้าง 4.00 เมตร ยาว 6.0 เมตร และสูง 2.60 เมตร ลมทิศตะวันตกเฉียงใต้

การทดลอง	ช่องเปิด			ความเร็วลมภายในห้อง	ความเร็วลมเฉลี่ย	อัตราการไหล	ACH	Space Cooling
	wwr	รูปแบบ	ตำแหน่ง	ดีที่สุด				
Step2 Townhouse		1-ด้าน	S	0.088	0.043	0.291	0.16	1819
ขนาด 4.0x6.0 เมตร		2-ตรง	WE	0.211	0.119	0.655	0.36	2209
	20%	2-เยื้อง	NW	0.353	0.132	0.936	0.52	2077
		1-ด้าน	W/E	0.369	0.117	3.276	1.82	2368
		2-ตรง	WE	0.305	0.131	3.276	1.82	2909
	50%	2-เยื้อง	SW	0.326	0.085	1.887	1.05	2852
		1-ด้าน	W	0.073	0.047	1.272	0.71	2891
		2-ตรง	WE	0.247	0.211	3.057	1.7	3499
	80%	2-เยื้อง	NW	0.157	0.108	1.934	1.07	3181

จากตารางที่ 5.6 แสดงถึงการเลือกที่จะออกแบบหน่วยพักอาศัยประเภททาวน์เฮ้าส์ขนาดมาตรฐานตามที่กฎหมายได้กำหนดไว้ ซึ่งผลการทดลองพบว่าถ้าผู้ออกแบบต้องการเลือกออกแบบช่องเปิดรูปแบบด้านเดียวนั้นควรใช้ช่องเปิดที่มีอัตราส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่ผนัง (WWR) 50 โดยตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุดสามารถเลือกได้ทั้งสองแบบคือ ทิศตะวันตก และทิศตะวันออก ส่วนช่องเปิดสองด้านแบบตรงกันควรใช้ช่องเปิดที่มีอัตราส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่ผนัง (WWR) 50-80 โดยตำแหน่งที่ดีที่สุดคือตะวันตก-ตะวันออก ซึ่งการออกแบบขนาดของทาวน์เฮ้าส์รูปแบบช่องเปิดแบบเยื้องกันไม่ค่อยเหมาะสมสำหรับหน่วยพักอาศัยประเภทนี้

ตารางที่ 5.7

การทดลองที่2 STEP3 มาตรฐานของหน่วยพักอาศัยประเภททาวน์เฮ้าส์ที่ได้ทำการเลือกการทดลองที่ดีที่สุด สำหรับ WWR20 ,50 และ 80 กว้าง 2.00 เมตร ยาว 10.0 เมตร และสูง 2.60 เมตร ลมทิศตะวันตกเฉียงใต้

การทดลอง	ช่องเปิด			ความเร็วลมภายในห้อง	ความเร็วลมเฉลี่ย	อัตราการไหล	ACH	Space Cooling
	wwr	รูปแบบ	ตำแหน่ง	ดีที่สุด				
Step3 ลดลง20%		1-ด้าน	E	0.098	0.044	0.494	0.33	2072
ขนาด 2.0x10.0 เมตร		2-ตรง	WE	0.36	0.415	1.757	0.33	2446
	20%	2-เยื้อง	NW	0.355	0.113	1.82	1.21	2179
		1-ด้าน	W	0.187	0.1	4.706	3.15	2850
		2-ตรง	WE	0.342	0.075	0.475	2.78	3398
	50%	2-เยื้อง	NW	0.612	0.275	4.706	3.15	2935
		1-ด้าน	W	0.156	0.089	2.579	1.72	3489
		2-ตรง	WE	0.327	0.242	5.366	3.59	4155
	80%	2-เยื้อง	NW	0.322	0.124	2.6	1.74	3560

Ref. code: 25595816030141UDA

จากตารางที่ 5.7 แสดงถึงการเลือกที่จะออกแบบหน่วยพักอาศัยที่มีขนาดพื้นที่เล็กลงกว่ามาตรฐานของหน่วยพักอาศัยประเภทตึกแถวร้อยละ 20 ซึ่งลดขนาดความกว้าง และเพิ่มความลึกให้ยาวขึ้น ซึ่งจากการคัดเลือกการทดลองที่ดีที่สุดสำหรับช่องเปิดด้านเดียวพบว่า อัตราส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่ผนังร้อยละ 50 เป็นขนาดที่เหมาะสมที่สุด และช่องเปิดแบบสองด้านทั้งแบบตรงกันหรือเยื้องกันควรเลือกออกแบบให้มีขนาดพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่ผนังร้อยละ 50 ขึ้นไปตำแหน่งตะวันตก-ตะวันออก และ ตำแหน่งทิศเหนือ-ตะวันตก

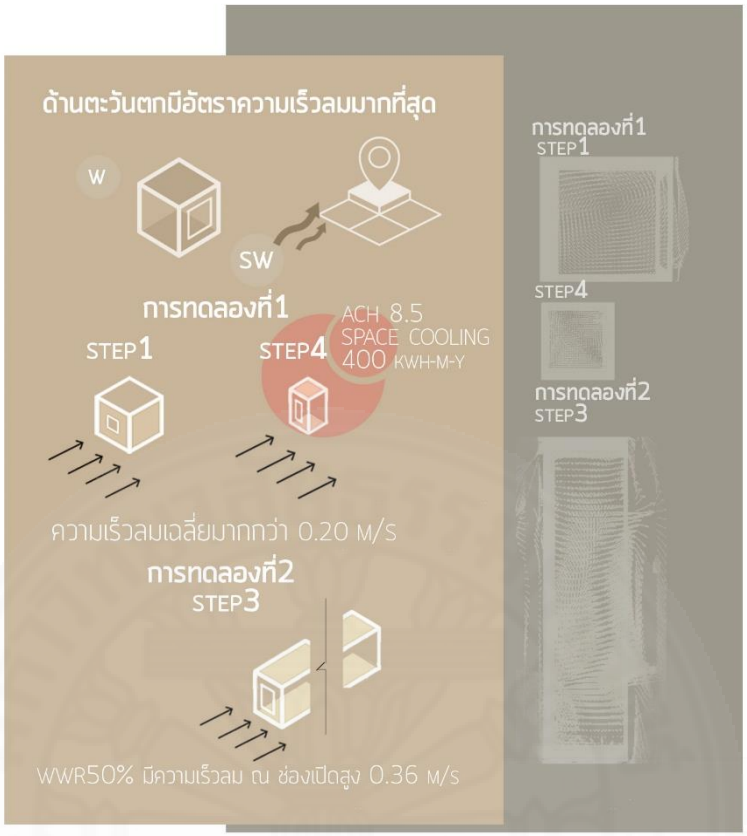
ตารางที่ 5.8

การทดลองที่2 STEP4 มาตรฐานของหน่วยพักอาศัยประเภททาวน์เฮ้าส์ที่ได้ทำการเลือกการทดลองที่ดีที่สุดสำหรับ WWR20 ,50 และ 80 กว้าง 1.00 เมตร ยาว 10.0 เมตร และสูง 2.60 เมตร ลมทิศตะวันตกเฉียงใต้

การทดลอง	ช่องเปิด			ความเร็วลมภายในห้อง	ความเร็วลมเฉลี่ย	อัตราการไหล	ACH	Space Cooling
	wwr	รูปแบบ	ตำแหน่ง	ดีที่สุด				
Step4 ลดลง60%		1-ด้าน	E	0.116	0.058	0.66	0.88	1541
ขนาด 1.0x10.0 เมตร		2-ตรง	WE	0.344	0.089	1.601	2.14	1864
	20%	2-เยื้อง	SW	0.114	0.065	0.107	0.35	1630
		1-ด้าน	W	0.195	0.085	1.65	2.21	2262
		2-ตรง	WE	0.396	0.191	4.04	5.41	2681
	50%	2-เยื้อง	NW	0.341	0.163	1.52	2.03	2301
		1-ด้าน	W	0.289	0.176	3.12	4.17	2774
		2-ตรง	WE	0.325	0.283	6.46	8.65	3268
	80%	2-เยื้อง	NW	0.383	0.23	4.22	5.65	2617

จากตารางที่ 5.8 แสดงถึงการเลือกที่จะออกแบบหน่วยพักอาศัยที่มีขนาดพื้นที่เล็กลงกว่ามาตรฐานของหน่วยพักอาศัยประเภทตึกแถวร้อยละ 60 ซึ่งลดขนาดความกว้างลงจากSTEP3 ครึ่งหนึ่ง ซึ่งจากการคัดเลือกการทดลองที่ดีที่สุดสำหรับช่องเปิดทั้ง 3 รูปแบบต้องเลือกใช้อัตราส่วนช่องเปิดต่อพื้นที่ผนังร้อยละ 50 ขึ้นไปซึ่งควรเลือกออกแบบตำแหน่งตะวันตก-ตะวันออกเหมาะสมมากที่สุด เพราะหน่วยพักอาศัยมีรูปทรงเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีความลึกมากกว่าความกว้างหลายเท่า ทำให้เกิดอัตราการไหลที่ดีขึ้นถ้ามีช่องเปิดที่อยู่ในตำแหน่งที่ตรงกัน

