

การเพิ่มประสิทธิภาพการระบายอากาศด้วยระบบท่อระบายอากาศของห้องชุดพักอาศัยประเภท
อาคารสูงในเมืองที่มีความหนาแน่นสูง : กรณีศึกษา อาคารในกรุงเทพมหานคร



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ENHANCEMENT OF NATURAL VENTILATION IN HIGH-RISE RESIDENTIAL BUILDINGS IN
HIGH-DENSITY CITY USING VENTILATION DUCTS : CASE STUDIES OF BUILDINGS IN
BANGKOK, THAILAND



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Architecture in Architecture
Department of Architecture
FACULTY OF ARCHITECTURE
Chulalongkorn University
Academic Year 2022
Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การเพิ่มประสิทธิภาพการระบายอากาศด้วยระบบท่อระบายอากาศของห้องชุดพักอาศัยประเภทอาคารสูงในเมืองที่มีความหนาแน่นสูง : กรณีศึกษา อาคารในกรุงเทพมหานคร
โดย	นายณัฐกฤษฏ์ วัฒนเดชากุล
สาขาวิชา	สถาปัตยกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	อาจารย์ ดร.สริน พินิจ

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

	.....	คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
	(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สรายุทธ ทรัพย์สุข)	
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์	.....	ประธานกรรมการ
	(รองศาสตราจารย์พรณชลัท สุริโยธิน)	
	.....	อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
	(อาจารย์ ดร.สริน พินิจ)	
	.....	กรรมการ
	(ศาสตราจารย์ ดร.อรจันต์ เศรษฐบุตร์)	
	.....	กรรมการ
	(รองศาสตราจารย์กวีไกร ศรีหิรัญ)	
	.....	กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
	(รองศาสตราจารย์ ดร.ดารณี จาริมิตร)	

ณัฐกฤษฏี ธนเดชากุล : การเพิ่มประสิทธิภาพการระบายอากาศด้วยระบบท่อระบายอากาศของห้องชุดพักอาศัย ประเภทอาคารสูงในเมืองที่มีความหนาแน่นสูง : กรณีศึกษา อาคารในกรุงเทพมหานคร. (ENHANCEMENT OF NATURAL VENTILATION IN HIGH-RISE RESIDENTIAL BUILDINGS IN HIGH-DENSITY CITY USING VENTILATION DUCTS : CASE STUDIES OF BUILDINGS IN BANGKOK, THAILAND) อ.ที่ปรึกษาหลัก : อ. ดร. สริน พินิจ

ปัจจุบันการพัฒนาเมืองส่งผลให้เกิดอาคารสูงจำนวนมาก เป็นสาเหตุให้เกิดความหนาแน่นและความแออัดของการอยู่อาศัยเพิ่มขึ้น ส่งผลถึงการรับลมธรรมชาติของอาคารในพื้นที่นั้นๆ ซึ่งจะทำการระบายอากาศภายในอาคารมีประสิทธิภาพลดลง โดยงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาประสิทธิภาพการระบายอากาศที่เกิดขึ้นภายในห้องชุดพักอาศัย เพื่อนำเสนอทางเลือกการเพิ่มประสิทธิภาพการระบายอากาศด้วยระบบท่อระบายอากาศของห้องชุดพักอาศัยประเภทอาคารสูงในบริบทเมืองที่มีความหนาแน่น กรณีศึกษากรุงเทพมหานคร ในด้านการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ การทดลองใช้วิธีจำลองผลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับคำนวณพลศาสตร์ของไหล ANSYS 2023 R1 ทดสอบกับผังอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กจำนวน 2 รูปแบบ ได้แก่ ผังอาคารแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า และรูปตัวซี (C) ที่ความสูง 63 เมตรจากระดับพื้น โดยเปรียบเทียบอัตราการระบายอากาศของห้องชุดทั้ง 2 แบบ ระหว่างห้องชุดทั่วไป กับห้องชุดที่มีการติดตั้งระบบท่อระบายอากาศทั้ง 3 ขนาด ได้แก่ 100 มม., 125 มม., และ 150 มม. เพื่อเปรียบเทียบอัตราการระบายอากาศของห้องชุด ซึ่งความเร็วลมตั้งต้นกำหนดจากความเร็วลมเฉลี่ยที่น้อยที่สุดที่วัดได้จากการจำลองกระแสลม 3 ทิศตามทิศลมประจำฤดู จำลองในพื้นที่ประมาณ 9 พื้นที่ย่าน และพื้นที่ห้าแยกลาดพร้าว ในพื้นที่รัศมี 500 ม. รอบสถานีรถไฟ การประเมินวัดจากความเร็วลมที่ขอบประตูห้องชุด (ในกรณีห้องทั่วไป) และ ที่ระยะ 0.75 ม. จากปลายท่อเพื่อนำมาคำนวณอัตราการระบายอากาศ (Air Change Rate) และเปรียบเทียบผลกับมาตรฐาน ASHRAE 62.1 ที่ 0.35 ACH ผลการวิจัยสรุปได้ว่า อัตราการระบายอากาศของห้องชุดปกติที่ไม่มีการติดตั้งระบบท่อระบายอากาศมีค่าไม่ผ่านเกณฑ์ ซึ่งการเพิ่มระบบท่อระบายอากาศเข้าไปในห้องชุด ส่งผลให้อัตราการระบายอากาศมีค่าที่สูงขึ้น โดยส่งผลกับห้องชุดแบบ simplex มากกว่าห้องชุดแบบ loft เนื่องจากปริมาตรของห้องที่แตกต่างกัน ซึ่งในกรณีของห้องชุดแบบ simplex จะมีอัตราการระบายอากาศเฉลี่ย 0.362 ACH ซึ่งสูงกว่าค่ามาตรฐาน 3.43% เมื่อมีการติดตั้งระบบท่อระบายอากาศ ขนาด 100 มม. และในกรณีของห้องชุดแบบ loft จะมีอัตราการระบายอากาศ 0.352 ACH ซึ่งสูงกว่าค่ามาตรฐาน 0.57% เมื่อมีการติดตั้งระบบท่อระบายอากาศ ขนาด 125 มม. ซึ่งอัตราการระบายอากาศเพิ่มสูงขึ้นเมื่อท่อระบายอากาศมีขนาดหน้าตัดใหญ่ขึ้น โดยห้องชุดในตำแหน่งมุมอาคารจะสามารถติดตั้งระบบท่อระบายอากาศที่มีขนาดเล็กกว่าห้องชุดตำแหน่งอื่น ๆ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สาขาวิชา สถาปัตยกรรม
ปีการศึกษา 2565

ลายมือชื่อนิสิต
ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก

6570016325 : MAJOR ARCHITECTURE

KEYWORD: AIR CHANGE RATE, NATURAL VENTILATION, VENTILATION DUCTS, HIGH-DENSITY CITY,
DOUBLE-LOADED CORRIDOR BUILDING, CONDOMINIUM

Natthakrit Thanadechakul : ENHANCEMENT OF NATURAL VENTILATION IN HIGH-RISE RESIDENTIAL BUILDINGS IN HIGH-DENSITY CITY USING VENTILATION DUCTS : CASE STUDIES OF BUILDINGS IN BANGKOK, THAILAND. Advisor: Dr. SARIN PINICH

Currently, urban development affects the number of high-rise buildings. This increases the density and congestion which affects the ventilation in that area. This will reduce the efficiency of ventilation in the building. The study aimed at the efficiency of ventilation in residential condominiums. To examine an alternative to increasing the efficiency of ventilation through the ventilation duct systems of high-rise residential condominiums in a density city: case studies in Bangkok, THAILAND in terms of natural ventilation. An experimental simulation method using a computer program for computational fluid dynamics ANSYS 2023 R1 was tested with two condominium building layouts: rectangular and C-shaped (C) at 63 m above ground level. By comparing the ventilation rate of the 2 types of apartments between general apartments. with the apartments that have installed ventilation ducts of all 3 sizes, namely 10 mm., 125 mm., and 150 mm. to compare the ventilation rate of the apartments. The initial velocity was determined from the least average velocity measured from the simulation of 3 seasonal wind directions. Modeled in the MRT Rama 9, MRT Samyan, and BTS Ha Yaek Lat Phrao in the area of a radius of 500 m. around the station. Evaluation is measured from the wind speed at the edge of the apartment door (In the case of general room units) and at a distance of 0.75 m from the end of the duct to calculate the ventilation rate (Air Change Rate) and compare the results with the ASHRAE 62.1 standard at 0.35 ACH. The ventilation rate of general rooms without a ventilation duct system did not pass the criteria. When adding a ventilation duct system into the room, the ventilation rate is increased. It affects simplex room types more than loft room types because of room volumes. In the case of the simplex room units, the average ventilation rate is 0.362 ACH, which is 3.43% higher than the standard when installing 100 mm ventilation ducts, and in the case of the loft room units, the average ventilation rate is 0.352 ACH, which is 0.57% higher than the standard when installing 125 mm. ventilation ducts. The ventilation rate will increase when the ventilation ducts have a larger cross-section. The residential units in the corner of the building will be able to install smaller ventilation ducts than others.

Field of Study: Architecture

Student's Signature

Academic Year: 2022

Advisor's Signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้ ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ ดร.สริน พินิจ และศาสตราจารย์ อรรถจัน เศรษฐบุตร ที่คอยชี้แนะ ให้คำปรึกษา และความช่วยเหลือในเรื่องต่าง ๆ ตลอดการทำวิทยานิพนธ์นี้

ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์พรณชลัท สุริโยธิน รองศาสตราจารย์กวีไกร ศรีหิรัญ และ รองศาสตราจารย์ ดร. ดารณี จาริมิตร ที่กรุณาสละเวลา และให้เกียรติมาเป็นกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณคณาจารย์คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้คำแนะนำในหลาย ๆ ด้าน ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการทำวิทยานิพนธ์อย่างมาก และขอขอบคุณเพื่อน พี่ น้อง ที่ให้คำแนะนำ แลกเปลี่ยนความรู้ และทักษะในการใช้โปรแกรมเพื่อทำวิทยานิพนธ์ รวมถึงกำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์ตลอดมา

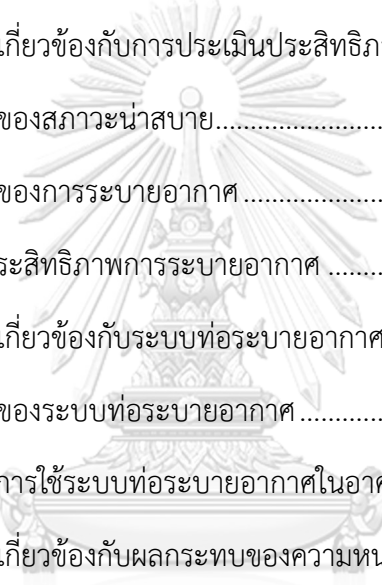
สุดท้ายนี้ ขอขอบคุณครอบครัว และคนใกล้ชิด ที่คอยสนับสนุน ให้ความช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจตลอดการศึกษานี้

ณัฐกฤษฏี ธนเดชากุล



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ง
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญภาพ.....	ช
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตในการวิจัย.....	2
1.4 ระเบียบวิธีวิจัย.....	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
1.6 สมมติฐานการวิจัย.....	4
1.7 ข้อจำกัดในการวิจัย.....	4
1.8 คำจำกัดความในการวิจัย.....	4
1.9 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	5
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
2.1 รูปแบบห้องชุดคอนโดมิเนียมแบบห้องชุดแบบทั่วไป (Simplex) และห้องชุดพักอาศัยแบบเพดานสูง (Loft) ในปัจจุบัน.....	6
2.1.1 การออกแบบอาคารประเภทคอนโดมิเนียม.....	6
2.2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของลม.....	10

2.2.1	ทฤษฎีพื้นฐานของรูปแบบการไหลของอากาศ	10
2.2.2	ปัจจัยที่มีผลต่อการไหลของอากาศ.....	10
2.3	ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ.....	13
2.3.1	การระบายอากาศภายในอาคาร	13
2.3.2	การออกแบบห้องชุดที่มีการระบายอากาศแบบด้านเดียว (Single-sided Ventilation)	
14		
2.3.3	การออกแบบห้องชุดที่มีการระบายอากาศแบบข้ามฟาก (Cross Ventilation)	15
2.4	ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินประสิทธิภาพการระบายอากาศ	16
2.4.1	ทฤษฎีพื้นฐานของสถานะน่าสบาย.....	16
2.4.2	ทฤษฎีพื้นฐานของการระบายอากาศ	17
2.4.3	การประเมินประสิทธิภาพการระบายอากาศ	17
2.5	ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบท่อระบายอากาศ	18
2.5.1	ทฤษฎีพื้นฐานของระบบท่อระบายอากาศ	18
2.5.2	กรณีตัวอย่าง การใช้ระบบท่อระบายอากาศในอาคารจริง.....	19
2.6	ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลกระทบของความหนาแน่นเมือง.....	20
2.6.1	อิทธิพลของอาคารสูงต่อภูมิอากาศ.....	20
 CHULALONGKORN UNIVERSITY		
บทที่ 3	วิธีดำเนินการวิจัย.....	23
3.1	ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	23
3.2	การกำหนดตัวแปร	23
3.3	การกำหนดความเร็วลมตั้งต้น เพื่อใช้ในการจำลองการระบายอากาศในบริบทเมือง	24
3.4	การกำหนดกรณีศึกษาห้องชุดพักอาศัยประเภท ห้องชุดแบบทั่วไป (Simplex) และห้องชุดแบบเพดานสูง (Loft).....	26
3.5	การกำหนดผังอาคารที่จะศึกษา	28
3.6	การกำหนดกรณีศึกษาในการจำลองพลศาสตร์ของไหล (CFD) ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ..	29

3.7 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา	37
3.8 การเก็บข้อมูลจากการจำลอง	38
3.9 การวิเคราะห์ข้อมูลและตัวชี้วัด.....	39
บทที่ 4 ผลการวิจัย.....	40
4.1 การแปลผลการจำลองอาคารกรณีศึกษาด้วยโปรแกรม ANSYS 2023 R1	41
4.1.1 ผังอาคารรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ห้องชุดแบบ Simplex ทั่วไป (ก่อนการติดตั้งระบบท่อระบายอากาศ) (RS)	41
4.1.2 ผังอาคารรูปตัวซี (C) ห้องชุดแบบ Simplex ทั่วไป (ก่อนการติดตั้งระบบท่อระบายอากาศ) (CS).....	43
4.1.3 ผังอาคารรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ห้องชุดแบบ Loft ทั่วไป (ก่อนการติดตั้งระบบท่อระบายอากาศ) (RL).....	45
4.1.4 ผังอาคารรูปตัวซี (C) ห้องชุดแบบ Loft ทั่วไป (ก่อนการติดตั้งระบบท่อระบายอากาศ) (CL) 47	
4.1.5 ผังอาคารรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ห้องชุดแบบ Simplex มีระบบท่อระบายอากาศ ขนาด 100 mm. (RS100).....	49
4.1.6 ผังอาคารรูปตัวซี (C) ห้องชุดแบบ Simplex มีระบบท่อระบายอากาศ ขนาด 100 mm. (CS100).....	51
4.1.7 ผังอาคารรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ห้องชุดแบบ Loft มีระบบท่อระบายอากาศ ขนาด 100 mm. (RL100).....	53
4.1.8 ผังอาคารรูปตัวซี (C) ห้องชุดแบบ Loft มีระบบท่อระบายอากาศ ขนาด 100 mm. (CL100).....	55
4.1.9 ผังอาคารรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ห้องชุดแบบ Simplex มีระบบท่อระบายอากาศ ขนาด 125 mm. (RS125).....	57
4.1.10 ผังอาคารรูปตัวซี (C) ห้องชุดแบบ Simplex มีระบบท่อระบายอากาศ ขนาด 125 mm. (CS125)	59

4.1.11	ผังอาคารรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ห้องชุดแบบ Loft มีระบบท่อระบายอากาศ ขนาด 125 mm. (RL125).....	61
4.1.12	ผังอาคารรูปตัวซี (C) ห้องชุดแบบ Loft มีระบบท่อระบายอากาศขนาด 125 mm. (CL125)	63
4.1.13	ผังอาคารรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ห้องชุดแบบ Simplex มีระบบท่อระบายอากาศ ขนาด 150 mm. (RS150).....	65
4.1.14	ผังอาคารรูปตัวซี (C) ห้องชุดแบบ Simplex มีระบบท่อระบายอากาศ ขนาด 150 mm. (CS150)	67
4.1.15	ผังอาคารรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ห้องชุดแบบ Loft มีระบบท่อระบายอากาศ ขนาด 150 mm. (RL150).....	69
4.1.16	ผังอาคารรูปตัวซี (C) ห้องชุดแบบ Loft มีระบบท่อระบายอากาศขนาด 150 mm. (CL150)	71
4.2	การวิเคราะห์ผลการจำลองพลศาสตร์ของไหล (CFD) อาคารกรณีศึกษาด้วยโปรแกรม ANSYS 2023 R1	73
4.2.1	วิเคราะห์ความเร็วลม ณ ตำแหน่ง 0.75 เมตรจากปลายท่อ และบริเวณขอบประตู (กรณีห้องปกติ).....	73
4.2.2	ระยะท่อกับประสิทธิภาพในการระบายอากาศ	75
4.2.3	วิเคราะห์อัตราการระบายอากาศภายในห้องชุด	77
4.2.4	วิเคราะห์ตำแหน่งห้องชุดที่มีอัตราการระบายอากาศที่ผ่านเกณฑ์.....	78
บทที่ 5	สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ.....	80
5.1	สรุปผลกระทบของความหนาแน่นเมืองต่อกระแสนิยมชนชาติ.....	80
5.2	สรุปผลพฤติกรรมการเคลื่อนที่ของอากาศ	81
5.3	สรุปผลการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติด้วยระบบท่อระบายอากาศ ในห้องชุดพักอาศัย .	84
5.4	แนวทางการประยุกต์ใช้ในการออกแบบ	85
5.5	ข้อเสนอแนะ.....	88
บรรณานุกรม.....		89

ภาคผนวก ก.....	94
ภาคผนวก ข.....	134
ประวัติผู้เขียน.....	139



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงการจัดพื้นที่ห้องชุดแบบ 1 ห้องนอน.....	6
ตารางที่ 2.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมและการรับรู้ของมนุษย์.....	17
ตารางที่ 2.3 ตารางแสดงค่าดัชนีความเสียดทานผิว (α) ตามลักษณะภูมิประเทศ.....	21
ตารางที่ 3.1 แสดงผลการจำลองพลศาสตร์ของไหลกับบริบทเมืองกรณีศึกษา.....	25
ตารางที่ 3.2 กรณีในการจำลองการไหลของอากาศ.....	33
ตารางที่ 3.3 กรณีในการจำลองการไหลของอากาศกับผังรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า (RS และ RL).....	33
ตารางที่ 3.4 กรณีในการจำลองการไหลของอากาศกับผังรูปตัวซี (CS และ CL).....	33
ตารางที่ 3.5 ข้อมูลที่ใช้ในการตั้งค่าในโปรแกรม CFD.....	34
ตารางที่ 3.6 ข้อมูล K-Epsilon ที่ใช้ในการตั้งค่าในโปรแกรม CFD.....	34
ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงการตั้งชื่อกรณีศึกษา.....	40
ตารางที่ 4.2 แสดงผลห้องชุดที่มีอัตราการระบายอากาศสูง-น้อยสุด ของกรณี RS.....	42
ตารางที่ 4.3 แสดงผลห้องชุดที่มีอัตราการระบายอากาศสูง-น้อยสุด ของกรณี CS.....	44
ตารางที่ 4.4 แสดงผลห้องชุดที่มีอัตราการระบายอากาศสูง-น้อยสุด ของกรณี RL.....	46
ตารางที่ 4.5 แสดงผลห้องชุดที่มีอัตราการระบายอากาศสูง-น้อยสุด ของกรณี CL.....	48
ตารางที่ 4.6 แสดงผลห้องชุดที่มีอัตราการระบายอากาศสูง-น้อยสุด ของกรณี RS100.....	50
ตารางที่ 4.7 แสดงผลห้องชุดที่มีอัตราการระบายอากาศสูง-น้อยสุด ของกรณี CS100.....	52
ตารางที่ 4.8 แสดงผลห้องชุดที่มีอัตราการระบายอากาศสูง-น้อยสุด ของกรณี RL100.....	54
ตารางที่ 4.9 แสดงผลห้องชุดที่มีอัตราการระบายอากาศสูง-น้อยสุด ของกรณี CL100.....	56
ตารางที่ 4.10 แสดงผลห้องชุดที่มีอัตราการระบายอากาศสูง-น้อยสุด ของกรณี RS125.....	58
ตารางที่ 4.11 แสดงผลห้องชุดที่มีอัตราการระบายอากาศสูง-น้อยสุด ของกรณี CS125.....	60
ตารางที่ 4.12 แสดงผลห้องชุดที่มีอัตราการระบายอากาศสูง-น้อยสุด ของกรณี RL125.....	62

ตารางที่ 4.13 แสดงผลห้องชุดที่มีอัตราการระบายอากาศสูง-น้อยสุด ของกรณี CL125.....	64
ตารางที่ 4.14 แสดงผลห้องชุดที่มีอัตราการระบายอากาศสูง-น้อยสุด ของกรณี RS150.....	66
ตารางที่ 4.15 แสดงผลห้องชุดที่มีอัตราการระบายอากาศสูง-น้อยสุด ของกรณี CS150.....	68
ตารางที่ 4.16 แสดงผลห้องชุดที่มีอัตราการระบายอากาศสูง-น้อยสุด ของกรณี RL150.....	70
ตารางที่ 4.17 แสดงผลห้องชุดที่มีอัตราการระบายอากาศสูง-น้อยสุด ของกรณี CL150.....	72
ตารางที่ 5.1 แสดงผลความกดอากาศในกรณีศึกษา อาคารผังรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า.....	81
ตารางที่ 5.2 แสดงผลความกดอากาศในกรณีศึกษา อาคารผังรูปตัวซี (C)	82
ตารางที่ ก.1 แสดงค่าตัวแปรจากผลการจำลองของกรณี RS.....	95
ตารางที่ ก.2 แสดงค่าตัวแปรจากผลการจำลองของกรณี CS.....	97
ตารางที่ ก.3 แสดงค่าตัวแปรจากผลการจำลองของกรณี RL.....	100
ตารางที่ ก.4 แสดงค่าตัวแปรจากผลการจำลองของกรณี CL.....	102
ตารางที่ ก.5 แสดงค่าตัวแปรจากผลการจำลองของกรณี RS100	105
ตารางที่ ก.6 แสดงค่าตัวแปรจากผลการจำลองของกรณี CS100	107
ตารางที่ ก.7 แสดงค่าตัวแปรจากผลการจำลองของกรณี RL100	110
ตารางที่ ก.8 แสดงค่าตัวแปรจากผลการจำลองของกรณี CL100	112
ตารางที่ ก.9 แสดงค่าตัวแปรจากผลการจำลองของกรณี RS125	115
ตารางที่ ก.10 แสดงค่าตัวแปรจากผลการจำลองของกรณี CS125	117
ตารางที่ ก.11 แสดงค่าตัวแปรจากผลการจำลองของกรณี RL125	120
ตารางที่ ก.12 แสดงค่าตัวแปรจากผลการจำลองของกรณี CL125	122
ตารางที่ ก.13 แสดงค่าตัวแปรจากผลการจำลองของกรณี RS150	125
ตารางที่ ก.14 แสดงค่าตัวแปรจากผลการจำลองของกรณี CS150	127
ตารางที่ ก.15 แสดงค่าตัวแปรจากผลการจำลองของกรณี RS150	130
ตารางที่ ก.16 แสดงค่าตัวแปรจากผลการจำลองของกรณี CL150	132

- ตารางที่ ข.1 แสดงผลการจำลองความเร็วลมกับอาคารคอนโดมิเนียมผังรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า พร้อมแสดงตำแหน่งห้องพักที่มีค่าความเร็วลม ณ ตำแหน่งกลางประตูระเบียงอยู่ในช่วงสภาวะน่าสบาย 134
- ตารางที่ ข.2 แสดงผลการจำลองความเร็วลมกับอาคารคอนโดมิเนียมผังรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส พร้อมแสดงตำแหน่งห้องพักที่มีค่าความเร็วลม ณ ตำแหน่งกลางประตูระเบียงอยู่ในช่วงสภาวะน่าสบาย 135
- ตารางที่ ข.3 แสดงผลการจำลองความเร็วลมกับอาคารคอนโดมิเนียมผังรูปตัวแอล (L) พร้อมแสดงตำแหน่งห้องพักที่มีค่าความเร็วลม ณ ตำแหน่งกลางประตูระเบียงอยู่ในช่วงสภาวะน่าสบาย 136
- ตารางที่ ข. 4 แสดงผลการจำลองความเร็วลมกับอาคารคอนโดมิเนียมผังรูปตัวซี (C) พร้อมแสดงตำแหน่งห้องพักที่มีค่าความเร็วลม ณ ตำแหน่งกลางประตูระเบียงอยู่ในช่วงสภาวะน่าสบาย 137
- ตารางที่ ข.5 แสดงผลการจำลองความเร็วลมกับอาคารคอนโดมิเนียมผังรูปตัวที (T) พร้อมแสดงตำแหน่งห้องพักที่มีค่าความเร็วลม ณ ตำแหน่งกลางประตูระเบียงอยู่ในช่วงสภาวะน่าสบาย 138



สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1.1 แผนภาพแสดงขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	5
ภาพที่ 2.1 ระยะความสูงจากพื้นถึงพื้นของห้องชุดแบบ Simplex.....	7
ภาพที่ 2.2 ระยะความสูงจากพื้นถึงพื้นของห้องชุดแบบ Loft.....	8
ภาพที่ 2.3 ระยะความสูงจากพื้นถึงพื้นของห้องชุดแบบ Duplex.....	8
ภาพที่ 2.4 เปรียบเทียบลักษณะของห้องชุดทั้ง 3 ประเภท.....	9
ภาพที่ 2.5 รูปแบบการไหลของอากาศ.....	10
ภาพที่ 2.6 ลักษณะการไหลของอากาศผ่านรูปทรงอาคารที่แตกต่างกัน	11
ภาพที่ 2.7 ลักษณะการไหลของอากาศผ่านอาคารที่ตั้งฉาก และทำมุมกับทิศทางกระแสลม	11
ภาพที่ 2.8 รูปแบบการไหลของลมรอบอาคารสูงที่ส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมของลม.....	12
ภาพที่ 2.9 ลักษณะการระบายอากาศภายในอาคารที่มีช่องเปิดตำแหน่งต่างกัน.....	14
ภาพที่ 2.10 ภาพแปลนและรูปตัดแสดงแนวทางการออกแบบโดยใช้การระบายอากาศแบบด้านเดียว จากการทบทวนวรรณกรรม.....	14
ภาพที่ 2.11 ภาพแปลนและรูปตัดแสดงแนวทางการออกแบบโดยใช้การระบายอากาศแบบข้ามฟาก จากการทบทวนวรรณกรรม.....	15
ภาพที่ 2.12 ภาพการจำลองพลศาสตร์ของไหล (CFD) ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของการเพิ่มระบบ ท่อระบายอากาศกับคอนโดมิเนียมแบบผังทางเดินเดียว	18
ภาพที่ 2.13 ตัวอย่างการติดตั้งระบบท่อระบายอากาศในอาคารเรียนแห่งหนึ่งที่เกาะ Reunion, ประเทศฝรั่งเศส.....	19
ภาพที่ 2.14 อาคาร CapitaGreen (Singapore)	19
ภาพที่ 2.15 ระบบท่อระบายอากาศของอาคาร CapitaGreen (Singapore).....	20
ภาพที่ 2.16 ความเร็วลมกับลักษณะภูมิประเทศ	21
ภาพที่ 3.1 ห้องชุดกรณีศึกษาที่นำมาใช้ในการทดลอง (1) ผังห้องชุดแบบทั่วไป (Simplex) และ (2) แบบโมเดลห้องชุดและการวางผังอาคารแบบทางเดินร่วม.....	27

ภาพที่ 3.2	ผังห้องชุดแบบเพดานสูง (Loft).....	27
ภาพที่ 3.3	โมเดลห้องชุดที่ใช้ในการจำลอง ได้แก่ (a) ห้องชุดแบบทั่วไป (Simplex) (b) ห้องชุดแบบเพดานสูง (Loft) (c)ห้องชุดแบบทั่วไป (Simplex) ที่ติดตั้งท่อระบายอากาศ และ (d) ห้องชุดแบบเพดานสูง (Loft).....	28
ภาพที่ 3.4	การวางผังอาคารในลักษณะต่าง ๆ ได้แก่ (1) ผังอาคารรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า(R) (2) ผังอาคารรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส(S) (3) ผังอาคารรูปตัวแอล(L) (4) ผังอาคารรูปตัวซี(C) และ (5) ผังอาคารรูปตัวที(T).....	29
ภาพที่ 3.5	แสดงค่าเฉลี่ยอัตราการระบายอากาศของผังอาคารทั้ง 5 ผัง ในแต่ละความสูง.....	29
ภาพที่ 3.6	แสดงตำแหน่งห้องชุดในการศึกษา.....	30
ภาพที่ 3.7	แสดงการวางผังอาคาร 2 ลักษณะที่ใช้ในการจำลอง	31
ภาพที่ 3.8	ตัวอย่างท่อระบายอากาศที่เลือกใช้ในการศึกษา	31
ภาพที่ 3.9	ระยะของท่อระบายอากาศในผังอาคารรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า.....	31
ภาพที่ 3.10	ระยะของท่อระบายอากาศในผังอาคารรูปตัวซี (C).....	32
ภาพที่ 3.11	แสดงการตั้งค่ากรอบของการไหล.....	32
ภาพที่ 3.12	แสดงการตั้งค่า Mesh	32
ภาพที่ 3.13	แสดงผลการตั้งค่าทิศทางของลม โดย (a) กระแสลมจากทางทิศใต้	35
ภาพที่ 3.14	การตั้งค่า inlet.....	35
ภาพที่ 3.15	การตั้งค่า opening	36
ภาพที่ 3.16	การตั้งค่า outlet.....	36
ภาพที่ 3.17	แสดงผลการจำลองการไหลของอากาศผ่านโปรแกรม ANSYS 2023 R1 ในรูปแบบ 3 มิติ.....	37
ภาพที่ 3.18	แสดงผลการจำลองการไหลของอากาศผ่านโปรแกรม ANSYS 2023 R1 ในรูปแบบ 2 มิติ.....	37
ภาพที่ 3.19	แสดงตำแหน่งวัดความเร็วลมภายในท่อ ในรูปแบบ 3 มิติ.....	38
ภาพที่ 3.20	แสดงตำแหน่งวัดความเร็วลมภายในท่อ ในรูปแบบ 2 มิติ.....	38

ภาพที่ 4.25 ความเร็วลมเฉลี่ย ณ จุดเข้า-ออกของลมของทุกห้องชุดในกรณี RS150	65
ภาพที่ 4.26 อัตราการระบายอากาศเฉลี่ยของทุกห้องชุดในกรณี RS150	66
ภาพที่ 4.27 ความเร็วลมเฉลี่ย ณ จุดเข้า-ออกของลมของทุกห้องชุดในกรณี CS150	67
ภาพที่ 4.28 อัตราการระบายอากาศเฉลี่ยของทุกห้องชุดในกรณี CS150	68
ภาพที่ 4.29 ความเร็วลมเฉลี่ย ณ จุดเข้า-ออกของลมของทุกห้องชุดในกรณี RL150	69
ภาพที่ 4.30 อัตราการระบายอากาศเฉลี่ยของทุกห้องชุดในกรณี RL150	70
ภาพที่ 4.31 ความเร็วลมเฉลี่ย ณ จุดเข้า-ออกของลมของทุกห้องชุดในกรณี CL150	71
ภาพที่ 4.32 อัตราการระบายอากาศเฉลี่ยของทุกห้องชุดในกรณี CL150	72
ภาพที่ 4.33 การเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยความเร็วลมของห้องชุดก่อนติดตั้งระบบท่อระบายอากาศ และติดตั้งระบบท่อระบายอากาศขนาดต่าง ๆ ในทิศทางลมที่แตกต่างกัน กรณีผังอาคารรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า	73
ภาพที่ 4.34 การเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยความเร็วลมของห้องชุดก่อนติดตั้งระบบท่อระบายอากาศ และติดตั้งระบบท่อระบายอากาศขนาดต่าง ๆ ในทิศทางลมที่แตกต่างกัน กรณีผังอาคารรูปตัวซี (C)	74
ภาพที่ 4.35 การเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยความเร็วลมของห้องชุดก่อนติดตั้งระบบท่อระบายอากาศ และติดตั้งระบบท่อระบายอากาศขนาดต่าง ๆ ในทิศทางลมที่แตกต่างกัน	74
ภาพที่ 4.36 แสดงสีห้องชุดตามระยะท่อระบายอากาศ กรณีผังอาคารรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า	75
ภาพที่ 4.37 ค่าเฉลี่ยความเร็วลมที่แปรผันตามระยะท่อระบายอากาศ กรณีผังอาคารรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า	75
ภาพที่ 4.38 แสดงสีห้องชุดตามระยะท่อระบายอากาศ กรณีผังอาคารรูปตัวซี (C)	76
ภาพที่ 4.39 ค่าเฉลี่ยความเร็วลมที่แปรผันตามระยะท่อระบายอากาศ กรณีผังอาคารรูปตัวซี (C)....	76
ภาพที่ 4.40 อัตราการระบายอากาศเฉลี่ยของห้องชุดแบบ simplex และ loft แบบทั่วไปและติดตั้งระบบท่อระบายอากาศ ขนาดต่างๆ แยก 2 ผังอาคาร	77
ภาพที่ 4.41 ผังอาคารรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ห้องชุด simplex	78
ภาพที่ 4.42 ผังอาคารรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ห้องชุด loft	78
ภาพที่ 4.43 ผังอาคารรูปตัวซี (C) ห้องชุดแบบ simplex	79

ภาพที่ 4.44 ผังอาคารรูปตัวซี (C) ห้องชุดแบบ loft	79
ภาพที่ 5.1 แผนภูมิแสดงค่าความเร็วลมเฉลี่ยในรัศมี 500 เมตร รอบสถานีรถไฟ ใน 3 ทิศทางลม ของแต่ละพื้นที่การศึกษา.....	80
ภาพที่ 5.2 แสดงทิศทางของกระแสลมและตำแหน่งห้องที่มีโอกาสมีความเร็วลมที่ดี	81
ภาพที่ 5.3 แสดงทิศทางของกระแสลมและตำแหน่งห้องที่มีโอกาสมีความเร็วลมที่ดี	82
ภาพที่ 5.4 อัตราการระบายอากาศเฉลี่ยของห้องชุดแบบ simplex และ loft แบบทั่วไป และติดตั้ง ระบบท่อระบายอากาศ ขนาดต่างๆ.....	84
ภาพที่ 5.5 ผังอาคารรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า พร้อมระบบท่อระบายอากาศขนาดต่าง ๆ.....	85
ภาพที่ 5.6 ผังอาคารรูปตัวซี (C) พร้อมระบบท่อระบายอากาศขนาดต่าง ๆ	85
ภาพที่ 5.7 ตัวอย่างการติดตั้งระบบท่อระบายอากาศในพื้นที่เหนือฝ้าห้องน้ำ ภายในห้องชุดพักอาศัย แบบ Simplex (ล่าง) และ Loft (บน) ทั้ง 3 ขนาดท่อ ได้แก่ (a) ท่อขนาด 100 mm., (b) ท่อขนาด 125 mm., (c) ท่อขนาด 150 mm., และ (d) ภาพขยายระยะติดตั้งท่อระบายอากาศเหนือฝ้า	86
ภาพที่ 5.8 ตัวอย่างการติดตั้งระบบท่อระบายอากาศในพื้นที่เหนือฝ้าโถงทางเดินกลาง	87
ภาพที่ 5.9 ตัวอย่างการติดตั้งระบบท่อระบายอากาศในพื้นที่เหนือฝ้าโถงทางเดินกลาง.....	87
ภาพที่ ก.1 ภาพแสดงผลการจำลองการไหลของอากาศ และระดับความเร็วลม กรณี RSS.....	94
ภาพที่ ก.2 ภาพแสดงผลการจำลองการไหลของอากาศ และระดับความเร็วลม กรณี RSSW	94
ภาพที่ ก.3 ภาพแสดงผลการจำลองการไหลของอากาศ และระดับความเร็วลม กรณี RSNE	95
ภาพที่ ก.4 ภาพแสดงผลการจำลองการไหลของอากาศ และระดับความเร็วลม กรณี CSS.....	96
ภาพที่ ก.5 ภาพแสดงผลการจำลองการไหลของอากาศ และระดับความเร็วลม กรณี CSSW.....	96
ภาพที่ ก.6 ภาพแสดงผลการจำลองการไหลของอากาศ และระดับความเร็วลม กรณี CSNE	97
ภาพที่ ก.7 ภาพแสดงผลการจำลองการไหลของอากาศ และระดับความเร็วลม กรณี RLS.....	99
ภาพที่ ก.8 ภาพแสดงผลการจำลองการไหลของอากาศ และระดับความเร็วลม กรณี RLSW	99
ภาพที่ ก.9 ภาพแสดงผลการจำลองการไหลของอากาศ และระดับความเร็วลม กรณี RLNE	100
ภาพที่ ก.10 ภาพแสดงผลการจำลองการไหลของอากาศ และระดับความเร็วลม กรณี CLS.....	101
ภาพที่ ก.11 ภาพแสดงผลการจำลองการไหลของอากาศ และระดับความเร็วลม กรณี CLSW.....	101

ภาพที่ ก.36 ภาพแสดงผลการจำลองการไหลของอากาศ และระดับความเร็วลม กรณี CL125NE 122

ภาพที่ ก.37 ภาพแสดงผลการจำลองการไหลของอากาศ และระดับความเร็วลม กรณี RS150S ... 124

ภาพที่ ก.38 ภาพแสดงผลการจำลองการไหลของอากาศ และระดับความเร็วลม กรณี RS150SW 124

ภาพที่ ก.39 ภาพแสดงผลการจำลองการไหลของอากาศ และระดับความเร็วลม กรณี RS150NE. 125

ภาพที่ ก.40 ภาพแสดงผลการจำลองการไหลของอากาศ และระดับความเร็วลม กรณี CS150S... 126

ภาพที่ ก.41 ภาพแสดงผลการจำลองการไหลของอากาศ และระดับความเร็วลม กรณี CS150SW 126

ภาพที่ ก.42 ภาพแสดงผลการจำลองการไหลของอากาศ และระดับความเร็วลม กรณี CS150NE 127

ภาพที่ ก.43 ภาพแสดงผลการจำลองการไหลของอากาศ และระดับความเร็วลม กรณี RL150S ... 129

ภาพที่ ก.44 ภาพแสดงผลการจำลองการไหลของอากาศ และระดับความเร็วลม กรณี RL150SW 129

ภาพที่ ก.45 ภาพแสดงผลการจำลองการไหลของอากาศ และระดับความเร็วลม กรณี RS150NE. 130

ภาพที่ ก.46 ภาพแสดงผลการจำลองการไหลของอากาศ และระดับความเร็วลม กรณี CL150S... 131

ภาพที่ ก.47 ภาพแสดงผลการจำลองการไหลของอากาศ และระดับความเร็วลม กรณี CL150SW 131

ภาพที่ ก.48 ภาพแสดงผลการจำลองการไหลของอากาศ และระดับความเร็วลม กรณี CL150NE 132

ภาพที่ ข.1 แสดงค่าเฉลี่ยอัตราการระบายอากาศของผังอาคารทั้ง 5 ผัง ในแต่ละความสูง.....138

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันโครงการอสังหาริมทรัพย์มีการเพิ่มขึ้นอย่างมาก ซึ่งเป็นผลมาจากการขยายตัวของเมืองและนโยบายการพัฒนาเมือง โดยการพัฒนาพื้นที่ตามผังเมืองรวมเพื่อใช้พื้นที่ดิน ให้คุ้มค่าตามศักยภาพของที่ดินซึ่งอาคารชุดอย่างคอนโดมิเนียมในปัจจุบันมักมีขนาดห้องชุดเริ่มต้นที่ประมาณ 20 กว่าตารางเมตรและส่วนใหญ่มีช่องเปิดเพื่อการระบายอากาศและรับแสงธรรมชาติเพียงด้านเดียว (ธีรภัทร ถนัดศิลป์กุล และพิมลศิริ ประจางสาร, 2559) ส่งผลให้ห้องชุดไม่มีประสิทธิภาพที่ดีพอกับการเกิดสภาวะน่าสบายต่อผู้อยู่อาศัย นอกจากนี้การกระจุกตัวของคอนโดมิเนียมในบริเวณสถานีรถไฟฟ้าตามแนวความคิดการพัฒนา Transit Orientated Development (TOD) ที่จะพัฒนาพื้นที่รอบสถานีขนส่งมวลชนเพื่อเป็นศูนย์กลางเชื่อมต่อการเดินทาง โดยกำหนดรูปแบบการใช้ที่ดิน เพื่อสร้างชุมชนรอบสถานีให้มีคุณภาพ โดยพื้นที่โดยรอบจะถูกพัฒนาเป็นห้างสรรพสินค้า อาคารสำนักงานรวมถึงคอนโดมิเนียม ซึ่งจะส่งผลให้เกิดความแออัดของอาคารสูงในพื้นที่ และส่งผลให้ความเป็นอยู่ของผู้อยู่อาศัยในอาคารมีคุณภาพที่ลดลง ซึ่งสภาวะน่าสบายที่เหมาะสมตามมาตรฐาน ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc) โดยสามารถวิเคราะห์ความสบายได้จากอัตราการระบายอากาศ ที่เป็นอัตราของปริมาตรอากาศที่มีการเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งในหนึ่งหน่วยเวลา และสภาวะน่าสบายที่บ่งบอกถึงความรู้สึกพึงพอใจกับสภาพแวดล้อมทางอุณหภูมิ (ASHRAE,1992)

การศึกษาในงานวิจัยนี้จะสนใจปัจจัยของความเร็วลมที่เกิดขึ้นภายในห้องชุดพักอาศัยที่มีบริบทเมืองที่มีความหนาแน่น โดยลมจะมีทฤษฎีในการเคลื่อนที่จากความแตกต่างของความกดอากาศ (ขนิษฐานุช เลื่อนฉวี, 2555) ซึ่งสภาวะน่าสบายจะเกิดขึ้นเมื่ออยู่ภายใต้ความเร็วลม 0.25-1.00 เมตรต่อวินาที โดยความเร็วลมที่ 0.25-0.50 เมตรต่อวินาที จะทำให้เกิดความรู้สึกสบาย แต่ร่างกายจะรับรู้ได้ถึงการพัดของลมเมื่อมีความเร็วลมที่ 0.50-1.00 เมตรต่อวินาที (สุนทร บุญญาริการ และธนิต จินดาวณิก, 2536) รวมถึงสามารถวิเคราะห์ประสิทธิภาพการระบายอากาศได้จากอัตราการระบายอากาศที่ผ่านเกณฑ์ ASHRAE 62.1, 2010 ที่ต้องมีค่าเกิน 0.35 ACH

การออกแบบอาคารชุดอย่างคอนโดมิเนียมในปัจจุบันนิยมที่จะออกแบบเป็นผังอาคารแบบทางเดินร่วม (Double-loaded Corridor) โดยการเรียงห้องต่อกันเป็นแถวขนานกันไปตามทางเดินกลาง (ธีรภัทร ถนัดศิลป์กุล และพิมลศิริ ประจางสาร, 2559) ซึ่งจะส่งผลให้ห้องชุดพักอาศัยส่วนใหญ่จะมีช่องเปิดได้เพียงด้านเดียวเท่านั้น ด้วยเหตุนี้ทำให้ประสิทธิภาพการระบายอากาศภายในห้องชุดไม่เพียงพอ จึงมีการออกแบบและการทำวิจัยเพื่อหาวิธีการออกแบบที่จะช่วยให้เพิ่มประสิทธิภาพการระบายอากาศภายในห้องชุด เช่น สัดส่วนของห้องชุด ขนาดของช่องเปิด และระยะยื่นระเบียงหรือผนังงครีบ เป็นต้น รวมถึงการใช้เทคโนโลยีหรืออุปกรณ์ เช่น Air post ท่อลม และ monsoon window เป็นต้น (เฉลิมวัฒน์ ต้นตสวัสดิ์, 2564) โดยจะคำนึงถึงเรื่องความเร็วลมและการระบายอากาศที่ดีขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับห้องชุดพักอาศัยทั่วไป

ความหนาแน่นของเมืองที่เกิดขึ้น ส่งผลกระทบต่ออาคารข้างเคียงในเรื่องของลมธรรมชาติที่ถือเป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้เกิดสภาวะน่าสบายต่อผู้อยู่อาศัย โดยเมื่อมีอาคารข้างเคียงที่แออัดกันมากขึ้นส่งผลให้มีการบังลมของกันและกันมากขึ้นเป็นผลให้ลมธรรมชาติเข้าสู่ภายในอาคารไม่เพียงพอ จึงเกิดเป็นคำถามวิจัยว่าจะมีการออกแบบหรือนวัตกรรมใดที่จะสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการระบายอากาศภายในห้องชุดพักอาศัยให้ดีขึ้น ซึ่งจาก

การศึกษาระณีศึกษาและงานวิจัยต่างๆ พบว่าการออกแบบที่นิยมทำกันคือการเพิ่มช่องเปิดอีกด้านของห้องเพื่อให้เกิดการระบายอากาศแบบข้ามฟาก (Cross-Ventilation) โดยจะนิยมใช้ในอาคารโครงการบ้านเอื้ออาทรที่จะเป็นบ้านเกี๊ยตติดกับทางเดินกลาง แต่จะลดความเป็นส่วนตัวของผู้พักอาศัย

การศึกษาครั้งนี้จะอ้างอิงผังพื้นที่ห้องชุดพักอาศัยจากงานวิจัยของนายธีรภัทร ภูนต์ศิลปะกุล (2559) ซึ่งมีการเก็บข้อมูลรูปแบบของห้องชุดของอาคารชุดพักอาศัยของคอนโดมิเนียมที่ตั้งอยู่ในกรุงเทพมหานครในช่วงปี พ.ศ. 2551-2558 จาก 5 บริษัทผู้พัฒนาโครงการอสังหาริมทรัพย์ ซึ่งจะเป็นรูปแบบห้องชุดแบบปกติ (Simplex) โดยพื้นที่ใช้สอยภายในห้องชุดจะมีการแบ่งพื้นที่การใช้งานออกเป็น 2 ส่วนหลัก ๆ ได้แก่ พื้นที่พักผ่อน และพื้นที่ห้องนอน และห้องชุดพักอาศัยแบบเพดานสูง (Loft) ที่จะห้องชุดที่มีความสูงของฝ้าเพดานสูงกว่าห้องปกติทั่วไปที่ 4.20 เมตร โดยจะมีการออกแบบพื้นที่ห้องนอนเป็นพื้นที่ชั้นลอย ซึ่งในปัจจุบันโครงการคอนโดมิเนียมเริ่มให้ความสนใจที่จะพัฒนาห้องในรูปแบบนี้มากขึ้น (Onpreya.C, 2565)

เพราะฉะนั้นงานวิจัยนี้จึงสนใจที่จะเสนอแนะแนวทางการออกแบบห้องชุดพักอาศัยที่ติดตั้งระบบท่อระบายอากาศเพื่อให้เกิดการระบายอากาศแบบข้ามฟาก ที่จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการระบายอากาศของห้องชุดพักอาศัยให้ดีขึ้น และยังคงความเป็นส่วนตัวของผู้อยู่อาศัยได้คงเดิม โดยใช้การจำลองพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ (Computational Fluid Dynamics; CFD) ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อจำลองหาประสิทธิภาพของแนวทางการออกแบบระบบท่อระบายอากาศว่าสามารถเพิ่มอัตราการระบายอากาศและความเร็วลมที่เกิดขึ้นภายในห้องชุดได้หรือไม่

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาลักษณะการออกแบบห้องชุดคอนโดมิเนียม ในกรุงเทพมหานครปัจจุบันทั้งแบบห้องชุดแบบทั่วไป (Simplex) และห้องชุดพักอาศัยแบบเพดานสูง (Loft)

1.2.2 เพื่อศึกษาผลกระทบของความหนาแน่นของเมืองต่อกระแสนลมธรรมชาติที่เกิดขึ้นในพื้นที่รอบสถานีขนส่งมวลชนสาธารณะ

1.2.3 เพื่อศึกษาการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติด้วยระบบท่อระบายอากาศ ในห้องชุดพักอาศัยแบบห้องชุดแบบทั่วไป (Simplex) และห้องชุดพักอาศัยแบบเพดานสูง (Loft)

1.2.4 เพื่อเสนอแนะแนวทางการออกแบบระบบท่อระบายอากาศในคอนโดมิเนียมแบบผังทางเดินร่วม (Double-loaded Corridor) ในพื้นที่ที่มีความหนาแน่นสูง

1.3 ขอบเขตในการวิจัย

1.3.1 ศึกษาารูปแบบผังห้องชุดคอนโดมิเนียมทั้งแบบห้องชุดแบบทั่วไป (Simplex) และห้องชุดพักอาศัยแบบเพดานสูง (Loft) ในขนาด 28 - 35 ตารางเมตร หรือห้องชุดประเภท 1 ห้องนอน จากการเก็บข้อมูลผังห้องชุดโดยผู้วิจัยและจากการทบทวนวรรณกรรม

1.3.2 ศึกษาเพื่อหาวิธีเพิ่มการระบายอากาศด้วยระบบท่อระบายอากาศจากรายการวัสดุท่อระบายอากาศที่มีจำหน่ายในปัจจุบัน

1.3.3 ศึกษาผลกระทบของความหนาแน่นเมืองต่อกระแสนลมธรรมชาติ จากบริบทเมืองที่เป็นกรณีศึกษา

เท่านั้น ในกรณีนี้ คือ พื้นที่รัศมี 500 เมตรรอบสถานีรถไฟฟ้า BTS หัวแยกลาดพร้าว, MRT สามย่าน, และ MRT พระราม 9

1.3.4 ศึกษาอัตราการระบายอากาศโดยสนใจที่ความเร็วลมที่วัดได้จากการจำลองด้วยคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรมคำนวณพลศาสตร์ของไหล (CFD) ที่มีชื่อว่า ANSYS 2023 R1

1.4 ระเบียบวิธีวิจัย

1.4.1 การศึกษาข้อมูลและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ส่วนที่ 1 รูปแบบห้องชุดคอนโดมิเนียมแบบห้องชุดแบบทั่วไป (Simplex) และห้องชุดพักอาศัยแบบเพดานสูง (Loft) ในปัจจุบัน

ส่วนที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของลม

ส่วนที่ 3 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ

ส่วนที่ 4 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินประสิทธิภาพการระบายอากาศ

ส่วนที่ 5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบท่อระบายอากาศ

ส่วนที่ 5 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลกระทบของความหนาแน่นเมือง

1.4.2 ศึกษาวิธีวิจัยของงานวิจัยที่จำลองพลศาสตร์ของไหลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

1.4.3 จำลองพื้นที่กรณีศึกษาตามบริบทเมืองกรณีศึกษา

1.4.4 จำลองความเร็วลมเฉลี่ยในพื้นที่กรณีศึกษากับห้องชุดพักอาศัยทั้งก่อนและหลังเพิ่มระบบท่อระบายอากาศ

1.4.5 วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

นำผลความเร็วลมที่ได้จากการจำลองด้วยโปรแกรม Ansys 2023 R1 มาวิเคราะห์อัตราการระบายอากาศที่เป็นไปได้ภายในห้องชุดพักอาศัย โดยเปรียบเทียบระหว่างห้องชุดพักอาศัยทั้งสองประเภท ทั้งห้องชุดพักอาศัยที่ไม่ได้มีระบบท่อระบายอากาศและห้องชุดพักอาศัยที่มีระบบท่อระบายอากาศ เพื่อเสนอแนวทางในการออกแบบระบบท่อระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติที่มีประสิทธิภาพในคอนโดมิเนียมแบบผังทางเดินร่วม (Double-loaded Corridor)

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ทราบแบบห้องชุดคอนโดมิเนียมทั้งแบบห้องชุดแบบทั่วไป (Simplex) และห้องชุดพักอาศัยแบบเพดานสูง (Loft) ในกรุงเทพมหานคร ปัจจุบัน

1.5.2 ทราบถึงผลกระทบของความหนาแน่นเมืองต่อกระแสลมธรรมชาติ

1.5.3 ทราบถึงประสิทธิภาพของระบบท่อระบายอากาศต่อการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติภายในห้องชุดพักอาศัยของคอนโดมิเนียม

1.5.4 เสนอแนวทางการออกแบบระบบท่อระบายอากาศในคอนโดมิเนียมแบบผังทางเดินร่วม เพื่อให้ห้องชุดมีประสิทธิภาพการระบายอากาศที่ดีขึ้น

1.6 สมมติฐานการวิจัย

ระบบท่อระบายอากาศ สามารถเพิ่มความสามารถในการระบายอากาศของห้องชุดพักอาศัยในคอนโดมิเนียมแบบผังทางเดินร่วม (Double-loaded Corridor) ทั้งห้องชุดแบบทั่วไป (Simplex) และห้องชุดแบบเพดานสูง (Loft) ได้

1.7 ข้อจำกัดในการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ระบบท่อระบายอากาศเพื่อการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติของห้องชุดพักอาศัย สำหรับคอนโดมิเนียมที่มีผังอาคารแบบทางเดินร่วม (Double-loaded Corridor) ซึ่งภายในอาคารจำลอง จะเป็นห้องชุดพักอาศัยที่ไม่มีเฟอร์นิเจอร์ที่จะส่งผลต่อความเร็วมวลที่เกิดขึ้นภายใน โดยศึกษาการระบายอากาศที่เป็นไปได้ภายในห้องชุดทั้งหมด ยกเว้นบริเวณห้องน้ำเท่านั้น โดยการศึกษาข้อมูลเหล่านี้ได้กำหนดเงื่อนไขตัวแปรต่าง ๆ รวมถึงการศึกษานี้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการคำนวณพลศาสตร์ของไหล (CFD) ในการวิจัย คือ โปรแกรม ANSYS 2023 R1 ซึ่งจะมีข้อจำกัดในการจำลองด้วย Student Version ที่จะสามารถประมวลผลได้ไม่เกินจำนวน 2,600,000 จุด ดังนั้นการนำไปใช้กับเงื่อนไขที่นอกเหนือจากนี้ อาจไม่ได้เป็นไปตามผลที่วิจัยได้

1.8 คำจำกัดความในการวิจัย

1.8.1 การระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ หมายถึง การเคลื่อนที่ของอากาศเข้าและออกจากอาคาร โดยไม่ใช้ระบบกลไก ซึ่งอาศัยเฉพาะช่องเปิดของอาคาร เช่น ประตู และหน้าต่าง เท่านั้น

1.8.2 คอนโดมิเนียม หมายถึง อาคารที่ใช้เป็นที่อยู่อาศัยสำหรับหลายครอบครัว โดยมีการซ้อนชั้นกันของห้องชุดพักอาศัยหลาย ๆ ห้อง ซึ่งเป็นอาคารที่มีการถือกรรมสิทธิ์ในพื้นที่ส่วนกลางร่วมกัน เช่น โถงทางเดิน พื้นที่สวน และที่จอดรถ เป็นต้น

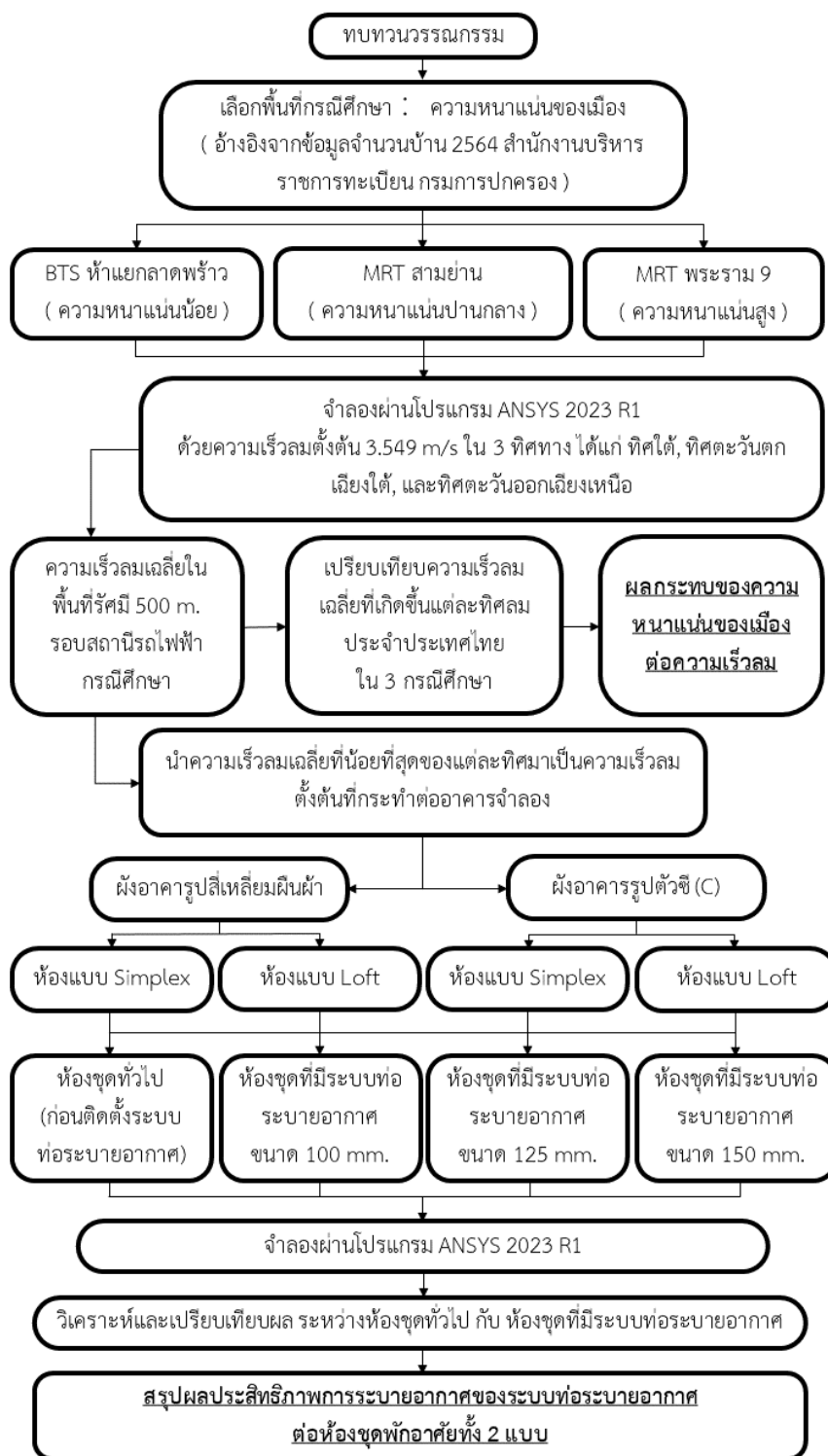
1.8.3 ความหนาแน่นของเมือง หมายถึง พื้นที่เมืองที่มีอาคารตั้งอยู่ในพื้นที่จำนวนมาก

1.8.4 ความเร็วมวล หมายถึง การเคลื่อนที่ของอากาศจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง

1.8.5 การคำนวณพลศาสตร์ของไหล หมายถึง การจำลองการเคลื่อนตัวของของไหลในรูปแบบ 3 มิติ เช่น อากาศ และน้ำ เป็นต้น โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์

1.9 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ในงานวิจัยนี้ สามารถสรุปขั้นตอนการวิจัย ได้ดังที่แสดงในแผนภาพต่อไปนี้



ภาพที่ 1.1 แผนภาพแสดงขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้ศึกษาประสิทธิภาพของระบบท่อระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ จะเน้นไปที่การศึกษาองค์ประกอบทางสถาปัตยกรรมที่เกี่ยวข้องกับการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ ที่ส่งผลต่อปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการระบายอากาศภายในห้องชุดพักอาศัย โดยแบ่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องออกเป็น 6 ส่วนดังนี้

2.1 รูปแบบห้องชุดคอนโดมิเนียมแบบห้องชุดแบบทั่วไป (Simplex) และห้องชุดพักอาศัยแบบเพดานสูง (Loft) ในปัจจุบัน

2.1.1 การออกแบบอาคารประเภทคอนโดมิเนียม

คอนโดมิเนียมในปัจจุบันมีการพัฒนาที่หลากหลายทั้งด้านประเภทและขนาดของห้องชุด โดยห้องชุดแบบ 1 ห้องนอนเป็นประเภทห้องชุดที่มีส่วนแบ่งการตลาดสูงสุดด้วยสัดส่วน 77% รองลงมาคือ ห้องชุดแบบ 2 ห้องนอนที่มีสัดส่วน 16% โดยห้องชุดแบบ 1 ห้องนอนเป็นห้องที่มีขนาดเล็กถึงปานกลาง ส่วนมากจะมีพื้นที่ระหว่าง 22.00-35.00 ตารางเมตร โดยห้องประเภทนี้จะมีการแบ่งสัดส่วนห้องอย่างชัดเจน ซึ่งจะมีประตูและผนังกันแต่ละพื้นที่อย่างเป็นสัดส่วน (ธีรภัทร ทัศนศิลป์กุล และพิมลศิริ ประจงสาร, 2559)

ห้องชุดแบบ 1 ห้องนอน มีการแบ่งพื้นที่ใช้สอยออกเป็น 3 ส่วน โดยห้องนอนจะมีสัดส่วนพื้นที่มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 32 รองลงมา คือ พื้นที่นั่งเล่น พื้นที่เตรียมอาหาร ห้องน้ำ พื้นที่รับประทานอาหาร และระเบียง ในร้อยละ 25, 15, 13, 8 และ 7 ตามลำดับ (บุษรา โปวาทองและคณะ, 2561) ซึ่งจะสามารถจัดกลุ่มพื้นที่ได้เป็น 3 Zone ได้แก่ Public Zone (ส่วนรับแขกและพื้นที่รับประทานอาหาร), Private Zone (ห้องนอน) และ Service Zone (ห้องน้ำ พื้นที่เตรียมอาหาร และระเบียง) โดยจะมีการจัดพื้นที่ออกเป็น 4 แบบ (ตารางที่ 2.1) โดยในทุกแบบพื้นที่ส่วนห้องครัวจะมีการออกแบบทั้งแบบครัวปิดและครัวเปิด ซึ่งแบบที่ 1 จะเป็นการจัดพื้นที่ที่ค่อนข้างนิยมสำหรับคอนโดขนาดเล็กจนถึงกลาง และแบบที่ 3 จะนิยมในคอนโดระดับกลางจนถึงระดับ Luxury เนื่องจากเป็นการจัดวางพื้นที่ที่พักผ่อน และห้องนอนอยู่ด้านนอกอาคาร ซึ่งทั้ง 2 พื้นที่จะได้รับแสง และวิว (MAI, 2559)

ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงการจัดพื้นที่ห้องชุดแบบ 1 ห้องนอน

Private Zone		Public Zone	
Service Zone			
↑ ENT.	↑ ENT.	↑ ENT.	↑ ENT.
แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	แบบที่ 4

(ที่มา : MAI, 2559)

คอนโดมิเนียมในปัจจุบันมีแบบห้องชุดหลักๆ 3 ประเภท ได้แก่

1. ห้องชุดแบบ Simplex หรือ Standard คือ ห้องชุดแบบชั้นเดียว เป็นรูปแบบคอนโดมิเนียมทั่วไปในโครงการต่างๆ โดยมาตรฐานจะมีความสูงจากพื้นถึงฝ้าเพดานตั้งแต่ 2.40 เมตรขึ้นไป ซึ่งมีค่าเฉลี่ยสูงประมาณ 2.60-2.70 เมตร (ภาพที่ 2.1)

2. ห้องชุดแบบ Loft คือ ห้องที่มีฝ้าเพดานสูง โดยมีความสูงจากพื้นถึงฝ้าเพดานประมาณ 4.00 เมตรขึ้นไป จึงถือว่าสูงเกิน 2.60 เมตรตามที่กฎหมายกำหนดแล้ว แต่พื้นที่ชั้นลอยนั้นต้องมีขนาดไม่เกิน 40% ของพื้นที่ทั้งหมด และส่วนใหญ่จะถูกออกแบบเป็นพื้นที่ส่วนห้องนอน ซึ่งมักจะมีความสูงพื้นถึงฝ้าเพดานค่อนข้างน้อยประมาณ 2 เมตรกว่าๆเท่านั้น ซึ่งในชั้นลอยไม่จำเป็นต้องมีประตูออกสู่โถงทางเดินกลาง (ภาพที่ 2.2)

3. ห้องชุดแบบ Duplex คือ ห้องชุดแบบ 2 ชั้น โดยชั้น 2 สามารถถูกออกแบบเป็นแบบปิดทึบหรือเปิดโล่งก็ได้ แต่ห้องชุดประเภทนี้จะมีข้อกำหนดตามกฎหมายกระทรวงฉบับที่ 55 เรื่องพื้นที่ภายในอาคาร (ภาพที่ 2.3) ดังนี้