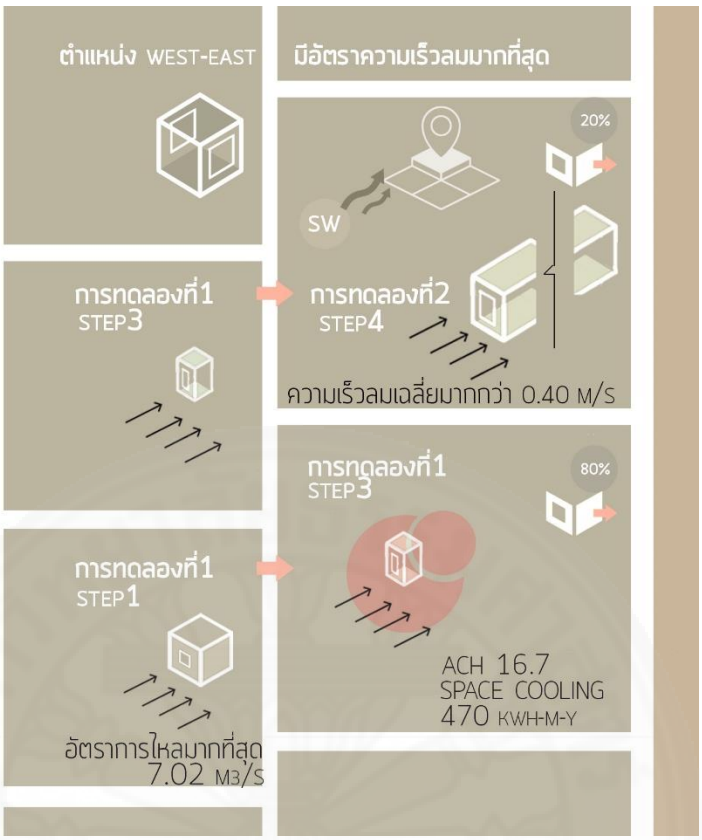
Ref. code: 25595816030141UDA



ภาพที่ 5.4 ผลการทดลองที่ดีที่สุดสำหรับช่องเปิดด้านเดียวทั้งหมด 8 การทดลอง

สามารถสรุปการทดลองของช่องเปิดทางด้านเดียวเมื่อพิจารณาจากอัตราความเร็วลมเฉลี่ยจะพบว่าช่องเปิดด้านเดียวตำแหน่งตะวันตกจะมีค่าความเร็วลมเฉลี่ยที่ดีที่สุดเมื่อเทียบกับอัตราความเร็วลมเฉลี่ยทั้งสามด้านที่เหลือเนื่องจากมีการแปรผันตามทิศทางของลมซึ่งจากกรณีศึกษาจากกฎหมายสำหรับห้องพักขนาด 2.50x3.20 เมตร และลดขนาดพื้นที่ลง80% จากหน่วยพักอาศัยประเภทห้องพักขนาด 1.00x1.25 เมตร ณ ตำแหน่งทิศตะวันตก ขนาดพื้นที่ช่องเปิดWWR80 โดยจะค่าความเร็วลมเฉลี่ยภายในห้องดีที่สุดอยู่ที่ค่ามากกว่า 0.20 m/s และเมื่อพิจารณาในขั้นตอนถัดไปคืออัตราการไหลของอากาศเมื่อพิจารณาจากพื้นที่ของช่องเปิด และความเร็วลมเฉลี่ยของห้องโดยจะเห็นได้ว่า การทดลองที่2 โดยที่ลดขนาดพื้นที่ลง20% จากหน่วยพักอาศัยประเภทตึกแถว ขนาดกว้าง 2.00 เมตร ลึก 10.0 เมตร ตำแหน่งทิศตะวันตก อัตราส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่ผนังร้อยละ50 มีอัตราการไหลที่ดีที่สุด เนื่องจากมีความเร็วลม ณ ตำแหน่งช่องเปิดที่มากประมาน 0.362 m/s และเนื่องจากกรณีศึกษานี้มีความลึกด้านตะวันตกที่มาก ทำให้ช่องเปิดมีขนาดที่มากขึ้นตาม ซึ่งแปรผันกันกับอัตราการไหล แต่เมื่อพิจารณาถึงอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศในขั้นตอนสุดท้ายจะพบว่าปริมาตรของการทดลองที่เล็กที่สุดขนาด 1.00x1.25 เมตรจะมีอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศที่ดีที่สุด เนื่องจากปริมาตรห้องที่น้อย ผนวกกับมีอัตราการไหล และความเร็วลมอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม

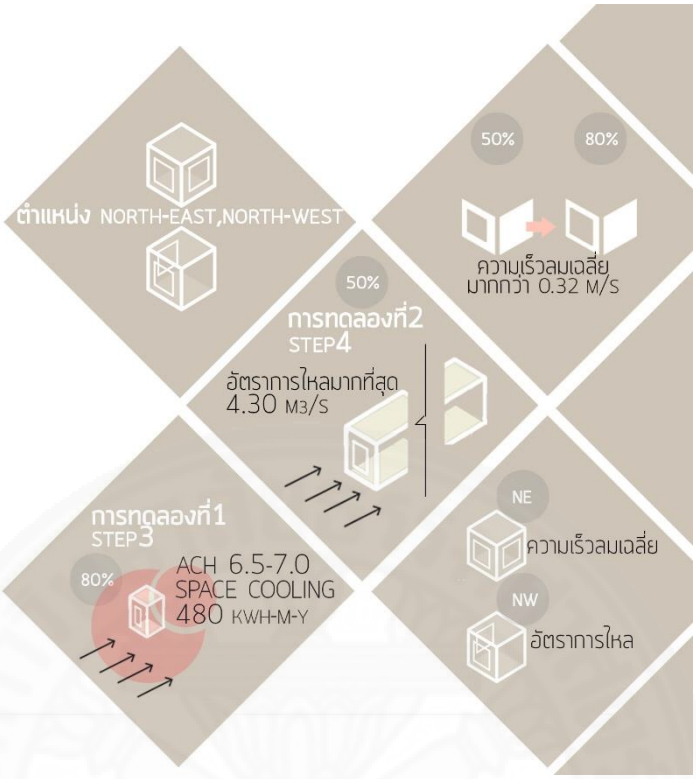
Ref. code: 25595816030141UDA



ภาพที่ 5.5 ผลการทดลองที่ดีที่สุดสำหรับช่องเปิดสองด้านแบบตรงกันทั้งหมด 8 การทดลอง

จากภาพที่5.4 สามารถสรุปการทดลองของช่องเปิดสองด้านแบบตรงกันเมื่อพิจารณาจากอัตราความเร็วลมเฉลี่ยจะพบว่าช่องเปิดสองด้านแบบตรงกัน ตำแหน่งตะวันตก-ตะวันออก จะมีค่าความเร็วลมเฉลี่ยที่ดีที่สุด เนื่องจากมีการแปรผันตามทิศทางของลม และหลักทฤษฎี ซึ่งการทดลองที่ลดขนาดพื้นที่ลง 80% จากหน่วยพักอาศัยประเภทห้องพักขนาด 1.00x1.25 เมตร สำหรับขนาดพื้นที่ช่องเปิดWWR 80 และการทดลองที่ลดขนาดพื้นที่ลง 20% จากหน่วยพักอาศัยประเภทตึกแถวขนาดกว้าง 2.00 เมตร ลึก 10.0 เมตร ขนาดพื้นที่ช่องเปิดWWR 20 ตำแหน่งช่องเปิดทิศตะวันตก-ตะวันออกเหมือนกัน โดยจะค่าความเร็วลมเฉลี่ยภายในห้องดีที่สุดอยู่ที่ค่ามากกว่า 0.40 m/s ซึ่งทำเกิดลมที่อยู่ในสภาวะสบายมากกว่าช่องเปิดแบบด้านเดียวและเมื่อพิจารณาในขั้นตอนถัดไปคืออัตราการไหลของอากาศเมื่อพิจารณาจากพื้นที่ของช่องเปิดและความเร็วลม ณ ตำแหน่งของช่องเปิดโดยจะเห็นได้ว่า กรณีศึกษาหน่วยพักอาศัยขนาดเล็กมาตรฐานประเภทห้องพัก ขนาดกว้าง 2.50 เมตร ลึก 3.20 เมตร โดยจะมีขนาดพื้นที่ช่องเปิดWWR 80 จะมีอัตราการไหลที่ดีที่สุด 7.02 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที เนื่องจากมีความเร็วลมบริเวณช่องเปิด และขนาดช่องเปิดที่มากกว่าตำแหน่งอื่นๆ แต่อัตราการแลกเปลี่ยนอากาศ (ACH) หน่วยพักอาศัยขนาดเล็กพิเศษที่เล็กมากที่สุด คือ 1.00 x 1.25 เมตร มีการแลกเปลี่ยนอากาศที่สูงมากที่สุด สำหรับทุกรูปแบบทั้งช่องเปิดด้านเดียว และช่องเปิดสองด้านแบบเยื้องกันเนื่องจากมีปริมาตรที่น้อย และการระบายอากาศแบบ Cross Ventilation และตรงตามทฤษฎีสำหรับช่องเปิดตรงกันจะมีอัตราการระบายอากาศที่ดีกว่ารูปแบบอื่น

Ref. code: 25595816030141UDA



ภาพที่ 5.6 ผลการทดลองที่ดีที่สุดสำหรับช่องเปิดสองด้านแบบเยื้องกันทั้งหมด 8 การทดลอง

จากภาพที่ 5.5 สามารถสรุปการทดลองของช่องเปิดสองด้านแบบเยื้องกันเมื่อพิจารณาจากอัตราความเร็วลมเฉลี่ยจะพบว่าช่องเปิดสองด้านแบบเยื้องกัน ตำแหน่งทิศเหนือ-ตะวันตก และ ทิศเหนือ-ตะวันออก และช่องเปิดรูปแบบนี้ส่งผลกับขนาดช่องเปิดWWR50-80 เท่านั้นแต่จะไม่มีผลต่อช่องเปิดที่มีขนาดน้อยกว่าร้อยละ 50 ซึ่งการทดลองที่ลดขนาดพื้นที่ลง 20% จากหน่วยพักอาศัยประเภทตึกแถวขนาดกว้าง 2.00 เมตร ลึก 10.0 เมตร ขนาดพื้นที่ช่องเปิดWW50 และการทดลองที่ลดขนาดพื้นที่ลง 80% จากหน่วยพักอาศัยประเภทห้องพักขนาด 1.00x1.25 เมตร ขนาดพื้นที่ช่องเปิดWW80 ณ ตำแหน่งช่องเปิดทิศตะวันเหนือ-ตะวันออกเหมือนกัน โดยจะค่าความเร็วลมเฉลี่ยภายในห้องดีที่สุดอยู่ที่ค่ามากกว่า 0.320 m/s ซึ่งทำเกิดลมที่อยู่ในสภาวะสบายมากกว่าช่องเปิดแบบด้านเดียวแต่น้อยกว่าชนิดแบบตรงกัน และเมื่อพิจารณาในขั้นตอนถัดไปคืออัตราการไหลของอากาศเมื่อพิจารณาจากพื้นที่ของผนัง และความเร็วลมเฉลี่ยของห้องโดยจะเห็นได้ว่า การทดลองที่ลดขนาดพื้นที่ลง 60% จากหน่วยพักอาศัยประเภทตึกแถวขนาดกว้าง 1.00 เมตร ลึก 10.0 เมตร โดยจะมีขนาดพื้นที่ช่องเปิดWWR50 ณ ตำแหน่งทิศเหนือ-ตะวันตก ซึ่งมีค่าอัตราไหลของอากาศมากกว่า 4.30 m^3/s ซึ่งจะพบว่าเมื่อมีขนาดความลึกที่มากขึ้นจะมีอัตราการไหลที่ดีขึ้นและช่องเปิดที่เหมาะสมควรเป็นขนาดWWR50 และเมื่อพิจารณาถึงอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศจะพบว่าหน่วยพักอาศัยขนาดเล็กที่สุดขนาด 1.00 x 1.25 เมตร สำหรับอัตราส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่ผนังร้อยละ80 มีประสิทธิภาพที่ดีที่สุด