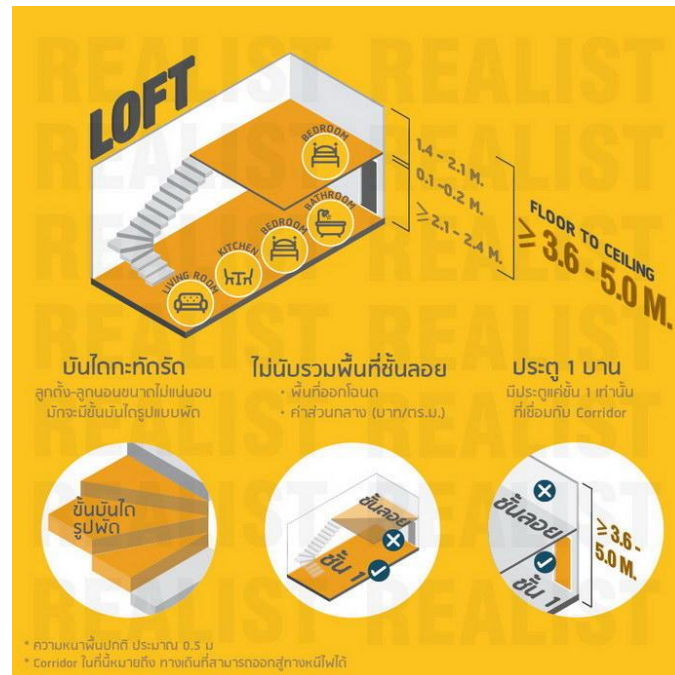
“ ห้องในอาคารซึ่งมีระยะตั้ง (ความสูง) ระหว่างพื้นถึงพื้นอีกชั้นหนึ่งตั้งแต่ 5 เมตรขึ้นไปจะทำพื้นที่ชั้นลอยในห้องนั้นก็ได้ โดยพื้นที่ชั้นลอยดังกล่าวนี้ต้องมีเนื้อที่ไม่เกินร้อยละสี่สิบของเนื้อที่ห้อง ระยะตั้งระหว่างพื้นชั้นลอยถึงพื้นอีกชั้นหนึ่งต้องไม่น้อยกว่า 2.40 เมตร และระยะตั้งระหว่างพื้นห้องถึงพื้นชั้นลอยต้องไม่น้อยกว่า 2.40 เมตรด้วย ห้องน้ำ ห้องส้วม ต้องมีระยะตั้งระหว่างพื้นถึงเพดานไม่น้อยกว่า 2 เมตร ” (ระยะตั้งให้วัดจากพื้นถึงพื้น)

ซึ่งหมายถึงระยะความสูงจากพื้นถึงพื้นของทั้ง 2 ชั้นจะต้องไม่น้อยกว่า 2.40 เมตร และในชั้นลอยจะต้องมีประตูเปิดสู่โถงทางเดินกลาง เหมือนเป็นห้องชุดแบบทั่วไป (Simplex) ซ้อนกัน 2 ชั้น โดยต้องมีการออกแบบพื้นที่ส่วนต่างๆ ภายในห้องให้มีความสูงตามระยะที่กฎหมายกำหนด รวมถึงบันไดที่เชื่อมพื้นที่ทั้ง 2 ชั้นก็จำเป็นต้องออกแบบระยะต่างๆตามกฎหมายกำหนด

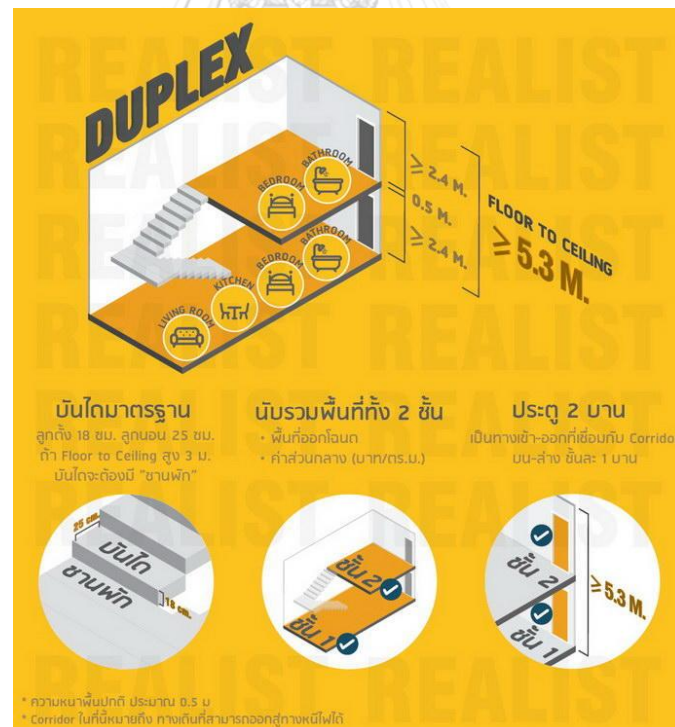
โดยห้องชุดแบบเพดานสูง (Loft) และห้องชุดแบบ 2 ชั้น (Duplex) จะได้สามารถรับแสงธรรมชาติได้มากกว่าห้องชุดแบบทั่วไป (Simplex) ด้วยความสูงของผนังห้องที่มากกว่า และการมีช่องเปิดโล่งที่เป็น Double Space ที่จะทำให้อากาศโปร่ง และโล่งกว่า (ภาพที่ 2.4)



ภาพที่ 2.1 ระยะความสูงจากพื้นถึงพื้นของห้องชุดแบบ Simplex (Development, 2560)



ภาพที่ 2.2 ระยะความสูงจากพื้นถึงพื้นของห้องชุดแบบ Loft
(Development, 2560)



ภาพที่ 2.3 ระยะความสูงจากพื้นถึงพื้นของห้องชุดแบบ Duplex
(Development, 2560)

PRODUCT COMPARE		SIMPLEX คอนโด 1 ชั้น	LOFT คอนโด 1 ชั้น + ชั้นลอย	DUPLEX คอนโด 2 ชั้น
ความสูง	FLOOR TO CEILING ความหนาพื้น 50 ซม.	≥ 2.4 M.	≥ 3.6 - 5.0 M.	≥ 5.3 M.
	ความสูงระหว่างชั้น		<p>ไม่สามารถรวมอยู่ในชั้นเดียวกับห้องแบบ Simplex ได้</p>	<p>รวมอยู่ในชั้นเดียวกับห้องแบบ Simplex ได้</p>
พื้นที่	พื้นที่ออกโฉนด		<p>*ชั้นลอยนับเป็นเฟอร์นิเจอร์</p>	
	ค่าส่วนกลาง (บาท/ตร.ม.)	จ่ายตามพื้นที่ใช้งานจริง	จ่ายเฉพาะพื้นที่ชั้น 1 (เหมือนได้ทำไร้อินไลน์)	จ่ายตามพื้นที่ใช้งานจริง รวมชั้น 1 และ 2
	พื้นที่ใช้สอย			
กฎหมาย	ประตู (เข้า-ออก Corridor) Corridor - ทางเดินที่สามารถออกสู่ทางหนีไฟได้			
	บันได		N/A	<p>ขนาดมาตรฐาน</p> <p>ถ้า Floor to Ceiling สูง 3 ม. บันไดจะต้องมี "ชานพัก"</p>

ภาพที่ 2.4 เปรียบเทียบลักษณะของห้องชุดทั้ง 3 ประเภท
(Development, 2560)

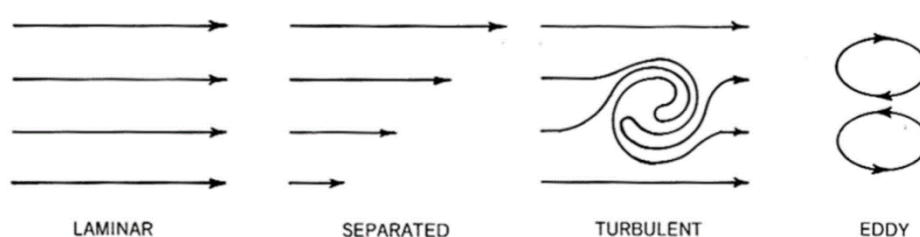
ทั้งนี้ในการศึกษาครั้งนี้จะอ้างอิงประเภทและผังห้องชุดจากข้อมูลข้างต้นเพื่อนำมาเป็นกรณีศึกษาที่จะใช้ในการจำลองพลศาสตร์ของไหล (CFD) ผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ คือ ห้องชุดประเภท 1 ห้องนอน เนื่องจากมีสัดส่วนจำนวนห้องชุดที่มากที่สุดในอาคารชุดอย่างคอนโดมิเนียม โดยจะมีขนาดห้องชุดที่ 22.00-35.00 ตารางเมตร

2.2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของลม

2.2.1 ทฤษฎีพื้นฐานของรูปแบบการไหลของอากาศ

การเคลื่อนที่ของลมหรืออากาศ เกิดจากปัจจัยเบื้องต้น 2 ปัจจัย ได้แก่ ความแตกต่างของความกดอากาศ (Pressure Differential) ซึ่งทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของกระแสลมจากบริเวณที่มีความกดอากาศสูงไปยังบริเวณที่มีความกดอากาศน้อยกว่า ซึ่งหากความกดอากาศมีความแตกต่างกันมากจะส่งผลให้กระแสลมที่พัดมีความแรงขึ้น และปัจจัยที่ 2 คือ ความแตกต่างของอุณหภูมิ (Temperature Differential) ซึ่งหากพื้นที่หนึ่งมีอุณหภูมิที่สูง อากาศร้อนจะมีการขยายตัว และความหนาแน่นลดลง ส่งผลให้พื้นที่ที่อากาศเย็นที่มีความหนาแน่นมากกว่าไหลเข้ามาแทนที่จึงเกิดลมขึ้น ซึ่งรูปแบบการไหลของอากาศ สามารถแบ่งได้เป็น 4 รูปแบบ (ภาพที่ 2.2) ดังนี้

1. การไหลแบบสม่ำเสมอ (Laminar) คือ กระแสลมที่พัดอย่างอิสระ และไม่มีสิ่งกีดขวางทิศทางของลม ซึ่งจะส่งผลให้ความเร็วลมมีความสม่ำเสมอ
2. การไหลแบบไม่สม่ำเสมอ (Separated) คือ กระแสลมที่เกิดการพัดผ่านสิ่งกีดขวาง ทำให้เกิดแรงเสียดทาน (Friction) กับผิวของวัตถุที่พัดผ่านทำให้กระแสลมมีความเร็วลมที่ไม่สม่ำเสมอ
3. การไหลแบบแปรปรวน (Turbulent) คือ กระแสลมที่พัดผ่านสิ่งกีดขวาง และเกิดแรงเสียดทานที่มีกำลังมากถึงจุดหนึ่ง จึงทำให้เกิดรูปแบบลมแปรปรวน
4. ลมหมุน (Eddy) คือ กระแสลมแบบแปรปรวนที่มาก ก่อให้เกิดลมหมุนขึ้น



ภาพที่ 2.5 รูปแบบการไหลของอากาศ
(ที่มา : Norbert Lechner, 2020)

2.2.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการไหลของอากาศ

การไหลของอากาศมีปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดการเบี่ยงเบนและการพัดพาของกระแสลมหลายปัจจัย ดังต่อไปนี้

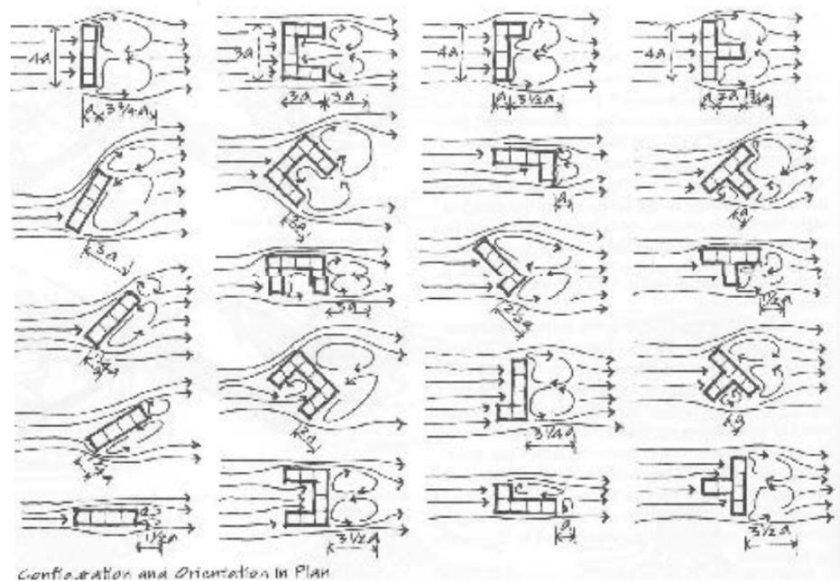
1. ที่ตั้งของอาคาร (Location)

ที่ตั้งของโครงการมีผลกับการไหลของลมธรรมชาติ เนื่องจากสภาพภูมิอากาศในแต่ละพื้นที่มีความแตกต่างกัน รวมถึงสภาพภูมิประเทศที่แตกต่างกัน ส่งผลต่อความกดอากาศและทำให้กระแสลมที่พัดมา มีทิศทางและความเร็วลมที่เปลี่ยนแปลงไป ดังนั้นการออกแบบอาคารที่มีการระบายอากาศที่ดีควรคำนึงถึงบริบทโดยรอบอาคาร

2. รูปทรงอาคาร (Type and Shape of the building)

รูปทรงของอาคารมีผลต่อการระบายอากาศด้วยวิธีทางธรรมชาติอย่างมาก โดยมีปัจจัยที่ต้องคำนึงถึง ดังต่อไปนี้

- อาคารในเขตร้อนชื้นควรมีสัดส่วนด้านสกัดต่อด้านยาวเป็น 1:3 โดยควรหันด้านยาวของอาคารให้เป็นด้านที่รับลม (ชนิษฐานุช เลื่อนฉวี, 2555)
- สำหรับอาคารรูปทรงสี่เหลี่ยม ควรหันด้านยาวของอาคารเข้าหาลมประจำในฤดูร้อน เพื่อให้สามารถรับลมได้อย่างเต็มที่ ซึ่งจะส่งผลให้อาคารมีการระบายอากาศที่ดี
- สำหรับอาคารที่รูปทรงไม่สม่ำเสมอ อาจส่งผลให้ความกดอากาศในแต่ละบริเวณมีความแตกต่างกัน ซึ่งมีทั้งช่วยและลดประสิทธิภาพของการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติได้

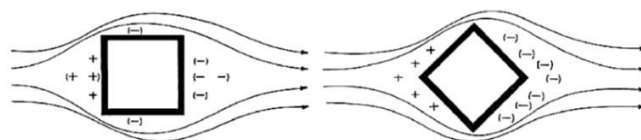


ภาพที่ 2.6 ลักษณะการไหลของอากาศผ่านรูปทรงอาคารที่แตกต่างกัน

(ที่มา : Baruch Givoni, 1994)

3. การวางแนวอาคาร (Orientation)

ปกติทั่วไปการระบายอากาศที่ดีจะเกิดขึ้นกับอาคารที่มีความยาว โดยการหันด้านยาวของอาคารตั้งฉากกับทิศทางของลม ซึ่งเมื่อกระแสลมพัดเข้าผนังอาคารจะเกิดความกดอากาศที่สูง (Positive Pressure) ส่วนด้านตรงข้ามของอาคารจะเกิดความกดอากาศที่ลดต่ำลง (Negative Pressure) และถ้าเกิดความแตกต่างของความกดอากาศมากๆ จะส่งผลให้เกิดลมหมุนวนขึ้น ส่งผลเสียกับอากาศบริเวณนั้น ดังนั้นการวางอาคารทำมุมองศากับทิศทางลม ทำให้ความแตกต่างของความกดอากาศน้อยลง เนื่องจากกระแสลมจะสามารถไหลผ่านได้ต่อเนื่องมากกว่า (พลกฤต วิชาญศาสตร์กุล, 2564) ดังแสดงในภาพที่ 2.4

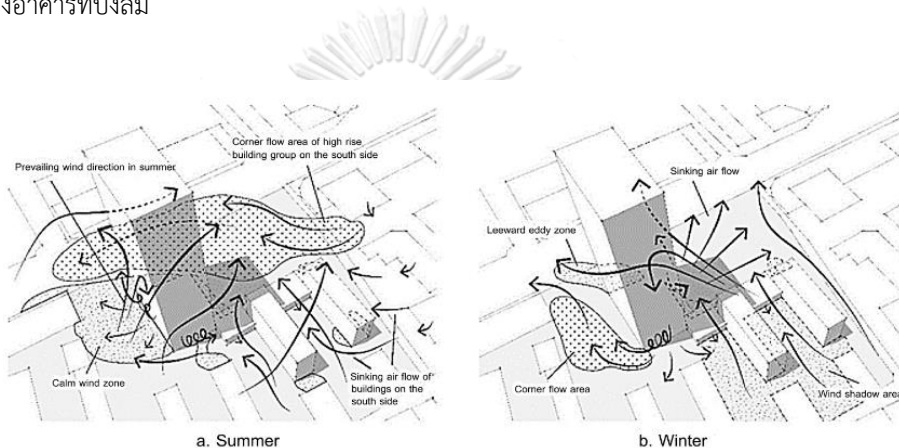


ภาพที่ 2.7 ลักษณะการไหลของอากาศผ่านอาคารที่ตั้งฉาก และทำมุมกับทิศทางกระแสลม

(ที่มา : Thomas Bedford, 1936)

4. สภาพแวดล้อม (Surrounding)

อาคารข้างเคียง ต้นไม้ และสภาพแวดล้อมล้วนมีผลต่อกระแสลม โดยลมประจำแต่ละฤดูของประเทศไทยจะพัดมาจากทิศที่ต่างต่างกัน ดังนี้ ลมทิศใต้ในฤดูร้อน (ช่วงเดือนมีนาคม-พฤษภาคม) ลมทิศตะวันตกเฉียงใต้ หรือเรียกว่าลมมรสุมในฤดูฝน (ช่วงเดือนมิถุนายน-พฤศจิกายน) และลมทิศตะวันออกเฉียงเหนือใน หรือเรียกว่าลมหนาวในฤดูหนาว (ช่วงเดือนธันวาคม-กุมภาพันธ์) ซึ่งสภาพแวดล้อมส่งผลดีและผลเสียกับกระแสลมเนื่องจาก สภาพแวดล้อมถือเป็นสิ่งกีดขวางซึ่งหากมีระยะที่เหมาะสม หรือมีตำแหน่งที่ไม่บังลมกันก็จะส่งผลให้เกิดช่องลมระหว่างอาคารที่ทำให้กระแสลมมีความเร็วลมที่มากขึ้น แต่หากสภาพแวดล้อมมีตำแหน่งที่ตั้งที่บังลม หรือตั้งอยู่ใกล้กันมากๆ ก็จะส่งผลให้ลมเปลี่ยนทิศทาง หรือเบี่ยงเบนไปทิศทางอื่น ซึ่งยิ่งระยะห่างระหว่างอาคารมีระยะห่างมากก็จะทำให้ลมพัดเข้าสู่ตัวอาคารได้ดียิ่งขึ้น โดยระยะห่างระหว่างอาคารควรมีระยะไม่น้อยกว่า 2 เท่าของความสูงอาคารที่บังลม



ภาพที่ 2.8 รูปแบบการไหลของลมรอบอาคารสูงที่ส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมของลม
(ที่มา : Junyan Yang and Xiuzhang Fu, 2020)

5. ชนิดและขนาดของหน้าต่าง (Types and sizes of window)

ชนิดและขนาดของหน้าต่างมีผลต่ออัตราการระบายอากาศ แม้ว่าห้องชุดที่มีช่องเปิดเพียงด้านเดียวจะได้รับผลกระทบน้อยมากก็ตามในกรณีของขนาด แต่ในกรณีของชนิดช่องเปิดขึ้นอยู่กับประเภทของช่องเปิดที่เลือกใช้ เช่น หน้าต่างบานเลื่อน จะไม่ส่งผลต่อทิศทางลมแต่จะทำให้อากาศที่จะไหลเข้ามาในอาคารลดลงครึ่งหนึ่ง หน้าต่างบานเปิด ลมจะสามารถพัดเข้ามาได้อย่างเต็มที่ แต่จะส่งผลต่อทิศทางของกระแสลมในลักษณะเดียวกับผนังครีป (Fin walls) หน้าต่างบานกระทุ้งและหน้าต่างบานเกล็ด จะช่วยดักลมในทิศทางตั้งและกำหนดทิศทางลมที่จะไหลเข้าสู่อาคาร

ในกรณีที่ห้องชุดมีหน้าต่างเพียงบานเดียว ขนาดของหน้าต่างจะส่งผลกระทบต่ออัตราการระบายอากาศน้อยมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่กระแสลมมีทิศทางตั้งฉากกับห้องชุด แต่ในกรณีที่กระแสลมมีทิศทางทำมุมทแยงกับห้องชุด การขยายขนาดของหน้าต่างให้มีกว้างขึ้น จะช่วยเพิ่มความเร็วลมในห้องได้

6. แผงกันแดดแนวตั้ง (Vertical Fin)

แผงกันแดดแนวตั้ง เช่น Wing Walls หรือ Fin Walls เป็นองค์ประกอบที่ถูกออกแบบเพื่อช่วยในการบังแดด แต่ถ้าวางในตำแหน่งที่เหมาะสม จะเป็นส่วนช่วยในการเบี่ยงเบนทิศทางลมเพื่อช่วยในเรื่องการ

ระบายอากาศของอาคาร เนื่องจาก แผงบังแดดแนวตั้งจะช่วยกระจายความกดอากาศให้เกิดความกดอากาศที่แตกต่างกันระหว่างหน้าต่างที่อยู่ในทิศทางเดียวกันกับการไหลของลม ซึ่งการติดตั้งแผงกันแดดแนวตั้ง พบว่าลมที่ท่ามูม 45 องศา กับแผงกันแดดจะทำให้การระบายอากาศมีประสิทธิภาพสูงกว่าการรับลมที่พัดมาตรงๆ ขนานกับแผงกันแดดแนวตั้ง

7. แผงกันแดดแนวนอน (Horizontal Fins)

แผงกันแดดแนวนอน เช่น Fin Louvres หรือ กันสาด เป็นปัจจัยหนึ่งซึ่งช่วยเพิ่มอัตราการระบายอากาศ โดยขึ้นอยู่กับระยะห่างของแผงกันแดดจะทำให้กระแสลมเปียงเบนทิศทางได้ ซึ่งอาจแก้ไขได้ด้วยการเว้นช่องว่างระหว่างแผงกันแดดกับผนัง ห่างกันประมาณ 15 ซม. ขึ้นไป

8. มุ้งลวด (Insect Screens)

มุ้งลวด ส่งผลให้กระแสลมลดลงครึ่งหนึ่ง (~50%) ในกรณีที่ทิศทางของกระแสลมทำมุมตั้งฉากกับช่องเปิด และจะลดลงตามทิศทางการทำงาน ยิ่งทำมุมเฉียงมากก็จะส่งผลให้กระแสลมลดลงมาก ซึ่งสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยการออกแบบช่องเปิดให้กว้างที่สุด

9. การแบ่งห้องภายในอาคาร (Partitions)

การจัดพื้นที่ภายในห้องชุดพักอาศัยมีความแตกต่างกันตามประเภทห้อง โดยห้องชุดที่มีการออกแบบแบบ Open Plan เป็นทางเลือกที่ดีที่สุด เพราะจะทำให้ลมสามารถไหลไปได้ทั่วถึงทั้งห้อง การมีผนังกั้นพื้นที่ภายในห้องชุดมากก็ยิ่งกีดขวางทางลม ซึ่งการจัดห้องชุดที่มีการกั้นผนังควรจัดห้องที่มีขนาดใหญ่ไว้ในทิศทางที่ลมเข้า

ในการทบทวนวรรณกรรมนี้จะแสดงให้เห็นถึงทฤษฎีการเคลื่อนที่ของกระแสลม ซึ่งสรุปเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อกระแสลมทั้งช่วยเพิ่มและลดความเร็วลมที่เข้ามา โดยในการศึกษานี้จะสนใจที่ผังห้องชุดและท่อระบายอากาศเป็นหลัก รวมถึงการหันทิศทางของผังอาคารเพื่อให้มีลักษณะการเคลื่อนที่ของลมที่ใกล้เคียงกัน เพื่อให้การเปรียบเทียบผลมีความชัดเจนยิ่งขึ้น

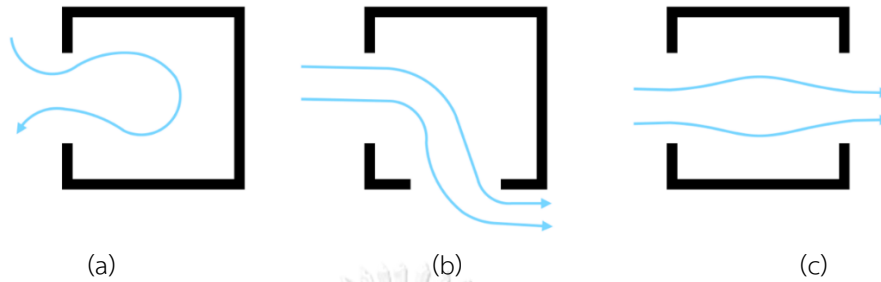
2.3 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ

2.3.1 การระบายอากาศภายในอาคาร

ลมธรรมชาติไหลเข้าสู่ภายในอาคาร เพราะความแตกต่างของความกดอากาศ (Pressure Differential) ที่เป็นผลมาจากรูปทรงอาคาร และช่องเปิด ที่มีความกดอากาศที่แตกต่างกัน ทำให้อากาศมีการเคลื่อนที่จากภายนอกอาคารสู่ภายในอาคาร ส่งผลให้เกิดการแลกเปลี่ยนและเจือจางของอากาศภายในพื้นที่ เพื่อให้อากาศภายในบริเวณนั้นๆ มีคุณภาพเหมาะสมกับการหายใจของผู้ใช้งานอาคาร รวมถึงสามารถช่วยลดความร้อนและความชื้นที่อยู่ภายในอาคาร โดยปกติตำแหน่งด้านหน้าอาคารที่ปะทะกับลมจะเป็นบริเวณที่มีความกดอากาศเป็นบวก (Positive Pressure) สูงที่สุด ในขณะที่ด้านหลังอาคารจะเป็นบริเวณที่มีความกดอากาศเป็นลบ (Negative Pressure) สูงที่สุด (Fuller Moore, 1993) รองลงมาจะเป็นด้านข้างของอาคาร

ดังนั้นการออกแบบที่จะทำให้เกิดการระบายอากาศที่มีประสิทธิภาพสูงสุด คือ การออกแบบห้องชุดให้มีตำแหน่งช่องเปิดทั้งด้านหน้าและด้านหลัง หรือการระบายอากาศแบบข้ามฝาก (Cross Ventilation) (ภาพที่ 2.6a) ถือว่าเป็นวิธีการระบายอากาศที่มีประสิทธิภาพสูงสุด เนื่องจากมีอัตราการระบายอากาศ (Ventilation Rate) สูงที่สุด รองลงมาเป็นกรณีที่ตำแหน่งช่องเปิดอยู่ด้านหน้า และด้านข้างห้อง หรือการระบายอากาศแบบสองด้าน

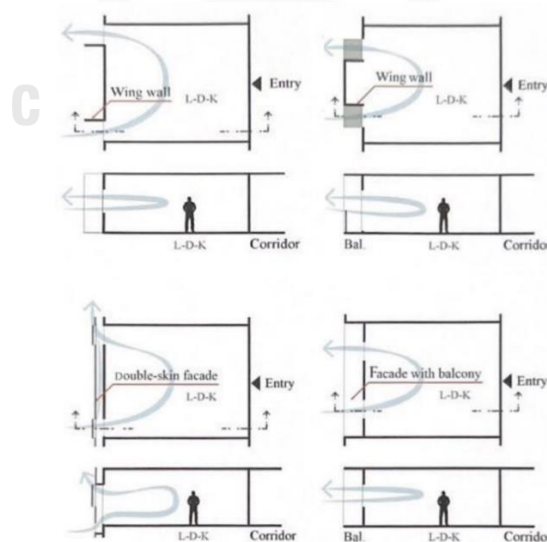
(Two-sided Ventilation) (ภาพที่ 2.6b) และวิธีระบายอากาศที่ประสิทธิภาพต่ำสุด คือ การระบายอากาศแบบด้านเดียว (One-sided Ventilation) (ภาพที่ 2.6c) ซึ่งเป็นกรณีที่มีช่องเปิดเพียงด้านเดียวของห้องเท่านั้น (Chalermwat Tantasavasdi et al., 2008)



ภาพที่ 2.9 ลักษณะการระบายอากาศภายในอาคารที่มีช่องเปิดตำแหน่งต่างกัน

2.3.2 การออกแบบห้องชุดที่มีการระบายอากาศแบบด้านเดียว (Single-sided Ventilation)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบห้องชุดที่มีการระบายอากาศแบบด้านเดียว จะเน้นไปที่การออกแบบในบริเวณช่องเปิดด้านนอกอาคาร ซึ่งผนังยื่น (Wing Walls) เป็นองค์ประกอบหนึ่งที่จะช่วยเพิ่มอัตราการไหลของอากาศได้ (Mak et al., 2007) รวมถึงการยื่นระเปียงหรือแผงบังแดดแนวนอน ก็สามารถช่วยเพิ่มค่าเฉลี่ยของความเร็วลมที่เกิดขึ้นภายในห้องชุดได้เป็น 2 เท่า (สุดาภรณ์ อุ้งลู่ และชัชปน์ เขียรชุตินา, 2554) รวมถึงการทำกรอบอาคาร 2 ชั้นก็สามารถช่วยเพิ่มอัตราการระบายอากาศได้ 1.5 เท่า ซึ่งหากเพิ่มขนาดช่องเปิดของกรอบอาคารชั้นนอกจะช่วยเพิ่มอัตราการระบายอากาศภายในห้องชุดได้ดียิ่งขึ้น (Cho et al., 2013) และการยื่นระเปียงสามารถดักลมเข้าสู่ภายในอาคารได้ดีกว่ากรอบอาคารที่เป็นแบบเรียบเป็นระนาบเดียวกัน

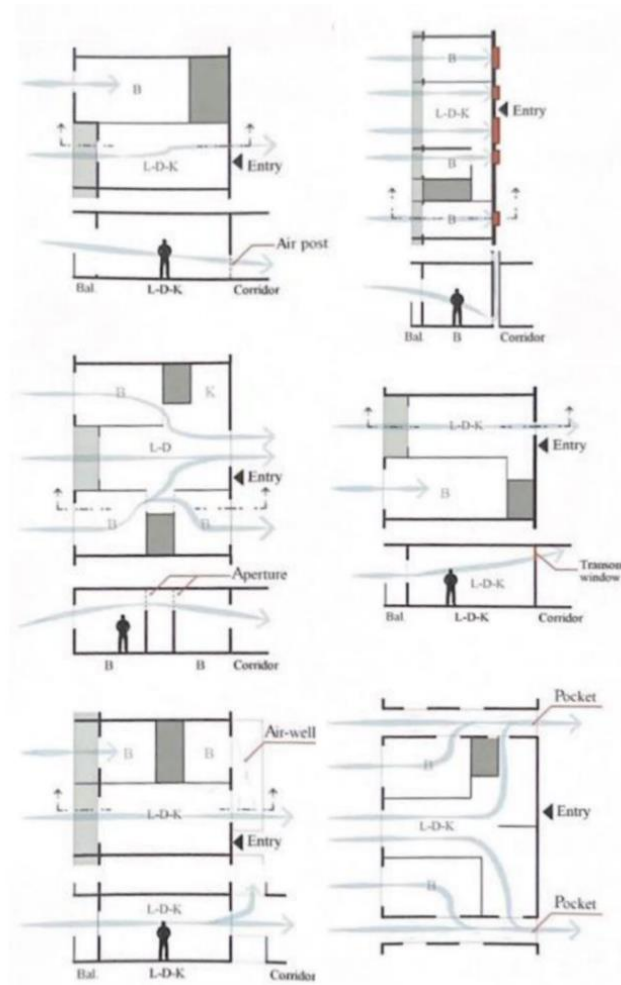


ภาพที่ 2.10 ภาพแปลนและรูปตัดแสดงแนวทางการออกแบบโดยใช้การระบายอากาศแบบด้านเดียวจากการทบทวนวรรณกรรม

(ที่มา : เฉลิมวัฒน์ ต้นตสวัสดิ์, 2564)

2.3.3 การออกแบบห้องชุดที่มีการระบายอากาศแบบข้ามฟาก (Cross Ventilation)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบห้องชุดที่มีการระบายอากาศแบบข้ามฟาก ส่วนมากจะศึกษาเกี่ยวกับการวางผังอาคาร ขนาดและตำแหน่งของช่องเปิด การออกแบบองค์ประกอบอื่น ๆ เช่น ผนังคืบ และการติดตั้งนวัตกรรมการระบายอากาศ เช่น Air Post (อรรรจน์ เศรษฐบุตฺร, 2559) และปล่องระบายอากาศ เป็นต้น โดยผลสรุปของการศึกษาต่าง ๆ พบว่าการระบายอากาศแบบข้ามฟาก ที่มีการออกแบบห้องชุดด้วยรูปแบบต่างๆ ข้างต้น ส่งผลให้ห้องชุดมีอัตราการระบายอากาศที่ดีขึ้น ซึ่งมีประสิทธิภาพดีกว่าการออกแบบการระบายอากาศแบบด้านเดียว



ภาพที่ 2.11 ภาพแปลนและรูปตัดแสดงแนวทางการออกแบบโดยใช้การระบายอากาศแบบข้ามฟากจากการทบทวนวรรณกรรม

(ที่มา : เฉลิมวัฒน์ ต้นตสวัสดิ์, 2564)

จากการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยจะแสดงให้เห็นว่าการออกแบบห้องชุดเพื่อให้เกิดการระบายอากาศที่ดีขึ้นสามารถทำได้ด้วยหลายวิธี ซึ่งจะพบว่า การออกแบบที่ส่งเสริมให้เกิดการระบายอากาศแบบด้านเดียวยังคงมีอัตราการระบายอากาศที่ไม่ดีเท่าการออกแบบเพื่อให้เกิดการระบายอากาศแบบข้ามฟาก

2.4 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินประสิทธิภาพการระบายอากาศ การศึกษาเรื่องประสิทธิภาพการระบายอากาศ สามารถวิเคราะห์ได้จาก 2 แนวทางหลัก ๆ ได้แก่ สภาวะน่าสบาย และ อัตราการระบายอากาศ ซึ่งมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

2.4.1 ทฤษฎีพื้นฐานของสภาวะน่าสบาย

สภาวะน่าสบายตาม ASHRAE หมายถึง สภาวะทางจิตใจที่แสดงถึงความพอใจในสภาพแวดล้อมที่ร้อนหนาว ซึ่งการจะประเมินสภาวะดังกล่าวได้ จำเป็นต้องอาศัยการประเมิน และสำรวจผลจากความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่าง โดยที่ 90% ของกลุ่มตัวอย่างบอกว่าน่าสบาย ก็จะได้ถือว่าสภาพแวดล้อมนั้นอยู่ในสภาวะน่าสบาย (Comfort Zone) ซึ่งการประเมินจากความคิดเห็นของมนุษย์มีที่มาจากงานวิจัยของนักวิจัยชาวเดนมาร์ค ชื่อ P.O.Fanger ในทศวรรษ 1960s โดยมีปัจจัยที่ส่งผลต่อสภาวะน่าสบาย 6 ปัจจัย (ธีรภัทร ทัศนศิลปกุล และพิมลศิริ ประจงสาร, 2559) ดังนี้

1. อัตราการเผาผลาญพลังงานในร่างกาย (Metabolic Rate) คือ พลังงานที่ร่างกายได้จากการเปลี่ยนอาหารให้เป็นพลังงาน โดยร่างกายจะใช้พลังงานที่ได้เพียง 20% ส่วนอีก 80% ร่างกายจะขับออกนอกร่างกาย ดังนั้นร่างกายจึงมีการแลกเปลี่ยนพลังงานกับสิ่งแวดล้อมอยู่เสมอ ถ้าร่างกายผลิตความร้อนมากกว่าที่สูญเสียไปร่างกายจะรู้สึกร้อน แต่หากผลิตน้อยกว่าที่ร่างกายสูญเสียไปร่างกายก็จะรู้สึกหนาว

2. เสื้อผ้าที่สวมใส่ (Clothing Insulation) คือ ฉนวนกันความร้อน ซึ่งส่งผลถึงการระบายความร้อนออกจากร่างกาย โดยมีค่าวัดการป้องกันความร้อนออกจากร่างกายมีหน่วยเป็น Clo unit

3. อุณหภูมิอากาศ (Air Temperature) คือ ตัวแปรหลักของสภาวะน่าสบาย ซึ่งช่วงอุณหภูมิที่เกิดสภาวะน่าสบายของแต่ละภูมิภาคจะแตกต่างกัน โดยสภาวะน่าสบายของประเทศไทย คือ ระหว่าง 24 องศาเซลเซียส ถึง 27 องศาเซลเซียส (Juntakan Taweekun and Ar- U. Wat Tantiwichien2013)

4. อุณหภูมิผิวโดยรอบ (Radiant Temperature) คือ อุณหภูมิของวัตถุหรือสภาพแวดล้อม เช่น อุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อนเนื่องจากรังสีดวงอาทิตย์ หรืออุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อนจากผนังอาคาร ซึ่งจะส่งผลต่ออัตราการถ่ายเทความร้อนระหว่างร่างกายกับสภาพแวดล้อม

5. ความชื้นสัมพัทธ์ (Humidity) คือ สัดส่วนของความชื้นในอากาศ เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณไอน้ำในอากาศกับปริมาณน้ำในอากาศที่มีได้ในอุณหภูมินั้นๆ ซึ่งแปรผันตามอุณหภูมิของอากาศ โดยความชื้นสัมพัทธ์ของที่อยู่ในช่วงสบายของคนไทยจะอยู่ในช่วง 50-70% (Juntakan Taweekun and Ar- U. Wat Tantiwichien2013) ซึ่งหากความชื้นสัมพัทธ์มีค่าสูงจะส่งผลให้รู้สึกอับอ้าว เหงื่อแห้งช้า แต่ถ้ามีค่าต่ำจะทำให้รู้สึกผิวแห้ง และไม่สบายตัว

6. ความเร็วลม (Air Speed) คือ กระแสลมที่พัดผ่านอาคาร ซึ่งส่งผลต่อสภาวะน่าสบาย เนื่องจากลมจะพัดพาความร้อนออกไป จึงทำให้ร่างกายรู้สึกเย็นสบายมากขึ้น โดยความเร็วลมทุกๆ 0.25 m/s จะทำให้มนุษย์รู้สึกเย็นลง 0.40 องศาเซลเซียส แต่ถ้าความเร็วลมมากเกินไปจะส่งผลให้มีความรู้สึกรบกวนเกิดขึ้นได้ ซึ่งในสภาวะทั่วไปความรู้สึกจะสัมพันธ์กับความเร็วลมตามตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมและการรับรู้ของมนุษย์

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

(ที่มา : V. Olgyay et al., 2015)

2.4.2 ทฤษฎีพื้นฐานของการระบายอากาศ

การระบายอากาศ คือ การทำให้อากาศเกิดการไหลเวียนและถ่ายเท (Air Change) ในอาคารด้วยการออกแบบอาคารให้มีช่องเปิดเพื่อระบายอากาศเข้า-ออก หรือการเติมอากาศบริสุทธิ์ (Fresh Air) เข้าไปภายในอาคาร โดยผ่านระบบท่อลม หรือการเติมอากาศด้วยพัดลมติดผนัง และขณะเดียวกันจะต้องระบายอากาศออกไปยังภายนอกด้วยวิธีทางกลหรือวิธีธรรมชาติ

โดยหน้าที่ของการระบายอากาศ คือ

1. การระบายอากาศเพื่อสุขภาพ (Health Ventilation) คือ การแลกเปลี่ยนอากาศ เพื่อลดการป่วยจากการติดต่อกันทางอากาศ ไม่ให้เกิดการสะสมของเชื้อโรคและก๊าซพิษ
2. การระบายอากาศเพื่อสภาวะน่าสบาย (Comfort Ventilation) คือ การใช้ความเร็วลมทำให้รู้สึกสบายและมีอุณหภูมิผิวเย็นกว่าอุณหภูมิอากาศ
3. การระบายอากาศเพื่อทำความเย็นแก่ตัวอาคาร (Structural Cooling Ventilation) เป็นการพาความร้อน โดยใช้อากาศเป็นตัวกลางในการพาความร้อนออกจากวัตถุให้วัตถุนั้นๆ เย็นลง มักใช้ในประเทศเขตร้อน (อัครเดช ครุฑพุ่ม, 2554)

2.4.3 การประเมินประสิทธิภาพการระบายอากาศ

ประสิทธิภาพการระบายอากาศสามารถประเมินได้จาก 2 ส่วน ได้แก่ 1. อัตราการระบายอากาศ (Q) โดยคำนวณจากความเร็วลมที่ผ่านช่องเปิดของอาคาร และ 2. อัตราการแลกเปลี่ยนอากาศ (ACH) คือ ปริมาณอากาศที่ไหลเข้า-ออกจากพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่ง เทียบกับปริมาตรของอากาศในพื้นที่เดิมในหนึ่งหน่วยเวลา โดยสามารถคำนวณประสิทธิภาพการระบายอากาศได้จากสมการ (WHO, 2009)

ทั้งนี้จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า การประเมินอัตราการระบายอากาศสามารถประเมินได้ด้วย 2 ตัวชี้วัด ได้แก่ สภาวะน่าสบาย และอัตราการระบายอากาศ ซึ่งจากงานวิจัยส่วนใหญ่วิเคราะห์ประสิทธิภาพของการออกแบบและนวัตกรรมที่ศึกษาด้วยอัตราการระบายอากาศ เนื่องจากข้อจำกัดของช่องเปิดของห้องชุดที่ไม่สามารถออกแบบให้เกิดการระบายอากาศแบบ Cross ventilation ได้ และแบบ Single-sided ventilation ก็ยากเช่นกัน ส่งผลให้การพัฒนารูปแบบเพื่อให้เกิด Comfort ที่ดีนั้นเป็นไปได้ยาก จึงเลือกสนใจในทางการเพิ่มอัตราการระบายอากาศ ที่จะทำให้เกิด IAQ ที่ดี

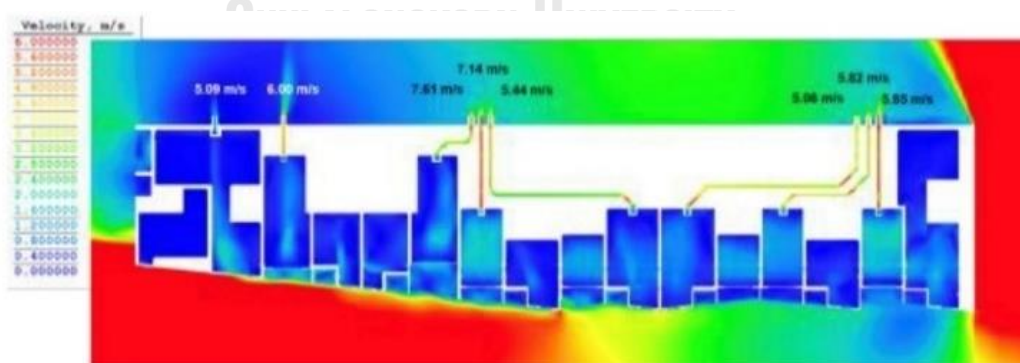
2.5 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบท่อระบายอากาศ

2.5.1 ทฤษฎีพื้นฐานของระบบท่อระบายอากาศ

การใช้ท่อระบายอากาศในการช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการระบายอากาศของห้องชุดพักอาศัย จะเป็นการติดตั้งที่ผนังด้านในที่ติดกับโถงทางเดินกลางของอาคาร ซึ่ง Choi และคณะ(2014) ได้ทำการออกแบบห้องชุดพักอาศัยโดยมีต้นแบบจากบ้าน Tube House ที่ติดตั้งปล่องลมที่บริเวณผนังห้องด้านที่ติดกับโถงทางเดินกลาง เพื่อให้เกิดการระบายอากาศแบบข้ามฟาก โดยมีการเคลื่อนตัวของอากาศภายในห้องจากช่องเปิดด้านนอกอาคารสู่ภายในห้องชุดและระบายออกไปสู่ปล่องลมที่ขึ้นไปสู่ชั้นถัดๆไป ซึ่งพบว่าการวางผังลักษณะดังกล่าวสามารถเพิ่มอัตราการระบายอากาศได้ แต่เมื่ออาคารมีความสูงเกิน 4 ชั้น จะส่งผลให้อัตราการระบายอากาศภายในห้องชุดจะมีค่าลดลง

งานวิจัยของ พรสวรรค์ ทองใบ (2558) ใช้ท่อระบายอากาศเป็นปล่องแสงด้วย โดยใช้แผ่นโลหะสีดำเป็นหลังคาชั้นในเพื่อดูดซับความร้อนจากแสงแดดได้มากขึ้น และระหว่างหลังคาโปร่งใสกับแผ่นโลหะจะมีช่องว่างเพื่อให้อากาศร้อนไหลผ่าน โดยวิเคราะห์ตัวแปรต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่ออัตราการระบายอากาศ ได้แก่ ความเข้มของแสงแดด มุมเอียงของหลังคา และมุมบานของอากาศ พบว่าทุกตัวแปรมีผลต่ออัตราการระบายอากาศ โดยเฉพาะการบานตัวของช่องอากาศ ซึ่งพบว่าการบานออกของช่องอากาศออก 6 องศาเซลเซียส สามารถเพิ่มอัตราการระบายอากาศได้ถึง 30% เมื่อเทียบกับกรณีปกติ

งานวิจัยของ ปณิพันธ์ สุนทรรัักษ์ และคณะ (2016) ทำการศึกษาการใช้ระบบท่อระบายอากาศกับอาคารชุดอย่างคอนโดมิเนียมที่มีผังแบบทางเดินเดี่ยว (Single-loaded Corridor) ซึ่งติดตั้งท่อระบายอากาศรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาด 4x8 นิ้ว โดยจะติดตั้งช่องลมภายในห้องชุด จำนวน 2 ตำแหน่ง ได้แก่ ช่องรับอากาศจากภายนอกเข้าที่ระเบียง และช่องระบายอากาศออกบริเวณฝ้าเพดานห้องครัว เพื่อถ่ายเทอากาศภายในสู่ภายนอกอาคาร ซึ่งพบว่าอัตราการระบายอากาศเฉลี่ยตลอดทั้งปีอยู่ที่ 0.98 ACH และเมื่อนำมาเปรียบกับมาตรฐานการระบายอากาศของสมาคมวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทยและมาตรฐาน ASHRAE 62.1, 2010 พบว่าอัตราการระบายอากาศเฉลี่ยตลอดทั้งปีมีค่าสูงกว่ามาตรฐานทั้ง 2 มาตรฐาน



ภาพที่ 2.12 ภาพการจำลองพลศาสตร์ของไหล (CFD) ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของการเพิ่มระบบท่อระบายอากาศกับคอนโดมิเนียมแบบผังทางเดินเดี่ยว
(ที่มา : ปณิพันธ์ สุนทรรัักษ์และคณะ, 2016)

2.5.2 กรณีตัวอย่าง การใช้ระบบท่อระบายอากาศในอาคารจริง

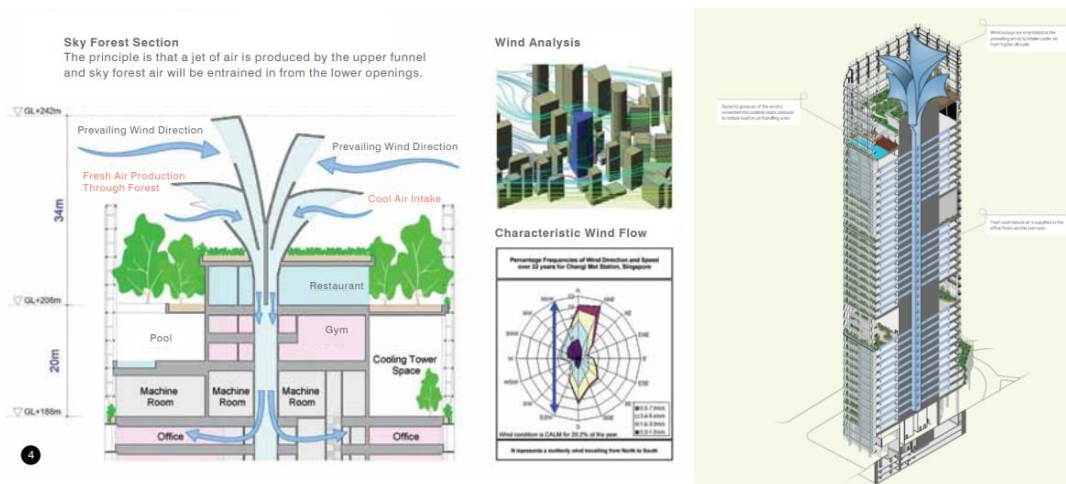
ในปัจจุบันมีการนำระบบท่อระบายอากาศไปใช้กับอาคารจริง โดยจะเป็นท่อลมที่มีขนาดค่อนข้างใหญ่ ซึ่งมีทั้งปรับใช้กับอาคารเรียนแห่งหนึ่งที่เกาะ Reunion ซึ่งมีการติดตั้งระบบท่อระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติจากภายในห้องเรียน สู่ออกอาคารดังแสดงในภาพที่ 2.10 โดยจะมีการติดตั้งระบบท่อระบายอากาศไว้บริเวณเหนือฝ้าบริเวณทางเดินข้างห้องเรียน และอีกกรณีตัวอย่าง คืออาคาร CapitaGreen (ภาพที่2.11) ซึ่งเป็นอาคารสำนักงาน 40 ชั้น มีความสูง 245 เมตร ที่ออกแบบโดย Toyo Ito สถาปนิกชาวญี่ปุ่น และ RSP Architects โดยตัวอาคารจะมีการปลูกพืชพรรณต่าง ๆ ตามขอบอาคารเป็นสวนทางตั้ง ซึ่งมีการออกแบบช่องลมจากสวนชั้นดาดฟ้า (ภาพที่2.12) โดยออกแบบให้ช่องเปิดรับลมหันไปทางทิศทางที่ลมจะพัดผ่านให้ตกลง และนำอากาศบริสุทธิ์ลงไปยังชั้นสำนักงาน



ภาพที่ 2.13 ตัวอย่างการติดตั้งระบบท่อระบายอากาศในอาคารเรียนแห่งหนึ่งที่เกาะ Reunion, ประเทศฝรั่งเศส



ภาพที่ 2.14 อาคาร CapitaGreen (Singapore)
(ที่มา : CapitaLand)



ภาพที่ 2.15 ระบบท่อระบายอากาศของอาคาร CapitaGreen (Singapore)
(ที่มา : secretariat of council ion tall buildings and urban habitat)

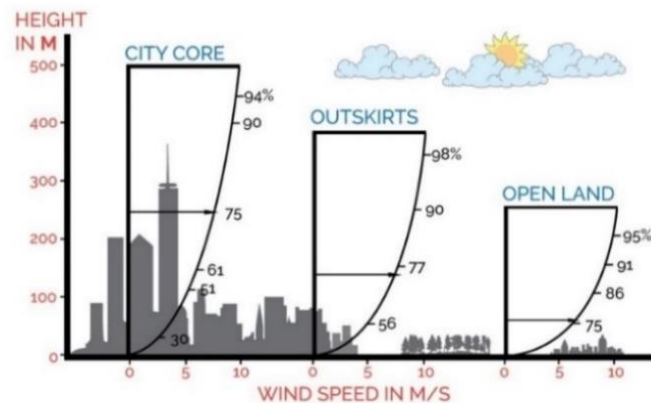
จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการใช้ระบบท่อเพื่อระบายอากาศ พบว่ามีการออกแบบสถาปัตยกรรมเพื่อให้เกิดการระบายอากาศแบบข้ามฟาก ด้วยการใช้ปล่องลมและท่อลม ซึ่งแสดงให้เห็นว่าช่วยเพิ่มอัตราการระบายอากาศ แต่ยังไม่สามารถปรับใช้ได้กับอาคารชุดอย่างคอนโดมิเนียมที่มีผังแบบทางเดินร่วม (Double-loaded Corridor) ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาการใช้ระบบท่อระบายอากาศกับอาคารประเภทนี้

2.6 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลกระทบของความหนาแน่นเมือง

2.6.1 อิทธิพลของอาคารสูงต่อภูมิอากาศ

การระบายอากาศในเมืองจะได้รับผลกระทบจากลักษณะทางกายภาพของเมือง หากเป็นเมืองที่มีอาคารอยู่หนาแน่น โดยเฉพาะบริเวณที่มีอาคารสูงจะส่งผลกระทบต่อความสามารถในการระบายความร้อนออกจากช่องถนนระหว่างอาคาร (Oke, 1982) ซึ่งการระบายอากาศในพื้นที่เมืองจะขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ ลักษณะภูมิประเทศของเมือง ความหนาแน่นและความสูง ทิศทางและความกว้างของถนน และการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ

อาคารสูงจะบดบังแสงและกีดขวางลมธรรมชาติต่ออาคารข้างเคียง เพราะฉะนั้นอาคารจึงเป็นหนึ่งในปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อสภาวะน่าสบายของมนุษย์ เพราะรูปแบบของอาคารจะส่งผลกระทบต่อความเร็วลมและทิศทางของลม โดยสามารถเพิ่มและลดความเร็วลมได้ ซึ่งบริบทของเมืองที่มีอาคารสูงตั้งอยู่ในบริเวณที่ใกล้กันจำนวนมากจะส่งผลกระทบต่อกระแสลม ซึ่งเมื่อกระแสลมเข้าใกล้ระดับพื้นดินจะมีความเร็วลมที่ลดลงทางแนวตั้ง และเมื่อกระแสลมพัดผ่านภูมิประเทศที่แตกต่างกัน ส่งผลให้ความเร็วลมมีการไล่ระดับ (Gradient Wind) ซึ่งความเร็วลมในระดับความสูงเดียวกันของพื้นที่เขตเมืองหลวง เขตชานเมือง และเขตชนบทก็จะมีความเร็วลมที่ไม่เท่ากัน โดยความเร็วลมในพื้นที่ชนบทจะมีความเร็วลมที่สูงกว่าพื้นที่อื่นๆ เนื่องจากแรงเสียดทานของกระแสลมที่ปะทะกับบริบทเมืองที่มีสิ่งกีดขวางมากกว่า (ภาพที่ 2.13)



ภาพที่ 2.16 ความเร็วลมกับลักษณะภูมิประเทศ

(ที่มา : Dricus De Rooij)

โดยความเร็วลมที่เกิดขึ้นจริงจะแปรผันตรงกับระดับความสูงตามสมการที่ 3 (Davenport, 1960)

$$V_z / V_g = (Z / Z_g)^\alpha$$

(สมการ 3)

- เมื่อ
- V_z = ค่าความเร็วลมที่ระดับความสูงที่ต้องการ (m/s)
 - V_g = ค่าความเร็วลมที่ระดับความสูงอ้างอิง (m/s)
 - Z = ระดับความสูงที่ต้องการ (m)
 - Z_g = ระดับความสูงอ้างอิง (m)
 - α = ดัชนีความเสียดทานผิว (ค่าอ้างอิงตามตารางที่ 2.3)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.3 ตารางแสดงค่าดัชนีความเสียดทานผิว (α) ตามลักษณะภูมิประเทศ

ภูมิประเทศ	ดัชนีความเสียดทานผิว (α)
พื้นเรียบ ทะเลสาบ หรือมหาสมุทร	0.10
หญ้าสั้นบนพื้นดิน	0.14
หญ้า และมีต้นไม้บ้าง	0.16
ปลูกพืชเป็นแนวสัน มีต้นต้นไม้เล็กน้อย (ไร่, สวน)	0.20
ต้นไม้จำนวนมาก และมีอาคารเล็กน้อย	0.22-0.24
ชานเมือง	0.28-0.30
เมืองหลวง มีตึกสูง	0.40

(ที่มา : Davenport, 1960)

ทั้งนี้ บริบทของเมืองมีผลต่อกระแสลม ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะพื้นที่นั้น ๆ ในกรณีที่อาคารสูงตั้งอยู่ในพื้นที่ที่ใกล้เคียงกันจะส่งผลให้ลมเกิดการเบี่ยงเบนและหักเห ส่งผลให้กระแสลมในบริเวณนั้นมีความเร็วลมที่สูงขึ้น รวมถึงระดับความสูงที่จะใช้ในการศึกษาก็จะส่งผลให้ความเร็วลมตั้งต้นมีการเปลี่ยนแปลงไปจากข้อมูลความเร็วลมที่ตรวจวัดด้วยสถานีตรวจวัด

จากการทบทวนวรรณกรรมข้างต้น ทั้งทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่าการเพิ่มประสิทธิภาพการระบายอากาศภายในห้องชุดพักอาศัยมีหลากหลายวิธีการ ซึ่งพบว่าการออกแบบให้เกิดการระบายอากาศแบบข้ามฟาก (Cross Ventilation) เป็นวิธีที่จะทำให้อัตราการระบายอากาศของห้องชุดมีประสิทธิภาพที่ดีขึ้น รวมถึงผังอาคารก็ถือเป็นอีกหนึ่งปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อทิศทางของกระแสลม นอกเหนือจากบริบทสภาพแวดล้อม ซึ่งจะเห็นงานวิจัยที่ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับอัตราการระบายอากาศของห้องชุดพักอาศัยที่มีการออกแบบด้วยองค์ประกอบทางสถาปัตยกรรมต่าง ๆ ด้วยการจำลองพลศาสตร์ของไหล (CFD) ผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยงานวิจัยที่เกี่ยวกับการใช้ระบบท่อระบายอากาศจะแสดงให้เห็นว่าระบบท่อระบายอากาศช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการระบายอากาศได้ แต่ยังไม่มีการปรับใช้กับคอนโดมิเนียมที่มีผังแบบทางเดินร่วม (Double-loaded Corridor) ที่มีข้อจำกัดของการติดตั้งระบบท่อระบายอากาศ เพราะฉะนั้นจากการทบทวนวรรณกรรมข้างต้น จึงนำไปสู่การศึกษาร่วมเพิ่มประสิทธิภาพการระบายอากาศด้วยระบบท่อระบายอากาศภายในห้องชุดพักอาศัยในคอนโดมิเนียมที่มีผังแบบทางเดินร่วม (Double-loaded Corridor)

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาประสิทธิภาพการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติโดยอาศัยระบบท่อระบายอากาศภายในห้องชุดพักอาศัยของคอนโดมิเนียมแบบผังทางเดินร่วม (Double-loaded Corridor) โดยใช้วิธีการจำลองพลศาสตร์ของไหล (Computation Fluid Dynamics หรือ CFD) ผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อนำข้อมูลของผังห้องชุดทั่วไปกับผังห้องชุดที่มีการออกแบบระบบท่อระบายอากาศมาวิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพการระบายอากาศที่เปลี่ยนแปลงไป พร้อมสรุปแนวทางในการออกแบบระบบท่อระบายอากาศกับห้องชุดคอนโดมิเนียมทั้งห้องชุดแบบทั่วไป (Simplex) และห้องชุดพักอาศัยแบบเพดานสูง (Loft) ซึ่งขั้นตอนในการวิจัยจะแสดงตามกรอบวิจัยใน บทที่ 1 และรายละเอียดในการดำเนินการวิจัย มีดังต่อไปนี้

- 3.1 ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- 3.2 การกำหนดตัวแปร
- 3.3 การกำหนดความเร็วลมตั้งต้น เพื่อใช้ในการจำลองการระบายอากาศในบริบทเมือง
- 3.4 การกำหนดกรณีศึกษาห้องชุดพักอาศัยประเภท ห้องชุดแบบทั่วไป (Simplex) และห้องชุดแบบเพดานสูง (Loft)
- 3.5 การกำหนดผังอาคารที่จะศึกษา
- 3.6 การกำหนดกรณีศึกษาในการจำลองพลศาสตร์ของไหล (CFD) ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์
- 3.7 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา
- 3.8 การเก็บข้อมูลจากการจำลอง
- 3.9 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องการระบายอากาศ ในเรื่องของปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ เพื่อนำมาวิเคราะห์และจำลองการทดลอง โดยเน้นไปที่การใช้ระบบท่อระบายอากาศในการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ

3.2 การกำหนดตัวแปร

- | | |
|-----------|---|
| ตัวแปรต้น | 1. ระบบท่อระบายอากาศ <ul style="list-style-type: none"> - ขนาดท่อระบายอากาศ 3 ขนาด ได้แก่ 100mm., 125mm., และ 150mm. |
|-----------|---|

- | | |
|-----------|---|
| ตัวแปรตาม | 1. อัตราการระบายอากาศ (Air Change Rate) <p>ปริมาณอากาศที่ไหลเข้าหรือไหลออกจากห้องใดห้องหนึ่งเทียบกับปริมาตรของห้องดังกล่าวในหนึ่งหน่วยเวลา (โดยทั่วไปจะหมายถึงในเวลา 1 ชั่วโมง) มีหน่วยเป็น ACH (Air Change per Hour)</p> |
|-----------|---|

- ตัวแปรควบคุม
1. ปัจจัยภายนอกที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการระบายอากาศ ได้แก่
 - ความเร็วลมตั้งต้นจากค่าเฉลี่ยความเร็วลมในพื้นที่รัศมี 500 เมตรรอบสถานีรถไฟฟ้าการศึกษา ได้แก่ BTS สถานีห้าแยกลาดพร้าว, MRT สถานีสามย่าน, และ MRT สถานีพระราม 9 ที่น้อยที่สุดของแต่ละทิศทางลม
 - ทิศทางของลมที่กระทำกับอาคารคอนโดมิเนียม คือ ทิศใต้ ทิศตะวันตกเฉียงใต้ และทิศตะวันออกเฉียงเหนือ
 - ระดับความสูงที่กำหนด 63 เมตร (ห้องชุดแบบทั่วไป (Simplex) ชั้น 21 และ ห้องชุดแบบเพดานสูง (Loft) ชั้น 15)
 2. ปัจจัยที่เกิดจากห้องชุด ได้แก่
 - ผังห้องชุดประเภท 1 ห้องนอน ทั้งห้องชุดแบบทั่วไป (Simplex) และ ห้องชุดแบบเพดานสูง (Loft)
 - ขนาดช่องเปิดของห้องชุด (หน้าต่าง ขนาด 1.10X0.80 m. และ ประตูบานเลื่อนระเบียง ขนาด 1.20x2.00 m.)
 - ผังอาคารคอนโดมิเนียมรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า (ผังพื้นที่นิยม) และผังรูปตัวซี (C)

3.3 การกำหนดความเร็วลมตั้งต้น เพื่อใช้ในการจำลองการระบายอากาศในบริบทเมือง

จากข้อมูลจำนวนบ้านและความหนาแน่นในพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล พ.ศ.2554-2564 โดยสำนักงานบริหารการทะเบียน กรมการปกครอง ที่ทำการสำรวจความหนาแน่นของจำนวนบ้าน ห้องชุด คอนโดมิเนียม ห้องแถว และตึกแถวในพื้นที่กรุงเทพและปริมณฑลในช่วง 10 ปี ซึ่งแบ่งแยกเป็นเขตต่าง ๆ ซึ่งความหนาแน่นจะเพิ่มขึ้นในบริเวณรอบๆ สถานีรถไฟฟ้า ซึ่งได้เลือกกรณีศึกษา 3 พื้นที่ ได้แก่ สถานีรถไฟฟ้าห้าแยกลาดพร้าว สถานีรถไฟฟ้าใต้ดินสามย่าน และสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินพระราม 9 ซึ่งจะประเมินความหนาแน่นด้วยอัตราส่วนพื้นที่ตั้งอาคารต่อพื้นที่ดิน หรือ Building Coverage Ratio (BCR) เพื่อหาสัดส่วนของพื้นที่ว่างกับพื้นที่อาคาร ซึ่งจะแสดงถึงความหนาแน่นของอาคารสูงในพื้นที่นั้น ๆ เมื่อค่า Building Coverage Ratio (BCR) มีค่าที่สูงขึ้น โดยจะสูงสุดที่ 1.00 ซึ่งหมายถึงพื้นที่ตั้งอาคารเท่ากับพื้นที่ดิน โดยในการวิจัยนี้จะคำนวณ BCR ในระยะรัศมี 500 เมตร รอบสถานีรถไฟฟ้าในระดับความสูง 24 เมตร เนื่องจากเป็นระดับความสูงที่กฎหมายกำหนดให้เป็นตึกสูง (มีความสูงเกิน 23 เมตร) โดยจะนำบริบทเมืองรอบสถานีรถไฟฟ้าเพื่อใช้ในการจำลองความเร็วลมที่เปลี่ยนไปจากการจำลองผ่านบริบทเมืองทั้ง 3 พื้นที่

โดยความเร็วลมตั้งต้นในการใช้จำลองผ่านบริบทเมืองจะเป็นข้อมูลความเร็วลมที่อ้างอิงจากสถานีตรวจวัดสภาพอากาศที่ท่าอากาศยานดอนเมือง ซึ่งมีการเก็บข้อมูลความเร็วลมที่ระดับความสูง 10 เมตรเหนือพื้นดิน โดยความเร็วลมเฉลี่ยรายชั่วโมงใน กรุงเทพมหานคร มีความแตกต่างกันตามฤดูกาลตลอดทั้งปี โดยในงานวิจัยนี้จะอ้างอิงข้อมูลของปี พ.ศ. 2565 ซึ่งช่วงเวลาที่มึลมสงบที่สุด อยู่ระหว่าง เดือนกันยายน ถึง เดือนมกราคม และเดือนที่มีความเร็วลมสงบที่สุดของปี คือ เดือนตุลาคม ซึ่งวันที่ 5 ตุลาคม พ.ศ.2565 เป็นวันที่มีความเร็วลมสงบที่สุด คือ 2.20m/s และภายในวันที่ 5 ตุลาคมนั้นมีค่าเฉลี่ยความเร็วลมรายชั่วโมงที่น้อยที่สุด คือ 1.70m/s ในเวลา 18.30 น.

โดยจะนำค่าความเร็วลม 1.70m/s ที่ระดับความสูง 10 เมตรเหนือพื้นดินมาคำนวณความเร็วลมที่เกิดขึ้นในระดับความสูง 63 เมตรที่จะใช้ในการจำลองพลศาสตร์ของไหล ตามสมการที่ 3 (A. G. Davenport, 1960)

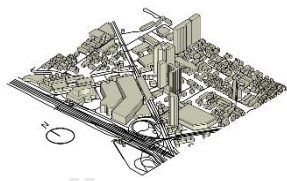
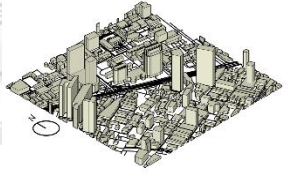
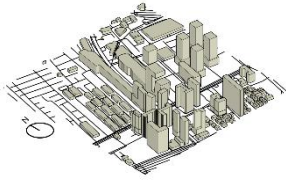
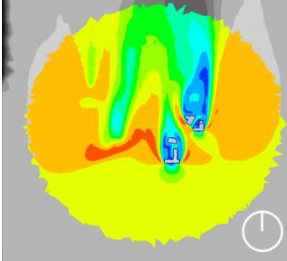
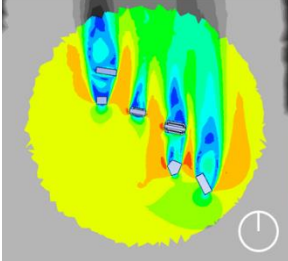
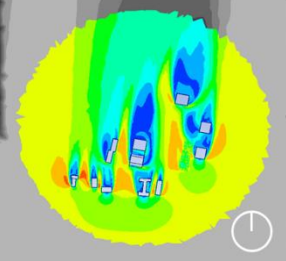
$$V_z / V_g = (Z / Z_g)^\alpha \quad (\text{สมการ 3})$$

- เมื่อ V_z = ค่าความเร็วลมที่ระดับความสูงที่ต้องการ (m/s)
 V_g = ค่าความเร็วลมที่ระดับความสูงอ้างอิง (m/s)
 Z = ระดับความสูงที่ต้องการ (m)
 Z_g = ระดับความสูงอ้างอิง (m)
 α = ดัชนีความเสียดทานผิว (ใช้ 0.40 สำหรับเมืองใหญ่)

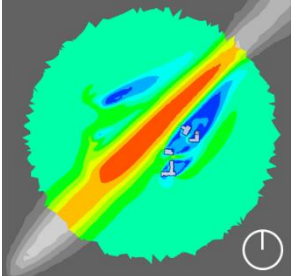
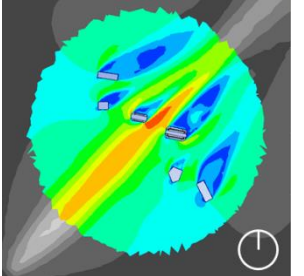
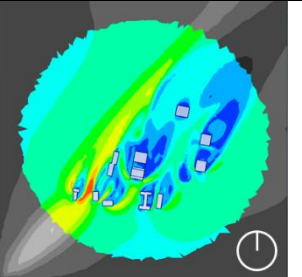
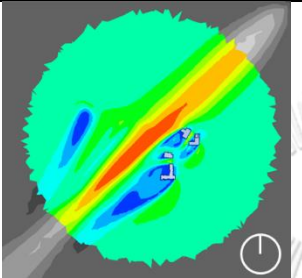
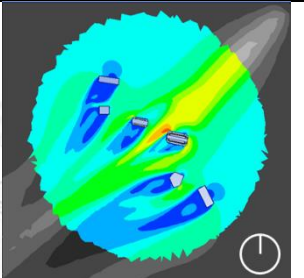
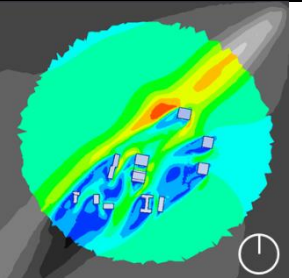
ตัวอย่างการคำนวณความเร็วลมที่เพิ่มขึ้นตามระดับความสูงที่ 63 เมตร

$$\begin{aligned} V_z / V_g &= (Z / Z_g)^\alpha \\ V_z / 1.70 &= (63 / 10)^{0.40} \\ V_z &= (6.3)^{0.40} \times 1.70 \\ V_z &= 3.549 \quad \text{m/s} \end{aligned}$$

ตารางที่ 3.1 แสดงผลการจำลองพลศาสตร์ของไหลกับบริบทเมืองกรณศึกษา

	BTS ห้าแยกลาดพร้าว	MRT สามย่าน	MRT พระราม 9
			
BCR ในพื้นที่ รัศมี 500 เมตร รอบสถานี รถไฟฟ้า	0.06 (ความหนาแน่นสูง)	0.09 (ความหนาแน่นปานกลาง)	0.11 (ความหนาแน่นต่ำ)
กระแสลมจาก ทางทิศใต้			
	2.95 m/s	2.77 m/s	2.33 m/s

ตารางที่ 3.1 แสดงผลการจำลองพลศาสตร์ของไหลกับบริบทเมืองกรณีศึกษา (ต่อ)

กระแสลมจาก ทางทิศตะวันตก เฉียงใต้			
	4.70 m/s	4.30 m/s	3.53 m/s
กระแสลมจาก ทางทิศ ตะวันออก เฉียงเหนือ			
	4.54 m/s	4.24 m/s	3.83 m/s

จากการจำลองพลศาสตร์ของไหล (CFD) พบว่าค่าเฉลี่ยความเร็วลมในพื้นที่รัศมี 500 เมตรรอบสถานีรถไฟฟ้าจะมีการเปลี่ยนแปลงทั้งเพิ่มขึ้นและลดลงจากค่าความเร็วลมตั้งต้น โดยจะนำค่าความเร็วลมเฉลี่ยที่น้อยที่สุดในแต่ละทิศเป็นค่าความเร็วลมที่จะกระทำต่ออาคารกรณีศึกษา ดังนี้ ความเร็วลมจากทิศใต้ มีค่า 2.33 m/s ความเร็วลมจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ มีค่า 3.53 m/s และความเร็วลมจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ มีค่า 3.83 m/s

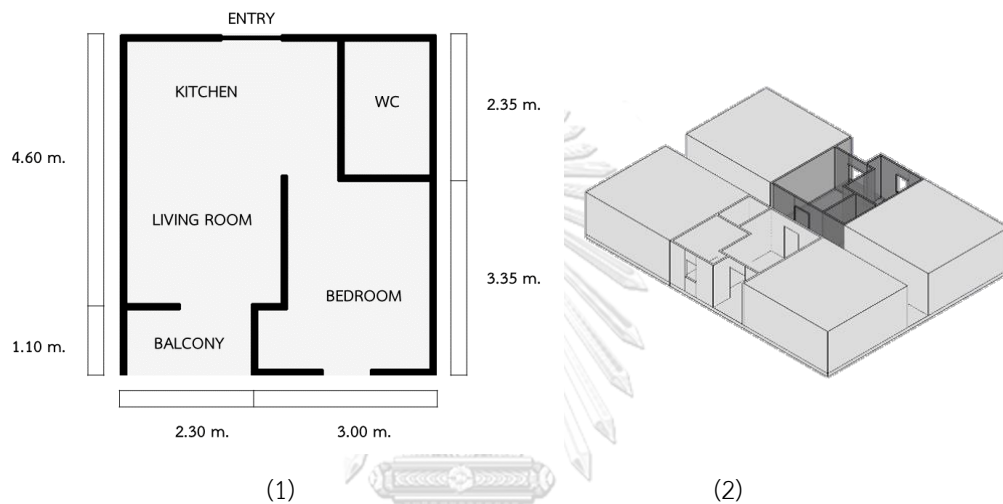
3.4 การกำหนดกรณีศึกษาห้องชุดพักอาศัยประเภท ห้องชุดแบบทั่วไป (Simplex) และห้องชุดแบบเพดานสูง (Loft)

จากงานวิจัยเรื่องพื้นที่ใช้สอยและราคาขายของคอนโดมิเนียมประเภทหนึ่งห้องนอนในเขตกรุงเทพมหานคร ของบุษรา โปวาทอง (2561) โดยสำรวจโครงการที่มีการเปิดตัวขายห้องชุดประเภท 1 ห้องนอนในปี พ.ศ.2556 ของบริษัทผู้พัฒนาอสังหาริมทรัพย์ที่มีผลประกอบการสูงสุด จำนวน 5 บริษัท ได้แก่ บริษัทพฤษาเรียลเอสเตท จำกัด(มหาชน) บริษัท แลนด์แอนด์เฮาส์ จำกัด(มหาชน) บริษัทแสนสิริ จำกัด(มหาชน) บริษัท แอลพีเอ็น จำกัด(มหาชน) และบริษัท เอเชียนพร็อพเพอร์ตี้ จำกัด(มหาชน) จำนวน 86 โครงการในเขตกรุงเทพมหานคร ได้ผลสรุปเรื่องขนาดพื้นที่ใช้สอยของห้องชุดประเภท 1 ห้องนอน ซึ่งจะมีขนาดตั้งแต่ 22.00-35.00 ตารางเมตรเป็นส่วนใหญ่

การศึกษานี้จะใช้ผังห้องชุดประเภท 1 ห้องนอน แบบทั่วไป (Simplex) ซึ่งอ้างอิงจากงานวิจัยของ ชีรภัทร ถนัดศิลป์กุล (2559) การออกแบบห้องชุดพักอาศัยที่มีช่องเปิดด้านเดียวเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการสรางสภาวะน่าสบายจากการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ (ภาพที่3.1) โดยกำหนดช่องเปิด 2 ตำแหน่ง ได้แก่ 1.หน้าต่างห้องนอนขนาด 0.75x1.10 เมตร และ 2. ประตูบานเลื่อนระเบียง ขนาด 1.20x2.00 เมตร

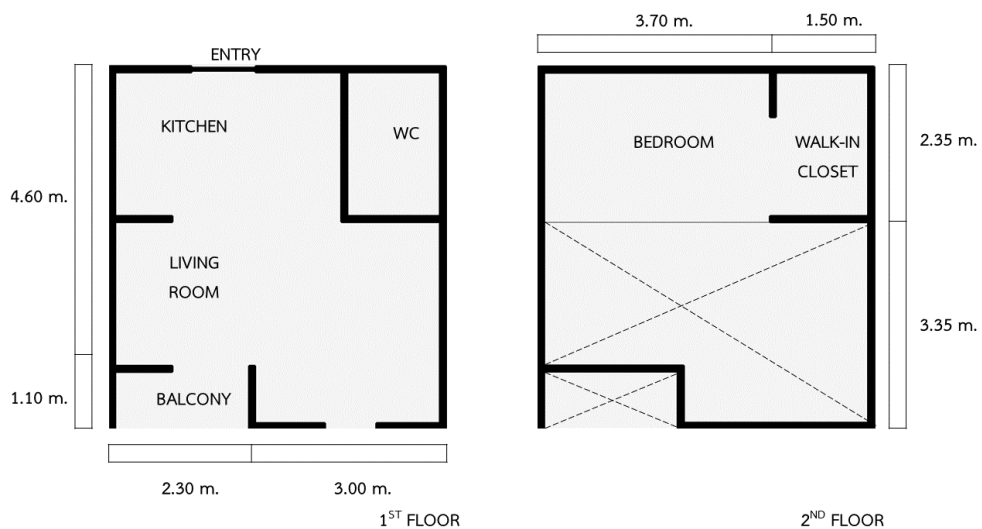
ส่วนผังห้องชุดประเภท 1 Bedroom แบบ Loft อ้างอิงจากการสำรวจผังห้องชุดของคอนโดมิเนียมที่มีห้องชุดแบบ Loft โดยสนใจห้องชุดที่มีขนาดพื้นที่ใช้สอยประมาณ 35.00 ตารางเมตร เพื่อให้เป็นขนาดที่ใกล้เคียงกับห้องชุดแบบทั่วไป (Simplex) ซึ่งจากการสำรวจผังห้องชุดของโครงการคอนโดมิเนียมจำนวน 10 โครงการพบว่าห้องชุด 1 Bedroom แบบ Loft จะมีขนาดตั้งแต่ 22.00-33.00 ตารางเมตร และพื้นที่ส่วนห้องนอน คือ พื้นที่ที่จะเป็นส่วนชั้นลอยของห้องชุด (ภาพที่ 3.2)

การขึ้นโมเดลจำลองจะใช้ห้องชุดแบบทั่วไป (Simplex) และห้องชุดแบบเพดานสูง (Loft) ทั้งแบบห้องชุดปกติ และห้องชุดที่มีการติดตั้งท่อระบายอากาศเข้าไปแล้ว (ภาพที่ 3.3) นำมาจัดเรียงจำนวน 20 ห้องต่อชั้น

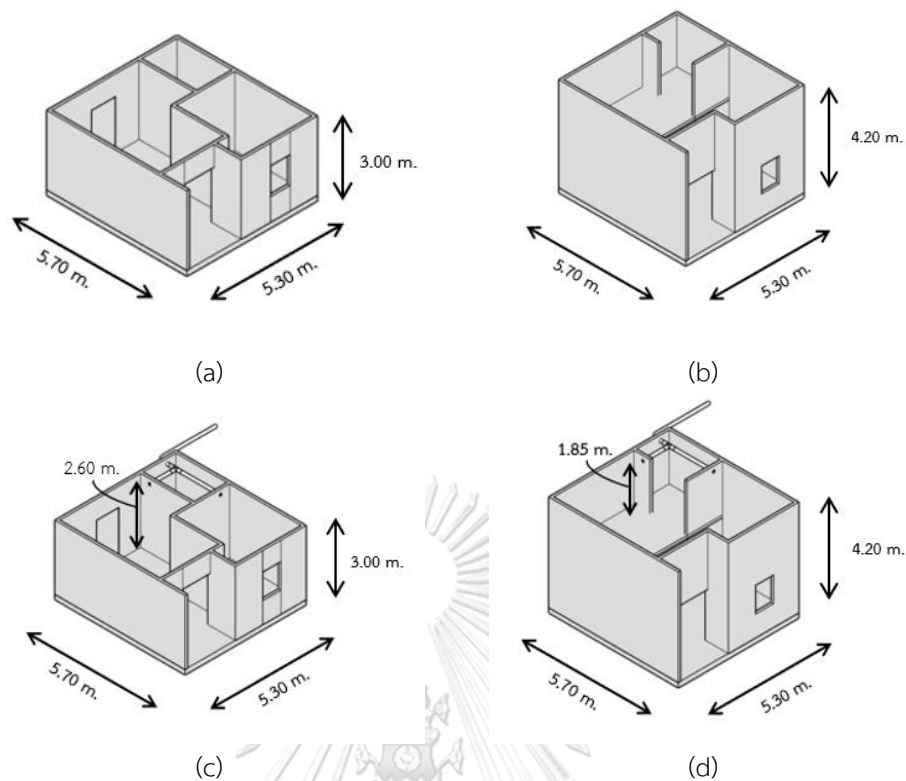


ภาพที่ 3.1 ห้องชุดกรณีศึกษาที่นำมาใช้ในการทดลอง (1) ผังห้องชุดแบบทั่วไป (Simplex) และ (2) แบบโมเดลห้องชุดและการวางผังอาคารแบบทางเดินร่วม

(ที่มา : ธีรภัทร ภูนต์ศิลป์กุล และพิมลศิริ ประจงสาร, 2559)



ภาพที่ 3.2 ผังห้องชุดแบบเพดานสูง (Loft)

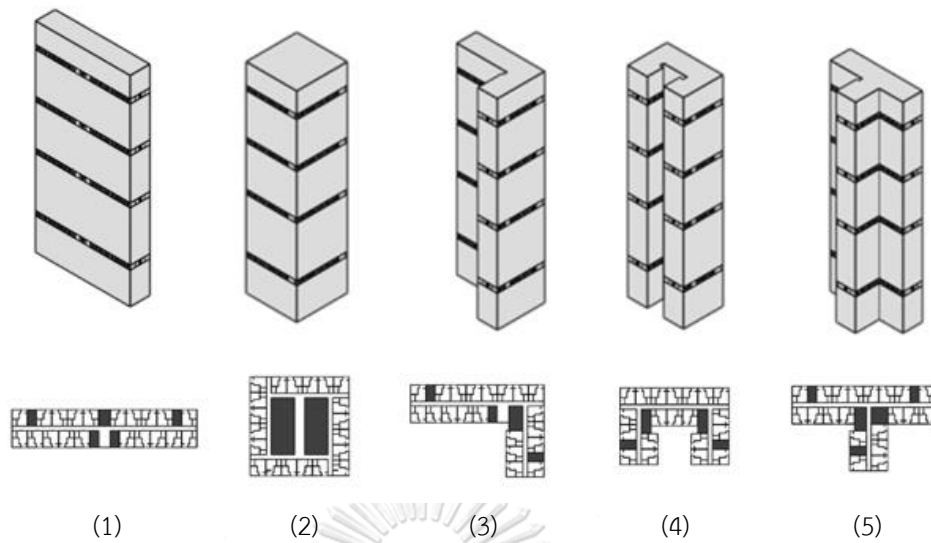


ภาพที่ 3.3 โมเดลห้องชุดที่ใช้ในการจำลอง ได้แก่ (a) ห้องชุดแบบทั่วไป (Simplex) (b) ห้องชุดแบบเพดานสูง (Loft) (c) ห้องชุดแบบทั่วไป (Simplex) ที่ติดตั้งท่อระบายอากาศ และ (d) ห้องชุดแบบเพดานสูง (Loft) ที่ติดตั้งท่อระบายอากาศ

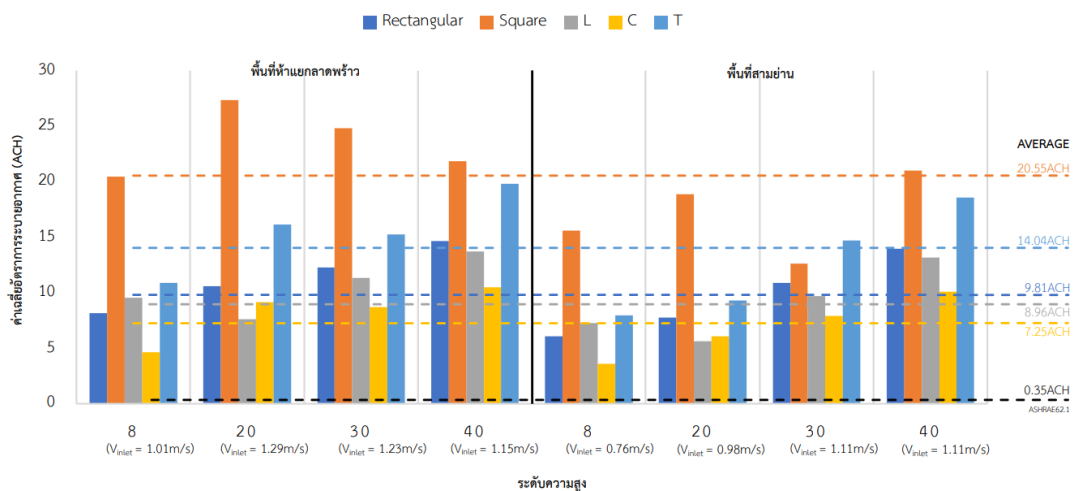
3.5 การกำหนดผังอาคารที่จะศึกษา

การจำลองผังอาคารเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า สี่เหลี่ยมจัตุรัส ตัวแอล (L) ตัวซี (C) และตัวที (T) (ภาพที่ 3.4) และนำไปจำลองการเคลื่อนที่ของลมผ่านโปรแกรม ANSYS R1 2023 โดยตั้งค่าความเร็วลมตั้งต้นอ้างอิงจากความเร็วลมเฉลี่ย ณ พื้นที่ 200x200 ตารางเมตร ในแต่ละระดับความสูง (V_{inlet}) ที่จำลองผ่านบริบทเมืองที่มีความหนาแน่นแตกต่างกัน ซึ่งจะวัดความเร็วลม ณ ตำแหน่งหน้าประตูระเบียง เพื่อนำมาคำนวณหาอัตราการระบายอากาศของห้องชุด ในบริเวณส่วนนั่งเล่น โดยสามารถสรุปผลได้ว่า อาคารคอนโดมิเนียมที่มีผังอาคารเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส เป็นผังที่มีประสิทธิภาพในการระบายอากาศสูงสุด รองลงมา คือ ผังอาคารรูปตัวที (T) ผังรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า และผังรูปตัวแอล (L) ตามลำดับ ส่วนผังอาคารรูปตัวซี (c) เป็นผังอาคารที่มีประสิทธิภาพในการระบายอากาศน้อยที่สุด (ภาพที่ 3.5) โดยจะนำเสนอผ่านบทความวิจัยในหัวข้อ ผลกระทบของความหนาแน่นเมืองต่อประสิทธิภาพการระบายอากาศภายในห้องชุดในแต่ละผังอาคารคอนโดมิเนียม : กรณีศึกษา กรุงเทพมหานคร

ในการศึกษานี้จึงเลือกศึกษาใน 2 ผังอาคารได้แก่ ผังอาคารรูปตัวซี (C) ที่เป็นผังอาคารที่มีอัตราการระบายอากาศเฉลี่ยน้อยที่สุด และผังอาคารรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่เป็นผังอาคารที่ได้รับความนิยมสูง ซึ่งมีอัตราการระบายอากาศอยู่ในลำดับที่ 3 จากทั้ง 5 ผังอาคารที่ได้ทำการจำลองข้างต้น



ภาพที่ 3.4 การวางผังอาคารในลักษณะต่าง ๆ ได้แก่ (1) ผังอาคารรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า(R) (2) ผังอาคารรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส(S) (3) ผังอาคารรูปตัวแอล(L) (4) ผังอาคารรูปตัวซี(C) และ (5) ผังอาคารรูปตัวที(T)



ภาพที่ 3.5 แสดงค่าเฉลี่ยอัตราการระบายอากาศของผังอาคารทั้ง 5 ผัง ในแต่ละความสูง

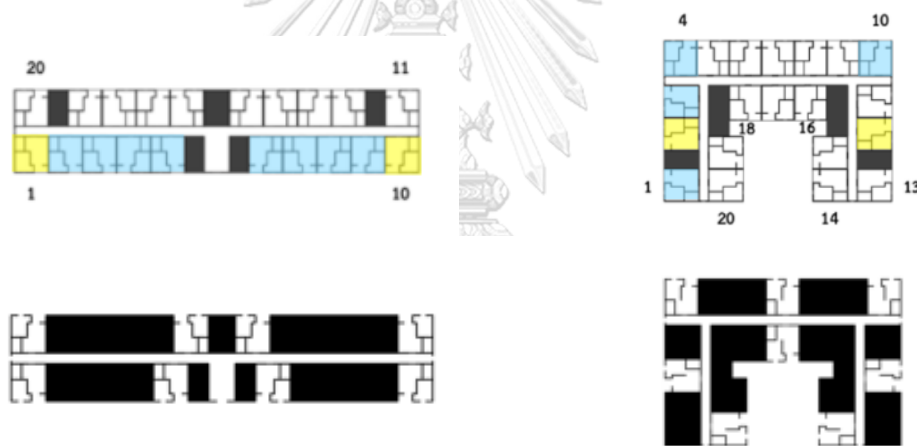
3.6 การกำหนดกรณีศึกษาในการจำลองพลศาสตร์ของไหล (CFD) ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

การจำลองสภาพแวดล้อมด้วยโปรแกรม Ansys 2023 R1 เพื่อศึกษาลักษณะการไหลของอากาศที่เคลื่อนที่ผ่านอาคารคอนโดมิเนียมที่กำหนดไว้ 2 รูปแบบ ในระดับความสูงที่กำหนด 63 เมตร เพราะเป็นระดับความสูงที่อยู่กลางอาคารคอนโดมิเนียมในปัจจุบัน รวมถึงเปรียบเทียบจากผลการจำลองผ่านผังอาคารทั้ง 5 รูปทรงที่แสดงจากการจำลองผ่านผังอาคาร 5 ผังข้างต้น ซึ่งจะทำให้การจำลองทั้งหมด 4 ระดับความสูงอาคาร ได้แก่ 22 เมตร (ชั้น 8), 58 เมตร(ชั้น 20), 88 เมตร(ชั้น 30) และ 118 เมตร(ชั้น 40) ที่แสดงในภาคผนวก ข พบว่าห้องชุดพักอาศัยแต่ละตำแหน่งจะเริ่มมีอัตราการระบายอากาศที่แตกต่างกันในชั้นที่ 20 ขึ้นไป

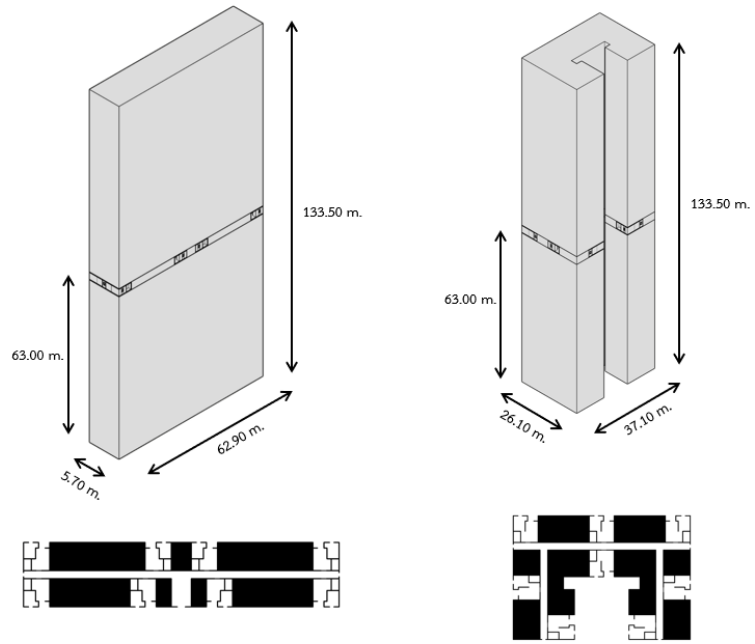
การสร้างแบบจำลองเป็นผังอาคารละเอียดในชั้นความสูงที่กำหนดไว้ โดยมีเงื่อนไขการเลือกตำแหน่งห้องชุดจากผลอัตราการระบายอากาศของผังอาคารรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า และผังรูปตัวซี (C) ที่เกิดขึ้นในการจำลองกับห้อง

ชุดทั้ง 20 ห้องชุด โดยเลือกห้องชุดตำแหน่งกลางอาคาร และมุมอาคารจำนวน 8 ห้องชุดต่อฝั่งอาคาร (ภาพที่ 3.6 และ 3.7) ซึ่งจะเลือกตำแหน่งตามผลการจำลองกับห้องชุดทั้ง 20 ห้อง ที่มีอัตราการระบายอากาศแตกต่างกัน ดังแสดงในภาพที่ 3.6 โดยจะมีการแสดงตำแหน่งสีแสดงอัตราการระบายอากาศของห้องชุดเรียงเป็นลำดับดังนี้ สีเหลือง สีฟ้า และสีขาวตามลำดับจากมากไปน้อย เมื่อเลือกตำแหน่งห้องชุดที่จะทำการจำลองแล้วจะมีการติดตั้งระบบท่อระบายอากาศทั้ง 3 ขนาด (ภาพที่ 3.8) จากภายในห้องชุดออกไปที่ปลายทางเดินกลางของอาคารตามภาพที่ 3.9 และ 3.10

การเลือกตำแหน่งห้องชุด 8 ตำแหน่ง เพื่อลดทอนรายละเอียดแบบจำลองให้สามารถจำลองในโปรแกรมที่มีข้อจำกัดของ Student Version ที่จะสามารถประมวลผลได้ไม่เกินจำนวน 2,600,000 จุด โดยขอบของการจำลองของไหล (Flow Domain) จะกำหนดให้ขอบเขตมีระยะห่างจากผิวอาคารกรณีศึกษา 5 ด้าน (ยกเว้นด้านฐานอาคารกรณีศึกษา) ออกมา 200,000mm. เพื่อให้มีระยะการไหลของอากาศที่เพียงพอต่อการจำลองดังภาพที่ 3.11 และจะกำหนดขนาดของจุด (Mesh) ในแต่ละพื้นที่ไม่เท่ากัน โดยตัวอาคารจะกำหนดจุดให้มีความละเอียดที่ 0.80 เมตร และขอบเขตของการจำลองจะกำหนดจุดที่ 20.00 เมตร ซึ่งแบบจำลองจะมีภาพรวมสำหรับการทดสอบในโปรแกรมดังภาพที่ 3.12

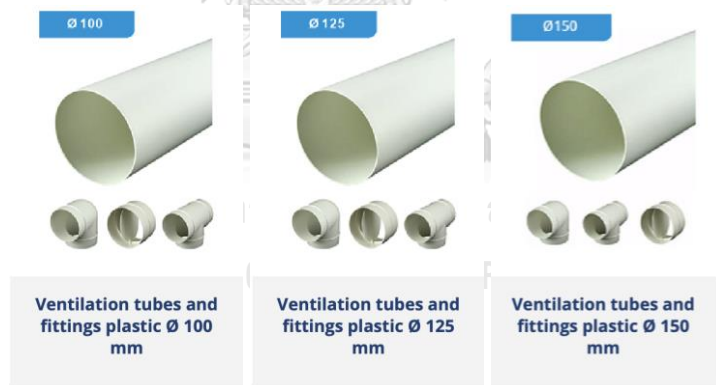


ภาพที่ 3.6 แสดงตำแหน่งห้องชุดในการศึกษา

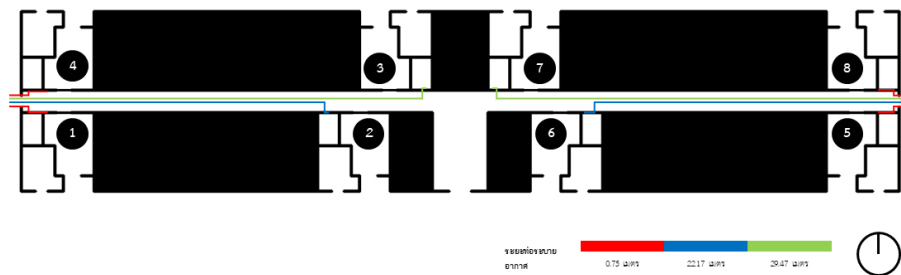


(1) (2)

ภาพที่ 3.7 แสดงการวางผังอาคาร 2 ลักษณะที่ใช้ในการจำลอง ได้แก่ (1) ผังอาคารรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า (2) ผังอาคารรูปตัวซี (C)



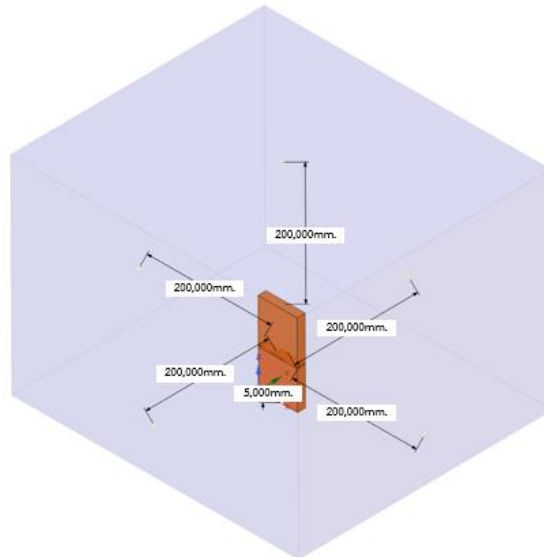
ภาพที่ 3.8 ตัวอย่างท่อระบายอากาศที่เลือกใช้ในการศึกษา



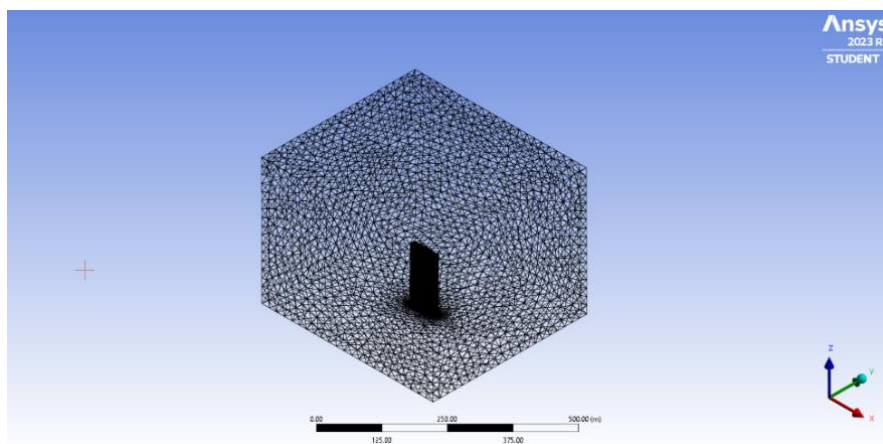
ภาพที่ 3.9 ระยะเวลาของท่อระบายอากาศในผังอาคารรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า



ภาพที่ 3.10 ระยะของห้องระบายอากาศในผังอาคารรูปตัวซี (C)



ภาพที่ 3.11 แสดงการตั้งค่ากรอบของการไหล



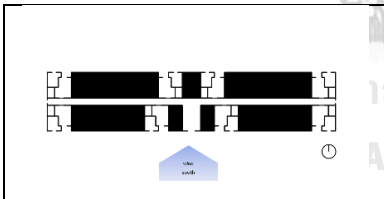
ภาพที่ 3.12 แสดงการตั้งค่า Mesh

อาคารกรณีศึกษาที่จะจำลองด้วยโปรแกรม CFD มีทั้งหมด 2 ผังอาคาร 2 ประเภทห้องชุด ทั้งแบบห้องชุดทั่วไป(ก่อนการติดตั้งระบบท่อระบายอากาศ) และแบบห้องชุดที่มีระบบท่อระบายอากาศทั้ง 3 ขนาด ได้แก่ 100mm., 125mm., และ 150mm. โดยจะสนใจห้องชุดที่อยู่บริเวณมุมอาคารและกลางอาคารเป็นหลัก ซึ่งรวมทั้งรวมทั้งหมด 16 กรณีอาคารดังที่แสดงในตารางที่ 3.2 โดยจะจำลองใน 3 ทิศทางลมประจำฤดูกาลต่อกรณีอาคาร ดังนั้นจะมีกรณีที่ต้องทำการจำลองทั้งหมด 48 กรณี ดังที่แสดงในตารางที่ 3.3 (กรณีผังอาคารรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า) และตารางที่ 3.4 (กรณีผังอาคารรูปตัวซี)

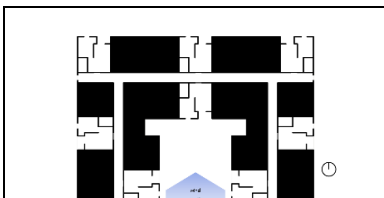
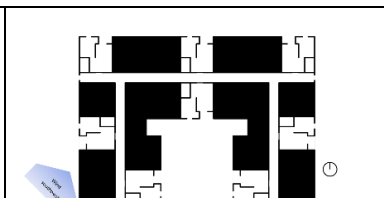
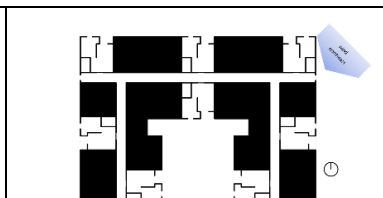
ตารางที่ 3.2 กรณีในการจำลองการไหลของอากาศ

ผังอาคารรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า (R)	ห้องชุดแบบ Simplex (S)	ห้องชุดแบบ Loft (L)
ห้องชุดทั่วไป (ก่อนการติดตั้งระบบท่อระบายอากาศ)	RS	RL
ห้องชุดที่มีการติดตั้งท่อระบายอากาศ ขนาด 100 mm.	RS100	RL100
ห้องชุดที่มีการติดตั้งท่อระบายอากาศ ขนาด 125 mm.	RS125	RL125
ห้องชุดที่มีการติดตั้งท่อระบายอากาศ ขนาด 150 mm.	RS150	RL150
ผังอาคารรูปตัวซี(C)	ห้องชุดแบบ Simplex (S)	ห้องชุดแบบ Loft (L)
ห้องชุดทั่วไป (ก่อนการติดตั้งระบบท่อระบายอากาศ)	CS	CL
ห้องชุดที่มีการติดตั้งท่อระบายอากาศ ขนาด 100 mm.	CS100	CL100
ห้องชุดที่มีการติดตั้งท่อระบายอากาศ ขนาด 125 mm.	CS125	CL125
ห้องชุดที่มีการติดตั้งท่อระบายอากาศ ขนาด 150 mm.	CS150	CL150

ตารางที่ 3.3 กรณีในการจำลองการไหลของอากาศกับผังรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า (RS และ RL)

		
กรณีผังอาคารรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ทิศใต้ (S)	กรณีผังอาคารรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ทิศตะวันตกเฉียงใต้ (SW)	กรณีผังอาคารรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (NE)

ตารางที่ 3.4 กรณีในการจำลองการไหลของอากาศกับผังรูปตัวซี (CS และ CL)

		
กรณีผังอาคารรูปตัวซี ทิศใต้ (S)	กรณีผังอาคารรูปตัวซี ทิศตะวันตกเฉียงใต้ (SW)	กรณีผังอาคารรูปตัวซี ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (NE)

การใส่ค่าในโปรแกรม Ansys Student 2023R1 จะเป็นการใส่ค่าตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับสภาพแวดล้อม โดยข้อมูลที่นำเข้าไปในโปรแกรมทั้งหมดนั้นแสดงในตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 ข้อมูลที่ใช้ในการตั้งค่าในโปรแกรม CFD

Parameter		Value
Inlet Boundary	Wind Velocity (S)	2.33 m/s
	Wind Velocity (SW)	3.53 m/s
	Wind Velocity (NE)	3.83 m/s
Opening Boundary	Pressure	0 Pa
Outlet Boundary	Pressure	0 Pa
Iteration Counts		1000

โดยในการจำลองนี้ เป็นการจำลองกระแสลมตั้งแต่ภายนอกอาคารไหลเข้าสู่ภายในอาคาร จึงมีการใช้แบบจำลองความปั่นป่วน K-epsilon (K-epsilon Turbulence Model) ซึ่งจะคำนวณค่า K และค่า epsilon ตามสมการ (4) และ (5) ตามลำดับ (พลกฤต วิชาญศาสตร์กุล, 2564) ซึ่งค่า K-epsilon ของแต่ละกรณีจะมีความแตกต่างกันตามความเร็วลมในทิศทางนั้นๆ และตามความยาวของอาคารด้านที่ยาวที่สุด โดยค่าที่ใช้ในการตั้งค่าจะแสดงในตารางที่ 3.6

$$K = (0.05V_{inlet})^2 \quad (\text{สมการ 4})$$

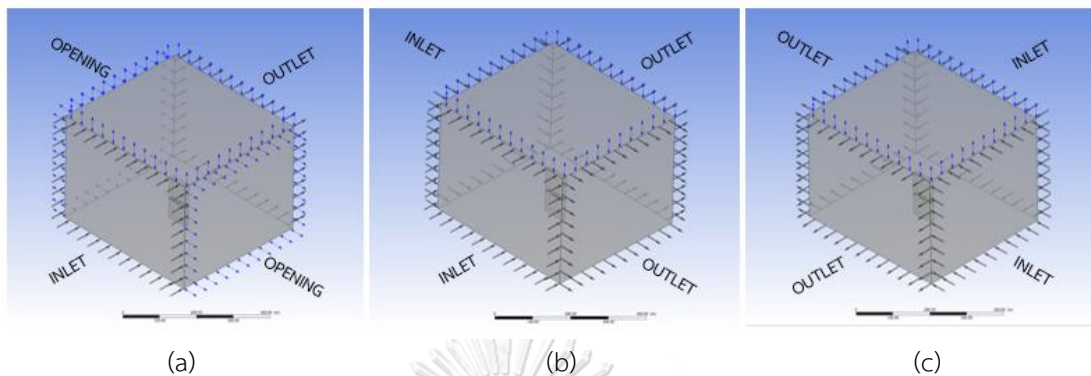
$$\epsilon = (0.09^{0.75} \times K^{1.5}) / D \quad (\text{สมการ 5})$$

- เมื่อ
- K = ค่า Kinetic Energy (m^2/s^2)
 - V_{inlet} = ค่าความเร็วลมที่ Inlet Boundary (m/s)
 - epsilon = ค่า Dissipation Rate (m^2/s^3)
 - D = ความยาวของอาคารด้านที่ยาวที่สุด (m)

ตารางที่ 3.6 ข้อมูล K-Epsilon ที่ใช้ในการตั้งค่าในโปรแกรม CFD

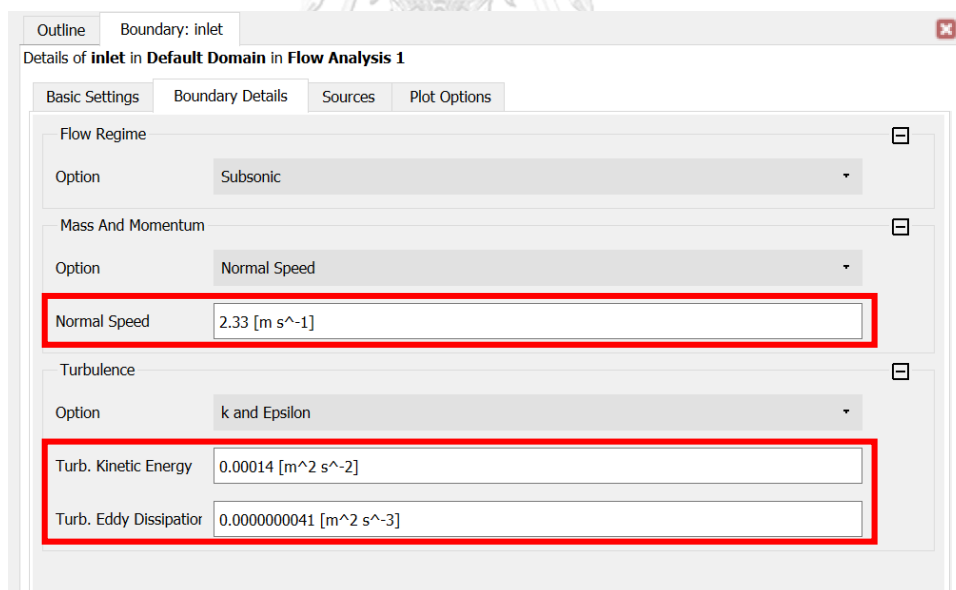
	V_{inlet} (m/s)	K (m^2/s^2)	Epsilon (m^2/s^3)		
			city	rectangular	C-shape
			D=1000 m.	D=62.9 m.	D=37.1 m.
South	2.33	0.00014	0.0000000003	0.0000000041	0.0000000070
Southwest	3.53	0.00031	0.0000000009	0.0000000144	0.0000000244
Northeast	3.83	0.00037	0.0000000012	0.0000000183	0.0000000311

การตั้งค่าในแต่ละกรณีจะแตกต่างกัน เนื่องจากทิศทางของลมที่เข้ามา โดยจะตั้งค่าการรอบของการไหลในแต่ละทิศทางลมดังที่แสดงในภาพที่ 3.13



ภาพที่ 3.13 แสดงผลการตั้งค่าทิศทางของลม โดย (a) กระแสลมจากทางทิศใต้ (b) กระแสลมจากทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ และ (c) กระแสลมจากทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ

โดยจะทำการตั้งค่า inlet, opening และ outlet ตามค่าในตารางที่ 3.5 และ 3.6 ในโปรแกรม ANSYS 2023 R1 ดังภาพที่ 3.14, 3.15 และ 3.16 ตามลำดับ



ภาพที่ 3.14 การตั้งค่า inlet

Outline Boundary: opening

Details of **opening** in **Default Domain** in **Flow Analysis 1**

Basic Settings Boundary Details Sources Plot Options

Flow Regime

Option Subsonic

Mass And Momentum

Option Opening Pres. and Dirn

Relative Pressure 0 [Pa]

Flow Direction

Option Normal to Boundary Condition

Loss Coefficient

Turbulence

Option k and Epsilon

Turb. Kinetic Energy 0.00014 [m² s⁻²]

Turb. Eddy Dissipator 0.000000041 [m² s⁻³]

ภาพที่ 3.15 การตั้งค่า opening

Outline Boundary: outlet

Details of **outlet** in **Default Domain** in **Flow Analysis 1**

Basic Settings Boundary Details Sources Plot Options

Flow Regime

Option Subsonic

Mass And Momentum

Option Average Static Pressure

Relative Pressure 0 [Pa]

Pres. Profile Blend 0.05

Pressure Averaging

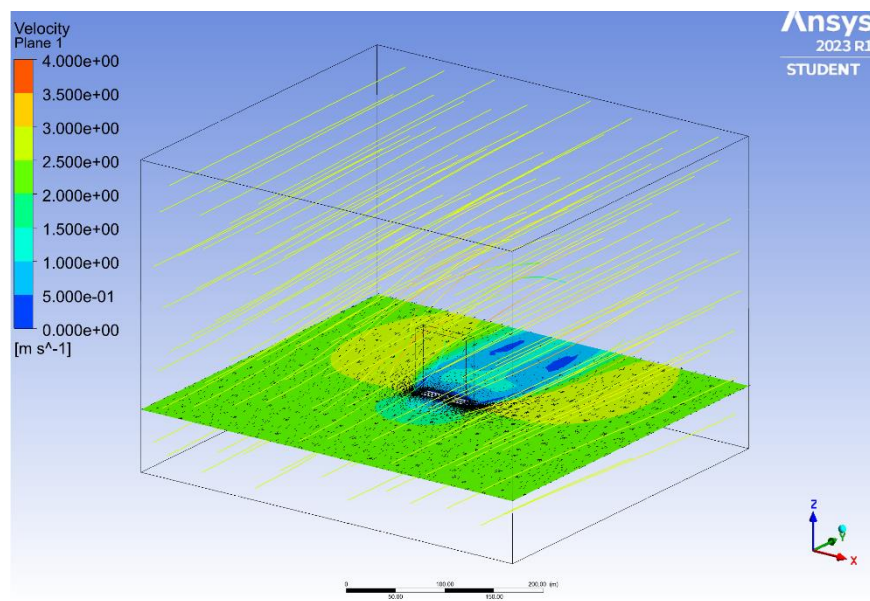
Option Average Over Whole Outlet

ภาพที่ 3.16 การตั้งค่า outlet

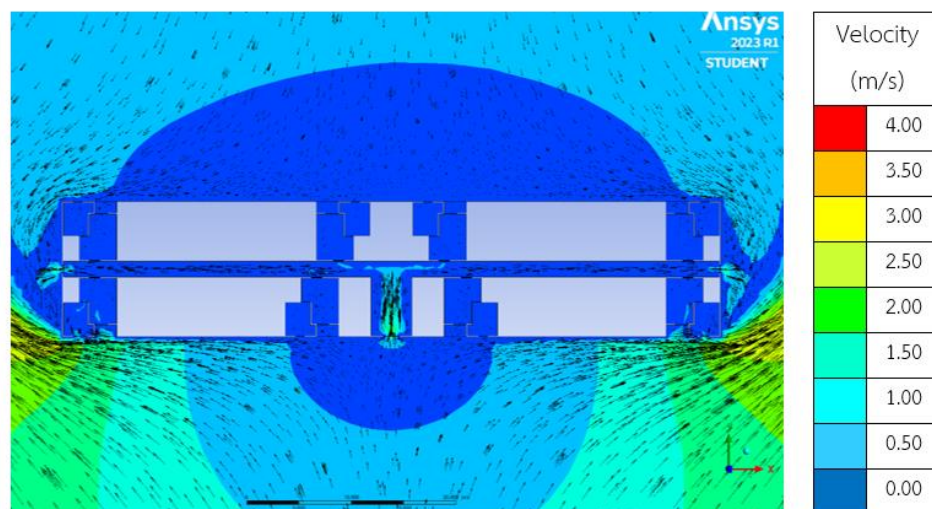
3.7 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

การวิจัยนี้ใช้โปรแกรมคำนวณพลศาสตร์ของไหล (Computation Fluid Dynamics; CFD) เป็นหลักในการศึกษา ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้จำลองการเคลื่อนที่ของของไหล โดยเลือกใช้โปรแกรม ANSYS 2023 R1 (Ansys, 2022) เป็นโปรแกรมที่สามารถจำลองในรูปแบบ 3 มิติ แล้วแสดงผลได้ทั้ง 2 และ 3 มิติ รวมถึงโปรแกรมสามารถเลือกให้แสดงผลการจำลองได้ในพื้นที่ส่วนที่สนใจได้ สำหรับงานวิจัยนี้จะเลือกวิธีจะเลือกวิธีการแสดงผลตามภาพที่ 3.17 และ 3.18 โดยมีรายละเอียดประกอบดังนี้

- ระบุสีแสดงค่าความเร็วลม สูง/ต่ำ
- ทิศทางการไหลของลมธรรมชาติ ด้วยลูกศร (Vector) บอกขนาดและทิศทาง



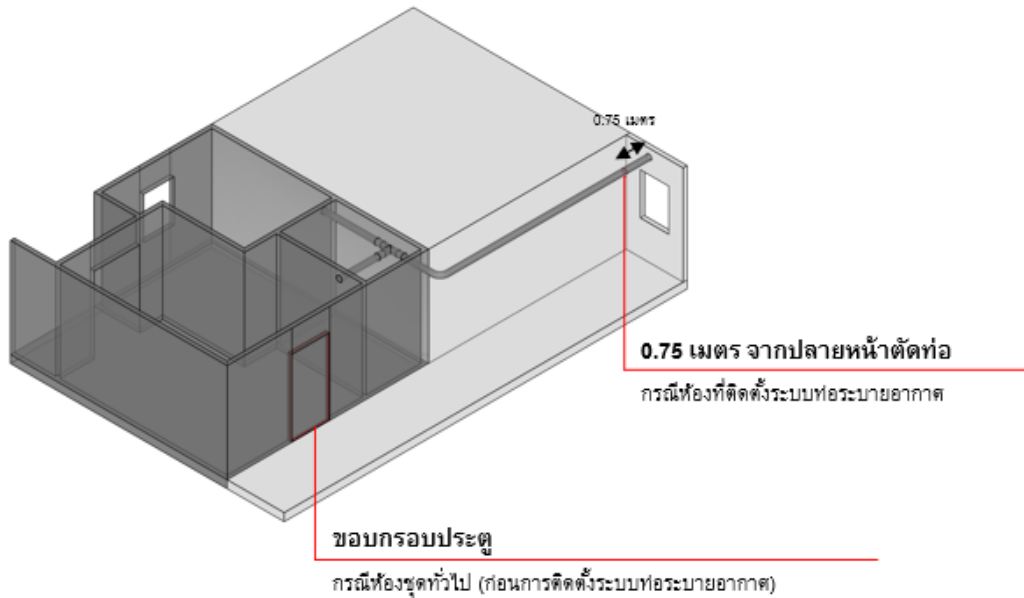
ภาพที่ 3.17 แสดงผลการจำลองการไหลของอากาศผ่านโปรแกรม ANSYS 2023 R1 ในรูปแบบ 3 มิติ



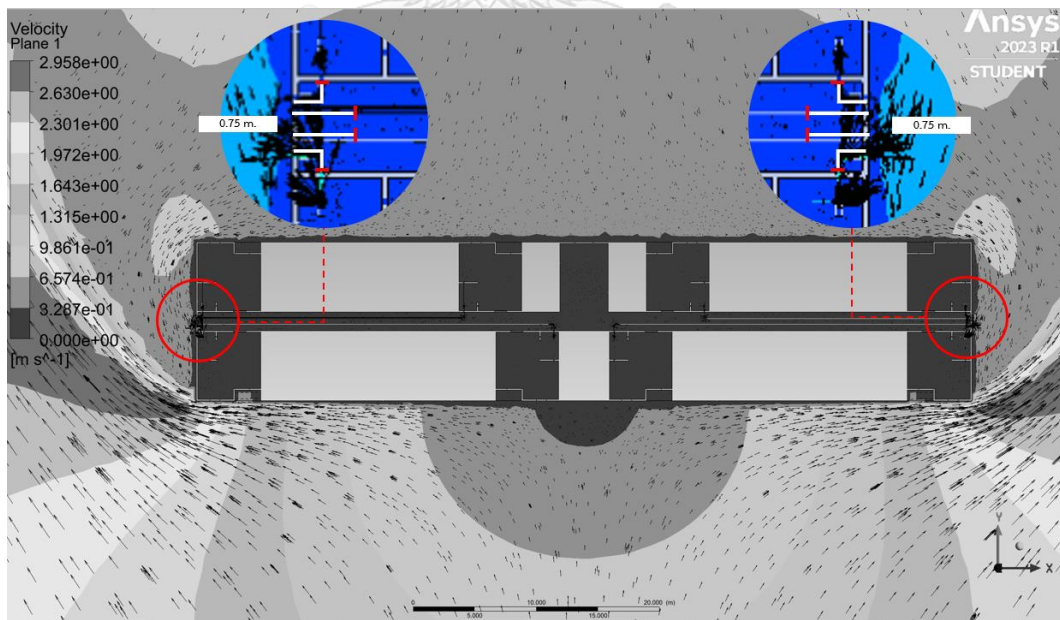
ภาพที่ 3.18 แสดงผลการจำลองการไหลของอากาศผ่านโปรแกรม ANSYS 2023 R1 ในรูปแบบ 2 มิติ

3.8 การเก็บข้อมูลจากการจำลอง

การจำลองในกรณีต่าง ๆ ที่กำหนดด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ANSYS 2023 R1 จะเก็บข้อมูลจากความเร็วลมในระบบท่อระบายอากาศที่หน้าตัดท่อ ณ ตำแหน่ง 0.75 เมตรจากปลายท่อ ของทุกห้องชุด ตามที่แสดงในภาพที่ 3.19 และ 3.20



ภาพที่ 3.19 แสดงตำแหน่งวัดความเร็วลมภายในท่อ ในรูปแบบ 3 มิติ



ภาพที่ 3.20 แสดงตำแหน่งวัดความเร็วลมภายในท่อ ในรูปแบบ 2 มิติ

3.9 การวิเคราะห์ข้อมูลและตัวชี้วัด

การวิเคราะห์เปรียบเทียบอัตราการระบายอากาศที่เปลี่ยนแปลงระหว่างภายในห้องชุดปกติกับภายในห้องชุดที่มีการเพิ่มระบบท่อระบายอากาศ โดยนำความเร็วลมที่เก็บข้อมูลได้จากการจำลองพลศาสตร์ของไหล (CFD) มาคำนวณอัตราการระบายอากาศด้วยสมการที่ 1 และ 2 ตามลำดับ (WHO, 2009)

$$Q = 0.65 \times AV \quad (\text{สมการที่ 1})$$

โดย Q = อัตราการไหลของอากาศ (m^3/s)
 0.65 = Discharge Coefficient
 A = พื้นที่หน้าตัดขนาดช่องทางเข้า (m^2)
 V = ความเร็วของกระแสลม (m/s)

$$\text{ACH} = 3600Q/V \quad (\text{สมการที่ 2})$$

โดย ACH = อัตราการแลกเปลี่ยนอากาศต่อชั่วโมง
 Q = อัตราการไหลเวียนของอากาศ (m^3/s)
 V = ปริมาตรของห้อง (m^3)

การเปรียบเทียบจะวิเคราะห์จากอัตราการระบายอากาศของห้องชุดทุกตำแหน่ง โดยใช้เกณฑ์มาตรฐาน ASHRAE 62.1 ที่ 0.35 ACH ซึ่งจะนำค่าเฉลี่ยของอัตราการระบายอากาศของห้องชุดในแต่ละตำแหน่งมาเปรียบเทียบผล เพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบท่อระบายอากาศทั้ง 3 ขนาดกับห้องชุดทั้ง 2 ประเภท และนำมาสรุปแนวทางการปรับใช้ระบบท่อระบายอากาศกับห้องชุดในแต่ละตำแหน่งต่อไป

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การจำลองอาคารกรณีศึกษาด้วยโปรแกรม ANSYS 2023 R1 เพื่อให้ทราบถึงกระแสลมที่เคลื่อนที่ทั้งภายนอกและภายในอาคาร รวมถึงภายในท่อระบายอากาศ ซึ่งจะแสดงถึงทิศทางของลมและความเร็วลมที่เกิดขึ้น เพื่อนำมาวิเคราะห์ความสามารถในการระบายอากาศของห้องชุดทั้ง 2 ประเภทที่มีปริมาตรห้องที่แตกต่างกัน โดยจะวิเคราะห์อัตราการระบายอากาศของห้องชุดทั่วไป (ก่อนการติดตั้งระบบท่อระบายอากาศ) กับห้องชุดที่มีการติดตั้งระบบท่อระบายอากาศทั้ง 3 ขนาด เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของท่อระบายอากาศ

4.1 การแปลผลการจำลองอาคารกรณีศึกษาด้วยโปรแกรม ANSYS 2023 R1

การแปลผลการจำลองพลศาสตร์ของไหล (CFD) ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้มีจำนวนกรณีศึกษาทั้งหมด 16 กรณี โดยจะแยกเป็นห้องชุด 2 ประเภท ได้แก่ ห้องชุดแบบ Simplex และห้องชุดพักอาศัยแบบ Loft ทั้งห้องชุดแบบทั่วไป (ห้องชุดก่อนการติดตั้งระบบท่อระบายอากาศ) และห้องชุดที่มีการติดตั้งระบบท่อระบายอากาศทั้ง 3 ขนาด ใน 2 ผังอาคาร โดยมีการตั้งชื่อกรณีศึกษาตามตารางที่ 4.1 และมีรายละเอียดกรณีศึกษาตามต่อไปนี้

ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงการตั้งชื่อกรณีศึกษา

ผังอาคารรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า (R)	ห้องชุดแบบ Simplex (S)	ห้องชุดแบบ Loft (L)
ห้องชุดทั่วไป (ก่อนการติดตั้งระบบท่อระบายอากาศ)	RS	RL
ห้องชุดที่มีการติดตั้งท่อระบายอากาศ ขนาด 100 mm.	RS100	RL100
ห้องชุดที่มีการติดตั้งท่อระบายอากาศ ขนาด 125 mm.	RS125	RL125
ห้องชุดที่มีการติดตั้งท่อระบายอากาศ ขนาด 150 mm.	RS150	RL150
ผังอาคารรูปตัวซี(C)	ห้องชุดแบบ Simplex (S)	ห้องชุดแบบ Loft (L)
ห้องชุดทั่วไป (ก่อนการติดตั้งระบบท่อระบายอากาศ)	CS	CL
ห้องชุดที่มีการติดตั้งท่อระบายอากาศ ขนาด 100 mm.	CS100	CL100
ห้องชุดที่มีการติดตั้งท่อระบายอากาศ ขนาด 125 mm.	CS125	CL125
ห้องชุดที่มีการติดตั้งท่อระบายอากาศ ขนาด 150 mm.	CS150	CL150

4.2 การวิเคราะห์ผลการจำลองพลศาสตร์ของไหล (CFD) อาคารกรณีศึกษาด้วยโปรแกรม ANSYS 2023 R1

- 4.2.1 วิเคราะห์ความเร็วลมที่หน้าตัดท่อ ณ ตำแหน่ง 0.75 เมตรจากปลายท่อ (กรณีห้องที่มีการติดตั้งท่อระบายอากาศ) และบริเวณขอบประตู (กรณีห้องชุดทั่วไป)
- 4.2.2 วิเคราะห์อัตราการระบายอากาศภายในห้องชุด
- 4.2.3 วิเคราะห์ตำแหน่งห้องชุดที่มีอัตราการระบายอากาศที่ผ่านเกณฑ์

4.1 การแปลผลการจำลองอาคารกรณีศึกษาด้วยโปรแกรม ANSYS 2023 R1

4.1.1 ผังอาคารรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ห้องชุดแบบ Simplex ทั่วไป (ก่อนการติดตั้งระบบท่อระบายอากาศ) (RS)

ผลการวิเคราะห์กรณี RS

- ความเร็วลม (Velocity) (ภาพที่ 4.1)

ค่าความเร็วลมเฉลี่ยของห้องชุดทั้งหมดในอาคารรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่เป็นห้องชุดแบบ simplex อยู่ที่ 0.72 m/s ซึ่งห้องชุดที่มีความเร็วลมเฉลี่ยสูงสุด คือ ห้องชุดตำแหน่งที่ 5 (ห้องชุดที่อยู่ห้องมุมทางทิศใต้) ที่มีความเร็วลมเฉลี่ย 1.12 m/s ส่วนห้องชุดที่มีความเร็วลมเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ ห้องชุดตำแหน่งที่ 2 (ห้องชุดที่อยู่กลางอาคารทางทิศใต้) ที่มีความเร็วลมเฉลี่ย 0.39 m/s

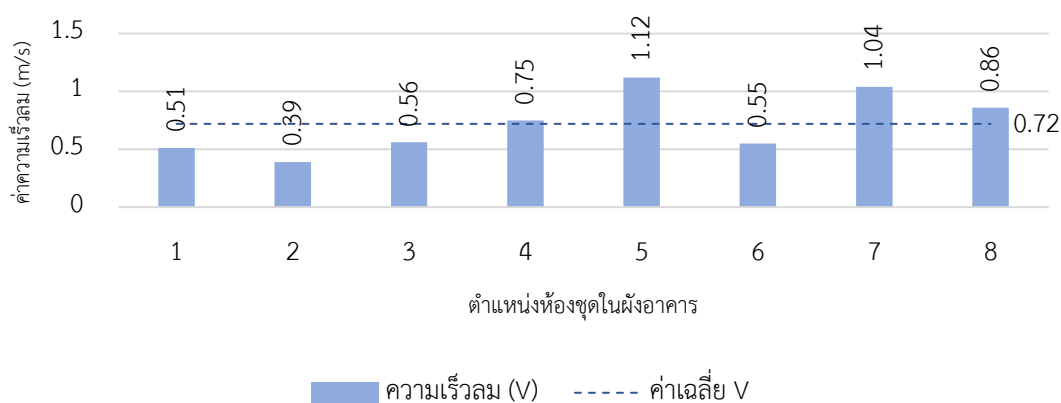
- อัตราการระบายอากาศ (Air change Rate) (ภาพที่ 4.2)

ในกรณีอาคารรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่เป็นห้องชุดแบบ simplex มีอัตราการระบายอากาศเฉลี่ยที่ 0.077 ACH ซึ่งไม่มีห้องชุดที่มีอัตราการระบายอากาศผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ASHRAE 62.1 ที่ 0.35 ACH

- การเคลื่อนที่ของอากาศ

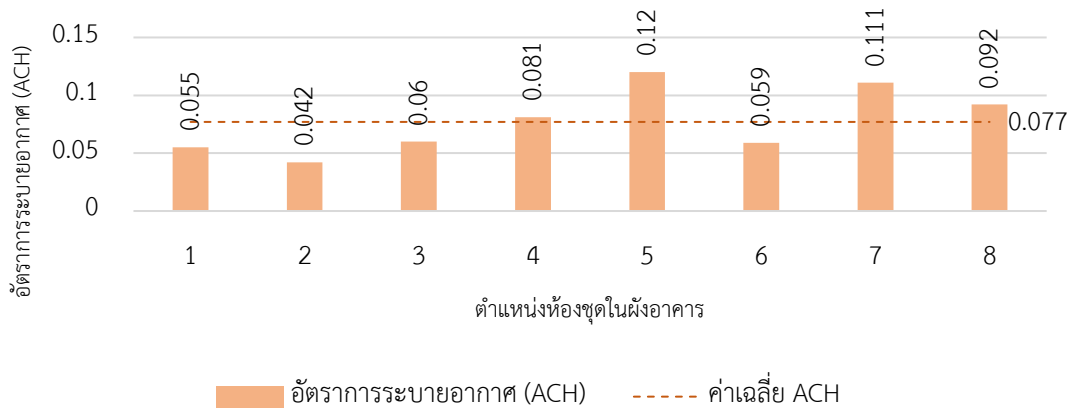
กระแสลมที่พัดมาในแนวทำมุมทแยงกับอาคารจะส่งผลให้ความเร็วลมที่เกิดขึ้นภายในห้องชุด (ในกรณีของห้องชุดปกติ วัดความเร็วลมเฉลี่ยที่ขอบประตูห้องชุด) มีค่าสูงกว่าการที่กระแสลมพัดตั้งฉากกับตัวอาคาร จากรูปเปรียบเทียบในตารางที่ 4.2 จะเห็นว่าห้องชุดตำแหน่งที่ 2 และ 5 กระแสลมที่เกิดขึ้นภายในห้องชุดจะมีความเร็วลมที่สูงขึ้นเมื่อกระแสลมมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ และตะวันออกเฉียงเหนือ

ผลความเร็วลมเฉลี่ย ณ จุดเข้า-ออกของลมของทุกห้องชุดในกรณี RS



ภาพที่ 4.1 ความเร็วลมเฉลี่ย ณ จุดเข้า-ออกของลมของทุกห้องชุดในกรณี RS

ผลอัตราการระบายอากาศเฉลี่ยของทุกห้องชุดในกรณี RS



ภาพที่ 4.2 อัตราการระบายอากาศเฉลี่ยของทุกห้องชุดในกรณี RS

ตารางที่ 4.2 แสดงผลห้องชุดที่มีอัตราการระบายอากาศสูง-น้อยสุด ของกรณี RS

	ทิศใต้	ทิศตะวันตกเฉียงใต้	ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ	Velocity (m/s)
ตำแหน่งห้องชุดที่มี อัตราการระบาย อากาศสูงสุด ห้องชุดตำแหน่งที่ 5				4.00 3.50 3.00 2.50 2.00 1.50 1.00 0.50 0.00
$\bar{X} = 0.120$ ACH	0.017 ACH	0.079 ACH	0.262 ACH	
ตำแหน่งห้องชุดที่มี อัตราการระบาย อากาศน้อยสุด ห้องชุดตำแหน่งที่ 2				4.00 3.50 3.00 2.50 2.00 1.50 1.00 0.50 0.00
$\bar{X} = 0.042$ ACH	0.022 ACH	0.049 ACH	0.055 ACH	

4.1.2 ผังอาคารรูปตัวซี (C) ห้องชุดแบบ Simplex ทั่วไป (ก่อนการติดตั้งระบบท่อระบายอากาศ) (CS)

ผลการวิเคราะห์กรณี CS

- ความเร็วลม (Velocity) (ภาพที่ 4.3)