Ref. code: 25595816030141UDA

เพราะฉะนั้นการเปรียบเทียบประสิทธิภาพทั้ง 4 รูปแบบโดยใช้ค่าเฉลี่ยจากผลที่ดีที่สุดที่ได้คัดมา ความเร็วลมเฉลี่ย การใช้พลังงาน อัตราการไหล และอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศ โดยจะเห็นได้ว่าความดันภายในห้องและอัตราความเร็วลมเฉลี่ยมีความแปรผันกันซึ่งสรุปก็คือช่องเปิดช่องเดียวนั้นมีผลเพียงเล็กน้อยโดยหรือแทบจะไม่มีการไหลในแนวราบเกิดขึ้นเป็นไปตามทฤษฎี (Evola & Popov,2006) เพราะส่วนมากจะมีความเร็วลมที่สูงบริเวณใกล้ช่องเปิดแต่ความเร็วลมเฉลี่ยน้อยมากซึ่งมีค่าไม่ถึง 0.10 เมตรต่อวินาที อยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างต่ำและมนุษย์ไม่สามารถรับรู้ได้ถึงลม และจากการทดลองพบว่าหน่วยพักประเภทห้องพักขนาดมาตรฐาน (2.50x3.20เมตร) มีความเร็วลมเฉลี่ยค่อนข้างดีเมื่อมองโดยภาพรวม แต่เมื่อลดขนาดพื้นที่ลง 80 %ของหน่วยพักอาศัยประเภทห้องพักขนาดมาตรฐาน คือ (1.00x1.25เมตร) มีค่าความเร็วลมเฉลี่ยมากประมาณ 0.450 m/s ซึ่งประสิทธิภาพของลมอยู่ในเกณฑ์ที่ทำให้รู้สึกสบายและรับรู้ถึงกระแสลม โดยใช้ช่องเปิดแบบ Cross Ventilation ทั้งแบบตรงกันและเยื้องกัน และความเร็วลมเฉลี่ยที่ดีรองลงมาคือการทดลองที่ลดขนาดพื้นที่ลง 20% จากหน่วยพักอาศัยประเภทตึกแถว (2.00x10.0เมตร) ซึ่งเมื่อพิจารณาด้านอัตราการไหลจะพบว่ากรณีศึกษาหน่วยพักอาศัยประเภทห้องพักขนาดมาตรฐาน (2.50x3.20เมตร) ลักษณะช่องเปิดรูปแบบตรงกัน โดยมีขนาดอัตราส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่ผนังร้อยละ 80 จะมีอัตราการไหลที่ดีที่สุด 7.02 m^3/s เนื่องจากมีขนาดช่องเปิดที่เต็มพื้นที่จึงทำให้ลมขาเข้ามีปริมาณมากตาม และอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศจะขึ้นอยู่กับอัตราการไหล CFH และปริมาตรของห้องซึ่งพบว่าการทดลองที่ลดขนาดพื้นที่ลง 80% จากหน่วยพักอาศัยประเภทห้องพัก (1.00x1.25เมตร) มีอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศดีที่สุด และเนื่องจากการลดขนาดให้มีขนาดที่เล็กลงยังทำให้เกิดการใช้พลังงานที่ประหยัดมากขึ้นสำหรับการทดลองที่มีขนาดเล็กที่สุดมีการใช้พลังงานต่อปีทั้งหมด 472.4 $KWh/m^2/y$

ดังนั้นจากสามารถตอบคำถามในงานวิจัยได้ว่าหน่วยพักอาศัยขนาดเล็กในปัจจุบันมีประสิทธิภาพในการระบายอากาศและการใช้พลังงานที่ดีที่ดีสำหรับหน่วยพักอาศัยประเภทห้องพักตามกฎหมายกำหนดแต่ประเภทตึกแถว และทาวน์เฮ้าส์นั้นยังคงมีประสิทธิภาพที่ค่อนข้างแย่ซึ่งต้องอาศัยการออกแบบและการเลือกใช้ช่องเปิดรูปแบบที่เหมาะมากที่สุด และเมื่อลดขนาดหน่วยพักอาศัยให้เล็กลงกว่าเดิมพบว่าไม่ส่งผลเสียต่อการระบายอากาศ หรืออัตราความเร็วที่น้อยลง ซึ่งในงานวิจัยนี้การทดลองที่มีขนาดที่เล็กมากที่สุดโดยใช้ขนาดมาตรฐานของห้องพักเป็นตัวกำหนดกลับมีคุณภาพทางด้านการระบายอากาศที่ดีกว่าเดิม และการที่ขนาดความกว้างให้แคบลงและเพิ่มความลึกแทนโดยใช้ขนาดมาตรฐานของตึกแถวเป็นตัวกำหนดกลับส่งผลดีในด้านอัตราการไหล แต่ถึงอย่างไรก็ตามนั้นการออกแบบก็ยังควรต้องคำนึงถึงทิศทางลมในแต่ละฤดู ตำแหน่งของที่อยู่อาศัย ระดับความสูง รูปแบบ ตำแหน่ง จำนวนช่องเปิดที่ใช้ แม้กระทั่งวัสดุในการเลือกใช้ยิ่งสามารถทำให้เกิดประสิทธิภาพที่ดียิ่งขึ้นถ้าเราคำนึงถึงการระบายอากาศแบบธรรมชาติทั้งจะทำให้เกิดสภาพแวดล้อมที่ดีขึ้น และยังทำให้เกิดความคุ้มค่าต่อผู้ใช้งานอีกด้วย นอกจากนี้ยังสามารถเสนอเป็นแนวทางเลือกสำหรับการออกแบบในอนาคตข้างหน้าต่อไป

Ref. code: 25595816030141UDA

ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัย

1.งานวิจัยชิ้นนี้เป็นงานวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งได้ทำการจำลองการไหลของอากาศด้วยโปรแกรมพลศาสตร์ของไหล PHOENICS ซึ่งไม่ได้คำนึงถึงบริบทจริงโดยรอบ หรือแม้กระทั่งวัสดุที่ใช้ในการออกแบบ ดังนั้นควรมีการคำนึงถึงบริบทโดยรอบ และวัสดุที่ใช้เพื่อให้เกิดความสมจริงในการหาค่าอัตราการระบายอากาศ และความเร็วลมที่ส่งผลต่อภายในอาคาร

2.ในการกำหนดตัวแปรช่องเปิดของงานวิจัยนี้กำหนดเพียงแค่ 3 รูปแบบแต่ความเป็นจริงแล้วมีอีกหลากหลายรูปแบบมาก แม้กระทั่งความสูง หรือขนาดของช่องเปิดที่แตกต่างกัน ก็สามารถทำให้เกิดความเร็วลม และอัตราการระบายอากาศที่แตกต่างกันเช่นกัน

3.จากการทดลองในงานวิจัยนี้ได้เลือกศึกษาแค่บางกรณีศึกษาเท่านั้นโดยคงความสูงให้มีขนาดที่เท่ากันทุกกรณีแต่ความเป็นจริงแล้ว ความสูงนั้นก็ส่งผลต่อความเร็วลมเช่นกัน ดังนั้นในงานวิจัยต่อไปควรมีการคำนึงถึงความสูง เพื่อความสมจริง และได้ผลที่เป็นแนวทางเลือกมากกว่านี้

4.งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยที่ทดลองสมรรถนะเพียงแค่ 2 ด้านเท่านั้นคือด้านการระบายอากาศและการประหยัดพลังงาน ควรมีการทดสอบที่ครอบคลุมกว่านี้ทั้งเรื่อง แดด ลม และแสง เพื่อเป็นการประเมินในทุกๆด้านและทำให้เกิดแนวทางเลือกที่ดีที่สุด

Ref. code: 25595816030141UDA

รายการอ้างอิง

หนังสือและบทความในหนังสือ

เฉลิมวัฒน์ ตันตสวัสดิ์. (2554). *การออกแบบที่พึ่งพาธรรมชาติเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงทางสภาพภูมิอากาศโรงเรียนอนุรักษ์พลังงานแห่งอนาคต.* ปทุมธานี: หน่วยวิจัยเฉพาะทางสถาปัตยกรรมเพื่อชีวิตและสิ่งแวดล้อมยั่งยืน.

มาลินี ศรีสุวรรณ. (2543). *การศึกษาความสัมพันธ์ของทิศทางกระแสลมกับการเจาะช่องเปิดที่ผนังอาคารสำหรับภูมิภาคร้อนชื้นในประเทศไทย.* กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยศิลปากร.

American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineering [ASHRAE]. (2009). Chapter 19 Energy Estimating and Modeling Methods. In *ASHRAE Handbook Fundamental* (pp. 19.1–19.37). Atlanta, GA: Author.

Melaragno. (1982). Sun, Wind, and Light: Architectural Design Strategies. Canada : Mark DeKay,G. Z. Brown.

บทความวารสาร

พิมลศิริ ประจงสาร. (2559). *วิธีการศึกษาการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ เพื่อเพิ่มความสบาย*, ภาควิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยศิลปากร

สมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์. (2543). *การอ้างอิงค่าเฉลี่ยของคนอายุระหว่าง 23-29 ปีจากข้อมูลสัดส่วนร่างกายประชากรไทยเพื่อการออกแบบสถาปัตยกรรม.*

Allocca, C., Chen, Q., and Glicksman, L.R. (2003). *Design analysis of single-sided natural ventilation*, Energy and Buildings, 35(8), 785-795.

Detaranto, M. (2014). *CFD Analysis of Airflow Patterns and Heat Transfer in Small, Medium, and Large Structures*.

Evans, B. (1989, March). *Letting fresh air back into buildings*: The evolving state of the art of natural ventilation. Architecture, (pp.72-77).

Ref. code: 25595816030141UDA

Givoni, B. (1994). *Passive and low energy cooling of buildings.* New York: John Wiley & Sons, Inc.

Khedari, J., Yamtraipat, N., Pratintong, N., & Hirunlabh, J. (2000). *Thailand ventilation comfort chart. Energy and Buildings*, 32, (pp.245-249).

Lencher, N. (2001). *Heating Cooling Lighting : Design methods for architects.* New York: John Wiley & Sons.

M.A. Hassana*, N.M. Guirguisa, M.R. Shaalanb, K.M. El-Shazlyc, (2007). *Investigation of effects of window combinations on ventilation characteristics for thermal comfort in buildings*. The Ninth Arab International Conference on Solar Energy (AICSE-9), Kingdom of Bahrain.

Munir , A., & Wonorahardjo, S. (2004). *The performance of single-sided natural ventilation induced by wind-driven flow.*

Olgyay, V. (1963). *Design with climate: A bioclimatic approach to architectural regionalism. Princeton*: Princeton University.

วิทยานิพนธ์

จอมใจ ละอองแก้ว. (2556). *การออกแบบหน่วยพักอาศัยขนาดเล็กที่เหมาะสมกับพฤติกรรมของกลุ่มคนวัยเริ่มทำงาน* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง, สาขาวิชาสถาปัตยกรรม.

ชัปน์ เธียรชุติมา. (2553). *การระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติแบบช่องเปิดด้านเดียวสำหรับห้องพักอาคารสูง.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง, สาขาวิชาสถาปัตยกรรม.

ณัฐฐาอัมพร อินทร์พรหม. (2557). *การวิเคราะห์ความไวของอิทธิพลตัวแปรองค์ประกอบกรอบอาคารที่มีผลต่อปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศในบ้านจัดสรรประเภทบ้านเดี่ยว.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง.

Ref. code: 25595816030141UDA

ศศิภา โรจน์วีระสิงห์. (2554). *แนวทางการออกแบบหน่วยพักอาศัยขนาดเล็กพิเศษที่เหมาะสมกับพฤติกรรมการใช้งานของคนไทย*. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง.

สุมาวลี จินดาพล. (2551). *แนวทางการออกแบบช่องเปิดเพื่อได้รับความร้อนและแสง ธรรมชาติอย่างเหมาะสม ในอาคารสำนักงาน*. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง, สาขาวิชาสถาปัตยกรรม.

อรุณโรจน์ สิริโภควิบูลย์. (2557*). อิทธิพลของกฎหมายอาคารที่มีผลต่อประสิทธิภาพการระบายอากาศ*. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศิลปากร, สาขาวิชาสถาปัตยกรรม

สื่ออิเล็กทรอนิกส์

องค์การสหประชาชาติ (UN). (2010). World Population Prospects, the 2010 Revision. สืบค้นเมื่อ 12 กุมภาพันธ์ 2560, จาก https://esa.un.org/unpd/wpp/

CHAM. (2002). PHOENICS version 3.5. London: CHAM Ltd.