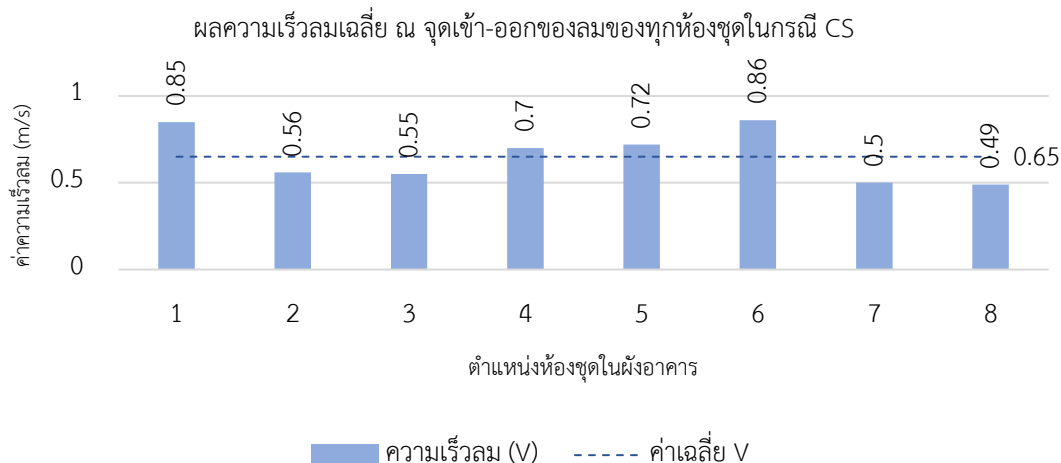
ค่าความเร็วลมเฉลี่ยของห้องชุดทั้งหมดในอาคารรูปตัวซี (C) ที่เป็นห้องชุดแบบ simplex อยู่ที่ 0.65 m/s ซึ่งห้องชุดที่มีความเร็วลมเฉลี่ยสูงสุด คือ ห้องชุดตำแหน่งที่ 6 (ห้องชุดที่อยู่ห้องมุมทางทิศเหนือ) ที่มีความเร็วลมเฉลี่ย 0.86 m/s ส่วนห้องชุดที่มีความเร็วลมเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ ห้องชุดตำแหน่งที่ 8 (ห้องชุดที่อยู่มุมในบริเวณคอร์ตกลางอาคารทางทิศใต้) ที่มีความเร็วลมเฉลี่ย 0.49 m/s

- อัตราการระบายอากาศ (Air change Rate) (ภาพที่ 4.4)

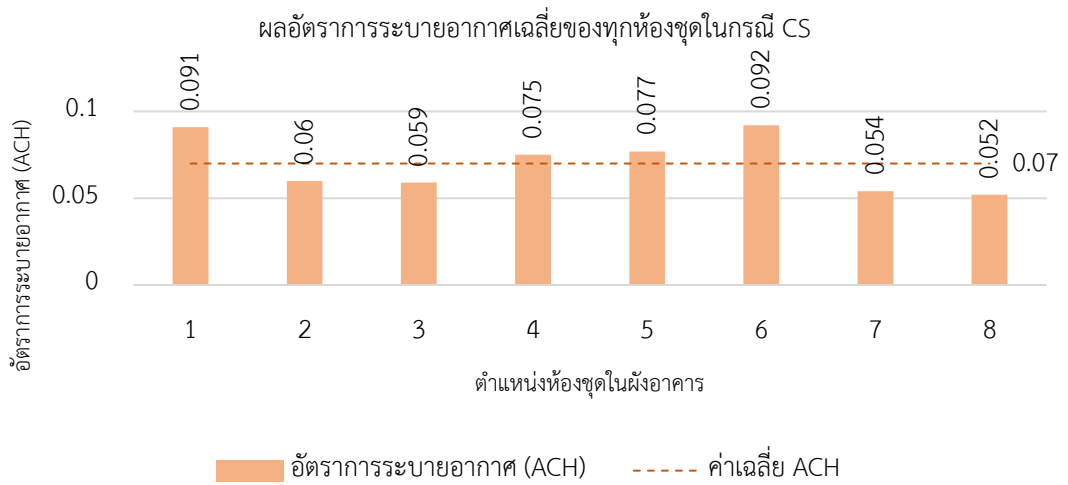
ในกรณีอาคารรูปตัวซี (C) ที่เป็นห้องชุดแบบ simplex มีอัตราการระบายอากาศเฉลี่ยที่ 0.070 ACH ซึ่งไม่มีห้องชุดที่มีอัตราการระบายอากาศผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ASHRAE 62.1 ที่ 0.35 ACH

- การเคลื่อนที่ของอากาศ

กระแสลมที่พัดมาในแนวทำมุมทแยงกับอาคารจะส่งผลให้ความเร็วลมที่เกิดขึ้นภายในห้องชุด (ในกรณีของห้องชุดปกติ วัดความเร็วลมเฉลี่ยที่ขอบประตูห้องชุด) มีค่าสูงกว่าการที่กระแสลมพัดตั้งฉากกับตัวอาคาร จากรูปเปรียบเทียบในตารางที่ 4.3 จะเห็นว่าห้องชุดตำแหน่งที่ 6 และ 8 กระแสลมที่เกิดขึ้นภายในห้องชุดจะมีความเร็วลมที่สูงขึ้นในทิศตะวันตกเฉียงใต้ และตะวันออกเฉียงเหนือ โดยเฉพาะห้องชุดตำแหน่งที่ 8 ที่กระแสลมมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้จะทำให้ลมสามารถเข้าสู่ภายในห้องชุดได้ดีกว่าลมจากทิศอื่น ๆ



ภาพที่ 4.3 ความเร็วลมเฉลี่ย ณ จุดเข้า-ออกของลมของทุกห้องชุดในกรณี CS



ภาพที่ 4.4 อัตราการระบายอากาศเฉลี่ยของทุกห้องชุดในกรณี CS

ตารางที่ 4.3 แสดงผลห้องชุดที่มีอัตราการระบายอากาศสูง-น้อยสุด ของกรณี CS

	ทิศใต้	ทิศตะวันตกเฉียงใต้	ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ	Velocity (m/s)
ตำแหน่งห้องชุดที่มี อัตราการระบาย อากาศสูงสุด ห้องชุดตำแหน่งที่ 6				
$\bar{X} = 0.092$ ACH	0.029 ACH	0.120 ACH	0.127 ACH	
ตำแหน่งห้องชุดที่มี อัตราการระบาย อากาศน้อยสุด ห้องชุดตำแหน่งที่ 8				
$\bar{X} = 0.052$ ACH	0.021 ACH	0.096 ACH	0.040 ACH	

4.1.3 ผังอาคารรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ห้องชุดแบบ Loft ทั่วไป (ก่อนการติดตั้งระบบท่อระบายอากาศ) (RL)

ผลการวิเคราะห์กรณี RL

- ความเร็วลม (Velocity) (ภาพที่ 4.5)

ค่าความเร็วลมเฉลี่ยของห้องชุดทั้งหมดในอาคารรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่เป็นห้องชุดแบบ Loft อยู่ที่ 0.75 m/s โดยกระแสลมที่พัดมาในแนวทำมุมทแยงกับอาคารจะส่งผลให้ความเร็วลมที่เกิดขึ้นภายในห้องชุด (ในกรณีของห้องชุดปกติ วัดความเร็วลมเฉลี่ยที่ขอบประตูห้องชุด) มีค่าสูงกว่าการที่กระแสลมจะพัดตั้งฉากกับตัวอาคาร ซึ่งห้องชุดที่มีความเร็วลมเฉลี่ยสูงสุด คือ ห้องชุดตำแหน่งที่ 7 (ห้องชุดที่อยู่บริเวณกลางอาคารทางทิศเหนือ) ที่มีความเร็วลมเฉลี่ย 1.45 m/s ส่วนห้องชุดที่มีความเร็วลมเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ ห้องชุดตำแหน่งที่ 2 (ห้องชุดที่อยู่บริเวณกลางอาคารทางทิศใต้) ที่มีความเร็วลมเฉลี่ย 0.38 m/s

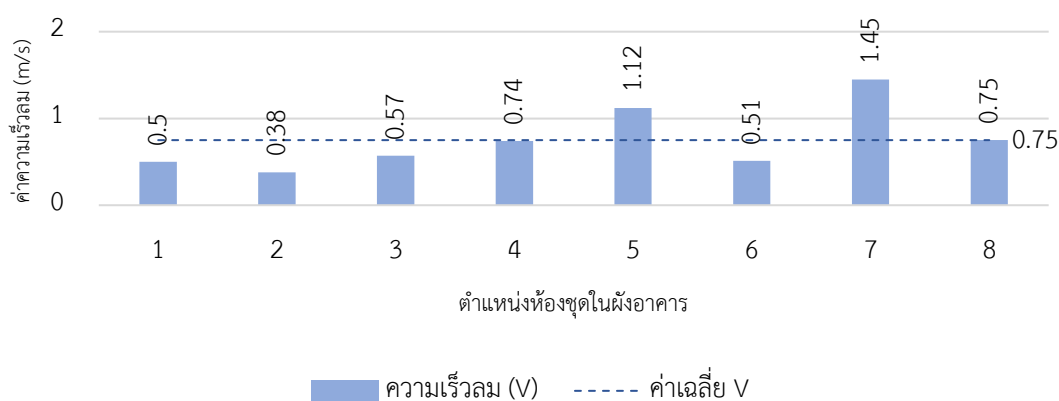
- อัตราการระบายอากาศ (Air change Rate) (ภาพที่ 4.6)

ในกรณีอาคารรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ที่เป็นห้องชุดแบบ Loft มีอัตราการระบายอากาศเฉลี่ยที่ 0.048 ACH ซึ่งไม่มีห้องชุดที่มีอัตราการระบายอากาศผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ASHRAE 62.1 ที่ 0.35 ACH

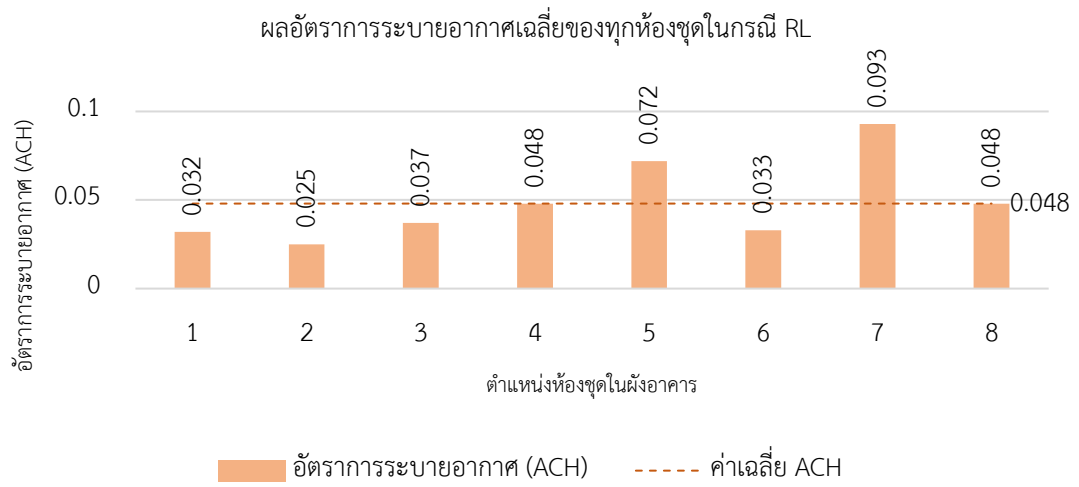
- การเคลื่อนที่ของอากาศ

ในกรณีของห้องชุดแบบเพดานสูงจะพบว่าห้องที่มีการเคลื่อนที่ของอากาศภายในห้องชุดที่มีตำแหน่งอยู่บริเวณตรงกลางค่อนข้างสูง จากตาราง 4.4 จะเห็นว่าห้องชุดตำแหน่งที่ 7 (ห้องชุดที่อยู่บริเวณกลางอาคารทางทิศเหนือ) ในกรณีที่กระแสลมมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ และทิศตะวันออกเฉียงเหนือ จะเห็นว่ากระแสลมสามารถเคลื่อนที่ไปถึงบริเวณหลังห้องได้ (ด้านที่ติดกับโถงทางเดินกลาง)

ผลความเร็วลมเฉลี่ย ณ จุดเข้า-ออกของลมของทุกห้องชุดในกรณี RL



ภาพที่ 4.5 ความเร็วลมเฉลี่ย ณ จุดเข้า-ออกของลมของทุกห้องชุดในกรณี RL



ภาพที่ 4.6 อัตราการระบายอากาศเฉลี่ยของทุกห้องชุดในกรณี RL

ตารางที่ 4.4 แสดงผลห้องชุดที่มีอัตราการระบายอากาศสูง-น้อยสุด ของกรณี RL

	ทิศใต้	ทิศตะวันตกเฉียงใต้	ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ	Velocity (m/s)									
ตำแหน่งห้องชุดที่มี อัตราการระบาย อากาศสูงสุด ห้องชุดตำแหน่งที่ 7				<table border="1"> <tr><td>4.00</td></tr> <tr><td>3.50</td></tr> <tr><td>3.00</td></tr> <tr><td>2.50</td></tr> <tr><td>2.00</td></tr> <tr><td>1.50</td></tr> <tr><td>1.00</td></tr> <tr><td>0.50</td></tr> <tr><td>0.00</td></tr> </table>	4.00	3.50	3.00	2.50	2.00	1.50	1.00	0.50	0.00
4.00													
3.50													
3.00													
2.50													
2.00													
1.50													
1.00													
0.50													
0.00													
$\bar{X} = 0.093$ ACH	0.023 ACH	0.107 ACH	0.149 ACH										
ตำแหน่งห้องชุดที่มี อัตราการระบาย อากาศน้อยสุด ห้องชุดตำแหน่งที่ 2				<table border="1"> <tr><td>4.00</td></tr> <tr><td>3.50</td></tr> <tr><td>3.00</td></tr> <tr><td>2.50</td></tr> <tr><td>2.00</td></tr> <tr><td>1.50</td></tr> <tr><td>1.00</td></tr> <tr><td>0.50</td></tr> <tr><td>0.00</td></tr> </table>	4.00	3.50	3.00	2.50	2.00	1.50	1.00	0.50	0.00
4.00													
3.50													
3.00													
2.50													
2.00													
1.50													
1.00													
0.50													
0.00													
$\bar{X} = 0.025$ ACH	0.010 ACH	0.034 ACH	0.030 ACH										

4.1.4 ผังอาคารรูปตัวซี (C) ห้องชุดแบบ Loft ทั่วไป (ก่อนการติดตั้งระบบท่อระบายอากาศ) (CL)
ผลการวิเคราะห์กรณี CL

- ความเร็วลม (Velocity) (ภาพที่ 4.7)

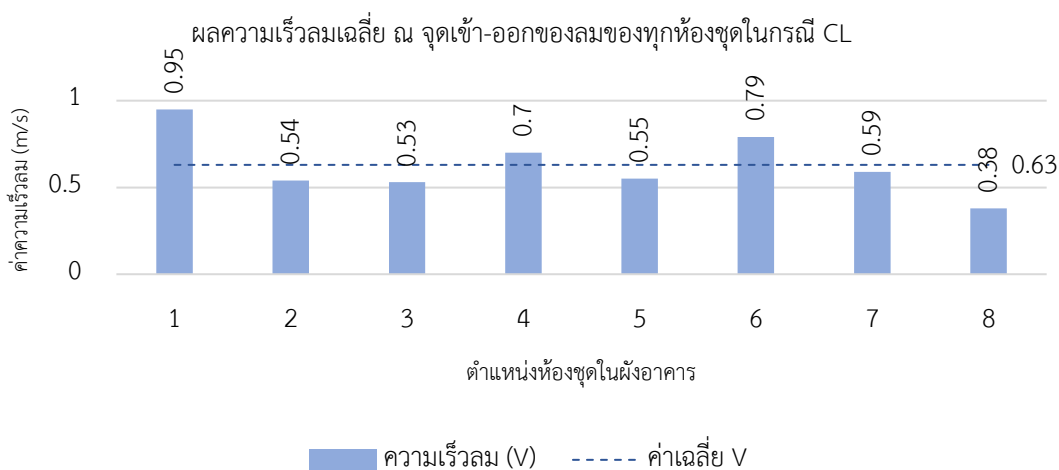
ค่าความเร็วลมเฉลี่ยของห้องชุดทั้งหมดในอาคารรูปตัวซี (C) ที่เป็นห้องชุดแบบ Loft อยู่ที่ 0.63 m/s โดยกระแสลมที่พัดมาในแนวทำมุมทแยงกับอาคารจะส่งผลให้ความเร็วลมที่เกิดขึ้นภายในห้องชุด (ในกรณีของห้องชุดปกติ วัดความเร็วลมเฉลี่ยที่ขอบประตูห้องชุด) มีค่าสูงกว่าการที่กระแสลมจะพัดตั้งฉากกับตัวอาคาร ซึ่งห้องชุดที่มีความเร็วลมเฉลี่ยสูงสุด คือ ห้องชุดตำแหน่งที่ 1 (ห้องชุดที่อยู่มุมในบริเวณคอร์ตกลางอาคารทางทิศใต้) ที่มีความเร็วลมเฉลี่ย 0.95 m/s ส่วนห้องชุดที่มีความเร็วลมเฉลี่ยน้อยสุด คือ ห้องชุดตำแหน่งที่ 8 (ห้องชุดที่อยู่มุมในบริเวณคอร์ตกลางอาคารทางทิศใต้) ที่มีความเร็วลมเฉลี่ย 0.38 m/s

- อัตราการระบายอากาศ (Air change Rate) (ภาพที่ 4.8)

ในกรณีอาคารรูปตัวซี (C) ที่เป็นห้องชุดแบบ มีอัตราการระบายอากาศเฉลี่ยที่ 0.040 ACH ซึ่งไม่มีห้องชุดที่มีอัตราการระบายอากาศผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ASHRAE 62.1 ที่ 0.35 ACH

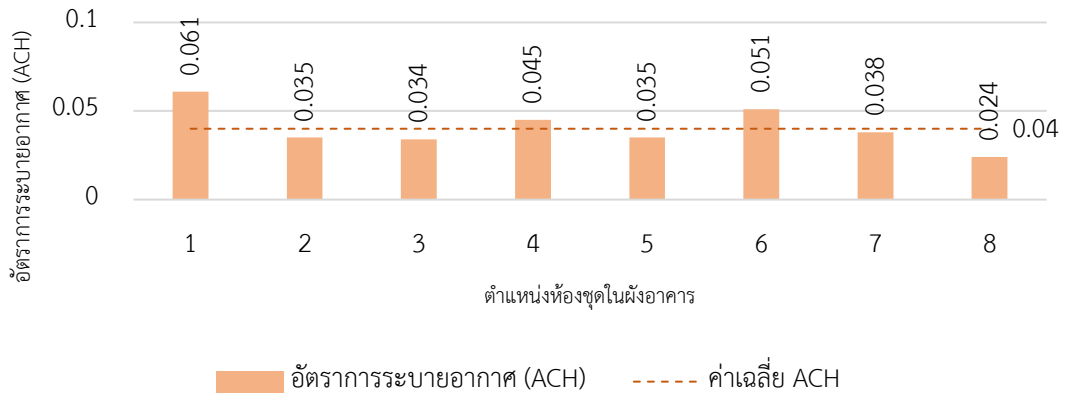
- การเคลื่อนที่ของอากาศ

จากตารางที่ 4.5 ห้องชุดตำแหน่งที่มีอัตราการระบายอากาศที่สูงและน้อยที่สุด พบว่าเป็นตำแหน่งห้องชุดที่อยู่บริเวณคอร์ตกลางของอาคาร และในกรณีของทิศทางลมที่ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของลมภายในห้องชุดได้ดี คือ ลมที่มาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งพฤติกรรมของลมที่เกิดขึ้นกับอาคารผังรูปตัวซี (C) จะเห็นว่าจะเกิดลมหมุนวนอยู่ในบริเวณคอร์ตกลาง ซึ่งเป็นผลให้ความเร็วลมของห้องชุดตำแหน่งที่ 1 (ห้องชุดที่อยู่มุมในบริเวณคอร์ตกลางอาคารทางทิศใต้) มีค่าสูงที่สุด



ภาพที่ 4.7 ความเร็วลมเฉลี่ย ณ จุดเข้า-ออกของลมของทุกห้องชุดในกรณี CL

ผลอัตราการระบายอากาศเฉลี่ยของทุกห้องชุดในกรณี CL



ภาพที่ 4.8 อัตราการระบายอากาศเฉลี่ยของทุกห้องชุดในกรณี CL

ตารางที่ 4.5 แสดงผลห้องชุดที่มีอัตราการระบายอากาศสูง-น้อยสุด ของกรณี CL

	ทิศใต้	ทิศตะวันตกเฉียงใต้	ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ	Velocity (m/s)
ตำแหน่งห้องชุดที่มี อัตราการระบาย อากาศสูงสุด ห้องชุดตำแหน่งที่ 1 ■				
$\bar{X} = 0.061$ ACH	0.011 ACH	0.140 ACH	0.032 ACH	
ตำแหน่งห้องชุดที่มี อัตราการระบาย อากาศน้อยสุด ห้องชุดตำแหน่งที่ 8 ■				
$\bar{X} = 0.024$ ACH	0.010 ACH	0.034 ACH	0.030 ACH	

4.1.5 ผังอาคารรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ห้องชุดแบบ Simplex มีระบบท่อระบายอากาศ ขนาด 100 mm. (RS100)

ผลการวิเคราะห์กรณี RS100

- ความเร็วลม (Velocity) (ภาพที่ 4.9)

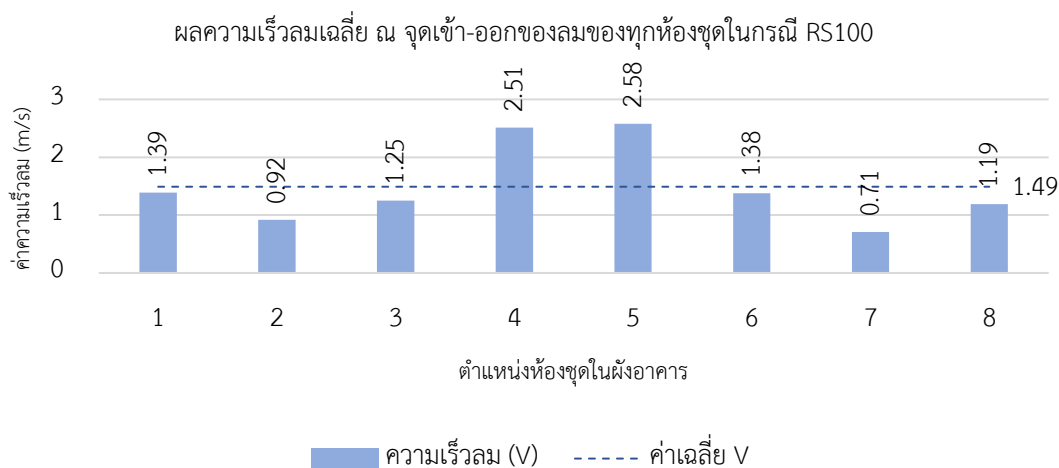
อาคารรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่เป็นห้องชุดแบบ simplex ที่มีการติดตั้งระบบท่อระบายอากาศ ขนาด 100 mm. มีค่าความเร็วลมเฉลี่ยอยู่ที่ 1.49 m/s โดยกระแสลมที่พัดมาในแนวทำมุมทแยงกับอาคารจะส่งผลให้ความเร็วลมที่เกิดขึ้นภายในห้องชุด มีค่าสูงกว่าการที่กระแสลมจะพัดตั้งฉากกับตัวอาคาร ซึ่งห้องชุดที่มีความเร็วลมเฉลี่ยสูงสุด คือ ห้องชุดตำแหน่งที่ 5 (ห้องชุดที่อยู่มุมอาคารทางทิศใต้) ที่มีความเร็วลมเฉลี่ย 2.58 m/s ส่วนห้องชุดที่มีความเร็วลมเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ ห้องชุดตำแหน่งที่ 7 (ห้องชุดที่อยู่บริเวณกลางอาคารทางทิศเหนือ) ที่มีความเร็วลมเฉลี่ย 0.71 m/s

- อัตราการระบายอากาศ (Air change Rate) (ภาพที่ 4.10)

ในกรณีอาคารรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ที่เป็นห้องชุดแบบ simplex ที่มีการติดตั้งระบบท่อระบายอากาศ ขนาด 100 mm. มีห้องชุดที่มีอัตราการระบายอากาศผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ASHRAE 62.1 หรือตั้งแต่ 0.35 ACH ขึ้นไป เป็น 45.83% โดยห้องชุดตำแหน่งที่ 5 (ห้องชุดที่อยู่มุมอาคารทางทิศใต้) เป็นห้องชุดที่มีอัตราการระบายอากาศเฉลี่ยสูงสุด คือ 0.737 ACH ส่วนห้องชุดตำแหน่งที่ 2, 7 และ 8 เป็นห้องชุดที่ไม่ผ่านเกณฑ์

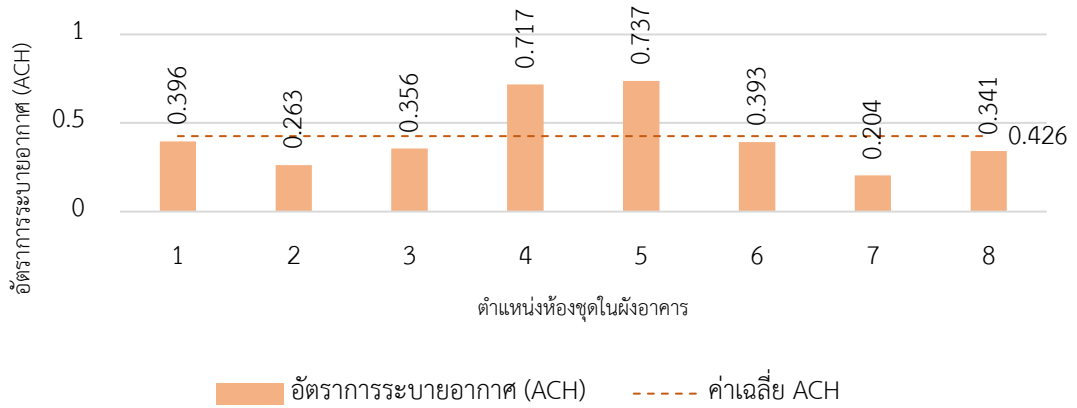
- การเคลื่อนที่ของอากาศ

จากตาราง 4.6 จะเห็นว่าการเคลื่อนที่ของลมในท่อของห้องชุดตำแหน่งที่ 5 (ห้องชุดที่อยู่มุมอาคารทางทิศใต้) จะมีกรณีทิศทางการไหลของกระแสลมภายในท่อเป็นการไหลเข้าสู่ห้องชุด ในกรณีที่ลมมาจากทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ



ภาพที่ 4.9 ความเร็วลมเฉลี่ย ณ จุดเข้า-ออกของลมของทุกห้องชุดในกรณี RS100

ผลอัตราการระบายอากาศเฉลี่ยของทุกห้องชุดในกรณี RS100



ภาพที่ 4.10 อัตราการระบายอากาศเฉลี่ยของทุกห้องชุดในกรณี RS100

ตารางที่ 4.6 แสดงผลห้องชุดที่มีอัตราการระบายอากาศสูง-น้อยสุด ของกรณี RS100

	ทิศใต้	ทิศตะวันตกเฉียงใต้	ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ	Velocity (m/s)
ตำแหน่งห้องชุดที่มี อัตราการระบาย อากาศสูงสุด ห้องชุดตำแหน่งที่ 5 ■				4.00 3.50 3.00 2.50 2.00 1.50 1.00 0.50 0.00
$\bar{X} = 0.737$ ACH	0.326 ACH	0.897 ACH	0.988 ACH	
ตำแหน่งห้องชุดที่มี อัตราการระบาย อากาศน้อยสุด ห้องชุดตำแหน่งที่ 7 ■				4.00 3.50 3.00 2.50 2.00 1.50 1.00 0.50 0.00
$\bar{X} = 0.204$ ACH	0.057 ACH	0.157 ACH	0.397 ACH	

4.1.6 ผังอาคารรูปตัวซี (C) ห้องชุดแบบ Simplex มีระบบท่อระบายอากาศ ขนาด 100 mm. (CS100)

ผลการวิเคราะห์กรณี CS100

- ความเร็วลม (Velocity) (ภาพที่ 4.11)

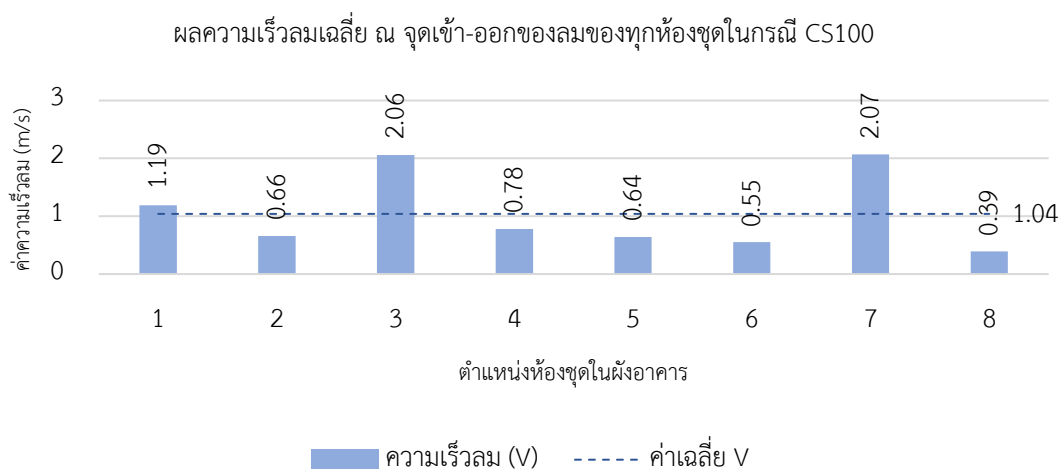
อาคารรูปตัวซี (C) ที่เป็นห้องชุดแบบ simplex ที่มีการติดตั้งระบบท่อระบายอากาศ ขนาด 100 mm. มีค่าความเร็วลมเฉลี่ยอยู่ที่ 1.04 m/s โดยกระแสลมที่พัดมาในแนวทำมุมทแยงกับ อาคารจะส่งผลให้ความเร็วลมที่เกิดขึ้นภายในห้องชุด มีค่าสูงกว่าการที่กระแสลมจะพัดตั้งฉากกับตัว อาคาร ซึ่งห้องชุดที่มีความเร็วลมเฉลี่ยสูงสุด คือ ห้องชุดตำแหน่งที่ 7 (ห้องชุดที่อยู่กลางอาคารทางทิศ ตะวันออก) ที่มีความเร็วลมเฉลี่ย 2.06 m/s ส่วนห้องชุดที่มีความเร็วลมเฉลี่ยน้อยสุด คือ ห้องชุดตำแหน่ง ที่ 8 (ห้องชุดที่อยู่มุมในบริเวณคอร์ทกลางอาคารทางทิศใต้) ที่มีความเร็วลมเฉลี่ย 1.49 m/s

- อัตราการระบายอากาศ (Air change Rate) (ภาพที่ 4.12)

ในกรณีอาคารรูปตัวซี (C) ที่เป็นห้องชุดแบบ simplex ที่มีการติดตั้งระบบท่อระบายอากาศ ขนาด 100 mm. มีห้องชุดที่มีอัตราการระบายอากาศผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ASHRAE 62.1 หรือตั้งแต่ 0.35 ACH ขึ้นไป เป็น 20.83% โดยห้องชุดตำแหน่งที่ 7 (ห้องชุดที่อยู่กลางอาคารทางทิศตะวันออก) เป็นห้องชุดที่มีอัตราการระบายอากาศเฉลี่ยสูงสุด คือ 0.590 ACH ซึ่งสามารถมีอัตราการระบายอากาศ ผ่านเกณฑ์ทั้ง 3 ทิศทางลม และห้องตำแหน่งที่ 3 (ห้องชุดที่อยู่มุมอาคารทางทิศเหนือ) เป็นอีกหนึ่งห้อง ชุดที่มีอัตราการระบายอากาศผ่านเกณฑ์ส่วนห้องชุดตำแหน่งอื่น ๆ เป็นห้องชุดที่ไม่ผ่านเกณฑ์

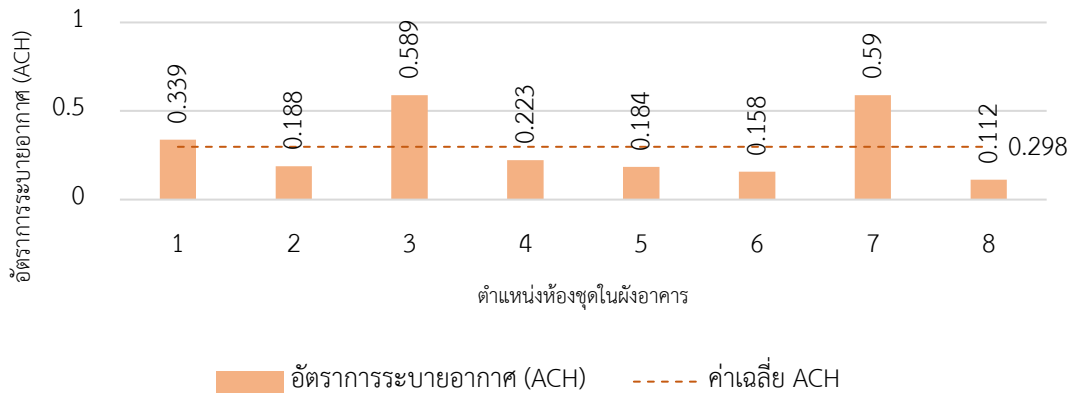
- การเคลื่อนที่ของอากาศ

จากตาราง 4.7 จะเห็นว่าตำแหน่งห้องชุดที่รับลมตรงจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ และทิศ ตะวันออกเฉียงเหนือจะเกิดการไหลเวียนของอากาศบริเวณปากท่อภายในห้องชุดที่แรงกว่าบริเวณอื่นๆ ของห้อง ซึ่งจะดูได้จากผลการจำลองพลศาสตร์ของไหล (CFD) ของห้องชุดตำแหน่งที่ 7 (ห้องชุดที่อยู่ กลางอาคารทางทิศตะวันออก) ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ และห้องชุดตำแหน่งที่ 8 (ห้องชุดที่อยู่มุมใน บริเวณคอร์ทกลางอาคารทางทิศใต้) ทิศตะวันตกเฉียงใต้



ภาพที่ 4.11 ความเร็วลมเฉลี่ย ณ จุดเข้า-ออกของลมของทุกห้องชุดในกรณี CS100

ผลอัตราการระบายอากาศเฉลี่ยของทุกห้องชุดในกรณี CS100



ภาพที่ 4.12 อัตราการระบายอากาศเฉลี่ยของทุกห้องชุดในกรณี CS100

ตารางที่ 4.7 แสดงผลห้องชุดที่มีอัตราการระบายอากาศสูง-น้อยสุด ของกรณี CS100

	ทิศใต้	ทิศตะวันตกเฉียงใต้	ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ	Velocity (m/s)
ตำแหน่งห้องชุดที่มี อัตราการระบาย อากาศสูงสุด ห้องชุดตำแหน่งที่ 7 ■				4.00 3.50 3.00 2.50 2.00 1.50 1.00 0.50 0.00
$\bar{X} = 0.590$ ACH	0.197 ACH	0.460 ACH	1.114 ACH	
ตำแหน่งห้องชุดที่มี อัตราการระบาย อากาศน้อยสุด ห้องชุดตำแหน่งที่ 8 ■				4.00 3.50 3.00 2.50 2.00 1.50 1.00 0.50 0.00
$\bar{X} = 0.112$ ACH	0.043 ACH	0.211 ACH	0.083 ACH	

4.1.7 ผังอาคารรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ห้องชุดแบบ Loft มีระบบท่อระบายอากาศ ขนาด 100 mm. (RL100)

ผลการวิเคราะห์กรณี RL100

- ความเร็วลม (Velocity) (ภาพที่ 4.13)

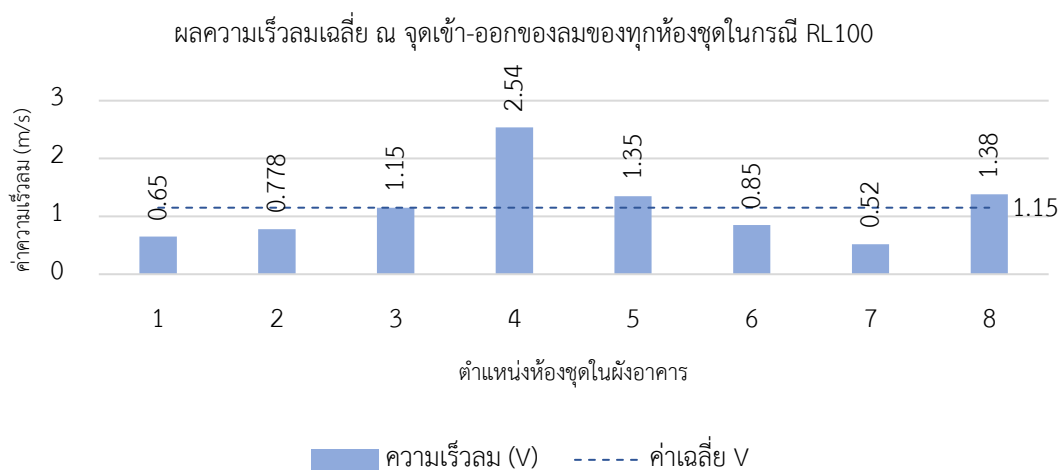
อาคารรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่เป็นห้องชุดแบบ Loft ที่มีการติดตั้งระบบท่อระบายอากาศ ขนาด 100 mm. มีค่าความเร็วลมเฉลี่ยอยู่ที่ 1.15 m/s ซึ่งห้องชุดที่มีความเร็วลมเฉลี่ยสูงสุด คือ ห้องชุดตำแหน่งที่ 4 (ห้องชุดที่อยู่มุมอาคารทางทิศใต้) ที่มีความเร็วลมเฉลี่ย 2.54 m/s ส่วนห้องชุดที่มีความเร็วลมเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ ห้องชุดตำแหน่งที่ 7 (ห้องชุดที่อยู่บริเวณกลางอาคารทางทิศเหนือ) ที่มีความเร็วลมเฉลี่ย 0.52 m/s

- อัตราการระบายอากาศ (Air change Rate) (ภาพที่ 4.14)

ในกรณีอาคารรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ที่เป็นห้องชุดแบบ loft ที่มีการติดตั้งระบบท่อระบายอากาศ ขนาด 100 mm. มีห้องชุดที่มีอัตราการระบายอากาศผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ASHRAE 62.1 หรือตั้งแต่ 0.35 ACH ขึ้นไป เป็น 16.67% โดยห้องชุดตำแหน่งที่ 4 (ห้องชุดที่อยู่มุมอาคารทางทิศเหนือ) เป็นห้องชุดที่มีอัตราการระบายอากาศเฉลี่ยสูงสุด คือ 0.436 ACH ส่วนห้องชุดตำแหน่งอื่น ๆ เป็นห้องชุดที่ไม่ผ่านเกณฑ์

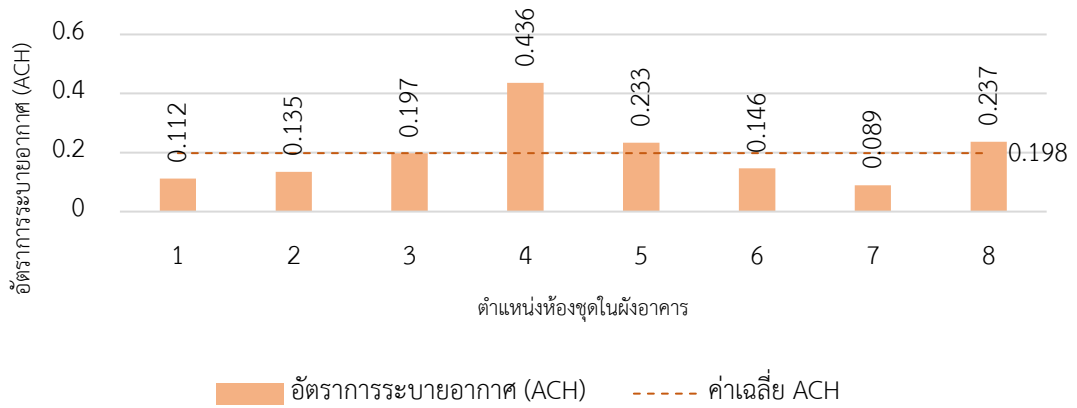
- การเคลื่อนที่ของอากาศ

จากตาราง 4.8 จะพบว่าในกรณีของห้องชุดที่ 4 (ห้องชุดที่อยู่มุมอาคารทางทิศเหนือ) เป็นห้องที่มีความเร็วลมที่หน้าตัดท่อ ระยะ 0.75 เมตรจากปลายท่อสูงที่สุด ซึ่งจะมีทั้งกรณีทิศทางของลมภายในห้องชุดจะเป็นกระแสลมพัดเข้าสู่ภายในห้องเมื่อลมมีทิศทางมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้



ภาพที่ 4.13 ความเร็วลมเฉลี่ย ณ จุดเข้า-ออกของลมของทุกห้องชุดในกรณี RL100

ผลอัตราการระบายอากาศเฉลี่ยของทุกห้องชุดในกรณี RL100



ภาพที่ 4.14 อัตราการระบายอากาศเฉลี่ยของทุกห้องชุดในกรณี RL100

ตารางที่ 4.8 แสดงผลห้องชุดที่มีอัตราการระบายอากาศสูง-น้อยสุด ของกรณี RL100

	ทิศใต้	ทิศตะวันตกเฉียงใต้	ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ	Velocity (m/s)
ตำแหน่งห้องชุดที่มี อัตราการระบาย อากาศสูงสุด ห้องชุดตำแหน่งที่ 4				4.00 3.50 3.00 2.50 2.00 1.50 1.00 0.50 0.00
$\bar{x} = 0.436$ ACH	0.069 ACH	0.557 ACH	0.682 ACH	
ตำแหน่งห้องชุดที่มี อัตราการระบาย อากาศน้อยสุด ห้องชุดตำแหน่งที่ 7				4.00 3.50 3.00 2.50 2.00 1.50 1.00 0.50 0.00
$\bar{x} = 0.089$ ACH	0.014 ACH	0.103 ACH	0.151 ACH	

4.1.8 ผังอาคารรูปตัวซี (C) ห้องชุดแบบ Loft มีระบบท่อระบายอากาศ ขนาด 100 mm. (CL100) ผลการวิเคราะห์กรณี CL100

- ความเร็วลม (Velocity) (ภาพที่ 4.15)

อาคารรูปตัวซี (C) ที่เป็นห้องชุดแบบ Loft ที่มีการติดตั้งระบบท่อระบายอากาศ ขนาด 100 mm. มีค่าความเร็วลมเฉลี่ยอยู่ที่ 0.96 m/s โดยกระแสลมที่พัดมาในแนวทำมุมทแยงกับอาคารจะส่งผลให้ความเร็วลมที่เกิดขึ้นภายในห้องชุด มีค่าสูงกว่าการที่กระแสลมจะพัดตั้งฉากกับตัวอาคาร ซึ่งห้องชุดที่มีความเร็วลมเฉลี่ยสูงสุด คือ ห้องชุดตำแหน่งที่ 3 (ห้องชุดที่อยู่มุมอาคารทางทิศเหนือ) ที่มีความเร็วลมเฉลี่ย 2.29 m/s ส่วนห้องชุดที่มีความเร็วลมน้อยสุด คือ ห้องชุดตำแหน่งที่ 2 (ห้องชุดที่อยู่มุมกลางอาคารทางทิศตะวันตก) ที่มีความเร็วลมเฉลี่ย 0.36 m/s

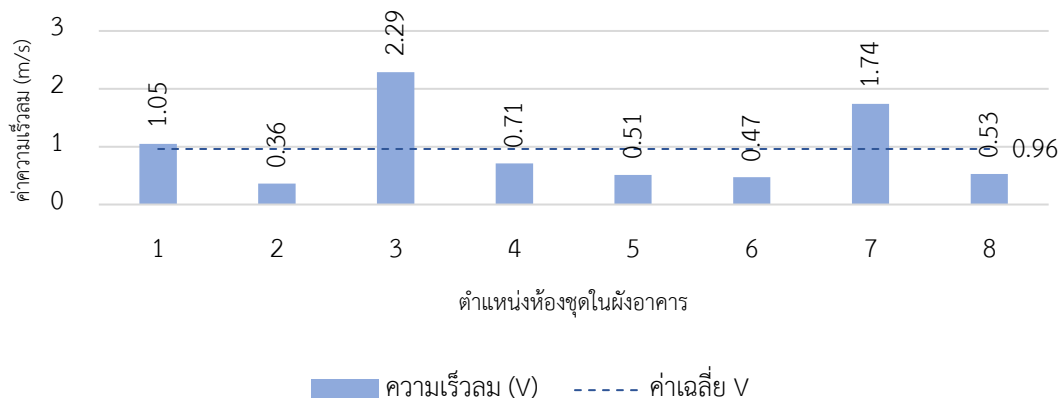
- อัตราการระบายอากาศ (Air change Rate) (ภาพที่ 4.16)

ในกรณีอาคารรูปตัวซี (C) ที่เป็นห้องชุดแบบ loft ที่มีการติดตั้งระบบท่อระบายอากาศ ขนาด 100 mm. มีห้องชุดที่มีอัตราการระบายอากาศผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ASHRAE 62.1 หรือตั้งแต่ 0.35 ACH ขึ้นไป เป็น 16.67% โดยห้องชุดตำแหน่งที่ 3 (ห้องชุดที่อยู่มุมอาคารทางทิศเหนือ) เป็นห้องชุดที่มีอัตราการระบายอากาศเฉลี่ยสูงสุด คือ 0.394 ACH ส่วนห้องชุดตำแหน่งอื่น ๆ เป็นห้องชุดที่ไม่ผ่านเกณฑ์

- การเคลื่อนที่ของอากาศ

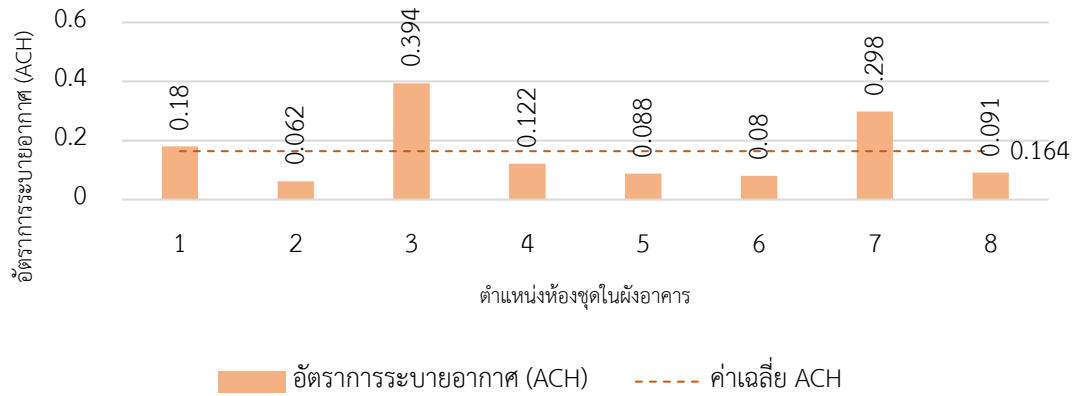
จากตาราง 4.9 ในกรณีของห้องชุดตำแหน่งที่ 2 (ห้องชุดที่อยู่มุมกลางอาคารทางทิศตะวันตก) จะมีการไหลของอากาศจากปลายท่อเข้าสู่ภายในห้องชุด เมื่อกระแสลมมีทิศทางมาจากด้านทิศใต้

ผลความเร็วลมเฉลี่ย ณ จุดเข้า-ออกของลมของทุกห้องชุดในกรณี CL100



ภาพที่ 4.15 ความเร็วลมเฉลี่ย ณ จุดเข้า-ออกของลมของทุกห้องชุดในกรณี CL100

ผลอัตราการระบายอากาศเฉลี่ยของทุกห้องชุดในกรณี CL100



ภาพที่ 4.16 อัตราการระบายอากาศเฉลี่ยของทุกห้องชุดในกรณี CL100

ตารางที่ 4.9 แสดงผลห้องชุดที่มีอัตราการระบายอากาศสูง-น้อยสุด ของกรณี CL100

	ทิศใต้	ทิศตะวันตกเฉียงใต้	ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ	Velocity (m/s)
ตำแหน่งห้องชุดที่มี อัตราการระบาย อากาศสูงสุด ห้องชุดตำแหน่งที่ 3				
$\bar{x} = 0.394$ ACH	0.069 ACH	0.442 ACH	0.672 ACH	
ตำแหน่งห้องชุดที่มี อัตราการระบาย อากาศน้อยสุด ห้องชุดตำแหน่งที่ 2				
$\bar{x} = 0.062$ ACH	0.045 ACH	0.0951 ACH	0.046 ACH	

4.1.9 ผังอาคารรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ห้องชุดแบบ Simplex มีระบบท่อระบายอากาศ ขนาด 125 mm. (RS125)

ผลการวิเคราะห์กรณี RS125

- ความเร็วลม (Velocity) (ภาพที่ 4.17)

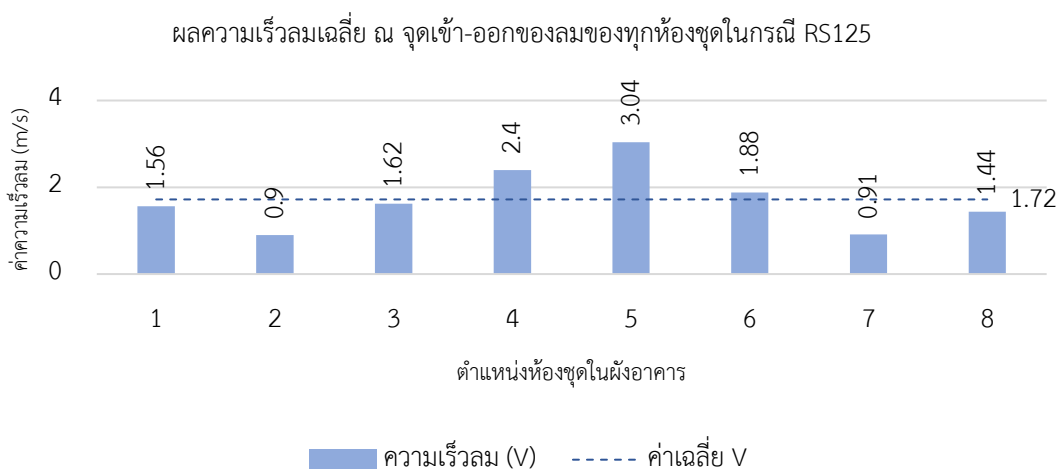
อาคารรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ที่เป็นห้องชุดแบบ simplex ที่มีการติดตั้งระบบท่อระบายอากาศ ขนาด 125 mm. มีค่าความเร็วลมเฉลี่ยอยู่ที่ 1.72 m/s โดยกระแสลมที่พัดมาในแนวทำมุมทแยงกับอาคารจะส่งผลให้ความเร็วลมที่เกิดขึ้นภายในห้องชุด มีค่าสูงกว่าการที่กระแสลมจะพัดตั้งฉากกับตัวอาคาร ซึ่งห้องชุดที่มีความเร็วลมเฉลี่ยสูงสุด คือ ห้องชุดตำแหน่งที่ 5 (ห้องชุดที่อยู่มุมอาคารทางทิศใต้) ที่มีความเร็วลมเฉลี่ย 3.04 m/s ส่วนห้องชุดที่มีความเร็วลมเฉลี่ยน้อยสุด คือ ห้องชุดตำแหน่งที่ 2 (ห้องชุดที่อยู่มุมกลางอาคารทางทิศใต้) ที่มีความเร็วลมเฉลี่ย 0.90 m/s

- อัตราการระบายอากาศ (Air change Rate) (ภาพที่ 4.18)

ในกรณีอาคารรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ที่เป็นห้องชุดแบบ simplex ที่มีการติดตั้งระบบท่อระบายอากาศ ขนาด 125 mm. มีห้องชุดที่มีอัตราการระบายอากาศผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ASHRAE 62.1 หรือตั้งแต่ 0.35 ACH ขึ้นไป เป็น 79.17% โดยห้องชุดตำแหน่งที่ 5 (ห้องชุดที่อยู่มุมอาคารทางทิศใต้) เป็นห้องชุดที่มีอัตราการระบายอากาศเฉลี่ยสูงสุด คือ 1.304 ACH ซึ่งสามารถมีอัตราการระบายอากาศผ่านเกณฑ์ทั้ง 3 ทิศทางลม ซึ่งในกรณีของท่อระบายอากาศ ขนาด 125 mm. เป็นกรณีในทุกห้องชุดมีอัตราการระบายอากาศผ่านเกณฑ์

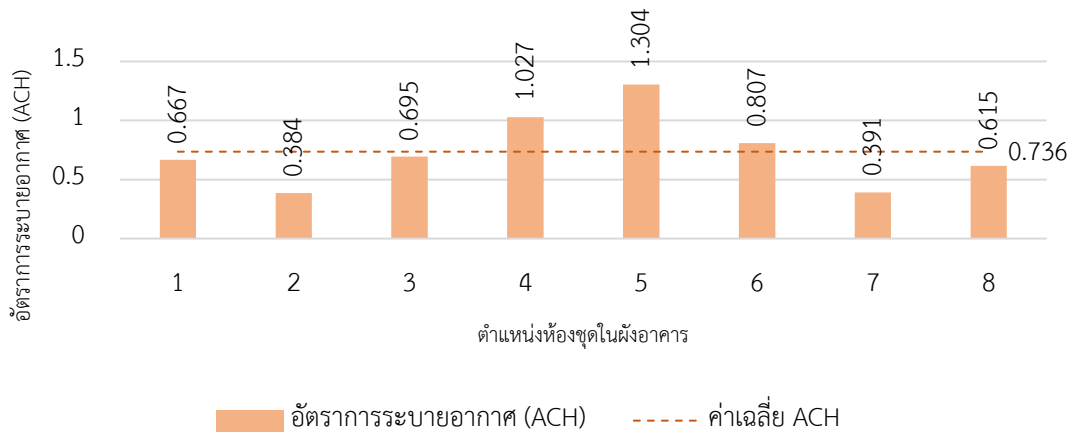
- การเคลื่อนที่ของอากาศ

จากตาราง 4.10 ในกรณีของห้องชุดตำแหน่งที่ 5 (ห้องชุดที่อยู่มุมอาคารทางทิศใต้) จะมีการไหลของอากาศจากปลายท่อเข้าสู่ภายในห้องชุด เมื่อกระแสลมมีทิศทางมาจากด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือ และจากผลการจำลองพลศาสตร์ของไหล (CFD) จะแสดงให้เห็นว่าห้องทั้ง 2 ตำแหน่งจะอยู่ด้านทิศใต้ของอาคารก็ตาม การปะทะกับลมที่มาจากทางทิศใต้โดยตรงก็ไม่มีการไหลเวียนภายในห้องชุดเท่ากับลมที่มาจากทางทิศตะวันตกเฉียงใต้



ภาพที่ 4.17 ความเร็วลมเฉลี่ย ณ จุดเข้า-ออกของลมของทุกห้องชุดในกรณี RS125

ผลอัตราการระบายอากาศเฉลี่ยของทุกห้องชุดในกรณี RS125



ภาพที่ 4.18 อัตราการระบายอากาศเฉลี่ยของทุกห้องชุดในกรณี RS125

ตารางที่ 4.10 แสดงผลห้องชุดที่มีอัตราการระบายอากาศสูง-น้อยสุด ของกรณี RS125

	ทิศใต้	ทิศตะวันตกเฉียงใต้	ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ	Velocity (m/s)
ตำแหน่งห้องชุดที่มี อัตราการระบาย อากาศสูงสุด ห้องชุดตำแหน่งที่ 5				
$\bar{X} = 1.304$ ACH	0.514 ACH	1.444 ACH	1.953 ACH	
ตำแหน่งห้องชุดที่มี อัตราการระบาย อากาศน้อยสุด ห้องชุดตำแหน่งที่ 2				
$\bar{X} = 0.384$ ACH	0.308 ACH	0.441 ACH	0.403 ACH	

4.1.10 ผังอาคารรูปตัวซี (C) ห้องชุดแบบ Simplex มีระบบท่อระบายอากาศ ขนาด 125 mm.
(CS125)

ผลการวิเคราะห์กรณี CS125

- ความเร็วลม (Velocity)

อาคารรูปตัวซี (C) ที่เป็นห้องชุดแบบ simplex ที่มีการติดตั้งระบบท่อระบายอากาศ ขนาด 125 mm. มีค่าความเร็วลมเฉลี่ยอยู่ที่ 1.08 m/s โดยกระแสลมที่พัดมาในแนวทำมุมทแยงกับ อาคารจะส่งผลให้ความเร็วลมที่เกิดขึ้นภายในห้องชุด มีค่าสูงกว่าการที่กระแสลมจะพัดตั้งฉากกับตัว อาคาร ซึ่งห้องชุดที่มีความเร็วลมเฉลี่ยสูงสุด คือ ห้องชุดตำแหน่งที่ 3 (ห้องชุดที่อยู่มุมอาคารทางทิศเหนือ) ที่มีความเร็วลมเฉลี่ย 2.20 m/s ส่วนห้องชุดที่มีความเร็วลมเฉลี่ยน้อยสุด คือ ห้องชุดตำแหน่งที่ 8 (ห้องชุดที่อยู่มุมในบริเวณคอร์ทกลางอาคารทางทิศใต้) ที่มีความเร็วลมเฉลี่ย 0.40 m/s

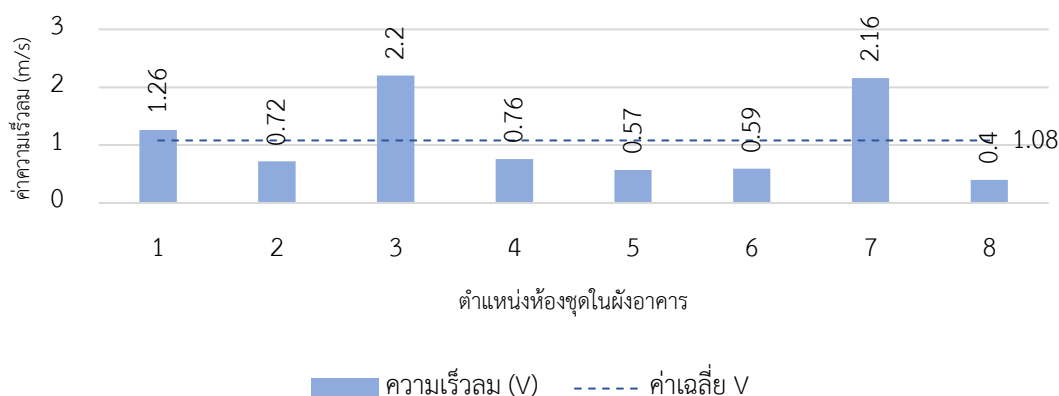
- อัตราการระบายอากาศ (Air change Rate)

ในกรณีอาคารรูปตัวซี (C) ที่เป็นห้องชุดแบบ simplex ที่มีการติดตั้งระบบท่อระบายอากาศ ขนาด 125 mm. มีห้องชุดที่มีอัตราการระบายอากาศผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ASHRAE 62.1 หรือตั้งแต่ 0.35 ACH ขึ้นไป เป็น 41.67% โดยห้องชุดตำแหน่งที่ 3 (ห้องชุดที่อยู่มุมอาคารทางทิศเหนือ) เป็นห้องชุด ที่มีอัตราการระบายอากาศเฉลี่ยสูงสุด คือ 0.941 ACH ซึ่งสามารถมี ส่วนห้องชุดตำแหน่งที่ 6 (ห้องชุดที่อยู่มุมอาคารทางทิศเหนือ) เป็นห้องชุดที่ไม่ผ่านเกณฑ์

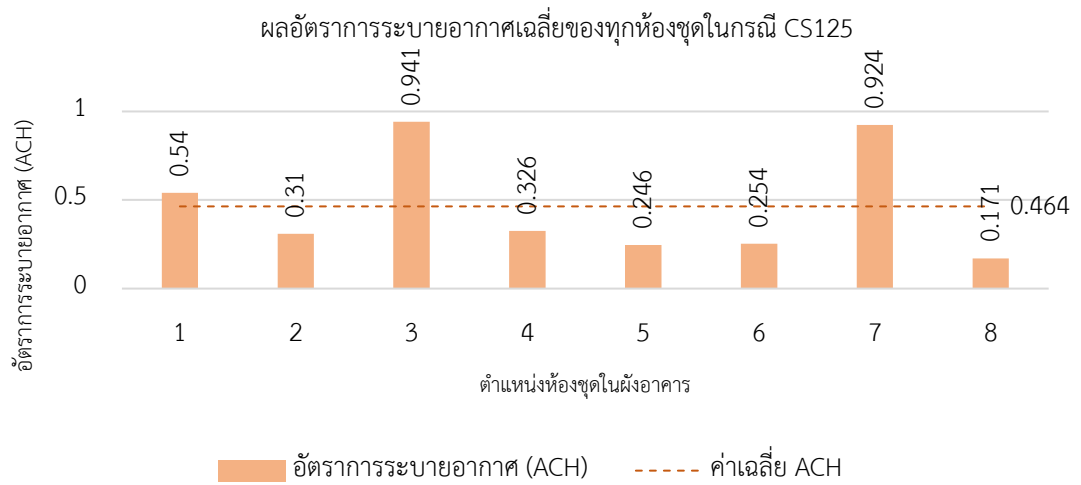
- การเคลื่อนที่ของอากาศ

จากตาราง 4.11 ในกรณีของห้องชุดตำแหน่งที่ 3 (ห้องชุดที่อยู่มุมอาคารทางทิศเหนือ) จะมีการไหลของอากาศจากปลายท่อเข้าสู่ภายในห้องชุด เมื่อกระแสลมมีทิศทางมาจากด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งมีความเร็วค่อนข้างสูง

ผลความเร็วลมเฉลี่ย ณ จุดเข้า-ออกของลมของทุกห้องชุดในกรณี CS125



ภาพที่ 4.19 ความเร็วลมเฉลี่ย ณ จุดเข้า-ออกของลมของทุกห้องชุดในกรณี CS125



ภาพที่ 4.20 อัตราการระบายอากาศเฉลี่ยของทุกห้องชุดในกรณี CS125

ตารางที่ 4.11 แสดงผลห้องชุดที่มีอัตราการระบายอากาศสูง-น้อยสุด ของกรณี CS125

	ทิศใต้	ทิศตะวันตกเฉียงใต้	ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ	Velocity (m/s)
ตำแหน่งห้องชุดที่มี อัตราการระบาย อากาศสูงสุด ห้องชุดตำแหน่งที่ 3				<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: red; margin-bottom: 2px;"></div> 4.00 <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: orange; margin-bottom: 2px;"></div> 3.50 <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: yellow; margin-bottom: 2px;"></div> 3.00 <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: lightgreen; margin-bottom: 2px;"></div> 2.50 <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: green; margin-bottom: 2px;"></div> 2.00 <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: cyan; margin-bottom: 2px;"></div> 1.50 <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: lightblue; margin-bottom: 2px;"></div> 1.00 <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: blue; margin-bottom: 2px;"></div> 0.50 <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: darkblue; margin-bottom: 2px;"></div> 0.00 </div>
\bar{X} = 0.941 ACH	0.296 ACH	0.505 ACH	0.129 ACH	
ตำแหน่งห้องชุดที่มี อัตราการระบาย อากาศน้อยสุด ห้องชุดตำแหน่งที่ 8				<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: red; margin-bottom: 2px;"></div> 4.00 <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: orange; margin-bottom: 2px;"></div> 3.50 <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: yellow; margin-bottom: 2px;"></div> 3.00 <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: lightgreen; margin-bottom: 2px;"></div> 2.50 <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: green; margin-bottom: 2px;"></div> 2.00 <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: cyan; margin-bottom: 2px;"></div> 1.50 <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: lightblue; margin-bottom: 2px;"></div> 1.00 <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: blue; margin-bottom: 2px;"></div> 0.50 <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: darkblue; margin-bottom: 2px;"></div> 0.00 </div>
\bar{X} = 0.171 ACH	0.047 ACH	0.407 ACH	0.060 ACH	

4.1.11 ผังอาคารรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ห้องชุดแบบ Loft มีระบบท่อระบายอากาศ ขนาด 125 mm. (RL125)

ผลการวิเคราะห์กรณี RL125

- ความเร็วลม (Velocity)

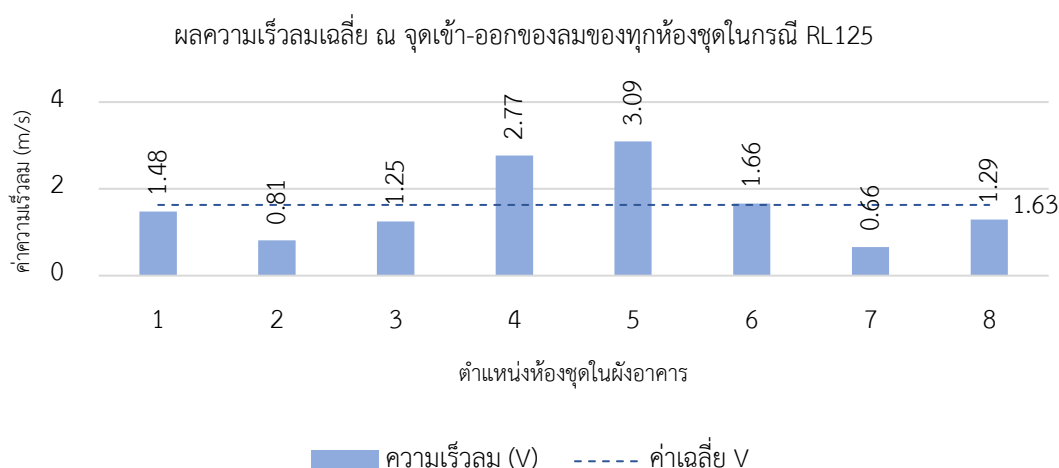
อาคารรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ที่เป็นห้องชุดแบบ loft ที่มีการติดตั้งระบบท่อระบายอากาศ ขนาด 125 mm. มีค่าความเร็วลมเฉลี่ยอยู่ที่ 1.63 m/s โดยกระแสลมที่พัดมาในแนวทำมุมทแยงกับอาคารจะส่งผลให้ความเร็วลมที่เกิดขึ้นภายในห้องชุด มีค่าสูงกว่าการที่กระแสลมจะพัดตั้งฉากกับตัวอาคาร ซึ่งห้องชุดที่มีความเร็วลมเฉลี่ยสูงสุด คือ ห้องชุดตำแหน่งที่ 5 (ห้องชุดที่อยู่มุมอาคารทางทิศใต้) ที่มีความเร็วลมเฉลี่ย 3.09 m/s ส่วนห้องชุดที่มีความเร็วลมเฉลี่ยน้อยสุด คือ ห้องชุดตำแหน่งที่ 7 (ห้องชุดที่อยู่มุมกลางอาคารทางทิศเหนือ) ที่มีความเร็วลมเฉลี่ย 0.66 m/s