House Plans Helper. (2012-2017). *Bedroom Size*. สืบค้นเมื่อ 8 พฤษภาคม 2560, http://www.houseplanshelper.com/bedroom-size.html

Ref. code: 25595816030141UDA

ภาคผนวก

Ref. code: 25595816030141UDA

ภาคผนวก ก

ตารางที่ใช้ในการทดลองที่1STEP1 (Orginal)

	CASE	WWR	Void		ทิศ	ความเร็วลมในห้อง max(m/s)	ความเร็วลมในห้อง min(m/s)	Vเฉลี่ย(m/s)	vณvoid(m/s)	Q(m3/s)	CFM(ft2/m)	CFH(ft2/hr)	ACH(1/hr)	Space Cooling
การทดลองที่1 STEP1 (Orginal)	SIZE				N	0.044	0.008	0.029	0.026	0.016	35.8	20.76	0.028	
	2.50*3.20			N-S	S	0.044	0.012	0.029	0.041	0.026	56.46	32.75	0.044	
					W	0.059	0.003	0.018	0.036	0.029	63.46	36.8	0.05	
	AREA		1 void	0.6*1.10	E	0.057	0.006	0.018	0.057	0.047	100.48	58.27	0.079	
	20.8 m2				WE	0.22	0.012	0.074	0.022	0.183	387.82	224.93	0.306	
	734.5 ft2		2 void ตรงกัน	W-E	NS	0.227	0.013	0.074	0.062	0.04	85.38	49.52	0.067	
					NW	0.321	0.02	0.092	0.321	0.267	565.87	328.2	0.446	
				0.75*1.10	NE	0.145	0.024	0.084	0.101	0.065	139.09	80.67	0.109	
					SW	0.27	0.027	0.094	0.141	0.091	194.18	112.62	0.153	
		10	2 void เยื้อง		SE	0.095	0.01	0.057	0.059	0.038	81.25	47.12	0.006	

	CASE	WWR	Void		ทิศ	ความเร็วลมในห้อง max(m/s)	ความเร็วลมในห้อง min(m/s)	V*เฉลี่ย(m/s)	vณvoid(m/s)	Q(m3/s)	CFM(ft2/m)	CFH(ft2/hr)	ACH(1/hr)	Space Cooling
การทดลองที่1 STEP1 (Orginal)	2.50*3.20				N	0.054	0.009	0.025	0.093	0.12	256.16	148.57	0.202	**782.99**
				N-S	S	0.06	0.008	0.037	0.075	0.097	206.58	119.81	0.163	**803.39**
	20.8 m2				W	0.179	0.013	0.045	0.166	0.275	583.85	338.63	0.461	**855.07**
	734.5 ft2		1 void	1.18*1.10	E	0.103	0.006	0.033	0.133	0.22	467.78	271.31	0.369	**834.57**
					WE	0.413	0.04	0.177	0.322	0.534	1132.54	656.87	0.894	**959.38**
			2 void ตรงกัน	W-E	NS	0.168	0.013	0.062	0.144	0.187	396.63	230.05	0.313	**868.88**
					NW	0.145	0.016	0.072	0.127	0.21	446.68	259.07	0.352	**915.12**
				1.50*1.10	NE	1.106	0.028	0.256	0.396	0.514	1090.75	632.63	0.861	**895.89**
					SW	0.14	0.022	0.078	0.197	0.256	542.62	314.72	0.428	**969.02**
		20	2 void เยื้อง		SE	0.429	0.018	0.14	0.37	0.481	1019.14	591.1	0.804	**924.26**

	CASE	WWR	Void		ทิศ	ความเร็วลมในห้อง max(m/s)	ความเร็วลมในห้อง min(m/s)	V*เฉลี่ย(m/s)	vณvoid(m/s)	Q(m3/s)	CFM(ft2/m)	CFH(ft2/hr)	ACH(1/hr)	Space Cooling
การทดลองที่1 STEP1 (Orginal)	2.50*3.20				N	0.078	0.018	0.035	0.045	0.087	185.92	107.83	0.146	
				N-S	S	0.072	0.011	0.043	0.045	0.087	185.92	107.83	0.146	
	20.8 m2				W	0.075	0.005	0.028	0.067	0.167	354.89	205.84	0.28	
	734.5 ft2		1 void	1.80*1.10	E	0.183	0.011	0.043	0.026	0.065	137.72	79.87	0.108	
					WE	0.254	0.069	0.203	0.244	0.61	1292.46	749.63	1.02	
			2 void ตรงกัน	W-E	NS	0.103	0.022	0.052	0.049	0.095	202.45	117.42	0.159	
					NW	0.23	0.032	0.137	0.188	0.47	995.83	577.58	0.786	
				2.30*1.10	NE	0.356	0.018	0.093	0.092	0.179	380.11	220.46	0.3	
					SW	0.172	0.03	0.055	0.052	0.101	214.84	124.61	0.169	
		30	2 void เยื้อง		SE	0.073	0.031	0.105	0.108	0.21	446.21	258.8	0.352	

Ref. code: 25595816030141UDA

ภาคผนวก ก

ตารางที่ใช้ในการทดลองที่1STEP1 (Orginal)

	CASE	WWR	Void		ทิศ	ความเร็วลมในห้อง max(m/s)	ความเร็วลมในห้อง min(m/s)	V*เฉลี่ย(m/s)	vฌvoid(m/s)	Q(m3/s)	CFM(ft2/m)	CFH(ft2/hr)	ACH(1/hr)	Space Cooling
การทดลองที่1 STEP1 (Orginal)	2.50*3.20				N	0.036	0.009	0.02	0.094	0.305	647.29	375.43	0.51	**872.92**
				N-S	S	0.09	0.02	0.055	0.124	0.403	853.87	495.24	0.67	**952.82**
	20.8 m2				W	0.342	0.075	0.15	0.411	1.709	3622.63	2101.13	2.86	**1091.3**
	734.5 ft2		1 void	1.80*1.80	E	0.142	0.014	0.062	0.185	0.769	1630.628	945.76	1.28	**1045.4**
					WE	0.334	0.069	0.181	0.366	1.522	3226	1871.08	2.54	**1287.3**
			2 void ตรงกัน	W-E	NS	0.105	0.021	0.06	0.132	0.429	908.96	527.19	0.71	**1087.9**
					NW	0.521	0.025	0.282	0.477	1.984	4204.37	2438.53	3.32	**1201.5**
				2.04*2.04	NE	0.373	0.062	0.139	0.162	0.526	1115.54	647.01	0.88	**1166.5**
					SW	0.207	0.042	0.116	0.211	0.685	1452.96	842.72	1.14	**1301.8**
		50	2 void เยื้อง		SE	0.335	0.065	0.166	0.431	1.4	2967.9	1721.38	2.34	**1216.5**

	CASE	WWR	Void		ทิศ	ความเร็วลมในห้อง max(m/s)	ความเร็วลมในห้อง min(m/s)	V*เฉลี่ย(m/s)	vฌvoid(m/s)	Q(m3/s)	CFM(ft2/m)	CFH(ft2/hr)	ACH(1/hr)	Space Cooling
การทดลองที่1 STEP1 (Orginal)	2.50*3.20				N	0.071	0.016	0.043	0.093	0.483	1024.65	594.29	0.8	**965.15**
				N-S	S	0.114	0.028	0.068	0.22	0.286	605.97	351.46	0.47	**1,122.30**
	20.8 m2				W	0.39	0.081	0.226	0.377	2.507	5311.93	3080.92	4.19	**1,316.80**
	734.5 ft2		1 void	2.30*2.30	E	0.366	0.039	0.135	0.396	2.633	5579.64	3236.19	4.4	**1,250.80**
					WE	0.611	0.103	0.32	0.44	2.926	6199.6	3595.77	4.89	**1,568.70**
			2 void ตรงกัน	W-E	NS	0.748	0.069	0.282	1.35	7.02	14873.97	8626.9	11.74	**1,297.10**
					NW	0.235	0.049	0.147	0.163	1.083	2296.67	1332.07	1.81	**1,455.30**
				2.60*2.60	NE	0.099	0.029	0.055	0.085	0.442	936.5	543.17	0.73	**1,405.90**
					SW	0.118	0.079	0.104	0.171	0.889	1884.03	1092.74	1.48	**1,537.80**
		80	2 void เยื้อง		SE	0.239	0.019	0.125	0.183	0.951	2016.25	1169.42	1.59	**1,502.90**

Ref. code: 25595816030141UDA

ภาคผนวก ก

ตารางที่ใช้ในการทดลองที่1STEP2

	CASE	WWR	Void		ทิศ	ความเร็วลมในห้อง max(m/s)	ความเร็วลมในห้อง min(m/s)	V*เฉลี่ย(m/s)	vฉvoid(m/s)	Q(m3/s)	CFM(ft2/m)	CFH(ft2/hr)	ACH(1/hr)	Space Cooling
การทดลองที่1 STEP2)	2.60*2.60				N	0.042	0.01	0.023	0.056	0.075	160.2	92.91	0.15	**752.74**
				N-S	S	0.047	0.012	0.031	0.166	0.224	474.8	275.4	0.44	**830.16**
	17.58 m2				W	0.078	0.01	0.031	0.128	0.172	366.1	212.4	0.34	**856.94**
	620.7 ft2		1 void	1.17*1.17	E	0.038	0.004	0.014	0.08	0.108	228.8	132.7	0.21	**825.43**
					WE	0.263	0.025	0.137	0.243	0.328	695.1	403.1	0.64	**991.98**
			2 void ตรงกัน	W-E	NS	0.067	0.016	0.018	0.172	0.232	492	285.4	0.46	**924.16**
					NW	0.234	0.04	0.108	0.204	0.275	583.5	338.4	0.54	**959.24**
				1.17*1.17	NE	0.224	0.015	0.046	0.214	0.288	612.1	355	0.57	**930.45**
					SW	0.17	0.03	0.099	0.193	0.26	552.1	320.2	0.51	**997.01**
		20	2 void เยื้อง		SE	0.248	0.014	0.076	0.242	0.326	692.1	401.5	0.64	**979.6**

	CASE	WWR	Void		ทิศ	ความเร็วลมในห้อง max(m/s)	ความเร็วลมในห้อง min(m/s)	V*เฉลี่ย(m/s)	vฉvoid(m/s)	Q(m3/s)	CFM(ft2/m)	CFH(ft2/hr)	ACH(1/hr)	Space Cooling
การทดลองที่1 STEP2)	2.60*2.60				N	0.039	0.006	0.024	0.053	0.179	379.6	220.1	0.35	**792.7**
				N-S	S	0.088	0.03	0.058	0.233	0.787	1669	967.8	1.55	**886.5**
	17.58 m2				W	0.111	0.021	0.069	0.151	0.51	1081	627.2	1.01	**934.95**
	620.7 ft2		1 void	1.85*1.85	E	0.065	0.017	0.036	0.049	0.165	350.9	203.5	0.32	**985.99**
					WE	0.296	0.034	0.211	0.283	0.956	2027	1175	1.89	**1098.2**
			2 void ตรงกัน	W-E	NS	0.123	0.02	0.057	0.194	0.655	1389	805.8	1.29	**1035.3**
					NW	0.229	0.012	0.126	0.188	0.635	1346	780.9	1.25	**1056.8**
				1.85*1.85	NE	0.126	0.032	0.072	0.17	0.574	1217	706.1	1.13	**1023.1**
					SW	0.229	0.046	0.124	0.158	0.534	1132	656.3	1.05	**1116.5**
		50	2 void เยื้อง		SE	0.187	0.022	0.094	0.233	0.787	1669	967.8	1.55	**1090.8**