- อัตราการระบายอากาศ (Air change Rate)

ในกรณีอาคารรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ที่เป็นห้องชุดแบบ loft ที่มีการติดตั้งระบบท่อระบายอากาศ ขนาด 125 mm. มีห้องชุดที่มีอัตราการระบายอากาศผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ASHRAE 62.1 หรือตั้งแต่ 0.35 ACH ขึ้นไป เป็น 50.00% โดยห้องชุดตำแหน่งที่ 5 (ห้องชุดที่อยู่มุมอาคารทางทิศใต้) เป็นห้องชุดที่มีอัตราการระบายอากาศเฉลี่ยสูงสุด คือ 0.797 ACH ซึ่งสามารถมีอัตราการระบายอากาศผ่านเกณฑ์ทั้ง 3 ทิศทางลม ส่วนห้องชุดตำแหน่งที่ 7 (ห้องชุดที่อยู่มุมกลางอาคารทางทิศเหนือ) เป็นห้องชุดที่ไม่ผ่านเกณฑ์

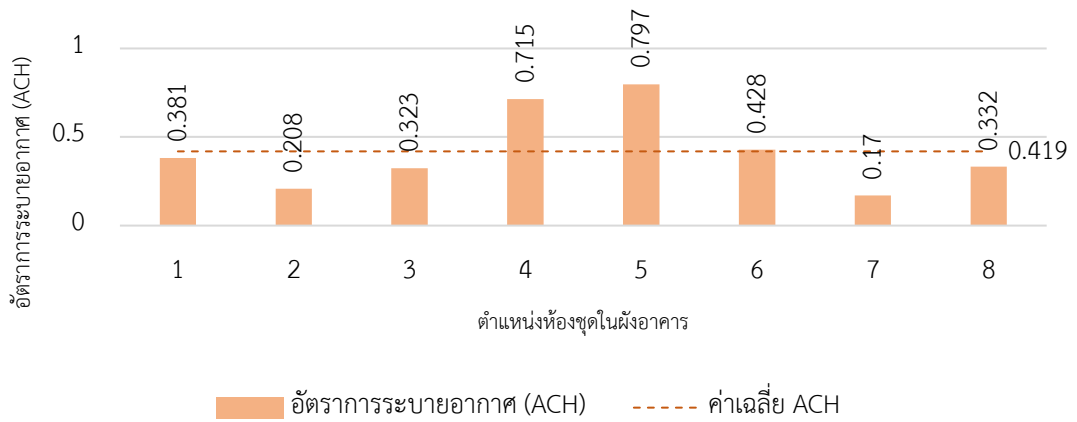
- การเคลื่อนที่ของอากาศ

จากตาราง 4.12 ในกรณีของห้องชุดตำแหน่งที่ 5 (ห้องชุดที่อยู่มุมอาคารทางทิศใต้) จะมีการไหลของอากาศจากปลายท่อเข้าสู่ภายในห้องชุด เมื่อกระแสลมมีทิศทางมาจากด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือ รวมถึงในกรณีของทิศอื่นก็มีความเร็วลมที่ค่อนข้างสูงเช่นกันแต่เป็นในทิศทางที่ลมออกจากภายในห้องชุดสู่ปลายท่อ



ภาพที่ 4.21 ความเร็วลมเฉลี่ย ณ จุดเข้า-ออกของลมของทุกห้องชุดในกรณี RL125

ผลอัตราการระบายอากาศเฉลี่ยของทุกห้องชุดในกรณี RL125



ภาพที่ 4.22 อัตราการระบายอากาศเฉลี่ยของทุกห้องชุดในกรณี RL125

ตารางที่ 4.12 แสดงผลห้องชุดที่มีอัตราการระบายอากาศสูง-น้อยสุด ของกรณี RL125

	ทิศใต้	ทิศตะวันตกเฉียงใต้	ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ	Velocity (m/s)
ตำแหน่งห้องชุดที่มี อัตราการระบาย อากาศสูงสุด ห้องชุดตำแหน่งที่ 5				
$\bar{X} = 0.797$ ACH	0.351 ACH	0.900 ACH	1.142 ACH	
ตำแหน่งห้องชุดที่มี อัตราการระบาย อากาศน้อยสุด ห้องชุดตำแหน่งที่ 7				
$\bar{X} = 0.170$ ACH	0.018 ACH	0.229 ACH	0.263 ACH	

4.1.12 ผังอาคารรูปตัวซี (C) ห้องชุดแบบ Loft มีระบบท่อระบายอากาศขนาด 125 mm. (CL125) ผลการวิเคราะห์กรณี CL125

- ความเร็วลม (Velocity)

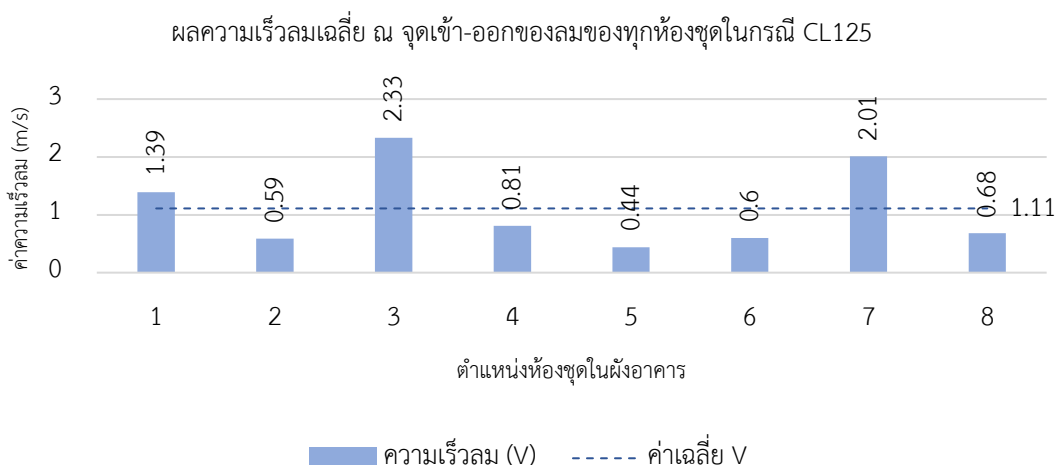
อาคารรูปตัวซี (C) ที่เป็นห้องชุดแบบ Loft ที่มีการติดตั้งระบบท่อระบายอากาศขนาด 125 mm. มีค่าความเร็วลมเฉลี่ยอยู่ที่ 1.11 m/s โดยกระแสลมที่พัดมาในแนวทำมุมทแยงกับอาคารจะส่งผลให้ความเร็วลมที่เกิดขึ้นภายในห้องชุด มีค่าสูงกว่าการที่กระแสลมจะพัดตั้งฉากกับตัวอาคาร ซึ่งห้องชุดที่มีความเร็วลมเฉลี่ยสูงสุด คือ ห้องชุดตำแหน่งที่ 3 (ห้องชุดที่อยู่มุมอาคารทางทิศเหนือ) ที่มีความเร็วลมเฉลี่ย 2.33 m/s ส่วนห้องชุดที่มีความเร็วลมเฉลี่ยน้อยสุด คือ ห้องชุดตำแหน่งที่ 5 (ห้องชุดที่อยู่กลางอาคารทางทิศเหนือ) ที่มีความเร็วลมเฉลี่ย 0.44 m/s

- อัตราการระบายอากาศ (Air change Rate)

ในกรณีอาคารรูปตัวซี (C) ที่เป็นห้องชุดแบบ loft ที่ มีการติดตั้งระบบท่อระบายอากาศขนาด 125 mm. มีห้องชุดที่มีอัตราการระบายอากาศผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ASHRAE 62.1 หรือตั้งแต่ 0.35 ACH ขึ้นไป เป็น 25.00% โดยห้องชุดตำแหน่งที่ 3 (ห้องชุดที่อยู่มุมอาคารทางทิศเหนือ) เป็นห้องชุดที่มีอัตราการระบายอากาศเฉลี่ยสูงสุด คือ 0.601 ACH และมีห้องชุดตำแหน่ง 1 และ 7 ที่ผ่านเกณฑ์ ส่วนห้องชุดตำแหน่งอื่น ๆ เป็นห้องชุดที่ไม่ผ่านเกณฑ์

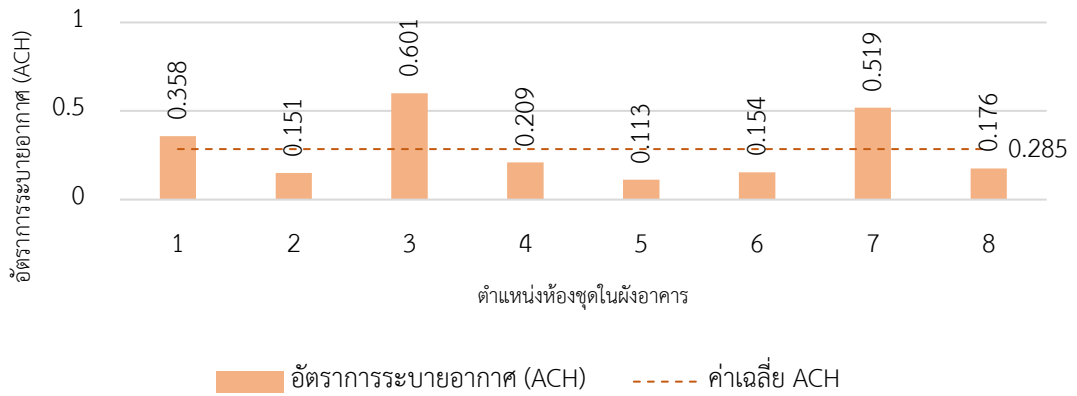
- การเคลื่อนที่ของอากาศ

จากตาราง 4.13 ในกรณีของห้องชุดตำแหน่งที่ 5 (ห้องชุดที่อยู่กลางอาคารทางทิศเหนือ) ไม่ว่าจะในกรณีทิศทางลมไหนก็ตาม การเคลื่อนที่ของกระแสลมภายในห้องก็น้อยมาก (ดูจากลูกศรที่เกิดขึ้นภายในห้องชุด) แต่ในกรณีของห้องชุดตำแหน่งที่ 3 (ห้องชุดที่อยู่มุมอาคารทางทิศเหนือ) เป็นห้องชุดที่ในกรณีของกระแสลมที่มาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ กระแสลมภายในท่อระบายอากาศจะเป็นการไหลเข้าสู่ภายในห้องชุด



ภาพที่ 4.23 ความเร็วลมเฉลี่ย ณ จุดเข้า-ออกของลมของทุกห้องชุดในกรณี CL125

ผลอัตราการระบายอากาศเฉลี่ยของทุกห้องชุดในกรณี CL125



ภาพที่ 4.24 อัตราการระบายอากาศเฉลี่ยของทุกห้องชุดในกรณี CL125

ตารางที่ 4.13 แสดงผลห้องชุดที่มีอัตราการระบายอากาศสูง-น้อยสุด ของกรณี CL125

	ทิศใต้	ทิศตะวันตกเฉียงใต้	ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ	Velocity (m/s)									
ตำแหน่งห้องชุดที่มี อัตราการระบาย อากาศสูงสุด ห้องชุดตำแหน่งที่ 3				<table border="1"> <tr><td>4.00</td></tr> <tr><td>3.50</td></tr> <tr><td>3.00</td></tr> <tr><td>2.50</td></tr> <tr><td>2.00</td></tr> <tr><td>1.50</td></tr> <tr><td>1.00</td></tr> <tr><td>0.50</td></tr> <tr><td>0.00</td></tr> </table>	4.00	3.50	3.00	2.50	2.00	1.50	1.00	0.50	0.00
4.00													
3.50													
3.00													
2.50													
2.00													
1.50													
1.00													
0.50													
0.00													
$\bar{X} = 0.601$ ACH	0.088 ACH	0.766 ACH	0.949 ACH										
ตำแหน่งห้องชุดที่มี อัตราการระบาย อากาศน้อยสุด ห้องชุดตำแหน่งที่ 5				<table border="1"> <tr><td>4.00</td></tr> <tr><td>3.50</td></tr> <tr><td>3.00</td></tr> <tr><td>2.50</td></tr> <tr><td>2.00</td></tr> <tr><td>1.50</td></tr> <tr><td>1.00</td></tr> <tr><td>0.50</td></tr> <tr><td>0.00</td></tr> </table>	4.00	3.50	3.00	2.50	2.00	1.50	1.00	0.50	0.00
4.00													
3.50													
3.00													
2.50													
2.00													
1.50													
1.00													
0.50													
0.00													
$\bar{X} = 0.113$ ACH	0.049 ACH	0.098 ACH	0.193 ACH										

4.1.13 ผังอาคารรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ห้องชุดแบบ Simplex มีระบบท่อระบายอากาศ ขนาด 150 mm. (RS150)

การวิเคราะห์กรณี RS150

- ความเร็วลม (Velocity)

อาคารรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ที่เป็นห้องชุดแบบ simplex ที่มีการติดตั้งระบบท่อระบายอากาศ ขนาด 150 mm. มีค่าความเร็วลมเฉลี่ยอยู่ที่ 1.84 m/s โดยกระแสลมที่พัดมาในแนวทำมุมทแยงกับอาคารจะส่งผลให้ความเร็วลมที่เกิดขึ้นภายในห้องชุด มีค่าสูงกว่าการที่กระแสลมจะพัดตั้งฉากกับตัวอาคาร ซึ่งห้องชุดที่มีความเร็วลมเฉลี่ยสูงสุด คือ ห้องชุดตำแหน่งที่ 5 (ห้องชุดที่อยู่มุมอาคารทางทิศใต้) ที่มีความเร็วลมเฉลี่ย 3.08 m/s ส่วนห้องชุดที่มีความเร็วลมเฉลี่ยน้อยสุด คือ ห้องชุดตำแหน่งที่ 7 (ห้องชุดที่อยู่มุมกลางอาคารทางทิศเหนือ) ที่มีความเร็วลมเฉลี่ย 0.90 m/s

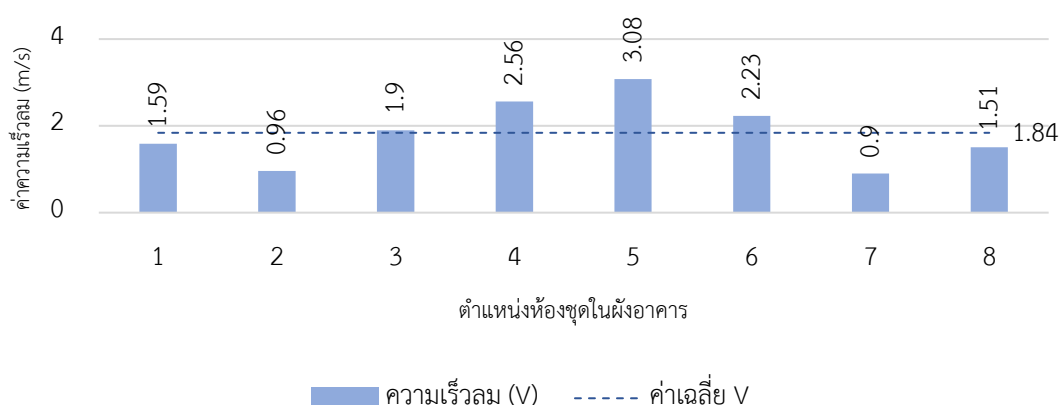
- อัตราการระบายอากาศ (Air change Rate)

ในกรณีอาคารรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ที่เป็นห้องชุดแบบ simplex ที่มีการติดตั้งระบบท่อระบายอากาศ ขนาด 150 mm. มีห้องชุดที่มีอัตราการระบายอากาศผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ASHRAE 62.1 หรือตั้งแต่ 0.35 ACH ขึ้นไป เป็น 83.33% ซึ่งห้องชุดทุกห้องผ่านเกณฑ์ทั้งหมด โดยห้องชุดตำแหน่งที่ 5 (ห้องชุดที่อยู่มุมอาคารทางทิศใต้) เป็นห้องชุดที่มีอัตราการระบายอากาศเฉลี่ยสูงสุด คือ 1.979 ACH ซึ่งสามารถมีอัตราการระบายอากาศผ่านเกณฑ์ทั้ง 3 ทิศทางลม

- การเคลื่อนที่ของอากาศ

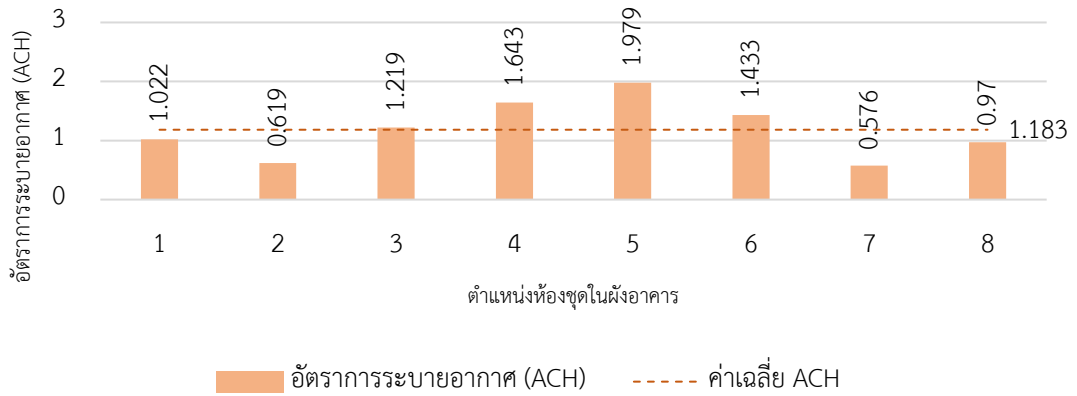
จากตาราง 4.14 กรณีของห้องชุดตำแหน่งที่ 5 (ห้องชุดที่อยู่มุมอาคารทางทิศใต้) จะมีการไหลของอากาศจากปลายท่อเข้าสู่ภายในห้องชุด เมื่อกระแสลมมีทิศทางมาจากด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือ รวมถึงในกรณีของทิศอื่นก็มีความเร็วลมที่ค่อนข้างสูงเช่นกันแต่เป็นในทิศทางที่ลมออกจากภายในห้องชุดสู่ปลายท่อ

ผลความเร็วลมเฉลี่ย ณ จุดเข้า-ออกของลมของทุกห้องชุดในกรณี RS150



ภาพที่ 4.25 ความเร็วลมเฉลี่ย ณ จุดเข้า-ออกของลมของทุกห้องชุดในกรณี RS150

ผลอัตราการระบายอากาศเฉลี่ยของทุกห้องชุดในกรณี RS150



ภาพที่ 4.26 อัตราการระบายอากาศเฉลี่ยของทุกห้องชุดในกรณี RS150

ตารางที่ 4.14 แสดงผลห้องชุดที่มีอัตราการระบายอากาศสูง-น้อยสุด ของกรณี RS150

	ทิศใต้	ทิศตะวันตกเฉียงใต้	ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ	Velocity (m/s)
ตำแหน่งห้องชุดที่มี อัตราการระบาย อากาศสูงสุด ห้องชุดตำแหน่งที่ 5				4.00 3.50 3.00 2.50 2.00 1.50 1.00 0.50 0.00
$\bar{X} = 1.979$ ACH	0.810 ACH	2.031 ACH	3.097 ACH	
ตำแหน่งห้องชุดที่มี อัตราการระบาย อากาศน้อยสุด ห้องชุดตำแหน่งที่ 7				4.00 3.50 3.00 2.50 2.00 1.50 1.00 0.50 0.00
$\bar{X} = 0.576$ ACH	0.212 ACH	0.938 ACH	0.578 ACH	

4.1.14 ผังอาคารรูปตัวซี (C) ห้องชุดแบบ Simplex มีระบบท่อระบายอากาศ ขนาด 150 mm. (CS150)

ผลการวิเคราะห์กรณี CS150

- ความเร็วลม (Velocity)

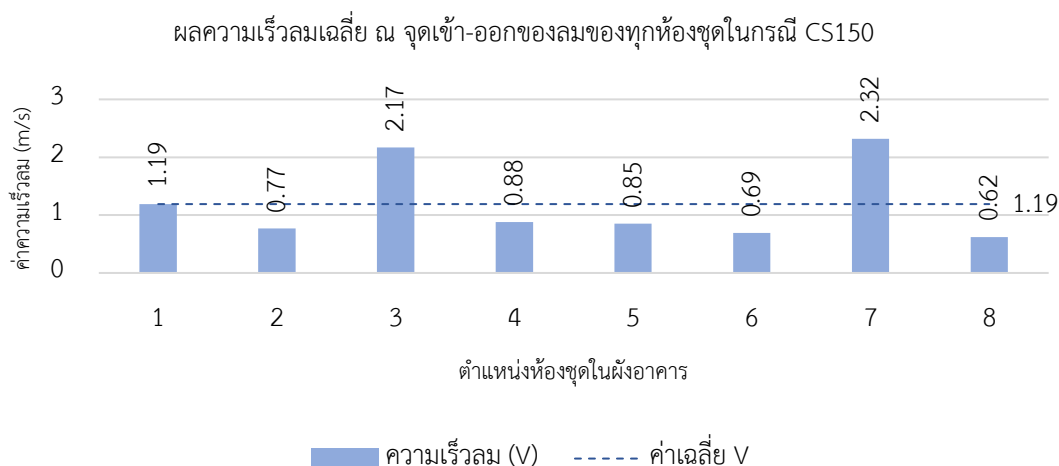
อาคารรูปตัวซี (C) ที่เป็นห้องชุดแบบ simplex ที่มีการติดตั้งระบบท่อระบายอากาศ ขนาด 150 mm. มีค่าความเร็วลมเฉลี่ยอยู่ที่ 1.19 m/s โดยกระแสลมที่พัดมาในแนวทำมุมทแยงกับ อาคารจะส่งผลให้ความเร็วลมที่เกิดขึ้นภายในห้องชุด มีค่าสูงกว่าการที่กระแสลมจะพัดตั้งฉากกับตัว อาคาร ซึ่งห้องชุดที่มีความเร็วลมเฉลี่ยสูงสุด คือ ห้องชุดตำแหน่งที่ 7 (ห้องชุดที่อยู่กลางอาคารทางทิศ ตะวันออก) ที่มีความเร็วลมเฉลี่ย 2.32 m/s ส่วนห้องชุดที่มีความเร็วลมเฉลี่ยน้อยสุด คือ ห้องชุดตำแหน่ง ที่ 8 (ห้องชุดที่อยู่มุมในบริเวณคอร์ตกลางอาคารทางทิศใต้) ที่มีความเร็วลมเฉลี่ย 0.62 m/s

- อัตราการระบายอากาศ (Air change Rate)

ในกรณีอาคารรูปตัวซี (C) ที่เป็นห้องชุดแบบ simplex ที่มีการติดตั้งระบบท่อระบายอากาศ ขนาด 150 mm. มีห้องชุดที่มีอัตราการระบายอากาศผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ASHRAE 62.1 หรือตั้งแต่ 0.35 ACH ขึ้นไป เป็น 62.50% ซึ่งห้องชุดทุกห้องผ่านเกณฑ์ทั้งหมด โดยห้องชุดตำแหน่งที่ 7 (ห้องชุดที่อยู่กลางอาคารทางทิศตะวันออก) เป็นห้องชุดที่มีอัตราการระบายอากาศเฉลี่ยสูงสุด คือ 1.493 ACH ซึ่ง สามารถมีอัตราการระบายอากาศผ่านเกณฑ์ทั้ง 3 ทิศทางลม

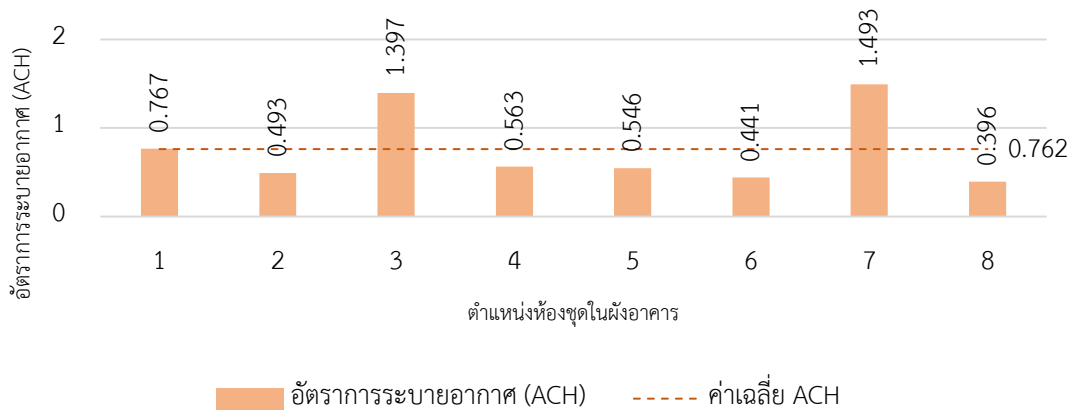
- การเคลื่อนที่ของอากาศ

จากตาราง 4.15 กรณีของห้องชุดตำแหน่งที่ 7 (ห้องชุดที่อยู่กลางอาคารทางทิศตะวันออก) จะมีการไหลของอากาศจากปลายท่อเข้าสู่ภายในห้องชุด เมื่อกระแสลมมีทิศทางมาจากด้านทิศ ตะวันออกเฉียงเหนือ และในกรณีของทิศอื่นจะเป็นกระแสลมออกจากภายในห้องชุดสู่ปลายท่อ



ภาพที่ 4.27 ความเร็วลมเฉลี่ย ณ จุดเข้า-ออกของลมของทุกห้องชุดในกรณี CS150

ผลอัตราการระบายอากาศเฉลี่ยของทุกห้องชุดในกรณี CS150



ภาพที่ 4.28 อัตราการระบายอากาศเฉลี่ยของทุกห้องชุดในกรณี CS150

ตารางที่ 4.15 แสดงผลห้องชุดที่มีอัตราการระบายอากาศสูง-น้อยสุด ของกรณี CS150

	ทิศใต้	ทิศตะวันตกเฉียงใต้	ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ	Velocity (m/s)									
ตำแหน่งห้องชุดที่มี อัตราการระบาย อากาศสูงสุด ห้องชุดตำแหน่งที่ 7				<table border="1"> <tr><td>4.00</td></tr> <tr><td>3.50</td></tr> <tr><td>3.00</td></tr> <tr><td>2.50</td></tr> <tr><td>2.00</td></tr> <tr><td>1.50</td></tr> <tr><td>1.00</td></tr> <tr><td>0.50</td></tr> <tr><td>0.00</td></tr> </table>	4.00	3.50	3.00	2.50	2.00	1.50	1.00	0.50	0.00
4.00													
3.50													
3.00													
2.50													
2.00													
1.50													
1.00													
0.50													
0.00													
$\bar{X} = 1.493$ ACH	0.476 ACH	1.086 ACH	2.917 ACH										
ตำแหน่งห้องชุดที่มี อัตราการระบาย อากาศน้อยสุด ห้องชุดตำแหน่งที่ 8				<table border="1"> <tr><td>4.00</td></tr> <tr><td>3.50</td></tr> <tr><td>3.00</td></tr> <tr><td>2.50</td></tr> <tr><td>2.00</td></tr> <tr><td>1.50</td></tr> <tr><td>1.00</td></tr> <tr><td>0.50</td></tr> <tr><td>0.00</td></tr> </table>	4.00	3.50	3.00	2.50	2.00	1.50	1.00	0.50	0.00
4.00													
3.50													
3.00													
2.50													
2.00													
1.50													
1.00													
0.50													
0.00													
$\bar{X} = 0.396$ ACH	0.148 ACH	0.925 ACH	0.116 ACH										

4.1.15 ผังอาคารรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ห้องชุดแบบ Loft มีระบบท่อระบายอากาศ ขนาด 150 mm. (RL150)

ผลการวิเคราะห์กรณี RL150

- ความเร็วลม (Velocity)

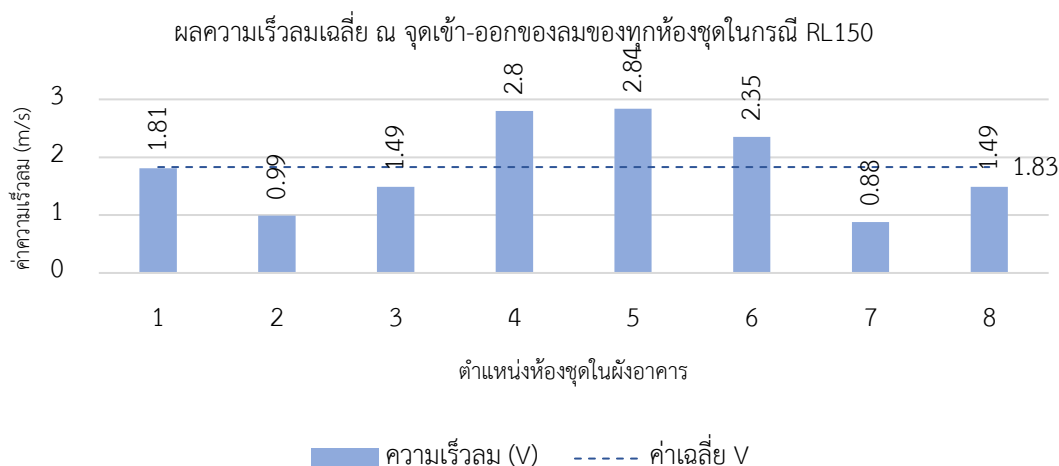
อาคารรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ที่เป็นห้องชุดแบบ Loft ที่มีการติดตั้งระบบท่อระบายอากาศ ขนาด 150 mm. มีค่าความเร็วลมเฉลี่ยอยู่ที่ 1.83 m/s โดยกระแสลมที่พัดมาในแนวทำมุมทแยงกับอาคารจะส่งผลให้ความเร็วลมที่เกิดขึ้นภายในห้องชุด มีค่าสูงกว่าการที่กระแสลมจะพัดตั้งฉากกับตัวอาคาร ซึ่งห้องชุดที่มีความเร็วลมเฉลี่ยสูงสุด คือ ห้องชุดตำแหน่งที่ 5 (ห้องชุดที่อยู่มุมอาคารทางทิศใต้) ที่มีความเร็วลมเฉลี่ย 2.84 m/s ส่วนห้องชุดที่มีความเร็วลมน้อยสุด คือ ห้องชุดตำแหน่งที่ 7 (ห้องชุดที่อยู่มุมกลางอาคารทางทิศเหนือ) ที่มีความเร็วลมเฉลี่ย 0.88 m/s

- อัตราการระบายอากาศ (Air change Rate)

ในกรณีอาคารรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ที่เป็นห้องชุดแบบ loft ที่มีการติดตั้งระบบท่อระบายอากาศ ขนาด 150 mm. มีห้องชุดที่มีอัตราการระบายอากาศผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ASHRAE 62.1 หรือตั้งแต่ 0.35 ACH ขึ้นไป เป็น 79.17% ซึ่งห้องชุดทุกห้องผ่านเกณฑ์ทั้งหมด โดยห้องชุดตำแหน่งที่ 5 (ห้องชุดที่อยู่มุมอาคารทางทิศใต้) เป็นห้องชุดที่มีอัตราการระบายอากาศเฉลี่ยสูงสุด คือ 1.099 ซึ่งสามารถมีอัตราการระบายอากาศผ่านเกณฑ์ทั้ง 3 ทิศทางลม

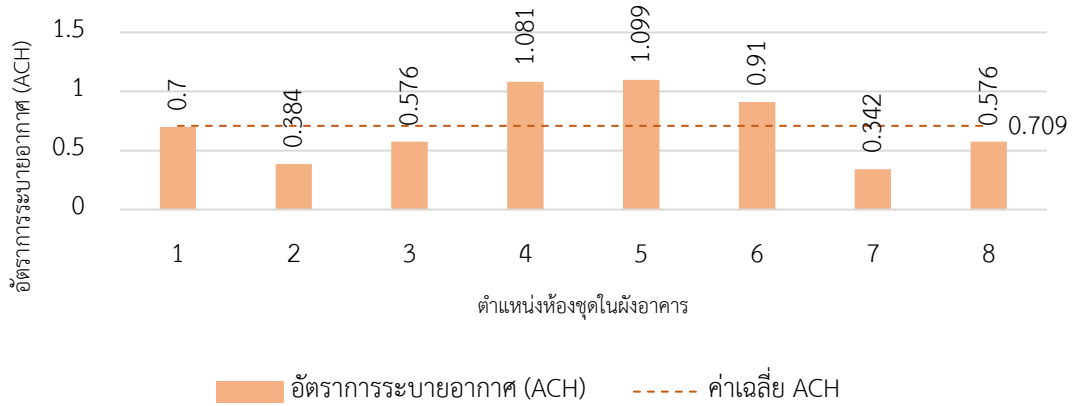
- การเคลื่อนที่ของอากาศ

จากตาราง 4.16 กรณีของห้องชุดตำแหน่งที่ 5 (ห้องชุดที่อยู่มุมอาคารทางทิศใต้) จะมีการไหลของอากาศจากปลายท่อเข้าสู่ภายในห้องชุด เมื่อกระแสลมมีทิศทางมาจากด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือ และในกรณีของทิศอื่นจะเป็นกระแสลมออกจากภายในห้องชุดสู่ปลายท่อ



ภาพที่ 4.29 ความเร็วลมเฉลี่ย ณ จุดเข้า-ออกของลมของทุกห้องชุดในกรณี RL150

ผลอัตราการระบายอากาศเฉลี่ยของทุกห้องชุดในกรณี RL150



ภาพที่ 4.30 อัตราการระบายอากาศเฉลี่ยของทุกห้องชุดในกรณี RL150

ตารางที่ 4.16 แสดงผลห้องชุดที่มีอัตราการระบายอากาศสูง-น้อยสุด ของกรณี RL150

	ทิศใต้	ทิศตะวันตกเฉียงใต้	ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ	Velocity (m/s)									
ตำแหน่งห้องชุดที่มี อัตราการระบาย อากาศสูงสุด ห้องชุดตำแหน่งที่ 5				<table border="1"> <tr><td>4.00</td></tr> <tr><td>3.50</td></tr> <tr><td>3.00</td></tr> <tr><td>2.50</td></tr> <tr><td>2.00</td></tr> <tr><td>1.50</td></tr> <tr><td>1.00</td></tr> <tr><td>0.50</td></tr> <tr><td>0.00</td></tr> </table>	4.00	3.50	3.00	2.50	2.00	1.50	1.00	0.50	0.00
4.00													
3.50													
3.00													
2.50													
2.00													
1.50													
1.00													
0.50													
0.00													
$\bar{X} = 1.099$ ACH	0.476 ACH	1.214 ACH	1.608 ACH										
ตำแหน่งห้องชุดที่มี อัตราการระบาย อากาศน้อยสุด ห้องชุดตำแหน่งที่ 7				<table border="1"> <tr><td>4.00</td></tr> <tr><td>3.50</td></tr> <tr><td>3.00</td></tr> <tr><td>2.50</td></tr> <tr><td>2.00</td></tr> <tr><td>1.50</td></tr> <tr><td>1.00</td></tr> <tr><td>0.50</td></tr> <tr><td>0.00</td></tr> </table>	4.00	3.50	3.00	2.50	2.00	1.50	1.00	0.50	0.00
4.00													
3.50													
3.00													
2.50													
2.00													
1.50													
1.00													
0.50													
0.00													
$\bar{X} = 0.342$ ACH	0.062 ACH	0.487 ACH	0.476 ACH										

4.1.16 ผังอาคารรูปตัวซี (C) ห้องชุดแบบ Loft มีระบบท่อระบายอากาศขนาด 150 mm. (CL150) ผลการวิเคราะห์กรณี CL150

- ความเร็วลม (Velocity)

อาคารรูปตัวซี (C) ที่เป็นห้องชุดแบบ Loft ที่มีการติดตั้งระบบท่อระบายอากาศขนาด 150 mm. มีค่าความเร็วลมเฉลี่ยอยู่ที่ 1.11 m/s โดยกระแสลมที่พัดมาในแนวทำมุมทแยงกับอาคารจะส่งผลให้ความเร็วลมที่เกิดขึ้นภายในห้องชุด มีค่าสูงกว่าการที่กระแสลมจะพัดตั้งฉากกับตัวอาคาร ซึ่งห้องชุดที่มีความเร็วลมเฉลี่ยสูงสุด คือ ห้องชุดตำแหน่งที่ 3 (ห้องชุดที่อยู่มุมอาคารทางทิศเหนือ) ที่มีความเร็วลมเฉลี่ย 2.37 m/s ส่วนห้องชุดที่มีความเร็วลมน้อยสุด คือ ห้องชุดตำแหน่งที่ 5 (ห้องชุดที่อยู่กลางอาคารภายในบริเวณคอร์ทกลางอาคารทางทิศใต้) ที่มีความเร็วลมเฉลี่ย 0.53 m/s

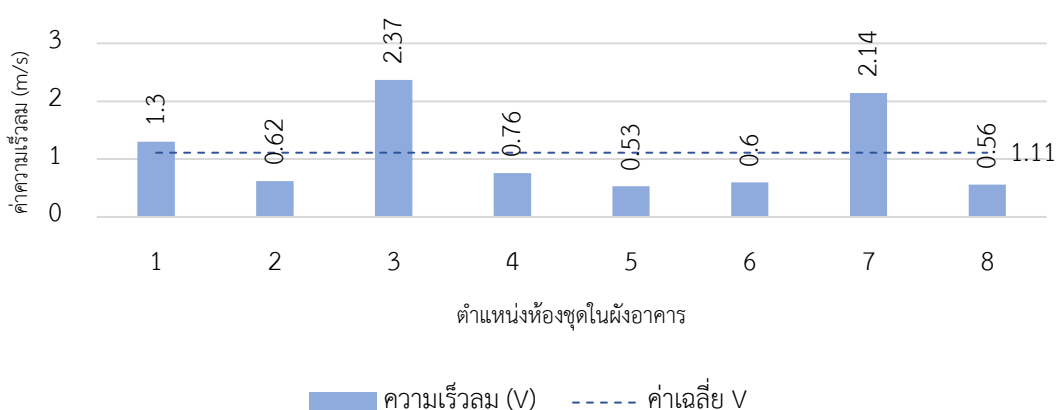
- อัตราการระบายอากาศ (Air change Rate)

ในกรณีอาคารรูปตัวซี (C) ที่เป็นห้องชุดแบบ loft ที่ มีการติดตั้งระบบท่อระบายอากาศขนาด 150 mm. มีห้องชุดที่มีอัตราการระบายอากาศผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ASHRAE 62.1 หรือตั้งแต่ 0.35 ACH ขึ้นไป เป็น 29.17% โดยห้องชุดตำแหน่งที่ 3 (ห้องชุดที่อยู่มุมอาคารทางทิศเหนือ) เป็นห้องชุดที่มีอัตราการระบายอากาศเฉลี่ยสูงสุด คือ 0.918 ACH และมีห้องชุดตำแหน่ง 1 และ 7 ที่ผ่านเกณฑ์ ส่วนห้องชุดตำแหน่งอื่น ๆ เป็นห้องชุดที่ไม่ผ่านเกณฑ์

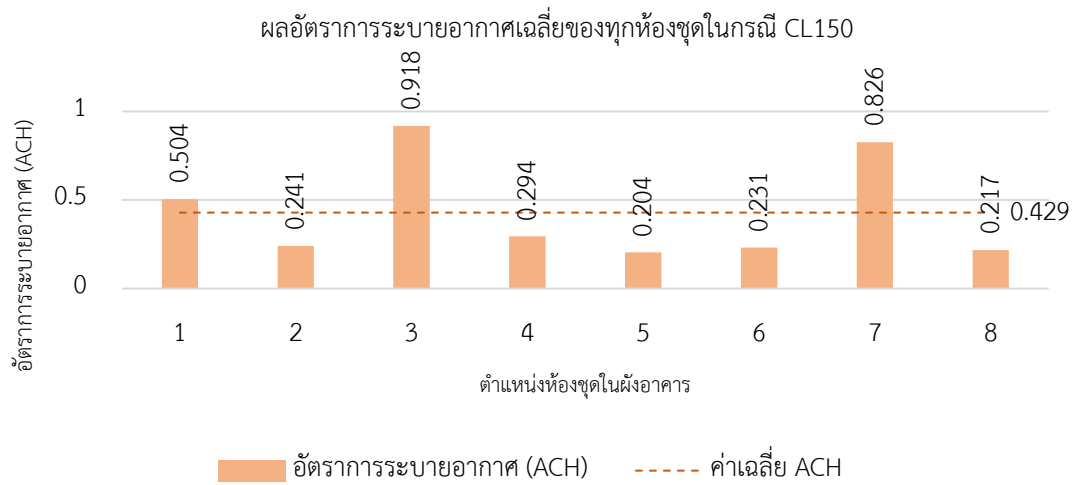
- การเคลื่อนที่ของอากาศ

จากตาราง 4.17 กรณีของห้องชุดตำแหน่งที่ 3 (ห้องชุดที่อยู่มุมอาคารทางทิศเหนือ) จะมีการไหลของอากาศจากปลายท่อเข้าสู่ภายในห้องชุด เมื่อกระแสลมมีทิศทางมาจากด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้ และในกรณีของทิศอื่นจะเป็นกระแสลมออกจากภายในห้องชุดสู่ปลายท่อ

ผลความเร็วลมเฉลี่ย ณ จุดเข้า-ออกของลมของทุกห้องชุดในกรณี CL150



ภาพที่ 4.31 ความเร็วลมเฉลี่ย ณ จุดเข้า-ออกของลมของทุกห้องชุดในกรณี CL150



ภาพที่ 4.32 อัตราการระบายอากาศเฉลี่ยของทุกห้องชุดในกรณี CL150

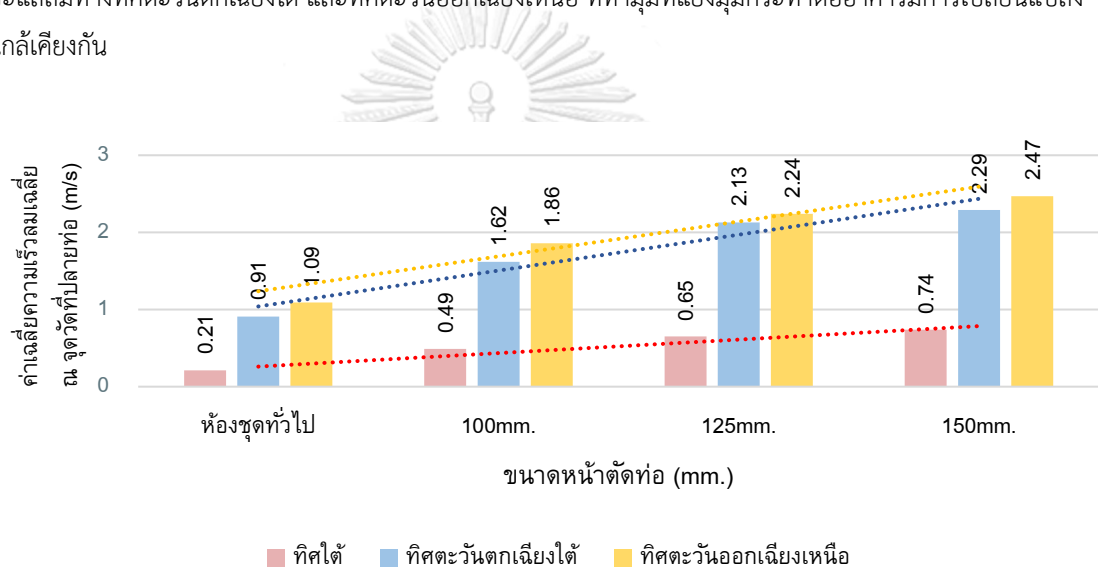
ตารางที่ 4.17 แสดงผลห้องชุดที่มีอัตราการระบายอากาศสูง-น้อยสุด ของกรณี CL150

	ทิศใต้	ทิศตะวันตกเฉียงใต้	ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ	Velocity (m/s)
ตำแหน่งห้องชุดที่มี อัตราการระบาย อากาศสูงสุด ห้องชุดตำแหน่งที่ 3				<ul style="list-style-type: none"> 4.00 3.50 3.00 2.50 2.00 1.50 1.00 0.50 0.00
$\bar{X} = 0.918$ ACH	0.155 ACH	1.079 ACH	1.519 ACH	
ตำแหน่งห้องชุดที่มี อัตราการระบาย อากาศน้อยสุด ห้องชุดตำแหน่งที่ 5				<ul style="list-style-type: none"> 4.00 3.50 3.00 2.50 2.00 1.50 1.00 0.50 0.00
$\bar{X} = 0.204$ ACH	0.093 ACH	0.201 ACH	0.317 ACH	

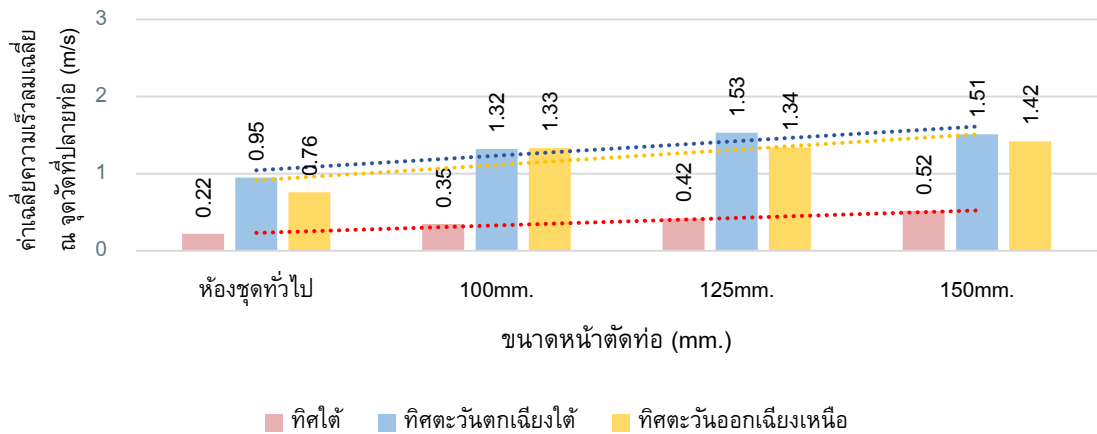
4.2 การวิเคราะห์ผลการจำลองพลศาสตร์ของไหล (CFD) อาคารกรณีศึกษาด้วยโปรแกรม ANSYS 2023 R1

4.2.1 วิเคราะห์ความเร็วลม ณ ตำแหน่ง 0.75 เมตรจากปลายท่อ และบริเวณขอบประตู (กรณีห้องปกติ)

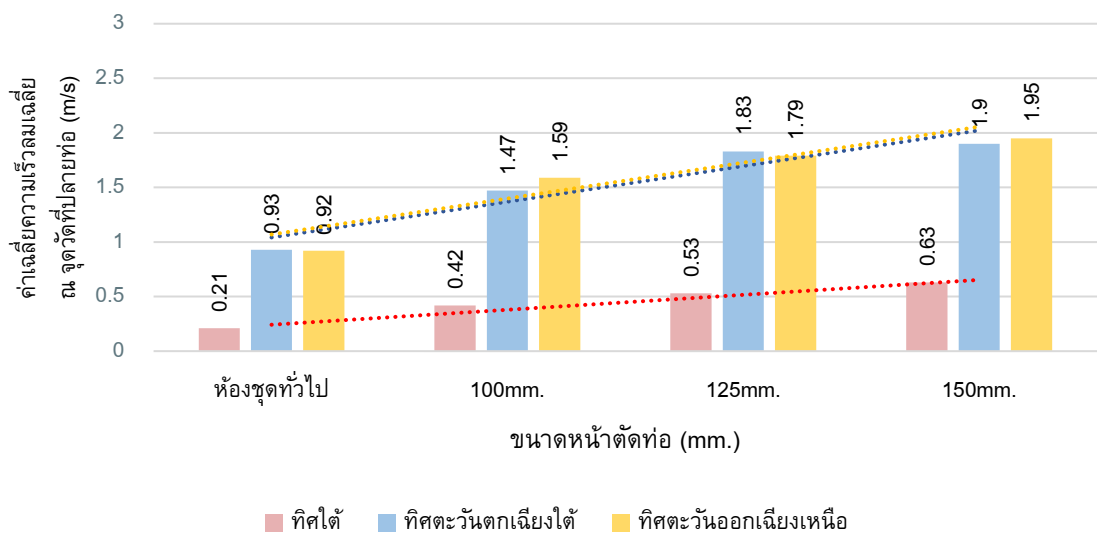
การจำลองกรณีศึกษาผ่านโปรแกรม CFD พบว่าความเร็วลมที่เกิดขึ้นภายในห้องชุดพักอาศัยทุกกรณี จะพบว่าทิศทางของกระแสลมที่กระทำต่ออาคารมีผลต่อความเร็วลมที่เกิดขึ้น โดยในการวิจัยนี้จะทำการตั้งค่าทิศทางลมเป็น 3 กรณี ได้แก่ กระแสลมจากทิศใต้ กระแสลมจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ และกระแสลมจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ โดยพบว่ากรณีของผังอาคารรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า (ภาพที่ 4.33) มีค่าเฉลี่ยความเร็วลม ณ จุดวัดที่ทางเข้า-ออกของลมที่สูงกว่าผังรูปตัวซี (ภาพที่ 4.34) ในทุกกรณี และความเร็วลมของกรณีห้องชุดปกติจะมีค่าเฉลี่ยที่น้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกรณีห้องชุดที่มีระบบท่อระบายอากาศขนาดต่าง ๆ ซึ่งค่าเฉลี่ยของความเร็วลมของกระแสลมทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ และทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ที่ทำมุมทแยงมุมกระทำต่ออาคารมีการเปลี่ยนแปลงที่ใกล้เคียงกัน



ภาพที่ 4.33 การเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยความเร็วลมของห้องชุดก่อนติดตั้งระบบท่อระบายอากาศ และติดตั้งระบบท่อระบายอากาศขนาดต่าง ๆ ในทิศทางลมที่แตกต่างกัน กรณีผังอาคารรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า



ภาพที่ 4.34 การเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยความเร็วลมของห้องชุดก่อนติดตั้งระบบท่อระบายอากาศ และติดตั้งระบบท่อระบายอากาศขนาดต่าง ๆ ในทิศทางลมที่แตกต่างกัน กรณีผังอาคารรูปตัวซี (C)

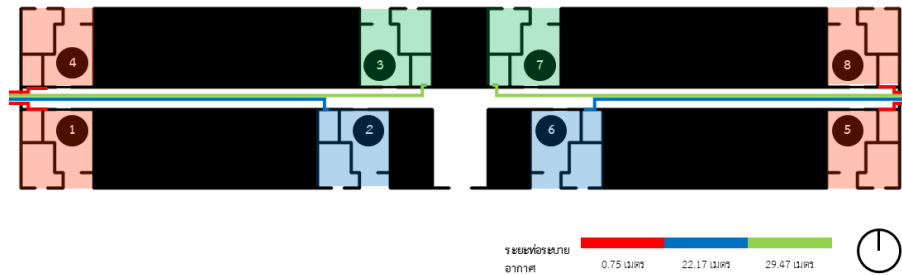


ภาพที่ 4.35 การเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยความเร็วลมของห้องชุดก่อนติดตั้งระบบท่อระบายอากาศ และติดตั้งระบบท่อระบายอากาศขนาดต่าง ๆ ในทิศทางลมที่แตกต่างกัน

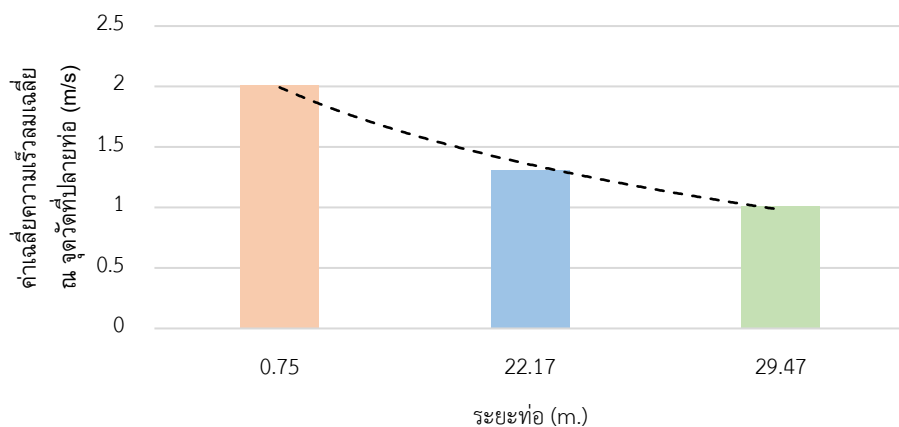
โดยความเร็วลมของห้องชุดจะลดลงจากความเร็วลมตั้งต้นตั้งแต่ประมาณ 50% ขึ้นไป ซึ่งจากการจำลองผ่านโปรแกรม CFD จะพบว่าในกรณีของห้องชุดปกติที่ไม่ได้มีการติดตั้งระบบท่อระบายอากาศ ความเร็วลมที่เกิดขึ้นมีความเร็วที่น้อยมาก แต่ในกรณีที่เพิ่มระบบท่อระบายอากาศกับห้องชุดการเปลี่ยนแปลงของความเร็วลมสามารถเพิ่มขึ้น อย่างน้อย 60% ตั้งแต่ท่อระบายอากาศ ขนาด 100 mm. และเพิ่มเป็นเท่าตัวในกรณีของห้องชุดที่ติดตั้งระบบท่อระบายอากาศ ขนาด 150 mm.

4.2.2 ระยะท่อกับประสิทธิภาพในการระบายอากาศ

ท่อระบายอากาศมีการติดตั้งตามห้องชุด ซึ่งระยะจากปากท่อสู่ปลายท่อส่งผลถึงความเร็วลมที่เกิดขึ้นในท่อ เพราะฉะนั้นอัตราการระบายอากาศก็จะแปรผันตรงกับระยะทางของท่อ ซึ่งในผังอาคารรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า เป็นผังอาคารที่ไม่มีปัจจัยด้านทิศทางของปลายท่อเข้ามาเกี่ยวข้อง โดยระยะของท่อจะแยกตามสีในภาพที่ 4.36 และแสดงผลการเปลี่ยนแปลงของความเร็วลมภายในท่อระบายอากาศในภาพที่ 4.37



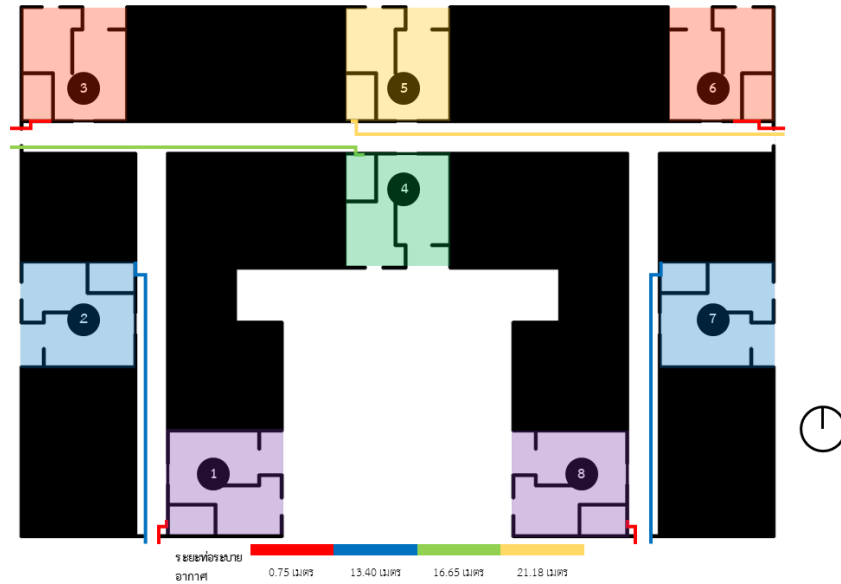
ภาพที่ 4.36 แสดงสีห้องชุดตามระยะท่อระบายอากาศ กรณีผังอาคารรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า



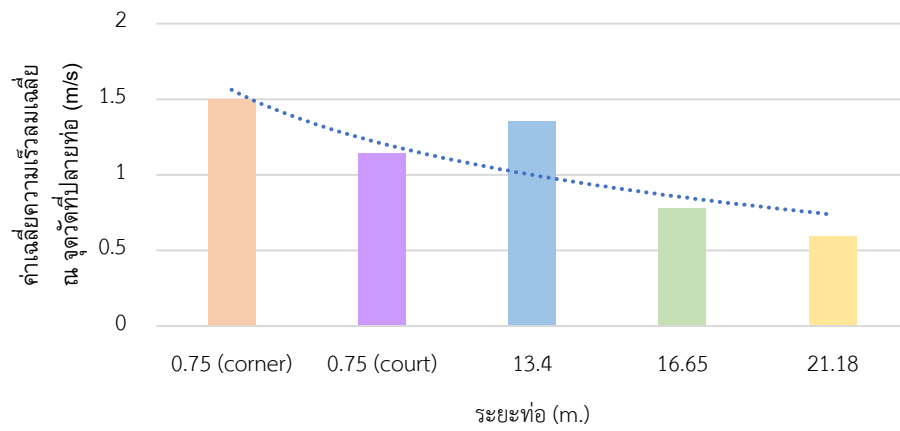
ภาพที่ 4.37 ค่าเฉลี่ยความเร็วลมที่แปรผันตามระยะท่อระบายอากาศ กรณีผังอาคารรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า

ในผังอาคารรูปตัวซี นอกจากปัจจัยด้านระยะของท่อแล้วยังมีปัจจัยในด้านตำแหน่งของปลายท่อเข้ามาเกี่ยวข้อง เป็นผลมาจากกรุปผังอาคารที่มีการจัดเรียงห้องชุดซึ่งจะมีบางห้องชุดที่อยู่ในพื้นที่คอร์ทกลางอาคาร ซึ่งส่งผลให้กระแสลม โดยระยะของท่อจะแยกตามสีในภาพที่ 4.38 และแสดงผลการเปลี่ยนแปลงของความเร็วลมภายในท่อระบายอากาศในภาพที่ 4.39

จากผลความเร็วลมในภาพที่ 4.39 พบว่า กรณีของระยะท่อที่ 0.75 m. ในตำแหน่งห้องที่แตกต่างกัน ทำให้ความเร็วลมภายในท่อระบายอากาศก็มีความแตกต่างกัน โดยห้องชุดที่อยู่มุมอาคารด้านนอกมีความเร็วลมภายในท่อระบายอากาศที่สูงกว่าห้องชุดที่อยู่มุมแต่อยู่ล้อมรอบคอร์ทกลางอาคาร ซึ่งมีความเร็วลมภายในท่อแตกต่างกันประมาณ 23.94% โดยจากผังอาคารรูปตัวซี (C) นี้สามารถสรุปได้ว่าระยะของท่อระบายอากาศมีผลต่อความเร็วลมภายในท่อน้อยกว่าตำแหน่งของห้องชุด



ภาพที่ 4.38 แสดงสีห้องชุดตามระยะท่อระบายอากาศ กรณีผังอาคารรูปตัวซี (C)



ภาพที่ 4.39 ค่าเฉลี่ยความเร็วลมที่แปรผันตามระยะท่อระบายอากาศ กรณีผังอาคารรูปตัวซี (C)

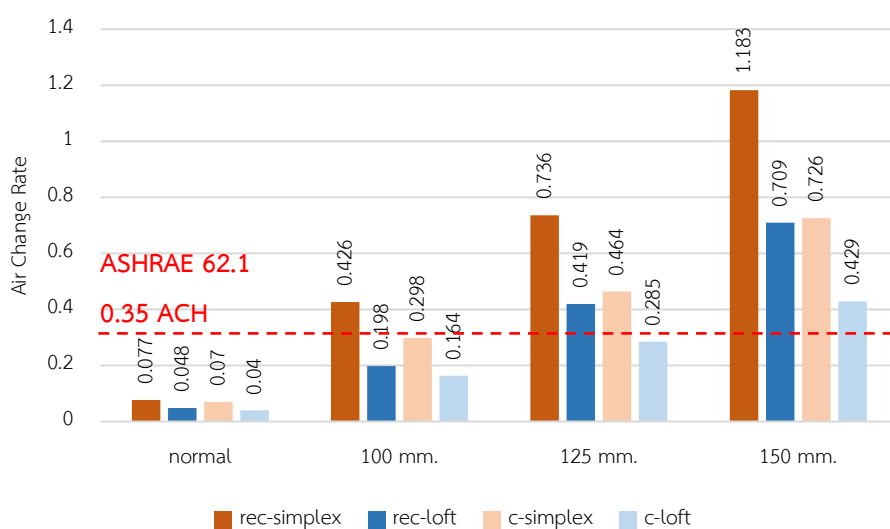
4.2.3 วิเคราะห์อัตราการระบายอากาศภายในห้องชุด

การระบายอากาศภายในห้องชุด จากการทำวิจัยนี้จะทำการวัดความเร็วลมที่บริเวณขอบประตูในกรณีห้องชุดปกติ และระยะ 0.75 เมตรจากปลายท่อระบายอากาศในกรณีห้องชุดที่มีระบบท่อระบายอากาศ ซึ่งจะทำให้การวัดผลมาคำนวณด้วยสมการ โดยจะมีค่าตัวแปรของแต่ละกรณีที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับ ขนาดหน้าตัดของท่อระบายอากาศ, ขนาดของห้องชุด และตำแหน่งของห้องชุดเป็นหลัก

ความเร็วลมเฉลี่ย ณ จุดวัด จะเป็นผลจากการจำลองผ่านโปรแกรม ANSYS 2023 R1 ใน 3 ทิศลม ซึ่งจะนำมาเฉลี่ยเป็นแต่ละตำแหน่งห้องชุด เนื่องจากถือเป็นอัตราการระบายอากาศที่เป็นไปได้ของห้องชุดตำแหน่งนั้นๆ ซึ่งกรณีของห้องชุดทั่วไป ก่อนติดตั้งระบบท่อระบายอากาศ ความเร็วลมเฉลี่ยที่วัดได้จะอยู่ที่ 0.63-0.72 m/s ส่วนกรณีที่มีการติดตั้งระบบท่อระบายอากาศแล้วจะอยู่ที่ 0.96 m/s ขึ้นไป โดยความเร็วลมที่ทำให้ห้องชุดมีอัตราการระบายอากาศผ่านเกณฑ์จะต้องมากกว่า 3.30 m/s ในกรณีห้องชุดทั่วไปก่อนติดตั้งระบบท่อระบายอากาศ และ 1.23 m/s ในกรณีห้องชุดที่มีการติดตั้งระบบท่อระบายอากาศ (คำนวณจากขนาดหน้าตัดท่อ ขนาด 100 mm.)

จากผลการจำลองผ่านโปรแกรม ANSYS 2023 R1 พบว่าอัตราการระบายอากาศของห้องชุดแบบทั่วไปที่ยังไม่มีการติดตั้งระบบท่อระบายอากาศมีอัตราการระบายอากาศที่ต่ำกว่าเกณฑ์ ASHRAE 62.1 อย่างมาก ซึ่งการเพิ่มระบบท่อระบายอากาศเข้าไปในห้องชุด ส่งผลให้อัตราการระบายอากาศมีค่าที่สูงขึ้นอย่างชัดเจน โดยจะส่งผลกับห้องชุดแบบ simplex มากกว่าห้องชุดแบบ loft เนื่องจากปริมาตรของห้องที่แตกต่างกัน ซึ่งในกรณีของผังรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ห้องชุดแบบ simplex จะมีอัตราการระบายอากาศเฉลี่ย 0.426 ACH เมื่อมีการติดตั้งระบบท่อระบายอากาศ ขนาด 100 mm. และในกรณีของห้องชุดแบบ loft จะมีอัตราการระบายอากาศ 0.419 ACH เมื่อมีการติดตั้งระบบท่อระบายอากาศ ขนาด 125 mm.