	CASE	WWR	Void		ทิศ	ความเร็วลมในห้อง max(m/s)	ความเร็วลมในห้อง min(m/s)	V*เฉลี่ย(m/s)	vฉvoid(m/s)	Q(m3/s)	CFM(ft2/m)	CFH(ft2/hr)	ACH(1/hr)	Space Cooling
การทดลองที่1 STEP2)	2.60*2.60				N	0.092	0.029	0.025	0.055	0.297	629.3	365	0.58	**882.45**
				N-S	S	0.119	0.017	0.07	0.166	0.896	1899	1102	1.77	**1058**
	17.58 m2				W	0.117	0.055	0.084	0.178	0.961	2037	1181	1.9	**1120.2**
	620.7 ft2		1 void	2.35*2.35	E	0.076	0.023	0.044	0.052	0.28	595	345.1	0.55	**1064.5**
					WE	0.276	0.09	0.229	0.295	1.59	3375	1958	3.15	**1332.5**
			2 void ตรงกัน	W-E	NS	0.281	0.02	0.112	0.203	1.096	2323	1347	2.17	**1237.4**
					NW	0.226	0.15	0.169	0.182	0.982	2082	1208	1.94	**1271.3**
				2.35*2.35	NE	0.123	0.036	0.084	0.1	0.084	1144	663.6	1.06	**1228.8**
					SW	0.223	0.03	0.114	0.115	0.114	1316	763.1	1.22	**1382**
		80	2 void เยื้อง		SE	0.302	0.052	0.163	0.245	0.163	2803	1626	2.61	**1305.1**

Ref. code: 25595816030141UDA

ภาคผนวก ก

ตารางที่ใช้ในการทดลองที่1STEP3

	CASE	WWR	Void		ทิศ	ความเร็วลมในห้อง max(m/s)	ความเร็วลมในห้อง min(m/s)	V*เฉลี่ย(m/s)	vฌvoid(m/s)	Q(m3/s)	CFM(ft2/m)	CFH(ft2/hr)	ACH(1/hr)	Space Cooling
การทดลองที่1 STEP3	1.60*2.50				N	0.045	0.01	0.028	0.085	0.068	144.1	83.57	0.22	**473.96**
				N-S	S	0.061	0.012	0.036	0.216	0.172	366.1	212.4	0.57	**485.8**
	10.4 m2				W	0.416	0.059	0.137	0.35	0.455	964.1	559.2	1.52	**524.25**
	367.2 ft2		1 void	0.90*0.90	E	0.237	0.046	0.104	0.33	0.429	909	527.2	1.43	**528.53**
					WE	0.189	0.059	0.12	0.255	0.331	702.4	407.4	1.1	**620.47**
			2 void ตรงกัน	W-E	NS	0.118	0.02	0.051	0.175	0.14	296.6	172	0.46	**519.99**
					NW	0.279	0.03	0.129	0.372	0.483	1025	594.3	1.61	**581.02**
				1.15*1.15	NE	0.323	0.018	0.087	0.311	0.248	527.2	305.8	0.83	**563.74**
					SW	0.34	0.028	0.143	0.41	0.328	695	403.1	1.09	**574.29**
		20	2 void เยื้อง		SE	0.323	0.018	0.064	0.232	0.185	393.2	228.1	0.62	**577.65**

	CASE	WWR	Void		ทิศ	ความเร็วลมในห้อง max(m/s)	ความเร็วลมในห้อง min(m/s)	V*เฉลี่ย(m/s)	vฌvoid(m/s)	Q(m3/s)	CFM(ft2/m)	CFH(ft2/hr)	ACH(1/hr)	Space Cooling
การทดลองที่1 STEP3	1.60*2.50				N	0.129	0.02	0.058	0.115	0.23	487.3	282.6	0.77	**531.83**
				N-S	S	0.064	0.021	0.043	0.166	0.332	703.4	408	1.11	**598.63**
	10.4 m2				W	0.093	0.029	0.05	0.127	0.412	874.5	507.2	1.38	**719.81**
	367.2 ft2		1 void	1.40*1.40	E	0.082	0.011	0.04	0.061	0.198	420.1	243.6	0.66	**683.48**
					WE	0.293	0.072	0.197	0.3	0.893	1894	1098	2.99	**850.44**
			2 void ตรงกัน	W-E	NS	0.223	0.01	0.076	0.222	0.444	940.7	545.6	1.48	**666.9**
					NW	0.236	0.033	0.128	0.153	0.497	1054	611.1	1.66	**782.37**
				1.80*1.80	NE	0.135	0.03	0.057	0.128	0.256	542.4	314.6	0.85	**752.29**
					SW	0.172	0.052	0.099	0.165	0.33	699.2	405.5	1.1	**837.01**
		50	2 void เยื้อง		SE	0.088	0.013	0.045	0.177	0.354	750.1	435	1.18	**784.48**

	CASE	WWR	Void		ทิศ	ความเร็วลมในห้อง max(m/s)	ความเร็วลมในห้อง min(m/s)	V*เฉลี่ย(m/s)	vฌvoid(m/s)	Q(m3/s)	CFM(ft2/m)	CFH(ft2/hr)	ACH(1/hr)	Space Cooling
การทดลองที่1 STEP3	1.60*2.50				N	0.132	0.01	0.079	0.131	0.419	888.2	515.2	1.4	**579.25**
				N-S	S	0.079	0.013	0.049	0.171	0.547	1159	672.5	1.83	**678.56**
	10.4 m2				W	0.159	0.05	0.086	0.125	0.65	1377	798.8	2.17	**882.96**
	367.2 ft2		1 void	1.40*2.25	E	0.089	0.024	0.054	0.065	0.338	716.2	415.4	1.13	**833.76**
					WE	0.376	0.063	0.209	0.35	1.82	3856	2237	6	**1046.7**
			2 void ตรงกัน	W-E	NS	0.214	0.033	0.103	0.23	0.736	1559	904.5	2.46	**788.42**
					NW	0.215	0.064	0.12	0.162	0.842	1785	1035	2.8	**952.76**
				2.30*2.30	NE	0.192	0.05	0.188	0.12	0.384	813.6	471.9	1.28	**914.23**
					SW	0.24	0.096	0.154	0.2	0.64	1356	786.5	2.14	**1006.9**
		80	2 void เยื้อง		SE	0.115	0.056	0.077	0.2	0.64	1356	786.5	2.14	**960.36**

Ref. code: 25595816030141UDA

ภาคผนวก ก

ตารางที่ใช้ในการทดลองที่1STEP4

	CASE	WWR	Void		ทิศ	ความเร็วลมในห้อง max(m/s)	ความเร็วลมในห้อง min(m/s)	V*เฉลี่ย(m/s)	vฉvoid(m/s)	Q(m3/s)	CFM(ft2/m)	CFH(ft2/hr)	ACH(1/hr)	Space Cooling
การทดลองที่1 STEP4	1.0*1.25				N	0.129	0.02	0.058	0.082	0.042	90.35	52.4	0.45	217.78
				N-S	S	0.096	0.022	0.041	0.221	0.114	243.5	141.2	1.23	228.64
	325 m2				W	0.02	0.008	0.011	0.047	0.03	64.73	37.54	0.32	236.03
	114.7 ft2		1 void	2.85*1.10	E	0.041	0.01	0.015	0.049	0.031	67.48	39.14	0.34	235.23
					WE	0.325	0.099	0.227	0.295	0.191	406.3	235.6	2.05	277.45
			2 void ตรงกัน	W-E	NS	0.173	0.03	0.086	0.244	0.126	268.8	155.9	1.35	248.69
					NW	0.353	0.104	0.163	0.197	0.128	271.3	157.4	1.37	265.38
				5.50*1.10	NE	0.422	0.022	0.11	0.227	0.118	250.1	145.1	1.26	256.12
					SW	0.117	0.03	0.125	0.376	0.195	414.3	240.3	2.09	283.25
		20	2 void เยื้อง		SE	0.23	0.069	0.057	0.255	0.132	281	163	1.42	266.65

	CASE	WWR	Void		ทิศ	ความเร็วลมในห้อง max(m/s)	ความเร็วลมในห้อง min(m/s)	V*เฉลี่ย(m/s)	vฉvoid(m/s)	Q(m3/s)	CFM(ft2/m)	CFH(ft2/hr)	ACH(1/hr)	Space Cooling
การทดลองที่1 STEP4	1.0*1.25				N	0.139	0.04	0.085	0.081	0.105	223.1	129.4	1.12	249.13
				N-S	S	0.091	0.021	0.06	0.205	0.266	564.7	327.5	2.85	287.41
	325 m2				W	0.09	0.031	0.05	0.132	0.214	545.5	263.6	2.29	319.04
	114.7 ft2		1 void	2.30*2.30	E	0.061	0.019	0.038	0.103	0.167	354.6	205.7	1.79	312.26
					WE	0.507	0.201	0.362	0.522	0.848	1797	1042	9.08	390.11
			2 void ตรงกัน	W-E	NS	0.157	0.03	0.089	0.186	0.241	512.3	297.1	2.58	332.17
					NW	0.236	0.12	0.19	0.23	0.373	791.9	459.3	4	364.92
				4.45*2.20	NE	0.264	0.052	0.098	0.2	0.26	550.9	319.5	2.78	349.86
					SW	0.242	0.04	0.127	0.355	0.461	977.8	567.1	4.94	397.81
		50	2 void เยื้อง		SE	0.375	0.11	0.216	0.32	0.416	881.4	611.2	4.45	369.18

	CASE	WWR	Void		ทิศ	ความเร็วลมในห้อง max(m/s)	ความเร็วลมในห้อง min(m/s)	V*เฉลี่ย(m/s)	vฉvoid(m/s)	Q(m3/s)	CFM(ft2/m)	CFH(ft2/hr)	ACH(1/hr)	Space Cooling
การทดลองที่1 STEP4	1.0*1.25				N	0.152	0.05	0.094	0.095	0.197	418.7	242.8	2.11	272.71
				N-S	S	0.086	0.023	0.056	0.225	0.468	991.6	575.1	5.01	335.8
	325 m2				W	0.396	0.12	0.244	0.31	0.806	1708	990.5	8.63	400.79
	114.7 ft2		1 void	3.80*2.20	E	0.065	0.03	0.057	0.066	0.171	363.6	210.9	1.83	377.39
					WE	0.639	0.299	0.45	0.6	1.56	3305	1917	16.71	472.44
			2 void ตรงกัน	W-E	NS	0.137	0.05	0.097	0.227	0.472	1000	580.2	5.05	386.28
					NW	0.251	0.139	0.188	0.25	0.65	1377	798.8	6.96	436.34
				7.10*2.20	NE	0.453	0.223	0.326	0.3	0.62	1322	766.8	6.68	419.38
					SW	0.278	0.15	0.21	0.3	0.62	1322	766.8	6.68	475.35
		80	2 void เยื้อง		SE	0.207	0.024	0.067	0.262	0.54	1155	669.7	5.83	448.17

Ref. code: 25595816030141UDA

ภาคผนวก ข

ตารางที่ใช้ในการทดลองที่2 STEP1 (Orginal)

	CASE	WWR	Void		ทิศ	ความเร็วลมในห้อง max(m/s)	ความเร็วลมในห้อง min(m/s)	V*เฉลี่ย(m/s)	vฌvoid(m/s)	Q(m3/s)	CFM(ft2/m)	CFH(ft2/hr)	ACH(1/hr)	
การทดลองที่2 STEP1 (Orginal)	4.0*6.0				N	0.029	0.006	0.019	0.036	0.336	713.95	414.09	0.56	
				N-S	S	0.056	0.014	0.038	0.056	0.524	1110.59	644.14	0.87	
	62.4 m2				W	0.036	0.007	0.023	0.04	0.062	132.21	76.68	0.1	
	2203.34 ft2		1 void	0.95*1.10	E	0.066	0.01	0.026	0.066	0.102	218.15	126.52	0.17	
					WE	0.042	0.011	0.023	0.036	0.056	118.99	69.01	0.09	
			2 void ตรงกัน	W-E	NS	0.122	0.011	0.072	0.085	0.088	187.3	108.63	0.14	
					NW	0.113	0.012	0.034	0.054	0.084	178.48	103.52	0.14	
				1.40*1.10	NE	0.145	0.011	0.04	0.115	0.119	253.4	146.97	0.2	
					SW	0.162	0.004	0.038	0.104	0.108	229.16	132.91	0.18	
		10	2 void เยื้อง		SE	0.115	0.013	0.034	0.115	0.119	253.4	146.97	0.2	

	CASE	WWR	Void		ทิศ	ความเร็วลมในห้อง max(m/s)	ความเร็วลมในห้อง min(m/s)	V*เฉลี่ย(m/s)	vฌvoid(m/s)	Q(m3/s)	CFM(ft2/m)	CFH(ft2/hr)	ACH(1/hr)	Space Cooling
การทดลองที่2 STEP1 (Orginal)	4.0*6.0				N	0.048	0.012	0.027	0.11	0.228	484.78	281.17	0.12	1788.2
				N-S	S	0.088	0.024	0.043	0.14	0.291	616.99	357.85	0.16	1819.7
	62.4 m2				W	0.043	0.007	0.023	0.077	0.24	509.02	295.23	0.13	1961
	2203.34 ft2		1 void	1.90*1.10	E	0.065	0.011	0.031	0.087	0.271	575.12	333.57	0.15	1939.9
					WE	0.211	0.017	0.119	0.21	0.655	1388.23	805.17	0.36	2209
			2 void ตรงกัน	W-E	NS	0.084	0.011	0.047	0.121	0.251	533.25	309.29	0.14	1938
					NW	0.353	0.018	0.132	0.3	0.936	1983.19	1150.25	0.52	2077.2
				2.85*1.10	NE	0.169	0.028	0.07	0.247	0.513	1088.55	631.36	0.28	2059.4
					SW	0.189	0.009	0.064	0.355	0.738	1564.52	907.42	0.41	2040.3
		20	2 void เยื้อง		SE	0.112	0.01	0.043	0.272	0.565	1198.73	695.26	0.31	2105.1

	CASE	WWR	Void		ทิศ	ความเร็วลมในห้อง max(m/s)	ความเร็วลมในห้อง min(m/s)	V*เฉลี่ย(m/s)	vฌvoid(m/s)	Q(m3/s)	CFM(ft2/m)	CFH(ft2/hr)	ACH(1/hr)	
การทดลองที่2 STEP1 (Orginal)	4.0*6.0				N	0.073	0.002	0.03	0.042	0.131	277.64	161.03	0.07	
				N-S	S	0.085	0.018	0.051	0.085	0.265	561.9	325.9	0.14	
	62.4 m2				W	0.049	0.009	0.018	0.042	0.196	416.47	241.55	0.1	
	2203.34 ft2		1 void	2.85*1.10	E	0.106	0.011	0.035	0.106	0.496	1051.09	609.63	0.27	
					WE	0.231	0.024	0.143	0.221	1.034	2191.43	1271.03	0.57	
			2 void ตรงกัน	W-E	NS	0.156	0.014	0.072	0.107	0.333	707.34	410.25	0.18	
					NW	0.148	0.024	0.078	0.242	1.132	2399.66	1391.8	0.63	
				4.25*1.10	NE	0.226	0.011	0.067	0.151	0.471	998.2	578.96	0.26	
					SW	0.171	0.04	0.089	0.171	0.533	1130.42	655.64	0.29	
		30	2 void เยื้อง		SE	0.14	0.026	0.062	0.14	0.436	925.49	526.78	0.24	

Ref. code: 25595816030141UDA

ภาคผนวก ข

ตารางที่ใช้ในการทดลองที่2 STEP1 (Original)

	CASE	WWR	Void		ทิศ	ความเร็วลมในห้อง max(m/s)	ความเร็วลมในห้อง min(m/s)	V*เฉลี่ย(m/s)	vฌvoid(m/s)	Q(m3/s)	CFM(ft2/m)	CFH(ft2/hr)	ACH(1/hr)	Space Cooling
การทดลองที่2 STEP1 (Orginal)	4.0*6.0				N	0.031	0.004	0.018	0.046	0.239	506.81	293.95	0.13	1979
				N-S	S	0.098	0.018	0.057	0.151	0.785	1663.68	964.93	0.43	2082.7
	62.4 m2				W	0.295	0.06	0.117	0.42	3.276	6941.18	4025.89	1.82	2440.9
	2203.34 ft2		1 void	2.30*2.30	E	0.369	0.028	0.092	0.42	3.276	6941.18	4025.89	1.82	2368.1
					WE	0.305	0.013	0.131	0.42	3.276	6941.18	4025.89	1.82	2909.3
			2 void ตรงกัน	W-E	NS	0.217	0.035	0.119	0.197	1.024	2170.49	1259.88	0.57	2379.7
					NW	0.24	0.03	0.123	0.233	1.817	3850.7	2233.41	1.01	2667.4
				3.55*2.20	NE	0.107	0.015	0.056	0.128	0.665	1410.27	817.95	0.37	2611.8
					SW	0.326	0.01	0.085	0.363	1.887	3999.44	2319.67	1.05	2852
		50	2 void เยื้อง		SE	0.335	0.055	0.1	0.242	1.258	2666.29	1546.45	0.7	2719.9

	CASE	WWR	Void		ทิศ	ความเร็วลมในห้อง max(m/s)	ความเร็วลมในห้อง min(m/s)	V*เฉลี่ย(m/s)	vฌvoid(m/s)	Q(m3/s)	CFM(ft2/m)	CFH(ft2/hr)	ACH(1/hr)	Space Cooling
การทดลองที่2 STEP1 (Orginal)	4.0*6.0				N	0.049	0.007	0.021	0.088	0.732	1551.3	899.75	0.4	2142.5
				N-S	S	0.105	0.02	0.069	0.084	0.698	1480.78	858.85	0.38	2350.9
	62.4 m2				W	0.073	0.016	0.047	0.102	1.272	2697.14	1564.34	0.71	2891.6
	2203.34 ft2		1 void	3.8.0*2.20	E	0.125	0.032	0.065	0.097	1.21	2564.93	1487.66	0.67	2782
					WE	0.247	0.157	0.211	0.245	3.057	6478.44	3757.49	1.7	3499
			2 void ตรงกัน	W-E	NS	0.149	0.028	0.109	0.162	1.347	2855.8	1656.36	0.75	2746.1
					NW	0.157	0.051	0.108	0.155	1.934	4098.6	2377.19	1.07	3181.1
				5.70*2.20	NE	0.2	0.026	0.062	0.078	0.648	1375.01	797.5	0.36	3098
					SW	0.144	0.015	0.064	0.155	1.289	2732.4	1584.79	0.74	3423.8
		80	2 void เยื้อง		SE	0.382	0.053	0.201	0.218	1.813	3842.99	2228.93	1.01	3260.6

Ref. code: 25595816030141UDA

ภาคผนวก ข

ตารางที่ใช้ในการทดลองที่2 STEP2

	CASE	WWR	Void		ทิศ	ความเร็วลมในห้อง max(m/s)	ความเร็วลมในห้อง min(m/s)	V*เฉลี่ย(m/s)	vฉvoid(m/s)	Q(m3/s)	CFM(ft2/m)	CFH(ft2/hr)	ACH(1/hr)	Space Cooling
การทดลองที่2 STEP2 (Orginal)	4.0*7.5				N	0.029	0	0.012	0.046	0.09	202.72	117.58	0.04	2116.5
				N-S	S	0.137	0.004	0.031	0.171	0.355	753.61	437.09	0.15	2095.8
	78 m2				W	0.074	0.011	0.025	0.065	0.253	573.11	311.52	0.11	2387.7
	2754.18 ft2		1 void	1.60*1.10	E	0.085	0.007	0.036	0.107	0.417	884.17	512.82	0.18	2364
					WE	0.243	0.023	0.111	0.206	0.803	1702.24	987.3	0.35	2708.8
			2 void ตรงกัน	W-E	NS	0.115	0.022	0.062	0.15	0.312	661.06	383.41	0.13	2192.1
					NW	0.327	0.011	0.097	0.344	1.341	2842.58	1648.69	0.59	2466.7
				3.55*1.10	NE	0.196	0.019	0.073	0.16	0.332	705.13	408.97	0.14	2454
					SW	0.184	0.017	0.055	0.18	0.374	793.27	460.1	0.16	2405.4
		20	2 void เยื้อง		SE	0.171	0.011	0.051	0.2	0.416	881.42	511.22	0.23	2513.3

	CASE	WWR	Void		ทิศ	ความเร็วลมในห้อง max(m/s)	ความเร็วลมในห้อง min(m/s)	V*เฉลี่ย(m/s)	vฉvoid(m/s)	Q(m3/s)	CFM(ft2/m)	CFH(ft2/hr)	ACH(1/hr)	Space Cooling
การทดลองที่2 STEP2 (Orginal)	4.0*7.5				N	0.038	0.001	0.016	0.074	0.577	1222.97	709.32	0.25	2335.6
				N-S	S	0.12	0.024	0.048	0.15	1.17	2478.99	1437.81	0.52	2482.3
	78 m2				W	0.272	0.06	0.091	0.347	3.383	7168.43	4157.68	1.5	3000.4
	2754.18 ft2		1 void	2.30*2.30	E	0.227	0.046	0.104	0.12	1.17	2478.99	1437.81	0.52	2914
					WE	0.304	0.015	0.139	0.214	2.086	4420.87	2564.1	0.93	3601.3
			2 void ตรงกัน	W-E	NS	0.174	0.034	0.106	0.18	1.404	2974.79	1725.38	1	2753.6
					NW	0.207	0.032	0.099	0.23	2.242	4751.4	2755.81	0.62	3235.5
				4.45*2.20	NE	0.112	0.022	0.052	0.13	1.014	2148.46	1246.1	0.45	3166.2
					SW	0.373	0.035	0.129	0.252	1.965	4164.71	2415.53	0.87	3346.1
		50	2 void เยื้อง		SE	0.162	0.017	0.092	0.183	1.427	3024.37	1754.13	0.79	3267.3

	CASE	WWR	Void		ทิศ	ความเร็วลมในห้อง max(m/s)	ความเร็วลมในห้อง min(m/s)	V*เฉลี่ย(m/s)	vฉvoid(m/s)	Q(m3/s)	CFM(ft2/m)	CFH(ft2/hr)	ACH(1/hr)	Space Cooling
การทดลองที่2 STEP2 (Orginal)	4.0*7.5				N	0.046	0.001	0.018	0.055	0.457	969.56	562.34	0.2	2510.9
				N-S	S	0.111	0.008	0.051	0.133	1.106	2344.57	1359.85	0.49	2697.8
	78 m2				W	0.092	0.01	0.059	0.092	1.821	3859.6	2238.57	0.81	3573.4
	2754.18 ft2		1 void	3.80*2.20	E	0.165	0.033	0.098	0.123	2.435	5160.12	2992.87	1.08	3465
					WE	0.264	0.065	0.204	0.25	4.95	10488.06	6083.07	2.2	4347.8
			2 void ตรงกัน	W-E	NS	0.296	0.03	0.133	0.182	1.51	3208.37	1860.85	0.67	3145.6
					NW	0.152	0.033	0.09	0.134	2.653	5621.6	3260.52	1.18	3872.2
				7.10*2.20	NE	0.165	0.026	0.118	0.103	0.856	1815.72	1053.12	0.38	3768.2
					SW	0.208	0.01	0.063	0.172	1.431	3032.08	1758.61	0.63	4037
		80	2 void เยื้อง		SE	0.316	0.065	0.189	0.165	1.372	2908.68	1687.03	0.76	4014.7