แต่ในกรณีของผังอาคารรูปตัวซี (C) ห้องชุดแบบ simplex มีค่าเฉลี่ยอัตราการระบายอากาศ 0.464 ACH ซึ่งถือว่าผ่านเกณฑ์มาตรฐาน เมื่อมีการเลือกใช้ท่อระบายอากาศ ขนาด 125 mm. และห้องชุดแบบ loft จำเป็นต้องใช้ท่อระบายอากาศ ขนาด 150 mm. เพื่อให้มีอัตราการระบายอากาศที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ที่ 0.429 ACH

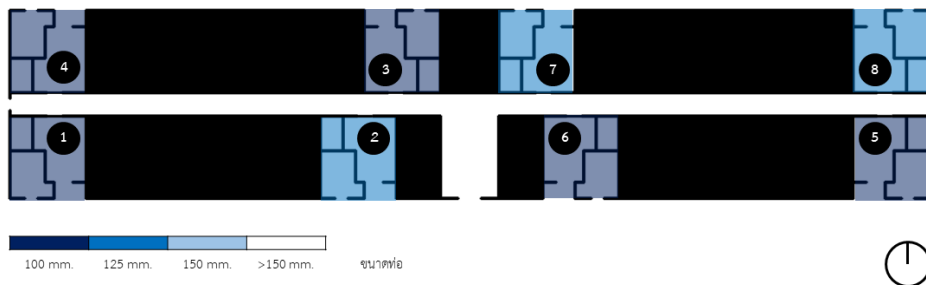


ภาพที่ 4.40 อัตราการระบายอากาศเฉลี่ยของห้องชุดแบบ simplex และ loft แบบทั่วไปและติดตั้งระบบท่อระบายอากาศ ขนาดต่างๆ แยก 2 ผังอาคาร

4.2.4 วิเคราะห์ตำแหน่งห้องชุดที่มีอัตราการระบายอากาศที่ผ่านเกณฑ์

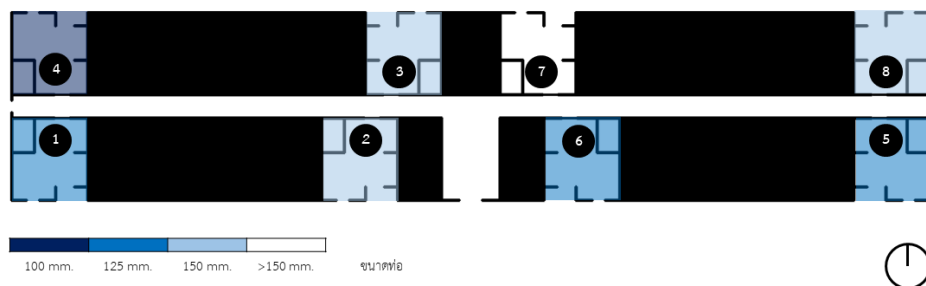
จากผลจำลองกรณีศึกษาผ่านโปรแกรม CFD พบว่าห้องชุดในตำแหน่งมุมอาคารและกลางอาคารจะมีอัตราการระบายอากาศที่แตกต่างกัน โดยรูปทรงอาคารที่ทำการศึกษาคือได้แก่ ผังอาคารรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า และผังอาคารรูปตัวซี (C) ซึ่งผลของผังอาคารจะพบว่าตำแหน่งของห้องชุดที่มีอัตราการระบายอากาศที่ผ่านเกณฑ์ จะเป็นห้องชุดตำแหน่งที่คล้ายๆ กัน

โดยในผังอาคารรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ในกรณีของห้องชุดแบบ simplex (ภาพที่ 4.41) ห้องชุดที่อยู่ในบริเวณมุมของอาคารมีอัตราการระบายอากาศที่ผ่านเกณฑ์ทั้ง 3 ขนาดต่อ แต่ห้องชุดที่อยู่ในบริเวณกลางอาคารส่วนใหญ่จะผ่านเกณฑ์เมื่อมีการติดตั้งระบบท่อระบายอากาศ ขนาดที่ใหญ่ขึ้น



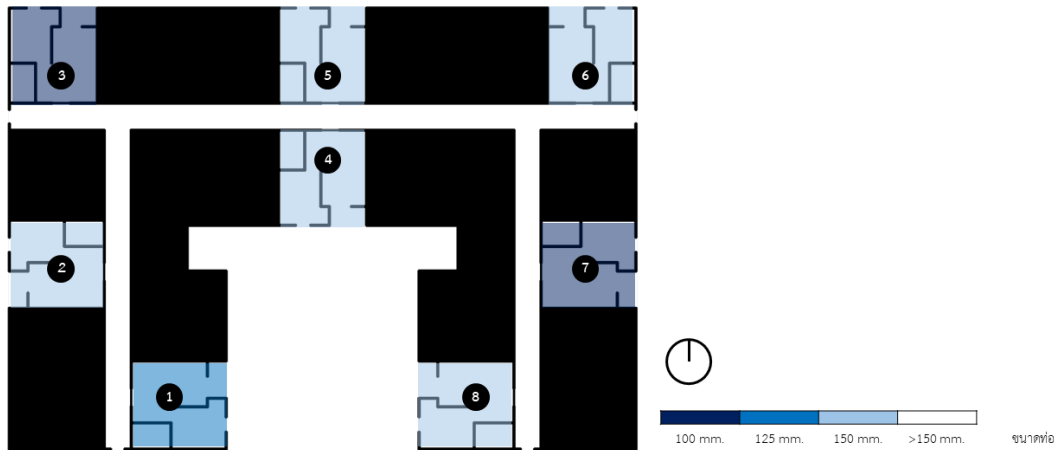
ภาพที่ 4.41 ผังอาคารรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ห้องชุด simplex แสดงตำแหน่งห้องชุดที่มีอัตราการระบายอากาศผ่านเกณฑ์

ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับห้องชุดแบบ loft (ภาพที่ 4.42) ที่ห้องชุดตำแหน่งที่ 8 (ห้องชุดที่อยู่มุมอาคารทางด้านทิศเหนือ) มีอัตราการระบายอากาศที่ผ่านเกณฑ์เทียบเท่ากับห้องชุดในตำแหน่งที่ 2 และ 3 ซึ่งเป็นห้องชุดที่อยู่บริเวณกลางอาคาร โดยจากการจำลองผ่านโปรแกรม CFD จะพบว่าอัตราการระบายอากาศที่เกิดขึ้นกับห้องชุดแบบ loft มีความแตกต่างจากห้องชุดแบบ simplex ในหลายๆตำแหน่ง ซึ่งเป็นผลมาจากปริมาตรห้องที่แตกต่างกัน ซึ่งเป็นหนึ่งในตัวแปรของสมการที่ใช้คำนวณหาอัตราการระบายอากาศ โดยในกรณีของห้องชุดแบบ loft ห้องชุดตำแหน่งที่ 7 (ห้องชุดที่อยู่กลางอาคารทางด้านทิศเหนือ) เป็นห้องชุดที่อัตราการระบายอากาศไม่ผ่านเกณฑ์



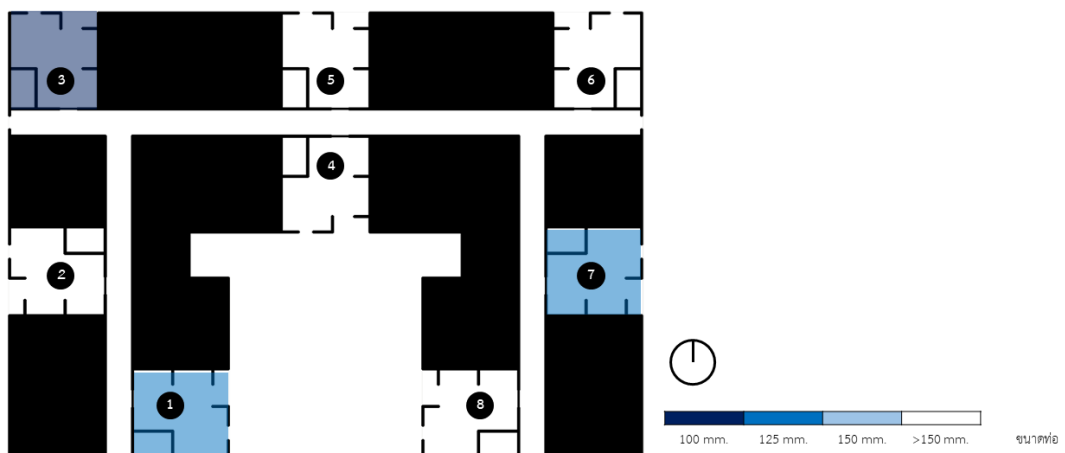
ภาพที่ 4.42 ผังอาคารรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ห้องชุด loft แสดงตำแหน่งห้องชุดที่มีอัตราการระบายอากาศผ่านเกณฑ์

ส่วนในกรณีของผังอาคารรูปตัวซี (C) ห้องชุดแบบ simplex (ภาพที่ 4.43) ห้องชุดส่วนใหญ่จะมีอัตราการระบายอากาศที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานก็ต่อเมื่อห้องชุดมีการติดตั้งระบบท่อระบายอากาศ ขนาด 150 mm. และห้องชุดในตำแหน่งห้องมุมของอาคารไม่ได้มีอัตราการระบายอากาศที่ดีกว่าห้องชุดอื่นๆ เนื่องจากห้องชุดในตำแหน่งมุมบางตำแหน่งมีอัตราการระบายอากาศที่ผ่านเกณฑ์เทียบเท่าห้องชุดที่มีตำแหน่งอยู่บริเวณกลางอาคาร



ภาพที่ 4.43 ผังอาคารรูปตัวซี (C) ห้องชุดแบบ simplex แสดงตำแหน่งห้องชุดที่มีอัตราการระบายอากาศผ่านเกณฑ์

โดยในกรณีของห้องชุดแบบ loft (ภาพที่ 4.44) แสดงให้เห็นว่าห้องชุดตำแหน่งที่ 3 (ห้องชุดที่อยู่มุมอาคารทางด้านทิศเหนือ) เป็นห้องชุดที่มีอัตราการระบายอากาศผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ติดตั้งท่อระบายอากาศขนาด 100 mm. รวมถึงห้องชุดส่วนใหญ่จะไม่ผ่านเกณฑ์แม้จะมีการติดตั้งระบบท่อระบายอากาศก็ตาม เพราะฉะนั้นในกรณีของห้องชุดแบบ loft หากจะมีการติดตั้งท่อระบายอากาศ อาจจะต้องเลือกใช้ท่อระบายอากาศที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่มากกว่า 150 mm.



ภาพที่ 4.44 ผังอาคารรูปตัวซี (C) ห้องชุดแบบ loft แสดงตำแหน่งห้องชุดที่มีอัตราการระบายอากาศผ่านเกณฑ์

บทที่ 5

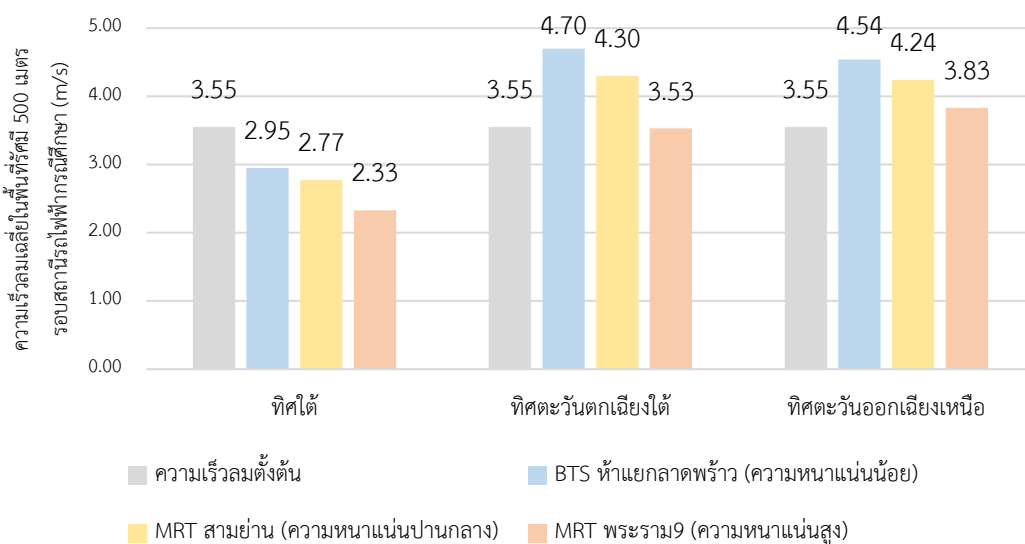
สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

จากผลการวิเคราะห์ผลการจำลองกรณีศึกษาห้องชุดทั้งหมด โดยเน้นที่อัตราการระบายอากาศที่เกิดขึ้นภายในห้องชุดที่มีการปรับปรุงโดยการติดตั้งระบบท่อระบายอากาศ ส่งผลให้อัตราการระบายอากาศของห้องชุดมีค่าที่เปลี่ยนแปลงไปในแต่ละกรณี ซึ่งสามารถนำมาสรุปผล และอภิปรายเกี่ยวกับประสิทธิภาพการระบายอากาศที่เพิ่มขึ้นจากการใช้ระบบท่อระบายอากาศ โดยจะนำไปสู่การเสนอแนวทางการออกแบบ ระบบท่อระบายอากาศที่เพิ่มประสิทธิภาพการระบายอากาศของห้องชุดในคอนโดมิเนียม ซึ่งสามารถสรุปได้ ดังนี้

5.1 สรุปผลกระทบของความหนาแน่นเมืองต่อกระแสลมธรรมชาติ

จากการจำลองการไหลของอากาศผ่านบริบทเมืองที่มีความหนาแน่นแตกต่างกัน ซึ่งกรณีที่ทำการศึกษาจะเป็นบริบทเมืองที่มีการกระจุกตัวของอาคารสูงอยู่ในมุมใดมุมหนึ่งของพื้นที่รอบสถานีรถไฟ พบว่าความเร็วลมเฉลี่ยที่เกิดขึ้นในพื้นที่บริบทเมืองทั้ง 3 กรณี มีทั้งเพิ่มขึ้น และลดลงในแต่ละทิศทางลม โดยความหนาแน่นของเมืองส่งผลต่อความเร็วลมเฉลี่ยที่เกิดขึ้นในพื้นที่เป็นลำดับ

จากแผนภูมิจะแสดงการเปลี่ยนแปลงของความเร็วลมเฉลี่ยในแต่ละทิศ (ภาพที่ 5.1) แสดงให้เห็นว่ากระแสลมของทั้ง 3 ทิศทางจะมีความเร็วลมที่ลดลงเมื่อความหนาแน่นของเมืองเพิ่มขึ้น และในกรณีของลมที่มาจากทิศใต้ ความเร็วลมเฉลี่ยที่วัดได้จะค่าน้อยกว่าความเร็วลมตั้งต้นในทุกพื้นที่ที่กรณีศึกษา แต่เมื่อกระแสลมมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ และทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ความเร็วลมเฉลี่ยมีค่าสูงขึ้นจากค่าความเร็วลมตั้งต้น

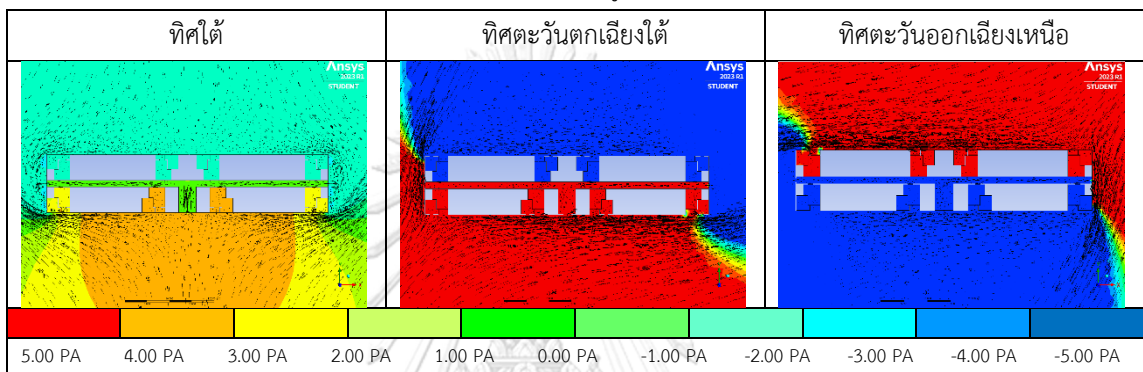


ภาพที่ 5.1 แผนภูมิแสดงค่าความเร็วลมเฉลี่ยในรัศมี 500 เมตร รอบสถานีรถไฟ ใน 3 ทิศทางลมของแต่ละพื้นที่กรณีศึกษา

5.2 สรุปผลพฤติกรรมการเคลื่อนที่ของอากาศ

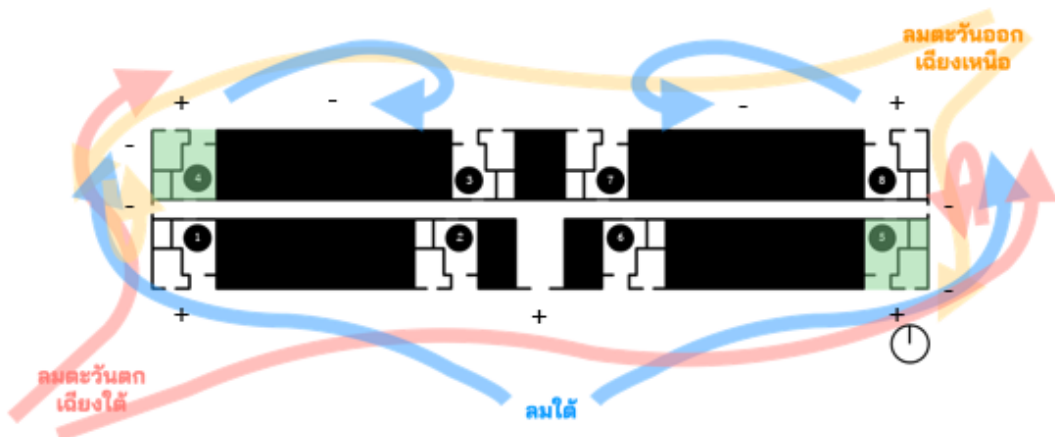
จากพฤติกรรมการเคลื่อนที่ของอากาศ ที่เป็นผลมาจากความแตกต่างของความกดอากาศ ทางผู้วิจัยจึงทำการตั้งค่าโปรแกรม Ansys 2023 R1 ให้แสดงผลถึงความกดอากาศที่เกิดขึ้นกับอาคารกรณีศึกษาที่ไม่มีการติดตั้งระบบท่อระบายอากาศ โดยจะแสดงให้เห็นถึงทิศทางของกระแสลมที่จะเกิดขึ้นในแต่ละกรณี ซึ่งจะสามารถเห็นถึงตำแหน่งห้องชุดทั่วไป (ก่อนติดตั้งระบบท่อระบายอากาศ) ที่มีโอกาสที่จะมีความเร็วลมที่สูง และอาจจะมีอัตราการระบายอากาศผ่านเกณฑ์ โดยจะแสดงเป็นตารางแสดงผลความกดอากาศที่เกิดขึ้นกับผังอาคารทั้ง 2 รูปแบบในทิศทางที่กำหนดในการจำลองพลศาสตร์ของไหล (CFD) ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 5.1 แสดงผลความกดอากาศในกรณีศึกษา อาคารผังรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า



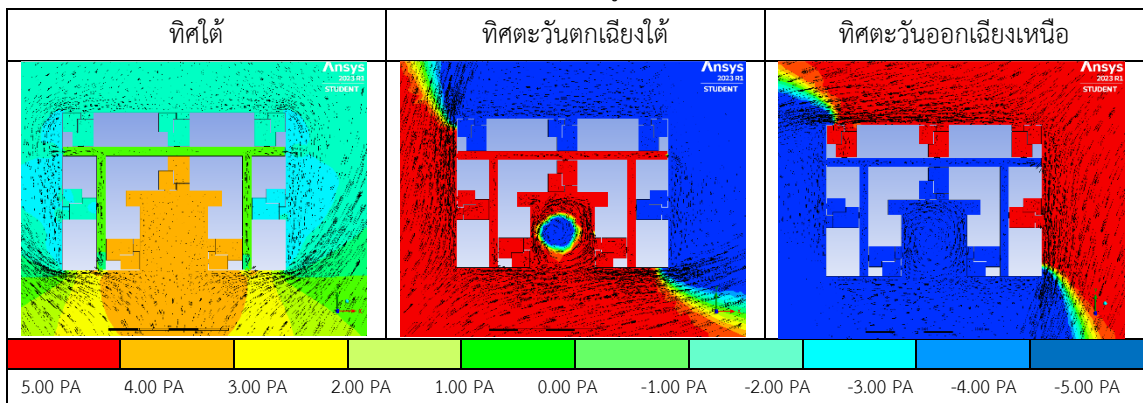
จากตารางที่ 5.1 แสดงความแตกต่างของความกดอากาศที่เกิดขึ้นในทิศลมต่าง ๆ ซึ่งสามารถนำมาเขียนเป็นทิศทางของกระแสลมได้โดยคร่าวเพื่อวิเคราะห์ตำแหน่งของห้องชุดที่มีโอกาสที่จะมีความเร็วลมที่ดีเพียงพอให้มีอัตราการระบายอากาศที่ผ่านเกณฑ์ได้ โดยแสดงดังภาพที่ 5.2 ซึ่งตำแหน่งห้องที่มีการเน้นสีเขียวคือตำแหน่งห้องชุดที่จะมีความเร็วลมที่ดีพอให้มีอัตราการระบายอากาศผ่านเกณฑ์มาตรฐานในทุกกรณีลม

จพาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

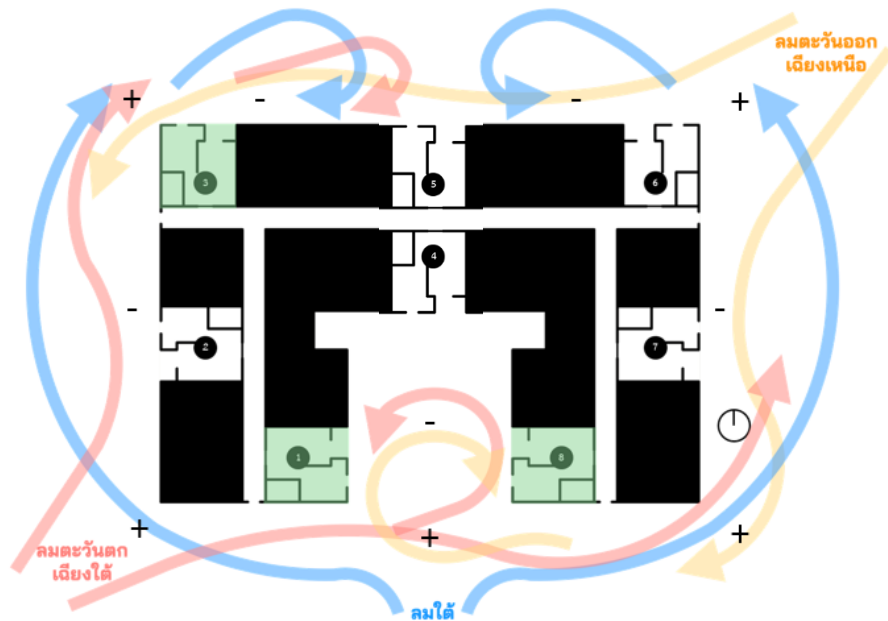


ภาพที่ 5.2 แสดงทิศทางของกระแสลมและตำแหน่งห้องที่มีโอกาสมีความเร็วลมที่ดี กรณีผังอาคารรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า

ตารางที่ 5.2 แสดงผลความกดอากาศในกรณีศึกษา อาคารผังรูปตัวซี (C)



จากตารางที่ 5.2 จะเห็นความแตกต่างของความกดอากาศที่เกิดขึ้นในทิศลมต่าง ๆ ซึ่งสามารถนำมาเขียนเป็นทิศทางของกระแสลมได้โดยคร่าว เพื่อวิเคราะห์ตำแหน่งของห้องชุดที่มีโอกาสที่จะมีความเร็วลมที่ดีเพียงพอให้มีอัตราการระบายอากาศที่ผ่านเกณฑ์ได้ โดยแสดงดังภาพที่ 5.3 ซึ่งตำแหน่งห้องที่มีการเน้นสีเขียวคือตำแหน่งห้องชุดที่จะมีความเร็วลมที่ดีพอให้มีอัตราการระบายอากาศผ่านเกณฑ์มาตรฐานในทุกกรณีลม



ภาพที่ 5.3 แสดงทิศทางของกระแสลมและตำแหน่งห้องที่มีโอกาสมีความเร็วลมที่ดีกรณีผังอาคารรูปตัวซี (C)

จากการวิเคราะห์ความกดอากาศที่เกิดขึ้นจากผังอาคารทั้ง 2 รูปแบบพบว่า ผังอาคารที่มีขาของอาคารยื่นออกมา เช่น รูปตัวซี (C) เป็นต้น จะส่งผลให้มีโอกาสที่จะเกิดความกดอากาศต่ำในบริเวณที่มีลักษณะเป็นคอร์ตของอาคาร ซึ่งจะทำให้บริเวณนั้น ๆ มีความกดอากาศต่ำ (Negative pressure) ที่จะทำให้เกิดการเคลื่อนตัวของกระแสลมเข้าไปในพื้นที่ดังกล่าว และจะส่งผลต่อความเร็วลมที่จะเกิดขึ้นกับห้องชุดที่อยู่ในบริเวณคอร์ตนั้น ซึ่งมีโอกาสทั้ง

ช่วยเพิ่มและลดความเร็วลม ดังตัวอย่างในกรณีของผังอาคารรูปตัวซี (C) ในกรณีของลมที่มาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ ในตารางที่ 5.2 จะเห็นว่าเกิดบริเวณความกดอากาศต่ำอยู่กึ่งกลางคอร์ตอาคาร แต่บริเวณโดยรอบรวมถึงภายในห้องชุดมีความกดอากาศที่สูงกว่า และทั้ง 2 ผังอาคารจะพบว่าในกรณีของลมที่มาจากทิศใต้และทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ความกดอากาศในพื้นที่โถงทางเดินกลางจะต่ำกว่าภายในห้องชุดด้านที่ปะทะกับกระแสลมโดยตรง ซึ่งส่งผลให้เกิดการเคลื่อนที่ของกระแสลมภายในห้องชุดที่ดีขึ้น แต่ในทางกลับกันห้องชุดที่มีตำแหน่งอยู่อีกด้านของโถงทางเดิน (ด้านที่ไม่ปะทะลม) ก็จะกลายเป็นพื้นที่ที่มีความกดอากาศต่ำกว่าโถงทางเดิน แต่ด้วยช่องเปิดที่มีขนาดเล็กกว่า (ช่องขอบประตู) จึงไม่มีผลจากการเคลื่อนที่ของกระแสลมมากนัก

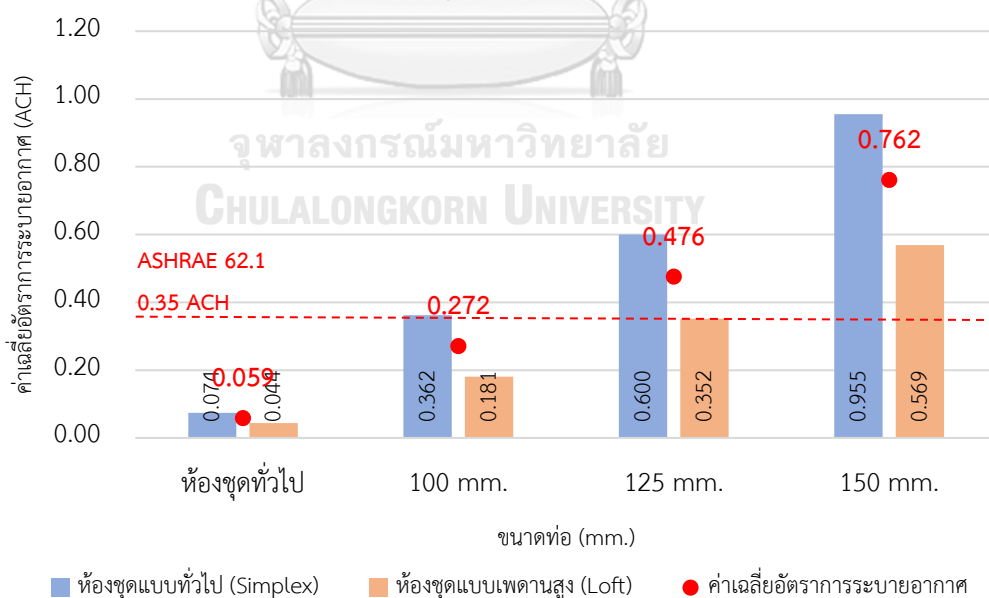
จากการสรุปผลการเคลื่อนที่ของอากาศของทั้ง 2 ผังอาคารข้างต้น พบว่าผังอาคารเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่สำคัญในด้านของการระบายอากาศ เนื่องจากผังของอาคารเป็นตัวแปรที่ทำให้เกิดความแตกต่างของความกดอากาศ ซึ่งส่งผลต่อกระแสลมที่จะมีการเคลื่อนที่เบี่ยงเบน และหักเหไปตามลักษณะของผังอาคาร เพราะฉะนั้นการออกแบบผังอาคารให้มีห้องชุดที่มีอัตราการระบายอากาศที่ดี จำเป็นต้องคำนึงถึงรูปผังของอาคารเบื้องต้นด้วย เพื่อให้ห้องชุดสามารถมีรับลมธรรมชาติได้ดี ซึ่งจะส่งผลให้การปรับใช้ระบบท่อระบายอากาศสามารถมีขนาดหน้าตัดที่เล็กลงได้



5.3 สรุปผลการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติด้วยระบบท่อระบายอากาศ ในห้องชุดพักอาศัย

เมื่อติดตั้งระบบท่อระบายอากาศภายในห้องชุดพักอาศัยพบว่าอัตราการระบายอากาศของห้องชุดมีประสิทธิภาพสูงขึ้น ซึ่งจากกรณีที่ห้องชุดแบบทั่วไปไม่มีการติดตั้งระบบท่อระบายอากาศ จะแสดงให้เห็นอัตราการระบายอากาศที่ค่อนข้างน้อยและต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ASHRAE 62.1 ที่กำหนดไว้ที่ 0.35 ACH โดยค่าเฉลี่ยของอัตราการระบายอากาศที่เกิดขึ้นภายในห้องชุดแบบทั่วไปก่อนติดตั้งระบบท่อระบายอากาศมีค่า 0.059 ACH ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานถึง 6 เท่า แต่เมื่อมีการเพิ่มระบบท่อระบายอากาศในห้องชุดทั้ง 2 ประเภททำให้อัตราการระบายอากาศภายในห้องมีการเพิ่มขึ้นจนสามารถผ่านเกณฑ์ได้

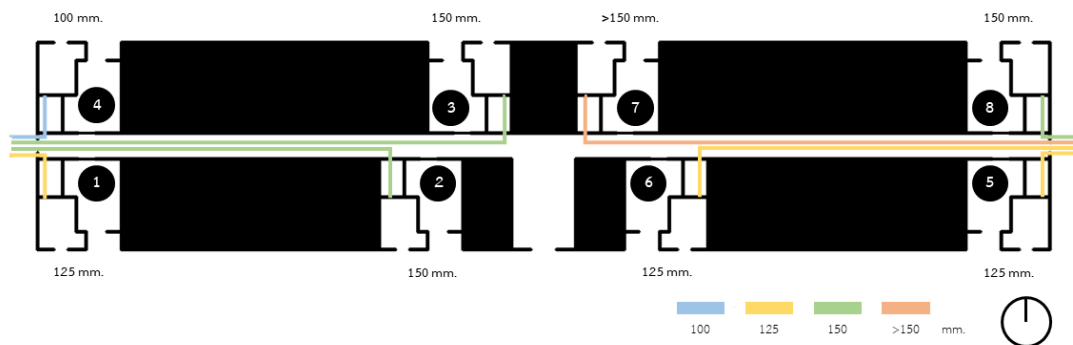
ซึ่งจากการเพิ่มขนาดหน้าตัดของท่อระบายอากาศจะทำให้ห้องชุดมีอัตราการระบายอากาศเพิ่มขึ้น โดยค่าเฉลี่ยอัตราการระบายอากาศจะผ่านเกณฑ์ ASHRAE 62.1 ที่ 0.35 ACH เมื่อมีขนาดท่อ 125 mm. แต่ในบางตำแหน่งห้องชุดก็สามารถมีอัตราการระบายอากาศที่ผ่านเกณฑ์ได้ตั้งแต่ขนาดท่อ 100 mm. ซึ่งจะเป็นเพียงห้องชุดบางส่วน จึงส่งผลให้ค่าเฉลี่ยของห้องชุดทั้งหมดที่ได้จำลองขึ้นมา โดยระบบท่อระบายอากาศจะส่งผลกับห้องชุดแบบ simplex มากกว่าห้องชุดแบบ loft โดยห้องชุดแบบ simplex สามารถมีอัตราการระบายอากาศเมื่อติดตั้งระบบท่อระบายอากาศ ขนาด 100 mm. ซึ่งทำให้อัตราการระบายอากาศเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 3.43% (0.362 ACH) และอัตราการระบายอากาศของท่อระบายอากาศ ขนาด 125 mm. จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการระบายอากาศให้เกินค่ามาตรฐาน 71.43% (0.600 ACH) ในกรณีห้องชุดแบบ simplex และ 0.57% (0.352 ACH) ในกรณีของห้องชุดแบบ loft ส่วนอัตราการระบายอากาศของท่อระบายอากาศ ขนาด 150 mm. จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการระบายอากาศให้เกินค่ามาตรฐาน 172.71% (0.955 ACH) ในกรณีของห้องชุดแบบ simplex และ 62.57% (0.569 ACH) ในกรณีห้องชุดแบบ loft



ภาพที่ 5.4 อัตราการระบายอากาศเฉลี่ยของห้องชุดแบบ simplex และ loft แบบทั่วไป และติดตั้งระบบท่อระบายอากาศ ขนาดต่างๆ

5.4 แนวทางการประยุกต์ใช้ในการออกแบบ

จากการวิเคราะห์ผลจากการจำลองผ่านโปรแกรม CFD จะเห็นว่าการประยุกต์ใช้ระบบท่อระบายอากาศกับห้องชุดพักอาศัยในตำแหน่งที่แตกต่างกัน ไม่จำเป็นต้องมีขนาดที่เท่ากัน เนื่องจากตำแหน่งห้องชุดและผังอาคารมีผลต่อการระบายอากาศของห้องชุด ซึ่งเมื่อวิเคราะห์จากผังอาคารทั้ง 2 กรณีศึกษาพบว่าห้องมุมเป็นห้องชุดที่มีอัตราการระบายอากาศที่ดีกว่าห้องในตำแหน่งอื่นๆ เพราะฉะนั้นการเลือกใช้ขนาดท่อก็จะสามารถใช้ขนาดที่เล็กกว่าได้ ซึ่งจากการวิเคราะห์หขนาดท่อที่เล็กที่สุดที่ตำแหน่งห้องชุดนั้นๆ จะผ่านเกณฑ์ ASHRAE 62.1 ที่ 0.35 ทั้ง 2 ประเภทห้องชุด ผลที่ได้จะแสดงดังภาพต่อไปนี้



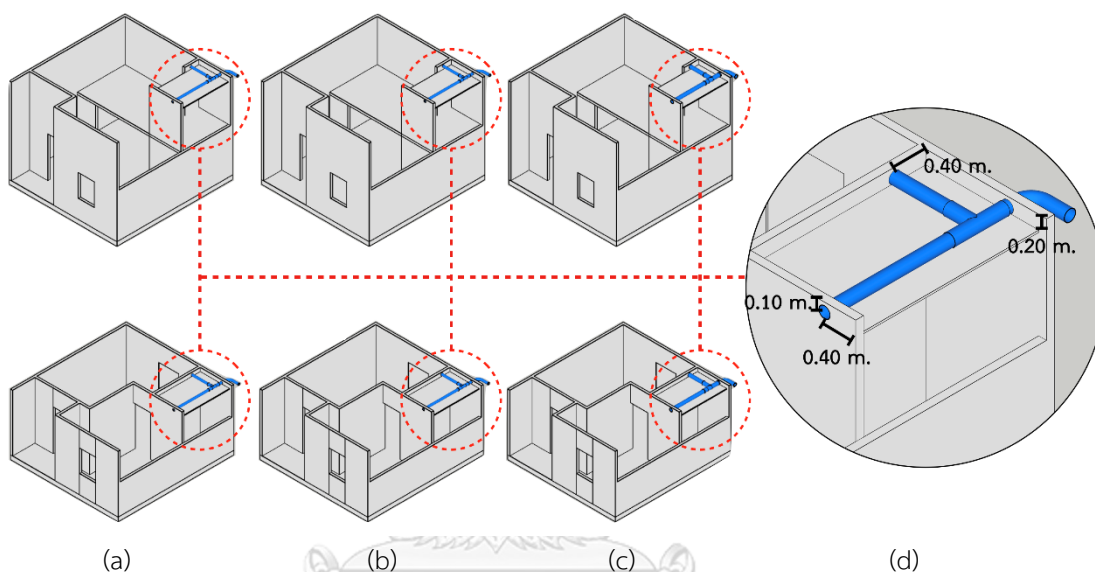
ภาพที่ 5.5 ผังอาคารรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า พร้อมระบบท่อระบายอากาศขนาดต่าง ๆ



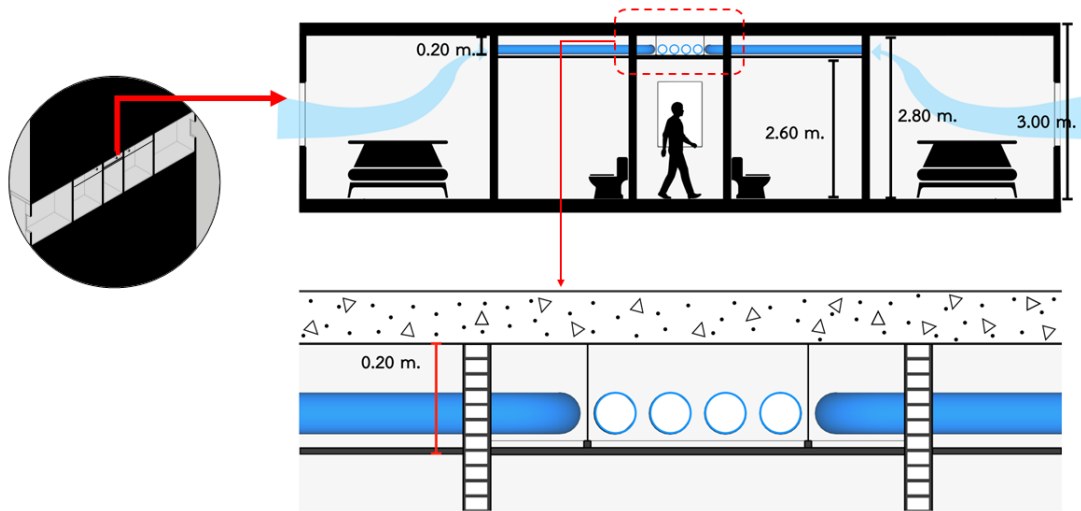
ภาพที่ 5.6 ผังอาคารรูปตัวซี (C) พร้อมระบบท่อระบายอากาศขนาดต่าง ๆ

โดยจะเห็นว่าห้องชุดในตำแหน่งมุมสามารถใช้ท่อขนาด 100-125 mm. เพื่อให้ห้องชุดมีอัตราการระบายอากาศที่เกิน 0.35 ACH แต่ในกรณีของห้องชุดที่อยู่บริเวณกลางอาคาร จำเป็นต้องใช้ท่อระบายอากาศที่มีขนาดตั้งแต่ 150 mm. ขึ้นไปเพื่อให้มีประสิทธิภาพการระบายอากาศที่ดีเพียงพอที่จะผ่านเกณฑ์

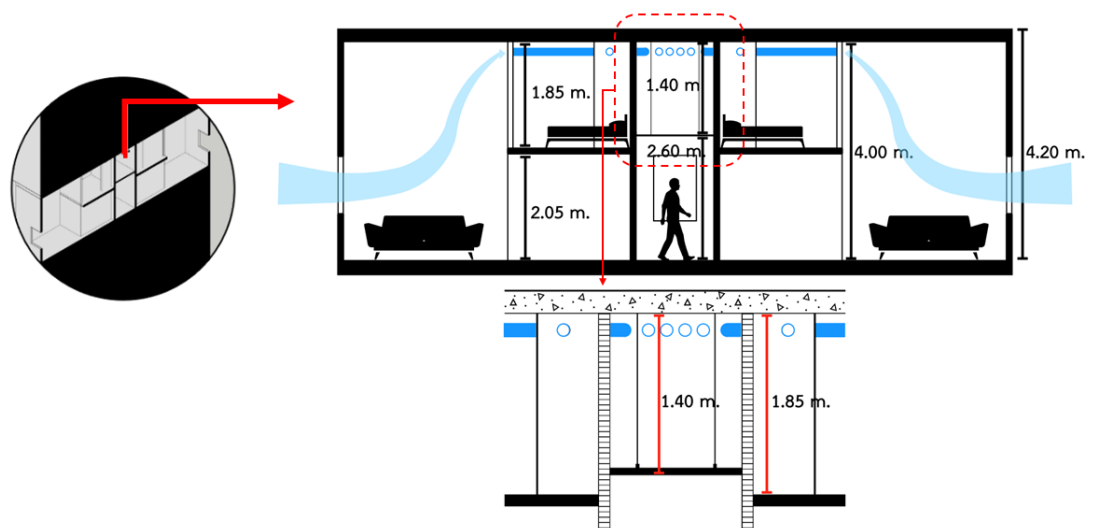
ทั้งนี้การนำไปปรับใช้จริง จำเป็นต้องคำนึงถึงพื้นที่เหนือฝ้า ทั้งภายในห้องชุดพักอาศัย ซึ่งสามารถเป็นบริเวณเหนือฝ้าห้องน้ำ เนื่องจากกฎหมายระยะดิ่งภายในห้องน้ำสามารถมีระย่น้อยสุดที่ 2.40 m. ซึ่งเป็นส่วนที่สามารถลดระดับฝ้าได้ (ภาพที่ 5.7) และพื้นที่โถงทางเดินกลางที่โครงการส่วนใหญ่จะมีความกว้าง 1.50 m. ซึ่งการติดตั้งท่อระบายอากาศจำเป็นต้องใช้พื้นที่ในการติดตั้งค่อนข้างมาก และยิ่งในกรณีของห้องชุดแบบทั่วไป (Simplex) ที่ระย่นเหนือฝ้าจะมีความสูงประมาณ 0.20-0.40 m. (ภาพที่ 5.8) แต่ในกรณีของห้องชุดแบบเพดานสูง (Loft) ที่จะมีพื้นที่เหนือฝ้าเยอะกว่า ซึ่งจะมีความสูงประมาณ 1.40-1.60 m. ขึ้นไป (ภาพที่ 5.9) จึงจะสามารถติดตั้งระบบท่อระบายอากาศที่มีขนาดเพียงพอที่ช่วยให้ประสิทธิภาพการระบายอากาศผ่านเกณฑ์



ภาพที่ 5.7 ตัวอย่างการติดตั้งระบบท่อระบายอากาศในพื้นที่เหนือฝ้าห้องน้ำ ภายในห้องชุดพักอาศัยแบบ Simplex (ล่าง) และ Loft (บน) ทั้ง 3 ขนาดท่อ ได้แก่ (a) ท่อขนาด 100 mm., (b) ท่อขนาด 125 mm., (c) ท่อขนาด 150 mm., และ (d) ภาพขยายระยะติดตั้งท่อระบายอากาศเหนือฝ้า



ภาพที่ 5.8 ตัวอย่างการติดตั้งระบบท่อระบายอากาศในพื้นที่เหนือฝ้าโถงทางเดินกลาง
กรณีห้องชุดแบบทั่วไป (Simplex)



ภาพที่ 5.9 ตัวอย่างการติดตั้งระบบท่อระบายอากาศในพื้นที่เหนือฝ้าโถงทางเดินกลาง
กรณีห้องชุดแบบเพดานสูง (Loft)

5.5 ข้อเสนอแนะ

การศึกษานี้สรุปผลจากการจำลองผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ข้อมูลที่ได้มาจากการจำลองเป็นข้อมูลที่เกิดจากการคำนวณของโปรแกรม ซึ่งผลที่วัดได้จะเป็นผลที่เกิดจากการกำหนดค่าเบื้องต้นตามข้อมูลที่ผู้วิจัยกำหนดด้วย ข้อมูลจากแหล่งข้อมูลและการทบทวนวรรณกรรม ดังนั้นการปรับใช้กับโครงการจริงจึงควรมีการวัดและเปรียบเทียบค่าต่าง ๆ กับข้อมูลจากสถานที่จริง เพื่อให้ได้ค่าที่มีความถูกต้อง และแม่นยำในการจำลองมากยิ่งขึ้น

การศึกษานี้ไม่ได้คำนึงถึงพฤติกรรมของการเปิดช่องเปิดของผู้ใช้งานอาคาร ซึ่งในการศึกษานี้จะจำลองห้องชุดในกรณีที่เปิดประตูระเบียง และหน้าต่างเต็มบาน เพราะฉะนั้นหากพฤติกรรมการเปิดช่องเปิดของผู้อยู่อาศัยแตกต่างกันออกไป ก็จะส่งผลให้อัตราการระบายอากาศของห้องชุด

การศึกษานี้มีการกำหนดตัวแปรด้านความเร็วลม ระดับความสูง และผังอาคารสมมติที่ได้จากการเก็บข้อมูลและทบทวนวรรณกรรม เพราะฉะนั้นการจะนำไปปรับใช้จำเป็นต้องคำนึงถึงผังอาคารจริงที่จะปรับใช้ รวมถึงพื้นที่เหนือฝ้าบริเวณโถงทางเดินกลาง เพื่อให้มีความเหมาะสมกับอาคารจริง ที่จำเป็นต้องมีการติดตั้งระบบอื่น ๆ ในพื้นที่เหนือฝ้าด้วย ซึ่งการออกแบบระบบท่อระบายอากาศในผังคอนโดมิเนียมสามารถนำไปไว้ในตำแหน่งที่เป็นพื้นที่ส่วนกลางต่าง ๆ ภายในชั้นพักอาศัย เช่น พื้นที่โถงหน้าลิฟต์ และพื้นที่ Service ต่างๆ เป็นต้น เพื่อให้ระบบท่อมีประสิทธิภาพมากที่สุดในการระบายอากาศ เนื่องจากระยะทางของท่อจะส่งผลให้ความเร็วลมลดลง ซึ่งส่งผลถึงอัตราการระบายอากาศของห้องชุดพักอาศัย ดังนั้นหากมีการศึกษาเพิ่มเติมควรจะไปทำการหักมุมของระบบท่อระบายอากาศ และระยะของท่อระบายอากาศจากปลายท่อภายในห้องชุดถึงปลายท่ออีกฝั่งที่ออกสู่ภายนอกอาคาร

บรรณานุกรม

- ชนิษฐานุช เลื่อนฉวี. (2555). แนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติในห้องพักของ อาคารชุดพักอาศัยขนาดกลาง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย].
- ฉันทมน โพรพิทักษ์. (2564). การใช้แบบจำลองพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณวิเคราะห์พฤติกรรมและการเปลี่ยนแปลงของ ลมจากการก่อสร้างอาคารสูง. วารสารชุมชนวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา ปีที่ 15 ฉบับที่ 4, 1-12.
- เฉลิมวัฒน์ ตันตสวัสดิ์, และดารณี จาริมิตร. (2005). การระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ: แนวทางการออกแบบผัง อาคารชุดพักอาศัยประเภทอาคารสูง. *Journal of Architectural/Planning Research and Studies (JARS)*, 3.2005, 23-36.
- เฉลิมวัฒน์ ตันตสวัสดิ์. (2564). ผลกระทบของการออกแบบทางสถาปัตยกรรมต่อการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ ของอาคารสูงพักอาศัยในประเทศไทย.
- ณัฐพงษ์ ตงคำ. (2560). การประยุกต์ใช้การระบายอากาศเชิงกลแบบธรรมชาติในอาคารพักอาศัยรวม มหาวิทยาลัยศรี ปทุม].
- दनัยภัทร ประสิทธิ์เริก และ มานซ์ ศรีวณิช. (2565). การศึกษาผลกระทบของอาคารสูงต่อสิ่งแวดล้อมเชิงความร้อน เมืองและสภาวะน่าสบายพื้นที่ ภายนอกอาคารกรณีศึกษาโครงการพัฒนาที่อยู่อาศัยย่านเมืองใกล้ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ศูนย์รังสิต 41-63.
- ธีรภัทร ทัศนศิลป์กุล และพิมลศิริ ประจงสาร. (2559). การออกแบบผังห้องชุดพักอาศัยที่มีช่องเปิดด้านเดียวเพื่อเพิ่ม ประสิทธิภาพการสร้างสภาวะสบายจากการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ การประชุมวิชาการเทคโนโลยี อาคารด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม ครั้งที่ 3 (BTAC2016),
- บุษรา โปวาทอง เสริชย์ โชติพานิช, และธีระเดช จินจะโประ และยศพร สีสารัมย์. (2561). พื้นที่ใช้สอยและราคาขาย ของคอนโดมิเนียมประเภทหนึ่งห้องนอนในเขตกรุงเทพมหานคร. วารสารวิชาการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 67, 87-102.
- ปนิพันธ์ สุนทรรักษ์ ดนุ กตัญญุตานันท์, และอรรรจน์ เศรษฐบุตร. (2016). การออกแบบช่องระบายอากาศด้วยลม ธรรมชาติเหนือฝ้าทางเดินเดียวในอาคารชุดพักอาศัยแนวสูง Built Environment Research Associates Conference, Faculty of Architecture and Planning, Thammasat University.
- พลกฤต วิเศษศาสตร์กุล. (2564). ปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพอากาศ ในพื้นที่กึ่งเปิดโล่งสาธารณะ ของศูนย์การค้าชุมชน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย].
- มณีนาด ลินวัฒนา. (2559). แนวทางการออกแบบช่องเปิดเกล็ดระบายอากาศ สำหรับอาคารพักอาศัยรวมแบบผัง ทางเดินร่วม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย].
- มาลินี ศรีสุวรรณ. (2543). การศึกษาความสัมพันธ์ของทิศทางกระแสลมกับการเจาะช่องเปิดที่ผนังอาคาร สำหรับ ภูมิอากาศร้อนชื้นในประเทศไทย. หน้าจั่ว ฉบับที่ 17 (2544), 152-168.
- มาลินี ศรีสุวรรณ. (2545). การศึกษาและวิเคราะห์ทิศทางกระแสลมที่สัมพันธ์กับทิศทางอาคาร การหมุนเวียนของ กระแสลมและการระบายอากาศ. หน้าจั่ว ฉบับที่ 19 (2545-2546), 137-147.

- สริน พินิจ และอรรจน์ เศรษฐบุตร. (2553). การระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ : แนวทางการปรับปรุงผังอาคารชุดพักอาศัย กรณีศึกษาโครงการบ้านเอื้ออาทร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย].
- สุดาภรณ์ ฉิ่งลู่ และชัชปน์ เขียวชุติมา. (2554). อิทธิพลของผนังยื่นและระเบียงต่อการเหนี่ยวนำลมธรรมชาติในห้องพักอาคารสูง. *Journal of Architectural/Planning Research and Studies (JARS)*, 109-120.
<https://doi.org/https://doi.org/10.56261/jars.v8i1.168671>
- สุนทร บุญญาธิการ และชนิด จินดาวณิศ. (2536). การวิเคราะห์สภาวะน่าสบายและสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้องของอาคารสถาปัตยกรรมไทย: รายงานผลวิจัย.
- อรรจน์ เศรษฐบุตร. (2559). ประสิทธิภาพการระบายอากาศของบานเลื่อนขอบประตู (AIR POST) ในอาคารพักอาศัยแนวตั้ง. วารสารวิชาการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 111-124.
- อัครเดช ครุฑพุ่ม. (2554). การศึกษาการระบายอากาศภายในทาวนเฮ้าส์ในเขตกรุงเทพมหานคร. วารสารวิชาการคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สจล., 31-42.
- A. G. Davenport. (1960). Rationale for Determining Design Wind Velocities. *Journal of the Structural Division*, 86(5), 39-68. <https://doi.org/10.1061/JSDEAG.0000521>
- Bakr Gomaa. (2013). Innovation in Natural Ventilation in Buildings' Design and Application.
- Baruch Givoni. (1994). *Passive and Low Energy Cooling of Buildings*.
- C. M. Mak J. L. Niu C. T. Lee, และK. F. Chan. (2007). A numerical simulation of wing walls using computational fluid dynamics. *Energy and Buildings*, 39(9), 995-1002.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2006.10.012>
- Chalermwat Tantasavasdi Daranee Jareemit, และAnake Suwanchaiskul. (2008). Evaluation and Design of Natural Ventilation for Houses in Thailand. *Journal of Architectural/Planning Research and Studies (JARS)*.
- Chalermwat Tantasavasdi Jelena Srebric, และQingyan Chen. (2001). Natural Ventilation Design for Houses in Thailand. *Energy and Buildings*, 33, 815-824.
- Development. (2560). แบบไหนที่เรียก... CONDO DUPLEX. สืบค้นจาก :
<https://thelist.group/realist/blog/condo-duplex/>
- Dricus De Rooij. *Location Factor for Wind and Solar*. สืบค้นจาก : <https://sinovoltaics.com/learning-center/basics/location-factor-for-wind-and-solar/>
- Fuller Moore. (1993). *Environmental Control Systems: Heating, Cooling, Lighting*.
- Ga-Young Cho Myoung-Souk Yeo, และKwang-Woo Kim. (2013). Design Parameters of Double-Skin Façade for Improving the Performance of Natural Ventilation in High-Rise Residential Buildings. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*, 12(1), 125-132.
<https://doi.org/10.3130/jaabe.12.125>
- Jaepil Choi Youngjun Choi Youngwoo Kim, และJunekyung Kang. (2014). Apartment Prototype with Enhanced Natural Ventilation System for Vietnam. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*, 13(2), 303-308. <https://doi.org/10.3130/jaabe.13.303>

- Jiayu Li Bohong Zheng Komi Bernard Bedra Zhe Li, และXiao Chen. (2022). Effects of residential building height, density, and floor area ratios on indoor thermal environment in Singapore. *Journal of Environmental Management*, 313, 114976.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.114976>
- Juntakan Taweekun, และAr- U. Wat Tantiwichien. (2013). Thermal Comfort Zone for Thai People. *Engineering*, 05, 525-529. <https://doi.org/10.4236/eng.2013.55062>
- Junyan Yang, และXiuzhang Fu. (2020). Coupling Analysis of Wind Environment and Space Form Unit in Xinjiekou Central Area. In (pp. 109-166). https://doi.org/10.1007/978-981-13-9690-8_5
- Ka-Ming Wai Chao Yuan Alan Lai, และPeter K. N. Yu. (2020). Relationship between pedestrian-level outdoor thermal comfort and building morphology in a high-density city. *Science of The Total Environment*, 708, 134516.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134516>
- MAI. (2559). คอนโด 1 ห้องนอน ขนาดไม่เกิน 40 ตร.ม. แบบไหนถึงอยู่สบาย. Retrieved 10 มิถุนายน from สืบค้นจาก <https://thinkofliving.com/ไอเดียตกแต่ง/คอนโด-1-ห้องนอน-ขนาดไม่เกิน-40-ตร-ม-แบบไหนถึงอยู่สบาย-302325/>
- Norbert Lechner. (2020). *Heating, Cooling, Lighting*.
- Onpreya.C. (2565). มองหาคอนโดฟ้าเพดานสูง (LOFT) ในกรุงเทพฯ งบ 2 – 5 ล้านบาท. สืบค้นจาก <http://thinkofliving.com/คู่มือซื้อขาย/มองหาคอนโดฟ้าเพดานสูง-loft-ในกรุงเทพฯ-งบ-2-5-ล้านบาท-798232/>
- Passarin T. (2559). LOFT vs DUPLEX ต่างกันอย่างไร. Retrieved 10 มิถุนายน from สืบค้นจาก <https://thinkofliving.com/คู่มือซื้อขาย/loft-vs-duplex-ต่างกันอย่างไร-369764/>
- secretariat of council ion tall buildings and urban habitat. *CapitaGreen: The Green Jewel of the Central Business District*. สืบค้นจาก : https://www.nparks.gov.sg/-/media/cuge/ebook/citygreen/cg12/cg12_capitagreen.pdf?la=en&hash=9398347BFC48F982B9503BB957F1B460A2D5123E
- Sheng Liu Yu-Ting Kwok Kevin Lau, และEdward Ng. (2021). Applicability of different extreme weather datasets for assessing indoor overheating risks of residential buildings in a subtropical high-density city. *Building and Environment*, 194, 107711.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.107711>
- T. Bedford, และMedical Research Council. (1936). *The Warmth Factor in Comfort at Work: A Physiological Study of Heating and Ventilation*. H.M. Stationery Office.
<https://books.google.co.th/books?id=xacaAAAAMAAJ>
- Tengyun Yi Han Wang Chang Liu Xuechen Li, และJiansheng Wu. (2022). Thermal comfort differences between urban villages and formal settlements in Chinese developing cities: A case study in Shenzhen. *Science of The Total Environment*, 853, 158283.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.158283>

V. Olgay D. Lyndon J. Reynolds, และ K. Yeang. (2015). *Design with Climate: Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism - New and expanded Edition*. Princeton University Press.

<https://books.google.co.th/books?id=RRO-CgAAOBAJ>

WHO World Health Organization. (2009). *WHO Publication/Guidelines: Natural Ventilation for Infection Control in Health-Care Settings, Understanding Natural Ventilation*. Retrieved May 15 from

Yang Yingbao. (2017). Effects of Building Design Elements on Residential Thermal Environment.

Sustainability, v. 10(no. 1), pp. --2017 v.2010 no.2011. <https://doi.org/10.3390/su10010057>

Yujun Yang Dian Zhou Yupeng Wang Xiangzhao Meng Zhaolin Gu Duo Xu, และ Xiaoxue Han. (2022).

Planning method of centralized greening in high-rise residential blocks based on improvement of thermal comfort in summer. *Sustainable Cities and Society*, 80, 103802.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scs.2022.103802>





ภาคผนวก

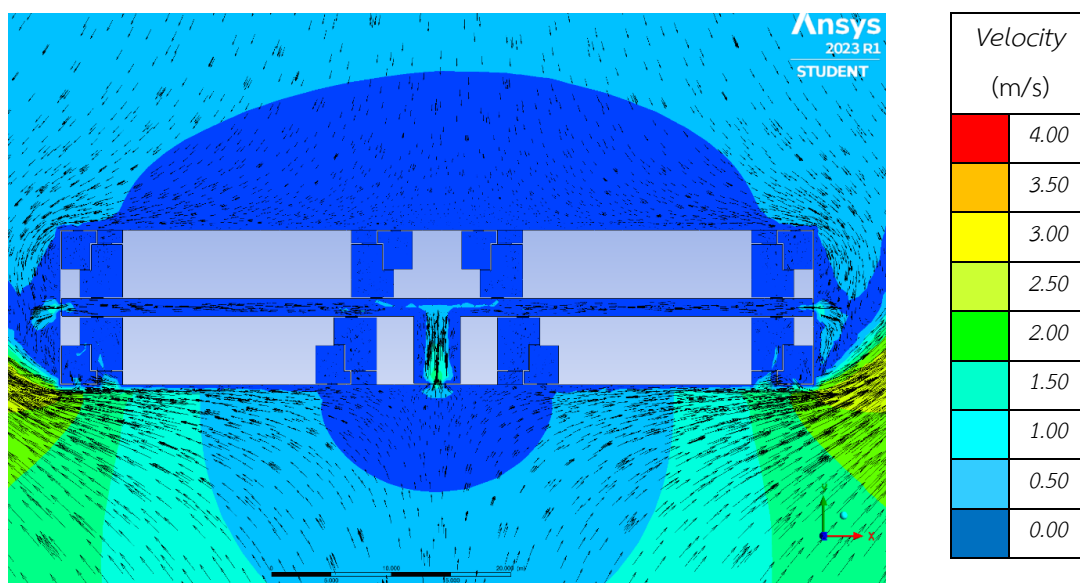
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ก

ผลการจำลองพลศาสตร์ของไหล (CFD) ผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์

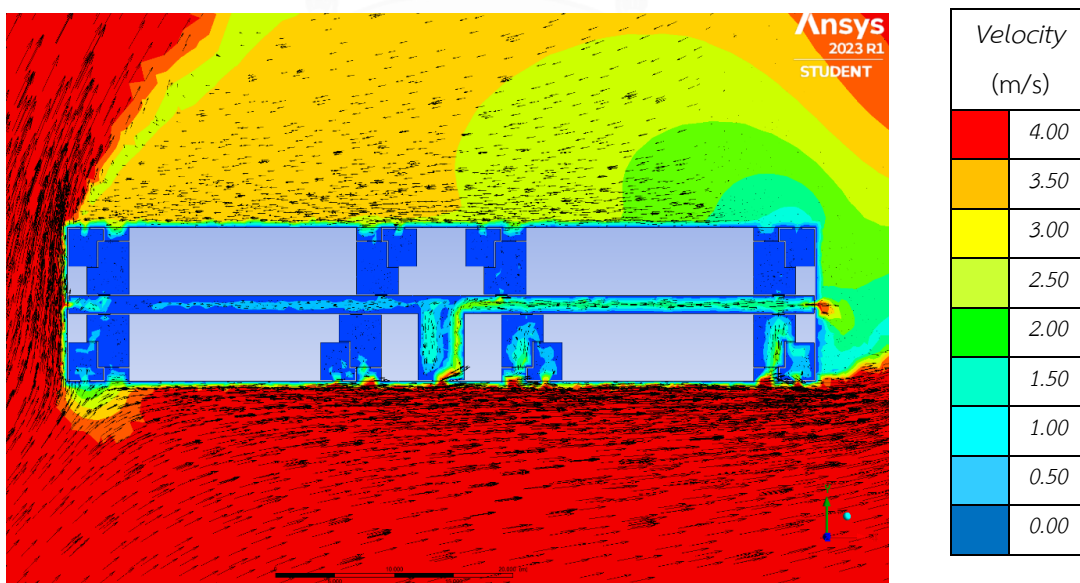
1.1 ฟังอาคารรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ห้องชุดแบบ Simplex ปกติ (RS)

กรณี RSS ความเร็วลม 2.33 จากทิศใต้



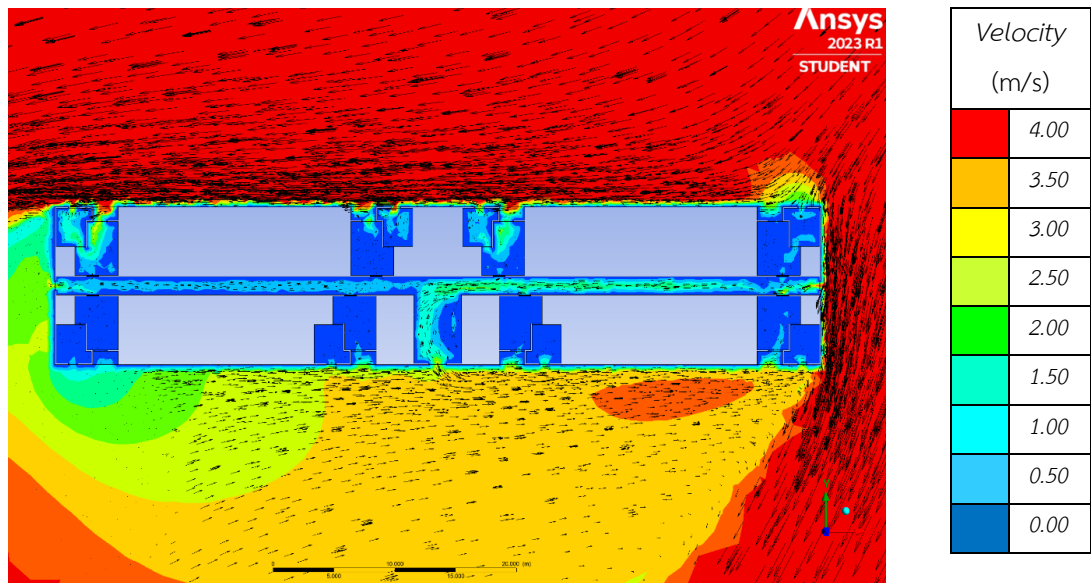
ภาพที่ ก.1 ภาพแสดงผลการจำลองการไหลของอากาศ และระดับความเร็วลม กรณี RSS

กรณี RSSW ความเร็วลม 3.53 จากทิศตะวันตกเฉียงใต้



ภาพที่ ก.2 ภาพแสดงผลการจำลองการไหลของอากาศ และระดับความเร็วลม กรณี RSSW

กรณี RSNE ความเร็วลม 3.83 จากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ



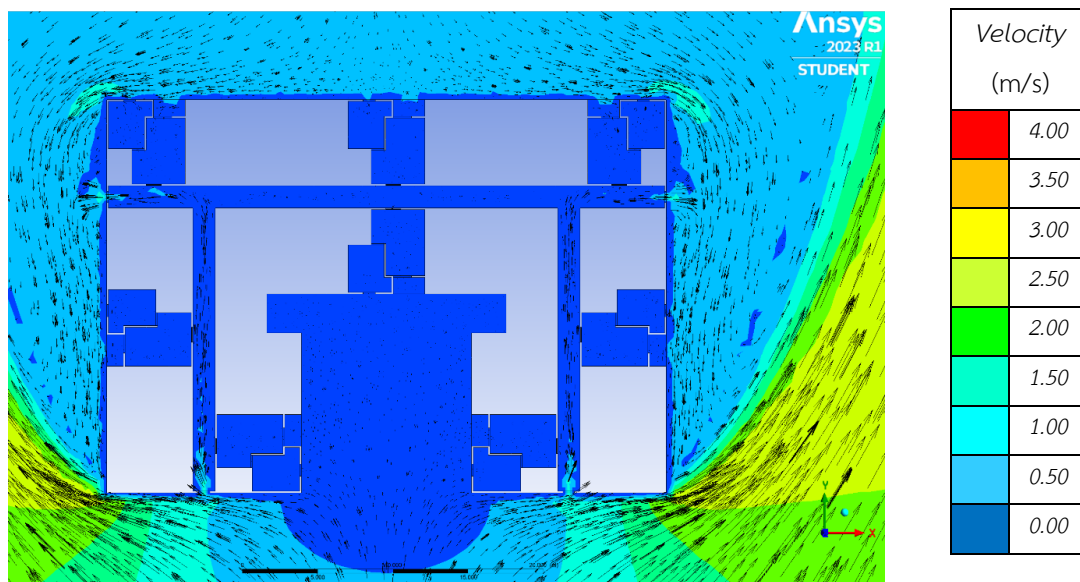
ภาพที่ ก.3 ภาพแสดงผลการจำลองการไหลของอากาศ และระดับความเร็วลม กรณี RSNE

ตารางที่ ก.1 แสดงค่าตัวแปรจากผลการจำลองของกรณี RS

	ทิศใต้		ทิศตะวันตกเฉียงใต้		ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ		ค่าเฉลี่ย	
	Velocity	Air Change	Velocity	Air Change	Velocity	Air Change	Velocity	Air Change
	m/s	ach	m/s	ach	m/s	ach	m/s	ach
1	0.19	0.020	0.75	0.080	0.59	0.063	0.51	0.055
2	0.21	0.022	0.46	0.049	0.51	0.055	0.39	0.042
3	0.32	0.034	0.66	0.071	0.69	0.074	0.56	0.060
4	0.26	0.028	1.26	0.135	0.74	0.079	0.75	0.081
5	0.16	0.017	0.74	0.079	2.45	0.262	1.12	0.120
6	0.23	0.025	0.54	0.058	0.87	0.093	0.55	0.059
7	0.33	0.035	1.84	0.197	0.94	0.101	1.04	0.111
8	0.26	0.028	1.26	0.135	1.07	0.115	0.86	0.092
\bar{x}	0.25	0.026	0.94	0.101	0.98	0.105	0.72	0.077