Ref. code: 25595816030141UDA

ภาคผนวก ข

ตารางที่ใช้ในการทดลองที่2 STEP3

	CASE	WWR	Void		ทิศ	ความเร็วลมในห้อง max(m/s)	ความเร็วลมในห้อง min(m/s)	V*เฉลี่ย(m/s)	vฌvoid(m/s)	Q(m3/s)	CFM(ft2/m)	CFH(ft2/hr)	ACH(1/hr)	Space Cooling
การทดลองที่2 STEP3	2.0*10.0				N	0.039	0.004	0.012	0.068	0.07	149.8	86.91	0.04	**1704.5**
				N-S	S	0.077	0.002	0.021	0.198	0.205	436.3	253.1	0.13	**1678.4**
	52 m2				W	0.061	0.01	0.031	0.071	0.369	782.3	453.7	0.24	**2132.7**
	1836.12 ft2		1 void	2.85*1.10	E	0.098	0.009	0.044	0.095	0.494	1047	607.1	0.33	**2070.5**
					WE	0.36	0.01	0.415	0.338	1.757	3724	2160	1.17	**2446.6**
			2 void ตรงกัน	W-E	NS	0.102	0.012	0.04	0.174	0.18	383.4	222.4	0.12	**1798.3**
					NW	0.355	0.01	0.113	0.35	1.82	3856	2237	1.21	**2179.5**
				5.50*1.10	NE	0.287	0.015	0.08	0.183	0.19	403.3	233.9	0.12	**2119.3**
					SW	0.111	0.021	0.052	0.254	0.264	559.7	324.6	0.17	**2106.3**
		20	2 void เยื้อง		SE	0.135	0.021	0.075	0.307	0.319	676.5	392.4	0.21	**2138.6**

	CASE	WWR	Void		ทิศ	ความเร็วลมในห้อง max(m/s)	ความเร็วลมในห้อง min(m/s)	V*เฉลี่ย(m/s)	vฌvoid(m/s)	Q(m3/s)	CFM(ft2/m)	CFH(ft2/hr)	ACH(1/hr)	Space Cooling
การทดลองที่2 STEP3	2.0*10.0				N	0.037	0.005	0.015	0.082	0.213	451.7	262	0.14	**1781.6**
				N-S	S	0.092	0.008	0.029	0.222	0.577	1223	709.3	0.38	**1823.9**
	52 m2				W	0.187	0.024	0.1	0.362	4.706	9971	5783	3.15	**2850.4**
	1836.12 ft2		1 void	2.30*2.30	E	0.096	0.009	0.049	0.086	1.118	2369	1374	0.74	**2722.2**
					WE	0.342	0.025	0.203	0.32	4.16	8814	5112	2.78	**3398.5**
			2 void ตรงกัน	W-E	NS	0.152	0.009	0.075	0.183	0.475	1008	584.7	0.31	**1944.5**
					NW	0.612	0.055	0.275	0.362	4.706	9971	5783	3.15	**2935.4**
				4.45*2.20	NE	0.754	0.062	0.389	0.4	1.04	2204	1278	0.69	**2814.1**
					SW	0.413	0.04	0.143	0.322	0.837	1774	1029	0.56	**2868.2**
		50	2 void เยื้อง		SE	0.129	0.03	0.074	0.162	0.421	892.4	517.6	0.28	**2867.5**

	CASE	WWR	Void		ทิศ	ความเร็วลมในห้อง max(m/s)	ความเร็วลมในห้อง min(m/s)	V*เฉลี่ย(m/s)	vฌvoid(m/s)	Q(m3/s)	CFM(ft2/m)	CFH(ft2/hr)	ACH(1/hr)	Space Cooling
การทดลองที่2 STEP3	2.0*10.0				N	0.052	0.006	0.024	0.085	0.353	749.2	434.5	0.23	**1798.8**
				N-S	S	0.103	0.015	0.041	0.211	0.877	1860	1079	0.58	**1852.7**
	52 m2				W	0.156	0.04	0.089	0.124	2.579	5465	3170	1.72	**3489.9**
	1836.12 ft2		1 void	3.80*2.20	E	0.141	0.036	0.072	0.093	1.934	4099	2377	1.29	**3214.7**
					WE	0.327	0.099	0.242	0.258	5.366	11370	6595	3.59	**4155.9**
			2 void ตรงกัน	W-E	NS	0.662	0.09	0.22	0.327	1.36	2882	1672	0.91	**1985.8**
					NW	0.322	0.045	0.124	0.125	2.6	5509	3195	1.74	**3560**
				7.10*2.20	NE	0.136	0.025	0.083	0.091	0.378	802.1	465.2	0.25	**3385**
					SW	0.225	0.07	0.097	0.2	0.822	1763	1022	0.55	**3572.6**
		80	2 void เยื้อง		SE	0.225	0.07	0.087	0.214	0.89	1886	1094	0.59	**3336.9**

Ref. code: 25595816030141UDA

ภาคผนวก ข

ตารางที่ใช้ในการทดลองที่2 STEP4

	CASE	WWR	Void		ทิศ	ความเร็วลมในห้อง max(m/s)	ความเร็วลมในห้อง min(m/s)	V*เฉลี่ย(m/s)	vฌvoid(m/s)	Q(m3/s)	CFM(ft2/m)	CFH(ft2/hr)	ACH(1/hr)	Space Cooling
การทดลองที่2 STEP4	1.0*10.0				N	0.062	0.005	0.03	0.097	0.05	106.9	61.99	0.06	**1166.2**
				N-S	S	0.131	0.012	0.036	0.093	0.048	102.5	59.43	0.06	**1132.3**
	26 m2				W	0.059	0.013	0.032	0.06	0.312	661.1	383.4	0.41	**1611.3**
	916.06 ft2		1 void	2.85*1.10	E	0.116	0.007	0.058	0.127	0.66	1399	811.6	0.88	**1541.6**
					WE	0.344	0.016	0.089	0.308	1.601	3393	1968	2.14	**1864.2**
			2 void ตรงกัน	W-E	NS	0.285	0.033	0.128	0.206	0.107	227	131.6	0.14	**1155.6**
					NW	0.114	0.018	0.065	0.051	0.265	561.9	325.9	0.35	**1630.5**
				5.50*1.10	NE	0.118	0.009	0.054	0.081	0.042	89.24	51.76	0.05	**1562.9**
					SW	0.271	0.013	0.074	0.382	0.198	420.9	244.1	0.26	**1570.8**
		20	2 void เยื้อง		SE	0.155	0.014	0.073	0.121	0.062	133.3	77.32	0.08	**1569.7**

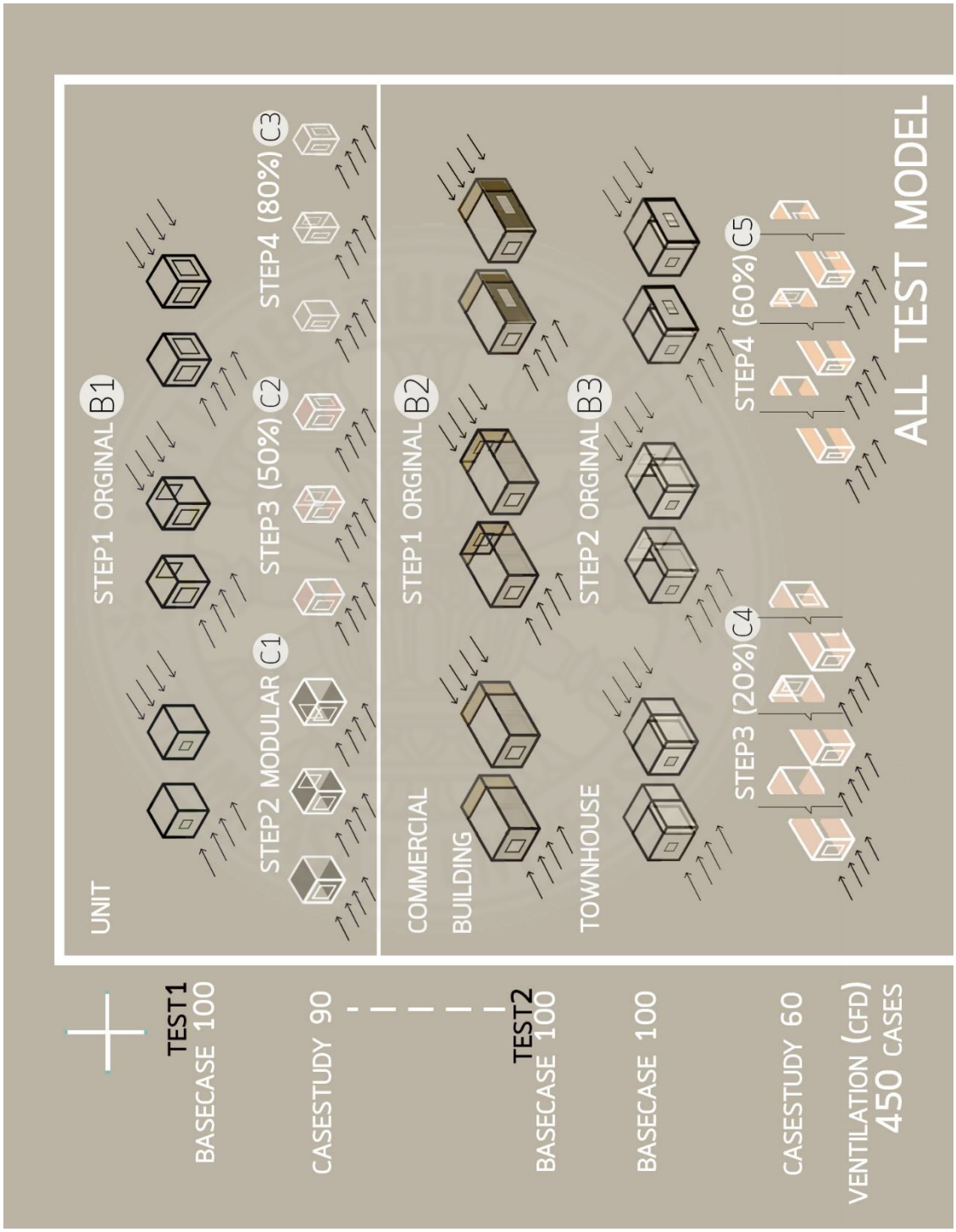
	CASE	WWR	Void		ทิศ	ความเร็วลมในห้อง max(m/s)	ความเร็วลมในห้อง min(m/s)	V*เฉลี่ย(m/s)	vฌvoid(m/s)	Q(m3/s)	CFM(ft2/m)	CFH(ft2/hr)	ACH(1/hr)	Space Cooling
การทดลองที่2 STEP4	1.0*10.0				N	0.074	0.01	0.024	0.098	0.127	269.9	156.6	0.17	**1203.4**
				N-S	S	0.073	0.019	0.051	0.128	0.166	352.6	204.5	0.22	**1202.4**
	26 m2				W	0.195	0.018	0.085	0.127	1.651	3498	2029	2.21	**2262.3**
	916.06 ft2		1 void	2.30*2.30	E	0.151	0.01	0.104	0.125	1.625	3443	1997	2.17	**2134.9**
					WE	0.396	0.02	0.191	0.311	4.043	8566	4968	5.41	**2681.2**
			2 void ตรงกัน	W-E	NS	0.392	0.126	0.169	0.257	0.334	707.9	410.6	0.44	**1259.8**
					NW	0.341	0.017	0.163	0.117	1.521	3223	1869	2.03	**2301.2**
				4.45*2.20	NE	0.184	0.025	0.124	0.129	0.167	355.3	206.1	0.22	**2174.6**
					SW	0.303	0.014	0.127	0.322	0.418	886.9	514.4	0.56	**2242.8**
		50	2 void เยื้อง		SE	0.301	0.028	0.135	0.183	0.237	504.1	292.4	0.31	**2198.7**

	CASE	WWR	Void		ทิศ	ความเร็วลมในห้อง max(m/s)	ความเร็วลมในห้อง min(m/s)	V*เฉลี่ย(m/s)	vฌvoid(m/s)	Q(m3/s)	CFM(ft2/m)	CFH(ft2/hr)	ACH(1/hr)	Space Cooling
การทดลองที่2 STEP4	1.0*10.0				N	0.113	0.008	0.048	0.243	0.505	1071	621.1	0.67	**1203.4**
				N-S	S	0.38	0.024	0.104	0.26	0.54	1146	664.6	0.72	**1202.4**
	26 m2				W	0.289	0.062	0.176	0.15	3.12	6611	3834	4.17	**2774.1**
	916.06 ft2		1 void	3.80*2.20	E	0.172	0.029	0.123	0.104	2.16	4583	2658	2.89	**2573.2**
					WE	0.325	0.087	0.283	0.311	6.46	13706	7950	8.65	**3268.5**
			2 void ตรงกัน	W-E	NS	0.223	0.15	0.163	0.205	0.42	903.5	524	0.57	**1259.8**
					NW	0.383	0.066	0.23	0.203	4.22	8946	5189	5.65	**2795.5**
				7.10*2.20	NE	0.221	0.02	0.156	0.151	0.31	665.5	386	0.42	**2652.6**
					SW	0.278	0.078	0.18	0.23	0.47	1014	587.9	0.64	**2748**
		80	2 void เยื้อง		SE	0.464	0.063	0.303	0.198	0.41	872.6	506.1	0.55	**2617.5**

Ref. code: 25595816030141UDA

ภาคผนวก ค

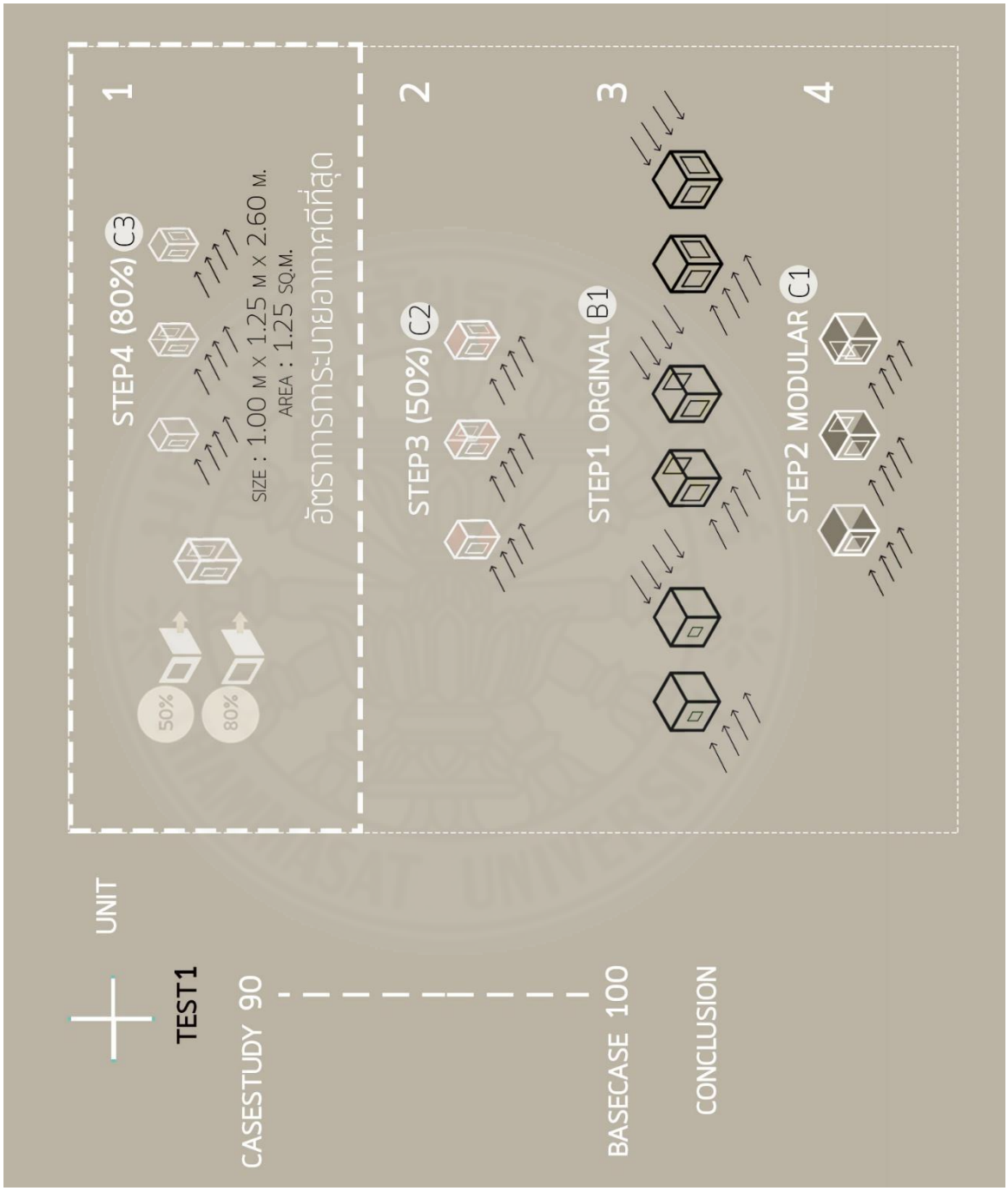
ภาพการทดลองทั้งหมด



Ref. code: 25595816030141UDA

ภาคผนวก ค

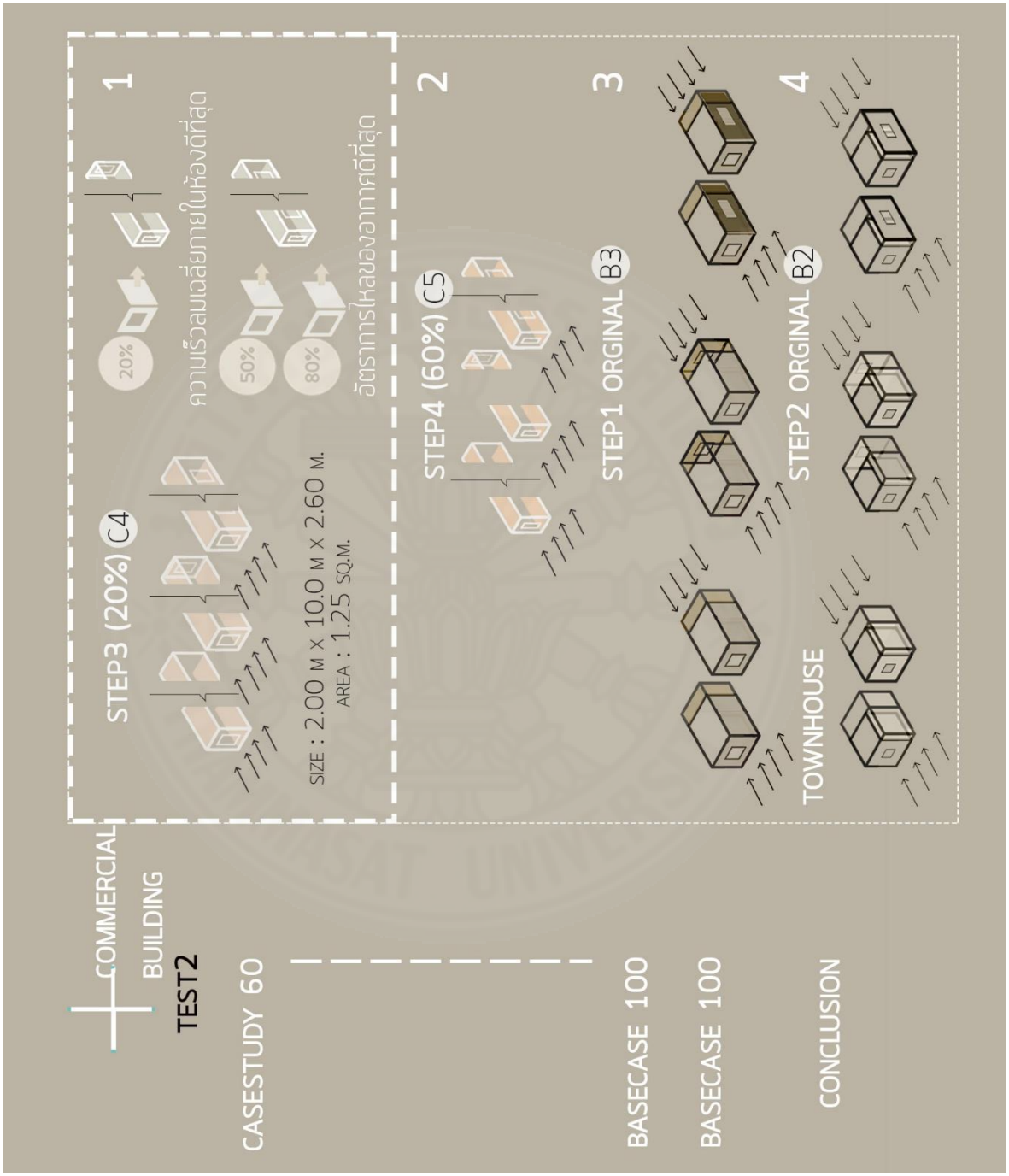
ภาพสรุปผลการทดลองที่1



Ref. code: 25595816030141UDA

ภาคผนวก ค

ภาพสรุปผลการทดลองที่2



Ref. code: 25595816030141UDA

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาว ศศิชา วงศ์สุนันท์
วันเดือนปีเกิด	8 พฤษภาคม พ.ศ. 2536
วุฒิการศึกษา	ปีการศึกษา 2557: วิทยาศาสตรบัณฑิต (สถาปัตยกรรม) คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ผลงานทางวิชาการ

ศศิชา วงศ์สุนันท์ และ รองศาสตราจารย์ อวิรุทธ์ ศรีสุธาพรรณ. (กรกฎาคม 2560). *การประเมินสมรรถนะของการออกแบบหน่วยพักอาศัยที่มีขนาดกะทัดรัด* การประชุมวิชาการ Built Environment Research Associates Conference ครั้งที่ 8 ประจำปี 2560 (BERAC 8, 2560). คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, ปทุมธานี.

Ref. code: 25595816030141UDA