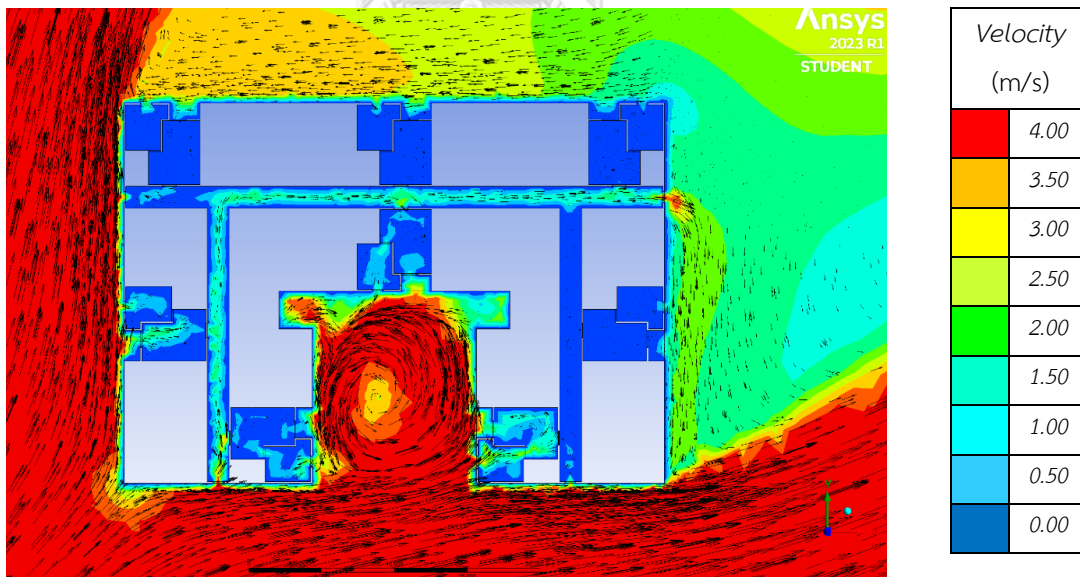
1.2 ผังอาคารรูปตัวซี (C) ห้องชุดแบบ Simplex ปกติ (CS)

กรณี CSS ความเร็วลม 2.33 จากทิศใต้



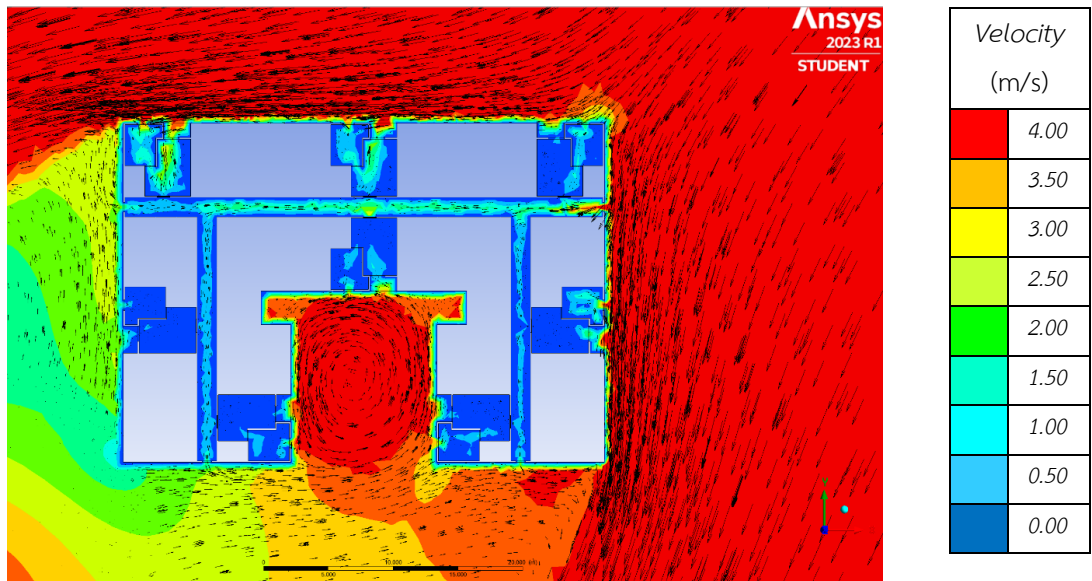
ภาพที่ ก.4 ภาพแสดงผลการจำลองการไหลของอากาศ และระดับความเร็วลม กรณี CSS

กรณี CSSW ความเร็วลม 3.53 จากทิศตะวันตกเฉียงใต้



ภาพที่ ก.5 ภาพแสดงผลการจำลองการไหลของอากาศ และระดับความเร็วลม กรณี CSSW

กรณี CSNE ความเร็วลม 3.83 จากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ



ภาพที่ ก.6 ภาพแสดงผลการจำลองการไหลของอากาศ และระดับความเร็วลม กรณี CSNE

ตารางที่ ก.2 แสดงค่าตัวแปรจากผลการจำลองของกรณี CS

	ทิศใต้		ทิศตะวันตกเฉียงใต้		ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ		ค่าเฉลี่ย	
	Velocity	Air Change	Velocity	Air Change	Velocity	Air Change	Velocity	Air Change
	m/s	ach	m/s	ach	m/s	ach	m/s	ach
1	0.22	0.024	1.87	0.200	0.45	0.048	0.85	0.091
2	0.23	0.025	0.91	0.097	0.55	0.059	0.56	0.060
3	0.28	0.030	0.68	0.073	0.68	0.073	0.55	0.059
4	0.15	0.016	0.89	0.095	1.07	0.115	0.70	0.075

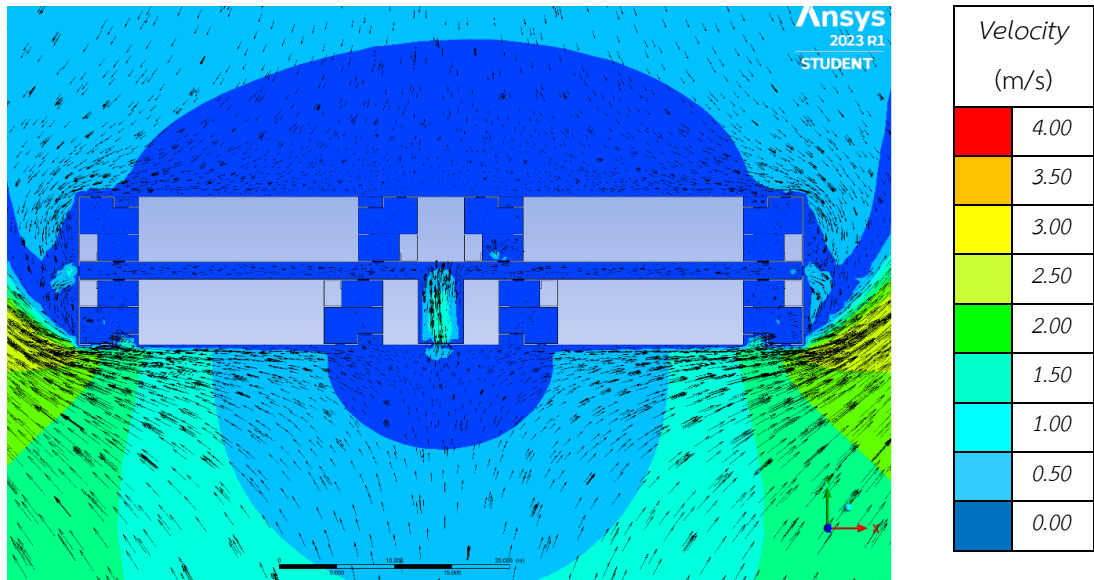
ตารางที่ ก.2 แสดงค่าตัวแปรจากผลการจำลองของกรณี CS (ต่อ)

	ทิศใต้		ทิศตะวันตกเฉียงใต้		ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ		ค่าเฉลี่ย	
	Velocity	Air Change	Velocity	Air Change	Velocity	Air Change	Velocity	Air Change
	m/s	ach	m/s	ach	m/s	ach	m/s	ach
5	0.12	0.013	1.10	0.118	0.95	0.102	0.72	0.077
6	0.27	0.029	1.12	0.120	1.19	0.127	0.86	0.092
7	0.24	0.026	0.55	0.059	0.72	0.077	0.50	0.054
8	0.20	0.021	0.90	0.096	0.37	0.040	0.49	0.052
\bar{x}	0.21	0.023	1.00	0.107	0.75	0.080	0.65	0.070



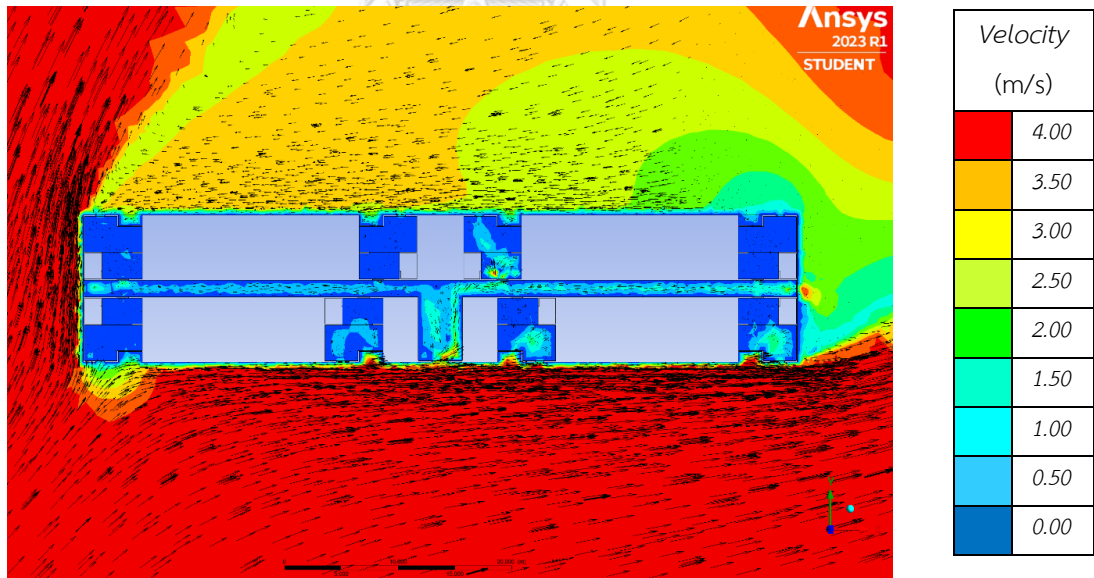
1.3 ผังอาคารรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ห้องชุดแบบ Loft ปกติ (RL)

กรณี RLS ความเร็วลม 2.33 จากทิศใต้



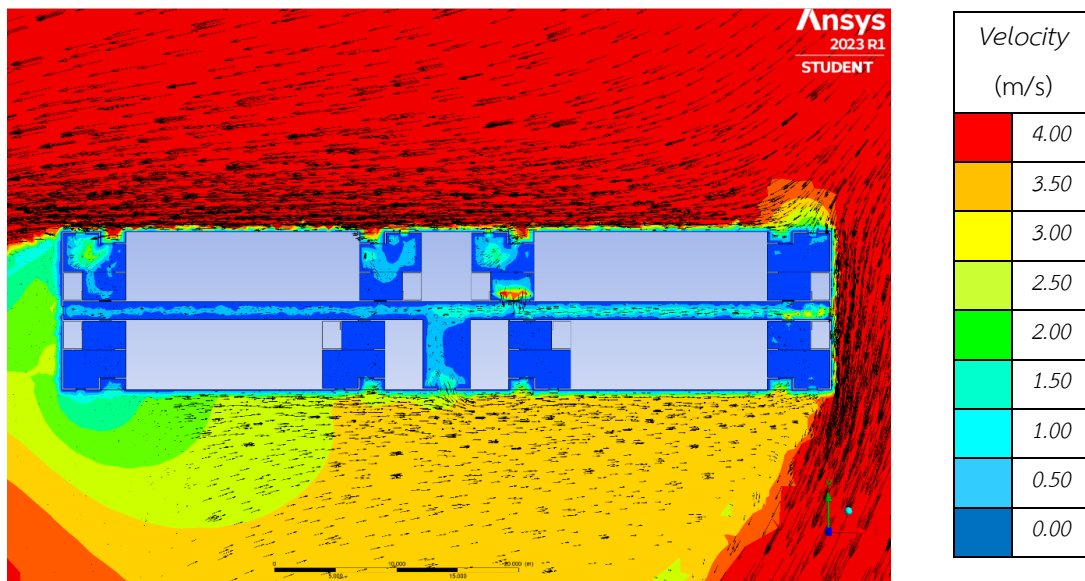
ภาพที่ ก.7 ภาพแสดงผลการจำลองการไหลของอากาศ และระดับความเร็วลม กรณี RLS

กรณี RLSW ความเร็วลม 3.53 จากทิศตะวันตกเฉียงใต้



ภาพที่ ก.8 ภาพแสดงผลการจำลองการไหลของอากาศ และระดับความเร็วลม กรณี RLSW

กรณี RLNE ความเร็วลม 3.83 จากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ



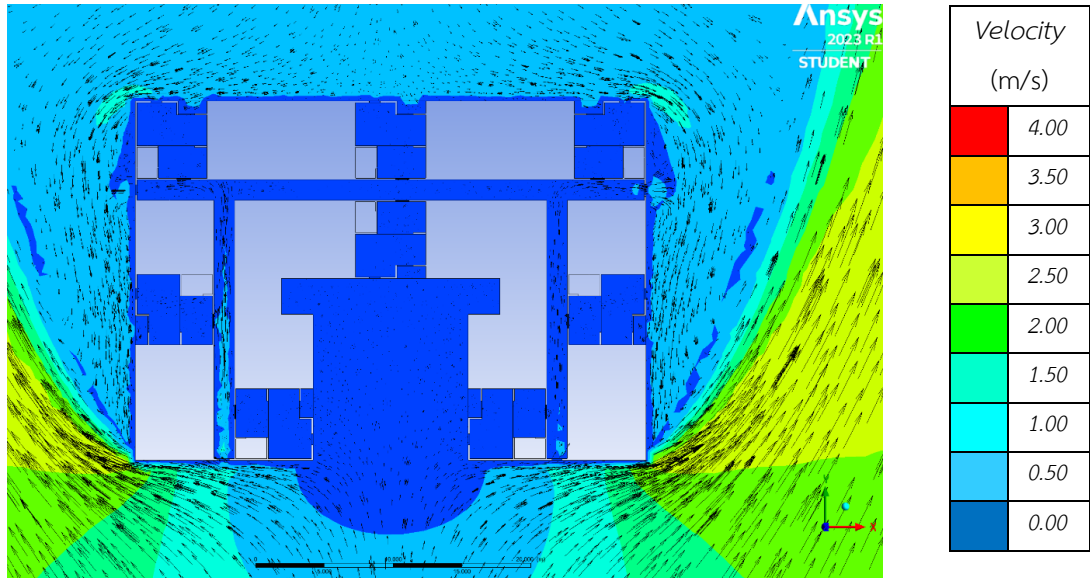
ภาพที่ ก.9 ภาพแสดงผลการจำลองการไหลของอากาศ และระดับความเร็วลม กรณี RLNE

ตารางที่ ก.3 แสดงค่าตัวแปรจากผลการจำลองของกรณี RL

	ทิศใต้		ทิศตะวันตกเฉียงใต้		ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ		ค่าเฉลี่ย	
	Velocity	Air Change	Velocity	Air Change	Velocity	Air Change	Velocity	Air Change
	m/s	ach	m/s	ach	m/s	ach	m/s	ach
1	0.12	0.008	0.77	0.050	0.61	0.039	0.50	0.032
2	0.16	0.010	0.53	0.034	0.46	0.030	0.38	0.025
3	0.15	0.010	0.82	0.053	0.74	0.048	0.57	0.037
4	0.16	0.010	1.54	0.099	0.53	0.034	0.74	0.048
5	0.10	0.006	0.47	0.030	2.78	0.179	1.12	0.072
6	0.15	0.010	0.45	0.029	0.92	0.059	0.51	0.033
7	0.36	0.023	1.66	0.107	2.32	0.149	1.45	0.093
8	0.17	0.011	0.87	0.056	1.20	0.077	0.75	0.048
\bar{x}	0.17	0.011	0.89	0.057	1.20	0.077	0.75	0.048

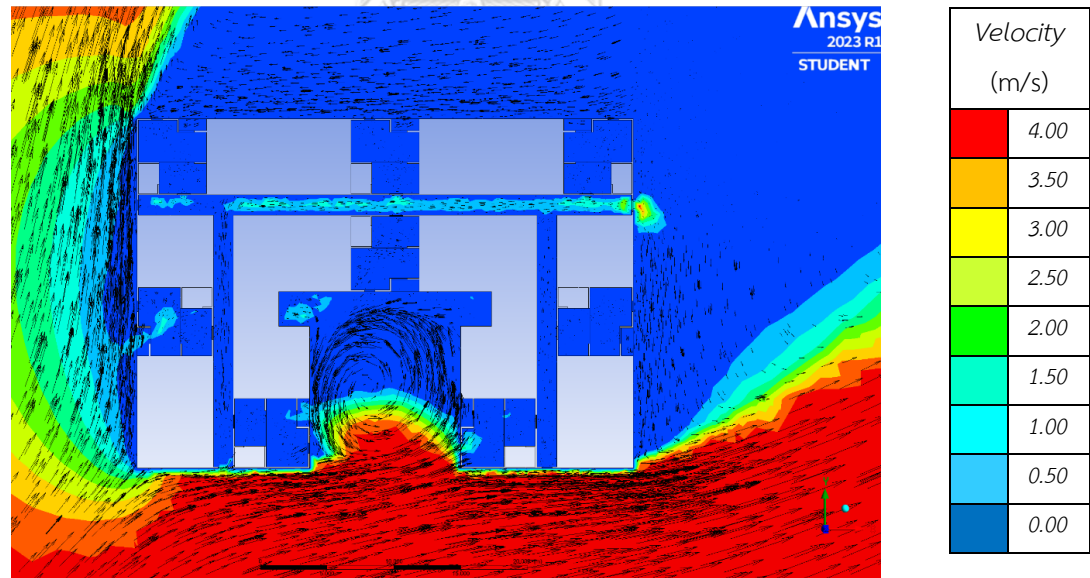
1.4 ผังอาคารรูปตัวซี (C) ห้องชุดแบบ Loft ปกติ (CL)

กรณี CLS ความเร็วลม 2.33 จากทิศใต้



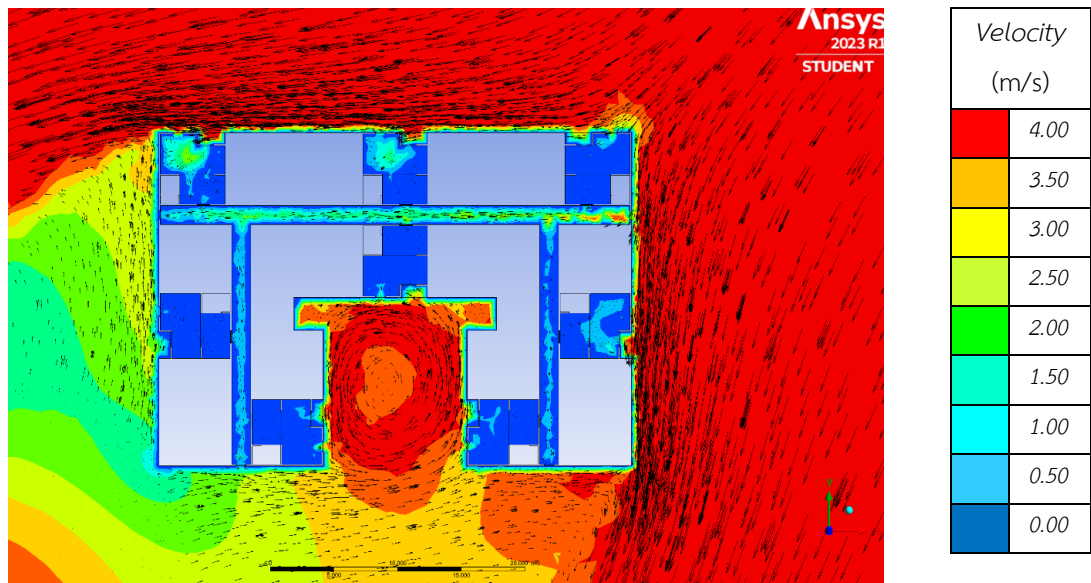
ภาพที่ ก.10 ภาพแสดงผลการจำลองการไหลของอากาศ และระดับความเร็วลม กรณี CLS

กรณี CLSW ความเร็วลม 3.53 จากทิศตะวันตกเฉียงใต้



ภาพที่ ก.11 ภาพแสดงผลการจำลองการไหลของอากาศ และระดับความเร็วลม กรณี CLSW

กรณี CLNE ความเร็วลม 3.83 จากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ



ภาพที่ ก.12 ภาพแสดงผลการจำลองการไหลของอากาศ และระดับความเร็วลม กรณี CLNE

ตารางที่ ก.4 แสดงค่าตัวแปรจากผลการจำลองของกรณี CL

	ทิศใต้		ทิศตะวันตกเฉียงใต้		ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ		ค่าเฉลี่ย	
	Velocity	Air Change	Velocity	Air Change	Velocity	Air Change	Velocity	Air Change
	m/s	ach	m/s	ach	m/s	ach	m/s	ach
1	0.17	0.011	2.18	0.140	0.50	0.032	0.95	0.061
2	0.42	0.027	0.62	0.040	0.59	0.038	0.54	0.035
3	0.22	0.014	0.84	0.054	0.53	0.034	0.53	0.034
4	0.16	0.010	0.60	0.039	1.34	0.086	0.70	0.045

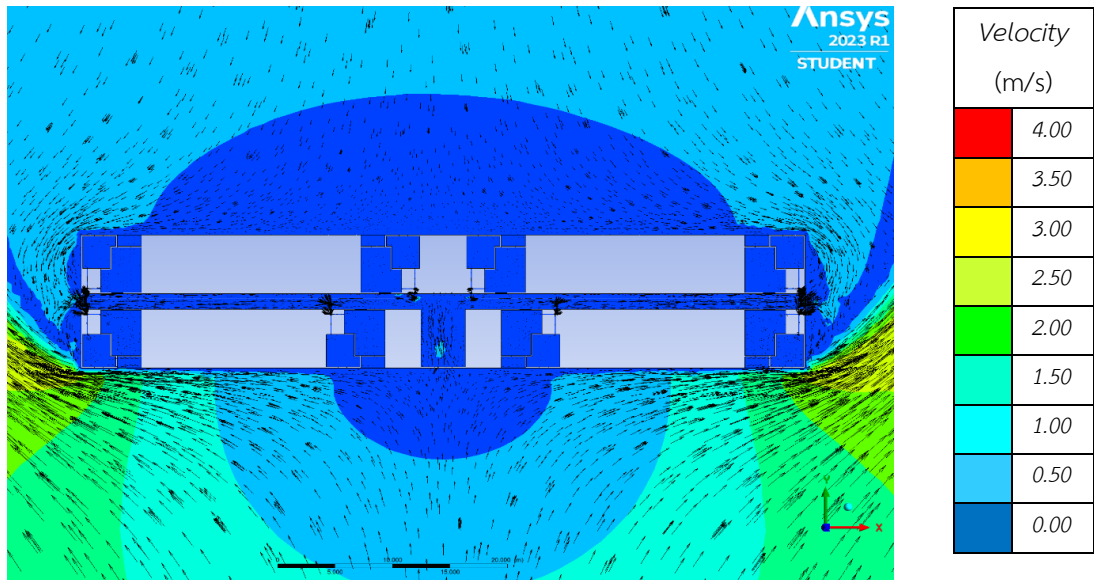
ตารางที่ ก.4 แสดงค่าตัวแปรจากผลการจำลองของกรณี CL (ต่อ)

	ทิศใต้		ทิศตะวันตกเฉียงใต้		ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ		ค่าเฉลี่ย	
	Velocity	Air Change	Velocity	Air Change	Velocity	Air Change	Velocity	Air Change
	m/s	ach	m/s	ach	m/s	ach	m/s	ach
5	0.10	0.006	0.82	0.053	0.72	0.046	0.55	0.035
6	0.22	0.014	0.92	0.059	1.22	0.079	0.79	0.051
7	0.27	0.017	0.67	0.043	0.84	0.054	0.59	0.038
8	0.18	0.012	0.50	0.032	0.45	0.029	0.38	0.024
\bar{x}	0.22	0.014	0.89	0.058	0.77	0.050	0.63	0.040



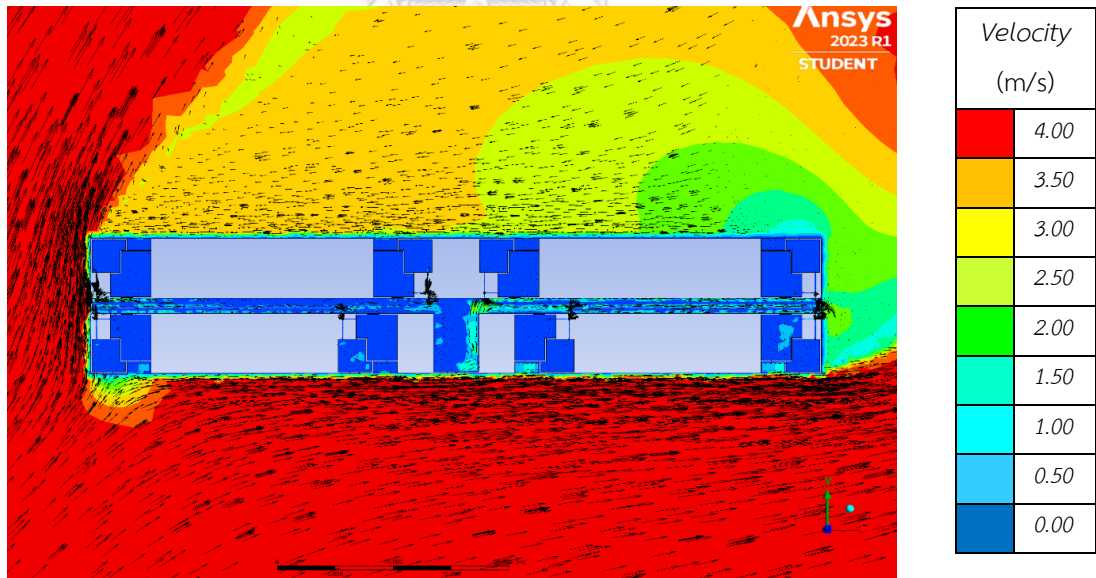
1.5 ผังอาคารรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ห้องชุดแบบ Simplex มีระบบท่อระบายอากาศ ขนาด 100 mm. (RS100)

กรณี RS100S ความเร็วลม 2.33 จากทิศใต้



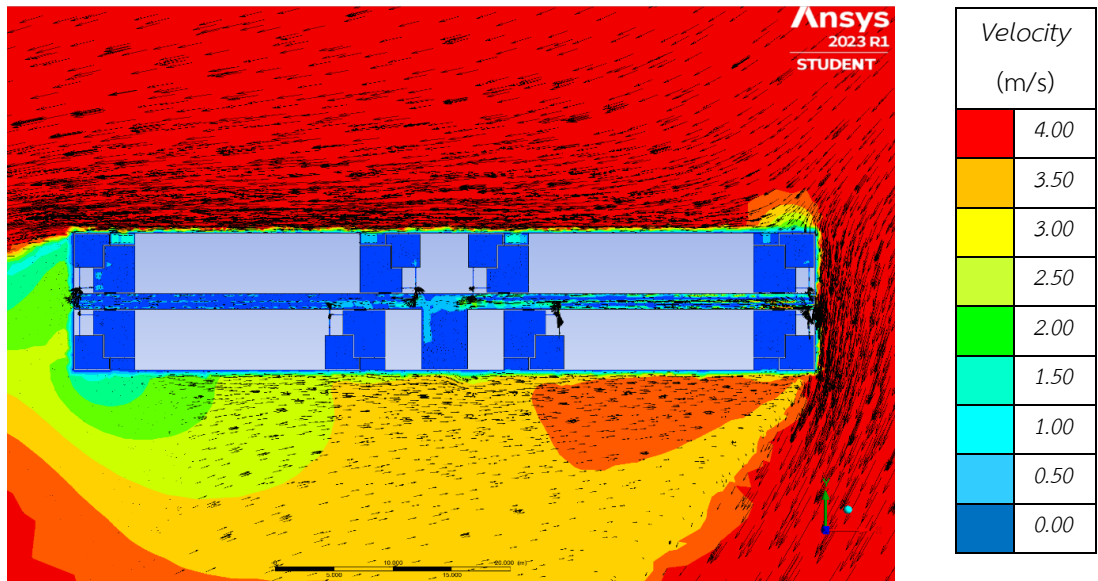
ภาพที่ ก.13 ภาพแสดงผลการจำลองการไหลของอากาศ และระดับความเร็วลม กรณี RS100S

กรณี RS100SW ความเร็วลม 3.53 จากทิศตะวันตกเฉียงใต้



ภาพที่ ก.14 ภาพแสดงผลการจำลองการไหลของอากาศ และระดับความเร็วลม กรณี RS100SW

กรณี RS100NE ความเร็วลม 3.83 จากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ



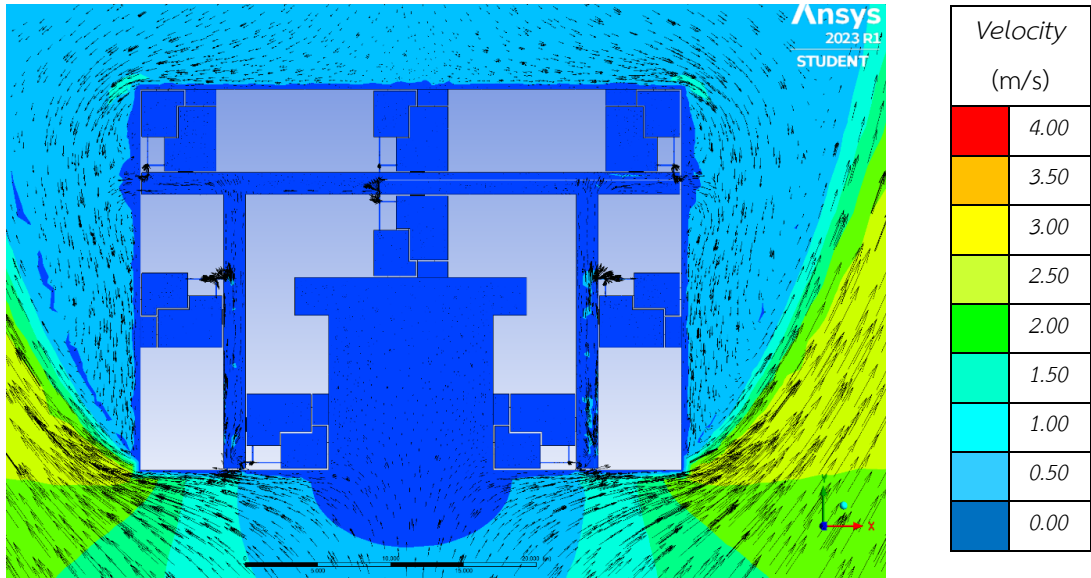
ภาพที่ ก.15 ภาพแสดงผลการจำลองการไหลของอากาศ และระดับความเร็วลม กรณี RS100NE

ตารางที่ ก.5 แสดงค่าตัวแปรจากผลการจำลองของกรณี RS100

	ทิศใต้		ทิศตะวันตกเฉียงใต้		ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ		ค่าเฉลี่ย	
	Velocity	Air Change	Velocity	Air Change	Velocity	Air Change	Velocity	Air Change
	m/s	ach	m/s	ach	m/s	ach	m/s	ach
1	1.07	0.306	2.08	0.594	1.01	0.288	1.39	0.396
2	0.69	0.197	1.08	0.308	0.99	0.283	0.92	0.263
3	0.14	0.040	1.49	0.426	2.11	0.603	1.25	0.356
4	0.40	0.114	3.62	1.034	3.51	1.002	2.51	0.717
5	1.14	0.326	3.14	0.897	3.46	0.988	2.58	0.737
6	0.56	0.160	1.98	0.565	1.59	0.454	1.38	0.393
7	0.20	0.057	0.55	0.157	1.39	0.397	0.71	0.204
8	0.42	0.120	0.89	0.254	2.27	0.648	1.19	0.341
\bar{x}	0.58	0.165	1.85	0.529	2.04	0.583	1.49	0.426

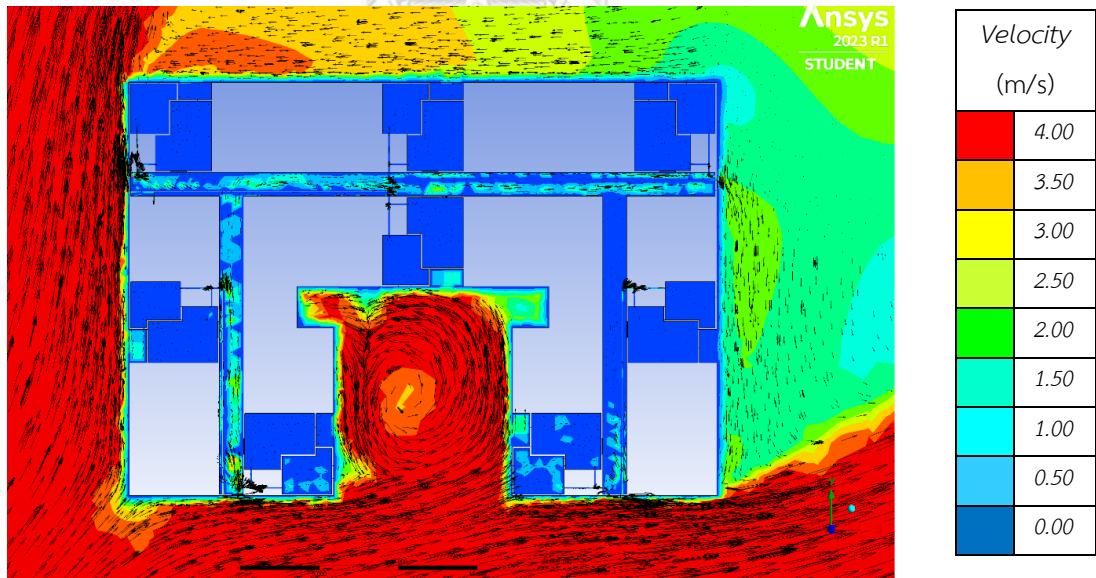
1.6 ผังอาคารรูปตัวซี (C) ห้องชุดแบบ Simplex มีระบบท่อระบายอากาศ ขนาด 100 mm. (CS100)

กรณี CS100S ความเร็วลม 2.33 จากทิศใต้



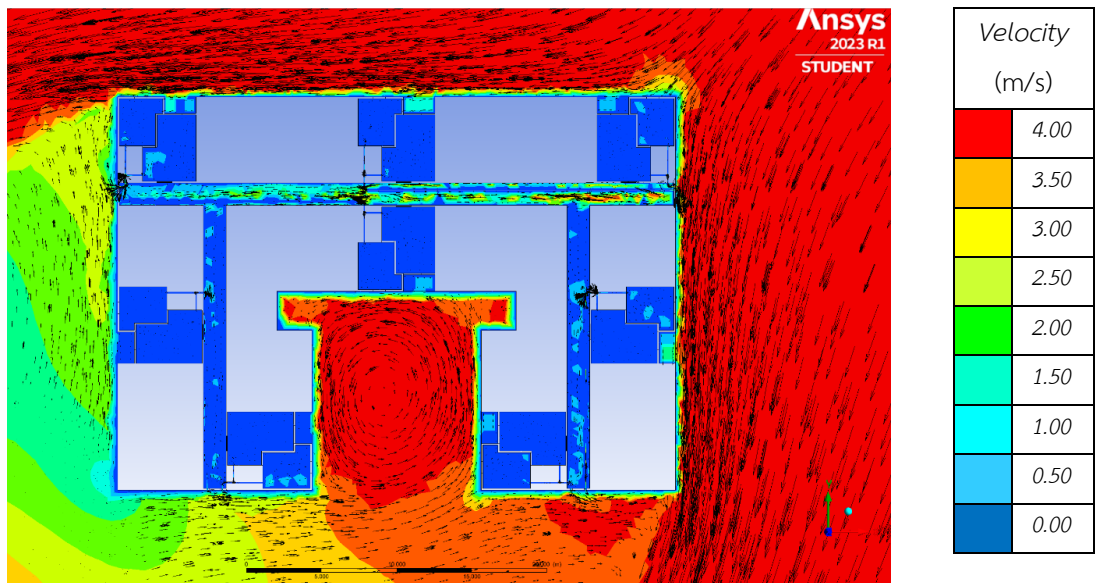
ภาพที่ ก.16 ภาพแสดงผลการจำลองการไหลของอากาศ และระดับความเร็วลม กรณี CS100S

กรณี CS100SW ความเร็วลม 3.53 จากทิศตะวันตกเฉียงใต้



ภาพที่ ก.17 ภาพแสดงผลการจำลองการไหลของอากาศ และระดับความเร็วลม กรณี CS100SW

กรณี CS100NE ความเร็วลม 3.83 จากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ



ภาพที่ ก.18 ภาพแสดงผลการจำลองการไหลของอากาศ และระดับความเร็วลม กรณี CS100NE

ตารางที่ ก.6 แสดงค่าตัวแปรจากผลการจำลองของกรณี CS100

	ทิศใต้		ทิศตะวันตกเฉียงใต้		ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ		ค่าเฉลี่ย	
	Velocity	Air Change	Velocity	Air Change	Velocity	Air Change	Velocity	Air Change
	m/s	ach	m/s	ach	m/s	ach	m/s	ach
1	0.15	0.043	2.94	0.840	0.47	0.134	1.19	0.339
2	0.48	0.137	1.15	0.328	0.35	0.100	0.66	0.188
3	0.29	0.083	2.58	0.737	3.32	0.948	2.06	0.589
4	0.90	0.257	1.06	0.303	0.38	0.109	0.78	0.223

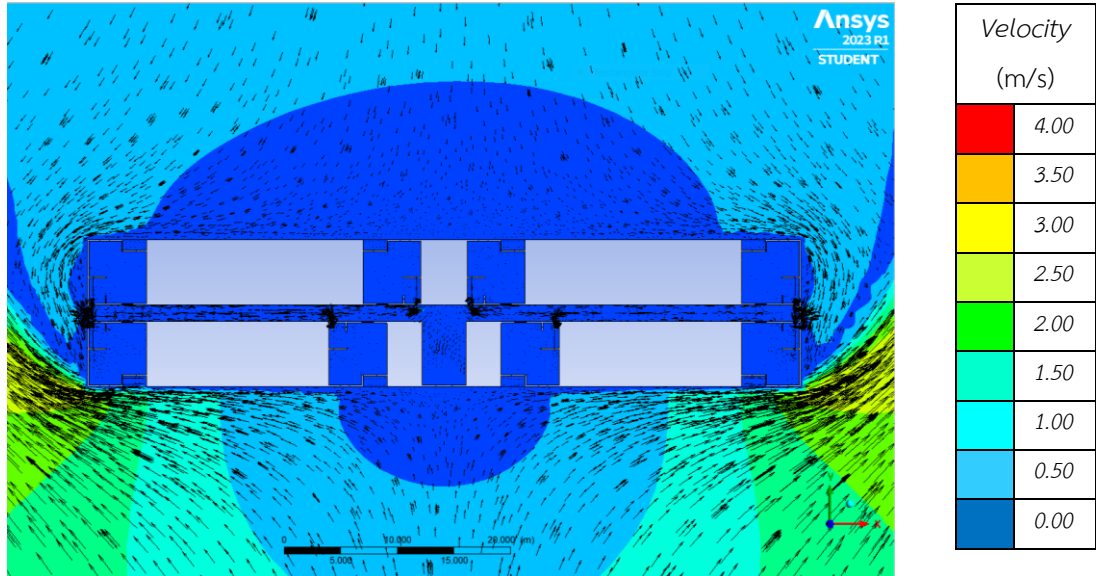
ตารางที่ ก.6 แสดงค่าตัวแปรจากผลการจำลองของกรณี CS100 (ต่อ)

	ทิศใต้		ทิศตะวันตกเฉียงใต้		ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ		ค่าเฉลี่ย	
	Velocity	Air Change	Velocity	Air Change	Velocity	Air Change	Velocity	Air Change
	m/s	ach	m/s	ach	m/s	ach	m/s	ach
5	0.16	0.046	0.61	0.174	1.16	0.331	0.64	0.184
6	0.40	0.114	0.52	0.149	0.74	0.211	0.55	0.158
7	0.69	0.197	1.61	0.460	3.90	1.114	2.07	0.590
8	0.15	0.043	0.74	0.211	0.29	0.083	0.39	0.112
\bar{x}	0.40	0.115	1.40	0.400	1.33	0.379	1.04	0.298



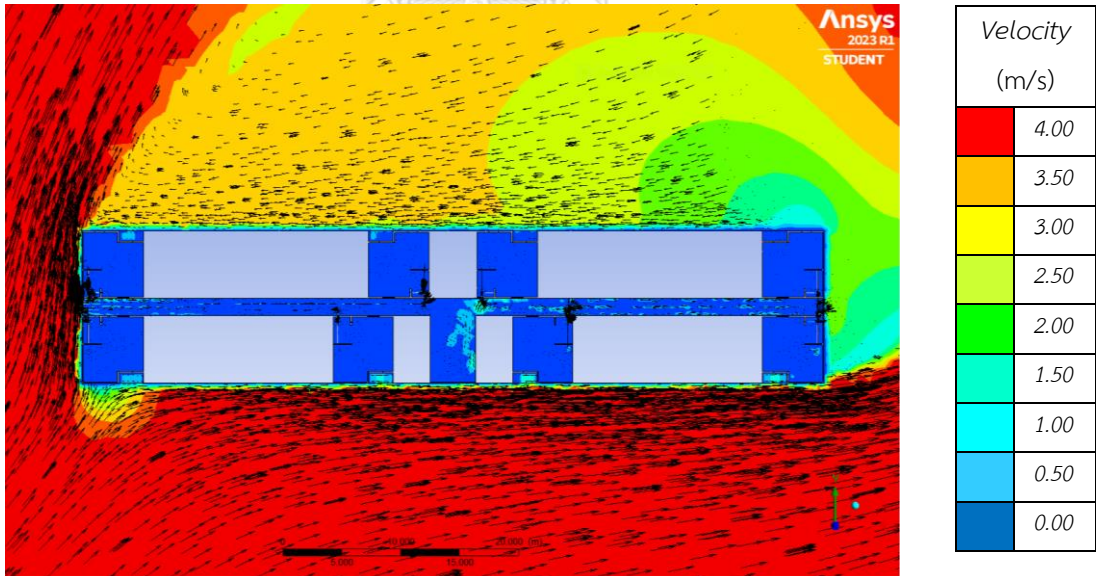
1.7 ผังอาคารรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ห้องชุดแบบ Loft มีระบบท่อระบายอากาศ ขนาด 100 mm. (RL100)

กรณี RL100S ความเร็วลม 2.33 จากทิศใต้



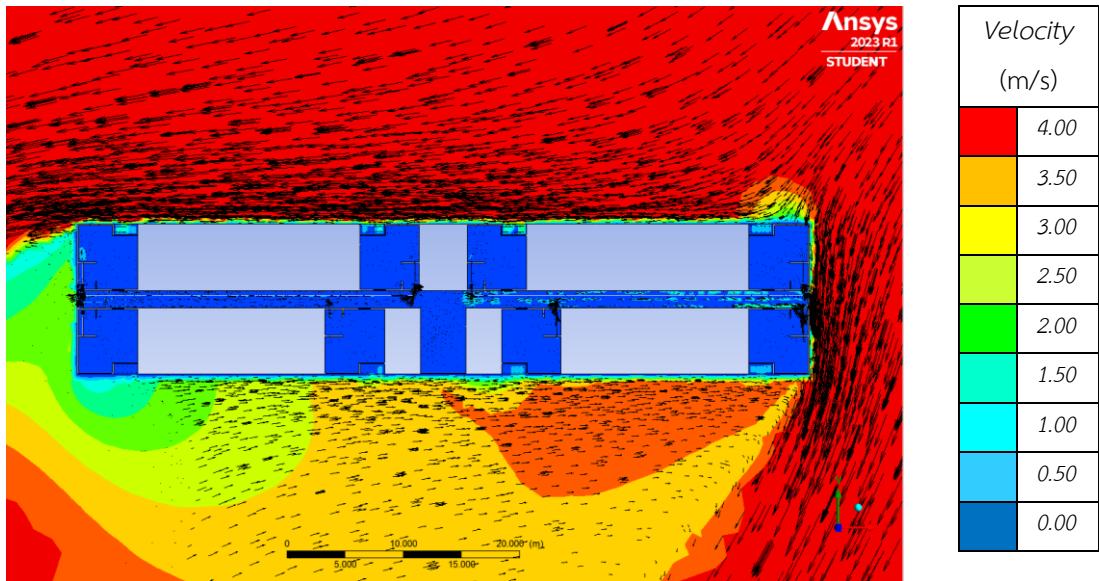
ภาพที่ ก.19 ภาพแสดงผลการจำลองการไหลของอากาศ และระดับความเร็วลม กรณี RL100S

กรณี RL100SW ความเร็วลม 3.53 จากทิศตะวันตกเฉียงใต้



ภาพที่ ก.20 ภาพแสดงผลการจำลองการไหลของอากาศ และระดับความเร็วลม กรณี RL100SW

กรณี RL100NE ความเร็วลม 3.83 จากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ



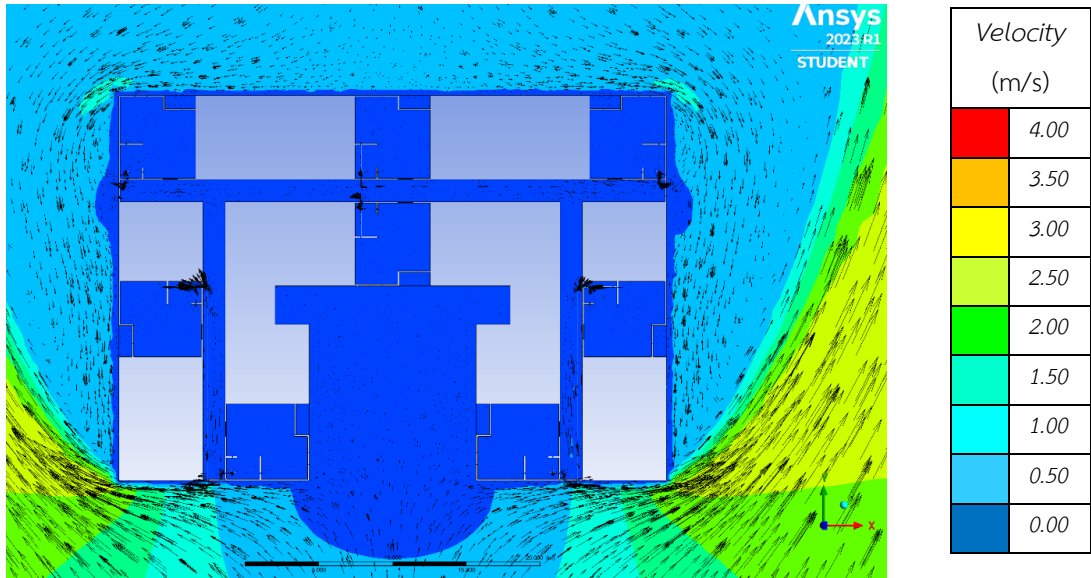
ภาพที่ ก.21 ภาพแสดงผลการจำลองการไหลของอากาศ และระดับความเร็วลม กรณี RL100NE

ตารางที่ ก.7 แสดงค่าตัวแปรจากผลการจำลองของกรณี RL100

	ทิศใต้		ทิศตะวันตกเฉียงใต้		ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ		ค่าเฉลี่ย	
	Velocity	Air Change	Velocity	Air Change	Velocity	Air Change	Velocity	Air Change
	m/s	ach	m/s	ach	m/s	ach	m/s	ach
1	0.53	0.091	0.95	0.163	0.48	0.082	0.65	0.112
2	0.70	0.030	0.94	0.162	0.71	0.122	0.78	0.135
3	0.26	0.045	1.12	0.192	2.06	0.354	1.15	0.197
4	0.40	0.069	3.24	0.557	3.97	0.682	2.54	0.436
5	0.53	0.091	1.63	0.280	1.90	0.326	1.35	0.233
6	0.36	0.062	1.47	0.253	0.72	0.124	0.85	0.146
7	0.08	0.014	0.60	0.103	0.88	0.151	0.52	0.089
8	0.40	0.069	1.06	0.182	2.67	0.459	1.38	0.237
\bar{x}	0.41	0.070	1.38	0.236	1.67	0.288	1.15	0.198

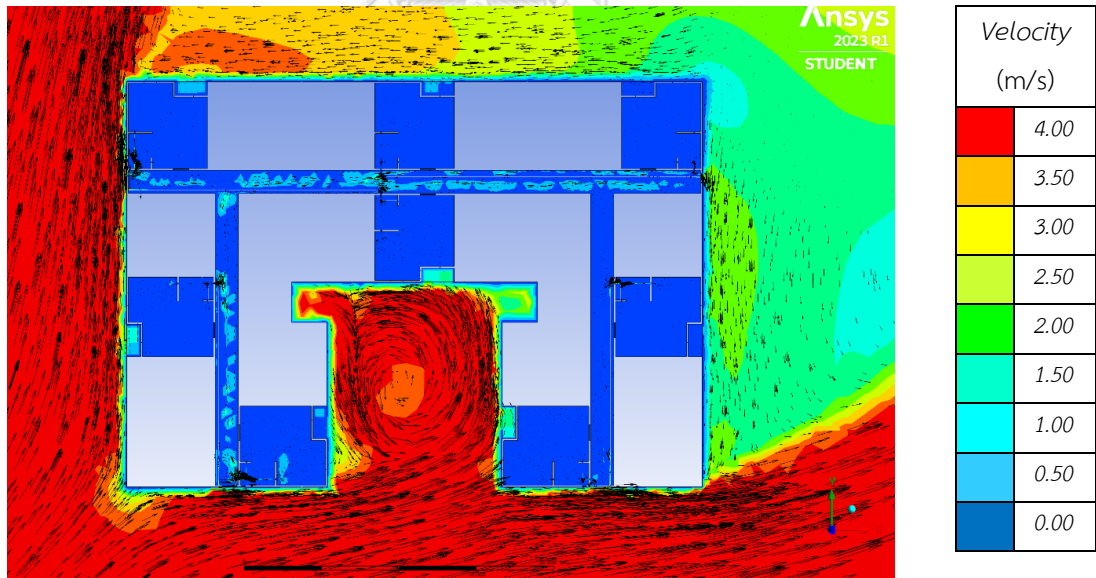
1.8 ผังอาคารรูปตัวซี (C) ห้องชุดแบบ Loft มีระบบท่อระบายอากาศ ขนาด 100 mm. (CL100)

กรณี CL100S ความเร็วลม 2.33 จากทิศใต้



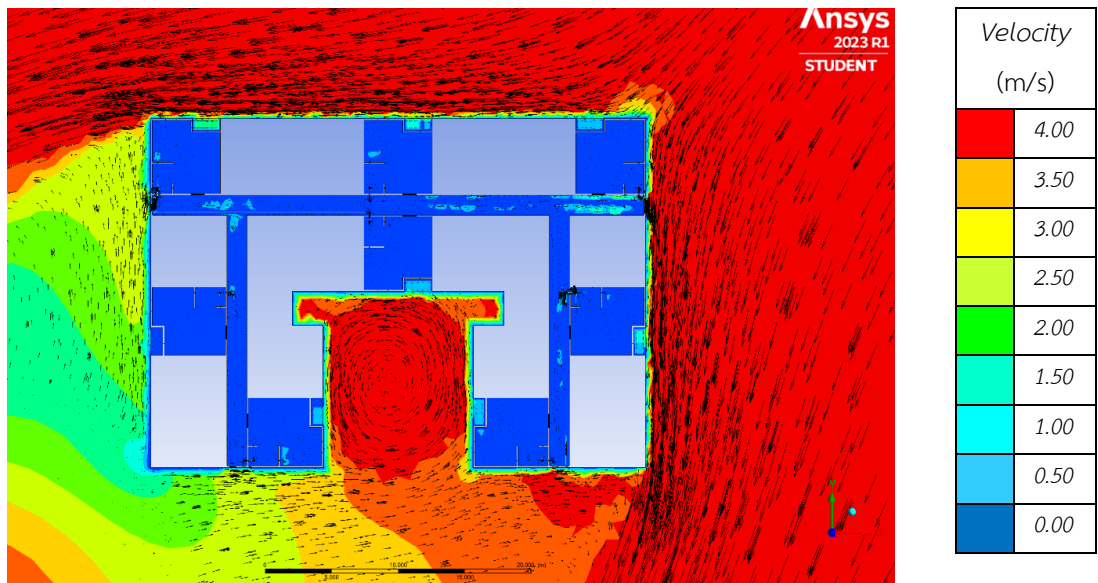
ภาพที่ ก.22 ภาพแสดงผลการจำลองการไหลของอากาศ และระดับความเร็วลม กรณี CL100S

กรณี CL100SW ความเร็วลม 3.53 จากทิศตะวันตกเฉียงใต้



ภาพที่ ก.23 ภาพแสดงผลการจำลองการไหลของอากาศ และระดับความเร็วลม กรณี CL100SW

กรณี CL100NE ความเร็วลม 3.83 จากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ



ภาพที่ ก.24 ภาพแสดงผลการจำลองการไหลของอากาศ และระดับความเร็วลม กรณี CL100NE

ตารางที่ ก.8 แสดงค่าตัวแปรจากผลการจำลองของกรณี CL100

	ทิศใต้		ทิศตะวันตกเฉียงใต้		ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ		ค่าเฉลี่ย	
	Velocity	Air Change	Velocity	Air Change	Velocity	Air Change	Velocity	Air Change
	m/s	ach	m/s	ach	m/s	ach	m/s	ach
1	0.13	0.022	2.42	0.416	0.60	0.103	1.05	0.180
2	0.26	0.045	0.55	0.095	0.27	0.046	0.36	0.062
3	0.40	0.069	2.57	0.442	3.91	0.672	2.29	0.394
4	0.60	0.103	1.05	0.180	0.48	0.082	0.71	0.122

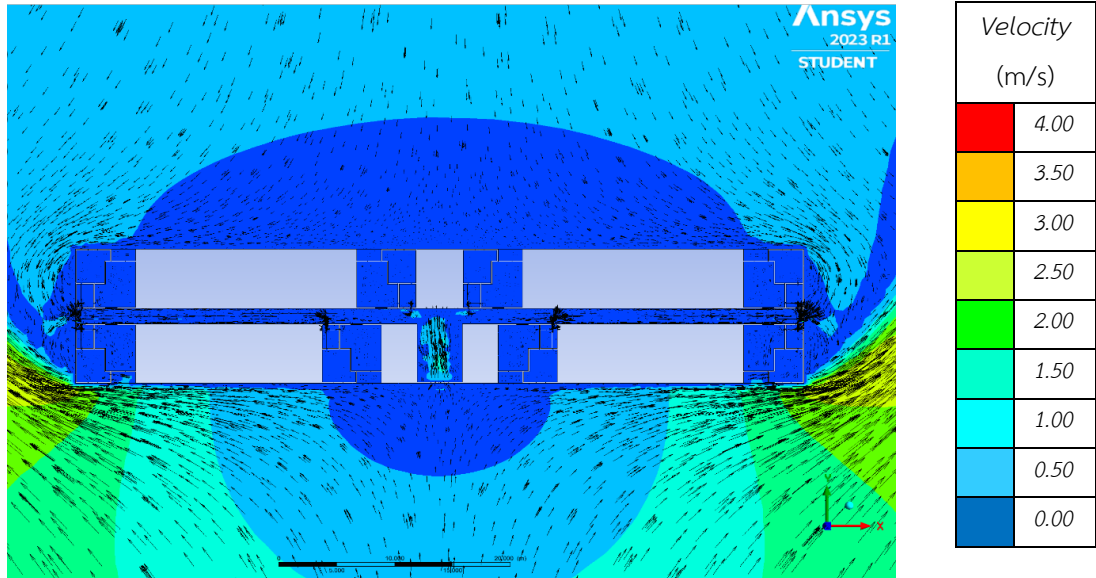
ตารางที่ ก.8 แสดงค่าตัวแปรจากผลการจำลองของกรณี CL100 (ต่อ)

	ทิศใต้		ทิศตะวันตกเฉียงใต้		ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ		ค่าเฉลี่ย	
	Velocity	Air Change	Velocity	Air Change	Velocity	Air Change	Velocity	Air Change
	m/s	ach	m/s	ach	m/s	ach	m/s	ach
5	0.07	0.012	0.42	0.072	1.04	0.179	0.51	0.088
6	0.38	0.065	0.38	0.065	0.64	0.110	0.47	0.080
7	0.43	0.074	1.61	0.277	3.17	0.545	1.74	0.298
8	0.15	0.026	0.90	0.155	0.53	0.091	0.53	0.091
\bar{x}	0.30	0.052	1.24	0.213	1.33	0.229	0.96	0.164



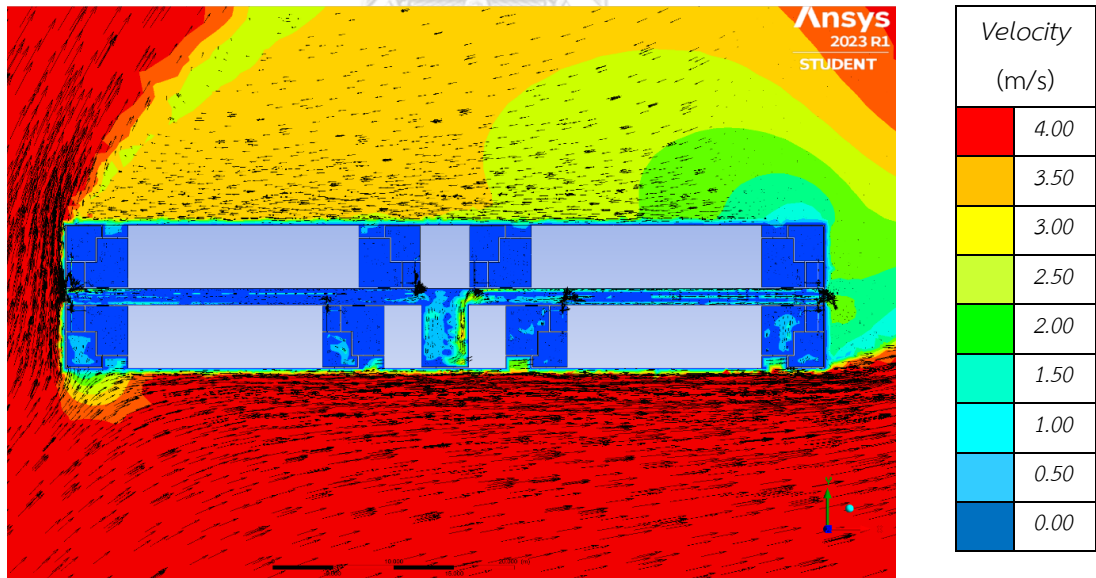
1.9 ผังอาคารรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ห้องชุดแบบ Simplex มีระบบท่อระบายอากาศ ขนาด 125 mm. (RS125)

กรณี RS125S ความเร็วลม 2.33 จากทิศใต้



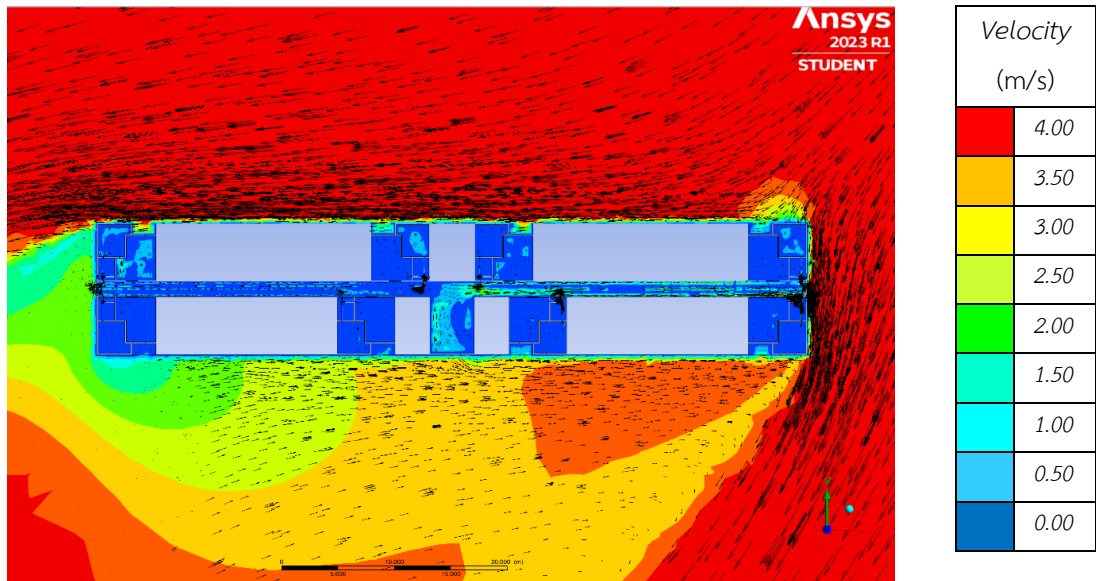
ภาพที่ ก.25 ภาพแสดงผลการจำลองการไหลของอากาศ และระดับความเร็วลม กรณี RS125S

กรณี RS125SW ความเร็วลม 3.53 จากทิศตะวันตกเฉียงใต้



ภาพที่ ก.26 ภาพแสดงผลการจำลองการไหลของอากาศ และระดับความเร็วลม กรณี RS125SW

กรณี RS125NE ความเร็วลม 3.83 จากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ



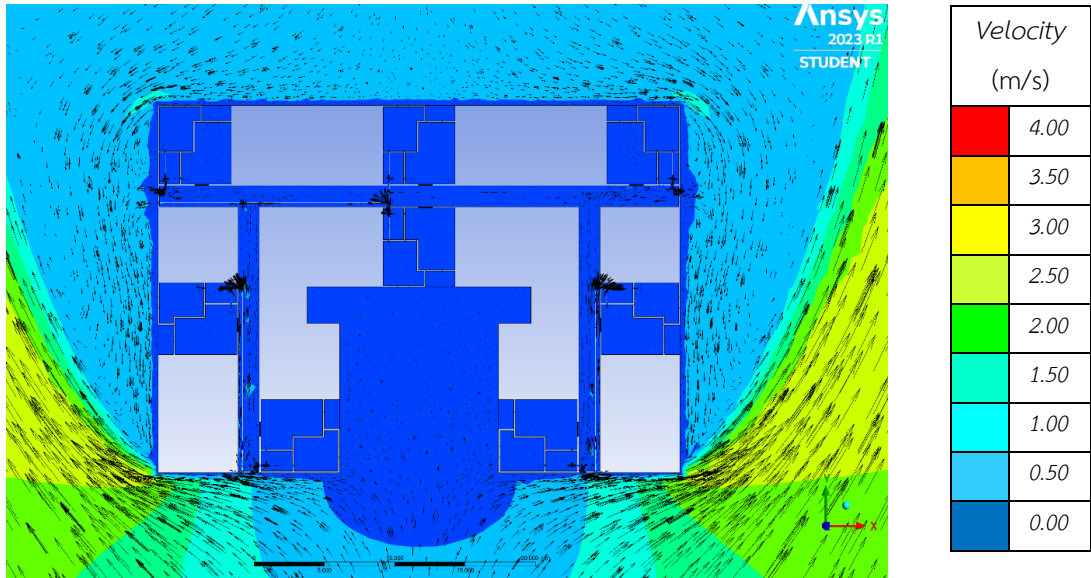
ภาพที่ ก.27 ภาพแสดงผลการจำลองการไหลของอากาศ และระดับความเร็วลม กรณี RS125NE

ตารางที่ ก.9 แสดงค่าตัวแปรจากผลการจำลองของกรณี RS125

	ทิศใต้		ทิศตะวันตกเฉียงใต้		ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ		ค่าเฉลี่ย	
	Velocity	Air Change	Velocity	Air Change	Velocity	Air Change	Velocity	Air Change
	m/s	ach	m/s	ach	m/s	ach	m/s	ach
1	1.25	0.535	2.34	1.002	1.08	0.463	1.56	0.667
2	0.72	0.308	1.03	0.441	0.94	0.403	0.90	0.384
3	0.15	0.064	1.61	0.690	3.11	1.332	1.62	0.695
4	0.40	0.171	3.68	1.576	3.11	1.332	2.40	1.027
5	1.20	0.514	3.37	1.444	4.56	1.953	3.04	1.304
6	0.83	0.356	2.93	1.255	1.89	0.810	1.88	0.807
7	0.36	0.154	1.25	0.535	1.13	0.484	0.91	0.391
8	0.48	0.206	1.13	0.484	2.70	1.157	1.44	0.615
\bar{x}	0.67	0.289	2.17	0.929	2.32	0.992	1.72	0.736

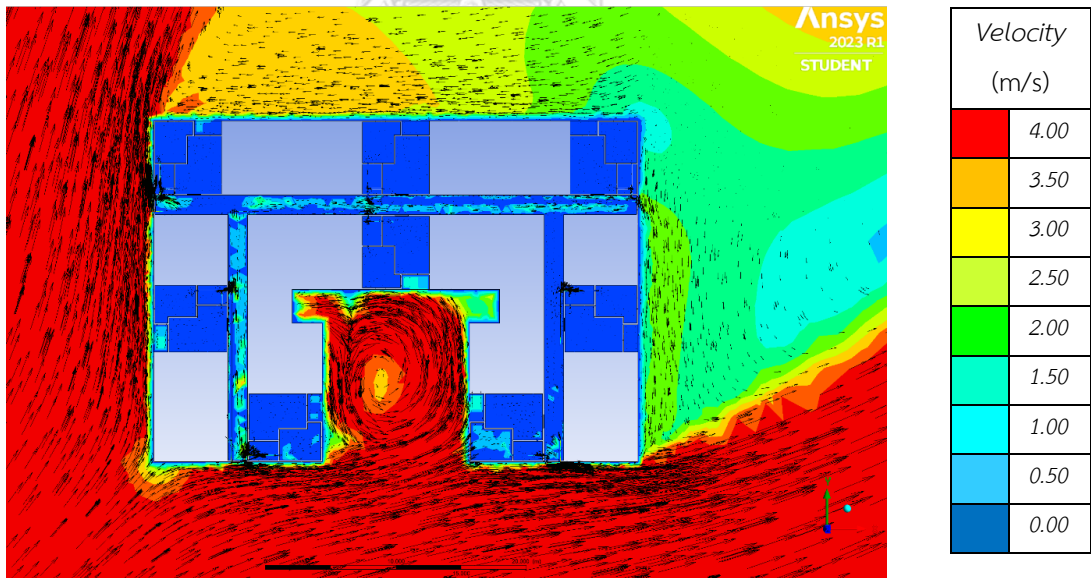
1.10 ผังอาคารรูปตัวซี (C) ห้องชุดแบบ Simplex มีระบบท่อระบายอากาศ ขนาด 125 mm. (CS125)

กรณี CS125S ความเร็วลม 2.33 จากทิศใต้



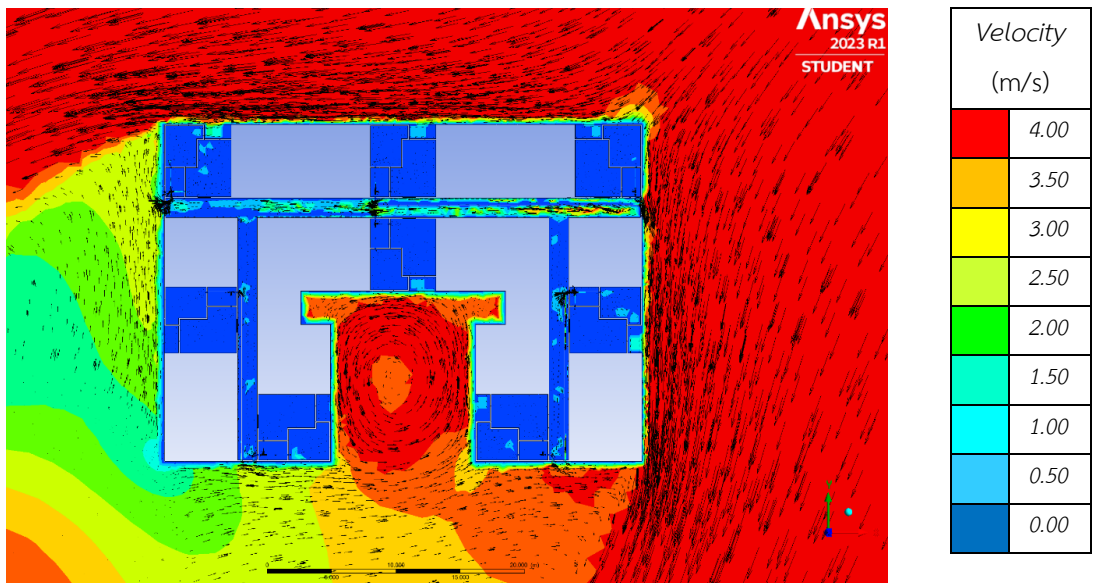
ภาพที่ ก.28 ภาพแสดงผลการจำลองการไหลของอากาศ และระดับความเร็วลม กรณี CS125S

กรณี CS125SW ความเร็วลม 3.53 จากทิศตะวันตกเฉียงใต้



ภาพที่ ก.29 ภาพแสดงผลการจำลองการไหลของอากาศ และระดับความเร็วลม กรณี CS125SW

กรณี CS125NE ความเร็วลม 3.83 จากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ



ภาพที่ ก.30 ภาพแสดงผลการจำลองการไหลของอากาศ และระดับความเร็วลม กรณี CS125NE

ตารางที่ ก.10 แสดงค่าตัวแปรจากผลการจำลองของกรณี CS125

	ทิศใต้		ทิศตะวันตกเฉียงใต้		ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ		ค่าเฉลี่ย	
	Velocity	Air Change	Velocity	Air Change	Velocity	Air Change	Velocity	Air Change
	m/s	ach	m/s	ach	m/s	ach	m/s	ach
1	0.15	0.064	3.54	1.516	0.09	0.039	1.26	0.540
2	0.69	0.296	1.18	0.505	0.30	0.129	0.72	0.310
3	0.40	0.171	2.36	1.011	3.83	1.641	2.20	0.941
4	1.02	0.437	0.84	0.360	0.42	0.180	0.76	0.326

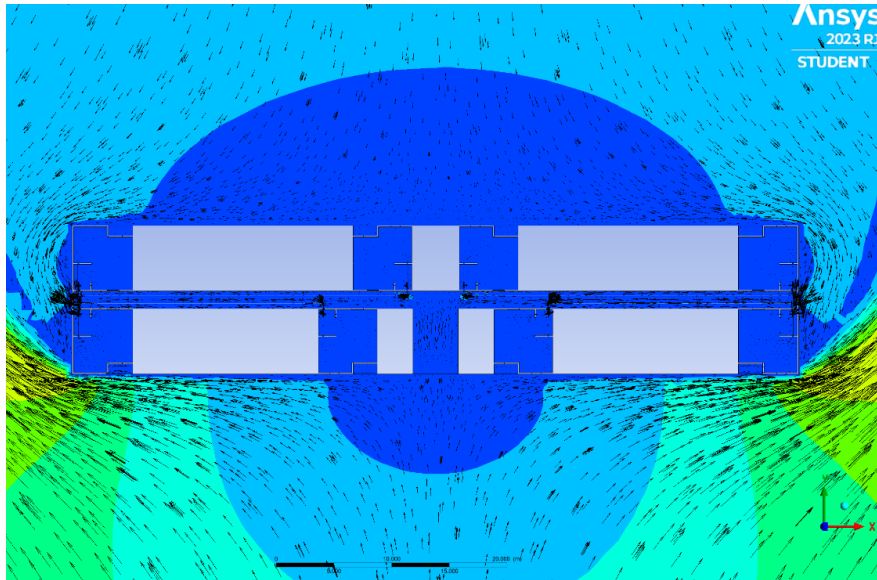
ตารางที่ ก.10 แสดงค่าตัวแปรจากผลการจำลองของกรณี CS125 (ต่อ)

	ทิศใต้		ทิศตะวันตกเฉียงใต้		ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ		ค่าเฉลี่ย	
	Velocity	Air Change	Velocity	Air Change	Velocity	Air Change	Velocity	Air Change
	m/s	ach	m/s	ach	m/s	ach	m/s	ach
5	0.11	0.047	0.68	0.291	0.93	0.398	0.57	0.246
6	0.43	0.184	0.75	0.321	0.60	0.257	0.59	0.254
7	0.63	0.270	1.64	0.703	4.20	1.799	2.16	0.924
8	0.11	0.047	0.95	0.407	0.14	0.060	0.40	0.171
\bar{X}	0.44	0.190	1.49	0.639	1.31	0.563	1.08	0.464



1.11 ผังอาคารรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ห้องชุดแบบ Loft มีระบบท่อระบายอากาศ ขนาด 125 mm. (RL125)

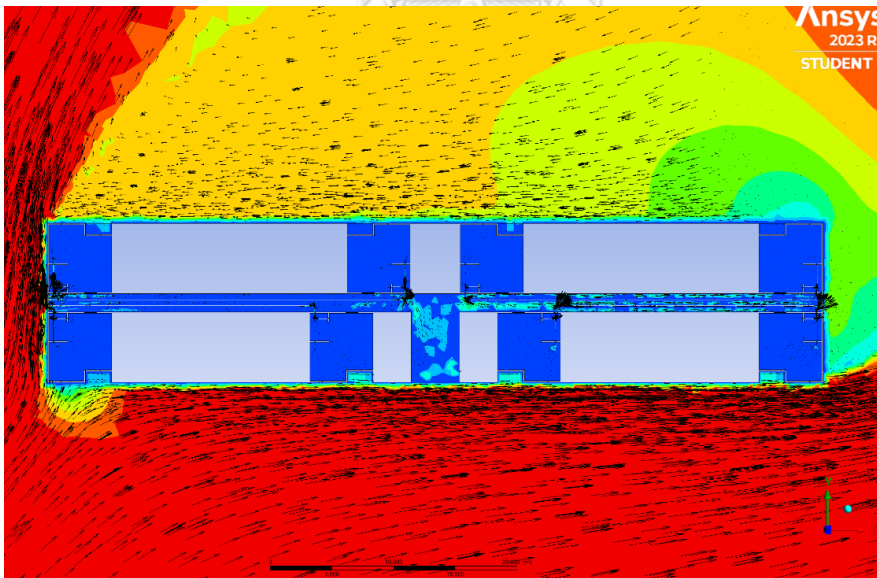
กรณี RL125S ความเร็วลม 2.33 จากทิศใต้



Velocity (m/s)	
Red	4.00
Orange	3.50
Yellow	3.00
Light Green	2.50
Green	2.00
Cyan	1.50
Light Blue	1.00
Blue	0.50
Dark Blue	0.00

ภาพที่ ก.31 ภาพแสดงผลการจำลองการไหลของอากาศ และระดับความเร็วลม กรณี RL125S

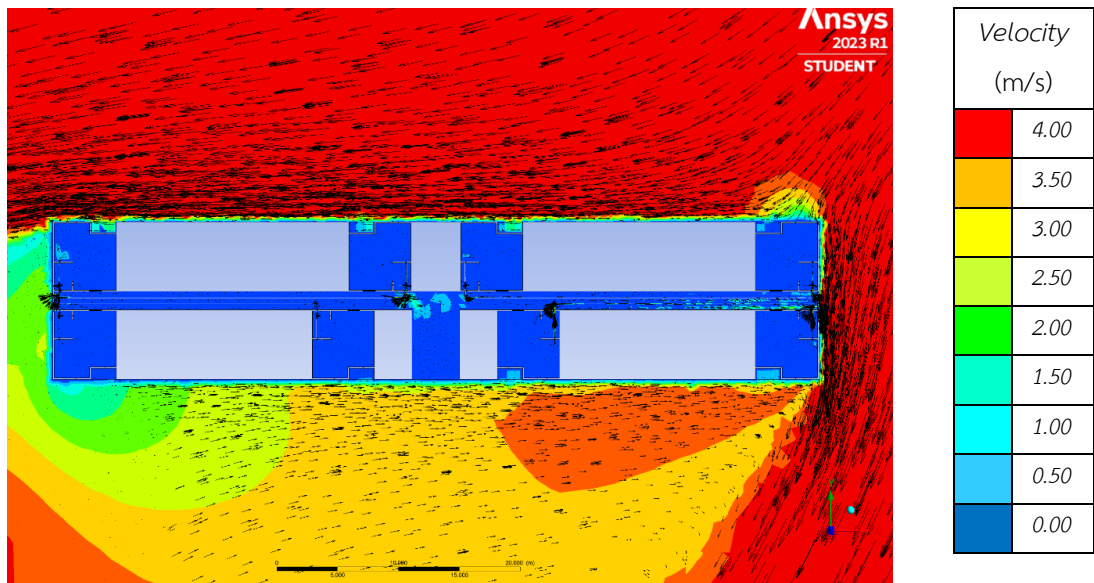
กรณี RL125SW ความเร็วลม 3.53 จากทิศตะวันตกเฉียงใต้



Velocity (m/s)	
Red	4.00
Orange	3.50
Yellow	3.00
Light Green	2.50
Green	2.00
Cyan	1.50
Light Blue	1.00
Blue	0.50
Dark Blue	0.00

ภาพที่ ก.32 ภาพแสดงผลการจำลองการไหลของอากาศ และระดับความเร็วลม กรณี RL125SW

กรณี RL125NE ความเร็วลม 3.83 จากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ



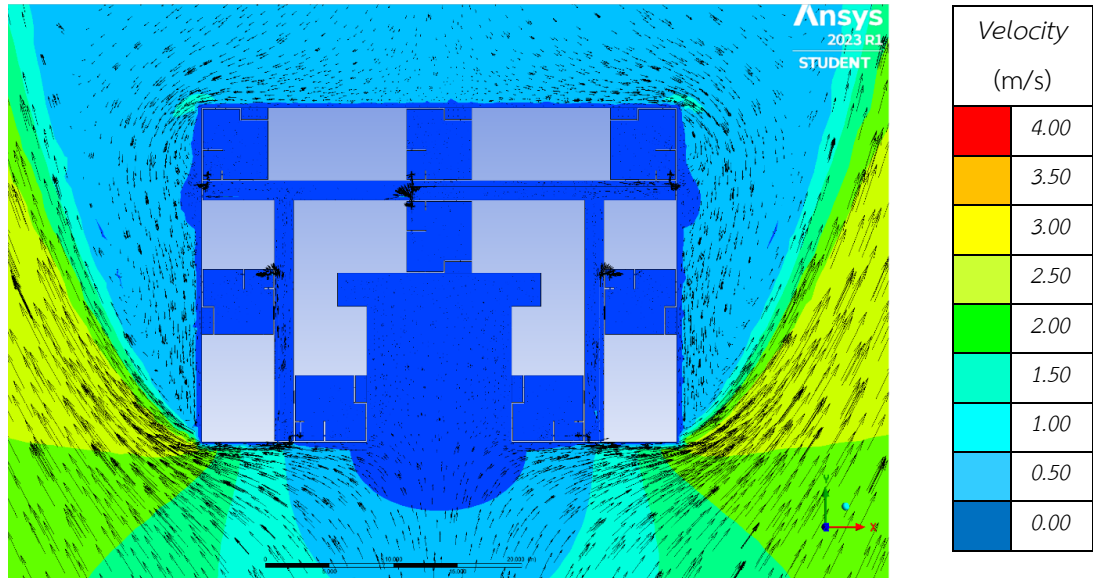
ภาพที่ ก.33 ภาพแสดงผลการจำลองการไหลของอากาศ และระดับความเร็วลม กรณี RL125NE

ตารางที่ ก.11 แสดงค่าตัวแปรจากผลการจำลองของกรณี RL125

	ทิศใต้		ทิศตะวันตกเฉียงใต้		ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ		ค่าเฉลี่ย	
	Velocity	Air Change	Velocity	Air Change	Velocity	Air Change	Velocity	Air Change
	m/s	ach	m/s	ach	m/s	ach	m/s	Ach
1	1.36	0.351	2.14	0.552	0.93	0.240	1.48	0.381
2	0.65	0.168	1.10	0.284	0.67	0.173	0.81	0.208
3	0.10	0.026	1.37	0.353	2.29	0.590	1.25	0.323
4	0.34	0.088	4.11	1.059	3.87	0.998	2.77	0.715
5	1.36	0.351	3.49	0.900	4.43	1.142	3.09	0.797
6	0.75	0.193	2.69	0.693	1.54	0.397	1.66	0.428
7	0.07	0.018	0.89	0.229	1.02	0.263	0.66	0.170
8	0.36	0.093	1.00	0.258	2.50	0.644	1.29	0.332
\bar{x}	0.62	0.161	2.10	0.541	2.16	0.556	1.63	0.419

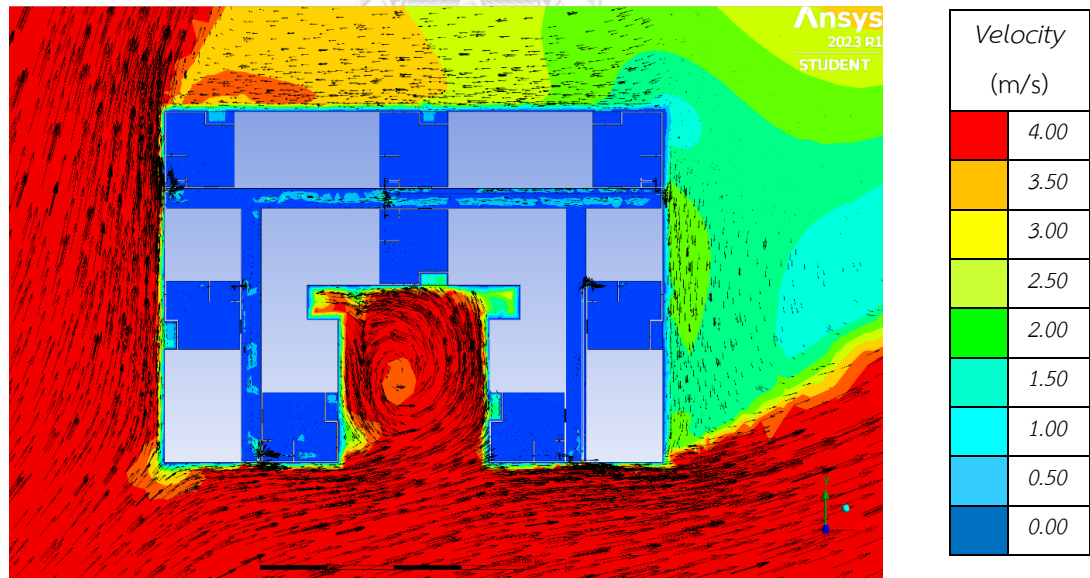
1.12 ผังอาคารรูปตัวซี (C) ห้องชุดแบบ Loft มีระบบท่อระบายอากาศขนาด 125 mm. (CL125)

กรณี CL125S ความเร็วลม 2.33 จากทิศใต้



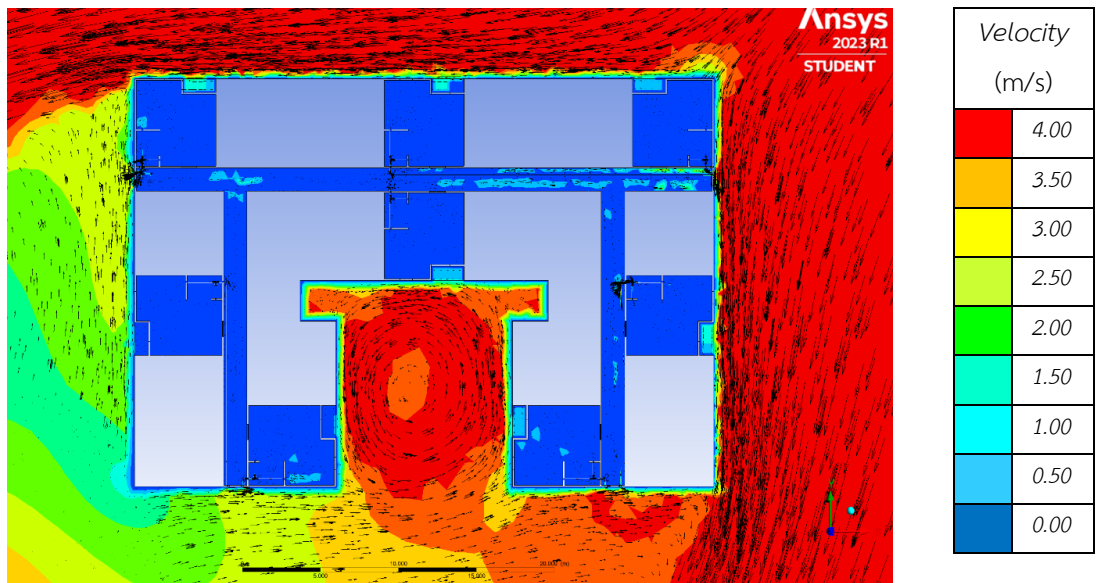
ภาพที่ ก.34 ภาพแสดงผลการจำลองการไหลของอากาศ และระดับความเร็วลม กรณี CL125S

กรณี CL125SW ความเร็วลม 3.53 จากทิศตะวันตกเฉียงใต้



ภาพที่ ก.35 ภาพแสดงผลการจำลองการไหลของอากาศ และระดับความเร็วลม กรณี CL125SW

กรณี CL125NE ความเร็วลม 3.83 จากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ



ภาพที่ ก.36 ภาพแสดงผลการจำลองการไหลของอากาศ และระดับความเร็วลม กรณี CL125NE

ตารางที่ ก.12 แสดงค่าตัวแปรจากผลการจำลองของกรณี CL125

	ทิศใต้		ทิศตะวันตกเฉียงใต้		ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ		ค่าเฉลี่ย	
	Velocity	Air Change	Velocity	Air Change	Velocity	Air Change	Velocity	Air Change
	m/s	ach	m/s	ach	m/s	ach	m/s	ach
1	0.20	0.052	3.25	0.838	0.72	0.186	1.39	0.358
2	0.43	0.111	0.92	0.237	0.41	0.106	0.59	0.151
3	0.34	0.088	2.97	0.766	3.68	0.949	2.33	0.601
4	0.92	0.237	1.11	0.286	0.40	0.103	0.81	0.209

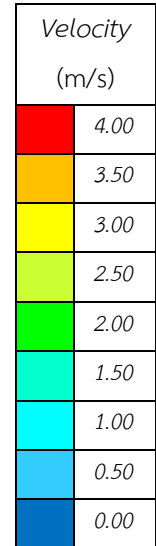
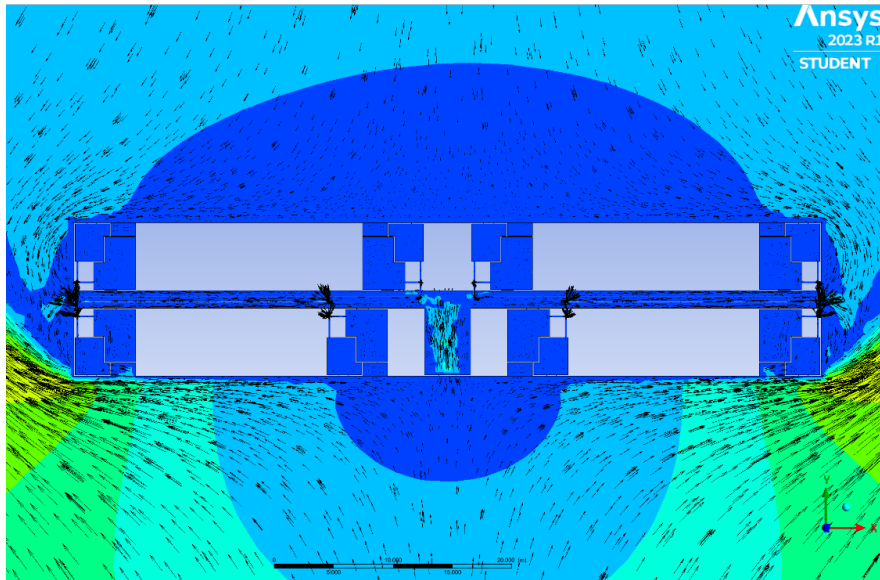
ตารางที่ ก.12 แสดงค่าตัวแปรจากผลการจำลองของกรณี CL125 (ต่อ)

	ทิศใต้		ทิศตะวันตกเฉียงใต้		ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ		ค่าเฉลี่ย	
	Velocity	Air Change	Velocity	Air Change	Velocity	Air Change	Velocity	Air Change
	m/s	ach	m/s	ach	m/s	ach	m/s	ach
5	0.19	0.049	0.38	0.098	0.75	0.193	0.44	0.113
6	0.39	0.101	0.59	0.152	0.81	0.209	0.60	0.154
7	0.49	0.126	1.87	0.482	3.68	0.949	2.01	0.519
8	0.22	0.057	1.38	0.356	0.45	0.116	0.68	0.176
\bar{x}	0.40	0.102	1.56	0.402	1.36	0.351	1.11	0.285



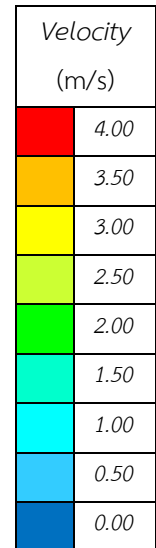
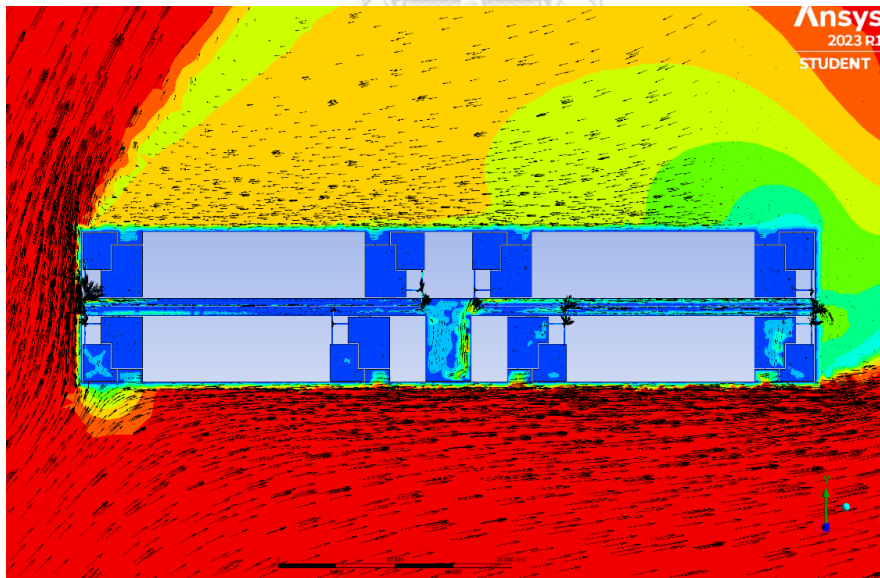
1.13 ผังอาคารรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ห้องชุดแบบ Simplex มีระบบท่อระบายอากาศ ขนาด 150 mm. (RS150)

กรณี RS150S ความเร็วลม 2.33 จากทิศใต้



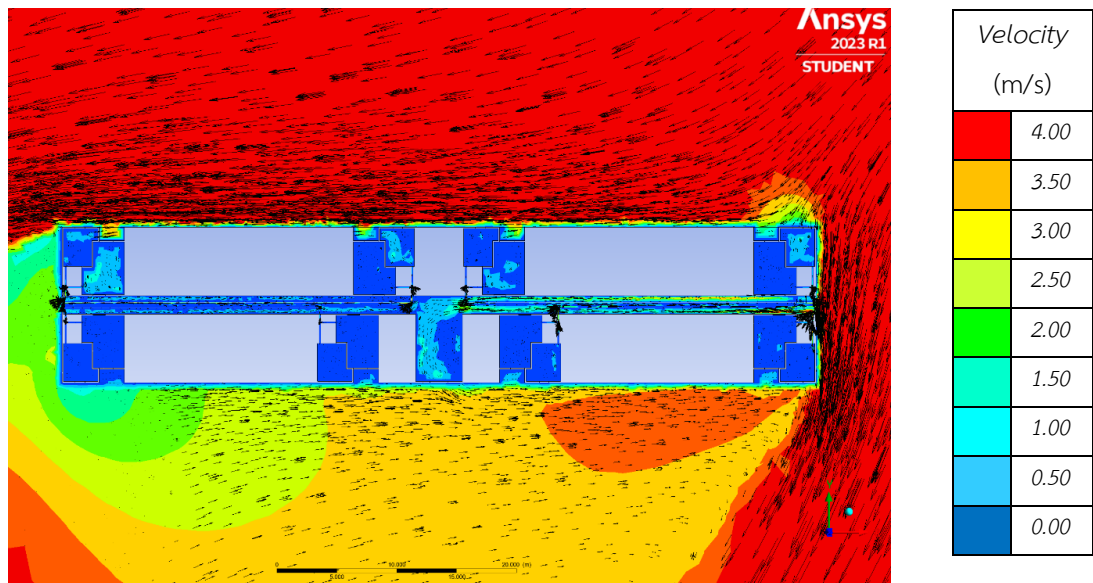
ภาพที่ ก.37 ภาพแสดงผลการจำลองการไหลของอากาศ และระดับความเร็วลม กรณี RS150S

กรณี RS150SW ความเร็วลม 3.53 จากทิศตะวันตกเฉียงใต้



ภาพที่ ก.38 ภาพแสดงผลการจำลองการไหลของอากาศ และระดับความเร็วลม กรณี RS150SW

กรณี RS150NE ความเร็วลม 3.83 จากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ



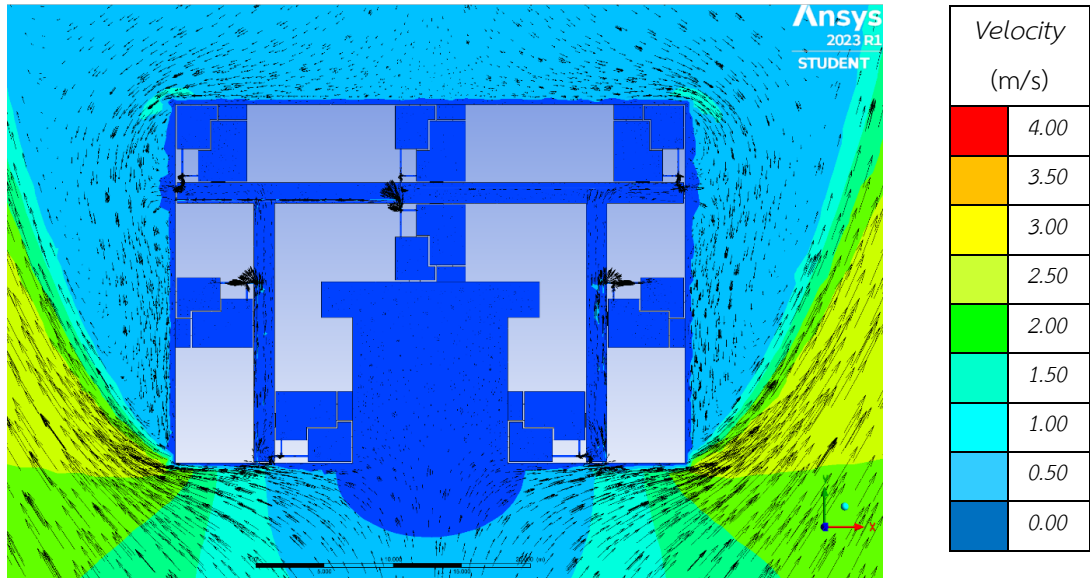
ภาพที่ ก.39 ภาพแสดงผลการจำลองการไหลของอากาศ และระดับความเร็วลม กรณี RS150NE

ตารางที่ ก.13 แสดงค่าตัวแปรจากผลการจำลองของกรณี RS150

	ทิศใต้		ทิศตะวันตกเฉียงใต้		ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ		ค่าเฉลี่ย	
	Velocity	Air Change	Velocity	Air Change	Velocity	Air Change	Velocity	Air Change
	m/s	ach	m/s	ach	m/s	ach	m/s	ach
1	1.24	0.797	2.52	1.619	1.01	0.649	1.59	1.022
2	1.11	0.713	1.12	0.720	0.66	0.424	0.96	0.619
3	0.26	0.167	1.76	1.131	3.67	2.358	1.90	1.219
4	0.45	0.289	4.00	2.570	3.22	2.069	2.56	1.643
5	1.26	0.810	3.16	2.031	4.82	3.097	3.08	1.979
6	0.97	0.623	3.24	2.082	2.48	1.594	2.23	1.433
7	0.33	0.212	1.46	0.938	0.90	0.578	0.90	0.576
8	0.51	0.328	1.05	0.675	2.97	1.908	1.51	0.970
\bar{x}	0.77	0.492	2.29	1.471	2.47	1.585	1.84	1.183

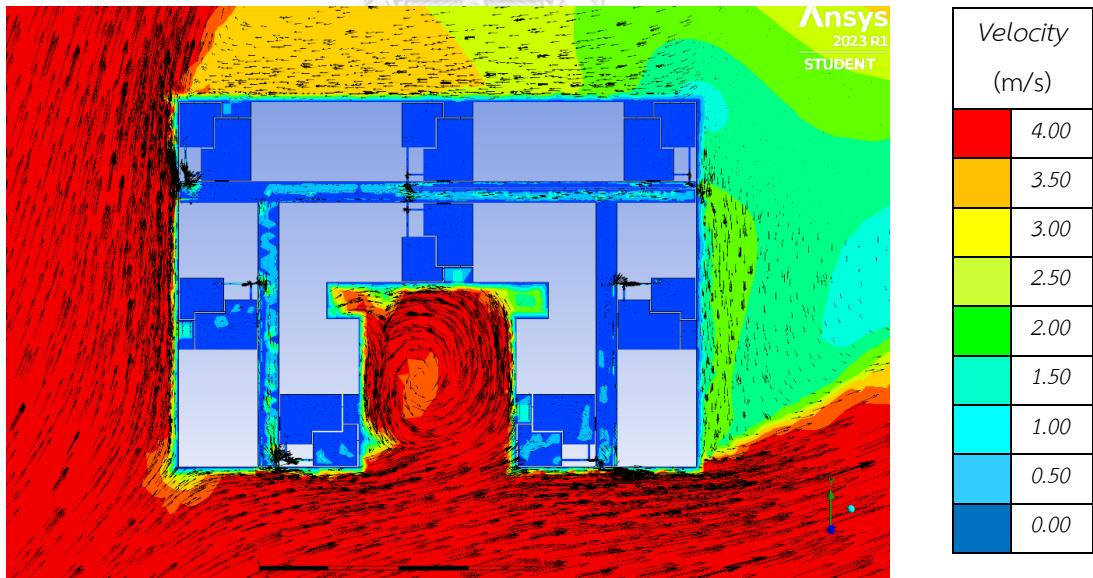
1.14 ผังอาคารรูปตัวซี (C) ห้องชุดแบบ Simplex มีระบบท่อระบายอากาศ ขนาด 150 mm. (CS150)

กรณี CS150S ความเร็วลม 2.33 จากทิศใต้



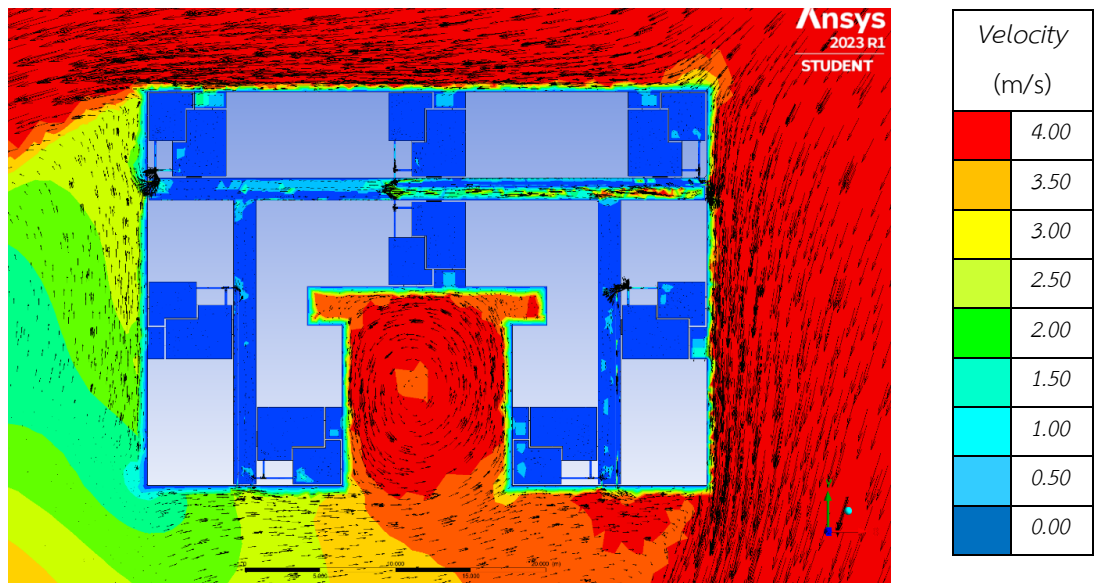
ภาพที่ ก.40 ภาพแสดงผลการจำลองการไหลของอากาศ และระดับความเร็วลม กรณี CS150S

กรณี CS150SW ความเร็วลม 3.53 จากทิศตะวันตกเฉียงใต้



ภาพที่ ก.41 ภาพแสดงผลการจำลองการไหลของอากาศ และระดับความเร็วลม กรณี CS150SW

กรณี CS150NE ความเร็วลม 3.83 จากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ



ภาพที่ ก.42 ภาพแสดงผลการจำลองการไหลของอากาศ และระดับความเร็วลม กรณี CS150NE

ตารางที่ ก.14 แสดงค่าตัวแปรจากผลการจำลองของกรณี CS150

	ทิศใต้		ทิศตะวันตกเฉียงใต้		ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ		ค่าเฉลี่ย	
	Velocity	Air Change	Velocity	Air Change	Velocity	Air Change	Velocity	Air Change
	m/s	ach	m/s	ach	m/s	ach	m/s	ach
1	0.19	0.122	3.24	2.082	0.15	0.096	1.19	0.767
2	0.84	0.540	1.13	0.726	0.33	0.212	0.77	0.493
3	0.37	0.238	2.51	1.613	3.64	2.339	2.17	1.397
4	1.15	0.739	1.03	0.662	0.45	0.289	0.88	0.563

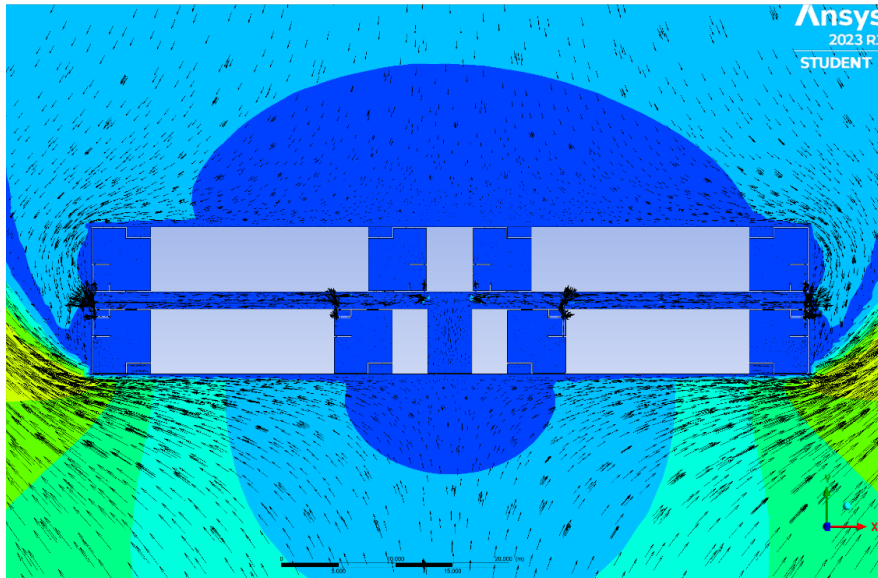
ตารางที่ ก.14 แสดงค่าตัวแปรจากผลการจำลองของกรณี CS150 (ต่อ)

	ทิศใต้		ทิศตะวันตกเฉียงใต้		ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ		ค่าเฉลี่ย	
	Velocity	Air Change	Velocity	Air Change	Velocity	Air Change	Velocity	Air Change
	m/s	ach	m/s	ach	m/s	ach	m/s	ach
5	0.29	0.186	0.92	0.591	1.34	0.861	0.85	0.546
6	0.45	0.289	0.75	0.482	0.86	0.553	0.69	0.441
7	0.74	0.476	1.69	1.086	4.54	2.917	2.32	1.493
8	0.23	0.148	1.44	0.925	0.18	0.116	0.62	0.396
\bar{x}	0.53	0.342	1.59	1.021	1.44	0.923	1.19	0.762



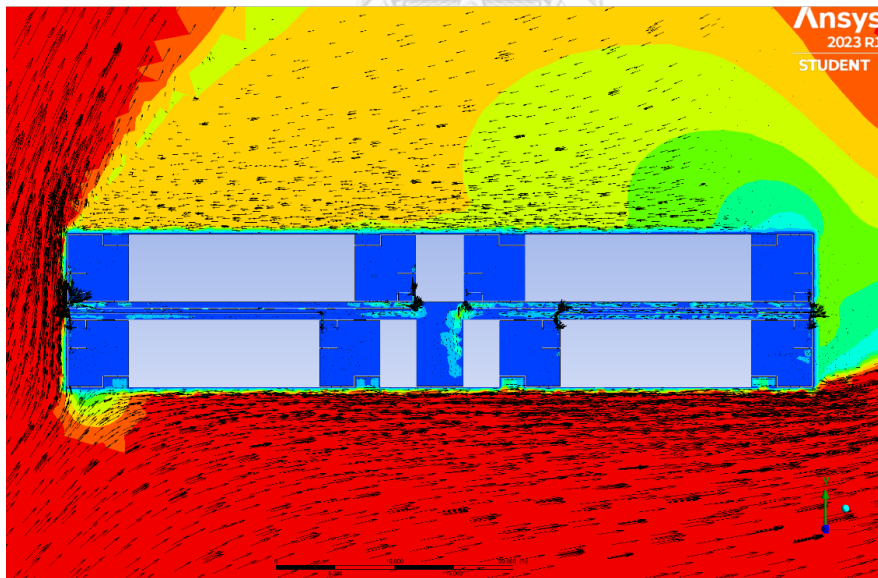
1.15 ผังอาคารรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ห้องชุดแบบ Loft มีระบบท่อระบายอากาศ ขนาด 150 mm. (RL150)

กรณี RL150S ความเร็วลม 2.33 จากทิศใต้



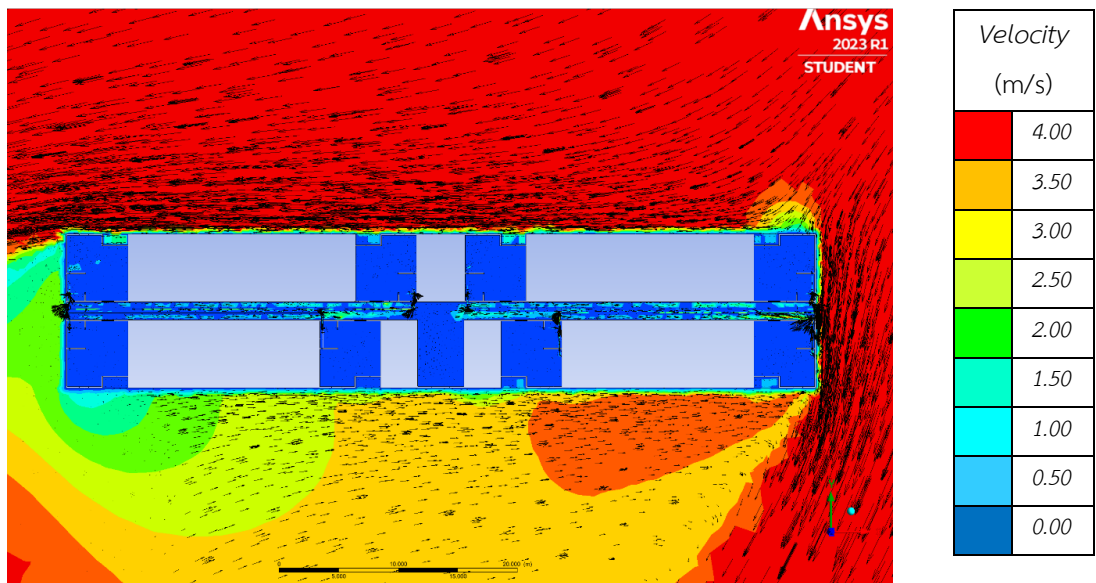
ภาพที่ ก.43 ภาพแสดงผลการจำลองการไหลของอากาศ และระดับความเร็วลม กรณี RL150S

กรณี RL150SW ความเร็วลม 3.53 จากทิศตะวันตกเฉียงใต้



ภาพที่ ก.44 ภาพแสดงผลการจำลองการไหลของอากาศ และระดับความเร็วลม กรณี RL150SW

กรณี RL150NE ความเร็วลม 3.83 จากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ



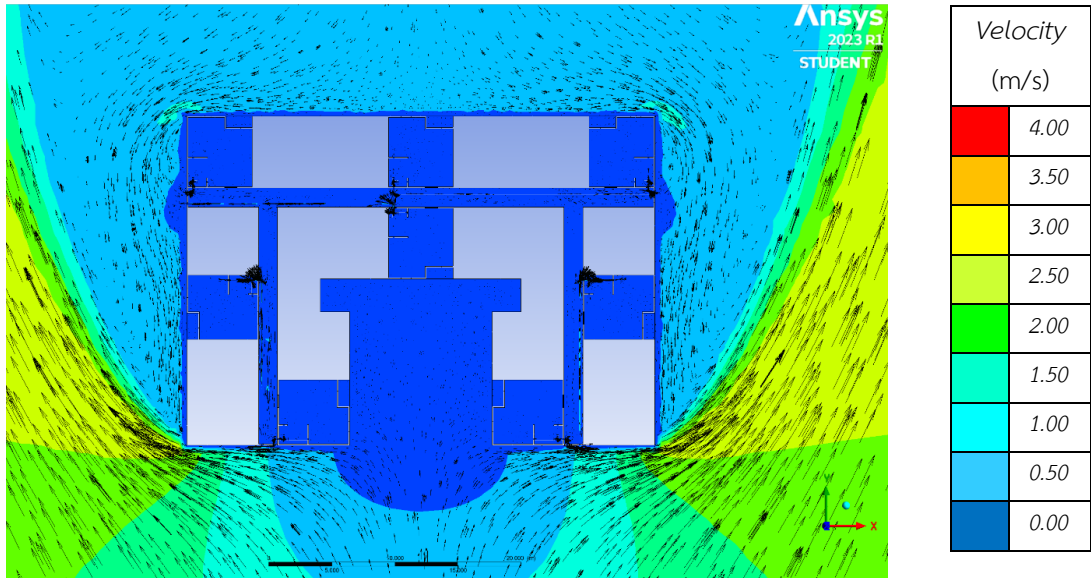
ภาพที่ ก.45 ภาพแสดงผลการจำลองการไหลของอากาศ และระดับความเร็วลม กรณี RS150NE

ตารางที่ ก.15 แสดงค่าตัวแปรจากผลการจำลองของกรณี RS150

	ทิศใต้		ทิศตะวันตกเฉียงใต้		ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ		ค่าเฉลี่ย	
	Velocity	Air Change	Velocity	Air Change	Velocity	Air Change	Velocity	Air Change
	m/s	ach	m/s	ach	m/s	ach	m/s	ach
1	1.36	0.526	2.87	1.110	1.20	0.464	1.81	0.700
2	0.92	0.356	1.18	0.456	0.88	0.340	0.99	0.384
3	0.19	0.073	1.12	0.433	3.16	1.222	1.49	0.576
4	0.44	0.170	3.89	1.504	4.06	1.570	2.80	1.081
5	1.23	0.476	3.14	1.214	4.16	1.608	2.84	1.099
6	1.04	0.402	3.80	1.469	2.22	0.858	2.35	0.910
7	0.16	0.062	1.26	0.487	1.23	0.476	0.88	0.342
8	0.42	0.162	1.10	0.425	2.95	1.141	1.49	0.576
\bar{x}	0.72	0.278	2.30	0.887	2.48	0.960	1.83	0.709

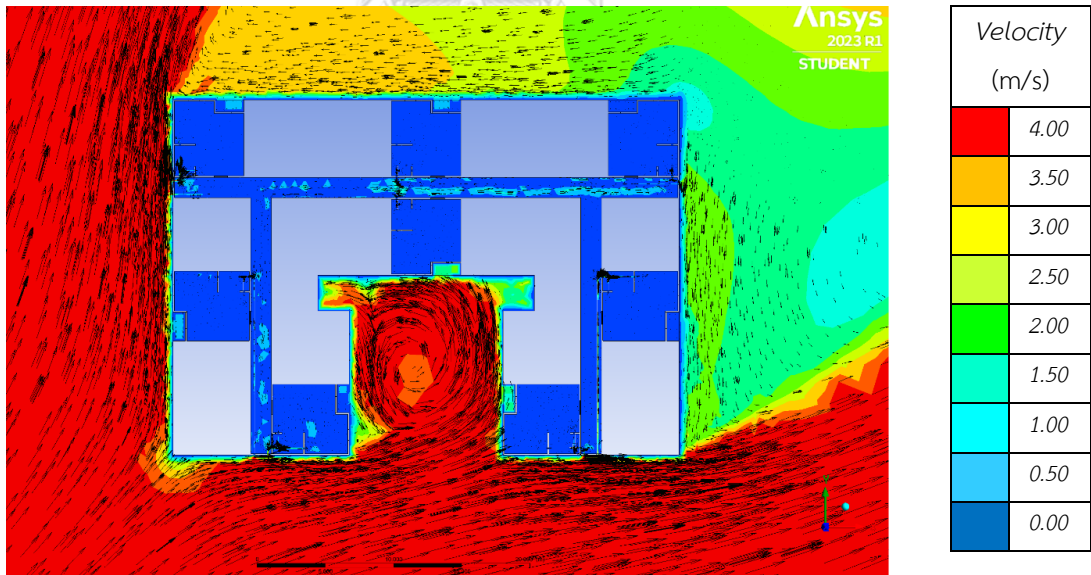
1.16 ผังอาคารรูปตัวซี (C) ห้องชุดแบบ Loft มีระบบท่อระบายอากาศขนาด 150 mm. (CL150)

กรณี CL150S ความเร็วลม 2.33 จากทิศใต้



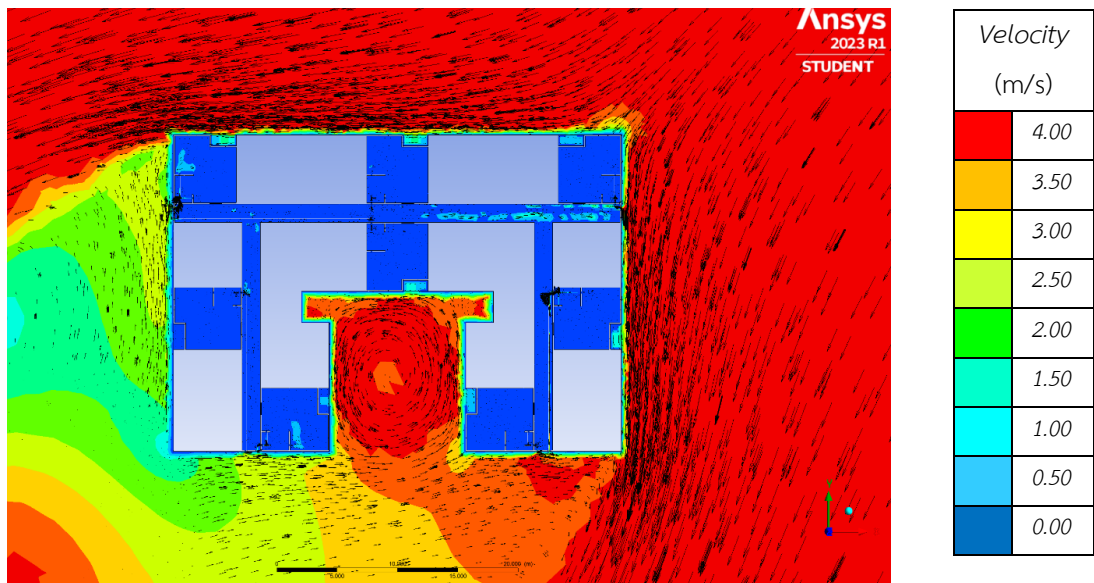
ภาพที่ ก.46 ภาพแสดงผลการจำลองการไหลของอากาศ และระดับความเร็วลม กรณี CL150S

กรณี CL150SW ความเร็วลม 3.53 จากทิศตะวันตกเฉียงใต้



ภาพที่ ก.47 ภาพแสดงผลการจำลองการไหลของอากาศ และระดับความเร็วลม กรณี CL150SW

กรณี CL150NE ความเร็วลม 3.83 จากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ



ภาพที่ ก.48 ภาพแสดงผลการจำลองการไหลของอากาศ และระดับความเร็วลม กรณี CL150NE

ตารางที่ ก.16 แสดงค่าตัวแปรจากผลการจำลองของกรณี CL150

	ทิศใต้		ทิศตะวันตกเฉียงใต้		ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ		ค่าเฉลี่ย	
	Velocity	Air Change	Velocity	Air Change	Velocity	Air Change	Velocity	Air Change
	m/s	ach	m/s	ach	m/s	ach	m/s	ach
1	0.20	0.077	3.02	1.168	0.69	0.267	1.30	0.504
2	0.65	0.251	0.90	0.348	0.32	0.124	0.62	0.241
3	0.40	0.155	2.79	1.079	3.93	1.519	2.37	0.918
4	1.21	0.468	0.79	0.305	0.28	0.108	0.76	0.294

ตารางที่ ก.16 แสดงค่าตัวแปรจากผลการจำลองของกรณี CL150 (ต่อ)

	ทิศใต้		ทิศตะวันตกเฉียงใต้		ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ		ค่าเฉลี่ย	
	Velocity	Air Change	Velocity	Air Change	Velocity	Air Change	Velocity	Air Change
	m/s	ach	m/s	ach	m/s	ach	m/s	ach
5	0.24	0.093	0.52	0.201	0.82	0.317	0.53	0.204
6	0.44	0.170	0.53	0.205	0.82	0.317	0.60	0.231
7	0.71	0.275	1.74	0.673	3.96	1.531	2.14	0.826
8	0.17	0.066	1.16	0.448	0.35	0.135	0.56	0.217
\bar{X}	0.50	0.194	1.43	0.553	1.40	0.540	1.11	0.429



ภาคผนวก ข

ผลการจำลองผังอาคารกับอัตราการระบายอากาศ

ความเร็วลมที่ได้จากการจำลองผ่านโปรแกรม ANSYS 2023 R1 ในบริบทเมืองทั้ง 2 พื้นที่แสดงให้เห็นการลดลงของความเร็วลม โดยค่าความเร็วลมที่ได้จากการวัดผ่านการจำลองในบริบทเมืองทั้ง 2 กรณีศึกษา พบว่าความเร็วลมในพื้นที่ห้าแยกลาดพร้าวที่มี Building Coverage Ratio (BCR) น้อยกว่า มีความเร็วลมลดลง 63% จากความเร็วลมตั้งต้น และพื้นที่สามย่านลดลง 53% จากการวัดความเร็วลมที่ความสูงต่างกันทั้ง 2 กรณีแสดงให้เห็นว่าค่าความเร็วลมไม่ได้เพิ่มขึ้นตามระดับความสูง โดยเป็นผลมาจากบริบทโดยรอบที่ส่งผลความเร็วลมแรงขึ้นหรือเบาลง ซึ่งจากการนำค่าเฉลี่ยของลมของทั้ง 2 กรณีศึกษาในความสูง 4 ระดับ มาตั้งต้นในการจำลองผังอาคารทั้ง 5 รูปแบบผลที่ได้ ซึ่งผลที่ได้จะแสดงในตารางต่อไป โดยในตารางแสดงช่วงค่า ACH จะแบ่งเป็นสี่ๆ ตามช่วง ACH ดังนี้ สีขาว = 0-9ACH สีฟ้า = 10-19ACH สีเหลือง = 20-29ACH สีเขียว = 30-39ACH สีชมพู = 40-49ACH สีส้ม = 50ACH ขึ้นไป และตารางช่อง V_{wind} แสดงจำนวนห้องชุดที่มีความเร็วลม ณ ตำแหน่งหน้าประตูระเบียงเกิน 0.25 m/s (ตำแหน่งห้องสีชมพูและสีส้ม)

ตารางที่ ข.1 แสดงผลการจำลองความเร็วลมกับอาคารคอนโดมิเนียมผังรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า พร้อมแสดงตำแหน่งห้องพักที่มีค่าความเร็วลม ณ ตำแหน่งกลางประตูระเบียงอยู่ในช่วงสภาวะน่าสบาย

ความสูง	22 เมตร (ชั้น8)	58 เมตร (ชั้น20)	88 เมตร (ชั้น30)	118 เมตร (ชั้น40)	ACH
พื้นที่ห้าแยกลาดพร้าว					
ACH					0-10 ACH
V_{inlet}	1.01 m/s	1.29 m/s	1.23 m/s	1.15 m/s	11-20 ACH
V_{wind}	-	-	-	-	21-30 ACH
พื้นที่สามย่าน					31-40 ACH
ACH					41-50 ACH
V_{inlet}	0.76 m/s	0.98 m/s	1.11 m/s	1.11 m/s	>50 ACH
V_{wind}	-	-	-	-	

ผังรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีความเร็วลมอยู่ในช่วง 0.01-0.18 m/s โดยมีค่าเฉลี่ยทุกห้องชุดในทุกระดับความสูงอยู่ที่ 0.06 m/s ซึ่งไม่มีห้องชุดที่อยู่ในช่วงความเร็วลมที่ทำให้รู้สึกถึงความสบาย รวมถึงอัตราการระบายอากาศเฉลี่ยจากทุกห้องชุดในทุกระดับความสูงอยู่ที่ 9.81 ACH โดยห้องชุดที่อยู่บริเวณมุมของอาคารจะมีอัตราการระบายอากาศที่ดีกว่าห้องชุดที่อยู่ช่วงกลางของอาคาร

ตารางที่ ข.2 แสดงผลการจำลองความเร็วลมกับอาคารคอนโดมิเนียมผังรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส พร้อมแสดงตำแหน่งห้องพักที่มีค่าความเร็วลม ณ ตำแหน่งกลางประตูระเบียงอยู่ในช่วงสภาวะน่าสบาย

ความสูง	22 เมตร (ชั้น8)	58 เมตร (ชั้น20)	88 เมตร (ชั้น30)	118 เมตร (ชั้น40)	ACH
พื้นที่ ฝ้าแยกลาดพร้าว					
ACH					
V_{inlet}	1.01 m/s	1.29 m/s	1.23 m/s	1.15 m/s	
V_{wind}	1 unit	5 units	4 units	2 units	
พื้นที่ สามย่าน					
ACH					
V_{inlet}	0.76 m/s	0.98 m/s	1.11 m/s	1.11 m/s	
V_{wind}	-	1 unit	-	2 units	

ผังรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส มีความเร็วลมอยู่ในช่วง 0.00-0.40 m/s โดยมีค่าเฉลี่ยจากทุกห้องชุดในทุกระดับความสูงอยู่ที่ 0.13 m/s ซึ่งจากผลการจำลองด้วยความเร็วลมตั้งต้นในระดับความสูงที่ต่างกันพบว่ามีจำนวนห้องชุดที่มีความเร็วลม ณ หน้าประตูระเบียงอยู่ในช่วงสบาย จำนวน 15 ห้อง ซึ่งจะเป็นห้องชุดที่อยู่ในด้านตะวันออกและตะวันตกของอาคาร โดยอาคารผังรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีอัตราการระบายอากาศเฉลี่ยจากทุกห้องชุดในทุกระดับความสูงที่ 31.62 ACH ซึ่งมีห้องที่มีอัตราการระบายอากาศสูงสุดที่ 62.65 ACH ที่ตำแหน่งห้องชุดที่ 16 ในระดับความสูง 88 เมตร(ชั้น30) โดยอัตราการระบายอากาศเฉลี่ยทั้งหมดอยู่ที่ 20.55 ACH

ตารางที่ ข.3 แสดงผลการจำลองความเร็วลมกับอาคารคอนโดมิเนียมผังรูปตัวแอล (L) พร้อมแสดงตำแหน่งห้องพักที่มีค่าความเร็วลม ณ ตำแหน่งกลางประตูระเบียงอยู่ในช่วงสภาน่าสบาย

ความสูง	22 เมตร (ชั้น8)	58 เมตร (ชั้น20)	88 เมตร (ชั้น30)	118 เมตร (ชั้น40)	ACH
พื้นที่ ห้าแยกลาดพร้าว					
ACH					
	V inlet = 1.01 m/s	V inlet = 1.29 m/s	V inlet = 1.23 m/s	V inlet = 1.15 m/s	
V _{wind}	-	-	-	-	
พื้นที่ สามย่าน					
ACH					
	V inlet = 0.76 m/s	V inlet = 0.98 m/s	V inlet = 1.11 m/s	V inlet = 1.11 m/s	
V _{wind}	-	-	-	-	

ผังรูปตัวแอล (L) มีความเร็วลมอยู่ในช่วง 0.01-0.21 m/s โดยมีค่าเฉลี่ยจากทุกห้องชุดในทุกระดับความสูงอยู่ที่ 0.05 m/s โดยไม่มีห้องชุดใดเลยที่มีความเร็วลม ณ หน้าประตูระเบียงที่อยู่ในช่วงน่าสบาย และห้องชุดที่หันไปทางทิศตะวันออก ทิศตะวันตก และมุมอาคารจะมีโอกาสที่จะมีอัตราการระบายอากาศที่มีประสิทธิภาพมากกว่าห้องชุดในด้านอื่นๆ โดยผังรูปตัวแอล (L) มีอัตราการระบายอากาศเฉลี่ยจากทุกห้องชุดในทุกระดับความสูงอยู่ที่ 8.96 ACH

ตารางที่ ข. 4 แสดงผลการจำลองความเร็วลมกับอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กผังรูปตัวซี (C) พร้อมแสดงตำแหน่งห้องพักที่มีค่าความเร็วลม ณ ตำแหน่งกลางประตูระเบียงอยู่ในช่วงสภาวะนำสบาย

ความสูง	22 เมตร (ชั้น8)	58 เมตร (ชั้น20)	88 เมตร (ชั้น30)	118 เมตร (ชั้น40)	ACH
พื้นที่ ห้าแยกลาดพร้าว					0-10 ACH
ACH					11-20 ACH
V_{wind}	V inlet = 1.01 m/s	V inlet = 1.29 m/s	V inlet = 1.23 m/s	V inlet = 1.15 m/s	21-30 ACH
พื้นที่ สามย่าน					31-40 ACH
ACH					41-50 ACH
V_{wind}	V inlet = 0.76 m/s	V inlet = 0.98 m/s	V inlet = 1.11 m/s	V inlet = 1.11 m/s	>50 ACH

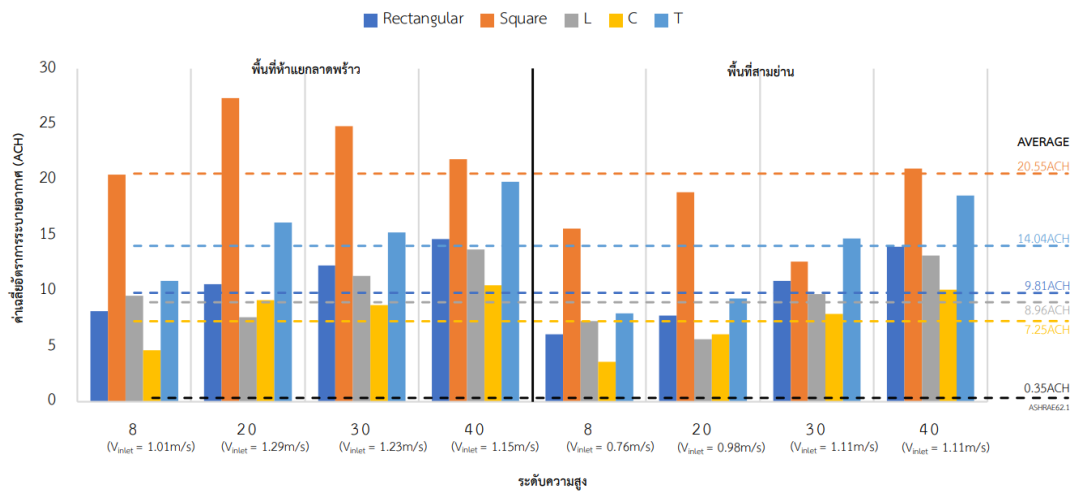
ผังรูปตัวซี (C) มีความเร็วลมอยู่ในช่วง 0.00-0.17 m/s โดยมีค่าเฉลี่ยจากทุกห้องชุดในทุกระดับความสูงอยู่ที่ 0.04 m/s โดยไม่มีห้องชุดใดเลยที่มีความเร็วลม ณ หน้าประตูระเบียงที่อยู่ในช่วงนำสบาย โดยผังรูปตัวซี (C) มีอัตราการระบายอากาศเฉลี่ยจากทุกห้องชุดในทุกระดับความสูงอยู่ที่ 7.25 ACH และ ห้องชุดส่วนใหญ่จะมีอัตราการระบายอากาศอยู่ในช่วง 10-19 ACH

ตารางที่ ข.5 แสดงผลการจำลองความเร็วลมกับอาคารคอนโดมิเนียมผังรูปตัวที (T) พร้อมแสดงตำแหน่งห้องพักที่มีค่าความเร็วลม ณ ตำแหน่งกลางประตูระเบียงอยู่ในช่วงสภาน่าสบาย

ความสูง	22 เมตร (ชั้น8)	58 เมตร (ชั้น20)	88 เมตร (ชั้น30)	118 เมตร (ชั้น40)	ACH
พื้นที่ ห้ายกลาดพริ้ว					
ACH					
V_{inlet}	$V_{inlet} = 1.01 \text{ m/s}$	$V_{inlet} = 1.29 \text{ m/s}$	$V_{inlet} = 1.23 \text{ m/s}$	$V_{inlet} = 1.15 \text{ m/s}$	
V_{wind}	-	-	-	-	
พื้นที่ สามย่าน					
ACH					
V_{inlet}	$V_{inlet} = 0.76 \text{ m/s}$	$V_{inlet} = 0.98 \text{ m/s}$	$V_{inlet} = 1.11 \text{ m/s}$	$V_{inlet} = 1.11 \text{ m/s}$	
V_{wind}	-	-	1 unit	-	

ผังรูปตัวที (T) มีความเร็วลมอยู่ในช่วง 0.00-0.29 m/s โดยมีค่าเฉลี่ยจากทุกห้องชุดในทุกระดับความสูงอยู่ที่ 0.08 m/s และมีความเร็วลม ณ หน้าประตูระเบียงอยู่ในช่วงน่าสบาย จำนวน 1 ห้อง คือห้องชุดตำแหน่งที่ 5 ที่ระดับความสูง 88 เมตร(ชั้น30) ซึ่งจากผลการจำลองพบว่าห้องชุดที่หันหน้าไปทางทิศตะวันออก และทิศตะวันตกจะมีอัตราการระบายอากาศที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าห้องชุดในด้านอื่นๆ โดยผังรูปตัวที (T) มีอัตราการระบายอากาศเฉลี่ยจากทุกห้องชุดในทุกระดับความสูงที่ 14.04 ACH

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ ข.1 แสดงค่าเฉลี่ยอัตราการระบายอากาศของผังอาคารทั้ง 5 ผัง ในแต่ละความสูง

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล
สถานที่เกิด
วุฒิการศึกษา

ณัฐกฤษฏี ณะเดชากุล
นนทบุรี
ปริญญาตรี : สถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY